

SIMATIC

容错系统 S7-400H

系统手册

前言	1
容错自动化系统	2
S7-400H安装选项	3
入门指南	4
装配CPU 41x-H	5
CPU 41x-H 的特定功能	6
PROFIBUS DP	7
PROFINET	8
一致性数据	9
存储器原理	10
S7-400H的系统状态和运行状态	11
链接和更新	12
在S7-400H中使用I/O	13
通讯	14
使用STEP 7组态	15
操作期间的组件故障及更换	16

转下页

容错系统 S7-400H

系统手册




续

运行期间的系统修改	17
同步模块	18
S7-400 循环时间和响应时间	19
技术数据	20
冗余自动化系统的特性值	A
单机操作	B
容错系统和标准系统之间的区别	C
S7-400H支持的功能模块和通信处理器	D
冗余I/O的连接实例	E

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。


合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。

由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是西门子股份有限公司的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

目录

1	前言	19
1.1	前言	19
2	容错自动化系统	25
2.1	冗余SIMATIC自动化系统	25
2.2	提高设备可用性.....	27
3	S7-400H安装选项	31
3.1	S7-400H安装选项	31
3.2	装配容错站的规则	33
3.3	S7400H基本系统.....	33
3.4	用于S7400H的I/O模块	35
3.5	通讯	36
3.6	组态和编程工具.....	37
3.7	用户程序.....	37
3.8	说明文档.....	39
4	入门指南	41
4.1	入门指南.....	41
4.2	要求	41
4.3	S7-400H的硬件装配和调试	42
4.4	容错系统故障响应示例	44
4.5	SIMATIC Manager 的布局特点	44
5	装配CPU 41x-H	47
5.1	CPU的操作员控制和显示元件.....	47
5.2	CPU的监视功能	51
5.3	状态和错误显示.....	55
5.4	模式开关.....	59
5.4.1	模式开关的功能.....	59
5.4.2	执行存储器复位.....	61
5.4.3	冷启动/暖启动	63
5.5	存储卡的设计和功​​能	64

5.6	使用存储卡	65
5.7	多点接口 MPI/DP (X1)	68
5.8	PROFIBUS DP 接口 (X2)	69
5.9	PROFINET 接口 (X5).....	69
5.10	S7-400H CPU的参数总览	72
6	CPU 41x-H 的特定功能.....	75
6.1	安全等级.....	75
6.2	访问保护块.....	77
6.3	将 CPU 复位为出厂状态	79
6.4	不使用存储卡更新固件.....	81
6.5	在RUN模式下更新固件	83
6.6	读取服务数据	84
7	PROFIBUS DP	85
7.1	CPU 41x-H作为PROFIBUS DP主站	85
7.1.1	CPU 41x-H 的 DP 地址范围	85
7.1.2	CPU 41x-H 作为 PROFIBUS DP 主站	86
7.1.3	作为 PROFIBUS DP 主站运行的 CPU 41x-H 的诊断.....	89
8	PROFINET	95
8.1	引言.....	95
8.2	PROFINET IO 系统.....	97
8.3	PROFINET IO 中的块.....	99
8.4	PROFINET IO 的系统状态列表	101
8.5	无需可移动介质/编程设备的设备更换.....	103
8.6	共享设备.....	103
8.7	介质冗余.....	104
8.8	系统冗余.....	106
9	一致性数据	113
9.1	通讯块和功能的一致性.....	114
9.2	SFB 14“GET”或读变量和SFB 15“PUT”或写变量的一致性规则.....	114
9.3	DP 标准从站/IO 设备的一致性读写数据	115
10	存储器原理	119
10.1	S7-400H CPU 存储器概述.....	119

11	S7400H的系统状态和运行状态	123
11.1	简介	123
11.2	S7-400H 的系统状态	125
11.2.1	S7400H的系统状态	125
11.2.2	显示和更改容错系统的系统状态	126
11.2.3	从 STOP 系统状态开始更改系统状态	127
11.2.4	从独立模式系统状态开始更改系统状态	128
11.2.5	从冗余系统状态开始更改系统状态	128
11.2.6	容错系统的系统诊断	129
11.3	CPU的运行状态	130
11.3.1	STOP模式	132
11.3.2	STARTUP模式	132
11.3.3	LINK-UP和UPDATE模式	134
11.3.4	RUN模式	134
11.3.5	HOLD模式	135
11.3.6	ERROR-SEARCH模式	136
11.4	自检	137
11.5	S7-400H系统中硬件中断的评估	140
12	链接和更新	141
12.1	链接和更新的影响	141
12.2	链接和更新的条件	142
12.3	链接和更新顺序	143
12.3.1	链接顺序	147
12.3.2	更新顺序	149
12.3.3	切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU	152
12.3.4	禁用链接和更新	154
12.4	时间监视	155
12.4.1	时间响应	157
12.4.2	确定监视时间	158
12.4.3	用于链接和更新的性能值	166
12.4.4	对时间响应的影响	166
12.5	链接和更新操作的特性	167
13	在S7-400H中使用I/O	169
13.1	简介	169
13.2	使用单通道单向I/O	171
13.3	使用单通道双向I/O	173
13.4	将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口	178

13.4.1	用于冗余的信号模块	188
13.4.2	判断取消激活状态	209
13.5	连接冗余I/O的其它选项.....	210
14	通讯.....	215
14.1	通信服务.....	215
14.1.1	通讯服务概述	215
14.1.2	PG通讯.....	217
14.1.3	OP通讯.....	217
14.1.4	S7通讯	218
14.1.5	S7 路由	220
14.1.6	时间同步.....	224
14.1.7	数据集路由	225
14.1.8	SNMP 网络协议	227
14.1.9	通过工业以太网的开放式通讯.....	228
14.2	容错通信基础和术语	232
14.3	可使用的网络	235
14.4	可使用的通讯服务	235
14.5	通过S7连接进行通讯.....	236
14.5.1	通过S7连接进行通讯 - 单向模式.....	237
14.5.2	通过冗余S7连接进行通讯	240
14.5.3	通过ET 200M上的点对点CP进行的通信.....	241
14.5.4	与单通道系统的自定义连接	242
14.6	通过容错 S7 连接进行通信	243
14.6.1	容错系统之间的通讯	246
14.6.2	容错系统和容错CPU之间的通讯.....	249
14.6.3	容错系统和PC之间的通讯.....	250
14.7	通讯性能.....	252
14.8	通信的常见问题.....	255
15	使用STEP 7组态.....	257
15.1	使用STEP 7进行组态.....	257
15.1.1	布置容错站组件的规则.....	257
15.1.2	组态硬件.....	258
15.1.3	为容错站中的模块分配参数	259
15.1.4	设置CPU参数的建议	260
15.1.5	网络连接组态	261
15.2	STEP 7中的编程设备功能	262
16	操作期间的组件故障及更换.....	263
16.1	操作期间的组件故障及更换	263

16.2	操作期间的组件故障及更换.....	263
16.2.1	CPU的故障及更换.....	263
16.2.2	电源模块故障及更换.....	266
16.2.3	输入/输出或功能模块的故障及更换.....	267
16.2.4	通讯模块的故障及更换.....	268
16.2.5	同步模块或光纤电缆的故障及更换.....	269
16.2.6	IM 460和IM 461接口模块故障及更换.....	272
16.3	分布式I/O中的组件故障及更换.....	273
16.3.1	PROFIBUS DP主站的故障及更换.....	273
16.3.2	冗余PROFIBUS DP接口模块的故障及更换.....	275
16.3.3	PROFIBUS DP从站的故障及更换.....	276
16.3.4	PROFIBUS DP电缆的故障及更换.....	277
17	运行期间的系统修改.....	279
17.1	运行期间的系统修改.....	279
17.2	可能的硬件修改.....	280
17.3	在 PCS 7 中添加组件.....	284
17.3.1	PCS 7, 步骤1: 修改硬件.....	285
17.3.2	PCS 7, 步骤2: 离线修改硬件配置.....	286
17.3.3	PCS 7, 步骤3: 停止备用CPU.....	286
17.3.4	PCS 7, 步骤4: 在备用CPU中装载新硬件配置.....	287
17.3.5	PCS 7, 步骤5: 切换到已修改了组态的CPU.....	287
17.3.6	PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式.....	289
17.3.7	PCS 7, 步骤7: 编辑和下载用户程序.....	290
17.3.8	PCS7, 使用现有模块上的空闲通道.....	291
17.3.9	在PCS 7中添加接口模块.....	292
17.4	在PCS 7中删除组件.....	293
17.4.1	PCS 7, 步骤1: 离线编辑硬件配置.....	294
17.4.2	PCS 7, 步骤2: 编辑和下载用户程序.....	295
17.4.3	PCS 7, 步骤3: 停止备用CPU.....	296
17.4.4	PCS 7, 步骤4: 将新硬件配置下载到备用CPU中.....	296
17.4.5	PCS 7, 步骤5: 切换到已修改了组态的CPU.....	297
17.4.6	PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式.....	298
17.4.7	PCS 7, 步骤7: 修改硬件.....	299
17.4.8	在PCS 7中删除接口模块.....	300
17.5	在STEP 7中添加组件.....	301
17.5.1	STEP 7, 步骤1: 添加硬件.....	302
17.5.2	STEP 7, 步骤2: 离线修改硬件配置.....	303
17.5.3	STEP 7, 步骤3: 扩展和下载OB.....	304
17.5.4	STEP 7, 步骤4: 停止备用CPU.....	304
17.5.5	STEP 7, 步骤5: 在备用CPU中装载新硬件配置.....	305
17.5.6	STEP 7, 步骤6: 切换到已修改了组态的CPU.....	305

17.5.7	STEP 7, 步骤7: 切换到冗余系统模式	306
17.5.8	STEP 7, 步骤8: 编辑和下载用户程序	307
17.5.9	STEP7, 使用现有模块上的空闲通道	308
17.5.10	在STEP 7中添加接口模块	309
17.6	在STEP 7中删除组件	310
17.6.1	STEP 7, 步骤1: 离线编辑硬件配置	311
17.6.2	STEP 7, 步骤2: 编辑和下载用户程序	312
17.6.3	STEP 7, 步骤3: 停止备用CPU	312
17.6.4	STEP 7, 步骤4: 将新硬件配置下载到备用CPU中	313
17.6.5	STEP 7, 步骤5: 切换到已修改了组态的CPU	313
17.6.6	STEP 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式	315
17.6.7	STEP 7, 步骤7: 修改硬件	316
17.6.8	STEP 7, 步骤8: 编辑和下载组织块	316
17.6.9	在STEP 7中删除接口模块	317
17.7	编辑CPU参数	318
17.7.1	编辑CPU参数	318
17.7.2	第1步: 离线编辑CPU参数	320
17.7.3	第2步: 停止备用CPU	321
17.7.4	第3步: 将新硬件配置下载到备用CPU中	321
17.7.5	第4步: 切换到已修改了组态的CPU	322
17.7.6	第5步: 切换到冗余系统模式	323
17.8	改变CPU存储器组态	324
17.8.1	改变CPU存储器组态	324
17.8.2	扩展装载存储器	324
17.8.3	改变装载存储器的类型	325
17.9	重新参数化模块	328
17.9.1	重新参数化模块	328
17.9.2	第1步: 离线编辑参数	329
17.9.3	第2步: 停止备用CPU	330
17.9.4	第3步: 将新硬件配置下载到备用CPU中	330
17.9.5	第4步: 切换到已修改了组态的CPU	331
17.9.6	第5步: 切换到冗余系统模式	332
18	同步模块	335
18.1	用于S7-400H的同步模块	335
18.2	安装光纤电缆	339
18.3	选择光纤电缆	342
19	S7-400 循环时间和响应时间	349
19.1	周期	349
19.2	计算周期	351

19.3	不同的周期	358
19.4	通讯负载	360
19.5	响应时间	363
19.6	计算周期时间和响应时间	369
19.7	周期时间和响应时间计算示例	370
19.8	中断响应时间	374
19.9	中断响应时间计算示例	376
19.10	延迟和监视狗中断的再现能力	377
20	技术数据	379
20.1	CPU 412-5H PN/DP; (6ES7 412-5HK06-0AB0) 的技术规范	379
20.2	CPU 414-5H PN/DP; (6ES7 414-5HM06-0AB0) 的技术规范	393
20.3	CPU 416-5H PN/D 的技术规范; (6ES7 416-5HS06-0AB0)	407
20.4	CPU 417-5H PN/DP; (6ES7 417-5HK06-0AB0) 的技术规范	421
20.5	存储卡的技术数据	435
20.6	用于冗余I/O的FC和FB的运行时间	436
A	冗余自动化系统的特性值	439
A.1	基本原理	439
A.2	比较选定组态的MTBF	443
A.2.1	带有冗余 CPU 417-5H 的系统组态	444
A.2.2	包含分布式 I/O 的系统组态	445
A.2.3	比较包含标准和容错通讯的系统组态	448
B	单机操作	449
C	容错系统和标准系统之间的区别	455
D	S7-400H支持的功能模块和通信处理器	459
E	冗余I/O的连接实例	465
E.1	SM 321; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 3211BH020AA0	465
E.2	SM 321; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 3211BL000AA0	466
E.3	SM 321; DI 16 x AC 120/230V, 6ES7 321-1FH00-0AA0	467
E.4	SM 321; DI 8 x AC 120/230 V, 6ES7 3211FF010AA0	468
E.5	SM 321; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 321-7BH00-0AB0	469
E.6	SM 321; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 321-7BH01-0AB0	470
E.7	SM 326; DO 10 x DC 24V/2A, 6ES7 326-2BF01-0AB0	471

E.8	SM 326; DI 8 x NAMUR, 6ES7 3261RF000AB0.....	472
E.9	SM 326; DI 24 x DC 24 V, 6ES7 3261BK000AB0	473
E.10	SM 421; DI 32 x UC 120 V, 6ES7 4211EL000AA0.....	474
E.11	SM 421; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 4217BH010AB0.....	475
E.12	SM 421; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 4211BL000AB0.....	476
E.13	SM 421; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 4211BL010AB0.....	477
E.14	SM 322; DO 8 x DC 24V/2A, 6ES7 322-1BF01-0AA0	478
E.15	SM 322; DO 32 x DC 24 V/0,5 A, 6ES7 3221BL000AA0	479
E.16	SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A, 6ES7 3221FF010AA0	480
E.17	SM 322; DO 4 x DC 24 V/10 mA [EEx ib], 6ES7 3225SD000AB0.....	481
E.18	SM 322; DO 4 x DC 15 V/20 mA [EEx ib], 6ES7 322-5RD00-0AB0	482
E.19	SM 322; DO 8 x DC 24 V/0.5 A, 6ES7 322-8BF00-0AB0	483
E.20	SM 322; DO 16 x DC 24 V/0.5 A, 6ES7 322-8BH01-0AB0.....	484
E.21	SM 332; AO 8 x 12位, 6ES7 332-5HF00-0AB0.....	485
E.22	SM 332; AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib], 6ES7 3325RD000AB0.....	486
E.23	SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A, 6ES7 4221FH000AA0.....	487
E.24	SM 422; DO 32 x DC 24 V/0.5 A, 6ES7 422-7BL00-0AB0.....	488
E.25	SM 331; AI 4 x 15位[EEx ib]; 6ES7 3317RD000AB0	489
E.26	SM 331; AI 8 x 12位, 6ES7 3317KF020AB0.....	490
E.27	SM 331; AI 8 x 16位, 6ES7 331-7NF00-0AB0.....	491
E.28	SM 331; AI 8 x 16位, 6ES7 331-7NF10-0AB0.....	492
E.29	AI 6xTC 16位 iso, 6ES7331-7PE10-0AB0.....	493
E.30	SM331; AI 8 x 0/4...20mA HART, 6ES7 331-7TF01-0AB0.....	494
E.31	SM 332; AO 4 x 12位; 6ES7 332-5HD01-0AB0.....	496
E.32	SM332; AO 8 x 0/4...20mA HART, 6ES7 332-8TF01-0AB0.....	497
E.33	SM 431; AI 16 x 16位, 6ES7 431-7QH00-0AB0	498
	词汇表	499
	索引	503

表格

表格 5-1	CPU上的LED指示灯	48
--------	-------------------	----

表格 5-2	BUS1F、BUS2F 和 BUS5F LED 的可能状态	56
表格 5-3	LINK 和 RX/TX LED 的可能状态	57
表格 5-4	模式开关位置	60
表格 5-5	存储卡类型	65
表格 6-1	CPU的安全等级	75
表格 6-2	出厂设置中的 CPU 属性	79
表格 6-3	LED 模式.....	80
表格 7-1	CPUs 41x-H, MPI/DP 接口用作 PROFIBUS DP 接口	85
表格 7-2	作为 DP 主站运行的 CPU 41x 的“BUSF”LED 的含义	89
表格 7-3	通过 STEP 7 读出诊断信息	90
表格 7-4	作为 DP 从站的 CPU 41xH 的事件检测	92
表格 8-1	新的或需要替换的系统功能和标准功能	99
表格 8-2	可在 PROFINET IO 中仿真的 PROFIBUS DP 的系统功能和标准功能.....	100
表格 8-3	PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 中的 OB	101
表格 8-4	PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 的系统状态列表的比较	102
表格 10-1	所需内存空间	120
表格 11-1	S7400H系统状态的总览.....	126
表格 11-2	导致冗余丢失的错误原因	135
表格 11-3	自检期间对错误的响应.....	137
表格 11-4	对再次发生的比较错误的响应.....	138
表格 11-5	对校验和错误的响应	138
表格 11-6	第二次发生单向调用OB 121硬件故障、校验和错误.....	139
表格 12-1	链接和更新功能的属性.....	141
表格 12-2	链接和更新的条件	142
表格 12-3	用户程序部分的典型值.....	166
表格 13-1	PROFIBUS DP 接口的单通道双向 I/O 组态所使用的接口	173
表格 13-2	PROFINET 接口的单通道双向 I/O 组态所使用的接口.....	175
表格 13-3	用于冗余的信号模块	188
表格 13-4	使用/不使用二极管互连数字量输出模块	200
表格 13-5	模拟量输入模块和编码器	206
表格 13-6	冗余I/O实例, OB 1部分.....	213

表格 13-7	冗余I/O实例, OB 122部分	214
表格 13-8	带有冗余I/O的监视时间	214
表格 14-1	CPU 的通信服务	215
表格 14-2	连接资源的可用性	216
表格 14-3	用于 S7 通讯的 SFB	219
表格 14-4	作业长度和“local_device_id”参数.....	230
表格 17-1	可修改的CPU参数.....	318
表格 18-1	附件光纤电缆	343
表格 18-2	光纤电缆规范, 用于室内应用场合	344
表格 18-3	光纤电缆规范, 室外应用场合.....	346
表格 19-1	循环程序处理	350
表格 19-2	影响周期的因素.....	352
表格 19-3	过程映像传送时间的部分, CPU 412-5H.....	353
表格 19-4	过程映像传送时间的部分, CPU 414-5H.....	354
表格 19-5	过程映像传送时间的部分, CPU 416-5H.....	355
表格 19-6	过程映像传送时间的部分, CPU 417-5H.....	356
表格 19-7	延长周期时间	357
表格 19-8	周期控制点的操作系统执行时间	357
表格 19-9	因嵌套中断而导致的循环时间延长	357
表格 19-10	CPU 对中央机架中 I/O 模块的直接访问	367
表格 19-11	CPU通过本地链接对扩展设备中的I/O模块的直接访问.....	368
表格 19-12	CPU 通过远程链接对扩展单元中的 I/O 模块的直接访问, 100 m 设置.....	368
表格 19-13	响应时间计算示例	369
表格 19-14	过程和中断响应时间; 无通信时的最大中断响应时间	374
表格 19-15	CPU 的时间延迟中断和循环中断的再现能力	377
表格 20-1	用于冗余I/O的块的运行时间	436

图形

图 2-1	冗余自动化系统的操作目的	25
图 2-2	使用SIMATIC的集成自动化解决方案.....	27

图 2-3	无故障情况下网络中冗余状况的示例	28
图 2-4	有故障情况下2选1系统中冗余状况的示例	29
图 2-5	完全失效情况下2选1系统中冗余状况的示例	29
图 3-1	概述	32
图 3-2	S7400H基本系统的硬件	33
图 3-3	容错系统的用户文档	39
图 4-1	硬件装配	42
图 5-1	CPU 41x-5H PN/DP 上控制和显示元件的排列	47
图 5-2	插孔式连接器	50
图 5-3	模式开关位置	59
图 5-4	存储卡的设计	64
图 7-1	通过 CPU 41xH 进行诊断	91
图 7-2	DP 主站和 DP 从站的诊断地址	92
图 8-1	系统冗余结合介质冗余组态示例	105
图 8-2	以系统冗余形式连接 IO 设备的 S7-400H 系统	107
图 8-3	不同视图下的系统冗余	108
图 8-4	带系统冗余的 PN/IO	110
图 8-5	带系统冗余的 PN/IO	111
图 9-1	属性 - DP从站	118
图 10-1	S7-400H CPU 的存储区	119
图 11-1	同步子系统	124
图 11-2	容错系统的系统状态和运行状态	131
图 12-1	链接和更新的顺序	144
图 12-2	更新顺序	146
图 12-3	更新期间输入信号最小信号持续时间的示例	147
图 12-4	与更新相关的时间的含义	156
图 12-5	最小 I/O 保持时间与优先级大于 15 的最大禁止时间之间的关系	159
图 13-1	PROFIBUS DP 接口的单通道双向分布式 I/O 组态	173
图 13-2	PROFINET 接口的单通道双向分布式 I/O 组态	175
图 13-3	中央和扩展设备中的冗余 I/O	179
图 13-4	单向DP从站中的冗余 I/O	180

图 13-5	双向DP从站中的冗余I/O	181
图 13-6	单机模式下的冗余I/O	182
图 13-7	带一个编码器的 2 选 1 组态中的容错数字量输入模块	198
图 13-8	带两个编码器的 2 选 1 组态中的容错数字量输入模块	199
图 13-9	2 选 1 组态中的容错数字量输出模块	200
图 13-10	带一个编码器的 2 选 1 组态中的容错模拟量输入模块	202
图 13-11	带两个编码器的 2 选 1 组态中的容错模拟量输入模块	206
图 13-12	2 选 1 组态中的容错模拟量输出模块	207
图 13-13	冗余单向和双向I/O	210
图 13-14	OB 1的流程图	212
图 14-1	S7 路由	221
图 14-2	S7 路由网关: MPI - DP - PROFINET	222
图 14-3	S7 路由: 远程服务应用实例.....	223
图 14-4	数据集路由.....	226
图 14-5	S7连接的实例	233
图 14-6	根据组态产生的部分连接的数目示例.....	234
图 14-7	通过简单总线系统链接标准系统和容错系统的示例.....	237
图 14-8	通过冗余总线系统链接标准系统和容错系统的示例.....	238
图 14-9	在冗余环下链接标准和容错系统的示例	238
图 14-10	冗余系统以及具有冗余标准连接的冗余总线系统的冗余实例	240
图 14-11	使用双向 PROFIBUS DP 将容错系统连接到单通道第三方系统的示例.....	241
图 14-12	使用具有系统冗余的 PROFINET IO 将容错系统连接到单通道第三方系统的示例.....	242
图 14-13	将容错系统链接到单通道第三方系统的示例.....	243
图 14-14	包含冗余系统和容错环的冗余实例	247
图 14-15	包含容错系统和冗余总线系统的冗余实例	248
图 14-16	包含附加CP冗余的容错系统实例.....	248
图 14-17	包含容错系统和容错CPU的冗余实例	250
图 14-18	包含容错系统和冗余总线系统的冗余实例	251
图 14-19	在PC中包含容错系统、冗余总线系统和CP冗余的冗余实例。	252
图 14-20	作为数据吞吐量的变量的通信负载(基本配置文件)	253
图 14-21	作为响应时间的变量的通信负载(基本配置文件).....	253

图 18-1	同步模块.....	336
图 18-2	光纤电缆, 使用分配盒安装	347
图 19-1	周期的元素和构成	351
图 19-2	不同的周期.....	358
图 19-3	最小周期.....	359
图 19-4	公式: 通信负载的影响.....	360
图 19-5	时间片的分配	360
图 19-6	周期与通信负载的相关性	362
图 19-7	PROFIBUS DP网络上的DP周期.....	364
图 19-8	最短响应时间	365
图 19-9	最长响应时间	366
图 A-1	MDT	440
图 A-2	MTBF	441
图 A-3	共因故障(CCF).....	442
图 A-4	可用性	443
图 B-1	总览: 为实现在运行期间修改系统的系统结构	453
图 E-1	SM 321互连实例; DI 16 x DC 24 V	465
图 E-2	SM 321互连实例; DI 32 x DC 24 V	466
图 E-3	SM 321互连实例; DI 16 x AC 120/230 V	467
图 E-4	SM 321互连实例; DI 8 x AC 120/230 V	468
图 E-5	SM 321互连实例; DI 16 x DC 24V	469
图 E-6	SM 321互连实例; DI 16 x DC 24V	470
图 E-7	SM 326; DO 10 x DC 24V/2A互连示例	471
图 E-8	SM 326互连实例; DI 8 x NAMUR.....	472
图 E-9	SM 326互连实例; DI 24 x DC 24 V	473
图 E-10	SM 421互连实例; DI 32 x UC 120 V	474
图 E-11	SM 421互连实例; DI 16 x 24 V	475
图 E-12	SM 421互连实例; DI 32 x 24 V	476
图 E-13	SM 421互连实例; DI 32 x 24 V	477
图 E-14	SM 322互连实例; DO 8 x DC 24 V/2 A.....	478
图 E-15	SM 322互连实例; DO 32 x DC 24 V/0.5 A.....	479

图 E-16	SM 322互连实例; DO 8 x AC 230 V/2 A.....	480
图 E-17	SM 322互连实例; DO 16 x DC 24 V/10 mA [EEx ib].....	481
图 E-18	SM 322互连实例; DO 16 x DC 15 V/20 mA [EEx ib].....	482
图 E-19	SM 322互连实例; DO 8 x DC 24 V/0.5 A.....	483
图 E-20	SM 322互连实例; DO 16 x DC 24 V/0.5 A.....	484
图 E-21	SM 332, AO 8 x 12位互连示例	485
图 E-22	SM 332互连实例; AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib].....	486
图 E-23	SM 422互连实例; DO 16 x 120/230 V/2 A.....	487
图 E-24	SM 422互连实例; DO 32 x DC 24 V/0.5 A.....	488
图 E-25	SM 331, AI 4 x 15位[EEx ib]互连示例.....	489
图 E-26	SM 331; AI 8 x 12位互连示例	490
图 E-27	SM 331; AI 8 x 16位互连示例	491
图 E-28	SM 331; AI 8 x 16位互连示例	492
图 E-29	AI 6xTC 16 位iso互连实例	493
图 E-30	互连实例 1 SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART	494
图 E-31	互连实例 2 SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART	495
图 E-32	SM 332, AO 4 x 12位互连示例	496
图 E-33	互连实例 3 SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART.....	497
图 E-34	SM 431; AI 16 x 16位互连示例	498

前言

1.1 前言

本手册用途

本手册中介绍了有关 S7-400H CPU 的操作员输入、功能描述和技术规范等参考信息。有关模块的安装和接线信息以及建立 S7-400H 系统所需的其它模块信息，请参见手册“*S7-400 自动化系统，安装*”。

相对于先前版本的更改

对本手册的前一版本“SIMATIC，容错系统，2011 年 11 月 (A5E00267693-09)”进行的更改：

- CPU 41x-5H PN/DP 的固件版本为 V6.0
- CPU 41x-5H PN/DP 带有 PROFINET 接口
- 已增加 CPU 416-5H。
- 可通过访问保护块实现专有技术保护 (S7 Block Privacy)
- 新增“签名固件更新”保护机制 (STEP7 V5.5 SP2 HF1 及更高版本)
- 提升通信性能
- 缩短处理时间
- CPU 41x-3 PN/DP V6.0 中调整了工作存储器和附加数量框架的大小
- 可通过 SFC 90 "H_CTRL" 预设的主机/备用机切换。

版本 V4.5 与 V6.0 之间的系统行为差异

- 使用 SFC 87 读取当前连接状态并由 H-CPU V4.x 写入的用户程序在 H-CPU V6.0 上不返回任何数据。这是由于在程序中，扩展到 120 条连接的数量框架需要一个更大的目标范围，因此，必须对程序进行相应调整。
- 备用 CPU 可在启动时可作为主站，请参见章节“STARTUP 模式 (页 132)”。

- 在具有多个 CP 和/或外部 DP 主站的大型组态中，在 H-CPU V 6.0 处于缓存上电模式时，可能需要等待最多 30 秒钟时间才能执行所请求的重新启动操作，请参见章节“STARTUP模式 (页 132)”
- 与 OB 84 不同，在 OB 82 的启动信息中不会写入调用原因，请参见章节“用于S7-400H的同步模块 (页 335)”
- 使用长同步线时，增加了循环时间，请参见章节“用于S7-400H的同步模块 (页 335)”
- 如果使用长同步线，需要延长 H-CPU V6.0 的连接监视时间，请参见章节“通过容错 S7 连接进行通信 (页 243)”。
- 使用加密块将明显增加 CPU 通电时的启动时间、块的加载时间以及运行时修改设备后的启动时间，请参见章节“访问保护块 (页 77)”。
- 以下内容适用于容错系统中的 PROFINET：使用 SFB 52/53/54 时，如果作业被拒绝（返回值 W#16#80BA），必须重复执行该作业。

所需的基本知识

阅读本手册需要具备自动化工程的基本知识。

此外，我们假定读者具有一定的计算机或 PC 类设备（如，Windows XP、Windows Vista 或 Windows 7 操作系统中的编程设备）的专业知识。S7-400H 将使用 STEP 7 Basic 软件进行组态，因此应熟悉掌握该软件的基本操作。有关这方面的知识，请参见手册“使用 STEP 7 进行编程”。

使用 S7-400H 系统时，尤其在有爆炸危险的环境中，应始终遵守手册“S7-400自动化系统，安装”中附录部分内的电气控制系统安全信息。

本手册的适用范围

本手册中涉及以下组件：

- CPU 412-5H; 6ES7 412-5HK06-0AB0（固件版本 V6.0 及更高版本）
- CPU 414-5H; 6ES7 414-5HM06-0AB0（固件版本 V6.0 及更高版本）
- CPU 416-5H; 6ES7 416-5HS06-0AB0（固件版本 V6.0 及更高版本）
- CPU 417-5H; 6ES7 417-5HT06-0AB0（固件版本 V6.0 及更高版本）

认证

有关认证和标准的详细信息，请参见手册“*S7-400 可编程控制器，模块数据*”内章节 1.1 中的“标准和认证”。

更多信息

有关本手册所述主题的更多信息，请参见以下手册：

使用 STEP 7 编程 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/18652056>)

使用 STEP 7 组态硬件和通讯连接
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/18652631>)

系统功能和标准功能
(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/44240604/0/en>)

PROFINET 系统说明 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/19292127>)

在线帮助

除了本手册外，在软件的集成在线帮助系统中也可以找到有关软件使用方法的详细支持信息。

可通过以下几种不同方式访问帮助系统：

- **帮助菜单**包含的多个命令：**目录**可打开帮助索引。有关 H 系统的帮助信息，请参见“**组态 H 系统**”。
- **使用帮助**中介绍了用于访问在线帮助系统的指令的详细信息。
- 在右键快捷菜单帮助系统中，介绍了有关右键快捷菜单的信息，例如，所打开的对话框或当前窗口的信息。单击“帮助”(Help) 或按 F1 键，将显示该帮助信息。
- 在状态栏中，将以另一种形式显示右键快捷菜单的帮助信息。将鼠标指针放置在一条命令上时，就显示该菜单命令的简短说明。
- 将鼠标指针放置在工具栏按钮上时，同样显示该工具栏按钮的简短说明信息。

如果需要阅读印刷版本的在线帮助信息，则可以打印各个主题、章节或整个帮助系统。

回收和处理

S7-400H 系统含有环保材料，可回收利用。

为了使旧设备的回收和处置更符合环保要求，请联系一家经认证的电子废料处理服务机构。

其它支持

如果您对本手册中所述的产品有任何疑问，而在本文档中未找到答案，请联系您当地的西门子办事处。

联系信息，请访问：

联系合作伙伴 (<http://www.siemens.com/automation/partner>)

有关各种 SIMATIC 产品和系统的技术文档指南，请访问：

文档 (http://www.automation.siemens.com/simatic/portal/html_93/techdoku.htm)

有关在线目录和在线订购系统，请访问：

目录 (<http://mall.automation.siemens.com/>)

功能安全服务

西门子的功能安全服务是一套综合全面的性能提升方案，从风险评估和验证到工厂调试和现代化改造全程为您提供优质支持。我们还提供故障安全型和容错型 SIMATIC S7 自动化系统的应用技术咨询服务。

更多信息，请参见：

功能安全服务 (<http://www.siemens.com/safety-services>)

请将您的请求提交至：

发送功能安全服务邮件 (<mailto:safety-services.industry@siemens.com>)

safety-services.industry@siemens.com

培训中心

西门子培训中心为用户提供了一系列课程，帮助用户快速入门 SIMATIC S7 自动化系统。请联系当地的培训中心或培训总部。

培训 (http://www.sitrain.com/index_en.html)

技术支持

要获得所有工业自动化产品的技术支持，请填写并提交在线支持申请表：

支持请求 (<http://www.siemens.de/automation/support-request>)

Internet 上的服务与支持

除文档外，我们还在 Internet 上提供了全面的在线知识库：

服务与支持 (<http://www.siemens.com/automation/service&support>)

在那里您可以找到：

- 新闻快递，介绍产品的最新信息。
- “服务与支持”，可通过搜索功能查找最新文档。
- 论坛，供全球用户和专家进行经验交流。
- 您当地的自动化产品销售代表。
- 有关现场服务、维修和备件信息。“服务”，更多服务信息介绍。

参见

技术支持 (<http://support.automation.siemens.com>)

安全性信息

西门子为其自动化和驱动产品系列提供 IT 安全机制，从而支持设备/机器的安全运行。建议您定期查询与您的产品相关的 IT 安全发展情况。

有关软件的更新和升级信息，请访问网站：<http://support.automation.siemens.com>

您可以在该网站中进行注册，定制指定产品的实时信息。

不过，为了确保设备/机器的安全运行，还需将该自动化组件集成到整个设备/机器的全面的 IT 安全方案中，此方案基于最新的 IT 技术。

有关软件的更新和升级信息，请访问网站：

<http://www.siemens.com/industrialsecurity>。

在此，还可以查看其它厂商所使用的产品。

容错自动化系统

2.1 冗余SIMATIC自动化系统

冗余自动化系统的操作目的

在实践中，冗余自动化系统可用来实现更高层次的可用性或容错功能。

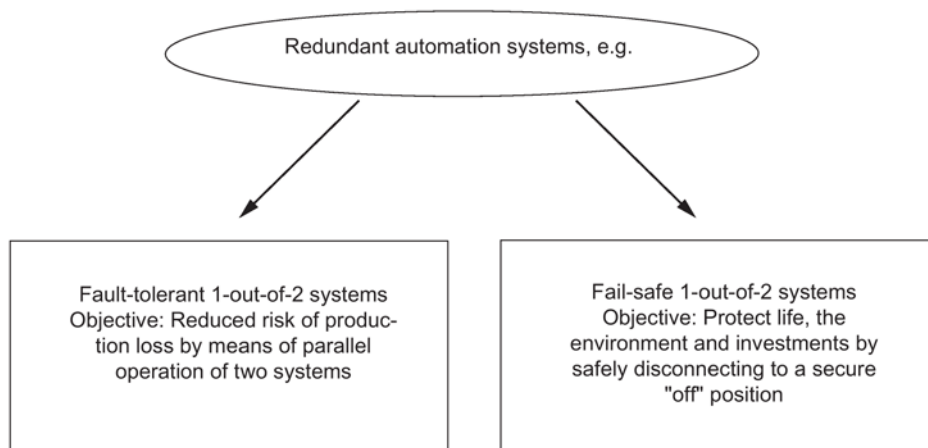


图 2-1 冗余自动化系统的操作目的

请注意容错和故障安全系统之间的区别。

S7-400H是容错自动化系统。

如果按照F系统规则对其进行编程和组态，则只能使用它控制安全相关的过程。

有关详细信息，请参见以下手册：**SIMATIC工业软件S7 F/FH系统**

(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/2201072>)

为何需要容错自动化系统？

采用容错自动化系统的目的在于降低生产停机时间，无论停机原因是出错/故障还是实施维护。

停产的成本越高，就越有必要使用容错系统。

由于能够避免停产，所以可以很快收回容错系统普遍较高的投资成本。

冗余 I/O

当系统包含两套输入/输出模块，而这些模块以冗余对的形式组态并运行时，它们即称为冗余I/O。

使用冗余I/O最大程度地提高了可用性，因为系统可以容许CPU或信号模块的故障。如果需要冗余I/O，可使用“功能I/O冗余”函数块库中的块来实现，请参见将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口 (页 178)部分。

2.2 提高设备可用性

S7-

400H自动化系统可满足对现代自动化系统在可用性、智能化和分散化方面提出的高要求。该系统还提供了采集和准备过程数据所需的所有功能，其中包括对装配和设备进行的开环控制、闭环控制和监视的功能。

系统范围集成

S7-400H自动化系统和所有其它SIMATIC组件(例如，SIMATIC PCS7控制系统)彼此相互匹配。从控制室到传感器和执行器的系统范围集成是行业发展的必然结果，这样可确保系统性能最佳。

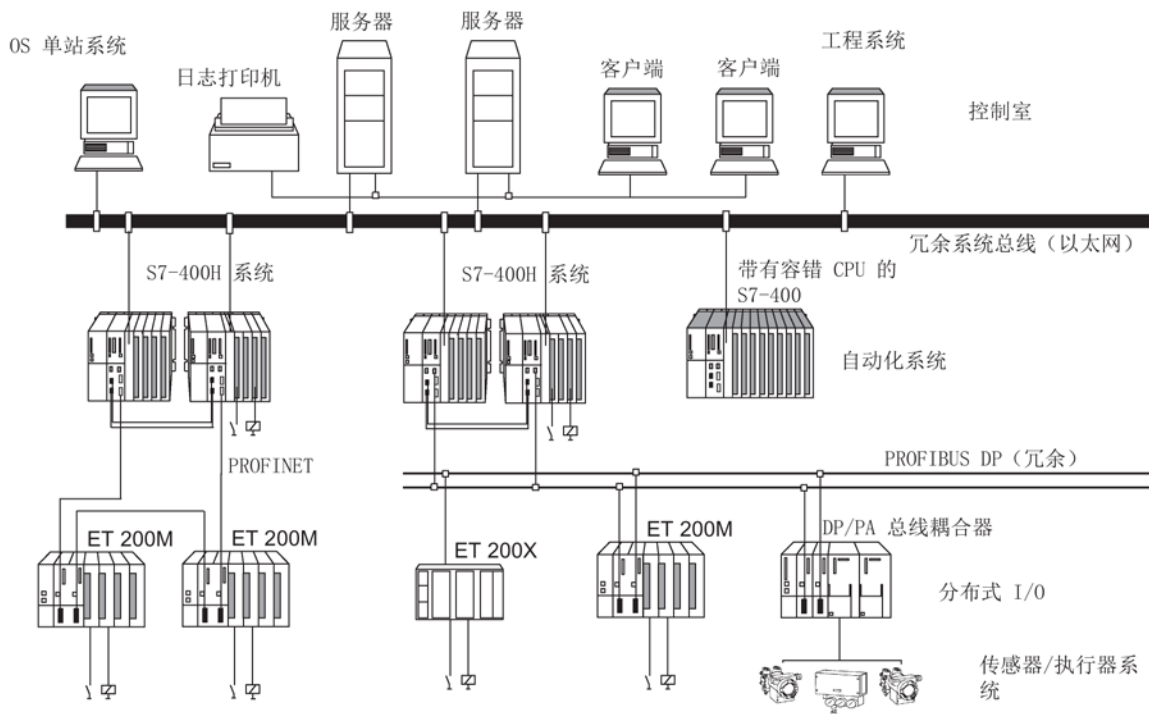


图 2-2 使用SIMATIC的集成自动化解决方案

通过组件重复实现的分级可用性

S7-

400H的冗余结构可始终确保满足可靠性的要求。这意味着：所有重要组件均成对使用。此冗余结构包括CPU、电源以及用于链接两个CPU的硬件。

您可以根据特定的自动化过程自定决定通过重复任何其它组件来增强可用性。

冗余节点

冗余节点是指带冗余组件的故障安全系统。各冗余节点可视为一个独立节点，当某节点中的某个组件发生故障时，并不会导致其它节点或整个系统的可靠性受到限制。

可使用方框图简单地说明整个系统的可用性。

对于2选1系统，冗余节点的一个组件发生故障时不会削弱整个系统的可操作性。

冗余节点链中最薄弱的环节决定了整个系统的可用性。

无错误/故障

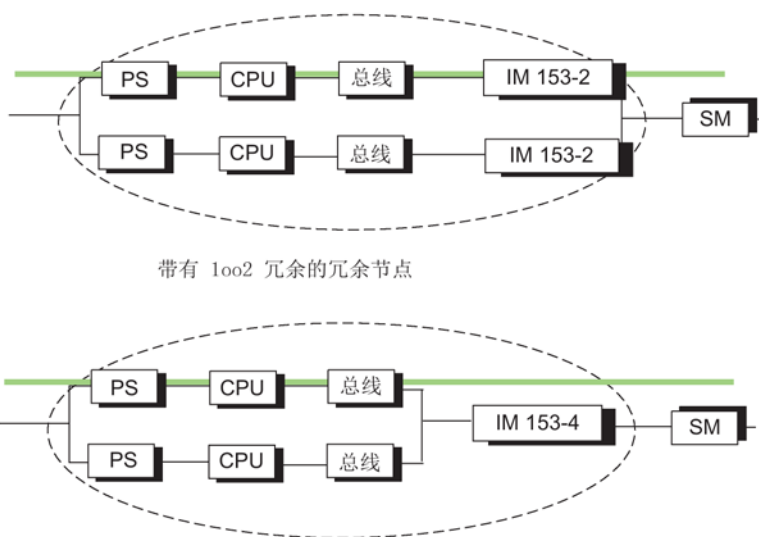


图 2-3 无故障情况下网络中冗余状况的示例

有错误/故障

下图说明了一个组件发生故障时并不削弱整个系统功能的原理。

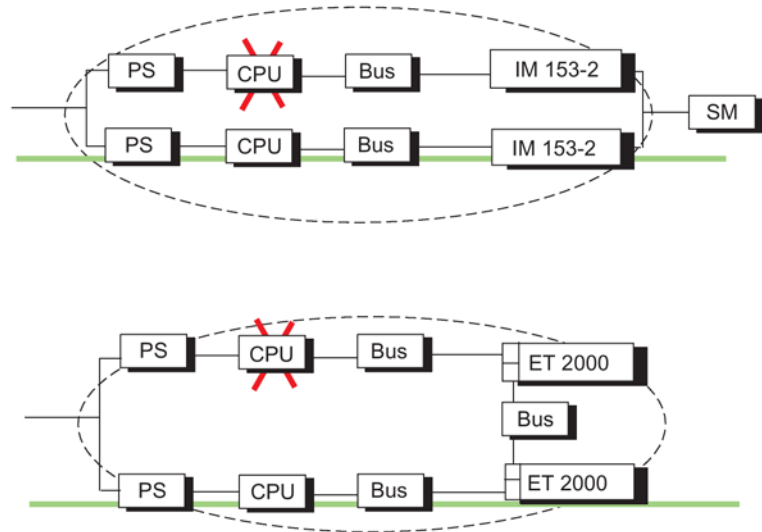
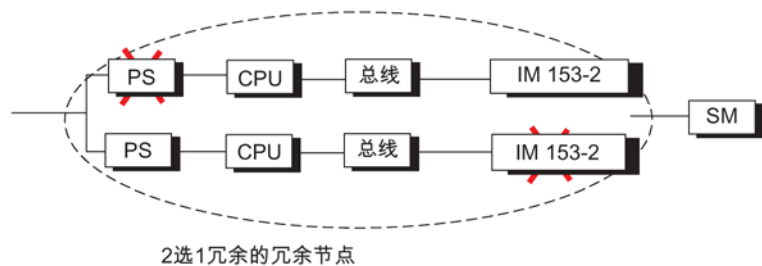


图 2-4 有故障情况下2选1系统中冗余状况的示例

冗余节点故障(完全失效)

下图显示了因2选1冗余节点中的两个子单元均发生故障(完全失效)而导致整个系统不能再运行的情况。



2选1冗余的冗余节点

图 2-5 完全失效情况下2选1系统中冗余状况的示例

S7-400H安装选项

3.1 S7-400H安装选项

本说明的第一部分介绍了容错S7-400H自动化系统的基本安装和S7-400H基本系统的组件。接下来介绍了可用于扩展此基本系统的硬件组件。

第二部分介绍了对S7-400H进行组态和编程所需的软件工具。此部分还介绍了可用于S7-400标准系统的扩展项和功能扩展项，通过使用它们创建用户程序可利用S7-400H的所有特性从而提高可用性。

关于组态的重要信息



开放式设备

S7400模块属于开放式设备，也就是说，必须将S7-400安装在只能通过钥匙或工具才能打开的机壳、机柜或开关室中。只有经指导或经授权的人员才有权打开此类机壳、机柜或开关室。

下图显示了一个具有共享分布式I/O并连接到冗余工厂总线的S7-400H组态实例。下面几页内容介绍安装和操作S7-400H时所需的硬件和软件。

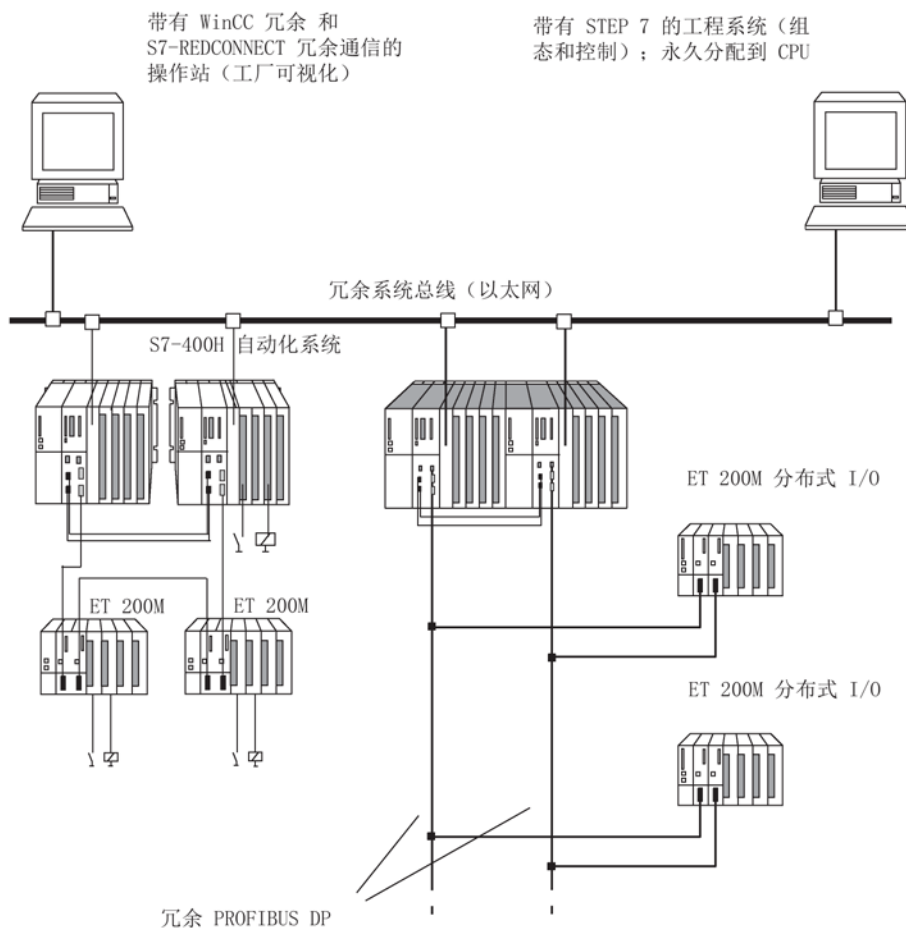


图 3-1 概述

附加信息

S7-400标准系统的组件也同样用于容错S7-400H自动化系统中。有关所有S7-400硬件组件的详细信息，请参见参考手册《S7-400自动化系统，模块规范》。

为S7-400标准系统制定的用于约束用户程序设计和函数块使用的规则同样适用于容错S7-400H自动化系统。有关信息，请参见《使用STEP 7编程》手册和《用于S7-300/400的系统软件；标准和系统函数》参考手册。

3.2 装配容错站的规则

除了遵守通常适用于 S7-400 的模块排列规则外，容错站还必须遵守下列规则：

- CPU 必须插入到相同的插槽中。
- 在任何情况下，都必须将冗余使用的外部 DP 主站接口或通信模块插入到相同的插槽中。
- 用于冗余 DP 主站系统的外部 DP 主站接口只能插入到中央单元中，不能插入到扩展设备中。
- 以冗余方式使用的 CPU 必须相同，即它们必须具有相同的产品编号、相同的产品版本和固件版本。产品版本并不取决于前端铭牌上的版本，而是取决于要使用 Step 7 读取的“硬件”组件（“模块状态”(Module status) 对话框掩码）的修订版本。
- 以冗余方式使用的其它模块必须相同，即它们必须具有相同的产品编号、相同的产品版本和（如果可用）固件版本。

3.3 S7400H基本系统

基本系统的硬件

基本系统由容错控制器所需的硬件组件组成。下图显示了该配置中的组件。

基本系统可使用S7-400标准模块扩展。限制仅适用于功能和通信模块；请参见附录S7-400H支持的功能模块和通信处理器 (页 459)。

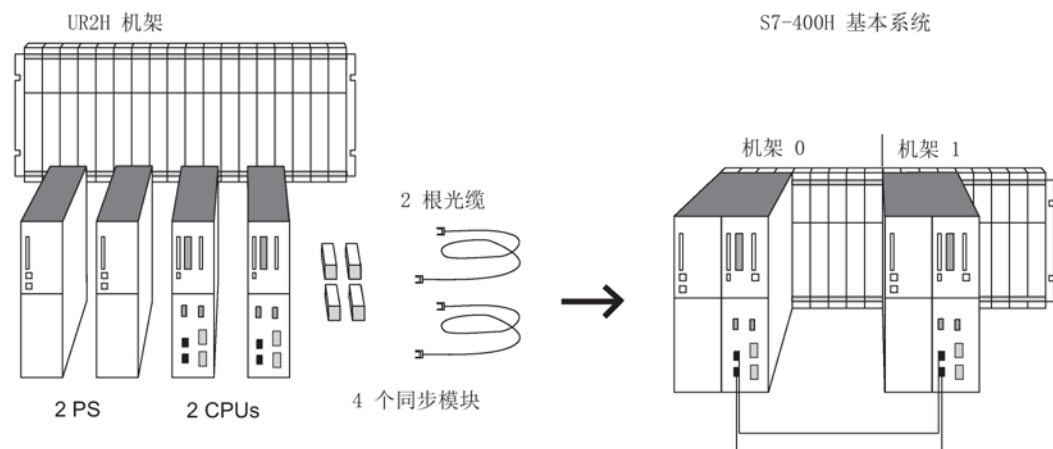


图 3-2 S7400H基本系统的硬件

中央处理单元

两个CPU是S7-400H的核心组件。使用CPU背面的开关来设置机架号。
以下章节中，我们将机架0中的CPU称为CPU 0，将机架1中的CPU称为CPU 1。

用于S7400H的机架

UR2H 机架支持安装两个独立的子系统，其中每个子系统 9 个插槽，适合安装在 19" 机柜中。

也可以在两个单独的机架上安装S7-400H。为此，提供了机架UR1和UR2。

电源

需要为每个H-CPU(更确切地说，是为S7-400H的两个子系统)配置一个S7-400标准电源模块。

为了增强电源的可用性，也可以在每个子系统中使用两个冗余电源。
此时可使用电源模块PS 405 R/PS 407 R。

在冗余组态中可同时使用这两种电源模块(同时使用PS 405 R和PS 407 R)。

同步模块

同步模块用于链接两个CPU。它们安装在CPU中并通过光缆互连。

同步模块有两种类型：

一种用于10米以内的距离，另一种用于两CPU距离高达10千米的场合。

容错系统要求使用相同类型的4个同步模块。有关同步模块的更多信息，请参考用于S7-400H的同步模块 (页 335)部分。

光纤电缆

光纤电缆用于互连实现两个CPU之间的冗余链接的同步模块。
光纤电缆成对互连上游同步模块和下游同步模块。

有关适合在S7-400H中使用的光纤电缆的规范，请参见选择光纤电缆 (页 342)部分。

3.4 用于S7400H的I/O模块

SIMATIC S7系列I/O模块可用于S7-400H。这些I/O模块可用于以下设备：

- 中央单元
- 扩展单元
- 通过 PROFIBUS DP 分布式连接
- 通过 PROFINET 分布式连接

适合在S7-400H中使用的功能模块(FM)和通信模块(CP)可参见附录S7-400H支持的功能模块和通信处理器 (页 459)。

I/O设计版本

以下I/O模块设计版本可用：

- 具有标准可用性的单通道、单向组态

在单通道单向设计中，仅使用一套输入/输出模块。

I/O模块仅位于一个子系统中，仅该子系统可对其进行寻址。

但是，在冗余模式下，两个CPU通过冗余链接互连，因此可完全相同地执行用户程序。

- 具有更强可用性的单通道、双向组态。

双向单通道分布式组态仅包含一套I/O模块，但两个子系统都可对其进行寻址。

- 具有最高可用性的冗余双通道组态

冗余双通道组态包含两套I/O模块，两个子系统都可对其进行寻址。

附加信息

有关使用I/O的详细信息，请参见在S7-400H中使用I/O (页 169)部分。

3.5 通讯

S7-400H支持下列通信方法和机制：

- 具有工业以太网的工厂总线
- 点对点连接

这同样适用于中央和分布式组件。附录S7-400H支持的功能模块和通信处理器(页 459)中列出了适用的通信模块。

通信可用性

针对S7-400H可以改变通信可用性。S7-400H支持多种解决方案来满足您的通信要求。这些解决方案上至简单的线性网络结构，下至冗余双光纤环。

仅S7通信功能支持通过PROFIBUS或工业以太网进行容错通信。

编程和组态

除使用附加硬件组件外，S7-400H在组态和编程方面与标准系统基本没有区别。只需组态容错连接；无需进行特殊编程。

容错通信所需的所有通信功能均集成在容错CPU的操作系统中。这些功能在后台自动运行，例如，监视通信连接或在出错时自动切换到冗余连接。

附加信息

有关与S7-400H通信的详细信息，请参见通讯(页 215)部分。

3.6 组态和编程工具

与S7-400相似，S7-400H也使用STEP 7进行组态和编程。

编写用户程序时只需考量少许限制因素。

但对于容错组态，有一些额外的细节需要注意。

操作系统自动监视冗余组件，并在出错时自动切换到备用组件。您已经在STEP 7程序组态了相关信息并将其传送到系统中。

有关详细信息，请参见在线帮助、使用STEP 7组态 (页 257)部分和附录容错系统和标准系统之间的区别 (页 455)。

可选软件

S7-400H系统同样支持S7-400系统中所用的所有标准工具、工程工具和运行系统软件。有关功能范围内的任何限制，请参见相应的在线帮助。

3.7 用户程序

为标准S7-400系统制定的开发和编写用户程序的规则同样适用于S7-400H。

就用户程序的执行而言，S7-400H的运行方式与标准系统完全相同。

操作系统的集成同步功能会自动在后台执行。无需在用户程序中考虑这些功能。

在冗余操作中，用户程序完全相同地存储在两个CPU中，并在事件同步模式下执行。

但我们提供了一些用于优化用户程序的专用块，例如，可用于改善其对因更新而导致的周期时间延长情况的响应。

S7400H专用的块

除S7-400和S7-400H系统中均支持的块外，S7-400H软件还提供了一些可用于影响冗余功能的块。

可以使用下列组织块来响应S7-400H的冗余错误：

- OB 70, I/O冗余错误
- OB 72, CPU冗余错误

SFC 90 "H_CTRL"可用来以下列方式影响容错系统:

- 可以禁用在主CPU中进行连接。
- 可以禁止主CPU上的更新。
- 可以删除、恢复或立即启动周期性自检的测试组件。
- 可执行已编程主站到备用站的切换。可执行以下切换:
 - 当前备用站 CPU 成为主站 CPU。
 - 机架 0 中的 CPU 成为主站 CPU。
 - 机架 1 中的 CPU 成为主站 CPU。

说明

需要的OB

务必将下列错误OB下载到S7-400H CPU中: OB 80、OB 82、OB 83、OB 85、OB 86、OB 88、OB 121 和 OB 122。如果没有下载这些OB, 则在发生错误时, 容错系统将进入 STOP 模式。

附加信息

有关上述各块编程的详细信息, 请参见 STEP 7 在线帮助。

3.8 说明文档

下图概述了S7-400H自动化系统中的各种组件和选项。

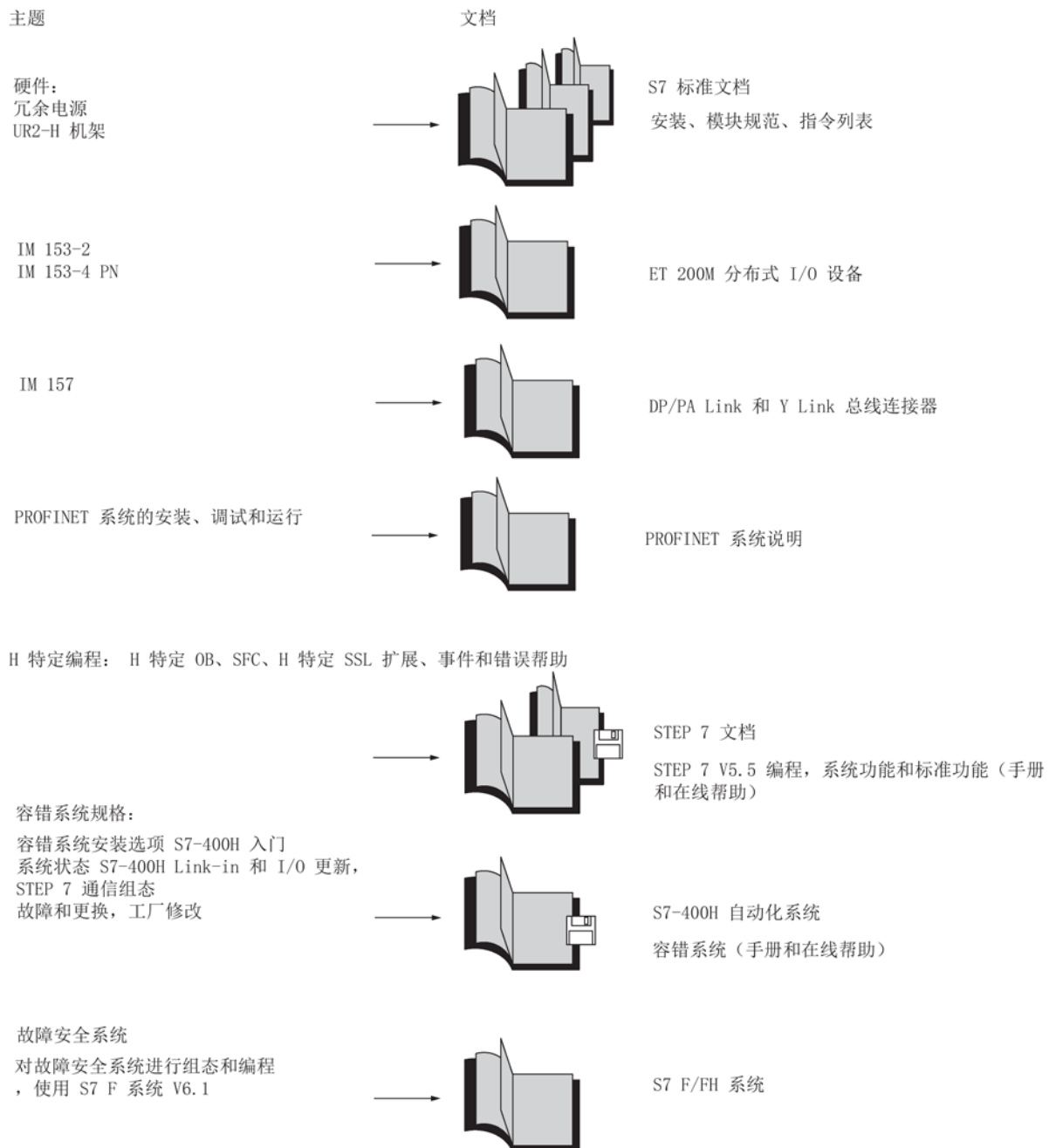


图 3-3 容错系统的用户文档

入门指南

4.1 入门指南

以下说明以一个具体的示例为基础，引导用户逐步完成从执行调试到实现功能应用的整个过程。您将了解S7-400H自动化系统的运行方式，并熟悉其对故障所做的响应。

完成本示例大约需要1到2个小时的时间，具体取决于您已有的经验。

4.2 要求

必须满足以下要求：

已在编程设备上正确安装STEP 7基本软件的有效版本；请参见使用STEP 7进行组态(页 257)部分。安装所有必需的硬件更新。

具有硬件安装所需的模块：

- S7-400H自动化系统由下列组件构成：
 - 1个UR2-H机架
 - 2个PS 407 10 A电源单元
 - 2个H-CPU
 - 4个同步模块
 - 2根光缆
- 一个带有源背板总线的ET 200M分布式I/O设备，其配有
 - 2个IM 153-2
 - 1个数字量输入模块SM321 DI 16 x DC24V
 - 1个数字量输出模块SM322 DO 16 x DC24V
- 所有必需的附件，例如，PROFIBUS电缆

4.3 S7-400H的硬件装配和调试

硬件装配

要装配下图所示的S7-400H，请按以下步骤操作：

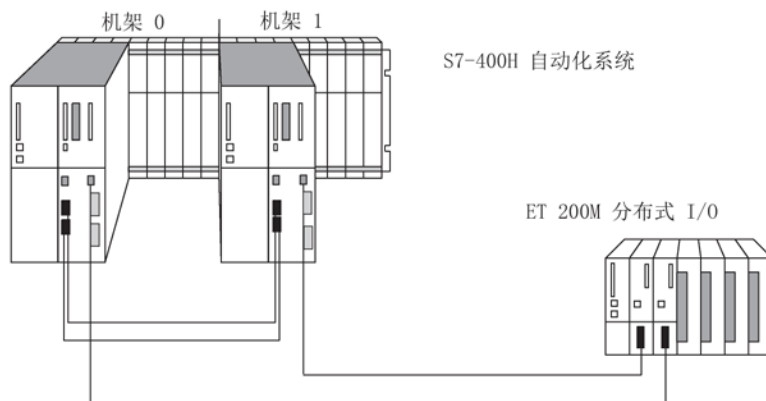


图 4-1 硬件装配

1. 如《S7-400自动化系统, 安装》和《模块规范》手册所述装配S7-400H自动化系统的这两个模块。

2. 使用CPU背面的开关来设置机架号。

机架号设置不正确会妨碍在线访问，CPU可能无法启动。

3. 将同步模块装入CPU。请参见同步模块(页 335)一章。

4. 连接光缆。

务必将CPU的两个上方及两个下方同步模块互连。

敷设光纤电缆，确保它们确实不会受到任何损坏。

此外，还应确保这两条光纤电缆分开敷设。

这样可提高可用性，避免两条光纤电缆可能会同时发生故障，例如，由于同时中断两条电缆而引起的故障。

此外，在接通电源或开启系统前，务必将至少一条光缆连接到这两个CPU。

否则，两个CPU都会作为主CPU来执行用户程序。

5. 按《ET 200M分布式I/O设备》手册所述组态分布式I/O。

6. 将编程设备连接到第一个容错CPU (CPU0)。该CPU将成为S7-400H的主CPU。
7. 上电后执行高质量 RAM 测试（自检）。自检过程大约需要 10 分钟。
测试期间不能访问CPU，且STOP LED灯会一直闪烁。
如果使用备用电池，以后通电时将不再执行此测试。

调试S7-400H

按下述步骤调试S7-400H:

1. 在SIMATIC管理器中，打开实例项目“HProject”。
其组态与“要求”中所述的硬件配置一致。
2. 选择“硬件”对象，右键单击，然后选择快捷菜单命令“对象 -> 打开”，打开项目的硬件配置。如果组态相符，则继续执行步骤6。
3. 如果硬件配置与项目不符(例如，模块类型、MPI地址或DP地址不同)，则相应地编辑并保存项目。有关详细信息，请参见SIMATIC Manager的基本帮助。
4. 打开“S7程序”文件夹中的用户程序。

在离线视图中，此“S7程序”文件夹只分配给CPU0。
采用上述硬件配置时，可以执行该用户程序。它将激活数字量输出模块上的 LED 指示灯（运行指示灯）。
5. 必要时根据硬件配置编辑该用户程序，然后保存。
6. 选择“PLC -> 下载”将用户程序下载至CPU0。
7. 将 CPU0 的模式开关设置为 RUN，然后再设置 CPU1 上的开关，以启动 S7400H 自动化系统。该CPU执行重启，并调用OB 100。

结果：CPU0作为主CPU启动，CPU1作为备用CPU启动。
链接并更新备用CPU后，S7-400H处于冗余模式并执行用户程序。
它将激活数字量输出模块上的 LED 指示灯（运行指示灯）。

说明

也可使用STEP 7启动和停止S7-400H自动化系统。
有关详细信息，请参见在线帮助。

只能使用编程设备命令“冷启动”来执行冷启动。为此，CPU 必须处于 STOP 模式，模式开关必须置于 RUN 位置。系统会在冷启动例程中调用OB 102。

4.4 容错系统故障响应示例

实例1: CPU或电源模块故障

初始状态: S7400H处于冗余系统模式。

1. 通过关闭电源来模拟CPU0发生故障的情形。

结果: CPU1上的LED灯REDF、IFM1F和IFM2F亮起。
CPU1进入单模式并继续处理用户程序。

2. 重新接通电源。

结果:

- CPU0执行自动链接和更新。
- CPU0切换到RUN, 现在作为备用CPU运行。
- S7400H现在处于冗余系统模式。

实例2: 光缆故障

初始状态: S7400H处于冗余系统模式。每个CPU的模式选择开关均设为RUN。

1. 断开其中一根光缆。

结果: 两个CPU上的LED灯REDF和IFM1F或IFM2F
(取决于断开哪根光缆)现在都亮起。备用CPU切换到ERROR-SEARCH模式。
另一个CPU仍为主站并在单模式下继续运行。

2. 重新连接光缆。

结果: 备用CPU执行自动链接和更新。S7-400H恢复到冗余系统模式。

4.5 SIMATIC Manager 的布局特点

为了正确处理容错系统的特性, SIMATIC Manager 显示和编辑系统的方式与 S7-400 标准站的方式不同, 其区别如下:

- 离线视图中, S7 程序只显示在 CPU0 下。在 CPU1 下看不到任何 S7 程序。
- 在线视图中, S7 程序显示在两个 CPU 下, 且在两个位置上都可对其进行选择。

- 在线视图中，CPU 由反映出 CPU 相应工作状态的符号表示。
 - 对于建立在线连接的编程设备 (PG) 功能，必须选择两个 CPU 中的一个（即使功能通过冗余链接影响到整个容错系统）。
-

说明

应首先处理 CPU0，否则仅在离线时可用的信息（例如注释或参数名称）将会丢失。

装配CPU 41x-H

5.1 CPU的操作员控制和显示元件

CPU 41x-5H PN/DP 的控制和显示元件

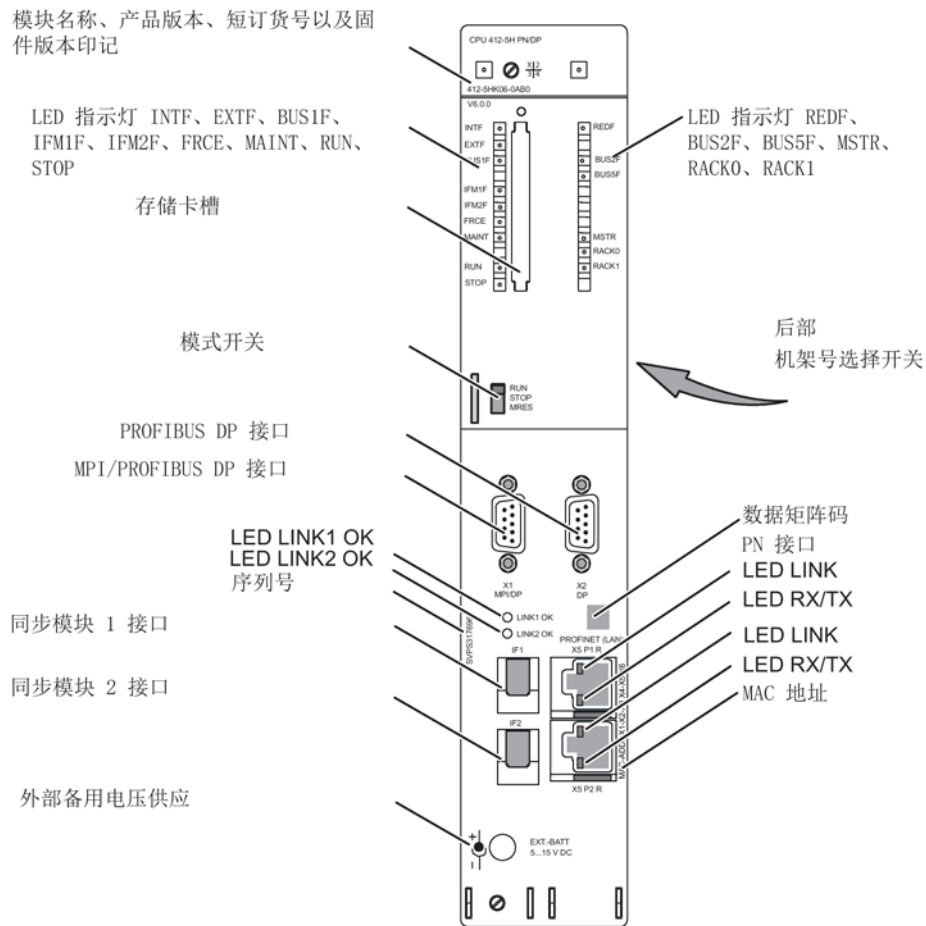


图 5-1 CPU 41x-5H PN/DP 上控制和显示元件的排列

LED 指示灯

下表概要说明了各CPU上的LED指示灯。

5.1 CPU的操作员控制和显示元件

CPU的监视功能 (页 51)和状态和错误显示 (页 55)部分介绍了这些LED指示灯所指示的状态和错误/故障。

表格 5- 1 CPU上的LED指示灯

LED	颜色	含义
INTF	红色	内部错误
EXTF	红色	外部错误
BUS1F	红色	MPI/PROFIBUS DP接口1上出现总线故障
IFM1F	红色	同步模块1出错
IFM2F	红色	同步模块2出错
FRCE	黄色	强制请求处于激活状态
MAINT	黄色	维护请求待处理
RUN	绿色	RUN模式
STOP	黄色	STOP模式
REDF	红色	冗余丢失/冗余故障
BUS2F	红色	PROFIBUS 接口处的总线错误
BUS5F	红色	PROFINET 接口处的总线错误
MSTR	黄色	CPU控制过程
RACK0	黄色	机架0中的CPU
RACK1	黄色	机架1中的CPU
LINK 1 OK	绿色	通过同步模块 1 建立的连接处于激活状态并在正常运行
LINK 2 OK	绿色	通过同步模块 2 建立的连接处于激活状态并在正常运行
LINK	绿色	PROFINET 接口处的连接处于激活状态
RX/TX	橙色	在 PROFINET 接口处接收或发送数据。

模式开关

可使用模式开关设置 CPU 的当前工作模式。

模式开关是一个具有三个开关位置的切换开关。

模式开关的功能 (页 59)部分介绍了模式开关的功能。

存储卡槽

可将存储卡插入此插槽。

存储卡有两种类型：

- RAM卡

可使用RAM卡扩展CPU装载存储器。

- 闪存卡

闪存卡可在没有备用电池时用来对用户程序和数据进行故障安全备份。

可以在编程设备或CPU中编程闪存卡。闪存卡还可扩展CPU的装载存储器。

有关存储卡的详细信息，请参见存储卡的设计和功​​能 (页 64)部分。

用于同步模块的插槽

可将一个同步模块插入此插槽。请参见同步模块 (页 335)一章。

MPI/DP 接口

例如，可将以下设备连接到CPU的MPI：

- 编程设备
- 操作员控制和监视设备
- 若要了解其它S7400或S7300控制器，请参见多点接口 MPI/DP (X1) (页 68)部分。

使用带有斜式电缆出口的总线连接器，请参见《S7-400自动化系统，安装》手册。


也可将MPI组态为作为DP主站运行，从而成为可连接多达32个DP从站的PROFIBUS DP接口。

PROFIBUS DP 接口

PROFIBUS DP接口支持连接分布式I/O、编程设备和OP。

PROFINET 接口

可以将 PROFINET IO 设备连接至 PROFINET 接口。PROFINET 接口具有两个带外部接口的切换式端口 (RJ 45)。PROFINET 接口可与工业以太网互连。

 **小心**

此接口只允许连接到以太网 LAN。例如，不能将其连接至公共通信网络。
只能将 PROFINET 兼容的网络组件连接到此接口。

设置机架号

使用CPU后面板上的开关可设置机架号。开关有两个位置： 1 (上)和0 (下)。给一个CPU分配机架号0，给伙伴CPU分配机架号1。所有CPU的默认设置都是机架号0。

将外部备用电压连接到“EXT. BATT.”插口

S7-400H电源模块支持使用两个备用电池。这样可实现以下目的：

- 备份存储在RAM中的用户程序。
- 保留位存储器、定时器、计数器、系统数据和变量数据块中的数据。
- 备份内部时钟。

将介于5 V DC和15 V DC之间的直流电压连接到CPU的“EXT. BATT.”插口也可实现同样的备份。

“EXT. BATT.”输入的属性：

- 反极性保护
- 短路电流限制为20 mA

要将外部电源连接到“EXT. BATT.”插座，需要下图所示的一根带2.5毫米直径插孔式连接器的连接电缆。注意插孔式连接器的极性。

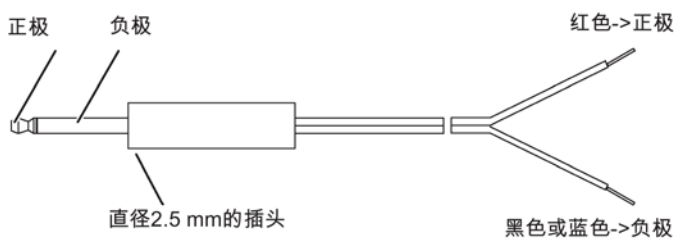


图 5-2 插孔式连接器

可使用订货号A5E00728552A订购已装配的插孔式连接器和电缆。

说明

如果更换电源模块，并且要在更换期间备份RAM中的用户程序和数据(如上所述)，必须将辅助电源连接到“EXT. BATT.”插座。

不要将不同 CPU 的电缆互连。将不同 CPU 的电缆互连可导致 EMC 条件不符以及电位差等问题。

5.2 CPU的监视功能

监视功能和错误消息

CPU的硬件和操作系统提供了监视功能，以确保运行正确和对错误做出既定响应。有多种错误可以在用户程序中触发响应。

下表概括了可能出现的错误及其原因，以及CPU的相应响应。

每个CPU中还提供了其它测试和信息功能；可以在STEP 7中启动这些功能。

错误类型	错误原因	操作系统的响应	错误指示LED
访问错误	模块故障(SM、FM、CP)	<p>在错误排除之前，LED“EXTF”一直点亮。</p> <p>在SM中：</p> <ul style="list-style-type: none"> 通过直接访问方式调用OB 122、更新过程映像时调用OB 85 在诊断缓冲区中输入条目 在输入模块中： 为累加器或过程映像中的日期输入“null” <p>在其它模块中：</p> <ul style="list-style-type: none"> 通过直接访问方式调用OB 122、更新过程映像时调用OB 85 	EXTF
时间错误	<ul style="list-style-type: none"> 用户程序执行时间(OB 1及所有中断和错误OB的执行时间)超过指定的最大循环时间。 OB请求错误 启动信息缓冲区溢出 日时钟错误中断 	<p>在错误排除之前，LED“INTF”一直点亮。</p> <p>调用OB 80。</p> <p>如果未装载 OB： CPU切换到STOP模式。</p>	INTF
电源模块故障(不是电源故障)	<p>在中央或扩展机架中：</p> <ul style="list-style-type: none"> 电源模块中至少一个备用电池电量过低。 丢失备用电压。 电源模块的24 V电源发生故障。 	<p>调用OB 81</p> <p>如果未装载 OB： CPU 保持 RUN 模式。</p>	EXTF
诊断中断	<p>具有中断功能的I/O模块报告诊断中断</p> <p>在 V6.0 及以上组态中： 同步模块报告诊断中断；请参见用于S7-400H的同步模块(页 335)一章</p>	<p>调用OB 82</p> <p>如果未装载 OB： CPU切换到STOP模式。</p>	EXTF

错误类型	错误原因	操作系统的响应	错误指示LED
插拔中断	拆卸或插入了一个SM，插入的模块类型错误。 卸下同步模块。	调用OB 83 如果未装载 OB： CPU切换到STOP模式。	EXTF
冗余错误中断	<ul style="list-style-type: none"> • CPU 冗余丢失 • 备用站主站切换 • 同步错误 • 同步模块错误 • 更新过程取消 • 比较错误（例如 RAM、PAA） 	调用 OB 72 如果未装载 OB：CPU 保持 RUN 模式。	EXTF
CPU硬件故障	<ul style="list-style-type: none"> • 检测到存储器错误并已排除 • 在 V6.0 以下组态中： 冗余链接的数据传输错误。 	调用OB 84 如果未装载 OB：CPU 保持 RUN 模式。	INTF
程序执行错误	<ul style="list-style-type: none"> • 优先级被调用，但相应OB不能使用。 • 如果是SFB调用： 背景DB丢失或发生故障 • 过程映像更新出错 	调用OB 85 如果未装载 OB： CPU切换到STOP模式。	INTF EXTF
机架/站故障	<ul style="list-style-type: none"> • 扩展机架中的电源故障 • DP/PN 段故障 • 耦合段故障： IM丢失或发生故障，电缆中断 	调用OB 86 如果未装载 OB： CPU切换到STOP模式。	EXTF
通信错误	通信错误： <ul style="list-style-type: none"> • 时间同步 • 通过通信函数块交换数据时访问DB 	调用OB 87 如果未装载 OB： CPU不会切换到STOP模式。	INTF

错误类型	错误原因	操作系统的响应	错误指示LED
执行取消	<p>程序块的执行被取消。</p> <p>取消的原因可能有：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 嵌套层的嵌套深度过大 • 主控继电器的嵌套深度过大 • 同步错误的嵌套深度过大 • 块调用命令(U堆栈)的嵌套深度过大 • 块调用命令(B堆栈)的嵌套深度过大 • 分配本地数据时出错 	<p>调用OB 88</p> <p>如果未装载 OB： CPU切换到STOP模式。</p>	INTF
编程错误	<p>用户程序错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • BCD转换错误 • 范围长度错误 • 范围错误 • 对齐错误 • 写错误 • 定时器编号错误 • 计数器编号错误 • 块编号错误 • 未加载块 	<p>调用OB 121</p> <p>如果未装载 OB： CPU切换到STOP模式。</p>	INTF
MC7代码错误	<p>所编译的用户程序错误(例如，非法OP代码或跳出块结尾)</p>	<p>CPU切换到STOP模式。</p> <p>需要重启或存储器复位。</p>	INTF

5.3 状态和错误显示

RUN和STOP LED灯

RUN和STOP LED指示灯提供有关当前激活CPU运行状态的信息。

LED		含义
RUN	STOP	
亮	熄灭	CPU处于RUN模式。
熄灭	亮	CPU处于STOP模式。未执行用户程序。可以冷启动/重启。 如果STOP状态是由某个错误触发，错误指示灯(INTF或EXTF)也会被置位。
闪烁 2 Hz	闪烁 2 Hz	CPU处于DEFECTIVE模式。所有其它LED灯均以2 Hz的频率闪烁。
闪烁 0.5 Hz	亮	由测试功能触发了HOLD状态。
闪烁 2 Hz	亮	冷启动/重启已启动。 冷启动/暖启动可能需要一分钟或更长时间，具体取决于被调用OB的长度。 例如，如果CPU仍未切换到RUN模式，则可能是系统组态有错误。
熄灭	闪烁 2 Hz	上电后执行高质量RAM测试（自检）。自检过程大约需要10分钟。 存储器正在复位
不相关	闪烁 0.5 Hz	CPU请求存储器复位。
闪烁 0.5 Hz	闪烁 0.5 Hz	故障诊断模式 此项显示还指示CPU正忙于处理内部过程，并会在处理完成前阻止对CPU的访问。该状态可以由下列例程触发： <ul style="list-style-type: none"> 加载了大量块的CPU启动(POWER ON)。 如果加载了加密块，可能需要较长时间才能启动，具体取决于加密块的数量。 插入大容量存储卡后或存在加密的块时的存储器复位。

5.3 状态和错误显示

MSTR、RACK0和RACK1 LED指示灯

三个LED指示灯MSTR、RACK0和RACK1提供在CPU上设置的机架号的相关信息，并显示控制双向I/O的CPU。

LED			含义
MSTR	RACK0	RACK1	
亮	不相关	不相关	CPU控制双向I/O
不相关	亮	熄灭	机架号0上的CPU
不相关	熄灭	亮	机架号1上的CPU

INTF、EXTF和FRCE LED指示灯

三个LED指示灯INTF、EXTF和FRCE提供有关用户程序执行期间的错误和特殊事件的信息。

LED			含义
INTF	EXTF	FRCE	
亮	不相关	不相关	检测到一个内部错误(编程或参数分配错误)。
不相关	亮	不相关	检测到外部错误(也就是说，错误不是CPU模块引起的)。
不相关	不相关	亮	强制请求处于激活状态。

BUSF1 BUSF2 和 BUS5F LED

BUS1F、BUS2F 和 BUS5F LED 指示与 MPI/DP、PROFIBUS DP 和 PROFINET 接口关联的错误。

表格 5-2 BUS1F、BUS2F 和 BUS5F LED 的可能状态

LED			含义
BUS1F	BUS2F	BUS5F	
亮	不相关	不相关	在 MPI/DP 接口处检测到错误。
不相关	亮	不相关	在 PROFIBUS DP 接口处检测到错误。
不相关	不相关	亮	在 PROFINET IO 接口处检测到错误。 组态了 PROFINET IO 系统但未进行连接。
不相关	不相关	闪烁	PROFINET IO 接口上的一个或多个设备无响应。

LED			含义	
BUS1F	BUS2F	BUS5F		
闪烁	不相关	不相关	CPU 是 DP 主站:	PROFIBUS DP 接口 1 处的一个或多个从站无响应。
			CPU 是 DP 从站:	DP 主站不对 CPU 寻址。
不相关	闪烁	不相关	CPU 是 DP 主站:	PROFIBUS DP 接口 2 处的一个或多个从站无响应。
			CPU 是 DP 从站:	DP 主站不对 CPU 寻址。

IFM1F和IFM2F LED灯

IFM1F和IFM2F LED灯指示第一个或第二个同步模块上的错误。

LED		含义
IFM1F	IFM2F	
亮	不相关	同步模块1上检测到错误。
不相关	亮	同步模块2上检测到错误。

LINK 和 RX/TX LED

LINK 和 RX/TX LED 指示 PROFINET 接口的当前状态。

表格 5-3 LINK 和 RX/TX LED 的可能状态

LED		含义
LINK	RX/TX	
亮	不相关	PROFINET 接口处的连接处于激活状态
不相关	闪烁 6 Hz	在 PROFINET 接口处接收或发送数据。

说明

LINK 和 RX/TX LED 就在 PROFINET 接口的插座旁。没有对其进行标记。

5.3 状态和错误显示

REDF LED

REDF LED指示具体的系统状态和冗余错误。

REDF LED	系统状态	基本要求
闪烁 0.5 Hz	链接	-
闪烁 2 Hz	更新	-
熄灭	冗余(CPU为冗余)	无冗余错误
亮	冗余(CPU为冗余)	发生I/O冗余错误: <ul style="list-style-type: none"> • DP主站故障, 或部分或整个DP主站系统故障 • DP从站冗余丢失 • PN IO 设备冗余丢失

LED LINK1 OK 和 LINK2 OK

调试容错系统时, 可使用 LINK1 OK 和 LINK2 OK 两个 LED 来检查 CPU 之间的连接质量。

LED LINKx OK	含义
亮	连接正常
闪烁	连接不可靠, 信号受到了干扰 检查连接器和电缆 检查光缆安装是否符合安装光纤电缆 (页 339)一章中的准则。 检查同步模块是否可在其它 CPU 中正常工作。
熄灭	连接被中断, 或灯的亮度不够 检查连接器和电缆 检查光缆安装是否符合安装光纤电缆 (页 339)一章中的准则。 检查同步模块是否可在其它 CPU 中正常工作。

LED MAINT

该 LED 指示设备需要进行维护。 有关详细信息, 请参见 STEP 7 在线帮助。

诊断缓冲区

在 STEP 7 中, 可选择“目标系统 -> 模块信息”(Target system -> Module Information) 从诊断缓冲区读取错误原因。

5.4 模式开关

5.4.1 模式开关的功能

模式开关的功能

模式开关可用于将 CPU 置于 RUN 模式或 STOP 模式, 或将 CPU 存储器复位。STEP 7 提供了更多的模式切换选项。

位置

模式开关设计成切换开关。下图显示了模式开关的所有可能位置。



图 5-3 模式开关位置

5.4 模式开关

下表介绍了模式开关的各位置。 如果发生错误或出现启动问题，CPU 将进入或保持 STOP 模式，这和模式开关的位置无关。

表格 5-4 模式开关位置

位置	说明
RUN	<p>如果没有启动问题或错误，而且CPU能够切换到RUN模式，则CPU将执行用户程序或保持空闲状态。可以访问I/O。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 可将程序从 CPU 上传到编程设备（CPU -> 编程设备） • 可将程序从编程设备下载到 CPU（编程设备 -> CPU）。
STOP	<p>CPU不执行用户程序。数字信号模块禁用。输出模块禁用。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 可将程序从 CPU 上传到编程设备（CPU -> 编程设备） • 可将程序从编程设备下载到 CPU（编程设备 -> CPU）。
MRES (存储器复位; 主站复位)	<p>有关 CPU 存储器复位的切换开关瞬间接通位置；请参见执行存储器复位 (页 61)一章。 有关“将 CPU 复位到出厂状态”功能的瞬间接通位置；请参见将 CPU 复位为出厂状态 (页 79)一章</p>

5.4.2 执行存储器复位

实例A: 您想要将一个新的用户程序下载到CPU中。

1. 将开关置于 STOP 位置。

结果: STOP LED 亮起。

2. 将开关切换到MRES, 然后保持在该位置。在此位置, 模式开关用作按钮。

结果: STOP LED熄灭一秒钟, 然后又亮一秒钟, 再熄灭一秒钟, 然后一直亮。

3. 然后释放开关, 使其返回到MRES位置并保持3秒, 接着再次释放。

结果: STOP LED以2 Hz的频率至少闪烁3秒(复位存储器), 然后保持亮起。

实例B: STOP LED以0.5 Hz的频率缓慢闪烁。

这表示CPU正在请求存储器复位(系统请求存储器复位, 例如, 在卸下或插入存储卡后)。

将开关切换到MRES, 然后重新释放。

结果: STOP LED以2 Hz的频率闪烁至少3秒, 执行存储器复位, 然后LED保持常亮。

CPU中的存储器复位过程

存储器复位期间, CPU执行过程:

- CPU删除主存储器中的整个用户程序。
- CPU从装载存储器中删除用户程序。
该过程会将程序从集成RAM和任何插入的RAM卡中删除。
如果使用闪存卡扩展了装载存储器, 存储在闪存卡上的用户程序元素不会随之删除。
- CPU删除所有计数器、位存储器和定时器, 但不删除时钟。
- CPU测试自身的硬件。
- CPU将其参数设置为缺省设置。
- 如果插入闪存卡, 则在存储器复位后, CPU会将存储在闪存卡上的用户程序和系统参数复制到主存储器。

存储器复位后所保留的数据...

存储器复位后下列数据会保留下来:

- 诊断缓冲区的内容

如果在存储器复位期间未插入闪存卡，CPU会将诊断缓冲区容量复位为其默认设置120个条目，也就是说，诊断缓冲区中保留最近的120个条目。

可以使用STEP 7读出诊断缓冲区的内容。

- MPI/DP 接口参数。请注意下表中显示的特性。

- MPI 地址
- 最高 MPI 地址
- 波特率。

- PN 接口的参数。请注意下表中显示的特性。

- 名称 (NameOfStation)
- CPU 的 IP 地址
- 子网掩码
- 静态 SNMP 参数

- 日时钟

- 运行时间计数器的状态和数值

特殊功能

当执行存储器复位时，MPI/DP 和 PN 接口的参数出现特殊情况。

存储器复位后下列参数有效:

- 已插入闪存卡的存储器复位:

存储在闪存卡上的参数有效

- 未插入闪存卡的存储器复位:

保留 CPU 中的参数且这些参数有效。

5.4.3 冷启动/暖启动

冷启动

- 冷启动将过程映像、所有位存储器、定时器、计数器和数据块复位为装载存储器中存储的起始值，这与这些数据是否被组态为具有保持性无关。
- 程序从OB 1或OB 102(如果有)继续执行。

重启（暖启动）

- 暖启动复位过程映像、非保持性位存储器、定时器、时间和计数器。
保持性位存储器、定时器、计数器和所有数据块保持其最后一个有效值。
- 关联的启动 OB 为 OB 100
- 程序从OB 1或OB 100(如果有)继续执行。
- 掉电后，暖启动功能仅在备份模式下可用。

说明

在缓存上电模式下重启

在有大规模组态、许多 CP 和/或外部 DP 主站的容错系统的缓存上电模式下，可能需要多达 30 秒的时间才能执行请求的重新启动。

暖启动的操作顺序

1. 将开关置于 STOP 位置。
结果： STOP LED 亮起。
2. 将开关设置为RUN。
结果： STOP LED 熄灭，RUN LED 点亮。

冷启动的操作顺序

只能使用编程设备命令“冷启动”来执行冷启动。为此，CPU 必须处于 STOP 模式，模式开关必须置于 RUN 位置。

5.5 存储卡的设计和性能

订货号

技术规范中列出了存储卡的订货号，请参见存储卡的技术数据 (页 435)部分。

存储卡的设计

存储卡比信用卡稍大一些，并带有坚固的金属保护壳。存储卡插入在 CPU 前面的插槽中。存储卡经过特殊设计，只能以一种方式插入。

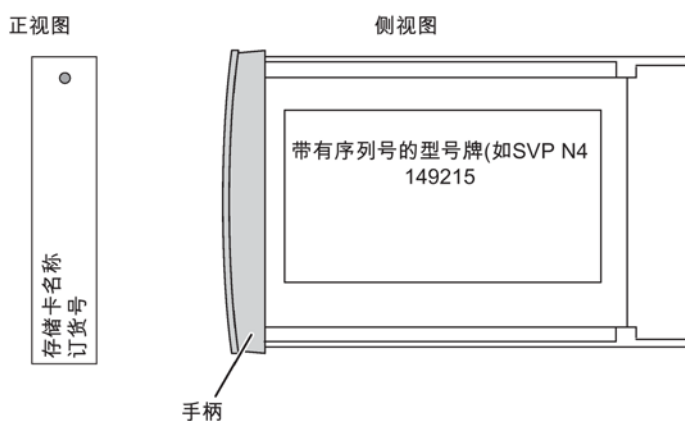


图 5-4 存储卡的设计

存储卡的功能

存储卡和CPU上的集成存储区一起构成了CPU的装载存储器。

运行期间，装载存储器包含完整的用户程序，包括用来反编译用户程序的注释、符号和其特殊信息以及所有模块参数。

存储在存储卡上的数据

以下数据可存储到存储卡上：

- 用户程序（例如，OB、FB、FC）、DB和系统数据
- 决定CPU行为的参数
- 决定I/O模块行为的参数。
- 适当存储卡上的全套项目文件。

序列号

在 V5 或更高版本中，所有存储卡均具有一个序列号。该序列号列在 SSL 零件列表 W#16#xy1C 的索引 8 中。可使用 SFC 51“RDSYSST”读取该零件列表。

在用户程序中读取序列号时可确定以下内容：仅当将特定存储卡插入 CPU 后才能执行用户程序。这可以防止对用户程序的未经授权的复制，其功能与 dongle 类似。

5.6 使用存储卡

用于S7-400的存储卡类型

有两类存储卡可用于 S7-400H：

- RAM卡
- 闪存卡

应使用哪类存储卡？

使用RAM卡还是闪存卡取决于具体应用场合。

表格 5-5 存储卡类型

如果...	则...
希望能够在RUN模式下编辑程序	使用 RAM卡
希望在断电时（即在无备用电池时）在存储卡上或在CPU之外永久备份用户程序	使用 闪存卡

RAM 卡

将用于装载用户程序的RAM卡插入到CPU中。在 STEP 7 中选择“目标系统 -> 下载”(Target system > Download) 装载用户程序。

可以在STOP或RUN模式下将整个用户程序或各元素(如FB、FC、OB、DB或SDB)装载到装载存储器。

从CPU中移除RAM卡时，存储在该卡上的信息将丢失。RAM卡不配备集成的备用电池。

如果电源配有一块有效备用电池，或者CPU通过“EXT. BATT.”插座上的外部备用电压供电，那么当关闭电源时，只要RAM卡仍插在CPU中并且CPU仍插在机架上，RAM卡存储器内容就会保留下来。

闪存卡

如果使用闪存卡，则有两种装载用户程序的方法：

- 使用模式开关将 CPU 置于 STOP 模式，将闪存卡插入 CPU，然后在 STEP 7 中选择“目标系统 -> 将用户程序下载到存储卡”(Target system > Download user program to memory card)，将用户程序下载到闪存卡。
- 将用户程序下载到编程设备/编程适配器中处于离线模式的闪存卡，然后将闪存卡插入 CPU。

闪存卡为非易失性存储器，也就是说，闪存卡从CPU中移除后或者在没有备用电压(电源模块中没有备用电池或CPU的“EXT. BATT.”输入端没有外部备用电压)的情况下操作S7-400时，卡中的数据仍会保留下来。

不备份的情况下自动重启或冷启动

如果在无备用电池的情况下运行CPU，则在上电之后或断电后电压恢复之后，将自动执行CPU存储器复位，然后根据组态执行重启或冷启动。

闪存卡中必须存有用户程序，并且不能将电源模块上的电池指示器开关设置为电池监视。

如果设置为电池监视，则在 CPU

接通之后或断电后电压恢复之后，必须通过模式开关或编程设备执行重启或冷启动。

没有备用电池或备用电池发生故障被报告为外部故障，EXTF LED会相应点亮。

下载用户程序

只能将整个用户程序下载到闪存卡。

下载附加的用户程序元素

可以将更多用户程序元素从编程设备下载至CPU的集成装载存储器中。

请注意，如果CPU执行存储器复位，将删除该集成RAM中的内容，也就是说，在存储器复位后，使用存储在闪存卡上的用户程序更新装载存储器。

存储卡容量应该多大？

存储卡的容量由用户程序的范围决定。

使用SIMATIC管理器确定存储空间需求

可以在“属性 离线块文件夹”对话框(块 -> 对象属性 -> 块选项卡)中离线查看块长度。

离线视图会显示下列长度:

- 目标系统的装载存储器的大小(所有块的总和, 不包括系统数据)
- 目标系统的工作存储器的大小(所有块的总和, 不包括系统数据)

编程设备(PG/PC)上的块的长度不在块容器的属性中显示。

块长度以“字节”为单位显示。

块属性中显示以下值:

- 所需本地数据量: 以字节为单位的本地数据长度
- MC7: 以字节为单位的MC7代码长度
- DB用户数据的长度
- 目标系统的装载存储器的长度
- 目标系统的工作存储器的长度(仅当硬件分配已知时)

这些视图始终显示这些块数据, 而与位于在线视图还是离线视图窗口无关。

打开一个块容器并设置了“查看详细信息”后, 无论块容器是出现在在线视图窗口中还是出现在离线视图窗口中, 项目窗口始终会指示工作存储器要求。

可以通过选择所有相关块来累加块长度。

SIMATIC管理器会在其状态栏中输出所选块的总长度。

不显示无法下载到目标系统的块(例如VAT)的长度。

“详细信息”视图中不显示编程设备(PG/PC)上的块长度。

参见

存储卡的技术数据 (页 435)

5.7 多点接口 MPI/DP (X1)

可连接设备

可将以下设备连接到MPI，例如：

- 编程设备(PG/PC)
- 操作和监视设备(OP和TD)
- 其它SIMATIC S7控制器

各种兼容设备从该接口获得24 V电源。此电压是不隔离的。

PG/OP-CPU通信

CPU能同时处理多个与PG/OP的在线连接。

但是，默认情况下，始终为PG保留一个连接，为OP/HMI设备保留一个连接。

CPU-CPU通信

CPU通过S7通信交换数据。

有关详细信息，请参见《使用STEP 7编程》手册。

连接器

务必使用用于PROFIBUS

DP或PG电缆且带有斜式电缆出口的总线连接器将设备连接到MPI(请参见《安装手册》)

。

MPI用作DP接口

也可对MPI进行参数设置使其作为DP接口运行。为此，在STEP 7的SIMATIC Manager中重新参数化MPI。可以组态带多达32个从站的DP网段。

5.8 PROFIBUS DP 接口 (X2)

可连接设备

PROFIBUS DP 接口用于设置 PROFIBUS 主站系统或连接 PROFIBUS I/O 设备。

可将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口。

可将任何符合标准的DP从站连接到PROFIBUS DP接口。

这里，CPU是DP主站，连接到被动从站，或者在单模式下通过PROFIBUS DP现场总线连接到其它DP主站。

各种兼容设备从该接口获得24 V电源。在 PROFIBUS DP 接口处提供的这一电压是不隔离的。

连接器

务必使用用于PROFIBUS DP和PROFIBUS电缆的总线连接器将设备连接到PROFIBUS DP接口(请参见《安装手册》)。

冗余模式

在冗余模式下，PROFIBUS DP接口有相同的参数。

5.9 PROFINET 接口 (X5)

分配 IP 地址

用户可通过以下方法为该以太网接口分配 IP 地址：

- 在 HW Config 中编辑 CPU 属性，然后将修改后的组态下载到 CPU。
- 还可以在本地设置 IP 地址参数和站名 (NameOfStation, NoS)，而无需修改组态数据。
- 在 SIMATIC Manager 中使用“PLC -> 编辑以太网节点”(PLC -> Edit Ethernet Node) 命令。

可通过 PROFINET (PN) 连接的设备

- 使用以太网适配器和 TCP 协议的编程设备/PC
- 有源网络组件，例如 Scalance X200

5.9 PROFINET 接口 (X5)

- S7-300/S7-400, 例如 CPU 417-5H PN/DP
- PROFINET IO 设备, 例如 ET 200M 中的 IM 153-4 PN

连接器

始终使用 RJ45 连接器将设备连接到 PROFINET 接口。

PROFINET 接口的属性

协议和通信功能

- PROFINET IO
- 依据 IEC61784-2 符合性类别 A 和 BC
- 通过如下协议进行开放式块通信
 - TCP
 - UDP
 - ISO-on-TCP
- S7 通信
- PG 功能
- PN IO 设备 (SNMP) 的端口统计
- 检测网络拓扑 (LLDP)
- 介质冗余 (MRP)
- 作为客户端时使用 NTP 方法实现时间同步, 或使用 SIMATIC 方法

有关 PROFINET 接口属性的详细信息, 请参见相应 CPU 的技术规范。请参见“技术数据 (页 379)”一章。

连接	
版本	2 个 RJ45
	带有 2 个端口的交换机
介质	双绞线 Cat5

连接	
传输率	10/100 Mbps
	自动检测 自动跳线 自动协商

说明

连网 PROFINET 组件

默认情况下，设备的 PROFINET 接口被设置为“自动设置”（自动协商）("automatic setting" (autonegotiation))。请确认连接到 CPU 的 PROFINET 接口的所有设备也被设置为“自动协商”(Autonegotiation) 模式。这是标准 PROFINET/以太网组件的默认设置。

如果将设备连接到 CPU 的板载 PROFINET 接口，但该接口不支持“自动设置”（自动协商）("automatic setting" (Autonegotiation)) 操作模式，或者如果选择了“自动设置”（自动协商）("automatic setting" (Autonegotiation)) 以外的设置，则请注意以下事项：

- PROFINET IO 需要以 100 Mbps 全双工模式运行，这意味着，如果将 CPU 板载 PROFINET 接口同时用于 PROFINET IO 通信和以太网通信，该 PROFINET 接口可能只能以 100 Mbps 全双工模式运行。
- 如果 CPU 板载 PROFINET 接口仅用于以太网通信，则可实现 100 Mbps 全双工运行。任何情况下都不允许使用半双工模式。

背景信息：如果将永久设置为 10 Mbps 半双工模式的开关连接到 CPU 的该接口，“自动协商”(Autonegotiation) 设置会强制 CPU 自我调整为伙伴设备的设置，即实际上以“10 Mbps 半双工”模式进行通信。但这不是有效的工作模式，因为 PROFINET IO 要求在 100 Mbps 全双工条件下运行。

参考

- 有关 PROFINET 的更多信息，请参见《PROFINET 系统说明》(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/19292127>)
- 有关以太网网络、网络组态和网络组件的详细信息，请参考 SIMATIC NET 手册：双绞线和光纤网络 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/8763736>)手册。
- 有关 PROFINET 的更多信息，请参见“PROFINET (<http://www.profibus.com/>)

5.10 S7-400H CPU的参数总览

默认值

所有参数均设为出厂默认值。

这些默认值几乎适合所有标准应用场合，无须进行任何附加设置即可直接用于操作 S7-400H。

通过在STEP 7中选择“配置硬件”可以确定与CPU相关的缺省值。

参数块

CPU的响应和属性在存储于系统数据块内的参数中定义。CPU有一个定义的缺省设置。通过在硬件配置中编辑参数，可以修改这些默认设置。

下表概述了CPU的可参数化系统属性。

- 常规属性，例如，CPU名称
- 启动
- 循环/时钟存储器，例如，扫描周期监视时间
- 保持性，即在重新启动后所保持的位存储器、定时器和计数器个数
- 存储器，例如，本地数据

注意：

如果通过修改参数来更改工作存储器分配，则在向CPU下载系统数据时将重组此工作存储器。结果是，由 SFC

生成的数据块将被删除，而剩余的数据块将使用来自装载存储器的数值进行初始化。

如果更改下列参数，则在装载系统数据时将修改可用于逻辑块和数据块的工作存储器：

- “周期/时钟存储器”选项卡中的过程映像大小(以字节为单位)
- “存储器”选项卡中的通信资源
- “诊断/时钟”选项卡中的诊断缓冲区大小
- “存储器”选项卡中所有优先级的本地数据量
- 给优先级分配中断(硬件中断、延时中断、异步错误中断)
- 时钟中断，例如，启动、间隔持续时间和优先级
- 看门狗中断，例如，优先级、间隔持续时间

- 诊断/时钟，例如，时钟同步
- 安全等级
- 容错参数

说明

默认情况下，在保持性存储器中设置 16 个位存储器字节和 8 个计数器，即在重新启动 CPU 时不会删除它们。

参数分配工具

可以在STEP 7中使用“HW Config”来设置各个CPU参数。

说明

如果修改下列参数，则操作系统将对以下各项进行初始化：

- 过程输入映像的大小
- 过程输出映像的大小
- 本地数据的大小
- 诊断缓冲区条目数
- 通信资源

涉及以下初始化操作：

- 使用装载值初始化数据块
 - 无论其保持性设置如何 (0)，都将删除位存储器、定时器、计数器、输入和输出。
 - 删除由SFC生成的DB
 - 关闭永久组态的基本通信连接
 - 所有运行级别将被初始化。
-

更多设置

- 容错CPU的机架号，0或1

使用CPU后面板上的选择器开关来更改机架号。

- 容错CPU的工作模式：单机或冗余模式

有关如何更改容错CPU的工作模式的信息，请参见附录单机操作 (页 449)。

CPU 41x-H 的特定功能

6.1 安全等级

可以为项目定义一个安全等级，以防止有人在未经授权的情况下访问CPU程序。这些安全等级设置的目的是授予用户对不受密码保护的特定编程设备功能的访问权限，允许用户在CPU上执行这些功能。使用密码登录后，用户可执行所有PG功能。

设置安全等级

可以在“STEP 7/组态硬件”下设置CPU安全等级1到3。

如果不知道密码，可以使用模式选择开关通过手动存储器复位方式清除设置的安全等级。执行此操作时，CPU中不能插入闪存卡。

下表列出了S7-400 CPU的安全等级。

表格 6- 1 CPU的安全等级

CPU功能	安全等级1	安全等级2	安全等级3
显示块列表	允许访问	允许访问	允许访问
监视变量	允许访问	允许访问	允许访问
模块状态STACKS	允许访问	允许访问	允许访问
操作员控制和监视功能	允许访问	允许访问	允许访问
S7 通信	允许访问	允许访问	允许访问
读取时间	允许访问	允许访问	允许访问
设置时间	允许访问	允许访问	允许访问
块状态	允许访问	允许访问	需要密码
在PG中装载	允许访问	允许访问	需要密码
在CPU中装载	允许访问	需要密码	需要密码
删除块	允许访问	需要密码	需要密码
压缩存储器	允许访问	需要密码	需要密码
将用户程序下载到存储卡	允许访问	需要密码	需要密码
控制选择	允许访问	需要密码	需要密码

6.1 安全等级

CPU功能	安全等级1	安全等级2	安全等级3
修改变量	允许访问	需要密码	需要密码
断点	允许访问	需要密码	需要密码
清除断点	允许访问	需要密码	需要密码
存储器复位	允许访问	需要密码	需要密码
强制	允许访问	需要密码	需要密码
不使用存储卡的情况下更新固件	允许访问	需要密码	需要密码

使用SFC 109“PROTECT”设置安全等级

可使用 SFC 109 在 CPU 上设置以下安全等级：

- MODE=0 时的 SFC 109 调用：安全等级 1 设置。MODE=0 时的 SFC 109 调用覆盖任何现有密码合法授权锁定。
- MODE=1 时的 SFC 109 调用：有密码合法授权的安全等级 2 设置。这意味着如果知道有效密码，便可取消通过 SFC 109 设置的写保护。MODE=1 时的 SFC 109 调用覆盖任何现有密码合法授权锁定。
- MODE=12 时的 SFC 109 调用：无密码合法授权的安全等级 3 设置。这意味着即使知道有效密码，也无法取消通过 SFC 109 设置的读写保护。如果在以 MODE=12 的方式调用 SFC-109 时存在合法连接，则 SFC-109 调用对此连接没有影响。

说明

设置更低的安全等级

可使用 SFC 109“PROTECT”设置更低的安全等级（低于通过 STEP 7“组态硬件”组态的安全等级）。

附加事项

- 容错系统中的两个容错 CPU 可在 STOP 状态下拥有不同的安全等级。
- 在链接/更新操作期间，安全等级从主站传输到备用站。

- 如果在运行期间对设备进行修改，则保留为两个容错 CPU 设置的安全等级。
- 在下列情况下安全等级将传输到目标 CPU：
 - 切换到组态已修改的 CPU
 - 切换到具有扩展存储器组态的 CPU
 - 切换到操作系统已修改的 CPU
 - 仅通过一个完整的冗余链接切换到 CPU

6.2 访问保护块

S7-Block Privacy

STEP 7 附加件包 S7-Block Privacy，可用于保护函数和函数块避免未经授权的访问。

使用 S7-Block Privacy 时，请注意以下注意事项：

- 可通过快捷菜单执行 S7-Block Privacy。
要查看特定菜单的帮助信息，请单击“F1”功能键。
- 在 STEP 7
中不能编辑受保护的块。此外，也不能再执行测试和调试功能（如，“监视块”或断点）。
将仅显示受保护块的接口。
- 只有在使用正确密钥并在数据包中包含有相应的反编译信息时，才能取消块保护进行编辑。需确保密钥始终保存在安全位置。
- 只有 CPU V6.0 或更高版本才能加载受保护的块。
- 如果项目包含源代码，则可以通过编译这些源代码取消块保护。可以从项目中删除 S7-Block Privacy 源代码。

说明

所需的内存空间

在装载存储器中，每个带有反编译信息的受保护块将额外占用 232 个字节。

在装载存储器中，每个不带反编译信息的受保护块则额外占用 160 个字节。

6.2 访问保护块

说明

延长的运行时间

通电时 CPU

的启动时间、块装载时间以及在运行时修改系统后的启动时间都可能会显著延长。

使用闪存卡时会明显延长存储器复位的时间。

要优化附加的时间要求，最好是对一个大的块进行保护，而不是保护许多很小的块。

如果有多个受保护的块同时更改了以下某个参数，则在装载过程中可能出现错误“无法装载系统数据...”(Unable to load system data...)。

- 过程映像的大小
- 诊断缓冲区的大小
- 最大通信作业数
- 本地数据总量

这种情况下，重新下载系统数据。

附加信息

有关其它信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的“S7 block privacy”。

6.3 将 CPU 复位为出厂状态

CPU 出厂设置

将 CPU 复位为其出厂设置时将执行存储器总复位，并且将 CPU 的属性设置为以下值：

表格 6-2 出厂设置中的 CPU 属性

属性	值
MPI 地址	2
MPI 传输率	187.5 Kbps
诊断缓冲区的内容	空
IP 参数	无
IP 参数	默认值
运行小时计数器	0
日期和时间	01.01.94, 00:00:00

步骤

按照以下步骤将 CPU 复位为其出厂设置：

1. 切断干线电压。
2. 如果 CPU 中插入了存储卡，请务必取下该存储卡。
3. 将切换开关按至 MRES 设置，然后再次接通电网电压。
4. 请等待，直到显示以下概述的 LED 模式 1。
5. 松开切换开关，在 3 秒钟内将其设置回 MRES 并将其保留在该位置上。
大约 4 秒钟后，所有 LED 都将亮起。
6. 请等待，直到显示以下概述的 LED 模式 2。
该 LED 模式将亮起约 5 秒钟。
在此期间，您可以通过松开切换开关来中断复位步骤。
7. 请等待，直到显示以下概述的 LED 模式 3，然后再次松开切换开关。

6.3 将 CPU 复位为出厂状态

现在，CPU 复位为其出厂设置。它不缓冲便启动，并转入 STOP 模式。
将在诊断缓冲区中输入“复位为出厂设置”事件。

说明

取消操作

如果过早取消所述操作且 CPU 仍处于未定义状态，则可通过循环通断电重新将其设置为定义状态。

CPU 复位期间的 LED 模式

将 CPU 复位为其出厂设置时，LED 将按以下 LED 模式连续亮起：

表格 6-3 LED 模式

LED	LED 模式 1	LED 模式 2	LED 模式 3
INTF	以 0.5 Hz 的频率闪烁	以 0.5 Hz 的频率闪烁	亮
EXTF	熄灭	熄灭	熄灭
BUSxF	熄灭	熄灭	熄灭
FORCE	以 0.5 Hz 的频率闪烁	熄灭	熄灭
MAINT	熄灭	熄灭	熄灭
IFMxF	熄灭	熄灭	熄灭
RUN	以 0.5 Hz 的频率闪烁	熄灭	熄灭
STOP	以 0.5 Hz 的频率闪烁	熄灭	熄灭

6.4 不使用存储卡更新固件

基本操作步骤

要更新 CPU 的固件，将接收多个包含当前固件的文件 (*.UPD)。将这些文件下载到 CPU。无需存储卡便可执行在线更新。但是，仍然可以使用存储卡更新固件。

要求

必须能在线(例如，通过PROFIBUS、MPI或工业以太网)访问要更新固件的CPU。编程设备/PC文件系统中必须有包含最新固件版本的文件。一个文件夹可以只包含一个固件版本的文件。如果CPU的安全等级设置为2或3，则提供密码后才能更新固件。

说明

可通过工业以太网更新容错 CPU 的固件。如果传输速率很低，则通过 MPI 更新固件会需要很长时间（例如，以 187.5 Kbps 的传输速率进行更新大约需要 10 分钟）。

HW Config 中的操作步骤

按照以下步骤更新 CPU 的固件：

1. 在 HW Config 中打开包含要更新的 CPU 的站。
2. 选择 CPU。
3. 选择“PLC -> 更新固件”菜单命令。
4. 在“更新固件”对话框中，使用“浏览”按钮选择固件更新文件 (*.UPD) 的路径。

选择文件后，“更新固件”对话框底部的信息将指示该文件适合的模块以及这些模块的固件版本。

5. 单击“运行”。

STEP 7 验证所选文件是否可由 CPU 解释，然后将此文件下载到 CPU 中。

如果上述过程需要更改CPU的运行状态，则系统将提示您在相关的对话框中执行此操作。

SIMATIC Manager 中的操作步骤

命令操作步骤与 HW Config 中的操作步骤相同，即，“PLC > 更新固件”(PLC > Update firmware)。但是，STEP 7 会在验证模块是否支持该功能前进行等待，直至执行该命令。

说明

更新安全性

为确保固件安全，CPU 会在运行固件更新之前验证数字签名。如果 CPU 检测到错误，则会保留现有固件版本，并拒绝更新固件。

固件更新后保留值

CPU 存储器复位后下列数据会保留下来：

- MPI 参数（MPI 地址和最高 MPI 地址）。
- CPU 的 IP 地址
- 设备名称 (NameOfStation)
- 子网掩码
- 静态 SNMP 参数

6.5 在RUN模式下更新固件

要求

主CPU和备用CPU中的装载存储器大小相同。存在两个同步链接且正在工作。

固件自动更新步骤

初始状态：两个 CPU 都处于冗余运行状态。

1. 使用“SIMATIC Manager -> 项目”(SIMATIC Manager -> Project) 或 HW Config 选择其中一个 CPU。

不要使用 SIMATIC Manager 中的“可访问节点”(Accessible nodes) 菜单命令。

2. 选择“PLC > 更新固件”(Update Firmware) 菜单命令。

将启动一个向导自动更新两个 CPU 上的固件。

渐进式固件更新的替代步骤

要在RUN模式下更新H系统的CPU的固件，请按以下步骤操作：

1. 使用编程设备将其中的一个CPU设置为STOP模式
2. 在 HW Config 或 STEP 7 项目的 SIMATIC Manager 中选择此 CPU。
3. 选择“PLC -> 更新固件”菜单命令。
“更新固件”对话框随即打开。选择向所选CPU下载当前固件所使用的固件文件。
4. 在SIMATIC Manager或HW Config中，选择“PLC -> 工作模式 -> 切换到CPU 41x-H”，然后选中“具有已改变的操作系统”复选框。
容错系统将切换主站/备用站角色，然后 CPU 将再次进入 RUN 模式。
5. 对另一个CPU重复执行第1步到第3步。
6. 重新启动CPU。容错系统将返回到冗余模式。

6.6 读取服务数据

两个CPU的固件(操作系统)已更新并处于冗余模式。

说明

仅允许主CPU和备用CPU的固件版本的第三个数字相差1，并且只能更新到较新的版本。

示例：从 V6.0.0 到 V6.0.1

请注意固件下载区域显示的所有信息。

S7400H的系统状态和运行状态

(页 123)部分所述的限制条件也适用于RUN模式下的固件更新

6.6 读取服务数据

应用情况

如果您因为服务事件需要联系客户支持部门，该部门可能会要求您提供有关系统的CPU状态的具体诊断信息。此信息存储在诊断缓冲区及服务数据中。

选择“PLC -> 保存服务数据”命令读取该信息，并将该数据保存为两个文件。

然后将它们发送给客户支持部门。

请注意以下事项：

- 如有可能，请在CPU进入STOP模式或容错系统丢失同步后立即保存服务数据。
- 必须保存H系统中两个CPU的服务数据。

步骤

1. 选择“PLC -> 保存服务数据”(PLC > Save service data) 命令。

在打开的对话框中，选择文件路径和文件名。

2. 保存文件。
3. 按要求将这些文件转发给客户支持部门。

PROFIBUS DP

7.1 CPU 41x-H作为PROFIBUS DP主站

简介

本章描述了CPU作为DP主站的使用方法以及针对直接数据交换进行组态的方法。

更多参考

STEP 7 在线帮助提供有关以下主题的描述和信息：

- PROFIBUS 子网规划
- PROFIBUS 子网组态
- PROFIBUS 子网诊断

附加信息

有关从 PROFIBUS DP 移植到 PROFIBUS DPV1 的详细信息，请参见条目 ID 7027576，Internet 地址为：

<http://support.automation.siemens.com>

7.1.1 CPU 41x-H 的 DP 地址范围

CPU 41x-H 的地址范围

表格 7-1 CPUs 41x-H, MPI/DP 接口用作 PROFIBUS DP 接口

地址范围	412-5H	414-5H	416-5H	417-5H
MPI 用作 PROFIBUS DP, 各种情况下的输入和输出(字节)	2048	2048	2048	2048
作为 PROFIBUS DP 的 DP 接口, 各种情况下的输入和输出(字节)	4096	6144	8192	8192
对于这些地址, 可为每个过程映象中的I/O组态最多 x 个字节	0 到 8192	0 到 8192	0 到 16384	0 到 16384

7.1 CPU 41x-H作为PROFIBUS DP主站

对于 DP 主站和各 DP 从站，**DP诊断地址**在输入地址区中至少占 1 个字节。使用这些地址，可通过 SFC 13 的 LADDR 参数为相关节点调用 DP 标准诊断。DP 诊断地址在项目数据组态时定义。如果没有指定任何 DP 诊断地址，STEP 7 会自动从最高字节地址开始向下分配相应地址作为 DP 诊断地址。

7.1.2 CPU 41x-H 作为 PROFIBUS DP 主站

要求

必须组态相关CPU接口，将其用作PROFIBUS DP主站。这意味着必须在**STEP 7**中进行以下设置：

- 分配网络
- 将CPU组态为PROFIBUS DP主站
- 分配一个PROFIBUS地址
- 如有必要则更改工作模式；默认设置为 DPV1。
- 将DP从站链接到DP主站系统

说明

其中一个PROFIBUS DP从站是CPU 31x或CPU 41x吗？

如果是，则它将作为“预组态站”列出在PROFIBUS DP目录中。在PROFIBUS DP主站中给此DP从站CPU分配一个从站诊断地址。将PROFIBUS DP主站链接到DP从站CPU，并指定用于与DP从站CPU进行数据交换的地址区。

通过PROFIBUS监视/修改、编程

如果不使用MPI，可以使用PROFIBUS DP接口来对CPU进行编程或执行监视/修改编程设备功能。

说明

如果通过PROFIBUS DP接口执行，“编程”或“监视/修改”应用程序会使DP周期延长。

DP主站系统启动

使用以下参数设置PROFIBUS DP主站的启动时间监视：

- 来自模块的准备就绪消息
- 向模块传送参数

这意味着DP从站必须在设定时间内启动，并且CPU(用作PROFIBUS DP主站)必须对其进行参数化。

PROFIBUS DP主站的PROFIBUS地址

允许使用所有PROFIBUS地址。

从IEC 61158到DPV1

用于分布式I/O的IEC 61158标准已进一步得到了增强。增强内容已并入IEC 61158/IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1中。SIMATIC文档在此上下文中使用术语“DPV1”。新版本有了许多扩展和简化。

SIEMENS自动化组件具有DPV1功能。

要使用这些新功能，首先应对系统进行一些修改。有关从IEC 61158移植到DPV1的完整说明，请参见客户支持Internet网站上名为“从IEC 61158移植到DPV1”的FAQ部分，FAQ条目ID为7027576。

支持PROFIBUS DPV1功能的组件

DPV1主站

- 集成了DP接口的S7-400 CPU。
- CP 443-5，订货号 6GK7 443-5DX03-0XE0、6GK7 443-5DX04-0XE0、6GK7 443-5DX05-0XE0。

DPV1 从站（SIMATIC 中的默认设置）

- STEP 7 硬件目录中相应系列名称下列出的 DP 从站在信息文本中可被识别为 DPV1 从站。
- 通过 V3 或更高版本 GSD 文件集成在 STEP 7 中的 DP 从站。

DPV1组件有哪些操作模式?

- S7兼容模式

在此模式下，组件与IEC 61158兼容。但不能充分利用DPV1功能。

- DPV1模式

在此模式下，组件可充分利用DPV1功能。

站中不支持DPV1的自动化组件仍可像以前一样使用。在 SIMATIC 中，DPV1模式为默认设置。

DPV1和IEC 61158是否兼容

在转换为DPV1后，可继续使用所有现有从站。但它们不支持DPV1的增强功能。

不转换到DPV1模式也可以使用DPV1从站。这种情况下，它们像常规从站那样运行。

SIEMENS DPV1从站可以在S7兼容模式下运行。

要集成来自其他制造商的DPV1从站，需要符合V3版本之前IEC 61158标准的GSD文件。

使用SFC 103“DP_TOPOL”确定DP主站系统的总线拓扑

如果在运行期间发生故障，诊断中继器可以帮助更容易地确定中断模块或DP电缆中断位置。此模块是一个从站，用于识别PROFIBUS子网的拓扑和检测其引起的所有问题。

可使用SFC 103“DP_TOPOL”来触发诊断中继器确定DP主站系统的总线拓扑。SFC 103在相应的在线帮助和《系统和标准功能》手册中有介绍。

有关诊断中继器的信息，请参见《用于PROFIBUS

DP的诊断中继器》手册，订货号为6ES7972-0AB00-8BA0。

7.1.3 作为 PROFIBUS DP 主站运行的 CPU 41x-H 的诊断

使用 LED 进行诊断

下表介绍了 BUSF LED 的含义。发生问题时，分配给组态为 PROFIBUS DP 接口的接口的 BUSF LED 将常亮或闪烁。

表格 7-2 作为 DP 主站运行的 CPU 41x 的“BUSF”LED 的含义

BUSF	含义	要执行的操作
灭	组态正确； 所有已组态的从站都可寻址	-
亮	<ul style="list-style-type: none"> • DP 接口故障 • 多 DP 主站操作模式中波特率不同(仅单模式) 	<ul style="list-style-type: none"> • 对诊断信息进行判断，重新组态或更正组态。
闪烁	<ul style="list-style-type: none"> • 站故障 • 至少一个已分配的从站无法寻址 • 总线故障(物理故障) 	<ul style="list-style-type: none"> • 检查总线电缆是否已连接到 CPU 41x 或者总线是否中断。 • 等到CPU 41x上电完成。如果 LED 不停止闪烁，则检查 DP 从站或对 DP 从站的诊断信息进行判断。 • 检查总线电缆是否短路或断裂。

通过STEP 7读出诊断信息

表格 7-3 通过 STEP 7 读出诊断信息

DP 主站	STEP 7 中的块或选项卡	应用	请参见...
CPU 41x	“DP 从站诊断”选项卡	在STEP 7用户界面上以纯文本形式显示从站诊断信息	请参见STEP 7在线帮助中的“硬件诊断”部分以及《使用STEP 7组态硬件和连接》手册
	SFC 13 "DPNRM_DG"	读取从站诊断数据，也就是说，将这些数据保存到用户程序的数据区 处理 SFC 13 过程中发生错误时，不一定会将忙碌位置位为“0”。因此，只要处理 SFC 13，就必须检查 RET_VAL 参数。	有关组态 CPU 41x 的信息，请参见《CPU数据参考手册》；有关 SFC 的信息，请参见《系统和标准函数参考手册》。有关其它从站组态的信息，请参考相应的说明
	SFC 59 "RD_REC"	读出 S7 诊断的数据记录(将这些数据记录保存到用户程序的数据区)	请参见《系统和标准函数参考手册》
	SFC 51 "RDSYSST"	读出系统状态列表 (SSL)。在诊断中断期间，使用 SSL ID W#16#00B3 调用 SFC 51，并读出从站 CPU 的 SSL。	
	SFB 52 "RDREC"	读取 S7 诊断的数据记录，也就是说，将这些数据保存到用户程序的数据区	
	SFB 54“RALRM”	读出相关中断 OB 中的中断信息	

评估用户程序中的诊断数据

下图显示用户程序中诊断数据的评估方法。

CPU 41xH

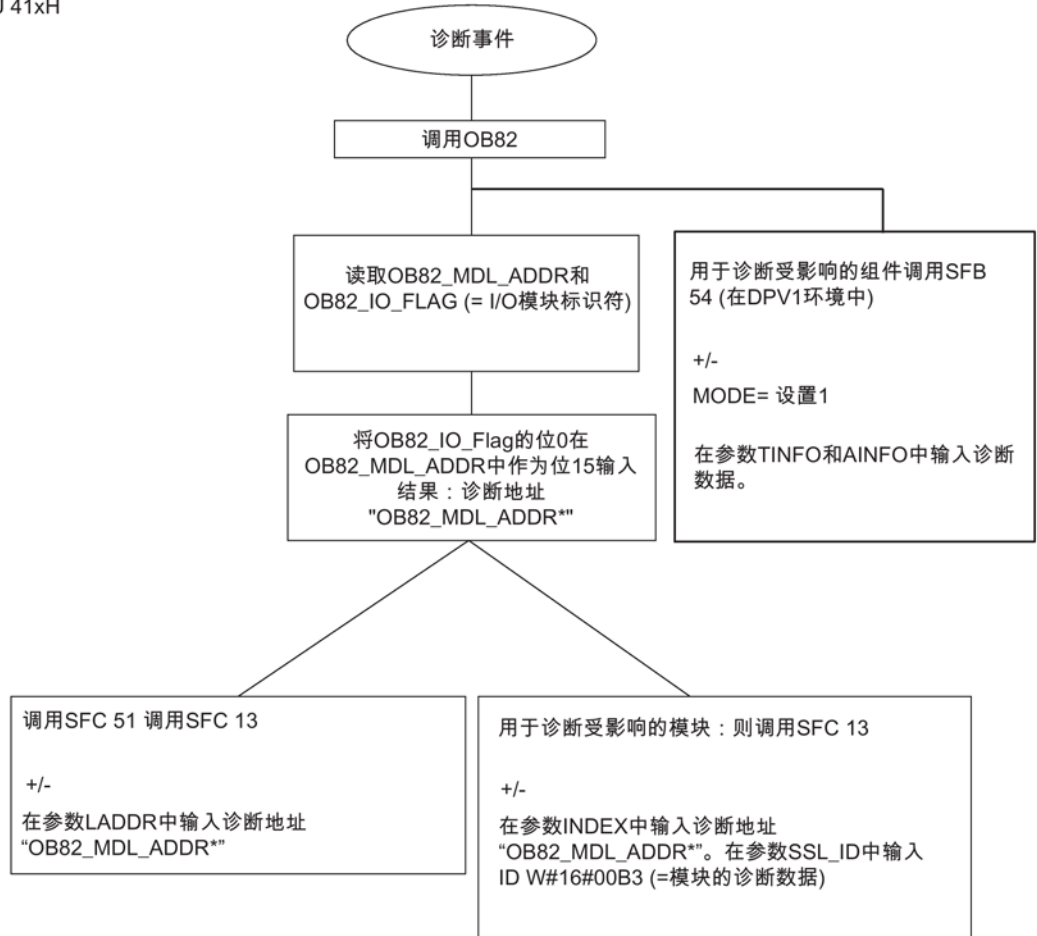


图 7-1 通过 CPU 41xH 进行诊断

与 DP 从站功能配合使用的诊断地址

在 CPU 41xH 上分配 PROFIBUS DP 的诊断地址。在组态中检查是否将 DP 诊断地址向 DP 主站和 DP 从站各分配了一次。

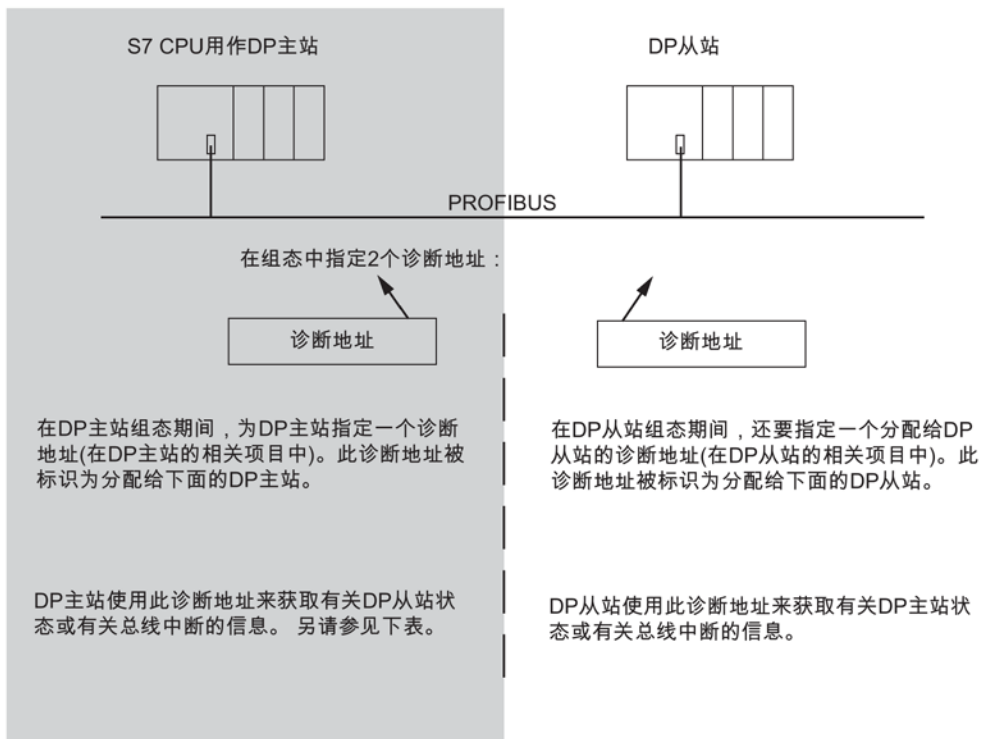


图 7-2 DP 主站和 DP 从站的诊断地址

事件检测

下表显示了处于 DP 主站模式的 CPU 41xH 如何检测智能从站运行状态的变化或数据传送的中断。

表格 7-4 作为 DP 从站的 CPU 41xH 的事件检测

事件	DP 主站中的操作
因连接器短路或断开导致总线中断	<ul style="list-style-type: none"> 出现站故障消息（到达事件）时调用 OB 86；将 DP 从站/智能从站的诊断地址分配给 DP 主站 对于 I/O 访问：调用 OB 122，I/O 区域访问错误
在系统更新过程映像时超时	<ul style="list-style-type: none"> 调用 OB 85

事件	DP 主站中的操作
智能从站: RUN → STOP	<ul style="list-style-type: none"> 出现模块错误消息（到达事件）时调用 OB 82；将智能从站的诊断地址分配给 DP 主站；变量 OB82_MDL_STOP=1
智能从站: STOP → RUN	<ul style="list-style-type: none"> 出现模块正常消息（到达事件）时调用 OB 82；将智能从站的诊断地址分配给 DP 主站；变量 OB82_MDL_STOP=0

在用户程序中评估

下表显示了如何在 DP 主站中评估智能从站的 RUN-STOP 切换。另请参见上表。

在 DP 主站上	在智能从站中 (CPU 41x)
<ul style="list-style-type: none"> 诊断地址示例： 主站诊断地址=1023 主站中的从站诊断地址 =1022 	<ul style="list-style-type: none"> 诊断地址示例： 从站诊断地址=422 主站诊断地址=不相关
<p>出现以下信息时 CPU 调用 OB 82，例如：</p> <ul style="list-style-type: none"> OB 82_MDL_ADDR:=1022 OB82_EV_CLASS:=B#16#39 作为进入事件 OB82_MDL_DEFECT: =模块错误 <p>CPU 诊断缓冲区也包含此信息 还可以在用户程序中对 SFC 13“DPNRM_DG”进行编程，以读取智能从站的诊断数据。 在 DPV1 环境中使用 SFB 54。 这样会输出完整的中断信息。</p>	<p>CPU: RUN → STOP CPU 生成一个智能从站诊断帧。</p>

PROFINET

8.1 引言

什么是 PROFINET?

PROFINET

是开放的、非私有的适用于自动化的工业以太网标准，可实现从业务管理级到现场级的广泛通信。

PROFINET 能够满足行业的高要求，例如：

- 符合行业标准的安装工程
- 实时功能
- 非私有工程

从有源和无源网络组件、控制器、分布式现场设备到工业 WLAN 和工业安全组件，有多种产品可用于 PROFINET。

有关在 PROFINET 接口使用 I/O 的信息，请参见系统冗余 (页 106)一章。

借助 PROFINET IO 实施一种允许所有站随时访问网络的交换技术。

这样，通过多个节点的并行数据传输可实现更有效地使用网络。

并行发送和接收通过交换式以太网全双工操作来实现。

PROFINET IO 以交换式以太网全双工操作和 100 Mbit/s 的带宽为基础。

在 PROFINET IO

通信中，将保留一部分传输时间用于确定性的循环数据传输。这允许将通信周期分为可确定性部分和公开部分。通信实时进行。

分布式现场设备 (IO 设备，例如信号模块) 直接连接到工业以太网。PROFINET IO 支持一致的诊断原理，可以进行有效的错误定位和故障排除。

说明

运行时不可更改 PROFINET 接口

运行期间不可修改连接到 PROFINET 接口的 I/O 组件及 PROFINET 接口的参数。

Internet 上的文档

可在 Internet 中找到有关 PROFINET (<http://www.profibus.com/>) 的完整信息。

还要遵守以下文档：

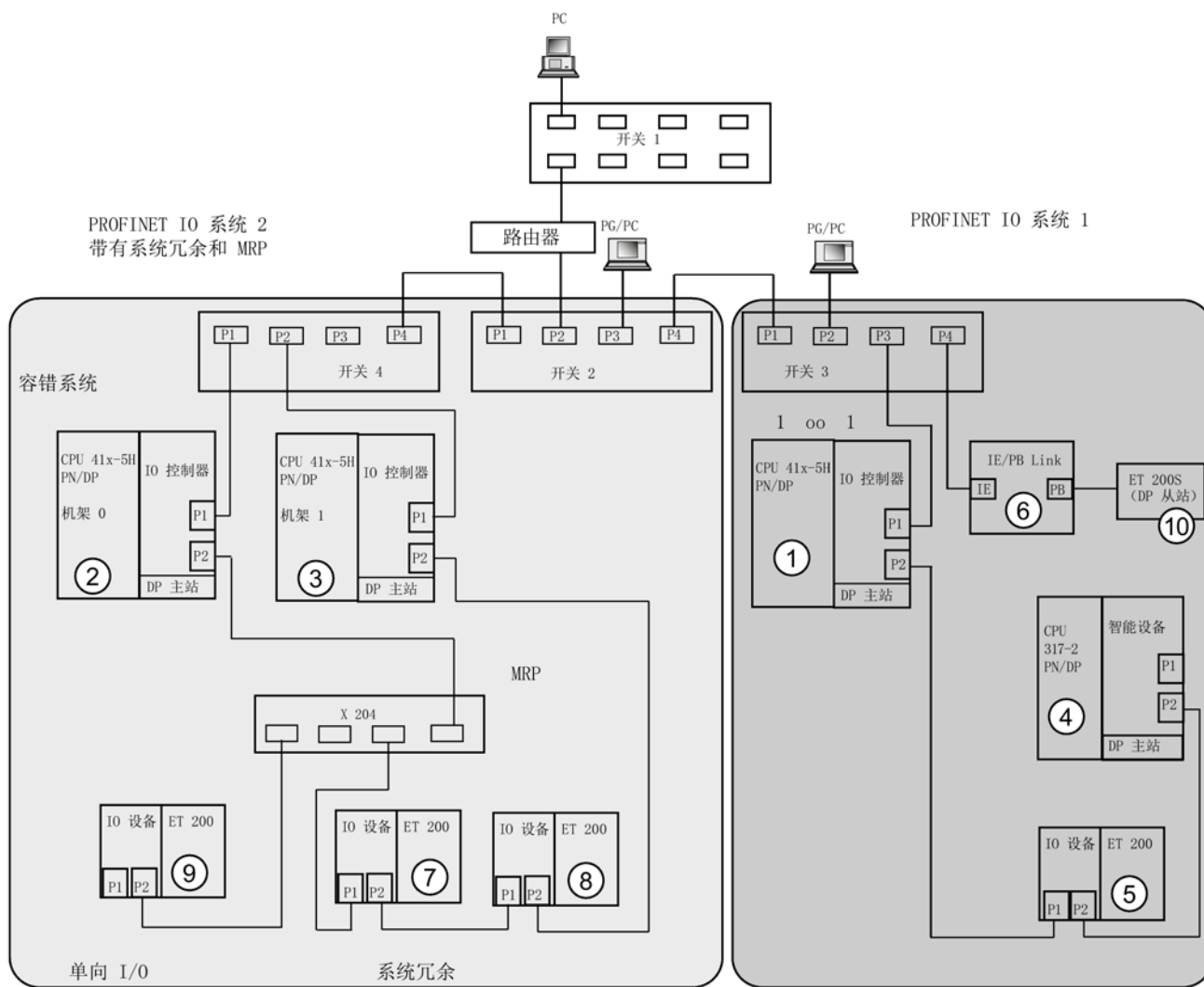
- 安装指南
- 装配指南
- PROFINET 装配指南

有关在自动化工程中使用 PROFINET 的详细信息，请访问以下 Internet 地址 (<http://www.siemens.com/profinet/>)。

8.2 PROFINET IO 系统

PROFINET IO 的功能

下图显示了 PROFINET IO 的新功能:



图中显示了	连接路径示例
公司网络和现场级的连接	<p>从公司网络中的 PC，可以访问现场级的设备</p> <ul style="list-style-type: none"> • 示例： PC - 交换机 1 - 路由器 - 交换机 2 - CPU 41x-5H PN/DP ①。
自动化系统和现场级之间的连接	<p>您还可以从现场级的编程设备访问工业以太网上的其它区域。</p> <p>示例：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 编程设备 - 集成交换机 3 - 交换机 2 - 交换机 4 - 集成交换机 CPU 41x-5H PN/DP ③ - IO 设备 ET 200⑧。
CPU 41x5 PN/DP ① 的 IO 控制器 设置 PROFINET IO 系统 1 并直接控制工业以太网和 PROFIBUS 上的设备。	<p>此时，可以看到工业以太网上的 IO 控制器、智能设备和 IO 设备之间的 IO 功能：</p> <ul style="list-style-type: none"> • CPU 41x-5 PN/DP ① 是 IO 设备 ET 200 ⑤、交换机 3 以及智能设备 CPU 317-2 PN/DP ④ 的 IO 控制器。 • CPU 41x-5H PN/DP ① 还是通过 IE/PB Link 连接的 DP 从站 ⑩ 的主站。
由 CPU 41x-5H PN/DP ② + ③ 组成的容错系统将 PROFINET 系统 2 设置为 IO 控制器。 单向 IO 设备在系统冗余中的这一 IO 控制器上运行，作为对 IO 设备的补充。	<p>由 CPU 41x-5H PN/DP ② + ③ 组成的容错系统将 PROFINET 系统 2 设置为 IO 控制器。单向 IO 设备在系统冗余中的这一 IO 控制器上运行，作为对 IO 设备的补充。</p> <p>在这里您可以看到，容错系统可以运行系统冗余 IO 设备和单向 IO 设备：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 容错系统是系统冗余 IO 设备 ET 200 ⑦ + ⑧ 和单向 IO 设备 ⑨ 的 IO 控制器。

更多信息

在下列文档中可以找到关于 PROFINET 的更多信息：

- PROFINET 系统说明
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/19292127>)手册
- 从 PROFIBUS DP 到 PROFINET IO 编程手册。
本手册还清晰地概述了新的 PROFINET 块和系统状态列表。

8.3 PROFINET IO 中的块

新块的兼容性

对于 PROFINET IO，已创建了一些新块，主要原因是现在可以对 PROFINET 进行更大型的组态。此外，还可以将这些新块与 PROFIBUS 一起使用。

PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 的系统功能和标准功能比较

对于带有集成 PROFINET 接口的 CPU，下表概述了以下功能：

- 从 PROFIBUS DP 转移到 PROFINET IO 时，可能需要替换的 SIMATIC 系统功能和标准功能。
- 新的系统功能和标准功能。

表格 8-1 新的或需要替换的系统功能和标准功能

块	PROFINET IO	PROFIBUS DP
SFC 13“DPNRM_DG” 读取 DP 从站的诊断数据	无 替换： • 事件相关的： SFB 54 • 状态相关的： SFB 52	有
SFC 58“WR_REC” SFC 59“RD_REC” 写入/读取 I/O 设备中的记录	无 替换： SFB 53/52	有，如果还未将 DPV 1 下的这些 SFB 更换为 SFB 53/52。
SFB 52“RDREC” SFB 53“WRREC” 读取/写入记录	有	有
SFB 54“RALRM” 评估报警	有	有
SFB 81“RD_DPAR” 读取预定义的参数	有	有
SFC 5“GADR_LGC” 确定模块的起始地址	无 替换： SFC 70	有

块	PROFINET IO	PROFIBUS DP
SFC 70“GEO_LOG” 确定模块的起始地址	有	有
SFC 49“LGC_GADR” 确定属于逻辑地址的插槽	无 替换: SFC 71	有
SFC 71“LOG_GEO” 确定属于逻辑地址的插槽	有	有

下表概述了 SIMATIC 的系统功能和标准功能，在从 PROFIBUS DP 转换到 PROFINET IO 时，必须通过其它功能来实现这些功能。

表格 8-2 可在 PROFINET IO 中仿真的 PROFIBUS DP 的系统功能和标准功能

块	PROFINET IO	PROFIBUS DP
SFC 54“RD_DPARM” 读取预定义的参数	无 替换: SFB 81“RD_DPAR”	有
SFC 55“WR_PARM” 写入动态参数	无 通过 SFB 53 仿真	有
SFC 56“WR_DPARM” 写入预定义的参数	无 通过 SFB 81 和 SFB 53 仿真	有
SFC 57“PARM_MOD” 分配模块参数	无 通过 SFB 81 和 SFB 53 仿真	有

在 PROFINET IO 中不支持以下 SIMATIC 系统功能:

- SFC 103“DP_TOPOL”确定 DP 主站中的总线拓扑

PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 的组织块的比较

下表列出了对 OB 83 和 OB 86 的更改:

表格 8-3 PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 中的 OB

块	PROFINET IO	PROFIBUS DP
OB 70 I/O 冗余错误 (仅限容错系统)	新的	未更改
OB 83 运行期间卸下或插入模块	新的错误信息	未更改
OB 86 机架故障	新的错误信息	未更改

详细信息

有关块的详细信息, 请参考《S7-300/400 系统功能和标准功能的系统软件》手册。

8.4 PROFINET IO 的系统状态列表

简介

CPU 提供了某些可用信息, 并将此信息存储在“系统状态列表” (System status list) 中。

系统状态列表说明了自动化系统的当前状态。它概述了有关组态、当前参数分配、CPU 中的当前状态和序列以及已分配模块的信息。

系统状态列表数据为只读数据, 不能更改。

系统状态列表是一个虚拟列表, 仅根据请求进行编译。

从系统状态列表中, 您可通过 PROFINET IO 系统接收以下信息:

- 系统数据
- CPU 中的模块状态信息
- 来自模块的诊断数据
- 诊断缓冲区

新系统状态列表的兼容性

对于 PROFINET IO，已创建一些新的系统状态列表，主要原因是现在可以对 PROFINET 进行更大型的组态。

此外，还可以将这些新系统状态列表与 PROFIBUS 一起使用。

您还可以继续使用同样受 PROFINET 支持的已知 PROFIBUS 系统状态列表。如果在 PROFINET 中使用 PROFINET 不支持的系统状态列表，则 RET_VAL 中会返回错误代码（8083：索引错误或不允许）。

PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 的系统状态列表的比较

表格 8-4 PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 的系统状态列表的比较

SSL-ID	PROFINET IO	PROFIBUS DP	适用性
W#16#0591	有 参数 adr1 已更改	有	模块接口的模块状态信息
W#16#0C91	有，内部接口 参数 adr1/adr2 和 设置/实际类型标识符已 更改 无，外部接口	有，内部接口 无，外部接口	模块的模块状态信息，该模块位于 中央组态中或者集成 DP 或 PROFIBUS 接口或者使用该模块逻辑地址的集 成 DP 接口。
W#16#4C91	无	无，内部接口 有，外部接口	与使用起始地址的外部 DP 或 PROFIBUS 接口相连的模块的模块状态信息。
W#16#0D91	有 参数 adr1 已更改 无，外部接口	有	指定机架/站中的所有模块的模块状 态信息
W#16#0696	有，内部接口 无，外部接口	无	使用自身逻辑地址的模块的内部接 口的所有子模块的状态信息，子模 块 0 除外 (= 模块)
W#16#0C75	有，参数 adr1 已更改	有	容错系统与双向 DP 从站/PN 设备之间的通信状态
W#16#0C96	有，内部接口 无，外部接口	有，内部接口 无，外部接口	使用自身逻辑地址的子模块的模块 状态信息

SSL-ID	PROFINET IO	PROFIBUS DP	适用性
W#16#xy92	无 替换: SSL-ID W#16#0x94	有	机架/站状态信息 也在 PROFIBUS DP 中用 ID 为 W#16#xy94 的系统状态列表替换此系统状态列表。
W#16#0x94	有, 内部接口 无, 外部接口	有, 内部接口 无, 外部接口	机架/站状态信息

详细信息

有关各个系统状态列表的详细说明, 请参考《S7-300/400 系统软件的系统功能和标准功能》手册。

8.5 无需可移动介质/编程设备的设备更换

可以轻松地更换具有此功能的 IO 设备:

- 无需使用具有存储设备名称的可移动介质 (例如 SIMATIC 微存储卡)。
- 必须在 STEP 7 中组态 PN-IO 拓扑。
- 无需使用编程设备来分配设备名称。

现在, IO 控制器会为更换的 IO 设备分配一个设备名称。

不再使用可移动介质或编程设备来分配。IO 控制器使用组态拓扑和由 IO 设备定义的关系。已组态的目标拓扑必须与实际拓扑一致。

在重用已在运行中的 IO 设备之前, 将它们复位为出厂设置。

附加信息

有关更多信息, 请参见 STEP 7 在线帮助以及《PROFINET 系统说明》(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/19292127>)(PROFINET System Description) 手册。

8.6 共享设备

“共享设备”功能简化了将 IO 设备的子模块分布到不同 IO 控制器的过程。智能 IO 设备也可用作共享设备。

使用“共享设备”功能的前提是 IO 控制器和共享设备位于同一个以太网子网。

IO 控制器可以位于相同或不同的 STEP 7 项目中。如果它们位于同一个 STEP 7 项目中，则会启动一致性检查。

说明

请注意，属于同一个共享 IO 设备（例如，ET 200S）潜在组的电源模块和电子模块必须分配给同一个 IO 控制器，以便启用负载电压故障诊断。

附加信息

有关共享设备及其组态的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助以及《PROFINET 系统说明 (<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/19292127>)》(PROFINET System Description) 手册。

8.7 介质冗余

介质冗余是确保网络和系统可用性的功能。

环网拓扑结构中的冗余传输链路可确保在一条传输链路出现故障时，始终可以使用备用通信路径。

可以为 IO 设备、交换机和具有 PROFINET 接口的 V6.0 或更高版本的 CPU 启用介质冗余协议 (MRP)。MRP 是符合 IEC 61158 的 PROFINET 标准化组件。

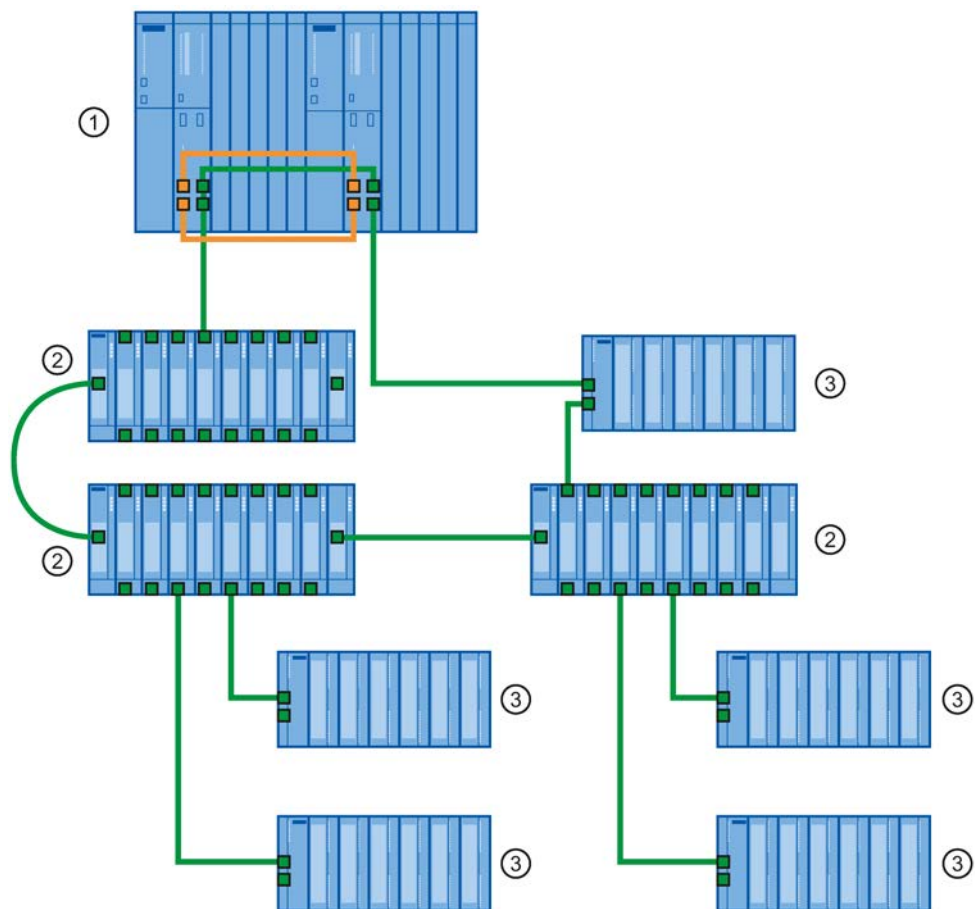
建立环网拓扑

要建立具有介质冗余的环网拓扑，必须将线形网络拓扑的两个自由端连接到同一设备。通过线性拓扑连接到环网上设备的两个端口（环网端口，端口 ID“R”）来构成环。在相关设备的组态数据中指定环网端口。

拓扑

还可在 PROFINET 下将系统冗余与其它 PROFINET 功能组合。

系统冗余结合介质冗余



- ① S7-400H 系统
- ② SCALANCE X400 (单向 I/O)
- ③ ET200M (单向/系统冗余 I/O)

图 8-1 系统冗余结合介质冗余组态示例

说明

如果环网的重新组态时间大于 IO 设备的所选响应监视时间，则 RT 通信将中断（站故障）。这意味着您应选择足够长的 IO 设备响应监视时间。这同样适用于在环网外部通过 MRP 组态的 IO 设备。

附加信息

有关更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助以及《PROFINET 系统说明》(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/19292127>)(PROFINET System Description) 手册。

8.8 系统冗余

系统冗余是 IO 设备通过 PROFINET 建立的连接，每台 IO 设备与两个容错 CPU 之间均有通信连接。使用任意拓扑互连均可设置此通信连接。系统拓扑本身并不指示某一 IO 设备是否已集成进系统冗余。

与 IO 设备的单向连接相反，CPU 故障不会导致与此 CPU 连接的 IO 设备出现故障。

要求

需要以下组件版本才能设置具有系统冗余 I/O 的容错系统：

- CPU 41x-5H PN/DP (自 V6.0 起)
- IM 153-4BA00 (自 V4.0 起)
- STEP7 (自 V5.5 SP2 HF1 起)

组态

下图显示两台 IO 设备以系统冗余形式连接的组态。

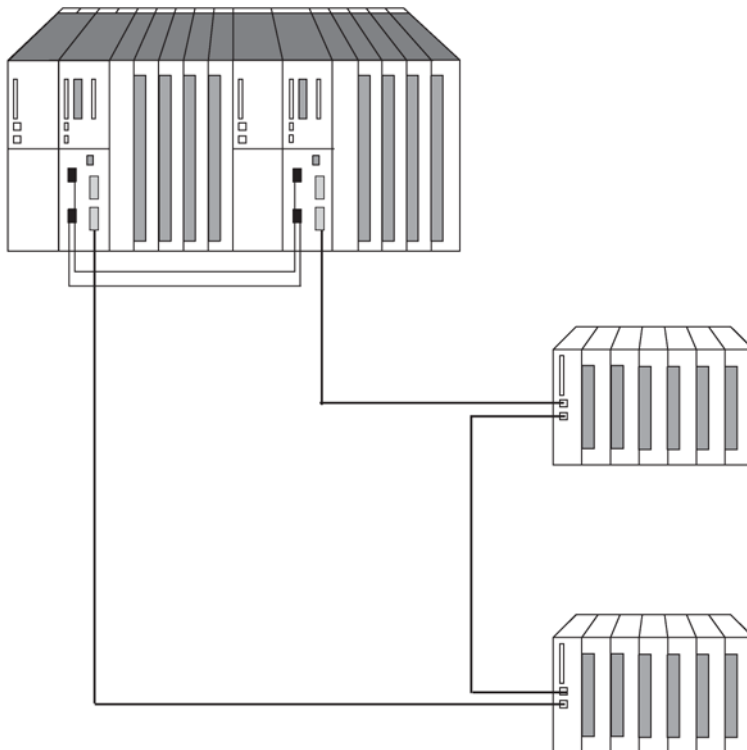


图 8-2 以系统冗余形式连接 IO 设备的 S7-400H 系统

此拓扑具有下列优点：无论连接在何处中断，整个系统仍可继续运行。IO 设备两条通信连接之一始终保持完整无缺。在此之前处于冗余状态的 IO 设备仍将作为单向 IO 设备继续运行。

下图显示以系统冗余形式集成两台 IO 设备的组态的 STEP7 视图、逻辑视图和物理视图。请注意，STEP7 视图与物理视图并不精确匹配。

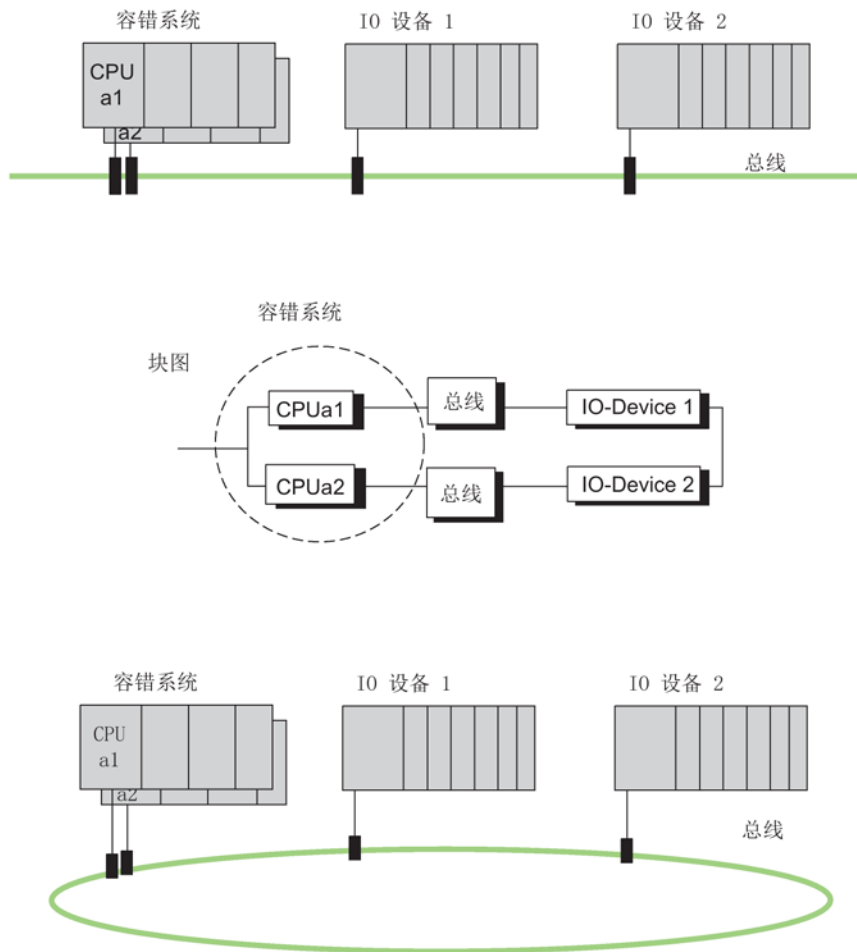


图 8-3 不同视图下的系统冗余

调试系统冗余组态

调试期间必须分配唯一名称。

更改或重新装载项目时请按以下步骤操作：

1. 将容错系统设置为双向 STOP 模式。
2. 复位备用 CPU 存储器。

3. 将新项目下载到主站 CPU。
4. 启动容错系统。

说明

使用拓扑编辑器

使用 HW Config 中的拓扑编辑器。

最大 IO 设备数

最多可将 256 台 IO 设备连接到两个集成 PROFINET 接口。这些设备均可组态为单向模式或冗余模式。两个 PROFINET 接口的站编号必须唯一，且必须在 1 与 256 之间。

带系统冗余的 PN/IO

下图显示三台 IO 设备使用一台交换机进行系统冗余连接。另外两台 IO 设备也以系统冗余形式连接。

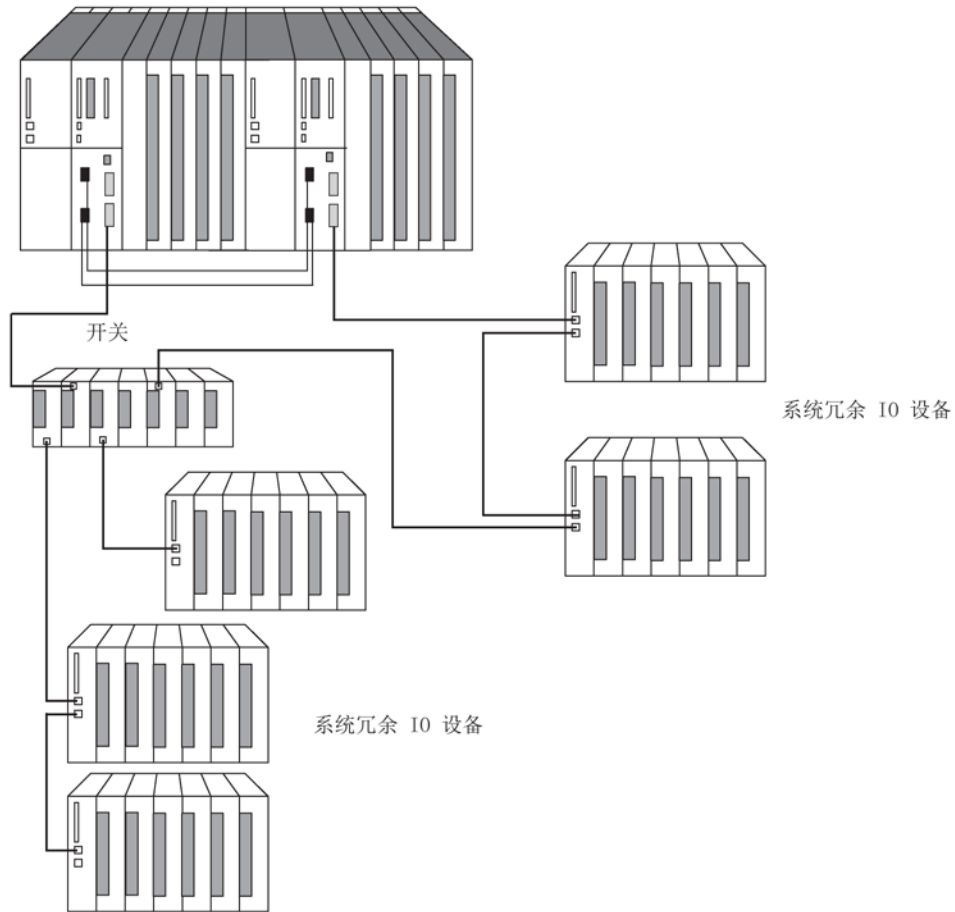


图 8-4 带系统冗余的 PN/IO

下图显示了九台 IO 设备使用三台交换机进行系统冗余连接。例如，此组态使您能够将 IO 设备布置在多个机柜中。

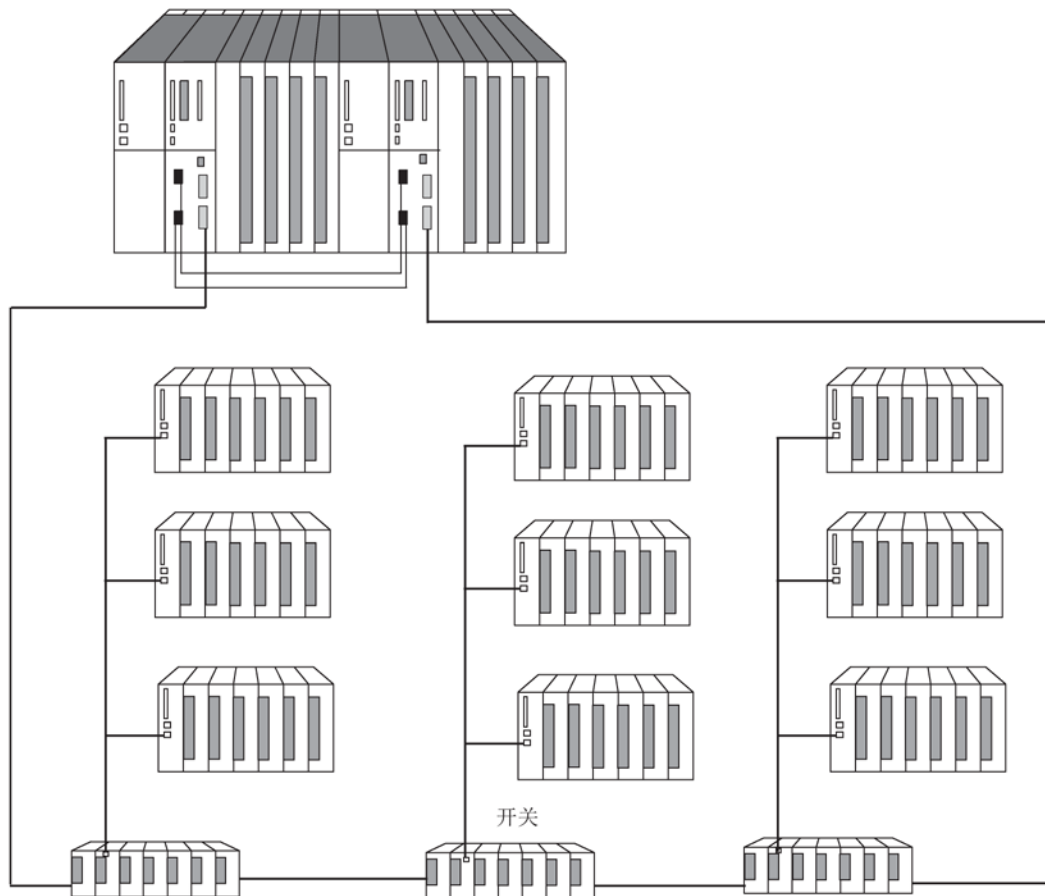


图 8-5 带系统冗余的 PN/IO

说明

逻辑结构和拓扑

拓扑本身不能确定 IO 设备是单向连接还是处于系统冗余组态当中。这由组态过程确定。可将第一张图中的 IO 设备组态为单向，而不是系统冗余设置。

一致性数据

概述

在内容方面属于一个整体，而且描述特定时刻的过程状态的数据称作一致性数据。为保持数据一致性，不要在传送期间修改或更新这些数据。

实例1:

为了在循环程序处理期间为 CPU 提供一致的过程信号映像，在程序执行之前将过程信号写入输入的过程映像，或在程序执行后将处理结果写入输出的过程映像。在随后的程序处理期间，当对输入(I)和输出(O)操作数区域寻址时，用户程序将寻址CPU上过程映像所在的内部存储区，而不是直接访问信号模块。

实例2:

当通信块(例如，SFB 14“GET”或SFB 15“PUT”)被优先级较高的过程报警OB中断时，可能会发生不一致。如果用户程序修改已被通信块部分处理的，此过程报警OB的数据，则一些已传送的数据将保持其在过程报警处理之前有效的原始状态，而其它数据是过程报警处理之后的数据。这会导致出现不一致数据，也就是说，数据不再相关。

SFC 81 "UBLKMOV"

使用 SFC 81“UBLKMOV”将存储范围（源区域）的内容一致地复制到另一个存储范围（目标范围）。其它操作系统活动不能中断该复制操作。

SFC 81 "UBLKMOV"允许复制下列存储区：

- 位存储器
- DB内容
- 过程输入映像
- 过程输出映像

可复制的最大数据量为512字节。注意指令列表中列出的CPU特定限制。

9.1 通讯块和功能的一致性

由于复制操作不能中断，因此使用SFC 81“UBLKMOV”时，CPU的报警响应时间可能增加。

源区域和目标区域不得重叠。

如果指定的目标区域大于源区域，则该函数仅将源区域中所含的全部数据复制到目标区域。

如果指定的目标区域小于源区域，则该功能复制的数据量最多只能为可写入目标区域中的数据量。

有关 SFC 81 的信息，请参见相应的在线帮助和《系统功能和标准功能》手册。

9.1 通讯块和功能的一致性

在 S7-400H

上，不在周期控制点处理通信作业，而是在程序循环期间的固定时间片内处理通信作业。

在系统中始终一致地处理字节、字和双字数据格式，即不能中断 1 个字节、1 个字 (= 2 个字节) 或 1 个双字 (= 4 个字节) 的传送或处理。

如果用户程序调用只能成对使用且访问共享数据的通信块（例如，SFB 12“BSEND”和 SFB 13“BRCV”），则用户可以通过“DONE”等参数来协调对共享数据区的访问。

因此，可以在用户程序中确保使用这些通信块本地传输数据的一致性。

相反，S7通信功能不要求在目标设备的用户程序中使用SFB 14“GET”和SFB 15“PUT”等块。这时，必须在编程阶段考量到一致性数据的量。

访问 CPU 的工作存储器

操作系统的通信功能以固定块长度访问 CPU 的工作存储器。S7-400H CPU 的块长度可变（最多 472 字节）。

这样可确保中断响应时间不会因通信负载而延长。

由于该访问与用户程序异步执行，因此不能传送无限字节数的一致性数据。

下面介绍了确保数据一致性所应遵循的规则。

9.2 SFB 14“GET”或读变量和SFB 15“PUT”或写变量的一致性规则

SFB 14

如果遵守下列要点，则可以一致性地接收数据：

在激活一个新请求之前，判断接收区RD_i的整个当前使用部分。

SFB 15

启动发送操作时(REQ的上升沿)，从用户程序复制要从发送区SD_i发送的数据。可以在执行块调用命令将新数据写入这些区域，这不会破坏当前发送数据。

说明

传送完成

在状态参数DONE的值变为1后，发送操作才完成。

9.3 DP 标准从站/IO 设备的一致性读写数据

使用SFC 14 "DPRD_DAT"从DP标准从站一致地读取数据

使用 FC14“DPRD_DAT”（读取 DP 标准从站的一致性数据），您可一致地读取 IO 设备 DP 标准从站的数据。

如果数据传输期间未出错，则读取的数据会进入RECORD定义的目标区域。

目标区域的长度必须与通过STEP 7为所选模块组态的区域长度相同。

调用SFC 14只能访问组态的起始地址的一个模块/DP ID 的数据。

有关 SFC 14 的信息，请参见相应的在线帮助和《系统功能和标准功能》手册。

说明

在激活一个新作业之前，判断接收区 RD_i 的整个当前使用部分。

使用SFC 15 "DPWR_DAT"将数据一致性地写入DP标准从站

使用 SFC 15“DPWR_DAT”（将一致性数据写入 DP 标准从站），将 RECORD 中的数据一致性地传送到已寻址的 DP 标准从站或 IO 设备。

源区域的长度必须与通过STEP 7为所选模块组态的区域长度相同。

有关 SFC 15 的信息，请参见相应的在线帮助和《系统功能和标准功能》手册。

说明

启动发送操作后（REQ 的正沿），从用户程序复制要从发送区 SD_i 发送的数据。可以在执行块调用命令将新数据写入这些区域，这不会破坏当前发送数据。

传送到 DP 从站的一致性用户数据的上限

PROFIBUS DP 标准规定了传输到 DP 从站的一致性用户数据的上限。因此，在块中最多可将 64 个字 (128 个字节) 的用户数据一致地传送到 DP 标准从站。

可以在组态中定义一致性数据的长度。

在特殊标识格式 (SIF) 中，可以将一致性数据的最大长度定义为 64 个字 (128 个字节)；128 个字节用于输入，128 个字节用于输出。长度不能更大。

这一上限只适用于纯用户数据。

诊断和参数数据共同组合成完整数据记录，因此始终一致性地传送。

在通用标识格式 (GIF) 中，可以将一致性数据的最大长度定义为 16 个字 (32 个字节)；32 个字节用于输入，32 个字节用于输出。长度不能更大。

此时请注意，作为 DP 从站运行的 CPU

41x 通常必须支持其在外部主站上通过通用标识格式的组态 (通过 GSD 文件实现)。

因此，作为 DP 从站运行的 CPU 41x 的传送存储器 (用于 PROFIBUS DP) 支持的最大长度仅为 16 个字 (32 个字节)。

说明

PROFIBUS DP 标准定义了一致性用户数据传输的上限。典型的 DP 标准从站符合此上限规定。老款 CPU (1999 年之前) 在传送一致性用户数据方面具有 CPU 特定的限制。技术规范关键字“DP 主站 - 每个 DP 从站的用户数据”中规定了此 CPU 可一致从 DP 标准从站来回读写的最大数据长度。借助此值，较新的 CPU 可超过 DP 标准从站提供或接收的数据长度。

传送到 IO 设备的一致性用户数据的长度上限

可以传送到 IO 设备的一致性用户数据的长度限制为 1025 个字节 (= 1024 个字节的用户数据 + 1 个字节的次值)。无论是否能将多于 1024 个字节传送到 IO 设备，一致数据的传输都被限制为 1024 个字节。

在 PN-IO 模式下运行时，通过 CP 443-1 传送的数据的长度限制为 240 字节。

不使用 SFC 14 或 SFC 15 进行一致性数据访问

不使用 SFC 14 或 SFC 15 也可访问长度大于 4 个字节的一致性数据。要一致传送的 DP 从站或 IO 设备的数据区传送到过程映像分区。因此，该区域中的数据始终具有一致性。然后可以使用装载/传送命令(例如，L EW 1)访问过程映像分区。这是访问一致性数据极为方便和有效（低运行时负载）的方法。因此，可以高效集成和参数化驱动器或其它 DP 从站。

直接访问一致性组态的数据区

(例如，L PEW或T PAW)不会导致I/O区域访问错误。

将SFC14/15解决方案转换为过程映像解决方案时，重点要注意以下事项：

- 与使用过程映像方法一样，SFC 50“RD_LGADR”通过SFC 14/15方法输出另一个地址区。
- PROFIBUS DP（通过内部接口）：
从 SFC14/15 方法向过程映像方法转换时，不建议同时使用系统功能和过程映像。虽然通过系统功能 SFC15 写入数据时会更新过程映像，但读取时并不会这样。换句话说，这样无法保证过程映像值与系统功能SFC14数值之间的一致性。
- PROFIBUS DP（通过 CP 443-5 ext）：
如果使用 CP 443-5 ext，同时使用系统功能和过程映像将导致下列错误：
阻止对过程映像进行读/写访问，且/或SFC 14/15不能再执行任何读/写访问操作。

说明

强制变量

不允许强制位于 DP 从站或 IO 设备的 I/O 或过程映像范围以及属于一致性范围的变量。即使是强制作业，用户程序也会覆盖这些变量。

示例:

下面的过程映像分区 3“PIP 3”的示例显示了 HW Config 中的可能组态。要求：过程映像先前已通过 SFC 26/27 调用更新，或者过程映像的更新已链接到 OB。

- PIP 3(输出): 这50个字节一致性地存储在过程映像分区3中(下拉列表框“一致性包含 - > 总长度”(Consistent over > Total length)，因此可通过标准“装载输入xy”(Load input xy)命令来读取。
- 在“输入”(Input)下的下拉列表框中选择“过程映像 -> ---”(Process image -> ---)意味着：不在过程映像中进行存储。必须使用系统功能SFC14/15。

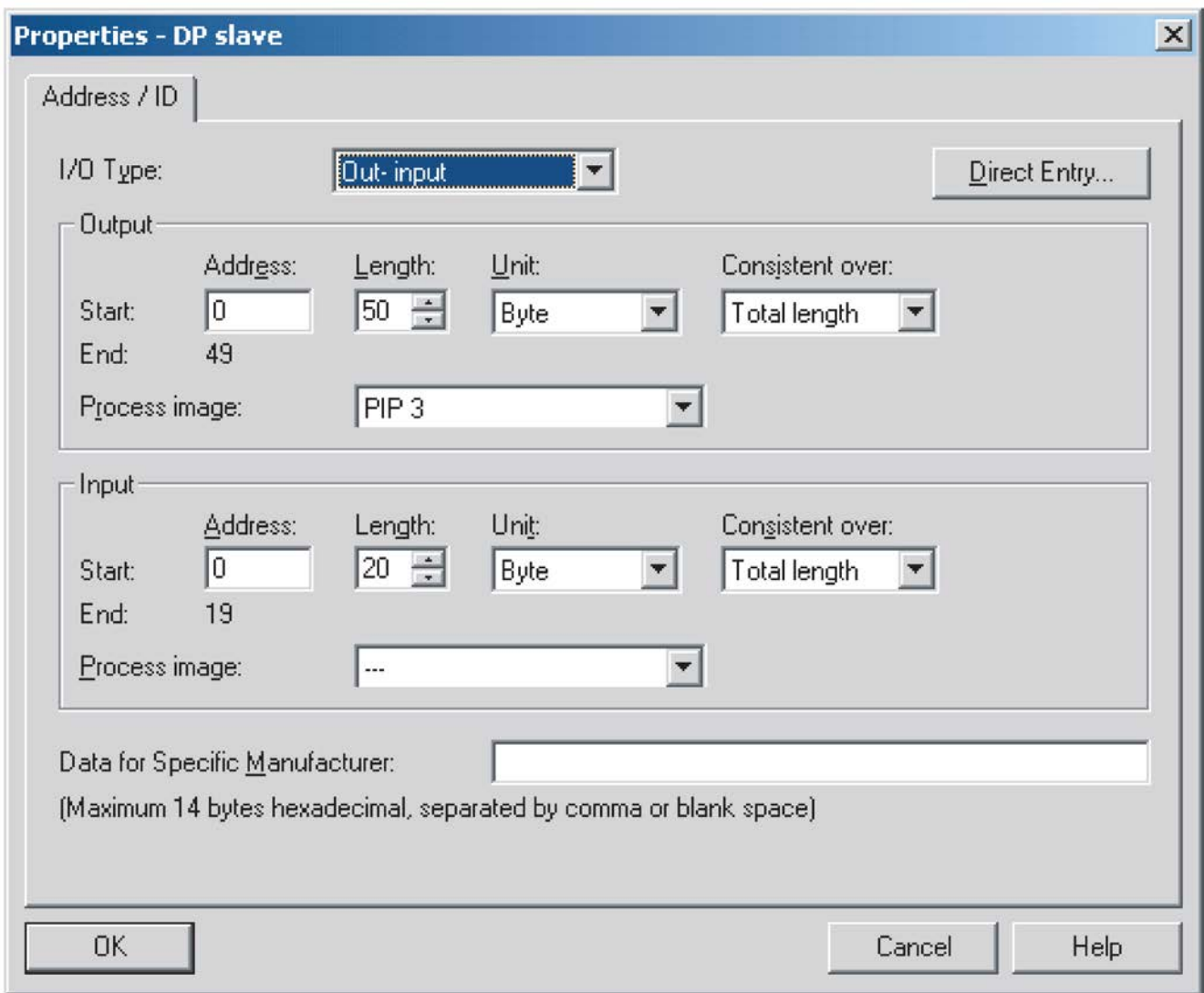


图 9-1 属性 - DP从站

存储器原理

10.1 S7-400H CPU 存储器概述

存储区的组织结构

S7-400H CPU 存储器可分为以下区域：

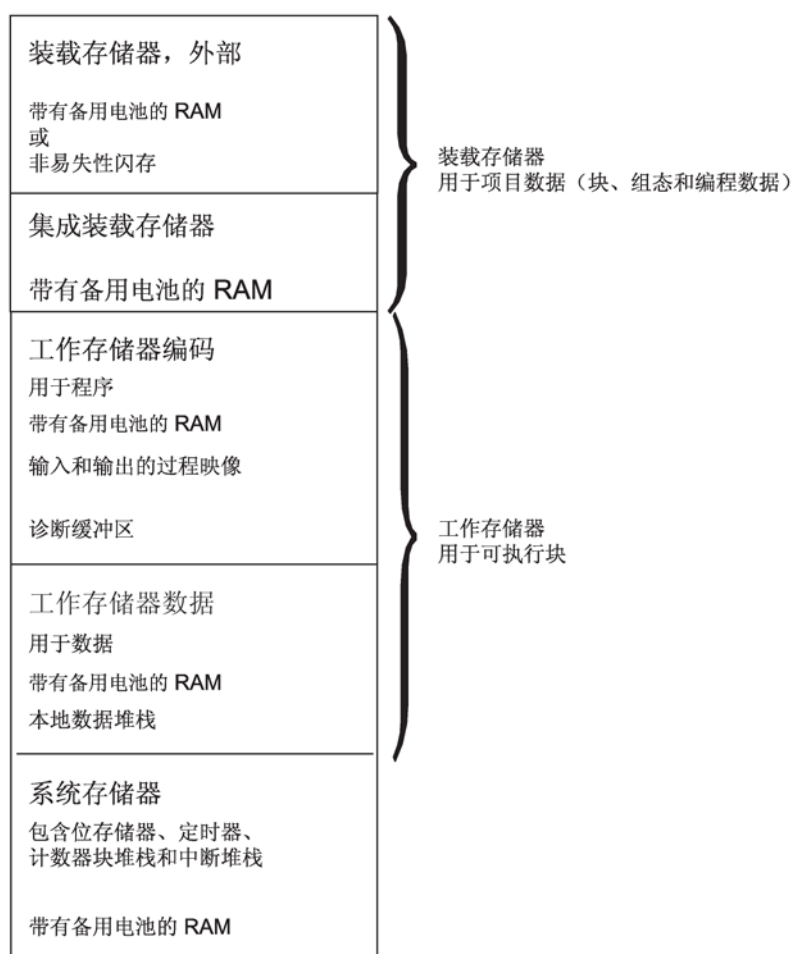


图 10-1 S7-400H CPU 的存储区

S7-400H CPU 的存储器类型

- 项目数据的装载存储器，例如块、组态和参数设置。
- 用于运行时相关块(逻辑块和数据块)的工作存储器。

- 系统存储器 (RAM) 包含一些存储单元（如位存储器、定时器和计数器），每个 CPU 都提供了这样的存储单元用于用户程序。系统存储器还包含块堆栈和中断堆栈。
- CPU

的系统存储器还提供临时储存区（本地数据栈、诊断缓冲区和通信资源），临时存储器分配给程序用来存储被调用块的临时数据。仅当块激活时此数据才有效。

通过更改过程映像、本地数据、诊断缓冲区和通信资源的默认值（在 HW Config 中查看 CPU 的对象属性），可以影响用于运行时相关块的工作存储器。

说明

如果要扩展CPU的过程映像，请注意以下事项。

重新组态其地址必须大于过程映像最高地址的模块，以便新的地址仍大于扩展过程映像的最高地址。

针对 RAM 的分配进行参数设置后，CPU 的重要说明已更改

如果通过修改参数来更改工作存储器分配，则在向CPU装载系统数据时可识别此工作存储器。结果是，由 SFC 生成的数据块将被删除，而剩余的数据块将使用来自装载存储器的数值进行初始化。

如果修改了下列参数，则会调整下载系统数据过程中用于存储逻辑块或数据块的工作存储器大小。

- 过程映像大小(基于字节；在“循环/时钟存储器”标签中)
- 通信资源(在“存储器”(Memory) 选项卡中)
- 诊断缓冲区大小（“诊断/时钟”标签）
- 所有优先级的本地数据编号(“存储器”标签)

计算所需工作存储器的依据

要确保不超过CPU上工作存储器的可用空间，在分配参数时必须考虑以下内存空间要求：

表格 10-1 所需内存空间

参数	所需工作存储器空间	在代码/数据存储器中
过程映像的大小(输入)	输入过程映像中每个字节需要 20 个字节	代码存储器
过程映像的大小(输出)	输入过程映像中每个字节需要 20 个字节	代码存储器

参数	所需工作存储器空间	在代码/数据存储器中
通信资源(通信作业)	每个通信作业72个字节	代码存储器
诊断缓冲区的大小	诊断缓冲区中每个条目需要 32 个字节	代码存储器
本地数据量	1 字节，每 1 字节本地数据	数据存储器

灵活的存储空间

- 工作存储器：
工作存储器的容量通过从各种档次的CPU中选择适当的CPU来决定。
- 装载存储器：
集成的装载存储器对于中小型程序来说已足够。
插入RAM存储卡可增加装载存储器的容量，以用于更大型的程序。
还可使用闪存卡确保在发生电源故障(即使没有备用电池)时可以保持程序。闪存卡（8 MB 或更多）也适用于发送和执行操作系统更新。

备用

- 备用电池为集成和外部装载存储器、工作存储器的数据部分以及代码部分提供备用电源。

S7400H的系统状态和运行状态

本章简要介绍S7-400H容错系统。

您将了解在描述容错系统工作原理时所使用的基本术语。

之后，您将看到有关容错系统状态的信息。这些信息取决于不同容错CPU的运行状态(在下一部分中介绍)。

描述这些运行状态时，这里会侧重介绍与标准CPU不同的特性。有关CPU在相应工作模式下的标准行为的信息，请参见《使用STEP 7编程》手册。

最后一部分详细介绍容错CPU与众不同的时间响应。

11.1 简介

S7-400H由通过光纤电缆同步的两个冗余组态子系统组成。

这两个子系统构成了一个容错自动化系统，该容错自动化系统基于“主动冗余”原理使用双通道(2选1)结构进行操作。

主动冗余的含义是什么？

主动冗余是指所有冗余资源连续工作，同时参与控制任务的执行。

对于S7400H，这意味着两个CPU中的用户程序完全相同并由CPU同步执行。

约定

为区别这两个子系统，在本描述中，对双通道冗余系统采用“主站”和“备用站”的传统表示法。备用站始终与主站同步处理事件，在进行此操作前不会明确等待任何错误。

区分主CPU和备用CPU对确保可再现错误响应非常重要。

例如，当冗余链接故障时，备用CPU进入STOP模式，而主CPU仍保持RUN模式。

主站/备用站分配

首次接通S7-

400H的电源时，首先启动的CPU进入主站模式，而伙伴CPU进入备用站模式。

当两个CPU同时上电时，将保持预设的主站/备用站分配。

在下列情况下，主站/备用站分配将发生更改：

1. 备用CPU在主CPU之前启动(时间间隔至少3秒)
2. 在冗余系统模式下，主CPU发生故障或进入STOP模式
3. 在ERROR-SEARCH模式下并未发现错误(另请参见ERROR-SEARCH模式(页 136)部分)
4. 使用 SFC 90“H_CTRL”编程的主站备用站切换

同步子系统

主CPU与备用CPU通过光纤电缆链接。两个CPU通过此连接保持事件同步程序执行。



图 11-1 同步子系统

同步操作由操作系统自动执行，不会影响用户程序。用户程序的创建方法与标准S7-400 CPU相同。

事件驱动的同步方法

S7-400H采用了Siemens专利的“事件驱动式同步”方法。

这种方法已在实践中得到了检验，并已应用于S5-115H和S5-155H控制器。

事件驱动同步是指当发生可能导致子系统内部状态不同的事件时主站和备用站始终会同步数据。

在下列情况下，同步主CPU和备用CPU：

- 直接访问I/O
- 发生中断
- 更新用户定时器(例如，S7定时器)
- 通信功能修改了数据

CPU冗余丢失时不间断的无扰动运行

事件驱动同步方法可确保主CPU发生故障时由备用CPU实现不间断的无扰动运行。

自检

故障和错误必须尽快地检测、定位并报告。因此，S7-400H中集成了大量完全在后台自动运行的自检功能。

它们会测试下列组件和功能：

- 中央机架的连接
- 处理器
- CPU的内部存储器
- I/O总线

如果自检过程检测到错误，容错系统会尝试将其排除或抑制其影响。

有关自检的详细信息，请参见自检 (页 137)部分。

11.2 S7-400H 的系统状态

11.2.1 S7400H的系统状态

S7-400H的系统状态由两个CPU的运行状态决定。

“系统状态”一词是两个CPU当前运行状态的简化说法。

实例：我们不说“主CPU处于RUN模式，备用CPU处于LINK-UP模式”，而是说“S7-400H系统处于链接模式”。

系统状态总览

下表概述了S7-400H系统的可能状态。

表格 11-1 S7400H系统状态的总览

S7400H的系统状态	两个CPU的运行状态	
	主站	预留
停止	STOP	STOP、断电、DEFECTIVE
启动	STARTUP	STOP、断电、DEFECTIVE、无同步
单模式	RUN	STOP、ERROR-SEARCH、断电、DERECTIVE、无同步
链接	RUN	STARTUP、LINK-UP
更新	RUN	UPDATE
冗余	RUN	RUN
暂停	HOLD	STOP、ERROR-SEARCH、断电、DERECTIVE、无同步

11.2.2 显示和更改容错系统的系统状态

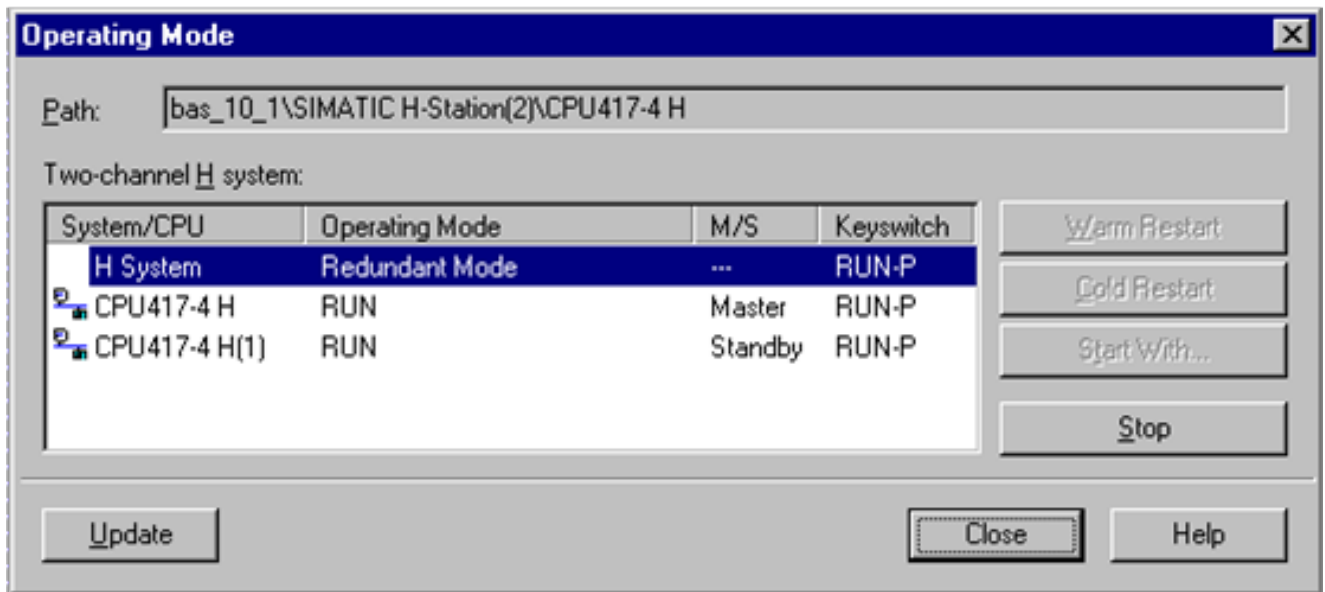
步骤:

1. 在 SIMATIC Manager 中，选择一个已有 MPI 连接的 CPU。
2. 选择“PLC > 工作模式”(PLC > Operating mode) 菜单命令。

结果:

“工作模式”(Operating mode) 对话框显示容错系统的当前系统状态、各 CPU 的工作状态以及模块上模式开关的当前位置。

执行菜单命令时在 SIMATIC Manager 中选择的 CPU 是显示在表中的第一个 CPU。



更改系统状态:

系统状态更改选项取决于容错系统的当前系统状态。

11.2.3 从 STOP 系统状态开始更改系统状态

要求

已在 SIMATIC Manager 中选择两个 CPU 之一并已使用“PLC > 工作状态”(PLC > Operating state) 菜单命令打开“工作模式”(Operating mode) 对话框。

改为冗余系统模式（启动容错系统）

1. 在表中选择容错系统。
2. 选择“重新启动”(Restart) 按钮（暖启动）。

结果:

表中第一个显示的 CPU 作为主站 CPU 启动。随后，第二个 CPU 启动并在链接和更新操作后变为备用站 CPU。

11.2 S7-400H 的系统状态

改为独立模式（仅启动一个 CPU）

1. 在表中选择要启动的 CPU。
2. 选择“重新启动 (暖启动)”(*Restart (warm restart)*) 按钮。

11.2.4 从独立模式系统状态开始更改系统状态

要求:

- 已在 SIMATIC Manager 中使用“PLC > 工作状态”(PLC > Operating state) 菜单命令打开“工作状态”(Operating state) 对话框。
- 备用站 CPU 未处于 ERROR-SEARCH 工作状态。

改为冗余系统状态（启动备用站 CPU）

1. 在表中选择处于 STOP 状态的 CPU，或容错系统。
2. 选择“重新启动”(Restart) 按钮（暖启动）。

改为 STOP 系统状态（停止正在运行的 CPU）

1. 在表中选择处于 RUN 状态的 CPU，或容错系统。
2. 选择“停止”(Stop) 按钮。

11.2.5 从冗余系统状态开始更改系统状态

要求:

已在 SIMATIC Manager 中使用“PLC > 工作状态”(PLC > Operating state) 菜单命令打开“工作状态”(Operating state) 对话框。

改为 STOP 系统状态（停止容错系统）

1. 在表中选择容错系统。
2. 选择“停止”(Stop) 按钮。

改为独立模式（停止一个 CPU）

1. 在表中选择要停止的 CPU。
2. 选择“停止”(Stop) 按钮。

结果:

所选 CPU 进入 STOP 状态，而其它 CPU 仍保持 RUN 状态；容错系统继续在独立模式下运行。

11.2.6 容错系统的系统诊断






诊断硬件功能标识整个容错系统的状态。

步骤:

1. 在 SIMATIC Manager 中选择容错站。
2. 选择“PLC > 诊断硬件”(PLC > Diagnose hardware) 菜单命令。
3. 在“选择 CPU”(Select CPU) 对话框中，选择 CPU 并按“确定”(OK) 进行确认。

结果:

根据“诊断硬件”(Diagnose hardware) 对话框中所选 CPU 的显示情况，可识别所选 CPU 的工作状态：

CPU 图标	相应 CPU 的工作状态
	主站 CPU 处于 RUN 状态
	备用站 CPU 处于 RUN 状态
	主站 CPU 处于 STOP 状态
	备用站 CPU 处于 STOP 状态
	主站 CPU 处于 STARTUP 状态

CPU 图标	相应 CPU 的工作状态
	备用站 CPU 处于 LINK-IN 或 UPDATE 状态
	备用站 CPU 处于 ERROR-SEARCH 工作状态
	主站 CPU 或由其进行参数化的模块出现故障。
	备用站 CPU 或由其进行参数化的模块出现故障。
	主站 CPU 需要维护
	备用站 CPU 需要维护
	主站 CPU 的维护请求
	备用站 CPU 的维护请求

说明

在线视图不自动更新视图。使用 F5 功能键查看当前工作模式。

11.3 CPU的运行状态

运行状态描述了CPU在任何给定时间点的行为。

了解CPU运行状态有助于对启动、测试和错误诊断进行编程。

从上电到冗余系统状态的工作状态

一般说来，两个 CPU 有着相同的权限，这样任何一个 CPU 都可以作为主站 CPU 或备用站 CPU。为便于清晰阐述，示意图中假设主站 CPU (CPU 0) 在备用站 CPU (CPU 1) 通电之前启动。

下图显示了两个 CPU 从上电到冗余系统状态的工作状态。HOLD HOLD模式 (页 135)和 ERROR-SEARCH ERROR-SEARCH模式 (页 136)状态为特殊功能，下图中未显示。

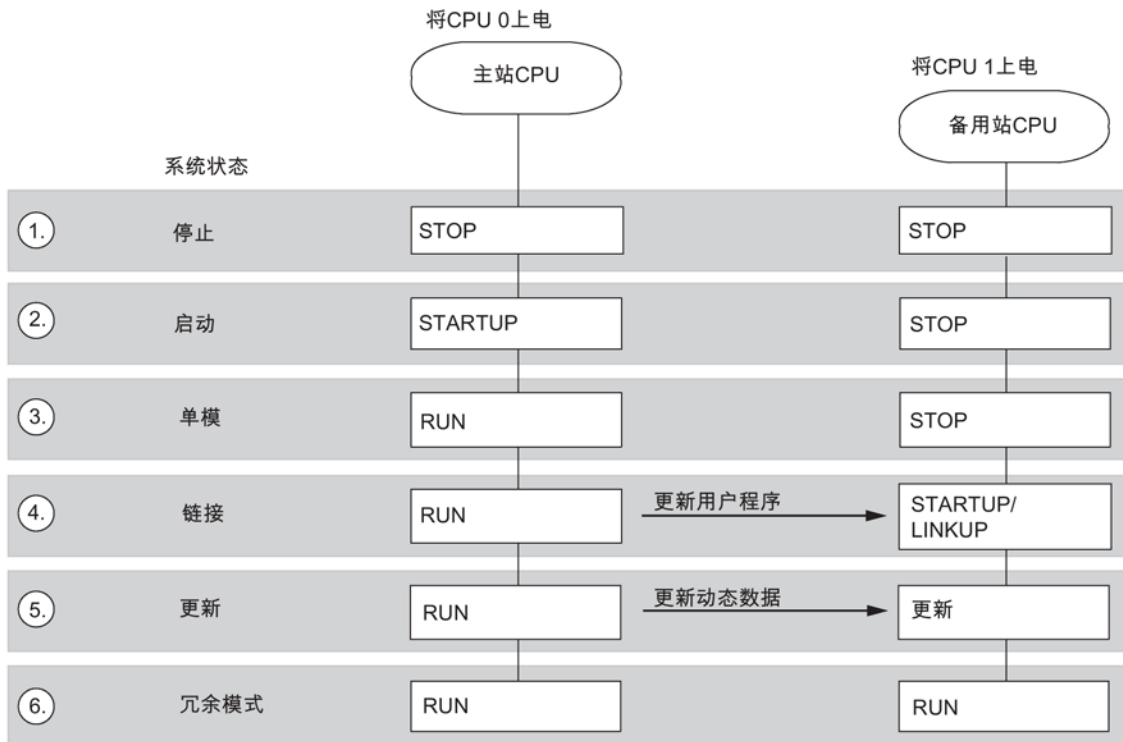


图 11-2 容错系统的系统状态和运行状态

图解说明

要点	描述
1.	接通电源后，两个 CPU（CPU 0 和 CPU 1）都处于 STOP 状态。
2.	CPU 0 切换到 STARTUP 状态，并根据启动模式执行 OB 100 或 OB 102；另请参见 STARTUP模式 (页 132)部分。
3.	如果启动成功，主站 CPU (CPU 0) 将切换到独立模式。主CPU单独执行用户程序。 在转变到 LINK-UP 系统状态时，无法通过“监视”(Monitor) 选项打开任何块，且没有处于激活状态的变量表。
4.	如果备用站 CPU (CPU 1) 请求 LINK-UP，主站 CPU 和备用站 CPU 会比较它们的用户程序。如果用户程序之间存在差别，主站 CPU 会更新备用站 CPU 的用户程序，另请参见 LINK-UP和UPDATE模式 (页 134)部分。

要点	描述
5.	链接成功后，即开始更新，请参见更新顺序 (页 149)部分。主站 CPU 会更新备用站 CPU 的动态数据。动态数据包括输入、输出、定时器、计数器、位存储器和数据块。 更新后，两个 CPU 的存储器将具有相同的内容；另请参见 LINK-UP和UPDATE模式 (页 134)部分。
6.	更新后，主站 CPU 和备用站 CPU 都将处于 RUN 模式。两个 CPU 以同步模式处理用户程序。 例外情况：因组态/程序修改而进行主站/备用站切换。 仅当 CPU 的版本和固件版本相同时，才支持冗余系统状态。

11.3.1 STOP模式

除下面的补充说明外，处于 STOP 状态的 S7-400H CPU 的行为与标准 S7-400 CPU 的行为一致。

在两个 CPU 都处于 STOP 状态时，如果将某个组态下载到其中一个 CPU，应遵循以下几点：

- 首先启动下载了组态的CPU，以便将其设置为主站模式。
- 通过在编程设备上启动系统启动请求，首先启动存在活动连接的 CPU，而不管其处于主站还是备用站状态。

说明

系统启动可能会触发主站备用站的切换。

容错 CPU 只能在装载组态的情况下退出 STOP 状态。

存储器复位

存储器复位功能只影响所选的CPU。要将两个CPU复位，必须依次进行。

11.3.2 STARTUP模式

除下面的补充说明外，处于STARTUP模式的S7-400H CPU的行为与标准S7-400 CPU的行为一致。

启动模式

容错CPU区分冷启动和暖启动。

容错CPU不支持暖启动。

主CPU的启动过程

S7-400H的启动系统模式始终由主CPU处理。

在STARTUP期间，主CPU将现有I/O组态与在STEP 7中创建的硬件配置进行比较。如果发现任何差异，主CPU将按标准S7-400 CPU的方式做出响应。

主CPU检查并参数化以下I/O：

- 双向 I/O 设备
- 其上所分配的单向 I/O 设备

启动备用站 CPU

备用站 CPU 启动例程不调用 OB 100 或 OB 102。

备用站 CPU 检查并参数化以下 I/O：

- 其上所分配的单向 I/O 设备

启动特性

如果在容错系统启动期间主站 CPU 在转换到 RUN 模式后立即返回 STOP 模式，备用站 CPU 接任主站角色并继续启动。

在有大规模组态、许多 CP 和/或外部 DP

主站的容错系统的缓存上电模式下，可能需要多达 30

秒的时间才能执行请求的重新启动。在此期间，CPU 上的 LED 相继亮起，如下所述：

1. 所有 LED 亮起。
2. STOP LED 闪烁（与存储器复位期间相同）。
3. RUN 和 STOP LED 闪烁约 2 秒
4. RUN LED 短暂闪烁 2 到 3 次
5. STOP LED 亮起约 25 秒
6. RUN LED 重新开始闪烁

11.3 CPU的运行状态

启动即将开始。

附加信息

有关STARTUP模式的详细信息，请参见《使用STEP 7编程》手册。

11.3.3 LINK-UP和UPDATE模式

主CPU在容错系统进入冗余系统模式之前检查并更新备用CPU的存储器内容。该操作在两个连续的阶段中实施：链接和更新。

在链接和更新阶段，主CPU始终处于RUN模式，备用CPU处于LINK-UP或UPDATE模式。

除了为建立冗余系统模式而执行的链接和更新功能外，系统还支持伴随主站/备用站切换的链接和更新。

有关链接和更新的详细信息，请参阅链接和更新 (页 141)部分。

11.3.4 RUN模式

除下面的补充说明外，处于RUN模式的S7-400H CPU的行为与标准S7-400 CPU的行为一致。

在以下系统状态下，至少有一个CPU执行用户程序：

- 单模式
- 链接、更新
- 冗余

单模式、链接、更新

在独立模式、链接和更新等系统状态下，主站 CPU 处于 RUN 模式，并以独立模式执行用户程序。

冗余系统模式

在冗余系统模式下运行时，主站 CPU 和备用站 CPU 始终处于 RUN 模式。两个CPU同步执行用户程序，并互相执行检查。

在冗余系统模式下，不能使用断点测试用户程序。

仅当 CPU 的版本和固件版本相同时，才支持冗余系统状态。
当发生下表所列的错误之一时，冗余将丢失。

表格 11-2 导致冗余丢失的错误原因

错误原因	响应
一个CPU出现故障	CPU的故障及更换 (页 263)
冗余链接出现故障(同步模块或光缆)	同步模块或光纤电缆的故障及更换 (页 269)
RAM比较错误	ERROR-SEARCH模式 (页 136)

模块的冗余使用

下列规则适用于冗余系统模式：

在冗余模式下互连的模块(如DP从站接口模块IM 153-2)必须是一对相同的模块，也就是说，两个冗余链接的模块具有相同的订货号和产品版本或固件版本。

11.3.5 HOLD模式

除下面的补充说明外，处于HOLD模式的S7-400H CPU的行为与标准S7-400 CPU的行为一致。

HOLD模式具有特殊的作用，它只能用于测试目的。

何时可切换到HOLD模式？

只有在STARUP期间和单模式RUN状态下才能向HOLD状态过渡。

属性

- 当容错CPU处于HOLD模式时，不能进行链接和更新操作；备用CPU保持STOP模式并输出一条诊断消息。
- 当容错系统处于冗余系统模式时，不能设置断点。

11.3.6 ERROR-SEARCH模式

只能从冗余系统模式进入 ERROR-SEARCH 模式。
故障排除期间，将退出冗余系统状态，另一个 CPU
会成为主站，必要时还会继续以独立工作模式运行。

说明

如果故障诊断期间主站 CPU 的状态变为 STOP，则会在备用站 CPU 上继续故障诊断。
但完成故障排除后，备用站 CPU 不会再次启动。

下列事件将触发ERROR-SEARCH模式：

1. 如果在冗余模式下单向调用OB 121(仅在一个CPU中)，CPU会认为出现硬件故障并进入ERROR-SEARCH模式。伙伴 CPU 将根据需要采用主站模式并在独立模式下继续运行。
2. 如果在冗余模式下仅一个CPU发生校验和错误，则该CPU将进入ERROR-SEARCH模式。伙伴 CPU 将根据需要采用主站模式并在独立模式下继续运行。
3. 如果在冗余模式下检测到 RAM/POI 比较错误，则备用站 CPU 将进入 ERROR-SEARCH 模式（默认响应），主站 CPU 继续在独立模式下运行。
可以在组态中修改对 RAM/POI 比较错误的响应（例如，备用站 CPU 进入 STOP 模式）。
4. 如果在冗余模式下一个 CPU 发生多位错误，则该 CPU 将进入 ERROR-SEARCH 模式。伙伴 CPU 将根据需要采用主站模式并在独立模式下继续运行。
但：如果冗余工作模式下的某个 CPU 在 6 个月内发生 2 次或多次单位错误，则将调用 OB 84。该CPU不切换到ERROR-SEARCH模式。
5. 如果冗余模式期间丢失同步，备用站 CPU 将切换到 ERROR-SEARCH 模式。另一个 CPU 仍为主站并继续以独立模式运行。

ERROR-SEARCH 模式的用途是查找故障 CPU。备用站 CPU 执行完整自检，而主站 CPU 则保持 RUN 模式。如果检测到硬件故障，CPU 将切换到 DEFECTIVE 状态。如果未检测到任何错误，CPU 会重新链接。容错系统返回冗余系统状态。随后将发生自动主站备用站切换。这样能确保当在 ERROR-SEARCH 模式下检测到下一个错误时，可以测试原主CPU的硬件。

对于使用闪存卡扩展的 CPU 内存，有下列几点特别之处：如果 CPU 退出 ERROR-SEARCH 工作状态，并且无法与主站 CPU 建立连接（例如两条同步线路都中断时），会设置常规的复位请求。这会阻止备用 CPU 使用闪存卡的组态作为第二个主站 CPU 启动。

CPU 处于 ERROR-SEARCH 工作状态时无法进行通信，例如从编程设备访问。ERROR-SEARCH 工作状态由 RUN 和 STOP LED 指示，请参见“状态和错误显示 (页 55)”一章。

有关自检的详细信息，请参见“自检 (页 137)”一章

11.4 自检

运行自检

在无备用电压情况下上电后(例如，首次插入CPU后上电，或在无备用电池情况下上电)以及在ERROR-SEARCH模式下，CPU将执行完整的自检程序。

自检过程大约需要 10 分钟。

使用的装载存储器(例如，插入的RAM存储卡的大小)越大，自检过程的时间越长。

如果容错系统的CPU请求存储器复位，然后在有备用电源的情况下关闭，则即使该CPU被备份，其也会执行自检。例如，取出存储卡时将请求存储器复位。

在RUN模式下，操作系统将自检例程分成几个小程序段(“测试片”)，分在多个连续的周期中处理。周期性自检在特定的时间内执行单个完整测试。

可以在组态中修改90分钟的缺省时间值。

自检期间对错误的响应

如果自检返回一个错误，会发生下列响应：

表格 11-3 自检期间对错误的响应

错误类型	系统响应
不单向调用OB 121时的硬件故障	故障CPU进入DEFECTIVE状态。 容错系统切换到独立模式。 将错误原因写入诊断缓冲区。
单向调用OB 121硬件故障	具有单向OB 121的CPU进入ERROR-SEARCH模式。 容错系统切换到独立模式(参见下文)。
RAM/POI比较错误	将错误原因写入诊断缓冲区。 CPU进入组态的系统状态或运行状态(参见下文)。
校验和错误	响应取决于错误情况(请参见下文)。
多位错误	故障CPU进入ERROR-SEARCH模式。

单向调用OB 121硬件故障

如果在上次无备份电压上电之后首次调用单向OB 121时发生硬件故障，故障CPU将进入ERROR-SEARCH模式。容错系统切换到独立模式。将错误原因写入诊断缓冲区。

RAM/POI比较错误

如果自检返回RAM/POI比较错误，则容错系统将退出冗余模式，备用站CPU进入ERROR-SEARCH模式（在默认组态中）。将错误原因写入诊断缓冲区。

对再次发生的RAM/POI比较错误的响应取决于错误是发生在故障排除后的第一个自检周期内还是之后。

表格 11-4 对再次发生的比较错误的响应

比较错误再次发生...	响应
在故障诊断后的第一个自检周期内	备用站CPU首先进入ERROR-SEARCH模式，然后进入STOP模式。 容错系统切换到独立模式。
故障诊断后的两个或多个自检周期后	备用站CPU进入ERROR-SEARCH模式。 容错系统切换到独立模式。

校验和错误

如果在上一次无备份上电后发生检验和错误，系统会有如下响应：

表格 11-5 对校验和错误的响应

检测时间	系统响应
在上电后的启动测试期间	故障CPU进入DEFECTIVE状态。 容错系统切换到独立模式。
在周期性自检期间 (STOP或独立模式)	错误被更正。CPU保持STOP模式或独立模式。
在周期性自检期间 (冗余系统模式)	错误被更正。故障CPU进入ERROR-SEARCH模式。 容错系统切换到独立模式。

检测时间	系统响应
在 ERROR-SEARCH模式下	故障CPU进入DEFECTIVE状态。
单位错误	CPU在检测到并消除错误后调用OB 84。

将错误原因写入诊断缓冲区。

在 F 系统中，在 STOP 或独立模式中首次发生校验和错误时，F 程序会收到自检程序检测到错误的通知。《S7-400F和S7-400FH自动化系统》手册中描述了F程序对错误的响应。

第二次发生单向调用OB 121硬件故障、校验和错误

下表描述了在 CPU 41x-5H 的各种工作模式下，CPU 41x-5H 对单向调用 OB 121 时第二次发生的硬件故障以及校验和错误的响应。

表格 11-6 第二次发生单向调用OB 121硬件故障、校验和错误

错误	处于独立模式的 CPU	处于单模式的CPU	处于冗余模式的CPU
单向调用OB 121硬件故障	执行OB 121	执行OB 121	故障CPU进入ERROR-SEARCH模式。 容错系统切换到独立模式。
校验和错误	如果在两个连续的测试周期(在HW Config中组态测试周期的长度)中发生两个错误，则CPU将进入DEFECTIVE状态。	如果在两个连续的测试周期(在HW Config中组态测试周期的长度)中发生两个错误，则CPU将进入DEFECTIVE状态。	如果在ERROR-SEARCH模式下发生的第二个错误是由第一个错误事件触发的，则CPU将进入DEFECTIVE状态。

如果在两倍测试周期时间过后在单模式/单模式下出现另一个校验和错误，CPU的响应与第一次发生该错误时一样。

如果在故障诊断结束后在冗余模式下出现另一个错误(单向调用OB 121硬件错误、检验和错误)，CPU的响应与第一次发生该错误时一样。

多位错误

如果当容错系统在冗余模式下运行时检测到多位错误，则CPU将切换到ERROR-SEARCH模式。

故障排除操作完成时，CPU可以自动连接并自行更新，然后恢复冗余运行。向ERROR-SEARCH模式过渡期间，在诊断缓冲区中报告错误的地址。

单位错误

CPU在检测到并消除错误后调用OB 84。

干预周期性自检

SFC 90“H_CTRL”允许您干预周期性自检的范围和执行。例如，可以从整体测试中去掉和重新引入多个测试组件。此外，还可以明确调用和处理特定测试组件。

有关SFC 90“H_CTRL”的详细信息，请参考《用于S7-300/400的系统软件，系统和标准功能》手册。

说明

在故障安全系统中，不能先禁止再重新启用周期性自检。有关详细信息，请参见《S7-400F和S7-400FH自动化系统》手册。

11.5 S7-400H系统中硬件中断的评估

在S7-

400H系统中使用硬件中断触发模块时，通过直接访问从硬件中断OB读取的过程值可能与中断时有效的过程值不匹配。此时应评估计算硬件中断OB中的临时变量(启动信息)。

使用过程中断触发模块SM 321-

7BH00时，建议对同一输入的上升沿或下降沿不要采取不同的响应，因为这样做可能需要直接访问I/O。如果要在用户程序中对两个沿跳变采取不同的响应，则将信号分配给来自不同通道组的两个输入，为上升沿参数化一个输入，为下降沿参数化另一个输入。

链接和更新

12.1 链接和更新的影响

链接和更新由两个CPU上的REDF LED指示。在链接期间，这些LED以0.5 Hz的频率闪烁，在更新期间，以2 Hz的频率闪烁。

链接和更新对用户程序执行和通信功能有着多种影响。

表格 12-1 链接和更新功能的属性

过程	链接	更新
用户程序的执行	处理所有的优先级 (OB)。	优先级的处理分程序段延时。 更新后执行所有请求。 要获得详细资料，请参见下面几节。
删除、装载、生成和压缩块	不能删除、装载、创建或压缩块。 当此类动作处于忙碌状态时，将禁止链接和更新操作。	不能删除、装载、创建或压缩块。
通信功能、PG操作的执行	执行通信功能。	功能的执行会分程序段地被限制并延时。 所有延时的功能都在更新之后执行。 要获得详细资料，请参见下面几节。
CPU 自检	不执行	不执行
测试和调试功能，例如“监视与修改变量”，“监视(开/关)”和“强制”	禁止测试和调试功能。 当此类动作处于忙碌状态时，将禁止链接和更新操作。	禁止测试和调试功能。

过程	链接	更新
处理主 CPU 上的连接	保持所有连接；不能进行任何新连接。	保持所有连接；不能进行任何新连接。 中断的连接在更新完成之前不会恢复
处理备用 CPU 上的连接	所有连接都被取消；不能进行任何新连接。	所有连接都已断开。 它们是在链接期间被取消的。

12.2 链接和更新的条件

在编程设备上可使用哪些命令启动链接和更新操作由主CPU和备用CPU上的当前条件决定。下表显示了这些条件与可用于链接和更新操作的编程设备命令之间的关系。

表格 12-2 链接和更新的条件

以PG命令链接和更新:	主CPU和备用CPU装载存储器的大小和类型	主CPU和备用CPU的FW版本	可用同步连接	主站和备用CPU的硬件版本
重启备用站	完全相同	完全相同	2	完全相同
切换到已修改了组态的CPU	RAM和EPROM混合	完全相同	2	完全相同
切换到具有扩展存储器组态的CPU	备用CPU装载存储器的大小大于主CPU存储器的大小	完全相同	2	完全相同
切换到操作系统已修改的CPU	完全相同	不同	2	完全相同
修改了硬件版本的CPU	完全相同	完全相同	2	不同
一个完整的冗余链接中只有一个同步链接可用	完全相同	完全相同	1	完全相同

12.3 链接和更新顺序

链接和更新操作有两种类型：

- 在一个“常规”的链接和更新操作中，容错系统应从独立模式切换到冗余模式。然后，两个CPU将彼此同步处理同一个程序。
- 当 CPU 的链接和更新带有主站/备用站切换时，带已修改组件的第二个 CPU 可控制该过程。硬件配置/存储器组态或操作系统可能已被修改。
要返回到冗余系统模式，必须按顺序执行“常规”链接和更新操作。

如何启动链接和更新操作？

初始状态：

单模式，也就是说，通过光缆连接的容错系统当中，只有一个CPU处于RUN模式。

要建立系统冗余，按如下方式启动链接和更新操作：

- 将备用站 CPU 的模式选择开关从 STOP 切换到 RUN。
- 如果在断电之前，CPU 没有处于 STOP 模式，则给备用站上电（模式选择开关处于 RUN 位置）。
- 由操作员在PG/ES上输入。

带主站/备用站切换的链接和更新操作始终在 PG/ES 上启动。

说明

如果备用站 CPU

上的链接和更新操作被中断（例如由于断电、STOP），则可能引起数据不一致，从而导致 CPU 请求存储器复位。

在备用站上复位存储器后，可以再次运行链接和更新功能。

链接和更新操作的流程图

下图概述了链接和更新的一般顺序。初始状态时，主站在独立模式下运行。
本图中假设CPU 0为主站。

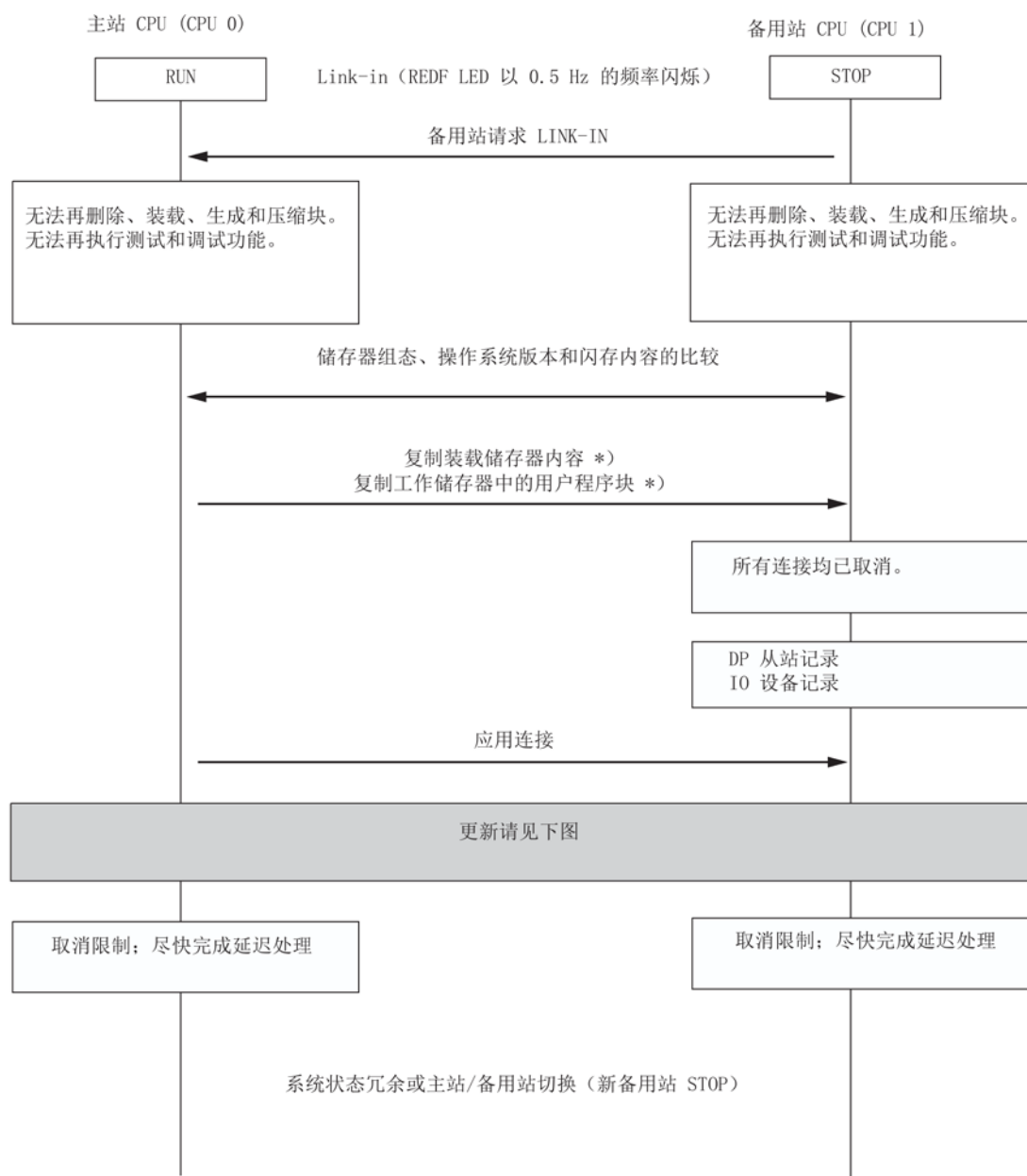


图 12-1 链接和更新的顺序

*)

如果设置了“切换到具有已修改组态的CPU”选项，将不复制装载存储器的内容；切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU

(页 152)部分列出了从主CPU工作存储器的用户程序块(OB、FC、FB、DB、SDB)复制的内容。

12.3 链接和更新顺序

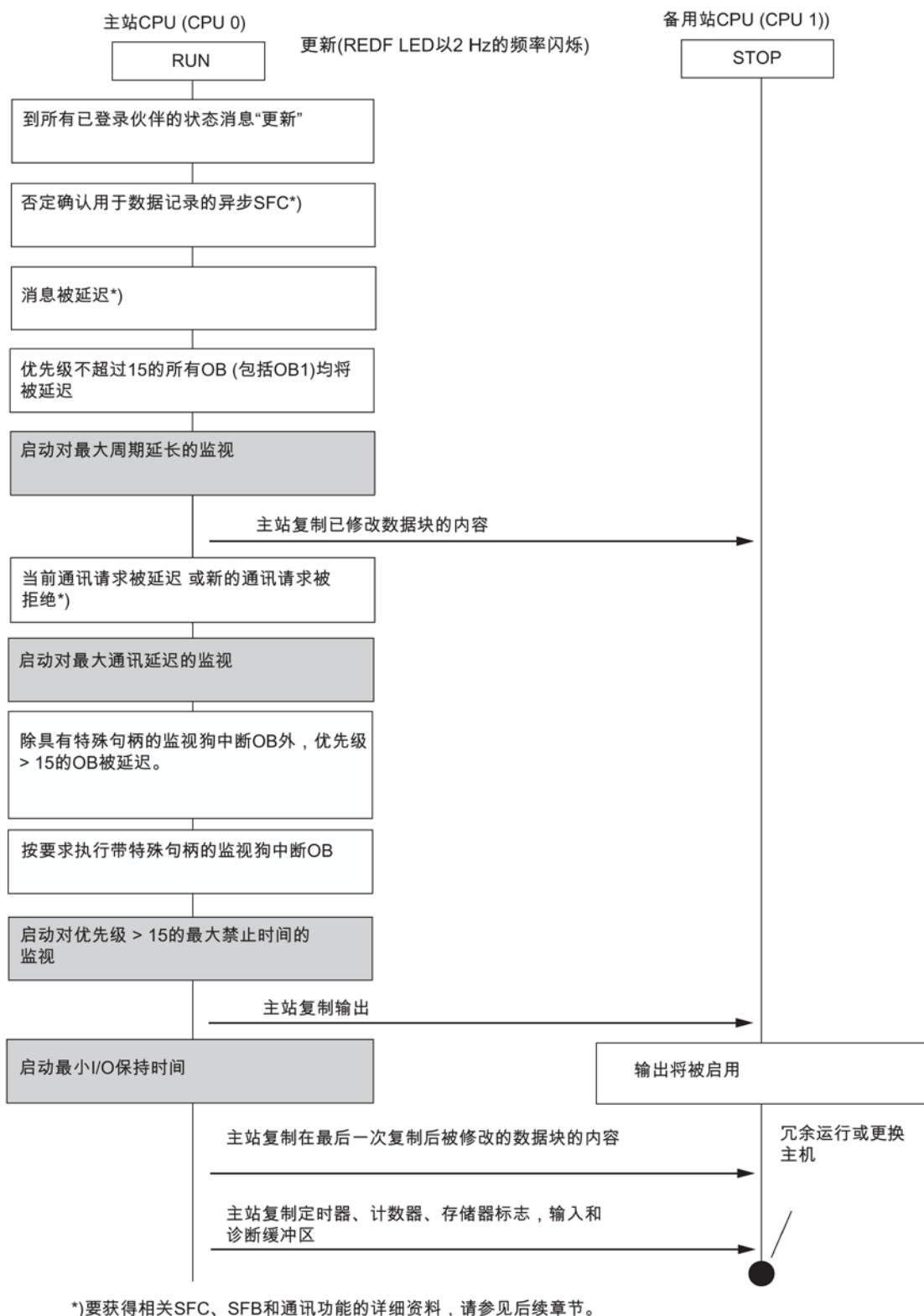


图 12-2 更新顺序

更新期间输入信号的最小持续时间

在更新期间，程序的执行将停止一段时间(下面几节详细说明了此问题)。要确保CPU可以可靠地检测到更新期间输入信号的变化，必须满足下列条件：

最小信号持续时间 $> 2 \times$ I/O 更新时间（仅 DP 和 PNIO）

- + 优先级等级的调用时间间隔
- + 优先级等级的程序执行时间
- + 更新时间
- + 较高等级程序的执行时间

示例：

在大于15的优先级等级(例如，OB 40)中评估的输入信号的最小信号持续时间。

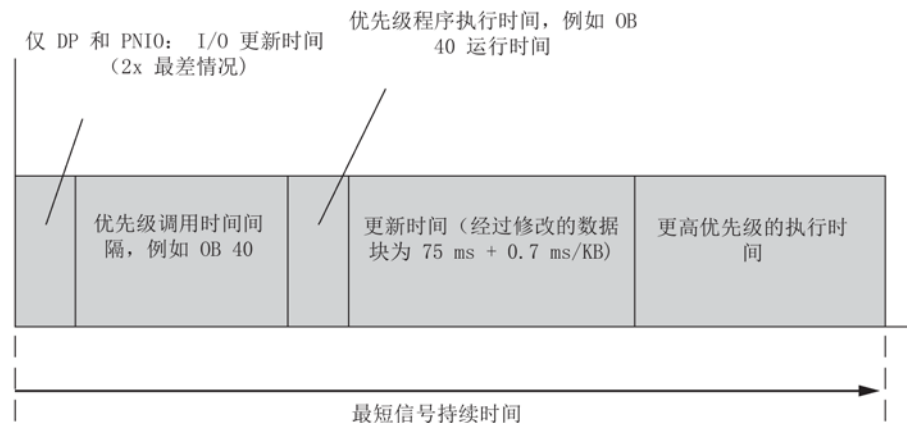


图 12-3 更新期间输入信号最小信号持续时间的示例

12.3.1 链接顺序

对于链接序列，需要确定是否执行主站/备用站切换，或者之后是否可实现冗余系统模式。

。

旨在建立系统冗余的链接

为排除两个子系统的差异，主CPU和备用CPU运行以下比较。

进行以下比较：

1. 存储器组态的一致性
2. 操作系统版本的一致性

3. 装载存储器(闪存卡)内容的一致性

4. 装载存储器(集成RAM和SRAM卡)内容的一致性

如果第1、2或3项不一致，备用CPU将切换到STOP模式，并输出一条错误消息。

如果第4项不一致，则主CPU会将位于RAM的装载存储器中的用户程序复制到备用CPU。

存储在闪存卡的装载存储器中的用户程序不会被传送。

启动链接前必须实现一致。

伴随主站/备用站切换的链接

在STEP 7中，可选择以下选项之一：

- “切换到已修改了组态的CPU”
- “切换到具有扩展存储器组态的CPU”
- “切换到操作系统已修改的CPU”
- “切换到硬件版本已修改的CPU”
- “仅通过一个完整的冗余链接切换到CPU”

切换到已修改了组态的CPU

您可能已修改备用CPU上的下列元素：

- 硬件配置
- 装载存储器的类型(例如，已将RAM卡替换为闪存卡)。
新的装载存储器可能大于或小于原来的装载存储器。

在链接期间，主站不会将任何块传送到备用站。

欲知详细信息，请参见切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU (页 152)部分。

有关上述情况(硬件配置修改或装载存储器类型修改)下所需步骤的信息，请参见操作期间的组件故障及更换 (页 263)部分。

说明

即使未修改备用CPU上的硬件配置或装载存储器类型，仍将执行主站/备用站切换，之前的主CPU切换到STOP模式。

切换到具有扩展存储器组态的CPU

您可能已扩展备用CPU上的装载存储器。

用于存储装载存储器的存储介质（即RAM卡或闪存卡）必须相同。闪存卡的内容必须相同。

在链接期间，主站的用户程序块(OB、FC、FB、DB、SDB)从装载存储器和工作存储器传送到备用站。例外情况：

如果装载存储器模块是闪存卡，则系统只传送来自工作存储器的块。

有关更改存储器类型或扩展装载存储器的信息，请参见改变CPU存储器组态(页 324)部分。

说明

假设您已在备用CPU上实施了不同类型的装载存储器或操作系统，则此CPU不会进入RUN模式，而是返回到STOP模式，并将相应消息写入诊断缓冲区。

假设您尚未扩展备用CPU上的装载存储器，则此CPU不会进入RUN模式，而是返回到STOP模式，并将相应消息写入诊断缓冲区。

系统不执行主站/备用站切换，之前的主CPU保持在RUN模式。

12.3.2 更新顺序

更新期间发生了什么？

更新期间，通信功能和OB需要分程序段执行。

所有动态数据（数据块、定时器、计数器和位存储器的内容）同样会传送到备用站CPU。

更新步骤：

1. 在更新完成之前，将访问 I/O 模块的数据记录的所有异步 SFC 和 SFB（SFC 13、51、52、53、55 到 59，SFB 52 和 53）确认为“否定的”，并返回值 W#16#80C3（SFC 13、55 到 59，SFB 52 和 53）或 W#16#8085 (SFC 51)。返回这些值后，用户程序将重复执行作业。

2. 消息功能会延迟到更新结束(参见下表)。

3. OB 1与优先级等级不超过15的所有OB的执行都将延迟。

对于循环中断，不允许生成新的 OB

请求，因此不会存储新的循环中断，这样就不会发生新的请求错误。

系统等待更新完成，然后生成和处理请求（每个循环中断 OB 最多一个请求）。延迟循环中断的时间戳无法评估。

4. 传送自链接后修改的所有数据块内容。

5. 否定性确认下列通信作业：
 - 使用HMI功能读/写数据记录
 - 使用STEP 7读取诊断信息
 - 禁用和启用消息
 - 登录和退出消息
 - 消息确认
6. 否定性确认通信功能的初次调用。这些调用访问工作存储器，另请参见《用于S7-300/400的系统软件，系统和标准函数》。
待更新结束后，所有剩余的通信功能都将延迟执行。
7. 系统禁止生成优先级等级大于15的所有OB的新OB请求，因此不会保存新中断，从而也不会生成任何请求错误。

排队的中断会在更新结束后被再次请求和处理。无法评估延迟中断的时间戳。

不再处理用户程序，而且不再进行I/O更新。
8. 为带特殊处理的循环中断 OB 生成启动事件。

说明

如果需要在指定时间内对某些模块或程序部分进行寻址，则带特殊处理的循环中断 OB 非常重要。这是故障安全系统中的一个典型情况。有关详细信息，请参见《S7-400F和S7-400FH自动化系统》和《S7-300自动化系统，故障安全信号模块》手册。
为防止特殊循环中断延长，必须为带特殊处理的循环报警 OB 分配最高优先级。

9. 再次传送输出数据和所有已修改的数据块内容。
传送定时器、计数器、位存储器和输入。传送诊断缓冲区内容。

在这一数据同步期间，系统会中断用于循环中断、延时中断和 S7 定时器的时钟脉冲。这将导致循环中断与时钟中断之间的同步性丧失。
10. 取消所有限制。执行被延迟的中断和通信功能。所有OB也将再次执行。

延迟的循环中断 OB 无法再保证恒定总线周期时间（与先前调用相比）。

说明

过程中断和诊断中断由 I/O 设备存储。重新启用块时将执行分布式 I/O 模块发出的这类中断请求。
对于由中央I/O模块发出的这类请求，只有在禁用状态期间未重复出现相同中断请求的情况下，才能执行。

如果 PG/ES 请求了主站/备用站切换，一旦完成更新，原备用站 CPU 将进入主站模式，而原主站 CPU 则进入 STOP 模式。
否则，这两个CPU都将进入RUN模式(冗余系统模式)，并同步执行用户程序。

如果进行主站/备用站切换，在更新后的第一个周期中，OB 1 会被分配一个单独的标识符（请参见《S7-300/400 系统软件，系统功能和标准功能》参考手册）。

欲知关于组态修改导致的其它结果的信息，请参见切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU (页 152)部分。

延迟的消息功能

所列出的SFC、SFB和操作系统服务会触发将消息输出给所有已登录伙伴的操作。这些功能在更新启动后会被延迟。

- SFC 17“ALARM_SQ”、SFC 18“ALARM_S”、SFC 107“ALARM_DQ”、SFC 108“ALARM_D”
- SFC 52 "WR_USMSG"
- SFB 31 "NOTIFY_8P"、SFB 33 "ALARM"、SFB 34 "ALARM_8"、SFB 35 "ALARM_8P"、SFB 36 "NOTIFY"、SFB 37 "AR_SEND"
- 过程控制报警
- 系统诊断消息

从这时起，SFC 9“EN_MSG”和SFC 10“DIS_MSG”所发起任何启用和禁止消息的请求都将被拒绝，返回一个负值。

通信功能和产生的作业

当CPU收到下面指定的一个作业后，必须随即生成通信作业并将其输出到其它模块。这包括用于与分布式I/O模块交换(读取或写入)参数化数据记录的作业等。在更新完成之前，系统拒绝这些作业。

- 使用HMI功能读/写数据记录
- 使用SSL信息读取数据记录
- 禁用和启用消息

- 登录和退出消息
- 消息确认

说明

所列的最后三个功能由WinCC系统注册，并在更新结束时自动重复执行。

12.3.3 切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU

切换到已修改了组态的CPU

您可能已修改备用CPU上的下列元素：

- 硬件配置
- 装载存储器的类型。例如，您可能已将RAM卡更换为闪存卡。
新的装载存储器可能大于或小于原来的装载存储器。

有关上述情况所需步骤的信息，请参见操作期间的组件故障及更换 (页 263)小节。

说明

即使未修改备用CPU上的硬件配置或装载存储器类型，仍将执行主站/备用站切换，之前的主CPU切换到STOP模式。

说明

如果使用NETPRO下载了连接，则不能再将装载存储器的存储器类型由RAM改为闪存。

在STEP

7中使用“切换到已修改了组态的CPU”选项启动链接和更新操作时，系统会在存储器内容处理方面做出如下响应。

装载存储器

不会将装载存储器的内容从主站复制到备用CPU。

工作存储器

下列组件会从主CPU的工作存储器传送到备用CPU:

- 在两个装载存储器中分配了相同接口时间戳且未设置属性“只读”和“未链接”的所有数据块的内容。
- 在主CPU中由SFC生成的数据块。

备用CPU中通过SFC生成的DB将被删除。

如果在备用CPU的装载存储器中还找到具有相同编号的数据块, 则取消链接, 并在诊断缓冲区中输入一个条目。

- 过程映像、定时器、计数器和位存储器

如果存储器不足, 则取消链接, 并在诊断缓冲区中输入一个条目。

已修改数据块中包含的S7通信的SFB实例的状态将恢复为初次调用之前的状态。

说明

当切换到组态已修改的CPU时, 主站和备用站的装载存储器的大小可能不同。

切换到具有扩展存储器组态的CPU

您可能已扩展备用CPU上的装载存储器。

用于存储装载存储器的存储介质(即RAM卡或闪存卡)必须相同。闪存卡的内容必须相同。

说明

假设您已在备用CPU上实施了不同类型的装载存储器或操作系统, 则此CPU不会进入RUN模式, 而是返回到STOP模式, 并将相应消息写入诊断缓冲区。

假设您尚未扩展备用CPU上的装载存储器, 则此CPU不会进入RUN模式, 而是返回到STOP模式, 并将相应消息写入诊断缓冲区。

系统不执行主站/备用站切换, 之前的主CPU保持在RUN模式。

有关更改存储器类型或扩展装载存储器的信息, 请参见操作期间的组件故障及更换(页 263)部分。

在STEP

7中使用“切换到具有扩展存储器组态的CPU”选项启动链接和更新操作时, 系统会在存储器内容处理方面做出如下响应。

RAM和装载存储器

在链接期间，主站的用户程序块(OB、FC、FB、DB、SDB)从装载存储器和工作存储器传送到备用站。例外情况：

如果装载存储器模块是闪存卡，则系统只传送来自工作存储器的块。

12.3.4 禁用链接和更新

链接和更新必然带来一个周期的延时。

这其中包括不更新I/O的一个周期；请参见时间监视

(页 155)小节。在使用分布式I/O以及在更新后进行主站/备用站切换时(也就是在运行期间修改组态时)尤其应考虑此功能。



链接和更新操作务必在过程未处于关键状态时执行。

可以在SFC 90“H_CTRL”上为链接和更新操作设置特定的起始时间。

有关该SFC的详细信息，请参考《用于S7-300/400的系统软件，系统和标准功能》手册。

说明

如果过程容许随时延长周期时间，则不需要调用SFC 90“H_CTRL”。

CPU在链接和更新期间不执行自测试。如果使用故障安全用户程序，则应避免更新操作的延迟过长。有关详细信息，请参见《S7-400F和S7-400FH自动化系统》手册。

时间敏感型过程的实例

一个带50毫米凸轮的滑块以 $v = 10 \text{ km/h} = 2.78 \text{ m/s}$
 $= 2.78 \text{ mm/ms}$ 的恒定速度沿轴向运动。轴上有一个开关。

在 $\Delta t = 18 \text{ ms}$ 期间内开关由凸轮驱动。

为了使CPU能检测开关激励，优先级大于15的禁止时间(参见下面的定义)必须明显低于18 ms。

对于优先级 > 15的操作的最大禁止时间，STEP 7仅支持0 ms或100到60000 ms之间的设置，因此需要采取下列措施之一来实现：

- 将链接与更新的起始时间改为过程处于非关键状态的时间。使用SFC 90“H_CTRL”可设置此时间(参见上文)。
- 使用长得多的凸轮和/或大幅降低滑块与开关的逼近速度。

12.4 时间监视

在更新期间程序中断执行一段时间。

如果这一中断时间对您的过程很重要，则请阅读本部分。

如果确实如此，则组态下面所述的监视时间之一。

在更新操作期间，容错系统将监视周期时间延长、通信延迟和优先级大于15的禁止时间，以确保不超出其组态的最大值，并保持组态的最小I/O保持时间。

说明

如果没有为监视时间定义任何默认值，可考虑在扫描周期监视时间中更新。

在这种情况下，如果取消更新，容错系统将切换到独立模式：之前的主站 CPU 保持 RUN 模式，而备用站 CPU 进入 STOP 模式。

可以组态所有的监视时间，也可以一个也不组态。

在组态监视时间时，须考虑技术要求。

下面详细介绍监视时间。

- 最大周期延长
 - 周期延长：更新时不执行OB 1和任何其它优先级低于15的OB的一段时间。在此时间段内，“正常”周期时间监视功能将被禁用。
 - 最大周期延长：用户组态的周期时间延长最大允许值。
- 最大通信延迟
 - 通信延迟：更新期间不处理通信功能的时间段。注意：但是，主CPU仍保持所有现有通信链接。
 - 最大通信延迟：用户组态的通信延迟最大允许值。

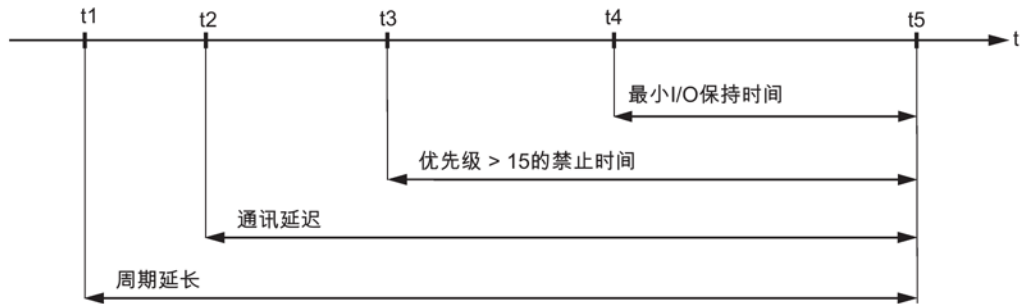
- 优先级大于15的最大禁止时间
 - 优先级大于15的禁止时间：更新期间不执行任何OB(因此也不执行任何用户程序)也不执行任何I/O更新的时间段。
 - 优先级大于15的最大禁止时间：用户组态的优先级大于15的最大允许禁止时间。
- 最小I/O保持时间：

这代表两点之间的时间间隔，起点是将输出从主站 CPU 复制到备用站 CPU，终点是向冗余系统模式过渡或主站/备用站切换（原主站 CPU 进入 STOP 模式，新主站 CPU 进入 RUN 模式）。在这一阶段内，两个 CPU 同时控制输出，以防止当系统执行带主站/备用站切换的更新时 I/O 关闭。最小 I/O 保持时间在执行带主站/备用站切换的更新时尤为重要。如果将最小 I/O 保持时间设为 0，则在运行期间修改系统时输出可能会关闭。

在图 12-2 的高亮显示框中指示了监视起始时间。当系统进入冗余系统模式或执行主站/备用站切换（即更新完成后新主站转换为 RUN 模式）时，这些时间结束。

下图提供了相关更新时间的总览。

更新：



- t1：优先级不超过15的当前OB结束
- t2：所有通讯功能停止
- t3：带特殊句柄的监视狗中断OB结束
- t4：将输出复制到备用站CPU结束
- t5：冗余系统状态、或主站/备用站切换

图 12-4 与更新相关的时间的含义

对超时的响应

当其中一个监视时间超出了所组态的最大值时，将启动下列步骤：

1. 取消更新
2. 容错系统保持独立模式，先前的主站 CPU 处于 RUN 模式
3. 在诊断缓冲区中输入取消原因
4. 调用OB 72 (带相应启动信息)

随后备用站 CPU 将重新估算其系统数据块。

至少一分钟以后，CPU将再次尝试执行链接与更新操作。

如果10次重试后仍不成功，CPU将放弃尝试。

因而，您将需要亲自重新启动链接和更新。

导致监视超时的原因有：

- 高中断负载(例如来自I/O模块)
- 导致激活功能执行时间延长的高通信负载
- 在最后的更新阶段，系统需要将大量数据复制到备用站 CPU。

12.4.1 时间响应

链接期间的的时间响应

链接操作对工厂控制系统的影响应保持绝对最小。

因此，自动化系统的当前负载是链接时间增大的决定性因素。

链接所需的时间尤其由下列各项确定：

- 通信负载
- 周期

下面内容适用于自动化系统的无负载运行：

链接运行时间=以MB为单位的装载存储器和工作存储器大小 x 1 s + 基本负载

基本负载为数秒。

每当自动化系统出现高负载，与存储器有关的那部分时间每多1MB就会延长达1分钟。

更新期间的响应

更新传送时间由已修改数据块的数目和总长度(而非一个数据块内的数据修改量)决定。另外还由当前过程状态和通信负载决定。

为优先级大于15所组态的最大禁止时间可以近似地解释为工作存储器中数据量的函数。工作存储器中的代码量不相关。

12.4.2 确定监视时间

使用 STEP 7 或公式计算

STEP 7 会自动为每个新组态计算下列监视时间。

您也可以使用下述公式和步骤来计算这些时间。它们等同于 STEP 7 中提供的公式。

- 最大周期延长
- 最大通信延时
- 用于优先级的最大禁止时间
- 最小 I/O 保持时间

也可以在 HW Config 中使用“属性 CPU -> H 参数”来启动监视时间的自动计算。

监视时间精度

说明

通过 STEP 7 或公式确定的监视时间仅代表建议值。

这些时间基于带两个通信伙伴和平均通信负载的容错系统。

您的系统配置文件可能与此相差很大，因此必须遵循下列规则。

- 通信负载高时，周期延长系数可能会急剧增大。
- 运行时对系统的任何修改都可能使周期显著延长。
- 增加以大于 15 的优先级执行的程序数目(尤其是通信块的处理)会自动增大通信延时和周期时间延长。
- 在具有高性能要求的小型工厂中，甚至可以减少所计算的监视时间。

组态监视时间

在组态监视时间时，必须考量以下相关性；STEP 7 会对遵循情况进行检查：

最大周期时间延长

> 最大通信延时

> (优先级 > 15 的最大禁止时间)

> 最小 I/O 保持时间

如果在 CPU

中组态了不同的监视时间，并执行带主站/备用站切换的链接和更新操作，系统始终会应用两个数值中较大的那个。

计算最小 I/O 保持时间 (T_{PH})

下列内容适用于最小 I/O 保持时间的计算：

- 对于中央 I/O: $T_{PH} = 30 \text{ ms}$
- 对于分布式 I/O (PROFIBUS DP): $T_{PH} = 3 \times T_{TRmax}$

其中 T_{TRmax} = 容错站所有 DP 主站系统的
最大目标循环时间

- 对于分布式 I/O (PROFINET IO): $T_{PH} = T_{wd_max}$

其中 T_{wd_max} = 容错站所有 IO 子系统中双向设备的最大循环中断时间 (WD
因子与更新时间的乘积)

使用中央 I/O 和分布式 I/O 时，合成的最小 I/O 保持时间为：

$$T_{PH} = \text{MAX}(30 \text{ ms}, 3 \times T_{TRmax}, T_{wd_max})$$

下图显示了最小 I/O 保持时间与优先级大于 15 的最大禁止时间之间的关系。

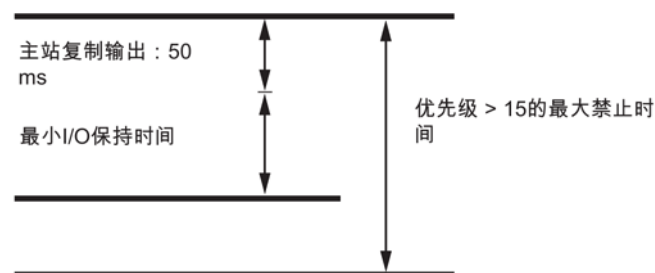


图 12-5 最小 I/O 保持时间与优先级大于 15 的最大禁止时间之间的关系

请注意下列条件：

50 ms + 最小 I/O 保持时间 ≤
(优先级 > 15 的最大禁止时间)

可以得出：大的最小 I/O 保持时间可确定优先级大于 15 的最大禁止时间。

计算优先级大于 15 的最大禁止时间 (T_{P15})

优先级大于 15 的最大禁止时间取决于 4 个主要因素：

- 如图 12-2 所示，当完成更新时，自最后一次向备用站 CPU 复制数据后发生修改的数据块的所有内容都将重新传送到备用站 CPU。以高优先级写入的 **DB 的数目和结构**是这一操作持续时间的决定性因素，因此也是优先级大于 15 的最大禁止时间的决定性因素。相关信息请参见下述的纠正方法。
- 在最后的更新阶段，所有 **OB** 均被延时或禁止。为避免因编程不理想而不必要地延长优先级 > 15 的最大禁止时间，应始终在**选定的循环中断**中处理时间敏感型 I/O 组件。这对于故障安全用户程序而言，意义尤其重大。可以在组态中定义此循环中断。然后在优先级大于 15 的最大禁止时间开始之后可立即再次执行此中断，只要已为其分配大于 15 的优先级。
- 在带有主站/备用站切换的链接和更新操作中（请参见“链接顺序（页 147）”部分），还需要在更新完成时切换双向 DP 从站和双向 IO 设备上的活动信道。这一操作会延长一段时间，在这段时间内既不能读取有效数值，也不能输出有效数值。此过程所需时间长短由**硬件配置**决定。
- **过程中的技术条件**也是 I/O 更新延时时间长短的决定因素。这在故障安全系统的时间监视过程中尤为重要。

说明

有关详细信息，请参见《S7-400F 和 S7-400FH 自动化系统》和《S7-300 自动化系统，故障安全信号模块》手册。
这尤其适用于故障安全模块的内部执行时间。

1. 根据 STEP 7 中的总线参数，必须为每个 DP 主站系统定义：
 - 用于 DP 主站系统的 T_{TR}
 - DP 切换时间(下文表示为 T_{DP_UM})
2. 对于 STEP 7 组态中的每一个 IO 子系统，
 - 定义 IO 子系统的最大更新时间（下文表示为 T_{max_Akt} ）
 - PN 切换时间（下文表示为 T_{PN_UM} ）
3. 根据双向 DP 从站的技术数据，为每个 DP 主站系统定义：
 - 活动信道的最大切换时间
（下文表示为 T_{SLAVE_UM} ）。
4. 根据双向 PN 设备的技术规范，确定每个 IO 子系统的以下内容：
 - 每个 DP 主站系统的活动信道的最大切换时间（下文表示为 T_{Device_UM} ）。
5. 根据系统的技术设置，定义：
 - I/O 模块无更新的最大允许时间段(下文表示为 T_{PTO})。
6. 根据用户程序，确定：
 - 最高优先级或选定（参见上文）循环中断的周期时间 (T_{WA})
 - 此循环中断中程序的执行时间 (T_{PROG})
7. 对于每个 DP 主站系统，其结果是：
$$T_{P15}(\text{DP 主站系统}) = T_{PTO} - (2 \times T_{TR} + T_{WA} + T_{PROG} + T_{DP_UM} + T_{SLAVE_UM}) [1]$$
8. 对于每个 IO 子系统，推导出：

$$T_{P15}(\text{IO 子系统}) = T_{PTO} - (2 \times T_{max_Akt} + T_{WA} + T_{PROG} + T_{PN_UM} + T_{Device_UM}) [1]$$

说明

如果 $T_{P15}(\text{DP 主站系统}) < 0$ 或 $T_{P15}(\text{IO 子系统}) < 0$ ，则立即停止计算。
在下面的示例计算后，给出了可能的解决方法。进行相应更改，然后从第 1 步开始重新计算。

9. 选择所有 T_{P15} （DP 主站系统，IO 子系统）值中的最小值。
该时间称为 $TP15_HW$ 。

10. 定义 I/O 优先级大于 15 的最大禁止时间的份额，该时间由最小 I/O 保持时间 (T_{P15_OD}) 确定：

$$T_{P15_OD} = 50 \text{ ms} + \text{最小 I/O 保持时间 [2]}$$

说明

如果 $T_{P15_OD} > T_{P15_HW}$ ，则立即停止计算。
在下面的示例计算后，给出了可能的解决方法。进行相应更改，然后从第 1 步开始重新计算。

11. 使用“用于链接和更新的性能值 (页 166)”一章中的信息，计算用户程序所需的优先级大于 15 的最大禁止时间 (T_{P15_AWP}) 的比例。
-

说明

如果 $T_{P15_AWP} > T_{P15_HW}$ ，则立即停止计算。在下面的示例计算后，给出了可能的解决方法。进行相应更改，然后从第 1 步开始重新计算。

12. 现在可通过以下公式得出优先级大于 15 的最大禁止时间的建议值：

$$T_{P15} = \text{MAX} (T_{P15_AWP}, T_{P15_OD}) \text{ [3]}$$

TP15 计算实例

在后面的步骤中，我们将采用现有系统组态并定义更新期间操作系统不执行任何程序或 I/O 更新的最长允许时间。

假设两个 DP 主站系统和一个 IO 子系统可用： DP 主站系统 1 通过 CPU 的 MPI/DP 接口连接到 CPU， DP 主站系统 2 则通过外部 DP 主站接口进行连接。 IO 子系统通过集成的以太网接口进行连接。

1. 根据STEP 7中的总线参数：

$$T_{TR_1} = 25 \text{ ms}$$

$$T_{TR_2} = 30 \text{ ms}$$

$$T_{DP_UM_1} = 100 \text{ ms}$$

$$T_{DP_UM_2} = 80 \text{ ms}$$

2. 根据 STEP 7 中的组态：

$$T_{\max_Akt} = 8 \text{ ms}$$

$$T_{PN_UM} = 110 \text{ ms}$$

3. 根据所用 DP 从站的技术数据：

$$T_{SLAVE_UM_1} = 30 \text{ ms}$$

$$T_{SLAVE_UM_2} = 50 \text{ ms}$$

4. 根据所用 PN 设备的技术规范：

$$T_{Device_UM} = 20 \text{ ms}$$

5. 根据系统的技术设置：

$$T_{PTO_1} = 1250 \text{ ms}$$

$$T_{PTO_2} = 1200 \text{ ms}$$

$$T_{PTO_PN} = 1000 \text{ ms}$$

6. 根据用户程序：

$$T_{WA} = 300 \text{ ms}$$

$$T_{PROG} = 50 \text{ ms}$$

7. 根据公式 [1]:

$$T_{P15} \text{ (DP主站系统_1)} \\ = 1250 \text{ ms} - (2 \times 25 \text{ ms} + 300 \text{ ms} + 50 \text{ ms} + 100 \text{ ms} + 30 \text{ ms}) = 720 \text{ ms}$$

$$T_{P15} \text{ (DP 主站系统_2)} \\ = 1200 \text{ ms} - (2 \times 30 \text{ ms} + 300 \text{ ms} + 50 \text{ ms} + 80 \text{ ms} + 50 \text{ ms}) = 660 \text{ ms}$$

8. 根据公式 [1]:

$$T_{P15} \text{ (IO 子系统)} \\ = 1200 \text{ ms} - (2 \times 8 \text{ ms} + 300 \text{ ms} + 50 \text{ ms} + 110 \text{ ms} + 20 \text{ ms}) = 704 \text{ ms}$$

检查: 由于 $T_{P15} > 0$, 继续计算

$$1. T_{P15_HW} = \text{MIN} (720 \text{ ms}, 660 \text{ ms}, 704 \text{ ms}) = 660 \text{ ms}$$

2. 根据公式 [2]:

$$T_{P15_OD} = 50 \text{ ms} + T_{PH} = 50 \text{ ms} + 90 \text{ ms} = 140 \text{ ms}$$

检查: 由于 $T_{P15_OD} = 140 \text{ ms} < T_{P15_HW} = 660 \text{ ms}$, 继续计算

1. 根据“用于链接和更新的性能值 (页 166)”部分所述内容, 用户程序数据为 170 KB 时:

$$T_{P15_AWP} = 194 \text{ ms}$$

检查: 由于 $T_{P15_AWP} = 194 \text{ ms} < T_{P15_HW} = 660 \text{ ms}$, 继续计算

1. 根据公式 [3], 得出优先级大于 15 的最大禁止时间的建议值:

$$T_{P15} = \text{MAX} (194 \text{ ms}, 140 \text{ ms})$$

$$T_{P15} = 194 \text{ ms}$$

这意味着, 通过在 STEP 7 中将优先级大于 15 的最大禁止时间设置为 194 ms, 可确保在信号持续时间为 1250 ms 或 1200 ms 时可检测到更新期间的任何信号变化。

无法计算 T_{P15} 时的纠正方法

如果通过计算优先级大于 15 的最大禁止时间得不到任何建议, 可通过多种措施对此进行纠正:

- 缩短所组态循环中断的循环中断周期。
- 如果 T_{TR} 时间特别高, 可将站分布到多个 DP 主站系统。
- 如果可能, 缩短 IO 子系统上双向设备的最大更新时间。

- 增大受影响 DP 主站系统上的波特率。
- 在单独的 DP 主站系统上组态 DP/PA Link 和 Y Link。
- 如果各 DP 从站的切换时间差别很大，进而(通常)导致 T_{PTO} 的差别很大，可将这些从站分布到多个 DP 主站系统。
- 如果预计各 DP 主站系统上不会因中断或参数分配而导致负载过高，则还可以将计算出的 T_{TR} 时间减小约 20% 至 30%。但这样会增加分布式 I/O 发生站故障的风险。
- 时间值 T_{P15_AWP} 仅供参考，具体值取决于实际的程序结构。可以采用下列措施来缩短该时间，例如：
 - 将经常更改的数据与不经常更改的数据保存在不同的 DB 中。
 - 为工作存储器中的 DB 大小指定一个较小值。

如果只减小时间 T_{P15_AWP} 而不采取上述措施，将存在更新操作因监视超时而取消的风险。

计算最大通信延时

使用以下公式：

最大通信延时 =
 $4 \times$ (优先级大于 15 的最大禁止时间)

决定此时间的决定性因素是系统的过程状态和通信负载。这可以理解为绝对负载，或相对于用户程序大小的负载。您可能需要调整该时间。

计算最大周期延长

使用以下公式：

最大周期时间延长 =
 $10 \times$ (优先级大于 15 的最大禁止时间)

决定此时间的决定性因素是系统的过程状态和通信负载。这可以理解为绝对负载，或相对于用户程序大小的负载。您可能需要调整该时间。

12.4.3 用于链接和更新的性能值

优先级大于15的最大禁止时间中由用户程序决定的那部分时间 T_{P15_AWP}

可使用下列公式计算优先级大于15的最大禁止时间中由用户程序决定的那部分时间 T_{P15_AWP} ：

$$T_{P15_AWP}(\text{以ms为单位}) = 0.7 \times \text{工作存储器中DB的大小(以KB为单位)} + 75$$

下表显示了基于一些工作存储器数据典型值算出的时间。

表格 12-3 用户程序部分的典型值

工作存储器数据	T_{P15_AWP}
500 KB	220 ms
1 MB	400 ms
2 MB	0.8 s
5 MB	1.8 s
10 MB	3.6 s

此公式基于下列假设：

- 在优先级大于15的中断延迟之前有80%的数据块被修改过。
尤其对于故障安全系统，这一计算值必须更加精确，以避免驱动程序块出现超时(参见确定监视时间(页 158)小节)。
- 对于当前或排队的通讯功能，在数据块所占用工作存储器中每MB数据留出的更新时间约为100 ms。
根据自动化系统的通讯负载而定，在设置 T_{P15_AWP} 时，需要加上或减去某一数值。

12.4.4 对时间响应的影响

不发生任何I/O更新的这一时间段长度主要取决于下列影响因素：

- 更新期间所修改的数据块的数目和大小
- S7通信中的SFB的实例数目以及用来生成特定于块的消息的SFB的数目
- 运行期间的系统修改
- 通过动态数量结构进行的设置

- 通过 PROFIBUS DP 进行的分布式 I/O 扩展（更低的波特率和更多的从站会增加 I/O 更新所需的时间）。
- 通过 PROFINET IO 进行的分布式 I/O 扩展（更长的更新时间 and 更多的设备会增加 I/O 更新所需的时间）。

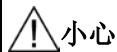
在最坏的情况下，这一时间段长度会有下列增量：

- 所使用的最大循环中断
- 所有循环中断 OB 的持续时间
- 中断延迟开始前执行的高优先级中断 OB 的持续时间

显式延迟更新

使用 SFC

90“H_CTRL”延迟更新，并且仅当系统状态显示通信负载或中断负载较低时重新启用。



小心

更新延迟会增加容错系统独立模式操作的时间。

12.5 链接和更新操作的特性

更新期间的输入信号要求

之前读取的任何过程信号都会保持，而不包括在更新过程中。只有在更新结束后仍保持更改后的信号状态，CPU 才会识别出更新期间过程信号的变化。

CPU 不检测更新期间生成的脉冲信号(信号变换“0→1→0”或“1→0→1”)。

因此，应确保两个信号变换之间的时间间隔(脉冲周期)始终大于所需的更新周期。

通信链接和功能

主 CPU 的连接不会关闭。但是，更新期间不执行关联的通信作业。

它们会排队等待在出现下列一种情况时继续执行：

- 更新完成后，系统处于冗余状态。
- 更新和主站/备用站切换完成，系统处于单模式。
- 更新被取消(例如由于超时)，系统已返回单模式。

12.5 链接和更新操作的特性

更新期间不能进行通信模块的初次调用。

链接取消时请求存储器复位

如果在将装载存储器的内容从主站复制到备用CPU时取消链接操作，则备用CPU将请求存储器复位。这将在诊断缓冲区中由事件ID W#16#6523指示。

在S7-400H中使用I/O

本部分概述S7-400H自动化系统中的各种I/O安装及其可用性。
此外还提供了有关所选I/O安装类型的组态和编程信息。

13.1 简介

I/O 安装类型

除电源模块和 CPU（通常为冗余）外，操作系统还支持下列 I/O 安装类型：

组态	可用性
单通道单向	正常
单通道双向	增强
系统冗余	增强
双通道冗余	高

还可以在用户级别实现双通道冗余组态。

无需在用户程序中编程高可用性（请参见章节“连接冗余I/O的其它选项 (页 210)”）。

寻址

无论是使用单通道单向 I/O 还是使用单通道双向 I/O，始终通过同一地址访问 I/O。

I/O 组态的限制

如果中央机架中的插槽不够，最多可在 S7-400H 组态中添加 20 个扩展单元。

偶数号的模块机架始终分配给中央机架 0，奇数号的机架始终分配给中央机架 1。

对于采用分布式 I/O 的应用，每个子系统最多支持连接 12 个 DP 主站系统（2 个 DP 主站系统连接在 CPU 的集成接口上，10 个 DP 主站系统通过外部 DP 主站系统连接）。

集成 MPI/DP 接口支持最多 32 个从站的运行。可以在集成的 DP 主站接口和外部 DP 主站系统上连接最多 125 个分布式 I/O 设备。

13.1 简介

最多可将 256 台 IO 设备连接到两个集成 PROFINET 接口。

说明

PROFIBUS DP 和 PROFINET IO 组合

可在容错 CPU 上运行 PROFINET IO 设备和 PROFIBUS DP 站。

基于 PNIO 的分布式 I/O

也可在集成的 PROFINET 接口上运行分布式 I/O。请参见章节“系统冗余 (页 106)”

说明

故障安全信号模块

如果要在 PNIO 接口处冗余使用故障安全模块，则需要安装可选包 S7 F 系统 V6.1 SP1 及更高版本。

13.2 使用单通道单向I/O

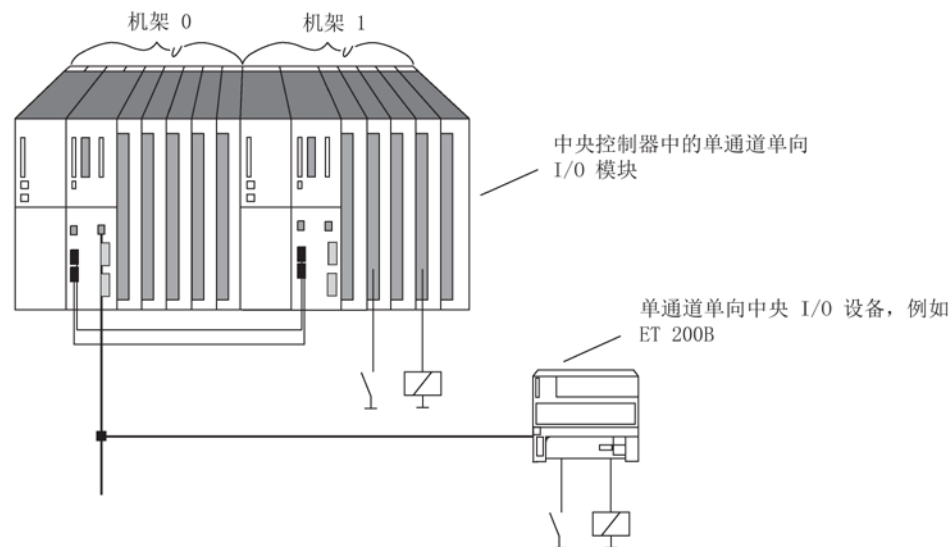
什么是单通道单向I/O?

在单通道单向组态中，输入/输出模块只出现一次(单通道)。I/O模块仅位于一个子系统中，仅该子系统可对其进行寻址。

在下列设备中可进行单通道单向 I/O 组态：

- 中央和扩展设备
- PROFIBUS DP 接口的分布式 I/O 设备
- PROFINET 接口的分布式 I/O 设备

单通道单向I/O的组态对于单I/O通道直到仅需要标准可用性的系统组件都非常有用。



单通道单向I/O组态

单通道单向I/O和用户程序

在冗余系统模式下，从单向组件(例如数字量输入)读取的数据会自动传送到第二个子系统。

传送结束时，从单通道单向I/O读取的数据即位于两个子系统上，并可以在完全相同的用户程序中进行估算。对于在冗余系统模式下进行的数据处理，I/O 连接到主站还是备用站 CPU 并不重要。

在独立模式下，不能访问分配给伙伴子系统的单向 I/O。

编程时必须按如下方式考虑这种情况：为只能有条件执行的单通道单向I/O分配函数。

13.2 使用单通道单向I/O

这样可确保只有在冗余系统模式下并且相关子系统处于独立模式时才能调用特定 I/O 访问函数。

说明

当系统处于独立模式（例如，直接访问）时，用户程序还必须针对单通道单向输出模块更新过程映像。如果使用过程映像分区，用户程序必须在OB 72中更新它们(SFC 27“UPDAT_PO”)(恢复冗余)。否则，当系统切换到冗余模式后，在备用站 CPU 的单通道单向输出模块上会首先输出旧值。

单通道单向I/O的故障

带单通道单向I/O的容错系统对错误的响应与标准S7-400系统相同。

- I/O发生故障后即不能再使用。
- 如果I/O连接的子系统发生故障，则该子系统的整个过程I/O都不能再使用。

13.3 使用单通道双向I/O

什么是单通道双向 I/O?

在单通道双向组态中，输入/输出模块只出现一次（单通道）。

在冗余模式中，这些模块可以由两个子系统寻址。

在单机模式下，主站子系统可以始终寻址**所有双向 I/O**（与单向 I/O 相反）。

PROFIBUS DP 接口的单通道双向 I/O 组态

系统支持单通道双向 I/O 组态，该组态包括带有源背板总线的 ET 200M 分布式 I/O 模块，以及冗余 PROFIBUS DP 从站接口模块。

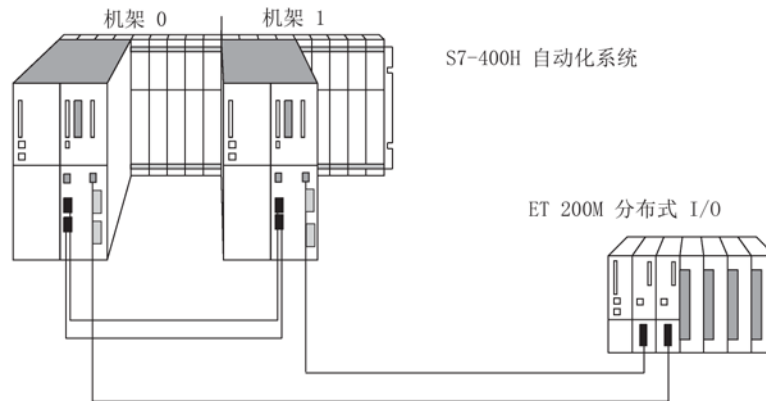


图 13-1 PROFIBUS DP 接口的单通道双向分布式 I/O 组态

可将下列接口用于 PROFIBUS DP 接口的 I/O 组态：

表格 13-1 PROFIBUS DP 接口的单通道双向 I/O 组态所使用的接口

接口	订货号
IM 1532	6ES7 153-2BA81-0XB0
	6ES7 153-2BA02-0XB0
	6ES7 153-2BA01-0XB0
	6ES7 153-2BA00-0XB0
IM 153-2FO	6ES7 153-2AB02-0XB0
	6ES7 153-2AB01-0XB0
	6ES7 153-2AB00-0XB0
	6ES7 153-2AA02-0XB0

13.3 使用单通道双向I/O

每个S7-400H子系统均通过一个 DP 主站接口与 ET 200M 的两个 DP 从站接口中的一个互连。

PROFIBUS PA 可通过 DP/PA Link 与冗余系统连接。

您可使用下列 DP/PA Link:

DP/PA Link	订货号
IM 157	6ES7 157-0BA82-0XA0
	6ES7 157-0AA82-0XA0
	6ES7 157-0AA81-0XA0
	6ES7 157-0AA80-0XA0
ET 200M 作为 DP/PA Link	6ES7 153-2BA02-0XB0
	6ES7 153-2BA01-0XB0
	6ES7 153-2BA81-0XB0

单通道DP主站系统可通过 Y 耦合器与冗余系统连接。

可以使用以下 IM 157 Y 型耦合器： 6ES7 197-1LB00 0XA0

对于容许在 ET 200M 内单个模块发生故障的系统组件，建议采用单通道双向 I/O 组态。

规则

单通道双向 I/O 组态必须始终对称。

- 这意味着，容错 CPU 和其它 DP 主站必须安装在两个子系统上的相同插槽中（例如，安装在两个子系统上的插槽 4 中）
- 或者，DP 主站必须连接到两个子系统的相同集成接口上（例如，连接到两个容错 CPU 的 PROFIBUS DP 接口）。

PROFINET 接口的单通道双向 I/O 组态

系统支持单通道双向 I/O 组态，该组态包含带有源背板总线的 ET 200M 分布式 I/O 模块，以及一个冗余 PROFINET 接口。

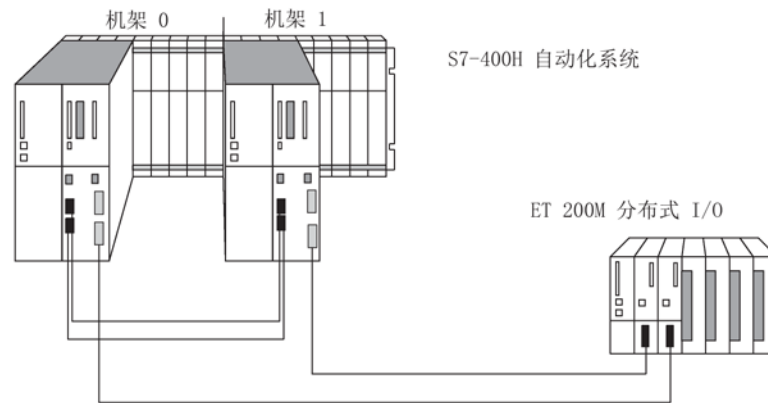


图 13-2 PROFINET 接口的单通道双向分布式 I/O 组态

每个 S7-400H 子系统均（通过 PROFINET 接口）与 ET 200M 的 PROFINET 接口单独互连。请参见章节“系统冗余 (页 106)”。

可将下列接口用于 PROFINET 接口的 I/O 组态：

表格 13-2 PROFINET 接口的单通道双向 I/O 组态所使用的接口

接口	订货号
IM 153-4 PN	6ES7153-4BA00-0XB0

单通道双向 I/O 和用户程序

在冗余模式下，原则上任何子系统都可以访问单通道双向 I/O。数据将通过同步链接自动传送并进行比较。

由于同步访问，因此两个子系统始终可以使用完全相同的数值。

在任何给定时刻，容错系统都只使用 DP 接口中的一个或 PROFINET 接口。活动 DP 接口由相应 IM 153-2 或 IM 157 上的 ACT LED 指示。

通过当前活动 DP 接口或 PROFINET 接口的路径称为**主动通道**，通过另一接口的路径称为**被动通道**。DP 或 PNIO 周期在两个通道上始终处于活动状态。

但只有主动通道的输入和输出值才会在用户程序中进行处理或输出到 I/O。对于异步活动（例如，中断处理和数据记录交换）也是这样。

单通道双向 I/O 故障

带单通道双向 I/O 的容错系统对错误的响应如下：

- I/O 发生故障后即不能再使用。
- 发生某些故障时（如，子系统、DP 主站系统或 DP 从站接口模块 IM153-2 或 IM 157 发生故障，请参见章节“通讯(页 215)”），过程中仍可使用单通道双向 I/O，可通过切换主动通道和被动通道进行实现。这种切换为每个 DP 或 PNIO 站单独执行。故障分为以下两种类型：
 - 只影响一个站的故障（例如，当前激活通道的DP从站接口的故障）
 - 影响 DP 主站系统或 PNIO 系统所有站的故障。

这包括拔下 DP 主站接口的连接器、关闭 DP 主站系统（例如 CP 443-5 从 RUN 转换到 STOP）以及 DP 主站系统或 PNIO 系统上电缆配线短路。

下面的内容适用于受故障影响的每个站：如果两个 DP 从站接口或 PNIO 连接当前都处于工作状态，而主动通道发生故障，则之前的被动通道就会自动激活。OB 70 启动时冗余丢失情况会报告给用户程序（事件 W#16#73A3）。

问题排除后，即恢复冗余模式。这也将启动 OB 70（事件 W#16#72A3）。这种情况下，不会发生主动通道和被动通道之间的切换。

如果一个通道已经发生故障，而剩余的（主动）通道也发生故障，意味着发生完全站故障。这将启动 OB 86（事件 W#16#39C4）。

说明

如果 DP

主站接口模块能检测到整个DP主站系统的故障（例如由于短路引发的故障），则只报告该事件（“主站系统进入故障状态”W#16#39C3）。操作系统不再报告个别站故障。此特性可用来加快主动通道和被动通道之间的切换。

切换主动通道的持续时间

最大切换时间为

DP错误检测时间 + DP切换时间 + DP从站接口的切换时间

前两个值可以在 STEP 7 中通过 DP 主站系统的总线参数确定。最后一个值可参见相关 DP 从站接口模块的手册（“分布式 I/O 设备 ET 200M”或“DP/PA 总线连接器”）。

说明

使用故障安全模块时，始终为每个故障安全模块设置一个比容错系统中主动通道故障切换时间更长的监视时间。

如果忽略该规则，则故障安全模块有可能在主动通道切换期间发生故障。

说明

上述计算还包括 OB 70 或 OB 86 中的处理时间。确保 DP 站或 PNIO 站的处理时间不超过 1 ms。在处理量较大时，应将此处理与所述 OB 的直接执行分开进行。

请注意，只有在信号的持续时间大于所指定的切换时间时，CPU 才能检测到信号变化。

当整个 DP 主站系统进行切换时，所有 DP 组件将采用速度最慢的组件的切换时间。

DP/PA Link 或 Y Link 通常用于确定切换时间和相关的最小信号持续时间。因此，建议将 DP/PA Link 和 Y Link 连接到单独的 DP 主站系统。

使用故障安全模块时，始终为每个故障安全模块设置一个比容错系统中主动通道故障切换时间更长的监视时间。

如果忽略这一点，则故障安全模块有可能在有效通道切换期间发生故障。

在链接和更新期间切换主动通道

在通过主站/备用站切换进行链接和更新的过程中（参见章节“链接顺序（页 147）”），所有双向 I/O 站点都将进行主动通道与被动通道切换。与此同时，还将调用 OB 72。

主动通道无扰动切换

为防止在主动通道和被动通道切换期间发生暂时的 I/O

故障或输出替换值，在切换结束且新主动通道接管控制过程之前，双向 I/O 的 DP 站或 PNIO 站会暂停输出。

为确保在切换期间也能检测到 DP 站或 PNIO 站的完全故障，切换操作由多个 DP 站和 DP 主站系统进行监视。

如果 I/O 最短保持时间的设置正确（参见章节“时间监视

（页 155）”），则不会因切换而导致中断或数据记录丢失。必要时会进行自动重复。

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

系统组态和项目工程

应将具有不同切换时间的双向 I/O 分配给单独的链路。
这样做有很多优点，如可简化监视时间的计算。

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

什么是冗余I/O?

当系统包含两套输入/输出模块，而这些模块以冗余对的形式组态并运行时，它们即称为冗余I/O。

使用冗余I/O最大程度地提高了可用性，因为系统可以容许CPU或信号模块的故障。

说明

PROFINET

无法在 PROFINET 接口使用冗余 I/O。

组态

支持下列冗余I/O组态：

1. 中央和扩展设备中的冗余信号模块

为此，信号模块成对安装在CPU 0和CPU 1子系统中。中央和扩展设备中的冗余I/O

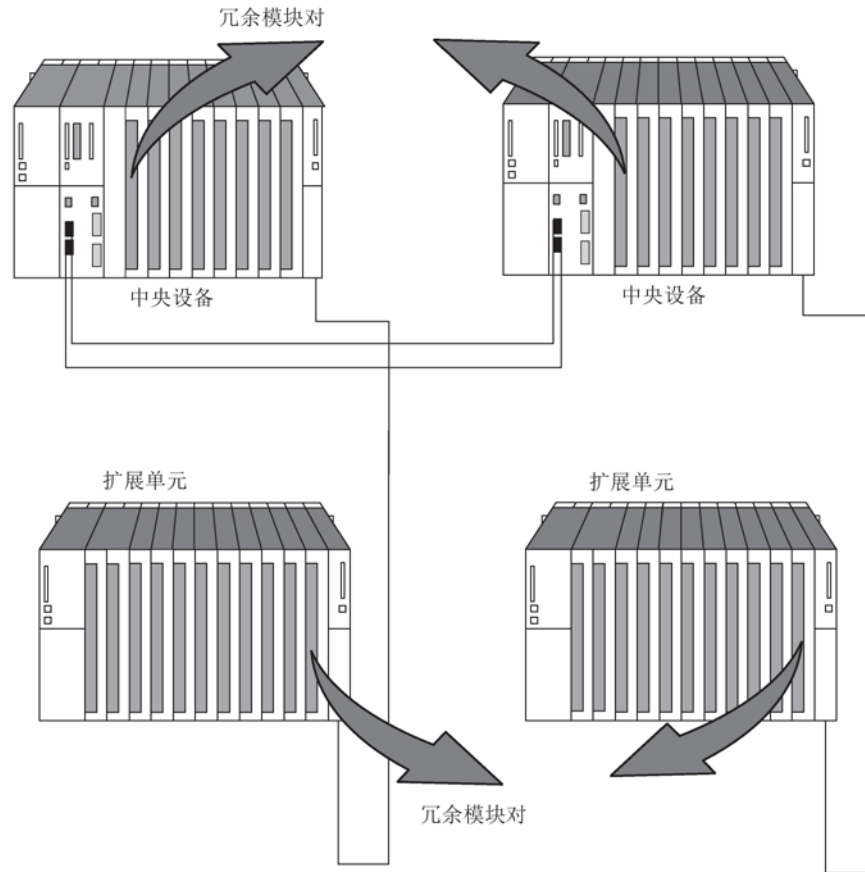


图 13-3 中央和扩展设备中的冗余I/O

2. 单向DP从站中的冗余I/O

为实现这种组态，应在带有源背板总线的ET 200M分布式I/O设备中成对安装信号模块。

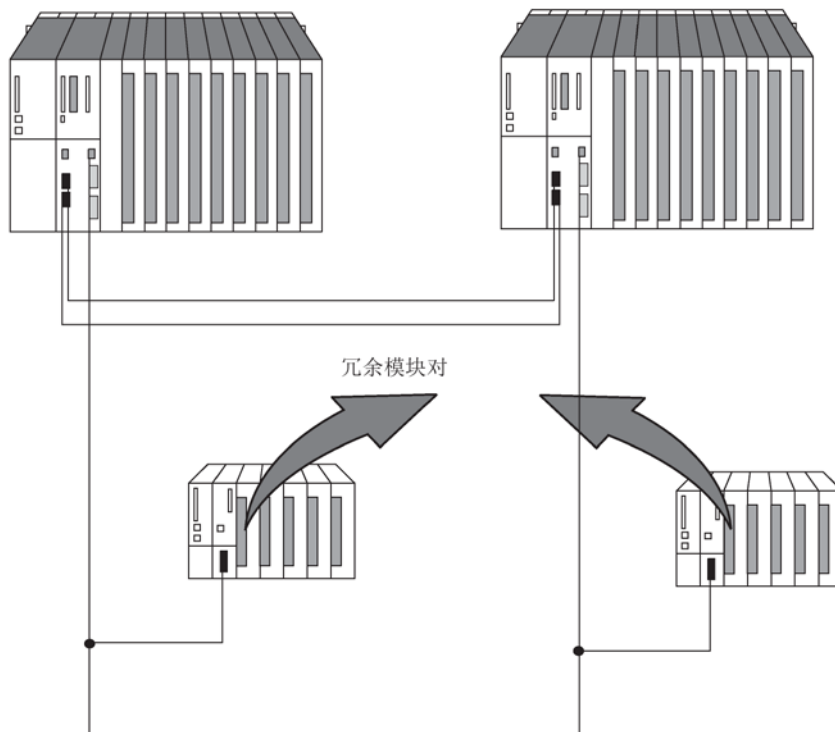


图 13-4 单向DP从站中的冗余I/O

3. 双向DP从站中的冗余I/O

为实现这种组态，应在带有源背板总线的ET 200M分布式I/O设备中成对安装信号模块。

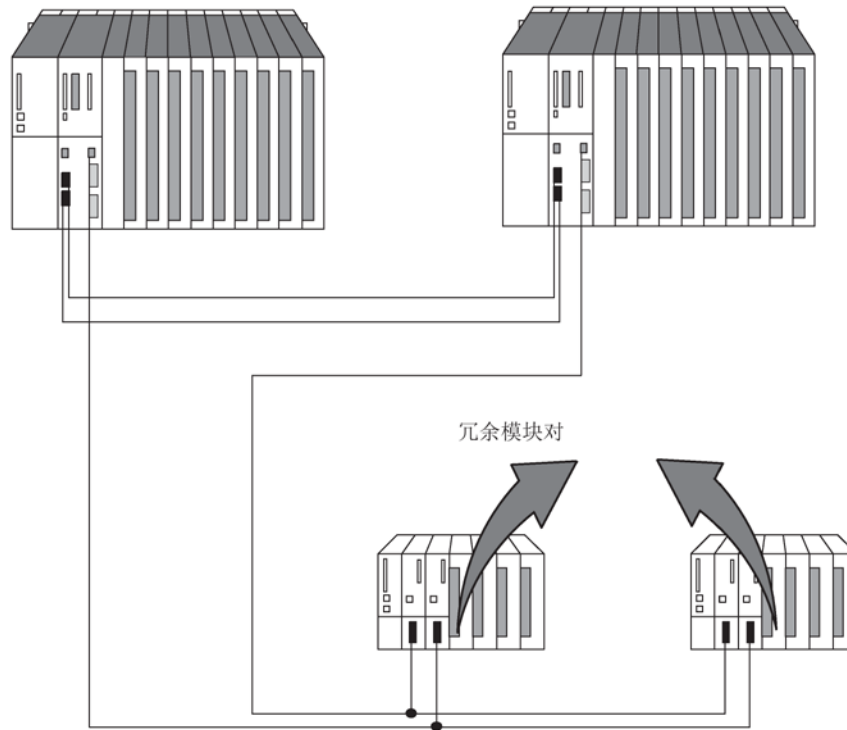


图 13-5 双向DP从站中的冗余I/O

4. 独立模式下连接到容错 CPU 的冗余 I/O

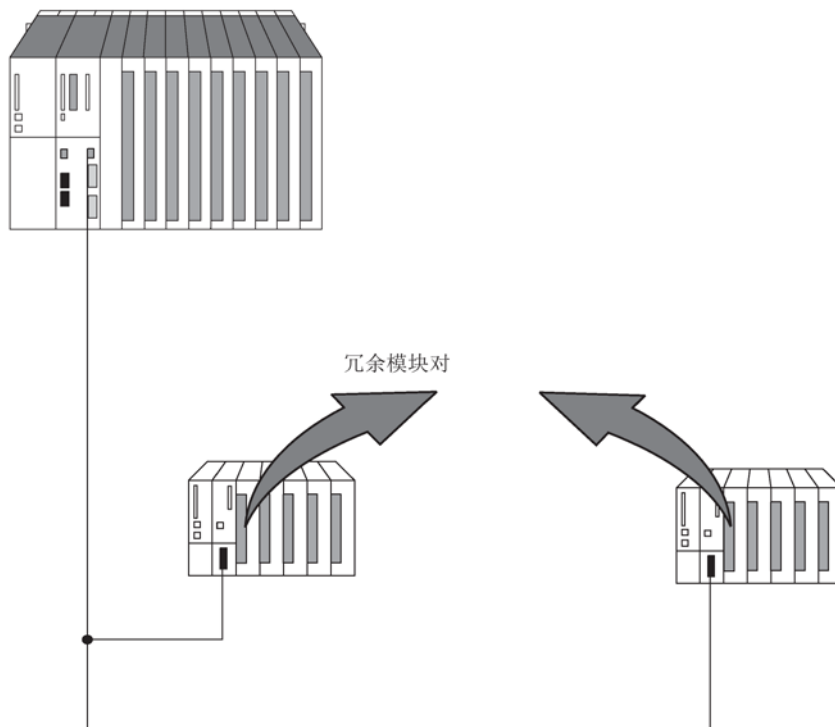


图 13-6 单机模式下的冗余I/O

特定于通道组的冗余的原理

由于差异而产生的通道错误会导致相应通道取消激活。
由于诊断中断(OB82)而产生的通道错误会导致受影响的通道组取消激活。
激活操作将激活所有受影响的通道以及由于模块错误而取消激活的模块。
特定于通道组的取消激活可显著提高系统在以下情况下的可用性：

- 编码器故障发生率相对频繁
- 维修时间长
- 一个模块上的多个通道发生错误

说明

通道和通道组

视模块而定，通道组可包含模块的一个通道、一组通道或所有通道。
因此，在特定于通道组的冗余模式下，可以操作所有具有冗余功能的模块。

具有冗余功能的模块的最新列表可在用于冗余的信号模块 (页 188)部分中找到。

特定于模块的冗余的原理

冗余总是应用于整个模块，而不是单个通道。

第一个冗余模块中出现通道错误时，将取消激活整个模块及其所有通道。

在排除第一个错误并激活第一个模块之前，如果在第二个模块的另一个通道中出现错误，则系统无法处理第二个错误。

具有冗余功能的模块的最新列表可在用于冗余的信号模块 (页 188)部分中找到。

“功能I/O冗余”块库

用于特定于通道组的冗余的块位于“冗余IO CGP V50”库中。“冗余IO CGP V40”库中的块也可设置用于特定于通道组的冗余，但只能用于范围有限的模块。

用于特定于模块的冗余的块位于“冗余IO MGP V30”库中。

特定于模块的冗余是冗余模块操作的一个特殊形式；请参见上文。

说明

运行冗余模块

第一次操作信号模块时，特定于通道组的冗余与“冗余IO CGP V50”库中的块配合使用。这样可确保在使用冗余模块时获得最大的灵活性。

支持冗余I/O的每个“功能I/O冗余”块库都包含下列块：

- FC 450 "RED_INIT": 初始化功能
- FC 451 "RED_DEPA": 启动激活
- FB 450 "RED_IN": 用于读取冗余输入的功能块
- FB 451 "RED_OUT": 用于控制冗余输出的功能块
- FB 452 "RED_DIAG": 用于诊断冗余I/O的功能块
- FB 453 "RED_STATUS": 用于冗余状态信息的功能块

冗余I/O的管理数据块数目应在HW Config的“属性CPU -> H参数”中组态。

为这些数据块分配空闲的DB编号。数据块在CPU启动期间由FC 450 "RED_INIT"创建。

管理数据块编号的缺省设置为1和2。这些数据块不是FB 450 "RED_IN"或FB 451 "RED_OUT"的背景数据块。

这些库可在SIMATIC Manager中通过“文件 -> 打开 -> 库”打开。

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

关于这些块功能和用法的说明，请参见相应的在线帮助。

说明

不同库中的块

务必使用一个库中的块。不允许同时使用不同库中的块。

如果想要使用“冗余IO CGP V5.0”替换某个更早的库“冗余IO (V1)”或“冗余IO CGP”，首先必须相应地编辑您的用户程序。

更多相关信息，请参见上下文相关的块帮助或STEP 7自述文件。

切换到特定于通道组的冗余

要激活特定于通道组的取消激活，必须停止自动化系统(存储器复位并在STOP模式下重新装载用户程序)。

请注意以下各项：

不允许在一个CPU中混合使用不同库中的块，这将导致意外情况。

转换项目时，务必从块文件夹中删除名为FB450-453和FC450-451的所有库块，并用Red-IO CGP V5.0中的块替换。在每个相关程序中均执行此步骤。编译并装载项目。

使用块

在使用块之前，应在HW Config中将冗余模块参数化为冗余。

下表列出了需要链接各个块的OB:

块	OB
FC 450 "RED_INIT"	<ul style="list-style-type: none"> • OB 72“CPU 冗余错误”（仅限容错系统） FC 450 只在启动事件 B#16#33“由操作员执行备用站-主站切换”后执行 • OB 80“超时错误”（仅在独立模式下） FC 450 只在启动事件“重新组态后恢复 RUN”后执行 • OB 100“重新启动”（重新创建管理DB，请参见在线帮助） • OB 102“冷重启”
FC 451 "RED_DEPA"	<ul style="list-style-type: none"> • OB 83“插入/移除模块中断”或 OB 85“程序执行错误” 如果在插入模块的同时在 OB 83 中调用 FC 451，或在 OB 85 中通过离开中断调用它，激活操作将延迟 3 秒。 • OB 1“循环程序”和/或 OB 30 到 38“循环中断” 消除故障之后，还必须在 OB1 或 OB 30 到 38 中有条件地调用 FC 451，例如通过用户确认的方式。 FC 451 仅激活对应过程映像分区中的模块。 <p>使用“冗余IO MGP”库中的版本3.5或更高版本的FB 450“RED_IN”和“冗余IO CGP”V50库中的版本5.8或更高版本的FB 450“RED_IN”时，激活操作将延迟10秒。</p>
FB 450 "RED_IN"	<ul style="list-style-type: none"> • OB 1“循环程序” • OB 30 到 OB 38“循环中断”
FB 451 "RED_OUT"	<ul style="list-style-type: none"> • OB 1“循环程序” • OB 30 到 OB 38“循环中断”
FB 452 "RED_DIAG"	<ul style="list-style-type: none"> • OB 72“CPU冗余错误” • OB 82“诊断中断” • OB 83“插拔中断” • OB 85“程序执行错误”
FB 453 "RED_STATUS"	<ul style="list-style-type: none"> • OB 1“循环程序”(仅限容错系统) • OB 30 到 OB 38“循环中断”

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

要在循环中断中通过过程映像分区对冗余模块寻址，必须将相关的过程映像分区分配给该模块对和循环中断。调用用户程序之前，在此循环中断中调用 FB 450“RED_IN”。调用用户程序之后，在此循环中断中调用 FB 451“RED_OUT”。

用户程序可以处理的有效数值总是位于两个冗余模块的较低地址处。这意味着，应用程序只能使用较低地址；较高地址的值与应用程序无关。

说明

使用过程映像分区时FB 450 "RED_IN"和451 "RED_OUT"的用法

对于所使用的每个优先级(OB1、OB 30 ... OB 38)，必须使用单独的过程映像分区。

冗余I/O的硬件配置和项目工程

要使用冗余I/O，请遵循下列步骤：

1. 插入要冗余运行的所有模块。请记住以下组态基本规则。
2. 使用HW Config在相关模块的对象属性中组态模块冗余。

找到每个模块的伙伴模块，或接受缺省设置

在集中式组态中：

如果模块位于偶数机架的插槽X中，建议选择位于下一个奇数编号机架相同插槽中的模块。

如果模块位于奇数机架的插槽X中，建议选择前一个偶数编号机架相同插槽中的模块。

单向DP从站的分布式组态：

如果模块插在从站的X插槽中，只要DP主站系统处于冗余状态，建议选择伙伴DP子系统相同PROFIBUS地址处从站的相同X插槽中的模块。

双向DP从站单机模式下的分布式组态：

如果具有DP地址的从站中的模块插入到插槽X中，建议选择具有下一个PROFIBUS地址的从站中插槽X上的模块。

3. 为输入模块输入剩余的冗余参数。

说明

在运行期间的系统修改也支持冗余I/O。不允许按SFC更改冗余模块的参数设置。

说明

在拆除不支持诊断功能且未取消激活的冗余数字量输入模块之前，必须切断站或机架的电源。否则，可能会将错误的模块取消激活。

例如，在更换冗余模块的前连接器时，这一步骤是必要的。

冗余模块必须在输入或输出的过程映像中，且始终通过过程映像访问。

使用冗余模块时，选择“HW Config -> CPU 41x-H属性”中的“周期/时钟存储器”标签，然后设置下列参数：

“OB 85在I/O区域访问出错时调用 > 只有进入和离开的错误”

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

13.4.1 用于冗余的信号模块

用作冗余 I/O 的信号模块

以下信号模块可作为冗余 I/O。有关模块使用的最新信息，请参见自述文件或访问 <http://www.siemens.com/automation/service&support> 网站中的 SIMATIC 常见问题与解答（搜索关键字“冗余 I/O”）。

要考虑到只能使用具有相同产品版本和相同固件版本的模块作为冗余对。

表格 13-3 用于冗余的信号模块

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
中央：双通道冗余 DI				
√		√	DI 16xDC 24V 中断	6ES7 421-7BH0x-0AB0
			使用非冗余编码器 <ul style="list-style-type: none"> 该模块支持“断路”诊断功能。要实现这一功能，需确保在使用一个编码器评估两个并联输入时，即使信号状态为“0”，总电流也在 2.4 mA 和 4.9 mA 范围内。 可通过在编码器跨接一个电阻满足这一要求。 电阻值取决于开关类型，对于接触式开关，通常介于 6800 和 8200 欧姆之间。 对于 BEROS，可使用以下公式计算电阻值： $(30 \text{ V}) / (4.9 \text{ mA} - I_{R_Bero}) < R < (20 \text{ V}) / (2.4 \text{ mA} - I_{R_Bero})$	
√		√	DI 32xDC 24 V	6ES7 4211BL0x0AA0
√		√	DI 32xUC 120V	6ES7 421-1EL00-0AA0
分布式：双通道冗余 DI				
√		√	DI16xDC 24 V, 中断	6ES7 3217BH000AB0

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
√	√	√	DI16xDC 24 V	6ES7 3217BH010AB0
			<p>如果一个通道上出现错误，则整个组（2 个通道）取消激活。使用带 HF 索引的模块时，发生通道错误时只有故障通道才会激活。</p> <p>使用非冗余编码器</p> <ul style="list-style-type: none"> 该模块支持“断路”诊断功能。要实现这一功能，需确保在使用一个编码器评估两个并联输入时，即使信号状态为“0”，总电流也在 2.4 mA 和 4.9 mA 范围内。 <p>可通过在编码器跨接一个电阻满足这一要求。电阻值取决于开关类型，对于接触式开关，通常介于 6800 和 8200 欧姆之间。</p> <p>对于 BEROS，可使用以下公式计算电阻值： $(30 \text{ V}/(4.9 \text{ mA} - I_{R_Bero}) < R < (20 \text{ V}/(2.4 \text{ mA} - I_{R_Bero}))$</p>	
√		√	DI16xDC 24 V	6ES7 3211BH020AA0
			<p>在某些系统状态下，当第二个模块的前连接器卸下后，可以快速读取第一个模块的错误值。</p> <p>这可以通过使用如图F.1中那样的串联二极管来预防。</p>	
√		√	DI32xDC 24 V	6ES7 321-1BL00-0AA0
			<p>在某些系统状态下，当第二个模块的前连接器卸下后，可以快速读取第一个模块的错误值。这可以通过使用如图 F.2 中那样的串联二极管来预防。</p>	
√		√	DI 8xAC 120/230V	6ES7 3211FF010AA0
√		√	DI 4xNamur [Ex ib]	6ES7 321-7RD00-0AB0
			<p>在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。</p> <p>使用非冗余编码器</p> <ul style="list-style-type: none"> 只能连接 2 线制 NAMUR 编码器或触点接通器。 编码器回路的等电位联结应始终在同一个点（最好在编码器的负极）。 选择编码器时，应将其特性与指定的输入特性做比较。请记住，无论使用一个输入还是两个输入，此功能必须始终可用。 <p>NAMUR 编码器有效值示例：对于“0”，电流 > 0.2 mA；对于“1”，电流 > 4.2 mA。</p>	

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
√		√	DI 16xNamur	6ES7321-7TH00-0AB0
			使用非冗余编码器 <ul style="list-style-type: none"> 编码器回路的等电位联结应始终在同一个点（最好在编码器的负极）。 两个冗余模块应使用公共的负载电源。 选择编码器时，应将其特性与指定的输入特性做比较。 请记住，无论使用一个输入还是两个输入，此功能必须始终可用。 NAMUR 编码器有效值示例：对于“0”，电流 > 0.7 mA；对于“1”，电流 > 4.2 mA。 	
√		√	DI 24xDC 24 V	6ES7326-1BK00-0AB0
			标准模式下的 F 模块	
√		√	DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7326-1RF00-0AB0
			标准模式下的 F 模块	
中央：双通道冗余 DO				
√		√	DO 32xDC 24V/0.5A	6ES7422-7BL00-0AB0
			不能准确判断诊断信息“P短路”、“M短路”和断路。 在组态中分别取消选择这些信息。 如果在操作过程中设备发生变更，则 I/O 最小保持时间将无效。 因此，可通过所组态的模块冗余实现无扰切换。通常需要 3 到 50 ms 时间。	
√		√	DO 16xAC 120/230V/2A	6ES7422-1FH00-0AA0
分布式：双通道冗余 DO				
√		√	DO8xDC 24 V/0.5 A	6ES7322-8BF00-0AB0
			诊断信息“P 短路”和“断路”无法确切地判断。 在组态中分别取消选择这些信息。	
√		√	DO8xDC 24 V/2 A	6ES7322-1BF01-0AA0

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
√		√	DO32xDC 24 V/0.5 A	6ES7322-1BL00-0AA0
√		√	DO8xAC 120/230 V/2 A	6ES7322-1FF01-0AA0
√		√	DO 4x24 V/10 mA [Ex ib]	6ES7322-5SD00-0AB0
			在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。	
√		√	DO 4x24 V/10 mA [Ex ib]	6ES7322-5RD00-0AB0
			在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。	
√	√	√	DO 16xDC 24 V/0.5 A	6ES7322-8BH01-0AB0
			<ul style="list-style-type: none"> 负载电路的等电位联结应始终只发生在一个点上（最好在负载的负极）。 不能进行通道诊断。 	
√	√	√	DO 16xDC 24 V/0.5 A	6ES7322-8BH10-0AB0
			<ul style="list-style-type: none"> 负载电路的等电位联结应始终只发生在一个点上（最好在负载的负极）。 	
√	√	√	DO 10xDC 24 V/2 A，产品版本 3 或更高版本	6ES7326-2BF01-0AB0
			标准模式下的 F 模块 输入和输出必须具有相同地址。	

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
中央：双通道冗余 AI				
√		√	AI 16x16位	6ES7431-7QH00-0AB0
<p>用于电压测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 当运行带有变送器的模块或连接热电偶时，都不得在 HW Config 中激活“断路”诊断功能。 <p>用于间接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 使用 50 欧姆电阻（测量范围为 +/- 1 V）或 250 欧姆电阻（测量范围为 1 - 5 V）将电流转换为电压，请参见图 10-9。电阻的容差必须加到模块误差上。 <p>用于直接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 合适的稳压二极管：BZX85C6v2 4 线制变送器的负载能力：$R_B > 325$ 欧姆 （最差情况下确定：1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA 到 $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z\ max}) / I_{max}$） 使用 2 线制变送器时电路中的输入电压：$U_{e-2w} < 8$ V （最差情况下确定：1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过载值为 24 mA 到 $U_{e-2w} = R_E * I_{max} + U_{z\ max}$） <p>注：图 10-10 所示电路只能使用有源（4 线制）变送器，或者带外接电源的无源（2 线制）变送器。务必将要操作的模块通道参数化为“4 线制变送器”，并将测量范围指示块设置到位置“C”。无法通过模块 (2DMU) 为变送器供电。</p>				

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
分布式：双通道冗余 AI				
√		√	AI8x12 位	6ES7331-7KF02-0AB0
			<p>用于电压测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 当运行带有变送器的模块或连接热电偶时，都不得在 HW Config 中激活“断路”诊断功能。 <p>用于间接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 确定测量误差时，请遵循以下几点要求： 操作并联的两个输入时，测量范围 > 2.5 V 的总输入电阻从额定值 100 kΩ 减小到 50 kΩ。 当运行带有变送器的模块或连接热电偶时，都不得在 HW Config 中激活“断路”诊断功能。 使用 50 欧姆电阻（测量范围为 +/- 1 V）或 250 欧姆电阻（测量范围为 1 - 5 V）将电流转换为电压，请参见图 10-9。电阻的容差必须加到模块误差上。 该模块不适用于直接电流测量。 <p>使用冗余编码器：</p> <ul style="list-style-type: none"> 可以对冗余编码器进行以下电压设置： +/- 80 mV（仅限无断路监视时） +/- 250 mV（仅限无断路监视时） +/- 500 mV（断路监视不可组态） +/- 1 V（断路监视不可组态） +/- 2.5 V（断路监视不可组态） +/- 5 V（断路监视不可组态） +/- 10 V（断路监视不可组态） 1...5 V（断路监视不可组态） 	

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
√	√	√	AI 8x16 位	6ES7 3317NF000AB0
			<p>用于电压测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 当操作带变送器的模块时，不在 HW Config 中激活“断路”诊断功能。 <p>用于间接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 使用间接电流测量时，确保传感器电阻与实际输入连接可靠，因为在此连接的单个电缆发生断路时，无法保证可靠的断路检测。 使用一个 250 欧姆电阻（测量范围为 1 - 5 V）将电流转换为电压；请参见图 10-9。 <p>用于直接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 合适的稳压二极管：BZX85C8v2 与电路有关的附加误差： 如果一个模块发生故障，则另一个模块可能突然出现约 0.1% 的附加误差。 4 线制变送器的负载能力：$R_B > 610$ 欧姆 (最差情况下确定：1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA 到 $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z max}) / I_{max}$) 使用 2 线制变送器时电路中的输入电压：$U_{e-2w} < 15$ V (最差情况下确定：1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过载值为 24 mA 到 $U_{e-2w} = R_E * I_{max} + U_{z max}$) 	

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
√		√	AI 8x16 位	6ES7 331-7NF10-0AB0
			<p>用于电压测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 当运行带有变送器的模块或连接热电偶时，都不得在 HW Config 中激活“断路”诊断功能。 <p>用于间接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 使用一个 250 欧姆电阻（测量范围为 1 - 5 V）将电流转换为电压；请参见图 10-9。 <p>用于直接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 合适的稳压二极管：BZX85C8v2 4 线制变送器的负载能力：$R_B > 610$ 欧姆（最差情况下确定：1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA 到 $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z max}) / I_{max}$） 使用 2 线制变送器时电路中的输入电压：$U_{e-2w} < 15 V$（最差情况下确定：1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过载值为 24 mA 到 $U_{e-2w} = R_E * I_{max} + U_{z max}$） 	
√		√	AI 6xTC 16 位 iso, 6ES7331-7PE10-0AB0	6ES7331-7PE10-0AB0
			<p>注： 这些模块只能与冗余编码器配合使用。</p> <p>可将此模块与“冗余 IO MGP”库中的版本 V3.5 或更高版本的 FB 450“RED_IN”和“冗余 IO CGP”V50 库中的版本 V5.8 或更高版本的 FB 450“RED_IN”配合使用。</p> <p>通过热电偶和参数化冗余测量温度时请遵循以下几点：</p> <p>在“容差窗口”下“冗余”中所指定的值通常基于 2764.8 °C。例如，如果输入“1”则检查 27 °C 的容差；如果输入“5”则检查 138 °C 的容差。</p> <p>在进行冗余操作时，不能进行固件更新，也不得进行在线校准。</p> <p>用于电压测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 当模块带热电偶运行时，不得激活 HW Config 中的“断路”诊断功能。 <p>用于间接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 由于最大电压范围是 +/- 1 V，因此可以仅通过 50 ohm 电阻来执行间接电流测量。符合系统要求的转换只能在 +/- 20 mA 范围内进行。 	

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
√		√	AI 4x15 位 [EEx ib]	6ES7331-7RD00-0AB0
			<p>在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。</p> <p>它不适用于间接电流测量。</p> <p>用于直接电流测量</p> <ul style="list-style-type: none"> 合适的稳压二极管：BZX85C6v2 4 线制变送器的负载能力：RB > 325 欧姆 最差情况下确定：1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过载值为 24 mA 到 $RB = (RE * I_{max} + U_{z max})/I_{max}$ 2 线制变送器的输入电压：Ue-2w < 8 V 最差情况下确定：1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过载值为 24 mA 到 $Ue-2w = RE * I_{max} + U_{z max}$ <p>注： 只能连接带 24 V 外接电源的 2 线制变送器或 4 制线变送器。图 8-10 所示的电路中不能使用变送器的内部电源，因为该电源输出只有 13 V，因此在最差情况下只能向变送器提供 5 V 电压。</p>	
√		√	AI 6x13 位	6ES7 336-1HE00-0AB0
			标准模式下的 F 模块	
√	√	√	AI 8x0/4 到 20mA HART	6ES7 331-7TF01-0AB0
			<p>不能在冗余工作中进行固件更新。</p> <p>也不得在冗余工作中进行在线校准。</p> <p>请参见手册“分布式 I/O 设备 ET 200M; HART 模拟量模块”</p>	
分布式：双通道冗余 AO				
√		√	AO4x12 位	6ES7332-5HD01-0AB0
√	√	√	AO8x12 位	6ES7332-5HF00-0AB0
√		√	AO4x0/4 到 20 mA [EEx ib]	6ES7332-5RD00-0AB0
			在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。	

库 V5.x	库 V4.x	库 V3.x	模块	订货号
√	√	√	AO 8x0/4 到 20mA HART	6ES7 332-8TF01-0AB0
			在冗余操作中不能进行固件更新，也不能进行在线校准。 请参见手册“ET 200M 分布式 I/O 设备；HART 模拟量模块”	

说明

需要为 F 模块安装 F 组态包。

F 组态包可从 Internet 上免费下载。

可以从客户支持网站上载：<http://www.siemens.com/automation/service&support>。

信号模块冗余组态的质量等级

出错时模块的可用性取决于其诊断的可能性以及通道的分组情况。

将数字量输入模块用作冗余 I/O

通过设置下列参数组态数字量输入模块来进行冗余操作：

- 差异时间（冗余输入信号可存在差异的最大允许时间）。指定的差异时间必须是过程映像更新时间的倍数，因此同样是通道基本转换时间的倍数。
如果超出所组态的差异时间后，输入值仍存在差异，则将发生错误。
- 对输入值差异的响应

首先，检查成对冗余模块的输入信号是否一致。

如果数值一致，则将一致的数值写入过程输入映像的低位存储区。

如果存在差异而且是第一次出现差异，则相应标记该差异并启动差异时间。

在差异时间内，最近的匹配（无差异）数值被写入模块低位地址过程映像中。

这一过程会重复执行，直到在差异时间内数值再次匹配，或者超过某一位的差异时间。

如果在所组态的差异时间过后差异仍然存在，则会发生错误。

根据下列策略来找到出错的一方：

1. 在差异时间内，最近的匹配值作为结果保留。
2. 超出差异时间后，将显示以下错误消息：
错误代码 7960：“冗余 I/O：已超出数字量输入上的差异时间，仍确定错误位置”。

不会取消激活，也不会静态错误映像中输入任何记录。

超出差异时间后，直到发生下一个信号变化，所组态的响应才会执行。

3. 如果发生另一个信号变化，则发生信号变化的模块/通道是完好的模块/通道，另一个模块/通道停止工作。

说明

系统确定差异时实际所需的时间受多种因素影响：

总线延时时间、用户程序中的循环时间和调用时间、转换时间等等。因此，冗余输入信号的差异时间可能大于所组态的差异时间。

调用OB 82也会取消激活具有诊断功能的模块。

使用带非冗余编码器的冗余数字量输入模块

带有非冗余编码器时，数字量输入模块可在 2 选 1 组态中使用：

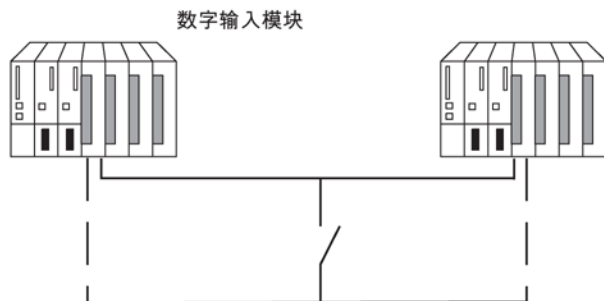


图 13-7 带一个编码器的 2 选 1 组态中的容错数字量输入模块

冗余数字量输入模块的使用增大了它们的可用性。

差异分析会检测数字量输入模块的“持续 1”和“持续 0”错误。

“持续 1”错误表示输入端恒为数值 1，“持续 0”错误表示没有输入电压。

其原因有多种，例如可能是由L+或M短路引起。

模块和编码器之间的机壳接地连接电流应尽可能小。

编码器连接到多个数字量输入模块时，冗余模块必须以相同的参考电位工作。

如果要在运行期间更换模块而又未使用冗余编码器，则需要使用去耦二极管。

有关互连示例，请参见附录“冗余I/O的连接实例 (页 465)”。

说明

请注意，接近开关 (Beros) 必须为两个数字量输入模块的通道提供电流。
但是各模块的技术数据仅给出了每路输入所需的电流。

冗余数字量输入模块与冗余编码器一起使用

采用冗余编码器时，数字量输入模块可在 2 选 1 组态中使用：

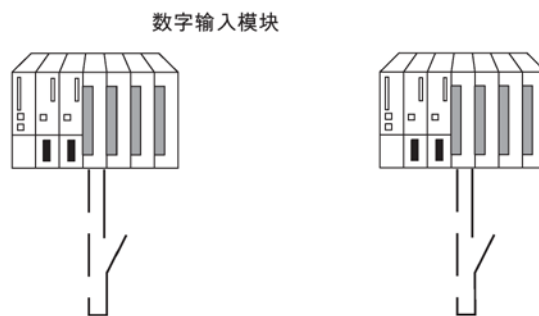


图 13-8 带两个编码器的 2 选 1 组态中的容错数字量输入模块

使用冗余编码器也会增强它们的可用性。
差异分析可以检测除非冗余负载电源电压故障外的所有错误。
通过安装冗余负载电源可以增强可用性。

有关互连示例，请参见附录“冗余I/O的连接实例 (页 465)”。

冗余数字量输出模块

通过并联两个数字量输出模块或故障安全数字量输出模块的两个输出（2 选 1 组态），可以实现最终控制元件的容错控制。

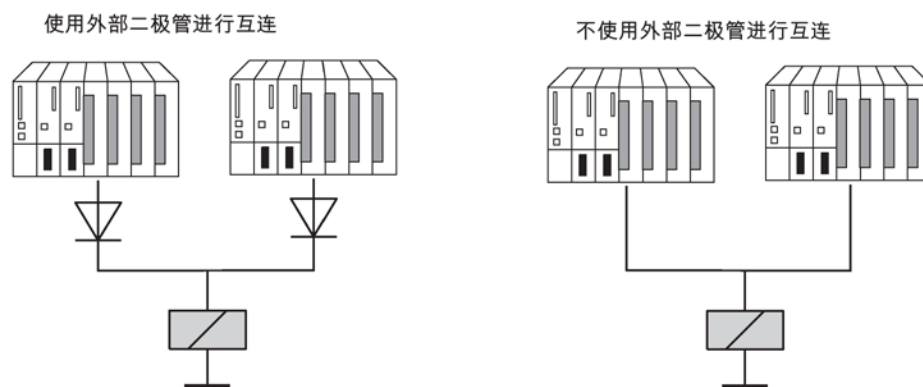


图 13-9 2 选 1 组态中的容错数字量输出模块

数字量输出模块必须连接到一个公共负载电源电压。

有关互连示例，请参见附录“冗余I/O的连接实例 (页 465)”。

使用外部二极管互连与不使用外部二极管互连的对比

下表列出了在冗余模式下应使用外部二极管互连的冗余数字量输出模块：

表格 13-4 使用/不使用二极管互连数字量输出模块

模块	使用二极管	不使用二极管
6ES7 4227BL000AB0	√	-
6ES7 4221FH000AA0	-	√
6ES7 3262BF010AB0	√	√
6ES7 322-1BL00-0AA0	√	-
6ES7 322-1BF01-0AA0	√	-
6ES7 3228BF000AB0	√	√
6ES7 3221FF010AA0	-	√
6ES7 322-8BH01-0AB0	-	√
6ES7 322-8BH10-0AB0	-	√

模块	使用二极管	不使用二极管
6ES7 322-5RD00-0AB0	√	-
6ES7 3225SD000AB0	√	-

有关与二极管连接的信息

- 合适的二极管为 $U_r \geq 200 \text{ V}$ 且 $I_F \geq 1 \text{ A}$ 的二极管（例如，系列 1N4003 到 1N4007 的各个型号）。
- 建议将模块接地与负载接地分开。两者之间必须采用等电位联结。

将模拟量输入模块用作冗余 I/O

为冗余模式组态模拟量输入模块时指定了以下参数：

- 容差窗口（组态为测量范围端值的百分比）
如果两个模拟值在容差窗口内，则视为这两个值相等。
- 差异时间（冗余输入信号可在容差窗口外的最大允许时间）。指定的差异时间必须是过程映像更新时间的倍数，因此同样是通道基本转换时间的倍数。
如果超出所组态的差异时间后，输入值仍存在差异，则将发生错误。
如果在两个模拟量输入模块上连接相同的传感器，则默认的差异时间通常是足够的。
如果使用不同的传感器，尤其是不同的温度传感器，则必须增大差异时间。
- 应用值
应用值是指在用户程序中应用的两个模拟量输入值。

系统会检查两个读入的模拟值是否在所组态的容差窗口内。

如果是，则将应用数值写入过程输入映像的低位数据存储区。

如果存在差异而且是第一次出现差异，则相应标记该差异并启动差异时间。

在差异时间期间，最近的有效值被写入模块低位地址过程映像中，供当前过程使用。

如果过了差异时间，具有已组态标准值的模块/通道被声明为有效，另一个模块/通道则将被禁用。

如果将两个模块的最大值参数化为标准值，则该值将用于进一步的程序执行，而另一个模块/通道则将被取消激活。

如果组态了最小值，则该模块/通道会将该数据提供给过程，而具有最大值的模块将被取消激活。任何情况下，取消激活的模块/通道都会进入诊断缓冲区。

如果在差异时间内排除了差异，仍将执行冗余输入信号分析。

说明

系统确定差异时实际所需的时间受多种因素影响：总线延时时间、用户程序中的循环时间和调用时间、转换时间等等。因此，冗余输入信号的差异时间可能大于所组态的差异时间。

说明

当通道通过 16#7FFF 报告上溢或通过 16#8000 报告下溢时，将不进行差异分析。相关模块/通道会立即取消激活。因此，应在 HW Config 中使用“测量类型”参数禁用所有未使用的输入。

带非冗余编码器的冗余模拟量输入模块

采用非冗余编码器时，模拟量输入模块可在 2 选 1 组态中使用：

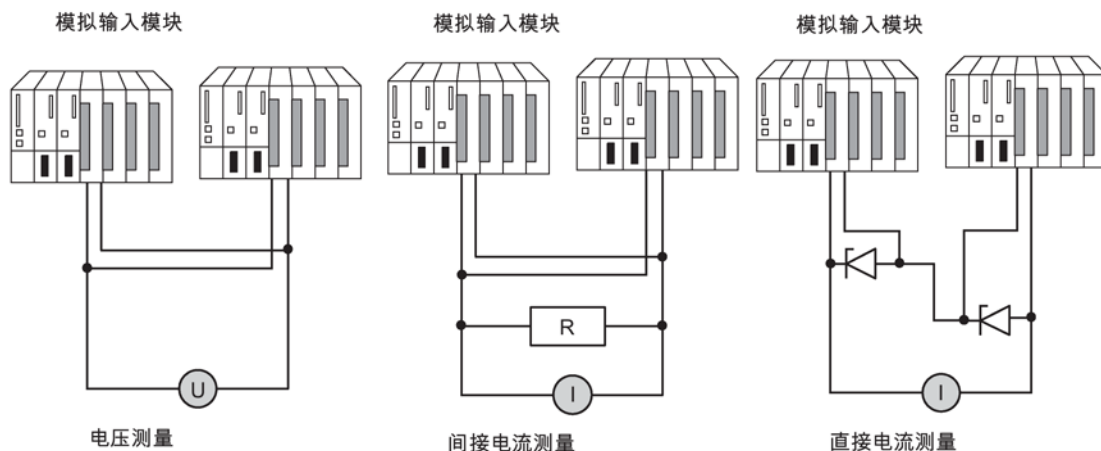


图 13-10 带一个编码器的 2 选 1 组态中的容错模拟量输入模块

一个编码器连接到多个模拟量输入模块时，请注意以下注意事项：

- 将模拟量输入模块并行连接到电压传感器（图中左侧部分）。
- 可以使用一个外部负载将电流转换成电压，以使用并联的电压模拟量输入模块（图中中间部分）。
- 2 线制变送器通过外部供电，因此可以在线修理模块。

故障安全模拟量输入模块的冗余将增大可用性。

有关互连示例，请参见附录“冗余I/O的连接实例 (页 465)”。

用于间接电流测量的冗余模拟量输入模块

以下内容适用于模拟量输入模块的连线：

- 适合该电路的编码器是带电压输出和热电偶的有源变送器。
- 当运行带有变送器的模块或连接热电偶时，都不得在 HW Config 中激活“断路”诊断功能。
- 合适的编码器类型是输出范围为 $\pm 20\text{ mA}$ 、0 到 20 mA 和 4 到 20 mA 的有源 4 线制和无源 2 线制变送器。2 线制变送器由外部辅助电压供电。
- 电阻和输入电压范围的选择条件是测量精度、数字格式、最大精度和可能的诊断。
- 除了列出的选项外，也可以使用符合欧姆定律的其它输入电阻和电压组合。但请注意，这些组合可能导致丢失数字格式、诊断功能和精度。测量误差很大程度上还取决于某些模块的测量电阻的大小。
- 使用一个容差为 $\pm 0.1\%$ 和 TC 15 ppm 的测量电阻。

特定模块的附加条件

AI 8x12位6ES7 331-7K..02-0AB0

- 使用 50 欧姆或 250 欧姆的电阻将电流转换成电压：

电阻	50 欧姆	250 欧姆	
电流测量范围	$\pm 20\text{ mA}$	$\pm 20\text{ mA}^*)$	4 到 20 mA
要参数化的输入范围	$\pm 1\text{ V}$	$\pm 5\text{ V}$	1 到 5 V
测量范围指示块位置	"A"	"B"	
精度	12 位 + 符号	12 位 + 符号	12 位
S7 数字格式	√	√	
特定于电路的测量误差	-	0.5%	
2 个并联输入	-	0.25%	
1 个输入			
“断路”诊断	-	-	√ *)
4 线制变送器的负载	50 欧姆	250 欧姆	
2 线制变送器的输入电压	$> 1.2\text{ V}$	$> 6\text{ V}$	
*) 发生断路时，AI 8x12 位模块将输出诊断中断和测量值“7FFF”。			

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

所列测量误差只来自一个或两个电压输入与测量电阻的互连。
这里未考虑容差或模块的基本/操作限制。

测量结果的差异由一个或两个输入的测量误差指示，这取决于是两个输入还是只有一个输入（出错时）获得了变送器的电流。

AI 8x16 位 6ES7 331-7NF00-0AB0

- 使用 250 欧姆电阻将电流转换成电压：

电阻	250 ohm *)	
电流测量范围	+/-20 mA	4 到 20 mA
要参数化的输入范围	+/-5 V	1 到 5 V
精度	15 位 + 符号	15 位
S7 数字格式	√	
特定于电路的测量误差	-	
2 个并联输入	-	
1 个输入	-	
“断路”诊断	-	√
4 线制变送器的负载	250 欧姆	
2 线制变送器的输入电压	> 6 V	
*) 可以使用模块内部任意连接的 250 ohm 电阻		

AI 16x16 位 6ES7 431-7QH00-0AB0

- 使用 50 欧姆或 250 欧姆的电阻将电流转换成电压：

电阻	50 欧姆	250 欧姆	
电流测量范围	+/-20 mA	+/-20 mA	4 到 20 mA
要组态的输入范围	+/-1 V	+/-5 V	1 到 5 V
测量范围指示块位置	"A"	"A"	
精度	15 位 + 符号	15 位 + 符号	15 位
S7 数字格式	√	√	
特定于电路的测量误差 1)	-		
2 个并联输入	-	-	
1 个输入	-	-	

电阻	50 欧姆	250 欧姆	
“断路”诊断	-	-	√
4 线制变送器的负载	50 欧姆	250 欧姆	
2 线制变送器的输入电压	> 1.2 V	> 6 V	

用于直接电流测量的冗余模拟量输入模块

根据图 8-10，模拟量输入模块接线有如下要求：

- 合适的编码器类型是输出范围为 +/-20 mA、0 到 20 mA 和 4 到 20 mA 的有源 4 线制和无源 2 线制变送器。2 线制变送器由外部辅助电压供电。
- “断路”诊断功能只支持 4 到 20 mA 的输入范围。
在这种情况下，排除所有其它单极性或双极性范围。
- 合适的二极管包括 BZX85 或 1N47..A 系列（稳压二极管 1.3 W）中的型号，电压等于为模块指定的电压。
选择其它元件时，其反向电流应尽可能低。
- 由于存在反向电流，此类电路和指定二极管将产生最大 1 μ A 的基本测量误差。在 20 mA 范围以及精度为 16 位的情况下，此值会导致小于 2 位的误差。
上面所示电路中的各模拟量输入会导致附加误差，这可能会成为一个限制条件。
手册中指定的误差必须与所有模块的这类误差相加。
- 所使用的 4 线制变送器必须能够驱动从上述电路得出的负载。
详细情况请参见各模块的技术规范。
- 连接 2 线制变送器时，请注意稳压二极管电路在变送器的电源预算中占有很大的比重。
因此，在各模块的技术规范中都列出了其所要求的输入电压。
加上变送器数据表中指定的固有电源，最小电源电压的计算公式为 $L+ > U_{e-2w} + U_{IS-TR}$

带冗余编码器的冗余模拟量输入模块

使用双冗余编码器时，在 2 选 1 组态中最好使用故障安全模拟量输入模块：

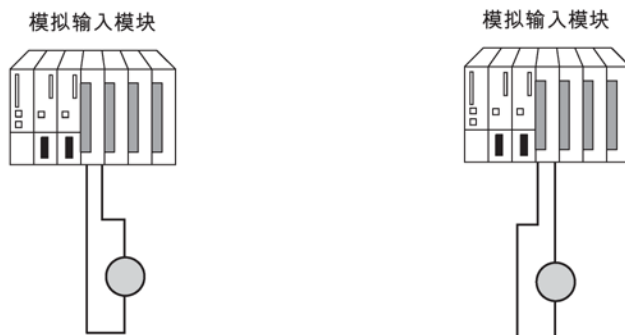


图 13-11 带两个编码器的 2 选 1 组态中的容错模拟量输入模块

使用冗余编码器也会增强它们的可用性。

差异分析还会检测除非冗余负载电源电压故障外的外部错误。

有关互连示例，请参见附录“冗余I/O的连接实例 (页 465)”。

本文档开头的一般性说明都适用。

冗余编码器与非冗余编码器的对比

下表显示了在冗余模式下哪些模拟量输入模块可以与冗余或非冗余编码器一起使用：

表格 13-5 模拟量输入模块和编码器

模块	冗余编码器	非冗余编码器
6ES7 4317QH000AB0	√	√
6ES7 336-1HE00-0AB0	√	-
6ES7 331-7KF02-0AB0	√	√
6ES7 3317NF000AB0	√	√
6ES7 3317RD000AB0	√	√

冗余模拟量输出模块

通过并联两个模拟量输出模块的两个输出，实现最终控制元件的容错控制（2 选 1 结构）。

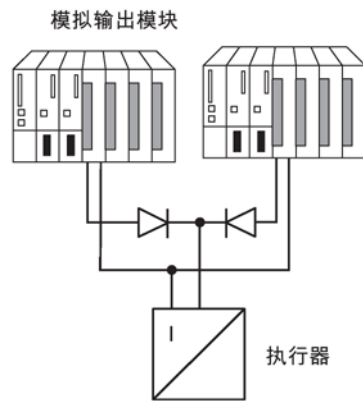


图 13-12 2 选 1 组态中的容错模拟量输出模块

以下内容适用于模拟量输出模块的连线：

- 以星形结构进行接地连接可避免输出误差（模拟量输出模块的受限共模抑制）。

有关与二极管连接的信息

- 合适的二极管为 $U_r \geq 200 \text{ V}$ 且 $I_F \geq 1 \text{ A}$ 的二极管（例如，系列 1N4003 到 1N4007 的各个型号）。
- 建议使用单独的负载电源。两个负载电源之间必须采用等电位联结。

模拟输出信号

只有具有电流输出（0 到 20 mA、4 到 20 mA）的模拟量输出模块才能冗余工作。

13.4 将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口

输出值除以 2，两个模块各输出一半值。

如果其中一个模块出现故障，则故障会被检测出来，另一个模块就会输出完整的值。这样，因错误而在输出模块上引起的电涌不会太高。

说明

输出值暂时降低到一半，在程序做出响应后即可恢复正确值。可通过以下时间间隔确定输出值降低的持续时间：

- 从中断最初发生到中断报告到达 CPU 的时间间隔。
- 下一次调用 FB 453 之前经过的时间间隔。
- 完好的模拟量输出模块使输出值加倍之前经过的时间间隔。

取消激活或 CPU 处于 STOP

状态时，冗余模拟量输出模块输出的最小可参数化电流为每个模块大约 120-1000 μA （HART 模拟量输出模块为 240-1000 μA ），即总电流约为 240-2000 μA （HART 模拟量输出模块为 480-2000 μA ）。考虑到容差，这意味着输出值总是正数。

所组态的替代值 (0 mA) 将至少生成这些输出值。在冗余模式下，当 CPU 处于 STOP 状态时，电流输出的响应在其组态中自动设置为“零电流和零电压”。还可以为 4-20 mA 输出范围指定一个可组态的 0-400 μA 补偿电流。

这意味着，可选择将最小/补偿电流匹配到已连接的 I/O。

要在发生单向取消激活时最小化求和点处总电流的误差，从预设值为 4 mA（范围 $\pm 20 \mu\text{A}$ ）的激活（即主动）通道电流中减去参数化补偿电流。

说明

如果通道对的两条通道均取消激活（例如通过 OB

85），则还是会将各一半的电流值输出到过程输出映像中的两个存储位置。

如果激活一个通道，则会在可用通道上输出完整值。如果不需要此操作，则必须在执行 FB 451“RED_OUT”之前将替代值写入两个模块的下通道。

激活模块

禁用的模块由下列事件激活：

- 容错系统启动时
- 容错系统切换到“冗余”模式时
- 在运行期间修改系统后
- 如果调用 FC 451“RED_DEPA”且至少有一个冗余通道或模块被取消激活。

在上述任一事件发生后，都会在 FB 450“RED IN”中执行激活操作。
激活所有模块后，诊断缓冲区中会有相应记录。

说明

如果为冗余模块分配了过程映像分区，且 CPU 中没有相应的 OB 时，完整的取消激活过程可能需要约 1 分钟。

13.4.2 判断取消激活状态

步骤

首先，通过判断状态/控制字“FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W”中的状态字节，确定取消激活状态。如果发现一个或多个模块被取消激活，则在MODUL_STATUS_WORD中确定相应模块对的状态。

使用状态字节判断取消激活状态

状态字“FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W”位于FB 450“RED_IN”的背景DB中。
状态字节返回冗余I/O的状态信息。状态字节的分配在相应块库的在线帮助中有介绍。

通过MODUL_STATUS_WORD判断单个模块对的取消激活状态

MODUL_STATUS_WORD是FB 453的输出参数且可以进行相应互连。
它返回有关各模块对的状态的信息。

MODUL_STATUS_WORD状态字节的分配在相应函数块库的在线帮助中有介绍。

13.5 连接冗余I/O的其它选项

用户层上的冗余I/O

如果不能使用系统支持的冗余I/O(将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口 (页 178)小节), 比如说因为相关模块并未在所支持的组件之列, 则可在用户层上应用冗余 I/O。

组态

支持下列冗余I/O组态:

1. 包含单向中央和/或分布式I/O的冗余组态。

为此, CPU 0子系统和CPU 1子系统各插入一个信号模块。

2. 包含双向I/O的冗余组态

带有有源背板总线的两个ET 200M分布式I/O设备各插入一个信号模块。

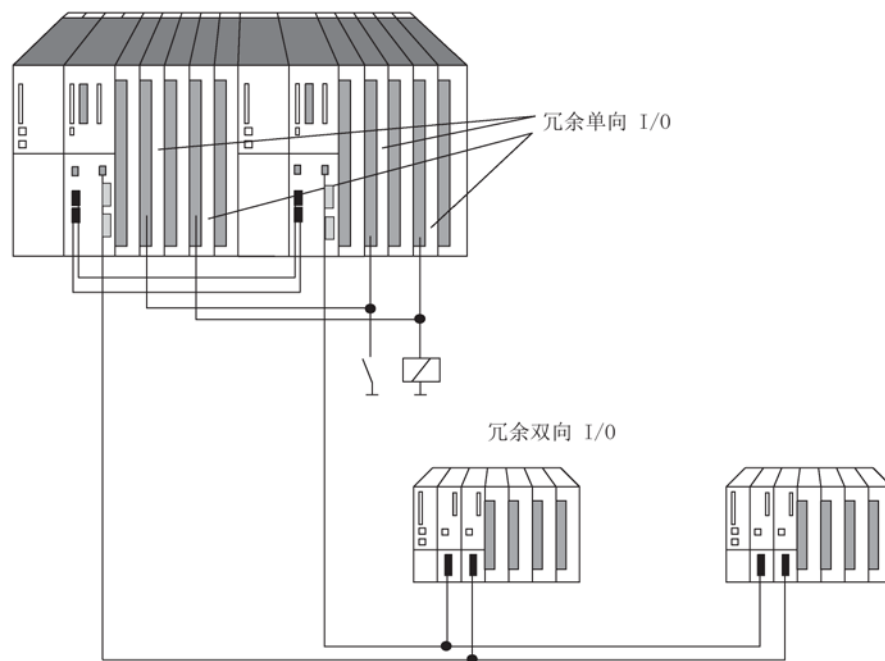


图 13-13 冗余单向和双向I/O

说明

使用冗余I/O时, 可能需要在计算出的监视时间基础之上增加时间, 请参见确定监视时间 (页 158)小节

冗余I/O的硬件配置和项目工程

使用冗余I/O的建议策略:

1. 按如下使用I/O:
 - 在单向组态中, 每个子系统使用一个信号模块
 - 在双向组态中, 两个ET 200M分布式I/O设备各使用一个信号模块。
2. I/O的接线应该确保可以由两个子系统寻址。
3. 组态信号模块, 使其具有不同的逻辑地址。

说明

建议不要使用相同的逻辑地址来组态输入模块和输出模块。

否则, 除了要查询逻辑地址外, 还需要查询OB

122中故障模块的类型(输入或输出)。

当系统处于单模式(例如, 直接访问)时, 用户程序还必须更新冗余、单向输出模块的过程映像。如果使用过程映像分区, 用户程序必须在OB 72中更新它们(SFC 27“UPDAT_PO”)(恢复冗余)。否则, 当系统切换到冗余模式后, 在备用CPU的单通道单向输出模块上会首先输出旧值。

用户程序中的冗余I/O

下面的实例程序显示了两个冗余数字量输入模块的用法:

- 模块A在机架0中, 逻辑起始地址为8,
- 模块B在机架1中, 逻辑起始地址为12。

通过直接访问在OB 1中读取两个模块之一。

对于下列情况, 通常假定所述模块为A(变量MODA的值为TRUE)。

如果没有发生错误, 则以所读取的数值继续处理。

如果发生I/O数据区访问错误, 则直接读取模块B(OB 1中的“第二次尝试”)。

如果没有发生错误, 则以所读取的数值继续处理模块B。

然而, 如果在此也出现了错误, 则两个模块当前都有故障, 而且会以替换值继续运行。

实例程序基于这样一种事实: 模块A上发生访问错误并更换模块A后, 在OB 1中总是先处理模块B。只有模块B上发生访问错误后, 在OB 1中再次优先处理模块A。

说明

MODA和IOAE_BIT变量必须在OB 1和OB

122外仍然有效。但ATTEMPT2变量只能用在OB 1中。

13.5 连接冗余I/O的其它选项

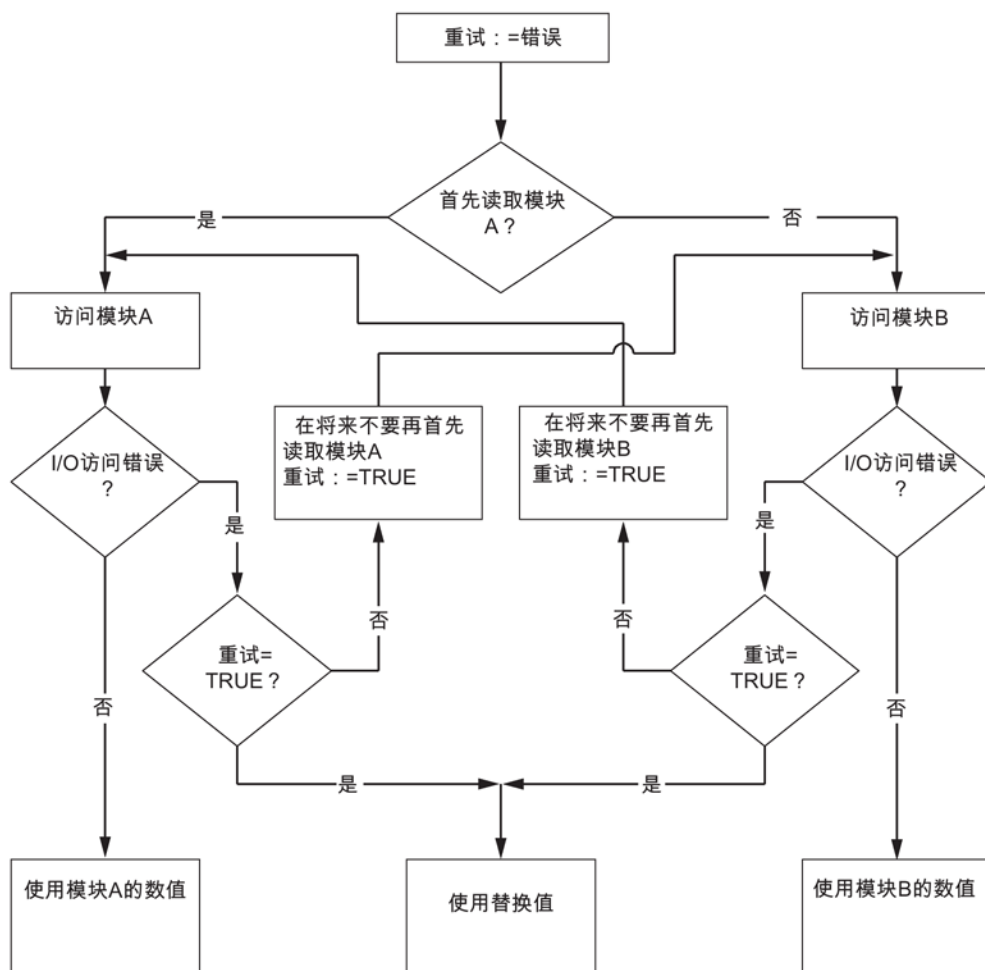


图 13-14 OB 1 的流程图

STL实例

下面列出了用户程序(OB 1、OB 122)所需的元素。

表格 13-6 冗余I/O实例, OB 1部分

STL	描述
NOP 0;	
SET;	
R ATTEMPT2;	//初始化
A MODA;	//首先读取模块A?
JCN CMOB;	//如果否, 则继续模块B
CMOA:SET;	
R IOAE_BIT;	//删除IOAE位
L PID 8;	//从CPU 0中读取
A IOAE_BIT;	//在OB 122中检测到了IOAE吗?
JCN IOOK;	//如果否, 过程访问则正常
A ATTEMPT2;	//是第二次尝试该访问吗?
JC CMO0;	//如果是, 则使用替换值
SET;	
R MODA;	//以后不要再首先读取模块A
	//
S ATTEMPT2;	
CMOB:SET;	
R IOAE_BIT;	//删除IOAE位
L PID 12;	//从CPU 1中读取
A IOAE_BIT;	//在OB 122中检测到了IOAE吗?
JCN IOOK;	//如果否, 过程访问则正常
A ATTEMPT2;	//是第二次尝试该访问吗?
JC CMO0;	//如果是, 则使用替换值
SET;	
S MODA;	//在将来重新首先读取模块A
S ATTEMPT2;	
JU CMOA;	
CMO0: L SUBS;	//替换值
IOOK:	//要使用的数值位于ACCU1中

13.5 连接冗余I/O的其它选项

表格 13-7 冗余I/O实例，OB 122部分

STL	描述
L OB122_MEM_ADDR;	//模块A引起IOAE了吗?
L W#16#8;	//相关的逻辑基址
==I ;	//模块A?
JCN M01;	//如果否，继续M01
	//访问模块A期间的IOAE
SET;	
= IOAE_BIT;	//设置IOAE位
JU CONT;	
	//模块B引起IOAE了吗?
M01:NOP 0;	
L OB122_MEM_ADDR;	//相关逻辑起始地址
L W#16#C;	
==I ;	//模块B?
JCN CONT;	//如果否，继续CONT
	//访问模块B期间的IOAE
SET;	
= IOAE_BIT;	//设置IOAE位
CONT: NOP 0;	

链接和更新期间的监视时间

说明

如果已使I/O模块冗余并在程序中对此进行了考虑，则可能需要给已计算出的监视时间加上一个前置时间，以使输出模块上不会出现波动(HW Config -> CPU属性 -> H参数)。

只有当将下表中的模块作为冗余模块运行时，才需要再加上前置时间。

表格 13-8 带有冗余I/O的监视时间

模块类型	前置时间(ms)
ET200M: 标准输出模块	2
ET200M: HART 输出模块	10
ET200M: F输出模块	50
带模拟量输出的ET200L-SC	≤ 80
带模拟量输出或技术模块的ET200S	≤ 20

步骤如下：

- 根据表格计算前置时间。如果以冗余方式使用表中的多个模块类型，则应用其中最大的前置时间。
- 在截至目前计算出的所有监视时间基础之上再加上此时间。

通讯

14.1 通信服务

14.1.1 通讯服务概述

概述

表格 14-1 CPU 的通信服务

通信服务	功能	分配 S7 连接资源	通过 MPI	通过 DP	通过 PN/IE
PG 通信	调试、测试、诊断	√	√	√	√
OP 通信	操作员控制和监视	√	√	√	√
S7 通信	通过组态的连接交换数据	√	√	√	√
路由 PG 功能	例如，跨网络边界进行测试、诊断	√	√	√	√
PROFIBUS DP	在主站与从站之间交换数据	-	-	√	-
PROFINET IO	I/O 控制器和 I/O 设备之间的数据交换	-	-	-	√
SNMP (简单网络管理协议)	用于网络诊断和参数化的标准协议	-	-	-	√
通过 TCP/IP 的开放式通信	使用 TCP/IP 协议通过工业以太网交换数据 (使用可装载 FB)	√	-	-	√
通过 ISO on TCP 的开放式通信	使用 ISO on TCP 协议通过工业以太网交换数据 (使用可装载 FB)	√	-	-	√

14.1 通信服务

通信服务	功能	分配 S7 连接资源	通过 MPI	通过 DP	通过 PN/E
通过 UDP 的开放式通信	使用 UDP 协议通过工业以太网交换数据 (使用可装载 FB)	√	-	-	√
数据集路由	例如, 使用 PDM 对 PROFIBUS DP 上的现场设备进行参数分配和诊断。	√	√	√	√

说明

通过 PNIO 接口进行通信

如果在设备操作中使用模块的 PNIO 接口进行通信, 则在 Step 7 / HW Config / Netpro 中进行连接。

S7-400H 中的连接资源

S7-400H 组件提供模块特定的连接资源数量。

连接资源的可用性

表格 14-2 连接资源的可用性

CPU	连接资源总数	可用于 S7-H 连接	从总数中扣除, 预留用于	
			PG 通信	OP 通信
412-5H PN/DP	48	46	1	1
414-5H PN/DP	64	62	1	1
416-5H PN/DP	96	62	1	1
417-5H PN/DP	120	62	1	1

空闲的 S7 连接可用于以上任意通信服务。

说明

通过 PROFIBUS DP 接口的通信服务

对于使用 S7 连接资源的通信服务，通常指定了固定的默认超时值 40 s。从而在 T_{tr} （目标循环时间） < 20 s 的组态中，可确保通过 PROFIBUS DP 接口以低波特率运行的通信服务能够可靠地运行。

14.1.2 PG通讯

属性

编程设备通讯用于在工程站（例如 PG、PC）和具有通讯功能的 SIMATIC 模块之间交换数据。对于 MPI、PROFIBUS 和“工业以太网”子网提供了该服务。此外，还支持子网间的路由。

可以使用编程设备通讯执行以下操作：

- 装载程序和组态数据
- 执行测试
- 评估诊断信息

这些功能集成在 SIMATIC S7 模块的操作系统中。

一个 CPU 可同时保持与一个或多个编程设备的多个在线连接。

14.1.3 OP通讯

属性

OP 通讯用于在 HMI 站（例如 WinCC、OP、TP）和具有通讯功能的 SIMATIC 模块之间交换数据。对于 MPI、PROFIBUS 和“工业以太网”子网提供了该服务。

可以对操作员控制、监视和报警使用 OP 通讯。这些功能集成在 SIMATIC S7 模块的操作系统中。CPU 可保持同时与一个或多个 OP 的若干个连接。

14.1.4 S7通讯

属性

在 S7 通信中，CPU 始终可作为服务器或客户端。永久地组态连接。可实现以下连接：

- 单向组态的连接（仅用于 PUT/GET）
- 双向组态的连接（用于 USEND、URCV、BSEND、BRCV、PUT、GET）

可通过集成接口（MPI/DP、PROFIBUS-DP、PROFINET），必要时还可以通过附加的通讯处理器（用于工业以太网的 CP443-1、用于 PROFIBUS 的 CP443-5）来使用 S7 通讯。

S7-400 集成了 S7 通讯服务，允许控制器中的用户程序启动数据的读取和写入。在用户程序中通过 SFB 调用 S7 通讯功能。这些功能与具体的网络无关，允许用户通过 PROFINET、工业以太网、PROFIBUS 或 MPI 规划 S7 通讯。

S7 通信服务提供以下选项：

- 在系统组态期间，可组态 S7 通讯所使用的连接。
在下载新组态之前，这些连接一直处于已组态状态。
- 可建立到同一伙伴的多个连接。可随时访问的通讯伙伴数受限于可用的连接资源数。
- 可以使用集成式 PROFINET 接口组态容错 S7 连接。

说明

在 RUN 模式中下载连接组态

运行期间装载经修改的连接组态时，也可能会中止已经建立但不受连接组态更改影响的连接。

S7 通讯允许您在每次调用 SFB 时，传送高达 64 KB 的块。S7-400 每次调用块时最多传送 4 个变量。

用于 S7 通讯的 SFB

以下 SFB 集成在 S7-400 CPU 的操作系统中。

表格 14-3 用于 S7 通讯的 SFB

块	块名称	简述
SFB 8	USEND	将数据发送到类型为“URCV”的远程伙伴 SFB
SFB 9	URCV	从类型为“USEND”的远程伙伴 SFB 接收异步数据
SFB 12	BSEND	将数据发送到类型为“BRCV”的远程伙伴 SFB
SFB 13	BRCV	从类型为“BSEND”的远程伙伴 SFB 接收异步数据 通过这种数据传输与通过用于组态的 S7 连接的所有其它通讯 SFB 进行数据传输相比，在通讯伙伴之间传输的数据量更大。
SFB 14	GET	从远程 CPU 读取数据
SFB 15	PUT	将数据写入远程 CPU
SFB 16	PRINT	通过 CP 441 将数据发送到打印机
SFB 19	START	在远程站中执行重新启动（暖启动）或冷启动
SFB 20	STOP	将远程站设置为 STOP 状态
SFB 21	RESUME	在远程站中执行热启动
SFB 22	STATUS	询问远程伙伴的设备状态
SFB 23	USTATUS	非对等接收远程设备状态

集成到 STEP 7 中

S7 通讯通过已组态的 S7 连接提供通讯功能。可使用 STEP 7 来组态这些连接。

在下载连接数据时将建立与 S7-400 的 S7 连接。

14.1.5 S7 路由

属性

可使用编程设备/PC 访问超过子网边界的 S7 站。可使用这些站执行以下操作：

- 下载用户程序
- 下载硬件配置
- 执行测试和诊断功能

说明

如果 CPU 用作智能从站，则只有激活 DP 接口设置时才可使用 S7 路由功能。在 STEP 7 中，选中 DP 接口属性对话框中的“测试”(Test)、“调试”(Commissioning)、“路由”(Routing) 复选框。

更多相关信息，请参见《使用 STEP 7 编程》手册，或直接参见STEP 7 在线帮助

要求

- 网络组态不能超出项目限制。
- 模块已装载了包括项目整个网络组态最新“资料”的组态数据。
原因： 连接到网络网关的所有模块必须接收定义了到其它子网路径的路由信息。
- 在网络组态中，如果要使用 PG/PC 建立通过网关的连接，必须将其分配给物理上与其相连接的网络。
- CPU 必须设置为主站模式，或者
- 如果将 CPU 组态为从站，则必须在 STEP 7 的 DP 从站的 DP 接口属性中激活“编程、状态/修改或其它 PG 功能”(Programming, status/modify or other PG functions) 复选框。

S7 路由网关：MPI 到 DP

在 SIMATIC 站中路由子网间的网关，该站配有连接到各子网的接口。下图显示的 CPU 1 (DP 主站) 充当子网 1 和 2 的路由器。

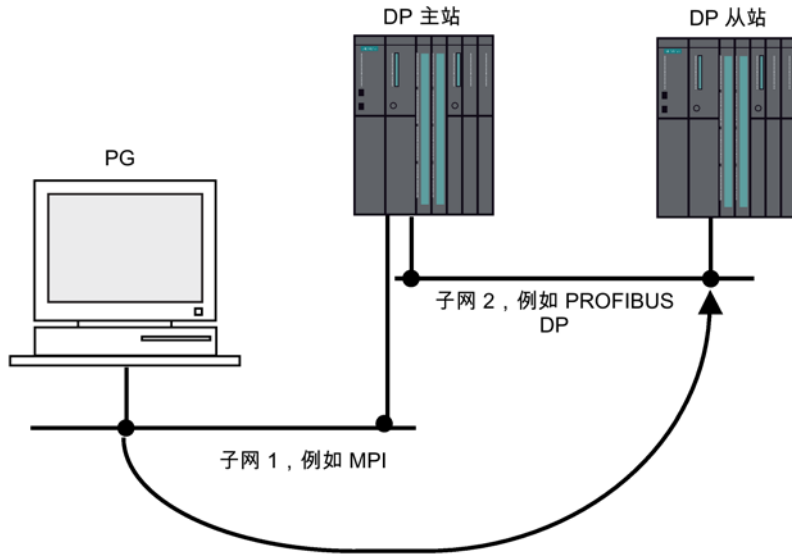


图 14-1 S7 路由

S7 路由网关：MPI - DP - PROFINET

下图显示了通过 PROFIBUS 从 MPI 到 PROFINET 进行访问。CPU 1（例如，416-3）是子网 1 和 2 的路由器；CPU 2 是子网 2 和 3 的路由器。

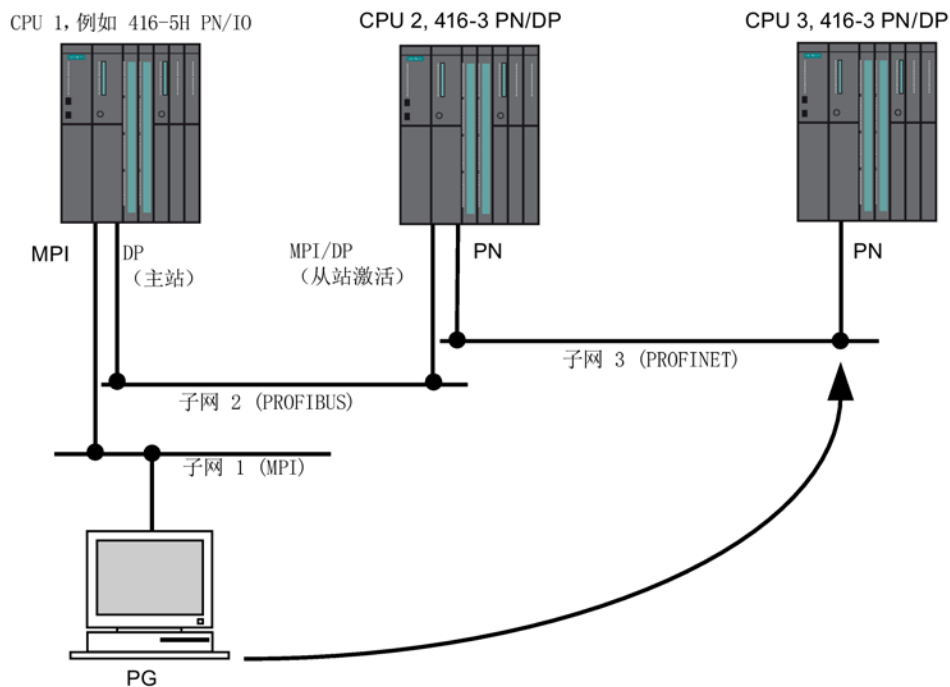


图 14-2 S7 路由网关：MPI - DP - PROFINET

S7 路由： 远程服务应用实例

下图显示了使用 PG 远程维护 S7 站的应用实例。
通过调制解调器建立与其它子网的连接。

图的下方显示可在 STEP 7 中如何对此进行组态。

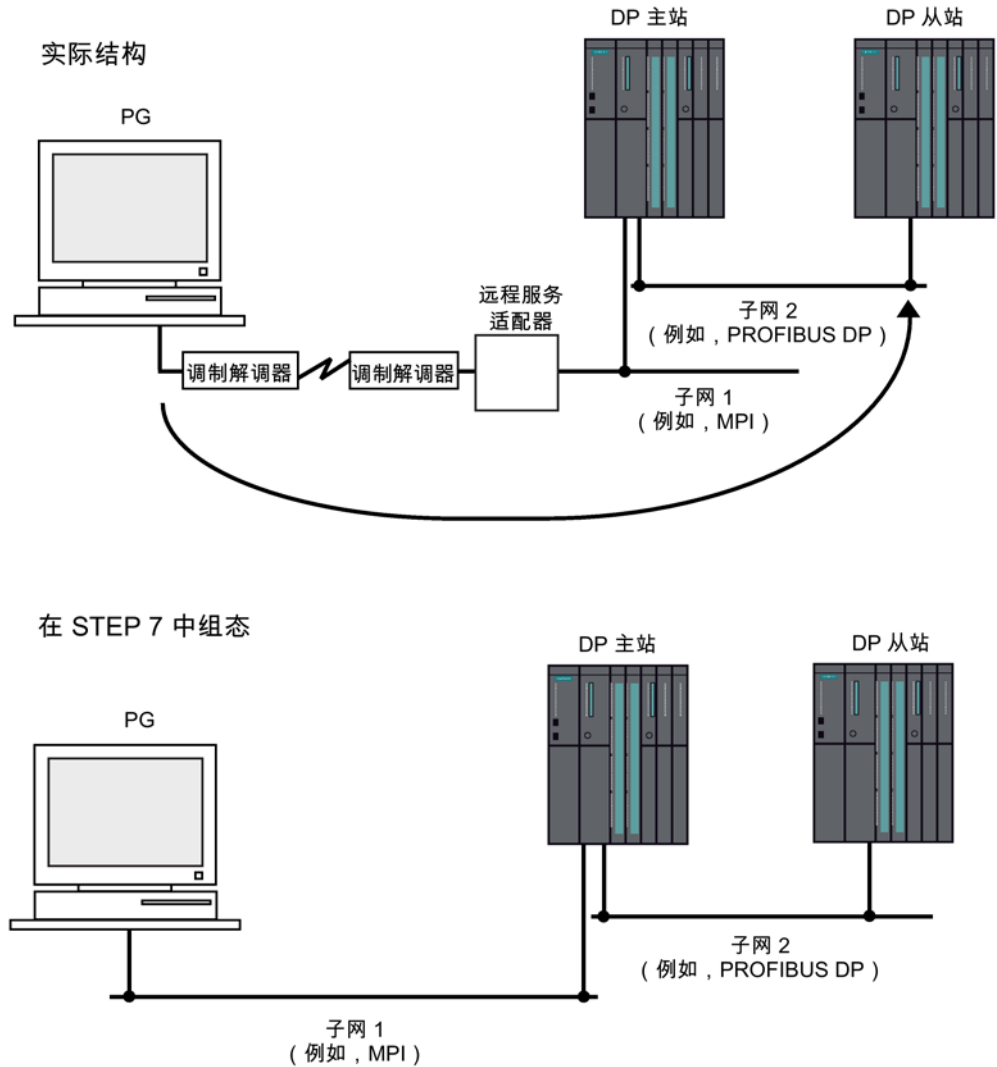


图 14-3 S7 路由： 远程服务应用实例

参考

- 可在《使用 STEP 7 组态硬件和连接》(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/18652631>)手册中找到有关在 STEP 7 中组态的详细信息。
- 更多基本信息，请参见《与 SIMATIC 通信》(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/25074283>)手册。
- 更多有关远程服务适配器的信息，请参见《TS 适配器》(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/20983182>)(TS-Adapter) 手册
- 更多有关 SFC 的信息，请参见指令列表(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/44395684>)。更多相关信息，请参见 *STEP 7 在线帮助* 或《系统功能和标准功能》(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/44240604/0/en>)手册。

14.1.6 时间同步

简介

S7-400 具有强大的定时器系统。

可以使用更高级的时间生成器使此定时器系统同步，这将使您可以同步、跟踪、记录和归档顺序。

接口

可通过 S7-400 的每个接口实现时间同步：

- MPI
可将 CPU 组态为时间主站或时间从站。
- PROFIBUS DP 接口
可将 CPU 组态为时间主站或时间从站。
- 通过工业以太网的 PROFINET 接口
使用 NTP 方法的时间同步；CPU 为客户机。
使用 SIMATIC 方法实现时间同步（作为主站或从站）
- 通过 S7-400 背板总线
可将 CPU 组态为时间主站或时间从站。

CPU 作为时间主站

如果将 CPU 组态为时间主站，则必须指定同步间隔。可选择介于 1 秒到 24 小时之间的任意间隔。

如果 CPU 时间主站位于 S7-400 背板总线上，则应选择 10 秒的同步间隔。

一旦第一次设置了该时间，时间主站便会发送其第一个消息帧（通过 SFC 0“SET_CLK”或 PG 功能）。如果另一个接口已组态为时间从站或 NTP 客户机，则一旦接收到第一个时间消息帧，便开始计时。

CPU 作为时间从站

如果该 CPU 是 S7-400 背板总线上的时间从站，则由连接到 LAN 的中央时钟或另一个 CPU 执行同步。

可使用 CP 将时间转发到 S7-400。要执行此操作，必须使用“from LAN to station”（从 LAN 到站）选项组态 CP（如果该 CP 支持方向过滤）以转发时间。

通过 PROFINET 接口的时间同步

在 PROFINET 接口处，可使用 NTP 方法实现时间同步。PROFINET CPU 是客户机。

最多可组态四个 NTP 服务器。可将更新间隔设置在 10 秒到 1 天之间。如果时间超出 90 分钟的间隔，PROFINET CPU 将以 90 分钟的循环间隔请求 NTP。

如果根据 NTP 方法同步 PROFINET CPU，则应按照 S7-400 中的同步方法将 PROFINET CPU 组态为时间主站。选择 10 秒的同步间隔。

使用 STEP 7 标准库中的 FB“LT_BT”或 FB“BT_LT”处理时区或夏令时/标准时间。

通过以太网 MMS 也可实现时间同步（用作主站或从站）。这种情况下允许 NTP 与 SIMATIC 组合的方法。

14.1.7 数据集路由

可用性

固件版本为 6.0 或更高的 S7-400H CPU 支持数据集路由。为此还必须在固件版本或更高版本中对 CPU 进行组态。

路由和数据集路由

路由便是越过网络边界传送数据。可以跨越几个网络将信息从传送器发送到接收器。数据集路由是 S7 路由扩展后的产物，举例来说，SIMATIC PDM 使用这种路由。通过数据记录路由发送的数据包括参与的通讯设备的参数分配和设备特有的信息（例如，设定值和限制值等）。数据集路由目标地址的结构取决于数据内容，即该结构由数据的目标设备决定。现场设备本身不需要支持数据集路由，因为这些设备并不转发所包含的信息。

数据集路由

下图显示了访问各种现场设备的工程师站。在该情况下，工程师站通过工业以太网与 CPU 相连。CPU 通过 PROFIBUS 与现场设备进行通讯。

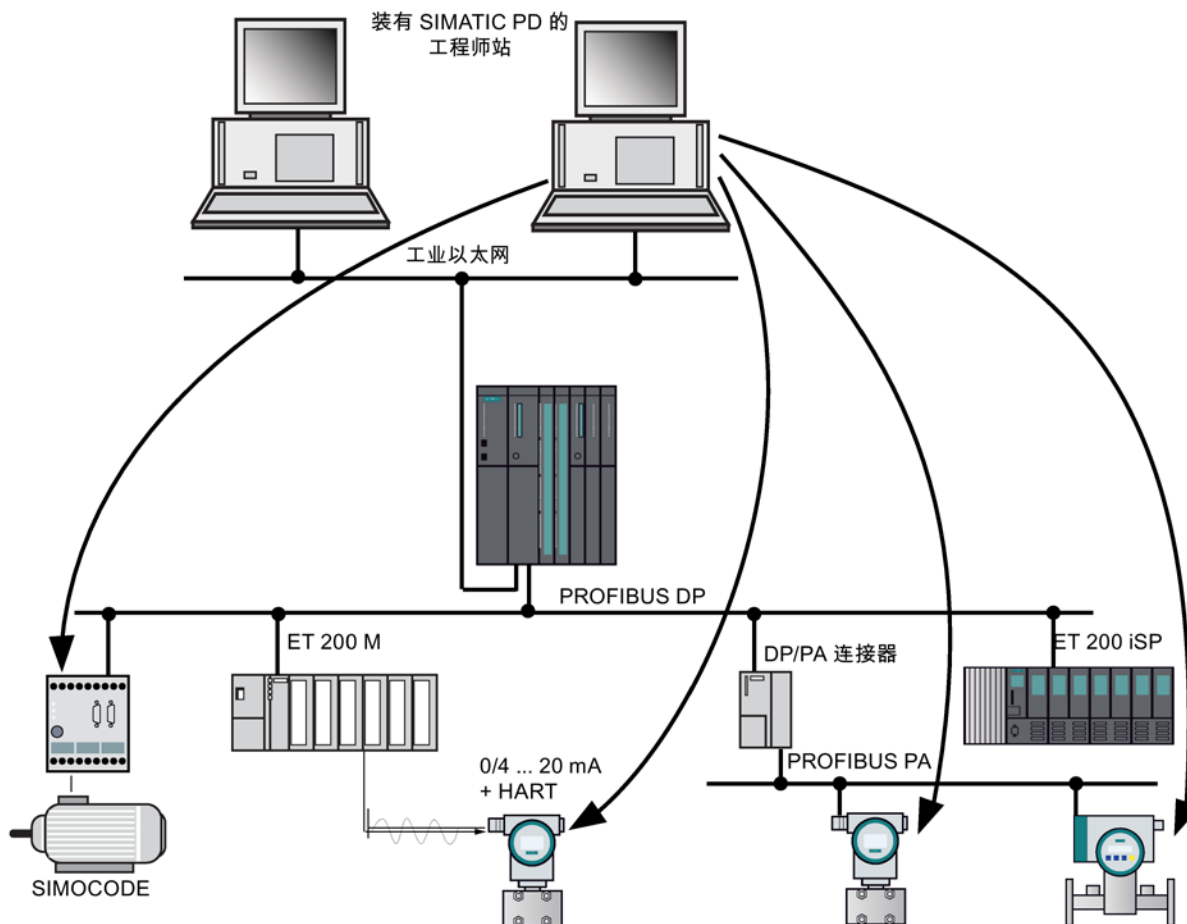


图 14-4 数据集路由

另请参考

有关 SIMATIC PDM 的详细信息，请参见《过程设备管理器》手册。

14.1.8 SNMP 网络协议

可用性

固件版本为 6.0 或更高的 S7-400H CPU 支持 SNMP 网络协议。为此还必须在该固件版本或更高版本中对 CPU 进行组态。

属性

SNMP（简单网络管理协议）是用于以太网网络基础结构诊断的标准化协议。在办公设置和自动化工程中，许多不同制造商的设备均支持以太网上的 SNMP。基于 SNMP 的应用程序和使用 PROFINET 的应用程序可同时在同一网络上运行。

SNMP OPC 服务器的组态集成在 STEP 7 硬件组态应用程序中。可以直接传输 STEP 7 项目中已完成组态的 S7 模块。作为 STEP 7 的替代，也可使用 NCM PC（包含在 SIMATIC NET CD 上）来执行组态。所有以太网设备均可通过它们的 IP 地址和/或 SNMP 协议 (SNMP V1) 进行检测并传送到组态。

使用配置文件 MIB_II_V10。

基于 SNMP 的应用程序与使用 PROFINET 的应用程序可同时在同一网络上运行。

说明

MAC 地址

在 SNMP 诊断期间，从 FW V5.1 开始 ifPhysAddress 参数将显示下列 MAC 地址：

接口 1（PN 接口）= MAC 地址（在 CPU 的前面板上指定）

接口 2（端口 1）= MAC 地址 + 1

接口 3（端口 2）= MAC 地址 + 2

在 SIMATIC NET 中使用 SNMP OPC 服务器进行诊断

SNMP OPC 服务器软件为所有 SNMP 设备提供诊断和组态功能。OPC 服务器使用 SNMP 协议与 SNMP 设备进行数据交换。

所有信息均可集成在 OPC 兼容的系统（例如 WinCC HMI 系统）中。这便可以在 HMI 系统中将过程和网络诊断功能结合起来。

参考

有关 SNMP 通信服务和用 SNMP 诊断的更多信息，请参考《PROFINET 系统说明》。

14.1.9 通过工业以太网的开放式通讯

可用性

固件版本为 6.0 的 S7-400H CPU 支持“通过工业以太网的开放式通信”（简称为：开放式 IE 通信）。还必须在该固件版本或更高版本中对 CPU 进行相应组态。

功能

开放式 IE 通信可提供以下服务：

- 面向连接的协议：

在数据传输之前，面向连接的协议将建立一个到通信伙伴的逻辑连接，然后在传输完成后根据需要关闭该连接。

当安全性在数据传输过程中特别重要时，则使用面向连接的协议。

物理电缆通常可以容纳多个逻辑连接。最大作业长度为 32 KB。

用于开放式 IE 通信的 FB 支持以下面向连接的协议：

- 遵循 RFC 793 的 TCP
- 遵循 RFC 1006 的 ISO on TCP

说明

ISOonTCP

对于使用第三方系统通过 RFC1006 的数据通信，连接伙伴必须遵循建立 ISOonTCP 连接时协定的最大 TPDU 大小（TPDU = 传输协议数据单元 (Transfer Protocol Data Unit)）。

- 无连接协议：

无连接协议不使用逻辑连接。也不需要建立或终止与远程伙伴的连接。

无连接协议可传送未经确认的数据，因此对远程伙伴不安全。消息帧的最大长度为

1472 个字节。

用于通过工业以太网的开放式通信的 FB 支持以下无连接协议：

- 遵循 RFC 768 的 UDP

支持单播和广播模式。

如何使用开放式 IE 通信

STEP 7 在“标准库”(Standard Library) 中的“通信块”(Communication Blocks) 下提供了以下 FB 和 UDT，以允许与其它通信伙伴交换数据：

- 面向连接的协议：TCP/ISO-on-TCP
 - 用于发送数据的 FB 63“TSEND”
 - 用于接收数据的 FB 64“TRCV”
 - 用于建立连接的 FB 65“TCON”
 - 用于断开连接的 FB 66“TDISCON”
 - 具有连接组态的数据结构的 UDT 65“TCON_PAR”
- 无连接协议：UDP
 - 用于发送数据的 FB 67“TUSEND”
 - 用于接收数据的 FB 68“TURCV”
 - 用于建立本地通信访问点的 FB 65“TCON”
 - 用于解析本地通信访问点的 FB 66“TDISCON”
 - 具有用于组态本地通信访问点的数据结构的 UDT 65“TCON_PAR”
 - 具有远程伙伴寻址参数数据结构的数据结构的 UDT 66“TCON_ADR”

用于参数化的数据块

- 用于组态 TCP 和 ISO-on-TCP 连接的数据块

要能够组态 TCP 和 ISO-on-TCP 连接，必须创建一个包含 UDT 65“TCON_PAR”数据结构的 DB。该数据结构包含建立相应连接所需的所有参数。每个连接都需要这样一个可归到全局数据范围内的数据结构。

FB 65“TCON”的连接参数 CONNECT 用于向用户程序报告相应连接说明的地址（例如 P#DB100.DBX0.0 byte 64）。

- 用于组态本地 UDP 通信访问点的数据块

要将参数分配到本地通信访问点，需要创建一个包含 UDT 65“TCON_PAR”数据结构的 DB。该数据结构包含在用户程序和操作系统的通信层之间建立连接的必要参数。对于 UDP，还需要 UDT 66“TCON_ADDR”。还可将此 UDT 存储在 DB 中。

FB 65“TCON”的 CONNECT

参数包含对相应连接说明的地址的引用（例如，P#DB100.DBX0.0，字节 64）。

不同连接类型的作业长度和参数

表格 14-4 作业长度和“local_device_id”参数

消息帧	CPU 41x-5H PN/DP	带 CP 443-1 的 CPU 41x-5H PN/DP
TCP	32 KB	-
ISO-on-TCP	32 KB	1452 个字节
UDP	1472 个字节	-
连接说明的“local_device_id”参数		
设备 ID	16#5 表示 CPU 0 16#15 表示 CPU 1	16#0 表示 CPU 0 16#10 表示 CPU 1

建立通信连接

- 使用 TCP 和 ISO-on-TCP

两个通信伙伴都调用 FB 65“TCON”来建立连接。

在组态中，需要定义由哪个通信伙伴激活连接，以及由哪个通信伙伴通过被动连接来响应该请求。要确定可能的连接数，请参见您 CPU 的技术规范。

CPU 会自动监视并保持激活的连接。

如果连接被断开，例如因线路中断或远程通信伙伴的原因，主动方将尝试重新建立连接。您不必再次调用 FB 65“TCON”。

FB 66“TDISCON”断开 CPU 与通信伙伴的连接，方式与 STOP 模式一样。

要重新建立连接，必须再次调用 FB65“TCON”。

- 使用 UDP

两个通信伙伴都调用 FB

65“TCON”来设置其本地通信访问点。这将在用户程序和操作系统的通信层之间建立连接。不会建立与远程伙伴的连接。

本地访问点用于发送和接收 UDP 消息帧。

断开通信连接

- 使用 TCP 和 ISO-on-TCP

FB 66“TDISCON”断开 CPU 与通信伙伴之间的通信连接。

- 使用 UDP

FB

66“TDISCON”断开本地通信访问点，即中断用户程序和操作系统通信层之间的互连。

关闭通信连接的选项

以下事件可导致关闭通信连接：

- 程序通过 FB 66“TDISCON”取消通信连接。
- CPU 状态从 RUN 更改为 STOP。
- 断电/通电

连接诊断

在 Step7 中，通过选择“模块状态 -> 通信 -> 通过工业以太网的开放式通信”(Module state -> Communication -> Open communication over Industrial Ethernet)，您可阅读有关组态连接的详细信息。

参考

有关上述各块的详细信息，请参见 *STEP 7 在线帮助*。

14.2 容错通信基础和术语

概述

日益增长的整个系统可用性的需求要求不断提高通信系统的可靠性，这意味着要求实施冗余通信。

下文概述了使用容错通信时必须清楚的基本原理和基本概念。

冗余通信系统

可以通过重复设置组件单元和所有总线组件或使用光纤环来增强通信系统的可用性。

在组件发生故障时，各种监视和同步机制可确保在运行过程中由备用组件接管通信功能。

如果要使用容错S7连接，冗余通信系统则非常重要。

容错通信

容错通信是在容错S7连接上部署S7通信SFB。

容错 S7 连接需要冗余通信系统。

冗余节点

冗余节点表示两个容错系统之间的通信极其可靠。

由冗余节点表示包含多通道组件的系统。

当节点中的组件故障没有导致其它节点的可靠性受到损失时，冗余节点是独立的。

与容错通信类似，只能容许出现单个错误/故障。

如果通信端点之间出现多个错误，就无法再保证正常通信。

连接(S7连接)

连接表示用于执行通信服务的两个通信伙伴的逻辑分配。

每个连接有两个端点，其中包含用于寻址通信伙伴所需的信息以及用于建立连接的其它属性。

S7连接是两个标准CPU之间的通信链接，或者是从一个标准CPU到一个容错系统中的CPU的通信链接。

与包含至少两个部分连接的容错S7连接相反，S7连接实际上只包含一个连接。如果该连接发生故障，则通信将终止。

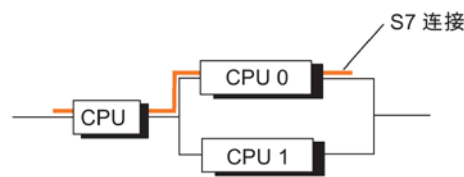


图 14-5 S7连接的实例

说明

一般说来，该手册中的“连接”表示“已组态的S7连接”。

有关其它连接类型的信息，请参见手册《用于PROFIBUS的SIMATIC NET NCM S7》和《用于工业以太网的SIMATIC NET NCM S7》。

容错S7连接

要求通信组件具有高可用性(例如，CP和总线)意味着需要在所涉及的系统之间实现冗余通信连接。

与S7连接不同，容错S7连接至少由两个下层子连接组成。

从用户程序、组态和连接诊断的角度来看，具有下层子连接的容错S7连接只由一个ID来表示(如同标准S7连接)。

根据组态，它最多包含四个子连接，其中始终建立(激活)两个子连接，以在发生错误时保持通信。子连接的数量取决于可能的备选路径(请参见下图)，并且自动确定。在S7-H连接内，组态只使用通过CP或集成式CPU接口建立的子连接。

以下示例和STEP 7中可能的组态均基于冗余容错系统最多只有两个子网和4个CP这一前提条件。STEP 7不支持带有更多CP或网络的组态。

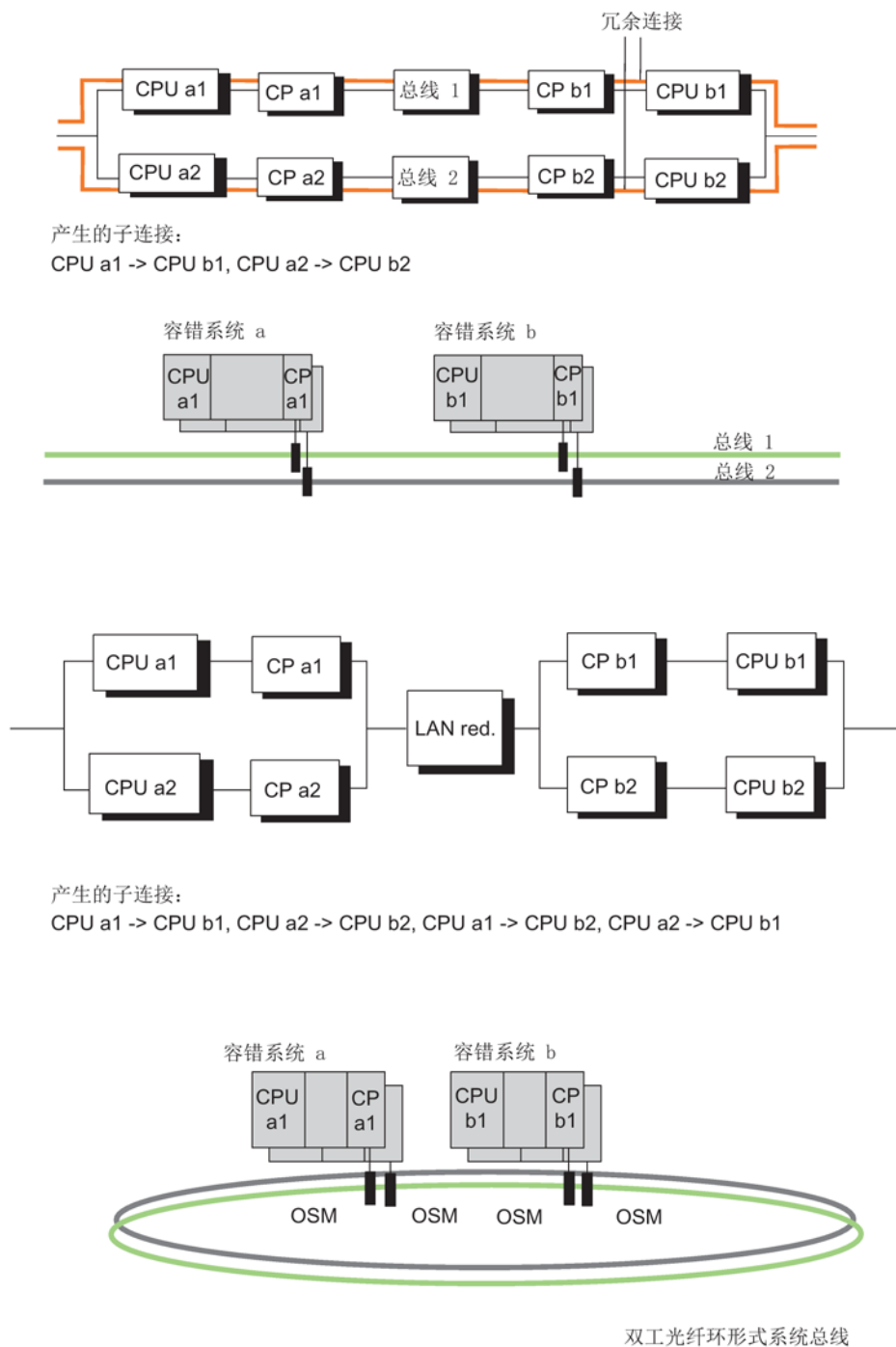


图 14-6 根据组态产生的部分连接的数目示例

如果激活的子连接发生故障，则已建立的第二个子连接将自动接管通信。

容错S7连接的资源要求

容错 CPU 支持操作 62/46（参见技术规范）条容错 S7 连接。每条连接都需要 CPU 上的一个连接资源；子连接不需要任何附加连接资源。而在 CP 上，每条子连接都需要一个连接资源。

说明

如果已为容错站组态了多个容错S7连接，则建立这些连接可能需要相当长一段时间。如果组态的最大通信延迟时间过短，则链接和更新操作将被取消，无法再达到冗余系统模式(请参见时间监视 (页 155)小节)。

每个 CPU 都按组态提供连接资源，也就是说，组态为 CPU 412-5H 的 CPU 417-5H 只提供 CPU 412-5H 的连接资源。

14.3 可使用的网络

物理传送介质的选择取决于所要求的扩展、目标容错和传输率。

下列总线系统用于与容错系统进行通信：

- 工业以太网
- PROFIBUS

有关可用网络的详细信息，请参见 PROFIBUS 和以太网上相关的 SIMATIC NET 文档。

14.4 可使用的通讯服务

可以使用下列服务：

- 通过容错 S7 连接进行 S7 通信：
 - 通过 PROFIBUS
 - 工业以太网 (ISO)

只能在 SIMATIC-S7-400H 站或带 CPU 41x-5H 的 SIMATIC S7-400 站之间建立 S7 容错连接。

只有通过采用 ISO 协议和 ISO-on-TCP（8.1.2 版本起）的工业以太网，才能与 PC 站进行容错通信。

- 通过集成 PROFINET 接口 (ISOonTCP)。
- 通过工业以太网进行的开放式通信

14.5 通过S7连接进行通讯

- 使用S7连接通过MPI、PROFIBUS和工业以太网进行的S7通信
- 通过PROFIBUS的标准通信(例如, FMS)
- 通过PROFIBUS和工业以太网的S5兼容的通信(例如, SEND和RECEIVE块)

不支持下列各项:

- S7 基本通信
- 全局数据通信
- PROFINET CBA

14.5 通过S7连接进行通讯

与标准系统进行通信

不支持容错和标准系统之间的容错通信。下面的实例阐述了通信系统的实际可用性。

组态

在STEP 7中组态S7连接。

编程

容错系统中的 S7 通信支持所有通信功能。

在STEP 7中使用通信SFB进行通信编程。

注意

START和STOP通信功能只能作用于一个CPU或容错系统中的所有CPU(有关更多详细信息, 请参见《用于S7300/400的系统软件, 系统和标准函数》参考手册)。

说明

在 RUN 模式中下载连接组态

如果在运行期间下载连接组态, 将取消所有已建立的连接。

14.5.1 通过S7连接进行通讯 - 单向模式

可用性

容错系统和标准系统之间的通信通过使用冗余工厂总线而非简单的总线(请参见下图)也可以来提高可用性。

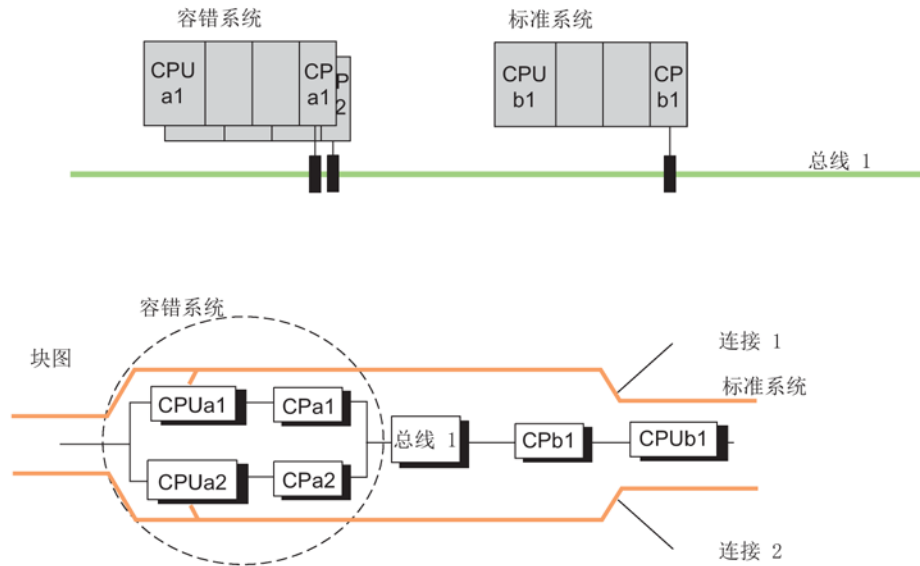


图 14-7 通过简单总线系统链接标准系统和容错系统的示例

使用这种组态和冗余操作时，容错系统通过总线 1 与标准系统连接。不管哪个CPU是主CPU此连接都适用。

链接容错系统和标准系统时，无法通过双电气总线系统提高通信可用性。为了能够将第二个总线系统用作冗余系统，必须在用户程序中使用第二条 S7 连接并进行相应的管理（请参见下图）。

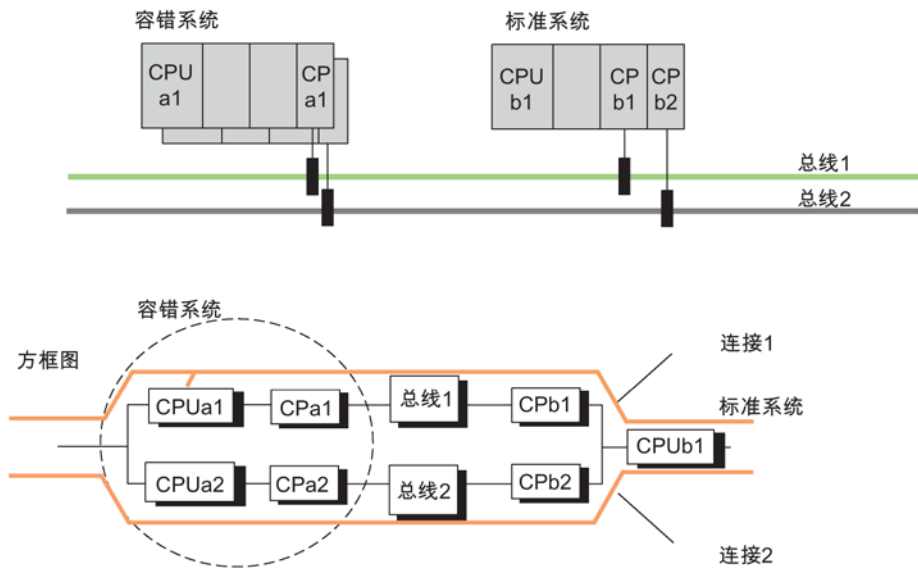


图 14-8 通过冗余总线系统链接标准系统和容错系统的示例

在组态为双工光纤环的工厂总线上，如果双工光纤电缆断裂，伙伴系统之间的通信仍将保持。因而，系统就像连接到一个总线系统(线性结构)一样进行通信；请参见下图。

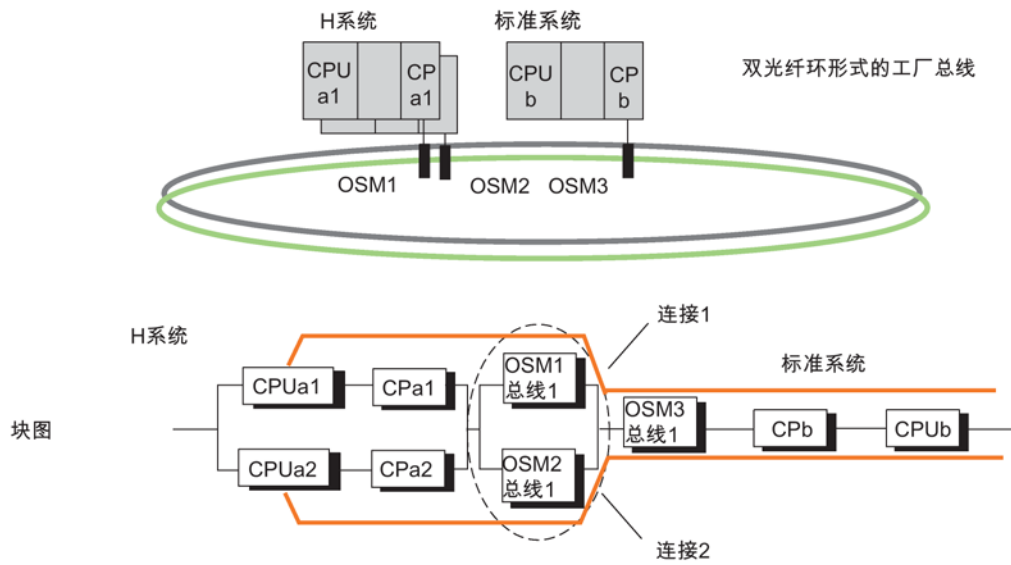


图 14-9 在冗余环下链接标准和容错系统的示例

对故障的响应

双工光纤环和总线系统

由于在此使用 S7 连接（连接在子系统的 CPU 处终止，在这种情况下为 CPUa1），容错系统中的错误（例如 CPUa1 或 CPa1）或系统 b 中的错误（例如 CP b）将导致在这些参与系统之间全都出现通信故障（请参见上图）。

对故障的响应没有特定于总线系统的差异。

链接标准系统和容错系统

驱动程序块“S7H4_BSR”： 可使用“S7H4_BSR”驱动程序块将容错系统链接到S7-400/S7-300。有关详细信息，请以电子邮件方式联系 Siemens: function.blocks.industry@siemens.com

其它方式：容错系统中的SFB 15“PUT”和SFB 14“GET”：

或者，通过两个标准连接使用两个SFB 15“PUT”块。首先调用第一个块。

如果在执行块时没有出错消息，则将传送视为成功。

如果有出错消息，通过第二个块重复数据传送。

如果以后检测到连接取消，则将再次传送数据以避免可能的信息丢失。可对SFB 14“GET”使用相同的方法。

如果可能，使用S7通信机制进行通信。

14.5.2 通过冗余S7连接进行通讯

可用性

可通过使用一个冗余工厂总线和两个标准系统中的两个单独的CP来提高可用性。

冗余通信还可以与标准连接一起使用。

在这种情况下，必须在程序中组态两个单独的S7连接，以实现连接冗余。

在用户程序中，两个连接都要求实现监视功能，以便能检测故障，以及切换到备用连接。

下图显示了这样一种组态。

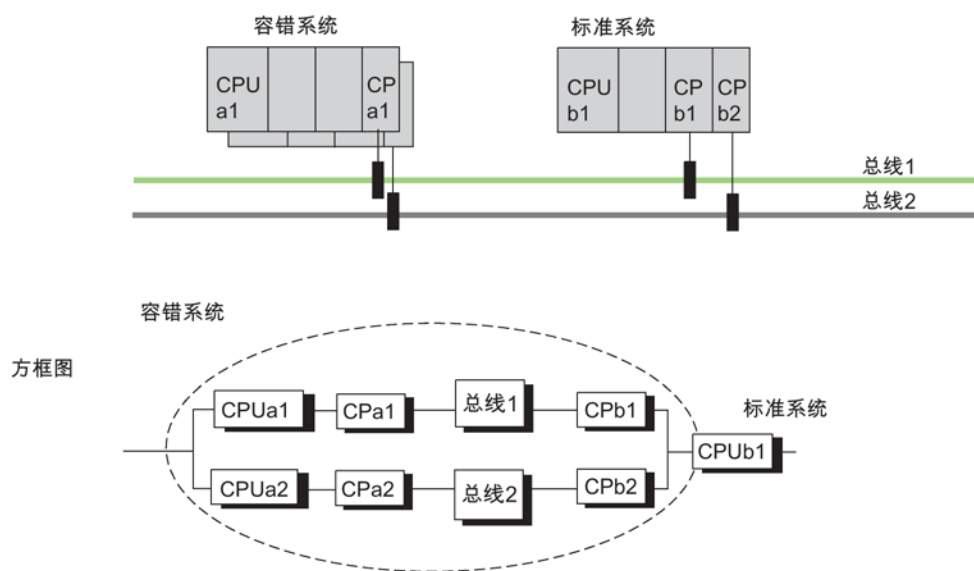


图 14-10 冗余系统以及具有冗余标准连接的冗余总线系统的冗余实例

对故障的响应

容错系统中的双重错误(即CPUa1和CPa2)或标准系统中的双重错误(CPb1和CPb2)以及标准系统中的单个错误(CPUb1)将导致涉及系统之间的通信完全失效(请参见上图)。

14.5.3 通过ET 200M上的点对点CP进行的通信

通过ET 200M连接

从容错系统到单通道系统的链接通常只能通过点对点连接实现，因为许多系统不提供其它连接选项。

为了使单通道系统的数据也可供冗余系统的CPU使用，必须在分布式机架中随同两个IM 153-2模块一起安装点对点CP (CP 341)。

组态连接

没有必要在点对点CP和容错系统之间进行冗余连接。

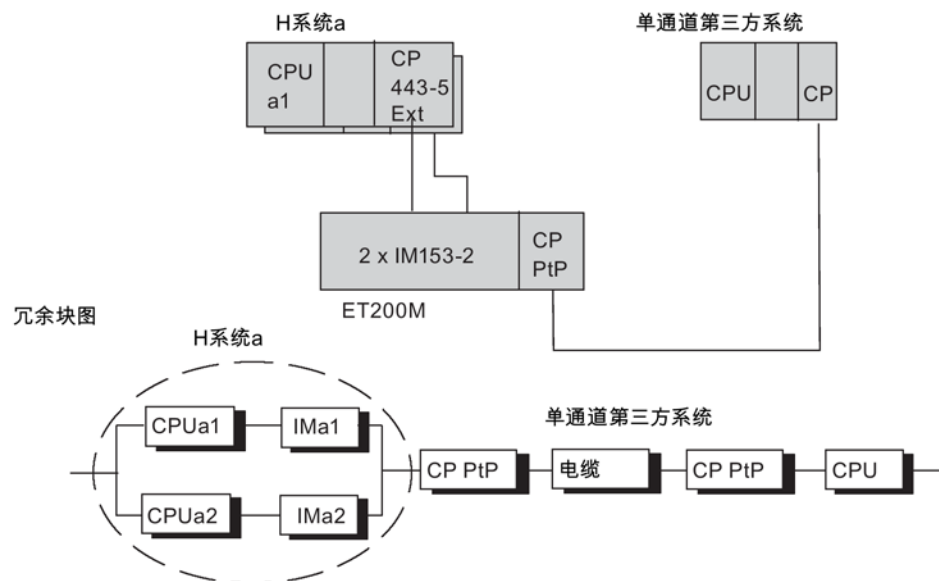


图 14-11 使用双向 PROFIBUS DP 将容错系统连接到单通道第三方系统的示例

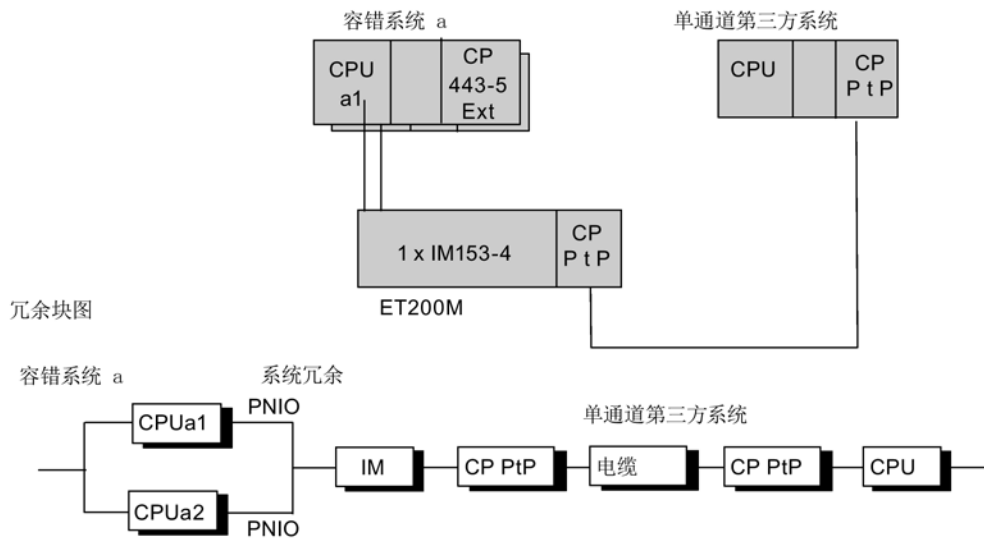


图 14-12 使用具有系统冗余的 PROFINET IO 将容错系统连接到单通道第三方系统的示例

对故障的响应

容错系统中的双重错误（即 CPUa1 和 IM153）和第三方系统中的单个错误将导致参与系统之间通信的完全失效（请参见上图）。

也可以将点对点CP插入中央的“容错系统a”。
然而，例如，在该组态中，即使一个CPU发生故障也会引起完全通信故障。

14.5.4 与单通道系统的自定义连接

通过PC用作网关的连接

容错系统和单通道系统也可以通过网关进行链接(无连接冗余)。根据可用性要求，使用一个或两个CP将网关连接到系统总线。可以在网关和容错系统之间组态容错连接。网关允许链接任何种类的单通道系统(例如具有制造商特定协议的TCP/IP)。

网关中用户编写的软件实例可实现单通道到容错系统的转换，因此允许将任何单通道系统链接到容错系统。

组态连接

不要求在网关CP和单通道系统之间进行冗余连接。
网关CP位于具有到容错系统的容错连接的PC系统上。

要组态容错系统A与网关之间的容错S7连接，必须首先在网关上安装S7-REDCONNECT。必须在用户程序中实现用于准备通过单通道链接传送数据的功能。有关详细信息，请参见《工业通信IK10》目录。

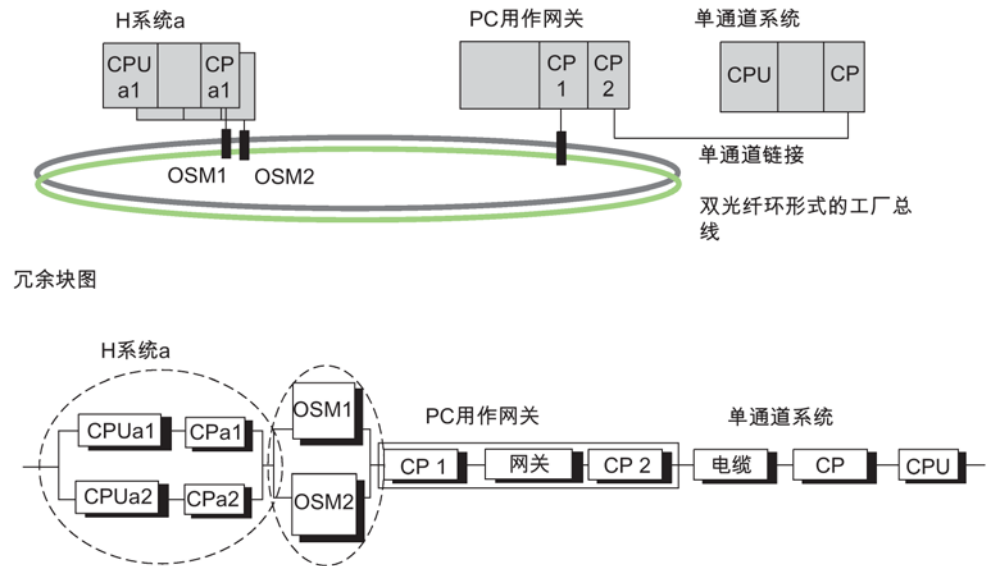


图 14-13 将容错系统链接到单通道第三方系统的示例

14.6 通过容错 S7 连接进行通信

通信系统的可用性

容错通信通过附加的冗余通信组件（例如 CP 和总线电缆）扩展了整个 SIMATIC 系统。为了阐述使用光学或电气网络时通信系统的实际可用性，下文给出了通信冗余的可能性。

要求

使用 STEP 7 组态容错连接的基本要求是所组态的硬件设备。

容错系统的两个子系统的硬件配置**必须**完全相同。尤其是插槽。

根据所使用的网络，CP 可用于容错通信和故障安全通信，请参见附录“S7-400H支持的功能模块和通信处理器 (页 459)”

仅支持使用 ISO 协议的工业以太网或不使用分布式 I/O 和 ISO-on-TCP 协议 (V6.0 及更高版本) 的 PROFIBUS。集成 PN 接口和相应 CP 支持通过 ISO-on-TCP

14.6 通过容错 S7 连接进行通信

工业以太网建立容错 S7 连接。需要合适的 CP 才能通过采用 ISO 协议的工业以太网或 PROFIBUS 建立容错 S7 连接。不能通过内部PROFIBUS-DP接口建立这些连接。

只有工业以太网才能使用容错 S7 连接进行 PC 站连接。

要能在容错系统和PC之间使用容错的S7连接，必须在PC上安装“S7-

REDCONNECT”软件包。该软件是 SIMATIC Net CD 的一部分。8.1.2

及更高版本也支持通过 ISO-on-TCP 进行通信。有关可在 PC 端使用的 CP 的详细信息，请参见 SIMATIC NET PC 软件上的产品信息。

通信组合

下表显示通过工业以太网实现的容错连接的可能组合。

本地连接端点	本地网络连接	所用网络协议	远程网络连接		远程连接端点	
CPU 41xH V6	CPU-PN 接口 CP443-1 (EX11/20) CP443-1 (X11/20)	TCP TCP TCP	CPU-PN 接口 CPU-PN 接口 CP443-1 (EX11/20)	TCP TCP TCP	CPU 41xH V6 CPU 41xH V6 CPU 41xH V6	通过 ISOonTCP 实现的 S7 容错连接
CPU 41xH V6	CP443-1 (EX11/20)	ISO ISO ISO ISO	CP443-1 (EX11/20) CP443-1 (EX11/20) CP443-1 (EX11) CP443-1 (EX11)	ISO ISO ISO ISO	CPU 41xH V6 CPU 41xH V4.5 CPU 41xH V4.0 CPU 41xH V3.0	通过 ISO 实现的 S7 容错连接
装有 Simatic Net CD 的 PC 站	CP1623 (自 V8.1.2 版本起)	TCP TCP	CPU-PN 接口 CP443-1 (EX11/20)	TCP TCP	CPU 41xH V6 CPU 41xH V6	通过 ISOonTCP 实现的 S7 容错连接

本地连接 端点	本地网络连接	所用网 络协议	远程网络连接		远程连接端点	
装有 Simatic Net CD 的 PC 站	CP1623 (自 V8.1.2 版本起)	ISO	CP443-1 (EX11/20)	ISO	CPU 41xH V6	通过 ISO 实现的 S7 容错连接
		ISO	CP443-1 (EX11/20)	ISO	CPU 41xH V4.5	
		ISO	CP443-1 (EX11)	ISO	CPU 41xH V4.0	
		ISO	CP443-1 (EX11)	ISO	CPU 41xH V3.0	
装有 Simatic Net CD 的 PC 站	CP1623 (最高版本 V7.x)	ISO	CP443-1 (EX11/20)	ISO	CPU 41xH V6	通过 ISO 实现的 S7 容错连接
		ISO	CP443-1 (EX11/20)	ISO	CPU 41xH V4.5	
		ISO	CP443-1 (EX11)	ISO	CPU 41xH V4.0	
		ISO	CP443-1 (EX11)	ISO	CPU 41xH V3.0	

组态

系统的可用性（包括通信）在组态期间设置。有关组态连接的方法，请参见STEP 7文档。

容错S7连接只使用S7通信。

要设置该连接，请打开“新建连接”对话框，然后选择“S7连接容错”类型。

由 STEP 7 确定所要求的冗余子连接数目，它是冗余节点的函数。

如果网络支持，最多可以生成四条冗余连接。

即使使用更多CP，也无法实现更多的冗余。

必要时，还可以在“属性 - 连接”对话框中修改容错连接的指定属性。

使用一个以上CP时，还应该在该对话框中设置连接路径。

这会很实用，因为默认状态下，所有连接最初都通过第一个 CP 进行路由。如果所有连接均被占用，可通过第二个 CP 乃至更多的 CP 进行路由。

在使用较长的同步电缆时，需要延长连接监视时间。

示例：如果在监视时间为 500 ms 并使用短同步电缆（最长 10 m），但要换用长同步电缆 (10 km) 的情况下操作 5 条容错 S7 连接，必须将监视时间增至 1000 ms。

要确保容错系统具有 CIR 功能，激活 Step7 Netpro 中的“加载前保存连接”(Save connections prior to loading) 选项。

编程

容错通信可以在容错CPU上通过S7通信实现。

这只能在 S7 项目/多项目中进行。

在 STEP 7 中使用通信 SFB 编程容错通信。

这些块可用于在子网上（工业以太网、PROFIBUS）传送数据。

集成在操作系统中的标准通信SFB提供已确认数据传送选项。

除了数据传送外，还可以使用其它通信功能来控制 and 监视通信伙伴。

为 S7 连接编写的用户程序也可以为容错 S7 连接运行而无需修改程序。

电缆和连接冗余对用户程序没有影响。

注

有关编程通信的信息，请参见 STEP 7 文档（例如，*使用 STEP 7 进行编程*）。

START 和 STOP 通信功能只能作用于一个 CPU 或容错系统中的所有

CPU（有关更多详细信息，请参见“*用于 S7300/400*

的系统软件，系统和标准函数”参考手册）。

通过容错S7连接进行的通信作业处于活动状态时，其中任何子连接的中断都会导致延时时间的延长。

说明

在 RUN 模式中下载连接组态

如果在运行期间下载连接组态，将取消所有已建立的连接。

14.6.1 容错系统之间的通讯

可用性

提高链接系统之间的可用性的最简单方法是使用双工光纤环或双电气总线系统实现冗余工厂总线。连接的节点可以由简单的标准组件组成。

最好使用双工光纤环提高可用性。

如果其中一根多模光纤电缆断裂，则所涉及系统之间的通信将保持。

此时，系统像连接到一个总线系统(线路)一样进行通信。

环形拓扑主要由两个冗余组件组成，自动形成2选1冗余节点。

可以建立线形或星形拓扑的光纤网络。但线形拓扑不允许电缆冗余。

如果其中一个电缆段发生故障，参与系统之间的通信仍将得以保持(2选1冗余)。

下面的实例阐述了两种不同情况之间的区别。

注意

CP上所需的连接资源数目取决于所使用的网络。

如果实现双工光纤环(请参见下图)，则每个CP需要两个连接资源。如果使用双电气网络(请参见下图后面的图)，则每个CP只需要一个连接资源。

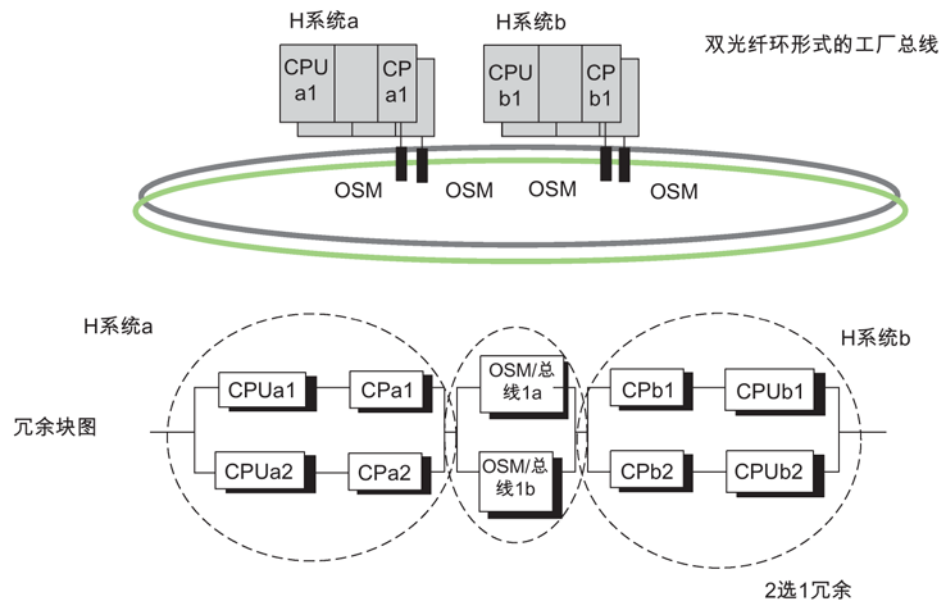
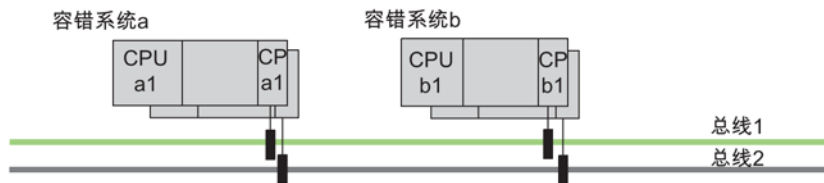


图 14-14 包含冗余系统和容错环的冗余实例

14.6 通过容错 S7 连接进行通信

组态视图 ≠ 物理视图



冗余方框图

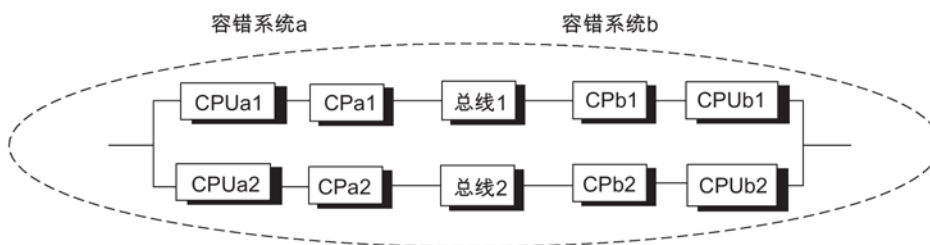
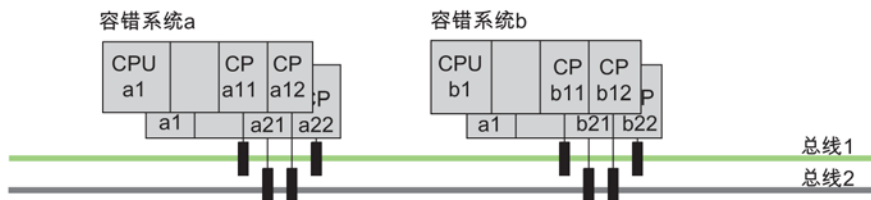


图 14-15 包含容错系统和冗余总线系统的冗余实例

组态视图 = 物理视图



冗余方框图

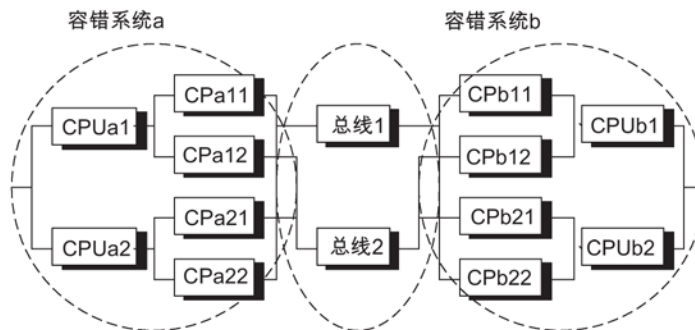


图 14-16 包含附加CP冗余的容错系统实例

组态视图 = 物理视图

在组态期间决定是否使用附加 CP 增加资源数量或提高可用性。
此组态通常用于提高可用性。

说明

内部接口和外部接口

容错系统之间的通信只在内部接口之间或外部接口 (CP) 之间进行。内部接口与 CP 之间无法通信。

对故障的响应

如果使用双工光纤环，只有容错系统中发生双重错误(例如，一个系统中的CPUa1和CPa2)时，才会导致涉及系统之间的通信完全失效(请参见第一个图)。

如果在冗余电气总线系统的第一种情况下发生双重错误(例如，CPUa1和CPb2)(请参见第二个图)，则将导致在所涉及的系统之间全都出现通信故障。

在使用带CP冗余的冗余电气总线系统的情况下(请参见第三个图)，只有容错系统中发生双重错误(例如CPUa1和CPUa2)或发生了三重错误(例如CPUa1、CPa22和总线2)时，才会导致涉及系统之间的通信完全失效。

容错S7连接

通过容错S7连接进行的通信作业处于活动状态时，其中任何子连接的中断都会导致延迟时间的延长。

14.6.2 容错系统和容错CPU之间的通讯

可用性

可通过使用冗余工厂总线和在标准系统中使用容错CPU提高可用性。

对照具有标准 CPU 的系统，如果通信伙伴是容错 CPU，也可以组态冗余连接。

注意

容错连接使用CP b1上的两个连接资源，用于冗余连接。每个连接资源分别在CP a1和CP a2上占用。此时，使用标准系统中的更多CP可以增加资源。

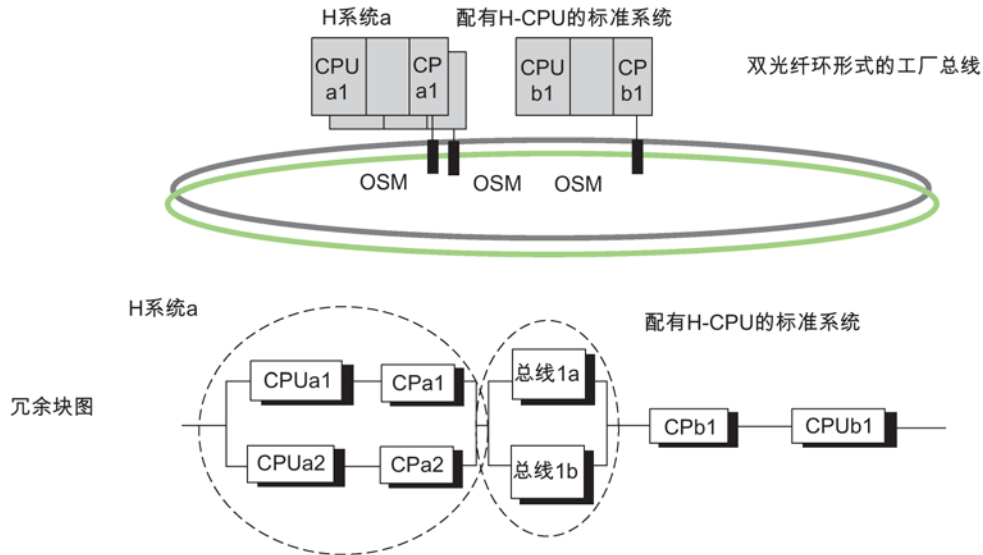


图 14-17 包含容错系统和容错CPU的冗余实例

对故障的响应

容错系统中的双重错误(即CPUa1和CPa2)和标准系统中的单个错误(CPUb1)将导致涉及系统之间的通信完全失效(请参见上图)。

14.6.3 容错系统和PC之间的通讯

可用性

PC 因其硬件和软件特性的原因，并不能容错。但可在系统中冗余布置。此类PC (OS)系统及其数据管理的可用性通过合适的软件(如WinCC冗余)来保证。

通过容错 S7 连接进行通信。

PC 上的容错通信需要“S7-REDCONNECT”软件包。S7-REDCONNECT 使用一个或两个 CP 将 PC 连接到冗余总线系统。第二个 CP 仅用于将 PC 冗余连接到总线系统，并且不增加 PC 的可用性。务必使用此软件的最新版本。

仅支持工业以太网连接 PC 系统。通过 ISOOnTCP 进行连接需要 SIMATIC Net 软件 V 8.1.2。这与 PC 端组态 TCP/RFC1006 相对应。

说明

SIMATIC NET PC 模块不支持针对 PROFINET 环型拓扑的 PROFINET MRP（介质冗余协议）。无法使用 MRP 操作双光纤环形式的系统总线。

组态连接

必须对 PC 进行工程设计并将其组态为 SIMATIC PC 站。PC 端的容错通信不需要额外组态。连接组态从 STEP 7 项目上传到 PC 站。

有关如何使用 STEP 7 将 PC 的容错 S7 通信集成到 OS 系统中的信息，请参见 WinCC 文档。

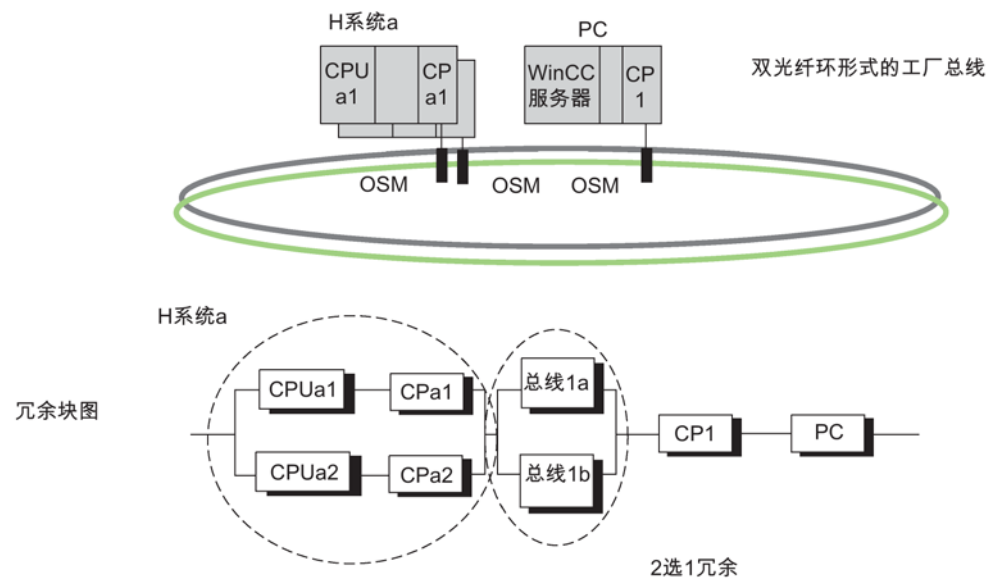


图 14-18 包含容错系统和冗余总线系统的冗余实例

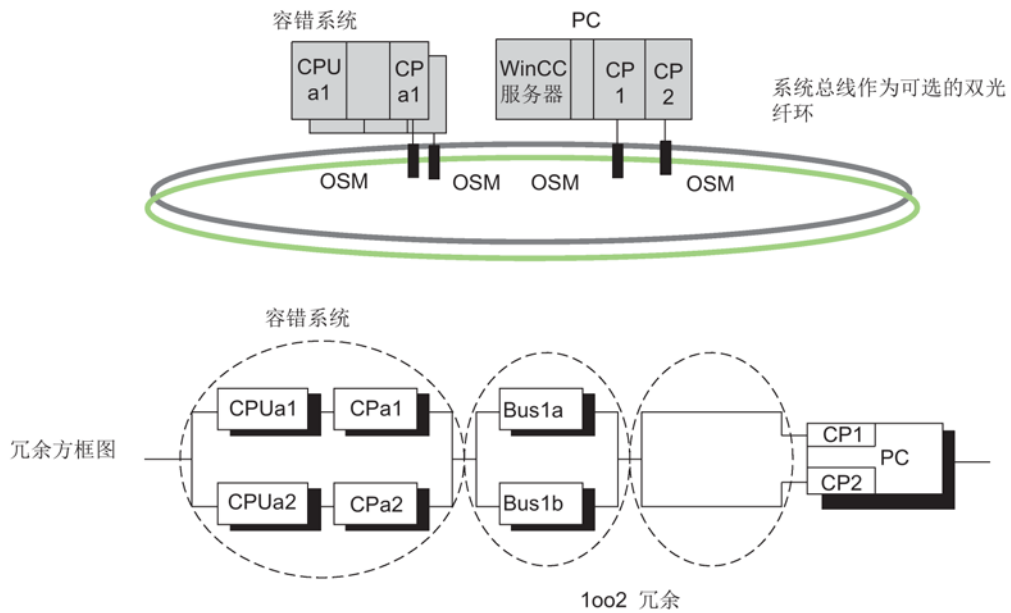


图 14-19 在PC中包含容错系统、冗余总线系统和CP冗余的冗余实例。

对故障的响应

容错系统中的双重错误（即 CPUa1 和 CPa2）或 PC 的故障会导致系统之间的通信彻底发生故障（请参见上图）。

作为工程系统(ES)的PC/PG

为了能够将 PC 用作工程系统，需要在 HW Config 中的对应位置将其组态为 PC 站。ES 分配至 CPU，并能够在该 CPU 上执行 STEP 7 功能。

如果该 CPU 发生故障，则 ES 和容错系统之间将无法进行通信。

14.7 通讯性能

与单机模式下的容错CPU或标准CPU相比，在冗余模式下运行的容错系统的通信性能(响应时间或数据吞吐量)明显偏低。

该说明的目的在于给您提供一些标准，以用来判断各种通信机制对通信性能的影响。

“模块状态”(Module state) 选项卡对话框的“连接统计”(Connection statistics)

选项卡提供所有 CPU 连接的最新连接统计信息。

通信负载的定义

通信负载等于通信机制每秒钟发送到 CPU 的请求与 CPU 发出的请求和消息的总和。

较高的通信负载会增加CPU的响应时间，也就是说CPU需要更多的时间响应请求(例如读取作业)或输出请求和消息。

运行范围

在每个自动化系统中，都有一个线性运行范围，在该范围内通信负载的增加也将导致数据吞吐量的增加。从而产生待执行的自动化任务可以接受的合理响应时间。

进一步增大通信负载将使数据吞吐量达到饱和范围。

在某些情况下，自动化系统可能会因此再无法在要求的响应时间内处理所请求的数据量。数据吞吐量达到最大值，响应时间以指数上升；请参见下图。

设备内的额外内部负载，也可能会在一定程度上降低数据吞吐量。

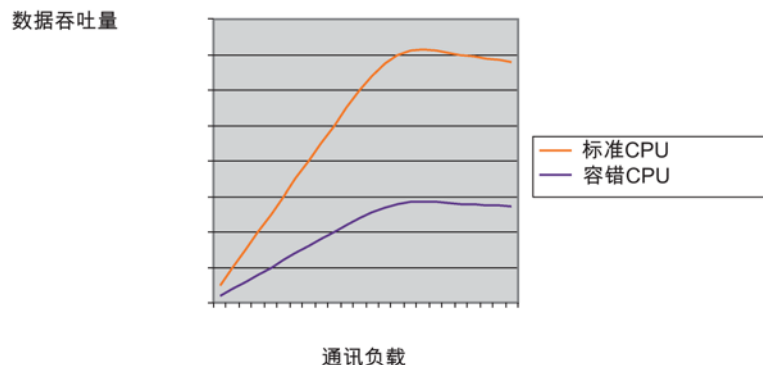


图 14-20 作为数据吞吐量的变量的通信负载(基本配置文件)

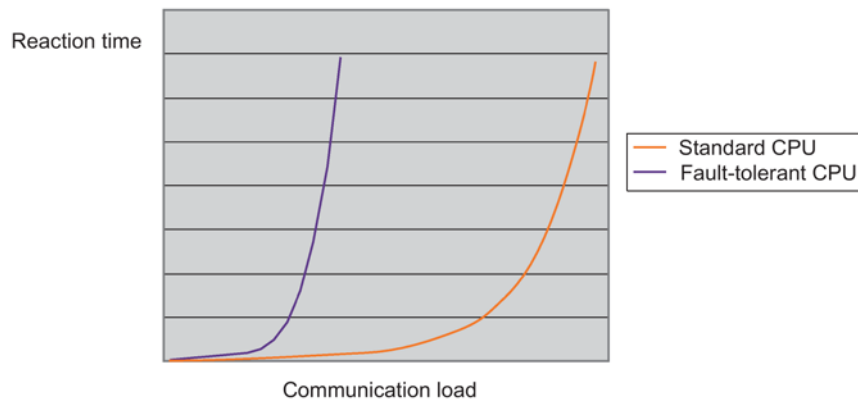


图 14-21 作为响应时间的变量的通信负载(基本配置文件)

标准和容错系统

上述信息适用于标准系统和容错系统。

由于标准系统的通信性能明显高于冗余容错系统的通信性能，所以在当今工厂中很少能达到饱和点。

相反，容错系统需要同步才会保持同步运行。

这就增加了块执行时间，而降低了通信性能。这意味着会更早达到性能极限值。

如果冗余容错系统不是在其性能极限值水平运行，则与单模式相比，其性能基准将降低 2 - 3 倍。

通信统计

通过 STEP 7 的“模块状态 -> 通信统计”(Module state -> Communication statistics),您可确定 CPU 或冗余容错系统所有连接的通信负载分布情况。

哪些变量影响通信负载?

通信负载受以下变量的影响:

- 连接的数目/连接的HMI系统的数目
- 变量的数目，或在OP上或使用WinCC显示的畫面中的变量的数目。
- 通信类型（HMI、S7 通信、S7 消息功能、S5 兼容通信、通过工业以太网的开放式通信...）
- 由于通信负载引起的组态的最大周期时间延长
- 同步连接光缆长度。

电缆长度每增加一公里，数据吞吐量就会降低约 5 %。

14.8 通信的常见问题

尽可能降低每秒钟的通信作业率。利用通信作业的最大用户数据长度，例如将若干变量或数据区编组到一个读取作业中。

每个请求都要求一定的处理时间，因此该过程完成之前，不能检查其状态。

可以从下面网站上免费下载用于估算处理时间的工具：

服务与支持 (<http://www.siemens.com/automation/service&support>) ID 1651770

调用通信作业应该允许事件驱动的数据传输。只有在作业完成之后才能检查数据传输事件。

在周期内相继逐步减少调用通信块，以实现通信负载的均衡分布。

如果不希望传送任何用户数据，则可以使用条件跳转跳过块调用命令。

使用S7通信功能而不是S5兼容的通信功能，可以显著提高S7组件之间的通信性能。

由于S5兼容的通信功能(FB“AG_SEND”、FB“AG_RECV”、AP_RED)生成显著较高的通信负载，因此只有在S7组件与非S7组件进行通信时才使用这些功能。

AP_RED软件包

使用“AP_RED”软件包时，用户数据长度限制为240个字节。如果需要传送较大的数据量，则可通过连续块调用传送这些数据。

“AP_RED”软件包使用FB“AG_SEND”和FB“AG_RCV”机制。AP_RED只用于链接SIMATIC S5/S5-H控制器或只支持S5兼容通信的第三方设备。

S7通信(SFB 12“BSEND”和SFB 13“BRCV”)

在用户程序中调用SFB 12“BSEND”的频率不要高于在通信伙伴上调用关联的SFB 13“BRCV”的频率。

S7通信(SFB 8“USEND”和SFB 9“URCV”)

SFB 8“USEND”应该始终为事件驱动，因为该块可能产生很高的通信负载。

在用户程序中调用SFB 8“USEND”的频率不要高于在通信伙伴上调用关联的SFB 9“URCV”的频率。

SIMATIC OP、SIMATIC MP

不要在容错系统中安装4个以上OP或MP。

如果确实需要更多OP/MP，则必须修订自动化任务。

请联系SIMATIC销售商以获取支持。

不要选择小于1 s的画面刷新周期时间，并根据需要将其增加到2 s。

确认在同一个周期时间内请求所有画面变量，以便组成读取作业的优化组。

OPC服务器

当使用OPC将用于可视化任务的多个HMI设备连接到容错系统时，应该使访问容错系统的OPC服务器的数目尽可能少。OPC客户机应寻址共享OPC服务器，然后再从容错系统获取数据。

可通过使用WinCC及其客户机/服务器概念来优化数据交换。

多种第三方供应商的HMI设备均支持S7通信协议。您应该利用该选项。

使用STEP 7组态

本部分概述了组态容错系统时必须注意的基本问题。

第二节介绍了STEP 7中的PG功能。

要获得详细信息，请参考基本帮助中的*组态容错系统*。

15.1 使用STEP 7进行组态

组态 S7-400H 的基本方法与组态 S7-400 所用的方法没有区别。

- 创建项目和站
- 配置硬件和网络连接
- 将系统数据装载到目标系统

即使是具体步骤也几乎与S7-400的相同。

说明

所需的OB

务必将下列错误OB下载到S7-400H CPU中：OB 70、OB 72、OB 80、OB 82、OB 83、OB 85、OB 86、OB 87、OB 88、OB 121和OB 122。如果没有下载这些OB，则当发生错误时，容错系统将进入STOP模式。

创建容错站

SIMATIC容错站在SIMATIC Manager中代表一种单独的站类型。

它允许组态两个中央单元，其中的每个单元都有一个CPU，从而构成了冗余站组态。

15.1.1 布置容错站组件的规则

除了遵守通常适用于 S7-400 的模块排列规则外，容错站还必须遵守下列规则：

- 将 CPU 插入相同的插槽。
- 在任何情况下，都必须将冗余使用的外部 DP 主站接口或通信模块插入到相同的插槽中。

- 将冗余 DP 主站系统的外部 DP 主站接口只插入 CPU，而不插入扩展设备。
- 冗余使用的 CPU（例如，CPU 41x-5H PN/DP）必须相同，即它们必须具有相同的产品编号、相同的产品版本和固件版本。产品版本并不取决于前端铭牌上的版本，而是取决于要使用 Step 7 读取的“硬件”组件（“模块状态”(Module status) 对话框掩码）的修订版本。
- 冗余使用的模块（例如 DP 从站接口模块 IM 153-2）必须相同，即它们必须具有相同的产品编号、相同的产品版本和（如果可用）固件版本。

布置规则

- 一个容错站最多可容纳 20 个扩展设备。
- 将偶数号的模块机架只分配给中央机架 0，将奇数号的机架只分配给中央机架 1。
- 带通信总线接口的模块只能在机架 0 - 6 中运行。
- 双向I/O中不允许使用具有通信总线功能的模块。
- 在扩展设备中运行用于容错通信的 CP 时，请注意机架号：
编号必须连续，且从偶数号开始，例如，允许机架号 2 和 3，但不允许机架号 3 和 4。
- 当中央机架包含 DP 主站模块时，还可以为编号为 9 以上的 DP 主站分配一个机架号。由此，可以使用的扩展机架的数目减少。

STEP 7自动监视是否遵守规则，并在组态期间做相应考虑。

15.1.2 组态硬件

实现冗余硬件配置的最简单方法包括，首先在一个机架中装配所有冗余组件，给它们分配参数，然后复制这些组件。

之后，可以指定各个地址(仅适用于单向I/O!)，以及布置单个机架中的其它非冗余模块。

显示硬件配置时的特性

为了能够快速识别冗余DP主站系统，冗余系统由两个平行的DP电缆表示。

15.1.3 为容错站中的模块分配参数

简介

给容错站中的模块分配参数与给S7-400标准站中的模块分配参数没有区别。

步骤

所有冗余组件的参数（除了 MPI 和通信地址以外）都必须完全相同。

CPU特例

只能设置CPU0(机架0上的CPU)的参数。

您所指定的所有参数值都自动分配给CPU1(机架1上的CPU)。可以为 CPU1 设置以下值：

- MPI/DP 接口 (X1) 的参数
- DP 接口 (X2) 的参数
- 同步模块的地址
- PROFINET 接口的参数

在I/O地址空间中组态被寻址模块

始终在I/O地址空间中组态被寻址的模块，以便完全在过程影像中或者完全在外部查找该模块。

否则，将无法保证一致性，而且数据也可能受到损坏。

使用字或双字操作进行I/O访问

当用于I/O访问的字或双字只包含第一个字节或前三个字节，而不包含地址空间的剩余字节时，系统将值装载到累加器“0”中。

示例： 在S7-400H中提供I/O的地址8和9；不使用地址10和11。访问L ID 8将会使系统将数值DW#16#00000000装载到累加器中。

15.1.4 设置CPU参数的建议

确定周期特性的CPU参数

可以在“周期/时钟存储器”选项卡上指定确定系统周期特性的CPU参数。

所建议的设置为：

- 扫描周期监视时间尽可能长(例如6000 ms)
- 当出现I/O数据区访问错误时，调用OB 85： 只有进入和离开错误

诊断缓冲区中的消息数目

在“诊断/时钟”选项卡上指定诊断缓冲区中的消息数目。

建议设置一个较大的数字（例如 3200）。

用于为模块传送参数的监视时间

在“启动”选项卡上指定该监视时间。 它取决于容错站的组态。

如果监视时间太短，则CPU将在诊断缓冲区中输入W#16#6547事件。

对于某些从站(例如，IM 157)，这些参数封装在系统数据块中。

参数的传输时间取决于下列因素：

- 总线系统的波特率(高波特率=>短传输时间)
- 参数和系统数据块的大小(参数长 => 传输时间长)
- 总线系统上的负载(从站多 => 传输时间长)；
注意： 总线负载在DP主站重新启动期间处于峰值，例如，在断电/上电后

所建议的设置为： 600相当于60 s。

说明

自动计算特定的容错CPU参数，因此也包括监视时间。

根据特定于CPU的缺省值为所有数据块分配工作存储器。

如果容错系统没有链接，则检查数据存储器分配(HW Config > CPU属性> H参数>所有数据块使用的工作存储器)。

说明

只有连接了DP/PA连接器或Y连接器(IM157, 订货号为6ES7157-0AA00-0XA0、6ES7157-0AA80-0XA0、6ES7157-0AA81-0XA0), CP 443-5扩展型(订货号为6GK7443-5DX03)才能在S7-400H或S7-400FH中用于最高1.5 M波特的传输率。纠正方法: 请参见服务与支持 (<http://www.siemens.com/automation/service&support>)中的FAQ 11168943

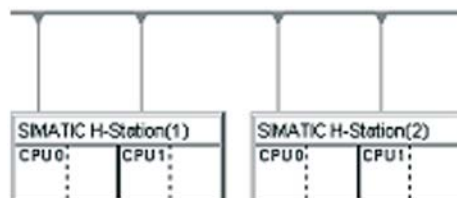
15.1.5 网络连接组态

容错S7连接是“组态网络”应用程序的一种单独连接类型。该连接允许下列通信伙伴彼此通信:

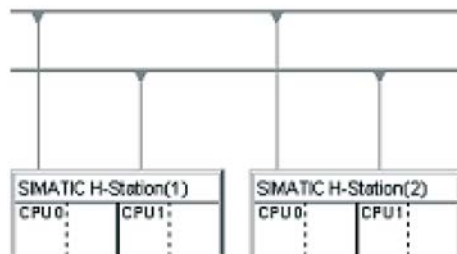
- S7-400容错站(带有2个容错CPU)->S7-400容错站(带有2个容错CPU)
- S7-400站(带有1个容错CPU)->S7-400容错站(带有2个容错CPU)
- S7-400站(带有1个容错CPU)->S7-400站(带有1个容错CPU)
- SIMATIC PC站> S7-400容错站(带有2个容错CPU)

在组态这种连接类型时, 应用程序自动确定可能的连接路径数目:

- 如果有两个独立但完全相同的子网可供使用, 且都适用于S7连接(DP主站系统), 则将使用两个连接路径。实际上, 它们通常是电力系统, 每个子网中有一个CP:



- 如果只有一个DP主站系统可供使用(实际上通常是光纤电缆), 则两个容错站之间的连接使用四个连接路径。所有CP都在该子网中:



将网络组态下载到容错站中

执行一个操作就可将整个网络组态下载到容错站中。适用于下载到标准站中的要求这里也必须满足。

15.2 STEP 7中的编程设备功能

在SIMATIC管理器中显示

为了正确处理容错站的特性，SIMATIC管理器显示和编辑系统的方式与S7-400标准站的方式不同，其区别如下：

- 在离线视图中，只在容错站的CPU0下显示S7程序。在CPU1下看不到任何S7程序。
- 在线视图中，S7程序显示在两个CPU下，且在两个位置上都可对其进行选择。

通信功能

对于用于建立在线连接的编程设备(PG)功能(例如下载和删除块)，即使功能影响冗余链接上的整个系统，也必须选择两个CPU中的一个。

- 冗余模式中，在一个中央处理单元中修改的数据可影响冗余链接上的其它CPU。
- 在没有冗余链接(也就是在单模式下)时修改的数据最初仅影响所处理的CPU。在下次链接和更新期间，主CPU将这些块应用到备用CPU。例外情况：更改组态后不会应用新块。这时由用户负责装载块。

操作期间的组件故障及更换

16.1 操作期间的组件故障及更换

对于容错控制器不中断运行至关重要的一个因素是运行期间更换故障组件。快速修理将恢复容错冗余。

在以下各节中，我们将向您演示如何简单快速地修理和更换S7-400H中的组件。另请参见《S7400自动化系统，安装》手册中相应各节中的提示

16.2 操作期间的组件故障及更换

可以更换哪些组件？

操作期间可以更换下列组件：

- 中央处理单元（例如 CPU 417-5H）
- 电源模块(例如PS 405、PS 407)
- 信号和功能模块
- 通信处理器
- 同步模块和光纤电缆
- 接口模块(例如IM 460、IM 461)

16.2.1 CPU的故障及更换

不必整个更换CPU。如果只有装载存储器发生故障，则更换相应存储卡就可以。下面描述两种情况。

更换CPU的开始条件

故障	系统响应
S7-400H在冗余系统模式下，一个CPU发生故障。	<ul style="list-style-type: none"> 伙伴CPU切换到单模式。 伙伴CPU在诊断缓冲区和OB 72中报告事件。

更换要求

只有在“新”CPU满足下列条件时，才能进行模块更换

- 具有与故障CPU相同的操作系统版本以及
- 它装配了与故障CPU相同的装载存储器。

说明

新CPU发货时总是装有最新的操作系统版本。

如果该版本不同于其余CPU的操作系统版本，则需要使用相同的操作系统版本来配备该新CPU。

或者，为该新CPU创建操作系统更新卡，并用它在该CPU上装载操作系统或者在HW Config中通过“PLC ->

更新固件”来装载所需的操作系统，请参见不使用存储卡更新固件 (页 81)小节。

步骤

按照下面的步骤更换CPU:

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	关闭电源模块。	<ul style="list-style-type: none"> • 关闭整个子系统(系统在单模式下运行)。
2	更换CPU模块。 确保在CPU上正确设置了机架号。	—
3	插入同步模块。	—
4	插入同步模块的光纤电缆接口。	—
5	重新打开电源模块。	<ul style="list-style-type: none"> • CPU运行自检，然后切换到STOP模式。

步骤	必须完成的工作	系统响应
6	在被更换的CPU上执行CPU存储器复位。	-
7	启动更换后的 CPU（例如，从 STOP 模式切换到 RUN 模式或者使用 PG 进行启动）。	<ul style="list-style-type: none"> • CPU执行自动链接和更新。 • CPU切换到RUN模式，作为备用CPU运行。

更换装载存储器的开始条件

故障	系统响应
S7-400H在冗余系统模式下，发生 装载存储器访问错误 。	<ul style="list-style-type: none"> • 相关CPU切换到STOP模式，并请求存储器复位。 • 伙伴CPU切换到单模式。

步骤

按照下面的步骤**更换装载存储器**：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	更换已停止的CPU上的存储卡。	-
2	在带已更换存储卡的CPU上执行存储器复位。	-
3	启动CPU。	<ul style="list-style-type: none"> • CPU执行自动链接和更新。 • CPU切换到RUN模式，作为备用CPU运行。

16.2 操作期间的组件故障及更换

16.2.2 电源模块故障及更换

起始情况

两个CPU都处于RUN模式中。

故障	系统响应
S7-400H在冗余系统模式下，一个电源模块发生故障。	<ul style="list-style-type: none"> • 伙伴CPU切换到单模式。 • 伙伴CPU在诊断缓冲区和OB 72中报告事件。

步骤

请按以下步骤操作替换中央机架中的电源模块：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	关闭电源(PS 405的24 V DC电源或PS 407的120/230 V AC电源)。	<ul style="list-style-type: none"> • 关闭整个子系统(系统在单模式下运行)。
2	更换模块。	—
3	重新打开电源模块。	<ul style="list-style-type: none"> • CPU执行自检。 • CPU执行自动链接和更新。 • CPU切换到RUN模式(冗余系统模式)，并作为备用CPU运行。

说明

冗余电源

如果使用一个冗余电源(PS 407 10A R)，则将两个电源模块分配给一个容错CPU。如果冗余PS 407 10A R电源模块的一个部分发生故障，那么关联的CPU仍将保持运行。可以在操作期间更换故障部分。

其它电源模块


如果故障涉及中央机架外(例如, 在扩展机架中或在I/O设备中)的电源模块, 则将该故障报告为机架故障(中央)或站故障(远程)。在此情况下, 只需关闭相关电源模块的电源。

16.2.3 输入/输出或功能模块的故障及更换

起始情况

故障	系统响应
S7-400H在冗余系统模式下, 且一个输入/输出或功能模块发生故障。	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU都通过相应OB在诊断缓冲区中报告事件。

步骤

 小心
<p>请注意不同的步骤。</p> <p>不正确的步骤可能会造成轻微的人身伤害或设备损坏。</p> <p>对于S7-300模块和S7-400模块, 更换输入/输出或功能模块的步骤是不同的。</p> <p>更换模块时, 请使用正确的步骤。以下针对S7-300和S7-400介绍了其正确的操作步骤。</p>

要更换S7-300的信号和功能模块, 请执行以下步骤:

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	如有必要, 断开模块的外围设备电源。	
2	取下故障模块(在RUN模式下)。	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU以相互同步的方式处理插拔中断OB 83。
3	断开前连接器和接线。	-

16.2 操作期间的组件故障及更换

步骤	必须完成的工作	系统响应
4	将前连接器插入新模块中。	-
5	插入新模块。	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU以相互同步的方式处理插拔中断OB 83。 由相关CPU将参数自动分配给模块，可以重新寻址模块。

要更换S7-400的信号和功能模块，请执行以下步骤：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	如有必要，断开模块的外围设备电源。	
2	断开前连接器和接线。	<ul style="list-style-type: none"> 如果相关模块能够进行诊断中断且诊断中断已在组态中启用，则调用OB 82。 当通过直接访问来访问模块时，调用OB 122。 如果使用过程映像访问模块，则调用OB 85
3	取下故障模块(在RUN模式下)。	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU以相互同步的方式处理插拔中断OB 83。
4	插入新模块。	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU以相互同步的方式处理插拔中断OB 83。 由相关CPU将参数自动分配给模块，可以重新寻址模块。
5	将前连接器插入新模块中。	<ul style="list-style-type: none"> 如果相关模块能够进行诊断中断且诊断中断已在组态中启用，则调用OB 82。

16.2.4 通讯模块的故障及更换

本节描述用于PROFIBUS和工业以太网的通信模块的故障及更换。

有关用于PROFIBUS DP的通信模块的故障和更换，请参见PROFIBUS DP主站的故障及更换 (页 273)小节。

起始情况

故障	系统响应
S7-400H在冗余系统模式下，且一个通信模块发生故障。	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU都通过相应OB在诊断缓冲区中报告事件。 在通过标准连接的通信中： 连接失败 在通过冗余连接的通信中： 通过另一个通道保持通信，不中断。

步骤

如果要使用已由另一系统使用的通信模块，在交换之前需要确保模块的集成 FLASH EPROM 中未保存任何参数数据。

请按以下步骤操作更换用于PROFIBUS或工业以太网的通信模块：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	卸下模块。	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU以相互同步的方式处理插拔中断OB 83。
2	插入新模块。	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU以相互同步的方式处理插拔中断OB 83。 相应CPU自动组态模块。
3	重新接通模块电源。	<ul style="list-style-type: none"> 模块继续执行通信(系统自动建立通信连接)。

16.2.5 同步模块或光纤电缆的故障及更换

在本节中，将介绍三种不同的错误情况：

- 同步模块或光纤电缆发生故障
- 两个同步模块或光纤电缆相继发生故障
- 两个同步模块或光纤电缆同时发生故障

CPU通过LED指示并诊断是上面的还是下面的冗余链接发生故障。

更换故障部件(光纤电缆或同步模块)后，LED IFM1F和IFM2F一定要熄灭。

16.2 操作期间的组件故障及更换

起始情况

故障	系统响应
<p>光纤电缆或同步模块发生故障： S7-400H在冗余系统模式下，并且光纤电缆或同步模块发生故障。 另请参见 用于S7-400H的同步模块 (页 335)一章。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 主站 CPU 通过 OB 82 的 OB 72 在诊断缓冲区中报告事件。 备用CPU切换到ERROR-SEARCH模式几分钟。 如果在此期间消除了错误，则备用CPU切换到冗余系统模式，否则切换到STOP模式。 同步模块的 LED Link1 OK 或 Link2 OK 点亮。

步骤

按照下面的步骤更换同步模块或光纤电缆：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	首先，检查光纤电缆。	-
2	启动备用CPU(例如，从STOP模式切换到RUN模式或使用编程设备启动)。	可能发生以下响应： 1. CPU切换到RUN模式。 2. CPU切换到STOP模式。 在这种情况下，继续执行步骤3。
3	从备用CPU上卸下故障同步模块。	-
4	将新同步模块插入到备用CPU中。	-
5	插入同步模块的光纤电缆接口。	<ul style="list-style-type: none"> 同步模块的 LED Link1 OK 或 Link2 OK 熄灭。 两个CPU都在诊断缓冲区中报告事件
6	启动备用CPU(例如，从STOP模式切换到RUN模式或使用编程设备启动)。	可能发生以下响应： 1. CPU切换到RUN模式。 2. CPU切换到STOP模式。 在这种情况下，继续执行步骤7。
7	如果在步骤6中备用CPU切换到STOP模式，则： 从主CPU中取下同步模块。	<ul style="list-style-type: none"> 主CPU处理插拔中断OB 83和冗余错误OB 72(进入状态)。

步骤	必须完成的工作	系统响应
8	将新同步模块插入到主CPU中。	<ul style="list-style-type: none"> 主CPU处理插拔中断OB 83和冗余错误OB 72(退出状态)。
9	插入同步模块的光纤电缆接口。	–
10	启动备用CPU(例如, 从STOP模式切换到RUN模式或使用编程设备启动)。	<ul style="list-style-type: none"> CPU执行自动链接和更新。 CPU切换到RUN模式(冗余系统模式), 并作为备用CPU运行。

说明

如果两个光纤电缆或同步模块相继损坏或更换, 系统响应与上面所述相同。

唯一例外就是备用CPU不切换到STOP模式, 而是请求存储器复位。

起始情况

故障	系统响应
<p>两个光纤电缆或同步模块都发生故障:</p> <p>S7-400H在冗余系统模式下, 且两个光纤电缆或同步模块都发生故障。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 两个CPU都通过OB 72在诊断缓冲区中报告事件。 两个CPU都成为主CPU, 且保持RUN模式。 同步模块的 LED Link1 OK 或 Link2 OK 点亮。

步骤

上述的两个错误会导致丢失冗余。在这种情况下, 可如下操作:

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	关闭一个子系统。	–
2	更换故障组件。	–

16.2 操作期间的组件故障及更换

步骤	必须完成的工作	系统响应
3	重新接通子系统电源。	<ul style="list-style-type: none"> IFM1F和IFMF2F的LED熄灭。 子系统上的双向 LED MSTR 熄灭。
4	启动 CPU（例如，从编程设备启动或从 STOP 模式切换到 RUN 模式）。	<ul style="list-style-type: none"> CPU执行自动链接和更新。 CPU切换到RUN模式(冗余系统模式)，并作为备用CPU运行。

16.2.6 IM 460和IM 461接口模块故障及更换

起始情况

故障	系统响应
S7-400H在冗余系统模式下，且一个接口模块发生故障。	<ul style="list-style-type: none"> 所连接的扩展单元关闭。 两个CPU都通过OB 86在诊断缓冲区中报告事件。

步骤

按照下面的步骤更换接口模块：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	关闭中央机架的电源。	<ul style="list-style-type: none"> 伙伴CPU切换到单模式。
2	关闭要更换接口模块的扩展单元的电源。	—
3	取下接口模块	—
4	插入新的接口模块，然后重新打开扩展单元的电源。	—
5	重新接通中央单元的电源，然后启动 CPU。	<ul style="list-style-type: none"> CPU执行自动链接和更新。 CPU切换到RUN模式，作为备用CPU运行。

16.3 分布式I/O中的组件故障及更换

可以更换哪些组件？

可以在运行期间更换分布式I/O的下列组件：

- PROFIBUS DP主站
- PROFIBUS DP接口模块(IM 153-2或IM 157)
- PROFIBUS DP从站
- PROFIBUS DP电缆

说明

有关更换分布式站中的I/O和功能模块的信息，请参见输入/输出或功能模块的故障及更换 (页 267)小节。

16.3.1 PROFIBUS DP主站的故障及更换

起始情况

故障	系统响应
S7400H 处于冗余系统模式，且一个 DP 主站模块发生故障。	<ul style="list-style-type: none"> • 对于单通道单向 I/O： DP 主站不能再处理连接的 DP 从站。 • 对于双向 I/O： 通过伙伴的 DP 主站寻址 DP 从站。

步骤

请按以下步骤操作更换 PROFIBUS DP 主站：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	关闭中央机架的电源。	容错系统切换到单模式。
2	拔下受影响的 DP 主站模块的 Profibus DP 电缆。	—

16.3 分布式I/O中的组件故障及更换

步骤	必须完成的工作	系统响应
3	更换模块。	-
4	重新插入 Profibus DP 电缆。	-
5	接通中央机架的电源。	<ul style="list-style-type: none"> • CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式，作为备用 CPU 运行。

在需要备件时更换 CP 443-5

如果使用具有新产品编号的替换模块更换 CP 443-5，那么在使用冗余组件时必须始终同时替换两个模块。

以冗余方式使用的模块必须相同，即它们必须具有相同的产品编号、相同的产品版本和固件版本。

请按以下步骤操作：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	停止备用 CPU	容错系统切换至单模式，请参见“PCS 7，步骤3：停止备用CPU (页 286)”或“STEP 7，步骤4：停止备用CPU (页 304)”一章
2	关闭中央机架的电源。	-
3	拔下受影响的 DP 主站模块的 Profibus DP 电缆。	-
4	更换模块。	-
5	重新插入 Profibus DP 电缆。	-
6	接通中央机架的电源。	-
7	切换到已修改了组态的 CPU。	备用 CPU 链接并进行更新，然后成为主站。原主 CPU 切换到 STOP 模式，容错系统使用新硬件配置以单模式工作。PCS 7，步骤5：切换到已修改了组态的CPU (页 287)或“STEP 7，步骤6：切换到已修改了组态的CPU (页 305)”一章

步骤	必须完成的工作	系统响应
8	关闭第二个中央机架的电源。	-
9	拔下第二个 DP 主站模块的 Profibus DP 电缆。	-
10	更换模块。	-
11	重新插入 Profibus DP 电缆。	-
12	重新打开第二个中央机架的电源。	-
13	执行“暖启动”。	CPU 进行链接并更新，用作备用 CPU，请参见“PCS 7，步骤6：切换到冗余系统模式 (页 289)”或“STEP 7，步骤7：切换到冗余系统模式 (页 306)”一章

16.3.2 冗余PROFIBUS DP接口模块的故障及更换

起始情况

故障	系统响应
S7-400H处于冗余系统模式，且PROFIBUS DP接口模块(IM 1532、IM 157)发生故障。	两个CPU在诊断缓冲区中并通过OB 70报告事件。

更换步骤

要更换PROFIBUS DP接口模块，请按以下步骤操作：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	关闭受影响的DP接口模块的电源。	-
2	卸下总线连接器。	-

16.3 分布式I/O中的组件故障及更换

步骤	必须完成的工作	系统响应
3	插入新的PROFIBUS DP接口模块，然后重新接通电源。	-
4	重新插入总线连接器。	<ul style="list-style-type: none"> 各 CPU 同步处理 I/O 冗余错误 OB 70（离开事件）。 现在系统重新可以冗余访问站。

16.3.3 PROFIBUS DP从站的故障及更换

起始情况

故障	系统响应
S7-400H处于冗余系统模式，一个DP从站发生故障。	两个CPU都在诊断缓冲区中并通过相应OB报告事件。

步骤

要更换DP从站，请按以下步骤操作：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	关闭DP从站的电源。	-
2	卸下总线连接器。	-
3	更换DP从站。	-
4	重新插入总线连接器，然后重新接通电源。	<ul style="list-style-type: none"> 各CPU同步处理机架故障OB 86(离开事件)。 相应的DP主站可以寻址该DP从站。

16.3.4 PROFIBUS DP电缆的故障及更换

起始情况

故障	系统响应
S7-400H处于冗余系统模式，PROFIBUS DP电缆出现故障。	<ul style="list-style-type: none"> 对于单通道单向I/O： 启动了机架故障OB (OB 86) (进入的事件)。DP主站无法再处理所连接的DP从站 (站故障)。 对于双向I/O： 启动了I/O冗余错误OB (OB 70) (进入的事件)。 通过伙伴的DP主站寻址DP从站。

更换步骤

要更换PROFIBUS DP电缆，请按以下步骤操作：

步骤	必须完成的工作	系统响应
1	检查电缆连接，找到中断的PROFIBUS DP电缆。	-
2	更换故障电缆。	-
3	将故障模块切换到RUN模式。	各CPU同步处理错误OB <ul style="list-style-type: none"> 对于单向I/O： 机架故障OB 86 (离开的事件) 可以通过DP主站系统寻址DP从站。 对于双向I/O： I/O冗余错误OB 70(离开事件)。 可以通过两个DP主站系统寻址DP从站。

16.3 分布式I/O中的组件故障及更换

运行期间的系统修改

17.1 运行期间的系统修改

有关在操作中更换故障组件的更多方式，请参见章节“操作期间的组件故障及更换 (页 263)”。

还可以更改容错系统中的系统，这不会中断运行的程序。

更改步骤在一定程度上取决于是在 PCS 7 中还是在 STEP 7 中使用用户软件。

设计以下所述的运行期间的更改步骤，

可以在完成这些操作步骤后，才开始转入冗余系统模式（请参见章节“S7400H的系统状态 (页 125)”）并最终返回到该模式。

说明

请严格遵守本节中所述的关于运行期间对系统进行修改的各项规则。

如果违反某条或多条规则，则容错系统的响应可能导致其可用性受到限制，甚至导致整个自动化系统出现故障。

只有当没有出现冗余错误时，也就是 REDF LED

指示灯未点亮时，才能在运行期间执行系统更改。否则自动化系统可能出现故障。

冗余错误的原因记录在诊断缓冲区中。

该描述不考虑安全相关组件。有关处理故障安全系统的详细信息，请参见手册“S7-400F 和 S7-400FH 自动化系统”。

17.2 可能的硬件修改

如何进行硬件修改？

如果相关的硬件组件支持热插拔，则可在冗余系统模式下执行硬件修改。

但是，必须暂时在单模式下运行容错系统，因为在冗余系统模式下下载新硬件配置数据会不可避免地导致容错系统停止。

然后，在单模式下，过程仅由一个CPU控制，而同时可以在伙伴CPU上执行相关的组态更改。



警告

在硬件修改期间，可以拆下或增加模块。

如果要改变容错系统，例如拆下某些模块并增加其它模块，则必须进行两次硬件更改。

说明

始终使用“组态硬件”功能将组态修改下载至CPU。

在该过程中必须多次更新两个CPU的装载存储器数据。

因此，建议(至少临时)使用RAM卡扩展集成的装载存储器。

如果闪存卡的最大存储空间与所提供的最大RAM卡一样大，则只能根据要求用RAM卡来替代闪存卡。

如果没有一个容量与闪存卡存储空间相匹配的RAM卡，则需要将相关组态和程序修改分成几个小步，以在集成的装载存储器中提供足够的空间。

同步链接

无论何时进行硬件修改，都要确保在启动或接通备用CPU之前两个CPU间建立同步链接。

如果CPU的电源是接通的，指示模块接口错误的IFM1F和IFM2F的LED在两个CPU上都应该熄灭。

如果某个IFM

LED在更换相关同步模块、同步电缆甚至备用CPU后仍继续点亮，则说明主CPU发生故障。但是，在这种情况下，仍可切换到备用CPU，方法是：在STEP

7“切换”对话框中选择“仅通过一个完整的冗余链接”选项。

可修改哪些组件？

在运行期间，对硬件配置可进行下列修改：

- 在中央或扩展单元上添加或删除模块(例如，单向I/O模块)。

说明

务必在添加或删除IM460和IM461接口模块、外部CP443-5扩展型DP主站接口模块和相应连接电缆之前关闭电源。

- 添加或删除分布式I/O的组件，例如
 - 带一个冗余接口模块的DP从站(例如，ET 200M、DP/PA连接器或Y连接器)
 - 单向DP从站(在任意DP主站系统中)
 - 模块化DP从站中的模块
 - DP/PA连接器
 - PA设备
- 改变特定的CPU参数
- 改变CPU存储器组态
- 重新参数化模块
- 将模块分配给其它过程映像分区
- 升级CPU版本
- 更改仅带一个可用冗余链接的主站

说明

运行时不可更改 PROFINET 接口

运行期间不可修改连接到 PROFINET 接口的 I/O 组件及 PROFINET 接口的参数。

进行任何修改时，都要遵守组态容错站的规则(请参见装配容错站的规则 (页 33)部分)。

系统规划期间应注意哪些事项?

要在运行期间扩展双向I/O，在系统规划阶段必须考虑以下几点：

- 在冗余DP主站系统的两条电缆上，应为支线或隔离点提供足够多的分支点(支线的传输速率不允许为12 Mbps)。可以在容易接触到的任何点上分隔或实施这些分支点。
- 两条电缆必须进行唯一标识，以便当前正在使用的线路不会意外关闭。这种标识不仅要在线路的端点可见，而且还要在每个可能的新连接点处可见。最好使用不同颜色的电缆。
- 模块化DP从站(ET 200M)、DP/PA连接器和Y连接器都必须使用有源背板总线进行安装，并且应尽可能安装所需的所有总线模块，因为不能在运行期间安装和拆除总线模块。
- 必须使用有源总线终端元件端接PROFIBUS DP和PROFIBUS PA总线电缆的末端，以确保在重新组态系统时正确端接电缆。
- 应使用SplitConnect产品系列中的组件(请参见交互目录CA01)构建PROFIBUS PA总线系统，这样，就不需要再进行线路隔离。
- 禁止删除和重新创建已装载的数据块。换句话说，SFC 22 (CREATE_DB)和SFC 23 (DEL_DB)不能应用于由已装载DB占用的DB号。
- 必须确保当修改系统组态时，用户程序的当前状态在PG/ES上可作为块格式的STEP 7项目使用。
仅将用户程序从其中一个CPU上传到PG/ES或从STL源代码重新编译用户程序是不够的。

修改硬件配置

除了某些例外情况外，组态中的所有元素均可在运行期间进行修改。通常，组态更改还会影响用户程序。

不得通过在运行期间进行系统修改的方式对以下几项进行更改：

- 某些CPU参数(要获得详细资料，请参考相关部分)
- 冗余DP主站系统的传输速率(波特率)
- S7和S7 H连接

对用户程序和连接组态的修改

对用户程序和连接组态的修改装载到冗余系统模式下的目标系统。

该过程取决于所使用的软件。要获得更详细的资料，请参考《使用STEP 7编程》手册和《PCS 7, 组态手册》。

说明

重新装载连接/网关后，就再也不能从RAM卡更改到闪存卡。

特性

- 将改变保持在可管理的范围内。
建议您每进行一次重新组态时只修改一个DP主站和/或少量DP从站(例如不多于5个)。
- 使用IM 153-2时，只能在电源关闭的情况下插入有源总线模块。

说明

当使用实施为用户级的单向I/O的冗余I/O时，请记住以下事项(请参见连接冗余I/O的其它选项(页 210)部分)：

由于在系统修改后执行了链接和更新过程，原主CPU的I/O数据可能会从过程映像中临时删除，直到将“新”主CPU的所有(改变的)I/O数据写入到过程映像为止。

在修改系统后首次更新过程影像期间，您可能（错误地）认为冗余I/O彻底发生了故障或者认为存在冗余I/O。因而，在过程影像完全更新之前，就无法正确评估冗余状态。

这不适用于针对冗余运行启用的模块(请参见将冗余 I/O 连接到 PROFIBUS DP 接口(页 178)部分)。

准备工作

要最大限度降低容错系统必须在单模式下运行的时间，请在进行硬件更改之前执行下列步骤：

- 检查CPU是否为新组态数据和用户程序提供了足够的内存容量。
如有必要，首先扩展存储器组态(请参见改变CPU存储器组态(页 324)部分)。
- 始终确保已插入但未组态的模块不对过程产生意外影响。

17.3 在 PCS 7 中添加组件

起始情况

已验证CPU参数(例如, 监视时间)与规划的新程序相匹配。

如有必要, 首先修改CPU参数(请参见编辑CPU参数 (页 318)部分)。

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

要在PCS

7中将硬件组件添加到容错系统, 请执行下列步骤。对应的子部分介绍了各步的具体操作

。

步骤	必须完成的工作	请参见以下部分
1	修改硬件	PCS 7, 步骤1: 修改硬件 (页 285)
2	离线修改硬件配置	PCS 7, 步骤2: 离线修改硬件配置 (页 286)
3	停止备用CPU	PCS 7, 步骤3: 停止备用CPU (页 286)
4	在备用CPU中装载新硬件配置	PCS 7, 步骤4: 在备用CPU中装载新硬件配置 (页 287)
5	切换到组态已修改的 CPU	PCS 7, 步骤5: 切换到已修改了组态的CPU (页 287)
6	切换到冗余系统模式	PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式 (页 289)
7	编辑和下载用户程序	PCS 7, 步骤7: 编辑和下载用户程序 (页 290)

例外

该系统修改步骤在下列情况下不适用:

- 使用现有模块上的空闲通道
- 添加接口模块(请参见在PCS 7中添加接口模块 (页 292)部分)

说明

更改硬件配置后,实际上会自动下载该硬件配置。也就是说,不必再执行PCS 7, 步骤3: 停止备用CPU (页 286)至PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式 (页 289)部分中所述的操作步骤。系统特性保持不变,如曾经所描述的一样。

有关详细信息,请参见HW Config在线帮助中的“下载到模块 -> 在RUN模式下下载站组态”。

17.3.1 PCS 7, 步骤1: 修改硬件

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 将新组件添加到系统中。
 - 在机架中插入新的中央模块。
 - 在现有模块化DP站中插入新模块
 - 将新的DP站添加到现有DP主站系统。

说明

对于双向I/O:

务必在结束对冗余DP主站系统的一个段的所有修改后,再修改下一个段。

2. 将所需的传感器和执行器连接到新组件。

结果

插入未组态的模块不对用户程序产生影响。这也同样适用于添加DP站。

容错系统继续在冗余系统模式下运行。

17.3 在 PCS 7 中添加组件

新组件尚未编址。

17.3.2 PCS 7, 步骤2: 离线修改硬件配置

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 离线完成与所添加硬件有关的所有硬件配置的修改。
为将要使用的新通道分配适当的图标。
2. 编译新硬件配置，但此时**不要**将其装载到目标系统。

结果

已修改的硬件配置位于PG/ES中。目标系统继续使用原组态在冗余系统模式下运行。

组态连接

在完成硬件修改后，必须在两个连接伙伴上组态与已添加CP的互连。

17.3.3 PCS 7, 步骤3: 停止备用CPU

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，选择备用CPU，然后单击“停止”。

结果

备用CPU切换到STOP模式，主CPU仍然处于RUN模式，容错系统在单模式下工作。不再对备用CPU的单向I/O进行寻址。

虽然单向I/O的I/O访问错误将导致调用OB 85，但由于更高优先级的CPU冗余丢失(OB 72)，所以并不会报告这些错误。将不调用OB 70 (I/O冗余丢失)。

17.3.4 PCS 7，步骤4：在备用CPU中装载新硬件配置

起始情况

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于STOP模式的备用CPU中。

说明

无法在单模式下下载用户程序和连接组态。

结果

备用CPU的新硬件配置尚未对正在进行的操作起作用。

17.3.5 PCS 7，步骤5：切换到已修改了组态的CPU

起始情况

已修改的硬件配置已下载到备用 CPU。

操作步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 操作模式”(PLC > Operating Mode)。
2. 在“操作模式”(Operating Mode) 对话框中，单击“切换到...”(Switch to...) 按钮。
在“切换”(Switch) 对话框中，选择“使用修改的组态”(with altered configuration) 选项，并单击“切换”(Switch) 按钮。
3. 通过“确定”(OK) 对确认提示进行确认。

结果

连接备用的 CPU 并进行更新（参见章节“链接和更新 (页 141)”），并将该 CPU 作为主站。原主CPU切换到STOP模式，容错系统使用新硬件配置以单模式工作。

I/O 响应

I/O 类型	原主站 CPU 的单向 I/O	新主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
已添加的 I/O 模块	未被 CPU 寻址。	由 CPU 提供新参数设置并进行更新。 驱动程序块尚不存在。 检测到过程或诊断中断，但没有报告。	
仍存在的 I/O 模块	CPU不再对其进行寻址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由 CPU 提供新参数设置 ¹⁾ 并进行更新。	继续操作，不执行中断。
已添加的 DP 站	未被 CPU 寻址。	参见已添加的 I/O 模块（见上文）	
¹⁾ 首先复位中央模块。在该阶段，输出模块暂时输出 0（而不是输出已组态的替代值或保持值）。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新，且不更改主站。容错系统保持单模式并使用原主站 CPU。如果满足某些条件，将稍后将尝试主站切换。更多信息，请参见章节“时间监视 (页 155)”。

17.3.6 PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式

起始情况

现在, 容错系统使用新硬件配置在单模式下工作。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中, 选择容错系统的一个CPU, 然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中, 选择备用CPU, 然后单击“暖启动”。

结果

备用CPU链接并进行更新。容错系统使用新硬件配置在冗余系统模式下运行。

I/O 响应

I/O类型	备用CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	双向I/O
已添加的I/O模块	由CPU提供新参数设置并进行更新。 驱动程序块尚不存在。 发生的任何中断都不报告。	均由CPU进行更新。 驱动程序块尚不存在。 检测到过程或诊断中断, 但没有报告。	
仍存在的I/O模块	由CPU提供新参数设置 ¹⁾ 并进行更新。	继续操作, 不进行中断。	
已添加的DP站	参见已添加的I/O模块(请参见上面)	驱动程序块尚不存在。 发生的任何中断都不报告。	
1)首先复位中央模块。在该阶段, 输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			


对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值, 则将取消更新。
容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件, 稍后将尝试链接和更新。
有关详细信息, 请参见时间监视 (页 155)部分。

17.3.7 PCS 7, 步骤7: 编辑和下载用户程序

起始情况

容错系统使用新硬件配置在冗余系统模式下运行。

 小心
<p>在冗余系统模式下不能进行下列程序修改，否则，将导致STOP系统模式(两个CPU都处于STOP模式):</p> <ul style="list-style-type: none">• 对FB接口或FB实例数据的结构修改。• 对全局DB的结构修改。• 压缩CFC用户程序。 <p>在由于进行了这类修改而重新编译和重新装载整个程序之前，必须将参数值重新读回CFC，否则对块参数的修改可能丢失。 有关该主题的详细信息，请参见《用于S7的CFC, 连续功能图》手册。</p>

步骤

1. 调整程序，使其与新硬件配置相匹配。您可添加下列组件：
 - CFC和SFC
 - 现有图表中的块
 - 连接和参数设置
2. 为已添加的通道驱动程序分配参数，并将这些驱动程序与新分配的图标互连(请参见PCS 7, 步骤2: 离线修改硬件配置 (页 286)部分)。
3. 在SIMATIC管理器中，选择图表文件夹，然后选择“选项 > 图表 > 生成模块驱动程序”菜单命令。
4. 仅编译图表修改部分，并将其下载到目标系统中。
5. 为两个通信伙伴上的新CP组态互连，然后将其下载至目标系统。

结果

容错系统在冗余系统模式下使用新用户程序处理整个系统硬件。

17.3.8 PCS7，使用现有模块上的空闲通道

I/O 模块之前处于空闲状态的通道的使用主要取决于模块是否可以组态。

不可组态的模块

对于不可组态的模块，随时可在用户程序中切换并使用空闲通道。

可组态的模块

硬件配置首先必须与可组态模块所使用的传感器或执行器相匹配。

大多数情况下，这一步通常都需要重新组态整个模块。

这意味着，相应模块不再可能实现不间断运行：

- 在此期间，单向输出模块暂时输出 0（而不是输出已组态的替代值或保持值）。
- 切换至组态经过修改的 CPU 时，双向 DP 站中的模块并未重新组态。

请按以下操作更改通道使用：

- 在步骤 1 至 5 中，从硬件配置和用户程序中彻底移除相应模块。但它仍可插在 DP 站中。不能删除模块驱动程序。
- 在步骤 2 至 7 中，将使用情况经过修改的模块再次添加到硬件配置和用户程序。

说明

两次切换步骤之间（步骤 V 和 5）不对相应模块进行寻址；相应输出模块输出值 0。用户程序中的现有通道驱动程序保持各自信号。

如果这种行为对于要控制的过程来说不可接受，则不存在其它方法可以使用之前的空闲通道。这种情况下必须安装附加模块才能扩展系统。

17.3.9 在PCS 7中添加接口模块

在安装IM460和IM461接口模块、外部CP443-5扩展型DP主站接口模块和相应连接电缆之前，必须关闭电源。

务必关闭整个子系统的电源。

要确保这样不会影响此过程，务必将该子系统设置为STOP模式后再执行该操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置(请参见PCS 7，步骤2： 离线修改硬件配置 (页 286)部分)
2. 停止备用CPU(请参见PCS 7，步骤3： 停止备用CPU (页 286)部分)
3. 将新硬件配置下载到备用CPU(请参见PCS 7，步骤4： 在备用CPU中装载新硬件配置 (页 287)部分)
4. 要扩展当前备用CPU的子系统，请按以下步骤操作：
 - 关闭备用站子系统的电源。
 - 将新IM460插入中央单元，然后与新扩展单元建立连接。
 - 或
 - 将新扩展单元添加到现有链中。
 - 或
 - 插入新的外部DP主站接口，并设置新的DP主站系统。
 - 再次接通备用站子系统的电源。
5. 切换到已修改了组态的CPU (请参见PCS 7，步骤5： 切换到已修改了组态的CPU (页 287)部分)
6. 要扩展原主CPU(目前处于STOP模式)的子系统，请按以下步骤操作：
 - 关闭备用站子系统的电源。
 - 将新IM460插入中央单元，然后与新扩展单元建立连接。
 - 或
 - 将新扩展单元添加到现有链中。
 - 或
 - 插入新的外部DP主站接口，并设置新的DP主站系统。
 - 再次接通备用站子系统的电源。

7. 切换到冗余系统模式(请参见PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式 (页 289)部分)
8. 修改并下载用户程序(请参见PCS 7, 步骤7: 编辑和下载用户程序 (页 290)部分)

17.4 在PCS 7中删除组件

起始情况

已验证CPU参数(例如, 监视时间)与规划的新程序相匹配。如有必要, 首先修改CPU参数(请参见编辑CPU参数 (页 318)部分)。

对于要控制的过程来说, 将要删除的模块及其所连接的传感器和执行器, 都将不再具有任何意义。容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

要在PCS

7中从容错系统中删除硬件组件, 请执行下列步骤。对应的子部分介绍了各步的具体操作。

步骤	操作	请参见以下部分
1	离线修改硬件配置	PCS 7, 步骤1: 离线编辑硬件配置 (页 294)
2	编辑和下载用户程序	PCS 7, 步骤2: 编辑和下载用户程序 (页 295)
3	停止备用CPU	PCS 7, 步骤3: 停止备用CPU (页 296)
4	在备用CPU中装载新硬件配置	PCS 7, 步骤4: 将新硬件配置下载到备用CPU中 (页 296)
5	切换到已修改了组态的CPU	PCS 7, 步骤5: 切换到已修改了组态的CPU (页 297)
6	切换到冗余系统模式	PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式 (页 298)
7	修改硬件	PCS 7, 步骤7: 修改硬件 (页 299)

17.4 在PCS 7中删除组件

例外

这种常规的系统修改步骤不适用于删除接口模块(请参见在PCS 7中删除接口模块(页 300)部分)。

说明

实际上, 在更改硬件配置后会自动下载。也就是说, 不必再执行PCS 7, 步骤3: 停止备用CPU (页 296)至PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式(页 298)部分中所述的操作步骤。系统行为保持不变, 如文中所述。

有关详细信息, 请参见HW Config在线帮助中的“下载到模块 -> 在RUN模式下下载站组态”。

17.4.1 PCS 7, 步骤1: 离线编辑硬件配置

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 只离线完成与要删除的硬件有关的组态修改。
在操作时, 可删除不再使用的通道的图标。
2. 编译新硬件配置, 但此时**不要**将其装载到目标系统。

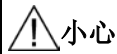
结果

已修改的硬件配置位于PG/ES中。目标系统继续使用原组态在冗余系统模式下运行。

17.4.2 PCS 7, 步骤2: 编辑和下载用户程序

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。



小心

在冗余系统模式下不能进行下列程序修改，否则，将导致STOP系统模式(两个CPU都处于STOP模式):

- 对FB接口或FB实例数据的结构修改。
- 对全局DB的结构修改。
- 压缩CFC用户程序。

在由于进行了这类修改而重新编译和重新装载整个程序之前，必须将参数值重新读回CFC，否则对块参数的修改可能丢失。有关该主题的详细信息，请参见《用于S7的CFC, 连续功能图》手册。

步骤

1. 只编辑与硬件删除有关的程序元素。可删除下列组件：
 - CFC和SFC
 - 现有图表中的块
 - 通道驱动程序、互连和参数设置
2. 在SIMATIC管理器中，选择图表文件夹，然后选择“选项 > 图表 > 生成模块驱动程序”菜单命令。
这将删除不再需要的驱动程序块。
3. 仅编译图表修改部分，并将其下载到目标系统中。

说明

直到首次调用FC后，才会对其输出值进行定义。在互连FC输出时要对此加以考虑。

结果

容错系统继续在冗余系统模式下运行。已修改的用户程序将不再尝试访问要删除的硬件。

17.4.3 PCS 7, 步骤3: 停止备用CPU

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。用户程序将不再尝试访问要删除的硬件。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中, 选择容错系统的一个CPU, 然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中, 选择备用CPU, 然后单击“停止”。

结果

备用CPU切换到STOP模式, 主CPU仍然处于RUN模式, 容错系统在单模式下工作。不再对备用CPU的单向I/O进行寻址。

17.4.4 PCS 7, 步骤4: 将新硬件配置下载到备用CPU中

起始情况

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于STOP模式的备用CPU中。

说明

无法在单模式下下载用户程序和连接组态。

结果

备用CPU的新硬件配置尚未对正在进行的操作起作用。

17.4.5 PCS 7, 步骤5: 切换到已修改了组态的CPU

起始情况

已修改的硬件配置已下载到备用CPU。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中, 选择容错系统的一个CPU, 然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中, 单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中, 选择“使用修改的组态”选项, 并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用CPU链接并进行更新(请参见链接和更新 (页 141)部分), 并且成为主站。
原主CPU切换到STOP模式, 容错系统使用新硬件配置以单模式工作。

I/O的响应

I/O类型	原主CPU的单向I/O	新主CPU的单向I/O	双向I/O
将要删除的I/O模块 ¹⁾	CPU不再对其进行寻址。 驱动程序块不再存在。		
仍存在的I/O模块	CPU不再对其进行寻址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由CPU提供新参数设置 ²⁾ 并进行更新。	继续操作, 不进行中断。
将要删除的DP站	参见将要删除的I/O模块(请参见上文)		
1)不再包含在硬件配置中, 但仍为插入状态 2)首先复位中央模块。在该阶段, 输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新，且不更改主站。容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件，将稍后将尝试主站切换。有关详细信息，请参见时间监视 (页 155)部分。

17.4.6 PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式

起始情况

现在，容错系统使用新硬件配置在单模式下工作。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，选择备用CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用CPU链接并进行更新。容错系统使用新硬件配置在冗余系统模式下运行。

I/O的响应

I/O类型	备用CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	双向I/O
将要删除的I/O模块 ¹⁾	CPU不再对其进行寻址。 驱动程序块不再存在。		
仍存在的I/O模块	由CPU提供新参数设置 ²⁾ 并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
将要删除的DP站	参见将要删除的I/O模块(请参见上文)		
¹⁾ 不再包含在硬件配置中，但仍为插入状态 ²⁾ 首先复位中央模块。在该阶段，输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新。容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件，稍后将尝试链接和更新。有关详细信息，请参见时间监视(页 155)部分。

17.4.7 PCS 7, 步骤7: 修改硬件

起始情况

容错系统使用新硬件配置在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 从要删除的组件上断开所有传感器和执行器。
2. 从机架中拔出不再需要的单向I/O的模块。
3. 从模块化DP站中拔出不再需要的组件。
4. 从DP主站系统中删除不再需要的DP站。

说明

对于双向I/O: 务必在结束对冗余DP主站系统的一个段的所有修改后, 再修改下一个段。
。

结果

删除未组态的模块不影响用户程序。这同样适用于删除DP站。

容错系统继续在冗余系统模式下运行。

17.4.8 在PCS 7中删除接口模块

务必在拆除IM460和IM461接口模块、外部CP443-5扩展型DP主站接口模块和相应连接电缆之前关闭电源。

务必关闭整个子系统的电源。

要确保这样不会影响此过程，务必将该子系统设置为STOP模式后再执行该操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置(请参见PCS 7，步骤1：离线编辑硬件配置 (页 294)部分)
2. 修改并下载用户程序(请参见PCS 7，步骤2：编辑和下载用户程序 (页 295)部分)
3. 停止备用CPU(请参见PCS 7，步骤3：停止备用CPU (页 296)部分)
4. 将新硬件配置下载到备用CPU(请参见PCS 7，步骤4：将新硬件配置下载到备用CPU中 (页 296)部分)
5. 要从备用CPU的子系统中拆下接口模块，请按以下步骤操作：
 - 关闭备用站子系统的电源。
 - 从中央单元上拆下IM460。
 - 或
 - 从现有链中拆下扩展单元。
 - 或
 - 拆下外部DP主站接口模块。
 - 再次接通备用站子系统的电源。
6. 切换到已修改了组态的CPU (请参见PCS 7，步骤5：切换到已修改了组态的CPU (页 297)部分)

7. 要从原主CPU(当前处于STOP模式)子系统中拆下接口模块, 请按以下步骤操作:

- 关闭备用站子系统的电源。
- 从中央单元上拆下IM460。
- 或
- 从现有链中拆下扩展单元。
- 或
- 拆下外部DP主站接口模块。
- 再次接通备用站子系统的电源。

8. 切换到冗余系统模式(请参见PCS 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式 (页 298)部分)

17.5 在STEP 7中添加组件

起始情况

已验证CPU参数(例如, 监视时间)与规划的新程序相匹配。如有必要, 首先修改CPU参数(请参见编辑CPU参数 (页 318)部分)。

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

要在STEP 7中将硬件组件添加到容错系统, 请执行下列步骤。对应的子部分介绍了各步的具体操作。

步骤	操作	请参见以下部分
1	修改硬件	STEP 7, 步骤1: 添加硬件 (页 302)
2	离线编辑硬件配置	STEP 7, 步骤2: 离线修改硬件配置 (页 303)
3	扩展和下载OB	STEP 7, 步骤3: 扩展和下载OB (页 304)
4	停止备用CPU	STEP 7, 步骤4: 停止备用CPU (页 304)
5	将新硬件配置下载到备用CPU中	STEP 7, 步骤5: 在备用CPU中装载新硬件配置 (页 305)

17.5 在STEP 7中添加组件

步骤	操作	请参见以下部分
6	切换到已修改了组态的CPU	STEP 7, 步骤6: 切换到已修改了组态的CPU (页 305)
7	切换到冗余系统模式	STEP 7, 步骤7: 切换到冗余系统模式 (页 306)
8	编辑和下载用户程序	STEP 7, 步骤8: 编辑和下载用户程序 (页 307)

例外

该系统修改步骤在下列情况下不适用:

- 使用现有模块上的空闲通道
- 添加接口模块(请参见在STEP 7中添加接口模块 (页 309)部分)

说明

实际上, 在更改硬件配置后会自动下载。

也就是说, 不必再执行STEP 7, 步骤4: 停止备用CPU

(页 304)至STEP 7, 步骤8: 编辑和下载用户程序

(页 307)部分中所述的操作步骤。系统行为保持不变, 如文中所述。

有关详细信息, 请参见HW Config在线帮助中的“下载到模块 -> 在RUN模式下下载站组态”。

17.5.1 STEP 7, 步骤1: 添加硬件

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 将新组件添加到系统中。
 - 在机架中插入新的中央模块。
 - 在现有模块化DP站中插入新模块
 - 将新的DP站添加到现有DP主站系统。

说明

对于双向I/O：务必在结束对冗余DP主站系统的一个段的所有修改后，再修改下一个段。

2. 将所需的传感器和执行器连接到新组件。

结果

插入未组态的模块不对用户程序产生影响。这也同样适用于添加DP站。

容错系统继续在冗余系统模式下运行。

新组件尚未编址。

17.5.2 STEP 7，步骤2：离线修改硬件配置

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。所添加的模块尚未进行编址。

步骤

1. 离线完成与所添加硬件有关的所有硬件配置的修改。
2. 编译新硬件配置，但此时**不要**将其装载到目标系统。

结果

已修改的硬件配置位于PG中。目标系统继续使用原组态在冗余系统模式下运行。

组态连接

在完成硬件修改后，必须在两个连接伙伴上组态与已添加CP的互连。

17.5.3 STEP 7, 步骤3: 扩展和下载OB

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 检查中断OB 4x、82、83、85、86、OB 88和122是否能对新组件的任何中断做出预期响应。
2. 将修改的OB和相应的程序元素下载到目标系统。

结果

容错系统在冗余系统模式下运行。

17.5.4 STEP 7, 步骤4: 停止备用CPU

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中, 选择容错系统的一个CPU, 然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中, 选择备用CPU, 然后单击“停止”。

结果

备用CPU切换到STOP模式, 主CPU仍然处于RUN模式, 容错系统在单模式下工作。不再对备用CPU的单向I/O进行寻址。由于高优先级的CPU冗余丢失(OB72)而不调用OB 70 (I/O冗余丢失)。

17.5.5 STEP 7, 步骤5: 在备用CPU中装载新硬件配置

起始情况

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于STOP模式的备用CPU中。

说明

无法在单模式下下载用户程序和连接组态。

结果

备用CPU的新硬件配置尚未对正在进行的操作起作用。

17.5.6 STEP 7, 步骤6: 切换到已修改了组态的CPU

起始情况

已修改的硬件配置已下载到备用CPU。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中, 选择容错系统的一个CPU, 然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中, 单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中, 选择“使用修改的组态”选项, 并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用CPU链接并进行更新, 然后成为主站。

原主CPU切换到STOP模式, 容错系统使用新硬件配置以单模式工作。

I/O的响应

I/O类型	原主CPU的单向I/O	新主CPU的单向I/O	双向I/O
已添加的I/O模块	未被CPU编址。	由CPU提供新参数设置并进行更新。 输出模块临时输出已组态的替换值。	
仍存在的I/O模块	CPU不再对其进行寻址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由CPU提供新参数设置 ¹⁾ 并进行更新。	继续操作，不进行中断。
已添加的DP站	未被CPU编址。	参见已添加的I/O模块(请参见上面)	
1)首先复位中央模块。在该阶段，输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新，且不更改主站。容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件，将稍后将尝试主站切换。有关详细信息，请参见时间监视 (页 155)部分。

17.5.7 STEP 7，步骤7：切换到冗余系统模式

起始情况

现在，容错系统使用新硬件配置在单模式下工作。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，选择备用CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用CPU链接并进行更新。容错系统使用新硬件配置在冗余系统模式下运行。

I/O的响应

I/O类型	备用CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	双向I/O
已添加的I/O模块	由CPU提供新参数设置并进行更新。 输出模块临时输出已组态的替换值。	均由CPU进行更新。	均由CPU进行更新。 生成插入中断；必须在OB 83中忽略。
仍存在的I/O模块	由CPU提供新参数设置 ¹⁾ 并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
已添加的DP站	参见已添加的I/O模块(请参见上面)	均由CPU进行更新。	
1)首先复位中央模块。在该阶段，输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应


如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新。容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件，稍后将尝试链接和更新。有关详细信息，请参见时间监视(页 155)部分。

17.5.8 STEP 7，步骤8：编辑和下载用户程序

起始情况

容错系统使用新硬件配置在冗余系统模式下运行。

限制

 小心
在冗余系统模式下尝试修改FB接口的结构或FB的背景数据将导致停止系统模式(两个CPU都处于STOP模式)。

步骤

1. 调整程序，使其与新硬件配置相匹配。
可以添加、编辑或删除OB、FB、FC和DB。
2. 仅将程序更改部分下载到目标系统中。
3. 为两个通信伙伴上的新CP组态互连，然后将其下载至目标系统。

说明

直到首次调用FC后，才会对其输出值进行定义。在互连FC输出时要对此加以考虑。

结果

容错系统在冗余系统模式下使用新用户程序处理整个系统硬件。

17.5.9 STEP7，使用现有模块上的空闲通道

I/O 模块之前处于空闲状态的通道的使用主要取决于模块是否可以组态。

不可组态的模块

对于不可组态的模块，随时可在用户程序中切换并使用空闲通道。

可组态的模块

硬件配置首先必须与可组态模块所使用的传感器或执行器相匹配。
大多数情况下，这一步通常都需要重新组态整个模块。

这意味着，相应模块不再可能实现不间断运行：

- 在此期间，单向输出模块暂时输出 0（而不是输出已组态的替代值或保持值）。
- 切换至组态经过修改的 CPU 时，双向 DP 站中的模块并未重新组态。

请按以下操作更改通道使用：

- 在步骤 1 至 5 中，从硬件配置和用户程序中彻底移除相应模块。但它仍可插在 DP 站中。
- 在步骤 3 至 8 中，将使用情况经过修改的模块再次添加到硬件配置和用户程序。

说明

两次切换步骤之间（步骤 5 和 6）不对相应模块进行寻址；相应输出模块输出值 0。如果这种行为对于要控制的过程来说不可接受，则不存在其它方法可以使用之前的空闲通道。这种情况下必须安装附加模块才能扩展系统。

17.5.10 在STEP 7中添加接口模块

在安装IM460和IM461接口模块、外部CP443-5扩展型DP主站接口模块和相应连接电缆之前，必须关闭电源。

务必关闭整个子系统的电源。

要确保这样不会影响此过程，务必将该子系统设置为STOP模式后再执行该操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置(请参见STEP 7，步骤2：离线修改硬件配置 (页 303)部分)
2. 扩展和下载组织块(请参见STEP 7，步骤3：扩展和下载OB (页 304)部分)
3. 停止备用CPU(请参见STEP 7，步骤4：停止备用CPU (页 304)部分)
4. 将新硬件配置下载到备用CPU(请参见STEP 7，步骤5：在备用CPU中装载新硬件配置 (页 305)部分)
5. 要扩展当前备用CPU的子系统，请按以下步骤操作：
 - 关闭备用站子系统的电源。
 - 将新IM460插入中央单元，然后与新扩展单元建立连接。
 - 或
 - 将新扩展单元添加到现有链中。
 - 或
 - 插入新的外部DP主站接口，并设置新的DP主站系统。
 - 再次接通备用站子系统的电源。

6. 切换到已修改了组态的CPU (请参见STEP 7, 步骤6: 切换到已修改了组态的CPU (页 305)部分)
7. 要扩展原主CPU(目前处于STOP模式)的子系统, 请按以下步骤操作:
 - 关闭备用站子系统的电源。
 - 将新IM460插入中央单元, 然后与新扩展单元建立连接。
 - 或
 - 将新扩展单元添加到现有链中。
 - 或
 - 插入新的外部DP主站接口, 并设置新的DP主站系统。
 - 再次接通备用站子系统的电源。
8. 切换到冗余系统模式(请参见STEP 7, 步骤7: 切换到冗余系统模式 (页 306)部分)
9. 修改并下载用户程序(请参见STEP 7, 步骤8: 编辑和下载用户程序 (页 307)部分)

17.6 在STEP 7中删除组件

起始情况

已验证CPU参数(例如, 监视时间)与规划的新程序相匹配。如有必要, 首先修改CPU参数(请参见编辑CPU参数 (页 318)部分)。

对于要控制的过程来说, 将要删除的模块及其所连接的传感器和执行器, 都将不再具有任何意义。容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

要在STEP

7中从容错系统中删除硬件组件, 请执行下列步骤。对应的子部分介绍了各步的具体操作。

步骤	操作	请参见以下部分
1	离线编辑硬件配置	STEP 7, 步骤1: 离线编辑硬件配置 (页 311)
2	编辑和下载用户程序	STEP 7, 步骤2: 编辑和下载用户程序 (页 312)

步骤	操作	请参见以下部分
3	停止备用CPU	STEP 7, 步骤3: 停止备用CPU (页 312)
4	将新硬件配置下载到备用CPU中	STEP 7, 步骤4: 将新硬件配置下载到备用CPU中 (页 313)
5	切换到已修改了组态的CPU	STEP 7, 步骤5: 切换到已修改了组态的CPU (页 313)
6	切换到冗余系统模式	STEP 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式 (页 315)
7	修改硬件	STEP 7, 步骤7: 修改硬件 (页 316)
8	编辑和下载组织块	STEP 7, 步骤8: 编辑和下载组织块 (页 316)

例外

这种常规的系统修改步骤不适用于删除接口模块(请参见在STEP 7中删除接口模块(页 317)部分)。

说明

实际上, 在更改硬件配置后会自动下载。
也就是说, 不必再执行STEP 7, 步骤3: 停止备用CPU (页 312)至STEP 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式 (页 315)部分中所述的操作步骤。系统行为保持不变, 如文中所述。
有关详细信息, 请参见HW Config在线帮助中的“下载到模块 -> 在RUN模式下下载站组态”。

17.6.1 STEP 7, 步骤1: 离线编辑硬件配置

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 离线完成与要删除硬件有关的所有硬件配置的修改。
2. 编译新硬件配置，但此时**不要**将其装载到目标系统。

结果

已修改的硬件配置位于PG中。目标系统继续使用原组态在冗余系统模式下运行。

17.6.2 STEP 7，步骤2：编辑和下载用户程序

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

限制



在冗余系统模式下尝试修改FB接口的结构或FB的背景数据将导致停止系统模式(两个CPU都处于STOP模式)。

步骤

1. 只编辑与硬件删除有关的程序元素。
可以添加、编辑或删除OB、FB、FC和DB。
2. 仅将程序更改部分下载到目标系统中。

结果

容错系统继续在冗余系统模式下运行。已修改的用户程序将不再尝试访问要删除的硬件。

17.6.3 STEP 7, 步骤3: 停止备用CPU

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。用户程序将不再尝试访问要删除的硬件。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中, 选择容错系统的一个CPU, 然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中, 选择备用CPU, 然后单击“停止”。

结果

备用CPU切换到STOP模式, 主CPU仍然处于RUN模式, 容错系统在单模式下工作。不再对备用CPU的单向I/O进行寻址。

17.6.4 STEP 7, 步骤4: 将新硬件配置下载到备用CPU中

起始情况

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于STOP模式的备用CPU中。

说明

无法在单模式下下载用户程序和连接组态。

结果

备用CPU的新硬件配置尚未对正在进行的操作起作用。

17.6.5 STEP 7, 步骤5: 切换到已修改了组态的CPU

起始情况

已修改的硬件配置已下载到备用CPU。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中, 选择容错系统的一个CPU, 然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中, 单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中, 选择“使用修改的组态”选项, 并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用CPU链接并进行更新(请参见链接和更新 (页 141)部分), 并且成为主站。
原主CPU将切换到STOP模式, 容错系统继续在单模式下运行。

I/O的响应

I/O类型	原主CPU的单向I/O	新主CPU的单向I/O	双向I/O
将要删除的I/O模块 ¹⁾	CPU不再对其进行寻址。		
仍存在的I/O模块	CPU不再对其进行寻址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由CPU提供新参数设置 ²⁾ 并进行更新。	继续操作, 不进行中断。
将要删除的DP站	参见将要删除的I/O模块(请参见上文)		
1)不再包含在硬件配置中, 但仍为插入状态			
2)首先复位中央模块。在该阶段, 输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值, 则将取消更新, 且不更改主站。容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件, 将稍后将尝试主站切换。有关详细信息, 请参见时间监视 (页 155)部分。

17.6.6 STEP 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式

起始情况

现在, 容错系统使用新(受限)硬件配置在单模式下工作。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中, 选择容错系统的一个CPU, 然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中, 选择备用CPU, 然后单击“暖启动”。

结果

备用CPU链接并进行更新。容错系统在冗余系统模式下运行。

I/O的响应

I/O类型	备用CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	双向I/O
将要删除的I/O模块 ¹⁾	CPU不再对其进行寻址。		
仍存在的I/O模块	由CPU提供新参数设置 ²⁾ 并进行更新。	继续操作, 不进行中断。	
将要删除的DP站	参见将要删除的I/O模块(请参见上文)		
1)不再包含在硬件配置中, 但仍为插入状态 2)首先复位中央模块。在该阶段, 输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值, 则将取消更新。容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件, 稍后将尝试链接和更新。有关详细信息, 请参见时间监视(页 155)部分。

17.6 在STEP 7中删除组件

17.6.7 STEP 7, 步骤7: 修改硬件

起始情况

容错系统使用新硬件配置在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 从要删除的组件上断开所有传感器和执行器。
2. 从系统中删除相关组件。
 - 从机架中删除中央模块。
 - 从模块化DP站中删除模块
 - 从DP主站系统中删除DP站。

说明

对于双向I/O: 务必在结束对冗余DP主站系统的一个段的所有修改后, 再修改下一个段。

结果

删除未组态的模块不影响用户程序。这同样适用于删除DP站。

容错系统继续在冗余系统模式下运行。

17.6.8 STEP 7, 步骤8: 编辑和下载组织块

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 确保中断OB 4x和82不再包含任何已删除组件的中断。
2. 将修改的OB和相应的程序元素下载到目标系统。

结果

容错系统在冗余系统模式下运行。

17.6.9 在STEP 7中删除接口模块

务必在拆除IM460和IM461接口模块、外部CP443-5扩展型DP主站接口模块和相应连接电缆之前关闭电源。

务必关闭整个子系统的电源。要确保这样不会影响此过程，务必将该子系统设置为STOP模式后再执行该操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置(请参见STEP 7，步骤1：离线编辑硬件配置 (页 311)部分)
2. 修改并下载用户程序(请参见STEP 7，步骤2：编辑和下载用户程序 (页 312)部分)
3. 停止备用CPU(请参见STEP 7，步骤3：停止备用CPU (页 312)部分)
4. 将新硬件配置下载到备用CPU(请参见STEP 7，步骤4：将新硬件配置下载到备用CPU中 (页 313)部分)
5. 要从备用CPU的子系统中拆下接口模块，请按以下步骤操作：
 - 关闭备用站子系统的电源。
 - 从中央单元上拆下IM460。
 - 或
 - 从现有链中拆下扩展单元。
 - 或
 - 拆下外部DP主站接口模块。
 - 再次接通备用站子系统的电源。
6. 切换到已修改了组态的CPU (请参见STEP 7，步骤5：切换到已修改了组态的CPU (页 313)部分)

7. 要从原主CPU(当前处于STOP模式)子系统中拆下接口模块, 请按以下步骤操作:
 - 关闭备用站子系统的电源。
 - 从中央单元上拆下IM460。
 - 或
 - 从现有链中拆下扩展单元。
 - 或
 - 拆下外部DP主站接口模块。
 - 再次接通备用站子系统的电源。
8. 切换到冗余系统模式(请参见STEP 7, 步骤6: 切换到冗余系统模式 (页 315)部分)
9. 修改并下载用户组织块(请参见STEP 7, 步骤8: 编辑和下载组织块 (页 316)部分)

17.7 编辑CPU参数

17.7.1 编辑CPU参数

在运行时只能编辑某些CPU参数(对象属性)。这些参数在屏幕上用蓝色文本高亮显示。如果在Windows控制面板中已经设置了蓝色作为对话框的文本颜色, 则以黑色字符指示可编辑的参数。

说明

如果编辑任何被保护的参数, 则系统将拒绝切换到包含那些已修改参数的CPU的任何尝试。将事件W#16#5966写入诊断缓冲区, 之后, 需要在参数组态中将错误更改的参数恢复到上次的有效值。

表格 17-1 可修改的CPU参数

选项卡	可编辑的参数
启动	用于模块发出准备就绪信号的监视时间
	用于为模块传送参数的监视时间
周期/时钟存储器	扫描周期监视时间
	因通信产生的周期负载

选项卡	可编辑的参数
	输入的过程映像的大小*)
	输出的过程映像的大小*)
存储器	用于各种优先级的本地数据*)
	通信资源：最大通信作业数。只能增大此参数的组态值*)。
日时钟中断(用于每个日时钟中断 B)	“激活的”复选框
	“执行”列表框
	启动日期
	时间
看门狗中断(用于每个看门狗中断 B)	执行
	相位偏移量
诊断/时钟	修正系数
安全性	安全等级和密码
H参数	测试周期时间
	最大周期延长
	最大通信延迟
	优先级大于15的最大禁止时间
	最小I/O保持时间
*) 修改这些参数同样会修改存储器内容。	

选定的新数值应与当前载入的用户程序以及规划的新用户程序相匹配。

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

要编辑容错系统的CPU参数，请执行下面概括的步骤。在子部分中介绍了每个步骤的详细信息。

步骤	操作	请参见以下部分
1	离线编辑CPU参数	第1步： 离线编辑CPU参数 (页 320)
2	停止备用CPU	第2步： 停止备用CPU (页 321)
3	将已修改的CPU参数下载至备用CPU	第3步： 将新硬件配置下载到备用CPU中 (页 321)
4	切换到已修改了组态的CPU	第4步： 切换到已修改了组态的CPU (页 322)
5	切换到冗余系统模式	第5步： 切换到冗余系统模式 (页 323)

说明

实际上，在更改硬件配置后会自动下载。也就是说，不必再执行第2步： 停止备用CPU (页 321)至第5步： 切换到冗余系统模式 (页 323)部分中所述的操作步骤。系统行为保持不变，如文中所述。

有关详细信息，请参见HW Config在线帮助中的“下载到模块 -> 在RUN模式下下载站组态”。有关详细信息，请参见HW Config在线帮助中的“下载到模块 -> 在RUN模式下下载站组态”。

17.7.2 第1步： 离线编辑CPU参数

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 在HW Config中离线编辑相关的CPU属性。
2. 编译新硬件配置，但此时**不要**将其装载到目标系统。

结果

已修改的硬件配置位于PG/ES中。目标系统继续使用原组态在冗余系统模式下运行。

17.7.3 第2步： 停止备用CPU

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，选择备用CPU，然后单击“停止”。

结果

备用CPU切换到STOP模式，主CPU仍然处于RUN模式，容错系统在单模式下工作。不再对备用CPU的单向I/O进行寻址。

17.7.4 第3步： 将新硬件配置下载到备用CPU中

起始情况

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于STOP模式的备用CPU中。

说明

无法在单模式下下载用户程序和连接组态。

结果

备用CPU的新硬件配置中的已修改的CPU参数尚未对正在进行的操作产生影响。

17.7.5 第4步：切换到已修改了组态的CPU

起始情况

已修改的硬件配置已下载到备用CPU。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中，选择“使用修改的组态”选项，并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用CPU链接并进行更新，然后成为主站。

原主CPU将切换到STOP模式，容错系统继续在单模式下运行。

I/O的响应

I/O类型	原主CPU的单向I/O	新主CPU的单向I/O	双向I/O
I/O模块	CPU不再对其进行寻址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由CPU提供新参数设置 ¹⁾ 并进行更新。	继续操作，不进行中断。
1)首先复位中央模块。在该阶段，输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新，且不更改主站。

容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件，将稍后将尝试主站切换。

有关详细信息，请参见时间监视 (页 155)部分。

当CPU中监视时间的数值不同时，始终采用较高的数值。

17.7.6 第5步：切换到冗余系统模式

起始情况

容错系统使用已修改的CPU参数在单模式下工作。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，选择备用CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用CPU链接并进行更新。容错系统在冗余系统模式下运行。

I/O的响应

I/O类型	备用CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	双向I/O
I/O模块	由CPU提供新参数设置 ¹⁾ 并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
1)首先复位中央模块。在该阶段，输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新。

容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件，稍后将尝试链接和更新。

有关详细信息，请参见时间监视 (页 155)部分。

当CPU中监视时间的数值不同时，始终采用较高的数值。

17.8 改变CPU存储器组态

17.8.1 改变CPU存储器组态

只有在两个CPU都具有相同的存储器组态时，才能实现冗余系统状态。为此，必须满足下列条件：

- 两个CPU上装载存储器(RAM或FLASH)的大小和类型必须匹配。

可在运行时修改CPU的存储器组态。S7-400H存储器可进行的修改：

- 扩展装载存储器
- 改变装载存储器的类型

17.8.2 扩展装载存储器

可以使用的存储器扩展方法如下：

- 通过插入存储卡将装载存储器升级为具有更多存储空间
- 如果以前没有插入存储卡，则通过插入RAM卡升级装载存储器

如果采用此方法更改存储器，则在链接过程中，会将整个用户程序从主CPU复制到备用CPU中(请参见更新顺序(页 149)部分)。

限制

最好使用RAM卡扩展存储器，因为这样可以确保在链接过程中将用户程序复制到备用CPU的装载存储器中。

原则上，也可以使用闪存卡扩展装载存储器。

但是，之后由用户负责将整个用户程序和硬件配置下载到新闪存卡中(请参见改变装载存储器的类型(页 325)部分中的操作步骤)。

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

按照以下步骤以指定的顺序操作：

步骤	操作	系统响应
1	使用编程设备将备用CPU切换到STOP模式。	系统现在工作在单模式下。
2	用具有所需(较高)容量的存储卡替换CPU中的存储卡。	备用CPU请求存储器复位。
3	使用编程设备复位备用CPU。	—
4	通过菜单命令“PLC > 模式 > 切换到具有扩展存储器组态的CPU ...”启动备用CPU。	<ul style="list-style-type: none"> • 备用CPU链接并进行更新，然后成为主站。 • 原主CPU切换到STOP模式。 • 系统在单模式下工作。
5	关闭第二个CPU的电源。	禁用子系统。
6	按步骤2到3中为第一个CPU所进行的操作，修改第二个CPU的存储器组态。	—
7	通过菜单命令“PLC > 模式 > 切换到具有扩展存储器组态的CPU ...”启动第二个CPU。	<ul style="list-style-type: none"> • 第二个CPU被链接并进行了更新。 • 系统现在重新在冗余系统模式下工作。

17.8.3 改变装载存储器的类型

下列类型的存储卡均可用作装载存储器：

- 用于测试和调试阶段的RAM卡
- 用于永久存储已完成的用户程序的闪存卡

新存储卡的大小在这里无关紧要。

如果采用该方法更改存储器组态，系统不会将任何程序部分从主CPU传送到备用CPU。它而是仅传送用户程序中未更改块的内容(请参见切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU (页 152)小节)。

用户负责将整个用户程序下载至新的装载存储器。

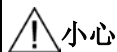
说明

重新装载连接/网关后，就再也不能从RAM卡更改到闪存卡。

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

用户程序的当前状态在PG/ES上以块格式的STEP 7项目形式提供。



小心

此处不能部署从目标系统上传的用户程序。

不允许重新编译来自STL源文件的用户程序，因为此操作将在所有块上设置一个新的时间戳，从而在切换主站/备用站时防止复制块内容。

步骤

按照以下步骤以指定的顺序操作：

步骤	操作	系统响应
1	使用编程设备将备用CPU切换到STOP模式。	系统现在工作在单模式下。
2	用一个类型符合要求的新存储卡替换备用CPU中的现有存储卡。	备用CPU请求存储器复位。
3	使用编程设备复位备用CPU。	—
4	在STEP 7中通过选择“将用户程序下载至存储卡”命令将程序数据下载到备用CPU。 注意： 从选择对话框中选择正确的CPU。	—
5	通过菜单命令“PLC > 模式 > 切换到已修改了组态的CPU”启动备用CPU。	<ul style="list-style-type: none"> • 备用CPU链接并进行更新，然后成为主站。 • 原主CPU切换到STOP模式。 • 系统在单模式下工作。
6	按步骤2中为第一个CPU所进行的操作，修改第二个CPU的存储器组态。	—
7	将用户程序和硬件配置下载到第二个CPU中。	—
8	通过PG启动第二个CPU。	<ul style="list-style-type: none"> • 第二个CPU被链接并进行了更新。 • 系统现在重新在冗余系统模式下工作。

说明

如果要切换到闪存卡，可通过用户程序和硬件配置提前装载闪存卡，无需将其插入到CPU中。之后可忽略步骤4和步骤7。

然而，必须使用相同的顺序装载两个CPU中的存储卡。
更改装载存储器中的块顺序将导致链接过程终止。

写入容错系统中的闪存卡

当容错系统处于RUN模式时始终可以写入闪存卡，无需停止容错系统。

然而，这只有在两个CPU中硬件配置和用户程序的在线数据与工程师站中相应的离线数据相匹配时才行。

插入闪存卡

按照以下步骤操作：

1. 将备用CPU设置为STOP模式，然后将闪存卡插入到CPU中。
2. 使用STEP 7复位CPU。
3. 通过STEP 7的“将用户程序下载至存储卡”命令下载程序数据。注意：
从选择对话框中选择正确的CPU。
4. 使用“工作模式”对话框切换到已修改了组态的CPU。
这会切换主站/备用站角色；带有闪存卡的CPU现在是主CPU。
备用CPU现在处于STOP模式。
5. 接着，将闪存卡插入到处于STOP模式的CPU中。使用STEP 7复位CPU。
6. 执行步骤4：通过STEP 7的“将用户程序下载至存储卡”命令下载程序数据。注意：
从选择对话框中选择正确的CPU。
7. 使用“工作模式”对话框执行备用CPU的暖启动。系统状态现在改变为“冗余”模式。

移除闪存卡

从容错系统中移除闪存卡时，前文所述的在线和离线数据一致性同样适用。

此外，可用的RAM大小不得小于STEP 7程序的实际大小(STEP 7程序 > 块容器 >“块”属性)。

1. 将备用CPU设置为STOP模式，然后移除闪存卡。按要求调整存储器组态。
2. 使用STEP 7复位CPU。

3. 使用STEP 7下载块容器。
4. 使用“工作模式”对话框切换到已修改了组态的CPU。
5. 从现在处于STOP模式的CPU中移除闪存卡。
按要求调整RAM组态，然后执行CPU存储器复位。
6. 使用“工作模式”对话框执行备用CPU的暖启动。系统状态现在改变为“冗余”模式。

17.9 重新参数化模块

17.9.1 重新参数化模块

请参见“硬件目录”窗口中的信息文本，确定在执行操作时可以重新组态哪些模块(信号模块和功能模块)。在相关的技术文档中描述单个模块的特殊反应。

说明

如果编辑任何被保护的参数，则系统将拒绝切换到包含那些已修改参数的CPU的任何尝试。
将事件W#16#5966写入诊断缓冲区，之后，需要在参数组态中将错误更改的参数恢复到上次的有效值。

选定的新数值必须与当前和计划的用户程序相匹配。

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

要编辑容错系统中模块的参数，请执行下面概括的步骤。
在子部分中介绍了每个步骤的详细信息。

步骤	操作	请参见以下部分
1	离线编辑参数	第1步： 离线编辑参数 (页 329)
2	停止备用CPU	第2步： 停止备用CPU (页 330)
3	将已修改的CPU参数下载至备用CPU	第3步： 将新硬件配置下载到备用CPU中 (页 330)

步骤	操作	请参见以下部分
4	切换到已修改了组态的CPU	第4步： 切换到已修改了组态的CPU (页 331)
5	切换到冗余系统模式	第5步： 切换到冗余系统模式 (页 332)

说明

实际上，在更改硬件配置后会自动下载。也就是说，不必再执行第2步： 停止备用CPU (页 330)至第5步： 切换到冗余系统模式 (页 332)小节中所述的操作步骤。系统行为保持不变，如文中所述。

有关详细信息，请参见HW Config在线帮助中的“下载到模块 -> 在RUN模式下下载站组态”。

17.9.2 第1步： 离线编辑参数

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 在 HW Config 中离线编辑模块参数。
2. 编译新硬件配置，但此时**不要**将其装载到目标系统。

结果

已修改的硬件配置位于PG/ES中。目标系统继续使用原组态在冗余系统模式下运行。

17.9.3 第2步： 停止备用CPU

起始情况

容错系统在冗余系统模式下运行。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，选择备用CPU，然后单击“停止”。

结果

备用CPU切换到STOP模式，主CPU仍然处于RUN模式，容错系统在单模式下工作。不再对备用CPU的单向I/O进行寻址。

17.9.4 第3步： 将新硬件配置下载到备用CPU中

起始情况

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于STOP模式的备用CPU中。

说明

无法在单模式下下载用户程序和连接组态。

结果

备用CPU的新硬件配置中的已修改参数尚未对正在进行的操作产生影响。

17.9.5 第4步：切换到已修改了组态的CPU

起始情况

已修改的硬件配置已下载到备用CPU。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中，选择“使用修改的组态”选项，并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用CPU链接并进行更新，然后成为主站。原主CPU将切换到STOP模式，容错系统继续在单模式下运行。

I/O的响应

I/O类型	原主CPU的单向I/O	新主CPU的单向I/O	双向I/O
I/O模块	CPU不再对其进行寻址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由CPU提供新参数设置 ¹⁾ 并进行更新。	继续操作，不进行中断。
1)首先复位中央模块。在该阶段，输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新，且不更改主站。容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件，将稍后将尝试主站切换。

有关详细信息，请参见时间监视 (页 155)部分。

当CPU中监视时间的数值不同时，始终采用较高的数值。

调用OB 83

在将参数数据记录传送到期望的模块之后，调用OB 83。顺序如下：

1. 在对STEP 7中的模块进行参数改变并在RUN模式下将其载入CPU之后，OB 83启动(触发事件W#16#3367)。

OB启动信息中的相关信息是逻辑起始地址(OB83_MDL_ADDR)和模块类型(OB83_MDL_TYPE)。

从现在开始，模块的输入和/或输出数据可能不再正确，将数据记录发送到该模块的SFC均不处于激活状态。

2. 在终止OB 83后，重设模块参数。

3. 在终止参数重设操作后，OB

83再次启动(如果参数设置成功则触发事件W#16#3267，如果不成功则触发事件W#16#3968)。

模块的输入和输出数据与插入中断后的输入和输出数据相同，这表示在某些情况下，可能仍然不是正确的。为了即时生效，可以再次调用SFC将数据记录发送到模块。

17.9.6 第5步：切换到冗余系统模式

起始情况

容错系统使用已修改的参数在单模式下工作。

步骤

1. 在SIMATIC Manager中，选择容错系统的一个CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，选择备用CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用CPU链接并进行更新。容错系统在冗余系统模式下运行。

I/O的响应

I/O类型	备用CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	双向I/O
I/O模块	由CPU提供新参数设置 ¹⁾ 并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
1)首先复位中央模块。在该阶段，输出模块暂时输出0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的响应

如果其中一个监视时间超过组态的最大值，则将取消更新。

容错系统保持单模式并使用原主CPU。如果满足某些条件，稍后将尝试链接和更新。

有关详细信息，请参见时间监视 (页 155)部分。

当CPU中监视时间的数值不同时，采用较高的数值。

同步模块

18.1 用于S7-400H的同步模块

同步模块的功能

两个冗余的 S7-400H CPU 之间的通信使用同步模块。每个 CPU 需要两个同步模块，通过光缆成对连接。

系统支持热插拔同步模块，从而允许用户影响容错系统的维修响应，并且可在不停止工厂的情况下控制冗余连接的故障。

同步模块的诊断过程部分基于和 PROFINET 相似的维护概念。对于 CPU 的固件版本 6.0.4 及更高版本，不再报告所需的维护。

如果在冗余系统模式下拆除同步模块，就会丢失同步。备用CPU切换到 ERROR-SEARCH 模式几分钟。如果在此期间插入新同步模块并重新建立冗余链接，则备用 CPU 将切换到冗余系统模式，否则将切换到 STOP 模式。

插入新的同步模块并重新建立冗余链接后，必须重新启动备用 CPU。

S7400H CPU 之间的距离

提供两种类型的同步模块：

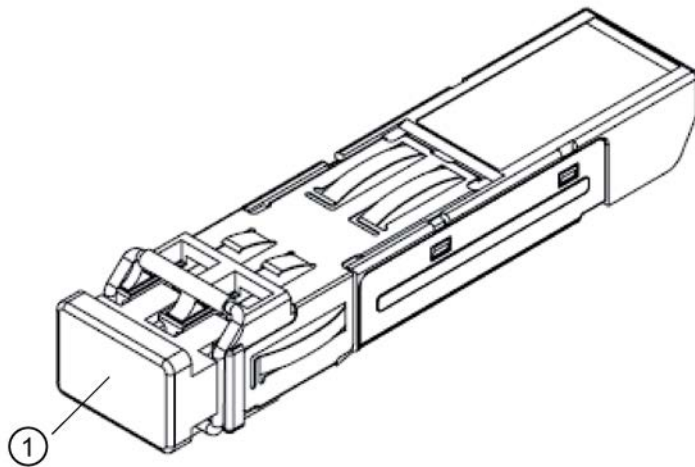
订货号	CPU 之间的最大距离
6ES7 960-1AA06-0XA0	10 m
6ES7 960-1AB06-0XA0	10 km

较长的同步电缆可能增加周期时间。对于长度为 10 km 的电缆，周期时间可能增加 2 - 5 倍。

说明

容错系统要求使用相同类型的 4 个同步模块。

机械配置



① 保护插头

图 18-1 同步模块

 小心
1 级激光产品 避免伤害。 同步模块装备有激光系统，按照 IEC 60825-1 分类为“1类激光产品”。 避免直接接触激光光束。不要打开外壳。 始终遵守该手册中提供的信息，并将手册放在手边以便参考。

CLASS 1 LASER PRODUCT
LASER KLASSE 1 PRODUKT
TO EN 60825

OB 84

如果 CPU 组态为 V 4.5: 如果两个处于冗余系统模式的 CPU 之间的冗余链接性能降低，则 CPU 的操作系统调用 OB 84。

V4.5 组态中的“冗余链接性能降低”事件对应于 V6.0

组态中的“网络组件功能错误”事件。如果是 V6.0 组态，则调用 OB 82。

如果是 V6.0 组态，则可通过 SFB52 或 SFB54 确定详细诊断。

在单机工作模式和独立工作模式下，错误标识符 0x3592 指向同步组件中的错误。

在单机工作模式或独立工作模式下，此错误不影响 CPU 的功能。但冗余模式不再可用。

要在单机工作模式下切换 CPU，请使用“仅通过一个完好冗余链路切换到机架中的 CPU”功能更改主站。

OB 82

在冗余系统模式下运行时，如果 CPU 的操作系统检测到两个 CPU 之间的冗余链接的性能降低，则会调用 OB 82。

调用 OB 82 的情况下，如果通过 SFB 52 或 SFB 54 读出数据，稍后才能确定原因。

在“HW Config -> PLC -> 模块状态”(HW Config -> PLC -> Module state)

的“同步模块诊断”(Sync module diagnostics) 选项卡中，可以找到这种性能降低的原因。

对于选定的同步模块，可在此处显示以下通道特定诊断数据：

- 过热

同步模块过热。

- 光纤错误

光电元件的发送器已达到使用寿命。

- 违反下限

发送方或接收方的光性能低或过低。

- 超出上限

发送方或接收方的光性能高或过高。

- 网络组件的功能错误

CPU

之间（传输距离，包括同步模块和光缆）冗余链接的质量降低，以致频繁发生传输错误。

在冗余模式下，在开关电源时或更新伙伴 CPU 的固件时也会调用 OB82。

这并不表示同步链路有问题，而是由于同步模块此时未发出任何光。

未使用模块的光纤接口

为保护光学设备，存储期间必须封堵未使用模块的光纤接口。
装运时，插头位于同步模块中。

注意

由于污染降低了光学性能

即使光纤接口中有很少的脏污，也会对信号传输质量带来不利影响。
这会导致运行过程中丢失同步。在存储和安装同步模块时要避免弄脏光纤接口。

连接和插入同步模块

1. 取下同步模块的保护插头。
2. 对着同步模块向后折叠卡夹，直到完全就位。
3. 将同步模块插入第一个容错 CPU 的 IF1 接口，直到卡入就位。
4. 将光缆末端插入同步模块，直到卡入就位。
5. 对第二个同步模块重复执行步骤 1 至 4。
6. 对第二个容错 CPU 重复执行该过程。

将第一个 CPU 的 IF1 接口与第二个 CPU 的 IF1 接口连接，将第一个 CPU 的 IF2 接口与第二个 CPU 的 IF2 接口连接。

说明

交叉连接同步模块

如果交叉连接同步模块，即，将第一个 CPU 的 IF1 接口与第二个 CPU 的 IF2 接口连接（反之亦然），则两个 CPU 同时担当主站角色，系统无法正常运行。
在两个 CPU 上，IFM 1 和 IFM 2 LED 同时点亮。

务必将第一个 CPU 的 IF1 接口与第二个 CPU 的 IF1 接口连接，将第一个 CPU 的 IF2 接口与第二个 CPU 的 IF2 接口连接。

取出同步模块

1. 轻按光缆释放端将其从同步模块中取出。
2. 向前折叠同步模块的卡夹，将同步模块从容错 CPU 接口中取出。
3. 将保护插头插入同步模块。
4. 对所有接口以及两个容错 CPU 重复执行此过程。

技术数据

技术数据	6ES7 960-1AA06-0XA0	6ES7 960-1AB06-0XA0
CPU 之间的最大距离	10 m	10 km
电源	3.3 V, 由 CPU 提供	3.3 V, 由 CPU 提供
电流消耗	220 mA	240 mA
功耗	0.77 W	0.83 W
光收发器的波长	850 nm	1310 nm
光纤电缆的最大允许衰减	7.5 dB	9.5 dB
最大允许的电缆长度差	9 m	50 m
尺寸 W x H x D (mm)	13 x 14 x 58	13 x 14 x 58
重量	0.014 kg	0.014 kg

参见

安装光纤电缆 (页 339)

18.2 安装光纤电缆

简介

只能经过培训的合格人员才能安装光纤电缆。务必遵守适用的规则和法规。安装必须非常小心，因为错误安装是最常见的错误来源。 原因为：

- 由于弯曲半径不足，光纤电缆出现打结现象。
- 由于踩踏或紧压电缆，或由于其它电缆负荷过重，造成压力过大，使得电缆变形。
- 由于张力过大导致过度拉伸。
- 损坏边缘等。

预制电缆允许的弯曲半径

在安装 SIEMENS 预制的电缆 (6ES7960-1AA04-5xA0) 时不得短于以下弯曲半径。

- 在安装期间：88 mm（重复性）
- 在安装之后：59 mm（一次性）

预制电缆允许的弯曲半径

在安装自组装电缆时，确保遵守制造商指定的弯曲半径。请注意，在 CPU 的前盖下，连接器和光纤电缆有约 50 mm 的连接空间，因此在接近连接器的地方光纤电缆的弯曲半径不会绷太紧。

安装光纤电缆以进行 S7-400H 同步链接时需要遵守的事项

始终分别敷设两根光纤电缆。

这样可提高可用性，避免两条光纤电缆可能会同时发生故障，例如，由于同时中断两条电缆而引起的故障。

始终在接通电源或系统之前，确保光纤电缆都连接到两个 CPU，否则，处理用户程序的 CPU 将作为主 CPU。

本地质量保证

在安装光纤电缆之前，请检查下列几点：

- 包装袋中的光线电缆是否正确？
- 产品是否在运输途中出现明显的损坏？
- 是否为光纤电缆在现场安排了适当的中间贮存条件？
- 电缆的类别与连接组件是否匹配？

安装后检查光缆衰减。

贮存光纤电缆

如果不是在收到包装袋之后立即安装光纤电缆，则建议将电缆贮存在干燥的场所，避免机械损坏和受热影响。遵守光纤电缆数据表中指定的贮存温度允许范围。

除非准备安装，否则不要将光纤电缆从原始包装袋中取出。

注意

由于污染降低了光学性能

即使光纤电缆末端有轻微的脏污，也会对光学性能带来不利影响，从而影响信号传输质量。这会导致运行过程中丢失同步。在存储和安装时要避免弄脏光纤电缆末端。如果光纤电缆末端自带盖子，则不要卸下这些盖子。

开放式安装、壁槽、电缆槽：

安装光纤电缆时，请遵守下列几点：

- 假如能够安全排除在某些开放式环境(垂直升降机、连接轴、远程通信配电室)中的任何损坏，可以在这些场所进行安装。
- 应该使用束线带将光纤电缆安在安装导轨(电缆托架、屏蔽网槽)上。紧固电缆时，要小心避免挤压(请参见压力)。
- 在安装光纤电缆之前始终对汇线槽的边角进行压毛边或倒圆处理，以防止在拉动和紧固电缆时损坏护套。
- 弯曲半径不得小于在制造商的数据表中指定的数值。
- 电缆槽的分支半径必须与指定的光纤电缆弯曲半径一致。

电缆拉动

拉动光纤电缆时，请注意：

- 始终遵守相应光纤电缆数据表中关于拉力的信息。
- 拉入电缆时，不要抽出更长的长度。
- 尽可能直接从电缆盘中安装光纤电缆。
- 不要将光纤电缆从侧面缠绕在电缆盘法兰上(有扭曲的危险)。
- 应该使用一个电缆拉动套管来拉动光纤电缆。

18.3 选择光纤电缆

- 始终遵守指定的弯曲半径。
- 不要使用任何带有油脂或机油成分的润滑剂。
可以使用下面列出的润滑剂，为拉动光纤电缆提供支持。
 - 黄色润滑油 (Klein Tools 拉缆润滑剂；51000)
 - 软皂
 - 洗洁精
 - 滑石粉
 - 清洁剂

压力

不要对电缆施加过大的压力，例如，不恰当地使用卡件(电缆快速安装装置)或束线带会给电缆过多压力。安装时应当考虑避免踩到电缆。

热影响

光缆对直接加热高度敏感，这意味着电缆在工作时，不能使用在热塑管技术中应用的热气枪或煤气喷灯。

18.3 选择光纤电缆

选择合适的光缆时应该检查或考虑下列条件和情况：

- 所需要的电缆长度
- 室内或室外安装
- 是否需要特殊的机械应力保护装置？
- 是否要求采取防止啮齿动物咬裂的保护装置？
- 室外电缆是否可在地下直接敷设？
- 光缆是否需要防水？
- 哪些温度会影响已安装的光纤电缆？

电缆最长为10 m

可以使用成对的最长为 10 m 的光缆操作同步模块 6ES7 960-1AA06-0XA0。

对于最大长度为10米的电缆，选择下列规格的电缆：

- 多模光纤50/125 μ 或62.5/125 μ
- 用于室内应用的接插电缆
- 每套容错系统 2 条双工电缆，交叉
- 连接器类型LC-LC

以下长度的此类电缆可用作容错系统的附件：

表格 18- 1 附件光纤电缆

长度	订货号
1 m	6ES79601AA045AA0
2 m	6ES79601AA045BA0
10 m	6ES79601AA045KA0

电缆长达10 km

可以使用成对的最长为 10 km 的光纤操作同步模块 6ES7 960-1AB06-0XA0。

下列规则适用：

- 如果使用长度大于 10 m 的光纤，请确保模块上有足够的应力缓冲装置。
- 遵守所用光缆指定的环境条件（弯曲半径、压力、温度...）
- 遵守光纤电缆的技术规范(衰减、带宽...)

长度超过10 m的光纤电缆通常需要定制。 首先选择以下规格：

- 单模光纤9/125 μ

进行试验和调试时，例外情况下也可使用作为短距离应用附件提供的最长 10 m 的电缆。但是对于连续运行的情况，只允许使用具有单模光纤的指定电缆。

说明

同步模块 6ES7 960-1AB06-0XA0 上的电缆（最长 10 m）

作为附件，最长 10 m 的电缆可供订购。如果在同步模块 6ES7 960-1AB06-0XA0 上使用这些电缆中的一种，则在调用 OB 82 时可能看到错误消息“光纤性能过高”(Optical performance too high)。

18.3 选择光纤电缆

根据各种应用场合，下表显示了更多规范：

表格 18-2 光纤电缆规范，用于室内应用场合

电缆	所需组件	规范
<p>在楼宇内对全部电缆布线</p> <p>在室内和室外区域之间不需要电缆交叉点</p> <p>单件可提供所需的电缆长度。</p> <p>没有必要通过分配盒连接多个电缆段。</p> <p>使用接插电缆的快捷完整安装</p>	接插电缆	<p>每个系统2 x双芯电缆</p> <p>连接器类型LC-LC</p> <p>交叉线芯</p> <p>工厂需要遵守的更多规范，例如：</p> <p>UL 认证</p> <p>无氯材料</p>
	装配的接插电缆	<p>多芯电缆，每个系统4根导线</p> <p>连接器类型LC-LC</p> <p>交叉线芯</p> <p>工厂需要遵守的更多规范，例如：</p> <p>UL 认证</p> <p>无氯材料</p>
<p>在楼宇内对全部电缆布线</p> <p>在室内和室外区域之间不需要电缆交叉点</p> <p>单件可提供所需的电缆长度。</p> <p>没有必要通过分配盒连接多个电缆段。</p> <p>使用接插电缆的快捷完整安装</p>	包括室内应用所需要的接插电缆	<p>每个容错系统1根4芯电缆</p> <p>两个接口都位于一根电缆上</p> <p>1或2根带多个公共芯线的电缆</p> <p>单独安装接口，以增大可用性(减少共因因子)</p> <p>连接器类型ST或SC，例如，与其它组件相匹配；请参见下面内容</p> <p>工厂需要遵守的更多规范：</p> <p>UL 认证</p> <p>无氯材料</p> <p>现场避免使用拼接电缆。</p> <p>使用预制电缆，带有抗拉保护/防扭动工具或防断裂设计，包括测量装置。</p>
	用于室内应用的接插电缆	ST或SC的连接类型LC，例如，与其它组件相匹配

电缆	所需组件	规范
使用分配盒进行安装， 请参见图 18-2	每个分支一个分配盒/接线盒 通过分配盒连接安装电缆和接插电缆。 。 例如，可使用ST或SC插入式连接。 接线CPU时，检查交叉安装。	连接器类型ST或SC，例如，与其它组件 相匹配

表格 18-3 光纤电缆规范，室外应用场合

电缆	所需组件	规范
在室内和室外区域之间需要电缆交叉点 请参见图 18-2	<ul style="list-style-type: none"> • 用于室外应用的安装电缆 	用于室外应用的安装电缆 <ul style="list-style-type: none"> • 每个容错系统1根4芯电缆 两个接口都位于一根电缆上 • 1或2根带多个公共芯线的电缆 单独安装接口，以增大可用性(减少共因因子) • 连接器类型ST或SC，例如，与其它组件相匹配；请参见下面内容 工厂需要遵守的更多规范： <ul style="list-style-type: none"> • UL 认证 • 无氯材料 工厂需要遵守的更多规范： <ul style="list-style-type: none"> • 保护免受增大的机械应力 • 防止啮齿动物咬裂 • 防水 • 适用于直接在地下安装 • 适用于给定的温度范围 现场避免使用拼接电缆。 使用预制电缆，带有抗拉保护/防扭动工具设计，包括测量装置。
	<ul style="list-style-type: none"> • 包括室内应用所需要的接插电缆 	<ul style="list-style-type: none"> • 每个容错系统1根4芯电缆 两个接口都位于一根电缆上 • 1或2根带多个公共芯线的电缆 单独安装接口，以增大可用性(减少共因因子) • 连接器类型ST或SC，例如，与其它组件相匹配；请参见下面内容 工厂需要遵守的更多规范： <ul style="list-style-type: none"> • UL 认证 • 无氯材料 现场避免使用拼接电缆。 使用预制电缆，带有抗拉保护/防扭动工具或防断裂设计，包括测量装置。

电缆	所需组件	规范
	<ul style="list-style-type: none"> 用于室内应用的接插电缆 	<ul style="list-style-type: none"> ST或SC的连接类型LC，例如，与其它组件相匹配
在室内和室外区域之间需要电缆交叉点 请参见图 18-2	<ul style="list-style-type: none"> 每个分支一个分配盒/接线盒 通过分配盒连接安装电缆和接插电缆。 例如，可使用ST或SC插入式连接。 接线CPU时，检查交叉安装。	<ul style="list-style-type: none"> 连接器类型ST或SC，例如，与其它组件相匹配

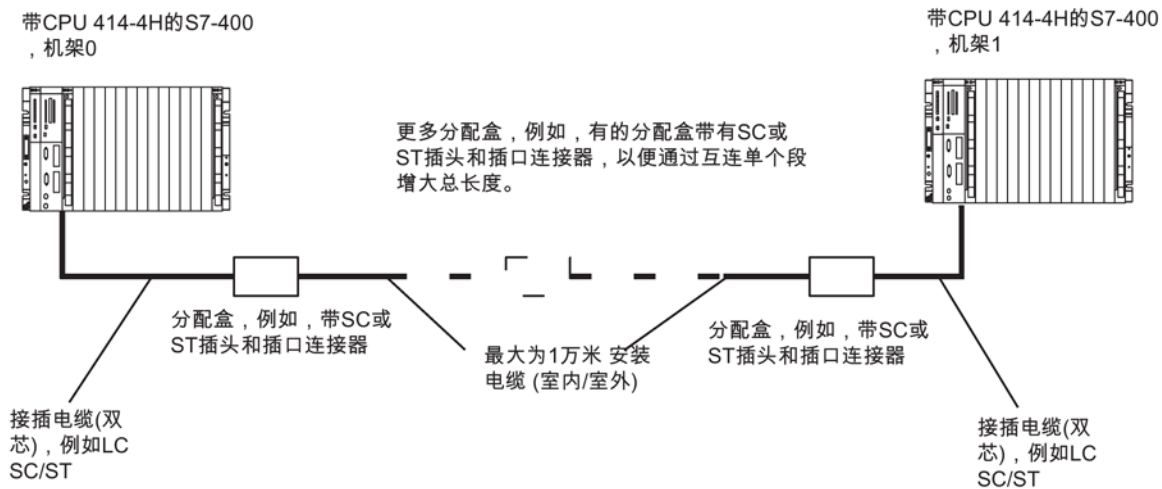


图 18-2 光纤电缆，使用分配盒安装

18.3 选择光纤电缆

S7-400 循环时间和响应时间

本部分介绍S7-400站的周期时间和响应时间中的决定性因素。

可以使用编程设备从相关CPU中读出用户程序的周期(请参考手册《用STEP 7配置硬件和连接》)。

其中的实例显示了计算周期的方法。

响应时间是过程处理的一个重要方面。本节对此因素的计算方法进行了详细描述。在PROFIBUS DP网络上将CPU 41x-H作为主站运行时，计算中还需要包括附加的DP周期时间(请参见响应时间(页 363)部分)。

附加信息

有关下列执行时间的详细信息，请参见S7-400H指令列表。

其中列出了特定CPU可执行的所有STEP 7指令及其执行时间，以及集成在CPU中的所有SFC/SFB和可在STEP 7中调用的IEC功能及其执行时间。

19.1 周期

本节描述周期中的决定性因素及其计算方法。

周期定义

周期时间是操作系统执行程序(即执行OB 1)所需的时间，包括程序部分所需要的以及用于系统活动的中断时间。此时间会受到监视。

时间片模型

循环程序处理(以及进而的用户程序处理)基于时间片。为阐述该过程，假设全局时间片长度恰好为1毫秒。

过程映像

在循环程序处理过程中，CPU需要一致的过程映像信号。为此，在程序执行之前读取/写入过程信号。

在随后的程序处理中，CPU在对输入(I)和输出(O)地址区寻址时不直接访问信号模块，而是访问包含I/O过程映像的CPU内部存储区。

循环程序处理顺序

下表显示了循环程序执行中的各个阶段。

表格 19- 1 循环程序处理

步骤	顺序
1	操作系统启动扫描周期监视时间。
2	CPU将值从过程输出映像复制到输出模块。
3	CPU读取输入模块的输入状态，然后更新输入的过程映像。
4	CPU以若干时间片处理用户程序并执行程序指定的指令。
5	在周期结束时，操作系统执行待决任务，例如，装载和删除块。
6	最后，在任何给定的最小周期期满时，CPU会返回周期开始点并重新启动周期监视。

周期的各个元素

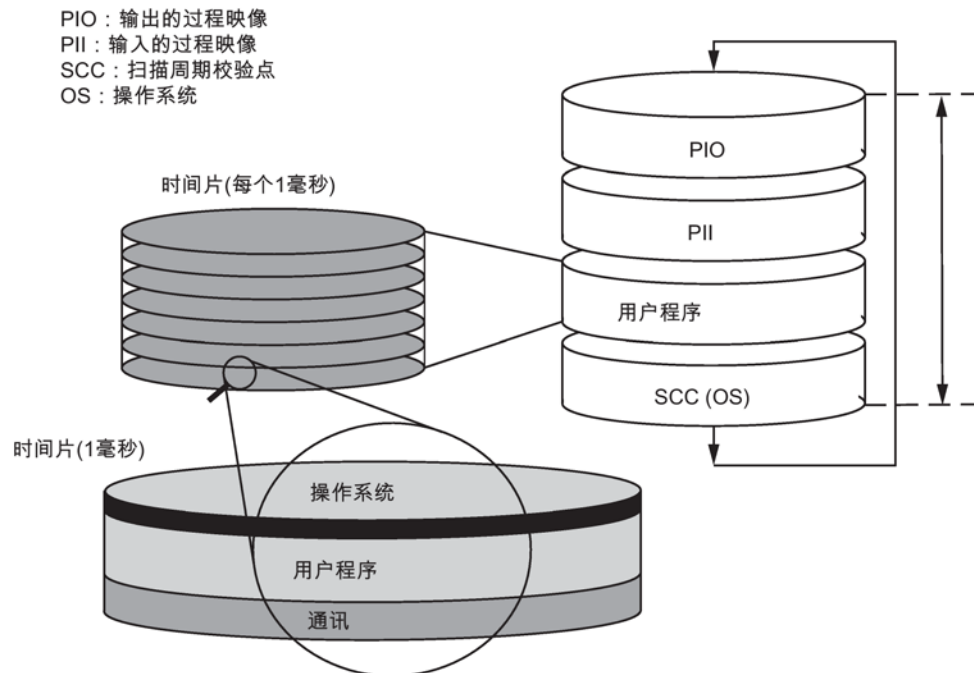


图 19-1 周期的元素和构成

19.2 计算周期

延长周期时间

用户程序的周期会由于下列因素而延长：

- 基于时间的中断处理
- 硬件中断处理(另请参见中断响应时间 (页 374)部分)
- 诊断和错误处理(另请参见中断响应时间计算示例 (页 376)小节)
- 通过与通信总线
 (例如：以太网、PROFIBUS、DP) 连接的 MPI 或集成 PROFINET 接口和 CP 进行通信，这是通信负载的一个因素
- 特殊功能，例如操作员控制和监视变量或块状态
- 传送和删除块，压缩用户程序存储器
- 使用同步电缆的信号运行时间

影响因素

下表显示影响周期的因素。

表格 19-2 影响周期的因素

因素	注释
过程输出映像(POI)和过程输入映像(PII)的传送时间	请参见从 19-3 往后的各个表
用户程序的执行时间	此数值是根据多个语句的执行时间而进行计算的(请参见 <i>S7-400语句列表</i>)。
周期控制点的操作系统执行时间	请参见表 19-7
周期因通信负载而延长	在 STEP 7 中以百分比形式组态周期中允许的最大通信负载(《 <i>使用STEP 7编程</i> 》手册)。请参见通讯负载(页 360)小节。
因中断引起的周期负载	中断请求总是能够停止用户程序执行。请参见表 19-8

过程映像更新

下表显示CPU更新过程映像所需的时间(过程映像传送时间)。

指定的时间只是代表“理想数值”，它可能因CPU中断或通信而相应延长。

计算过程映像更新的传送时间：

K+ 中央控制器中的部分（从下表中的 **A** 行开始）

+ 具有本地连接的扩展设备中的部分（从 **B** 行开始）

+ 具有远程连接的扩展设备中的部分（从 **C** 行开始）

+ 通过集成 DP 接口的部分（从 **D1** 行开始）

+ 通过外部 DP 接口的部分（从 **D2** 行开始）

通过集成 DP 接口的一致性数据部分（从 **E1** 行开始）

+ 通过外部 DP 接口的一致性数据部分（从 **E2** 行开始）

+ 集成 PROFINET 接口的 PN/IO 区域内部分（从 **F** 行开始）

+ 每个具有 32 字节集成 PROFINET 接口一致性数据的子模块部分（从 **G** 行开始）

= 过程映像更新的传送时间

下表显示了过程映像更新的传送时间的不同部分(过程映像传送时间)。
指定的时间只是代表“理想数值”，它可能因CPU中断或通信而相应延长。

表格 19-3 过程映像传送时间的部分，CPU 412-5H

	部分	CPU 412-5H 独立模式	CPU 412-5H 冗余
K	基本负载	10 μs	13 μs
A *)	在中央控制器中 读取/写入字节/字/双字	9.5 μs	35 μs
B *)	在带有本地链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	24 μs	50 μs
C **)	在带有远程链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	48 μs	75 μs
D1	在用于集成 DP 接口的 DP 区域 读取字节/字/双字	0.75 μs	35 μs
D2 **)	在用于外部 DP 接口的 DP 区域 读取/写入字节/字/双字	6.0 μs	40 μs
E1	集成 DP 接口的过程映像中的一致性数据 读取/写入数据	28 μs	70 μs
E2	外部 DP 接口的过程映像中的一致性数据 (CP 443-5 扩展型) 读取 写入	250 μs 70 μs	300 μs 115 μs
F	在用于集成 PROFINET 接口的 PNIO 区域 读取/写入每个字节/字/双字	4 μs	40 μs
G	集成 PROFINET 接口每个具有 32 个字节一致性数据的子模块	28 μs	70 μs
<p>*) 当 I/O 插入到中央控制器或扩展设备中时， 指定的值包含 I/O 模块的执行时间 以最少的访问次数更新模块数据。 (例如：8 个字节对应 2 次双字访问，而 16 个字节对应 4 次双字访问。)</p>			
<p>**) 使用 IM460-3 和 IM461-3 测量，链接长度为 100 m</p>			
<p>***) 使用具有 1 个字节用户数据的模块 (例如 DI 16) 测得。</p>			

表格 19-4 过程映像传送时间的部分，CPU 414-5H

	部分	CPU 414-5H 独立模式	CPU 414-5H 冗余
K	基本负载	8 μs	9 μs
A *)	在中央控制器中 读取/写入字节/字/双字	8.5 μs	25 μs
B *)	在带有本地链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	23 μs	40 μs
C **)	在带有远程链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	47 μs	64 μs
D1	在用于集成 DP 接口的 DP 区域 读取字节/字/双字	0.5 μs	21.5 μs
D2 ***)	在用于外部 DP 接口的 DP 区域 读取/写入字节/字/双字	5.2 μs	24.6 μs
E1	集成 DP 接口的过程映像中的一致性数据 读取/写入数据	15 μs	45 μs
E2	外部 DP 接口的过程映像中的一致性数据 (CP 443-5 扩展型) 读取 写入	130 μs 65 μs	170 μs 100 μs
F	在用于集成 PROFINET 接口的 PNIO 区域 读取/写入每个字节/字/双字	3 μs	25 μs
G	集成 PROFINET 接口每个具有 32 个字节一致性数据的子模块	15 μs	45 μs
*) 当 I/O 插入到中央控制器或扩展设备中时， 指定的值包含 I/O 模块的执行时间 以最少的访问次数更新模块数据。 (例如：8 个字节对应 2 次双字访问，而 16 个字节对应 4 次双字访问。)			
**) 使用 IM460-3 和 IM461-3 测量，链接长度为 100 m			
***) 使用具有 1 个字节用户数据的模块 (例如 DI 16) 测得。			

表格 19-5 过程映像传送时间的部分, CPU 416-5H

	部分	CPU 416-5H 独立模式	CPU 416-5H 冗余
K	基本负载	5 μs	6 μs
A *)	在中央控制器中 读取/写入字节/字/双字	8 μs	20 μs
B *)	在带有本地链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	22 μs	35 μs
C **)	在带有远程链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	46 μs	57 μs
D1	在用于集成 DP 接口的 DP 区域 读取字节/字/双字	0.45 μs	15 μs
D2 ***)	在用于外部 DP 接口的 DP 区域 读取/写入字节/字/双字	5.1 μs	20 μs
E1	集成 DP 接口的过程映像中的一致性数据 读取/写入数据	12 μs	35 μs
E2	外部 DP 接口的过程映像中的一致性数据 (CP 443-5 扩展型) 读取 写入	127 μs 60 μs	141 μs 80 μs
F	在用于集成 PROFINET 接口的 PNIO 区域 读取/写入每个字节/字/双字	2.5 μs	20 μs
G	集成 PROFINET 接口每个具有 32 个字节一致性数据的子模块	12 μs	35 μs
*) 当 I/O 插入到中央控制器或扩展设备中时, 指定的值包含 I/O 模块的执行时间 以最少的访问次数更新模块数据。 (例如: 8 个字节对应 2 次双字访问, 而 16 个字节对应 4 次双字访问。)			
**) 使用 IM460-3 和 IM461-3 测量, 链接长度为 100 m			
***) 使用具有 1 个字节用户数据的模块 (例如 DI 16) 测得。			

19.2 计算周期

表格 19-6 过程映像传送时间的部分，CPU 417-5H

	部分	CPU 417-5H 独立模式	CPU 417-5H 冗余
K	基本负载	3 μs	4 μs
A *)	在中央控制器中 读取/写入字节/字/双字	7.3 μs	15 μs
B *)	在带有本地链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	20 μs	26 μs
C **)	在带有远程链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	45 μs	50 μs
D1	在用于集成 DP 接口的 DP 区域 读取字节/字/双字	0.4 μs	10 μs
D2 ***)	在用于外部 DP 接口的 DP 区域 读取/写入字节/字/双字	5 μs	15 μs
E1	集成 DP 接口的过程映像中的一致性数据 读取/写入数据	8 μs	30 μs
E2	外部 DP 接口的过程映像中的一致性数据 (CP 443-5 扩展型) 读取 写入	80 μs 60 μs	100 μs 70 μs
F	在用于集成 PROFINET 接口的 PNIO 区域 读取/写入每个字节/字/双字	2 μs	15 μs
G	集成 PROFINET 接口每个具有 32 个字节一致性数据的子模块	8 μs	30 μs
<p>*) 当 I/O 插入到中央控制器或扩展设备中时，指定的值包含 I/O 模块的执行时间以最少访问次数更新模块数据。 (例如：8 个字节对应 2 次双字访问，而 16 个字节对应 4 次双字访问。)</p>			
<p>**) 使用 IM460-3 和 IM461-3 测量，链接长度为 100 m</p>			
<p>***) 使用具有 1 个字节用户数据的模块 (例如 DI 16) 测得。</p>			

延长周期时间

必须将计算出来的S7-400H CPU周期乘以CPU特有系数。下表列出了这些系数：

表格 19-7 延长周期时间

启动	412-5H 独立模式	412-5H 冗余	414-5H 独立模式	414-5H 冗余	416-5H 独立模式	416-5H 冗余	417-5H 独立模式	417-5H 冗余
因子	1.05	1.2	1.05	1.2	1.05	1.2	1.05	1.2

较长的同步电缆可能增加周期时间。对于长度为 10 km 的电缆，周期时间可能增加 2 - 5 倍。

周期控制点的操作系统执行时间

下表显示了在CPU周期校验点处的操作系统执行时间。

表格 19-8 周期控制点的操作系统执行时间

顺序	412-5H 独立模式	412-5H 冗余	414-5H 独立模式	414-5H 冗余	416-5H 独立模式	416-5H 冗余	417-5H 独立模式	417-5H 冗余
SCCP处 的周期控 制	120-700 μs ∅ 130 μs	405-2080 μs ∅ 505 μs	70-450 μs ∅ 80 μs	260-1350 μs ∅ 310 μs	50-400 μs ∅ 55	180-970 μs ∅ 215	30 - 330 μs ∅ 35 μs	115 - 650 μs ∅ 130 μs

因嵌套中断而导致的循环时间延长

表格 19-9 因嵌套中断而导致的循环时间延长

CPU	硬件中断	诊断中断	时钟中 断	延迟中断	循环中 断	编程错误	I/O 访问错误	异步 错误
CPU 412-5H 独立模式	240 μs	240 μs	230 μs	150 μs	150 μs	80 μs	80 μs	180 μs
CPU 412-5H 冗余	680 μs	550 μs	700 μs	580 μs	450 μs	350 μs	179 μs	550 μs
CPU 414-5H 独立模式	160 μs	120 μs	150 μs	100 μs	100 μs	60 μs	60 μs	120 μs

19.3 不同的周期

CPU	硬件中断	诊断中断	时钟中断	延迟中断	循环中断	编程错误	I/O 访问错误	异步错误
CPU 414-5H 冗余	420 μs	400 μs	490 μs	360 μs	280 μs	220 μs	120 μs	306 μs
CPU 416-5H 独立模式	120 μs	110 μs	100 μs	80 μs	60 μs	40 μs	40 μs	80 μs
CPU 416-5H 冗余	300 μs	250 μs	370 μs	220 μs	200 μs	150 μs	90 μs	230 μs
CPU 417-5H 独立模式	90 μs	70 μs	70 μs	50 μs	50 μs	30 μs	30 μs	70 μs
CPU 417-5H 冗余	200 μs	170 μs	230 μs	150 μs	150 μs	100 μs	45 μs	133 μs

必须将中断级别的程序运行时间加到该延长的时间中。

当程序包含嵌套中断时，将累加相应的时间。

19.3 不同的周期

周期时间(T_{cyc})长度在每个周期中并不相同。下图显示不同的周期时间 T_{cyc1} 和 T_{cyc2} 。 T_{cyc2} 大于 T_{cyc1} ，这是因为周期执行OB1时出现TOD中断OB (此处：OB 10)。

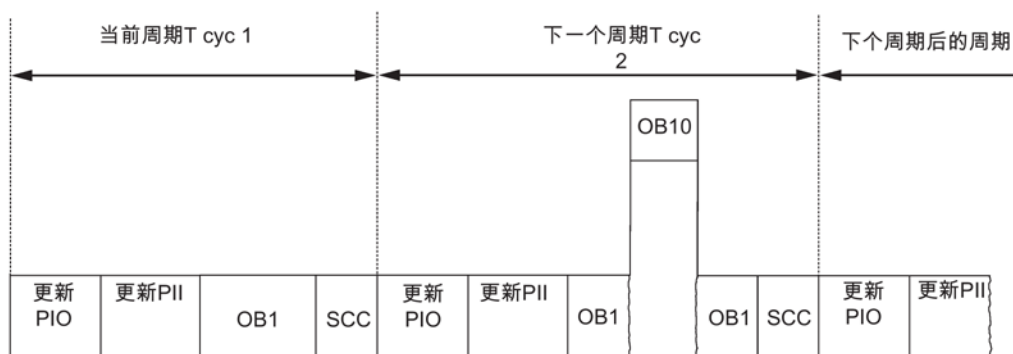


图 19-2 不同的周期

块处理时间(例如OB 1)的变化也可能是导致周期时间变化的因素，原因为：

- 条件指令
- 条件块调用

- 不同程序路径
- 循环等

最大周期

在STEP 7中，可以修改默认的最大周期时间(扫描周期监视时间)。该时间过后，调用OB 80。在该块中，可指定CPU对此时间错误的响应。如果未通过SFC 43重新触发周期时间，则OB 80会在第一次调用时将周期时间加倍。在这种情况下，当第二次调用OB 80时，CPU将切换到STOP模式。

如果CPU的存储器中不存在OB 80，则将切换到STOP模式。

最小周期

在STEP 7中可设置CPU的最小周期时间。这在以下情况下非常有用

- OB 1启动程序执行之间的时间间隔(空闲周期)的长度大致相同，或者
- 周期时间过短，过程映像更新过于频繁

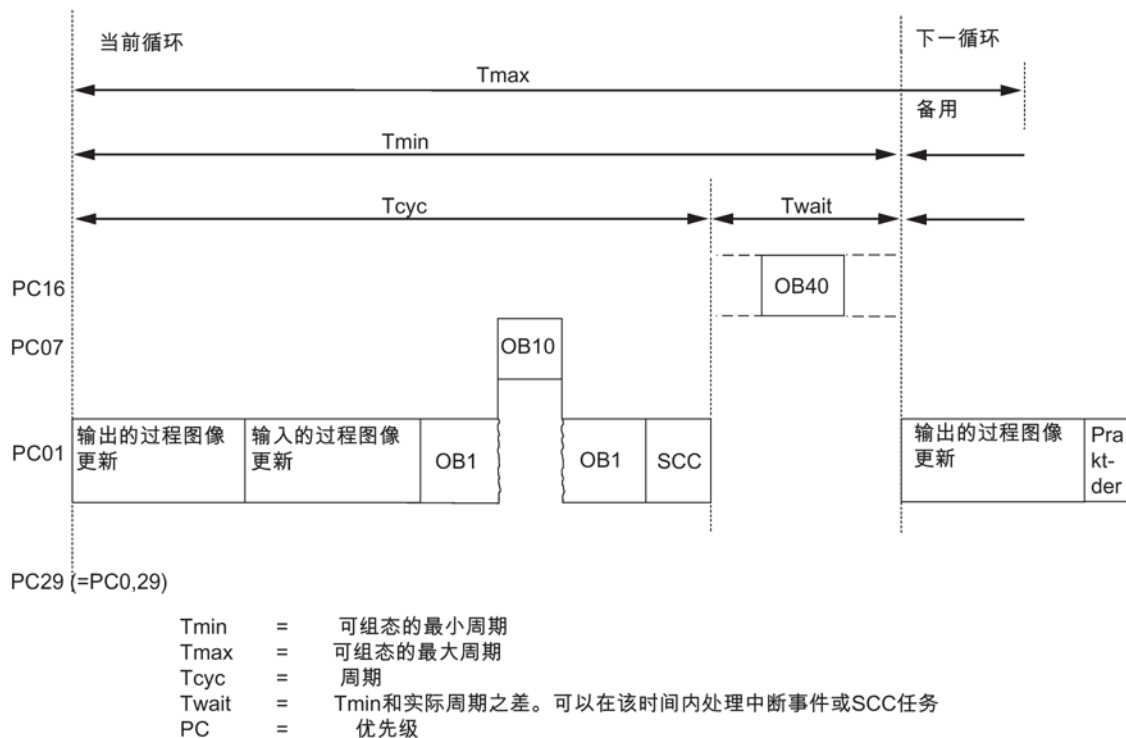


图 19-3 最小周期

19.4 通讯负载

操作系统将时间片组态为整个CPU处理资源的百分比，并连续向CPU提供该时间片(时间片技术)。通信不需要的处理性能可用于其它过程。

在硬件配置中，可指定介于5%和50%之间的通信负载值。默认值为20%。

该百分比是一个平均值概念，也就是说，通信资源占用时间片的时间可以远大于20%。这样通信部分在下一个时间片中仅占少量时间或完全不占用。

下面的公式描述了通信负载对周期的影响：

$$\text{实际循环时间} = \text{周期} \times \frac{100}{100 - \text{"以百分比表示的已组态通讯负载"}}$$

将结果进位到下一个最高整数位！

图 19-4 公式：通信负载的影响

数据一致性

中断用户程序以处理通信。可以在任何一条语句后触发该中断。

这些通信作业可能会导致用户数据改变。

因此，经过多次访问后就不能确保数据一致性。

在“一致性数据”小节描述了如何在包含多个命令的操作中确保数据一致性。

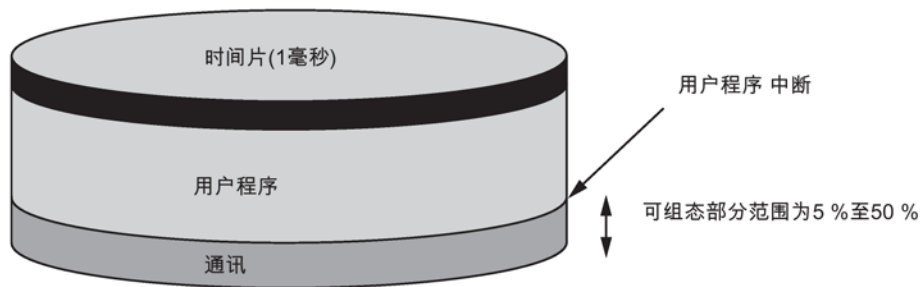


图 19-5 时间片的分配

操作系统将占用一部分剩余时间片来执行内部任务。这部分时间包含在从16-3开始的各个表中所定义的系数中。

实例：20%通信负载

在硬件配置中，已设置20%的通信负载。

计算的周期时间为10 ms。

这意味着，20%的通信负载设置会平均将每个时间片中的200 μs 分配给通信，800 μs 分配给用户程序。因此CPU需要 $10 \text{ ms}/800 \mu\text{s} = 13$ 个时间片来执行一个周期。这意味着，当CPU完全利用已组态的通信负载时，物理周期等于13个1-ms时间片 = 13 ms。

也就是说，20%通信并不是以2 ms而是以3 ms的线性量来延长周期。

实例：50%通信负载

在硬件配置中，已设置50 %的通信负载。

计算的周期时间为10 ms。

这意味着，周期的每个时间片中均剩下500 μs 。因此CPU需要 $10 \text{ ms}/500 \mu\text{s} = 20$ 个时间片来执行一个周期。

也就是说，当CPU完全利用已组态的通信负载时，物理周期是20 ms。

因此，50%的通信负载设置会将每个时间片中的500 μs 分配给通信，500 μs 分配给用户程序。因此CPU需要 $10 \text{ ms}/500 \mu\text{s} = 20$ 个时间片来执行一个周期。这意味着，当CPU完全利用已组态的通信负载时，物理周期等于20个1-ms时间片 = 20 ms。

也就是说，50%的通信并不是以5 ms而是以10 ms(=所计算的周期的两倍)的线性量来延长周期。

实际周期对通信负载的相关性

下图描述实际周期与通信负载的非线性关系。在本例中，选择的周期时间为10 ms。

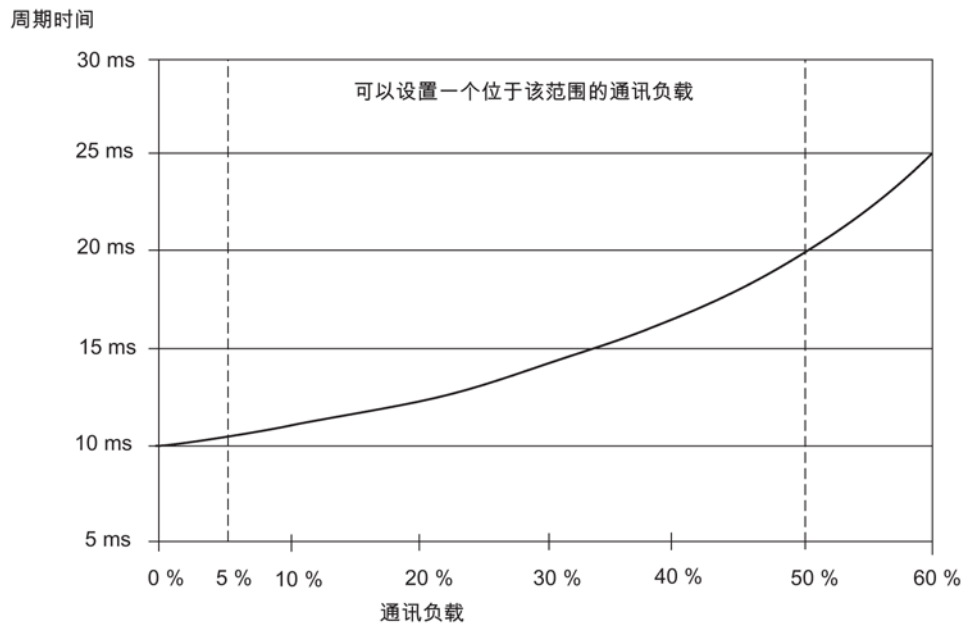


图 19-6 周期与通信负载的相关性

对实际周期的更多影响

从统计上来看，由通信负载导致的周期延长会使得在一个OB 1周期内发生更多异步事件(例如，中断)。这会进一步延长OB 1周期。延长的时间取决于每个OB 1周期的事件数以及处理这些事件所需的时间。

注释

- 更改“通信负载”参数的值，以检查系统运行期间该参数对周期的影响。
- 在设置最大周期时务必要考虑通信负载，否则会有超时的风险。

建议

- 尽可能使用默认设置。
- 仅在CPU主要用于通信且对用户程序来讲时间并非关键因素时，才可增大该数值！而在其它所有情况下只能减少该数值！

19.5 响应时间

响应时间的定义

响应时间是指从检测到输入信号开始到更改与该信号相关的输出信号结束的时间。

波动范围

实际响应时间介于最短和最长响应时间之间。组态系统时，务必采用最长响应时间。

下面将分别介绍最短和最长响应时间，以便您对响应时间长度的波动范围有一个大致的了解。

因素

响应时间取决于周期时间和以下因素：

- 输入和输出延迟
- PROFIBUS DP网络上的附加DP周期
- 在用户程序中执行

I/O延迟

考虑下列与模块有关的延迟时间：

- 对于数字量输入：输入延迟时间
- 对于具有中断功能的数字量输入：输入延迟时间 + 内部准备时间
- 对于数字量输出：可以忽略的延迟时间
- 对于继电器输出：延迟时间一般是10 ms到20 ms。
继电器输出的延迟还取决于
温度和电压。
- 对于模拟量输入：模拟量输入的周期
- 对于模拟量输出：模拟量输出端的响应时间

欲知有关延迟时间的信息，请参考信号模块的技术规范。

PROFIBUS DP网络上的DP周期

如果在**STEP 7**中组态了PROFIBUS DP网络，则**STEP 7**计算期望的DP周期典型值。此时可以在总线参数小节查看您在PG上进行的组态的DP周期。

下图提供了DP周期时间总览。在该实例中，假设每个DP从站平均为4字节数据。

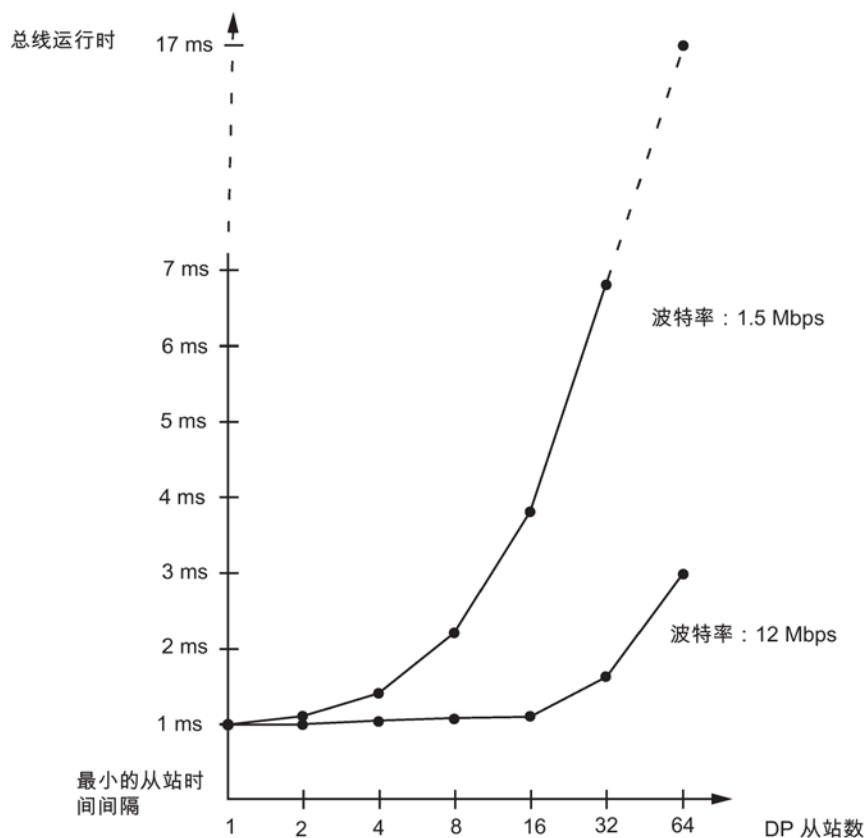


图 19-7 PROFIBUS DP网络上的DP周期

如果所运行的PROFIBUS DP网络具有多个主站，则需考虑每个主站的DP周期时间。换句话说，要对每个主站分开进行计算，然后将结果相加。

最短响应时间

下图显示了导致出现最短响应时间的条件。

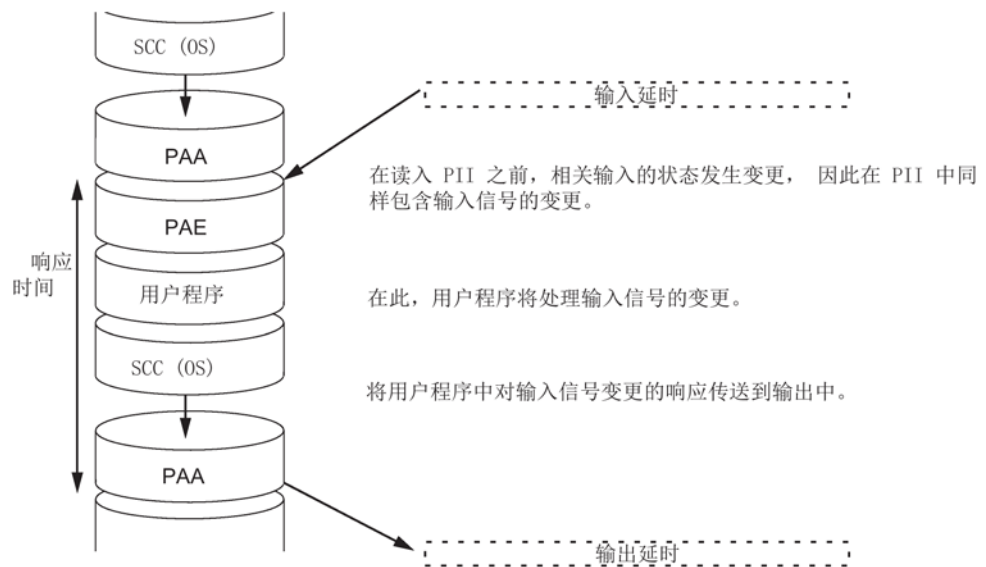


图 19-8 最短响应时间

计算

(最短)响应时间的计算方法如下:

- 1 x 输入的过程映像传送时间 +
- 1 x 输出的过程映像传送时间 +
- 1 x 程序处理时间 +
- 1 x SCCP上的操作系统处理时间 +
- 输入和输出延迟

结果等于周期加上I/O延迟时间的总和。

说明

如果CPU和信号模块都不位于中央单元, 则必须加上两倍的DP从站延迟时间(包括在DP主站中的处理时间)。

最长响应时间

下图显示了导致出现最长响应时间的条件。

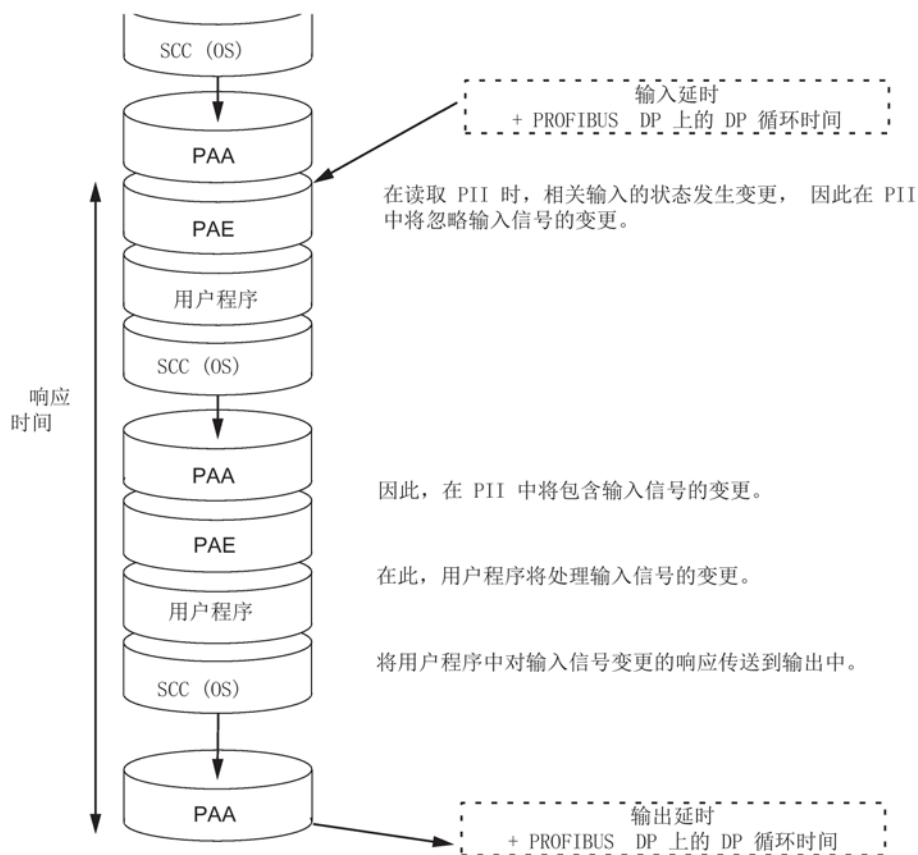


图 19-9 最长响应时间

计算

(最长)响应时间的计算方法如下:

- 2 x 输入的过程映像传送时间 +
- 2 x 输出的过程映像传送时间 +
- 2 x 操作系统处理时间 +
- 2 x 程序处理时间 +
- 2 x DP从站帧的延迟时间(包括在DP主站中的处理时间) +
- 输入和输出延迟

结果等于两倍周期加上输入和输出中的延迟, 再加上两倍 DP 周期的总和。

处理直接I/O访问

通过在用户程序中直接访问 I/O，可缩短响应时间，例如通过以下操作：

- L PEB
- T PQW

然而，任何 I/O 访问都要求两个单元同步，因此会使周期时间延长。

减少响应时间

这会将最大响应时间减少到

- 输入和输出延迟
- 用户程序执行时间(可以被更高优先级的中断处理中断)
- 直接访问的运行时间
- DP的总线延迟时间的两倍

下表列出了CPU对I/O模块进行直接访问的执行时间。指定时间单指 CPU 处理时间，并不包括信号模块的处理时间。

表格 19- 10 CPU 对中央机架中 I/O 模块的直接访问

访问模式	412-5H 独立模式	412-5H 冗余	414-5H 独立模式	414-5H 冗余	416-5H 独立模式	416-5H 冗余	417-5H 独立模式	417-5H 冗余
读取字节	3.0 μs	33.9 μs	2.6 μs	21.0 μs	2.3 μs	15.9 μs	2.2 μs	11.2 μs
读取单字	4.0 μs	33.9 μs	4.0 μs	24.5 μs	4.0 μs	16.2 μs	3.9 μs	11.7 μs
读取双字	7.0 μs	33.9 μs	7.0 μs	24.5 μs	7.0 μs	17.2 μs	7.0 μs	14.7 μs
写入字节								
写入单字	3.0 μs	33.9 μs	2.6 μs	21.5 μs	2.4 μs	16.0 μs	2.3 μs	11.3 μs
写入双字	4.0 μs	33.9 μs	4.0 μs	24.5 μs	4.0 μs	16.2 μs	3.9 μs	11.8 μs
	7.5 μs	33.9 μs	7.4 μs	24.5 μs	7.3 μs	18.5 μs	7.1 μs	15.0 μs

19.5 响应时间

表格 19- 11 CPU通过本地链接对扩展设备中的I/O模块的直接访问

访问模式	412-5H 独立模式	412-5H 冗余	414-5H 独立模式	414-5H 冗余	416-5H 独立模式	416-5H 冗余	417-5H 独立模式	417-5H 冗余
读取字节	6.0 μs	36.0 μs	5.6 μs	24.5 μs	5.6 μs	16.1 μs	5.6 μs	13.4 μs
读取单字	11.0 μs	41.3 μs	10.5 μs	32.1 μs	10.5 μs	23.8 μs	10.5 μs	18.6 μs
读取双字	20.0 μs	49.0 μs	19.9 μs	40.0 μs	19.9 μs	31.7 μs	19.9 μs	28.7 μs
写入字节								
写入单字	5.3 μs	35.3 μs	5.3 μs	24.5 μs	5.3 μs	16.1 μs	5.3 μs	13.4 μs
写入双字	10.6 μs	41.3 μs	10.2 μs	28.6 μs	10.2 μs	21.5 μs	10.2 μs	18.3 μs
	19.8 μs	49.0 μs	19.8 μs	39.8 μs	19.8 μs	31.5 μs	19.8 μs	28.0 μs

表格 19- 12 CPU 通过远程链接对扩展单元中的 I/O 模块的直接访问，100 m 设置

访问模式	412-5H 独立模式	412-5H 冗余	414-5H 独立模式	414-5H 冗余	416-5H 独立模式	416-5H 冗余	417-5H 独立模式	417-5H 冗余
读取字节	11.5 μs	41.3 μs	11.5 μs	27.5 μs	11.4 μs	20.3 μs	11.3 μs	17.0 μs
读取单字	23.0 μs	49.0 μs	23.0 μs	39.8 μs	22.8 μs	31.5 μs	22.8 μs	28.6 μs
读取双字	46.0 μs	72.1 μs	46.0 μs	62.9 μs	45.9 μs	54.5 μs	45.9 μs	51.7 μs
写入字节								
写入单字	11.0 μs	41.3 μs	11.0 μs	27.0 μs	10.8 μs	20.2 μs	10.8 μs	16.8 μs
写入双字	22.0 μs	49.0 μs	22.0 μs	39.8 μs	21.9 μs	31.5 μs	21.9 μs	27.8 μs
	44.5 μs	72.1 μs	44.5 μs	62.9 μs	44.0 μs	54.5 μs	44.0 μs	50.0 ms

说明

还可以使用硬件中断实现快速响应时间；请参见中断响应时间 (页 374)部分。

19.6 计算周期时间和响应时间

周期

1. 通过指令列表确定用户程序的运行时间。
2. 计算并加上过程映像传送时间。可以在从16-3开始的各个表中找到该时间的参考值。
3. 加上扫描周期检查点的处理时间。可以在表16-8中找到该时间的参考值。
4. 将计算出来的数值乘以表16-7中的系数。

最终结果为**周期时间**。

因通信和中断而延长周期

1. 将结果乘以下列系数：

$$100 / (100 - \text{“以百分比表示的已组态通信负载”})$$
2. 通过指令列表计算处理中断的程序元素的运行时间。为此，从表16-9中添加相关值。
 将该值与步骤4中的系数相乘。
 只要在周期内触发中断或期望触发中断，就要将理论周期加上该值。

结果即为**实际周期时间**的近似值。记下该结果。

表格 19- 13 响应时间计算示例

最短响应时间	最长响应时间
3. 接下来，计算输入和输出端的延迟，如适用，也可计算PROFIBUS DP网络上的周期。	3. 将实际周期时间乘以因子2。
	4. 然后，计算输入和输出的延迟和 PROFIBUS DP网络上的DP周期时间。
4. 获得的结果为 最短响应时间 。	5. 获得的结果为 最长响应时间 。

19.7 周期时间和响应时间计算示例

实例I

已经在中央单元中安装一个具有下列模块的S7-400:

- 一个处于冗余模式的 CPU 414-5H
- 2个数字量输入模块SM 421; DI 32xDC 24 V (每个模块在PI中占4个字节)
- 2个数字量输出模块SM 422; DO 32xDC 24 V /0.5 (每个模块在PI中占4个字节)

用户程序

根据指令列表, 用户程序的运行时间为15 ms。

计算周期

示例的周期时间由以下时间求得:

- 因为CPU特有系数是1.2, 所以用户程序执行时间是:
约18.0 ms
- 过程映像传送时间(4次双字访问)
过程映像: $9 \mu\text{s} + 4 \times 25 \mu\text{s} = 0.109 \text{ ms}$ (近似值)
- 扫描周期检查点的OS执行时间:
约 0.31 ms

列出的时间总和等于周期时间:

周期时间 = 18.0 ms + 0.109 ms + 0.31 ms = 18.419 ms。

实际周期时间的计算

- 考虑通信负载(缺省值: 20%):
 $18.419 \text{ ms} * 100 / (100 - 20) = 23.024 \text{ ms}$ 。
- 无中断处理。

因此, 实际周期时间约为 **23 ms**。

计算最长响应时间

- 最长响应时间
 $23.024 \text{ ms} * 2 = 46.048 \text{ ms}$ 。
- 输入和输出延迟可以忽略。
- 由于已将全部组件插入到了中央机架中，因此不必考虑 DP 周期时间。
- 无中断处理。

因此，向上舍入得出的最长响应时间为 = **46.1 ms**。

实例II

已经安装了具有下列模块的S7-400:

- 一个处于冗余模式的 CPU 414-5H
- 4个数字量输入模块SM 421; DI 32xDC 24 V (每个模块在PI中占4个字节)
- 3个数字量输出模块SM 422; DO 16xDC 24 V /2 (每个模块在PI中占2个字节)
- 2个模拟量输入模块SM 431; AI 8x13位 (不在PI中)
- 2个模拟量输出模块SM 432; AO 8x13位(不在PI中)

CPU参数

已对CPU进行以下参数设置:

- 因通信产生的周期负载: 40 %

用户程序

根据指令列表，用户程序的运行时间为10.0 ms。

计算周期

根据下列时间得出实例中的理论周期：

- 因为CPU特有系数是1.2，所以用户程序执行时间是：
约12.0 ms
- 过程映像传送时间(4 x 双字访问和3 x 单字访问)
过程映像： $9 \mu\text{s} + 7 \times 25 \mu\text{s} = 0.184 \text{ ms}$ （近似值）
- 扫描周期检查点的操作系统运行时间：
约 0.31 ms

列出的时间总和等于周期时间：

周期时间 = 12.0 ms + 0.184 ms + 0.31 ms = 12.494 ms。

实际周期时间的计算

- 考虑通信负载：
 $12.494 \text{ ms} \times 100 / (100 - 40) = 20.823 \text{ ms}$ 。
- 每隔100 ms触发一次运行时间为0.5 ms的时钟中断。
在一个周期内，中断最多可以触发一次：
 $0.5 \text{ ms} + 0.490 \text{ ms}$ （来自表 16-9） = **0.99 ms**。
考虑通信负载：
 $0.99 \text{ ms} \times 100 / (100 - 40) = 1.65 \text{ ms}$ 。
- $20.823 \text{ ms} + 1.65 \text{ ms} = 22.473 \text{ ms}$ 。

考虑到时间片，向上舍入得出的实际周期时间为 **22.5 ms**。

计算最长响应时间

- 最长响应时间
 $22.5 \text{ ms} * 2 = 45 \text{ ms}$ 。
- 输入和输出延迟
 - 数字量输入模块SM 421; DI 32xDC 24 V各通道的最大输入延迟时间为4.8 ms。
 - 数字量输出模块SM 422; DO 16xDC 24 V/2A的输出延迟可以忽略。
 - 模拟量输入模块SM 431; AI 8x13位已参数化为采用50 Hz干扰频率抑制。
结果是各通道的转换时间为25 ms。
当8个通道激活时, 得到的模拟量输入模块周期时间为200 ms。
 - 已将模拟量输出模块SM 432; AO 8x13位参数化为在0 ... 10 V的测量范围内操作。由此得出的转换时间为每通道0.3 ms。
由于有8个通道激活, 因此得到的周期时间为2.4 ms。还必须将电阻负载的0.1 ms瞬态时间加到该值上。结果得到的模拟量输出响应时间为2.5 ms。
- 所有组件均安装在中央单元中, 因此DP周期时间可以忽略。
- 第1种情况:
系统在读入数字量输入信号后设置数字量输出模块的输出通道。结果如下:
响应时间 = $45 \text{ ms} + 4.8 \text{ ms} = 49.8 \text{ ms}$ 。
- 第2种情况: 系统读入并输出模拟值。结果如下:
响应时间 = $45 \text{ ms} + 200 \text{ ms} + 2.5 \text{ ms} = 247.5 \text{ ms}$ 。

19.8 中断响应时间

中断响应时间的定义

中断响应时间等于从第一次出现中断信号到调用中断OB中第一条指令所用的时间。

一般规则： 优先级较高的中断优先处理。

也就是说，中断响应时间首先增加高优先级中断OB的程序执行时间，然后增加先前尚未处理(排队)的具有相同优先级的中断OB。

请注意，备用站 CPU 的任何更新都会延长中断响应时间。

计算中断响应时间

CPU 的最小中断响应时间
 + 信号模块的最小中断
 响应时间
 + PROFINET 上的 PROFIBUS DP 周期时间
 = 最短中断响应时间

CPU 的最小中断响应时间
 + 信号模块的最大中断
 响应时间
 + 2 * PROFIBUS DP 或 PROFINET 上的周期时间
 = 最长中断响应时间

CPU的过程和诊断中断响应时间

表格 19- 14 过程和中断响应时间；无通信时的最大中断响应时间

CPU	硬件中断响应时间		诊断中断响应时间	
	最小值	最大值	最小值	最大值
412-5H 独立模式	190 μs	370 μs	200 μs	390 μs
412-5H 冗余	370 μs	850 μs	410 μs	690 μs
414-5H 独立模式	140 μs	200 μs	150 μs	330 μs
414-5H 冗余	330 μs	620 μs	290 μs	490 μs
416-5H 独立模式	90 μs	140 μs	90 μs	200 μs
416-5H 冗余	240 μs	500 μs	200 μs	400 μs

CPU	硬件中断响应时间		诊断中断响应时间	
	最小值	最大值	最小值	最大值
417-5H 独立模式	80 μs	90 μs	80 μs	90 μs
417-5H 冗余	160 μs	310 μs	140 μs	250 μs

通信激活时最大中断响应时间增加

通信功能激活时，最大中断响应时间会延长。额外时间使用下面的公式计算：

CPU 41 x-5H $t_v = 100 \mu s + 1000 \mu s \times n \%$ ，可能会显著延长

其中， n = 因通信引起的周期负载

信号模块

信号模块的过程中断响应时间由以下部分组成：

- 数字量输入模块

过程中断响应时间 = 内部中断处理时间 + 输入延迟

可在相应数字量输入模块的数据表中找到这些时间。

- 模拟量输入模块

过程中断响应时间 = 内部中断处理时间 + 转换时间

模拟量输入模块的内部中断处理时间可以忽略。

可在各模拟量输入模块的数据表中找到转换时间。

信号模块的诊断中断响应时间等于从信号模块检测到一个诊断事件开始，到该信号模块触发诊断中断为止所用的时间。这一时间较短，可以忽略。

硬件中断处理

当调用过程中断 OB4x

时开始处理硬件中断。具有更高优先级的中断可停止过程中断处理。

在执行操作期间对 I/O 模块执行直接访问。

处理过程中断后，系统可以继续处理循环程序，也可以调用并处理同一优先级或较低优先级的中断 OB。

19.9 中断响应时间计算示例

中断响应时间的元素

提示：过程中断响应时间由下列部分组成：

- CPU 的过程中断响应时间
- 信号模块的过程中断响应时间
- PROFIBUS DP上DP周期的两倍

示例：已在中央控制器中安装 417-5H CPU 和四个数字量模块。

一个数字量输入模块为SM 421；DI 16xUC 24/60 V；具有过程和诊断中断功能。在 CPU 和 SM 参数化时仅启用了过程中断。

并决定不使用时间驱动的处理、诊断或错误处理。

已将数字量输入模块的输入延迟时间参数化为0.5 ms。

在扫描周期检查点处不需要任何活动。已将通信的周期负载设置为20%。

计算

在本例中，过程中断响应时间基于下列时间因素：

- CPU 417-5H 的过程中断响应时间：大约 0.3 ms（冗余系统模式下的平均值）
- 因通信引起的时间延长(如中断响应时间 (页 374)部分所述):
 $100 \mu\text{s} + 1000 \mu\text{s} \times 20\% = 300 \mu\text{s} = 0.3 \text{ ms}$
- SM 421；DI 16xUC 24/60 V 过程中断响应时间：
 - 内部中断处理时间：0.5 ms
 - 输入延迟：0.5 ms
- 因为信号模块安装在中央单元中，所以PROFIBUS DP上的DP周期时间不相关。

过程中断响应时间等于以上列出的时间因素之和：

过程中断响应时间 = 0.3 ms + 0.3 ms + 0.5 ms + 0.5 ms = 约 1.6 ms。

该公式计算得出的过程中断响应时间等于从检测到数字量输入端的信号开始，到调用 OB 4x 中的第一条指令为止所用的时间。

19.10 延迟和监视狗中断的再现能力

“再现能力”的定义

时间延迟中断:

从调用中断OB中的第一个运算到中断的设定时间所经历的时间。

循环中断:

两次连续调用之间的时间间隔的变化范围，即中断OB的相应初始运算之间的时间测量值。

再现能力

下表包含 CPU 的时间延迟中断和循环中断的再现能力。

表格 19- 15 CPU 的时间延迟中断和循环中断的再现能力

模块	再现能力	
	时间延迟中断	循环中断
CPU 412-5H 独立模式	± 230 μs	± 250 μs
CPU 412-5H 冗余	± 430 μs	± 520 μs
CPU 414-5H 独立模式	± 160 μs	± 240 μs
CPU 414-5H 冗余	± 280 μs	± 280 μs
CPU 416-5H 独立模式	± 130 μs	± 190 μs
CPU 416-5H 冗余	± 230 μs	± 210 μs
CPU 417-5H 独立模式	± 120 μs	± 160 μs
CPU 417-5H 冗余	± 200 μs	± 180 μs

仅当此时可以实际执行中断且不会被延时（例如，被具有更高优先级中断或同优先级的排队中断所延时）时，以上时间才适用。

20.1 CPU 412-5H PN/DP; (6ES7 412-5HK06-0AB0) 的技术规范

CPU 和固件版本	
订货号	6ES7 412-5HK06-0AB0
• 固件版本	V 6.0
对应编程软件包	STEP7 V 5.5 SP2 HF 1 及更高版本 另请参见“前言 (页 19)”
存储器	
工作存储器	
• 已集成	512 KB, 用于代码 512 KB, 用于数据
装载存储器	
• 已集成	512 KB RAM
• 可扩展的 FEPR0M	带有存储卡 (闪存), 1 MB 到 64 MB
• 可扩展的 RAM	带有存储卡 (RAM), 256 KB 至 64 MB
备用电池	√, 所有数据
典型执行时间	
以下各项的执行时间	
• 位指令	31.25 ns
• 字指令	31.25 ns
• 定点运算	31.25 ns
• 浮点运算	62.5 ns
定时器/计数器及其保持性	
S7 计数器	2048
• 保持性, 可组态	从 C 0 到 C 2047
• 默认值	从 C 0 到 C 7
• 计数范围	0 到 999

IEC 计数器	√
• 类型	SFB
S7 定时器	2048
• 保持性, 可组态	从 T 0 到 T 2047
• 默认值	无保持性定时器
• 时间范围	10 ms 到 9990 s
IEC 定时器	√
• 类型	SFB
数据区及其保持性	
总的保持性数据区 (包括位存储器、定时器和计数器)	总的工作存储器和装载存储器 (带备用电池)
位存储器	8 KB
• 保持性, 可组态	从 MB 0 到 MB 8191
• 预设保持性	从 MB 0 到 MB 15
时钟存储器	8 (1 个位存储器字节)
数据块	最多 6000 个 (预留 DB 0) 取值范围 1 到 16000
• 大小	最大 64 KB
本地数据 (可组态)	最大 16 KB
• 默认值	8 KB
块	
OB	请参见 <i>指令列表</i>
• 大小	最大 64 KB
无固定循环 OB 的数量	OB 1
日时钟中断 OB 数	OB 10、11、12、13
延时中断 OB 数	OB 20、21、22、23
循环中断数量	OB 32、33、34、35
过程中断 OB 数	OB 40、41、42、43
DPV1 中断 OB 数	OB 55、56、57
冗余错误 OB 数:	OB 70、72

异步错误 OB 数	OB 80、81、82、83、84、85、86、87、88
重新启动 OB 数	OB 100、102
同步错误 OB 数	OB 121、122
嵌套深度	
• 每个优先等级	24
• 错误 OB 中的附加块	1
FB	最多 3000 个 数值范围从 0 到 7999
• 大小	最大 64 KB
FC	最多 3000 个 数值范围从 0 到 7999
• 大小	最大 64 KB
SDB	最多 2048 个
地址范围 (I/O)	
总 I/O 地址范围	8 KB/8 KB
• 分布式地址区	包括诊断地址和 I/O 接口地址等
MPI/DP 接口	2 KB/2 KB
DP 接口	4 KB/4 KB
PN 接口	8 KB/8 KB
过程映像	8 KB/8 KB (可组态)
• 默认值	256 个字节/256 个字节
• 过程映像分区数	最多 15 个
• 一致性数据	最大 244 个字节
访问过程映像中的一致性数据	√
一致性数据, 通过 PROFIBUS	最大 244 个字节
通过集成 PROFINET 接口	最大 1024 个字节
数字通道	最多 65536 个/最多 65536 个
• 中央通道	最多 65536 个/最多 65536 个
模拟量通道	最多 4096 个/最多 4096 个
• 中央通道	最多 4096 个/最多 4096 个

组态	
中央控制器/扩展单元	最多 2/20
多值计算	-
插入式 IM 的数目 (总计)	最多 6 个
• IM 460	最多 6 个
• IM 463-2	最多 4 个, 仅单机模式
DP 主站的数目	
• 已集成	2
• 通过 CP 443-5 Ext.	最多 10 个
经由适配器外壳的插入式 S5 模块的数目 (在中央控制器中)	-
可操作的功能模块和通信处理器	
• FM, CP (点对点) 请参见附录“S7-400H支持的功能模块和通信处理器 (页 459)”	受插槽数和连接数的限制
• CP 441	受连接数的限制
• PROFIBUS 和以太网 CP (包括 CP 443-5 Extended)	最多 14 个, 其中最多可有 10 个 CP 作为 DP 主站
可连接的 OP 数	47
时间	
时钟 (实时时钟)	√
• 缓存	√
• 精度	1 ms
每日最大偏差	
• 断电 (已备份)	1.7 s
• 通电 (未备份)	8.6 s
运行小时计数器	16
• 编号/编号范围	0 到 15
• 取值范围	SFC 2、3 和 4: 0 到 32767 小时 0 到 $2^{31}-1$ 小时 (使用 SFC 101 时):

• 间隔	1 小时
• 保持性	√
时间同步	√
• 在 AS 中的 MPI、DP 和以太网 MMS 上	作为主站或从站
• 通过 NTP 在以太网上	作为客户端
通过 MPI 同步的系统中的时差	最大 200 ms
通过以太网同步的系统中的时差	最大 10 ms
S7 报警功能	
可登录的站数	
对于带 SFC 的块相关报警 (Alarm_S/SQ 和/或 Alarm_D/DQ)	47
对于带 SFB 的块相关报警 (Notify、Notify_8、Alarm、Alarm_8、Alarm 8P)	8
带 SFC 的块相关报警	√
• 同时激活的 Alarm_S/SQ 块或 Alarm_D/DQ 块	最多 250 个
带 SFB 的块相关报警	√
• 用于带 SFC 的块相关报警和 S7 通信块的通信作业数 (可编程)	最多 600 个
• 默认值	300
过程控制报警	√
可同时登录的归档数 (SFB 37 AR_SEND)	16
测试和调试功能	
状态/修改变量	√, 最多 16 个变量表
• 变量	输入/输出、位存储器、DB、分布式输入/输出、定时器、计数器
• 变量数	最多 70 个
强制	√
• 变量	输入/输出、位存储器、分布式输入/输出
• 变量数	最多 256 个

状态 LED	√, FRCE-LED
块状态	√, 同时最多 16 个块
单步	√
断点数	最多 16 个
诊断缓冲区	√
• 条目数	最多 3200 个 (可组态)
• 默认值	120
通信	
PG/OP 通信	√
路由	√
S7 通信	√
• 每个作业的用户数据	最大 64 KB
• 其中的一致性部分	1 个变量 (462 个字节)
S7 基本通信	-
全局数据通信	-
S5 兼容的通信	使用 FC AG_SEND 和 AG_RECV, 最多通过 10 个 CP 443-1 或 443-5
• 每个作业的用户数据	最大 8 KB
• 其中的一致性部分	240 个字节
并行执行 AG_SEND/AG_RECV 作业的数量	最多 64/64, 请参见 CP 手册
标准通信 (FMS)	√, 通过 CP 和可装载的 FB
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	48, 其中每个为编程设备和 OP 预留的连接均有一个
通过 TCP/IP 的开放式 IE	
连接/访问点总数	最多 46 个
可能的端口号	1 到 49151
分配了参数但未指定端口号时, 系统将自动分配一个范围在 49152 到 65534 之间的一个动态端口号	

预留的端口号	0 预留 TCP 20, 21 FTP TCP 25 SMTP TCP 102 RFC1006 UDP 135 RPC-DCOM UDP 161 SNMP_REQUEST UDP 34962 PN IO UDP 34963 PN IO UDP 34964 PN IO UDP 65532 NTP UDP 65533 NTP UDP 65534 NTP UDP 65535 NTP
TCP/IP	√, 通过集成的 PROFINET 接口和可装载的 FB
• 最大连接数	46
• 最大数据长度	32 KB
ISO-on-TCP	√, 通过集成的 PROFINET 接口或 CP 443-1/EX20/GX 20 和可装载的 FB
• 最大连接数	46
• 通过集成的 PROFINET 接口的最大数据长度	32 KB
• 通过 CP 443-1 的最大数据长度	1452 个字节
UDP	√, 通过集成的 PROFINET 接口和可装载的 FB
• 最大连接数	46
• 最大数据长度	1472 个字节
接口	
不可将 CPU 组态成 DP 从站	
第 1 个接口	
接口标识	X1
接口类型	已集成
物理组成	RS 485/PROFIBUS 和 MPI
电气隔离	√

接口电源 (15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	MPI: 32, DP: 16 如果在网段中使用一个诊断中继器, 网段上就会减少 1 个连接资源
功能	
• MPI	√
• PROFIBUS DP	DP 主站
MPI 模式下的第 1 个接口	
实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 传输速率	最大 12 Mbps
DP 主站模式下的第 1 个接口	
实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 恒定总线循环时间	-
• 等时同步模式	-
• SYNC/FREEZE	-
• 启用/禁用 DP 从站	-
• 直接数据交换 (交叉通信量)	-
传输速率	最大 12 Mbps
DP 从站的数目	最多 32 个
每个接口的插槽数	最多 544 个
地址范围	最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出

每个 DP 从站的用户数据	最多 244 最多 244 个字节输入 最多 244 个字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注： <ul style="list-style-type: none"> • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 32 个从站上总数不能超过接口地址范围（最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出）。 	
第 2 个接口	
接口标识	X2
接口类型	已集成
物理组成	RS 485/Profibus
电气隔离	√
接口电源（15 V DC 到 30 V DC）	最大 150 mA
连接资源数	16
功能	
• PROFIBUS DP	DP 主站
DP 主站模式下的第 2 个接口	
实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 恒定总线循环时间	-
• SYNC/FREEZE	-
• 启用/禁用 DP 从站	-
• 直接数据交换（交叉通信量）	-
• 传输速率	最高 12 Mbps
• DP 从站的数目	最多 64 个

• 每个接口的插槽数	最多 1088 个
• 地址范围	最大 4 KB 的输入/4 KB 的输出
• 每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注:	
<ul style="list-style-type: none"> • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 96 个从站上总数不能超过接口地址范围（最大 4 KB 的输入/4 KB 的输出）。 	
第 3 个接口	
接口标识	X5
接口类型	PROFINET
物理组成	以太网 RJ45 2 个端口（开关）
电气隔离	√
自动检测 (10/100 Mbps)	√
自动协商	√
自动跨接	√
介质冗余	√
系统冗余	√
• 线路中断时的典型切换时间	200 ms (PROFINET MRP)
• 环中的最大节点数	50
支持运行时更改 IP 地址	-
支持“保持激活”功能	√
功能	
• PROFINET	√
实用工具	
• PG 通信	√
• OP 通信	√

<ul style="list-style-type: none"> • S7 通信 最大可组态连接数 最大实例数	√ 48 个，为编程设备和 OP 600 各预留一个连接
<ul style="list-style-type: none"> • S7 路由 	√
<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET IO 控制器 	√
<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET 智能设备 	-
<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET CBA 	-
开放式 IE 通信	
<ul style="list-style-type: none"> • 通过 TCP/IP 	√
<ul style="list-style-type: none"> • ISO-on-TCP 	√
<ul style="list-style-type: none"> • UDP 	√
<ul style="list-style-type: none"> • 时间同步 	√
PROFINET IO	
PNO ID (十六进制)	供应商 ID: 0x002A 设备 ID: 0x0102
集成的 PROFINET IO 控制器的数目	1
可连接 PROFINET IO 设备的数目	256
线路中 RT 的 可连接 IO 设备数	256 256
支持共享设备	-
地址范围	最大 8 KB 的输入/输出
子模块的数目	最多 8192 混合模块计两次
包含用户数据限定符在内的最大用户数据 长度	1440 个字节
包含用户数据限定符在内的最大用户数据 一致性	1024 个字节
发送时钟周期	250 μs、500 μs、1 ms、2 ms、4 ms

更新时间	250 μs、0.5 ms、1 ms、2 ms、4 ms、8 ms、16 ms、32 ms、64 ms、128 ms、256 ms 和 512 ms 最小值取决于为 PROFINET IO 设置的通信部分、IO 设备数和已组态的用户数据量。
最大用户数据长度	每个地址范围 1024 个字节
最大用户数据一致性	每个地址范围 1024 个字节
S7 协议功能	
• PG 功能	√
• OP 功能	√
IRT (等时同步实时)	-
优先启动 加速 (ASU) 和快速启动模式 (FSU)	-
工具更换	-
更换 IO 设备而无需微型存储卡或 PG	√
第 4 个和第 5 个接口	
接口标识	IF1、IF2
接口类型	插入式同步模块 (FOC)
可使用的接口模块	同步模块 IF 960 (仅限在冗余模式下; 在单机模式下, 接口仍为空闲/被覆盖)
同步电缆的长度	最大 10 km
编程	
编程语言	LAD、FBD、STL、SCL、CFC、Graph、HiGraph®
指令集	请参见指令列表
嵌套层数	7
系统功能 (SFC)	请参见指令列表
每个网段中同时激活的 SFC 数量	
• SFC 59 "RD_REC"	8
• SFC 58 "WR_REC"	8

• SFC 55 "WR_PARM"	8
• SFC 57 "PARM_MOD"	1
• SFC 56 "WR_DPARM"	2
• SFC 13 "DPNRM_DG"	8
• SFC 51 "RDSYSST"	8
• SFC 103 "DP_TOPOL"	1
所有外部网段上激活的 SFC 总数可能是单个网段中的四倍。	
系统功能块 (SFB)	请参见指令列表
每个网段中同时激活的 SFB 数量	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53 "WRREC"	8
所有外部网段上激活的 SFB 总数可能是单个网段上的四倍。	
用户程序保护	密码保护
访问保护块	√, 使用 S7 Block Privacy
访问过程映像中的一致性数据	√
CiR 同步时间 (在单机模式下)	
总负载	100 ms
尺寸	
安装尺寸 W x H x D (mm)	50 x 290 x 219
所需插槽数	2
重量	约 995 g
电压和电流	
S7-400 总线上的电流损耗 (5 V DC)	典型值 1.6 A 最大 1.9 A
S7-400 总线上的电流损耗 (24 V DC) 24 V 电压时, CPU 没有任何电流损耗, 该电压只可用于 MPI/DP接口。	连接到 MPI/DP 接口的组件的总电流损耗, 但每个接口最大 为 150 mA
输出到 DP 接口 (5 V DC) 的电流	最大 90 mA
备用电流	典型值为 180 μA (最高 40°C) 最大 1000 μA

最长备用时间	请参见参考手册“ <i>模块规范</i> ”中的章节 3.3。
CPU 的外部备用接入电压	5 V DC 到 15 V DC
功耗	典型值 7.5 W

20.2 CPU 414-5H PN/DP; (6ES7 414-5HM06-0AB0) 的技术规范

CPU 和固件版本	
订货号	6ES7 414-5HM06-0AB0
• 固件版本	V 6.0
对应编程软件包	STEP7 V 5.5 SP2 HF 1 及更高版本 另请参见“前言 (页 19)”
存储器	
工作存储器	
• 已集成	2 MB, 用于代码 2 MB, 用于数据
装载存储器	
• 已集成	512 KB RAM
• 可扩展的 FEPR0M	带有存储卡 (闪存), 1 MB 到 64 MB
• 可扩展的 RAM	带有存储卡 (RAM), 256 KB 到 64 MB
备用电池	√, 所有数据
典型执行时间	
以下各项的执行时间	
• 位指令	18.75 ns
• 字指令	18.75 ns
• 定点运算	18.75 ns
• 浮点运算	37.5 ns
定时器/计数器及其保持性	
S7 计数器	2048
• 保持性, 可组态	从 C 0 到 C 2047
• 默认值	从 C 0 到 C 7
• 计数范围	0 到 999
IEC 计数器	√
• 类型	SFB
S7 定时器	2048
• 保持性, 可组态	从 T 0 到 T 2047

• 默认值	无保持性定时器
• 时间范围	10 ms 到 9990 s
IEC 定时器	√
• 类型	SFB
数据区及其保持性	
总的保持性数据区（包括位存储器、定时器和计数器）	总的工作存储器和装载存储器（带备用电池）
位存储器	8 KB
• 保持性，可组态	从 MB 0 到 MB 8191
• 预设保持性	从 MB 0 到 MB 15
时钟存储器	8（1 个位存储器字节）
数据块	最多 6000 个（预留 DB 0） 取值范围 1 到 16000
• 大小	最大 64 KB
本地数据（可组态）	最大 16 KB
• 默认值	8 KB
块	
OB	请参见指令列表
• 大小	最大 64 KB
无固定循环 OB 的数量	OB 1
日时钟中断 OB 数	OB 10、11、12、13
延时中断 OB 数	OB 20、21、22、23
循环中断数量	OB 32、33、34、35
过程中断 OB 数	OB 40、41、42、43
DPV1 中断 OB 数	OB 55、56、57
冗余错误 OB 数:	OB70、72
异步错误 OB 数	OB 80、81、82、83、84、85、86、87、88
重新启动 OB 数	OB 100、102
同步错误 OB 数	OB 121、122

嵌套深度	
• 每个优先等级	24
• 错误 OB 中的附加块	1
FB	最多 3000 个 数值范围从 0 到 7999
• 大小	最大 64 KB
FC	最多 3000 个 数值范围从 0 到 7999
• 大小	最大 64 KB
SDB	最多 2048 个
地址范围 (I/O)	
总 I/O 地址范围	8 KB/8 KB
• 分布式地址区	包括诊断地址和 I/O 接口地址等
MPI/DP 接口	2 KB/2 KB
DP 接口	6 KB/6 KB
过程映像	8 KB/8 KB (可组态)
• 默认值	256 个字节/256 个字节
• 过程映像分区数	最多 15 个
一致性数据, 通过 PROFIBUS	最大 244 个字节
通过集成 PROFINET 接口	最大 1024 个字节
• 一致性数据	最大 244 个字节
访问过程映像中的一致性数据	√
数字通道	最多 65536 个/ 最多 65536 个
• 中央通道	最多 65536 个/ 最多 65536 个
模拟量通道	最多 4096 个/ 最多 4096 个
• 中央通道	最多 4096 个/ 最多 4096 个

组态	
中央控制器/扩展单元	最多 2/20
多值计算	-
插入式 IM 的数目 (总计)	最多 6 个
• IM 460	最多 6 个
• IM 463-2	最多 4 个, 仅单机模式
DP 主站的数目	
• 已集成	2
• 通过 CP 443-5 Ext.	最多 10 个
经由适配器外壳的插入式 S5 模块的数目 (在中央控制器中)	-
可操作的功能模块和通信处理器	
• FM, CP (点对点) 请参见附录“S7-400H支持的功能模块和通信处理器 (页 459)”	受插槽数和连接数的限制
• CP 441	受连接数的限制
• PROFIBUS 和以太网 CP (包括 CP 443-5 Extended)	最多 14 个, 其中最多可有 10 个 CP 作为 DP 主站
可连接的 OP 数	63
时间	
时钟	√
• 缓存	√
• 精度	1 ms
每日最大偏差	
• 断电 (已备份)	1.7 s
• 通电 (未备份)	8.6 s
运行小时计数器	16
• 编号/编号范围	0 到 15
• 取值范围	0 到 32767 小时 0 到 $2^{31} - 1$ 小时 (使用 SFC 101 时)

• 间隔	1 小时
• 保持性	√
时间同步	√
• 在 AS 中的 MPI 和 DP 上	作为主站或从站
通过 MPI 同步的系统中的时差	最大 200 ms
通过以太网同步的系统中的时差	最大 10 ms
S7 报警功能	
可登录的站数	
对于带 SFC 的块相关报警 (Alarm_S/SQ 和/或 Alarm_D/DQ)	63
对于带 SFB 的块相关报警 (Notify、Notify_8、Alarm、Alarm_8、Alarm 8P)	8
带 SFC 的块相关报警	√
• 同时激活的 Alarm_S/SQ 块或 Alarm_D/DQ 块	最多 400 个
带 SFB 的块相关报警	√
• 用于带 SFC 的块相关报警和 S7 通信块的通信作业数 (可编程)	最多 2500 个
• 默认值	900
过程控制报警	√
可同时登录的归档数 (SFB 37 AR_SEND)	16
测试和调试功能	
状态/修改变量	√, 最多 16 个变量表
• 变量	输入/输出、位存储器、DB、分布式输入/输出、定时器、计数器
• 变量数	最多 70 个
强制	√
• 变量	输入/输出、位存储器、分布式输入/输出
• 变量数	最多 256 个
状态 LED	√, FRCE-LED

块状态	√, 同时最多 16 个块
单步	√
断点数	最多 16 个
诊断缓冲区	√
• 条目数	最多 3200 个 (可组态)
• 默认值	120
通信	
PG/OP 通信	√
路由	√
S7 通信	√
• 每个作业的用户数据	最大 64 KB
• 其中的一致性部分	1 个变量 (462 个字节)
S7 基本通信	-
全局数据通信	-
S5 兼容的通信	使用 FC AG_SEND 和 AG_RECV, 最多通过 10 个 CP 443-1 或 443-5
• 每个作业的用户数据	最大 8 KB
• 其中的一致性部分	240 个字节
并行执行 AG_SEND/AG_RECV 作业的数量	最多 64/64, 请参见 CP 手册
标准通信 (FMS)	√, 通过 CP 和可装载的 FB
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	64, 其中每个为编程设备和 OP 预留的连接均有一个
通过 TCP/IP 的开放式 IE	
连接/访问点总数	最多 62 个
可能的端口号	1 到 49151
分配了参数但未指定端口号时, 系统将自动分配一个范围在 49152 到 65534 之间的一个动态端口号	

预留的端口号	0 预留 TCP 20, 21 FTP TCP 25 SMTP TCP 102 RFC1006 UDP 135 RPC-DCOM UDP 161 SNMP_REQUEST UDP 34962 PN IO UDP 34963 PN IO UDP 34964 PN IO UDP 65532 NTP UDP 65533 NTP UDP 65534 NTP UDP 65535 NTP
TCP/IP	√, 通过集成的 PROFINET 接口和可装载的 FB
• 最大连接数	62
• 最大数据长度	32767 个字节
ISO-on-TCP	√, 通过集成的 PROFINET 接口或 CP 443-1/EX20/GX 20 和可装载的 FB
• 最大连接数	62
• 通过集成的 PROFINET 接口的最大数据长度	32767 个字节
• 通过 CP 443-1 的最大数据长度	1452 个字节
UDP	√, 通过集成的 PROFINET 接口和可装载的 FB
• 最大连接数	62
• 最大数据长度	1472 个字节
接口	
不可将 CPU 组态成 DP 从站	
第 1 个接口	
接口标识	X1
接口类型	已集成
物理组成	RS 485/Profibus
电气隔离	√

接口电源 (15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	MPI: 32, DP: 16 如果在网段中使用一个诊断中继器, 则将网段中的连接资源减 1。
功能	
• MPI	√
• PROFIBUS DP	DP 主站
MPI 模式下的第 1 个接口	
实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 传输速率	最大 12 Mbps
DP 主站模式下的第 1 个接口	
• 实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 恒定总线循环时间	-
• SYNC/FREEZE	-
• 启用/禁用 DP 从站	-
• 直接数据交换 (交叉通信量)	-
• 传输速率	最大 12 Mbps
• DP 从站的数目	最多 32 个
• 每个接口的插槽数	最多 544 个
• 地址范围	最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出

<ul style="list-style-type: none"> • 每个 DP 从站的用户数据 	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注: <ul style="list-style-type: none"> • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 32 个从站上总数不能超过接口地址范围（最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出）。 	
第 2 个接口	
接口标识	X2
接口类型	已集成
物理组成	RS 485/Profibus
电气隔离	√
接口电源（15 V DC 到 30 V DC）	最大 150 mA
连接资源数	16
功能	
<ul style="list-style-type: none"> • PROFIBUS DP 	DP 主站
DP 主站模式下的第 2 个接口	
实用工具	
<ul style="list-style-type: none"> • PG/OP 通信 	√
<ul style="list-style-type: none"> • 路由 	√
<ul style="list-style-type: none"> • S7 通信 	√
<ul style="list-style-type: none"> • 全局数据通信 	-
<ul style="list-style-type: none"> • S7 基本通信 	-
<ul style="list-style-type: none"> • 恒定总线循环时间 	-
<ul style="list-style-type: none"> • SYNC/FREEZE 	-
<ul style="list-style-type: none"> • 启用/禁用 DP 从站 	-
<ul style="list-style-type: none"> • 直接数据交换（交叉通信量） 	-
<ul style="list-style-type: none"> • 传输速率 	最高 12 Mbps
<ul style="list-style-type: none"> • DP 从站的数目 	最多 96 个

• 每个接口的插槽数	最多 1632 个
• 地址范围	最大 6 KB 的输入/6 KB 的输出
• 每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注:	
<ul style="list-style-type: none"> • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 96 个从站上总数不能超过接口地址范围（最大 6 KB 的输入/6 KB 的输出）。 	
第 3 个接口	
接口标识	X5
接口类型	PROFINET
物理组成	以太网 RJ45 2 个端口（开关）
电气隔离	√
自动检测 (10/100 Mbps)	√
自动协商	√
自动跨接	√
介质冗余	√
系统冗余	√
• 线路中断时的典型切换时间	200 ms (PROFINET MRP)
• 环中的最大节点数	50
支持运行时更改 IP 地址	-
支持“保持激活”功能	√
功能	
• PROFINET	√
实用工具	
• PG 通信	√
• OP 通信	√

<ul style="list-style-type: none"> • S7 通信 最大可组态连接数 最大实例数	√ 64 个，为编程设备和 OP 2500 各预留一个连接
<ul style="list-style-type: none"> • S7 路由 	√
<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET IO 控制器 	√
<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET 智能设备 	-
<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET CBA 	-
开放式 IE 通信	
<ul style="list-style-type: none"> • 通过 TCP/IP 	√
<ul style="list-style-type: none"> • ISO-on-TCP 	√
<ul style="list-style-type: none"> • UDP 	√
<ul style="list-style-type: none"> • 时间同步 	√
PROFINET IO	
PNO ID (十六进制)	供应商 ID: 0x002A 设备 ID: 0x0102
集成的 PROFINET IO 控制器的数目	1
可连接 PROFINET IO 设备的数目	256
线路中 RT 的 可连接 IO 设备数	256 256
支持共享设备	-
地址范围	最大 8 KB 的输入/输出
子模块的数目	最多 8192 混合模块计两次
包含用户数据限定符在内的最大用户数据 长度	1440 个字节
包含用户数据限定符在内的最大用户数据 一致性	1024 个字节
发送时钟周期	250 μs、500 μs、1 ms、2 ms、4 ms

更新时间	250 μs、0.5 ms、1 ms、2 ms、4 ms、8 ms、16 ms、32 ms、64 ms、128 ms、256 ms 和 512 ms 最小值取决于为 PROFINET IO 设置的通信部分、IO 设备数和已组态的用户数据量。
IRT (等时同步实时)	-
S7 协议功能	
• PG 功能	√
• OP 功能	√
优先启动 加速 (ASU) 和快速启动模式 (FSU)	-
工具更换	-
更换 IO 设备而无需微型存储卡或 PG	√
第 4 个和第 5 个接口	
接口标识	IF1、IF2
接口类型	插入式同步模块 (FOC)
可使用的接口模块	同步模块 IF 960 (仅限在冗余模式下; 在单机模式下, 接口仍为空闲/被覆盖)
同步电缆的长度	最大 10 km
编程	
编程语言	LAD、FBD、STL、SCL、CFC、Graph、HiGraph®
指令集	请参见指令列表
嵌套层数	7
系统功能 (SFC)	请参见指令列表
每个网段中同时激活的 SFC 数量	
• SFC 59 "RD_REC"	8
• SFC 58 "WR_REC"	8
• SFC 55 "WR_PARM"	8
• SFC 57 "PARM_MOD"	1

• SFC 56 "WR_DPARM"	2
• SFC 13 "DPNRM_DG"	8
• SFC 51 "RDSYSST"	8
• SFC 103 "DP_TOPOL"	1
所有外部网段上激活的 SFC 总数可能是单个网段中的四倍。	
系统功能块 (SFB)	请参见指令列表
每个网段中同时激活的 SFB 数量	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53 "WRREC"	8
所有外部网段上激活的 SFB 总数可能是单个网段上的四倍。	
用户程序保护	密码保护
访问保护块	√, 使用 S7 Block Privacy
访问过程映像中的一致性数据	√
CiR 同步时间 (在单机模式下)	
总负载	100 ms
尺寸	
安装尺寸 W x H x D (mm)	50 x 290 x 219
所需槽数	2
重量	约 995 g
电压和电流	
S7-400总线的电流消耗 (5 V DC)	典型值1.6 A 最大 1.9 A
S7-400 总线上的电流损耗 (24 V DC) 24 V 电压时, CPU 没有任何电流损耗, 该电压只可用于 MPI/DP接口。	连接到 MPI/DP 接口的组件所消耗的总电流, 但每个接口 最大为 150 mA
输出到 DP 接口 (5 V DC) 的电流	最大 90 mA
备用电流	典型值为 180 μA (最高 40°C) 最大 1000 μA
最长备用时间	请参见参考手册“模块规范”中的章节 3.3。

CPU 的外部备用接入电压	5 V DC 到 15 V DC
功率损耗	典型值7.5 W

20.3 CPU 416-5H PN/D 的技术规范; (6ES7 416-5HS06-0AB0)

CPU 和固件版本	
订货号	6ES7 416-5HS06-0AB0
• 固件版本	V 6.0
对应编程软件包	STEP7 V 5.5 SP2 HF 1 及更高版本 另请参见“前言 (页 19)”
存储器	
工作存储器	
• 已集成	6 MB, 用于代码 10 MB, 用于数据
装载存储器	
• 已集成	1 MB RAM
• 可扩展的 FEPR0M	带有存储卡 (闪存), 1 MB 到 64 MB
• 可扩展的 RAM	带有存储卡 (RAM), 256 KB 到 64 MB
备用电池	√, 所有数据
典型执行时间	
以下各项的执行时间	
• 位指令	12.5 ns
• 字指令	12.5 ns
• 定点运算	12.5 ns
• 浮点运算	25 ns
定时器/计数器及其保持性	
S7 计数器	2048
• 保持性, 可组态	从 C 0 到 C 2047
• 默认值	从 C 0 到 C 7
• 计数范围	0 到 999
IEC 计数器	√
• 类型	SFB
S7 定时器	2048
• 保持性, 可组态	从 T 0 到 T 2047

• 默认值	无保持性定时器
• 时间范围	10 ms 到 9990 s
IEC 定时器	√
• 类型	SFB
数据区及其保持性	
总的保持性数据区（包括位存储器、定时器和计数器）	总的工作存储器和装载存储器（带备用电池）
位存储器	16 KB
• 保持性，可组态	从 MB 0 到 MB 16383
• 预设保持性	从 MB 0 到 MB 15
时钟存储器	8（1 个位存储器字节）
数据块	最多 16000 个（预留 DB 0） 取值范围 1 到 16000
• 大小	最大 64 KB
本地数据（可组态）	最大 64 KB
• 默认值	32 KB
块	
OB	请参见指令列表
• 大小	最大 64 KB
无固定循环 OB 的数量	OB 1
日时钟中断 OB 数	OB 10、11、12、13、14、15、16、17
延时中断 OB 数	OB 20、21、22、23
循环中断数量	OB 30、31、32、33、34、35、36、37、38
过程中断 OB 数	OB 40、41、42、43、44、45、46、47
DPV1 中断 OB 数	OB 55、56、57
冗余错误 OB 数:	OB70、72
异步错误 OB 数	OB 80、81、82、83、84、85、86、87、88
重新启动 OB 数	OB 100、102

同步错误 OB 数	OB 121、122
嵌套深度	
• 每个优先等级	24
• 错误 OB 中的附加块	2
FB	最多 8000 个 数值范围从 0 到 7999
• 大小	最大 64 KB
FC	最多 8000 个 数值范围从 0 到 7999
• 大小	最大 64 KB
SDB	最多 2048 个
地址范围 (I/O)	
总 I/O 地址范围	16 KB/16 KB
• 分布式地址区	包括诊断地址和 I/O 接口地址等
MPI/DP 接口	2 KB/2 KB
DP 接口	8 KB/8 KB
过程映像	16 KB/16 KB (可组态)
• 默认值	1024 个字节/1024 个字节
• 过程映像分区数	最多 15 个
一致性数据, 通过 PROFIBUS	最大 244 个字节
通过集成 PROFINET 接口	最大 1024 个字节
访问过程映像中的一致性数据	√
数字通道	最多 131072 个/最多 131072 个
• 中央通道	最多 131072 个/最多 131072 个
模拟量通道	最多 8192 个/最多 8192 个
• 中央通道	最多 8192 个/最多 8192 个
组态	
中央控制器/扩展单元	最多 2/20
多值计算	-
插入式 IM 的数目 (总计)	最多 6 个
• IM 460	最多 6 个

• IM 463-2	最多 4 个, 仅单机模式
DP 主站的数目	
• 已集成	2
• 通过 CP 443-5 Ext.	最多 10 个
经由适配器外壳的插入式 S5 模块的数目 (在中央控制器中)	-
可操作的功能模块和通信处理器	
• FM, CP (点对点) 请参见附录“S7-400H支持的功能模块和通信处理器 (页 459)”	受插槽数和连接数的限制
• CP 441	受连接数的限制
• PROFIBUS 和以太网 CP (包括 CP 443-5 Extended)	最多 14 个, 其中最多可有 10 个 CP 作为 DP 主站
可连接的 OP 数	95
时间	
时钟	√
• 缓存	√
• 精度	1 ms
每日最大偏差	
• 断电 (已备份)	1.7 s
• 通电 (未备份)	8.6 s
运行小时计数器	16
• 编号/编号范围	0 到 15
• 取值范围	0 到 32767 小时 0 到 $2^{31}-1$ 小时 (使用 SFC 101 时)
• 间隔	1 小时
• 保持性	√
时间同步	√
• 在 AS 中的 MPI 和 DP 上	作为主站或从站
通过 MPI 同步的系统中的时差	最大 200 ms

通过以太网同步的系统中的时差	最大 10 ms
S7 报警功能	
可登录的站数	
对于带 SFC 的块相关报警 (Alarm_S/SQ 和/或 Alarm_D/DQ)	95
对于带 SFB 的块相关报警 (Notify、Notify_8、Alarm、Alarm_8、Alarm 8P)	16
带 SFC 的块相关报警	√
• 同时激活的 Alarm_S/SQ 块或 Alarm_D/DQ 块	最多 1000 个
带 SFB 的块相关报警	√
• 用于带 SFC 的块相关报警和 S7 通信块的通信作业数 (可编程)	最多 10000 个
• 默认值	1200
过程控制报警	√
可同时登录的归档数 (SFB 37 AR_SEND)	64
测试和调试功能	
状态/修改变量	√, 最多 16 个变量表
• 变量	输入/输出、位存储器、DB、分布式输入/输出、定时器、计数器
• 变量数	最多 70 个
强制	√
• 变量	输入/输出、位存储器、分布式输入/输出
• 变量数	最多 512 个
状态 LED	√, FRCE-LED
块状态	√, 同时最多 16 个块
单步	√
断点数	最多 16 个
诊断缓冲区	√
• 条目数	最多 3200 个 (可组态)

• 默认值	120
通信	
PG/OP 通信	√
路由	√
S7 通信	√
• 每个作业的用户数据	最大 64 KB
• 其中的一致性部分	1 个变量 (462 个字节)
S7 基本通信	-
全局数据通信	-
S5 兼容的通信	使用 FC AG_SEND 和 AG_RECV, 最多通过 10 个 CP 443-1 或 443-5
• 每个作业的用户数据	最大 8 KB
• 其中的一致性部分	240 个字节
并行执行 AG_SEND/AG_RECV 作业的数量	最多 64/64, 请参见 CP 手册
标准通信 (FMS)	√, 通过 CP 和可装载的 FB
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	96, 包括为编程设备和 OP 各预留的一个共 62 个容错连接
通过 TCP/IP 的开放式 IE	
连接/访问点总数	最多 94 个
可能的端口号	1 到 49151
分配了参数但未指定端口号时, 系统将自动分配一个范围在 49152 到 65534 之间的一个动态端口号	

预留的端口号	0 预留 TCP 20, 21 FTP TCP 25 SMTP TCP 102 RFC1006 UDP 135 RPC-DCOM UDP 161 SNMP_REQUEST UDP 34962 PN IO UDP 34963 PN IO UDP 34964 PN IO UDP 65532 NTP UDP 65533 NTP UDP 65534 NTP UDP 65535 NTP
TCP/IP	√, 通过集成的 PROFINET 接口和可装载的 FB
• 最大连接数	94
• 最大数据长度	32767 个字节
ISO-on-TCP	√, 通过集成的 PROFINET 接口或 CP 443-1/EX20/GX 20 和可装载的 FB
• 最大连接数	94
• 通过集成的 PROFINET 接口的最大数据长度	32767 个字节
• 通过 CP 443-1 的最大数据长度	1452 个字节
UDP	√, 通过集成的 PROFINET 接口和可装载的 FB
• 最大连接数	94
• 最大数据长度	1472 个字节
接口	
不可将 CPU 组态成 DP 从站	
第 1 个接口	
接口标识	X1
接口类型	已集成
物理组成	RS 485/Profibus
电气隔离	√

接口电源 (15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	MPI: 44, DP: 32 如果在网段中使用一个诊断中继器, 则将网段中的连接资源减 1。
功能	
• MPI	√
• PROFIBUS DP	DP 主站
MPI 模式下的第 1 个接口	
实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 传输速率	最大 12 Mbps
DP 主站模式下的第 1 个接口	
• 实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 恒定总线循环时间	-
• SYNC/FREEZE	-
• 启用/禁用 DP 从站	-
• 直接数据交换 (交叉通信量)	-
• 传输速率	最大 12 Mbps
• DP 从站的数目	最多 32 个
• 每个接口的插槽数	最多 544 个
• 地址范围	最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出

<ul style="list-style-type: none"> • 每个 DP 从站的用户数据 	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注: <ul style="list-style-type: none"> • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 32 个从站上总数不能超过接口地址范围（最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出）。 	
第 2 个接口	
接口标识	X2
接口类型	已集成
物理组成	RS 485/Profibus
电气隔离	√
接口电源（15 V DC 到 30 V DC）	最大 150 mA
连接资源数	32
功能	
<ul style="list-style-type: none"> • PROFIBUS DP 	DP 主站
DP 主站模式下的第 2 个接口	
实用工具	
<ul style="list-style-type: none"> • PG/OP 通信 	√
<ul style="list-style-type: none"> • 路由 	√
<ul style="list-style-type: none"> • S7 通信 	√
<ul style="list-style-type: none"> • 全局数据通信 	-
<ul style="list-style-type: none"> • S7 基本通信 	-
<ul style="list-style-type: none"> • 恒定总线循环时间 	-
<ul style="list-style-type: none"> • SYNC/FREEZE 	-
<ul style="list-style-type: none"> • 启用/禁用 DP 从站 	-
<ul style="list-style-type: none"> • 直接数据交换（交叉通信量） 	-
<ul style="list-style-type: none"> • 传输速率 	最高 12 Mbps
<ul style="list-style-type: none"> • DP 从站的数目 	最多 125 个

• 每个接口的插槽数	最多 2173 个
• 地址范围	最大 8 KB 的输入/8 KB 的输出
• 每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注:	
<ul style="list-style-type: none"> • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 125 个从站上总数不能超过接口地址范围（最大 8 KB 的输入/8 KB 的输出）。 	
第 3 个接口	
接口标识	X5
接口类型	PROFINET
物理组成	以太网 RJ45 2 个端口（开关）
电气隔离	√
自动检测 (10/100 Mbps)	√
自动协商	√
自动跨接	√
介质冗余	√
系统冗余	√
• 线路中断时的典型切换时间	200 ms (PROFINET MRP)
• 环中的最大节点数	50
支持运行时更改 IP 地址	-
支持“保持激活”功能	√
功能	
• PROFINET	√
实用工具	
• PG 通信	√
• OP 通信	√

20.3 CPU 416-5H PN/D 的技术规范; (6ES7 416-5HS06-0AB0)

• S7 通信 最大可组态连接数 最大实例数	√ 96 个, 为编程设备和 OP 10000 各预留一个连接
• S7 路由	√
• PROFINET IO 控制器	√
• PROFINET 智能设备	-
• PROFINET CBA	-
开放式 IE 通信	
• 通过 TCP/IP	√
• ISO-on-TCP	√
• UDP	√
• 时间同步	√
PROFINET IO	
PNO ID (十六进制)	供应商 ID: 0x002A 设备 ID: 0x0102
集成的 PROFINET IO 控制器的数目	1
可连接 PROFINET IO 设备的数目	256
线路中 RT 的 可连接 IO 设备数	256 256
支持共享设备	-
地址范围	最大 8 KB 的输入/输出
子模块的数目	最多 8192 混合模块计两次
包含用户数据限定符在内的最大用户数据 长度	1440 个字节
包含用户数据限定符在内的最大用户数据 一致性	1024 个字节
发送时钟周期	250 μs、500 μs、1 ms、2 ms、4 ms

更新时间	250 μs、0.5 ms、1 ms、2 ms、4 ms、8 ms、16 ms、32 ms、64 ms、128 ms、256 ms 和 512 ms 最小值取决于为 PROFINET IO 设置的通信部分、IO 设备数和已组态的用户数据量。
S7 协议功能	
• PG 功能	√
• OP 功能	√
IRT (等时同步实时)	-
优先启动 加速 (ASU) 和快速启动模式 (FSU)	-
工具更换	-
更换 IO 设备而无需微型存储卡或 PG	√
第 4 个和第 5 个接口	
接口标识	IF1、IF2
接口类型	插入式同步模块 (FOC)
可使用的接口模块	同步模块 IF 960 (仅限在冗余模式下; 在单机模式下, 接口仍为空闲/被覆盖)
同步电缆的长度	最大 10 km
编程	
编程语言	LAD、FBD、STL、SCL、CFC、Graph、HiGraph®
指令集	请参见指令列表
嵌套层数	7
系统功能 (SFC)	请参见指令列表
每个网段中同时激活的 SFC 数量	
• SFC 59 "RD_REC"	8
• SFC 58 "WR_REC"	8
• SFC 55 "WR_PARM"	8
• SFC 57 "PARM_MOD"	1

• SFC 56 "WR_DPARM"	2
• SFC 13 "DPNRM_DG"	8
• SFC 51 "RDSYSST"	8
• SFC 103 "DP_TOPOL"	1
所有外部网段上激活的 SFC 总数可能是单个网段中的四倍。	
系统功能块 (SFB)	请参见指令列表
每个网段中同时激活的 SFB 数量	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53 "WRREC"	8
所有外部网段上激活的 SFB 总数可能是单个网段上的四倍。	
用户程序保护	密码保护
访问保护块	√, 使用 S7 Block Privacy
访问过程映像中的一致性数据	√
CiR 同步时间 (在单机模式下)	
总负载	100 ms
尺寸	
安装尺寸 W x H x D (mm)	50 x 290 x 219
所需槽数	2
重量	约 995 g
电压和电流	
S7-400总线的电流消耗 (5 V DC)	典型值 1.6 A 最大 1.9 A
S7-400 总线上的电流损耗 (24 V DC) 24 V 电压时, CPU 没有任何电流损耗, 该电压只可用于 MPI/DP接口。	连接到 MPI/DP 接口的组件所消耗的总电流, 但每个接口 最大为 150 mA
输出到 DP 接口 (5 V DC) 的电流	最大 90 mA
备用电流	典型值为 180 μA (最高 40°C) 最大 1000 μA
最长备用时间	请参见参考手册“模块规范”中的章节 3.3。

CPU 的外部备用接入电压	5 V DC 到 15 V DC
功率损耗	典型值 7.5 W

20.4 CPU 417-5H PN/DP; (6ES7 417-5HK06-0AB0) 的技术规范

CPU 和固件版本	
订货号	6ES7 417-5HT06-0AB0
• 固件版本	V 6.0
对应编程软件包	STEP7 V 5.5 SP2 HF 1 及更高版本 另请参见“前言 (页 19)”
存储器	
工作存储器	
• 已集成	16 MB, 用于代码 16 MB, 用于数据
装载存储器	
• 已集成	1 MB RAM
• 可扩展的 FEPR0M	带有存储卡 (闪存), 1 MB 到 64 MB
• 可扩展的 RAM	带有储存卡 (RAM) 256 KB 到 64 MB
备用电池	√, 所有数据
典型执行时间	
以下各项的执行时间	
• 位指令	7.5 ns
• 字指令	7.5 ns
• 定点运算	7.5 ns
• 浮点运算	15 ns
定时器/计数器及其保持性	
S7 计数器	2048
• 保持性, 可组态	从 C 0 到 C 2047
• 默认值	从 C 0 到 C 7
• 计数范围	0 到 999
IEC 计数器	√
• 类型	SFB

S7 定时器	2048
• 保持性, 可组态	从 T 0 到 T 2047
• 默认值	无保持性定时器
• 时间范围	10 ms 到 9990 s
IEC 定时器	√
• 类型	SFB
数据区及其保持性	
总的保持性数据区 (包括位存储器、定时器和计数器)	总的工作存储器和装载存储器 (带备用电池)
位存储器	16 KB
• 保持性, 可组态	从 MB 0 到 MB 16383
• 预设保持性	从 MB 0 到 MB 15
时钟存储器	8 (1 个位存储器字节)
数据块	最多 16000 个 (预留 DB 0) 数值范围从 1 到 16000
• 大小	最大 64 KB
本地数据 (可组态)	最大 64 KB
• 默认值	32 KB
块	
OB	请参见指令列表
• 大小	最大 64 KB
无固定循环 OB 的数量	OB 1
日时钟中断 OB 数	OB 10、11、12、13、14、15、16、17
延时中断 OB 数	OB 20、21、22、23
循环中断数量	OB 30、31、32、33、34、35、36、37、38
过程中断 OB 数	OB 40、41、42、43、44、45、46、47
DPV1 中断 OB 数	OB 55、56、57
异步错误 OB 数	OB 80、81、82、83、84、85、86、87、88
背景 OB 数	OB 90

重新启动 OB 数	OB 100、102
同步错误 OB 数	OB 121、122
嵌套深度	
• 每个优先等级	24
• 错误 OB 中的附加块	2
SDB	最多 512 个
FB	最多 8000 个 数值范围从 0 到 7999
• 大小	最大 64 KB
FC	最多 8000 个 数值范围从 0 到 7999
• 大小	最大 64 KB
SDB	最多 2048 个
地址范围 (I/O)	
总 I/O 地址范围	16 KB/16 KB
• 分布式地址区	包括诊断地址和 I/O 接口地址等
MPI/DP 接口	2 KB/2 KB
DP 接口	8 KB/8 KB
过程映像	16 KB/16 KB (可组态)
• 默认值	1024 个字节/1024 个字节
• 过程映像分区数	最多 15 个
一致性数据, 通过 PROFIBUS 通过集成 PROFINET 接口	最大 244 个字节 最大 1024 个字节
访问过程映像中的一致性数据	√
数字通道	最多 131072 个/ 最多 131072 个
• 中央通道	最多 131072 个/ 最多 131072 个
模拟量通道	最多 8192 个/ 最多 8192 个

<ul style="list-style-type: none"> 中央通道 	最多 8192 个/ 最多 8192 个
组态	
中央控制器/扩展单元	最多 2/20
多值计算	-
插入式 IM 的数目 (总计)	最多 6 个
<ul style="list-style-type: none"> IM 460 	最多 6 个
<ul style="list-style-type: none"> IM 463-2 	最多 4 个, 仅单机模式
DP 主站的数目	
<ul style="list-style-type: none"> 已集成 	2
<ul style="list-style-type: none"> 通过 CP 443-5 Ext. 	最多 10 个
经由适配器外壳的插入式 S5 模块的数目 (在中央控制器中)	-
可操作的功能模块和通信处理器	
<ul style="list-style-type: none"> FM, CP (点对点) 请参见附录“S7-400H支持的功能模块和通信处理器 (页 459)” 	受插槽数和连接数的限制
<ul style="list-style-type: none"> CP 441 	受连接数的限制
<ul style="list-style-type: none"> PROFIBUS 和以太网 CP (包括 CP 443-5 Extended) 	最多 14 个, 其中最多可有 10 个 CP 作为 DP 主站
可连接的 OP 数	63
时间	
时钟	√
<ul style="list-style-type: none"> 缓存 	√
<ul style="list-style-type: none"> 精度 	1 ms
每日最大偏差	
<ul style="list-style-type: none"> 断电 (已备份) 	1.7 s
<ul style="list-style-type: none"> 通电 (未备份) 	8.6 s
运行小时计数器	16
<ul style="list-style-type: none"> 编号/编号范围 	0 到 15

• 取值范围	0 到 32767 小时 0 到 $2^{31} - 1$ 小时 (使用 SFC 101 时)
• 间隔	1 小时
• 保持性	√
时间同步	√
• 在 AS 中的 MPI 和 DP 上	作为主站或从站
通过 MPI 同步的系统中的时差	最大 200 ms
通过以太网同步的系统中的时差	最大 10 ms
S7 报警功能	
可登录的站数	
对于带 SFC 的块相关报警 (Alarm_S/SQ 和/或 Alarm_D/DQ)	119
对于带 SFB 的块相关报警 (Notify、Notify_8、Alarm、Alarm_8、Alarm 8P)	16
带 SFC 的块相关报警	√
• 同时激活的 Alarm_S/SQ 块或 Alarm_D/DQ 块	最多 1000 个
带 SFB 的块相关报警	√
• 用于 ALARM_8 块的通信作业数和用于 S7 通信的块数 (可选择)	最多 10000 个
• 默认值	1200
过程控制报警	√
可同时登录的归档数 (SFB 37 AR_SEND)	64
测试和调试功能	
状态/修改变量	√, 最多 16 个变量表
• 变量	输入/输出、位存储器、DB、分布式输入/输出、定时器、计数器
• 变量数	最多 70 个
强制	√
• 变量	输入/输出、位存储器、分布式输入/输出
• 变量数	最多 512 个

状态 LED	√, FRCE-LED
块状态	√, 同时最多 16 个块
单步	√
断点数	最多 16 个
诊断缓冲区	√
• 条目数	最多 3200 个 (可组态)
• 默认值	120
通信	
PG/OP 通信	√
路由	√
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	120, 包括为编程设备和 OP 各预留的一个为容错连接预留 62 个
S7 通信	√
• 每个作业的用户数据	最大 64 KB
• 其中的一致性部分	1 个变量 (462 个字节)
全局数据通信	-
S7 基本通信	-
S5 兼容的通信	使用 FC AG_SEND 和 AG_RECV, 最多通过 10 个 CP 443-1 或 443-5
• 每个作业的用户数据	最大 8 KB
• 其中的一致性部分	240 个字节
并行执行 AG_SEND/AG_RECV 作业的数量	最多 64/64, 请参见 CP 手册
标准通信 (FMS)	√, 通过 CP 和可装载的 FB
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	120, 包括为编程设备和 OP 各预留的一个共 62 个容错连接
通过 TCP/IP 的开放式 IE	
连接/访问点总数	最多 118 个
可能的端口号	1 到 49151

分配了参数但未指定端口号时，系统将自动分配一个范围在 49152 到 65534 之间的一个动态端口号	
预留的端口号	0 预留 TCP 20, 21 FTP TCP 25 SMTP TCP 102 RFC1006 UDP 135 RPC-DCOM UDP 161 SNMP_REQUEST UDP 34962 PN IO UDP 34963 PN IO UDP 34964 PN IO UDP 65532 NTP UDP 65533 NTP UDP 65534 NTP UDP 65535 NTP
TCP/IP	√, 通过集成的 PROFINET 接口和可装载的 FB
• 最大连接数	118
• 最大数据长度	32 KB
ISO-on-TCP	√, 通过集成的 PROFINET 接口或 CP 443-1/EX20/GX 20 和可装载的 FB
• 最大连接数	118
• 通过集成的 PROFINET 接口的最大数据长度	32 KB
• 通过 CP 443-1 的最大数据长度	1452 个字节
UDP	√, 通过集成的 PROFINET 接口和可装载的 FB
• 最大连接数	118
• 最大数据长度	1472 个字节
接口	
不可将 CPU 组态成 DP 从站	
第 1 个接口	
接口标识	X1
接口类型	已集成

物理组成	RS 485/Profibus
电气隔离	√
接口电源 (15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	MPI: 44, DP: 32 如果在网段中使用一个诊断中继器, 则将网段中的连接资源减 1。
功能	
• MPI	√
• PROFIBUS DP	DP 主站
MPI 模式下的第 1 个接口	
• 实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 传输速率	最大 12 Mbps
DP 主站模式下的第 1 个接口	
实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 恒定总线循环时间	-
• SYNC/FREEZE	-
• 启用/禁用 DP 从站	-
• 直接数据交换 (交叉通信量)	-
传输速率	最大 12 Mbps
DP 从站的数目	最多 32 个
每个接口的插槽数	最多 544 个

地址范围	最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出
每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注: <ul style="list-style-type: none"> • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 32 个从站上总数不能超过接口地址范围（最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出）。 	
第 2 个接口	
接口标识	X2
接口类型	已集成
物理组成	RS 485/Profibus
电气隔离	√
接口电源（15 V DC 到 30 V DC）	最大 150 mA
连接资源数	32, 该段中的一个诊断中继器将使连接资源数目减 1
功能	
• PROFIBUS DP	DP 主站
DP 主站模式下的第 2 个接口	
实用工具	
• PG/OP 通信	√
• 路由	√
• S7 通信	√
• 全局数据通信	-
• S7 基本通信	-
• 恒定总线循环时间	-
• SYNC/FREEZE	-
• 启用/禁用 DP 从站	-
• 直接数据交换（交叉通信量）	-

传输速率	最大 12 Mbps
DP 从站的数目	最多 125 个
每个接口的插槽数	最多 2173 个
地址范围	最大 8 KB 的输入/8 KB 的输出
每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注: <ul style="list-style-type: none"> • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 125 个从站上总数不能超过接口地址范围（最大 8 KB 的输入/8 KB 的输出）。 	
第 3 个接口	
接口标识	X5
接口类型	PROFINET
物理组成	以太网 RJ45 2 个端口（开关）
电气隔离	√
自动检测 (10/100 Mbps)	√
自动协商	√
自动跨接	√
介质冗余	√
系统冗余	√
<ul style="list-style-type: none"> • 线路中断时的典型切换时间 	200 ms (PROFINET MRP)
<ul style="list-style-type: none"> • 环中的最大节点数 	50
支持运行时更改 IP 地址	-
支持“保持激活”功能	√
功能	
<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET 	√

实用工具	
• PG 通信	√
• OP 通信	√
• S7 通信 最大可组态连接数 最大实例数	√ 120 个, 为编程设备和 OP 10000 各预留一个连接
• S7 路由	√
• PROFINET IO 控制器	√
• PROFINET 智能设备	-
• PROFINET CBA	-
开放式 IE 通信	
• 通过 TCP/IP	√
• ISO-on-TCP	√
• UDP	√
• 时间同步	√
PROFINET IO	
PNO ID (十六进制)	供应商 ID: 0x002A 设备 ID: 0x0102
集成的 PROFINET IO 控制器的数目	1
可连接 PROFINET IO 设备的数目	256
线路中 RT 的 可连接 IO 设备数	256 256
支持共享设备	-
地址范围	最大 8 KB 的输入/输出
子模块的数目	最多 8192 混合模块计两次
包含用户数据限定符在内的最大用户数据 长度	1440 个字节
包含用户数据限定符在内的最大用户数据 一致性	1024 个字节
发送时钟周期	250 μs、500 μs、1 ms、2 ms、4 ms

更新时间	250 μs、0.5 ms、1 ms、2 ms、4 ms、8 ms、16 ms、32 ms、64 ms、128 ms、256 ms 和 512 ms 最小值取决于为 PROFINET IO 设置的通信部分、IO 设备数和已组态的用户数据量。
S7 协议功能	
• PG 功能	√
• OP 功能	√
IRT (等时同步实时)	-
优先启动 加速 (ASU) 和快速启动模式 (FSU)	-
工具更换	-
更换 IO 设备而无需微型存储卡或 PG	√
第 4 个和第 5 个接口	
接口标识	IF1、IF2
接口类型	插入式同步模块 (FOC)
可使用的接口模块	同步模块 IF 960 (仅限在冗余模式下; 在单机模式下, 接口仍为空闲/被覆盖)
同步电缆的长度	最大 10 km
编程	
编程语言	LAD、FBD、STL、SCL、CFC、Graph、HiGraph®
指令集	请参见指令列表
嵌套层数	7
系统功能 (SFC)	请参见指令列表
每个网段中同时激活的 SFC 数量	
• SFC 59 "RD_REC"	8
• SFC 58 "WR_REC"	8
• SFC 55 "WR_PARM"	8
• SFC 57 "PARM_MOD"	1

• SFC 56 "WR_DPARM"	2
• SFC 13 "DPNRM_DG"	8
• SFC 51 "RDSYSST"	8
• SFC 103 "DP_TOPOL"	1
所有外部网段上激活的 SFC 总数可能是单个网段中的四倍。	
系统功能块 (SFB)	请参见指令列表
每个网段中同时激活的 SFB 数量	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53 "WRREC"	8
所有外部网段上激活的 SFB 总数可能是单个网段上的四倍。	
用户程序保护	密码保护
访问保护块	√, 使用 S7 Block Privacy
访问过程映像中的一致性数据	√
CiR 同步时间 (在单机模式下)	
总负载	60 ms
尺寸	
安装尺寸 W x H x D (mm)	50 x 290 x 219
所需槽数	2
重量	约 995 g
电压和电流	
S7-400总线的电流消耗 (5 V DC)	典型值1.6 A 最大 1.9 A
S7-400 总线上的电流损耗 (24 V DC) 24 V 电压时, CPU 没有任何电流损耗, 该电压只可用于 MPI/DP接口。	连接到 MPI/DP 接口的组件所消耗的总电流, 但每个接口 最大为 150 mA
输出到 DP 接口 (5 V DC) 的电流	最大 90 mA
备用电流	典型值为 180 μA (最高 40°C) 最大 1000 μA
最长备用时间	请参见参考手册“模块规范”中的章节 3.3。

CPU 的外部备用接入电压	5 V DC 到 15 V DC
功率损耗	典型值 7.5 W

20.5 存储卡的技术数据

数据

名称	订货号	5 V时的电流消耗	备用电流
MC 952/256 KB/RAM	6ES7952-1AH00-0AA0	典型值 35 mA 最大80 mA	典型值1 μ A 最大40 μ A
MC 952 / 1 MB / RAM	6ES7952-1AK00-0AA0	典型值40 mA 最大90 mA	典型值3 μ A 最大50 μ A
MC 952 / 2 MB / RAM	6ES7952-1AL00-0AA0	典型值45 mA 最大100 mA	典型值5 μ A 最大60 μ A
MC 952 / 4 MB / RAM	6ES7952-1AM00-0AA0	典型值45 mA 最大100 mA	典型值5 μ A 最大60 μ A
MC 952 / 8 MB / RAM	6ES7952-1AP00-0AA0	典型值45 mA 最大100 mA	典型值5 μ A 最大60 μ A
MC 952 / 16 MB / RAM	6ES7952-1AS00-0AA0	典型值100 mA 最大150 mA	典型值50 μ A 最大125 μ A
MC 952/64 MB/RAM	6ES7952-1AY00-0AA0	典型值100 mA 最大150 mA	典型值100 μ A 最大500 μ A
MC 952/1 MB/5 V 闪存	6ES7952-1KK00-0AA0	典型值40 mA 最大90 mA	–
MC 952/2 MB/5 V 闪存	6ES7952-1KL00-0AA0	典型值50 mA 最大100 mA	–
MC 952/4 MB/5 V 闪存	6ES7952-1KM00-0AA0	典型值40 mA 最大90 mA	–
MC 952/8 MB/5 V 闪存	6ES7952-1KP00-0AA0	典型值50 mA 最大100 mA	–
MC 952/16 MB/5 V 闪存	6ES7952-1KS00-0AA0	典型值55 mA 最大110 mA	–
MC 952/32 MB/5 V 闪存	6ES7952-1KT00-0AA0	典型值55 mA 最大110 mA	–

20.6 用于冗余I/O的FC和FB的运行时间

名称	订货号	5 V时的电流消耗	备用电流
MC 952/64 MB/5 V 闪存	6ES7952-1KY00-0AA0	典型值55 mA 最大110 mA	-
尺寸WxHxD (mm)	7.5 x 57 x 87		
重量	最大35 g		
EMC保护	按结构提供		

20.6 用于冗余I/O的FC和FB的运行时间

表格 20- 1 用于冗余I/O的块的运行时间

块	单机/单模式中的运行时间	冗余模式中的运行时间
FC 450 RED_INIT 模块的特性以启动为基础	2 ms + 300 μs /已组态的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。 一些模块的运行时间可能小于300 μs。 对于大量的冗余模块，该数值可能 > 300 μs。	-
FC 451 RED_DEPA	160 μs	360 μs
FB 450 RED_IN 从相应的顺序级中调用。	750 μs + 60 μs /当前TPA的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。 如果出现差异导致取消激活并登录到诊断缓冲区，则运行时间可能额外增加。 通过在FB RED_IN的各顺序级上执行激活操作可增加运行时间。根据顺序级中的模块数目，激活操作可以将FB RED_IN的运行时间提高0.4 ... 8 ms。 在一个模块总数超过370对的顺序级的冗余操作中，该运行时间可以增大8毫秒。	1000 μs + 70 μs/当前TPA的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。 如果出现差异导致取消激活并登录到诊断缓冲区，则运行时间可能额外增加。 通过在FB RED_IN的各顺序级上执行激活操作可增加运行时间。根据顺序级中的模块数目，激活操作可以将FB RED_IN的运行时间提高0.4 ... 8 ms。 在一个模块总数超过370对的顺序级的冗余操作中，该运行时间可以增大8毫秒。

块	单机/单模式中的运行时间	冗余模式中的运行时间
FB 451 RED_OUT 从相应的顺序级中调用。	650 μs + 2 μs/当前TPA的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。 少数模块的运行时间可能小于2 μs。 对于大量的冗余模块，该数值可能 > 2 μs。	860 μs + 2 μs/当前TPA的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。 少数模块的运行时间可能小于2 μs。 对于大量的冗余模块，该数值可能 > 2 μs。
FB 452 RED_DIAG	在OB 72中调用：160 μs 在OB 82、83、85中调用： 250 μs + 5 μs /已组态的模块对 在极端条件下，FB RED_DIAG的运行时间最多增大到1.5毫秒。 当工作DB大于或等于60KB且中断触发地址不属于冗余I/O时，出现这种情况。	在OB 72中调用：360 μs 在OB 82、83、85中调用： 430 μs (基本负载) + 6 μs /已组态的模块对 在极端条件下，FB RED_DIAG的运行时间最多增大到1.5毫秒。 当工作DB大于或等于60KB且中断触发地址不属于冗余I/O时，出现这种情况。
FB 453 RED_STATUS	160 μs + 4 μs/ 已组态模块对 * (模块对数目) 运行时间取决于正在使用的DB中搜索的模块的随机位置。 当模块地址不冗余时，对正在使用的整个DB进行搜索。这将导致最长的FB RED_STATUS运行时间。 模块对的数目基于所有输入(DI/AI)或所有输出(DO/AO)。	350 μs + 5 μs/ 已组态模块对 * (模块对数目) 运行时间取决于正在使用的DB中搜索的模块的随机位置。 当模块地址不冗余时，对正在使用的整个DB进行搜索。这将导致最长的FB RED_STATUS运行时间。 模块对的数目基于所有输入(DI/AI)或所有输出(DO/AO)。

说明

这些是参考值，不是绝对数值。在某些情况下，实际值可能与这些规范有所偏离。该总览旨在作为一个指南，帮助您评估RED_IO库对周期的影响。

20.6 用于冗余I/O的FC和FB的运行时间

冗余自动化系统的特性值

该附录提供了冗余自动化系统的特性值简介，同时根据所选组态显示了冗余组态的实际效果。

可以在SIMATIC FAQ中找到各种SIMATIC产品的MTBF概述，网址为：

<http://support.automation.siemens.com>

在条目ID 16818490下

A.1 基本原理

冗余自动化系统的量化评估通常基于可靠性和可用性参数。下面将详细描述这些参数。

可靠性

可靠性指技术设备在运行周期内实现其功能的能力。

通常如果任何组件发生故障，就不再是这种情况。

所以通常使用的可靠性措施是**MTBF** (平均故障间隔时间：**Mean Time Between Failure**)。可根据正在运行的系统参数或者通过计算所使用组件的故障率进行统计分析。

模块的可靠性

由于在设计和生产过程中采用了大量质量保证措施，因此SIMATIC组件的可靠性极高。

自动化系统的可靠性

冗余模块的使用显著延长了系统的MTBF。S7-400H

CPU结合了集成的高质量自检和错误检测机制，几乎允许检测和定位所有的错误。

S7-400H的MTBF由系统单元的**MDT (Mean Down Time: 平均停机时间)**确定

该时间实际上由错误检测时间加上修理或替换故障模块所用时间组成。

除了其它措施外，CPU还提供具有可调节测试周期的自检功能。

缺省测试周期为90分钟。该时间对错误检测时间有影响。模块化系统(例如，S7-400H)所需要的修复时间通常为4小时。

A.1 基本原理

平均停机时间(MDT)

系统的MDT由下列几项时间因素确定：

- 检测错误所要求的时间
- 查找错误原因所要求的时间
- 故障排除和重新启动系统所要求的时间

系统MDT是根据各个系统组件的MDT进行计算的。
组成系统的组件结构同样形成了计算的组成部分。

MDT和MTBF之间的相关性： $MDT \ll MTBF$

MDT数值对系统维护质量具有重大意义。最重要的因素为：

- 合格的人员
- 有效的后勤
- 用于高性能的诊断和错误识别工具
- 可靠的修复策略

下图显示了MDT对上述时间和因素的依赖性。

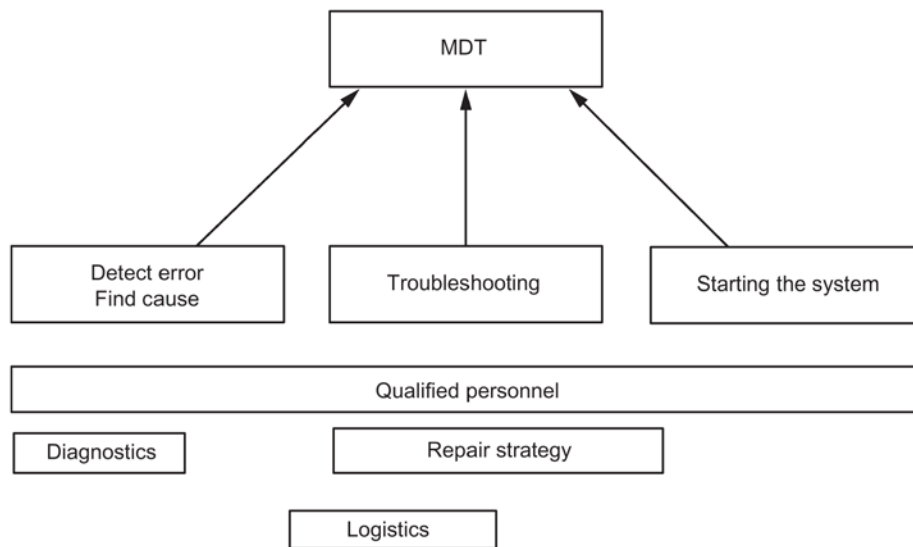


图 A-1 MDT

下图显示了计算系统的MTBF时所采用的参数。

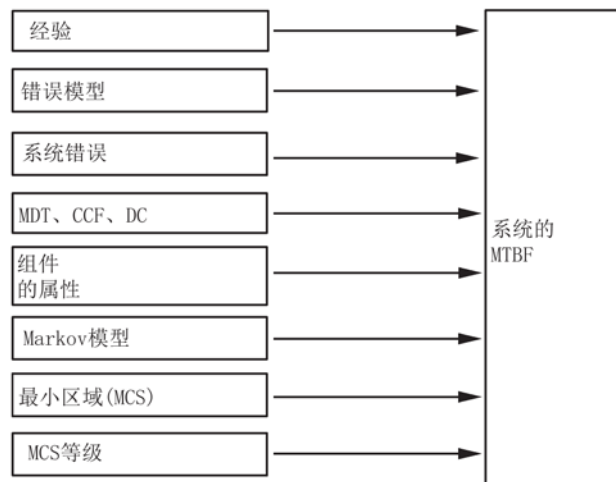


图 A-2 MTBF

要求

该分析假设下列成立：

- 所有组件的故障率和所有计算都基于平均温度40 °C。
- 系统安装和组态正确无误。
- 可以在本地获取所有替换件，避免由于缺少备件而延长修复时间。这将组件的MDT降低至最小。
- 单个组件的MDT为4小时。系统的MDT根据各个组件加上系统结构的MDT来计算。
- 组件的 MTBF 满足以下标准：
 - SN 29500
此项标准符合 MIL-HDBK 217-F。
 - IEC 60050
 - IEC 61709
- 使用各个组件的诊断范围进行计算。
- 根据系统组态，采用介于0.2%和2%之间的CCF因子。

共因故障(CCF)

共因故障(CCF)是由一个或多个事件引起的故障，这些事件同时会导致系统中的两个或更多通道或组件处于错误状态。CCF将导致出现系统故障。

A.1 基本原理

CCF可能由下列因素之一引起：

- 温度
- 湿度
- 腐蚀性
- 振动和震动
- 电磁干扰
- 静电放电
- RF干扰
- 一系列意外事件
- 操作错误

CCF因子定义CCF发生概率和任何其它错误发生概率之间的比值。

包含相同组件的系统的典型CCF因子范围为2% -

0.2%；包含不同组件的系统的典型CCF因子范围为1% - 0.1%。

在IEC 61508规定的范围内，使用介于0.02% - 5%之间的CCF因子计算MTBF。

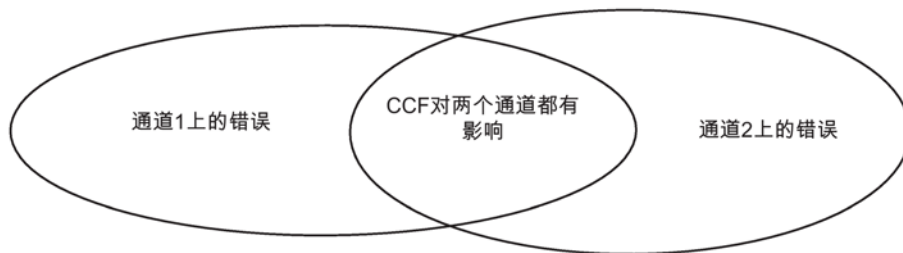


图 A-3 共因故障(CCF)

S7-400H的可靠性

使用冗余模块会按较大因子延长系统MTBF。 S7-400H CPU集成的高级自检和测试/消息功能允许检测和定位几乎所有错误。所计算的诊断范围为90%左右。

单机模式的可靠性由相应的故障率描述。 根据SN29500标准计算所有S7组件的故障率。

冗余模式下的可靠性通过所涉及组件的故障率来描述。 下文用术语“MTBF”表示。使用Markov模型描述和计算导致系统故障的故障组件组合。计算系统MTBF时应考虑诊断覆盖范围和共因因子。

可用性

可用性是系统在给定时刻操作的可能性。

可以通过冗余增大可用性，例如，通过使用冗余I/O模块，或在同一个采样点使用多个传感器。布置冗余组件的目的是确保系统操作性能不受单个组件故障的影响。

此处，可用性的一个重要元素就是详细的诊断显示。

系统的可用性以百分比表示。它由平均故障间隔时间(MTBF)和平均修复时间MTTR (MDT)定义。可以使用下列公式计算双通道(2选1)容错系统的可用性：

$$V = \frac{MTBF_{1v2}}{MTBF_{1v2} + MDT} 100\%$$

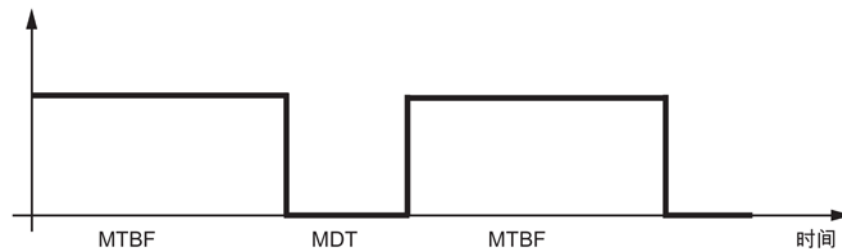


图 A-4 可用性

A.2 比较选定组态的MTBF

下列部分将系统与中央和分布式I/O相比较。

为计算设置下列系统条件。

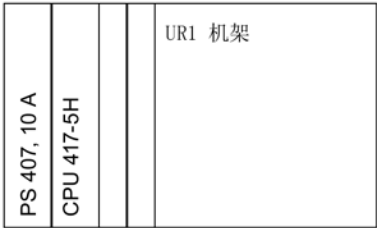
- MDT (平均停机时间) 4个小时
- 环境温度40度
- 确保缓冲区电压

A.2 比较选定组态的MTBF

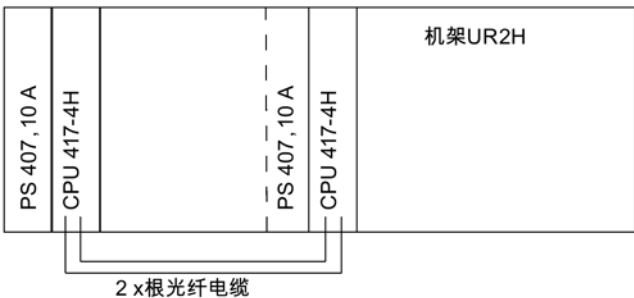
A.2.1 带有冗余 CPU 417-5H 的系统组态

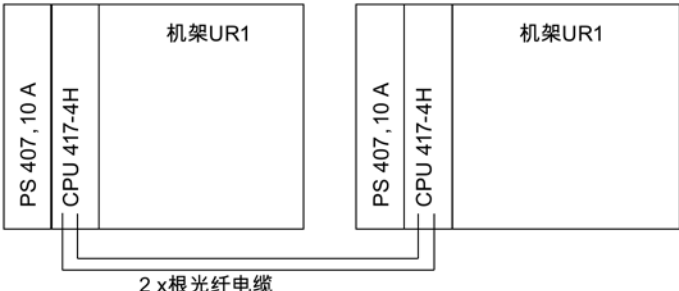
以下系统包括一个以独立模式运行的 CPU（如 417-5H），基于该系统可计算出一个参考因子，该因子定义了带有中央 I/O 的其它系统的系统 MTBF 与基准相比较的倍数。

处于单机模式的容错CPU

处于独立模式的容错 CPU（例如 417-5H）	因子
	1

不同机架中的冗余CPU

分开机架中的冗余 CPU 417-5H，CCF = 2%	因子
	约为 20

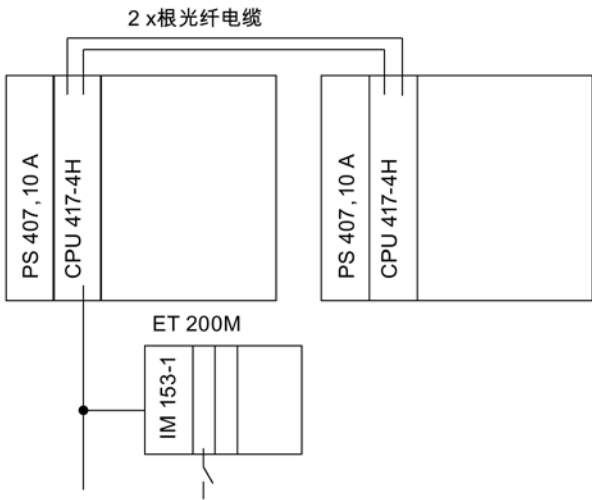
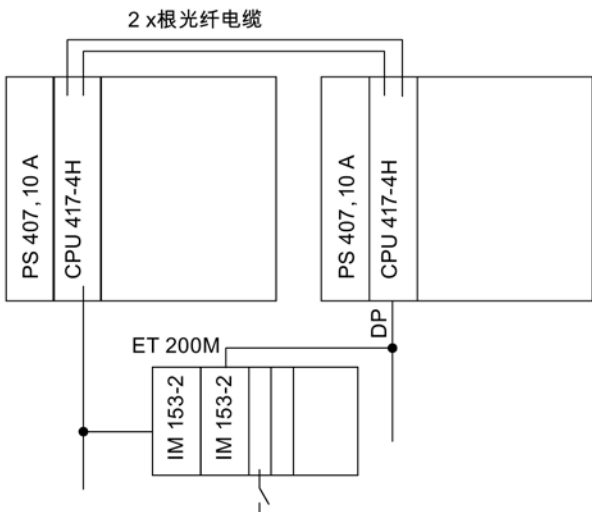
两个独立机架中的冗余 CPU 417-5H，CCF = 1%	因子
	约为 38

A.2.2 包含分布式 I/O 的系统组态

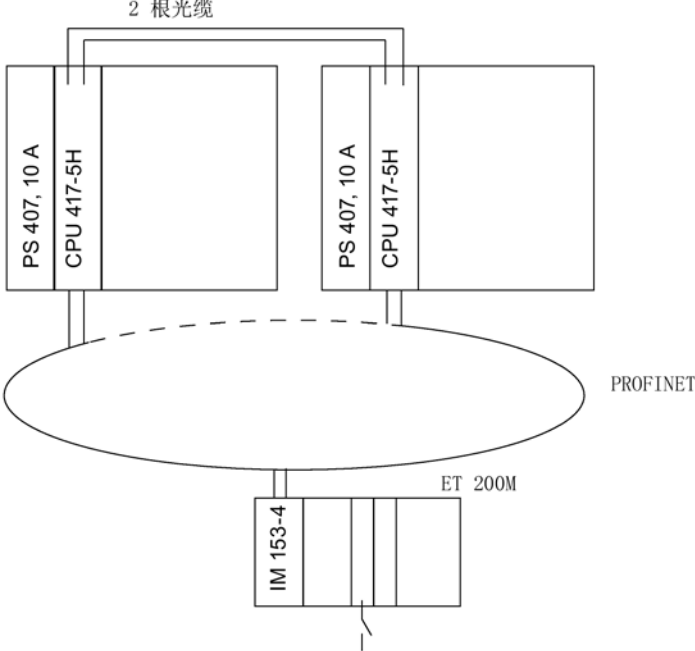
基于下述带有两个容错 CPU 417-5H 和单向 I/O 的系统可计算出一个参考因子，该因子规定了其它带有分布式 I/O 的系统的可用性与基本系统相比较的倍数。

您可以在章节使用单通道单向 I/O (页 171) 中找到 IM 的订货号。

带单通道、单向或双向 I/O 的冗余 CPU

单向分布式 I/O	基准系统
 <p>Diagram illustrating a redundant system with unidirectional distributed I/O. The system consists of two PS 407, 10 A power supplies and two CPU 417-4H controllers connected via two optical fibers (2 x 根光纤电缆). An ET 200M terminal block is connected to the system, with an IM 153-1 module.</p>	1
双向分布式 I/O, PROFIBUS DP, CCF = 2%	因子
 <p>Diagram illustrating a redundant system with bidirectional distributed I/O using PROFIBUS DP. The system consists of two PS 407, 10 A power supplies and two CPU 417-4H controllers connected via two optical fibers (2 x 根光纤电缆). An ET 200M terminal block is connected to the system, with two IM 153-2 modules.</p>	约为 15

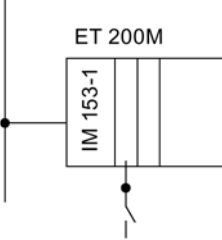
A.2 比较选定组态的MTBF

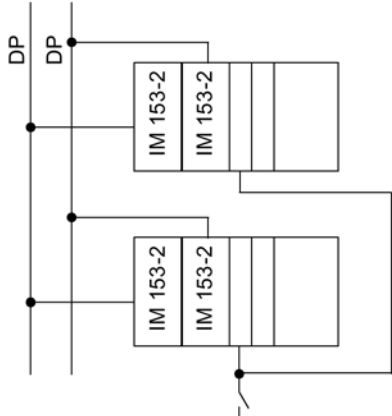
双向分布式 I/O, PROFINET, CCF = 2%	因子
 <p>2 根光缆</p> <p>PS 407, 10 A CPU 417-5H</p> <p>PROFINET</p> <p>ET 200M</p> <p>IM 153-4</p>	<p>约为 10</p>

如果过程允许任何设备发生故障，则估计值适用。

带冗余I/O的冗余CPU

比较只考虑 I/O 模块。

单通道、单向I/O	MTBF因子
 <p>ET 200M</p> <p>IM 153-1</p>	<p>1</p>

冗余 I/O	MTBF因子
	见下表

表A-1 冗余I/O的MTBF因子

模块	MLFB	MTBF 因子 CCF = 1%
数字量输入模块，分布式		
DI 24xDC24V	6ES7 3261BK000AB0	约为 5
DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7 3261RF000AB0	约为 5
DI16xDC24V，报警	6ES7 3217BH000AB0	约为 4
模拟量输入模块，分布式		
AI 6x13位	6ES7 336-1HE00-0AB0	约为 5
AI8x12位	6ES7 331-7KF02-0AB0	约为 5
数字量输出模块，分布式		
DO 10xDC24V/2A	6ES7 3262BF000AB0	约为 5
DO8xDC24V/2A	6ES7 322-1BF01-0AA0	约为 3
DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0	约为 3

总结

现在，已经有成百上千个冗余自动化系统在现场应用，应用组态各不相同。为了计算MTBF，可假设一个平均组态。

根据该领域的经验，采用 3000 年的 MTBF 具有 95% 的可靠性。

对于带有冗余 CPU 417-5H 的系统组态，计算出的系统 MTBF 值约为 230 年。

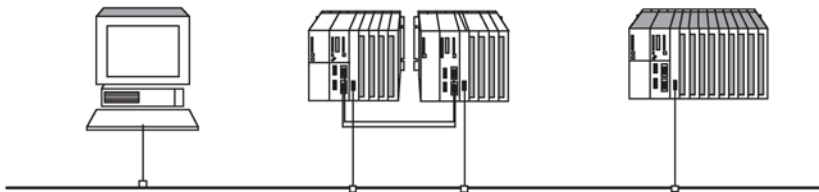
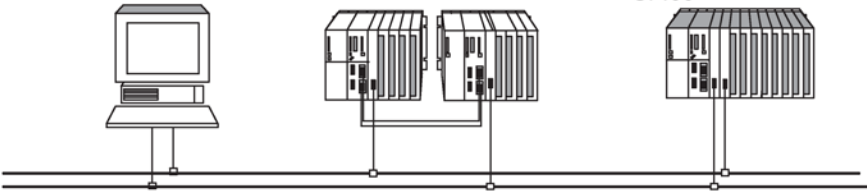
A.2 比较选定组态的MTBF

A.2.3 比较包含标准和容错通讯的系统组态

下一部分比较标准和容错通信，有关组态包含一个容错系统、工作在单机模式的一个容错CPU，以及一个单通道OS。

比较仅考虑CP和电缆通信组件。

具有标准和容错通信的系统

标准通信	基准系统
<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div data-bbox="287 655 383 680">OS工作站</div> <div data-bbox="555 655 689 680">S7-400H系统</div> <div data-bbox="845 655 1024 706">带容错CPU的S7400</div> </div> 	1
容错通信	因子
<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div data-bbox="287 1055 383 1081">OS工作站</div> <div data-bbox="555 1055 689 1081">S7-400H系统</div> <div data-bbox="845 1055 1024 1106">带容错CPU的S7400</div> </div> 	约为 80

单机操作

概述

此附录提供容错 CPU 独立运行信息。您将了解：

- 如何定义单机模式
- 何时要求单机模式
- 单机操作要考虑的事项
- 与容错有关的LED如何反应
- 如何组态容错CPU的单机操作
- 如何扩展以组成容错系统

有关组态和编程容错 CPU 时需考虑的与标准 S7-400 CPU 间的差异，请参见附录“容错系统和标准系统之间的区别 (页 455)”。

定义

单机操作表示在一个标准SIAMTIC-400站中使用一个容错CPU。

单机操作的原因

只有在使用容错CPU时才可能执行下述应用，因此这些应用不能使用标准S7-400 CPU。

- 使用容错连接
- S7-400F故障安全自动化系统的组态

故障安全用户程序只能在具有 F 运行系统许可证的容错 CPU 上编译执行（有关详细信息，请参见“*S7-400F 和 S7-400FH 自动化系统*”手册）。

说明

容错CPU的自测试也是在单机模式下完成的。

单机操作容错CPU时应考虑哪些问题

说明

在单机模式下操作容错CPU时，不能连接同步模块。机架号必须设置为“0”。

虽然与标准S7-400 CPU相比，容错CPU具有附加功能，但它不支持特殊功能。

因此，尤其是在编程自动化系统时，需要了解将要运行用户程序的CPU。

如果不经过改动，为标准S7-400

CPU编写的用户程序通常不会在处于单机模式的容错CPU上运行。

下表列出了处于单机模式和冗余模式的容错CPU在操作时的不同之处。

表 B-1 单机模式和冗余模式之间的区别

功能	处于单机模式的容错CPU	处于冗余系统模式的容错CPU
通过 IM 或适配器外壳连接 S5 模块	通过IM 4632	-
冗余错误OB (OB 70、OB 72)	√, 但没有调用	√
CPU 硬件故障 (OB 84)	检测和消除存储器错误之后	检测和消除存储器错误之后 两个CPU之间的冗余链接性能降低
SSL ID W#16#0232, 索引为 W#16#0004, 数据记录的“index”字中的字节 0	W#16#F8	单模式 W#16#F8或W#16#F9 冗余: W#16#F8 和 W#16#F1 或者 W#16#F9 和 W#16#F0
多 DP 主站模式	√	-
运行期间的系统修改	√, 参见“使用CiR在操作期间修改系统”手册说明。	√, 参见章节“操作期间的组件故障及更换 (页 263)”有关冗余操作的说明。
共享设备	√	-

容错指定的LED

下表给出REDF、IFM1F、IFM2F、MSTR、RACK0和RACK1 LED在单机模式下的响应。

LED	特性
REDF	熄灭
IFM1F	熄灭
IFM2F	熄灭
MSTR	亮
RACK0	亮
RACK1	熄灭

组态单机模式

要求：在冗余CPU中不得插入任何同步模块。

操作步骤：

1. 在项目中插入一个 **SIMATIC-400** 站。
2. 根据硬件配置，组态带有容错 CPU 的站。
对于单机操作，在一个标准机架中插入容错 CPU（在 SIAMTIC 管理器中“插入 > 站 > S7400站”(Insert > Station > S7-400 station in SIMATIC Manager)）。
3. 参数化容错 CPU 使用缺省值或自定义所需的参数。
4. 组态所需的网络和连接。对于单机操作，可以组态“容错 S7 连接”。

有关操作步骤的信息，请参见 SIMATIC 管理器中的帮助主题。

扩展为容错系统

说明

只有在未将奇数号分配给单机模式下的扩展单元时，才能将系统扩展为容错系统。

若将来要将容错CPU扩展成容错系统：

1. 打开一个新项目，然后插入一个容错站。
2. 从标准 SIMATIC-400 站上复制整个机架，并将它插入容错站两次。

3. 按要求插入子网。
 4. 按要求将DP从站从原单机项目中复制到容错站。
 5. 重新组态通信连接。
 6. 执行所需的所有更改，例如，插入单向 I/O。
- 有关项目组态信息，请参见“在线帮助”。

改变容错CPU的操作模式

更改容错 CPU 操作模式的步骤取决于要切换到的操作模式和为 CPU 组态的机架号。

从冗余模式改变为单机模式

1. 卸下同步模块
2. 卸下 CPU
3. 在 CPU 上设置机架号 0。
4. 安装 CPU。
5. 将包含单机组态的项目下载至 CPU。

从单机模式改变为冗余模式，机架号 0

1. 将同步模块插入到CPU中。
2. 运行无缓冲的循环加电（例如通过卸下和插入 CPU），或者将项目下载到已针对冗余模式进行了组态的 CPU。

从单机模式改变为冗余模式，机架号 1

1. 在 CPU 上设置机架号 1。
2. 安装 CPU。
3. 将同步模块插入到CPU中。

在单机模式下运行期间的系统修改

通过在运行期间进行系统修改，还可以在RUN模式下，在容错CPU上进行某些组态更改。步骤与标准CPU的相同。在此期间处理将暂停，但不会超过 2.5 秒（可参数化）。在此期间，过程输出保持当前值。尤其在过程控制系统中，这实际上对过程没有影响。另请参见手册“*通过 CiR 在运行期间修改系统*”。

仅支持在运行期间修改具有分布式I/O的系统。需按下图所示进行组态。为了清晰显示，图中只显示了一个 DP 主站系统和一个 PA 主站系统。

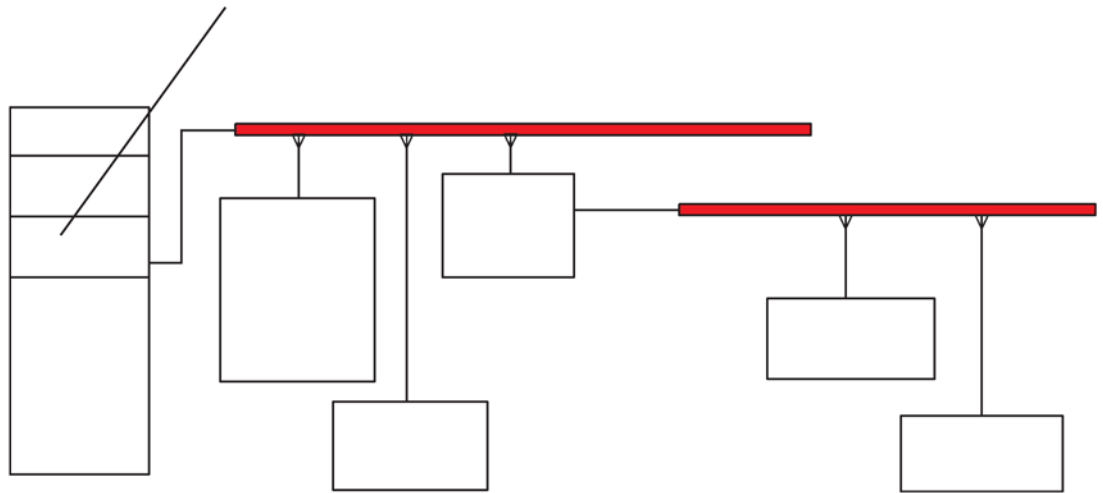


图 B-1 总览：为实现在运行期间修改系统的系统结构

运行期间修改系统的硬件要求

为了在运行期间修改系统，在调试阶段必须满足下列硬件要求：

- 使用 S7-400 CPU
- S7-400 H-CPU 只能处于单机模式
- 如果使用 CP 443-5Extended，固件版本必须为 V5.0 或更高版本。
- 要将模块添加到 ET 200M：使用 IM 153-2，MLFB 6ES7 153-2BA00-0XB0 或更高版本，或者使用 IM 153-2FO，MLFB 6ES7 153-2BB00-0XB0 或更高版本。
所安装的 ET 200M
还需有一条具有足够自由空间的有源背板总线，以便按计划进行扩展。包括 ET 200M，以使其符合 IEC 61158。
- 如果希望添加整个站： 确保具有所需的连接器、中继器等。
- 如果要添加 PA 从站（现场设备）： 在相应 DP/PA 连接器中使用 IM 157，MLFB 6ES7 157-0AA82-0XA00 或更高版本。

说明

您可以将支持运行期间修改系统的组件与那些不支持的组件随意进行组合。视所选组态而定，可能会存在一些限制，这些限制会影响可在运行期间进行系统修改的组件。

运行期间修改系统的软件要求

为了在运行期间进行修改，必须编写用户程序，使得诸如站故障或模块错误不会导致 CPU 转入 STOP 状态。

系统修改总览：概述

可在运行期间进行以下系统修改：

- 添加带有模块化 DP 从站 ET 200M、ET 200S 和 ET 200iS 的组件或模块，只要它们符合 IEC 61158
- 在 ET 200M、ET 200S 和 ET 200iS 模块化从站的模块或子模块中使用以前未使用的通道
- 向现有 DP 主站系统添加 DP 从站
- 向现有 PA 主站系统添加 PA 从站（现场设备）
- 在 IM 157 的下游添加 DP/PA 耦合器
- 向现有 DP 主站系统添加 PA 连接器（包括 PA 主站系统）
- 将所添加的模块分配到过程映像分区
- 更改 I/O 模块的参数设置，例如，选择不同的中断限制
- 撤消更改：可再次卸下之前添加的模块、子模块、DP 从站和 PA 从站（现场设备）

容错系统和标准系统之间的区别

在使用容错CPU组态和编程容错自动化系统时，必须考虑到它与标准S7-400 CPU有许多区别。与标准S7-400

CPU相比，容错CPU具有更多函数，但它并不支持专用函数。

当希望在容错CPU上运行为标准S7-400 CPU创建的程序时，尤其需要注意这一点。

下面总结了容错系统编程与标准系统编程的不同之处。

有关差异的详细信息，请参见附录单机操作 (页 449)。

在用户程序中使用任何受影响的调用(OB和SFC)时，都需要相应地调整程序。

容错系统的附加功能

功能	附加编程
冗余错误OB	<ul style="list-style-type: none"> • I/O冗余错误OB (OB 70) • CPU冗余错误OB (OB 72) 有关详细信息，请参见《系统和标准函数》参考手册。
CPU硬件故障	根据组态，当两个 CPU 之间的冗余链接性能降低时，也调用 OB 82 或 OB 84。
OB启动信息和诊断缓冲区条目中的附加信息	指定机架号和CPU (主站/备用站)。可以在程序中判断此附加信息。
容错系统SFC	可以使用SFC 90 “H_CTRL”控制容错系统中的进程。
容错通信连接	已经组态了容错连接，不需要进一步编程。 使用容错连接时，可以使用用于已组态连接的SFB。
自检	自动执行自检，不要求进一步编程。
高质量RAM测试	在未缓冲上电后，CPU执行高质量RAM测试。
双向I/O	不需要附加编程，请参见使用单通道双向I/O (页 173)小节。
读取同步模块的类型和序列号	如何读取存储卡的序列号。

功能	附加编程
系统状态列表中的信息	<ul style="list-style-type: none"> • 还可以使用SSL ID W#16#0019从部分列表获取容错系统特定LED的数据记录。 • 还可以使用SSL ID W#16#0222从部分列表获取冗余错误OB的数据记录。 • 可使用SSL ID W#16#xy71从部分列表获取有关容错系统当前状态的信息。 • 还可以使用SSL ID W#16#0174从部分列表获取容错系统特定LED的数据记录。 • 具有SSL ID W#16#xy75的部分列表提供有关容错系统和双向DP从站之间的通信状态的信息。
更新监视	<p>操作系统监视下列四个可组态定时器：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 最大周期延长 • 最大通信延迟 • 优先级大于15的最大禁止时间 • 最小I/O保持时间 <p>为此，不需要任何附加编程。 更多详细信息，请参考链接和更新 (页 141)一章。</p>
SSL ID W#16#0232，索引为W#16#0004，数据记录的“index”字 中的字节0	<p>处于单机模式的容错CPU W#16#F8</p> <p>处于单模式的容错CPU： W#16#F8或W#16#F9</p> <p>处于冗余模式的容错CPU： W#16#F8和W#16#F1或 W#16#F9和W#16#F0</p>

与标准CPU相比，容错CPU的限制

功能	容错CPU的限制
热启动	不能进行热启动。OB 101不可行
多值计算	不能进行多重计算。不支持OB 60和SFC 35。
不装载组态启动	不能在未装载组态的情况下启动。
背景OB	不支持OB 90。

功能	容错CPU的限制
多DP主站模式	容错CPU不支持冗余模式下的多DP主站模式
DP从站之间的直接通信	无法在STEP 7中组态
DP从站的恒定总线周期	容错系统中的DP从站没有恒定的总线周期时间
DP从站同步	不支持同步DP从站组。 不支持SFC 11 “DPSYC_FR”。
禁止和启用DP从站	不能禁用和启用DP从站。 不支持SFC 12 “D_ACT_DP”。
运行时响应	CPU 41x-5H 的命令执行时间比相应的标准 CPU 略长（请参见 <i>S7-400 指令列表</i> 和 <i>S7-400H 指令列表</i> ）。对于时间临界的应用，必须考虑这点。可能需要增大扫描周期监视时间。
DP周期	CPU 41x-5H 的 DP 周期比相应的标准 CPU 略长。
延迟和禁止	更新期间： <ul style="list-style-type: none"> • 用于数据记录的异步SFC被否定确认。 • 消息被延迟。 • 首先，最高优先级为15的所有优先级均被延迟。 • 通信作业被拒绝或被延迟 • 最后，所有优先级都被禁止 欲知更详细的信息，请参考第7章。
使用面向符号的消息(SCAN)	不能使用面向符号的消息。
全局数据通信	不能进行GD通信(既不能以循环方式也不能通过调用系统功能SFC 60“GD_SND”和SFC 61“GD_RCV”来进行)。
S7 基本通信	不支持用于基本通信的通信功能(SFC)。
S5连接	不能通过适配器外壳连接S5模块。 只在单机模式中支持通过IM 463-2连接S5模块。
作为DP从站的CPU	不可能
作为智能设备的 CPU	不可能
使用SFC 49“LGC_GADR”	正在冗余模式中操作S7-400H自动化系统。 如果在LADDR参数中声明双向DP从站的模块的逻辑地址并调用SFC 49，则RACK参数的高位字节返回激活通道的DP主站系统ID。 如果无激活通道，则功能输出属于主CPU的DP主站系统的ID。

功能	容错CPU的限制
使用SSL_ID=W#16#xy91调用SFC 51“RDSYSST”	不能使用SFC 51“RDSYSST”读取下列SSL部分列表的数据记录： <ul style="list-style-type: none"> • SSL_ID=W#16#0091 • SSL_ID=W#16#0191 • SSL_ID=W#16#0291 • SSL_ID=W#16#0391 • SSL_ID=W#16#0991 • SSL_ID=W#16#0E91
Web 服务器	未集成
PROFINET CBA	不可能
IRT	不可能
PN 等时同步模式	不可能
工具更换器	不可能
快速启动	不可能
使用外部 PN 控制器	不可能

参见

S7400H的系统状态和运行状态 (页 123)

S7-400H支持的功能模块和通信处理器

可以在 S7-400H 自动化系统上使用下列功能模块 (FM) 和通信处理器 (CP)。

说明

各模块可能还有其它限制。请参见相关产品信息和 FAQ 或 SIMATIC NET 新闻中的信息。

可集中式使用的 FM 和 CP

模块	订货号	版本	单向	冗余
计数器模块 FM 450	6ES7 4501AP000AE0	产品版本 V2 及更高版本	√	-
功能模块 FM 458-1 DP	6DD 1607-0AA1	固件版本 V1.1.0 及更高版本	√	-
	6DD 1607-0AA2	固件版本 V2.0.0 及更高版本	√	-
通信处理器 CP 441-1 (点对点连接)	6ES7 4411AA020AE0	产品版本 V2 及更高版本	√	-
	6ES7 441-1AA03- 0AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本		
	6ES7 441-1AA04- 0AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本		

模块	订货号	版本	单向	冗余
通信处理器 CP 441-2 (点对点连接)	6ES7 4412AA020AE0	产品版本 V2 及更高版本		
	6ES7 441-2AA03- 0AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本		
	6ES7 441-2AA04- 0AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本		
	6ES7 441-2AA03- 0AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本	√	-
通信处理器 CP 4431 Multi (工业以太网, TCP/ISO 传输)	6GK7 4431EX100XE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V2.7.3 及更高版本	√	√
	6GK7 4431EX110XE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V2.7.3 及更高版本	√	√
通信处理器 CP 443-1 Multi (工业以太网 ISO 和 TCP/IP, 2 端口交换机) 无PROFINET IO和PROFINET CBA	6GK7 443-1EX20- 0XE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V2.1 及更高版本	√	√
	6GK7 443-1GX20- 0XE0 不允许通过千兆位端口 进行 S7 连接	产品版本 V3 及更高版本 固件版本 V2.0 及更高版本	√	√
通信处理器 CP 443-1 Multi (工业以太网 ISO 和 TCP/IP, 4 端口交换机, 千兆位端口)	6GK7 443-1GX30- 0XE0	产品版本 V1 及更高版本 自固件版本 V3.0 及更高版本	√	√

模块	订货号	版本	单向	冗余
通信处理器 CP 443-5 Basic (PROFIBUS; S7 通信)	6GK7 4435FX010XE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V3.1 及更高版本	√	√
	6GK7 443-5FX02- 0XE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V3.2 及更高版本	√	√
通信处理器 CP 443-5 Extended (PROFIBUS; PROF IBUS DP 上的主站) ¹⁾	6GK7 4435DX020XE0	产品版本 V2 及更高版本 固件版本 V3.2.3 及更高版本	√	√
通信处理器 CP 443-5 Extended (PROFIBUS DPV1) ^{1) 2)}	6GK7 443-5DX03- 0XE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V5.1.4 及更高版本	√	√
通信处理器 CP 443-5 Extended (PROFIBUS DPV1) ^{1) 2)}	6GK7 443-5DX04- 0XE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V6.0 及更高版本	√	√
	6GK7 443-5DX05- 0XE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V7.1 及更高版本	√	√

1) 只有这些模块才能用作 PROFIBUS DP 上的外部主站接口。

2) 作为外部 DP 主站接口模块 (符合 IEC 61158/EN 50170) 时, 这些模块支持 DPV1。

用于分布式单向使用的FM和CP

说明

当S7-400H处于分布式和单向模式时, 可以使用为ET 200M发布的所有FM和CP。

用于分布式双向使用的FM和CP

模块	订货号	版本
通信处理器 CP 3411 (点对点连接)	6ES7 341-1AH00-0AE0 6ES7 341-1BH00-0AE0 6ES7 341-1CH00-0AE0	产品版本 V3 及更高版本
	6ES7 341-1AH01-0AE0 6ES7 341-1BH01-0AE0 6ES7 341-1CH01-0AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本
	6ES7 341-1AH02-0AE0 6ES7 341-1BH02-0AE0 6ES7 341-1CH02-0AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V2.0.0 及更高版本
通信处理器 CP 3422 (ASI 总线接口模块)	6GK7 3422AH010XA0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.10 及更高版本
通信处理器 CP 3432 (ASI 总线接口模块)	6GK7 3432AH000XA0	产品版本 V2 及更高版本 固件版本 V2.03 及更高版本
计数器模块 FM 350-1	6ES7 350-1AH01-0AE0 6ES7 350-1AH02-0AE0	产品版本 V1 及更高版本
计数器模块 FM 350-2	6ES7 3502AH000AE0	产品版本 V2 及更高版本
控制模块 FM 355 C	6ES7 3550VH100AE0	产品版本 V4 及更高版本
控制模块 FM 355 S	6ES7 3551VH100AE0	产品版本 V3 及更高版本
高速布尔型处理器 FM 352-5	6ES73525AH000AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本

模块	订货号	版本
控制模块 FM 355-2 C	6ES7 3550CH000AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本
控制模块 FM 355-2 S	6ES7 3550SH000AE0	产品版本 V1 及更高版本 固件版本 V1.0.0 及更高版本

说明

成对出现的单向或双向功能和通信模块

在容错系统中是不同步的，例如，两个相同的FM
450模块在单向模式下运行时，其计数器状态不同步。

冗余I/O的连接实例

E.1 SM 321; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 3211BH020AA0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个SM 321; DI 16 x DC 24 V。编码器连接到通道0。

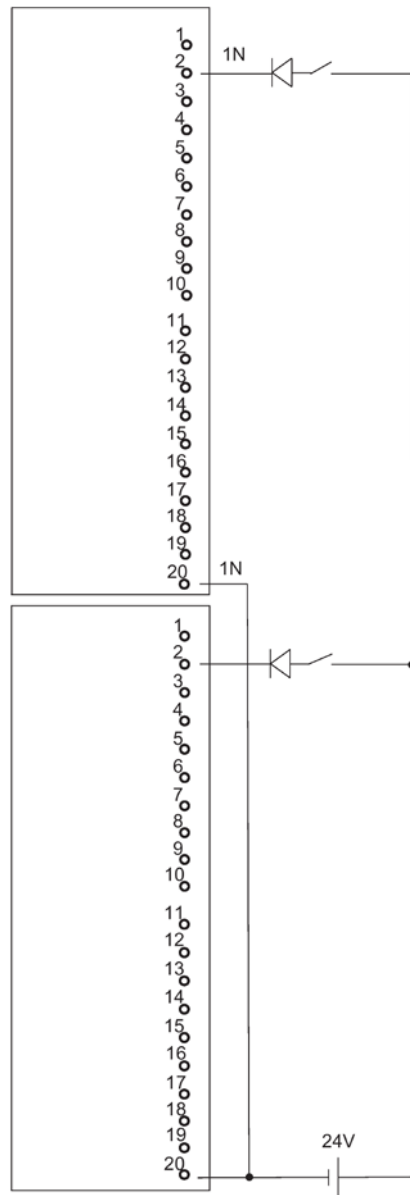


图 E-1 SM 321互连实例; DI 16 x DC 24 V

E.2 SM 321; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 3211BL000AA0

下图显示了两个冗余编码器对与两个冗余SM 321; DI 32 x DC 24 V之间的连接。编码器分别连接到通道0和通道16。

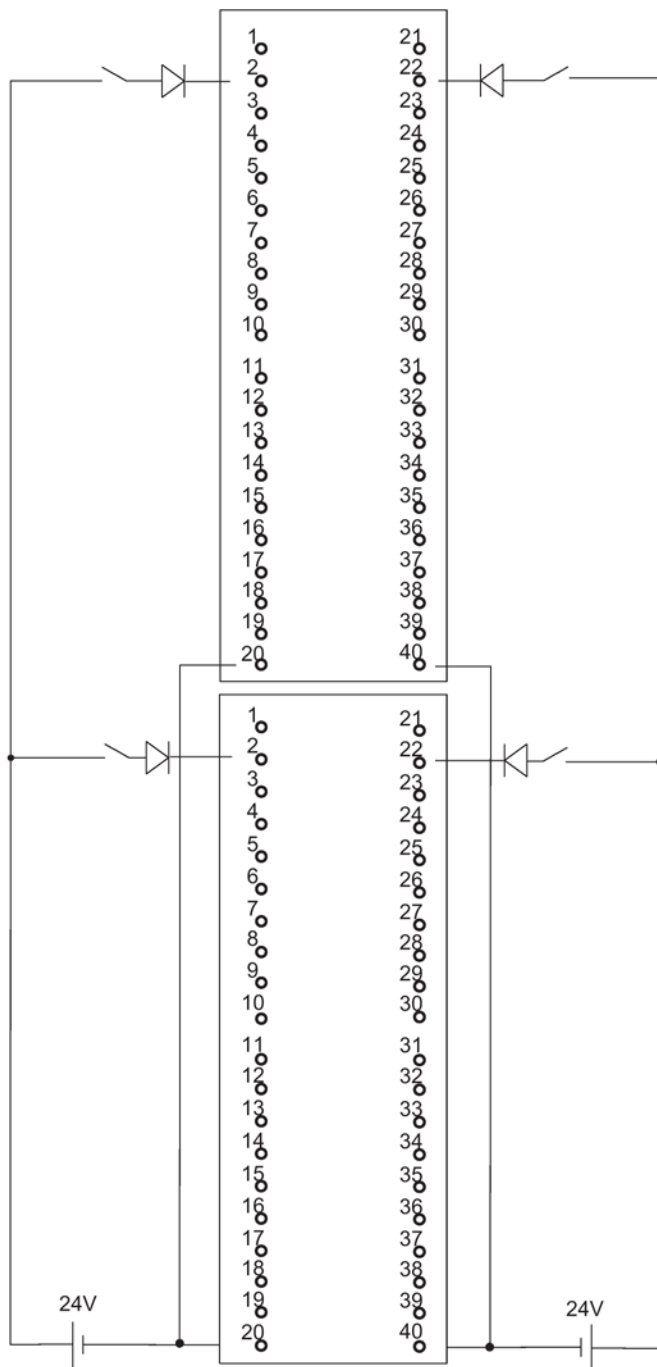


图 E-2 SM 321互连实例; DI 32 x DC 24 V

E.3 SM 321; DI 16 x AC 120/230V, 6ES7 321-1FH00-0AA0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个SM 321; DI 16 x AC 120/230 V。编码器连接到通道0。

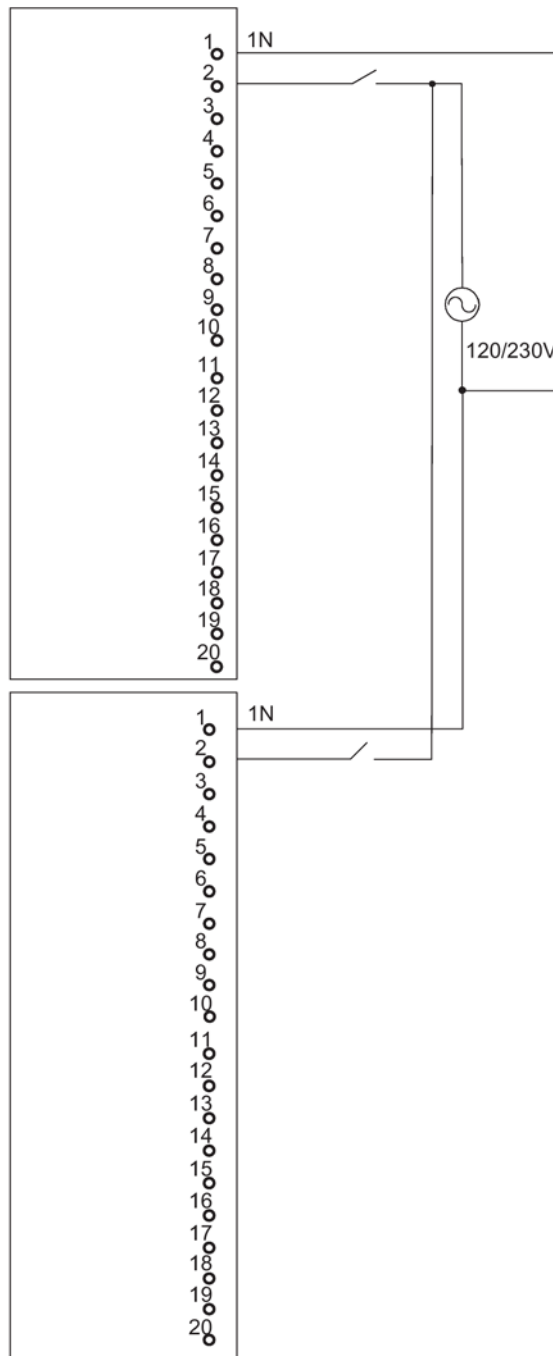


图 E-3 SM 321互连实例; DI 16 x AC 120/230 V

E.4 SM 321; DI 8 x AC 120/230 V, 6ES7 3211FF010AA0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个SM 321; DI 8 x AC 120/230 V。编码器连接到通道0。

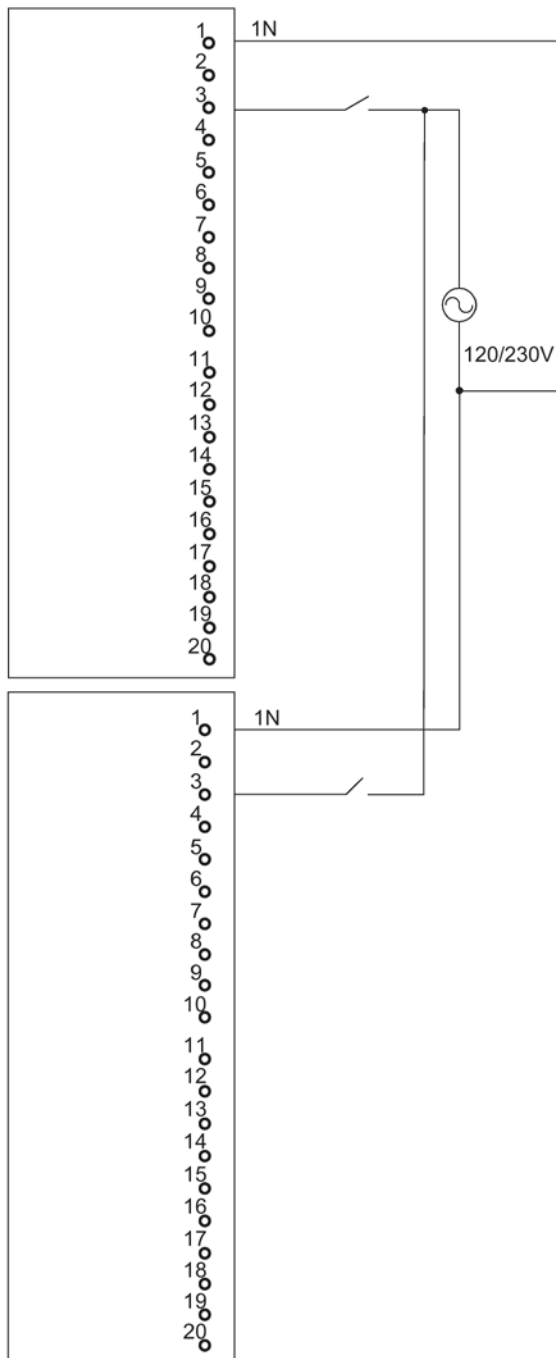


图 E-4 SM 321互连实例; DI 8 x AC 120/230 V

E.5 SM 321; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 321-7BH00-0AB0

下图显示了将两个冗余编码器对连接到两个SM 321; DI 16 x DC 24 V。
编码器连接到通道0和8。

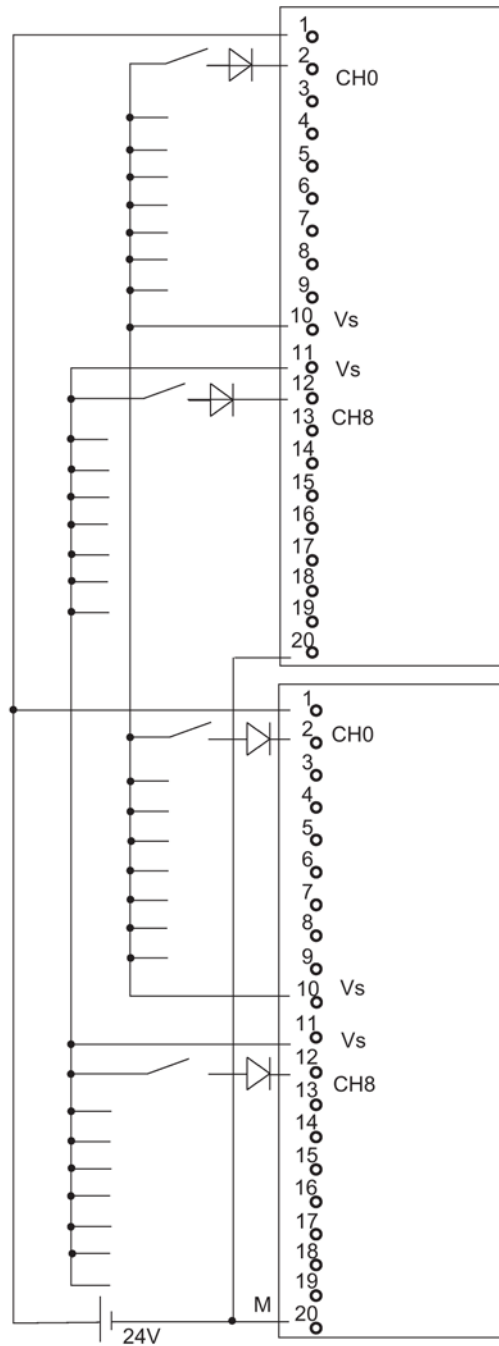


图 E-5 SM 321互连实例; DI 16 x DC 24V

E.6 SM 321; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 321-7BH01-0AB0

下图显示了将两个冗余编码器对连接到两个SM 321; DI 16 x DC 24 V。编码器连接到通道0和8。

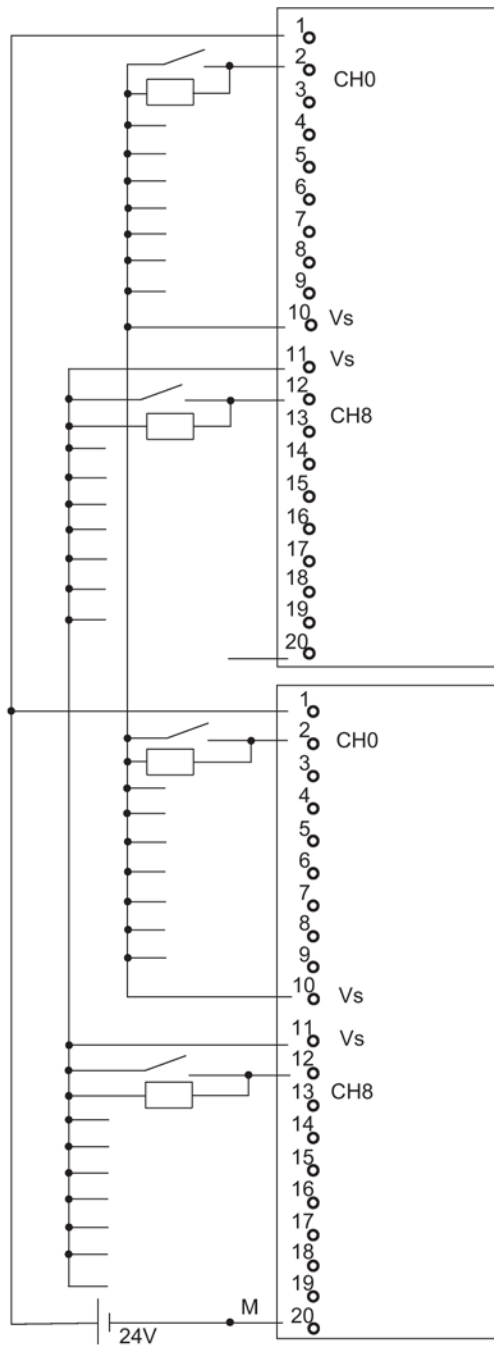


图 E-6 SM 321互连实例; DI 16 x DC 24V

E.7 SM 326; DO 10 x DC 24V/2A, 6ES7 326-2BF01-0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个冗余SM 326; DO 10 x DC 24V/2A。
执行器连接到通道1。

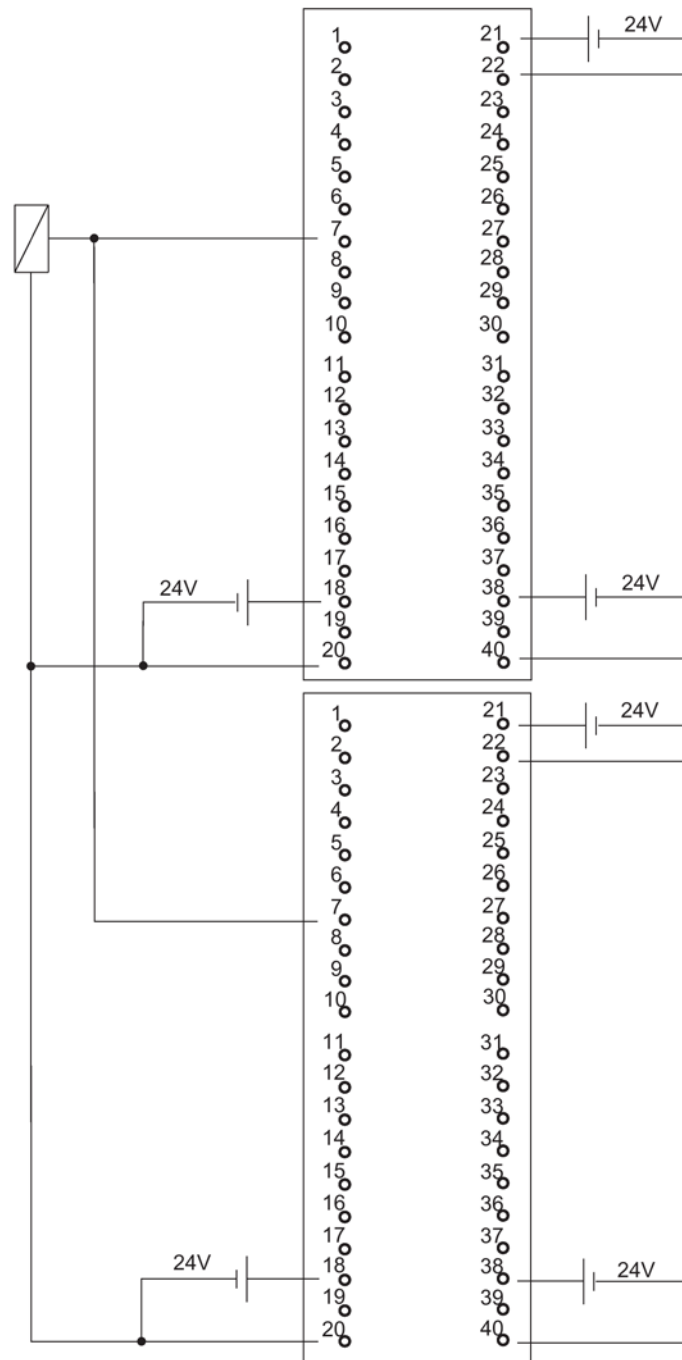


图 E-7 SM 326; DO 10 x DC 24V/2A互连示例

E.8 SM 326; DI 8 x NAMUR, 6ES7 3261RF000AB0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个冗余SM 326; DI 8 x NAMUR。编码器连接到通道4。

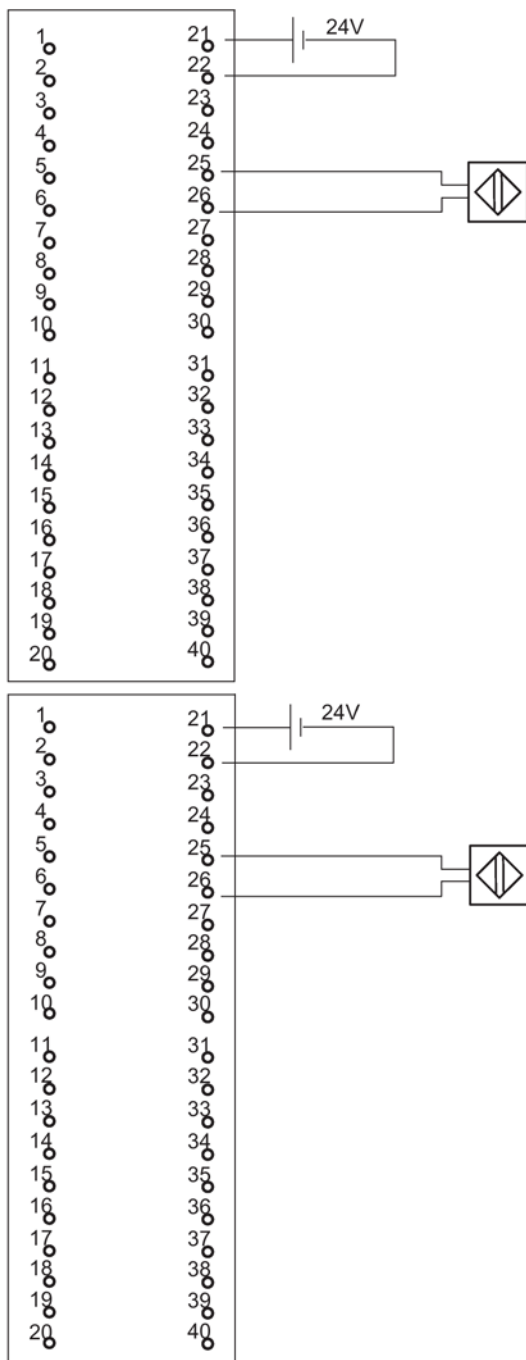


图 E-8 SM 326互连实例; DI 8 x NAMUR

E.9 SM 326; DI 24 x DC 24 V, 6ES7 3261BK000AB0

下图显示了一个编码器与两个冗余SM 326; DI 24 x DC 24 V之间的连接。编码器连接到通道13。

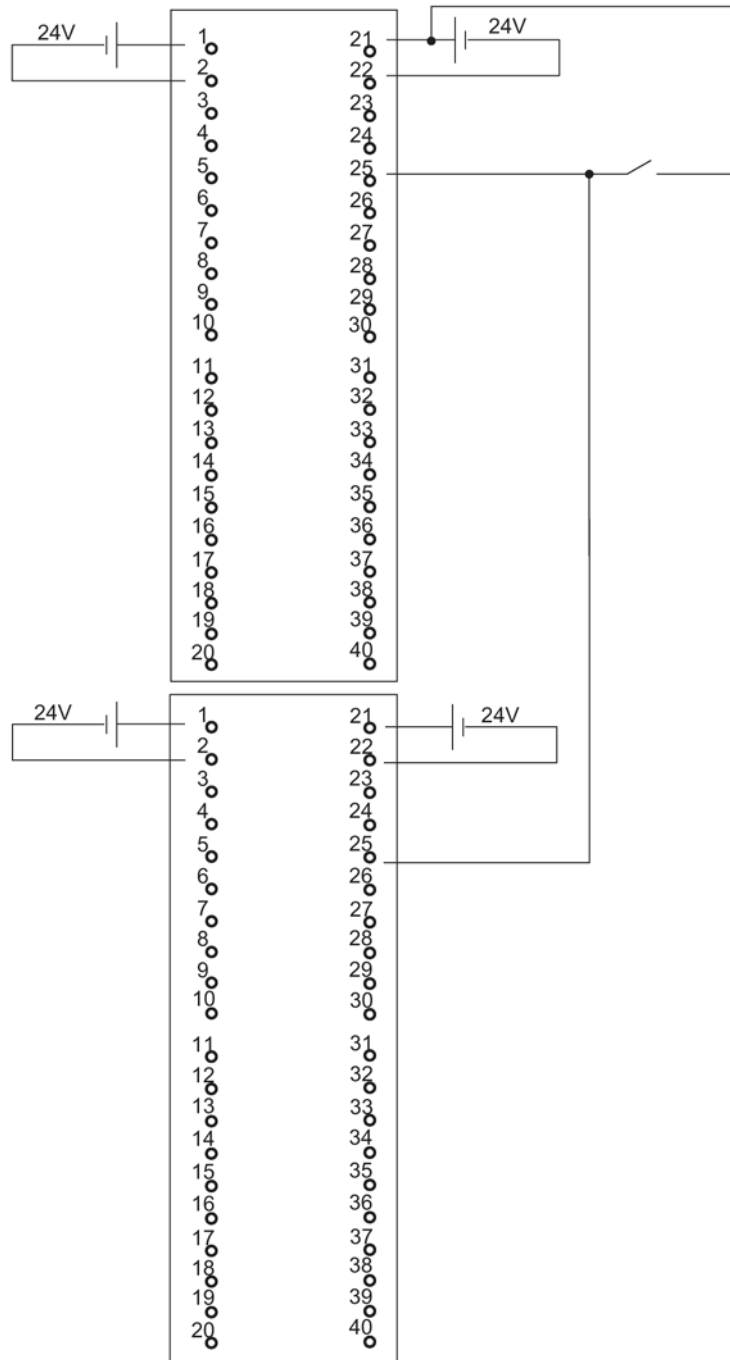


图 E-9 SM 326互连实例; DI 24 x DC 24 V

E.10 SM 421; DI 32 x UC 120 V, 6ES7 4211EL000AA0

下图显示了一个冗余编码器与两个SM 421; DI 32 x UC 120 V之间的连接。编码器连接到通道0。

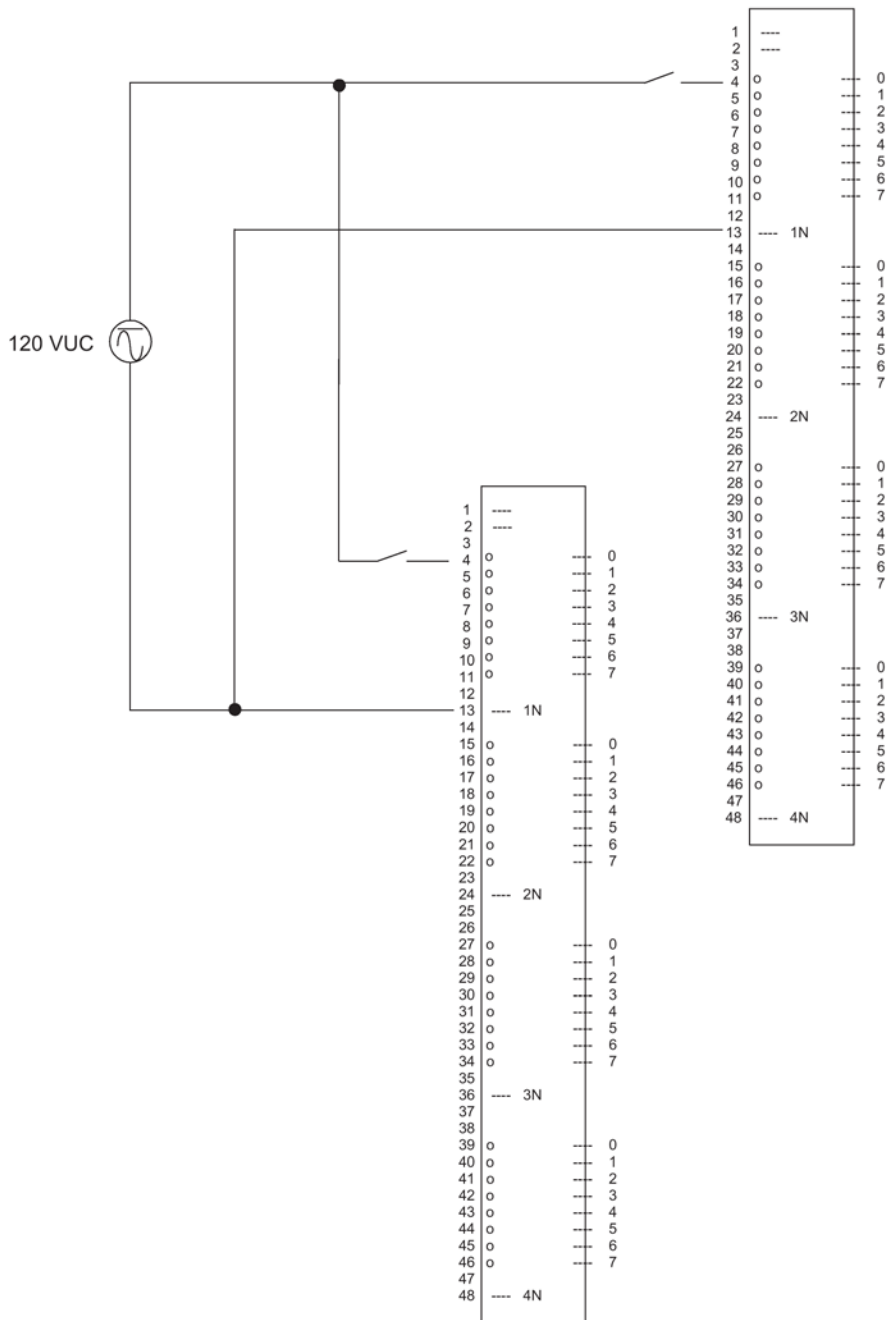


图 E-10 SM 421互连实例; DI 32 x UC 120 V

E.11 SM 421; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 4217BH010AB0

下图显示了两个冗余编码器对与两个 SM 421; DI 16 x 24 V之间的连接。编码器连接到通道0和通道8。

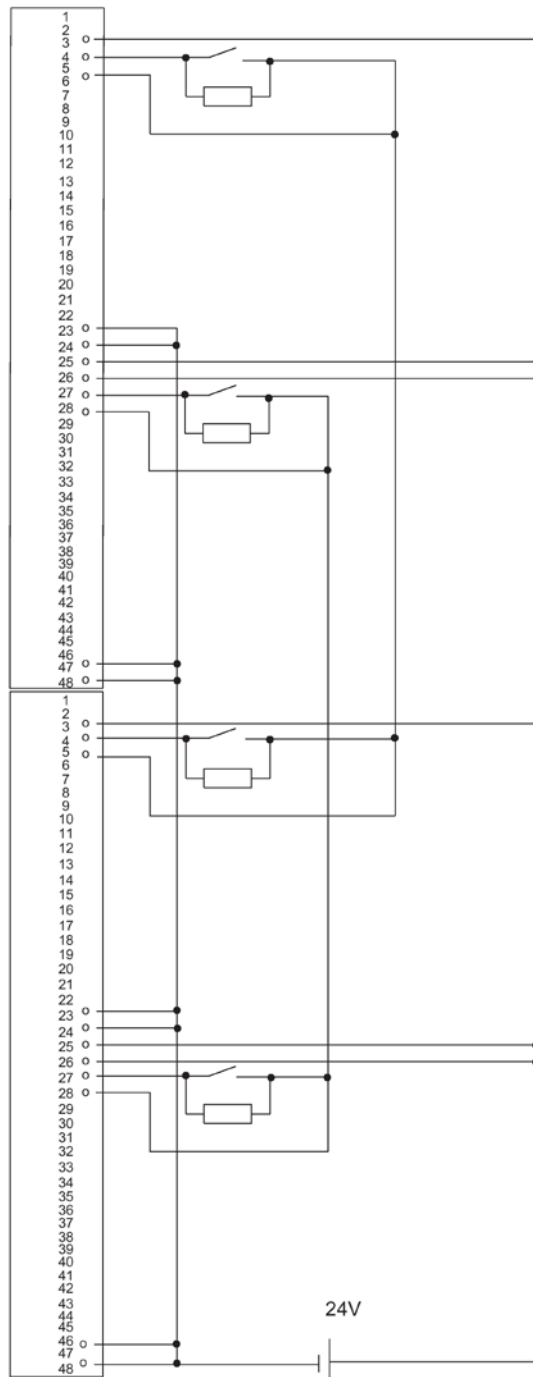


图 E-11 SM 421互连实例; DI 16 x 24 V

E.12 SM 421; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 4211BL000AB0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个 SM 421; DI 32 x 24 V。编码器连接到通道0。

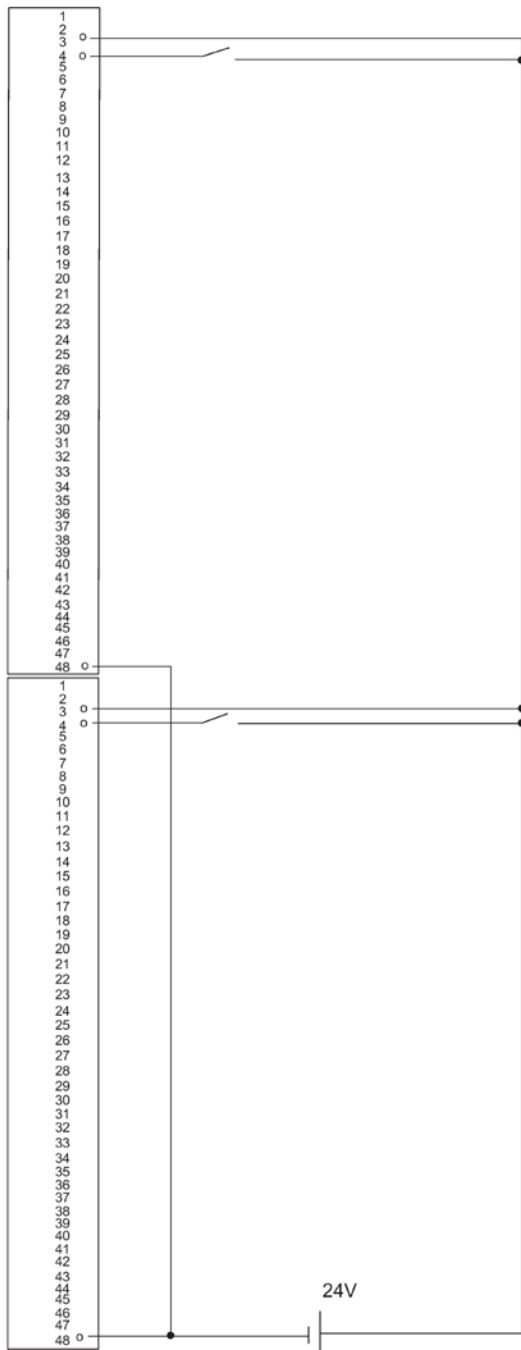


图 E-12 SM 421互连实例; DI 32 x 24 V

E.13 SM 421; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 4211BL010AB0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个 SM 421; DI 32 x 24 V。编码器连接到通道0。

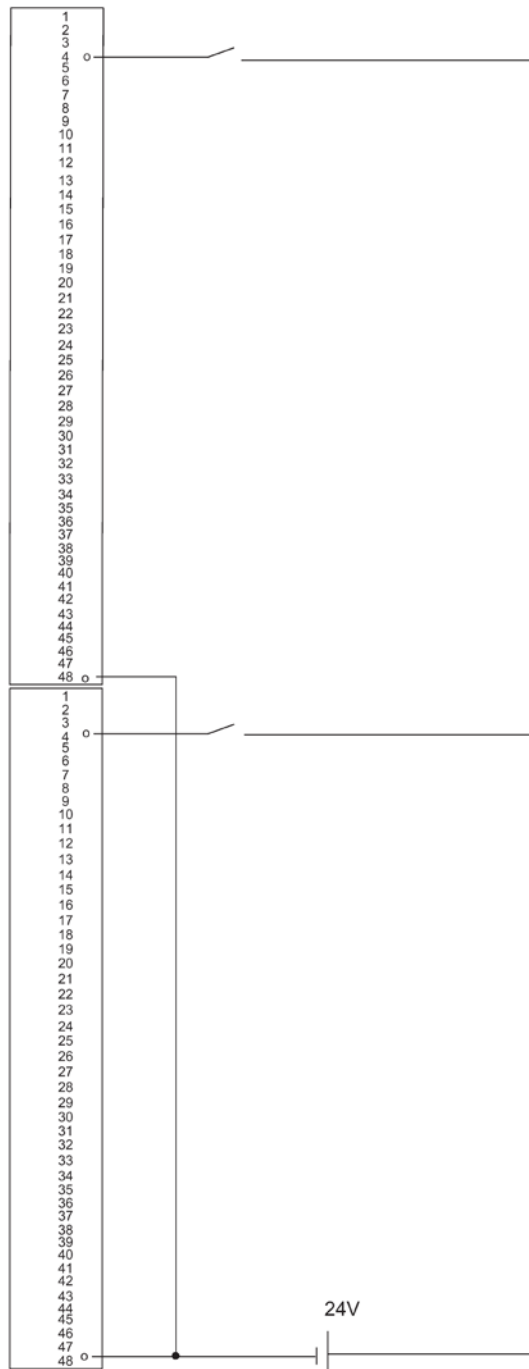


图 E-13 SM 421互连实例; DI 32 x 24 V

E.14 SM 322; DO 8 x DC 24V/2A, 6ES7 322-1BF01-0AA0

下图显示了一个执行器与两个冗余SM 322; DI 8 x DC 24 V之间的连接。执行器连接到通道0。

$U_r \geq 200 \text{ V}$ 和 $I_F \geq 2 \text{ A}$ 的型号是适合的二极管

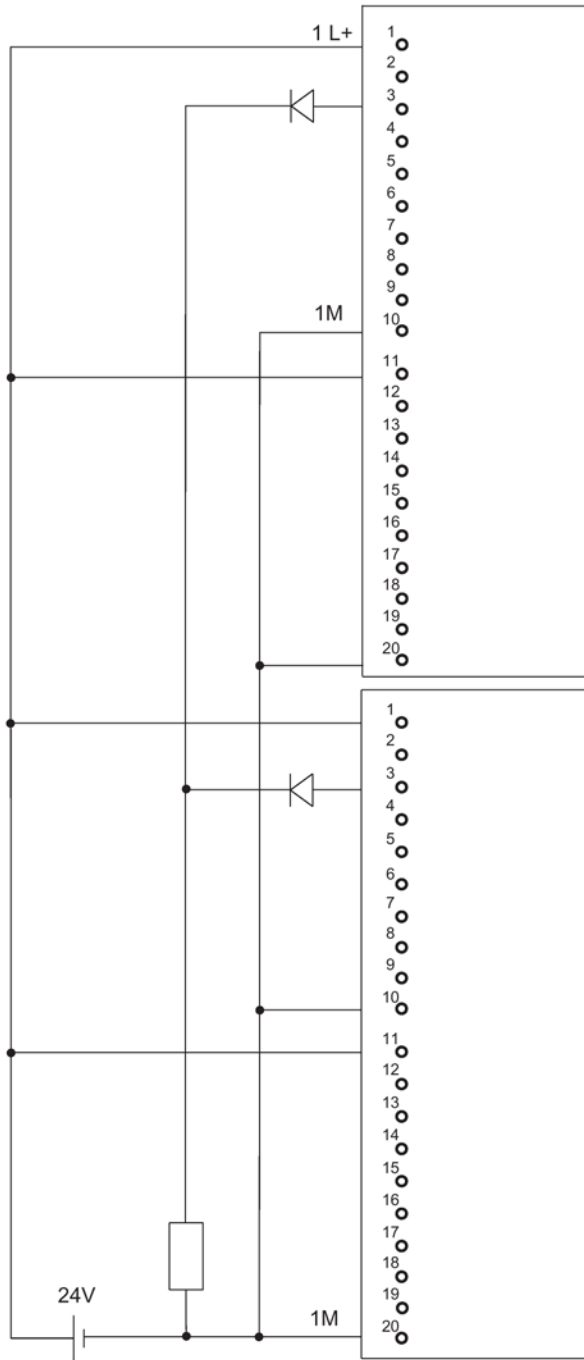


图 E-14 SM 322互连实例; DO 8 x DC 24 V/2 A

E.15 SM 322; DO 32 x DC 24 V/0,5 A, 6ES7 3221BL000AA0

下图显示了一个执行器与两个冗余SM 322; DI 32 x DC 24 V之间的连接。执行器连接到通道1。

合适的二极管类型包括1N4003 ... 1N4007系列，或任何其它 $U_r \geq 200 \text{ V}$ 且 $I_F \geq 1 \text{ A}$ 的二极管。

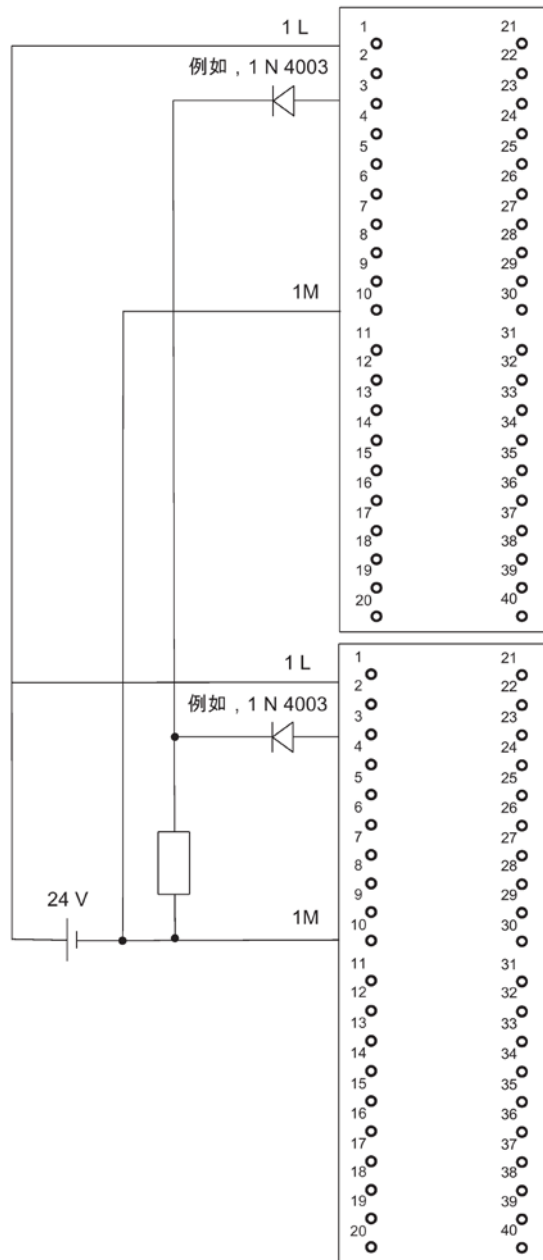


图 E-15 SM 322互连实例; DO 32 x DC 24 V/0.5 A

E.16 SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A, 6ES7 3221FF010AA0

下图显示了将一个执行器连接到两个SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A。执行器连接到通道0。

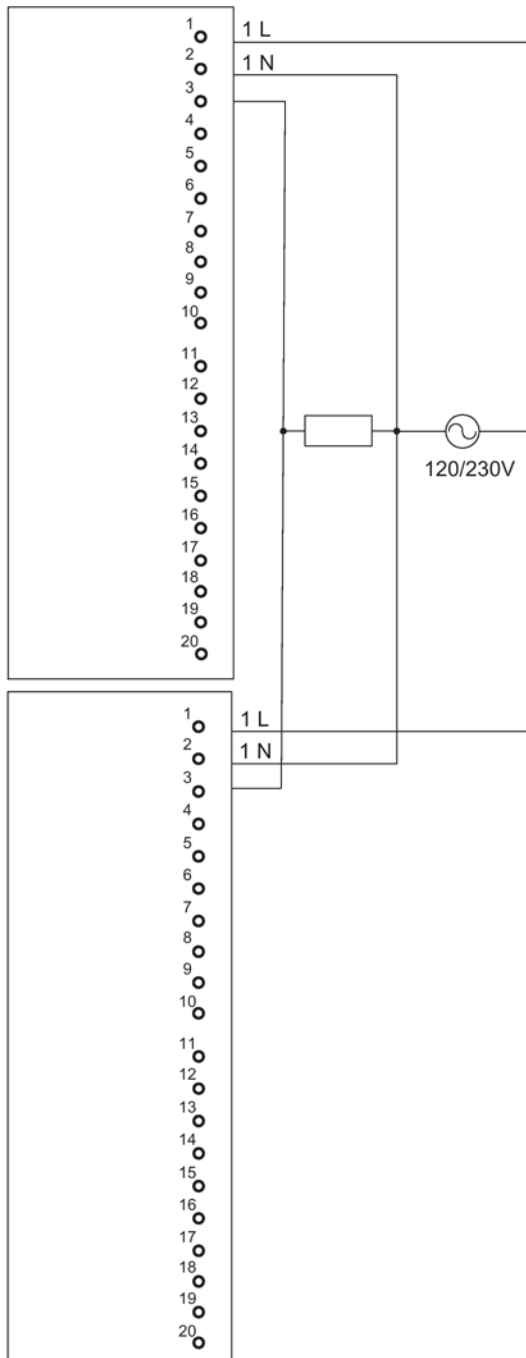


图 E-16 SM 322互连实例; DO 8 x AC 230 V/2 A

E.17 SM 322; DO 4 x DC 24 V/10 mA [EEx ib], 6ES7 3225SD000AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个SM 322; DO 16 x DC 24 V/10 mA [EEx ib]。执行器连接到通道0。合适的二极管包括1N4003 ... 1N4007, 或所有其它 $U_r \geq 200$ V和 $I_F \geq 1$ A的二极管

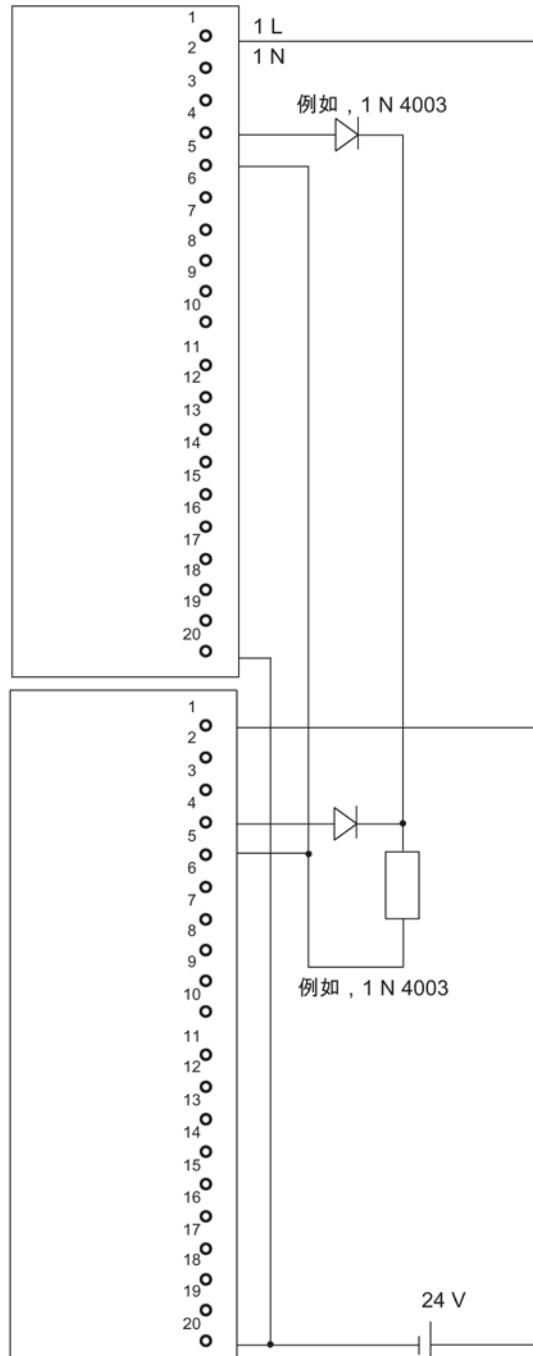


图 E-17 SM 322互连实例; DO 16 x DC 24 V/10 mA [EEx ib]

E.18 SM 322; DO 4 x DC 15 V/20 mA [EEx ib], 6ES7 322-5RD00-0AB0

下图显示了一个执行器连接两个SM 322; DO 16 x DC 15 V/20 mA [EEx ib]。
执行器连接到通道0。合适的二极管包括1N4003 ... 1N4007, 或所有其它 $U_r \geq 200$ V和 $I_F \geq 1$ A的二极管

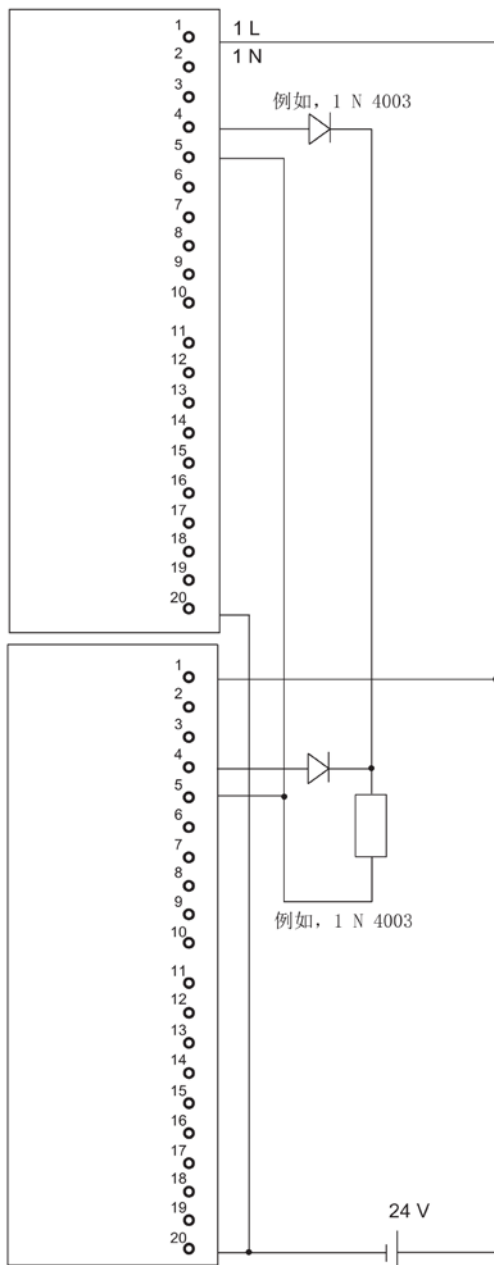


图 E-18 SM 322互连实例; DO 16 x DC 15 V/20 mA [EEx ib]

E.19 SM 322; DO 8 x DC 24 V/0.5 A, 6ES7 322-8BF00-0AB0

下图显示了一个执行器与两个冗余 SM 322; DO 8 x DC 24 V/0.5 A 之间的连接。执行器连接到通道0。

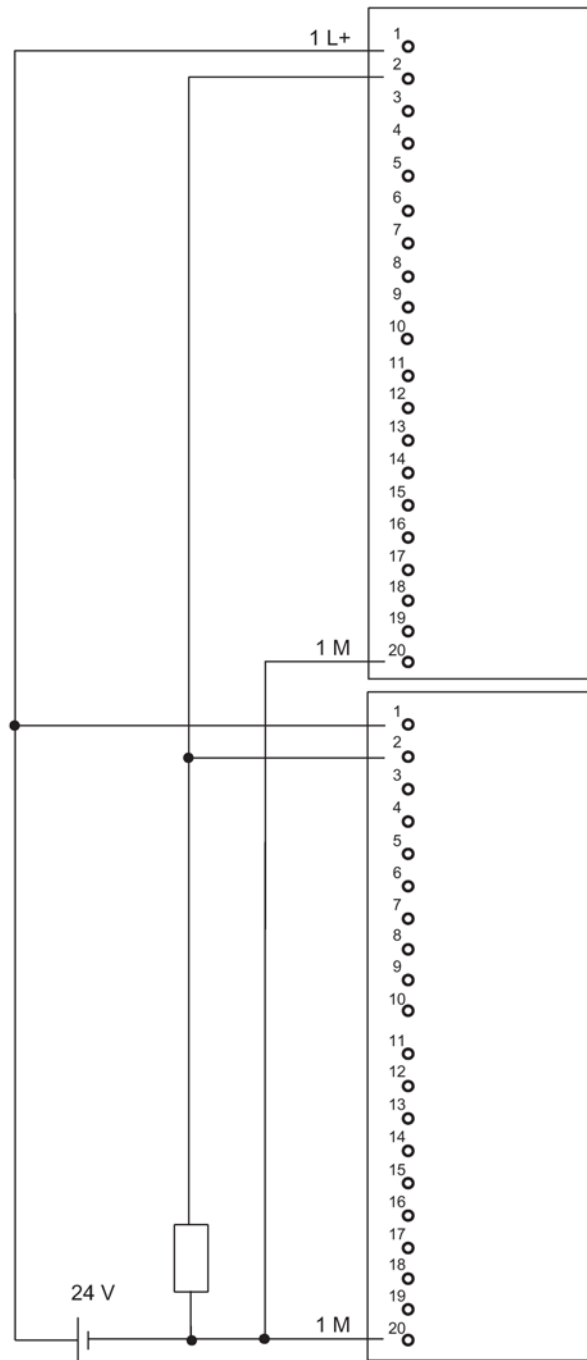


图 E-19 SM 322互连实例; DO 8 x DC 24 V/0.5 A

E.20 SM 322; DO 16 x DC 24 V/0.5 A, 6ES7 322-8BH01-0AB0

下图显示了一个执行器与两个冗余SM 322; DO 16 x DC 24 V/0.5 A之间的连接。执行器连接到通道8。

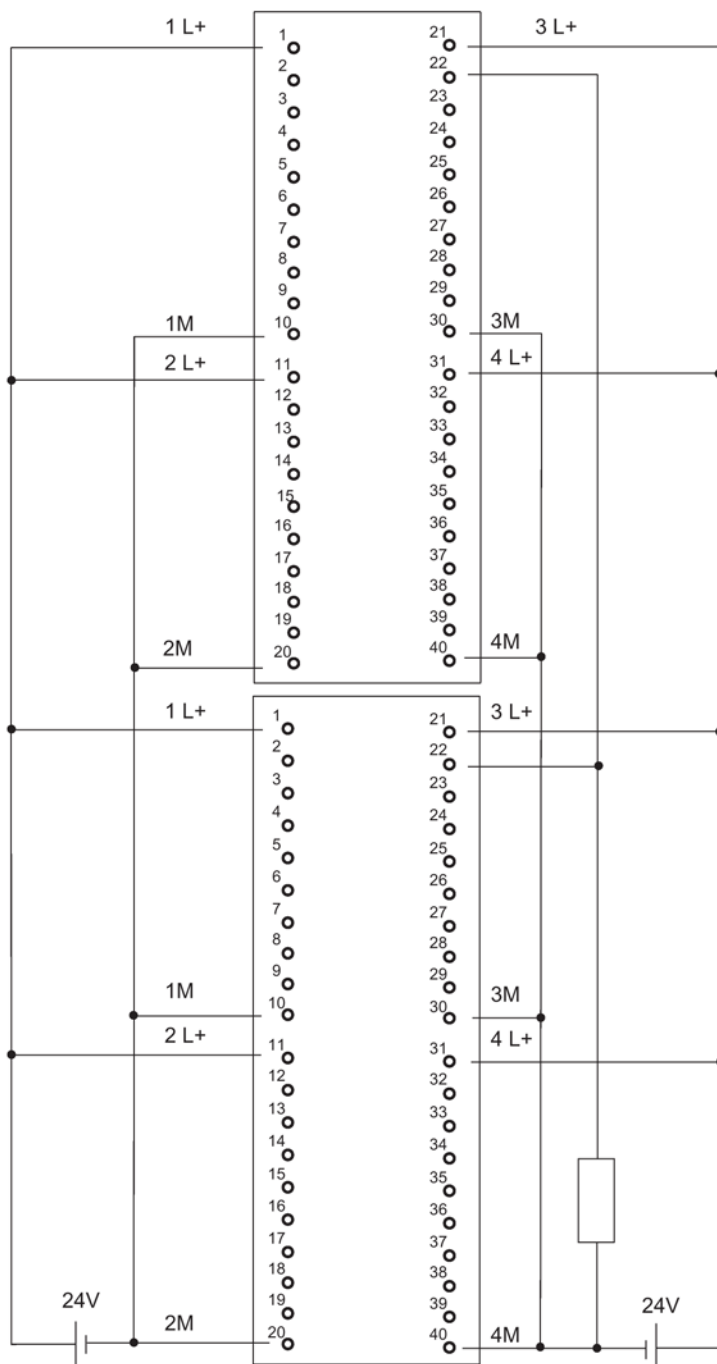


图 E-20 SM 322互连实例; DO 16 x DC 24 V/0.5 A

E.21 SM 332; AO 8 x 12位, 6ES7 332-5HF00-0AB0

下图显示了将两个执行器连接到两个冗余SM 332; AO 8 x 12位。

执行器连接到通道0和4。合适的二极管包括1N4003 ... 1N4007, 或所有其它 $U_F \geq 200$ V和 $I_F \geq 1$ A的二极管

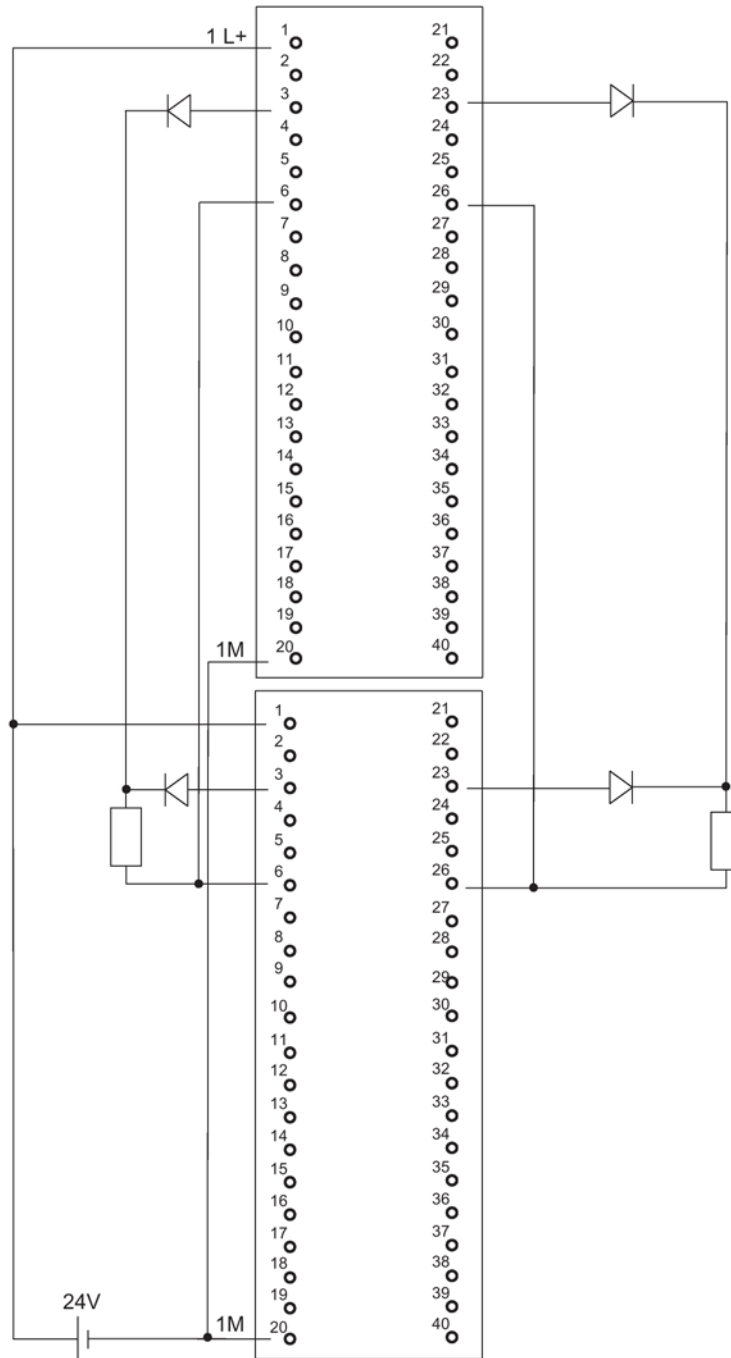


图 E-21 SM 332, AO 8 x 12位互连示例

E.22 SM 332; AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib], 6ES7 3325RD000AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个SM 332; AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib]。
执行器连接到通道0。

合适的二极管类型包括1N4003 ... 1N4007系列, 或任何其它 $U_r \geq 200\text{ V}$ 且 $I_F \geq 1\text{ A}$ 的二极管

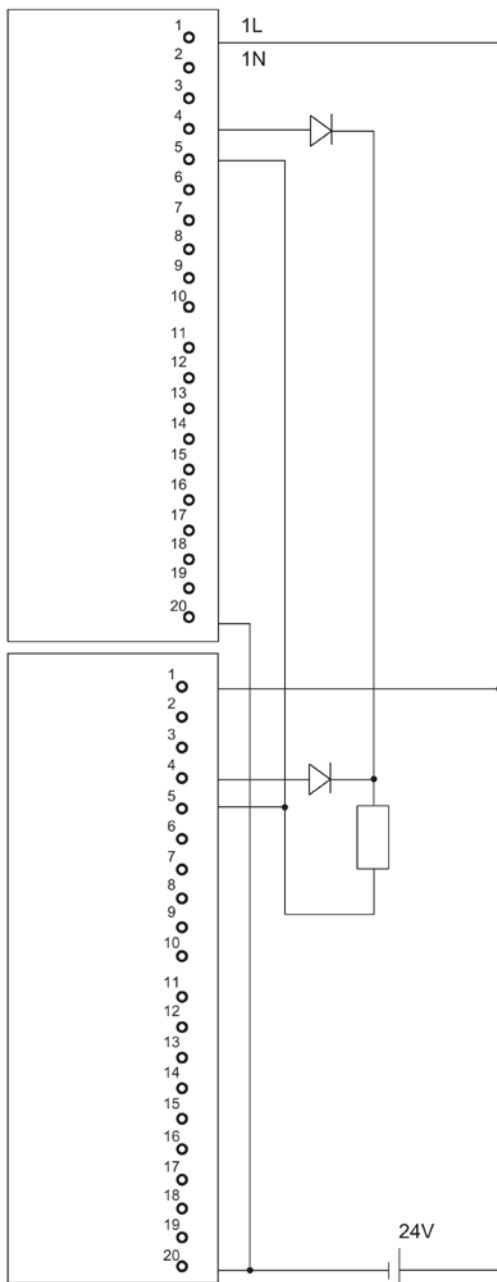


图 E-22 SM 332互连实例; AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib]

E.23 SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A, 6ES7 4221FH000AA0

下图显示了一个执行器与两个 SM 422; DO 16 x DC 120/230 V/2 A 之间的连接。执行器连接到通道0。

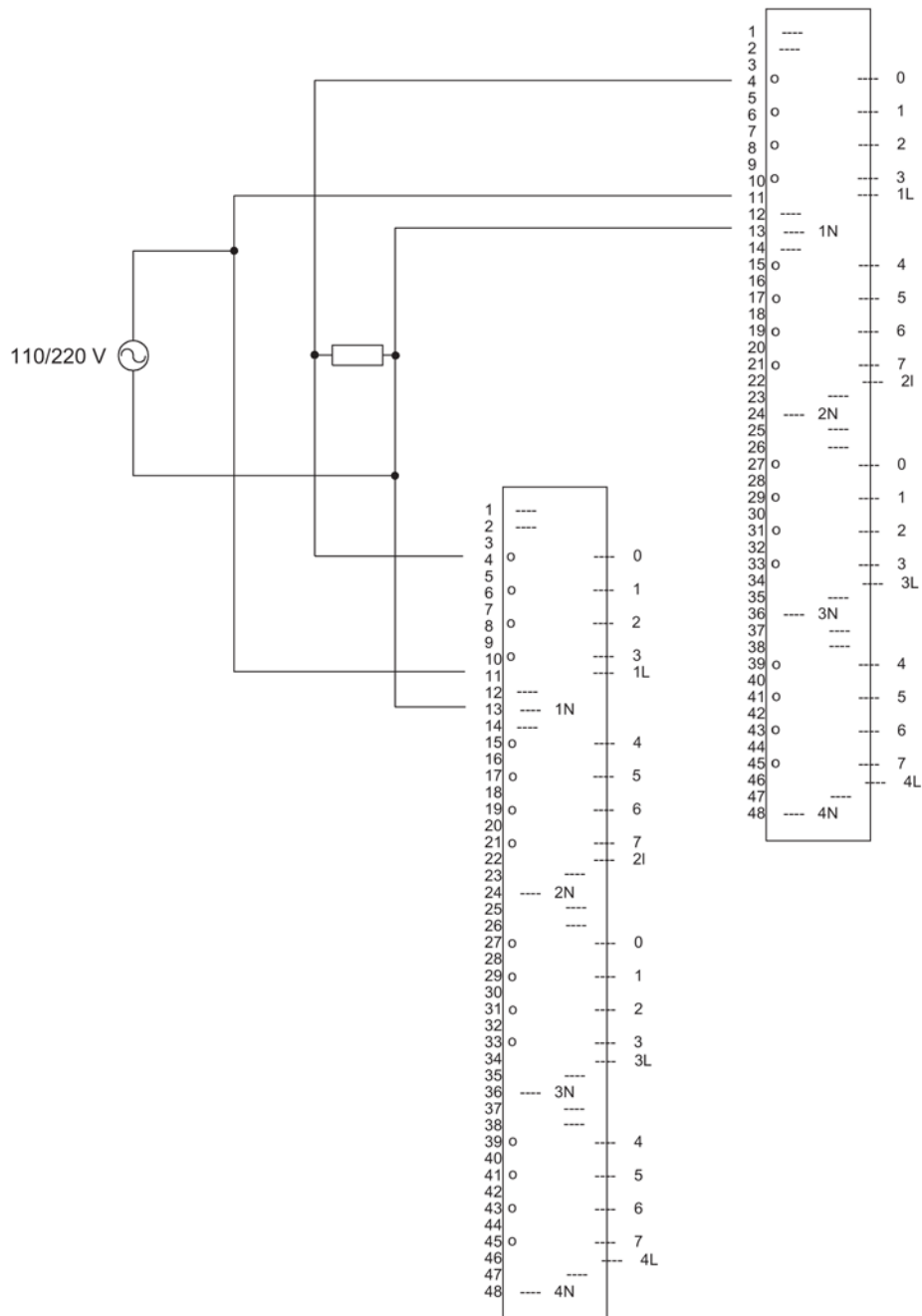


图 E-23 SM 422互连实例; DO 16 x 120/230 V/2 A

E.24 SM 422; DO 32 x DC 24 V/0.5 A, 6ES7 422-7BL00-0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个SM 422; DO 32 x 24 V/0.5 A。
 A. 执行器连接到通道0。合适的二极管类型包括1N4003 ... 1N4007系列，或任何其它 $U_F \geq 200\text{ V}$ 且 $I_F \geq 1\text{ A}$ 的二极管

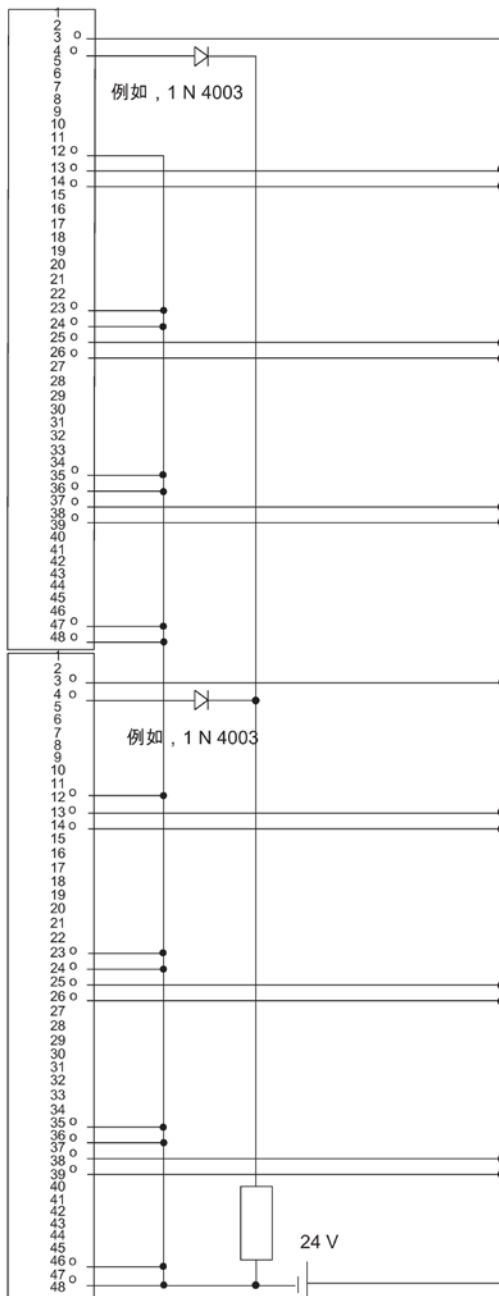


图 E-24 SM 422互连实例; DO 32 x DC 24 V/0.5 A

E.25 SM 331; AI 4 x 15位[EEEx ib]; 6ES7 3317RD000AB0

下图显示了将2线制变送器连接到两个SM 331; AI 4 x 15位[EEEx ib]。变送器连接到通道1。合适的稳压二极管: BZX85C6v2。

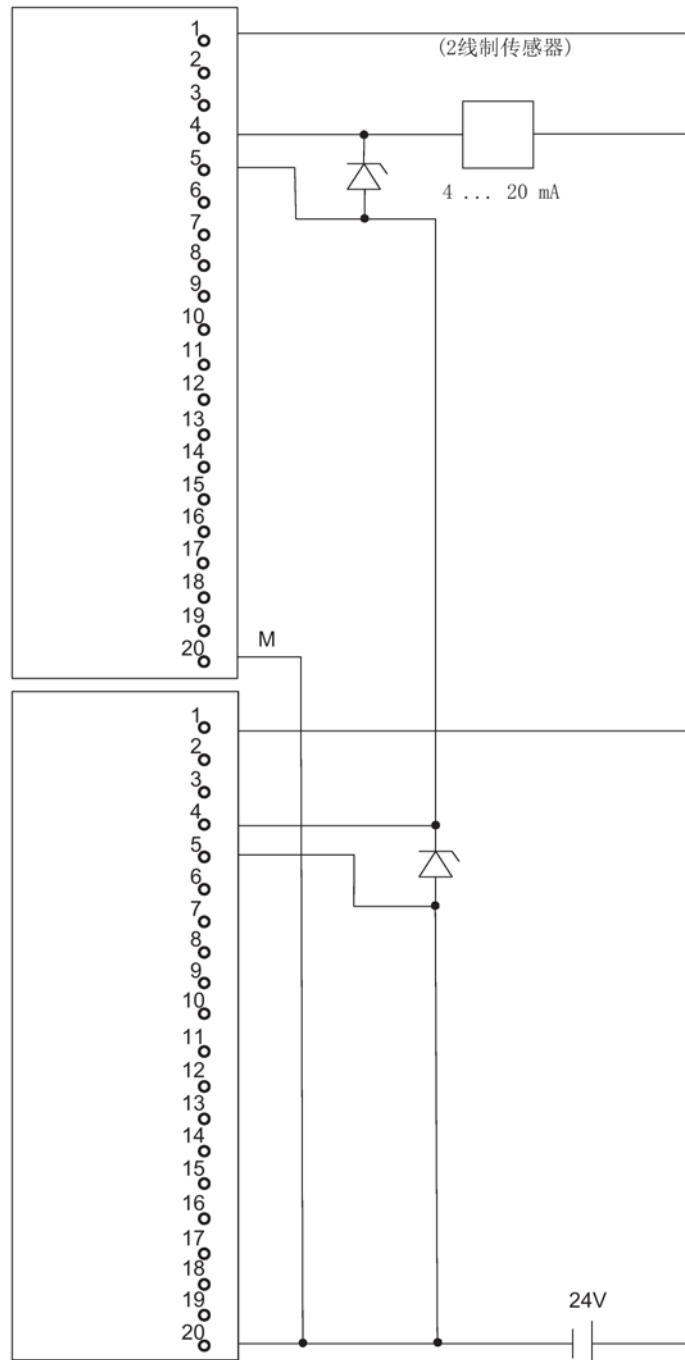


图 E-25 SM 331, AI 4 x 15位[EEEx ib]互连示例

E.26 SM 331; AI 8 x 12位, 6ES7 3317KF020AB0

下图显示了将一个变送器连接到两个SM 331; AI 8 x 12位。变送器连接到通道0。

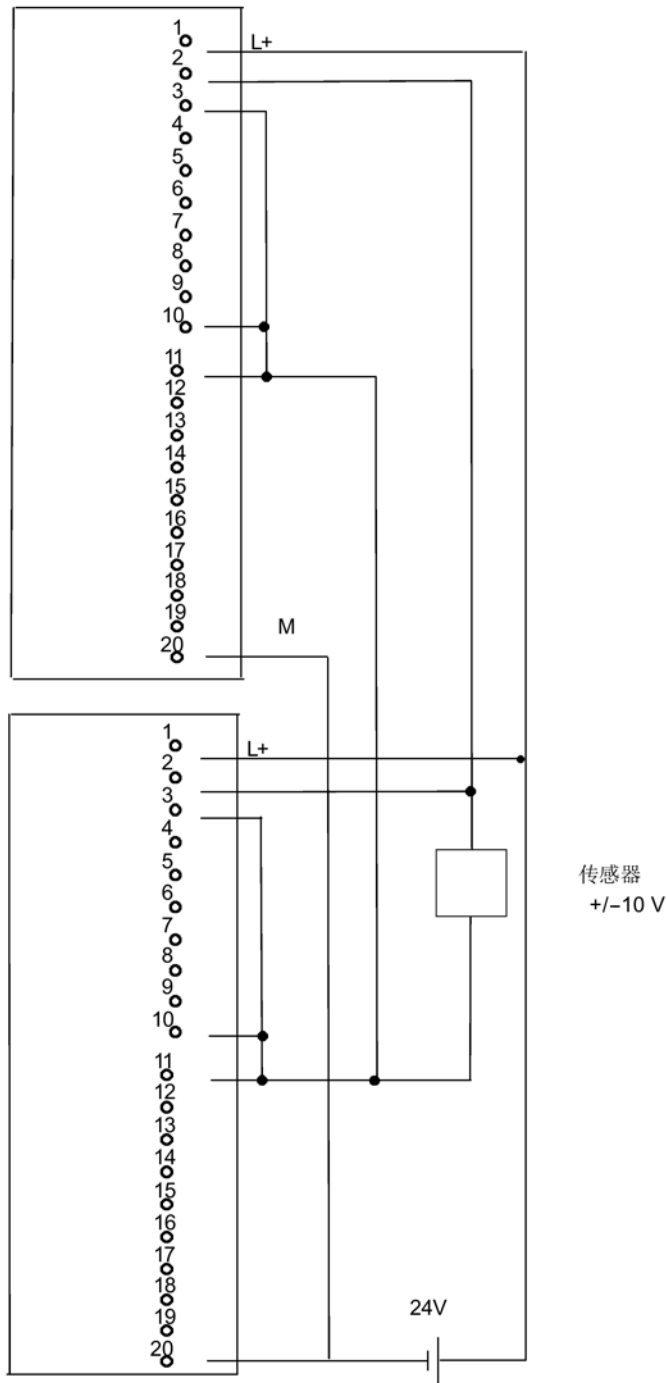


图 E-26 SM 331; AI 8 x 12位互连示例

E.27 SM 331; AI 8 x 16位, 6ES7 331-7NF00-0AB0

下图显示了将一个变送器连接到两个冗余SM 331; AI 8 x 16位。
变送器分别连接到通道0和通道7。

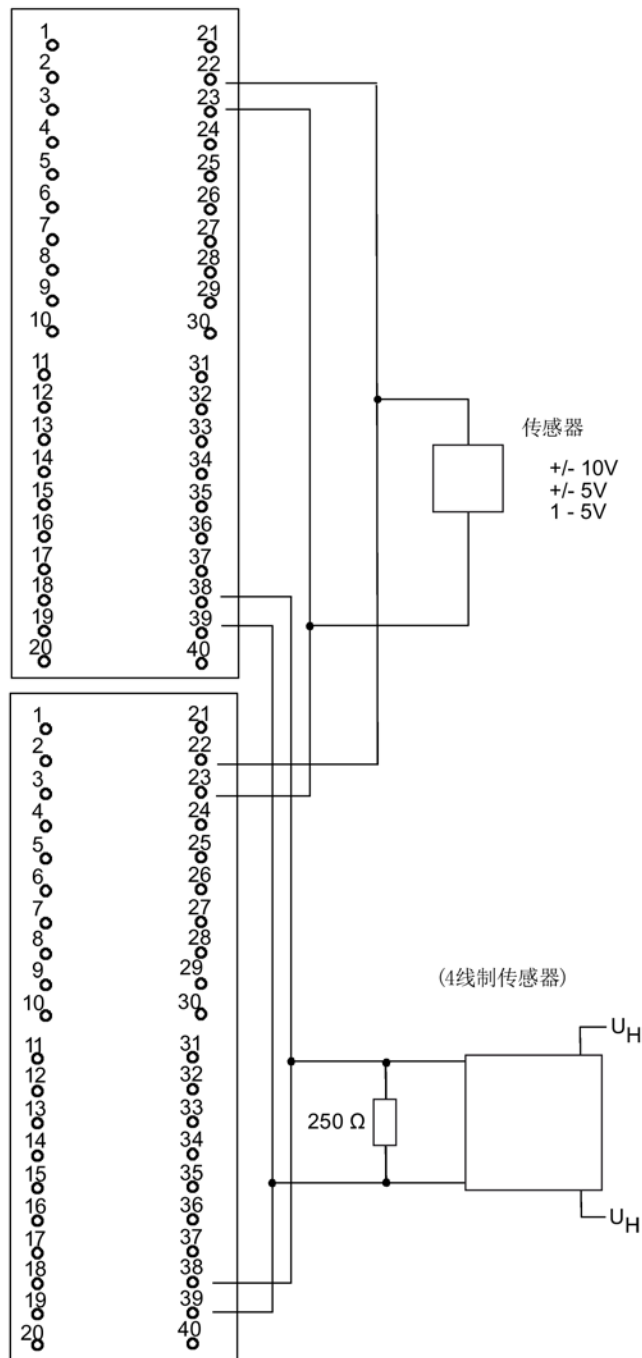


图 E-27 SM 331; AI 8 x 16位互连示例

E.28 SM 331; AI 8 x 16位, 6ES7 331-7NF10-0AB0

下图显示了将一个变送器连接到两个冗余SM 331; AI 8 x 16位。
变送器分别连接到通道0和通道3。

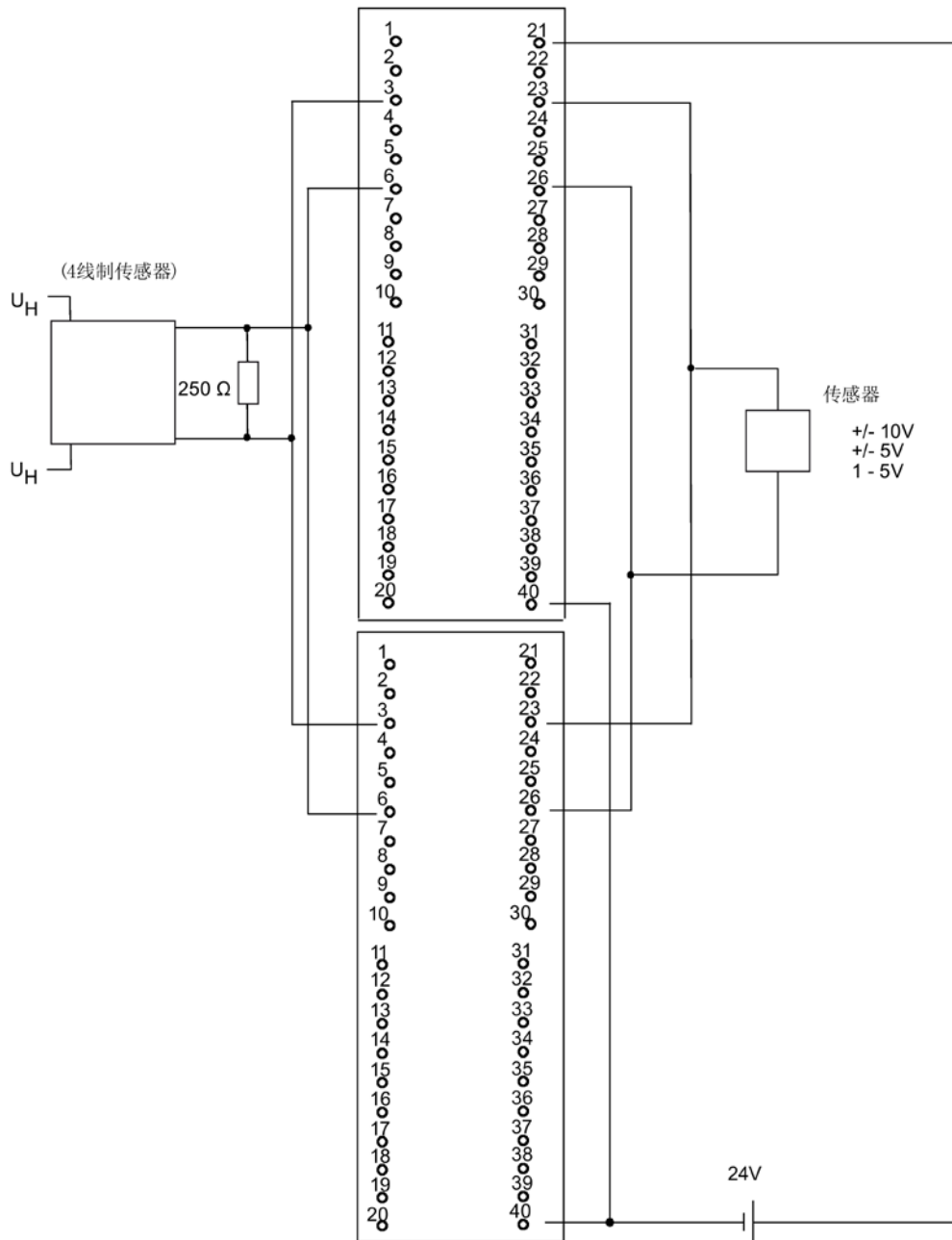


图 E-28 SM 331; AI 8 x 16位互连示例

E.29 AI 6xTC 16位 iso, 6ES7331-7PE10-0AB0

下图显示了热电偶与两个冗余SM 331 AI 6xTC 16位iso的连接。

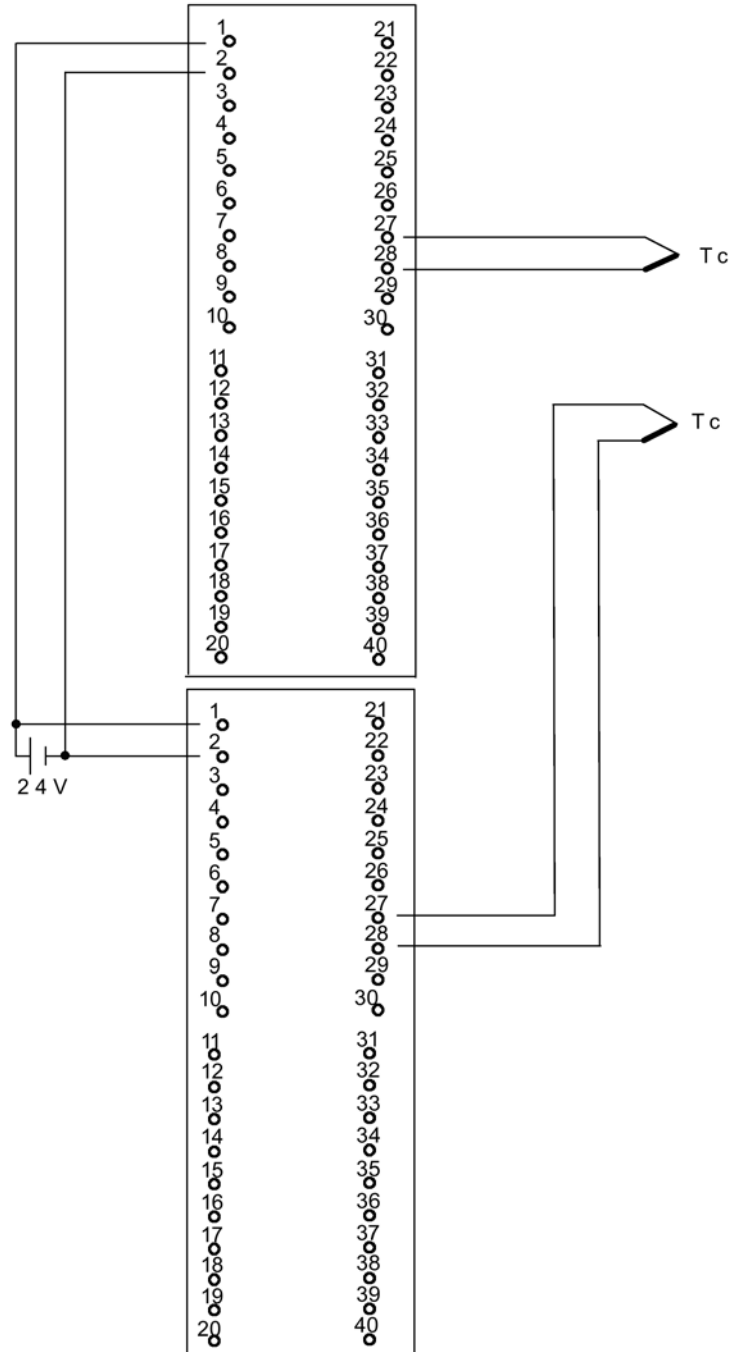


图 E-29 AI 6xTC 16 位iso互连实例

E.30 SM331; AI 8 x 0/4...20mA HART, 6ES7 331-7TF01-0AB0

下图显示了将4线制变送器连接到两个冗余SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART。

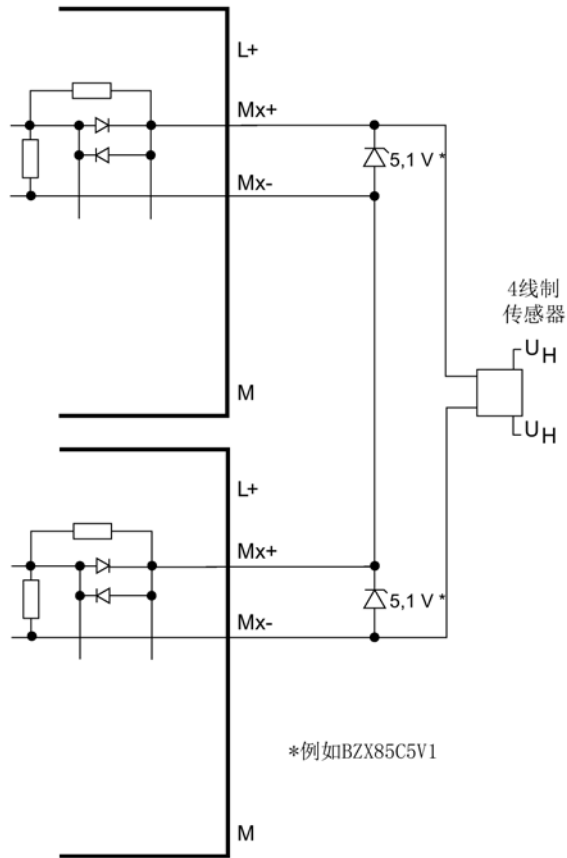


图 E-30 互连实例 1 SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

下图显示了将2线制变送器连接到两个冗余SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART。

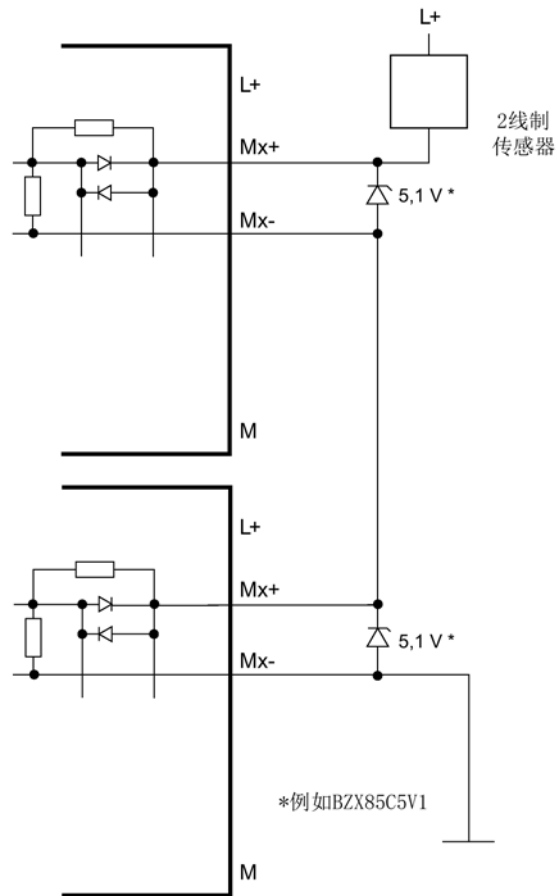


图 E-31 互连实例 2 SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

E.31 SM 332; AO 4 x 12位; 6ES7 332-5HD01-0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个 SM 332; AO 4 x 12位。执行器连接到通道0。合适的二极管包括1N4003 ... 1N4007, 或所有其它 $U_r \geq 200\text{ V}$ 和 $I_F \geq 1\text{ A}$ 的二极管

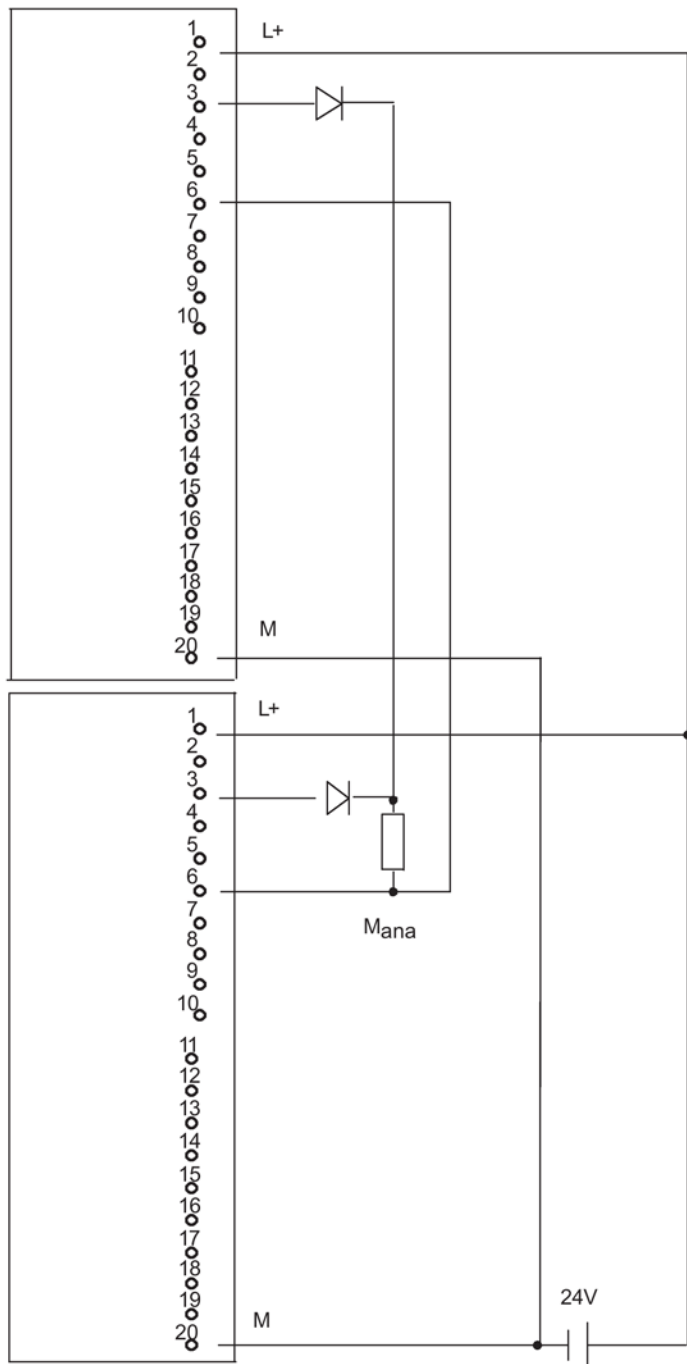


图 E-32 SM 332, AO 4 x 12位互连示例

E.32 SM332; AO 8 x 0/4...20mA HART, 6ES7 332-8TF01-0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个SM 332; AO 8 x 0/4...20 mA HART。

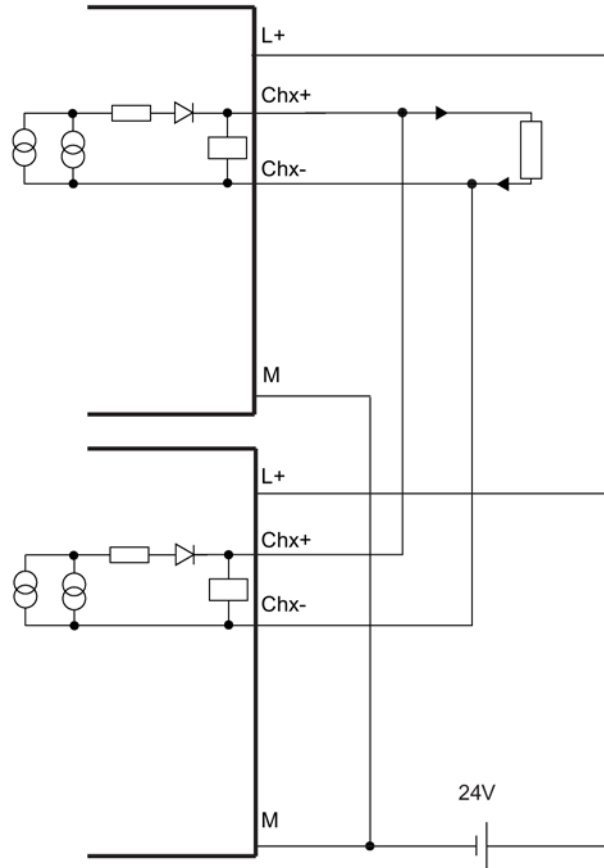


图 E-33 互连实例 3 SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART

E.33 SM 431; AI 16 x 16位, 6ES7 431-7QH00-0AB0

下图显示了将一个传感器连接到两个SM 431;
AI 16 x 16位。合适的稳压二极管: BZX85C6v2。

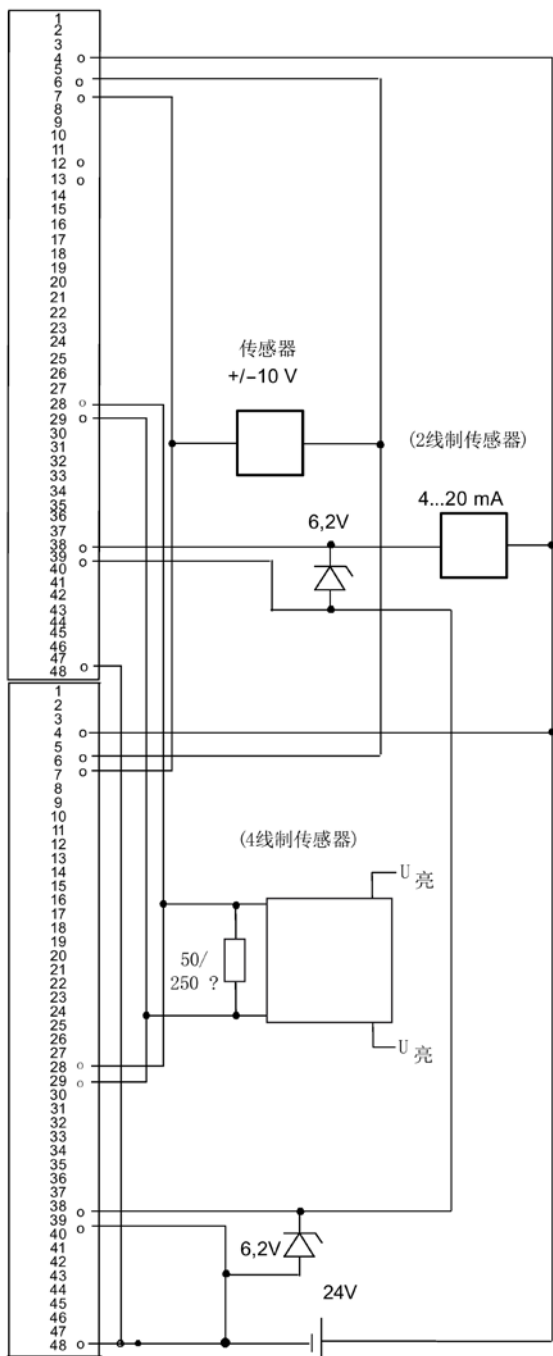


图 E-34 SM 431; AI 16 x 16位互连示例

词汇表

2选1系统

请参见双通道容错系统

ERROR-SEARCH

容错系统的备用CPU的一种工作模式，CPU在该模式下执行完全自检。

I/O，单通道

与冗余I/O相对，当过程信号仅有一个输入/输出模块时，称为单通道I/O。该模块可作为单向或双向模块连接。

I/O，单向

当只能由其中一个冗余中央处理单元访问一个输入/输出模块时，称单向I/O。该模块可以是单通道或多通道(冗余)模块。

I/O，冗余

当有一个以上输入/输出模块可用于单个信号处理时，称冗余I/O。该模块可作为单向或双向模块连接。术语：“冗余单向I/O”或“冗余双向I/O”

I/O，双向

如果容错系统的所有冗余中央处理单元都可访问输入/输出模块，则称为双向I/O。该模块可以是单通道或多通道(冗余)模块。

备用CPU

链接到主CPU的容错系统的冗余中央处理单元。

当失去冗余连接时，它会进入STOP模式。用户程序在主CPU和备用CPU中的处理完全相同。

比较错误

在容错系统上比较存储器时可能发生的错误。

单机操作

单模式是指在标准SIAMTIC-400站中使用容错CPU。

单模式

当H系统已组态为冗余且只有一个CPU处于RUN模式时，H系统就变为单模式。此CPU即会自动成为主CPU。

更新

在容错系统的更新系统模式下，主CPU会更新备用CPU的动态数据。

故障安全系统

故障安全系统的特征为：当发生特定故障时，它们会保持安全状态或直接进入另一个安全状态。

故障发生间隔的平均时间(MTBF)

两个故障之间的平均时间，由此作为模块或系统可靠性的标准。

链接

在容错系统的链接系统模式下，主CPU和备用CPU会比较存储器组态和装载存储器的内容。如果它们中的用户程序存在差异，主CPU将更新备用CPU的用户程序。

平均停机时间(MDT)

平均停机时间MDT本质上由错误检测时间和修理或更换故障模块所需的时间组成。

容错系统

容错系统至少由两个中央处理单元(主站和备用站)组成。用户程序在主CPU和备用CPU中的处理完全相同。

容错系统专门用于减少停产时间。例如，可以通过组件冗余来增强可用性。

容错系统

容错系统至少由两个中央处理单元(主站和备用站)组成。用户程序在主CPU和备用CPU中的处理完全相同。

容错系统专门用于减少停产时间。例如，可以通过组件冗余来增强可用性。

容错站

容错站包含两个中央处理单元(主站和备用站)。

冗余

在容错系统的冗余系统模式下，中央处理单元处于RUN模式，并通过冗余链接同步。

冗余，功用

利用冗余，不仅能使其它技术手段永远行之有效，而且还能将其运用于已安排好的功能。
同义词： 激活冗余。

冗余链接

容错系统的中央处理单元之间的链接，用于同步和交换数据。

冗余系统

冗余系统的特征是：重要的自动化系统组件可以多次使用(冗余)。
当一个冗余组件发生故障时，不会中断程序的处理。

双通道容错系统

带两个中央处理单元的容错系统

停止

对于容错系统：在容错系统的停止系统模式下，容错系统的中央处理单元处于STOP模式。
。

同步模块

容错系统中用于冗余链接的接口模块。

修理的平均时间(MTTR)

修理的平均时间MTTR表示模块或系统的平均修理时间，也就是指发生错误和纠正错误之间的时间。

主CPU

要启动的第一个冗余中央处理单元。

当失去冗余连接时，它继续作为主站操作。用户程序在主CPU和备用CPU中的处理完全相同。

自检

对于容错CPU而言，在启动、循环处理期间以及发生比较错误时，会执行已定义的自检。它们会检查CPU和I/O的内容及状态。

索引

B

BUS1F, 56
BUS2F, 56
BUS5F, 56
BUSF, 89

C

CPU

参数, 72
复位为出厂设置, 79
模式开关, 59

CPU 41x-5H

操作员控制和显示元件, 47

CPU 41xH

DP 主站: 使用 LED 进行诊断, 89

CPU 41x-H

DP地址区, 85

CPU-CPU通信, 68

CPU冗余错误, 37

CPU故障, 44

D

SM 321

互连实例,

SM 321

互连实例,

SM 321

互连实例,

SM 322

互连实例,

DP 主站

使用 LED 进行诊断, 89
使用 STEP 7 进行诊断, 90

DP 接口, 69

DPV1, 87

DPV1从站, 87

DPV1主站, 87

DPV1和EN 50170, 88

DPV1模式, 88

DP主站系统

启动, 87

E

EN 50170, 87

EXTF, 56

F

FB 450 RED_IN, 183

FB 451 RED_OUT, 183

FB 452 RED_DIAG, 183

FB 453 RED_STATUS, 183

FC 450 RED_INIT, 183

FC 451 RED_DEPA, 183

FRCE, 56

H

HOLD, 135

I

I/O, 35, 169

冗余, 178

双向, 173
设计版本, 35
单向, 171
I/O冗余错误, 37
IE 通信, 229
 数据块, 230
IFM1F, 57
IFM2F, 57
INTF, 56
IP 地址
 分配, 69

L

LED
 BUSF, 89
LED MAINT, 58
LED 指示灯, 47
LINK, 57
LINK1 OK, 58
LINK2 OK, 58
LINK-UP, 134

M

MDT, 439
MPI, 68
MPI/DP 接口, 49
MRP (介质冗余协议), 104
MSTR, 56
MTBF, 439, 443

O

OB 121, 138
OB 70, 101
OB 83, 101

OB 86, 101

P

PG 功能, 262
PG/OP-CPU通信, 68
PROFIBUS DP
 系统功能和标准功能, 99
 系统状态列表, 102
 诊断地址, 92
 组织块, 101
PROFIBUS DP 接口, 49
PROFIBUS地址, 87
PROFINET, 69, 95
 无需可移动介质便可更换设备, 103
 介质冗余, 104
 共享设备, 103
PROFINET IO
 功能概述, 97
 系统功能和标准功能, 99
 系统状态列表, 102
 组织块, 101
PROFINET 接口, 50
 属性, 70

R

RACK0, 56
RACK1, 56
RAM 卡, 65, 65
RAM/POI比较错误, 138
REDF, 58
RUN, 55, 134
RX/TX, 57

S

S7 连接

CPU 41x, 216

已组态, 246

S7 通信, 218

描述, 218

S7 路由

网关, 221

访问其它子网上的站, 220

应用实例, 223

要求, 220

S7-400H

I/O, 35

文档, 39

可选软件, 37

用户程序, 37

组态和编程, 37

通信, 36

S7-400H

块, 37

S7-400H CPU

存储器类型, 119

S7-REDCONNECT, 243, 244

S7兼容模式, 88

SFB

S7 通信, 219

SFB 14, 114

SFB 15, 115

SFB 52,

SFB 53,

SFB 54,

SFB 81,

SFC 103,

SFC 103 DP_TOPOL, 88

SFC 109 PROTECT, 76

SFC 13,

SFC 14 DPRD_DAT, 115

SFC 15 DPWR_DAT, 115

SFC 49,

SFC 5,

SFC 54,

SFC 55,

SFC 56,

SFC 57,

SFC 58,

SFC 59,

SFC 70,

SFC 71,

SFC 81 UBLKMOV, 113

SIMATIC管理器, 262

SM 321; DI 32 x DC 24 V

互连实例, 466

SM 322; DO 8 x DC 24 V

互连实例, 478

SM 422; DO 16 x 120/230 V/2 A

互连实例, 487

SNMP, 227, 227

SSL

W#16#0696, 102

W#16#0A91, 102

W#16#0C75, 102

W#16#0C91, 102

W#16#0C96, 102

W#16#0x94, 103

W#16#4C91, 102

W#16#xy92, 103

STOP, 55

U

UPDATE, 134

S7-400H

Y

- 一致性数据, 113
 - 访问工作存储器, 114
- 一致性数据访问, 117

G

- 工作存储器, 153
- 工具, 37

Y

- 与二极管连接, 207

Z

- 子连接
 - 激活, 234

B

- 不间断的无扰动运行, 125
- 比较错误, 138

Q

- 切换开关, 59
- 切换到已修改了组态的CPU, 152
- 切换到具有扩展存储器组态的CPU, 153

Z H

- 中央处理单元, 34

N

- 内存扩展, 324

S H

- 手册
 - 用途, 19
 - 适用范围, 20

J

- 介质冗余协议 (MRP), 104

C

- 从DP标准从站一致性地读取数据, 115

W

- 文档, 39

D

- 订货号
 - 存储卡, 435

R

- 冗余
 - 主动, 123, 123
 - 主动, 123, 123
- 冗余 I/O, 26, 178
 - 双向DP从站中, 181
 - 处于独立模式, 182
 - 在中央和扩展设备中, 179
 - 单向DP从站中, 180
 - 组态, 179, 187
 - 数字量输入模块, 197
 - 数字量输出模块, 200
 - 模拟量输入模块, 201
- 冗余节点, 28, 232
- 冗余节点故障, 29

冗余丢失, 125
 冗余自动化系统, 25
 冗余系统模式, 134
 冗余通信系统, 232
 冗余编码器, 199
 模拟量输入模块, 206
 冗余模拟量输出模块, 207

G

功能I/O冗余, 183
 功能模块, 459

K

可用性
 I/O, 169
 设备, 27
 定义, 443
 通信, 36
 可使用的CP, 243
 可靠性, 439

D

电源, 34
 电源模块故障, 44

Y

用于冗余的信号模块, 188
 用于同步模块的插槽, 49
 用户程序, 37
 用户程序的执行时间, 352

W

外部二极管, 200

外部备用电压, 50

Z H

主CPU, 123
 主站/备用站分配, 123

S H

闪存卡, 65, 66

C H

出厂设置, 79

D

对超时的响应, 157

Z H

执行时间
 用户程序, 352
 过程映像更新, 352
 周期控制, 357
 操作系统, 357

K

扩展存储器组态, 148
 扩展装载存储器, 64

D

地址范围
 CPU 41x-H, 85

J

机架, 34
机架号
 设置, 50

G

过程中断响应时间
 CPU 的, 374, 375
 信号模块的, 375
过程映像更新
 执行时间, 352

Z

在线更新
 固件, 81
在线帮助, 21

C

存储区
 计算依据, 120
存储区, 119
存储卡, 64, 64
 功能, 64
 序列号, 65
存储卡槽, 49
存储器大小, 121
存储器复位, 132
 顺序, 61
 操作顺序, 61

G

光纤电缆, 34
 电缆拉动, 341
 存放, 341

安装, 339

更换, 270

选择, 342

光缆故障, 44

T

同步, 124

 事件驱动式, 124

同步模块

 功能, 335

 技术数据, 339

 更换, 270

同步模块, 34

W

网关, 221

网络功能

 S7 通信, 218

网络连接组态, 261

网络组态, 262

Y

优先级大于 15 的最大禁止时间

 计算, 160

优先级大于15的最大禁止时间

 定义, 156

Z

自动化与驱动集团技术支持, 22

自检, 125, 137

D

多位错误, 139

A

安全等级, 75

 设置, 75

安装, 31, 31

安装类型

 I/O, 169

Y

运行状态

 CPU, 130

 HOLD, 135

 LINK-UP, 134

 RUN, 134

 STARTUP, 132

 STOP, 132

 UPDATE, 134

 系统, 125

运行状态更改, 92

运行期间更换, 263

 分布式I/O, 273

 在中央和扩展机架中, 263

运行期间的系统修改

 软件要求, 454

 单机操作, 452

 硬件要求, 453

J

技术支持, 22

技术数据

 存储卡, 435

K

块

 兼容性, 99

块堆栈, 120

G

更新, 141, 142, 143, 154, 158, 214

 延迟, 167

 时间响应, 157, 158

 顺序, 149

 监视时间, 214

 输入信号的最小持续时间, 147

更新固件, 81

L

连接

 S7, 233

 容错S7, 233

连接资源, 216

S H

时间响应, 166

时间监视, 155

B

伴随主站/备用站切换的链接, 148

X

系统冗余, 106

系统功能和标准功能, 99, 100

系统状态, 125

系统状态列表

 兼容性, 102

Z H

状态字, 209

状态字节, 209

状态指示灯

- CPU 412-5H, 55
- CPU 414-5H, 55
- CPU 416-5H, 55
- CPU 417-5H, 55
- 所有CPU, 55

Y

- 应用值, 201

L

- 冷启动, 63
 - 操作顺序, 63

X

- 序列号, 65

J

- 间接电流测量, 203

Q

- 启动过程, 133
- 启动时间监视, 87
- 启动模式, 133

Z H

- 诊断
 - 评估, 91
- 诊断地址, 92
- 诊断缓冲区, 59

L

- 灵活的存储空间, 121

G

- 改变存储器类型, 325

Z H

- 直接I/O访问, 367
- 直接电流测量, 205

F

- 非冗余编码器, 198, 202

G

- 固件
 - 更新, 81

Z H

- 周期, 349
 - 元素, 351
 - 延长, 351
- 周期负载
 - 通过MPI和通信总线进行通信, 352
- 周期性自检, 140
- 周期控制
 - 执行时间, 357

B

- 备用, 121
- 备用站 CPU, 123
 - 启动, 133

D

- 单机操作
 - 到容错系统, 451
 - 注意事项, 450
 - 定义, 449
 - 组态, 451
- 单位错误, 140
- 单通道双向 I/O, 173
 - 故障, 176
- 单通道单向 I/O, 171
 - 故障, 172
- 单模式, 134

S H

- 实用工具
 - S7 通信, 218

C

- 参数, 72
- 参数分配工具, 73
- 参数块, 72

Z

- 组件
 - 复制, 27
 - 基本系统, 33
- 组件故障, 263
 - 分布式 I/O, 273
 - 在中央和扩展机架中, 263
- 组态, 31, 36, 257
- 组态, 31, 36, 257
- 组织块, 37, 101

G

- 故障安全, 25

X

- 响应时间
 - 元素, 363
 - 计算, 365, 366
 - 减少, 367
 - 最长, 366
 - 最短, 365

S H

- 适用范围
 - 手册, 20

X

- 修理, 263

B

- 保存服务数据, 84

J

- 将数据一致性地写入 DP 标准从站, 115

C H

- 差异
 - 数字量输入模块, 197
- 差异时间, 197, 201

Z

- 总线中断, 92

总线连接器, 69

 MPI, 68

 PROFIBUS DP 接口, 69

总线拓扑, 88

R

热线, 22

X

校验和错误, 138

J

监视功能, 51

监视时间, 155

 组态, 159

 精度, 158

X

消息功能, 151

R

容差窗口, 201

容错, 25

容错连接

 组态, 245

 编程, 236, 246

容错系统

 启动, 43

容错站, 257

容错通信, 232

D

调试, 41

 要求, 41

调试S7-400H, 43

T

通过MPI和通信总线进行通信

 周期负载, 352

通过PROFIBUS编程, 86

通信, 36

 CPU 服务, 215

 S7 通信, 218

 开放式 IE 通信, 228

通信功能, 151

通信处理器, 459

通信块

 一致性, 114

通信服务

 S7 通信, 218

 概述, 215

J

接口

 PROFINET, 50

基本系统, 33

基本知识

 必备, 20

C H

超时, 157

Y

硬件

组件, 33

组态, 42, 43, 258

硬件中断

在S7400H系统中,

硬件中断处理, 375

Q

确定存储空间需求, 67

Z

最大周期延长

计算, 164

定义, 155

最大通信延时

计算, 164

最大通信延迟

定义, 155

最小 I/O 保持时间

计算, 159

最小I/O保持时间

定义, 156

L

链接, 141, 142, 143, 147, 154, 157, 157, 214

时间响应, 157

顺序, 147

监视时间, 214

流程图, 144

链接、更新, 134

链接和更新

启动, 143

顺序, 143

禁用, 154

影响, 141

Z H

装载存储器, 152

装配规则, 33, 257

B

编码器

双冗余, 199

编程, 36

G

概述

PROFINET IO 功能, 97

N

暖启动, 63, 63

操作顺序, 63

L

路由, 220

C

错误指示 LED

CPU 412-5H, 58

CPU 414-5H, 58

CPU 416-5H, 58

CPU 417-5H, 58

所有CPU, 56

错误消息, 51

J

简单网络管理协议, 227, 227

S H

数字量输出

容错, 200, 207

数据一致性, 113

M

模式开关, 48, 59

模拟输出信号, 207

C

操作目的, 25

操作系统

执行时间, 357

操作模式

改变, 452