



S7-1500 冗余 PLC 1500R 使用入门

S7-1500 Redundant PLC 1500R getting started

Getting Started

Edition 06/2019

<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109768407>

摘要 本文介绍了 S7-1500 冗余 PLC S7-1500R 的基本组态及使用方法。

关键词 冗余 PLC, S7-1500R, 1513R, 1515R

Key Words Redundant PLC,S7-1500R,1513R, 1515R

目 录

S7-1500 冗余 PLC 1500R 使用入门	1
1 S7-1500R 冗余系统组态	4
1.1 软件及硬件要求	4
1.2 网络结构	5
1.3 硬件组态	6
2 S7-1500R 冗余 PLC 下载	14
3 S7-1500R 冗余 PLC 主备同步及切换	19
3.1 主备 PLC 同步	19
3.1.1 备 PLC 启动时的同步	19
3.1.2 冗余系统工作在 RUN-Redundant 状态下的同步	20
3.2 主备 PLC 切换	20
4 在线调试	20
4.1 在线操作	20
4.2 调试功能	22
5 相关手册链接	23

尽可能地降低工厂出现故障或意外停机的可能性，以提高工厂效率，已经成为生产企业的主要诉求。为此，西门子开发出全新 SIMATIC S7-1500R/H 系列冗余控制系统。基于标准型 SIMATIC S7-1500CPU，SIMATIC S7-1500R/H 采用透明化编程方式，使用 TIA Portal STEP7 编程语言进行编程，把程序从标准系统迁移到冗余系统，无需额外工作。SIMATIC S7-1500R/H 凭借其高可用性，能够有效防止数据丢失以及避免停机。此外，该系列控制系统采用 PROFINET 系统冗余的方式，可以充分利用 PROFINET 的高效、灵活、高性能的特点。

SIMATIC S7-1500R/H 能够最大限度地降低生产故障机率。例如，在生产、能源、供水系统、环境监控系统、机场助航照明、编组站系统等领域，能够有效避免控制器故障引起的停机；在行李处理、高架仓库、跟踪和追溯等领域，能够避免因工厂故障造成数据丢失而导致的高昂重启成本；在污水处理厂、隧道、船闸、楼宇系统等领域，即使没有监督和维修人员也能保障正常运行。

1 S7-1500R 冗余系统组态

1.1 软件及硬件要求

SIMATIC S7-1500 R/H 冗余 PLC 的冗余功能集成在冗余 PLC 操作系统中，不需要安装额外的冗余包。软件要求为 STEP7 Professional V15.1。

S7-1500R 有两个 CPU 型号，CPU1513R-1PN 和 CPU1515R-2PN。S7-1500R 冗余 PLC 是通过电气接口 PROFINET X1 接口实现同步的，不需要额外的同步模块。

相关订货号请参考下面链接：

<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109761646>

在 S7-1500 冗余 PLC 中，不支持本地机架模块的扩展组态，包括电源模块、通信模块、IO 模块、工艺模块。对于电源模块因为本地机架没有扩展模块，不需要 PS 电源扩展背板电源，可以安装 PM 电源为 PLC 供电，但不能在博途项目中组态。

S7-1500 冗余 PLC 可通过 PROFINET 扩展支持 PROFINET 系统冗余(SR) NAP S2 冗余协议的 IO 设备，NAP S2 原理如下图所示：

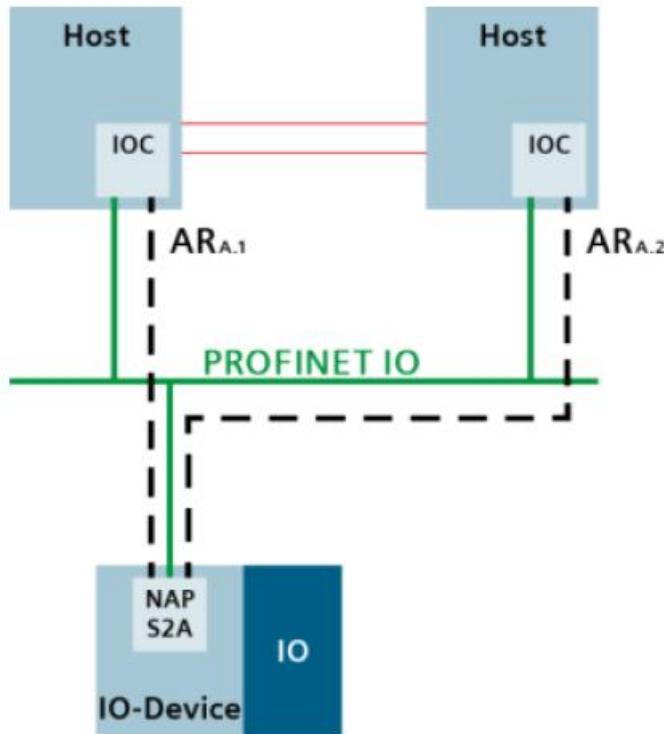


图 1 NAP S2 原理图

一个支持 NAP S2 冗余协议的 PROFINET IO 设备可以同时与两个 PROFINET IO 控制器建立通信关系(AR),区分主 AP 和备 AR, 同时只有主 AR 与 IO 设备进行正常的 IO 数据交换, 当主 AR 因故障断开后备 AR 切换为主 AR 开始与 IO 设备进行正常的数据交换。

目前西门子支持 NAP S2 的分布式 IO 设备如下所示:

- ET 200SP IM 155-6 PN HF (6ES7155-6AU00-0CN0), 固件版本≥ V4.2
- ET 200SP IM 155-6 PN/2 HF (6ES7155-6AU01-0CN0), 固件版本≥ V4.2
- ET 200SP IM 155-6 PN/3 HF (6ES7155-6AU30-0CN0), 固件版本≥ V4.2
- ET 200MP IM 155-5 PN HF (6ES7155-5AA00-0AC0), 固件版本≥ V4.2

如果要与其它 PROFINET IO 控制器实现 PROFINET 通信, 可通过下面支持 NAP S2 的 PN\PN Coupler 实现 IO 控制器-IO 控制器之间的通信:

- PN/PN Coupler (6ES7158-3AD10-0XA0), 固件版本≥ V4.2

1.2 网络结构

在 S7-1500R 冗余系统中, 冗余 PLC 必须安装在 MRP 冗余环网中, 这是实现冗余 PLC 主备之间实现组态和程序同步的必要条件。以 CPU1515R 为例网络结构示意如下图所示:

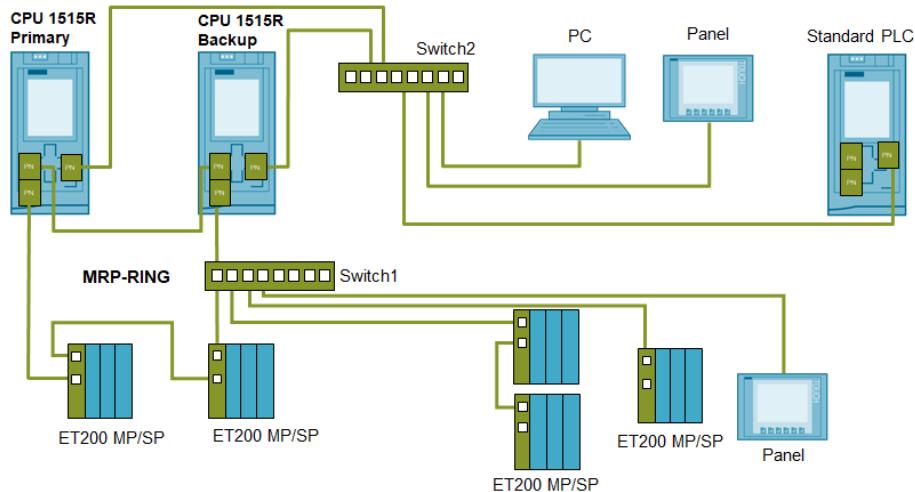


图 2 S7-1500R 网络结构示意图

CPU1513R 元余 PLC 只有 PROFINET X1 接口，可将上图中连接交换机 Switch2 的 PC、Panel、Standard PLC 连接到交换机 Switch1 实现与冗余 PLC 的通信。对于 S7-1500R 元余系统除了 PROFINET 分布式 IO 设备要支持 NAP S2 元余协议之外，包括 MRP 环网中的其它网络设备（如交换机）还需要支持 MRP 和 H-sync 转发，H-sync 转发功能用于在 MRP 环网内转发 S7-1500R 主备 PLC 之间的同步数据。

上面章节所提到的支持 NAP S2 的西门子分布式 IO 设备同时也支持 MRP（作为客户端）和 H-sync 转发。冗余 PLC 通过 PROFINET X1 接口的两个端口连接在 MRP 环网中，环网中除了可以连接 ET200MP 和 ET200SP，还可以连接交换机，分配给 S7-1500R 系统的 PROFINET IO 也可不连接在环网中，而是通过连接环网中的交换机与冗余 PLC 通信，如图中交换机 Switch1。

PC、HMI 以及标准 PLC 可通过连接交换机实现与冗余 PLC 的通信。

目前西门子支持 NAP S2、MRP、H-sync 的交换机有以下类型：

- SCALANCE XC-200，固件版本≥ V4.0
- SCALANCE XP-200，固件版本≥ V4.0
- SCALANCE XF-200BA，固件版本≥ V4.0

注意：为了保障 S7-1500R 元余 PLC 之间的同步性能，在网络结构中要确保两个冗余 PLC 有端口直接连接。而在实际组态中必须组态两个 R PLC 之间的端口互联，默认情况下两个 S7-1500R 的 PROFINET X1 接口的端口 P2 组态了端口互联，具体参考下面硬件组态章节介绍。

1.3 硬件组态

本章节以 CPU 1515R 扩展一个 ET200SP 为例演示 S7-1500R 元余 PLC 的组态步骤。网络结构如图所示：

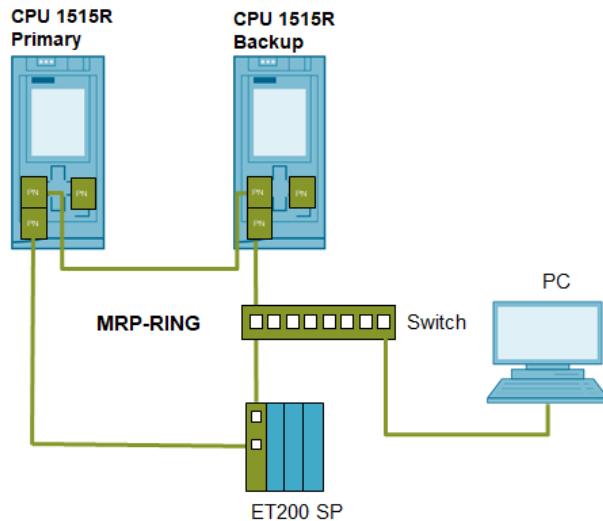


图 3 组态示例网络结构示意图

示例中使用交换机 SCALANCE XC208, MRP 默认设置为“管理器（自动）”，端口 P1,P2 为环网端口，不需要进行额外设置。

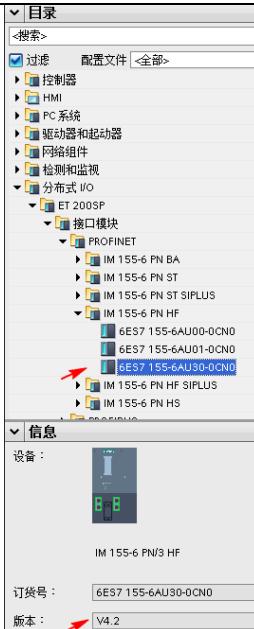
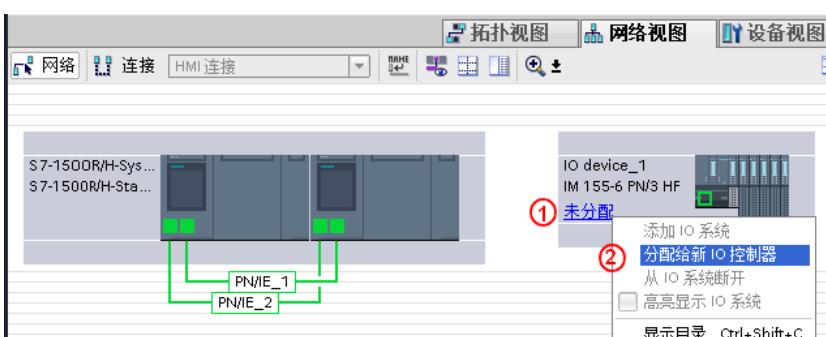
组态步骤如下：

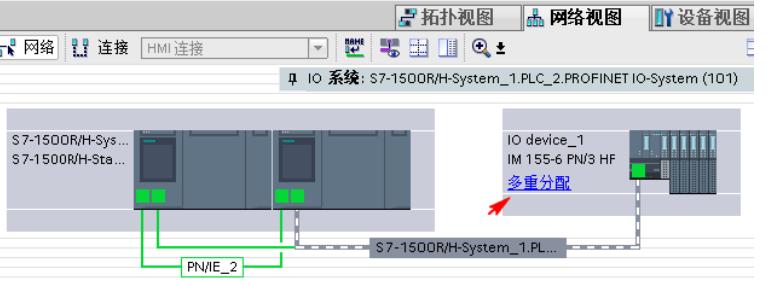
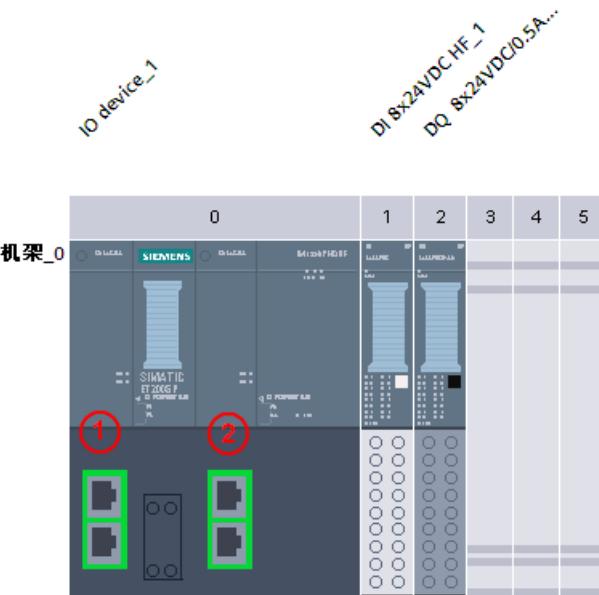
序号	描述	图示
1	项目中添加 CPU1515R	<p>添加新设备</p> <p>设备名称： PLC_1</p> <p>控制器</p> <p>HMI</p> <p>PC 系统</p> <p>驱动</p> <p>设备：</p> <p>CPU 1515R-2 PN</p> <p>订货号：6ES7 515-2RM00-0AB0</p> <p>版本：V2.6</p> <p>说明：</p> <p>带显示屏的 CPU；工作存储器可存储 500 KB 程序和 3 MB 数据；位操作时间 30 ns；4 级防护机制；跟踪功能；第 1 个接口：PROFINET IO 控制器，支持 RT，性能升级 PROFINET V2.3；双端口，支持 MRP，传输协议 TCP/IP，DNS 客户端，路由功能；第 2 个接口：PROFINET 基本服务，传输协议 TCP/IP，DNS 客户端，运行系统选定，坚固版本 V2.6</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 打开设备视图</p> <p><input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/></p>

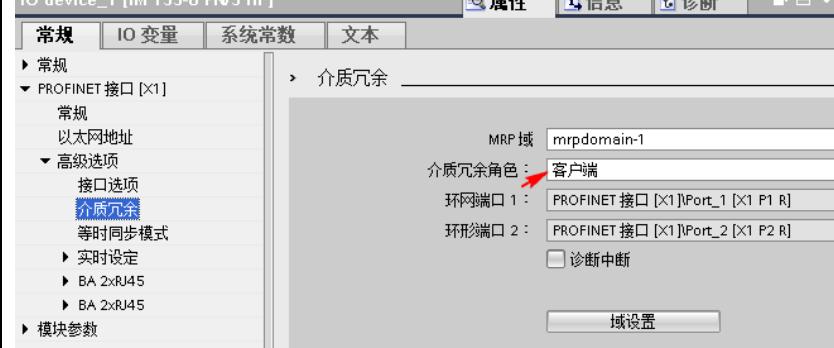
将生成一个冗余 PLC 站，包括两个 CPU1515R，设备视图显示如下：

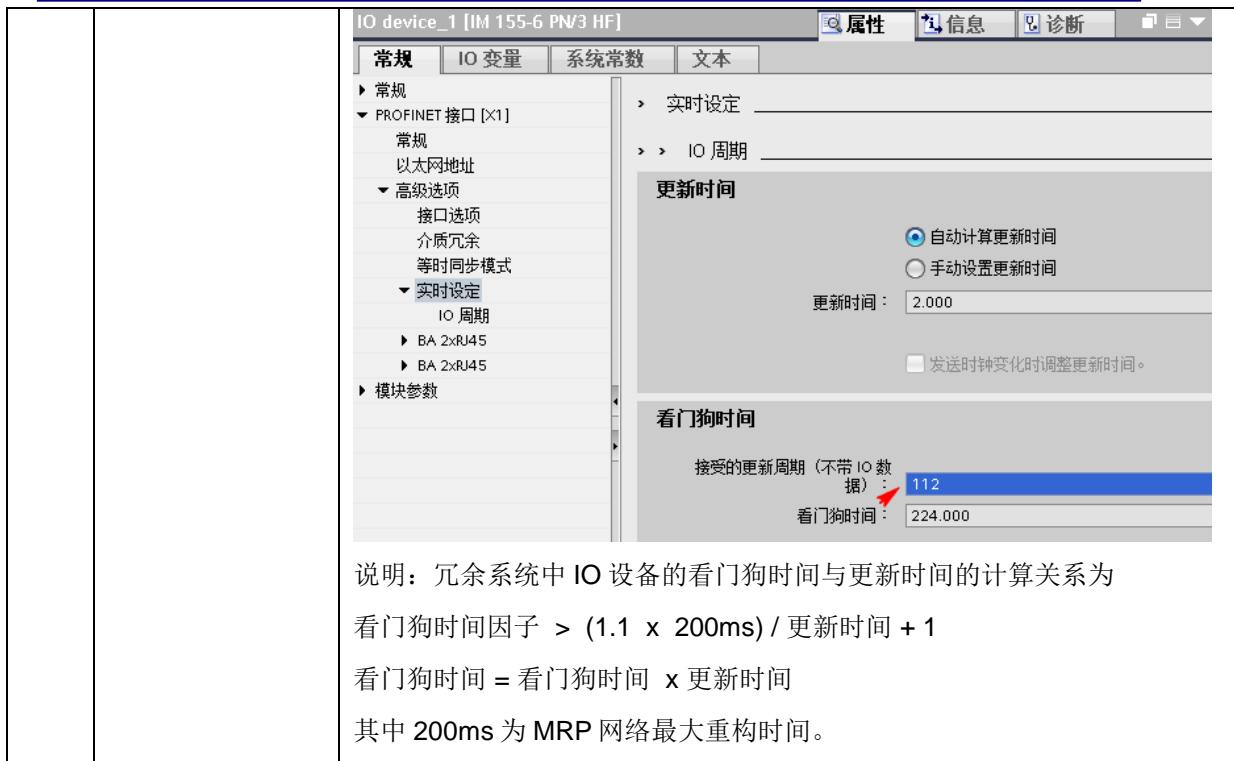
	
<p>在拓扑视图中自动组态了两个冗余 PLC 之间的 PROFINET X1 P2 端口互联，如图所示：</p>	
2	<p>设置 PLC IP 地址。</p> <p>说明：X1 接口的系统 IP 是两个冗余 PLC 的 X1 接口的公共设置，当通信时通过系统 IP 始终访问的是主 PLC。</p>

	<p>示例中：</p> <p>PLC1 X1 IP: 192.168.0.56</p> <p>PLC2 X1 IP: 192.168.0.57</p> <p>X1 系统 IP: 192.168.0.55</p> <p>PLC1 X2 IP: 192.168.1.56</p> <p>PLC2 X2 IP: 192.168.1.57</p> <p>X2 系统 IP: 192.168.1.55</p>	
		<p>①: X1 接口 IP 地址</p> <p>②: 冗余 PLC 的 X1 接口系统 IP 地址</p> <p>同样 X2 接口也可设置独立的 PLC 接口 IP 以及冗余 PLC 的系统 IP 地址。</p> <p>注意：设置虚拟 MAC 地址时，需确保以太网广播域中存储的所有 MAC 地址唯一。特别是在包含由 VRRP 组成的第三方设备以及由多个 STEP 7 项目所组态的冗余系统组成的系统中。</p>
3	冗余 PLC MRP 设置：冗余 PLC 的 MRP 默认设置为：管理员（自动），不需要修改。	
4	添加 ET200SP : IM155-6PN/3HF	在网络视图中从“硬件目录>分布式 I/O>ET200SP>接口模块>PROFINET>IM155-6 PN HF”中选择 6ES7155-6AU30-0CN0 拖入到网络视图完成设备添加：

		 <p>注意查看固件版本，必须至少是 V4.2 版本。</p>
5	为 ET200SP 分配冗余 PLC 作为 IO 控制器	<p>操作如下：</p>  <p>①: 鼠标右击“未分配”</p> <p>②: 右键菜单中点击“分配给新 IO 控制器”</p> <p>在弹出窗口中勾选两个冗余 PLC:</p>  <p>显示如下：在 ET20SP 中蓝色显示为“多重分配”：</p>

		
6	在 ET200SP 设备视图中添加 IO 模块	<p>说明：服务器模块不需要组态，编译时会自动添加。</p>
7	ET200SP PN 端口分配	<p>添加完 IM155-6 PN/3HF 后，会自动分配两个 BA 2xRJ45 总线适配器，共四个 RJ45 端口：</p>  <p>①：总线适配器 BA 2xRJ451, 端口 1 (X1P1 R), 端口 2 (X1P2 R), 这两个端口为冗余端口</p> <p>②：总线适配器 BA 2xRJ451_1, 只有第一个端口可用, 端口 3 (X1P3)</p>

8	将 ET200SP 设置为 MRP 客户端	
9	ET200SP PROFINET 参数设置。	<p>在 IM155-6 属性中选择“实时设定”窗口，设置 PROFINET 实时参数：</p>  <p>①：设置更新时间，默认为自动设置</p> <p>②：设置看门狗时间因子（更新时间的倍数），当更新时间为 2ms 时，冗余系统要求 IO 设备的看门狗时间因子必须大于 111：如设置为 112</p>



说明：冗余系统中 IO 设备的看门狗时间与更新时间的计算关系为

$$\text{看门狗时间因子} > (1.1 \times 200\text{ms}) / \text{更新时间} + 1$$

$$\text{看门狗时间} = \text{看门狗时间因子} \times \text{更新时间}$$
其中 200ms 为 MRP 网络最大重构时间。

说明：在设备组态中关于冗余系统的公共参数如系统 IP 地址只需要在一个 PLC 的设备组态中设置，另外一个 PLC 的相应参数会同时更改。而编程相关内容只有在第一个 PLC 中显示，如下图所示：

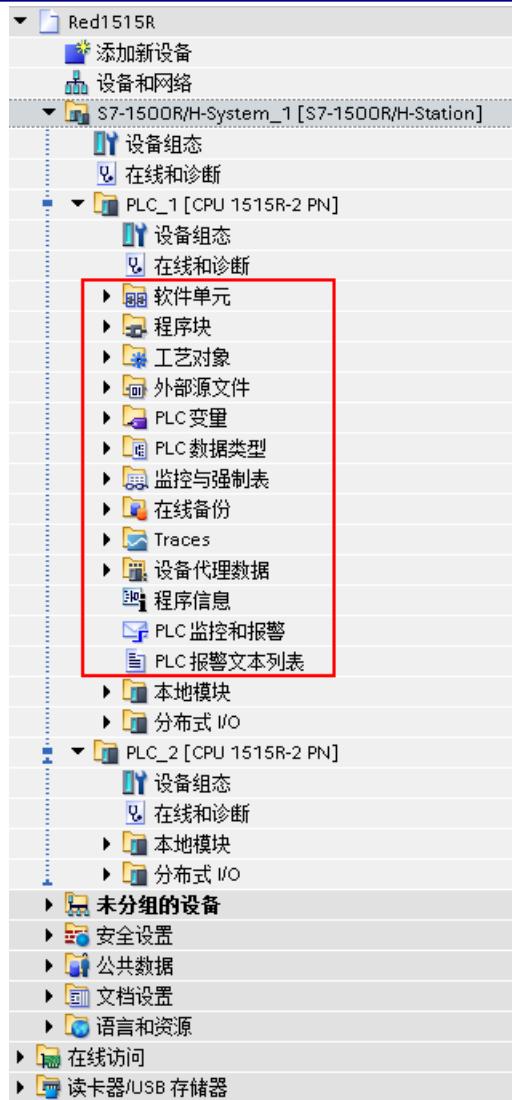


图 8 S7-1500R 冗余系统项目结构

2 S7-1500R 冗余 PLC 下载

S7-1500R 冗余 PLC 通过 PROFINET X1 接口的网络连接后会自动确定主备关系，通过 PLC 上的 DISPLAY 显示面板可查看主备状态，CPU1515R 与 CPU1517H 都是宽屏，显示相同，下面以 CPU1517H 为例图示如下：P 表示 Primary，为主 PLC，B 表示 Backup，为备 PLC

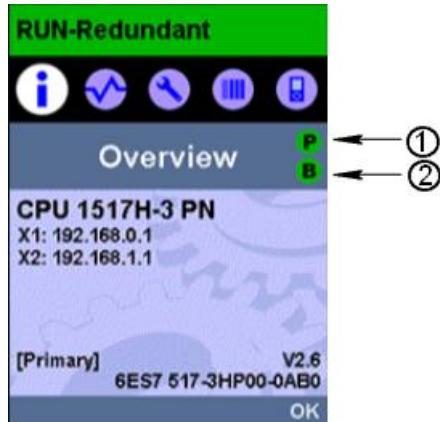


图 4 DISPLAY 面板显示主备状态

- ①: 本 PLC 为主 PLC
- ②: 冗余伙伴 PLC 为备 PLC

CPU1513R 使用窄屏 DISPLAY 面板, 显示如下图所示:



图 5 CPU1513R DISPLAY 面板显示主备状态

下载时只能下载主 PLC, 备 PLC 只有在启动时将组态和程序从主 PLC 同步到备 PLC。如图所示下载窗口中选择备 PLC 时, 不能选择“下载”按钮:

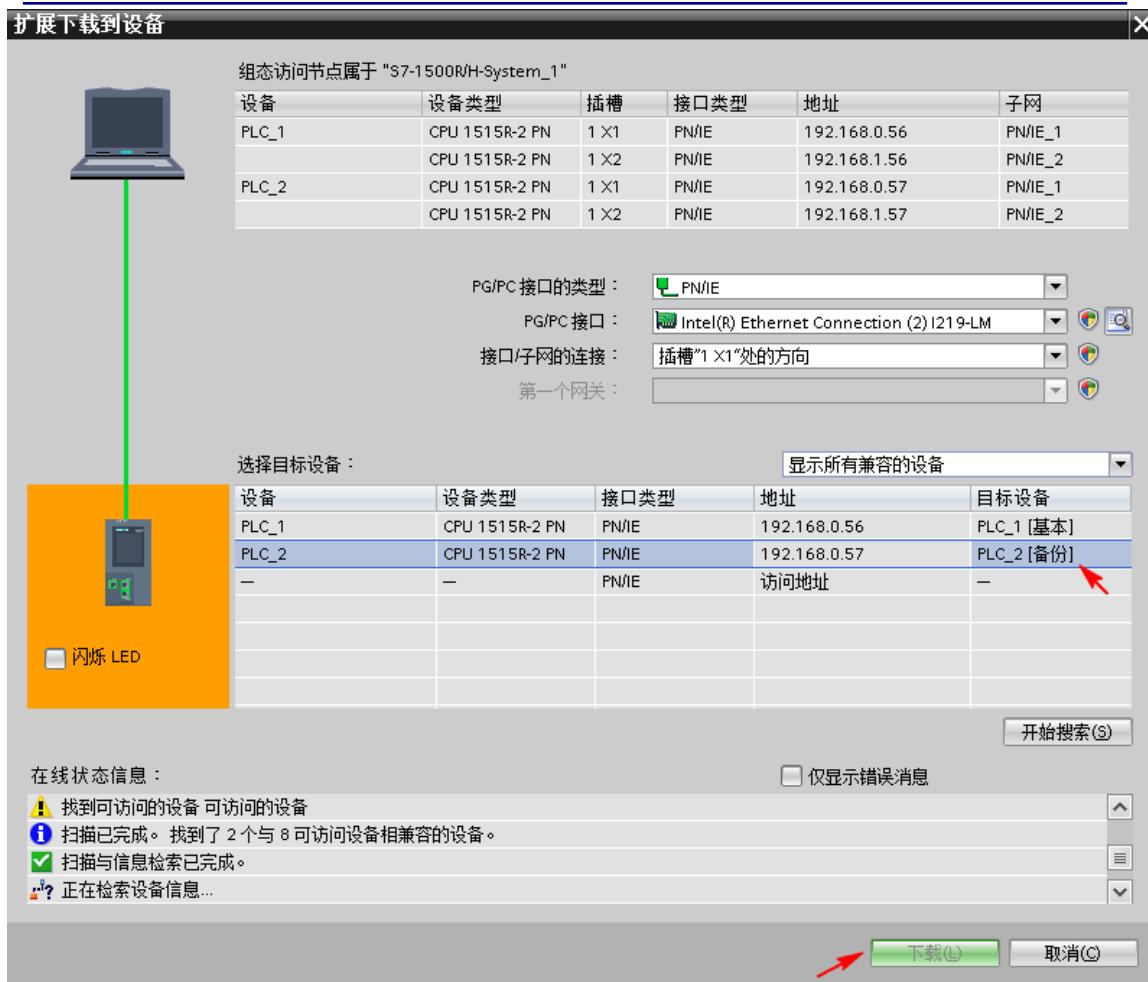


图 6 下载时选择备 PLC

如图所示下载窗口中选择主 PLC 时，可选择“下载”按钮进行下载：

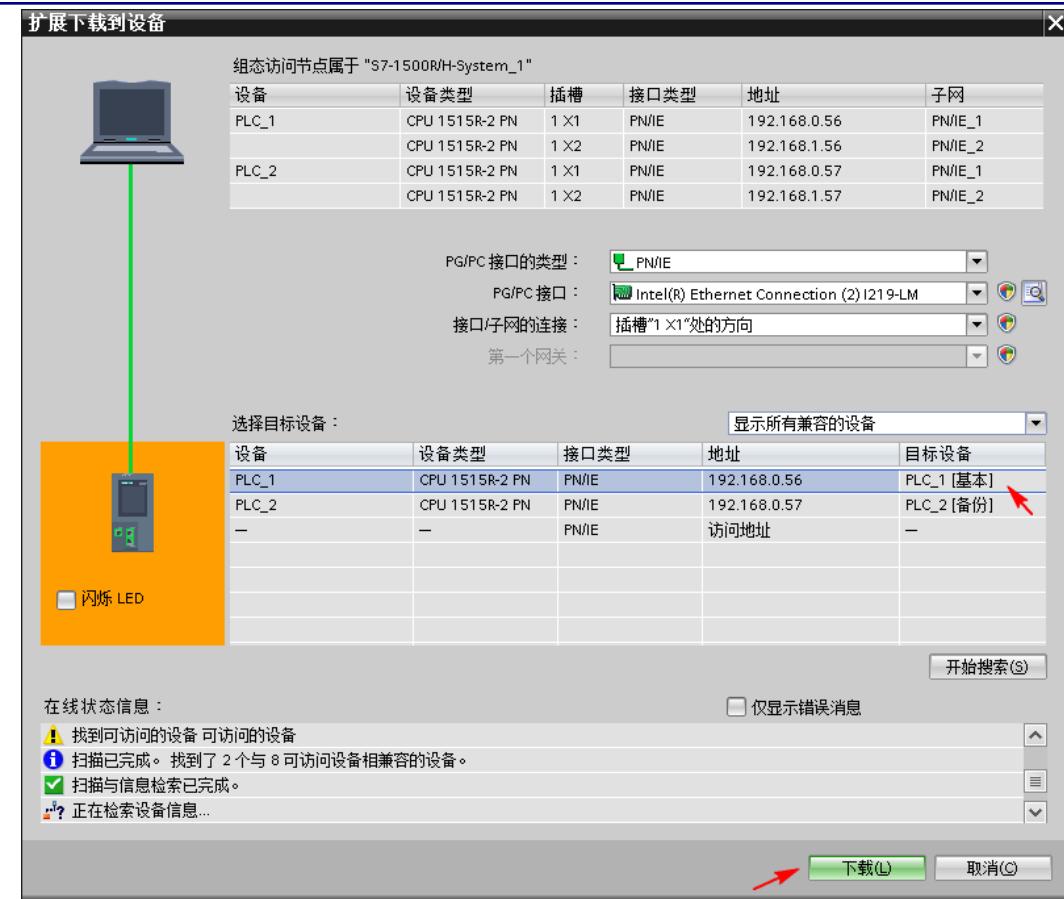


图 7 下载时选择主 PLC

注意：当冗余 PLC 系统处于冗余模式下不能执行下载。

冗余 PLC 第一次下载时，因为出厂无 IP 地址，在下载窗口不显示 PLC 的主备关系，只显示 MAC 地址，此时要根据冗余 PLC 上的 DISPLAY 面板查看主备关系，找到主 PLC 对应的 MAC 地址，下载时再根据 MAC 地址选择正确的主 PLC 执行下载，如果选择备 PLC 下载博途会显示“所选 CPU 不是基本 CPU。该操作无法执行。”，如下图所示：

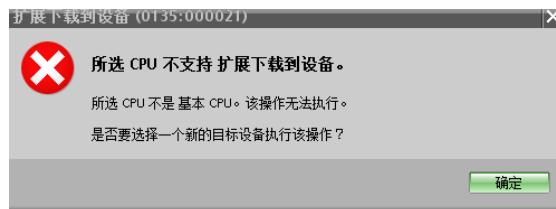
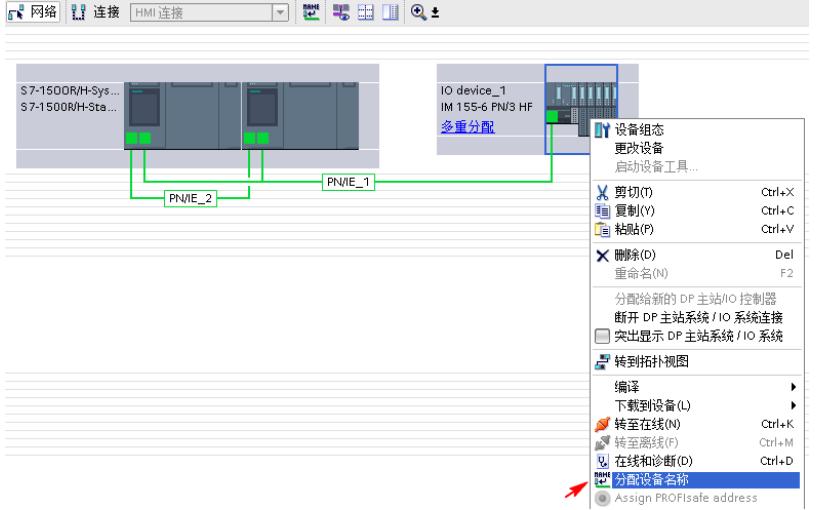
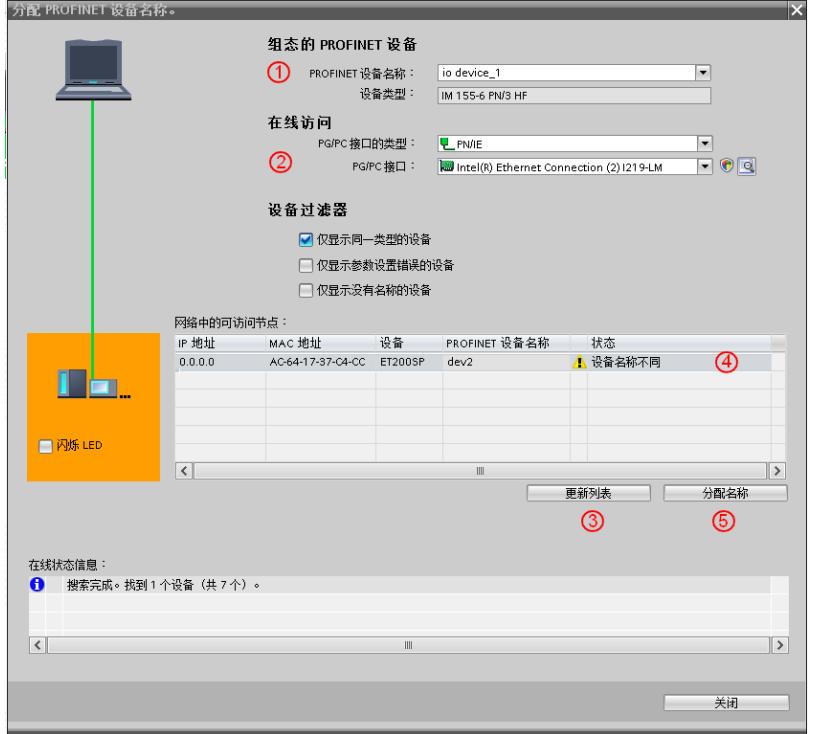
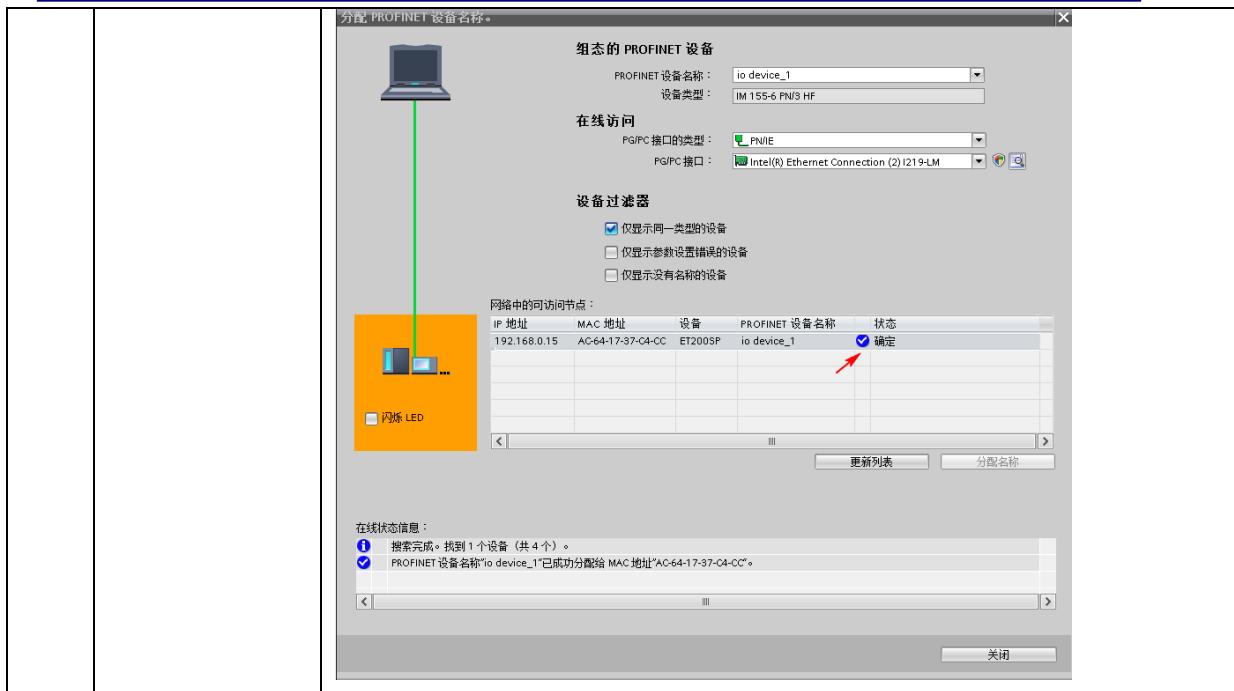


图 8 下载备 PLC 报错

最后为与 ET200SP 建立 PROFINET 通信，需要为 IM155-6 分配设备名称，操作如下：

序号	描述	图示
1	网络视图中选择 ET200SP，点击	

	<p>鼠标右键，在菜单中选择“分配设备名称”</p>	
2	<p>在“分配 PROFINET 设备名称”窗口执行分配操作</p>	 <p>① :选择组态的设备 ② :选择连接 ET200SP 所在网络的网卡 ③ :点击“更新列表”搜索设备 ④ :选择搜索到的所要分配设备名称的 ET200SP ⑤ :点击“分配列表”执行设备名称分配</p> <p>分配成功后显示状态如图：IO 控制器将自动为 ET200SP 分配组态的 IP 地址</p>



3 S7-1500R 冗余 PLC 主备同步及切换

3.1 主备 PLC 同步

冗余系统主备 PLC 之间的同步分为两个阶段：

3.1.1 备 PLC 启动时的同步

组态和程序下载到主 PLC 后，此时冗余系统工作在单机模式(RUN-Solo)，操作备 PLC 上的模式开关从 STOP 切换到 RUN，将启动主 PLC 到备 PLC 的同步过程。实现主备 PLC 同步的前提条件是：

- 同步连接正常
- MRP 环网处于闭环状态

下图反映了主备 PLC 的操作状态和冗余系统系统状态在执行同步(SYNCUP)前后的变化过程。

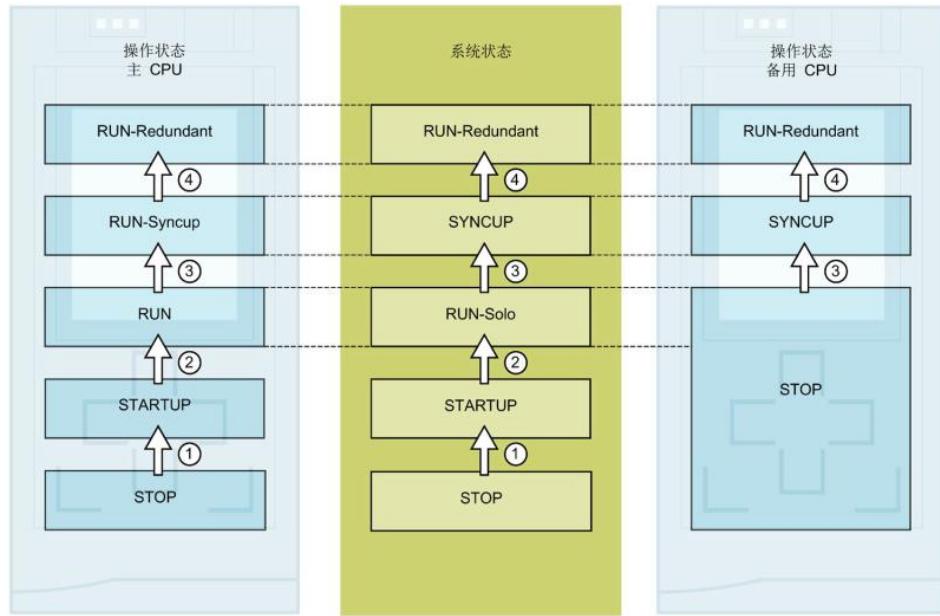


图 9 系统状态和操作状态切换过程

注意：须将 PLC 的最大循环监视时间设置为大于 PLC 实际循环时间的两倍，否则将会导致同步失败。

3.1.2 冗余系统工作在 RUN-Redundant 状态下的同步

当冗余系统工作在冗余模式（RUN-Redundant）时，主 PLC 将根据一定的同步机制将运行数据同步到备 PLC，以确保冗余系统主备 PLC 切换时不影响系统的不间断运行。

3.2 主备 PLC 切换

冗余系统工作在冗余模式下时，当满足下面条件时将进行主备 PLC 切换，原备 PLC 切换为主 PLC 进行正常的程序处理和 IO 数据交换：

- 主 PLC STOP
- 主 PLC 断电

主备 PLC 切换的同时冗余系统也将切换到单机模式（RUN-Solo）。

4 在线调试

冗余 PLC 可通过博途在线显示系统状态和调试程序。下面介绍相关操作和功能。

4.1 在线操作

将冗余系统转至在线操作如下：



图 10 冗余系统在线显示

- ①: 选中项目中冗余系统, 点击工具栏中的“转至在线”按钮, 将冗余系统转至在线;
- ②: 在冗余系统目录下的两个冗余 PLC 通过图标中的 P 和 B 显示主备状态, 图中 PLC_1 显示 B 为备 PLC, PLC_2 显示 P 为主 PLC;
- ③: 在冗余系统的“在线和诊断”窗口中显示了冗余系统的系统状态的详细信息。包括:
 - 系统状态
 - 配对状态
 - 主/备 PLC 的操作状态
 - 主备关系

在以上①中的操作是默认将主 PLC 转至在线, 可以满足程序调试的需要。如果需要查看备 PLC 的诊断状态, 可通过以下操作将备 PLC 转至在线:选择项目中冗余系统, 点击鼠标右键, 在右键菜单中选择“与备用 PLC 建立在线连接>转至在线”

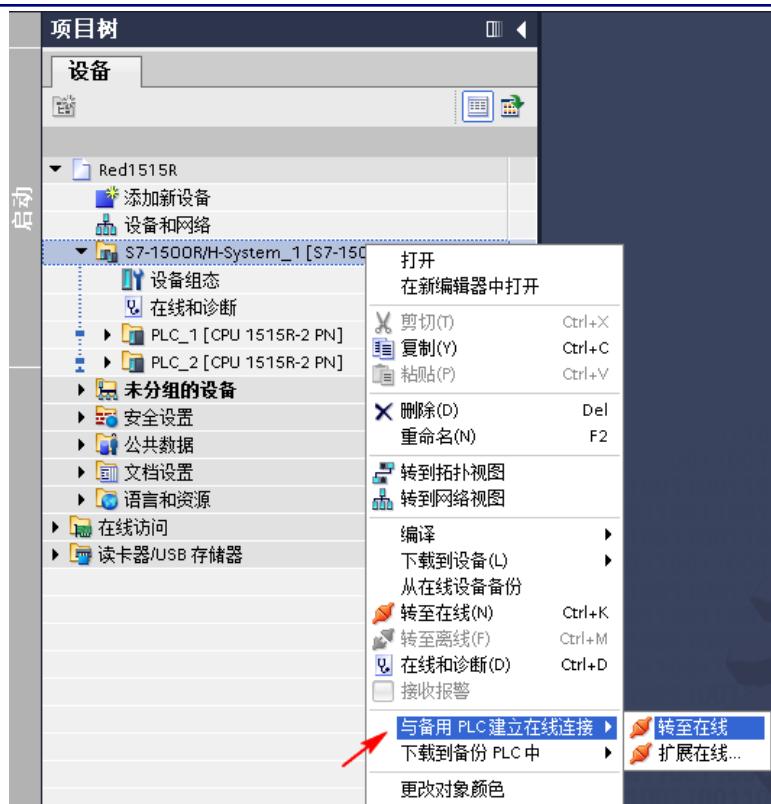


图 11 将备 PLC 转至在线

注意：

在冗余系统处于 SYNCUP 同步状态时不能建立在线连接。

4.2 调试功能

冗余 PLC 在线后，可以通过以下在线功能实现程序和硬件的测试和调试：

- 程序块在线监视
- 数据块在线功能
- PLC 变量表
- 监控表
- 强制表
- TRACE

这些功能的操作与标准 PLC 相同，这里就不做详细介绍了。

注意：对于 TRACE 功能

- R/H 冗余 PLC 不支持在 SIMATIC 存储卡中存储测量值（设备中的测量值）；
- 冗余系统在 SYNCUP 同步状态下不执行 TRACE 记录。

5 相关手册链接

有关 S7-1500 冗余 PLC 的更多技术信息请参考手册：

- S7-1500R/H 冗余系统
<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109754833>
- CPU1517H 设备手册
<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109754836>
- CPU 1513R-1 PN 设备手册
<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109754834>
- CPU 1515R-2 PN 设备手册
<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109754835>

附录一 推荐网址

自动化系统

西门子（中国）有限公司

工业自动化与驱动技术集团 客户服务与支持中心

网站首页：www.4008104288.com.cn

自动化系统 下载中心：

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/DocList.aspx?TypId=0&CatFirst=1>

自动化系统 全球技术资源：

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10805045/130000>

“找答案” 自动化系统版区：

<http://www.ad.siemens.com.cn/service/answer/category.asp?cid=1027>

通信/网络

西门子（中国）有限公司

工业自动化与驱动技术集团 客户服务与支持中心

网站首页：www.4008104288.com.cn

通信/网络 下载中心：

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/DocList.aspx?TypId=0&CatFirst=12>

通信/网络 全球技术资源：

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10805868/130000>

“找答案” Net 版区：

<http://www.ad.siemens.com.cn/service/answer/category.asp?cid=1031>

注意事项

应用示例与所示电路、设备及任何可能结果没有必然联系，并不完全相关。应用示例不表示客户的具体解决方案。它们仅对典型应用提供支持。用户负责确保所述产品的正确使用。这些应用示例不能免除用户在确保安全、专业使用、安装、操作和维护设备方面的责任。当使用这些应用示例时，应意识到西门子不对在所述责任条款范围之外的任何损坏/索赔承担责任。我们保留随时修改这些应用示例的权利，恕不另行通知。如果这些应用示例与其它西门子出版物(例如，目录)给出的建议不同，则以其它文档的内容为准。

声明

我们已核对过本手册的内容与所描述的硬件和软件相符。由于差错难以完全避免，我们不能保证完全一致。我们会经常对手册中的数据进行检查，并在后续的版本中进行必要的更正。欢迎您提出宝贵意见。

版权© 西门子（中国）有限公司 2001-2008 版权保留

复制、传播或者使用该文件或文件内容必须经过权利人书面明确同意。侵权者将承担权利人的全部损失。权利人保留一切权利，包括复制、发行，以及改编、汇编的权利。

西门子（中国）有限公司