

常问问题 •

PCS 7 中 EMT 的使用

PCS 7 EMT

目录

1	概述	3
1.1	ISA-88 标准 (非连续模式)	3
1.2	ISA-106 标准 (连续模式)	3
1.3	EMT 概念	4
2	使用设备模块类型 (EMT) 编程	5
2.1	基本要求	5
2.2	应用举例	5
2.3	创建测试项目	5
2.4	控制模块类型 (CMTs/CM) 组态	6
2.5	设备模块类型 (EMT) 的组态	9
2.5.1	创建设备模块类型 EMT	9
2.5.2	创建 Control Module (Basic Requirement)	11
2.5.3	创建 Control Module Assignment	13
2.5.4	EMT 程序创建.....	14
2.5.5	生成 EMT 实例.....	21
2.5.6	OS 可视化.....	22
3	EMT 同步	24
3.1	CMT 同步.....	24
3.2	EMT 同步	26
3.3	SFC Type 同步	27

1 概述

化工、制药等不同行业中自动化工程组态的标准化变得越来越重要。产品生产过程中，往往面临着更多的工艺的变化，设备的变化，以及要求生产更为灵活性、对市场响应更加迅速，这些都要求自动化工程组态更为标准，修改更为灵活。同时，从企业层面，需要与更上层的开发软件对接，实现产品从最上层的工艺设计、研发、到最终实现，无缝衔接起来。

为了实现工程组态标准化的要求，ISA-106/ISA-88 标准规范依据连续生产模式/ Batch 生产模式分别定义了工厂的标准层级。

1.1 ISA-88 标准（非连续模式）

ANSI/ISA-88 标准基于批生产操作模式，定义了工厂生产的四个层级，分别为 Process cell、Unit、Equipment module、Control unit，如图 1-1 所示。

- 过程单元 Process Cell: 完成批生产任务的所有设备的集合
- 单元 Unit: 控制模块、设备模块的集合，以及相关逻辑的集合，实现主要的生产处理活动，如反应罐
- 设备模块 Equipment module: 控制模块集合，完成特定功能，如加热、搅拌等
- 控制模块 Control unit: 现场单体控制设备，如传感器、阀、马达设备等

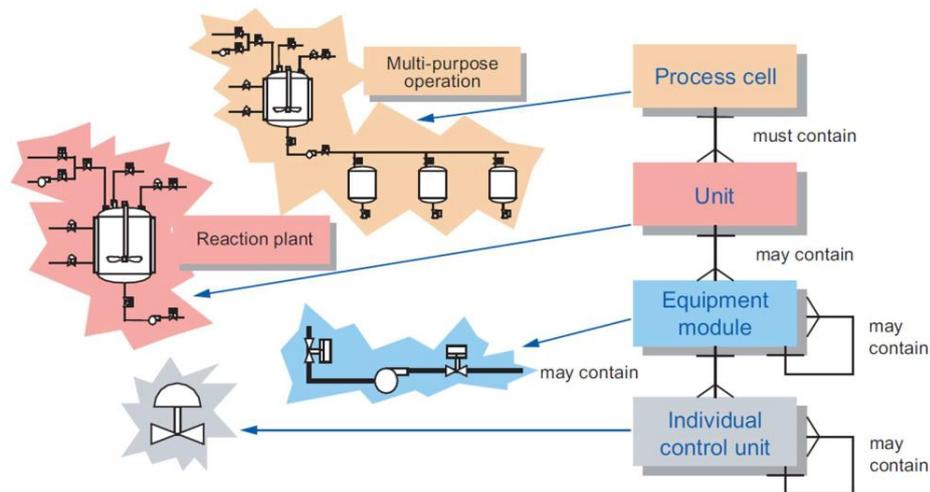


图 1-1 基于 ANSI/ISA-88 的工厂层级

1.2 ISA-106 标准（连续模式）

ISA-106 标准基于连续过程生产定义了自动化工厂层级，最下面四层结构为 Plant、Unit、Equipment、Device。一个工厂可以划分为多个单元（Unit）组成，不同单元由完成某些特定活动的成套设备（Equipment）组成。而一个成套设备是不同物理设备（Device）的集合。

基于 ISA-106/ISA-88 标准规范，PCS 7 定义了 CM（控制模块），工厂层级的最下层 -- Control Unit 或 Device，即现场控制设备，以及相对应的 CMT -- 控制

模块类型。在 SIMATIC Manager 编辑器中进行 CFC 编程的时候，可以通过使用预先定义好的控制模块类型达到快速、灵活组态的目的。

关于 CMT 控制模块类型的详细信息，请参考如下文档：

《PCS 7 中 CFC 编程之 CMT 的使用》

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/76317911>

1.3 EMT 概念

从 V9.0 起，PCS 7 提供了一种新的概念类型 - 设备模块 (EM) /设备模块类型 (EMT)。设备模块 (EM) 定义了一组设备集，通过控制更底层的控制模块 (CM)，以实现有限的、特定功能的生产活动。

基于 ISA-106/ISA-88 标准规范，应用于连续模式与批生产模式下 EM 的创建方式不同。本文中，设备模块 (EM) 是基于 ISA-88 批生产模式 -- SFC 类型/实例概念创建，即设备模块类型是以顺序功能图的方式，按照步的执行顺序控制底层执行器、传感器 (CM) 动作。

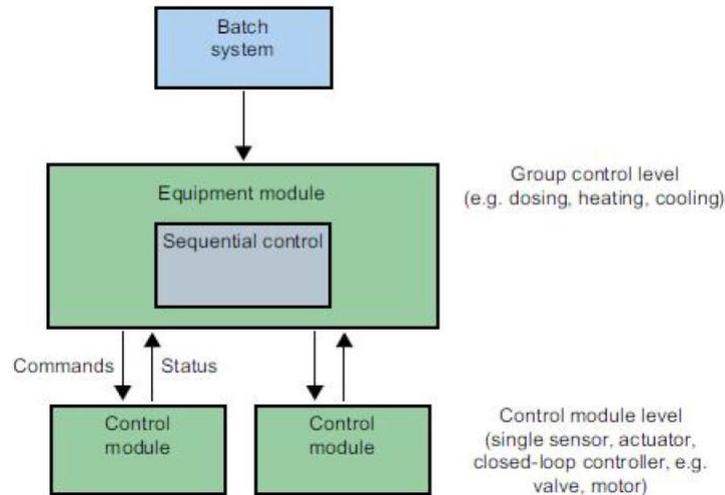


图 1-2 基于 ANSI/ISA-88 的 EM

关于连续生产模式下，EM 创建组态方式，请参考如下文档：

Equipment Modules for SIMATIC PCS 7 using the example of the Chemical Industry

<https://support.industry.siemens.com/cs/us/en/view/53843373>

2 使用设备模块类型（EMT）编程

2.1 基本要求

- 操作系统：Windows 10 Enterprise LTSB 2015（64-Bit）
更多支持的操作系统版本，请访问如下链接查询：
《自动化和驱动技术的兼容性工具》
<https://support.industry.siemens.com/cs/us/en/view/64847781>
- 软件要求：PCS 7 V9.0 EU/ASIA 及以上版本
- 已创建若干 CMTs/CMs

2.2 应用举例

本文以如下项目为例，演示如何创建设备模块类型（EMT）以及与控制模块（CM）之间的连接。

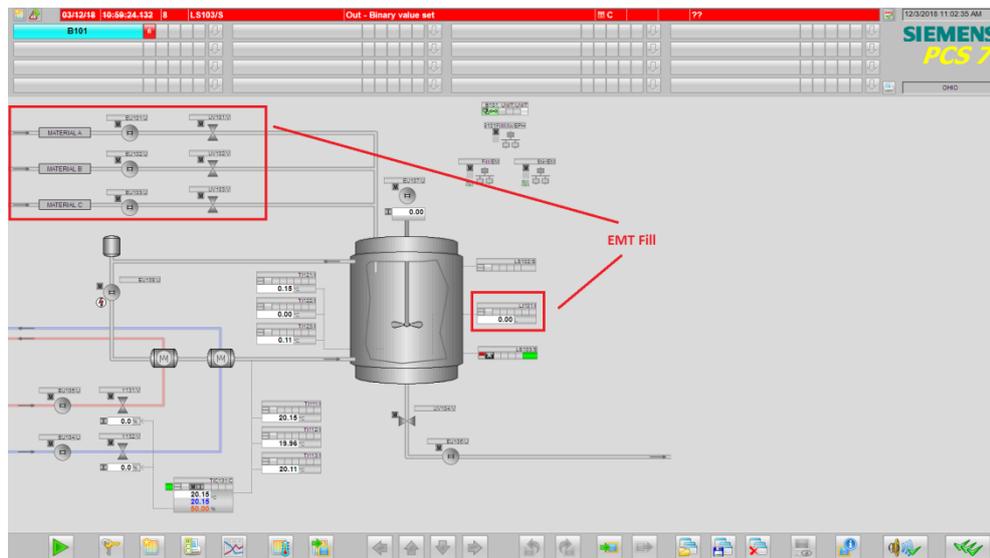


图 2-1 应用项目

设备模块类型 EMT “Fill” 实现通过选择不同物料 A、B、C 以及填充质量（Amount），控制相应阀门、电机动作，完成物料填充。当达到液位上限值时，结束填充过程。

2.3 创建测试项目

打开 PCS 7，创建多项目，并插入 AS、OS 两个单项目，分别添加 SIMATIC 400 Station 和 SIMATIC PC Station，进行相应硬件及网络组态，最终项目结构如下所示：

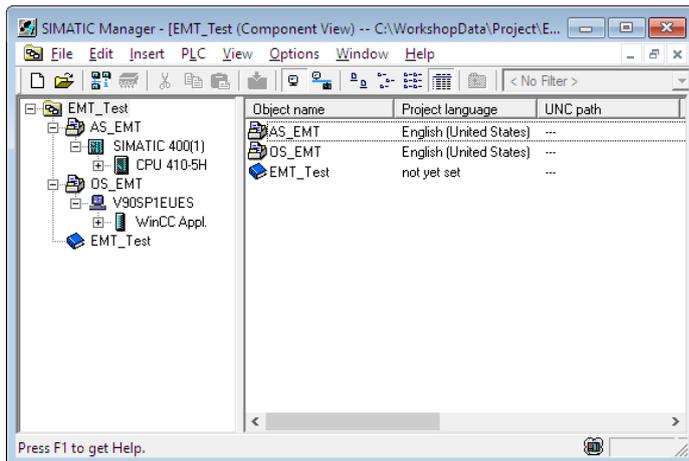


图 2-2 基本项目框架

2.4 控制模块类型（CMTs/CM）组态

如图 2-1 所示，通过不同物料的选择，实现三种物料 A、B、C 向反应罐 TankB101 的填充。当选择物料 A 时，启动 Pump EU101, Valve UV101；物料 B 时，启动 Pump EU102, Valve UV102；物料 C 时，Pump EU103, Valve UV103。

选择不同物料，开启的控制设备（CM）不同，本文预设应用中涉及到的 Pump、Valve 类型一致，即分别创建控制模块类型 CMT - MyMotor、MyValve，如图 2-3 所示。

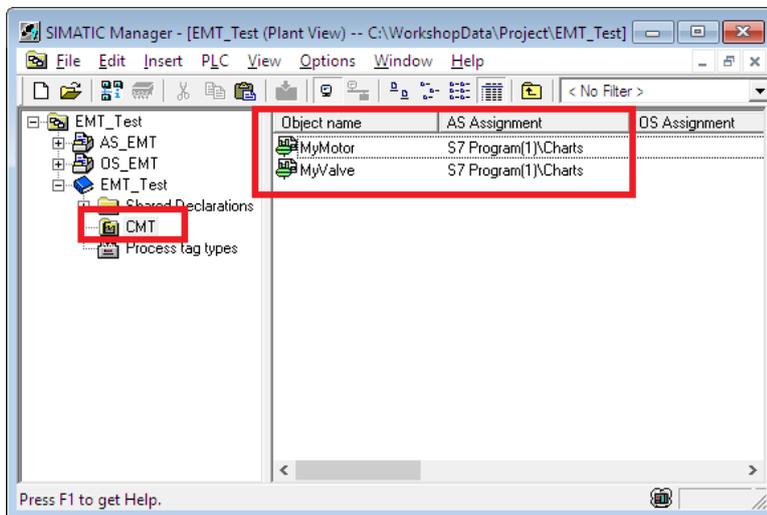


图 2-3 主数据库中创建 CMTs

创建方法如下：

- 1、主数据库中选择要创建 CMT 的层级文件夹，此文档中以在“CMT”层级文件夹中创建 CMT 为例进行说明。点击右键在快捷菜单中选择：“插入新对象” → “控制模块类型”（Insert New Object → Control Module Type）

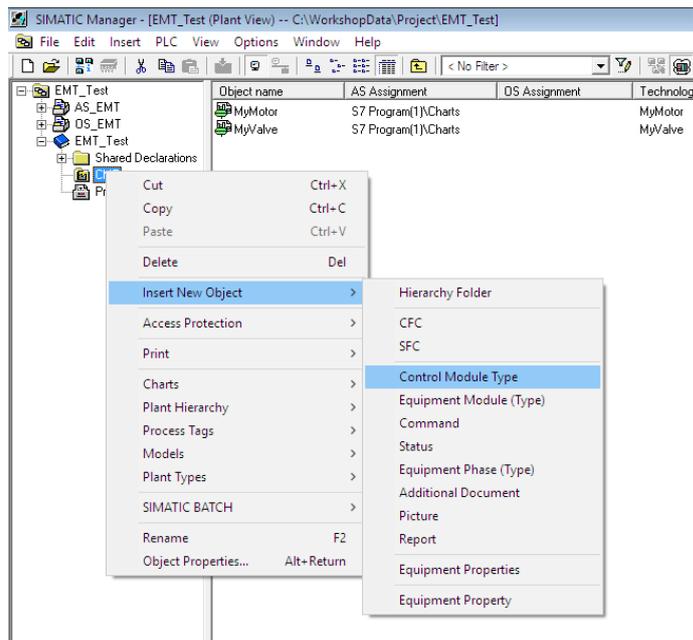


图 2-4 主数据库中创建 CMTs

2、创建控制模块类型工艺 IO（Technological I/O）

在 CFC 编辑器中的菜单栏选择“视图→工艺 I/O”（View→Technological I/O）或直接点击工具栏中的  按钮，激活工艺 I/O 的窗口。

使用拖拽的方式插入图表中已经存在的块（control modules）以及信号或参数（control variable）到工艺 I/Os。

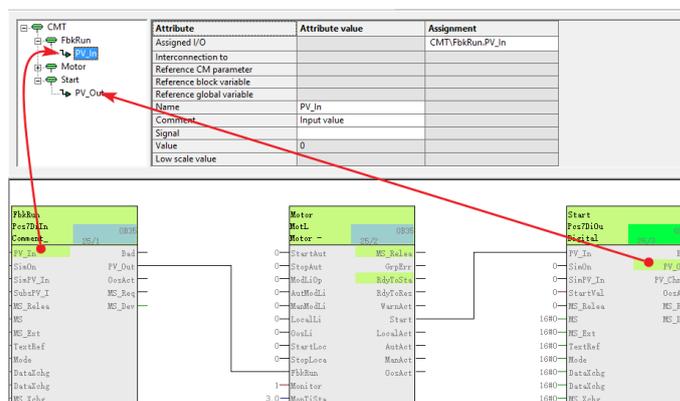


图 2-5 创建控制模块类型工艺 IO

自 PCS 7 V9.0 起，CMT 支持创建新的工艺 IO 接口 -- 状态/命令，即工艺人员可理解的 IO。状态/命令接口可直接通过上层软件 PAA/COMOS，预先定义，并导入 PCS 7 软件中自动生成 CMT 及其对应的状态/命令，而无须考虑 PCS 7 中使用具体功能库，以及通过哪些不同引脚控制执行器启动/停止动作。

命令 Command/状态 Status 可通过设备模块类型 EMT 调用，用以控制一个阀门或电机块动作，及反应控制设备的状态，如一个阀门的开/关状态反馈。

创建 CMT MyValve、MyMotor 工艺 IOs 结果如图 2-6、2-7 所示：

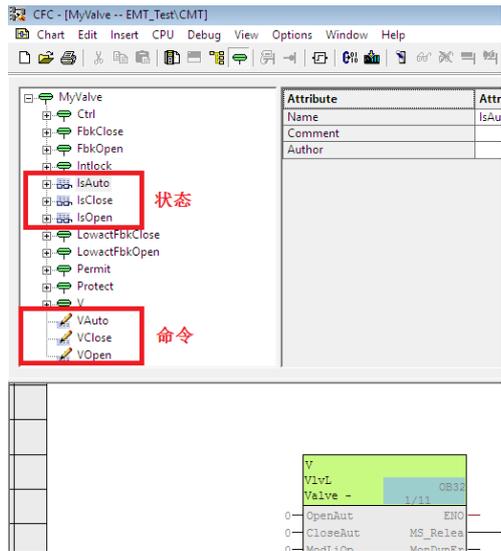


图 2-6 MyValve 工艺 IOs

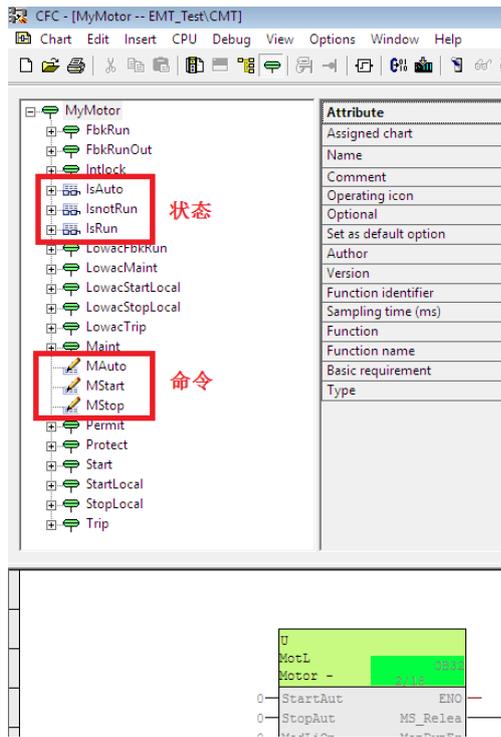


图 2-7 MyMotor 工艺 IOs

3、生成控制模块（CM）

从主数据库中复制要被编程的控制模块类型 MyValve、MyMotor 到相应的工厂层级下，并按照工艺要求修改成特定的实例名称。

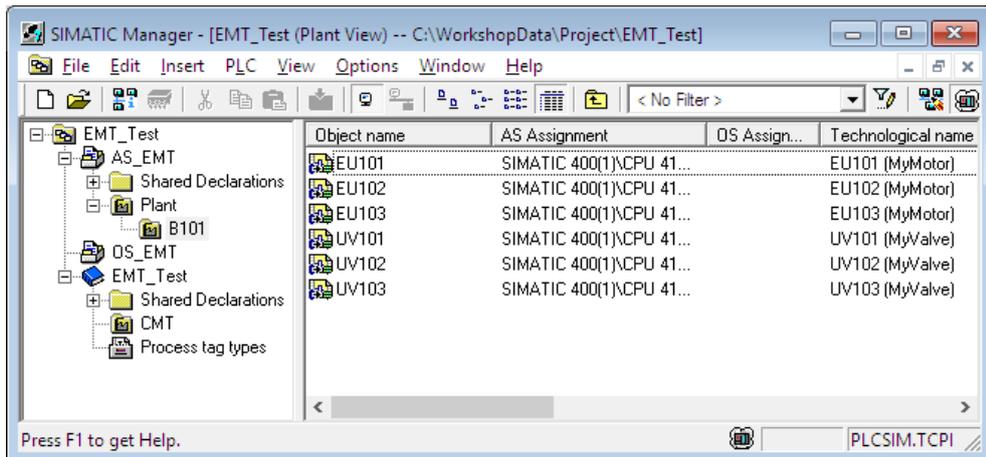


图 2-8 控制模块类型（CMT）实例

关于 CMT 中工艺 IO 的创建方法以及实例生成方式，请参考如下文档：

《PCS 7 中 CFC 编程之 CMT 的使用》

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/76317911>

2.5 设备模块类型（EMT）的组态

2.5.1 创建设备模块类型 EMT

设备模块类型的创建与 CMT 创建类似，在主数据库中选择要创建 EMT 的层级文件夹，此文档中以在“EMT”层级文件夹中创建 EMT 为例进行说明。点击右键在快捷菜单中选择：“插入新对象” → “设备模块类型”（Insert New Object → Equipment Module Type）

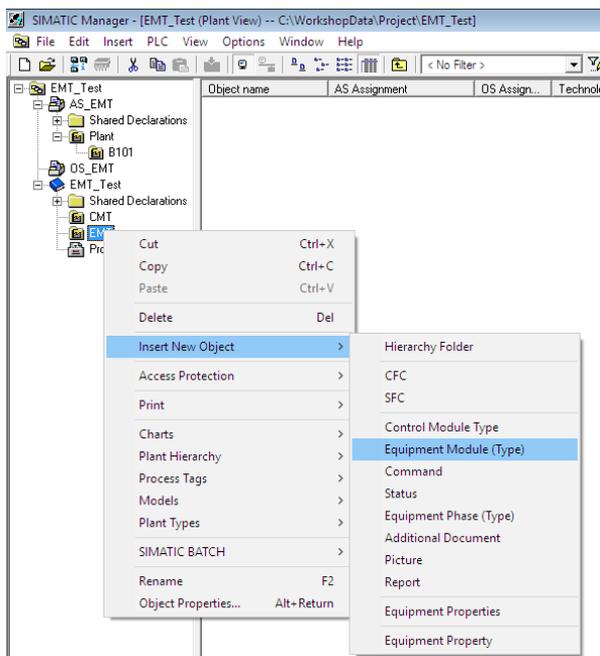


图 2-9 主数据库中创建 EMTs

当创建 EMT 后，系统会自动在 Component View 中创建一个对应的 SFC 类型。SFC 类型名称自动命名为“EM”。为了使创建的设备模块类型与 SFC 类型更好的被识别，要求 SFC 类型与 EMT 名称必须一致。本文中手动更改 EMT、SFC 类型名称为“Fill”。

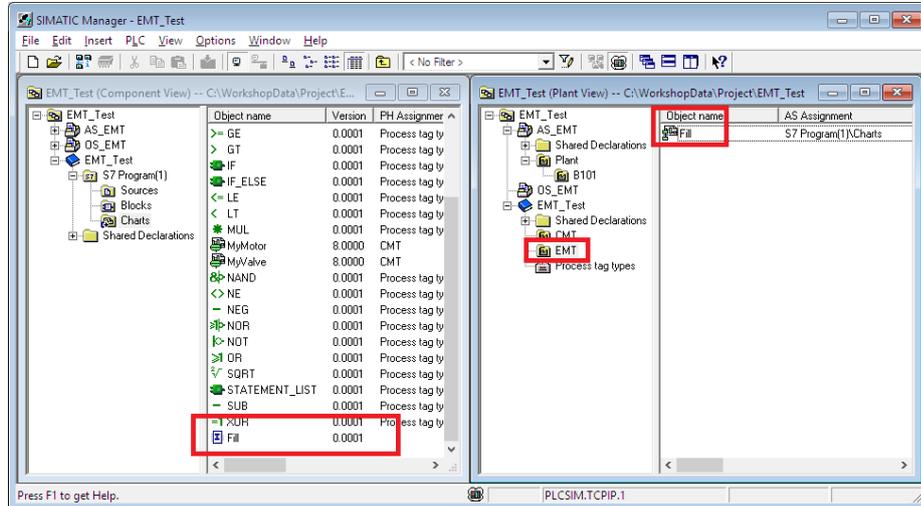


图 2-10 修改 SFC Type 名称

双击打开 EMT，如下图所示：

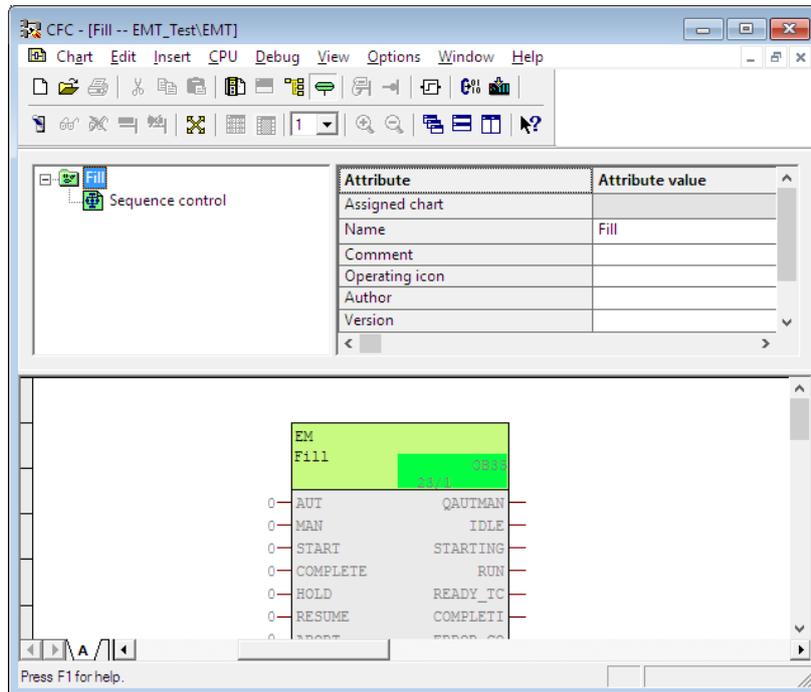


图 2-11 EMT 工艺 IOs

系统默认插入 SFC，在 CFC 编辑视图中可见，即 SFC Type “Fill” 实例。

设备模块类型中支持插入如下元素：

- sequential control system: SFC 类型实例，默认插入，仅可存在一个 SFC 实例

- Control Module: 控制模块
- Control Module Assignment: 基于控制模块类型的控制模块分配
- Control Module (Basic Requirement): 最小需求的控制模块
- Equipment Module Assignment: 基于设备模块类型的设备模块分配
- Equipment Module (Basic Requirement): 最小需求的设备模块
- Parameters/Signals: 参数/信号

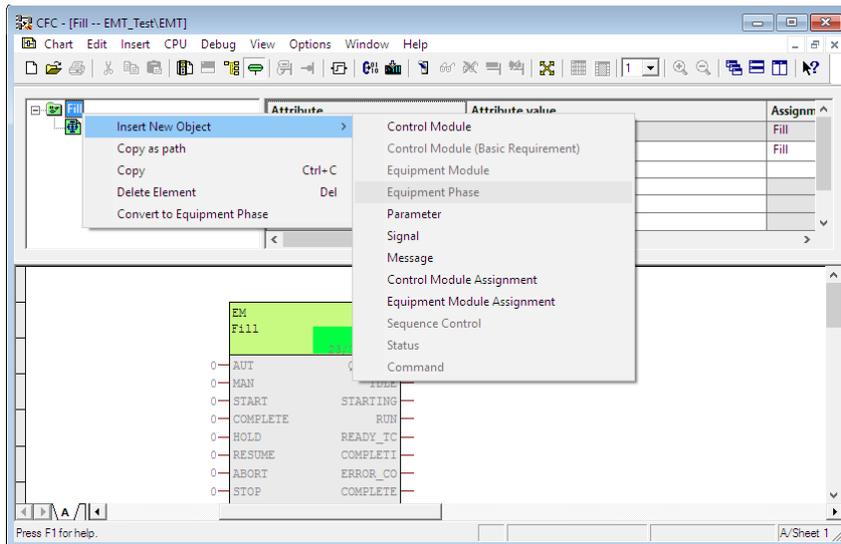


图 2-12 EMT 中插入新对象

默认情况下，一个标准 EMT 有且仅有一个 sequential control system，若干个 Control Module (Basic Requirement)，及其对应的 CMT 分配（Control Module Assignment）。同时，用户亦可以创建基于 EMT 的信号/参数。

2.5.2 创建 Control Module (Basic Requirement)

为了实现 EMT 对现场执行器/传感器的控制，需要创建对应控制模块，使 EMT 可以直接调用调用 CMT 中定义的命令/状态。打开 EMT “Fill”，选择 Template 目录，直接拖拽相应的 CMT 类型到 EMT 工艺接口 IO 区域。

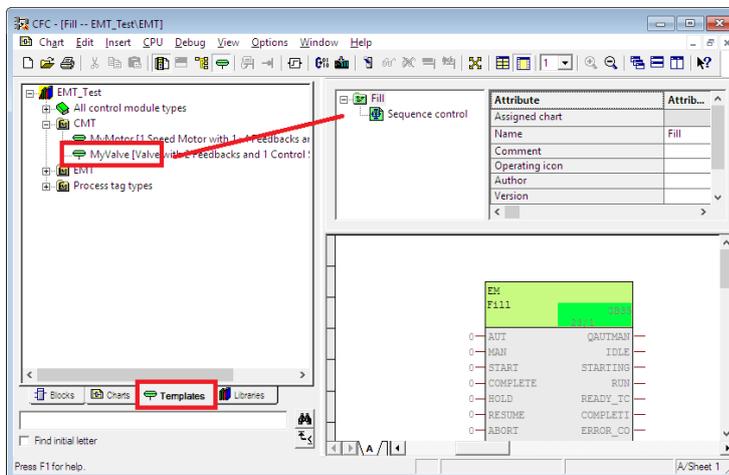


图 2-13 插入 CMT 模块

拖入 CMT 后，系统会自动创建一个 CMT 的实例并存储于 EMT 中。EMT 中仅需要调用对应的 CMT 命令，输出控制命令，接收判断控制设备的反馈状态，并不需要 CMT 实例存储于 EMT 模块类型，因此，需要勾选 MyValve 属性“Basic requirement”，如下图所示，即 EMT 中仅可访问 CMT 中组态的命令/状态信息。

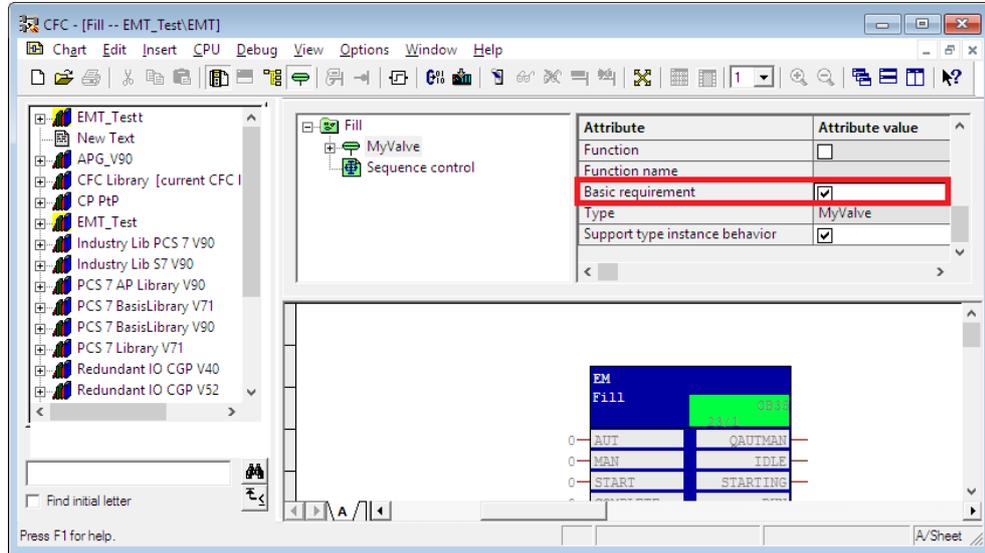


图 2-14 Basic requirement 属性设置

选择“Basic requirement”后，系统会自动弹出如下对话框，点击 Yes，执行刷新 F5 操作。

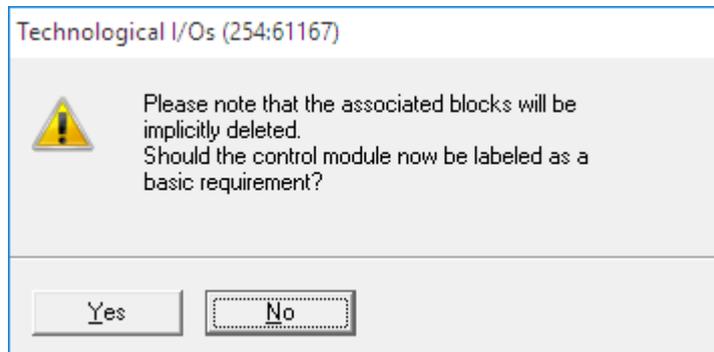


图 2-15 警告消息

分别创建“MyValve”、“MyMotor”的 Control Module（Basic Requirement），如下图所示：

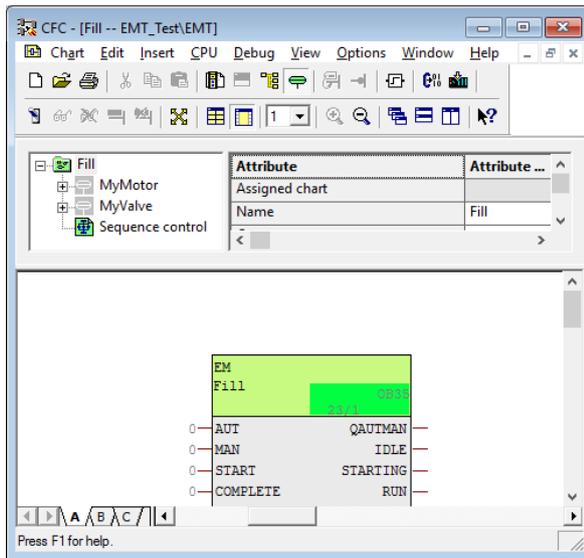


图 2-16 创建 Control Module (Basic Requirement)

2.5.3 创建 Control Module Assignment

创建 Control Module Assignment，预先定义 EMT 中所能调用的控制模块。右键点击 EMT 类型名称 → Insert New Object → Control Module Assignment。

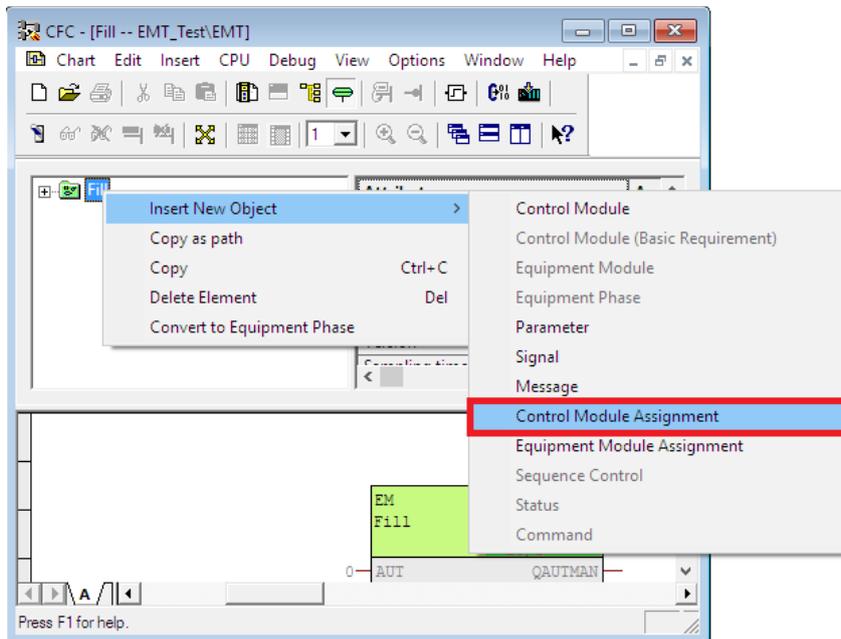


图 2-17 创建 Control Module Assignment

基于组态的 Control Module (Basic Requirement)，定义组态的 Control Module Assignment 模块类型。修改 Role 名称为“Val1”，并拖拽其到对应的 Control Module (Basic Requirement) “MyValve”下。

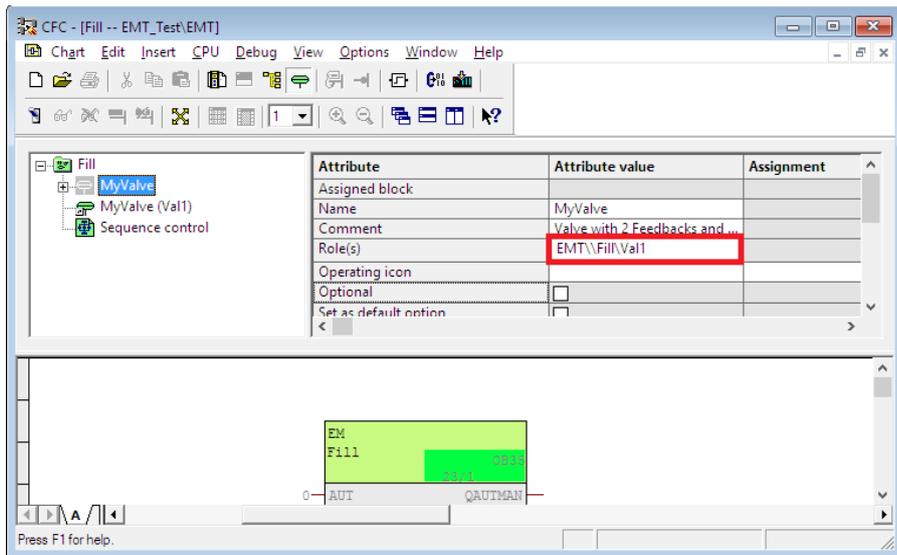


图 2-18 修改 Role 名称

根据 2.2 应用举例，分别创建“Val1”“Val2”“Val3”以及“Mot1”“Mot2”“Mot3”，如下图所示。

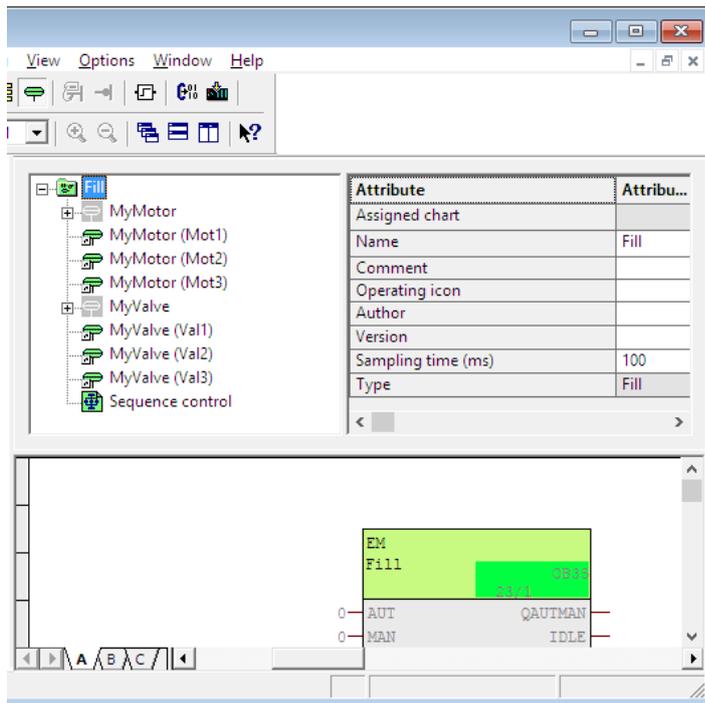


图 2-19 创建 Val/Mot 接口

2.5.4 EMT 程序创建

在创建完必要的工艺接口后，创建 EMT 逻辑程序，即 sequence control system。右键点击 EM “Fill”，选择“Open SFC Type”。

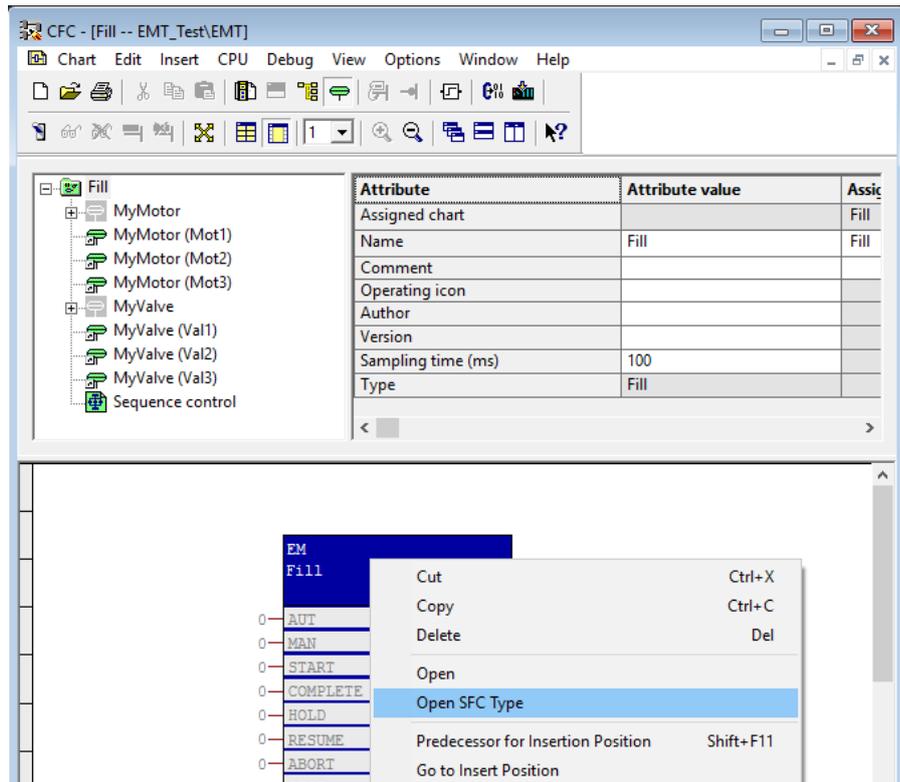


图 2-20 打开 SFC Type

创建控制策略/设定值

点击菜单栏“Characters”，创建相应的 SFC Type 接口。本例中，需要创建控制策略以及相应设定值，如图 2-21、2-22 所示。

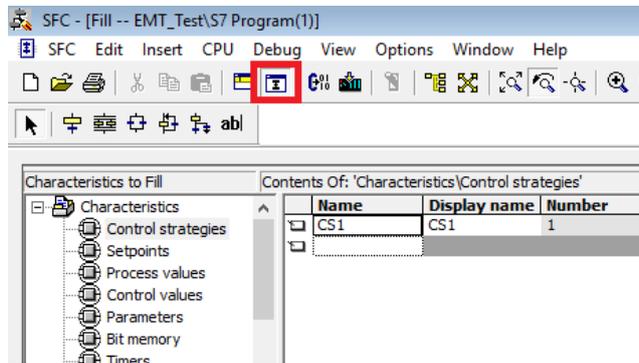


图 2-21 创建控制策略 CS1

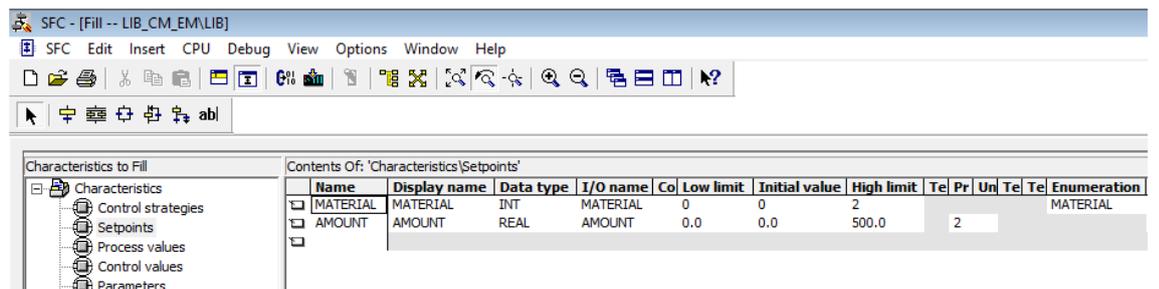


图 2-22 创建设定值 MATERIAL/AMOUNT

为了实现操作员物料选择，创建枚举变量“MATERIAL”，并在创建设定值 MATERIAL 中选择相应的 Enumeration 为“MATERIAL”，如图 2-22 所示。

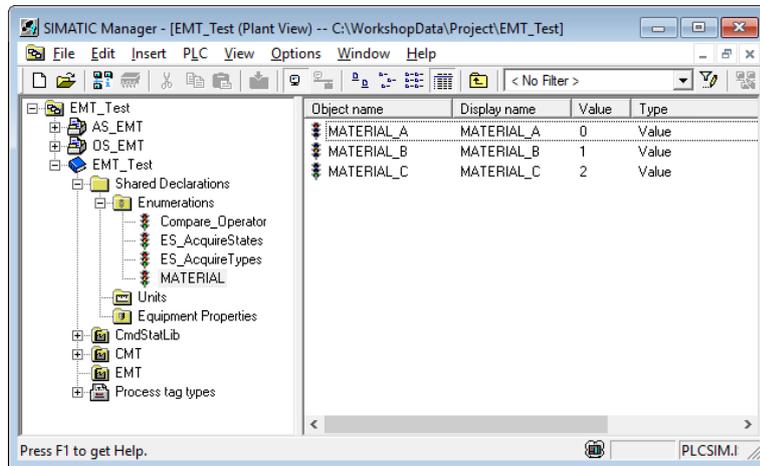


图 2-23 创建枚举变量

Action/Conditions

自 PCS 7 V9.0 后，SFC Type 类型组态对话框中增加“Action (technological)”和“Conditions (technological)”。

Action (technological) 在步 (STEP) 组态中可见，最多支持配置 50 个工艺动作，如图 2-24 所示。在一个工艺动作中，可配置多个逻辑命令，不同条件下输出不同结果。

Conditions (technological) 在条件 (Transition) 组态中可见，其中包括步的转移条件或一个顺控程序 (sequencer) 的启动条件。

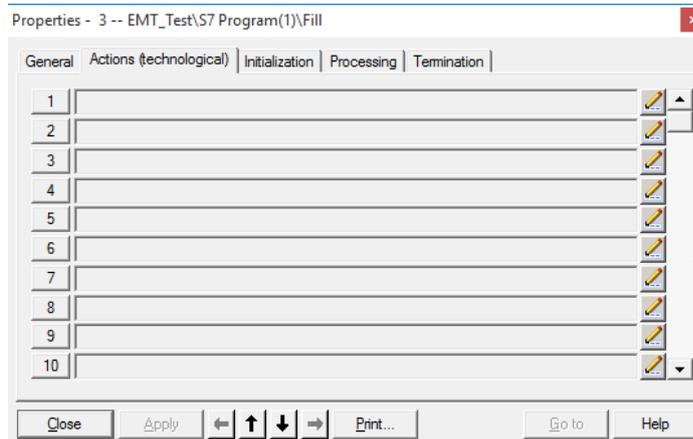


图 2-24 Action (technological) 组态对话框

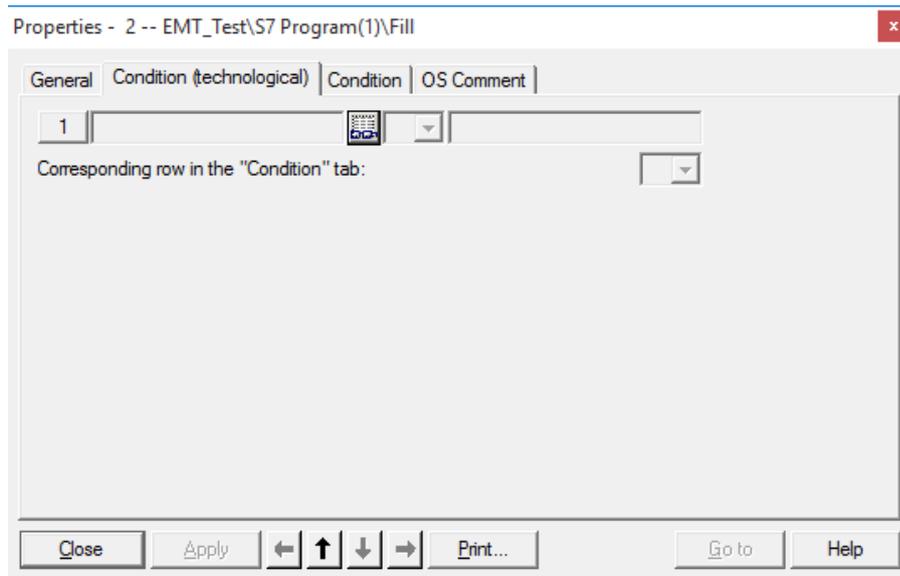


图 2-25 Conditions (technological) 组态对话框

Notes:

- 为保证程序逻辑执行的一致性，推荐仅使用一种方式创建 SFC Type 中的步程序，例如，Action (technological) 或 Initialization/Processing/Termination。
- 转移条件 Transition 中允许 Conditions (technological) 与传统的 Conditions 组合使用。

组态 CMTs 命令/状态

双击打开 SFC Type → 步 (STEP) 组态，点击“铅笔”图标，打开工艺动作组态对话框。右键点击“Please insert command or language element”，命令或逻辑判断条件可以被插入，如下图所示。

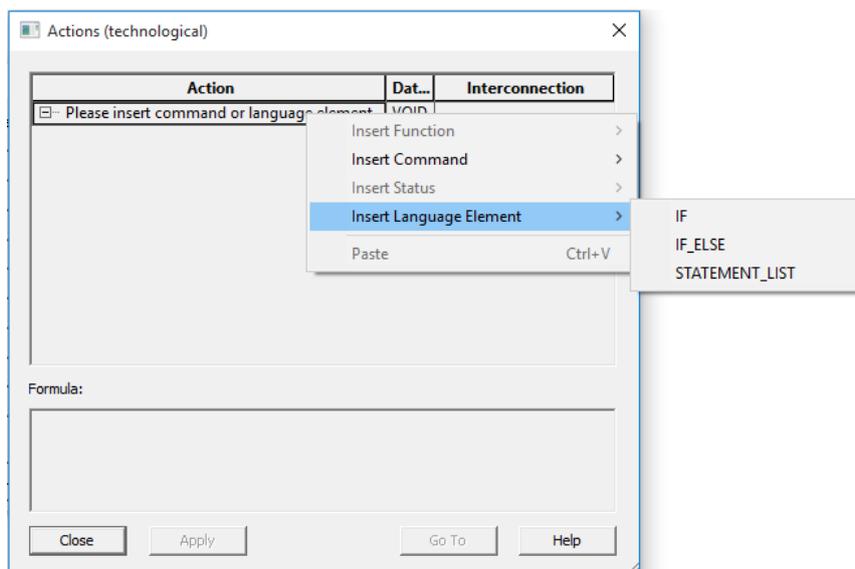


图 2-26 插入命令或语言元素

在组态 CMTs 后，EMT 中可以直接使用相应的 CMTs 中的命令与状态。如本例中对组态的 6 个阀门/电机设备的控制，Mot1/2/3 和 Val1/2/3。

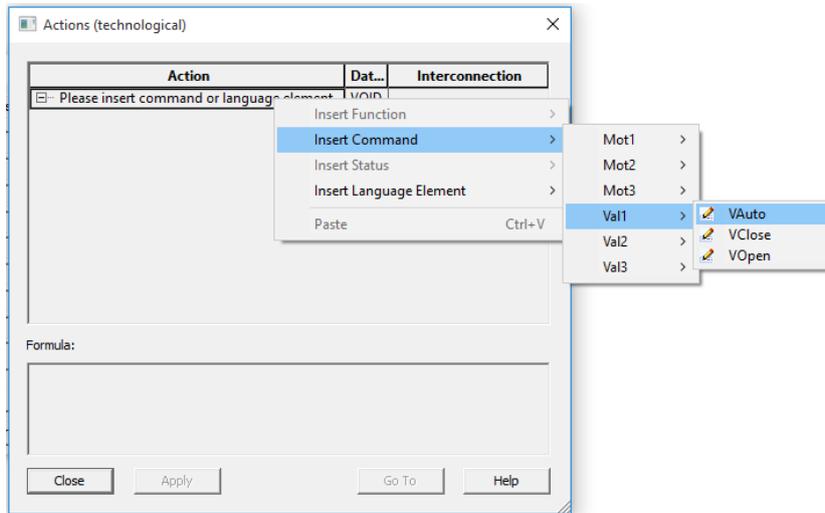


图 2-27 使用 CMT 命令

设置阀门、电机为自动状态，配置完成，如下图所示：

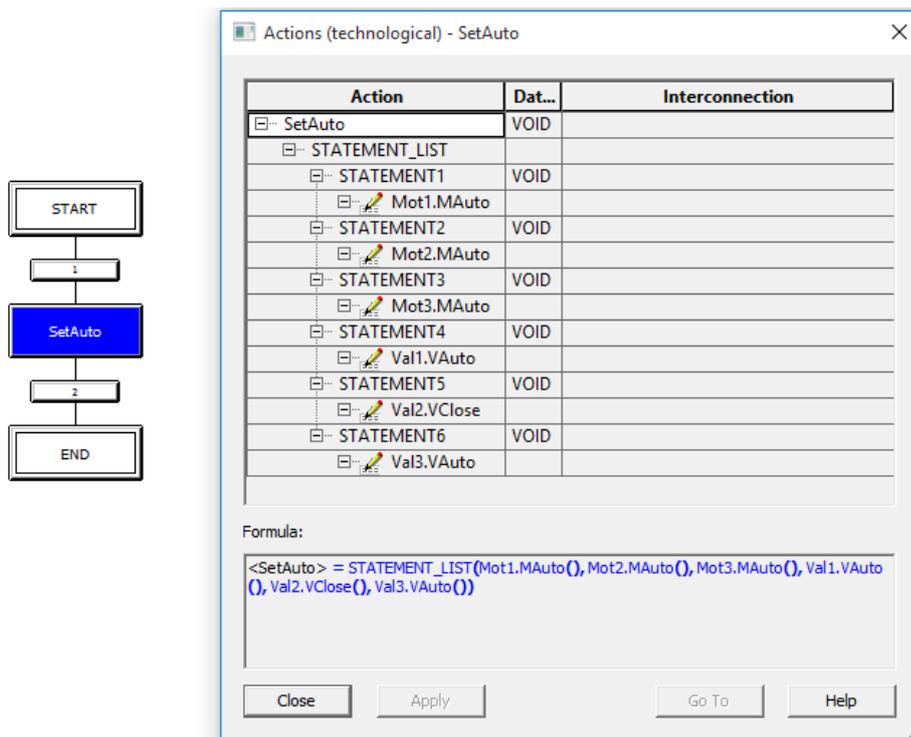


图 2-28 设置阀门/电机为自动状态

组态转移条件，判断阀门、电机是否处于自动状态。点击“Conditions (technological)”，进入编辑窗口，如下图所示。当存在多个条件需要判断时，可通过组态相应函数“Function”，进行逻辑判断。配置完成，如下图所示：

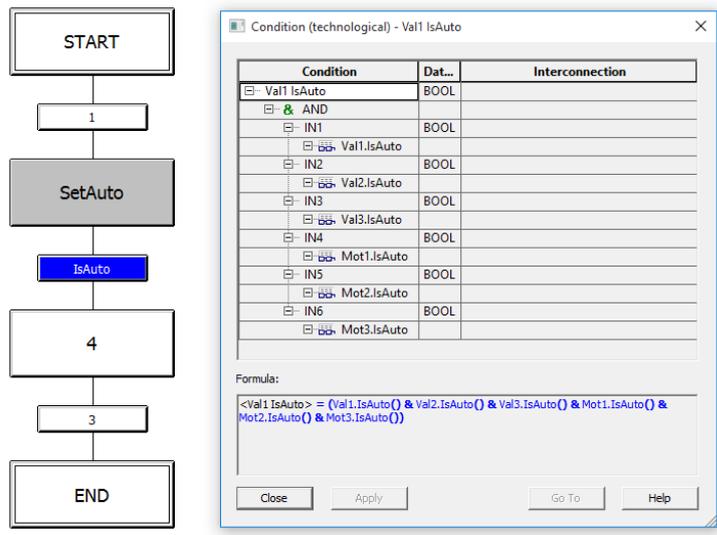


图 2-29 判断阀门/电机是否为自动状态

当在 SFC 顺控程序中组态相对应的 CMs 的角色 (Role) 后，系统会自动创建对应 Block contacts 接口 I/Os，无需手动创建。

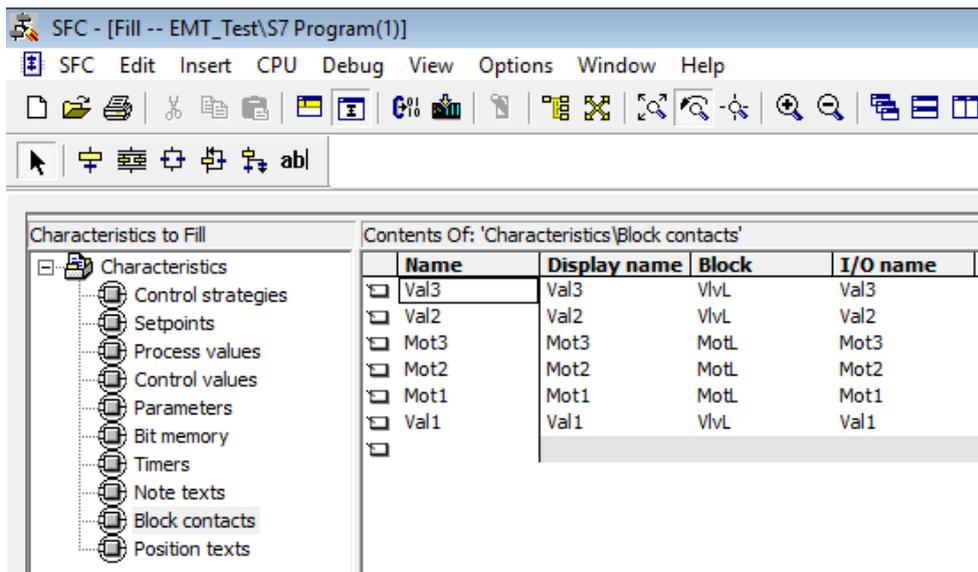


图 2-30 Block contacts 接口

SFC 内部命令/状态

EMTs 中除了支持组态相应 CMs 的命令/状态，系统提供了 SFC 内部命令/状态，用户可以控制 SFC 的执行以及状态判断。为了使用这些命令和状态，可从 SFC Library 中拷贝到主数据库中。这些命令/状态可以被修改，同时用户可以根据需要创建新的命令。

SIMATIC Manager，选择 Open → Libraries → SFC Library，切换至工厂视图，拷贝完整文件夹“CmdStatLib”到项目主数据库中。

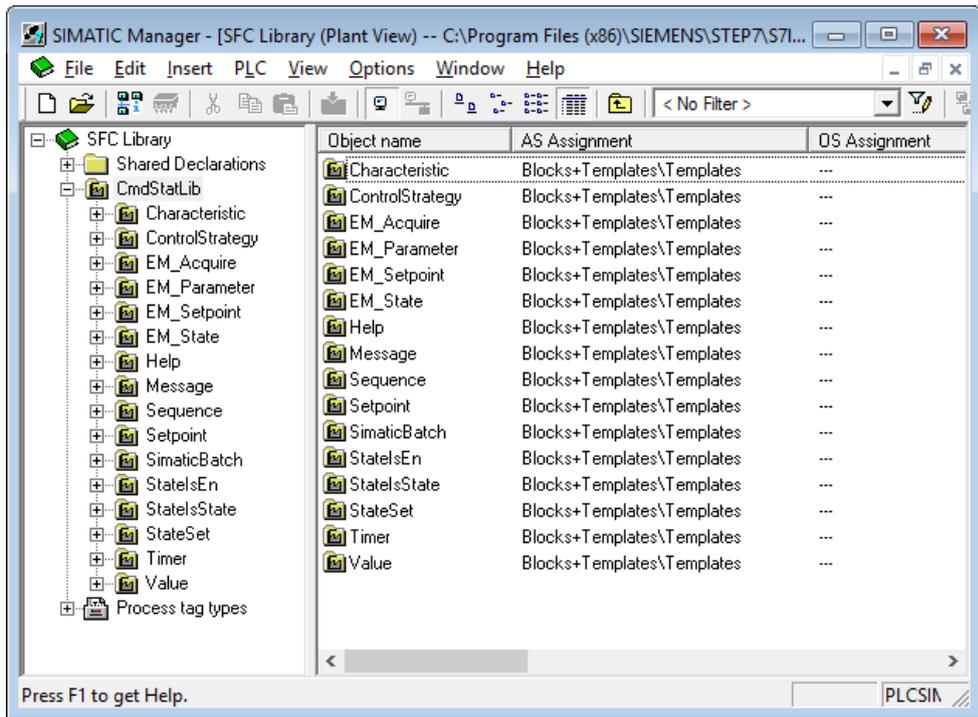


图 2-31 SFC Library

拷贝完成后，可直接在 EMT 对应的 SFC Type 中调用使用。

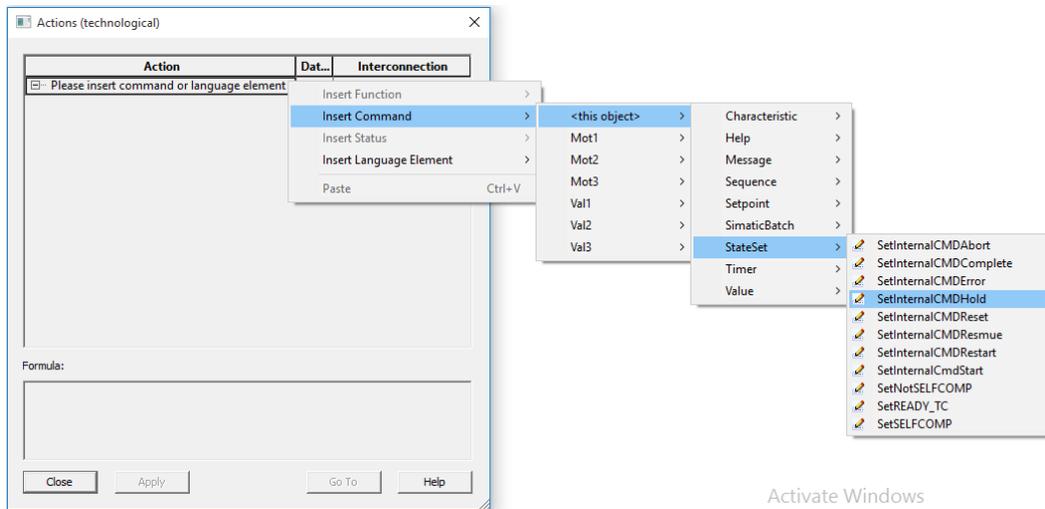


图 2-32 SFC Type 中组态内部命令/状态

EMT 顺控程序组态完成，如下图所示：

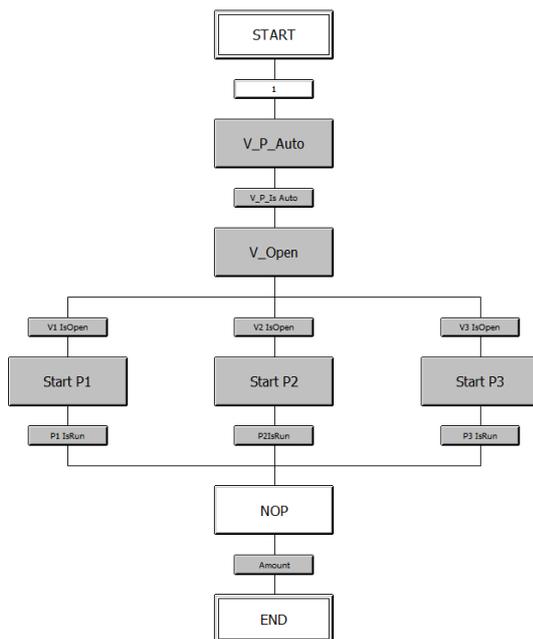


图 2-33 SFC 顺控程序

2.5.5 生成 EMT 实例

创建 EMT 实例与 CMT 方式一致，从主数据库中复制要被编程的设备模块类型到相应的工厂层级下，并按照工艺要求修改成特定的实例名称。

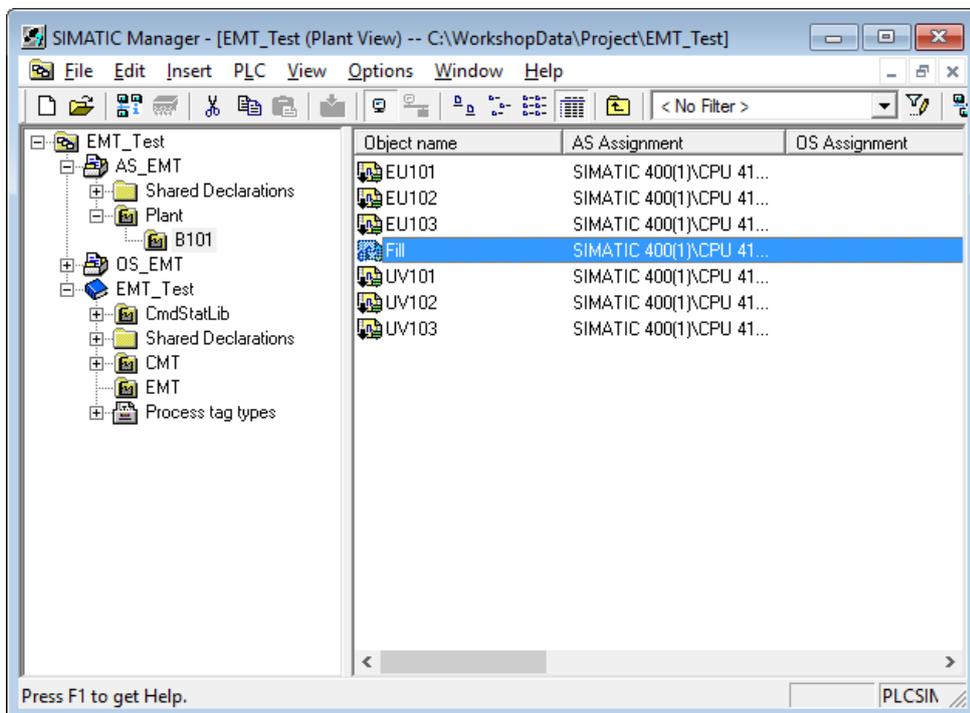


图 2-34 生成 EMT 实例

分配 CMs 实例

打开 EM “Fill”，分别为组态的 CMT 角色分配实际的控制模块 CM 实例，如下图所示。选择对应实例后，相应的 I/Os 会自动连接。

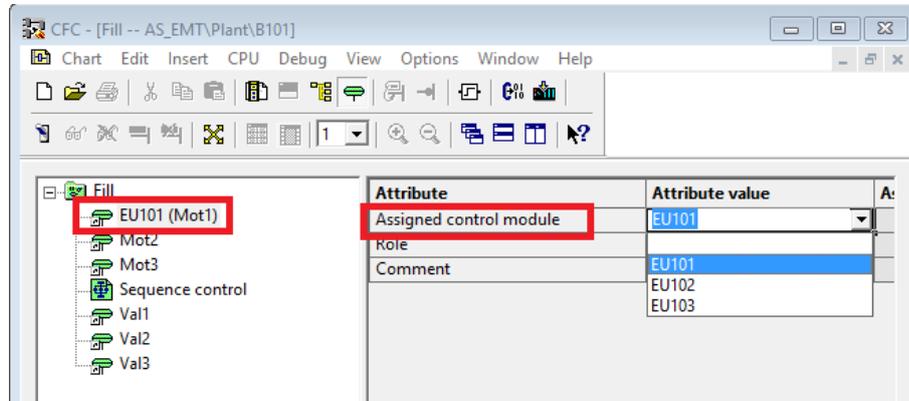


图 2-35 分配 CMs 实例

分配完成，如下图所示。

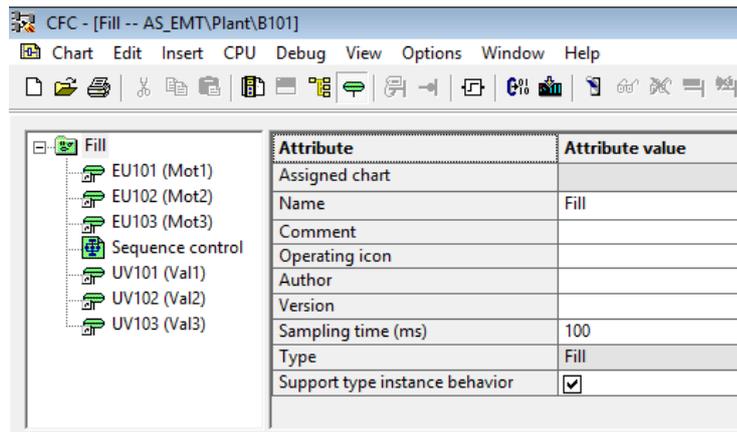


图 2-36 CMs 实例

2.5.6 OS 可视化

编译 CFC，编译 OS 项目，激活 WinCC 画面。如下图所示：

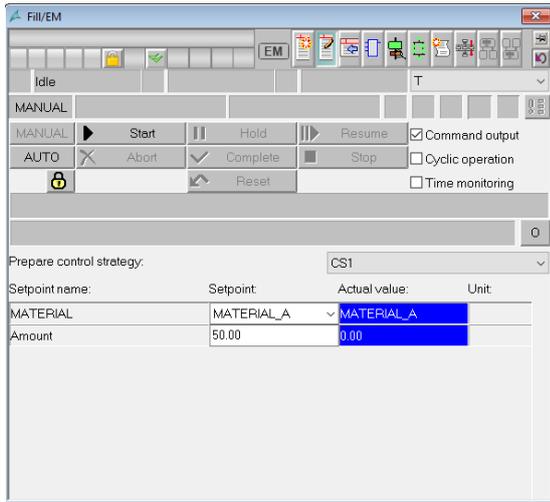


图 2-37 EM 选择物料/设置填充量

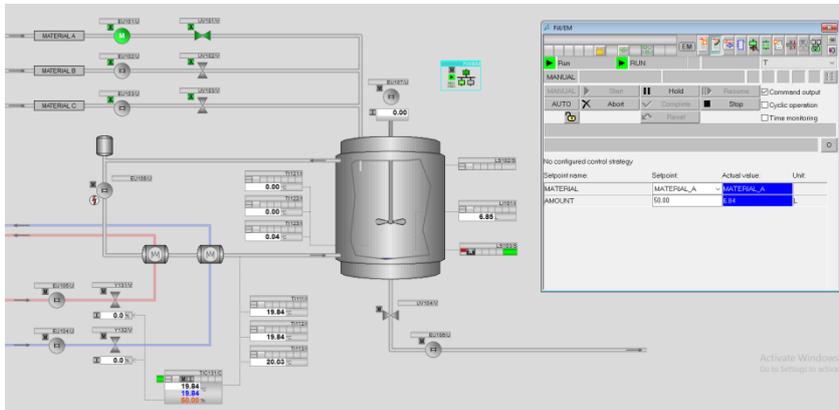


图 2-38 OS 运行

3 EMT 同步

当对 EMT 或集成在 EMT 中的 CMT 进行修改后，需要同步更新 CMT/EMT 以及相应的 SFC Type，使设备模块实例（EMs）更新至最新。

本例中，以修改 CMT 中组态的 Command 为例，演示如何分步更新 CMT/EMT/SFC Type。由于 CMT 和相应的 Command 在 EMT 以及 SFC Type 中均有使用，因此分步更新 CMT/EMT，以及 EMT 对应的 SFC Type，更新步骤依次为：

- CMT 同步更新
- EMT 同步更新
- SFC Type 更新

3.1 CMT 同步

修改 CMT “MyValve” 中 Command 属性 VClose，增加 OpenAut.Value=False。如图 3-1 所示。

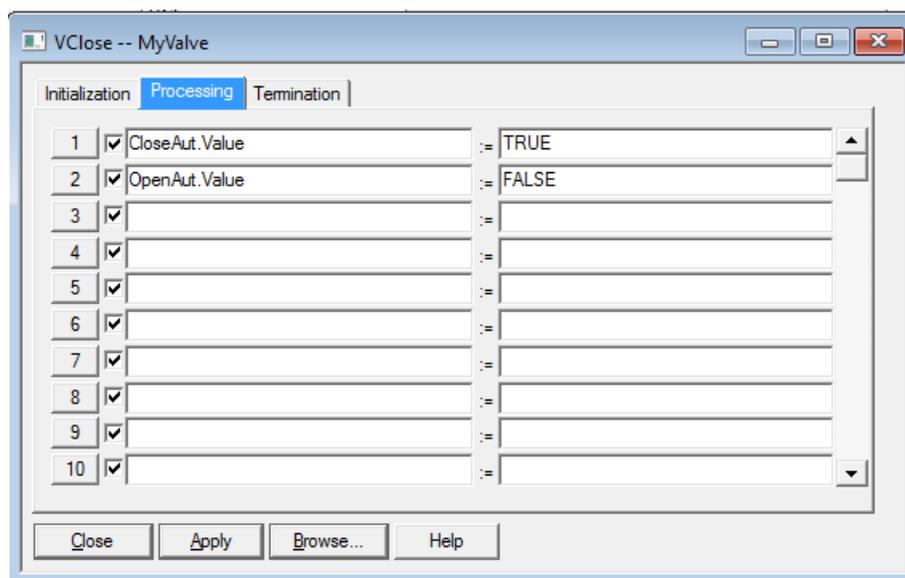


图 3-1 VClose 属性

Plant View 视图中，右键选择待更新的项目，Plant Types → Synchronize...，如图 3-2 所示。

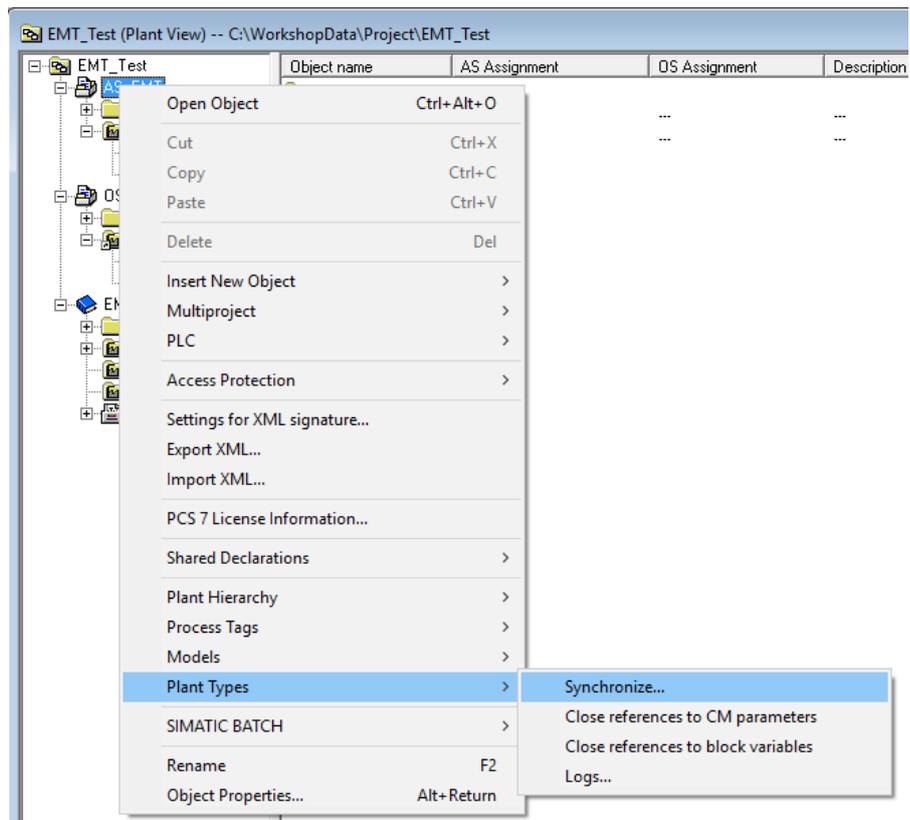


图 3-2 CMT 同步更新

选择 Commands → MyValve\VClose，点击 Synchronize 按钮

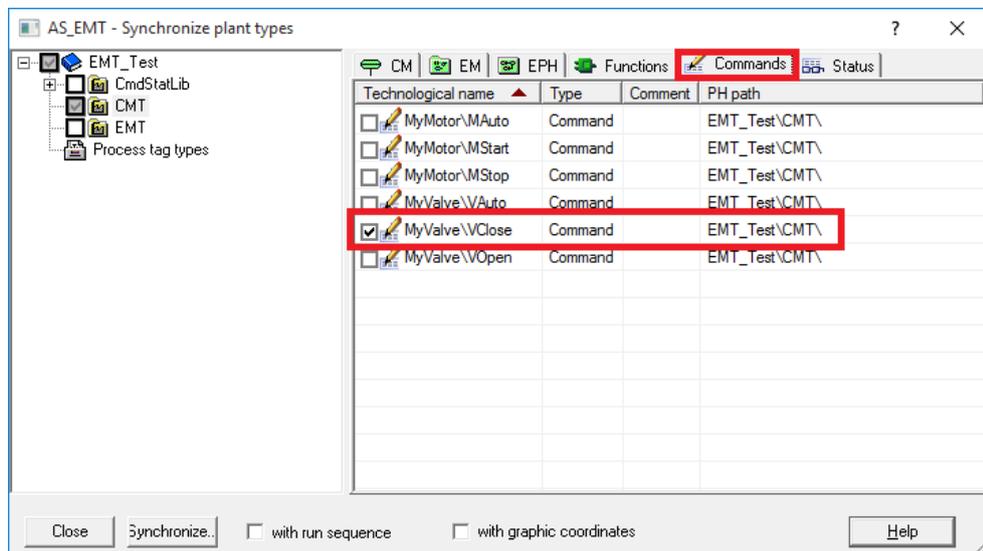


图 3-3 选择 CMT 命令同步更新

系统会自动识别 CMT 以及相应 CM 实例中的差异，点击“Synchronize templates”，实现 CMT 的同步。

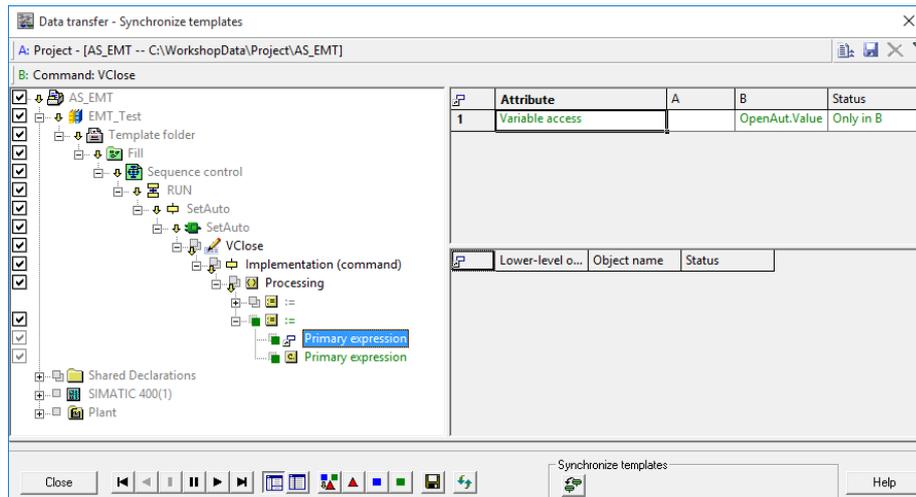


图 3-4 更新 CMT

更多关于 CMT 更新内容，请参考如下文档：

《PCS 7 中 CFC 编程之 CMT 的使用》

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/76317911>

Synchronization of individual control module types (PCS 7 V9.0 SP1)

<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/en/view/109758382>

3.2 EMT 同步

与更新 CMT 过程一致，选择待更新的 EMT，本例中选择“Fill”，执行 Synchronize。

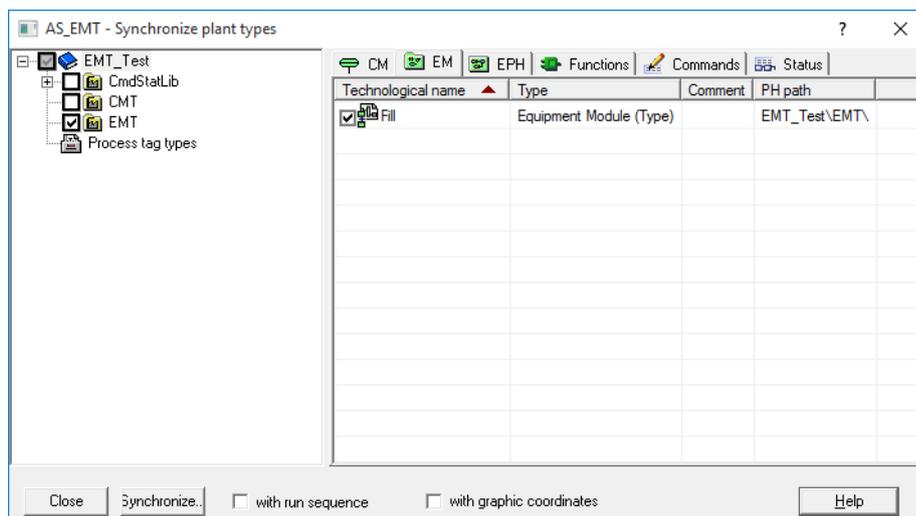


图 3-5 选择 EMT “Fill” 同步更新

由于 CMT 在 EMT 中调用，系统指明 Sequence control 存在差异，点击“Synchronize templates”，实现 CMT 的同步。

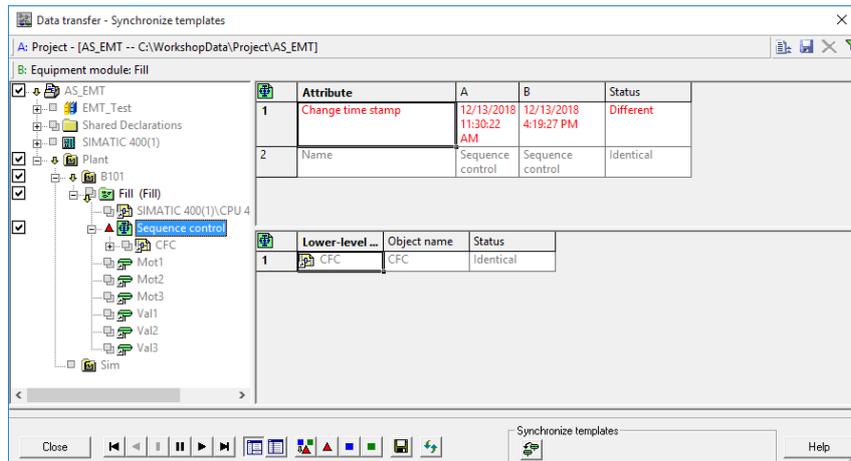


图 3-6 更新 EMT

3.3 SFC Type 同步

由于 EMT 对应的 SFC Type 同样发生了变化，因此需要对 SFC Type 进行更新操作。选择主数据库中 Charts 文件夹，点击菜单栏中 Options → Charts → Update Block Types...，点击完成，实现 SFC Type 主数据库到最终项目的更新。

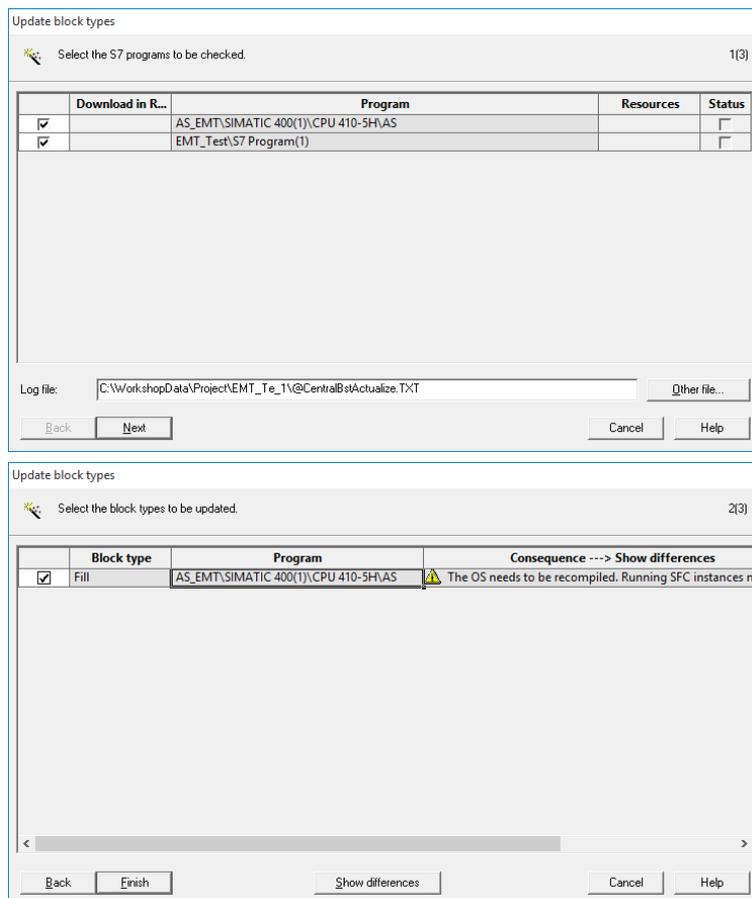


图 3-7 SFC Type 更新