

XIMENZI GONGYE KONGZHI SHEBEI

GONGCHENG YINGYONG JINENG SHIXUN JIAOCHENG

西门子工业控制设备 工程应用技能实训教程

主 编 沈明新

副主编 李 琦 李应森 徐少川

马 飞 刘 军 李伯群

姜冠杰 戴立红



东北大学出版社
Northeastern University Press

西门子工业控制设备 工程应用技能实训教程

主 编 沈明新

副主编 李 琦 李应森 徐少川

马 飞 刘 军 李伯群

姜冠杰 戴立红

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 沈明新 2012

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子工业控制设备工程应用技能实训教程 / 沈明新主编. — 沈阳: 东北大学出版社, 2012.5

ISBN 978 - 7 - 5517 - 0160 - 0

I. ①西… II. ①沈… III. ①工业设备—自动控制设备—教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 109912 号

322915

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024 - 83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024 - 83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph@neupress.com

http: //www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市奇兴彩色广告印刷有限公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm × 240mm

印 张: 10.5

字 数: 212 千字

出版时间: 2012 年 5 月第 1 版

印刷时间: 2012 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘乃义

责任校对: 文 浩

封面设计: 刘江旸

责任出版: 唐敏志

ISBN 978 - 7 - 5517 - 0160 - 0

定 价: 22.00 元

前 言

随着国家大力发展工程教育战略目标的确立,高等工科学校教学改革倾向工程教育是必然趋势和内在要求。因此,形势和任务都要求我们必须采取具体措施,对人才培养方案进行适当的改革,针对专业特点积极探索开展现代工程教育的思路 and 做法,从而增强学生的工程意识和技能。

通过多年的探索,我们发现,在本科生中开展岗位技能培训确实是提高学生工程实践能力的有效途径,针对企业对自动化技术岗位的技能需求,将大学生就业后的岗前技术培训前移至大学阶段毕业前完成,紧密结合工程实际,加快大学与企业人才培养与需求之间的对接速度。为此我们编写了本实训教程。

本书以市场占有率最高的西门子公司 S7-300/400 可编程控制器工程应用为核心,共分 4 个部分。第一部分,STEP7 编程与应用;第二部分,WinCC 7.0 的应用;第三部分,交直流调速综合培训;第四部分,过程控制综合培训。基本涵盖了自动化技术在工业控制领域的应用。其中,第一部分由李琦、李应森编写;第二部分由马飞、姜冠杰编写;第三部分由刘军、李伯群编写;第四部分由徐少川、戴立红编写。沈明新对全书进行了组织、校核和修改。另外,李应森在本书的编写过程中做了大量工作。

由于作者手中的资料及水平所限,尽管付出了极大的努力,但在编写过程中仍难免有遗漏之处,恳请读者见谅,恳请专家、学者批评指正。

编 者

2012 年 3 月

目 录

第1篇 STEP 7 编程与应用

第1章 S7-300 简介	1
1.1 S7 系列 PLC 的基本特性	1
1.2 S7-300 PLC 硬件结构及工作原理	3
第2章 STEP 7 编程软件概述	6
2.1 STEP 7 软件的安装与启动	6
2.2 STEP 7 的硬件接口与项目结构	6
2.3 STEP 7 编程软件的使用步骤	7
第3章 STEP 7 程序设计	15
3.1 程序结构	15
3.2 程序块类型	16
3.3 符号表的使用	28
第4章 S7-300 的指令系统	35
4.1 基本逻辑操作指令	35
4.2 数字指令	41
4.3 基本数学指令	53
4.4 数据转换指令	53
4.5 比较指令	54
第5章 程序的仿真、调试与诊断	56
5.1 S7-PLCSIM 仿真软件使用方法	56
5.2 用变量表调试程序	57
5.3 用程序状态功能调试程序	58

5.4 使用程序状态功能监视数据块	58
5.5 故障诊断	60

第2篇 WinCC 7.0 的应用

第6章 系统概述	62
第7章 WinCC 7.0 系统结构	64
7.1 系统组成	64
7.2 集成到 SIMATIC 环境中	66
7.3 开放性	68
7.4 典型组态	70
第8章 WinCC 工作方式	78
8.1 WinCC 的结构	78
8.2 图形系统	79
8.3 报警记录	81
8.4 归档系统	83
8.5 报表系统	85
8.6 通 讯	87
8.7 WinCC 功能图表	89
第9章 使用 WinCC 进行组态	91
9.1 使用 WinCC 进行组态	91
9.2 项目的设置与管理	93
9.3 可视化过程	94
9.4 输入时的反应	97
9.5 过程值的访问	98
9.6 显示当前过程值	100
9.7 归档过程值	101
9.8 消息的创建和归档	103
9.9 将过程和事件制成文档	105
9.10 运行和测试项目	107

第3篇 交直流调速综合培训

第10章 内容安排及设备简介	109
10.1 内容安排	109
10.2 设备简介	109
第11章 直流调速器培训	114
11.1 直流调速器接线及编码器连接	114
11.2 参数设定及优化	115
第12章 交流调速器培训	124
12.1 交流调速器接线及编码器连接	124
12.2 参数设定及优化	125

第4篇 过程控制综合培训

第13章 常规 PID 控制系统	144
13.1 功能块 FB41 “CONT_C”	144
13.2 实训原理	148
13.3 操作步骤	149
第14章 模糊 PID 控制在 S7-300 中的应用	150
14.1 模糊控制	150
14.2 实训原理	150
14.3 操作步骤	152
第15章 BP 神经网络自学习 PID 算法在 S7-300 中的应用	153
15.1 BP 神经网络自学习 PID	153
15.2 实训内容	155
15.3 操作步骤	156

第 1 篇 STEP 7 编程与应用

第 1 章 S7-300 简介

1.1 S7 系列 PLC 的基本特性

1.1.1 S7-200 系列 PLC

S7-200 示意图如图 1.1 所示。

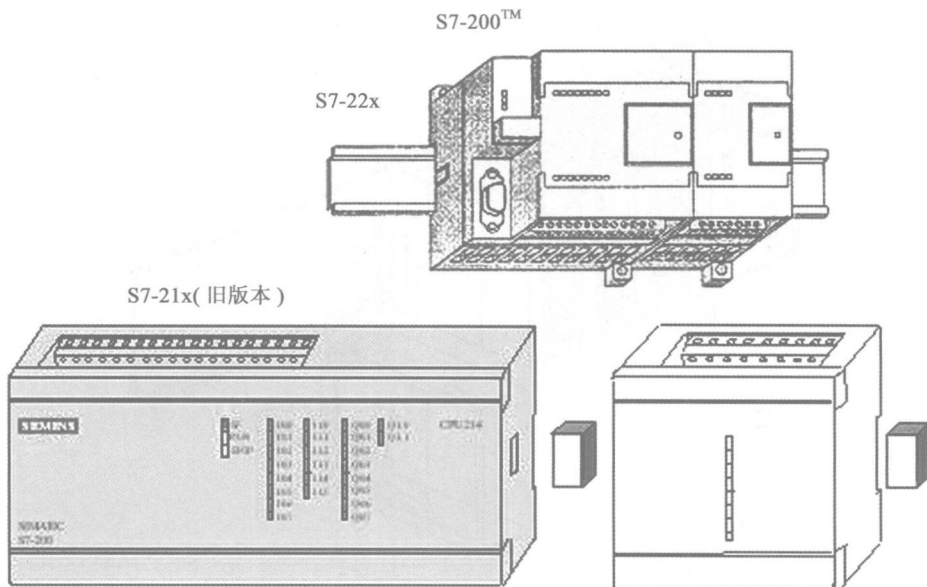


图 1.1 S7-200 示意图

S7-200 系列 PLC 的特性如下：

- ① 针对低性能要求的模块化小控制系统；

- ② 不同档次的 CPU(直到 8KB 存储器, CPU 主板上 有 8~40 个集成 I/O);
- ③ 每种 CPU 既可以使用 24V DC, 又可以使用 120~230V AC 供电电压版本;
- ④ 根据 CPU 的 7 个模块的扩展能力(CPU 210 或 CPU 221 没有);
- ⑤ 扩展模块可选择(注意: 不能把 S7-21x 系列和 S7-22x 系列的 CPU 与模块组合);
- ⑥ CPU 和模块连接通过集成的扁平软电缆(S7-22x 系列)或通过总线连接器(S7-21x 系列);
- ⑦ 网络连接——RS 485 通讯接口(CPU 210 没有);
——PROFIBUS 从站(CPU 215、CPU 222 或以上);
- ⑧ 通过 PG/PC 连接访问所有的模块;
- ⑨ 无插槽限制;
- ⑩ 使用自己的 S7Micro/WIN32 软件, 因此不需要 STEP 7™;
- ⑪ “Total Package”(主板)带有电源, CPU 和 I/O 的一体化单元设备;
- ⑫ 用户程序的口令保护为 3 级。

1.1.2 S7-300 系列 PLC

S7-300 示意图如图 1.2 所示。

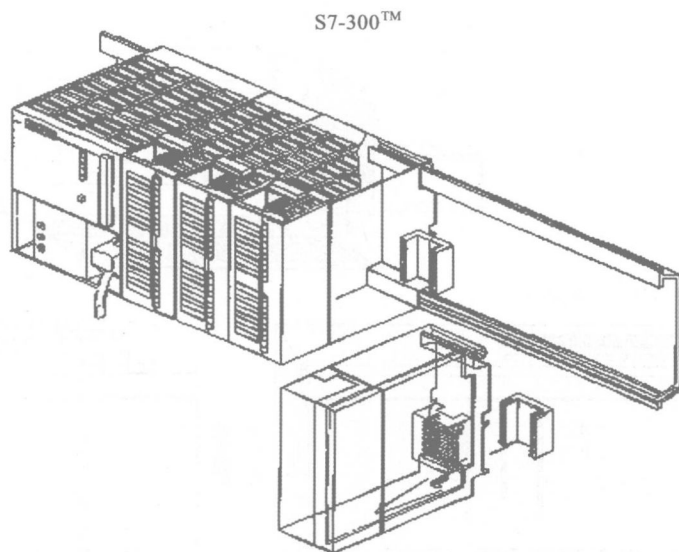


图 1.2 S7-300 示意图

S7-300 系列 PLC 的特性如下:

- ① 针对低性能要求的模块化中小控制系统;

- ② 不同档次的 CPU;
- ③ 可选择不同类型的扩展模块;
- ④ 可以扩展多达 32 个模块;
- ⑤ 模块内集成背板总线;
- ⑥ 网络连接——多点接口 (MPI);
——PROFIBUS 或工业以太网;
- ⑦ 通过编程器 PG 访问所有的模块;
- ⑧ 无插槽限制;
- ⑨ 借助于“HWConfig”工具可以进行组态和设置参数。

1.2 S7-300 PLC 硬件结构及工作原理

1.2.1 基本结构

S7-300 属于模块式 PLC，主要由机架、CPU 模块、信号模块、功能模块、接口模块、通信处理器、电源模块和编程设备组成。S7-300 基本结构图如图 1.3 所示。

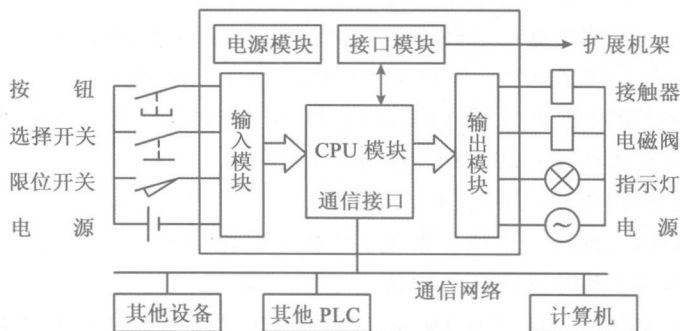


图 1.3 S7-300 基本结构图

1.2.2 PLC 的工作过程

PLC 采用循环执行用户程序的方式。OB1 是用于循环处理的组织块（主程序），它可以调用别的逻辑块，或被中断程序（组织块）中断。

在启动完成后，不断地循环调用 OB1，在 OB1 中可以调用其他逻辑块（FB，SFB，FC 或 SFC）。

循环程序处理过程可以被某些事件中断。

在循环程序处理过程中，CPU 并不直接访问 I/O 模块中的输入地址区和输出

地址区, 而是访问 CPU 内部的输入/输出过程映像区。批量输入, 批量输出。

1.2.3 S7-300 的组件

S7-300 模块图如图 1.4 所示。

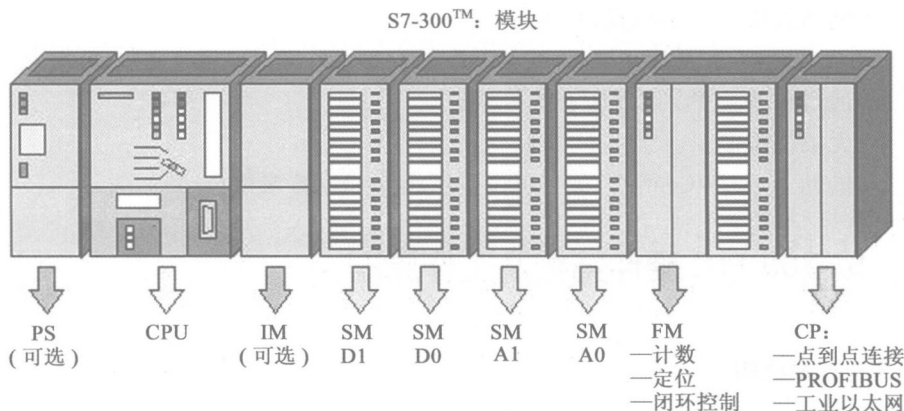


图 1.4 S7-300 模块图

机架——用于固定模块并实现模块间的电气连接。

电源(PS)——将进线电压转换为模块所需的直流 5V 和 24V 工作电压。

中央处理单元(CPU)——执行用户程序。附件: 存储器卡。

信号模板(SM)(数字量/模拟量)——把不同的过程信号与 S7-300 适配。

- 数字量输入模块: 24V DC, 120/230V AC;
- 数字量输出模块: 24V DC, 继电器;
- 模拟量输入模块: 电压、电流、电阻、热电偶;
- 模拟量输出模块: 电压、电流。

接口模块(IM)——IM 360/IM 361 和 IM 365 可以用来进行多层组态, 它们把总线从一层传到另一层。

占位模块(DM)——DM 370 占位模块为没有设置参数的信号模块保留一个插槽。它也可以用来为以后安装的接口模块保留一个插槽。

功能模块(FM)——执行“特殊功能”: 计数、定位、闭环控制。

通讯处理器(CP)——提供以下的联网能力: 点到点连接、PROFIBUS、工业以太网。

1.2.4 S7-300 CPU 结构

S7-300 CPU 模块如图 1.5 所示。

S7-300™: CPU 设计

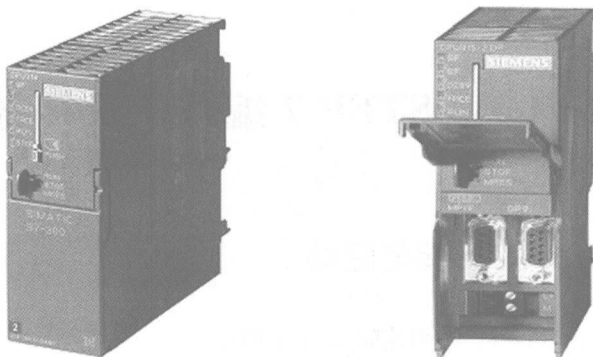


图 1.5 S7-300 CPU 模块

模式选择器 MRES——模块复位功能 (Module Reset)。

STOP——停止模式：程序不执行。

RUN——程序执行，编程器只读操作。

RUN-P——程序执行，编程器读写操作。

状态指示器 (LED) SF——系统错误：CPU 内部错误或带诊断功能模块错误。

BATF——电池故障：电池不足或不存在。

DC 5V——内部 5V DC 电压指示。

FRCE——至少有一个输入或输出被强制变亮。

RUN——当 CPU 启动时闪烁，在运行模式下常亮。

STOP——在停止模式下常亮，有存储器复位请求时慢速闪烁，正在执行存储器复位时快速闪烁，由于存储器卡插入需要存储器复位时慢速闪烁。

存储器卡——为存储器卡提供一个插槽。当发生断电时，利用存储器卡可以不需要电池就可以保存程序。

电池盒——在前盖下有一个装锂电池的空间，当发生断电时，锂电池用来保存 RAM 中的内容。

MPI 连接——用 MPI 接口连接到编程设备或其他设备。

DP 接口——分布式 I/O 直接连接到 CPU 的接口。

第 2 章 STEP 7 编程软件概述

2.1 STEP 7 软件的安装与启动

安装 STEP 7 对 PG/PC 的要求如表 2.1 所示。

表 2.1 安装 STEP 7 对 PG/PC 的要求

操作系统	Windows(所有的, Win 3.1 和 3.11 除外)			
	95/98	ME	NT	2000/XP
处理器	≥80486	≥P150	≥Pentium	≥P233
RAM	≥32MB	≥64MB	≥32MB	≥128MB
硬盘	根据安装, 介于 200 ~ 380MB, 加上 128 ~ 256MB 用于 Windows 交换文件			
鼠标	要			
接口	CP 5611 (PCI) 或 CP 5511/CP 5512 (PCM CIA) 或 PC 适配器 存储器卡编程适配器(可选)			

(1) 安 装

① 在 “Winxx → Control Panel” 中, 通过选择 “Add/Remove Programs” 启动 “Setup. exe”;

② 选择语言(安装之前语言环境改为英语);

③ 根据提示安装授权盘并根据提示重新启动系统。

(2) 启 动

① 通过 Task bar → Start → SIMATIC → STEP 7 → SIMATIC Manager;

② 通过 “SIMATIC Manager” 图标。

2.2 STEP 7 的硬件接口与项目结构

2.2.1 STEP 7 的硬件接口

STEP 7 的硬件接口为 PC./MPI 适配器 + RS-232C 通信电缆。

计算机的通信卡 CP 5611 (PCI 卡)、CP 5511 或 CP 5512 (PCM CIA 卡) 将计算机连接到 MPI 或 PROFIBUS 网络。计算机的工业以太网通信卡 CP 1512 (PCM CIA

卡)或 CP 1612(PCI 卡),通过工业以太网实现计算机与 PLC 通信。

2.2.2 项目结构

在项目中,数据以对象形式存储。项目中的对象按树形结构组织(项目层次)。项目窗口中树形结构类似于 Windows 95 资源管理器,只是图标不同。STEP 7 项目结构图如图 2.1 所示。

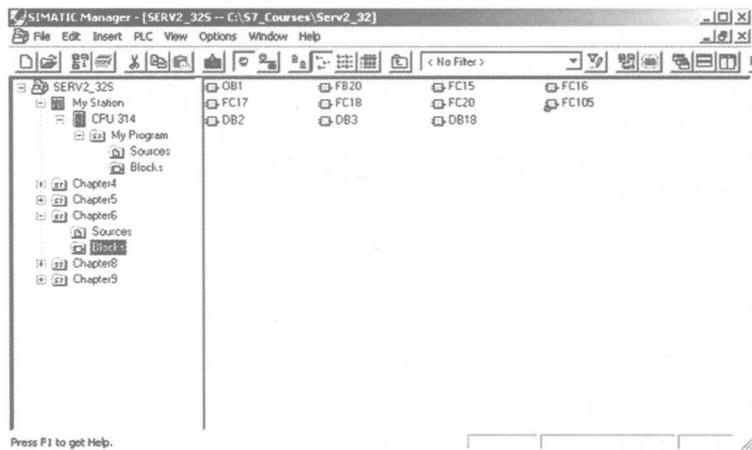


图 2.1 STEP 7 项目结构图

项目层次结构包括如下几级。

① 第 1 级: 包含项目图标, 每个项目代表和项目存储有关的一个数据结构。

② 第 2 级:

- 站(如 S7-300 站)用于存放硬件组态和模块参数等信息。站是组态硬件的起点。

- S7 程序文件夹是编写程序的起点。所有 S7 系列的软件均存放在 S7 程序文件夹下。它包含程序块文件夹和源文件夹。

- SIMATIC 的网络图标(MPI、PROFIBUS、工业以太网)。

③ 第 3 级和其他级: 和上一级对象类型有关。

2.3 STEP 7 编程软件的使用步骤

2.3.1 建立项目

打开 STEP 7 管理器, 选择菜单 File → New 或工具条中的图标, 打开建立新项目或新库的对话框。在名称框中输入项目名, 然后利用“OK”键确认。创建

STEP 7 项目图如图 2.2 所示。

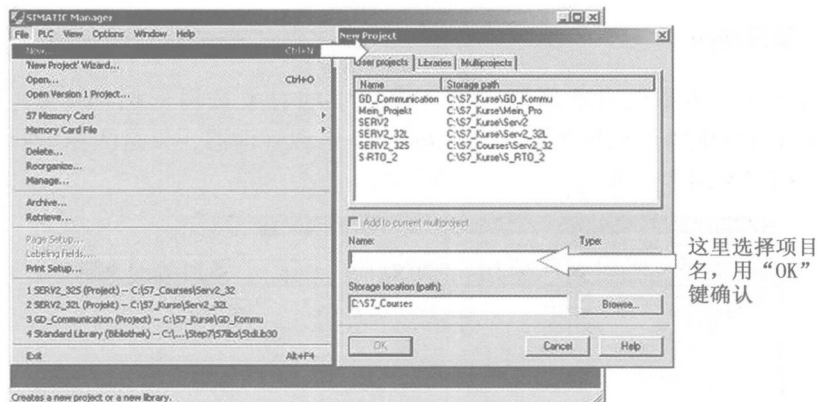


图 2.2 创建 STEP 7 项目图

2.3.2 插入站

通过选择菜单 Insert→Station→SIMATIC 300 Station，可以在当前项目下插入一个 S7-300 新站。自动为该站分配一个名称 SIMATIC 300(1)，以后可以修改。插入 S7 程序图如图 2.3 所示。

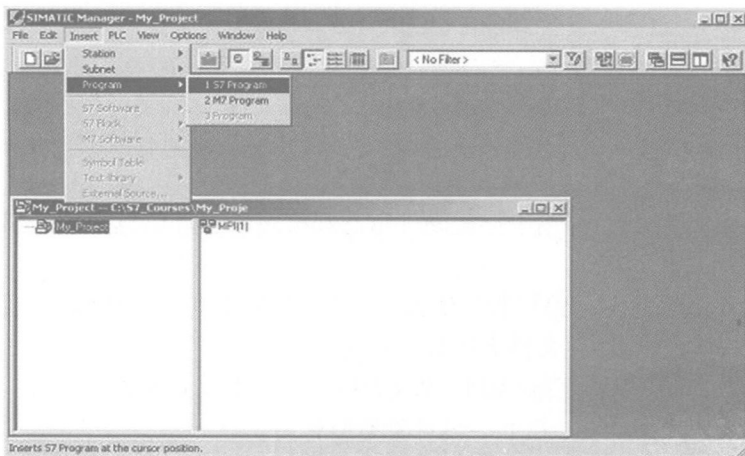


图 2.3 插入 S7 程序图

2.3.3 硬件组态

在 SIMATIC 管理器下选择硬件站，并选择菜单 Edit→Open Object 或双击硬件对象图标，打开“硬件组态”应用程序窗口，利用它可以从“硬件目录”窗口中插入对象。如果硬件目录没有显示出来，则选择菜单 View→Catalog，显示

硬件目录。硬件组态编辑器如图 2.4 所示。

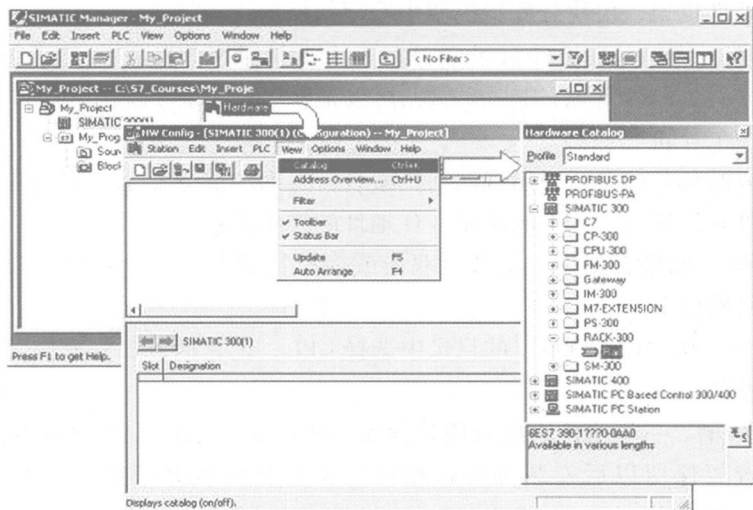


图 2.4 硬件组态编辑器

可增加目录中不包括的 PROFIBUS 从站，使用制造厂商提供的 GSE 文件可以加入从站。GSE 文件包含设备的描述。利用菜单 Options → Install New GSE Files 和 Options → Update Catalog 在硬件目录中插入从站。生成后的硬件组态设定如图 2.5 所示。

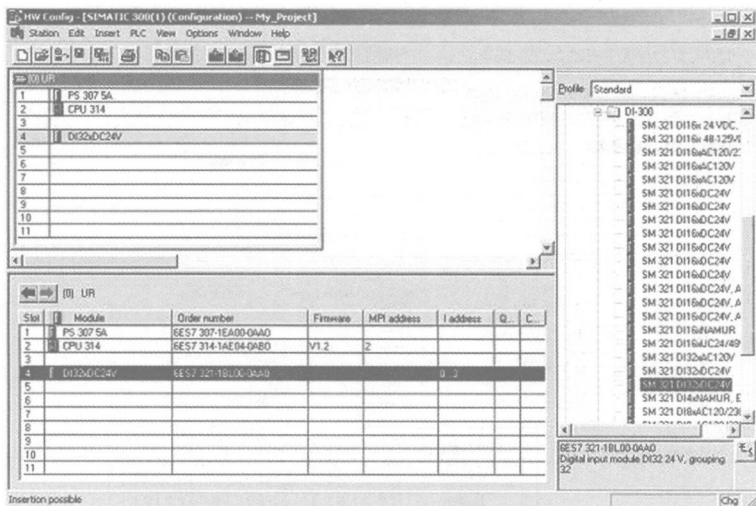


图 2.5 生成后的硬件组态设定

(1) 系统组态

选择硬件机架，模块分配给机架中希望的插槽。

① 机架。例如，在硬件目录中打开一个 SIMATIC 300 站，在“RACK-300”目录中包含一个 DIN 导轨的图标。双击(或拖拉)该图标可以在“硬件组态”窗口中插入一个导轨。

在分成两部分的窗口中出现两个机架表：上面的部分显示一个简表，下面的部分显示带有订货号、MPI 地址和 I/O 地址的详细信息。

② 电源。如果需要装入电源，双击或拖拉目录中的“PS-300”模块，放到表中的一号槽位上。

③ CPU。从“CPU-300”的目录中选择 CPU，把它插入二号槽位。有的 CPU 占用多个槽位。

④ 三号槽。三号槽位为接口模块保留(用于多层组态)。在实际配置中，如果这个位置要保留以后安装的接口模块，在安装时就必须插入一个占位模块 DM 370(DUMMY)。

⑤ “插入”模块。在接下来的槽位中、从目录中，利用拖拉或双击，可以插入最多信号模块(SM)、通讯处理器(CP)或功能模块(FM)。

(2) CPU 的参数设置

双击组态后的 CPU 或右击组态后的 CPU 后点击 object properties，打开 CPU 属性设置。

① 打开 Cycle/Clock Memory 属性页。CPU 属性：循环时钟存储器如图 2.6 所示。

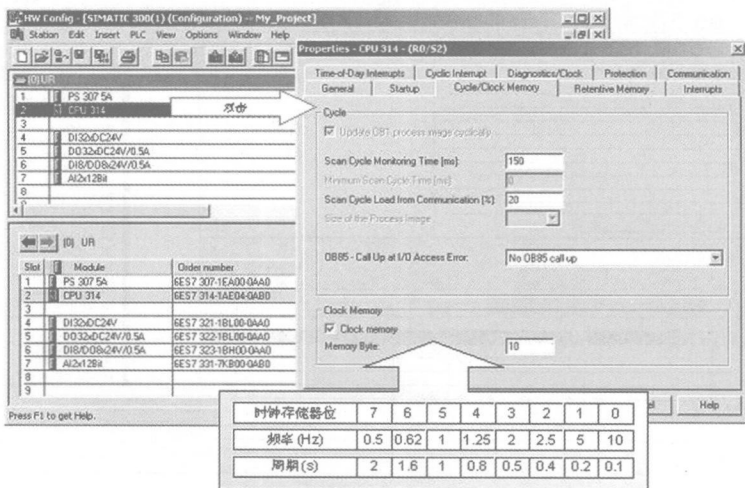


图 2.6 CPU 属性：循环时钟存储器