

Siemens S7-300/400 PLC Project Detailed

西门子 S7-300/400

PLC

工程实例详解

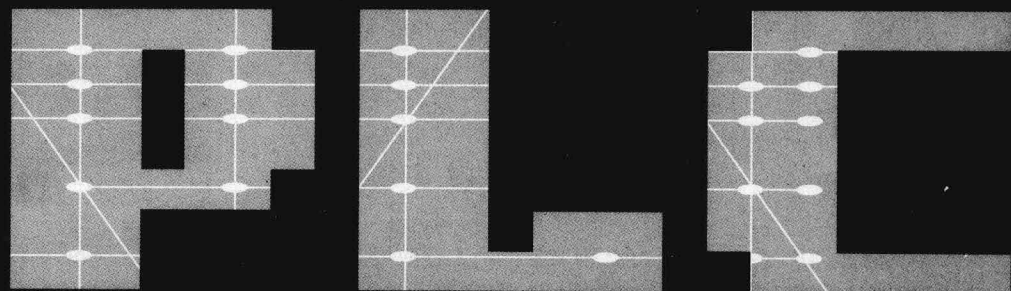
罗萍 罗志勇 岂兴明 周丽芳

主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

西门子 S7-300/400



工程实例详解

罗萍
罗志勇
岂兴明
周丽芳

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

西门子S7-300/400 PLC工程实例详解 / 罗萍等主编

— 北京: 人民邮电出版社, 2012.1

ISBN 978-7-115-26851-8

I. ①西… II. ①罗… III. ①plc技术 IV.

①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第230350号

内 容 提 要

本书以西门子 S7-300/400 PLC 为对象, 从工程应用实际出发, 通过 PLC 控制的实际应用, 分析系统工艺流程及控制要求, 并进行系统硬件设计、软件设计和程序编写。书中通过相关知识点和资料的贯穿, 可帮助读者尽快掌握 PLC 工程应用技术。

本书适用于对 PLC 技术有一定了解的读者, 可作为自动化、机电一体化、电气工程等相关专业的工程实训教材, 也可作为从事 PLC 开发的技术人员的工程实践参考资料。

西门子 S7-300/400 PLC 工程实例详解

◆ 主 编 罗 萍 罗志勇 岂兴明 周丽芳

责任编辑 张 鹏

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16

字数: 388 千字

印数: 1—3 500 册

2012 年 1 月第 1 版

2012 年 1 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-26851-8

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



前 言

随着工业自动化和通信技术的飞速发展,可编程控制器(PLC)应用领域大大拓展。西门子公司是最早生产 PLC 的厂家之一,其产品在工业领域运用广泛,并得到了用户和市场的认可。

为了满足广大工程技术人员对 PLC 系统设计的需要,本书以工程应用为目的,以知识点为主线,有针对性地选择典型工程实例,并在工程实例中进行重点讲解。通过分析系统工艺要求,进行硬件配置和软件编程,由浅入深、循序渐进地对知识点进行讲解,并辅以大量的图片和文字说明,使读者能全面、系统、深入地掌握 PLC 的运用与设计方法。

全书共 9 章,以西门子 S7-300/400 系列 PLC 为对象,从工程应用和实训出发,针对具体实例进行分析和讲解。章节按照从简单到复杂、由一般到特殊的顺序编排如下。

第 1 章为 PLC 运料小车控制系统,重点阐述了 PLC 控制系统的设计方法、西门子 PLC 基本逻辑控制指令和编程方法。

第 2 章为 PLC 全自动洗衣机控制系统,深入探讨了计数器、定时器的应用,以及功能块(FB)和功能(FC)的使用,并总结了 PLC 程序设计中应注意的问题,同时利用顺序功能图思想,以梯形图方式实现洗衣机顺序控制。

第 3 章为 PLC 聚料架控制系统,重点介绍了顺序功能图的绘制原则及 S7-GRAH 编程语言,并利用顺序功能图的梯形图实现了 PLC 聚料架的控制,利用 S7-PLCSIM 进行仿真调试。

第 4 章为 PLC 切断机定长切断控制系统,重点介绍了高速计数功能在定长切断中的运用。

第 5 章为 PLC 机械手控制系统,重点阐述了如何利用西门子 PLC 集成脉宽调制模块 SFB49、位置控制模块 FM353 实现步进电动机的控制。

第 6 章为 PLC 自动封口包装机控制系统,重点介绍了模拟量输入模块 SM331/输出模块 SM332,以及温度 PID 控制。

第 7 章为 PLC 污水处理控制系统,重点讲解了 WinCC Flexible 的项目建立、界面设计和脚本编程。

第 8 章为 PLC 挤出机控制系统,重点介绍了利用 WinCC 组态软件实现上位机与 PLC 进行通信,以及组态界面的建立、归档、报警等。

第 9 章为 PLC 橡胶制品生产线控制系统,重点讲述了西门子 PLC 的 PROFIBUS、MPI 通信。

本书由罗萍、罗志勇、岂兴明、周丽芳编写。由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 PLC 运料小车控制系统	1
1.1 系统工艺及控制要求	1
1.2 相关知识点	1
1.2.1 S7-300/400 PLC 简介	1
1.2.2 西门子 STEP7 编程软件	4
1.2.3 PLC 控制系统设计方法	10
1.2.4 相关编程指令	11
1.3 控制系统硬件设计	18
1.4 控制系统软件设计	20
1.4.1 系统资源分配	20
1.4.2 系统软件设计	20
1.5 S7-PLCSIM 仿真	26
1.6 本章小结	31
第 2 章 PLC 全自动洗衣机控制系统	32
2.1 系统工艺及控制要求	32
2.2 相关知识点	33
2.2.1 计数器指令	33
2.2.2 赋值指令	35
2.2.3 转换指令	35
2.2.4 比较指令	37
2.2.5 移位和循环指令	37
2.2.6 数据运算指令	38
2.2.7 程序控制指令	40
2.2.8 系统程序结构及功能块 (FB) 和功能 (FC)	42
2.3 控制系统硬件设计	43
2.3.1 控制系统硬件选型	43
2.3.2 控制系统硬件组态	44
2.4 控制系统软件设计	45
2.4.1 系统资源分配	45
2.4.2 系统软件设计	46
2.5 本章小结	58

第 3 章 PLC 聚料架控制系统	59
3.1 系统工艺及控制要求	59
3.2 相关知识点	60
3.2.1 顺序功能图	60
3.2.2 S7-GGRAPH 编程	61
3.2.3 三相异步电动机	63
3.2.4 变频器	64
3.3 控制系统硬件设计	64
3.3.1 控制系统硬件选型	64
3.3.2 PLC I/O 分配	66
3.4 控制系统软件设计	67
3.4.1 系统资源分配	67
3.4.2 控制流程图	68
3.4.3 系统软件设计	69
3.4.4 仿真与调试	78
3.5 本章小结	82
第 4 章 PLC 切断机定长切断控制系统	83
4.1 系统工艺及控制要求	83
4.2 相关知识点	84
4.2.1 高速计数模块	84
4.2.2 高速计数指令	87
4.2.3 中断处理与组织块 (OB)	88
4.3 控制系统硬件设计	90
4.3.1 控制系统硬件选型	90
4.3.2 控制系统硬件组态	94
4.4 控制系统软件设计	95
4.4.1 系统资源分配	95
4.4.2 系统软件设计	95
4.5 本章小结	104
第 5 章 PLC 机械手控制系统	105
5.1 系统工艺及控制要求	105
5.2 相关知识点	106
5.2.1 直流电机	106
5.2.2 步进电动机	107
5.2.3 脉宽调制功能块	109
5.2.4 定位模块 FM353	112
5.3 控制系统硬件设计	116
5.3.1 控制系统硬件选型	116

5.3.2 控制系统硬件组态	118
5.4 控制系统软件设计	120
5.4.1 系统资源分配	120
5.4.2 系统软件设计	121
5.5 采用定位模块控制	132
5.5.1 控制系统硬件选型	132
5.5.2 控制系统硬件组态	133
5.5.3 相关软件编程	136
5.6 本章小结	138
第 6 章 PLC 自动封口包装机控制系统	139
6.1 系统工艺及控制要求	139
6.2 相关知识点	140
6.2.1 PID 控制基本概念	140
6.2.2 PID 功能块指令 SFB41/FB41	141
6.2.3 脉冲宽度调制器 SFB43/FB43 “PULSEGEN”	144
6.2.4 模拟量 I/O 模块	145
6.3 控制系统硬件设计	147
6.3.1 控制系统硬件选型	147
6.3.2 控制系统硬件组态	151
6.4 控制系统软件设计	152
6.4.1 系统资源分配	152
6.4.2 系统软件设计	153
6.4.3 采用模拟量控制温度	166
6.4.4 FB41 部分重要参数设置补充说明	167
6.5 本章小结	168
第 7 章 PLC 污水处理控制系统	169
7.1 系统工艺及控制要求	169
7.2 相关知识点	170
7.2.1 触摸屏	170
7.2.2 WinCC Flexible	174
7.3 控制系统硬件设计	175
7.4 控制系统软件设计	178
7.4.1 系统资源分配	178
7.4.2 系统软件设计	179
7.5 本章小结	191
第 8 章 PLC 挤出机控制系统	192
8.1 系统工艺及控制要求	192

8.1.1	挤出机的构成	192
8.1.2	双螺杆挤出机的主要技术参数	194
8.1.3	双螺杆挤出机的控制启动步序	194
8.2	相关知识点	195
8.2.1	WinCC 简介	195
8.2.2	WinCC 界面	197
8.3	控制系统硬件设计	198
8.4	控制系统软件设计	199
8.5	本章小结	216
第 9 章	PLC 橡胶制品生产线控制系统	217
9.1	系统工艺及控制要求	217
9.2	相关知识点	218
9.2.1	西门子 PLC 网络通信技术	218
9.2.2	AS-Interface	219
9.2.3	点对点连接	220
9.2.4	MPI 通信	220
9.2.5	PROFIBUS 通信	221
9.2.6	工业以太网通信	225
9.3	控制系统硬件设计	226
9.3.1	ET200S 配置	227
9.3.2	系统硬件组态	231
9.4	控制系统软件设计	232
9.4.1	通信子程序	232
9.4.2	生产线急停控制程序	235
9.5	PLC 主站与从站的通信实例	239
9.5.1	S7-300 与 S7-400 之间通过 MPI 通信	239
9.5.2	S7-400 (主站) 与 S7-300 (从站) PROFIBUS-DP 连接	243
9.6	本章小结	247
	参考文献	248

第 1 章 PLC 运料小车控制系统

采用 PLC 控制运料小车, 可实现运料小车的全自动控制, 降低系统运行费用, 控制系统连线简单, 控制速度快, 可靠性及可维护性好。本章通过对运料小车的控制系统设计, 引导读者初步了解西门子 S7-300/400 系列 PLC 的硬件结构、软件开发平台的构成和操作系统设计的基本思想, 并介绍西门子 PLC 基本控制指令和编程方法。

1.1 系统工艺及控制要求

在自动化生产线上, 有些生产机械的工作台需要按一定的顺序实现自动往返运动, 并且有的还要求在某些位置有一定的时间停留, 以满足生产工艺要求。图 1-1 所示为运料小车示意图。

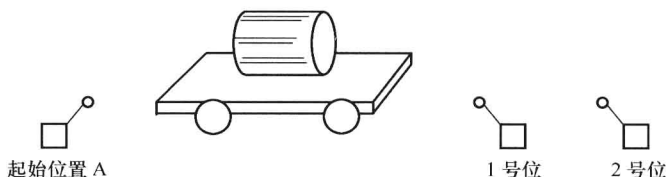


图 1-1 运料小车示意图

运料小车控制系统工艺要求如下。

- ① 按下开始按钮, 小车从起始位置 A 装料。如果小车不在起始位置, 则需要先让小车运行到起始位置。
- ② 装料时间为 10s, 10s 后小车前进驶向 1 号位, 到达 1 号位后停 8s 卸料, 卸料后小车返回。
- ③ 小车返回到起始位置 A 继续装料 10s, 10s 后小车第二次前进驶向 2 号位, 到达 2 号位后停 8s 卸料, 卸料后小车返回起始位置 A。
- ④ 开始下一轮循环工作。
- ⑤ 工作过程中若按下停止按钮, 需完成一个工作周期后才停止工作。

1.2 相关知识点

1.2.1 S7-300/400 PLC 简介

德国西门子公司是世界上研制和生产 PLC 的主要厂家, 历史悠久, 技术雄厚, 产品线覆

盖广泛。S7 系列 PLC 是在 S5 系列基础上研制的，由 S7-200、S7-300/400 组成。

S7-300 是模块式的 PLC，由电源模块、CPU 模块、接口模块、信号模块、功能模块、通信处理模块等组成，安装在 DIN 标准导轨上，可以根据实际需要任意搭配。背板总线集成在模块上，由安装在模块背后的总线连接器连接，除了 CPU 模块和电源模块，一个机架上最多可并排安装 8 个模块，系统自行分配各个模块的地址，模块种类如图 1-2 所示。

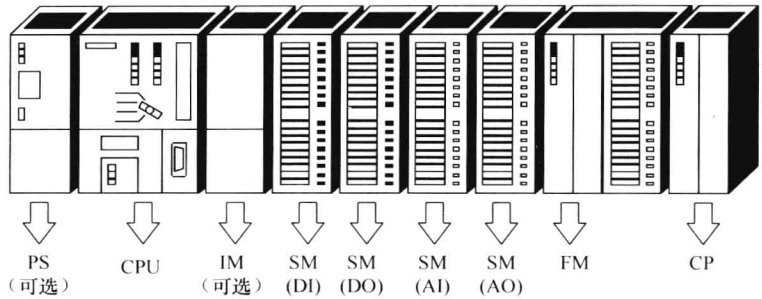


图 1-2 S7-300 模块

其中，PS 为电源模块，为 PLC 提供 DC 24V 电源；CPU 模块存储并执行用户程序，为模块背板总线提供 DC 5V 电源等；IM 为接口模块，可进行多层组态，实现不同导轨之间的总线连接；SM (DI) 为数字量输入模块；SM (DO) 为数字量输出模块；SM (AI) 为模拟量输入模块；SM (AO) 为模拟量输出模块；FM 为功能模块，可执行如高速计数、定位控制、闭环控制等特殊功能；CP 为通信处理器，可提供 PROFIBUS、工业以太网、点对点等联网接口。

① 电源模块 (PS) 为所有模块供电，分 DC 24V 供电和交流供电两大类，额定电流有 2A、5A、10A 3 种。比如 PS305 是直流供电模块，PS307 是交流供电模块。图 1-3 所示为电源模块实物图。

② CPU 模块是决定整个控制系统性能的关键，也是选型时的主要考虑。S7-300 有 20 多种不同性能、档次的型号可供选择，以满足不同等级和规模的控制要求。CPU 模块大致可以分为紧凑型、标准型、户外型和其他特殊设计的型号。图 1-4 所示为 CPU 模块实物图。

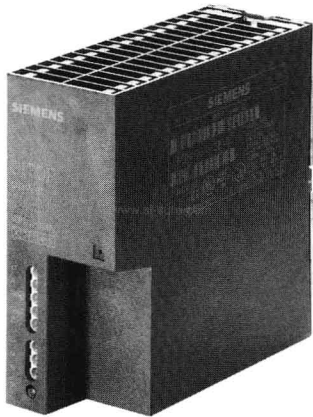


图 1-3 电源模块

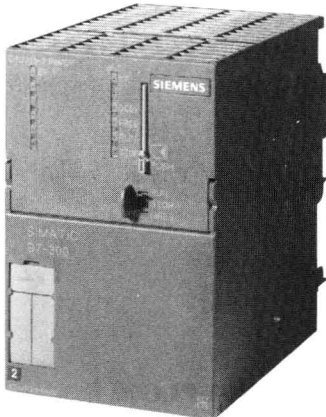


图 1-4 S7-300 CPU 模块

S7-31×C (×表示任意数字) 是一系列紧凑型 CPU 模块, 特征是集成了 I/O, 加上电源模块就构成 S7-300 的一个最小系统。紧凑型 CPU 的技术参数见表 1-1。

表 1-1 紧凑型 CPU 的技术参数

CPU	312C	313C	313C-2PtP	313C-2DP	314C-2PtP	314C-2DP
集成 RAM	16KB	32KB	32KB	32KB	48KB	48KB
装载存储器 MMC	最大 4MB					
最小位操作时间	0.2~0.4ns	0.1~0.2ns				
最小浮点数加法时间	30ns	15ns				
集成 DI/DO	10/6	24/16	16/16		24/16	
集成 AI/AO		4+1/2			4+1/2	
FB 最大块数	64	128				
FC 最大块数	64	128				
DB 最大块数	63（DB0 保留）	127（DB0 保留）				
位存储器	1024B	2048B				
定时器/计数器	128B/128B	256B /256B				
全部 I/O 地址区	1024B/1024B					
I/O 过程映像	128B/128B					
最大 DI/DO 总数	256/256	992/992				
最大 AI/AO 总数	64/32	248/124				
模块总数	8	31				
通信的连接总数	6	8			12	
报文功能可定义的站数	3	5			7	
最大机架数/模块总数	1/8	4/31				
通信接口	MPI 接口	2 个 PtP 接口		2 个 DP 接口		2 个 PtP 接口

③ 接口模块 (IM) 在多机架系统中连接主机架 (CR) 和扩展机架 (ER)。装在主机架上的接口为 IM360, 扩展机架上安装 IM361, 如果只有两个机架, 并且肯定不会再扩展, 则可以在主机架和扩展机架上安装 IM365, 这是牺牲了扩展性的低成本方案。

④ 输入和输出模块都叫信号模块 (Signal Model), 分为数字量模块和模拟量模块, 有单独处理输入和输出的型号, 也有输入和输出合在一起的型号, 其中数字量模块又有直流量和交流量的区别。

⑤ 数字量输入模块 SM321 把现场信号数字化为 S7-300 内部信号电平。这个过程有光电隔离和 RC 滤波, 以抗干扰和误触发, 输入电流一般在毫安级。直流输入模块的延迟较短, 是选型时的首选; 交流输入模块则适用于恶劣环境, 如油雾、粉尘的环境。

⑥ 数字量输出模块 SM322 把 S7-300 的内部电平信号转换成控制过程要求的外部电平,

并作隔离和功率放大处理，输出电流 0.5~2A。输出开关器件有晶体管、晶闸管、继电器 3 种，所带负载对应直流负载、交流负载和交/直流两用负载。

⑦ DI/DO 模块 SM323 有 8 点和 16 点两种型号，I/O 特性相同，额定电压均为 DC 24V，输出电路为晶体管，带电子保护。

⑧ 数字量输入/可配置输入、输出模块 SM327 与 SM323 类似，有 8 个输入点，区别在于另外 8 个点可独立配置成输入或输出。

⑨ 模拟量输入模块 SM331 按通道数和精度分为多个型号，各型号除了通道数和精度不同外，工作原理、性能、参数等都一样。

⑩ 模拟量输出模块 SM332 按通道数和精度分为多个型号，各型号额定负载电压均为 24V，都有短路保护，每个通道都可单独编程为电压输出或电流输出。

1.2.2 西门子 STEP7 编程软件

STEP7 是用于 SIMATIC PLC 组态和编程的标准软件包，运行在操作系统 Windows 95/98/NT 4.0/2000/Me/XP 下，并与 Windows 的图形和面向对象的操作原理相匹配，用户接口基于当前最新水平的人机控制工程设计，轻松使用。STEP 7 标准软件包提供一系列的应用程序（工具）：SIMATIC 管理器、符号编辑器、诊断硬件、编程语言、硬件组态、NetPro（网络组态），当选择相应功能或打开一个对象时，它们会自动启动。

1. STEP7 安装

编程软件 STEP7 不断更新，以 STEP7 V5.2 为例，包括光盘和授权软盘，其软件环境，即操作系统可为 Microsoft Windows 95/98/NT/Me/2000/XP，需要的基本硬件配置为编程器或个人计算机（PC）、80486 处理器以上（Windows NT/2000/XP/Me 要求奔腾处理器）、RAM：至少 32MB，建议 64 MB。编程器是专门为在工业环境中使用而设计的 PC，它安装了用于 SIMATIC PLC 编程时所需的一切。将光盘放入光驱能启动对话式安装，如图 1-5 所示，按照屏幕提示，一步一步完成整个安装步骤。

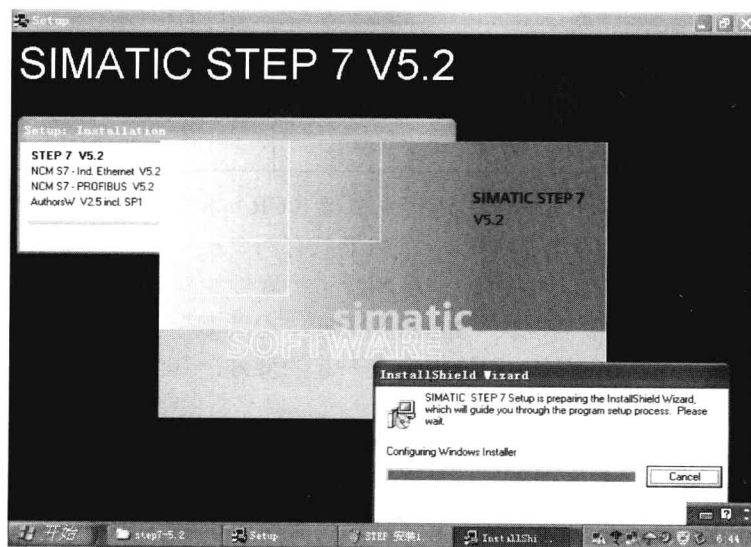


图 1-5 STEP7 安装

安装过程中，安装程序检查硬盘中是否有授权，如未发现授权，将弹出安装授权的信息，可立即运行授权程序或安装结束后再执行授权程序。V5.0 以上的版本在没有授权时也可正常使用，但使用过程中屏幕常常会弹出搜索授权的对话框，提醒安装授权。安装完后重新启动计算机，在 Windows 桌面上就可以看到 SIMATIC 管理器 (Manager) 图标，双击此图标或从任务栏中选择“开始/Simatic/SIMATIC/STEP7”即可进入 STEP7。

2. SIMATIC 管理器

SIMATIC 管理器窗口是 STEP7 中的主窗口，可创建和同时管理多个项目和库、启动 STEP7 多个工具、在线访问 PLC 等。该窗口是典型的 Windows 窗口，从上到下分别是标题栏、菜单栏、工具栏、工作区间、状态栏和任务栏。项目管理的结构为典型的树状结构，如图 1-6 所示。

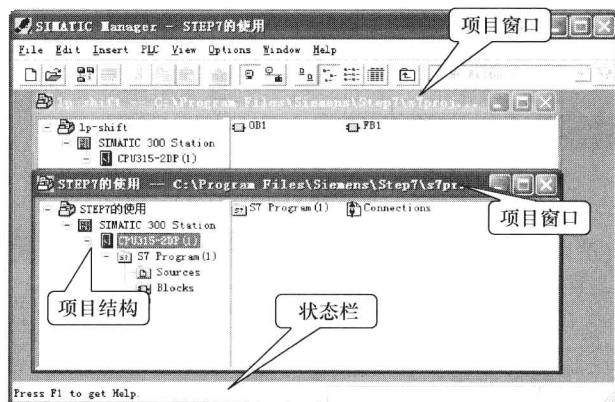


图 1-6 SIMATIC 管理器窗口

如图 1-6 所示，左侧部分为项目层次结构，右侧部分为当前选中目录包含的对象。通过 SIMATIC 管理器可实现管理项目文件、插入或编辑对象、下载、监控程序、窗口排列、在线帮助等。

3. 设置编程器 (PG) 个人计算机 (PC)

通过 PG/PC 设置接口的参数，可设置 PG/PC 与 PLC 之间的通信连接。如果使用 PG 并通过多点接口 (MPI) 进行连接，则不再需要其他的操作系统特别适配方法。如果使用 PC 和 MPI 卡或通信处理器 (CP)，则应检查 Windows 的控制面板里的中断和地址设置，以确保没有中断冲突和地址区重叠。如果所选的接口能自动识别总线参数 (例如 CP 5611)，则可以直接将 PG 或 PC 连至 MPI 或 PROFIBUS 上，而不需要设置总线参数。自动识别条件是主站分配循环总线参数并连接到总线上，所有与此有关的新 MPI 组件必须使能总线参数的循环分配 (默认 PROFIBUS 网络设置)。

如图 1-7 所示，在 SIMATIC 管理器窗口“Options/Set PG/PC Interface”中，单击“Set PG/PC Interface”对话框中的“Properties”按钮，弹出“Properties-PC Adapter”对话框，检查接口参数和设置；如果“Set PG/PC Interface”对话框中的“Interface Parameter Assignment”项中无所需接口参数，单击“Set PG/PC Interface”对话框中的“Select”按钮，打开“Installing/Uninstalling Interface”对话框，安装模块或协议，如 CP5611 卡等。

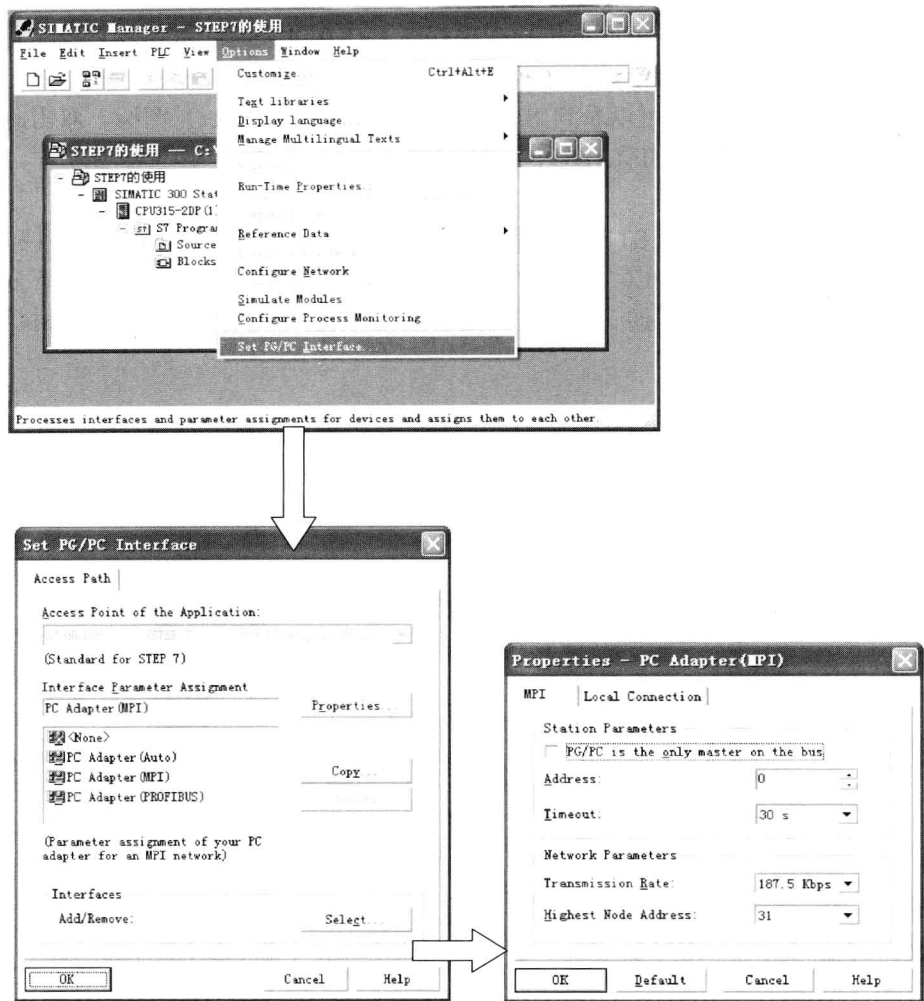


图 1-7 设置 PG/PC 接口

4. 建立自己的项目

如图 1-8 所示，通过“STEP7 Wizard: New Project”得到帮助建立新项目的向导；选中菜单“File/New”或单击  图标进入“New Project”对话框，输入中文或字符项目名称 (Name)，如图 1-8 所示为“CQUPT”，单击“Browse”可选择项目的存储位置。

单击“OK”后，可看到新建的项目名称，在该名称上按右键，选择“Insert New Object”，可插入 300 或 400 站、网络或程序等资源，如图 1-9 所示。

5. 硬件组态

例如在前一步中选择“Insert New Object/SIMATIC 300 Station”，双击“Hardware”图标，打开“HW Config”窗口，通过双击或拖放右侧窗口硬件目录中对应的模块，可进行自己的硬件组态。如图 1-10 所示，首先应添加机架，选择“SIMATIC 300 Station/RACK-300/Rail”。一般机架中的第一槽放置电源模块（也可空着，但实际安装时应电源模块），第二槽放置 CPU 模块，第三槽放置接口模块，第四槽之后放置信号模块等其他模块。左下方窗口中显

示模块的详细组态信息，如版本、网络地址和输入/输出（I/O）地址（可修改）等。双击每个模块，可对模块的属性进行设置。

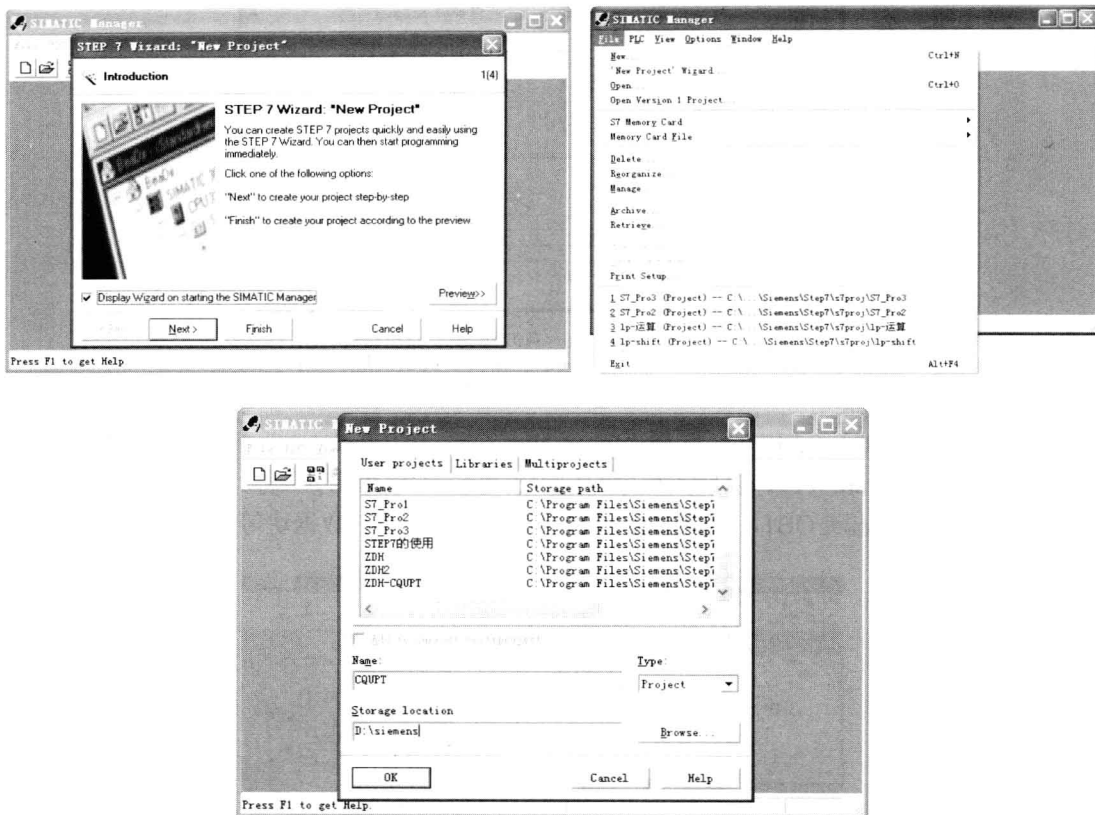


图 1-8 建立自己的项目

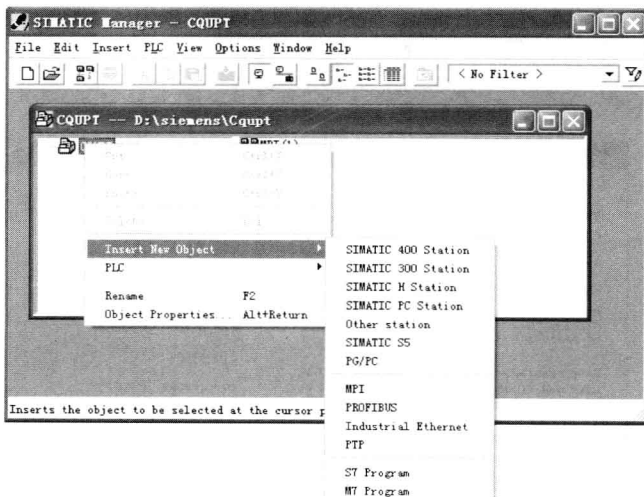


图 1-9 插入站/网络/程序

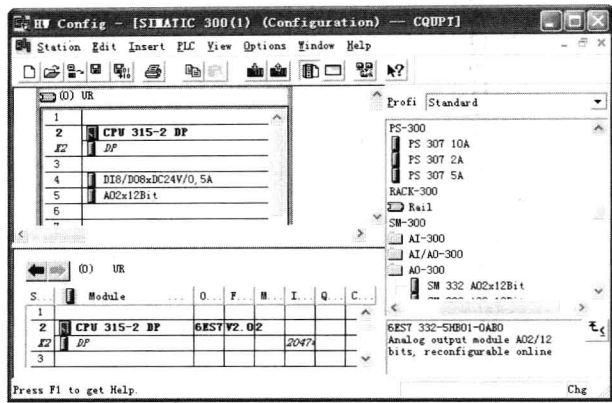


图 1-10 硬件组态

6. 软件编程

在建立项目中插入 S7 程序，选择 “Insert New Object/S7 Program” 插入程序，程序名称自动给出，为 S7 Program (1)，以后按顺序给出，也可自己更改程序名称。然后单击程序，选中 “Block”，右侧窗口出现 OB1，根据需要可添加其他的程序块、数据块等，如图 1-11 所示。

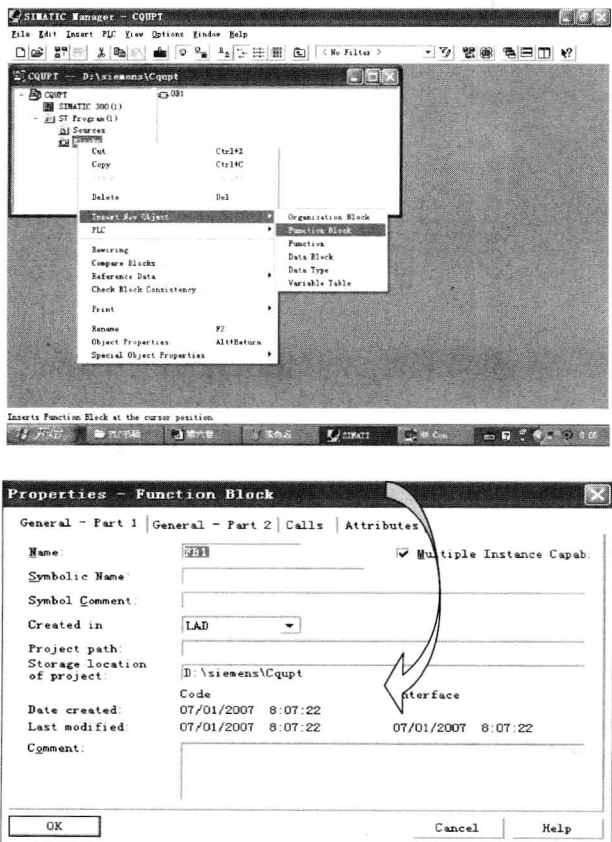


图 1-11 插入程序及 S7 块

双击要编辑的块的图标可打开编辑器窗口。按图 1-12 所示, 打开 FB1 编辑窗口, 进入编辑器后也可单击“View”选择编程语言。选择 LAD 或 FBD 时, 可通过工具条或单击(拖拉)“Program Element”图标编辑程序; 选择 STL 时, 只需用键盘将指令输入即可。一个 Network 编完后, 单击“New Network”图标  即可插入新程序段继续编程, 单击“Save”图标  即可保存程序。

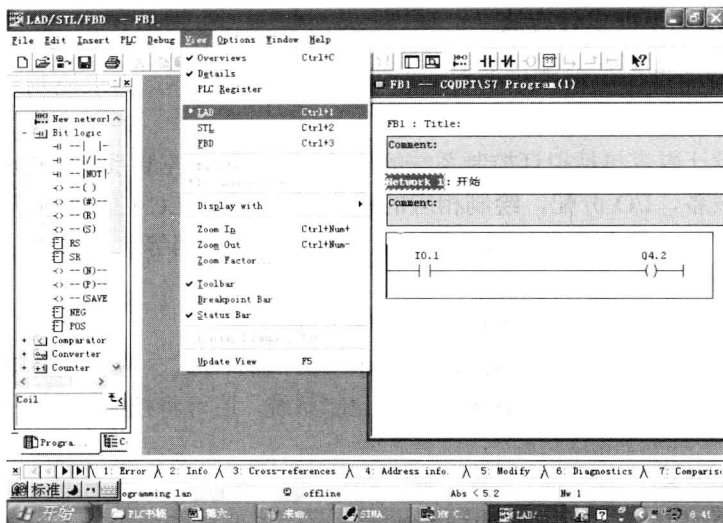


图 1-12 编辑窗口

7. 上传或下载

编程设备和 PLC 的 CPU 之间可通过编程电缆、PROFIBUS-DP 电缆和工业以太网的网线等建立物理连接。设置好 PG/PC 接口, 置 CPU 为允许的工作模式下, 为避免与原程序冲突, 一般选择“STOP”模式。如图 1-13 所示, 选中要下载的项目、PLC 站、程序块等, 单击“下

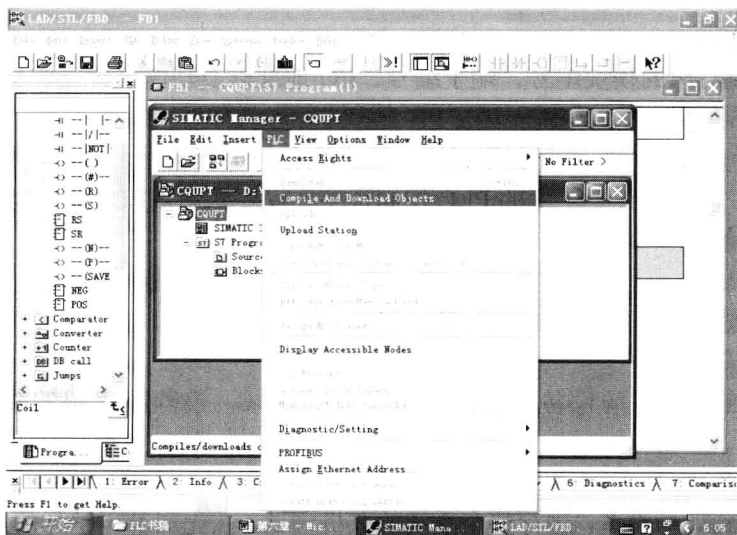


图 1-13 上传或下载