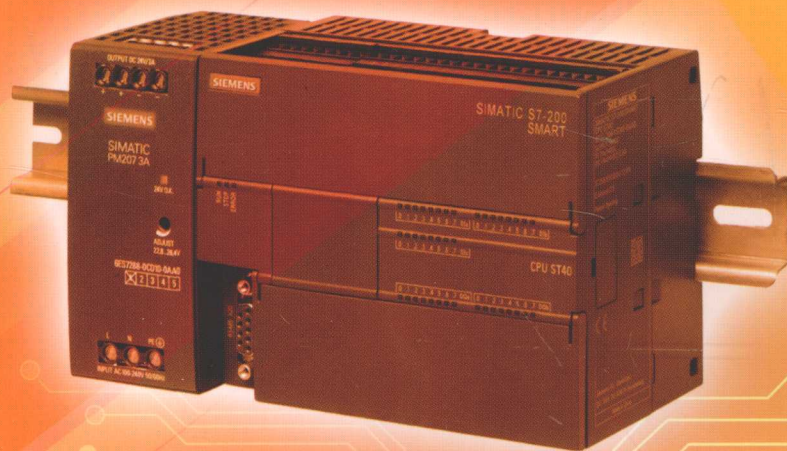


边学边用边实践



西门子S7-200系列 PLC 变频器 触摸屏 综合应用

陶 飞 / 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



西门子S7-200系列 PLC 变频器 触摸屏 综合应用

陶 飞 / 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从工程应用的角度出发,主要以西门子 S7-200 系列 PLC 为载体,以 KTP1000 系列 HMI 为触摸屏对象,以西门子 G120 系列变频器为目标,按照基础、实践和工程应用的结构体系,精选了 PLC、HMI 和变频器的 36 个应用案例,使用目前流行的 S7-200 系列 PLC 编程软件 Micro/WIN 软件和博途 TIA V13 控制平台,对工业控制系统中的四类典型应用,即模拟量输入(AI)、模拟量输出(AO)、数字量输入(DI)和数字量输出(DO)的程序设计方法进行了详细的讲解,由浅入深、循序渐进地介绍了 PLC、HMI 和变频器在不同应用案例中的材料选型、电路原理图设计、梯形图设计、变频器参数设置和调试方法。通过学习本书的应用案例,读者可以快速掌握 PLC 在实际工作中的程序编制、HMI 的项目创建和应用、驱动电动机带动不同负载运行时变频器的参数设置,这些案例还可以稍作修改后直接移植到工程中使用。

本书深入浅出、图文并茂,具有实用性强、理论与实践相结合等特点。书中每个案例提供了具体的设计任务和详细的操作步骤,注重解决工程实际问题。本书可以供计算机控制系统研发的工程技术人员参考使用,也可以供各类自动化、计算机应用、机电一体化等专业的师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-200 系列 PLC、变频器、触摸屏综合应用/陶飞编著. —北京:中国电力出版社,2016.10

(边学边用边实践)

ISBN 978-7-5123-9666-1

I. ①西… II. ①陶… III. ①PLC 技术②变频器③触摸屏
IV. ①TM571.61②TN773③TP334

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 192791 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 10 月第一版 2016 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22 印张 543 千字

印数 0001—2000 册 定价 55.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

可编程序控制器 PLC、触摸屏和变频器是电气自动化工程系统中的主要控制设备,本书主要以西门子 S7-200 系列 PLC 为载体,以西门子 KTP1000 系列 HMI 为触摸屏对象,以西门子 G120 系列变频器为目标,编写了应用入门、应用初级、应用中级和应用高级四个等级的 36 个工程案例,每个案例都有实例说明、相关知识点和创作步骤的详细说明。本书具有深入浅出、图文并茂,实用性强、理论与实践相结合等特点。

可编程序控制器 PLC 部分以西门子 PLC 编程软件 Micro/WIN 为核心,演示了西门子 S7-200 系列 PLC 的项目创建、硬件组态、符号表制作、数字量和模拟量模块的接线以及模块的参数设置等,在相关知识点中对 PLC 中的数据类型和 I/O 寻址进行了充分的说明和介绍,对 Micro/WIN 中比较重要的定时器和计数器指令均有应用案例。在本书应用中级和应用高级部分中,笔者对实际工程项目中常常用到的 PLC 控制电动机的正反转运行、PLC 控制直流调速器的运行、控制卷取设备的张力、控制冶金设备中的位置测量,从电气设计、项目组态和程序编制等角度入手,尽可能使用不同的指令来完成案例中的工艺要求,将在实际的工程中真实要用到的设备,包括按钮、开关、指示灯、接触器、继电器、空气开关、保险、热继电器、光电传感器、编码器、限位开关、电磁阀、报警器、变频器、位移传感器、液位计、张力传感器等常用的电气设备结合到案例当中,使读者能够迅速掌握 PLC 的项目创建和程序编制。

触摸屏 HMI 部分以博途 TIA V13 控制平台为核心,演示了西门子 KTP1000 系列 HMI 的项目创建、组态、画面制作、网络通信和通信参数设置,在相关知识点中对人机界面产品 HMI 的硬件和博途 TIA V13 控制平台给予充分的说明和介绍,对 HMI 项目中比较重要的画面创建、按钮、指示灯和库都单独进行了应用举例。在应用中级和应用高级部分,笔者对实际工程项目中常常用到的报警系统、配方应用、趋势图、HMI 上 I/O 域和 HMI、PLC 和变频器 G120 的综合应用都以案例的形式加强了说明,使读者能够迅速掌握 TIA V13 控制平台的操作与应用,使用户能够非常容易地与标准的用户程序进行结合,利用 HMI 的显示屏显示,通过输入单元(如触摸屏、键盘、鼠标等)写入工作参数或输入操作命令,实现人与机器的信息交互,从而使用户建立的人机界面能够精确地满足生产的实际要求。

西门子 G120 系列是新一代西门子通用型变频器,采用的是控制单元和功率模块分离的设计结构,功率最大到 250kW,今后将会逐步取代 MM4 系列。本书对 G120 系列变频器的参数设置进行了详细介绍,包括西门子 G120 系列变频器的停车方式、直流制动、复合制动及动能制动,G120 变频器的主电路回路设计、面板操作、调试、正反转运行控制和 G120 的 PROFINET 通信。在“变频器 G120 的同速控制和检修与维护”案例中,首先介绍了 G120 多种同速控制的电气设计电路,还说明了变频器的检修方法和日常维护细则。在应用中级和应用高级部分,通过 G120 在自动喷漆设备上的应用详细讲解了 BiCo 功能,并在恒压供水的

PID 系统案例中介绍了 G120 的参数设置。本书意在让读者了解相关知识点中变频器的各种基本功能之后，再与笔者一起在案例创建步骤中结合功能参数的设置要点，以及端口电路的配接和不同功能在生产实践中的应用，来掌握变频器的频率设定功能、运行控制功能、电动机方式控制功能、PID 功能、通信功能和保护及显示等功能。这样，就能够使读者尽快熟练地掌握变频器的使用方法和技巧，从而避免了大部分故障的出现，让变频器应用系统运行得更加稳定。

本书中的每个案例提供了具体的设计任务和详细的操作步骤，注重解决工程实际问题，按照本书的应用案例，读者可以快速掌握西门子 S7-200 系列 PLC 在实际工作中的程序编制、HMI 的项目创建和应用、驱动电动机带动不同负载运行的变频器 G120 的参数设置，这些案例在用户今后的项目中只作相应的简单修改后便可以直接应用于工程，这样可以减少项目设计和开发的工作量。

在本书编写过程中，王峰峰、戚业兰、陈友、王伟、张振英、于桂芝、王根生、马威、张越、葛晓海、袁静、董玲玲、何俊龙、张晓琳、樊占锁、龙爱梅提供了许多重要资料，张振英和于桂芝参加了本书文稿的整理和校对工作，在此一并表示感谢。

由于作者水平和时间有限，书中难免会有疏漏之处，希望广大读者批评指正。

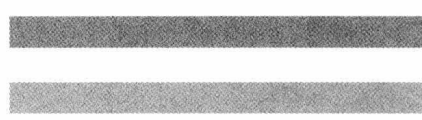
前言

第一篇	应用入门	1
案例 1	西门子 S7-200 系列 PLC 项目创建与保存	3
案例 2	西门子 S7-200 系列 PLC 的用户程序和符号表的创建	14
案例 3	S7-200 系列 PLC 模块的接线和模拟量的处理	29
案例 4	变频器 G120 的主电路回路设计	55
案例 5	G120 系列变频器的停车和制动方式	67
案例 6	使用 BOP 操作面板手动启停变频器 G120	72
案例 7	TIA Portal 中触摸屏的项目创建	77
案例 8	TIA V13 中 WinCC 的库和屏幕键盘的操作	87
案例 9	触摸屏 HMI 与 PLC 的连接.....	92
第二篇	应用初级	99
案例 10	Micro/WIN 中定时器的应用	101
案例 11	Micro/WIN 中计数器的应用	113
案例 12	西门子 S7-200 系列 PLC 控制电动机启动运行的两种方式	123
案例 13	西门子变频器 G120 的快速调试	139
案例 14	变频器 G120 的正反转运行控制	144
案例 15	变频器 G120 并联运行	149
案例 16	TIA V13 WinCC 中的变量创建和组态	151
案例 17	TIA V13 中的 WinCC 的画面制作	156
案例 18	TIA V13 中制作控制按钮和文本域	161
第三篇	应用中级	167
案例 19	旋转编码器在西门子 200 系统中的应用.....	169
案例 20	西门子 S7-200 PLC 的网络通信案例	178
案例 21	PLC 控制变频器 G120	207
案例 22	变频器 G120 的同速控制和检修与维护	225
案例 23	变频器 G120 的四段速控制	235
案例 24	恒压供水设置中变频器 G120 调速应用	238
案例 25	TIA V13 WinCC 中指示灯的制作	244
案例 26	TIA V13 中 I/O 域的创建	248
案例 27	TIA V13 中趋势图的制作	251

第四篇	应用高级	257
案例 28	PLC 控制步进电动机驱动器输出	259
案例 29	PLC 控制伺服驱动器	271
案例 30	PLC 的变量强制、监控和下载	285
案例 31	变频器 G120 的 PROFINET 通信	295
案例 32	变频器 G120 的自由功能块在自动喷漆设备上的应用	306
案例 33	变频器 G120 在石油抽油机上的应用	315
案例 34	TIA V13 中的 WinCC 的报警系统的制作	319
案例 35	TIA V13 中 WinCC 的配方应用	324
案例 36	HMI、PLC 和变频器 G120 的综合应用.....	331
参考文献		346



应用入门



案例 1

西门子 S7-200 系列 PLC 项目创建与保存

一、案例说明

西门子 S7-200 系列 PLC 是模块化的一体式 PLC，可以进行扩展，使用 STEP7-Micro/WIN 编程软件进行项目的创建、硬件组态、程序编制和通信的设置。

本案例使用 STEP7-Micro/WIN 编程软件创建了西门子 S7-200 系列 PLC 的新项目，并对项目进行保存和另存。在实际创建项目前，还详细介绍了 STEP7-Micro/WIN 编程软件的编程界面、程序结构与程序编辑器。

二、相关知识

1. STEP7-Micro/WIN 编程软件的界面

STEP7-Micro/WIN 编程软件的界面包括标题栏、菜单栏、工具栏、状态条、浏览条、指令树、工作窗口和输出窗口，用于项目文件的管理、对象的编辑和插入、程序的下载、监控、诊断、视图、窗口排列、在线帮助等。STEP7-Micro/WIN 编程软件的界面如图 1-1 所示。



图 1-1 STEP7-Micro/WIN 的编程软件界面



标题栏包含窗口标题和控制窗口的按钮，菜单栏包含当前窗口的所有菜单，工具栏包含最常用的任务图标，这些图标带有浮动标注，状态条显示当前状态和附加信息。

2. STEP7-Micro/WIN 编程软件的工具栏图标

为了使操作更方便更快捷，STEP7-Micro/WIN 编程软件已经将常用菜单命令的快捷按钮放置到工具栏中，读者只要使用鼠标左键单击就可以快速进行所选功能的操作，同时，读者还可以显示或者隐藏任意工具栏。工具栏的图标详解如图 1-2 所示。

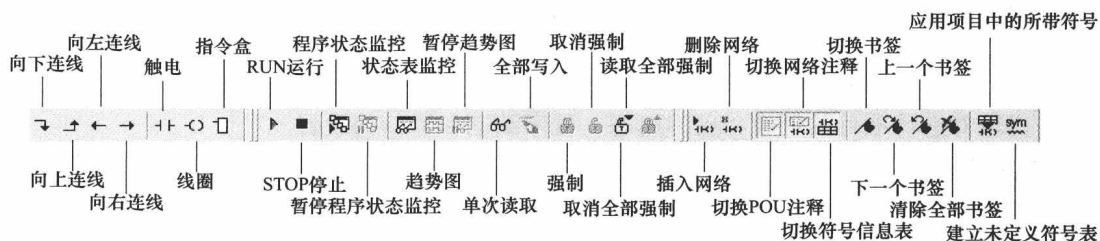


图 1-2 工具栏的图标详解

3. 定制 Micro/WIN 的工具栏

首先选择主菜单【工具】→【自定义】命令。在弹出的【自定义】对话框中，单击【命令】选项卡，勾选【显示工具提示】的复选框后，将鼠标指针停留在工具按钮的图标上时，按钮会自动显示工具提示信息。勾选【显示扁平按钮】复选框后，工具的按钮图标将会显示平面外观而不是三维外观，具体操作如图 1-3 所示。

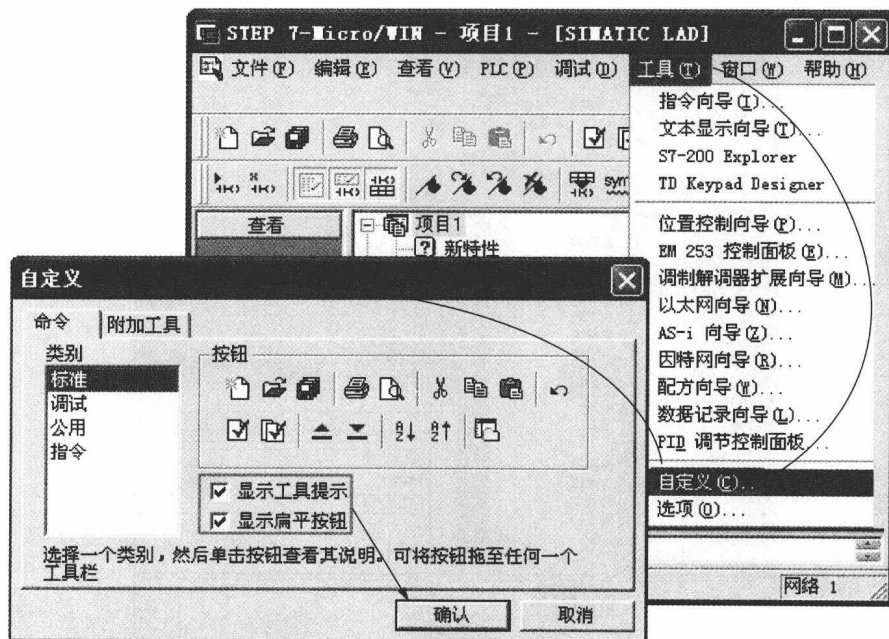


图 1-3 定制工具栏图示

三、创作步骤

1. 西门子 S7-200 系列 PLC 的编程软件的安装

第一步 安装 Micro/WIN 对硬件的要求

安装 Micro/WIN 编程软件的计算机必须是 IBM 486 以上的兼容机，内存在 8MB 以上，VGA 显示器，至少有 50MB 以上的硬盘空间，Windows 支持的鼠标。

通信电缆为 PC/PPI 电缆或使用一个通信处理器卡，将计算机与 PLC 连接起来。

第二步 安装 Micro/WIN 对软件的要求

Micro/WIN 可以安装的操作系统，包括 Windows 95、Windows 98、Windows ME 和 Windows 2000。Micro/WIN 编程软件的使用环境是支持 Windows 的应用软件的。

第三步 安装界面

双击 STEP 7-Micro/WIN 编程软件的安装程序 setup.exe，运行安装软件的图标是 ，安装程序将会一步一步地引导读者进行安装。

值得注意的是：安装编程软件 STEP7-Micro/WIN 前，必须将 360、杀毒和实时防火墙等软件关闭。然后双击 STEP 7 安装软件开始安装，如图 1-4 所示。

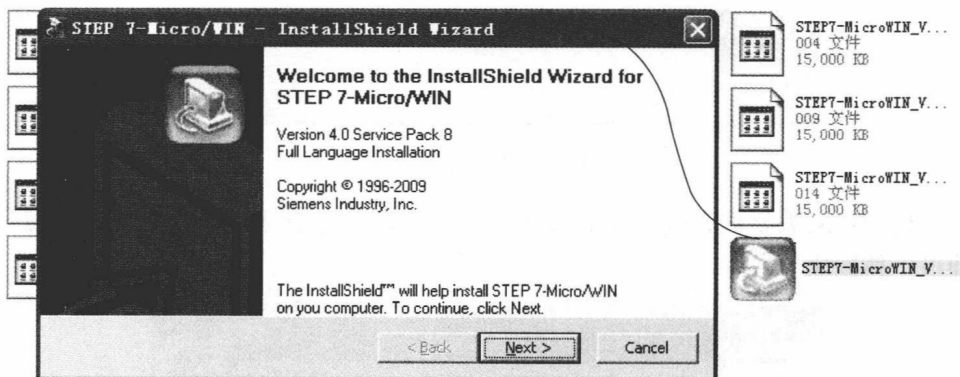


图 1-4 开始安装界面

第四步 安装语言选择

安装时可以通过图 1-5 所示的下拉按钮，选择安装程序的语言，进入安装程序时选择英语作为安装过程中的使用语言，如图 1-5 所示。

第五步 安装协议

在安装协议页面，读者只需单击【Yes】按钮即可，如图 1-6 所示。

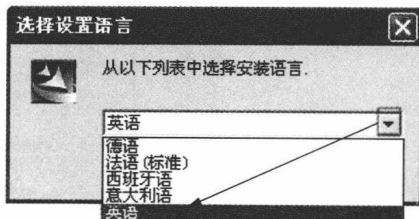


图 1-5 语言选择图示

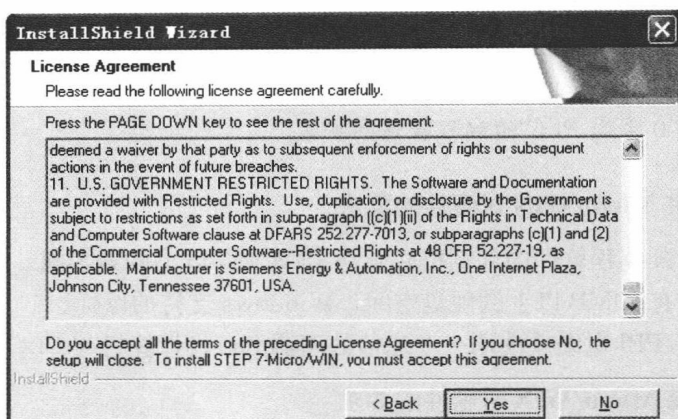


图 1-6 安装协议窗口图示

第六步 安装过程

安装的进程可以通过小窗口进行查看，如图 1-7 所示。

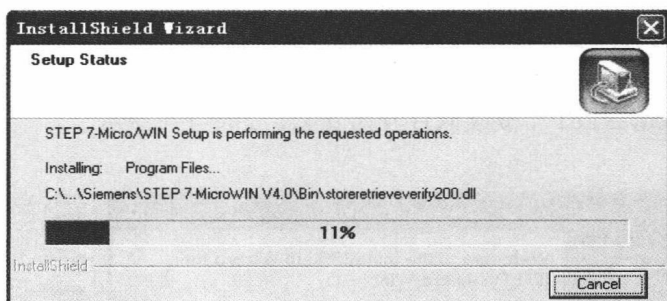


图 1-7 安装过程图示

安装过程中，安装软件会询问是否安装 VC++2005 的补丁 SP1，此时单击【Yes】按钮确认即可，如图 1-8 所示。

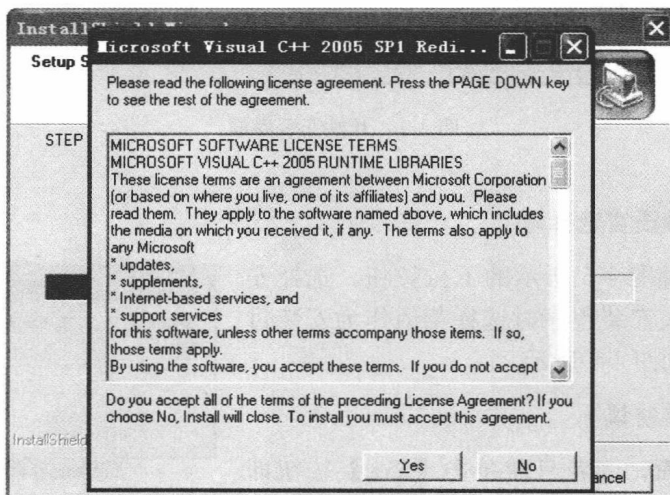


图 1-8 安装 VC++2005 的补丁 SP1 的提示图示

第七步 驱动安装

安装过程中，还会安装 SIMATIC Device 的驱动，如图 1-9 所示。

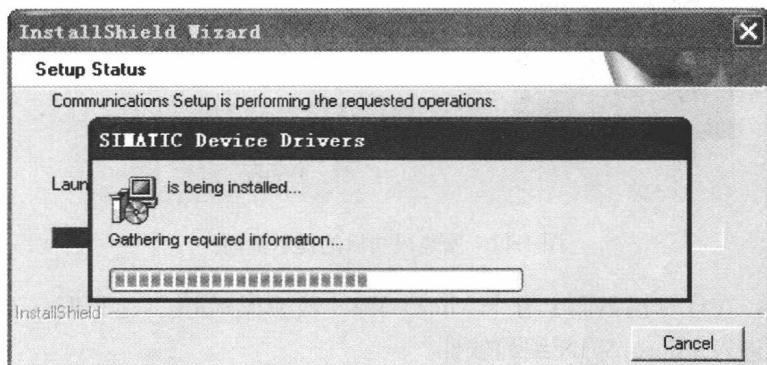


图 1-9 安装 SIMATIC Device 的驱动图示

另外，在安装过程中，会提示读者设置 PG/PC 接口，这个接口是 PG/PC 和 PLC 之间进行通信连接的接口。安装完成后，通过 SIMATIC 程序组或控制面板中的【Set PG/PC Interface】选项随时更改 PG/PC 接口的设置，读者在安装过程中也可以通过按钮【Cancle】来忽略这步操作，如图 1-10 所示。

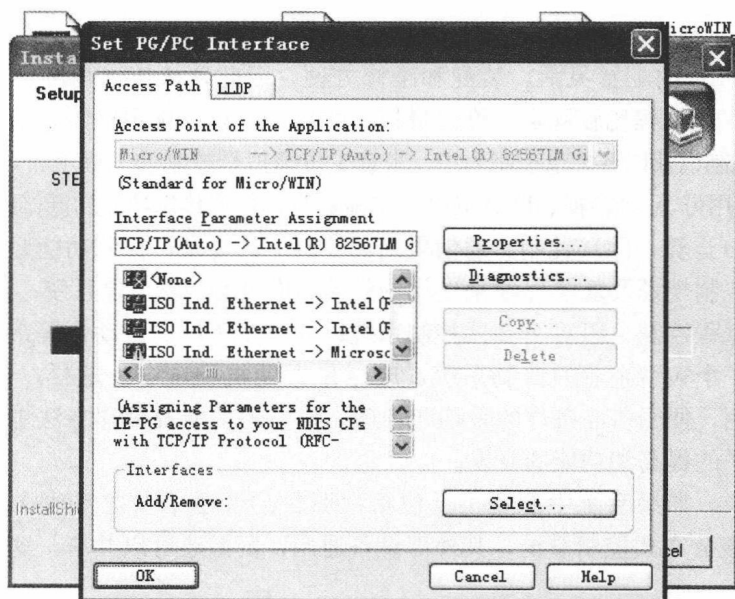


图 1-10 设置 PG/PC 接口页面

第八步 安装完成

单击【Finish】按钮即可，如图 1-11 所示。安装成功后，需要重新启动计算机才能使安装的 Micro/WIN 编程软件生效。

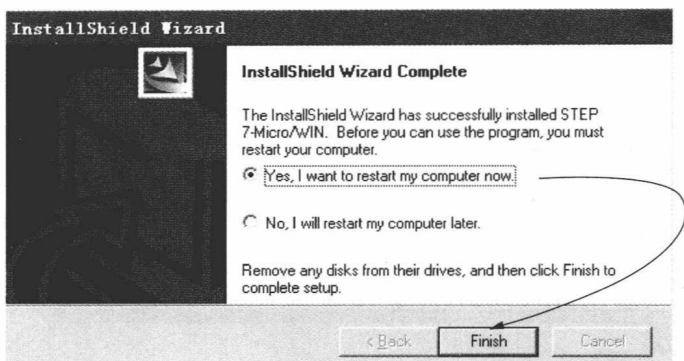


图 1-11 安装成功后的提示页面

安装完成后，在计算机桌面上有个 Micro/WIN 快捷图标 。运行时，双击这个快捷图标就可以快速地进入 Micro/WIN 编程软件。

完成安装后，用菜单命令【工具】→【选项】打开【选项】对话框，在【一般】选项卡中选择语言为中文，使编程环境为中文状态即可。

2. PLC 的选型与系统配置

● 第一步 机型的选择

一般选择机型时要以满足系统功能需要为宗旨，不要盲目贪大求全，以免造成投资和设备资源的浪费。

由于模块式 PLC 的配置灵活，装配和维修方便，因此，从长远角度来看，提倡选择模块化的 PLC。在工艺过程比较固定、维修量较小的场合，建议选用整体式结构的 PLC。

对于开关量控制以及以开关量控制为主、带有少量模拟量控制的工程项目，一般其控制速度无需考虑，因此选用带 A/D 转换、D/A 转换、加减运算、数据传送功能的低档机就能满足要求。

对于含有 PID 运算、闭环控制、通信联网等控制比较复杂，控制功能要求比较高的工程项目，可以根据控制规模及复杂程度来选用中档或高档 PLC 来组建系统。其中，高档 PLC 主要用于大规模过程控制、PLC 分布式控制系统以及整个工厂的自动化等系统中。

另外，对于一个大型企业的控制系统，应尽量做到机型统一。这样，同一机型的 PLC 模块可以互为备用，便于备品备件的采购和管理。统一的功能及编程方法也有利于技术力量的培训、技术水平的提高和功能的开发。

在工程项目中，如果系统中配置了上位机，那么读者还可以把各独立控制系统的多台 PLC 联成一个多级分布式控制系统，其外部设备通用，资源还可以共享，这样便于相互通信和集中管理。

● 第二步 确定 I/O 点数

确定项目中 PLC 系统的 I/O 点数，实际上就是确定 PLC 的控制规模。根据控制系统的要求确定所需要的 I/O 点数时，应考虑到以后工艺和设备的改动和 I/O 点的损坏和故障等，一般应增加 10%~20% 的备用量，以便随时增加控制功能。同时，应考虑 PLC 提供的内部继电器和寄存器的数量，以便节省 I/O 资源。对于一个控制对象来说，由于采用的控制方法



不同,因此 I/O 点数也会有所不同。

● 第三步 确定 I/O 模块的类型

西门子的 I/O 模块有开关量输入/输出类型、模拟量输入/输出类型,还有特殊功能的输入/输出模块,如定位、高速计数输入、脉冲捕捉功能等。

另外,不同的负载对 PLC 的输出方式也有相应的要求,如频繁通断的感性负载,应选择晶体管或晶闸管输出型模块,而不应选用继电器输出型模块。

继电器输出型模块的导通压降小,有隔离作用,价格相对便宜,承受瞬时过电压和过电流的能力较强,其负载电压比较灵活,负载电压有交流也有直流,并且电压等级范围也相对较大,所以动作不频繁的交流、直流负载可以选择继电器输出型模块。

● 第四步 智能式 I/O 模块

西门子智能式的 I/O 模块有高速计数器、凸轮模拟器、单回路或多回路的 PID 调节器、RS232C/RS422 接口模块等。一般智能式 I/O 模块本身带有处理器,可以对输入或输出信号作预先规定的处理,并将处理结果送入 CPU 或直接输出,这样可以提高 PLC 的处理速度并节省存储器的容量。

● 第五步 存储器类型及容量选择

PLC 系统所用的存储器基本上由 PROM、EEPROM 及 RAM 三种类型组成,存储容量则随机器的大小变化。一般小型机的最大存储能力低于 6KB,中型机的最大存储能力可达 64KB,大型机的最大存储能力可上兆字节,使用时可以根据程序及数据的存储需要来选用合适的机型,必要时也可以专门进行存储器的扩充设计。

PLC 的存储器容量选择和计算有两种方法:一是根据编程使用的总点数精确计算存储器的实际使用容量;二是估算法,用户可以根据控制规模和应用目的进行估算,为了使用方便,一般应留有 25%~30% 的余量。

获取存储容量的最佳方法是生成程序,即用了多少步,知道每条指令所用的步数,用户便可以确定准确的存储容量。

● 第六步 电源选择

在校验 PLC 所用电源的容量时,要注意 PLC 系统所需电源一定要在电源限定电流之内。如果满足不了这个条件,则此时解决的办法有三个:一是更换电源;二是调整 I/O 模块;三是更换 PLC 机型。如果电源干扰特别严重,则可以选择安装一个变比为 1:1 的隔离变压器,以减小设备与地之间的干扰。

● 第七步 通信接口选择

如果 PLC 控制的系统需要接入工厂自动化网络,则 PLC 需要有通信联网功能,即要求 PLC 应具有连接其他 PLC、上位机及 CRT 等器件和设施的接口。大、中型机都有通信功能,目前大部分小型机也具有通信功能。

● 第八步 对 I/O 响应时间的选择

PLC 的 I/O 响应时间包括输入电路延迟、输出电路延迟和扫描工作方式引起的时间延迟



(一般在2~3个扫描周期)等。对于开关量控制的系统,PLC的I/O响应时间一般都能满足实际工程的要求,读者可以不必考虑I/O的响应问题;但对于模拟量控制系统,特别是闭环控制系统,就需要考虑这个问题。

总的来说,PLC选型时读者要考虑功能性和经济性,要结合工艺要求并综合考虑上述几项性能特点,选择最合适而不是最好或最贵的PLC。

3. 新项目的创建

第一步 创建 Mirco/WIN 中的新项目 (另一种方法)

首先启动 STEP7-Micro/WIN 编程软件,双击电脑桌面上的图标,在软件的主菜单上单击【文件】→【新建】选项后,系统会自动分配一个“项目 X”的文件名,X是一个十进制常数表示的序号,项目创建如图 1-12 所示。



图 1-12 项目创建

第二步 创建新项目的第二种方法

单击 STEP7-Micro/WIN 编程软件的 Windows 图标,系统会自动生成一个项目,名称为“项目 X”,X是一个十进制常数表示的序号,然后,按照第一种方法创建新项目的方法中所述的那样,对新项目命名并存储即可。

新项目创建完成后,在主窗口将显示出新建的项目文件主程序区。主程序的默认名称为 MAIN,在 S7-200 的编程系统中,任何项目文件的主程序只有一个。

第三步 项目另保存

对于新建项目文件,单击菜单【文件】→【另存为】,或单击工具栏上的【另存为】按钮,如图 1-13 所示,来更改编程软件自动创建的“项目 1”的项目名称,项目存放在扩展名为“.mwp”的文件中。

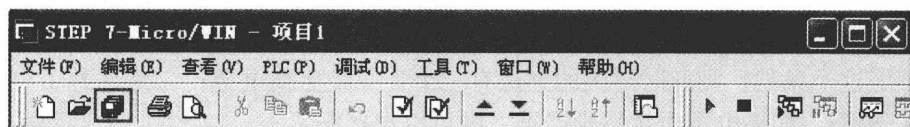


图 1-13 【另存为】按钮的位置

在弹出的【另存为】对话框中,先输入项目的名称“水箱自动控制”,然后单击【保存】按钮,如图 1-14 所示。

第四步 项目保存

新项目保存时,用户可以使用鼠标左键单击【文件】→【保存】选项,在随后弹出的【另存为】对话框中的【文件名】输入栏中,输入新项目的名称,这里输入的是“电动机启动项目”,然后单击【保存】按钮后,大家会看到,STEP7-Micro/WIN 编程软件的状态栏发生了