

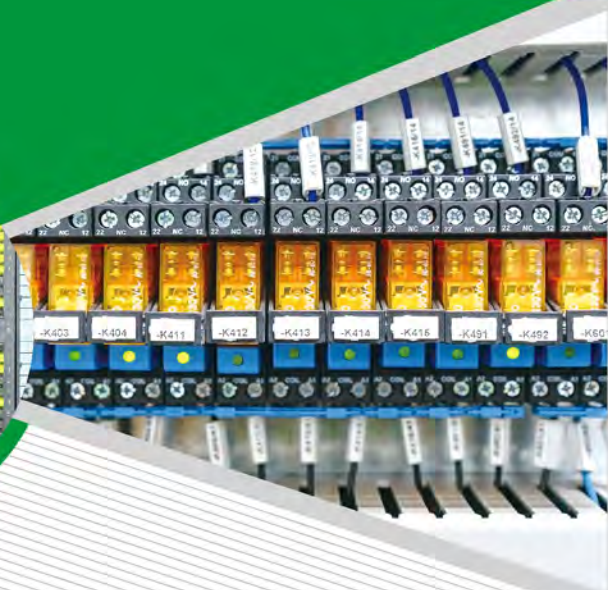
免费提供

★★★ 精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com

PLC技术 与应用项目教程

(西门子S7-200 & S7-200 SMART)



ISBN 978-7-5612-9176-4



定价: 45.00元



PLC技术与应用项目教程 (西门子S7-200 & S7-200 SMART)

主编 黄媛媛

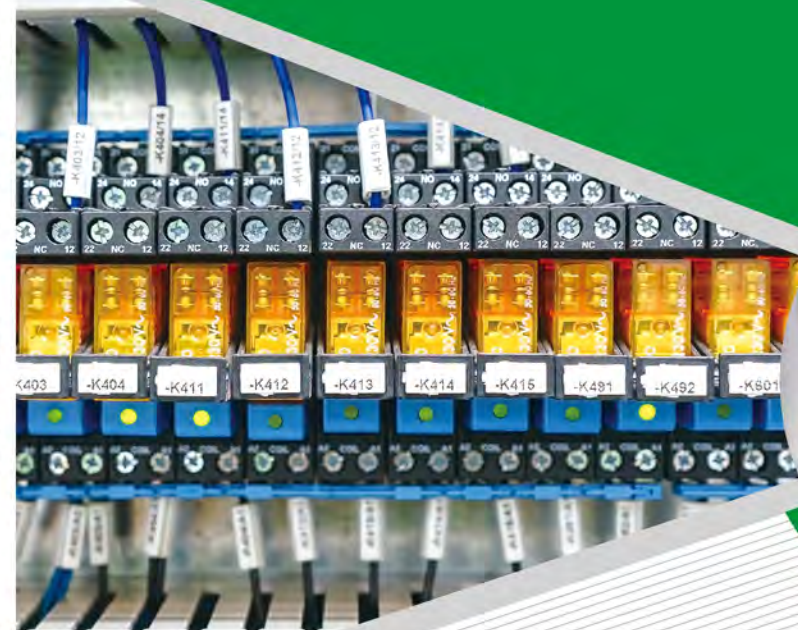
西北工业大学出版社

中等职业学校电气系列教材
校企“双元”合作开发新形态教材

PLC技术 与应用项目教程

(西门子S7-200 & S7-200 SMART)

主编 黄媛媛
主审 祁莹



西北工业大学出版社

中等职业学校电气系列教材
校企“双元”合作开发新形态教材

PLC技术

与应用项目教程

(西门子S7-200 & S7-200 SMART)

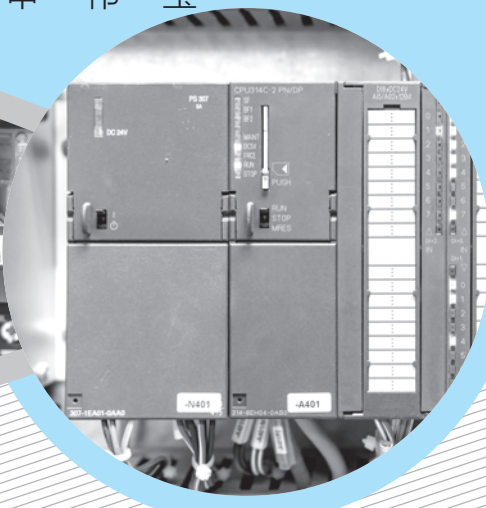
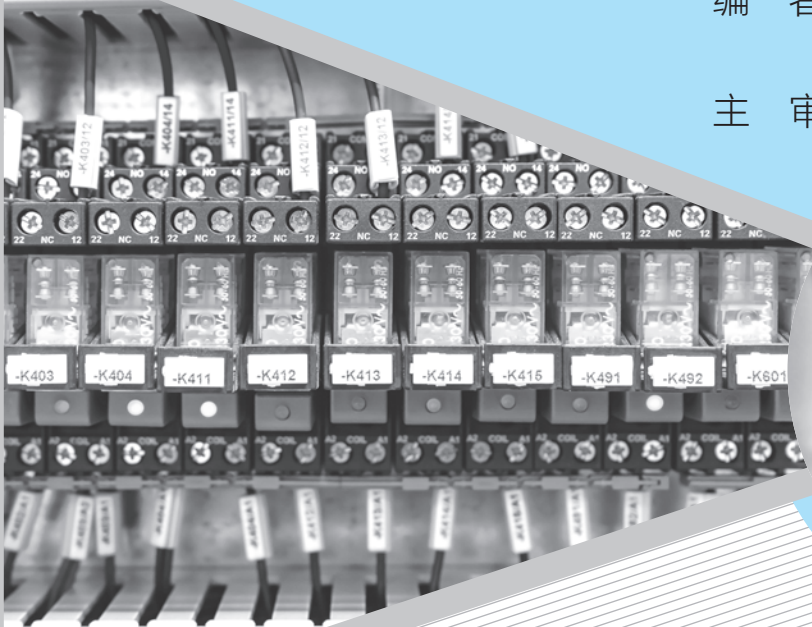
主 编 黄媛媛

副主编 王 煜 徐雪艳 毛宏航

编 者 黄媛媛 王 煜 徐雪艳

毛宏航 邓 琼

主 审 祁 莹



西北工业大学出版社
西 安

【内容简介】 本书是为适应中等职业教育、教学改革需要,以党的二十大精神对职业教育提出的要求为指导,为实现立德树人根本任务,深入研究教法、学法而开发的中等职业教育教学用书。本书以西门子 S7-200 & S7-200 SMART 为例,详细介绍了可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)的基础知识和基本技能。通过典型项目任务和相关内容,学生能够掌握 PLC 的位逻辑指令、功能指令及顺序控制指令的使用方法。本书理论与实践紧密结合,提供了实训项目和 1+X 证书相关内容,旨在帮助学生提升专业技能,实现实际控制要求。

本书既可作为中等职业学校机电、数控技术、制冷等相关专业的教学专用教材,也可作为企业人员学习 PLC 的参考用书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 技术与应用项目教程: 西门子 S7-200 & S7-200 SMART / 黄媛媛主编. — 西安: 西北工业大学出版社, 2024. 1

ISBN 978-7-5612-9176-4

I. ①P… II. ①黄… III. ①PLC 技术-中等专业学校-教材 IV. ①TM571.61

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 033108 号

PLC JISHU YU YINGYONG XIANGMU JIAOCHENG(XIMENZI S7-200 & S7-200 SMART)
PLC 技术与应用项目教程(西门子 S7-200 & S7-200 SMART)
黄媛媛 主编

责任编辑: 朱晓娟

装帧设计: 黄燕美

责任校对: 高茸茸

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮编: 710072

电 话: (029)88491757, 88493844

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm

1/16

印 张: 16.5

字 数: 287 千字

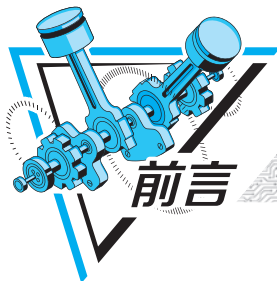
版 次: 2024 年 1 月第 1 版

2024 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5612-9176-4

定 价: 45.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换



本书是为了适应中等职业(简称中职)教育、教学改革的需要,以党的二十大精神对职业教育提出的要求为指导,为实现立德树人根本任务,深入研究教法、学法而开发的新型教材。本书以西门子 S7-200 & S7-200 SMART 为例,采用项目任务设定教学内容,以够用、实用为原则,将 PLC 的基础知识和技能融入每个项目任务中,从简单控制程序设计到复杂程序设计,由浅入深、层层递进,帮助学生掌握 PLC 知识、应用技能和用 PLC 实现自动控制的程序设计方法。

本书参照有关国家职业技能标准和 1+X 职业技能鉴定规范,结合中等职业教育教学实际进行编写。本书具有以下特点:

(1)创新模块设计。本书设计了“岗位贴”“思考吧”“练一练”“素质提升及职业引导”等多个模块。“岗位贴”模块将课程及教学内容与职业岗位需求联系起来,引导学生通过学习专业知识掌握职业岗位能力;“思考吧”和“练一练”模块充分体现了“做中学、学中做”的教学理念,引导学生思考,锻炼学生举一反三的能力,提升学生的学习能力和实践能力;“素质提升及职业引导”模块结合教学内容挖掘课程思政元素,旨在帮助学生树立正确的世界观、人生观和价值观,使学生不仅能够了解专业和岗位需求,还能激发学习热情,提升实践创新能力,从而全面提升职业素养。

(2)理论与实践相结合。本书设计有学习活页(可扫描书中二维码获得)和实训活页(可从书中撕下独立成页,使用方便、灵活)。学习活页用于学生的预习、复习和练习,锻炼学生自主学习能力和巩固所学知识;实训活页帮助学生明确实训目标,熟悉实训内容和步骤。学习活页中有学生自主学习的相关内容及学习评价表,实训活页中设计了实训报告和实训评价表。这些设计体现了对学生过程性学习的评价,强调了学生学习的主体性,调动了学生的学习参与性,并提高了学生的自主学习能力。

(3)符合职业教育特色。本书充分考虑了中职学生的认知特点,图文并茂,增强了内容的直观性。通过丰富的数字媒体资源,延伸课堂,丰富教学内容,帮助学生自主学习。

(4)项目任务驱动。本书在内容组织上以基于工作过程的项目任务为引领,通过典型工作任务的完成,帮助学生掌握必备的理论知识,锻炼学生分析问题、解决问题的能力。本书内容突出实用性,并注重与新技术的结合,将 PLC 技术与液压、气压传动技术相结合,与触摸屏和变频器技术相结合,拓宽了学生的知识面和综合应用能力,为学生今后就业或升学奠定了坚实的基础。

(5)突出课赛融通。本书融入了职业院校技能大赛(中职组)“机电一体化设备组装与调试”的相关内容,有助于学生熟悉大赛要求,进一步提高他们的整体技能水平。

(6)理实一体。本书采用理实一体教学模式,结合 1+X 职业技能鉴定规范,注重对学生规范操作的技能培养。实训内容的设计理论联系实践,突出了中职学校的教学特色,提升了学生的技能水平和实践应用能力。本书中的 1+X 职业技能鉴定规范相关内容介绍,有助于学生考取技能等级证书。

本书除实训活页和附录外共七大教学项目,23 个教学任务,各项目参考课时见表 0-1。

表 0-1 各项目参考课时

项目名称	理论课时/学时	实践课时/学时	小计/学时
项目一 初步认识 PLC	6	6	12
项目二 PLC 位逻辑指令及程序设计	4	8	12
项目三 PLC 定时器指令及其应用	2	6	8
项目四 PLC 计数器指令及其应用	2	6	8
项目五 PLC 功能指令及其应用	4	10	14
项目六 PLC 顺序控制指令及其应用	2	4	6
项目七 PLC 技术应用训练	6	6	12
合计	26	46	72

本书由天津市第一商业学校黄媛媛任主编,天津市第一商业学校王煜、徐雪艳、毛宏航任副主编,通用技术集团天津第一机床有限公司高级工程师邓琼参与编写工作。具体编写分工如下:黄媛媛负责编写项目一和项目二;徐雪艳负责编写项目三、项目六和附录;王煜负责编写项目四和实训活页;毛宏航负责编写项目五、项目七的任务三和任务四;邓琼负责编写项目七的任务一和任务二。本书

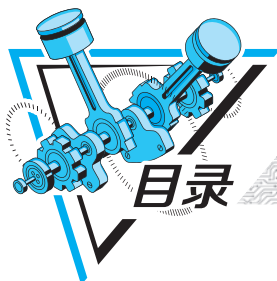
由天津市第一商业学校机电技术系主任祁莹主审。本书附录中的内容涉及 1+X 可编程逻辑控制器系统应用实训考核装置——YL-36 型设备,在此对亚龙智能装备集团的大力支持与协助表示感谢。

编者在编写本书的过程中参阅了相关文献资料,在此谨对其作者表示感谢。

由于水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2023 年 11 月



	项目一 初步认识 PLC	1
▶	任务一 PLC 基础知识概述	2
▶	任务二 认识西门子 S7 - 200 PLC 的外部结构、端子及接线	13
▶	任务三 STEP 7 - Micro/WIN 编程软件的使用	20
▶	任务四 认识西门子 S7 - 200 SMART PLC 的面板、端子及接线	27
▶	任务五 STEP 7 - Micro/WIN SMART 编程软件的使用	35
	项目二 PLC 位逻辑指令及程序设计	49
▶	任务一 用 PLC 实现电动机自锁控制	49
▶	任务二 用 PLC 实现电动机正/反转控制	58
▶	任务三 用 PLC 实现电动机点动与自锁混合控制	64
▶	任务四 应用 R、S 指令实现电动机正/反转控制	68
	项目三 PLC 定时器指令及其应用	75
▶	任务一 用 PLC 实现三台电动机顺序启动控制	75
▶	任务二 用 PLC 实现小车自动往返装卸料控制	88
	项目四 PLC 计数器指令及其应用	96
▶	任务一 用 PLC 实现电动机单按钮启停控制	96
▶	任务二 用 PLC 实现自动生产线计数控制	103
	项目五 PLC 功能指令及其应用	110
▶	任务一 数据传送指令及其对电动机星-三角降压启动控制	110



- 任务二 比较指令及其对霓虹灯牌的控制 118
- 任务三 应用跳转指令实现手动/自动程序控制 123
- 任务四 应用子程序调用指令实现电动机运行状态的显示
控制 127

**项目六 PLC 顺序控制指令及其应用****136**

- 任务一 应用顺序控制指令实现电动机星-三角降压启动控制 136
- 任务二 应用顺序控制指令实现三台电动机顺序启动、逆序停止
控制 146

**项目七 PLC 技术应用训练****151**

- 任务一 用 PLC 实现液压系统控制训练 151
- 任务二 用 PLC 实现加工中心开关门气动控制训练 158
- 任务三 触摸屏与 PLC 联机控制训练 163
- 任务四 PLC、触摸屏和变频器控制训练 177

**实训活页****184**

- 实训活页使用说明 184
- PLC 实训室安全操作规程 185
- 实训一 西门子 S7 - 200 SMART PLC 编程软件使用训练 186
- 实训二 用 PLC 实现电动机启保停控制程序设计训练 193
- 实训三 用 PLC 实现抢答器控制程序设计训练 197
- 实训四 用 PLC 实现报警灯闪烁控制程序设计训练 202
- 实训五 用 PLC 实现三台电动机顺序启动、逆序停止控制程序
设计训练 206
- 实训六 用 PLC 实现仓库出入库监控程序设计训练 210
- 实训七 用 PLC 实现电动机循环启停控制程序设计训练 215
- 实训八 用 PLC 实现通风机监控系统设计训练 219
- 实训九 用 PLC 实现传送带控制程序设计训练 223

**附录****228**

- 附录一 职业院校技能大赛(中职组)“机电一体化设备组装
与调试”项目 PLC 程序设计案例 228

▶ 附录二	1+X 可编程逻辑控制器系统应用实训考核装置	240
▶ 附录三	可编程控制器系统应用编程职业技能等级标准(初级)	248
▶ 附录四	学习活页使用说明	250

	参考文献	253
---	-------------	------------

项目一

初步认识 PLC

【知识目标】

- (1) 熟悉 PLC 的用途及功能。
- (2) 掌握 PLC 的硬件构成及分类。
- (3) 掌握 PLC 的工作原理。
- (4) 熟悉 PLC 的性能指标。
- (5) 熟悉西门子 S7-200 PLC 的面板、端子及接线。
- (6) 熟悉西门子 S7-200 SMART PLC 的面板、端子及接线。
- (7) 掌握西门子 S7-200 PLC 及 S7-200 SMART PLC 编程软件的使用方法。

【技能目标】

- (1) 能够说明 PLC 在应用中的作用。
- (2) 能够分析 PLC 的工作原理。
- (3) 会识别 PLC 的类型并正确选用 PLC。
- (4) 认识西门子 S7-200 PLC 及西门子 S7-200 SMART PLC 的面板和端子,会 PLC 的接线。
- (5) 会使用编程软件进行程序设计及编辑。
- (6) 会将程序下载到 PLC 中,并进行调试和运行。

【素养目标】

增强学生的学习信心和克服困难的决心,培养学生分析问题、解决问题的良好习惯;通过引导学生从“中国制造”向“中国智造”的发展路径,激励他们学好专业知识,掌握先进技术,以适应中国未来的发展。同时,激发学生的爱国情怀、民族自信心与自豪感,树立担当意识,发扬进取精神。



岗位贴

PLC 的应用越来越广泛,特别是在机电设备的安装、调试和维修行业,对 PLC 知识和技能的掌握成为必要。例如,某公司对机电设备安装与售后维护岗位的职责要求如下:熟悉电气和机械的基础知识和技能,能够读懂电气图和机械图,并根据原理图和装配图进行安装和接线;掌握 PLC 知识,包括 PLC 编程和接线技术;能够参与产品的组装和调试工作;负责产品的现场安装、调试,以及售后维修和维护工作。





任务一 PLC 基础知识概述

任务引入

在自动化生产线和智能化无人车间中,各生产环节井然有序,如图 1-1 所示。实现自动控制的设备是什么?生产一线人员在自动控制中发挥着怎样的作用?



图 1-1 自动化生产线和智能化无人车间

可编程控制器(PLC)是一种以微处理器为核心,通过程序实现自动控制的设备。PLC 是计算机技术、自动控制技术和通信技术的综合产物,是当前自动化领域的三大支柱[工业机器人、PLC、计算机辅助设计与制造(computer-aided design and manufacturing, CAD/CAM)]之一。

自 PLC 诞生以来,它不断更新换代,性能不断提高,功能不断完善,价格不断下降,应用领域大幅扩展。目前,PLC 已经被广泛应用于各行各业,如自动化生产线、数控机床、电梯、霓虹灯、喷泉、自动售货机及交通信号控制等。现代的 PLC 不仅能替代继电器实现逻辑控制,还具备运算、定时、计数、数据处理、通信、联网、监控等多种功能。

随着智能化和自动化生产的不断深入,生产一线人员有必要掌握 PLC 的安装、接线和编程技术,以通过程序实现对设备的自动控制。

知识链接

PLC 是专为工业现场应用而设计的控制器,采用了典型的计算机结构,由硬件系统和软件系统组成。目前市场上有多种类型的 PLC,它们的结构和工作原理基本相同,本任务将以西门子 S7-200 PLC 为例进行介绍。

一、PLC 的硬件构成

PLC 的硬件主要由中央处理器(central processing unit, CPU)、存储器、输入/输出(I/O)单元、通信接口、扩展单元及电源等组成,其结构如图 1-2 所示。

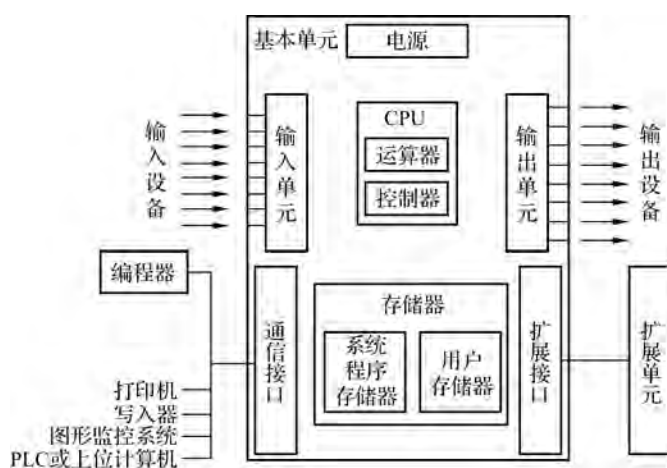
微课
PLC 的结构

图 1-2 PLC 的硬件结构

1. CPU

CPU 是 PLC 运算和控制的中心。CPU 的主要作用是从存储器中读取指令,执行指令,取下一条指令和处理中断等。

2. 存储器

PLC 的存储器分为系统程序存储器[只读存储器(read only memory, ROM)]和用户存储器[随机存储器(random access memory, RAM)]。ROM 存放系统程序。系统程序由厂家固化在存储器中,用户不能修改。RAM 分为用户程序存储器和数据存储器两个部分:用户程序存储器用来存放用户编写的程序;数据存储器用来存放工作数据,如输入/输出信号、各种工作状态、计数值、定时值、运算的中间结果等。

PLC 断电后, RAM 中的内容将会丢失,通常需要依靠 PLC 内部的锂电池供电以防止数据丢失。如果锂电池电量不足, RAM 中的内容将无法恢复。

3. 输入/输出单元

(1)输入单元。输入单元用于接收来自现场设备的各种输入控制信号。输入单元通常与按钮开关、行程开关、继电器的触点、传感器输出的开关量及相关模拟量(模拟量要经模/数设备转换后才能输入 PLC)相连接。

PLC 的输入单元电路通常要有直流(24 V)电源输入,24 V 直流电源既可由外部电源提供,也可由 PLC 内部的直流电源提供。输入单元电路采用光电耦合电路与现场输入信号连接,可以有效防止现场的强电干扰信号进入 PLC,保证 PLC 工作的稳定性。



输入单元电路有两种形式:一种为电流从 PLC 公共端[通信端口(COM 端口)或 M 端口]流进,从输入端流出,即 PLC 公共端接直流电源的正极,称为共阳极输入电路,如图 1-3(a)所示;另一种为输入电路的电流从 PLC 的输入端流进,从公共端流出,即公共端接外接电源的负极,称为共阴极输入电路,如图 1-3(b)所示。接线时要清楚输入电路的电源要求。

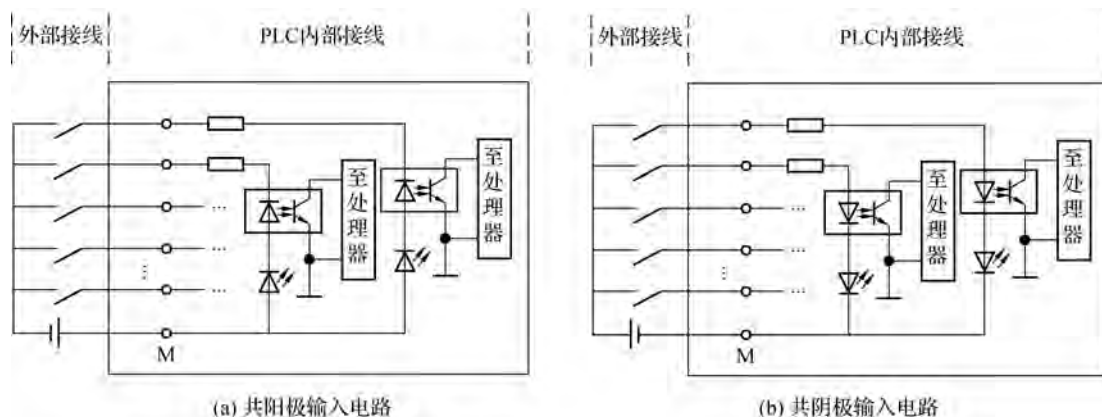


图 1-3 输入单元电路

(2)输出单元。输出单元用于将 PLC 处理后的输出信号转换成执行机构所需的控制信号。常见的现场执行部件有电磁阀、接触器线圈、继电器线圈、信号灯等。

PLC 的输出单元电路一般有以下三种形式可供选用:

1)继电器输出单元电路。继电器输出单元电路利用继电器的线圈和触点将 PLC 的内部电路与外部负载电路进行电气隔离。外接的负载电源既可以是直流电源,也可以是交流电源。继电器输出单元电路是有触点的器件,它的带负载能力比较强,一般为 2 A 左右。继电器输出单元电路如图 1-4 所示,当 PLC 内部的继电器线圈得电,其常开触点接通时,与其对应的输出单元电路接通,负载得电运行,实现控制。

2)晶体管输出单元电路。晶体管输出单元电路通过光电耦合器使晶体管截止或导通,以控制外部负载电路断开和接通,并将 PLC 内部电路和晶体管输出电路进行电气隔离,如图 1-5 所示。

3)晶闸管输出单元电路。晶闸管输出单元电路通过双向晶闸管截止或导通来控制外部负载电路,该输出形式的响应速度快,动作频率高,但只能用于交流负载,如图 1-6 所示。

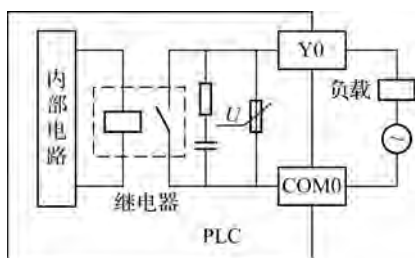


图 1-4 继电器输出单元电路

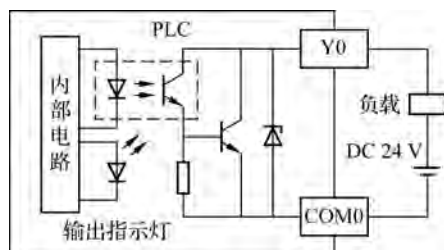


图 1-5 晶体管输出单元电路

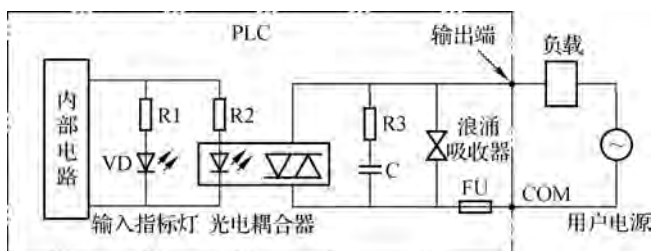


图 1-6 晶闸管输出单元电路

三种输出形式的选择由所控制的对象决定,表 1-1 给出了三种输出形式的特点和应用范围,可依据具体情况进行选择。

表 1-1 PLC 的输出单元电路

输出形式	特 点	应用范围
继电器输出	接触电阻小,使用寿命长,但响应速度慢,一般为毫秒级,既可带直流负载,也可带交流负载,属于交/直流输出接口	常用于控制低速、大功率负载
晶体管输出	响应速度快,一般为纳秒级,并且输出可调节,使用寿命长,只能带直流负载,属于直流输出接口	常用于控制高速、小功率负载
晶闸管输出	负载电流比较大,耐压也较高,响应速度较快,一般为微秒级,只能带交流负载,属于交流输出接口	常用于控制高速、大功率负载

4. 通信接口

PLC 通过通信接口与计算机及其他 PLC 设备相连接,实现通信联网功能。PLC 的通信接口(见图 1-7)通过专用的编程电缆进行设备的通信连接。

5. 扩展单元

PLC 的扩展单元用于对基本单元的功能进行扩展。例如,当输入/输出端子不够用时,可安装输入/输出扩展单元进行扩充。通常,扩展单元不能单独使用,

一般需和基本单元配合使用。



图 1-7 PLC 的通信接口

6. 电源

PLC 的电源性能直接影响 PLC 的功能和可靠性,因为它是 PLC 内部电路使用能源的供给中心。有的 PLC 电源已集成到主机内部,外部接交流 220 V 的电源给 PLC 供电即可;有的 PLC 主机内部没有电源,需要外接电源。图 1-8 为开关稳压电源,这种供电电源一方面可为 PLC 内部电路提供直流 5 V 的工作电源,另一方面可为输入/输出接口电路提供 24 V 的直流电源。

7. 其他部件

大部分 PLC 配有存储卡,如图 1-9 所示。PLC 的 CPU 可直接读取存储卡中的程序。



图 1-8 开关稳压电源



图 1-9 PLC 的存储卡

思考吧

- (1) PLC 的硬件构成与个人计算机的硬件构成有哪些异同点?
- (2) 你会给 PLC 接线吗?

二、PLC 的软件系统

PLC 的编程语言主要有梯形图(ladder diagram, LAD)、语句表、顺序功能

图、高级语言等。

1. 梯形图

梯形图沿袭了继电器控制电路的形式,具有形象、直观、简单易学的特点,是目前应用较广泛、受到电气技术人员欢迎的编程语言。以图 1-10 所示的继电器控制电路为例,其对应的梯形图如图 1-11 所示。

2. 语句表

语句表是一种与汇编语言类似的编程语言。它采用助记符指令,并按照程序执行顺序编写,如图 1-12 所示。梯形图和语句表存在一定的对应关系,可互相转化。

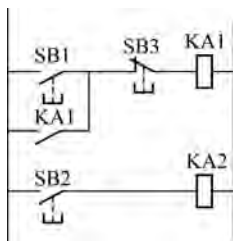


图 1-10 继电器控制电路

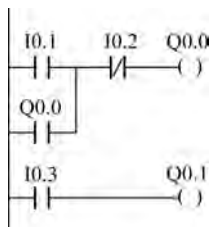


图 1-11 梯形图

步序号	指令	数据
000	LD	I0.1
001	O	Q0.0
002	AN	I0.2
003	=	Q0.0
004	LD	I0.3
005	=	Q0.1

图 1-12 语句表

3. 顺序功能图

顺序功能图(又称为状态转换图,这部分内容将在项目六中进行讲解)将一个完整的控制过程分成若干个状态。每个状态具有不同的动作,并且状态之间存在一定的转换条件。当条件满足时,状态进行转换,前一状态结束后下一状态开始。顺序功能图常用于描述和实现一个完整的顺序控制过程。

4. 高级语言

许多大中型 PLC 采用高级语言(如 C 语言、Basic 语言或专门的高级编程语言)进行编程,以实现更加复杂的控制。

三、PLC 的分类

1. 按结构形式分类

PLC 按结构形式不同分为整体式 PLC 和模块式 PLC 两种。

(1)整体式 PLC。将 CPU、存储器、I/O 接口、电源、I/O 扩展接口封装在一起即构成整体式 PLC,如图 1-13 所示。整体式 PLC 体积小、结构紧凑,小型 PLC 常采用这种结构。

(2)模块式 PLC。模块式 PLC 由机架和模块两个部分组成。将 PLC 各个工作单元制作成独立的模块,如中央处理器模块、输入/输出模块、通信模块等,然

后将这些模块插到机架上,就组成了模块式 PLC,如图 1-14 所示。模块式 PLC 配置灵活,组装容易,扩展方便,但结构较复杂,体积较大,造价较高。



图 1-13 整体式 PLC

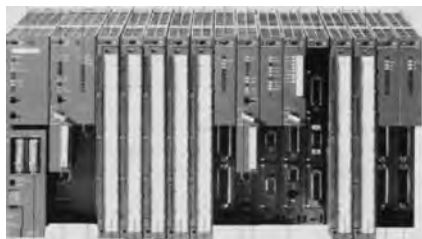


图 1-14 模块式 PLC

2. 按 I/O 点数分类

PLC 按其 I/O 点数不同可分为小型机(256 点以下)、中型机(256~2 048 点)和大型机(2 048 点以上)。

注意: I/O 点数是输入端子数量和输出端子数量之和。

四、PLC 的工作原理

1. PLC 的循环扫描工作方式

PLC 运行时,一个控制过程需要执行众多操作,但 CPU 不可能同时执行多个操作。它只能采用分时操作方式(即串行工作方式),即从第一条指令开始执行程序,直至遇到程序结束符号后又返回第一条指令开始执行,如此不断循环。这种串行工作方式称为 PLC 的循环扫描工作方式。由于 CPU 的运算处理速度非常快,所以从宏观上看,PLC 外部出现的结果似乎是同时(并行)完成的。

2. PLC 的扫描工作过程

PLC 在每个扫描工作过程中除了执行用户程序,还要完成内部处理、通信服务等工作。整个扫描工作过程包括内部处理、通信服务、输入采样、程序执行、输出刷新 5 个阶段。整个扫描工作过程执行一遍所需的时间称为扫描周期。PLC 的扫描周期与 CPU 的运行速度、PLC 的硬件配置及用户程序的长度有关,通常为 1~100 ms。

PLC 的内部处理阶段主要包括以下任务:主要进行 PLC 自检,以检查内部硬件是否正常、复位监视定时器(watch dog timer, WDT),以及完成其他内部处理工作。

PLC 的通信服务阶段主要实现 PLC 与其他设备的通信功能。

当 PLC 运行模式处于停止(STOP)状态时,PLC 只完成内部处理和通信服



务工作;当处于运行(RUN)状态时,PLC 除完成内部处理和通信服务工作外,还要完成输入采样、程序执行、输出刷新工作。输入采样、程序执行和输出刷新是 PLC 整个扫描工作过程中的核心工作内容,如图 1-15 所示。

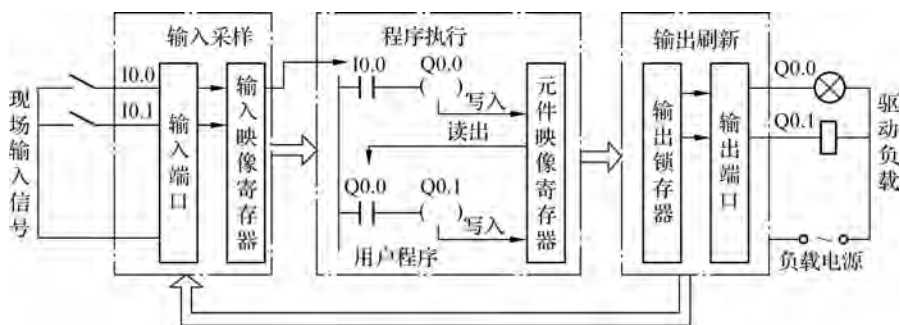


图 1-15 PLC 整个扫描工作过程中的核心工作内容

(1)PLC 的输入采样。PLC 的输入采样是指 PLC 在一个扫描周期内将与输入端子相连接的所有开关信号的状态写入相应的输入映像寄存器内的过程。输入状态的采样只在输入采样阶段进行,在 PLC 进入程序执行阶段后,输入状态将被封锁在输入映像寄存器中,直到下一个扫描周期的输入采样阶段,才对输入状态进行重新采样,这种方式称为集中输入采样,即在一个扫描周期内,集中一段时间对输入状态进行采样。

(2)PLC 的程序执行。PLC 按程序顺序进行扫描。若程序用梯形图来表示,则是按先上后下、先左后右的顺序执行。若遇到程序中有跳转指令的情况,则根据跳转条件是否满足来决定程序是否跳转。当指令中涉及输入/输出继电器的状态时,PLC 将从输入映像寄存器和元件映像寄存器中读出指令,根据用户程序进行运算,再将运算的结果存入元件映像寄存器中。对于元件映像寄存器来说,其内容会随程序执行的过程而变化。

(3)PLC 的输出刷新。在一个扫描周期内,只有在输出刷新阶段才会将元件映像寄存器的状态进行集中输出,即将程序执行的运行结果传送到输出端口并刷新其状态。这种输出方式称为 PLC 的输出刷新。

3. PLC 的输入/输出响应滞后

PLC 采用循环扫描工作方式,从 PLC 输入端口的输入信号发生变化到 PLC 输出端口对该输入变化做出反应,需要一段时间,这种现象称为 PLC 的输入/输出响应滞后。这种响应滞后在设计 PLC 应用系统时应有所考虑,否则执行程序时会发生错误。





◎ 练一练

- (1)解释说明什么是 PLC 的输入采样,什么是 PLC 的输出刷新。
- (2)请叙述 PLC 的工作原理。

五、PLC 的性能指标

PLC 的性能指标是评价 PLC 的性能和选择 PLC 的主要依据。PLC 的性能指标主要包括以下几项。

1. I/O 点数

PLC 的 I/O 点数的多少,决定了 PLC 控制能力的强弱。I/O 点数越多,PLC 的控制能力越强。当然,I/O 点数越多,PLC 的体积越大,价格越高,故选择时以够用为原则。

2. 存储容量

PLC 的存储容量通常指用户程序存储器和数据存储器的容量之和,表示 PLC 提供给用户的可用存储资源。存储容量常用字节(B)或千字节(KB)表示。存储容量越大,可存储的用户程序就越多、越复杂,PLC 的控制能力就越强。

3. 扫描速度

扫描速度是指 PLC 执行程序的速度,通常有几种衡量方法:以执行 1 000 步指令所需的时间来衡量,单位为 ms/千步;以执行一步指令的时间来计算,单位为 μs /步;以执行 1 KB 程序所用的时间来衡量,单位为 ms/KB,如 20 ms/KB 表示扫描 1 KB 用户程序所用的时间为 20 ms。扫描速度越快,CPU 完成一次扫描所需的时间越短,系统的响应速度就越快,性能也越好。

4. 指令的功能与数量

PLC 编程指令的功能越强,数量越多,PLC 的处理能力和控制能力也就越强,用户编程也就越简单、方便,越容易完成复杂的控制任务。

5. 可扩展能力

PLC 的可扩展能力包括 I/O 点数的扩展、存储容量的扩展、联网功能的扩展、各种功能模块的扩展等。PLC 的可扩展能力影响其性价比。

6. 高功能模块

PLC 除主机模块外,还可以配接各种高功能模块。主机模块用来实现基本控制功能,高功能模块则可实现某一种特殊的专门功能。常见的高功能模块主要是模拟量/数字量(analog/digital, A/D)模块、D/A 模块、高速计数模块、速度



控制模块、温度控制模块、位置控制模块、远程通信模块等。

思考吧

若让你采购一台合适的 PLC 产品,需要考虑哪些方面?



知识拓展

一、PLC 的发展史

1968 年,美国通用汽车公司对外招标,提出了用一种可程序的逻辑控制器取代继电器控制的设想。1969 年,第一台可程序的逻辑控制器在美国诞生。这种可程序的逻辑控制器称为可编程逻辑控制器(programmable logic controller),简称 PLC。

随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展,PLC 不仅具备逻辑控制功能,还具备计算、定时、计数、数据处理、通信等多种功能。因此,可编程逻辑控制器后来改称为可编程控制器(programmable controller,PC),去掉了“逻辑”这种限定的称呼。但由于 PC 容易与个人计算机(personal computer,PC)混淆,因此,人们仍习惯用 PLC 作为可编程控制器的缩写。

PLC 自诞生以来,迅速引起了世界各国的关注。日本、法国、德国等工业发达国家相继研发出自己的 PLC。例如,日本三菱电机公司生产的三菱 PLC、欧姆龙集团生产的欧姆龙 PLC、德国通用电气公司(简称 AEG 公司)生产的 AEG PLC、西门子公司生产的西门子 PLC、法国泰科电子(TE)公司生产的施耐德 PLC、美国 A-B 公司生产的 PLC 和通用电气公司生产的 PLC 等。我国从 20 世纪 80 年代开始广泛应用 PLC,并逐渐具备了生产 PLC 的能力。国产知名品牌 PLC 有台达 PLC、汇川 PLC 等。

尽管 PLC 的生产厂家众多,但 PLC 的结构大同小异,掌握一种 PLC 的使用方法,其他类型的 PLC 也就比较容易掌握了。

二、PLC 的特点

PLC 具有以下特点:

- (1)编程方法简单易学。
- (2)可靠性高,抗干扰能力强。
- (3)安装简单,使用方便。
- (4)体积小,能耗低。





(5)系统的设计、安装、调试周期短。

(6)功能强大,性价比高。

(7)维修方便。

三、PLC 的功能

1. 逻辑控制功能

逻辑控制功能是 PLC 最基本的功能,它取代继电器控制电路,通过程序实现逻辑控制。

2. 模拟量控制功能

在工业生产过程中,有许多连续变化的模拟量,如温度、压力、流量、液位和速度等。为了使 PLC 能够处理这些模拟量,必须实现 A/D 转换和 D/A 转换。为此,PLC 厂家通常生产配套的 A/D 转换模块和 D/A 转换模块,以实现模拟量的控制和处理。

3. 运动控制功能

PLC 可实现圆周运动或直线运动的控制,通过专用的运动控制模块可驱动步进电机或伺服电机单轴或多轴运行。PLC 的运动控制已广泛用于机械、机床、机器人、电梯等领域。

4. 过程控制功能

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。PLC 能编制各种各样的控制算法程序,实现闭环控制。PLC 的过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

5. 数据处理功能

PLC 具备数学运算、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析及处理等操作。

6. 通信及联网功能

PLC 通信包含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。如今生产的 PLC 都具有通信接口,通信非常便捷。



学习活页 1



素质提升及职业引导

PLC 广泛应用于自动控制领域,如数控机床、机器人、无人生产车间、无人售货机等。PLC 的应用不仅提高了生产效率,还降低了故障发生率。作为技能型人才的中职学生,学好专业知识、提升专业能力是今后适应社会发展的关键。我国是制造大国,随着产业结构升级,我国提出了“中国智造”的战略方针。青年强则国家强,国家拥有掌握先进技术的青年,建设社会主义现代化强国指日可待!



岗位贴

从事机电设备安装与售后维护等工作的人员,需要熟练掌握新设备的使用和接线方法。请仔细观察设备,并按照使用说明书中的步骤进行安装和接线。注意:接线完成后,务必使用万用表进行检查,以防止短路故障的发生。只有在确认无误后,方可通电运行设备。



任务二 认识西门子 S7-200 PLC 的外部结构、端子及接线

任务引入

PLC 的生产厂家众多,西门子 S7-200 PLC 是德国西门子公司生产的一种小型系列的可编程逻辑控制器,它能够满足多种自动化控制的需求,其设计紧凑,价格低廉,性能稳定,并且具有良好的可扩展性及强大的指令功能。通过本任务的学习,学生可以掌握西门子 S7-200 PLC 的面板构成、电源及通信的接线。

知识链接

一、西门子 S7-200 PLC 的外形

西门子 S7-200 PLC 为整体式结构的小型机,它的 CPU 单元、I/O 单元和电源单元等都被封装在一个模块内,其体积小,扩展能力强,抗干扰能力强,使用寿命长,因此得到广泛应用。其外形如图 1-16 所示。



图 1-16 西门子 S7-200 PLC 的外形

二、西门子 S7-200 PLC 的外部结构

图 1-17 为西门子 S7-200 PLC 的外部结构。

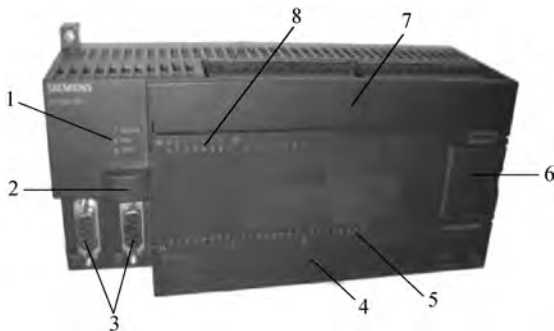


图 1-17 西门子 S7-200 PLC 的外部结构

- 1—状态指示灯; 2—可选卡插槽; 3—通信接口; 4—输入端子及直流电源端子盖板;
5—输入端指示灯; 6—前盖板; 7—输出端子及电源端子盖板; 8—输出端指示灯



1. 状态指示灯(LED)

西门子 S7-200 PLC 有 3 个状态指示灯,显示 CPU 当前所处的状态。

(1)SF/DIAG(错误/诊断,状态指示为黄色):该灯亮时,表示系统处于错误/诊断状态。

(2)RUN(运行,状态指示为绿色):该灯亮时,表示系统处于用户程序运行状态。此时不可以对用户程序进行编辑和修改,可以对程序运行状态进行监控。

(3)STOP(终止,状态指示为红色):该灯亮时,表示系统处于用户程序停止运行状态。此时可以编辑和修改程序。

2. 可选卡插槽

在可选卡插槽内可以插入存储卡、电池卡等设备。PLC 的存储卡可用于存储程序。CPU 可直接调用存储卡里的程序,使用非常方便。西门子 S7-200 PLC 一般不配备存储卡,除非有特别需要。PLC 使用的电池为锂电池,寿命大约为 5 年,用于为存放用户程序的 RAM 提供电源。在电池有电的前提下,RAM 可以保存 PLC 中的最后一个程序。

3. 通信接口

西门子 S7-200 PLC 的通信接口一般都是 RS-485 总线接口,通过个人计算机/点到点接口(personal computer/point to point interface,PC/PPI)电缆(见图 1-18)将 PLC 与计算机等其他通信设备相连接,如图 1-19 所示。有的 PLC 有两个通信接口,分别称为 PORT1 和 PORT0。



图 1-18 PC/PPI 电缆



图 1-19 PLC 与计算机通信连接

4. 前盖板

打开 PLC 的前盖板,内部有模式选择开关、模拟电位器和扩展插槽,如图 1-20 所示。

(1)模式选择开关。模式选择开关为波段开关,开关置于不同的位置,有 RUN(运行)、TERM(终端)和 STOP(停止)三种模式选择。

1)RUN(运行)模式:用户程序处于运行状态。



2) TERM(终端)模式:通过编程软件控制 PLC 的工作状态。

3) STOP(停止)模式:用户程序处于停止运行状态。

(2)模拟电位器。模拟电位器通常被用作模拟量输入模块的输入信号调节器,用于调节模拟量输入信号的大小,以便 PLC 能够准确地读取并处理这些信号。

(3)扩展插槽。扩展插槽用于将扩展单元与 PLC 的主单元进行连接。西门子 S7-200 PLC 的扩展模块主要用于扩展 PLC 的 I/O 端子。

5. 输入端指示灯

当 PLC 的输入端电路接通时,对应的输入端指示灯会点亮。

6. 输入端子及直流电源端子盖板

掀开底部端子盖板,所见端子为输入端子与电压为 24 V 的直流电源端子。

7. 输出端子及电源端子盖板

掀开顶部端子盖板,所见端子为输出端子与 PLC 的电源端子。

8. 输出端指示灯

当 PLC 的输出端电路接通时,对应的输出端指示灯会点亮。

9. PLC 的固定安装孔

西门子 S7-200 PLC 的安装方法有两种:底板安装和德国标准化委员会(DIN)导轨安装。底板安装是利用 PLC 机体外壳四个角上的安装孔,用螺钉将其固定在底板上,如图 1-21 所示。DIN 导轨安装是利用模块上的 DIN 夹子,把模块固定在一个标准的 DIN 导轨上,如图 1-22 所示。



图 1-20 PLC 前盖板的内部结构



图 1-21 PLC 的底板安装



图 1-22 PLC 的 DIN 导轨安装

10. PLC 的标注

PLC 面板上通常有一些字母符号的标注。其中:“SIMENS SIMATIC S7-200”



表示西门子 PLC 系列;“CPU22×”表示 CPU 的型号,通常有 CPU221、CPU224、CPU224CN、CPU224XP、CPU226 等型号;“AC/DC/RLY”中的 AC 表示 PLC 使用的是交流电源(通常为交流 220 V),DC 表示输入端电源为直流电源(通常为直流 24 V),RLY 表示输出端类型为继电器输出型,所接电源可以是交流或直流电源。

有的 PLC 面板上标识为“DC/DC/DC”,第一个 DC 表示 PLC 使用的是直流电源,第二个 DC 表示输入端电源为直流电源,第三个 DC 表示输出端类型为晶体管输出型,所接电源为直流电源。

思考吧

你现在认识西门子 S7-200 PLC 的面板了吗? 你会安装 PLC 吗?

三、西门子 S7-200 PLC 的输入端子和输出端子及其接线

下面以西门子 S7-200 系列 CPU224XP 的 PLC 为例对输入端子、输出端子及其接线方法进行介绍。图 1-23 为晶体管输出型 PLC 的接线,图 1-24 为继电器输出型 PLC 的接线。

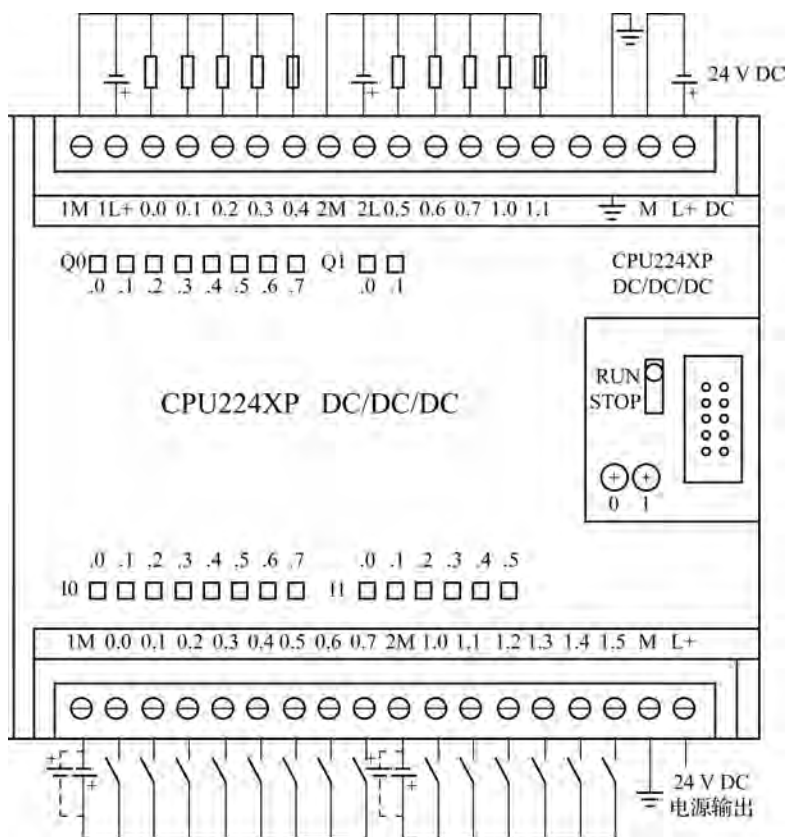


图 1-23 晶体管输出型 PLC 的接线



视频

西门子 S7-200 操作方法

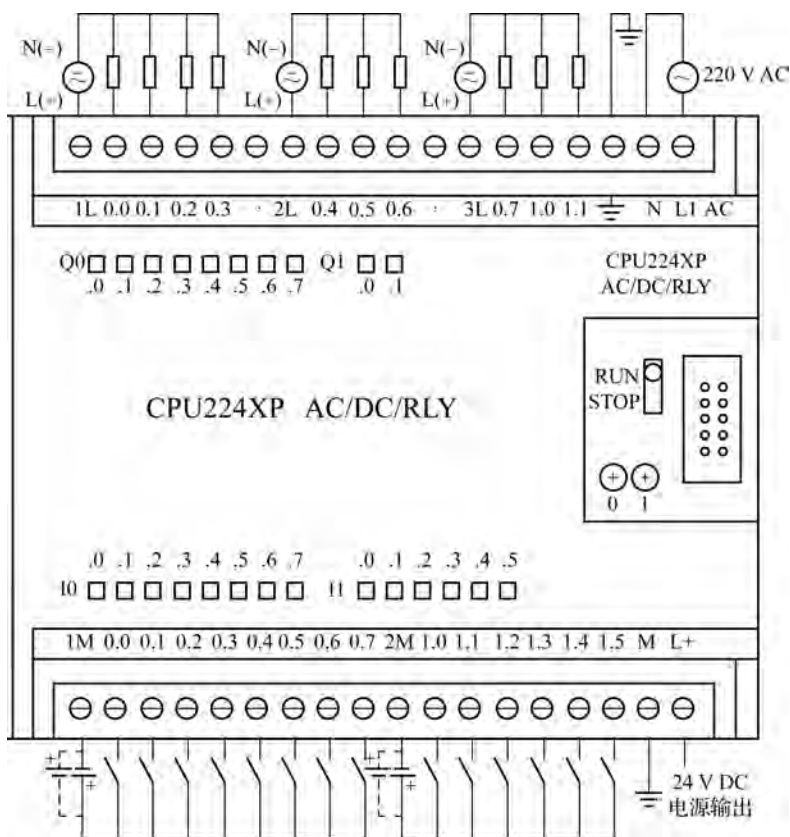


图 1-24 继电器输出型 PLC 的接线

1. 上部端盖内部的端子及接线

(1) PLC 的电源接线。图 1-23 展示了 PLC 接直流电源的接线方法,“M”端子接电源负极,“L+”端子接电源正极,“DC”表示接直流电,额定电压为直流 24 V。图 1-24 展示了 PLC 接交流电源的接线方法,“L1”端子接电源相线,“N”端子接电源零线,“ $\perp$ ”端子接保护零线,“AC”表示接交流电,额定电压为交流 220 V。

(2) 输出端子的名称及接线。西门子 S7-200 PLC 的输出端子用字母“Q”进行标记,从 Q0.0 开始标记,采用八进制(即逢 8 进 1)。CPU224 PLC 的输出端子共有 10 个,分别用 Q0.0~Q0.7(8 个)和 Q1.0~Q1.1(2 个)进行标记。

(3) 输出端子的公共端及接线。如图 1-23 所示的 PLC 为晶体管输出型,负载所需的供电电源为直流电;如图 1-24 所示的 PLC 为继电器输出型,负载所需的供电电源为交、直流电均可。

图 1-23 为晶体管输出型电路的接线。输出公共端 1M、1L 构成了 Q0.0~Q0.4 的





公共电路,公共端 2M、2L 构成了 Q0.5~Q1.1 的公共电路,其中公共端 1M、2M 接直流电负极,公共端 1L、2L 接直流电正极。

图 1-24 为继电器输出型电路的接线。由于输出电路既可以接直流电也可以接交流电,因此所接负载所要求的电源类型决定了使用的电源类型。输出公共端 1L 是 Q0.0 至 Q0.3 的公共端,2L 是 Q0.4 至 Q0.6 的公共端,3L 是 Q0.7 至 Q1.1 的公共端。不同公共端之间的电路是相互独立的,因此可以使用不同的电源电压(如某些输出电路可接直流 24 V,而其他输出电路可接交流 220 V)。如果输出端所接电源的电压相同,则可以将公共端并联连接,使用一个电源即可。

2. 底部端盖内部的端子及接线

(1)直流 24 V 电源端子“L+”“M”。PLC 内部电源可为输入/输出电路提供一个 24 V 的直流电源,“L+”为电源正极,“M”为电源负极,电源电压为 24 V。

(2)输入端子的名称及接线。西门子 S7-200 PLC 的输入端子用字母“I”进行标记,从 I0.0 开始标记,采用八进制(即逢 8 进 1)。CPU224 PLC 的输入端子共有 14 个,分别用 I0.0~I0.7(8 个)和 I1.0~I1.5(6 个)进行标记。

(3)输入端子的公共端及接线。输入端子接开关设备时需要接上直流电源进行供电。1M 是 I0.0 至 I0.7 输入端子的公共端;2M 是 I1.0 至 I1.5 输入端子的公共端。通常情况下,输入端子的公共端接直流电源的负极(称为共阴极输入接口电路);也有输入端子的公共端接直流电源的正极(称为共阳极输入接口电路)。具体采用哪种接线方式需要根据 PLC 的使用手册来确定。

● 练一练

通过绘图说明一个开关(SA)和一个灯(EL)如何与西门子 S7-200 PLC 进行连接。

四、PLC 与计算机通信连接

西门子 S7-200 PLC 的通信电缆为 PC/PPI 电缆,通过该电缆实现计算机与 PLC 的通信连接。PC/PPI 电缆按计算机接口的类型可分为 RS-232/PPI 电缆和通用串行总线/点到点接口(universal serial bus/point to point interface,USB/PPI)电缆两种。

用 PC/PPI 电缆与西门子 S7-200 PLC 建立通信时,常需对 PLC 的类型及 CPU 的版本、通信地址、计算机的接口(一般使用 COM1 或 USB)、传输波特率等参数进行设置。参数设置是通过编程软件的“通信”对话框完成的,如图 1-25 所示。



图 1-25 “通信”对话框



知识拓展

PLC 的仿真软件可以在计算机或编程设备上模拟 PLC 的运行情况,以测试编辑的程序是否正确。西门子 S7-200 仿真软件 Simulation 是为西门子 S7-200 PLC 开发的,西门子 S7-200 SMART 程序也可以用该软件进行仿真测试。仿真软件使用简单,方法如下:

(1) 软件无须安装,解压缩后双击 S7_200.exe 即可使用。

(2) 仿真前先用西门子 S7-200 PLC 的编程软件编辑好程序,编译程序确定程序没有问题后,在编程软件的菜单栏中执行“文件”→“导出”命令,弹出“导出程序块”对话框,选择存储路径,输入文件名(仿真文件的扩展名为“.awl”)并选择存储地址,单击“保存”按钮,进行保存。

(3) 双击 S7_200.exe,打开仿真软件,输入密码;双击“PLC 面板”,选择 CPU 型号,执行菜单栏中的“程序”→“装载程序”命令,在弹出的对话框中选择要装载的程序(一般选“全部”),之后单击“确定”按钮,找到 .awl 文件的路径,单击“打开”按钮,导出程序。仿真程序打开后,运行程序(单击绿色的三角运行按钮),PLC 进入运行状态,通过单击屏幕上的输入开关给出 PLC 输入信号,就可以进行仿真测试了。



学习活页 2





素质提升及职业引导

改革开放以来,中国制造业高速发展,众多出口导向型制造企业让“Made in China”闻名遐迩,中国也因此获得了“世界工厂”的美誉。制造业是国民经济的主体,是国家的重要支柱,是立国之本、强国之基。历史一再证明,没有强大的制造业,就没有国家和民族的强盛。为了提升中国制造业的形象和竞争力,国家提出了“中国质造”和“中国智造”的发展方针,旨在通过先进的科技和高质量的产品打造中国自己的品牌,促进中国经济的发展。作为青年学子,你是否已经为中国的未来建设做好准备了呢?



岗位贴

使用 PLC 设备时,必须掌握 PLC 设备的编程软件。通过计算机中的编程软件设计和编辑程序,然后将程序传送到 PLC 中,PLC 就可以通过程序实现自动控制。学习西门子 S7-200 PLC 的编程软件时一定要动手操作,勇于实践,这样才能熟练掌握软件的使用方法。



任务三 STEP 7 - Micro /WIN 编程软件的使用

任务引入

先通过 PC/PPI 电缆将 PLC 与计算机进行连接,然后利用计算机中的 PLC 专用编程软件进行程序设计,再将设计好的程序传送到 PLC 中,就可以实现自动控制了。通过本任务的学习,学生应掌握西门子 S7-200 PLC 编程软件的使用方法,以及利用编程软件设计程序的方法。

知识链接

一、西门子 S7-200 PLC 编程软件的界面

STEP 7 - Micro /WIN V4.0 是专门为西门子 S7-200 PLC 设计的在个人计算机 Windows 操作系统下运行的编程软件,其功能强大,使用方便,简单易学。使用该软件可以创建、编辑、上载、下载用户程序。该软件具有在线监控功能,通过监控功能反映程序的执行情况,用于程序的调试。

STEP 7 - Micro /WIN V4.0 编程软件的界面由菜单条、工具栏、浏览条、指令树、程序编辑器和输出窗口等构成,如图 1-26 所示。

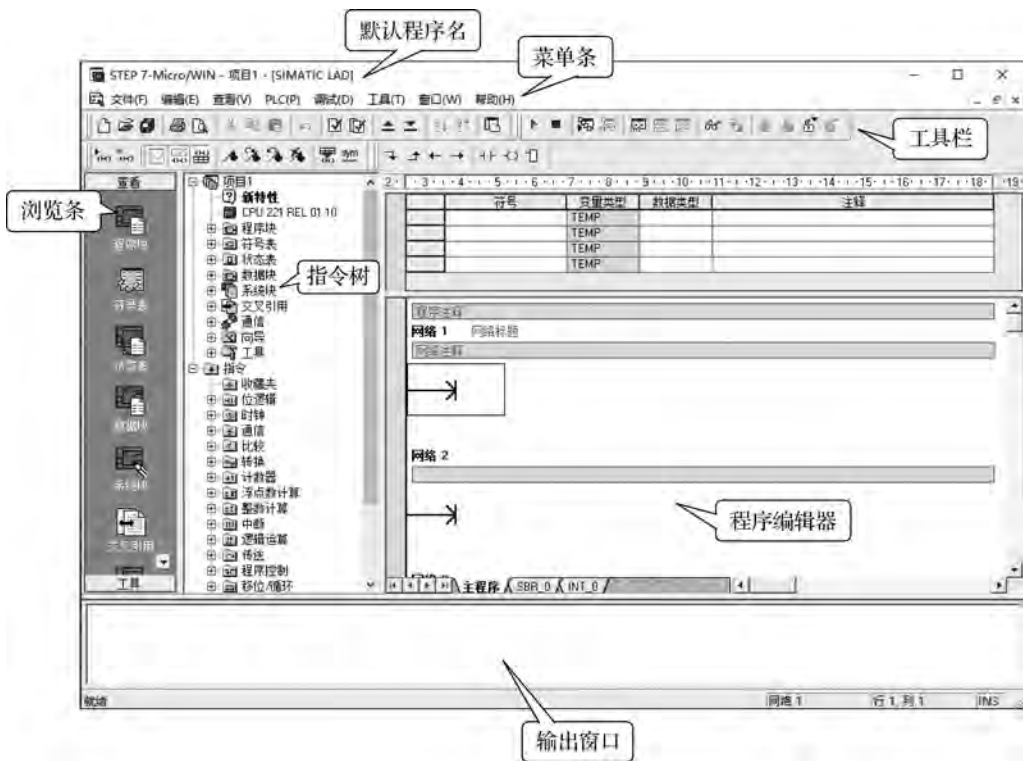


图 1-26 STEP 7-Micro/WIN V4.0 编程软件的界面

1. 菜单条

菜单条可用于新建一个程序文件,打开程序文件,保存文件,修改、编辑程序,运行调试程序等。其中:“文件”菜单用于文件的新建、打开、保存、另存为、上载、下载、打印、打印预览等;“编辑”菜单用于编辑程序,有撤回、剪切、复制、粘贴、插入、查找、替换等功能;“查看”菜单用于选择语句表、梯形图、符号表等各种界面;“PLC”菜单用于计算机与 PLC 联机时的操作,如程序的运行、停止、编译、存储卡编程等操作。

2. 工具栏

(1)标准工具栏。标准工具栏包括程序的新建、打开、保存快捷键,程序的编辑键(包括程序的编译、上载和下载等),如图 1-27 所示。



图 1-27 标准工具栏

(2)调试工具栏。调试工具栏包括程序的运行、停止快捷键,程序的监控键等,如图 1-28 所示。



微课

西门子 S7-200 PLC 的编程软件

