



江苏职教

职业教育机电技术应用专业规划教材

PLC编程与应用技术

(三菱系统)

PLC BIANCHENG YU YINGYONG JISHU
(SANLING XITONG)

○主编 夏海洵



职业教育机电技术应用专业规划教材

PLC编程与应用技术

(三菱系统)

PLC BIANCHENG YU YINGYONG JISHU
(SANLING XITONG)

○主编 夏海洵

图书在版编目(CIP)数据

PLC 编程与应用技术(三菱系统)/夏海洵主编. —南京:江苏凤凰教育出版社,2016.7(2024.7重印)

ISBN 978-7-5499-5609-8

I. ①P… II. ①夏… III. ①plc 技术—程序设计
IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 028818 号

书 名 PLC 编程与应用技术(三菱系统)

主 编 夏海洵

责任编辑 顾金萍

出版发行 江苏凤凰教育出版社

地 址 南京市湖南路 1 号 A 楼,邮编:210009

出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司

网 址 <http://www.fhmooc.com>

照 排 江苏凤凰制版有限公司

印 刷 三河市鑫鑫科达彩色印刷包装有限公司

厂 址 三河市李旗庄镇崔家窑,邮编:065200

电 话 0316-3456566

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 10.75

版次印次 2016 年 7 月第 1 版 2024 年 7 月第 17 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5499-5609-8

定 价 30.00 元

批发电话 025-83677909

盗版举报 025-83658893

如发现质量问题,请联系我们。

【内容质量】电话:025-83658873 邮箱:sunyi@ppm.cn

【印装质量】电话:025-83677905

编 委 会

顾 问：沈 健 陈海燕 杨湘宁 孙真福
策 划：尹伟民 刘克勇 杨志霞 徐 宁 朱永贞
主 任：杨 新
副主任：张荣胜 王国海 曹华祝 徐 忠 吴 魏
委 员：王稼伟 谢心鹏 陈志平 孙伟宏 甘志雄
许振华 张 波 张希成 马 松 吕成鹰
周 俊 王志强 潘晓群 张兵营 杨晓华
姜 峻 徐志方 黄学勇 王亮伟 杨建良
金玉书 缪世春 黄少基 陈乃军 李太云
邓立新 赵建康 芮新海 刘 波 秦榛蓁
缪正宏 王生宁 巫伟钢 孙秀华 王巍平
虞静东 季 军 黄 晨 葛伯炎 戴建坤
金同实 王胜发 王 伟 张圣琪 臧其林
庞志勤 刘 勇 黄熙宗 钱文玉 王慕启
徐祥华 陈大斌 冷耀明



前言

“PLC 编程与应用技术(三菱系统)”是自动化及机电类相关专业重要课程之一。通过课程教学,使学生掌握 PLC 的基础知识和基本技能以及与之相关的扩展知识和扩展技能。借助情境教学的形式,达到各项具体教学目标,并使学习者建立起 PLC 在自动控制技术中理论联系实际的自觉性。

编者根据机电协作组对各地区的企业调查,以及国内各职业学校的实际情况,组织了 PLC 的结构与内容,以满足培养学生设备维护、维修技术及技能的需要。

本书分三个项目。教材内容的组织如下:

1. 从认识 PLC 方面着手,介绍 PLC 课程中最基本的硬件安装与软件操作。

2. 通过项目二、三,参照书中备料清单,依据详细的操作步骤,学生自主组装教学载体,即可完成每个具体任务。项目二中以异步电动机点动、连续运行、正反转、顺序启停等控制方式为实施目标,理论联系实际,详细介绍了 PLC 基本指令、定时器、辅助继电器、主控、计数器等。项目三以生活中最常见的灯光控制为蓝本,详细介绍了 PLC 顺序控制中步进指令、基本结构等内容。通过上述内容的介绍,促使学生掌握 PLC 程序编制及安装、调试和维护的基本知识和基本技能。

学时分配建议表

序号	模块	课程内容	课时		
			理论	实践	合计
1	项目一:PLC 基础知识	任务一:认识 PLC	1	0	1
2		任务二:PLC 硬件安装与接线	1	1	2
3		任务三:PLC 编程软件的使用	1	1	2
4	项目二:异步电动机的 PLC 控制	任务一:三相异步电动机点动运行电路	1	2	3
5		任务二:三相异步电动机单方向连续运行控制电路	1	2	3
6		任务三:三相异步电动机正反转连续运行控制电路	1	2	3
7		任务四:两台电动机顺序启动的电路	1	2	3
8		任务五:三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	1	2	3
9		任务六:顺序相连传送带 PLC 控制	1	2	3

续 表

序号	模块	课程内容	课时		
			理论	实践	合计
10	项目三:PLC 实现灯光的控制	任务一:灯光闪烁的 PLC 控制	1	2	3
11		任务二:LED 数码管显示的 PLC 控制	1	2	3
12		任务三:十字路口交通灯的 PLC 控制	1	2	3
总计			12	20	32

本书由夏海洵担任主编。项目一——PLC 基础知识,由夏海洵、杨根山、俞军、熊宣明负责编写,项目二——异步电动机的 PLC 控制,由夏海洵、俞军、尹孟云、胡飞、熊宣明、刘勇、曹丽丽负责编写,项目三——PLC 实现灯光的控制,由周计辉、杨根山负责编写,夏海洵负责全书统稿。

由于时间紧迫,编者水平有限,书中的错误和缺点在所难免。敬请提出宝贵意见,不胜感谢! 申请加入 QQ 群(696894489),获取本书更多资源。编辑服务热线:025—83658887,许老师。

编 者



前言

“PLC 编程与应用技术(三菱系统)”是自动化及机电类相关专业重要课程之一。通过课程教学,使学生掌握 PLC 的基础知识和基本技能以及与之相关的扩展知识和扩展技能。借助情境教学的形式,达到各项具体教学目标,并使学习者建立起 PLC 在自动控制技术中理论联系实际的自觉性。

编者根据机电协作组对各地区的企业调查,以及国内各高职校和中职校的实际情况,组织了 PLC 的结构与内容,以满足培养学生设备维护、维修技术及技能的需要。

本书分三个项目。教材内容的组织如下:

1. 从认识 PLC 方面着手,介绍 PLC 课程中最基本的硬件安装与软件操作。
2. 通过项目二、三,参照书中备料清单,依据详细的操作步骤,学生自主组装教学载体,即可完成每个具体任务。项目二中以异步电动机点动、连续运行、正反转、顺序启停等控制方式为实施目标,理论联系实际,详细介绍了 PLC 基本指令、定时器、辅助继电器、主控、计数器等。项目三以生活中最常见的灯光控制为蓝本,详细介绍了 PLC 顺序控制中步进指令、基本结构等内容。通过上述内容的介绍,促使学生掌握 PLC 程序编制及安装、调试和维护的基本知识和基本技能。

学时分配建议表

序号	模块	课程内容	课时		
			理论	实践	合计
1	项目一:PLC 基础知识	任务一:认识 PLC	1	0	1
2		任务二:PLC 硬件安装与接线	1	1	2
3		任务三:PLC 编程软件的使用	1	1	2
4	项目二:异步电动机的 PLC 控制	任务一:三相异步电动机点动运行电路	1	2	3
5		任务二:三相异步电动机单方向连续运行控制电路	1	2	3
6		任务三:三相异步电动机正反转连续运行控制电路	1	2	3
7		任务四:两台电动机顺序启动的电路	1	2	3
8		任务五:三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	1	2	3
9		任务六:顺序相连传送带 PLC 控制	1	2	3

续 表

序号	模块	课程内容	课时		
			理论	实践	合计
10	项目三:PLC 实现灯光的控制	任务一:灯光闪烁的 PLC 控制	1	2	3
11		任务二:LED 数码管显示的 PLC 控制	1	2	3
12		任务三:十字路口交通灯的 PLC 控制	1	2	3
	总计		12	20	32

本书由夏海洵担任主编。项目一——PLC 基础知识,由夏海洵、杨根山、俞军、熊宣明负责编写,项目二——异步电动机的 PLC 控制,由夏海洵、俞军、尹孟云、胡飞、熊宣明、刘勇、曹丽丽负责编写,项目三——PLC 实现灯光的控制,由周计辉、杨根山负责编写,夏海洵负责全书统稿。

由于时间紧迫,编者水平有限,书中的错误和缺点在所难免。敬请提出宝贵意见,不胜感谢!

编 者



目录

项目一 PLC 基础知识	1
任务一 认识 PLC	1
任务二 PLC 硬件安装与接线	8
任务三 PLC 编程软件的使用	25
项目二 异步电动机的 PLC 控制	47
任务一 三相异步电动机点动运行电路	47
任务二 三相异步电动机单方向连续运行控制电路	63
任务三 三相异步电动机正反转连续运行控制电路	81
任务四 两台电动机顺序启动的电路	98
任务五 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	106
任务六 顺序相连传送带 PLC 控制	119
项目三 PLC 实现灯光的控制	129
任务一 灯光闪烁的 PLC 控制	129
任务二 LED 数码管显示的 PLC 控制	136
任务三 十字路口交通灯的 PLC 控制	146



在前面的学习中,我们已经学习了用按钮、行程开关、中间继电器、时间继电器、接触器等来控制三相异步电动机的正反转、星三角启动、多台电机的顺序启动、位置控制等电路。通过学习我们知道,这些电路的控制回路较为复杂,用到的器件数量比较多,装接工程量大,可靠性差,且灵活性不强,一个电路只能实现一种功能。有没有一种既能实现上述这些继电器的功能,又能使电路简化的器件呢?这就是我们要学习的 PLC。

任务一 认识 PLC

任务描述

本任务是初识 PLC,主要从 PLC 产生的背景、PLC 的应用及功能、PLC 的特点和 PLC 的选用原则等方面进行阐述,通过学习达到初识 PLC 的目的,为后续的学习奠定基础,同时掌握根据控制要求正确选择 PLC 机型的方法。

任务目标

1. 了解 PLC 的组成、特点及分类。
2. 掌握 FX 系列 PLC 型号的意义。
3. 知道 PLC 的外部结构和特点。
4. 能根据 FX 系列 PLC 的型号,确定 PLC 的主要参数与类型。
5. 根据控制电路的要求,选择相应的 PLC。

任务准备

实施本任务所使用的实训设备及工具材料可参考表 1-1。

表 1-1 实训设备及工具材料

序号	分类	名称	型号规格	数量	单位	备注
1	工具	电工常用工具		1	套	
2	仪表	万用表	MF47 型	1	块	
3	设备器材	可编程序控制器	FX _{2N} -48MR	1	台	

知识储备

一、认识 PLC

可编程控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。

可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境应用而设计的。它采用可编程的存储器,用于其内部存储程序,执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令,并通过数字量或模拟量输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备,都按易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。

二、PLC 的特点

1. 可靠性高,抗干扰能力强

一般平均无故障时间可达几十万到上千万小时,制成系统也可达 4~5 万小时,甚至更长时间。

2. 通用性强,使用方便

用户在硬件确定以后,在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下,不必改变 PLC 的硬设备,只需改编程序就可以满足要求。因此,PLC 除应用于单机控制外,在工厂自动化中也被大量采用。

3. 功能强,适应面广

现在 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能,还具有数字量和模拟量的输入输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能。既可控制一台生产机械、一条生产线,又可控制一个生产过程。

4. 编程简单,容易掌握

目前,大多数 PLC 仍采用继电器控制形式的“梯形图编程方式”,既继承了传统控制线路的清晰直观,又考虑到大多数工厂企业电气技术人员的读图习惯及编程水平,非常容易接受和掌握。梯形图语言的编程元件的符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近。通过阅读 PLC 的用户手册或短期培训,电气技术人员和技术工人很快就能学会用梯形图编制控制程序。同时还提供了功能图、语句表等编程语言。

5. 减少了控制系统的设计及施工的工作量

由于 PLC 采用了软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,控制柜的设计安装接线工作量大为减少。同时,PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试,更减少了现场的调试工作量。

6. 体积小、重量轻、功耗低、维护方便

PLC 是将微电子技术应用于工业设备的产品,其结构紧凑,坚固,体积小,重量轻,功耗低。由于 PLC 的强抗干扰能力,易于装入设备内部,所以是实现机电一体化的理想控制设备。

任务实施

STEP1 认识 PLC 的外形(图 1-1~1-4)

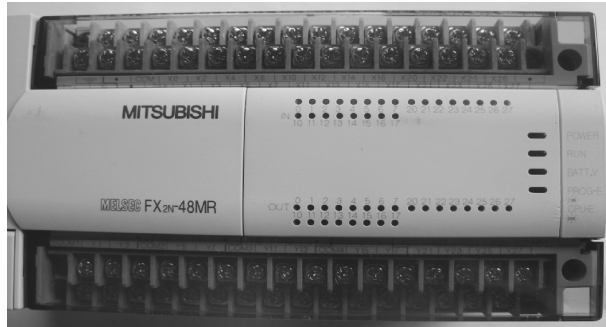


图 1-1 三菱系列 PLC 实物图



图 1-2 西门子系列 PLC 实物图

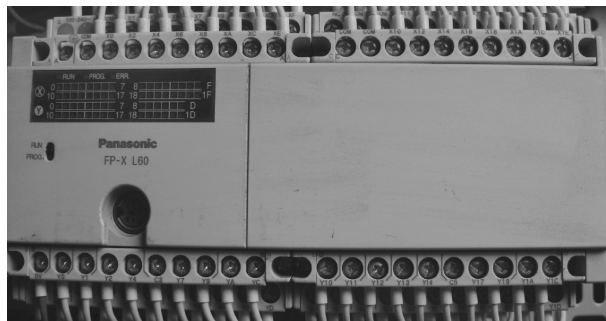


图 1-3 松下系列 PLC 实物图

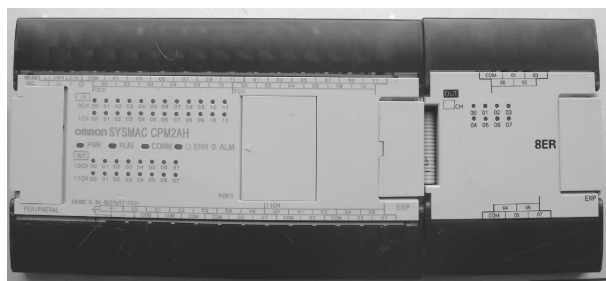


图 1-4 欧姆龙系列 PLC 实物图

STEP2 认识 PLC 的外部结构

观察实验台上 PLC 的外部结构,如图 1-5 所示。

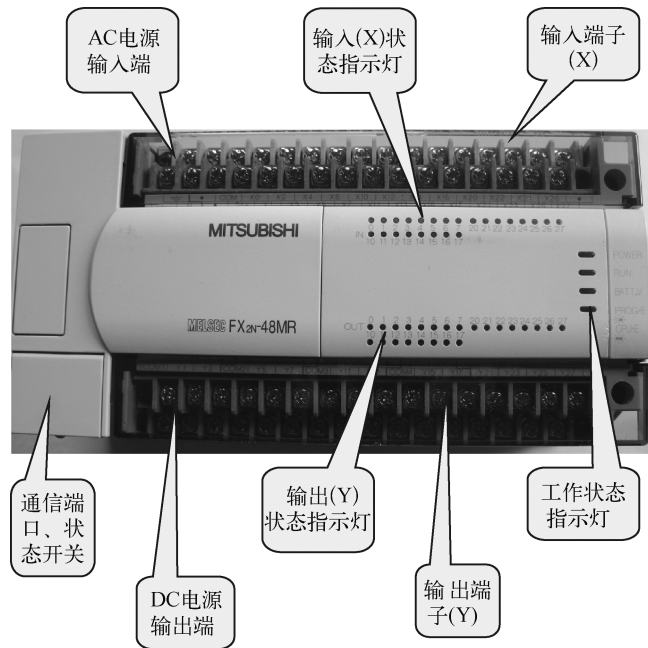


图 1-5 PLC 的外部结构

STEP3 了解 PLC 的型号及意义

(1) 观察实验台上 PLC 的型号。

(2) FX 系列 PLC 型号的组成(以 FX_{2N}-48MR 为例)(图 1-6)。

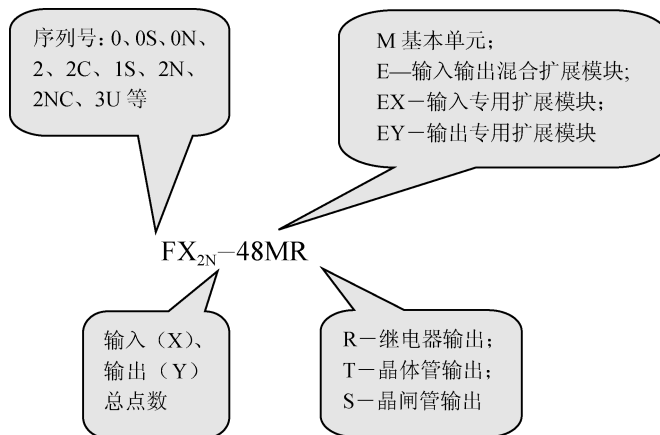


图 1-6 FX 系列 PLC 的型号表示方法

(3) 三种输出特性比较见表 1-2。

表 1-2 三种输出特性比较

输出器件类型	开关速度	带负载能力	负载电源类型	使用场合
继电器	低	强	交、直流	低频
晶体管	高	弱	直流	高频
晶闸管	高	弱	交流	高频

STEP4 PLC 的分类

PLC 产品种类繁多,其规格和性能也各不相同。对 PLC 的分类,通常根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O 点数的多少等进行大致分类。

1. 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式 PLC。

整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。

(2) 模块式 PLC。

模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分,分别作成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。大中型 PLC 一般采用模块式结构。

2. 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同,可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

STEP5 PLC 的选用

1. 输入、输出点数的选择

(1) PLC 输入点数大于或等于控制电路输入触点数。

(2) PLC 输出点数大于或等于控制电路负载的数量。

2. 输出端接口类型的选择

输出端接口类型的选择见表 1-3。

表 1-3 输出端接口类型的选择


负载电源类型	开关速度高	开关速度低
交流	晶闸管	继电器、晶闸管
直流	晶体管	继电器、晶体管

任务评价

对任务实施的完成情况进行检查,并填写任务评分表,见表 1-4。

表 1-4 认识 PLC 评分表

班级		姓名				
开始时间		结束时间				
序号	考核项目	考核要求	配分	评分标准	得分	扣分原因说明
1	PLC 的选型	1. 能根据控制要求,分析 CPU 功能正确选型 2. 能根据控制要求,分析 I/O 点数正确选型 3. 能根据控制要求,分析价格正确选型 4. 能根据控制要求,确定 PLC 的型号规格	90	1. 不能通过分析 CPU 功能正确选型扣 20 分 2. 不能通过分析 I/O 点数正确选型扣 20 分 3. 不能通过分析价格正确选型扣 10 分 4. 不能根据控制要求,确定 PLC 的型号规格扣 60 分		
2	职业与安全意识 (10 分)	完成工作任务的所有操作是否符合安全操作规程	5	符合要求 5 分,基本符合要求 3 分,一般符合要求 1 分(同时可以一项否决)		
3		工具摆放、包装物品、导线线头等处理,是否符合职业岗位要求	3	符合要求 3 分,有 2 处错扣 1 分,2 处以上扣 3 分		
4		尊重教师,遵守实训纪律,爱惜实训室的设备和器材,保持工位的整洁	2	做到 2 分		
5	违规	违规成绩扣分		不符合职业规范的行为,视情节扣 5~10 分		
评委签字			总得分			

 **任务拓展**

PLC 的应用领域

目前,PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业,使用情况大致可归纳为如下几类。

1. 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,它取代传统的继电器电路,实现逻辑控制、顺序控制,既可用于单台设备的控制,也可用于多机群控及自动化流水线,如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2. 模拟量控制

在工业生产过程当中,有许多连续变化的量,如温度、压力、流量、液位和速度等都是模拟量。为了使可编程控制器可处理模拟量,必须实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使可编程控制器用于模拟量控制。

3. 运动控制

PLC 可用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说,早期直接用于开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动控制模块。如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

4. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机,PLC 能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用的较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块,目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。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

PLC 具有数学运算(含矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、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。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作,也可以利用通信功能传送到其他智能装置,或将它们打印制表。

6. 通信及联网

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着计算机控制的发展,工厂自动化网络发展飞速,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能,纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通信接口,通信非常方便。

任务测评

一、选择题(将正确答案的序号填入括号内)

1. PLC 跟传统的继电器相比,它具有的优点是()。
A. 可靠性高
B. 灵活方便
C. 体积小,重量轻
D. 以上都具备
2. 关于 FX_{2N}-48MR 型可编程控制器,以下说法正确的是()。
A. 输入端有 48 个点
B. 输出端有 48 个点
C. 输入、输出共有 48 个点
D. 以上说法都不对
3. 继电器输出的可编程控制器,下列说法正确的是()。
A. 开关速度高
B. 只能控制交流负载
C. 带负载能力强
D. 上述说法都对
4. 关于晶体管输出的可编程控制器,下列说法正确的是()。
A. 开关速度低
B. 只能控制直流负载
C. 带负载能力强
D. 上述说法都对

二、简答题

1. 选择 PLC 时,应从哪几个方面来考虑?
2. 有人说可以用 FX_{2N}-48MT 型来替换 FX_{2N}-40MR 型 PLC,你认为对不对? 为什么?

任务二 PLC 硬件安装与接线

任务描述

本次任务的主要内容是通过本任务的学习,了解 PLC 的硬件组成及工作原理,同时掌握三菱 PLC 输入、输出端子的接线原理及注意事项。

任务目标

1. 理解 PLC 的组成及工作原理。
2. 理解 PLC 控制系统与继电—接触器逻辑控制系统的区别。
3. 掌握 PLC 输入、输出端子的接线原理及注意事项。

任务准备

实施本任务所使用的实训设备及工具材料可参考表 1-5。