

安徽省高等学校省级质量工程项目

省级规划教材——工程训练实训系列教程

机电一体化技术 实训教程

主 编 乔印虎

副主编 张新伟 张海涛 张春燕

主 审 陈杰平

JIDIAN YITIHUA JISHU SHIXUN JIAOCHENG



重庆大学出版社

安徽省高等学校省级质量工程项目

省级规划教材——工程训练实训系列教程

机电一体化技术 实训教程

主 编 乔印虎

副主编 张新伟 张海涛 张春燕

参 编 李双喜 司志远 马 杰 柳伟续

刘洪霞 续瑞其 王 玉文

主 审 申 杰 平 书 章

重庆大学出版社

内容提要

本书是安徽省省级质量工程项目——工程训练系列实训教材之一。主要针对机电一体化实习实训和大学生科技竞赛,基于 PLC 工业自动化生产线控制,开展 PLC 编程、工业机械手控制、传感器应用、气动设计、机械装置安装调试、现场总线通信、监控界面设计、电路设计与连接等项目教学,包括 PLC 基础知识、THMSRX-3 型 MES 网络型模块式柔性自动化生产线实训系统、THJDME-1 型光机电一体化实训考核装置、S7-300PLC 编程控制与通信和通用监控系统等。全书分 4 大部分,以项目的形式展开。以企业生产实际为愿景,以复杂工程问题为载体,采用小组的形式进行研究。实训内容除了本教材编写的范围之外,积极开展面向实际生产的项目研究,解决实际工厂自动化生产问题,教学形式采取以学生为主题、教师为指导,以有助于学生工程知识、工程素养和工程能力的提高。

本书可作为应用型本科机械类专业教材,也可供从事设备维修与管理的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化技术实训教程/乔印虎主编. —重庆:
重庆大学出版社, 2017. 3
ISBN 978-7-5689-0393-6

I. ①机… II. ①乔… III. ①机电一体化—高等学校
—教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 021846 号

机电一体化技术实训教程

主 编 乔印虎

副主编 张新伟 张海涛 张春燕

主 审 陈杰平

策划编辑:鲁 黎

责任编辑:李定群 版式设计:鲁 黎

责任校对:谢 芳 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:16 字数:403 千

2017 年 3 月第 1 版 2017 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5689-0393-6 定价:38.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

安徽省高等学校省级质量工程项目

省级规划教材——工程训练实训系列教程(项目编号:2013ghjc238)

编 审 委 员 会

主 任 郭 亮(安徽科技学院)
陶庭先(安徽工程大学 教务处)
董 毅(蚌埠学院 教务处)
李庆红(滁州学院 教务处)

委 员 陈杰平(安徽科技学院 机械工程学院)
许德章(安徽工程大学 机械与汽车工程学院)
刘士军(蚌埠金威滤清器有限公司)
倪寿春(滁州学院 机械与汽车工程学院)
刘春景(蚌埠学院 机械与车辆工程学院)
邓景泉(滁州学校 机械与汽车工程学院)
张春雨(安徽科技学院 机械工程学院)
李长宁(安瑞科(蚌埠)压缩机有限公司)
吴长宁(蚌埠神舟机械有限公司)

前言

“十二五”期间,是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展纲要》以及《中共安徽省委、安徽省人民政府关于建设高等教育强省的若干意见》等相关文件精神,实施科教兴国、科教兴皖,建立安徽教育强省的关键时期。自我省应用型本科高校联盟成立以来,联盟高校思想认识逐步统一,办学定位逐渐明晰。通过联盟可以汇聚和培育更多优质资源,以切实提高应用型人才培养质量,切实加强应用型课程建设,处理好课程资源共建与共享问题。推进课程改革,加强教材建设,建立健全教材质量监管制度,深入研究应用型人才必须掌握的核心内容,以精编应用型教材为抓手,形成教学内容更新机制。在构建基于知识分类与职业分类相结合的课程体系、确定核心课程、建立突出应用能力和素质培养的课程标准的基础上,为应用型人才培养编写质量较高、针对性和实用性强的省级规划教材。

本教材的编写是在应用型联盟高校的框架下,把开设机电类专业的一所所高校教师和相关企业的人员组织起来,由安徽科技学院牵头编写的省级规划教材。编写时遵循了以下4条原则:

1. 以学生工程能力培养为根本目的。
2. 教材编写要有相关企业技术人员参与编写或修改,会更能贴近生产企业实景。
3. 实训柔性生产线为对象,举一反三,将设备故障分析和判断具体化,贴近企业生产实际。
4. 教材编写以项目形式进行,便于教学组织。

本书共分为 PLC 基础知识、THMSRX-3 型 MES 网络型模块式柔性自动化生产线实训系统、THJDME-1 型光机电一体化实训考核装置、S7-300PLC 编程控制与通信和通用监控系统 4 大部分内容。参加编写的人员有乔印虎、张新伟、张海涛、张春燕、李双喜、司志远、马杰、柳伟续、刘洪霞、缙瑞宾、王玉文。

本教材得到安徽省高等学校省级质量工程项目(2013ghjc238)——工程训练实训系列教程、教育部高等学校 2016 年第二批产学合作协同育人项目(201602014006)——现代制造技术综合实训课程改革、安徽科技学院大学生创客实验室项目(xj201548)——互联网+机械制造大学生创客实验室

资助。

本教材是立足联盟高校,组织有丰富实践经验的老师精编的应用型实训教材。同时,充分发挥由校内外学术专家和行业专家构成的学科专业和课程建设指导委员会的作用,对应用型教材的编写进行充分论证。

本教材培养具有较强的数字化设计,数控设备、柔性加工系统等机电一体化产品调试、诊断、维护等实际操作技能,具有机电一体化产品的设计开发、运用、故障诊断与维护能力,紧密对接中国制造 2025 和安徽省工业制造 2025 规划,为开展新型工业化培养人才。

本教材的编写得到了联盟高校和相关企业的大力协助,在此谨致诚挚的谢意!

但由于时间紧、任务重,缺乏经验和水平有限,教材中难免有疏漏之处,恳请业内人士批评指正,以便修订。

编 者

2016 年 10 月

目 录

引入部分	PLC 基础知识	1
第 1 章	可编程控制器简介	1
第 2 章	基本指令简介	7
第 3 章	可编程控制器梯形图编程规则	10
第 4 章	MPS-500 传送带系统操作	12
第 1 部分	THMSRX-3 型 MES 网络型模块式柔性自动化 生产线实训系统	16
项目 1	STEP 7 MICROWIN 软件的使用	16
项目 2	常用指令的使用(一)	18
项目 3	常用指令的使用(二)	20
项目 4	基本控制指令项目	22
项目 5	传送、比较、可逆计数器指令项目	23
项目 6	移位指令的使用	25
项目 7	移位指令的实际应用	27
项目 8	上料检测站(第一站)	29
项目 9	搬运站(第二站)——项目内容之一	30
项目 10	搬运站(第二站)——项目内容之二	32
项目 11	第一站与第二站的联网——项目内容之一	34
项目 12	第一站与第二站的联网——项目内容之二	37
项目 13	加工站(第三站)——项目内容	46
项目 14	步进电机控制项目	48
项目 15	分类站(第八站)——项目内容	51
项目 16	八站联网项目	53
第 2 部分	THJDME-1 型光机电一体化实训考核装置	55
例程 1	上料检测站安装与调试	55
例程 2	搬运站安装与调试	59
第 1 章	THJDME1 型光机电一体化实训考核装置	65
第 2 章	THJDME-1 型光机电一体化实训考核装置说明	68
第 3 章	THJDME-1 型光机电一体化实训考核装置电气 控制说明	74

第3部分	S7-300PLC 编程控制与通信	91
项目1	Step7 V5.0 编程基础及 S7-300PLC 组态	91
项目2	S7-300PLC 之间的 MPI 通信	96
项目3	S7-300PLC 之间的 DP 通信	108
项目4	试运行	116
项目5	MPS 实验指导书	140
项目6	操作手单元手册	178
项目7	成品分装单元手册	202
项目8	机械手单元手册	227
第4部分	MCGS (Monitor and Control Generated System, 通用监控系统)	236
项目1	MCGS 的构成	239
项目2	MCGS 组态过程	241
参考文献		246

引入部分 PLC 基础知识

第 **1** 章

可编程控制器简介

可编程序控制器英文为 Programmable Controller, 简称 PC。但由于 PC 容易和个人计算机 (Personal Computer) 混淆, 故人们仍习惯地用 PLC 作为可编程序控制器的缩写。它是一个以微处理器为核心的数字运算操作的电子系统装置, 专为在工业现场应用而设计, 它采用可编程序的存储器, 用以在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时/计数和算术运算等操作指令, 并通过数字式或模拟式的输入、输出接口, 控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是微机技术与传统的继电接触控制技术相结合的产物, 它克服了继电接触控制系统中的机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点, 充分利用了微处理器的优点, 又照顾到现场电气操作维修人员的技能与习惯, 特别是 PLC 的程序编制, 不需要专门的计算机编程语言知识, 而是采用了一套以继电器梯形图为基础的简单指令形式, 使用户程序编制形象、直观, 方便易学; 调试与查错也都很方便。用户在购到所需的 PLC 后, 只需按说明书的提示, 做少量的接线和简易的用户程序编制工作, 就可灵活、方便地将 PLC 应用于生产实践。

PLC 是一种重要的控制设备。目前,世界上有 200 多厂家生产 300 多种 PLC 产品,应用在汽车(23%)、粮食加工(16.4%)、化学/制药(14.6%)、金属/矿山(11.5%)及纸浆/造纸(11.3%)等行业。

(1) PLC 的发展历程

在工业生产过程中有大量的开关量顺序控制,它按照逻辑条件进行顺序动作,并按照逻辑关系进行连锁保护动作的控制及大量离散量的数据采集。传统上,这些功能是通过气动或电气控制系统来实现的。1968 年美国 gm(通用汽车)公司提出取代继电器控制装置的要求,第二年,美国数字公司研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置,首次采用程序化的手段应用于电气控制,这就是第一代可编程序控制器,称为 programmable controller(pc)。个人计算机(简称 pc)发展起来后,为了方便,也为了反映可编程控制器的功能特点,可编程序控制器定名为 programmable logic controller(PLC),现在,仍常常将 PLC 简称 pc。PLC 的定义有许多种。国际电工委员会(iec)对 PLC 的定义是:可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字的、模拟的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备都应按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。20 世纪 80 年代至 90 年代中期,是 PLC 发展最快的时期,年增长率一直保持为 30%~40%。在这时期,PLC 在处理模拟量能力、数字运算能力、人机接口能力及网络能力得到大幅度提高,PLC 逐渐进入过程控制领域,在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的 dcs 系统。PLC 具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。PLC 在工业自动化控制,特别是顺序控制中的地位,在可预见的将来,是无法取代的。

(2) PLC 的结构及各部分的作用

PLC 的类型繁多,功能和指令系统也不尽相同,但结构与工作原理则大同小异,通常由主机、输入/输出接口、电源扩展器接口和外部设备接口等几个主要部分组成。PLC 的硬件系统结构如图 0.1.1 所示。

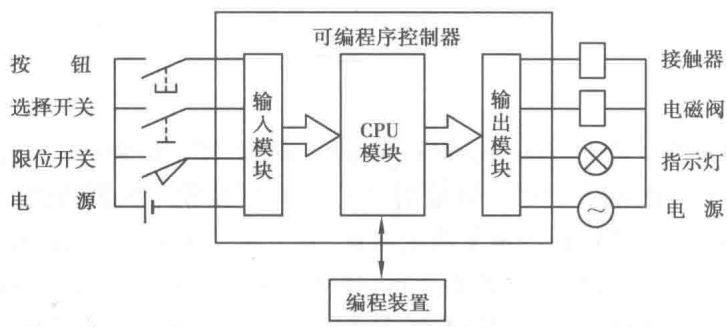


图 0.1.1 PLC 的硬件系统结构

1) 主机

CPU 是 PLC 的核心,起神经中枢的作用,每套 PLC 至少有一个 CPU。它按 PLC 的系统程序赋予的功能接收并存储用户程序和数据,用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据,并存入规定的寄存器中,同时诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。进入运行后,从用户程序存储器中逐条读取指令,经分析后再按指令规定的任务产

生相应的控制信号,去指挥有关的控制电路。

CPU 主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态总线构成,CPU 单元还包括外围芯片、总线接口及有关电路。内存主要用于存储程序及数据,是 PLC 不可缺少的组成单元。

在使用者看来,不必要详细分析 CPU 的内部电路,但对各部分的工作机制还是应有足够的理解。CPU 的控制器控制 CPU 工作,由它读取指令、解释指令及执行指令。但工作节奏由震荡信号控制。运算器用于进行数字或逻辑运算,在控制器指挥下工作。寄存器参与运算,并存储运算的中间结果,它也是在控制器指挥下工作。

CPU 速度和内存容量是 PLC 的重要参数,它们决定着 PLC 的工作速度、io 数量及软件容量等,因此限制着控制规模。

主机部分包括中央处理器(CPU)、系统程序存储器 and 用户程序及数据存储器。CPU 是 PLC 的核心,它用以运行用户程序、监控输入/输出接口状态、作出逻辑判断和进行数据处理,即读取输入变量、完成用户指令规定的各种操作,将结果送到输出端,并响应外部设备(如计算机、打印机等)的请求以及进行各种内部判断等。PLC 的内部存储器有两类:一类是系统程序存储器,主要存放系统管理和监控程序及对用户程序作编译处理的程序,系统程序已由厂家固定,用户不能更改;另一类是用户程序及数据存储器,主要存放用户编制的应用程序及各种暂存数据和中间结果。

2) 输入/输出(I/O)接口

PLC 与电气回路的接口是通过输入输出部分(i/o)完成的。i/o 模块集成了 PLC 的 i/o 电路,其输入暂存器反映输入信号状态,输出点反映输出锁存器状态。输入模块将电信号变换成数字信号进入 PLC 系统,输出模块相反。i/o 分为开关量输入(di)、开关量输出(do)、模拟量输入(ai)、模拟量输出(ao)等模块。

开关量是指只有开和关(或 1 和 0)两种状态的信号。模拟量是指连续变化的量。常用的 I/O 分类如下:

开关量:按电压水平分,有 220 VAC,110 VAC,24 VAC;按隔离方式分,有继电器隔离和晶体管隔离。

模拟量:按信号类型分,有电流型(4~20 mA,0~20 mA)和电压型(0~10 V,0~5 V,-10~10 V)等;按精度分,有 12 bit,14 bit,16 bit 等。

除了上述通用 io 外,还有特殊 io 模块,如热电阻、热电偶、脉冲等模块。

按 i/o 点数确定模块规格及数量,i/o 模块可多可少,但其最大数受 CPU 所能管理的基本配置的能力,即受最大的底板或机架槽数限制。

I/O 接口是 PLC 与输入/输出设备连接的部件。输入接口接受输入设备(如按钮、传感器、触点、行程开关等)的控制信号。输出接口是将主机经处理后的结果通过功放电路去驱动输出设备(如接触器、电磁阀、指示灯等)。I/O 接口一般采用光电耦合电路,以减少电磁干扰,从而提高了可靠性。I/O 点数即输入/输出端子数是 PLC 的一项主要技术指标,通常小型机有几十个,中型机有几百个,大型机将超过千点。

3) 电源

图中电源是指为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电子电路工作所配置的直流开关稳压电源,通常也为输入设备提供直流电源。

PLC 电源用于为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源。同时,有的还为输入电路提供 24 V 的工作电源。电源输入类型有交流电源(220 VAC 或 110 VAC)、直流电源(常用的为 24 VAC)。

4) 编程

编程是 PLC 利用外部设备,用户用来输入、检查、修改、调试程序或监视 PLC 的工作情况。通过专用的 PC/PPI 电缆线将 PLC 与计算机联接,并利用专用的软件进行计算机编程和监控。

5) 外部设备接口

此接口可将打印机、条码扫描仪、变频器等外部设备与主机相联,以完成相应的操作。

项目装置提供的主机型号有西门子 S7-200 系列的 CPU224(AC/DC/RELAY)。输入点数为 14,输出点数为 10;CPU226(AC/DC/RELAY),输入点数为 26,输出点数为 14。

6) 底板或机架

大多数模块式 PLC 使用底板或机架,其作用:电气上,实现各模块间的联系,使 CPU 能访问底板上的所有模块,机械上,实现各模块间的连接,使各模块构成一个整体。

7) 人机界面

最简单的人机界面是指示灯和按钮,目前液晶屏(或触摸屏)式的一体式操作员终端应用越来越广泛,由计算机(运行组态软件)充当人机界面非常普及。

8) 输入输出设备

用于永久性地存储用户数据,如 eprom, eeprom 写入器;条码阅读器;输入模拟量的电位器;打印机,等等。

9) PLC 的通信联网

依靠先进的工业网络技术可迅速有效地收集、传送生产和管理数据。因此,网络在自动化系统集成工程中的重要性越来越显著,甚至有人提出“网络就是控制器”的观点。PLC 具有通信联网的功能,它使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备之间能够交换信息,形成一个统一的整体,实现分散集中控制。多数 PLC 具有 RS-232 接口,还有一些内置有支持各自通信协议的接口。PLC 的通信,还未实现互操作性,IEC 规定了多种现场总线标准,PLC 各厂家均有采用。对于一个自动化工程(特别是中大规模控制系统)来讲,选择网络非常重要的。首先,网络必须是开放的,以方便不同设备的集成及未来系统规模的扩展;其次,针对不同网络层次的传输性能要求,选择网络的形式,这必须在较深入地了解该网络标准的协议、机制的前提下进行;再次,综合考虑系统成本、设备兼容性、现场环境适用性等具体问题,确定不同层次所使用的网络标准。

(3) PLC 的工作原理

PLC 是采用“顺序扫描,不断循环”的方式进行工作的。即在 PLC 运行时,CPU 根据用户按控制要求编制好并存储于用户存储器中的程序,按指令步序号(或地址号)作周期性循环扫描,如无跳转指令,则从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序,直至程序结束。然后重新返回第一条指令,开始新一轮新的扫描。在每次扫描过程中,还要完成对输入信号的采样和对输出状态的刷新等工作。

PLC 的一个扫描周期必经输入采样、程序执行和输出刷新 3 个阶段。

1) PLC 在输入采样阶段

首先以扫描方式按顺序将所有暂存在输入锁存器中的输入端子的通断状态或输入数据读入,并将其写入各对应的输入状态寄存器中,即刷新输入。随即关闭输入端口,进入程序执行

阶段。

2) PLC 在程序执行阶段

按用户程序指令存放的先后顺序扫描执行每条指令,经相应的运算和处理后,其结果再写入输出状态寄存器中,输出状态寄存器中所有的内容随着程序的执行而改变。

3) 输出刷新阶段

当所有指令执行完毕,输出状态寄存器的通断状态在输出刷新阶段送至输出锁存器中,并通过一定的方式(继电器、晶体管或晶闸管)输出,驱动相应输出设备工作。

(4) PLC 的程序编制

1) 编程元件

PLC 是采用软件编制程序来实现控制要求的。编程时要使用到各种编程元件,它们可提供无数个动合和动断触点。编程元件是指输入寄存器、输出寄存器、位存储器、定时器、计数器、通用寄存器、数据寄存器及特殊功能存储器等。

PLC 内部这些存储器的作用和继电接触控制系统中使用的继电器十分相似,也有“线圈”与“触点”,但它们不是“硬”继电器,而是 PLC 存储器的存储单元。当写入该单元的逻辑状态为“1”时,则表示相应继电器线圈得电,其动合触点闭合,动断触点断开。所以,内部的这些继电器称之为“软”继电器。

S7-200 系列 CPU224、CPU226 部分编程元件的编号范围与功能说明见表 0.1.1。

表 0.1.1

元件名称	符 号	编号范围	功能说明
输入寄存器	I	I0.0—I1.5 共 14 点	接受外部输入设备的信号
输出寄存器	Q	Q0.0—Q1.1 共 10 点	输出程序执行结果并驱动外部设备
位存储器	M	M0.0—M31.7	在程序内部使用,不能提供外部输出
定时器	256(T0—T255)	T0, T64	保持型通电延时 1 ms
		T1—T4, T65—T68	保持型通电延时 10 ms
		T5—T31, T69—T95	保持型通电延时 100 ms
		T32, T96	ON/OFF 延时, 1 ms
		T33—T36, T97—T100	ON/OFF 延时, 10 ms
		T37—T63, T101—T255	ON/OFF 延时, 100 ms
计数器	C	C0—C255	加法计数器,触点在程序内部使用
高速计数器	HC	HC0—HC5	用来累计比 CPU 扫描速率更快的事件
顺控继电器	S	S0.0—S31.7	提供控制程序的逻辑分段
变量存储器	V	VB0.0—VB5119.7	数据处理用的数值存储元件
局部存储器	L	LB0.0—LB63.7	使用临时的寄存器,作为暂时存储器
特殊存储器	SM	SM0.0—SM549.7	CPU 与用户之间交换信息
特殊存储器	SM(只读)	SM0.0—SM29.7	接受外部信号
累加寄存器	AC	AC0—AC3	用来存放计算的中间值

2) 编程语言

所谓程序编制,就是用户根据控制对象的要求,利用 PLC 厂家提供的程序编制语言,将一个控制要求描述出来的过程。PLC 最常用的编程语言是梯形图语言和指令语句表语言,且两者常常联合使用。

① 梯形图(语言)

梯形图是一种从继电器接触控制电路图演变而来的图形语言。它是借助类似于继电器的动合、动断触点、线圈以及串、并联等术语和符号,根据控制要求联接而成的表示 PLC 输入和输出之间逻辑关系的图形,直观易懂。

梯形图中常用 图形符号分别表示 PLC 编程元件的动合和动断触点。

用 () 表示它们的线圈。梯形图中编程元件的种类用图形符号及标注的字母或数加以区别。触点和线圈等组成的独立电路称为网络。用编程软件生成的梯形图和语句表程序中有网络编号,允许以网络为单位给梯形图加注释。

梯形图的设计应注意到以下 3 点:

- a. 梯形图按从左到右、自上而下地顺序排列。每一逻辑行(或称梯级)起始于左母线,然后是触点的串、并联接,最后是线圈。
- b. 梯形图中每个梯级流过的不是物理电流,而是“概念电流”,从左流向右,其两端没有电源。这个“概念电流”只是用来形象地描述用户程序执行中应满足线圈接通的条件。
- c. 输入寄存器用于接收外部输入信号,而不能由 PLC 内部其他继电器的触点来驱动。因此,梯形图中只出现输入寄存器的触点,而不出现其线圈。输出寄存器则输出程序执行结果给外部输出设备,当梯形图中的输出寄存器线圈得电时,就有信号输出,但不是直接驱动输出设备,而要通过输出接口的继电器、晶体管或晶闸管才能实现。输出寄存器的触点也可供内部编程使用。

② 指令语句表

指令语句表是一种用指令助记符来编制 PLC 程序的语言,它类似于计算机的汇编语言,但比汇编语言易懂易学,若干条指令组成的程序就是指令语句表。一条指令语句是由步序、指令语和作用器件编号 3 个部分组成。

下例为 PLC 实现三相鼠笼电动机起/停控制的两种编程语言的表示方法,如图 0.1.2 所示。

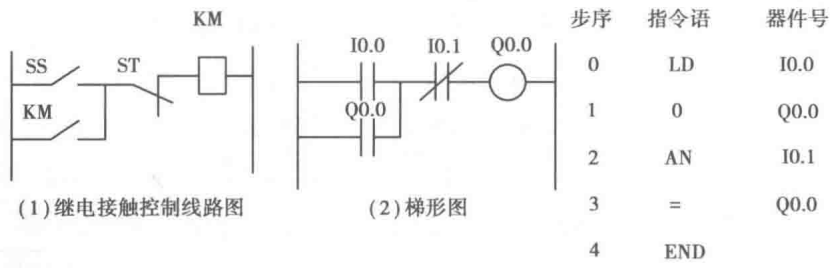


图 0.1.2 PLC 控制三相鼠笼电动机启/停控制方法

第 2 章

基本指令简介

S7-200 的 SIMATIC 基本指令简表见表 0.2.1。

表 0.2.1 S7-200 的 SIMATIC 基本指令简表

助记符	节点命令	功能说明
LD	N	装载(开始的常开触点)
LDN	N	取反后装载(开始的常闭触点)
A	N	与(串联的常开触点)
AN	N	取反后与(串联的常闭触点)
O	N	或(并联的常开触点)
ON	N	取反后或(并联的常闭触点)
EU		上升沿检测
ED		下降沿检测
=	N	赋值
S	S_BIT,N	置位一个区域
R	S_BIT,N	复位一个区域
SHRB	DATA,S_BIT,N	移位寄存器
SRB	OUT,N	字节右移 N 位
SLB	OUT,N	字节左移 N 位
RRB	OUT,N	字节循环右移 N 位
RLB	OUT,N	字节循环左移 N 位
TON	Txxx,TP	通电延时定时器
TOF	Txxx,TP	断电延时定时器
CTU	Cxxx,PV	加计数器
CTD	Cxxx,PV	减计数器
END		程序的条件结束

续表

助记符	节点命令	功能说明
STOP		切换到 STOP 模式
JMP	N	跳到指定的标号
ALD		电路块串联
OLD		电路块并联

(1) 标准触点指令

LD 动合触点指令,表示一个与输入母线相连的动合触点指令,即动合触点逻辑运算起始。

LDN 动断触点指令,表示一个与输入母线相连的动断触点指令,即动断触点逻辑运算起始。

A 与动合触点指令,用于单个动合触点的串联。

AX 与非动断触点指令,用于单个动断触点的串联。

O 或动合触点指令,用于单个动合触点的并联。

ON 或非动断触点指令,用于单个动断触点的并联。

LD,LDN,A,AN,O,ON 触点指令中变量的数据类型为布尔(BOOC)型。LD,LDN 两条指令用于将接点接到母线上,A,AN,O,ON 指令均可多次重复使用,但当需要对两个以上接点串联连接电路块的并联连接时,要用后述的 OLD 指令。

标准触电指令例子见表 0.2.2。

表 0.2.2 标准触电指令举例

步 序	指 令	器件号	步 序	指 令	器件号
0	LD	I0.0	5	=	Q0.3
1	AN	I0.1	6	=	Q0.4
2	O	I0.2	7	AN	I0.5
3	A	I0.3	8	=	Q0.5
4	ON	I0.4			

(2) 串联电路块的并联连接指令 OLD

两个或两个以上的接点串联连接的电路,称为串联电路块。串联电路块并联连接时,分支开始用 LD,LDN 指令,分支结束用 OLD 指令。OLD 指令与后述的 ALD 指令均为无目标元件指令,而两条无目标元件指令的步长都为一个程序步。OLD 有时也简称或块指令。

(3) 并联电路的串联连接指令 ALD

两个或两个以上接点并联电路称为并联电路块,分支电路并联电路块与前面电路串联连接时,使用 ALD 指令。分支的起点用 LD,LDN 指令,并联电路结束后,使用 ALD 指令与前面电路串联。ALD 指令也简称与块指令,ALD 也是无操作目标元件,是一个程序步指令。

(4) 输出指令 =

输出指令是将继电器、定时器、计数器等线圈与梯形图右边的母线直接连接,线圈的右

边不允许有触点。在编程中,触点可以重复使用,且类型和数量不受限制。

(5) 置位与复位指令 S,R

S 为置位指令,使动作保持;R 为复位指令,使操作保持复位。从指定的位置开始的 N 个点的寄存器都被置位或复位, $N=1\sim 255$ 。如果被指定复位的是定时器位或计数器位,将清除定时器或计数器的当前值。

(6) 跳变触点 EU,ED

正跳变触点检测到一次正跳变(触点的入信号由 0 到 1)时,或负跳变触点检测到一次负跳变(触点的入信号由 1 到 0)时,触点接通到一个扫描周期。正/负跳变的符号为 EU 和 ED,它们没有操作数。触点符号中间的“P”和“N”分别表示正跳变和负跳变。

(7) 空操作指令 NOP

NOP 指令是一条无动作、无目标元件的一个序步指令。空操作指令使该步序为空操作。用 NOP 指令可替代已写入指令,可以改变电路。在程序中加入 NOP 指令,在改动或追加程序时可减少步序号的改变。

(8) 程序结束指令 END

END 是一条无目标元件的一序步指令。PLC 反复进行输入处理、程序运算、输出处理,在程序的最后写入 END 指令,表示程序结束,直接进行输出处理。在程序调试过程中,可按段插入 END 指令,可按顺序扩大对各程序段动作的检查。采用 END 指令将程序划分为若干段,在确认处于前面电路块的动作正确无误之后,依次删去 END 指令。要注意的是,在执行 END 指令时,也刷新监视时钟。