

教育部 财政部职业院校教师素质提高计划成果系列丛书
教师资本科电子与计算机工程专业核心课程系列教材

教育
提高计划职业院校教师素质提高计划成果系列丛书

PLC基础教程



童旺宇 涂 军 蔡 浩 主编



科学出版社

职教师资本科电子与计算机工程专业核心课程系列教材

PLC 基础教程

童旺宇 涂 军 蔡 浩 主 编

科 学 出 版 社

北 京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

内 容 简 介

本书以国内广泛使用的 PLC 为例,通过“演示项目+实例”的模式讲解了 PLC 技术及应用,介绍了 PLC 的工作原理、硬件结构、指令系统、编程软件和仿真软件的使用方法;介绍了数字量控制系统梯形图的一整套先进完整的设计方法,这些方法易学易用,可以节约大量的设计时间。对 PLC 的通信功能作了全面的介绍,还介绍了模拟量模块的使用方法、子程序和中断程序的设计方法,高速计数器和高速输出的应用,PLC 在 PID 闭环控制和变频器控制中的应用,触摸屏的组态与应用,提高 PLC 控制系统可靠性的措施,详细介绍了常用的编程向导的使用方法。

本书可作为高职师资本科教材,也可作为高职高专院校电气自动化、机电一体化技术、计算机控制技术等自动化类专业教材,也可作为职业培训学校 PLC 课程的教材,同时还可供从事自动化技术工作的工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 基础教程/童旺宇,涂军,蔡浩主编. —北京:科学出版社,2017.6

职教师资本科电子与计算机工程专业核心课程系列教材

ISBN 978-7-03-050716-7

I. ①P… II. ①童… ②涂… ③蔡… III. ①PLC 技术-高等学校-教材 IV. ①TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 277542 号

责任编辑:闫 陶 杜 权/责任校对:董 丽

责任印制:彭 超/封面设计:苏 波

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

武汉市首壹印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16

2017 年 9 月第 一 版 印张:12 3/4

2017 年 9 月第一次印刷 字数:330 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

出版说明

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》颁布实施以来,我国职业教育进入加快构建现代职业教育体系、全面提高技能型人才培养质量的新阶段。加快发展现代职业教育,实现职业教育改革发展新跨越,对职业学校“双师型”教师队伍建设提出了更高的要求。为此,教育部明确提出,要以推动教师专业化为引领,以加强“双师型”教师队伍建设为重点,以创新制度和机制为动力,以完善培养培训体系为保障,以实施素质提高计划为抓手,统筹规划,突出重点,改革创新,狠抓落实,切实提升职业院校教师队伍整体素质和建设水平,加快建成一支师德高尚、素质优良、技艺精湛、结构合理、专兼结合的高素质专业化的“双师型”教师队伍,为建设具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系提供强有力的师资保障。

目前,我国共有60余所高校正在开展职教师资培养,但由于教师培养标准的缺失和培养课程资源的匮乏,制约了“双师型”教师培养质量的提高。为完善教师培养标准和课程体系,教育部、财政部在“职业院校教师素质提高计划”框架内专门设置了职教师资培养资源开发项目,中央财政划拨1.5亿元,系统开发用于本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材等系列资源。其中,包括88个专业项目,12个资格考试制度开发等公共项目。该项目由42家开设职业技术师范专业的高等学校牵头,组织近千家科研院所、职业学校、行业企业共同研发,一大批专家学者、优秀校长、一线教师、企业工程技术人员参与其中。

经过三年的努力,培养资源开发项目取得了丰硕成果。一是开发了中等职业学校88个专业(类)职教师资本科培养资源项目,内容包括专业教师标准、专业教师培养标准、评价方案,以及一系列专业课程大纲、主干课程教材及数字化资源;二是取得了6项公共基础研究成果,内容包括职教师资培养模式、国际职教师资培养、教育理论课程、质量保障体系、教学资源中心建设和学习平台开发等;三是完成了18个专业大类职教师资资格标准及认证考试标准开发。上述成果,共计800多种正式出版物。总体来说,培养资源开发项目实现了高效益:形成了一大批资源,填补了相关标准和资源的空白;凝聚了一支研发队伍,强化了教师培养的“校-企-校”协同;引领了一批高校的教学改革,带动了“双师型”教师的专业化培养。职教师资培养资源开发项目是支撑专业化培养的一项系统化、基础性工程,是加强职教教师培养培训一体化建设的关键环节,也是对职教师资培养培训基地教师专业化培养实践、教师教育研究能力的系统检阅。

自2013年项目立项开题以来,各项目承担单位、项目负责人及全体开发人员做了大量深入细致的工作,结合职教教师培养实践,研发出很多填补空白、体现科学性和前瞻性

的成果,有力推进了“双师型”教师专门化培养向更深层次发展。同时,专家指导委员会的各位专家以及项目管理办公室的各位同志,克服了许多困难,按照两部对项目开发工作的总体要求,为实施项目管理、研发、检查等投入了大量时间和心血,也为各个项目提供了专业的咨询和指导,有力地保障了项目实施和成果质量。在此,我们一并表示衷心的感谢。

编写委员会

2016 年 3 月

前 言

本书依据《电子与计算机工程类专业教师标准(草案)》和《电子与计算机工程专业培养标准(草案)》，结合职业教育“双师型”专业教师队伍的培养特点，在原有普通本科教材内容的基础上进行了重新整合，加强了“行动导向”理念。本书是为满足教育部对高等职业教育教学改革的要求而编写的，全书采用项目化的编写模式，内容上体现了岗位需求，并邀请了企业人员参与编写；既是理论教材，也是一本实用性较强的实践教材。

本书以国内广泛使用的 PLC(可编程逻辑控制器)为例，通过“演示项目+实例”的模式讲解了 PLC 技术及应用，介绍 PLC 的工作原理、硬件结构、指令系统、编程软件和仿真软件的使用方法；介绍数字量控制系统梯形图的一整套完整先进的设计方法，这些方法易学易用，可以节约大量的设计时间。本书不仅对 PLC 的通信功能进行全面介绍，还介绍模拟量模块的使用方法、子程序和中断程序的设计方法，高速计数器和高速输出的应用，PLC 在 PID 闭环控制和变频器控制中的应用，触摸屏的组态与应用，提高 PLC 控制系统可靠性的措施，以及常用的编程向导的使用方法。

全书以学习者应用能力培养为主线，紧密结合我国工业控制应用的需要，按照工业控制的基本过程和规律，根据近年来企业工业控制运营管理与发展的新形势和新特点进行编写；每章都有案例分析和阅读资料，跟踪学科最新发展动态，更新专业内容；不仅讲解知识，还针对专业领域应用的迫切需要，提供与理论相结合的应用实例和报告数据，具有实用性强、理论适中、案例丰富、通俗易懂、便于学习和掌握等特点，以达到学以致用目的。

本书由童旺宇、涂军、蔡浩主编，在编写过程中也得到各职业院校老师的帮助，要特别感谢武汉铁路职业技术学院的李冰、李坤福、程芬以及武汉船舶职业技术学院的熊驰，他们也参与了教材的编写。

由于编者水平有限及工作经验不足，加之时间仓促，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。希望本书能对从事和学习 PLC 的广大读者有所帮助。

编 者

2015 年 11 月

目 录

第 1 章 认识可编程控制	1
模块 1 项目导入	1
模块 2 完成项目所需条件	1
模块 3 控制要求	1
模块 4 项目操作	1
模块 5 项目知识点	2
第 2 章 PLC 的基本组成和系统构成	14
模块 1 项目导入	14
模块 2 完成项目所需条件	14
模块 3 控制要求	14
模块 4 项目操作	15
模块 5 项目知识点	16
第 3 章 PLC 编程元件	28
模块 1 项目导入	28
模块 2 完成项目所需条件	28
模块 3 控制要求	28
模块 4 项目操作	29
模块 5 项目知识点	31
第 4 章 PLC 编程软件、语言和基本指令	46
模块 1 项目导入	46
模块 2 完成项目所需条件	46
模块 3 控制要求	46
模块 4 项目操作	46
模块 5 项目知识点	68
第 5 章 梯形图经验设计法	72
模块 1 项目导入	72

模块 2 完成项目所需条件	72
模块 3 控制要求	72
模块 4 项目操作	73
模块 5 项目知识点	75
习题	82
第 6 章 继电器控制电路移植法	83
模块 1 项目导入	83
模块 2 完成项目所需条件	83
模块 3 控制要求	83
模块 4 项目操作	86
模块 5 项目知识点	88
第 7 章 单序列结构的编程方法	91
模块 1 项目导入	91
模块 2 完成项目所需条件	91
模块 3 控制要求	92
模块 4 项目操作	92
模块 5 项目知识点	118
习题	119
第 8 章 顺序控制功能图的编程方法	121
模块 1 项目导入	121
模块 2 完成项目所需条件	121
模块 3 控制要求	122
模块 4 操作演示	122
模块 5 项目知识点	137
习题	145
第 9 章 PLC 控制系统设计	149
模块 1 项目导入	149
模块 2 完成项目所需条件	149
模块 3 控制要求	149
模块 4 操作演示	150
模块 5 项目知识点	154
习题	160

第 10 章 PLC 的应用(用于模拟量的控制)	162
模块 1 项目导入	162
模块 2 完成项目所需条件	162
模块 3 控制要求	162
模块 4 操作演示	162
模块 5 项目知识点	166
第 11 章 PLC 的应用(通信与编程)	173
模块 1 项目导入	173
模块 2 完成项目所需条件	173
模块 3 控制要求	173
模块 4 操作演示	174
模块 5 项目知识点	176
第 12 章 PLC 控制系统设计与习题	184
模块 1 PLC 控制系统设计概要	184
模块 2 设计题练习	186

第 1 章 认识可编程控制

模块 1 项目导入

1. 项目要求

(1) 了解 PLC(programmable logic controller, 可编程逻辑控制器)的定义、产生与发展历史。

(2) 了解 PLC 的特点和应用领域。

(3) 熟悉 PLC 的基本组成、结构和选用。

(4) 掌握 PLC 的工作过程及常用编程语言。

(5) 了解国内外 PLC 产品概况。

2. 项目特点

该项目主要是关于 PLC 产品的认识与介绍。

模块 2 完成项目所需条件

1. 硬件条件

常用低压电器如按钮、行程开关、电源开关和各种保护电器及连接导线等。

2. 软件条件

PC 基本软件(如 Windows7、Microsoft Office 2010 办公软件、三菱公司 FX 系列 PLC 及其编程软件 fxgpwin、GX Developer 或者 GX Works2 等)。

模块 3 控制要求

简单的单台电动机直接起动控制。

模块 4 项目操作

用 PLC 控制 1 台电动机的运行情况。

(1) 控制要求。按下电动机起动按钮后,电动机运行 10 s,停止 10 s,重复执行 3 次

后停止。

(2) 软件设计。该控制系统的 PLC 梯形图如图 1-1 所示。

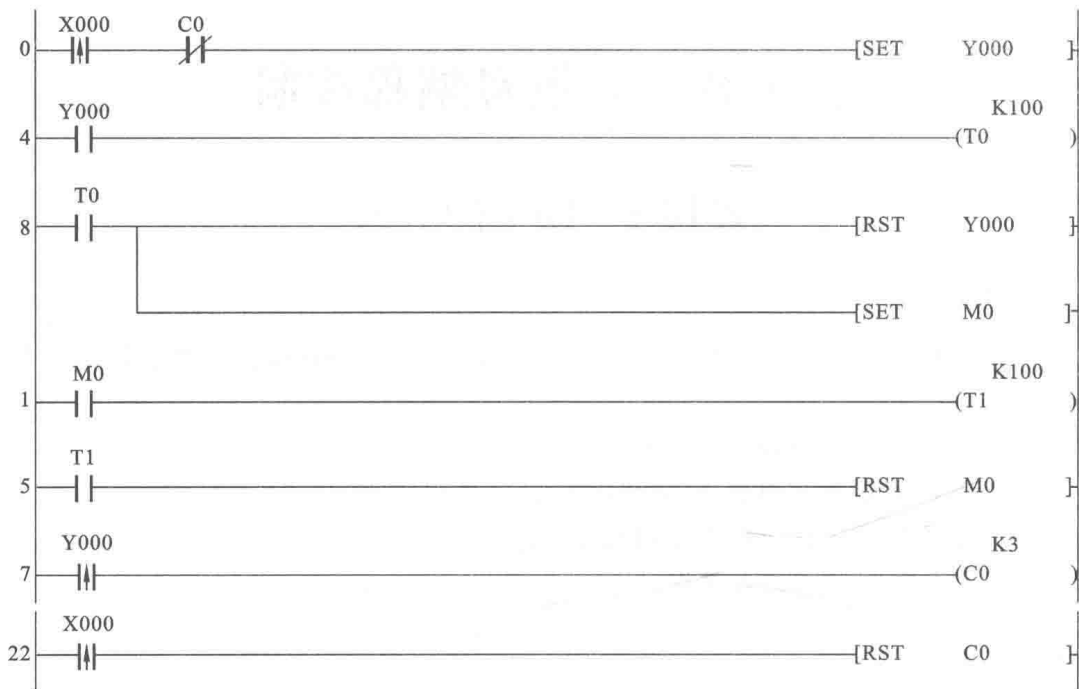


图 1-1 电动机运行梯形图

模块 5 项目知识点

在工业控制领域,传统的继电器接触控制系统是用继电器、接触器、按钮、行程开关等电器元件,按一定的接线方式组成的机电传动(电力拖动)控制系统,它结构简单、价格便宜,但系统庞大、维护困难。PLC 控制系统其实是一种以微处理器为核心、用于控制的特殊计算机,它可以在不改变硬件接线的情况下,通过软件方式,即修改程序实现电动机按规定顺序起动的变化。下面将主要介绍 PLC 控制系统的产生、发展和功能。

1. PLC 的产生、发展和定义

1) PLC 的产生

在 1968 年以前,传统的继电接触控制系统早已被广泛应用于各类生产过程中,承担着各种复杂而艰巨的控制任务。这种复杂的控制系统中一般会使用成百上千的各类控制元件,接线繁杂,系统结构庞大。安装这些控制元件需要用到很多控制柜,因此需要很大的设备存放空间。对于这样庞大的控制系统运维往往会非常不容易,通常一个小小的电气故障就可能会影响到整个控制系统的正常运行。因此,为保证控制系统安全、可靠地运行,需要大量的工程技术人员及维修人员。系统故障时,检查和排除故障点显得异常艰难,尤其是在控制要求有变时,控制柜内使用的电器和整个接线系统也必须做出相应的改

变,而这种变化的代价是非常高昂的,系统改造的费用高、工期长、很容易出错,有时甚至不得不重新制作控制系统。有鉴于此,人们迫切希望能有一种新的工业控制装置来替代传统的继电器-接触器控制系统,使电气控制系统工作更加可靠,维修更加方便,而当时正处在计算机技术迅猛发展的时代,通过将计算机技术与工业控制技术进行有机结合,为人们这种需求提供了技术途径和发展方向。

20世纪60年代,美国的汽车制造业迅速发展,汽车型号不断更新,生产工艺不断变化,小批量、多品种的汽车更新换代模式迅速充斥整个市场,汽车制造业巨头美国通用汽车公司(GE)原有的由继电器-接触器控制系统组成的生产线已经无法满足市场更新换代的需求。于是1968年,美国通用汽车公司公开招标了一种新型、通用的工业控制器,要求此类控制器要比继电器-接触器控制系统工作更可靠、功能更齐全、响应速度更快。1969年美国数字设备公司(DEC)中标后,从继电器和计算机两者的优缺点出发,设计了世界上第一台PLC,其型号为PDP-14。继电器和计算机两者的优缺点分别为:继电器控制系统体积大、可靠性低、接线复杂、不易更改、查找和排除故障困难,对生产工艺变化的适应性差,但简单易懂、价格便宜、操作方便;而计算机功能强大、灵活(可编程)、通用性好,但编程困难。于是DEC研究时尽量采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程,使不熟悉计算机的人也能很快掌握并使用。将这台PDP-14投入到通用汽车公司生产线之后,其完美地减少了重新设计、解决了更换电气控制系统及接线的问题,且时间响应快、控制精度高、可靠性好,当工艺改变时控制程序也随之改变,维修十分方便,整个生产成本降低,制造周期缩短,从此开创了PLC的新纪元。

2) PLC的发展

PDP-14易于安装,占用空间小,易于工业环境,并且具有模块化、可扩充、可重复编程的特性。尽管编程有些琐碎,但它使用梯形图作为编程语言,从而使得没有计算机编程基础的人员也能很方便地上手操作。初代的PLC只有逻辑预算功能,大规模集成电路的出现,使可编程控制技术产生了飞跃,增加了数值运算、数据传送和数据处理等功能,运算速度得到了显著提高,输入/输出规模也得到扩大。此时的日本、联邦德国和法国都相继研制出自己的PLC。

我国于1974年开始研发PLC,并于三年后成功应用于工业生产。当时的食品、金属和制造等行业都陆续使用PLC来代替原有的继电接触控制设备,迈出了PLC实用化阶段坚实的第一步。20世纪80年代以后,随着大规模、超大规模集成电路等微电子技术的迅速发展,16位和32位微处理器应用于PLC中,PLC的性能进一步提升。PLC不仅控制功能得到增强,同时可靠性也得到提高,功耗、体积减小,成本降低,编程和故障检测更加灵活方便,而且具有通信和联网、数据处理和图像显示等功能,这些改进使PLC符合现在对高质量、高产出的要求。尽管PLC功能越来越强,但它仍保留了先前的简单与易于使用的特点。

到目前为止,各大电气制造商几乎都在生产PLC装置,如德国的西门子、美国的Rockwell自动化公司和通用汽车公司、日本的三菱和OMRON等。PLC从其研制到发展,到目前也只有短短几十年时间,但由于其编程简单、可靠性高、通用性强、使用方便等特点,其应用领域非常广泛,如冶金、化工、机械、纺织、建筑、运输、电力等行业。由于

PLC 是一种具备计算机功能的通用工业控制装置,集三电(电控、电仪、电传)为一体,性能价格比高、可靠性高,所以其逐渐成为自动化领域的重要支柱之一。而在未来的工业生产中,PLC 技术将和机器人技术、计算机辅助设计技术一起,成为工业生产自动化的三大核心技术。

3) PLC 的定义

1980 年,美国电气制造商协会(National Electrical Manufacturers Association, NEMA)将可编程控制器正式命名为 programmable controller,为区别于个人计算机(personal computer)的缩写 PC,将可编程控制器简称为 PLC。NEMA 是这样定义 PLC 的:PLC 是一个数字式的电子装置,它使用了可编程序的记忆体来储存指令,用以执行诸如逻辑、顺序、定时、计数和运算等功能,并通过数字或模拟的输入/输出接口,来控制各种机械或工作过程。一部数字电子计算机若是用来执行 PLC 的功能,也被视同为 PLC,但不包括鼓式或机械式顺序控制器。

1982 年 11 月,国际电工委员会(International Electrical Committee, IEC)颁布了 PLC 标准草案第一稿,于 1985 年 1 月又颁布了第二稿,在 1987 年 2 月颁布了第三稿。该草案中对 PLC 的定义如下:可编程控制器是一种进行数字运算操作的电子系统,是专为在工业环境下应用而设计的工业控制器。它采用了可编程序的存储器,用来在其内部存储能执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型机械的生产过程。可编程控制器及其有关外围设备,都按易于与工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。该定义将 PLC 视为一种进行数字运算操作的电子系统,它是一种专为工业环境下应用而设计的工业控制的计算机。PLC 可以直接应用于工业环境,具有很强的抗干扰能力,以及广泛的适应能力,这是其区别于其他微机系统的一个重要特性。

PLC 采用面向用户和控制过程的指令系统,编写程序比较方便,能完成逻辑运算、顺序控制、定时与计数以及算术运算功能,还具有数字量或模拟量的输入/输出控制功能,易于扩展和与其他工业控制系统互联。从实质上讲,它是一台适用于工业环境的、满足实时控制要求的专用计算机。

2. PLC 的特点

1) 硬件可靠性高

PLC 专为条件恶劣的工业环境设计,具有很强的抗电噪声、抗电磁干扰、抗机械振动能力,且能在极端温度和湿度环境中正常运行。

PLC 通过选用优质电器元件,采用合理的系统结构,并加固、简化安装,使它易于抗振动冲击,对印制电路板的设计、加工及焊接都采取了极为严格的工艺措施,而且在电路、结构及工艺上采取了一些独特的方式。例如,各个 I/O 端口除采用常规模拟器滤波以外,还加上了数字滤波;在输入/输出电路中都采用了光电隔离措施,做到电浮空,既方便接地,又提高了抗干扰性能;采用了较合理的电路程序,一旦某模块出现故障,进行在线插拔、调试时不会影响各机的正常运行。由于 PLC 本身具有很高的可靠性,因此发生故障的部位大多集中在输入/输出的部件上,以及如传感器件、限位开关、光电开关、电磁阀、电

动机等外围装置上。

2) 编程简单,使用方便

PLC 的编程语言采用的是面向控制过程、面向问题的“自然语言”,容易掌握。例如,目前大多数 PLC 均采用梯形图语言编程方式,既顾及大多数电气技术人员的操作习惯及计算机应用能力,又继承了传统继电器接触控制线路的清晰直观感,很容易被电气从业人员学习和使用。这种面向控制过程、面向问题的编程方式,虽然在 PLC 内部增加了解释程序和程序执行时间,但对大多数的机电控制设备来说,这是微不足道的,并且程序修改起来也十分方便。

3) 接线简单,通用性好

PLC 的接线只需将输入信号的设备(如按钮、开关等)与 PLC 输入端子连接,将接收输出信号执行控制任务的执行元件(如接触器、电磁阀等)与 PLC 输出端子连接。接线量少、操作简单,省去了传统继电器控制系统接线和拆线的麻烦。PLC 的编程逻辑提供了能随要求而改变的“接线网络”,这样生产线的自动化过程就能随意改变,因此控制系统使用 PLC 后具有很高的经济效益。

用于将 PLC 和现场设备进行连接的硬件接口实际上是 PLC 的组成部分,其自带的模块化自诊断接口电路能指出故障,这样的软硬件设计就使现场电气人员与技术人员易于使用,并易于排除故障与替换故障部件。

4) 易于安装,便于维护

PLC 设备体积较小,因此相较于传统继电器接触控制系统,其所需要的安装空间是很小的,安装起来也非常方便,在从继电器控制系统改换到 PLC 系统的情况下,PLC 小的模块结构使之能安装在继电器箱附近,并将连线连接到已有 PLC 的接线端,这就使得改换非常方便,只要将输入/输出设备连向接线端口即可。

PLC 是以易于维护、易于改变控制功能为目标设计的,由于几乎所有器件都是模块化设计,维护时只需更换模块级插件即可,带故障检测电路的诊断指示器嵌入安装在大多数 PLC 组成部件中,用来指示器件是否正常工作,借助于编程设备可显示输入/输出是 ON 还是 OFF,还可写编程指令来报告故障。

PLC 的这些特性使之成为任何一个控制系统的有益部分。一旦安装,其收益也马上实现,像其他智能设备一样,PLC 的潜在优点还取决于应用时的创造性。

5) PLC 的应用领域

PLC 自研发生产以来,已被成功地应用于几乎所有工业控制领域,包括钢铁、造纸、食品加工、化工和石化、汽车等行业。它能完成各种控制任务,从重复开关控制单一机器到复杂的制造加工控制,以下列出的是已应用 PLC 的一些主要领域及一些典型应用。

(1) 化工/石油化工:批处理、原料处理、称重、混合成品处理、水/废水处理、管理控制、海上钻井。

(2) 制造/机械:能源需求、车床、物料传输机、装配机、测试架、碾磨、剪床、磨床、起重设备、焊接、电镀、喷漆、喷射/吹模、金属铸造。

(3) 采矿业:大物件传输设备、矿石处理、装/卸机械、水/废水管理。

(4) 纸浆/木浆:批蒸煮锅、碎片处理、涂层、包装/贴标签。

(5) 玻璃/胶片:加工成形、完成包装、装盘、物件处理、废碎玻璃称重。

(6) 食品/饮料:大量物件处理、酿造、蒸馏、混合、桶处理、包装、装填、称重、产品处理、分类传输机、累积传输机、装盘、货包存储/提取。

(7) 金属业:鼓风机控制、连续铸造、轧钢、热处理。

(8) 电力:煤处理、燃烧炉控制、烟道控制分类、吹风/处理、木工活、切割成形。

6) PLC 的几种常用控制类型

(1) 逻辑控制。逻辑控制是 PLC 最基本的控制功能,可用来取代继电器控制装置,如机床电气控制、电动机控制等;还可用来进行顺序控制,如高炉上料系统、电梯控制、港口码头的货物存放与提取、采矿的皮带运输等。既可用于单机控制,又可用于多机群控以及自动化生产线的控制。

(2) 生产监控。PLC 自身具备很强的实时监控功能,它能存储系统发生异常状况时的状态数据,也可以通过编写程序来实现在系统发生异常情况时自动中止运行。在控制系统中,操作人员通过监控命令可以监视有关部分的运行状态,可以调整计时、计数等设定值,为调试和维护提供方便。PLC 还可以连接打印机,对程序和数据进行复制和保存。

(3) 模拟量控制。众所周知,在现实中模拟量(如电流、温度、压力、液位等)的大小是连续变化的。工业生产中,经常要对这些物理量进行监控。PLC 的模拟量输入模块集成了 D/A、A/D 转换及运算功能,可以实现模拟量的控制。

用 PLC 进行模拟量控制的好处是,在进行模拟量控制的同时,也可控制开关量。这个优点是继电器控制系统所不具备的,或继电器控制系统的实现不如 PLC 方便。

(4) 闭环调节控制。目前生产的大多数大型 PLC 都配置有 PID(比例(proportion)、积分(integration)、微分(differentiation))子程序,也有的厂家把 PID 功能独立出来,如 GE 公司的 PROLOOP 过程控制器,可执行 PID 控制、比例控制和级联控制,有单回路、8 回路和自动调试三种方式供任选。每一回路计算时间为 36 ms,用 GE-II 系列 PLC 最多可监控 256 个回路。PLC 的 PID 调节控制,已经广泛用于锅炉、冷冻、反应堆、水处理器、酿酒等。PLC 还可用于闭环的位置控制和速度控制中。

(5) 组成大型控制网络。PLC 可与个人计算机相连接进行通信,可用计算机参与编程及对 PLC 进行控制和管理,使 PLC 用起来更方便。为了充分发挥计算机的作用,可实行一台计算机控制和管理多台 PLC,甚至多达几十台。PLC 与 PLC 也可通信。可一对一通信,也可在多个 PLC 之间通信,甚至多到几十、几百。可连接远程控制系统,系统范围可达 10 km。还可组成局部环网,不仅 PLC,而且各种上位机、各种外设也都可进网。环网还可套非环网。环网与环网还可桥接,可以把成千上万的 PLC、计算机、外部设备组织在一个网中。网间的结点可直接或间接地通信、交换信息。

联网、通信,正适应了当今计算机集成制造系统(computer integrated manufacturing system, CIMS)及智能化工厂发展的需要。它可使工业控制从点(point)到线(line)再到面(plane),使设备级的控制、生产线的控制、工厂管理层的控制连成一个整体,进而可创造更高的效益。

3. PLC 控制系统

一个 PLC 可以简单地视为具有特殊体系结构的工业计算机,但是其外形并不像计算机。但它的输入设备不是鼠标和键盘,而是通过一个个输入电路来获取控制命令或现场信号,而且这些输入电路具有滤波功能,与内部电路采用光耦隔离;它的输出设备不是显示器,而是通过一个个输出电路来输出控制执行指令,而且这些输出电路具有一定驱动能力,可以驱动一般的工业控制元器件,如电磁阀、接触器等,此电路也是采用光或磁耦合的方式与内部电路进行联系;它没有硬盘,只有内存,但可以通过配置存储卡的方式来为程序与数据建立备份;它配置有外设或通信接口,可用以编程或下载程序、监控及联网通信;它的结构为模块化,体积小,安装方便,比较坚固,具有很强的抗干扰、抗冲击、抗振动特性。

通常来说,设计一个 PLC 控制系统时,往往首先需要做以下两个方面的工作。

(1) 系统设计与设备选型。设计一个 PLC 控制系统时,首先分析所需要控制的设备或系统的属性,这就需要判断所控制的这个系统可能是单个机器,多机或是过程控制;其次还需要判断所要控制的设备或系统的输入/输出点数;最后判断所要控制的设备或系统的复杂程度,分析内存容量。综合以上考虑后,根据实际控制需求来选择相应的 PLC 型号。

(2) I/O 赋值(分配输入/输出)。系统设计完成,PLC 型号选定以后,还需要将所要控制的设备或系统的输入信号进行赋值,与 PLC 的输入编号相对应(列表);然后将所要控制的设备或系统的输出信号进行赋值,与 PLC 的输出编号相对应(列表);再设计出较完整的控制草图,编写控制程序,在达到控制目的的前提下尽量简化程序;最后将编写好的程序写入 PLC,进行分段调试程序,分段调试完成后进行整体运行调试。监视控制程序的每个动作是否正确,运行程序,并将程序备份。

根据 PLC 的硬件组成,其按控制等效电路可划分为三个部分:输入部分、输出部分和控制部分,这三个部分包含了 CPU、存储器、硬件、I/O、编程器、系统程序、软件、用户程序等。

1) 输入部分

PLC 的外围元件如按钮、接近开关、光电开关、继电器输出触点等称为硬触电,PLC 程序中的逻辑触点称为软触点。PLC 的一个输入点单独对应一个内部继电器,而内部继电器作为逻辑控制中间存储状态,不能用作输出的继电器。开关量输入电路分为直流输入和交流输入,而输入信号接线图分为汇点式和分隔式。开关量直流输入接口电路如图 1-2 所示,采用光电耦合电路,将限位开关、手动开关、编码器等现场输入设备的控制信号转换成 CPU 所能接收和处理的数字信号。

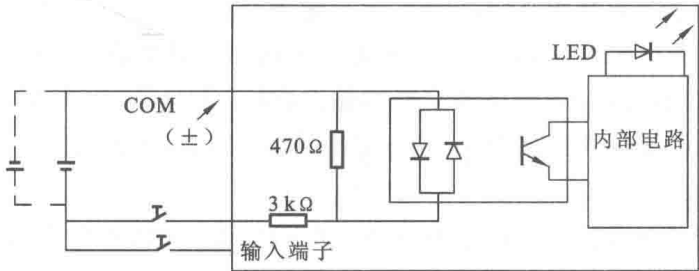


图 1-2 PLC 的输入接口电路(直流输入型)

2) 输出部分

根据控制程序的执行结果直接驱动相应负载。在 PLC 内部设有输出继电器,可能是继电器输出方式、晶体管输出方式,或者可控硅输出方式,这三种方式的使用场合分别为交直流、直流、交流。每个继电器对应一个硬触点,当程序执行结果让输出继电器线圈通电时,该输出继电器的输出触点闭合,实现外部负载的控制运行。

3) 控制部分

PLC 主要是通过 CPU 来实现各种控制功能的,其作用归纳起来主要有以下五个方面。

- (1) 接收并存储从输入单元(接口)得到现场输入状态或数据。
- (2) 诊断电源、PLC 内部电路故障和编程中的语法错误等。
- (3) 接收并存储编程器或其他外设输入的用户程序或数据。
- (4) 根据运算结果,更新标志位和输出内容,通过输出接口实现控制、制表打印或数据通信等功能。
- (5) 逐条读取并执行存储器中的用户程序,将运算结果存入存储器。

CPU 主要是通过执行处理存储器中的程序来实现各种功能、输出控制指令的,常见存储器的类型包括可执行读/写操作的随机存储器 RAM 和只读存储器 ROM、PROM、EPROM、E²PROM。其中,系统程序存储器(ROM)用以存放系统管理程序、监控程序及系统内部数据,用户不能对其程序和数据进行更改。而随机存储器(RAM)包括用户程序存储区和工作数据存储区,这类存储器一般由低功耗的 CMOS-RAM 构成,其中的存储内容可以进行读、写操作。

值得注意的是,PLC 产品手册中提供给用户进行选择的“存储器类型”和“程序容量”是仅针对随机程序存储器而言的。

4. PLC 工作过程

PLC 工作有两个要点:入出信息变换、可靠物理实现。

入出信息变换主要通过运行存储于内存中的程序来实现,这些程序既包括系统的(这些程序又称监控程序或操作系统),又包括用户编写的程序。系统程序为用户程序提供编辑与运行软件平台,同时,还进行必要的公共处理,如自检、I/O 刷新,以及与外设、上位计算机或其他通信等处理。用户程序由用户按照控制的要求进行自行设计。

可靠物理实现主要依靠输入(I, INPUT)及输出(O, OUTPUT)电路。每一输入点或输出点就有一个 I 或 O 电路。而且,总是把若干个这样电路集成在一个模块(或箱体)中,然后再由若干个模块(或箱体)集成为完整的输入/输出 I/O 系统(电路)。尽管这些模块相当多,占据了 PLC 体积的大部分,但由于它们都是高度集成化的,所以 PLC 的体积还是不太大的。

输入电路时刻监视着输入点的通断(ON、OFF)状态,并将此状态暂存于它的输入暂存器中。每一输入点都有一个与其对应的输入暂存器。

输出电路有输出锁存器,它也有两个状态:高电平和低电平,并可锁存。同时,它还有