



江苏联合职业技术学院院本教材
经学院教材审定委员会审定通过

PLC 控制技术

◆ 主编 许志刚

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

百年大计 教育为本

PLC 控制技术

主 编 许志刚

副主编 殷宝荣 高 煜 梁易华 杨晓骋

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 控制技术 / 许志刚主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2019. 12

ISBN 978-7-5682-8024-2

I. ①P… II. ①许… III. ①PLC 技术-高等学校-教材 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 001554 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 涿州市新华印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12

字 数 / 282 千字

版 次 / 2019 年 12 月第 1 版 2019 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 36.00 元

责任编辑 / 多海鹏

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

江苏联合职业技术学院院本教材出版说明

江苏联合职业技术学院自成立以来，坚持以服务经济社会发展为宗旨、以促进就业为导向的职业教育办学方针，紧紧围绕江苏经济社会发展对高素质技术技能型人才的迫切需要，充分发挥“小学院、大学校”办学管理体制创新优势，依托学院教学指导委员会和专业协作委员会，积极推进校企合作、产教融合，积极探索五年制高职教育教学规律和高素质技术技能型人才成长规律，培养了一大批能够适应地方经济社会发展需要的高素质技术技能型人才，形成了颇具江苏特色的五年制高职教育人才培养模式，实现了五年制高职教育规模、结构、质量和效益的协调发展，为构建江苏现代职业教育体系、推进职业教育现代化做出了重要贡献。

我国社会的主要矛盾已经转化为人们日益增长的美好生活需要与发展不平衡不充分之间的矛盾，因此我们只有实现更高水平、更高质量、更高效益、更加平衡、更加充分的发展，才能全面实现新时代中国特色社会主义建设的宏伟蓝图。五年制高职教育的发展必须服从服务于国家发展战略，以不断满足人们对美好生活需要为追求目标，全面贯彻党的教育方针，全面深化教育改革，全面实施素质教育，全面落实立德树人根本任务，充分发挥五年制高职贯通培养的学制优势，建立和完善五年制高职教育课程体系，健全德能并修、工学结合的育人机制，着力培养学生的工匠精神、职业道德、职业技能和就业创业能力，创新教育教学方法和人才培养模式，完善人才培养质量监控评价制度，不断提升人才培养质量和水平，努力办好人民满意的五年制高职教育，为决胜全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量。

教材建设是人才培养工作的重要载体，也是深化教育教学改革、提高教学质量的重要基础。目前，五年制高职教育教材建设规划性不足、系统性不强、特色不明显等问题一直制约着内涵发展、创新发展和特色发展的空间。为切实加强学院教材建设与规范管理，不断提高学院教材建设与使用的专业化、规范化和科学化水平，学院成立了教材建设与管理工作领导小组和教材审定委员会，统筹领导、科学规划学院教材建设与管理工作，制定了《江苏联合职业技术学院教材建设与使用管理办法》和《关于院本教材开发若干问题的意见》，完善了教材建设与管理的规章制度；每年滚动修订《五年制高等职业教育教材征订目录》，统一组织五年制高职教育教材的征订、采购和配送；编制了学院“十三五”院本教材建设规划，组织18个专业和公共基础课程协作委员会推进了院本教材开发，建立了一支院本教材开发、编写、审定队伍；创建了江苏五年制高职教育教材研发基地，与江苏凤凰职业教育图书有限公司、苏州大学出版社、北京理工大学出版社、南京大学出版社、上海交通大学出版社等签订了战略合作协议，协同开发独具五年制高职教育特色的院本教材。

今后一个时期，学院将在推动教材建设和规范管理工作的基础上，紧密结合五年制高职教育发展新形势，主动适应江苏地方社会经济发展和五年制高职教育改革创新的需要，以学

院 18 个专业协作委员会和公共基础课程协作委员会为开发团队，以江苏五年制高职教育教材研发基地为开发平台，组织具有先进教学思想和学术造诣较高的骨干教师，依照学院院本教材建设规划，重点编写和出版约 600 本有特色、能体现五年制高职教育教学改革成果的院本教材，努力形成具有江苏五年制高职教育特色的院本教材体系。同时，加强教材建设质量管理，树立精品意识，制订五年制高职教育教材评价标准，建立教材质量评价指标体系，开展教材评价评估工作，设立教材质量档案，加强教材质量跟踪，确保院本教材的先进性、科学性、人文性、适用性和特色性建设。学院教材审定委员会将组织各专业协作委员会做好对各专业课程（含技能课程、实训课程、专业选修课程等）教材出版前的审定工作。

本套院本教材较好地吸收了江苏五年制高职教育最新理论和实践研究成果，符合五年制高职教育人才培养目标定位要求。教材内容深入浅出，难易适中，突出“五年贯通培养、系统设计”专业实践技能经验的积累，重视启发学生思维和培养学生运用知识的能力。教材条理清楚、层次分明、结构严谨、图表美观、文字规范，是一套专门针对五年制高职教育人才培养的教材。

**学院教材建设与管理工作领导小组
学院教材审定委员会
2017 年 11 月**

序 言

2015年5月，国务院印发关于《中国制造2025》的通知，通知重点强调提高国家制造业创新能力，推进信息化与工业化深度融合，强化工业基础能力，加强质量品牌建设，全面推行绿色制造及大力推动重点领域突破发展等，而高质量的技能型人才是实现这一发展战略的重要途径。

为全面贯彻国家对于高技能人才的培养精神，提升五年制高等职业教育机电类专业教学质量，深化江苏联合职业技术学院机电类专业教学改革成果，并最大限度地共享这一优秀成果，学院机电专业协作委员会特组织优秀教师及相关专家，全面、优质、高效地修订及新开发了本系列规划教材，并配备了数字化教学资源，以适应当前的信息化教学需求。

本系列教材所具特色如下：

● 教材培养目标、内容结构符合教育部及学院专业标准中制定的各课程人才培养目标及相关标准规范。

● 教材力求简洁、实用，编写上兼顾现代职业教育的创新发展及传统理论体系，并使之完美结合。

● 教材内容反映了工业发展的最新成果，所涉及的标准规范均为最新国家标准或行业规范。

● 教材编写形式新颖，教材栏目设计合理，版式美观，图文并茂，体现了职业教育工学结合的教学改革精神。

● 教材配备相关的数字化教学资源，体现了学院信息化教学的最新成果。

本系列教材在组织编写过程中得到了江苏联合职业技术学院各位领导的大力支持与帮助，并在学院机电专业协作委员会全体成员的一直努力下顺利完成了出版任务。由于各参与编写作者及编审委员会专家时间相对仓促，加之行业技术更新较快，教材中难免有不当之处，敬请广大读者予以批评指正，在此一并表示感谢！我们将不断完善与提升本系列教材的整体质量，使其更好地服务于学院机电专业及全国其他高等职业院校相关专业的教育教学，为培养新时期下的高技能人才做出应有的贡献。

江苏联合职业技术学院机电协作委员会
2017年12月

前 言

可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）是一种应用于工业自动化领域的自动控制装置，控制技术日新月异的进步促进了可编程控制器的不断发展。可编程控制器技术是从事工业自动化、机电一体化、智能控制技术人员应掌握的实用技术之一。西门子公司作为全世界最早生产 PLC 的厂家之一，长期以来，其产品得到了用户与市场的广泛认可，其中小型化的西门子 S7 - 200 系列 PLC 控制器特别适于初学者。

为了提升广大工程技术人员的技术水平，满足电气自动化、机电一体化等专业高技能人才的培训和教学需求，贴合企业生产实际，本书采用项目引领的编写思路，从项目需求出发，在特定的工作学习场景中明确项目所要达到的目的，进而提出完成项目的方案设计流程，让使用者在项目实施过程中学习所用到的相关知识与技能。

本书从以工业现场案例作为项目内容，将西门子 S7 - 200 系列 PLC 的工作原理、指令系统、编程软件及 PLC 控制系统的结构、设计方法和实际应用等理论知识与相应的操作技能由浅入深、循序渐进地融入四个学习项目中，并结合常用的行动导向型教学法，通过教学任务来引领学习过程。每个项目分为不同的项目工作学习子任务，通过对子任务的学习，来达到掌握专业知识和提升能力的目的。子任务的学习主要通过明确任务目标，对任务进行分析，搜索、储备相关知识，再通过任务实施与总结回顾进行巩固，最终还可以在项目最后的拓展训练中得到提升与锻炼。

本书立足于 PLC 的教学，兼顾了 PLC 基本理论的介绍与工业的实际应用，从而使学生能从 PLC 零起点学习本书，实现掌握 PLC 原理的目标。因此，本书也可作为电气控制类专业学生学习 PLC 原理的参考书。

本书贯穿了两条主线，一是介绍 PLC 的基本原理，二是用工业应用实例项目的实现来引领基本原理的应用。这两条主线在叙述时既分又合，融汇在所选用的四个项目与相应的训练任务当中，改变了注重理论教学或将理论教学与实际产品设计相分隔的呆板教学法，也改变了过于注重实际产品制作的介绍而忽略教学规律和理论知识讲解的教学方法，将理论知识的学习和实际技能操作进行全过程整合，边学边做，边做边学，学有所得，学有所乐，使枯燥的内容趣味化，实现技能与理论知识水平的同步提高。在使用本教材时，可以以其中一条主线为教学目标，也可以合二为一，在学完 PLC 技术的同时，也掌握了其在工业领域中的应用方法与步骤。

为了适合不同层次读者的需要，本书语言简练、通俗易懂，内容由浅入深，注重理论和实际应用相结合，并尽量做到难易结合。从事本课程教学的教师可以将书中有关实例经过改编后应用在各个教学环节中。

本书在编写过程中参考了有关资料，在此对参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于作者水平和时间所限，本书疏漏和不当之处在所难免，敬请读者批评、指正。

编 者



《《《 目 录

项目一 改造自动往返小车控制电路	1
任务 1 安装自动往返小车控制电路	3
任务 2 调试自动往返小车控制电路	21
项目二 装调时序逻辑控制电路	37
任务 1 装调三相异步电动机连续运行控制电路	39
任务 2 装调三相异步电动机正反转控制电路	46
任务 3 装调三相异步电动机 Y/ Δ 降压启动控制电路	58
任务 4 装调传送带驱动电动机控制电路	66
拓展训练 装调 CA6140 型卧式车床控制电路	74
项目三 装调顺序控制电路	79
任务 1 装调三级传送带启停控制电路	81
任务 2 装调材料分拣控制电路	102
任务 3 专用钻床的 PLC 控制	111
拓展训练 装调组合机床控制电路	118
项目四 小型自动化系统综合应用	123
任务 1 机械手控制系统设计应用	126
拓展训练 智能分拣工作站控制系统应用	157
附录一 西门子 S7-200 系列 PLC 指令表	171
附录二 S7-200 的常用特殊存储器	178
参考文献	181



项目一

改造自动往返小车控制电路

【项目需求】

为提高生产车间物流自动化水平，实现生产环节间的运输自动化，使厂房内的物料搬运全自动化，现在许多企业在生产车间广泛使用无人小车在车间工作台或生产线之间进行自动往返装料运料。传统的运料小车大多是继电器控制系统，而继电器控制系统具有接线繁多、故障率高且维修不易等缺点，目前已被 PLC 控制系统广泛替代。PLC 控制系统能实现较复杂的控制功能且接线简单、可靠性高，PLC 控制系统代替继电器控制系统已经是大势所趋。

PLC 控制系统通过程序编写的方式实现控制要求，能实现继电器控制系统不能实现的控制功能，且接线简单、可靠性高，控制任务改变时不需要改变线路，可利用软件编程的方式对控制系统进行改进，充分体现 PLC 的“柔性”控制。

用 PLC 控制系统代替继电器控制系统后，可有效降低电气故障的发生率，提高受控对象工作的可靠性。本项目具体介绍用西门子 S7-200 系列 PLC 改造的自动往返小车继电器控制电路。

【项目工作场景】

某公司车间内有一台三相交流异步电动机驱动的自动往返小车，在 A、B 两点间来回移动，如图 1-0-1 所示，采用继电器控制电路控制，其控制电路如图 1-0-2 所示。由于工厂提升改造需要，将该控制电路改成 PLC 控制。

【方案设计】

用 PLC 对继电器控制电路进行改造主要分为电路接线改造和控制程序编写、调试两部分，电路接线改造主要是对原继电器控制电路的工作原理进行分析，确定 PLC 控制的输入/输出点，绘制新的接线图，并按照接线图完成接线；控制程序编写、调试主要是利用 PLC 编程软件，根据控制要求编写控制程序，并完成程序的下载及联合调试等。

根据上述改造方法，本项目将分为安装自动往返小车控制电路和调试自动往返小车控制

电路两个任务，并从这两个任务介绍运用西门子 S7-200 系列 PLC 对自动往返小车继电器控制电路进行的改造。

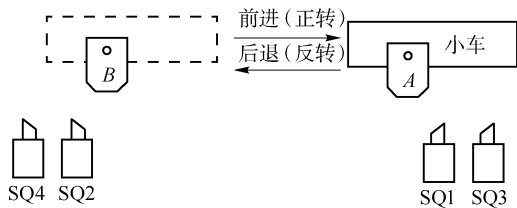


图 1-0-1 自动往返小车运行示意

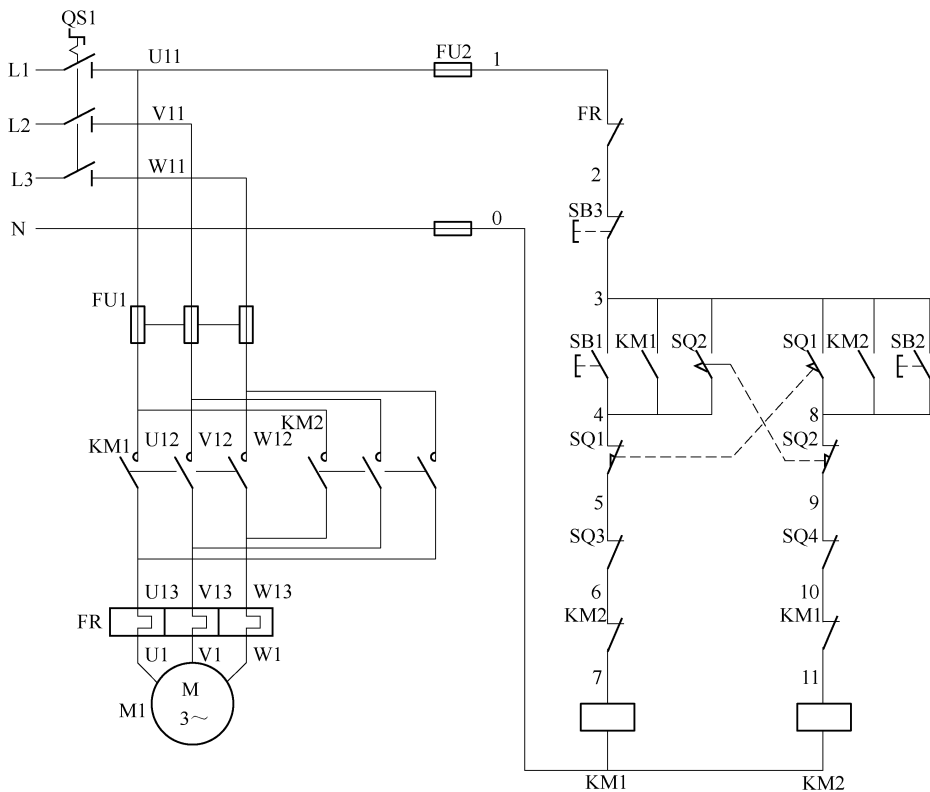


图 1-0-2 继电器控制电路

【相关知识和技能】

1. 了解 PLC 的基本组成与工作原理。
2. 了解西门子 S7-200 系列 PLC 的构造、工作原理、功能特点和技术参数。
3. 了解西门子 S7-200 系列 PLC 软件、硬件的安装使用。
4. 了解 PLC 编程语言的种类。
5. 掌握电气控制线路图的读图、分析和绘图方法。
6. 掌握 PLC 电气控制系统的设计过程及方法。
7. 熟悉 STEP 7-Micro/WIN V4.0 的基本操作界面及各项工具栏的功能。
8. 熟悉小车自动往返控制电路的工作原理和运行过程。
9. 掌握使用 STEP 7-Micro/WIN V4.0 编程软件进行程序编写、下载、调试和监控。



任务1 安装自动往返小车控制电路



任务目标

1. 了解 PLC 的硬件组成、工作原理及外围电路的连接。
2. 了解西门子 S7-200 系列 PLC 的构造、功能特点和技术参数。
3. 掌握电气控制线路图的分析方法，并能根据控制要求选择合适的 PLC 并绘制接线图。
4. 能根据接线图完成电路连接。



任务分析

要完成本任务，首先需要对 PLC 的基础知识有一定的了解，掌握 PLC 的工作原理、组成结构及运行方式等，其次需要了解某一型号 PLC 的相关知识，掌握其内部资源及接线端子的情况，明确电路连接方法，最后根据继电器控制电路的要求，确定输入/输出 (I/O) 点数并合理分配至 PLC 的输入/输出地址，绘制出接线图，按照接线图完成 PLC 控制系统的电路安装。



知识准备

一、PLC 基础知识

早期的可编程控制器只能进行计数、定时以及对开关量的逻辑控制，它被称作可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)，简称 PLC。后来，可编程逻辑控制器采用微处理器作为其控制核心，它的功能已经远远超过逻辑控制的范畴，于是人们又将其称为可编程控制器，即 Programmable Controller，缩写为 PC。但个人计算机 (Personal Computer) 也缩写为 PC，为了避免两者混淆，可编程控制器仍习惯缩写为 PLC。

1. PLC 概述

1) PLC 的定义

1987 年，国际电工委员会 (IEC) 对可编程控制器作如下定义：可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为工业环境下应用而设计。它采用可程序的存储器，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，并通过数字式、

模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程；其有关的外围设备，都应按易于与工业控制系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

现在，PLC 不仅能进行逻辑控制，在模拟量的闭环控制、数字量的智能控制、数据采集、监控、通信联网及集散控制等方面都得到了广泛的应用。如今 PLC 都配有 A/D、D/A 转换及算术运算功能，有的还具有 PID（比例 - 积分 - 微分）功能。这些功能使 PLC 应用于模拟量的闭环控制、运动控制、速度控制等具有了硬件基础。PLC 具有输出和接收高速脉冲的功能，配合相应的传感器及伺服装置，可以实现数字量的智能控制；PLC 配合可编程终端设备（如触摸屏），可以实时显示采集到的现场数据及分析结果，为分析、研究系统提供依据；利用 PLC 的自检信号可实现系统监控；PLC 具有较强的通信功能，可与计算机或其他智能装置进行通信和联网，从而能方便地实现集散控制。功能完备的 PLC 不仅能满足控制的要求，还能满足现代化大生产管理的需要。

2) PLC 的分类

PLC 发展到今天，已经有多种类型，而且功能也不尽相同，分类时一般按照以下原则来考虑。

(1) 按 PLC 的 I/O 点数的多少可以将 PLC 分为小型 PLC、中型 PLC 和大型 PLC 三类。

①小型 PLC（含微型 PLC）。小型 PLC 一般以处理开关量逻辑控制为主，其 I/O 点数一般在 128 点以下，外观如图 1-1-1（a）所示。现在的小型 PLC 还具有较强的通信能力和一定量的模拟量处理能力。这类 PLC 的特点是价格低廉、体积小，适用于控制单机设备和开发机电一体化产品。

②中型 PLC。中型 PLC 的 I/O 点数在 128 ~ 2 048 点之间，具有极强的开关量逻辑控制功能、通信联网功能和模拟量处理功能，指令比小型 PLC 更为丰富，外观如图 1-1-1（b）所示。中型 PLC 适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产线的过程控制场合。

③大型 PLC。大型 PLC 的 I/O 点数在 2 048 点以上，性能与工业控制计算机相当，不仅具有计算、控制和调节功能，还具有强大的网络结构和通信联网能力，有些大型 PLC 还具有冗余能力，外观如图 1-1-1（c）所示。大型 PLC 的监视系统能够表示过程的动态流程，记录各种曲线、PID 调节参数等，并配有多种智能板，构成多功能的控制系统。这种系统还可以和其他型号的控制器的互联及和上位机相连，组成一个集中分散的生产过程和产品质量监控系统。大型 PLC 适用于设备自动化控制、过程自动化控制和过程监控系统。

以上划分没有十分严格的界限，随着 PLC 技术的飞速发展，某些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能，这也是 PLC 的发展趋势。

(2) 按结构形式的不同，PLC 主要可以分为整体式结构 PLC 和模块式结构 PLC 两类。

①整体式结构 PLC。整体式结构 PLC 如图 1-1-1（a）所示，其特点是将 PLC 的基本部件，如 CPU 板、输入/输出接口、电源板等紧凑地安装在一个标准机壳内，构成一个整体，组成 PLC 的一个基本单元。基本单元上设有扩展端口，用于与扩展模块相连，丰富控制功能。一般小型 PLC 都采用这种结构。这种结构的 PLC 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格低的优点，易于装置在工业设备的内部，通常适合于单机控制。

②模块式结构 PLC。模块式结构 PLC 如图 1-1-1（b）和图 1-1-1（c）所示，由一些标准模块单元构成，这些标准模块有 CPU 模块、输入/输出模块、电源模块和各种功能模块等，各模块功能是独立的，外形尺寸是统一的，可以根据需要灵活配置，使用时可以像搭



积木一样将这些模块插在框架或基板上。这种结构的 PLC 配置灵活，装配和维修方便，功能易于扩展。其缺点是结构较复杂，造价也较高。

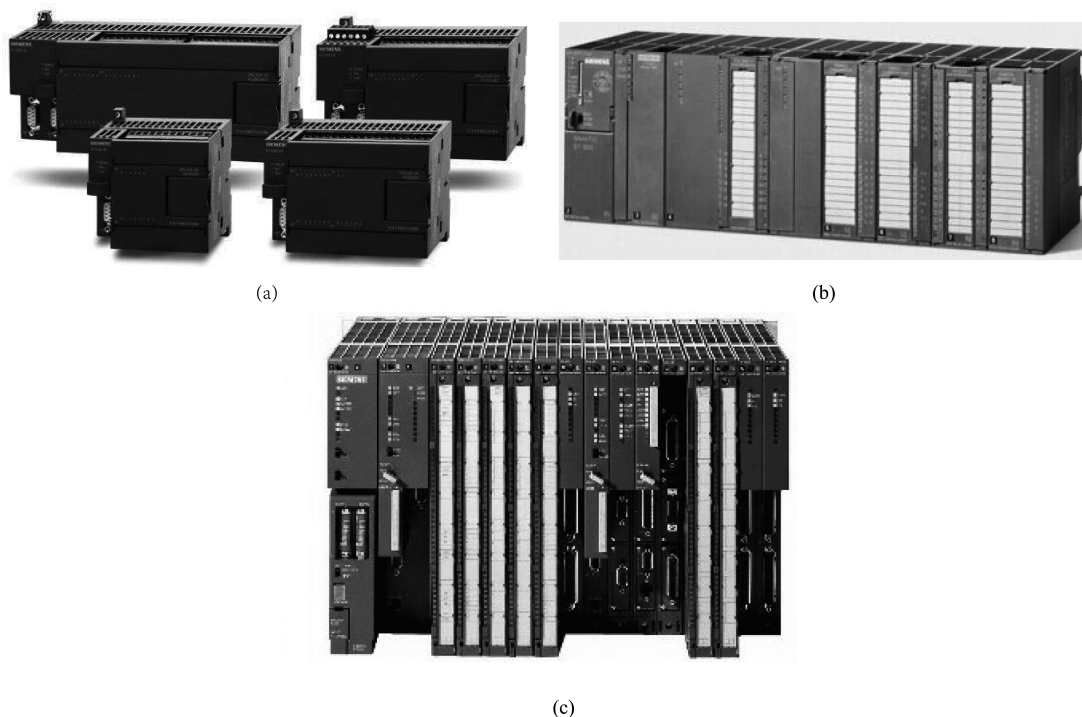


图 1-1-1 PLC 外观

(a) 小型 PLC; (b) 中型 PLC; (c) 大型 PLC



小知识

PLC 产生的原因

20 世纪 60 年代初，美国的汽车制造业竞争激烈，产品更新换代的周期越来越短，其生产线必须随之频繁地变更。传统的继电器控制对频繁变动的生产线很不适应。人们对控制装置提出了更高的要求，即经济、可靠、通用、易变和易修。

1968 年，美国最大的汽车制造厂家通用汽车公司（GM）提出用一种新型控制装置替代继电器控制，并对新的汽车流水线控制系统提出了具体要求，归纳起来是：

- (1) 编程简单，可在现场修改程序；
- (2) 维护方便，最好是插件式；
- (3) 可靠性高于继电器控制柜；
- (4) 体积小于继电器控制柜；
- (5) 可将数据直接送入管理计算机；
- (6) 在成本上可与继电器控制柜竞争；

- (7) 输入可以是交流 115 V；
- (8) 输出为交流 115 V，2 A 以上，能直接驱动电磁阀等；
- (9) 在扩展时，原系统只需很小的变更；
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 KB。

以上就是著名的“GM 十条”。这种控制装置要把计算机的通用、灵活、功能完备等优点与继电器控制的简单、易懂、操作方便、价格便宜等特点结合起来，而且要使那些不是很熟悉计算机的人也能方便地使用。根据这种设想，1969 年美国数字设备公司 (DEC) 研制出了世界上第一台 PLC，并在美国 GM 公司的汽车自动装配生产线上试用获得成功。因此可以说，首台 PLC 主要是为了克服继电器控制电路的不足，把计算机技术应用于电气控制系统而产生的。

3) PLC 的特点

由于控制对象的复杂性、使用环境的特殊性和运行工作的连续长期性，使得 PLC 在设计和结构上具有许多其他控制器所无法相比的特点。

(1) 可靠性高、抗干扰能力强。继电器控制系统中，器件老化、脱焊、触点的抖动，以及触点电弧造成熔焊等现象是不可避免的，大大降低了系统的可靠性。而在 PLC 控制系统中，大量的开关动作是由无触点的半导体电路来完成的，加之 PLC 在硬件和软件方面都采取了强有力的措施，使产品具有极高的可靠性，故 PLC 可直接安装在工业现场而稳定地工作。

(2) 灵活性和通用性强。在 PLC 控制系统中，当控制功能改变时只需修改程序即可，PLC 外围电路改动极少，甚至可不必改动。这是继电器控制电路所无法比拟的。

(3) 编程语言简单易学。对 PLC 的使用者来说，他们不必精通计算机方面复杂的硬件和软件知识。大多数 PLC 采用类似继电器控制电路的“梯形图”语言编程，清晰直观，简单易学。

(4) 与外围设备的连接简单、使用方便。用微机（微型计算机）控制时，要在输入/输出接口电路上做大量工作，才能使微机与控制现场的设备连接起来，调试也比较烦琐。而 PLC 的输入/输出接口已经做好，其输入接口可以直接与各种输入设备（如按钮、各种传感器等）连接，输出接口具有较强的驱动能力，可以直接与继电器、接触器、电磁阀等器件连接，接线简单，使用方便。

(5) 功能强大、成本低。PLC 控制系统可大可小，能轻松完成单机控制系统、批量控制系统、制造业自动化中的复杂逻辑顺序控制、流程工业中大量的模拟量控制，以及组成通信网络、进行数据处理和管理任务。在如今的智能制造控制系统中，PLC 也发挥着重要作用。

由于 PLC 是专为工业应用而设计的，所以其控制系统中的 I/O 系统、HMI 等可以直接和现场信号连接、使用。系统也不需要专门的抗干扰设计，因此和其他控制系统（如 DCS、IPC 等）相比，其成本较低。

(6) 设计、施工、调试周期短。PLC 的软硬件产品齐全，设计控制系统时仅需按性能、容量等选用组装，大量具体的程序编制工作也可在 PLC 到货前进行，因而缩短了设计周期，



使设计和施工可同时进行。由于用软件编程取代了硬件接线实现控制功能，大大减轻了繁重的安装接线工作，缩短了施工周期。

(7) 维护方便。PLC 的输入/输出接口能够直观地反映现场信号的变化状态，通过编程工具（装有编程软件的电脑等）可以直观地观察控制程序和控制系统的运行状态，如内部工作状态、通信状态、I/O 点状态、异常状态和电源状态等，极大地方便了维护人员查找故障，缩短了对系统的维护时间。

2. PLC 的硬件组成

PLC 专为工业现场应用而设计，是一种特殊的计算机，它的组成与计算机相似，具有典型计算机的结构，主要由 CPU、电源、存储器和专门设计的输入/输出接口电路等组成。整体式结构的 PLC 组成如图 1-1-2 所示。

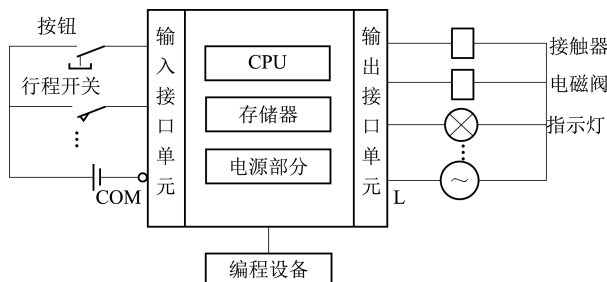


图 1-1-2 整体式结构的 PLC 组成

1) 中央处理单元 (CPU)

PLC 的 CPU 模块主要由控制器、运算器和寄存器组成，它是 PLC 的核心部件，通过数据总线、地址总线和控制总线与存储单元、输入/输出接口电路等相连接。CPU 的主要功能是：诊断内部电路工作状态及编程中的语法错误；用于控制所有其他部件采集并存储输入信号和输入的用户程序数据；按用户程序存储器中存放的先后顺序从存储器中读取指令，进行编译后，存入 CPU 模块内的指令寄存器中；按规定的任务完成各种运算和操作程序；刷新 PLC 的输出；响应各种外围设备。

2) 存储器

PLC 的存储器主要用于存放系统程序、用户程序和数据，一般有系统程序存储器和用户存储器两部分。系统程序存储器用来存放 PLC 生产厂家编写的系统程序，用户不能更改；用户存储器用来存放用户针对具体控制任务，用规定的 PLC 编程语言编写的控制程序和数据。

常用的存储器类型有 RAM、ROM 和 EEPROM 三种。

3) 输入/输出接口电路

输入 (Input) 和输出 (Output) 接口电路简称 I/O 模块，PLC 通过 I/O 模块实现与外围设备的连接，它是 PLC 与工业生产设备或工业生产过程连接的接口，也是联系外部现场和 CPU 模块的重要桥梁。

常用的 I/O 模块有开关量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块等。下面介绍 I/O 模块中的开关量输入接口电路和输出接口电路。

① 开关量输入接口电路。按照输入端电源类型的不同，开关量输入接口电路可分为直流

输入接口电路和交流输入接口电路。

开关量输入接口电路的功能是把外部开关量的状态（例如按钮、拨动开关触点的接通状态或断开状态，晶体管开关的导通状态或截止状态）转换为 PLC 内部存储单元的“1”或“0”状态。为实现这种转换，外部每个开关都要连入一个单独的回路中，这个回路上的元器件主要是：电源、开关、光电耦合器件的输入端，还有限流、滤波器件等。电源和开关在 PLC 外部，其他元器件在 PLC 内部。

内外电路通过输入端子排连接，外部电源和开关串联，开关的另一端接在输入点的端子上，电源另一端接在 COM 端子上。内部的光电耦合器件的输入端和限流电阻等串联后也连在这两个端子上。光电耦合器件的输出端通过内部电路连接输入状态暂存器。

直流输入接口电路见图 1-1-3，图中只画出一个点的内部接口。直流输入接口电路的外部电源是直流 24 V 电源。

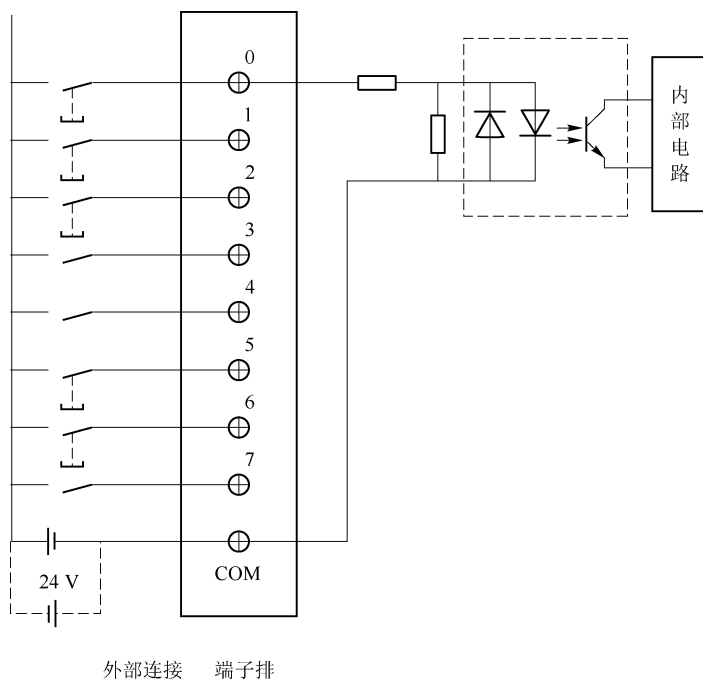


图 1-1-3 直流输入接口电路

有的 PLC 已经把 24 V 电源预先串接在 PLC 的内部接口电路线上，在外部看不见电源，外部接线时只需要把开关或按钮直接接在输入点和 COM 端子上就可以了。

交流输入接口电路的外部电源是交流电源，电压为 110 V 或 220 V（50 Hz 或 60 Hz）。交流输入接口电路的外部输入开关器件需接交流电源。

②开关量输出接口电路。开关量输出接口电路，按照负载使用电源的情况，可分为直流输出接口电路、交流输出接口电路、交直流输出接口电路；按接口电路内输出开关器件的种类可分为晶体管输出、交流固体继电器输出、继电器输出三种接口电路。

晶体管输出接口电路只能带直流负载，属于直流输出接口电路；交流固体继电器输出接口电路只能带交流负载，属于交流输出接口电路；继电器输出接口电路即可带直流负载，又可带交流负载，属于交直流输出接口电路。



a) 继电器 (RLY) 输出接口电路 (交直流输出接口电路)。

继电器输出接口电路指 PLC 中采用小型灵敏继电器作为输出开关元件。外部电源可以是交流电源,也可以是直流电源。继电器输出接口电路如图 1-1-4 所示。

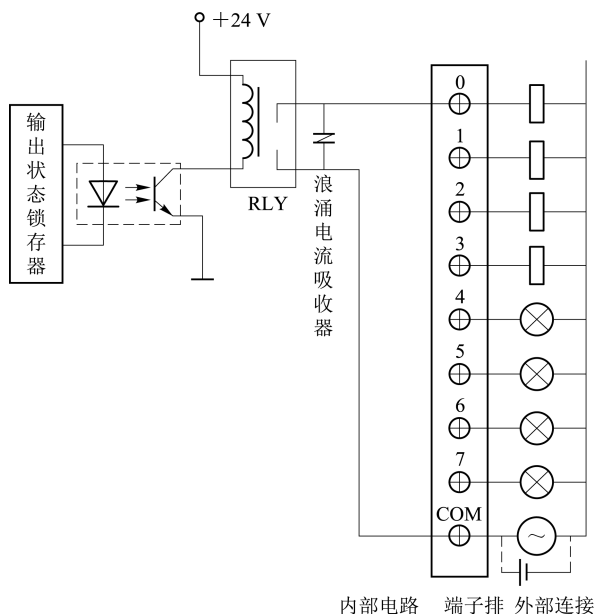


图 1-1-4 继电器输出接口电路

若“输出继电器”中的信号为“1”,送到输出状态锁存器中的“1”信号经驱动放大后,再经光电耦合元件传到作为输出开关的继电器线圈,使继电器线圈得电,而使继电器的常开触点在电磁力的作用下接通。继电器常开触点接通,也就接通了连接外围设备的电路,使外围设备得电工作。若继电器中的信号为“0”,则继电器线圈不会得电,继电器常开触点不能接通,使外围设备不得电。

继电器输出接口电路抗干扰能力强,负载能力大,可接交流负载和直流负载,适应面广,工作可靠。但是这种输出接口电路的信号响应速度相对较慢,转换频率低;还因为继电器是有触点开关,触点分断时可能产生电弧,给控制器增加干扰。

继电器输出接口电路可带较低速大功率交、直流负载。

b) 交流固体继电器输出接口电路 (交流输出接口电路)。

固体继电器 (SSR) 是采用固体半导体元件组装而成的无触点开关。SSR 为四端有源器件,其中两个输入控制端、两个输出端,输出开关元件为双向可控硅或反并联的两个单向可控硅,故交流固体继电器输出接口电路又可称为可控硅输出接口电路,如图 1-1-5 所示。

当“输出继电器”中的信号为“1”时,输出状态锁存器里的“1”信号经过光电耦合器件后去触发双向可控硅,使可控硅导通,由于是双向可控硅,故既可正向导通,又可反向导通,可通交流电。它导通就使交流负载电路(外围设备)导通,以控制负载完成应做的工作。

可控硅输出接口电路的优点是控制电路简单,没有反向耐压问题,特别适于作交流开关。它的信号响应速度比继电器输出接口电路快,但比不上晶体管输出接口电路,负载能力也居中。可控硅输出接口电路内部有浪涌电流吸收器,可用来限制可控硅两端的电压幅度。