

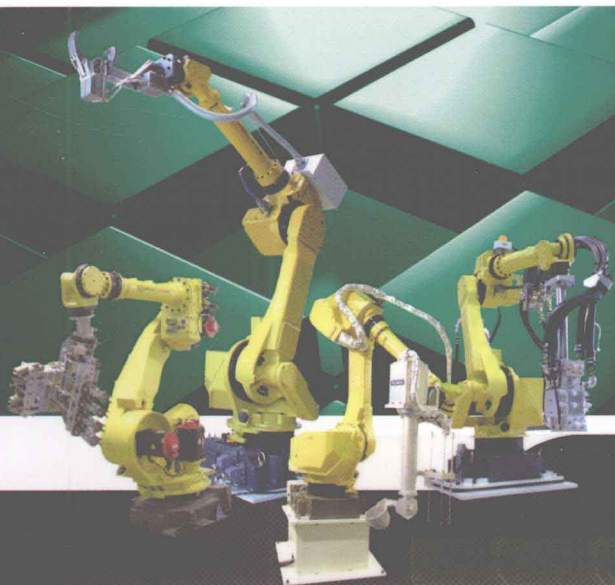


“做学教一体化” 课程改革系列规划教材 >>>>

亚龙集团校企合作项目成果系列教材

机电设备PLC 控制技术

JIDIAN SHEBEI PLC KONGZHI JISHU



邵泽强 滕士雷 主编
杨少光 审

- ★ 事情怎样做就怎样教！事情怎样做就怎样学！做、学、教合一；
- ★ 突破学科体系的框架，按职业岗位对知识和技能的要求，设计工作项目、整合学习内容；
- ★ 提供整体教学解决方案，确保工作项目的完整实施、职业能力的综合培养；
- ★ 本书配有电子教案。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书是“做学教一体化”课程改革系列规划教材之一,是根据职业教育的培养目标,机电设备安装、调试、维护、维修类岗位对 PLC 应用技术的要求,以及职业院校技能大赛机电设备装调项目的相关知识及技能要求编写而成的。

本书采用项目式、任务引领的模式编写,主要内容包括两个模块,以两种典型的教学设备对机电设备的 PLC 控制技术进行阐述。将 PLC 工作原理、基本功能、常用指令及常用的梯形图程序编程方法等教学内容融入到项目设计中,同时安排了大量机电设备与 PLC 控制综合应用项目,在项目的实施过程中深入学习机电设备相关的传感技术、气动技术、变频控制、人机界面及机电一体化设备整机设计与调试。书中项目都给出了参考程序便于读者更快地理解、完成项目。

本书适合作为职业院校机电类、电气类专业相关课程的教材,也可作为职业院校技能大赛相关项目的辅导用书,还可作为相关技术岗位的培训教材。

本书配有免费电子教案、电子课件及源程序代码,凡选用本书作为教材的学校,可登录 www.cmpedu.com,注册并下载。

图书在版编目(CIP)数据

机电设备 PLC 控制技术/邵泽强,滕士雷主编. —北京:机械工业出版社,2012.8

“做学教一体化”课程改革系列规划教材

ISBN 978-7-111-35911-1

I. ①机… II. ①邵…②滕… III. ①机电设备-自动控制系统-高等学校-教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 194332 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:高倩 责任编辑:高倩 王琪

责任校对:肖琳 封面设计:路恩中 责任印制:张楠

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·18.75 印张·419 千字

0001—2000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-35911-1

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

序

在落实《国家中长期教育改革和规划纲要（2010—2020）》新时期职业教育的发展方向、目标任务和政策措施的时候，教育部制定了《中等职业教育改革创新行动计划（2010—2012）》（以下简称《计划》）。《计划》中指出，以教产合作、校企一体和工学结合为改革方向，以提升服务国家发展和改善民生的各项能力为根本要求，全面推动中等职业教育随着经济增长方式转变“动”，跟着产业结构调整升级“走”，围绕企业人才需要“转”，适应社会 and 市场需求“变”。

中等职业教育的改革，着力解决教育与产业、学校与企业、专业设置与职业岗位、课程教材与职业标准不对接，职业教育针对性不强和吸引力不足等各界共识的突出问题。紧贴国家经济社会发展需求，结合产业发展实际，加强专业建设，规范专业设置管理，探索课程改革，创新教材建设，实现职业教育人才培养与产业，特别是区域产业的紧密对接。

《计划》中关于推进中等职业学校教材创新的计划是：围绕国家产业振兴规划、对接职业岗位和企业用人需求，创新中等职业学校教材管理制度，逐步建立符合我国国情、具有时代特征和职业教育特色的教材管理体系。开发建设覆盖现代农业、先进制造业、现代服务业、战略性新兴产业和地方特色产业，苦脏累险行业，民族传统技艺等相关专业领域的创新示范教材，引领全国中等职业教育教材建设的改革创新。2011—2012年，制订创新示范教材指导建设方案，启动并完成创新示范教材开发建设工作。

在落实该《计划》的背景下，中国·亚龙科技集团与机械工业出版社共同组织中中等职业学校教学第一线的骨干教师，为先进制造业、现代服务业和新兴产业类的电气技术应用、电气运行与控制、机电技术应用、电子技术应用、汽车运用与维修等专业的主干课程、方向性课程编写“做学教一体化”系列教材，探索创新示范教材的开发，引领中等职业教育教材建设的改革创新。

多年来，中等职业学校第一线的教师对教学改革的研究和探索，得到了一个共同的结论：要提升服务国家发展和改善民生的各项能力，就应该采用理实一体的教学模式和教学方法。以项目为载体，工作任务引领，完成工作任务的行动导向；让学生在完成工作任务的过程中学习专业知识和技能，掌握获取资讯、决策、计划、实施、检查、评价等工作过程的知识，在完成工作任务的实践中形成和提升服务国家发展和改善民生的各项能力。一本体现课程内容与职业资格标准、教学过程与生产过程对接，符合中等职业学校学生认知规律和职业能力形成规律，形式新颖、职业教育特色鲜明的教材；一本解决“做什么、学什么、教什么？怎样做、怎样学、怎样教？做得怎样、学得怎样、教得怎样？”问题的教材，是中等职业学校广大教师热切期盼的。

承载职业教育教学理念，解决“做什么、学什么、教什么？怎样做、怎样学、怎样教？做得怎样、学得怎样、教得怎样？”问题的教学实训设备，同样是中等职业学校

广大教师热切期盼的。中国·亚龙科技集团秉承服务职业教育的宗旨,潜心研究职业教育。在源于企业、源于实际、源于职业岗位的基础上,开发“既有真实的生产性功能,又整合学习功能”的教学实训设备;同时,又集设备研发与生产、实训场所建设、教材开发、师资队伍建设等于一体的整体服务方案。

广大教学第一线教师的期盼与中国·亚龙科技集团的理念、热情和真诚,激发了编写“做学教一体化”系列教材的积极性。在中国·亚龙科技集团、机械工业出版社和全体编者的共同努力和配合下,“做学教一体化”系列教材以全新的面貌、独特的形式出现在中等职业学校广大师生的面前。

“做学教一体化”系列教材是校企合作编写的教材,是把学习目标与完成工作任务、学习内容与工作内容、学习过程与工作过程、学习评价与工作评价有机结合在一起的教材。呈现在大家面前的“做学教一体化”系列教材,有以下特色:

一、教学内容与职业岗位的工作内容对接,解决做什么、学什么和教什么的问题

真实的生产性功能、整合的学习功能,是中国·亚龙科技集团研发、生产的教学实训设备的特色。根据教学设备,按中等职业学校的教学要求和职业岗位的实际工作内容设计工作项目和任务,整合学习内容,实现教学内容与职业岗位、职业资格的对接,解决中等职业学校在教学中“做什么、学什么、教什么”的问题,是“做学教一体化”系列教材的特色。

职业岗位做什么,学生在课堂上就做什么,把职业岗位要做的事情规划成工作项目或设计成工作任务;把完成工作任务涉及的理论知识和操作技能,整合在设计的工作任务中。拿职业岗位要做的事,必需、够用的知识教学生;拿职业岗位要做的事来做,拿职业岗位要做的事来学。做、学、教围绕职业岗位,做、学、教有机结合、融为一体,“做学教一体化”系列教材就这样解决做什么、学什么、教什么的问题。

二、教学过程与工作过程对接,解决怎样做、怎样学和怎样教的问题

不同的职业岗位,工作的内容不同,但包括资讯、决策、计划、实施、检查、评价等在内的过程却是相同的。

“做学教一体化”系列教材中工作任务的描述、相关知识的介绍、完成工作任务的引导、各工艺过程的检查内容与技术规范和标准等,为学生完成工作任务的决策、计划、实施、检查和评价并在其过程中学习专业知识与技能提供了足够的信息。把学习过程与工作过程、学习计划与工作计划结合起来,实现教学过程与生产过程的对接,“做学教一体化”系列教材就这样解决怎样做、怎样学、怎样教的问题。

三、理实一体的评价,解决评价做得怎样、学得怎样、教得怎样的问题

企业不是用理论知识的试卷和实际操作考题来评价员工的能力与业绩,而是根据工作任务的完成情况评价员工的工作能力和业绩。“做学教一体化”系列教材根据理实一体的原则,参照企业的评价方式,设计了完成工作任务情况的评价表。评价的内容为该工作任务中各工艺环节的知识与技能要点、工作中的职业素养和意识;评价标准为相关的技术规范和标准,评价方式为定性与定量结合,自评、小组与老师评价相结合。

全面评价学生在本次工作中的表现,激发学生的学习兴趣,促进学生职业能力的形成和提升,促进学生职业意识的养成,“做学教一体化”系列教材就这样解决做得怎

样、学得怎样、教得怎样的问题。

四、图文并茂，通俗易懂

“做学教一体化”系列教材考虑到中等职业学校学生的阅读能力和阅读习惯，在介绍专业知识时，把握知识、概念、定理的精神和实质，将严谨的语言通俗化；在指导学生实际操作时，用图片配以文字说明，将抽象的描述形象化。

用中等职业学校学生的语言介绍专业知识，图文并茂的形式说明操作方法，便于学生理解知识、掌握技能，提高阅读效率。对中等职业学校的学生来说，“做学教一体化”系列教材是非常实用的教材。

五、遵循规律，循序渐进

“做学教一体化”系列教材设计的工作任务，有操作简单的单一项目，也有操作复杂的综合项目。由简单到复杂，由单一向综合，采用循序渐进的原则呈现教学内容、规划教学进程，符合中等职业学校学生认知和技能学习的规律。

“做学教一体化”系列教材是校企合作的产物，是职业院校教师辛勤劳动的结晶。“做学教一体化”系列教材需要人们的呵护、关爱、支持和帮助，才能健康发展，才能有生命力。

中国·亚龙科技集团 陈继权

2011年6月 浙江温州

前言

PLC 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。由于其具有可靠性高、抗干扰能力强、通用性强、编程简单、使用方便等特点,能够大大减少控制系统的设计及施工的工作量,同时体积小、重量轻、维护方便、容易掌握,因此在机电一体化设备中得到广泛的应用。

机电设备的 PLC 控制技术是一门实践性很强的课程,在学习的过程中应该大量接触工业现场的实际应用,以应用带动学习,在应用中发现、解决问题、掌握实用技术。作者根据多年的教学实践经验,总结了 PLC 控制技术学习过程中存在的问题及学生学习的难点与困惑,采用项目式教学,精心选择与设计了应用项目,按照从易到难、由浅入深的规律安排课程内容,使得本书具有 PLC 理论知识够用为主、编程方法精选实用、知识面广、知识点精、密切联系实际应用等特点。

本书包括两个模块:

模块一 机电设备 PLC 控制基础应用。通过五个基本项目学习 PLC 工作原理,掌握其基本功能及常用指令的应用,掌握常用的梯形图程序编程方法,同时了解项目中涉及的设备工作原理与应用。

模块二 机电设备 PLC 控制综合应用。深入学习机电设备相关的传感技术、气动技术、变频控制、人机界面及机电一体化设备整机设计与调试的应用。

全书以三菱 FX2N 系列 PLC 为主讲机型,以“做中学、做中教”为主导思想,采用企业中实际项目开发的过程与方法,引导学习从做项目开始,在做的过程中不断遇到问题,不断学习,不断掌握新知识、新方法,加强学生自主学习能力的提高。

本书作者均为多年从事 PLC 项目开发、教学及工程应用的教师和企业科研人员,由邵泽强、滕士雷任主编,参加编写的还有陈庆胜、孔喜梅、李坤、高田海。项目四、项目五、项目七、项目八由邵泽强编写,项目六、项目十、项目十二、项目十三由滕士雷编写,项目九由陈庆胜编写,项目一、项目十一由孔喜梅编写,项目二由李坤编写,项目三由高田海编写。此外在编写本书的过程中,编者得到了亚龙集团科研人员的大力支持,在此一并感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误与疏漏,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

序

前言

绪论..... 1

模块一 机电设备 PLC 控制基础应用

项目一 时序控制的实现	24
任务一 铁塔之光	25
任务二 交通灯控制	48
项目二 位置控制的实现	55
任务一 自动送料装车控制系统	56
任务二 自控轧钢机控制系统	61
项目三 识别控制的实现	71
任务一 多种液体自动混合	71
任务二 邮件分拣机	77
项目四 顺序控制的实现	88
任务一 自控成型机控制系统	88
任务二 电镀生产线的控制	97
项目五 步进电动机控制的实现	104
任务 步进电动机的控制	104

模块二 机电设备 PLC 控制综合应用

项目六 传感器的选用与检测	118
任务一 电感传感器应用	118
任务二 电容传感器应用	122
任务三 光电传感器应用	125
项目七 气动控制技术的实现	132
任务 气动机械手的手动控制	132
项目八 气动机械手的自动控制	150
任务一 气动机械手的搬运控制	151
任务二 气动机械手复杂控制功能的实现	165
项目九 带式输送机的变频调速控制	177
任务一 带式输送机的手动控制	178
任务二 调试自动控制的带式输送机	196

项目十 工件检测分拣系统的自动控制	202
任务 工件检测分拣系统的设计	203
项目十一 人机界面的应用	213
任务 用触摸屏控制带式输送机运行	214
项目十二 设备保护与报警设计	238
任务一 带自检功能的自动搬运分拣系统	238
任务二 系统的报警功能设计	252
任务三 系统的保护功能设计	259
项目十三 设备多种工作方式的设计	268
任务一 自动搬运分拣系统调试	268
任务二 系统多种工作方式的控制	284
参考文献	292

绪论

0.1 PLC 的起源和定义

0.1.1 PLC 的来源

在制造、过程工业中，有大量的开关量顺序控制，系统按照逻辑条件进行顺序动作，并按照逻辑关系进行联锁保护控制，其中还包含大量离散量的数据采集。传统系统是通过气动或继电器-接触器控制系统来实现的，直到 1968 年美国通用汽车（GM）公司提出取代继电器-接触器控制系统装置的要求，并提出制造满足下列 10 个要求的控制器的设想：

- ① 编程简单，可在现场修改程序；
- ② 维护方便，采用插件式结构；
- ③ 可靠性高于继电器-接触器控制装置；
- ④ 体积小于继电器-接触器控制柜；
- ⑤ 价格可与继电器-接触器控制柜竞争；
- ⑥ 可将数据直接送入计算机；
- ⑦ 可直接用市电交流输入；
- ⑧ 输出采用交流市电，能直接驱动电磁阀、交流接触器等；
- ⑨ 通用性强，扩展时原有系统只需很小变更；
- ⑩ 程序要能存储，存储器容量可扩展到 4KB。

1969 年，美国数字设备公司（DEC）根据上述要求研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置，使得电气控制功能实现程序化，并在 GM 公司汽车生产线上首次应用成功，实现了生产的自动控制。这时期的可编程序控制器主要用于顺序控制，并只能进行逻辑运算，这就是第一代可编程序控制器（Programmable Controller, PC）。为了与个人计算机（Personal Computer）区别，习惯用 PLC（Programmable Logic Controller）作为可编程序控制器的缩写。

0.1.2 PLC 的概念

PLC 是一个以微处理器为核心的运行数字运算操作的电子系统装置，是专为在工业环境中应用而设计的。它采用一类可编程的存储器，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，并通过数字或模拟式输

入/输出控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关外部设备都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。上述 PLC 的定义强调了 PLC 应直接应用于工业环境,因此必须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围。1992 年又对硬件和软件做了修订。

我国从 1974 年也开始研制 PLC,1977 年开始工业应用。目前,PLC 已经大量地应用在楼宇自动化、家庭自动化、商业、公用事业、测试设备和农业等领域,并涌现出大批应用 PLC 的新型设备。掌握 PLC 的工作原理,具备设计、调试和维护 PLC 控制系统的能力,已经成为现代工业对电气技术人员和工科学生的基本要求。

0.1.3 PLC 的发展及应用

随着电子技术和计算机技术的发生,可编程序控制器(当时多称 PC)的功能越来越强大,其概念和内涵也不断扩展。20 世纪 80 年代,个人计算机发展起来,也简称为 PC,为了方便,也为了反映可编程序控制器的功能特点,美国 A-B 公司将可编程序控制器定名为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。

20 世纪 80 年代至 90 年代中期是 PLC 发展最快的时期。这段时间,PLC 的模拟量处理能力、数字运算能力、人机接口能力和网络能力得到了大幅度提高,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(集散控制系统)。

进入 21 世纪工业个人计算机(IPC)技术和关于 FCS(现场总线控制系统)的技术发展迅速,挤占了一部分 PLC 市场,PLC 应用量的增长速度出现渐缓的趋势,但其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。

PLC 的应用几乎涵盖了所有行业,小到简单的或顺序动作控制,大到整厂的流水线、大型仓储、立体停车场,更大的还有大型的制造行业、交通行业等。图 0-1 与图 0-2 展示的就是 PLC 在两个行业的典型应用示意图。

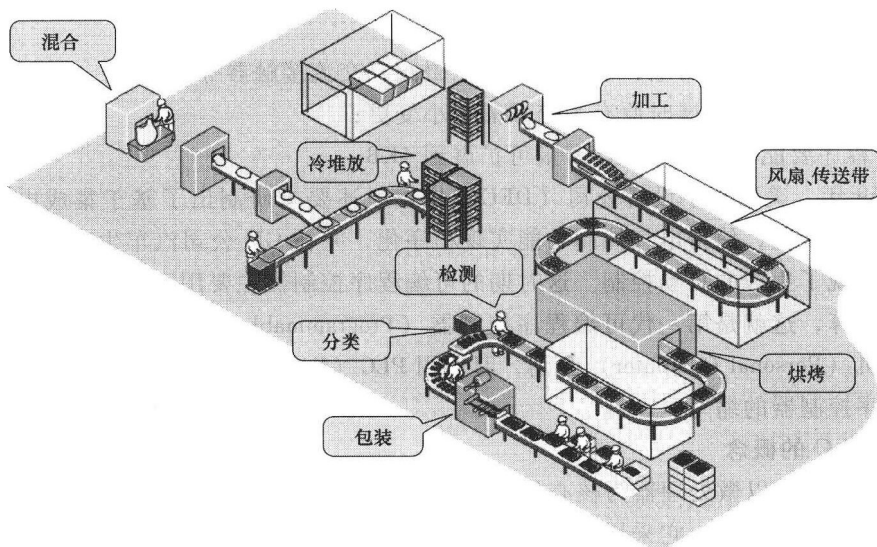


图 0-1 PLC 在食品、包装行业的应用

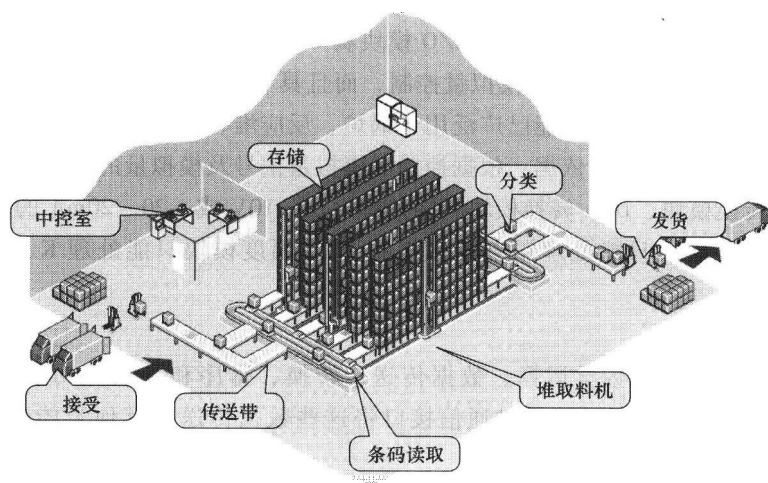


图 0-2 PLC 在自动仓库、物流行业的应用

我国在 PLC 生产方面较为薄弱，但在 PLC 应用方面是很活跃的，近年来每年约新投入 10 万台（套）PLC 产品，年销售额约 30 亿人民币。在我国，一般按 I/O 点数将 PLC 分为以下级别（但不绝对，国外分类有些区别）：

- ① 微型 PLC，含 32 I/O 点数；
- ② 小型 PLC，含 256 I/O 点数；
- ③ 中型 PLC，含 1024 I/O 点数；
- ④ 大型 PLC，含 4096 I/O 点数；
- ⑤ 巨型 PLC，含 8192 I/O 点数。

在我国应用的 PLC 系统中，I/O 点数在 64 点以下的 PLC 销售额占整个 PLC 的 47%，64~256 点的占 31%，合计占整个 PLC 销售额的 78%。目前在国内外，PLC 已广泛应用于冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、轻工、环保及文化娱乐等各行各业，随着 PLC 性价比的不断提高，其应用领域不断扩大。

0.1.4 从应用类型看，PLC 的应用大致可归纳为以下几个方面

1. 开关量逻辑控制

利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能实现逻辑控制，可以取代传统的继电器-接触器控制，用于单机控制、多机群控制、生产自动线控制等，如机床、注塑机、印刷机械、装配生产线、电镀流水线及电梯的控制等。这是 PLC 最基本的应用，也是其最广泛的应用领域。选型依据：因系统控制功能为顺序控制，主要根据系统设计的 I/O 点数来确定 PLC 型号及 I/O 模块的型号。

2. 运动控制（伺服）

大多数 PLC 都有拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。这一功能广泛用于各种机械设备，如对各种机床、装配机械、机器人等进行运动控制。选型依据：根据控制轴的数量及定位精度及所用的 I/O 点数来确定 PLC 及定位模块。

3. 过程控制

大、中型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能，有的小型 PLC 也具有模拟量 I/O 模块。所以 PLC 可实现模拟量控制，而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制，用于过程控制。这一功能已广泛用于锅炉、反应堆、水处理、酿酒以及闭环位置控制和速度控制等方面。选型依据：根据控制的模拟量信号及模拟量的多少来选择合适的模块，如 A-D 转换模块、D-A 转换模块只能处理 $-10 \sim 10\text{V}$ 或 $-20 \sim 20\text{mA}$ 的电压信号或电流信号；PT 温度模块只能处理铂电阻传感器；TC 温度模块只能处理 K、J 热电偶型传感器。

4. 数据处理

现代的 PLC 都具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表等功能，可进行数据的采集、分析和处理，同时可通过通信接口将这些数据传送给其他智能装置进行处理，如计算机数值控制（CNC）设备。

5. 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备之间的通信。PLC 系统与通用计算机可直接或通过通信处理单元、通信转换单元相连构成网络，以实现信息的交换，并可构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统，满足工厂自动化（FA）系统发展的需要。从大体上来讲，工厂的网络系统可以分为 3 级：

1) 底层最低网络等级：现场网络/CC-LINK 网络，如 PLC 与变频器、显示器、智能仪表，条形码阅读器及其他现场设备间的通信。

2) 生产现场链接的中层网络：控制网络/MELSECNET/PLC 与 PLC、PLC 与 CNC，用于在控制设备之间传送直接与机械或设备运行相关的数据，控制网络必须具备最佳的实时能力。

3) 最高网络等级：信息网络/以太网设计用于在 PLC 或设施控制器和生产控制计算机之间传送生产控制信息、质量控制信息、设施运行状态和其他信息。

0.1.5 PLC 的发展趋势

1. 人机界面更加友好

PLC 制造商纷纷通过收购、联合软件企业或发展软件产业，致力于提高自己的软件水平，目前多数 PLC 品牌已拥有与之相应的开发平台和组态软件。软件和硬件的结合，提高了系统的性能，同时为用户的开发和维护降低了成本，更易形成人机友好的控制系统。目前，PLC + 网络 + IPC + CRT 的模式已被广泛应用。

2. 网络通信能力大大加强

PLC 制造商在原来 CPU 模板上提供物理层 RS232/422/485 接口的基础上，逐渐增加了各种通信接口，而且提供完整的通信网络。

3. 开放性和互操作性大大提高

早期的 PLC 发展历程中，各 PLC 制造商为了垄断和扩大各自市场，各自发展自己的标准，兼容性很差，但各制造商逐渐认识到，开放是发展的趋势。开放的进程可以从以下几个方面反映出来：

1) IEC 形成了现场总线标准，这一标准包含 8 种标准。

2) IEC 制订了基于 Windows 的编程语言标准,有指令表 (IL)、梯形图 (LD)、顺序功能图 (SFC)、功能块图 (FBD)、结构化文本 (ST) 5 种编程语言。

3) OPC (OLE for Process Control) 基金会推出了 OPC 标准,进一步增强了软硬件的互操作性,通过 OPC 一致性测试的产品,可以实现方便、无缝隙的数据交换。

4) PLC 的功能进一步增强,应用范围越来越广泛。PLC 的网络能力、模拟量处理能力、运算速度、内存、复杂运算能力均大大增强,不再局限于逻辑控制的应用,而越来越应用于过程控制方面,除了石化过程等个别领域。

5) 工业以太网的发展对 PLC 有重要影响。以太网应用非常广泛,其成本非常低,为此,人们致力于将以太网引进控制领域,各 PLC 制造商纷纷推出适应以太网的产品或中间产品。

6) 软 PLC 在中国的发展。所谓软 PLC 实际就是在计算机的平台上、在 Windows 操作环境下,用软件来实现 PLC 的功能。

7) PAC 的出现。PAC 表示可编程自动化控制器,用于描述结合了 PLC 和计算机功能的新一代工业控制器。传统的 PLC 制造商使用 PAC 的概念来描述他们的高端系统,而计算机控制厂商则用来描述他们的工业化控制平台。

0.1.6 PLC 的主要优势

1. 可靠性高,抗干扰能力强

PLC 对电源、CPU、存储器等严格屏蔽,几乎不受外部干扰,有很好的冗余技术。例如,家用电视机、显示器、收音机等,一旦旁边有电话或其他电磁波,都能明显发现干扰很大,PLC 则不受这些干扰信号影响。另外,PLC 采用微电子技术,内部大量的采用无触点方式,使用寿命大大加长,正常情况下寿命在 5 年以上。

2. 通用性强

控制程序可变,使用方便。例如,一条流水线或一台控制设备按控制要求调试好后,过段时间要更换工艺流程,更换另一种控制,只要对程序部分进行修改,而硬件、线路不需改动,方便、省钱、省时、省力。在这方面,继电器-接触器控制电路是无法比拟的。

3. 编程简单,容易掌握

梯形图与继电器-接触器控制电路类似,控制电路清晰直观,很容易上手。

4. 功能完善

目前,PLC 具有数字量、模拟量 I/O,逻辑、算术运算,定时,记数,顺序控制,通信,人机对话,自检,记录,显示等功能。

5. 减少控制系统的设计及施工的工作量

PLC 可以通过软件编程,而继电器-接触器控制电路是通过硬接线来达到控制目的。PLC 可以进行模拟调试,以减少现场的工作量,体积小、重量轻、维护方便。

0.2 PLC 硬件结构及工作原理

0.2.1 PLC 的主要产品

1) 国外 PLC 品牌:施耐德、罗克韦尔 (A-B)、德国西门子公司、GE 公司,还有

日本的欧姆龙、三菱、富士、松下、东芝等。

2) 国内 PLC 品牌: 深圳德维森、深圳艾默生、无锡光洋、无锡信捷、北京凯迪恩、北京安控、黄石科威、洛阳易达、浙大中控、浙大中控、南京冠德、兰州全志等, 约 30 家。

3) 三菱 PLC 产品主要有 FX 系列、A 系列、Q 系列。

0.2.2 三菱 PLC 的型号及选型

1. FX 系列

表 0-1 三菱 FX 系列 PLC 的主要型号

FX1S 系列	FX1S-10MR	FX1S-14MR	FX1S-20MR	FX1S-30MR
	FX1S-10MT	FX1S-14MT	FX1S-20MT	FX1S-30MT
	FX1S-10MR-D	FX1S-14MR-D	FX1S-20MR-D	FX1S-30MR-D
	FX1S-10MT-D	FX1S-14MT-D	FX1S-20MT-D	FX1S-30MT-D
FX1N 系列	FX1N-14MR	FX1N-24MR	FX1N-40MR	FX1N-60MR
FX2N 系列	FX2N-16MR	FX2N-32MR	FX2N-48MR	FX2N-64MR
	FX2N-80MR	FX2N-128MR		

2. 型号规格

三菱 FX 系列 PLC 的型号说明如图 0-3 所示。

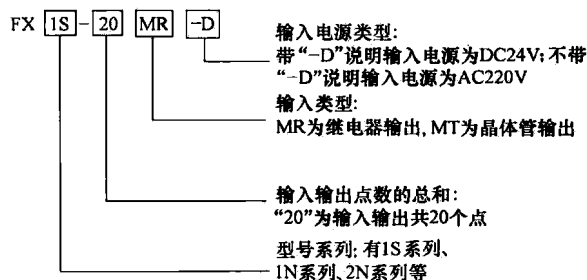


图 0-3 三菱 FX 系列 PLC 的型号说明

注: 现在有些 FX 系列 PLC 的型号后面有“-001”, 说明是源型(公共点接入负电位, 针对 AC220V 输入输出而言, 高电平有效)的 PLC, 接线时要注意。也有部分 FX 系列 PLC 的型号后面是 EU/UL 的, 说明是漏型(公共点接入正电位, 低电平有效, 三菱 PLC 定义与之不同, 应注意区别)的 PLC。

3. 型号说明举例

FX2N-64MR-001 是三菱 PLC 中的 FX2N 系列的 PLC, I/O 总的点数为 64 点, 输入 32 点, 输出 32 点, 输出类型是继电器输出, 输入电源 AC220V, 属源型 PLC。A 系列主要有 A1S (H)、A2S (H)、A2USH、A3U、A4U 等; Q 系列主要有 Q00、Q01、Q02 (H)、Q06H、Q12H、Q25 (P) H 等。

FX 系列扩展单元举例如下。

1) I/O 扩展。

输入扩展：FX2N-16EX——16 点扩展输入模块；

输出扩展：FX2N-16EYR——16 继电器输出扩展模块；

FX2N-16EYT——16 晶体管输出扩展模块。

2) I/O 混合扩展。

FX2N-32ER——16 点输入、16 点继电器输出混合扩展模块。

上述所列型号中的数字“16”、“32”是指 I/O 的总点数“EX”是指输入扩展模块，“EYR”是指继电器输出扩展模块，“EYT”是指晶体管输出扩展模块，“ER”是指输入、输出混合扩展模块。

4. 特殊功能模块说明

模拟量混合：FX0N-3A（2 路模拟量输入，1 路模拟量输出）。

模拟量输入模块：FX2N-2AD，FX2N-4AD，FX2N-8AD。

温度模块：FX2N-4AD-PT，FX2N-4AD-TC。

模拟量输出模块：FX2N-2DA，FX2N-4DA。

温度调节模块：FX2N-2LC。

高速计数模块：FX2N-1HC。

定位模块（脉冲输出模块）：FX2N-1PG，FX2N-10GM，FX2N-20GM。

CCLINK 模块：FX2N-16CCL-M 主站模块，FX2N-16LNK-M 远程 I/O 模块。

5. PLC 的选型

FX1S 系列最多带 30 个 I/O 点，一般不能扩展（最多带 4 个输入扩展），适用于小点数控制系统，性价比高。

FX1N 系列最多带 128 个 I/O 点，并具有扩展模块接口，可以接入通信模块、模拟量模块、高速计数模块、CCLINK 模块等，功能较强，性价比较高。

FX2N 系列最多带 256 个 I/O 点，是 FX 系列 PLC 里面功能比较先进的系列，具备更高的灵活性，增加了时钟控制、过程 PID 控制、很强的数学指令集等，是小系统工业自动化应用中的首选 PLC。

0.2.3 PLC 的分类

1. 按 PLC 的硬件结构分类

1) 从组成结构上分为固定式及组合式。

① 固定式：PLC 各部件组合成一个不可拆卸的整体。

② 组合式（模块式）：PLC 的各部件按照一定规则组合配置。

2) 按 I/O 点数及内存容量分为微型 PLC、小型 PLC、中型 PLC、大型 PLC、巨型 PLC。

3) 按输出形式分为继电器输出，晶体管输出和晶闸管输出。

① 继电器输出：为有触点输出方式，适用于低频大功率直流或交流负载。

② 晶体管输出：为无触点输出方式，适用于高频小功率直流负载。

③ 晶闸管输出：为无触点输出方式，适用于高速大功率交流负载。

2. PLC 的硬件结构组成及各部分的功能

三菱 PLC 的硬件结构如图 0-4 所示。由图中可以看出，PLC 主要包括中央处理器

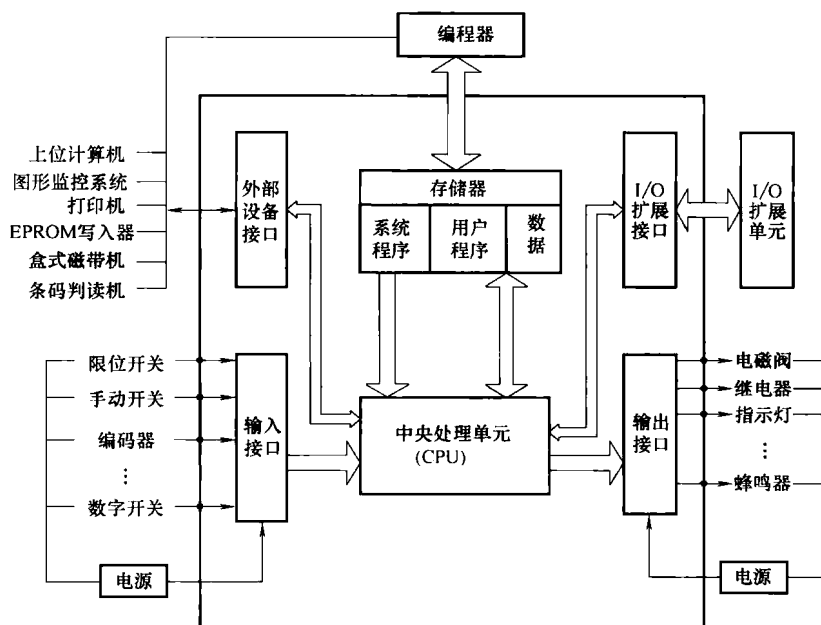


图 0-4 三菱 PLC 的硬件结构

(CPU)、输入/输出 (I/O)、存储器、电源等。

1) CPU: CPU 是 PLC 的核心, 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 的主要作用有:

- ① 接受从编程设备输入的用户程序和数据;
- ② 诊断电源、内部电路, 排查程序的语法错误;
- ③ 通过输入接口, 读取外部输入信号的状态, 存入输入映像寄存器;
- ④ 读取用户程序, 逐条逐步的执行, 并把计算结果存入输出状态寄存器。

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、I/O 数量及软件容量等, 因此限制着控制规模。

2) 输入/输出 (I/O) 模块: PLC 与外部设备的接口是通过输入/输出 (I/O) 部分完成的。输入模块是将电信号变换成数字信号进入 PLC 系统, 输出模块相反。I/O 种类: 有开关量输入 (DI)、开关量输出 (DO)、模拟量输入 (AI)、模拟量输出 (AO)。开关量是指只有开和关 (或 1 和 0) 两种状态的信号, 如按钮、转换开关、限位开关、数字开关、光电开关等。模拟量是指连续变化的量, 如温度、电压、电流、流量、压力等数据变化的量。除了上述通用 I/O 外, 还有特殊 I/O 模块, 如热电阻、热电偶、脉冲、通信等模块。

3) 存储器: 存储器主要用于存储应用程序、用户程序及数据, 是 PLC 不可缺少的组成单元。不同机型的 PLC 其内存大小也不尽相同。

4) 电源模块: 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 24V 的工作电源。电源输入类型有交流电源 (AC220V 或 AC110V)、直流电源 (常用的为 AC24V)。

5) 底板或机架：大多数模块式 PLC 使用底板或机架，其作用是：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。

6) PLC 系统的其他设备：编程设备：手持型编程器、计算机、人机界面。

3. PLC 的工作原理

PLC 的工作过程如图 0-5 所示。

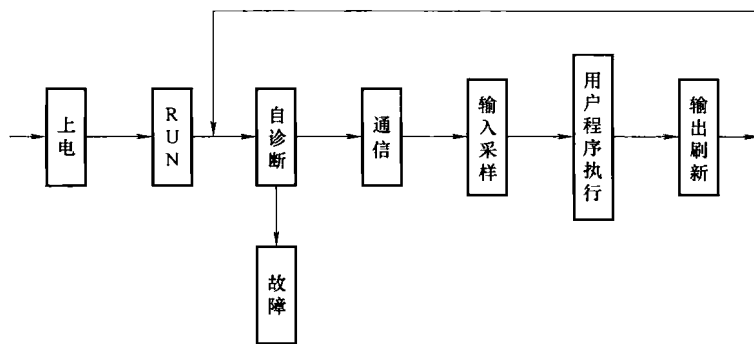


图 0-5 PLC 工作过程示意图

PLC 从自诊断一直到输出刷新为一个扫描周期，即 PLC 的扫描周期为自诊断、通信、输入采样、用户程序执行、输出刷新所有时间的总和。

PLC 是一遍又一遍地重复循环执行着扫描周期，即从自诊断到输出刷新，然后再从自诊断到输出刷新，……，这样一直循环扫描。

1) 自诊断：即 PLC 对本身内部电路、内部程序、用户程序等进行诊断，看是否有故障发生，若有异常，PLC 不再执行后面的通信、输入采样、用户程序执行、输出刷新等过程，处于停止状态。

2) 通信：PLC 会对用户程序及内部应用程序进行数据的通信过程。

3) 输入采样：PLC 每次在执行用户程序之前，会对所有的输入信号进行采集，判断信号是接通还是断开，然后把判断完的信号存入输入映像寄存器，然后开始执行用户程序，程序中信号的通与断就根据输入映像寄存器中信号的状态来执行。

4) 用户程序执行：即 PLC 对用户程序逐步、逐条的进行扫描的过程。

5) 输出刷新：PLC 在执行过程中，即使输出信号为接通状态，也不会立即使输出端子动作，一定要程序执行到 END（即一个扫描周期结束）后，才会根据输出的状态控制外部端子的动作。

比较图 0-6 中两个程序的异同。

这两段程序只是把前后顺序调换了一下，但是执行结果却完全不同。程序 1 中的 Y001 在程序中永远不会有输出。程序 2 中的 Y001 当 X001 接通时就能有输出。这两个例子说明：同样的若干条梯形图，其排列次序不同，执行的结果也不同。顺序扫描的话，在梯形图程序中，PLC 执行最后面的结果。

0.2.4 I/O 接线

1) 输入点接线：每个输入点都有一个内部输入继电器线圈，若内部输入继电器线