

攻克欧姆龙PLC技术壁垒 学透欧姆龙PLC技术精华

欧姆龙**PLC**技术 完全攻略

高安邦 李逸博 马 欣 主编
李贻玲 张晓辉 陈 武 主审

PLC

化学工业出版社

欧姆龙PLC技术 完全攻略

高安邦 李逸博 马 欣 主编
李贻玲 张晓辉 陈 武 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

“攻略”引自成语“攻城略地”，即“进攻占领”的意思。《欧姆龙 PLC 技术完全攻略》一书就是要攻克欧姆龙 PLC 技术壁垒，将 PLC 技术的学习诀窍、流程指南、注意要点、学习方法、应用技巧等告知，让读者省去摸索的时间，少走或不走弯路，完全把欧姆龙 PLC 技术学到手，实现事半功倍的效果。

本书以工程应用的开发设计为主线，从实用的角度出发，首先详尽介绍了欧姆龙 PLC 技术必需的基础知识，然后结合实际应用案例，引导读者循序渐进地掌握欧姆龙 PLC 的应用技术。本书内容主要包括快速打开 PLC 技术领域的大门、熟知欧姆龙 PLC 的主要硬件资源、善用欧姆龙系列 PLC 的主要软件资源、掌握欧姆龙系列 PLC 的编程工具软件、探索 PLC 控制系统的设计及编程方法与技巧、传承 PLC 工程应用的基本编程环节和典型小系统设计、进行欧姆龙系列 PLC 开发应用的编程实践训练、进行 PLC 模拟量控制的工程应用开发实践、探索欧姆龙 PLC 通信与扩展的应用开发设计实践等。本书的宗旨是以“授人以渔”的方法，指导和引领 PLC 工程技术人员在掌握正确的设计理念和方法的基础上，以设计实践案例为示范和样板，与时俱进、举一反三，不断创新，真正能设计出 PLC 工程应用的精品。

本书内容翔实、图文并茂、讲解透彻、实用性强，可供从事 PLC 工程应用的技术人员学习使用，也可作为大中专院校相关专业的教材和参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

欧姆龙 PLC 技术完全攻略/高安邦, 李逸博, 马欣主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-122-25336-1

I. ①欧… II. ①高… ②李… ③马… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 240383 号

责任编辑: 李军亮
责任校对: 陈 静

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 35 字数 915 千字 2016 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 128.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员

主 编	高安邦	李逸博	马 欣
副主编	姜立功	冉 旭	罗泽艳
参 编	杨晓锋	吴多锦	缪丹丹
主 审	李贻玲	张晓辉	陈 武

序

可编程控制器（PLC）作为一种现代新型工业用控制装置，具有功能性强、安全可靠、指令系统简单、编程简便易学、易于掌握、体积小、维修工作量少、现场连接方便等一系列显著优点，不仅可以取代传统的“继电器-接触器”控制系统以实现逻辑控制、顺序控制、定时/计数等各种功能，大型高档的 PLC 还能像微型计算机那样进行数字运算、数据处理、模拟量调节、运动控制、闭环过程控制以及联网通信等。

目前，PLC 已被广泛应用于机械制造、机床、冶金、采矿、建材、石油、化工、汽车、电力、造纸、纺织、装卸、环保等行业，其市场份额已经超过了 DCS、智能控制仪表、IPC 等工控设备。在自动化领域，PLC 与数控机床、工业机器人、CAD/CAM 被并称为现代工业技术的四大支柱并已跃居榜首，尤其在工程项目中的应用越来越广泛。PLC 及其网络现已成为工矿企业中首选的工业控制装置，由 PLC 组成的多级分布式控制网络也已成为现代工业控制系统的主要组成部分，其应用的深度和广度也代表了一个国家工业现代化的先进程度。

随着国内各类加工基地的建设，生产线、加工设备和加工中心的启用，PLC 控制系统的应用还将进一步扩大。因此，学习 PLC 系统的意义十分重大，用好 PLC 的意义更为深远；学用 PLC 技术实现对现代工程设备的稳定可靠控制、提升产品的竞争力，已成为目前推动这一技术发展的主要驱动力量。

随着 PLC 技术在我国各个应用领域的逐步普及和大量应用，需要掌握 PLC 产品基础和实用开发技术的工程技术人员群体也在不断扩大，国内各理工科大学和高职院校都相继开设了 PLC 应用技术专业课程。可见，PLC 应用技术已成为当代理工院校师生、广大工程技术人员竞相掌握的一门重要技能。

随着 PLC 技术的广泛应用，如何更深层次地应用 PLC 技术，在工程实践中进行 PLC 的更深入的应用开发，更充分地利用 PLC 产品丰富的内部资源完成复杂项目的开发等问题不断困扰着采用 PLC 技术进行工程项目开发的相关人员。因此，如何帮助广大高校师生、工程技术人员迅速解决上述难题已然成为一个亟待解决的问题。目前，解决这些问题的重要手段就是在源头上多下工夫。比如，编写一些高质量的实用图书，以“授人以渔”的方法，帮助读者真正掌握 PLC 产品的基础知识和各种实用开发技术，解决在实际工程项目开发过程中所遇到的各种困扰，从而更快、更好地完成各种实际项目的开发和设计。

为了满足广大工程技术人员对 PLC 系统设计的需要，便于读者全面、系统、深入地掌握 PLC 的最新应用技术，在国家级优秀出版社的策动下，高安邦教授主持编著出版了一些有关 PLC 工程应用设计的新书，由于它们浓墨重彩于工程应用设计实践，因此深受广大读者欢迎。应广大读者的要求和化学工业出版社之约，高安邦教授又组织编写了这部以欧姆龙系列 PLC 在工程控制领域的开发应用完全攻略为主线的新作，更具有与时俱进的实用价值。

本书以欧姆龙 PLC 工程开发应用为目的，在广泛吸收国外先进标准、先进设计思想的基础上，以工程应用的开发设计为主线，从实用的角度出发，详尽介绍了 PLC 工程应用设计必需的技术基础；用“授人以渔”的方法，重点介绍了 PLC 基本指令的编程规则与技巧、

PLC 工程开发应用设计的方法；又给出了大量的工程应用设计实践案例，内容丰富，可读性、可用性和实践性强。榜样的力量是无穷尽的，完全攻略能给人提供攻克欧姆龙 PLC 技术的流程指南、注意要点、诀窍、方法和步骤等，给人以指引和启迪；设计实践案例能够提供示范、样板和经验，让读者省去摸索的时间，少走或不走弯路，完全把欧姆龙 PLC 学到手，达到事半功倍的效果；其宗旨就是引领 PLC 工程技术人员在掌握正确的设计理念和方法的基础上，以设计实践案例为示范和样板，与时俱进、举一反三，不断创新，真正能设计出 PLC 工程应用的精品。

本书具有如下主要特点：

① 内容全面、体系完备。本书从不同层面和深度，介绍利用 PLC 开发工具进行工程应用开发设计的全过程，内容翔实，覆盖面广。

② 实践性强、案例典型。本书注重实践性，书中所有案例都已经过验证，均可实现，并具有较强的代表性，读者可通过案例对相应技术点有清晰直观的了解。

③ 把握新知、结合实际。本书对欧姆龙系列 PLC 产品的新知识、新特性、新功能做了详尽的介绍。书中很多技术点都是编著者已经在实际工作中大量运用的，它们是开发经验的提炼和总结，相信会给读者启迪和帮助。

我们衷心祝贺这部新作的出版，相信它对提高我国 PLC 工程技术人员的设计能力和水平，提升我校的学术水平和地位，以及为我国职业教育的蓬勃发展和崛起腾飞发挥作用。



海南省三亚学院和三亚技师学院特聘教授/黑龙江农垦职业学院教授



海南省三亚技师学院副院长/电气高级讲师/高级技师/高级考评员/
国家技能大师/荣获 2012 年第十一届全国技能人才培养突出贡献奖



海南省三亚技师学院副院长/高级讲师
/海南省 2014 年度先进教育工作者

可编程控制器 (PLC) 是近年才发展起来的一种新型工业用控制装置。它可以取代传统的“继电器-接触器”控制系统实现逻辑控制、顺序控制、定时、计数等各种功能,中/大型高档 PLC 还能像微型计算机 (PC) 那样进行数字运算、数据处理、模拟量调节以及联网通信等。它具有通用性强、可靠性高、指令系统简单、编程简便易学、易于掌握、体积小、维修工作量少、现场连接方便等一系列显著优点,已广泛应用于机械制造、机床、冶金、采矿、建材、石油、化工、汽车、电力、造纸、纺织、装卸、环境保护等各行各业,已经分别超过了 DCS、智能控制仪表、IPC 等工控设备的市场份额;在自动化领域,PLC 与数控机床、工业机器人、CAD/CAM 并称为现代工业技术的四大支柱并已跃居榜首;尤其在机电一体化产品中的应用更是越来越广泛,已成为改造和研发机电一体化产品最理想的首选/优选控制器;其应用的深度和广度也代表了一个国家工业现代化的先进程度。随着中国日趋成为世界的加工中心,各类加工基地的建设,生产线、加工设备和加工中心的大量启用,PLC 工程控制系统的应用还将进一步扩大。因此,学习 PLC 系统的意义十分重大,用好 PLC 的意义更为深远;学用 PLC 技术来实现对现代工程设备的稳定可靠控制、提升产品的竞争力,已成为目前推动这一技术发展的主要驱动力量。

为了推动 PLC 技术的普及应用,近年来国内外已出版的 PLC 书籍的确不少,但大都是侧重于肤浅地介绍 PLC 的一般工作原理,同时结合少量简单的编程练习和实验,而真正从工程实践应用的角度和深度详尽介绍 PLC 工程应用设计的书籍还不多见。PLC 控制技术原理与 PLC 工程应用设计严重脱节,读者读完该书后不会应用先进的 PLC 高新技术改造技术落后的传统机电老设备和创新设计机电一体化新产品,甚至不知道 PLC 技术是怎样控制机电设备的,这就是目前图书市场上 PLC 控制技术某些书籍的严重弊端和缺陷。

为了克服这一弊端和缺陷,应化学工业出版社之约,我们已经组织编写出版了一些有关 PLC 工程应用设计的新书,由于它们浓墨重彩于工程应用设计实践,因此深受广大读者欢迎。

在众多类型的 PLC 中,日本的欧姆龙和三菱、德国的西门子、法国的施耐德、美国的 A-B 公司是世界著名且为中国 PLC 市场最大的 5 家供应商,其产品占据了市场份额的 70% 以上。尤其是欧姆龙公司的 PLC 有微型、小型、中型和大型四大类十多个型号及相关配套产品,各具特色,各有所长,在中国市场的占有率位居前列;特别是它的小型 P 型机在用户中享有很高的声誉。本书中的 PLC 选用了在我国引进最早、应用最广泛,在各类 PLC 书籍中选用也最多、最具有代表性、普遍性和先进性的欧姆龙公司的各种 PLC,对其他公司/其他机型的 PLC 也具有较方便和实用的可移植性。

本书的写作意图不仅仅是满足一般低层次普及知识的需要,更偏重于中/高档次复杂控制系统的开发应用。它以工程应用的完全攻略为主线,从实用的角度出发,详尽介绍了 PLC 工程应用设计必需的技术基础;用“授人以渔”的方法,重点介绍了 PLC 基本指令的编程规则与技巧、PLC 工程开发应用设计的方法;又给出了大量的工程应用设计实践案例,

内容丰富,可读性、可用性和实践性强。榜样的力量是无穷尽的,完全攻略能给人提供攻克欧姆龙 PLC 技术的流程指南、注意要点、诀窍、方法和步骤等,给人以指引和启迪;设计实践案例能够提供示范、样板和经验,让读者省去摸索的时间,少走或不走弯路,完全把欧姆龙 PLC 学到手,达到事半功倍的效果;其宗旨就是引领 PLC 工程技术人员在掌握正确的设计理念和方法的基础上,以设计实践案例为示范和样板,与时俱进、举一反三,不断自主创新,真枪实弹地设计出 PLC 工程应用的精品来。

全书共有 9 章,内容包含:快速打开 PLC 技术领域的大门;熟知欧姆龙 PLC 的主要硬件资源;善用欧姆龙系列 PLC 的主要软件资源;掌握欧姆龙系列 PLC 的编程工具软件;探索 PLC 控制系统的设计及编程方法与技巧;传承 PLC 工程应用的基本编程环节和典型小系统设计;进行欧姆龙系列 PLC 开发应用的编程实践训练;进行 PLC 模拟量控制的工程应用开发实践;探索欧姆龙 PLC 通信与扩展的应用开发设计实践;附录和参考文献等。

本书由荣获 2012 年第十一届国家高技能人才培养突出贡献奖的海南省三亚技师学院/国家高技能人才培养示范基地、沈阳集团铁岭市华通开关有限公司、黑龙江东方影视传媒学院、三亚理工职业学院、哈尔滨华崴集团和 2014 年通过了国家教育部教学质量评估的三亚学院等单位校企合作联合编写。本书的编写既是编者多年来从事教学研究和科研开发实践经验的概括和总结,又博采了目前各著作和教材之精华。参加本书编写工作的有高安邦教授(内容策划、制定编写大纲、前言、第 4 章、参考文献等)、沈阳集团铁岭市华通开关有限公司研发中心经理李逸博工程师(第 9 章)、黑龙江东方影视传媒学院马欣讲师/硕士(第 7 章)、三亚理工职业学院姜立功副院长(第 8 章)、三亚学院冉旭高级工程师(第 2 章)、哈尔滨华崴集团技术部罗泽艳工程师(第 6 章)、三亚技师学院杨晓锋(第 2 章)、吴多锦助讲(第 3 章)、缪丹丹(第 5 章)。全书由海南省三亚技师学院特聘教授/哈尔滨理工大学教授/硕士生导师高安邦主持编写和负责统稿;聘请了海南省三亚学院和三亚技师学院特聘教授/黑龙江农垦职业学院李贻玲教授、荣获了 2012 年第十一届国家高技能人才培养突出贡献奖的三亚技师学院副院长张晓辉高级讲师/高级技师/高级考评员/国家级技能大师和荣获了海南省 2014 年度先进教育工作者的三亚技师学院副院长陈武高级讲师进行审稿,他们对本书的编写提供了大力主持并提出了最宝贵的编写意见,在此表示最衷心的感谢!三亚技师学院的高家宏、高鸿升、佟星、郜普艳、李梦华、谢越发、谢礼德、樊文国、孙佩芳、王海丽、陈瑾、刘曼华、黄志欣、孙定霞、尚升飞、吴多锦、唐涛、钟其恒、王启名等,淮安信息职业技术学院的杨帅、薛岚、陈银燕、关士岩、陈玉华、毕洁廷、赵冉冉、刘晓艳、王玲、姚薇、邱少华、王宇航、马鑫、陆智华、余彬、邱一启、张纺、武婷婷、司雪美、朱颖、杨俊、周伟、陈忠、陈丹丹、杨智炜、霍如旭、张旭、宋开峰、陈晨、丁杰、姜延蒙、吴国松、朱兵、杨景、赵家伟、李玉驰、张建民、施赛健等也为本书做了大量的辅助性工作;在此表示最衷心的感谢!本书的编写得到了海南省三亚技师学院、三亚理工职业学院、三亚学院、哈尔滨理工大学、黑龙江农垦职业学院和淮安信息职业技术学院的大力支持,在此也表示最真诚的感激之意!

鉴于编者的水平和经验有限,书中不足之处在所难免,恳请读者和专家们不吝批评指正,以便今后更好地完善、充实和提高。

编者

目录

第 1 章 快速打开 PLC 技术领域的大门

1.1 PLC 概述	1
1.1.1 PLC 的诞生与发展	1
1.1.2 PLC 的定义和标准	8
1.1.3 PLC 的特点、功能及应用	10
1.1.4 PLC 与“继电器-接触器”控制系统、微机及集散控制系统的比较	16
1.2 PLC 的基本结构及工作原理	20
1.2.1 PLC 的基本结构	20
1.2.2 PLC 的工作原理	28
1.3 PLC 的技术性能	33
1.3.1 基本技术性能	33
1.3.2 PLC 的内存分配及 I/O 点数	35
1.4 PLC 的分类	36
1.4.1 按结构形式分类	36
1.4.2 按 I/O 点数和程序容量分类	40
1.4.3 按功能分类	40
1.5 PLC 的编程语言	41
1.5.1 梯形图	41
1.5.2 指令表	42
1.5.3 顺序功能图	42
1.5.4 功能块图	43
1.5.5 结构文本及其他高级编程语言	43
1.6 快速打开 PLC 技术领域的大门之思考题 1	43

第 2 章 熟知欧姆龙 PLC 的主要硬件资源

2.1 欧姆龙 PLC 概述	44
2.1.1 微型机系列	46
2.1.2 小型机系列	46
2.1.3 中型机系列	47
2.1.4 大型机系列	48
2.2 微型机中典型代表 CPM1A 系列 PLC 的硬件资源	48
2.2.1 CPM1A 系列 PLC 的主机	48
2.2.2 I/O 扩展单元	50

2.2.3	编程工具	51
2.2.4	特殊功能单元	51
2.2.5	CPM1A 系列的继电器区及数据区	51
2.2.6	CPM1A 系列 PLC 的功能简介	53
2.2.7	CPM1A 系列 PLC 的通信功能	54
2.3	小型机中典型代表 C 系列和 CQM1H 系列 PLC 的硬件资源	54
2.3.1	C20PLC 的硬件资源	54
2.3.2	C20P、C28P、C40P、C60P 袖珍机的硬件资源	59
2.3.3	CQM1H 系列 PLC 的硬件资源	64
2.4	中型机中典型代表 PLC 的硬件资源	68
2.4.1	中型机中 C 系列 PLC 系统组成	69
2.4.2	CS1 系列 PLC 的硬件体系结构	80
2.5	大型机中典型代表 PLC 的硬件资源	87
2.5.1	具有数据处理和通信功能的 C500	87
2.5.2	功能强大的 C2000	88
2.6	典型 CJ 系列 PLC 和 CP1H 系列 PLC 的硬件资源	89
2.6.1	典型 CJ 系列 PLC 的硬件资源	89
2.6.2	典型 CP1H 系列 PLC 的硬件资源	98
2.7	熟知欧姆龙 PLC 的主要硬件资源之思考题 2	117

第 3 章 善用欧姆龙系列 PLC 的主要软件资源

3.1	欧姆龙 PLC 的基本指令	119
3.1.1	欧姆龙 PLC 的十四条基本指令列表	119
3.1.2	常用基本指令的编程	119
3.2	程序结束指令和空操作指令	128
3.3	程序转移指令	129
3.3.1	分支和分支结束指令	129
3.3.2	跳转和跳转结束指令	131
3.4	数据处理指令	131
3.4.1	数据传送指令	131
3.4.2	数据移位指令	136
3.4.3	数据比较指令	140
3.4.4	数据转换指令	142
3.5	数据运算指令	147
3.5.1	清进位和置进位指令	147
3.5.2	十进制加法指令	147
3.5.3	十进制减法指令	150
3.5.4	十进制乘法指令	152
3.5.5	十进制除法指令	153
3.6	有关 CQM1H 系列 PLC 的其他指令	155
3.6.1	CQM1H 系列 PLC 按助记符字母顺序排列的指令	155
3.6.2	CQM1H 系列 PLC 特殊继电器功能	158

3.6.3 CQM1H 系列 PLC 系统设定	160
3.7 善用欧姆龙系列 PLC 的主要软件资源之思考题 3	165

第 4 章 掌握欧姆龙系列 PLC 的编程工具软件

4.1 CXP 编程软件	167
4.1.1 界面	167
4.1.2 脱机编程序	174
4.1.3 联机调程序	175
4.1.4 监控	176
4.2 SYSMAC-CPT 软件	183
4.2.1 SYSMAC-CPT 软件简介	183
4.2.2 SYSMAC-CPT 软件的使用方法	185
4.3 掌握欧姆龙系列 PLC 的编程工具软件之思考题 4	188

第 5 章 探索 PLC 控制系统的设计及编程方法与技巧

5.1 PLC 的应用设计	189
5.1.1 PLC 的应用设计的主要内容	189
5.1.2 应用设计步骤	189
5.2 梯形图及编程方法	195
5.2.1 PLC 基本编程方法——经验法	195
5.2.2 逻辑设计法	203
5.2.3 波形图（时序图）设计法	206
5.2.4 用功能表图（流程图）设计梯形图	210
5.2.5 设计法小结	219
5.3 探索 PLC 控制系统的设计及编程方法与技巧之思考题 5	220

第 6 章 传承 PLC 工程应用的基本编程环节和典型小系统设计

6.1 PLC 工程应用的基本常用编程环节	221
6.1.1 延时电路	221
6.1.2 定时器的扩展	221
6.1.3 分频电路	222
6.1.4 脉冲发生器	222
6.1.5 多谐振荡电路	223
6.1.6 保持电路	223
6.1.7 比较电路（译码电路）	224
6.1.8 优先电路	224
6.1.9 计数器的扩展	224
6.1.10 单按钮启停控制电路	224
6.2 典型小系统 PLC 控制	225
6.2.1 电动机正/反转 PLC 控制	225
6.2.2 电动机 Y/ Δ 启动 PLC 控制	226
6.2.3 绕线式异步电动机转子串电阻启动 PLC 控制	228

6.2.4	运料小车自动往返运动 PLC 控制	229
6.2.5	周期性通断 PLC 控制	231
6.2.6	传送带卡阻检测与报警 PLC 控制	232
6.2.7	多级带输送机 PLC 控制	233
6.2.8	分段传送带电动机 PLC 控制	234
6.2.9	产品检查与分选 PLC 控制	235
6.2.10	自动注油 PLC 控制	237
6.2.11	自动开关门 PLC 控制	238
6.2.12	汽车自动清洗 PLC 控制	239
6.2.13	瓶签检测 PLC 控制	241
6.2.14	液压动力滑台运动 PLC 控制	242
6.2.15	送料小车随机运动 PLC 控制	244
6.2.16	霓虹灯闪烁 PLC 控制	245
6.2.17	十字路口交通信号灯 PLC 控制	247
6.2.18	工业机械手 PLC 控制	249
6.2.19	搬运机械手 PLC 步进控制	252
6.2.20	三层楼电梯 PLC 控制	253
6.2.21	钻床钻探精度控制	258
6.3	PLC 典型程序设计	261
6.3.1	自锁控制程序设计	261
6.3.2	互锁程序设计	262
6.3.3	顺序控制程序设计	265
6.3.4	互控程序设计	267
6.3.5	时间控制程序设计	268
6.4	传承 PLC 工程应用的基本编程环节和典型小系统设计之思考题 6	270

第 7 章 进行欧姆龙系列 PLC 开发应用的编程实践训练

7.1	欧姆龙系列 PLC 基本指令和常用指令的实践训练	272
7.1.1	实践训练 1——自锁电路	272
7.1.2	实践训练 2——S/R 置位复位电路	272
7.1.3	实践训练 3——逻辑块指令或装载电路(1)	272
7.1.4	实践训练 4——逻辑块指令或装载电路(2)	273
7.1.5	实践训练 5——分支指令行电路	273
7.1.6	实践训练 6——跳转指令电路	273
7.1.7	微分上升和微分下降电路	274
7.1.8	保持指令电路	274
7.1.9	无条件接通电路	275
7.1.10	定时器 (0.1, 999.9s 范围) 电路	275
7.1.11	利用秒脉冲和计数器组成的定时器 (1~9999s) 电路	275
7.1.12	联锁和联锁解除电路	275
7.2	欧姆龙系列 PLC 的应用实践训练	276
7.2.1	三相电动机的 PLC 顺序控制	276

7.2.2	水塔水位的 PLC 自动控制	277
7.2.3	自控成型机的 PLC 自动控制	279
7.2.4	自动送料装车系统的 PLC 控制	281
7.2.5	多种液体自动混合控制系统的 PLC 控制	282
7.2.6	自控轧钢机的 PLC 控制	284
7.2.7	邮件分拣机的 PLC 控制	288
7.2.8	铁塔之光的 PLC 控制	289
7.2.9	全自动洗衣机的 PLC 控制	300
7.2.10	步进电动机的 PLC 控制	304
7.2.11	城市交通指挥灯的 PLC 控制	310
7.2.12	四层电梯的 PLC 控制	314
7.2.13	电镀生产线的 PLC 控制	320
7.2.14	小车运动的 PLC 控制	326
7.2.15	LED 数码显示 PLC 控制	330
7.2.16	自动售货机的 PLC 控制	331
7.2.17	机械手装配搬运流水线的 PLC 控制	336
7.2.18	加工中心刀库的 PLC 控制	345
7.3	进行欧姆龙系列 PLC 开发应用的编程实践训练之思考题 7	353

第 8 章 进行 PLC 模拟量控制的工程应用开发实践

8.1	PLC 对模拟量输入数据采集工程应用	355
8.1.1	模拟量输入单元的配置	355
8.1.2	量程变换	367
8.1.3	数字滤波	371
8.2	模拟量输出数据处理	378
8.2.1	模拟量输出单元的配置	378
8.2.2	量程逆变换	384
8.2.3	锯齿波发生器的程序设计	387
8.3	PLC 温度控制系统的设计实践	393
8.3.1	PLC 回路控制方案的确定	393
8.3.2	空调系统流程及控制要求	395
8.3.3	控制系统及 I/O 分配	397
8.3.4	CP1H PLC 模拟量输入/输出单元	398
8.3.5	控制系统程序设计	403
8.4	基于 PLC 的聚合反应工艺控制系统设计实践	421
8.4.1	聚合反应工艺概述	421
8.4.2	控制系统硬件配置及 I/O 分配	423
8.4.3	控制系统软件流程及工作原理	427
8.4.4	PID 参数设置及梯形图程序	429
8.5	基于 PLC 的乙醇精馏工艺控制系统设计实践	434
8.5.1	乙醇精馏工艺概述	434
8.5.2	控制系统硬件配置及 I/O 分配	436

8.5.3	控制系统软件流程及工作原理	441
8.5.4	LCB 控制组态程序及 PID 参数设置	443
8.6	进行 PLC 模拟量控制的工程应用开发实践之思考题 8	449

第 9 章 探索欧姆龙 PLC 通信与扩展的应用开发设计实践

9.1	概述	451
9.1.1	I/O 扩展	451
9.1.2	链接系统	451
9.1.3	串行通信	453
9.1.4	网络系统	453
9.2	远程 I/O 系统	455
9.2.1	远程 I/O 系统的特点和基本部件	455
9.2.2	远程 I/O 的系统构成	459
9.2.3	不同 CPU 型号间 I/O 模块的连接方法	460
9.2.4	链接适配器的使用	461
9.2.5	C200H 远程 I/O 的设定方法	461
9.2.6	远程 I/O 系统总输入/输出点数	463
9.2.7	远程 I/O 系统的配线	463
9.3	PLC 链接系统	465
9.3.1	系统特点	465
9.3.2	运行分级和轮流查询	465
9.3.3	系统构成	466
9.3.4	链接适配器的使用	468
9.3.5	链接适配器的连接	469
9.3.6	数据交换和编程	471
9.4	串行通信系统	476
9.4.1	上位机链接通信	476
9.4.2	RS-232C 通信	482
9.4.3	一对一 PLC 链接	485
9.4.4	NT 链接	486
9.4.5	通信协议宏功能	487
9.4.6	串行通信指令	493
9.5	网络系统	498
9.5.1	以太网系统	500
9.5.2	Compo Bus 设备网络	500
9.5.3	Compo Bus/S I/O 网络	507
9.5.4	Controller Link PLC 网络	511
9.5.5	SYSMACHET 与 SYSMAC Link 系统	511
9.5.6	网络指令	513
9.6	PLC 网络系统的设计及应用实例	519
9.6.1	PLC 网络系统设计的一般原则	519
9.6.2	PLC 网络系统的设计	520

9.6.3 PLC 在大型市政供排水综合系统中的应用	523
9.7 探索欧姆龙 PLC 通信与扩展的应用开发设计实践之思考题 9	532
附录	533
参考文献	544

第 1 章 快速打开 PLC 技术领域的大门

可编程控制器 (PLC) 是近几十年才发展起来的一种新型工业用控制装置。它可以取代传统的“继电器-接触器”控制系统实现逻辑控制、顺序控制、定时、计数等各种功能,中大型高档 PLC 还能像微型计算机 (PC) 那样进行数字运算、数据处理、模拟量调节以及联网通信等。它具有通用性强、可靠性高、指令系统简单、编程简便易学、易于掌握、体积小、维修工作量少、现场连接方便等一系列显著优点,已广泛应用于机械制造、机床、冶金、采矿、建材、石油、化工、汽车、电力、造纸、纺织、装卸、环境保护等各行各业,尤其在工程设计中的开发应用更是越来越广泛。在工业应用领域,PLC 与数控机床、工业机器人、CAD/CAM 并称为现代工业技术的四大支柱并跃居第一位,已成为改造和研发机电一体化产品最理想的控制器;其应用的深度和广度也代表着一个国家工业现代化的先进程度。要快速打开 PLC 技术领域的大门,就应该首先从战略高度整体上认识和掌握有关这种新型工业控制器的诞生与发展、结构组成、功能特点、工作原理及编程语言及在工程应用等技术知识。

1.1 PLC 概述

1.1.1 PLC 的诞生与发展

(1) PLC 的诞生

可编程控制器 (Programmable Logic Controller, 简称 PLC), 是随着科学技术的进步与现代社会生产方式的转变, 为适应多品种、小批量生产的需要而诞生、发展起来的一种新型的工业控制装置。

PLC 是在“继电器-接触器控制”的基础上发展起来的。从 1969 年问世以来, 虽然至今才 40 余年, 但由于其具有通用灵活的控制性能、可以适应各种工业环境的可靠性与简单方便的使用性能, 在工业自动化各领域取得了广泛的应用。PLC 技术与数控技术 (CNC)、工业机器人技术、CAD/CAM 技术已被誉为现代工业自动化技术的四大支柱。

①“继电器-接触器控制系统”存在的问题 众所周知, 制造业中使用的生产设备与生产过程的控制, 一般都需要通过工作机构、传动机构、原动机以及控制系统等部分实现。特别是当原动机为电动机时, 还需要对电动机的启/制动、正/反转、调速与定位等动作进行控制。生产设备与生产过程的电气操作与控制部分, 称为电气自动控制装置或电气自动控制系统。

最初的电气自动控制装置 (包括目前使用的一些简单机械) 只是一些简单的手动电器 (如刀开关、正反转开关等)。这些电器只适合于电机容量小、控制要求简单、动作单一的场合。

随着科学的迅猛发展和技术的不断进步, 生产机械对电气自动控制也提出了越来越高的

要求,电气自动控制装置也逐步发展成了各种形式的现代电气自动控制系统。

作为常用电气自动控制系统的一种,人们习惯于把以继电器、接触器、按钮、开关等为主要器件所组成的逻辑控制系统称为“继电器-接触器控制系统”。

“继电器-接触器控制系统”的基本特点是结构简单、生产成本低、抗干扰能力强、故障检修直观方便、适用范围广。它不仅可以实现生产设备、生产过程的自动控制,而且可以满足大容量、远距离、集中控制的要求。因此,直到今天“继电器-接触器控制系统”仍是工业自动控制领域最基本的控制系统之一。

但是,由于“继电器-接触器控制系统”的控制元件(继电器、接触器)均为独立元件,它决定了系统的“逻辑控制”与“顺序控制”功能只能通过控制元件间的不同连接实现。因此,它不可避免地存在以下不足。

a. 可靠性差,使用寿命较短,排除故障困难。由于继电器、接触器控制系统采用的是“有触点控制”形式,额定工作频率低,工作电流大,长时间连续使用易损坏触点或产生接触不良等故障,直接影响到系统工作的可靠性。如果其一个继电器损坏,甚至某一对触点接触不良,都会影响整个系统的正常运行。查找和排除故障往往是非常困难的,有时可能会花费大量的时间。

b. 通用性、灵活性差,总体成本较高。继电器本身并不贵,但是控制柜内部的安装、接线工作量极大,为此整个控制柜的价格是相当高的。当生产流程或工艺发生变化、需要更改控制要求时,控制柜内的元件和接线也需要作相应地变动。通常必须通过更改接线或增减控制器件才能实现,但是,这种改造的工期长、费用高,以至于有的用户宁愿放弃旧的控制柜的改造,另外再制作一台新的控制柜;有时甚至需要进行重新设计,因此难以满足多品种、小批量生产的要求。

c. 体积大,材料消耗多。“继电器-接触器控制系统”的逻辑控制需要通过控制电器与电器间的连接实现,安装电器需要大量的空间,连接电器需要大量的导线,控制系统的体积大,材料消耗多。

d. 运行费用高,噪声大。由于继电器、接触器均为电磁器件,在系统工作时,需要消耗较多的电能,同时,多个继电器、接触器的同时通/断会产生较大的噪声,对工作环境造成不利的影响。

e. 功能局限性大。由于“继电器-接触器”控制系统在精确定时、计数等方面的功能不完善,影响了系统的整体性能,它只能用于定时要求不高、计数简单的场合。

f. 不具备现代工业控制所需要的数据通信、网络控制等功能。

正因为如此,“继电器-接触器控制系统”已难以适应现代工业复杂多变的生产控制要求与生产过程控制集成化、网络化需要。

② PLC的诞生 为了解决“继电器-接触器控制系统”存在的通用性、灵活性差,功能局限性大与通信、网络方面欠缺的问题,20世纪50年代末,人们曾设想利用计算机功能完备、通用性和灵活性强的特点来解决以上问题。但由于当时的计算机原理复杂,生产成本低,程序编制难度大,加上工业控制需要大量的外围接口设备,可靠性问题突出,使得它在面广量大的一般工业控制领域难以普及与应用。

到了20世纪60年代末,有人这样设想:能否把计算机通用、灵活、功能完善的特点与“继电器-接触器控制系统”的简单易懂、使用方便、生产成本低的特点结合起来,生产出一种面向生产过程顺序控制,可利用简单语言编程,能让完全不熟悉计算机的人也能方便使用的控制器呢?

这一设想最早由美国最大的汽车制造商——通用汽车公司(GM公司)于1968年提出。