

SHANGGANG
QINGSONGXUE

上岗轻松学

图解

PLC技术

快速入门

西门子

双色印刷

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写
韩雪涛 主编

超值赠送
50积分
学习卡

全程技能图解

维修要点难点一目了然

专家亲身讲授

教练式手把手现场演练

知识全面覆盖

各类故障及排除技巧尽在其中

超值跟踪服务

操作视频、技术答疑一网打尽



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



上岗轻松学

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写

图解

PLC 技术

主 编 韩雪涛
副主编 吴 瑛 韩广兴

快速入门

(西门子)

机械工业出版社

本书按照实际岗位需求,在内容编排上充分考虑西门子PLC的技术特点和技能应用,按照学习习惯和难易程度将西门子PLC相关技能划分成12章,即PLC的基础知识,西门子PLC产品的介绍,西门子PLC的编程方式与编程软件,西门子PLC的编程语言,西门子PLC(S7—200)的基本逻辑指令,运算指令、程序控制指令,数据处理指令,数据转换指令,其他常用功能指令,西门子PLC在电气控制中的应用,西门子PLC在机电控制中的应用。

学习者可以看着学、看着做、跟着练,通过“图文互动”的全新模式,轻松、快速地掌握PLC实用技能。

书中大量的演示图解、操作案例以及实用数据等,可以供学习者在日后的工作中方便、快捷地查询使用。另外,本书还附赠面值为50积分的学习卡,读者可以凭此卡登录数码维修工程师的官方网站获得超值服务。

本书是从事PLC应用的工程技术人员的必备用书,也可作为企业培训部门的教材,还可作为有关人员自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

图解PLC技术快速入门(西门子)/韩雪涛主编;数码维修工程师鉴定指导中心组织编写. — 北京:机械工业出版社,2016.2

(上岗轻松学)

ISBN 978-7-111-52791-6

I. ①图… II. ①数… ②韩… III. ①PLC技术—图解 IV. ①TM571.6-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第019801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:陈玉芝 责任编辑:林运鑫

责任校对:陈越 责任印制:乔宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2016年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.25印张·257千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-52791-6

定价:39.80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

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工微博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com



编委会

主 编 韩雪涛

副主编 吴 瑛 韩广兴

参 编 梁 明 宋明芳 周文静 安 颖

张丽梅 唐秀鸯 张湘萍 吴 玮

高瑞征 周 洋 吴鹏飞 吴惠英

韩雪冬 王露君 高冬冬 王 丹

前言

PLC技术具有可靠性高、控制能力强、编程简便、选配灵活、易于扩展等特点，是现代工业自动化控制领域中非常重要的发展方向。特别是近些年来，随着计算机、通信技术的发展，PLC技术日益成熟，在工业自动化、智能控制及传统产业技术改造等方面都有广泛的应用。

越来越多的学习者和从事自动化控制工作的技术人员希望学习、掌握和应用PLC技术。西门子PLC作为典型的PLC产品，在我国的应用十分广泛。在很多自动化控制系统中都可以看到西门子PLC的身影。为了使大家更加深入、全面地了解西门子PLC的技术特点和实际应用，我们对西门子PLC产品进行了全新的梳理和整合，结合岗位培训的特色，系统、全面地介绍了PLC的技术特点、PLC的编程理念、PLC的编程指令、PLC的编程方法、PLC的控制电路等实用技能。

在编写理念方面

本书针对行业特色，以市场需求为导向，以直接指导就业作为图书编写的目标，注重实用性和知识性的融合，将学习技能作为图书的核心思想。书中的知识内容完全为技能服务，知识内容以实用、够用为主。全书突出操作，强化训练，让学习者阅读图书时不是在单纯地学习内容，而是在练习技能。

在编写形式方面

本书突破传统图书的编排和表述方式，引入了多媒体表现手法，采用双色图解的方式向学习者演示PLC实用技能，将传统意义上的以“读”为主变成以“看”为主，力求用生动的图例演示取代枯燥的文字叙述，使学习者通过二维平面图、三维结构图、演示操作图、实物效果图等多种图解方式直观地获取实用技能中的关键环节和知识要点。本书力求在最大程度上丰富纸质载体的表现力，充分调动学习者的学习兴趣，达到最佳的学习效果。

在内容结构方面

本书在结构的编排上，充分考虑当前市场的需求和读者的情况，结合实际岗位培训的经验对PLC实用技能进行全新的章节设置；内容的选取以实用为原则，案例的选择严格按照上岗从业的需求展开，确保内容符合实际工作的需要；知识性内容在注重系统性的同时以够用为原则，明确知识为技能服务，确保图书的内容符合市场需要，具备很强的实用性。

在专业能力方面

本书编委会由行业专家、高级技师、资深多媒体工程师和一线教师组成，编委会成员除具备丰富的专业知识外，还具备丰富的教学实践经验和图书编写经验。

为确保图书的行业导向和专业品质，特聘请原信息产业部职业技能鉴定指导中心资深专家韩广兴亲自指导，使本书充分以市场需求和社会就业需求为导向，确保图书内容符合岗位要求，达到规范性就业的目的。

在增值服务方面

为了更好地满足读者的需求,达到最佳的学习效果,本书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持,除提供免费的专业技术咨询外,本书还附赠面值为50积分的数码维修工程师远程培训基金(培训基金以“学习卡”的形式提供)。读者可凭借学习卡登录数码维修工程师的官方网站(www.chinadse.org)获得超值技术服务。该网站提供最新的行业信息,大量的视频教学资源、图样、技术手册等学习资料以及技术论坛。用户凭借学习卡可随时了解最新的数码维修工程师考核培训信息,知晓电子、电气领域的业界动态,实现远程在线视频学习,下载需要的图样、技术手册等学习资料。此外,读者还可通过该网站的技术交流平台进行技术交流与咨询。

TAO TAO
面值:50积分

学习卡

- ◆ 网络远程培训
- ◆ 教学资料下载
- ◆ 最新资讯阅读
- ◆ 技术问题交流
- ◆ 资格考核认证
- ◆ 职业增值服务

登录官方网站: www.chinadse.org

数码维修工程师?

职业资格认证 网络远程培训 教学资料下载 最新资讯阅读 技术问题交流 职业增值服务

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数码维修工程师鉴定指导中心
Digital Service Engineer Examination Center

TAO TAO
面值:50积分

卡号:
密码:

登录官方网站: www.chinadse.org

使用说明:

- ◆ 首次登录数码维修工程师官方网站www.chinadse.org;
- ◆ 点击【非会员免费注册】按钮,注册成为网站会员;
- ◆ 注册成功后,点击首页最上方的【个人中心】;
- ◆ 在个人中心管理页面,点击左侧菜单栏的【积分充值】选项;
- ◆ 刮开学习卡密码区的银漆,将卡号、密码输入对话框中,点击【提交】按钮;
- ◆ 积分充值成功后,就可以在线观看视频和资料。

咨询电话: 022-83718162/83715667/13114807267 E-Mail: chinadse@126.com

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数码维修工程师鉴定指导中心
Digital Service Engineer Examination Center

本书由韩雪涛任主编,吴瑛、韩广兴任副主编,梁明、宋明芳、周文静、安颖、张丽梅、唐秀鸯、王露君、张湘萍、吴鹏飞、韩雪冬、吴玮、高瑞征、吴惠英、王丹、周洋、高冬冬参加编写。

读者通过学习与实践还可参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证,可获得相应等级的国家职业资格证书或数码维修工程师资格证书。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题,可通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网址: <http://www.chinadse.org>

联系电话: 022-83718162/83715667/13114807267

E-mail: chinadse@126.com

地址: 天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

邮编: 300384

希望本书的出版能够帮助读者快速掌握西门子PLC实用技能,同时欢迎广大读者给我们提出宝贵建议!如书中存在问题,可发邮件至cyztian@126.com与编辑联系!

编者

目录

前言

第1章 PLC的基础知识	1
1.1 PLC的种类特点	1
1.1.1 按结构形式分类	1
1.1.2 按I/O点数分类	2
1.1.3 按功能分类	4
1.1.4 按生产厂家分类	5
1.2 PLC的功能特点	6
1.2.1 继电器控制与PLC控制	6
1.2.2 PLC的功能应用	8
1.3 PLC的结构与工作原理	12
1.3.1 PLC的结构	12
1.3.2 PLC的工作原理	18
第2章 西门子PLC产品的介绍	26
2.1 西门子PLC主机(CPU模块)	26
2.1.1 S7—200系列PLC的主机(CPU模块)	27
2.1.2 S7—300系列PLC的主机(CPU模块)	28
2.1.3 S7—400系列PLC的主机(CPU模块)	30
2.2 西门子PLC扩展模块	31
2.2.1 电源模块(PS)	31
2.2.2 信号扩展模块(SM)	33
2.2.3 通信模块(CP)	37
2.2.4 功能模块(FM)	38
2.2.5 接口模块(IM)	38
2.2.6 其他扩展模块	40
第3章 西门子PLC的编程方式与编程软件	41
3.1 西门子PLC的编程方式	41
3.1.1 软件编程	41
3.1.2 编程器编程	42
3.2 西门子PLC的编程软件	44
3.2.1 编程软件的介绍	44
3.2.2 编程软件的使用	49
第4章 西门子PLC的编程语言	59
4.1 西门子PLC梯形图(LAD)	59
4.1.1 西门子PLC梯形图的结构	59
4.1.2 西门子PLC梯形图的编程元件	62
4.2 西门子PLC语句表(STL)	66
4.2.1 西门子PLC语句表的结构	66
4.2.2 西门子PLC梯形图与语句表的关系	67
4.3 西门子PLC顺序功能图(SFC)	68
第5章 西门子PLC(S7—200)的基本逻辑指令	71
5.1 基本逻辑指令的功能特点	71
5.1.1 逻辑读、逻辑读反和驱动指令(LD、LDN、=)	71

5.1.2	触点串联指令 (A、AN)	72
5.1.3	触点并联指令 (O、ON)	72
5.1.4	电路块串并联指令 (OLD、ALD)	74
5.1.5	置位、复位指令 (S、R)	74
5.1.6	立即存取指令 (LDI、LDNI、=I、SI、RI)	75
5.1.7	空操作指令 (NOP)	77
5.1.8	边沿脉冲指令 (EU、ED)	77
5.1.9	逻辑堆栈指令 (LPS、LRD、LPP、LDS)	78
5.1.10	定时器指令 (TON、TONR、TOF)	79
5.1.11	计数器指令 (CTU、CTD、CTUD)	83
5.1.12	比较指令	86
5.2	基本逻辑指令的应用	89
5.2.1	PLC基本逻辑指令在抢答器中的应用	89
5.2.2	PLC基本逻辑指令在传送带中的应用	90
第6章 西门子PLC (S7—200) 的运算指令		91
6.1	运算指令的功能特点	91
6.1.1	加法指令 (+I、+D、+R)	91
6.1.2	减法指令 (-I、-D、-R)	96
6.1.3	乘法指令 (*I、*D、*R)	97
6.1.4	除法指令 (/I、/D、/R)	98
6.1.5	递增、递减指令	100
6.1.6	逻辑运算指令	103
6.2	运算指令的应用	108
6.2.1	PLC运算指令在数据分离操作中的应用	108
6.2.2	PLC运算指令在自动售货机中的应用	109
第7章 西门子PLC (S7—200) 的程序控制指令		111
7.1	程序控制指令的功能特点	111
7.1.1	结束指令 (END、MEND)	111
7.1.2	暂停指令 (STOP)	111
7.1.3	监视定时器复位指令 (WDR)	112
7.1.4	跳转与标号指令 (JMP、LBL)	113
7.1.5	循环指令 (FOR、NEXT)	114
7.1.6	子程序指令 (CALL、CRET、RET)	116
7.1.7	顺序控制指令 (LSCR、SCRT、SCRE)	119
7.1.8	中断指令 (ENI、DISI、ATCH、DTCH)	123
7.2	程序控制指令的应用	127
7.2.1	PLC程序控制指令在小车往返运动中的应用	127
7.2.2	PLC程序控制指令在三台电动机起停系统中的应用	128
第8章 西门子PLC (S7—200) 的数据处理指令		129
8.1	数据处理指令的功能特点	129
8.1.1	单数据传送指令 (MOVB、MOVW、MOVD、MOVR)	129
8.1.2	数据块传送指令 (BMB、BMW、BMD)	131
8.1.3	移位指令	133
8.2	数据处理指令的应用	140
8.2.1	PLC数据处理指令在节日彩灯中的应用	140
8.2.2	PLC数据处理指令在特定图案霓虹灯中的应用	141

第9章 西门子PLC (S7—200) 的数据转换指令	142
9.1 数据转换指令的功能特点	142
9.1.1 数据类型转换指令	142
9.1.2 七段显示码指令 (SEG)	145
9.1.3 编码和译码指令	147
9.1.4 ASCII码转换指令	148
9.1.5 字符串转换指令	153
9.2 数据转换指令的应用	157
9.2.1 PLC数据转换指令在长度单位转换中的应用	157
9.2.2 PLC数据转换指令答题器中的应用	157
第10章 西门子PLC (S7—200) 的其他常用功能指令	160
10.1 其他常见功能指令的特点	160
10.1.1 时钟指令 (TODR、TODW)	160
10.1.2 脉冲输出指令 (PLS)	162
10.1.3 通信指令 (NETR、NETW)	165
10.2 其他功能指令的应用	167
10.2.1 PLC脉冲输出指令在步进电动机中的应用	167
10.2.2 PLC通信指令在两台S7—200 PLC PPI通信中的应用	170
第11章 西门子PLC在电气控制中的应用	172
11.1 西门子PLC在电动机交替运行电路中的应用	172
11.1.1 电动机交替运行PLC控制电路的结构	172
11.1.2 电动机交替运行PLC控制电路的控制过程	173
11.2 西门子PLC在电动机Y- Δ 减压起动中的应用	175
11.2.1 电动机Y- Δ 减压起动PLC控制电路的结构	175
11.2.2 电动机Y- Δ 减压起动PLC控制电路的控制过程	176
11.3 西门子PLC在电动机减压起动和反接制动电路中的应用	178
11.3.1 电动机减压起动和反接制动PLC控制电路的结构	178
11.3.2 电动机减压起动和反接制动PLC控制电路的控制过程	179
11.4 西门子PLC在汽车自动清洗电路中的应用	181
11.4.1 汽车自动清洗PLC控制电路的结构	181
11.4.2 汽车自动清洗PLC控制电路的控制过程	182
第12章 西门子PLC在机电控制中的应用	184
12.1 西门子PLC在C650型卧式车床中的应用	184
12.1.1 C650型卧式车床PLC控制电路的结构	184
12.1.2 C650型卧式车床PLC控制电路的控制过程	186
12.2 西门子PLC在M7120型平面磨床中的应用	190
12.2.1 M7120型平面磨床PLC控制电路的结构	190
12.2.2 M7120型平面磨床PLC控制电路的控制过程	192
12.3 西门子PLC在摇臂钻床中的应用	196
12.3.1 摇臂钻床PLC控制电路的结构	196
12.3.2 摇臂钻床PLC控制电路的控制过程	198
12.4 西门子PLC在双头钻床中的应用	201
12.4.1 双头钻床PLC控制电路的结构	201
12.4.2 双头钻床PLC控制电路的控制过程	202

第1章 PLC的基础知识



1.1

PLC的种类特点

第1章

PLC的英文全称为Programmable Logic Controller，即可编程控制器。它是一种将计算机技术与继电器控制技术结合起来的现代化自动控制装置，广泛应用于农机、机床、建筑、电力、化工、交通运输等行业中。

随着PLC的发展和应用领域的扩展，PLC的种类越来越多，可从不同的角度进行分类，如结构、I/O点、功能、生产厂家等。



1.1.1 按结构形式分类

PLC根据结构形式的不同可分为整体式PLC、组合式PLC和叠装式PLC三种。



1. 整体式PLC

整体式PLC是将CPU、I/O接口、存储器、电源等部分全部固定安装在一块或几块印制电路板上，使之成为统一的整体。当控制点数不符合要求时，可连接扩展单元，以实现较多点数的控制。这种PLC体积小巧，目前小型、超小型PLC多采用这种结构。

【常见整体式PLC实物图】



典型整体式PLC



典型整体式PLC



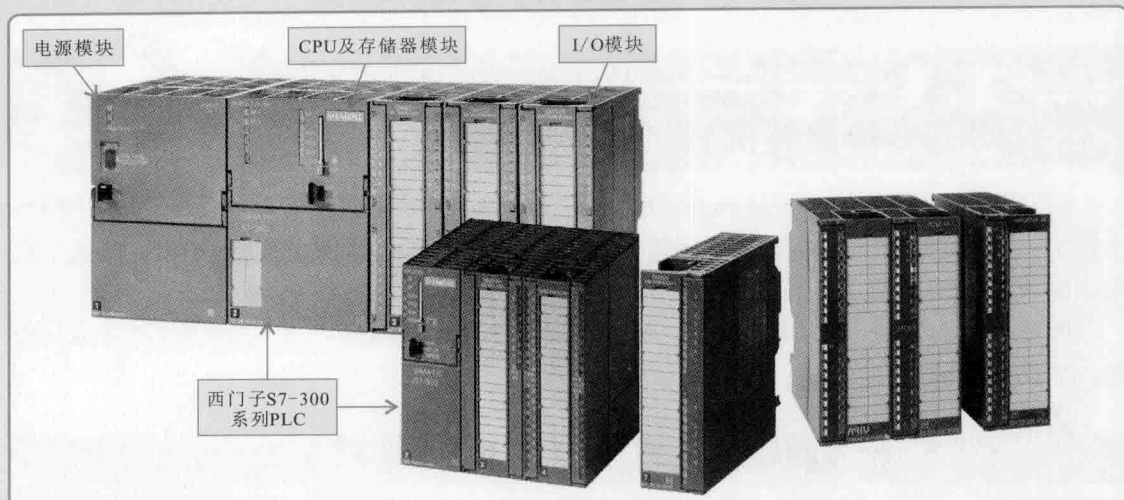
典型整体式PLC



2. 组合式PLC

组合式PLC的CPU、I/O接口、存储器、电源等部分都是以模块形式按一定规则组合配置而成（因此也称为模块式PLC）。这种PLC可以根据实际需要进行灵活配置，目前中型或大型PLC多采用组合式结构。

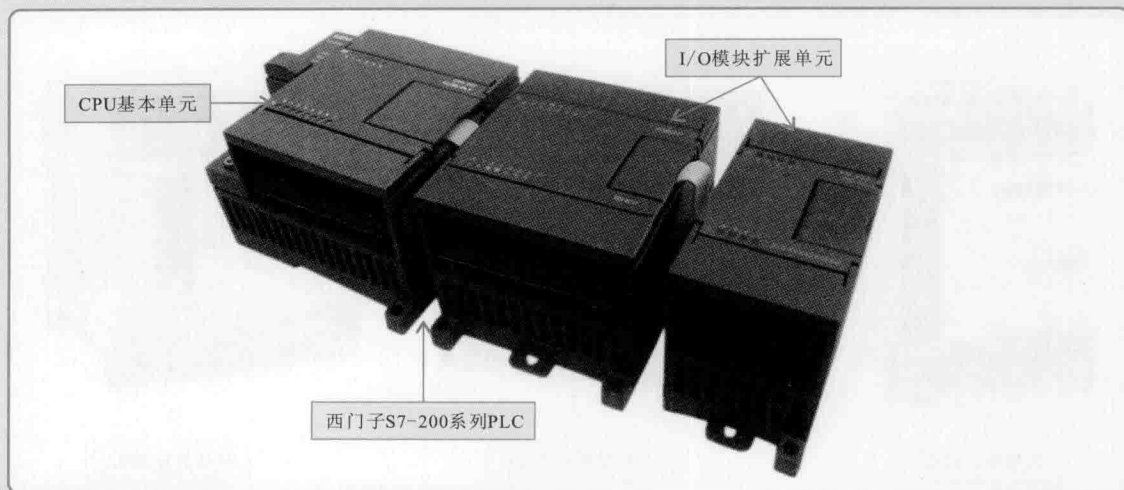
【常见组合式PLC实物图】



3. 叠装式PLC

叠装式PLC是一种集合了整体式PLC的结构紧凑、体积小巧和组合式PLC的I/O点数搭配灵活于一体的PLC。这种PLC将CPU（CPU和一定的I/O接口）独立出来作为基本单元，其他模块为I/O模块作为扩展单元，且各单元可一层层的叠装，连接时使用电缆进行单元之间的连接即可。

【常见叠装式PLC实物图】



1.1.2 按I/O点数分类

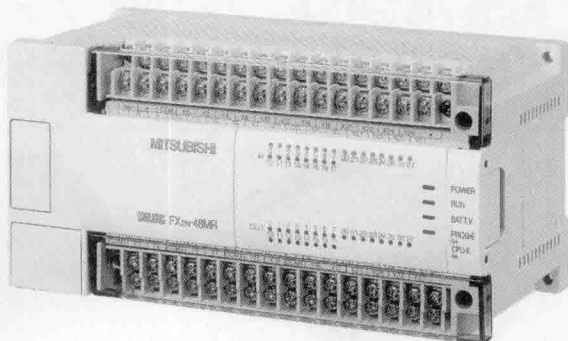
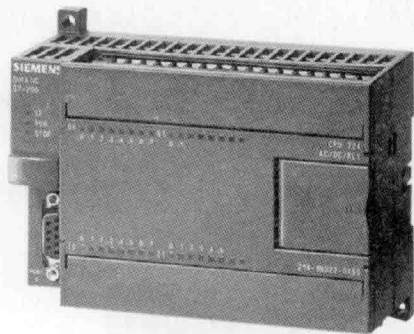
I/O点数是指PLC可接入外部信号的数目，I指PLC可接入输入点的数目，O指PLC可接入输出点的数目，I/O点则指PLC可接入的输入点、输出点的总数。

PLC根据I/O点数的不同可分为小型PLC、中型PLC和大型PLC三种。

1. 小型PLC

小型PLC是指I/O点数在24~256点之间的小规模PLC，这种PLC一般用于单机控制或小型系统的控制。

【常见小型PLC实物图】



2. 中型PLC

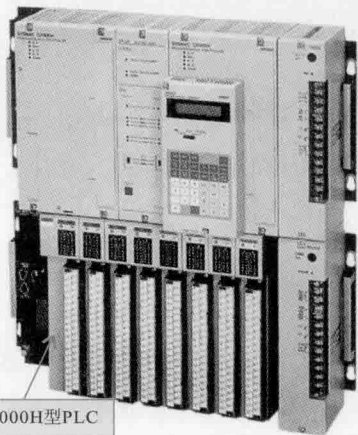
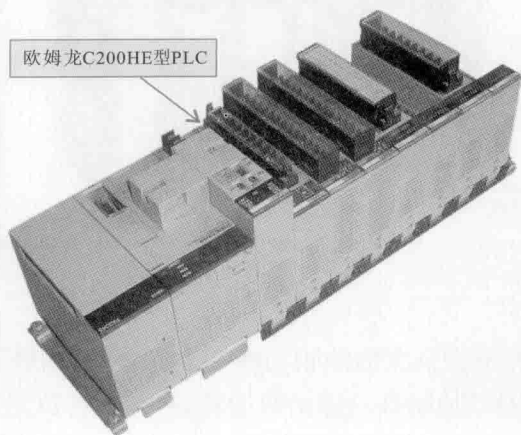
中型PLC的I/O点数一般在256~2048点之间，这种PLC不仅可对设备直接进行控制，同时还可用于对下一级的多个可编程序控制器进行监控，一般用于中型或大型系统的控制。

3. 大型PLC

大型PLC的I/O点数一般在2048点以上。这种PLC能够进行复杂的算数运算和矩阵运算，可对设备进行直接控制，同时还可用于对下一级的多个可编程序控制器进行监控，一般用于大型系统的控制。

【常见中型PLC实物图】

【常见大型PLC实物图】



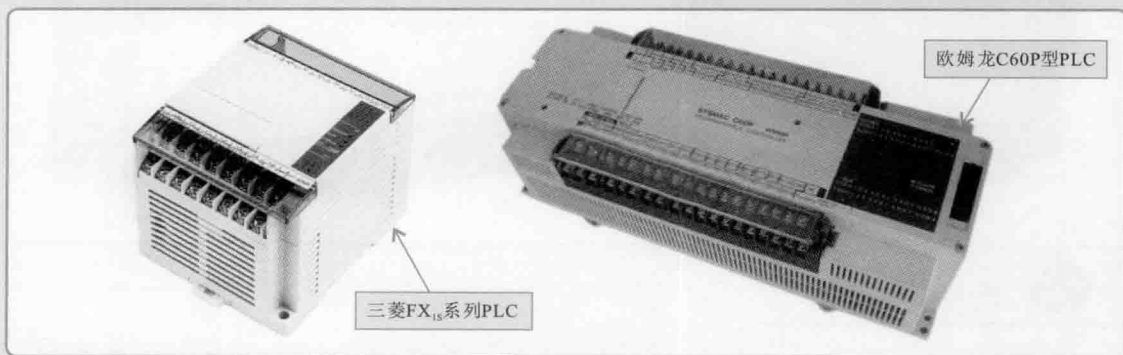
1.1.3 按功能分类

PLC根据功能的不同可分为低档PLC、中档PLC和高档PLC三种。

1. 低档PLC

具有简单的逻辑运算、定时、计算、监控、数据传送、通信等基本控制功能和运算功能的PLC称为低档PLC，这种PLC工作速度较低，能带动I/O模块的数量也较少。

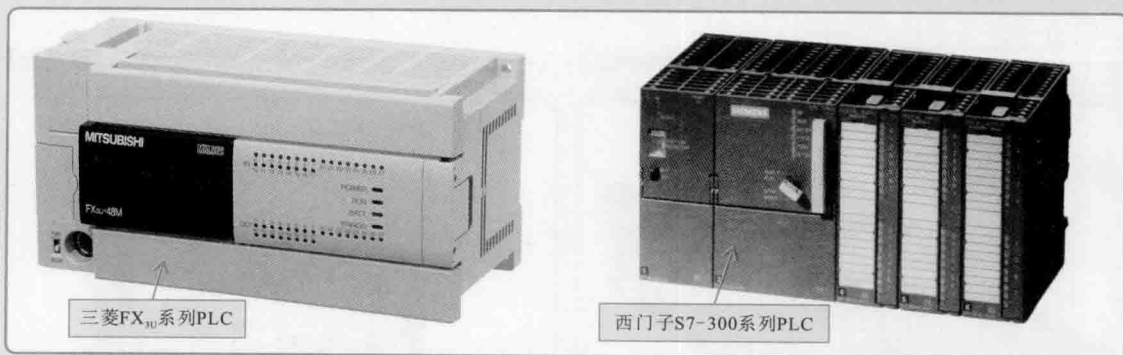
【常见低档PLC实物图】



2. 中档PLC

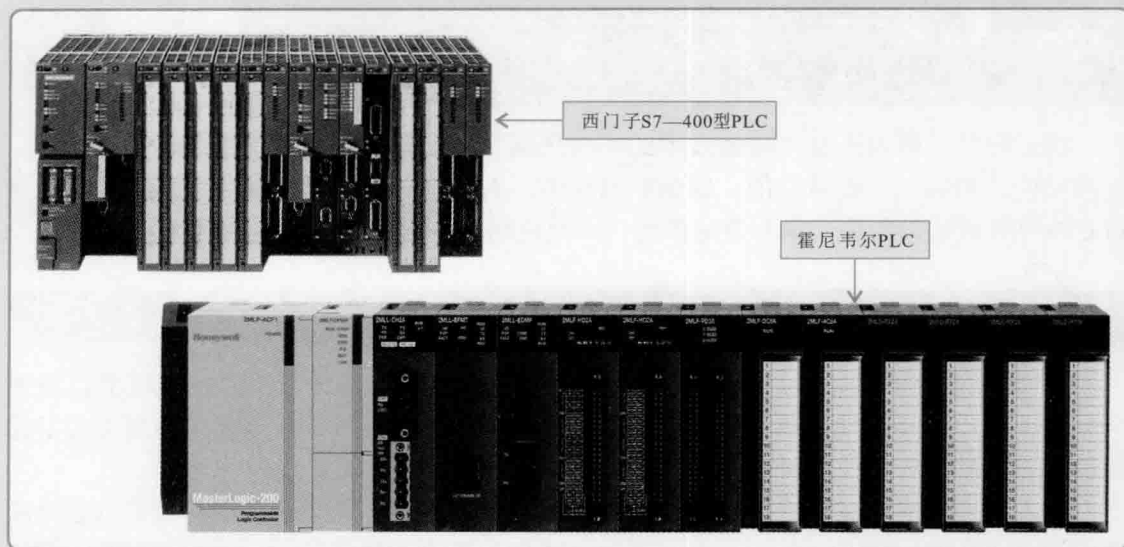
中档PLC除具有低档PLC的控制功能外，还具有较强的控制功能和运算能力，如比较复杂的三角函数、指数和PID运算等，同时还具有远程I/O、通信联网等功能，这种PLC工作速度较快，能带动I/O模块的数量也较多。

【常见中档PLC实物图】



3. 高档PLC

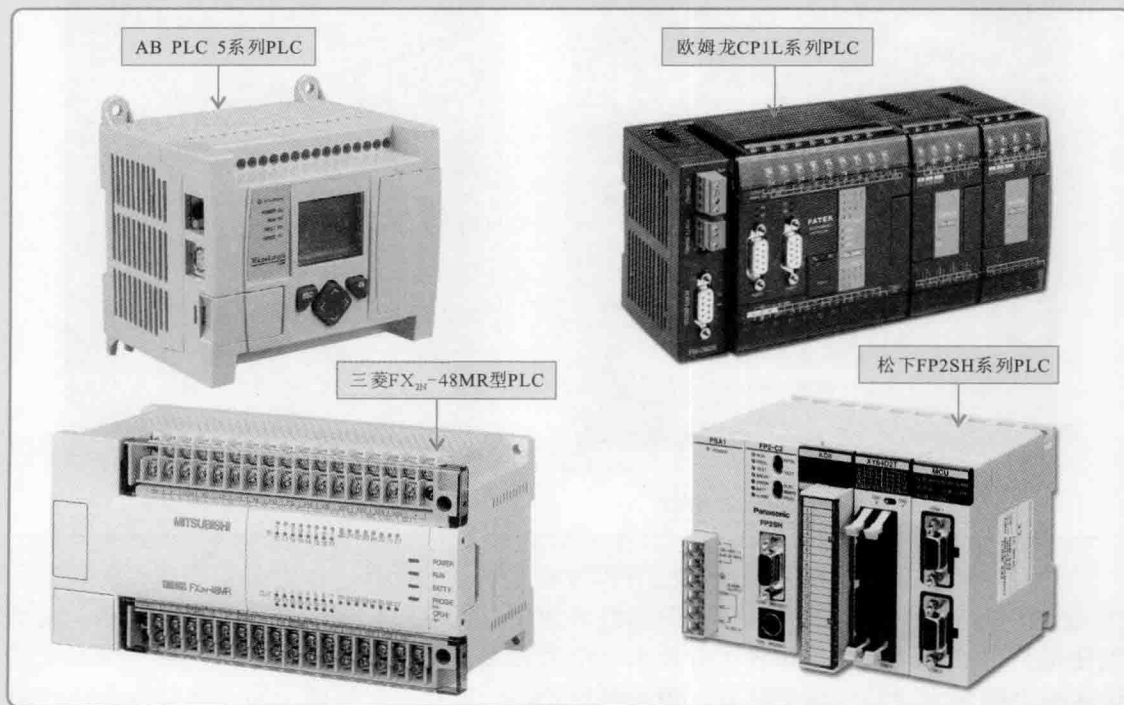
高档PLC除具有中档PLC的功能外，还具有更为强大的控制功能、运算功能和联网功能，如矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数运算等，这种PLC工作速度很快，能带动I/O模块的数量也很多。



1.1.4 按生产厂家分类

PLC的生产厂家较多，如美国的AB公司、通用电气公司，德国的西门子公司，法国的TE公司，日本的欧姆龙、三菱、富士公司等，都是目前市场上非常主流且极具有代表性的生产厂家。

【根据控制的复杂程度选择PLC类型】





1.2

PLC的功能特点

第1章

PLC的发展极为迅速，随着技术的不断更新，PLC的控制功能，数据采集、存储、处理功能，可编程、调试功能，通信联网功能，人机界面功能等也逐渐变得强大，使得PLC的应用领域得到进一步的急速扩展，广泛应用于各行各业的控制系统中。

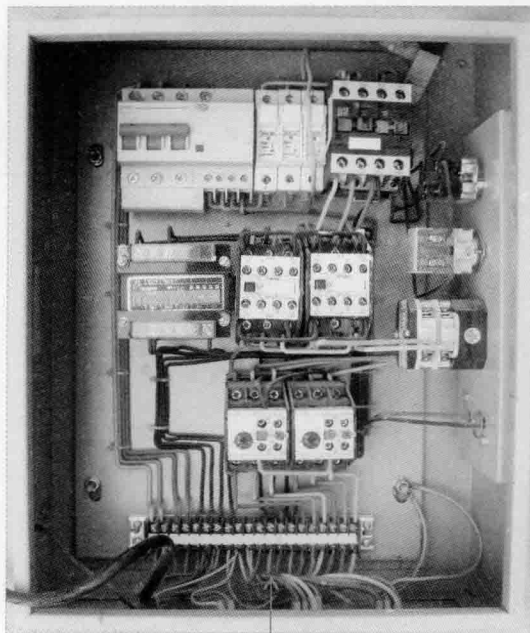


1.2.1 继电器控制与PLC控制

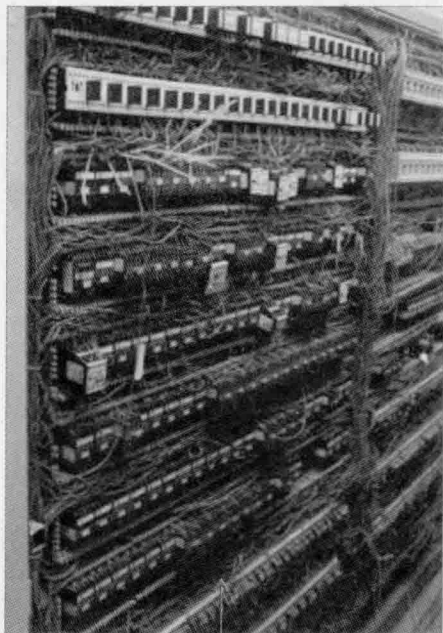
简单地说，PLC是一种在继电器、接触器控制基础上逐渐发展起来的以计算机技术为依托，运用先进的编辑语言来实现诸多功能的新型控制系统，采用程序控制方式是它与继电器控制系统的主要区别。

PLC问世以前，在农机、机床、建筑、电力、化工、交通运输等行业中是以继电器控制系统占主导地位的。继电器控制系统以其结构简单、价格低廉、易于操作等优点得到了广泛的应用。

【典型继电器控制系统】



小型机械设备的继电器控制系统



大型机械设备的继电器控制系统

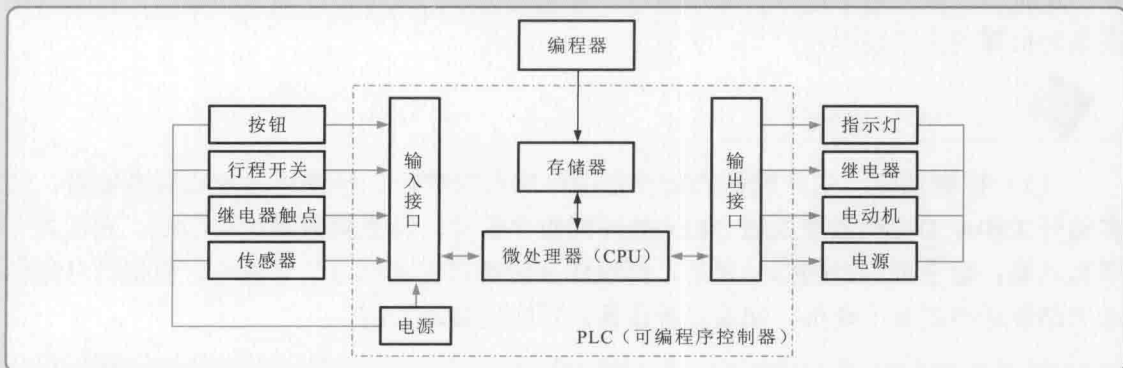
然而，随着工业控制的精细化程度和智能化水平的提升，以继电器为核心的控制系统的结构越来越复杂。在有些较为复杂的系统中，可能要使用成百上千个继电器，这不仅使得整个控制装置显得体积十分庞大，而且元器件数量的增加、复杂的接线关系还会造成整个控制系统的可靠性降低。更重要的是，一旦控制过程或控制工艺要求变化，则

控制柜内的继电器和接线关系都要重新调整。可以想象，如此巨大的变动一定会花费大量的时间、精力和金钱，其成本的投入有时要远远超过重新制造一套新的控制系统，这势必又会带来很大的浪费（原先的系统的报废）。

为了应对继电器控制系统的不足，既能让工业控制系统的成本降低，同时又能很好地应对工业生产中的变化和调整。工程人员将计算机技术、自动化技术以及微电子和通信技术相结合，研发出了更加先进的自动化控制系统，这就是PLC。

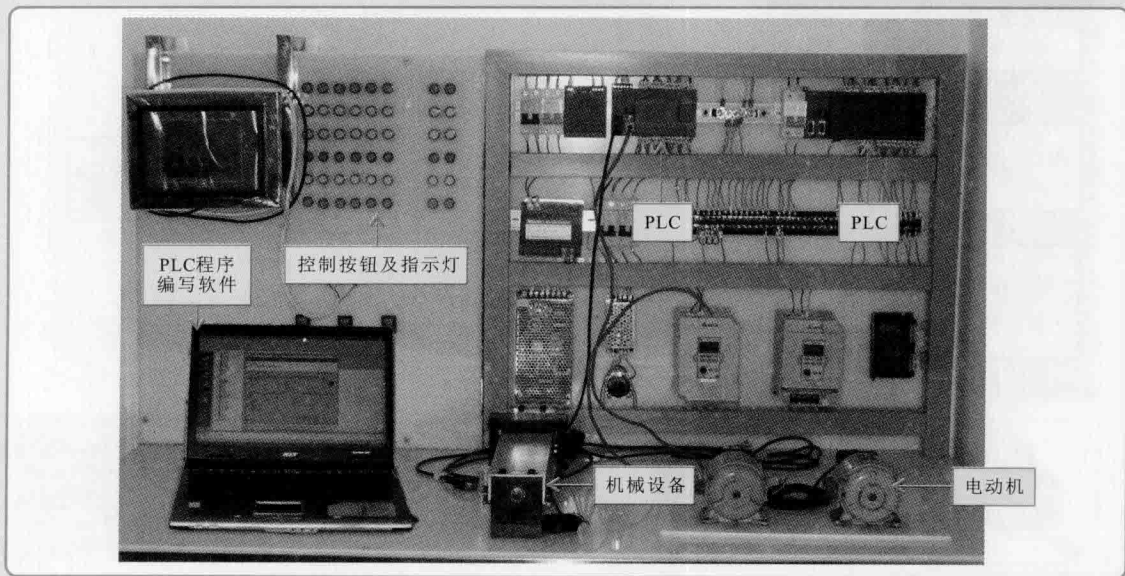
PLC作为专门为工业生产过程提供自动化控制的装置，采用了全新的控制理念。PLC通过其强大的输入、输出接口与工业控制系统中的各种部件相连（如控制按键、继电器、传感器、电动机、指示灯等）。

【PLC的功能图】



通过编程器编写控制程序（PLC语句），将控制程序存入PLC中的存储器并在微处理器（CPU）的作用下执行逻辑运算、顺序控制、计数等操作指令。这些指令会以数字信号（或模拟信号）的形式送到输入端、输出端，从而控制输入端、输出端接口上连接的设备，协同完成生产过程。

【PLC硬件系统模型图】



特别提醒

PLC控制系统用标准接口取代了硬件安装连接。用大规模集成电路与可靠元件的组合取代线圈和活动部件的搭配，并通过计算机进行控制。这样不仅大大简化了整个控制系统，而且也使得控制系统的性能更加稳定，功能更加强大。在拓展性和抗干扰能力方面也有了显著的提高。

PLC控制系统的最大特色是在改变控制方式和效果时不需要改动电气部件的物理连接线路，只需要通过PLC程序编写软件重新编写PLC内部的程序即可。

1.2.2 PLC的功能应用

国际电工技术委员会（简称IEC）将PLC定义为“数字运算操作的电子系统”，专为在工业环境下应用而设计。它采用可程序的存储器，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，并通过数字的或模拟的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。

1. PLC的功能特点

（1）控制功能 生产过程的物理量由传感器检测后，经变压器变成标准信号，经多路开关和A-D转换器变成适合PLC处理的数字信号，经光耦合器送给CPU，光耦具有隔离功能；数字信号经CPU处理后，再经D-A转换器变成模拟信号输出。模拟信号经驱动电路驱动控制泵电动机、加温器等设备，可实现自动控制。

【PLC的控制功能图】

