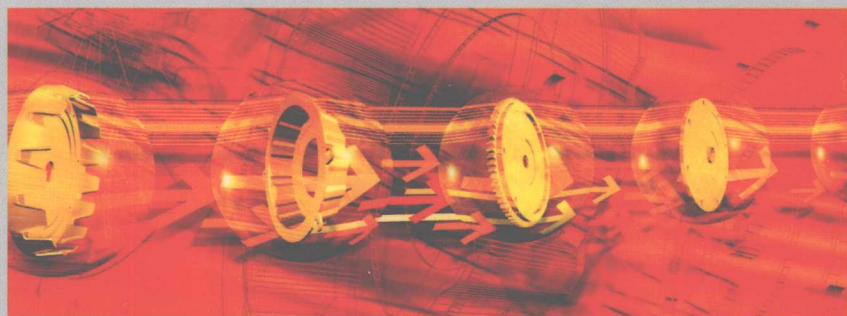


中国高等职业技术教育研究会推荐

21世纪高等职业教育规划教材

可编程序控制器原理与应用

周波 胡修玉 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

中国高等职业技术教育研究会推荐

21 世纪高等职业教育规划教材

可编程序控制器原理与应用

运 算	163	周波 胡修玉 主编	参 考 员 入 本 林 陈					
	166	TRD	时钟数据读出	×	×	✓		
	167	TWH	时钟数据写入	×	×	✓		
	169	HOUR	计时用	×	×	✓		
变 换	170	CRY	二进制数→格雷码	×	×	×	×	
	176	RD3A	模拟量模块(32位)	×	✓	×	✓	
	177	WR3A	模拟量模块(32位)	×	✓	×	✓	
触 点 比 较	224	LD=	(S1)=(S2)时起始触点接通	×	×	✓	✓	
	225	LD>	(S1)>(S2)时起始触点接通	×	×	✓	✓	
	226	LD<	(S1)<(S2)时起始触点接通	×	×	✓	✓	
	228	LD≠	(S1)≠(S2)时起始触点接通	×	×	✓	✓	
	229	LD≤	(S1)≤(S2)时起始触点接通	×	×	✓	✓	
	230	LD≥	(S1)≥(S2)时起始触点接通	×	×	✓	✓	
	232	AND=	(S1)=(S2)时串联触点接通	×	×	✓	✓	
	233	AND>	(S1)>(S2)时串联触点接通	×	×	✓	✓	
	234	AND<	(S1)<(S2)时串联触点接通	×	×	✓	✓	
	236	AND≠	(S1)≠(S2)时串联触点接通	×	×	✓	✓	
	237	AND≤	(S1)≤(S2)时串联触点接通	×	×	✓	✓	
	238	AND≥	(S1)≥(S2)时串联触点接通	×	×	✓	✓	
	240	OR=	(S1)=(S2)时并联触点接通	×	×	✓	✓	
	241	OR>	(S1)>(S2)时并联触点接通	×	×	✓	✓	
国防工业出版社				×	×	✓	✓	
【责任编辑：王 芳】				×	×	✓	✓	
国防书店：(010)68438433·北京·				×	×	✓	✓	
发行传真：(010)68438433·(010)68438433				×	×	✓	✓	

内容简介

本书以三菱公司的 FX 系列 PLC 为例,介绍了 PLC(可编程序控制器)的工作原理、硬件结构、编程元件与指令系统;此外,本书用大量的篇幅介绍了梯形图的经验设计法、时序控制系统梯形图的设计方法、根据继电器电路图设计梯形图的方法、根据顺序功能图设计顺序控制梯形图的三种设计顺控程序的方法。这些内容及方法循序渐进,很容易被初学者掌握,用它们可以得心应手地设计出任意复杂的开关量控制系统的梯形图。

本书还介绍了 PLC 控制系统的设计和调试方法、提高系统可靠性和降低硬件费用的方法,以及 PLC 的联网通信等。在附录中简单介绍了三菱 FX 系列编程软件 SWOPC-FXGP/WIN-C 的使用方法。

本书可作为高职高专类电气工程及自动化、工业自动化、应用电子、电信技术、机电一体化及其他相关专业教材,同时适合机电类从业人员自学,也可供技术培训和在职技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器原理与应用/周波,胡修玉主编. —北京:
国防工业出版社,2008.2
21 世纪高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-118-05514-6

I. 可... II. ①周...②胡... III. 可编程序控制器 -
高等学校:技术学校 - 教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 197498 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 308 千字
2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 23.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422 发行邮购: (010)68414474
发行传真: (010)68411535 发行业务: (010)68472764

21 世纪高等职业教育机电类规划教材 编审专家委员会名单

主任委员 方 新(北京联合大学教授)

刘跃南(深圳职业技术学院教授)

委 员 (按姓氏笔画排列)

付文博(烟台南山学院副教授)

刘 炯(国防工业出版社副编审)

刘克旺(青岛职业技术学院副教授)

刘建超(成都航空职业技术学院教授)

闫大建(北京科技职业学院副教授)

米国际(西安航空技术高等专科学校副教授)

李景仲(辽宁省交通高等专科学校副教授)

徐时彬(四川工商职业技术学院副教授)

郭紫贵(张家界航空工业职业技术学院副教授)

蒋敦斌(天津职业大学教授)

韩玉勇(枣庄科技职业学院副教授)

颜培钦(广东交通职业技术学院副教授)

总 策 划 江洪湖 刘 炯

在我国高等教育从精英教育走向大众化教育的过程中,作为高等教育重要组成部分的高等职业教育快速发展,已进入提高质量的时期。在高等职业教育的发展过程中,各高校在专业设置、实训基地建设、双师型师资的培养、专业培养方案的制定等方面不断进行教学改革。高等职业教育的人才培养还有一个重点就是课程建设,包括课程体系的科学合理设置、理论课程与实践课程的开发、课件的编制、教材的编写等。这些工作需要每一位高职教师付出大量的心血,高职教材就是这些心血的结晶。

高等职业教育机电类专业赶上了我国现代制造业崛起的时代,中国的制造业要从制造大国走向制造强国,需要一大批高素质的、工作在生产一线的技术应用型人才,这就要求我们高等职业教育机电类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育机电类专业的教材一要反映制造业的最新技术,因为高职学生毕业后马上要去现代制造业企业的生产一线顶岗,我国现代制造业企业使用的技术更新很快;二要反映某项技术的方方面面,使高职学生能对该项技术有全面的了解;三要深入某项需要高职学生具体掌握的技术,便于教师组织教学时切实使学生掌握该项技术或技能;四要适合高职学生的学习特点,便于教师组织教学时因材施教。要编写出高质量的高职教材,还需要我们高职教师的艰苦工作。

国防工业出版社组织了一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的数控、模具、汽车、自动化、机电设备等方面的教材反映了这些专业的教学成果,相信这些专业的成功经验又必将随着本系列教材这个载体进一步推动其他院校的教学改革。

方新

欧 欣 陈松云 收策总

《可编程序控制器原理与应用》

编委会名单

主 编 周 波 胡修玉

副主编 董贵华 毛艳秋 杜兆辉

编 委 赵崇鲁 周海钦 唐河阳

鲁 波 张 伟 朱 伟

闵庆跃 孟国前 曲东坡

主 审 孟 良

《PLC应用》前言

单 会 委 编

PLC(可程序控制器)是以计算机技术为核心的通用自动控制装置,在工业生产中得到了广泛的应用。作者长期从事电气控制和 PLC 的教学、研究和工程应用方面的工作,具有一定的实践经验。

本书以三菱电机公司的最新产品 FX 系列小型 PLC 为主要讲述对象。三菱 FX 系列 PLC 具有很高的性能价格比、功能强、应用范围广,可满足大多数用户的需要。

程序设计是 PLC 应用的关键问题。结合高职高专教学的特点,本书以应用中使用面最广的开关量控制部分为重点。书中介绍了包括经验设计法、根据继电器电路图设计梯形图的方法、时序控制程序的设计方法、顺序功能图和三种设计顺序控制梯形图的方法,对有电气控制基础的人员来说,这些设计方法易学、易懂,掌握它们后可以得心应手地设计出复杂的开关量控制系统的梯形图,包括具有多种工作方式的系统的梯形图,大大缩短了设计周期。

本书的第 1 章~第 3 章为 PLC 的基础知识,介绍了 PLC 的概况、结构、工作原理和性能指标及内部软元件。

第 4 章介绍了 FX 系列基本指令的功能和基本应用。4.3 节用较多的篇幅介绍了梯形图的经验设计法,经验设计法在较简单的梯形图的设计和后续多种梯形图设计方法中的局部基本电路设计中,起着不可替代的作用。

第 5 章、第 6 章从功能图和梯形图两个视角阐述了顺序控制编程的方法。第 5 章讲述的顺序功能图是设计 PLC 顺序控制程序的有力工具。第 6 章通过列举大量实例讲述了顺序控制梯形图的多种结构及设计方法。

第 7 章介绍了 FX 系列的功能指令。FX 系列有 200 多条功能指令,本书仅就常用的功能指令给予详细介绍,有些功能指令只作了简要的介绍,其余指令和详细的使用方法可参阅 FX 系列的编程手册。

第 8 章介绍了 PLC 应用系统的设计和调试方法,PLC 应用系统的可靠性措施,PLC 的通信与计算机通信网络,以及 5DM 微型显示模块的应用等内容。

附录部分简要介绍了功能指令以及 SWOPC-FX-GWIN-C 编程软件的使用方法。鉴于目前在编程器上的应用有限,书中未作介绍,有兴趣的读者可以查阅相关手册。

本书由周波主编并编写了大部分章节,胡修玉、董贵华编写了第 5 章、第 6 章,胡修玉绘制了书中全部图形,毛艳秋、杜兆辉、鲁波参加了第 1 章、第 2 章的编写工作,朱伟、赵崇鲁、周海钦、唐河阳、张伟、孟国前、曲东坡和闵庆跃参与了资料查询和文字校对等方面的工作。

本书由孟良老师主审。孟良老师在百忙中仔细审阅了书稿,并提出了许多宝贵的、有建设性的建议和意见,在此特向孟良老师致以最衷心的感谢,同时对相关院校在百忙之中提供帮助的所有老师表示衷心的感谢。

因作者水平有限,加之 PLC 技术日新月异,书中难免有谬误和疏漏之处,恳请专家和读者批评指正。

编者

1	第1章 绪论
1.1	1.1 可编程控制器的产生和发展
1.2	1.2 可编程控制器的组成及分类
1.2.1	1.2.1 可编程控制器的组成
1.2.2	1.2.2 PLC的分类
1.3	1.3 PLC的应用
1.3.1	1.3.1 PLC的特点
1.3.2	1.3.2 PLC的应用
1.4	1.4 PLC的发展趋势
2	第2章 思考题
2.1	2.1 可编程控制器的基本组成和工作原理
2.1.1	2.1.1 PLC的硬件结构
2.1.2	2.1.2 PLC的软件结构
2.1.3	2.1.3 PLC的外部结构
2.2	2.2 PLC的工作原理
2.2.1	2.2.1 扫描工作方式
2.2.2	2.2.2 PLC扫描周期
2.2.3	2.2.3 PLC的输入输出过程
2.3	2.3 可编程控制器的编程语言
2.3.1	2.3.1 梯形图语言
2.3.2	2.3.2 指令表语言
2.3.3	2.3.3 逻辑图语言
2.3.4	2.3.4 顺序功能图语言
2.3.5	2.3.5 高级语言
3	第3章 三菱FX系列PLC性能指标和内部元件
3.1	3.1 FX系列PLC硬件配置及性能指标
3.1.1	3.1.1 FX系列PLC型号的规格

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 可编程序控制器的产生和发展	1
1.2 可编程序控制器的定义及分类	2
1.2.1 可编程序控制器的定义	2
1.2.2 PLC 的分类	2
1.3 PLC 的特点与应用	3
1.3.1 PLC 的特点	3
1.3.2 PLC 的应用	4
1.4 PLC 的发展趋势	5
思考题与习题	6
第 2 章 可编程序控制器的基本组成和工作原理	7
2.1 可编程序控制器的基本组成	7
2.1.1 PLC 的硬件结构	7
2.1.2 PLC 的软件结构	12
2.1.3 PLC 的外形结构	13
2.2 PLC 的工作原理	13
2.2.1 扫描工作方式	13
2.2.2 PLC 扫描周期	14
2.2.3 PLC 的程序执行过程	14
2.3 可编程序控制器的编程语言	15
2.3.1 梯形图语言	15
2.3.2 语句表语言	16
2.3.3 逻辑图语言	17
2.3.4 顺序功能图语言	17
2.3.5 高级语言	17
思考题与习题	18
第 3 章 三菱 FX 系列 PLC 性能指标和内部软元件	19
3.1 FX 系列 PLC 硬件配置及性能指标	19
3.1.1 FX 系列 PLC 型号的说明	19

42	3.1.2	FX 系列 PLC 硬件配置	20
42	3.1.3	FX 系列的 I/O 扩展单元和扩展模块	21
82	3.1.4	FX 系列的特殊功能模块简介	22
82	3.1.5	FX 系列 PLC 的编程器及其他外部设备	26
70	3.1.6	FX 系列 PLC 各单元模块的连接	26
70	3.1.7	FX 系列 PLC 的性能指标	27
70	3.2	FX 系列 PLC 的编程软元件	28
70	3.2.1	数据结构和软元件	28
07	3.2.2	输入继电器(X)	29
17	3.2.3	输出继电器(Y)	30
47	3.2.4	辅助继电器(M)	30
47	3.2.5	内部状态继电器(S)	32
27	3.2.6	定时器(T)	33
07	3.2.7	计数器(C)	34
07	3.2.8	数据寄存器(D)	36
07	3.2.9	内部指针(P、I)	37
08	3.2.10	FX 系列 PLC	38
08		思考题与习题	39
	第 4 章	FX 系列 PLC 的基本指令系统	40
48	4.1	基本指令系统的功能及应用	40
78	4.1.1	逻辑取及驱动线圈指令(LD、LDI、OUT)	40
88	4.1.2	触点的串、并联指令	41
08	4.1.3	电路块的串、并联指令	42
00	4.1.4	LDP、LDF, ANDP、ANDF, ORP 和 ORF 指令	43
10	4.1.5	PLS 与 PLF 指令	43
40	4.1.6	栈存储器与多重输出指令	44
40	4.1.7	置位与复位指令(SET、RST)	45
20	4.1.8	主控指令(MC、MCR)	46
80	4.1.9	逻辑取反、空操作与结束指令(INV、NOP、END)	47
80	4.2	梯形图编程规则和注意事项	48
00	4.2.1	梯形图编程规则及优化设计	48
00	4.2.2	梯形图编程注意事项	49
101	4.3	梯形图的经验设计法	50
201	4.3.1	经验设计法	50
201	4.3.2	启保停电路	50
511	4.3.3	时序控制电路	52

05	4.3.4 PLC 常闭触点输入时的梯形图	54
15	4.3.5 由继电器电路图设计梯形图	54
55	4.4 基本指令编程实例	58
65	思考题与习题	63
	第 5 章 顺序控制功能图的设计	67
75	5.1 顺序控制功能图	67
85	5.1.1 顺序控制功能图的特点	67
85	5.1.2 顺序控制功能图的组成	67
95	5.1.3 顺序功能图的基本结构	70
06	5.2 顺序控制功能图设计举例	71
06	5.3 设计基本规则及注意事项	74
55	5.3.1 功能图中转换实现的基本规则	74
55	5.3.2 绘制顺序功能图的注意事项	75
45	5.3.3 顺序控制设计法的本质	76
65	思考题与习题	76
	第 6 章 顺序控制梯形图的编程方法	79
85	6.1 步进梯形指令 STL 设计法	80
95	6.1.1 STL 指令	80
04	6.1.2 单序列的编程方法	81
04	6.1.3 选择序列的编程方法	84
04	6.1.4 并行序列的编程方法	87
14	6.2 SET、RST 指令设计法	88
54	6.2.1 单序列的编程方法	89
54	6.2.2 选择序列的编程方法	90
54	6.2.3 并行序列的编程方法	91
44	6.3 启保停电路设计法	94
74	6.3.1 单序列的编程方法	94
04	6.3.2 选择序列的编程方法	96
74	6.3.3 并行序列的编程方法	98
84	6.3.4 只有两步闭环的处理	98
84	6.4 具有多种工作方式的系统的编程方法	99
94	6.4.1 工作方式	99
02	6.4.2 使用启保停电路的编程方法	101
02	6.4.3 使用 SET、RST 指令的编程方法	106
02	6.4.4 使用步进梯形指令 STL 的编程方法	106
52	思考题与习题	112

第7章 FX 系列 PLC 功能指令系统	115
7.1 功能指令的表示形式与数据结构	115
7.1.1 功能指令的表示形式	115
7.1.2 功能指令的含义	115
7.1.3 功能指令的数据格式	117
7.2 FX 系列 PLC 功能指令介绍	118
7.2.1 程序流程控制类指令(FNC00 ~ FNC09)	118
7.2.2 比较与传送类指令(FNC10 ~ FNC19)	124
7.2.3 算术和逻辑运算类指令(FNC20 ~ FNC29)	132
7.2.4 循环与移位类指令(FNC30 ~ FNC39)	135
7.2.5 数据处理指令(FNC40 ~ FNC49)	140
7.2.6 高速处理指令(FNC50 ~ FNC59)	143
7.2.7 其他功能指令	147
思考题与习题	160
第8章 应用系统设计与调试	162
8.1 PLC 应用系统的设计调试方法	162
8.1.1 系统规划	162
8.1.2 系统设计	163
8.1.3 PLC 及其组件的选型	164
8.1.4 硬件软件设计与调试	166
8.2 PLC 应用系统的可靠性措施	167
8.2.1 对电源的处理	168
8.2.2 安装与布线的注意事项	168
8.2.3 感性负载的处理	169
8.2.4 PLC 的接地	169
8.2.5 强烈干扰环境中的隔离措施	170
8.2.6 PLC 输出的可靠性措施	170
8.2.7 故障的检测与诊断	170
8.3 PLC 的通信与计算机通信网络	171
8.3.1 计算机通信的基础知识	171
8.3.2 串行通信接口标准	173
8.3.3 计算机通信的国际标准	174
8.3.4 FX 系列的串行通信接口	177
8.3.5 PLC 的专用通信协议与通信指令	178
8.3.6 工厂自动化通信网络	180
8.4 节省 PLC 输入/输出点数的方法	181

112	8.4.1 减少所需输入点数的方法	181
112	8.4.2 减少所需输出点数的方法	182
112	8.5 FX _{1N} -5DM 微型显示模块的应用	182
112	8.5.1 概述	182
111	8.5.2 安装与功能简介	183
118	8.5.3 用于 5DM 的 PLC 编程元件	184
118	8.5.4 使用方法	184
124	思考题与习题	187
	附录 A 三菱 FX 系列编程软件的使用方法	188
	附录 B FX 系列 PLC 功能指令一览表	204
	参考文献	208
143	7.2.6 高速计数指令 (FNC50 - FNC59)	
147	7.2.7 其他计数指令	
160	思考题与习题	
162	第 8 章 应用系统设计	
162	8.1 PLC 应用系统设计的方法	
162	8.1.1 设计原则	
163	8.1.2 设计步骤	
164	8.1.3 PLC 及其组成的选型	
166	8.1.4 软件设计步骤	
167	8.2 PLC 应用系统的可靠性设计	
168	8.2.1 故障的处理	
168	8.2.2 安全系统的注意事项	
169	8.2.3 故障的预防	
169	8.2.4 PLC 的接地	
170	8.2.5 防止干扰的措施	
170	8.2.6 PLC 输出的可靠性设计	
170	8.2.7 故障的检测与诊断	
171	8.3 PLC 的通信与计算机网络	
171	8.3.1 计算机通信的概述	
173	8.3.2 串行通信接口标准	
174	8.3.3 计算机通信的国际标准	
177	8.3.4 FX 系列的串行通信接口	
178	8.3.5 PLC 的专用通信接口与通信指令	
180	8.3.6 工业以太网与现场总线	
181	8.4 节省 PLC 输入输出点数的方法	

第1章 概述

1.1 可编程序控制器的产生和发展

在可编程序控制器出现之前,工业电气控制领域中,继电器、接触器控制占主导地位,应用广泛。但是电器控制系统存在体积大、可靠性低、耗电多、噪声大、查找和排除故障困难等缺点,特别是其接线复杂、不易更改,对生产工艺变化的适应性差。

1968年美国通用汽车公司(GM)为了适应汽车型号的不断更新、生产工艺不断变化的需要,为了实现小批量、多品种的生产,希望能有一种新型工业控制器,它能够做到尽可能减少重新设计和更换电器控制系统及接线,以降低成本,缩短周期。于是,设想将计算机功能强大、灵活、通用性好等优点与电器控制系统简单易懂、价格便宜等优点结合起来,制成一种通用控制装置,而且这种装置采用面向控制过程、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使用。

1969年美国数字设备公司(DEC)根据美国通用汽车公司的这种要求,研制成功了世界上第一台可编程控制器,并在通用汽车公司的自动装配线上试用,取得很好的效果,从此这项技术迅速发展起来。

早期的可编程序控制器仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能,只是用来取代传统的继电器控制,通常称为可编程逻辑控制器,即 PLC(Programmable Logic Controller)。随着微电子技术和计算机技术的发展,20 世纪 70 年代中期微处理器技术应用到 PLC 中,使 PLC 不仅具有逻辑控制功能,还增加了算术运算、数据传送和数据处理等功能。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,使 PLC 得到迅速发展。PLC 不仅控制功能增强,同时可靠性提高,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,使 PLC 真正成为具有逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理、联网通信等功能的名副其实的多功能控制器。

自从第一台 PLC 出现以后,日本、德国、法国等也相继开始研制 PLC,并得到了迅速的发展。目前,世界上有 200 多家 PLC 厂商,400 多个品种的 PLC 产品,按地域可分成美国、欧洲和日本三个流派的产品,各流派 PLC 产品都各具特色,如日本主要发展中、小型 PLC,其小型 PLC 性能先进,结构紧凑,价格便宜,在世界市场上占据重要地位。著名的 PLC 生产厂家主要有美国的 A-B(Allen-Bradly)公司、GE(General Electric)公司,日本的三菱电机(Mitsubishi Electric)公司、欧姆龙(OMRON)公司,德国的 AEG 公司、西门子(Siemens)公司,法国的 TE(Telemecanique)公司等。

我国的 PLC 研制、生产和应用也发展得很快,尤其在应用方面更为突出。在 20 世纪 70 年代末和 20 世纪 80 年代初,随着国外成套设备、专用设备引进了不少国外的 PLC。

此后,在传统设备改造和新设备设计中,PLC 的应用逐年增多,并取得显著的经济效益。PLC 在我国的应用越来越广泛,对提高我国工业自动化水平起到了巨大的作用。目前,我国不少科研单位和工厂在研制和生产 PLC,如辽宁无线电二厂、无锡华光电子公司、上海香岛电机制造公司、厦门 A-B 公司、南京冠德科技有限公司等。

从近年的统计数据看,在世界范围内 PLC 产品的产量、销量、用量高居工业控制装置榜首,而且市场需求量一直以每年 15% 的比率上升,PLC 已成为工业自动化控制领域中占主导地位的通用工业控制装置。

1.2 可编程序控制器的定义及分类

1.2.1 可编程序控制器的定义

可编程序控制器简称 PLC,它是在电器控制技术和计算机技术的基础上开发出来的,并逐渐发展成为以微处理器为核心,把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业控制装置。目前,PLC 已被广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制中,成为一种最重要、最普及、应用场合最多的工业控制装置,被公认为现代工业自动化的三大支柱(PLC、机器人、CAD/CAM)之一。

国际电工委员会(IEC)于 1987 年颁布了可编程控制器标准草案第三稿,在草案中对可编程控制器定义如下:“可编程控制器是一种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,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,并通过数字式和模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外围设备,都应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。”

定义强调了 PLC 应直接应用于工业环境,必须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和广阔的应用范围,这是区别于一般微机控制系统的重要特征。同时,也强调了 PLC 用软件方式实现的“可编程”与传统控制装置中通过硬件或硬接线的变更来改变程序的本质区别。

近年来,可编程控制器发展很快,几乎每年都推出不少新系列产品,其功能已远远超出了上述定义的范围。

1.2.2 PLC 的分类

PLC 产品种类繁多,其规格和性能也各不相同。对 PLC 的分类,通常根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O 点数的多少等进行大致分类。

1. 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式 PLC。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点,小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元(又称主机)和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口,以及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口等。扩

展单元内只有 I/O 接口和电源等,没有 CPU,基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般还可配备特殊功能单元,如模拟量单元、位置控制单元等,使其功能得以扩展。

(2) 模块式 PLC。模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分,分别做成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成,模块装在框架或基板的插座上,这种模块式 PLC 的特点是配置灵活,可根据需要选配不同规模的系统,而且装配方便,便于扩展和维修,大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来,构成所谓叠装式 PLC。叠装式 PLC 其 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块,但它们之间是靠电缆进行连接,并且各模块可以一层层地叠装。这样,不但系统可以灵活配置,还可做得体积小。

2. 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同,可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

(1) 低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能;主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

(2) 中档 PLC 除具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能;有些还可增设中断控制、PID 控制等功能,适用于复杂控制系统。

(3) 高档 PLC 除具有中档机的功能外,还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 机具有更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统,实现工厂自动化。

3. 按 I/O 点数分类

根据 PLC 的 I/O 点数的多少,可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

(1) 小型 PLC。I/O 点数为 256 点以下的为小型 PLC,其中,I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。

(2) 中型 PLC。I/O 点数为 256 点以上、2048 点以下的为中型 PLC。

(3) 大型 PLC。I/O 点数为 2048 点以上的为大型 PLC,其中,I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

在实际中,一般 PLC 功能的强弱与其 I/O 点数的多少是相互关联的,即 PLC 的功能越强,其可配置的 I/O 点数越多。因此,通常所说的小型、中型、大型 PLC,除指其 I/O 点数不同外,同时也表示其对应功能为低档、中档、高档。

1.3 PLC 的特点与应用

1.3.1 PLC 的特点

PLC 技术之所以高速发展,除了工业自动化的客观需要外,主要是因为它具有许多独特的优点,它较好地解决了工业领域中普遍关心的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。

PLC 主要有以下特点。

1. 可靠性高、抗干扰能力强

可靠性高、抗干扰能力强是 PLC 最重要的特点之一。PLC 的平均无故障时间可达几十万个小时,之所以有这么高的可靠性,是由于它采用了一系列的硬件和软件的抗干扰措施。

(1) 硬件方面。I/O 通道采用光电隔离,有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响;对供电电源及线路采用多种形式的滤波,从而消除或抑制了高频干扰;对 CPU 等重要部件采用良好的导电、导磁材料进行屏蔽,以减少空间电磁干扰;对有些模块设置了连锁保护、自诊断电路等。

(2) 软件方面。PLC 采用扫描工作方式,减少了由于外界环境干扰引起故障;在 PLC 系统程序中设有故障检测和自诊断程序,能对系统硬件电路等故障实现检测和判断;当由外界干扰引起故障时,能立即将当前重要信息加以封存,禁止任何不稳定的读写操作,一旦外界环境正常后,便可恢复到故障发生前的状态,继续原来的工作。

2. 编程简单、使用方便

目前,大多数 PLC 采用的编程语言是梯形图语言,它是一种面向生产、面向用户的编程语言。梯形图与电器控制线路图相似,形象、直观,不需要掌握计算机知识,很容易让广大工程技术人员掌握。当生产流程需要改变时,可以现场改变程序,使用方便、灵活,同时,PLC 编程器的操作和使用也很简单,这也是 PLC 获得普及和推广的主要原因之一。

许多 PLC 还针对具体问题,设计了各种专用编程指令及编程方法,进一步简化了编程。

3. 功能完善、通用性强

现代 PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能,而且还具有 A/D 转换和 D/A 转换、数值运算、数据处理、PID 控制、通信联网等许多功能。同时,由于 PLC 产品的系列化、模块化,有品种齐全的各种硬件装置供用户选用,可以组成满足各种要求的控制系统。

4. 设计安装简单、维护方便

由于 PLC 用软件代替了传统电气控制系统的硬件,控制柜的设计、安装接线工作量大为减少。PLC 的用户程序大部分可在实验室进行模拟调试,缩短了应用设计和调试周期。在维修方面,由于 PLC 的故障率极低,维修工作量很小,而且 PLC 具有很强的自诊断功能,如果出现故障,可根据 PLC 上的指示或编程器上提供的故障信息,迅速查明原因,维修极为方便。

5. 体积小、质量轻、能耗低

由于 PLC 采用了集成电路,其结构紧凑、体积小、能耗低,因而是实现机电一体化的理想控制设备。

1.3.2 PLC 的应用

目前,国内外 PLC 已广泛应用在冶金、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 性能价格比的不断提高,其应用领域不断扩大。从应用类型看,PLC 的应用大致可归纳为以下几个方面。