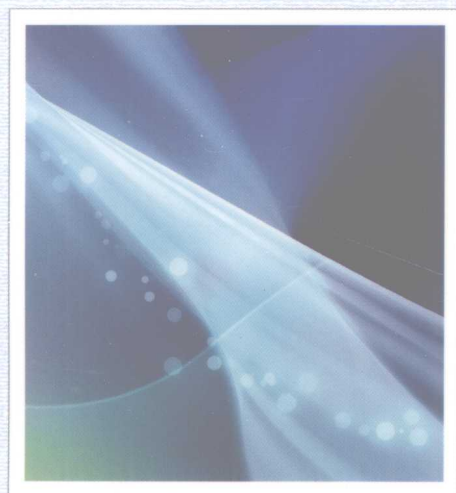


中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材



可编程控制器 技术应用

高等职业技术教育研究会 审定

冯宁 吴灏 主编

PLC Technology Application

- ◆ 知识点融合到应用实例中，培养技术应用能力
- ◆ 每章附有实践性较强的实训供上机操作时使用
- ◆ 配备电子课件、源程序、习题答案等丰富资源

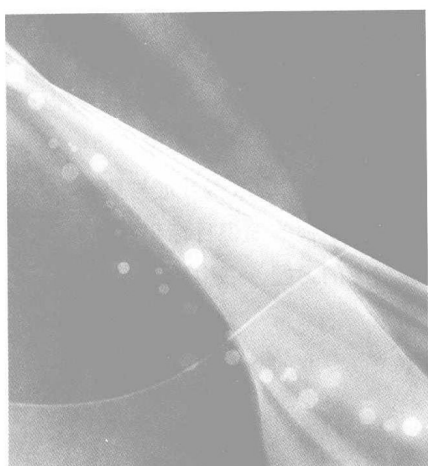


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材



可编程控制器 技术应用

高等职业技术教育研究会 审定

冯宁 吴灏 主编

PLC Technology Application

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器技术应用 / 冯宁, 吴灏主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 5

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果. 高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材

ISBN 978-7-115-20483-7

I. 可… II. ①冯…②吴… III. 可编程序控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第037254号

内 容 提 要

本书从实际工程应用和高职高专教学需要出发, 介绍了FX_{2N}和SIMATIC S7-200系列可编程控制器的工作原理、基本指令、程序设计方法以及实际工程应用。主要内容包括三菱FX_{2N}系列可编程控制器基本指令、步进指令、功能指令、特殊功能模块及通信, S7-200系列可编程控制器的数据寻址与基本指令、顺序控制指令、功能指令, 以及可编程控制器系统设计。每章在开头有应掌握的知识目标和应达到的能力目标, 在中间有课堂思考题和小训练项目, 结尾有综合实训项目和相应的习题。书中绝大部分例子来自工业实际中的应用项目。

本书可作为高职高专机电类、电气电子类、计算机类、智能楼宇类等专业的教材, 也可供相关工程技术人员参考使用。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材

可编程控制器技术应用

-
- ◆ 审 定 高等职业技术教育研究会
主 编 冯 宁 吴 灏
责任编辑 潘春燕
执行编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.75
字数: 385千字
印数: 1—3 000册
- 2009年5月第1版
2009年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20483-7/TN

定价: 26.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与 “双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

李秀忠	周明虎	林 平	韩志国	顾 晔	吴晓苏	周 虹
钟 健	赵 宇	冯建东	散晓燕	安宗权	黄军辉	赵 波
	邓晓阳	牛宝林	吴新佳	赵慧君	潘新文	李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程” 培养方案规划教材编委会

主 任：李秀忠

副主任：吴晓苏 孙慧平

委 员：	徐小增	郭建尊	王诗军	李艳霞	王金花	蔡冬根	林党养
刘树青	姜琳	金文兵	朱强	霍苏平	周玮	周兰	孙小捞
张伟林	贾俊良	陈万利	杨占尧	郑金姬	黄中玉	李辉	赵宏立
华满香	周建安	孙卫锋	林宗良	金英元	黄义俊	董小金	戴晓东
牛荣华	丁如春	冯锦春	刘岩	赵仕元	张雪梅	申晓龙	文学红
毛好喜	李本红	任成高	余慰荔	周旭光	苏伟华	刘宏城	吕永峰
王雁彬	邵萍	郭宏彦	何全陆	张念淮	姜庆良	张江城	冯宁明
吴灏	阮予明	李振杰	李英	燕居怀	谢海慧	王浩平	张中明
陈桂芳	宋雪臣	楚忠	王双林	王广业	刘	孟庆平	

审稿委员会

主 任：彭跃湘

副主任：胡进德

委 员：	米久贵	卜燕萍	徐立娟	陈忠平	庄军	谭毅	谢响明
汤长清	高荣林	卜新民	罗澄清	王德发	王德山	栾敏	谢伟东
李学鑫	张周信	吕修海	王达斌	周林峰	熊江	王军红	邓剑平
杨国生	周安	叶立清	雷云进	谷长峰	向玉平	葛序风	李建梅
刘战术	魏东	肖允鑫	李丹	张光跃	陈玉宏	林长青	王玉香
戴晓光	罗正斌	刘晓军	张秀玲	袁小平	李周林	张凤民	孙建洪
陈晓罗	肖龙	何谦	周玮	张瑞林	田培成	潘爱民	徐国林
张国锋	陈孝先	夏光蔚	李燕伦	刘一兵	卜燕萍	刘少岩	冯光颖
魏仕华	曹淑联	孙振强	罗京霞	田晶	张森林	王恒彦	山庚生
温钢云	蔡超强	刘建敏	吴恒彦	张海筹	杨亚辉	范加彬	朱福民
丁明成	李华桥	孟华岩	范跃湘	高荣明	吴春玉	吴崇	白华忠
宋丽华	王世琴	孙佳海	彭川林	李孟平	杨强旭	麦崇	张胡进
牟志平	申凤毅	王观海	黎公相	王朝红	姬红旭	吕品	李凡
吴德江	赵红毅						

本书主审：黄伟明 申凤琴

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育,提出要全面贯彻党的教育方针,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路,为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此,以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施,教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高〔2006〕16号)中也明确提出,要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是,由于基于“双证书”的专业解决方案、课程资源匮乏,“双证课程”不能融入教学计划,或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程,因此,“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施“双证书”制度工作,推进示范校建设,中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上,联合向中国职业技术教育学会申报了职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践课题(中国职业技术教育学会科研规划项目,立项编号 225753)。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来,使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书,拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头,邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家,以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校,一起进行课题研究,目前已召开多次研讨会,将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类,按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务,进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能,再将这些核心技能进行分解,进而推出各专业的专业核心课程与双证课程,最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果,课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究,拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的,每个专业各门课程的教材内容既相互独立,又有机衔接,整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中,使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势,专业核心课程、“双证

课程”按照工作过程导向及项目教学的思路编写，较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究探索，本套教材终于正式出版了，我们希望通过本套教材，为各高职高专院校提供一个可实施的基于“双证书”的专业教学方案，也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，并积极与我们联系，共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

可编程控制器（PLC）最初仅仅是为了替代继电器控制系统，但是发展到目前，它综合了计算机技术、自动控制技术、网络通信技术，功能远远超出了继电器系统的功能，在化工、钢铁、制造等领域得到了越来越广泛的应用，极大地促进了现代工业生产的自动化程度。由于可编程控制器在实际工业生产中的大量应用，我国很多高职高专院校的机电、电子、计算机、智能楼宇等专业均开设了这门课程。为了帮助高职院校的教师能够比较全面、系统地讲授这门课程，我们几位长期在高职院校从事可编程控制器教学并具有丰富工程实践经验的教师，共同编写了这本教材。

本书各部分的内容结构按照“基础知识—单项应用—综合应用—综合技能训练”的思路展开，在编写过程中尽量将知识点融合到应用实例中，以重点培养学生对可编程控制器的应用能力。每章都附有一定数量的习题，以帮助学生进一步巩固基础知识；同时每章还附有实践性较强的实训，可以供学生上机操作时使用。

本书配备了 PPT 课件、习题答案等丰富的教学资源，任课教师可到人民邮电出版社教学服务与资源网（www.ptpedu.com.cn）下载。本书的参考学时为 72 学时，具体可参见下表。

章 号	章 名	学 时 分 配	
		讲 授	实 训
第 1 章	可编程控制器（PLC）概述	4	2
第 2 章	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 基本指令	8	4
第 3 章	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的步进指令	6	2
第 4 章	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的功能指令	10	2
第 5 章	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的特殊功能模块及通信	4	2
第 6 章	S7-200 系列 PLC 的数据寻址与基本指令	6	2
第 7 章	S7-200 系列 PLC 的顺序控制指令	4	2
第 8 章	S7-200 系列 PLC 的功能指令	6	2
第 9 章	PLC 控制系统设计	4	2
学时总计		52	20

本书由广东机电职业技术学院冯宁、吴灏任主编，黄伟明和申凤琴任主审。广东轻工职业技术学院的李湘伟、广东机电职业技术学院的刘敏俊参与了编写。本书第 2 章、第 5 章、第 7 章由冯宁编写，第 1 章、第 9 章由吴灏编写，第 3 章、第 4 章由李湘伟编写，第 6 章、第 8 章由刘敏俊编写。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2009 年 1 月

目 录

第 1 章 可编程控制器 (PLC) 概述	1
1.1 PLC 的特点和应用	1
1.1.1 PLC 的特点	1
1.1.2 PLC 的性能指标	3
1.1.3 PLC 的应用	4
1.2 PLC 的结构及工作原理	5
1.2.1 PLC 的结构	5
1.2.2 PLC 的工作原理	7
技能训练 1 用 PLC 控制电动机 正、反转	9
习题	11
第 2 章 三菱 FX_{2N} 系列 PLC 基本指令	12
2.1 FX _{2N} 系列 PLC 的内部资源	12
2.2 梯形图编程规则及应用实例	20
2.2.1 梯形图编程的基本规则	20
2.2.2 梯形图编程的应用实例	22
2.3 FX _{2N} 系列 PLC 的基本指令	24
2.3.1 逻辑取及线圈驱动指令 (LD、LDI、OUT)	25
2.3.2 触点串联指令 (AND、 ANI)	26
2.3.3 触点并联指令 (OR、ORI)	27
2.3.4 脉冲指令	27
2.3.5 串联电路块的并联指令 (ORB)	29
2.3.6 并联电路块的串联指令 (ANB)	29
2.3.7 栈操作指令 (MPS、MRD、 MPP)	30
2.3.8 主控及主控复位指令 (MC、 MCR)	32
2.3.9 置位与复位指令 (SET、 RST)	34
2.3.10 脉冲输出指令 (PLS、 PLF)	35
2.3.11 取反指令 (INV)	35
2.3.12 空操作指令和程序结束 指令 (NOP、END)	36
2.4 基本指令应用举例	36
技能训练 2 电动机的综合控制	40
习题	40
第 3 章 三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的步进指令	43
3.1 顺序控制的概念及状态转移图	43
3.1.1 顺序控制简介	43
3.1.2 状态转移图	44
3.1.3 FX _{2N} 的状态元件 S	45
3.2 步进指令及多流程步进顺序 控制	46
3.2.1 步进指令	46
3.2.2 单流程步进顺序控制	47
3.2.3 选择性流程步进顺序控制	52
3.2.4 并行性流程步进顺序控制	57
3.3 步进指令综合应用举例	61
3.3.1 组合机床控制要求	61
3.3.2 PLC 编程	62
技能训练 3 机械手控制 (一)	64
习题	66
第 4 章 三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的功能指令	69
4.1 功能指令的基本格式	69

4.1.1 功能指令概述·····	69	5.3 PLC 与 PLC 之间的通信·····	133
4.1.2 功能指令的格式·····	71	5.4 三菱 PLC 的网络介绍·····	135
4.1.3 功能指令的规则·····	73	5.4.1 三菱公司的 PLC 网络介绍···	135
4.2 程序流向控制指令·····	75	5.4.2 三菱 PLC 及网络在汽车总装 线上的应用·····	136
4.2.1 条件跳转·····	75	5.5 现场总线技术介绍·····	138
4.2.2 中断指令·····	80	5.5.1 现场总线概述·····	138
4.3 传送和比较指令·····	82	5.5.2 CC-Link 现场总线·····	140
4.3.1 比较指令·····	82	技能训练 5 PLC 与 PLC 之间的 1 : N 网络通信·····	143
4.3.2 数据传送指令 (FNC12 ~ FNC 16)·····	85	习题·····	146
4.4 算术及逻辑运算指令·····	88	第 6 章 S7-200 系列 PLC 的数据 寻址与基本指令 ·····	147
4.4.1 四则运算指令·····	88	6.1 S7-200 系列 PLC 的数据及 寻址·····	147
4.4.2 逻辑运算指令·····	90	6.1.1 数据格式及常数表示·····	147
4.5 循环与移位指令·····	92	6.1.2 S7-200 CPU 的编程元件 及寻址·····	148
4.5.1 循环移位指令·····	92	6.2 S7-200 系列 PLC 的基本指令···	153
4.5.2 移位指令·····	94	6.2.1 位逻辑指令·····	153
4.6 数据处理指令·····	98	6.2.2 逻辑堆栈指令·····	156
4.6.1 数据处理指令详述·····	98	6.2.3 定时器指令·····	157
4.6.2 数据处理指令的应用·····	101	6.2.4 计数器指令·····	159
4.7 高速处理指令·····	102	6.2.5 比较指令·····	160
4.7.1 高速计数器指令·····	102	6.3 S7-200 系列 PLC 的程序控制 指令·····	161
4.7.2 其他高速处理指令·····	105	6.3.1 有条件结束指令·····	161
4.8 方便指令·····	106	6.3.2 暂停指令·····	161
4.8.1 初始状态指令·····	107	6.3.3 看门狗指令·····	161
4.8.2 传送机分捡大小球系统 控制 IST 编程应用·····	109	6.3.4 跳转及标号指令·····	162
技能训练 4 灯光广告牌控制·····	113	6.3.5 子程序及子程序返回指令···	164
习题·····	115	6.4 S7-200 基本指令应用举例·····	166
第 5 章 三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的特殊 功能模块及通信 ·····	117	技能训练 6 轧钢机 PLC 控制·····	168
5.1 FX _{2N} 系列 PLC 的特殊功能 模块·····	117	习题·····	170
5.1.1 模拟量输入/输出模块·····	117	第 7 章 S7-200 系列 PLC 的顺序 控制指令 ·····	171
5.1.2 高速计数模块 FX _{2N} -1HC···	126	7.1 功能图的基本概念·····	171
5.2 PLC 通信的基本概念·····	128	7.1.1 功能图的产生·····	171
5.2.1 通信方式·····	128	7.1.2 功能图的概念及画法·····	172
5.2.2 通信介质·····	130		
5.2.3 PLC 常用通信接口·····	131		
5.2.4 通信协议·····	132		

7.2 顺序控制指令及主要类型·····173	8.4.2 时钟指令·····207
7.2.1 顺序控制指令介绍·····173	8.4.3 转换指令·····209
7.2.2 顺序控制指令使用注意 事项·····174	8.5 S7-200 功能指令应用举例·····212
7.2.3 顺序控制的主要类型·····174	技能训练 8 分拣系统 PLC 程序 设计·····218
7.3 顺序控制的综合应用·····184	习题·····221
技能训练 7 机械手控制(二)·····189	第 9 章 PLC 控制系统设计 ·····222
习题·····191	9.1 PLC 控制系统设计的基本内容 和步骤·····222
第 8 章 S7-200 系列 PLC 的功能 指令 ·····194	9.1.1 PLC 控制系统设计的 步骤·····222
8.1 数据处理指令·····194	9.1.2 PLC 的选型·····225
8.1.1 传送指令·····194	9.2 减少 I/O 点数的措施·····227
8.1.2 移位指令·····195	9.2.1 减少输入点数的措施·····227
8.1.3 循环移位指令·····196	9.2.2 减少输出点数的措施·····229
8.2 运算指令·····198	9.3 提高 PLC 控制系统可靠性的 措施·····230
8.2.1 四则运算指令·····198	9.4 应用实例·····232
8.2.2 加 1、减 1 指令·····201	9.4.1 液体混合装置的控制·····232
8.2.3 逻辑运算指令·····202	9.4.2 气动机械手的控制·····234
8.3 表功能指令·····203	技能训练 9 三层电梯控制系统 的模拟·····237
8.3.1 填表指令·····203	习题·····238
8.3.2 先入先出指令·····203	参考文献 ·····240
8.3.3 后入先出指令·····204	
8.3.4 查表指令·····204	
8.4 其他功能指令·····207	
8.4.1 填充指令·····207	

第1章

可编程控制器 (PLC) 概述

【知识目标】

了解 PLC 相对于继电器和工控机的特点, PLC 在工业控制中的应用领域, 选用 PLC 时应注意的性能指标, PLC 的基本结构; 掌握 PLC 的工作原理。

【能力目标】

能够正确进行 PLC 的 I/O 分配; 能够正确将外部输入信号 (包括 2 端和 3 端传感器) 连接到 PLC; 能够正确连接 PLC 的外部输出。

1.1

PLC 的特点和应用

1.1.1 PLC 的特点

1. PLC 的产生与发展

在 PLC 出现前, 继电器控制在工业控制领域占主导地位。但是继电器控制系统具有明显的缺点: 设备体积大, 可靠性低, 故障查找困难以及维护不方便。由于接线复杂, 当生产工艺和流程改变时, 必须改变接线, 因此, 其通用性和灵活性较差。针对这种情况, 1969 年美国数字设备公司研制出世界上第一台 PLC。

可编程控制器 (Programmable controller) 简称 PC, 为了避免与个人计算机 (Personal computer) 的简称 PC 相混淆, 人们仍然沿用最初用于逻辑控制的可编程控制器 (PLC) 的叫法。随着计算机技术的发展, PLC 的功能发生了质的飞跃, 其高速的运算速度, 超小型的体积, 可

靠的工业抗干扰设计, 模拟量运算, PID 功能, 网络功能, 极高的性价比等因素促进了 PLC 在现代工业中越来越广泛的应用。

目前全世界有众多的 PLC 生产厂商, 其中以美国的 A-B 公司、GE-Fanuc 公司, 德国的西门子公司, 法国的施耐德公司, 日本的三菱公司和欧姆龙公司等所生产的 PLC 最具代表性, 他们所生产的系列产品从微型 PLC 到有上万个 I/O 点的大型 PLC 应有尽有, 在全世界占据着绝大部分的市场份额。

2. PLC 的特点

(1) 可靠性高, 抗干扰能力强。

绝大多数用户都将可靠性作为选择控制装置的首要条件。PLC 采取了一系列的硬件和软件抗干扰措施, 可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场。PLC 用软元件取代了继电器系统中容易出现故障的大量触点和接线, 这是 PLC 具有高可靠性的主要原因之一。除此之外, PLC 还采取了以下一系列的抗干扰和提高可靠性的措施。

① 所有的输入/输出 (I/O) 接口电路均采用光电隔离, 使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间电气上隔离。

② 各输入端均采用 R—C 滤波器。

③ 各模块均采用屏蔽措施, 以防止辐射干扰。

④ 采用性能优良的开关电源。

⑤ 良好的自诊断功能, 一旦电源或其他软、硬件发生异常情况, CPU 立即采取有效措施, 以防止故障扩大。

由于采用了上述一系列措施, 使 PLC 的平均无故障运行时间高达几十万小时。

(2) 配套齐全, 功能完善, 适用性强。

现代 PLC 不仅具有逻辑运算、计时、计数、顺控等功能, 而且还具有 A/D、D/A 转换, 数值运算和数据处理等功能。因此, 它既可以对开关量进行控制, 也可以对模拟量进行控制; 既可以控制一台生产机械、一条生产线, 也可以控制一个生产过程。PLC 还具有通信联网的功能, 可与上位计算机构成分布式控制系统。用户只需根据控制系统的规模和要求, 适当选择 PLC 的型号和硬件配置, 就可以组成所需的控制系统。硬件配置确定后, 可以通过修改用户程序, 方便快速地适应工艺条件的变化。

(3) 易学易用。

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图进行。在最初的梯形图中, 主要由人们所熟悉的常开触点、常闭触点、线圈、计时、计数等符号组成, 对于使用者来说, 不需要具备计算机的专门知识, 因此很容易被一般工程技术人员甚至技术工人所理解和掌握。现在, 除了顺序控制之外, PLC 还能进行算术运算、数据处理和传送、通信等, 尽管 PLC 的软、硬件功能大大增强, 但是梯形图仍被广泛使用。

(4) 系统设计周期短, 维护方便, 改造容易。

由于 PLC 产品的系列化和模块化, PLC 配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用, 可以组成能满足各种控制要求的控制系统, 用户不必自己再设计和制作硬件装置, 用户在硬件方面的设计工作只是确定 PLC 的硬件配置和 I/O 的外部接线。一个控制对象的硬件配置确定以后, 可以通过修改用户程序, 方便快速地适应工艺条件的变化。

在用户的维修方面,由于 PLC 的故障率很低,并且有完善的诊断和显示功能,当 PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时,可以根据 PLC 上发光二极管或编程器上提供的信息,迅速查明原因,用更换模块的方法,迅速排除故障,维修极为方便。

(5) 体积小,重量轻、能耗低。

PLC 是将微电子技术应用于工业控制设备的新型产品,它的结构紧凑,体积小,重量轻,功耗低,很容易装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想的控制设备。

1.1.2 PLC 的性能指标

1. 输入/输出点数 (I/O 点数)

输入/输出点数是指 PLC 的外部输入、输出端子数。在选用 PLC 时,要根据控制对象 I/O 点数的要求来确定机型。PLC 的 I/O 点数包括主机的 I/O 点数和最大扩展点数,主机的 I/O 点数不够时可扩展 I/O 模块,但最大扩展点数一般受 CPU 的 I/O 寻址能力的限制。

2. 存储容量

一般以 PLC 所能够存放用户程序的多少来衡量内存容量。在 PLC 中程序指令是按“步”存放的(一条指令往往不止一“步”),一“步”占一个地址单元,一个地址单元一般占两个字节(16 位的 CPU)。例如,一个内存容量为 1 000 步的 PLC,可推知其内存为 2KB。在这里,“内存容量”指的是用户程序容量,不包括系统程序存储容量。

3. 扫描速度

扫描速度反映了 PLC 运行速度的快慢,扫描速度越快,输入、输出信号变换的速度越快,意味着 PLC 可运行较为复杂的控制程序。扫描速度一般以执行 1 000 步指令所需的时间来衡量,有时也以执行一步指令的时间来衡量。

4. 指令条数

PLC 具有的指令种类越多,说明它的软件功能越强,故指令条数的多少是衡量 PLC 软件功能强弱的重要指标。

5. 内部寄存器

PLC 内部有许多寄存器,用以存放变量状态、中间结果和数据等,还有许多辅助寄存器给用户提供特殊功能,以简化用户对系统的设计。因此,寄存器的配置情况是衡量 PLC 硬件功能的一个重要指标。

6. 功能模块

PLC 除了主控模块(又称为主机或主控单元)外,还可以配接各种功能模块。主控模块可以实现基本控制功能,功能模块则可以实现一些特殊的专门功能,给用户开发控制系统带来极大的方便。

FX_{2N} 系列 PLC 的基本单元的种类共有 16 种，见表 1-1。

表 1-1 FX_{2N} 系列基本单元种类

FX _{2N} 系列基本单元			输入点数	输出点数	输入/输出总点数
继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出			
FX _{2N} -16MR-001		FX _{2N} -16MT-001	8	8	16
FX _{2N} -32MR-001	FX _{2N} -32MS-001	FX _{2N} -32MT-001	16	16	32
FX _{2N} -48MR-001	FX _{2N} -48MS-001	FX _{2N} -48MT-001	24	24	48
FX _{2N} -64MR-001	FX _{2N} -64MS-001	FX _{2N} -64MT-001	32	32	64
FX _{2N} -80MR-001	FX _{2N} -80MS-001	FX _{2N} -80MT-001	40	40	80
FX _{2N} -128MR-001		FX _{2N} -128MT-001	64	64	128

1.1.3 PLC 的应用

当前 PLC 已广泛应用于机械、汽车、电力、冶金、石油、化工、交通、运输、轻工、纺织、建材、采矿等领域，并取得了明显的技术经济效益。总体上来看，PLC 主要应用在以下几个方面。

1. 开关量的控制

开关量的控制是 PLC 最基本的控制功能，所控制的逻辑功能可以是各种各样的，如时序、延时、计数等。PLC 控制的输入/输出点数可以从几点、几十点到几千上万点，并可通过联网来实现控制。

2. 模拟量的控制

对于模拟量控制系统，除了要有开关量的输入/输出点以实现某种顺序或逻辑控制外，还要有模拟量的输入/输出点，以便采样输入和调节输出，实现过程控制中的 PID 调节或模糊控制调节，形成闭环控制。这类 PLC 系统能够实现对温度、压力、流量、位移、速度等参量的连续调节和控制。

3. 运动控制

早期 PLC 对运动的控制一般直接用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构，现在一般使用专用的运动控制模块，世界上各主要 PLC 厂家生产的 PLC 几乎都有运动控制功能。

4. 数据采集与监控

由于 PLC 在控制现场实行控制，所以把控制现场的数据采集下来做进一步分析研究是必要的。

5. 联网、通信及集散控制

PLC 的联网、通信能力很强，可实现 PLC 与 PLC 之间的联网和通信，也可实现与上位计算机进行的联网和通信，由上位计算机来实现对 PLC 的管理或编程。PLC 也能与智能仪表、智能执行装置进行联网和通信，互相交换数据并实现 PLC 对其的控制。利用 PLC 的强大联网通

信功能，把 PLC 分布到控制现场，实现各 PLC 控制站间的通信以及上、下层间的通信，从而实现分散控制、集中管理的目的。

1.2

PLC 的结构及工作原理

1.2.1 PLC 的结构

PLC 的结构示意图如图 1-1 所示，它主要由中央处理器、存储器、输入/输出接口、电源几部分组成。

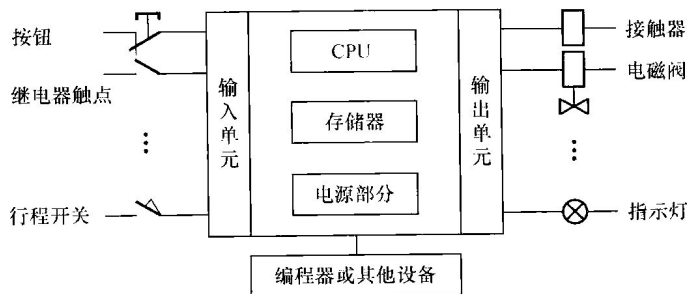


图 1-1 PLC 结构示意图

1. 中央处理器（CPU）

中央处理器（CPU）是 PLC 实现信息处理和控制的关键部件，其性能的优劣直接影响 PLC 的技术性能指标。

不同型号的 PLC 使用不同的 CPU 部件。制造厂家使用 CPU 部件的系统指令编写系统程序，并固化到只读存储器 ROM 中。CPU 按系统程序赋予的功能，接受编程器或计算机等编程工具输入的用户程序和数据，存入随机存储器 RAM 中。

2. 存储器

存储器是具有记忆功能的半导体电路，用来存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他一些信息。系统程序是用来控制和完成 PLC 各种功能的程序，这些程序由 PLC 制造厂家用相应的 CPU 指令系统来编写，并固化到 ROM 中。用户程序存储器用来存放由编程器或计算机输入的用户程序。在 PLC 中主要使用两种类型的存储器，即 ROM 和 RAM，部分 PLC 也使用 EEPROM 和 EPROM。

3. 输入/输出接口

这是 PLC 与被控设备相连接的接口电路。用户设备需输入 PLC 的各种控制信号，如限位

开关、操作按钮、选择开关、行程开关以及其他一些传感器输出的开关量或模拟量等,通过输入接口电路将这些信号转换成中央处理器能够接收和处理的信号。输出接口电路将中央处理器送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出,以驱动电磁阀、接触器、电动机等被控设备的执行元件。

(1) 应用 1: 开关量输入接口。

开关量输入接口的作用是把现场的开关量信号变成 PLC 内部处理的标准信号。开关量输入接口按可接收的外信号电源类型的不同,分为直流输入单元和交流输入单元,分别如图 1-2 和 1-3 所示。图中输入口的电源部分都画在了输入口外(虚线框外),这是分体式输入口的画法,在一般单元式 PLC 中输入口都使用 PLC 本身的直流电源供电,不再需要外接电源。

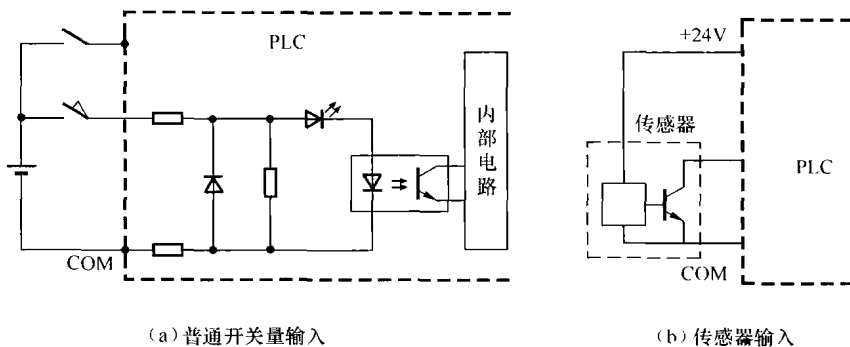


图 1-2 直流输入电路

(2) 应用 2: 开关量输出接口。

开关量输出接口的作用是把 PLC 内部的标准信号转换成现场执行机构所需要的开关量信号。开关量输出接口内部参考电路如图 1-4、图 1-5、图 1-6 所示。其中,图 1-4 所示输出接口为继电器型,图 1-5 所示输出接口为晶体管型,图 1-6 所示输出接口为可控硅型。输出接口本身都不带电源。在考虑外驱动电源时,需要考虑输出接口的类型。继电器式的输出接口可用于交流电及直流电两种电源,其抗干扰能力强,负载能力大(工作电流可达 $2 \sim 5A$),但接通、断开的频率低,其延迟一般为 $8 \sim 10ms$ 。晶体管式的输出接口有较高的接通、断开频率,其延迟一般为 $0.5 \sim 1ms$,但只适用于直流驱动场合,其负载能力小(工作电流仅 $0.3 \sim 0.5A$)。可控硅型的输出接口适用于交流驱动场合,其负载能力较大,响应速度较快。

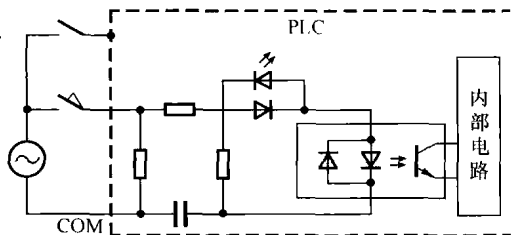


图 1-3 交流输入电路

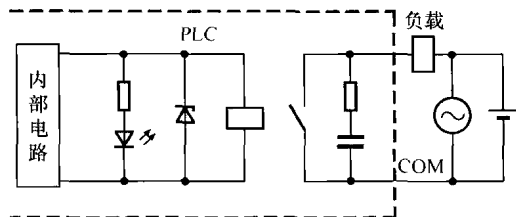


图 1-4 继电器型输出电路

除了上面介绍的这几个主要单元外,PLC 上还配有各种与外围设备连接用的并行、串行接口,通常用插座引出到外壳上,可通过电缆或通过底板方便地配接编程器、计算机、打印机、触摸屏、显示器、高速计数、A/D 和 D/A 转换模块等。