

三星 FX3U

三菱

可编程控制器应用技术

主编

吕桃 金宝宁



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

三菱 FX3U 可编程控制器 应用技术

吕 桃 金宝宁 主 编

徐 宁 胡广华 覃春平 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是依据“中等职业学校专业与课程体系改革创新计划”的要求,在对课程教学改革经验总结的基础上,结合“行动导向”、“做学合一”教学模式的实践探究开发出的专业课程新教材。

本书含三菱可编程控制器(FX3U系列)的安装与编程软件的操作、典型继电器接触任务的PLC控制与实现、检测、变频及气动技术的PLC控制与应用、PLC状态编程及控制中的应用、PLC在机电一体化设备中的应用、FX系列PLC的通信功能的实现初探、昆仑通态人机界面与PLC通信控制七个模块。通过典型任务的设计,将PLC与现代机电设备控制中的气动与液压、步进控制与变频控制、机械手与传感检测、通信功能与触摸屏界面设计等应用相结合以彰显职业教育的时代性。

本书可作为中等职业学校机电应用技术、电气控制技术等专业教材和职业技能大赛参考用书,也可用于相关工种的岗位职业技能培训。

为便于教学,本书配有电子教案、PPT课件及教学工作页等电子教学资料。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

三菱FX3U可编程控制器应用技术/吕桃,金宝宁主编. —北京:电子工业出版社,2015.3
ISBN 978-7-121-25728-5

I. ①三… II. ①吕… ②金… III. ①可编程序控制器—中等专业学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第054139号

策划编辑:张帆

责任编辑:郝黎明

印刷:涿州市京南印刷厂

装订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:531.2千字

版次:2015年3月第1版

印次:2015年3月第1次印刷

定价:40.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

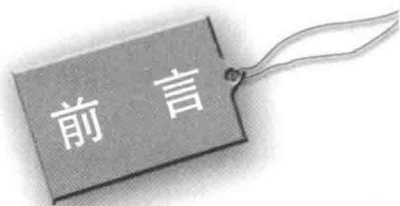
传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036



为贯彻落实全国教育工作会议精神和《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》，依据教育部《现代职业教育体系建设规划(2014—2020年)》，实施“中等职业学校专业与课程体系改革创新计划”的相关要求和“以服务为宗旨、以就业为导向、以能力为本位”的职业教育指导思想。在对课程教学改革经验总结的基础上，结合“行动导向”“做学合一”教学理念的探究，开发出《FX3U 系列可编程控制器应用技术》课程新教材。

本课程性质是中等职业学校加工制造大类机电技术应用、数控技术应用、机电设备安装与维护等专业的前沿应用性专业课程。本教材是对维修电工中级职业资格标准进行充分解读与分析，对课程岗位职业能力培养要求分析的基础上，结合《FX3U 系列可编程控制器应用技术》课程知识点、技能培养目标的分析、归纳，从应用性专业课程应能体现岗位职业能力培养的应知、应会兼顾发展的需要对该课程教学内容进行科学、合理的选取与组织。在教学任务的组织上充分考虑中职学生的认知水平、学习行为的特点及职业能力的培养要求，以任务驱动方式体现“做中学、学中做”的职教特色，以便于有效地实现本课程专业知识学习、专业技能培养及职业素养提升的目标。

本课程教材的特色体现在：

(1) 全书贯穿一致的“行为导向”及“做学合一”教学任务的组织模式。本教材共分 7 个模块，每一模块均由 3~5 个学习工作任务组成，学习内容围绕任务展开，包括 PLC 的结构、软元件、指令的学习，软件的操作等均以典型工作任务的设备安装、调试的认知培养与训练主线贯穿、融合，突破了原有的学科体系。采用对相关知识、技能培养进行有效的拆解，并使其融于不同教学任务中分散教学。

(2) 学习工作任务的选取上充分考虑中职学生的认知能力与学习兴趣，具有典型性、可操作性和时代新颖性。典型性体现于常规继电接触控制线路的 PLC 控制、十字路口交通信号灯、抢答器等任务的设计；时代新颖性体现于通信控制任务、触摸屏控制技术中的应用；可操作性除基本控制任务易于实现外，在目前技能大赛的促动下变频器、气动机械手、触摸屏等设备的实现已有所保障，职业能力培养的时代性已有适当的体现。

(3) 教材合理的“专业技能培养与训练”“知识链接”“思考与训练”及“阅读与拓展”的体例安排，体现学生知识学习和技能训练的内在关联性，有效弥补能力培养主导、知识相对弱化的“实训化”教材的不足，使因材施教、能力发展的需求尽可能地得到满足。能够在对常见任务引领的“过实训化”教材研究的基础上，实现任务引领融适度探究性学习、体现专业认知培养与技能训练的“做学合一”的教材组织形式。

(4) 能将专业基本能力培养与后续能力可持续发展进行有机结合。在三菱 FX3U 系列 PLC 指令处理上，将基本指令与步进顺控指令学习与应用为基本要求，通过步进状态编程

的有效训练提升学生工程控制应用的认知和能力；在应用中穿插部分代表性应用指令的认知训练、将 HMI 组态、通信任务与 PLC 基本单元应用相融通，有效拓展学生对控制领域的认知，使思维空间更加开阔；在专业工具运用中注重学生能力运用与岗位的对接，教材中摒弃陈旧落伍的内容，如高版本主流编程软件操作、虚拟仿真技术等引入，保持与时代步伐相一致。

(5) 职业能力培养融入时代发展元素，在 PLC 学习应用平台上突破原有教材基于 SWOPC FXGP/WIN-C 低版本程序编辑软件，采用反映工程应用的主流高版本 GX Developer Version 8.86 编程软件，以有效的 SFC 编程训练突破步进状态的 STL 编程，引入工程文件概念并结合 GX Simulator Ver 6C 虚拟仿真，使学习者学习能力、职业能力得以提升。

(6) 结合中职学生特点强调的“可编程控制器应用技术”之应用技术，除 PLC 在典型控制任务中的应用外，能够有效融合 PLC 现代控制领域中的变频器、气动机械手、步进电机、触摸屏及通信等方面的应用，调动学生参与工作任务的兴趣。在任务学习活动中培养中职学生的程序设计思想，能够熟悉 PLC 的控制方法，拓展对 PLC 应用领域的认知和工程运用的方法，能够让中职学生体会到学以致用是任务选取的必备因素。

(7) 任务设计体现以应用为主线，紧扣生产、生活实践要求，任务中除典型启保停、正反转等控制单元外，工作平台、步进电机、气液动、变频器、机械手等均与现代设备控制密切相关，措施上通过对急停、循环控制、掉电保护、异常处理等强化工程实践需求认知，并融入技能竞赛的元素。

(8) 在教学任务设计中力求实现“学、做、思”相结合，以求避免“教用脑的人不用手，不教用手的人用脑”实现“手脑联盟”，通过图形有效标注文字释义降低中职学生的理解难度，虚拟 Simulator Ver 6C 的仿真手段使学生的脱机自主学习成为可能。

(9) 教材与手册资料的衔接，为学生较快适应岗位资料的查阅，对 PLC 指令采用厂商技术手册格式、用法说明进行介绍，并注意在任务设计中进行手册的收集、查阅方法的训练。

(10) 编写团队组织特色中的几个组合：从服务于专业教学出发，考虑到不同层次师资对教学认知、需求上的不同，教材编写、策划团队采用老、中、青相结合；兼职教科研成员、教学实践一线的双师型专职骨干教师和技能竞赛背景教师的有机组合；具有一定工程实践、专业特长背景的工程技术人员和具有较高专业技能的双师型教师组合。使得教材在保证职业教育基础知识的学习、基础能力培养、专业素养与技能提高等方面外，从方式方法上更趋合理，形式上更具新颖。

本教材由吕桃、金宝宁主编，徐宁、胡广华广西第一工业学校的覃春平副主编，李小燕、万庆、杨海宁参编。在本教材编写过程得到江苏省制造加工类中心教研组、南京市职教教研室及部分兄弟学校的相关领导、教师的帮助与支持。在此一并对提供支持的相关领导、教师及参阅资料的编著者表示衷心的感谢。

本教材总课时 90 学时（选修学时不包含在内），分配建议：考虑到课程的专业地位、地区差异、教学实训保障条件、教学内容的选取、学生现状及教学师生比例，具体的学时数可由教学任课教师做适当的机动调整。

序 号	章节（模块）	课 时 分 配	
		理 实	选 学
1	模块一：三菱可编程控制器的安装与编程软件的操作	10	2
2	模块二：三相异步电动机典型继电器接触控制的 PLC 控制与实现	12	2
3	模块三：检测、变频及气动技术的 PLC 控制与应用	15	3
4	模块四：PLC 状态编程的应用	14	3
5	模块五：PLC 在机电一体化设备中的应用	14	2
6	模块六：FX 系列 PLC 通信功能的实现初探	12	2
7	模块七：昆仑通态人机界面与 PLC 通信控制	10	2
8	机动	3	

本教材的教学资源有与任务配套的学习任务工作页、教学课件及“思考与训练”习题解析。

由于编写时间仓促，也限于编者的水平、经验等，教材中难免存在一些不足和错误，敬请广大读者给予指正及提出宝贵建议。

编 者

目 录

模块一 三菱可编程控制器的安装与编程软件的操作	(1)
任务一 三菱可编程控制器的安装与连接训练	(1)
知识链接一：可编程控制器的定义与应用领域的认知起步	(1)
知识链接二：可编程控制器控制特点的认识	(3)
专业技能培养与训练一：十字路口交通指示灯 PLC 控制任务的设备安装	(5)
阅读与拓展一：可编程控制器的发展历程与产品类别	(16)
任务二 三菱 GX Developer 编程软件的基本操作与四人抢答器的安装训练	(20)
知识链接三：FX3U 系列可编程控制器编程基础	(20)
专业技能培养与训练二：PLC 控制的四人抢答器设备安装与调试训练	(22)
阅读与拓展二 三菱可编程控制器产品系列	(29)
任务三 FX3U 系列 PLC 选型方法及训练	(30)
知识链接四：PLC 的基本组成	(30)
专业技能培养与训练三：FX3U 系列 PLC 的产品构成及类型识别	(33)
模块二 三相异步电动机典型继电接触控制的 PLC 控制与实现	(41)
任务一 三相异步电动机“启保停”电路的 PLC 控制安装与调试	(42)
知识链接一：可编程控制器用户程序的执行方式	(43)
知识链接二：FX3U 系列 PLC 的输入/输出继电器	(45)
专业技能培养与训练一：“启保停”电路 PLC 控制任务的设备安装	(47)
阅读与拓展一：图解 PLC 的“自上而下”“自左而右”的程序执行方式	(57)
任务二 三相异步电动机双重联锁正反转 PLC 控制电路的安装与调试	(59)
知识链接三：FX3U 系列 PLC 的辅助继电器和定时器	(60)
专业技能培养与训练二：双重联锁正反转 PLC 控制电路的设备安装与调试	(63)
阅读与拓展二：定时器的用法与状态指示的实现	(67)
任务三 三相异步电动机星形/三角形降压启动的 PLC 控制安装与调试	(69)
知识链接四：块逻辑运算与多重输出形式的编程	(70)
专业技能培养与训练三：星/三角降压启动 PLC 控制电路的设备安装与调试	(73)
阅读与拓展三：多重输出指令与“栈”概念	(77)
任务四 三相异步电动机变极调速的 PLC 控制安装与调试	(80)
知识链接五：复杂控制电路中总控制的实现方法	(81)
专业技能培养与训练四：双速电机变极调速 PLC 控制电路的设备安装与调试	(84)
阅读与拓展四：梯形图画法中的注意事项及应对策略	(87)
模块三 检测、变频及气动技术的 PLC 控制与应用	(91)
任务一 工作平台自动往返 PLC 控制电路的安装与调试	(91)

知识链接一：工作平台自动往返控制的方法	(91)
知识链接二：基本边沿类指令及反向指令的认知训练	(93)
专业技能培养与训练一：工作平台自动往返的 PLC 控制任务的设备安装与调试	(97)
阅读与拓展一：常用传感器与 FX3U 的连接方法	(101)
任务二 两只双作用气缸往返 PLC 控制电路的安装与调试	(103)
知识链接三：气动回路与气缸的控制	(104)
专业技能培养与训练二：双作用气缸往返运动的 PLC 控制设备的安装与调试	(107)
阅读与拓展二：液压传动与基本器件	(109)
任务三 变频器的三段速运行 PLC 控制任务的安装与调试	(111)
知识链接四：E540 变频器三段速运行的 PLC 控制线路的连接	(111)
知识链接五：计数器的分类及用法认知	(112)
专业技能培养与训练三：PLC 与变频器三段速基本控制任务的设备调试与安装	(115)
阅读与拓展三：E740 型变频器简介〔学会查阅三菱变频调速器 FR-E700 使用手册〕	(118)
任务四 四人抢答器系统的程序设计训练	(124)
知识链接六：编程方法的体验	(124)
专业技能培养与训练四：四人抢答器的程序设计与调试训练	(125)
阅读与拓展四 模拟调试软件 GX Simulator 的仿真训练	(129)
模块四 PLC 状态编程的应用	(136)
任务一 在双作用气缸往返运动中状态编程方法的认知训练	(136)
知识链接一：步进顺控状态编程的基本思路	(136)
知识链接二：步进顺控指令的表示与用法	(138)
专业技能培养与训练一：双作用气缸往返运动的步进顺控状态编程的训练	(142)
阅读与拓展一：应用指令格式的识读	(146)
任务二 送料小车自动控制系统的的设计、安装与调试	(150)
知识链接三：状态编程中条件分支的处理	(150)
知识链接四：状态编程中非顺序转移的处理	(153)
专业技能培养与训练二：送料小车的步进顺控状态编程与设备调试训练	(154)
阅读与拓展二：状态编程中几种常用的运行/停止控制方式	(159)
任务三 三级皮带运输机 PLC 控制系统的设计、安装与调试	(161)
专业技能培养与训练三：PLC 控制皮带传送机构的设计、安装与调试	(161)
阅读与拓展三：设备启动/停止单键控制的方法	(165)
任务四 多种液体混合 PLC 控制系统的设计、安装与调试	(167)
专业技能培养与训练四：工业多种液体混合 PLC 控制系统的设计、安装与调试	(167)
阅读与拓展四：程序中设定工作状态指示及工程设备安装的注意事项	(170)
模块五 PLC 在机电一体化设备中的应用	(175)
任务一 十字路口交通信号灯 PLC 控制系统的设计、安装与调试	(175)
专业技能培养与训练一：十字路口交通信号灯 PLC 控制的实现	(175)
阅读与拓展一：时钟数据读出指令 TRD 及数据传送指令 MOV（数据寄存器 D	

的操作)	(179)
任务二 步进电动机 PLC 直接控制的实现方法	(183)
知识链接一: 步进电动机基本工作方式的认知	(184)
专业技能培养与训练二: 三相步进电动机 PLC 控制的实现	(186)
阅读与拓展二: 步进电动机的基础知识	(190)
任务三 亚龙实训设备的气动机械手的 PLC 控制	(192)
专业技能培养与训练三: 气动机械手的认识与 PLC 控制	(192)
阅读与拓展三: 常见比较指令及用法	(199)
任务四 高效率的初始状态化指令 IST 在设备控制中的应用	(204)
知识链接二: 初始化指令 IST 的运用	(205)
专业技能培养与训练四: 初始化指令 IST 在气动机械手控制中的运用	(209)
阅读与拓展四: 程序设计中的掉电状态保持	(213)
任务五 顺序功能流程图的编辑方法与训练	(214)
模块六 FX 系列 PLC 通信功能的实现初探	(224)
任务一 三菱 FX3U 通信设备的识别训练	(224)
专业技能培养与训练一: FX 系列 PLC 通信接口和适配器的认知及安装训练	(225)
知识链接一: 可编程控制器 PLC 与 PC 间的通信认知	(228)
任务二 PLC 的并行链接通信方式的实现	(235)
专业技能培养与训练二: 两台 PLC 并行通信的认识与设备安装	(235)
知识链接二: 主、从站的设置与并行通信模式	(236)
任务三 PLC 间 N:N 通信网络的实现	(239)
知识连接三: PLC 间 N:N 通信网络的组成	(240)
任务四 三菱 FX 系列 PLC 与变频器通信应用实例	(247)
知识链接四: FX3U 系列 PLC 变频器通信指令的认知训练	(247)
专业技能培养与训练三: 三菱变频器 PU 通信端口的识别与通信参数的设置训练	(254)
模块七 昆仑通态人机界面与 PLC 通信控制	(261)
任务一 组态软件 MCGS 及 TPC 硬件的安装	(261)
知识链接一: 昆仑通态人机界面的认知	(261)
专业技能培养与训练一: EV5000 组态软件及 HMI 硬件的安装	(262)
任务二 新建一个简单的 HMI 控制工程	(267)
知识链接二: MCGS 组态软件界面的认知	(267)
专业技能培养与训练二: 简单 HMI 工程的创建	(268)
任务三 人机界面下的 FX3U 与变频器通信的控制实现	(272)
专业技能培养与训练三: HMI 在 PLC 与变频器通信系统中控制界面的制作	(273)
附录 A PLC 控制电路中常用低压电气设备简介	(277)
附录 B FX3U 基本指令程序步数速查与说明	(288)
附录 C FX3U 功能应用指令表	(291)
附录 D FX3U 软元件编号的分配及功能概要	(297)

附录 E FX3U 特殊软元件的种类及功能说明	(299)
附录 F FX3U 软元件出错代码一览表	(307)
附录 G 常用低压电器的图形符号	(312)
参考文献	(319)

三菱可编程控制器的安装与编程软件的操作



教学目的

1. 通过本模块的学习与训练，能够对包括三菱 FX3U 系列在内的当前主流 PLC 在组成、类别和外部 I/O 接口及扩展设备等方面形成初步的认知，对 PLC 的应用形成一定的感性认知。
2. 能够通过三菱 PLC 的简单运用，对 PLC 的工作方式有一定的认知；掌握三菱 FX3U 系列 PLC 的基本安装方法，了解使用的注意事项。
3. 学会三菱 GX Developer 编程软件梯形图程序的编辑、编译转换及上传、下载方法，并学会 PLC 工作状态的监控方法，形成对梯形图指令的初步感性认识。
4. 通过 PLC 控制交通信号灯、四路抢答器设备的安装与简单调试运行，形成对 PLC 控制任务的实现方法、流程的初步认知。

任务一 三菱可编程控制器的安装与连接训练



任务目的

1. 通过十字路口交通信号灯 PLC 控制任务的设备安装训练，初步形成对 PLC 控制应用的认识；熟悉 FX3U 系列 PLC 面板的组成、I/O 端口、各附件连接及安装注意事项。
2. 通过三菱 GX Developer 软件的安装，了解软件运行环境并学会安装。通过编程软件 GX Developer 练习用户程序的基本操作（含传输及监控功能），了解 FX3U 的基本运用和简单操作方法。
3. 通过交通指示灯的 PLC 仿真实训，初步对 PLC 的控制方法、控制线路的组成形成一定的感性认识。



想一想：现代工程控制中的可编程控制器——PLC，具有何种优越性能，可用于何种场合或实现何种控制？

知识链接一：可编程控制器的定义与应用领域的认知起步

可编程控制器——PLC 是英文 Programmable Logic Controllers 的缩写，该名称于 20 世纪 80 年代由 NEMA（美国电气制造商协会）重新命名为 Programmable Controller，其核心是一种专为工业控制而设计的计算机系统。为避免与个人计算机 PC（Personal Computer）混淆，把



这种主要实现工业控制功能的数字操作系统称作 PLC。

如图 1-1-1 所示为我国现代工业控制设备中主要采用的典型 PLC 品牌及部分系列产品,图(a)、(b)分别为日本三菱公司的 FX2N 系列和欧姆龙公司的 C200H 系列 PLC,图(c)、(d)分别为美国罗克韦尔集团下 AB 公司 SLC-500 系列和德国西门子的 S7-200 系列 PLC,图(e)则为我国台湾地区产的台达 DVP 系列 PLC。

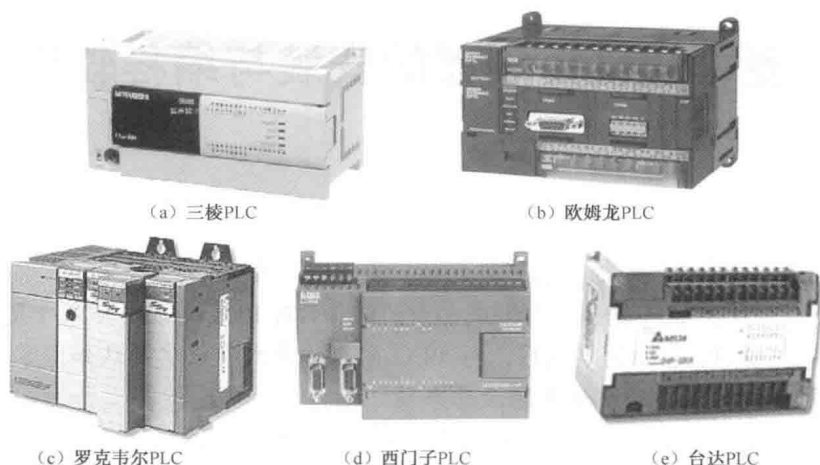


图 1-1-1 部分常见主流 PLC 产品实物图

PLC 的定义是 1987 国际电工委员会 (IEC) 在 PLC 标准草案上作出的:“PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令,并能通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则而设计。”

PLC 是在继电器控制基础上发展起来的以微处理器为核心,融自动控制技术、计算机技术和通信技术为一体的一种新型工业自动控制装置。目前 PLC 已基本替代了传统的继电器控制系统,成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制装置,居于可编程控制器 PLC、机器人 Robot、计算机辅助设计与制造 CAD/CAM 构成的工业生产自动化三大支柱之首。目前的 PLC 控制技术已步入成熟阶段,广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个方面,其应用的数量已占据各类工业自动化控制设备的首位。典型的运用有我们熟悉的民用方面如电梯的控制、交通路口信号灯控制等;工业控制方面有自动流水生产线控制、工业机械手的控制及现代数控机床等,如图 1-1-2 和图 1-1-3 所示。

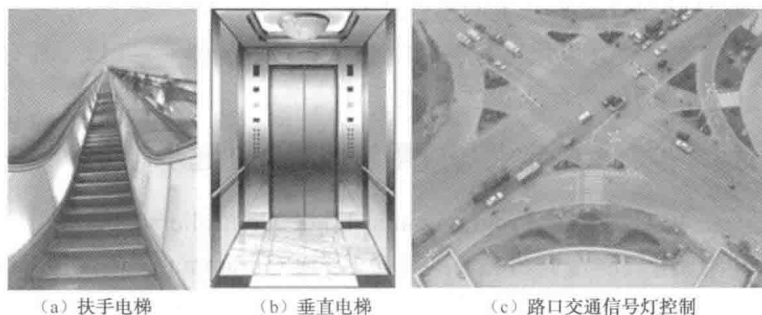


图 1-1-2 PLC 在设备控制中的应用



图 1-1-3 PLC 在机器人控制方面的应用

想一想：为什么越来越多的设备控制领域采用 PLC 设备和技术替代传统控制方式及数字逻辑控制技术等？

知识链接二：可编程控制器控制特点的认识

PLC 是一种数字式电子装置，它利用可编程的存储器进行指令存储，按照指令能够实现逻辑运算、顺序控制、定时、计数及算术运算等功能，并通过数字式或模拟式的输入、输出接口实现对生产机械或生产过程的控制。PLC 主要具有如下特点。

(1) 可靠性高，抗干扰能力强。

现代 PLC 除在结构上采用了足以适应恶劣工业生产环境的具有耐热、密封、防潮、防尘和抗震性能的外壳封装外，在设备内部的硬件和软件两个方面均采取了相应的有效措施以实现其可靠性的提高。

硬件方面：在现代 PLC 设备的内部电路中，除利用无触点开关取代了硬继电器的机械触点开关外，还采用了大规模集成电路 LSI 技术、先进的抗干扰技术，并在生产中配套有严格管理的生产工艺的保障，从而确保了较高的电气设备运行可靠性。利用 PLC 构成的控制系统与具有实现同样功能、同等规模的继电器接触控制系统相比，PLC 控制系统的外部电气连接线、设备控制触点式开关数量大为减少。同时 PLC 内部电路通过输入/输出 (I/O) 的光电耦合电路与外部电路间接连接，实现了直流隔断，有效抑制了外部主要低频干扰源的影响，设备控制产生故障的概率也就大大降低了。此外，PLC 还具有硬件故障自检功能，硬件异常故障的报警及强制处理功能，具有通过后备电池实现停电时对用户程序、设备运行动态数据的有效保护等措施，均使得设备运行的高可靠性得到硬件的有效支撑。

应用软件方面主要通过以下措施实现可靠性保障：在用户执行程序时，通过软件设计的 PLC 的监控定时器可实现对运算处理器的延迟监控，从而避免因程序出错而进入死循环。用户可根据设备控制的运行状况，很容易地开发和编写外围设备故障的诊断程序，及时通过 PLC 的输入端口信息采集进行设备故障诊断并采取相应的措施以实现故障的处理，可有效防止故障带来的危害。

目前，以三菱公司 F 系列的 PLC 为例，其平均无故障时间可达到 30 万小时，而一些采用冗余 CPU 技术的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。



冗余 CPU 结构的 PLC 是指 PLC 内有两块 CPU 同时在线运行,一块处于主控制模式,另一块处于预备模式。拥有主控制权的 CPU 具有输出控制权,而预备 CPU 跟踪主 CPU 的变化同时采集数据和保持通信连接,但输出被禁止。两个 CPU 模块互相监视对方的运行状态和通信情况,一旦主控 CPU 故障,预备 CPU 立即获取控制权而成为主控 CPU,实现无扰动控制切换。

(2) 编程软件操作方便,编程方法简单易学。

PLC 开发初期的目的是通过逻辑控制功能取代复杂的继电器接触线路,用于将继电器接触器的硬接线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程方式。PLC 编程语言之一——梯形图,就是从继电器控制线路演化过来的,它采用图形符号形式的程序结构具有直观明了、易学易懂、易修改的特点,极易为具有一定继电器接触控制线路基础的电气技术人员及初学者接受和掌握。给即使不熟悉电子电路、不懂得计算机原理和汇编语言的人从事 PLC 进行工业设备控制提供了便捷路径。

(3) 适应性好,具有柔性。

为拓展 PLC 的功能和应用领域,围绕 PLC 的应用开发出的标准化、系列化外围模块的品种很多,通过 PLC 与外围各组件的有机组合可构成满足不同要求的控制系统。在设备连接方面,根据控制任务的要求仅需通过 PLC 提供的各标准接口、I/O 端子上连接相应的通信信号、输入/输出控制信号即可,而不需要进行大量的电子线路或继电器硬接线操作,且当设备生产工艺进行调整时也不必改变硬件设备,只需改变相应的软件就可满足新的控制要求。

(4) 控制功能完善,接口形式多样。

现代 PLC 基本单元除具有逻辑处理功能外,还大多具有了完善的数据运算功能。为进一步满足各种数字控制领域的需求,配套开发的系列化模块分别提供了数字量/模拟量的输入/输出、定时、计数、A/D 与 D/A 转换、数据处理及通信联网等功能。随着 PLC 外围功能单元的日趋完善,通过选配不同的特殊适配器可构成满足特殊控制功能需要的控制系统,并随着通信功能的增强及人机界面技术的引入,复杂控制功能的简易 PLC 控制系统已成现实。现代工业控制设备中要求的复杂位置控制、温度控制功能的数控系统中均采用了 PLC 控制技术,如图 1-1-4 和图 1-1-5 所示。

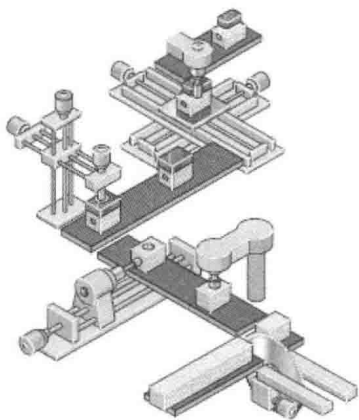


图 1-1-4 PLC 在复杂定位控制中的运用

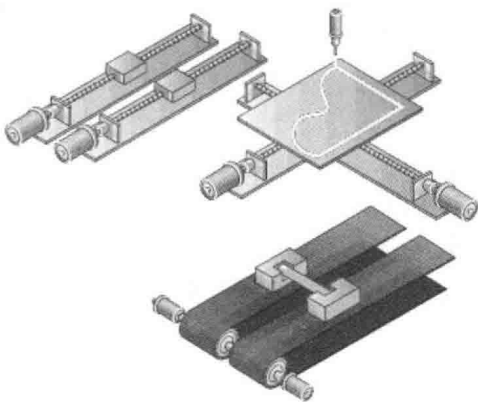


图 1-1-5 PLC 在高速定位控制中的运用



(5) 易于设计和安装, 维护更方便。

设计采用 PLC 控制技术的应用系统时, 在器件选取上可根据控制任务的功能、性能要求确定相应的 PLC 基本单元、采用的功能模块及输入/输出控制设备等; 在安装上结合现代 PLC 及配套扩展组件均大多采用模块化积木式结构, 可以实现极为方便的组装, 并由于 PLC 采用软件功能替代原先继电器接触控制线路中的中间继电器、定时器等器件, 大大减少了控制设备外部的接线, 硬件安装周期大为缩短; 在软件编程和调试阶段可采取实验室脱机运行, 模拟运行成功后再结合现场调试, 使得调试周期有效缩短并能减少和避免调试中一些异常故障现象的发生; 维护方面, 结合 PLC 的诊断及显示功能可获得一定的故障信息, 替换法排除故障简便易行。

专业技能培养与训练一: 十字路口交通指示灯 PLC 控制任务的设备安装

任务阐述: 本控制任务是利用三菱 FX3U-48MR 可编程控制器, 在给定 I/O 端口定义及控制程序的前提下, 结合 24V 电源和 24V 直流信号指示灯模拟十字路口交通信号灯控制设备的安装, 了解 PLC 控制系统的安装要求及设备调试的基本操作内容。

设备及器材清单见表 1-1-1 (实验电工工具一套)。

表 1-1-1 十字路口交通信号灯设备安装清单表

序号	设备名称	型号或规格	数量	序号	名称	型号	数量
1	PLC	FX3U-48MR	1	8	熔断器		1
2	PC	台式机	1	9	启动按钮	绿	1
3	编程电缆	FX-232AW/AWC	1	10	停止按钮	红	1
4	安装轨道	35mm DIN	1	11	指示灯	红	4
5	开关电源	24V/2A	1	12	指示灯	绿	4
6	断路器		1	13	指示灯	黄	4
7	设备电源	220V、50Hz		14	导线		若干

一、实训任务准备工作

(1) 检查 PLC 程序文件 (本书因采用 GX Developer 软件, 后续统一称为工程文件)。该任务提供十字路口交通信号灯控制任务需要的名为“工程 1-1”的工程文件 (程序), 该工程文件可通过学生在各实训台 PC 的指定路径建立拷贝, STL1-1-1 中给出了该工程文件的指令表形式。

STL 1-1-1

步序号	助记符	操作数	步序号	助记符	操作数	步序号	助记符	操作数
0	LD	M8002	25	LD	T1	48	LD	T1
1	OR	X001	26	SET	S22	49	SET	S25
2	ZRST		27	STL	S22	50	STL	S25
		S0	28	OUT	Y0	51	OUT	Y3
		S30	29	OUT	Y4	52	OUT	Y1
7	SET	S0	30	OUT	T2	53	OUT	T2



续表

步序号	助记符	操作数	步序号	助记符	操作数	步序号	助记符	操作数
8	STL	S0			K20			K20
9	LD	X000	32	LD	T2	55	LD	T2
10	SET	S20	33	SET S23	S23	56	OUT	S20
11	STL	S20	34	STL	S23	57	RET	
12	OUT	Y0	35	OUT	Y3	58	LDI	T12
13	OUT	Y5	36	OUT	Y2	59	OUT	T11
14	OUT	T0	37	OUT	T0			K5
		K200			K250	61	LD	T11
16	LD	T0	39	LD	T0	62	OUT	T12
17	SET	S21	40	SET	S24			K5
18	STL S21	S21	41	STL	S24	64	END	
19	OUT	Y0	42	OUT	Y3			
20	LD	T11	43	LD	T11			
21	OUT	Y5	44	OUT	Y2			
22	OUT	T1	45	OUT	T1			
		K30			K30			
24	OUT	Y0	47	LD	T4			

(2) 输入/输出 (I/O) 端口定义清单。

用户通过 I/O 端口定义可以明确用到的控制 (或受控) 设备、控制 (或受控) 设备的功能及接法等, 如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 I/O 端口定义清单

I 端 口		O 端 口	
SB1	X000	南北红灯	Y000
SB2	X001	南北黄灯	Y001
		南北绿灯	Y002
		东西红灯	Y003
		东西黄灯	Y004
		东西绿灯	Y005

(3) 十字路口交通信号灯的 PLC 控制电路连接图如图 1-1-6 所示, 该连接图是 FX3U 系列 PLC 采用交流电源输入共漏型接法, 如图 1-1-7 所示为交通信号指示灯安装示意图 (要求南北向、东西向的指示灯由外到内均按红、黄、绿顺序安装)。

PLC 控制连接图是 PLC 与外部设备连接的参考依据, 信号指示灯的安装示意图与电工图中的布局图用途基本相似, 用于明确设备安装位置、要求, 是对 PLC 控制连接图的补充说明。