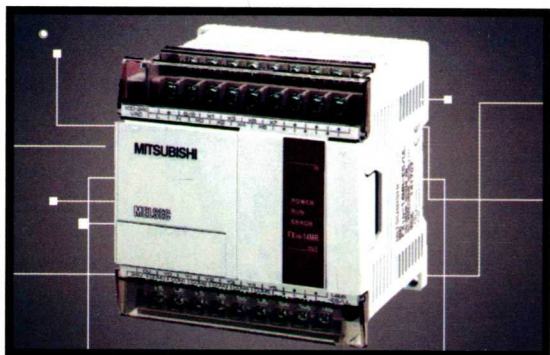




“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



PLC编程与应用技术(三菱)(第二版)

PLC BIANCHENG YU YINGYONGJISHU(SANLING)

■ 主编 范次猛



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

PLC 编程与应用技术(三菱)

(第二版)

主 编	范次猛			
副主编	夏春荣	熊 巍	陈 静	
参 编	刘阿玲	王光祥	曹应明	

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书是职业院校(工学结合、校企合作、顶岗实习)课程改革成果系列教材之一,是根据最新制定的“PLC 编程与应用技术”核心课程标准,参照相关最新国家职业标准及有关行业职业标准规范编写而成的。全书共分两个部分,第一部分介绍了 PLC 的基础知识,第二部分有 16 个项目,主要以三菱 FX_{2N} 系列 PLC 为重点,从硬件到软件,从基本逻辑指令、步进顺控指令到功能指令分别进行了介绍。

本书以项目构建教学体系,以具体项目任务为教学主线,以实训场所为教学平台,将理论教学与技能操作训练有机结合,因而建议 4 节课连上,采用“项目教学法”完成课程的理论与实践一体化教学,通过教、学、做紧密结合,突出对学生操作技能、设计能力和创新能力的培养和提高。

本书可作为职业院校机电类、电气工程类、数控类等相关专业的教学用书,也可供有关工程技术人员参考和使用,选用学校可根据实际需要,灵活选择不同的模块和项目进行教学。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 编程与应用技术:三菱/范次猛主编. —2 版. —武汉:华中科技大学出版社,2015. 6
“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-5680-0963-8

I. ①P… II. ①范… III. ①plc 技术-程序设计-高等学校-教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 133592 号

PLC 编程与应用技术(三菱)(第二版)

范次猛 主编

策划编辑:谢燕群

封面设计:范翠璇

责任编辑:谢燕群

责任校对:何 欢

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北卓冠印务有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:20.5

字 数:397 千字

版 次:2012 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

定 价:38.80 元



华中师大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

再版前言

《PLC 编程与应用技术(三菱)》作为一本面向职业院校机电、电气工程、数控等专业的教学用书,自 2012 年 8 月第一版问世以来,被多所职业院校使用,受到了广大师生的好评与欢迎。

由于广大读者的厚爱和华中科技大学出版社的努力,本书已经多次重印。2014 年,经全国职业教育教材审定委员会审定,被评为“十二五”职业教育国家规划教材。随着控制技术的发展,学生对教材有了更新的要求,所以教材内容需要及时更新。因此根据学科发展,针对培养对象,对本教材进行修订。在进行修订的过程中,按照巩固、完善和提高了的修订原则,力图在强调基础知识与基本技能的同时,反映控制技术的科学性与先进性,并且在每一个单元后增加了任务拓展的相关内容。

全书仍分为两个部分。第一部分分为 3 个单元,第 1 单元简明扼要介绍了 PLC 的基本情况,包括 PLC 的定义、由来、发展、特点、主要应用、基本结构、工作原理、编程语言和主要技术指标等;第 2 单元介绍了三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的硬件资源,包括三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的系统配置、基本组成、内部资源;第 3 单元介绍了 GX Developer 编程软件的使用,通过本部分的介绍,方便学生快速认识 PLC 并了解其工程应用的一般情况。

第二部分按职业能力的成长过程和认知规律,遵循由浅入深、由简到难、循序渐进的学习过程,编排了 16 个工程训练项目。每个项目又按引领项目和自主巩固提高项目作双线安排。每个项目包含学习目标、项目介绍、相关知识、任务实施、知识拓展、任务拓展、巩固与提高等七个方面。项目中均介绍了完成项目必需的知识内容,方便学生对相关 PLC 知识的学习和技能的训练。

范次猛、夏春荣、熊崑、陈静、刘阿玲、王光祥、曹应明负责本书的修订工作。

虽然编者在本次修订过程中力求严谨,但限于学识水平与能力,书中还有很多不足之处,恳请有关专家、广大读者及同行批评指正,以便改进。同时,对本书所引用的参考文献的作者深表感谢!

编 者

2015 年 4 月

前 言

为深入贯彻落实《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)精神,适应当前高等职业教育“大力推行工学结合、校企合作、顶岗实习”人才培养模式改革的需要,体现工学结合的职业教育特色,本教材依据职业教育培养高素质技能型人才的目标要求,以就业为导向,以工学结合为切入点,整合理论知识和实践知识、显性知识和默会知识,将陈述性知识穿插于程序性知识之中,实现课程内容综合化,探索职业教育教材建设的新方向。

可编程控制器(PLC)是以微处理器为核心的通用工业自动化装置,它将传统的继电器控制技术与计算机技术、通信技术融为一体,具有结构简单、功能完善、性能稳定、可靠性高、灵活通用、易于编程、使用方便、性价比高等优点,因此,近年来在工业自动化控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到了广泛的应用,并被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。随着集成电路的发展和网络时代的到来,PLC将会获得更大的发展空间。

本书立足职业教育人才培养目标,在编写过程中,突出职业教育为生产一线培养高素质技能型人才的教学特点,以加强实践能力的培养为原则,精心组织有关内容,力求简明扼要、突出重点,主动适应社会发展需要,使其更具有针对性、实用性和可读性,努力突出职业教育教材的特点。

本书在编写过程中有以下几个特点。

(1) 在教材结构的组织方面,以模块构建教学体系,以具体项目任务为教学主线,通过设计不同的项目,巧妙地将知识点和技能训练融于各个项目之中。教学内容以“必需”与“够用”为度,将知识点做了较为精密的整合,由浅入深、循序渐进,强调实用性、可操作性和可选择性。

(2) 本书将理论教学与技能操作训练有机结合,以实验与实训场所作为教学平台,采用“项目教学法”完成课程的理论实践一体化教学,通过使教、学、练紧密结合,突出了学生操作技能、设计能力和创新能力的培养和提高,真正符合职业教育的特色。

(3) 本书将电气控制技术、PLC技术、变频技术和触摸屏技术等内容组合在一起,体现了知识的系统性和完整性。

全书共分两个部分,第一部分分为三个单元,第一单元简明扼要地介绍了PLC

的基本情况,包括 PLC 的定义、由来、发展、特点、主要应用、基本结构、工作原理、编程语言和主要技术指标等;第二单元介绍了三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的硬件资源,包括三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的系统配置、基本组成、内部资源;第三单元介绍了 GX Developer 编程软件的使用,通过本部分的介绍,方便学生快速认识 PLC 并了解其工程应用的一般情况。

第二部分按职业能力的成长过程和认知规律,遵循由浅入深、由易到难、循序渐进的学习过程,教材编排了 16 个工程训练项目,每个项目又按引领项目和自主巩固提高项目作双线安排。每个项目包含学习目标、项目介绍、相关知识、任务实施、知识拓展、巩固与提高六个方面,项目中均介绍了完成项目必需的知识内容,方便学生对相关 PLC 知识的学习和技能的训练。

本书由范次猛任主编,夏春荣、熊巍、陈静任副主编。其中主编范次猛编写了第一部分中的第一单元,第二部分中的项目三、项目七、项目十五及附录,负责全书统稿。

因编者水平有限,加之时间仓促,书中还有很多不足之处,恳请有关专家、广大读者及同行批评指正,以便改进。同时,对本书所引用的参考文献的作者深表感谢!

编 者

2012 年 4 月

目 录

第一部分 PLC 基础知识

第一单元 认识 PLC	(3)
一、学习目标	(3)
二、任务导入	(3)
三、相关知识	(5)
四、任务拓展	(29)
五、巩固与提高	(29)
第二单元 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的硬件资源	(31)
一、学习目标	(31)
二、任务导入	(31)
三、相关知识	(32)
四、知识拓展	(51)
五、任务拓展	(54)
六、巩固与提高	(54)
第三单元 GX Developer 编程软件的使用	(55)
一、学习目标	(55)
二、任务导入	(55)
三、相关知识	(56)
四、任务拓展	(82)
五、巩固与提高	(82)

第二部分 工程项目训练

项目一 三相异步电动机正反转控制	(89)
一、学习目标	(89)
二、项目介绍	(89)
三、相关知识	(90)
四、任务实施	(95)
五、知识拓展	(96)

六、任务拓展	(98)
七、巩固与提高	(98)
项目二 抢答器控制系统	(99)
一、学习目标	(99)
二、项目介绍	(99)
三、相关知识	(99)
四、任务实施	(102)
五、知识拓展	(104)
六、任务拓展	(105)
七、巩固与提高	(105)
项目三 三相异步电动机星形-三角形降压启动控制	(107)
一、学习目标	(107)
二、项目介绍	(107)
三、相关知识	(108)
四、任务实施	(112)
五、知识拓展	(115)
六、任务拓展	(116)
七、巩固与提高	(117)
项目四 音乐喷泉 PLC 控制	(119)
一、学习目标	(119)
二、项目介绍	(119)
三、相关知识	(119)
四、任务实施	(122)
五、知识拓展	(126)
六、任务拓展	(130)
七、巩固与提高	(130)
项目五 四节传送带运输机的传送系统	(132)
一、学习目标	(132)
二、项目介绍	(132)
三、相关知识	(133)
四、任务实施	(134)
五、任务拓展	(137)
六、巩固与提高	(137)

项目六 水塔、水池水位自动运行控制系统	(138)
一、学习目标	(138)
二、项目介绍	(138)
三、相关知识	(139)
四、任务实施	(143)
五、任务拓展	(145)
六、巩固与提高	(146)
项目七 多种液体自动混合装置的 PLC 控制	(148)
一、学习目标	(148)
二、项目介绍	(148)
三、相关知识	(149)
四、任务实施	(159)
五、任务拓展	(162)
六、巩固与提高	(162)
项目八 公路交通十字路口信号灯控制	(164)
一、学习目标	(164)
二、项目介绍	(164)
三、相关知识	(166)
四、任务实施	(167)
五、任务拓展	(175)
六、巩固与提高	(175)
项目九 霓虹灯广告屏显示控制系统	(177)
一、学习目标	(177)
二、项目介绍	(177)
三、相关知识	(178)
四、任务实施	(185)
五、知识拓展	(188)
六、任务拓展	(193)
七、巩固与提高	(194)
项目十 自动售货机控制系统	(195)
一、学习目标	(195)
二、项目介绍	(195)
三、相关知识	(197)
四、任务实施	(202)

五、知识拓展	(207)
六、任务拓展	(208)
七、巩固与提高	(209)
项目十一 装配流水线的 PLC 控制	(210)
一、学习目标	(210)
二、项目介绍	(210)
三、相关知识	(211)
四、任务实施	(214)
五、知识拓展	(217)
六、任务拓展	(220)
七、巩固与提高	(220)
项目十二 CA6140 普通车床的 PLC 改造	(222)
一、学习目标	(222)
二、项目介绍	(222)
三、相关知识	(224)
四、任务实施	(227)
五、知识拓展	(230)
六、任务拓展	(234)
七、巩固与提高	(234)
项目十三 基于 PLC 的多段速控制	(236)
一、学习目标	(236)
二、项目介绍	(236)
三、相关知识	(237)
四、任务实施	(248)
五、任务拓展	(251)
六、巩固与提高	(251)
项目十四 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的网络应用	(253)
一、学习目标	(253)
二、项目介绍	(253)
三、相关知识	(254)
四、任务实施	(264)
五、任务拓展	(266)
六、巩固与提高	(267)

项目十五 恒温控制系统设计与调试	(268)
一、学习目标	(268)
二、项目介绍	(268)
三、相关知识	(269)
四、任务实施	(277)
五、任务拓展	(282)
六、巩固与提高	(283)
项目十六 自动物料搬运分拣系统的安装与调试	(284)
一、学习目标	(284)
二、项目介绍	(284)
三、相关知识	(287)
四、任务实施	(294)
五、巩固与提高	(305)
附录 A FX 系列 PLC 功能指令一览表	(309)
参考文献	(314)

第一部分

PLC 基础知识

第一单元 认识 PLC

一、学习目标

知识目标

- (1) 了解 PLC 的定义、由来及发展趋势。
- (2) 掌握 PLC 的主要特点及分类。
- (3) 掌握 PLC 的主要组成及功能。
- (4) 了解 PLC 的编程语言及工作原理。
- (5) 理解 PLC 的主要技术指标。

能力目标

- (1) 通过实物操作,对 PLC 的整体结构有一个直观的认识。
- (2) 能够将外部输入信号正确连接到 PLC;能够正确连接 PLC 的外部输出。

二、任务导入

在电力拖动自动控制系统中,各种生产机械均由电动机来拖动。在可编程控制器出现以前,继电器接触器控制在工业控制领域占主导地位,这种控制方式能够实现电动机的启动、正反转、调速、制动等运行方式的控制,以满足生产工艺要求,实现生产过程自动化。

下面以小型三相异步电动机的启停控制为例,说明接触器-继电器装置和可编程控制器装置的控制特点。图 1-1(a)所示为三相异步电动机启停控制的主电路图。图 1-1(b)和图 1-1(c)所示分别是电动机全压启动和延时启动的接触器-继电器控制电路图。

在图 1-1(b)中,三相电动机直接启动时,按下启动按钮 SB2,交流接触器线圈 KM 得电,其主触点闭合,电动机启动;按下停止按钮 SB1,线圈 KM 失电,电动机停止。

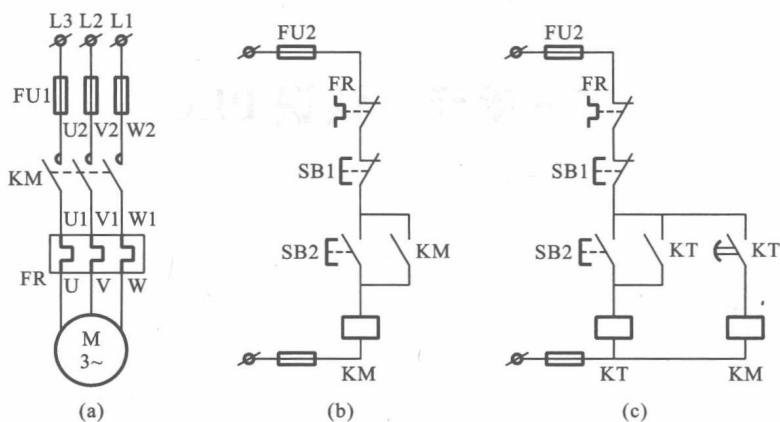


图 1-1 三相异步电动机接触器-继电器启/停控制电路

(a) 主电路; (b) 全压启动控制电路; (c) 延时启动控制电路

在图 1-1(c) 中,三相电动机需要延时启动时,按下启动按钮 SB2,延时继电器 KT 得电并自保,延时一段时间后接触器线圈 KM 得电,其主触点闭合,电动机启动;按下停止按钮 SB1,线圈 KM 失电,电动机停止。与直接启动一样,两个简单的控制系统输入设备和输出设备相同,即都是通过启动按钮 SB2 和停止按钮 SB1 控制接触器线圈 KM,但因控制要求发生了变化,控制系统必须重新设计,重新配线安装。

随着科技的进步、信息技术的发展,各种新型的控制器件和控制系统不断涌现。PLC 可编程控制器就是一种在继电器控制和计算机控制的基础上开发出来的新型自动控制装置。采用可编程控制器对三相电动机进行直接启动和延时启动,使工作变得轻松愉快。

采用可编程控制器进行控制,硬件接线更加简单清晰,主电路仍然不变,用户只需要将输入设备(如启动按钮 SB2、停止按钮 SB1、热继电器触点 FR)接到 PLC 的输入端口,输出设备(如接触器线圈 KM)接到 PLC 的输出端口,再接上电源、输入软件程序就可以了。图 1-2 所示为用三菱 FX_{2N} 可编程控制器控制电动机启/停的硬件接线图和软件程序。直接启动的硬件接线图与延时启动的完全相同,只是软件程序不同罢了。

由上可知,PLC 是通过用户程序实现逻辑控制的,这与接触器-继电器控制系统采用硬件接线实现逻辑控制的方式不同。PLC 的外部接线只起到信号传送的作用,因而用户可在不改变硬件接线的情况下,通过修改程序实现两种方式的电动机启/停控制。由此可见,采用可编程控制器进行控制通用灵活,极大地提高了工作效率。同时,可编程控制器还具有体积小、可靠性高、使用寿命长、编程方便等一系列优点。

本单元重点介绍可编程控制器的产生、发展、特点、应用和分类,详细地说明可

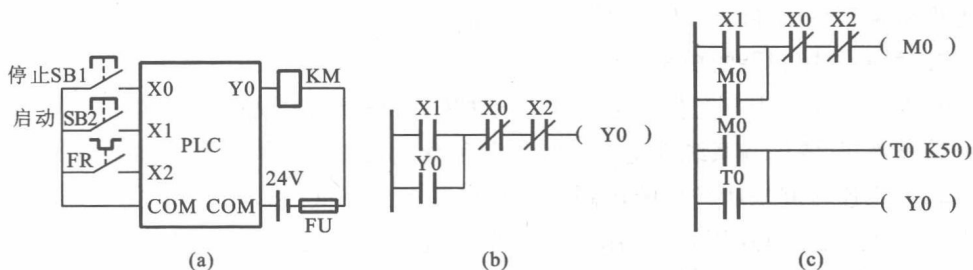


图 1-2 用 PLC 实现的三相异步电动机启/停控制

(a)输入/输出接线图;(b)全压启动控制 PLC 程序;(c)延时启动控制 PLC 程序

编程控制器的基本组成和工作原理。

三、相关知识

1. 可编程控制器的定义

由于早期的可编程控制器主要是用来替代接触器-继电器控制系统,因此功能较为简单,只能进行开关量逻辑控制,称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。

随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展,20 世纪 70 年代后期微处理器被用作可编程控制器的中央处理单元(Central Processing Unit, CPU),从而大大扩展了可编程控制器的功能,除了进行开关量逻辑控制外,还具有模拟量控制、高速计数、PID 回路调节、远程 I/O 和网络通信等许多功能。1980 年,美国电气制造商协会正式将其命名为可编程控制器(Programmable Controller, PC)。

可编程控制器的定义随着技术的发展经过多次变动。国际电工委员会(IEC)在 1987 年 2 月颁布的可编程控制器标准草案的第三稿中将其定义为:“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。它采用可编程的存储器,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、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设备,都应按易于与工业控制器系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

从上述定义可以看出,可编程控制器是“专为在工业环境下应用而设计”的“一种数字运算操作的电子系统”,因此,可以认为其实质是一台工业控制用计算机。为避免在使用中与个人计算机(Personal Computer)的简称 PC 相混淆,通常人们仍习

惯地把可编程控制器称为 PLC,本书中也统一使用 PLC 这种表示方法。

2. 可编程控制器的由来

早期工业生产中广泛使用的电气自动控制系统是接触器-继电器控制系统。所谓接触器-继电器控制系统就是用导线把各种继电器、接触器、开关及其触点,按一定的逻辑关系连接起来所构成的控制系统。它具有价格低廉、对维护技术要求不高的优点,适用于工作模式固定、控制要求简单的场合。其缺点是系统的布线连接不易更新、功能不易扩展,可靠性不高。对一些比较复杂的控制系统来讲,查找和排除故障往往十分困难。另外,当产品更新、生产工艺发生变化时,接触器-继电器控制系统的元件和接线也须做相应的变动,而且这种变动工作量很大、工期长、费用高。

随着 20 世纪工业生产的迅速发展,市场竞争越来越激烈,工业产品更新换代的周期日趋缩短,新产品不断涌现,传统的接触器-继电器控制系统难以满足现代社会小批量、多品种、低成本、高质量生产方式的生产控制要求,因此,迫切需要一种新的更先进的自动控制装置来取代传统的接触器-继电器控制系统。20 世纪 60 年代初,随着电子技术 in 自动控制领域中的应用,出现了半导体逻辑元件装置。利用半导体二极管、三极管和中小规模集成电路构成的逻辑式顺序控制器,具有体积小、无触点、可靠性较高和动作顺序变更较方便等优点;其缺点是控制规模较小(一般输入/输出点数不超过 64 点)、程序编制不够灵活。随着计算机技术的发展,曾用小型计算机取代接触器-继电器控制系统,实现控制要求,但是由于计算机对使用环境要求较高,而且现场的输入/输出信号与计算机本身不匹配,同时计算机程序的编制较复杂,使用者需要掌握一定的计算机专业知识,一般工程技术人员不易熟练运用,加上计算机成本高,因而一直没有得到广泛应用。

1968 年,美国通用汽车公司(GM)为适应汽车工业激烈的竞争,满足汽车型号不断更新的要求,向制造商公开招标,想寻求一种取代传统接触器-继电器控制系统的新的控制装置,并提出 10 条要求:

- (1) 编程方便,可在现场修改程序;
- (2) 维修方便,最好是插件式结构;
- (3) 可靠性高于继电器控制装置的;
- (4) 体积小于继电器控制装置的;
- (5) 数据可以直接输入管理用计算机;
- (6) 可以直接用交流 115 V 输入;
- (7) 输出为交流 115 V,负载电流要求 2 A 以上,可直接驱动电磁阀、接触器等负载元件;
- (8) 通用性强,易扩展,扩展时原系统只需少量变更;