

工控技术精品丛书

三菱FX_{3U} PLC 应用基础与编程入门

李金城 编著

编



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>

工控技术精品丛书

三菱 FX_{3U} PLC 应用基础与编程入门

李金城 编著

01-11-11-11-11

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

学习 PLC 控制技术已经是电工行业的新常态,故编写一本适合广大电工学习 PLC 控制技术的入门书非常有必要。本书就是针对在生产第一线的具有初中以上文化的广大电工朋友编写的一本完全自学入门书。电工朋友通过自学本书并结合实践操作,能够在较短时间内学到 PLC 相关的基础知识、硬件电路知识、软件操作知识和程序设计知识。学完本书能够具备初步掌握并设计 PLC 开关量控制应用系统的能力,为进一步学习 PLC 在模拟量控制、运动量控制和通信控制中的应用打下了坚实基础。

为便于广大电工朋友自学,本书增加了学习指导、习题和水平测试。学习指导简要地介绍本章知识学习的重点和难点,小节后的习题供读者在学习本节知识后复习和测试用,水平测试是读者对本章知识学习掌握和应用程度的考核。

本书编写深入浅出、通俗易懂、内容详细、知识全面、联系实际、注重实用,书中编写了大量的实例,供读者在实践中参考。

本书对象主要是广大电工朋友,同时,也适合在校或刚毕业工科院校的机电、自动化专业的学生和所有想通过自学掌握 PLC 控制入门的人员。本书也可作为 PLC 控制技术的培训教材和中专、大专等院校相关专业的教学参考用书。

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 FX_{3U} PLC 应用基础与编程入门 / 李金城编著. —北京: 电子工业出版社, 2016.8
(工控技术精品丛书)

ISBN 978-7-121-29725-0

I. ①三… II. ①李… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 200136 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 万子芬 特约编辑: 徐 宏

印 刷: 北京京科印刷有限公司

装 订: 三河市良远印务有限公司

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: 787×1 092 1/16 印张: 39.75 字数: 1018 千字

版 次: 2016 年 8 月第 1 版

印 次: 2016 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 3 500 册 定价: 78.00 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, 88258888。

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。

本书咨询联系方式: bjcwk@163.com。

致

谢

FOREWORD

自 2011 年 1 月至今，我已编写了 5 本关于 PLC 控制技术基础知识及其应用的图书，它们是《PLC 模拟量与通信控制应用实践》、《三菱 FX_{2N} PLC 功能指令应用详解》、《工控技术应用数学》、《三菱 FX 系列 PLC 定位控制应用技术》和《三菱 FX_{3U} PLC 应用基础与编程入门》。在图书的编写和出版过程中，得到了许多人的支持和帮助，我在这里表示衷心的感谢。

首先，特别感谢制造业在线培训第一品牌——技成培训，是技成培训使我在退休后还能发挥余热，为中国的工控事业做出一点小小的贡献；是技成培训给了我毕生技术体验总结成书并正式出版的机遇；是技成培训使我的晚年生活过得非常充实，非常有意义，非常有活力和非常快乐。

其次，十分感谢技成培训的广大学员。是你们强烈的学习愿望，是你们的期望、鼓励和支持给了我编写工控技术图书的强大动力。当你们告诉我，通过自己努力学习，掌握了工控技术，不但为中国的制造业做出了贡献，还得到了升职加薪、买房买车，当起了老板，过上了小康生活，我真是感到无比高兴和十分自豪。

诚挚感谢深圳技成科技有限公司 CEO 蒋绍恒先生和钟武先生，中华工控网副总经理杨志强先生，他们在我编写书稿的过程中给了我百分之百的、非常具体的帮助、鼓励和支持。感谢技成培训的丁先群、付明忠和唐倩老师，他们对书稿的内容提出了非常宝贵的指导意见。感谢李金龙、李震涛、曾鑫、杨勇珍、庞丽、薛碧怡等人，他们为书稿的整理付出了辛勤的劳动。

非常感谢电子工业出版社陈韦凯编辑，感谢他对书稿的编写给予了宝贵的指导，使我少走了很多弯路，感谢他为图书的出版发行和版权维护付出了很大的精力。同时感谢 5 本书的责任编辑刘凡、康霞等，是他们认真负责的态度和辛勤付出使图书减少了很多文字和内容上的差错。

感谢我的家人对我的支持。特别感谢我的太太吴少娇女士，是她在我写稿的过程中，对我的生活起居无微不至的关怀和细心周到的照顾，使我才能专心致志埋头于编写书稿之中，可以说，没有她的支持就没有这 5 本书的出版，更不可能以平均每年 1 本书的速度出版。

在编写这些书的过程中参考了大量的网上、网下资料，在此向所有资料的作者、编者表示衷心的感谢。

李金城

2016 年 6 月

读者调查及征稿

1. 您觉得这本书怎么样？有什么不足？还能有什么改进？

2. 您在什么行业？从事什么工作？需要哪些方面的图书？

3. 您有无写作意向？愿意编写哪方面的图书？

4. 其他：

说明：

针对以上调查项目，可通过电子邮件直接联系：bjcwk@163.com 联系人：陈编辑

欢迎您的反馈和投稿！

电子工业出版社

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：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

第 0 章 谈谈工控技术的学习	1
第 1 章 PLC 学习基础	6
1.1 数制、码制和逻辑运算	7
1.1.1 数制及其表示	7
1.1.2 数制的转换	11
1.1.3 数的运算	14
1.1.4 编码	16
1.1.5 基本逻辑运算	21
1.1.6 逻辑代数	24
1.1.7 逻辑位运算	26
1.2 PLC 基础知识	28
1.2.1 了解 PLC	28
1.2.2 PLC 基本结构	33
1.2.3 PLC 工作原理	36
1.2.4 PLC 中数的表示	39
1.2.5 PLC 编程语言	42
1.3 PLC 外部设备知识	45
1.3.1 PLC 外部设备简述	45
1.3.2 I/O 端口连接元器件和设备	46
1.3.3 扩展和通信端口连接设备	56
1.4 电子电路知识	59
1.4.1 常用半导体元件及其开关特性	59
1.4.2 信号传输电路组成与回路分析法	63
1.4.3 FX _{2N} PLC 输入端口电路连接	65
第 2 章 PLC 应用基础	71
2.1 型号命名与性能规格	72
2.1.1 简介	72
2.1.2 型号命名与产品规格	78
2.1.3 性能规格	83
2.1.4 资料手册	86
2.2 I/O 端口与连接	88
2.2.1 端口编号分配与端子排列	88

2.2.2	输入端口与连接	95
2.2.3	输出端口与连接	101
2.3	系统扩展与组成	107
2.3.1	PLC 控制系统的扩展	107
2.3.2	PLC 控制系统的组成	109
2.4	测试、安装、故障与维护保养	120
2.4.1	测试	120
2.4.2	安装	125
2.4.3	故障和干扰	131
2.4.4	维护保养	141
第 3 章	FX_{3U} PLC 编程基础	148
3.1	编程预备知识	150
3.1.1	脉冲信号与时序图	150
3.1.2	指令、指令格式和寻址方式	153
3.1.3	位和字	157
3.1.4	编程软元件	158
3.1.5	堆栈与嵌套	165
3.2	梯形图	167
3.2.1	梯形图结构	167
3.2.2	梯形图的编程基本规则	173
3.3	基本指令系统	175
3.3.1	简述	175
3.3.2	触点指令	177
3.3.3	输出及功能操作指令	183
3.3.4	逻辑结果操作指令	205
3.3.5	指令语句表程序应用指令	210
3.4	基本指令系统补充	220
3.4.1	触点比较指令	220
3.4.2	常用功能指令介绍	224
3.4.3	常用特殊辅助继电器和特殊数据寄存器	234
第 4 章	定时器和计数器	249
4.1	定时器	250
4.1.1	时间继电器	250
4.1.2	三菱 FX _{3U} PLC 内部定时器	254
4.1.3	定时器定时时间设定	260
4.1.4	时间控制功能指令与内部时钟	268
4.1.5	定时器控制程序设计	274
4.2	计数器	281
4.2.1	可预置数计数器	281

4.2.2	三菱 FX _{3U} PLC 内部计数器	284
4.2.3	计数器控制程序设计	293
第 5 章	程序编制入门	302
5.1	编程入门须知	304
5.1.1	扫描对梯形图程序的影响	304
5.1.2	常开和常闭的接入	309
5.1.3	双线圈输出与双线圈驱动	311
5.1.4	I/O 地址分配表与 PLC 端口接线图	314
5.2	常用典型编程环节梯形图	317
5.2.1	启保停程序	317
5.2.2	自锁、连锁和互锁	319
5.2.3	顺序控制	322
5.2.4	停止与报警	325
5.2.5	有用的小程序	331
5.3	程序设计示例	335
5.3.1	六工位小车控制	335
5.3.2	饮料自动售货机控制	345
5.3.3	单按钮控制电动机启停 N 种程序分析	349
5.4	从继电控制原理图到梯形图	356
5.4.1	继电控制原理图与梯形图	356
5.4.2	转换法梯形图设计	358
5.4.3	转换法梯形图设计举例	361
5.5	PLC 控制系统设计简述	377
5.5.1	PLC 控制系统设计原则与步骤	377
5.5.2	PLC 用户程序设计	380
5.5.3	PLC 用户程序调试	383
第 6 章	步进指令与顺序控制程序设计	388
6.1	顺序控制与顺序功能图	389
6.1.1	顺序控制	389
6.1.2	顺序功能图 (SFC)	391
6.1.3	SFC 的基本结构	394
6.1.4	SFC 的梯形图编程方法	400
6.2	步进指令 STL 和步进梯形图	404
6.2.1	SFC 功能图在 GX 编程软件中的编程方法	404
6.2.2	步进指令 STL 与状态元件 S	405
6.2.3	GX 编程软件中 STL 指令步进程序梯形图编程方法	408
6.2.4	单操作继电器步进梯形图的编程应用	414
6.2.5	步进指令 STL 编程应用	415
6.3	SFC 步进顺控程序编程实例	420

6.3.1	SFC 程序编程步骤与调试	420
6.3.2	SFC 程序编程实例	424
6.4	状态初始化指令 IST	446
6.4.1	多种工作方式 SFC 的编程	446
6.4.2	状态初始化指令 IST	449
6.4.3	IST 指令应用处理	453
6.4.4	状态初始化指令 IST 应用实例	455
第 7 章	编程软件 GX Developer 的使用	467
7.1	GX Developer 编程软件安装和界面	468
7.1.1	概述	468
7.1.2	编程软件 GX Developer 的安装和启动	470
7.1.3	编程界面	473
7.1.4	工程数据列表	477
7.2	梯形图程序编辑	482
7.2.1	创建新工程及工程操作	482
7.2.2	梯形图程序输入	487
7.2.3	梯形图程序编辑	494
7.2.4	梯形图程序注释	498
7.3	程序读/写、监控和加密	503
7.3.1	通信传输设置	503
7.3.2	程序读/写操作	505
7.3.3	程序在线监视操作	508
7.3.4	程序加密操作	516
7.3.5	程序其他操作	517
7.4	GX Simulator 仿真软件使用	519
7.4.1	GX Simulator 仿真软件介绍	519
7.4.2	启动和【梯形图逻辑测试】对话框	522
7.4.3	软元件监控和强制操作	525
7.4.4	时序图监控	536
第 8 章	GX 中 SFC 块图编程	546
8.1	GX 中 SFC 块图编程说明	546
8.1.1	SFC 功能图、STL 步进梯形图和 SFC 块图	546
8.1.2	GX 中 SFC 块图程序编程界面与工具图标	549
8.1.3	SFC 块图单流程序编辑操作	553
8.1.4	SFC 块图分支流程序编辑操作	561
8.2	GX 中 SFC 块图编程示例	564
8.2.1	转移流程 SFC 块图程序编制	564
8.2.2	分支流程 SFC 块图程序编制	568
8.3	仿真和监控	571

8.3.1	SFC 块图程序下载和仿真	571
8.3.2	SFC 块图程序监控	574
第 9 章	自动控制技术	575
9.1	PLC 控制技术的延伸	576
9.1.1	模拟量控制	576
9.1.2	运动量控制	579
9.1.3	串行异步通信控制	586
9.2	自动控制技术的延伸	591
9.2.1	自动控制技术的发展演变	591
9.2.2	DCS 集散控制系统	594
9.2.3	FCS 现场总线控制系统	598
9.2.4	工业 4.0	601
附录 A	FX 系列 PLC 特殊辅助继电器一览表	603
附录 B	FX 系列 PLC 特殊数据寄存器一览表	615
参考文献	626

第0章 谈谈工控技术的学习

很多电工朋友希望我能谈谈如何学习工控技术，为此，我编写了本章，作为全书的开头。

工控技术是一门应用技术，也是一个知识体系，内容十分丰富，而且还在不断发展中。和所有的知识体系一样，在学习过程中，要处理好基础和提高、理论和实践的关系，要克服一些学习障碍。下面就以上几点谈谈自己的认识和体会。

基础知识的学习

任何知识，从入门到精通，都需要一个循序渐进的过程，这个过程本质就是一个从基础到提高的过程。在这个过程中，基础是一个平台，提高只能在这个平台上提高，例如，PLC的基本知识是 PLC 应用知识的平台，很难想象一个连梯形图都不懂的人会把 PLC 应用到模拟量控制中去。掌握基础知识非常重要，怎么强调基础知识的重要性都不为过。初学者往往不能深刻体会基础知识的重要性，而已经掌握技术的成熟高手则体会很深。

那么，学习工控技术需要哪些基础知识？这一点与知识体系有关。在知识体系中，有三种基础知识。

第一种是公共基础知识，也就是中学所学的语文、数学和外语知识。语文知识是将来阅读和学习理解各种资料的基础，数学知识是涉及数学分析和运算的基础，外语知识则是将来阅读和学习理解外文资料的基础。公共基础知识是所有学科知识（工科、理科、文科等）的平台。

第二种是工科中电类学科的基础知识，它们是电工、电路和电子技术知识。工控技术是电类学科中的一个分支，而掌握电工、电路和电子技术知识则对学习工控技术非常重要，完全不懂这些知识是不能真正学会工控技术及其应用的。一般来说，电工多少都有一点这些知识，只是没有系统学习而已。有条件的话，最好能系统地进行学习。不能系统地学习，也可以缺什么补什么，分散来学。

第三种是专业的基础知识，也就是本专业的入门知识和应用基础知识。例如，学习 PLC 控制系统及其应用，则 PLC 的应用基础知识和编程入门就是它的基础知识。专业入门知识是构建在前两种基础知识的平台上，而它本身则是专业具体应用的知识平台。想学习 PLC 在各种领域中的应用（模拟量、运动量和通信），必须先学习 PLC 应用基础和编程入门。专业基础知识是在专业上稳步发展的一个保障。只有很好地掌握了专业基础知识，才能逐步精通专业上的应用。编者认为，对于专业基础知识，必须要系统学、结合实践学，必须学深、学精、学透。希望电工朋友对学习专业基础知识一定要予以足够的重视。

重视实践，不能忽视学习

工控技术本身是一门应用技术，所学的任何知识最后都必须放到实践中去检验。俗话说：“学得好不好，做做就知道，看你行不行，动手见分明。”可以说，实践比学习基础知识更为重要。实践的重要性在于：

(1) 实践是检验学习效果的唯一标准。有没有学懂、学会，对知识的理解对不对，都只能在实践中检验。

(2) 实践不但增加感性认识，还能补充所学知识的不足。任何资料，任何老师都不可能把所学的知识全部讲到，很多知识只有通过实践才能学到，也有很多知识只有通过实践才能有进一步的深刻理解。

(3) 实践会发现一些新的知识空白（特别是实践中本身出现的问题，例如，干扰等）。反过来又能促进理论研究的发展。

工控技术从入门到精通的学习全过程都必须与实践相结合，不论是初级课程还是高级课程，最好的也是最快的学习方法就是边学边做，边做边学。实践是需要时间的，实践知识是时间沉淀的结果，常说没有三五年，练不成工控高手，就是这个道理。

重视实践但也不能够忽视学习，甚至不学习。常常有这样一些电工朋友，在某个工作岗位上维修同一台设备多年，具有丰富的设备维修经验，这台设备一出故障，他根据多年的实践经验能非常快地排除故障，但是，他不重视学习，甚至认为不学习也是一样，所以，只知道凭经验维修设备，不知道为什么会发生这样的故障，为什么这样做能排除故障，因此，他的经验只局限于这台设备。换一个岗位，换一台设备，他会束手无策，显得很无能。如果他能在多年工作的同时，加强对基础知识的学习，即使换一个岗位，凭着所掌握的基础知识，也能很快上手。

如上所述，基础是一个平台，你只有站在这个平台上，才能进一步地发展，单凭工作经验局限性非常大。

没时间学只是借口

常常听到一些学员说：“我很想学好工控技术，但总没有时间学”。“没时间学”这已成了很多人学习工控技术的一个障碍。真的没时间学吗？我看不是的。时间是非常公平的，不管是谁，穷人与富人、老板与员工、男人和女人，一天都是 24 小时，谁也不多，谁也不少。没有时间，那时间到哪儿去了？实际上，每个人每天都在消费这 24 小时，只不过每个人的消费用途不同而已。可以这么说，每个人都把时间花在他认为最重要的事情上。如果认为学习重要，就会把时间花在学习上。同样，如果认为打牌、玩游戏、看微信重要，一定会把时间花在聊天、打牌、玩游戏、看微信上。有些学员的确很忙，上班忙工作，下班忙家务，工作、家庭责任都很重，但就是这样，如果想学习，也一定会找出时间来学习。所以

说，没有时间学，这只是一个很流行的借口，时间是有的，就看愿不愿意把一部分时间花在学习上。

我能学会吗

常常有些学员问：“我年纪大了，已经快40岁了，能不能学会PLC？”“老师，我才初中文化，PLC这么难，能学会吗？”……这些问题归根到底是一个有没有信心学的问题。说实话，学习是需要信心的，没有信心，学习一碰到困难，就会知难而退，半途而废。

那么，如何才能有学习信心呢？这就要首先问一下自己，为什么要学习工控技术？学习工控技术的目的是什么？也就是说，学习的动力有没有？学习的动力足不足？当然，不同的人学习目的会不同，其动力也不一样，但想学好工控技术，必须有动力，动力就是信心。有了动力，很多困难都会得到解决。年纪大，记忆差，工作家庭责任重，这些都是客观存在，但如果感到不学工控技术就会被淘汰，对升职、加薪都会影响很大，一定要改变自己目前的处境，就有动力，在具体学习上就会比别人多花时间，会有一种非学会不可的信心。遇到困难也不会打退堂鼓，而是知难而上，一点一点地去克服各种困难。同样，文化程度低，对学习工控技术来说，的确是一种阻力，但如果有了动力，不想当一辈子普通电工，要改变自己的知识结构，为找到更好的工作而储备知识，那么文化程度低会由阻力变成动力。通过学习工控技术同时也会提高自己的文化知识，何乐而不为呢？“从没有接触过工控技术，也不是电工，能学会吗？”如果对机电接触甚少，那必须有这样的思想准备，要比别人花更多的时间，费更多的精力，比别人有更强的毅力和韧性，在学习工控技术的同时，还要学习很多与工控技术相关的各种基础知识。这样，也能学会工控技术。学是为了用，编者认为，如果仅仅是兴趣（当然，兴趣也是一种动力），学会以后，并不想从事工控行业的工作，那还是不要学。因为，学而不用，会忘得很快。

三个月能学会工控技术吗

有很多刚开始学工控技术的学员问我：“老师，三个月能学会工控技术吗？”“老师，刚刚老板给我一个任务，用到伺服电机，我一点也不懂，你能教我在半个月内完成吗？”还有些学员总是在问：“学工控有没有捷径？”“怎么学才能在很短的时间里掌握工控技术？”……的确，在较短的时间内学会和掌握应用工控技术是每个学员的愿望，但是，在很短的几个月时间内完全学会和掌握大部分工控技术是不现实的，为什么呢？因为工控技术是一门实用的技术，很多知识必须通过实践才能完全理解掌握，不是看看书，看看视频就可以解决的。而实践就需要时间，实践知识就是时间沉淀的结果。短短的几个月是不可能把许多工控技术都实践一遍的。就算能，也不可能深入理解和掌握，更谈不上应用了。一个普通电工，从开始学习PLC、变频器到完全能独立设计控制系统，进行调试维护，没有三五年时间是做不到的。如果说学习工控技术有什么捷径的话，这个捷径就是边学边做，边做边学，不能只学不做，也不能只做不学。只有学习与实践相结合，才能学得又快又好。

关于本书

除了正文外，考虑到本书的读者大多数是电工，为了使他们更快地掌握 PLC 应用的基本知识，本书在结构上增加了“学习指导”、“试试，你行的”（习题）和“本章水平测试”等环节。对这些增加的环节，在这里一并说明。

1. 关于“学习指导”

在每一章的最前面都有一篇本章“学习指导”，顾名思义，它针对本章的学习给读者提出了一些指导性意见，供读者在学习本章知识时参考。无论是 PLC 的初学者，还是已经对 PLC 有了一些基本知识的读者，都必须要认真阅读“学习指导”。“学习指导”的主要内容是把本章知识点进行了总结性说明，指出哪些基本知识是必须学习和掌握的，哪些知识点只需要了解了解；哪些知识是可学可不学的；哪些知识是对某些层次的读者是可以不学的。同时也指出了知识的重点和难点。不同层次的读者，通过阅读学习指导，可做到学习时心中有数。学习的针对性更强，从而达到提高学习效率的目的。

2. 关于“试试，你行的”（习题）

在每一章的每一节后都布置了有习题“试试，你行的”。其目的是让读者在学习本节知识后进行一下自我测试，了解一下对所讲的知识是否理解和掌握了。这些习题主要是针对必须掌握的知识设计的。当然，也会有一些针对知识难点的习题。有部分习题还涉及 PLC 的其他相关知识，需要读者一并学习。有些习题还必须通过编程软件或上机实践才能回答。读者在做这些习题时，可以通过反复学习，反复思考来完成。总之，达到真正掌握知识的目的就行。必须说明，习题的数量不多，并不能反映全面知识，如果全部都会做，也并不等于已经全面掌握了所学知识；如果全部不会做，也并不等于一点知识也没掌握，但它至少说明学习的难点所在和知识学习还存在欠缺，必须反复学习，直到会做为止。

3. 关于“本章水平测试”

水平测试是本书的一大特色，它是通过大量的选择题来测试读者掌握本章知识的水平，其评分及测试说明如下。

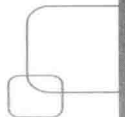
题型：全部测试题均为选择题，读者只要根据答案选择即可。选择题分单选和多选两种类型，但哪一题是单选，哪一题是多选均不说明，由读者自己判断。

评分标准：单选题单选对为对，单选错或选成多选为错。多选题多选对为对，选成单选或多选有错为错。

评分：测试题每题 1 分，全部答对为满分，满分 100 分，未全部答对则按比例得分，例如，某章测试题为 80 题，全部答对为 100 分。答对 50 题，则得分为 $50 \div 80 \times 100 = 62.5$ 分，以此类推。

水平测试：学习水平由得分来体现。

90 分以上，恭喜你，通过辛勤努力、刻苦学习，你已经基本掌握了本章知识，快乐地



学习下一章吧。

80 分以上，不错，你学得还可以，已经初步掌握了本章知识，但是还不够，还有一些知识没有掌握，很可能这些知识正是学习的难点。你具备克服这些难点的能力，只是要再花一点时间和精力，补充一下这些知识，然后，接着学习下一章。

70 分以上，怎么说呢？目前的水平说明你理解并掌握了部分基本的知识，但如果在实践中应用，这些知识是远远不够的。知识还未学完，同志仍需努力。你的水平还说明你有学好全部知识的能力，功底还可以。只是由于某种原因，暂时还未学会而已。努力！加油！你一定会在很短时间内学好并掌握本章全部知识。

70 分以下，从要求来看，你目前的水平是比较低的。分数越少，水平越低。这其中可能有一定的理由，理解能力差，缺少实践，学习时间少，等等，不管多少理由，都不是学不好知识的理由。你目前的水平不代表将来的水平。不管怎么说，你已经进入 PLC 的学习，多多少少已经学到了一些知识，这就是你能学好 PLC 技术的坚实基础。天道酬勤，花更多的时间，花更多的精力，只要努力，没有学不会的知识，可不能中途而废！好，再把本章知识好好重新学一遍，再来做一次水平测试，一定有进步，相信自己的努力！

在本书编写过程中，参考了大量的网上、网下资料，限于篇幅，不能一一列出。在此也向有关资料的作者表示衷心的感谢！同时，由于编者学识水平有限，书中一定会有很多疏漏之处，难免会存在各种错误，恳请广大读者朋友和广大工控技术人员批评指正。

在阅读过程中，读者如有问题，欢迎与作者联系，电子邮箱：jc1350284@163.com。

第1章 PLC 学习基础

学习指导:

这一章主要学习 PLC 的相关基础知识,不仅是一些必要的非常基础的知识,也是所有品牌 PLC 共同的基础知识。有些知识在学习 PLC 时马上会用到,有些暂时用不上,但随着 PLC 学习的深入一定会用上。

这些基础知识相互之间没有关联,都是相对比较独立的知识点。因此,读者在阅读时,无须按章节进行。建议读者先泛读,对这些知识点有大致的了解(讲些什么,属于哪个知识的范畴),并铭记在心。在以后的学习中,用到这些知识时,再回过头来反复学习,直到掌握。当然,对 PLC 已有一定基础的读者可以挑选来学,也可以跳过这一章,直接进入第 2 章的学习。

俗话说:“万丈高楼平地起,工控技术基础始。”编者的体会是,学好基础知识可以缩短掌握 PLC 应用技术的时间,加深对 PLC 应用技术的理解。

1.1 节要点

- 数制是数字电路基本知识之一。数制知识贯穿在所有的数字电子技术中,包括工业自动化控制技术,如 PLC、单片机、单板工控机、变频器、模拟量、通信、伺服、步进等。学习这些知识不需要高深的数理知识,初中以上水平就可以理解掌握,只要努力学习就行。因此,学习 PLC 首先要学好数制知识。
- 在数制知识中,重点是掌握数制三要素:基数,位权,复位和进位。掌握二进制、十进制、十六进制的表示及它们之间的转换。
- 在 PLC 中,所有的数(正数,负数,零,整数,小数)都是以二进制形式表示的。在数字电子技术中引入十进制、十六进制数是为了阅读、书写和交流的方便。
- 数的运算对初学者来说并不重要,但掌握也很容易,不妨一看,在学习通信技术时会用到。
- 码制也是数字电路基本知识之一。码制的知识要求掌握各种码制的特点及其应用。

学习这些知识最好有一定的 PLC 应用实践基础。在逻辑量控制中应用较少,因此,读者也可以跳过这一节。当然,有兴趣的读者也可一看。

- 基本逻辑运算是逻辑代数的基础,逻辑代数又是分析开关电路和数字逻辑电路的基础。本书主要讨论开关量控制,在梯形图上,驱动条件本质上就是触点开关量的逻辑组合,因此,学好这些基础知识对将来梯形图的分析 and 设计是非常有帮助的。当然,这是非常基础的知识,掌握并不困难。

1.2 节要点

- 在这一节中,主要是通过对 PLC 的结构、工作原理、性能指标和编程语言等进行通俗易懂的讲解,使大家对 PLC 有一个基本的感性认识。在这些知识中,最重要的是 PLC 的工作原理,即循环扫描工作原理,它将贯穿在 PLC 的学习和应用全过程中。如