



DIANZI
DIANGONG
JISHU
QUANTUJIE
QUANJI

电子电工技术全图解
全集

PLC技术· 变频技术 ·速成全图解

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写
韩雪涛 韩广兴 吴瑛 编著



超 大知识容量



超 值学习套装



超 全面的内容



超 容易学技能

PLC
JISHU
BIANPIN
JISHU
SUCHENG
QUANTUJIE



化学工业出版社



超值赠送50元学习卡





DIANZI
DIANGONG
JISHU
QUANTULIE
QUANJI

电子电工技术全图解
全集

PLC技术· 变频技术 ·速成全图解

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写
韩雪涛 韩广兴 吴 瑛 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

超值赠送50元学习卡



《PLC技术·变频技术速成全图解》一书集PLC技术与变频技术于一体，超大的知识容量、超值的学习套装，帮助读者快速而全面掌握PLC与变频技术的相关知识。

本书全程完全图解、全程技能演示、全程专家指导、全程高效学习，内容更加全面丰富，读者只需要学完本书就可以掌握PLC技术和变频技术。同时为了配合本书的学习，让读者学到更多的知识，本书还超值赠送50元的“学习卡”，读者凭卡号和密码到数码维修工程师官方网站上进行知识学习、技术交流与咨询、资料下载等拓展学习。

本书内容全面丰富、形式新颖，可供从事PLC与变频技术开发与应用的技术人员学习使用，也适合大中专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

PLC技术·变频技术速成全图解/韩雪涛, 韩广兴,
吴瑛编著. —北京: 化学工业出版社, 2014. 1

(电子电工技术全图解全集)

ISBN 978-7-122-18547-1

I. ①P… II. ①韩…②韩…③吴… III. ①PLC技
术-图解②变频技术-图解 IV. ①TM571.6-64②TN77-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第231063号

责任编辑: 李军亮

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张33¹/₄ 字数789千字 2014年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 78.00元

版权所有 违者必究

随着科学技术的进一步发展，生产生活中的电气化程度越来越高，同时也有越来越多的人从事与电子电工技术相关的工作。为了能跟上电子电工技术发展的潮流，对于那些从事或希望从事电子电工技术工作的人员来说，都需要不断学习与电子电工技术相关的知识和技能。比如说，电子电工识图技能、工具仪表的使用技能、电器维修技能以及PLC、变频等新技术应用技能等。这些知识与技能在实际应用中不仅相互交叉，而且技术发展日新月异，所以如何能够快速准确地学习电子电工技术，并能跟上时代的发展，是很多技术人员所面临的主要问题。

针对上述情况，为帮助广大电子与电工技术人员能够迅速掌握实用技术，我们于2011年出版了一套《电子电工技术全图解丛书》(以下简称《丛书》)，包括：《电工识图速成全图解》、《电工技能速成全图解》、《家装电工技能速成全图解》、《电子技术速成全图解》、《电子电路识图速成全图解》、《电子元器件检测技能速成全图解》、《示波器使用技能速成全图解》、《万用表使用技能速成全图解》、《家电维修技能速成全图解》、《PLC技术速成全图解》、《变频技术速成全图解》共11种图书。《丛书》出版后，深受读者的欢迎，每种图书都重印很多次，并有热心读者打来电话或发邮件与我们交流，很多读者希望我们能够把本丛书内容进行整合出版。我们经过慎重考虑，认为读者的意见非常好，把内容相近的图书内容整合到一块，这样不仅使内容更全面，读者学习和参考将更方便，而且书的价格相对更低，可以减轻读者的经济负担。针对这种情况，我们对本套丛书的内容进行了整合。其中本书是《PLC技术速成全图解》和《变频技术速成全图解》两书的合集。

本书内容突出技能特色，注重实用性，并将职业标准融入到知识与技能中，无论是在内容结构还是编写形式上都力求创新，使读者比较全面地学习PLC技术和变频技术相关内容，具体特点如下。

一、编写形式独特

本书突出“技能速成”和“全图解”两大特色。为方便读者学习，在书中都设置有【目标】、【图解】、【提示】、【扩展】四大模块。每讲解一项技能之前，都会通过【目标】告诉读者学习的内容、实现的目标、掌握的技能。在讲解过程中，会对内容关键点通过【提示】和【扩展】模块向读者传递相关的知识要点。【图解】模块则是将技能以“全图解”的形式表现出来，让读者非常直观地学习操作技能，达到最佳的学习效果。

二、内容新颖实用

本书以电子电工行业岗位要求为目标设置内容，力求让读者能够在最短的时间内掌握相应的岗位操作技能。书中的理论知识完全以操作技能为依托，知识点以实用、够用为原则，所有的操作技能都来自于生产实践，并尽可能将各种技能以图解的方式表现出来，以达到“技能速成”的目的。

三、专家贴身指导

为确保图书内容的权威性、规范性和实用性，本书由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写，由全国电子行业资深专家韩广兴教授亲自指导，编写人员由资深行业专家、一线教师 and 高级维修技师组成。此外，本书在编写过程中，还得到了SONY、松下、佳能、JVC等多家专业维修机构的大力支持。

四、技术服务到位

为了更好地满足读者的需求，达到最佳的学习效果，读者除可得到免费的专业技术咨询外，还可获得书中附赠的价值50元的数码维修工程师远程培训基金（培训基金以“学习卡”的形式提供）。读者可凭借此卡登录数码维修工程师的官方网站（www.chinadse.org）获得超值技术服务，随时了解最新的行业信息，获得大量的视频教学资源、电路图纸、技术手册等学习资料以及最新的数码维修工程师培训信息，实现远程在线视频学习，还可通过网站的技术论坛进行交流与咨询。读者也可以通过电话（022-83718162/83715667）、邮件（chinadse@163.com）或信件（天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401，邮编300384）的方式与我们进行联系。

本书由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写，主要由韩雪涛、韩广兴、吴瑛编写，同时参加本书资料整理的还有张丽梅、张湘萍、孟雪梅、郭海滨、张明杰、马楠、李雪、韩雪冬、吴玮、刘秀东、陈捷、高瑞征、吴鹏飞、吴惠英、王新霞、宋永欣、宋明芳、张鸿玉、张雯乐、梁明、孙涛、韩菲、郭永斌等。

希望本书的出版能够帮助读者快速掌握电子电工技术，同时欢迎广大读者给我们提出宝贵建议！

编著者

第1篇 PLC技术速成全图解

第1章

PLC的基础知识

▶▶▶ 2

1.1 PLC的优势	3
1.2 PLC及PLC控制系统的分类	9
1.2.1 PLC的种类	9
1.2.2 PLC控制系统的类型	10
1.3 PLC的强大功能	12
1.4 PLC技术的应用案例	13
1.5 PLC的基本组成和工作原理	17
1.5.1 PLC的基本组成	17
1.5.2 PLC的工作原理	18
1.5.3 PLC循环扫描的工作方式	19
1.6 PLC典型产品介绍	20
1.6.1 松下PLC	20
1.6.2 西门子PLC	23
1.6.3 欧姆龙PLC	25
1.6.4 三菱PLC	28

第2章

PLC的编程语言

▶▶▶ 32

2.1 PLC的梯形图	33
2.1.1 梯形图的基本概念	33
2.1.2 梯形图的识读方法	37
2.2 PLC指令语句表	46
2.2.1 指令语句表的基本概念	46
2.2.2 指令语句表的识读方法	55

2.3 PLC的顺序功能图	58
2.3.1 顺序功能图的基本概念	58
2.3.2 顺序功能图的识读方法	63



PLC系统的设计与维护

▶▶▶ 72

3.1 PLC系统的设计流程与注意事项	73
3.1.1 PLC系统的设计流程	73
3.1.2 PLC系统的设计注意事项	79
3.2 PLC的设计方法	79
3.2.1 PLC的硬件系统设计	80
3.2.2 PLC的软件系统设计	82
3.3 PLC的安装	103
3.3.1 PLC的安装要求	103
3.3.2 PLC的安装操作	105
3.4 PLC系统的维护	110
3.4.1 PLC系统的定期检查	110
3.4.2 PLC系统的日常维护	110



PLC在电动机控制电路中的应用

▶▶▶ 112

4.1 三相交流感应电动机连续控制线路的PLC控制	113
4.1.1 三相交流感应电动机连续控制线路的电气结构	113
4.1.2 三相交流感应电动机连续控制线路的PLC控制原理	116
4.2 三相交流感应电动机降压启动控制线路的PLC控制	119
4.2.1 三相交流感应电动机降压启动控制线路的电气结构	119
4.2.2 三相交流感应电动机降压启动控制线路的PLC控制原理	121
4.3 三相交流感应电动机Y-Δ降压启动控制线路的PLC控制	125
4.3.1 三相交流感应电动机Y-Δ降压启动控制线路的电气结构	125
4.3.2 三相交流感应电动机Y-Δ降压启动控制线路的PLC 控制原理	127
4.4 三相交流感应电动机正反转控制线路的PLC控制	131

4.4.1	三相交流感应电动机正反转控制线路的电气结构	132
4.4.2	三相交流感应电动机正反转控制线路的PLC控制原理	133
4.5	两台电动机顺序启/停控制线路的PLC控制	137
4.5.1	两台电动机顺序启/停控制线路的电气结构	137
4.5.2	两台电动机顺序启/停控制线路的PLC控制原理	138
4.6	三相交流感应电动机反接制动控制电路的PLC控制	142
4.6.1	三相交流感应电动机反接制动控制电路的电气结构	142
4.6.2	三相交流感应电动机反接制动控制电路的PLC控制原理	145



PLC在机床电气控制电路中的应用

▶▶▶ 149

5.1	C620-1型卧式车床的PLC控制	150
5.1.1	C620-1型卧式车床的结构	150
5.1.2	C620-1型卧式车床的PLC控制原理	152
5.2	Z35型摇臂钻床的PLC控制	155
5.2.1	Z35型摇臂钻床的结构	155
5.2.2	Z35型钻床的PLC控制原理	159
5.3	X52K型立式升降台铣床的PLC控制	166
5.3.1	X52K型立式升降台铣床的结构	166
5.3.2	X52K型立式升降台铣床的PLC控制原理	170
5.4	M1432A型万能外圆磨床的PLC控制	177
5.4.1	M1432A型万能外圆磨床的结构	177
5.4.2	M1432A型万能外圆磨床的PLC控制原理	181
5.5	B690型液压牛头刨床的PLC控制	187
5.5.1	B690型液压牛头刨床的结构	187
5.5.2	B690型液压牛头刨床的PLC控制原理	189



PLC在其他电路中的应用

▶▶▶ 193

6.1	电动葫芦的PLC控制	194
6.1.1	电动葫芦的结构	194
6.1.2	电动葫芦的PLC控制原理	196

6.2	运料小车往返运行的PLC控制	200
6.2.1	运料小车往返运行的基本结构	200
6.2.2	运料小车往返运行的PLC控制原理	201
6.3	自动门的PLC控制	206
6.3.1	自动门的PLC控制基本结构	206
6.3.2	自动门的PLC控制原理	207
6.4	混凝土搅拌机控制电路的PLC控制	211
6.4.1	混凝土搅拌机控制线路的结构	211
6.4.2	混凝土搅拌机控制线路的PLC控制原理	213
6.5	蓄水池双向进排水控制线路的PLC控制	219
6.5.1	蓄水池双向进排水控制线路的功能结构	219
6.5.2	蓄水池双向进排水控制线路的PLC控制原理	221
6.6	雨水利用系统的PLC控制	224
6.6.1	雨水利用系统的PLC控制的基本结构	224
6.6.2	雨水利用系统的PLC控制原理	225
6.7	流水线分拣系统的PLC控制原理	228
6.7.1	流水线分拣系统的基本结构	228
6.7.2	流水线分拣系统的PLC控制原理	230

第2篇 变频技术速成全图解



变频技术的特点与应用

▶▶▶ 234

1.1	变频技术的特点	235
1.1.1	变频的目的	235
1.1.2	变频的基本方法和工作原理	236
1.2	变频技术的应用	237
1.2.1	变频技术中的电动机	237
1.2.2	变频驱动的工作原理	243
1.2.3	变频技术的应用	244

第2章

变频技术与变频器

▶▶▶ 246

2.1 变频器的结构和分类	247
2.1.1 变频器的结构特点	248
2.1.2 变频器的分类	252
2.2 变频器的功能与应用	259
2.2.1 变频器的功能特点	259
2.2.2 变频器的实际应用	262

第3章

变频器的安装、调试与维修

▶▶▶ 266

3.1 变频器的安装连接	267
3.1.1 变频器的安装方法	267
3.1.2 变频器的连接方法	271
3.2 变频器的调试与使用	286
3.2.1 变频器SDP状态显示屏的调试方法	286
3.2.2 变频器BOP-2基本操作屏调试方法	290
3.2.3 变频器的使用操作	305
3.3 变频器的维修	320
3.3.1 变频器的检测方法	320
3.3.2 变频器的代换方法	328

第4章

变频电路中的主要元器件和核心电路

▶▶▶ 331

4.1 变频电路中的主要元器件	332
4.1.1 晶闸管的结构与功能特点	332
4.1.2 门极可关断晶闸管的结构与功能特点	336
4.1.3 双向晶闸管的结构与功能特点	337
4.1.4 结型场效应管的结构与功能特点	339

4.1.5	MOS型场效应管的结构与功能特点	343
4.1.6	MOS控制晶体管的结构与功能特点	346
4.1.7	MOS控制晶闸管的结构与功能特点	346
4.1.8	静电感应晶体管的结构与功能特点	347
4.1.9	静电感应晶闸管的结构与功能特点	348
4.1.10	绝缘栅双极型晶体管的结构与功能特点	349
4.1.11	耐高压绝缘栅双极型晶体管的结构与功能特点	351
4.2	变频电路中的核心电路	352
4.2.1	整流电路	352
4.2.2	中间电路	362
4.2.3	电动机转速控制电路	364
4.2.4	逆变电路	368



变频技术在制冷设备中的应用

▶▶▶ 376

5.1	制冷设备中的变频电路	377
5.1.1	制冷设备中变频驱动电路的基本结构	377
5.1.2	制冷设备中的变频驱动电路及工作原理	379
5.2	制冷设备中变频驱动控制电路的应用实例分析	382
5.2.1	家用空调器中的变频电路应用实例	382
5.2.2	一拖三空调器中的变频控制电路实例	383
5.2.3	海尔BCD-550WYJ型变频电冰箱实例	384
5.2.4	海信KFR-25GW/06BP空调器变频控制电路实例	388
5.2.5	变频制冷电路的应用实例分析	390
5.2.6	LG-CRUN458S1型空调器的变频控制电路	392
5.2.7	LG-CRUN1008T1型变频空调器的控制电路	393
5.2.8	LG-L3UV265TA0型变频空调器的控制电路	394
5.3	制冷设备中的变频电路和功率元器件	395
5.3.1	制冷设备中变频电路的结构	395
5.3.2	制冷设备常用功率驱动模块	397
5.3.3	智能变频功率模块的结构	400



6.1 电力拖动系统中的变频电路	435
6.1.1 水泵电动机的变频控制系统	435
6.1.2 风机的变频控制系统	438
6.1.3 机床电动机的变频系统	439
6.1.4 吊车电动机的变频驱动系统	444
6.1.5 印染生产线驱动电动机的变频系统	446
6.2 电力拖动系统中变频器的应用实例	447
6.2.1 电泵驱动系统中的变频控制电路实例	447
6.2.2 提升机电动机驱动系统中的变频电路实例	448
6.2.3 变频器在三相交流电动机驱动系统中的应用实例	448
6.2.4 变频器在桥式吊车中的应用实例	450
6.2.5 变频器在工业锅炉中的应用实例	450
6.2.6 变频器在焦化厂风机驱动系统中的应用实例	451
6.2.7 变频器在电梯驱动系统中的应用实例	451
6.2.8 变频器在卷纸系统中的应用实例	453
6.2.9 变频器在锅炉和水泵驱动电路中的应用实例	453
6.2.10 变频器在普通交流电动机驱动电路中的应用实例	455
6.2.11 变频器在电力拖动系统中的应用实例	456
6.2.12 变频器在潜水泵驱动系统中的应用实例	456
6.2.13 变频器在双电动机驱动系统中的应用实例	456
6.2.14 变频器在计量泵驱动系统中的应用实例	458
6.2.15 智能变频驱动控制电路的应用实例	459
6.2.16 变频器在农用机械中的应用实例	459
6.2.17 变频器在输纸机构中的应用实例	460
6.2.18 变频系统中的功率模块	461
6.2.19 变频器在送料车驱动电路中的应用实例	461
6.2.20 通用变频器在电力拖动电路中的应用实例 1	462
6.2.21 通用变频器在电力拖动电路中的应用实例 2	462
6.2.22 典型变频器的接口电路	462
6.2.23 变频器在多电动机驱动系统中的应用实例	463
6.2.24 变频器在高压水泵驱动系统中的应用实例	465

6.2.25	变频器在传输带驱动系统中的应用实例	465
6.2.26	变频器在双电动机控制电路中的应用实例	466
6.2.27	变频器与PLC组合控制电路的应用实例	467
6.2.28	变频器在多泵系统中的应用实例	467
6.2.29	SAJ-8000变频器的应用实例	468
6.2.30	变频器与外部设备的接口电路	468
6.2.31	变频器对水泵组电动机的控制实例	470
6.2.32	EV1000-4T0055G变频器的应用实例	470
6.2.33	变频器在主从电动机控制系统中的应用实例	470
6.2.34	EDS2000/2800变频器的应用实例	472
6.2.35	变频器在大功率电动机驱动系统中的应用实例	472
6.2.36	变频器在正反转驱动系统中的应用实例	473
6.2.37	变频器在冲压机中的应用实例	474
6.2.38	TD3000变频器的应用实例	474
6.2.39	BT40/SB60P/61P变频器的应用实例	475
6.2.40	变频器中的高压功率模块	476



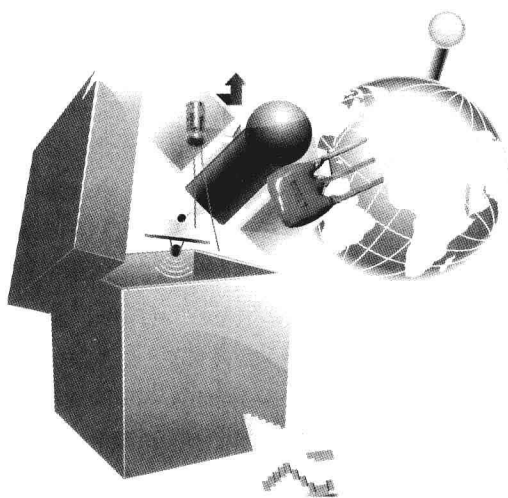
变频电路的检修实例

▶▶▶ 478

7.1	三菱 1500W 小型通用变频器的检修实例	479
7.2	康沃 CVF-G-5.5kW 变频器的检修实例	484
7.3	安川 VS-616G5 变频器的检修实例	488
7.4	三菱 FR-E500 变频器检修实例	490
7.5	TYVERT 系列高压变频器检修实例	492
7.6	西门子 MICROMASTER440 变频器的检修实例	494
7.7	西门子 6SE70 变频器的检修实例	498
7.7.1	操作控制面板 PMU 液晶显示屏上显示字母“E”，并有报警声的故障	498
7.7.2	操作控制面板 PMU 液晶显示屏“黑屏”的故障	502
7.7.3	操作控制面板 PMU 液晶显示屏上显示“008”，开机封锁	511
7.7.4	操作控制面板 PMU 液晶显示屏上显示“F008”	513
7.7.5	操作控制面板 PMU 液晶显示屏上显示“F011”	514

第1篇

PLC 技术 速成全图解





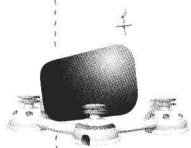
第1章

PLC的基础知识

目标



本章主要的目标是让读者初步了解PLC的结构和种类特点，在电路中所实现的功能以及在各种领域中的具体应用，通过对PLC基本结构及原理的介绍，使读者了解PLC的工作过程，为进一步识读PLC控制电路奠定基础。





PLC 的英文全称为 Programmable Logic Controller, 即可编程控制器。PLC 是在继电器、接触器控制和计算机技术的基础上, 逐渐发展起来的以微处理器为核心, 集微电子技术、自动化技术、计算机技术、通信技术为一体, 以工业自动化控制为目标的新型控制装置。PLC 具有通用性强、使用方便、适用范围广、可靠性高、编程简单、抗干扰能力强、易于扩展等特点, 在建材、电力、机械制造、化工、交通运输等行业有着广泛的应用。典型 PLC 实物外形见图 1-1。

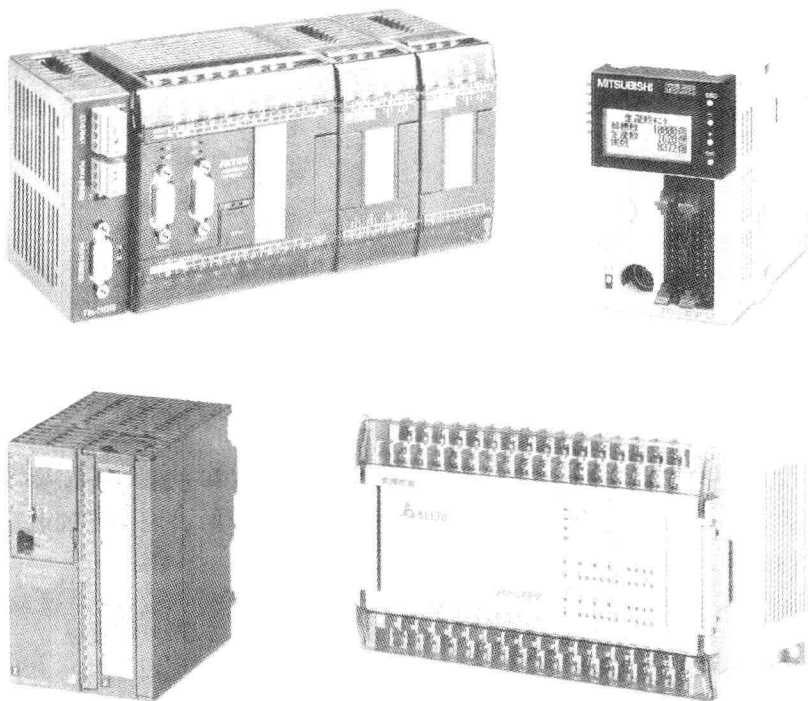


图 1-1 典型 PLC 实物外形

1.1

PLC 的优势

早在 PLC 问世以前, 继电器控制是工业控制领域的主导方式, 结构简单、价格低廉、容易操作。但是, 该控制方式适应性差, 变更调整不够灵活, 一旦任务和工艺发生变化, 必须重新设计, 还必须改变硬件结构。

现代生产设备和流水线控制必须适应多变的市场需求, 固定的工作模式, 简单的控制逻辑已不能满足社会生产的需求。为了弥补继电器控制系统中的不足, 同时降低成本, 更加先进的自动控制装置——可编程控制器 (PLC) 应运而生。

PLC 控制系统通过软件控制取代了硬件控制, 用标准接口取代了硬件安装连接。用大规模集成电路与可靠元件的组合取代线圈和活动部件的搭配。不仅大大简化了整个控制系



统,而且也使得控制系统的性能更加稳定,功能更加强大。而且在拓展性和抗干扰能力方面也有了显著的提高。如图1-2所示为工业控制继电器-接触器控制系统与PLC控制系统的效果对比。

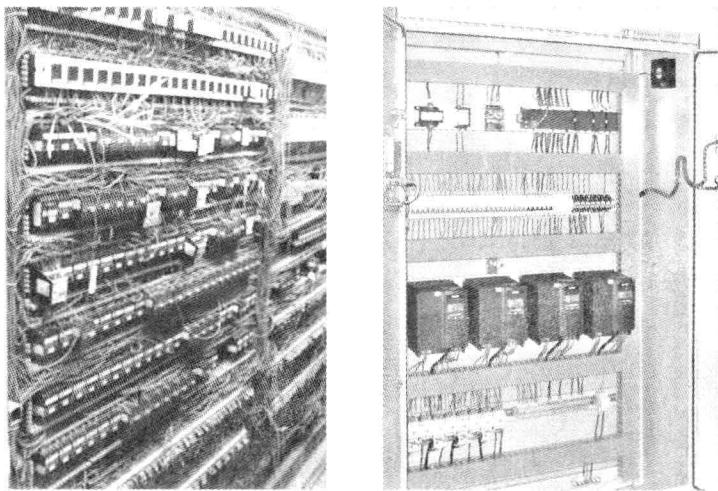


图1-2 继电器-接触器控制系统与PLC控制系统的效果对比

PLC不仅实现了控制系统的简化,而且在改变控制方式和效果时不需要改动电气部件的物理连接线路,只需要重现编写PLC内部的程序即可。下面通过不同控制方式的系统连接示意图的对比来了解PLC控制方式的优势特点和基本功能。



采用继电器-接触器的控制系统是通过许多开关、控制按钮、继电器和接触器的连接组合来实现对两个电动机的控制。单从连接的线路来看,虽然电路功能比较简单,但线路连接已经感觉比较复杂。如图1-3所示为十分典型的采用继电器-接触器的控制系统连接示意图。

相比较而言,采用PLC进行控制管理,省略掉了许多接触器和继电器,控制按钮也采用触摸屏方式,线路连接更加简化,各输入、输出设备都通过相应的I/O接口连接,如图1-4所示为十分典型的采用PLC的控制系统连接示意图。若整个控制过程需要改造,只需将编制程序重新输入到PLC内部,输入、输出部件直接通过I/O接口即可实现增减。无论是系统的连接、控制还是改造、维护,都十分简便。

下面通过不同控制方式的实用案例(三相交流感应电动机的控制)的对比来了解PLC控制方式的优势特点和基本功能。



例如,采用继电器进行控制的三相交流感应电动机控制电路见图1-5。

图中灰色阴影的部分即为控制电路部分,合上电源总开关,按下启动按钮SB1,交流接触器KM1线圈得电,其常开触点KM1-2接通实现自锁功能;同时常开触点KM1-1接通,电源经