

DIANGONG RUMEN QIBUZOU

电工入门七步走

电气控制入门

孙克军 主 编
李 娜 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANGONG RUMEN QIBUZOU

电工入门七步走

电气控制入门

孙克军 主 编

李 娜 副主编

马 超 燕轻轻 田常葛 参 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《电工入门七步走丛书》是为了帮助广大电工能快速掌握电工基本知识和技能而编写的,本丛书把学习电工知识分为七个步骤,每个步骤为一分册,学习步骤明确,学习内容一目了然。内容密切结合生产实际,突出实用、图文并茂、深入浅出、通俗易懂,书中列举了大量实例,具有实用性强、易于迅速掌握和运用的特点。

本书是《电工入门七步走》丛书之一,共13章,内容包括低压电器基础知识、刀开关、熔断器、断路器、接触器、继电器、主令电器、漏电保护器、起动器、电气控制电路、变频器、电动机软起动器、可编程控制器等。书中以简明扼要的形式介绍了各种常用低压电器、变频器、电动机软起动器、可编程控制器的基本特点、用途、使用方法和使用注意事项,还介绍了一些基本电气控制电路,并且介绍了变频器、电动机软起动器、可编程控制器的基本接线和应用实例。

本书可供低压电工及有关电气技术人员使用,也可作为电工上岗培训用参考书,还作为高等职业院校及专科学校有关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制入门/孙克军主编. —北京:中国电力出版社,2016.7
(电工入门七步走)

ISBN 978-7-5123-9141-3

I. ①电… II. ①孙… III. ①电气控制 IV. ①TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第064984号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016年7月第一版 2016年7月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 11.25印张 288千字

印数0001—2000册 定价36.00元



敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



丛书前言

物质、能量和信息是人类赖以生存的三大基本要素。电能作为一种能量形式，由于其易于生产、传输、变换、分配和控制，已成为使用最为广泛的现代能源，也是人们生产和生活中使用的动力的主要来源。随着我国电力事业的飞速发展，电能在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。因此，各行各业急需大批基础理论知识扎实、实际操作技能熟练的维修电工。为了满足大量农民工、在职转岗职工和城镇待业人员等有志从事电气技术工作的读者的需求，中国电力出版社策划并组织有关具有实践经验的专家、教师和工程技术人员编写了《电工入门七步走》丛书。

电工技术是一门知识性、实践性和专业性都比较强的实用技术。为此在编写本丛书过程中，充分考虑到了许多电工初学者的具体情况，面向生产实际，搜集、查阅了大量与电动机、低压电器、电工仪表使用维修以及电工操作技能等有关的技术资料，以基础知识和操作技能为重点，将维修电工的必备知识和技能进行了归类、整理和提炼。

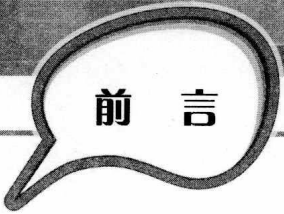
本丛书包括《电工基础知识入门》、《电工识图入门》、《电工计算入门》、《电工检测入门》、《电工操作入门》、《电动机使用入门》和《电气控制入门》。本丛书的特点是密切结合生产实际，图文并茂、深入浅出、通俗易懂，书中列举了大量实例，实用性强，易于迅速掌握和运用。

本丛书着重于基本原理、基本方法、基本概念的分析 and 应用，重点阐述物理概念，尽量结合电动机、低压电器、电工仪表等使用与维修的生产实践，力求做到重点突出，以帮助读者提高解决实际问题的能力，而且在编写体例上尽量采用了图表形式，尽量回避一些实用性不强的理论阐述，以便读者理解和掌握。因

此，本丛书具有简洁明了、适合自学的优点。另外，本丛书中的各册图书之间既有一些联系，又相对独立，更便于读者根据各自的选用。

本丛书可供初级电工及有关技术人员使用，可作为高等职业院校及专科学校有关专业师生的教学参考书，也可作为职工培训用参考书。

编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免存在缺点和疏漏之处，敬请各位读者提出意见和建议。



前 言

随着我国电力事业的飞速发展,电动机、低压电器、变频器、电动机软启动器、可编程控制器在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。但是,电气控制技术是从事电工专业必备的理论基础,为了满足广大从事电气控制技术的维修电工的需要,我们组织编写了本书。

本书从低压电器使用与维修的实际情况出发,面向生产实际,搜集、查阅了大量与低压电器使用与维修等有关的技术资料,以基础知识和操作技能为重点,着重于基本原理、基本方法、基本概念的分析和应用,重点阐述物理概念,尽量结合低压电器使用与维修的生产实践,力求做到重点突出,以帮助读者提高解决实际问题的能力。本书在编写体例上尽量采用了图表形式,具有简洁明了、便于查找,适合自学的优点。

本书由孙克军担任主编,李娜担任副主编。第1章~第3章由李娜编写,第4章和第5章由王晓晨编写,第6章由孙克军编写,第7章~第9章由马超编写,第10章和第11章由燕轻轻编写,第12章和第13章由田常葛编写。在编写本书的过程中得到了许多专家和知名厂商的鼎力支持,他们提供了许多新知识、新产品的应用资料。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中缺点和疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

丛书前言

前言

第 1 章 | 低压电器基础知识



1.1 低压电器概述	1
1.1.1 低压电器的特点	1
1.1.2 低压电器的种类	1
1.1.3 低压电器的型号含义	4
1.1.4 低压电器的常用术语	7
1.2 低压电器的触头系统	8
1.2.1 低压电器触头的分类	8
1.2.2 低压电器触头的接触形式	9
1.2.3 低压电器触头的结构形式	10
1.2.4 低压电器触头的基本参数	10
1.3 低压电器的电磁机构	12
1.3.1 电磁机构的组成	12
1.3.2 电磁机构的分类	12
1.4 低压电器的灭弧装置	14
1.5 低压电器的选用与安装	17
1.5.1 低压电器的选用原则及注意事项	17
1.5.2 低压电器的安装原则及安装前的主要检查项目	18

第 2 章 | 刀开关



2.1 刀开关概述	19
2.1.1 刀开关的用途与分类	19

2.1.2	刀开关的基本结构与工作原理	20
2.1.3	刀开关的结构特点	24
2.1.4	刀开关的主要技术参数	25
2.1.5	刀开关的选择	26
2.1.6	刀开关的安装、使用与维护	27
2.2	开启式负荷开关	28
2.2.1	开启式负荷开关的用途与分类	28
2.2.2	开启式负荷开关的基本结构与工作原理	28
2.2.3	开启式负荷开关的选择	29
2.2.4	开启式负荷开关的安装、使用与维护	30
2.3	封闭式负荷开关	31
2.3.1	封闭式负荷开关的用途与分类	31
2.3.2	封闭式负荷开关的基本结构与工作原理	33
2.3.3	封闭式负荷开关的选择	34
2.3.4	封闭式负荷开关的安装、使用与维护	34
2.4	组合开关	35
2.4.1	组合开关的用途与分类	35
2.4.2	组合开关的基本结构与工作原理	36
2.4.3	组合开关的选择、使用与维护	38

第3章 | 熔断器



3.1	熔断器概述	40
3.1.1	熔断器的用途与分类	40
3.1.2	熔断器的基本结构与工作原理	41
3.1.3	熔断器的主要技术参数	43
3.2	常用熔断器	45
3.2.1	插入式熔断器	45
3.2.2	螺旋式熔断器	46
3.2.3	无填料封闭管式熔断器	48
3.2.4	有填料封闭管式熔断器	50

3.2.5	快速熔断器	52
3.2.6	自复熔断器	54
3.3	熔断器的选择与维护	55
3.3.1	熔断器的选择	55
3.3.2	熔断器的安装	57
3.3.3	熔断器的检查与维护	58

第4章 | 断路器



4.1	断路器概述	61
4.1.1	断路器的用途与分类	61
4.1.2	断路器的基本结构与工作原理	63
4.1.3	断路器的主要技术参数	64
4.1.4	断路器的保护特性	66
4.2	常用断路器的特点	67
4.2.1	万能式断路器的结构及特点	67
4.2.2	塑料外壳式断路器的结构及特点	68
4.2.3	塑料外壳式断路器与万能式断路器的比较	70
4.2.4	限流式断路器的分类、结构与工作原理	71
4.2.5	常用限流式断路器的特点与适用场合	71
4.3	断路器的使用与维护	73
4.3.1	断路器选用的一般原则	73
4.3.2	不同用途断路器的选择	75
4.3.3	断路器的安装、检查与维护	76

第5章 | 接触器



5.1	接触器概述	79
5.1.1	接触器的用途与分类	79
5.1.2	接触器的主要技术参数	80
5.2	交流接触器	81

5.2.1	交流接触器的基本结构	81
5.2.2	交流接触器的工作原理	84
5.3	直流接触器	85
5.3.1	直流接触器的基本结构与适用场合	85
5.3.2	交流接触器与直流接触器的区别	86
5.4	真空接触器的结构特点与适用场合	87
5.5	接触器的选择与安装	88
5.5.1	接触器的选择	88
5.5.2	接触器的安装	90
5.5.3	接触器的使用与维护	91



第6章 | 继电器

6.1	继电器概述	92
6.1.1	继电器的用途与分类	92
6.1.2	继电器的主要技术参数与继电特性	94
6.2	电磁式继电器	96
6.2.1	电磁式继电器的用途与分类	96
6.2.2	电磁式继电器的基本结构与工作原理	96
6.2.3	电磁式继电器的选择	99
6.2.4	电磁式继电器的安装、使用与维护	100
6.3	电流继电器	101
6.3.1	电流继电器的工作原理、分类与用途	101
6.3.2	电流继电器的主要技术参数和性能特点	103
6.3.3	电流继电器的选择与整定	104
6.3.4	电流继电器的检验	106
6.4	电压继电器	107
6.4.1	电压继电器的工作原理、特点与用途	107
6.4.2	电压继电器的分类与特点	109
6.4.3	电压继电器的主要技术参数及选择	110
6.5	中间继电器	111

6.5.1	中间继电器的特点与用途	111
6.5.2	中间继电器的结构	111
6.5.3	中间继电器的类型与选择	112
6.6	时间继电器	113
6.6.1	时间继电器概述	113
6.6.2	空气阻尼式时间继电器的基本结构与工作 原理	115
6.6.3	晶体管时间继电器的结构、类型、特点与工作 原理	117
6.6.4	数字式时间继电器的结构特点与适用场合	120
6.6.5	电动机式时间继电器的基本结构与原理	121
6.6.6	时间继电器的选择与使用	123
6.7	热继电器	124
6.7.1	热继电器概述	124
6.7.2	双金属片式热继电器的结构	125
6.7.3	双金属片式热继电器的工作原理与特点	127
6.7.4	热继电器的特性	128
6.7.5	热继电器的选用、安装与维护	129
6.8	速度继电器的基本结构、工作原理与特点	131
6.9	固态继电器	133
6.9.1	固态继电器的特点、用途与分类	133
6.9.2	固态继电器的结构与原理	134
6.9.3	固态继电器的优缺点	136
6.9.4	固态继电器的主要技术参数	137
6.9.5	固态继电器的选用及注意事项	138

第7章 | 主令电器



7.1	主令电器概述	141
7.2	控制按钮	142
7.2.1	控制按钮的用途与分类	142

7.2.2	控制按钮的基本结构与工作原理	142
7.2.3	控制按钮的选择、使用与维护	144
7.3	行程开关	145
7.3.1	行程开关的用途与分类	145
7.3.2	行程开关的基本结构与工作原理	146
7.3.3	行程开关的选择、使用与维护	148
7.4	接近开关	149
7.4.1	接近开关的用途与分类	149
7.4.2	接近开关的基本结构与工作原理	150
7.4.3	接近开关的主要技术参数	152
7.4.4	接近开关的选择、使用与维护	152
7.5	万能转换开关	153
7.5.1	万能转换开关的用途与分类	153
7.5.2	万能转换开关的基本结构与工作原理	153
7.5.3	万能转换开关的选择、使用与维护	155
7.6	主令控制器	156
7.6.1	主令控制器的用途与分类	156
7.6.2	主令控制器的基本结构与工作原理	156
7.6.3	主令控制器的选择、使用与维护	157



第8章 | 漏电保护器

8.1	漏电保护器概述	159
8.1.1	漏电保护器的功能	159
8.1.2	漏电保护器的分类	159
8.2	漏电保护器的结构与工作原理	161
8.2.1	漏电保护器的结构	161
8.2.2	漏电保护器的工作原理	163
8.3	漏电保护器的选择、安装、使用与维护	165
8.3.1	漏电保护器的选择	165
8.3.2	漏电保护器的安装	168

8.3.3 漏电保护器的使用与维护	169
-------------------------	-----

第9章 | 起动器



9.1 起动器概述	171
9.1.1 起动器的功能与分类	171
9.1.2 常用起动器的用途	171
9.2 电磁起动器的用途、分类与结构特点	172
9.3 星—三角形起动器	174
9.3.1 星—三角形起动器的用途与分类	174
9.3.2 星—三角形起动器的基本结构与工作原理	175
9.4 自耦减压起动器	177
9.4.1 自耦减压起动器的用途特点与分类	177
9.4.2 自耦减压起动器的基本结构与工作原理	178
9.5 起动器的选择、安装与维护	180
9.5.1 起动器的选择	180
9.5.2 起动器的安装与维护	184

第10章 | 电气控制电路



10.1 电气控制电路概述	187
10.1.1 电气控制电路的功能与分类	187
10.1.2 电气控制电路图的种类与特点	188
10.1.3 绘制电气控制电路图的方法	190
10.1.4 绘制电气原理图、接线图的原则	195
10.1.5 绘制电气原理图的有关规定	196
10.1.6 电气原理图的识读	198
10.1.7 电气控制电路的一般设计方法	198
10.2 常用电气控制电路	202
10.2.1 三相异步电动机的单向起动、停止控制电路	202
10.2.2 电动机的电气连锁控制电路	202

10.2.3	两台三相异步电动机的连锁控制电路	205
10.2.4	用接触器连锁的三相异步电动机正反转控制 电路	205
10.2.5	用按钮连锁的三相异步电动机正反转控制 电路	206
10.2.6	用按钮和接触器复合连锁的三相异步电动机 正反转控制电路	207
10.2.7	用转换开关控制的三相异步电动机正反转控制 电路	208
10.2.8	采用点动按钮联锁的电动机点动与连续运行 控制电路	209
10.2.9	采用中间继电器连锁的电动机点动与连续运行 控制电路	210
10.2.10	电动机的多地点操作控制电路	210
10.2.11	多台电动机的顺序控制电路	211
10.2.12	行程控制电路	212
10.2.13	自动往复循环控制电路	212
10.2.14	无进给切削的自动循环控制电路	214
10.2.15	交流电源驱动直流电动机控制电路	216
10.2.16	串励直流电动机刀开关可逆运行控制电路 ..	216
10.2.17	并励直流电动机可逆运行控制电路	217
10.2.18	串励直流电动机可逆运行控制电路	218

第11章 | 变频器



11.1	变频器基础知识	219
11.1.1	变频器按变换频率的方法分类及特点	220
11.1.2	变频器按主电路工作方式分类及特点	221
11.1.3	变频器按电压调节方式分类及特点	223
11.1.4	变频器按控制方式分类及特点	225
11.1.5	变频器按用途分类及特点	226

11.1.6	变频器的主要技术参数	227
11.2	变频调速的特点	228
11.2.1	变频调速的应用场合	228
11.2.2	变频调速的基本规律	229
11.2.3	变频调速时电动机的机械特性	232
11.2.4	从基频向下变频调速	232
11.2.5	从基频向上变频调速	234
11.3	变频器的选择	236
11.3.1	变频器类型的选择	236
11.3.2	变频调速系统电动机容量的选择	237
11.3.3	变频器容量的选择	238
11.3.4	通用变频器用于特种电动机时的注意事项	240
11.3.5	变频器选择实例	241
11.4	变频器的安装与使用	242
11.4.1	变频器的外围设备及用途	242
11.4.2	对变频器的安装环境的要求	244
11.4.3	变频器的安装	245
11.4.4	变频器通电前的检查与空载通电检验	247
11.4.5	变频器的运行	247
11.5	变频器的维护与保养	249
11.5.1	变频器的日常检查和定期检查	249
11.5.2	变频器的基本测量	250
11.5.3	变频器的保养	251
11.6	变频器基本控制电路与应用实例	256
11.6.1	常用变频器的基本接线	256
11.6.2	变频器应用实例	257

第12章 | 电动机软起动器



12.1	电动机软起动器的用途与特点	268
12.1.1	电动机软起动器的用途	268

12.1.2	电动机软起动器的特点	269
12.2	电动机软起动器的基本组成与工作原理	269
12.2.1	电动机软起动器的基本组成	269
12.2.2	电动机软起动器的工作原理	271
12.3	电动机软起动器的检测环节和保护措施	272
12.3.1	电动机软起动器的检测环节	272
12.3.2	电动机软起动器的保护措施	273
12.4	电动机软起动器的额定值	274
12.5	电动机软起动器的选择	275
12.5.1	软起动器结构类型和带载能力的选择	275
12.5.2	电动机软起动器容量的选择	276
12.5.3	软起动器的控制方式的选择	278
12.6	软起动器的安装、使用与保养	279
12.6.1	软起动器的安装和检查	279
12.6.2	软起动器的调试	281
12.6.3	软起动系统空载试验与负载试验	283
12.6.4	软起动器的维护保养	284
12.7	软起动器常用控制电路与应用实例	285
12.7.1	软起动器的常用控制电路	285
12.7.2	STR 系列电动机软起动器应用实例	289
12.7.3	CR1 系列电动机软起动器应用实例	291
12.7.4	ATS48 系列电动机软起动器应用实例	295



第13章 | 可编程控制器

13.1	可编程控制器概述	298
13.1.1	可编程控制器的主要功能和特点	298
13.1.2	PLC 的分类	299
13.1.3	PLC 的基本组成	300
13.1.4	PLC 各部分的功能	303
13.1.5	PLC 的工作原理	305

13.1.6	PLC 的扫描工作过程	305
13.1.7	PLC 的输入/输出方式	307
13.1.8	PLC 内部器件的功能	308
13.1.9	PLC 的技术性能指标	311
13.2	PLC 的编程	311
13.2.1	PLC 使用的编程语言	311
13.2.2	梯形图的绘制	312
13.2.3	常用助记符	314
13.2.4	常用指令的使用	316
13.2.5	梯形图编程前的准备工作	322
13.2.6	梯形图的等效变换	323
13.3	PLC 的使用与维护	324
13.3.1	PLC 机型的选择	324
13.3.2	PLC 的安装	325
13.3.3	PLC 使用注意事项	327
13.3.4	PLC 的维护	328
13.3.5	CPU 模板的常见故障及排除方法	330
13.3.6	输入模板的常见故障及排除方法	330
13.3.7	输出模板的常见故障及排除方法	331
13.4	PLC 应用实例	332
13.4.1	PLC 控制电动机正向运转电路	332
13.4.2	PLC 控制电动机正反转运转电路	334
13.4.3	PLC 控制电动机双向限位电路	336

