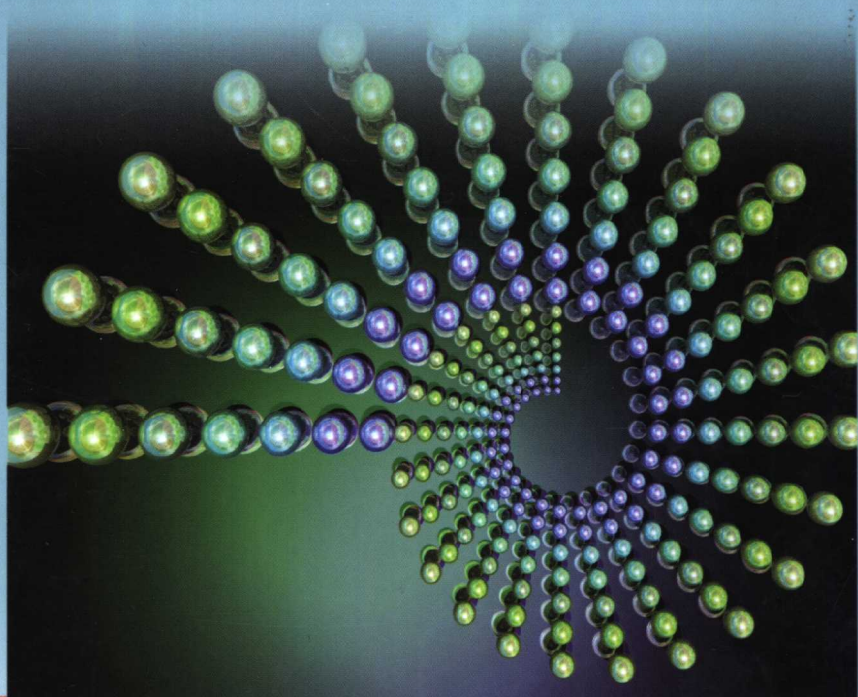




常用 低压电器应用手册

闫和平 主 编
孙克军 孙丽君 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



常用低压电器应用手册

主 编 闫和平

副 主 编 孙克军 孙丽君

参编人员 刘江海 宋军方 薛智宏



机械工业出版社

本手册共 11 章, 主要介绍了常用低压电器的用途、基本结构、工作原理、技术数据以及选择、安装、使用、维护、修理等基本知识, 以帮助读者正确选择、使用和维修低压电器。另外, 在第 11 章中提供了大量的常用低压电器应用线路实例。

本手册具有密切结合生产实际、内容丰富、图文并茂、实用性强的特点。

本手册可供从事低压电器选用和维修的工程技术人员使用, 也可供大、中专院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

常用低压电器应用手册/闫和平主编. —北京: 机械工业出版社, 2005.1
ISBN 7-111-15881-4

I. 常 ... II. 闫 ... III. 低压电器—技术手册 IV. TM52-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 137794 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 张沪光

版式设计: 冉晓华

责任校对: 唐海燕

责任印制: 洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2005 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

850mm × 1168mm $\frac{1}{32}$ · 14.375 印张 · 383 千字

0001-4000 册

定价: 30.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国电力工业的迅速发展，低压电器在工农业生产等各行各业和人们的日常生活中的应用越来越广泛。为了满足广大从事低压电器使用与维修的电气技术人员的工作需要，我们编写了这本《常用低压电器应用手册》。

本手册重点介绍了熔断器、刀开关、隔离器、接触器、继电器、起动器、主令开关、电磁铁和漏电保护器等常用低压电器的工作原理、结构型式、特性参数以及选择、使用和维修等方面的基本知识。低压电器产品品种繁多，新产品、新系列又不断问世，而且从国外引进的低压电器产品也日益增多，但是只要掌握了低压电器的典型结构和基本原理，遇到新结构、新产品就可举一反三地加以运用，至于具体结构特点、特性参数、选用特点可通过新产品说明书来了解。

本手册由闫和平任主编，孙克军、孙丽君任副主编。第1、2、4章由闫和平编写，第3、6、11章由孙克军编写，第5、8章由孙丽君编写，第7章由刘江海编写，第9章由宋军方编写，第10章由薛智宏编写。编者对关心本手册出版、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感谢。

由于编者水平所限，书中缺点和错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 低压电器的基本原理	1
1.1 概述	1
1.1.1 低压电器的定义和用途	1
1.1.2 低压电器的分类	1
1.1.3 低压电器的型号含义	4
1.1.4 低压电器的常用使用类别及其代号	7
1.1.5 低压电器常用电工术语	8
1.1.6 低压电器的污染等级、安装类别和外壳防护等级	15
1.2 电磁机构原理	17
1.2.1 电磁机构的结构	17
1.2.2 直流电磁铁	19
1.2.3 交流电磁铁	21
1.2.4 电磁机构的线圈	24
1.2.5 电磁机构吸力特性和反力特性的配合	24
1.3 电接触及灭弧工作原理	25
1.3.1 电接触	25
1.3.2 灭弧工作原理	29
1.4 灭火花电路和灭弧装置	30
1.4.1 灭火花电路	31
1.4.2 灭弧装置	32
1.5 低压电器中的发热温升和电动力	34
1.5.1 低压电器中的发热温升	34
1.5.2 低压电器和电气设备中的电动力	35
第 2 章 熔断器	37
2.1 概述	37

2.1.1 熔断器的用途、结构和工作原理	37
2.1.2 熔断器的分类	37
2.1.3 熔断器工作的物理过程	38
2.1.4 熔断器的主要技术参数和特性	39
2.1.5 熔体的材料和形状	41
2.2 插入式熔断器	44
2.3 螺旋式熔断器	45
2.3.1 螺旋式熔断器的结构	46
2.3.2 常用螺旋式熔断器的主要技术数据	47
2.4 无填料密闭管式熔断器	48
2.4.1 无填料密闭管式熔断器的结构	49
2.4.2 常用无填料密闭管式熔断器的主要技术数据	50
2.5 有填料封闭管式熔断器	50
2.5.1 有填料封闭管式熔断器的结构	51
2.5.2 常用有填料封闭管式熔断器的主要技术数据	52
2.6 快速熔断器	56
2.6.1 快速熔断器的结构	56
2.6.2 常用快速熔断器的主要技术数据	58
2.7 自复熔断器	62
2.7.1 自复熔断器的结构和工作原理	62
2.7.2 常用自复熔断器的主要技术数据	64
2.8 熔断器的选择	64
2.8.1 熔断器的选择原则	64
2.8.2 一般熔断器的选择	64
2.8.3 快速熔断器的选择	68
2.9 熔断器的安装、使用和维修	69
2.9.1 熔断器的安装	69
2.9.2 熔断器的巡视检查	70
2.9.3 熔断器的运行维护中的注意事项	71
2.9.4 熔断器的常见故障及其排除方法	72
第3章 隔离器、刀开关和熔断器组合电器	73
3.1 概述	73

VI 常用低压电器应用手册

3.2 刀开关和隔离器	75
3.2.1 刀开关和隔离器的主要用途和分类	75
3.2.2 刀开关和隔离器的结构和工作原理	75
3.2.3 刀开关和隔离器的主要技术参数	78
3.2.4 刀开关和隔离器的主要技术数据	79
3.2.5 刀开关和隔离器的选用	82
3.2.6 刀开关和隔离器的安装、使用和维护	83
3.3 开启式负荷开关	84
3.3.1 开启式负荷开关的用途和分类	84
3.3.2 开启式负荷开关的结构和工作原理	84
3.3.3 开启式负荷开关的主要技术数据	85
3.3.4 开启式负荷开关的选用	85
3.3.5 开启式负荷开关的安装、使用和维护	86
3.4 封闭式负荷开关	87
3.4.1 封闭式负荷开关的用途和分类	87
3.4.2 封闭式负荷开关的结构	88
3.4.3 封闭式负荷开关的主要技术数据	90
3.4.4 封闭式负荷开关的选用	90
3.4.5 封闭式负荷开关的安装、使用和维护	90
3.5 熔断器式刀开关	92
3.5.1 熔断器式刀开关的用途	92
3.5.2 熔断器式刀开关的结构和工作原理	92
3.5.3 熔断器式刀开关的主要技术数据	94
3.5.4 熔断器式刀开关的安装、使用和维护	97
3.6 熔断器式隔离器和隔离开关熔断器组	98
3.6.1 熔断器式隔离器	98
3.6.2 隔离开关熔断器组	100
3.7 组合开关	102
3.7.1 组合开关的用途	102
3.7.2 组合开关的结构和工作原理	103
3.7.3 组合开关的主要技术数据	104
3.7.4 组合开关的选用	109

3.7.5 组合开关的使用和维护	110
3.8 刀开关和组合开关的常见故障及其排除方法	110
3.8.1 刀开关的常见故障及其排除方法	110
3.8.2 组合开关的常见故障及其排除方法	111
第4章 断路器	112
4.1 概述	112
4.1.1 断路器的用途	112
4.1.2 断路器的分类	113
4.1.3 断路器的结构和工作原理	115
4.1.4 断路器的主要技术参数	124
4.2 万能式断路器	126
4.2.1 万能式断路器的结构和用途	126
4.2.2 常用万能式低压断路器简介	128
4.3 塑料外壳式断路器	141
4.3.1 塑料外壳式断路器的结构和用途	141
4.3.2 常用塑料外壳式断路器简介	144
4.4 限流式断路器	154
4.4.1 限流式断路器的分类	155
4.4.2 限流式断路器的结构和工作原理	155
4.4.3 常用限流式断路器简介	156
4.5 其他常用断路器简介	161
4.6 低压断路器的选择	166
4.6.1 交流断路器的选择	166
4.6.2 直流断路器的选择	170
4.7 低压断路器的安装、使用和维护	171
4.7.1 低压断路器的安装	171
4.7.2 低压断路器的运行检查	172
4.7.3 低压断路器的维护	172
4.7.4 低压断路器的常见故障及其排除方法	173
第5章 接触器	175
5.1 概述	175
5.1.1 接触器的用途	175

VIII 常用低压电器应用手册

5.1.2 接触器的分类	175
5.1.3 接触器的结构和工作原理	175
5.1.4 接触器的主要技术参数	177
5.2 交流接触器	179
5.2.1 交流接触器的结构和工作原理	179
5.2.2 常用交流接触器的主要技术数据	182
5.3 直流接触器	191
5.3.1 直流接触器的结构和工作原理	191
5.3.2 常用直流接触器的主要技术数据	192
5.4 真空接触器	195
5.5 接触器的选择、使用和维护	197
5.5.1 接触器的选择	197
5.5.2 接触器的安装	198
5.5.3 接触器的使用和维护	199
5.5.4 接触器的常见故障及其排除方法	199
第6章 控制继电器	202
6.1 概述	202
6.1.1 继电器的定义与继电特性	202
6.1.2 继电器的结构特点及其用途	204
6.1.3 继电器的主要技术参数	204
6.1.4 继电器的分类	206
6.2 电磁式电流、电压和中间继电器	207
6.2.1 电磁式继电器的基本结构和工作原理	207
6.2.2 电磁式继电器的用途和分类	209
6.2.3 通用继电器	209
6.2.4 电流继电器	214
6.2.5 电压继电器	217
6.2.6 中间继电器	219
6.2.7 电磁式控制继电器的选用	222
6.2.8 电磁式控制继电器的安装、使用和维护	224
6.2.9 电磁式继电器的常见故障及其排除方法	225
6.3 时间继电器	226

6.3.1 时间继电器的分类	226
6.3.2 空气阻尼式时间继电器	228
6.3.3 晶体管时间继电器	233
6.3.4 同步电动机式时间继电器	241
6.3.5 时间继电器的选用	242
6.3.6 时间继电器的常见故障及其排除方法	243
6.4 热继电器	243
6.4.1 热继电器的用途和分类	244
6.4.2 双金属片式热继电器的结构	244
6.4.3 双金属片式热继电器的工作原理	247
6.4.4 热继电器的基本性能	248
6.4.5 常用热继电器的主要技术数据	250
6.4.6 热继电器的选用	257
6.4.7 热继电器的安装、使用和维护	257
6.4.8 热继电器的常见故障及其排除方法	258
6.5 其他常用继电器	259
6.5.1 温度继电器	259
6.5.2 速度继电器	262
6.5.3 压力继电器	264
6.5.4 频率继电器	265
第7章 起动器	267
7.1 起动器的用途和分类	267
7.2 电磁起动器	268
7.2.1 概述	268
7.2.2 常用电磁起动器的主要技术数据	269
7.3 星-三角起动器	273
7.3.1 星-三角起动器的工作原理和特点	273
7.3.2 手动星-三角起动器	273
7.3.3 自动星-三角起动器	274
7.4 自耦减压起动器	275
7.4.1 自耦减压起动器的工作原理和特点	275
7.4.2 手动式自耦减压起动器	276

X 常用低压电器应用手册

7.4.3 自耦减压起动柜	277
7.5 延边三角形起动器	280
7.5.1 延边三角形起动方式的工作原理	280
7.5.2 延边三角形起动器的技术数据	282
7.6 其他常用起动器	282
7.6.1 QZ 系列综合保护起动器	282
7.6.2 NS2 系列交流电动机起动器	284
7.6.3 交流异步电动机软起动器	286
7.7 起动器的选用	287
7.7.1 各种起动器特性的综合分析比较	287
7.7.2 起动方式的选择	290
7.7.3 起动器的选用	292
7.8 起动器的安装、使用和维修	293
7.8.1 起动器的安装和调试	293
7.8.2 起动器的运行和维护	294
7.8.3 常用起动器的常见故障及其排除方法	295
第8章 主令电器	298
8.1 概述	298
8.1.1 主令电器的用途和分类	298
8.1.2 主令电器的特性和主要技术参数	298
8.2 按钮	299
8.2.1 按钮的用途和分类	299
8.2.2 按钮的结构和工作原理	300
8.2.3 按钮的主要技术数据	301
8.2.4 按钮的选择、使用和维修	303
8.3 行程开关	305
8.3.1 行程开关的用途和分类	305
8.3.2 行程开关的结构和工作原理	306
8.3.3 行程开关的主要技术数据	308
8.3.4 行程开关的选择、使用和维修	308
8.4 接近开关	309
8.4.1 接近开关的用途和分类	309

8.4.2	接近开关的主要技术参数	310
8.4.3	接近开关的结构和工作原理	311
8.4.4	接近开关的主要技术数据	312
8.4.5	接近开关的选择、使用和维修	312
8.5	万能转换开关	313
8.5.1	万能转换开关的用途和分类	313
8.5.2	万能转换开关的结构和工作原理	314
8.5.3	万能转换开关的主要技术数据	315
8.5.4	万能转换开关的选择、使用和维修	318
8.6	主令控制器	320
8.6.1	主令控制器的用途和分类	320
8.6.2	主令控制器的结构和工作原理	321
8.6.3	主令控制器的主要技术数据	322
8.6.4	主令控制器的选择、使用和维修	322
第9章	电磁铁	324
9.1	概述	324
9.2	牵引电磁铁	325
9.2.1	牵引电磁铁的用途、分类和结构特点	325
9.2.2	常用牵引电磁铁的主要技术数据	326
9.3	制动电磁铁	327
9.3.1	制动电磁铁的用途和分类	327
9.3.2	交流长行程制动电磁铁	327
9.3.3	交流短行程制动电磁铁	329
9.3.4	直流短行程制动电磁铁	330
9.4	起重电磁铁	331
9.4.1	起重电磁铁的用途、分类和结构特点	331
9.4.2	常用起重电磁铁的主要技术数据	333
9.5	阀用电磁铁	335
9.6	电力液压推动器	336
9.6.1	电力液压推动器的用途	336
9.6.2	电力液压推动器的基本结构和工作原理	337
9.6.3	电力液压推动器的主要技术数据	338

XII 常用低压电器应用手册

9.7 电磁铁的选用、安装与维修	340
9.7.1 常用电磁铁的选用	340
9.7.2 电磁铁的安装和维护	343
9.7.3 电磁铁的常见故障及其排除方法	344
第10章 漏电保护电器	345
10.1 概述	345
10.1.1 漏电保护器的功能	345
10.1.2 漏电保护器的分类和特点	345
10.2 漏电保护器的工作原理	349
10.2.1 漏电保护器的组成	350
10.2.2 漏电保护器的工作原理	351
10.3 漏电保护器的主要技术性能指标	353
10.4 漏电断路器	355
10.4.1 电磁式漏电断路器	355
10.4.2 电子式漏电断路器	357
10.4.3 常用漏电断路器的主要技术数据	358
10.5 漏电继电器	362
10.5.1 JD1 系列和 JD3-40 系列漏电继电器	362
10.5.2 JD2 系列中性点接地式漏电继电器	364
10.6 其他常用漏电保护电器	366
10.6.1 漏电电流断路器	366
10.6.2 漏电保护插头与插座	368
10.7 漏电保护器的选用和安装	369
10.7.1 漏电保护器的合理选用	369
10.7.2 漏电保护器的安装	373
10.8 漏电保护器的使用和维护	375
10.8.1 漏电保护器的误动作及其预防措施	375
10.8.2 漏电保护器的维护	377
10.9 漏电保护器的常见故障及其排除方法	378
第11章 常用低压电器应用线路	380
11.1 常用电动机控制线路	380
11.2 常用电动机减压起动线路	390

11.3 常用电动机调速线路	400
11.4 常用电动机制动线路	404
11.5 几种常见机床电气控制线路	411
附录	426
附录 A 部分电气设备基本文字符号	426
附录 B 电气设备常用辅助文字符号	428
附录 C 部分常用电气图用图形符号	430
参考文献	445

第 1 章 低压电器的基本原理

1.1 概述

当前,在我国工农业生产和人们的日常生活中,电能的应用越来越广泛。因此,为了安全可靠地使用电能,电路中就必须装有各种起控制、保护等作用的电气设备,这些电气设备统称为电器。电器从生产和使用的角度,可分为高压电器和低压电器两大类。

1.1.1 低压电器的定义和用途

低压电器通常是指用于额定电压交流 1200V 或直流 1500V 及以下电路中的电器。

低压电器在电路中的用途是根据外界施加的信号或要求,自动或手动地接通或分断电路,从而连续或断续地改变电路的参数或状态,以实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节。

低压电器的特点是品种多、用量大和用途广。

1.1.2 低压电器的分类

低压电器的种类很多,按不同的分类方式有着不同的类型,以下介绍四种分类方式:

1. 按用途分类

1) 配电电器 配电电器主要用于低压供电系统,主要包括刀开关、转换开关、熔断器、断路器等。对配电电器的主要技术要求是分断能力强、限流效果和保护性能好,有良好的动稳定和热稳定性。

2 常用低压电器应用手册

2) 控制电器 控制电器主要用于电力拖动控制系统, 包括接触器、继电器、起动器和主令电器等。控制电器的主要技术要求是有相应的转换能力、操作频率高、电气寿命和机械寿命长。

低压电器按用途分类的详细类型和用途见表 1-1。

表 1-1 低压电器的分类及用途

电 器 名 称	主 要 品 种	用 途
配 电 电 器	刀开关 熔断器式刀开关 开启式负荷开关 封闭式负荷开关	主要用于电路隔离, 也能接通和分断额定电流
	转换开关 组合开关 换向开关	用于两种以上电源或负载的转换和通断电路
	断路器 万能式断路器 塑料外壳式断路器 限流式断路器 漏电保护断路器	用于线路过载、短路或欠电压保护, 也可用作不频繁接通和分断电路
	熔断器 半封闭插入式熔断器 无填料熔断器 有填料熔断器 快速熔断器 自复熔断器	用于线路或电气设备的短路和过载保护
控 制 电 器	接触器 交流接触器 直流接触器	主要用于远距离频繁起动或控制电动机, 以及接通和分断正常工作的电路
	继电器 电流继电器 电压继电器 时间继电器 中间继电器 热继电器	主要用于控制系统中, 控制其他电器或作主电路的保护
	起动器 电磁起动器 减压起动器	主要用于电动机的起动和正反向控制
	控制器 凸轮控制器 平面控制器 鼓形控制器	主要用于电气控制设备中转换主回路或励磁回路的接法, 以达到电动机起动、换向和调速的目的

(续)

电器名称		主要品种	用途
控制 电器	主令电器	按钮 行程开关 主令控制器 万能转换开关	主要用于接通和分断控制电路
	电阻器	铁基合金电阻	用于改变电路的电压、电流等参数或变电能为热能
	变阻器	励磁变阻器 起动变阻器 频敏变阻器	主要用于发电机调压以及电动机的减压起动和调速
	电磁铁	起重电磁铁 牵引电磁铁 制动电磁铁	用于起重、操纵或牵引机械装置

2. 按操作方式分类

1) 自动电器 自动电器是指通过电磁或气动机构动作来完成接通、分断、起动和停止等动作的电器。它主要包括接触器、断路器、继电器等。

2) 手动电器 手动电器是指通过人力来完成接通、分断、起动和停止等动作的电器，是一种非自动切换的电器。主要包括刀开关、转换开关和主令电器等。

3. 按工作条件分类

1) 一般工业用电器 这类电器用于机械制造等正常环境条件下的配电系统和电力拖动控制系统，是低压电器的基础产品。

2) 化工电器 化工电器的主要技术要求是耐腐蚀。

3) 矿用电器 矿用电器的主要技术要求是能防爆。

4) 牵引电器 牵引电器的主要技术要求是耐振动和冲击。

5) 船用电器 船用电器的主要技术要求是耐潮湿、颠簸和冲击。

6) 航空电器 航空电器的主要技术要求是体积小、重量轻、耐振动和冲击。