



图表轻松学电工丛书

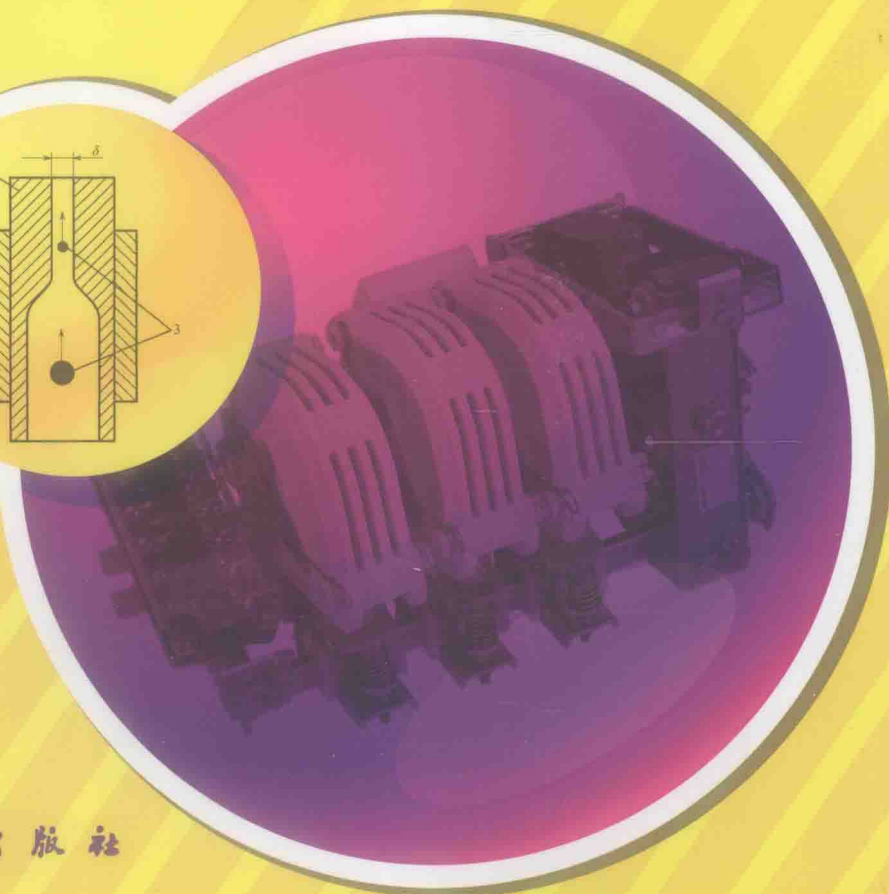
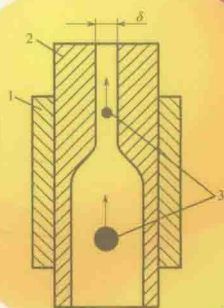
低压电器

使用与维护

—— 孙克军 主编 王忠杰 副主编



DIYADIANQI
SHIYONG
YU
WEIHU



化学工业出版社

图表轻松学电工丛书

低压电器使用与维护

孙克军 主 编

王忠杰 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

低压电器使用与维护/孙克军主编. —北京: 化学工业出版社, 2013.9

(图表轻松学电工丛书)

ISBN 978-7-122-18198-5

I. ①低… II. ①孙… III. ①低压电器-使用方法
②低压电器-维修 IV. ①TM52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 188884 号

责任编辑: 高墨荣

装帧设计: 张 辉

责任校对: 陶燕华

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: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 364 千字

2013 年 11 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: www.cip.com.cn

《图表轻松学电工丛书》编委会

主 任 孙克军

副主任 李 川

编 委 (按姓氏拼音排序)

安国庆 高艳玲 李 川 李 娜

李仕旭 刘宝坤 刘 浩 刘 阔

刘庆瑞 马 丽 孙会琴 孙克军

孙丽华 孙丽君 谭 健 田常葛

王素芝 王晓晨 王忠杰 张 凯

前言

随着我国电力事业的飞速发展，电工技术在工业、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。为了满足大量农民工就业、在职职工转岗就业和城镇有志青年就业的需求，我们策划并组织具有实践经验的专家、教师和工程技术人员编写了《图表轻松学电工丛书》。

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，本丛书在编写过程中，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、查阅了大量与电工技术有关的技术资料，以基础知识和操作技能为重点，将初级电工的必备知识和技能进行了归类、整理和提炼。

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，尽量联系电动机、变压器和低压电器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，而且在编写体例上全部采用了图表形式，利用图表讲述如何巧学巧用电工技能，尽量回避一些实用性不强的理论阐述。具有简洁明了、便于查找、适合自学的优点。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。

本丛书包括：《电工基本技能》、《电动机使用与维修》、《变压器使用与维修》和《低压电器使用与维护》，共四个分册。

本书为《低压电器使用与维护》分册。本书主要内容包括：低压电器基础知识入门、刀开关、隔离器与组合开关、负荷开关、熔断器、断路器、接触器、继电器、主令电器、电磁铁、漏电保护器、启动器、电动机软启动器的基本结构、工作原理、使用与维护、常见故障及其排除方法，并介绍了常用的基本电气控制电路。

本书不仅可作为零起点读者的就业培训用书，也可供电工及电气技术人员使用，还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。

本书由孙克军主编，王忠杰副主编。其中，第1、2、13章由孙克军编写，第3、4章由王忠杰编写，第5、6章由高艳玲编写，第7、8章由李娜编写，第9、10章由马丽编写，第11、12章由孙丽君编写。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，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

目录

第1章 低压电器基础知识入门

1

1.1 低压电器的种类	1
1.1.1 低压电器的定义与特点	1
1.1.2 低压电器的分类	2
1.2 低压电器的型号含义	4
1.3 低压电器的常用术语与使用类别	6
1.3.1 低压电器的常用术语	6
1.3.2 低压电器的使用类别	7
1.4 低压电器的常用图形符号和文字符号	8
1.5 低压电器的工作制	11
1.6 低压电器的触头系统	12
1.6.1 低压电器触头的分类	12
1.6.2 低压电器触头的接触形式	12
1.6.3 低压电器触头的结构形式	13
1.6.4 低压电器触头的基本参数	14
1.7 低压电器的电磁机构	15
1.7.1 电磁机构按励磁电流分类	15
1.7.2 电磁机构按运动方式分类	15
1.8 低压电器的灭弧装置	17
1.9 低压电器的选用及安装	19
1.9.1 低压电器的选用原则及注意事项	19
1.9.2 低压电器的安装原则及注意事项	20

第2章 刀开关与组合开关

21

2.1 认识刀开关	21
2.1.1 刀开关与隔离器的区别	21
2.1.2 刀开关的基本结构与工作原理	22

2.1.3	刀开关的结构特点	23
2.1.4	刀开关的主要技术参数	25
2.2	刀开关的使用与维护	26
2.2.1	刀开关的选择	26
2.2.2	刀开关的安装、使用与维护	26
2.2.3	刀开关的常见故障及其排除方法	27
2.3	组合开关	28
2.3.1	组合开关的分类与用途	28
2.3.2	组合开关的基本结构与工作原理	29
2.3.3	组合开关的选择、使用和维护	30
2.3.4	组合开关的常见故障及其排除方法	31

第3章 负荷开关 32

3.1	认识开启式负荷开关	32
3.1.1	开启式负荷开关的用途与分类	32
3.1.2	开启式负荷开关的基本结构与工作原理	33
3.2	开启式负荷开关的使用与维护	34
3.2.1	开启式负荷开关的选择	34
3.2.2	开启式负荷开关的安装、使用与维护	34
3.2.3	开启式负荷开关的常见故障及其排除方法	35
3.3	认识封闭式负荷开关	36
3.3.1	封闭式负荷开关的用途与分类	36
3.3.2	封闭式负荷开关的基本结构与工作原理	37
3.4	封闭式负荷开关的使用与维护	38
3.4.1	封闭式负荷开关的选择	38
3.4.2	封闭式负荷开关的安装、使用与维护	38
3.4.3	封闭式负荷开关的常见故障及其排除方法	39

第4章 熔断器 40

4.1	认识熔断器	40
4.1.1	熔断器的用途与分类	40
4.1.2	熔断器的基本结构与工作原理	41
4.1.3	熔断器的主要技术参数	43
4.1.4	插入式熔断器的结构特点与应用场合	44
4.1.5	螺旋式熔断器的结构特点与应用场合	45
4.1.6	无填料密闭管式熔断器的结构特点与应用场合	47

4.1.7	有填料封闭管式熔断器的结构特点与应用场合	48
4.1.8	快速熔断器的结构特点与应用场合	51
4.1.9	自复熔断器的结构特点与应用	53
4.2	熔断器的使用与维护	54
4.2.1	一般用途熔断器的选用	54
4.2.2	快速熔断器的选用	55
4.2.3	熔断器的安装与维护	57
4.2.4	熔断器故障分析与检查方法	58
4.2.5	熔断器的常见故障及其排除方法	59

第5章 断路器

60

5.1	认识断路器	60
5.1.1	断路器的用途与分类	60
5.1.2	断路器的基本结构与工作原理	62
5.1.3	断路器的主要技术参数	63
5.1.4	断路器的保护特性	64
5.1.5	万能式断路器的结构及特点	65
5.1.6	塑料外壳式断路器的结构及特点	67
5.1.7	塑料外壳式断路器与万能式断路器的比较	68
5.1.8	限流式断路器的分类、结构与原理	69
5.1.9	限流式断路器的结构特点与适用场合	70
5.1.10	智能型断路器和真空断路器的特点	71
5.2	断路器的使用与维护	73
5.2.1	断路器选用的一般原则	73
5.2.2	不同用途断路器的选择	74
5.2.3	断路器的安装、检查与维护	75
5.2.4	断路器的常见故障及其排除方法	77

第6章 接触器

79

6.1	认识接触器	79
6.1.1	接触器的用途与分类	79
6.1.2	接触器的主要技术参数	80
6.2	交流接触器	81
6.2.1	交流接触器的基本结构	81
6.2.2	交流接触器的工作原理	83
6.3	直流接触器	85

6.3.1	直流接触器的基本结构与适用场合	85
6.3.2	交流接触器与直流接触器的区别	87
6.4	真空接触器的基本结构与特点	87
6.5	接触器的选择	88
6.6	接触器的安装	89
6.7	接触器的维护	90
6.8	接触器的检修	91
6.9	接触器的常见故障及其排除方法	91

第7章 继电器

94

7.1	认识继电器	94
7.1.1	继电器的用途与分类	94
7.1.2	继电器的主要技术参数与继电特性	96
7.2	电磁式继电器	98
7.2.1	电磁式继电器的用途与分类	98
7.2.2	电磁式继电器的基本结构与工作原理	98
7.2.3	电磁式继电器的选用	100
7.2.4	电磁式继电器的安装与维护	101
7.2.5	电磁式继电器的常见故障及其排除方法	101
7.3	电流继电器	103
7.3.1	电流继电器的结构、原理与用途	103
7.3.2	电流继电器的主要技术参数	104
7.3.3	电流继电器的选择与应用	105
7.3.4	电流继电器的检验	107
7.4	电压继电器	108
7.4.1	电压继电器的结构、原理与用途	108
7.4.2	电压继电器的分类	109
7.4.3	电压继电器的主要技术参数及选用	110
7.5	中间继电器	110
7.5.1	中间继电器的特点与用途	110
7.5.2	中间继电器的结构与类型	111
7.5.3	中间继电器的选择	112
7.6	时间继电器	113
7.6.1	时间继电器的用途与分类	113
7.6.2	空气阻尼式时间继电器的结构与特点	114

7.6.3	空气阻尼式时间继电器的工作原理	115
7.6.4	晶体管时间继电器的结构特点	116
7.6.5	晶体管时间继电器的工作原理	117
7.6.6	数字(数显)式时间继电器的特点及使用	119
7.6.7	电动机式时间继电器的结构与原理	120
7.6.8	时间继电器的选择及使用	122
7.6.9	时间继电器的常见故障及其排除方法	123
7.7	热继电器	123
7.7.1	热继电器的用途与分类	123
7.7.2	双金属片式热继电器的结构	124
7.7.3	双金属片式热继电器的工作原理及应用场合	126
7.7.4	双金属片式热继电器的特性	127
7.7.5	热继电器的选用与维护	128
7.7.6	热继电器的常见故障及其排除方法	129
7.8	速度继电器的结构、原理与特点	130
7.9	固态继电器	131
7.9.1	固态继电器的特点、用途与分类	131
7.9.2	固态继电器的结构与原理	132
7.9.3	固态继电器的特点	133
7.9.4	固态继电器的主要技术参数	134
7.9.5	固态继电器的选用	135

第8章 主令电器 137

8.1	认识主令电器	137
8.1.1	主令电器的用途与分类	137
8.1.2	主令电器的工作特性与技术参数	137
8.2	控制按钮	138
8.2.1	控制按钮的用途与分类	138
8.2.2	控制按钮的结构与工作原理	139
8.2.3	控制按钮的选择、使用与维护	141
8.2.4	按钮的常见故障及其排除方法	141
8.3	行程开关	142
8.3.1	行程开关的用途与分类	142
8.3.2	行程开关的结构与工作原理	142
8.3.3	行程开关的选择、使用与维护	144
8.3.4	行程开关的常见故障及其排除方法	144
8.4	接近开关	145

8.4.1	接近开关的用途与分类	145
8.4.2	接近开关的结构与工作原理	146
8.4.3	接近开关的主要技术指标	147
8.4.4	接近开关的选择、使用与维护	148
8.5	万能转换开关	148
8.5.1	万能转换开关的用途与分类	148
8.5.2	万能转换开关的结构与工作原理	149
8.5.3	万能转换开关的选择、使用与维护	150
8.5.4	万能转换开关的常见故障及其排除方法	151
8.6	主令控制器	152
8.6.1	主令控制器的用途与分类	152
8.6.2	主令控制器的结构与工作原理	152
8.6.3	主令控制器的选择、使用与维护	154
8.6.4	主令控制器的常见故障及其排除方法	154

第9章 电磁铁 155

9.1	认识电磁铁	155
9.1.1	电磁铁的用途、分类及特点	155
9.1.2	交流电磁铁与直流电磁铁的性能比较	157
9.1.3	电磁铁的主要参数	157
9.2	牵引电磁铁	158
9.2.1	牵引电磁铁的用途与分类	158
9.2.2	牵引电磁铁的基本结构	158
9.3	制动电磁铁	159
9.3.1	制动电磁铁的用途与分类	159
9.3.2	制动电磁铁的基本结构与工作原理	160
9.4	起重电磁铁的用途、结构与工作原理	162
9.5	阀用电磁铁的用途、结构与工作原理	164
9.6	电磁铁的使用与维护	164
9.6.1	电磁铁的选择	164
9.6.2	电磁铁的安装、使用与维护	165

第10章 漏电保护器 167

10.1	认识漏电保护器	167
10.1.1	漏电保护器的用途与分类	167

10.1.2	漏电保护器的基本结构	169
10.1.3	漏电断路器的工作原理	170
10.2	漏电保护器使用与维护	172
10.2.1	漏电保护器的安装	172
10.2.2	漏电保护器的使用与维护	173
10.2.3	漏电保护器的常见故障及其排除方法	174

第 11 章 启动器 176

11.1	认识启动器	176
11.1.1	启动器的特点与分类	176
11.1.2	启动器的用途	177
11.2	电磁启动器	178
11.2.1	电磁启动器的用途与分类	178
11.2.2	电磁启动器的结构特点	178
11.3	星-三角启动器	179
11.3.1	星-三角启动器的用途与分类	179
11.3.2	星-三角启动器的结构与工作原理	180
11.4	自耦减压启动器	182
11.4.1	自耦减压启动器的用途与分类	182
11.4.2	自耦减压启动器的结构与工作原理	183
11.5	启动器使用与维护	184
11.5.1	启动器的选择	184
11.5.2	启动器的安装与维护	187
11.5.3	电磁启动器的常见故障及其排除方法	189
11.5.4	自耦减压启动器的常见故障及其排除方法	190

第 12 章 电动机软启动器 191

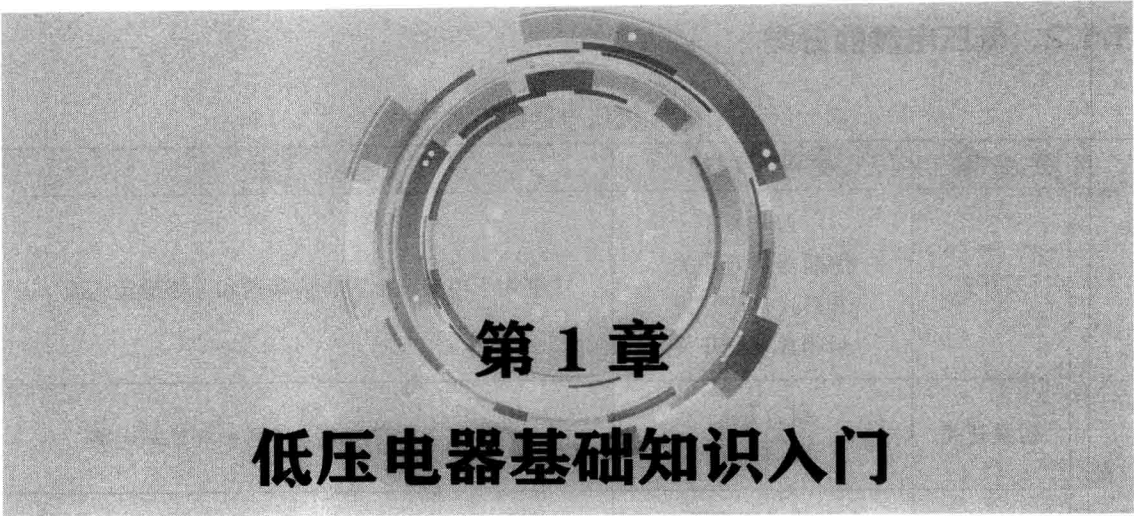
12.1	认识电动机软启动器	191
12.1.1	软启动器的用途与特点	191
12.1.2	软启动器的基本结构与工作原理	192
12.1.3	软启动器检测环节的作用	194
12.1.4	软启动器采取的保护措施	195
12.1.5	软启动器的额定值	196
12.2	软启动器的选用与维护	197
12.2.1	软启动器结构类型和带载能力的选择	197

12.2.2	软启动器容量的选择	198
12.2.3	软启动器控制方式的选择	199
12.2.4	电动机软启动器的常用控制电路	200
12.2.5	电动机软启动器的安装	202
12.2.6	电动机软启动系统的外观检查	203
12.2.7	电动机软启动系统的调试	204
12.2.8	电动机软启动系统的空载试验与负载试验	205
12.2.9	电动机软启动器的使用与维护	206

第13章 电气控制电路 208

13.1	认识电气控制电路	208
13.1.1	电气控制电路的功能与分类	208
13.1.2	电气控制电路图的种类与特点	209
13.1.3	绘制电气控制电路图的一般原则	211
13.1.4	绘制原理图、接线图的原则和规定	214
13.2	常用电气控制电路	216
13.2.1	三相异步电动机的单向启动、停止控制电路	216
13.2.2	两台电动机之间的互锁控制电路	218
13.2.3	三相异步电动机正反向运行控制电路	219
13.2.4	电动机的点动与连续运行控制电路	221
13.2.5	电动机的多地点操作控制电路	222
13.2.6	多台电动机的顺序控制电路	223
13.2.7	行程控制电路	224
13.2.8	自动往复循环控制电路	225
13.2.9	无进给切削自动循环控制电路	227

参考文献 229



1.1 低压电器的种类

1.1.1 低压电器的定义与特点

表 1-1 低压电器的定义与特点

项 目	解 释
电器的定义	电器是指能够根据外界的要求或所施加的信号，自动或手动地接通或断开电路，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、检测和调节的电气设备。简单地说，电器就是接通或断开电路或调节、控制、保护电路和设备的电工器具或装置。电器按工作电压高低可分为高压电器和低压电器两大类
低压电器的定义	低压电器通常是指用于交流 50Hz（或 60Hz）、额定电压为 1200V 及以下、直流额定电压为 1500V 及以下的电路内起通断、保护、控制或调节作用的电器
低压电器的特点	目前，低压电器在工农业生产和人们的日常生活中有着非常广泛的应用，低压电器的特点是品种多、用量大、用途广。 低压电器的种类很多，按不同的分类方式有着不同的类型。按用途可分为以下两类。 ① 配电电器：配电电器主要用于低压配电系统和动力装置中，包括刀开关、转换开关、断路器和熔断器等。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，有良好的动稳定性和热稳定性等。 ② 控制电器：控制电器主要用于电力拖动及自动控制系统，包括接触器、继电器、启动器、控制器、主令电器、电阻器、变阻器和电磁铁等。控制电器的主要技术要求是有一定的转换能力、操作频率高、电气寿命和机械寿命长等

1.1.2 低压电器的分类

表 1-2 低压电器按用途分类

电 器 名 称		主 要 品 种	用 途
配 电 电 器	刀开关	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启动或控制电动机，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
	启动器	电磁启动器 减压启动器	主要用于电动机的启动和正反向控制
	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，以达到电动机启动、换向和调速的目的
	主令电器	控制按钮 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

续表

电 器 名 称		主 要 品 种	用 途
控 制 电 器	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 启动变阻器 频敏变阻器	主要用于发电机调压以及电动机的减压启动和调速
	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

表 1-3 低压电器按操作方式分类

种 类	特 点
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、启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
手动电器	手动电器是指通过人力来完成接通、分断、启动和停止等动作的电器，它主要包括刀开关、转换开关和主令电器等

表 1-4 低压电器按工作条件分类

种 类	特点与用途
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
化工电器	化工电器的主要技术要求是耐腐蚀
矿用电器	矿用电器的主要技术要求是能防爆
牵引电器	牵引电器的主要技术要求是耐振动和冲击
船用电器	船用电器的主要技术要求是耐腐蚀、颠簸和冲击
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

表 1-5 低压电器按工作原理分类

种 类	特点与用途
1. 电磁式电器	电磁式电器的感测元件接受的是电流或电压等电量信号
2.非电量控制电器	这类电器的感测元件接收的信号是热量、温度、转速、机械力等非电量信号

1.2 低压电器的型号含义

低压电器产品有各种各样的结构和用途，不同类型的产品有着不同的型号表示方法。低压电器的型号一般由类组代号、设计代号、基本规格代号和辅助规格代号等几部分组成，其表示形式和含义如下：

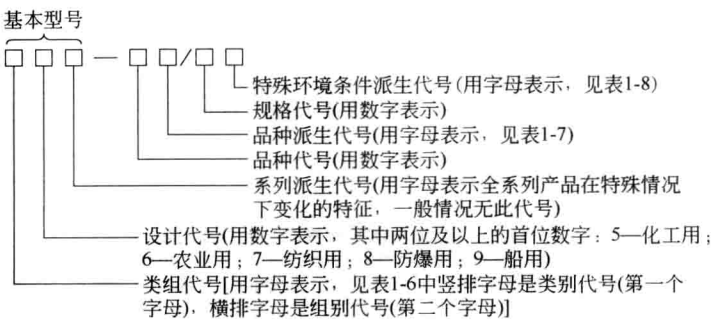


表 1-6 低压电器产品的类别及组别代号

类别代号	名称	组别代号																			
		A	B	C	D	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z
H	刀开关和转换开关				刀开关		封闭式负荷开关		开启式复合开关					熔断器式刀开关	刀形转换开关					其他	组合开关
R	熔断器			插入式			汇流排式			螺旋式	封闭管式				快速	有填料管式			限流	其他	
D	低压断路器										灭磁				快速			万能式	限流	其他	塑料外壳式
K	控制器					鼓形						平面				凸轮				其他	
C	接触器					高压		交流				中频			时间	通用				其他	直流
Q	启动器	按钮式		磁力				减压							手动		油浸		星三角	其他	综合
J	控制继电器									电流				热	时间	通用		温度		其他	中间

低压电器使用与维护