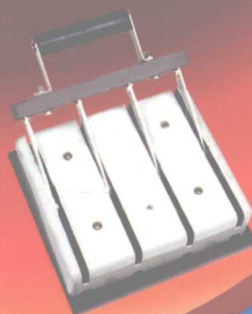


常用 低压电器手册

「CHANGYONG
DIYA
DIANQI
SHOUCE」

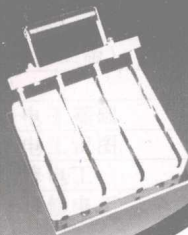
● 杨国福 主编



化学工业出版社

常用 「CHANGYONG DIYA DIANQI SHOUCE」 低压电器手册

杨国福 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

常用低压电器手册/杨国福主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 12
ISBN 978-7-122-03795-4

I. 常… II. 杨… III. 低压电器-技术手册 IV. TM52-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 151645 号

责任编辑: 卢小林 刘 哲
责任校对: 战河红

文字编辑: 张绪瑞
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: 大厂聚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 24 字数 648 千字 2009 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: 59.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展，我国电气工程的设计、制造、运行和控制技术发生了深刻的变革，一大批具有新材料、新结构、新工艺、新技术、新性能的产品得到了广泛开发和应用，新的应用和新的需求同时也推动着电气工程技术本身的迅速发展。面对新形势，广大从事电气工程工作的技术人员迫切需要知识更新，特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。为此，我们组织编写了本手册。

本手册编委会邀请有关专家和教授就各自擅长的内容进行编写，在取材上以实用和精炼为原则；在形式上，力争做到通俗易懂、易查。手册系统地介绍了有关的最新国家标准、最实用的产品资料、最有效的维修技术。

本手册由河北科技大学杨国福教授任主编，郭英军、薛智宏为副主编。第一章和第二章由河北科技大学刘庆瑞教授编写；第三章由河北科技大学孙克军教授编写；第四章和第五章由河北科技大学的郭英军编写；第六章和第十章由杨国福教授编写；第七章由河北科技大学的固振浦、朱立坤及河北经贸大学的张丽荣编写；第八章和第九章由河北科技大学的薛智宏博士编写。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，热忱欢迎读者批评指正。

编者

目 录

第一章 低压电器基础知识	1
一、电能与电器	1
二、低压电器的定义与分类	1
三、低压电器的全型号表示法及代号含义	2
四、低压电器的正确选用	4
五、低压电器的正常工作条件	5
六、低压电器的主要技术性能要求	5
七、低压电器的结构要求	8
第二章 低压开关	10
第一节 低压开关的主要特性和主要技术参数	10
第二节 低压开关的主要技术数据	10
一、刀开关	10
二、开启式负荷开关	12
三、封闭式负荷开关	13
四、熔断器式刀开关	16
五、组合开关	19
第三节 低压开关的选用、维护以及故障的分析和处理	22
第三章 熔断器	25
第一节 熔断器的主要特性和主要技术参数	25
第二节 熔断器的技术数据	25
一、瓷插式熔断器	25
二、螺旋式熔断器	26
三、无填料封闭管式熔断器	29
四、有填料封闭管式熔断器	30
五、快速熔断器	34
六、其他类型熔断器	38
第三节 一般熔断器和快速熔断器的选用、维护以及故障的分析和处理	46
一、一般熔断器选用、维护	46
二、快速熔断器选用、维护	48
三、故障的分析和处理	51
四、合理选择熔体	51

第四章 低压断路器	53
第一节 低压断路器的主要特性和主要技术参数	53
第二节 低压断路器的技术数据	53
一、万能式低压断路器	53
二、快速断路器	65
三、限流断路器	66
四、装置式低压断路器	67
第三节 低压断路器的选用、维护以及故障的分析和处理	114
一、低压断路器的选用	114
二、低压断路器的安装和使用	117
三、低压断路器的常见故障及其处理	117
第五章 安全继电器	119
第一节 Pilz安全继电器的技术性能、主要功能以及技术参数	119
一、急停继电器	121
二、安全门监控器	123
三、双手控制继电器	125
四、智能模块化安全系统	126
第二节 Pilz安全继电器的选用、维护以及故障的分析和处理	128
第六章 常用继电器	129
第一节 常用继电器的主要技术参数	129
第二节 常用继电器的主要技术数据	129
一、电压继电器	129
二、电流继电器	131
三、中间继电器	141
四、时间继电器	165
五、热继电器	170
六、温度继电器	194
七、干簧继电器	196
八、速度继电器	198
九、压力继电器	198
十、其他系列继电器	201
第三节 常用继电器的选用、维护以及故障的分析和处理	204
一、常用继电器的选用	204
二、继电器的维护与检修	205
三、继电器的常见故障及处理	206
第七章 接触器	209
第一节 接触器的主要技术参数	209
第二节 接触器的主要技术数据	209
一、直流接触器	209

二、交流接触器·····	216
第三节 常用接触器的选用、维护以及故障的分析和处理·····	267
一、常用接触器的选用·····	267
二、接触器的维护与检修·····	271
三、接触器常见故障分析及处理·····	272
第八章 启动器 ·····	274
第一节 启动器的主要技术数据·····	274
一、直接启动和电磁启动器·····	274
二、农用电磁启动器和手动启动器·····	282
三、星-三角启动器 ·····	285
四、自耦减压启动器·····	289
五、无触点启动器·····	292
六、软启动器·····	293
第二节 各种启动器特性的综合分析比较·····	298
第三节 启动器的启动方式、选用、维护以及故障的分析和处理·····	299
一、启动器的启动方式·····	299
二、启动器的选用·····	300
三、启动器的维护及故障的分析和处理·····	301
第九章 漏电保护电器 ·····	302
第一节 漏电保护电器的主要技术数据·····	302
一、电压型漏电开关·····	302
二、电流型漏电保护器·····	318
三、电流型漏电继电器·····	320
第二节 漏电保护电器的选用、维护以及故障的分析和处理·····	321
一、漏电保护电器的选用·····	321
二、漏电保护电器的维护·····	322
三、漏电保护电器故障的分析和处理·····	323
第十章 电子电器 ·····	325
第一节 电子电器的主要技术参数和技术数据·····	325
一、半导体时间继电器·····	325
二、固态保护继电器·····	343
三、晶体管自动开关·····	346
四、智能漏电保护器·····	359
五、智能热继电器·····	360
六、智能启动器·····	360
七、自动转换开关·····	366
第二节 电子电器的选用、维护以及故障的分析和处理·····	373
一、电子电器的选用·····	373
二、电子电器的维护·····	373
三、电子电器的常见故障及其处理·····	374
参考文献 ·····	375

第一章 低压电器基础知识

一、电能与电器

为了方便可靠地使用电能，电路中必须装有能够输送、调节、分配、控制和保护电的或非电的（如对时间、压力、流量等的控制）电气设备，这些设备统称为电器。电器是一种控制电能的器具，如同自来水管的阀门可以“开”、“关”和调节水流量一样。但是，由于电能本身具有许多特点，如对电压、电流、频率以及电路负载的性质、工作场所有不同的要求等，因此运用时也就比较复杂。为了达到上述目的，制造厂家根据这些特点设计并制造出多种多样的开关电器。从专业生产或学科分类来讲，可以概括为高、低压电器两大类，它们在科学技术领域中都已经成为独立的并且十分重要的分支。

二、低压电器的定义与分类

低压电器是指交流及直流电压至 1200V 的电力线路中起保护、控制或调节等作用的电气元件。低压电器的种类繁多，按照不同条件可分成不同的类别。

1. 按其用途或所控制的对象分类

(1) 低压配电电器：这类电器包括刀开关、转换开关、熔断器、自动开关和保护继电器。主要用于低压配电系统中，要求在系统发生故障情况下动作准确，工作可靠，有足够的热稳定性和动稳定性。

(2) 低压控制电器：这类电器包括控制继电器、接触器、启动器、控制器、调整器、主令电器、电阻器、变阻器和电磁铁。主要用于电力传动系统中，要求寿命长，体积小，重量轻和工作可靠。

2. 按其种类分类

- (1) 刀开关和刀形转换开关；
- (2) 熔断器；
- (3) 自动开关；
- (4) 控制器；
- (5) 接触器；
- (6) 启动器；
- (7) 控制继电器；
- (8) 主令电器；
- (9) 电阻器；
- (10) 变阻器；
- (11) 调整器；
- (12) 电磁铁。

以上所述的基本分类均属于一般用途的低压电器。为满足某些特殊场合的需要（如防爆、化工、航空、船用等），在各类电器的基础上还有若干派生电器。在一般情况下，这些电器都必须符合《低压电器基本标准》或相应的分类产品标准中各项技术标准的规定。为了保证这些标准的执行，各制造厂和专业部门都有专门的企业标准或产品技术条件，其有关条款都不得低于国家标准规定。

3. 根据其动作性质分类

(1) 自动电器：是指电器在完成接通、分断、启动、反向和停止等动作时是通过电磁（或压缩空气）做功来完成的（只需输入给操作机构一个信号）。

(2) 手动电器：是通过人力做功（用手或通过杠杆），直接搬动或旋转操作手柄来完成接通、分断、启动、反向或停止等动作的，如刀开关、刀形转换开关及主令电器等。

4. 按防护形式分类

第一类防护形式：防止固体异物进入内部及防止人体触及内部的带电或运动部分的防护。

第二类防护形式：防止水进入内部达有害程度的防护。

表明产品外壳防护等级的标志由字母“IP”及两个数字组成。第一位数字表示上述第一类防护形式的等级，第二位数字表示第二类防护形式的等级。如只需单独标志一类防护形式的等级时，则被略去数字的位置应以“X”补充。如写 IPX3（第二类防护形式三级）；IP5X（第一类防护形式5级）等。

5. 根据工作条件分类

(1) 一般工业用电器：用于冶金、发电厂、变电所、机器制造等工业作为配电系统和电力传动系统中以及机床、通用机械的电气控制设备中的电器元件。

(2) 船用电器：具有一定耐潮、耐腐蚀、耐摇摆和抗冲击振动性能，适用于船舶、舰艇上的电器。

(3) 化工电器：具有一定耐潮、耐腐蚀和防爆性能，适用于化学工业的电器。

(4) 矿用电器：要求防爆、密封、耐潮、抗冲击振动且整体非常坚固，适用于矿山井下作业的电器，目前已发展到控制电压至 660V、1140V 煤矿专用的电器。

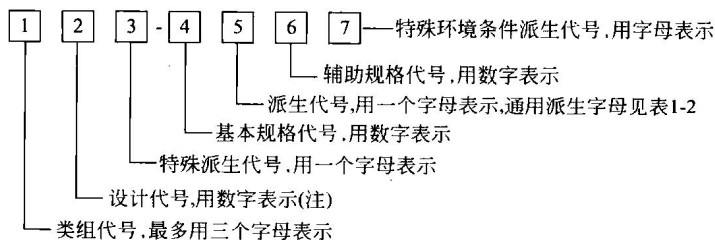
(5) 牵引电器：用于汽车、拖拉机、起重机械、电力机车等交通运输工具的耐振、耐颠簸摇摆的电器。

(6) 航空电器：飞机和宇航设备特殊要求的电器。

此外，低压电器还可根据使用环境分为一般工业用电器、热带电器，根据温度、盐雾湿度、霉菌等不同环境条件划分为“干热带”及“湿热带”型电器和高原（海拔 2500m 及以上）电器。

三、低压电器的全型号表示法及代号含义

基本型号：



类组代号与设计代号的组成即表示产品的系列，如 JR16 为热继电器 16 系列。

注：数字位数不变，其中两位及两位以上的首位数字为“9”表示船用；“8”表示防爆用；“7”表示纺织用；“6”表示农业用；“5”表示化工用。

表 1-1 为产品型号类组代号含义，表 1-2 为加注通用派生字母对照。

表 1-2 加注通用派生字母对照

派生字母	代 表 意 义
A、B、C、D...	结构设计稍有改进或变化
C	插入式
J	交流、防溅式
Z	直流、防振、正向、重任务、自动复位
W	失压、无极性、出口用、无灭弧装置
N	可逆、逆向
S	三相、双线圈、防水式、手动复位、三个电源、有锁住机构
P	单相、电压的、防滴式、电磁复位、两个电源
K	开启式
H	保护式、带缓冲装置
M	灭磁、母线式、密封式
Q	防尘式、手车式
L	电流的、折板式、漏电保护
F	高返回、带分励脱扣
X	限流
TH	湿热带
TA	干热带

例: DZ 15 L - 40/3902

辅助规格代号: 第一位表示极数(三极); 第二、三位表示脱钩方式
 (“90”表示电磁液压脱钩); 第四位表示用途(“2”表示电动机用)
 基本规格代号: “40”表示额定电流40A
 特殊派生代号: “L”表示带有漏电保护
 设计代号
 类组代号: 塑料外壳式自动开关

即 40A 保护电动机用塑料外壳式自动开关, 带有漏电保护, 三极, 电磁液压脱钩。

四、低压电器的正确选用

我国在电力拖动和传输系统中主要使用的低压电器元件, 据不完全统计, 目前大约生产 120 多个系列近 600 个品种, 上万个规格。这些开关电器具有不同的用途和不同使用条件, 因而相应的也就有不同的选用方法。但是总的要求应遵循以下两个基本原则。

① 安全原则: 使用安全可靠是对任何开关电器的基本要求, 保证电路和用电设备的可靠运行, 是使生产和生活得以正常运行的重要保障。

② 经济原则: 经济性考虑又可分开关电器本身的经济价值和使用开关电器产生的价值。前者要求选择的合理、适用; 后者则考虑在运行时必须可靠, 而不致因故障造成停产或损坏设备, 危及人身安全等构成的经济损失。

为达到上述两个原则, 选用时应注意以下几点:

- ① 控制对象(如电动机或其他用电设备)的分类和使用环境;
- ② 确认有关的技术数据, 如控制对象的额定电压、额定功率、启动电流倍数、负载性质、操作频率、工作制等;
- ③ 了解电器的正常工作条件, 如环境空气温度、相对湿度、海拔高度、允许安装方位角度和抗冲击震动、有害气体、导电尘埃、雨雪侵袭的能力;

④ 了解电器的主要技术性能（或技术条件），如用途、分类、额定电压、额定控制功率、接通能力、分断能力、允许操作频率、工作制和使用寿命等。

此外，正确地选用还要结合不同的控制对象和具体电器进行确定。

五、低压电器的正常工作条件

(1) 海拔高度不超过 2500m。

(2) 周围空气温度要符合以下条件。

① 不同海拔高度的最高空气温度如表 1-3 所示。

表 1-3 不同海拔高度的最高空气温度

海拔高度 h/m	$h \leq 1000$	$1000 < h \leq 1500$	$1500 < h \leq 2000$	$2000 < h \leq 2500$
最高空气温度/ $^{\circ}\text{C}$	40	37.5	35	32.5

② 最低空气温度根据使用环境不同分为四种：

a. 5°C （适用于水冷电器）；

b. -10°C （适用于某些特定条件的电器，如电子式电器及部件等）；

c. -25°C ；

d. -40°C （订货时指明）。

(3) 空气相对湿度：最湿月的月平均最大相对湿度为 90%，同时该月的月平均最低温度为 25°C ，并考虑到因温度变化允许在开关电器的表面上凝露。

(4) 对安装方位有规定的或动作性能受重力影响的电器，其安装倾斜度不大于 5° 。

(5) 无显著摇动和冲击振动的地方。

(6) 在无爆炸危险的介质中，且介质中无足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体与尘埃（包括导电尘埃）。

(7) 在没有雨雪侵袭的地方。

六、低压电器的主要技术性能要求

1. 低压电器的绝缘

应保证在表 1-4 所列条件下承受交流 50Hz 试验电压（有效值）历时 1min 而无击穿或闪络现象。

表 1-4 低压电器耐压试验值

试验地点的海拔高度 h/m	试验电压 电压 U_j / V	额定绝缘电压 U_j / V	$U_j \leq 60$	$60 < U_j \leq 380$	$380 < U_j \leq 660$	$660 < U_j \leq 800$	$800 < U_j \leq 1200$	小开距 ^② 触头间	
								$U_j \leq 220$	$220 < U_j \leq 380$
$0 < h \leq 500$			1200	2400	3000	3600	4200	750	1200
$500 < h \leq 1000$			1150	2300	2850	3450	4050	700	1150
$1000 < h \leq 1500$			1100	2200	2750	3300	3850	650	1100
$1500 < h \leq 2000$			1050	2100	2600	3150	3650	600	1050
$2000 < h \leq 2500$			1000	2000	2500	3000	3500	550	1000

① 开关电器或部件规定的额定绝缘电压。

② 仅指交直流额定绝缘电压至 380V，触头开距不大于 1 的触头之间。

2. 耐潮湿性能要求

一般电器在型式试验中都要按表 1-5 进行耐潮湿试验周期条件考核。试品在试前先在试验箱(室)内于 30~35℃ 下进行温度预处理 6h, 然后升温加湿。试品要经 7 个周期的试验。试后的绝缘电阻不应小于表 1-6 所列数值。

表 1-5 耐潮湿试验周期条件

条件 阶段	参数	温度/℃	相对湿度/%	持续时间/h
升温		30~40	85~98 (试品表面凝露)	1.5~2
高温高湿		40±2	95±3	14~14.5
降温		40→30	85~98	2~3
低温高湿		30±2	95±3	5~6

表 1-6 不同额定绝缘电压下的绝缘电阻值

额定绝缘电压 U_i/V	$U_i \leq 60$	$60 < U_i \leq 660$	$660 < U_i \leq 800$	$800 < U_i \leq 1200$
绝缘电阻值/MΩ	1	1.5	2.0	2.5

3. 极限允许温升

低压电器零部件的极限允许温升都应符合表 1-7 的要求。

表 1-7 低压电器零部件的极限允许温升

℃

不同材料和零部件名称		极限允许温升		备 注
		长期工作制	间断长期或反复短时工作制	
绝缘线圈及包有绝缘材料的金属导体	A 级绝缘	65	80	电压线圈及多层电流线圈用电阻法测量、金属导体用热电偶法测量
	E 级绝缘	80	95	
	B 级绝缘	90	105	
	F 级绝缘	115	130	
	H 级绝缘	140	155	
各类触头或插头①	铜及铜基合金的自力式触头、插头	35		用热电偶法测量
	铜及铜基合金的他力式触头、插头	45	65	
	铜及铜基合金的他力式触头、插头有6~8 μm 的镀银防蚀层	80	—	
	铜及铜基合金的他力式触头、插头有6~8 μm 的锡防蚀层	60	—	
	银及银基合金触头	以不损害相邻部件为限②		
与外部连接的接线端头	接线端头有锡(或银)防蚀层,当指明引入导体为铝也有锡(或银)防蚀层时	53		用热电偶法测量
	接线端头为铜及铜基合金材料,无防蚀层,当指明引入导体为铜或有防蚀层的铝时	45		

续表

不同材料和零部件名称		极限允许温升		备 注
		长期工作制	间断长期或反复短时工作制	
与外部连接的接线端头	接线端头为铜及铜基合金材料,有锡防蚀层,当指明引入导体为铜也有锡防蚀层时	60		用热电偶法测量
	接线端头为铜及铜基合金材料,有锡防蚀层,当指明引入导体为铜也有银防蚀层时	80,但以不损害相邻条件为限		
产品内部的导体连接处 ^③	铝对铝,铜对铝紧固接合处,二者均有锡防蚀层	55		用热电偶法测量
	铝对铝,铜对铝紧固接合处,二者均有银防蚀层	60		
	铜对铜,紧固接合处无防蚀层	45		
	铜对铜,紧固接合处均有锡防蚀层	60		
	铜对铜,紧固接合处均有银防蚀层	以不损害相邻部件为限		
	铜对铜,铝对铝,铜对铝焊接导体	以不损害相邻部件为限		
其他	浸入有机绝缘油中工作的部件	60		温度计法或用热电偶法测量
	操作时手接触的部件	金属材料	15	
		绝缘材料	25	
	起弹簧作用的部件	以不损害材料的弹性,且不损害相邻部件为限		
	电阻部件	由所有材料决定,且不损害相邻部件为限		

① 自力式触头指由触头(包括触桥)本身弹力作接触压力的触头;他力式触头指依靠其他弹性材料产生接触压力的触头。

② 如相邻部件为绝缘材料,极限温升按表中相应等级的线圈极限允许温升,电压线圈的温升是指额定电压下的温升。

③ 高发热元件(如电阻元件、熔断器、热元件等)连接处的极限允许温升由电器标准或电器技术条件另行规定。当相邻近的绝缘材料耐热等级低于A级时,其极限允许温升为该材料连续耐热温度与40℃之差。

4. 海拔高度不同时的温升要求

低压电器零部件的极限允许温升可随海拔高度的增加而增加,修正值见表1-8(高发热元件除外)。

表 1-8 试验地点的海拔高度不同时低压电器零部件的极限允许温升修正值

试验地点的海拔高度 h/m	极限允许温升修正值/℃	试验地点的海拔高度 h/m	极限允许温升修正值/℃
$h \leq 500$	0	$1500 < h \leq 2000$	6
$500 < h \leq 1000$	2	$2000 < h \leq 2500$	8
$1000 < h \leq 1500$	4		

5. 不同工作制时对温升的要求

(1) 间断长期工作制低压电器零部件的极限允许温升是指8h内的稳定温升。如果在8h内温升尚未稳定,则指每隔8h使电器不带电分合操作一次;继续通电直至稳定温升。

(2) 短时工作制低压电器零部件的极限允许温升是指在规定的时间内一次通电所达到的温升值, 其极限允许温升值由开关电器的标准或技术条件中具体规定。

(3) 反复短时工作制低压电器零部件的极限允许温升, 按表 1-9、表 1-10 所列额定操作频率和额定通电持续率试验确定 (触头不分开电流), 并给出相应的额定工作电流。一般用于反复短时工作的开关电器或允许有较高的温升, 或允许选择容量较小的电器, 是以可靠经济为原则的。

表 1-9 反复短时工作制时额定操作频率分级

分级代号	P ₃	P ₁₂	P ₃₀	P ₆₀	P ₁₂₀	P ₃₀₀	P ₆₀₀	P ₁₂₀₀	P ₂₀₀₀	P ₃₀₀₀
额定操作频率/(次/h)	3	12	30	60	120	300	600	1200	2000	3000

表 1-10 反复短时工作制时额定通电持续率分级

分级代号	TD ₁₀	TD ₁₅	TD ₂₅	TD ₄₀	TD ₆₀
额定通电持续率	10%	15%	25%	40%	60%

七、低压电器的结构要求

低压电器的设计和制造都必须严格按照国家的有关标准, 尤其是基本系列的各类开关电器必须保证执行三化 (标准化、系列化、通用化), 四统 (统一型号规格、统一技术条件、统一外形及安装尺寸、统一易损零部件) 的原则。

此外, 在结构方面国家标准还规定了以下共性要求。

(1) 低压电器的装配应达到图纸和技术文件规定的要求, 如触头压力、开距、超程和动作值等。

(2) 同型号的低压电器应保证整台开关电器和易损零部件的互换性。

(3) 用手操作的低压电器的结构应保证操作人员的安全, 对带有外壳的电器应具有明显的操作标志。

(4) 用手操作的电器, 其操作力按电器允许操作频率和手柄形式等不同分类, 规定如表 1-11 所示。由电动 (或气压、液压传动) 操作的电器, 其手操作力由有关电器标准或产品技术条件作具体规定。

表 1-11 手操作的电器操作力的规定

操作频率	操作方式	允许操作力或力矩		
		$I_n \leq 100\text{A}$	$100\text{A} < I_n < 600\text{A}$	$I_n \geq 600\text{A}$
额定操作频率 $\leq P_{30}$ 类 电器 (每时操作次数 ≤ 30)	用手推拉操作的电器, 如中央手柄式刀开关	$< 25\text{kgf}$	$< 35\text{kgf}$	$< 45\text{kgf}$
	用手握长柄正面旋转操作的电器	$< 20\text{kgf}$	$< 25\text{kgf}$	$< 35\text{kgf}$
	用旋钮式手握长柄正面旋转操作的电器, 如组合式转换开关	$< 400\text{kgf} \cdot \text{mm}$	$< 600\text{kgf} \cdot \text{mm}$	—
	用手轮或手柄旋转操作的电器	$< 10\text{kgf}$	$< 20\text{kgf}$	—
额定操作频率 $> P_{30}$ 类 电器 (每时操作次数 > 30)	用旋钮式手柄正面旋转操作的电器	$< 200\text{kgf} \cdot \text{mm}$	$< 400\text{kgf} \cdot \text{mm}$	—
	用手轮或手柄旋转操作的电器	$< 5\text{kgf}$	$< 10\text{kgf}$	—

注: $1\text{kgf} = 9.80665\text{N}$, $1\text{kgf} \cdot \text{mm} = 9.80665\text{N} \cdot \text{mm}$ 。

(5) 人可能触及到的不带电的金属部件如金属防护外壳、操作手柄、金属底座等, 其相互之间应有电气连接, 并应有一个接地端子。接地端子应设置在明显的、易于接线的地方,

并有明显的接地标志。标志应能长久地保持清晰，接地端子导电要良好，并应有可靠的防蚀处理，接地螺钉的规格如表 1-12 所示。

表 1-12 接地螺钉的最小规格

低压电器的额定发热电流(I_R)等级/A	接地螺钉最小规格	低压电器的额定发热电流(I_R)等级/A	接地螺钉最小规格
$I_R \leq 20$	M4	$600 < I_R \leq 1000$	M10
$20 < I_R \leq 200$	M6	$I_R > 1000$	M12
$200 < I_R \leq 600$	M8		

上述低压电器的有关技术性能、正常工作条件都是指共性的统一要求，对于各个不同系列的开关电器，根据它们的用途都有相应的技术条件或企业标准。这些电器标准都是为保证国家标准而制定的。在选用之前应针对所需开关电器作全面了解。

第二章 低压开关

第一节 低压开关的主要特性和主要技术参数

1. 低压开关的主要特性

(1) 低压开关的机械寿命：400A 以下为 10000 次，600~1500A 为 5000 次，3000A 以上主要用作隔离开关用，故寿命一般不需要很高。

(2) 低压开关具有一定的电动稳定性，比如 HD 系列低压开关的电动稳定性，见表 2-1。

表 2-1 HD 系列低压开关的电动稳定性数据

额定电流 I_n/A	电动稳定电流峰值/kA		1s 热稳定电流 /kA	分断能力 ^① /A	
	手柄式	杠杆式		交流 380V $\cos\varphi=0.7$	直流 $T=0.01s$ 220/440V
100	15	20	6	100	100/50
200	20	30	10	200	200/100
400	30	40	20	400	400/200
600	40	50	25	600	600/300
1000	50	60	30	1000	1000/500
1500	—	80	40		

① 分断能力皆指带灭弧装置的刀开关。对于杠杆式，交流只断开 $0.3I_n$ ，直流断开 $0.2I_n$ 。

2. 低压开关的主要技术参数

(1) 额定电压：在长期工作中能承受的最大电压。

(2) 额定电流：在合闸位置允许长期通过的最大工作电流。

(3) 分断能力：在额定电压下能可靠分断的最大电流。

(4) 电动稳定性电流：发生短路事故时，如果开关能通过某一最大电流，并不因其所产生的巨大作用而发生变形、损坏或者触刀自动弹出的现象。

(5) 热稳定性电流：发生短路事故时，如果开关能在一定时间（通常为 1s）内通以某一最大电流，并不因温度急剧升高而发生熔焊现象。

(6) 电寿命：在额定电压下能可靠地分断一定百分数额定电流的总次数。

第二节 低压开关的主要技术数据

一、刀开关

1. HD 系列刀开关和 HS 系列刀形转换开关

HD 系列刀开关和 HS 系列刀形转换开关广泛应用于各种配电设备和供电线路，作为非