低压电器基本标准

1 引言 1.1 适用范围

本标准适用于交流 50Hz、额定电压 1200V 及以下或直流额定电压 1500V 及以下的低压电器、低压电器产品的种类见 4.1。

1.2 主要目的本标准主要目的是规定低压电器产品应遵循的一般规则和基本要求，包括：

a.名词、术语；b.分类；c.特性；d.正常工作条件和安装条件；e.结构和性能要求；

f.验证特性、结构和性能要求的试验与规则；g.标志、包装、运输、贮存；h.其他要求。

1.3 和其他标准的关系　1.3.1 和国内标准关系

本标准仅规定低压电器的一般规则和基本要求，各类低压电器产品的特殊要求应在各类组产品标准(a.低压空气式隔离器、开关、隔离开关及熔断器组合电器；b.低压断路器；c.低压接触器；d.低压电动机起动器；e.控制电路电器和开关元件；f.低压熔断器等标准)中分别加以补充规定。本标准应与各类组产品标准结合使用。

2 名词、术语 2.1 概述

本标准未规定的名词术语，可参见 GB 2900.1-82《电工名词术语 基本名词术语》和 GB 2900.18-82《电工名词术语 低压电器》

2.2 一般术语

2.2.1 过载引起过电流但在电气上并不损坏电路的运行条件。

2.2.2 过载电流在电气上并不损坏电路的过电流。

2.2.3 周围空气温度(Ta)在规定条件下，围绕整个电器周围的空气温度(对于有封密外壳的电器，此温度是指壳外温度)。

2.2.4 保护性导体在故障情况下为了防止触电所采用的作为保护措施的导体。这些保护性导体把裸露的导体部件和其他裸露导体部件、外部的导体部件、接地极、接地的中性导体或接地的带电部件相连接。

2.3 开关电器和熔断器术语

2.3.1 (机械的)开关：在正常的电路条件下(包括规定的过载工作条件)能够接通、承载及分断电流，在规定的非正常电路条件下(例如短路)能承载一定时间电流的一种机械开关电器。注：开关也可能有接通一定的短路电流的能力但不能分断短路电流。

2.3.2 隔离器：在断开位置能符合规定的隔离功能要求的机械开关电器。当分断或接通“可忽略的电流”时，或当隔离器作为断路器的并联支路，它的每一极的接线端子两端的电压无明显变化时，隔离器能够断开和闭合电路。隔离器能承载正常电路条件下的电流以及在一定时间内承载非正常电路条件下(例如短路)的电流。“可忽略的电流”意指套管。母线联结、短电缆等的分布电容电流以及电压互感器和分压器的电流。　注：规定的隔离功能要求不仅仅限于对隔离距离的要求。

2.3.3 隔离开关：在断开位置能满足隔离器要求的开关。

中创明 ZCMLAB

2.3.4 熔断器：组合电器将机械开关和熔断器组合成一个组合电器。它可以是由制造厂或根据制造厂的说明书装配而成的。某些熔断器组合电器可带有撞击脱扣器，任意一个撞击器动作都会使开关电器的所有极断开。

a.熔断器式隔离器：熔断体或带有熔断体的载熔件作为动触头的隔离器。

b.隔离器熔断器：组隔离器的某一极或多极与熔断器串联成一个组合电器。

2.3.5 (机械的)断路器：能接通、承载以及分断正常电路条件下的电流，也能在规定的非正常电路条件(例如短路)下接通 承连一定时间和分断电流的机械开关电器。 注：断路器一般用于不频繁操作，虽然有些型式是可供频繁操作的。

2.3.6 半导体式接触器：应用半导体开关电器来完成接触器功能的一种电器。 注：半导体式接触器也可以包含有机械开关电器。

2.3.7 接触器式继电器：接触器用作控制开关称为接触器式继电器。

2.3.8 起动器：起动和停止电动机所需要的所有开关电器与适当的过载保护电器相结合的组合电器。

2.3.9 控制电路电器：用于开关设备的控制设备中作控制、信号、联锁等用的电器。 注：控制电路电器包括控制开关及相联的电器(如指示灯等)。

2.3.10 控制开关：用于控制开关设备或控制设备操作(包括信号、电气联锁等)的机械开关电器。 注：控制开关由一个或几个具有共同操动系统的开关元件(触头元件或半导体开关元件)所组成。

2.3.11 指示开关：在规定的激励量下反应而动作的非人力控制开关，激励量可以是压强、温度、速度、液面、经过的时间等。

2.4 开关电器和熔断器部件术语

2.4.1 (机械开关电器的)辅助开关：包括有一个或几个控制触头和(或)辅助触头，而机械上又受机械开关电器操作的开关。

2.4.2 电气上分开的触头(元件)〔或称极性相反的触头(元件)〕 属于同一控制开关(或辅助开关)的触头(元件)，彼皮有足够绝缘，它们能接入电气上分开的电路中去。

2.5 开关电器和熔断器动作术语

2.5.1 固定脱扣的机械开关电器：除闭合位置外，其他位置均不能脱扣的机械开关电器。

2.5.2 自由脱扣的机械开关电器：当断开动作发生时(亦即脱扣)，即使闭合操作开始后闭合命令仍然维持着，动触头也能返回到并维持断开位置的机械开关电器。

2.6 特性量术语

2.6.1 截断电流(允通电流) 开关电器或熔断器在分断动作期间电流达到的最大瞬时值。 注：当回路电流尚未达到预期峰值电流的情况下，开关电器或熔断器动作时这一概念特别重要。

2.6.2 过电流保护配合 两个或多个开关电器(或熔断器)串联起来并保证具有选择性保护和(或)后备保护的一种配合。

2.6.3 (电路的或开关电器的)限制短路电流 被一指定的短路保护电器(SCPD)所保护的电路或开关电器，在规定的使用和性能条件下，在短路保护电器动作时间内所能承受的预期短路电流值。 注：上述短路保护电器(SCPD)在目前某些产品标准中还仅局限于指限流电器(限流断路器或限流熔断器)。

中创盟 ZCMLAB

2.6.4 熔断短路电流　当 2.6.3 中短路保护电器(SCPD)是熔断器时，此时的限制短路电流就称为熔断短路电流。

2.6.5 冲击耐受电压峰值(冲击耐压)　在规定的试验条件下不致引起击穿的具有规定形状和极性的冲击电压的最高峰值。

2.6.6 工频耐受电压(工频耐压)　在规定的试验条件下不致引起击穿的工频正弦电压有效值。　注：根据施压时间长短可分为 1min 工频耐压，1s 工频耐压等。

2.6.7 污染　会使介电强度降低或表面电阻率下降的任何外来物质〔固体、液体或气体(电离气体)〕的作用。

2.6.8 (环境条件的)污染等级　污染等级是根据出现导电的或吸湿的尘埃、游离气体或盐类和相对湿度的数量大小以及由于吸湿呈凝露导致表面电阻率下降事发生的频度而对环境条件作出的分级。　注：电器或设备所处的周围微观环境的污染等级可以通过有效地采用外壳防护、防护涂层、密封或内部加热等方法来改善它可以不同于环境条件的污染等级。

2.6.9 (电器或设备的)安装类别(过电压类别)　对于安装在绝缘得到配合的低压中的电器或设备，根据它的对地额定绝缘电压(U)相应地规定了它的对地冲击耐受电压峰值也就是规定了它的安装类别(或过电压类别)。

安装类别是以瞬时过电压抑制装置的保护为依据的，瞬时过电压抑制装置的瞬时电压击穿值应等于所规定的安装类别(过电压类别)的冲击耐受电压优先值。注：电器的过电压类别是两个额定电压(Uimp 和 Ui)和一个特性量(开关过电压)的组合。

2.6.10 微观环境　微观环境是指所考虑的电气间隙或爬电距离处周围微小环境条件。微观环境条件可以比电器所处的环境条件好，也可以比它坏。

2.6.11 非均匀电场(情况 A)　电极之间电场强度不均匀(电位梯度不恒定)电场。

2.6.12 均匀电场(情况 B)　电极之间电场强度均匀(电位梯度恒定)电场。

2.7 试验术语　2.7.1 定期试验　定期试验是指稳定投产后产品，每隔一定期限应进行的试验以判明产品质量是否符合标准要求。定期试验的项目从型式试验项目中根据典型性和代表性的原则选择规定之。

2.7.2 出厂抽样试验　电器产品在出厂前所进行的抽样试验。

2.7.3 顺序试验　按规定的顺序在同一个电器(或一组电器)上相继进行的一系列试验。

2.7.4 特殊试验　在型式试验、定期试验、常规试验和出厂抽样试验之外根据用户与制造厂之间协议所特殊规定的试验。

3 符号、代号

3.1 符号　本标准中出现的主要符号如下：

IP×× 外壳防护等级；　Ue 额定工作电压；　Ui 额定绝缘电压(有效值)；Uimp 额定冲击耐受电压(峰值)；

Iih 约定发热电流；Iihe 约定封闭发热电流；Ie 额定工作电流；Pe 额定工作功率；Iu 额定不间断电流；

i 电流瞬时值；to 操作循环的周期；Icw 额定短时耐受电流；T 直流时间常数；T0.95 直流电流从零上升到 95%稳态值所需的时间，ms；cosΦ 功率因数；Uc 额定控制电路电压；Us 额定控制电源电压；U 接通前电源电压；Ur 分断后电源电压(恢复电压)；I、Ic 接通电流和分断电流；r 过振荡系数；f 振荡频率；Ca 恒定湿热试验；

Db 交变湿热试验；Ta 周围空气温度；CTI 相比漏电起痕指数；AC 交流；DC 直流；SCPD 短路保护电器。

3.2 代号　　低压电器的常见使用类别及其代号见表 1。

表 1 低压电器常见使用类别一览表

电流种类	使用类别带号	典型用途比例	给出试验参数的标准名称
AC	AC-1	无感或微感负载，电阻炉	JB 2455—85《低压接角器》 JB 2458.—85《低压电动机的起动器》
	AC-2	线绕式电动机的起动，分断	
	AC-3	鼠笼型异步电动机的起动，运转中分断	
	AC-4	鼠笼型异步电动机的起动，反接制动与反向、点动	
	AC-5a	控制放电灯的通断	
	AC-5b	控制白炽灯的通断	
	AC-6a	变压器的通断	
	AC-6b	电容器组的通断	
	AC 7a	家用电器中的微感负载和类似用途	
	AC-7b	家用电动机负载	
	AC-8a	密封致冷压缩机中的电动机控制（过载继电器手动复位式	
	AC-8b	密封致冷压缩机中的电动机控制（过载继电器手动复位式）	
	AC-11		JB 4013 1--85《控制电路电器和开关元件》 GB 1497--85《低压电器基本标准
	AC-12	控制交流电磁铁负载	
	AC-13	控制电阻性负载和发光二极管隔离的固态负载	
	AC-14	控制变压器隔离的固态负载	
	AC-15	控制容量（闭合状态下）不大于72vA电磁铁负载 控制容量（闭合状态下）不大于72vA电磁铁负载	
	AC-20	无载条件下的“闭合”和“断开”电路	JB 4012--85《低压空气式隔离器 开关 隔离开关及熔断器组合电器》
	AC-21	通断电阻负载，包括通断适中的过载	
	AC-22	通断电阻电感混合负载包括通断适中的过载	
	AC-23	通断电动机负载或其他高电感负载	
AC和DC	A	非选择性保护：在短路情况下断路器为非选择性保护，即无人为故意的短延时，也无额定短时耐受电流及相应的分断能力要求	JB 1284—85《低压断路器》

续表 1

电流种类	使用类别带号	典型用途比例	给出试验参数的标准名称
AC和DC	B	选择性保护，在短路情况下断路器明确应有选择性保护，即有短延时不小于0.05s并有额定短时耐受电流及相应分断能力的要求	
DC	DC -1 DC -3 DC -5 DC -6	无感或微感负载，电阻炉 并励电动机的起动 反接制动 点动 串励电动机的起动 白钨灯的通断	JB 2455--85 《《低压接触器》》
	DC -11 DC -12 DC -13 DC -14	控制直流电磁铁负载 控制电阻负载和发光二极管隔离的固态负载 控制直流电磁铁负载 控制电路中有经济电阻的直流电磁铁	JB 4013 1--85 《《控制电路电器和开关元件》》 GB 1497--85 《《低压电器基本标准
	DC -20 DC -21 DC -22 DC-23	无载条件下“闭合”和“断开”电路 通断电阻性负载包括适度的过载 通断电阻电感混合负载包括适度的过载（例如并励电动机） 通断高电感负载 （例如串励电动机）	JB 4012--85《《低压空气式隔离器 开关 隔离开关及熔断器组合电器》》
	gG gM aM	全范围分断（g）的一般用途（G）熔断器 全范围分断（g）的电动机回路中用（M）的熔断器 部分范围分断（a）的电动机回路中用（M）的熔断器	JB 4011.1--85 JB 4011.2--85 JB 4011.3--85 JB 4011.4--85 《《低压熔断器》》

ZCMLAB

4 分类　4.1 按电器产品种类分

4.1.1 开关设备(或配电开关电器)

4.1.1.1 低压断路器　4.1.1.2 低压空气式隔离器　4.1.1.3 低压空气式开关　4.1.1.4 低压空气式隔离开关

4.1.1.5 低压熔断器组合电器

a.熔断器式开关　b.熔断器式隔离器 c.开关熔断器组 d.隔离器熔断器组

4.1.2 控制设备(或控制电器)

4.1.2.1 低压接触器 a.空气式接触器；b.半导体式接触器；c.真空接触器。

4.1.2.2 低压电动机起动器 a.交流直接(全压)起动器；b.交流星三角减压起动器；c.变阻式转子起动器；

d.交流两级自耦减压起动器；e.半导体式起动器；f.真空起动器。

4.1.3 控制电路电器(包括控制开关和指示灯)

4.1.3.1 人力操作的控制开关　a.按钮；b.旋转开关；c.脚踏开关。

4.1.3.2 电磁操作的控制开关 a.延时的接触器式继电器；b.瞬时的接触器式继电器。

4.1.3.3 指示开关 a.压力开关；b.热敏开关(温并继电器)；c.程序开关。

4.1.3.4 位置开关(如限位开关)4.1.3.5 接近开关和无触点开关电器 4.1.3.6 相联的控制电路设备(如指示灯)

4.1.3.7 其他控制开关

4.1.4 低压熔断器

4.1.4.1 专职人员使用的熔断器(或工业用熔断器)4.1.4.2 非熟练人员使用的熔断器(或家用及类似用途的熔断器)

4.1.4.3 保护半导体器件的熔断器(或快速熔断器)4.1.4.4 无填料密闭管式熔断器*

4.1.4.5 半封闭插入式熔断器*

4.1.5 其他类低压电器*　4.1.5.1 电阻器 4.1.5.2 频敏变阻器 4.1.5.3 励磁变阻器 4.1.5.4 电压调整器 4.1.5.5 牵引电磁铁 4.1.5.6 制动电磁铁 4.1.5.7 起重电磁铁

* 对于 1.1.4.4，4.1.4.5 和 4.1.5 中的低压电器产品其一般或特殊要求和规则，可由有关产品标准或技术文件另行规定。

4.1.5.8 其他

4.2 按操动方式分 a.人力操动；b.人力贮能操动；c.电磁铁操动；d.电动机操动；e.电动机贮能操动；f.压缩空气操动；

g.电动-压缩空气操动。

4.3 按灭弧介质分 a.空气；b.真空；c.油；d.其他。

4.4 按外壳防护等级分

常用外壳防护等级如表 2 所示(详见 GB 4942.2-85《低压电器外壳防护等级》)。

表 2 常用外壳防护等级

中创盟 ZCMLAB

防护等级 IP×× 第一表征数字 \ 第二个表征数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	IP00	—	—	—	—	—	—	—	—
1	IP10	IP11	IP12	—	—	—	—	—	—
2	IP20	IP21	IP22	IP23	—	—	—	—	—
3	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34	—	—	—	—
4	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	—	—	—	—
5	IP50	—	—	—	IP54	IP55	—	—	—
6	IP60	—	—	—	—	IP65	IP66	IP67	IP68

表 2 中防护等级由表征字母 1P 和附加在后面的两个表征数字组成。第一个数字表示防止固体异物进入壳内或触及壳内带电或运行部分的程度，第二个数字表示防液体进入壳内的程度。

4.5 按污染等级分

4.5.1 污染等级 1　无污染或仅有干燥的非导电性的污染。

4.5.2 污染等级 2　一般情况仅有非导电性污染，但是必须考虑到偶然由于凝露造成短暂的导电性。

4.5.3 污染等级 3　有导电性污染，或由于预期的凝露使干燥的非导电性污染变为导电性的。

4.5.4 污染等级 4　造成持久性的导电性污染，例如由于导电尘埃或雨雪所造成的污染。

4.6 按安装类别(过电压类别)分

4.6.1 安装类别(过电压类别)Ⅰ(信号水平级)：安装在系统线路末端的特殊设备或部件，例如低压电子逻辑系统、遥控、小功率信号电路的电器。

4.6.2 安装类别(过电压类别)Ⅱ(负载水平级)：安装在安装类别(过电压类别)Ⅰ前面和安装类别(过电压类别)Ⅲ后面的电器设备或部件，例如：控制和通断电动机的电器，螺线管电磁阀，耗能电器(电灯、电热器)，通过变压器的主令和控制电路电器。

4.6.3 安装类别(过电压类别)Ⅲ(配电及控制水平级)：安装在安装类别(过电压类别)Ⅱ前面和安装类别Ⅳ后面的电器设备或部件，例如直接联接至配电干线装入配电箱中的电器。

4.6.4 安装类别(过电压类别)Ⅳ(电源水平级):安装在安装类别(过电压类别)Ⅲ前面的电器，例如安装在电源进线处的电器。

安装类别(过电压类别)Ⅰ～Ⅳ的举例说明见附录 E。

4.7 按防触电等级分

中创盟 ZCMLAB

4.7.1 0级电器设备　在这种电器设备中，防触电保护主要是靠主绝缘来保证的，亦即在设备固定引线情况下，在易近导体部件和保护导体之间不设置导电连接部件，在主绝缘损坏的情况下便依赖于周围环境。

4.7.2 Ⅰ级电器设备　在这种电器设备中，防触电保护不只是靠主绝缘来实现面且在设备固定引线情况下还包括把易近导体部件和保护接地导体连接起来的安全措施地内、当主绝缘损坏的情况下，易近导体部件不会带电。

4.7.3 Ⅱ级电器设备　在这种电器设备中，防触电保护不仅仅依赖于主绝缘，而且还增加了诸如双重绝缘或加强绝缘的安全措施，而地于保护接地没有规定或取决于安装条件。

5 特性

5.1 特性概述

电器的特性应在各产品标准或技术文件中明确加以规定，它可以从以下几方面来说明：

a.　电器的种类和型式(见5.2)b.主电路的额定值和极限值(见5.3)c.使用类别(见5.4)d.控制回路(见5.5)
b.　e.辅助电路(见5.6)f.继电器或脱扣器(见5.7)g.协调配合的短路保护电器(SCPD)(见5.8)h.开关过电压(见5.9)

5.2 电器的种类和型式

各产品标准或技术文件应对电器的种类和型式按以下项目作出规定：

a.电器的种类(见4.1)；b.极数；c.电流种类与额定频率；d.灭弧介质；e.操作条件(操动方法，控制方法等)。

注：上述项目可以根据实际需要增加或减少。

5.3 主电路的额定值和极限值

5.3.1 额定工作电压(Ue)　电器的额定工作电压和额定工作电流的组合决定了使用类别。各种使用类别及其相应的试验参数均与这两个基本参数有关。对于多相电路，此电压系指相间电压。一个电器对应于不同工作制和不同使用类别可以有不同的额定工作电压和额定工作电流的组合。

5.3.1.2 额定绝缘电压(Ui)　额定绝缘电压与介电性能试验、爬电距离等有关，在任何情况下最在额定工作电压都不应超过额定绝缘电压。　对于未明确规定额定绝缘电压的电器，应将额定电压值中最大值视作额定绝缘电压。

5.3.1.3 额定冲击耐受电压(Uimp)　电器的额定冲击耐受电压应大于或等于该电器所处系统中所规定的最大过电压峰值。　额定冲击耐受电压的优先值在表5中给出。　额定绝缘电压和额定冲击耐受电压共同决定了绝缘水平。

5.3.1.4 额定电压值　额定电压值应符合GB 156-80《额定电压》的规定。

5.3.2 电流

5.3.2.1 约定发热电流(Iih)　约定发热电流是不封闭电器在无强迫通风条件下用于温升试验时的试验电流值。Iih至少等于对应于八小时工作的额定工作电流Ie中的最大值。严格说来Iih不是一个定额值，今后也不标志在电器上。　注：所谓不封闭电器是制造厂不提供外壳或者制造厂虽然提供“外壳”，但此“外壳”通常不仅仅作为电器的防护外壳，而且也是构成完整电器的不可分割的一部分。

5.3.2.2 约定封闭发热发流(Iihe)　约定封闭发热电流值 Iihe 由制造厂规定，用它来对安装在规定外壳中的电器进行温升试验。对于用在确定外壳中的电器，必须在规定的最小外壳中进行约定封闭发热电流 Iihe 的试验。

5.3.2.3 额定工作电流(Ie)或额定工作功率(Pe)　电器的额定工作电流(Ie)由制造厂规定，Ie 的确定应考虑到额定工作电压额定频率的额定工作制，使用类别和防护外壳型式。当电器用于直接通断单独电动机时，额定工作电流 Ie 可以用最大额定输出功率来代替或补充，制造厂应提供功率与电流之间的关系。

5.3.2.4 额定不间断电流(Iu)　额定不间断电流(Iu)由制造厂规定。Iu 是电器在不间断工作制条件所能长期承载的电流。

5.3.2.5 四极电器的电流定额　对于 63A 及以下的电器来说，如果有第四极的话，则第四极的约定发热电流应等于其他三个极的约定发热电流值，对于 63A 以上的电器来说，第四极约定发热电流应不小于其他极的约定发热电流的 50%(但不小于 63A)。

5.3.2.6 额定电流值　额定电流值应符合 GB 762-80《电气设备额定电流》。

5.3.3 额定频率　电器的额定频率应符合 GB 1980-80《电气设备的额定频率》。一个电器也可以设计成交流、直流通用。

5.3.4 额定工作制

5.3.4.1 八小时工作制　八小时工作制是一个基本工作制，通常约定发热电流就是以这种基本工作制来决定的。

5.3.4.2 不间断工作制

这种工作制不同于八小时工作制，由于触头氧化和尘埃累积会导至触头发热恶性循环，电器用于不间断工作制时可以通过采取特殊设计(例如采用银触头)或者降容。

5.3.4.3 断续周期工作制

断续周期工作制出三个参数(流过电流值、每小时的操作循环数、和负载因数)来说明。

负载因数是通电时间 t 对整个周期 t。之比，通常用百分数表示。

a.负载因数(通电持续率)的优先值如下：　15%，25%，40%，60%；

b.断续周期工作制的每小时操作循环数分级如表 3。

表 3 每小时操作循环分数级

中创盟 ZCMLAB

级	每小时操作循环数
1	1
3	3
12	12
30	30
120	120
300	300
(600)	(600)
1200	1200
(1800)	(1800)
3000	3000
12 000	12 000
30 000	30 000
120 000	120 000
300 000	300 000

对于每小时操作循环数很多的断续周期工作制，制造厂应根据实际操作循环数(如果已知的话)或者根据它所规定的正常操作循环数来指出额定工作电流值，并应满足下式：

$$\int_0^{t_0} i^2 dt < I^2_{th} \cdot t_0$$

式中：i--电流瞬时值；Ith--约定发热电流；t0--操作循环的周期。

5.3.4.4 短时工作制(GB 2900.18 的 1.3.3)5.3.4.5 周期工作制(GB 2900.1 的 4.4.15)

5.3.5 正常负载与过载特性

5.3.5.1 耐受过载电流能力

用于接通和断开电动机的电器，应能耐受由于起动和加速电动机过程中出现的过电流以及正常工作中一定时间内过载所引起的过电流造成的热效应。电器耐受不同过载条件下的具体要求，应在有关产品标准或技术文件中规定。

5.3.5.2 额定接通能力

电器的额定接通能力是在规定的接通条件下所能接通的由稳态条件所确定的电流值。有关产品标准或技术文件应明确地规定接通条件：a.接通前极间电压；b.试验电路的特性。

对于交流额定接通能力用稳态电流周期分量有效值表示，但是当电器接通后，在第一个半波期间其电流冲击峰值可能明显地大于稳态电流峰值，并且与功率因数和接通瞬间电压相角有关，电器应能接通相应于定义接通能力的电流对称值，而不管在规定的功率因数条件下出现的电流不对称分量值是多少。

5.3.5.3 额定分断能力

电器的额定分断能力是在规定的分断条件下所能分断的电流值，有关产品标准或技术文件应明确地规定分断条件：a.试验电路的特性；b.工频恢复电压。

对于交流，额定分断能力用电流周期分量有效值表示。

5.3.6 短路特性

5.3.6.1 额定短时耐受电流(Icw)

电器的额定短时耐受电流是制造厂规定的短时间内产品所能承受而不损坏的电流值。短时耐受电流是在电器触头已处于闭合状态下短时所能承载的电流值。对于交流包括要经受冲击电流峰值的电动力效应以及一定时间内电流稳态有效值的热效应两者的综合。

5.3.6.2 额定短路接通能力

电器的额定短路接通能力是在产品标准或制造厂规定的电压、额定频率以及一定的功率因数(或时间常数)下电器能够接通的短路电流值，用最大预期短路电流峰值表示。

5.3.6.3 额定短路分断能力

电器的额定短路分断能力 Icn 是在产品标准或制造厂规定的电压额定频率以及一定的功率因数(或时间常数)下电器能够分断的短路电流值，用预期分断电流值表示(对于交流用交流分量的有效值表示。)

5.3.6.4 额定限制短路电流

对于本身不能分断短路电流的电器，需要时，制造厂必肌指定适当型号的短路保护电器加以保护，当指定的短路保护电器是断路器时，被保护的电器在断路器的动作时间内能承受某一短路电流的作用(包括截断电流峰值、焦尔积分值∫i2dt 的热作用等)，相应于此短路电流的预期短路电流值被称为额定限制短路电流。对于交流、额定限制短路电流用交流分量有效值表示。断路器可与被保护电器组合成一体，也可以彼此分开。

5.3.6.5 额定熔断短路电流

当 5.3.6.4 中所指定的短路保护电器是熔断器时，则此额定限制短路电流就称为额定熔断短路电流。

5.4 使用类别

本标准规定了几种常见的标准使用类别。(详见 3.2 表 1)其他使用类别应根据制造厂与用户之间的协议来确定。具体的产品标准或技术文件可选择其中的某些使用类别。

低压电器的使用类别可用以下一个或几个工作条件来表征：

a.电流，表示为额定工作电流 Ie 的倍数；b.电压，表示为额定工作电压 Ue 的倍数；

c.功率因数(cosφ)或时间常数(T，T0.95)；d.短路性能；e.选择性；f.其他。

表 1 中不同使用类别的具体试验参数将分别在有关的标准(见表 1 中第四栏所注明的标准名称)中给出。

5.5 控制回路

5.5.1 电气控制回路

电气控制回路的特性是：

a.额定频率(如果是交流的话)；b.额定控制电路电压 Uc(性质和频率，如果是交流的话)；

c.额定控制电源电压 Us(性制和频率，如果是交流的话)；

“控制电路电压”是在控制电路中“控制电路电器”常开触头上所出现的电压；

“控制电源电压”是施加到电器的控制电路的输入端上的电压，由于接入变压器、整流器、电阻器等，“控制电源电压”可能与“控制电路电压”不同。

额定控制电路电压 Uc 和额定频率是决定控制电路绝缘性能的参数。

额定控制电源电压 Us 和额定频率是决定控制电路工作和温升特性的参数。

正确的工作条件是控制电源电压值既不应小于 85%Us(当控制电路通过最大电流时)，亦不大于 110%Uso 开路时，控制电源电压应不超过额定控制电源电压 Us 的 120%。

制造厂应提供在额定控制电源电压下控制电路的电流值。

控制电路电器的特性和额定值应符合有关控制电路电器的标准。

5.5.2 压缩空气源控制回路

压缩空气源控制回路的特性：

a.额定压强及其极限值；b.压缩空气动力操作源在规定的压强下每次闭合或断开操作所需的空气量。

5.6 辅助电路

5.6.1 辅助电路的特性 a.辅助电路数目；b.每个辅助电路中的辅助触头种类(a 触头，b 触头)和数目。

5.6.2 辅助触头(元件)特性 a.辅助触头的额定电压(额定绝缘电压，额定工作电压)；b.辅助触头的额定工作电流，约定发热电流；c.辅助触头的额定频率；d.辅助触头的额定接通和分断能力(或辅助触头的使用类别)；e.辅助触头的机械寿命；f.辅助触头的电寿命；g.相邻辅助触头在电气上是否分开的(或相邻辅助触头在极性上是否是相反的)；h.辅助触头所必需配备的短路保护电器和所能承受的额定限制短路电流(或熔断短路电流)。

5.7 继电器或脱扣器　在有关的产品标准中应该规定继电器或脱扣器的特性。继电器或脱扣器的特性：

a.继电器或脱扣器种类和型式；b.额定值；c.整定电流和整定电流范围；

d.时间/电流特性(时间/电流特性应采用 5.8 中的统一的表示法)和脱扣级别；e.周围空气温度的影响。

5.8 协调配合的短路保护电器(SCPD)　各有关产品标准应对所必需协调配合的短路保护电器 SCPD 是具体型式和特性作出规定。短路保护电器可以是熔断器也可以是断路器，在某些产品标准中还规定 SCPD 需采用限流熔断器和限流断路器、短路保护电器的短路分断能力应不小于安装地点的预期短路电流。SCPD 和过载继电器之间保护特性的协调配合要求以及配合试验应在各有关产品标准中规定。　为了便于各种保护电器特性协调配合，各种保护电器的时间/电流特性应采用统一的表示方法，电流用横坐标、时间用纵坐标，采用双对数坐标，横坐标每十进位有较长尺寸，纵坐标每十进位有较短尺寸，其比为 2∶1，时间电流特性应表示在 A3 或 A4 号标准坐标纸上，每十进位尺寸应从以下优先值中选取：28，56，112mm。

横坐标每十进位尺寸尽可能优先采用 56mm，纵坐标每十进位尺寸尽可能优先采用 28mm，时间用 s 表示，电流用 A 或用电流倍数表示。

5.9. 开关过电压　各有关产品标准应对产品在接通和分断中所产生的最大允许过电压作出规定；该过电压峰值应不超过所规定的额定冲击耐压峰值(参见 5.3.1.3)。

6 正常工作条件和安装条件

6.1 正常工作条件

6.1.1 周围空气温度

a. 周围空气温度上限不超过+40℃；b.周围空气温度 24h 的平均值不超过+35℃；
b. c.周围空气温度下限一般不低于-5℃。注：①周围空气温度下限为-10℃或-25℃的工作条件，在订货时用户须向制造厂申明。②周围空气温度上限超过+40℃或下限低于-25℃的工作条件，用户应与制造厂协商。

6.1.2 海拔　安装地点的海拔不超过 2000m。

6.1.3 大气条件　大气相对湿度在周围空气温度为+40℃时不超过 50%；在较低温度下可以有较高的相对湿度；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℃，并考虑到因温度变化发生在产品表面上的凝露。注：对于指定用于有空调设备的恒温恒湿场所的低压电器，其温湿度条件以及有否凝露现象由产品标准或技术文件另行规定。

6.1.4 污染等级　电器或电器部件周围环境的污染等级分为四级，即污染等级 1，2，3，4，(详见 4.5)　除非产品标准另有规定，对于工业用低压电器通常推荐考虑污染等级 3，只有在有效地使用外壳、防护涂层或密封等方法后才有可能降低污染等级至 2 级(而且还应考虑到电器工作中自身产生污染物的可能性，此时简单地使用防护外壳就不一定能奏效)。除非产品标准另有规定，对于“家用”或类似用途的低压电器通常推荐考虑污染等级 2。

6.1.5 冲击与振动　有关冲击振动条件在具体产品标准中规定，或由用户与制造厂协商。　注：①对于一般低压电器，除非产品标准另有规定，一般可不考虑冲击振动。②对于某些特殊种类的低压电器及部件，例如带有电子器性的印制电路板或者对冲击振动比较敏感的电器和部件，应在产品标准或技术文件中规定冲击振动条件。③冲击与振动试验可作为特殊试验。

6.2 安装条件　正常安装条件应根据制造厂的安装说明书，对安装方位有规定或电器性能受安装条件显著影响的电器，应在产品标准或技术文件中明确规定安装条件。

6.2.1 安装轨安装　对于采用安装轨安装的电器来说，有关安装轨的标准应加以采用(有关安装轨的标准正在考虑中)。

6.2.2 安装类别(过电压类别)　低压电器可以指定一种或多种安装类别。主电路与控制电路、辅助电路采用变压器隔离而且瞬时过电压各自被控制在规定的水平上时，它们可以有不同的安装类别。

电器的安装类别分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四类，详见 4.6。

低压电器各类产品可能有的安装类别如表 4 所示。

各产品标准应分别规定该产品及其部件的安装类别。

表 4 低压电器的安装类别

中创盟 ZCMLAB

低压电器产品名称	安	装	类	别
低压熔断	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	—
隔离器、开关、隔离开关及熔断器组合电器	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	—
低压断路器	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	—
低压接触器		Ⅲ	Ⅱ	—
低压电动机起动器		Ⅲ	Ⅱ	—
控制电路电器和开关元件		Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ

7 结构与性能要求

7.1 结构要求

7.1.1 材料　电器的结构材料应满足应用上的有关要求，并能在构成产品后在产品上通过相应的试验。例如机械强度试验，着火危险试验，湿热试验，绝缘材料相比漏电起痕指数(CTI)测定等。具体要做哪些试验项目应在各产品标准中规定。

7.1.2 载流部件及其连接

a.载流部件应具有足够的机械强度和足够的载流能力

b.载流部件应采用能满足实际使用要求的导电性能良好的铜、铜合金或其他金属及其适当的被覆层。

c.固定连接的接触压力不应通过绝缘材料(但陶瓷或者性能并不比陶瓷逊色的绝缘材料除外)来传递，除非在金属部件中有足够的弹性措施来补偿绝缘材料的变形和收缩。

7.1.3 电气间隙与爬电距离

7.1.3.1 电气间隙

低压系统的绝缘配合是建立在瞬时过电压被限制在规定的冲击耐受电压优先数系的基础上。冲击耐受电压的优先数值列在表 5 中。除非另有规定，本标准所包括的低压电器及其部件应符合表 5 中有关冲击耐受电压值的规定。

低压电器的电气间隙最小值也列在表 5 中。从表 5 中可以看出，电气间隙的最小值与从系统额定电压中得出的相对地电压(对于不接地系统或一相接地系统，则相对相电压应视为相对地电压)、安装类别、污染等级有关。

表 5 中的电气间隙值是考虑到海拔 2000m 处所需的最小值，因此也完全适用于 0～2000m 海拔范围内。

表 5 规定的电气间隙值不适用于触头开距和受电弧作用的部分。

若采用大于或等于表 5 规定的电气间隙值，可不必进行冲击耐受电压的试验；

中创盟 ZCMLAB

若采用小于表 5 规定的电气间隙值，则必须进行相应于最高安装类别(最高过电压类别)的冲击耐受电压试验(见 8.2.2.3)。

有关电气间隙的测量与计算见附录 A。

表 5 在设有过电压限制的绝缘配合系统中，在非均匀电场条件(情况 A)下，不同安装类别和不同对地电压的电气设备在海拔 2000m 处的冲击耐受电压值和不同安装类别和不同污染等级下的最小电气间隙值*

由额定系统电压确定的相对地电压** V(交流有效值和直流值)	冲击耐压 电气间隙 对污染等级2.3.4			对于非均匀电场条件（情况A）*，相应于安装类别(过电压类别)和相应的最小电气间隙（mm）的冲击耐压			
				安装类别（过电压类别）			
				I	II	III	IV
$U<50$	冲击耐压 V			330	500	800	1500
	电气间隙 mm	污染等级	2	0.2	0.2	0.2	0.5
			3	0.8	0.8	0.8	0.8
			4	1.6	1.6	1.6	1.6
$50<U<100$	冲击耐压 V			500	800	1500	2500
	电气间隙 mm	污染等级	2	0.2	0.2	0.5	1.5
			3	0.8	0.8	0.8	1.5
			4	1.6	1.6	1.6	1.6
$100<U<150$	冲击耐压 V			800	1500	2500	4000
	电气间隙 mm	污染等级	2	0.2	0.5	1.5	3.0
			3	0.8	0.8	1.5	3.0
			4	1.6	1.6	1.6	3.0

* 相应于均匀电场条件(情况 B)的最小电气间隙本标准暂不考虑。

** 对于不接地系统或一相接地系统(接地极)，相对地电压可认为是相对相电压。

续表 5

由额定系统电压确定的相对地电压** V(交流有效值和直流值)	冲击耐压 电气间隙 对污染等级2,3,4			对于非均匀电场条件（情况A）*,相应于安装类别(过电压类别）和相应的最小电气间隙（mm）的冲击耐压			
				安装类别（过电压类别）			
				I	II	III	IV
150<U≤300	冲击耐压 V			1500	2500	4000	6000
	电气间隙 mm	污染等级	2	0.5	1.5	3.0	5.5
			3	0.8	1.5	3.0	5.5
			4	1.6	1.6	3.0	5.5
300<U≤600	冲击耐压 V			2500	4000	6000	8000
	电气间隙 mm	污染等级	2	1.5	3.0	5.5	8
			3	1.5	3.0	5.5	8
			4	1.6	3.0	5.5	8
600<U≤1000	冲击耐压 V			4000	6000	8000	12000
	电气间隙 mm	污染等级	2	3.0	5.5	8	14
			3	3.0	5.5	8	14
			4	3.0	5.5	8	14
1000<U≤1200，直流1200<U≤1500	冲击耐压 V			6000	8000	12000	20000
	电气间隙 mm	污染等级	2	5.5	8	14	26
			3	5.5	8	14	25
			4	5.5	8	14	25

7.1.3.2 爬电距离

低压电器爬电距离最小值和电器的额定绝缘电压或工作电压、安装类别和绝缘材料组别等有关。就本标准而言，绝缘材料可按它们的相比漏电起痕指数(CTI)划分为以下四个组别：

绝缘材料组别Ⅰ： CTI≥600　绝缘材料类别Ⅱ： 600＞CTI≥400　绝缘材料组别IIIa： 400＞CTI≥175

绝缘材料的相比漏电起痕指数(CTI 值)的测定见 8.1.2。

* 相应于均匀电场条件(情况 B)的最小电气间隙本标准暂不考虑。

** 对于不接地系统或一相接地系统(接地极)，相对地电压可认为是相对相电压。

除非另有规定，对应于安装类别Ⅰ、Ⅱ、III类的爬电距离最小值如表 6 所示。

对应于安装类别Ⅳ的爬电距离的最小值在已知绝缘材料组别、污染等级以及电器额定绝缘电压或工作电压等参数条件下，应将表 6 中额定绝缘电压值提高到 R10 优先数系中二个电压等级来考虑。

表 6 中规定的爬电距离不适用于触头开距和受电弧作用的部位，此外爬电距离应不小于电气间隙。

爬电距离的测量与计算附录 A。

表 6 在微观环境中不同污染等级、不同工作电压、不同绝缘材料组别情况下最小爬电距离(mm)

电器的额定绝缘电压或工作电压 V 交流有效值或直流值....	电器长期承受电压的爬电距离												
	污染等级			污染等级 2			污染等级 3			污染等级 4			
	1	2	1										
	*	**	*	材料组别			材料组别			材料组别			
				Ⅰ	Ⅱ	Ⅲa Ⅲb	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲa Ⅲb	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲa	Ⅲb
10	0.025	0.04	0.08	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1.6	1.6	1.6	
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42	1.05	1.05	1.05	1.6	1.6	1.6	
16	0.025	0.04	0.1	0.45	0.45	0.45	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6	1.6	
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48	1.2	1.2	1.2	1.6	1.6	1.6	
25	0.025	0.04	0.125	0.5	0.5	0.5	1.25	1.25	1.25	1.7	1.7	1.7	
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3	1.8	1.8	1.8	
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.8	1.1	1.4	1.6	1.8	1.0	2.4	3	
50	0.025	0.04	0.18	0.6	0.85	1.2	1.5	1.7	1.9	2	2.5	3.2	
63	0.04	0.063	0.2	0.63	0.9	1.25	1.6	1.8	2	2.1	2.8	3.4	
80	0.063	0.1	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1	2.2	2.8	3.6	
100	0.1	0.16	0.25	0.71	1	1.4	1.8	2	2.2	2.4	3.0	3.8	
125 (127)	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4	2.5	3.2	4	
160	0.25	0.4	0.32	0.8	1.1	1.6	2	2.2	2.5	3.2	4	5	
200 (208)	0.4	0.63	0.42	1	1.4	2	2.5	2.8	3.2	4	5	6.3	
250	0.56	1	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4	5	6.3	8	
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2	4	4.5	5	6.3	8	10	
400 (415)	1	2	1	2	2.8	4	5	5.6	6.3	8	10	12.5	
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8.0	10	12.5	16	
630 (690)	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10	12.5	16	20	
800 (830)	2.4	4	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5	16	20	25	
1000	3.2	5	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16	20	25	32	
1250			4.2	6.3	9	12.5	16	18	20	25	32	40	***
1600			5.6	8	11	16	20	22	25	32	40	50	
2000			7.5	10	14	20	25	28	32	40	50	63	
2500			10	12.5	18	25	32	36	40	50	63	80	
3200			12.5	16	22	32	40	45	50	63	80	100	

* 材料组别Ⅰ、Ⅱ、Ⅲa、Ⅲb。

** 材料组别Ⅰ、Ⅱ、Ⅲa。

*** 此区域内爬电距离尚未规定，材料组别Ⅲb 一般不推荐用于 630V 以上污染等级 3，也不推荐用于污染等级 4。

**** 在工作电压为 32V 及以下的绝缘上不会产生漏电起痕现象，但是必须考虑电解腐蚀的可能性，为此也规定了最小爬电距离。

电器的额定绝缘电压或工作电压值按 R10 数系选择。

7.1.4 操动器

7.1.4.1 绝缘　电器的操动器(或操作机构)应和主电路带电部件之间有良好的电气绝缘以保证安全。如果操动器由金属机构，则它应接至保护性导体，除非它有附加的加强绝缘措施。如果操动器由绝缘材料构成或由绝缘材料做成的罩壳所遮盖而绝缘又有可能损坏，此时内部的金属部件有可能触及，则内部金属部件也应和带电部件有良好的电气绝缘或接至保护性导体上去。

7.1.4.2 运动方向 操动器的运动方向应符合 GB 4205-84《控制电气设备的操作件标准运动方向》的规定。以上要求可以通过检查和手动操作来验证。

7.1.5 触头位置指示

7.1.5.1 指示方法　当电器规定需要指示其触头的闭合和断开位置而电器又有外壳时，就必须用适当的方法，明确而清楚地指示出触头位置。如果采用符号来表示闭合和断开位置，则用“i”表示闭合位置，“0”表示断开位置。

7.1.5.2 用操动器来指示位置　若用操动器来指示触头位置，在脱扣器脱扣时，它应自动地占据或停留在相应于动触头的位置。在这种情况下，操动器应该有二个对应于动触头的休息位置，但是对于自动断开，操动器可以有第三个不同位置。　对于用二个按钮来进行闭合和断开操作的电器，表示断开操作的按钮应该用红色或者符号“0”来标志，其他按钮不得采用红色。其他按钮的颜色应符合指示煤和按钮的颜色的有关规定。

7.1.6 接线端子

7.1.6.1 接线端子的结构要求　接线端子的结构应保证良好的电接触和一定的载流能力，它的导电金属部件应有足够的机械强度。　接线端子与外接导体(线)的连接可以用螺钉或其他有效的措施来实现，但必须保证接触压力是经久不变的或者变化很小的。　接线端子的结构应设计成既能保证压紧导线，但又不会损伤导线和端子。　接线端子的位置应保证电器散出的热量不致损坏外部连接导线的绝缘。　接线端子的结构应保证使连接导线不能移动或者不产生有害于电器工作或降低给定安装类别的“绝缘水平”的移动。

7.1.6.2 接线端子连接导线的能力　制造厂应规定接线端子所能连接导线的类型(硬线或软线)，最小和最大导线的截面积，以及同时接至端子的导线数目。端子所允许连接导线的最大截面应不小于温升试验中所规定的导线截面积。圆形铜导线的标准截面尺寸如下：0.5，0.75，1，1.5，2.5，4，6，10，16，25，35，50，70，95，120，150，185，240，300mm2。

7.1.6.3 接线端子的连接　接线端子应容易接近且便到与外部导线相连接。　接线端子通常用于夹紧单根导线，但也应考虑到适合夹紧多于一根导线的情况。　端子上用于夹紧导线的螺钉和螺母不应作为其他零件之用。

7.1.6.4 接线端子的识别和标志　接线端子应有清楚和永久性的标志以便识别，并应符合 GB 4026-83《电器接线端子的识别和用字母数字符号标志接线端子的通则》的规定。专门用于连接中性线的接线端子应标以字母 N。　保护接地端子的标志与识别见 7.1.7.3。

7.1.7 有关接地的规定

7.1.7.1 结构要求　对于每个具有容易触及的金属部件和外裸导体的电器来说，除非它们并不构成危险，否则都应接至有保护性的接地端子或外部保护导体上去，这一要求既适用于单独使用的电器也适和于成套组装中的电器。如果外裸导体可能被触及的面积不大或不会被握住或者尺寸很小(约 50mm×50mm)或者外裸导体本身不可能触及带电部件，则可认为它们并不构成危险。例如螺钉、铆钉、铭牌，继电器的电磁铁和脱扣器的某些部件等，而不管它们的尺寸如何。

7.1.7.2 保护接地端子　保护接地端子应安置在容易接近的地方，而且当罩壳或其他可移去的部件移走时仍应保证保护接地端子与接地极或保护导体有良好的电气连接。当可移去的部件仍处在原来位置上时，外壳上可移去的金属部件决不应与承载接地端子的部件绝缘。接地端子应有适当的防蚀措施。除非产品标准另有规

定，接地螺钉的最小尺寸应不小于表 7 中的规定。在电器具有金属框架(底架)、金属外壳的情况下，应保证电器外裸金属部件和连接电缆的金属护套之间有良好导电连续性措施。

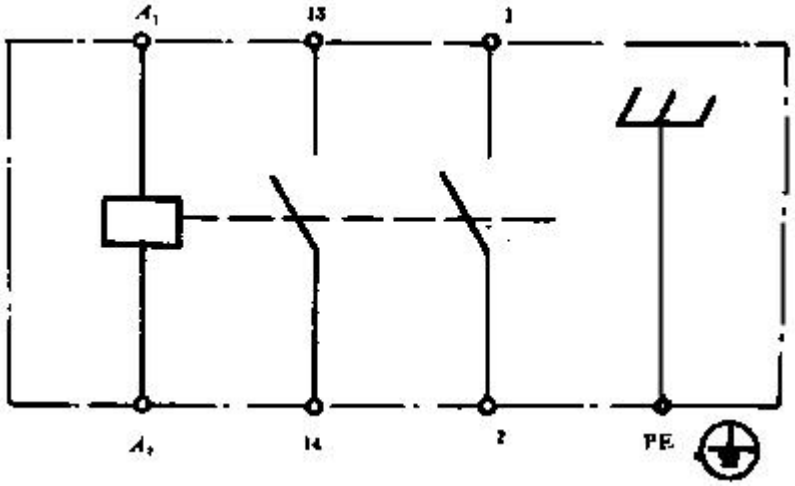
表 7 接地螺钉最小尺寸

低压电器约定发热电流 A	接地螺钉最 mm
$I_{th} \leq 20$	M4
$20 < I_{th} \leq 200$	M6
$200 < I_{th} \leq 630$	M8
$630 < I_{th} \leq 1000$	M10
$1000 < I_{th}$	M12

保护接地端子除作保护接地之用外，不得兼作它用。

7.1.7.3 保护接地端子的标记与识别　保护接地端子的形状、位置或它的标记都应能使其清楚而永久性地加以识别。保护接地端子标记应采用图形符号 或字母符号 PE。接至保护接地端子上去的接地线应采用黄绿双色线。

7.1.7.4 标志举例 a. 电器



ZCMLAB

图 1

b. 金属外壳中电器

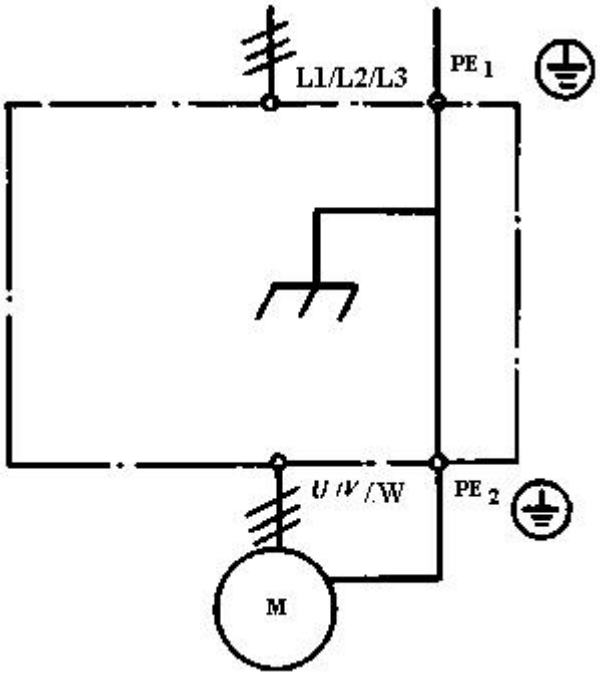


图 2

c. 绝缘外壳中电器

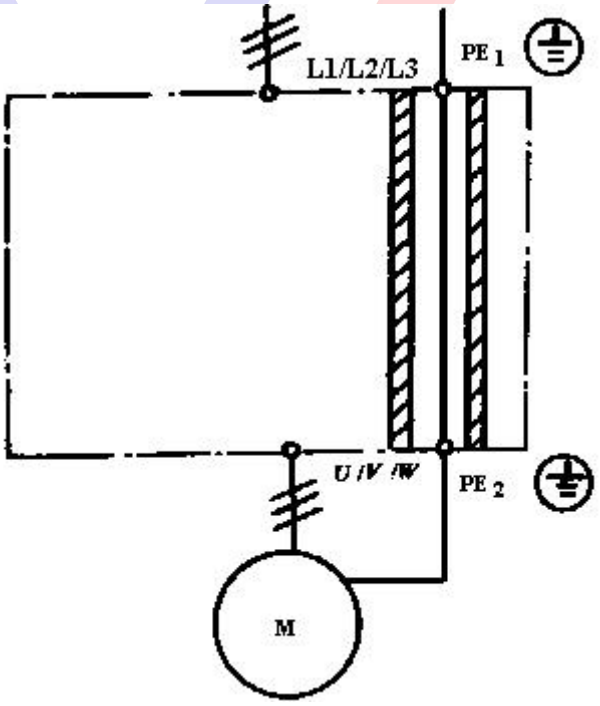


图 3

7.1.8 电器外壳

7.1.8.1 外壳的机械设计

外壳应设计成在它处于打开位置而其他保护措施移去时，在安装和维修中需要接近的所有部件都能容易接近。

外壳内应有足够的空间以便接纳从进线口引入的外部导线能良好地接至接线端子上，金属外壳的固定部分与其他外裸导体以及接地端子间应有良好电气连接，当外壳的可拆卸金属部分在原来位置上时，它与接地端子应有良好电气连接。外壳的可移去部分和固定不动部分应采取可靠的连接措施，防止由于电器操作或振动的

影响而导致相互分离，当外壳的可移去部分允许不采用工具就能打开的话，则必须具有某种措施以防止自动松脱，如果外壳上要安装按钮，则应保证从外壳外部不能拆下按钮来。除非另有规定，用于固定外壳的措施不能用作固定其他部件。

7.1.8.2 内部绝缘

如果外壳是金属的，则在外壳就位时以及外表在闭合或打开过程中外壳均不得与带电部件有危险的接触。为此，外壳中部分或全部采用绝缘材料衬垫来隔离，但这些衬垫必须牢固地固定在外壳上。

7.1.9 外壳防护等级　低压电器外壳防护等级的要求见 GB 4942.2-85。

7.2 性能要求

7.2.1 温升　以下温升要求是对新的清洁的电器而言。对于某些顺序试验后的温升要求应在有关的产品标准中另行规定。

7.2.1.1 温升要求

a. 主电路　电器的主电路应能承载约定发热电流，根据规定的试验方法进行试验，其温升不超过 7.2.1.2 的规定值。
b. .控制电路　电器的控制电路(包括闭合、断开操作所使用的控制电路电器)应在额定工作制下根据规定的试验方法进行试验，其温升不超过 7.2.1.2 的规定值。
c. c.线圈和电磁铁的绕组　在主电路通电的情况下，线圈和电磁铁的绕组应在额定频率下施加额定电压根据规定的试验方法进行试验，其温升不超过 7.2.1.2.4 的规定值。
d. d.辅助电路电器的辅助电路(包括辅助开关)应能承载约定发热电流，根据规定的试验方法进行试验，其温升不超过 7.2.1.2 的规定值。

7.2.1.2 温升极限

7.2.1.2.1 总则　此处温升极限主要是指电器各部分(主电路、控制电路、线圈和电磁铁绕组、辅助电路等)，在规定的试验条件下(见 8.2.2.2)测得的温升值应不超过以下规定的极限值。而实际使用中的温升值由于安装条件、连接导线或电缆的尺寸等与试验时不同，因此可能会有不同的温升值。　有关电器实际使用中的温升问题，制造厂应提供应用指南：例如应当向用户提供当外接导线为铝母线时接线端的温升极限值不超过规定值时的允许载流量(当外接导线为铝母线镀锡时，接线端子的允许温升应不超过+55K，当外接导线为铝母线镀银时，接线端子的允许温升应不超过+60K)。

7.2.1.2.2 接线端温升极限　接线端温度应不超过表 8 中所规定的值。

表 8 接线端温升极限

序　号	接线端子材料	接线端子温升　K
1	裸铜	80
2	裸黄铜	65
3	铜或(黄铜)镀锡	65
4	铜或(黄铜)镀银镀镍	70
5	其它金属	<65

注：①表中序号 4 接线端子温升极限 70K 主要是受外接聚氯乙烯(PVC)导线或电缆所决定的，实际使用中的外部连接导线或电缆不应显著地小于试验连接导线或电缆，否则会导致较高的温升，对电缆是不利的。②表中序号 5 接线端子温升极限应根据运行经验或寿命试验来决定，但不超过 65K。

7.2.1.2.3 易近部件温升极限　易近部件温升极限应不超过表 9 中所规定的值。

表 9 易近部件温升极限

易近部件名称	温开 K
手操作部件（操作手柄）	
金属	15
非金属	25
可触及但不握持的部件：	
金属	30
非金属	40
正常操作时不触及的部件：	
金属	40
非金属	50

注：对于较小的易近部件其温升极限允许比表 9 规定值再提高 10K。

7.2.1.2.4 绝缘线圈温升极限　绝缘线圈的温升应不超过表 10 中所规定的值。

表 10 绝缘线圈温升极限

绝缘材料等级	用电阻法测得的温升极限 K	
	线圈在空气中	线圈在油中
A	85	60
E	100	60
B	110	60
F	135	—
H	160	—

注：①表 10 中第一栏绝缘材料等级见 JB794-66《电机、电器和变压器用绝缘材料耐热分级》。②表 10 中第二栏线圈在空气中的温升极限是按年平均温度为 20℃使用条件下推荐，对于年平均温度超过 20℃的使用条件下绝缘线圈的温升极限应相应降低或由用户与制造厂协商解决。

7.2.1.2.5 其他部件(位)的温升极限　其他部件(位)例如主触头、辅助触头、产品内部导线连接处等的温升极限应由产品标准或技术文件另行规定。原则上其他部件(位)的温升应以不损害部件(位)本身以及相连或相邻近部件的正常工作为限。

7.2.1.2.6 周围空气温度的影响

7.2.2 介电性能　电器在规定的正常工作电压下，应不失去其良好的绝缘性能，如能通过适当的介电性能试验，则认为该电器已满足介电性能要求。适当的介电性能试验有冲击耐压试验和(或)工频耐压试验。

a.对地电气间隙以及各极和各电路之间的电气间隙应随相应于指定安装类别(过电压类别)或几种安装类别中最高的冲击耐压。与电气间隙有关的电器固体绝缘也应承受此冲击耐压，固体绝缘承受的工频耐压试验电压峰值不超过此冲击耐压值。

除非产品标准另有规定，标准冲击耐受电压波形如图 4：

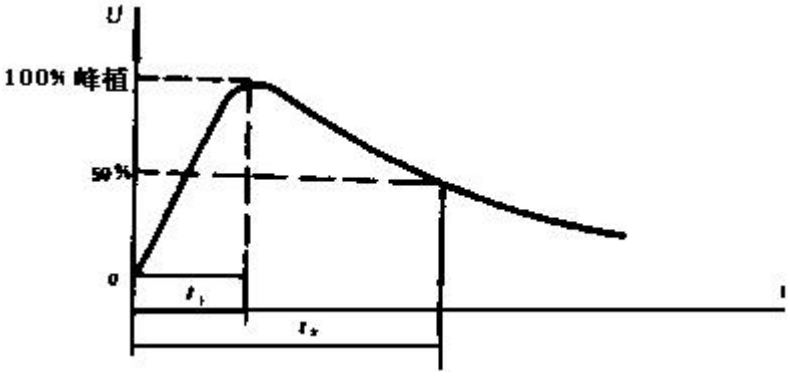


图 4 标准冲击电压波形(1.2/50)

脉冲前沿 t1=1.2μs，允许误差±30%；

从 0 至幅值下降到 50%峰值时的脉冲宽度 t2=50μs，允许误差±20%；脉冲峰值允许误差±3%。

不同安装类别的冲击耐压优先值如表 11 所示：

表 11 冲击耐压优先值 V

直接接地系统中相对地电压，不接地系统或高阻抗接地系统中相对相电压（交流有效值或直流电压值）	不同安装类别时的冲击耐压优先值			
	安装类别（过电压类别）			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
$U \leqslant 50$	330	500	800	1500
$50 < U \leqslant 100$	500	800	1500	2500
$100 < U \leqslant 150$	800	1500	2500	4000
$150 < U \leqslant 300$	1500	2500	4000	6000
$300 < U \leqslant 600$	2500	4000	6000	8000
$600 < U \leqslant 1000$	4000	6000	8000	12000
$1000 < U \leqslant 1200$，直流1500	6000	8000	12000	20000

注：表 11 所列冲击耐压是针对海拔 2000m 处试验时推荐的，在不同于 2000m 海拔处试验时的冲击耐压值需乘以海拔修正系数，详见 8.2.2.3.1 冲击耐压试验。

b.对于主电路以及规定接至主电路的控制电路和辅助电路，其工频耐压试验电压值如表 12 所示：

表 12 工频耐压试验电压值 V

主电路额定绝缘电压 U_i	工频耐压试验电压值交流有效值
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 660$	2500
$660 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1200$	4200
$1200 < U_i \leq 1500$ (仅有直流)	5000

c.对于规定不接至主电路的控制电路和辅助电路，其工频耐压试验电压值如表 13 所示：

表 13 不接至主电路的控制电路和辅助电路的工频耐压试验电压值 V

不接至主电路的控制电路辅助电路的额定绝缘电压 U_i	工频耐压试验电压值交流有效值
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i$	$2U_i + 1000$（但不小于1500）

d.对于微开距触头元件(单断点触头开距小于 1mm，双断点触头开距小于 2×1mm)，在其触头间施加 1min 工频耐压试验电压值如表 14 所示：

表 14 微开距触头元件的工频耐压试验电压值 V

微开距触头元件额定绝缘电压 U_i	工频耐压试验电压值交流有效值
$U_i \leq 380$	$3U_i$（但不小于600）

以上均指在清洁和干燥的电器上进行工频耐压试验的施加电压值；至于在湿热试验；极限通断能力试验；过载能力试验；电寿命试验；与短路保护电器配合试验；温升试验和外壳防护试验后的工频耐压试验电压值在本标准的有关部分或其他有关标准中规定。

7.2.3 动作(操作)要求

7.2.3.1 动作条件　电器的动作(操作)应按制造厂的产品说明书规定的要求进行，特别是人力操作电器其接通与分断能力可能与操作者的技巧或熟练程度有关。

7.2.3.2 动作范围　除非产品标准另有规定，一般电磁操作和电动气动操作的电器应在控制电源电压的额定值 Us 的

85%至 110%范围内均能可靠地动作，此时周围空气温度应在-5℃至+40℃范围内，以上要求对交、直流都适用。注：对于锁扣式开关电器，动作范围的极限值由制造厂与用户协商。除非产品标准另有规定，对于电磁操作和电动气动操作的电器其释放电压应不大于 75%Us，对于交流在额定频率下其释放电压还应不低于 20%Us，而对于直流应不低于 10%Us。除非另有规定，气动操作电器应在额定气压的 85%至 110%范围内可靠地动作。注：脱扣器不受本条款限制。

7.2.3.3 欠电压继电器和脱扣器的动作范围

a.动作电压　当电压下降，甚至缓慢下降到额定电压的70%与35%范围内，开关电器的欠电压继电器或脱扣器应动作，使开关电器断开(零电压脱扣器是欠电压脱扣器的一种特殊型式，其动作电压在额定电压的35%与10%范围内)。当电源电压低于继电器或脱扣器额定电压的35%时，欠电压继电器或脱扣器应保证开关电器不闭合(触头瞬时接触一下是可以的)；当电源电压等于或高于额定电压的85%时，欠电压继电器或脱扣器应保证开关电器能够闭合。上述动作范围既适用于直流也适用于交流(在额定频率下)。

b.动作时间　对于有延时的欠电压继电器和脱扣器，其延时应加以测定。

7.2.3.4 接通与分断能力　电器应按产品标准所规定的条件(例如对应于不同的使用类别，规定不同的接通，分断参数以及操作参数等)接通和分断电流而没有失误。

7.2.4 耐过载电流能力　电器应按产品标准所规定的耐受过载电流能力以及持续时间来设计。

7.2.5 接通、承载和分断短路电流的能力　电器应按产品标准或技术文件中所规定的接通、承载和分断短路电流的能力来设计，这些要求可以用下列一个或几个参数来表征：a.额定短路接通能力；b.额定短路分断能力；c.额定短时耐受电流；

d.在与短路保护电器(SCPD)协调配合时；d.1 额定限制短路电流；d.2 额定熔断短路电流；

d.3 有关产品标准中所规定的其他类型的保护配合协调。

电器应设计成能承受在上述短路电流作用下所引起的热效应，电动力效应及电场强度效应。特别是电器对外部产生的有害影响(如喷射电弧或游离气体等)必须限制在安全边界之内，这些限制应在带型号的产品标准中规定清楚。　在需要采用短路保护电器时，制造厂应按照5.1，5 .2，和5.3所规定的额定值和极限值来规定短路保护电器(SCPD)的型式和特性(例如额定电流，短路分断能力，截断电流，I2t等)并提供短路保护电器(SCPD)和被保护电器之间的协调配合试验报告。

7.2.6 机械寿命(机械耐久性)　在产品标准中应规定电器的耐机械磨损能力，即机械寿命，它是在主触头电路不通电流条件下的无载操作循环次数，所谓一次操作循环应包括一个闭合操作和紧接一个断开操作。对于某些多位置操作电器，怎样算机械寿命中的一个循环操作，应在产品标准或技术文件中规定清楚。　除非产品标准或制造厂在技术文件中特别说明，一般电器机械寿命均按非维修型考虑。　对于非维修型电器在机械寿命试验期间不允许维修或更换任何零件(触头除外)，但按产品标准或技术文件规定作正常的维护(如加润滑油或适当清理等)是允许的。　机械寿命试验时，电器产品应按产品标准或技术文件规定的要求安装，特别是对于机械寿命试验时所采用的操作线圈的电压(或电流)值、操作频率以及安装接线条件等应作出明确规定。有时为了缩短试验时间，允许适当提高机械寿命试验的操作频率，但必须保证触头等运动部件充分达到其极限位置。人力操作的电器的机械寿命试验条件由产品标准具体规定。机械寿命次数的优先数系如下：(用百万次表示)　0.0001，0.0003，0.001，0.003，0.01，0.03，(0.1)，0.3，(0.6)，1.3，(6)，10，(15)，3

0。

7.2.7 电寿命(电气耐久性)　在产标准中应规定电器的耐电磨损能力即电寿命次数。它是在主触头(或辅助触头)电路通以规定的负载电流以及在规定的操作条件下的操作循环次数。　除非产品标准另有规定，电寿命的每次操作循环应包括一个接通操作和紧接着一个分断操作。对于可逆控制电器一个完整的操作循环应包括正转，反转控制全部过程，对于其他多位置控制操作的电器，怎样算一个循环操作应在产品标准中规定清楚。　电寿命试验的全部试验参数和操作频率应在产品标准规定清楚。　除非另有规定，通常电寿命试验过程中不允许更换触头(或其他零部件)和进行维修。　关于熔断器和开关电器组合的组合电器的电寿命次数怎样算，由有关产品标准规定。

7.2.8 隔离电器的附加安全要求　用作隔离的电器在触头打开位置时必须有足够安全的隔离距离，除非产品标准另有规定，还应符合附录F要求。　它的主电路动触头相对于静触头的分裂离必须是清楚、显而易见的，它既可直接显示也可以通过外部的分合位置指示器来显示，但后者必须十分可靠地指示隔离器主电路动触头的位置。

7.2.9 带中性极电器的附加要求　如果电器某一极专门用来连续中性线，则这一极必须清楚地标志上字母 N。如果中性极是可以断开的话，则中性极应该与其他极一起动作。在中性极上也可以安装过电流脱扣器。　对于约定发热电流不大于 63A 的电器，所有各级应做成大小相同。　对于约定发热电流大于 63A 的电器，其中性极的约定发热电流大小应不小于其他各极约定发热电流值的 50%，且最小值不小于 63A。

7.2.10 保护特性　低压电器中具有过电流保护(过载保护和短路保护)作用的元件，其时间/电流特性，I2t 特性，截断电流特性等通常总称为保护特性。各产品标准应根据不同情况作出规定。制造厂应以曲线簇形式提供时间/电流特性并以适当方式给出这些曲线的误差范围。关于时间/电流特性的统一表示法见 5.8。

7.2.11 辅助触头

7.2.11.1 概述　辅助触头型式有多种，常见型式如表 15 所示。制造厂应说明辅助开关中相邻的触头元件在电气上是否是分开的。　辅助触头(元件)的约定发热电流 Iih 是进行温升试验的电流值。　辅助触头(元件)的额定工作电流 Ie 由制造厂规定，它与额定工作电压 Ue，额定频率，使用类别(见表 16、表 17)，电寿命等有关，某些使用类别的辅助触头(元件)名义值举例如表 18 所示。

表 15 辅助触头型式举例

中创盟
ZCMLAB

图　　例	符　　号	型式	简单说明
		A	具有两接线端子的单段点接通触头；
		B	具有两接线端子的单段点分断触头
		X	具有两接线端子的双段点接通触头
		Y	具有两接线端子的双段点分断触头
		C	具有三接线端子的转换的接通分断触头
		Z_a	具有四接线端子的双断点转换触头（动触头是公用的）（两相邻触头极性相同）
		Z_b	具有四接线端子的双断点转换触头（两动触头在电气上是相互绝缘的）

表 16

电流种类	使用类别代号	典型用途
AC	AC-11	控制交流电磁铁
DC	DC-11	控制直流电磁铁

表 17

电流种类	使用类别代号	典型用途
AC	AC-15	控制容量（闭合状态下）大于72V A的电磁铁负载
	AC-14	控制容量（闭合状态下）不大于72V A的电磁铁负载
	AC-13	控制变压器隔离的固态负载
	AC-12	控制电阻性负载和发光二极管隔离的固态负载
DC	DC-14	控制电路中有经济电阻的直流电磁铁负载
	DC-13	控制直流电磁铁负载
	DC-12	控制电阻负载和发光二极管隔离的固态负载

表 18 某些使用类别的辅助触头名义额定值举例

ZCMLAB

触头元件名义额定值	使用类别	发热试验电流 A	不同工作电压下的工作电流 I_e A						
交 流			(120V)	127V	220V	(240V)	380V	(500V)	(600V)
A 127 A 240 A 380 A 660	AC-15	10	6	5.67	— 3.27	— 3	— 1.9	— 1.4	— 1.2
B 127 B 240 B 380 B 660		5	3	2.83	— 1.64	— 1.5	— 0.95	— 0.72	— 0.6
C 127 C 240 C 380 C 660		2.5	1.5	1.42	— 0.82	— 0.75	— 0.47	— 0.35	— 0.3
D 127 D 240	AC-14	1.0	0.6	0.57	— 0.33	— 0.3	—	—	—
E 127		0.5	0.3	0.28	—	—	—	—	—
直 流			110V	(120V)	220V	(250V)	440V	(500V)	(600V)
M 120 M 250 M 440 M 660	DC-13	10	2.5	2.2	— 1.25	— 1.1	— 0.72	— 0.55	— 0.46
P 120 P 250 P 440 P 660		5	1.25	1.1	— 0.63	— 0.55	— 0.36	— 0.27	— 0.23
Q 120 Q 250 Q 440 Q 660		2.5	0.63	0.55	— 0.31	— 0.27	— 0.18	— 0.13	— 0.12
R 125 R 250		1.0	0.25	0.22	— 0.13	— 0.1	—	—	—

ZCMLAB

7.2.11.2 辅助触头的接通与分断能力

辅助触头的使用类别见表 16 或表 17，具体的带型号产品可任意选择某中一个表即可。对于不同使用类别的辅助触头的接通与分断能力应符合表 19 和表 20 的参数要求。表 19 是正常使用条件下的接通与分断能力，表 20 是非正常使用条件下的接通与分断能力。表 19 和表 20 中符号意义如下：

Ie 额定工作电流，A；Ue 额定工作电压，V；

T0.95 电流从 0 上升到 95%稳态值所需的时间，ms；P=Ue・Ie 稳态功率损耗，W；

例如 在 P≤50W 时，T0.95=6×Pms；　在 P＞50W 时，T0.95=300ms；

t 通电时间；U 接通前电压，V；Ur 分断后恢复电压，V。

操作循环次数 6050 中的头 50 次应在 U/Ue=1.1 条件下进行，负载按相同电路条件调整。6000 次应在 U/Ue=1 条件下进行。

表 19 中所规定的 6050 次，对某些配电开关电器所专用的辅助触头不合适的话，则允许另行规定操作循环次数，但不得少于该配电开关电器的机械寿命次数。

表 19 辅助触头正常使用条件下的接通与分断能力

电流种类	使用类别代号	接通			分断			操作参数		
		I/I_e	U/U_e	$\cos\varphi_1$	I/I_e	U_r/U_e	$\cos\varphi_2$	操作循环次数	操作频率 次/分	通电时间 s
AC	AC-11	10	1	0.7	1	1	0.4	制造厂规定		$10\% < \frac{t}{t_0} < 50\%$
	AC-15	6		0.3			0.3	6050	6	$0.05 < t < 1$
	AC-14									
	AC-13	2		0.65			0.65			
	AC-12	1		0.9			0.9			
				$T_{0.95}$ ms			$T_{0.95}$ ms			
DC	DC-11	1	1	$6\times P$	1	1	$6\times P$	制造厂规定		$10\% < \frac{t}{t_0} < 50\%$
	DC-13							6050	6	$T_{0.95}\times 10^{-3} < t < 1$ 或 $t = 0.05$
	DC-14	10		15			15			
	DC-12	1		1			1			

注：必要时，操作参数可由产品标准另行规定。

表 20 辅助触头非正常使用条件下的通断能力

中创盟 ZCMLAB

电流种类	使用类别代号	接通			分断			操作参数		
		I/I_e	U/U_e	$\cos\phi_1$	I/I_e	U_r/U_e	$\cos\phi_2$	操作循环次数	操作频率次/分	通电时间 s
AC	AC-11	11	1.1	0.7	11	1.1	0.7	50	6～12	$0.5<t<1$
	AC-15	10	1.1	0.3	10	1.1	0.3	10	6	$0.05<t<1$
	AC-14	6			6					
	AC-13	10	1.1	0.65	1.1	1.1	0.65	10	6	$0.05<t<1$
	AC-12									
				$T_{0.95}$ ms			$T_{0.95}$ ms			
DC	DC-11	1.1	1.1	$6\times P$	1.1	1.1	$6\times P$	20	6～12	$0.5<t<1$
	DC-13	1.1	1.1	$6\times P$	1	1.1	$12\times P$ (*)	10	6	$t=0.05$
	DC-14	10	1.1	15	10	1.1	15	10	6	$T_{0.95}\times 10^{-3}<t<1$ 或 $t=0.05$
	DC-12									

注：必要时，操作参数可由产品标准另行规定。

7.2.11.3 辅助触头电寿命　除非产品标准另有规定，本标准允许不同使用类别的辅助触头电寿命试验参数与表 19 辅助触头在正常使用条件的接通与分断能力试验参数相同，但电寿命次数，操作频率，通电时间等由产品标准另行规定。　在电寿命试验中，当接通过程中辅助触头弹跳时间小于 3ms，则在电寿命试验中允许采用简化试验电路即把接通支路的参数(I/Ie，cos φ1)调整成与分断支路的参数相同，关于辅助触头的试验见 8.2.4。

7.2.11.4 辅助触头的额定限制(或熔断)短路电流　除非产品标准另有规定，辅助触头的额定限制(或熔断)短路电流为 1000A。电路功率因数在 0.5 至 0.7 之间，试验电压等于最大额定工作电压 Ue 的 1.1 倍。

7.2.12 交流电子电器抗电磁干扰的附加要求　(*)DC-13，分断试验中 P≤50W 时，T0.95=12×P(或由产品标准另行规定)。

P＞50W 时，T0.95=600ms(或由产品标准另行规定)。

除非产品标准另有规定，交流电子电器或部件应具有表 21 所规定的抗电磁干扰能力。

表 21 交流电子电器抗电磁干扰要求

序　号	抗电磁干扰名称	电磁干扰源
1	抗高频传导干扰	干扰电压120dB （即1V），频率0.15--300MHz
2	抗高频辐射干扰	干扰场强120dB（即1V/m），频率0.15--300MHz
3	抗低频传导干扰	叠加电压为额定工作电压的5%，频率150--1500Hz
4	抗传导浪涌过电压干扰	浪涌电压峰值为$2.5\sqrt{2}U_e$、（U_e为额定工作电压有效值）浪涌电压宽度小于20μs

7.2.13 耐湿热性能

低压电器应具有适应湿热环境(伴有凝露或无凝露)的能力。本标准规定有两种湿热试验可供选择：

a.试验 Ca：恒定湿热试验(GB 2423.3-81《电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca：恒定湿热试验方法》)；

b.试验 Db：交变湿热试验(GB 2423.4-81《电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db：交变湿热试验方法》)。

恒定湿热试验，是指温湿度条件在整个试验期间恒定不变，试品受潮主要由于吸附、吸收和扩散三种作用。因此当产品在使用中不考虑表面凝露和呼吸作用所引起吸潮时，可以选用恒定湿热试验，一般较适合于考核电介质材料在潮湿大气中是否能保持所需的电气性能。对塑料囊封件中小发状缝隙或多孔性材料，吸收作用是主要的，宜采用恒定的湿热试验。

交变湿热试验是指温度、湿度在一个周期中交替地作“高温高湿”和“低温高湿”的变化，它除了和恒定湿热试验一样具有吸附、吸收和扩散作用外，还有呼吸作胜和凝露作用。对于以凝露为主要受潮机理或呼吸作用能加速水气进入产品的情况，宜采用交变湿热试验。

7.2.13.1 试验 Ca：恒定湿热试验。 试验温度应保持在 40±2℃，相对湿度应保持在 90%～95%范围内。 试验的严酷等级由试验持续时间决定。本标准规定低压电器产品采用恒定湿热试验时应优先考虑选用 4 昼夜的试验严酷等级。若有必要选用其他试验严酷等级，应在有关的产品标准中明确规定。关于条件试验后的恢复条件应明确规定为“控制恢复条件”(即温度 θ 应满足 15℃＜ θ ＜35℃， θ ±2℃，相对湿度 72%～78%，气压在 86～106kPa)，恢复处理时间为 1～2h，最后检测应在恢复后尽快进行，先测绝缘电阻，后进行 1min 交流工频耐压试验。最后检测的绝缘电阻合格值由具体产品标准规定。恒定湿热试验后施加的工频耐压试验电压值为表 12，表 13 和表 14 规定值的 100%工频耐压，试验时应无绝缘击穿和闪络现象，并且绝缘材料应无显著的发热现象。

7.2.13.2 试验 Db：交变湿热试验　试验温度在 25±3℃与 40±2℃之间循环变化，在 3h±30min 内将温度从 25±3℃升至 40±2℃，除升温过程中最后 15min 内相对温度可以不低于 90%外，升温过程中相对湿度都应不低于 95%。升温过程试品上应产生凝露。然后保持高温在 40±2℃范围内，直至从循环开始算起 12h±30min 为止。在这“高温高湿”阶段内，除最初 15min 和最后 15min 相对湿度应不低于 90%外，其余时间内相对湿度应为 9

0%～96%。然后温度应在 3～6h 内降至 25±3℃，在降温的最初 1.5h 内应以较高的速率(即能使试验箱箱温在 3h±15min 内，温度从 40±2℃降到 25±3℃的降温速率)下降，然后降温过程的其余 4.5h 内使箱温最终降至 25±3℃。在降温阶段相对温度除最初 15min 内应不低于 90%外，其余时间均应不低于 95%，然后在“低温高湿”阶段，温度保持在 25±3℃，相对温度不低于 95%，直至 24h 循环结束。试验的严酷等级由试

验的周期数决定，本标准规定低压电器产品采用交变湿热试验应优先选用 6 昼夜的试验周期数。除非产品标准另有规定，在交变湿热试验中应在“条件试验过程”中亦即在“低温高湿”阶段最后 1～2h 中测量，此时试验箱(室)中温度为 25±3℃，相对湿度宜控制在 95%～98%范围，避免在产品上有凝露出现，影响测试结果。先测量绝缘电阻，然后再进行 1min 工频耐压试验。除非产品标准另有规定，绝缘电阻值不得小于表 22 中的规定值。除非产品标准另有规定，在“低温高湿”阶段箱内进行工频耐压试验时，工频耐压试验电压施加值应为表 12，表 13 和表 14 规定值的 80%，施加电压时间为 1min，在试验过程中绝缘材料应无击穿、闪络和显著发热现象。

表 22 不同额定绝缘电压下的绝缘电阻最小值

额定绝缘电压U_i V	$U_i \leq 60$	$60 < U_i \leq 660$	$660 < U_i \leq 800$	$800 < U_i \leq 1500$
绝缘电阻最小值 MΩ	1	1.5	2.0	2.5

7.2.13.3 产品标准在采用湿热试验时应给出的细则　产品标准应补充规定的内容如下：

a.选用 Ca 试验或选用 Db 试验：除非产品标准另有规定，一般应采用 Db 试验；

b.确定试验严酷等级：在高温温度值确定为 40℃的条件下，试验周期数 Ca 为 4 昼夜，Db 为 6 昼夜；c.试品安装条件，包括外壳是否要打开；

d.在条件试验过程中测量，还是在控制恢复条件下测量，绝缘电阻的合格值；工频耐压试验电压的施加值；特别对于多回路并联的低压电器其绝缘电阻的合格值应由具体产品标准另行规定；

e.其他性能试验项目(例如外观检查)及其合格准则。f.其他检查项目(例如外观检查)及其合格准则。

7.2.14 耐低温和(或)高温性能

低压电器应具有适应运输、贮存中低温和(或)高温环境的性能。

a.当要考核低压电器产品耐低温性能时应采用 GB 2423.1-81《电工电子产品基本环境试验规程

试验 A：低温试验方法》。

试验的严酷程度用试验温度和持续时间来决定。低压电器的低温试验先选用的低温值为-25℃，-10℃和-5℃。温度的允许偏差均为±3℃，在试品温度达到稳定后(试品所有部分的温度与规定的低温值之差在 3℃以内)尚须持续进行低温试验时间为 16h。然后将试品在正常的试验大气条件下(温度

15～35℃，相对湿度 45%～75%，气压 86～106kPa)恢复，其恢复 时间要足以达到温度稳定，最少不得少于 1h。然后对试品进行外观、电气和机械操作性能检查和测量，其合格准则由有关产品标准规定。

b.当要考核低压电器产品耐高温性能时，应采用 GB 2423.2-81《电工电子产品基本环境试验规程 试验 B：高温试验方法》。

试验的严酷程度用试验温度和持续时间来决定。低压电器的高温试验优先选用高温值为+55℃和+40℃，温度的允许偏差均为±2℃，在试品温度达到稳定后尚须持续进行高温试验时间为 16h，然后将试品在正常的试验大气条件下恢复，其恢复时间要足以达到温度稳定，最少不得少于 1h。然后对试品进行外观、电气和机械操作性能检查和测量，其合格准则由有关产品标准规定。

8 试验

8.1 验证结构要求

8.1.1 绝缘件的着火危险试验　低压电器-产品标准应根据实际需要规定绝缘部件进行必要的着火危险试验。

除非产品标准另有规定，一般可采用灼热丝试验方法(详见 GB 5169.4-85《电工电子产品着火危险试验 燃热丝试验方法和导则》)。灼热丝顶端温度以及它施加在试品上持续时间应从表 23 中选取。对于必须承载载流部件和接地部件的绝缘材料(陶瓷除外)灼热丝顶端的试验温度优先推荐 960℃考核，对于不承载载流部件和接地部件的绝缘材料(陶瓷除外)一般可按 650℃考核。

表 23 着火危险试验灼热丝法参数

灼热丝顶端温度 ℃	试验持续时间 s
650±10	30 ±1
960±15	

8.1.2 绝缘材料相比漏电起痕指数(CTI)测定

绝缘材料的相比漏电起痕指数(CTI 值)是选择爬电距离所必需的数据。本试验目的是实地测定绝缘材料的 CTI 值。CTI 值是绝缘材料试样，在经受 50 滴氯化铵标准电解夜而没有发生漏电起痕的最大外施电压值，用 V 表示。

关于测定绝缘材料 CTI 值的标准试验设备、标准电解液的制备、试验程序等详见 GB 4207-84《固体绝缘材料在潮湿条件下相比漏电起痕指数和耐漏电起痕指数的测定方法》。

8.1.3 接线端子的机械性能试验

8.1.3.1 试验的一种般条件

应在新的和清洁的接线端子上进行试验，连接到接线端子上去的圆铜导线应符合有关标准。

8.1.3.2 机械强度试验

试验应采用最大和最小允许截面的适当型号的导线来进行，导线接上并拆下各 5 次，对于螺丝型接线端子来说，拧紧力矩应按表 24 或根据制造厂所规定的拧紧力矩的 110%来试验，本试验应在 2 个被试接线端子上分别进行。

表 24 验证螺丝型接线端子机械强度的拧紧力矩

螺钉直径 mm		拧紧力矩 N·m		
标准值	直径φ范围	I	II	III
2.5	φ<2.8	0.2	0.4	0.4
3.0	2.8<φ<3.0	0.25	0.5	0.5
—	3.0<φ<3.2	0.3	0.6	0.6
3.5	3.2<φ<3.6	0.4	0.8	0.8
4	3.6<φ<4.1	0.7	1.2	1.2

续表 24

螺钉 直径 mm		拧 紧 力 矩 N·m		
标准值	直径φ 范围	I	II	III
4.5	4.1<φ<4.7	0.8	1.8	1.8
5	4.7<φ<5.3	0.8	2.0	2.0
6	5.3<φ<6.0	1.2	2.5	3.0
8	6.0<φ<8.0	2.5	3.5	6.0
10	8.0<φ<10	—	4.0	10.0
12	10<φ<12	—	—	14.0
14	12<φ<14	—	—	19.0
16	14<φ<16	—	—	25.0
20	16<φ<20	—	—	36.0
24	20<φ<24	—	—	50.0

表 24 第 I 栏数据适用于拧紧时不能伸出孔来的无头螺钉，以及不能用宽度比螺钉根部直径宽的螺丝刀来拧紧的其他螺钉。

表 24 中第 II 栏数据适用于用螺丝刀来拧紧的螺钉与螺母。

表 24 中第III栏数据适用于用其他更好工具来拧紧的螺钉与螺母。

对于六角螺钉，如果它又可以用螺丝刀来拧紧的话，则第 II 栏与第III栏数值不同，试验要做二次，先按第III栏数据进行一次试验，然后在另一组试样上按第 II 栏数据用螺丝刀拧紧来进行第二次试验，如果第 II 栏数据相同，只要做用螺丝刀拧紧的那种试验就可以了。

每次试验后将拧紧螺钉(母)松掉，第二次试验时得用新的导线试验，试后拧紧装置不应有影响它进一步使用的损坏或变化。

8.1.3.3 接入最大非预制圆导线的试验

为了验证接入规定的最大截面积的非预制圆导线能力，采用标准的模拟导线来试验。两种(A 型、B 型)标准模拟导线的形状和尺寸如图 5 和表 25 所示。标准模拟导线材料为量规钢，模拟导线应能贯穿到接线端孔中去。

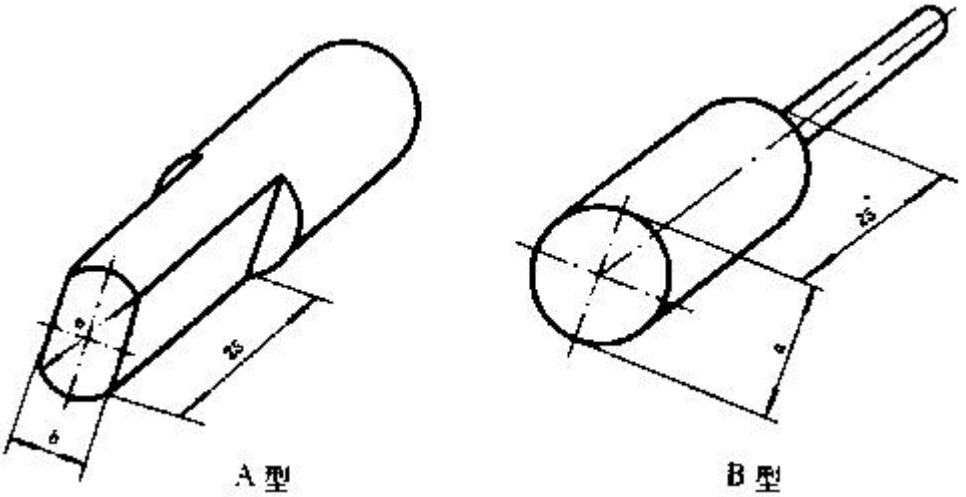


图 5 A 型和 B 型标准模拟导线

`K 表 25 接入导线最大截面和相应的标准模拟导线

导线截面积		标准模拟导线（参见图 5）			
软线 mm^2	硬线（实心或多股线） mm^2	型式代号	直径 a mm	宽度 b mm	尺寸 a 和 b 的允许偏差 mm
1.5 2.5 2.5	1.5 2.5 4	A 1 A 2 A 3	2.4 2.8 2.8	1.5 2.0 2.4	0 -0.05
4 6	6 10	A 4 A 5	3.6 4.3	3.1 4.0	
10	16	B 6	5.3	—	0 -0.06
16 25 35	25 35 50	B 7 B 8 B 9	6.9 8.7 10.0		0 -0.07
50 70 95 120 150	70 95 120 150 185	B 10 B 11 B 12 B 13 B 14	12.0 14.0 16.0 18.0 20.0		0 -0.08
185 240	240 300	B 15 B 16	22.0 26.0		0 -0.09

ZCMLAB

8.1.4 外壳防护试验

有关外壳防护等级的试验见 GB 4942.2-85

8.2 验证性能要求

8.2.1 一般试验条件

8.2.1.1 一般试验要求

a.被试电器应符合经规定程序批准的图样及技术文件；

b.除非产品标准另有规定，每项试验或每一个完整顺序试验应该在新的清洁的产品上进行；

c.除非产品标准另有规定，试验电流种类(交流或直流)应该和实际使用情况相同，如果是交流，还应该有同样的额定频率和相同相数*

d.有关产品标准应规定被试电器试验时的试验参数(例如电流、电压、功率因数、时间常数、周围环境参数等等)，在制造厂同意的前提下，为了试验方便，被试电器采用比规定的试验参数(或方法)更为严酷的参数(或方法)应认为同样是有效的；

*熔断器较特殊，常用单相试验代替三相试验，详见低压熔断器标准 JB4011-85。

e.如果标准中只规定了试验量值，而没有规定这些量值的允许偏差，则试验应在比规定值略严酷的条件下进行；

f.被试电器的接线和安装条件应尽可能和通常使用中情况相似，具体的产品标准应对试品试验时安装条件作出规定；

g.对于封闭外壳中的电器应完全按它在封闭外壳中的情况安装，正常运行中关闭的孔，试验时也应关闭，不供应外壳但预定使用在外壳中的电器应在制造厂规定的最小外壳中进行试验；

h.除非产品标准另有规定，试验中一般不允许更换零部件或进行维修，但加润滑剂，调整一下制造厂明文规定的可调部分是允许的；

i.机械开关电器的操作机构应控制造厂规定的参数条件进行操作，有关的产品标准规定这些操作条件或参数；

j.除非产品标准另有规定，电器试验前，允许对它进行空载或负载(小于额定负载)操作几次。

8.2.1.2 试验量值及其允许偏差　除非产品标准另有规定，试验量值应由制造厂规定。

除非产品标准另有规定，试验量值的允许偏差应符合表 26 规定。

表 26 试验最值的允许偏差

试验量值名称	允许偏差
电流	+5% 0
电压（包括恢复电压）	±5%
功率因数	±0.05
时间常数	±15%
频率	±5%

注：①制造厂同意的话，试验可以比上述规定偏差稍为严酷条件下进行试验。

②已在产品标准中明确规定了动作值的上限值和下限值时，则表 25 的允许偏差就不再适用。

③如果试验结果实质上不受频率影响，则在 50Hz 条件下的试验结果也可适用于 60Hz，反之亦然。

8.2.1.3 恢复电压

8.2.1.3.1 工频恢复电压

除非产品标准另有规定，对于交流分断能力试验，工频恢复电压平均值应为额定工作电压的 105%。

注：①这可以要求增加外施电压但预期接通电流的峰值未经制造厂同意不得超过。

②如制造厂同意，工频恢复电压的上限值可以增大。

8.2.1.3.2 瞬态恢复电压　在正常负载和过载条件下交流分断能力试验中瞬态恢复电压特性参数(f，r)及其允许偏差见 8.2.2.4.1。

8.2.2 正常负载和过载条件下的性能试验

8.2.2.1 动作范围试验

8.2.2.1.1 动力操动电器的动作范围　在产品标准规定的电压、电流(如果适用的话)和温度的极限范围内验证电器闭合和断开操作的可靠性，试验时主电路应不通电。

8.2.2.1.2 继电器和脱扣器的动作范围

a.电压动作的继电器和脱扣器　电压动作的继电器和脱扣器(久电压或零电压继电器或脱扣器，分励脱扣器)的电压动作范围应根据产品标准所规定的试验条件和程序来试验。

b.电流动作的继电器和脱扣器　电流动作的继电器和脱扣器(瞬时脱扣器，定时限过电流脱扣器)的动作范围应根据产品标准规定的试验条件和程序来试验。

8.2.2.2 温升试验

8.2.2.2.1 周围空气温度

GB 998-82《低压电器基本试验方法》的 5.1 适用，并且温升试验应在周围空气温度为+10℃至+40℃的范围内进行，试验时周围空气温度变化应不超过 10℃。

8.2.2.2.2 各部分(件)的温度测量

GB 998-82 的 5.2.11 温升测量方法和 GB 998-82 的 5.3.1 电阻法测量线圈平均温升方法适用。

8.2.2.2.3 部件的温升

本标准 8.2.2.2.2 所测得的种部件温度和 8.2.2.2.1 所测得的周围空气温度之差即为部件的温升。

8.2.2.2.4 主电路温升　被试电器安装方式应按 GB 998-82 的 5.2.3 规定安装。试前操作按 GB 998-82 的 5.2.1 规定进行。带外壳的电器和指定用于所规定的外壳中的电器应按 GB 998-82 的 5.2.4 规定试验。当电器可用于多种外壳中时，应在最小外壳中试验。有关外壳的详细情况如通风孔 布置，试验导体尺寸及温升测试点部位应在试验报告中写明。　对于单相交流或直流的温升试验，试验电流应不小于约定发热电流。对于多相电路的温升试验，多相电流平均值应小于约定发热电流，每相电流与多相电流平均值之差应不大于 5%。主电路的温升试验应在约定发热电流 Ith 和(或)约定封闭发热电流 Ithe 条件下进行。　直流电器主电路温升试验可以用交流电源来进行，但需经制造厂同意。对于额定频率为 50 或 60Hz 的电器的主电路，允许在电源频率为 45～62Hz 范围内进行试验。对于更高或更低额定频率的电器，主电路温升试验，频率允许偏差可以放宽到±20%。　温升试验应做满 8h 或者乾地到足够长时间以便使温升到达稳定值。当温度变化在 1h 内不超过 1℃时即可认为达到稳定。为了缩短试验时间，可以在试验起始阶段把试验电流提高。然后再降低到规定值。试验终了，主电路各部分温升不应该超过 7.2.1.2 的规定值。　a.试验电流小于等于 400A 时，连接导线采用单芯聚氯乙烯(PVC)绝缘铜电缆或绝缘铜导线，其截面尺寸如表 27 所示。对于多相(极)电 如果相间电磁效应可以忽略不计，则可将各极串联起来用单相电源进行试验，连接导线应置于自由空气中，导线之间间距约等于端子之间的间距。单相或多相电器的温升试验。从电器的一个端子至另一端子或者至电源电端或至星点连接处的最短连接导线长度规定如下：　连接导线截面小于等于 35mm2 时，连接长度为 1m。连接导线截面大于 35mm2，连接长度 2m。

表 27 400A 以及下温升试验用连接导线截面

温升试验电流 A	电缆（线）截面积 mm²
0 < I ≤ 7.9	1.0
7.9 < I ≤ 15.9	1.5
15.9 < I ≤ 22	25.
22 < I ≤ 30	4
30 < I ≤ 39	6
39 < I ≤ 54	10
54 < I ≤ 72	16
72 < I ≤ 93	25
93 < I ≤ 117	35
117 < I ≤ 147	50
147 < I ≤ 180	70
180 < I ≤ 216	95
216 < I ≤ 250	120
250 < I ≤ 287	150
287 < I ≤ 334	185
334 < I ≤ 400	240

b.试验电流大于 400A，但不超过 800A 时：

如果多极电器相间电磁效应可以忽略的话，则温升试验时可以将各极串联起来用单相电 源进行试验，电缆或铜排之间间距应约等于端子之间间距，铜排表面应准备以无光黑色漆，每个端子上有多根电缆并联则应构成一束并使每根电缆之间约有 10mm 空气间隙，如果每个端子上有多根铜排并联，则排与排之间应有铜排厚度的空气间隙。如果所规定的铜排尺寸不适合于端子的结构尺寸，则可以采用截面积和截面的周长乘积相同或较小的铜排来试验。

从电器一个到另一个端子或者到试验电源端的连接导线(体)的最小长度对于单相或多相温升试验来说是 2m，到星点连接处的最小长度可以减少到 1.2m。

表 28 大于 400A 但不超过 800A 温升试验连接导线(体)尺寸

温升试验电流 A	电缆截面积		铜排尺寸	
	根数	mm²	根数	尺寸mm×mm
500	2	150	2	30×5
630		185		40×5
800		240		50×5

注：表 28 中的铜排，在做温升试验时，通常布置方式是使铜排处于垂直位置。如果制造厂有特殊规定，铜排须布置成水平位置，则必须在试验报告中写明。

c.试验电流大于 800A，但不超过 3150A 时：

中创盟 ZCMLAB

连接导体应采用铜排，其尺寸如表 29 所示，如果多极电器相间电磁效应可以忽略，则可 以将各极串联起来，用单相电源进行温升试验。铜排之间距离级等于端子之间间距，如果每个端子上有多根铜排并联，则排与排之间应有铜排厚度的空气间隙，如果所规定的铜排尺寸不适合于端子结构尺寸，则可以采用截面积和截面的周长乘积相同或较小的铜排来试验。

对于连接铜排的最小长度，从端子到端子或到电源端应是 3m，但如果连接导体的电源端温升比连接导体长度一半处的温升低，其差值不超过 5℃时，则此长度可减长至 2m，至星点连接处的最小长度为 2m。

表 29 大于 800A 但不超过 3150A 温升试验连接铜排尺寸

<table>
<tr><th rowspan="2">温升试验电流 A</th><th colspan="2">铜 排 尺 寸</th></tr>
<tr><th>根 数</th><th>尺 寸 mm×mm</th></tr>
<tr><td>1000</td><td rowspan="3">2</td><td>60×5</td></tr>
<tr><td>1250</td><td>80×5</td></tr>
<tr><td>1600</td><td rowspan="3">100×5</td></tr>
<tr><td>2000</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2500</td><td>4</td></tr>
<tr><td>3150</td><td>3</td><td>100×10</td></tr>
</table>

注：同表 28 注。

8.2.2.2.5 控制电路温升

控制电路温升应该用规定的电流种类进行试验，在交流的情况下应该在额定频率下进行试验，控制电路的温升试验除产品标准另有规定外，一般应在额定电压下进行。不间断工作制的控制电路其温升试验应进行足够长时间以保证温升到达稳定值。断续周期工作制的控制电路的温升试验应在有关的产品标准中规定。

试验终了，控制电路不同部位的温升值应不超过 7.2.1.2 的要求。

当主电路、控制电路、辅助电路之间发热相互有显著影响时，则它们的温升试验应同时进行。

8.2.2.2.6 线圈和电磁铁的温升 线圈和电磁铁的温升试验应按 GB 998-82 的 5.2.2 和 5.3 规定进行试验。

断续周期工作制的电磁铁和线圈的温升试验应在有关产品标准中规定。试验终了，其温升值应不超过 7.2.1.2 的要求。

8.2.2.2.7 辅助电路温升 与本标准 8.2.2.2.5 控制电路温升的规定相同。

8.2.2.3 介电性能试验

8.2.2.3.1 冲击耐压试验

a.概述： 冲击耐压试验的电压波形有如图 4 所示，相应于海拔 2000m 处的冲击耐压峰值在表 5 中给出，如果电气间隙大于等于表 5 中相应于非均匀电场(情况 A)所规定的电气间隙值，则不必进行冲击耐压试验，否

中创盟 ZCMLAB

则需要进行冲击耐压试验。试验中不应有击穿或闪络现象，如果冲击耐压试验是在不同于海拔 2000m 处进行，则冲击耐压的峰值还必须乘以海拔修正系数(见表 30)。

表 30 冲击耐压的海拔修正系数

试验地点的海拔 m	表计大气压 kPa	冲击耐压海拔修正系数
0	101.3	1.27
500	95.0	1.19
1000	90.0	1.13
2000	80.0	1.00
3000	70.0	0.88
4000	62.0	0.78

如果电器指定用在外壳中，则应将电器安装在可能使用的最小外壳中。如果电器不用于外壳中，则应将电器安装在金属板上而且把正常使用中接地的所有金属部件(包括框架)接至金属板上。对于不在外壳中使用的电器的绝缘操动手柄和绝缘外壳应包以金属箔并接至金属板。若产品标准要求的话，在冲击耐压试验之前，可将电器置于 25±2℃，相对湿度为 80%～～90%大气条件下预处理 96h。

b.冲击耐压的施加部位：触头在不同位置时主电路(包括连接到主电路的控制电路和辅助电路)和框架之间；

触头在不同位置时主电路每极和接至框架的其他各极之间；正常工作时不接至主电路的控制电路与接至框架的主电路之间；正常工作时不接至主电路的辅助电路与接至框架的主电路之间；控制电路和辅助电路之间；触头断开位置时电器各极进线端子和负载侧端子之间(对于不用作隔离功能的电器：其冲击耐压值应由产品标准规定或见附录 F)。

c.冲击耐压施加的次数与极性　除非产品标准另有规定，一般冲击耐压试验时，施加正、负极性的冲击电压各 3 次(总计 6 次)，每次间隔至少为 1s。　试验中无闪络和击穿(破坏性放电)，则认为试验合格。

8.2.2.3.2 工频耐压试验　当被试低压电器中装有诸如电动机、仪表及半导体器件时，在进行工频耐压试验前，有必要的话可将这些部件予以拆除。　电器进行耐压试验时的基本条件见 GB 998-82 的 6.1。

施压部位如下：

8.2.2.3.2.1 主电路

在试验时，应将通常不接至主电路的控制电路和辅助电路接至框架上。试验电压应按以下规定施加 1min：

a.在主触头闭合时：连接在一起的所有各极的带电部件与电器的框架之间；每一极和连接至框架上的其他各极之间；

b.在主触头断开时：连接在一起的所有各级的带电部件与框架之间；连接在一起的同一侧接线端与连接在一起的另一侧接线端之间。

8.2.2.3.2.2 控制和辅助电路

试验时，主电路与框架相连。试验电压按下述规定施加 1min：

a.连接在一起的通常不与主电路连接的控制及辅助电路和电器框架之间；

b.如果需要的话，在正常工作时可能与其他部分绝缘的控制和辅助电路的每一部件与连接在一起的所有其他部件之间。

中创盟 ZCMLAB

对试验电源电压的波形，频率和容量要求见 GB 998-82 的 6.3.2。

工频耐压试验按施压时间分为二种，一种施压时间为 1min(简称 1min 工频耐压试验)，另一种施压时间为 1s(简称为 1s 工频耐压试验)。

8.2.2.3.2.3 判定合格的准则　在试验过程中判定耐压试验是否合格，原则上规定为应无绝缘击穿和闪络(但无电压降落的辉光放电可以忽略)。具体检测是否击穿和闪络时可利用电流继电器来检测。当泄漏电流大于规定值时，继电器作，发出信号或使耐压试验电源切断。泄漏电流规定值应由产品标准或技术文件规定，可从 100，50，25，10，5mA 等量值中选择。

8.2.2.3.3 绝缘电阻测试方法　绝缘电阻测量仪表应按 GB 998-82 的 6.2.2 规定选择。绝缘电阻的测量部位由产品标准规定。

8.2.2.4 额定接通与分断能力试验

a.进行额定接通与分断能力试验时，应满足 8.2.1.1 一般试验要求；

b.当产品标准规定四极电器可按三极电器试验时，中性极或不用极应接至框架(底架)；当四极电器不按三级电器试验时，则试验方法由产品标准另行规定。

c.操作次数，通电时间与断电时间、周围空气温度等参数应在产品标准中规定；

d.在正常负载和过载条件下，分断能力试验中的瞬态恢复电压特性应在产品标准中规定；

e.试验期间和试后有关判断合格的准则应在产品标准中规定。

8.2.2.4.1 接通与分断能力试验电路

单极、两极、三极电器额定接通和分断能力试验电路图见 GB 998-82 中的图 3、图 4 和图 5，或本标准附录 B，图 B1～B3。

对于带中性极的电器，附录 B 图 B1 可以适用，但被试电器负载侧中性点与应接至电源中性点(或人工中性点)。

对试验电源窗口量的要求：除非产品标准另有规定，在试验电流流过主电路时，被试电器在靠近电源测的端子上的电压应不小于 100%Ue，空载时端子上的电压应不大于 115%Ue。

然而，在某些情况下为了满足上述要求，将导致电源短路容量大于 37MVA，则本标准允许在 37MVA 条件下进行试验，此时试验仍应视为有效，但在试验报告中必须注明试验电源的短路容量。

注：37MVA 相当于 1.1 3 380V 50KA 短路容量。

整个试验电路由电源，被试电器和负载阻抗三大部分组成。

负载阻抗由电阻和空芯电抗串联而成。如果对瞬态恢复电压特性有规定，则应在已串联的负载阻抗 R2、L2 上再并联电阻 Rp 和电容 Cp(见 GB 998-82 附录 F 图 F1)。

如果在对瞬态浪涌电流有特殊要求的情况下，例如对于使用类别 AC-5b，AC-6 和 DC-6 等，也可以采用不同于电阻、空芯电感的其他能产生浪涌电流的负载电路，这种特殊负载电路应由有关的产品标准规定。

负载应是可调的，以便在规定的电压下，可以满足产品标准中规定的电流，功率因数或时间常数，工频恢复电压、瞬态恢复电压的振荡频率 f 和过振荡系数 γ 的要求(见 G 了 998-82，附录 F 图 F2)：

$$\gamma = \frac{U_1}{U_2} = 1.1 \pm 0.05 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$f = 2000 I_c^{0.2} \cdot U_e^{0.8} \pm 10\% \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

式中：γ--过振荡系数；U1--瞬态恢复电压最高峰值；U2--外施电压工频分量在电流过零点时的瞬时值；f--振荡频率，kHz；Ic--分断电流，A；Ue--额定工作电压，V。

在调整 f、r 参数时，应把被试电器靠近负载侧的端子和可调负载电路的端子尽可能靠近，以便使连接导线的影响可以忽略不计，否则的话，在调整 f、r 参数时应把这些连接导线一并考虑进去。调整 f、r 时应在整个试验电路固定下来的情况下进行，特别是接地点位置不应变动，详见 GB 998-82 附录 F 及图 F3。

试验电路应有一点直接接地，也只允许一点直接接地。接地点位置以及实际采用的试验电路图应在试验报告中注明。

飞弧故障电流检测方法见 GB 998-82 的 7.3.9。应将正常运行中的所有接地部件(包括外壳、屏蔽)在试验时与地脱开，并接至电源中性点或接至人工中性点。在飞弧故障电流检测回路中故障电流限制在何值，采用何种规格的飞弧故障检测熔丝(或熔断器)应由产品标准规定。一般在中小电器的试验中预期故障电流限制在 100A，飞弧故障检测熔丝用直径 ψ0.11mm 长 50mm 的铜丝；在较大电器的试验中预期中预期故障电流限制在 1500A，飞弧故障检测熔丝用长 50mm 截面为 0.5mm2 的铜丝(或采用一个额定电流 30A 或 32A 的 gI 型熔断器)。关于飞弧故障电流检测电路的细节应在试验报告中写明。

熔断器的分断能力试验电路比较特殊，通常采用单相试验电路，但单相试验的结果足以应用于三相电路中去。有关熔断器的分断能力试验电路在低压熔断器标准中给出。

关于辅助触头(元件)的通断能力试验电路在本标准 8.2.4 中给出。

8.2.2.4.2 电器在通断能力试验中所产生的过电压

电器在通断能力试验中所测得的过电压峰值应不超过该电器所规定的安装类别中最低的冲击耐受电压峰值。

用于保护半导体器件的快速熔断器或直流快速断路器或其他的限流电器的分断过电压还应进一步限制到更低的数值，具体的过电压允许值应在有关产品标准中规定清楚。

应该采用灵敏度和频率响应特性足够好的仪器来测量过电压。

8.2.2.5 耐受过载电流能力试验

对于某些种类的电器以及某些应用来说，例如用于起动电动机电路的电器还要进行在规定的时间内耐受过载电流能力的试验。有关产品标准应规定相应的试验量值、试验程序和判断合格的准则。

8.2.2.6 操作性能试验　电器的操作性能试验是验证电器在规定的试验条件和操作次数下能可靠接通和分断主电路电流而不失误。

试验条件应在有关产品标准中规定清楚，它包括如下一些试验：

a.机械操作性能试验：此时主电路不通电流，控制电路分别通以控制电压的上限值和下限值(或通以规定的操作气压上限值和下限值)进行闭合和断开操作试验；

b.电气操作性能试验：此时主电路根据不同的使用类别调整好参数(电压、电流、功率因数或时间常数)，被试电器应按照产品标准规定的操作次数可靠地接通与分断规定的电流；

c.机械和电气操作性能试验：此时将以上 a、b 两项试验结合在一起进行，具体的试验参 数和试验条件在有关的产品标准中规定。

中创盟 ZCMLAB

8.2.2.7 寿命(耐久性)试验

非维修型电器的寿命试验用来验证电器在未经修理和未更换零部件的情况下所能完成的操作循环数。根据制造厂说明书中所规定的正常维护清理是允许的。

这里所指寿命是指电器在未经修理和未更换零部件情况下所能完成的操作循环次数的“数学期望值”，因此验证寿命次数应该参照在大量生产条件下能使用统计分析方法对制造厂的试验结果作出统计分析。

产品标准应选择确定抽样方案：

a.计数抽样方案 a.1 确定抽样方案类型：

例如单 8，双 3 或其他抽样方案。

(所库“单 8 方案”是指一次抽样 8 个的简称，所谓“双 3 方案”是第一次抽样 3 个，第二次抽样 3 个的简称。)

a.2 规定可接受的合格质量水平(AQL=6.5%或 10%)。a.3 规定合格的判定数(AC 或 AC1、AC2)

规定不合格的判定数(Re 或 Re1、Re2)

b.计量抽样方案(记录寿命试验每种失效的操作循环次数并计算有关累计失效的百分率)。

b.1 确定分布类型。b.2 确定估计值。b.2 确定置信区间。

8.2.2.7.1 机械寿命试验

被试电器应按产品标准或制造厂说明书规定安装，试验时主电路应不通以电流，如果在正常运行中规定要加润滑剂，则试验前也可以加润滑剂。

通常控制电路应施加额定电压，并尽可能在额定频率下试验，气动操作电器应在额定气压下操作，人力操作电器应尽可能按正常运行中的条件操作。

机械寿命试验的操作频率应根据 5.3.4.3 表 3 操作频率分级由产品标准选择规定之。机械寿命的操作循环次数应不小于产品标准中所规定的机械寿命次数。

试验中允许按产品标准或技术文件中所规定的维护内容作正常的维护，但不得更换零部件(更换触头除外；产品标准另有特殊规定者除外)。

对于带有断开继电器或断开脱扣器的电器，产品标准中还必须规定由断开继电器或断开脱扣器进行断开操作的次数。

机械寿命试验后的合格准则(包括试后是否要进行温升试验，验证动作范围等)应在各产品标准中规定清楚。

8.2.2.7.2 电寿命试验

a.电器主电路触头电寿命试验

被试电器应按产品标准或制造厂产品说明书规定安装，试验条件应与机械寿命基本相同，但操作频率允许另行选择规定。主触头电寿命试验参数以及试验电路特性由产品标准或产品技术文件具体规定。试验过程中以及试后的合格准则(试后是否要进行温升试验，工频耐压试验等)也应由各产品标准规定。

b.辅助触头电寿命试验

中创盟 ZCMLAB

辅助触头电寿命试验具体规定见 8.2.4。

8.2.3 短路条件下性能试验

本条款规定接通承载和分断短路电流能力试验的通用试验条件，而附加要求诸如试验过程、步骤、操作和顺序，试验期间和试后电器状况以及电器和短路保护电器协调配合的特殊形式，则应在有关产品标准或技术文件中给出。

8.2.3.1 短路试验的一般条件

8.2.3.1.1 短路试验的一般要求

GB 998-82 的 8.2.1 被试电器的基本条件中的 8.2.1.1 适应。电器在短路条件下试验时所产生的气弧或喷出的炽热游离气体应不超出产品标准或制造厂在技术文件中所规定的安全边界，安全边界通常由以下几种情况构成：

a.如果电器安装在金属外壳中，则此金属外壳就可以构成此安全边界。

b.如果电器安装在一绝缘外壳中，则此绝缘外壳的外表面上覆盖一层金属箔，则此金属箔可构成安全边界。

c.如果电器并无外壳，则可按照制造厂规定的飞弧距离作成一个金属网来构成此安全边界。

在所有的情况下，上述安全边界应直接接至电源中性点或人工中心点。除非产品标准另有规定，人工中性线上允许通过至少为 100A(或 1500A)预期故障电流。

为了检查有害的喷弧是否超出安全边界，试验时将医药棉花放在所在的安全边界处的洞口、手柄、凸缘、外壳的接缝上。

8.2.3.1.2 短路接通与分断能力试验电路

GB 998-82 中 8.2.2.1 短路接通与分断能力试验电路图(图 7 三相交流三极电器短路接通与分断能力试验电路图，图 8 单相交流或直流两极电器短路接通与分断能力试验电路图，图 9 单相交流或直流单极电器短路接通与分断能力试验电路图)或本标准附录 C 中图 C1～C3 适用。

电源 S 通过电阻 R 和空芯电抗 L 供电给被试电器。

在所有的情况下电源应有足够大的短路容量以便对电器的额定短路参数(额定短路接通能力，额定短路分断能力等)进行验证试验。

应按 GB 998-82 中 8.2.2.2 规定，短路试验用的空芯电抗器需并联分流电阻，其分流电流约为电抗器电流的 0.6%。

短路试验电器接地点的规定应按 GB 998-82 中 8.2.2.3，但接地点位置和接地方式须在试验报告中载明。

在电器接线端上没有明确标志进线端(电源端)和出线端(负载端)的情况下，试验应从严考核，如果对哪一侧进线(或出线)的严酷性不清楚或有怀疑的话，应进行两组方案的试验，两组试验的进出线接法应正好相反，每组试验可以在新的电器上进行或者经过维修后再进行另一组试验。

对于电器在断开位置时动触头保持与某一侧接线端相连接的情况下，除非接线端上清楚地标志着电源端和负载端，否则应将电源进线端与负载侧出线端互相交换后重新进行短路试验。

当试验电流小于额定短路电流值时，可以接入附加阻抗，但此附加阻抗应接在被试电器的负载侧与短路点之间，在任何情况下实际的试验电路图应在试验报告中给出。

中国检测网 ZOMLAB

正常运行中电器的所有接地部件(包括外壳、屏蔽等)应该和接地点脱开。并经过限流电阻和检测飞弧故障电流的熔丝(或熔断器)接至电源中性点或人工中性点。限流电阻将此电路中的故障电流限制在 1500A 左右，并串接一个预期短路电流为 1500A 熔断电流为 1500A 熔断时间不大于 0.01s 的熔丝(或熔断器)，此熔丝可用长 50mm 截面 0.5mm2 铜导线或用额定电流约为 30A 或 32A 的 gI 型熔断器(对于小电器，如果产品标准明确规定，则可将上述故障电流限制到更小值，例如限制在 100A，此时飞弧故障电流检测熔丝应该采用直径 ψ0.1mm，长 50mm 的铜导线担任)。在任何情况下，飞弧故障电流检测电路的细节必须在试验报告中载明。

电流测量装置 O1 串联接入被试电器的每一极中，电压测量装置 O2 接在被试电器电源侧的进线端之间，另一个电压测量装置 O3 接在每一极的进线端与出线端之间。

电压测量电路的电阻值要求，GB 998-82 中 8.2.3.2 的规定(10kΩ/100V)适用。

当四极电器短路试验可按三级电器试验时，中性极或不用极应接至框架，如果四极相同，则在任意相邻三极上进行试验就可以了。当四极电器不按三极电器试验时，则应由产品标准另行规定。

8.2.3.1.3 试验量值

8.2.3.1.3.1 工频恢复电压

除非产品标准另有规定，对于短路分断能力试验以及和短路保护电器配合协调试验，工频恢复电压的平均值应为额定工作电压 Ue 的 105%(若制造厂同意或产品标准另有规定，则工频恢复电压平均值可以超过 105%Ue)。

8.2.3.1.3.2 预期电流

预期电流应不小于所规定的额定短路接通和分断能力，额定限制短路电流，额定熔断短路电流和短路保护电器协调配合时的试验电流。

8.2.3.1.3.3 短路试验电路的功率因数

短路试验电路的功率因数可按 GB 998-82 附录 H 的方法决定。

多相电路的功率因数应取各相功率因数的平均值，不同相的功率因数最大值或最小值与平均值之差应不超过平均值的 25%。

功率因数与接通电流峰值系数 n 和分断电流有效值的关系如表 31 所示。

峰值系数 n 是指短路电流的第一半波最大峰值与其周期分量有效值之比。

熔断器的分断能力试验中功率因数和分断电流有效值的关系值在熔断器标准中另行规定。

表 31 额定分断短路电流和功率因数和峰值系数 n 的关系

分断电流有效值 A	功率因数	峰值系数 n
$I_{cn} \leq 1500$	0.95	1.41
$1500 < I_{cn} \leq 3000$	0.9	1.42
$3000 < I_{cn} \leq 4500$	0.8	1.47
$4500 < I_{cn} \leq 6000$	0.7	1.53
$6000 < I_{cn} \leq 10000$	0.5	1.7
$10000 < I_{cn} \leq 20000$	0.3	2.0
$20000 < I_{cn} \leq 50000$	0.25	2.1
$50000 < I_{cn}$	0.2	2.2

8.2.3.1.3.4 短路试验电路的时间常数。

直流时间常数可按 GB 998-82 附录 H 中方法决定。

8.2.3.1.3.5 短路试验量值的允许偏差

有关短路试量值及允许偏差应在产品标准中规定。产品标准应根据表 32 所给出的允许偏差范围选择规定短路试验量值的允许偏差范围。如记录在试验报告中的试验量值的偏差不超出产品标准规定的范围，则认为试验有效。

熔断器的试验量值及允许偏差有一定特殊性应由产品标准另行规定。

表 32 短路试验量值的允许偏差

短路试验量值名称	允许偏差范围
电流	$^{+5\%}_{0}$
电压（包括恢复电压）	±5%
功率因数	$^{0}_{-0.05}$ 或 ±0.05
时间常数	$^{+25\%}_{0}$ 或 ±15%
频率	±5%

注：如制造厂同意，可以在比规定稍严的条件下进行试验，如试验通过则认为是有效的。

8.2.3.1.3.6 试验电路参数的调整。

GB 998-82 中 8.2.3.1 试验参数的调整适用。

8.2.3.1.3.7 示波图说明

a.外施电压和工频恢复电压的确定

外施电压和工频恢复电压根据被试电器的通断能力试验示波图确定，具体方法见附录图 D1。

取电弧熄灭后第 1 个完整半波和随后相继 5 个半波的 6 个峰值之平均值为每相的工频恢复电压值；三相工频恢复电压的平均值与每相工频恢复电压平均值之差应不超过三相平均值的 10%；任何一相上六个完整半波的峰值所对应的有效值均不应小于额定工作电压值。

注：由于被试电器的弧隙绝缘电阻短时间内变化和(或)测量电路电阻的影响，在某些情况下三相工频恢复电压平均值与每相工频恢复电压平均值之差会有可能超过三相平均值的 10%，这时仍应认为试验是有效的；

b.预期分断电流的确定　　预期分断电流的确定见 GB 998-82 中 8.2.3.3.b。

c.预期接通电流峰值的确定　　预期接通电流峰值的确定见 GB 998-82 中 8.2.3.3.c。

8.2.3.1.4 试验步骤

中创盟 ZCMLAB

将拍摄电流整定波的临时连接线拆除，接入被试电器，试验顺序应根据有关产品标准规定，被试电器分断后恢复电压应维持一定时间，对于开关电器来说至少维持 θ.1s，对熔断器来说维持时间更长，具体数值由熔断器标准规定。

8.2.3.1.5 试验过程中被试电器应有的性能

在试验过程中被试电器应有的性能由产品标准规定，特别在试验过程中不得有危及操作者安全或引起着火或损坏邻近设备的现象；极间不允许有持续燃弧；极间或极与框架之间不应有闪络；飞弧故障电流检测电路中的熔丝不应熔断；被试电器在分断过程中所产生的过电压应不超过规定值。

8.2.3.1.6 试后电器应有的状态。

试后电器应有的状态；试后应再做哪些试验项目；判断合格的准则等由产品标准规定。

8.2.3.2 短路接通和分断能力试验

验证额定短路接通和分断能力试验的步骤应在有关的产品标准中给出。

8.2.3.3 承载额定短时耐受电流能力试验

试验应在电器处于闭合的状态下进行。试验电压可以在任意方便的数值下进行，试验开始时被试电器应为冷态，试验应在规定的电流种类及额定短时耐受电流值进行。

对于交流和直流有相同额定值的电器来说，做了交流试验，直流试验就可以免试。

8.2.3.3.1 交流短时耐受电流能力试验

耐受电流的持续时间 t1 应按规定时间，从示波图上确定的电流有效值，三极中至少有一极上的电流有效值应大于规定值 Icw。第一个周波中最高峰值电流应不小于额定短时电流有效值的 n 倍，n 为峰值系数，如表 31 所示，如试验设备不能满足上述要求，则允许用以下替代办法，即实际试验的∫

0t1i2dt 积分值不小于标准规定的 I2cw·t1，而：

a.适当降低试验电流值和增加通电时间，但最大峰值电流仍应符合要求。

b.为了获得所需峰值电流，可适当增加试验电流周期分量的有效值并缩短通电时间。

8.2.3.3.2 直流短时耐受电流能力试验

耐受电流的持续时间 t1 应按规定时间，从示波图上确定的直流电流平均值应大于规定值 Icw。

如试验设备不能满足上述要求，也允许适当降低电流值，适当增加通电时间。∫t01i1dt 应不小于规定值 I2cw·t1，电流的最大值也应不小于规定值。

如试验站没有直流试验能力，而制造厂与用户都同意的话，则可以用交流电源来代替直流电源进行短时耐受电流能力试验。但应注意使最大峰值电流不大于规定值，∫t01i2dt 不小于规定值 I2cw·t1。

短时耐受电流试验的合格准则为不允许发生触头熔焊、触头弹开或机械部件和绝缘件变形、位移和损伤。具体判别合格的细则由产品标准规定。

8.2.3.4 和短路保护电器(SCPD)的配合协调试验

8.2.3.4.1 额定限制短路电流试验。

(验证额定限制短路电流的试验正在考虑中)。

8.2.3.4.2 额定熔断短路电流试验。

第一种试验应在被试电器处于增长合位置下进行，试前被试电器应和熔断器串联，熔断器的额定电流和额定短路分断能力应选择恰当，除非熔断器是被试开关电器不可分割的一部分，一般应将熔断器串接在被试电器的电源进线侧，预期短路电流应等于额定熔断短路电流。

当被试电器是一个能接通短路电流的开关或隔离开关时，还应进行第二种试验。

第二种试验前，被试验电器应处于打开位置，并换上新熔断体，然后被试电器接通规定的预期短路电流，短路电流被熔断器分断后，恢复电压至少维持 0.1s。

有关熔断器型号，参数等详细数据应在试验报告中载明。

被试电器是否需要进行第二种试验，以及试验次数、参数和合格准则等均应在产品标准或产品技术文件中规定。

8.2.3.4.3 其他类型的配合协调试验。

其他类型的保护配合试验在有关的产品标准中规定。

8.2.4 辅助触头试验

8.2.4.1 辅助触头的通断能力试验

必须注意到相邻辅助触头在电气上分开或不分开，不同的使用类别在试验电路上有区别，因此首先要正确选取试验电路，试验参数按表 19 和表 20 要求。

在电气上不分开的相邻辅助触头的通断能力试验电路如图 6、图 7 所示。图 6 只适用于 AC-11，DC-11，使用类别，图 7 只适用于 AC-12～15，DC-12～14 使用类别。

在电气上分开的相邻辅助触头的通断能力试验电路如图 8、图 9 所示。图 8 只适用于 AC-11，DC-11 使用类别，图 9 只适用于 AC-12～15，DC-12～14 使用类别。

中创盟
ZCMLAB

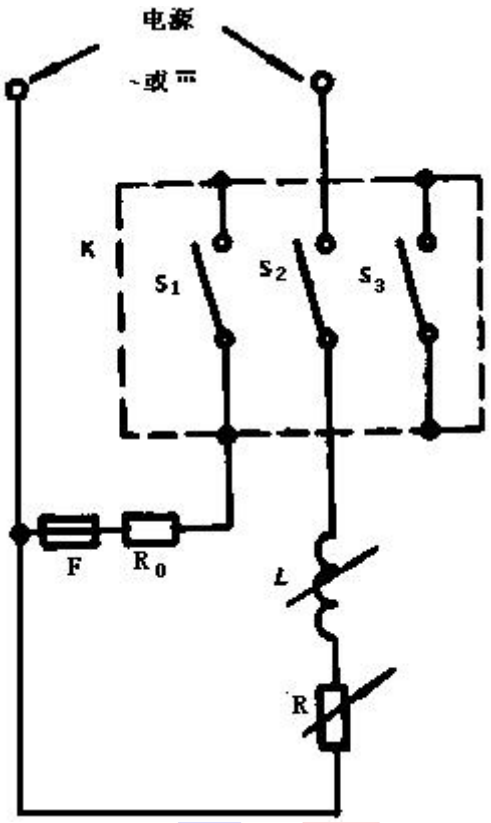


图 6 使用类别为 AC-11，DC-11 电气上不分开的相邻辅助触头通断能力试验电路图

S2-被试触头；S1 或 S3-相邻触头，L-可调电抗；R-可调电阻；RO-限流电阻；F-飞弧故障电流检测熔丝(φ0.1mm。长 50mm 铜丝)；K-安全边界或金属外壳

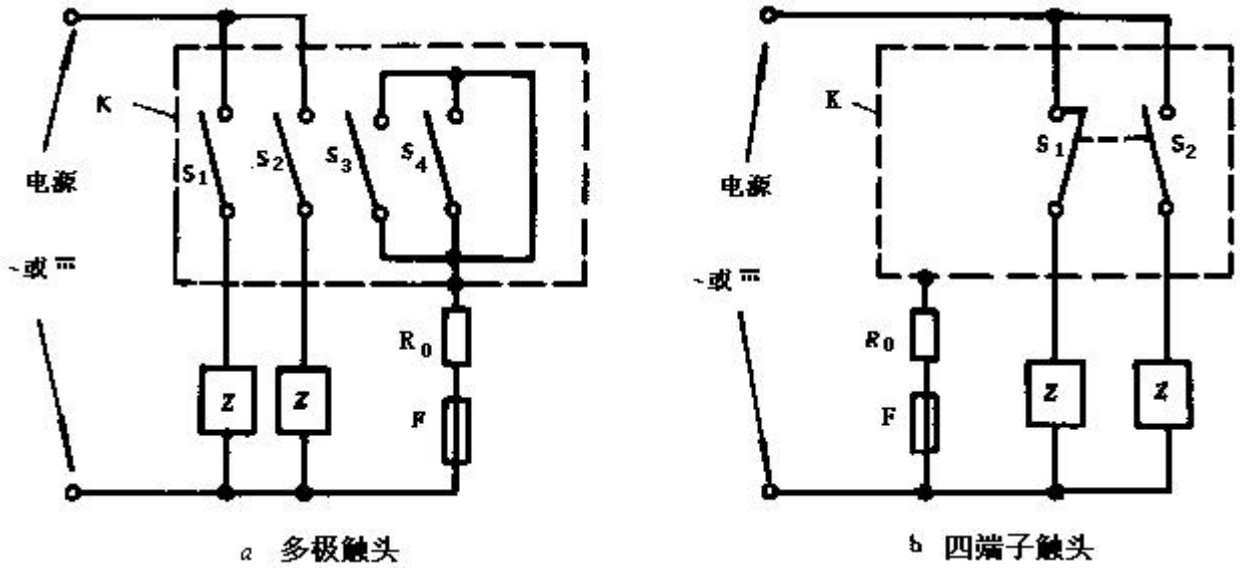


图 7 使用类别为 AC-12～15，DC-12～14 电气上不分开的相邻辅助触头通断能力试验电路图 S1、S2-被试触头；S3、S4-其它触头；Z-由电阻、电抗构成的可调负载阻抗；RO-限流电阻；F-飞弧故障电流检测熔丝(φ0.1mm，长 50mm 铜丝)；K-安全边界或金属外壳

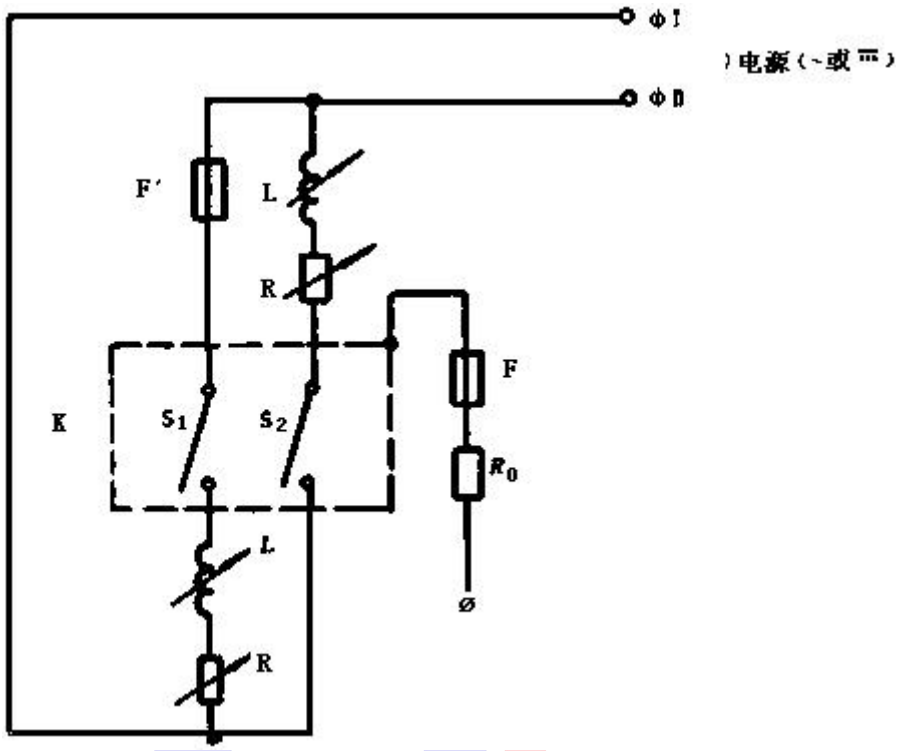


图 8 使用类别为 AC-11，DC-11 电气上分开的相邻辅助触头通断能力试验电路图φ点-一半操作次数接至电源Ⅰ端，另一半操作次数接至Ⅱ端；S1、S2-被试触头；L-可调电抗；R-可调电阻；R0-限流电阻；F-飞弧故障电流检测熔丝(φ0.1mm，长 50mm 铜丝)；F′-保护熔丝；K-安全边界或金属外壳

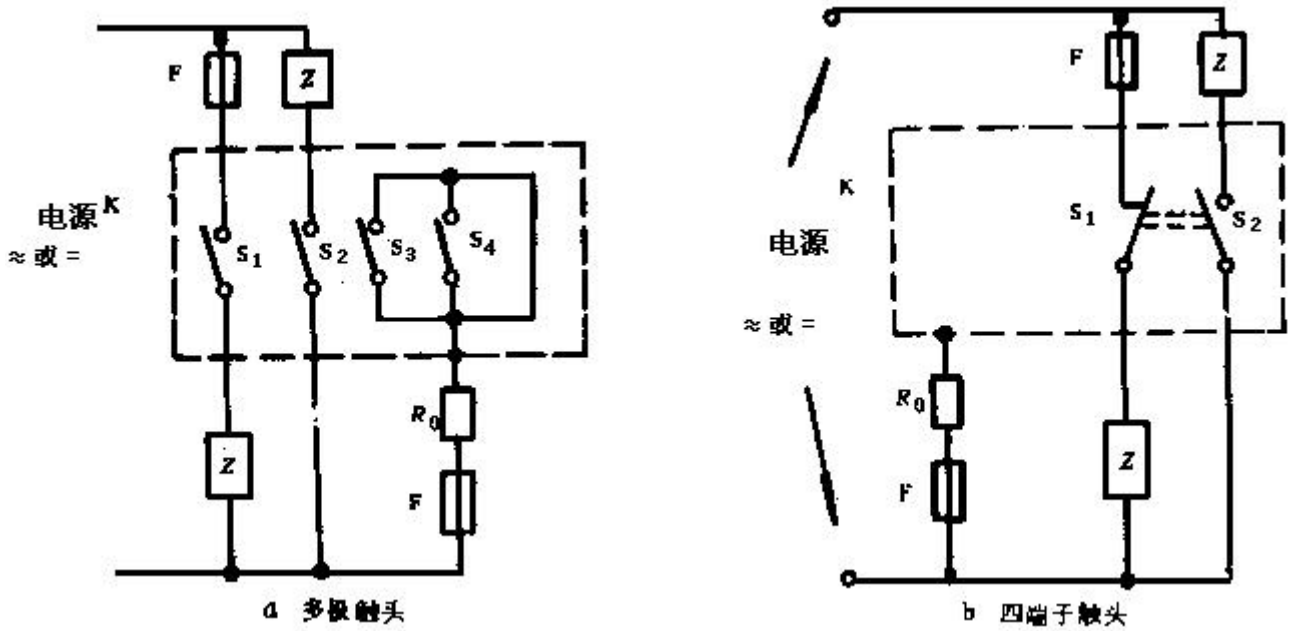


图 9 使用类别为 AC-12～15，DC-12～14 电气上分开的相邻辅助触头的通断能力试验电路图 S1、S2-被试触头；S3、S4-其它触头；Z-由电阻、电抗构成的可调负载阻抗；R0-限流电阻；F-飞弧故障电流检测熔丝(φ0.1mm，长 50mm 铜丝)；F-保护熔丝；K-安全边界或金属外壳

对于 AC-11 非正常使用条件下的接通与分断能力试验，应采用空芯电抗器与电阻器串联，且负载阻抗应置于被试触头元件的负载侧，电源内阻抗应不大于总阻抗的 10%。

对于 DC-11 非正常使用条件下的接通与分断能力试验应采用铁芯电抗器与电阻器串联以保证所规定的 T0.95 值。

对于 AC-11 和 DC-11 正常使用条件下的接通与分断能力试验与电寿命试验相同，见 8.2.4.2 辅助触头电寿命。

对于 AC-12～15，DC-12～14 非正常使用条件下的接通与分断能力试验其参数按表 20 节。交流试验用空芯电抗器和电阻器串联以获得规定的功率因数并且允许在总的串联负载上并联分流电阻，分流电流为流过电抗器电流的 3%，直流试验用铁芯电抗器与电阻串联以保证所规定的 T0.95 值。

对于 AC-12～15，DC-12～14 正常使用条件下接通与分断能力试验其参数应按表 19 调节。操作次数 6050 次应按以下规定操作：头 50 次应在 U/Ue=1.1 条件下进行，负载参数仍在相同条件下调节。以后 6000 次操作按表 19 规定参数试验，最初 1000 次操作应按每秒一次进行(除开头 12 次应尽快进行外)余下的 5000 次按每分钟 6 次进行，每次操作时触头应接通至少 50ms，负载阻抗应放在被试触头的负载侧。对试验电源容量的要求是当试验电流流过电路时被试触头电源侧的端电压应不小于 Ue，对于相邻的电气上不分开的触头元件可使用图 7 试验电路，对于具有相邻的电气上分开的触头元件可使用图 9 试验电路，二个相邻的电气上分开的触头元件应同时进行试验。对于交流试验允许总的负载阻抗上并联一分流电阻，分流电流为流过电抗器电流的 3%，交流试验用空芯电抗器，直流试验用铁芯电抗器。

8.2.4.2 辅助触头的电寿命试验

辅助触头电寿命试验参数与表 19 正常使用条件下通断能力试验参数相同，试验电路同图 6～图 9。应根据不同使用类别和相邻触头在电气上是否分开选择相应的试验电路。

对于 AC-11、AC-15、AC-14 等使用类别在进行电寿命试验时，当辅助触头接通过程中弹跳时间小于 3ms 时，负载阻抗可以用简化的阻抗电路图(见图 10b)来代替原来较复杂的阻抗电路图(见图 10a)。

图 10a 中，电阻 R1 和电感 L1 用来调节接通电流 kIe 和接通功率因数 cosΦ1，电阻 R2 和电感 L2 用来调节分断电流 Ie 和分断功率因数 cosΦ2，分流电阻 Rs(对交流试验来说分流 3%试验电流)用来模拟实际使用中的涡流作用。

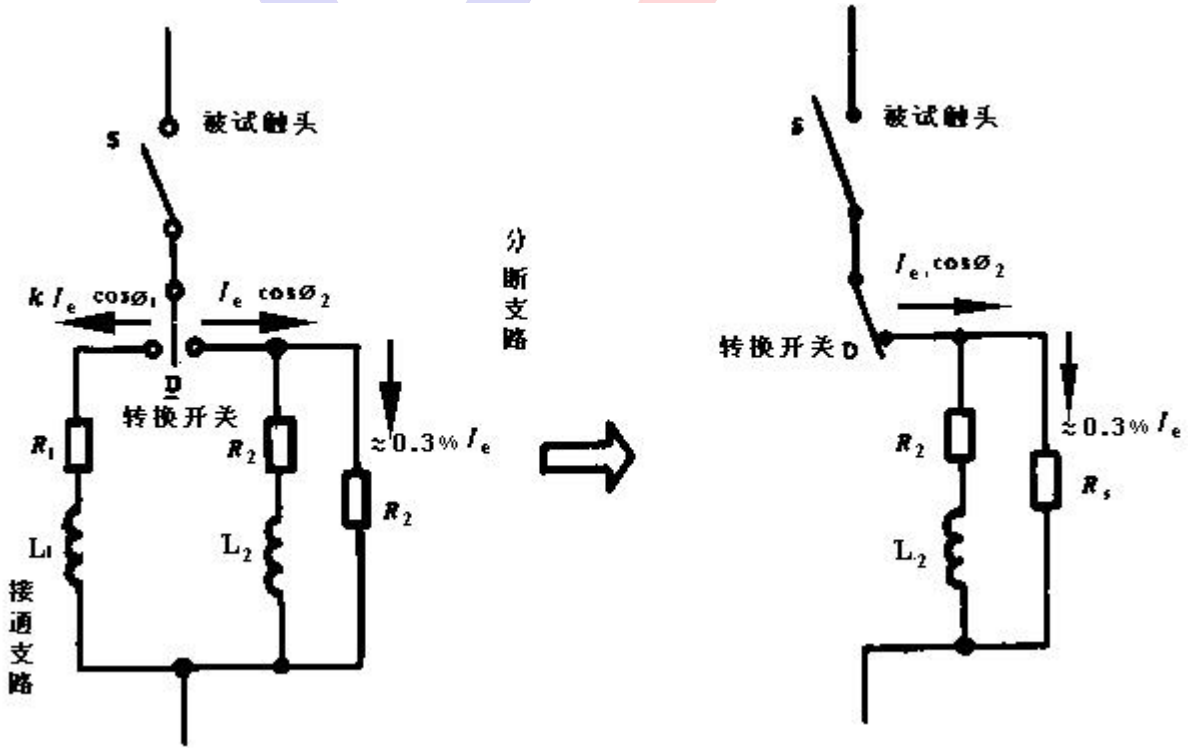


图 10 AC-11，AC-15，AC-14 电寿命试验的负载电路图

对于 DC-11 由于采用铁芯电抗器，电寿命试验中不再并联分流电阻。

对于 DC-13 由于本标准也规定采用铁芯电抗器，所以电寿命试验中不再并联分流电阻。

8.2.4.3 辅助触头的额定限制(或熔断)短路电流试验

试验要求见 7.2.11.4 规定，试验前被试触头元件应处于闭合位置，由另一串联开关电器任意接通电流三次，其间隔时间不小于 3min，试验角负载电抗器应为空芯电抗器。试后不应发生妨碍辅助触头进一步使用的损坏，并在第三次试验后应通过 2Ui 工频耐压试验 1min。

8.2.5 交流电子电器抗电磁干扰试验

为了验证表 21 要求，G 了 998-82 中第 12 章抗扰度试验方法适用。

8.2.6 湿热试验

为了验证 7.2.13 耐湿热性能，GB 2423.3 和 GB 2423.4 两种湿热试验方法适用。

8.2.7 低温和(或)高湿试验

为了验证 7.2.14 耐低温和(或)高温性能，GB2423.1 或 GB 2423.2 两种试验方法适用。

9 检验规则

9.1 检查和试验分类

低压电器产品的检查和试验主要分以下几种：

a.型式试验；b.定期试验；c.出厂试验；c.1 常规试验；c.2 出厂抽样试验。d.特殊试验；e.验收试验

此外从试验性质来划分，尚有：f.抽样试验；g.顺序试验。9.2 型式试验

型式试验的目的是用以验证给定型式的电器的设计和性能是否符合基本标准以及有关产品标准的要求。

型式试验是新产品研制单位或新试制投产的单位所必须进行的试验。除非产品标准或技术文件另有规定，通常型式试验只需进行一次。另外，当产品设计上的更改或制造工艺、使用原材料，零部件结构的更改可能影响其工作性能时，则需要重新进行有关项目的型式试验。

型式试验的项目有：

a.绝缘件的着火危险试验；b.绝缘材料的相比漏电起痕指数(CTI)的测定试验；

c.接线端子的机械性能试验；d.外壳防护等级的验证试验；e.动作范围的验证试验；

f.温升试验和(或)功率损耗试验；g.绝缘介电性能试验；h.额定接通和分断能力试验；

i.过载电流试验；j.操作性能试验；k.机械寿命试验；l.电寿命试验；m.短路接通和分断能力试验；

n.额定短时耐受电流试验；o.额定限制短路电流试验；p.额定熔断短路电流试验；

q.和短路保护电器(SCPD)的配合协调试验；r.抗电磁干扰试验；s.湿热试验；t.低温和(或)高温试验；

u.其他(运输、贮存等)试验。

上述列举的型式试验各单项试验项目并非是详尽无遗的，而且也不是所有项目都必须进行的。具体的低压电器产品究竟应进行哪些型式试验项目，型式试验究竟是采取单项并联进行试验还是采取分组顺序试验以及每项试验(或每组顺序试验)的试品数量应在有关的产品标准中规定清楚。建议用简单明了的表达方式，例如用列表法或方块图(流程图)法等来表示。

9.3 定期试验

中创联 ZCMLAB

当产品型式试验合格后，并进入稳定生产阶段，为检查产品的质量进行定期抽查试验，简称定期试验，定期试验是指稳定投产的产品每隔一定年限(1 至 5 年)应进行的试验，定期试验的试验项目(或试验顺序)可以从型式试验项目(或顺序)中选择，适当合理地精减试验项目和简化试验方法是允许的，但定期试验的项目、试验顺序、试验方法，试品数量(可以只做有代表性的规格)应在有关产品标准中规定清楚。

通常对于生产批量大，试验周期短，耗资少的产品及试验项目来说，每隔 1～3 年试验一次，对于生产批量小，试验周期长。耗资大的产品及试验项目来说，每隔 4～5 年试验一次，具体的年限应在产品标准中规定清楚。

除非产品标准或技术文件另有规定，建议首先在额定电流为 40A 及以下的大批量生产的接触器、接触器式继电器等小型电器的寿命试验中推行“双 3 制”抽样试验方案。

9.4 常规试验

常规试验是出厂试验中的一种，常规试验的项目(或顺序)应在产品标准或技术文件中规定清楚。

除非产品标准另有规定。通常对于开关电器来说，常规试验的项目有：

a.操作(动作)试验；

b.过电流脱扣器或继电器整定值校正试验，(如果适用的话)；

c.施压时间为 1s 的工频耐压试验。

9.5 出厂抽样试验

出厂抽样试验项目是指产品正式出厂前，制造厂所必须进行的抽样检查和抽样试验项目，具体产品的出厂抽样检查和试验的项目及抽样方案，应在产品标准或技术文件中规定清楚。

9.6 特殊试验

根据用户与制造厂之间协议所规定的除型式试验，定期试验和常规试验，出厂抽样试验之外的一些试验。

9.7 抽样试验及其抽检方案

抽样试验不是逐个检验产品总体中所有单位产品，而是只抽取其中一部分产品(被抽取检验的这部分单位产品叫“样本”)进行检验，抽样试验的目的是通过检验一个或几个样本而对产品总体的质量作出估价。

除非产品标准另有规定，抽检方案应引用 GB 2828-81《逐批检查计数抽样程序及抽样表》和 GB2829-81《周期检查计数抽样程序及抽样表》。

9.8 复试规则

9.8.1 型式试验的复试规则

在型式试验中涉及安全，重大性能指标的试验项目是不允许不合格的，如有不合格必须找出原因，重新改进并经试验合格方为有效。

在型式试验中不构成威胁安全或严重降低性能指标的缺陷，只要制造厂能够提供充分证据说明该缺陷并不是设计上的固有缺陷，而是由于个别试品的缺陷所致，则允许复试，复试合格仍认为型式试验合格。

哪些型式试验项目不允许复试，哪些型式试验项目允许复试，复试试品数量及合格准则等应在产品标准中规定清楚。

中创盟 ZCMLAB

9.8.2 定期试验的复试规则

用作定期试验的低压电器产品，必须从出厂检验合格的成批生产的产品中随机抽取，除非产品标准另有规定，每个试验项目(或试验顺序)应不少于 2(或 3)台(或组)，试验程序在产品标准中规定。除非产品标准另有规定，所有规定的试验项目都能合格和所有被试试品都合格，才能认为该低压电器产品的定期试验合格，若在试验中仅遇 1 台 1 项不合格，则允许对该项目按原抽样数量加倍(或按原抽样数量)复试，若加倍复试(或复试)中全部合格则仍可认为定期试验合格，如再出现 1 台 1 项不合格(即总的出现 2 个及以上台项不合格)则认为定期试验不合格。

9.8.3 常规试验复试规则

对于常规试验项目必须在每台产品上逐一进行，常规试验不合格的产品必须逐台退修，直到完全合格为止，若无法修复，应予报废。

9.8.4 出厂抽样试验复试规则

除非产品标准或技术文件另有规定，出厂抽样试验复试规则应根据 GB 2828 和 GB 2829 结合产品具体情况在技术文件中作出规定。

10 标志、包装、运输、贮存

10.1 制造厂应提供的信息：

a.制造厂厂名或商标；b.产品名称型号和出厂年月(或出厂号)；c.本产品符合的标准号；

d.额定工作电压；e.使用类别和额定工作电流(或额定工作功率)；f.额定频率(例如～50Hz)或直流符号“d•c”(或)；g.额定工作制(如果是断续周期工作制还须给出级别)；h.额定接通与分断能力；i.额定绝缘电压(Ui)；

j.额定冲击耐压(Uimp)；k.额定短时耐受电流和持续时间；l.额定短路接通与分断能力；m.额定限制短路电流；

n.额定熔断短路电流；o.外壳防护等级 IP××；p.安装类别(过电压类别)；q.污染等级；

r.短路保护电器(SCPD)的型式和最大定额；s.防触电保护等级；t.控制电路电压(直流、交流及频率)；

u.额定控制电源电压(直流、交流及频率)，(如与线圈上数据不同时，才需要提供)；v.额定气压及气压变化范围；w.接线端子的标志；x.辅助触头在电气上是否是分开的；y.其他数据、资料和标志。

10.2 标志

标志应清晰，易于辨认，并且是不易磨灭的，标志不应安置在可移去的部件上，除非固定部件上已有标志。10.1 中 a、b 两项，必须标志在电器上，并且最好标志的铭牌上(如果有铭牌的话)以便从制造厂查得全部信息资料。10.1 中其他各项内容，哪些标志在电器上，哪些可放在产品说明书中在有关产品标准中规定。

某些标志内容可以在安装好后看得见，有些就看不见，但 10.1 中 a、b 两项及以下标志是应该在安装好后看得见的：

a.操动器工作或运动方向，操动器位置的指示符号；

b.产品合格的标志，产品认证标志；

c.小型电器的符号、颜色符号、字母符号以及端子标志。

如果电器上的地位不足于标出上述全部数据，其余的数据应由制造厂用适当方法提供用户(如产品目录，安装维修操作说明书或技术条件等)。

IP××和防触电保护等级应尽可能标志在电器上。

10.3 安装、操作及维修说明书

制造厂应提供产品说明书或产品目录，并在产品说明书或产品目录中说明产品主要性能参数，电器安装、使用、操作和维修要求和注意事项。

如有必要的话，运输、安装、操作说明书应具体说明书应具体说明正确安装、运输、操作、维护修理的方法与措施。

10.4 包装

低压电器的外包装必须能防止其运输时受到损坏。包装箱内一般应有装箱单并附有必要的运输、安装、使用、维修说明书。

低压电器外包装的标志应清楚整齐，并保证不因运输或贮存较久而模糊不清，其标志一般应包括下列内容：

a.制造厂名称或商标；b.产品名称、型号；c.产品数量；d.包装箱的“长×宽×高”尺寸及毛重；

e.收货单位名称和地址；f.标上“电器”，“小心轻放”、“切勿淋雨”、“切勿受潮”、“向上”、“包装年月”等字样或标志。

10.5 运输、贮存

10.5.1 低压电器产品运输、贮存环境条件：

a.低温下限为-25℃，-10℃或-5℃；b.高温上限为+40℃或+55℃；c.相对湿度(25℃时)为95%；

d.碰撞加速度为10g，脉冲持续时间为11ms；e.自由跌落：(包装件重量≤100kg时)跌落高度分为50，100，250mm三级；

f.倾斜跌落：(包装件重量大于100kg而小于200kg时)包装箱底面棱边长度≤500mm时，倾角为30°；包装箱底面棱边长度＞500mm时，底面离地面最高距离为250mm。

10.5.2 运输、贮存试验：

a.低温试验　　试验温度为-25℃(或为-10℃，-5℃)，允许偏差±3℃，持续时间为16h，降温速度每分钟不大于1℃，见7.2.14a规定。

b.高温试验　　试验温度为+40℃(或+55℃)，允许偏差为±2℃，持续时间为16h，升温速度每分钟不大于1℃，见7.2.14b规定。

c.湿热试验　　采用7.2.13.2六昼夜交变湿热试验。

d.碰撞试验　　加速度为10±1g，脉冲持续时间为11±2ms，脉冲重复频率为60～100/分；碰撞总次数为1000±10次；脉冲波形近似半正弦波。

e.自由跌落试验　　试验面为坚硬水泥地面或钢板平面；跌落方式为包装件底面着地，跌落高度为50，100，250mm(由产品标准选一种高度)；跌落次数为4次。

f.倾斜跌落试验　　[1]试验面为坚硬水泥地面或钢板平面；跌落方式为包装件底面任一棱边着地，包装箱底面棱边长度≤500mm 时，倾斜角 30°；包装箱底面棱边长度＞500mm 时，底面距离地面最高距离为 250mm。

判断试验合格准则由产品标准规定。

`K 附录 A 电气间隙和爬电距离的计算和测量(补充件)

A.1 基本原则

在例 1～例 11 中规定的槽的宽度 X 基本上适用于以污染等级为函数的所有例子，如下表：

污染等级	槽宽度x的最小值 mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5
4	2.5

如果有关的电气间隙小于 3mm 槽宽度的最小值可减小至该电气间隙的 1/3。

测量爬电距离和电气间隙的方法示于以下例 1～例 11 中，这些举例使在气隙和槽之间或在各种绝缘型式之间没有区别。

而且：

a.假定任意角被宽度为 Xmm 的绝缘联结在最不利的位置下桥接(见例 3)；

b.当横跨槽的顶部的距离为 Xmm 或更大时，沿着槽的轮廓测量爬电距离(见例 2)；

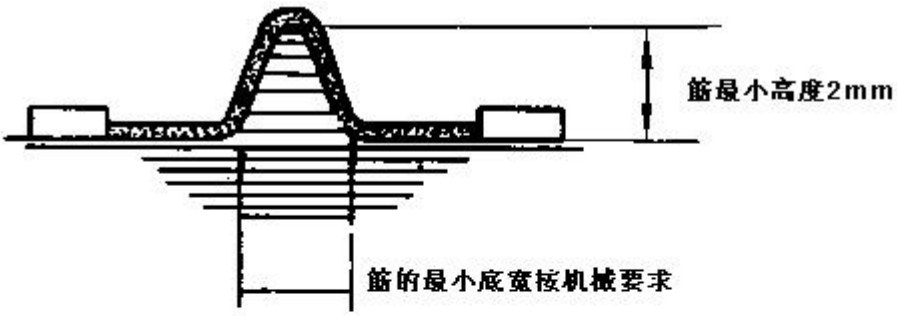
c.当相对运动的部件于最不利的位置时，测定它们之间的爬电距离和电气间隙。

A.2 筋的使用

由于筋对污物的影响以及它们的干透效果较好，筋相当地减少了泄漏电流的形成，因此假定筋的最小高度为 2mm 时，爬电距离可减少至要求值的 0.8 倍，筋的最小底宽由机械要求确定。

中创盟 EMLAB

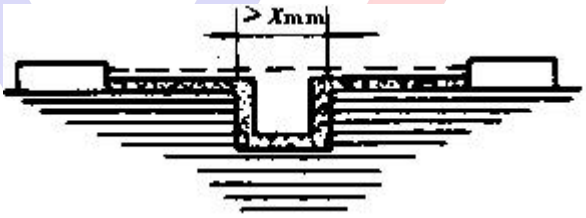
1



例 1

条件：考虑中的途径包括宽度小于 Xmm 而深度为任意的平行边或收敛形边的槽。

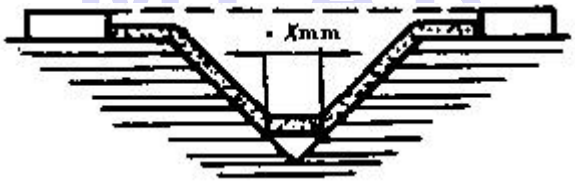
规则：爬电距离和电气间隙如图所示，直接跨过槽测量。



例 2

条件：考虑中的途径包括任意深度和宽度等于或大 Xmm 的槽。

规则：电气间隙是“ 线”的距离，爬电途径沿着槽的轮廓。



例 3

条件：考虑中的途径包括一个宽度大于 Xmm 的 V 形槽。

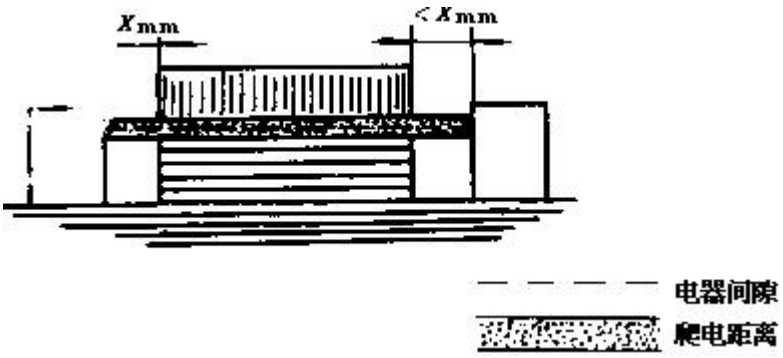
规则：电气间隙是“虚线”的距离，爬电途径沿着槽的轮廓但被 Xmm 联结把槽底“短路”。

中创盟 ZCMLAB

例 4

条件：考虑中的途径包括一条筋。

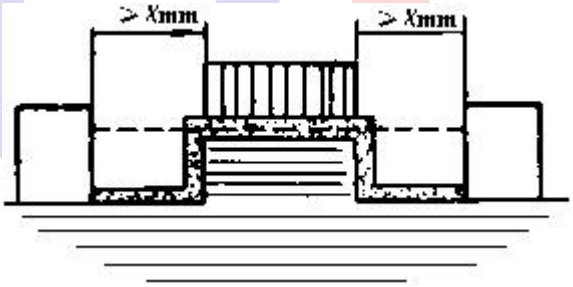
规则：电气间隙是通过筋顶的最短进接空气途径。爬电途径沿着筋的轮廓



例 5

条件：考虑中的途径包括一未浇合的接缝以及每边的宽度小于 Xmm 槽。

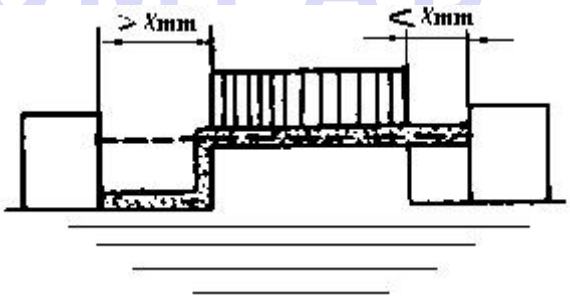
规则：爬电距离和电气间隙的途径是所示的“虚线”距离。



例 6

条件：考虑中的途径包括一未浇合的接缝以及每边的宽度等于或大于 Xmm 的槽。

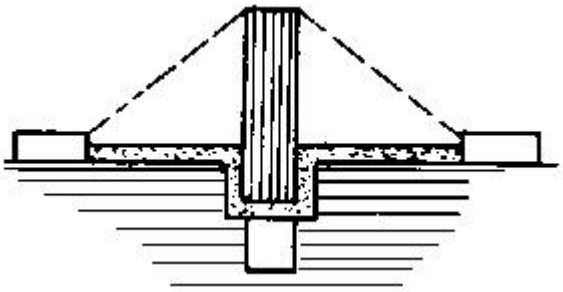
规则：电气间隙为“虚线”距离，爬电途径沿着槽的轮廓。



例 7

条件：考虑中的途径包括一未浇合的接缝以及一边的宽度小于 Xmm，另一边的宽度等于或大于 Xmm 的槽。

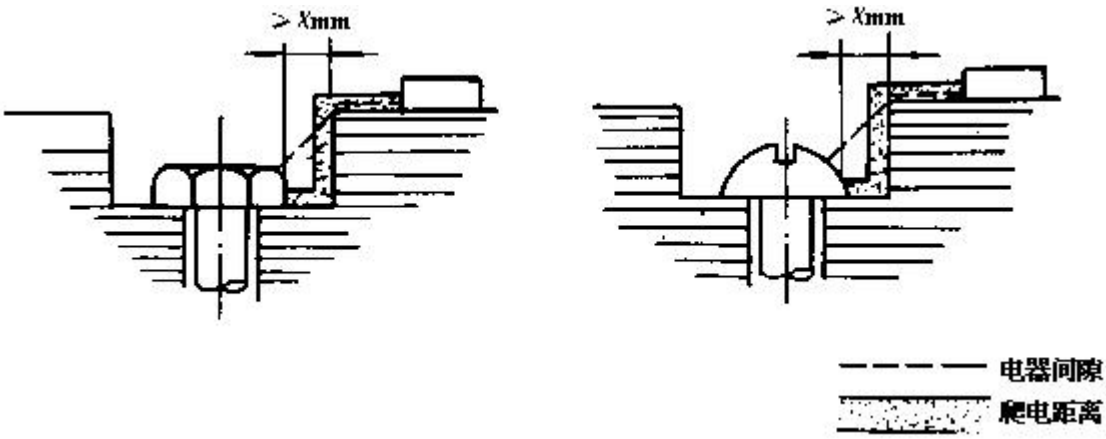
规则：电气间隙和爬电途径如图所示。



例 8

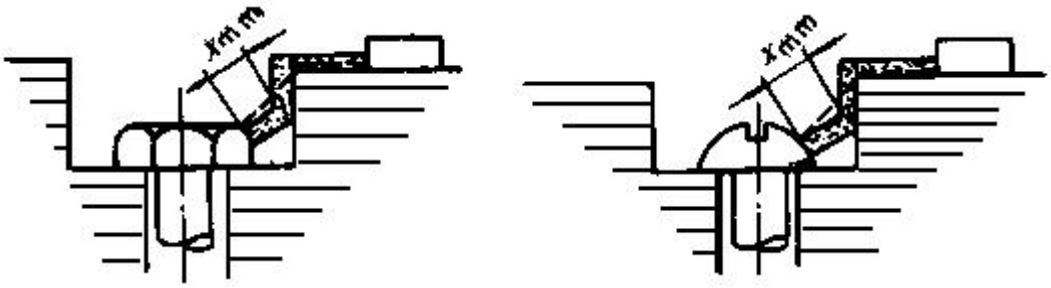
条件：穿过未浇合的接缝的爬电距离小于通过隔栏的爬电距离。

规则：电气间隙是通过隔栏顶的最短直接空气途径。



例 9

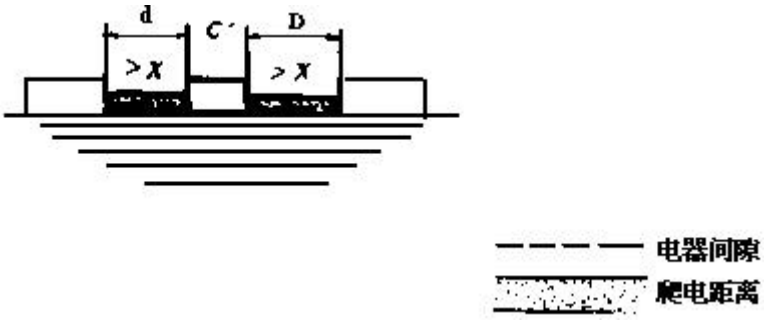
螺钉头与凹壁之间的间隙足够宽应加以考虑



例 10

螺钉头与凹壁之间的间隙过分窄小而不被考虑。

当距离等于 Xmm 时，测量爬电距离是从螺钉至壁。



例 11

电气间隙是距离 d+D

爬电距离也是 d+D

`K 附录 B 额定接通与分断能力试验电路图(补充件)

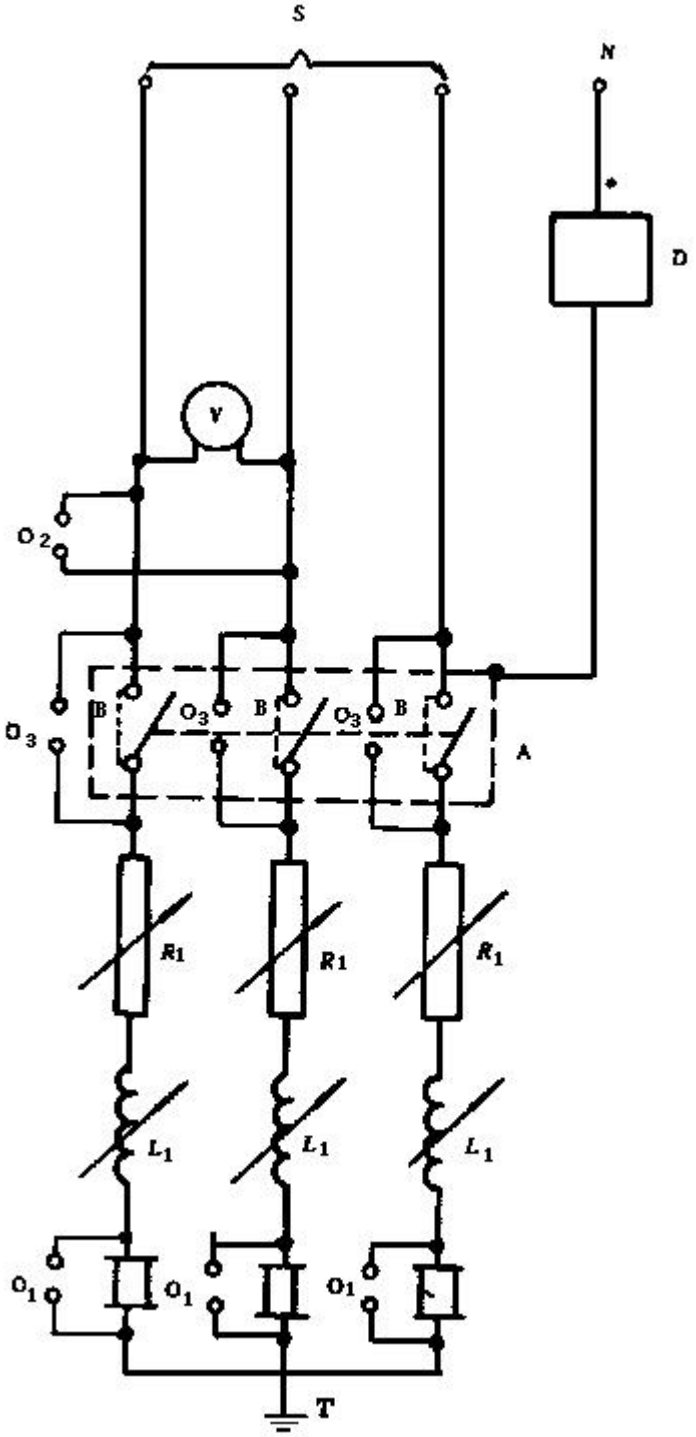


图 B1 三极电器三相电源额定通断能力试验电路图

S-电源；N-电源或人工中性点；R1-可调电阻；L1-可调电感；D-飞弧故障电流检测装置；A-被试电器；B-拍摄整定使用的临时连接线；O1-电流测量系统；O2，O3-电压测量系统；V-电压表；T-接地点(此处或电源侧仅一点接地)

注：(*)用于一相接地系统中，D 应接至相线。

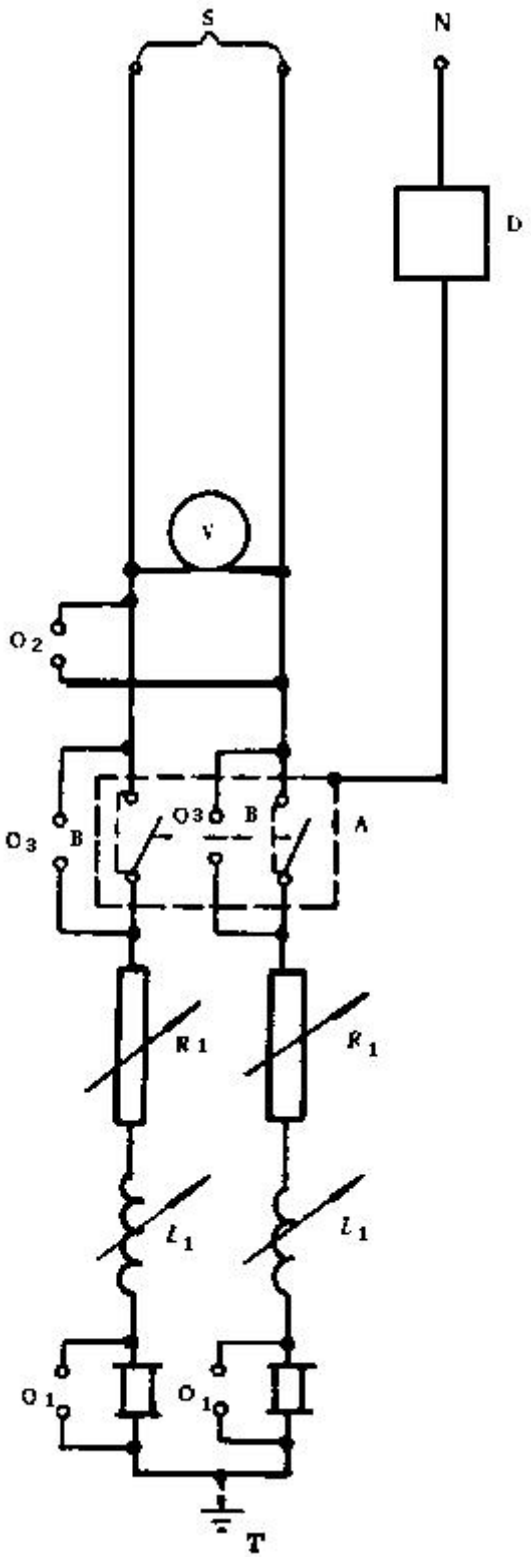


图 B2 二极电器在单相交流或直流电源额定通断能力试验电路图

S-电源；N-电源或人工中性点；R1-可调电阻；L1-可调电感；D-飞弧故障电流检测装置；A-被试电器；B-拍摄整定使用的临时连接线；O1-电流测量系统；O2，O3-电压测量系统；V-电压表；T-接地点(此处或电源侧仅一点接地)

注：(*)用于一相接地系统中，D 应接至相线。

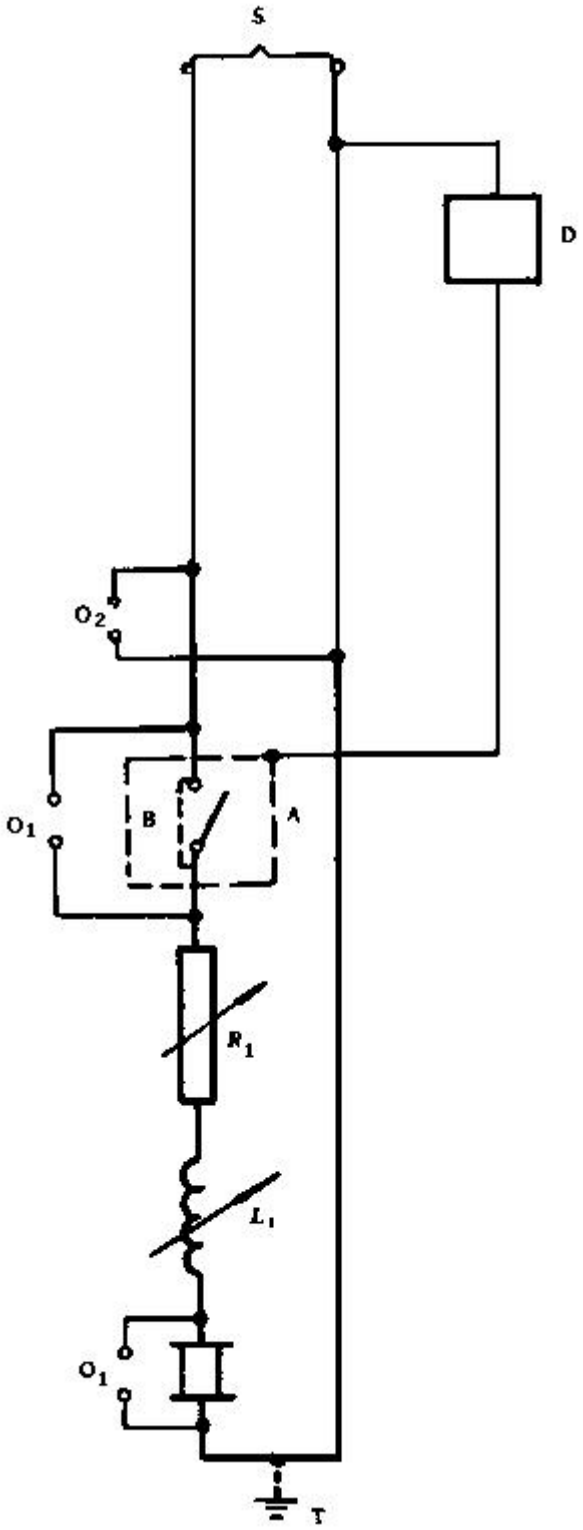


图 B3 单机电器在单相交流或直流电源额定通断能力试验电路图

S-电源；R1-可调电阻；L1-可调电感；D-飞弧故障电流检测装置；A-被试电器；B-拍摄整定使用的临时连接线；O1-电流测量系统；O2，O3-电压测量系统；T-接地点(此处或电源侧仅一点接地)

`K 附录 C

短路接通与分断能力试验电路图(补充件)

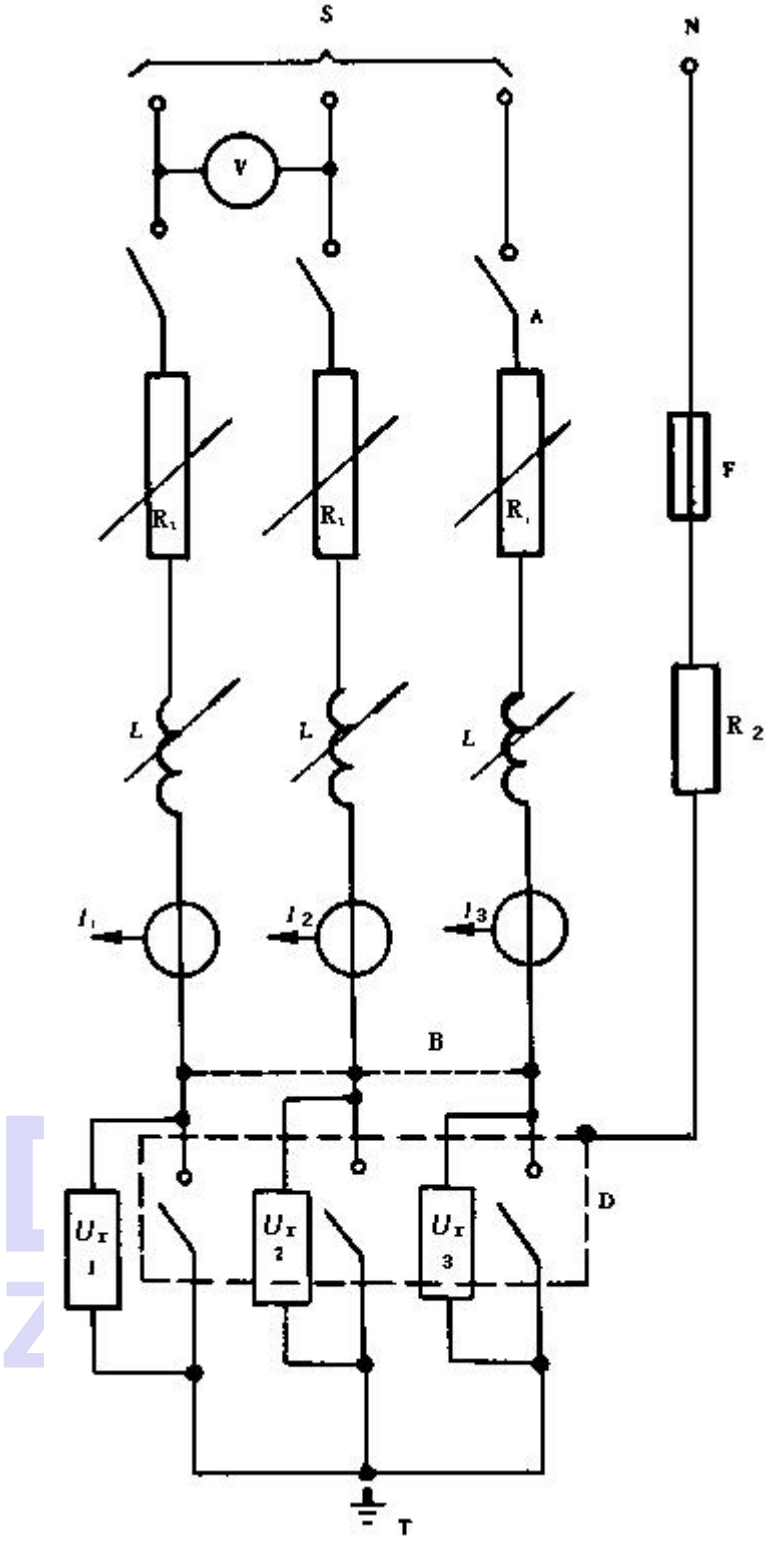


图 C1 三极电器三相电源额定通断能力试验电路图

S-电源；N-电源或人工中性点；V-电压表；A-闭合开关；R1-可调电阻；F-30A 或 32Ag

1 熔断器；L-可调电感；R2-飞弧故障检测限流电阻；I1、I2、I3-电流测量系统；B-拍摄整定波用的临时连接线；D-被试电器；Ur1，Ur2，Ur3-恢复电压测量系统；T-接地点(此处或电源侧仅一点接地)

注：(*)用于一相接地系统中时，F 应接至相线。

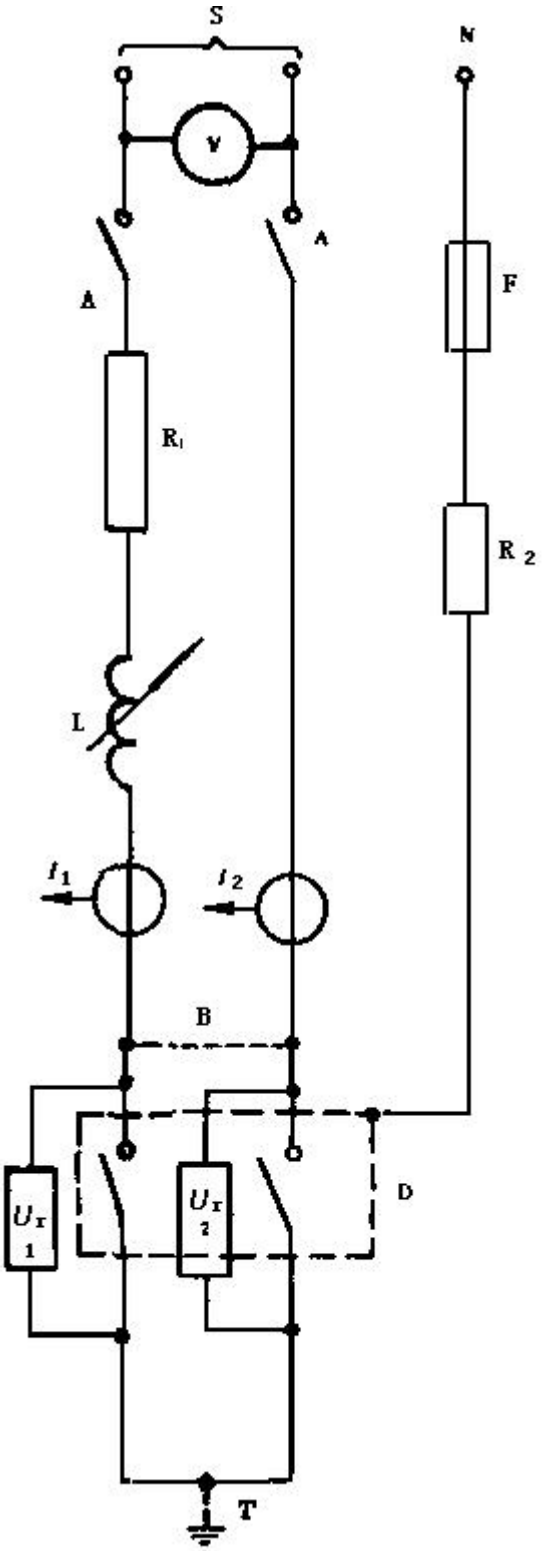


图 C2 二极电器在单相交流或直流电源短路通断能力试验电路图

S-电源；N-电源或人工中性点；A-闭合开关；R1-可调电阻；L-可调电感；F-30A 或(32A)gl 熔断器；R2-飞弧故障检测限流电阻；B-拍摄整定波用的临时连接线；D-被试电器；I1、I2-恢复电压测量系统；V-电压表；T-接地点(此处或电源侧仅一点接地)

注：(*)用于一相接地系统中时，F 应接至相线。

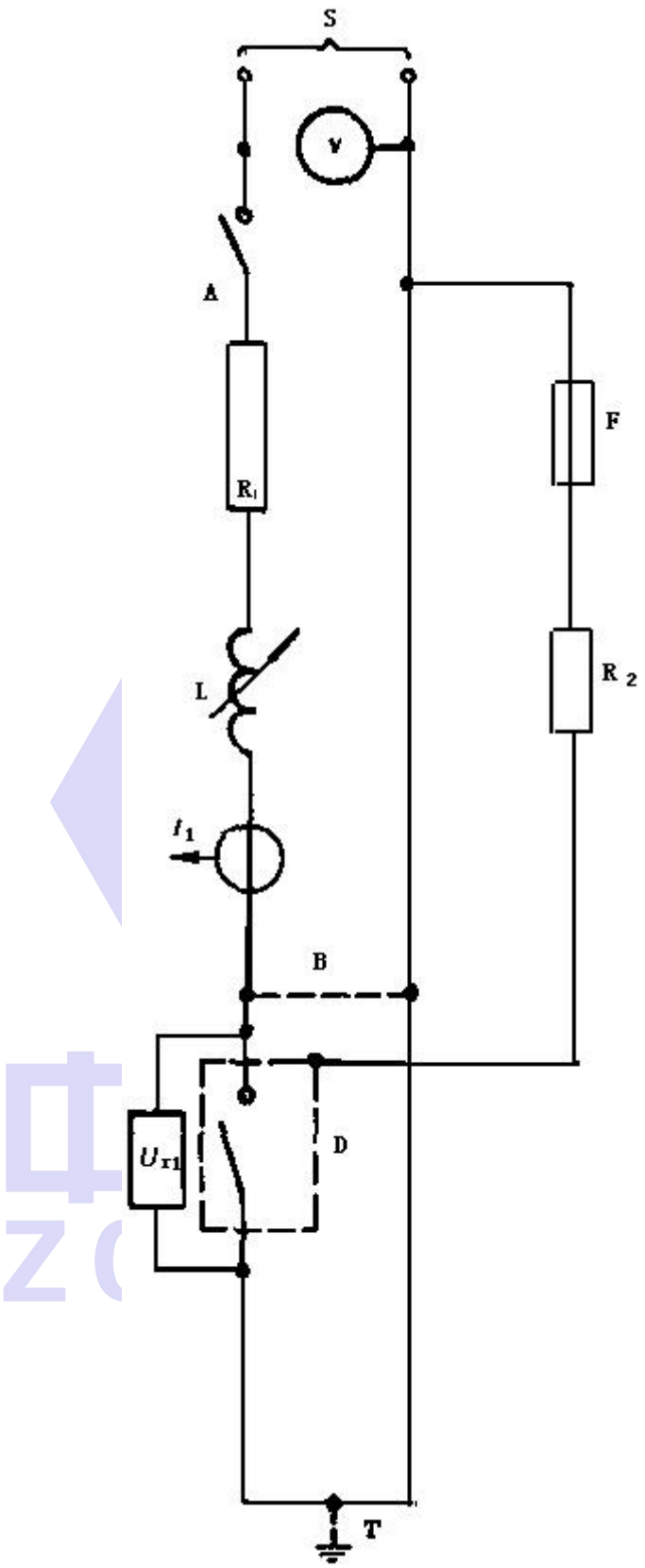


图 C3 单极电容在单相交流电源或直流电源时短路通断能力试验电路图

S-电源；A-闭合开关；R1-可调电阻；L-可调电感；F-30A 或 32Ag1 熔断器；R2-飞弧故障检测限流电阻；B-拍摄整定波用的临时连接线；D-被试电器；I1-电流测量系统；Ur1-恢复电压测量系统；T-接地点(此处或电源侧仅一点接地)；V-电压表

`附录 D 短路接通与分断能力试验波形图分析(补充件)

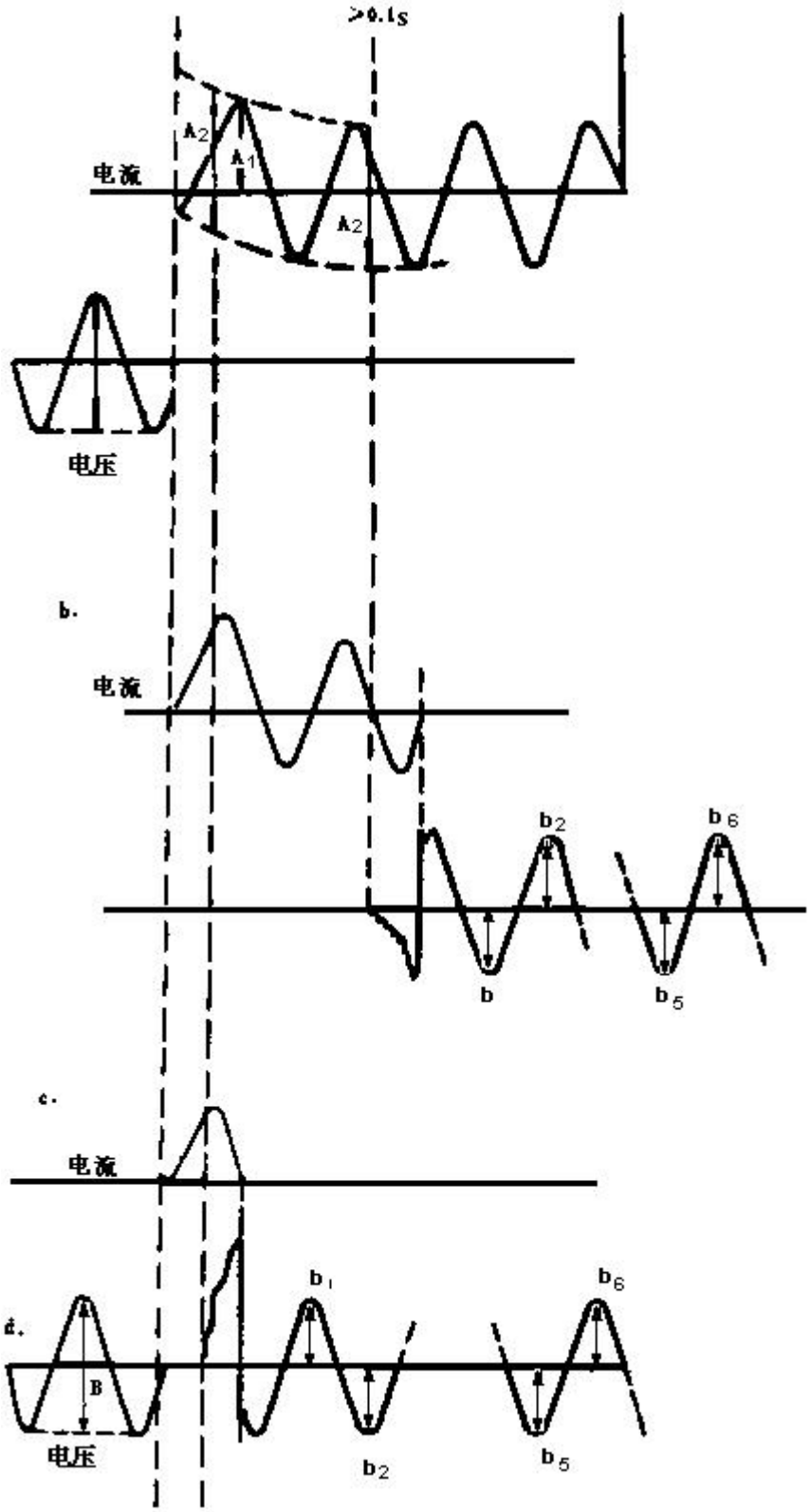


图 D1 交流短路接通与分断能力试验波形图分析

a.整定波电流波形预期接通电流峰值=A1 预期对称分断电流

b.电流达到峰值以后分断的波形分断能力 接通能力=A1

c.电流达到峰值以前分断的波形分断能力 接通能力=A1

d.恢复电压测量

$$\frac{b_1}{\sqrt{2}}\ \frac{b_2}{\sqrt{2}},\cdots\frac{b_6}{\sqrt{2}}>U_n$$

$$\frac{\frac{b_1}{\sqrt{2}}+\frac{b_2}{\sqrt{2}}+\cdots+\frac{b_6}{\sqrt{2}}}{6}=U_{r1}$$

U_{r1}，U_{r2}，U_{r3}和

$$\frac{U_{r1}+U_{r2}+U_{r3}}{3}$$ 之差

<10% 三相平均值

中创盟
ZCMLAB

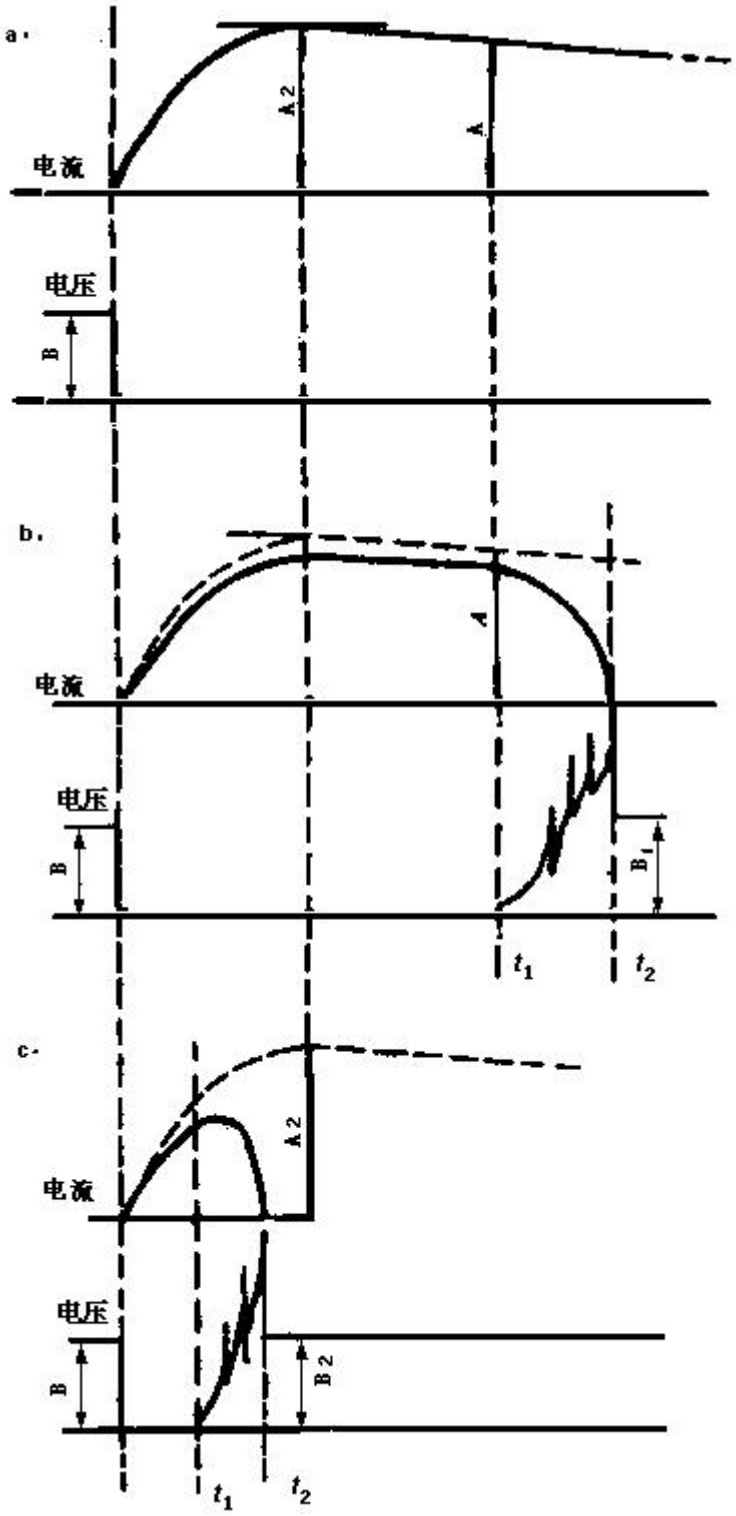


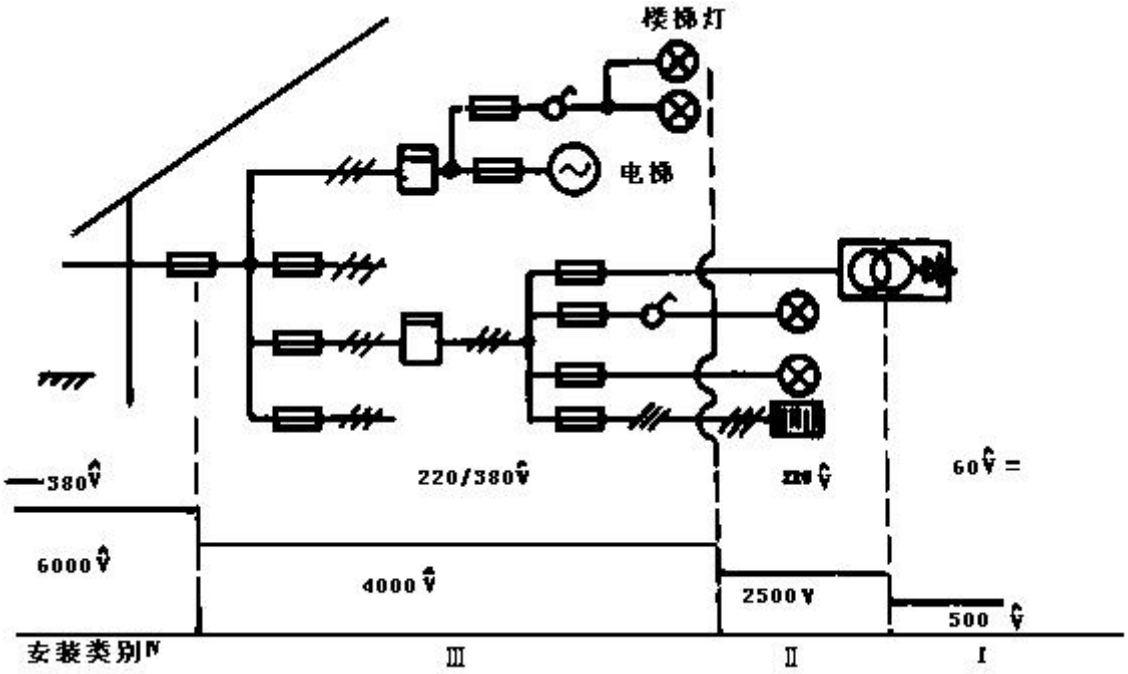
图 D2 直流短路接通与分断能力试验波形图分析

a.整定波电流波形预期接通电流峰值=A2

b.电流到达峰值以后分断的波形在电压 U=B1 时，短路分断电流 I=A，在电压 U=B 时，短路接通电流 I=A2

c.电流到达峰值以前分断的波形在电压 U=B2，短路分断电流 I=A2，在电压 U=B 时，短跌接通电流 I=A2

`附录 E 安装类别(过电压类别) Ⅰ～Ⅳ举例(参考件)



安装类别(过电压类别) Ⅰ～Ⅳ举例

附录 F 隔离电器的冲击试验电压峰值(补充件)

除非产品标准另有规定，具有隔离功能的电器，在其隔离气隙上应能承受表 F1 所列的冲击试验电压峰值(1.2/50μs 冲击耐受电压峰值或三个半波的工频电压峰值或 10ms 的直流电压值)。

表 F1 隔离电器冲击试验电压峰值(在海拔 2000m 处试验) V

非隔离的额定冲击耐受电压峰值	隔离电器的冲击试验电压峰值 1.2/50μS冲击耐受电压峰值，或三个半波工频电压峰值，或10μS直流电压值
300	1500
500	1500
600	1500
1500	2500
2500	4000
4000	6000
6000	8000
8000	12000
12000	18000

在不同于 2000m 海拔处试验时的海拔修正系数见 8.2.2.3.1 表 30。