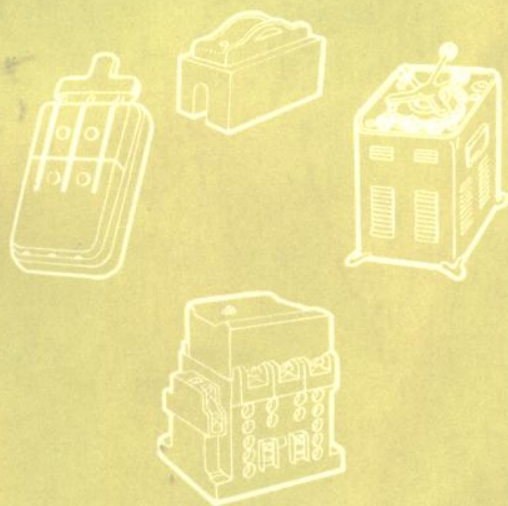


机械工业知识丛书

低压电器

上海电器科学研究所编



机械工业出版社

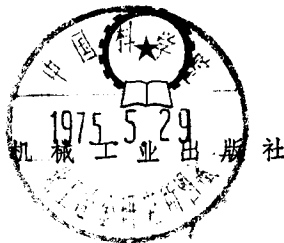
73.2719

115

机械工业知识丛书

低 压 电 器

上海电器科学研究所编



低 压 电 器
上海电器科学研究所编
(只限国内发行)

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可証出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168 $1/32$ ·印张 3 $9/16$ ·字数 82 千字
1974年12月北京第一版·1974年12月北京第一次印刷

印数 00,001—50,000·定价 0.30 元

*

统一书号: 15033·(内)608

出 版 说 明

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国机械工业欣欣向荣，蓬勃发展，形势很好。

“中国靠我们来建设，我们必须努力学习。”为了适应机械工业发展的需要，我们请有关单位编写了一套《机械工业知识丛书》，供机械行业的领导干部、管理人员和有关同志参考。

《低压电器》为本丛书之一，书中扼要地介绍了熔断器、自动开关、刀开关和转换开关、控制器、接触器、起动机、控制继电器、主令电器、电阻器、变阻器、电磁铁等类产品的基本知识，对于一些特殊电器以及低压电器的发展概况也作了简要的介绍。

本丛书在编写过程中，承各编写单位大力支持，做了大量的工作，我们表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中难免有缺点和错误，希望读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
一、低压电器在国民经济中的作用	1
二、我国低压电器的发展概况	1
三、低压电器分类	2
四、低压电器型号编制说明	4
第二章 熔断器	5
一、熔断器的结构和特性	7
二、无填料熔断器	9
三、有填料熔断器	12
四、快速熔断器	16
第三章 自动开关	18
一、自动开关的工作原理和结构	20
二、框架式自动开关	24
三、塑料外壳式自动开关	27
四、快速自动开关	29
五、限流式自动开关	32
第四章 接触器	33
一、接触器的工作原理和结构	35
二、交流接触器	38
三、直流接触器	44
第五章 起动器	46
一、热继电器	48
二、磁力起动器	53
第六章 控制继电器	55
一、控制继电器结构特点	56
二、控制继电器主要产品介绍	58

第七章 非自动切换电器	65
一、刀开关和转换开关	65
二、主令电器	71
三、控制器	76
第八章 电阻与变阻器	80
一、电阻元件	82
二、频敏变阻器	84
第九章 电磁铁	87
一、牵引和制动电磁铁	87
二、起重电磁铁	91
第十章 特殊电器	92
一、牵引低压电器	93
二、船用低压电器	94
三、矿用低压电器	95
四、化工用低压电器	96
五、热带用低压电器	97
六、高原用低压电器	97
附录	98
我国低压电器型号表示法及其意义	98

第一章 绪 论

一、低压电器在国民经济中的作用

低压电器在工农业生产、交通运输和日常生活等方面应用很广泛,发电厂发出的电能经过变压器、输电线,输送到工矿企业和农村,低压电器对电能的产生、输送、分配与应用起着开关、控制、保护与调节等作用,特别在现代自动化生产过程中,低压电器作为自动控制的工具起着很大作用。例如自动化和半自动化金属切削机床采用低压电器的控制来达到自动进刀、自动退刀、工作台的自动往复运动等动作;现代化的高炉要求用很多低压电器来自动控制炼铁过程;一台轧钢用的初轧机要用400多种约3300多件低压电器来进行控制。在电力系统方面,根据统计资料,每1000千瓦容量的发电机需要电器控制设备功率达2200千瓦左右,而其中80%以上的电能是通过低压电器分配到用电设备上去,同时,为了保证供电的可靠性,还需用低压电器来进行保护和操作。在农业方面,小型水电站、电动脱谷机、排灌机械等的控制,交通运输方面的车、船和飞机的控制,以及纺织机械的控制等均离不开低压电器。此外,家庭用的低压电器对地大物博、人口众多的我国来说也是具有极大的意义。总之,低压电器对我国国民经济的发展起着很大的作用。

二、我国低压电器的发展概况

解放前,我国没有专业的电器制造工厂,电器工业的面貌是一穷二白。

解放后，在毛主席的革命路线指引下，我国社会主义建设事业飞跃发展。随着国家经济发展的需要，各部门对低压电器的制造提出了越来越多的要求。在第一个五年计划期间，低压电器制造工厂就试制成功了刀开关、自动空气开关、接触器等十二大类几百种新品种，有力地支援了各地工矿建设，尤其是支援了我国重工业的建设。在此同时，逐步建立了低压电器的制造业，为以后低压电器的发展打下了稳固的基础。在毛主席亲自制定的“**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**”总路线的照耀下，低压电器工业蓬蓬勃勃地向前发展，制造厂遍布全国各地。在“**独立自主、自力更生**”的方针指引下，低压电器行业取得了很大的成绩，先后设计、试制成功了一批具有较高水平的电器产品。并使我国低压电器产品在技术经济指标及标准化、系列化、通用化的程度等方面有了较大幅度的提高。伟大的无产阶级文化大革命运动极大地推动了社会主义生产力的发展，低压电器工业也发展到一个新的水平，品种增加，质量提高，由工人、革命干部和革命科技人员组成的三结合新产品试制小组发挥了很大作用，先后试制成功和正在试制直流快速开关、新型塑料管式熔断器、新系列交流接触器、塑料外壳式自动空气开关、新系列热继电器等几十个系列的新产品，部分新产品根据我国的具体条件和长期积累下来的生产经验，采用了新原理、新结构、新材料、新工艺，进一步提高了性能指标，达到了世界先进水平。

三、低压电器分类

根据我国目前电工专业范围的划分和分工，低压电器通常是指工作在交流 1000 伏及以下与直流 1200 伏及以下的电路中，用来对电能的产生、输送、分配和使用起开关、控制、保护和调节作用的电气设备，以及利用电能来控制、保护和调节非电过程和非电装置的用电装备。但随着工农业生产的发展，某些工业部门

使用电压等级的提高，低压电器划分的电压等级范围也将提高。

低压电器品种繁多，用途广泛。但是归纳起来它所控制的主要对象为两大系统，即电力传动系统和低压电力网配电系统。为此，低压电器按照它所控制的对象可以分为：

1. 低压控制电器：主要用于电力传动系统中，传动系统对电器的要求是工作准确可靠、操作频率高、寿命长和尺寸小。这些电器是继电器、接触器、行程开关、主令电器、变阻器、控制器、电磁铁等。

2. 低压配电电器：主要用于低压配电系统及动力装备中。配电系统对电器的要求是在故障的情况下工作可靠，有足够的热稳定性[●]和电动稳定性[●]。这类电器包括有：刀开关、熔断器、自动开关等。

低压电器按它的动作性质可分为自动切换电器和非自动切换电器。自动切换电器是指它在完成接通、分断、起动、反向和停止等的动作是自动进行的（依靠本身参数的变化或外来讯号），而不是用人力来直接操作，例如自动开关、接触器等。非自动切换电器又称手控电器，它主要是用手直接操作来进行切换的，例如刀开关、转换开关、主令电器等。

低压电器根据它的工作条件又可分为：一般工业企业用低压电器、牵引低压电器、船用低压电器、矿用低压电器、化工用低压电器、航空用低压电器等。如按照它的使用环境条件来分还可分为：一般用低压电器、热带低压电器、高原低压电器等。

低压电器基本上包括十二大类产品：即刀开关和转换开关、熔断器、自动开关、控制器、接触器、起动器、控制继电器、主

● 热稳定性：是指电器能承受一定的电流值的平方与通电持续时间的乘积—— I^2t 值，其所有零部件应不引起热损坏。

● 电动稳定性：是指电器能承受一定的电流值下的电动力作用，其所有零部件应无损坏及永久变形。

令电器、电阻器、变阻器、调整器、电磁铁。调整器是用来自动调节被控制对象的某种参数的电器，例如自动电压调整器主要是用于自动调节发电机的电压。

四、低压电器型号编制说明

低压电器产品型号的编制适用于下列十二大类的产品：刀开关和转换开关、熔断器、自动开关、控制器、接触器、起动器、控制继电器、主令电器、电阻器、变阻器、调整器、电磁铁。

产品型号一律采用汉语拼音字母及阿拉伯数字（具体低压电器型号表示法及其意义详见附录）。

第二章 熔 断 器

熔断器又称保险丝，是作为安全保护用的一种电器，广泛应用于电网保护和用电设备保护。当电网或电动机发生负荷过载或短路时能自动切断电路。过载或短路都将使电网和连接在电路中的用电设备遭受热和电动力的破坏，可造成机器设备的事故，严重的甚至可造成整个车间或工厂的停电。熔断器能在异常情况下自动断开电路，起保护作用，它主要用一种熔点低的金属丝或金属薄片制成，用它串接在被保护的电路中，在正常情况下，它相当于一根导线；在发生过载或短路时，电流过大，金属丝（或薄片）便受过量的热而熔化把电路切断。在切断电路过程中往往产生强烈的电弧并向四周飞溅，为了安全有效的熄灭电弧，通常把金属丝（或薄片）装在壳体内，并采取有效措施，快速导热来熄火。

熔断器最大的特点是结构简单、使用方便、重量轻、体积小、价格低廉，具有很大的经济意义。

熔断器的结构大致可分为开启式、半封闭式和封闭式三种：

1. 开启式熔断器：即当熔体熔化时没有限制电弧火焰和金属熔化粒子喷出的装置，仅适用于断开短路电流不大的场合，这种熔断器往往不单独使用，而与闸刀开关组合应用（即目前一般家庭用的胶木外壳瓷底板装有熔断丝的闸刀开关）；

2. 半封闭式熔断器：熔断体装于管内，管的一端或两端开启，对熔体熔化时电弧火焰和金属熔化粒子喷出有一定的方向，减少了对人员的一些损害，和避免造成相间的飞弧短路，但不够安全，使用时有一定的限制；

3. 封闭式熔断器：熔体完全封闭在壳体内，没有火焰喷出，

不会造成邻近带电部分飞弧和近处人员的危险。近代国内外的熔断器都制成封闭式。

熔断器灭弧方式又可分为：填料式，即电弧熄灭于粉状、粒状或纤维状填料内；和无填料式，即电弧由于熔管中的高气体压力或气体的运动而熄灭，不加填料。

熔断器还可制成可拆式和不可拆式两种。前一种熔断器要更换熔体时可用最简单的工具拆开（旋开）熔断体，把已熔化的熔体更换上新熔体；第二种熔断器为不能拆开，要恢复供电时，需换上整只新的熔断体。

熔断器由于安装方法上的不同，还可分为可带电更换和不带电更换两种。第一种可直接用手换熔断体，操作者可不触及带电部分；第二种熔断器在更换前应切除电源。

除了上述各类型熔断器外，还有慢动作和快动作（快速）及快慢动作熔断器。慢动作熔断器在过载时熔断器动作时间长，专门用于电动机保护回路；快动作熔断器为在过载或短路时动作时间短，专门用于保护半导体整流器电路中；快慢动作熔断器的特点是在过载时动作时间长，短路时快速，主要应用于城市电车的整流站、大功率吊车电动机频繁操作场合和电梯配电站的保护等。

我国现在生产的熔断器有：无填料熔断器、有填料熔断器、螺旋式熔断器、快速熔断器等。熔断器的额定电压^①在工业中最广泛应用的为交流 50 赫、220 伏、380 伏；直流 220 伏、440 伏。交流 660 伏用于矿井中（是根据煤矿中实际使用 660 伏供电电网所提出的要求而生产）。熔断器的额定电流^②根据其结构类型的不同，其电流等级划分也不同。熔断器的额定电流包括两个方面：一是熔断器管子的额定电流，另一是熔体的额定电流。例如

● 额定电压：是指能保证电器长期正常工作的电压值。

● 额定电流：是指能保证电器长期正常工作的电流值。

一熔断器，其绝缘管子的额定电流为 100 安，而其所包容的熔体额定电流可能为 60 安、80 安或 100 安，因此在标志熔断器额定电流时，必须同时标志出上述两项额定电流。

一、熔断器的结构和特性

熔断器有两个触头插座，中间接入熔断体整体，触头插座装在绝缘底板上。熔断体整体是由熔体和绝缘管子(熔管)等组成，(见图 2-1 所示)。熔体是这些基本组成部分中的核心。

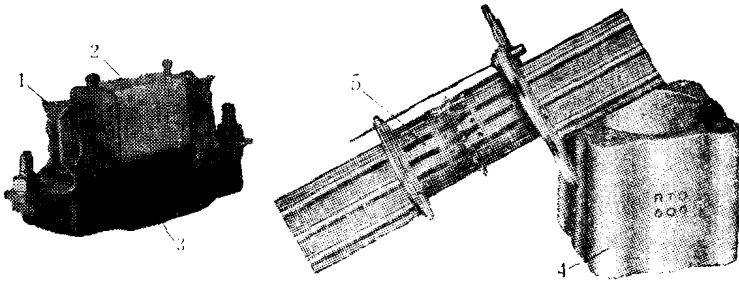


图2-1 熔断器结构图

1—触头插座；2—熔断体整体；3—绝缘底板；4—熔管；5—熔体

熔体是熔断器的主要部分，因为熔断器主要靠熔体受电流的热作用而熔化来断开电路，所以对熔体材料的选择，必须具有下列的性质：要求熔点低、易于熔断、导电性能好、不易氧化、易于加工。一般制作熔体的材料有铜、银、锌、铅锡合金等，根据对熔断器保护要求而定。

一般低电压小电流电路中所用的熔断器（例如家用电灯的保险丝等），由于对熔断器的要求主要是保护过载，应用低熔点的熔体材料（一般是用铅锡合金或锌）就能满足电路保护要求，且这些材料比较便宜又耐腐蚀。对高电压大电流的电路，要求熔断器分断电流也大，用铅锡合金做成的熔体往往不能可靠地断开

电弧，就要用铜质或银质的熔体。由于铜易氧化，在重要场合为了确保熔体不因氧化而变质引起误动作，往往采用银来制造熔体。用银和铜制作熔体，其材料截面较小，熔断时金属蒸汽少，易于灭弧；材料的质量和尺寸也较易控制；但铜易氧化，氧化后影响工作特性，银虽不易氧化，但价格太贵，且铜和银熔点高，在长期工作时可能达到较高工作温度，对绝缘管子（熔管）不利。同时，要使这种熔体熔断必需流过一定大的电流，也要一定的时间，这样就引起过载时保护的不良。为了消除这一缺点，就利用高熔点的金属在某种合金液态下易熔的特性。一般在铜质熔体上焊以铅或锡质小球，在较低的温度下铅或锡就熔解，这时与熔体可组成合金的液体状态，这种合金具有较高的电阻，使熔融处的发热增加，另外它又具有较低的熔点，从而使铜熔体迅速熔断。这种铅、锡、锌等起合金效应的物体叫做熔体的熔剂。一般都以锡作为熔剂，因为它的成分比较恒定。

熔体是用丝状和片状材料制成，丝状熔体应用在小电流的场合（如家用保险丝），用片状材料制造熔体，可以很容易地用冲压制造出所要求的任何形状。

对于熔断器特性的要求有：

1. 保护特性：

熔断器的保护特性或称“时间-电流”特性曲线，是表示切断电流的全部时间 t 与通过熔断器电流 I 间的关系特性曲线，亦即 $t = f(I)$ 特性曲线。熔断器的保护特性曲线必须处于被保护元件热特性曲线之下，这样才能起到保护作用。熔断器的保护特性曲线与熔断器的结构型式有关，所以各类熔断器的保护特性曲线均不同。图 2-2 表示我国目前生产的各种类型的熔断器保护特性曲线。

国外熔断器方面对保护特性的研究也与我国相同。熔断器的保护特性有慢动作特性、快动作特性、快慢动作特性和超快动作

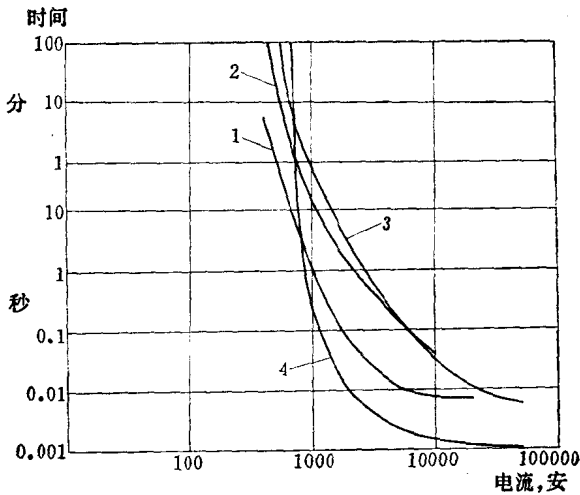


图2-2 熔断器保护特性曲线

1—螺旋式熔断器；2—有填料熔断器；3—无填料熔断器；4—快速熔断器

特性（即快速特性）四种类型。前三者的产品用于低压配电系统及电动机过载保护，第四类产品用于可控硅元件和硅整流设备的过载保护。

2. 分断能力：

分断能力是表示熔断器能断开网路故障而产生的最大短路电流。以交流周期分量有效值表明交流分断能力，以直流最大电流稳定值表明直流分断能力。目前根据切断网路故障电流的要求，有高分断能力的熔断器。其交流额定电压为500~600伏，额定电流为500~600安，分断能力达200千安。

二、无填料熔断器

无填料熔断器有插入式和封闭管式两种。

RM10系列硬质纤维管可拆卸式低压熔断器，是我国目前大量生产的产品。其额定电压为交流220伏、380伏、50赫，直流

220 伏、440 伏，额定电流为 15~1000 安；分断能力为 10~12 千安。

RM10 系列熔断器(见图 2-3)，图中 2 为厚壁反白管，两端紧套着黄铜套管 3，用两排铆钉与反白管固定在一起，套管把熔管套住，使它不会炸开。在套管上旋有帽子 4 用来固定熔体 1，熔体 1 在装入熔管前用螺钉固定在插刀 5 上。15 和 60 安熔断器与大电流等级不同之处是没有插刀，电流是经过帽子通到熔体，因为帽子旋紧后即与熔体接触。

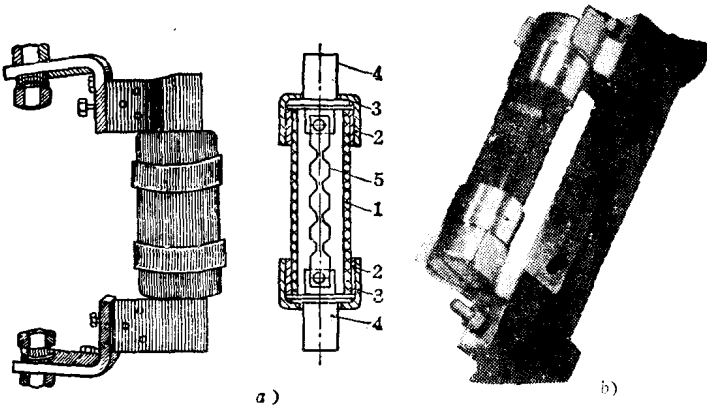


图2-3 RM10无填料熔断器

a) RM10熔断器结构图； b) RM10熔断器60安外形图

熔断器的熔体是用锌片冲成不均匀的截面形状(见图 2-4)，采用锌片制作熔体是因为它熔化温度较低，且容易加工，制造工艺简单，使用拆换方便。熔体做成不均匀宽窄截面，其目的是要求熔体在短路时充分发挥它的作用，以便提高它的分断电网容量的能力(即分断能力)。根据实验，当熔体通过短路电流，其狭颈部首先熔断，图 2-4 示出锌熔片在短路时熔断的情况，从图中可看出，在短路时两个狭颈立即熔断，中间大块熔体掉下，造成较大的电弧间隙，从而有利于灭弧。如果熔片不具有狭颈部或狭

颈部在熔片中间，都不能起到有利于灭弧作用。熔体上的狭窄截面数目与其在长期工作下所承受的电压有关，一般交流 380 伏，直流 440 伏电压的 RM10 熔断器具有 4 个窄截面，而交直流 220 伏电压的只具有 2 个窄截面，其原因是当熔体熔断时，在窄截面处形成几个电弧间隙，这样有利于电弧的熄灭，电压高需要串联的电弧间隙多些；电压低需要串联的电弧间隙就可少些。

RM10 熔断器是利用固体灭弧特质（反白管）在熔断过程中自动产生气体来熄弧。这产生出来的气体形成很大压力，使电弧很快熄灭，故而有快速灭弧和限制电流的作用。但气体压力过大会引起熔断器的爆炸。因此 RM10 系列分断故障短路电流的能力是有一定限度的，要分断大的短路电流，必须增加灭弧时气体的压力，而要避免爆炸又必须减少气体的压力，这就形成矛盾，对一定尺寸的反白管，它所能分断短路电流的能力就不能很大。

RM10 系列无填料封闭管式熔断器熔体可以自行更换，当熔断器起过保护作用而熔体熔断，则可自行拆开重装新的熔体。由于这一优点，虽然它与有填料封闭管式熔断器相比价格贵、制造费力、材料消耗大（如果分断能力相同），但仍被广泛的应用。尤其在煤矿工业大量采用。根据 矿井电工检修同志反映，RM 系列无填料熔断器拆装方便，在巡回检修中，只要备带各种电流等级的熔体就可当场进行更换恢复供电，而有填料熔断器由于熔体不能自行拆装，往往不能及时处理故障恢复供电。

上面已讲到，RM 系列熔断器材料消耗很大，其中反白管和

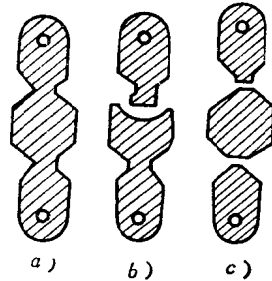


图2-4 锌熔片

a) 未曾熔断的熔片；b) 过载下熔断的熔片；c) 短路下熔断的熔片