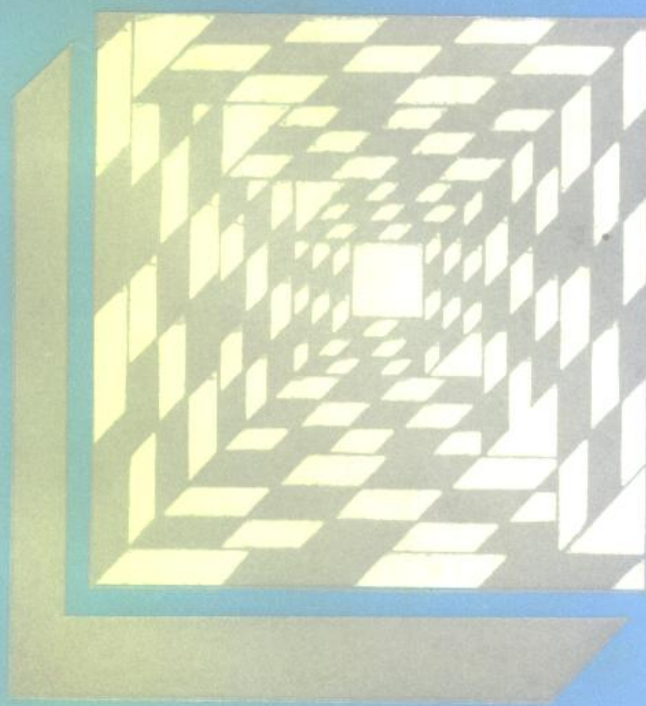


低 压 电 器

马镜澄 王书成 杨玉鸿 段刚 常云镇 编



兵器工业出版社

低 压 电 器

马镜澄 王书成 杨玉鸿 编
段 刚 常云镇

兵 器 工 业 出 版 社

(京)新登字049号

本书主要介绍各类低压电器的基本结构、主要性能、技术参数及调整、选用,并介绍了两种产品的实用设计方法,同时还简要介绍了高压电器的基本内容。具体包括:低压熔断器、刀开关、低压断路器、接触器、有无型继电器、量度型继电器、转换控制电器、电阻器、电磁铁、电磁离合器以及高压断路器和其它高压电器。

全书内容反映了改革开放以来我国电器工业发展的新面貌,其产品更新,结构新颖,性能有所提高。本书贯彻理论与实际结合的原则,结合生产实际,注重专业应用,简明扼要。本书可供从事电气技术的工程技术人员参考,亦可作为高等专科学校、职业大学、职工大学电器专业的教材和电气工程类专业教学用书。中等专业学校也可选用。

低 压 电 器

马镜澄 王书成 杨玉鸿 编
段 刚 常云侠

责任编辑 贺 功

封面设计 方 芬

兵器工业出版社出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

北京市密云县印刷厂印装

开本787×1092 1/16·印张113 8·字数 283 千字

1993年6月北京第一版·1993年6月北京第一次印刷

印数 0,001—6,500·定价:9.80 元

ISBN 7-80038-503-5/TM·31

前 言

本书可供企事业单位从事电气技术的工程技术人员参考，可作为高等专科学校、职业大学、职工大学电器专业的教材和电气工程类专业教学用书。中等专业学校也可选用。

书中内容反映了改革开放以来我国电器工业迅速发展的面貌。本书结合近年来我国自行设计的低压电器产品，以及国内一些主要低压电器生产厂从国外著名的低压电器生产公司引进制造技术，经国内消化吸收生产的低压电器产品，对各类低压电器的结构和性能进行了分析，并介绍了选用方法，还对低压熔断器和交流接触器的实用设计方法进行了介绍。为了让读者了解高压电器的基本内容，本书专门列章介绍。全书内容丰富，简明扼要，紧密结合生产实际和应用。

本书由上海电机技术高等专科学校马镜澄负责全书统稿，并编写绪论和第七、八章，上海人民电器厂王书成编写第二、三章和第五章中热继电器部分，机电部上海电器科学研究所杨玉鸿编写第四、五、六章，沈阳市机械工业学校段刚编写第九、十章，上海电器陶瓷厂常云镇编写第一章。

机电部上海电器科学研究所副所长、中国电器工业协会通用低压电器专业协会副理事长黄国泰高级工程师（研究员级）担任主审，并于1992年8月在上海人民电器厂举行的审稿会上讨论通过。参加审稿的有上海工业大学戈以荣教授、上海交通大学李仁定教授、上海机械高等专科学校孔凡才副教授、方承远副教授。编者对他们在审阅过程中的辛勤劳动表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了机电部上海电器科学研究所、上海电机技术高等专科学校、上海人民电器厂、沈阳市机械工业学校、上海电器陶瓷厂、上海继电器厂、上海第三机床电器厂、上海起重电器厂和岳阳起重电器厂等单位的大力支持。编者对以上单位以及所有对编写本书给予帮助的同志，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，殷切希望读者批评指正。

编 者

1992.8

目 录

前言

绪论	(1)
第一章 低压熔断器	(6)
第一节 概述	(6)
第二节 熔断器的结构与特点	(8)
第三节 典型产品介绍	(10)
第四节 熔断器的检测及试验方法	(18)
第五节 熔断器的一般工业选用原则及使用维护	(21)
第六节 熔断器设计	(25)
第二章 刀开关、低压断路器	(27)
第一节 刀开关、刀形转换开关、刀熔开关	(27)
第二节 低压空气断路器	(28)
第三章 接触器	(44)
第一节 接触器的用途、工作原理、分类和技术参数	(44)
第二节 典型产品分析	(47)
第三节 接触器的选用原则	(51)
第四节 接触器的结构分析	(52)
第五节 交流接触器的设计计算	(5)
第四章 有无型继电器	(63)
第一节 中间继电器	(65)
第二节 时间继电器	(66)
第五章 量度型继电器	(71)
第一节 电流继电器	(71)
第二节 热继电器	(7)
第三节 差动继电器	(78)
第四节 逆功率继电器	(81)
第六章 转换控制电器、电阻器	(83)
第一节 主令电器	(83)
第二节 控制器	(95)
第三节 电阻器	(97)
第四节 频敏变阻器	(99)
第七章 电磁铁	(103)
第一节 概述	(103)
第二节 牵引电磁铁	(104)
第三节 制动电磁铁	(109)
第四节 起重电磁铁	(115)

VI

第八章 电磁离合器.....	(120)
第一节 牙嵌式电磁离合器.....	(120)
第二节 摩擦片式电磁离合器.....	(121)
第三节 铁粉式电磁离合器.....	(124)
第四节 转差式电磁离合器.....	(125)
第九章 高压断路器.....	(129)
第一节 概述.....	(129)
第二节 少油断路器.....	(134)
第三节 压缩空气断路器.....	(138)
第四节 六氟化硫断路器.....	(139)
第五节 真空断路器.....	(147)
第六节 高压断路器操动机构.....	(150)
第十章 其它高压电器.....	(155)
第一节 高压熔断器.....	(155)
第二节 隔离开关和接地开关.....	(157)
第三节 负荷开关.....	(160)
第四节 避雷器.....	(161)
附录A 名词术语.....	(164)
附录B 电气图用图形符号.....	(167)
附录C 低压电器产品型号编制办法.....	(172)
参考文献.....	(176)

绪 论

一、低压电器的定义与分类

随着社会生产的发展和人民生活水平的提高，能源的消耗与日俱增。当前，以电能的使用最为广泛。各类电器对电能的生产、输送、分配与应用起多方面的作用，在电力输配电系统、电力传动和自动控制设备中得到极为广泛的应用。

凡是根据外界特定讯号自动或手动地接通或断开电路，实现对电路或非电对象控制的电工设备都叫做电器。

按使用电器的电路额定电压的高低，电器分为高压电器和低压电器。低压电器通常是指用于交流额定电压1200V、直流额定电压1500V及以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器产品。

低压电器的用途广泛，作用多样，因而品种规格繁多，原理结构各异。为了概括地掌握这些低压电器，必须加以分类。按国家标准规定，从下述几个方面加以分类。

一、按电器产品种类分

(一) 开关设备（或配电开关电器）

包括低压断路器、低压空气式隔离器、低压空气式开关和低压熔断器组合电器。

(二) 控制设备（或控制电器）

包括低压接触器和低压电动机起动器。

(三) 控制电路电器

包括人力操作的控制开关（如按钮、旋转开关等）、电磁操作的控制开关（如延时的或瞬时的接触器式继电器）、指示开关（如压力开关、热敏开关等）、位置开关（如限位开关）、接近开关和无触点开关电器、相联的控制电路设备（如指示灯），以及其它控制开关。

(四) 低压熔断器

包括工业用熔断器、家用及类似用途的熔断器、保护半导体器件的熔断器、无填料密闭管式熔断器以及半封闭插入式熔断器。

(五) 其它类低压电器

包括电阻器、频敏变阻器、励磁变阻器、电压调整器、牵引电磁铁、制动电磁铁、起重电磁铁以及其它低压电器。

二、按操作方式分

人力操动、人力储能操动、电磁铁操动、电动机操动、压缩空气操动、以及电动—压缩空气操动等。

三、按灭弧介质分

空气、真空、油或其它灭弧介质。

其它还可以按外壳防护等级、按污染等级、按安装类别或按防触电等级等方面进行分类。

二、低压电器在电力系统中的地位和作用

由发电厂、电力网及电能用户组成的系统称为电力系统。电力系统的中心环节是发电厂。我国发电厂主要有火力发电厂和水利发电厂两类,其它还有原子能发电厂、地热发电厂、潮汐发电厂以及风力发电、沼气发电、太阳能发电等。电力网是输送、交换和分配电能的。它由变电所和各种不同电压等级的电力线路组成。变电所是变换电压和交换电能的场所,由电力变压器和配电装置组成。

发电厂与电能用户之间有相当大的距离,通常采用架空输电线将电能从发电厂送到电能用户。当输送一定功率时,电压升高,电流就可以减小,电线的线径可选择小些,可以节省大量有色金属,同时线路的有功损耗和电压损耗也能降低,因而发电厂生产的电能要用变压器升高电压后,经输电线送往远方。如一台额定电压为10.5kV的汽轮发电机,若要送电到200~300km处,需将电压升高为220kV。

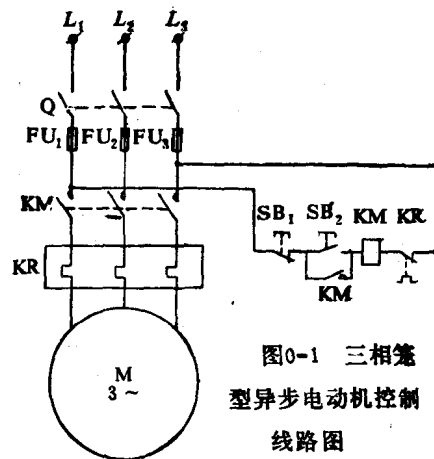
高压输电线把电能送到变电所,要经过降压才能用户使用,一般要将110kV以上的电压先降为35kV。所有35kV及以下的线路均属于配电线路。由35kV送电到用户前需再次降压,如降为以10kV配电线路供电给各用户的配电变压器,其二次侧为380/220V,供电给各车间或住宅区。

由上可见,电能的生产与传输采用高电压,而对电能的使用却大多数是低压供电。统计资料表明,发电厂生产的电能约有80%以上是通过低压电力去使用的。电能的使用大多数是将电能转变成机械能或热能等,例如用电动机将电能转变为机械能去带动机械负荷。

图0-1所示为三相笼型异步电动机直接起动的控制线路。电气接线图中,凡表示电力输送及分配的电路,称为主接线图或一次接线,其直接相连的设备称为一次设备或一次元件;凡表示控制、指示、测量、监视和保护一次设备运行的电路称为控制电路或二次接线,其直接相连的电气设备叫二次设备或二次元件。图0-1中三相交流电源经刀开关Q、熔断器FU、接触器KM的动合触点和热继电器KR的驱动器件接到异步电动机定子绕组的电路称为主电路。由停止按钮SB₁、起动按钮SB₂、接触器KM的线圈及动合辅助触点,以及热继电器KR的动断触点组成的电路为控制电路。

起动电机时,先合上三相刀开关Q,接通电源,再按下起动按钮SB₂,交流接触器KM的线圈得电,其三对主触点闭合,电动机M起动旋转;同时并联在起动按钮SB₂两端的动合辅助触点KM也闭合,即使松开手后起动按钮SB₂自动复位,接触器KM的线圈也保持通电,此动合辅助触点KM称为自锁触点,使线路具有自锁功能。若控制线路未接自锁触点,就只具有点动功能了。

若要使运行中的电动机停止旋转,可按下停止按钮SB₁,使接触器KM的线圈失电,其电磁铁吸力消失,三对主触点断开,电动机失电,转速下降,直至停止转动;同时接触器KM的动合辅助触点断开,即使松开手后停止按钮SB₁自动复位,接触器KM的线圈也不会得电。



线路中熔断器FU是当线路发生短路时作保护用的，热继电器KR是作为电动机过载保护用的。

由这个简单例子可见，电机或其他电气设备在运行中要进行通断、保护、控制或调节，需要配备各类低压电器。根据统计，每生产10000kW容量的发电机设备大约需要生产4万件以上的各类低压电器与其配套。无论在工厂、矿山、农业、交通运输、国防、文教以及人民生活设施方面，都广泛使用电能，且越来越多的生产过程趋向自动化。低压电器产品的品种、数量和质量水平不仅将直接影响到电气成套设备的水平，而且对国民经济各部门的开发先进技术、降低消耗、提高生产效率和经济效益、确保安全生产以及开拓出口市场，都具有重要的意义。

三、对低压电器的要求

低压电器产品是属于量大面广的基础配套元件，是构成电气成套设备的基础。低压电器产品的质量好坏、可靠性高低将直接影响和制约电工产品的发展和进步。从使用角度看要求低压电器产品缩小体积、减轻重量、降低能耗、节约材料，提高可靠性和使用寿命，提高各项经济技术指标，以及改善使用和维修的方便性。

低压电器主要工作于电力拖动控制系统和低压配电系统。前者称为低压控制电器，后者称为低压配电电器。

电力拖动控制系统对低压控制电器的主要要求是工作准确可靠、操作频率高、机械寿命和电气寿命长，尺寸小等。常用低压控制电器有接触器、控制继电器、主令电器、控制器、变阻器和电磁铁等。低压控制电器应能接通与分断过载电流，但不能分断短路电流。

电子技术的发展，特别是集成电路和微处理器技术的发展，对传统的有触点控制电器正在产生深刻的影响。当前常把主令（操作）电器、检测电器、控制电器、接口电器、驱动（执行）电器和显示、报警电器统称为“控制电器”。

当低压配电电路正常运行时，低压配电电器起通断和转换电源或负载的作用，当电路出现过载、短路、欠压、失压、断相和漏电等不正常状态时，低压配电电器应起保护作用，自动断开故障电路。因而对低压配电电器的主要技术要求是故障情况下通断能力大、工作可靠、具有多种保护方式、能作选择性保护、有足够的动稳定性和热稳定性等。低压配电电器主要有低压断路器、熔断器、刀开关和转换开关，以及电力网用保护继电器。

《低压开关设备和控制设备总则》规定了低压电器产品应遵循的一般规则和基本要求。它包括：名词和术语、分类、特性、正常工作条件和安装条件、结构和性能要求、验证特性、结构和性能要求的试验与规则、标志、包装、运输和储存，以及其它要求等。各类低压电器的特殊要求在各类组产品标准中分别加以补充规定。《低压开关设备和控制设备总则》应与各类组产品标准结合使用。

四、低压电器工业发展概况

低压电器的产生和发展是与电的发现和广泛使用联系在一起的：从刀开关、变阻器、熔断器等最简单的低压电器开始，到多种规格的低压断路器、接触器、继电器，以及由它们组

成的成套电气控制设备，都是随着生产的要求而发展的。

解放前，我国基本上没有专业的电器工厂。解放后，随着国民经济的恢复和大规模经济建设的进行，国民经济各部门对低压电器制造提出了越来越多的要求，兴建了许多专门的低压电器厂，为我国低压电器制造工业奠定了基础，并生产了很多系列的产品。从1953年到1957年就试制成功了低压断路器、接触器等12大类几百种新产品。由于60年代大功率半导体器件的发展，无触点电器也得到了迅速的发展，与有触点电器相结合，相辅相成，协调发展。

改革开放以来，低压电器制造工业更有了飞速的发展。1981年低压电器产品已发展到12大类，380个系列，1200多个品种，数万种规格。由于科技进步，加上引进先进技术，加快新产品试制，促进产品结构调整，提高了低压电器全行业的水平。1981年开始，上海人民电器厂、上海电器陶瓷厂、上海华通开关厂等从德国BBC公司、AEG公司和美国西屋公司引进了ME系列低压断路器、B系列交流接触器、T系列热继电器、MSB系列电磁起动器、K系列中间继电器、NT和NGT系列熔断器，以及MFB、P-3000系列塑壳断路器等产品制造技术，基本实现国产化，有的产品如T16热继电器等已返销国外。上海电器公司新产品试制成功的数量从1989年的40项增加到1990年的59项，其中有相当数量的品种已达到国际上80年代中期或国内先进水平。上海人民电器厂的DW15-2500万能式低压断路器，符合IEC157-1标准，结构紧凑新颖，使用维修方便，电动操作方式并附有应急和维修手柄，保护性能齐全，额定电压380V，分断能力为60kA。B105交流接触器是引进德国BBC公司制造技术而开发的产品，符合IEC和VDE标准，体积小，重量轻，结构紧凑，使用方便，机械寿命1000万次，380V时AC3电寿命100万次。上海电器科学研究所与宁波开关厂共同研制开发的RT20系列有填料封闭管式熔断器低功耗，高分断能力，额定分断能力达120kA。上海电器科学研究所联合锦州新生开关厂分厂、湖北开关厂和合肥开关厂共同研究开发投产的DW15C-1000、1600抽屉式万能低压断路器主要技术性能指标与国内引进的同类产品相当，达到其80年代水平，而价格明显低于国外及国内引进同类产品的价格。

当前，我国低压电器行业主要企业有300多家，职工总人数约20万人，总产值约20亿元。要发展低压电器工业，总的来说，要抓好科技攻关和新产品的研制开发工作，进行产品结构和产业结构的调整，迅速提高全行业的工艺、装备水平，解决原材料和元器件的质量和数量，加强基础技术理论的研究，并把出口创汇，面向国际市场，作为提高全行业水平的主攻方向之一。

必须坚持以科技为先导，以产品为龙头，促进低压电器行业的发展。要巩固和完善已有的科技成果，继续引进先进技术，根据国民经济各部门和出口创汇的需要，不断调整产品结构，开发新产品。要注意发展机电一体化产品、电力电子产品等，研制开发智能化电器、电动机综合保护电器、有触点和无触点结合的混合式电器、模数化终端组合电器和节能电器产品。例如上海电器科学研究所、上海电器陶瓷厂、南通低压电器厂、海城节能电器厂等单位在研制开发模数化终端组合电器方面做了不少工作。它是一种安装终端电器的装置，主要特点是电器尺寸模数化、安装轨道化、外形艺术化和使用安全化，是新一代的配电装置。随着各地高层建筑和民用住宅建设的发展，粗估近三年中每年约需这种终端电器300~500万件。在低压电器设计和工艺、生产管理和经营管理方面还要掌握和推广成组技术的应用，促进先进制造工艺技术的发展。成组技术是以零件结构和工艺相似性为基础的合理组织生产技术准

备过程和产品生产过程的方法,还要进一步做好提高工艺、装备水平,贯彻国际标准,实行国际安全认证和许可证等方面的工作。

从某种程度上说,低压断路器代表了一个国家低压电器的水平。不少国家对低压断路器的研究主要集中在:新的限流分断技术、智能化、经济性和使用的方便性与安全性、断路器一起动器组合电器。低压断路器的生产以美国和日本最发达。美国西屋公司的C系列和德国西门子公司3VF系列塑壳式断路器采用的分断机构是在静触头臂上设置一个转动支点,在分断短路电流时,动触头向上斥开的同时,静触头也绕支点向下运动,进一步拉长电弧,增大限流效果,使分断能力从65kA提高到100kA(380/415V交流)。采用微处理器可实现低压断路器的高性能、多功能和智能化。日本寺崎电气公司带微处理器的AT系列万能式低压断路器具有三段保护、接地、过载预警、逆功率脱扣、欠电压保护、试验、测量、自诊断、显示等多方面功能。国外电子式时间继电器发展迅速,总产量已超过全部时间继电器产量的3/4以上。

相信以科技进步为先导,通过深化改革,引进先进技术、设备和产品,会缩短与发达国家的差距,满足国内外市场需要,促使我国低压电器工业发展到更高的水平。

第一章 低压熔断器

第一节 概 述

熔断器是一种低压配电电器,当电流超过规定值一定时间后,以它本身产生的热量使熔体熔化而分断电路。熔断器分断电路是利用经过精心设计的金属熔片,串联在被保护的电路中,在故障电流出现情况下,熔片受热而熔化,将电路切断。切断电路过程中由于在线路电压影响下,往往产生强烈的电弧,发生强烈声、光效应。为了安全和有效熄灭电弧,通常将熔片装在一个绝缘材料制成的管壳内,里面充填灭弧材料,两端用导电材料联结,组成一个整体元件,即称为熔断器。当熔断器熔断后,需重新更换新熔断器,才能接通电路继续工作。

熔断器结构简单、体积小、重量轻、价格低,并具有高分断能力和良好限流性能,与其他低压电器配合使用,给技术经济方面带来优良的效果。

一、熔断器分类

熔断器可按下列方式分类:

按照使用人员可分为专职人员(工业用)使用的熔断器和非熟练人员(家用)使用的熔断器;

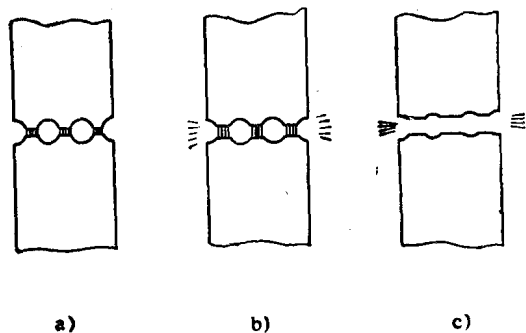
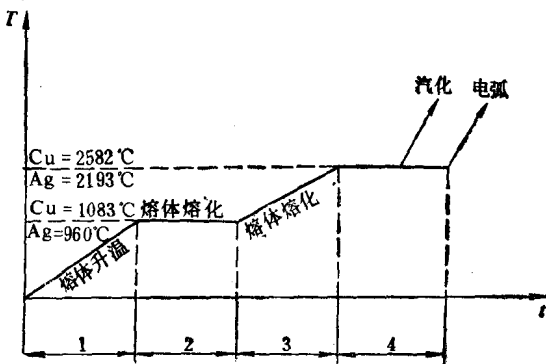
按照外壳形式可分为开启式、半封闭式和封闭式熔断器;

按照填充材料方式可分为有填充材料和无填充材料熔断器;

按照动作特性可分为有延时动作特性、快动作特性、快慢动作特性和超快动作特性熔断器等。

二、熔断器分断电路的物理过程

一般来讲,在故障电流通过熔断器时,熔断器分断电路的物理过程大致为四个阶段:在第一个阶段内,熔体被故障电流逐渐加热到它的熔化温度;在第二个阶段内,熔体继续吸收热量,熔体进一步熔化形成液态;在第三个阶段内,熔体液态金属随温度进一步升高到汽化点,形成电弧;在第四个阶段内,电弧燃烧扩散到填料中,使熔体电弧间隙进一步扩大,以致电弧不能继续燃烧,电弧熄灭,于是熔断器才真正切断电流,断开被保护的电路。



a) 升温 b) 熔化 c) 汽化电弧

三、熔体材料

熔断器熔体材料有下列几种：锌、铅、锡、铝、铜、银等，主要物理性能见表1-1。

表1-1 材料物理性能

名 称	密 度 (g/cm^3)	熔 点 ($^{\circ}\text{C}$)	电 阻 率 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
锌	7.14	419.5	0.061
铅	11.34	327.3	0.208
锡	7.30	231.9	0.113
铝	2.70	660.1	0.029
铜	8.94	1083.0	0.017
银	10.50	960.8	0.016

前面讲到熔断器是在故障电流出现后，靠它本身熔体材料的电阻产生热量使熔体熔化后分断电路。从灭弧理论来说，熔断器熔体熔断时产生的金属蒸气越少越好，也就是说熔体的截面积越小越好，这样电弧才易于熄灭。因此目前国内外熔断器熔体通常用电阻率小的铜材制成。由于银的价格贵，往往只用于要求在正常工作时特性需稳定的保护半导体器件的熔断器中。

由于铜的熔点较高，在熔体单独使用铜材时，使熔断器分断较小的故障电流有相当困难。熔断器熔体利用了所谓“冶金效应”，即在采用高熔点材料的基础上，于其局部地段引入低熔点材料，使高熔点金属在合金状态下呈现出易熔特性。它的物理过程如下：焊在高熔点材料铜熔体上的锡合金，首先在达到它的熔点温度下先熔化，并包在高熔点材料表面形成“溶剂”，使熔体此时处于外液内固的合金状态，这种合金的熔点较低而电阻率较高，随着温度进一步升高，高熔点材料在这“溶剂”中熔化，迅速切断电路，过载保护能力大为改善。由于熔体本体仍是熔点高，电阻率小的材料，熔体截面积仍比较小，所以熔断器的高分断能力性能仍保持不变，即在发生短路时，由于熔体分断过程是瞬间完成，“溶剂”来不及起作用，故此时与有无冶金效应结果是一致的。

为了改善熔断器过载情况下的分断能力，国外对冶金效应的低熔点材料进行了大量研究试验工作，采用33%镉和67%锡的合金材料，它能使焊料温度和熔体温度保持相应低，同时还使熔断器有较小的功率损耗。

熔体锡桥材料（33%镉，67%锡合金）与铜材熔体产生冶金效应的机理如图1-3所示。温度达到183 $^{\circ}\text{C}$ 时锡镉合金开始熔化，温度达到240 $^{\circ}\text{C}$ 时，铜材就可“熔化”在锡镉合金的“溶剂”中，产生最佳的冶金效应。

四、熔断器基本参数

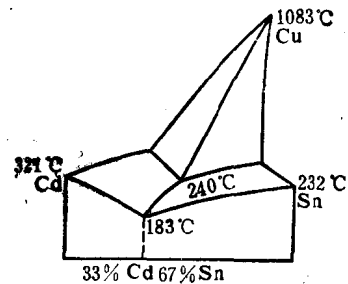


图1-3 Cd-Sn-Cu冶金效应机理

额定电压 U_N ：熔断器的额定电压取决于线路的额定电压，它必须大于或等于线路的额定电压。在使用时应注意到线路的电压的最大值不要超过熔断器额定电压的110%。

熔断器的额定电压值规定有：220, 380, (415), (500), 660, 1140V。

额定电流 I_N ：熔断器在规定的条件下可以连续使用而不会发生运行变化的电流。

熔断器额定电流值规定有：2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250A。

额定功率损耗：熔断器通以额定电流时的功率损耗。不同类型的熔断器，在产品标准中都规定了最大功率损耗值。

分断能力：熔断器在规定的条件下，能在给定的电压下分断的预期分断电流值。对于一般工业用熔断器规定额定分断能力应大于50kA。

时间—电流特性：熔断器的时间—电流特性亦称保护特性，它表示通过熔断器电流与熔断器弧前（或熔断）时间的函数关系。熔断器时间—电流特性，一般通过试验进行绘制，现国外已开始通过计算机计算，再通过试验验证时间—电流特性。

I^2t 特性：当熔断器弧前时间小于0.1s时，熔断器的保护特性用 I^2t 特性表示。 I^2t 特性由产品标准中规定。

限流特性：熔断器应具有良好的限流特性，即熔断器在实际分断的电流比预期短路电流小得多，限流特性由产品样本中提供。熔断器的限流特性，可以使得线路以及其中的电气设备所受到的电动力降到很低。使整个电气系统的结构强度不需按照最大短路电流计算，而可遵照限流电流值来考虑，使电气系统可靠性和经济性都能提高。

第二节 熔断器的结构与特点

目前在工矿企业中广泛使用的熔断器是有填料封闭式熔断器。这类熔断器一般由熔体、熔管、填料、盖板、密封衬垫、接线端子、指示器、底座、载熔件等组成。熔断器外形图和结构示意图如图1-4、图1-5所示。

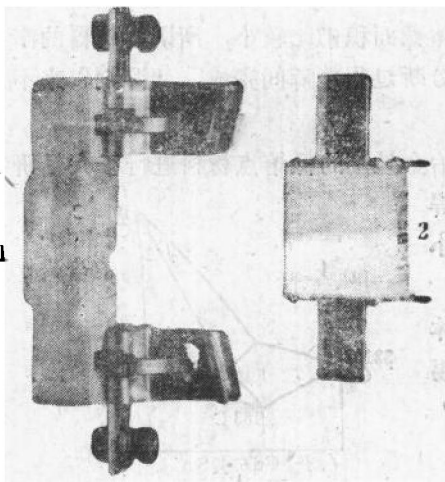


图1-4 熔断器外形图

1—熔体 2—底座

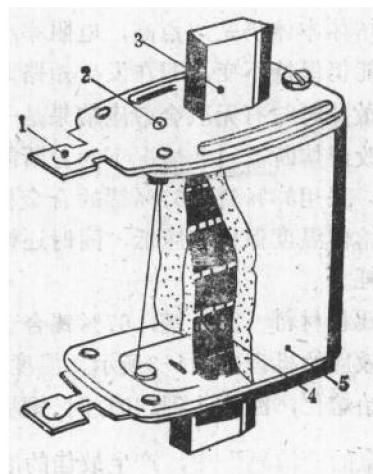


图1-5 熔断体的结构

1—盖板 2—指示器 3—触刀 4—熔体 5—熔管

下面对熔断器主要结构元件进行介绍和分析。

一、熔体

熔断器的熔体除小额定电流规格采用丝状熔体外，根据保护特性的需要通常设计成灭弧栅状和具有变截面片状结构。在熔体的特定部位上焊有低熔点合金的锡桥。设计良好的熔体结构，可以使熔断器具有低损耗功率、高分断能力、保护特性稳定、限流特性好和较低的过电压。图1-6是国内处于领先地位NT熔断器熔体结构示意图。

还需要注意的是，在不同的工作状态下，熔断器中熔体温度变化很大，熔体因热胀冷缩长度要变化，熔管的高度受制造工艺影响不可能达到同一尺寸。因此熔体在长度方向设计1~2个弯曲部分，以弥补上述因素影响。

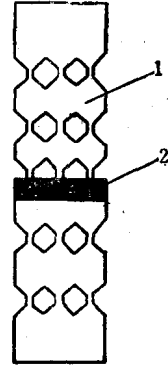


图1-6 NT熔断器熔体结构示意图

1—熔体 2—锡桥

二、熔管

熔管是熔断器的“灭弧室”，一般采用高强度陶瓷制造，也有采用浸渍有机树脂玻璃纤维管制造，保护熔断器能承受在分断故障电流时产生强大电弧能量对熔管的损坏，以免电弧溢出而损伤操作人员和周围设备。

熔管同时还是熔断器的“基座”，熔体与接线端子连接固定、指示器和辅助触头、拆卸熔断器的零部件及标志牌等，一般都固定在熔管上。熔管的形状以方管形和圆管形为主，但熔管的内型腔均是圆形和近似圆形，以能在相同的几何尺寸下，有最大的容积，可容纳最多的填料。同时圆形的内型腔能够均匀承受电弧能量造成对熔管内壁的压力，有利提高熔断器的分断能力。

三、填料

目前，熔断器最广泛用的填料是石英砂，作为灭弧介质。因为石英砂具有热稳定性、熔点高、化学惰性、热导率高和价格低等优点。

熔断器熔断时，一方面电弧在石英砂颗粒间的窄缝中受到强烈的去游离作用而熄灭，另一方面，电弧在极短的时间在很小的容积里会产生巨大的能量，使熔管型腔内温度非常高，而且温度上升很快。这时，颗粒填料层存在就保护了熔断器零件，使之免遭电弧的强烈热作用。

不是所有天然石英砂均可作为熔断器的灭弧填料，用于熔断器的石英砂通常具有下列物理、化学性能：石英砂的 SiO_2 含量必须大于99%， Fe_2O_3 的含量小于1%。石英砂颗粒形状是圆形或卵圆形，颗粒度范围0.2~0.3mm占50%左右，0.3~0.5mm占30%左右。因此天然石英砂必须经过特殊清选、浮选、筛选、干燥、吸铁等处理后方能用于熔断器中。

四、载熔件

载熔件是插入及拆卸熔断体的装置。它能防止操作人员触及熔断体的带电和发热部分。载熔件采用绝缘材料制成可手操作型式。它靠自身的弹簧、锁扣联接熔断体上的盖板搭攀而把熔断体夹持住和连锁，并通过手柄按钮来解除弹簧锁扣。

不同品种的熔断器有不同的载熔件，至于直接固定在汇流排或导线连接的熔断体，只有设备电源断开和冷却之后，方能更换熔断体。

五、接线端子

熔断器接线端子是它与外部电路进行电连接的导电部分。可按照所要连接的电路种类来区分接线端子（如主接线端子、接地端子等），也可按照结构来区分接线端子（如螺栓接线端子、插入式接线端子等）。

熔断器接线端子还有另一个重要作用，就是将熔断器在通电时所产生的热量，通过接线端子传导到外部导线，从而将热量散发到空间，防止温度过高使接线端子表面氧化而加速接线端子表面接触电阻增大的恶性循环，接线端子表面均镀覆导电良好和抗氧化的电镀层。

六、熔断指示器

熔断器熔断与否通过熔断指示器来反映。熔断指示器由高电阻材料制成的金属丝、弹簧、指示件、弹簧座组成。它与熔断器熔体处于并联状态。当熔断器熔体熔断，同时金属丝也熔断，弹簧释放，把指示件顶出，以显示熔断器已动作。有时，还利用指示件给熔断器的辅助触头或微动开关以作用力，将有关信号传递到相应的控制机构，并可发出声、光等警报显示信号。

应当注意，熔断器用于低电压，如低于20V电压，熔断指示器高阻金属丝往往不熔断，熔断指示器有不动作的可能。

第三节 典型产品介绍

熔断器分两种类型介绍：一种是80年代设计的新系列熔断器和引进国外制造技术的熔断器，另一种是目前还使用着的熔断器。

一、新系列熔断器产品介绍

（一）NT型低压高分断能力熔断器

NT型熔断器是由上海电器陶瓷厂引进德国AEG公司制造技术，具有80年代水平的产品。

1. 用途

NT型熔断器用于额定电压至660V，额定频率50Hz，额定电流至1000A的电路，作为工业电气装置配电设备过载和短路保护。

2. 产品结构

NT型熔断器由熔断体、熔断器底座组成，熔断体的触头为刀型插入式结构，如图1-4所示。

3. 产品技术数据

NT型熔断器主要技术数据见表1-2。

4. 产品特点

NT型熔断器符合国际电工IEC269、德国DIN43620、VDE0636低压熔断器标准和我国新制定的低压熔断器标准，即产品外形、安装尺寸、熔断器保护特性和产品技术性能的考核等，均符合上述标准规定，因此NT型熔断器与国外同类型产品具有通用性和互换性。

NT型熔断器能可靠分断交流500V，从最小熔化电流至120kA之间的任何短路电流。

NT型熔断器规格齐全，技术数据完整，具有功率损耗低、保护特性稳定、限流性能好、体积小等特点。

NT型熔断器额定电压可至660V，因此还可作为660V矿用电气设备的过载和短路保护之用。

表1-2 NT型熔断器主要技术数据

尺 码	额 定 电 压 (V)	熔断体、熔断器 底座额定电流 (A)	熔 体 额 定 电 流 (A)	额 定 分 断 能 力
00	500	160	4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125*, 160*	500V 120kA 660V 50kA
0			6, 10, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125*, 160*	
1		250	80, 100, 125, 160, 200, 224*, 250*	
2		400	125, 160, 200, 224, 250, 300, 315, 355*, 400*	
3		630	315, 355, 400, 425, 500*, 630*	
4	380	1000	800, 1000	380V 100kA

注：带*号者无660V电压等级规格。

(二) RT12系列、RT14系列、RT15系列有填料封闭管式熔断器

RT12系列、RT14系列、RT15系列有填料封闭管式熔断器是国内统一设计产品，符合国际电工IEC269和国家低压熔断器标准。

1. 用途

RT12、RT14、RT15系列熔断器，主要作为工业电气装置配电设备过载和短路保护。

2. 产品结构

RT12、RT14、RT15系列熔断器，由端帽、圆管式熔管等组成的有填料封闭管式熔断器，如图1-7、图1-8、图1-9所示。

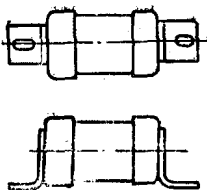


图1-7 RT12系列熔断器

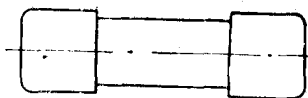


图1-8 RT14系列熔断器

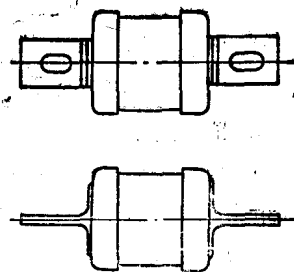


图1-9 RT15系列熔断器