

铁路职业教育铁道部规划教材

电力机车电器

DIANLIJICHEDIANQI

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

祁冠峰 主编

中专

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书注重理论与实践相结合，突出铁路机车电器的应用，全书共分十章，主要介绍铁路机车电器的基本理论、基本知识和基本技能，全书可作为铁路职业院校电气专业及相关专业的教材，也可供从事铁路机车电器工作的工程技术人员参考。



铁路职业教育铁道部规划教材

(中 专)

电力机车电器

祁冠峰 主 编
张 龙 主 审

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书介绍了电器的基本理论,包括电器的发热、电弧、触头和传动装置的基本概念,详细论述了电力机车上使用的各接触器、继电器、主型电器和其他电器的结构和工作原理。

本书为复员退伍军人电力机车驾驶与检修专业中专学历教育教材,也可作为成人中专、职工教育等电力机车专业的教材,还可以作为电力机务段有关运用、检修人员的岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电力机车电器 / 祁冠峰主编. —北京:中国铁道出版社,
2008. 1

铁路职业教育铁道部规划教材. 中专
ISBN 978-7-113-08528-5

I. 电… II. 祁… III. 电力机车—牵引电器—专业学校—教材
IV. U264. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005938 号

书 名:电力机车电器

作 者:祁冠峰 主编

责任编辑:赵 静

电话:010-51873133

电子信箱:td73133@sina.com

封面设计:陈东山

责任校对:张玉华

责任印制:金洪泽

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷:河北新华印刷二厂

版 次:2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:10.5 字数:258千

书 号:ISBN 978-7-113-08528-5/U·2157

定 价:21.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前 言

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路高职教育电力机车驾驶与检修专业教学计划“电力机车电器”课程教学大纲的要求编写的。

“电力机车电器”是电力机车驾驶与检修专业的一门主干专业课程。本课程首先讲授电器的基本理论,包括电器的发热和电动力、触头的接触形式和参数、电磁传动和电空传动装置以及常用的灭弧方法和装置;其次介绍常用接触器、继电器以及电力机车主型电器和其他电器的结构和工作原理。本教材以我国货运主型电力机车 SS_4 改进型电力机车为典型车型编写,是一本适合自学和应用于理论教学,又贴近生产实际的教材。

教材的使用建议:

1. 教学中要坚持理论与实践相结合的原则。应避免“重理论、轻实践”的错误做法。在做好理论教学的同时,注重学生实践技能的培养,保证整个教学的完整性和系统性。

2. 突出教学的直观性。“电力机车电器”是一门直观性、实践性很强的专业课,如只是强调课本上的图文,不追求实物所带来的直观性,那就会使教学效果事倍功半。因此,教师在授课时,一方面要充分利用实物、模型等教具或多媒体课件激发学生的学习兴趣,另一方面要适当增大实验、实训课的教学时数。

3. 利用好教材中的习题。本教材的特色是每节后都附有练习题,每章后附有自测题,题型包括填空题、选择题、判断题、简答题和综合题。教师在教学中要指导学生正确完成相应的习题,使学生更好地掌握所学内容。

本教材由太原铁路机械学校祁冠峰任主编,并编写绪论、第一章和第三章;宝鸡铁路司机学校周挺编写第二章和第五章;广州铁路职业技术学院李瑞荣编写第四章。全书由太原铁路机械学校张龙主审。本书在编写过程中得到铁路机车专业教学指导委员会的大力支持,在此表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,教材中难免有缺陷和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 11 月

目 录

绪 论	1
第一章 电器理论基础	4
第一节 电器的发热与电动力	4
第二节 电弧的产生和灭弧方法	7
第三节 触头	12
第四节 传动装置	21
自测题	27
第二章 接 触 器	29
第一节 概述	29
第二节 电磁接触器	32
第三节 电空接触器	40
第四节 真空接触器	44
第五节 接触器的选用和维修	47
自测题	52
第三章 继 电 器	54
第一节 概述	54
第二节 电磁继电器	57
第三节 机械式继电器	63
第四节 继电器的选用和维修	69
自测题	71
第四章 主型电器	74
第一节 受电弓	74
第二节 高压连接器	81
第三节 主断路器	87
第四节 真空断路器	95
第五节 转换开关	101
第六节 司机控制器	107
自测题	116
第五章 其他电器	118
第一节 自动开关	118
第二节 互感器	123

第三节	传感器	131
第四节	避雷器	140
第五节	蓄电池	143
第六节	熔断器	147
第七节	万能转换开关及按键开关	154
自测题		159
参考文献		161

绪 论

一、电器的定义及分类

凡是对于电能的生产、输送和应用起开关、检查、控制、保护和调节作用,以及利用电能来控制保护调节非电量器械设备的各种电工设备都称为电器。

电器的用途广泛,职能多样,因而品种规格繁多,原理、结构各异,有各种分类方法:

1. 按用途可分为

开关电器:用来自动或非自动地开闭有电流的电路,如闸刀开关、自动开关、转换开关、按钮开关、隔离开关和主断路器等。此类开关操作次数少,断流能力强。

控制电器:自动或非自动地控制电机的启动、调速、制动及换向等,如接触器。

保护电器:用于保护电路电机或其他电器设备,使其免受不正常的高电压大电流的损害,如各种保护继电器、避雷器、熔断器及电抗器等。

调节电器:用于自动调节电路和设备,使参数保持给定值,如电压调节器、温度调节器等。

仪用变流和变压器:用于将高电压及大电流变为低电压、小电流以供仪表测量或继电器保护电路之用,如电流互感器、电压互感器等。

受电器:用于接受电网电能,以作为机车电源,如受电弓。

成套电器:由一定数量的电器按一定的电路要求组合的整体电器屏柜,如高压柜、辅助柜、控制屏、信号屏等。

2. 按操作方式可分为

手动电器:如闸刀开关、按钮开关、司机控制器等。

自动电器:如高压断路器、低压熔断器、接触器、继电器等。自动电器还可根据传动方式分为电磁传动电器、电空传动电器、电动机传动电器等。

3. 按接入电路电压可分为

高压电器:用于 500 V 以上电压电路的电器。

低压电器:用于 500 V 以下电压电路的配电系统和电机控制调节及保护的电器。

4. 按电器执行功能可分为

有触点电器:通断电路的执行功能由触头来实现的电器,如各种继电器、接触器等。

无触点电器:通断电路的执行功能是根据开关元件输出信号高低电平来实现的电器,如电子时间继电器等。

混合式电器:有触点和无触点结合的电器。

5. 按电器使用场合和工作条件可分为

一般工业企业用电器:适用于大部分工业企业环境的电器。

特殊工业企业用电器:适用于矿山、冶金、化工等特殊环境。如矿用防爆电器和化工用特殊电器。

农用电器:适用于农业、农村环境的电器。

热带用电器和高原用电器:适用于热带、亚热带地区以及高原地区而派生出的电器。

牵引、船舶、航空等电器:适用于轨道交通运输中各种机车、车辆上的牵引电器;汽车、拖拉机用电器;船用电器;航空电器等。

二、电力机车电器的分类

在电传动机车上起着开关、控制、转换、保护、检测、调节等作用的电工器械(电器)称为牵引电器。

在电力机车上,既有专门为它设计制造的适用于轨道交通运输机车中的牵引电器,也有选用的一般工业企业通用电器,本课程中,两者统称为电力机车电器。根据其特殊情况,电力机车电器还有以下特有的分类方法:

1. 按电力机车电器所接入的电路可分为

主电路电器:使用在电力机车主电路中的电器,如受电弓、主断路器、高压连接器、高压互感器、转换开关等。

辅助电路电器:使用在电力机车辅助电路中的电器,如空气压缩机回路、通风机回路及照明取暖信号电路中的各种电器等。

控制电路电器:使用在电力机车控制电路中的电器,如各种低压电器、电空阀、按钮开关及远距离控制主、辅回路的司机控制器等。

2. 按电器在电力机车中的用途可分为

控制电器:用于对电力机车上牵引设备进行切换、调节的电器,如司机控制器、接触器、继电器、按钮开关、转换开关、刀开关等。

保护电器:用于保护电力机车上电气设备不受过电压、过电流及保护其他设备不受损害的电器,如避雷器、自动开关、熔断器、接地及过载继电器、风压及风速继电器、油流继电器等。

检测电器:用于与其他设备配套,检测电力机车各电路电压、电流及机车运行速度等的电器,如互感器、传感器等。

受流器:用于电力机车从接触网上取得电能的电器,如受电弓。

三、电力机车电器的工作条件和特点

由于电力机车电器安装在运行的电力机车中,而电力机车内部空间又极为有限,因此,电力机车电器的工作条件与一般工业企业用电器截然不同。

电力机车电器的工作条件和特点是:

1. 连续而强烈的机械振动和断续的机械冲击。电力机车正常运行时,要产生强烈地振动和冲击,在电器内部则要产生惯性力,从而破坏了电器内部各力之间的分布,如果不加考虑,则电器往往会产生误动作。因此,要求电力机车电器在结构上应能承受振动和冲击。

2. 周围空气污染相当严重。电力机车运行时,空气形成涡流,易将灰沙尘土带入电器内部,同时雨雪还会侵入安装在电力机车车顶和下部的电器。因此,要求电力机车电器的结构设计必须与使用环境相适应。

3. 温度和湿度变化很大。电力机车上的电器,需要在温度为 $-25 \sim +40^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为90%的条件下工作,而且在 -40°C 时能存放。因此,电力机车电器所用的材料(尤其是绝缘材料)必须适应这种情况。

4. 电力机车主电路的电压经常在较大范围内变化,电流则随牵引电动机的工作状况变

化。因此,要求电力机车电器必须具有足够的电稳定性和热稳定性。

5. 电器安装受电力机车空间尺寸的限制,因此,对电器的安装方式、外形以及大小等都必须周密考虑,使其在有限的空间内安装紧凑,便于维修。

6. 电力机车在正常运行时操作频繁,因此,对电力机车电器的机械磨损和电磨损必须给予重视。

尽管电力机车电器的工作条件与工作环境十分恶劣,但也必须要保证它具有最大的可靠性。因为任何一个电器的损坏或者是误动作,都可能导致列车阻塞,运输中断,甚至可能发生严重的伤亡事故。

对电力机车电器总的要求是:准确可靠、质轻体小、经济耐用、易造易修。

四、本课程的任务

本课程是电力机车运用与检修专业的专业课程之一,主要任务是学习有关的电器基本理论知识,接触器、继电器和电力机车各主型电器的基本结构、动作原理和技术参数。通过教师讲授、学生自学、作业练习、现场实践等教学环节,应达到下述要求:

1. 掌握电器发热和电动力、电接触、传动装置、电弧的产生和灭弧的方法和装置等基本理论知识。

2. 掌握电力机车所使用的各种接触器、继电器的作用、基本结构和工作原理。

3. 掌握 SS₄ 改进型电力机车中主型电器的基本性能和主要技术参数。

练 习 题

一、填空题

1. 电器按操作方式可分为手动和自动。
2. 牵引电器是指接触器、继电器、断路器等。
3. 电力机车电器按其所接入的电路可以分为主电路、控制电路和辅助电路。
4. 有触点电器对电路通断的控制由触点的开闭来实现。

二、简答题

1. 什么是电器?
2. 电力机车电器的工作条件如何?

第一章

电器理论基础

【本章重点】

- 触头的接触形式和触头参数。
- 触头的接触电阻。
- 电磁传动装置和电空传动装置。
- 常用的灭弧方法和装置。

第一节 电器的发热与电动力

电器的发热及电动力是电器中存在的两种物理现象并对电器的正常工作有一定的影响。

一、电器的发热与散热

有触点电器是由导电材料、导磁材料和绝缘材料等组成的。电器在工作时由于有电流通过导体和线圈而产生电阻损耗。如果电器工作于交流电路,则由于交变电磁场的作用,在铁磁体内产生涡流和磁滞损耗,在绝缘体内产生介质损耗。所有这些损耗几乎全部都转变为热能,其中一部分散失到周围介质中,另一部分加热电器本身,使其温度升高。

电器温度升高后,其本身温度与周围环境温度之差,成为温升。

电器的温度超过某一极限值后,其中金属材料的机械强度会明显下降,绝缘材料的绝缘强度会受到破坏。若电器温度过高,会使其使用寿命降低,甚至使电器遭到破坏。反之,电器工作时的温度也不宜过低,因为电器工作时温度太低,说明材料没有得到充分利用,经济性差。相对体积大、重量重。由此可见,研究电器的发热问题,对保证电器正常可靠地运行及缩小电器体积、节约原材料、降低成本、增加使用寿命等都具有重要意义。

电器的发热与散热是一个极其复杂的过程,影响它的因素很多,很难建立一个包括一切影响因素的热过程解析公式,电器的热计算只能是近似的,经过大量实验校核后,对于不同的具体条件,应用一些经验数据可以得到比较准确的结果,其中运用计算机采用温度场计算方法可以提高计算的准确度。为了确保电器的工作性能和使用寿命,各国电器技术标准都规定了电器各部件的发热温度极限及温升。

所谓发热温度极限就是保证电器的机械强度、导电性、导磁性以及介质的绝缘性不受危害的极限温度。

因为电器工作环境直接影响电器的散热过程。我国国家标准规定最高环境温度为 $+40^{\circ}\text{C}$ (一般为 35°C),从发热温度极限减去最高环境温度即为允许温升值,即

$$\text{允许温升} = \text{发热温度极限} - 40^{\circ}\text{C}$$

1. 电器的发热

电器工作时,电流通过导电部分将产生电阻损耗。载流导体的电阻损耗为

$$P = I^2 R$$

式中 P ——电阻损耗功率, W;

I ——通过导体的电流, A;

R ——导体电阻, Ω 。

此损耗将转变为热能。正常状态时,其中一部分散发到周围介质中去,另一部分使导体的温度升高,形成温升。

2. 电器的散热

电器工作时,只要电器温度高于周围介质及接触零件的温度,它便向周围介质散热,发热和散热同时存在于电器发热过程中。

当电器产生的热量与散失的热量相平衡时,电器的温升维持不变,称为热稳定状态。此时的温升称为稳定温升。若温升随着时间而变化,则称为不稳定发热状态。

电器的散热以传导、对流与辐射三种基本方式进行。

热传导现象的实质是通过具有一定内部能量的物质基本质点间的直接相互作用,使能量从一个质点传递到另一相邻质点。热传导的方向是由较热部分向其他部分传播,或由发热体向与它接触的物体传播。热传导是固体传热的主要方式,它也可在气体和液体中进行。

对流是通过流体(液体与气体)的运动而传递热量。根据流体流动的原因,对流分为自然对流和强迫对流。机车的电机、电器因受安装空间的限制,较多采用强迫对流,可加强散热,缩小体积。

热辐射是发热体的热量以电磁波的形式传播能量的过程。热辐射可穿越真空和气体而传播,但不能透过固体和液体物质。

传导、对流、辐射三种传热过程利用公式分别进行热计算是相当复杂的,而且结果不十分准确。所以在实际计算发热体表面温升时,不分别单独考虑,而是在一定表面情况和周围介质条件下,把三种散热方式综合起来,用综合散热系数 K_T 考虑散热,这就是通常采用的牛顿公式:

$$P = K_T S \tau$$

式中 P ——散热功率, W;

K_T ——综合散热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

S ——有效散热面积, m^2 ;

τ ——温升, $^\circ C$ 。

通过上式可得出,散热功率和温升及有效散热面积成正比,温升越高,有效散热面积越大,则散热功率越大。

二、载流导体的电动力及电动稳定性

载流导体处在磁场中会受到力的作用,载流导体间相互也会受到力的作用,这种力称为电动力。这种现象有可利用的一面,如电动机就是利用载流导体在磁场中受力将电能转换为机械能;也有危害的一面,如对大容量输配电设备来说,在短路情况下电动力可达很大数值,对配电装置的性能和结构影响极大。在电器中,载流导体间、线圈匝间、动静触头间、电弧与铁磁体间等都有电动力的作用。在正常电流下电动力不至于使电器损坏,但动、静触头间的电动斥力

过大会使接触压力减小,接触电阻增大造成触头的熔化或熔焊,影响触头的正常工作。有时在强大短路电流所形成的电动力下,使电器发生误动作或使导体机械变形,甚至损坏。利用电动力的作用改善和提高电器性能的例子也是很多的,例如接触器的磁吹灭弧、快速自动开关的速断机构等。

电动力的方向判断可用左手定则或磁通管侧压力原理来进行。左手定则为伸平左手,让磁力线垂直穿过手心,四指指向电流方向,大拇指的指向就是电动力方向。磁通管侧压力原理(米特开维奇定则)是:把磁力线看成为磁通管,并认为它有一种趋势,即纵向力图缩短,横向力图扩张,从而具有纵向张力和横向侧压力。因此磁通管密度高的一侧具有推动导体向密度低的一侧运动的电动力。

电动力方向判断的两种方法其结果是一样的,可根据具体情况采用某一种。在结构及产生磁场因素复杂的情况下用磁通管侧压力原理来判定电动力方向较为方便。

1. 载流导体电动力计算基础和电动稳定性

当长为 L 并通有电流 I 的导体垂直置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中时,作用在该导体上的电动力 F 为

$$F = BIL$$

若该导体与磁感应强度 B 的方向成 β 夹角时,则作用在导体上的电动力为

$$F = BIL \sin \beta$$

电器的电动稳定性就是指电器有关部分在电动力作用下不产生损坏或永久变形所能通过的最大电流。它以可能的最大冲击电流的峰值表示,也有的以它与额定电流的比值表示。

2. 触头电动力

触头闭合通过电流时,在触头间有电动力存在。这是因为触头表面不管加工怎样平整,从微观上看仍然是凹凸不平的。由于接触面积远小于触头表面积,电流线在接触点处产生收缩,由此而引起触头间的电动斥力。当电流很大时此电动力可将触头拉开或使触头间接触压力减小。触头处在闭合位置能承受短路电流所产生的电动力而不致损坏的能力,称为触头的电稳定性。由于触头表面加工情况不同,触头压力情况不同,因而难以确定触头接触处电流线收缩的情况,因此电流线收缩而产生的电动斥力计算较复杂。

通过分析可得视在接触面积 S 、触头材料的抗压强度越大,电流线收缩得越厉害,电动斥力也越大。触头压力 F_j 越大,有效接触面积增加,电动斥力也就越小。

练 习 题

一、填空题

1. 电器温度升高后,其_____与_____之差,称为温升。

2. 所谓发热温度极限就是_____。

3. 电器的散热以_____、_____与_____三种基本方式进行。

4. _____是固体传热的主要方式。

二、判断题

1. 热辐射可以穿过任何物体。()
2. 散热功率与温升、有效散热面积成反比。()
3. 载流导体电动力的方向可用左手定则来判断。()
4. 载流导体的电动力与磁感应强度、电流的大小成正比。()

三、简答题

1. 什么是热的传导、对流和辐射?
2. 电器发热的原因是什么?
3. 说明电器的温升、最高极限温度、允许温升的意义。
4. 什么叫电器的电动稳定性?

第二节 电弧的产生和灭弧方法

一、电弧的产生

电弧是触头从闭合状态过渡到断开状态过程中产生的。触头的断开过程是逐步进行的,开始时接触面积逐渐减小,接触电阻随之增加。根据试验,当触头切断电路,如果电路电压在 $10 \sim 20 \text{ V}$ 、电流在 $80 \sim 100 \text{ mA}$ 时,触头之间就会产生电弧。由于电弧的高温及强光,它可以广泛应用于焊接、熔炼、化学合成、强光源及空间技术等方面。对于有触点电器而言,由于电弧主要产生于触头断开电路时,高温将烧损触头及绝缘,严重情况下甚至引起相间短路、电器爆炸,酿成火灾,危及人员及设备的安全。所以从电器的角度来研究电弧,目的在于了解它的基本规律,找出相应的办法,让电弧在电器中尽快熄灭。

电弧是气体自持放电的形式之一,是一种带电质点(电子或离子)的急流。它的主要特点是外部有白炽弧光,内部有很高的温度和密度很大的电流。我们借助一定的仪器仔细观察电弧,可以发现,除两个极(触头)外,明显分为三个区域,即近阴极区、近阳极区及弧柱区。弧柱区是电弧中温度最高、亮度最强的区域。

触头分断瞬间,由于间隙很小,电路电压几乎全部加在触头之间,在触头间形成很强的电场,阴极中的自由电子会逸出到间隙中,并向阳极加速运动。前进中的自由电子中途碰撞中性粒子(气体分子或原子),使其分裂为电子和正离子,电子在向阳极运动过程中又碰撞其他粒子,这就是碰撞电离。经碰撞电离后产生的正离子向阴极运动,撞击阴极表面并使其温度逐渐升高,当温度达到一定值时,部分电子将从阴极表面逸出,再次参与碰撞电离。此时,触头间隙内产生弧光并使温度进一步上升,当弧温达到 $8\,000 \sim 10\,000 \text{ K}$ 以后,触头间的中性粒子以很高的速度做不规则的运动并相互剧烈碰撞,也产生电离,这就是由于高温作用而使中性粒子碰撞产生的热电离。上述几种电离的结果,在触头间出现大量的离子流,这就是电弧。电弧形成后,热电离占主导地位。

电弧一方面烧蚀触头,降低电器的寿命和电器工作的可靠性,另一方面会使触头的分断时间延长,严重时会引起火灾和其他事故。因此,应采取适当措施熄灭电弧。

二、常用的灭弧方法和装置

熄灭电弧的方法很多,例如:拉长电弧、降低温度、将长弧变为短弧、将电弧放置于特殊介质中、增大电弧周围气体介质的压力等。为熄灭电弧而采用的装置称为灭弧装置。一个灭弧装置可以采用某一种方法进行熄弧,但在大多数情况下则是综合采用几种方法,以增加灭弧效果,例如拉长和冷却电弧往往是一起运用的。

1. 拉长电弧

电弧拉长以后,电弧电压增大,改变了电弧的伏安特性。在直流电弧中,其静伏安特性上移,电弧可以熄灭。在交流电弧中,由于燃弧电压的提高,电弧重燃困难。

电弧的拉长可以沿电弧的轴向(纵向)拉长,也可以沿垂直于电弧轴向(横向)拉长,如图 1-1 所示。

(1) 机械力拉长

电弧沿轴向拉长的情况是很多的,电器触头分断过程实际上就是将电弧不断地拉长,刀开关中闸刀的拉开也是拉长电弧,电焊过程中将焊钳提高可使电弧拉长并熄灭。

(2) 回路电动力拉长

载流导体之间会产生电动力,如果把电弧看作为一根软导体,那么受到电动力它就会发生变形,即拉长,如图 1-2 所示。

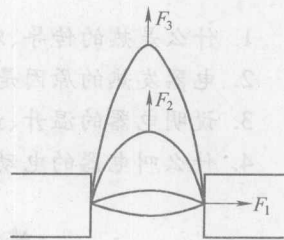


图 1-1 拉长电弧

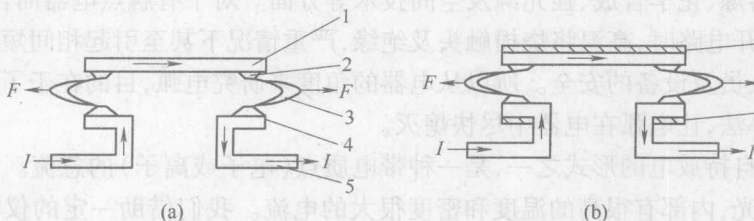


图 1-2 触头回路电动力吹弧

(a) 常用触头回路电动力吹弧; (b) 增磁型触头回路电动力吹弧

1—触头桥; 2—动触头; 3—电弧; 4—静触头; 5—静触头座; 6—磁性片

在一对桥式双断点结构形式的触头断开时,电弧受回路电动力 F 的作用被横向拉长,也就是图 1-1 中受 F_2 作用力的情况。横向拉长时电弧与周围介质发生相对运动,其冷却效果比纵向拉长的好。

在利用电路本身通过电流而产生的回路电动力拉长电弧时,要注意当回路电流较小时,其效果较差。

(3) 磁吹灭弧

当需要较大的电动力来拉长电弧时,可以让电弧在一个专门设置的磁场中受力的作用。这个产生专门用于熄弧的磁场的装置,一般称之为吹弧线圈,如图 1-3 所示。由于这个磁场力比较大,其拉长电弧的效果也较好,如图 1-1 中 F_3 作用力的情况。

由于磁吹线圈与电路的连接方式不同而形成串励线圈和并励线圈。当磁吹线圈与触头相

串联而构成串励线圈时,若电流方向改变但磁场力方向不变,即磁吹方向不随电流的极性变化而改变。另一方面,吹弧力的大小与弧电流有关,弧电流越大,吹弧力越大,灭弧效果越好。当磁吹线圈与电路并联构成并励线圈时,它的特点与串励线圈上述两方面正好相反,即吹弧力的方向与弧电流方向有关,产生吹弧力磁场的大小与弧电流大小无关。还有一种不需线圈和电源也能产生和并励线圈同样效果的磁吹装置,那就是用永久磁铁,这样,其结构就可更趋简单。

图 1-3 中所示的导弧角 2 是根据回路电动力的原理而设置的,其作用是使电弧很快离开触头且按一定方向运动,以减小触头表面电弧的烧伤。

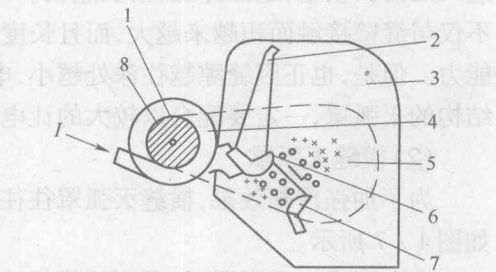


图 1-3 磁吹灭弧装置示意图

1—磁吹铁芯;2—导弧角;3—灭弧罩;4—磁吹线圈;
5—铁夹板;6—静触头;7—动触头;8—绝缘套

2. 灭弧罩

灭弧罩是让电弧与固体介质相接触,降低电弧温度,从而加速电弧熄灭的比较常用的装置。其结构形式是多种多样的,但其基本构成单元为“缝”。灭弧罩壁与壁之间构成的间隙称作“缝”。根据缝的数量可分为单缝和多缝。缝的宽度小于电弧直径的称窄缝,反之,大于电弧直径的称宽缝。根据缝的轴线间的相对位置关系可分为纵缝与横缝:缝的轴线和电弧轴线相平行的称为纵缝,相垂直的则称为横缝。

(1) 纵缝灭弧罩

图 1-4 所示为一纵向窄缝的灭弧情况。

当电弧受力被拉入窄缝后,电弧与缝壁能紧密接触。在继续受力情况下,电弧在移动过程中能不断改变与缝壁接触的部位,因而冷却效果好,对熄弧有利。但是在频繁开断电流时,缝内残余的游离气体不易排出,这对熄弧不利。所以此种形式适用于操作频率不高的场合。

图 1-5 所示为一纵向宽缝的灭弧情况。

宽缝灭弧罩的特点与窄缝的正好相反,冷却效果差,但排出残余游离气体的性能好。图 1-5 中所示情况是将一宽缝中又设置了若干绝缘隔板,这样就形成了纵向多缝。电弧进入灭弧罩后,被隔板分成两个直径较原来小的电弧,并和缝壁接触而冷却,冷却效果加强,熄弧性能提高。此外,由于缝较宽,熄弧后残存的游离气体容易排出,所以这种结构形式适用于较频繁开断的场合。

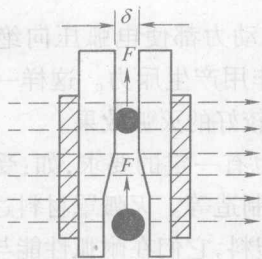


图 1-4 纵向窄缝式灭弧罩

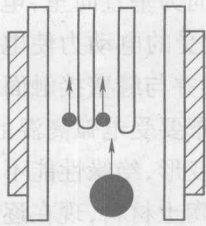


图 1-5 纵向宽缝式灭弧罩

图 1-6 所示为纵向曲缝式灭弧罩的灭弧情况。

纵向曲缝式又称迷宫式,它的缝壁制成凹凸相间的齿状,上下齿相互错开。同时,在电弧进入处齿长较短,越往深处,齿长越长。当电弧受外力作用从下向上进入灭弧罩的过程中,它不仅与缝壁接触面积越来越大,而且长度也越来越长。这就加强了冷却作用,具有很强的灭弧能力。但是,也正因缝隙越往深处越小,电弧在缝内运动时受到的阻力越来越大。所以,这种结构的灭弧罩,一定要配合以较大的让电弧运动的力,否则其灭弧效果反而不好。

(2) 横缝灭弧罩

为了加强冷却效果,横缝灭弧罩往往以多缝的结构形式使用,也就是称为横向绝缘栅片,如图 1-7 所示。

当电弧进入灭弧罩后,受到绝缘栅片的阻挡,电弧在外力作用下发生弯曲,从而拉长了电弧,并加强了冷却。为了分析电弧与绝缘栅片接触时的情况,以图 1-8 来说明。

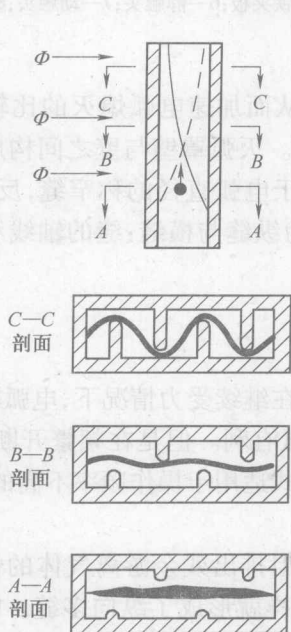


图 1-6 纵向曲缝式灭弧罩

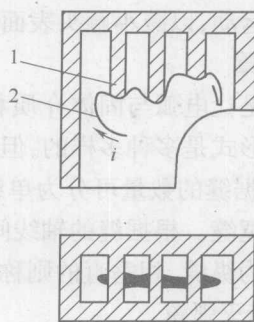


图 1-7 横向绝缘栅片式灭弧罩

1—灭弧罩;2—电弧

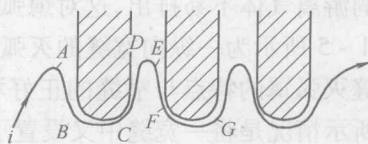


图 1-8 电弧在横向绝缘栅片式灭弧罩中的放大图

设磁通方向为垂直向里,电弧 AB 、 BC 和 CD 段所受的电动力都使电弧压向绝缘栅片顶部,而 DE 段所受的电动力使电弧拉长, CD 段和 EF 段相互作用产生斥力。这样一些力的作用,使电弧拉长并与缝壁接触面增大而且紧密,所以能收到比较好的灭弧效果。

由于灭弧罩要受电弧高温的作用,所以对灭弧罩的材料也有一定的要求,如:受电弧高温作用不会因热变形,绝缘性能不能下降,机械强度好且易加工制造等。灭弧罩材料过去广泛采用石棉水泥和陶土材料,现在逐渐改为采用耐弧陶瓷和耐弧塑料,它们在耐弧性能与机械强度方面都有所提高。

3. 油冷灭弧装置

油冷灭弧是将电弧置于液体介质(一般为变压器油)中,电弧将油汽化、分解而形成油气。油气中主要成分是氢,在油中以气泡的形式包围电弧。氢气具有很高的导热系数,这就使电弧

的热量容易散发。另外,由于存在着温度差,所以气泡产生运动,又进一步加强了电弧的冷却。若再要提高其灭弧效果,可在油箱中加设一定向机构,使电弧定向发生运动,这就是油冷灭弧。由于电弧在油中灭弧能力比在大气中拉长电弧大得多,所以这种方法一般用于高压电器中,如油开关。

4. 气吹灭弧装置

气吹灭弧是利用压缩空气来熄灭电弧的。压缩空气作用于电弧,可以很好地冷却电弧、提高电弧区的压力、很快带走残余的游离气体,所以有较高的灭弧性能。按照气流吹弧的方向,它可以分为横吹和纵吹两类。气吹灭弧装置的绝缘件结构复杂,电流小时横吹过强会引起很高的过电压,故已被淘汰。图 1-9 表示了纵吹(径向吹)的一种形式。

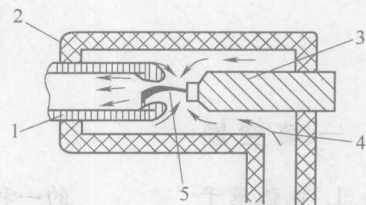


图 1-9 气吹灭弧装置

1—动触头;2—灭弧室瓷罩;3—静触头;
4—压缩空气;5—电弧

压缩空气沿电弧径向吹入,然后通过动触头的喷口、内孔向大气排出,电弧的弧根能很快被吹离触头表面,因而触头接触表面不易烧损。因为压缩空气的压力与电弧本身无关,所以使用气吹灭弧时要注意熄灭小电流电弧时容易引起过电压。由于气吹灭弧的灭弧能力较强,故一般运用在高压电器中,例如电力机车的主断路器。

5. 横向金属栅片灭弧

横向金属栅片又称为离子栅,它利用的是短弧灭弧原理。用磁性材料的金属片置于电弧中,将电弧分成若干短弧,利用交流电弧的近阴极效应和直流电弧的极旁压降来达到熄灭电弧的目的。

横向金属栅片灭弧情况如图 1-10 所示。

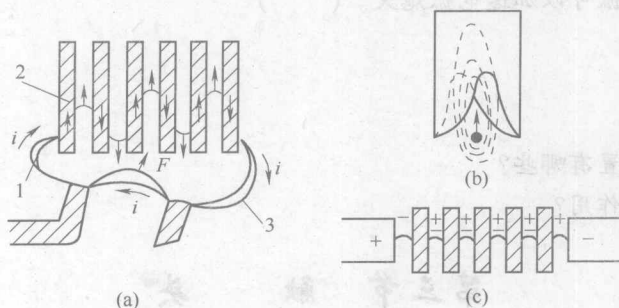


图 1-10 横向金属栅片灭弧装置结构、原理图

(a) 横向金属栅对电弧的作用; (b) 横向金属栅灭弧原理

1—入栅片前的电弧;2—金属栅;3—入栅片后的电弧

栅片的材料一般采用铁。当电弧靠近铁栅片时,由于铁片为磁性材料,所以栅片本身就具有一个把电弧拉入栅片的磁场力。当电弧被这个磁场力或外力拉入铁片栅中时,空气阻力较大。为了减少电弧刚进入铁栅片时的空气阻力,铁栅片做成楔口并交叉装置,如图 1-10(b)所示,即只让电弧先进入一半铁片栅中。随着电弧继续进入铁片栅中,磁阻减小,铁片对电弧的拉力增大,使电弧进入所有的铁片栅中。电弧进入栅片后分成许多串联短弧,电流回路产生作用于各短弧上的电动力使短弧继续发生运动。此时应注意短弧被拉回向触头方向运动的