

职业学校机电类教材

低压电气设备运行与维修

叶孔伟 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书是北京市职业教育科学研究所科研部和电子工业出版社共同组织编写的中等职业学校机电类专业系列教材之一。全书按劳动部颁发的行业最新标准撰写。主要内容有:低压电器概论,各类低压电器元件运行与维修,三相异步电动机控制线路的制作与维修。为提高学生分析解决实际问题的能力,培养学生的操作技能,每节课后均安排了有针对性的作业题,并在第十章安排了14个技能训练项目。

本书内容参考劳动部新颁布的《电工作业人员安全技术考核大纲》和北京市职业技能鉴定中级低压运行维修电工考核标准,兼顾生产和技术进步发展的需要。行文力求深入浅出、切合职业高中教学实际,既可供教师教学使用,又便于学生自学,还可作为中级低压运行维修电工岗位培训教材或自学用书。

丛 书 名:职业学校机电类教材

书 名:低压电气设备运行与维修

主 编:叶孔伟

责任编辑:卢福姬

印 刷 者:北京兴华印刷厂

装 订 者:三河市双峰装订厂

出版发行:电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

URL:<http://www.phei.com.cn>

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:214千字

版 次:1998年5月第1版 1998年5月第1次印刷

书 号:ISBN 7-5053-4447-1
G·354

定 价:11.00

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

1997年,北京市职业教育已经走过了17个年头,首都经济建设事业发展和科学技术进步给职业教育提出了越来越高的要求,原有的教材已经不能适应教学工作的需要。北京市职业教育科研所和电子工业出版社共同组织制定了低压运行维修电工专业系列教材编写提纲。《低压电气设备运行与维修》一书是根据系列教材编写提纲并参照北京市教委审定的职业高中低压运行维修电工专业教学计划编写的。本书内容依据机械工业部颁《电气工人技术等级标准》中低压运行维修电工的应知、应会内容,并参照了劳动部门制定的《电工作业人员安全技术考核大纲》要求,通过教学使学生的专业理论知识基本达到部颁中级技术工人的技术等级标准,操作技能达到初级工标准;使毕业生能够通过劳动部门的职业技能鉴定考核取得低压运行维修“电工操作证”,达到上岗要求,并为学生就业后再学习、再提高打好基础。

本教材介绍工厂常用的各类低压电器元件的构造、工作原理、技术参数、安装使用要求和运行维修知识,介绍了各种三相异步电动机控制线路的安装制作、运行、常见故障的分析判断和排除。为了提高学生的动手能力,在第十章技能训练中安排了14个训练项目,完全包括了低压电工考核取证的有关内容。本书在编写时力求语言通顺,在注意使用专业术语的同时使学生易于自学。

本教材的教学时数为144学时,教学课时分配可参考下表。

课时分配

章 次	学 时	章 次	学 时
第一章	10	第六章	4
第二章	6	第七章	4
第三章	4	第八章	16
第四章	4	第九章	20
第五章	6	第十章	70

教材安排的技能训练应与电器知识的教学结合进行,根据训练内容的难易掌握训练课时,并视学生操作熟练程度适当调整。

本教材的第一章由安志强编写,第二章至第四章由罗学农编写,第五章和第八章由宋健雄编写,第六章和第七章由黄清河编写,第十章由叶孔伟编写,第九章由叶孔伟、安志强合写,全书由叶孔伟主编。

北京市职业教育科研所刘志平老师参与了本教材编写工作,在此表示感谢。

由于我们知识有限、水平不高、经验不足,教材中难免有不足之处。恳请大家批评指正。

编者

1998年3月

目 录

第一章 低压电器基本原理	(1)
第一节 低压电器概述	(1)
第二节 低压电器的基本结构	(4)
第三节 电磁机构	(5)
第四节 触头系统	(7)
第五节 灭弧装置	(10)
第二章 刀开关	(12)
第一节 开启式负荷开关和封闭式负荷开关	(12)
第二节 刀熔开关	(14)
第三节 隔离开关	(15)
第四节 组合开关	(16)
第三章 熔断器	(19)
第一节 熔断器概述	(19)
第二节 常用低压熔断器	(20)
第三节 熔断器的选用	(23)
第四章 主令电器	(26)
第一节 按钮	(26)
第二节 行程开关	(27)
第三节 万能转换开关	(29)
第五章 交流接触器	(31)
第一节 交流接触器概述	(31)
第二节 常用交流接触器	(33)
第三节 交流接触器的选用与运行维护	(35)
第六章 继电器	(39)
第一节 热继电器	(39)
第二节 中间继电器	(43)
第三节 时间继电器	(43)
第七章 起动器	(47)
第一节 直接起动器	(47)
第二节 减压起动器	(49)
第八章 低压断路器	(53)
第一节 低压断路器概述	(53)
第二节 常用低压断路器	(57)
第三节 漏电保护开关	(61)
第九章 三相异步电动机控制线路的制作与维修	(65)

第一节	制作电动机控制线路的步骤	(65)
第二节	三相异步电动机单向点动控制线路	(68)
第三节	三相异步电动机单向起动控制线路	(71)
第四节	正反向起动控制线路(按钮联锁)	(74)
第五节	正反向起动控制线路(辅助触点联锁)	(75)
第六节	正反向起动控制线路(双重联锁)	(79)
第七节	电动机限位控制线路	(81)
第八节	自动往复循环运动控制线路	(84)
第九节	星-三角起动线路	(88)
第十节	星-三角起动控制线路(按钮转换)	(90)
第十一节	自动星-三角起动控制线路(时间继电器转换)	(94)
第十二节	自耦减压起动线路	(97)
第十三节	反接制动控制线路	(99)
第十四节	能耗制动控制线路	(102)
第十五节	定时运转自动控制线路	(105)
第十章	技能训练	(108)
训练一	认识交流接触器结构	(108)
训练二	安装 DW10 系列低压断路器的二次回路	(109)
训练三	负荷开关直接起动线路	(110)
训练四	组合开关起动线路	(112)
训练五	按钮接触器单向起动线路	(113)
训练六	接触器联锁可逆起动线路	(114)
训练七	双联锁可逆起动线路	(116)
训练八	手动星-三角起动线路	(117)
训练九	自动星-三角起动线路(按钮转换)	(118)
训练十	自动星-三角起动控制线路(时间继电器转换)	(119)
训练十一	自耦减压起动线路	(121)
训练十二	限位控制线路	(122)
训练十三	自动往复循环控制线路	(123)
训练十四	定时运转控制线路	(125)
附录 A	应知应会内容	(127)
附录 B	习题	(128)

第一章 低压电器基本原理

在我国经济建设事业和日常生活中,电能的应用越来越广泛。实现农业、工业、国防和科学技术的现代化,就更离不开电气化。为了安全、可靠地使用电能,电路中就必须装有各种起调节、分配、控制和保护作用的电气设备。这些电气设备统称为电器。从生产或使用的角度,可分为高压电器和低压电器两大类。随着科学技术和生产的发展,电器的种类不断增多,用量非常大,用途极为广泛。从事低压运行维修工作的电气工人,必须掌握低压电器的应用知识和技术。

第一节 低压电器概述

一、低压电器的定义与分类

我国现行标准将工作在交、直流电压 1200V 以下的电气线路中的电气设备称为低压电器。低压电器的种类繁多,按其结构用途及所控制的对象不同,可以有不同的分类方式,以下介绍两种分类方式:

1. 按用途和控制对象不同,可将低压电器分为配电电器和控制电器。

(1) 用于低压电力网的配电电器 这类电器包括刀开关、转换开关、空气断路器和熔断器等。对配电电器的主要技术要求是断流能力强、限流效果在系统发生故障时保护动作准确,工作可靠;有足够的热稳定性和动稳定性。

(2) 用于电力拖动及自动控制系统的控制电器 这类电器包括接触器、起动器和各种控制继电器等。对控制电器的主要技术要求是操作频率高、寿命长,有相应的转换能力。

2. 按操作方式不同,可将低压电器分为自动电器和手动电器。

(1) 自动电器 通过电磁(或压缩空气)做功来完成接通、分断、起动、反向和停止等动作的电器称为自动电器。常用的自动电器有接触器、继电器等。

(2) 手动电器 通过人力做功来完成接通、分断、起动、反向和停止等动作的电器称为手动电器。常用的手动电器有刀开关、转换开关和主令电器等。我们将重点介绍最典型的几类低压电器,如刀开关、熔断器、空气断路器、接触器、起动器、继电器、主令电器等。

另外,低压电器按工作条件还可划分为一般工业电器、船用电器、化工电器、矿用电器、牵引电器及航空电器等几类,对不同类型低压电器的防护型式、耐潮湿、耐腐蚀、抗冲击等性能的要求均不同。

二、低压电器的基本用途

我们日常生活中用水时,在输送自来水的管路上及各种用水的地方,要装上不同的阀门对水流进行控制和调节。在输送电能的输电线路和各种用电的场合,也要使用不同的电器来控制电路通、断,对电路的各种参数进行调节。只是电能的输送和使用比自来水的输送使用要复杂得多。低压电器在电路中的用途是根据外界信号或要求,自动或手动接通、分断电路,连续或断续地改变电路状态,对电路进行切换、控制、保护、检测和调节。

三、低压电器的全型号表示法及代号含义

为了生产销售、管理和使用方便,我国对各种低压电器都按规定编制型号。即由类别代号、组别代号、设计代号、基本规格代号和辅助规格代号几部分构成低压电器的全型号。每一级代号后面可根据需要加设派生代号。产品全型号的意义如图 1-1 所示。

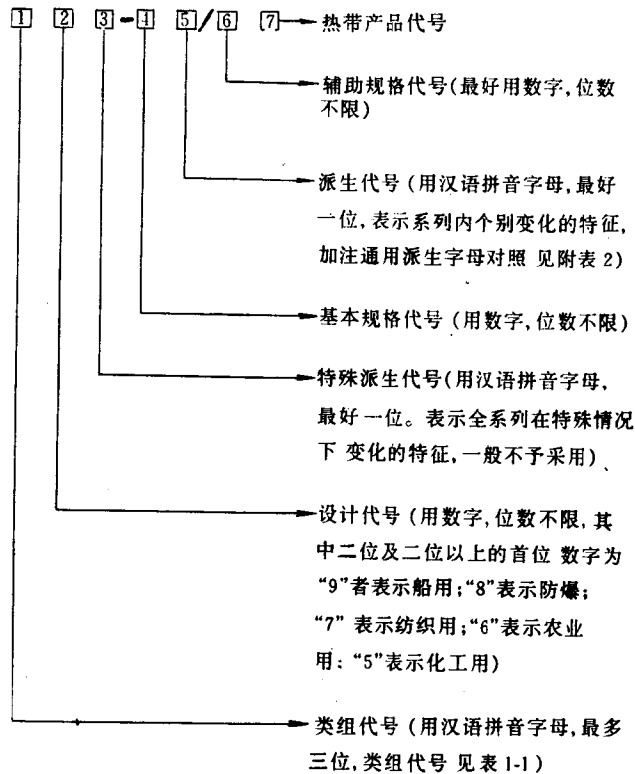


图 1-1 低压电器产品全型号的意义

低压电器全型号各部分必须使用规定的符号或数字表示,其含意为:

1. 类组代号 包括类别代号和组别代号,用汉语拼音字母表示,代表低压电器元件所属的类别,以及在同一类电器中所属的组别。
2. 设计代号 用数字表示,表示同类低压电器元件的不同设计序列。
3. 基本规格代号 用数字表示,表示同一系列产品中不同的规格品种。
4. 辅助规格代号 用数字表示,表示同一系列、同一规格产品中的有某种区别的不同产品。

其中,类组代号与设计代号的组合表示产品的系列,一般称为电器的系列号。同一系列的电器元件的用途、工作原理和结构基本相同,而规格、容量则根据需要可以有多种。例如:JR16 是热继电器的系列号,同属这一系列的热继电器的结构、工作原理都相同;但其热元件的额定电流从零点几安培到几十安培,有十几种规格。其中辅助规格代号为 3D 的有 3 相热元件,装有差动式断相保护装置,因此能对三相异步电动机有过载和断相保护功能。低压电器类组代号及派生代号的含义见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 低压电器产品型号类组代号

代号	名称	A	B	C	D	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z
H	刀开关和转换开关				刀开关		封闭式负荷开关		开启式负荷开关					熔断器式刀开关	刀形转换开关					其他	组合开关
R	熔断器			插入式			汇流排式			螺旋式	封闭式管式				快速	有填料管式			限流	其他	
D	自动开关										灭磁				快速			框架式	限流	其他	塑料外壳式
K	控制器				鼓形							平面				凸轮				其他	
C	接触器				高压		交流					中频			时间	通用				其他	直流
Q	起动机	按钮式		磁力			减压								手动		油浸		星三角	其他	综合
J	控制继电器									电流				热	时间	通用		温度		其他	中间
L	主令电器	按钮						接近开关	主令控制						主令开关	足踏开关	旋钮	万能转换开关	行程开关	其他	
Z	电阻器		板形元件	冲片元件	铁铬铝带管形元件										烧结元件	铸铁元件			电阻器	其他	
B	变阻器			旋臂式						励磁		频敏	起动	石墨	起动调速	油浸	液体	滑线式		其他	
T	调整器				电压																
M	电磁铁												牵引					起重		液压	制动
A	其他	触电保护器	插销	灯		接线盒				电铃											

表 1-2 低压电器产品型号派生代号

派生字母	代表意义
A、B、C、D...	结构设计稍有改进或变化
C	插入式
J	交流、防溅式
Z	直流、自动复位、防震、重任务、正向
W	无灭弧装置,无极性
N	可逆、逆向
S	有锁住机构、手动复位、防水式、三相、三个电源、双线圈
P	电磁复位、防滴式、单相、两个电源、电压的
K	开启式
H	保护式、带缓冲装置

(续表)

派生字母	代表意义
M	密封式、灭磁、母线式
Q	防尘式、手车式
L	电流的
F	高返回、带分励脱扣
T	按(湿热带)临时措施制造
TH	湿热带
TA	干热带

此项派生字母加注在全型号之后

四、低压电器的主要技术指标

为保证电器设备安全可靠地工作,国家对低压电器的设计、制造规定了严格的标准,合格的电器产品具有国家标准规定的技术要求。我们在使用电器元件时,必须按照产品说明书中规定的技术条件选用。低压电器的主要技术指标有以下几项:

1. 绝缘强度 指电器元件的触头处于分断状态时,动静头之间耐受的电压值(无击穿或闪络现象)。

2. 耐潮湿性能 指保证电器可靠工作的允许环境潮湿条件。

3. 极限允许温升 电器的导电部件,通过电流时将引起发热和温升,极限允许温升指为防止过度氧化和烧熔而规定的最高温升值(温升值 = 测得实际温度 - 环境温度)。

4. 操作频率 电器元件在单位时间(1小时)内允许操作的最高次数。

5. 寿命 电器的寿命包括电寿命和机械寿命两项指标。

电寿命:指电器元件的触头在规定的电路条件下,正常操作额定负荷电流的总次数。

机械寿命:指电器元件在规定使用条件下,正常操作的总次数。

五、低压电器的结构要求

低压电器产品的种类多、数量大,用途极为广泛。为了保证不同产地、不同企业生产的低压电器产品的规格、性能和质量一致,通用和互换性好,低压电器的设计和制造必须严格按照国家的有关标准,尤其是基本系列的各类开关电器必须保证执行三化(标准化、系列化、通用化),四统一(型号规格、技术条件、外形及安装尺寸、易损零部件统一)的原则。我们在购置和选用低压电器元件时,也要特别注意检查其结构是否符合标准,防止给今后的运行和维修工作留下隐患和麻烦。

作业

1. 低压电器在电路中的主要作用是什么?
2. 低压电器有几种分类方式? 如何区分配电电器和控制电器?
3. 低压电器的全型号由几部分组成? 各部分的含义是什么?

第二节 低压电器的基本结构

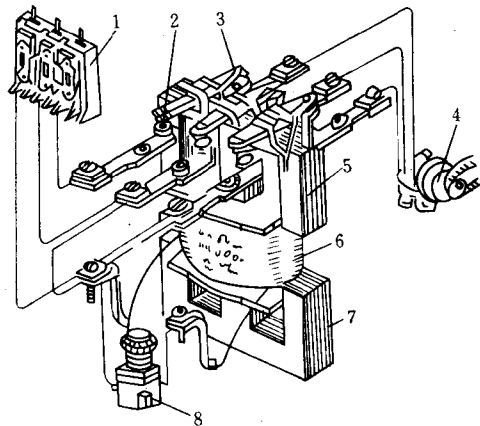
各类电器从结构上看一般由两部分组成——输入端的感测器官和输出端的执行器官。低压电器的感测器官用于接受外界信号,经自身处理(检测、判断、放大、转换等)作出有规律的反

应,使执行器官受感测器官的作用而动作。执行器官通过自身的通、断动作向被控制电路输出指令,实现对电路的控制目的。

低压电器按动作性质可分为自动电器和手动电器两类,而自动电器又可以根据工作原理分为电磁式和电热式两种。本节主要介绍电磁式电器和电热式电器的基本结构。

一、电磁式电器基本结构

电磁式电器从结构上主要由电磁机构和触头系统两部分组成。以交流接触器为例(见图 1-2),接触器感测器官是电磁机构,由铁心、衔铁、电磁线圈和复位弹簧等部件组成;执行器官是触头对。外界电信号输入电磁线圈,电磁机构即作出有规律反应——衔铁吸合动作。衔铁的动作传递到执行器官——触头,动静触头闭合,向被控制电路输出“接通”的指令。

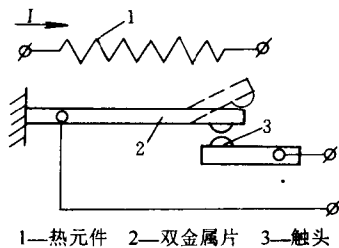


1—熔断器 2—静触头 3—动触头 4—电动机
5—动铁心 6—线圈 7—静铁心 8—按钮

图 1-2 交流接触器结构示意图

二、电热式电器基本结构

电热式电器的感测器官一般是电热元件,接受外界的电流感信号,它由于焦耳热而发生变形;执行器官一般是触头,触头动作向被控制电路输出“通”或“断”的指令。



1—热元件 2—双金属片 3—触头

图 1-3 热继电器结构示意图

以热继电器为例(见图 1-3),热继电器输入端感测器官是热元件,外界电流感信号输入热元件,通过它的测量,作出规律的反应——形状变化,电热元件的动作传递到输出端的执行器官——触头,动静触头分断,向被控制电路输出“断”的指令信号。

电热式电器的结构一般比较简单,其中部件最少的是熔断器,它也有感测器官和执行器官两部分,只不过二者统一于熔体这一个部件。

作业

1. 电磁式电器输入端、输出端各有什么作用? 举例说明。
2. 电磁式电器与电热式电器的输入端、输出端有何区别? 举例说明。

第三节 电磁机构

电磁机构是各种电磁式自动电器的重要组成部分,其作用是接受外界信号分析处理,并通过自身动作提供执行元件的操作动力。尽管各种电器的电磁机构具体形式不同,但其基本结构和工作原理是相同的。

一、电磁机构的基本结构

电磁机构由电路和磁路两部分组成。电路指它的电磁线圈，一般用绝缘导线在骨架上绕制而成，并且经过浸漆、烘干以提高绝缘强度。磁路由铁心和衔铁组成，一般是用高磁导率的软磁性材料制成；电磁机构还需装有复位弹簧。

1. 铁心的基本型式

(1) E型电磁机构(图 1-4) 有单 E 形和双 E 形之分。常用于交流接触器、交流继电器等交流电操作电器。

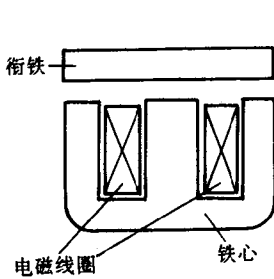


图 1-4 E 形电磁机构

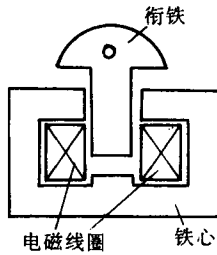


图 1-5 螺管式电磁机构

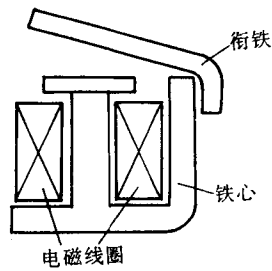


图 1-6 拍合式电磁机构

(2)螺管式电磁机构(图 1-5) 由于这种形式电磁机构的衔铁行程相对较长,常用于牵引电磁铁和空气断路器等电器。

(3)拍合式电磁机构(图 1-6) 这种电磁机构属于衔铁转动式结构,常用于直流接触器、直流继电器等。

二、电磁机构的工作原理

1. 直流电磁铁的工作原理

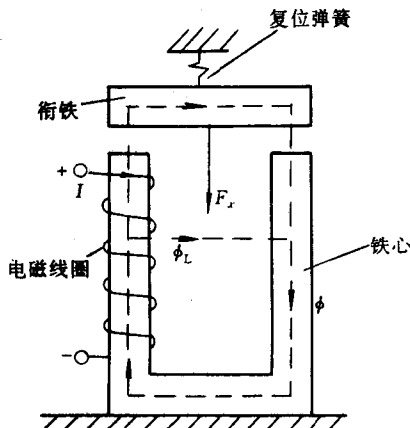


图 1-7 直流电磁机构

用直流电操作的电磁铁称为直流电磁铁。

图 1-7 是直流电磁铁结构示意图,它的铁心和衔铁一般由整体的软钢或工程纯铁制成,也可用多层硅钢片叠压制成,没有电信号输入时,复位弹簧使衔铁处于释放(张开)位置,衔铁与铁心之间的距离称为电磁铁的气隙,也就是衔铁的行程。

当电压信号送到电磁铁的线圈时,线圈中就通过励磁电流,使线圈内部产生密集的磁通,高导磁率的铁心和衔铁被磁化而产生电磁吸力,克服弹簧反力而使衔铁产生位移并且作功。当外界电信号中断时,线圈中励磁电流消失,软磁性材料制成的铁心和衔铁失去磁性,电磁吸力立即消失,衔铁在弹簧反力的作用下恢复原来位置。

理论计算和实验证明,直流电磁铁的电磁吸力与励磁安匝数的平方成正比;与气隙大小的平方成反比。可见,电磁线圈的励磁电压的升高和降低、衔铁行程的调大和调小,都会影响到

电磁铁的电磁吸力,从而影响电磁铁的工作性能。

2. 交流电磁铁的工作原理

用交流电操作的电磁铁称为交流电磁铁。

交流电磁铁工作情况与直流电磁铁不尽相同。首先,这是因为电磁线圈两端的电压为交流电压,线圈中励磁电流为交流电流,铁心和衔铁中的磁通为交变磁通,因而产生的吸力是随时间变化的交变电磁吸力。当交流电流过零的瞬间,电磁吸力也等于零,衔铁在弹簧反力的作用下向释放位置运动,使得电磁铁发生振动和噪声,以至于电磁铁无法使用。另外,交变磁通会在铁心和衔铁中产生磁滞损耗和涡流损耗,使铁心发热并增大电能的损耗。

为解决以上两个问题,我们制作交流电磁铁时采取了两个措施。首先,象其他交流电器的铁心一样,用多层硅钢片叠压制作交流电磁铁的铁心和衔铁,以降低涡流损耗和铁心发热。另外,在铁心的端面上安装分磁环(见图 1-8),使铁心内的磁通分相,使电磁吸力不再过零并总大于弹簧的反力,从而消除了交流电磁铁的振动和噪声。

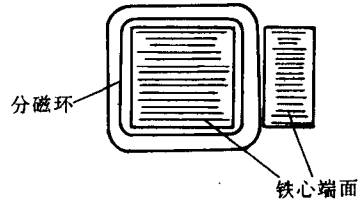


图 1-8 交流电磁铁铁心端面的分磁环

在铁心端面安装分磁环使交流电磁铁能够正常运行,但降低了铁心的机械强度,分磁环本身的机械强度也较差,一旦断裂,将使交流电磁铁无法运行,我们在使用交流电器时,应注意经常检查。

作业

1. 交流电磁铁的铁心有几种形式? 各有什么特点和用途?
2. 交流电磁铁为什么要安装分磁环? 分磁环损坏时有什么现象?
3. 为什么交流电磁铁的铁心要用多层硅钢片叠压制作?

第四节 触头系统

触头是大多数电器元件的执行部件,电器元件通过触头的分合动作来接通和分断被控制电路。触头又称为触头对,由动触头和静触头组成。电磁式电器的动触头与衔铁连接,随衔铁而运动;静触头固定在电器上保持静止,动触头与静触头组成触头对。常用的触头有指式单断口和桥式双断口两种型式(见图 1-9)。

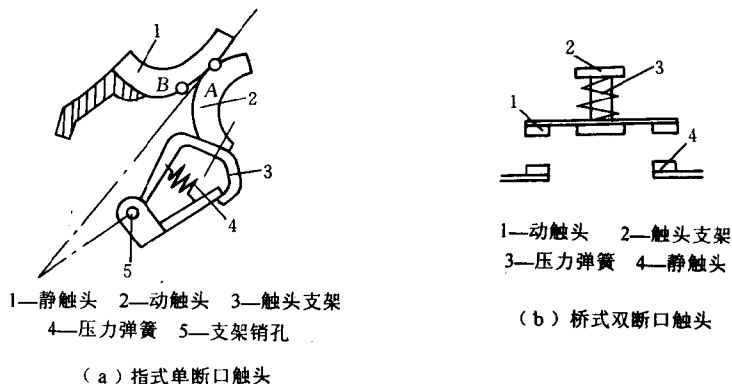


图 1-9 触头的型式

当电器元件未操作时,处于分断状态的触头称为常开(动合)触头,此时处于闭合状态的触

头称为常闭(动断)触头。当电器元件得电、电磁机构动作时,它的常开触头由分断状态转换为闭合状态,而它的常闭触头由闭合状态转换为分断状态;如电器元件的电磁机构失电复位时,它的常开触头由闭合状态恢复成分断状态,同时它的常闭触头由分断状态恢复成原来的闭合状态。

由于电器元件工作时,触头要承受电路的工作电压和接通、分断电路中的工作电流,工作条件非常恶劣,因此触头质量好坏关系到电器元件的工作性能和电路的安全。

一、触头的工作情况

触头有四种工作情况,即分断状态、闭合状态、接通过程和分断过程,各种工作情况的特征如下:

分断状态:指动、静触头处于未操作前完全脱离接触的静止状态,此时动、静触头之间承受被控制电路的额定电压,触头之间没有电流流过。

闭合状态:动、静触头完全闭合,通过工作电流。由于正常情况下动、静触头之间的电阻很小,因此动、静触头的压降趋近于零。

接通过程:动、静触头由分断状态过渡到紧密接触状态的过程。由于动、静触头接触时有机械碰撞,会产生机械磨损和电磨损。

分断过程:动、静触头在紧密接触并通过工作电流的情况下脱离接触、直至完全分断的过程,在动、静触头刚出现间隙时,会产生电火花或电弧,既影响电路及时分断,又会使触头烧损。

下面我们分析触头在各种状态下工作的情况和应注意的问题。

1. 触头在闭合状态下的工作情况

工作电流通过动、静触头的接触处,因为接触处存在接触电阻,所以电流通过时引起触头发热、温升,严重温升会加快触头的氧化、影响电器的正常工作乃至引起事故,因此接触电阻是有害而又不可避免的。影响接触电阻的因素主要有:

(1)触头材料的电阻率和机械特性 材料的电阻率越小、材料越软,接触电阻就越小。

(2)接触压力的大小 接触压力适当增大会使接触电阻减小。

(3)接触型式 动静触头有点接触、面接触、线接触几种型式,工作电流小的电器(如继电器等),一般采用点接触的类型;而中、大容量的电器一般采用线接触或面接触,以尽量减小接触电阻。

(4)触头表面的状况 触头接触面的光洁度和氧化、硫化情况会影响接触电阻。

电器元件工作时,电工应注意经常检查触头闭合状态下工作时的温升,不允许超过规定值,否则会造成事故。

2. 触头在分断过程中的工作情况

触头分断时会产生电火花或电弧,这是因为动、静触头之间由多点接触最终过渡到只有一个点接触(见图 1-10),最后分断的一点处电流密度极大(达到 $10^3 \sim 10^8 \text{ A/cm}^2$),温度很高,使该点金属熔化,随触头分离而形成高温“液桥”。“液桥”刚被拉断时,断口处产生极强的电场,使金属内部的自由电子从阴极表面逸出,在电场力的作用下高速奔向阳极,撞击空气中的中性气体分子,使之电离成正、负离子,电子和正、负离子在电场力的作用下奔向两极,形成“雪崩”效应。在触头间隙中大量的正、负离子和电子在电场力的作用下定向运动,形成炽热的带电粒子流——电弧。电弧对触头和被控制电路的危害有:

(1)产生高温,加快触头的氧化,加快电磨损,严重时会使触头熔焊引起事故。

- (2)防碍被控制电路及时可靠地分断,严重时持续燃弧烧毁触头,甚至引起相间短路事故。
- (3)对弱电设备造成电磁干扰。

电工应注意电器的触头分断过程中燃弧情况,定期检查触头电磨损的情况,防止事故。

3. 触头在接通过程中的工作情况

触头在接通瞬间,动触头撞击静触头,静触头对动触头要产生反作用力;电流在通过触头的最初接通点时,在该点出现“电流收缩”(见图 1-10)时会产生电动斥力。以上两种因素都会使动触头与静触头接通时再次短时分断,即产生触头的弹跳,从而产生电弧,严重时使触头熔焊造成事故(见图 1-11)。

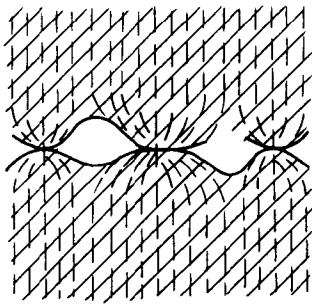


图 1-10 触头接触点的电流线

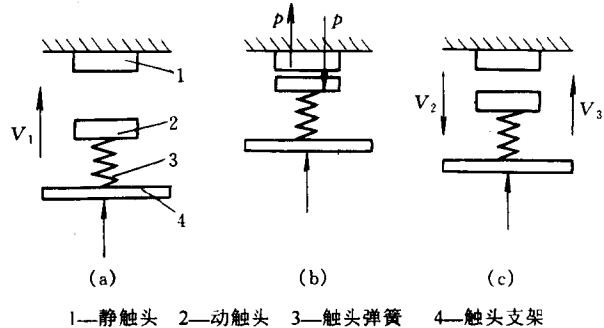


图 1-11 触头闭合时的弹跳示意图

电工应注意观察电器元件的触头接通过程中是否存在弹跳现象,减小触头的电磨损。

二、触头的技术参数

为保证电器元件正常工作,电器的触头制作工艺要求很严。以下是电工在选用电器元件以及电器元件使用中应注意的重要参数。

(一)触头的结构参数

- 1.极数和分合状态:指电器元件的主触头有几对,各触头是常开还是常闭的。
- 2.断口数:指电器元件每极触头有几个断口。
- 3.触头开距:动、静触头断开电弧所需要的最小间距。
- 4.触头的超程:为增大触头的接触压力和延长触头寿命而设的超程。
- 5.初压力和终压力:初压力为防止接通时触头弹跳而设,终压力为增大接触压力,减小接触电阻而设。

(二)触头的工作参数

- 1.额定电压:触头在正常工作时,被控制电路的额定电压。
- 2.额定电流:触头在额定电压下正常接通和分断的工作电流。
- 3.工作制:反映电器工作负荷程度的综合指标,如长期工作制,短期工作制,反复短时工作制等。
- 4.操作频率:每小时电器允许操作的最高次数

三、触头的特性指标

1. 极限允通电流 指发生短路故障时,触头在一定时间内允许通过的最大短路电流值,极限允通电流包括:

热稳定性电流 发生故障时,使触头发热高于正常值、但触头不发生熔焊现象的最大故障电流值。

电动稳定性电流 发生短路故障时允许通过的最大电流值,此时电流产生的电动力不能使触头弹开。

2. 电寿命 触头在规定的电路参数下,正常接通和分断额定电流的总操作次数。

作业

1. 触头的结构有几种形式? 各有什么特点和用途?

2. 触头有哪些主要的技术参数?

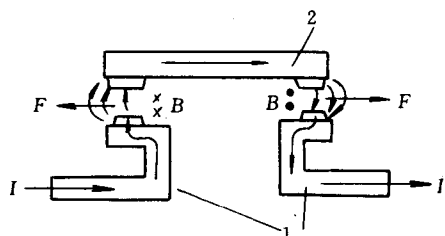
3. 触头在接通时为什么会产生弹跳? 弹跳有什么危害? 怎样防止弹跳?

4. 触头分断时产生电弧的主要原因是什么? 电弧的本质是什么? 有什么危害?

第五节 灭弧装置

电器元件的触头在动作时,动静触头之间的间隙会产生电火花或电弧,对元件的触头及被控制电路很不利。因此,必须采取灭弧措施降低电弧的强度,最大限度地减小电弧的危害。

电弧产生的原因主要有两个,一是动静触头在通过电流状态下脱离接触时产生很大电流密度、高温和强电场使自由电子逸出,击穿动、静触头之间的空气层形成电弧;二是负载电路中储存的电磁能通过电弧泄放而维持并加强燃弧。



1—静触头 2—动触头 I—工作电流 B—磁场 F—电动力

图 1-12 桥式双断口触头电动力吹弧

电弧的本质是自由电子和正负离子形成的炽热的带电粒子流。因此,各种灭弧装置都针对以上原因采取措施。

下面我们介绍几种常见的灭弧装置。

1. 电动力吹弧 即桥式双断口触头系统(见图 1-12)。由动触桥与两个静触头构成。电流流过触头形成的环状通路,在触头附近空间建立起磁场。

当触头分断时,根据左手定则可以判断出触头两个断口处的电弧分别受到电动力 F 的作用,使电弧拉长、弯曲、冷却而熄灭;由于两个断口是串联关系,使每个断口处电弧的电压为全部电压的一半,有助于电弧熄灭;另外,当交流电压自然过零时,电弧自动熄灭,当交流电压反向增大时,每对触头的阴极处会出现 $150V \sim 250V$ 的介质绝缘强度,从而防止电弧在交流电的负半周重燃。

桥式双断口灭弧结构简单,灭弧效果较好。但工作电流较小时吹弧力较小,会影响灭弧效果。桥式双断口触头系统主要用于中小容量的交流接触器、继电器等电器的灭弧。

2. 磁吹灭弧装置 这种灭弧装置由磁吹线圈、铁心、导磁夹板和灭弧罩组成(见图 1-13)。磁吹线圈与触头串联,工作电流流经磁吹线圈时励磁,高导磁率材料制成的铁心和导磁夹板在