

高等职业技术学校

教学
用书

工厂电气 控制设备

赵秉衡 主编

GONGCHANG
DIANQI
KONGZHI
SHEBEI

冶金工业出版社

高等职业技术学校



工厂电气 控制设备

第二版

工厂电气
控制设备

机械工业出版社

高等职业技术学校教学用书

工厂电气控制设备

赵秉衡 主编

北京
冶金工业出版社
2001

内 容 简 介

本书主要包括:电力拖动系统中常用的低压电器,电气控制线路的基本环节,常用机床的控制线路,桥式起重机的电气控制设备,龙门刨床的电气控制设备,以及工厂常用生产机械控制线路的四个实验。

本书可作为高等职业技术学校教材,也可供中等专业学校、技工学校及各类培训班教学使用,亦可供厂矿工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工厂电气控制设备/赵秉衡主编. —北京:冶金工业出版社,2001.8

高等职业技术学校教学用书

ISBN 7-5024-2806-2

I. 工… II. 赵… III. 工厂-电气控制装置-高等学校:技术学校-教材 IV. TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 047267 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 宋 良 美术编辑 王耀忠 责任校对 白 迅

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2001 年 8 月第 1 版,2001 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 13.75 印张; 332 千字; 213 页;1-4000 册

20.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

本书系根据原冶金工业部“九五”教材出版规划和高等职业技术学校工业企业电气自动化专业“工厂电气控制设备”课程教学大纲编写的,为该专业的教学用书,也可作为有关专业的教学参考书。

由于该课程专业性很强,在编写过程中,我们力求从基础着手,循序渐进,这体现在低压电器和电气控制线路的基本环节两章中;同时,尽量以教学内容结合生产实践,做到理论联系实际,这体现在常用机床控制线路、桥式起重机的电气控制设备和龙门刨床的电气控制设备三章中。

参加本书编写工作的有:株洲职业技术学院吴文君、贵州冶金职业技术学院李崇华、四川机电职业技术学院潘永增、铜陵财经专科学校贡照天、天津市工业学校赵秉衡;赵秉衡任主编。

由于编者水平所限,书中不当之处,恳切希望读者提出宝贵意见。

编者

2001年5月

目 录

绪论	1
第一章 低压电器	3
第一节 刀开关	3
第二节 自动空气开关	6
第三节 熔断器	8
第四节 接触器	12
第五节 继电器	21
第六节 主令电器	37
思考题	43
第二章 电气控制线路的基本环节	44
第一节 控制线路的原理图和接线图	44
第二节 三相鼠笼式异步电动机直接启动控制线路	47
第三节 三相鼠笼式异步电动机降压启动控制线路	59
第四节 三相绕线式异步电动机启动控制线路	74
第五节 三相异步电动机制动控制线路	80
第六节 多速异步电动机控制线路	90
第七节 直流电动机的控制线路	95
第八节 电动机的保护	103
第九节 电气控制线路的设计	107
思考题	118
第三章 常用机床控制线路	122
第一节 普通车床的电气控制线路	122
第二节 平面磨床的电气控制线路	126
第三节 摇臂钻床的电气控制线路	130
第四节 铣床的电气控制线路	137
第五节 卧式镗床的电气控制线路	147
思考题	155
第四章 桥式起重机的电气控制设备	156
第一节 电动葫芦和梁式起重机的电气设备	156
第二节 桥式起重机概述	157
第三节 15/3t 桥式起重机的控制线路	160

第四节	20/5t 桥式起重机的控制线路及其故障分析	173
思考题	178
第五章	龙门刨床的电气控制设备	179
第一节	龙门刨床的工艺特点和对电气控制的要求.....	179
第二节	交磁放大机.....	181
第三节	主拖动系统运行分析.....	185
第四节	电机组的启动控制线路.....	194
第五节	刀架控制线路.....	195
第六节	横梁升降的控制线路.....	197
第七节	工作台的控制线路.....	199
思考题	206
实验	207
实验一	三相异步电动机点动和自锁控制线路.....	207
实验二	三相异步电动机的正反转控制线路.....	208
实验三	三相异步电动机星-三角形降压启动控制线路	210
实验四	三相异步电动机反接制动控制线路.....	211
参考文献	213

绪 论

一、电力拖动的优越性

在工业生产中,大量使用各种各样的生产机械,如机床、起重机、鼓风机、轧钢机、运输辊道、电铲等。这些机械的运转,都是由电动机来拖动的,原因是:

(1) 电能在生产、传输、分配、使用和控制等方面,都比其他动力要简便得多。

(2) 电动机拖动效率高,与生产机械联接方便。

(3) 电动机种类多,具备多种运行特性,可以满足不同类型生产机械的要求。

(4) 电动机拖动系统中,各种参数的检测和记录,通过电气仪表和仪器易于完成,使生产工艺达到最佳状态。

(5) 可以实现远距离测量和控制,便于集中管理,实现生产过程自动化。

我们把用电动机来拖动生产机械的拖动方式称为电力拖动。

电动机在拖动生产机械运动过程中,应按生产工艺的要求进行启动、制动、调速和正反方向运转,就需要对电动机进行控制。电气控制需利用控制设备所组成的各种控制线路来完成。控制设备主要由各种开关、熔断器、继电器、接触器及交磁放大机等组成。

二、电力拖动的发展概况

自 19 世纪有了电动机以后,最初是采用一台电动机通过皮带-天轴-皮带,拖动多台生产机械的成组拖动。其主要缺点是不安全,转速不高,效率低。电动机一旦出现故障,所拖动的生产机械都得停止工作。随着生产的发展,实现了用一台电动机拖动一台生产机械的单电机拖动,大大提高了生产率和安全性。对于大型生产机械,可采用多台电动机分别拖动一台生产机械不同运动部件的多电机拖动形式。这样既简化了传动机构,又便于实现自动化。目前大多数生产机械都采用这种拖动方式。

按所用电动机的类型分,电力拖动有直流电动机拖动和交流电动机拖动两种。

最早在 19 世纪 30 年代出现的是直流电动机拖动,因为当时只有电源为蓄电池的直流电及直流电动机。但是,直流电动机结构复杂,维护困难,大容量、高转速、高电压的直流电动机的制造也受到限制。到 19 世纪末,出现了三相交流电及三相交流鼠笼式异步电动机,由于异步电动机结构简单、价格便宜、运行可靠、维护方便,以及三相交流电的传输方便,交流电动机拖动占了主要地位。进入 20 世纪以后,随着工业、国防的发展,特别是精密机械加工及工业生产过程自动化的发展,对电力拖动的启动、调速范围、调速精度、制动提出了更高要求。这在交流电动机拖动是难以实现的,所以在可逆运行、可调速、高精度的电力拖动系统中,又都采用直流电动机拖动。随着电力电子技术的飞跃发展,各种大功率自关断器件的出现,促使交流电动机调速系统迅速发展。有趋势表明,今后电力拖动系统中,具有电刷和整流子的直流电动机价格高、体积大,将被交流异步电动机全部取代。

三、课程任务、内容和学习方法

本课程是工业企业电气化专业的主要专业课。

课程主要内容是介绍常用低压电器构造、工作原理、型号选择、接线方式及维护方法,继电器-接触器控制线路的基本环节,常用机床控制线路和桥式起重机的电气控制设备,以龙

门刨床为典型的连续控制系统的电气控制线路。

本课程的主要任务是通过学习,熟悉各种低压电器的构造、工作原理,掌握常见生产机械电气控制线路的分析方法,以及了解电气控制设备的维修方法。

本课程应在学习“电机拖动基础”课程以后,并在进行了电工实习的基础上进行讲授。

学习本课程要坚持理论与实践相结合的原则,必须进行必要的实验和生产实习与参观。实验前,要预习实验指导书和课程有关理论,明确实验目的和要求,操作步骤、原理图及实际接线。实验过程中要注意观察、分析和判断。要认真完成实验报告。通过操作,逐步提高技能与熟练程度。通过实验使理论与实践密切结合,培养严谨、求实的科学工作作风。

第一章 低 压 电 器

电器是根据外界特定的信号和要求,自动或手动接通和断开电路,实现对电路或电现象的转换、控制、保护和调节用的电器设备。

一、电器的分类

电器的用途广泛,种类繁多,功能多样,通常按工作电压、动作方式和作用分类:

1. 按工作电压分类

(1) 低压电器。工作电压在交流 1000V 或直流 1200V 以下的电器。生产机械大多用低压电器。

(2) 高压电器。工作电压在交流 1000V 或直流 1200V 以上的电器。

2. 按动作方式分类

(1) 自动电器。按照信号或某个物理量的高低而自动动作的电器。如接触器、继电器等。

(2) 非自动电器。通过人力操作而动作的电器。如开关、按钮等。

3. 按作用分类

(1) 执行电器。用来完成某种动作或传送功率。如电磁铁、变压器等。

(2) 控制电器。用来控制电路的通断。如开关、接触器等。

(3) 主令电器。发出控制指令以控制其他电器的动作。如按钮、行程开关等。

(4) 保护电器。用来保护电源、电路及用电设备,使它不致在短路、过载状态下运行,免遭损坏。如熔断器、热继电器等。

二、主电路系统和控制电路系统

随着生产自动化的日益发展,需要用各种电器组成一个电力拖动控制系统,以便迅速而准确地对电动机、电磁阀或其他电器设备进行自动控制。电力拖动控制系统一般分成两大部分,一部分是开断、接通和控制电动机运转状态的电路系统,叫做主电路系统。由于它担负着较大能量的传输任务,又叫动力线路系统。另一部分电路的任务是根据给定指令,依照自动控制系统的具体工艺要求对主电路系统进行控制的,叫做控制电路系统或控制回路。

由于主电路系统和控制电路系统传送的能量和职能不同,对电器元件的要求也不同,本章将分别对主线路和控制线路中的电器进行讨论。

第一节 刀 开 关

刀开关是手动电器中结构最简单的一种,被广泛应用于各种配电设备和供电线路,一般用来不频繁地接通和分断容量不太大的低压供电线路,也可作为电源隔离开关。在农村和小型工厂,还经常用来直接启动小容量的鼠笼型异步电动机。

一、刀开关的结构和工作原理

图 1-1 所示为最简单的刀开关的结构。由图可知,刀开关由手柄、触刀、静插座、铰链支

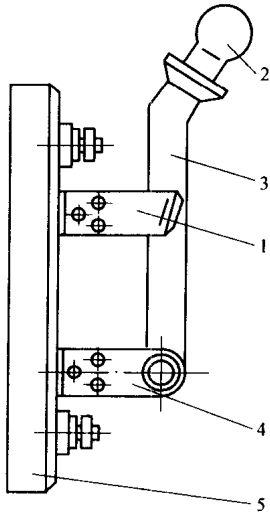


图 1-1 刀开关结构图

1—静插座;2—手柄;3—触刀;
4—铰链支座;5—绝缘底板

座和绝缘底板组成,推动手柄使触刀绕铰链支座转动,就可将触刀插入静插座内,电路就被接通。若使触刀绕铰链支座作反向转动,脱离插座,电路就被切断。为了保证触刀和插座合闸时接触良好,它们之间必须具有一定的接触压力,为此,额定电流较小的刀开关插座多用硬紫铜制成,利用材料的弹性来产生所需压力;额定电流大的刀开关还要通过在插座两侧加弹簧片来增加压力。

刀开关在分断有负载的电路时,其触刀与插座之间会产生电弧。为此采用速断刀刀的结构,使触刀迅速拉开,加快分断速度,保护触刀不致被电弧所灼伤。对于大电流刀开关,为防止各极之间发生电弧闪烁,导致电源相间短路,刀开关各极间设有绝缘隔板,有的设灭弧罩。为保护操作人员,也为了方便操作,大电流刀开关除了中央手柄直接操作外,还有杠杆操作。

刀开关的符号见图 1-2。

二、刀开关的种类

刀开关种类很多,按刀的极数可分为单极、双极和三极,按刀的转换方向可分为单掷和双掷,按操作方式可分为直接手柄操作和远距离连杆操纵。这里只介绍两种常用的刀开关。

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关又名瓷底胶盖闸刀开关。图 1-3 为 HK 系列开启式负荷开关结构图,它由刀开关和熔断器组合而成,瓷底板上装有进线管、静触点、熔丝、出线管和刀开关的动点,上面还罩有两块胶盖,这样操作人员不会触及带电部分,并且分断电路时产生的电弧也不会飞出胶盖外面灼伤操作人员。这种开关易被电弧烧坏,因此不宜带负载接通和分断电路。但因其结构简单,价格低廉,常用作照明电路的电源开关。也可用作 5.5kW 以下三相异步电动机不频繁启动和停止的控制。

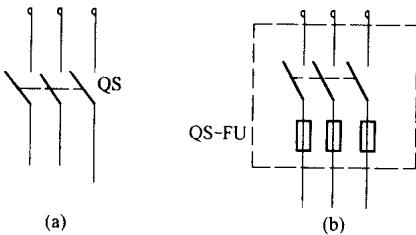


图 1-2 刀开关符号

(a)刀开关符号;(b)带熔断器刀开关符号

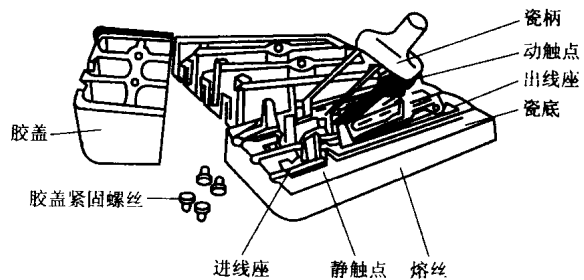
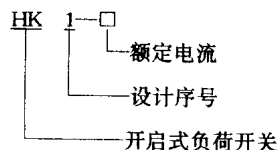


图 1-3 HK 系列开启式负荷开关结构图

它的型号含义为:



它的技术数据如表 1-1 所示。

表 1-1 HK1 系列开启式负荷开关基本技术参数

型 号	极 数	额定电流值/A	额定电压值/V	可控制电动机最大容量值/kW		配用熔丝规格			
				220V	380V	熔 丝 成 分			熔丝线径 ϕ /mm
						铅	锡	锑	
15	2	15	220	—	—				1.45~1.59
HK1-30	2	30	220	—	—				2.30~2.52
60	2	60	220	—	—				3.36~4.00
15	3	15	380	1.5	2.2	98%	1%	1%	1.45~1.59
HK1-30	3	30	380	3.0	4.0				2.30~2.52
60	3	60	380	4.5	5.5				3.36~4.00

安装与运行应注意：

(1) 电源进线应装在静插座上,而负荷应接在动触点一边的出线端。这样,当开关断开时,闸刀和熔丝上不带电。

(2) 刀闸在合闸状态时,手柄应向上,不可倒装或平装,以防误操作合闸。

(3) 负荷较大时,为防止出现闸刀本体相间短路,可与熔断器配合使用。刀闸本体不再装熔丝,在应装熔丝的接点上安装与线路导线截面相同的铜线。

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关又名铁壳开关,图 1-4 所示为常用的 HH 系列铁壳开关的结构。

它由刀开关、熔断器、灭弧装置、操作机构和铸铁外壳构成。三把闸刀固定于一根绝缘方轴上,由手柄操纵。操作机构装有机械连锁,使盖子打开时手柄不能合闸和手柄合闸时盖子不打开,以保证操作安全。在手柄转轴与底座间装有速动弹簧,使刀开关的接通与断开速度与手柄速度无关,有利于迅速灭弧。

HH 系列铁壳开关型号含义为：

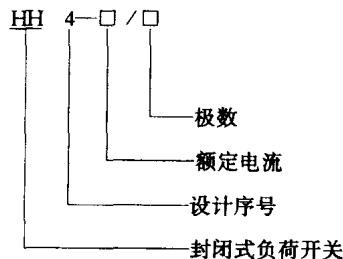


表 1-2 为 HH4 系列封闭式负荷开关的技术数据。

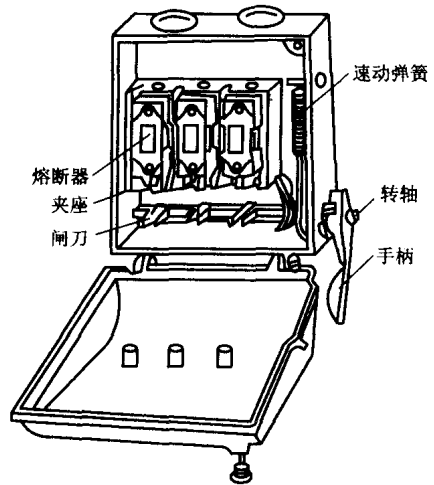


图 1-4 HH 系列铁壳开关的结构

表 1-2 HH4 系列负荷开关技术数据

额定电流 /A	触点极限通断能力			熔断器极限分断能力		
	电流/A	cosφ	次 数	电流/A	cosφ	次 数
15	60	0.5	10	500	0.8	2
30	120	0.5	10	1500	0.7	2
60	240	0.4	10	3000	0.6	2

安装与运行时注意:

(1) 接线时,应将电源线接在静插座的接线端子上,负荷接在熔断器一端。如果接反了,进行检修时将不安全。

(2) 开关的金属外壳应可靠接地或接零,防止因意外漏电使操作者发生触电事故。

三、刀开关的选择原则

(1) 闸刀开关。对于普通负载,开关可根据额定电流来选择;而对于电动机,开关额定电流可选电动机额定电流的 3 倍左右。

(2) 铁壳开关。对于电热和照明电路,铁壳开关可根据额定电流来选择。对于电动机,开关额定电流可选电动机额定电流的 1.5 倍左右。表 1-3 即为采用铁壳开关安全电压启动与控制电动机时的选择数据。

表 1-3 封闭式负荷开关与可控制电动机容量的配合

额定电 流 值 /A	可控电动机最大容量值/kW		
	220V	380V	500V
10	1.5	2.7	3.5
15	2.0	3.0	4.5
20	3.5	5.0	7.5
30	4.5	7.0	10
60	9.5	15	20

第二节 自动空气开关

自动空气开关又名自动空气断路器,当电路发生严重过载、短路及欠电压等故障时,能够自动地切断故障电路,有效地保护接在它后面的电气设备。在正常条件下,自动空气开关也用来不频繁地接通和断开电路以控制电动机。

一、自动空气开关的结构和工作原理

图 1-5a 为自动空气开关的原理简图。

自动空气开关主要由触头、灭弧系统、各种脱扣和操作机构等组成。开关的主触头 2 是靠操作机构进行合闸和分闸的。开关的自由脱扣机构是一套连杆机构,当主触头闭合后将其锁在合闸位置。若电路中发生故障,自由脱扣机构就在有关脱扣器的操纵下动作,使钩子 3 脱开,于是主触头在释放弹簧的作用下迅速分断。自动空气开关的脱扣器有:

(1) 电磁脱扣器。当流过开关的电流在整定值以内时,电磁脱扣器 4 的线圈所产生的吸力不足以吸动衔铁。当发生短路时,电流超过整定值,此时的吸力足以克服弹簧的拉力拉动衔铁,顶开钩子,使开关跳闸。

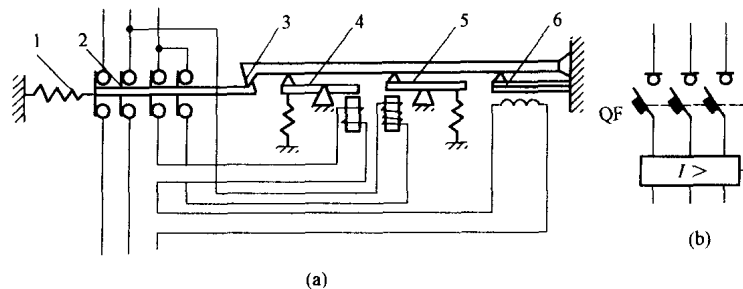


图 1-5 自动开关的工作原理图与符号

(a)工作原理图;(b)符号

1—释放弹簧;2—主触点;3—钩子;4—电磁脱扣器;5—失压脱扣器;6—热脱扣器

(2) 热脱扣器。发热元件与主电路相串联,有电流流过时发出热量使脱扣器 6 的左端向上弯曲,发生过载时弯曲到足以将钩子顶开,使开关跳闸。

电磁脱扣器和热脱扣器都可以对脱扣电流值进行整定,这时只要改变热脱扣器所需的弯曲程度和电磁脱扣器铁芯与脱扣机构的气隙大小就行了。

热脱扣器和电磁脱扣器互相配合,前者因为热惯性的原因,担负主电路的过载保护,后者可瞬时动作,担任短路故障保护。

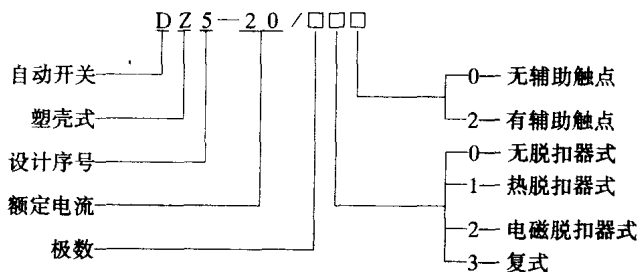
当空气开关由于过载而断开后,应等待 2~3 分钟才能合闸,以使热脱扣器回复原位。

(3) 失压脱扣器。其工作过程与电磁脱扣器相反。当电源电压正常时,并励线圈产生足够吸力将衔铁吸住,使开关保持合闸状态。当电源电压下降到低于整定值或降为零时,吸力不够,衔铁释放,顶开钩子使开关跳闸。

(4) 分励脱扣器。用于远距离操作。正常工作时,其线圈断电,在需要远方操作时,使线圈通电,电磁铁带动操作机构动作,使开关跳闸。

二、自动空气开关的型号和技术数据

自动空气开关型号的含义为:



DZ5-20 型自动空气开关的技术数据见表 1-4。

三、自动空气开关的选择和使用

1. 自动空气开关的选择方法

(1) 电压、电流的选择。自动开关的额定电压应不小于所用电源的额定电压,额定电流应不小于电路的最大工作电流。

(2) 脱扣器整定电流的计算。应根据主电路对保护的要求,选择脱扣器的形式和额定电流。

表 1-4 DZ 5-20 型自动空气开关技术数据

型 号	额定电压 /V	主触点 额定电流 /A	极 数	脱扣器型式	热脱扣器额定电流 (括号内为整定电流调节范围) /A	电磁脱扣器 瞬时动作整定值 /A
DZ 5-20/330 DZ 5-20/230	交流 380 直流 220	20	3 2	复 式	0.15(0.10~0.15)	为热脱扣器 额定电流 的 8~12 倍 (出厂时整 定于 10 倍)
0.20(0.15~0.20)						
0.30(0.20~0.30)						
0.45(0.30~0.45)						
3 2	电 磁 式	0.65(0.45~0.65)				
		1 (0.65~1)				
3 2	热脱扣器式	1.5 (1~1.5)				
		2 (1.5~2)				
3 2	热脱扣器式	3 (2~3)				
		4.5 (3~4.5)				
3 2	热脱扣器式	6.5 (4.5~6.5)				
		10 (6.5~10)				
3 2	热脱扣器式	15 (10~15)				
		20 (15~20)				
3 2			无 脱 扣 器 式			

热脱扣器的整定电流应与所控制负载的额定电流一致。

电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流 I_z 应大于负载电路正常工作时的最大电流。

对于单台电动机来说, $I_z \geq K \cdot I_q$

对于多台电动机来说,

$$I_z \geq K \cdot (I_{q_{\max}} + \text{电路中其他的工作电流})$$

式中, K ——安全系数,可取 1.5~1.7;

I_q ——电动机的启动电流;

$I_{q_{\max}}$ ——最大一台电动机的启动电流。

2. 自动空气开关的使用

自动空气开关投入使用前,须先进行整定。按要求整定电磁脱扣器和热脱扣器的动作电流,以后就不应随意旋动有关的调节螺丝和弹簧。在安装时,应注意将来自电源的母线接到开关有灭弧罩一侧的端子上,来自用电设备的母线接到另一侧的端子上。

第三节 熔 断 器

熔断器是一种结构简单、使用方便、价格低廉的电器。它是电网和用电设备的安全保护电器之一。在正常情况下,熔体相当于一根导线,当发生短路或过载时,电流很大,熔体因过热熔化而切断电路。

一、熔断器的工作原理和特性

熔断器主要由熔体和安装熔体的绝缘管或绝缘座组成。熔体的材料有两种:一种由铅

锡合金和锌等低熔点金属制成,因不易灭弧,多用于小电流的电路;另一种由银、铜等较高熔点的金属制成,易于灭弧,多用于大电流的电路。使用时,熔断器与所保护的电路相串联,正常工作时,流过熔体的电流小于或等于它的额定电流,由于熔体发热的温度尚未到达熔体熔点,所以熔体不会熔断,电路仍然保持接通。当电路发生过载或短路故障时,如果通过熔体的电流达到或超过某个一定值,在熔体上产生的热量使其温度升高,当到达熔体熔点时,熔体自行熔断,切断故障电流,达到保护作用。

故障时,通过熔断器的电流越大,熔体熔断时间越短。这一特性叫做可熔化性特性曲线,如图 1-6 所示。

可熔化特性曲线的纵坐标为熔断时间,以秒表示。横坐标为熔体通过的实际电流与熔体额定电流的比值 I/I_e 。由图中看出,当通过熔体的电流小于额定电流的 1.25 倍时,熔体长期不会熔断;当电流达到 1.6 倍时,得经 1 小时熔断;当电流达到两倍时,得经 30~40s 后熔断;当达到 8 至 10 倍时,熔体几乎瞬时熔断。由此可见,熔断器对于保护短路故障是有很有效的。

熔断器的符号与结构图如图 1-7 所示。

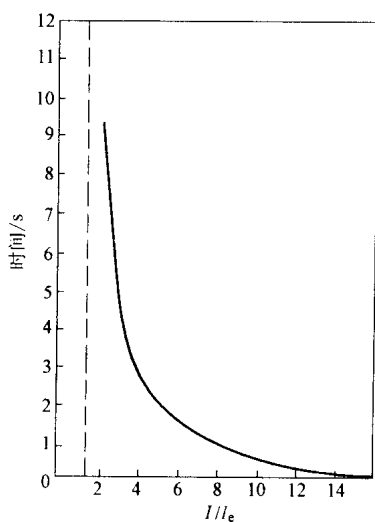


图 1-6 熔断器可熔化特性曲线

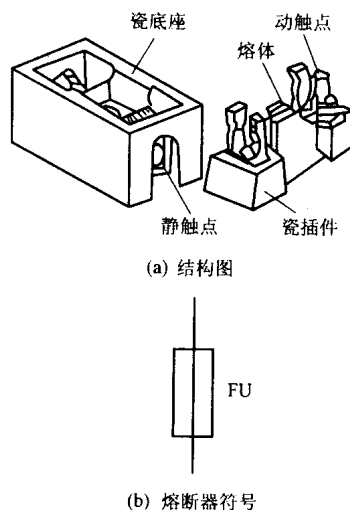


图 1-7 RC1A 系列瓷插式熔断器

二、熔断器的种类和技术参数

低压熔断器按其结构形式分为螺旋式、插入式、管式等,如图 1-8 所示。

熔断器的主要技术参数有:

- (1) 额定电压。额定电压是指保证熔断器能长期正常工作的电压。
- (2) 额定电流。额定电流是指保证熔断器能长期正常工作的电流,它的等级划分随熔断器结构形式而异。应该注意的是,熔断器的额定电流应大于所装熔体的额定电流。
- (3) 极限分断电流。极限分断电流是指熔断器在额定电压下所能断开的最大短路电流。

表 1-5~表 1-7 分别示出螺旋式、有填料封闭式、瓷插式熔断器的技术参数。

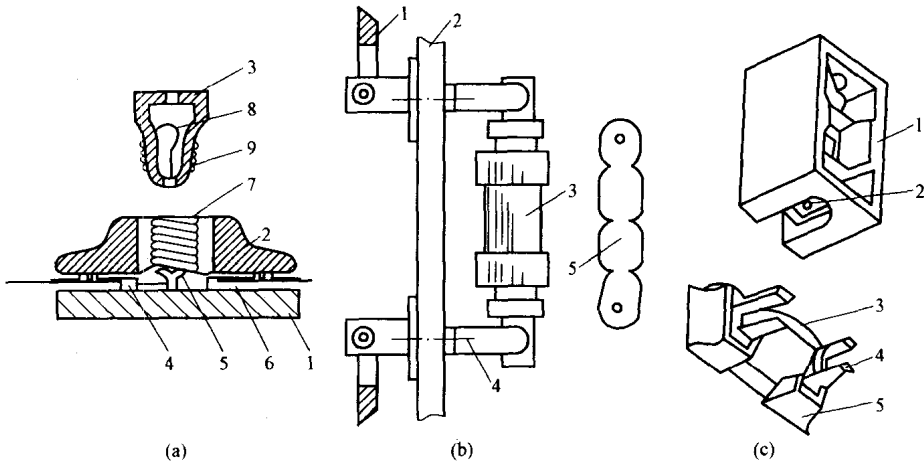


图 1-8 低压熔断器的结构

- (a)螺旋式熔断器:1—瓷座;2—瓷盖板;3—插塞;4—金属片;5—接触螺钉;6—金属片;
7—金属螺帽;8—熔丝;9—金属螺丝
(b)管式熔断器:1—导线;2—绝缘底板;3—装有熔片的金属套管;4—弹性铜片;5—熔片
(c)插入式熔断器:1—瓷底座;2—静触头;3—熔丝;4—动触头;5—瓷插片

表 1-5 螺旋式熔断器技术数据

名称	型号	额定电压 /V	额定电流 /A	熔体的额定电流等级 /A	极限分断能力/A		主要用途
					380V	500V	
螺旋式熔断器	RL1-15	500	15	2、4、5、6、10、15	2000	2000	供 500V 以下的电路中, 作过载及短路保护用
	RL1-60		60	20、25、30、35、40、50、60	5000	3500	
	RL1-100		100	60、80、100		20000	
	RL1-200		200	100、125、150、200		50000	
螺旋式熔断器	RL2-25		25	2、4、6、10、15、20、25		1000	
	RL2-60		60	25、35、50、60		2000	
	RL2-100		100	80、100		3500	
螺旋式快熔断器	RLS-10		10	3、5、10		40000	作为硅整流元件, 可控硅整流元件, 或由该元件组成成套装置中短路保护, 或某些不允许过电流的过载保护
	RLS-50		50	15、20、25、30、40、50		40000	
	RLS-100	100	60、80、100				

表 1-6 有填料封闭管式熔断器技术数据

型号	额定电压/V		额定电流 /A	熔体的额定电流等级 /A	极限分断能力 /kA	主要用途
	交流	直流				
RT0-50	380	440	50	5、10、15、30、40、50	交流 50 直流 25	用于有高短路电流存在的工业企业网路内或电气装置中, 作为电缆导线及电气设备的短路保护或电缆及导线的过负荷保护
RT0-100			100	30、40、50、60、80、100		
RT0-200			200	80、100、120、150、200		
RT0-400			400	150、200、250、300、350、400		
RT0-600			600	350、400、450、500、550、600		
RT0-1000			1000	700、800、900、1000		