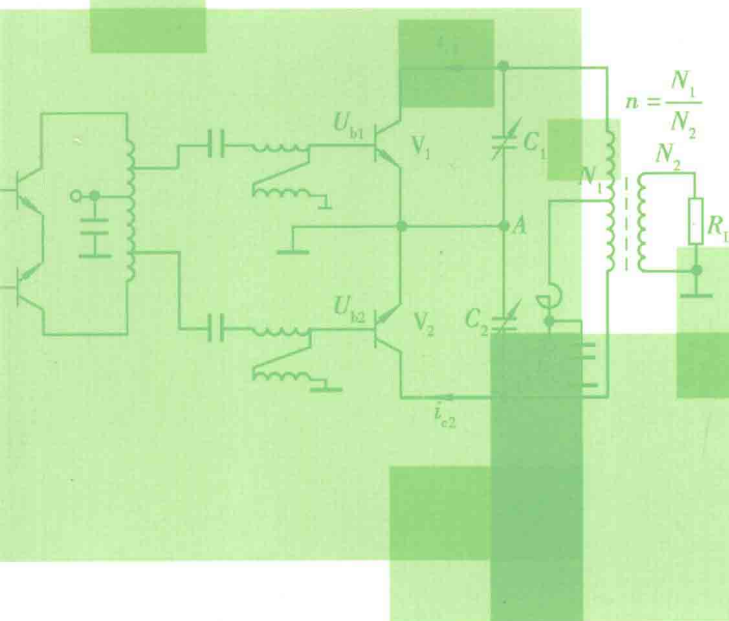


— 高职高专电气系列教材 —
GAOZHI GAOZHUAN DIANQI XILIE JIAOCAI

电气控制技术实训教程

DianQi KongZhi JiShu ShiXun JiaoCheng

■ 主 编 李崇华
■ 副主编 刘显荣 方 民



重庆大学出版社

电气控制技术实训教程

主 编 李崇华
副主编 刘显荣
方 民

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书是高职高专电气专业系列教材《电气控制技术》的配套教材。

全书共分4章:第1章,常用低压电器元件;第2章,电力拖动基本控制线路的安装与接线;第3章,典型机床电路的安装与检修;第4章,桥式起重机的电气控制设备。其中第2章主要为实验部分,其余章节为实训部分。

通过本课程的学习,了解常用低压电器的型号、规格、结构、工作原理、技术数据及其在控制电路中的作用;掌握常用低压电器的应用和拆装、维修、保养方法;能够利用低压电器组成各种不同的控制电路;掌握常用典型机床电气控制线路的工作原理和电路故障的分析和排除方法;掌握桥式起重机电气控制设备的工作原理和电路故障的分析和排除方法。使学生具备较高的技能,为设计、安装、改造电动机拖动生产机械的控制电路打下基础。

本书同时可作为大、中专院校电气专业、电工技术培训班技能训练课程的实训教材,也可供有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术实训教程/李崇华主编. —重庆:重庆大学出版社,2004.12

(高职高专电气系列教材)

ISBN 7-5624-3133-7

I. 电... II. 李... III. 电气控制—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(2004)第 049818 号

电气控制技术实训教程

主 编 李崇华

副主编 刘显荣 方 民

责任编辑:彭 宁 何建云 版式设计:彭 宁

责任校对:廖应碧 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:6.75 字数:168千

2004年12月第1版 2004年12月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-3133-7/TM·98 定价:10.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

前言

本书是重庆大学 2003 年 8 月组织讨论并制定编写的高职高专统一规划系列教材《电气控制技术》的配套教材。由于该课程专业性很强,依据高职高专的教学特点,为了更好地培养学生的综合运用能力和实际动手能力,在教材内容上,以“够用、实用”为尺度,注重了教材内容的广泛性、科学性和实用性;在训练内容上,由易到难,着重培养学分析和解决实际问题的能力。课程内容通俗易懂,便于自学。尽量以教学内容结合生产实践,做到理论联系实际,从基础着手,循序渐进,详细介绍了各种低压电器的选型、使用注意事项和各种常见故障的检修方法,介绍了常见控制线路的安装接线方法,同时也讲解了常用机床和起重设备的维护及故障检修方法。

本书的特点是着重实用技术的传授和动手能力的培养,突出电工操作技能训练,以培养学生分析和解决实际问题的能力。

本书可作为电气技术、电子技术、自动控制等专业的实践教学用书,也可作为有关工程技术人员解决实际问题的参考书。

本书由贵州师范大学电气工程学院李崇华主编,重庆工业高等专科学校自动化系刘显荣、南宁职业技术学院电子工程系方民为副主编。

参加本书编写工作的有:重庆工业高等专科学校自动化系刘显荣、南宁职业技术学院电子工程系方民、广西水利电力职业技术学院电力工程系周湘萍、贵州师范大学电气工程学院李崇华。编写过程中还得到了许多同行的大力支持,在此一并表示感谢!

由于编者的水平有限,书中不当之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

目 录

第1章 常用低压电器元件	1
1.1 熔断器	1
1.2 刀开关	5
1.3 低压断路器	9
1.4 主令电器	14
1.5 接触器	21
1.6 继电器	27
1.7 凸轮控制器	37
1.8 常用低压电器的拆装	39
第2章 电力拖动基本控制线路的安装与接线	43
2.1 三相鼠笼式异步电动机点动与长动线路的安装 与接线	43
2.2 三相鼠笼式异步电动机正反转电路的安装与接线	48
2.3 三相鼠笼式异步电动机星-三角起动控制电路的 安装与接线	54
2.4 三相鼠笼式异步电动机能耗制动电路的安装与 接线	57
2.5 双速电动机控制接线电路的安装与接线	58
2.6 工作台自动往返控制接线电路的安装与接线	59
第3章 典型机床电路的安装与检修	62
3.1 Z3050 型摇臂钻床电气线路的安装	62
3.2 M7120 平面磨床电气线路的安装与故障排除	67
3.3 X62W 万能铣床电气线路的故障排除	73
3.4 机床电气的基本维修方法	82
第4章 起重设备电气控制线路的维修	87
4.1 电动葫芦的电气控制线路	87
4.2 15/3 t 桥式起重机的电气控制线路	89
参考文献	100

第 1 章

常用低压电器元件

低压电器通常是指工作在交流 50 Hz 或 60 Hz、额定电压 1 200 V 及以下,或直流额定电压 1 500 V 及以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器。

按照用途的不同,低压电器可分为低压配电器和低压控制电器两大类。低压配电器主要有刀开关、转换开关、熔断器、断路器等。对配电器的主要技术要求是分断能力强、限流效果好、动稳定和热稳定性高。低压控制电器主要有接触器、继电器、主令电器等。对控制电器的主要技术要求是适当的转换能力、操作频率高、电寿命和机械寿命长等。

1.1 熔断器

1.1.1 熔断器的用途和分类

熔断器是低压配电系统和电力拖动系统中的保护电器。熔断器的主要作用是短路保护,有时可以作过载保护之用。

低压熔断器具有性能好、结构简单、体积小、品种多、价格低、良好的限流性能和高分断能力等优点,被广泛应用,其主要缺点是只能一次性使用。目前也出现了自复式的熔断器,这类熔断器当故障消除后,可以迅速复原从而继续使用,但重复使用之后,其技术特性将会恶化,因此一般只能重复使用数次。

熔断器的分类方法很多,按结构形式分,有半封闭插入式熔断器、自复式熔断器、无填料密闭管式熔断器、有填料密闭管式熔断器。常用的填料是石英砂,它能吸收电弧的能量,增加灭弧能力。

1.1.2 熔断器的结构和主要技术参数

(1) 结构

熔断器主要由熔体、安装熔体的熔管和熔座组成。

熔体是熔断器的核心,根据熔断器的保护要求,熔体的材料有铅锡合金、锌、铜和银,一般制成丝状或片状。

熔管是熔体的保护外壳,用耐热绝缘材料制成,在熔体熔断时兼有灭弧作用。
熔座是熔断器的底座,用于固定熔管和外接线。

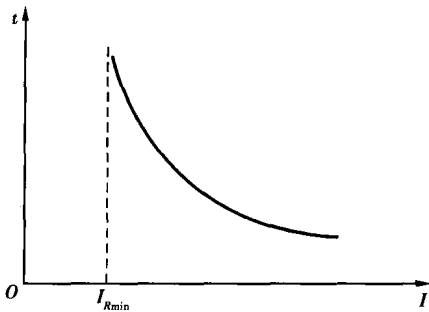


图 1.1 熔断器的时间-电流特性

(2) 熔断器的主要技术参数

- 1) 额定电压 指熔断器长期工作时所能承受的电压。
- 2) 额定电流 指熔断器在长期工作时,各部件温升不超过规定值时能承受的电流。
- 3) 安·秒特性曲线 它表示流过熔体的电流与熔体熔断时间的关系曲线,也称为保护特性或熔断特性。

如图 1.1 所示,熔体的熔断时间是随电流的增大而缩短,是反时限特性。一般熔断器的熔断时间与熔断电流的关系见表 1.1。

表 1.1 熔断器的熔断时间与熔断电流的关系

熔断电流 I_s/A	$1.25I_N$	$1.6I_N$	$2.0I_N$	$2.5I_N$	$3.0I_N$	$4.0I_N$	$8.0I_N$	$10.0I_N$
熔断时间 t/s	∞	3 600	40	8	4.5	2.5	1	0.4

可见,熔断器对过载反应很不灵敏,当发生轻度过载时,熔断器将持续很长时间才会熔断,有时甚至不熔断。因此,除在照明电路中外,熔断器一般不宜作过载保护,它主要用作短路保护。

4) 极限分断能力 指熔断器在额定电压及一定的功率因素下能分断短路电流的极限能力。

1.1.3 常用的熔断器

(1) 无填料熔断器

1) RC1A 系列瓷插式熔断器 如图 1.2 所示,它由瓷体、空腔、瓷盖、动触头、静触头和熔丝六部分组成。其额定电压为 380 V 及以下,额定电流为 5 ~ 200 A。该熔断器具有尺寸小、价格低、更换方便等优点,主要用于一般照明和小容量电动机的电源引入线路等低压线路末端或分支电路中,作为电气设备的短路保护及一定程度的过载保护。

在安装熔丝时,熔丝应顺着螺钉的旋转方向绕过去,同时应注意不要划伤熔丝,也不要使熔丝绷紧,以免减小熔丝截面尺寸和插断熔丝。

2) RM10 系列封闭管式熔断器 如图 1.3 所示,它主要由纤维熔断管、变截面熔体和静插座等部分组成。它有以下两个特点:一是采用钢纸管作熔管,当熔体熔

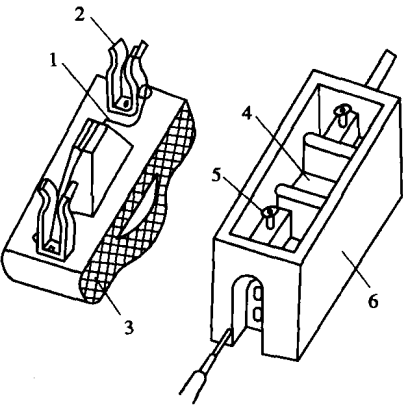


图 1.2 RC1A 系列瓷插式熔断器
1—熔丝 2—动触头 3—瓷盖
4—空腔 5—静触头 6—瓷体

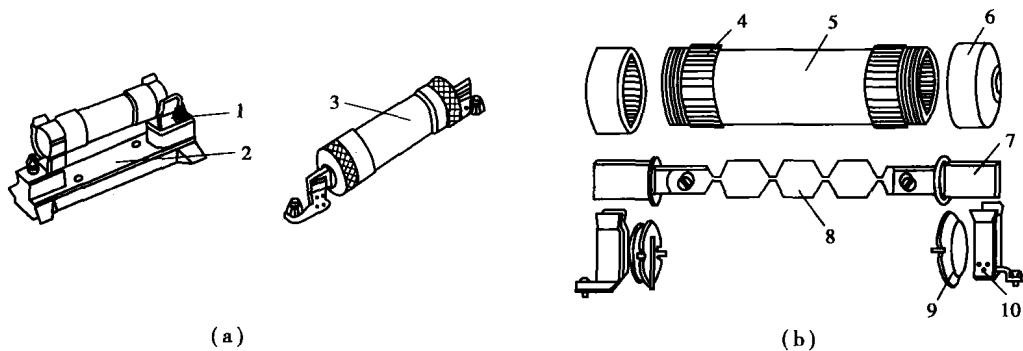


图 1.3 RM10 系列无填料密封管式熔断器

(a)外形 (b)结构

- 1—夹座 2—底座 3—熔管 4—黄铜管 5—钢纸管
6—黄铜帽 7—触刀 8—熔体 9—特种垫圈 10—夹座

断时,钢纸管内壁在电弧热量的作用下产生高压气体,使电弧迅速熄灭。二是采用变截面锌片作为熔体,当电路发生短路时,锌片几处狭窄部位同时熔断,形成较大空隙,使灭弧更容易。RM10 系列封闭管式熔断器主要用于交流电压 380 V 以下,直流电压 440 V 以下,电流 600 A 以下的电力线路中,作导线、电缆及电气成套设备的短路和连续过载保护。

(2)有填料熔断器

1)RL1 系列螺旋式熔断器 如图 1.4 所示,它由瓷制底座、带螺纹的瓷帽、熔断管、瓷套等组成,熔断管内装有一组规格不同的熔丝和石英砂填料。熔断管上盖有一熔断指示器。熔丝熔断后,指示器跳出,可通过瓷帽的玻璃窗口进行观察。当熔丝熔断后,需更换相同规格的熔管,为了安全地更换熔体,接线时,要把下接线座(中心端)接电源进线。

RL1 系列螺旋式熔断器的分断能力较高,结构紧凑,体积小,安装面积小,更换熔体方便,工作安全可靠,并且熔丝熔断后有明显的指示,因此广泛应用于控制箱、配电屏、机床设备及振动较大的场合。在交流额定电压 500 V 以下,电流 200 A 以下的电路中,作短路保护。

2)RT0 系列有填料封闭管式熔断器

如图 1.5 所示,主要由熔管、底座、夹头、夹座等部分组成。它是一种大分断能力的熔断器,广泛用于短路电流较大的电力输配电系统中,作为电缆、导线和电气设备的短路保护及导线、电缆的过载保护。

它的熔管由高频电工瓷制成。熔体是两片网状紫铜片,中间用锡桥连接。熔体周围填满石英砂,在熔断时起灭弧作用。该系列熔断器配有熔断指示器,熔体熔断后显示出醒目的红色熔断信号。

当熔体熔断后,可用配备的专用绝缘手柄在带电的情况下更换熔管,装取方便、安全。

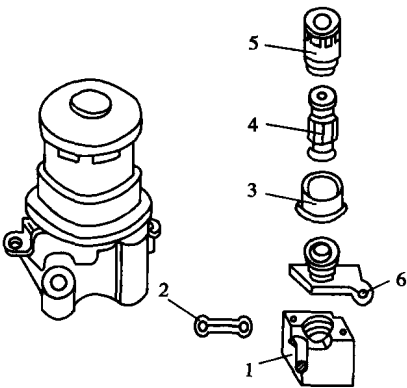


图 1.4 RL1 系列螺旋式熔断器

- 1—底座 2—下接线端 3—瓷套
4—熔断体 5—瓷帽 6—上接线端

3) 快速熔断器 该熔断器具有动作速度快(小于 5 ms),分断能力高,过电压低等特点。主要用于半导体器件过载保护和短路保护。

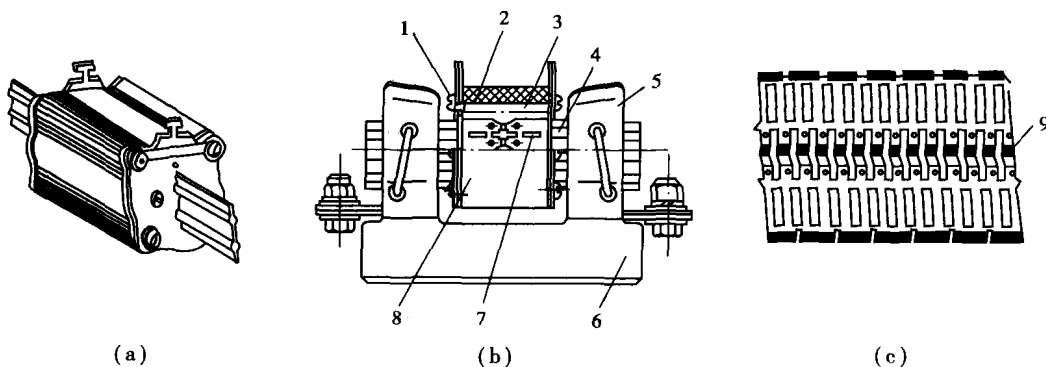


图 1.5 RTO 系列有填料封闭管式熔断器

(a) 外形 (b) 结构 (c) 锡桥

1—熔断指示器 2—石英砂填料 3—熔丝 4—夹头 5—夹座 6—底座
7—熔体 8—熔管 9—锡桥

1.1.4 熔断器的选择

(1) 熔断器类型的选择

根据负载情况和电路中短路电流的大小来选择。

(2) 熔断器额定电压的确定

熔断器的额定电压必须等于或高于熔断器工作点的电路额定电压。

(3) 熔体额定电流的确定

1) 负载电流比较平稳时,熔体的额定电流基本可按电路的额定负载电流来选择,应等于或稍大于负载的额定电流。但其额定分断能力必须大于电路中可能出现的最大故障电流。

2) 在电机回路中作短路保护时,熔体的额定电流可按下列情况确定:

①单台直接起动电动机 熔体的额定电流 = $(1.5 \sim 2.5) \times$ 电动机额定电流。如果不经常起动而且起动时间不长的系数取 1.5;对于经常起动或起动时间较长的系数取 2.5。

②多台直接起动电动机 熔体的额定电流 = $(1.5 \sim 2.5) \times$ 功率最大电动机的额定电流 + 其余电动机额定电流之和。

③减压起动电动机 熔体的额定电流 = $(1.5 \sim 2) \times$ 电动机额定电流。

(4) 各级熔断器的配合

电路中为防止越级熔断而扩大停电事故范围,各级熔断器间应有良好的配合,使下一级熔断器比上一级熔断器先熔断,满足选择性要求。选择时,上、下两级熔断器应根据其保护特性曲线上的数据来选择,并考虑实际误差。在通过相同电流时,上一级熔断器的熔断时间应为下一级熔断器的 3 倍以上。当上、下级熔断器采用相同型号时,其电流等级以相差两级为宜。如采用不同型号熔断器时,则应根据产品给出的熔断时间选取。

1.1.5 熔断器的使用与维护

1) 安装熔断器除保证足够的电气距离外,还应保证足够的间距,以保证拆卸、更换熔体的

方便。

2) 安装与维护时都应检查熔断器各个参数是否符合规定要求。

3) 插入式熔断器应垂直安装,螺旋式熔断器的电源线应接在瓷底座的下接线座上,负载线应接在螺纹壳的上接线座上。这样在更换熔管时,旋出螺帽后螺纹壳上不带电,保证操作者的安全。

4) 熔断器内要安装合格的熔体,不能用多根小规格熔体并联代替一根大规格的熔体。

5) 安装与更换熔体时必须保证熔体不能有机机械损伤,与底座触刀接触良好。

6) 安装引线要有足够的截面积,而且应拧紧接线螺钉,避免接触不良。

7) 在运行中应经常检查熔断器的指示器,以便及时发现,更换熔体。

8) 封闭管式熔断器的熔管,不允许用其他的绝缘管来替代,更不允许随意在其上钻孔。如遇到短路动作后熔管的管壁有烧焦现象,则熔管必须更换。

9) 熔断器的插入与拔出要用规定的把手,在断电的情况下更换。

10) 使用过程中应经常清除熔断器上及导电插座上的灰尘和污垢。

11) 熔断器兼做隔离器件使用时应安装在控制开关的电源进线端;若仅做短路保护用,应安装在控制开关的出线端。

1.1.6 熔断器常见故障及处理

(1) 熔体熔断原因的判断

1) 一般变截面熔体在小截面处熔断是因过负载引起。

2) 变截面体的大截面部分熔化,熔丝爆断或熔断部分很长,一般判断为短路故障引起。

(2) 熔断器的常见故障与处理方法(见表1.2)

表 1.2 熔断器的常见故障与处理方法

故障现象	产生原因	处理方法
电动机起动瞬间熔体即熔断	1. 熔体规格选择太小 2. 负载短路或接地 3. 熔体安装时损伤	1. 调换适当的熔体 2. 检查短路或接地故障 3. 调整熔体
熔丝未熔断但电路不通	1. 熔体两端或接线端接触不良 2. 熔断器的螺帽盖未拧紧	1. 清扫并旋紧接线端 2. 旋紧螺帽盖

1.2 刀开关

1.2.1 刀开关的用途和分类

刀开关由操作手柄、刀片、触头座和底板组成。刀开关适用于额定交流电压 380 V 或额定直流电压 440 V、额定电流 1 500 A 以下的配电设备中,作为不频繁接通或分断电路用,或用来

将电路与电源隔离。有时也可用来直接控制小容量电动机的起动、停止和反转。

刀开关按极数分有单极、双极和三极三种;按操作方法分有直接手柄操作、杠杆操作和电动操作三种;按合闸方向分有单投和双投两种。

刀开关的主要技术参数是额定电压、额定电流、通断能力、机械寿命和电寿命。

1.2.2 HK 系列开启式负荷开关(又称胶盖闸刀开关)

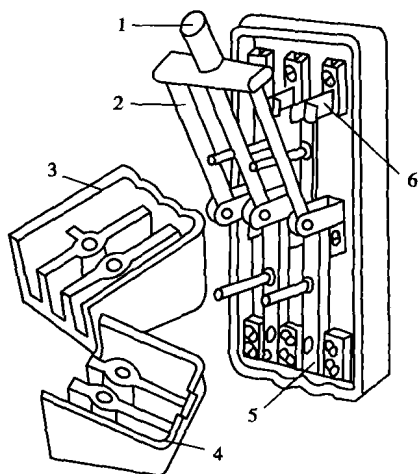


图 1.6 HK 系列开启式负荷开关

1—手柄 2—刀片 3—上胶盖
4—下胶盖 5—熔丝接头 6—静触头

图 1.6 为 HK 系列刀开关的结构图。没有专门的灭弧装置,仅利用胶盖的遮护以防电弧灼伤人手,技术指标低,因而不宜带负荷操作。此开关适用于交流电压 500 V、电流 60 A 及以下的线路中,作为一般电灯、电阻和电热回路的控制开关。三极开关适当降低容量后,可以作为小型交流电动机的手动不频繁操作的直接起动及分断开关。

(1) 开启式负荷开关的选用

- 1) 额定电压等于或大于安装地点的工作电压。
- 2) 对于普通负载,闸刀开关的额定电流就等于负载的额定电流。
- 3) 闸刀开关用于控制 7.5 kW 以下电机时,其额定电流应按电动机额定电流的 2.5~3.5 倍选用。
- 4) 额定电流为 15 A 以上的闸刀开关不允许切断电流。

闸刀开关中的熔丝选配:

- 1) 对于配电线路,熔丝的额定电流宜等于或略小于线路的额定电流。
- 2) 对于小容量电动机,熔丝的额定电流为电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

(2) 开启式负荷开关的使用与维护

1) 刀开关在安装时,手柄要向上,不得倒装或平装。另外如果倒装,手柄可能因为自动下落而引起误合闸,造成人身和设备安全事故。

2) 开启式负荷开关控制照明和电热负载时,要装接熔断器作短路保护和过载保护。接线时,应将电源进线接在上端,负载接在下端。

3) 开启式负荷开关用作电动机的控制开关时,应将开关的熔体部分用铜导线直连,并在出线端另外加装熔断器作短路保护。

4) 更换熔体时,必须在闸刀断开的情况下按原规格更换。

5) 在分闸和合闸操作时,应动作迅速,使电弧尽快熄灭。

(3) 常见故障及处理

开启式负荷开关的常见故障与处理方法见表 1.3。

表 1.3 开启式负荷开关的常见故障与处理

故障现象	产生原因	处理方法
合闸后, 开关一相或两相开路	1. 静触头弹性消失, 开口过大, 造成动、静触头接触不良 2. 熔丝熔断或虚连 3. 动、静触头氧化或有尘污 4. 开关进线或出线线头接触不良	1. 修理或更换静触头 2. 更换熔丝或使之坚固 3. 清洁触头 4. 重新连接
合闸后熔丝熔断	1. 外接负载短路 2. 熔体规格偏小	1. 排除负载短路故障 2. 按要求更换熔体
触头烧坏	1. 开关容量偏小 2. 拉、合闸动作过慢, 造成电弧过大, 烧坏触头	1. 更换开关 2. 修整或更换触头, 并改进操作方法

1.2.3 HH 系列封闭式负荷开关(又称铁壳开关)

图 1.7 所示为铁壳开关, 由封闭在钢板或铸铁壳内的刀闸和熔断器组成。其灭弧性能、操作性能均优于闸刀开关。内设有连锁装置, 保证开关在合闸状态, 开关盖不能开启, 而当开关盖开启时又不能合闸, 可防止电弧伤人。铁壳开关具有一定的分断能力, 适用于手动不频繁操作带负荷的电路及线路末端的短路保护, 也可用于控制 15 kW 以下交流电动机不频繁的直接起动和停止。

当封闭式负荷开关用于控制照明电热负载时, 开关的额定电流应不小于所有负载额定电流之和; 用于控制电动机时, 开关的额定电流应不小于电动机额定电流的 3 倍, 或按表 1.4 选取。

(1) 封闭式负荷开关的使用与维护

1) 封闭式负荷开关必须垂直安装, 安装高度一般离地不低于 1.3 ~ 1.5 m, 并以操作方便和安全为原则。

2) 开关外壳的接地螺钉必须可靠接地。

3) 接线时, 应将电源进线接在静夹座一边的接线端子上, 负载引线接在熔断器一边的接线端子上, 且进出线都必须穿过开关的进出线孔。

4) 分合闸操作时, 要站在开关的手柄侧, 不准面对开关, 以免因意外故障电流使开关爆炸, 铁壳飞出伤人。

5) 一般不用额定电流 100 A 及以上的封闭式开关控制较大容量的电动机, 以免发生飞弧灼伤手事故。

(2) 常见故障及处理

封闭式开关的常见故障与处理见表 1.4。

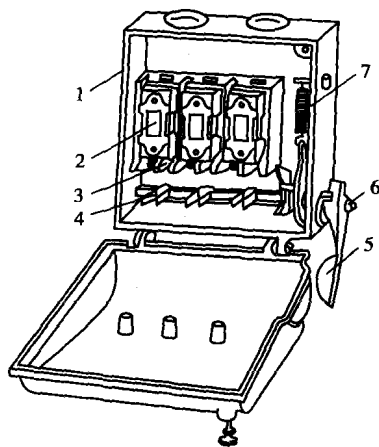


图 1.7 HH 系列封闭式负荷开关

1—壳体 2—熔断器 3—夹座
4—闸刀 5—手柄 6—转轴
7—速断弹簧

表 1.4 封闭式开关的常见故障与处理

故障现象	产生原因	处理方法
操作手柄带电	1. 外壳未接地或接地线松脱 2. 电源进出线绝缘损坏而碰壳	1. 检查后,加固接地线 2. 更换导线或恢复绝缘
夹座(静触头)过热或烧坏	1. 夹座表面烧毛 2. 闸刀与夹座压力不足 3. 负载过大	1. 用细锉修整夹座 2. 调整夹座压力 3. 减轻负载或更换大容量开关

1.2.4 HZ 系列转换开关(又称组合开关)

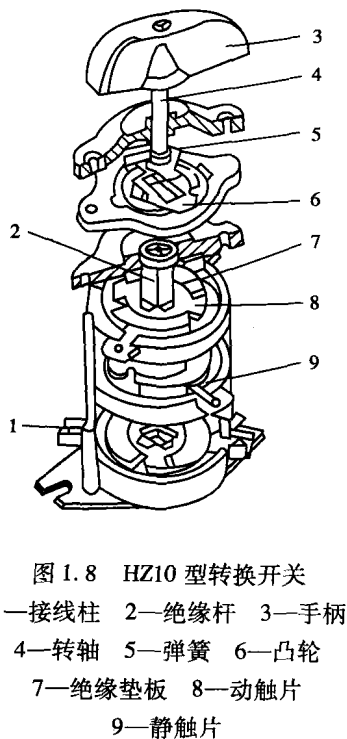


图 1.8 HZ10 型转换开关

- 1—接线柱 2—绝缘杆 3—手柄
4—转轴 5—弹簧 6—凸轮
7—绝缘垫板 8—动触片
9—静触片

HZ 系列转换开关的结构如图 1.8 所示。转换开关的种类多,其共同特点是触头多,它的动、静触头分层装在绝缘件内,操作时手柄带动转轴与凸轮一起旋转,凸轮推动动触头,达到换接电路的目的。转换开关体积小,操作方便,多用在机床电气控制线路中作为电源的引入开关,或控制 5 kW 以下电动机的起动、停止、变速、换向和星-三角起动,还可用于电气测量仪表的转换。

图 1.9 所示为 HZ3-132 型组合开关,俗称倒顺开关或可逆转换开关,专为控制小容量异步电动机的正反转而设计的。开关的两侧各装有三副静触头,右边标有符号 L1、L2、W,左边标有 U、V、I3。转轴上固定有六副不同形状的触头,其中 I₁、I₂、I₃和Ⅱ₁是同一形状,而Ⅱ₂、Ⅱ₃为另一形状,它们分为两组, I₁、I₂、I₃为一组,Ⅱ₁、Ⅱ₂、Ⅱ₃为一组。开关的手柄有“倒”、“停”、“顺”三个位置,手柄只能从“停”位置左转 45°或右转 45°。当手柄位于“停”位置时,两组动触头都不与静触头接触;当手柄位于“顺”位置时,动触头 I₁、I₂、I₃与静触头接触;当手柄位于“倒”位置时,动触头Ⅱ₁、Ⅱ₂、Ⅱ₃与静触头接触。

(1) 转换开关的选用

转换开关的选用应根据电源的种类、电压的等级、所需触头数及负载的容量选用。用于直接控制电动机的起动和正、反转时,开关的额定电流应取电动机额定电流的 1.5 ~2.5 倍。

(2) 转换开关的使用与维护

- 1) HZ10 系列转换开关应安装在控制箱(或壳体)内,其操作手柄最好在控制箱的前面或侧面。开关在断开状态时应使手柄在水平旋转位置。HZ3 系列组合开关外壳上的接地螺钉应可靠接地。
- 2) 若需在箱内操作,开关最好装在箱内右上方。
- 3) 组合开关的通断能力较低,不能用来分断故障电流。
- 4) 当操作频率过高或功率因素较低时,应降低开关容量使用,以延长使用寿命。
- 5) 倒顺开关接线时,应看清开关接线端标记,切忌接错,以免产生电源短路故障。

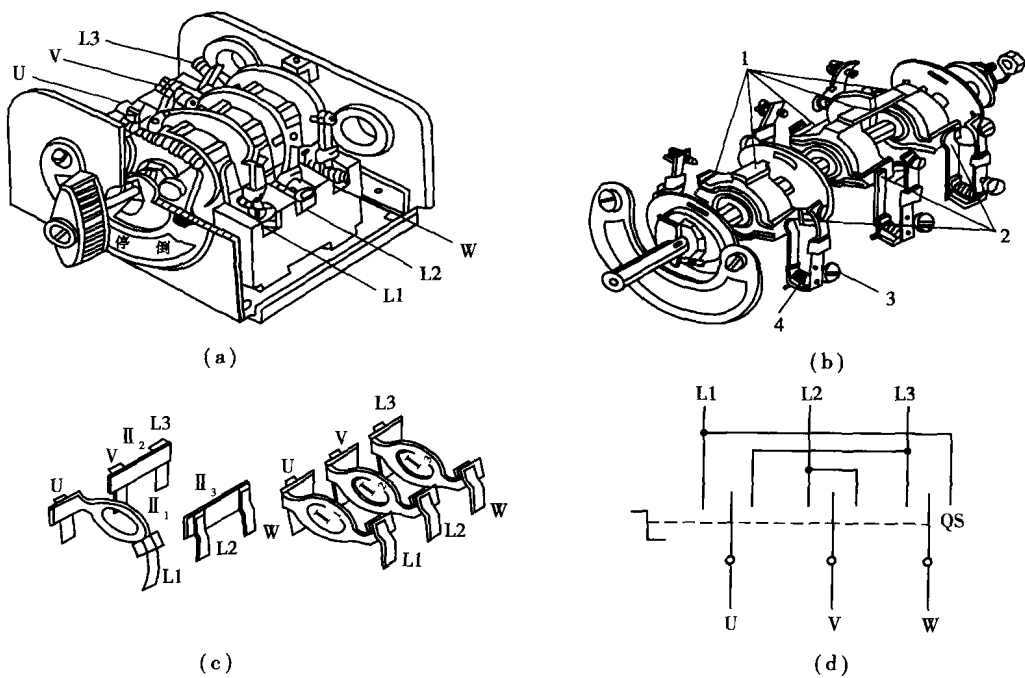


图 1.9 HZ3-132 组合开关

(a)外形 (b)结构 (c)触头 (d)符号

1—动触头 2—静触头 3—调节螺钉 4—触头压力弹簧

(3) 常见故障与处理

组合开关的常见故障与处理方法见表 1.5。

表 1.5 组合开关的常见故障与处理方法

故障现象	产生原因	处理方法
手柄转动后,内部触头未动	1. 手柄上的轴孔磨损变形 2. 绝缘杆变形(由方形磨为圆形) 3. 手柄与方轴或轴与绝缘杆配合松动 4. 操作机构损坏	1. 调换手柄 2. 更换绝缘杆 3. 紧固松动部件 4. 修理或更换
手柄转动后,动、静触头不能按要求动作	1. 组合开关型号选用不正确 2. 触头角度装配不正确 3. 触头失去弹性或接触不良	1. 更换开关 2. 重新装配 3. 更换触头或清除氧化层或尘污
接线柱间短路	因铁屑或油污附在接线柱间,形成导电层,将胶木烧焦,绝缘损坏而形成短路	更换开关

1.3 低压断路器

1.3.1 低压断路器的用途与分类

低压断路器(又称自动开关或自动空气开关)是低压电网和电力拖动系统中一种非常重

要的电器,具有操作安全、安装使用方便、工作可靠、动作值可调、分断能力高、兼有多种保护、动作后不需要更换元件等优点,通常对电路和电气设备发生的短路、过载及失压故障进行保护。因此得到了广泛应用。

低压断路器的种类按结构形式可分为塑壳式和框架式。按保护形式可分为电磁脱扣器式、欠压脱扣器式以及复式脱扣器式。

电力拖动与自动控制系统线路中常用的低压断路器为塑壳式,如 DZ5 系列和 DZ10 系列, DZ5 系列为小电流系列,其额定电流为 10 ~ 50 A; DZ10 系列为大电流系列,其额定电流为 100 A、250 A、600 A 三种。

此外还有用来对半导体元件作过载、短路保护的直流快速自动开关;用于人身安全漏电保护开关以及利用电动斥力原理,将交流短路电流限制在第一个半波的峰值以内和限流式自动开关。

1.3.2 低压断路器的基本结构与工作原理

低压断路器以空气作绝缘灭弧介质,主要由触头系统、灭弧系统、保护装置、操作传动与各种脱扣机构等部分组成。

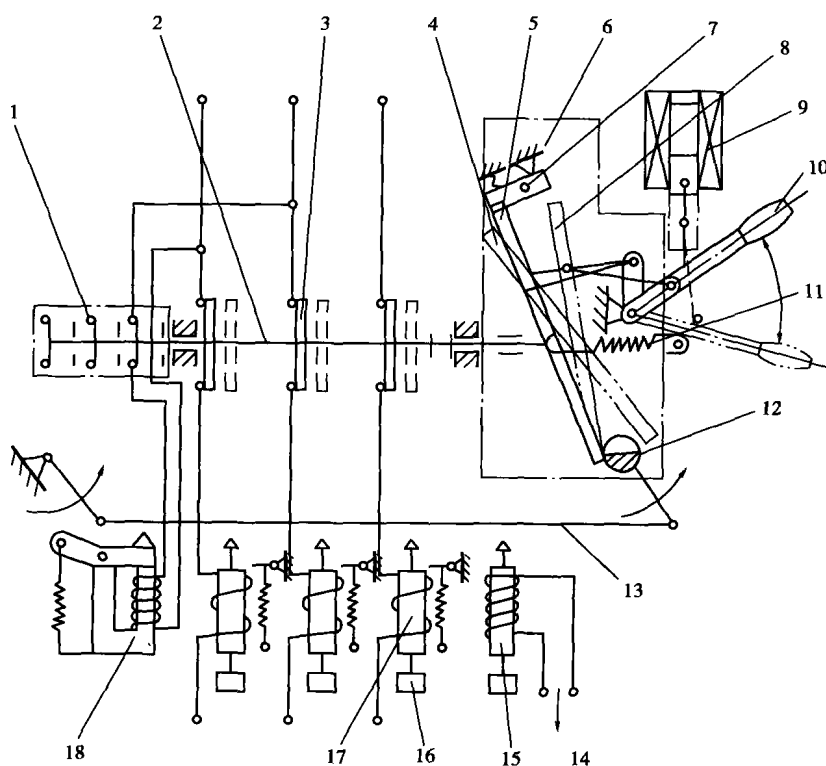


图 1.10 典型低压断路器动作原理图

- 1—辅助触头 2—传动杆 3—主触头 4—自由脱扣位置 5—闭合位置 6—自由脱扣机构
7—锁扣 8—再扣位置 9—闭合电磁铁 10—操作手柄 11—断开弹簧 12—脱扣半轴 13—脱扣杆
14—接控制电源 15—分励脱扣器 16—延时装置 17—过电流脱扣器 18—欠电压脱扣器

图 1.10 是一般断路器的动作原理图。主触头 3 是动合触头,是靠操作手柄 10 或闭合电磁铁 9 合闸的,锁扣 7 将自由脱扣机构 6 扣住,保持主触头闭合,自由脱扣机构 6 由锁扣 7、脱扣半轴 12、断开弹簧 11 和一套连杆机构等组成。过电流脱扣器 17 的线圈串联于主电路,在主电路电流为正常值时,衔铁处于打开位置,当任何一相主电路的电流超过一定数值时,衔铁被向上吸合,衔铁上的顶板推动脱扣杆 13,使脱扣半轴 12 反时针旋转,导致自由脱扣器脱扣,在断开弹簧的作用下,主触头分开,实现短路保护。

欠电压脱扣器 18 的线圈并联于主电路,分励脱扣器 15 是由控制电源供电的。

根据需要,一台断路器上可装设 2~3 个过电流脱扣器。欠压脱扣器和分励脱扣器可选其一或两者都可安装。电磁式过电流脱扣器还可以加上延时装置,使分断具有选择性。

1.3.3 常用的低压断路器

(1) 塑壳式断路器

塑料外壳式(简称塑壳式)如图 1.11 所示,其特点是它的触头系统、灭弧室、操作机构及脱扣器等元件均装在一个塑料外壳内,结构简单紧凑,防护性能好,可独立安装。塑壳式通常为非选择式的,宜作配电支路负载端开关或电动机保护用开关。

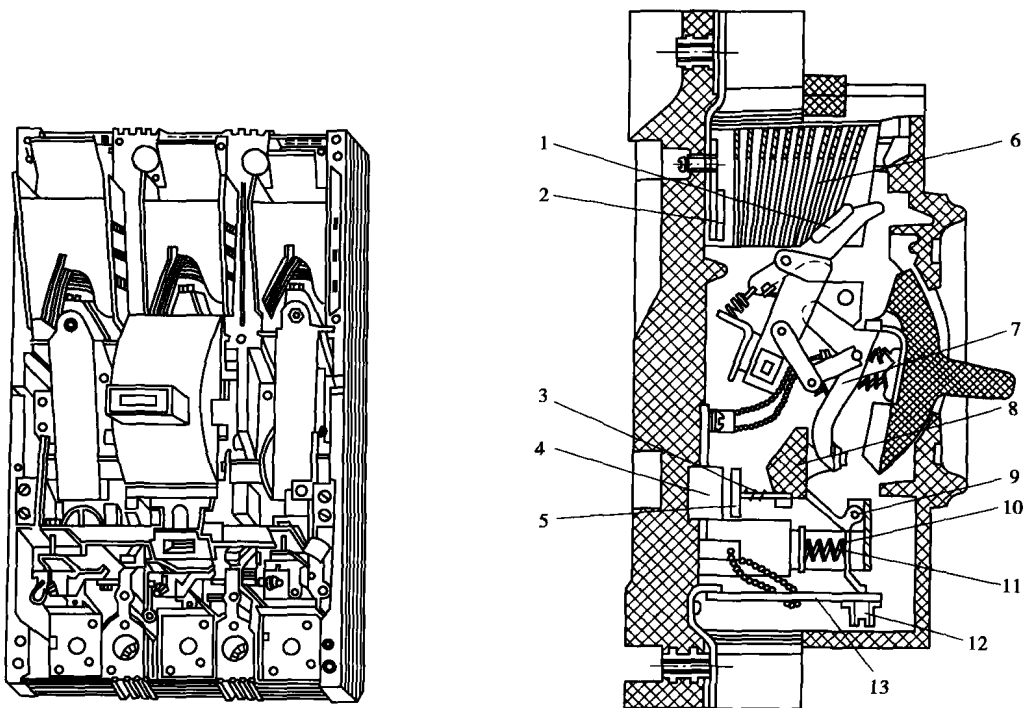


图 1.11 DZ10 型低压断路器结构图

1—动触头 2—静触头 3—搭钩 4—铁心 5—衔铁 6—灭弧栅 7—主杠杆 8—主轴
9—轴 10—杠杆 11—弹簧 12—调节螺丝 13—双金属片

(2) 框架式断路器

框架式断路器敞开装在框架上。由于可以选择多种保护方案和操作方式,故又称为万能

断路器。它的特点是所有部件都装在一个钢制框架内(小容量的也有用塑料底板),其部件包括触头系统、灭弧室、操作机构、各种脱扣器和辅助开关等。它可装设较多的附件,有较多的结构变化,较高的分断能力,也有较高的动力稳定性能,同时又可以实现延时短路分断。其代表产品有 DW10 系列和 DW16 系列。

DW10 系列为我国设计定型的产品,如图 1.12 所示,它性能良好,广泛应用于各种容量电路的控制与保护。它可以手动操作、电磁铁操作和电动机操作。由于合闸速度慢会引起设备事故,容量为 1 000 A 以上的断路器不允许手动操作,容量为 600 A 及以下的可采用交流、直流电磁铁操作,600 A 以上的常采用电动机操作。

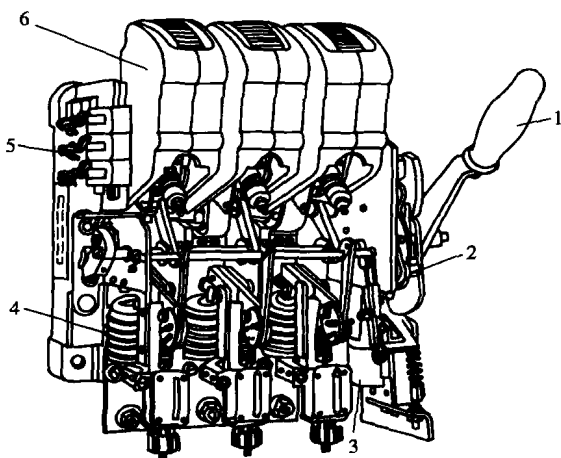


图 1.12 DW10 型自动空气开关外形图

- 1—操作手柄 2—自由脱扣器 3—失压脱扣器
4—过流脱扣器 5—辅助触头 6—灭弧罩

DW10 型低压断路器的电磁过流脱扣器,有瞬时动作和延时动作两种供选择。目前使用的大多是瞬时过流脱扣器。它的动作电流整定值,可以通过改变衔铁弹簧的拉力来调节。

1.3.4 低压断路器的选用

(1) 低压断路器的类型选用

根据线路及电气设备的额定电流及对保护的要求选择低压断路器类型。若额定电流较小(600 A 以下),可选用塑壳式断路器;对短路电流相当大的支路,则应选用限流式断路器;若额定电流很大,则应选择万能式断路器;若有剩余电流保护要求,应选用剩余电流保护断路器。控制和保护硅整流装置及晶闸管的

断路器,应选用直流快速断路器。

(2) 低压断路器参数的选用原则

- 1) 低压断路器的额定工作电压应不小于线路额定电压。额定电流应不小于线路的实际工作电流。整定电流等于所控制负载的额定电流。
- 2) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流大于负载电路正常工作时的峰值电流。用于控制电动机的断路器,其瞬时脱扣器整定电流 I_z 应大于或等于 1.5 ~ 1.7 倍的电动机的起动电流。
- 3) 低压断路器的极限通断能力应大于或等于电路最大短路电流。

1.3.5 低压断路器的使用与维护

(1) 低压断路器的使用

1) 安装前的检查

- ①外观检查:检查断路器外观有无损坏,紧固件有无松动,可动部分是否活动灵活。
- ②技术指标检查:检查断路器工作电压、电流、脱扣器电流整定值等参数是否符合要求。
- ③绝缘电阻检查:安装前先检查断路器相与相、相与地之间的绝缘电阻,在室温下应不小于 10 M Ω ,否则断路器应烘干。