



电工技术新起点丛书

电工识图入门

- 突出快速入门
- 注重学以致用
- 轻松掌握一技之长

乔长君 © 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

电工技术新起点丛书

电工识图入门

乔长君 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共分6章,包括识图基础、建筑电气平面图、电气系统线路图、低压电气控制电路图、电子电路图、生产实际应用图等,内容来源于生产实践。全书内容翔实、新颖,图文并茂,具有先进性、系统性和较高的实用价值。

本书适合具有初中以上文化程度、初学电气识图的电工阅读,也可作为专业人员的参考书,还可作为职业技术类学校相关专业的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工识图入门/乔长君编著. —北京:国防工业出版社,2011.9

(电工技术新起点丛书)

ISBN 978-7-118-07457-4

I. ①电… II. ①乔… III. ①电路图—识别 IV. ①TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第169437号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 880×1230 1/32 印张 10½ 字数 353 千字

2011年9月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 25.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

随着城乡一体化进程的不断加快,大批农村劳动力涌入城市,开始了择业、就业、开创美好新生活的步伐。学什么、做什么,怎样才能快捷掌握一门技术,并快速应用于生产实践,成为当务之急。为适应新形势的需要,在仔细调查研究基础上,我们精心组织编写了“电工技术新起点丛书”。

本丛书在编写时充分考虑了电工技术知识性、实践性和专业性都比较强的特点,选择了近年来中小型企业电工紧缺岗位从业人员必备的几个技能重点,以一个无专业基础的人零起步学习电工技术的角度,将初学电工的必备知识和技能进行归类、整理和提炼,用通俗的语言、大量的图片来讲解,剔除了一些实用性不强的理论阐述,以使初学者通过直观、快捷的方式学习电工技术,为今后进一步学习打下良好基础。

本丛书注重实际操作,突出实践,图文表相结合。其中涉及的器件或实际操作方法,大部分是根据实际情况现场拍摄的实物实景图或标准图改绘的线条图,方便读者的想象和理解。所有的一切都希望能帮助读者快速学习新知识,快速掌握新技术,学以致用。

本丛书旨在满足农村劳动力进城就业和社会上广大新工人学习和掌握电工基础知识和基本操作技能的需要,尽快提高操作人员的技术素质,从而增强企业的竞争力,促进农村劳动力转移、新生劳动力和转岗就业人员实现就业。

本丛书暂定为《电机修理入门》、《维修电工入门》、《安装电工入门》、《水电工入门》、《农电工操作技能入门》、《弧焊机维修入门》、《电工识图入门》。以后还将根据读者需要陆续出版其它图书。

本书是《电工识图入门》。

本书第1章先从实物元件的使用方法开始,进而延伸到构成电气图的基本元素——图形符号,还介绍了电气图的制图规则和表述方法。第2章从建筑电气平面图分类和设计规定开始,进而介绍了建筑电气识图的基本方法、各类常用工业建筑电气图。第3章从工厂企业供电方式开始,进而介

绍了高低压变配电所系统图、二次保护线路图。第4章从低压电气控制线路图读图方法开始,进而介绍了异步电动机控制线路、机床线路。第5章从电子电路图的识图方法开始,进而介绍了一些常用模拟电路、数字电路图。第6章介绍一些生产实际应用图,包括仪表测量电路图、曲线图、电气工作关联图和设备结构图等。

本书具有以下特点:

(1)实用性。本书从识图的基本知识开始,理论起点低,适合文化基础偏低人员学习。所选例图都来源于生产实际,也特别适合有一定基础的专业人员和工程技术人员使用。

(2)代表性。本书所选例图广泛,涉及建筑电气各类图、工业变配电线路、低压电器控制线路、电子电路等,具有一定的代表性。

(3)新颖性。本书除介绍通用电气元件外,还介绍了现代电动机保护器、变频器、软启动器的知识,并配有实用控制线路图。

本书在编写过程中,马军、张鸿峰、申玉有、朱家敏、于蕾、武振忠、杨春林等做了大量工作。全书由张永吉审核。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

目 录

第1章 识图基础	1
1.1 低压电器及电子元件	1
1.1.1 低压电器概述	1
1.1.2 常用低压电器	3
1.1.3 常用电子元件	31
1.2 电气符号	37
1.2.1 从实物元件到图形符号	37
1.2.2 图形符号	37
1.2.3 文字符号	51
1.2.4 项目代号	56
1.2.5 回路标号(回路线号)	58
1.3 电气图制图规则和方法	59
1.3.1 电气图制图规则	59
1.3.2 电气图基本表示方法	65
第2章 建筑电气平面图	68
2.1 建筑电气平面图概述	68
2.1.1 电气图分类	68
2.1.2 安装图的标注方法及其应用	85
2.1.3 建筑电气平面图专用标志	89
2.1.4 识图的基本方法	90
2.2 设计规定	91
2.2.1 施工图纸说明书及设计图纸的规定	91
2.2.2 施工图总表	93
2.3 工业建筑电气图	97
2.3.1 配电所安装图示例	97
2.3.2 装置区电气安装图示例	102

第3章 电气系统线路图	118
3.1 电气一次系统图	118
3.1.1 工厂企业供电方式	118
3.1.2 变配电所系统图识读	120
3.2 电气二次回路图	133
3.2.1 概述	133
3.2.2 常用控制线路识读	136
第4章 低压电气控制电路图	144
4.1 三相电动机控制电路图识读	144
4.1.1 控制电路图的读图方法	144
4.1.2 鼠笼型三相电动机控制电路	149
4.1.3 绕线型三相电动机控制电路	171
4.2 机床电路	176
4.2.1 车床电路	176
4.2.2 钻床电路	184
4.2.3 磨床电路	186
4.2.4 齿轮机床电路	188
第5章 电子电路图	191
5.1 电子电路识读方法	191
5.1.1 电子电路图的种类	191
5.1.2 电子电路图的识图方法与技巧	193
5.1.3 识读电路原理图的步骤	196
5.1.4 识图要点	197
5.2 放大电路识读	202
5.2.1 三极管基本放大电路识读	202
5.2.2 三极管多级放大电路识读	206
5.2.3 三极管功率放大电路识读	209
5.2.4 场效应管放大电路	211
5.3 整流滤波电路识读	213
5.3.1 不可控整流电路	213
5.3.2 半控整流电路	219
5.3.3 全控整流电路	221
5.3.4 滤波电路	227

5.3.5	倍压电路	229
5.3.6	稳压电路	230
5.4	逆变与交流调压电路识读	231
5.4.1	斩波器	231
5.4.2	交流调压电路	237
5.5	集成运算放大器电路识读	238
5.5.1	集成运算放大器的线性电路	238
5.5.2	集成运算放大器的非线性应用	241
5.6	逻辑电路识读	245
5.6.1	逻辑代数的数制和码制	245
5.6.2	逻辑代数基本运算	247
5.6.3	逻辑代数的基本公式	249
5.6.4	逻辑函数表达方法及相互转换	250
5.6.5	门电路	252
5.6.6	触发器电路	258
5.6.7	编码器电路	265
5.6.8	译码器电路	269
5.6.9	寄存器电路	275
5.6.10	CSC-103B 综合保护器应用电路示例	277
第6章	生产实际应用图	292
6.1	仪表测量电路图	292
6.1.1	直流电流和电压的测量	292
6.1.2	交流电流和电压的测量	292
6.1.3	功率测量电路	296
6.1.4	电量测量电路	301
6.1.5	电阻测量电路	305
6.2	曲线图	307
6.2.1	负荷曲线	307
6.2.2	特性曲线	310
6.3	其它电气工作关联图	313
6.3.1	直流耐压试验接线图	313
6.3.2	交流耐压试验接线图	315
6.3.3	直埋电缆	315

6.3.4 杆塔拉线	316
6.3.5 感应过电压	317
6.4 设备结构及其它图	318
附录 建筑安装平面布置图形符号	326
参考文献	328

第1章 识图基础

1.1 低压电器及电子元件

1.1.1 低压电器概述

在人们的日常生活中,电能的应用越来越广泛。因此,为了安全可靠地使用电能,电路中就必须装有各种起控制、保护等作用的电气设备,这些电气设备统称为电器。电器从生产和使用的角度,可分为高压电器和低压电器两大类。

1. 低压电器的定义和用途

低压电器通常是指用于额定电压交流 1200V 或直流 1500V 及以下电路中的电器。

低压电器在电路中的用途是根据外界施加的信号或要求,自动或手动地接通或分断电路,从而连续或断续地改变电路的参数或状态,以实现对电路或非电量对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节。

低压电器的特点是品种多、用量大和用途广。

2. 低压电器的分类

低压电器的种类很多,按不同的分类方式有着不同的类型,以下介绍 4 种分类方式。

1) 按用途分类

(1) 配电电器:主要用于低压供电系统,主要包括刀开关、转换开关、熔断器、断路器等。对配电电器的主要技术要求是分断能力强、限流效果和保护性能好,有良好的动稳定和热稳定性。

(2) 控制电器:主要用于电力拖动控制系统,包括接触器、继电器、启动器和主令电器等。控制电器的主要技术要求是有相应的转换能力、操作频率高、电气寿命和机械寿命长。

2) 按操作方式分类

(1) 自动电器:通过电磁或气动机构动作来完成接通、分断、启动和停

止等动作的电器,主要包括接触器、断路器、继电器等。

(2)手动电器:通过人力来完成接通、分断、启动和停止等动作的电器,是一种非自动切换的电器,主要包括刀开关、转换开关和主令电器等。

3)按工作条件分类

(1)一般工业用电器:用于机械制造等正常环境条件下的配电系统和电力拖动控制系统,是低压电器的基础产品。

(2)化工电器:主要技术要求是耐腐蚀。

(3)矿用电器:主要技术要求是防爆。

(4)牵引电器:主要技术要求是耐振动和冲击。

(5)船用电器:主要技术要求是耐潮湿、颠簸和冲击。

(6)航空电器:主要技术要求是体积小、重量轻、耐振动和冲击。

4)按工作原理分类

(1)电磁式电器:其感测元件接受的是电流或电压等电量信号。

(2)电量控制电器:这类电器的感测元件接受的信号是热量、温度、转速、机械力等非电量信号。

3. 低压电器的名称及代号

低压电器产品有多种多样的结构和用途,不同类型的产品有不同的型号表示方法。低压电器的型号由类组代号、设计代号、基本规格代号和辅助规格代号等几部分构成。

4. 低压电器的正确选用

1)低压电器选用应遵循的两个基本原则

(1)安全原则:使用安全可靠是对任何开关电器的基本要求,保证电路和用电设备的可靠运行是生产和生活得以正常进行的重要保障。

(2)经济原则:经济性考虑又可分为开关电器本身的经济价值和使用开关电器产生的价值。前者要求选择得合理、适用;后者则考虑在运行当中必须可靠,而不致因故障造成停电或损坏设备,危及人身安全等造成经济损失。

2)低压电器选用时应注意的事项

(1)符合控制对象(如电动机或其他用电设备)的分类和使用环境的要求。

(2)应掌握有关的技术数据,如控制对象的额定电压、额定功率、启动电流倍数、负荷性质、操作频率、工作制等。

(3)了解电器的正常工作条件,如环境空气温度、相对湿度、海拔高度、

允许安装方位、角度和抗冲击振动、有害气体、导电尘埃、雨雪侵袭的能力等。

(4) 了解电器的主要技术性能(或技术条件),如用途、分类、额定电压、额定控制功率、接通能力、分断能力、接通操作频度、工作制和使用寿命等。

1.1.2 常用低压电器

1. 隔离器、刀开关、熔断器组合电器

隔离器是在电源切除后,将线路与电源明显可见的隔开,以保障检修人员安全的电器。隔离器分断时能将电路中所有电流通路都切断,并保持有效的隔离距离(又称电气间隙)。一般规定当电源电压为 660V 及以下时,隔离器各极动、静触头之间的电气间隙及各电流通路之间的电气间隙应大于 25mm,各电流通路与邻近接地零部件之间的隔离距离应大于 20mm。

隔离器一般属于无载通断电器,只能接通或分断母线、连接线和短电缆等的分布电容电流和电压互感器或分压器的电流等,但有一定的载流能力。也有的隔离器具有一定的通断能力,能在非故障条件下接通和分断电气设备或成套设备中的某一部分,这时其通断能力应和其所需通断的电流相适应。

刀开关是手动隔离电器中结构最简单的一种,广泛地应用于各种配电设备和供电线路,可作非频繁地接通和分断容量不太大的低压供电线路之用。当能满足隔离功能要求时,刀开关也可用来隔离电源。刀形转换开关则用于转换电路,从一组联结转换至另一组联结。刀开关外形如图 1-1 所示。

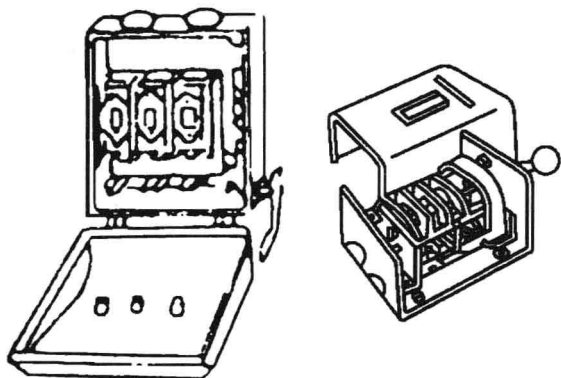


图 1-1 刀开关外形图

兼有开关作用的隔离器称作隔离开关,它具备一定的短路接通能力。

含有熔断器的组合电器统称为熔断器组合电器。例如,隔离器(开关)和熔断器串联组合成一个单元,即为隔离器(开关)熔断器组;隔离器(开关)的动触头由熔体或带熔体的载熔件组成时,即为熔断器式隔离器(开关)。同样,刀开关和熔断器串联组合成一个单元,即为开关熔断器组(又称负荷开关);刀开关的动触头由熔体组成时,即为熔断器式刀开关。熔断器组合电器一般能进行有载通断,并具有一定的短路保护功能。

隔离器与开关的差异是很明显的。一般情况下,开关(或负荷开关)切忌当隔离器使用,因为它不具备在断开位置上的隔离功能,也就不能确保维修供电设备时维修人员的人身安全。反之,也不能把隔离器当开关使用,因为它不能切断分断电流时产生的电弧。但特殊情况除外,例如,当能满足隔离功能时,刀开关也可用来隔离电源。

1) 刀开关和隔离器

(1) 刀开关和隔离器的主要用途。刀开关和隔离器主要用于成套配电设备中作隔离电源之用,刀开关亦可作为不频繁地接通和分断电路之用。刀形转换开关除上述功能外,还可用于转换电路,从一组连接转换至另一组连接。

当刀开关加装栅片灭弧室(灭弧罩),并用杠杆操作时,也能接通或分断额定电流。

(2) 刀开关和隔离器的分类。刀开关和隔离器按极数分,有单极、双极和三极;按结构分,有平板式和条架式;按操作方式分,有直接手柄操作式、杠杆操作机构式、旋转操作式和电动操作机构式;按转换方式分,有单投和双投,双投即为刀形转换开关。通常情况下,除特殊的大电流刀开关采用电动操作方式外,一般都是采用手动操作方式。

2) 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称胶盖瓷底刀开关(俗称胶盖闸),是由刀开关和熔丝组合而成的一种电器。

(1) 开启式负荷开关的用途。开启式负荷开关具有结构简单、价格低廉、使用维修方便等优点,主要用作电气照明线路、电热回路的控制开关,也可用作分支电路的配电开关。在降低容量的情况下,还可用作小容量电动机的非频繁启动控制开关。

(2)开启式负荷开关的分类。开启式负荷开关有两极和三极两种,两极式产品的额定电压为220V(或250V),额定电流有10A、15A、30A 3种(或10A、16A、32A、63A 4种);三极式产品的额定电压为380V,额定电流有15A、30A、60A 3种(或16A、32A、63A 3种)。

3)封闭式负荷开关

封闭式负荷开关又称铁壳开关(因为封闭式负荷开关的早期产品都带有一个铸铁外壳,所以又称为铁壳开关。现在,铸铁外壳早已被结构轻巧的薄钢板冲压外壳所取代,但其习称仍然被沿用着),简称负荷开关,是由刀开关和熔断器组合而成的一种电器。

(1)封闭式负荷开关的用途。开启式负荷开关的缺点在于它没有灭弧装置,而且触头的断开速度比较慢,以致在分断大电流时,往往会有很大的电弧向外喷出,引起相间短路,甚至灼伤操作人员。如果能够提高触刀的通断速度,在断口处设置灭弧罩,并将整个开关本体装在一个防护壳体内,就可以极大地改善开关的通断性能,封闭式负荷开关便是根据这个思路设计出来的。因此,封闭式负荷开关具有通断性较好、操作方便和使用安全等优点。

封闭式负荷开关主要用于工矿企业电气装置、农村电力排灌及电热和照明等各种配电设备中,供手动不频繁接通、分断电路及线路末端的短路保护之用,其中容量较小者(开关的额定电流为60A及以下的),还可用作电动机的非频繁全压启动(又称直接启动)的控制开关。

(2)封闭式负荷开关的分类。封闭式负荷开关有两极和三极两种。HH3系列的额定电流有10A、15A、20A、30A、60A、100A、200A 7种;HH4系列的额定电流有15A、30A、60A、100A、200A、300A、400A 7种;HH10系列的额定电流有10A、20A、30A、60A、100A 6种;HH11系列的额定电流有100A、200A、300A、400A 4种。

4)熔断器式刀开关

熔断器式刀开关(亦称熔断器式开关,简称刀熔开关)是一种组合电器,兼具熔断器和刀开关这两种电器的基本技术性能。

熔断器式刀开关是以熔断器作为刀开关触刀的、兼具熔断器和刀开关两种功能的组合电器,具有一定的接通分断能力和短路分断能力,可以用于电气设备与线路的过负荷和短路保护,以及正常供电的情况下不频繁地接通和切断电路。即可在短路电流大的配电电路中,用作电源开关、隔离开关和应急开关,同时起到电路保护作用,但一般不宜用于直接开闭单台电

动机。

5) 熔断器式隔离器和隔离开关熔断器组

(1) 熔断器式隔离器。熔断器式隔离器适用于交流 50Hz、额定电压至 380V、额定电流至 63A、具有高短路电流的配电电路和电动机电路中,作为电源隔离并作电路保护之用。配熔断信号装置的熔断器式隔离器可作电路的断相(又称缺相)保护。

(2) 隔离开关熔断器组。隔离开关和熔断器串联组合成一个单元,即为隔离开关熔断器组。

6) 组合开关

组合开关(又称转换开关)实质上也是一种刀开关,只不过一般刀开关的操作手柄是在垂直于其安装面的平面内向上或向下转动,而组合开关的操作手柄则是在平行于其安装面的平面内向左或向右转动而已。组合开关因其可实现多组触点组合而得名,实际上是一种转换开关。

组合开关一般用于电气设备中,作非频繁地接通和分断电路、换接电源和负载、测量三相电压以及控制小容量异步电动机的正反转和 Y - Δ 启动等用。

HZ5 系列组合开关适用于交流 50Hz(或 60Hz)、电压 380V 及以下、电流至 60A 的一般机床线路中,作电源引入开关,异步电动机启动、停止、正转、反转、变速,电动机的负荷切换及机床控制线路换接之用。

HZ10 系列组合开关适用于交流 50Hz(或 60Hz)、电压 380V 及以下,直流 220V 及以下,额定电流至 100A 的电气线路中,供手动不频繁地接通、分断与转换交流电阻电感混合负载电路和直流电阻性负载电路用。10A(或 25A)开关可直接启动,运转中可分断交流 1.1kW(或 2.2kW)笼型异步电动机。

2. 熔断器

1) 熔断器的用途

熔断器是一种结构简单、使用方便、价格低廉的保护电器,广泛应用于低压配电系统和控制电路中,主要作为短路保护元件,也常作为单台电气设备的过载保护元件。熔断器外形如图 1-2 所示。

2) 熔断器的分类

(1) 按结构形式分类。熔断器按结构形式可分为半封闭插入式熔断器、无填料密闭管式熔断器、有填料封闭管式熔断器、快速熔断器和自复式熔断器 5 类。

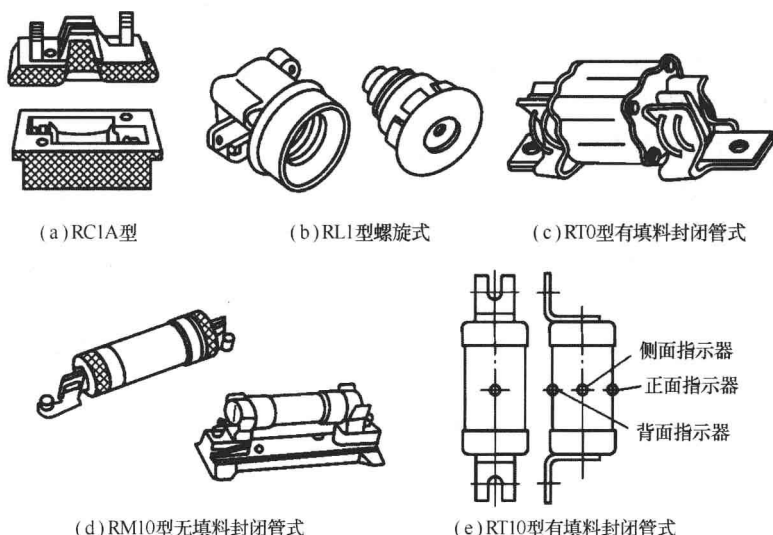


图 1-2 熔断器外形图

(2) 按使用对象分类。熔断器按使用对象可分为专职人员使用和非熟练人员使用两大类。其中,专职人员使用的熔断器因使用人员操作技能较高,对熔断器的防护等级没有要求,多采用开启式结构,如触刀式熔断器、螺栓连接熔断器和圆筒形帽熔断器等;非熟练人员使用的熔断器一般多用于家庭,因使用的人员一般没有电工知识和操作经验,因此安全要求较高,其结构多采用封闭或半封闭式,如螺旋式熔断器、圆管式熔断器和插入式熔断器等。

专职人员使用的熔断器按用途又可分为一般工业用熔断器、半导体器件保护用熔断器(又称快速熔断器)和自复式熔断器等。快速熔断器分断速度较快,主要用作电力半导体变流装置内部短路保护;自复式熔断器是一种新型限流元件(限流器),本身不能分断电路,它常与断路器串联使用,可提高断路器的分断能力,因这种熔断器在故障电流切除后可自动恢复到初始状态,又可继续使用,故称自复式熔断器。

(3) 按工作类型分类。熔断器按工作类型(或称分断范围)可分为 g 和 a 两类。

g 类熔断器又称为全范围分断熔断器,能够在不低于其额定电流的情况下长期工作,并可在规定条件下分断从最小熔化电流到其额定分断电流之间的任何电流。

a类熔断器又称为部分范围分断熔断器,也可在不低于其额定电流的情况下长期工作,但在规定条件下只能分断从4倍额定电流到其额定分断电流之间的任何电流。

(4)按使用类别分类。熔断器按使用类别分为G和M两类。其中,G类为一般用途熔断器,常用于保护包括电缆在内的各种负载;M类为电动机电路用熔断器,主要用于对电动机负载的保护。

对于具体的熔断器,按上述(3)和(4)两种分类的类型可以有不同的组合,如常用的gG系列和aM系列等。其中,gG系列熔断器主要用于对电路的过载和短路保护,而aM系列熔断器主要用于对电动机的短路保护。

3)常用熔断器

(1)插入式熔断器。插入式熔断器又称瓷插式熔断器,具有结构简单、价格低廉、更换熔体方便等优点,广泛用于照明电路和小容量电动机的短路保护。

一般常用的为RC1A系列插入式熔断器,主要由瓷盖、瓷座、动触头、静触头和熔丝等组成。其中,瓷盖和瓷座由电工陶瓷制成,电源线和负载线分别接在瓷座两端的静触头上,瓷座中间有一空腔,它与瓷盖的凸起部分构成灭弧室。由于插入式熔断器只有在瓷盖拔出后才能更换熔丝,而且对于额定电流为60A及以上的熔断器,在灭弧室中还垫有帮助灭弧的编织石棉,所以比较安全。

(2)螺旋式熔断器。螺旋式熔断器实质上是一种有填料封闭管式熔断器,它具有断流能力大、体积小、熔丝熔断后能显示、更换熔丝方便、安全可靠等特点,广泛用于低压配电设备、机械设备的电气控制系统中的配电箱、控制箱及振动较大的场合,作为过载及短路保护元件。

(3)无填料密闭管式熔断器。无填料密闭管式熔断器是一种可拆卸的熔断器,其特点是当熔体熔断时,管内产生高压,能加速灭弧。另外,熔体熔断后,使用人员可自行拆开,装上新熔体后可尽快恢复供电。还具有分断能力大、保护特性好和运行安全可靠等优点,常用于频繁发生过载和短路故障的场合。

(4)有填料封闭管式熔断器。有填料封闭管式熔断器是一种为增强熔断器的灭弧能力,在其熔管中填充了石英砂等介质材料而得名的熔断器。石英砂具有较好的导热性能和绝缘性能,而且其颗粒状的外形增大了同电弧的接触面积,便于吸收电弧的能量,使电弧快速冷却,从而加快了灭弧过程。

有填料封闭管式熔断器具有分断能力强、保护特性好、带有醒目的熔断