

HY-MAG

# 液压电磁式断路器

吴振平 陶嘉麒 编著

中国铁道出版社

276

# **HY—MAG**

# **液压电磁式断路器**

吴振平 陶嘉麒 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1997年·北京

(京)新登字 063 号

## 内 容 简 介

本书主要介绍了电路保护器件 HY-MAG 液压电磁式断路器的基本工作原理及结构、选用方法、安装与维护等。

本书是一本实用性读物,内容浅显易懂。首先介绍了低压断路器的作用、类型、基本功用及性能要求,分析现用的熔断器与热磁式断路器存在的问题;然后重点讲述了 HY-MAG 液压电磁式断路器的系列规格与工作特性,给出了重要的图表及工作特性曲线,具体介绍了选用方法,包括系列的选用方法和交、直流断路器的选用方法。最后介绍了低压大电流液压电磁式断路器。

本书不仅可供有关专业的广大工程技术人员设计时参考,也适合于维修人员及设计人员参考使用,也可作为大专院校有关专业学生的课外补充读物。

## 图书在版编目(CIP)数据

HY-MAG 液压电磁式断路器/吴振平,陶嘉麒编著.-北京:中国铁道出版社,1997.7

ISBN 7-113-02751-2

I. H… II. ①吴… ②陶… III. 电磁断路器 IV. TM561.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 16379 号

HY-MAG 液压电磁式断路器

吴振平 陶嘉麒 编著

中国铁道出版社出版

(100054,北京市宣武区大街西街8号)

1998年1月第1版 第1次印刷

中国铁道出版社印刷厂印 各地新华书店经售

开本:787×1092 1/16 印张:5.25 字数:122千字

印数:1-4000 定价:10.00元



版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

# 前 言

本书作者于 1993 年初开始接触 HY—MAG 液压电磁式断路器,通过多次实验室试验,确认这种断路器的优越性能,决心引进代替电源屏上容易发生故障的熔断器。几经周折,终于得到锦州电务器材厂与天津铁路信号工厂的支持,并于 1994 年初推出中站电源屏样品一套,在北京展览时获得信号部门各级领导的好评。锦州厂第一台中站屏安装在沈山线高岭车站,至今未发生过任何不良反映,大大减少了维修工作量,获得维修人员的好评,成为铁路上第一台大断路器中站电源屏。

嗣后,天津铁路信号工厂推出了全断路器大站电源屏,并于 1995 年 11 月 22 日在天津通过了部级鉴定。铁道部电务局领导决定在“九五”计划中更新电源屏,以液压电磁式断路器取代熔断器与闸刀。郑州铁路局电务处于 1996 年上半年率先改造了六个车站的大站电源屏,以后又相继改造 25 个站,其它各局也已跟进,发展迅速。

但是,关于这方面的技术资料,除了低压断路器公司提供的产品样本外,目前只有作者写的两篇介绍性短文,以及为培训写的一些零星介绍外,国内还没有一本有系统的全面介绍液压电磁式断路器的结构、工作原理、各种系列断路器的技术性能及选用方法、安装维护的专著。作者也经常接到使用单位询问有关的问题。由此可见,一部完整的专著对今后推广使用是急需的。本书作者总结多年来的工作经验,理论结合实际,编写了这本全面介绍这类断路器的专著,主要介绍了南非共和国低压断路器公司(简称 CBI)生产的电路保护器件 HY—MAG 液压电磁式断路器的基本工作原理及结构、选用方法、安装与维护等。

本书是一本实用性读物,内容浅显易懂,着重于实用,对理论问题只作初步介绍,不进行分析。铁路信号电源屏仅使用成品断路器,不从事生产制造,即使设计人员也仅限于选型使用。因此,在内容安排上,首先介绍低压断路器的作用、类型及对其要求与选用的基本原则,分析现用的熔断器与热磁式断路器存在的问题;然后是本书所要讨论的中心内容,即 HY—MAG 液压电磁式断路器的系列规格与工作特性,给出了重要的图表及工作特性曲线;选用方法,包括系列的选用方法和交、直流断路器的选用方法。最后介绍了低压大电流液压电磁式断路器。

本书适合于维修人员及设计人员参考使用,也可作为大专院校有关专业学生的课外读物,以扩大知识面。

本书在编写过程中,得到 CBI 及香港百欣(中国)有限公司的大力支持,提供有关的技术资料,及时供应试用中急需的断路器。锦州电务器材厂冯维国同志提供了不少试制中出现的现象与问题,协助在厂内进行测试与验证,研究解决方法。汤顺平同志对全稿进行了打印和文字校对,并承担了全书插图的绘制工作,在此一并致以衷心的感谢。

由于我们对液压电磁式断路器了解不够,因此必然存在很多缺点和不足,恳切希望使用本断路器的工厂、维修单位和设计部门的广大读者给予批评和指正。

编者

1997 年 5 月

# 目 录

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| <b>第一章 概 论</b> .....                     | 1  |
| 1.1 低压断路器的作用与类型 .....                    | 1  |
| 1.2 低压断路器的基本功用 .....                     | 1  |
| 1.3 对低压断路器的性能要求 .....                    | 2  |
| 1.4 选用断路器的一般原则 .....                     | 3  |
| <b>第二章 熔断器与热磁式断路器的分析</b> .....           | 5  |
| 2.1 熔 断 器 .....                          | 5  |
| 2.2 自复式熔断器 .....                         | 6  |
| 2.3 刀开关与刀开关—熔断器组合 .....                  | 7  |
| 2.4 刀开关与熔断器使用中的问题 .....                  | 7  |
| 2.5 热磁式断路器 .....                         | 7  |
| 2.6 热磁式断路器的功能分析 .....                    | 8  |
| <b>第三章 液压电磁式断路器</b> .....                | 10 |
| 3.1 HY—MAG 液压电磁式断路器的结构和工作原理 .....        | 10 |
| 3.2 灭弧原理与电弧栅的作用 .....                    | 11 |
| 3.3 液压电磁式断路器的特点 .....                    | 14 |
| 3.4 小型交流 HY—MAG 液压电磁式断路器的规格系列与技术参数 ..... | 15 |
| 3.5 小型液压电磁式断路器的一般技术指标 .....              | 16 |
| 3.6 断路器的工作特性曲线 .....                     | 17 |
| 3.7 小型直流断路器 .....                        | 18 |
| 3.8 漏电保护断路器 .....                        | 20 |
| 3.9 隔离器 .....                            | 23 |
| 3.10 小型断路器的安装与维护 .....                   | 25 |
| <b>第四章 小型 HY—MAG 液压电磁式断路器的选用</b> .....   | 31 |
| 4.1 配电用断路器的选用 .....                      | 31 |
| 4.1.1 SA—G3 系列交流断路器 .....                | 32 |
| 4.1.2 SF—G3 系列交流断路器 .....                | 32 |
| 4.1.3 关于 HY—MAG 交流断路器选用问题的讨论 .....       | 32 |
| 4.2 直流断路器的选用 .....                       | 34 |
| 4.3 关于直流断路器选用问题的讨论 .....                 | 35 |
| <b>第五章 专用小型 HY—MAG 液压电磁式断路器</b> .....    | 38 |
| 5.1 A 系列微型断路器 .....                      | 38 |
| 5.2 分断能力低的专用液压电磁式断路器 .....               | 39 |

|             |                             |           |
|-------------|-----------------------------|-----------|
| 5.3         | D 系列断路器及选用方法                | 44        |
| 5.4         | E 型断路器                      | 53        |
| 5.5         | 专用小型断路器电特性的比较               | 58        |
| <b>第六章</b>  | <b>HY—MAG 低压大电流液压电磁式断路器</b> | <b>59</b> |
| 6.1         | 低压大电流液压电磁式断路器的工作原理与特点       | 59        |
| 6.2         | 模压机箱断路器的结构                  | 59        |
| 6.3         | 技术数据与辅助设备(附件)               | 60        |
| 6.4         | 漏电保护                        | 64        |
| 6.5         | 大电流低压断路器的安装与维护              | 65        |
| <b>第七章</b>  | <b>HY—MAG 液压电磁式断路器应用前景</b>  | <b>69</b> |
| 7.1         | 铁路信号系统                      | 69        |
| 7.2         | 铁路通信系统                      | 70        |
| 7.3         | 铁路客车的配电系统                   | 70        |
| 7.4         | 配电所                         | 70        |
| <b>附 录</b>  |                             | <b>71</b> |
| 附录 1        | SA 系列断路器、漏电保护断路器及隔离器的技术参数   | 71        |
| 附录 2        | SF 系列断路器、漏电保护断路器及隔离器的技术参数   | 72        |
| 附录 3        | 小型直流断路器的技术参数                | 73        |
| 附录 4        | 专用小型断路器的技术参数                | 73        |
| 附录 5        | 模压机箱断路器(低压大电流断路器)的技术参数      | 74        |
| <b>参考书目</b> |                             | <b>76</b> |
| <b>编后记</b>  |                             | <b>77</b> |

# 第一章 概 论

低压断路器是一种电路保护器件,用在额定交流电压 1200V 或直流电压 1500V 以下的由供电系统和用电设备组成的电路中,主要作用是保护、控制、转换及接通或断开供电电源。

低压断路器通常用在配电系统中,在外力(例如手动)的直接操作下进行切换等工作,在配电系统中是极其重要的器件。不论是交通运输部门、工厂企业、矿山、大型厅堂建筑、军事系统,以及民用建筑等各个部门都使用着各种类型的低压断路器。按照使用要求,正确选择低压断路器成为一个重要问题,直接关系到生产与生活。

## 1.1 低压断路器的作用与类型

低压断路器的类型很多,但在配电系统中常用的有刀开关—熔断器组合、热磁式断路器(一般称为空气开关),与新近引进的液压电磁式断路器等类型。

按动作速度分为快速型和一般型。直流快速断路器和交流限流断路器都属于快速型,分断时间大致为 7~20ms,并具有限流能力。

按结构可分为万能式和塑壳式两种。万能式断路器的结构变化方式很多,具有多种脱扣器,可以增加较多的辅助触头,以及各种操作机构。通常在选择断路器时,特别是大电流断路器基本上是万能型,适于作主保护断路器。

塑壳型一般是小型断路器,具有内部结构紧凑、体积小、重量轻、价格低及使用安全等特点,适于独立安装,通常为支路保护开关。额定电流在 200A 以下的都是小型塑壳式断路器,不能增加辅助触头,脱扣器也仅限于过载和短路脱扣。

不论何种类型的断路器,都应具有下列功能:

(1)在正常情况下,可以接通(闭合)、切断(断开)供电电网与负载之间的电路,以实现停电、供电和转换电路的目的;

(2)在供电电网或负载出现不正常的情况时,例如过载、短路、失压或欠压等,能自动切断电网电压,避免引起损坏设备或发生人身伤亡事故,以及引起火灾。

## 1.2 低压断路器的基本功用

低压断路器按照装设位置的不同,用途也有所不同,通常可分为以下三种:

(1)配电用低压断路器:在低压配电系统中,用作过载、短路、欠压或失压的保护器件,避免发生不应有的事故。

配电用低压断路器分为选择型和非选择型两种。非选择型的保护特性比较简单,一般作为配电支路的负载端开关和电动机保护开关。这类断路器大部分是塑壳式断路器,全部器件都安装在密封的塑壳内。

大容量延时(0.05~0.15s)塑壳式断路器也常用作电源开关,以实现电网选择性保护,如图 1—1 所示。

所谓选择性保护,是两个或两个以上断路器之间的电流—时间特性的配合。如果在某一特定的时间范围内突然发生电流故障,则只有在此范围内的断路器脱扣,而在此范围外的断路器不动作,从而将受故障影响的负载减到最少。这类断路器的特点是具有高分断能力、高短时耐受电流能力,以及短路延时保护特性。

在不频繁操作的情况下,保护电动机的断路器也用以起动电动机。由于电动机起动瞬间的高冲击电流,过载脱扣器需要高瞬时动作整定值,避开起动电流的冲击值。

(2)低压断路器用于保护导线:通常用于照明设备。随着人民生活水平的提高,各种家用电器如空调、电冰箱、洗衣机、电热淋浴器、微波炉、彩色电视机,以及各种电炊具的应用越来越广泛,家用低压断路器已不仅限于保护照明设备,也广泛用以保护和控制配电或控制设备信号等二次电路。

(3)漏电保护断路器(或称漏电开关):漏电保护断路器的作用是防止配电系统出现漏电现象时对人身安全的危害,当人体触电时,漏电脱扣器动作,使断路器脱扣断开电路,从而起到保护设备、防止因漏电引发火灾及危害人身安全的作用。

漏电脱扣器是对漏电保护断路器起主要作用的重要部件,需要具有高灵敏度、动作快速和足够的脱扣功能。

小型漏电保护断路器是在塑壳断路器上附加一个漏电保护脱扣器。断路器部分和一般交流断路器相同,漏电保护脱扣器有电磁式电流动作型、电压动作型和集成电路电流动作型。一般小型断路器都采用集成电路电流动作型漏电保护脱扣器。漏电保护脱扣器应按照保护对象选择合适的漏电动作电流。

从以上讨论知道,低压断路器是配电系统中保护设备安全运用的重要器件,它的结构强度要求高,触头和各种机械联动构件要求耐磨损、耐腐蚀等,对其性能的要求更高,因而断路器的选用成为一个重要问题。

### 1.3 对低压断路器的性能要求

低压断路器在配电系统中是如此重要的器件,当然对其性能的要求也是极其严格的。性能分为对机械部分的要求及对电性能的要求。对机械性能的要求主要是原材料质量要选用得当、耐磨损和耐腐蚀,机械联动机构的加工和装配工艺要精密可靠等。对电性能的要求如下:

(1)通断能力:国际电工委员会(IEC)157—1 条规定,断路器最主要特点是接通与分断短路电流的能力,即所谓分断能力。IEC 标准中没有具体规定分断能力的合格标准,而是作为各制造厂间的一项竞争指标。断路器的通断能力随着科学技术的发展逐步提高。一个制造厂生产的断路器的分断能力越高,就表明该厂产品先进,具有较强的市场竞争力。

(2)限流能力:对快速、限流断路器的要求是限流能力越强越好。限流能力通常用限流特性曲线表示,如图 1—2 所示。在直角坐标系中,以纵坐标表示预期电流峰值,横坐标为预期电流有效值,曲线就表示相应的实际分断电流。

(3)保护特性:断路器的保护特性包括过载电流脱扣器的保护特性、低电压保护、漏电及反

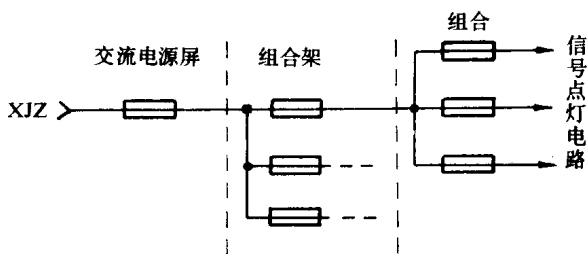


图 1—1 选择性保护

向等特性。其中最重要的是过载电流脱扣器的保护特性。保护特性用过载电流与脱扣时间的函数曲线表示,参阅第三章。

为了实现选择性保护,过电流脱扣器在短路电流范围内应保证有一定的短路延时范围,并可分为2~3级,分级应保证二级之间的选择性断开,即上一级短路延时的返回时间应大于下一级的短路延时。

用于保护电动机的断路器应具有较高的过电流脱扣器的瞬时整定值,或适当的延时动作,避免起动电流的冲击。

(4)电压过分降低的保护:电压过分降低也是供电不正常现象。电压过分降低将引起电动机停转而烧毁。电压短时降低后突然恢复正常,使电动机受到不适当的起动转矩。因此,在某些情况下需要对低电压进行保护。电动机的额定转矩大于负载转矩时才能正常运转。当供电电压降低到临界电压时,低电压保护就应瞬时或延时动作,实现所谓欠压保护。一般欠压脱扣器的动作电压范围是额定电压的35%~70%。

当电压只有额定电压的10%~35%,就处于失压状态,这时失压脱扣器动作,实现失压保护。

配电系统用的小型塑壳断路器都没有欠压或失压脱扣保护。在铁路信号电源屏内,由于供电电压经过调压、稳压,一般不会发生欠压和失压现象,所以断路器中只有过载脱扣器。

(5)寿命:断路器的使用寿命是以闭合/断开(ON/OFF)操作次数来表示。经过一定的操作次数后,如触头、轴销等可能严重磨损,需要维修才能继续使用。因此,对断路器的寿命规定了两种标准:需要维修和不需要维修。小型塑壳断路器一般不需要维修,外壳是密封的,完成规定的使用操作次数后就予以更换。

保护和起动电动机用的断路器应具有较长的寿命。

#### 1.4 选用断路器的一般原则

在低压配电系统中的断路器作为过载和短路的保护器件,可是断路器由于选用或维护修理不当,也有可能发生误动或不动作,失去应有的保护作用,造成事故。因此,选用时应按照断路器所处的部位及工作条件,以及与相邻电路的配合等各方面考虑选用断路器。

各种断路器各有各的特点,选用时必须按照指定的用途从技术指标和经济指标两方面考虑。

确定结构类型后,就可以选择性能参数。除了断路器的额定电压、额定电流与通断能力外,最重要的是确定过载电流脱扣器的整定电流值和保护特性及其与相邻电路的配合等,以达到较理想的协调工作。

任何类型断路器的选用都必须符合的基本原则是:

- (1)断路器的额定电压 $\geq$ 线路额定电压;
- (2)断路器的额定工作电流 $\geq$ 线路计算的负载电流;

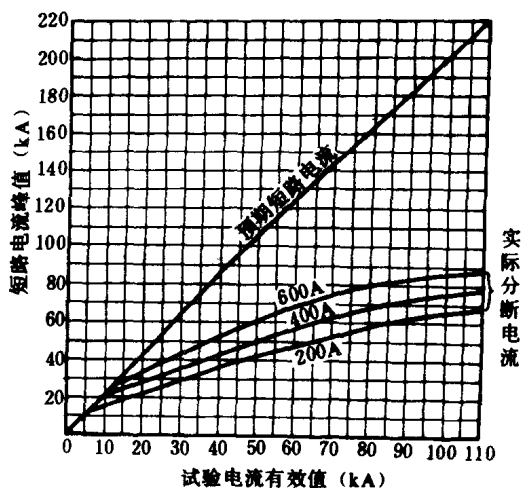


图 1-2 限流特性曲线

(3)断路器的额定分断能力 $\geq$ 线路中可能出现的最大短路电流(按有效值计算);

(4)线路终端单相对地的短路电流 $\geq 1.25$ 倍断路器瞬时(或短延时)脱扣器整定电流值。

这对负载电流小、配电线较长的情况尤为重要,因为较长线路的终端短路电流更小,致使断路器不能脱扣,失去单相对地短路时的保护作用。对这种情况必须采取特别措施加以解决。最简单的方法是使用灵敏度较高的漏电保护器,但变压器的中性点应接地。

(5)断路器欠压脱扣额定电压=线路额定电压。但是否需要欠压保护取决于使用要求。小电流低压断路器主要用于配电支路,所以都不设欠压脱扣器。

(6)断路器的接线方向应按照所选断路器的技术说明或端子上所标明的方向进线(“0”)和出线(“1”),除非技术文件上有说明,安装时不可接反。

(7)在保证安全运用的前提下,应尽可能降低成本。

此外,还必须考虑断路器不同用途的特点加以选用。

## 第二章 熔断器与热磁式断路器的分析

我国目前使用较多的电路保护器件是熔断器,这是一种最简单的断路器,只能起短路保护作用,不具备对断路器要求的其它功能。其次是热磁式断路器,通常称为空气开关,它具有对断路器要求的各种性能,但也存在着严重不足之处,限制了它的使用范围。

本章简述这两类断路器,分析其存在的问题。

### 2.1 熔断器

熔断器是低压配电电路中常见的一种保护器件,其功能是对电路起短路保护作用。熔断器串联在被保护电路中,当通过熔断器的电流大于规定值时,熔断器内的熔体自身产生热量,使熔体熔化切断电路,实现保护电路和设备的作用。熔体一般用电阻率较高的易熔合金制成,例如铅锡合金丝(通常称为保险丝),或用截面很小的良导体银或铜制成的线状或片状的熔体。

熔断器的主要特性是保护特性和分断能力,现分述如下:

(1)保护特性是熔断时间与通过电流之间的关系。图 2—1 表示通过熔体的电流  $I$ 。等于或小于熔体的额定电流  $I_N$  时,熔断时间为无限大,即不熔断;短路电流流过熔体时,熔体迅速熔断,熔断时间越短越好。

(2)分断能力,指熔断器在额定电压下能分断的预期短路电流值;

(3)熔断器温度:熔断器支持件在正常使用条件下持续通过额定电流时,在支持件规定的额定接受功率下,温升不应超过规定的极限值;

(4)熔断体在正常使用下持续通过额定电流时,其耗散功率不应超过正常值;

(5)熔断器在正常使用时,在所承受的电压作用下不应失去绝缘性能;

(6)考虑到电动机的起动特性,过载特性规定为 5s;保护半导体器件的熔断器的过载特性应与硅元件相配合,大致为 0.01~60s 之间。

常用熔断器的类型大致有以下三种:

(1)插入式熔断器:将熔丝用螺丝固定在瓷盖上,然后将瓷盖插入底座(图 2—2)。铁路信号设备的额定电流在 5A 以上的常用这种熔断器;

(2)管式熔断器如图 2—3 所示,熔丝装在玻璃管内,玻璃熔断管装在底座上。管式熔断器大都用于各种仪表和铁路通信信号设备上。

在铁路信号电气集中组合架上使用管式熔断器,作为交流和直流电源的短路保护。熔断器的尺寸为  $\Phi 1 \times 30$ ,安装在保安板上,如图 2—4 所示。信号常用的管式熔断器为 0.5A、1A、2A、

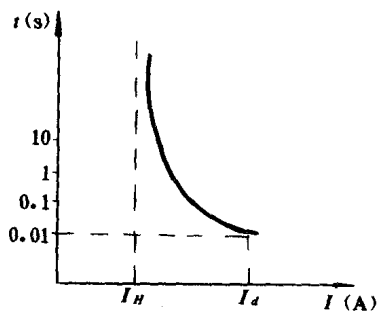


图 2—1 熔断器的保护特性

3A、5A 及 10A 等六种,熔断电流为额定值的 1.5 倍,熔断时间小于 10s。

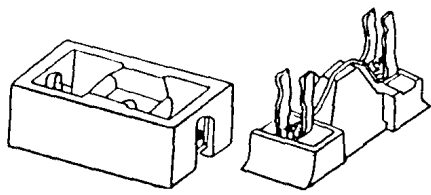


图 2—2 插入式熔断器

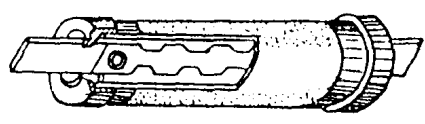


图 2—3 管式熔断器

(3)螺旋式熔断器如图 2—5 所示,由瓷底座、瓷帽及熔断器三部分组成。管内熔体是银丝或铜丝,并装有高纯度石英砂。熔断管上有一红点,熔体熔断后红点自动跳出作为指示。

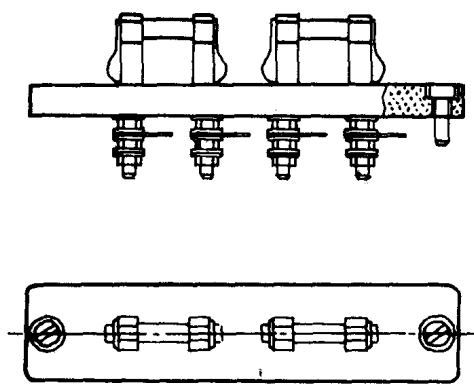


图 2—4 电气集中组合架上使用的管式熔断器

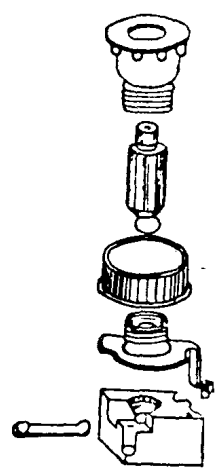


图 2—5 螺旋式熔断器

铁路信号常用的螺旋式熔断器的额定电流值为 15A 和 60A 两种。15A 熔断器内可安装 2A、4A、5A、6A、10A 和 15A 六种规格的熔断管;60A 熔断器内可安装 20A、25A、30A、35A、40A、50A 和 60A 七种规格的熔断管。分断能力分别达到 2kA 和 3.5kA。

### 2.2 自复式熔断器

自复式熔断器只能限流,不具备分断能力,与断路器串联使用,可以提高断路器的分断能力,而且可以多次使用。

图 2—6 是自复式熔断器的基本结构。在正常情况下,电流从端子 1 通过氧化铍制成的绝缘管细孔中的金属钠到端子 2 形成电流通路。当发生短路或过载时,故障电流使钠急剧气化,形成高温高压的等离子高电阻状态,限制短路电流增加。活塞在高压作用下使氩气压缩。故障修复后,电流恢复正常,钠的温度下降,活塞在压缩氩气的作用下回到原来的位置。因此,自复式熔断器只能限流,不能分断电路。

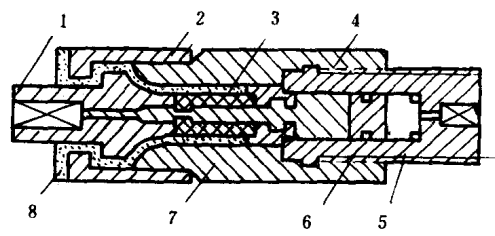


图 2—6 自复式熔断器

1—电流端子 1;2—熔体;3—绝缘管;4—电流端子 2;  
5—氩气;6—活塞;7—不锈钢套;8—填充剂。

### 2.3 刀开关与刀开关—熔断器组合

刀开关是最早也是最简单的手动控制低压电器,它的结构简单、价格低,但其功能只能接通或断开电路,一般只能用作隔离电源的开关,以便对负载进行检修;或者作为转换电路之用,但不具备短路保护功能。

刀开关与熔断器组合后,不仅可作为手动接通或断开电路之用,而且具有一定的分断能力,此分断能力取决于组合中熔断器的分断能力。

刀开关与熔断器组合成为熔断器式刀开关,例如应用极广的胶盖瓷底闸刀开关,就是熔断器式刀开关。其它如铁壳开关或用连杆操纵的刀开关都属于这种类型。

刀开关有单极、双极和三极三种,每种又分为单掷和双掷两类,如图 2—7 所示。

在铁路通信信号电源中,刀开关一般用为隔离开关或电路转换开关;熔断器式刀开关也可以用作电源开关,不过它的额定电流值必须比负载电流大 2~3 倍。

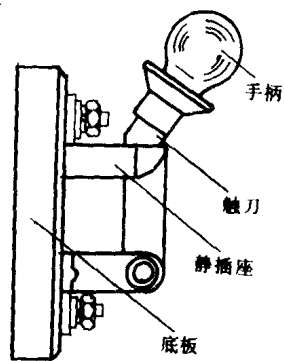


图 2—7 刀开关

### 2.4 刀开关与熔断器使用中的问题

(1)从使用角度看,刀开关与熔断器的结构简单、成本低,但它对电路只能起到转换电路的作用和短路保护作用,不具备对断路器要求的其它功能;

(2)从维修角度看,不论刀开关还是熔断器,都要定期检查,清除底板上的灰尘,以保证绝缘良好;检查触刀的接触情形、锈蚀和磨损,以及触刀转动铰链或螺栓是否松动,应及时清洗,更换或拧紧螺栓。

螺旋式熔断器必须注意旋入后熔体是否接触良好,经常检查熔断器的指示器,是否有接触不良,温升过高等现象,若有不良情况应及时更换。为了防止电气集中组合架上的玻璃管熔断器内的熔体老化,每年要定期更换一次。

从上述情形可见维修工作量很大。

(3)从材质与加工工艺看,目前有些产品质量不符合标准,刀片材质不良,刀片厚度不够,导致在额定电流时发热过度。螺旋式熔断器及熔体加工精度不够,容易发生熔体接触不良或不接触。这些情形都是发生事故的根由。

(4)有时熔体烧断后,检修人员手边没有所要规格的熔体,但为了迅速恢复故障,以手头的非标准熔体临时代用,事后忘记重新换用标准熔体,以致有可能发生严重后果。

因此,刀开关与熔断器已不能适应铁路信号电源的要求,必须更新换代,采用功能齐全的新式断路器,确保铁路信号的安全运用。

### 2.5 热磁式断路器

在长期运用过程中,由于种种原因可能使负载电流超过额定值,出现长期过载现象,但熔断器在这种情况下不会熔断,致使负载过热,温度升高。如果超过允许温升,就会影响负载。严重时甚至会发生火灾,所以过载保护是必不可少的。

热磁式断路器可以防止过载故障;它是依靠电流通过发热元件所产生的热量使脱扣机构

动作,从而断开电路的器件,主要用于过载保护,以及断相及电流不平衡运行等保护。

图 2—8 是热磁式断路器的基本结构图,主要组成部分为:

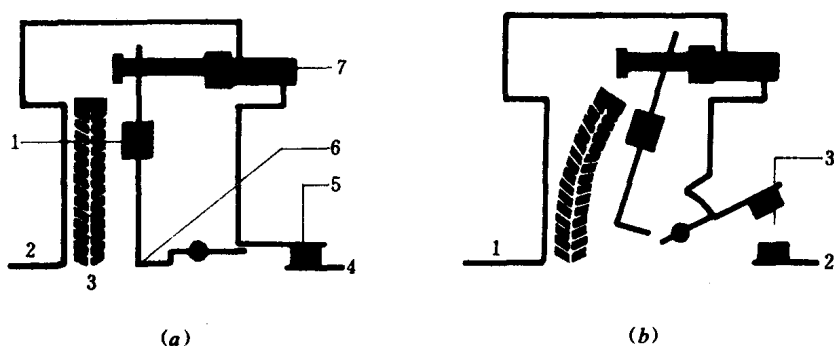


图 2—8 热磁式断路器

(a) 1—脱扣杆;2—负载;3—双金属片;4—线路;

(b) 1—负载;2—线路;

5—触头闭合;6—锁存器;7—磁性元件。

3—触头断开。

(1)双金属片:由两种线性膨胀系数不同的两片金属碾压而成,加热方式分为直接加热、复合加热、间接加热和电流互感器加热等四种。小型塑壳热磁式断路器都是直接加热方式。

(2)触头:移动常闭静触头、固定静触头;

(3)动作机构:包括脱扣杆、锁存器、手柄、联动机构及电磁铁等。

热磁式断路器的工作原理为:当流过负载的电流超过额定负载电流时,由于左边金属层的热膨胀系数大,右边金属层的热膨胀系数小,使双金属片向右弯曲,弯曲量与通过发热元件的电流大小有关。若过载电流超过了发热元件的整定值,就发出足够的热量,使双金属片的弯曲超过正常范围,推动脱扣杆向右倾斜,锁存器脱扣,于是把移动静触头与固定静触头断开,切断电路,起到保护作用。

热磁式断路器动作后,主电路被切断,热元件不再发热,经过一段时间的冷却,即可手动复位。

热磁式断路器的主要数据是整定电流,即通过热元件的电流超过此值的 20% 时,断路器应当在 20min 内动作。这种热惯性符合电动机保护的要求;在电动机起动或短时超载时,断路器不会动作,从而避免了电动机的不必要停车,避免影响生产的正常运行。通常根据整定电流选用断路器,而整定电流与电动机的额定电流一致。应当指出,热磁式断路器的整定电流值是按标准校正 40℃ 的整定值。

热磁式断路器和熔断器的作用不同,只能用于过载保护,不能用作短路保护。因为当发生短路时,应立即断开电路,但由于热惯性使热磁式断路器不能立即断开电路,使断路器不能用作短路保护,只能作为过载保护。因此,在一个较完整的保护电路中,特别是对大电流负载,例如,大功率电动机,断路器都应具备两种保护作用,不能只有一种保护作用。

## 2.6 热磁式断路器的功能分析

热磁式断路器因其工作原理在功能上存在问题,使其不能适应可靠性要求很高的设备。

(1)环境温度的变化对断路器的动作影响很大,以标准空气开关为例,如果按照标准校正

在 40℃ 的整定电流值为 10A,而当环境温度升高到 60℃ 时,则其性能仅相当于额定电流为 7A 的断路器;若环境温度降低到 20℃,则又相当于额定电流为 12A 的断路器。于是,热磁式断路器受环境温度变化的影响,可能发生早脱扣、晚脱扣或不脱扣现象,使其应用受到限制,不能用在脱扣精度要求高的场合,例如信号电源屏。

为了消除环境温度的影响,在大电流断路器中增加了温度补偿用的补偿双金属片,但断路器的结构复杂化了。

(2)热磁式断路器脱扣后不能立即闭合,必须等双金属片冷却后才能重新闭合。

(3)动作时间取决于双金属片弯曲力的大小与温度特性,使其动作时间范围受到限制。

(4)双金属片长期使用后老化,线性膨胀系数发生变化,容易发生误动、失效或损坏。

(5)制造额定电流小的断路器比较困难,因为脱扣器热能太小,双金属片也很小;若采用间接加热法,又会大幅度增加成本。

(6)热磁式断路器只能保护过载,若欲保护短路,则必须另加设备,或与熔断器合用。

(7)多个断路器并行运用时,由于工艺与材料材质不能保证完全相同的电特性,并行运用的断路器所承受的负载不同,可能有的发热,有的正常。负载重的断路器发热后脱扣,同时也有可能使其相邻断路器的温度也升高,随之脱扣。

总之,热磁式断路器存在问题的原因是脱扣机构所固有的温度不稳定,使其应用范围受到限制。

## 第三章 液压电磁式断路器

液压电磁式断路器是一种比较先进的新一代断路器,工作原理与结构均不同于热磁式断路器,由于采用了液压电磁式脱扣装置,使其具有不受环境温度影响、工作稳定可靠、寿命长等优点,适用于民用、工业与商业等各个部门,而且特别适合于可靠性及精度要求高的各种设备,例如铁路行车信号电源等各种专用设备。

本章以 HY—MAG 液压电磁式断路器为例说明结构和工作原理。

### 3.1 HY—MAG 液压电磁式断路器的结构和工作原理

#### (1) 结构

断路器的结构如图 3—1 所示。具有过载及短路保护功能的是电流脱扣器,其主要部件是

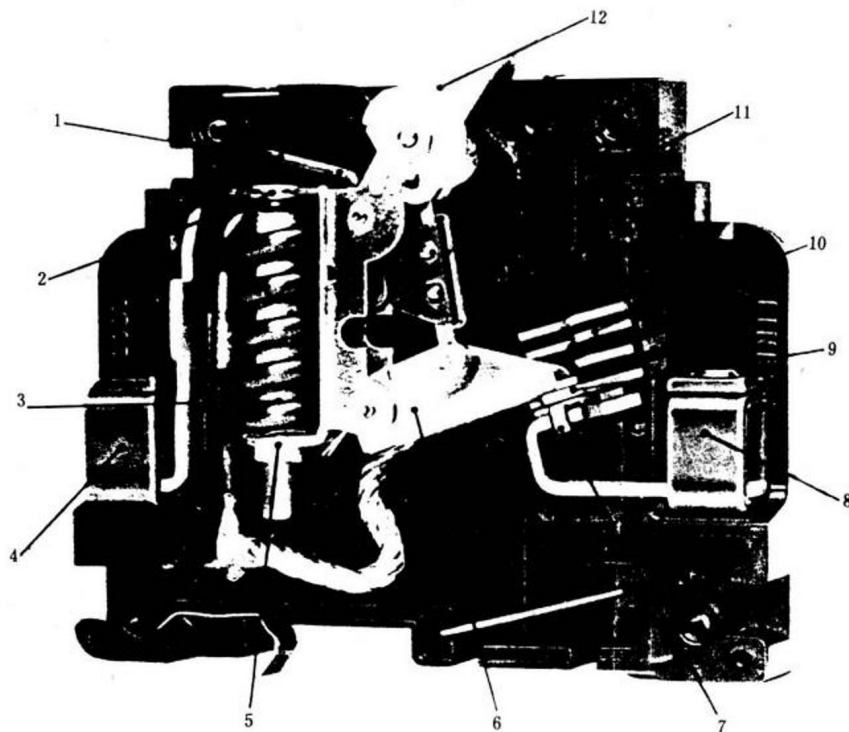


图 3—1 HY—MAG 液压电磁式断路器的内部结构

1—衔铁；2—极靴；3—线圈；4—负载终端；5—框架；6—移动触头；7—固定触头；

8—输入终端；9—触头端；10—电弧栅；11—拉杆套；12—手柄。

一只装设在框架上的密封金属圆筒,筒内装有特殊配方的液压油、弹簧和铁芯。线圈绕在圆筒表面上,线圈的一端接至移动触头,另一端接至负载终端,固定触头接到输入终端,从而形成了一只电磁铁,它的终端是极靴,极靴上有一个与通断机构相连接的衔铁。通断机构的作用是将

移动触头与固定触头断开或闭合。通断机构上部有一个操作手柄,扳动手柄时,通过拉杆套内的拉杆使移动触头断开或闭合。

断路器内装有与弧柱成直角配置的 V 型灭弧栅片(电弧栅),用以消灭触头断开时所产生的电弧。

触头是一个很重要的部件,要求具有良好的导电性、耐磨损、耐腐蚀及耐高温等性能,它是由含银 80% 的银及钨、钼合金制成的,减少通断操作及大电流分断所引起的触头损伤,提高了分断能力,并具有较高的机械寿命与电寿命。

## (2) 工作原理

液压电磁式断路器的工作原理如图 3—2 所示。在正常负载状态下,流过线圈的电流小于或等于断路器的额定电流,线圈产生的磁通量较小,不能克服弹簧的弹力和液压油的阻尼作用;铁芯不能被吸引到极靴,衔铁保持不动,如图 3—2(a)所示,断路器保持正常工作状态。

过载时,流过线圈的电流大于断路器的额定电流,线圈产生的磁通足以克服弹簧弹力与液压油的阻尼作用,于是吸引铁芯朝极靴方向移动,如图 3—2(b)所示,液压油的阻尼作用可以调节铁芯移动速度,产生一个与电流量成反比的延迟时间。因此,铁芯在磁力吸引下克服阻力向极靴移动。

如果过载时间很短,例如电动机起动时的瞬时大电流,由于延迟时间的存在,还未等铁芯到达极靴,瞬时起动电流就已消失,铁芯立即在弹簧力的作用下返回休止位置,不会影响电动机的正常运转。

在过载继续存在的情况下,铁芯延迟一定时间后继续朝极靴方向移动,磁阻明显减小,磁通急剧增大,于是铁芯被极靴面吸住,衔铁也被极靴吸住,衔铁拉动通断机构套内的拉杆使移动触头与固定触头断开,断路器脱扣,从而分断电路,如图 3—2(c)所示。

电路断开后,断路器断电,磁通消失,铁芯在弹簧力的作用下回到休止位置。

负载短路时,流过线圈的短路电流很大,线圈产生的磁通足以使衔铁不等铁芯移动就立刻被吸引到极靴,断路器立即脱扣,分断电路,如图 3—2(d)所示。这一区域称为断路器的瞬时脱扣区域,如图 3—2(e)所示。

图 3—3 表明断路器在正常、过载和短路三种状态的运用情形。

从断路器的工作原理可以看到,液压电磁式断路器与热磁式断路器的不同是它的脱扣点不受环境温度影响,脱扣后可立即闭合,不需要冷却时间。根据这种断路器的工作原理,可以得到不同的时间/电流特性。

## 3.2 灭弧原理与电弧栅的作用

断路器的触头在断开的瞬间产生温度很高的电弧,会严重烧损触头,而且电弧扩展区域较广,不采取措施就要引起相同或相对地短路,使其它设备受到损坏,甚至有可能发生人身安全事故。

电弧是气体放电的一种特殊形式,是在电路的电压和电流大到某种程度时,由于以下四种原因产生的。

(a)在触头断开过程中,触头表面温度突然剧增,金属内的自由电子受热后的热运动增快,使自由电子的动能克服了金属内正离子的吸引力,逸出表面形成热发射;

(b)在触头断开的瞬间,气隙间形成强大的电场,将电子从金属表面强行拉出来,形成冷发