



跟我走进维修室

教你检修电动机

(第2版)

◎ 刘建清 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



跟我走进维修室

教你检修电动机

第2版

刘建清 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是专门为电动机维修人员“量身定做”的入门书籍。本书采用新颖的讲解形式，深入浅出地介绍了各种电动机的结构、原理、拆装与维修技巧，包括三相异步电动机、单相异步电动机、直流电动机、单相串励电动机、潜水泵等。

全书语言通俗，重点突出，图文结合，简单明了，具有较强的针对性和实用性，适合电动机维修人员、农村电工、无线电爱好者阅读，也可作为中等职业学校、中等技术学校相关专业及电动机维修短训班的培训教材使用。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

教你检修电动机 / 刘建清主编. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2010. 10
(跟我走进维修室)

ISBN 978-7-121-11893-7

I. ① 教… II. ① 刘… III. ① 电动机-检修 IV. ① TM320.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 187910 号

责任编辑: 苏颖杰 (suyj@phei.com.cn)

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 16.5 字数: 419 千字

印 次: 2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

《教你检修电动机》自2008年2月出版以来,受到广大读者的关注。许多读者反映本书“很有特色”、“结构性强,通俗易懂”、“内容严谨,深入浅出”、“理论与维修结合紧密”,“具有较高的实用价值”,有的读者还提出了宝贵意见。借此机会,我们向广大读者表示衷心感谢!

在写作第1版时,由于时间仓促,对电动机维修的内容讲解得还不够系统,有些内容不够全面。为了改进第1版的不足,我们经过精心策划与改编后,推出了第2版。第2版既保留了原书的特色,纠正了第1版中存在的问题,删减了不实用的理论知识,又在内容的细节上进行了部分调整,增加了一些新知识,使其更适合于当前电动机维修的需要。

本书的主要内容如下。

第1章:主要介绍电动机的分类、特点及常用低压电器。作为电动机维修人员,了解这些基础知识是十分必要的。

第2章:介绍了三相异步电动机的组成、原理与拆装。学习电动机维修,一般应从三相异步电动机入手,主要是因为三相异步电动机应用广泛,日常维修量大,具有一定的维修利润;但要正确维修电动机,必须熟练掌握电动机的拆卸、安装方法,并对其结构组成和工作原理有比较清楚的了解。

第3章:介绍了三相异步电动机绕组展开图的画法与嵌线技巧。电动机的绕组展开图是电动机原绕组情况的记录,也是线圈重绕后嵌放位置的依据,只有绘出绕组展开图并理解其原理,才能保证正确的嵌线和接线。

第4章:主要介绍三相异步电动机绕组的重绕技术。本章内容是全书的重点,也是电动机维修人员的“看家本事”,其重要性不言而喻。

第5章:主要介绍三相异步电动机维修仪器、工具和材料。这些内容是电动机维修人员必备的基本技能。

第6章:介绍了三相异步电动机的维修与改装。本章介绍了很多维修电动机的方法和技巧,具有较高的实用价值。

第7章:主要介绍单相异步电动机的维修技术。单相异步电动机的应用十分广泛,日常维修量较大,掌握其结构、原理及其维修技术是十分重要的。

第8章:介绍了直流电动机的维修技术。直流电动机分小型和中大型两种,其中,中大型直流电动机具有较高的维修价值。本章介绍的也是中大型直流电动机的结构与维修技术,非常实用。

第9章:主要介绍了单相串励电动机的维修技术。串励式电动机的市场拥有量较大,但价格较便宜,除常见故障采用常规的方法进行维修外,对于一些损坏严重的故障,如绕组



烧坏等，建议采用更换电动机的方法进行维修。

第10章：主要介绍了潜水泵的维修技术。本章内容并不重要，但若想成为一名全面的维修人员，掌握这些内容就显得十分必要了。

参与本书编写的人员有王春生、李凤伟、赵建刚、刘为国、刘建清等，最后由中国电子学会高级会员刘建清先生组织定稿。尽管在这次再版修订中，做了较大的努力，但是由于我们的水平有限，加之时间仓促，缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

如果在使用本书的过程中有任何问题或意见、建议，可以通过 E-mail: ddmcu@163.com 提出，我们将为您提供超值延伸服务。

编者

2010年7月

目 录

第1章 电动机基础知识	1
1.1 电动机的分类	1
1.2 常用电动机介绍	3
1.3 电动机控制中常用的低压电器	5
1.3.1 开关	5
1.3.2 熔断器	9
1.3.3 按钮	11
1.3.4 接触器	12
1.3.5 继电器	15
1.3.6 起动器	22
第2章 三相异步电动机的组成、原理与拆装	26
2.1 三相异步电动机的组成	26
2.1.1 定子	26
2.1.2 转子	28
2.1.3 风扇和风扇罩	31
2.2 三相异步电动机的工作原理	31
2.2.1 演示实验	31
2.2.2 旋转磁场的产生	32
2.2.3 电动机旋转方向的改变	34
2.2.4 三相异步电动机的极对数与转速	34
2.3 三相异步电动机的铭牌数据	35
2.4 三相异步电动机的起动设备和起动方法	40
2.5 三相异步电动机的拆装	42
2.5.1 笼型三相异步电动机的拆装	42
2.5.2 绕线转子三相异步电动机的拆卸与安装	50
第3章 三相异步电动机绕组展开图的画法与嵌线技巧	52
3.1 电动机绕组概述	52
3.1.1 基本概念	52
3.1.2 三相绕组的要求	58
3.2 单层绕组展开图的画法与嵌线技巧	58
3.2.1 单层链式绕组	59
3.2.2 单层同心绕组	62
3.2.3 单层交叉链式绕组	64
3.3 双层绕组展开图的画法与嵌线技巧	67
3.3.1 双层叠绕组	68



3.3.2 波绕组	71
3.4 单双层混合绕组展开图的画法与嵌线技巧	71
第4章 三相异步电动机绕组的重绕	74
4.1 三相异步电动机绕组损坏的原因	74
4.2 三相异步电动机绕组重绕前的准备工作	75
4.2.1 记录电动机原始数据	75
4.2.2 拆除旧绕组	76
4.2.3 准备漆包线	79
4.2.4 选择模具	80
4.2.5 绕制线圈	82
4.2.6 准备绝缘材料和制作槽楔	84
4.3 三相异步电动机绕组的重嵌	85
4.4 三相异步电动机绕组重嵌后的浸漆与烘干	96
4.5 三相异步电动机绕组重绕后的检验	99
第5章 三相异步电动机维修仪器、工具和材料介绍	104
5.1 三相异步电动机常用维修仪表	104
5.2 三相异步电动机常用维修工具	108
5.2.1 通用电工工具	108
5.2.2 专用工具	112
5.3 三相异步电动机常用材料及维修配件	120
5.3.1 导电材料	120
5.3.2 绝缘材料	122
5.3.3 常用维修配件	128
第6章 三相异步电动机的维修与改装	131
6.1 三相异步电动机维修概述	131
6.1.1 三相异步电动机故障的分类	131
6.1.2 三相异步电动机故障判断技巧	131
6.2 三相异步电动机电气故障的维修	133
6.2.1 定子绕组故障的维修	135
6.2.2 定子铁心故障的维修	145
6.2.3 转子断条的维修	145
6.3 三相异步电动机机械故障的维修	148
6.3.1 轴承的维修	148
6.3.2 转轴的维修	151
6.3.3 端盖和机座的维修	154
6.4 三相异步电动机的改装与维护	154
6.4.1 三相异步电动机的改装	154
6.4.2 三相异步电动机的维护	158

第7章 单相异步电动机的维修	161
7.1 单相异步电动机的组成	161
7.1.1 定子	162
7.1.2 转子	163
7.1.3 起动元件	163
7.2 单相异步电动机的工作原理	168
7.2.1 单相绕组的定子磁场	168
7.2.2 单相异步电动机的定子磁场	169
7.3 单相异步电动机的分类	170
7.3.1 分相式电动机	170
7.3.2 罩极式电动机	172
7.4 单相异步电动机绕组的识别与重绕	173
7.4.1 单相异步电动机绕组的识别	173
7.4.2 单相异步电动机绕组的重绕	179
7.5 工农业生产用单相异步电动机的维修	182
7.5.1 型号及铭牌	183
7.5.2 主要元件的检查	184
7.5.3 常见故障的检修	188
7.5.4 修复后的检验	192
7.6 家用电器用单相异步电动机的维修	193
7.6.1 台扇、落地扇电动机的维修	193
7.6.2 吊扇电动机的维修	205
7.6.3 洗衣机电动机的维修	210
7.7 罩极式单相异步电动机的维修	216
第8章 直流电动机的维修	219
8.1 直流电动机的结构、原理与分类	219
8.1.1 直流电动机的结构	219
8.1.2 直流电动机的工作原理	222
8.1.3 直流电动机的分类	223
8.2 直流电动机的型号与额定值	225
8.2.1 直流电动机的型号	225
8.2.2 直流电动机的额定值	225
8.3 励磁式直流电动机的维修	226
8.3.1 励磁绕组的维修	226
8.3.2 电枢绕组的维修	230
8.3.3 换向极绕组的维修	233
8.3.4 换向器的维修	234
8.3.5 电刷装置的维修	236



第9章 单相串励电动机的维修	238
9.1 单相串励电动机的原理与结构	238
9.1.1 单相串励电动机的原理	238
9.1.2 单相串励电动机的结构	238
9.2 单相串励电动机的型号及铭牌数据	242
9.2.1 产品型号	242
9.2.2 铭牌数据	242
9.3 单相串励电动机的维修方法	243
9.3.1 单相串励电动机绕组及其接法	243
9.3.2 单相串励电动机常见故障的维修	245
第10章 潜水泵的维修	248
10.1 潜水泵电动机的结构特点与工作原理	248
10.2 潜水泵的使用维护与故障维修	249
参考文献	253

第 1 章 电动机基础知识

阿聪初中毕业后，跟随师傅阿明学习电动机维修，可是从哪里入手呢？阿聪十分着急，阿明告诉阿聪，学习电动机维修前，需要了解一下电动机的一些基础知识，如电动机的分类，常用电动机的特点，电动机控制中常用的开关、熔断器、按钮、接触器、继电器、起动器等，阿聪点头称是。

1.1 电动机的分类

电动机的作用是将电能转换为机械能，现代各种生产机械都广泛应用电动机来驱动，有的生产机械只装配一台电动机，有的需要好几台电动机，生产机械由电动机来驱动，不但可以简化生产机械的结构，提高生产效率和产品质量，而且还能实现自动控制和远距离操纵，减轻繁重的体力劳动。日常使用的电动机种类较多，一般按以下方法进行分类。

1. 按工作电源分类

电动机根据使用电源的不同，主要分为直流电动机和交流电动机两大类，而两大类中又分许多种，见表 1-1。另外，还有一种单相串励电动机，既可以使用直流电，也可以使用交流电。

表 1-1 电动机按工作电源分类

直流电动机	无刷直流电动机		
	有刷直流电动机	永磁式直流电动机	稀土永磁直流电动机
			铁氧体永磁直流电动机
			铝镍钴永磁直流电动机
		电磁式直流电动机	他励直流电动机
			并励直流电动机
			串励直流电动机
			复励直流电动机
	异步电动机	三相异步电动机	笼型异步电动机
			绕线转子异步电动机



续表

交流电动机	异步电动机	单相异步电动机	分相式电动机
			电容起动电动机
			电容运转电动机
			电容起动运转电动机
			罩极式电动机
		同步电动机（三相、单相）	

2. 按结构及工作原理分类

电动机按结构及工作原理可分为同步电动机和异步电动机。

同步电动机还可分为永磁同步电动机、磁阻同步电动机和磁滞同步电动机。

异步电动机可分为感应式电动机和交流换向式电动机。感应式电动机又分为三相异步电动机、单相异步电动机和罩极式异步电动机。交流换向式电动机又分为单相串励电动机和交直流两用电动机。



师傅点拨

问：什么是感应式电动机和换向式电动机？

答：将导体闭合成回路，并把它放在通有交流电流的线圈附近，由于电磁感应作用，导体中会产生感应电流。根据感应电流的磁场与通电线圈的磁场相互作用而制作的电动机叫做感应式电动机。由单相电源供电的，称为单相感应式电动机；由三相电源供电的，称为三相感应式电动机。

将导线与电池或其他电源组成一个回路，电源可直接向磁场中的导线供给电流。依此原理制作的电动机，其转子绕组由电源直接供电，通过电刷（碳刷）和换向器，将电流导入旋转的转子绕组中，这种电动机叫做换向式电动机。

3. 按防护方式分类

电动机按防护方式可分为开启式和封闭式两大类。

（1）开启式电动机

开启式电动机的定子两侧和端盖上都有很大的通风口。它散热好，价格便宜，但容易进灰尘、水滴和铁屑等杂物，只能在清洁、干燥的环境中使用。开启式电动机又可分为以下几类：

- ① 防护式：机壳通风孔部分用金属网等防护，可防止外界杂物进入电动机内。
- ② 防滴式：可防止水流入电动机内。
- ③ 防滴防护式：具有防滴式和防护式的特点。

④ 防腐式：可在有腐蚀性气体的环境中使用。

(2) 封闭式电动机

封闭式电动机有封闭的机壳，电动机内部空气与外界不流通。与开启式电动机相比，其冷却效果较差，电动机外形较大且价格高。封闭式电动机又分为以下几类：

① 全封闭防腐式：可在有腐蚀性气体的场合中使用。

② 全封闭冷却式：电动机的转轴上安装有冷却风扇。

③ 耐压防爆式：可防止电动机内部气体爆炸而引爆外界爆炸性气体。

④ 充气防爆式：电动机内充有空气或不可燃气体，内部压力较高，可防止外界爆炸性气体进入电动机。

4. 按用途分类

电动机按用途可分为驱动用电动机和控制用电动机。

驱动用电动机又分为电动工具（包括钻孔、抛光、磨光、开槽、切割、扩孔工具等）用电动机、家电（包括洗衣机、电风扇、电冰箱、空调器、录音机、录像机、影碟机、吸尘器、照相机、电吹风、电动剃须刀等）用电动机及其他通用机械设备（包括各种机床、机械、医疗器械、电子仪器等）用电动机。

控制用电动机又分为步进电动机和伺服电动机等。

5. 按起动与运行方式分类

电动机按起动与运行方式可分为电容起动电动机、电容运转式电动机、电容起动运转式电动机和分相式电动机。

6. 按转子的结构分类

电动机按转子的结构可分为笼型异步电动机和绕线转子异步电动机。

7. 按运转速度分类

电动机按运转速度可分为高速电动机、低速电动机、恒速电动机、调速电动机。

低速电动机又分为齿轮减速电动机、电磁减速电动机、力矩电动机和爪极同步电动机等。调速电动机除可分为有级恒速电动机、无级恒速电动机、有级变速电动机和无极变速电动机外，还可分为电磁调速电动机、直流调速电动机、PWM 变频调速电动机和开关磁阻调速电动机。

1.2 常用电动机介绍

下面简要介绍日常生活中常用的几种电动机。



1. 直流电动机

依靠直流电源运行的电动机称为直流电动机。在电动机的发展史上,直流电动机发明较早,后来才出现了交流电动机。发明了交流电以后,交流电动机才得到迅速发展。但是,由于直流电动机具有良好的起动和调速性能,永磁直流电动机还具有良好的运行特性,使其在便携式、特殊使用场合或对电动机性能要求较高的家用电器上得到了广泛应用。例如,录音机、录像机、电动剃须刀、电吹风、小型吸尘器、车船用电风扇、电动按摩器、电动玩具等都是以直流电动机为动力源的。

2. 异步电动机

运行时异步的电动机称为异步电动机,常用的有三相异步电动机和单相异步电动机。

(1) 三相异步电动机

三相异步电动机是应用最广泛的一种电动机。它与直流电动机、同步电动机不同,其转子绕组不需要与其他电源相连接,而定子绕组的电流则直接取自交流电网,所以三相异步电动机具有结构简单,制造、使用及维修方便,运行可靠,重量较轻,成本较低等优点。此外,三相异步电动机具有较高的效率和较好的工作特性,能满足大多数机械设备的拖动要求,而且在其基本系列的基础上可以方便地导出各种派生系列,以适应各种使用条件。三相异步电动机的分类特点见表1-2。

表 1-2 三相异步电动机的分类特点

分类形式	类 别		
转子绕组形式	笼型转子、绕线转子		
型式	小型	中型	大型
中心高 (mm)	80 ~ 315	315 ~ 630	≥630
定子铁心外径 (mm)	130 ~ 500	500 ~ 990	≥990
防护形式	开启式、防护式、封闭式		
安装结构形式	卧式、立式		
绝缘等级	E 级、B 级、F 级、H 级		

(2) 单相异步电动机

单相异步电动机通常只做成小型的,其容量从几瓦到几百瓦。由于只需单相交流 220V 电源电压,故使用方便,应用广泛,并且有结构简单、成本低廉、噪声小、对无线电系统干扰小等优点,因而多用在小型动力机械和家用电器等设备上,如电钻、小型鼓风机、医疗器械、电风扇、洗衣机、电冰箱、冷冻机、空调机、抽油烟机、电影放映机及家用水泵等,是日常现代化设备必不可少的驱动源。在工业上,单相异步电动机也常用于通风与锅炉设备及其他伺服机构上。

3. 单相串励电动机

单相串励电动机采用换向器式结构,属于直流电动机范畴,因将定于铁心上的励磁绕组和转子上的电枢绕组串联起来而得名。由于它既可以使用直流电源,又可以使用交流电源,所以又称通用电动机。单相串励电动机具有转速高、体积小、效率高、重量轻、起动转矩大、调速方便等优点,因而大量地应用于电动工具、家用电器、小型车床、化工、医疗等方面,如电锤、手电钻、电动扳手、吸尘机、电动缝纫机、电动剃须刀等。单相串励电动机的主要缺点是噪声、振动和电磁干扰均比较大。

4. 同步电动机

运行时同步的电动机称为同步电动机。与三相异步电动机相比,同步电动机的使用并不广泛。随着工业的迅速发展,一些生产机械要求的功率越来越大,如空气压缩机、送风机、球磨机、电动发电机组等,它们的功率可达数百千瓦乃至数千千瓦,采用同步电动机拖动更为合适。这是因为大功率同步电动机与同容量的异步电动机比较,有明显的优点。首先,同步电动机的功率因数较高,在运行时,不仅不使电网的功率因数降低,相反,还能够改善电网的功率因数,这点是异步电动机做不到的;其次,对于大功率低转速的电动机,同步电动机的体积比异步电动机的体积要小些。

1.3 电动机控制中常用的低压电器

低压电器是指工作在直流 1200V、交流 1000V 以下的各种电器。低压电器是电动机控制系统的基本组成元件,控制系统的优劣与所用低压电器直接相关,要全面掌握电动机的维修,学习低电电器的一些基础知识是十分必要的。下面简要介绍几种在电动机控制中常用的低压电器。

1.3.1 开关

低压电器的开关主要有刀开关、转换开关和自动空气开关。

刀开关和转换开关都是手动操作的低压电器,一般用于接通和分断低压配电电源和用电设备,也常用来直接起动小容量的异步电动机。自动空气开关不仅接通和断开电路,而且当电路发生过载、短路或失压等故障时,能自动跳闸,切断故障电路。

1. 刀开关

刀开关旧称闸刀开关,主要由手柄、触刀、静夹座和绝缘底板组成,依靠手动进行触刀插入插座与脱离插座的控制。为保证刀开关合闸时触刀与插座有良好的接触,触刀与插座之间应有一定的接触应力。



刀开关的种类很多。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式和远距离连杆操纵式；按灭弧情况可分为有灭弧罩和无灭弧罩等；按封装方式可分为开启式和封闭式。

(1) 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称瓷底胶盖刀开关。图 1-1 所示为 HK 系列负荷开关结构图。

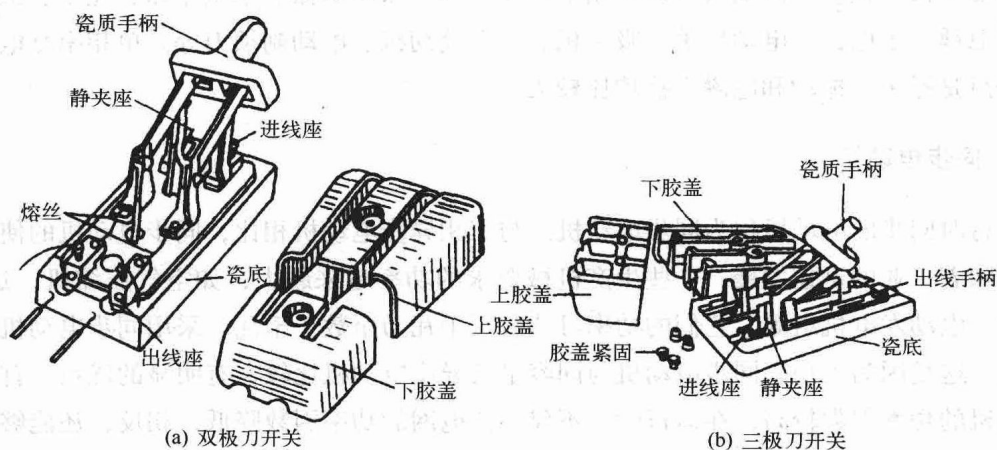


图 1-1 HK 系列负载开关结构图

HK 系列开关是由刀开关和熔丝组合而成的一种电器，装置在一块瓷底板上，上面覆盖胶盖以保证用电安全，结构简单，操作方便，熔丝熔断后，只要更换新熔丝就可继续使用，运行安全可靠。

HK 系列开启式负荷开关适用于交流 50Hz、单相 220V 或三相 380V、额定电流 10 ~ 100A 的电路中，由于结构简单，价格低廉，常用做照明电路的电源开关，也可用来控制 5.5kW 以下异步电动机的起动和停止。但这种开关没有专门的灭弧装置，不宜于频繁地分、合电路。使用时要垂直地安装在开关板上，并使进线孔放在上方，这样才能保证更换熔丝时不发生触电事故。

刀开关在电路中的符号如图 1-2 所示。

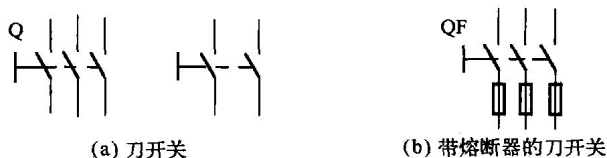


图 1-2 刀开关在电路中的符号

(2) 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关由触刀、熔断器、操作机构和铁外壳等构成。由于整个开关装于铁壳内，又称铁壳开关。铁壳开关的灭弧性能、操作及通/断负载的能力和安全防护性能都优于

HK 系列胶盖瓷底刀开关,但其价格比 HK 系列胶盖瓷底刀开关贵。图 1-3 所示为常用 HH 系列铁壳开关的结构与外形。

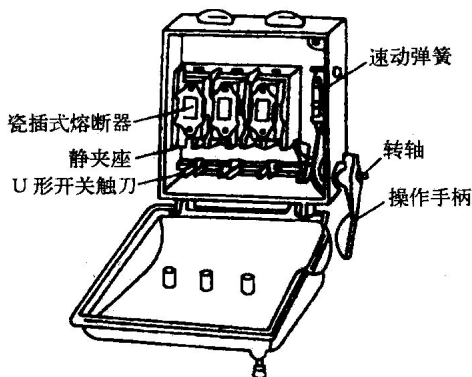


图 1-3 常用 HH 系列铁壳开关的结构与外形

HH 系列铁壳开关主要由 U 形开关触刀、静夹座、瓷插式熔断器、速动弹簧、转轴、操作手柄、开关盖等组成。铁壳开关的操作机械与 HK 系列胶盖瓷底刀开关比较有两个特点：①采用了弹簧储能分合闸方式，其分合闸的速度与手柄的操作速度无关，从而提高了开关通/断负载的能力，降低了触点系统的电气磨损，同时又延长了开关的使用寿命；②设有联锁装置，保证开关在合闸状态开关盖不能开启，开关盖开启时又不能合闸，既有利于充分发挥外壳的防护作用，又保证了更换熔丝时不会因误操作合闸而产生触电事故。

HH 系列铁壳开关适应于作为机床的电源开关和直接起动与停止 15kW 以下电动机的控制，同时还可作为工矿企业电气装置、农村电力排灌及照明等各种配电设备的开关及短路保护之用。

2. 转换开关

转换开关又称组合开关，由分别装在多层绝缘件内的动、静触片组成。动触片装在附有手柄的绝缘方轴上，手柄沿任一方向每转动一定角度，触片便轮流接通或分断。为了使开关在切断电路时能迅速灭弧，在开关转轴上装有扭簧储能机构，使开关能快速接通与断开。图 1-4 所示为 HZ 系列转换开关的外形图。

应用较多的组合开关有 HZ10 系列无限位组合开关和 HZ3 系列有限位组合开关。

(1) HZ10 系列组合开关

HZ10 系列组合开关为无限位型组合开关的代表型号，它可以在 360°范围内旋转，每旋转一次，手柄位置在空中改变 90°，它可无定位及无方向限制转动。它是由数层动、静触点分别组装于绝缘胶木盒内，动触点装于附有手柄的转轴上，随转轴旋转位置的改变而改变动、静触点的通/断。由于它采用了扭簧储能机构，故能快速分断及闭合，而与操作手柄的速度无关。图 1-5 所示为 HZ10 无限位型系列组合开关在电路中的符号。

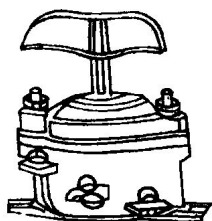
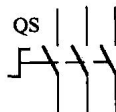


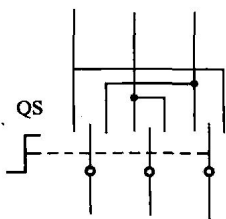
图 1-4 HZ 系列转换开关的外形图

图 1-5 HZ10 无限位型系列
组合开关在电路中的符号

HZ10 系列组合开关主要用于中、小型机床的电源隔离开关，控制线路的切换，小型直流电动机的励磁，磁性工作台的退磁等；还可直接用于控制功率小于 5.5kW 的电动机的启动及停止。

(2) HZ3 系列组合开关

HZ3 系列组合开关为有限位型组合开关的代表型号。HZ3 系列组合开关又称为倒顺开关或可逆转换开关，它只能在“倒”、“顺”、“停”三个位置上转动，其转动范围为 90°。从“停”挡扳至“倒”挡转向为 45°，从“停”挡扳至“顺”挡亦为 45°。当作为电动机正、反转控制时，将手柄扳至“顺”挡位置，在电路上接通电动机的正转电源，电动机正转；当电动机需要反转时，将手柄扳至“倒”挡位置，HZ3 系列组合开关在内部将两组触点互相调换，使电动机接入反转电源，得电反转。图 1-6 所示为 HZ3 系列组合开关在电路中的符号。

图 1-6 HZ3 系列组合
开关在电路中的符号

HZ3 系列组合开关主要用于小型异步电动机的正、反转控制及双速异步电动机变速的控制。

3. 自动空气开关

自动空气开关又称自动空气断路器，它在现代电气控制中被广泛作为电源的引入开关及电动机启动、停止的控制开关。自动空气开关适用于交流 50Hz 或 60Hz、电压至 500V，直流电压 440V 以下的电路。当电路中发生超过允许极限的过载、短路及失压时，电路自动分断。在正常条件下作为电路的不频繁接通和分断开关。

常用的自动空气开关有 DZ5 系列、DZ10 系列和 DZ20 系列。DZ20 系列自动空气开关的外形及结构如图 1-7 所示。

DZ520 型自动开关的结构采用立体布置，操作机构在中间，外壳顶部凸出红色分闸按钮和绿色合闸按钮，通过储能弹簧连同杠杆机构实现开关的接通和分断；壳内底座上部为热脱扣器，由电热元件和双金属片构成，用做过载保护，还有一个电流调节盘，用于调节整定电流；下部为电磁脱扣器，由电流线圈和铁心组成，做短路保护用；主触点系统在操作机构的下面，由动触点和静触点组成，用于接通和分断主电路的大电流并采用栅片灭弧；另外，还