

从零开始

学电动机、变频器和PLC

全面提升从业技能
看得懂 学得会 用得上

陶柏良 ◎ 主编

刘建清 范军龙 ◎ 编著



中国工信出版集团



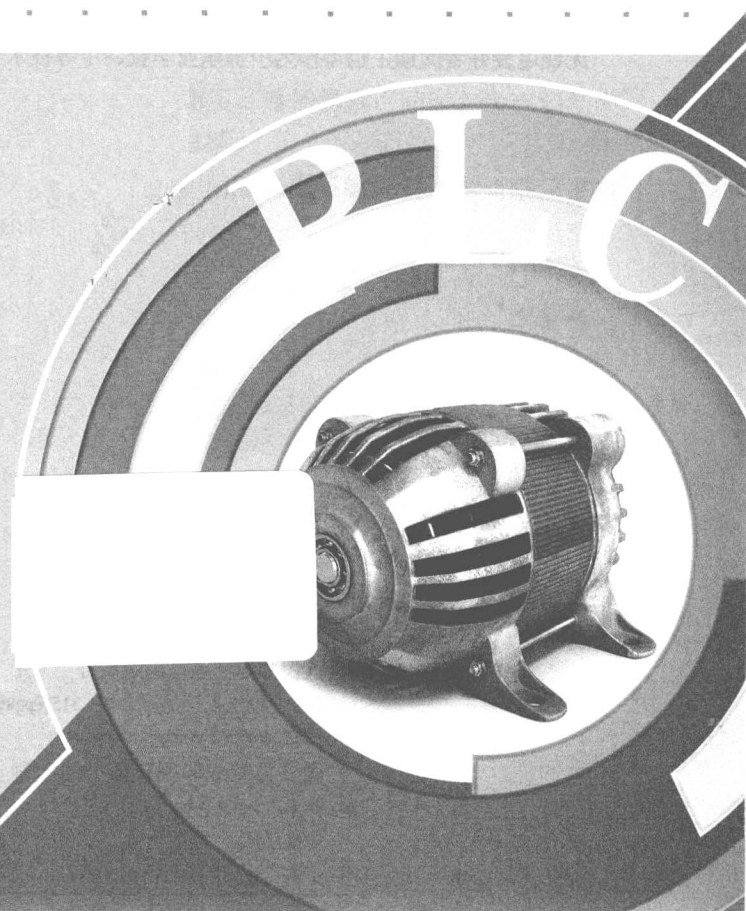
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

从零开始

学电动机、变频器和PLC

陶柏良 ◎ 主编

刘建清 范军龙 ◎ 编著



人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

从零开始学电动机、变频器和PLC / 陶柏良主编 ;
刘建清, 范军龙编著. -- 北京 : 人民邮电出版社,
2018. 12

ISBN 978-7-115-49525-9

I. ①从… II. ①陶… ②刘… ③范… III. ①电动机
②变频器③PLC技术 IV. ①TM32②TN773③TM571.61

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第224629号

内 容 提 要

这是一本专门为电气控制初学者“量身定做”的“傻瓜型”教材, 本书采用新颖的讲解形式, 深入浅出地介绍了电动机、变频器与 PLC 相关知识, 主要包括: 三相异步电动机、单相异步电动机、直流电动机、单相串励式电动机、步进电机、同步电机、直线电动机、变频器、PLC 等内容。

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, 适合电子初学者、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培训教材。

-
- ◆ 主 编 陶柏良
编 著 刘建清 范军龙
责 编 黄汉兵
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5 2018 年 12 月第 1 版
字数: 396 千字 2018 年 12 月河北第 1 次印刷
-

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010) 81055488 印装质量热线: (010) 81055316
反盗版热线: (010) 81055315

电动机是一种把电能转换成机械能的设备，它广泛应用于工农业生产、国防建设、科学研究和日常生活等各个方面。

变频器是应用变频技术与微电子技术，通过改变电机工作电源频率方式来控制电动机的电力控制设备，可起到节能、调速的作用，随着工业自动化程度的不断提高，变频器也得到了非常广泛的应用。

可编程控制器（PLC）是在电气控制技术、计算机技术和通信技术的基础上开发出来的产品，现已广泛应用于工业控制各个领域，在就业竞争日趋激烈的今天，PLC技术是从事工业控制技术人员必须掌握的一门专业技术。

本书主要讲解电动机、变频器和PLC的知识。写作的出发点是不讲过深的理论知识，力求做到理论和实践相结合，循序渐进、由浅入深、通俗实用。以指导初学者快速入门、步步提高、逐渐精通，使初学者能够在较短的时间内掌握电动机、变频器和PLC相关知识。

本书具有较强的针对性和实用性，内容新颖、资料翔实、通俗易懂，同时，考虑到初学者使用方便，书中所列出的内容均进行了认真的分类和总结。

参加本书编写工作的还有宗军宁、刘水潺、宗艳丽等同志。由于编著者水平有限，书中疏漏之处难免，诚恳希望各位同行、读者批评指正。

编著者

2018年7月

我们所处的时代是一个知识爆发的时代，新产品、新技术层出不穷，电子技术发展更是日新月异。当你对妙趣横生的电子世界发生兴趣时，首先想到找一套适合自己学习的电子方面的图书阅读，“从零开始学电子”丛书正是为了满足零起点入门的电子爱好者而写的，全套丛书共有如下6册：

从零开始学电工电路

从零开始学电动机、变频器和 PLC

从零开始学电子元器件识别与检测

从零开始学模拟电路

从零开始学数字电路

从零开始学 51 单片机 C 语言

和其他电子技术类图书相比，本丛书具有以下特点。

内容全面，体系完备。本丛书给出了电子爱好者学习电子技术的全方位解决方案，既有初学者必须掌握的电工电路、模拟电路和数字电路等基础理论，又有电子元器件检测、电动机等操作性较强的内容，还有变频器、PLC、51 单片机、C 语言等软硬件结合方面的综合知识。内容详实，覆盖面广。掌握好本系列内容，读者不但能熟练读懂有关电子科普类杂志，再稍加实践，必定成为本行业的行家里手。

通俗易懂，重点突出。传统的图书在介绍电路基础和模拟电子等内容时，大都借助高等数学这一工具进行分析，电子爱好者自学电子技术时，必须先学高等数学，再学电路基础，门槛很高，使大多数电子爱好者被拒之门外，失去了学习的热情和兴趣。为此，本丛书在编写时，完全考虑到了初学者的需要，既不讲难懂的理论，也不涉及高等数学方面的公式，尽可能地把复杂的理论通俗化，将烦琐的公式简易化，再辅以简明的分析，典型的实例。这构成了本丛书的一大亮点。

实例典型，实践性强。本丛书最大程度地强调了实践性，书中给出的例子大都经过了验证，可以实现，并且具有代表性，本丛书中的单片机实例均提供有源程序，并给出实验方法，以方便读者学习和使用。

内容新颖，风格活泼。丛书所介绍的都是电子爱好者关心的、并且在业界获得普遍认同的内容，丛书的每一本都各有侧重，又互相补充，论述时疏密结合，重点突出，不拘一格。对于重点、难点和容易混淆的知识，书中还用专用标识进行了标注和提示。

把握新知，结合实际。电子技术发展日新月异，为适应时代的发展，丛书还对电子技术的新知识做了详细的介绍；丛书中涉及的应用实例都是编著者开发经验的提炼和总结，相信会对读者带来很大的帮助。在讲述电路基础、模拟和数字电子技术时，还专门安排了软件仿真实验，实验过程非常接近实际操作的效果。仿真软件不但提供了各种丰富的分立元件和集成电路等元器件，还提供了各种丰富的调试测量工具：各种电压表、电流表、示波器、指示

器、分析仪等。仿真软件是一个全开放性的仿真实验平台，给我们提供了一个完备的综合性实验室，可以任意组合实验环境，搭建实验。电子爱好者通过实验，将使学习变得生动有趣，加深对电路理论知识的认识，一步一步走向电子制作和电路设计的殿堂。

总之，对于需要学习电子技术的电子爱好者而言，选择“从零开始学电子”丛书不失为一个良好选择。该丛书一定能给你耳目一新的感觉，当你认真阅读完本丛书后将发现，无论你所读的书，还是读完书的你，都有所不同。

第 1 章 认识电动机和低压电器1

1.1 电动机介绍1

1.1.1 电动机的分类1

1.1.2 常用电动机介绍5

1.2 电动机控制常用低压电器6

1.2.1 开关电器（刀开关和转换开关）6

1.2.2 主令电器（按钮和主令开关）10

1.2.3 保护器（断路器、漏电和浪涌保护器）14

1.2.4 熔断器16

1.2.5 接触器19

1.2.6 继电器22

1.2.7 启动器33

第 2 章 三相异步电动机的组成与原理37

2.1 三相异步电动机的组成37

2.1.1 定子37

2.1.2 转子39

2.1.3 风扇和风扇罩41

2.2 三相异步电动机的工作原理41

2.2.1 演示实验41

2.2.2 旋转磁场的产生42

2.2.3 电动机旋转方向的改变44

2.2.4 三相异步电动机的极对数与转速44

2.2.5 三相异步电动机的铭牌数据45

第 3 章 三相异步电动机维修与绕组重绕50

3.1 电动机维修常用仪器、工具及材料50

3.1.1 常用仪表50

3.1.2 通用工具53

3.1.3 专用工具53

3.1.4 常用材料57

3.2 三相异步电动机绕组展开图64

3.2.1 绕组展开图术语64

3.2.2 单层绕组展开图的画法与嵌线技巧69

3.3 三相异步电动机的维修与改装76

3.3.1 定子绕组故障维修76

3.3.2 定子铁芯故障的修理80

3.3.3 轴承的修理81

3.3.4 三相异步电动机的改装83

3.4 三相异步电动机绕组的重绕87

3.4.1 重绕前的准备工作87

3.4.2 绕组的重嵌93

3.4.3 重嵌后的浸漆与烘干99

3.4.4 重绕后的检验102

第 4 章 三相异步电动机基本控制电路105

4.1 三相异步电动机的启动控制105

4.1.1 三相异步电动机直接启动控制105

4.1.2	三相异步电动机降压启动控制	108
4.2	三相异步电动机的正反转控制	112
4.2.1	手动正反转控制	112
4.2.2	接触器互锁的正反转控制	113
4.2.3	按钮互锁正反转控制	114
4.2.4	接触器按钮双重互锁正反转控制	115
4.3	三相异步电动机的制动控制	115
4.3.1	机械制动控制	115
4.3.2	电气制动	117
4.4	三相异步电动机的调速	119
4.4.1	变频调速	119
4.4.2	变极调速	119
4.4.3	改变转差率调速(用于绕线式电动机)	120
4.5	电动机控制系统的保护	120
4.5.1	电流型保护	121
4.5.2	电压型保护	122
4.5.3	断相保护	124
4.5.4	温度保护	125
4.5.5	漏电保护	125
4.5.6	电动机常用保护电路分析	125

第5章 单相异步电动机原理与维修

5.1	单相异步电动机的组成、原理与分类	128
5.1.1	单相异步电动机的组成	128
5.1.2	单相异步电动机的工作原理	133
5.1.3	单相异步电动机的分类	135
5.2	单相异步电动机绕组重绕与维修	137
5.2.1	单相异步电动机绕组的识别	137
5.2.2	单相异步电动机绕组的重绕	143

5.2.3	工农业生产用单相异步电动机的修理	146
5.2.4	家用电器用单相异步电动机的修理	149

第6章 电动机的五种类型

6.1	直流电动机	153
6.1.1	熟悉大中型电磁直流电动机	153
6.1.2	了解小型永磁直流电动机	160
6.1.3	开拓创新的无刷直流电动机	162
6.2	单相串励式电动机	165
6.2.1	单相串励电动机的原理	165
6.2.2	单相串励电动机的结构	166
6.2.3	单相串励电动机的型号及铭牌数据	168
6.2.4	单相串励电动机常见故障维修	169
6.3	步进电动机	170
6.3.1	步进电动机的分类	170
6.3.2	步进电动机的结构	171
6.3.3	步进电动机的工作原理	171
6.3.4	步进电动机的步距角和转速	173
6.3.5	步进电动机驱动电路	173
6.4	同步电机	178
6.4.1	何谓同步电机	178
6.4.2	几种常见同步电机简介	179
6.5	直线电动机	181
6.5.1	什么是直线电动机	181
6.5.2	直线电动机的组成	181
6.5.3	直线电动机的主要分类	181

第7章 功能强大的通用变频器

7.1	变频器概述	183
7.1.1	变频器的分类	183
7.1.2	变频器的基本结构及工作原理	186

7.2	通用变频器的使用与应用	189
7.2.1	三菱 FR-E740 通用变频器的使用	189
7.2.2	国产通用变频器介绍	199
7.2.3	变频技术的应用	201

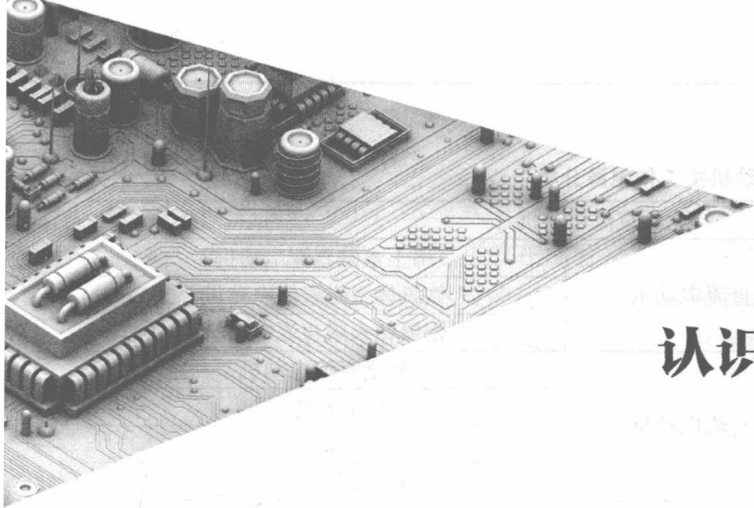
第 8 章 软硬兼施的 PLC

8.1	PLC 的分类及硬件组成	205
8.1.1	PLC 的分类	205
8.1.2	PLC 与其他工业控制系统比较	207
8.1.3	PLC 的基本组成	208
8.1.4	PLC 的工作原理	212
8.2	PLC 的指令与编程	213

8.2.1	认识 PLC 编程语言	213
8.2.2	欧姆龙 CP1E PLC 简介	218
8.2.3	欧姆龙 CP1E 指令系统	221
8.2.4	欧姆龙编程软件的使用	238
8.2.5	欧姆龙 CP1E PLC 设计实例	243

8.3	电动机、变频器与 PLC 综合应用	248
8.3.1	用 PLC 控制变频器和电动机	249
8.3.2	绘制梯形图	250

主要参考资料	253
--------------	-----



第1章

认识电动机和低压电器

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。在本章中，除简要介绍常见电动机外，还系统介绍了低压电器的结构、原理等内容。

| 1.1 电动机介绍 |

1.1.1 电动机的分类

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。如图 1-1 所示是大型和小型直流电动机的实物图。图 1-2 所示为大型和小型交流电动机实物图。

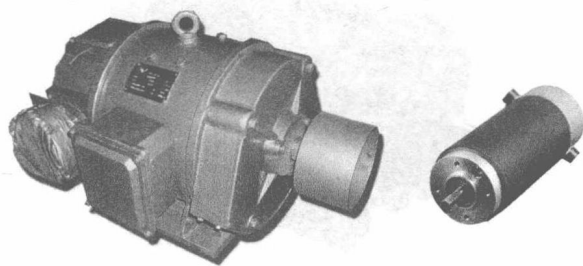


图1-1 大型和小型直流电动机实物

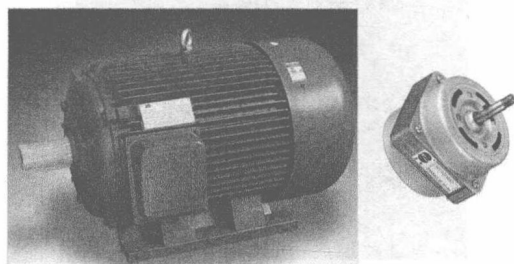


图1-2 大型和小型交流电动机实物

在直流和交流电动机两大类中又分了许多种类，见表 1-1。另外，还有一种单相串励式电动机，它既可以使用直流电，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
交流电动机	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
		单相异步电动机	分相式电动机
			电容启动式电动机
			电容运转电动机
			电容启动运转电动机
			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。

简单地说，同步和异步电动机均属交流动力电动机，是靠 50Hz 交流电网供电而转动，异步电动机是定子送入交流电，产生旋转磁场，而转子受感应产生磁场，这样两磁场作用，使得转子跟着定子的旋转磁场而转动，其中转子比定子旋转磁场慢，有个转差，不同步，所以称为异步机。而同步电动机定子送入交流电，其转子是人为加入直流电形成不变磁场，这样转子就跟着定子旋转磁场一起转而同步，因此称同步电动机。异步电动机简单，成本低，易于安装、使用和维护，所以受到广泛使用。缺点效率低，调速性能稍差，功率因数低，对电网不利。而同步电动机效率高。是容性负载，可改善电网功率因数，多用于工矿大型设备。

如图 1-3 所示是三相异步电动机实物图，如图 1-4 所示是三相同步电动机实物图。

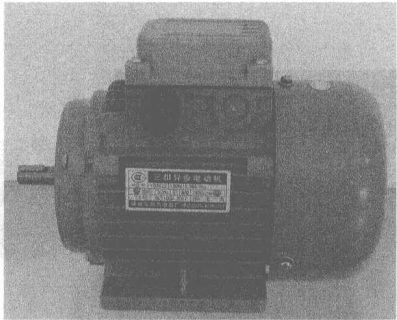


图1-3 三相异步电动机实物图

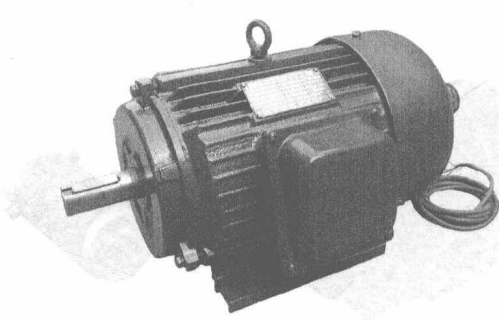


图1-4 三相同步电动机实物图

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。

这里简单说明一下，感应式电动机和换向式电动机的区别。

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作感应式电动机。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。以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，这种电动机叫作换向式电动机。

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。如图 1-5 所示是开启式电动机的实物图。

开启式电动机又可分为以下几类。

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。

防滴式：可防止水流入电动机内。

防滴防护式：具有防滴式和防护式的特点。

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。封闭式电动机实物如图 1-6 所示。

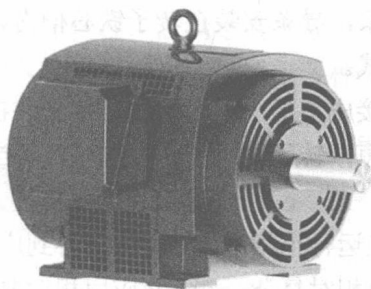


图1-5 开启式电动机实物图

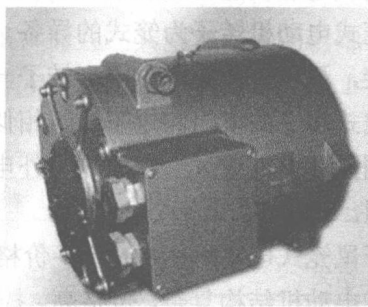


图1-6 封闭式电动机实物图

封闭式电动机又分为以下几类。

全封闭防腐式：可在有腐蚀性气体的场合中使用。

全封闭冷却式：电动机的转轴上安装有冷却风扇。

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。

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. 按启动与运行方式分类

电动机按启动与运行方式可分为电容启动式电动机、电容运转式电动机、电容启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鼠笼式电动机和绕线式电动机，如图 1-7 所示。



图 1-7 鼠笼式和绕线式电动机实物图

鼠笼式电动机和绕线式电动机的定子基本上是一样的，区别在于转子部分。

鼠笼式电动机转子为笼式的导条。导条通常为铜条，导条安装在转子铁芯槽内，两端用端环焊接，形状像鼠笼。中小型转子一般采用铸铝方式。

绕线式转子的绕组和定子绕组相似，三相绕组连接成星形，三根端线连接到装在转轴上的 3 个铜滑环上，通过一组电刷与外电路相连接。当短接转子绕组的 3 根线时，可当鼠笼电动机使用。

由于鼠笼式电动机结构简单、价格低，控制电动机运行也相对简单，所以得到广泛采用。而绕线式电动机结构复杂，价格高。控制电动机运行也相对复杂一些，其应用相对要少一些，但绕线式电动机因为其启动、运行的力矩较大，一般用在重载负荷中。

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级变速电动机

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。

1.1.2 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，直流电动机发明得较早，后来才出现了交流电动机，当发明了交流电以后，交流电动机才得到迅速的发展。但是，由于直流电动机具有良好的启动和调速性能，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。

2. 异步电动机

运行时异步的电动机称为异步电动机，常用的异步电动机有三相异步电动机和单相异步电动机。

(1) 三相异步电动机

三相异步电动机广泛应用于工农业生产中，在工业方面，它用于拖动各种机床、起重机、水泵等设备；在农业方面，它用于拖动排灌机械、脱粒机、粉碎机及其他农副产品加工机械等。

三相异步电动机与直流电动机、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
定子铁芯外径（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,因铁芯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、启动转矩大、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。

| 1.2 电动机控制常用低压电器 |

低压电器是指工作在额定电压直流 1500V、交流 1200V 以下的各种电器,是电动机控制系统的基本组成部分,电动机控制系统的优劣与所用低压电器直接相关,电动机只有在低压电器的大力配合下,才能发挥出最大的作用。

1.2.1 开关电器(刀开关和转换开关)

开关电器主要有刀开关、转换开关、按钮开关等。

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,也常用来直接启动小容量的异步电动机。断路器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

刀开关又名闸刀开关,主要由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成,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。如图 1-8 所示是常用刀开关的实物图。

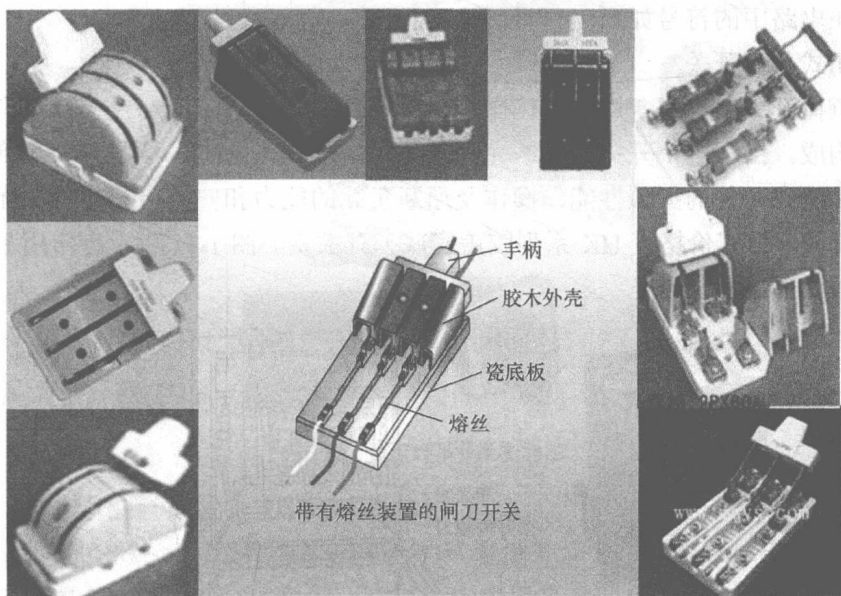


图1-8 常用刀开关实物图

(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 1-9 为 HK 系列负荷开关结构图。

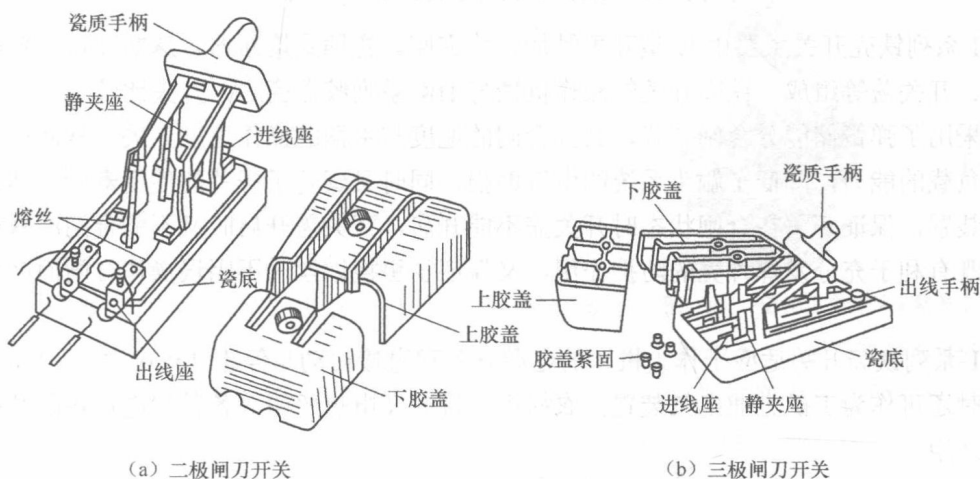


图1-9 HK系列负荷开关

HK 系列开关是由刀开关和熔断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，熔断丝动作后，只要更换新熔丝仍可继续使

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 10A 至 100A 的电路中, 由于结构简单, 价格低廉, 常用作照明电路的电源开关, 也可用来控制 5.5kW 以下异步电动机的启动和停止。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 1-10 所示。

(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, 但其价格较 HK 系列胶盖瓷底刀开关贵。图 1-11 所示为常用 HH 系列铁壳开关的结构与外形。

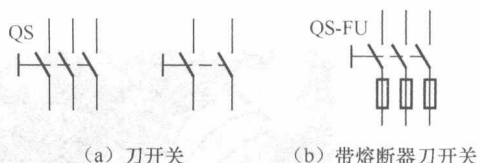


图 1-10 刀开关在电路中的符号

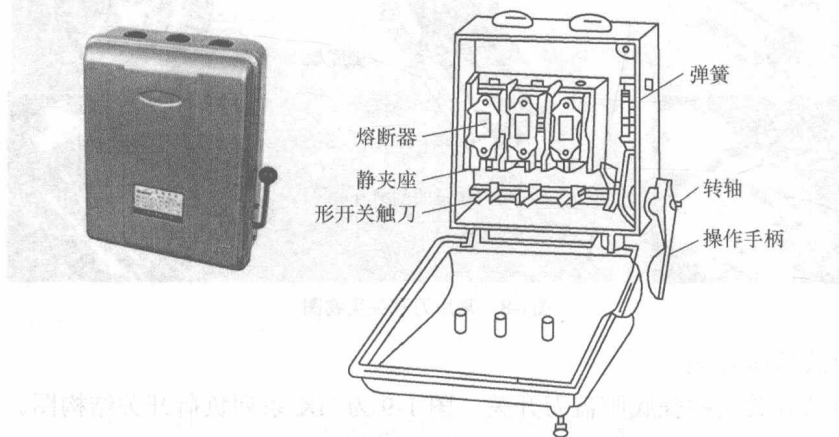


图 1-11 常用 HH 系列铁壳开关的结构与外形

HH 系列铁壳开关主要由 U 型开关触片、静夹座、瓷插式熔断器、速断弹簧、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: 其一是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, 降低了触头系统的电气磨损, 同时又延长了开关的使用寿命; 其二是设有联锁装置, 保证开关在合闸状态时开关盖不能开启, 开关盖开启时又不能合闸。联锁装置的采用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启动与停止 15kW 以下电动机的控制, 同时还可作为工矿企业电气装置, 农村电力排灌及电热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, 转换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