

电工类

DIANJI

WEIXIU RUMEN

一招鲜

就业技术速成丛书



电机 维修入门

张军 编著

适合培训·便于自学



安徽科学技术出版社

一招鲜·就业技术速成丛书

电机维修入门

张 军 编著



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电机维修入门/张军编著. —合肥:安徽科学技术出版社, 2007. 3

(一招鲜·就业技术速成丛书)

ISBN 978-7-5337-3753-5

I. 电… II. 张… III. 电机-维修-基本知识
IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 026258 号

电机维修入门

张 军 编著

出 版 人: 朱智润

责任编辑: 倪颖生

封面设计: 冯 劲

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市跃进路 1 号, 邮编: 230063)

电 话: (0551)2833431

网 址: www.ahstp.com.cn

E - mail: yougoubu@sina.com

经 销: 新华书店

排 版: 安徽事达科技贸易有限公司

印 刷: 合肥华星印务有限责任公司印刷

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 11.25

字 数: 270 千

版 次: 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 6 000

定 价: 19.80 元

(本书如有印装质量问题, 影响阅读, 请向本社市场营销部调换)

《一招鲜·就业技术速成丛书》

编写委员会

主 编 石伟平

副主编 张能武 徐 森

委 员 (按姓氏笔画为序)

王新华	艾春平	卢小虎	刘春玲	汪立亮
张志刚	张 军	张能武	李春亮	苏本杰
李明善	杨昌明	杨奉涛	罗中华	夏红民
徐 森	黄 芸	程美玲	程国元	满维龙
戴胡斌				

内容提要

电机是一种进行机电能量转换的电磁机械装置,应用广泛。本书是电机维修的入门书籍,根据近年来电机发展,介绍了电机维修的基础知识、直流电机维修、单相异步电动机、三相异步电动机、同步电机和特殊电动机等。本书可供从事电机维修的一线工人阅读,也可供相关专业的人员参考。

目 录

第一章 电机维修基础知识	1
第一节 电机实用技术基础	1
一、电机的分类及型号	1
二、电机的结构型式	6
三、系列电机.....	12
四、电动机的选择.....	15
第二节 电机维修常用工具及设备	22
一、电机维修常用量具和工具.....	22
二、电机维修常用仪表及器具.....	37
三、电机维修常用设备及自制工具.....	43
第三节 电机维修常用电工材料	50
一、导电材料.....	50
二、绝缘材料.....	56
三、导磁材料.....	68
第二章 直流电机的维修	70
第一节 直流电机的结构	70
一、直流电机的工作原理.....	70
二、直流电机的结构.....	73
三、直流电机的用途及类型.....	77
四、直流电机的铭牌数据.....	81
五、直流无刷电动机.....	84
第二节 直流电动机的维修	85
一、直流电动机的运行与维护.....	85

二、直流电动机的常见故障及原因	86
三、直流电枢绕组故障的检修	89
四、定子励磁绕组的检修	104
五、换向器的修理	108
第三节 直流电机的试验	115
一、直流电机的拆卸	115
二、直流电机修复后试验	116
第三章 单相异步电动机	119
第一节 单相异步电动机的工作原理	119
一、单相异步电动机的分类	119
二、单相异步电动机的主要系列	120
三、单相异步电动机的基本结构	122
四、单相异步电动机的工作原理	128
第二节 单相异步电动机的维修	134
一、单相异步电动机的常见故障与排除	134
二、启动装置的检修	138
三、电容的检修	139
四、罩极绕组的修理	141
第三节 单相电动机绕组重绕	141
一、重绕前的准备工作	141
二、绕线工艺	167
三、嵌线和接线工艺	169
四、绕组的绝缘处理	179
第四章 三相异步电动机	184
第一节 三相异步电动机的结构及原理	184
一、三相异步电动机的工作原理	184
二、三相异步电动机的结构	191
三、三相异步电动机的类型和用途	196

四、三相异步电动机的铭牌数据	198
第二节 三相异步电动机的维修	201
一、三相异步电动机的日常维护	201
二、三相异步电动机运行中常见故障及处理	204
三、定子绕组故障的处理	211
四、转子故障的处理	220
五、定子、转子铁芯故障的处理	224
六、轴承和转轴故障的处理	225
七、电动机轴承的选择	229
八、微型电动机轴承的清洗	231
九、绕线型电动机滑环内套与电动机轴配合间隙过大的处理	232
第三节 三相交流电机绕组的重绕修理	233
一、记录原始数据	233
二、绕组接法的识别	235
三、拆除旧绕组	239
四、散绕线圈的绕制、嵌线与接线	242
五、成型线圈的绕制、嵌线与接线	252
六、杆形线圈的绕制、嵌线与接线	256
七、磁极线圈的绕制、嵌线与接线	260
八、重换绕组后的绝缘处理	261
第五章 同步电机	265
第一节 同步电机的结构及原理	265
一、同步发电机的工作原理	266
二、同步发电机的结构	268
三、同步发电机的型号	269
四、同步发电机的铭牌数据	273
五、同步电动机概述	275

第二节 同步发电机的维修	279
一、同步发电机的日常维护	279
二、同步发电机运行中的常见故障及处理	284
三、同步发电机的定期维护保养	290
四、同步发电机的故障检修	294
五、同步发电机运行中和检修后的试验	302
第六章 特殊电动机	306
第一节 家用洗衣机电动机	306
一、波轮式洗衣机电动机	306
二、滚筒式洗衣机电动机	311
三、洗衣机电动机常见故障及维修	313
第二节 电冰箱、空调器压缩机电动机	314
一、压缩机电动机分类及结构	314
二、压缩机电动机定子绕组结构	317
三、压缩机电动机常见故障及维修	322
第三节 吸尘器电动机	323
一、吸尘器电动机结构	323
二、吸尘器电动机拆装	327
三、吸尘器电动机常见故障及维修	332
第四节 电钻的检修	335
一、单相电钻的结构与特性	335
二、单相电钻的常见故障与排除	336
三、电钻的技术数据	338
四、电钻的修理	339
第五节 交直流电焊机的修理	343
一、交直流电焊机的特性	343
二、直流电焊机的修理	344
三、交流电焊机的修理	347

第一章 电机维修基础知识

第一节 电机实用技术基础

一、电机的分类及型号

1. 电机的分类

电机是一种进行机电能量转换的电磁机械装置。按能量转换方向的不同,电机可分为两大类:第一类是发电机,可实现将轴上输入的机械能转换成线端输出的电能;第二类是电动机,可实现将线端输入的电能转换成轴上输出的机械能。根据电源性质及应用场合的不同,电机又可分为直流电机和交流电机两大类。根据结构与工作原理的不同,交流电机还可分为感应电机、同步电机和交流整流子电机三种类型,电机的基本分类方法如图 1-1 所示。

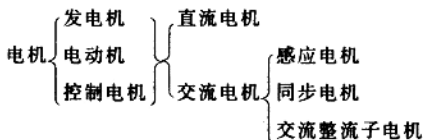


图 1-1 电机的基本分类方法

电机除作为发电机和电动机使用以外,在自动控制系统中还使用了各种控制电机,用来完成各种讯号的转换。

电机的分类还可以有其他方法。例如,按机座号的大小或功率的大小,电机可分为大型、中型、小型和小功率电机。一般来说,电枢铁芯外径大于 990 mm 的电机为大型电机,中心高 H 在 400~630 mm 范围内的电机为中型电机。小功率电机是将转速折算至

1500 r/min时,其连续定额时的额定功率不超过 1.1 kW 的电机。

电机还可按外壳防护型式、冷却方法、安装型式、使用环境条件、绝缘结构、励磁方式和工作制等特征进行分类。电机按结构型式分类如表 1-1。

表 1-1 电机按结构型式的分类

分类	类型	分类	类型
按外壳防护型式	开启式、防护式、封闭式、防尘式、防爆式等	按绝缘等级	A 级、E 级、B 级、F 级、H 级
		按工作制	连续、短时、周期、非周期
按通风冷却方式	自冷式、自扇冷式、他扇冷式、管道通风式等	按电机尺寸	大型 中型 小型 小功率
按安装型式	卧式、立式、凸缘(带底脚或不带底脚)	中心高/mm	>630 400~630 80~355 <90
		定子铁芯外径/mm	>990 590~990 120~590 <160

2. 电机的功能

实现机械能与电能之间的能量转换是电机的基本功能。发电机把从原动机输入的机械能转换成绕组端口的电能,而电动机则反之,它把绕组端口从电网输入的电能转换成轴上输出的机械能。当然,在进行能量转换的过程中,电机内部难免会产生一些损耗,这些损耗将转变成内能散发到电机周围的冷却介质中,同时也使电机的温度升高。由于这些损耗的存在,使电机的效率总是小于 100%。

电机正常运行时,如果其中某些电气的或机械的输入量发生变化时,电机的运行状态和输出也会按照一定的规律随之发生变化。例如,当交流电动机的频率、电压、磁场或负载等发生变化时,其感应电动势、电流、电磁转矩、功率和转速等也会随之变化。如果对交流电动机的频率、电压、磁场等进行控制,就可以使该电动机的运行状态和输出量按照控制要求变化。因此,电机还具有根据输入量的改变而使输出量(例如转速、转矩、功率等)做出相应变化的功能,对于

速度控制和伺服控制等自动控制系统,电机的这种受控功能十分重要。

电动机的机电能量转换和受控功能如图 1-2 所示。

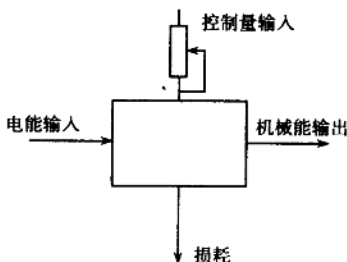
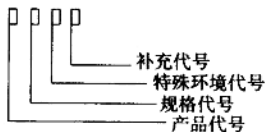


图 1-2 电动机的功能

控制电机是一类专门用来实现各种讯号变换的电机,在自动控制系统和计算装置中,主要用作检测、放大、执行、解算等功能。例如测速电机是一种速度检测元件,可以把轴上的转速信号转换成电压信号输出,可用于直流电动机或交流电动机的速度控制;伺服电动机是一种执行元件,可以把位置传感器检测到的位置信息转换成伺服电动机轴上输出的角位移或角速度,从而实现伺服系统的位置控制。

3. 电机的产品型号

电机的产品型号由产品代号、规格代号、特殊环境代号以及补充代号等四个部分组成,并按以下顺序排列。



(1) 产品代号

电机产品代号又由电机类型代号、电机特点代号、设计序号和励磁方式代号等四个小节按顺序组成。

我国的电机类型代号采用汉语拼音来表示各种不同类型的电

机,如表 1-2 所示。

表 1-2 电机类型代号

序号	电机类型	代号
1	异步电动机(笼型及绕线转子型)	Y
2	同步电动机	T
3	同步发电机(除汽轮、水轮发电机外)	TF
4	直流电动机	Z
5	直流发电机	ZF
6	测功机	C
7	交流换向器电机	H
8	潜水电机	Q
9	纺织用电机	F

电机特点代号表示电机的性能、结构或用途等,采用汉语拼音字母标注。对于防爆电机,代表防爆类型的字母 A(增安型)、B(隔爆型)和 ZY(正压型)应标于电机的特点代号首位,即紧接在电机类型代号后面标注。

设计序号是指电机产品设计的顺序,用阿拉伯数字表示。对于第一次设计的产品不标注设计序号,派生系列设计序号按基本系列标注,专用系列按本身设计的顺序标注。

励磁方式代号用汉语拼音字母标注,其中 S 表示三次谐波励磁、J 表示晶闸管励磁、X 表示相复励励磁,并应标注于设计序号之后。当不必标注设计序号时,则标于特点代号之后,并用短线分开。

(2)规格代号

电机规格代号用轴中心高、铁芯外径、机座号、机壳外径、轴伸直径、凸缘代号、机座长度、铁芯长度、功率、电流等级、转速或极数等来表示。

机座长度采用国际通用字母号表示,S 表示短机座、M 表示中机

座、L 表示长机座。铁芯长度按由短至长,依次用数字 1,2,⋯表示。极数也用阿拉伯数字表示。

常用主要系列电动机产品的规格代号构成如表 1-3 所示。

表 1-3 常用主要系列电动机产品的规格代号构成

电动机类型	规格代号构成	举例
小型异步电动机	中心高(mm)机座长度(字母代号)铁芯长度(数字代号)-极数	YR132M1-4
	中心高(mm)机座长度(字母代号)-极数	Y2-112M-4
中大型异步电动机	中心高(mm)机座长度(字母代号)铁芯长度(数字代号)-极数	Y400-2-6
小型同步电动机	中心高(mm)机座长度(字母代号)	T2-160S2
小型直流电动机	中心高(mm)铁芯长度(数字代号)-端盖代号(数字代号)	Z4-180-21

(3) 特殊环境代号

电机的特殊环境代号如表 1-4 所示。若同时适用于一个以上的特殊环境时,则按表 1-4 所示代号的顺序排列。

表 1-4 电机的特殊环境代号

特殊环境	高原用	航(海)用	户外用	化工防腐用	热带用	湿热带用	干热带用
代号	G	H	W	F	T	TH	TA

(4) 补充代号

补充代号仅适用于有此要求的电机,用汉语拼音字母(不应与特殊环境代号重复)或阿拉伯数字表示,所代表的意义应在产品标准中作具体说明。

二、电机的结构型式

电机的结构型式是指电机的固定用构件、轴承装置以及轴伸等部件的构成情况,主要包括电机的外壳防护型式、冷却方法以及安装方法等。不同结构型式的电机,可以适应不同的使用环境和不同的使用要求。同一种类型的电机,也可以有多种不同的结构型式,现分别说明如下。

1. 电机的外壳防护型式

国家标准 GB/4942.1—2001《旋转电机外壳防护分级》指出,电机的外壳防护应包括,防止人体触及、接近机壳内带电部分和触及机壳内转动部分,以及防止固体异物进入电机内部的防护(第一类防护)和防止水进入电机内部而引起有害影响的防护(第二类防护)。在设计和使用电机时,必须充分考虑电机的使用环境和使用要求,以便设计和选用具有适当外壳防护等级的电机。

我国的电机外壳防护等级代号采用“国际防护”的英文缩写 IP (International Protection) 以及附加在后面的两个数字表示防止人体触及和防止固体异物进入电机的防护,第二个表征数字表示防止水进入电机的防护,前者(第一为数字)分为 6 个等级(0~5),后者(第二个数字)则分为 9 个等级(0~8),如表 1-5 所示。

表 1-5 电机的外壳防护分级

对人体和固体异物的防护分级	对防止水进入的防护分级
0 无防护型	0 无防护型
1 半防护型(防止直径大于 50 mm 的固体异物进入)	1 防滴水型 1(防止垂直滴水)
2 防护型(防止直径大于 12 mm 的固体异物进入)	2 防滴水型 2(防止与垂直成 $\theta \leq 15^\circ$ 的滴水)

续 表

对人体和固体异物的防护分级	对防止水进入的防护分级
3 封闭型(防止直径大于 2.5 mm 的固体异物进入)	3 防淋水型(防护与垂直线成 $\theta \leq 60^\circ$ 的淋水)
4 全封闭型(防止直径大于 1 mm 的固体异物进入)	4 防溅水型(防护任何方向的溅水)
5 防尘型	5 防喷水型(防护任何方向的喷水)
	6 防海浪型
	7 防浸水型
	8 潜水型

例如,我国小型三相感应电动机基本系列——Y 系列的外壳防护等级为 IP44,其中第 1 位数字“4”表示对人体触及和固体异物的防护等级(即电动机外壳能够防护直径大于 1 mm 的固体异物触及或接近机壳内的带电部分或转动部分);而第 2 位数字“4”则表示对防止水进入电机内部的防护等级(即电动机外壳能够承受任何方向的溅水而无有害影响)。Y₂ 系列的外壳防护等级为 IP54,其对人体触及和固体异物的防护等级提高为防尘型,而对水进入电机内部的防护等级与 Y 系列相同。

2. 电机的冷却方法

电机进行机电能量转换时,电机内部会产生铜耗、铁耗、机械损耗和杂散损耗等各种损耗。这些损耗将转换成内能,首先由热传导作用传递到部件表面,然后通过对流和辐射作用散发到周围冷却介质中。与此同时,也使电机内各部件的温度升高。当绕组和铁芯温度超过一定限值时,绝缘材料将因过热而受损,严重时甚至被烧毁。电机的容量越大,其发热和冷却问题也就越突出。

要想降低电机内各部件(主要是绕组和铁芯)的温度,一方面应增强电机内部的热传导能力,另一方面应增强部件表面的散热能力。

前者主要依靠具有优良性能的绝缘材料和良好的浸漆、烘干技术,后者与部件表面(例如机壳表面)的散热面积、冷却介质与冷却表面的相对速度(例如风速)以及冷却介质温度等因素有关。

国家标准 GB/T1993—1993《旋转电机冷却方法》中规定,电机冷却方法代号采用“国际冷却”的英文缩写 IC(International Cooling)以及附加在后面的冷却回路布置的特征数字、冷却介质性质的特征字母以及冷却介质推动方法的特征数字等组成。表示冷却介质性质的特征字母如表 1-6 所示。若冷却介质为空气,则其特征字母“A”可以省略。

表 1-6 冷却介质的特征字母

特征字母	冷却介质
A	空气
F	氟利昂
H	氢气
N	氮气
C	二氧化碳
W	水
U	油
S	其他冷却介质
Y	待确定的冷却介质

冷却回路布置方式与冷却介质推动方法的特征数字及其简要说明如表 1-7 所示。

表 1-7 冷却回路布置方式与冷却介质推动方法

冷却回路布置方式	冷却介质推动方法
0 自由循环 (回路的出入口直接面向周围介质)	0 自由对流 (依靠温度差)