

农村青年职业技能学习丛书



NONGCUN QINGNIAN ZHIYE
JINENG XUEXI CONGSHU

新编

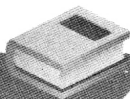
电机修理 实用技术



湖南科学技术出版社

农村青年职业技能学习丛书

NONGCUN QINGNIAN ZHIYE
JINENG XUEXI CONGSHU



新编

电机修理 实用技术



湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

新编电机修理实用技术 / 诸刚主编. — 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2010. 10

(农村青年职业技能学习丛书)

ISBN 978-7-5357-6449-2

I. ①新… II. ①诸… III. ①电机—维修—青年读物

IV. ①TM307-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 190582 号

农村青年职业技能学习丛书

新编电机修理实用技术

主 编: 李春亭

责任编辑: 杨 林 龚绍石

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731 - 84375808

印 刷: 长沙市开福区神龙彩色印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市陡岭支路 255 号

邮 编: 410008

出版日期: 2010 年 11 月第 1 版第 1 次

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 8.25

字 数: 205000

书 号: ISBN 978-7-5357-6449-2

定 价: 16.50 元

(版权所有·翻印必究)

前 言

建设社会主义新农村是农业生产发展的需要。我国土地资源稀缺，人均可耕地面积仅占世界平均水平的 $\frac{2}{5}$ ，同时人口众多，而且还将继续增加，人地关系将长期处于紧张状态。在这种形势下，提高农业生产效率，保障国家粮食安全，满足全体人民食物需求，将主要依靠农业科技进步。

高素质的农民接受新技术的能力强，对新技术的反应敏捷，是加快技术扩散速度和范围，对农业的贡献更大提高的重要关键。另外，高素质农民将形成对农业新技术要素的持续旺盛需求，刺激和推进农业新技术的研究和发明，扩大供给，从而保证农业生产的长期持续发展。

事实上，我国新农村建设还面临着农业产业结构调整 and 农村产业结构（发展第二、第三产业）调整的艰巨任务，产业结构调整意味着就业结构和职业结构的改变，这种改变对劳动力的技术水平要求更高。唯有较高素质的农民才能学习新技术掌握新技能，也才能根据市场变化适时主动地调整产业产品结构。

青年农民是农业生产中最活跃、最具创造力的因素，而对农民进行培训，最主要的途径是：（1）学校正规教育；（2）职业技能培训。有计划地对即将变为城市人口的农民进行培训，为农民身份的改变创造就业机会，增加技能储备，这是我们策划、构思、编写本套《农村青年职业技能学习丛书》的初衷。

本套丛书的编写宗旨是围绕国家“阳光工程”的实施目标，在于提高农村劳动力素质和就业技能，促进农村劳动力向非农产

业和城镇转移，实现稳定就业和增加农民收入，推动城乡经济社会协调发展；围绕提高我国广大农村青年进城务工必须掌握就业的基本知识和技能的时代要求，帮助他们通过自学掌握从农民向技术工人转变所必需的知识和技术，适应社会多领域的就业需求，获得职业入门指导。

本书编委会

目 录

第一章 电机维修入门	1
第一节 电机的应用、类型及型号.....	1
第二节 电机的基本结构形式及主要系列.....	5
第三节 电动机的选择、安装、使用与维护	13
第四节 电机维修的常用工具及仪表	19
第五节 电机运行和修理的安全事项	36
第二章 电机常见机械故障的检修	40
第一节 电机修理前的整体检查	40
第二节 电机的正确拆装	43
第三节 转轴及轴承的故障和检查修理	45
第四节 电机铁芯及机座的修理	49
第五节 电刷装置的故障及修理	50
第三章 直流电机	54
第一节 直流电机的结构与工作原理	54
第二节 直流电机的常见故障诊断与处理方法	57
第三节 直流电机的拆装和修复后的试验	82
第四节 直流电机的故障处理实例	93
第四章 单相异步电动机	105
第一节 单相异步电动机的结构与工作原理.....	105
第二节 单相异步电动机的常见故障诊断与处理方法 ...	110
第三节 单相异步电动机的故障处理实例.....	134
第五章 三相异步电动机	150
第一节 三相异步电动机的结构与工作原理.....	150
第二节 三相异步电动机的常见故障诊断与处理方法 ...	158

第三节 三相异步电动机故障处理实例·····	188
第六章 同步电机 ·····	217
第一节 同步电机概述·····	217
第二节 同步电机的维修·····	223
第三节 同步电机常见故障处理方法·····	239
参考文献 ·····	250

第一章 电机维修入门

第一节 电机的应用、类型及型号

一、电机的应用

1. 电能的生产、传输和分配

在发电厂中，发电机将燃料燃烧、原子核裂变的能量或水的势能转化为机械动能再转换成电能，然后用变压器升高电压，通过输电线把电能送到用电地区，再经变压器降低电压，供用户使用。

2. 驱动各种生产机械和装备

在工农业、交通运输、国防等部门和生活设施中，极为广泛地应用各种电动机来驱动生产机械、设备和器具。例如机床驱动、农副产品加工、矿石采掘和送料、电车和电力机车的牵引等一般都采用电动机来拖动。

3. 作为各种控制系统和自动化、智能化装置的重要元件

随着工农业和国防设施自动化水平的日益提高，出现了多种多样的控制电机，它们在控制系统、自动化和智能化装置（例如电子计算机和机器人）中分别作为执行、检测、放大元件。这类电机一般功率较小，但品种繁多，用途各异，例如电梯的自动选层与显示，阀门遥控，火炮和雷达的自动定位，人造卫星发射和飞行的控制，机床加工的自动控制和显示，以及计算机外围设备、各种自动记录仪表、音像录放设备、医疗器械和现代家用电器设备等的运行控制、检测或者记录显示等。

二、电机的类型

根据电源性质及应用场合的不同,电机可分为直流电机和交流电机两大类。根据结构和工作原理的不同,交流电机还可以分为感应电机、同步电机和交流整流子电机三种类型,电机的基本分类见图 1-1。

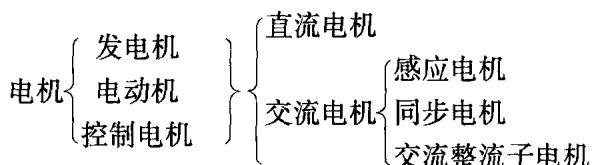


图 1-1 电机的基本分类方法

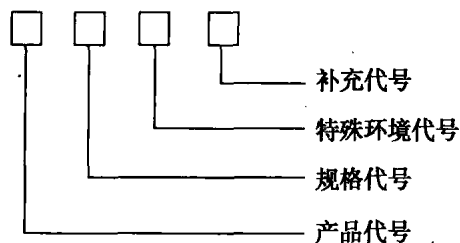
电机的分类还有其它方法,具体可见表 1-1。

表 1-1 电机按结构形式的分类

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

三、电机的型号

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 电机的类型代号

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 表示相复励磁，并应标注于设计序号之后。当不必标注设计序号时，则标注于特点代号之后，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	YR132MI—4
	中心高 (mm) 机座长度 (字母代号) — 极数	YZ—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)	TZ—16052
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)	24—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。

第二节 电机的基本结构形式及主要系列

一、电机的基本结构形式

电机的结构形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形式、冷却方法以及安装方法等。根据分类方法的不同，同一种类型的电机，也可以有多种不同的结构形式，下面予以分别说明。

1. 外壳防护形式

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用 IP（“国际防护”的英文缩

写)加两个数字来表示。前者(第一位数字)代表防止人体触及和防止固体异物进入电机的防护,分为6个等级(0~5);后者(第二位数字)代表防止水进入电机的防护,分为9个等级(0~8),具体如表1-5和表1-6所示。

表 1-5 对人和固体异物的防护分级

数字	含义	数字	含义
0	无防护型	3	封闭型(防止直径大于 2.5 mm 的固体异物进入)
1	半防护型(防止直径大于 50 mm 的固体异物进入)	4	全封闭型(防止直径大于 1 mm 的固体异物进入)
2	防护型(防止直径大于 12 mm 的固体异物进入)	5	防尘型

表 1-6 对防止水进入的防护分级

数字	含义	数字	含义
0	无防护型	5	防喷水型(防止任何方向的喷水)
1	防滴水型 1(防止垂直滴水)	6	防海浪型
2	防滴水型 2(防止与垂直成 $\theta \leq 15^\circ$ 的滴水)	7	防浸水型
3	防淋水型(防止与垂直线成 $\theta \leq 60^\circ$ 的淋水)	8	潜水型
4	防溅水型(防止任何方向的溅水)		

例如,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。

2. 冷却方法

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。

我国的电机冷却方法代号用 IC（“国际冷却”的英文缩写）加代表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 1-7 所示。若冷却介质为空气，则其特征字母“A”可以省略。

表 1-7 冷却介质的特征字母

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

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分别如表 1-8 和表 1-9 所示。

表 1-8

冷却回路的布置方式

数字	含义	数字	含义
0	自由循环（回路的出入口直接面向周围介质）	4	机壳表面冷却（通过机壳表面把热量散发到周围环境介质）
1	进口管或通道循环（冷却介质从进口管或通道流入后自由流出）	5, 6	内装式或外装式冷却器（通过冷却器与周围环境介质交换热量）
2	出口管或通道循环（冷却介质自由流入电机后由出口管或通道流出）	7, 8	内装式或外装式冷却器（通过冷却器与二次冷却介质交换热量）
3	进、出口管或通道循环（冷却介质从进、出口管或通道流入与流出）	9	分装式冷却器（通过独立安装的冷却器与周围环境介质或二次冷却介质交换热量）

表 1-9

冷却介质的推动方法

数字	含义	数字	含义
0	自由对流（依靠温度差）	6	外装式独立部件（由安装在电机上的独立部件驱动介质运动）
1	自循环（依靠转子本身的按风作用或安装在转子上的风扇）	7	分装式独立部件（与电机分开安装的独立部件驱动介质运动）
2, 3, 4	备用	8	相对运动（依靠电机与冷却介质之间的相对运动）
5	内装式独立部件（由安装在电机内部的独立部件驱动介质运动）	9	其他部件（冷却介质由上述方法以外的方法驱动）

例如, Y_2 系列三相感应电动机的冷却方法为 IC411 次级的冷却介质均为空气, 故两个表征冷却介质性质的特征字母 “A” 均可略去不写。第一个特征数字 “4” 表示冷却回路的布置方式为 “机壳表面冷却”, 第二个特征数字 “1” 表示初级冷却介质的推动方法为 “自循环”, 第三个特征数字 “1” 表示次级冷却介质的推动方法亦为 “自循环”。

3. 结构及安装形式

我国的旋转电机的结构及安装形式代号由 IM (“国家安装”的英文缩写) 和附在后面的代表 “卧式安装” 的大写字母 B 或 “立式安装” 的大写字母 V 以及一位或两位阿拉伯数字组成。常用卧式安装电机和立式安装电机的结构特点及安装形式如表 1-10 和表 1-11 所示。

表 1-10 常用卧式安装电机的结构特点及安装形式

代号	结构特点及安装形式
B3	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 有轴伸 (2) 借底脚安装在基础构件上
B35	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 有轴伸, 端盖带凸缘, 凸缘有通孔, 凸缘在 D 端 (轴伸端) (2) 借底脚安装在基础构件上, 并附用凸缘安装
B34	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 有轴伸, 端盖带凸缘, 凸缘有螺孔并有止口, 凸缘在 D 端 (轴伸端) (2) 借底脚安装在基础构件上, 并附用凸缘平面安装
B5	(1) 两个端盖式轴承, 机座无底脚, 轴伸向下, 端盖带凸缘, 凸缘有通孔, 凸缘在 D 端 (轴伸端) (2) 借凸缘在底部安装
B6	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 有轴伸, 结构上与 B3 相同, 但端盖需转 90° (2) 借底脚安装在墙上, 从 D 端看底脚在左边

续表

代号	结构特点及安装形式
B7	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 有轴伸, 结构上与 B3 相同, 但端盖需转 90° (2) 借底脚安装在墙上, 从 D 端看底脚在左边
B8	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 有轴伸, 结构上与 B3 相同, 但端盖需转 180° (2) 借底脚安装在墙上, 从 D 端看底脚在左边
B20	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 有轴伸 (2) 借底脚安装在基础构件上

表 1-11 常用立式安装电机的结构特点及安装形式

代号	结构特点及安装形式
V1	(1) 两个端盖式轴承, 机座无底脚, 轴伸向下, 端盖带凸缘, 凸缘有通孔, 凸缘在 D 端 (轴伸端) (2) 借凸缘在底部安装
V15	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 轴伸向下, 端盖带凸缘, 凸缘有通孔或螺孔, 并有 (或无) 止口, 凸缘在 D 端 (轴伸端) (2) 借底脚安装在墙上, 并附用凸缘在底部安装
V3	(1) 两个端盖式轴承, 机座无底脚, 轴伸向下, 端盖带凸缘, 凸缘有通孔, 凸缘在 D 端 (轴伸端) (2) 借凸缘在顶部安装
V36	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 轴伸向上, 端盖带凸缘, 凸缘有通孔, 凸缘在 D 端 (2) 借底脚安装在墙上或基础构件上, 并附用凸缘在顶部安装
V5	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 轴伸向下 (2) 借底脚安装在墙上或基础构件上
V6	(1) 两个端盖式轴承, 机座有底脚, 轴伸向上 (2) 借底脚安装在墙上或基础构件上