

建设社会主义新农村图示书系



小型电动机 巧用速修 一点通

薛金林 鲁植雄 主编



 中国农业出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

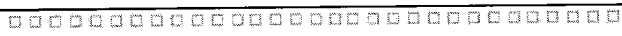
建设社会主义新农村图示书系

小型电动机 巧用速修

一点通

薛金林 鲁植雄 主编

中国农业出版社



主 编 薛金林 鲁植雄

参 编 赵兰英 赵苗苗 李正浩

李晓勤 席鑫鑫 徐 煌

逢小凤 殷新东 陆垚忠

袁 俊 王文伟 类 雪

田丰年 周克林 王 庆

胡 超 魏 伟 徐 浩

白学峰 杨朱永 党振如

前 言

为适应农村农机专业户和广大农村青年学习、使用维修小型电动机的需要，我们编写了《小型电动机巧用速修一点通》一书。书中不涉及高深的专业知识，您只要了解小型电动机的构造和原理，会使用常用的维修仪表和工具，按照本书的指引，通过自己的努力，很快就可以正确使用操作小型电动机，并能迅速排除小型电动机的常见故障，从而延长小型电动机的使用寿命，降低使用成本，尤其是在大忙季节不误农时，提高使用效率。

本书全面系统地叙述了小型电动机的使用、保养、调整、故障诊断、修理、试验等内容。全书共分七章，分别介绍了电动机的基本构造原理、电动机的正确使用、电动机常见故障诊断与排除、电动机机械故障的修理、电动机绕组重绕修理、电动机修理试验、小型电动机维修案例分析。

本书以图示为主，并附有相应的图解文字加以说明，简单明了，易于理解，尤其适合小型电动机使用和维修人员阅读，也可供农机管理人员及其他农机技术人员参考使用。

本书由南京农业大学薛金林和鲁植雄主编。参加本书编写的有赵兰英、赵苗苗、李正浩、李晓勤、席鑫鑫、徐煌、逢小凤、殷新东、陆焱忠、袁俊、王文伟、类雪、田丰年、周克林、王庆、胡

超、魏伟、徐浩、白学峰、杨朱永、党振如等同志。

在本书编绘过程中，得到了许多小型电动机生产企业的大力支持和协助，并参阅了大量参考文献，在此表示诚挚地感谢。

编 者
2010年5月

目 录

前言

第一章 电动机的基本构造原理	1
一、电动机的类型	1
二、电动机的产品型号与结构型式	3
三、三相异步电动机结构与工作原理	17
四、单相异步电动机的结构与工作原理	26
五、电动机绕组及其接线图	33
六、电动机的工作制与定额	43
七、电动机的技术数据	46
第二章 电动机的正确使用	62
一、电动机的选择	62
二、电动机供电线路导线的选择	69
三、电动机的绝缘与接地	73
四、定子绕组出线端的识别	76
五、电动机的安装与传动	79
六、电动机的发热与冷却	89
七、电动机启动方法的选择	91
八、电动机的启动设备和保护装置	94
九、电动机的试机	110
十、三相电动机的单相使用	112
十一、电动机运行中的监视	115
十二、电动机的日常维护、定期检修与保管	120
十三、电动机的常用维修仪表	123

十四、电动机的常用维修工具	127
第三章 电动机的常见故障诊断与排除	134
一、电动机的常见故障及处理方法	134
二、绕组断路的诊断与排除	144
三、绕组短路的诊断与排除	151
四、绕组接地的诊断与排除	160
五、绕组接错线的诊断与排除	166
六、三相异步电动机单相烧毁的诊断与排除	172
七、单相异步电动机启动元件的故障诊断与排除	174
八、单相电动机电容器的故障诊断与排除	175
九、三相异步电动机不能启动的诊断与排除	176
第四章 电动机机械故障的修理	180
一、电动机修理前的整体检查	180
二、电动机的正确拆装	183
三、电动机转轴的修理	199
四、轴承盖及轴承的修理	201
五、其他机械零部件的修理	213
六、电动机转子修后的平衡	216
第五章 电动机的绕组重绕修理	218
一、为何要进行电动机绕组重绕	218
二、电动机绕组重绕的工艺流程	219
三、电动机重绕前的准备工作	220
四、电动机绕组的重嵌	229
五、电动机绕组的浸漆与烘干	238
六、重绕后的检验	247
第六章 电动机的修理试验	248
一、修复后试验前的检查	248
二、绝缘试验	249

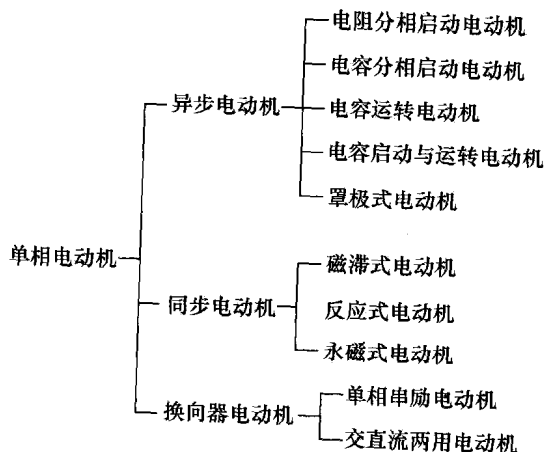
三、直流电阻的检测	251
四、空载运转试验	254
五、堵转试验	256
六、振动检查	258
七、噪声检查	260
八、温升试验	262
九、超速试验	263
十、扭矩测定	263
第七章 小型电动机的维修案例分析	266
一、三相异步电动机的故障案例	266
二、单相异步电动机的故障案例	273
参考文献	275

第一章 电动机的基本构造原理

一、电动机的类型

电动机是将电能转变为机械能的一种机器，在工农业生产、交通运输、国防、商业及家用电器、医疗电器设备等各方面广泛应用。

(1) 根据工作电源的不同，电动机可分为直流电动机和交流电动机。交流电动机根据工作原理的不同，分为异步电动机（又称感应电动机）、同步电动机；又根据电源相数的不同，分为单相电动机和三相电动机。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电动机和交流换向器电动机。感应电动机又分为三相异步电动机、单相异步电动机和罩极异步电动机。交流换向器电动机又分为单相串励电动机和交直流两用电动机。



直流电动机按结构及工作原理可分为无刷直流电动机和有刷直流电动机。有刷直流电动机可分为永磁直流电动机和电磁直流电动机。电磁直流电动机又分为串励直流电动机、并励直流电动机、他励直流电动机和复励直流电动机。永磁直流电动机又分为稀土永磁直流电动机、铁氧体永磁直流电动机和铝镍钴永磁直流电动机。

(2) 根据电动机尺寸的不同,电动机可分为大型、中型、小型与微型电动机。大型、中型、小型电动机主要区别,一般以电动机轴中心高度、电动机定子铁芯外径等尺寸或机座号的大小而定。

大型、中型、小型电动机的区别

类 型	电动机轴中心高度 H (毫米)	电动机定子铁芯外径 D (毫米)	电动机的机座号
大型电动机	>630	>990	16号(含)以上者
中型电动机	355~630	560~990	11~15号
小型电动机	80~315	125~560	1~10号
微型电动机	<71	<100	—

每一系列的电动机按其定子铁芯外圆尺寸规定的编号叫机座号。很多电动机的机座号直接用电动机轴中心高度或机壳外径表示。1~10号机座(铁芯外径125~560毫米)的电动机,称为小型电动机;11~15号(铁芯外径560~990毫米)的为中型电动机。15号以上(铁芯外径大于990毫米)的为大型电动机。小于1号机座的电动机称为微型电动机。

电动机铁芯的大小直接影响到电动机的功率(也称容量),一般的,小型电动机功率为0.6~10千瓦,中型电动机功率为10~1000千瓦,大型电动机功率在1000千瓦以上,微型电动机功率为数百毫瓦到数百瓦。

(3) 根据转子结构的不同,电动机可分为笼型感应电动机(旧标准称为鼠笼型异步电动机)和绕线转子感应电动机(旧标准称为绕线型异步电动机)。

(4) 根据防护型式不同,电动机可分为开启式、防护式、封闭式、隔爆式、防水式、潜水式等。

(5) 根据安装结构型式不同,电动机可分为卧式、立式、带地脚式、带凸缘式等。

(6) 根据绝缘等级的不同,电动机可分为Y级、A级、E级、B级、F级、H级、C级等。

(7) 根据通风方式的不同,电动机可分为自冷式、自扇冷式、管道通风式等。

(8) 根据工作制的不同,电动机可分为连续、短时、周期、非周期等。

(9) 根据启动与运行方式的不同,电动机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。

(10) 根据用途的不同,电动机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、扩孔等工具)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小型机械设备(包括各种小型机床、小型机械、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。

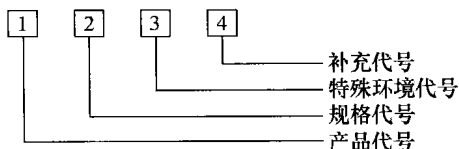
(11) 根据运转速度,电动机可分为高速电动机、低速电动机、恒速电动机、调速电动机。低速电动机又分为齿轮减速电动机、电磁减速电动机、力矩电动机和爪极同步电动机等。调速电动机除可分为有级恒速电动机、无级恒速电动机、有级变速电动机和无级变速电动机外,还可分为电磁调速电动机、直流调速电动机、PWM变频调速电动机和开关磁阻调速电动机。

尽管电动机的种类繁多,性能各异,但它们所遵循的电磁规律都是一样的,基本工作原理没有原则上的差别,工作特性也大致相似。因而它们的使用及其修理也多有相通之处。只是在使用和修理中要注意到:对于不同类型的电动机的性能要求有所不同,技术指标也不一样。

本书主要介绍在农村应用较广的三相异步电动机和单相异步电动机。

二、电动机的产品型号与结构型式

1. 电动机的产品型号 电动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。电动机产品代号又由电动机类型代号、电动机特点代号、设计序号和励磁方式代号等四个小节按顺序组成。我国的电动机类型代号采用汉语拼音字母来表示各种不同类型的电动机。

电动机的类型代号

序 号	电动机类型	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	直流电动机	Z
4	测功机	C
5	交流换向器电动机	H
6	潜水电泵	Q
7	纺织用电动机	F

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

设计序号是指电动机产品设计的顺序，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；从基本系列派生的产品，其设计序号按基本系列标注；专用系列产品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，其中字母 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，则标于特点代号之后，并用短线分开。

(2) 电动机规格代号。电动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、转速或极数等表示。

机座长度采用国际通用字母符号表示，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、3……表示。凸缘代号采用国际通用字母符号 FF（凸缘上带通孔）或 FT（凸缘上带螺孔）连同凸缘固定孔中心基圆直径的数值来表示。极数用阿拉伯数字表示。

常用主要系列电动机产品的规格代号构成

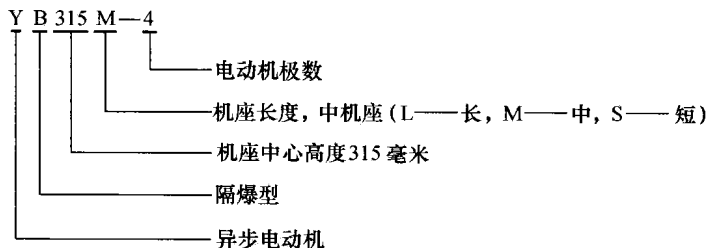
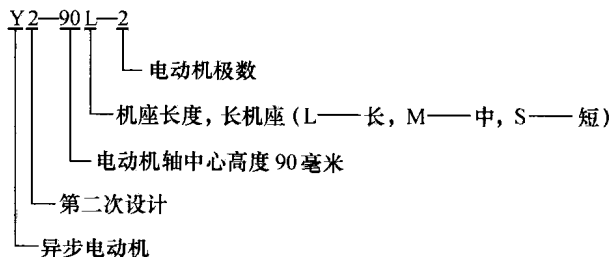
电动机类型	规格代号构成	举 例
小型异步电动机	轴中心高度 (毫米) 机座长度 (字母代号) 铁芯长度 (数字代号) — 极数	YR 132M1 - 4
	轴中心高度 (毫米) 机座长度 (字母代号) — 极数	Y2 112M - 4
小型同步电动机	轴中心高度 (毫米) 机座长度 (字母代号)	T2 160S2
小型直流电动机	轴中心高度 (毫米) 机座长度 (字母代号) — 端盖代号 (数字代号)	Z4 180S - 21

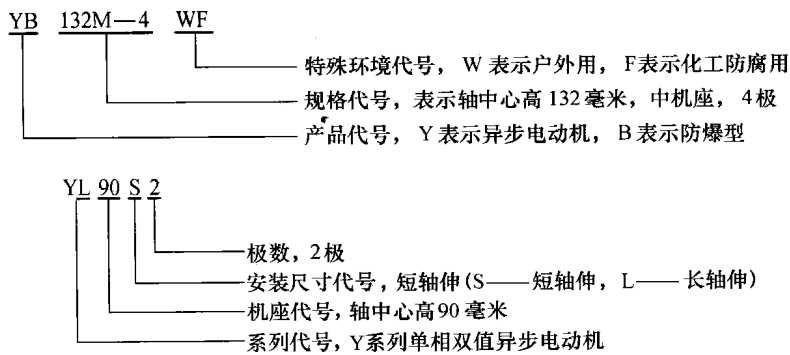
(3) 特殊环境代号。

电动机的特殊环境代号

特殊环境	高原	船舶	户外	化工防腐	热带	湿热带	干热带
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动机，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规定。电动机产品型号举例：





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

(1) 电动机的外壳防护型式。我国的电动机外壳防护等级代号采用“国际防护”的英文缩写 IP 以及附加在后面的两个表征数字组成。第一个表征数字表示防止人体触及和防止固体异物进入电动机的防护, 第二个表征数字表示防止水进入电动机的防护, 前者 (第一位数字) 分为 6 个等级 (0~5), 后者 (第二位数字) 则分为 9 个等级 (0~8)。

电动机的外壳防护分级

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>50 毫米的固体异物进入)	1——防滴型 1 (防护垂直滴水)
2——防护型 (防止直径>12 毫米的固体异物进入)	2——防滴型 2 (防护与电动机倾斜角度≤15°时的垂直滴水)
3——封闭型 (防止直径>2.5 毫米的固体异物进入)	3——防淋水型 (防护与垂直线呈≤60°的淋水)
4——全封闭型 (防止直径>1 毫米的固体异物进入)	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,我国小型三相异步电动机基本系列——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毫米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动机内部的防护等级(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,而对防止水进入电动机内部的防护等级与Y系列相同。

(2) 电动机的冷却方法。电动机冷却方法代号采用“国际冷却”的英文缩写IC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。若冷却介质为空气,则其特征字母“A”可以省略。

电动机冷却介质的特征字母意义

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

电动机冷却回路布置方式与冷却介质推动方式

冷却回路布置方式	冷却介质推动方式
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)
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)	1——自循环(依靠转子本身的扇风作用或安装在转子上的风扇)
2——出口管或通道循环(冷却介质自由流入电动机后由出口管或通道流出)	2、3、4——备用
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)	5——内装式独立部件(由安装在电动机内部的独立部件驱动介质运动)
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)	6——外装式独立部件(由安装在电动机上的独立部件驱动介质运动)
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)	7——分装式独立部件(与电动机分开安装的独立部件驱动介质运动)

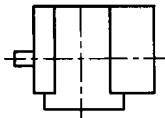
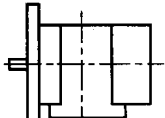
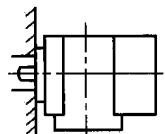
(续)

冷却回路布置方式	冷却介质推动方式
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）	8——相对运动（依靠电动机与冷却介质之间的相对运动）
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）	9——其他部件（冷却介质由上述方式以外的其他方式驱动）

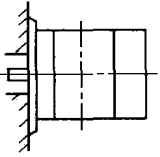
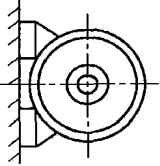
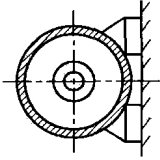
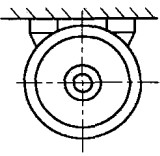
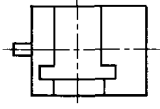
例如，Y2 系列三相异步电动机的冷却方法为 IC411，这是一种简化标记法，其完整标记法为 IC4A1A1。因初级、次级的冷却介质均为空气，故两个表征冷却介质性质的特征字母“A”均可略去不写。第一个特征数字“4”表示冷却回路的布置方式为“机壳表面冷却”，第二个特征数字“1”表示初级冷却介质的推动方式为“自循环”，第三个特征数字“1”表示次级冷却介质的推动方式亦为“自循环”。这里所谓的初级冷却介质是指电动机内部的空气，而次级冷却介质是指电动机周围环境的空气。

(3) 电动机的结构及安装型式。电动机的结构及安装型式是指电动机的轴承装置以及地脚、轴伸等的构成情况。旋转电动机的结构及安装型号代号由“国际安装”的英文缩写 IM 和附在后面的代表“卧式安装”的大写字母 B 或代表“立式安装”的大写字母 V 以及一位或两位阿拉伯数字组成。

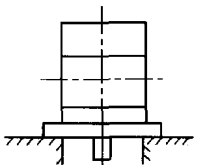
常用卧式安装电动机的结构及安装型式

代 号	示意图	结构特点及安装型式
B3		① 两个端盖式轴承，机座有地脚，有轴伸 ② 借地脚安装在基础构件上
B35		① 两个端盖式轴承，机座有地脚，有轴伸，端盖带凸缘，凸缘有通孔，凸缘在轴伸端 ② 借地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。机座有地脚，有轴伸，端盖带凸缘，凸缘有通孔，凸缘在轴伸端 ② 借地脚安装在基础构件上，并附用凸缘安装

(续)

代 号	示意图	结构特点及安装型式
B5		① 两个端盖式轴承，机座有地脚，有轴伸，端盖带凸缘，凸缘有通孔，凸缘在轴伸端 ② 借凸缘安装
B6		① 两个端盖式轴承，机座有地脚，有轴伸，结构上与 B3 相同，但端盖需转 90° ② 借地脚安装在墙上，从轴伸端端看地脚在左边
B7		① 两个端盖式轴承，机座有地脚，有轴伸，结构上与 B3 相同，但端盖需转 90° ② 借地脚安装在墙上，从轴伸端端看地脚在右边
B8		① 两个端盖式轴承，机座有地脚，有轴伸，结构上与 B3 相同，但端盖需转 180° ② 借地脚安装在天花板上
B20		① 两个端盖式轴承，机座有抬高的地脚，有轴伸 ② 借地脚安装在基础构件上

常用立式安装电动机的结构及安装型式

代 号	示意图	结构特点及安装型式
V1		① 两个端盖式轴承，机座无地脚，轴伸向下，端盖带凸缘，凸缘有通孔，凸缘在轴伸端 ② 借凸缘在底部安装