



进城务工  
实用知识与技能丛书



【家电维修系列】

JIADIAN WEIXIU XILIE

JINCHENG WUGONG SHIYONG ZHISHI YU JINENG CONGSHU

DIANJI XIULI

# 电机修理

■ 李斌 编



重庆大学出版社

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

# 电机修理

李斌 编

重庆大学出版社

## 内 容 简 介

本书主要介绍了广泛应用的各种中小型电机的维修技术,着重介绍电机的维护保养、常见故障处理、三相异步电动机和单相电机的维修等。

### 图书在版编目(CIP)数据

电机修理/李斌编. —重庆:重庆大学出版社,2007.4

(进城务工实用知识与技能丛书·家电维修系列)

ISBN 978-7-5624-4025-3

I. 电… II. 李… 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037174号

## 电 机 修 理

李 斌 编

责任编辑:王维朗 曾令维 版式设计:曾令维 王维朗

责任校对:任卓惠 责任印制:张 策

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鹤盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆市川渝彩色印务有限责任公司印刷

\*

开本:787×1092 1/32 印张:3 字数:67千  
2007年4月第1版 2007年4月第1次印刷

印数:1—3 000

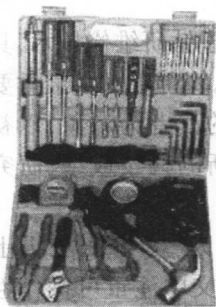
ISBN 978-7-5624-4025-3 定价:5.00元

---

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究



## 编者的心声

党的十六大报告明确提出,农村劳动力向非农产业和城镇转移,是建设现代化农业、解决“三农”问题的重要途径,是经济和社会发展的必然要求,是我国社会进步的重要标志,也是我国一项长期、重要的国策。加快农村富余劳动力转移和就业的关键在于加强职业技能培训。

随着社会的发展,服务业已经成为继农业、制造业之后的第三大产业。而修理业,又是服务业中重要的部分。修理行业市场广阔,品种极多,小至雨伞、鞋帽,大至家电、汽车,技术上囊括机械、电气、电子、计算机等学科。

修理行业有着自己的技术特点和经济特点,投资创业成本较低、易于实现自由就业或灵活就业等,因此成为极具潜力的一个劳动力开发领域。

但进入修理行业最需要的是技术和培训,为了广大的农村劳动力进城务工的需要,为了让他们拥有一技之长,实现多渠道、多方位就业,重庆大学出版社出版了这套《进城务工实用知识与技能丛书》。

本套电器电子类维修丛书的编写者来自不同的行业,他们中既有专业教师,又有活跃在维修业中的能工巧匠,更有资深

的维修工程师,但他们都是爱好维修,热衷于钻研维修技术,具有丰富的理论知识和长久的维修实践的人。不但如此,最重要的一点是,尽管本丛书要求只以初中文化的读者为对象,以初等技术为依据,但他们仍然愿意尽量将最新的科技成果、研究心得、宝贵经验等悉数为农民工朋友奉上。

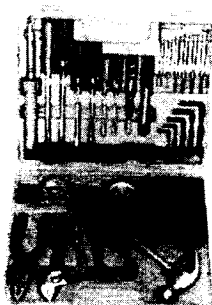
本丛书特别强调以人为本,每书开篇为“学好安全再上路”,介绍维修中需要注意的安全事项。行文中注重可操作性和实用性,语言简单明了、通俗易懂、图文并茂。

本套丛书共 30 种,几乎囊括电气、电子维修的所有领域。

我们衷心希望本套丛书能给农民工朋友带来大的帮助,使他们为建设社会主义新农村和构建和谐和谐社会做出新贡献。希望从他们中走出作家、诗人、歌手、能工巧匠、维修工程师……。并希望能得到广大读者的批评与指正,以便逐步调整、完善、补充,使之更符合农村劳动力培训的实践。

编者

2006 年 10 月



# 目 录

学好安全再上路——电动机运行和修理的安全事项 .....	1
------------------------------	---

第一章 电动机的故障原因、维修方法和诊断技术 .....	7
------------------------------	---

第一节 电动机的故障原因及维修方法 .....	7
-------------------------	---

第二节 电动机故障诊断技术 .....	15
---------------------	----

第二章 三相异步电动机 .....	18
-------------------	----

第一节 三相异步电动机的原理与结构 .....	18
-------------------------	----

第二节 三相异步电动机的拆卸和装配 .....	24
-------------------------	----

第三节 电动机控制设备故障及处理实例 .....	29
--------------------------	----

第四节 故障电动机中电器元件的选择 .....	48
-------------------------	----

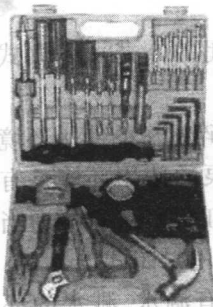
第五节 三相异步电动机典型故障的处理 .....	51
--------------------------	----

第六节 电动机机械故障检修 .....	66
---------------------	----

第三章 单相异步电动机 .....	71
-------------------	----

第一节 单相异步电动机原理与结构简介 .....	71
--------------------------	----

第二节 单相异步电动机常见故障及处理·····	80
<hr/>	
第四章 电动机修理后的测试·····	83
第一节 冷态直流电阻的测定·····	83
第二节 绝缘电阻的测定·····	84
第三节 耐压试验·····	84
第四节 空载试验·····	86
<hr/>	
参考文献·····	88



## 学好安全再上路—— 电动机运行和修理的 安全事项



电动机是工业、农业用电力机械最常用的动力之一,因此,电动机的安全运行和安全维修(此二者是相互关联的)是保证各种电动机械正常工作的基本条件。为保证电动机的安全运行应采取以下措施:

### 一、正确选用电动机

1. 合理选择电动机的功率。可按以下要求确定电动机的功率:若生产机械与电动机之间是直接传动,则所选电动机的功率应是被拖动物机械功率的1到1.1倍;若机械与电动机之间要经过皮带传动,则所选电动机的功率应是被拖动物机械功率的1.05到1.15倍。应注意的是,由于一种农用机械使用的时间不是很长,所以,一般不需每种机械都单独配一种动力机,以免花费成本太多,管理不方便。一般地说,电动机可以在发挥75%~100%的额定功率范围内通用。

农用电动机



2. 正确选择电动机的结构型式。农用电动机按结构型式划分,有开启式(电动机的转动部分和导电部分无专用的防护装置)、防护式(电动机对滴水、溅水、杂物进入有不同



程度的防护能力)、封闭式(电动机具有封闭的外壳)、防爆式(具有专门的防爆结构)等电动机。


农业机械的工作环境千差万别,例如粉碎机械的使用环境是被粉碎的农作物秸秆、瓜秧四处飞扬;水泵的使用环境是有滴水 and 溅水。为了保证安全作业,必须按照工作环境选择适当的防护形式。如在恶劣环境下或户外,宜选用封闭式电动机;易燃易爆的环境,宜选用防爆式电动机;在有滴水、溅水的环境,宜选用防护式电动机。

3. 正确选择农用电动机的额定电压。所选电动机的额定电压应与供电电网的电压一致。给三相异步电动机所加的电压在其额定电压的 $+10\%$ 至 $-5\%$ 的范围内都会正常工作。在农村,低压电网电压为 $220\text{ V}/380\text{ V}$ ,因此农村用的中小型异步电动机都是低压的,额定电压为 $220\text{ V}/380\text{ V}$ ( $\Delta/Y$ 接法),即电网电压为 $220\text{ V}$ 时电动机采用 $\Delta$ 形接法;电网电压为 $380\text{ V}$ 时电动机采用 $Y$ 形接法。这种电动机还有一个优点,就是可采用 $Y/\Delta$ 降压启动。当电动机的额定功率达到变压器容量的三分之一时,此电动机必须采用降压启动。需特别强调的是:在农村只要有三相电源的地方,一定选用三相电动机,这是因为在功率相同的条件下,三相异步电动机和单相异步电动机相比,具有体积小、重量轻、振动小、价格低等优点。

4. 保护设施应完备。最起码的保护措施应有失压欠压保护装置。电动机运行中如果电压过低,电流将会大大增加,长此运行,电动机将因过热烧毁,因此,在电网电压过低时,应及时切断电机电源,在电网电压恢复时,也不允许电动机自行启动,这种在低压运行中的保护措施叫失压保护。

启动失压保护可防止发生设备及人身事故。缺相保护装置、短路保护装置的作用是当电动机发生短路故障时,电路中

流过很大的短路电流,熔断器中的熔体就会自动熔断,切断电源,保护电动机、电气线路和电气设备。过载保护装置(通常采用热继电器来实现,热继电器可以反映电动机的过热状态并发出信号,使电动机停机)也常常使用。另外还应特别注意电动机外壳应可靠接零或接地(但又不能混接,即部分电机接地,其他设备接零)。根据我国《低压用户电气安装规程》中的规定,农村电动机外壳应采用保护接地,不宜采用保护接零。



5. 保管好技术资料。除保管原始技术资料外,还应建立电动机运行记录、维修资料等。

## 二、加强日常维护

1. 要让电动机“讲卫生”。应经常清除电动机外部的灰尘和油污等,特别是清除电动机散热筋内的灰尘,不要让电动机的散热筋内有尘土和其他杂物,确保电动机的散热状况良好。

2. 要定期检查和维修电动机的控制设备。电动机控制设备状况的好坏,对电动机的正常启动起着决定性的作用。实践证明,绝大多数被烧毁的电动机,其原因大都是控制设备工作不正常造成的。如控制设备使电动机出现缺相启动或缺相运行,接触器触头拉弧、打火等。而控制设备的维护主要是清洁和紧固。如接触器触点不清洁会使接触电阻增大,引起发热烧毁触点,造成缺相而烧毁电动机;接触器吸合线圈的铁芯锈蚀和尘积,会使线圈吸合不严,并发生强烈噪声,增大线圈电流,烧毁线圈而引发故障。所以电动机的控制设备应设在干燥、通风和便于操作的位置,并定期除尘。经常检查接触器触点、线圈铁芯、各接线螺丝等是否可靠,机械部位动作是否灵活,使其保持良好的技术状态,从而保证电动机顺利工作而不被烧毁。

3. 经常检查电动机的温度和温升是否过高。在运行中,必



须要求电动机各部分的温度不超过最高允许温升,最高允许温升即电动机最高允许温度与周围环境温度之差(一般定为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。

4. 仔细听电动机的声音是否正常。电动机运行时,应注意电动机发出的声响,根据声响判别电动机的运行情况。正常时,电动机声音均匀,没有杂音。若电动机出现异常声音,通常有机械和电气两个方面的原因。区别方法是:接上电源,有不正常的声音存在,切断电源,不正常声音仍存在,则为机械故障,否则为电气方面故障。机械故障最常见的是轴承损坏,主要是轴承间隙过大或严重磨损,缺少润滑油或油脂选择不当引起的,这时就需要及时清洗或更换轴承,保证电动机在运行过程中有良好的润滑,一般的电动机运行 $5\ 000\text{ h}$ (小时)左右后,应补充或更换润滑油。电气故障产生的噪声叫电磁噪声,最常见的是电动机缺相运转,当电动机缺相运行时,转速会下降,并发出异常的“嗡嗡”声。如果运行时间过长,将会烧坏电动机。缺相运行主要是电源电路出现问题引起的,如电源线一相断线,或电动机有一相绕组断线。要防止电动机缺相运行,首先要注意发现缺相运行的异常现象,并及时排除,其次对于重要的电动机应装设缺相保护。

5. 拧紧各紧固螺钉,检查接地是否可靠。电动机在运行中,尤其是大功率电动机要经常检查地脚螺栓、电动机端盖、轴承压盖等是否松动,接地装置是否可靠等,若发现问题要及时解决。电动机振动加剧,噪声增大和出现异味时,电动机运转异常,随时可能出现严重故障,必须尽快停机,查明原因,排除故障。

6. 长时间(3个月以上)停用的电动机,使用前应测量其绝缘电阻。用 $500\text{ V}$ 兆欧表测电动机的绕组与绕组,绕组与外壳

之间的绝缘电阻,若阻值低于  $0.5 \text{ M}\Omega$ , 就应驱潮后再开机,具体干燥的方法有外部干燥法、电流干燥法和两者同时进行的联合干燥法。外部干燥:即利用外部热源进行干燥处理,常用的措施有:(1)吹送热风:利用加装电热器的鼓风机(农用小型电动机可用电吹风)进行吹送热风以达到干燥处理的目的;(2)灯泡烘烤:在密闭箱内,利用数个  $200 \text{ W}$  左右的灯泡进行烘烤,既可在周围进行烘烤,也可把农用电动机拆开,将灯泡放在定子孔内进行烘烤。烘烤热源也可采用红外线灯泡或红外线热电管。特别注意:烘烤温度不宜过热,应控制在  $125 \text{ }^{\circ}\text{C}$  以下为宜。电流干燥:可根据农用电动机的阻抗和电源的大小将电动机三相绕组串联或并联(单相的农用电动机可将电机的主副绕组适当连接),然后接入一可变电阻器,调整电流至额定电流值的  $60\%$  左右,通电进行干燥。



### 三、遇到以下情况应紧急停机

农用电动机发生下列情况之一时,应立即切断电源停止运行,进行检查,故障排除后才能继续工作:

(1)电动机内部、控制设备、机械或被加工的物料冒烟起火;

(2)当发生人身触电事故或人身伤亡事故时;

(3)轴承温度超过允许最高温度值;

(4)电机温度超过允许值且转速下降;

(5)三相电动机单相运行(缺相运行);

(6)电机内部发生撞击或扫膛;

(7)电机堵转运行;



- (8) 电机声音不正常、吼叫；
- (9) 电机转速不正常；
- (10) 电动机剧烈振动，危及安全运行；
- (11) 传动装置失灵或损坏；
- (12) 闻到异味。

#### 四、其他用电安全事项

在进行电机修理过程中，必须注意一般 220 V/380 V 电源的用电安全，例如，彻底关断电源并将可能的残余电流释放后，才能进行修理；修理场所禁止外人、小孩进入；万一发生人身触电如何处置、如何采取紧急措施、如何在救护车到来之前抢先急救，等等。

总之，修理人员不仅要具有这些基本的知识和技能，还要具有有效的电工上岗证等资质，才能允许检修电动机等电气设备。



# 第一章

## 电动机的故障原因、维修方法和诊断技术

### 第一节 电动机的故障原因及维修方法

#### 一、电动机故障产生的原因

##### 1. 内部原因

内部原因指机内线圈断路、烧坏,连接部位脱焊、腐蚀,开关及触点氧化等。

##### 2. 外部原因

外部原因是指由于电机外部条件造成的故障原因,例如由于电网电压不正常、电机长期工作、负载过重等造成对线圈绕组的损害,积尘过多造成绕组老化、匝间短路等。

##### 3. 人为原因

人为原因包括运输过程中的剧烈振动和过分颠簸,以及用户乱拆、乱改而造成故障的原因。维修人员在检修机器之前,应首先弄清故障属于哪一种原因造成的,然后根据不同原因和表现的症状进行检查、分析和修理。一般检修时,从外部原因着手,因为这种方法较为简单。在检修前还应尽量向用户询问,并在检修时做好记录,以便对故障进行分析与判断,然后再

置2~4个燃烧器。正面上方安装旋塞阀和旋钮,下方为烤箱。有的小型烤箱灶排设置烤箱和灶面燃烧器,从而变成了台式烤箱灶。有些大型烤箱灶还增设了餐具干燥或食品保温室。

烤箱是利用高温来烘烤食品的装置。其特点是使食物四周同时受热,烘烤速度快,它先烤熟食物表面,然后向里传热,不破坏营养成分,并保持原有风味和形状。

### 三、燃气冷藏用具类

主要有燃气冰箱和燃气冷柜两种。它们通常均采用吸收式冷冻的原理,吸收式冷冻使用了几种互有亲和力的物质,如氨和水或水和溴化锂等。

吸收式制冷原理:制冷剂的循环系统主要由发生器、冷凝器、蒸发器及吸收器等四部分组成,中间封装入浓氨水和高压氢气。氨受氢气和水的辅助作用,经发生器加热后反复蒸发—冷凝—气化—吸收等一系列过程,不断起着冷却作用。使用的设备为了有效利用热能,都安装有各种热交换器。除煤气外,也可使用其他热源制冷。

### 四、燃气采暖、供冷用具类

主要有燃气采暖器(或叫取暖器)及燃气空调机等。其采暖方式大致可分为两类:一类为集中供暖,它由一个热源产生所需的热量,用水或空气作热媒,向多处供暖;另一类是分散供暖,它根据各自需要,单独设置小型装置局部供热。前者用于大规模供暖,例如依靠锅炉的蒸气或热水供暖,有的利用热风炉以热风的形式供暖;后者用于普通家庭或小型商店,如辐射式、对流式采暖装置等。



### (1) 机械方面

主要检查机座、端盖有无裂纹,转轴有无裂纹或弯曲变形:用手转动电动机的轴,观察是否灵活,有无不正常的声音,如轴承滚珠破损或定子、转子相擦就会出现明显的噪声;另外,还要检查风道是否被堵塞,风叶及散热片等是否完好,等等。

在容量较大一点的电动机端盖上有测气隙孔,用于测量气隙,气隙的不均匀度不应大于其平均值的 10% ~ 15%,否则会引起震动,损伤轴承,甚至不转。

### (2) 电气方面

主要检查引出线绝缘是否完好,绕组的首尾端是否正确;检查绝缘是否损坏,绕组中是否有断路、短路及接地等现象。这项检查一般需要借助万用表进行。

## 3. 内部检查

若外部检查正常,此时,须拆开电动机,对电动机内部做进一步检查。

### (1) 检查定子绕组

检查定子绕组端部有无损伤,查看绕组端部有无积垢或油污,绝缘是否损伤,接线及引出线是否断线、脱焊。接着检查绕组有无烧伤,若绕组有烧伤的地方,烧伤处颜色会变成暗黑色或完全烧焦,且常伴有焦臭味。

### (2) 检查定子铁芯

首先检查铁芯表面有无擦痕擦伤,查看定子、转子铁芯表面是否有擦伤痕迹。若转子表面只有一处擦伤,而定子表面全部擦伤,这多半是由于电机轴弯曲或转子不平衡引起的;若在转子表面一周全有擦痕,定子表面只有一处擦痕,这是由于定子、转子不同心所造成的,如机座和端盖端口变形或因轴承严重磨损使转子下落所致;若定子、转子表面均有局部擦伤痕迹,





这是由于上述两种原因所共同引起的。

其次检查铁芯位置是否对正,查看定子、转子铁芯是否对齐,若未对齐就相当于铁芯缩短,因磁通密度增高引起铁芯过热,这可能是由于转子铁芯轴向串位或新换转子不适合所造成的。

此外还要查看定子、转子铁芯是否沿圆周方向有移动,如有移动,这是由于定子方面的顶丝失去作用或丢失,或因轴与转子铁芯配合不紧所造成的。

### (3) 检查转子

查看风叶有无损坏或变形,端环有无裂纹或断裂,检查笼条有无断裂。

### (4) 检查轴承

查看轴承的内外套与轴承室的配合是否合适,同时也要检查轴承的磨损情况。

## 4. 通电检查

通过以上检查,大部分故障均可查出原因。但有时,有些故障比较隐蔽,此时可通电作进一步的检查。若通电后发现声音异常、有焦味或不能转动,应马上断电进行检查,以免扩大故障范围。当启动未发现问题时,则可测三相电压是否平衡,并使电动机连续运行一段时间,随时用手触摸电动机机座的铁芯部分及轴承端盖,若发现有过热现象,应停电检查,拆开电动机,用手去摸绕组端部及铁芯部分,如线圈过热,可能有短路;如铁芯过热,说明绕组匝数不足或铁芯硅钢片间的绝缘损坏。

## 5. 排除故障

找出故障原因后,就可以针对不同的故障部位加以更换和调整,更换时,应注意所更换的器件应和原来的器件的型号和规格保持一致。