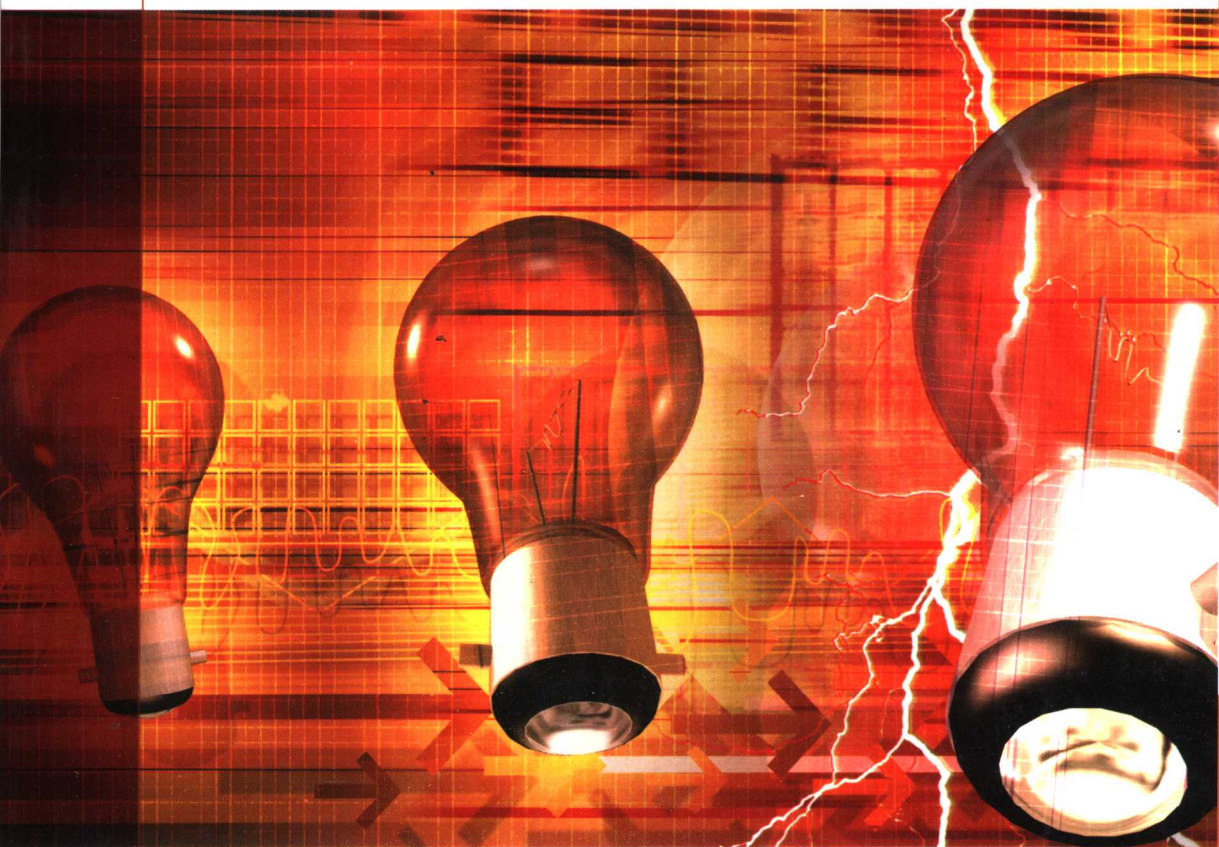




应用型本科人才培养创新教材出版工程

电工实用技术 实训教材(下册)

■ 马占辉 张永红 孙和平 编著



 科学出版社
www.sciencep.com

● 应用型本科人才培养创新教材出版工程

电工实用技术实训教材

(下册)

马占辉 张永红 孙和平 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书注重理论与实践的结合,突出新技术的应用,着重体现对读者在电工领域中遇到的各种电器及设备的故障分析、检修与维护等工程实际能力的培养,为读者今后从事电工、电器类行业工作打下坚实的基础。

全书共6章,分前后两大部分,前半部分主要介绍传统电工技术中的三个主要环节:电机故障及检修,变压器故障分析及检修,以及电气照明与传动控制;后半部分主要介绍了现代电工技术应用中的几个方面:电梯的维护与修理,实用电工产品的设计与制作,以及用于绘制电路图、分析电路、设计与仿真电路的主流计算机软件 Pspice 等。

本书可作为应用型本科、高职高专院校电气工程及自动化、测控技术与仪器、电力系统与电工技术类相关专业的学生通过国家《电工实用技术》认证的指定培训教材,也可作为从事相关领域工作的工程技术人员取得认证的培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工实用技术实训教材(下册)/马占辉,张永红,孙和平编著.—北京:科学出版社,2004

(应用型本科人才培养创新教材出版工程)

ISBN 7-03-013805-8

I. 电… II. ①马…②张…③孙… III. 电工技术-高等学校:技术学校-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 065128 号

责任编辑:余 丁/责任校对:鲁 素

责任印制:安春生/封面设计:王凌波

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年8月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2006年1月第二次印刷 印张: 11 1/2

印数: 4 001—7 000 字数: 260 000

定价: 20.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

电工技术是高等工科院校实践性很强的技术基础课程。为了培养高素质的专业技术人才,在理论教学的同时,必须十分重视和加强实践性教学环节。如何在实践教学过程中,培养学生的实验能力、实际操作能力、独立分析问题和解决问题的能力、创新思维能力和理论联系实际的能力,是高等工科院校着力探索与实践的重大课题。

本教材是根据教学大纲的要求,为适应当前教学改革的需要,总结了近年来的教学改革的实践经验而编写的。本书有如下几个方面的特点:

1. 加强课程的综合性和实践性,重视实训课教学,培养学生实际操作能力。
2. 在实训教学内容上,由原来的验证性实训发展成为四个层次的实践内容。即:一定数量的基础性验证实验,约占 20%;比较复杂并要求学生独立思考的设计性实验,约占 30%;由学生自行选题设计的综合性实验,约占 25%;培养学生实际操作能力的工艺操作性实践,约占 25%。
3. 使学生尽早参与科技研究开发和创新活动,鼓励跨学科选修课程,培养基础扎实、知识面宽、具有创新能力的高素质专门人才。

4. 本教材强调培养学生的实际操作能力,为培养学生的电工技能进行了指导。

全书采用上述的实训教学模式,将传统的电工教学方法与现代设计手段相结合,有利于调动学生学习的积极性,有利于系统地、科学地培养学生的实际动手能力、工程设计能力及创新思维能力。

本书既是电工实践教学的指导书,也是电工电子技术课程设计及电工工艺基础的指导书。本书适用于高等工科院校、各类职业技术学院的电工实训课程,同时对从事电工技术的工程技术人员掌握该学科的新技术,也具有一定的参考价值。

本书由北京联合大学、北华大学等单位组织编写,相关院校的领导和 CEAC 信息化认证管理办公室的谭鲁涛主任在编写过程中给予了大力支持。北华大学白晶院长、北京联合大学高洋院长、盛鸿宇、王克明、寇玉民等教师给予了许多实际的帮助,编著者在此对他们表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限,书中难免有错误之处,诚恳地希望读者批评指正,以利于我们不断修正。

马占辉 张永红 孙和平

2004 年 7 月

目 录

第1章 电机故障及检修	1
1.1 电动机的拆装	1
1.2 转轴的故障和修理	3
1.3 轴承的检查修理	5
1.4 集流装置的修理	11
1.5 定子绕组故障的检修	16
1.6 转子绕组故障的检修	26
1.7 短路侦察器的制作	28
1.8 定子绕组的全部拆换	30
1.9 直流及单相串激电动机电枢故障检修	42
第2章 变压器故障原因分析及检修	50
2.1 变压器的常见故障	50
2.2 变压器分接开关的故障原因与检查	51
2.3 变压器铁芯的正常接地	52
2.4 铁芯多点接地故障与处理	53
2.5 变压器铁芯过热故障及修理	58
2.6 局部更换烧损铁芯	66
2.7 绕组的故障及修理	69
2.8 绕组压装中的质量问题及分析处理	74
2.9 绕组干燥及浸漆中常见的质量问题及分析处理	78
2.10 油浸变压器的燃烧爆炸故障	81
2.11 变压器的不吊芯检修	82
2.12 变压器的吊芯检修	84
2.13 变压器箱体及其他部件的检修	86
2.14 变压器检修年限与吊芯检修时注意事项	90
第3章 电气照明与传动控制的实现	92
3.1 电气照明用具的选择及安装	92
3.2 低压电气设备的制作	98
第4章 电梯的维护与修理	108
4.1 电梯的结构及原理	108

4.2	电梯的保养与维护	125
4.3	电梯的故障分析与处理	128
第5章	实用电工产品制作——指针式万用表的设计及装配	136
5.1	万用表表头参数的测定	136
5.2	万用表直流电流档原理及设计	138
5.3	万用表直流电压档的原理及设计	140
5.4	万用表交流电压档的原理及设计	142
5.5	万用表欧姆档的原理及设计	144
5.6	万用表的装配及准确度的校验	149
第6章	电路设计与仿真——Pspice 9.0 软件简介	157
6.1	直流分析 (DC Sweep)	157
6.2	交流分析 (AC Sweep)	170
6.3	瞬态分析 (Transient Analysis)	173

第 1 章

电机故障及检修

电机铁芯很少发生故障,绕组却容易损坏,是经常产生故障的部件,同时又是电机的重要组成部分。所以,绕组的修理成为电机修理的主要内容。绕组的修理可分为局部修理和全部重新绕组两大类。机械方面的故障也不容忽视。有许多机械故障如不及时处理,将会导致更严重的后果。不少电气故障就是由机械故障引起的。

1.1 电动机的拆装

维护、保养和修理电动机,首先应学会正确拆装电动机的方法。在拆卸中不能使电动机的各个零件受到不应有的应力,否则会损坏零部件。在拆卸时,可以同时进行检查和测量,并作好记录。

1.1.1 电动机的拆卸

在拆卸前,应准备好各种工具,作好拆卸前的记录和检查工作,在线头、端盖、刷握等处做好标记,以便于修复后的装配。

在电机修理工作中,交流异步电动机是较多见的。这类电动机的拆卸一般可按下列步骤、方法进行:

1. 拆除电动机的所有引线

对于绕线式转子的电动机来说,还应抬起或提出电刷。

2. 拆卸皮带轮或联轴器

先将皮带轮或联轴器上的固定螺丝钉或销子松脱或取下,再用专用工具“拉马”(也叫抓手、拔子),转动丝杠,把皮带轮或联轴器慢慢拉出,如图 1-1 所示。操作中,丝杠尖要顶正电机轴,还应随时注意皮带轮或联轴器的受力情况,以防将轮缘拉裂。如果皮带轮或联轴器较紧,一时拉不下来,切忌硬拉强卸,也

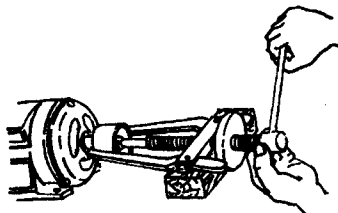


图 1-1 用拉马拆卸皮带轮

不能用锤子敲打,因为敲打或硬拉,很容易造成皮带轮、轴或端盖损坏。假如拆卸困难,可以在皮带轮与轴相连处滴些煤油,待煤油渗入皮带轮内孔后再卸。还可以用喷灯给皮带轮或联轴器加热,使其膨胀,趁热取下。加热时应当用石棉包住轴,并浇凉水,以防止热量传到电机内,损坏其他部件。

3. 拆卸风扇或风罩

封闭式电动机在拆卸皮带轮后,就可把风罩卸下来。然后取下风扇上的定位螺栓,用锤子轻敲风扇四周,卸下风扇。有的电机风扇是塑料的,内孔有螺纹,可以用热水使塑料风扇膨胀后旋卸下来。小型电动机的风扇也可不拆,随转子一起从定子中抽出。

4. 拆卸轴承盖和端盖

先拆除滚动轴承的外盖,再拆端盖。端盖与机座的接缝处要做好记号,便于装配。一般小型电动机都只拆风扇一侧的端盖,同时将另一侧的轴承盖、螺丝拆下,然后将转子、端盖、轴承盖和风扇一起抽出。中、大型电机,因转子较重,可把两侧的端盖都拆下来。卸下后应标清上、下及负荷端和非负荷端。为防止定、转子机械碰伤,拆下端盖后应在气隙中垫以钢纸板。

5. 抽出转子

小型电机的转子可用手将转子、端盖等一起抽出。大型电机转子较重,可用起重设备将转子吊出,如图 1-2 所示。抽出转子时,应小心缓慢,特别要注意不可歪斜,以免碰伤定子绕组,必要时可在线圈端部垫纸板保护线圈。

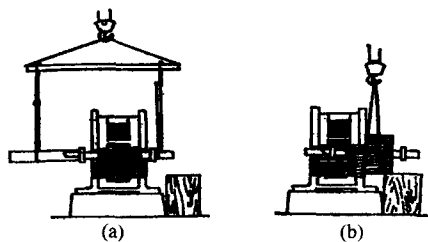


图 1-2 用起重设备吊出转子

6. 拆卸前后轴承和轴承内盖

如果仅是清洗轴承,不一定要将轴承拆下。若要修理、更换轴承,则要卸下旧轴承。拆卸方法在“轴承的检查修理”一节中介绍。

直流电机的拆卸与上述步骤大致相同，只是直流电机多了换向器和电刷装置，拆卸时应给予注意。拆电刷时，先松脱刷握上的弹簧，拿下电刷，然后把刷握和刷架拆卸下来，这些地方应留好标记。电刷易碎，取下后要用纸包好妥善放置。拆下刷架后，即可拆换向器了，拆下的换向器也应单独包好。

一般电动机都可以仿照上述方法和步骤，由外到内顺序地拆卸。对于有特殊结构的电机来说，应依具体情况酌情处理。

1.1.2 电动机的装配

电动机的装配工序大体与拆卸顺序相反。装配时要注意各部分零件的清洁，定子内绕组端部，转子表面都要吹刷干净，不能有杂物。小型电机一般把轴承内盖、滚动轴承、滑环（绕线转子式）、风扇先装配到转子上，经平衡实验后装入定子，再将端盖装上。装端盖时，可用木锤（若用铁锤，则应加垫木板）均匀敲击端盖四周，按对角线均匀对称地轮番拧紧螺钉，不要一次拧到底。要注意使装上的端盖符合拆卸时做的记号。

端盖固定后，用手转动电动机的转子，转子转动应灵活、均匀，无停滞或偏重现象。确定装配正确后，再装轴承外盖及皮带轮或联轴器。安装皮带轮前，先用砂纸将机轴和皮带轮轴孔打磨光滑，然后将皮带轮套在轴上并对准键槽位置，用锤垫着硬木块把键轻轻打入槽内。

若是直流电机，装好之前还要检查各磁极的极性是否 N、S 极依次交错。检查方法是：给磁极绕组通入直流电，然后用指南针沿各极进行检查。

在整个拆卸、安装电动机的过程中，要仔细、认真。有些部件，如绕组、轴承、换向器等，各有自己的制作工艺要求（参见有关这些部件的章节），安装时应予注意，勿使它们受损。

以上我们介绍的是电机拆、装的一般知识，大家还应在实际工作中积累经验，提高技术水平。

1.2 转轴的故障和修理

转轴是电动机出力的输送部件，同时它还要支持转子铁芯旋转，保持定、转子之间有适当、均匀的气隙。气隙不均匀会造成电机温升增高，出力降低，并产生振动。若定、转子相擦，则会严重发热造成更大损害。所以，电动机轴必须有足够的机械强度和刚度，轴的几何中心线应为直线，横截面应为圆形。

转轴常见的故障情况有：轴弯曲、轴颈磨损、键槽磨损、轴裂纹或断裂等。轴的这些损坏，往往最后导致转子和定子相擦，或与轴承（滚动轴承）内圈配合松动。若轴与轴承内圈配合不紧，它们会在转子转动时发生相对滑动（俗称“轴

承走内圈”),造成轴承过热。

导致这些损坏的原因,有的是轴的制造质量本身有问题,但大多数则是使用不当。比如拆装皮带轮时不用专用工具,硬敲硬打,就极易损坏转轴。电动机和由它带动的机械,二者皮带轮或联轴器不在同一直线上,也容易损坏轴头。

转轴常见故障的检修方法如下:

1.2.1 轴弯曲

把需要检查的电动机转子放在平整的工作台上,用两块“V”形铁块支住轴承,慢慢转动转子,或者将转子放在车床上,让其旋转,用划线针或千分表检查出弯曲部位和弯曲程度,如图1-3和图1-4所示。

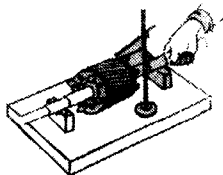


图 1-3 用划线针检查轴弯曲

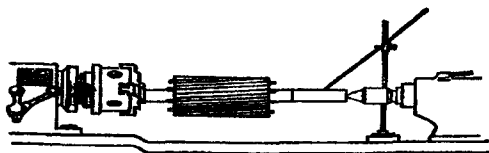


图 1-4 在车床上检查轴弯曲

转轴弯曲不允许超过 0.2mm,超过允许范围就要加以矫正。可将转轴放置压力机下,在轴弯曲处加压至矫直。矫正后的表面部分要用车床切削磨光。如果弯曲过大,最好另换新轴。

1.2.2 轴颈磨损

多次拆装轴承,会使轴颈磨损。如果轴颈磨损不大,可用电镀法在轴颈处镀一层铬或喷涂一层金属,再磨削至需要的尺寸。如果磨损较多,可用电焊在轴颈处堆焊一层,然后上车床切削磨光达到原来尺寸,如图1-5(a)所示。倘若磨损

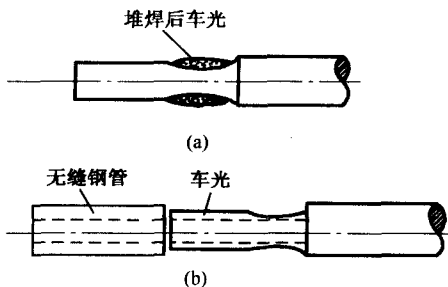


图 1-5 轴颈磨损的修理

(a) 堆焊后车光 (b) 加套筒修复

过大,还可以采用套筒法修理,如图1-5(b)所示,将轴颈切削2mm,除掉磨损部分,然后再配合一个合适的镶圈(无缝钢管)。镶圈用热套法,就是把镶圈加热到100℃,趁热套在轴颈上,最后车削至需要尺寸。

对于轴颈稍有磨损的情况,作为临时补救方法,也可以用冲子在轴颈圆周上均匀地冲上一些麻点,再装轴承即可配合得较为紧密。

1.2.3 键槽磨损

键槽磨损不大时,可用加宽键槽的办法补救,但加宽部分不应超过原键槽宽度的15%,同时键也要相应更换。如果键槽不宜加宽,可以用电焊(不要用电焊,以免轴变形),除去熔渣后在车床上车圆,再重新铣槽。还可以在磨损键的对面另铣一个键槽,如图1-6所示。

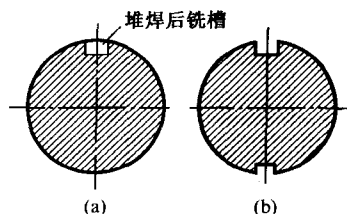


图 1-6 键槽磨损的修理

(a) 堆焊后重铣键槽 (b) 另铣键槽

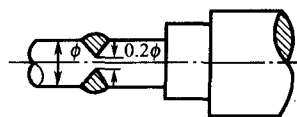


图 1-7 断轴的焊接修补

1.2.4 轴裂纹或轴断裂

轴有裂纹或断裂时,应换新轴。此时应仔细测绘换下来的旧轴,绘制加工图。小型电机轴的材料一般采用35号或45号优质碳素钢,大、中型电机应在分析轴的成分后,用同样钢号的钢材调换。

如果轴的横向裂纹深度不超过轴直径的10%~15%,纵向裂纹长度不超过轴长的10%,则在裂纹处用电焊堆焊法进行补救,轴还可以继续使用。若轴已断裂,换轴一时困难,也可按图1-7所示的方法焊接修补。

1.3 轴承的检查修理

电动机的定子是通过轴承支持住整个转子的,轴承是电机中承受机械磨损最重的部件,故通常见到的电动机机械故障中,轴承损坏的比例比较大。

电动机所用轴承,有滑动轴承和滚动轴承两类。滑动轴承精度高、振动小,在保证液体摩擦条件下,能长时间高速工作。但它的安装、维修较复杂,除大型电机外一般很少采用。滚动轴承装配方便,维护简单,不易造成定、转子相擦,在中、小型电机中使用较普遍。下面我们以滚动轴承为重点讲述轴承的检修知识。

1.3.1 轴承的检查

1. 电动机运行中的检查

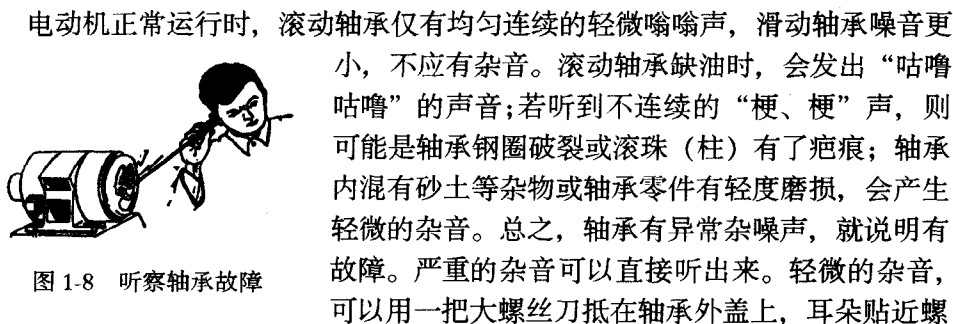


图 1-8 听察轴承故障

电动机正常运行时,滚动轴承仅有均匀连续的轻微嗡嗡声,滑动轴承噪音更小,不应有杂音。滚动轴承缺油时,会发出“咕噜咕噜”的声音;若听到不连续的“梗、梗”声,则可能是轴承钢圈破裂或滚珠(柱)有了疤痕;轴承内混有砂土等杂物或轴承零件有轻度磨损,会产生轻微的杂音。总之,轴承有异常杂噪声,就说明有故障。严重的杂音可以直接听出来。轻微的杂音,可以用一把大螺丝刀抵在轴承外盖上,耳朵贴近螺丝刀木柄来察听,如图 1-8 所示。

轴承有了故障,在电机运行中轴承还会出现振动、过热的现象。因此,注意轴承发热和振动情况,也是判断轴承是否有故障的基本方法。

轴承温度可用温度计来测量。滑动轴承上一般开有测温孔,滚动轴承的温度可在轴承盖上测定。轴承制造厂都规定了轴承的最高工作温度。一般当环境温度低于 40°C 时,滚动轴承的最高允许温升为 55°C ,滑动轴承的最高允许温升为 40°C 。

轴承松动,会引起电机振动。停机后用手晃动电动机转轴的伸出端,可以察觉轴承是否松动。正常的轴承是觉察不出松动的。

总之,可以通过听声音、查发热、看松动,检查轴承是否有了故障。

2. 轴承拆卸后的检查

要进一步确定轴承损坏情况,应将轴承从转轴上取下来,用汽油或煤油清洗干净后仔细检查。

首先应察看轴承的滚动体、夹持器及内外钢圈等部分是否有破裂、锈蚀、疤痕等。然后如图 1-9 那样用手捏或支住轴承内圈,并使轴承摆平,用另一手轻轻



图 1-9 轴承的旋转检查

用力推外钢圈，使它旋转。如果轴承良好，外钢圈应转动平稳，并逐渐减速至停止，转动中没有振动和明显的停滞现象，停转后外钢圈没有倒退现象。如果轴承有缺陷，则当它转动时会有杂音和振动，停止时像刹车一样突然，严重的还会倒退反转。这样的轴承就不能再用了，应当修理或更换。

也可以用塞尺来检查轴承的磨损情况。滚珠或滚柱与钢圈之间的间隙叫径向间隙，用塞尺插入轴承外钢圈与滚动体之间，即可测得径向间隙值，如图 1-10 所示。

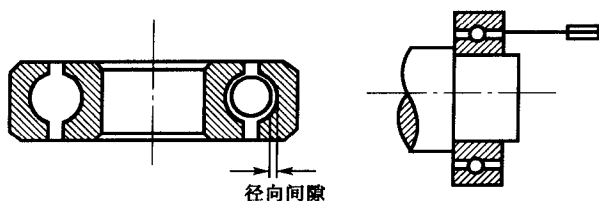


图 1-10 滚动轴承的径向间隙及测量

如果间隙已超出表 1-1 提供的磨损最大许可值，就应更换新轴承。

对于磨损严重的轴承，用图 1-11 的方法，也很容易检查出来。左手卡住外钢圈，右手捏住内钢圈，用力向各个方向推动，如果推动时感到很松，就是磨损严重了。

表 1-1 滚动体与钢圈间的径向间隙

轴承内径 /mm	径向间隙/mm		磨损最大允许量 /mm
	新滚珠轴承	新滚柱轴承	
20~30	0.01~0.02	0.03~0.05	0.10
35~50	0.01~0.02	0.05~0.07	0.20
55~80	0.01~0.02	0.06~0.08	0.25
85~120	0.02~0.04	0.08~0.10	0.30
130~150	0.02~0.05	0.10~0.12	0.35

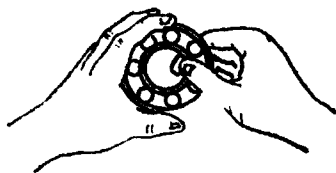


图 1-11 中小型轴承的推动检查

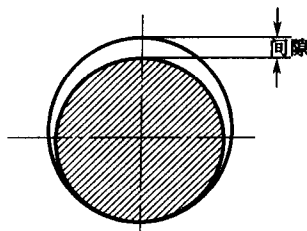


图 1-12 滑动轴承与轴颈间的间隙

滑动轴承与轴颈间的间隙(1-12)也可用塞尺测得,如果超过表 1-2 的规定,就需要修理了。

表 1-2 滑动轴承的允许间隙值/mm

转轴直径/mm	允许间隙值/mm	
	900r/min 以下	900r/min 以上
18~30	0.10	0.12
30~50	0.10~0.15	0.15
50~80	0.15	0.15~0.20
80~120	0.15~0.20	0.20~0.25

1.3.2 轴承的拆卸与安装

拆卸轴承时必须注意拆卸方法,不正确的方法会将还能使用的轴承拆坏。下面介绍几种拆卸及安装方法。

1. 滚动轴承的拆卸

(1) 利用拉具拆卸 这同拆卸皮带轮的方法是一样的,如图 1-13 所示。只是除了丝杠要顶正等注意事项外,还要注意使拉马的拆钩扣住轴承内圈,否则会拉坏轴承。

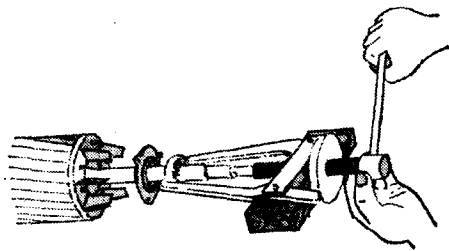


图 1-13 用拉马拆卸轴承

(2) 用铜棒拆卸 将铜棒对准轴承内圈,用锤子敲打铜棒,把轴承敲出,如图 1-14 所示。用此法时要注意,在轴承内圈上相对两侧轮流敲打,反复进行,不可偏敲一边,用力也不能过猛。千万不要用锤子直接敲打轴承。

(3) 用扁铁架住拆卸 用两根扁铁架住轴承内圈,并把扁铁架起,使转子悬空,如图 1-15 所示。然后在轴端上垫铅块或铜块,用锤子敲打。用此法拆卸轴承时,扁铁应固定或有人扶住,以免敲打时移位。转子下面需垫上木板,或者用圆筒支撑扁铁,圆筒内放些柔软的东西,以防拆下轴承时摔坏转子。不能用锤直接敲打轴端面,不然会使轴变形。

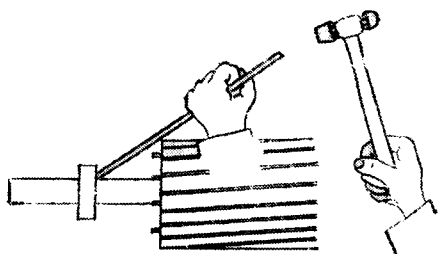


图 1-14 敲打拆卸轴承

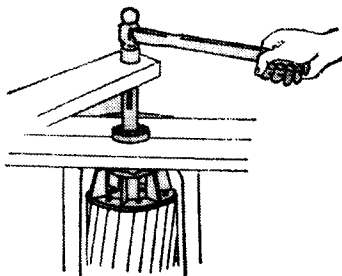


图 1-15 用圆筒、扁铁架起转子拆卸轴承

不管用以上哪种方法，都要避免强敲硬拆。如果轴承过紧，难以拆卸时，可以用 100°C 左右的热机油浇在轴承上，使其膨胀，趁热拆卸。浇油前应当先用湿布把转轴包住，以避免转轴同时膨胀。

2. 滑动轴承的拆卸

拆卸前先把端盖油箱内的机油倒出，把滑动轴承外面的固定螺栓松脱下来。然后把端盖平放，查看轴承突缘在端盖内侧还是外侧，如果突缘在端盖内，端盖止口面向下（图 1-16），反之就把端盖翻过来放。把油环槽内的油环放到轴承外面，以防油环压断或卡住轴承。最后用铜棒或铜棒顶住轴承内圈，用锤子把轴承敲出。注意端盖下要垫套管，否则容易损坏端盖。

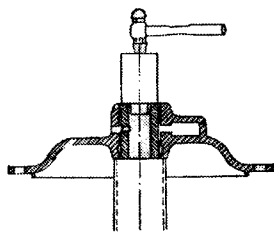


图 1-16 敲出滑动轴承

3. 轴承的安装

轴承安装前，应将原有的润滑脂（不论新旧）洗净。装滚动轴承，还要记住先将轴承内盖装在轴上，否则会造成返工。

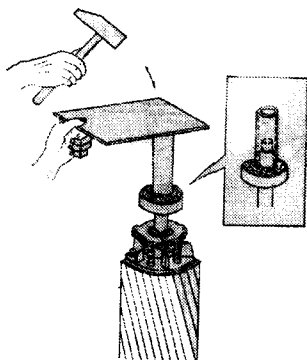


图 1-17 用套筒安装轴承

滚动轴承的一般装法，是先把轴承套在轴颈上，用一套筒顶住轴承内圈，在套筒另一端垫以铁板，用锤子敲打，直至轴承到位，如图 1-17 所示。敲时要注意轴承不可歪斜，用力要正对轴向。如果用压床以压力代替锤击将轴承装上则更好。套筒可用废钢管自制，其厚度比轴承内圈稍薄，两端打磨平整。

轴承也可以用加热法安装。将轴承浸入 $90\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的机油内 $10\sim 15$ 分钟，取出后趁热套在转轴上，推至安装部位，冷后就紧固在轴上。加热

时要把轴承吊在油中, 而不应使轴承直接接触油桶底, 因为那样可能会使轴承局部过热退火。

安装时还应该注意把标有轴型号的一面向外, 以便于今后检修时查看。

1.3.3 轴承的修理

1. 滚动轴承的清洗和加油

发现轴承有故障征象、轴承内积聚杂物、润滑油开始发硬变质等现象时, 或者轴承运行 2500~3000 小时以后, 要对轴承进行清洗。先将轴承中旧油除去, 然后用毛刷或布块蘸汽油或煤油等溶剂来清洗。一定要清洗干净, 否则轴承会很快损坏。正在刷扫时轴承不要转动, 避免有毛、线等杂物轧入轴承滚道。用煤油清洗过的轴承, 最好用汽油再洗一遍。这是因为煤油中含水分较多, 用汽油冲掉这些水份, 以防生锈。洗净后的轴承, 用干净的布擦干, 不能用棉纱等多绒毛的东西擦, 以免有绒毛等杂物落入轴承。也不要用手摸, 免得轴承沾染汗水而锈蚀。

轴承洗净并干燥后要按照规定重新加入纯净的润滑脂。在装润滑脂时应防止外界灰尘、水、铁屑等异物落入润滑脂内。润滑脂过多、过少都会引起轴承发热, 润滑脂过多还会因过热使润滑脂熔化流入绕组, 破坏绕组绝缘。一般润滑脂占轴承内容积 $1/2 \sim 2/3$ 为宜。常用电动机润滑脂见表 1-3。

表 1-3 常用电动机润滑脂

电动机型式	JO 型	JO 型	J 型
工作温度/℃	70~90	160~200	110~130
润 滑 脂	钙基润滑脂	复合钙基脂	钠基润滑脂

2. 常见轴承故障的处理

轴承外表上的锈斑, 可以用 00 号砂纸擦除后, 再放在汽油中清洗。滚珠或滚道上如有轻微锈色, 但无其他毛病, 也可不必擦除。若有裂纹或内、外圈碎裂, 则须更换新的。轴承型号打印在轴承钢圈的端面上, 更换新轴承时, 要选用与原来型号相同的轴承。如果旧轴承型号搞不清, 可根据电动机的型号、极数和机座号查有关资料选择。

损坏的轴承一般不会所有零件都损坏, 如滚珠(柱)缺少或损坏, 只要重新配上即可。也可以把几只相同型号的轴承拆开, 取它们完好的零件拼凑装成一只轴承, 仍能正常使用。

有些用于高速的轴承，如果磨损不很严重，可以换做低速轴承继续使用。

滑动轴承间隙过大时需要更换。也可以浇铅修复，即在轴承磨损的内表面上浇一层铅，再镗成所需的孔径，浇铅的步骤是：

(1) 先在轴承内孔表面沿圆周和沿轴向凿出一些槽子，目的是使浇上的铅与轴承体结合牢固。

(2) 在轴承内表面挂锡。先在挂锡面抹一遍盐酸或硫酸，再用热水冲洗晾干。用喷灯将轴承加热至 $250 \sim 270^{\circ}\text{C}$ ，涂上一层氯化锌溶液，再撒上一层氯化铵粉，然后挂锡。

(3) 趁锡尚未完全冷凝前立即浇铅。浇铅时在轴承孔内放一只直径略小于轴颈的泥芯，将熔融的铅液浇入泥芯与轴承孔壁之间的间隙中。铅层厚度最小值见表 1-4，最厚不应超过 10mm。青铜或铸钢轴承上浇铅，最小厚度只需表 1-4 所给数值的一半就够了，也不必在轴内表面凿槽。

(4) 浇好铅之后还必须镗内孔，使轴承内径也比轴颈稍大。一般取轴径与轴承内径之差（间隙）

$$j = (0.0015 \sim 0.00225) \sqrt[3]{d} \quad (\text{mm})$$

式中： j 为间隙， d 是轴径。

表 1-4 轴承浇铅最小厚度/mm

轴颈直径	20~50	50~80	80~120	120~150	150~200
铅层厚度	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0

内孔镗好后再用车床车出油槽，表 1-5 “油槽尺寸”可供参考。

表 1-5 油槽尺寸/mm

轴颈直径	40 以下	40~80	80~100	200
油槽宽度	3	4	5	7
油槽深度	1.5	2	2.5	3.5

1.4 集流装置的修理

集流装置指换向器或滑环及电刷装置等部件。它们起着连接定、转子电路的作用。无论从电气方面，还是从机械方面，对它们都有较高的要求。