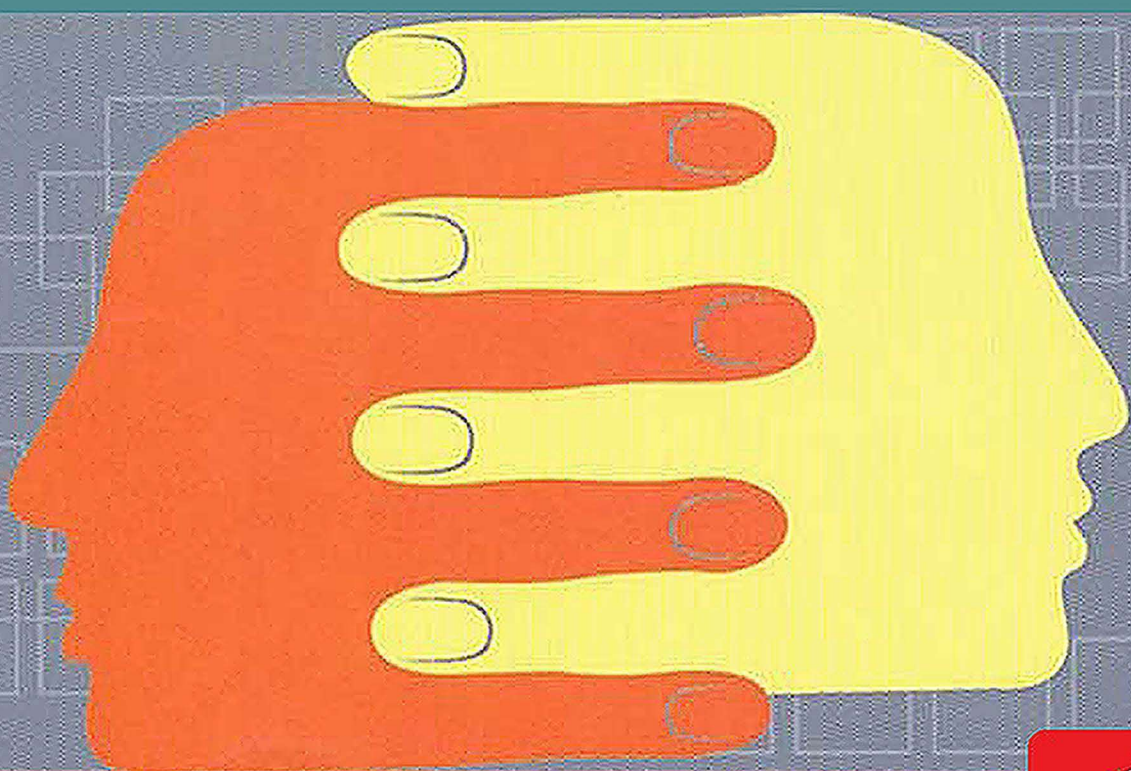


三相异步电动机检修实训

刘禹良 苏渊 郭剑锋 主编

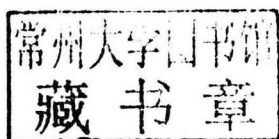


电子科技大学出版社



三相异步电动机检修实训

主 编 刘禹良 苏 渊 郭剑峰
副主编 徐永平 袁欣平 雷 一
主 审 伍家洁



电子工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

三相异步电动机检修实训 / 刘禹良主编. —成都 :
电子科技大学出版社, 2014. 1
ISBN 978-7-5647-2183-1

I. ①三… II. ①刘… III. ①三相异步电动机—检修
IV. ①TM343.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 009103 号

内 容 简 介

全书围绕三相异步电动机的检修工作展开,共分为四个项目:三相异步电动机的拆卸与组装、三相异步电动机的检测与试验、三相异步电动机的运行与维护、三相异步电动机的故障检查与维修。

本书适用于高职高专院校《电机学》课程异步电动机部分的理实一体化教学,也可供工程技术人员和电动机维修人员参考。

三相异步电动机检修实训

刘禹良 苏 渊 郭剑峰 主 编
徐永平 袁欣平 雷 一 副主编

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦,
邮编:610051。)
策划编辑: 辜守义
责任编辑: 李燕芬 辜守义
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 四川川印印刷有限公司
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 4.25 字数 104 千
版 次: 2014 年 1 月第一版
印 次: 2014 年 1 月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-2183-1
定 价: 9.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话:(028)83202323,83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

前 言

三相异步电动机具有结构简单、使用方便、运行可靠、效率较高、成本低廉等优点,且具备转速接近于恒速的负载特性,能满足绝大部分工农业生产机械的拖动要求,故其在各类电机当中产量最大,应用最广。由于电动机长期运行以及绝缘老化、工作环境恶劣、缺相运行、受潮、短路或开路等原因,均可能造成电机损坏。为保证电动机正常运行,提高劳动生产率,有必要对电动机进行检修。

电动机检修也是《电机学》课程教学标准规定的教学内容之一,学生通过实际操作,可强化《电机学》理论知识,提高动手能力和分析、解决问题的能力,培养团队合作精神,为以后的工作打下必要的理实基础。

由于电动机的类型和零部件繁多,其检修工艺复杂,操作要求严格,不仅需要大量的理论知识,更需要很强的实际动手能力。本教材注重电动机检修工艺的介绍和操作技能的培养,具有较强的实用性,主要包括:三相异步电动机的拆卸与组装、三相异步电动机的检测与试验、三相异步电动机的运行与维护、三相异步电动机的故障检查与维修。

本教材适用于高职高专院校《电机学》课程三相异步电动机部分的理实一体化教学,也可供工程技术人员和电动机维修人员参考。

本教材在编写过程中,重庆电力高等专科学校马飞、丁力、杨朝庆提出了大量宝贵的修改意见,同时,广东粤电长湖发电有限责任公司袁欣平,重庆电力科学研究院张为、赵利明,重庆市电力公司江北供电局雷一为本书的操作部分提供了大量的现场资料,在此一并表示感谢。

本教材编写过程中参考引用了大量文献资料,在此谨向这些文献资料的作者表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中难免有不足之处,敬请专家和读者批评指正。

编 者

2013 年 10 月

目 录

项目一 三相异步电动机的拆卸与组装	1
任务一 常用工具的识别及使用	2
任务二 电动机的拆装	7
任务三 定子绕组的更换	16
任务四 定子绕组的浸漆与烘干	32
项目二 三相异步电动机的检测与试验	36
任务一 定子绕组首末端的判别	36
任务二 定子绕组绝缘电阻的测量	39
任务三 定子绕组直流电阻的测量	40
任务四 定子绕组的耐压试验	42
项目三 三相异步电动机的运行与维护	44
任务一 电动机使用前的检查	44
任务二 电动机起动与停车的注意事项	45
任务三 电动机运行过程中的监视与维护	46
任务四 电动机的日常维护	49
项目四 三相异步电动机的故障检查与维修(知识拓展)	51
任务一 定子绕组故障的检查与维修	51
任务二 鼠笼式转子故障的检查与维修	58
任务三 轴承故障的检查与维修	59
任务四 其余部件的维修	60
参考文献	62

项目一 三相异步电动机的拆卸与组装

【知识目标】了解电动机各种拆装工具的作用;掌握电动机的拆装方法;掌握电动机定子绕组的嵌线工艺及重换绕组后的浸漆与烘干方法。

【能力目标】能正确识别并使用各种拆装工具,完成三相异步电动机的拆装;能正确计算定子绕组的相关参数,制定正确的嵌线顺序并完成其更换。

【安全注意事项】

1. 进入检修现场时,工作人员应穿戴好防护用品,且衣服袖口必须扣好,不能戴围巾,女工作人员的长发必须盘在安全帽内。

2. 拆除电机线前先验电,验明无电后方可拆线,并做好接线相序记录。

3. 拆卸电动机时注意做好相关配件的记号,以便于装配。

4. 电动机检修过程中小心使用各种工具、刀具,避免造成伤害。

5. 翻转电动机时要小心,防止砸伤手脚。

6. 在拆卸和安装转子的过程中,应注意保持其平稳,防止损伤端部线圈和铁芯。

7. 测量轴承游隙后应做好相应记录,轴承加油应适量。

8. 电动机绕组装配时注意不要损伤线圈,且极性要接正确。

9. 绕组浸漆时工作人员应戴防护面具。

10. 拆开的引线应用铁丝短路并接地,防止误送电造成人身伤亡。

11. 在移动和拆装电动机的过程中,转子端部线圈、鼠笼条端环及风扇不得作为着力点及支撑点。

12. 拆卸电动机时,所拆下的螺丝垫圈及其他零部件要做好标记,妥善保存,以备装复使用;转子装配前应仔细检查定子膛内,防止金属小用具、垫圈、锯条等物品遗留于内。

13. 电动机通电试运转时,须认真观察各项数据及电动机转动情况,做好相关的试转参数记录。

三相异步电动机在运行过程中,由于使用不当等原因,可能发生各种各样的故障,轻则影响电动机的正常运行,降低劳动生产率,重则造成人身事故或其他严重后果。因此,对电动机故障的修理及电动机日常维护,是相关工作人员必须熟练掌握的技能。

为完成电动机的修理和维护工作,需要对其部分或所有结构进行拆卸。在拆卸前应对电动机进行全面的检查,以查明故障范围及产生故障的原因。在拆卸过程中应进一步核实故障点,并详细记下有关原始数据,以便精确地认定电动机的修理范围。

作为电动机的能量输入部位,定子绕组的修理是电动机修理的重要工作内容之一。当定子绕组发生严重的短路、断路、接地等故障时,或电动机需要改极、增容时,就必须将其更换并重新浸漆、烘干。定子绕组的拆卸和装配有相当严格的要求,若操作不当可能会导致更为严重的后果,如铁芯损坏。

电动机的维护和修理工作完成后,应将其装配好。本项目以三相鼠笼式异步电动机为例,说明电动机拆装及定子绕组更换、浸漆与烘干的方法。

任务一 常用工具的识别及使用

【任务描述】电动机的拆装及绕组更换过程中要用到多种专用工具,修理人员应充分熟悉每种工具的外形、规格及作用,根据不同的使用场合正确选用工具。

电动机拆卸前应做好准备工作,包括:用压缩空气吹净电动机表面的灰尘,将电动机表面污垢擦拭干净,准备好需要的拆卸工具,做好拆卸前的原始数据记录,在电动机上做好位置标记,并检查电动机的外部结构情况,方可进行拆卸。现将电动机拆装及定子绕组更换过程中常用的工具及其作用介绍如下。

1. 拉具

如图 1-1 所示,用于联轴器(或皮带轮)与轴承的拆卸。



图 1-1 拉具

2. 油盘

如图 1-2 所示,用于盛装液体,清洗轴承、转子等。



图 1-2 油盘

3. 活动扳手

如图 1-3 所示,用于六角螺丝的拆卸和紧固。



图 1-3 活动扳手

4. 铁锤

如图 1-4 所示,用于电动机拆装过程中的敲打。

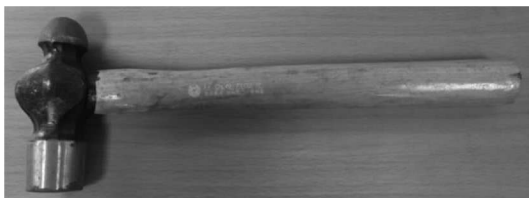


图 1-4 铁锤

5. 平口螺丝刀

如图 1-5 所示,用于拆卸和紧固平口螺丝。



图 1-5 平口螺丝刀

6. 紫铜棒

如图 1-6 所示,电动机某些部位不能直接用铁锤敲打,须垫上紫铜棒,起到传力的作用。

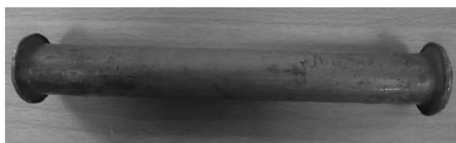


图 1-6 紫铜棒

7. 钢铜套

如图 1-7 所示,拆卸轴承时,其用于将力均匀传递到轴承圆周上。



图 1-7 钢铜套

8. 毛刷

如图 1-8 所示,用于清洁电动机外壳和定子铁芯。



图 1-8 毛刷

9. 外圆卡圈钳

如图 1—9 所示,用于风扇外卡环的拆装。



图 1—9 外圆卡圈钳

10. 内圆卡圈钳

如图 1—10 所示,用于风扇内卡环的拆装。



图 1—10 内圆卡圈钳

11. 木槌

如图 1—11 所示,用于敲打不能用铁锤敲打的电动机某些部位,如定子绕组端部整形。



图 1—11 木槌

12. 500V 兆欧表

如图 1—12 所示,用于测量定子绕组绝缘电阻。



图 1—12 500V 兆欧表

13. 汽油喷灯

如图 1—13 所示,用于加热,如拆卸轴承前先对轴承加热,便于拆卸。



图 1—13 汽油喷灯

14. 电工刀

如图 1—14 所示,用于绕组嵌线工具(如压线板、打板等)的制作及绝缘材料的裁剪。



图 1—14 电工刀

15. 手动葫芦

如图 1—15 所示,属起重设备,在吊装时使用。



图 1—15 手动葫芦

16. 打板

如图 1—16 所示,其由硬木制成,用于定子绕组重绕后,整理定子绕组端部呈喇叭口。



图 1—16 打板

17. 手术弯头长柄剪刀

如图 1-17 所示,用于定子绕组嵌线过程中剪去引槽纸及修剪相间绝缘纸。



图 1-17 手术弯头长柄剪刀

18. 压线板

如图 1-18 所示,又称压线脚、线压子,一般用钢板制成,用于压紧定子铁芯槽内的电磁线,以便槽绝缘封口和打入槽楔。一般其压脚宽度为槽上部宽度减去 $0.6\sim 0.7\text{mm}$ 为宜,长度以 $30\sim 60\text{mm}$ 为宜。



图 1-18 压线板

19. 划线板

如图 1-19 所示,又称滑线板、理线板,一般用层压玻璃布板或竹板制成。定子绕组嵌线时,可用其劈开槽口的绝缘纸,把堆积在槽口的电磁线理顺,并推向槽内两侧,使槽外的电磁线容易入槽。



图 1-19 划线板

20. 整形条

如图 1-20 所示,用于定子绕组嵌入后的端部整形。



图 1-20 整形条

21. 穿针

如图 1-21 所示,定子绕组电磁线入槽后,其用于相间隔离,防止相间绝缘垫片脱落,于端部绑扎时使用。



图 1-21 穿针

22. 刮线刀

如图 1-22 所示,用于定子绕组接头处理时刮除电磁线外包绝缘等。

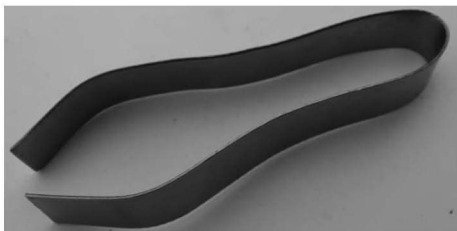


图 1-22 刮线刀

23. 清槽钢丝刷

如图 1-23 所示,用于定子绕组拆除后槽内残余绝缘及纸屑、漆瘤等的清理。



图 1-23 清槽钢丝刷

任务二 电动机的拆装

【任务描述】为完成电动机的修理和维护工作,需要对其部分或所有结构进行拆卸。维护和修理工作完成后,应将其装配好,并进行相关检验,检验正常方能通电使用。

1. 电动机拆卸前的准备工作

电动机发生故障需要修理时,应先对其进行全面检查,以查明故障原因及范围,从而确定电动机修理工作的内容。检查内容包括:检查电动机的机壳与端盖是否有变形、裂缝和破损;检查转子的轴向游隙;用手转动电动机转子,观察其能否转动;测量绕组及电动机各部分的绝缘电阻,明确绝缘是否有损坏;测量绕组的直流电阻以确定故障性质;检查定、转子间的气隙;检查轴承间隙以测定其磨损程度;最后通电空载运转以察看电动机的运行状态。

故障性质和故障范围初步确定后,还应详细记录有关原始数据,并用笔在电动机的相应位置做好标记,防止修理完成后装配时装错。拆卸前的记录应包括:(1)修理序号;(2)出线口方向;(3)端盖与联轴器之间的距离;(4)标记端盖负载端和非负载端;(5)机座与端盖的配合位置。

2. 电动机拆装的步骤

(1) 拆卸步骤

中小型异步电动机的拆卸可按以下步骤进行:

- ①断开电源,拆除电动机的接线或引线;
- ②用拉具拆卸皮带轮或联轴器;
- ③卸下风扇罩;
- ④卸下风扇;
- ⑤卸下前轴承外盖和后端盖螺钉;

⑥垫上厚木板或用铜棒,用手锤敲打轴端,使后端盖脱离机座(前后端盖与机座之间的接缝处用钢冲打上记号);

- ⑦将后端盖连同转子抽出机座；
- ⑧卸下前端盖螺钉，用长木块顶住前端盖内部外缘，把前端盖打下。
- ⑨在油盘中清洗各部件，并把零部件放入指定的零件箱内。

(2) 装配步骤

装配电动机前，应作好各部件的清洁工作，包括：清除定子铁芯内径上的油膜、漆瘤、脏物等；刮平并剃净高出定子铁芯的槽楔、绝缘纸等；将机座、端盖、轴承盖的止口以及转子表面擦干净；用皮老虎或气筒，把定子绕组和机壳内部吹干净。

电动机的装配基本上是拆卸步骤的逆过程，如下：

- ①先将轴承内盖的空腔部分填入润滑脂后套在转轴上，再将轴承套装在转轴上；
- ②两端的轴承均装好后，将非轴伸端的端盖（后端盖）及轴承外盖固定在转子上；
- ③将转子装入定子，并将后端盖固定在机壳上；
- ④装配前端盖及轴承外盖（前后端盖对着记号装）。固定螺钉逐步拧紧时应使端盖受力均匀，并盘车，右、左转动轴伸，使其转动灵活；
- ⑤装上风扇罩和风扇；
- ⑥装上皮带轮或联轴器。

3. 主要零部件的拆装方法

(1) 电动机引线的拆装

拆线前应先切断电源。若电动机的开关距离电动机较远，应将开关里的三个熔丝卸下，并且挂上醒目的检修标记，以防有人误合闸。打开接线盒，用试电笔验明接线柱确已处于无电状态后，再动手拆卸电动机引线。拆线时，每拆下一个线头，应做好标记，并立即用绝缘带包好，以防误合闸时造成短路或触电事故。

接线时，应按所作标记连接。引线接完后，应把电动机的外壳接地。

(2) 皮带轮或联轴器的拆装

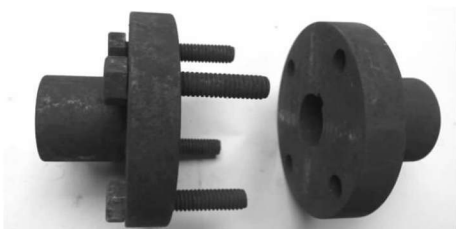


图 1-24 弹性柱销式联轴器

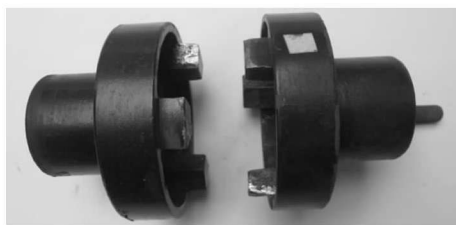


图 1-25 弹性齿对接式联轴器

① 拆卸

图 1-24、1-25 为两种常用的小型联轴器。拆卸前应先在皮带轮或联轴器的轴伸端上做好尺寸标记，再旋松皮带轮或联轴器上的固定螺钉或敲去定位销并取下。在其内孔和转轴结合处加入煤油，再用拉具（或称拉机、抽轴机）钩住皮带轮或联轴器，扳动拉具的螺杆，将皮带轮或联轴器从电动机转轴上缓慢拉出，操作时，拉钩要对称地钩住皮带轮或联轴器的内圈，两钩爪受力应一致。有时为了防滑，还可用金属丝将两拉杆绑在一起。中间主螺杆应与转轴中心线一致，在旋动螺杆时应注意用力均匀、平稳。对轴中心较高的电动机，可在拉具下面垫上木块。若转轴与皮带轮内孔结合处锈蚀或过盈尺寸偏大，拔不下来时，可轻轻敲击螺杆端头，也可采用加热法：先将拉具装好并旋紧到一定程度，用石棉包住转轴，用喷灯快

速而均匀地加热皮带轮或联轴器,待温度升到 250°C 左右时,加力旋转拉具螺杆,可顺利将皮带轮或联轴器拔下。操作步骤、注意事项及示意图如下。

- a. 用粉笔标记好皮带轮或联轴器的正反面,以防安装时装反,如图 1-26 所示。



图 1-26 用粉笔标记皮带轮的正反面

- b. 用尺子在皮带轮或联轴器的轴伸端做好尺寸标记,以便还原安装位置,如图 1-27 所示。



图 1-27 标记尺寸

- c. 用夹钳取出皮带轮或联轴器上的定位螺钉,如图 1-28 所示。

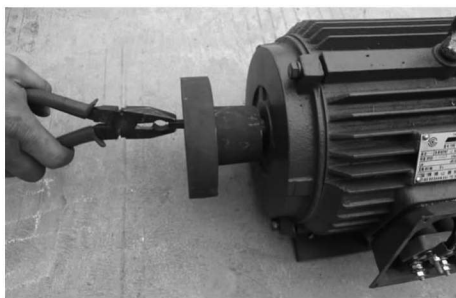


图 1-28 取出定位螺钉

- d. 如因锈蚀而难以拆卸,则在定位孔内注入煤油或松动剂,过几小时再拆卸,如图 1-29 所示。



图 1-29 在定位孔内注入煤油

e. 装上拉具,将拉具的丝杠顶尖对准轴中心的顶尖孔,缓慢地旋转丝杠,将皮带轮或联轴器缓缓拉出,如图 1-30 所示。



图 1-30 用拉具拉出皮带轮或联轴器

此步操作应注意以下几点:

- a. 应始终保持丝杠与被拉物在同一轴线上;
- b. 操作时动作要轻、慢,切忌硬拆;
- c. 如拉不出,可用喷灯在皮带轮轴套四周加热,使其膨胀后再拉;
- d. 拆卸过程中不能用铁锤或其他坚硬的工具直接敲击皮带轮或联轴器,以防止其变形或碎裂,必要时应垫上木板或紫铜棒。

②安装

安装时,应先将电动机转轴和皮带轮或联轴器的内孔清理干净,然后将皮带轮或联轴器套在转轴上,并对准键槽位置,再把铜棒或硬木板垫在键的一端,把键轻轻打入槽内,在此过程中应注意使键在槽内的松紧程度适当。若打入困难,应在轴的另一端垫上木块顶在墙上,再打入皮带轮或联轴器。

(3)轴承盖的拆装

拧下固定轴承的螺钉,即可拆下轴承外盖,拆卸时应注意将轴承盖标上记号,以便于装配时复位。对于中、小型异步电动机,由于轴承外盖和轴承内盖用螺栓连在一起,当端盖就位后,轴承内盖的位置无法看见,可用以下两种方法寻找。

①试探法

如图 1-31 所示,在套入轴承外盖之前,先将一只固定轴承外盖的螺栓伸入端盖孔内,一只手转动转子,从而带动轴承内盖转动,另一只手缓慢地朝紧固方向旋转螺栓,当感觉到轴承内盖的螺孔接触螺栓头时,再紧旋几下就能将轴承内盖位置固定,然后将该螺栓卸下,再将轴承外盖套上,最后再上好所有的螺栓。



图 1-31 用试探法装配轴承外盖

②吊丝法

如图 1-32 所示,先将轴承外盖套入,再将一根较长的螺杆插入端盖孔内,把轴承内盖位置固定(同试探法)后,上好其余的螺栓,再卸下螺杆,并换用固定轴承盖的螺栓。紧固轴承盖螺栓的同时,应转动转子,既要使螺栓紧固到位,又要使转子转动灵活。必要时,可用木槌轻敲电动机的轴头,然后进一步紧固上述螺栓,达到理想的效果。



图 1-32 用吊丝法装配轴承外盖

(4)端盖的拆装

①拆卸

拆卸端盖前,应仔细检查紧固件是否齐全,端盖是否有损伤,并在端盖与机座接缝处做好标记。然后旋下轴承盖螺栓,取下轴承外盖,再卸下端盖紧固螺栓。通常大、中型异步电动机的端盖上留有两个拆卸螺孔,可用合适的螺栓旋进该孔将端盖取出;对于没有拆卸螺孔的端盖,可用撬棍或一字旋具在周围接缝中均匀加力,将端盖撬出止口,亦可用两根厚度适当的角铁,将其一边卡入端盖与机座之间的间隙中,每只手搬动一根角铁,反复撬动几次后,即可将端盖拆下,如图 1-33~1-35 所示。



图 1-33 用角铁拆卸端盖



图 1-34 拆卸前端盖

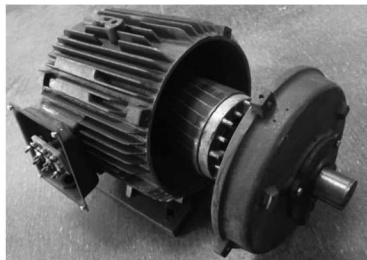


图 1-35 拆卸后端盖

②安装

对于小型电动机一般先装配后端盖。把转子竖直放置,将后端盖轴承孔对准轴承外圈套上,一边使端盖沿轴转动,一边用木槌敲打端盖靠近中心的部位,直到到位为止。再将后轴承内盖、后轴承外盖及后轴承内按规定加足润滑油,套上后轴承外盖、拧紧轴承盖紧固螺栓即可。后端盖的装配如图 1-36 所示。



图 1-36 后端盖的装配

后端盖装配完后,按拆卸所做的标记,将转子放入定子内腔中,合上后端盖。按对角交替的顺序拧紧后端盖紧固螺栓。注意边拧螺栓,边用木槌均匀地敲打端盖,直至到位。然后将前轴承内盖与前轴承内按规定加足润滑油,参照后端盖的装配方法,将前端盖装配到位。

注意:拆装端盖时,如需敲打端盖应使用木槌或铜棒,且不能用力过猛,以防端盖破裂。前后两个端盖拆下后要分别标上记号,以免装配时前后装反。拧螺栓时应按对角线的位置轮番逐渐拧紧,螺栓每次拧紧的程度要一致,不要一次拧到底。

(5)转子的拆装

抽出或装入转子时,应平稳进或出转子,注意不要碰伤定、转子铁芯及绕组。应在定子绕组端部垫上厚纸板,以免抽动转子时碰伤定子绕组。对于小型异步电动机的转子可以直接用手抽出,如图 1-37 所示。

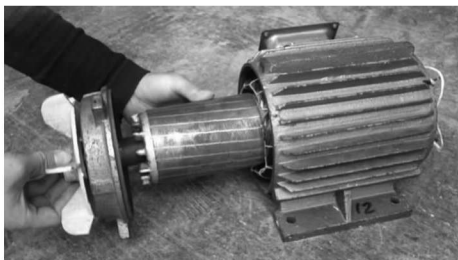


图 1-37 转子的抽出

装入转子的步骤与抽出转子的步骤相反,同样应注意对电动机各部分的保护。

(6)轴承的拆卸、清洗和安装

①拆卸

在拆卸轴承时,由于轴颈、轴承内环配合度会受到不同程度的削弱,若非必要,通常情况下不能随意拆卸轴承。轴承的拆卸可在两个部位进行:在转轴上拆卸或在端盖内拆卸。

a. 在转轴上拆卸轴承

在转轴上拆卸轴承常用以下三种方法:

a) 用拉具拆卸