

中等专业学校交流讲义

电机与电器的 修理和使用

上海电机制造学校編

只限学校内部使用



中国工业出版社

本书共分六章，书中较为详细的阐述了电机电器的各种故障的原因及其检查和修理方法，重点的介绍了电机电器在修理过程中可能遇到的各种重绕和改接的计算问题。书中内容既包括一定的经验介绍，又包括一定的理论总结。

本书可作为中等专业学校工业企业电气装备专业的“电机与电器的修理和使用”课程的教材，亦可供工厂企业从事电机与电器修理的工作人员参考。

电机与电器的修理和使用

上海电机制造学校编

*

第一机械工业部教材编审委员会编辑（北京复兴门外三里河第一机械工业部）

中国工业出版社出版（北京修脚胡同10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $7 \frac{1}{2}$ · 字数 157,000

1961年9月北京第一版·1962年1月北京第二次印刷

印数 3,838—5,907 · 定价(9-4) 0.73元

*

统一书号：15165·777（一机-156）

目 次

緒論	3
第一章 电机故障及检修	5
第一节 电机的拆卸与装配	5
第二节 机械性故障的种类	22
第三节 轴承的修理	23
第四节 軸、軸承盖、鉄心の修理	42
第五节 換向器滑环及其修理	52
第六节 电刷与刷握	55
第七节 繞組損坏的种类	65
第八节 繞組短路故障的检修	66
第九节 繞組断路故障的检修	74
第十节 繞組通地故障的检修	85
第十一节 繞組接反与嵌反故障的检修	89
第十二节 电动机故障原因的推断	95
第二章 中小型感应电动机繞組的重繞計算	107
第一节 概述	107
第二节 感应电动机定子繞組的重繞計算	108
第三节 重繞計算例題	122
第四节 槽絕緣的选择	126
第三章 感应电动机繞組的改接	130
第一节 改变电机电压时的重新接綫及重繞計算	130
第二节 改变电机极数时的重新接綫及重繞計算	137
第三节 三相感应电动机改为单相运用	140
第四章 变压器的维护与修理	147
第一节 概述	147
第二节 变压器运行中的维护	148

第三节	变压器的检修	154
第四节	小容量单相变压器的设计	156
第五节	变压器的试验	165
第五章	电器的故障及其修理	180
第一节	触头的故障及其修理	180
第二节	磁系统及机械部分的故障及其修理	185
第三节	线圈的故障及其修理	186
第四节	磁力起动器线圈的改绕计算	188
第五节	接触器线圈的改绕计算	192
第六节	电磁铁线圈的改绕计算	205
第七节	电器一般故障的分析及其消除方法	207
第六章	电机、电器绝缘的干燥	211
第一节	概述	211
第二节	绝缘受潮的鉴定	212
第三节	电机的绝缘干燥法	217
第四节	变压器的干燥法	224

緒 論

随着工业企业电气化程度的提高，各种机器都普遍地应用了电力拖动系统，电机已成了主要的动力设备。电机的控制与保护必须采用许多电器，这样电机和电器在工业企业中就得到了广泛的应用。

工厂企业中所应用的各种电机电器型式和结构极为繁多。对于电机来说，由于感应电动机具有结构简单、操作方便、价格较低等优点，因此应用最广；而在重型机械中如轧钢机、大型机床等，还相当多的使用着直流电动机或直流发电机。

保证这些电机以及控制这些电机运转的各种电器的正常运行，对提高劳动生产率具有极其重大的意义。如果电机或电器一旦发生故障而得不到及时修复，则将使生产机器停止工作，影响到生产的正常进行。

电机、电器的故障类型和形成这些故障的原因是相当复杂的。总的看来，可以分成两类：一类是电机电器的多年使用而形成的自然故障；另一类则是由于电气设备在使用过程中所产生的偶发性故障。对于后者，故障形成的原因又极为复杂，它与电机、电器的负载情况，使用、维护、保养的程度、工作环境（如温度、湿度）及电机电器本身的结构等等因素有关，其中也有相当一部分是由于使用者操作错误所引起的。因此要减少电气设备的故障，首要的任务是加强日常的维护工作，加强检查，其次必须使电气设备的操作人员严格地遵守操作规程或运行规程。

各工厂企业由于建立和贯彻了电气设备的计划与维修制

度,按照以防为主,修理为輔的原則,大大地减少了設備的损坏率,保证了电气设备的正常运行。

本书就电机、电器常遇到的各种故障进行了必要的分析,指出了发生故障后的处理方法。同时重点地列举了在电机、电器修理工作中所遇到的一些計算問題,以便迅速的掌握修理方法,使电气设备尽快地修复而投入运行。

第一章 电机故障及检修

电动机故障类型很多，产生原因也很错综复杂，电动机故障的产生一般与制造质量、负载情况、使用条件、维护保养等因素有关。

經驗說明，要又快又好的修复一台电动机，关键在于如何迅速且又准确地查出电机所发生故障的部位，找出其产生故障的原因。

本章就针对上述要求介绍电机机械方面的，如轉軸、軸承、鉄芯、軸承盖、換向器、滑环、电刷、刷握等及电气方面的如繞組的短路、断路、接地、接錯等主要故障的檢查及其修理方法。

故障检修方法随着生产技术的提高而不断趋向更加先进和更加完善。本章只介绍几种使用既方便又可靠的主要故障檢查法和基本修理方法。究竟采用那一种为宜需根据具体情况来选择。

第一节 电机的拆卸与装配

正确的拆卸与装配电机是修理中的一项重要工作，如果进行拆卸与装配的工作不恰当，反而会将电机已有的故障扩大，或者使检修质量得不到保证，使用不久以后故障重新发生。因此，作为一个检修工作人员必须掌握正确拆卸电机及装配电机的技术，以及学会在复杂情况下选择正确拆卸电机的方法。

在拆卸电机前，首先要作好准备工作；即准备好各种专用工具，及作好拆卸前的记录与检查工作，然后进行正确的

拆卸。

1. 拆卸前的检查与记录:

拆卸前先检查和记录电机的各种技术数据,目的是使以后对这台电机的原有故障及技术数据有所了解,同时保证修理工作的正常进行。如果一个修理车间接受了不少的修理任务,在未作好记录前就进行电机拆卸,如果象这样的电机有好几台,那么就会使工作造成混乱现象,甚至于连某台电机的容量也搞不清。因此,应当重视这项工作。

作好检查与记录工作的另外一个重要意义是积累检修的技术资料,这些资料是宝贵的工作经验总结,是今后提高工作水平的保证。

因此修理车间都印有修理卡片。上面印有需要记载的项目,表 1-1 是修理卡片的一种式样可供工作中参考。

修理卡片好象医院里的病历卡一样重要,病人入院后,病因、健康情况的检查以及治疗情况都加以详细记载,一直到病人恢复健康出院。修理车间对待电机也类似于医院对待病人一样,应当作好详细记录,并且修好它。

拆卸电机前的检查项目如表 1-1 所载:

表 1-1

修理卡片第_____張			
电机: 工厂号_____		财产号_____	
I. 証明書数据			
容量_____瓩			
型式_____	定子电压_____伏	轉子电压_____伏	
定子电流_____安	轉子电流_____安	接綫方式_____	
轉数_____	轉 分 效率_____	重量_____公斤	
其它数据_____			

(續表 1-1)

I. 定貨数据

1. 需要进行: 小修, 大修, 恢复修理, 改造 _____ (多余删去)
2. 测量和試驗的记录 _____
(按照送来修理时轉交的文件)
3. 修理工作量 _____
(根据修理工作一覽表)

II. 檢查数据

1. 軸承間隙 _____ 毫米
2. 鉄芯間的气隙 _____ 毫米
3. 轉子的游隙值 _____ 毫米
4. 軸承的状态 _____
5. 轉組的状态 _____
6. 絕緣电阻 _____
7. 其它数据 _____
8. 修理工长的意見 _____
9. 修理工作量 _____
(根据电修車間的檢查数据)

檢查执行者 (签名)

修理工长 (签名)

196__年__月__日

(續表 1-1)

IV. 簡單的繞線數據

1. 定子: 極數 _____;
 Da/Di _____ 毫米; Li _____ 毫米; ni _____ 毫米;
 槽數 _____; 定隙 _____ 毫米; 槽的尺寸 _____ 毫米;
 槽縫尺寸 _____ 毫米; 通風溝數目 _____; 最小齒寬 _____ 毫米;
 繞組型式 _____; 線圈數目 _____; 每槽的導線數目 _____;
 槽節距 _____; 并聯分路數目 _____; 導線牌號和尺寸 _____ 毫米;
 每相分路 _____; 相間的連接 _____; 繞組的伸長部分 _____ 毫米;
 槽的斷面 _____ 毫米²;
 其它數據 _____

2. 轉子(電樞): l_p _____ 毫米; 槽數 _____; 繞組型式 _____;
 整流子片數 _____; 相數 _____; 線圈數 _____; 并聯分路數 _____;
 槽節距 _____; 每槽導體數 _____; 導線牌號和尺寸 _____;
 并聯分路 _____;
 其它數據 _____

繞線工段工長 (簽名)

V. 修理記錄

序号	电机部件和零件的名称	修理內容簡述	修理人員姓名
1	吹刷 ^①		
2	洗滌零件 ^②		
3	座板、滑軌		
4	定子、鐵芯段		
5	前端蓋		
6	后端蓋		
7	軸承		
8	油面計		

(續表 1-1)

序号	电机部件和零件的名称	修理内容简述	修理人員姓名
9	轉子(电枢)、鉄芯段		
10	軸、銷、鍵		
11	滑环		
12	換向器		
13	搖环		
14	刷杆		
15	刷握		
16	电刷		
17	短接机构或举刷机构		
18	軸承盖		
19	接綫板		
20	風扇		
21	定子繞組		
	1 洗滌 ^①		
	2 修理		
	3 浸漆 ^②		
	4 上漆 ^③		
	5 干燥 ^④		
22	轉子(电枢)繞組		
	1 洗滌 ^①		
	2 修理		
	3 浸漆 ^②		
	4 上漆 ^③		
	5 干燥 ^④		
23	皮帶輪、联軸器		
24	連接件		
25			
26			
27			

修理工长

(签名)

①注明用什么来进行。②注明浸哪号漆。③注明哪号涂刷用漆和瓷漆。

④注明干燥方法、日期和记录書号碼。

(續表 1-1)

Ⅶ. 最后修理記錄

1. 做过的試驗(注明試驗的种类、日期和記錄書號碼)_____
2. 軸承間隙_____毫米
3. 鉄芯間的气隙_____毫米
4. 轉子(电枢)的游隙值_____毫米
5. 絕緣电阻_____欧姆
6. 振動_____
7. 鉄芯发热_____
8. 火花_____
9. 軸承发热_____
10. 軸承潤滑油的种类_____
11. 空載电流_____
12. 其它記錄_____

_____ 196__年__月__日
(試驗人員簽名)

关于电机合格和修理时尚未消除的毛病的結論_____

檢查工长 (簽名) 196__年__月__日

决定把电机交到成品仓库

車間主任 (簽名)

196__年__月__日

根据修理时所填写的一覽表或修理卡片, 車間工长或电机技术員(根据机构而定)在电机証明书(小型和系列电机)或机組修理日記(大型电机和机組)上把进行的修理工作簡要地記錄下来。

电机的証明书按照該企业所采取的形式来編制。定期試驗和定期查看是否記在电机証明书上。

电机证明书最好制成纸夹的形状，其内除了电机证明书外，还可保存修理工作量一览表、修理卡片、干燥和试验的记录、验收单、备品表和该电机的其它技术材料（草图、表格、照片、绕线数据卡片、接线图等）。

对于有几台电机的机组，则把各电机的证明书夹合订成为机组的证明书夹，其中也保存着机组的修理日记。

修理日记中记载着机组在运行和计划预查与计划预修时所发现的毛病，以及记载着查看、试验、修理及在机组上进行的其它工作等的结果与简述。

2. 拆卸电机的原则及步骤：

正确拆卸电机的基本原则是保证在拆卸工作中不能使电机中的各个零件受到不应当受到的应力。例如用榔头打击轴就会使轴变形，严重的使轴损坏不能使用。又如用榔头拆卸皮带轮或轴承也可能造成同样的后果，使零件损坏增加修理的成本和周期。

拆卸的步骤：

- 1) 先拆端接头，抬起或提出电刷。
- 2) 拆卸皮带轮或联轴器。
- 3) 拆卸轴承端盖（滚动轴承型电机）。
- 4) 卸下端盖或端罩（先卸联轴器端，后卸滑环或换向器端）。
- 5) 取出或吊出转子。
- 6) 各部件的拆卸。

3. 拆卸的工具、方法及注意事项：

1) 皮带轮或联轴器的拆卸。用抓具卸轮。抓具如图 1-1 所示它是由三个爪杆，一个圆盘，一个顶立螺杆构成。使用时爪杆端之弯头抓住皮带轮轮缘，只要转动螺杆就可把皮带

輪拉出。使用時要注意找好平衡，要頂正，在拆卸過程中，要注意皮帶輪之受力情形，不要使輪緣被抓具扳裂。如抓不下來可用急火圍繞輪套迅速燒熱，燒輪時應用石棉將軸包住，并用布沾冷水澆軸。

2) 端蓋的拆卸。在拆卸滑動軸承型軸承端蓋前，先檢查油槽內是否有油，如有則先將油倒出。有滑環或換向器者，應先抬起或取出電刷，並應先卸聯軸端。卸前應將軸上鍵槽轉到下面。為了避免轉子擦傷定子鐵芯與繞組，在空氣隙中墊以絕緣硬紙墊塊。

卸時首先拧松端蓋四緣固定在機座上的螺絲。用一種有斜刃的扁錘撬開，撬時應同時檢查端蓋與機座止口的配合松緊，其最大間隙不應超過表 1-2 的規定：

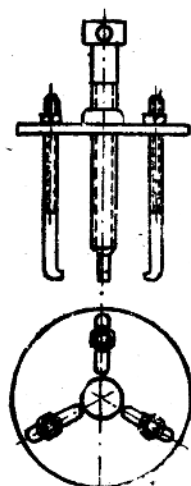


圖 1-1 皮帶輪抓具。

表 1-2

端蓋制口外徑 (毫米)	300	500	800	1000
最大間隙 (毫米)	0.05	0.10	0.15	0.20

注意在較大型電機或止口很松，軸很短的電機，卸螺絲時，為不使端蓋自行脫落，應將端蓋架住，或用吊車吊住，以防傷人傷軸。同時在卸大型電機端蓋時，必須配合吊車。找好中心然後松螺絲。

卸分介式端蓋時，先輕微拧松下半蓋螺絲，再揭開端

蓋。一定要撬平后才能卸上瓦，提油環，拿下瓦，卸下蓋。瓦卸下後，將上下瓦標記分清（有負荷及無負荷和里外端）。

在拆卸滾動軸承型軸承端蓋時，先卸小蓋，後松端蓋螺絲，再卸端蓋。

拆除聯軸端端蓋後，在小型電機可將另一端之軸承蓋和轉子同時一起取出，然後再將此蓋用鐵錘隔以墊木擊落之，但如為較大型的電機，則利用同樣的方法將此蓋卸下，並自軸上取下。此時整個轉子重量失去支持，落在墊塊上，後再取出轉子。

軸承端蓋卸下後，用煤油清洗，檢查有無裂縫及其他破損情況。並應標記與電機同一總號的適當分號。能帶還原處的螺絲，一律戴還。其它零件，如小蓋扣腕，螺絲等，經煤油洗淨後，裝入布袋，將布袋標以與電機同一總號的分號，再放入端蓋內，一併保存。

3) 取出或吊出轉子。小型電機之轉子可用手力取出，應注意下列幾點：取出時應小心，不要讓轉子碰着定子，以免擦傷鐵芯或繞組。轉子風扇直徑大於定子鑿孔時，應將轉子從有風扇一方取出。有滑環或換向器的電機應從滑環或換向器端取出。

較大型電機取出轉子時必須配合吊車。取出時用吊車兩臂繩鉤住轉子如圖 1-2(a) 所示。然後吊車移動，一直移到臂繩碰着定子繞組為止，這時如果轉子重心已移出定子。則將轉子已移出端放在事先準備好的支架上將吊車繩改成圖 (B) 形式。轉子即可從定子取出，如果這時轉子重心尚未移出定子，則在另端軸上加一段套管如圖 1-2 (6) 一直到轉子重心移出時為止。

也可以將轉子一端用吊車吊住，用管內焊有紫銅套的無

縫鋼管套在另一端，用人力抬起，由專人指揮，找正中心，慢慢抽出，抽出時應墊好枕木，隨着轉子移動，以免萬一轉子下沉，損傷繞組。總之，在抽出轉子的過程中，氣隙中始終應放置墊塊。

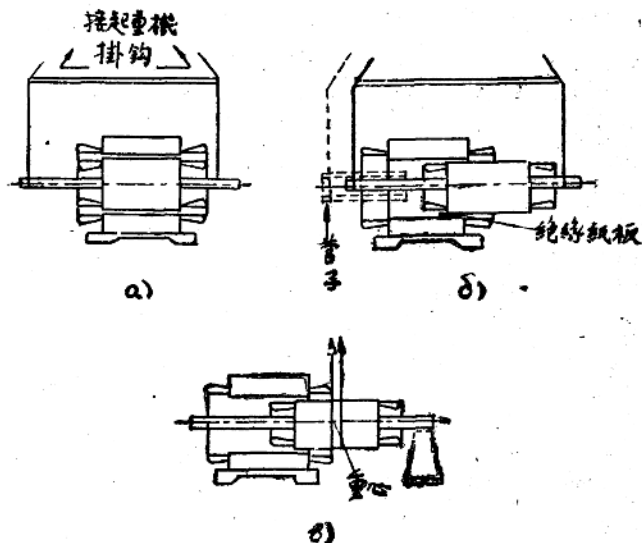


圖 1-2 由定子取出轉子的工序。

取出的轉子，軸頸周圍應塗上一層黃干油，並應用布包好，做好標記，放置在木架上。在保管期間軸頸及轉子各部分應嚴加防護，不受損傷。

不需卸下的滾珠軸承仍留在轉軸上，不過要用油布包裹，以免落入灰塵。

4) 滑動軸承自端蓋孔中取出：圖 1-3 (a) 示用錘打擊軸瓦的方法。將端蓋止口朝天，下面墊以木塊。再在軸瓦上墊

一比軸瓦外徑稍小一點的圓木塊柱，借錘敲打圓木塊柱，軸瓦即可敲出。

圖 1-3(6)所示的情形是錯誤的，因為這樣如軸瓦被卡住，端蓋底邊會破裂。取出軸瓦時注意油環，勿使軸瓦將油環卡斷。圖 1-4 示用抓具取出軸瓦的方法：抓具有鐵圓盤(1)，其上鏤有孔(2)，共六個。在其中插 3 個或 4 個螺釘(3)，數目的多少由軸承蓋的形式決定。它一端固定在鐵板上，另一端頂住軸承蓋。圓板中心有一頂杆(4)，一直穿過軸瓦，在它的端頭在軸瓦上墊一塊比軸承外徑稍小的墊片(5)，再固緊螺絲(6)，將杆固定轉動螺絲柄(7)，即可將軸瓦拔出。軸瓦取下後，進行標號，油環應單獨保管，亦應標號。

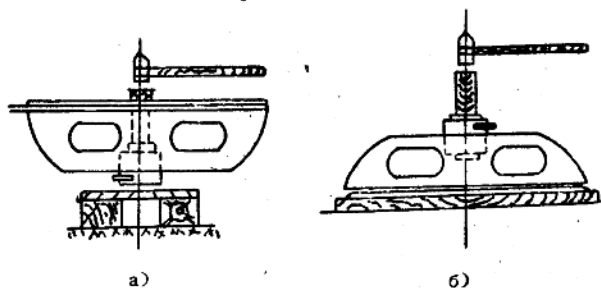


圖 1-3 滑動軸承的拆出。

5) 滾動軸承自轉軸上取出：卸滾動軸承先搬功安全墊，卸背帽，遇滾柱軸承則取下扣腕，然後利用滾珠抓具拉出軸承。滾珠抓具有一平板，平板端邊用螺釘固定兩根爪杆，爪杆端彎頭抓住軸承內環（當軸承內環套在軸上時）。（圖 1-5，圖 1-6）平板中穿過一根螺杆，螺杆頂着轉軸端，轉動螺杆，即可從轉軸上拉下軸承。取下的滾動軸承應用油布包裹或盛