

工厂电气设备故障的 分析与处理 200例

陈荣章 孔云英 编
化学工业出版社



内 容 提 要

本书介绍了工厂电气设备故障的分析与处理共200例,内容分六章,其中一~三章分别介绍了三相交流异步电动机和常用机床电路、三相交流同步电动机及其励磁装置和直流电机与龙门刨床部分,第四章是特殊用途电机及其控制装置部分,第五章是常用低压电器部分,第六章是变电所常用设备部分。

本书力求做到理论密切联系实际,文字叙述通俗易懂,阐述问题由浅入深,可供广大电气工人在电气设备故障处理的实践中参考使用,对工厂企业中的电气技术人员也有一定的参考价值。

工厂电气设备故障的分析与处理200例

陈荣章 孔云英 编

责任编辑:李诵雪

封面设计:任 辉

•

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

化学工业出版社印刷厂装订

新华书店北京发行所经销

•

开本787×1092¹/₃₂印张10⁵/₈插页1 字数244千字

1990年9月第1版 1990年9月北京第1次印刷

印数 1—16,000

ISBN 7-5025-0744-2/TM·4

定 价5.30元

前 言

电气设备故障的处理是工厂电工和电气技术人员必须掌握的一门实用技术，熟练地处理电气设备故障是每个电气工作人员必须具备的本领。了解电气设备的工作原理，一般是从书本上学，熟悉处理电气设备故障的方法需从实践中学，也可以从来源于实践的书本上学，本书正是为此宗旨而编写的。

本书是电气设备的“故障学”，介绍了工厂电气设备故障的分析与处理共200例。在选材方面以实用为目标，在文字叙述方面力求深入浅出通俗易懂。工厂电气设备种类繁多，每一类设备所犯的故障又各不相同，而我们的实践又极为有限，因此，在编写本书的过程中深感自己的知识与经历不足。书中所编200例，除我们的所见所闻外，也广泛参考了有关资料。书中各章既有联系，又保持一定的独立性，读者可系统地学习全书，也可根据自己所负责的设备选学其中的个别章节。

本书的编写得到了吉云庆同志的热情帮助，吕庆荣和郭志善两同志修改并审阅了全稿，在此谨表示诚挚的谢意。

我们的理论水平不高，实践经验不足，书中难免有错，敬请广大读者批评指正。

编者

1989.3.30

目 录

第一章 三相交流异步电动机和常用机床电路故障的分析与	
处理	1
一、三相交流异步电动机〔1〕~〔9〕	1
二、常用机床电路〔10〕~〔35〕	17
第二章 三相交流同步电动机及其励磁装置故障的分析与	
处理	59
一、三相交流同步电动机〔36〕~〔40〕	59
二、同步电动机可控硅励磁装置〔41〕~〔56〕	65
第三章 直流电机、交磁放大机与龙门刨床电路故障的分析	
与处理	119
一、直流电机〔57〕~〔60〕	119
二、交磁放大机〔61〕~〔66〕	129
三、B2012A型龙门刨床〔67〕~〔86〕	138
第四章 特殊用途电机及其控制装置故障的分析与处理	181
一、三相交流换向器调速电动机〔87〕~〔94〕	181
二、电磁调速异步电动机〔95〕~〔107〕	194
三、交流弧焊机〔108〕~〔113〕	213
四、直流弧焊机〔114〕~〔117〕	218
五、单相电钻〔118〕~〔122〕	223
六、电扇〔123〕~〔127〕	229
第五章 常用低压电器故障的分析与处理	235
一、低压开关板〔128〕~〔129〕	235
二、刀开关〔130〕~〔131〕	237
三、低压熔断器〔132〕~〔133〕	241
四、交流接触器〔134〕~〔137〕	245

五、热继电器〔138〕~〔140〕	250
六、空气开关〔141〕~〔147〕	254
七、补偿器〔148〕~〔151〕	273
八、电磁铁制动器〔152〕~〔154〕	276
第六章 变电所常用设备故障的分析与处理	280
一、电力变压器〔155〕~〔174〕	280
二、高压油断路器〔175〕~〔182〕	294
三、高压隔离开关〔183〕~〔187〕	306
四、高压熔断器〔188〕~〔190〕	312
五、避雷器〔191〕~〔196〕	315
六、互感器〔197〕~〔200〕	321
参考文献	325
附录 200例索引	327

第一章 三相交流异步电动机和常用 机床电路故障的分析与处理

工厂中的生产机械，如钻床、车床、铣床、磨床、镗床及桥式起重机等，大都是由三相交流异步电动机来拖动的。三相交流异步电动机及其控制线路的故障处理，占工厂电气检修工作中很大的比重。

一、三相交流异步电动机

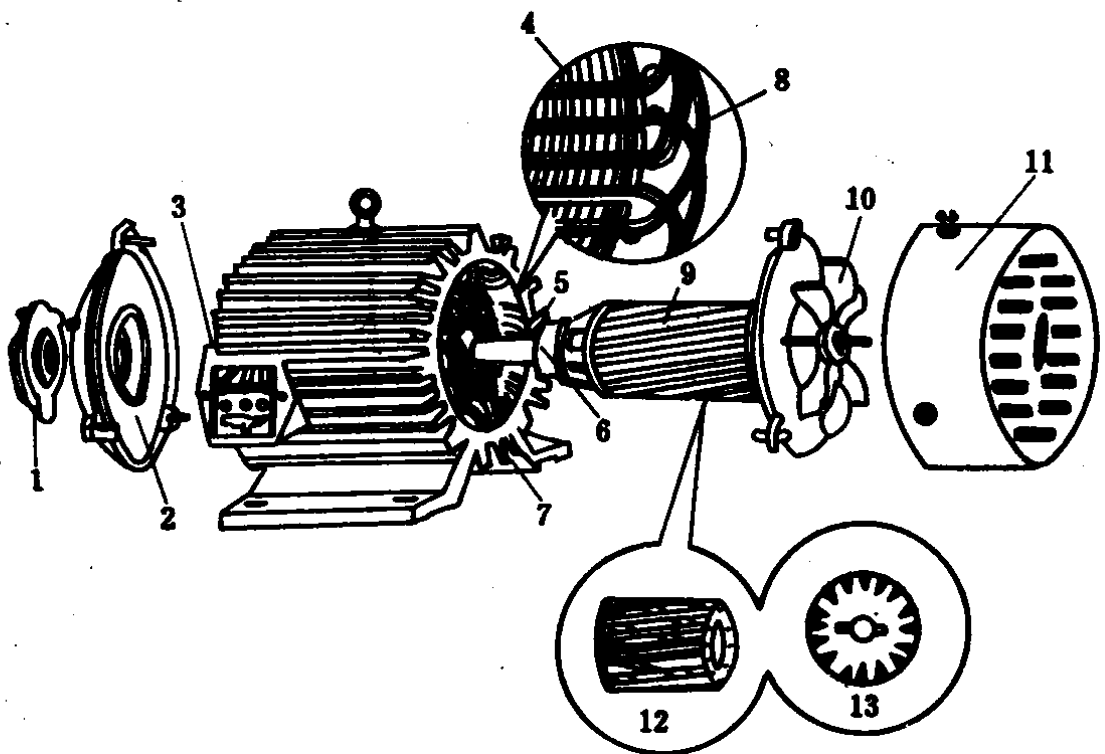


图 1-1 鼠笼式异步电动机结构

1—轴承盖；2—端盖；3—接线盒；4—定子铁芯；5—转轴；6—轴承；
7—机座；8—定子绕组；9—鼠笼转子；10—风叶；11—风罩；
12—鼠笼条；13—硅钢叠片

三相交流异步电动机分为鼠笼式和绕线式两种，鼠笼式异步电动机起动线路简单，运行可靠，易于维修保养，得到广泛的应用；绕线式异步电动机起动电流小，起动转矩大，适用于负荷较重的设备。鼠笼式和绕线式异步电动机的结构分别如图1-1和图1-2所示。

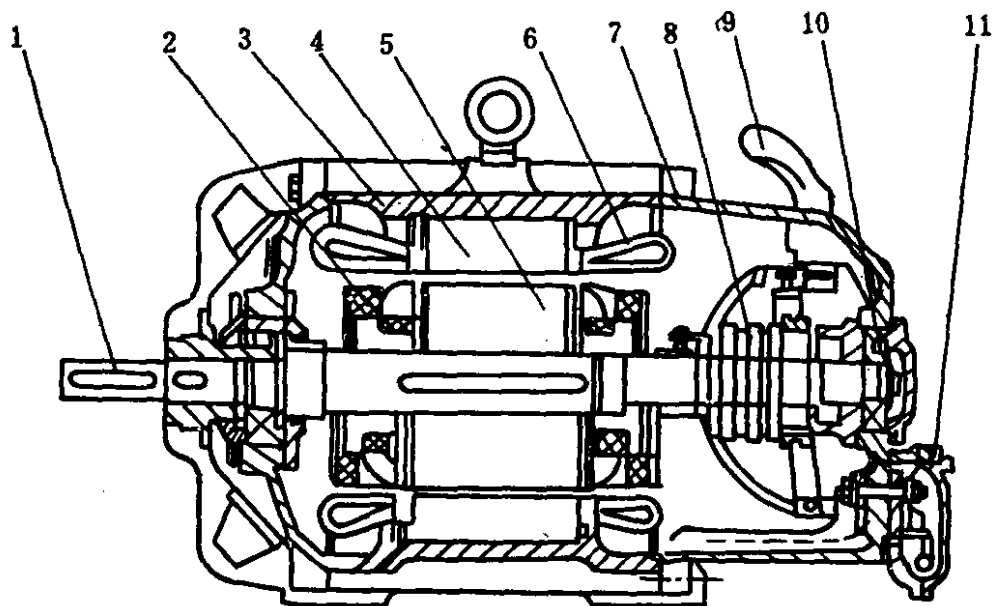


图 1-2 绕线式异步电动机结构

1—转轴；2—转子绕组；3—机座；4—定子铁芯；5—转子铁芯；6—定子绕组；7—端盖；8—集电环；9—电刷装置；10—轴承；11—接线盒

故障的分析与处理

〔1〕 异步电动机不能起动

电动机不能起动，大致有被拖动机械卡住、起动设备故障和电动机本体故障等几方面原因。因此，首先应检查确定是哪一方面的原因。

当电动机出现不能起动的故障时，可使用万用表测量送电后电动机接线柱上的三相电压。若三相电压不平衡或缺相，说明故障发生在起动设备上。若三相电压平衡，但电动机转速较

慢并有异常声响，这可能是负荷太重、拖动机械卡住。此时应断开电源盘动电动机转轴，若转轴能灵活均衡地转动，说明是负荷太重；若转轴不能灵活均衡地转动，说明是机械卡阻。若三相电压正常而电机不转，则可能是电机本体故障或卡阻严重，此时应使电动机与拖动机械脱开（拆去联轴器联接螺钉或皮带轮上的皮带等），分别盘动电动机和拖动机械的转轴，并单独起动电动机，即可知道故障所在。确定了是哪一方面原因之后，再进一步找出故障点，并作相应的处理。

当确定为拖动机械卡住时，应配合机械维修人员拆检拖动机械，消除障碍点，使其转动灵活。对于高压风机、气体压缩机之类设备，起动时必须严格按照说明书的要求（开闭进出口风口和阀门气道等）进行。

当确定为起动设备故障时，通常要检查开关、接触器各触头及接线柱的接触情况；检查热继电器过载保护触头的开闭情况和工作电流的调整值是否合理；检查熔断器熔体的通断情况，对熔断的熔体在分析原因后应根据电动机起动状态的要求重新选择，其具体选配方法见例〔128〕；若起动设备内部接线有错，则应按照正确接线改正。

当确定为电动机本体故障时，则应检查定、转子绕组是否接地或轴承是否损坏。绕组接地或局部匝间短路时，电动机虽能起动但会引起熔体熔断而停转，短路严重时电动机绕组很快就会冒烟。

检查绕组接地常采用的方法是，用兆欧表检查绕组的对地绝缘电阻，若存在接地故障，兆欧表指示值为零。绕组短路，通常用短路侦察器检查，如图1-3所示。短路侦察器接交流电源，其端面紧贴槽齿，并沿圆周方向移动，当遇上短路线圈时，薄钢片因受交变磁场的作用而微微振动并有轻微的吱吱

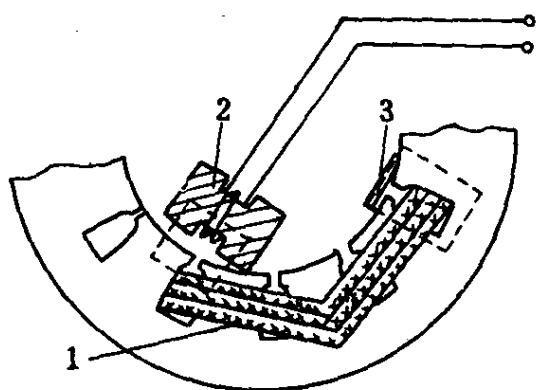


图 1-3 用短路侦察器检查绕组短路
1—被测线圈；2—短路侦察器；3—薄钢片

声。

用短路侦察器检查短路需对电动机进行解体，而应用电阻比值法，则无需对电动机进行解体，其具体步骤如下：

1. 测量电动机绕组任意两相间的电阻值，设为 R_1 。

2. 测量电动机绕组任意短接的两相与第三相相间的电阻值，设为 R_2 。

3. 求出比值系数 C ，其值为 $C = R_2 / R_1$ 。

电动机为“Y”形接法时， $C_Y = 0.75$ 。电动机为“ Δ ”形接法时， $C_\Delta = 0.5$ 。若 C 值小于 C_Y （或 C_Δ ）值，则说明定子绕组有短路。对于绕组接地、匝间短路的处理通常都是重新绕制绕组。

由于轴承损坏而造成电动机转轴窜位、下沉，转子与定子摩擦乃至卡死时，应更换轴承。

新安装的动力设备，由于电动机容量选择得太小，以致拖不动负载时，应重新选择合适容量的电动机。

经过大修重新绕制绕组的电动机，如果内部绕组首尾接错，也可能使电动机不能起动。此时应检查判定三相绕组的首尾并进行正确的连接。检查接线如图1-4所示，方法有如下三种：

1. 用万用表分出每相绕组的两个出线端，然后将三相绕组按图（b）连接，用手转动电动机的转子，若万用表（置于

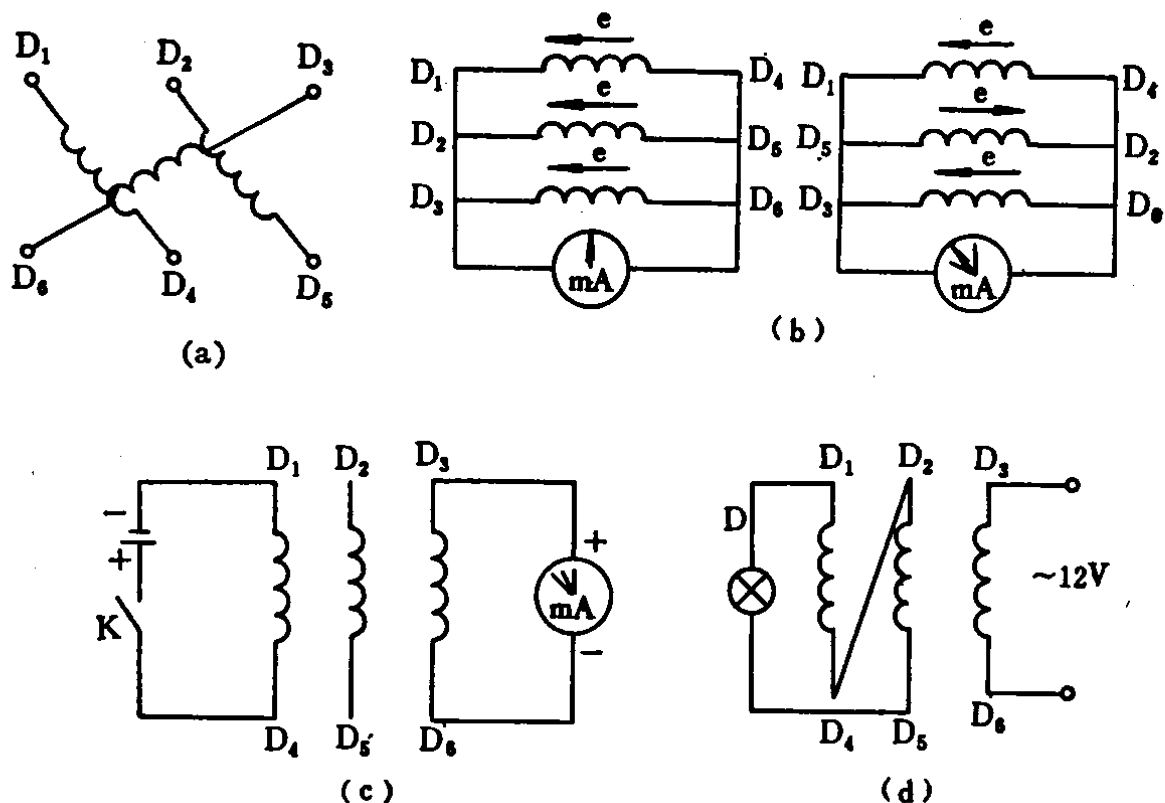


图 1-4 三相绕组首尾的检查方法

毫安档) 指针不动, 说明对三相绕组首尾的判定是正确的, 若万用表指针动了, 则说明三相绕组的首尾有一相反了, 应逐相分别对调后重新试验, 直到万用表指针不动为止。

2. 按图 (c) 接线, 万用表置毫安档。开关 K 接通的瞬间, 若万用表指针正向偏转, 说明接电池正极的一端与接万用表负极的一端是同名端; 如果指针反向偏转, 则接电池正极的一端与接万用表正极的一端是同名端。做好标志后, 再将万用表接到第三相的两个出线端试验。这样便可区分出各相绕组的首和尾。

3. 用万用表分出每相绕组的两个出线端后, 先假设每相绕组的首尾, 并按图 (d) 接线。将一相绕组接通 12 伏低压交流电 (可用 12 伏行灯变压器), 另两相绕组串联起来接 36 伏灯泡, 如果灯泡发亮, 说明相连两绕组首尾的假设是正确的。如

果不亮，则说明相连两绕组不是首尾相连。这样，这两相绕组的首尾便确定了，用同样方法再判定第三相。

〔2〕 鼠笼式电动机起动后转速低于额定值

鼠笼式电动机起动后转速低于额定值，大致是由于被拖动机械轻微卡住、电动机接线错误及鼠笼转子导条断裂或开焊等原因所致。当出现此故障时应查明原因，并根据检查结果作相应的处理。

若检查结果是机械轻微卡住，使转轴运转不灵活，电动机勉强拖动负载而引起转速下降，应会同机械维修人员进行拆检、调整和修复，使转轴灵活运转；若经检查其原因为接线错误，比如误将 Δ 形接成Y形，则应按电动机铭牌接法改正接线。

鼠笼转子导条断裂或开焊，较多发生在起动频繁和重载起动的电动机上，这是因为起动时转子要承受很高的热应力和机械离心力作用，当电动机所带负载的冲击性和振动比较大时，鼠笼导条和端环在运行中受到较严重的振动和机械冲击，以致因疲劳而断条或开焊。

鼠笼转子导条断裂和开焊，首先可进行直观检查，若直观检查不出也可借助于仪表检查。直观检查，就是查看鼠笼导条有没有电弧灼痕，有无断裂和细小裂纹，端环连接处是否良好。借助于仪表检查，一种方法是在电动机运行时，看指示电动机定子电流的电流表。在鼠笼转子导条断裂或开焊故障时，电流表指针将来回摆动。对于未装设电流表的电动机，可将电动机的定子绕组串联电流表后接到 $15\sim 20\%U_e$ （ U_e 为额定电压）的三相交流电源上（用三相自耦调压器调压），盘动电动机转轴，随着转子位置不同，定子电流会发生变化，指针突然下降处即导条断裂或开焊处。

鼠笼转子导条和端环一般是铸铝的，也有铜的。铝导条断裂时先把断裂处挖大，然后加热到450℃左右，用锡（63%）、锌（33%）和铝（4%）混合成的焊料补焊。铜导条断裂时，首先将断裂处用刮刀或锉刀清理干净，然后采用磷铜焊料和氧气焊进行焊接。鼠笼转子修理后需进行静、动平衡的校验。

〔3〕 绕线式电动机在起动电阻切除后转速缓慢

绕线式电动机在起动电阻切除后转速缓慢的主要原因，是集电装置配件发生故障。当出现故障时，可按以下几个方面检查其配件运行状况，并根据检查结果作相应的处理。

集电装置常见故障有两种，一是电刷压力不足或集电环接触面不光滑，致使电刷与集电环接触不良而产生火花造成转速缓慢；二是由于电动机某相转子绕组与集电环连接处紧固螺钉松动，甚至松脱，致使绕组与集电环连接线断开，造成转速缓慢。若经检查其原因为前者，应调整电刷压力、修磨集电环接触面，改善接触条件，这一问题的处理方法将在例〔4〕中详细介绍。若经检查其原因为后者，则应拆检，紧固松动的螺钉，保证转子绕组与集电环的可靠联接。

由于操作上的原因，如举刷手柄未拨到预定位置，致使集电环短路装置触头接触不良，或转子电路一相断路；拖动机械运转不平衡或轻微卡住，也会造成绕线式电动机在其起动电阻切除后转速缓慢。若经检查其原因为前者，应认真操作举刷手柄，定期检查集电环短路装置的触头；若经检查其原因为后者，则应会同机械维修人员检查拖动机械，使转轴灵活转动。

〔4〕 绕线式电动机集电环火花过大

绕线式电动机集电环火花过大，可按以下几方面逐一检查，并根据检查结果作相应的处理。

1. 电刷在刷握内配合不当会造成电动机集电环火花过大。

此时应进行修整，使电刷在刷握内配合适当，并保证热态时电刷在刷握内自由滑动。电刷在刷握内配合过紧时可适当将电刷磨去一些，过松时要调换新电刷。为使新电刷与集电环接触良好，需研磨电刷与集电环的接触弧度，并将其在半负载状态下运行一小时。

2. 刷握松动或者刷握离集电环表面的距离过大，能使电刷与集电环间接触倾斜与不稳，造成电动机集电环火花过大。经检查若是刷握松动，应紧固刷握松动的螺丝，并使电刷与集电环垂直接触；若是刷握离集电环表面距离过大，则应调整距离保持2~4毫米，并且保证刷握的前后两端和集电环表面保持相等的距离。

3. 电刷与集电环接触压力过小，造成电动机集电环火花过大，此种情况应调整电刷压力，使其保持在 $1.5 \sim 2.5 \times 10^4$ 帕斯卡。在实际工作中，只要把电刷的压力调整到不冒火花，不在刷握里跳动、摩擦声很低就可以了。另外，各组的电刷弹簧压力应保持均匀，其互差不应超过10%，可用手指试提一下各电刷的软引线，看看各个电刷压力是否均匀。刷握一般采用拉伸和扭转变形弹簧，其压力随电刷的磨损而逐渐减少，当电刷磨损超过新电刷长度的60%时，即使调整弹簧压力也不能保持 $1.5 \sim 2.5 \times 10^4$ 帕斯卡，此时应及时更换电刷。此外，当电刷工作振动较大时，刷握压指和电刷顶部的压板往往会发生疲劳断裂，应经常注意检查。

〔5〕 异步电动机运行时三相电流不平衡

造成电动机三相电流不平衡的主要原因是个别绕组匝间短路，其次是由于起动设备故障造成电动机接线柱上三相电压不平衡，处理的方法可参看例〔1〕。

对于绕组重新绕制的电动机，除上述原因外，还可能是由

于线圈接线有错误或部分线圈匝数有错误所造成。对错误接线应检查纠正；用双臂电桥测量各项绕组的直流电阻，若电阻值相差过大，则说明线圈匝数有误应重新绕制。

〔6〕 异步电动机运行时温升过高

电动机运行时温升过高，可按以下几方面进行检查和处理。

1. 过载运行引起温升过高。拖动机械皮带太紧和转轴运转不灵活，均可造成长期过载运行。若经检查确定温升过高是由过载运行引起，应会同机械维修人员适当地放松皮带，拆检机械设备，使转轴灵活，并应保持在额定负载状态下运行。

2. 工作环境恶劣能引起温升过高。若电动机是在日光曝晒或通风不畅的环境下运行，会引起电机温升过高。此时可搭简易凉棚遮荫或用鼓风机、风扇吹风。同时更应注意清除电动机本身风道的油污及灰尘，以改善自冷条件。

3. 电动机运行故障造成温升过高。电动机绕组有匝间短路以及接地存在；或者因轴承运行中损失，致使转子运转时和定子铁芯相擦，均会引起局部温升过高。前者，可参阅例〔1〕中所述有关方法处理；后者，更换轴承即可。

4. 由于鼠笼转子导条断裂、开焊，或绕线式转子绕组与集电环连线开路，造成温升过高，可分别参阅例〔2〕、〔3〕所述的有关方法处理。

此外，电动机温升过高还与电动机电压过高或过低有关。在负载不变的情况下电压过低会使电流过大，线圈铜损增加造成线圈过热，电压过高会使铁损耗增加，这不但会使铁芯温升增高，也影响到定子线圈的温升，造成电动机发热。

重新绕制的电动机，由于绕制参数变化也可能会造成电动机在试运行时就发热。此时可测量电动机的三相空载电流，若

表 1-1

名称	钙基润滑脂				钠基润滑脂		钙钠基润滑脂		复合钙基润滑脂			复合铝基润滑脂	二硫化钼润滑脂
牌号	SYB1401-62				SYB1402-62		SYB1403-59		SYB1107-59				HSY-101 103
最高工作温度(℃)	70	75	80	85	120	140	110	125	170	180	190	200	200
									200				
最低工作温度(℃)	不低于-10				不低于-10		不低于-10		不低于-10			—	不低于-10
抗水性	不易溶于水 抗水性较强				易溶于水 抗水性弱		抗水性弱		抗水性强			抗水性强	抗水性强
外观	黄色到暗褐色, 软膏状				深黄色到暗褐色, 软膏状		蓝色到深棕色, 软膏状		淡黄色到暗褐色, 光滑透明膏状			青褐色软膏状	灰色或褐色光泽软膏状
适用电机	一般工作温度, 有水分或接触条件下, 适用于封闭式电机				较高工作温度, 清洁无水分条件下, 适用于开启式电动机		较高工作温度, 允许有水蒸汽的条件下工作, 适用于开启式及封闭式电动机		高温工作条件下, 有水接触及严重潮湿场合, 适用于封闭式与开启式电动机			高温工作条件下, 有水接触及严重潮湿场合, 适用于封闭式与开启式电动机	高温工作条件及严重潮湿场合, 特别适用于湿热带电机

大于规定值（查阅有关技术数据），则说明匝数不够，应予增加。

〔7〕 异步电动机运行时轴承过热

电动机上的轴承有滚动轴承和滑动轴承两种，目前工厂中电动机广泛应用的是滚动轴承，因此，我们着重介绍滚动轴承的故障处理。

轴承运行中温度高于规定值85℃称为发热。电动机运行时轴承过热，通常是因润滑不良、安装不良等原因造成的。当出现过热时，可从以下几方面查找原因，并根据检查结果作相应的处理。

表 1-3

轴承外径 毫米		18	30	50	80	120	180	260
		18	30	50	80	120	180	360
公差 微米	上差	+13	+16	+18	+20	+23	+27	+30
	下差	-6	-7	-8	-10	-12	-14	-16

1. 轴承的径向间隙，就是滚动体与外套之间的间隙，如图1-5所示。检查装在轴上的轴承径向间隙的方法是，用力将外套转动，由于惯性作用，外套将持续转动，此时仔细倾听外环转动中所发出的声音，如果噪声较大（与新轴承相比较），或观察外环在转动时有扭动和振动，这就是径向间隙过大的现象。捏住外环，将外环沿轴向左右摇摆（见图1-6），如果摆动比较大（与新轴承相比较），就进一步证明轴承的径向间隙确实是大了，应进行更换。

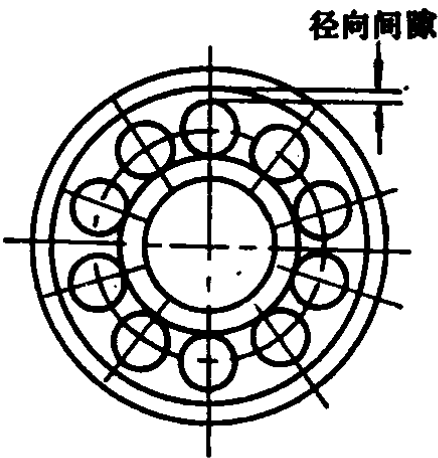


图 1-5 轴承的径向间隙

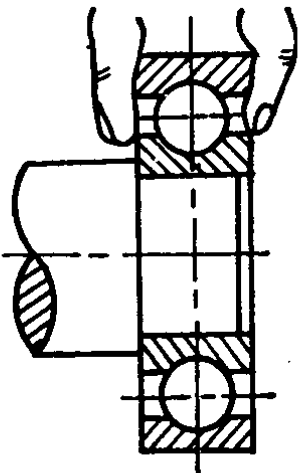


图 1-6 检查装在轴上的轴承间隙