

——火力发电厂安装丛书——

大型锅炉安装

下 册

虞铁铮 编

水利电力出版社

内 容 提 要

全书共计二十章,分上、下两册出版,下册有十一章,着重讲述锅炉辅助设备的安装。内容包括基础的检查准备工作和基架的安装;轴承和齿轮箱的安装;风机、回转式空气预热器、磨煤机、给煤机、给粉机、输粉机、水泵及除尘器等安装的程序、方法和质量要求;对转动机械在安装方面的一些共同性工艺,如找轮找中心、转体的找动与找平衡等,也作了专门的介绍。本书内容丰富、实用,可供从事锅炉安装、检修的工人、技术人员阅读,也可供有关大专院校的师生参考。

火力发电厂安装丛书 大型锅炉安装

下 册

戚铁铮 编

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 16.375印张 230千字

1986年4月第一版 1986年4月北京第一次印刷

印数0001—6130册 定价2.20元

书号 15143·5891

目 录

第十章 基础的检查和垫铁、基架的安装	1
第一节 基础的检查	1
一、基础的浇筑质量[1]；二、基础的位置及尺寸[1]	
第二节 基础的修整与垫铁的布置	2
一、修整基础[2]；二、配置垫铁[2]	
第三节 基架的安装	3
第十一章 轴承的安装	4
第一节 轴承的种类及使用范围	4
一、滑动轴承[4]；二、滚动轴承[4]	
第二节 轴承的解体与检修	4
一、滑动轴承的清理检修[4]；二、滚动轴承的清理检修[6]	
第三节 轴承座的安装	6
一、安装前的检查与准备[8]；二、轴承座的就位找正[8]	
第十二章 齿轮箱的安装	9
第一节 安装前的检查	9
第二节 齿轮箱的装配	12
一、装配的基本要求[12]；二、装配的方法和注意点[12]	
第十三章 联轴器的校正	14
第一节 联轴器的装配要求	14
第二节 联轴器的校正方法	15
一、初步找正[15]；二、精确找正[16]；三、联轴器找正中的注意事项[17]	
第三节 联轴器的找中心计算	16
一、计算式的说明[18]；二、联轴器找中心的计算例题[20]	
第四节 联轴器间的连接	22
一、指销式联轴器[22]；二、爪形联轴器[23]；三、齿形联轴器[23]	
第十四章 风机的安装	24
第一节 离心式风机的安装	24
一、结构简介[24]；二、安装前的检查与准备[25]；三、安装的程序和质量要求[25]；四、分部试转[29]	
第二节 轴流式风机安装简述	26
一、结构简介[30]；二、安装前的检查与准备[30]；三、安装的主要程序、方法和要求[32]；四、分部试转[35]	
第十五章 回转式空气预热器的安装	26
第一节 结构简介	26
第二节 安装前的检查与准备	26
第三节 单装的程序、方法和要求	26

一、下(支承)框架的组位[38];	二、外壳的组合与吊装[39];	三、转子的组合[41];	四、转子的组位与找正[43];	五、传热元件的安装[45];	六、传动装置的安装[46];	七、密封装置的安装[48];	八、其他附件及管路的安装[54]	
第四节	预热器的冷态试运转	.....	55					
一、试转前的检查与准备[55];	二、试转的方法和要求[55]							
第五节	预热器组合安装简述	.....	56					
一、组合方式[56];	二、组合的工艺要求[56]							
第十六章	磨煤机的安装	.....	57					
第一节	钢球磨煤机的安装	.....	57					
一、结构简介[57];	二、安装前的检查与准备[57];	三、安装的程序、方法和要求[62];	四、分部试转[75];	五、烧瓦原因及预防措施[77]				
第二节	E型中速磨煤机的安装	.....	80					
一、结构原理简介[80];	二、安装前的检查与准备[81];	三、安装的程序及质量要求[82];	四、分部试转[88]					
第三节	风扇式磨煤机安装简述	.....	88					
一、结构简介[88];	二、安装前的检查与准备[88];	三、安装的方法和要求[89];	四、分部试转[91]					
第十七章	给煤机 给粉机及输粉机的安装	.....	92					
第一节	给煤机的安装	.....	92					
一、振动式给煤机的安装[92];	二、皮带式给煤机的安装[94];	三、刮板式给煤机的安装[98]						
第二节	给粉机的安装	.....	99					
一、结构简述[99];	二、安装要求和注意事项[99];	三、分部试转[101]						
第三节	螺旋输粉机的安装	.....	101					
一、结构简述[101];	二、安装前的检查[101];	三、安装的方法和要求[102];	四、分部试转[103]					
第十八章	水泵的安装	.....	104					
第一节	结构简介	.....	104					
第二节	安装前的检查与准备	.....	104					
一、设备的清点、清洗[104];	二、设备的质量检查及预检修[105];	三、零件的配制、机具的准备[106];	四、基础的检查与准备[106];	五、台板的组位[106]				
第三节	泵体的组装方法及要求	.....	106					
第四节	分部试转	.....	108					
一、试转前的检查与准备[108];	二、试转的方法与要求[109]							
第十九章	除尘器的安装	.....	110					
第一节	除尘器的种类	.....	110					
第二节	多管式除尘器的安装	.....	110					
一、结构简介[110];	二、安装前的检查与准备[110];	三、安装程序和质量要求[110];	四、风压试验[112]					
第三节	湿式除尘器的安装	.....	112					
一、结构简介[112];	二、安装要求[112]							
第四节	电气除尘器的安装	.....	118					
一、结构简介[118];	二、安装前的检查与准备[114];	三、安装要点和质量要求[116];	四、空载带电压试验[116];	五、安装中应注意的一些问题[117]				
第二十章	转体的振动与平衡简介	.....	118					
第一节	概述	.....	118					

一、振动的含义[118]；二、振动的利用和危害[118]；三、转子产生振动的原因[118]	
第二节 转子不平衡产生的振动	119
一、振动的计算[119]；二、振动中的相位角 α [120]	
第三节 转子不平衡的类型	122
一、静不平衡[122]；二、动不平衡[123]；三、混合不平衡[123]	
第四节 转子平衡的条件及平衡方法的选定	124
一、转子平衡的力学条件[124]；二、平衡方法的选定[125]	
第五节 转子的平衡方法	126
一、静平衡[126]；二、动平衡[131]	
第六节 平衡重的配定	140
一、平衡重的增减方法[140]；二、平衡重的径向位移[140]；三、平衡重的周向位移[141]；四、平衡重的轴向位移[141]	
第七节 转子低速动平衡质量的评定方法	143
附录一 摩擦与润滑油脂	144
附录二 垫料与填料	151
附录三 研磨与研磨材料	156
附录四 涂料	158
附录五 清洗液	159

第十章 基础的检查和垫铁、基架的安装

锅炉辅机的基础一般都是钢筋混凝土结构。它承受着辅机的动、静载荷，使其稳固地装置在规定的部位上。基础的尺寸和强度是根据辅机安装与运行的需要来确定的。良好的基础，除了能牢固地固定辅机的机体外，还能对辅机在运行中产生的振动有一定的消能作用。

第一节 基础的检查

锅炉辅机正式安装前，对土建提交的基础应进行验收，确认浇制质量与主要尺寸合格后，才能使用。验收前应拆除基础的模板，并清理干净。检查的主要内容和要求如下：

一 基础的浇制质量

检查基础外表面，不应有裂缝、蜂窝、孔洞、露筋及剥落等现象。如有应视其严重程度、缺陷所在部位重要与否，作出妥善处理，严重者应报废，重新浇制。

此外，基础上如有油污应予清除，以免影响二次浇灌的质量。

二 基础的位置及尺寸

检查基础与锅炉的相对位置，基础本身各部分尺寸的准确性。首先应按图纸规定，以锅炉纵向、横向中心线及厂房建筑标高基准点为依据，核对（或划定）基础上的纵、横向中心线及其标高；然后再以基础上校准了的中心线为准，检查基础本身的几何尺寸、各地脚螺栓孔的大小、位置、间距和垂直度，基础上预埋铁件的位置、数量和可靠性等。

如果基础的中心线、标高及有关尺寸的偏差过大，将使辅机进、出口管道的安装对接，及辅机在基础上的安装工作产生困难。为此，测量时的允许偏差不得超过下列规定：

- (1) 基础外形几何尺寸偏差一般不超过 $\pm 30\text{mm}$ ；
- (2) 基础纵、横向中心线与设计位置偏差不得超过 $\pm 20\text{mm}$ ；
- (3) 基础标高偏差在二次灌浆后不超过 $\pm 10\text{mm}$ （原则上宜低不宜高，一般在二次灌浆前宜低 $30\sim 50\text{mm}$ ）；
- (4) 各地脚螺栓孔与基础中心线距离的偏差不大于 $\pm 10\text{mm}$ ；
- (5) 地脚螺栓孔倾斜偏差不大于 20mm/m 。地脚螺栓有衬托底板的，则衬托底板的承力面应平整。

在基础上划定中心线时，首先要划出主要中心线，即该辅机的纵、横向十字中心线，要求两线相互垂直，并用油漆在基础上做出明显标记，然后再根据它来标定其他（如地脚螺栓孔等）中心线。

基础的养生应达到70%以上的强度时，才能交付安装。基础四周的回土工作亦应满足安装和搬运设备的需要。

第二节 基础的修整与垫铁的布置

通常转动机械底部都设有金属基架（又称基框底座或台板）机体就装置在基架上。通过螺栓形成可拆性连接。而基架又借助二次灌浆和地脚螺栓与基础牢固紧密地结合在一起。基架与基础之间的结合，在二次灌浆后，一般是不可拆的。

一 修整基础

由于基础表面的标高、水平、平滑度等难以在浇灌成型时就符合安装要求，所以对基础必须加以修整。一是要用放置垫铁的方法来修整标高。即在浇灌基础时表面标高有意浇得低一些（低几厘米），待安装时再在基础与基架之间垫以一定厚度的垫铁。二是垫铁放置部位的基础表面要修凿平整，以保证垫铁与基础间有密实平稳的接触。接触面应不小于75%。

二 配置垫铁

垫铁的尺寸

基础上表面与辅机基架底面之间都留有一定的间隙，从有助于二次灌浆工艺及质量来考虑，一般应不小于30mm。因此，垫铁的总厚度应不小于30mm。垫铁宽度一般为60~100mm（不得小于垫铁总厚度，以保持稳定）。垫铁长度应比基架梁的宽度长20mm。斜垫铁的斜度一般为1:10~1:20，薄边不小于4mm。图10-1为锅炉辅机中常用的两种斜垫铁的规格。

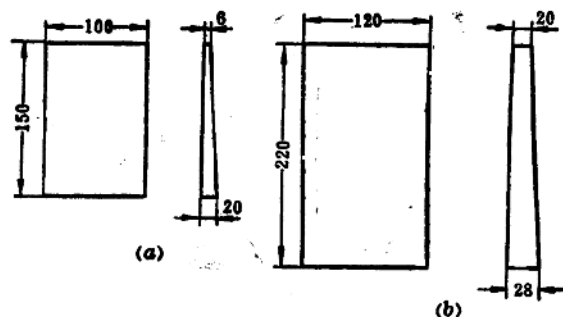


图 10-1 斜垫铁的规格
(a) 小机组用，(b) 大机组用

垫铁的面积与布置

基架下的垫铁应有许多迭，每迭不应超过三块。厚的放在下面，薄的放在上面。为了调整时方便准确，每迭垫铁中可配置一对斜垫铁（一对斜垫铁按一块计算）。垫铁在基架下两端应均匀伸出，并放置整齐。基架下应放置的垫铁迭（组）数，应根据荷重、基架的大小、刚度及基础的强度等来确定。垫铁组应有的总承力面积可按下述近似公式计算。

$$A = c \frac{10(Q_1 + Q_2)}{R} \quad (10-1)$$

式中 A ——垫铁组总承力面积 (cm^2)；

c ——安全系数，可采用1.5~3；

Q_1 ——机体等的重量加在垫铁组上的负荷 (N)；

Q_2 ——由于地脚螺栓拧紧(可采用地脚螺栓的许可抗拉强度)后分布在垫铁组上的重力 (N)

R ——基础或地坪混凝土的单位面积抗压强度(可采用混凝土设计标号, kPa)。

垫铁应根据荷重分布情况布置在地脚螺栓两边及基架承力较大的部位，在能放稳和不妨碍二次灌浆的情况下，应尽量靠近地脚螺栓，以防基架受力后产生弯曲变形。

放置垫铁的基础表面要修凿平整，垫铁表面也应刨平，以确保各片垫铁之间、垫铁与基础和基架之间都有良好密实的接触。用0.1mm塞尺检查，塞入深度不得超过垫铁接触长度的20%。

垫铁放到基础上后，再用水平尺检查一下每组垫铁纵、横向水平度，各组垫铁的标高也应一致或符合图纸规定，水平尺在每个测量位置上要反复(即调转 180°)测量两次，读数取其平均值。如垫铁不平不稳，应将垫铁下基础的高点凿除，并使垫铁贴着基础往复研磨数次，以检查基础与垫铁的接触情况和高点，不断凿平高点，直至接触点均匀分布，接触面占垫铁面积70%以上为止。

基础上不需放置垫铁的(即指二次灌浆的)其他表面，也应用凿子凿成毛面，并保持表面清洁，避免沾染油污，这样二次灌浆才能与基础结合牢固。

第三节 基架的安装

基础修凿好，垫铁配置工作完成后，即可安装基架。

安装前，基架应先划好纵、横向中心线，基架与垫铁和设备(如轴承座、电动机脚板等)的接合面亦应预先清理好，使能接触紧密。把基架吊放在预先放置、调整好的垫铁上，并调整基架在平面上的位置，使基架上的纵、横向中心线与基础上的纵、横向中心线上、下重合，然后将基架与基础间的地脚螺栓串上并临时拧紧。这时要复查基架的位置和标高，是否仍然正确，如有变动，再加以调整。每迭垫铁与基架间均应接触良好，用小锤轻击之应无松动现象。基架的纵、横向水平度偏差应在 $2/1000$ 之内，如不符合要求，可通过斜垫铁调整，或改变垫铁的厚度。

固定基架的地脚螺栓应保持垂直，倾斜度不得超过 $1/100$ 。地脚螺栓的托底板与混凝土的承力面应接触良好，受力均匀。地脚螺栓的上、下端应戴有背帽或防松装置。螺栓拧紧后应露出螺帽2~3扣。

需灌浆的地脚螺栓杆应洁净，螺纹部分应涂以油脂，螺杆不应与孔底及孔壁相碰。

基础、基架的二次灌浆应待上部设备安装找正结束后进行。二次灌浆前，还要复查基架在设备安装过程中有无走动，如情况良好，则由土建方面进行二次灌浆。对灌浆高度要求：在基架内侧与基架上表面相平；外侧低于基架上表面 $10\sim 20\text{mm}$ 。二次灌浆后在养生达到设计强度以前，不允许扳紧地脚螺栓，进行对轮二次找正及连接管道等工作。

第十一章 轴承的安装

轴承是承受回转机械转子静、动荷载，并控制转子径向和轴向位移的重要部件，对转动机械的安全经济运行有着直接影响。为此，要求轴承应具有摩擦力小、寿命长、体积小、精密度高、可靠性大的特点。

第一节 轴承的种类及使用范围

轴承一般可分为滑动轴承和滚动轴承两类，按用途不同每类还可分为多种，这里仅以常用的两种为例，加以说明。

一、滑动轴承

滑动轴承的轴瓦与轴承间有较大的接触面，故能承受较大的载荷。它具有缓冲性好，结构简单，制造成本低，拆装和修换较为方便，承压能力随转速增高而增大的优点。缺点是较易磨损，润滑油消耗量较大，机械起动转矩大。

在发电厂中这类轴承常用于汽轮发电机、钢球磨煤机及风机等重大的转动机械上。

二、滚动轴承

滚动轴承轴向尺寸较小，转动阻力小，易起动，在起动和停机时能保持阻力不变，润滑油消耗量少，可在较高的温度条件下工作，有很好的互换性。此外，该轴承还有一个特点是能自动调整（指一级长轴），因而在一定程度上能补偿轴的挠曲及装配中的误差。主要缺点是在转速高，重荷大的机械上使用时工况将变差。

在发电厂中这类轴承广泛地应用在水泵、电动机、风机及某些磨煤机等中、小型设备上。

第二节 轴承的解体预检修

轴承正式安装前，应先解体进行清理和检查，必要时还应以适当的修理。

一、滑动轴承的清理检修

轴承解体并用煤油清洗干净后，进行下列各项检查：

1. 轴瓦乌金浇制质量的检查

轴瓦乌金表面应光滑，不得有麻点、砂眼、气孔、裂纹、伤痕、变形及乌金脱壳分离等缺陷。表面呈银色光泽，无黄色斑点。若乌金严重脱壳超过20%时要重浇乌金，轻微脱壳可采用风焊或其他方法整修后方可使用。

2. 工作瓦和轴颈配合情况的检查

工作瓦与轴颈之间的配合，应能保证建立起稳定的油膜润滑，以适应实际工作和润滑

的需要，确保转子安全、可靠、稳定地运行，配合的基本要求有以下几点：

(1) 工作瓦(下瓦)与轴颈的接触角应在 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 范围内(一般转速高，角度可小些；转速低、负荷重，角度可大些)，而且应处在下瓦的正中。如图11-1。在该范围内轴瓦与轴颈必须有良好的接触，用色印法检查，要求接触点不少于2点/ cm^2 。在规定接触范围以外的接触点应修刮掉。

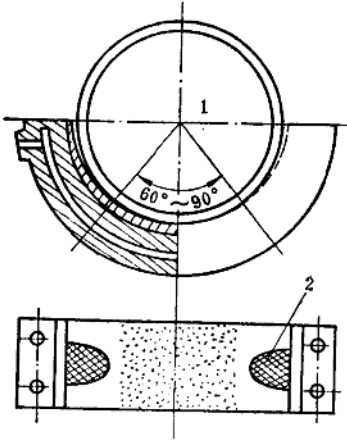


图 11-1 轴颈与下瓦的接触角
1—轴；2—舌形油槽

在接触角两侧一般要加工出舌形油隙(对直径为200mm以下的轴瓦不强调采用)或油槽(对小型轴承来说)。

(2) 轴颈与轴瓦的顶部和两侧应留有一定的径向间隙，如图11-2所示。轴瓦两侧的瓦口间隙 b 可用塞尺测量，一般 $b=0.001D$ (D 为轴颈直径)，并要求两侧瓦口间隙 b 均等。瓦顶间隙 a ，一般可按 $a=2b=0.002D$ 来选定。

轴颈与轴瓦间的径向间隙是形成油膜所必须的，间隙的大小与机器在运行中的精确度有关。间隙愈小，精确度越高，但小至一定程度就不能建立起油膜保证液体润滑；间隙过大，在运行中转轴将产生晃动，也不能形成稳定的油膜润滑。径向间隙的数值大小可参照表11-1的规定。

表 11-1

轴瓦的侧间隙和顶间隙

轴颈直径 D (mm)	50~80	80~120	120~180	180~250	250~360
侧间隙 b (mm)	0.05~0.08	0.06~0.10	0.08~0.14	0.10~0.20	0.15~0.30
顶间隙 a (mm)	0.10~0.16	0.12~0.20	0.16~0.28	0.20~0.40	0.30~0.60

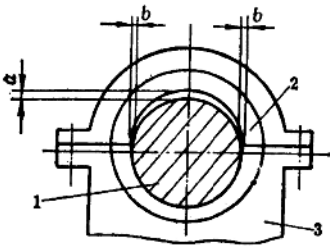


图 11-2 轴瓦与轴颈的顶间隙和侧间隙
1—轴；2—轴瓦；3—瓦座； a —瓦顶间隙； b —瓦口间隙(侧间隙)

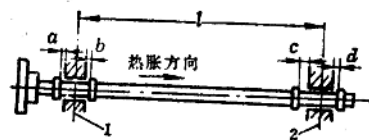


图 11-3 滑动轴承与轴肩间的轴向间隙
1—推力轴承；2—承力轴承； $a+b$ —推力间隙； c —膨胀间隙

(3) 轴瓦与轴承座的配合应恰当。轴瓦直径过大，则轴瓦被强迫压入轴承座内，就会使轴瓦变形。因此，对直径偏大的轴瓦，可视情况在机床上车小或人工修整。轴瓦直径偏

小, 则运行时轴瓦将在轴承座内颤动或转动, 这对机械的危害很大。所以对直径偏小的轴瓦, 一般应换新, 个别的可进行补焊, 但不允许采取加垫片的方法。

正确的配合是轴瓦在轴承座内不能转动, 一般需有 $0.02 \sim 0.04 \text{ mm}$ 的紧力。球面瓦的接合面用色印检查, 不得少于 $1 \text{ 点}/\text{cm}^2$, 并不得加垫。球面在任何一个方向均应灵活可动, 无卡涩现象。此外, 轴承的油环螺丝要拧紧, 并要求铆好, 以防脱落。

(4) 轴瓦端部与档环(或轴肩)间的轴向间隙。主要检查推力间隙和膨胀间隙, 如图11-3所示。

各部分的轴向间隙要求如下:

① 推力轴承的推力间隙: $a+b=0.3 \sim 0.4 \text{ mm}$ 。

② 承力轴承的膨胀间隙: 考虑辅机在较热的环境下工作, 转轴要膨胀, 故需留出适当的膨胀间隙 c 。 c 值的大小一般应略大于或等于按下列公式计算出来的轴膨胀值 c' 。

$$c' = \frac{1.2(T+50)}{100} l \quad (\text{mm}) \quad (11-1)$$

式中 1.2——热胀系数, 即每米轴长当温度升高 100°C 时的膨胀值(mm);

T ——轴周围的介质最高温度($^\circ\text{C}$);

l ——两轴承间的轴长(m);

50——温度发生不正常增高时所考虑的安全附加值。

③ 支承轴承另一侧的间隙 d : 一般情况下采取每米轴长为 0.5 mm , 即 $d=0.5l \text{ mm}$ 。

④ 推力环与推力轴承的平面接触良好, 用色印检查每 cm^2 上的接触点不少于2点; 上下或左右侧的间隙差不大于 0.05 mm 。

二、滚动轴承的清理检修

滚动轴承由内、外圈, 滚珠(或滚柱)、保持架组成。

滚动轴承解体检查的主要内容、方法和要求如下:

1. 解体清理

轴承解体后, 用汽油清洗, 除去油污并揩净吹干。

2. 表面缺陷的检查

检查内圈、外圈及滚动体, 要求光滑洁净, 没有裂纹、重皮、槽痕、锈蚀、麻坑及黑斑点等缺陷。拨动轴承外圈时, 应轻便灵活, 平稳地旋转, 并发出很小的(但不是碰击的)声音。停止转动时没有倒退现象。

3. 测量游隙

滚动轴承的游隙也分径向和轴向两种, 其意思是指内(或外)圈固定时, 外(或内)圈沿径向或轴向的最大移动量。轴承游隙对轴承寿命、温升和噪声有很大影响。因此, 需根据使用条件和轴承游隙标准《机械设计手册》对游隙大小进行适当选用。轴承游隙的大小一般可用塞尺穿过轴承内, 测量外圈与滚珠或滚柱之间的间隙, 如图11-4。一般要求最大径向游隙值不得大于下列规定: 内径为 $50 \sim 100 \text{ mm}$ 的轴承为 0.2 mm ; 内径大于 100 mm 的轴承为 0.3 mm 。游隙符合要求后应加油维护, 加油不宜过多, 一般约占空隙的 $2/3$, 否则运行中轴承将发热。此外, 要保持间隙内清洁, 防止砂子、泥土等落入。

4. 轴承的装配要求

滚动轴承在装配中应注意：对内圈随轴转动的，则内圈与转轴间应为过盈配合，不得产生滑动；轴承外圈与轴承座间不应有紧力，以免妨碍轴向热膨胀。对轴承外圈随转子回转的，则外圈与转子间要采取过盈配合，两者间不得产生滑动。

轴承与轴、轴承座壳间的配合松紧程度，一般都由制造厂规定。

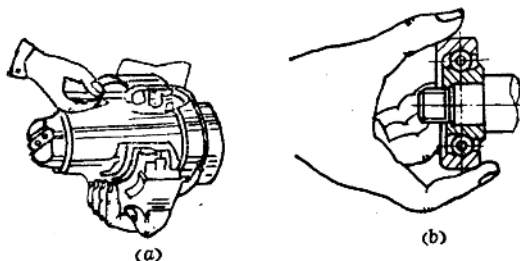


图 11-4 滚动轴承游隙的测量
(a) 用塞尺测量；(b) 用摇动法检查

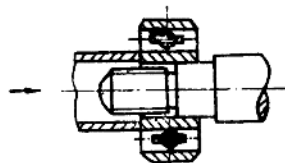


图 11-5 滚动轴承的冷装法

5. 轴承与轴颈的套装

将轴承内圈装到轴颈上的方法，有冷装及热装两种，但不论采用哪种方法，在套装前均应对轴颈及轴承进行检查。

(1) 检查准备 检查工作包括以下内容：

①在核查轴承牌号无误后，用精密量具测量轴颈和轴承的有关尺寸，看是否与图纸相符。要求轴颈的椭圆度和锥度偏差均不大于 0.02mm ；轴肩圆角半径应小于轴承内圈上相应的倒角半径；轴颈应光滑，无毛刺、锈蚀、重皮、沟痕等现象。

②用汽油将轴颈洗净，再涂上一层机油，以便于套装。

③对不分正反面的轴承，应使没有刻印轴承代号的一面与轴肩相靠，而让有代号的一面朝外，以便于核对。

④安装新轴承时，要测量滚动体与外圈的原始间隙，在装配中应考虑到径向间隙会因紧力配合而减小 $0.01\sim 0.05\text{mm}$ 。

(2) 冷装法 一般用在轴颈直径为 50mm 以下者。冷装时可采用一根和轴承内圈相当的套管来按住内圈的环形端面，再用锤子锤打套管的另一端，逐渐将轴承内圈套进轴颈，如图11-5所示。在锤击套管时，要特别注意用力的均匀性和套入的均称性。套管被锤打的一端最好做成封闭的球面形，这样有助于锤击力均匀传递到轴承内圈上。

(3) 热装法 一般用在轴颈的直径为 60mm 以上的轴，尤其是紧力配合的大型轴承更宜采用热装法。此法是利用金属热胀冷缩的特性，将要装配的轴承放在盛有矿物油的容器内，并架空之，不使轴承与容器底部接触，将油加热至 $80\sim 90^\circ\text{C}$ （不允许超过 100°C ，以防回火，使轴承硬度降低），在此温度下保持5分钟左右，使轴承内圈胀大后取出，立即均称地将轴承内圈往轴颈上套装，并使内圈与轴肩靠紧，不得有间隙，不应有倾斜。套装好后，复测滚动体与外圈间的间隙，如比原来的间隙减小很多，甚至为零，说明配合不

当，或加工不正确，必须拆下修正。

第三节 轴承座的安装

一、安装前的检查与准备

(1) 检查轴承座（外壳）不得有裂纹、砂眼等缺陷，内外应无毛刺及型砂。

(2) 轴承座冷却水室或油室中的冷却水管，在安装前必须经水压试验合格，试验压力一般为 $(4 \sim 6) \times 98.07 \text{ kPa}$ （但不得低于冷却水最高压力的1.25倍）。水管及油管通过轴承座处应有良好的密封，不得漏水、漏油。

(3) 用试装法检查轴承座与台板的接触应良好，在未紧螺栓时，用0.10mm的塞尺检查，局部塞入深度不应大于20mm，长度不超过边长的20%。

(4) 按图纸规定在台板或基础上划出轴承座的定位中心线，并在轴承座下部做出十字中心线标记。将基础清理干净，并放置好轴承座下部的垫铁。轴承座下如有台板，则垫铁置于台板下面，先进行台板的找正找平。

二、轴承座的就位找正

安装滑动轴承时，应先将轴承座就位，使轴承座下部的纵向及横向中心线与台板或基础上预先划定的轴承定位中心线对正（重合），并用水平尺测量轴承中分面纵、横向的水平度，用玻璃管水平仪测量其标高，如不符合要求，可通过增减下部垫铁来调整。轴承座与台板间的调整垫片不应超过三片（绝缘片不在内），垫片的面积不应小于轴承座的支承面积。调整后，暂先拧紧轴承座底部与台板间的连接螺栓，以防走动。再将经过检查的轴瓦放在轴承座内，进行初步找正，待转子就位后，再进行最后的检查调整。

滚动轴承的轴承座常常与转子连在一起就位，因叶轮端较重，故就位时需在联轴器的一端临时加平衡重（对悬臂式而言），然后再一起就位找正，就位后应复查调整以下几项：

(1) 轴承外圈与轴承座孔（外壳）之间要留有一定的径向间隙，一般为0.02~0.04mm，以便于在运转中给外圈的径向热胀留有余地，同时也便于承力轴承在运行中随轴的热胀（伸长）而滑动。

上述间隙的测量方法：对中间剖分为上、下两部分的轴承室，可用压铅丝法测量；对轴承室为一套体者，可用内、外径千分尺测定轴承外圈的外径及轴承座孔的内径，取二者之差即得。

(2) 安装推力轴承时，轴承外圈端面与座孔的接合面间应留有间隙，一般每侧取0.1mm左右。

(3) 安装承力轴承时，应使滚动轴承的外端面与外壳的相应接合面间，留有一定的热胀间隙。承力轴承内侧与座孔间的轴向间隙稍大于推力间隙即可。

轴承与轴承座孔间的轴向间隙，如不符合要求时，可通过改变轴承座孔内的垫圈厚度或改变轴承端面压盖法兰垫片的厚度来调整之。

第十二章 齿轮箱的安装

齿轮箱是转动机械的组成部件。在各种转动机械中，采用的齿轮型式、结构等可能不同，各有特点，但它们的装配工艺和质量要求，基本上是相同的。兹简述于下：

第一节 安装前的检查

齿轮箱在安装之前，应先解体，用香胶水或浓度为20%的NaOH溶液清洗，除去齿轮、法兰、轴承等处的防锈漆及油污，然后进行检查，具体项目如下：

(1) 齿轮的质量 要求齿面光滑平整，无裂纹、毛刺、砂眼、缩孔、损伤等缺陷。

(2) 齿轮与轴的装配情况 不得有超过容许范围的径向、轴向摆动，齿轮应紧靠轴肩，不得松动。

(3) 齿轮的外径和宽度 应与图纸规定的尺寸相符，偏差不得超过 $\pm 0.5\text{mm}$ 。可按图纸做出样板（如图12-1），检查齿形及齿距，齿形的偏差不大于0.1mm，齿距偏差不大于0.2mm，必要时可按样板进行补修。

(4) 齿轮箱壳体质量 应无裂纹；用塞尺检查上盖与箱体的平行度；法兰接合面用色印法检查，应平整密合，要求在自由状态下用0.05mm塞尺塞不进，法兰表面不应有贯穿内、外侧的横向沟槽及伤痕，必要时刮研修整之。



图 12-1 检查齿形及齿距的样板

(5) 冷油器和油管 内、外应清洁，无尘砂、锈垢；滤网完好。冷油器需进行水压试验，试验压力一般为500~600kPa，但不应小于冷却水最高压力的1.25倍。

油系统应安装牢固，油管畅通，严密不漏。

(6) 齿轮咬合接触面 一般可在大齿轮的齿面（工作面）上，先涂上一层薄薄的红铅油（红丹粉加少量机油调匀），然后按工作方向盘动齿轮，此时被动轮应轻微制动，以利于在齿面上留下清晰的痕迹。两齿轮接触面愈大，即表示齿轮制造和装配愈好。对可逆（双向）工作的齿轮，正、反转向都应检验接触斑点。

当咬合正常时，接触面应均匀地分布在齿轮工作面的中心线上，如图12-2(a)所示。图12-2(b)、(c)、(d)说明咬合不正常，应针对不同的原因，

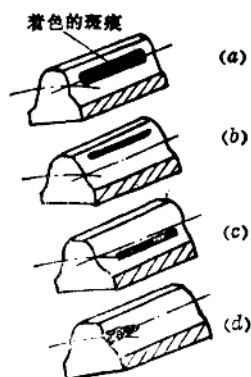


图 12-2 用色印法检查啮合情况

(a) 啮合正确；(b) 中心距离太大；(c) 中心距离太小；(d) 转轴轴线倾斜

予以纠正。

如果齿轮的多数齿面上痕迹接触正确，只有少数或个别的齿面上有不符合要求的接触时，则可能是由于齿轮制造质量不符合要求。如齿厚、齿距有偏差或工作面齿形有畸变等。若所有或多数齿上都有不同程度的不正确咬合痕迹，即说明在制造齿轮或装配时，它们的中心位置存在较大的偏差。安装正确、咬合良好的齿轮，其轴线必须处在同一个平面内，相互平行（或垂直）并保持适当的中心距离（中心距等于两齿轮节圆半径的和）。

几种常用的齿轮装配后应有的咬合接触面积，见表12-1。

表 12-1 齿 轮 装 配 中 应 有 的 咬 合 接 触 面 积

传 动 形 式	测 量 位 置	精 度 等 级		
		I	II	IV
		接 触 面 积 不 小 于 以 下 的 百 分 比		
圆 柱 形 齿 轮 传 动	在 齿 长 上	75~80	65~70	单 个 的 接 触 点
	在 齿 高 上	40~45	30~35	
圆 锥 形 齿 轮 传 动	在 齿 长 上	60	60	50
	在 齿 高 上	40	25	20
蜗 轮 蜗 杆 传 动	在 齿 长 上	65	50	30
	在 齿 高 上	60	60	60

(7) 齿轮咬合侧间隙 咬合侧间隙过大，会加速齿轮的磨损（因在高速传动中对轮齿将造成附加载荷），侧间隙过小，在齿轮发热后，易相互咬住。而齿轮轴线间距的改变，往往会影响齿间的咬合间隙。为此，在装配中，必须认真检查齿轮间的中心距及咬合



图 12-3 压铅丝法检查

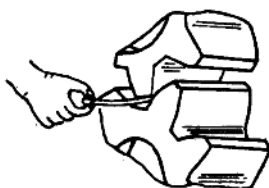


图 12-4 塞尺法检查

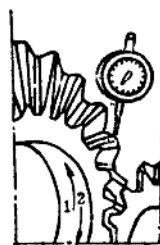


图 12-5 百分表法检查

间隙。咬合侧间隙可用压铅丝法（图12-3）、塞尺法（图12-4）或百分表法（图12-5）检查和测量。

压铅丝法，是在齿面上沿齿长方向从齿两端平行地放置两根以上的铅丝，并涂上黄油，使铅丝粘贴在齿面上。铅丝的直径：对圆柱齿轮不小于最小间隙的4倍；对圆锥齿轮则不宜大于侧间隙的3倍。对较宽的齿轮，铅丝段数应适当增加至3~4根。铅丝的端部应大致放

齐，以便使它们能同时进入咬合面，同时从咬合面中脱出来。齿面上放铅丝后，均匀地转动齿轮，借齿的咬合使铅丝受到碾压。然后逐段地测量每根被压扁的铅丝压痕的厚度。最厚的尺寸应是齿顶处的间隙，最薄的尺寸是轮齿工作面一侧的间隙，较厚的尺寸是轮齿非工作面一侧的间隙。两侧厚度相加就是齿咬合的侧间隙。如齿轮装配正确，则沿齿长的方向上量得的各段铅丝压痕相对部位的厚度都应一样。否则，可能是传动中心线有偏差，需要校正。

如采用百分表测量时，先将百分表测头与一齿轮的齿面相接触，另一齿轮固定不动，然后将接触百分表测头的齿轮从一侧啮合转到使与另一侧啮合，这时百分表上的两次读数差，即为侧间隙。

各种传动齿轮的咬合间隙值，应符合设备技术条件的规定。间隙的大小与齿轮精密等级、模数和两齿轮的中心距离等有关。可参考表12-2(a)、(b)、(c)。

(8) 齿顶间隙 齿顶间隙是在检查齿侧间隙的同时，根据铅丝压痕量得，或用塞尺直接量得。各种正常齿形的齿顶间隙应是 $0.2 \sim 0.25M$ (模数)，误差不超过 $0.05M$ 。

表 12-2(a)

圆柱齿轮的侧间隙

精度等级	模数 (mm)	两 齿 轮 的 中 心 距 离 (mm)									
		300 以下		300~500		500~1000		1000~1600		1600~2400	
		侧 间 隙 (mm)									
		最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大
Ⅰ	10以下	0.10	0.50	0.15	0.60	0.20	0.75	0.30	1.00	—	—
	10以上	0.15	0.70	0.20	0.90	0.25	1.10	0.35	1.30	0.40	1.50
Ⅱ	10以下	0.15	0.70	0.20	0.90	0.25	1.20	0.30	1.50	—	—
	10~24	0.20	1.00	0.25	1.20	0.30	1.45	0.40	1.60	0.50	2.00
	大于24	—	—	0.30	1.45	0.40	1.70	0.50	2.00	0.60	2.30
Ⅲ	24以下	0.30	2.00	0.40	2.20	0.50	2.60	0.60	3.00	0.80	2.90
	大于24	—	—	—	—	0.70	3.30	0.90	3.80	1.20	4.40

表 12-2(b)

圆锥齿轮的侧间隙(齿外端的)

精度等级	模数 (mm)	侧间隙(mm)		精度等级	模数 (mm)	侧间隙(mm)	
		最小	最大			最小	最大
II	5 以下	0.20	0.75	IV	10 以下	0.30	1.10
	5~10	0.25	0.85		10~16	0.40	1.20
	大于10	0.30	0.90		大于16	0.50	1.40

表 12-2(c)

蜗母轮的侧间隙

精度等级	模数 (mm)	两 齿 轮 的 中 心 距 离 (mm)									
		75~150		150~300		300~500		500~800		800~1150	
		侧 间 隙 (mm)									
		最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大
II	1.25~4	0.09	0.38	0.15	0.45	0.24	0.55	0.35	0.65	0.50	—
	4~6	0.09	0.45	0.15	0.55	0.24	0.60	0.35	0.70	0.50	—
	6~10	0.09	0.60	0.15	0.65	0.24	0.70	0.35	0.80	0.50	1.00
	10~14	0.09	0.75	0.15	0.8	0.24	0.90	0.35	1.00	0.50	1.20
I	1.25~4	0.10	0.55	0.16	0.6	0.24	0.70	0.36	0.85	0.50	—
	4~6	0.10	0.60	0.16	0.70	0.24	0.80	0.36	0.95	0.50	—
	6~10	0.10	0.70	0.16	0.80	0.24	0.90	0.36	1.10	0.50	1.30
	10~14	0.10	0.80	0.16	0.90	0.24	1.00	0.36	1.20	0.50	1.40

第二节 齿轮箱的装配

在完成以上检查,并用汽油洗净各部件后,即可进行齿轮箱的装配。

一、装配的基本要求

- (1) 保证正确的传动比,使传递的运动准确、可靠,达到规定的运动精度;
- (2) 保证传动时平稳,振动小,噪声小;
- (3) 保证齿轮工作面接触良好;
- (4) 保证规定的侧间隙。

根据用途的不同,对齿轮装配的要求可各有所侧重。例如:高精度运动的传动,侧重于运动精度及侧间隙;低速动力传动侧重于接触精度;高速动力传动侧重于工作平稳、接触精度及侧间隙。

二、装配的方法和注意点

- (1) 装配时应按解体时的印记与解体相反的顺序依次就位,防止装反装错。
- (2) 根据装配印记,调整好轴向膨胀间隙(为0.2~0.3mm)和推力间隙(为0.1~0.22mm)。
- (3) 装好轴承端盖,用色印法复查齿轮啮合情况,应符合表12-1、2上的要求。
- (4) 为了保证热位移的自由,滚动轴承外圈与轴承壳体间的工作面上应涂些黄油。
- (5) 垫在接触面上的垫片,厚度是已确定好的,不得随便增减变更。若要在垫片上涂洋干漆,以增加其严密性时,应注意其厚度。
- (6) 上盖与箱体法兰接合面应严密。拧紧螺丝时,应均称地进行。同时,箱体底脚螺丝必须拧紧。为了增加法兰接合面的严密性,可在接合面上涂洋干漆、油或601密封胶等。