

# 电力建设施工及验收技术规范

## 汽轮机机组篇

The code of erection and acceptance of electric power  
construction section of steam turbine set

DL 5011-92

主编部门：中国电力企业联合会基建工作部

批准部门：中华人民共和国能源部

施行日期：1992 年 6 月

中华人民共和国能源部

关于颁发《电力建设施工及验收技术规范  
(汽轮机机组篇)》电力行业标准的通知

能源基 [1992] 597 号

为适应电力建设汽轮机机组安装调试发展的需要，我部委托中国电力企业联合会基建工作部组织有关单位，对 1983 年颁发的 SDJ53—83《电力建设施工及验收技术规范(汽轮机机组篇)》进行了修订，修改了不适应的条款，补充了引进型 300、600MW 机组安装等新内容，修定为电力行业标准《电力建设施工及验收技术规范(汽轮机机组篇)》，标准编号为 DL5011—92。现颁发执行，原标准汽机篇 SDJ53—83 同时作废。请各单位在新规范执行中总结经验，若发现问题请随时告知部基建司和中电联基建工作部。

1992 年 6 月 23 日

## 1 总 则

### 1.1 一般规定

1.1.1 本规范适用于单机容量为 25~600MW，主蒸汽压力(表压)为 3.4~16.7MPa(35~170kgf/cm<sup>2</sup>)，主蒸汽温度为 435~550℃的火力发电厂国产汽轮发电机组本体及附属设备的施工及验收工作。对于大于或小于上述参数和容量设备，以及参数和容量类似的进口设备可参照使用。

1.1.2 汽轮发电机组的施工及验收工作必须以经批准的设计和设备制造厂的技术文件为依据，如需修改设备或变更以上文件规定，必须具备一定的审批手续。有关管道、焊接、保温、油漆、化学水处理设备、化学清洗、热工仪表及控制装置等部分的施工，应按本规范相应专业篇的规定执行。发电厂土建工程除按国家有关建筑工程及验收规范的规定执行外，还应按本规范的《建筑工程篇》执行，在本篇中提出有关土建的特殊要求，应按本篇规定执行。有关电气设备安装的要求应按国标《电气装置安装工程施工及验收规范》执行。

1.1.3 汽轮机机组安装工程除按本篇执行外，还应遵守国务院及有关部门颁发的现行安全技术、劳动保护、环境保护、防火等规程的有关规定(参见附录 Q)。

1.1.4 本篇所列各项施工技术要求 and 验收质量标准为基本要求。不论国产或进口机组施工时，

首先应按设备订货合同、技术协议的要求及制造厂的正式图纸规定执行，如合同协议及制造厂无明确规定或规定不全面时，按本篇规定执行。

## 1.2 设备器材

**1.2.1** 设备安装前的保管应按存放地区的自然情况、气候条件、周围环境和存放时间的长短，参照部颁的 SDJ68—84《电力基本建设火电设备维护保管规程》和设备技术文件对设备存放的要求，做好保管工作，防止设备变形、变质、腐蚀、损伤和丢失。

**1.2.2** 设备订货时应规定由厂家提供和随设备交付的技术文件，作为施工及质量检验的重要依据，主要文件如下：

- (1)设备供货清单及设备装箱单；
- (2)设备的安装、运行、维护说明书和技术文件；
- (3)设备出厂证件、检验试验记录及重大缺陷记录；
- (4)设备装配图和部件结构图；
- (5)主要零部件材料的材质性能证件；
- (6)全部随箱图纸资料。

**1.2.3** 设备装卸和搬运，除应按《热机安装安全工作规程》执行外，还应遵守下列规定：

- (1)起吊时应按箱上指定的吊装部位绑扎吊索。吊索转折处应加衬垫物，防止损坏设备。
- (2)搞清设备或箱件的重心位置，对设备上的活动部分应予固定，并防止设备内部积存的液体流动和重心偏移，造成倾倒。
- (3)对刚度较差的设备，应采取措施，防止变形。

**1.2.4** 设备和器材应分区分类存放，并应符合下列要求：

- (1)存放区域应有明显的区界和消防通道，并具备可靠的消防设施和有效的照明。
- (2)大件设备的存放位置应根据施工顺序和运输条件，按照施工组织设计的规定合理布置，尽量避免二次搬运。
- (3)设备应切实垫好，与地面保持一定的高度，堆放场地排水应畅通，并不得堆叠过高。
- (4)地面和货架应具有足够的承载能力。
- (5)根据设备的特点和要求分别做到防冻、防潮、防震、防尘和不致倾倒等。
- (6)对海滨盐雾地区和有腐蚀性的环境，应采取特殊措施，防止设备锈蚀。
- (7)精密部件应存放在货架上，或按要求放置在保温库内。特殊钢种的管材、管件和部件，应分类存放，不得混淆。
- (8)对充氮保护的设备，应定期检查氮气压力及设备密封情况，当压力低于 3.5kPa 时，应立即补充氮气。

**1.2.5** 设备管理人员应熟悉设备保管规程和汽轮机组设备的特殊保管要求，经常检查设备存放情况，保持设备完好

**1.2.6** 设备到达现场后，应会同有关部门开箱清点，对设备的名称、规格、数量和完好情况进行外观检查，对于常有缺陷的设备和有怀疑的部件应重点检查，作出记录，并应做到：

- (1)开箱应使用合适的工具，不得猛烈敲击，以防止损坏设备。对装有精密设备的箱件，更应注意对加工面妥为保护。
- (2)设备的转动和滑动部件，在防腐涂料未清理前，不得转动和滑动，检查后仍应进行

防腐处理。

(3)装箱设备开箱检查后不能立即安装者，应复箱封闭好；对长时间露天放置的箱体，应加防雨罩。

**1.2.7** 设备在安装前，必须按本规范的规定对设备进行检查。如发现有损坏或质量缺陷，应及时通知有关单位共同检查。对于设备制造缺陷，应联系制造厂研究处理。由于制造质量问题致使安装质量达不到本篇规范的规定时，应由施工单位、制造单位、建设或使用单位共同协商，另行确定安装质量标准后施工，设备检查和缺陷处理应有记录和签证。

**1.2.8** 设备中用合金钢或特殊材料制造的零部件和紧固件等，都应在施工前进行光谱分析和硬度检验，以鉴定其材质，确认与制造厂图纸和有关标准相符。如发现不符时，应通知制造厂研究处理。

**1.2.9** 施工使用的重要材料均应有合格证和材质证件，在查核中对其质量有怀疑时，应进行必要的检验鉴定。优质钢、合金钢、有色合金、高温高压焊接材料、润滑油(脂)、抗燃液和保温材料等的性能必须符合设计规定和国家标准，方准使用。

**1.2.10** 对于随汽轮机组设备供货的备品、备件应认真清点检查，妥为保管。施工中如需使用，必须具备批准手续。随箱的图纸和技术文件必须全部交资料室登记保管。

**1.2.11** 对外委托加工和现场自行加工的成品或半成品和自行生产、配制的材料应按本篇规范和有关规定的要求进行检查，证明合格后方准使用。

**1.2.12** 施工人员对安装就位的设备应认真保管，确保设备在安装期间不损伤、锈蚀、冻坏，对经过试运行的汽轮机组的主要设备，如移交前停置时间可能超过 2 个月，应根据制造厂对设备的有关要求，提出维护保养措施，经上级批准后，就地保管。

### **1.3 对土建工程配合的要求**

**1.3.1** 汽轮机组安装前，对于下列有关的建筑施工，应密切配合。

(1)由于安装工艺的需要必须密切配合土建施工工序进行时，应提前与建筑施工单位排好配合进度，并提出必要的技术要求。

(2)对于预留孔洞、预埋铁件汽轮机发电机基座以及主要附属设备基础与安装有关的标高、中心线、地脚螺栓孔位置等重要支模尺寸，在土建施工前，应会审土建图与安装图，取得一致。对主要设备还应尽可能事先将施工图、制造厂图纸与设备实际尺寸核对好。

(3)对于起吊重型设备需要的起吊设施的基础、生根以及为超负荷起吊而对建筑结构进行的加固方案，应在土建施工之前与设计 and 建筑施工单位研究确定。

(4)对于需预埋地脚螺栓、锚固板及阀座结构件的主机基础，应配合土建单位预制定位的金属框架，确保各项几何尺寸的误差和累计误差在允许范围之内；框架安装及支模在浇灌混凝土过程中应反复测量，确保位置正确及在浇灌混凝土时不会产生位移。

**1.3.2** 汽轮机组设备开始安装前交付安装的建筑应具备下列技术文件：

- (1)主要设备基础及构筑物的验收有关记录；
- (2)混凝土标号及强度试验记录；
- (3)建筑物和基础上的基准线与基准点；
- (4)沉陷观测记录，如进行预压时应有预压记录。

**1.3.3** 汽轮机组设备开始安装时，交付安装的建筑工程应具备下列条件：

- (1)行车轨道铺好，二次浇灌的混凝土达到设计强度，并经验收合格；
- (2)主辅设备基础、基座浇灌完毕、模板拆除，混凝土达到设计强度的 70%以上，并经验收合格；
- (3)厂房内的沟道基本做完，土方回填好，有条件的部位做好平整的混凝土粗地面，并修好进厂通道或铁路；
- (4)装机部分的厂房应封闭，不漏雨水，能遮蔽风沙；
- (5)土建施工的模板、脚手架、剩余材料、杂物和垃圾等已清除；
- (6)各基础具有清晰准确的中心线，厂房零米与运行层具有标高线；
- (7)各层平台、步道、梯子、栏杆、扶手和根部护板装设完毕，而且焊接牢固，各孔洞和未完工尚有敞口的部位有可靠的临时盖板和栏杆；
- (8)厂房内的排水沟、泵坑、管坑的集水井清理干净，并将水排至厂房外；
- (9)装好消防设施，水压试验合格，具有足够压头和流量的可靠清洁水源；
- (10)对于建筑物进行装修时有能损坏附近已装好的设备的处所，应在设备就位前结束装修工作。

#### 1.4 施 工 通 则

##### 1.4.1 各项设备的安装一般应根据下列资料进行：

- (1)按第 1.2.2 条所列的制造厂图纸和技术文件；
- (2)电站设计系统图、布置图及说明书；
- (3)施工组织设计中有关专业施工方案。

**1.4.2** 汽轮机组的施工技术人员和施工负责人必须熟悉其施工范围的施工图纸、制造厂图纸及有关技术文件，并应熟悉设备的机理和构造；一般施工人员都应掌握本篇总则及有关施工的规定、正确的安装程序、方法、工艺和有关精密测量技术。

##### 1.4.3 汽轮机组的施工场地应按施工组织设计合理布置，并应满足下列要求：

- (1)对场地、平台及运输通道应确信能承受所放置设备的重量，有足够的存放面积和周转余地；
- (2)施工地点周围温度应保持在+5℃以上，当气温将降至低于 0℃有冻坏设备可能时，应预先做好必要的防寒防冻措施，并切实执行；
- (3)具有通往设备存放场、组合场和安装场的运输道路；
- (4)有足够的水、电、照明、压缩空气、氧气和乙炔等设施；
- (5)具有符合要求的施工安全设施，符合安全规定的摆放易燃、易爆气体瓶、罐的场所；
- (6)扩建工程的安装场地和生产运行机组之间应有适当的隔离设施。

**1.4.4** 汽轮机组设备的起重运输机具的使用与管理，应遵守原劳动部颁发的《起重机械安全管理规程》的规定，起重工作应符合下列要求：

- (1)对起重机的起吊重量、行车速度、起吊高度、起吊速度以及起吊及纵横向行车的极限范围等性能应认真检查，这些性能应满足设备安装的工艺要求。
- (2)特大件和超重起吊均应制订专门技术措施，经施工总工程师批准后进行。
- (3)凡利用建筑结构起吊重件者应进行验算，并须征得有关单位的同意。禁止在不了解设备重量或建筑结构承载强度的情况下任意放置重件。

**1.4.5 汽轮机组设备施工时，对建筑物应认真爱护，做到：**

(1)不得任意变更或损坏建筑物结构，必须改变时应提出技术措施和必要的强度验算，并经设计单位同意后执行。

(2)在建筑结构上凿孔时严禁使用大锤直接锤击，必须切断钢筋时应先加固再切断。对切断主筋必须提出补救方案，经设计单位同意后进行。

(3)不得任意在重要建筑结构上施焊、切割或开孔。必须进行时应通过一定的批准手续。

**1.4.6 汽轮机组的施工必须经常保持施工现场、设备和机具清洁、整齐，每日施工完毕必须清理现场。**

**1.4.7 汽轮机组设备在安装过程中及安装完毕后安装人员应负责彻底检查清理，保证安装质量并应符合下列要求：**

(1)所有部件经清理后必须做到加工面和内部清洁，无任何杂物；

(2)设备的精密加工面不得用扁铲、锉刀除锈，不得用火焰除油；

(3)用蒸汽吹洗的部件在清洗后必须及时除去水分；

(4)轴颈和轴瓦严禁踩踏，施工中必须采取保护措施。

**1.4.8 汽轮机组设备施工一般都应遵守下列规定：**

(1)除制造厂有明确规定不得解体并经施工、建设单位协商同意者外，一般应在施工工序中对设备作必要的检查、测量和调整。

(2)拆卸和组装设备部套应根据制造厂图纸进行，首先要弄清结构情况和相互连接关系，做好对应标记，并应使用合适的专用工器具。当零件拆装受阻时应找出原因，禁止盲目敲打。

(3)拆下的零部件应分别放置在专用的零件箱内，对于精密零部件应精心包装保护，不得堆压，要由专人妥善保管。

(4)设备及管道上的插座和开孔，应在正式组装前由热工、电气等有关人员配合，按设计开孔，并焊好、清理干净。

(5)重要结构和承压设备上的零部件和密封装置等的焊接工作，应由合格焊工按规程和图纸要求施焊。禁止任意在合金钢材上打火或点焊。

**1.4.9 汽轮机组设备及管道的水压试验除按规定进行外，必须做到临时连接系统严密无渗漏，表计经校验合格，水质清洁，升压前将空气排尽，水压试验后将水放尽、吹干。冬季注意防冻，必要时进行防腐。**

**1.4.10 当汽轮机组设备的重要部件施工告一段落时，必须对内部进行检查、预以封闭，并须符合下列要求：**

(1)设备及管道最后封闭前，必须指定专人检查，确信无任何杂物后才准封闭，必要时应按规定会同有关人员检查签证。

(2)进入设备内部清理和检查的人员，应穿干净无钮扣和衣袋的专用工作服，鞋底无铁钉并应擦净，严防在设备内部掉进杂物。

(3)无论正式或临时封闭都必须采用明显外露的方法，禁止用棉纱、破布或纸团等塞入开口部位。封闭应牢固严密。

(4)不允许在已封闭的设备或管道上施焊、开孔或拆封，必须进行时应取得一定的批准手续。对重要设备应提出保证清洁和安全的措施，由监护人监护执行，并作好记录。开封作

业完成后应重新检查，确认符合规范有关规定后，再行封闭。

1.4.11 在施工过程中，应按本篇各章节的具体要求做好各项施工技术记录和验收签证，并及时整理。对重要系统的工程变更，施工完毕后应做出竣工图，并由施工技术负责人签字。

## 2 汽轮机本体

### 2.1 一般规定

2.1.1 本章适用于汽轮机本体的台板、轴承座、轴承、汽缸、隔板、汽封、转子、盘车装置、缸内加热管道、隔热挡板及连通管道等部件的施工及验收工作。及运输通道应确信能承受所放置设备的重量，有足够的存放面积和周转余地；

### 2.2 对基础的要求

2.2.1 基础交付安装时，应具备下列条件：

(1)符合本篇第 1.3.3 条的有关规定。

(2)基础混凝土表面应平整，无裂纹、孔洞、蜂窝、麻面和露筋等缺陷。

(3)设计要求抹面和粉饰的部分，尤其是发电机风室和风道，抹面应平整、光滑、牢固，无脱皮、掉粉现象，必要时应涂耐温油漆；内部的金属平台、爬梯等应作好防腐。

(4)基础的纵向中心线对凝汽器和发电机基座的横向中心线应垂直，确认机组上、下部件连接和受热膨胀不致受阻。

(5)设备下的混凝土承力面以及空冷发电机的混凝土风道顶部等处的标高应与图纸相符，偏差不大于  $\begin{matrix} +0 \\ -10 \end{matrix}$  mm。

(6)地脚螺栓孔内必须清理干净，螺栓孔中心线对基础中心线偏差应不大于 0.1d(d 为预埋钢套管内径)且小于 10mm，螺栓孔壁的铅垂度偏差不大于 L/200 且小于 10mm，(L 为预埋钢套管或地脚螺栓的长度)，孔内应畅通，无横筋和杂物；螺栓孔与地脚螺栓垫板接触的混凝土平面应平整，放置垫板的孔洞应有足够的空间装入垫板。

(7)预埋式预埋地脚螺栓及铁件的材质、型号、纵横中心线和标高，都应符合图纸要求，螺栓及铁件中心偏差应不大于 2mm，铅垂偏差应小于 L/450，铁件标高偏差应不大于 3mm，

地脚螺栓标高偏差应不大于  $\begin{matrix} +3 \\ -0 \end{matrix}$  mm。

(8)引进型机组预埋的纵、横销(锚固板)的纵、横中心线及标高偏差均不大于 3mm，其顶面标高应按图设置汽轮机、发电机底座按转子自然垂弧进行调整的增值和附加余量；预埋的主汽门、中压联合汽门牛脚的中心偏差应不大于 2.0mm，标高偏差应不大于 3.0mm，上面应平整，相关预埋件的标高差在 1mm 之内。

(9)各牛脚和预埋孔洞的纵横中心线、断面和标高，发电机与凝汽器的安装空间的几何尺寸，发电机与励磁机引出线，通风道，氢冷及水冷的穿管孔的尺寸和相对位置尺寸都应符合设计要求。

(10)基础与厂房及有关运转平台间的隔震缝隙中的模板和杂物，应清除干净。

(11)管沟底部应平整，坡度和倾斜方向、纵横中心线、沟底标高与沟道的断面，应符合

设计要求。

2.2.2 对基础应进行沉陷观测，观测工作至少应配合下列工序进行：

- (1)基础养护期满后(此次测定值作为原始数据)；
- (2)汽轮机全部汽缸就位和发电机定子就位前、后；
- (3)汽轮机和发电机二次浇灌混凝土前；
- (4)整套试运行后。

对于湿陷性黄土地区，应适当增加测量次数。

沉陷观测应使用精度为二级的仪器进行。各次观测数据应记录在专用的记录簿上，对沉陷观测点应妥善保护。

2.2.3 当基础不均匀沉陷致使汽轮机找平、找正和找中心工作隔日测量有明显变化时，不得进行设备的安装。除加强沉陷观测外并应研究处理。

### 2.3 台板与垫铁

2.3.1 汽轮机台板就位前，对基础应进行下列准备工作：

- (1)基础混凝土与二次浇灌混凝土的接触表面应凿出新的毛面，渗透在基础上的油垢必须清理干净；
- (2)按照设备实物尺寸核对基础的有关主要尺寸，应能满足安装的需要；
- (3)安放垫铁处的混凝土表面应剔平，并使两者接触密实且四角无翘动；
- (4)安放调整小千斤顶或临时垫铁的部位应平整。

2.3.2 基础与台板间垫铁的形式、材质及质量一般要求如下：

- (1)垫铁的材质应为钢板或铸铁件，或按制造厂规定使用特制的混凝土垫块(见附录 A)；
- (2)斜垫铁的薄边厚度一般不小于 10mm，斜度为 1/10~1/25；
- (3)垫铁应平整、无毛刺，平面四周边缘应有 45° 倒角，平面加工后的表面粗糙度一般应为  $\frac{6.3}{\sqrt{V}}$  (V5)，相互接触的两块接触面应密实无翘动。

2.3.3 垫铁的布置应符合下列原则：

- (1)负荷集中的地方；
- (2)台板地脚螺栓的两侧；
- (3)台板的四角处；
- (4)台板加强筋部位应适当增设垫铁；
- (5)垫铁的静负荷不应超过 4MPa；
- (6)相临两迭垫铁之间的距离一般为 300~700mm。

垫铁正式安装完毕后，应按实际情况作出垫铁布置记录图。

2.3.4 垫铁的装设应符合下列要求：

- (1)允许采用环氧树脂砂浆将垫铁粘合在基础上(见附录 B)；
- (2)每叠垫铁一般不超过 3 块，特殊情况下允许达 5 块，其中只允许有一对斜垫铁(按 2 块计算)；
- (3)两块斜垫铁错开的面积不应超过该垫铁面积的 25%；
- (4)台板与垫铁及各层垫铁之间应接触密实，0.05mm 塞尺一般应塞不进，局部塞入部分不得大于边长的 1/4，其塞入深度不得超过侧边长的 1/4；

(5)引进型汽轮机采用埋置垫铁的,垫铁沿汽轮机纵向轴线的标高应使各轴承的标高差符合制造厂的规定,垫铁标高较规定值的偏差仅允许低 1~2mm,每块水平度都应 与轴系扬度相适应,偏差不大于 0.1mm/m;

(6)以汽轮发电机组纵横中心线为基准,各埋置垫铁位置对螺孔中心的偏差应不大于 3mm;

(7)在垫铁安装完毕,汽缸正式扣盖前,应在各叠垫铁侧面点焊。

### 2.3.5 台板的检查与安装应符合下列要求:

(1)台板的滑动面应平整、光洁、无毛刺,台板与二次浇灌混凝土结合的部位应清洁无油漆、污垢。

(2)台板上浇灌混凝土的孔洞、放气孔、台板与轴承座或汽缸接触面间的润滑注油孔均应畅通。

(3)台板上如有可能漏油至混凝土表面上的孔洞应予堵塞,堵塞件不得阻碍轴承座和汽缸的膨胀。

(4)对于台板二次浇灌混凝土时无法设置模板的部位,应在基础施工时预埋生根铁件,在台板就位前于基础内侧装好薄钢板的挡板,并不得影响汽缸和有关管道的膨胀。

(5)台板与地脚螺栓垫圈的接触面应平整无歪斜。

(6)台板与轴承座或滑块、台板与汽缸的接触面应光洁无毛刺,并接触严密,一般用 0.05mm 塞尺检查接触面四周,应不能塞入。对于铸铁台板,每平方厘米有接触点的面积应占全面积的 75%以上,并应均匀分布。

(7)台板的安装标高与中心位置应符合图纸要求,各台板标高对图纸的偏差允许值为  $\pm 1\text{mm}$ ,并应控制使其偏差值的方向一致(或都为“+”,或都为“-”值),台板上螺栓孔中心线的允许偏差为 2mm。

(8)对于需要试装的台板,试装时台板面的标高应比设计值稍低。在调整台板的同时,应按基础上预埋锚固板的标记,用拉钢丝的方法找正,其纵、横中心线的偏差应小于 1.0mm。

### 2.3.6 地脚螺栓应符合下列要求:

(1)不得有油漆和污垢;

(2)螺母与螺栓应配合良好;

(3)地脚螺栓的长度、直径应符合设计规定,其垫圈、垫板中心孔等尺寸应符合要求。

### 2.3.7 地脚螺栓的安装应符合下列要求:

(1)螺栓在螺栓孔内或螺栓套管内四周应有不小于 5mm 的间隙;

(2)螺栓应处于垂直状态,其允许偏差为  $\leq L/200$  (L 为地脚螺栓长度),且不大于 5mm;

(3)螺栓的螺母下应有垫圈;

(4)螺栓下端的垫板应安放平正,与基础接触应密实,螺母应点焊或锁紧;

(5)螺栓拧紧后,螺母上应露出 2~3 扣;

(6)地脚螺栓应在汽缸调好水平、标高、转子调好中心后作正式紧固,同时用 0.05mm 塞尺检查台板与轴承座、台板与汽缸间的滑动面、台板与垫铁以及各层垫铁之间的接触面均应接触密实。紧固时不得使汽缸的负荷分配和中心位置发生变化。

## 2.4 汽缸、轴承座的滑销系统



2.4.1 汽缸在运输和存放过程中必须安放平稳，支垫恰当，防止变形，并应对加工面及螺栓妥加保护，防止碰伤及锈蚀。

2.4.2 汽缸安装前对设备的有关制造质量应进行下列检查，并应符合要求，必要时应做出记录，不符合要求时应研究处理：

(1)汽缸外观检查应无裂纹、夹渣、重皮、焊瘤、气孔、铸砂和损伤。各结合面、滑动承力面、法兰、洼窝等加工面应光洁无锈蚀和污垢，防腐层应全部除净，蒸汽室内部应彻底清理，无任何附着物。

(2)分段组成的汽缸，其相邻的水平结合面，在垂直结合部位的相互错位量，以及相邻两段接口平面的中心在水平方向的偏差值，应符合制造厂的出厂记录，并应做出记录。

(3)对于最后组装时使用涂料的汽缸水平结合面，在未加涂料时其结合情况应符合表 2.4.2 的要求，不合格时应修刮并做出最终记录。

(4)汽缸垂直与水平结合面交叉部位挤入涂料的沟槽应清洁畅通。  
(5)对于汽缸上工作压力在 1.96MPa 以上的管道法兰的密封面以及调速汽门法兰密封面应用涂色法检查，其接触情况应整圈连续接触无间断且达一定宽度。

表 2.4.2 汽缸结合面的要求

| 汽缸种类                                   | 高 压 缸                         | 中 压 缸                                                        | 低 压 缸                                                                 |
|----------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 结合面类型                                  | 水平结合面                         | 垂直、水平结合面                                                     | 垂直、水平结合面                                                              |
| 按冷紧要求<br>紧固 1/3 螺栓，<br>用塞尺检查应<br>达到的要求 | 0.03mm 塞尺<br>自内外两侧检<br>查均不得塞入 | 0.05mm 塞尺自内外两侧<br>检查，一般不得塞入，个<br>别塞入部分不得超过汽缸<br>法兰密封面宽度的 1/3 | 0.05mm 塞尺检查不得塞<br>通，在汽缸法兰同一断面<br>处，从内外两侧塞入长度<br>总和不得超过汽缸法兰宽<br>度的 1/3 |

(6)汽缸排汽段与凝汽器或排汽短节相连的螺栓孔，应互相吻合，法兰密封面应平整，如为焊口连接，其坡口应符合焊接规程的要求。

(7)汽缸水平结合面的紧固螺栓与螺栓孔之间，四周应有不小于 0.50mm 的间隙。汽缸联系螺栓与其螺栓孔的直径应能满足汽缸自由膨胀的需要。

(8)汽缸疏水孔的部位及直径应符合图纸规定。在隔板或隔板套就位后，其疏水通流断面不得减小并应畅通。浇铸在缸内的管道也应清洁畅通，如有遗漏应研究处理。

(9)汽缸上的丝堵应齐全，丝扣应有足够的长度，能可靠地紧固。多余的工艺孔洞应加装丝堵并焊死，丝堵及焊材应与汽缸材质相符。

(10)汽缸法兰加热装置的蒸汽室部分，应进行严密性水压试验。试验压力一般为工作压力的 1.25 倍，维持 5min 应无渗漏；或作渗油试验，24h 内无渗油现象。

2.4.3 对汽缸螺栓与螺母应按下列要求进行检查：

(1)螺栓、螺母以及汽缸的栽丝孔的丝扣都应光滑无毛刺，螺栓与螺母的配合不宜松旷或过紧，用手应能将螺母自由拧到底，否则应研究处理。高压缸的螺栓与螺母均应有钢印标记，不得任意调换。

(2)需热紧的螺母与汽缸或垫圈的接触平面，都应用涂色法检查其接触情况要求接触均匀。

(3)汽缸的栽丝螺栓的丝扣部分，应全部拧入汽缸法兰内，丝扣应低于法兰平面，栽丝螺栓与法兰平面的垂直度应符合制造厂的要求，一般不大于 0.50‰，否则应研究处理。

(4)当螺母在螺栓上试紧到安装位置时，螺栓丝扣应在螺母外露出 2~3 扣。罩形螺母拧紧到安装位置时，应确认其在紧固到位后罩顶内与螺栓顶部留有 2mm 左右的间隙。引进型机组具有锥度的螺栓安装要求，应按制造厂规定进行。

(5)按本篇第 1.2.8 条检验汽缸螺栓、螺母等部件的材质。

(6)对有损伤的丝扣应进行修刮，最后还用三角油石磨光修刮处。如需修理栽丝孔内的丝扣，应配制专用丝锥进行。

(7)丝扣经检查修理后，应用颗粒度很细的耐高温粉状涂料用力涂擦，或涂以制造厂规定的润滑剂，除去多余涂料，将螺栓包好以防灰尘和磕碰。

#### 2.4.4 汽缸安装前应对滑销系统进行下列检查，并应符合要求：

(1)对滑销、销槽及引进型机组低压缸的纵、横向定位锚固板应检查其尺寸，确认与设备能互相配合，各滑动配合面应无损伤和毛刺，必要时应进行修刮。

(2)用塞尺测量滑销与销槽的配合间隙，或用内、外径千分尺分别测量滑销与销槽的对应尺寸，取其差值作为滑销间隙，并记入安装记录。各部滑销配合的要求应符合制造厂图纸的规定。

(3)沿滑动方向取三点测量，滑销或滑销槽各自三点测得的尺寸相互差均不得超过 0.03mm。

(4)将滑销进行试装，应滑动自如。在一块台板上有两个滑销位于同一条直线上时，应测取其横向相对位移作为间隙值，往复滑动应灵活无卡涩。

(5)滑销在汽缸、台板或轴承座上必须牢固地固定，直接镶嵌的必须有一定紧力，用螺栓连接的其定位销必须紧固，固定滑销的螺钉不得影响滑销的间隙，内外缸水平结合面上的横销，在轴向位置固定后必须焊牢。

(6)猫爪横销的承力面和滑动面用涂色法检查，应接触良好。试装时用 0.05mm 塞尺自两端检查，除局部不规则缺陷外应无间隙。

(7)猫爪横销的定位钉应光滑无毛刺，用涂色法检查应吃力均匀，销孔应无错口。

(8)引进型机组在汽缸定位后，应对锚固板两侧配置永久定位垫板，其与锚固板的间隙为 0.03~0.04mm。

(9)各轴承座或汽缸与台板的联系螺栓，当螺栓紧至极限位置时，联系螺栓垫片与轴承座或汽缸底座平面间应有间隙 0.04~0.08mm，螺杆与底座螺孔在热胀方向应留有足够的缝隙。

(10)轴承座滑动面上的油脂孔道应清洁畅通，检查轴承座在膨胀范围内油道不应与台板地脚螺孔重叠，对于滑块结构应按制造厂规定在研刮后取下滑块螺钉。

2.4.5 汽缸间的推拉装置应在汽缸最终定位后，按汽缸与推拉装置间四角的实测间隙值再留 0.02~0.03mm 装配间隙配制永久垫片，使垫片装入时无卡涩和松旷。

2.4.6 滑销间隙不合格时，应进行调整。对过大的间隙允许在滑销整个接触面上进行补焊或离子喷镀，但其硬度不应低于原金属。不允许用敛挤的方法缩小滑销间隙。

2.4.7 汽缸结合面上严禁放置硬质金属物件，和用手锤或其他硬金属敲击汽缸结合面，并不

得与其他部件碰撞。施工过程中必须加覆盖物保护，防止损伤结合面。

#### 2.4.8 汽缸组合应符合下列要求：

- (1)汽缸正式组合前，必须进行无涂料试装，各结合面的严密程度应符合表 2.4.2 的要求。
- (2)汽缸的密封涂料，如制造厂无明确规定时，应按其工作压力和温度正确选用(参见附录 C)。
- (3)组合好的汽缸，其垂直结合面的螺母应在汽缸最后封闭以前进行锁紧。如用电焊锁紧，应在螺母和汽缸壁处点焊。设计要求密封焊接的部位，应同时焊好。焊接时应防止汽缸过热产生变形。

#### 2.4.9 对汽轮机组的轴承座进行检查，应符合下列要求：

- (1)轴承座的油室及油路应彻底清洗、吹干，确保其清洁、畅通、无任何杂物。内表面所涂油漆应无起皮和不牢现象，如油漆能溶于汽轮机油中则应予除掉。
- (2)轴承座与轴承盖的水平结合面，紧好螺栓后用 0.05mm 塞尺应塞不进；通压力油的油孔，四周用涂色法检查，应连续接触无间断。
- (3)轴承座进出油管法兰应符合本篇第 4.6.22 条的规定，法兰栽丝孔不得穿透座壁。
- (4)汽轮机测速小孔的盖必须严密不漏。
- (5)轴承座油室应作灌油试验，灌油前轴承座内外必须清理干净，灌油高度应不低于回油管的上口外壁，灌油经 24h 应无渗漏。如有渗漏应进行修补并重新试验。灌油试验时应有防火措施。

#### 2.4.10 汽缸和轴承座的安装应符合下列要求：

- (1)汽缸与轴承座的纵横中心线应符合设计要求，同时应使汽轮机、发电机与励磁机的各地脚螺栓均能穿入螺栓孔。
- (2)汽缸就位前，在汽缸与基础间安装的管道和铁件等，应先安装好，防止就位后无法施工。
- (3)汽缸和轴承座的安装应使其中分面的标高符合设计要求，偏差应不大于 5mm，台板底面与基础混凝土表面的距离应为 80mm 左右。
- (4)汽缸、轴承座与台板的相对位置应满足机组运行时热膨胀的要求，在最大热膨胀的情况下，汽缸或轴承座各滑动面不应伸出台板边缘并有一定裕量。各滑动面上应涂擦耐高温的粉剂涂料，或按制造厂的规定处理。
- (5)汽缸与轴承座的横向水平偏差一般不应超过 0.20mm/m；纵向水平以转子根据洼窝找好中心后的轴颈扬度为准，对汽缸不作特殊规定。测量时汽缸的轴承箱的临时支撑必须全部拆除。
- (6)汽缸和轴承座横向水平的测量位置，应在前后轴封洼窝或轴瓦洼窝处，用精密度不低于 0.02mm/m 的水平仪测量，必要时用平尺和垫尺配合测量。当汽缸水平与汽缸负荷分配有矛盾时，应以保证负荷分配为主。
- (7)在汽轮机安装过程中，应保护好汽缸轴承座各滑动面接缝和滑动面油槽，防止尘土或杂物进入。
- (8)汽缸和轴承座安装定位后，最终紧固地脚螺栓时应点焊各叠基础垫铁。

#### 2.4.11 汽缸负荷分配采用的方式，应按制造厂规定，并应符合下列要求：

(1)用测力计对汽缸进行负荷分配时，应做到：

①测力计使用前应经校验合格。

②测力计测得的负荷值应满足设计要求，一般在汽缸中心线两侧对称位置的负荷差不大于两侧平均负荷的 5%。

③汽缸用测力计支持时，应处于自由状态，小千斤顶或临时垫铁均不得吃力，滑销不抗劲，内部是否放置转子或隔板应按制造厂规定进行。

④测力计不应过负荷使用，在调整负荷分配时，各测力计应均匀微动抬起，每次微抬不宜大于 0.10mm，在抬起过程中，不得中途回落，并以上抬值为准。在吊装转子或上缸等重件时，台板下应预先临时支垫好。

⑤镶装永久垫块时，其相邻的测力计的负荷变化不得大于 980N，两侧对称位置的负荷差不大于平均负荷的 5%。

⑥测力计测得的最后负荷值和汽缸与轴承座的水平扬度值应记入安装记录。

(2)在采用猫爪垂弧法进行汽缸分配时，应以合空缸的形式进行，一般左右允许偏差值应不大于 0.10mm。

(3)在进行负荷分配时应检查猫爪横销的承力面、滑动面及台板的滑动面等，均应接触良好，用 0.05mm 塞尺检查应与试装时基本相符。

特殊情况下，允许在猫爪横销不滑动的接触面间加一层整张的钢质调整垫片，其厚度不应小于 0.10mm。

(4)对于没有后台板而只用前猫爪和两侧台板支持的汽缸，其负荷分配一般可根据汽缸水平及猫爪垂弧调整，多缸机组的低压缸，可按汽缸水平调整负荷分配。

(5)采用猫爪抬差法进行负荷分配的机组，前后猫爪应分别进行，并在半实缸和全实缸各作一次。做前猫爪时应先紧固后猫爪螺栓，松开前猫爪螺栓，在左侧猫爪下加 0.50mm 垫片用百分表测量右猫爪抬升值，然后再抽去左侧所加垫片，加在右侧猫爪下，测左侧较未加垫片时的抬升值，两侧抬升值之差应符合制造厂规定，一般要求小于 0.05mm，后猫爪的作法和要求同前侧，负荷分配以全实缸所测值为主。

(6)汽缸水平扬度记录应以试扣大盖后的测量值为准，测量位置应符合规定，并应刻出位置印记。

**2.4.12 汽缸的减荷器安装一般应符合下列要求：**

(1)减荷器应在汽轮机扣大盖后进行安装调整；

(2)减荷器的底座应稳固，与基础框架的结合面应密实；

(3)减荷器弹簧压缩量应符合要求；

(4)弹簧压缩后，应配装固定厚度的垫铁，并松开调整螺栓；

(5)减荷器安装完毕后，台板及猫爪各滑动面应不出现间隙；

(6)减荷器的安装应使其在运行时汽缸热胀后呈垂直状态；

(7)减荷器应装保护罩。

**2.4.13 汽缸大气安全门的安装应符合下列要求：**

(1)开启式大气安全门应动作灵活并严密不漏；

(2)隔板式大气安全门的膜片材质和厚度必须符合制造厂的规定，如有变更应作模拟试

验，证明合乎要求后方准使用；

(3)隔板式大气安全门的隔板与阀座(法兰)的接缝应平整，隔板与压紧圈的边缘应棱角锐利，接缝不得加涂料，以防卡涩，设备出厂时的临时压板应去掉。

2.4.14 汽缸的膨胀指示器的安装应牢固可靠，指示器的指示范围应满足汽缸的最大膨胀量。汽轮机启动前在冷态下应将指示器的指示最后核定并作出记录，同时记录室温。

2.4.15 汽缸及轴承座安装完毕后，应具备下列安装技术记录：

- (1)汽缸及轴承座水平扬度记录；
- (2)负荷分配最终记录；
- (3)汽缸水平面结合情况记录；
- (4)各部滑销间隙记录，猫爪垫块厚度记录。

## 2.5 轴承和油挡

2.5.1 支持轴承安装前对设备的有关制造厂质量应进行下列检查，并应符合要求：

- (1)轴承各部件应有钢印标记，以保证安装位置和方向的正确。
- (2)钨金应无夹渣、气孔、凹坑、裂纹等缺陷，承力面部位不得有粘合不良现象，一般可用浸油或着色法检查，对三油楔或可倾瓦有怀疑时可用超声波检查，应无脱胎现象。如出现粘合不良，应通知制造厂研究处理。
- (3)检查瓦口以下的楔形油隙和油囊应符合制造厂图纸的规定，如需增刮油囊时应通知制造厂研究处理。
- (4)轴承各水平结合面应接触良好，用 0.05mm 塞尺检查应塞不进。轴瓦下部与瓦座或瓦套必须接触紧密。
- (5)轴瓦的球面与球面座的结合面必须光滑，其接触面在每  $\text{cm}^2$  上有接触点的面积应占整个球面的 75%，并均匀分布，接口处用 0.03mm 塞尺应塞不进，发现球面接触不良时，一般对球面不宜修刮，应通知制造厂研究处理。组合后的球面瓦和球面座的水平结合面均不允许错口。
- (6)对于引进型机组的轴瓦，两侧由挂耳支持的瓦套应使其支持方式接近正式安装状态，然后对其接触情况进行检查。

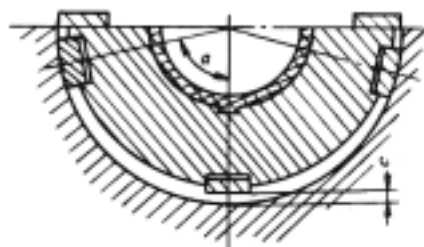


图 2.5.2 下瓦垫块间隙示意图

(7)轴瓦的进油孔应清洁畅通，并应与轴承座上的供油孔对正。垫块进油孔四周应与其注窝有整圈接触。进油孔带有节流孔板时，应测量节流孔直径并作好记录。孔板的厚度不得妨碍垫块与注窝的紧密接触。

(8)埋入轴瓦的温度测点位置应按图纸要求正确无误、接线牢固。

2.5.2 带垫块的轴瓦或瓦套的安装应符合下列要求(图 2.5.2)：

(1)两侧垫块的中心线与垂线间的夹角  $\alpha$  接近于  $90^\circ$  时，无论转子是否压在下瓦上，三处垫块与其注窝均应接触良好，用 0.05mm 塞尺应塞不进。

(2)两侧垫块的中心线与垂线的夹角  $\alpha$  小于  $90^\circ$  时，转子压在下瓦上，三处垫块与其注窝均应接触良好。如两侧垫块出现间隙，则应在下瓦不放转子的状态下，使两侧垫块无间隙，下侧垫块与其注窝的接触应较两侧为轻或有 0.03~0.05mm 的间隙  $c_0$ 。

(3)轴瓦垫块下的调整垫片应采用整张的钢质垫片，每个垫块的垫片数不宜超过三层，垫片应平整，无毛刺和卷边，其尺寸应比垫块稍窄。垫片上的螺栓孔或油孔的孔径应比原孔稍大且要对正。最终定位后，应记录每迭垫片的张数及每张的厚度。

(4)用涂色法检查下瓦垫块接触情况时，应将转子稍压在下瓦上。检查综合轴承垫块接触情况时，还应将推力轴承轴向位置固定后对研，垫块与注窝接触面积在每  $\text{cm}^2$  上有接触点的面积应占垫块面积的 70%以上，并均匀分布。

2.5.3 支持轴承的轴瓦间隙一般要求如下：

(1)圆筒形轴瓦的顶部间隙，当轴颈直径大于 100mm 时，为轴颈直径的  $(1.5\sim 2)/1000$  (较大的数值适用于较小的直径)，两侧间隙各为顶部间隙的一半。

(2)椭圆形轴瓦的顶部间隙，当轴颈直径大于 100mm 时，为轴颈直径的  $(1\sim 1.5)/1000$ ，两侧间隙各为轴颈直径的  $(1.5\sim 2)/1000$  (较大的数值适用于较小的直径)。

(3)间隙的测量可采用下述方法：

①顶部间隙应用压熔丝法测量，熔丝直径约为测量间隙值的 1.5 倍。轴瓦的水平结合面紧螺栓后应无间隙。测量应多于两次，取两个接近数值的平均值。有条件时，可配合用塞尺检测两端上瓦口的间隙，选取一个接近的数值。

②两侧间隙以塞尺检查阻油边处为准，插入深度 15~20mm 瓦口间隙以下应为均匀的楔形油隙。

2.5.4 支持轴承的轴瓦钨金，在转子放入后，其与轴颈沿下瓦全长的接触面应达 75%以上并均匀分布无偏斜，对于个别硬接触点可进行不影响型线的局部修刮，对于接触不良或轴瓦间隙不符合图纸规定需大量修刮者，应通知制造厂研究处理。修刮后与轴颈的接触角，对椭圆及圆筒瓦一般为  $30^\circ\sim 45^\circ$ 。

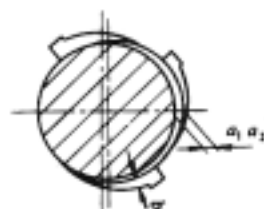


图 2.5.6 三油楔轴瓦示意图

2.5.5 下轴瓦顶轴油孔的油囊尺寸应符合图纸要求，一般深度为 0.20~0.40mm，油囊面积应为轴颈投影面积的 1.5%~2.5% (较大的数值用于较大的轴径)，油囊四周与轴颈应接触严密。顶轴油管管头必须牢固的埋在钨金下，并确保清洁畅通。

2.5.6 对三油楔轴瓦应按图纸复核其油楔长度，复测其油楔深度  $b$ 、阻油边与轴颈间隙  $a$ ， $a$



值一般为轴颈直径的 $(1.2\sim 1.7)/1000$ ，并作好记录，保护好其油楔结构不作修刮。如不符合要求，应通知制造厂予以处理(图 2.5.6)。

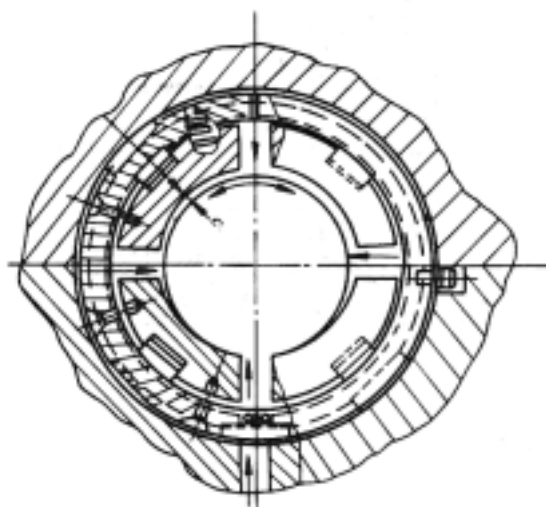


图 2.5.7 可倾瓦示意图

2.5.7 可倾瓦的安装一般应符合下列要求(见图 2.5.7)。

(1)用千分尺检查各瓦块，厚度应均匀，偏差一般应不大于  $0.03\text{mm}$ ；

(2)轴瓦间隙  $c$  应符合图纸规定，一般为轴颈直径的 $(1.2\sim 2.0)/1000$ ，间隙可用加减垫片调整，当轴瓦间隙不符合要求或与轴颈接触不良时，应通知制造厂进行处理。

2.5.8 推力轴承安装前应进行下列检查：

(1)推力瓦块应逐个编号，测量其厚度差应不大于  $0.02\text{mm}$ ，超过此数时，不宜立即修刮，应待正式总装时将推力盘压向瓦块，视磨痕情况再行修正。修刮量大时，应修刮瓦块背面，必要时定位环可加垫片，并做出最后记录。

(2)埋入推力瓦的温度测点位置应按图纸要求正确无误、接线牢固。

(3)推力轴承定位的承力面应光滑，沿其周长各点厚度差应不大于  $0.02\text{mm}$ ，厚度值应记入安装记录。

(4)推力轴承定位环装入时，以能用  $0.5\text{kg}$  手锤打入为适度。

(5)推力轴承端部支持弹簧的调整应适当、无卡涩，并应在转子放进后用铜棒敲打轴瓦使其水平结合面仍保持原来的纵向水平扬度不变。

2.5.9 推力瓦的间隙和接触程度的检测要求如下：

(1)推力瓦间隙应按图纸要求调整，一般为  $0.25\sim 0.50\text{mm}$ (较大的数值用于较大机组)，测量推力瓦间隙时，必须装好上下两半推力瓦、定位环和上下两半瓦套。往复地顶动汽轮机转子，测取转子位移值和推力轴承位移值，取两位移值之差作为推力瓦间隙值。顶动转子的推力应由制造厂提供，一般可为转子重量的  $20\%\sim 30\%$ ，不宜超过，推力轴承用百分表监视应无显著的轴向位移，否则应设法固定重测。如几次顶动测量，误差均大时，应找出原因，消除后再测。

(2)引进型机组可用移动推力瓦外套的方法测量推力间隙。

(3)每个推力瓦块上每  $\text{cm}^2$  有接触点的面积应占瓦块除去油楔所余总面积的  $75\%$ 以上，否则应进行修刮，如需大量修刮时，应经研究后进行。

(4)检查推力瓦块的接触面时，应按第(1)款的要求装好上下推力瓦，盘动转子检查其磨损。

(5)对半环形推力瓦，在检查乌金接触情况的同时，还应检查乌金进出油侧的坡度及倒角，均应符合要求。

2.5.10 转子轴颈两端有凸缘时，凸缘应与轴瓦端面保持足够的轴向间隙，以保证运行时转子能顺利膨胀。

2.5.11 油挡板安装应符合下列要求：

- (1)油挡板应固定牢固；
- (2)油挡板中分面的对口应严密，最大间隙不得超过 0.10mm，不允许有错口现象；
- (3)油挡边缘一般厚度为 0.10~0.20mm，必要时应修薄，斜口应修在外侧，油挡排油孔应排向油室，不得装反；

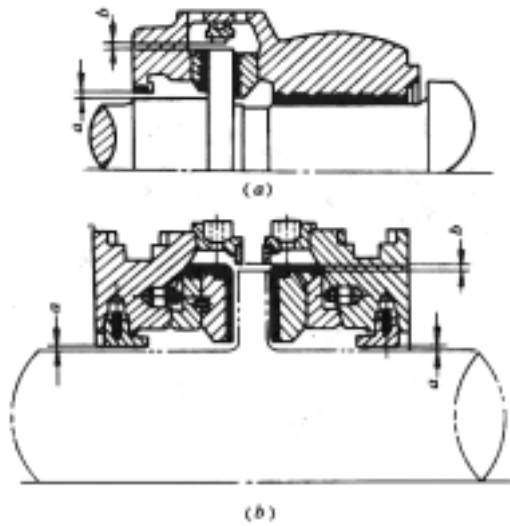


图 2.5.1 1 推力轴承示意图

(4)油挡间隙用塞尺检查，一般应符合表 2.5.11 的要求。

表 2.5.11 轴 承 油 挡 间 隙

| 油 挡 部 位                       |    | 间 隙 (mm)              |
|-------------------------------|----|-----------------------|
| 轴瓦的和轴承座上的油挡                   | 上部 | 0.20~0.25             |
|                               | 两侧 | 0.10~0.20             |
|                               | 下部 | 0.05~0.10             |
| 综合式推力轴承前端乌金质油挡(图 2.5.11 中的 a) | 上部 | 接近支持轴瓦顶部间隙各为上、下间隙的平均值 |
|                               | 两侧 |                       |
|                               | 下部 |                       |
| 推力盘的油挡(图 2.5.11 中的 b)         | 上部 | 1.00~1.50             |
|                               | 两侧 | 0.70~0.80             |
|                               | 下部 | 0.30 左右               |

2.5.12 轴瓦的锁饼、制动销或温度计插座，应与轴瓦保持适当的间隙，能将轴瓦恰当制锁，



但不卡死。锁饼应低于轴瓦水平结合面 0.03~0.20mm。

**2.5.13 轴瓦紧力**应按制造厂规定一般要求如下：圆柱形轴瓦紧力值为 0.05~0.15mm(较大的数值适用于较大的轴瓦)；球形轴瓦为±0.03mm(即有紧力或有间隙)，对轴承盖在运行中受热温升较高者，紧力值应适当加大，其冷态紧力最大值一般不超过 0.25mm。引进型机组大直径轴瓦上半为整圆、下半为两块瓦者，冷态时要求间隙为 0.20~0.30mm，四块可倾瓦要求紧力为 0.03~0.10mm。轴瓦紧力的测量一般采用压熔丝法，但不得与轴瓦间隙同时测取。

**2.5.14 轴承盖安装**要求如下：

(1)检查并确信轴承座内清洁无杂物，全部零部件安装齐全，螺栓拧紧并锁牢，热工仪表元件装好并调整完，全部间隙正确并有记录；

(2)轴承油杯插座与轴承应结合良好，以防漏油；

(3)轴承盖水平结合面、油挡与轴瓦座结合处应涂好密封涂料。

**2.5.15 微吊汽轮机轴颈**拆卸下瓦时，应使用专门工具，并应仔细拆除有碍工作的热工检测元件，防止碰坏。在上半汽封已装好的情况下应用百分表监视转子吊起高度，使抬高值不大于上汽封间隙。该项微吊工作不允许在转子两端同时进行。

**2.5.16 轴承安装**完毕后，应具备下列安装技术记录：

(1)轴瓦间隙记录；

(2)轴瓦紧力记录；

(3)轴瓦垫块的垫片记录；

(4)推力瓦块厚度记录；

(5)推力轴承定位环厚度记录；

(6)推力瓦间隙记录；

(7)油挡间隙记录；

(8)轴瓦进油节流孔直径记录；

(9)轴瓦顶轴油孔的油囊尺寸记录。

## 2.6 汽轮机转子

**2.6.1 起吊转子**应使用制造厂供货并具备出厂试验证件的专用横担和吊索，否则应进行 200%的工作负荷试验，时间为 1h，无异常现象方能使用。在不使用期间，专用吊索应妥善保管，防止锈蚀和损伤。

起吊时，转子上吊索的绑扎位置应符合制造厂图纸的规定，绑扎部位应加衬垫或在起吊索具上用柔软材料包缠，禁止绑扎在轴颈上进行起吊。

向汽缸内安放转子或从汽缸内吊出转子时，应在后轴颈处用水平仪找好水平，使转子能顺利吊放。

**2.6.2 转子安装前**应进行下列各项检查：

(1)通流部分应无油脂，汽封、轴颈、推力盘、齿轮、蜗母和联轴器等部件，应无锈污或油漆。

(2)转子各部分，包括焊接转子的焊缝，应无裂纹和其他损伤。轴颈、推力盘、齿轮、蜗杆和联轴器应光洁无毛刺。轮毂上平衡重量、锁链、中心孔的堵板及其他锁紧零件均应紧固并锁紧，并按第 2.6.3 条检查联轴器。

(3) 套装叶轮的相邻轮毂之间的缝隙内应清洁无杂物。

(4) 轴颈椭圆度和不柱度应不大于 0.02mm，不合格时应研究处理。

(5) 轴的弯曲度应经复测，作好记录，其数据和相位应与制造厂总装记录基本相符，六级以上的套装叶轮转子中部最大弯曲度应不大于 0.06mm，超过允许值或与出厂记录出入较大时应通知制造厂研究处理。

(6) 推力盘外缘端面瓢偏应不大于其半径的 0.01/100，不合格时应研究处理。修整后，除按照规定复测跳动值外，还须用平板涂色检查，确认平整光洁，推力盘的径向跳动值应小于 0.03mm。

(7) 转子上与轴向位移及胀差的检测装置相对应的凸缘应无损伤和凹凸不平的现象。

(8) 转子叶片及复环应无松动和损伤，镶装应平整，无凸出部分。

(9) 镶装在轴上的汽封片应牢固，无歪斜和损伤情况。

(10) 一般不允许在转子上进行光谱分析。

(11) 通知有关单位作叶片静频率试验。

(12) 转子轴中心孔的探伤检查，应在制造厂进行时由建设单位派人参加，取得记录签证，遇有问题，及时处理。一般不在现场进行中心孔探伤复检工作。

**2.6.3 转子上的联轴器，应根据其不同型式进行下列有关项目的检查：**

(1) 联轴器上各部件不得松动，键、锁紧螺钉、螺母等均应可靠地锁紧。

(2) 联轴器螺栓、螺母以及蛇形弹簧式、爪式和齿式的联轴套上均应有钢印标记。

(3) 联轴器法兰端面应光洁无毛刺。钢性联轴器法兰端面的瓢偏应不大于 0.02mm，半钢性及接长轴上的联轴器端面瓢偏应不大于 0.03mm，不合格时应研究处理。对联轴器法兰外圆径向跳动的高点应记录其数值和方位，作为复查依据。

(4) 200MW 转子上带有接长轴，应测量接长轴油挡处的径向晃度，其晃度值应不大于 0.10mm，当晃度不符合要求时，应通知制造厂研究处理。

(5) 联轴器波形管内应清洁无焊渣、铁屑或其他杂物，并应有泄油孔。

(6) 联轴器法兰止外圆(或内圆)的径向晃度应不大于 0.02mm。

(7) 两转子联轴器为止口配合时，应配合紧密。

(8) 蛇形弹簧式、爪式或齿式联轴器组装好后，各结合部件之间应有一定的间隙，以保证弹簧有一定的活动量和两半联轴器能作相对的运动，并应将各项间隙值记入安装记录。

(9) 齿式联轴器的齿侧间隙一般应为 0.10~0.20mm。

(10) 各型挠性联轴器上，阻止转子轴向窜动装置的间隙应符合要求。

(11) 具有润滑油孔的联轴器，其油孔应清洁畅通。

**2.6.4 汽轮机转子的轴颈扬度应按制造厂的要求确定，一般以单缸汽轮机转子或双缸低压转子的后轴颈扬度为零，或微向发电机侧扬起；三缸或四缸的转子扬度可使低压一缸转子分流环处中间轴段的扬度为零。**

**2.6.5 转子在汽缸内找中心应符合下列要求：**

(1) 转子在汽缸内找中心应在制造厂指定的洼窝位置测量，一般以汽缸前、后汽封或油挡洼窝为准，测量部位应光洁，各次测量应在同一位置。

(2) 轴承各部件应安放正确，接触良好，保证盘动转子后中心不发生径向变化。

(3)转子第一次向汽缸内就位时，应将汽封块全部拆除。

(4)盘动转子应先检查转动部分和静止部分之间有无杂物阻碍转子转动。用工具盘动转子时严禁损伤转子、汽缸和轴承座的平面。

(5)盘动转子时必须装设临时的止推装置和防止轴瓦转动的装置。

**2.6.6** 转子在汽缸内找中心完成后，机组各有关部件应达到下列要求：

(1)转子的中心位置和轴颈的扬度应符合找正要求，前后洼窝中心应经核对，做出记录，并注明测量位置；

(2)汽缸的负荷分配应符合要求，其数值及汽缸水平扬度都应作出记录；

(3)下轴瓦乌金接触面、轴瓦垫块与洼窝接触情况和球面接触情况等均应符合本章第五节的有关规定；

(4)台板与轴承座、台板与汽缸、猫爪与其承力面等处的接触面，均应符合本章第四节的有关规定；

(5)滑销经调整好并固定；

(6)转子在轴瓦洼窝和油挡洼窝处的中心位置，应满足在扣好汽缸上盖后仍能顺利取出轴瓦及油挡板的要求；

(7)对于双缸或多缸汽轮机转子，其联轴器的找中心工作应连续依次找好，并作出正式记录；

(8)对于与转子相连接的主油泵、涡轮组或减速齿轮等装置，应相应地找好中心。

**2.6.7** 汽轮机转子联轴器找中心允许偏差，一般应符合表 2.6.7 的规定。

**表 2.6.7 联轴器找中心允许偏差(对面读数差最大值)**

| 联轴器型式  | 允许偏差(mm) |           | 备 注                        |
|--------|----------|-----------|----------------------------|
|        | 圆 周      | 平 面       |                            |
| 刚性与刚性  | 0.04     | 0.02~0.03 | 平面差值应为三次或四次盘转子测量后的平均值对面读数差 |
| 刚性与半挠性 | 0.05     | 0.04      |                            |
| 蛇形弹簧式  | 0.08     | 0.06      |                            |
| 齿式或爪式  | 0.10     | 0.05      |                            |

表 2.6.7 中数值不包括下列各种情况的附加补偿值：

(1)长度较大的半挠性(波形管)联轴器的下垂；

(2)凝汽器在运行中充水、抽真空和扣大盖紧螺栓所引起的汽缸变形和中心变化；

(3)端盖轴承式发电机的端盖因受氢压而外鼓变形所引起的发电机转子的中心下降。

上述各项补偿值，施工时应按制造厂提供的数据，制造厂无数据时，可根据同型机组数据和具体情况综合考虑，作必要的补偿。

**2.6.8** 联轴器找中心工作应遵守下列规定：

(1)联轴器两个法兰的相对位置应按制造厂的记号对正，如无记号时，可使两法兰瓢偏值互补并照顾各螺栓孔互相对准，以减少铰孔加工量，打上记号作找中心和联轴器最后对正联接的依据。

(2)每次测量应在两个联轴器各自沿相同的方向旋转 90° 或 180° 后进行；每次盘动转子后在测量时，两半联轴器的测点位置应对准不变，盘动的角度也应准确一致。

(3)端面偏差的测量,必须每次都在互成  $180^\circ$  半径相等的两个对应点进行,以消除转子窜动所引起的误差。

(4)对于只有一个支持轴承的转子,如使用临时假瓦找联轴器中心时,还应注意在测量过程中保持转子在轴承侧油挡注窝的中心不变。

(5)油挡、汽封与转子间都应有足够的间隙,放入转子时确信转子未压在油挡或汽封上。

(6)在进行测量时,两个转子之间不允许有刚性连接,各自处于自由状态。不允许在组装好联轴套的情况下,对齿式联轴器进行找中心工作。

(7)联轴器的找中心工具应有足够的刚度,安装必须牢固可靠。使用百分表进行联轴器找中心时,表架应装牢,避免碰动,以保证测量的正确。联轴器盘动一周返回到原来的位置后,圆周方向的百分表读数应能回到原来的数值。

(8)测量端面间隙时,每次塞入间隙的塞尺不得超过四片,间隙过大时,可使用块规或精加工的垫片配合塞尺测量。

(9)盘动转子应按第 2.6.5 条的有关规定进行。

(10)在联轴器找中心的同时应保持油挡注窝和定位转子轴颈扬度等均在规定的范围之内,台板应无间隙,垫铁与台板、垫铁与垫铁之间用 0.05mm 塞尺塞不进。

(11)联轴器找中心时,凝汽器是否充水及其充水量应按制造厂规定。

(12)对于三支撑转子的联轴器找中心,其联轴器间所留的下张口值应按制造厂规定,一般为  $0.15\sim 0.25\text{mm}$ 。在联轴器连接的情况下,有条件时,吊起只有一个支持轴承的转子的轴承端,取出轴承,装上专用假瓦和专用的吊假瓦工具,盘动转子,检查假瓦处轴颈晃度,一般应不大于  $0.10\text{mm}$ 。

(13)当联轴器中心与转子扬度有矛盾时,应以联轴器中心为准。

**2.6.9 联轴器中心找好后,还应在下列工作阶段进行复查:**

- (1)凝汽器与汽缸连接完毕(落地式轴承除外);
- (2)基础二次浇灌混凝土完毕并紧好地脚螺栓后;
- (3)汽缸最后扣好大盖紧完结合面螺栓后;
- (4)导汽管或大径冷拉管与汽缸连接后。

**2.6.10 刚性或半挠性联轴器在现场进行铰配螺栓,紧螺栓时应符合下列规定:**

- (1)铰孔或镗孔前,联轴器中心必须检查合格,二次浇灌的混凝土强度达到 70%以上。
- (2)两个联轴器应按找中心时的相对位置对正。

(3)铰孔或镗孔前应将联轴器进行临时连接,临时连接前后应测量其外圆晃度,每个测点相对变化值应不大于  $0.02\text{mm}$ 。首先在接近直径方位铰好两个孔,穿上正式配好的两条联轴器螺栓,然后才能盘动转子,依次铰铰其他螺孔。紧联轴器螺栓必须按联轴器直径方向对称进行,在铰、铰孔的全过程中,两条正式螺栓不得抽出。

(4)在铰孔或镗孔的过程中,除制造厂有特殊规定外,不允许进行任何可能影响联轴器中心的工作,如向凝汽器大量灌水、向汽缸连接管道等。

(5)铰、铰好的螺栓孔应与联轴器的法兰端面垂直,不得偏斜。一般螺栓与螺孔之间应为 H7、h6 的间隙配合,销柱表面粗糙度为  $\frac{6.3}{\sqrt{V}}$ ,销孔表面粗糙度  $\frac{3.2}{\sqrt{V}}$ ,符合国际 GB1800~1840—79 的标准。安装螺栓时应加润滑剂,用小榔头轻轻敲入,不得过松或过紧。装好后

螺栓与螺孔应作对应的钢印标记。

(6)对联轴器螺栓的紧固应尽可能取得制造厂对于紧力的要求数据，并用测力扳手或测紧力工具进行，确保紧力适度，除三支撑转子外，一般不得用改变螺栓紧力的方法调整联轴器或轴的晃度。

(7)铰孔完毕，联轴器螺栓正式紧好后，应复查联轴器圆周晃度和连接前的变化应不大于 0.02mm，最后将螺母锁紧。

(8)引进型机组联轴器螺栓孔与螺栓为松配合，不需铰孔，但联轴器止口应不松旷，其与外圆的同心应经检查合格，螺栓与螺母在安装前应逐个称重，在联轴器直径方向对称的两条螺栓及螺母的重量差应不大于 10g，最终紧定时，螺栓拧紧程度应按制造厂规定进行控制 ( $\phi 50$  以下的伸长量为螺栓有效长度的  $1.05/1000 \pm 10\%$ )。

**2.6.11** 中间带有轴向位置调整垫片的联轴器，其铰孔或镗孔工作除应符合第 2.6.10 条的各项规定外，还应满足下列要求：

(1)垫片的厚度应符合转子在正确的轴向位置时两联轴器间的左右实测间隙的平均值，加工误差应不大于 0.02mm，表面粗糙度应在  $\frac{3.2}{\sqrt{V}}$  以下，并应无毛刺、裂纹和油污。

(2)垫片上的螺栓孔一般应与联轴器同时铰出或镗出，铰孔或镗孔前，垫片与联轴器临时连接必须同心。

**2.6.12** 调整并测量各轴承的桥规与轴颈的间隙，一般以 0.50mm 左右为宜。桥规与轴承座的平面接触应良好。放置地点应划出印记，桥规的方向、编号和间隙值应打记在桥规上并做出记录。

**2.6.13** 汽轮机转子和联轴器安装完毕后，应具备下列安装技术记录：

- (1)轴颈的椭圆度及不圆度记录；
- (2)轴的弯曲记录；
- (3)推力盘端面瓢偏记录；
- (4)汽轮机转子在汽封或油挡洼窝内的中心记录；
- (5)汽轮机转子轴颈扬度记录；
- (6)汽轮机转子各轴颈桥规记录；
- (7)汽轮机各转子联轴器找中心记录；
- (8)刚性或半挠性联轴器端面瓢偏记录；
- (9)蛇形弹簧式联轴器各部件组合间隙记录；
- (10)联轴器及接长轴联轴器连接前和正式连接前后的径向晃度记录；
- (11)松配合的联轴器螺栓紧固伸长量记录及两联轴器间垫片厚度记录。

## 2.7 通流部分设备安装

**2.7.1** 本节适用于汽轮机的喷嘴、隔板、轴封、导叶环及分流环等部件的安装和对通流部分间隙及汽封间隙测定的施工及验收工作。

**2.7.2** 喷嘴的检查与安装应符合下列要求：

- (1)外观检查应无裂纹、铸砂、焊瘤及油污，喷嘴与蒸汽室或喷嘴槽的结合面应无油漆。
- (2)喷嘴组与喷嘴槽或蒸汽室的结合面，应用涂色法检查，其接触面应达 75%以上，且无贯通密封面的缺陷，必要时应进行研刮，散装式喷嘴各喷嘴之间的结合面，以及喷嘴组两

端面密封键与密封销的结合面间隙，均不得大于 0.04mm。组装好的喷嘴或喷嘴组应无松动，喷嘴组出汽口应平齐。

(3)紧固喷嘴用的单头螺栓，紧固后螺栓丝杆端部应与螺孔丝扣的底部保持有不少于 0.50mm 间隙，螺栓紧固力矩与伸长量应符合制造厂要求，并做出记录，螺栓与销钉应在扣大盖前电焊或用保险垫圈锁紧固定。

(4)喷嘴安装时各结合面上应均匀涂擦耐高温涂料。

### 2.7.3 隔板和隔板套安装前应进行下列检查并符合要求：

(1)静叶片应无铸砂、焊瘤，外观检查应无裂纹，边缘平整，无卷曲或突出且不得松动。空心静叶片上应留有厂家要求的孔洞。

(2)隔板和隔板套各部分应无油脂，其水平结合面、隔板、隔板套、汽缸间的接触面，以及安装汽封块的洼窝等部位，应无损伤、油漆、锈污并应清理露出金属光泽，在接触面上涂擦耐高温的粉状涂料。

(3)隔板、阻汽片应完整无短缺、卷曲，边缘应尖薄，铸铁隔板应无裂纹、铸砂、气孔等缺陷。

(4)隔板和隔板套的水平结合面在装入下汽缸的自由状态下的间隙为：高、中压隔板套应不大于 0.05mm；低压隔板套应不大于 0.10mm(紧固螺栓后间隙应小于 0.05mm)；铸钢隔板应不大于 0.05mm；铸铁隔板应不大于 0.10mm，斜切面应不大于 0.05mm。

(5)固定上下两半隔板或隔板套的销子、定位键和相对应的槽孔的配合不应过紧或过松旷。中分面密封键与槽的配合应有 0.05~0.08mm 间隙。

(6)隔板、隔板套、汽缸间的各部间隙应符合图纸规定。隔板挂耳垫片不允许超过三片，片间应接触密实，垫片材质应满足工作温度的要求。

(7)下隔板或隔板套应按制造厂图纸有疏水通路，隔板或隔板套正式就位后应不妨碍疏水流通。

(8)所有静叶环、隔板与隔板套、汽封与汽封套均应按汽轮机本体部件编号做出钢印标记，标明其安装位置。

(9)检查静叶环、平衡活塞的汽封套、轴封套的轴向窜量应符合制造厂规定，一般高压缸为 0.20mm 左右，低压缸为 0.45mm 左右。

### 2.7.4 隔板找中心应符合下列要求：

(1)大、中型机组最好在高、中压外缸定位后，合空缸的情况下，将联合汽门、导汽管等大径管与缸体焊接后，证实高、中压外缸前后汽缸洼窝无显著位移，或将汽缸因焊接而造成的水平、垂直方向位移作好修正后，再进行隔板找中心工作。

(2)隔板找中心工具的定位洼窝应与转子在汽缸的定位洼窝相同，工具与转子对洼窝的中心位置偏差应不大于 0.05mm，其垂弧差大于 0.10mm 时，应进行校正。

(3)用假轴找中心时，假轴支撑座和洼窝应接触良好，安放牢固，测量时不允许假轴有位移和轴向窜动。

(4)用钢丝找中心时，所用钢丝直径应不超过 0.40mm，拉钢丝的紧力一般应为线材极限强度的 3/4 左右，钢丝拉紧装置对紧力和位置应能微调，测量时应对钢丝垂弧进行修正(计算式见附录 G)，如制造厂有规定时，则按其规定执行。

(5)拉钢丝找中心，最好以贯通高、中、低压各轴承洼窝中心的长钢丝为基准线，并以此为准确定各油挡、汽封以及隔板洼窝的中心位置。

(6)用激光准直仪找中心时，应符合下列要求：

①激光发射器的技术性能应满足光点在 40m 光程内误差在 0.05mm 以内，激光斑点为一正圆形，接收靶在汽缸洼窝中应能安放牢固；

②激光准直仪在外界干扰气流影响光束时，应能迅速跟踪调整输出光束，使已定出的基准不变；

③使用激光准直仪的现场周围 2m 以内最好不进行电焊、火焊或升火等工作。

(7)找中心的测点可用下隔板的汽封洼窝为准，如隔板洼窝不呈正圆时，可对汽封间隙综合考虑进行调整。

(8)引进型机组半实缸状态下对隔板找中心应按制造厂规定修正至全实缸状态值。

(9)引进型镶装式隔板(静叶环)找中心时，应测量出每块隔板的中心值，并做出记录。

(10)隔板中心的水平方向左右偏差，高、中压缸应不大于 0.05mm，低压缸不大于 0.08mm；隔板中心的上下偏差，只允许偏下，其数值不大于 0.05mm。

(11)对于悬挂结构的隔板，其水平方向的偏差在 0.30mm 以内时，允许用抬高一侧挂耳降低另一侧挂耳的方法进行调整。

**2.7.5 回转隔板的检查和安装**除按第 2.7.3 条和第 2.7.4 条的规定外，还应符合下列要求：

(1)动静部分的结合面用 0.05mm 的塞尺检查应塞不进，否则应将动静两部分组合在一起研刮。

(2)回转隔板安装后在汽轮机扣大盖之前必须进行动作试验，隔板转动应灵活，全开和全关位置应与其油动机的动作相适应，并与指示器指示相符合，在全关位置时，回转隔板窗口的开度，应符合图纸要求。

(3) 组装好的回转隔板应将紧固螺栓锁紧。

**2.7.6 汽封套在安装前应进行下列检查并应符合要求：**

(1)外观检查应为缺陷、损伤和油污；

(2)汽封套的水平和垂直结合面的销钉不应松旷；

(3)汽封套的水平结合面、汽封套与汽缸的垂直结合面应紧密，在螺栓紧固的情况下，用 0.05mm 塞尺检查应塞不进；

(4)汽封套的疏水孔按图检查应畅通，安放汽封块的洼槽内应有通往进汽侧的平衡孔；

(5)汽封套在其洼窝上不得松旷，其各部膨胀间隙，应按图纸规定调整。

**2.7.7 隔板和轴封的汽封块的安装应符合下列要求：**

(1)固定镶装的阻汽片应牢固；

(2)带弹簧的汽封块安装好后，在槽内不得卡涩，应能用手自由压入，松手后自动弹回到原位。退让间隙应符合第 2.7.11 条的规定。

**2.7.8 导流环的检查与安装应符合下列要求：**

(1)静叶和复环外观检查应无裂纹和损伤，阻汽片应完整牢固，边缘应尖薄无卷曲，导流环的各接触面应涂以耐高温的粉状涂料。

(2)复速级转向导流环支臂的支承面应接触均匀，其接触面积应不大于 75%，支臂与汽

缸、滑块或垫片之间的各部间隙应 按图纸规定。

(3)单列速度级导流环的装配要求如下：

- ①导流环与汽缸槽接触面的接触面积应大于汽缸各弧段接触面的 70%；
- ②导流环上的测温孔与汽缸上的测温孔应对正，疏水孔应畅通，水平结合面的定位销装入后，其轴向、径向均不应有错口现象；
- ③阻汽环与汽缸的连接螺栓应锁紧；
- ④导流环的各部间隙应按图纸规定调整；
- ⑤速度级复环与圆周阻汽片间的径向间隙一般为 1.0~1.8mm(大机组用大值)。

2.7.9 双流汽缸中部分流环的安装应符合下列要求：

- (1)按图检查分流环的各部组装间隙，并记入安装记录；
- (2)分流环安装时注意不得装反，并应有安装位置标记；
- (3)分流环与隔板的接触部分、水平结合面以及螺栓、螺母均应涂耐高温的涂料。

2.7.10 汽封间隙的测定，应符合下列规定：

- (1)全部汽封间隙(包括转子端部汽封、隔板汽封以及汽叶复环的阻汽片等的径向和轴向间隙)调整后，必须逐个进行测量，记入安装记录，不得只作抽查；
- (2)汽封径向的左右侧间隙应用塞尺进行测量，塞尺不应超过三片，上下间隙可用贴橡皮膏法或压熔丝法进行测量；
- (3)汽封径向间隙应按制造厂规定，一般小容量汽轮机单侧间隙各为 0.25~0.50mm，大容量汽轮机左右侧各为 0.60~0.70mm 为宜，上、下侧间隙应考虑轴瓦油膜厚度及汽缸垂弧的影响，上侧为 0.50~0.60mm，下侧为 0.80~0.90mm，高压缸内侧宜取上限，外侧间隙可稍小；
- (4)测量汽封轴向间隙时，转子的位置应参照制造厂的出厂记录，一般应处于推力瓦工作面承力的位置，其前后间隙须适应转子膨胀方向的要求；
- (5)汽封的轴向间隙，可用楔形塞尺在下汽封两侧进行测量。

2.7.11 汽封的径向间隙不合格时，应按下列要求进行调整：

- (1)对于过大的径向汽封间隙，可以修刮汽封块在洼窝中承力的部位，使整个汽封块向转子中心方向移出，见图 2.7.11(a)。

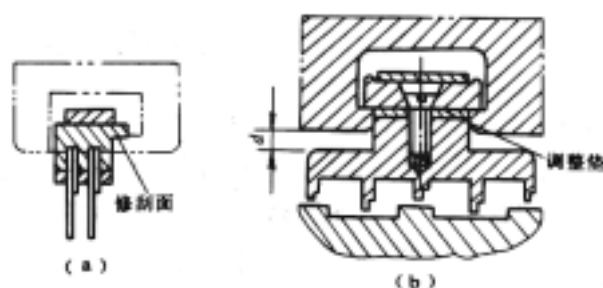


图 2.7.11 汽封示意图

- (2)用黄铜或其他延伸性较好的材料制作的汽封片，可用捻齿的方法使汽封齿伸出。
- (3)间隙过小时可修刮或车汽封片边缘，车后修整，使其尖薄平滑。



(4)对于带有调整垫片的汽封,汽封间隙可用垫片厚度调整,调整完后应紧固螺钉并拧紧防松,汽封块应有足够的退让间隙〔图 2.7.11(b)中的 d〕,一般为 3.50mm 左右。

紧固螺钉的材质应经检验,确认与图纸要求相符并须防止与一般螺钉混淆。

(5)汽封间隙调整完后,应测量整圈汽封块的端部总间隙,一般为 0.03~0.6mm,相邻两个弧段端部的接触面用 0.05mm 塞尺检查,应塞不进。

**2.7.12** 通流部分间隙一般应按制造厂出厂记录的项目进行测量,并应符合图纸要求。测量点应在动静部分最突出的位置,如阻汽片、铆钉头。对阻汽片的间隙一般为 1.0~1.5mm,铆钉头的间隙一般为 3mm 左右。

引进型机组测量通流间隙前应先按制造厂提供的第一级喷嘴与转子叶轮间的间隙值 K 对转子进行定位,再测量其它通流间隙。转子最终定位后应在汽缸外部测取汽缸上汽封端面与该转子上外露部分由制造厂特定的轴向精密加工面,(有轴颈的轴肩、联轴器平面、低压转子末级叶片端面等)的距离(简称 LA 值)作为在扣盖后从汽缸外部测量转子轴向位置的依据。

**2.7.13** 测量通流部分间隙时,一般应组合好上下半推力轴承,转子的位置应参照制造厂的出厂记录,一般应处于推力瓦工作面承力的位置。第一次测定时应使危急遮断器的飞锤向上(如有两个危急遮断器,则以最前面一个为准);第二次测量时,顺转子运行转动方向旋转 90°,每次均应测量左右两侧的间隙。

**2.7.14** 测量速度级与转向导叶环上半部间的最小轴向间隙时,如上汽缸无适当的测量孔,应在不装推力瓦片的情况下,采用前后顶动汽轮机转子的方法进行。顶测前应拆除可能阻挡转子前后移动的部件,导叶环应无位移,顶动工作应仔细进行,防止损坏设备。转子轴向窜动的最终记录应以转子定位扣好大盖、紧好螺栓后,热工整定轴向位移指示时所测的数据为准。

**2.7.15** 通流部分间隙及汽封轴向间隙不合格时,可采用车旋、栽钉、加垫或点焊等沿轴向移动固定部件的方法,也可采用修刮或车转子复环等方法进行调整,但车后必须保持其边缘尖薄光滑。

**2.7.16** 通流部分设备安装及间隙调整完毕后提交验收时,应具备下列安装技术记录:

- (1)隔板找中心记录;
- (2)汽封间隙记录;
- (3)通流部分间隙记录;
- (4)喷嘴膨胀间隙及紧固喷嘴螺栓的伸长量记录(厂家有要求时);
- (5)转子轴向窜动量和转子轴向位置记录;
- (6)在汽缸外部测取汽缸与转子特定位置的相对距离(LA)值记录。

## **2.8 盘车装置和减速器**

**2.8.1** 本节适用于汽轮机组的盘车装置、汽轮机及附属设备的减速器与涡轮组的施工及验收工作,其他齿轮和涡轮的减速装置,可参照执行。

**2.8.2** 在齿轮减速器或涡轮组的齿轮箱安装前,应检查下列各项并应符合要求:

(1)齿轮箱与底板应有两个在对角线位置的定位销,定位销与销孔应接触紧密。

(2)齿轮箱水平结合面接触应紧密,在紧固螺栓后,0.05mm 塞尺应塞不进,否则应进行修刮。修刮时应考虑对轴承紧力的影响,并相应地采取补救措施。

(3)齿轮箱结合面一般不使用垫片，如需使用垫片时，应采取厚度适宜、耐油的垫料，并加耐油密封涂料。

**2.8.3 减速器及涡轮组的润滑装置应符合下列要求：**

(1)润滑装置的喷油管在组装前应进行吹扫，组装须牢固可靠，喷油嘴应对正齿轮咬合部位，各油路和油孔应清洁畅通；

(2)采用齿轮直接带油的润滑装置，其油位计的指示应符合设计规定并与真实油位相符，一般的正常油位应淹没最低齿轮上的最低一个牙齿。

**2.8.4 减速器齿轮安装前应检查下列各项，并应符合要求：**

- (1)齿轮应无裂纹、气孔及损伤，齿面应光洁；
- (2)互相咬合的齿轮牙齿上应有配合钢印标记，两个咬合齿轮牙齿数彼此无公约数的，可无标记；
- (3)齿轮间隙宜用百分表测量，当齿轮副中一个齿轮固定时，测量另一个齿轮的圆周向晃动量，其间隙一般可为齿轮模数的 5%，或符合表 2.8.4 的规定值；
- (4)涂色检查牙齿咬合情况，其接触印迹宽度应不少于齿高的 65%，长度应不少于齿长的 75%，一般应为一条直线，涂色应匀薄；
- (5)减速器的变速比应记入安装记录。

**表 2.8.4 减速器齿侧间隙(JB179—60)**

| 齿轮中心距(mm)        |     | 50      | 51~80    | 81~120    | 121~200   | 201~320   | 321~500 |
|------------------|-----|---------|----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 侧隙 $C_n$<br>(mm) | 标 准 | 0.085   | 0.10     | 0.13      | 0.17      | 0.21      | 0.26    |
|                  | 最大值 | 0.17    | 0.21     | 0.26      | 0.34      | 0.42      | 0.53    |
| 齿轮中心距(mm)        |     | 501~820 | 821~1250 | 1251~2000 | 2001~3150 | 3151~5000 |         |
| 侧隙 $C_n$<br>(mm) | 标 准 | 0.34    | 0.42     | 0.53      | 0.71      | 0.85      |         |
|                  | 最大值 | 0.67    | 0.85     | 1.06      | 1.40      | 1.70      |         |

**注：圆柱齿轮为中心距，圆锥齿轮为分度圆锥母线长度。**

**2.8.5 涡轮组组装前检查下列各项并应符合要求：**

- (1)涡轮及涡轮应无裂纹、气孔及损伤，齿面应光洁。
- (2)涂色检查涡轮组牙齿的接触情况，轮上每个牙齿工作面的中部均应有印迹，印迹长度应不小于齿长的 65%，高度不小于齿高的 60%，涂色应匀薄。

对于多头蜗杆应分别在每一个头上涂色，逐次检查其接触情况，各个头在蜗轮齿上的接触位置应一致。印迹不符合要求时，应检查其原因并进行处理。

(3)涡轮组的齿侧间隙用百分表或塞尺在涡轮每转动 90 ° 后进行检查，一般应符合表 2.8.5 的要求。

**表 2.8.5 涡轮组齿侧间隙**

| 涡轮组中心距(mm) | ≤40   | 40~80 | 81~160 | 161~320 | 321~630 | 631~1250 | >1250 |
|------------|-------|-------|--------|---------|---------|----------|-------|
| 齿侧间隙       | 0.06~ | 0.09~ | 0.13~  | 0.19~   | 0.26~   | 0.38~    | 0.53~ |

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (mm) | 0.11 | 0.19 | 0.26 | 0.38 | 0.53 | 0.75 | 1.00 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

(4)带动调速器的涡轮组，其窜动值一般为 0.15~0.20mm。

(5)涡轮的进油侧每个牙齿都应有进油坡口。

(6)低速小型的减速器及涡轮组，如同步器电动机带动的涡轮组、手动的传动装置等不必进行涂色检查及间隙测量，但应检查其转动及润滑情况。转动应灵活、平稳，润滑应良好。

(7)涡轮组的变速比应记入安装记录。

**2.8.6 减速器和涡轮组轴承的检查和安装应符合本篇第 7.2.10 条至第 7.2.17 条的规定。**

轴瓦的间隙及紧力、滚动轴承的型号应记入安装记录。

**2.8.7 减速器和涡轮组的调整和修刮应符合下列要求：**

(1)中心距及齿顶间隙均符合标准时，如齿侧间隙太小，中心距又无法调整时，应修刮 齿轮或涡轮牙齿的非工作面；

(2)调整减速器或涡轮组时，应考虑在运行中因温度和受力方向等产生的位置变化，并应留出相应的修正值。

**2.8.8 汽轮机盘车装置的检查与安装应符合下列要求：**

(1)齿轮和涡轮应符合第 2.8.2 条至第 2.8.7 条的规定。

(2)引进型机组盘车装置安装位置，应向发电机侧偏移一个数值，该值约为运行时转子轴向最大热胀值，其联轴器罩安装应使转子热胀后仍与罩壳保持一定间隙。

(3)轴和操作杆穿过外壳处的油封装置应严密不漏油。

(4)盘车装置各水平和垂直结合面(包括盘车装置和轴承座之间的结合面)在不加涂料螺栓紧固的情况下，用 0.05mm 塞尺检查应塞不进。

(5)组装好的盘车装置用手操作，应能灵活咬合或脱开。在汽轮机转子冲动后，应能立即自动脱开。脱开后操作杆应能固定住，保持汽轮机转子的大齿轮与盘车齿轮之间的距离。对于进油门与手柄联动的装置应注意安装方向，不得装反。

(6)盘车装置内部各螺栓及紧固件必须锁紧。

(7)盘车装置各结合面所用的垫料与涂料，按齿轮箱的规定处理。

(8)盘车装置的电动机联轴器找中心，应符合本篇第 7.2.22 条的规定，找中心后应在电动机两个对角底脚上各装一个定位销。

(9)盘车装置电动机联轴器如裸露在外，必须有保护罩。

**2.8.9 汽轮机盘车装置及由汽轮机转子带动的齿轮减速器与涡轮组等安装完毕后，应具备齿顶和齿侧间隙记录。**

## 2.9 轮机扣大盖

**2.9.1 汽轮机正式扣大盖之前，应将内部零部件全部装齐后进行试扣，以便对汽缸内零部件的配合情况作全面检查，保证正式扣大盖工作的顺利进行。对于具有双层结构的汽缸，允许分别试扣，但试扣外缸时，内缸中分面的螺栓应全部紧好。试扣大盖的同时可配合进行下列工作：**

(1)测取汽封套、隔板套或隔板与汽缸间的径向间隙；

(2)试装高(中)压上缸和低压上缸间的连通管；

(3)紧好内缸、隔板套及汽封套螺栓后，盘动转子倾听汽缸内部，应无摩擦音响，盘车

时应装好推力瓦。

**2.9.2** 为消除连接主蒸汽、再热蒸汽等大口径管道对汽缸变形和中心偏移的影响，对主汽门、再热汽门就位安装、主蒸汽、再热蒸汽等大径管与汽缸的连接工作，有条件时应尽可能在转子联轴器找好中心，紧固地脚螺栓后，合实缸并紧一部分汽缸螺栓的情况下进行。当管道焊接完毕、调整好支吊架后，揭缸调整或抽查轴封和隔板汽封间隙，隔板正式定位后，才正式扣大盖，进行二次浇灌混凝土。

**2.9.3** 汽轮机扣大盖前应完成下列各项工作并应符合要求，且具备规定的安装记录或签证书：

- (1)垫铁装齐，地脚螺栓紧固；
- (2)台板纵横滑销、汽缸立销和猫爪横销最终间隙的测定；
- (3)内缸猫爪、纵横滑销和轴向定位销间隙的测定；
- (4)汽缸水平结合面间隙的测定；
- (5)汽缸的水平扬度及汽轮机转子的轴颈扬度，包括凝汽器与汽缸连接后的转子扬度的测定；
- (6)汽轮机转子在汽封或油挡洼窝处的中心位置确定，及各转子联轴器找中心的最终测定；
- (7)转子最后定位各转子联轴器法兰之间的垫片厚度记录；
- (8)隔板找中心；
- (9)汽封及通流部分间隙的测定；
- (10)推力轴承间隙的调整与测定；
- (11)汽缸内可拆卸零件的光谱复查；
- (12)汽缸内零部件缺陷的消除；
- (13)汽缸内部、管段内部以及蒸汽室内部的彻底清理，管口、仪表插座和堵头的封闭。

**2.9.4** 汽轮机扣大盖工作除应按第 1.4.10 条的规定进行外，还应符合下列要求：

- (1)扣大盖所需的设备零部件，应预先进行清点检查，无短缺或不合格的情况，并按一定的次序放置整齐；
- (2)施工用的工具和器具应仔细清点和登记，扣完大盖后应再次清点，不得遗失；
- (3)汽缸内各部件及其空隙必须仔细检查并用压缩空气吹扫，确保内部清洁无杂物、结合面光洁、各孔洞通道部分应畅通，需堵塞隔绝部分应堵死；
- (4)对汽缸的各个零部件的结合部位，都必须涂敷规定的或适当的涂料；
- (5)汽缸内在运行中可能松脱的部件，扣缸前应最后锁紧，对于运行中可能松脱的无用部件，如防脱螺栓等应予拆掉；
- (6)吊装上缸时，应用精密水平仪监视汽缸水平结合面，使之与下缸的水平扬度相适应，安放时应装好涂油的导杆，下降时应随时检查，不得有不均匀的下落和卡住现象；
- (7)汽缸水平结合面上的涂料，应在上缸扣至接近下缸时涂抹，此时应将上缸临时支垫好，确保安全，涂料应均匀，厚度一般为 0.50mm 左右，如仅使用耐高温的粉剂，应用力涂擦并吹去多余的干粉；
- (8)在上下缸水平结合面即将闭合而吊索尚未放松时，应将定位销打入汽缸销孔；
- (9)扣大盖工作从内缸吊装第一个部件开始至上缸就位，全部工作应连续进行，不得中

断，双层结构的汽缸应进行到外上缸扣完为止；

(10)扣盖完毕后应盘动转子倾听，汽缸内部应无摩擦音响。

**2.9.5 上猫爪支撑的内缸，在由下猫爪临时支撑换为上猫爪支撑时应符合下列要求：**

(1)汽缸中心变化一般不应超过 0.03mm。

(2)猫爪垫块总数应不超过 3 片并应接触密实。局部间隙不得超过 0.05mm。

(3)垫块的材质应符合制造厂要求。

**2.9.6 上猫爪支撑的外缸，在由下猫爪临时支撑换为上猫爪支撑时应符合下列要求：**

(1)正式倒换垫块工作应在正式扣完大盖并全部紧好外缸水平结合面螺栓后进行；

(2)上缸猫爪的垫块一般应在扣大盖前配好；

(3)镶配或倒换上猫爪垫块时，都应用百分表监视猫爪的位置变化，一般应不大于 0.02mm；

(4)垫块承力面应接触良好，用 0.05mm 塞尺从两端检查，塞入部分的面积应不超过全面积的 10%。

**2.9.7 汽缸水平结合面螺栓的冷紧应遵守下列规定：**

(1)冷紧顺序一般应从汽缸中部开始，按左右对称分几遍进行紧固。对所有螺栓每一遍的紧固程度应相等，冷紧后汽缸水平结合面应严密结合，前后轴封处上下汽缸不得错口，冷紧力矩一般为  $980 \sim 1470 \text{ N} \cdot \text{m}$  (小值用于直径较小的螺栓)；

(2)冷紧时一般不允许用大锤等进行撞击，可用扳手加套管延长力臂或用电动、气动、液压工具紧固。

**2.9.8 汽缸水平结合面螺栓的热紧一般要求如下：**

(1)螺栓的热紧值应符合制造厂要求，当用螺栓伸长值进行测定时，应在螺栓冷紧后记下螺母和螺杆的相对尺寸，以便加热后再测；如用螺母转动弧长测定时，则应在汽缸上标出各螺母热紧后的旋转位置。

(2)加热工作应使用专用工具，使螺栓均匀受热，尽量不使螺纹部位直接受到烘烤。

(3)热紧螺栓应按制定的顺序进行，加热后一次紧到规定值，如达不到规定值不应强力猛紧，应待螺栓完全冷却后重新加热再行拧紧。

(4)引进型机组热紧螺栓的相应伸长量，一般碳钢螺栓为其自由长度的  $1/1000$ ，合金钢螺栓为其自由长度的  $1.5/1000$ ，最后所测伸长量其允许差为规定值的  $\pm 10\%$ 。

**2.9.9 汽缸水平结合面螺栓热紧完毕后，应检查台板、猫爪等部位的联系螺栓的垫圈，用手推动应能滑动自如。**

**2.9.10 高压内缸蒸汽进汽管安装应符合下列规定：**

(1)进汽管内部及夹层内必须认真清理干净，不得有任何杂物，法兰应平整光洁，无径向沟槽；

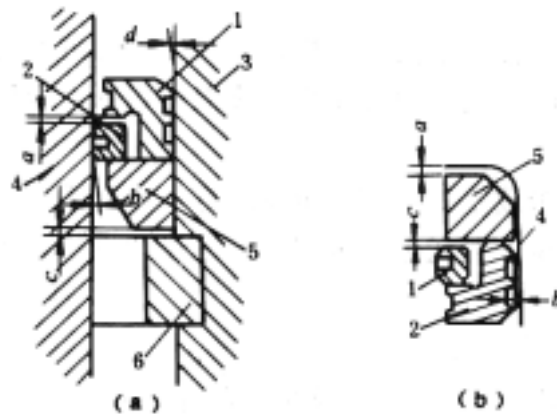


图 2.9.10 高压进汽管密封环示意图

1—外密封环；2—内密封环；3—进汽管；4—套管；5—调整环；6—挡圈

(2)密封环内外圆与两侧平面，以及密封环槽均应光洁无毛刺；

(3)密封环应有良好的弹性，一般将自由开口尺寸扩大到厂家规定值后松开，仍应回复到原开口尺寸；

(4)密封环和槽配合的两侧总间隙  $a$  一般为  $0.08 \sim 0.11\text{mm}$ (见图 2.9.10)，全周间隙应均匀一致；

(5)密封环开口两端接口尺寸应能正确配合，正式装入内缸喷嘴室套管后，开口间隙一般为  $1.50\text{mm}$ ，此间隙可将密封环单独放入喷嘴室套管内抽查；

(6)将密封环装入槽内时应使用专用工具，其开口扩大值不应超过规定，如汽缸上的密封环已在制造厂装入，应检查其是否装齐、装好；

(7)进汽管插入内缸蒸汽室时，应防止密封环碰坏；

(8)螺旋隔热管内外均应清理干净，上下疏水小孔应畅通。装进汽管时须先装好隔热管并点焊牢固，其方位应符合图纸要求，使下部小孔处在最低位置，以便疏水；

(9)已装配好的进汽管可不复测。

#### 2.9.11 高(中)压上汽缸与低压上汽缸连通管的安装应符合下列要求：

(1)安装前对连通管进行灌水或渗油试验，应不渗漏，内部彻底清理干净；

(2)连通管试装应在汽缸定位后，早期合空缸时进行，其法兰对口应准确不抗劲，带有调整螺栓者，法兰紧好后应松开调整螺栓；

(3)连通管的补偿装置及其连杆的安装，应按制造厂规定的冷紧值及连杆预偏值调整，连通管应能伸缩自如，连通管的连接焊口应尽量在安装地点焊接；

(4)安装完毕调整后，应拆除补偿装置上的运输固定销。

#### 2.9.12 汽轮机扣大盖完毕后，应具备下列安装技术文件：

(1)汽轮机扣大盖隐蔽项目检查签证书；

(2)汽缸水平结合面螺栓热紧记录。

#### 2.9.13 汽轮机正式扣大盖后，如由于某种原因需重新揭开大盖时，应按下列要求进行：

(1)应经过一定的批准手续。

(2)准备必要数量的汽缸水平面大螺栓的备件。

(3)松开热紧螺栓时，应用专用工具加热，不允许用撞击的方法。第一次加热不能松开

时，应在螺栓完全冷却后重新加热。

(4)起吊前应装好导杆，导杆上应涂抹润滑油。

(5)起吊前先用上缸的顶起螺栓将上汽缸均匀顶起，使水平结合面离开，起吊时应使汽缸保持水平，四角均匀上升，并在转子两端联轴器上加装监视百分表，防止将下部零件带起或碰伤转子。

(6)热态揭缸时，应待汽缸壁温降到 150℃以下方可松开水平结合面螺栓，双层汽缸应以高压内下缸壁温为准。

## **2.10 基础二次浇灌混凝土**

**2.10.1** 汽轮发电机组的基础二次浇灌以前，除特殊情况外，一般应达到第 2.9.3 条规定的要求，并应完成下列工作和有关的安装记录：

(1)发电机与汽轮机低压转子的联轴器找中心；

(2)发电机与励磁机的联轴器找中心；

(3)发电机、励磁机的磁力中心和空气间隙的调整；

(4)水冷发电机转子出水支座水挡径向间隙的调整；

(5)基础垫铁点焊完毕；凝汽器与低压缸连接并焊接完毕；

(6)上汽缸等较重的部件已装好或临时组装就位；

(7)穿过二次浇灌层的管道、电缆、仪表管线等敷设完毕，并应穿在专用的套管中，不允许直接埋入混凝土内。

**2.10.2** 基础二次浇灌前应进行下列准备工作：

(1)机组设备，特别是发电机后轴承座的绝缘板、台板的滑动面以及发电机下部的电气设备等处，应有妥善的保护，防止二次浇灌时弄脏弄湿。

(2)基础混凝土与二次浇灌层接触的毛面，必须吹扫干净，无杂物、油漆、油污。混凝土表面应浸湿保持 24h 以上。

(3)台板与二次浇灌层接触的表面应清理干净，无油漆、油污。

(4)地脚螺孔内应清理干净，无杂物，地脚螺栓垫板和基础混凝土应接触良好，能保证浇灌混凝土时不漏浆。

(5)二次浇灌的部位不得妨碍汽轮机及管道的热膨胀，并不得阻塞台板的注油孔或疏水孔等。

(6)地脚螺栓露在外面的螺母，应尽可能加装套管，螺母四周应留出足够套上扳手的间隙。

**2.10.3** 基础二次浇灌应有统一的指挥，负责有关土建和安装工作的全面检查与配合事宜。汽轮机安装施工人员应配合进行检查。

**2.10.4** 汽轮发电机组的基础二次浇灌混凝土和养护工作，应按本规范《建筑工程篇》(SDJ69—87)第五章第二节、第三节的规定进行，并应符合下列要求：

(1)二次浇灌的混凝土所用水泥最好采用微膨胀水泥，一般不使用速凝剂，如必须使用时，应经试验和有关技术部门同意。

(2)台板内部应填实，并在四周用手填充，保证浇灌高度。

(3)每一块台板下的二次浇灌工作应连续进行，不得中断。

(4)基础二次浇灌时最好能将汽轮机、发电机、励磁机一次浇完。对大机组,在特殊情况下允许分段进行,但与机组台板的结构有关连或与二次浇灌层连在一起的台板不应分段浇灌。

(5)浇灌时,应按规定做出混凝土试块,与二次浇灌层在同一条件下养护,并按要求的时间做强度试验,提出报告。

(6)浇灌完毕后,对飞溅到设备和螺栓表面的灰浆,应立即擦拭干净并按要求进行养护,浇水时注意不使设备受潮。

(7)基础二次浇灌层的混凝土强度未达到设计强度的 50%以前,不允许在机组上拆装重件和进行撞击性工作,在未达到设计强度的 80%以前,不允许复紧地脚螺栓和启动机组。

(8)引进型机组二次浇灌采用半干式砂浆(配比见附录 A)。夯灌时应用百分表监视台板顶面及侧面,防止台板产生变形、抬高或位移。

**2.10.5** 基础二次浇灌混凝土应严格控制施工工艺,在养护期满拆模后,外形和质量应符合设计要求,并由有关人员共同检查签证。

## **2.11 工 程 验 收**

**2.11.1** 汽轮机本体安装完毕后提交验收时,应具备下列安装技术文件:

- (1) 汽轮发电机组基础沉陷观测记录(由观测单位提供);
- (2) 台板安装记录及基础垫铁位置记录;
- (3) 汽缸及轴承座安装记录;
- (4) 滑销系统安装记录;
- (5) 汽轮机转子安装记录;
- (6) 汽轮机组联轴器找中心记录;
- (7) 隔板安装记录;
- (8) 汽封及通流部分间隙记录;
- (9) 支持轴承和推力轴承安装记录;
- (10) 汽轮机扣大盖检查签证书;
- (11) 基础二次浇灌混凝土检查签证书及试块强度试验报告(由浇灌单位提供);
- (12) 汽轮机本体设备缺陷修补记录及签证书;
- (13) 制造厂要求的其他记录;
- (14) 合金钢部件光谱复查报告。

## **3 发电机和励磁机**

### **3.1 一 般 规 定**

**3.1.1** 本章适用于汽轮发电机和同轴励磁机的机务部分以及水冷发电机的冷却水系统、氢冷发电机的氢气控制站及其管道的施工验收工作,调相机和由电动机驱动的备用励磁机可参照执行。

汽轮发电机的型式按冷却方式分为下列几种:

- (1) 空冷:定子绕组和转子绕组全部空气冷却;
- (2) 氢冷:定子绕组和转子绕组全部氢气冷却;
- (3) 双水内冷:定子绕组和转子绕组全部水内冷却;



(4)水氢氢冷：定子绕组水内冷，转子绕组氢内冷却，定子铁心和结构件为氢气表面冷却。

**3.1.2** 大型发电机的定子，在安装现场不易调头改变方向，应向制造厂提供装车方向，使之达到现场后能与就位方向一致。

发电机定子如属超限运输，对沿途隧道尺寸、桥梁的承载能力和沿途信号装置等设施能否通过，均应在发货前通过有关部门核对，并应符合要求。超限运输，应事先研究多种方案，作技术经济比较，选择最佳方案。

**3.1.3** 发电机设备到达现场后，应重点检查与汽轮机联结的部件并应符合下列要求：

(1)轴瓦的型式与尺寸，应与转子轴颈及轴承座相符；

(2)发电机转子联轴器的端面止口和螺孔等有关尺寸，应与汽轮机转子联轴器相吻合。联轴器螺栓或螺栓毛坯直径等尺寸也应符合要求。

**3.1.4** 发电机到达现场后的保管，应符合下列要求：

(1)对双水内冷或水氢冷发电机，应检查其通水回路，内部不应有积水，否则应设法吹净；

(2)设备不应露天存放，并保持周围环境干燥；

(3)冬季应采取必要的保温措施，保证发电机的内部温度不低于 $+5^{\circ}\text{C}$ ；

(4)凡能通向发电机内部的所有孔洞，都应堵严盖牢，防止鼠害；

(5)对于在制造厂充氮后运到现场的大型电机不能在短期内安装的，应定期检查其氮气压力，并按本篇第 1.2.4 条的规定处理。

**3.1.5** 对发电机清扫或严密性试验用的压缩空气，应进行净化处理，除去油雾、水雾和杂物，保证空气干燥清洁，过滤器应有防止干燥剂被空气带进发电机措施。吹扫风压不宜高于 $0.3\text{MPa}$  并应频繁摆动喷口的方向，不可对线圈一处作长时间的吹扫，以防损坏绝缘。在有条件时，最好采用吸尘的方法。

**3.1.6** 水内冷发电机的定子或转子进行水压试验时，一般应符合下列要求：

(1)水压介质最好采用凝结水或除盐水，充水时应加装不小于 80 号( $80\times 80$  孔/ $\text{cm}^2$ ,即 200 目)的临时滤网。

(2)升压前必须将通水回路的空气全部排净。

(3)升压应缓慢进行，随时注意压力变化，防止超压。凡压力发生突降或停滞不升时，应立即查明原因。

(4)试验后应将内部存水全部吹净。

(5)水压试验前后应测量绕组的绝缘电阻值，并应与制造厂的试验数值比较，据以判断绕组内部有无因水压试验而受潮。

**3.1.7** 发电机与励磁机的基础、垫铁和台板应符合下列要求：

(1)对基础的要求和设备就位前的基础准备工作，应按本篇第 2.2 节和第 2.3 节的有关规定执行。

(2)垫铁面积可按定子台板的要求适当放大。

(3)定子台板应光洁、平整、无毛刺。就位后顶面标高应与汽轮机台板相适应，误差应不大于  $\text{mm}$ ，台板底面与基础混凝土表面间的距离应为  $80\text{mm}$  左右。

(4)发电机基础顶部应有调整定子中心用的支座，最好预埋厚壁钢管，用时插入型钢，不用时加装盖板，并与正式地面齐平。

(5)基础混凝土的二次浇灌，应符合第 2.10 节的有关规定。

**3.1.8 引进型机组发电机台板采用无垫铁安装，利用发电机机座上及励磁机台板上的起重螺栓及临时千斤顶进行调整，其要求如下：**

(1)基础按第 2.2.1 条至第 2.3.7 条的要求进行准备，按发电机纵横中心线及发电机机座和台板上起重螺栓孔位置，预埋垫板，位置偏差不大于 3mm，其标高偏差应不大于 $\pm 10\text{mm}$ ，垫板用混凝土固定(见图 3.1.8-1)；

(2)安放起重螺栓垫块，其与垫板的间隙，用 0.08mm 塞尺应塞不进；

(3)台板与机座的联系螺栓(见图 3.1.8- 2)在发电机安装时应拧紧，使台板固定在机座上，安装结束二次灌浆固化后，应松开或卸掉；

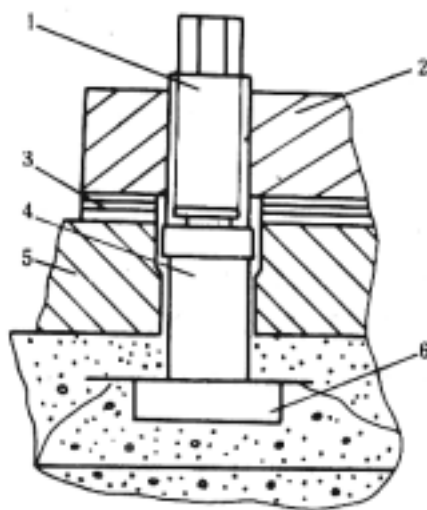


图 3.1.8-1 台板、垫板及起重螺栓示意图

1—起重螺栓；2—发电厂机座；3—调节垫片；  
4—垫块；5—台板；6—垫板

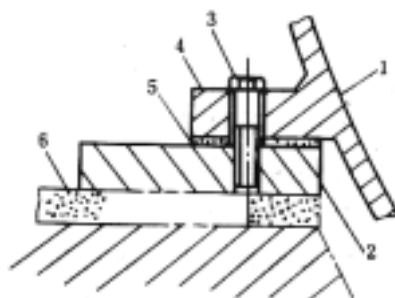


图 3.1.8-2 联系螺栓示意图

1—定子外壳；2—台板；3—联系螺栓；  
4—机座；5—垫片；6—二次灌浆

(4)在调整发电机水平及中心前，起重螺栓应安放正确，其底面与垫块应接触良好，无

翘动。

**3.1.9** 空冷、双水内冷发电机的风室和混凝土风道在交付安装时，应满足下列各项要求：

- (1)风室内壁和混凝土风道内外壁的抹面应符合第 2.2.1 条(3)的要求；
- (2)风室地面应有一定的排水坡度，排水管应有将风室与外界大气或冷热室隔离的设施；
- (3)风室的窥视孔和铁门应严密；
- (4)混凝土风道顶部标高应符合设计规定，不得妨碍定子就位，风道与定子排风口连接处尺寸应相符；
- (5)各预留孔洞的位置及尺寸应与设计图纸相符。

**3.1.10** 发电机地脚螺栓的检查与安装，除应按第 2.3.6 条及第 2.3.7 条的规定进行外，还应注意：

- (1)对定子或轴承座就位后无法点焊的沉孔螺母，应事先在沉孔内采取螺母防松措施并应牢固；
- (2)沉孔地脚螺栓顶端应低于台板顶面不少于 5mm。

**3.1.11** 发电机引出线上面的隔断油盘底部应平整，并应向排油侧倾斜，排油管要有足够的断面和坡度，安装完毕经灌水或渗油试验，油盘及排油管应无渗漏。

采用封闭母线的发电机可不装设隔断油盘。

**3.1.12** 为隔绝发电机、励磁机轴电流的各项绝缘部件应光洁、无翘曲及缺陷，厚度应均匀并具有良好的绝缘性能，安装后一律用 1000V 绝缘电阻表测量，其绝缘电阻应符合要求，一般应 $\geq 0.5M\Omega$ 。

## 3.2 轴承座及轴承

**3.2.1** 发电机和励磁机的支持轴承及轴承座的检查与安装，除应符合本篇第 2.4.9 条和第 2.4.10 条及第 2.5 节的有关规定外，并应符合下列要求：

- (1)轴承座结合面处的疏油槽应畅通；
- (2)轴承座与台板之间应垫有总厚度不小于 5mm 的整张钢质调整垫片，每叠垫片有 2~3 层，并应平整，无毛刺和卷边，安装后各接触面应密实。在特殊情况下，如轴承座底部有引线穿过台板时，垫片可做成两个半张以便抽装，但安装时应对缝，不得搭接，保证垫实垫平；
- (3)轴承座的标高应满足联轴器中心的要求；
- (4)轴承座的轴向位置应使轴颈中心与轴瓦中心相吻合，并检查在轴瓦与轴的凸缘间应保持有制造厂规定的热膨胀间隙尺寸；
- (5)轴承座的纵向水平扬度应接近轴颈的水平扬度，横向水平扬度应趋近于零，偏差应不超过 0.20mm/m；

(6)氢冷发电机轴承座的位置，应能满足密封套的安装。

**3.2.2** 发电机及励磁机的落地式轴承座，除装设钢质调整垫片外，还应有绝缘垫板，其配制和安装应符合下列要求：

- (1)绝缘垫板应使用整张的，厚度一般为 3mm，遇有引线穿过轴承座下的台板时，可用不小于 5mm 厚的绝缘板做成两半搭接，搭接宽度不小于 20mm，搭接处总厚度应与单张厚度一致；
- (2)为防止尘土和油垢破坏绝缘，每层绝缘板应较轴承座或上一层垫板的边缘突出一些，

螺栓孔应稍大于轴承座上相应的螺栓孔尺寸，螺孔边缘应平整无毛刺；

(3)为便于测量绝缘数值，在两层绝缘垫板间应夹入一张稍小于绝缘板的钢质垫片；

(4)施工过程中应保持绝缘板外露部分的清洁和干燥，保证绝缘良好，一般可用胶带将外露部分及接缝贴封；

(5)油管全部连接好后，轴承座对地绝缘电阻值应符合第 3.1.12 条的要求。

### 3.2.3 对端盖式轴承的绝缘处理应符合下列要求：

(1)发电机轴瓦球面座内外套中间的绝缘板应为整张的，厚度应均匀，表面应清洁无毛刺和卷边，其单层厚度和总厚度应符合制造厂的要求；

(2)为便于测量绝缘数值而装设在两层绝缘板之间的金属垫片应平整，一般厚度为 0.20mm,并须使用整张的；

(3)上下瓦套水平中分面处的绝缘垫板，也应符合上述要求，左右两块厚度应相同；

(4)轴瓦球面座的外套和内套与绝缘板之间的接触应密实；外圆周的紧固螺钉应切实拧紧，当放上转子后各层接合面间用 0.05mm 塞尺检查应塞不进。在水平中分面处，绝缘板应与轴瓦球面座内外套平齐；

(5)轴瓦球面座内外套之间的绝缘电阻值在正式组装完毕后，应符合第 3.1.12 条的要求。

## 3.3 定 子

3.3.1 进入定子内的工作人员，应穿无钮扣、无口袋的专用工作服和不带钉子的软底工作鞋，对必需带入的物件应进行登记，工作完毕应认真清点核对，保证全数拿出。

在端盖敞开的情况下，无人施工时，应用苫布将定子妥善盖好，防止灰尘或其它杂物落入内部。

3.3.2 发电机定子安装前的检查，除应按本章第一节中的有关规定执行外，还应配合电气人员进行必要的检查，并应符合要求。

### 3.3.3 空冷发电机安装前应检查下列各项并应符合要求：

(1)配合电气人员清扫、检查通风槽和通风孔，确认清洁，无尘土、铁屑或遗留的工具、材料等杂物；

(2)定子内的环形灭火水管应有断口，卡子和环形水管间应有绝缘，水管上的喷水孔应对准发电机的端部线圈。

3.3.4 氢冷发电机定子在安装前，除应按第 3.3.2 条进行检查外，还应检查下列各项并应符合要求：

(1)定子壳体上所有的法兰密封面应平整，无毛刺和辐向沟槽，双头螺栓应拧紧，栽丝孔不应穿透壳壁；

(2)端盖的水平结合面应接触良好，用 0.05mm 塞尺检查应塞不进。与定子之间的垂直结合面应平整、无毛刺和辐向沟槽，并应接触良好，紧  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$  结合面螺栓后，用 0.05mm 塞尺检查应塞不进；

(3)端盖上充密封填料的沟槽内壁应光滑，各断面的尺寸应均匀一致，充料孔应畅通并正对沟槽；

(4)定子最好单独进行严密性试验，在消除漏泄点后，可进行漏气量计算，试验压力与

允许漏气量应按制造厂规定，一般可参照附录 K 进行试验与计算，试验时端盖轴孔的堵板必须有足够的强度，充气和放气应使用阀门控制。

**3.3.5 双水内冷发电机定子安装**，除按第 3.3.2 条的规定进行检查外，还应检查有无杂物进入水管内部，确保内部清洁，同时应检查下列各项，并应符合要求：

(1)定子冷却水总管进出口均应密封良好，如发现堵板有破损或脱落时，应仔细检查有无杂物进入水管内部；

(2)按制造厂图纸检查绝缘水管与汇流管、水管接头、内密封垫等连接应正确，绝缘水管应完好，与端盖及各绝缘水管间均不得相互接触，一般应有不小于 20mm 的间距；

(3)发电机定子应按第 3.1.6 条及制造厂规定的标准进行水压试验，一般试验压力为 0.74MPa,保持 8h，各水路接头、绝缘引水管及内部线圈等均应无渗漏；

(4)定子两端底盖内的检漏装置在施工中应注意防水，并保持清洁。

**3.3.6 水氢冷发电机定子安装前的检查**，应按本节双水内冷和氢冷方式的定子有关规定执行。

如定子外壳分段时，中间连接法兰的检查按氢冷定子外壳两端法兰的有关规定执行。

**3.3.7 定子与台板之间的垫片**，应符合第 3.2.1 条(2)的要求。垫片在联系螺栓处应开豁口，以利于装取、调整。

定子与台板或轴承座与台板间的各叠钢质调整垫片的厚度应一致。最终调好后应做出详细记录。

**3.3.8 发电机定子的起吊就位工作**应符合下列要求：

(1)定子起吊就位前，必须有经过批准的技术方案和安全措施。

(2)如起重机械超负荷起吊或采用辅助起吊设施时，必须认真核算，并对起吊设施各部件进行周密的检查，作必要的强度和性能试验，所得结果均能满足起吊要求之后方可起吊，还应应对与起吊有关的建筑结构进行试验，必要时进行加固。

(3)定子起吊前，应根据就位的要求确定吊运的方向和路线，定子所通过的空间不得有障碍物，确保定子能安全、顺利地就位。

(4)钢丝绳应绑扎在定子外壳专用的吊耳上，吊耳如采用螺栓固定在定子外壳时，螺栓应装齐并全部牢固地拧紧；未经批准，不得任意选择定子外壳上的其他部位绑扎钢丝绳起吊定子。

(5)空冷和双水内冷定子起吊前，对于混凝土基础的风道应按第 3.1.9 条，对于金属风道应按第 3.1.10 条的要求分别处理完毕，并彻底清理干净。金属风道应在定子就位前吊入基础框架内。

(6)起吊时定子应保持水平、超负荷起吊时应应对起重设备和建筑结构进行监视。

(7)定子台板就位后其纵、横中心线、标高与设计值的允许偏差应在 $\pm 1.0\text{mm}$ 之内。

(8)引进型机组发电机定子台板安装定位后，配制定位锚固板两侧的永久垫片时，应留有 0.05mm 间隙。

(9)氢冷发电机出线盒应在定子就位前事先吊装就位于底坑内，其顶面应低于其实际标高 1m 左右，并严密遮盖，防止落入异物。

**3.3.9 引进型机组的发电机定子安装**应符合下列要求：

(1)在发电机外壳机座与台板之间预置 3mm 以上的调整垫片，并用联系螺栓将台板与机

座紧固；

(2)在调整发电机水平及中心前，可在定子四只吊具上，安装临时千斤顶，装好起重螺栓，进行调整，起重螺栓的垫块与台板上相应的沉孔底面应留有足够的间隙，使顶起发电机调整标高时，台板能随机座上下移动；

(3)当汽轮发电机及励磁机转子、定子初步找正完毕，定子纵横中心及标高符合要求后，在临时千斤顶和起重螺栓承力的情况下，进行台板与基础间的二次浇灌；

(4)二次浇灌混凝土的配比与工艺应严格按制造厂的特殊要求进行，一般采用干性填充法，浇灌时不得碰撞千斤顶、起重螺栓、垫块等承力部件，在台板上放置百分表监视，台板不得移动；

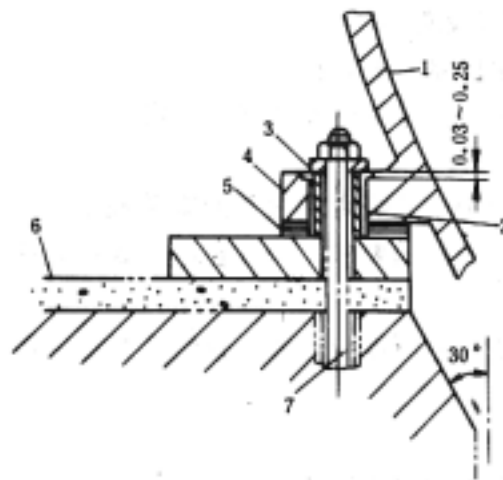


图 3.3.9 地脚螺栓示意图

1—定子外壳；2—外套筒；3—螺母垫片；4—机座；

5—梯形垫片；6—二次灌浆；7—地脚螺栓

(5)二次浇灌养护达到强度后，才允许拆去机座与台板间的联系螺栓，松开千斤顶及起重螺栓，将负荷落到混凝土上，负荷转移时，用百分表监视台板应不下沉；

(6)发电机定子落放在台板上后，应复测发电机与汽轮机转子的联轴器中心，进行最后找正；

(7)在保证定子位置与中心不变的前提下，用起重螺栓重新顶起定子，调整左右两侧机座与台板间的垫片，几层垫片的长度要按制造厂提供的沿轴线纵向形成阶差形布置，左右垫片数值应对称相等；

(8)配制地脚螺栓的外套筒(见图 3.3.9)，使地脚螺栓拧紧到制造厂规定的扭矩时，螺母垫片与机座之间保持 0.03~0.25mm 的间隙，定子机座应处于自由状态，台板与基础连成一体。

### 3.4 发电机转子

3.4.1 发电机转子拆箱应在厂房内进行。拆箱后的转子应放在专用的支墩上。转子的套箍、连接水管的小套箍、风扇叶和集电环等处都不得作为受力点。

对轴承轴颈、密封瓦轴颈、集电环和通风孔等处应做好保护和防尘工作，整个转子应用

苫布严密盖好。

**3.4.2 空冷发电机转子在安装前应检查下列各项，并应符合要求：**

- (1)配合电气人员检查，确认槽楔应无松动，通风沟内应清洁畅通，无堵塞现象；
- (2)转子上不应有活动的零件，转子槽楔应无松动，平衡重量应牢靠地固定并锁紧，转子上所有的螺母应紧固并有防松装置，套箍与心环的嵌装应无裂纹，位移等情况；
- (3)轴颈应光洁无油垢、油漆、锈污、麻坑和机械损伤，轴颈的椭圆度和不柱度一般不应大于 0.03mm，超过 0.03mm 时应研究处理；
- (4)按本篇第 2.6.3 条的规定检查联轴器，并应符合要求，如穿转子后无法测量联轴器法兰的端面瓢偏时，应提前进行测量；
- (5)离心式风扇叶轮与轴的装配应牢固，叶片应无松动、焊缝开裂或其他机械损伤；
- (6)轴流式风扇应按第 3.5.3 条的规定进行检查；
- (7)对发电机转子轴上的中心孔应按第 2.6.2 条的规定执行。

**3.4.3 氢冷发电机转子安装前的检查除按第 3.4.2 条的规定执行外，还应符合下列要求：**

- (1)环式轴密封部位的轴颈应光洁无油垢、锈污、麻坑或其他机械损伤；
- (2)转子通风孔堵塞物应全部取出并应经检验人员签证。

**3.4.4 氢冷发电机做严密性试验以前，应检查下列各项，并应符合要求：**

- (1)转子两端中心孔堵板的密封面应平整、无毛刺和辐向沟槽。
- (2)中心孔堵板安装应严密牢固，并应锁紧。试验用的风管最好在励磁端装的临时堵板上开管孔，在试验完毕后装回原堵板密封。
- (3)中心孔密封面的垫料可采用耐油橡胶板，如使用纤维质垫料，必须做成盲板。
- (4)转子应单独进行严密性试验，重点检查滑环下导电螺钉、中心孔堵板的密封状况，消除泄漏点后应再经漏气量试验，试验压力与允许漏气量应符合制造厂规定，一般可参照附录 K 进行试验和计算。

**3.4.5 双水内冷发电机转子安装前的检查，除应按第 3.4.2 条的有关规定执行外，还应符合下列要求：**

- (1)转子进水口堵板应密封良好，各出水孔丝堵应齐全并拧紧，如有脱落或临时拆卸，应检查确认孔内无杂物后再装，各孔口不得敞开放置；
- (2)转子应单独进行水压试验，试验工作应符合第 3.1.6 条的规定，试验压力一般可按表 3.4.5 的规定维持 8h 无渗漏，并应复查确认每个线圈流出的水量接近，且内部无堵塞现象；

**表 3.4.5 水内冷转子水压试验标准**

| 型 号                     | 容 量<br>(kW) | 试验压力<br>(MPa) |
|-------------------------|-------------|---------------|
| QFS <sub>2</sub> -25-2  | 25000       | 2.0           |
| QFS <sub>2</sub> -40-2  | 40000       | 2.0           |
| QFS-50-2                | 50000       | 3.5           |
| QFS-60-2                | 60000       | 3.5           |
| QFS <sub>2</sub> -100-2 | 100000      | 3.5           |
| QFS <sub>2</sub> -125-2 | 125000      | 6.5           |
| QFS-300-2               | 300000      | 8.5           |
| SQF-25                  | 25000       | 1.7           |
| SQF-50                  | 50000       | 3.5           |

|         |        |     |
|---------|--------|-----|
| SQF-75  | 75000  | 3.5 |
| SQF-100 | 100000 | 5.0 |

(3)升压时排水孔丝堵应切实加垫拧紧，但不得用力过猛，以免拧坏细扣螺纹。

**3.4.6** 水氢冷发电机转子安装前的检查，按第 3.4.3 条氢冷转子的有关规定执行。

**3.4.7** 发电机穿转子工作，必须在完成机务、电气与热工仪表的各项工作后，会同有关人员  
对定子和转子进行最后清扫检查，确信其内部清洁，无任何杂物并经签证后方可进行。

**3.4.8** 发电机穿转子工作应按制造厂推荐的方法并使用制造厂供给的专用工具进行。施工前  
应具备经批准的措施。如采用自制的穿转子工具，应经过必要的核算、检查和试验。

**3.4.9** 发电机穿转子应遵守下列规定：

(1)转子上的套箍、风扇、滑环、引出线等处，以及氢冷转子上的轴封部位、双水内冷  
转子励磁机端的联轴器及连接水管的小套箍等处，皆不得作为起吊和支撑的施力点，在施工  
中也不得碰撞。

(2)轴颈和风挡、油挡等处的光滑轴面上，不得绑扎钢丝绳。

(3)钢丝绳在转子上应有两个绑扎点，两点之间的距离一般不小于 500~700mm，绑扎时  
钢丝绳应在转子上缠绕一圈并锁紧，防止滑动。

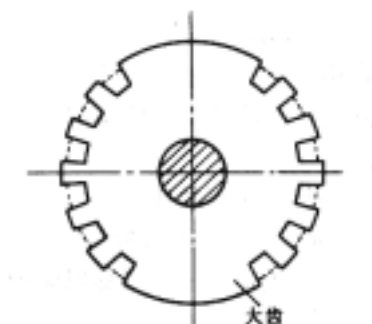


图 3.4.9 大齿示意图

(4)钢丝绳绑扎不得损伤转子表面，应用软性材料缠裹钢丝绳，并在转子表面垫以硬木  
板条或铝板，在起吊和用转子本体支撑本身重量时，应使大齿在垂直方向，如图 3.4.9 所示。  
对氢冷转子，并注意所垫的板条应分布在槽楔之间的小齿上，不使槽楔受力。

(5)轴流式风扇叶片顶部直径大于护环直径的转子，在穿入定子前，最好先将叶片拆掉，  
防止碰伤。叶片应作好标记，按原位装回。

(6)穿转子前应认真检查并确认前轴承注窝、出水支座注窝等都与定子同心，转子联轴  
器所要通过的全部注窝内径均应大于联轴器外径，以保证能顺利通过就位。

(7)当后轴承座挂在转子上一起就位时，轴颈和上轴瓦间应垫软质垫料，使之有一定的  
紧力，防止轴承座窜动。

(8)采用滑块或小车等专用工具穿转子时，弧形钢板下应垫以整张的软质垫片，以便在  
抽出弧形钢板时不损伤铁芯；在整个穿转子过程中，定子两端线圈应安放胶垫保护。

(9)起吊转子时应保持水平，穿转子时应缓慢、平稳，防止转子摆动，转子和钢丝绳均  
不得擦伤定子内部所有部件和绝缘。

(10)穿转子过程中，如需临时支持转子以倒换钢丝绳时，应使联轴器或轴体部分承力，



在必须让转子本体承力时，应按本条(1)、(4)的规定执行。

(11)端盖轴承式发电机的穿转子工作，从开始起吊直至装好端盖将转子就位必须连续完成，不得终止工作。

**3.4.10** 发电机转子找中心和联轴器连接工作应按本篇第 2.6 节的有关规定进行。

盘动水冷发电机转子，应在进水套内未充填盘根的情况下进行。

### 3.5 调整定子位置和封闭端盖

**3.5.1** 发电机定子与转子磁力中心的调整，应使发电机在满载热态下两者吻合并应符合下列规定：

(1)定子相对于转子的磁力中心，应向励磁机侧偏移一预留值，该数值应符合制造厂的规定，一般可按下式计算：

$$D = \frac{\Delta L}{2} + C \text{mm}$$

式中  $\Delta L$ ——发电机转子满负荷运行时的热胀伸长量，mm；

C——满负荷运行时发电机联轴器处汽轮机转子的最大绝对位移值，mm。

当制造厂已规定预留值时，则按制造厂规定调整。

注：①  $\Delta L$  一般可按转子两轴颈中心线间的长度每米伸长 1mm 计。

②当发电机转子轴向位置不受汽轮机转子膨胀的推移时，C=0。

(2)发电机磁力中心预留偏移值的允许偏差一般应不大于 1.0mm，对于氢冷和端盖轴承式发电机，并应满足轴密封装置正确安装的要求。

(3)测量定子和转子的相对位置应在定子两端的对应点进行，确定测量后应做好标记，以保证测量和调整的准确性。

**3.5.2** 发电机定子与转子安装后的空气间隙应均匀一致，符合制造厂的规定，其实测值与同一断面气隙的平均值之差一般应在气隙平均值 10%之内，最大不宜超过 1mm。空气间隙测定的位置应在发电机两端选择同一断面的上、下、左、右固定的四点进行。

端盖轴承式发电机的空气间隙，安装过程中对出厂装配位置未变动者可不再测量。

**3.5.3** 轴流式风扇叶片的检查与安装应符合下列要求：

(1)叶片表面应光洁，无裂纹、毛刺和其他机械损伤；

(2)在现场组装的叶片，其位置角度和旋转方向应符合制造厂的编号标记和规定；

(3)风扇叶座与风扇环之间的结合应密实不松旷，必要时可用涂色法检查；

(4)现场安装叶片时，紧固力矩应符合制造厂规定，宜使用力矩扳手以保证紧力均匀，并应锁紧，最后记录其力矩值；

(5)对于现场紧固的或制造厂已装好的叶片，都要用铜棒敲击进行听音检查，凡出现哑音者，应查明原因加以处理；

(6)各叶片与风扇罩的最小径向间隙应符合图纸规定，一般为 1.5~2.0mm；

(7)风扇安装完毕，应用 500V 绝缘电阻表测量转子的对地绝缘电阻值，并应符合电气规程的规定。

**3.5.4** 发电机内端盖的安装应符合下列要求：

(1)风扇罩与内端盖间的止口应相吻合，结合面应结合良好，安装时下部止口应压实，

内端盖的中分面内圆接口处不应错口；

(2)氢冷、水氢氢冷发电机内端盖与定子壳的结合面应吻合，安装方向应正确；

(3)各结合面应配好销钉，螺栓应拧紧并应有锁紧装置。

**3.5.5** 发电机的轴瓦与轴肩、风扇与风挡等的轴向间隙值，都应符合制造厂的规定，保证在满负荷条件下转子热胀时不发生摩擦。

**3.5.6** 空冷、双水内冷发电机的端盖风挡径向单侧间隙，一般应为 0.50~0.80mm。

**3.5.7** 氢冷、水氢氢冷发电机的轴密封内油挡的安装应符合第 3.6.4 条的规定。

**3.5.8** 发电机端盖的正式封闭应符合下列规定：

(1)端盖封闭前认真检查发电机内部，应清洁无杂物，各部件完好，各配合间隙符合要求。

有关电气和热工仪表的检查试验均应完毕，并会同有关人员检查签证。

(2)端盖法兰平面应清理完毕，并符合第 3.3.4 条的规定。

(3)氢冷、水氢氢冷发电机密封填料采用橡胶条时，其断面尺寸应符合要求，并有足够的弹性和压缩量。

当采用胶质密封填料时，应按制造厂规定的方法填充，并注意以下两点：

①密封槽内应清理干净，涂料应将沟槽填满，然后紧好端盖垂直和水平结合面螺栓；

②加压填充密封料时，应从上部的填充孔开始，待下一个相邻的孔冒出填料后，用丝堵堵死上一个孔，并在下一个孔继续加压填充直至全部沟槽充满。

(4)空冷、双水内冷发电机的端盖与台板、端盖与机壳间的结合面应严密不漏。如垫有毛毡、纸板等垫料，则应平整、无间断、无皱折，并确保压牢不会被吹落。

小端盖上密封压力风道应畅通，并与大端盖上的压力风口对准。

**3.5.9** 发电机化妆板的安装应符合第 8.3.1 条的规定。

### **3.6 氢冷和水氢氢冷发电机的轴密封装置安装及整套风压试验**

**3.6.1** 双流环式密封瓦座在安装前应检查下列各项并应符合要求：

(1)密封瓦座的水平结合面应接触严密，每  $\text{cm}^2$  上有接触点的面积应达 75%以上，并均匀分布；

(2)在紧好水平结合面螺栓的情况下，密封瓦座与密封瓦配合的环形垂直面，以及密封瓦座及端盖的垂直接合面均应平整无错口，在水平结合面处用刀口平尺或平板检查外部接口，0.05mm 塞尺应塞不进；对瓦座内部接口可用整圈无错口的密封瓦作平板放入瓦座内作涂色检查，上、下两半瓦座都应均匀接触；

(3)各垂直配合面应光洁，各油室、油孔都应清洁畅通，无铁屑、锈皮等杂物；

(4)密封瓦上各接头丝扣应经试装，确认能压紧密封。

**3.6.2** 双流环式密封瓦在安装前应检查下列各项并应符合要求：

(1)密封瓦水平接合面应接触良好，可将上下两半瓦同时倒放在平板上对研，每平方厘米接触点的面积应达接合面面积的 75%以上，并均匀分布；

(2)用千分卡尺测量密封环厚度、孔径、密封环槽宽度以及与密封环相对应处的大轴直径，各部配合间隙应符合图纸规定；

(3)在紧好水平结合面螺栓的情况下，密封瓦上下两半的垂直面必须处在同一平面内，

不得错口，在平板上用 0.03mm 塞尺应塞不进；

(4)密封瓦两侧垂直面应光洁，两垂直面间的不平行度应不大于 0.03mm；

(5)乌金应无气孔、夹渣，表面无凹坑和裂纹，经渗油试验应无脱胎现象；

(6)密封瓦与轴颈的径向总间隙一般应保持 0.15~0.25mm，引进型机组为 0.23~0.28mm，禁止用金刚砂、抛光粉和砂布等研磨乌金；

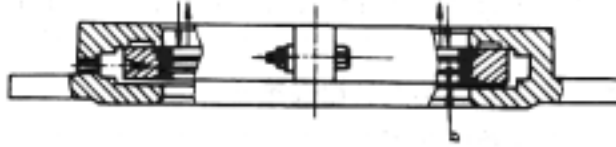


图 3.6.2 密封瓦在瓦座内的轴向间隙示意图

(7)密封瓦的油孔和环形油室内必须光洁、无铁屑、锈皮等杂物；

(8)将密封瓦与密封瓦座组装好后，测量密封瓦在瓦座内的轴向间隙(窜动量)应符合制造厂的规定，一般应为 0.13~0.20mm，引进型机组为 0.19~0.23mm(见图 3.6.2)。

### 3.6.3 双流环式轴密封装置组装时应符合下列规定：

(1)核对轴密封装置零件上的钢印标记，应与图纸相符对号就位；

(2)密封瓦座与轴颈应同心，一般上下或左右的径向间隙差，不应超过 0.15mm；

(3)在拧紧密封瓦座与端盖之间的垂直结合面螺栓的过程中，应不断地拨动密封瓦，保证螺栓拧紧后，密封瓦在其座内灵活无卡涩；

(4)轴密封装置全部装完后，各结合面螺栓均应锁紧；

(5)密封瓦定位销的长度应适当，销孔不能穿透瓦壁，销子装好后不得将密封瓦卡死，定位销应密封锁紧；

(6)密封瓦座与端盖间垫片的材质应符合制造厂的要求，一般可用丁晴橡胶板配制，胶板上螺栓孔应大于盖上的孔径；

(7)位于端盖上的密封油进出油腔室，均须彻底清理，经检查合格后，应按制造厂规定将手孔堵焊死，严密无渗漏；

(8)各油压和气压取样插座都应拧紧，不得漏泄；

(9)励磁机端轴密封装置全部安装完后，其对地绝缘电阻值应符合要求。

### 3.6.4 轴密封装置的油挡安装与间隙要求应符合图纸规定，一般可按第 2.5.11 条的规定执行。

励磁机端油挡安装完毕后，其对地绝缘电阻值应符合第 3.1.12 条的要求。

### 3.6.5 发电机及其气体系统全部安装完毕后应进行整套严密性试验，试验前应完成下列各项工作并应符合要求：

(1)发电机设备及其气体系统和密封油系统应安装齐全，出线瓷套管过渡引线也应装好；

(2)密封油系统经油循环冲洗合格，并能向密封瓦正常供油，密封油压应能稳定地保持比发电机内部试验气体的压力高，其差值应符合正常运行压差要求，一般为 30~50kPa，引进型机组为 84~105kPa。

### 3.6.6 发电机及其气体冷却系统整套严密性试验的试验压力与允许漏气量，应符合制造厂规定，一般可参照附录 K 进行试验与计算，试验工作应符合下列要求：

(1)整套严密性试验前最好先分别对氢控制盘、氢气、二氧化碳等管路系统单独进行试验，以缩小检漏范围，保证整套严密性试验能顺利进行；

(2)试验用的压缩空气应符合第 3.1.5 条的规定，其相对湿度不应大于 50%；

(3)使用氟利昂检漏时，其充入量应按制造厂的规定，一般应先充入氟利昂，再充入压缩空气使系统升至试验压力，保持 2h，待氟利昂气体在系统内均匀扩散后，再进行检漏；

(4)在整套气体冷却系统进行严密性试验时，氢冷却器水侧应通一定压力的水以减少冷却管束胀口处内、外压差，通水压力一般应低于试验气体压力 0.1~0.15MPa；

(5)检漏试验压力一般应采用下限值，在难以发现漏泄点时，方可将压力升到上限值，但不得超过上限值；

(6)发电机及其气体系统的漏气量计算应在检漏试验完成后进行，漏气量正式记录应在充入电机内的气体压力达到试验要求值稳定 2h 左右，待系统内部气温均匀稳定后开始；

(7)漏气量试验时间最好为 24h，并应连续记录；

(8)漏气量试验过程中应尽量避免发电机周围的空气温度发生急剧变化，影响测量结果的准确性，并应采用精度较高的温度计进行温度测量；

(9)漏气量试验应采用玻璃管水银压力计或其他高精度的表计进行压力测量，U 型汞柱压力计的玻璃管在其整个长度上内径应均匀，测量时应垂直地放置，斜式压差计应水平放置，并不应受阳光照射、冷风吹或靠近冷、热源；

(10)发电机及其气体系统进行检漏试验和漏气量试验时，在风压较高或设备及系统充有氟利昂气体的情况下不得施焊，也不得使氟利昂气体暴露在日光或火光下，注意防止中毒，气体系统内含有氢气时不得充入氟利昂；

(11)严密性试验进行时，凡一切不能承受试验压力的设备和仪表都应切断。

### 3.7 进出水支座和冷却器

3.7.1 水内冷转子进出水支座的安装定位，应在发电机和励磁机转子最后定位后进行。

3.7.2 水内冷转子进出水支座的检查与安装，应符合下列要求：

(1)进水支座底板应平整无毛刺，和台板的接触应密实，连接螺栓应均匀紧固。

(2)励磁机转子轴头进水短管与连接法兰如不是一体，而是依靠紧力相互固定者，应检查其配合情况，并应牢固可靠；进水短管法兰应平整，无毛刺和辐向沟槽，胶皮垫厚度应适当，在各结合面连接螺栓拧紧后，应严密不漏。

(3)进水短管法兰正式紧好后，短管的端部径向晃度值，一般不应大于 0.05mm，进水短管表面应光洁，无损伤。

(4)进水套内部、填料函内表面、水封环内外径表面、固定法兰和进水法兰，均应平整光洁并清理干净。

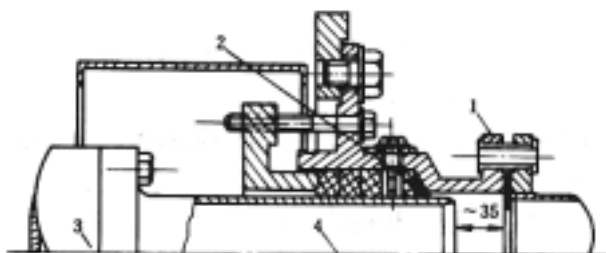


图 3.7.2 进水支座示意图

1—进水法兰；2—聚四氟乙烯环；3—转子；4—进水短管

(5)进水套安装时应和进水短管保持同心，轴向间隙应均匀，进水套的进水法兰端面与进水短管端头应保持足够的距离，以保证转子热态膨胀时不致顶住，一般这段距离为 35mm，见图 3.7.2。

(6)进水套填料函内填装的盘根不应含有金属丝，截面应适当。填装时必须保证清洁，水封环前后盘根的对口和圈数应正确，确信盘根压紧后水封环与其进水孔对正，进水口应无杂物。

(7)水封环和进水短管应同心，径向应有适当的间隙，保证运转时不产生摩擦。

(8)冷却水管与进水套的法兰连接，应自由对正，不得强力连接，防止进水套中心偏移。

(9)进水套进水法兰应加胶皮垫，连接螺栓和螺母应有绝缘套管和绝缘垫圈，填料函进水小管也应绝缘。

进水支座和台板之间应按本章轴承座的有关规定垫以调整垫片和绝缘垫片，安装完毕后，进水管和台板的绝缘电阻值应符合第 3.1.12 条的要求。

### 3.7.3 水内冷转子出水支座的检查与安装，应符合下列要求：

(1)转子出水支座内部应清洁无铸砂和杂物，内外表面无气孔和裂纹，进行灌水试验时，座体和窥视孔均应无渗漏；

(2)出水支座和台板之间接触应密实，并按第 3.2.2 条的有关规定在支座和台板之间加装调整垫片；

(3)出水支座的水平结合面应平整，安装时应加胶皮垫紧好；

(4)胶皮挡水圈应与轴接触紧密并有一定的弹性，其压圈的螺钉应锁紧。

水挡的径向间隙一般不应大于 0.5mm，左右应均匀，上侧间隙可略大于下侧间隙。

### 3.7.4 水内冷发电机转子和励磁机转子之间带有波形联轴器时，除按本篇第 2.6 节对半固定式联轴器的规定进行检查测量外，还应符合下列要求：

(1)波形筒径向电水孔均应畅通；

(2)波形筒内的连通短管内外均应光滑、清洁，与两端的配合应符合图纸规定；

(3)胶皮密封垫应有弹性，与轴孔和连通短管槽底的配合都应紧密不漏。

### 3.7.5 发电机冷却器安装前应检查下列各项并应符合要求：

(1)水室内及壳体铁板应清理干净，并应涂有防腐涂料；

(2)冷却管内部应畅通，在管壁内外无残留的焊锡和杂物，散热片应完好无损伤；

(3)水侧应按制造厂规定做水压试验，一般试验标准：空气冷却器试验压力为 0.39MPa，维持 5min 不漏；氢气冷却器试验压力为 0.59MPa，维持 30min 不漏；引进型机组的冷却器试验压力为 1.08MPa；

(4)水压试验时最好将冷却器立放，以便将空气全部排净；

(5)冷却器管子的胀口如有渗漏，可进行补胀，如补胀无效或管子有缺陷时允许堵管，其堵管数不得超过该冷却器管子总数的 3%，并作出堵管部位的记录，超过 3%时应研究处理。

### 3.7.6 装在发电机壳体内的气体冷却器应有方位钢印标记，不得错位。

3.7.7 空气冷却器的安装应符合下列要求：

- (1) 导轨应接近水平，轨距应正确，轨道与冷却器滚轮无卡涩现象；
- (2) 冷却器的纵横中心线和标高应与设计相符，允许偏差为 10mm；
- (3) 在冷却器风室和风道的结合面上，应加厚度与实际情况相配合的毛毡垫料并应严密不漏；
- (4) 冷却器水管在安装时应具有一定的坡度，以便放净存水。

3.7.8 氢气冷却器安装应符合下列要求：

- (1) 拆下进出水室盖前应与水室做好钢印标记，用干净压缩空气彻底吹扫冷却器管束，并清理各加工面和结合面。
- (2) 清理并修整与冷却器接触的定子内表面，清除内部杂物。

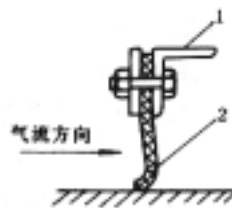


图 3.7.8 挡风胶皮示意图

1—冷却器框架；2—橡胶垫

(3) 立式氢冷却器的管板和框架的尺寸应相吻合，不应过于松旷。沿挡风密封垫的全长应切割齐平，并使它和定子之间有足够的胀力，以保证氢气不走旁路。冷却器插入定子时，应使被挤弯曲的挡风密封垫的凹面迎着气流方向(见图 3.7.8)。

3.7.9 氢气冷却器端部的膨胀补偿密封橡胶垫片，一般应采用约 6mm 厚的丁腈橡胶。如用橡胶条粘接，其接口应为斜口，膨胀补偿密封的铝质垫片应平整，并有足够的弹性，厚度一般为 2mm。

3.7.10 空冷、双水内冷发电机的金属风道应平整，无显著凹凸和歪扭现象，并需涂防锈漆，法兰结合面应严密不漏。

风道壁最好有夹层并填入隔热材料，以提高发电机冷却系统的效率。风道在垂直方向上最好有热膨胀补偿结构。

3.7.11 空冷、双水内冷发电机的通风系统应严密无泄漏，冷热风之间应严密隔绝，无短路现象。

3.7.12 空冷、双水内冷发电机风室的密封工作，应确保风室各个部位清洁，无尘土和杂物，并按设计要求刷好油漆，经有关方面检查签证后方可封闭，风室门应加锁。

### 3.8 冷却水系统

3.8.1 双水内冷和水氢氢冷发电机外部冷却水管路的安装应符合下列规定：

- (1) 全部设备、管路、法兰和阀门等均应为不锈钢或衬胶制品，特殊情况下，可在低碳钢法兰内圆和结合面上敷焊不锈钢加工代用。
- (2) 弯管应使用热压或冷弯制品，特殊情况下如使用焊接弯头，必须用氩弧焊打底，焊后彻底清理内壁，管路系统中不宜使用丝扣连接件。
- (3) 管道和阀门的安装，应考虑运行操作、取样、排污及冲洗的方便。

(4)安装时, 管材和管件内部应认真清理, 焊接时, 坡口应符合要求, 尽可能采用氩弧焊接或氩弧焊打底, 焊后应认真对系统进行吹扫检查, 以保证无杂物进入发电机。

(5)系统内全部法兰均应使用橡胶垫片, 不应使用石棉纸板等有纤维的垫料。

(6)发电机冷却水进口的过滤器应采用不锈钢丝网或尼龙丝网, 其流通面积应不小于管道流通面积的 3 倍。滤网在壳体内应装设严密, 不使冷却水旁流。

(7)由出水支座引出的冷却水管应有一定的坡度, 以保证出水畅通。

(8)管路系统中的测量仪表和保护装置, 应经校验合格, 位置应便于检查和维护。

**3.8.2** 冷却水箱应采用不锈钢板或复合钢板制成, 否则应进行衬胶, 水箱应经灌水不漏, 内部应光洁无焊瘤, 顶盖应封严, 水箱应有 U 形排气管。

**3.8.3** 复波平板式冷却器在现场可不解体, 一般检查与安装应按下列规定进行:

(1)核对设备的规格、流程数、流道数和接口位置均应与设计相符。

(2)检查冷却器的组合压缩量, 应接近说明书的规定值并做好记录, 如压缩量不够, 只有在水压试验泄漏时, 才可补紧至不漏为止; 如压缩量达到设计值仍有渗漏应研究处理。

(3)全部进出水口短管的翻边应平整, 无翘曲和沟槽缺口。

(4)按制造厂规定对冷却水侧和工业水侧进行水压试验, 试验压力均为 0.74MPa, 维持 20min 不漏。试验用水必须清洁无杂物, 冷却水侧必须加过滤网。

(5)水压试验时, 如紧螺栓后仍有大量泄漏, 可拆开检查密封垫片和冷却板片是否损坏, 对已损坏的冷却板片可更换新片或成对地去掉, 但对换向带有盲孔的板片不能去掉而只能更换。

(6)组装冷却器时应按流程图进行, 保证流程数和流道数正确, 如丁晴橡胶密封垫脱落或更换时, 应使用规定的粘结剂。

(7)重新组装的冷却器当有冷却板片被去掉时, 应按原装尺寸减去去掉的板片和密封垫的厚度, 并考虑每片丁晴橡胶垫的压缩值, 一般约为 1mm。

(8)压缩时各压紧螺栓应对称地均匀拧紧, 压缩完毕应测量冷却器四角的轴向尺寸(或称厚度), 误差不得大于 1mm。

(9)安装时应按制造厂说明书切实核对冷却水和工业水的进出口位置, 防止接错管道。

**3.8.4** 板式冷却器的检修和安装, 应参照第 3.8.3 条的规定进行, 但水压试验应为 0.93MPa, 维持 20min 无渗漏。

**3.8.5** 双水内冷或水氢氢冷发电机的冷却水系统安装完毕, 必须经水冲洗合格后才能投入运行, 冲洗要求如下:

(1)管路系统上所有的仪表座和其他开孔必须开好, 并焊接完毕。

(2)冲洗前必须使用合格的凝结水或除盐水(电导率不大于  $10 \mu\text{S/cm}$ )。

(3)冲洗时应首先冲洗发电机外部管路, 至水质达到标准, 再进行整套系统冲洗, 直至出口水质达到标准为止。

(4)冲洗时应保持系统的最大流量, 首先开路排放, 然后开路和闭路循环交替进行, 当电导率大于  $2\text{S/m}$ ( $20 \mu\text{S/cm}$ )时应予以排放; 如汽轮发电机已具备盘车条件, 则转子应盘车冲洗。

(5)冲洗时滤网不应拆除, 应定期清理, 但系统中凡有可能影响流量或有可能被污染或



损坏的装置应临时拆除，代以短管保持通路。分支仪表管路由仪表施工人员配合冲洗，合格后应将阀门关闭。

(6)冲洗回路接入的临时管，不应使用碳钢管，可用清洁的橡胶管或塑料管。

(7)冲洗完毕后水质应达到下列要求：

纯净度：透明纯净，无机械杂质；

硬 度： $<10\ \mu\text{mol/kg}$ ；

电导率： $20\ ^\circ\text{C}$  时的电导率，对开启式水系统不大于  $5\ \mu\text{S/cm}$ ，对定子绕组采用独立密闭循环的水系统为  $1.5\ \mu\text{S/cm}$ ；

pH 值： $6.5\sim 8.0$ ；

$\text{NH}_3$  值：微量；

初起动时水的电导率允许为  $10\ \mu\text{S/cm}$ 。

**3.8.6** 发电机的氢控制站瓶架和四周的保护围拦安装应牢固、平直、整齐美观。

**3.8.7** 发电机的氢气、二氧化碳系统管道和供氢管道的安装，一般应符合下列规定：

(1)管道应使用无缝钢管。

(2)管道内应清洁无油垢、锈皮和杂物。接口尽可能采用氩弧焊接，或氩弧焊打底电焊盖面。

(3)管道安装应能顺利地排除管内凝聚的液体，水平装设的气体管道应向排水侧有不小于  $3/1000$  的坡度。供气管道坡度应不小于  $2/1000$ ，不得装有环形或折弯等可能窝存水分的管段，必要时应在管道最低点装设疏水阀。

(4)管道系统内最好采用隔膜阀；氢管路阀门均应解体检查。

(5)阀件安装前以及管道安装后，应参照第 3.6.5 条及第 3.6.6 条的规定进行严密性试验。阀门的阀心与阀座间，以及阀盖、阀杆和波形筒均应严密无渗漏。

### 3.9 励磁机本体

**3.9.1** 励磁机的检查和安装除应符合本篇空冷发电机的有关规定外，还应符合本节的规定。

**3.9.2** 励磁机在安装前应检查下列各项，并应符合要求：

(1)直接组装在发电机轴头的励磁机转子，应按制造厂规定的力矩紧固联轴器螺栓，其悬臂末端轴头的晃度应不超过制造厂规定值，一般应不超过  $0.05\text{mm}$ （引进型机组允许不超过  $0.13\text{mm}$ ），对于超差值可适当增减联轴器螺栓的旋紧力矩值进行调整，但力矩增减值不得超过制造厂规定，如晃度仍不能达到要求时，应对联轴器接合面进行检测和处理。

(2)只有一个支持轴承的励磁机转子找好轴晃度后，可根据制造厂规定适当抬高支持轴承，引进型机组的励磁机对发电机转子找中心后，应做顶载试验，其顶起励磁机转子轴端荷载应为励磁机转子重量的  $1/2\sim 3/4$ ，这时轴端抬起的高度应不超过  $0.03\text{mm}$ 。

(3)紧固励磁机轴承盖的螺栓时应用力均匀，并应有防松垫圈。

(4)主极和整流极，应与壳体接触紧密，无松动现象，螺栓应锁紧。

(5)密闭通风励磁机的中空底座内应清洁无焊渣、尘土等杂物，其空气过滤器应装满浸有洁净粘性油类的滤元，并应无滴油现象。

**3.9.3** 双水内冷发电机的励磁机转子，其中心通水孔内部应清洁无杂物。

**3.9.4** 励磁机的空气间隙应均匀，并符合制造厂规定，允许偏差一般为：当间隙在  $3\text{mm}$  以



下时不大于平均间隙的 10%；当间隙在 3mm 以上时不大于 5%。

刚性联轴器的转子，轴向磁力中心应对正。

**3.9.5 励磁机轴承的检查与安装**应按本篇第 2.5 节的规定执行。

轴颈直径小于 100mm 的轴瓦顶部间隙，一般为轴直径的 2/1000，单侧间隙为 1/1000，但均不得小于 0.10mm，塞尺插入深度为 15~20mm，当励磁机轴颈有凸缘轴肩时，电机侧轴肩与轴瓦的轴向间隙应大于轴系膨胀的最大伸长量。

**3.9.6 励磁机二次浇灌混凝土固化后**，要求吊开励磁机，敲击混凝土检查有无空洞，如发现哑音，应进行处理，并再吊上励磁机进行最终找中心。

### 3.10 工程验收

**3.10.1 空冷发电机及励磁机设备安装完毕后**提交验收时，应具备下列安装技术文件：

- (1)现场确定的基础垫铁位置图；
- (2)钢质调整垫片记录；
- (3)轴颈椭圆度和不柱度记录；
- (4)各联轴器端面瓢偏记录；
- (5)按第 2.5.16 条规定的有关轴承安装记录；
- (6)发电机穿转子签证书；
- (7)联轴器找中心记录；
- (8)轴颈扬度记录；
- (9)磁力中心线记录(包括励磁机)；
- (10)空气间隙记录(包括励磁机)；
- (11)风扇间隙记录；
- (12)风挡间隙记录；
- (13)发电机定子最后封闭签证书；
- (14)各隔绝轴电流部位的绝缘电阻值记录；
- (15)冷却器水压试验签证书；
- (16)冷却器堵管部位记录；
- (17)风室最后封闭签证书；
- (18)励磁机轴头径向晃度与末端轴承抬高值记录；

氢冷发电机还应具备以下安装技术文件：

- (19)密封瓦检查和安装记录；
- (20)密封油系统设备检修安装记录(按本篇第 4.8 节)；
- (21)转子通风孔堵塞物全部取出签证书；
- (22)发电机气体系统整套严密性试验记录；

双水内冷发电机还应具备以下安装技术文件：

- (23)发电机定子水压试验记录；
- (24)发电机转子水压试验记录；
- (25)转子进水短管和进水套的轴向间隙及其端部径向晃度记录；
- (26)出水支座灌水及迷宫水挡间隙记录(作灌水试验时)；

(27)冷却水箱清扫及最后封闭签证书；

(28)发电机冷却水系统冲洗合格签证书。

水氢氢冷发电机除应具备氢冷发电机的有关技术文件外，还应具备上列第 23、27、28 项安装技术文件。

## 4 调节系统和油系统

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 本章适用于汽轮机的主油泵、调节机构、汽门及传动机构、保护装置、油系统、发电机氢冷密封油系统、油净化装置及电调的液压系统的施工及验收工作

**4.1.2** 调节系统及油系统各部件解体、检查、组装时，除应符合本篇第 1.4 节的有关规定外，还应符合下列要求：

(1)调节保安部套的解体检查和组装工作，应在划出的洁净的专用区域内进行。

(2)主要部件从拆卸、保管到组装，应由专人负责到底。

(3)对于可调整的螺母、螺杆、连杆长度、弹簧压缩尺寸、蝶阀等主要部件行程及有关间隙等，应在拆卸前测量记录制造厂的原装尺寸，并据此进行组装。当拆卸时的记录与出厂记录或图纸要求出入较大且有怀疑时，经研究后可重新调整，并作出最后组装记录。

组装时各部件钢印标记应与拆卸时相符。

(4)对于各精密部套的清洗应使用汽油或类似的溶剂、清洗液，用净布擦拭(不得使用棉纱)干净后收存或组装前应加洁净的汽轮机油。

(5)部件的各孔、道应按图纸核对，其数量、位置及断面均应正确并畅通。

(6)波形筒应进行渗油试验，经 24h 不漏。

(7)弹簧应无裂纹、锈蚀、损伤和变形，端面应平整。

(8)组装时，对各滑动部分作全行程试动作应灵活，各连接部分的销轴应不松旷，不卡涩。滚动轴承、泵轴等转动零部件，用手盘动时应能轻快地转动。

(9)各连接部分和固定的销钉、保险垫圈、开口销、锁紧螺母、紧固螺钉等均应装好、紧固并锁好。开口销应无裂纹，保险垫圈应有足够的厚度，翻边后不得有裂纹。

(10)通油部分的各内部结合面、滑动面涂以清洁的汽轮机油，不通油的各滑动面、啮合面、活动关节、轴承和螺栓应按不同工作条件分别涂擦合适的润滑剂。

(11)各结合面、密封面均应接触良好，无沟通内外边缘的沟痕，丝扣接头应严密不漏，垫料和涂料应选用正确(参见附录 D)。

(12)暂不组装的部套，应用洁净的塑料布或细密布料包好，收存。

### 4.2 离心式主油泵

**4.2.1** 离心式主油泵的检查和组装应符合下列要求：

(1)泵壳水平结合面应接触严密，紧 1/3 螺栓后用 0.05mm 塞尺检查应塞不进，水平结合面一般不使用垫料；

(2)叶轮与轴及其连接键均应配合紧密，无松动；

(3)固定叶轮轴向位置的锁紧螺母应有防止松脱的装置；

(4)轴颈的径向晃度一般应不大于 0.03mm，叶轮密封处的径向晃度一般不大于 0.05mm；

(5)叶轮密封环和泵轴油封环间隙应符合制造厂规定，密封环与外壳间一般无紧力，

其间隙值不应大于制造厂规定；

(6)密封环与叶轮端面的轴向间隙一般为 2~3mm,当主油泵轴与汽轮机轴为刚性连接且汽轮机推力轴承位于中轴承座时,冷态调整轴向间隙应考虑热态下高压转子相对膨胀值；

(7)轴瓦的检查应符合本篇第 2.5.1 条的有关规定,轴瓦间隙和紧力应符合制造厂规定；

(8)推力轴承的油楔应正确,推力间隙一般为 0.12~0.18mm；

(9)主油泵出口止回阀应动作灵活不卡涩,启动排油阀的活塞应灵活,没有启动排油阀的止回阀阀蝶上应有排油孔；

(10)联轴器的检查应符合本篇第 2.6.3 条的有关规定。

**4.2.2** 当泵壳底部和轴承座结合面有油路通过时,结合面间的整块钢制调整垫片与泵壳及轴承座之间的结合面,在压力油口周围应接触均匀,紧 1/3 螺栓后,用 0.05mm 塞尺检查各结合面均不得塞入,各结合面间一般不允许再加其他垫片。

**4.2.3** 主油泵转子与汽轮机转子联轴器找中心的允许偏差及补偿值,应符合制造厂规定,当主油泵为抗振轴时,应将实心轴与空心轴套调整到同心位置,固定后进行找中心。

**4.2.4** 主油泵转子与汽轮机转子为直接刚性连接时,应检查主油泵进油侧油封处的轴端径向晃度,一般不应大于 0.05mm。当调整汽轮机转子汽封注窝中心时,也应同时检查主油泵转子在泵壳内的中心,使密封环的间隙符合要求。

**4.2.5** 离心式主油泵安装完毕后提交验收时,应具备下列安装技术记录：

(1)叶轮密封环径向和轴向间隙及紧力记录；

(2)泵轴油封环间隙记录；

(3)支持轴承间隙及紧力记录；

(4)推力间隙记录；

(5)轴颈的径向晃度、叶轮密封环处的径向晃度、进油侧油封处轴端晃度记录；

(6)挠性联轴器各项间隙记录；

(7)联轴器找中心记录。

### 4.3 调节机构

**4.3.1** 旋转阻尼调速器的旋转阻尼部分的安装,应符合下列要求：

(1)阻尼管应固定牢固,旋转阻尼体与轴应可靠地紧固。

(2)油封圈钨金应无脱胎和剥落,其螺旋槽的方向应符合阻止油流泄漏的要求。油封圈的径向总间隙一般应为 0.05~0.13mm,轴向间隙应不大于 0.03mm,扣盖后阻尼体转动应灵活。

(3)检查调节油压的针形阀,阀杆应有足够的调节长度。

**4.3.2** 旋转阻尼调速器的放大器的安装应符合下列要求(图 4.3.2)：

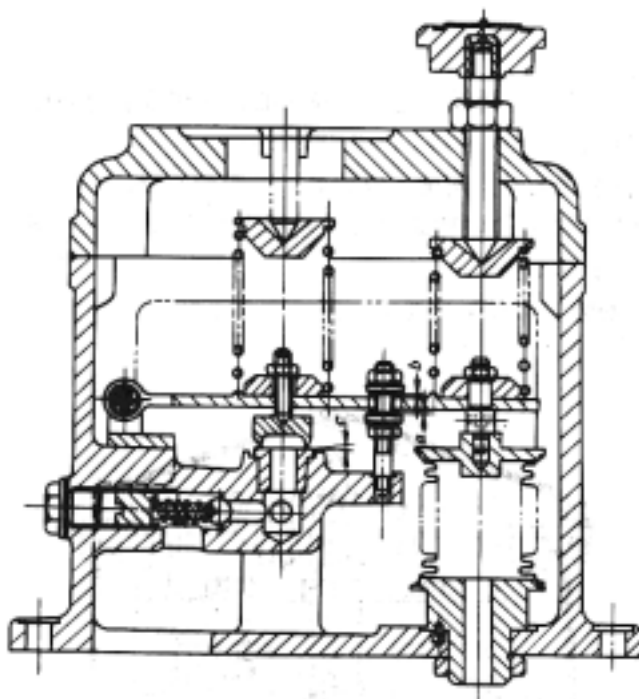


图 4.3.2 放大器示意图

- (1)蝶阀阀口、阀座平面应光滑平整无伤痕。
- (2)杠杆位置的固定应保证蝶阀与阀座同心，且波形筒无扭曲。
- (3)杠杆处于水平位置时，上下限位螺母与杠杆的间隙  $a$ 、 $b$  以及蝶阀间隙  $c$ ，应符合制造厂的规定。蝶阀间隙  $c$  应记入安装记录，限位螺母应锁紧。
- (4)主辅同步器弹簧的中心应分别与其调整螺杆对正，以免将弹簧压偏。
- (5)过滤器片应组装正确。刮片式过滤器的滤芯应能用手柄转动。

**4.3.3 径向钻孔式脉冲泵的安装，应符合下列要求(图 4.3.3)：**

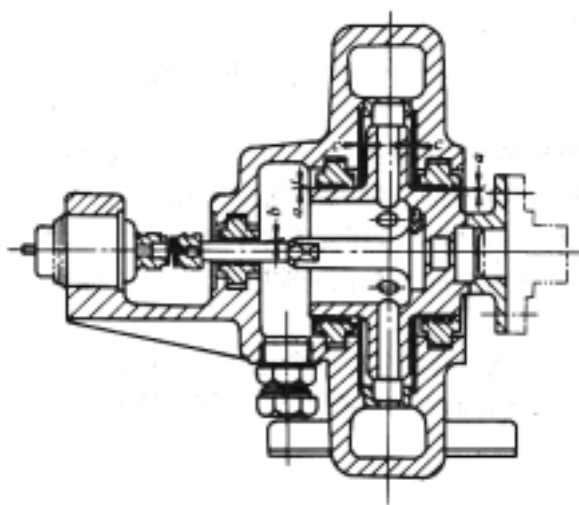


图 4.3.3 径向钻孔泵示意图

- (1)油封环径向间隙应符合图纸规定，一般中油封环和后油封环径向总间隙  $a$  为  $0.05 \sim 0.13\text{mm}$ ，前油封环径向总间隙  $b$  为  $0.04 \sim 0.06\text{mm}$ ；

- (2)泵轮两侧面与泵壳的轴向间隙  $c$  应相等，一般为 5mm 左右；
- (3)径向钻孔泵与主油泵的联轴器中心偏差不应大于 0.05mm，导流杆在前油封环外侧处的径向晃度，应不大于 0.03mm。

4.3.4 弹性调速器的安装应符合下列要求(图 4.3.4)：

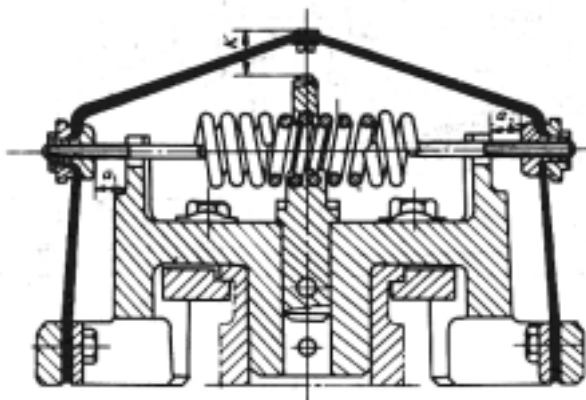


图 4.3.4 弹性调速器示意图

(1)已由制造厂组装并调整好的弹性调速器，一般不作解体，只需测量并记录各部尺寸和间隙，飞锤位置应左右对称( $a_1=a_2$ )，弹簧带与支承间的距离  $K$  应符合制造厂规定；

(2)弹簧带正对随动滑阀喷嘴的调速块平面应光洁平整，并与喷嘴轴线垂直；

(3)检查弹簧座，应无松动并锁紧。

4.3.5 同步器的安装应符合下列要求：

(1)涡轮组或齿轮组应咬合良好。

(2)同步器手轮的圈数应符合制造厂的规定，摇动手轮时应转动灵活，螺杆应能均匀轻便地移动。

(3)同步器应装有行程指示器，指示应与内部有效行程相吻合。

(4)离合器弹簧松紧度应调整适当，手动同步器时离合器应能滑动；电动时离合器应无滑动。当同步器位于上下限时应能空转。

(5)螺杆 T 形接头与调速器滑阀端部的挂钩间隙，一般应不大于 0.20mm。

4.3.6 调节机构各滑阀的安装应符合下列要求：

(1)滑阀与滑阀套间的径向间隙、滑阀行程与滑阀的重叠度，以及 200MW 机组超速滑阀的窗口尺寸等都与图纸核对并应符合要求，滑动配合部件都应滑动灵活，一般的径向间隙应符合表 4.3.6 的规定；

(2)随动滑阀喷嘴的端面与弹性调速器调速块的间隙  $K$ (图 4.3.4)，应符合制造厂的出厂记录，并应记入安装记录；

表 4.3.6 滑 阀 径 向 间 隙

| 滑 阀 型 式 | 滑 阀 直 径<br>(mm) | 径 向 总 间 隙<br>(mm) |
|---------|-----------------|-------------------|
| 一 般 滑 阀 | $\phi 30$       | 0.06~0.10         |

|        |                                                   |           |
|--------|---------------------------------------------------|-----------|
|        | $\phi 40$<br>$\phi 60$<br>$\phi 70$<br>$\phi 100$ | 0.07~0.12 |
| 自动就中滑阀 | $\phi 60$                                         | 0.20~0.25 |

(3)继动器与继动器壳体间的径向间隙、继动器蝶阀与油动机滑阀顶部的圆周间隙，均应符合制造厂规定(系指具有旋转阻尼的调速器液压调节系统)。

#### 4.3.7 活塞式油动机的安装应符合下列要求：

- (1)按第 4.1.2 条的规定检查活塞并作记录；
- (2)活塞环应有良好弹性，与筒壁接触良好，接口留有一定间隙。活塞环在活塞槽内的轴向总间隙一般为 0.04~0.08mm。有两个以上的活塞环时，活塞环的开口位置应错开  $90^{\circ}$  ~  $180^{\circ}$ ；
- (3)反馈滑槽应平整光滑，在活塞杆上固定牢固，与滚轮无卡涩；
- (4)具有旋转阻尼的液压调节系统，其继动器上部的静反馈拉簧、动反馈压簧的拉伸、压缩长度和反馈杠杆的支点离继动器中心的距离都应符合图纸规定；
- (5)油动机外壳底部通压力油的结合面应接触良好，在不紧螺栓时用 0.05mm 塞尺不得塞入。结合面垫料应符合第 4.6.23 条的规定；
- (6)按制造厂规定的活塞位置核对油动机就地与远方行程指示器的指示，三者应相符合。

#### 4.3.8 连杆装置的安装应符合第 4.1.2 条的规定，调整连杆长度时，应保证螺栓拧入螺母至少有 1.5 倍杆径的长度。

连杆应无偏斜，连接处应动作灵活无卡涩，并留有符合制造厂规定的膨胀间隙。

#### 4.3.9 齿杆传动装置的安装应符合下列要求：

- (1)齿条与齿轮咬合时，在齿条的全长上齿侧间隙一般为 0.15~0.20mm；
  - (2)齿条背面与导向滚柱之间在全行程都应有 0.30~0.70mm 间隙(较大数值适用于较大机组)；
  - (3)齿条侧面与齿轮托架之间应有足够的间隙，使运行热胀时不致发生摩擦；
  - (4)齿杆在全行程活动中牙齿不应脱开，相对应的牙齿应有钢印标记，接触应良好；
- 油动机及凸轮轴与齿杆连接后，油动机与凸轮两者指示器的零位应相对应，凸轮指示器的制动螺钉应紧固。

#### 4.3.10 启动阀除应按第 4.3.6 条的要求检查外，尚应检查确认滑阀处于不同位置时，内部油路的接通或切断正确，滑阀行程与指示盘刻度相符。

#### 4.3.11 杠杆蝶阀式(波纹管式)调压器的安装，应符合下列要求：

- (1)调压器的压力变换器应符合第 4.3.5 条的规定；
- (2)按第 4.1.2 条和 4.3.2 条的规定进行检查并应符合要求，蝶阀与阀座之间的间隙一般为 0.50mm，此时固定蝶阀的弹簧片应处于自由状态；
- (3)杠杆与限制块之间的间隙一般上下各为 0.15mm。

#### 4.3.12 电液调节系统的液压集装件、高压抗燃油泵、高压滑阀、出厂前已经过调整的电液转换阀等，现场不作拆检，应密封存放。

4.3.13 调速器、调压器、油动机及其传动机构安装完毕后提交验收时，应具备下列安装技术记录：

- (1)旋转阻尼间隙记录；
- (2)蝶阀间隙记录；
- (3)径向钻孔泵各项记录；
- (4)弹性调速器各项尺寸记录；
- (5)随动滑阀与弹性调速块之间的间隙记录；
- (6)油动机各项间隙记录；
- (7)各可调整弹簧、连杆等定位长度记录；
- (8)各节流孔尺寸记录；
- (9)200MW 机组超速滑阀油窗数及油窗实测尺寸记录。

#### 4.4 汽门及其传动机构

4.4.1 自动主汽门、单座式调速汽门、中压联合汽门的进汽部分的安装应符合下列要求：

- (1)对合金钢零件应按本篇第 1.2.8 条的规定进行检验；

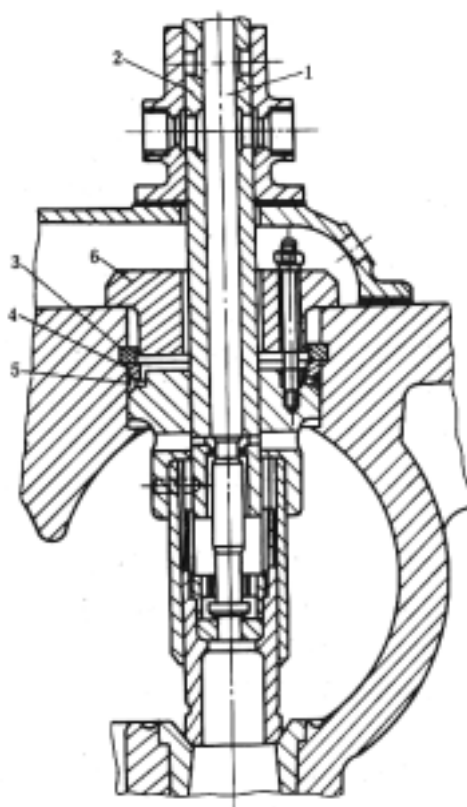


图 4.4.1-1 汽门自密封结构示意图

1—阀杆；2—套筒；3—止动圈；4—压紧圈；5—密封圈；6—小阀盖

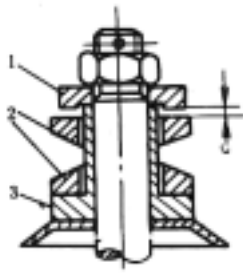


图 4.4.1-2 调速汽门夹紧环间隙示意图

1—压紧垫圈；2—夹紧环；3—衬套

(2)蒸汽过滤网的孔径应正确，滤网孔径不等时，小孔或无孔部分应正对汽室的进汽方向；

滤网与蒸汽室间除应留有膨胀间隙外，尚应有防止滤网转动的装置，膨胀间隙一般为：

周围各点辐向间隙 1.0~1.5mm

端面轴向间隙 1.5~3.0mm

(3)蒸汽室的疏水孔应畅通；

(4)阀盖与阀壳结合面的齿形钢垫片应完好，不应有连通内外边缘的沟槽，对于无垫料的结合面，应在垫圈内有一定宽度的连续接触印迹；

(5)汽室紧固螺栓应符合本篇第 2.4.3 条的要求；

(6)防止阀座自汽室松脱的装置应完好，如为点焊，应无裂纹；

(7)阀蝶、阀座应光洁无伤痕，阀蝶与阀座间用涂色法或划铅笔印法进行检查应严密，不合格时应研究处理；

(8)阀蝶与阀蝶套筒的丝扣应紧固，沿接触平面四周的点焊应牢固；

(9)检查阀杆应无弯曲，阀杆与阀杆套(或阻汽圈)的各间隙、行程均应符合图纸要求，阀杆与阀杆套的直径间隙一般为 0.30~0.40mm，阻汽圈沿杆长方向的总间隙一般应为 2~3mm，导汽圈上的疏汽孔与阀杆套上的疏汽孔应对正；

(10)阀体与导向套筒的间隙应符合图纸规定；

(11)紧固主汽门和调速汽门汽室盖的螺栓和自密封结构的小阀盖的螺栓时应防止紧偏(图 4.4.1-1)；

(12)高温高压汽门蒸汽室螺栓应按制造厂的要求进行热紧；

(13)各调速汽门必须按图纸的位序安装，不得任意倒换；

(14)调速汽门夹紧环与框架的结合球面及与衬套的结合平面，均应接触良好，上部夹紧环与压紧垫圈的间隙  $c$ ，一般为 0.04~0.06mm(图 4.4.1-2)；

(15)阀门解体后，各阀杆必须妥善放置，防止变形弯曲和损伤。

**4.4.2 主汽门、中压联合汽门的操纵座解体检查时，应符合下列要求：**

(1)拆卸和装配弹簧时，必须使用长的压簧螺栓等专用工具；

(2)活塞行程必须大于阀蝶行程，两端各有余量；

(3)冷却水室应无裂纹、砂眼等缺陷，进出水管的螺纹接头应完好无损。遇有可疑缺陷，



水室应按工作压力的 1.25 倍进行水压试验，保持 5min 应无渗漏。

**4.4.3 提板式调速汽门的安装**应符合第 4.1.2 条和第 4.4.1 条的有关规定外，还应符合下列要求：

(1)每个阀蝶的升程和提升杆上滑块的行程，都应符合要求并记入安装记录，提升杆上滑块的行程必须保证最末一个阀蝶能全开；

(2)调速汽门全部关闭时，提升杆上的滑块与蒸汽室盖之间应保持制造厂规定的间隙，一般为 1~2mm，以保证调速汽门在热态下能关闭严密，此时油动机活塞必须有一定的富裕行程；

(3)在蒸汽室上安装提板时，必须特别注意提板的方向不得装反，调速汽门的位序不得装错。

**4.4.4 主汽门和中压联合汽门的安装**应符合下列规定：

(1)汽门的标高及中心线位置应符合设计图纸规定，偏差不得超过 10mm；

(2)汽门座与框架应接触密实，连接牢固并装好定位销；

(3)需移动汽门冷拉导汽管时，应在导汽管安装及焊缝热处理完毕后按设计值进行，冷拉时汽门应平直移动；

(4)大型机组高压汽阀在座架上的安装，其固定方式和膨胀方向等应符合制造厂规定。

**4.4.5 凸轮传动装置的安装**应符合下列要求：

(1)各凸轮的方位、线型、排列次序应正确。

(2)在冷态及轴受热膨胀时，凸轮轴与轴承在轴向均应留有一定间隙。

(3)各段凸轮轴找中心时，一般圆周及端面的偏差不应超过 0.10mm，同时应以转动灵活为准。

(4)汽缸与凸轮轴支架间的结合面和滑动槽应平整，能保证膨胀自如，其死点的定位销必须稳固可靠。一般滑动槽间隙为 0.04~0.08mm，联系螺栓垫圈间隙为 0.04~0.06mm 联系螺栓与螺栓孔间在膨胀侧应有足够的间隙。

(5)调速汽门杠杆的滚子与凸轮基圆间的间隙，应在冷态按制造厂规定调整，并在汽轮机满负荷后的热态且在调速汽门关闭的情况下，凸轮基圆与滚子间仍保持 0.05~0.20mm 间隙。

**4.4.6 调速汽门的连杆和杠杆传动装置的安装**应符合下列要求：

(1)各阀的开启顺序应正确，在油动机活塞处于零位且预启阀及主汽阀均关闭的情况下，各阀连杆销轴的各部间隙应符合制造厂规定；

(2)阀杆与弹簧支座的球形接头应保持 0.1mm 的活动间隙并转动灵活；

(3)组装双层弹簧时，内外圈弹簧的末端位置应错开 180°，以减少不平衡力。

**4.4.7 回转隔板转动装置安装时**，花键传动轴端部的盘根室及其他可能自汽缸漏汽的部位，都应加好填料或垫料，盘根室下部应有疏水孔并畅通。

汽轮机最后扣盖前，回转隔板与油动机的连接应按本篇第 2.7.5 条的规定进行。

**4.4.8 汽门及其传动机构安装**完毕后提交验收时，应具有下列安装技术记录：

(1)阀杆与阀杆套间隙记录；

(2)阀杆空行程、预启阀行程及阀蝶行程记录；

(3)高温高压零件光谱分析记录及汽室螺栓硬度记录；

(4)调速汽门杠杆的滚子与凸轮基圆间隙记录。

#### 4.5 保护装置

4.5.1 保护装置中的各滑阀应符合本章第 4.3.6 条的规定。

4.5.2 保护装置的各项表计和电磁传感元件安装前应经热工仪表专业人员检查合格。

4.5.3 危急遮断器的安装应符合下列要求：

(1)拆卸危急遮断器前，应记下固定弹簧紧力的螺母位置，并须按原位装复锁紧。如有两个危急遮断器，两组的任一部件不得混淆调换。

(2)飞锤或偏心环的最大行程应符合制造厂规定。

(3)危急遮断器轴端的径向晃动一般不应超过 0.03~0.05mm。

(4)对 100MW 及以上的机组，宜在安装前对危急遮断器的动作转速在试验台上进行试验和调整。

4.5.4 危急遮断器的脱扣杠杆的安装，应符合下列要求：

(1)脱扣杠杆咬合切口的咬合角度和深度应正确，咬合处应无损伤；

(2)脱扣杠杆与飞锤或偏心环的间隙一般应为 0.8~1.2mm。

4.5.5 危急遮断器的喷油试验装置的安装应符合下列要求：

(1)喷油管应清洁畅通，与危急遮断器的进油室应对正，并注意检查在转子最大胀差范围内，其相对位置仍能满足试验要求，喷嘴与进油室的间隙应符合要求。

(2)用试验拉杆控制脱扣杠杆及喷油滑阀的系统，在危急遮断器、危急遮断油门、脱扣杠杆及试验拉杆安装定位后，应试动作并符合下列要求：

①试验拉杆应能准确地控制与飞锤相应的危急遮断油门的断开或投入，以及喷油滑阀的相应通油或断油，且指示正确；

②控制销应能可靠地固定住试验拉杆的位置。

(3)直接用危急遮断试验油门进行充油试验的系统，应试动作并符合下列要求：

①试验滑阀旋转方向的指示及油路的切换，都应与危急遮断器的试验顺序核对无误；

②不进行充油试验时，指示销钉应能可靠地防止试验滑阀转动或拉动。

4.5.6 危急遮断指示器的安装应符合下列要求：

(1)机械杠杆式指示器的触头、电指示的发讯器与危急遮断器之间的间隙应符合图纸的规定；

(2)用安全油顶起活塞及弹簧的指示器，其活塞及指示器杆应动作灵活无卡涩，安全油管应严密不漏并清洁畅通。

4.5.7 轴向位移及差胀保护装置的脉冲元件(发送器及喷油嘴等)的安装调整，应在汽轮机推力轴承位置及间隙确定后进行，脉冲元件相对于汽轮机转子零位的位置应符合制造厂规定。

4.5.8 电磁式轴向位移及差胀保护装置的安装应符合下列要求：

(1)发送器铁心与主轴上的凸缘在轴向和径向的位置和间隙均应符合制造厂的规定，内部位置应与外部指示相对应；

(2)发送器的引出电缆绝缘应无损伤，在通过轴承座外壳处应不漏油；

(3)发送器的安装和调整工作应由汽轮机及热工仪表专业人员配合进行，调整后应使就

地指示表回到零位，并将调整杆锁定。

**4.5.9** 液压式轴向位移保护装置的安装应符合第 4.1.2 条的有关规定。其喷油嘴与转子端面的正常工作间隙、节流孔尺寸等应符合图纸要求。

**4.5.10** 手动危急遮断装置的手柄应有保护罩，定位弹子应能将滑阀位置正确定位。

**4.5.11** 磁力断路油门及电超速保护装置的滑阀应动作灵活且不松旷，滑阀上的空气孔应畅通，铁芯和滑阀的连接应牢固。

**4.5.12** 微分器的主滑阀、延迟滑阀等部套应滑动灵活，主滑阀与延迟滑阀的重叠度应符合制造厂规定，一般为 0.50mm 左右。

**4.5.13** 机械式容量限制器的安装应符合下列要求：

(1) 涡轮组、齿轮的牙齿应接触良好，并转动灵活。

(2) 容量限制器全部投入时，传动杆端部的位置应符合制造厂规定。当容量限制器全部断开时，不应影响被其限制的滑阀的全行程动作。

(3) 离合器的弹簧松紧应适当，手动容量限制器时离合器应能滑动，电动时离合器应无滑动。

**4.5.14** 液压式容量限制器的蝶阀应安装正直，阀口光滑无伤痕，止回阀的钢球与阀座应接触良好，调整弹簧紧力的手轮应有锁定装置。

**4.5.15** 低油压保护装置和低真空保护装置的安装应符合下列要求：

(1) 活塞应动作灵活；

(2) 波形筒应严密不漏，与波形筒相连的继电器杆应能沿轴向活动自如；

(3) 弹簧预压(预拉)量应符合图纸要求；

(4) 低油压继电器的油室、低真空继电器的汽室，应严密不漏。

**4.5.16** 防火油门滑阀应灵活，延迟高压油截断时间的逆止钢球和排油小孔的位置、数量和尺寸，应与图纸相符。

**4.5.17** 对于超速监测保护，振动监测保护，轴向位移监测保护等电子保护装置，应配合热工人员装好发送元件，做到测点位置正确，试验动作数字准确，并将引线妥善引至机外。

**4.5.18** 汽轮机各项保护装置安装完毕后提交验收时，应具备下列安装技术记录：

(1) 危急遮断器固定弹簧紧力的螺母位置记录；

(2) 危急遮断器脱扣杠杆与飞锤或偏心环之间的间隙记录；

(3) 电磁式轴向位移及差胀保护装置的发送器与主轴凸缘间轴向和辐向间隙记录；

(4) 液压式轴向位移保护装置的喷油嘴与主轴凸缘的间隙记录。

## **4.6 油 系 统**

**4.6.1** 油系统设备和管道的施工应贯彻专责制，对各结合面的连接封闭施工人员应负责到底。

**4.6.2** 油系统设备及管道上法兰密封面的垫料、涂料的选用与施工要求，以及对焊接的要求，均应符合本节油管道施工的有关规定。

**4.6.3** 对制造厂供货的油系统及设备，除制造厂有书面规定不允许解体或特殊结构解体后有损坏可能者外，一般都应解体复查其组装的清洁程度，对不清洁部套必须彻底清理，确认没有残留的铸砂、杂质和污物，确保系统内部清洁。

**4.6.4** 油箱安装前应进行下列检查并应符合要求：

(1)外观无显著硬伤，各部焊缝无开裂或漏焊情况。对油箱内部的焊缝和由型钢组成的框架拼缝应全部用电焊密封。

(2)内部各隔板、滤网应与图纸相符，各油室间应无短路。

(3)油箱各处开孔应与图纸相符，如需增补、变更、应在油箱灌水试验前作好。

(4)法兰内外口与油箱应焊接良好，栽丝孔应不穿透油箱壁。

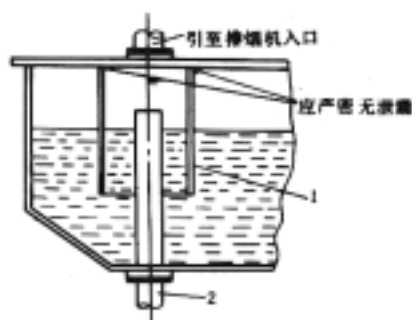


图 4.6.4 密封瓦排油管隔离套筒示意图

1—隔离套筒；2—密封瓦回油管

(5)滤网应清洁无破裂，滤网与框架应结合严密，油流不短路，并能在框架上灵活拆装。

(6)密封瓦排油管插入油箱内的隔离套筒图 4.6.4)与箱壁间的焊缝应严密无泄漏。

(7)油箱应作灌水试验经 24h 无渗漏。试验前，除与管道或设备连接的法兰允许加临时堵板外，其他开孔都应装好插座等附件和正式堵板，并加好垫料及涂料，灌水试验后箱内应擦干并作临时防腐后封闭。

(8)油箱内部应彻底清理干净，内壁应有不溶于汽轮机油的油漆，并应无起皮或脱落现象，脱落部分应补刷。

4.6.5 油箱就位安装时，纵横中心线和标高的允许偏差为 10mm，油箱上安装立式油泵的平面应保持水平。

4.6.6 用吊杆悬吊的油箱，其吊耳与油箱须焊接牢固，吊杆螺栓需用锁紧螺母防松。

4.6.7 油箱油位计的安装应符合下列要求：

(1)浮筒应浸油检查不漏。

(2)指示杆应无弯曲，组装在浮筒上应牢固、垂直。

(3)油位计必须安装牢固、垂直，浮筒及标示杆上下动作应平稳、灵活。

(4)装设在油箱外的油位计，其连接管及法兰口的通径不得小于设计尺寸，一般不应小于 50mm，连接管不得有形成空气囊的可能。小油箱的顶面必须安装到与油箱盖齐平，以保证油位计的正常工作。

(5)油位计指示刻度的范围和“正常”、“最高”、“最低”油位标志都应符合制造厂规定。

4.6.8 油箱事故排油管应接至设计规定的事故排油井，在机组启动试运前应正式安装完毕并确认畅通。

4.6.9 注油器的检查与安装应符合下列要求：

(1)喷嘴及扩散管的喉部直径、喷嘴至扩散管喉部距离等，都应符合图纸要求并记入安装记录；

(2)喷嘴及扩散管应组装牢固，各连接螺栓应锁紧，吸入口应在油箱最低油位以下，吸入口的滤网应清洁完好。

**4.6.10 排烟机的安装应符合下列要求：**

- (1)机壳应无碰伤、漏焊等缺陷，卧式排烟机机壳的泄油孔应畅通；
- (2)叶片应完好，方位应正确，与外壳应无摩擦且转动平稳；
- (3)入口管上应装有油烟分离器；
- (4)排烟机的出口管口应单独引至厂房外，不使其扩散的气流接触有火源和高压电气设备的地方，不直接影响附近的环境卫生，并应设气体取样旋塞及疏油管；
- (5)排烟机支架应平稳牢固，一般沿气流的反方向应有 4/1000 的坡度；
- (6)抽吸密封瓦排油管隔离套筒内含氢烟气的排烟机其叶轮应不是钢质的。

**4.6.11 冷油器的检查和组装除应按第 4.1.2 条的有关规定进行外，还应符合下列要求：**

- (1)冷油器的水侧、油侧、铜管及管板等均应彻底清理干净，不得留有型砂、焊渣、油漆膜、锈污等杂物，管束、隔板与外壳的间隙及油的流向都应符合要求，水室与外壳的相对位置应使冷却水管道的位臵和水流回路相符合。
- (2)管板上的膨胀补偿圈应完整无折痕，大小合适。
- (3)油侧各隔板位置正确，固定应牢固，不得松旷。管束隔板与壳体直径间隙应符合表 4.6.11 的规定。

**表 4.6.11 冷油器管束隔板与壳体径向总间隙**

| 冷 却 面 积<br>(m <sup>2</sup> ) | 径 向 总 间 隙 (mm) |           |
|------------------------------|----------------|-----------|
|                              | 弓 形 隔 板        | 环 盘 形 隔 板 |
| <10.5                        | ≤0.5           |           |
| 10.5~60                      | ≤0.7           | ≤0.9      |
| 60~200                       | ≤0.9           | —         |

- (4)冷油器组装后，其法兰及仪表孔均应严密封闭。
- 4.6.12 冷油器的严密性试验应符合下列规定：**
- (1)油侧应进行工作压力 1.5 倍的水压试验，保持 5min 无渗漏。如作风压试验，其压力应为工作压力。
  - (2)对于带有膨胀补偿器的冷油器，试验时应先采取加固措施，防止损坏补偿器。
  - (3)对于下管板与下水室封闭在油室的冷油器，必须在水侧水压合格后才能装入油室。
  - (4)油侧试压后铜管胀口如有渗漏应补胀，但补胀后胀口应无裂纹，对补胀无效和管壁泄漏的铜管应更换。

**4.6.13 冷油器安装标高及中心线位置应符合设计图纸规定，偏差不得超过 10mm，壳体应垂直，上下偏差不应超过 5mm。**

**4.6.14 滤油器的检查与安装应符合下列要求：**

- (1)滤油器内部应无短路现象；
- (2)滤网的保护板应完好，孔眼应符合制造厂规定，并应无毛刺和堵塞；
- (3)带清扫刮片的滤油器，滤片芯子应能转动；
- (4)用毡滤元作滤网时，固定毡滤元于保护板上的接头应焊牢，相邻两接头应错开 180

°；

(5)滤油器切换阀的阀蝶应严密，阀杆应不漏油，切换位置应在外部有明显标志；

(6)叠片式滤油器各组滤片间的通油方位应正确，安装上盖时应使各组滤片间有一定的紧力，防止油短路。

**4.6.15** 卧式电动辅助油泵的检查和安装除应符合本篇第 7.1、7.2、7.3 节的有关规定外，还应采取措施保证轴密封的严密性，一般可采用耐油橡胶或聚四氟乙烯密封圈作轴封。

**4.6.16** 立式辅助油泵的检查与安装应符合下列要求：

(1)按本篇第 4.1.2 条的有关规定进行检查；

(2)泵轴应无弯曲，如轴弯超过 0.04mm 应予调直；

(3)滤网应清洁无破损，且固定牢固；

(4)油箱盖上承受泵体重量部分应有足够的刚度，否则应研究处理；

(5)油泵安装后主轴应铅直，进、出口法兰方向应正确；

(6)电动机与油泵的找中心和连接应符合第 7.2 节的有关规定。

**4.6.17** 油轮泵的检查 and 安装，除应参照第 4.6.16 条的有关规定外，还应符合下列要求：

(1)喷嘴环与油轮泵之间的密封橡胶圈应完好无损，组装时应涂以制造厂规定的润滑脂，喷嘴环上的挡板及滤网应清洁并固定牢固。

(2)喷嘴环上方的垫板应平整光滑，装到喷嘴环上后，垫板上的平面不应高出泵体排油法兰端面。

(3)油轮泵各部间隙一般应符合下列数值(图 4.6.17)：

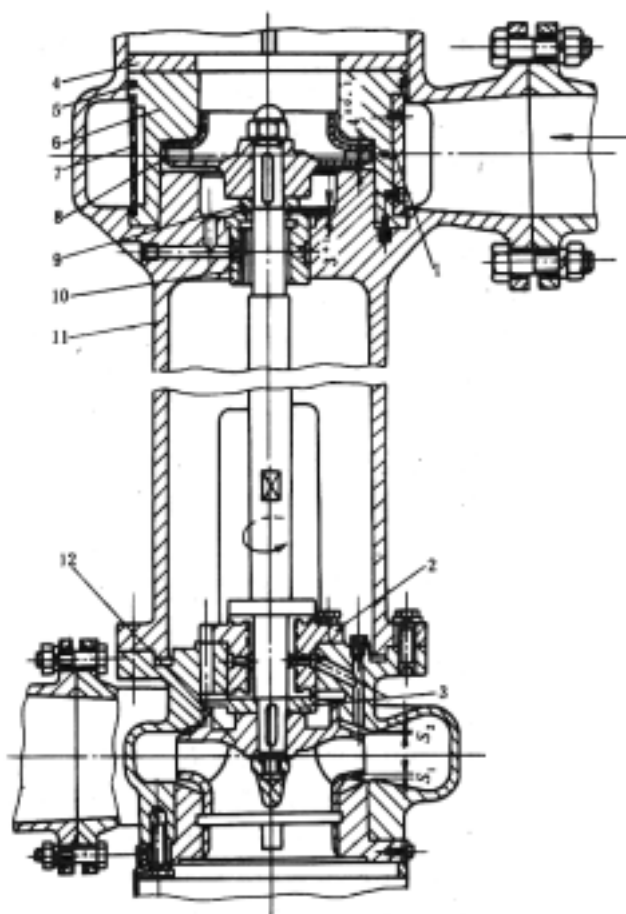


图 4.6.17 油轮泵各部间隙示意图

1—挡板；2—推力轴承；3—调整盘；4—垫板；5—密封圈；6—喷嘴环；  
7—滤网；8—油轮；9—调整垫；10—轴承；11—泵体；12—叶轮

油轮：油轮与喷嘴环之间的每侧径向间隙  $0.65 \sim 0.85 \text{mm}$ ；  
油轮与泵体之间的轴向间隙  $3.9 \sim 4.0 \text{mm}$ ；  
油轮轴上调整垫与轴承端面的轴向间隙  $3.0 \sim 4.0 \text{mm}$ ；  
油泵：油泵吸入室与叶轮吸入侧每侧径向间隙  $0.08 \sim 0.12 \text{mm}$ ；  
油泵蜗壳与叶轮压力侧每侧径向间隙  $0.08 \sim 0.12 \text{mm}$ ；  
油泵蜗壳与叶轮轴向间隙  $s_1$  与  $s_2$  允许差值  $\leq 0.07 \text{mm}$ ；  
推力间隙  $0.12 \sim 0.15 \text{mm}$ ；  
轴瓦：径向总间隙  $0.08 \sim 0.15 \text{mm}$ 。

(4)油泵组装时，所有螺栓均应加装锁紧垫圈，组装完毕后油轮泵体与盖板间的连接螺栓应按制造厂规定进行点焊。

**4.6.18** 油系统管道施工及验收工作的一般要求应参照本规范《管道篇》有关规定执行。

**4.6.19** 油系统管道的管材，管件材质及制作应符合下列要求：

- (1)大口径管系上的弯头应采用热压弯头，不宜使用冷作弯头， $D_g 50$  以下应采用冷弯管，不得使用灌砂热煨弯管；
- (2)变径管应采用锻制式，大管径可采用钢板焊制，禁止使用抽条冷作变径管；

- (3)  $D_g25$  的三通尽量采用机制的，配制的三通应认真清除焊渣、焊瘤、药皮等杂物；
- (4) 油管的法兰应尽量使用对焊短管法兰，使法兰焊接时不产生变形，用于公称压力低于  $10(p_g \text{ 值})$  的法兰，一般应比其工作压力相应的等级提高一级；
- (5) 压力油系统管道都应使用钢质阀门，压力油管应使用无缝碳素钢管；
- (6) 除与设备连接必需外，一般不采用活接头连接。

**4.6.20 油系统管道安装最好采用“一次组合法”，即将油管道中的大部分连接法兰取消，改为焊接，并将管道一次焊接安装好，不再拆卸，其主要施工程序为：**

配制短管法兰及管件油管及管件酸洗焊接安装油管冲洗循环。

- (1) 管子、管件应先进行彻底清理，最好作碱洗、静泡、酸洗、水洗、钝化、压缩空气吹干，并将管口密封保管，管内不得涂油；
- (2) 采用系统循环酸洗时，回路中不得有支路死角妥善在高点排除空气，最低点应装排放阀，确保系统能充满和排尽溶液；
- (3) 酸洗时应由化学人员配合试验，确保酸洗及钝化质量；
- (4) 酸洗时应采取必要的安全防护措施。

**4.6.21 油管道阀门的检查与安装应符合下列要求：**

- (1) 事故排油阀一般应设两个闸阀，靠油箱的一个应为钢质的。事故排油阀的操作手轮应设在运转层距油箱 5m 以外的地方，并有两个以上的通道。手轮应设玻璃保护罩。
- (2) 阀门应有明确的开关方向标志，应采用明杆阀门，不得采用反向阀门。
- (3) 管道上的阀门门杆应平放或向下，防止运行中阀蝶脱落切断油路。
- (4) 阀杆盘根宜采用聚四氟乙烯碗形密封垫。
- (5) 特殊阀门(减压阀、溢油阀、过压阀、特殊止回阀等)应按制造厂规定检查其严密性、各部间隙、行程和调整尺寸应符合图纸要求，并记入安装记录。

**4.6.22 油管系统管件的安装应符合下列要求：**

- (1) 高压调节油管一般应采用对焊法兰；
- (2) 油管法兰的密封面均应平装光洁，接触均匀并不得有贯通密封面内外缘的沟痕，接触不良时应进行机加工或修刮；
- (3) 伸缩节的安装方向应正确。

**4.6.23 油管道的安装应符合下列要求：**

- (1) 油管道应尽量减少法兰接口和中间焊口，并确保油管内清洁，管子焊接前必须经施工负责人检查内部已彻底清理干净，才允许施焊，焊接应采用氩弧焊打底， $D_g50$  以下油管应采用氩弧焊接，按本规范《焊接篇》的规定进行无损探伤，确保焊口不漏。
- (2) 无氩弧焊条件的，可用套管焊接代替对焊连接。
- (3) 油管的焊接应由合格的中压或高压焊工担任，焊缝的坡口，间隙应符合本规范《焊接篇》的规定。
- (4) 进油管应向油泵侧有  $1/1000$  的坡度，回油管应向油箱侧倾斜，坡度不小于  $5/1000$ ，有条件的以  $30/1000 \sim 50/1000$  为好。
- (5) 调节油管道应无死头或中间弓起的管段，防止窝存空气。
- (6) 油管与基础、设备、管道或其他设施应留有膨胀间距，保证运行时不妨碍汽轮机和



油管自身的热膨胀；与膨胀较大的设备部件或管道连接的小油管应考虑膨胀补偿。

(7)油管外壁与蒸汽管保温层外表面一般应保持不少于 150mm 的净距，距离太小时应加隔热板，对于运行中经常存有静止油的油管，应加大距离，在主蒸汽管道及阀门附近的油管，不宜设置法兰。

(8)管子和阀门的荷重应由支吊架承受，一般不得承受在设备上或油管接头上。

(9)油管道的法兰结合面应使用质密耐油并耐热的垫料(参见附录 D)，不得使用塑料或胶皮垫。垫片厚度对调节油一般不超过 0.5mm，对润滑油或回油一般不超过 1.0mm。垫片应清洁、平整、无折痕，其内径应比法兰内径大 2~3mm，外缘应与法兰螺栓内缘相接。

(10)油管道(设备)各法兰结合面与垫片，宜使用密封胶作涂料，涂抹应均匀薄，不使挤入管口内。

(11)油管法兰连接应无偏斜，不得强力对口，法兰螺栓必须对称地均匀紧固。

(12)油系统管道未全部安装接通时，对油管敞口部分应临时严密封闭。

(13)套装的油管道应尽可能在现场组装焊接，套装式油管内部每根油管都必须用氩弧焊或套管焊接连接。对在制造厂组装成件的套装油管可能由用户到工厂监制，确保清洁，安装前仍须复查组件内部的清洁程度，确保部件、支架等清洁、无任何焊渣、锈皮、泥砂等杂物，对于已经涂有漆层的套装油管，必须认真检查油漆层的牢固性和漆层下面的清洁程度，确保运行后不产生漆层脱落和出现杂质，并应检查套管内支架管卡，都应牢固固定。

(14)对汽轮发电机需隔绝轴电流的各部位与油管连接时，应注意加装必要的绝缘件，组装前应检查绝缘件完好无损，并应安装正确。为便于测量绝缘，可装设双道绝缘法兰。

(15)用锁母接头连接的油管应符合下列要求：

①锁母接头必须用整块金属制成，不得使用焊接的锁母接头，配制时凸肩处应有倒角；

②球形口的锁母接头须涂色检查，其接头应严密；

③平口锁母的接头处，最好加经过退火的紫铜垫，厚度为 1.0mm 左右；

④一般不宜采用管螺纹接头，如需使用时宜采用聚四氟乙烯带作垫料；

⑤管子接头处应呈自由状态，无强制连接情况。在对口严密压紧的情况下，锁母接头应有富裕的螺纹。

**4.6.24** 对油管的焊接质量应进行严格检查。检查时可根据不同的施工情况分别采取下列方式进行：

(1)油管试组装后需要拆下进行清扫的，应在清扫前做水压试验，一般调节油管试验压力为工作压力的 1.5~2 倍，润滑油管试验压力为 0.5MPa，回油管试验压力为 0.2MPa 保持 5min 应无渗漏。

(2)经采取有效措施后可实现一次性安装的油管，其焊缝质量可用渗透液检查或按本规范《焊接篇》的规定进行检查，确保通油后无渗漏。

**4.6.25** 每根油管的内壁都应彻底清扫，不得有焊渣、锈污、剩余纤维和水分。清扫时最好采用化学酸洗法。

**4.6.26** 油管清扫封闭后，不得再在上面钻孔、气割或焊接，否则必须重新清理、检查和封闭。

**4.6.27** 抗燃油系统管道施工，除应符合第 4.6.20 条、第 4.6.21 条、第 4.6.24 条油管规定外，还应符合下列要求：

- (1)高压抗燃油系统的管路、接头、油箱等的材质均为不锈钢，不得采用铜质材料；
- (2)抗燃油管路及部件的清洗不得使用氯化物溶剂，管路安装前用蒸汽冲洗干净，并用无油压缩空气吹干；
- (3)所有不锈钢管路须用锯割，不得使用砂轮切管机或火焰切割、管端必须光洁无毛刺；
- (4)螺纹接头处用聚四氟乙烯带做密封料，包缠时，螺纹端部前两扣不包；
- (5)抗燃油系统密封圈采用氟橡胶圈。

**4.6.28** 油管法兰和其他容易漏油的连接件在下列情况下应装设防爆油箱、防爆罩等隔离装置：

- (1)靠近高温管道或处于高温管道上方的油管密集处应设防爆油箱；
- (2)漏油后油有可能喷溅到高温管道和设备上及没有封闭设施的发电机引出线上的油管法兰或接头处应设上下对分的法兰罩，罩壳最低点应装设疏油管，引至集油处。

**4.6.29** 油系统的隔离装置安装应符合下列要求：

- (1)铁板应平整，结构和支撑应牢固；
- (2)底部应有倾斜坡度，在最低位置应接有足够通流面积的疏油管，管子入口应加篦子；
- (3)防爆油箱灌水至 100mm 左右高度应无渗漏。

**4.6.30** 顶轴油管的安装除应符合第 4.6.23 条的规定外，还应符合下列要求：

- (1)油泵进出口与油管的连接应正确。
- (2)安装前管子、接头和轴瓦孔道均应吹扫干净。
- (3)尺量减少管子接头并应采用套管焊接，由高压合格焊工施焊。
- (4)接至轴瓦上的顶轴油管均应考虑膨胀补偿；每根管上的阀门与单向阀均应严密不漏。
- (5)顶轴油泵的安装位置应使油泵入口保持一定压力，入口应加滤网。
- (6)通向每一轴承的顶轴油管上应装设顶轴油压表，并应装有单向节流阀。油压表应经校验合格，表管应有阻力圈。
- (7)顶轴油泵体上部的漏油口应接管至回油容器，该管应尽量减小阻力。
- (8)顶轴油管与发电机后轴承座连接时应绝缘，绝缘接头应有足够的强度。

**4.6.31** 油系统安装完毕后提交验收时应具备下列安装技术文件：

- (1)油箱灌水试验签证书；
- (2)油箱最后封闭签证书；
- (3)冷油器严密性试验记录；
- (4)辅助油泵各项间隙记录；
- (5)油管焊缝严密性试验签证书。

## **4.7 氢冷发电机的密封油系统**

**4.7.1** 密封油系统设备和管道施工及验收工作的一般要求，应符合第 4.6 节的有关规定。

**4.7.2** 齿轮式密封油泵的检查应符合下列要求：

- (1)泵盖、泵壳端部和轴承的润滑油槽通路，以及齿轮的中心油孔均应正确并畅通；
- (2)牙齿应接触良好，齿侧间隙一般为 0.15~0.30mm，最大为 0.50mm，齿顶间隙应符合设计要求；

- (3)齿轮与轴的配合应紧密无松动；
- (4)轴瓦与外壳或端盖应配合紧密无松动，并应有防止转动的装置；
- (5)轴瓦间隙为轴颈直径的  $1.2/1000 \sim 3/1000$ ,但不得小于 0.10mm；
- (6)外壳与齿轮之间每侧的径向间隙，应不小于油泵轴承的间隙，一般为 0.10~0.25mm；
- (7)油泵外壳与端盖的结合面因接触良好，在紧好全部螺栓的情况下用 0.05mm 塞尺应塞不进。

泵盖与齿轮端部的轴向总间隙为 0.10~0.25mm，此间隙可用垫片厚度来调整。

**4.7.3** 齿轮油泵与电动机的联轴器找中心的允许偏差(对面读数差的最大值)，在圆周及端面均应不大于 0.10mm。

**4.7.4** 离心式密封油泵的检查与安装，应符合本篇第 7.1~7.3 节的有关规定。

**4.7.5** 螺杆式密封油泵的检查应符合下列要求(图 4.7.5)：

- (1)主动螺杆的中心油孔应清洁畅通；
- (2)螺杆泵的内部间隙应符合制造厂规定，一般间隙值应按表 4.7.5 的规定；

**表 4.7.5 螺杆泵的内部间隙(mm)**

| 间隙部位         | 泵型号       |           |
|--------------|-----------|-----------|
|              | 3G36×4    | 3G42×4A   |
| 主动螺杆与衬套直径间隙  | 0.07~0.13 |           |
| 从动螺杆与衬套直径间隙  | 0.05~0.12 |           |
| 轴与轴套直径间隙     | —         | 0.02~0.06 |
| 推力套与轴套直径间隙   | 0.03~0.08 | —         |
| 主从螺杆与推力套直径间隙 | —         | 0.02~0.05 |
| 从动螺杆与上盖端面间隙  | —         | 0.3~1.9   |
| 平衡环与轴套端面间隙   | —         | 0.3~2.0   |

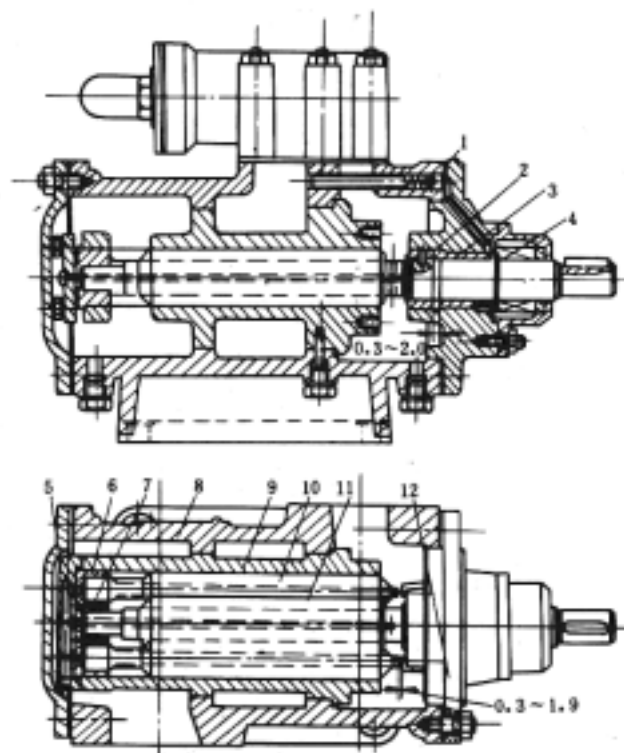


图 4.7.5 螺杆泵各部间隙示意图

1—球形阀；2—平衡环；3—轴套；4—机械密封；5—推力盘；6—从推力套；7—主推力套；  
8—泵体；  
9—衬套；10—从杆；11—主杆；12—上盖

(3)泵轴端部的机械密封应完好；

(4)螺杆式油泵与电动机的联轴器找中心的允许偏差，在圆周及端面均应不大于 0.10mm。

4.7.6 各设备上油窗应为有机玻璃并应清洁透明，玻璃结合面处应垫以耐油垫料，螺钉孔不应穿透，否则螺纹应以聚四氟乙烯生料带密封。

4.7.7 各设备浮球调节阀的浮球应浸油不漏，调节阀的阀蝶与阀座经涂色检查应接触良好。调节阀组合好后应动作灵活、正确。

4.7.8 密封油冷油器油侧的严密性试验，应按第 4.6.12 条的规定进行。

复波伞板式冷油器的检查和安装，应符合本篇第 3.8.3 条的规定，但须注意板间垫料应为耐油的。

4.7.9 重力作用式的油氢压差调节阀，其活塞动作应灵活。阀门应垂直安装，不得有倾斜。安装位置应比密封油箱高 500mm 左右，通往活塞下部的密封油压导管应从靠近密封瓦进油处接出，导管应尽量减少阻力，并略有坡度。

4.7.10 双流环式密封油系统的油压平衡阀，活塞动作应灵活。阀门应水平安装。接自氢侧密封油和空气侧密封油的导管，应从靠近密封瓦进油处接出，两导管应平行，且两管的弯角、坡度和长度应接近。

4.7.11 氢油分离箱内的隔板与箱体间应无漏焊。各管道伸入箱内的长度，应符合制造厂规定。

4.7.12 供密封油的注油器应符合第 4.6.9 条的规定。

**4.7.13** 密封油管的安装除按第 4.6 节有关规定执行外，尚应符合下列要求：

- (1)密封油排油管顺着排油方向有不小于 10/1000 的坡度，管道应尽量短而直；
- (2)直接排入汽轮机主油箱的密封油回油管，在进入主油箱前应装设油封管，其高度应符合设计要求。

**4.7.14** 氢冷密封油系统安装完毕后提交验收时，应具备下列安装技术文件：

- (1)各设备和管道的严密性试验签证书；
- (2)密封油泵各项间隙记录。

## 5 汽轮机本体范围的管道

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本章适用于汽轮机本体定型设计范围内的蒸汽、凝结水、空气、疏水、真空水封、旁路系统管道及其附件的施工及验收工作。

**5.1.2** 汽轮机本体范围内管道施工和焊接的一般要求应按本规范的《管道篇》和《火力发电厂焊接篇》的有关规定执行。

**5.1.3** 汽轮机本体范围内管道的合金钢管材及附件在组装前及装好后应进行光谱复查材质，并作好记录。大径管焊接后应进行无损探伤，特殊管材(如 F12 等)根据其特性在焊接后不得在管子上进行光谱检查。

### 5.2 特殊附件

**5.2.1** 本节适用于强制关闭抽汽止回阀、真空系统中工作的阀件、轴封压力调整器等特殊管道附件。

**5.2.2** 对于带电磁开关等阀门的检查或安装工作，都应由电气、热工与热机安装人员密切配合分工进行。

**5.2.3** 气动或液压式阀门的检查安装，应首先确认气动部分或液压部分动作灵活正确，气管、液压管及接头等畅通无阻塞现象。

**5.2.4** 对于带电磁式、液压式和重锤式的抽汽止回阀的检查与安装应符合下列要求：

- (1)对止回阀应灌水进行严密性检查，确认无渗漏，或对阀芯与阀口作接触检查，应接触严密。
- (2)缓冲器应平滑，能自由上下，起缓冲作用的小孔应畅通，铜套与缓冲器固定牢固可靠。关闭时缓冲应有富裕行程。
- (3)缓冲器工作介质为油时，充入的油质及油位应符合制造厂的规定。
- (4)阀芯上的螺母应锁紧，并留 0.10mm 左右的活动间隙。
- (5)对电磁式、液压式的操纵杆开关离合器、衔铁滑阀等的行程、间隙等均应符合制造厂规定。
- (6)阀门操纵部分的弹簧应无歪斜卡涩现象。
- (7)安装重锤式抽汽阀、应使重锤在垂直方向动作。
- (8)盘根紧度应适当，填料函及其压盖与阀杆四周间隙应均匀，无卡涩现象。
- (9)阀门组装完后应做动作试验，动作应灵活，并能严密关闭。
- (10)阀门疏水孔应畅通。

**5.2.5** 在真空条件下工作的阀件，其阀杆的水封环应对准进水管或检查考克(或堵头)部位。

5.2.6 轴封压力调整器的检查应符合下列要求：

- (1)波形筒应进行渗油试验，经 24h 不漏；
- (2)在装配过程中波形筒不得歪扭，并不得超过制造厂规定的伸长或压缩值；
- (3)组装时各活动部件应清洁，并能自由滑动，无卡涩现象，连杆销轴应不松旷，球形连杆接头间隙一般为 0.05mm，活塞杆在推力环处的活动间隙为 0.07~0.10mm；
- (4)各滑阀与滑套的窗口应对准，重叠度及行程应符合制造厂规定，并应作好记录；
- (5)阀门的盘根、环室应检查清理，填料函及压盖与阀杆四周应有一定的间隙(>0.10mm)，不得卡涩；
- (6)开度指示应与阀门开闭位置相符。

### 5.3 管道安装

5.3.1 与已封闭的汽轮机本体连接的管道，在安装前必须认真清理，安装中断应立即做临时封闭，最后封口时应有人监护仔细检查内部，应无任何杂物。

5.3.2 在汽轮机缸体附近安装管道时，不得任意在缸体上施焊或引燃电弧。

5.3.3 对于设计院不供施工图的汽轮机本体范围的小径管施工，应按下列规定进行：

- (1)应符合系统图或立体示意图的要求；
- (2)管道的布置应保证设备及管道保温后，在运行中仍能自由膨胀；
- (3)管道应向排水侧有一定的坡度，能将系统中的疏水排出；
- (4)管道及阀门布置应便于揭开汽缸大盖和拆除汽门，便于运行操作和检修，并不得妨碍通行；
- (5)不便于操作的阀门，应装设操作平台或传动装置，其传动杆的传动角度应小于 30°，并不得交叉碰撞；引至平台上面的阀门操作手轮或门杆应装支座，不得离地面太近，妨碍通行，位于平台下或沟道内的阀门应加活动盖板；
- (6)管道应有合适的支吊架，对支吊架应考虑保温层的重量，并参照管道设计规范进行选择 and 布置。

5.3.4 与汽缸或其他设备相连接的管道安装时，应符合下列要求：

- (1)应严格按本规范《管道篇》和制造厂的工艺要求施工。
- (2)管道重量一般应承受在支吊架，不使汽缸或其他设备受到额外作用力。管道及附件应不妨碍汽缸和凝汽器的自由伸缩。
- (3)大、中型机组的联合汽门、主蒸汽再热蒸汽导汽管等大径管与汽缸连接时，最好在汽缸定位后隔板找中心前，合空缸的情况下进行。
- (4)管道冷拉值应符合设计规定，不得任意变更。施工时不得在汽缸或设备上挂起重工具。
- (5)管道上的定位销和销槽应光洁无毛刺。各部位的间隙均应符合设计规定。
- (6)与设备连接的管道，应在设备定位紧好地脚螺栓后自然地与设备连接，不得强力对口。
- (7)管道连接或焊接时不得使汽缸或其它设备产生变形或位移，应对汽缸毛爪的三个方向装百分表监视其位移变化，一般各方向的位置变化均不得超过 0.05mm。
- (8)设备就位后无法连接或不易连接的管道，应在设备正式就位前接好，经检查后再行

就位。

(9)对自动主汽门、联合汽门等一次门与汽缸间的管道，连接前后应认真按本篇第 1.4.10 条的规定执行。

(10)对与汽缸连接的一次门前的管道，其间焊缝应 100%进行无损探伤，由于位置限制无法进行探伤的管子焊口，应确保焊缝质量，无任何缺陷。

**5.3.5** 管道上装有节流孔板，流量孔板或流量喷嘴的，应先以直管连接，在管道冲洗后再行安装，安装时应配合热工人员进行检查，其孔径、几何尺寸和方向均应正确。孔板或喷嘴不得有硬伤等缺陷。

**5.3.6** 汽轮机本体范围内疏水管道的安装，应符合下列要求：

(1)汽缸的疏水管应严格按设计规定的系统连接，不得任意更改。

(2)疏水系统应能有效地排除设备和管道内的疏水。

(3)汽轮机本体疏水系统不得任意与其他疏水系统串接在一起，防止停机时蒸汽、冷气、冷水窜入缸内。

(4)疏水管、放水管、放汽管等与主汽管连接时，应选用合适的管座，不得将管子直接插入。

(5)疏水阀门应严密不漏。接入汽轮机本体疏水扩容器联箱上的疏水点，应按设计压力顺序排列整齐，阀门布置须满足接装传动装置的需要。

(6)疏水联箱的底部标高应高于凝汽器热水井最高点的标高。

(7)排至室内漏斗的疏水，必须在漏斗上加盖，并远离电气设备。

**5.3.7** 对于 U 形疏水管道应符合下列要求：

(1)利用 U 形弯作疏水管时，其高度应满足两侧压差的需要，不得任意改小；

(2)埋设在地下的 U 形或套管形式的疏水管道，应在安装前进行工作压力 1.5 倍(不得低于 0.2MPa)的严密性水压试验，维持 5min 不漏，不得使用土建的预埋管直接作为套管式疏水管；

(3)埋设在地下的管道表面应严格采取防腐措施。

**5.3.8** 汽门门杆漏汽系统应符合制造厂的系统图，一次和二次漏汽系统不得混淆，合金管材不得错用，汽缸上母管应固定牢靠，支管应排列整齐。

**5.3.9** 密封真空系统用的水封管道应符合下列要求：

(1)水封管的水源应采取凝结水或除盐水，并应自成独立系统；

(2)从凝结水泵壳体接出的水封管，如有备用泵，水封水源应能切换；

(3)水封管的排出管应装监视旋塞。

**5.3.10** 凝结水泵的均压管应接自凝结水泵进口处或靠近水泵的进水管上。

**5.3.11** 汽轮机本体范围内管道安装完毕后，一般应根据制造厂的规定进行水压试验，按工作压力的 1.25 倍进行，维持 5min 不漏为合格。

处于真空状态下工作的管系可采用系统灌水检验，中、低压汽缸连通管可作渗油试验，试验后应清洗干净。

主蒸汽及再热蒸汽导汽管，根据现场情况可不作水压试验，在与主汽门(或再热汽门)、汽缸最终连接前经对其间焊口作 100%无损探伤合格后，方可对最后一道焊口进行焊接。对

已与汽缸连接的其他管道进行水压试验时，即使已关闭一次截止门，也必须打开汽缸疏水门进行监视。

5.3.12 传动装置操作箱的检查和安装应符合下列要求：

- (1)操作箱上手轮应有开关指示，如有开度指示应与行程相符；
- (2)操作箱安装应平直牢固，工艺美观；
- (3)传动装置应不妨碍交通和其他设备的膨胀或操作；
- (4)传动装置操作应灵活可靠。

5.4 工程验收

5.4.1 汽轮机本体范围内管道安装完毕后提交验收时，除应具备本规范《管道篇》第六章规定的有关技术文件外，还应提供可调阀门的有关间隙和行程记录。

6 辅助设备

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于汽轮机组的凝汽器、箱罐、抽气器、除氧器、减温减压器和一般表面式热交换器(包括蒸发器)等辅助设备的施工及验收工作。水处理设备、油处理设备、制氢设备和空气压缩机的箱罐，可参照执行。

6.1.2 辅助设备压力容器的严密性水压试验应按制造厂规定进行，如无规定时可按表 6.1.2 进行。

对壁温大于或等于 200℃的容器耐压试验压力应为表 6.1.2 中的耐压试验压力再乘以比值  $[\sigma] / [\sigma]^t$ 。 $[\sigma]$ 、 $[\sigma]^t$  分别为试验温度和设计温度下材料的许用应力(MPa 或 Pa)，当  $[\sigma] / [\sigma]^t > 1.8$  时取 1.8 值。

在试验压力下维持 10~30min，然后徐缓降压到工作压力，至少再经过 30min 同时检查焊缝、法兰和胀口无渗漏，容器无残余变形即认为合格。检查完毕后泄压要缓慢。

表 6.1.2 耐压试验的压力规定

| 容器名称  | 压力等级 | 耐压试验压力       |         |
|-------|------|--------------|---------|
|       |      | 液(水)压        | 气 压     |
| 非铸造容器 | 低 压  | $1.25p^{1)}$ | $1.2p$  |
|       | 中 压  | $1.25p$      | $1.15p$ |
|       | 高 压  | $1.25p$      | —       |
|       | 超高压  | $1.25p$      | —       |

注：1)p—容器的设计压力，MPa，在现场进行水压试验时可按最高工作压力。

6.1.3 在设备进行水压试验时，如必须拆卸某些部件才能观察水压试验情况而在水压试验后又可能因此造成设备永久变形时，必须进行临时加固工作。

6.1.4 设备除有特殊规定用气体代替水压试验外，一般不得采用气压试验。进行气压试验前，要全面复查有关技术文件，要有可靠的安全措施，并经制造、安装单位技术负责人和安全部门检查，经批准后方可进行。

6.1.5 辅助设备基础交付安装时应符合本规范《建筑工程篇》第 6 章的有关规定和本篇第 1.3.3 条的要求。

6.1.6 辅助设备就位前应对混凝土基础、垫铁、底座和地脚螺栓进行下列准备工作：

- (1)基础表面凿毛并清除油污、油漆和其他不利于二次浇灌的杂物；



- (2)放置永久垫铁处的混凝土表面应凿平，与垫铁接触良好；
- (3)垫铁表面应平整，无翘曲和毛刺；
- (4)垫铁各承力面间的接触应密实无松动现象；
- (5)二次灌浆浇入的底座部分和地脚螺栓，应清理油漆、油垢和浮锈；
- (6)对于采用无垫铁安装的设备，所用的临时垫铁也应符合永久垫铁的要求。

**6.1.7 基础混凝土二次浇灌**，除应符合本规范“建筑工程篇”第 5.3 节的规定外，还应满足下列要求：

- (1)垫铁在二次浇灌前应在侧面点焊牢固；
- (2)二次浇灌的高度抹面后要略低于底座上表面，不得盖没地脚螺栓的螺帽，不得阻碍设备的膨胀；
- (3)二次浇灌后要及时把底座和设备上飞溅的混凝土清理干净；
- (4)采用无垫铁安装的设备，待二次浇灌混凝土的强度达到 70%以上时再撤临时垫铁，并及时用混凝土填充空间。

**6.1.8 辅助设备安装时的纵横中心线和标高**，应符合设计图纸要求。允许偏差应小于 10mm。卧式设备以粗水平仪测量其壳体，应保持它的水平。直立式设备，以线锤测量其全高度的铅垂度，允许误差为不超过 10mm。

## **6.2 凝汽器**

**6.2.1 凝汽器的冷却管在运输、装卸、拆箱、码垛、倒运过程中**应轻拿轻放，不得乱扔、踩踏。在加工、穿管过程中，不得强力冲击管端或使管端与管板、隔板撞击，以免增加冷却管的应力。

**6.2.2 凝汽器壳体在现场组合**，应按下列要求进行：

- (1)组合平台必须垫平，两端四角高低差一般应不大于 10mm；
- (2)壳体起吊点应绑扎在壳体结构坚实的部位，起吊应平稳，不使设备产生永久变形；
- (3)壳体应垫平、垫实，并能自由地组合在一起；
- (4)管板、隔板对底板应垂直，其垂直度偏差不大于 1mm/m，两端管板标高应一致，管板平面应平行，板间距离经分区多点检查，其偏差均应不大于 30mm，以确保管子长度够用；
- (5)中间隔板的管孔中心，与两端管板相对应的管孔中心的不同心度应不大于 3mm，中心找好后按图纸规定调整各道隔板管孔中心的抬高或降低值；
- (6)壳体表面的局部弯曲允许为 3mm，全长度上的弯曲不应大于 10~20mm(大机组取大值)；
- (7)上下部装配时，顶板的不平度及侧板的错边应不大于 10mm；
- (8)壳体焊接应按焊接规程进行，并应采取措施防止壳体变形；
- (9)向壳体上接疏水管与喷水管，应在壳体组合焊接完毕后进行，露出壳体外的管口应焊接好临时堵板；
- (10)接到凝汽器的各项管子应采取措施，使汽水不直接冲到冷却管上，含盐浓度较大的疏水管喷孔，应能使喷水雾化良好；
- (11)组合后的壳体焊缝应做渗油试验，确认无渗漏。

**6.2.3 凝汽器壳体组装后**，在穿冷却管前应检查下列各项：

(1)壳体内部的拉筋、导汽板、管件和隔板应按图纸要求进行检查,其位置尺寸、焊接情况和锈蚀情况应符合使用标准,对管板、隔板应拉钢丝复查找正;

(2)对壳体内某些拉筋和隔板需要在穿一部分冷却管后才能进行安装的,应正确安排工序;

(3)壳体上及与汽缸连接的短节上的孔洞应尽可能开好,并加上堵板;

(4)检查隔板的管孔,进行冷却管试穿,应使冷却管能顺利地穿过,管孔应无毛刺、锈皮,两边有  $1 \times 45^\circ$  的倾角,隔板的管孔数量应与图纸相符,无遗漏,否则必须补充开孔;

(5)胀接冷却管的管板孔一般应比冷却管外径大  $0.20 \sim 0.50\text{mm}$ ,管孔内壁应光洁,无锈蚀、油垢和顺管子的纵向沟槽;

(6)壳体内部应彻底清扫,清除一切杂物和灰尘,并应将顶部妥善封闭。

**6.2.4 冷却管穿胀前应进行管子质量检验,具体要求如下。**

**6.2.4.1** 每根冷却管必须进行外观检查,管子表面应无裂纹、砂眼、腐蚀、凹陷、毛刺和油垢等缺陷,管内应无杂物和堵塞现象,管子不直应校正。

**6.2.4.2** 冷却管应具备出厂合格证和物理性能及热处理证件,并应抽查铜管总数的 5%进行水压试验或涡流探伤。抽样方法按批量或存放环境确定,要有代表性,水压试验压力为  $0.3 \sim 0.5\text{MPa}$ ,用小木棒轻轻敲打管子外壁应无渗漏。如发现管子质量低劣时(不合格管达安装总数的 1%),则每根冷却管都应进行试验。

**6.2.4.3** 抽查铜管安装总数的  $1/1000$ ,用氨熏法进行残余应力试验(试验方法见附录 H)。对不合格批号的铜管,应全部作整根消除内应力处理。

**6.2.4.4** 抽取管子总数的  $0.5 \sim 1/1000$  进行下列工艺性能试验(大机组取下限值,小机组取上限值):

(1)压扁试验,切取  $20\text{mm}$  长的试样,压成椭圆,至短径相当于原铜管直径的一半,试样应无裂纹或其他损坏现象;

(2)扩张试验,切取  $50\text{mm}$  长的试样,用  $45^\circ$  的车光锥体打入铜管内径,其内径扩大到比原内径大 30%时,试样应不出现裂纹;

(3)如上述试验不合格时,可在铜管的胀口部位进行  $400 \sim 450^\circ\text{C}$  的退火处理。

**6.2.5** 采用退火方法消除铜管内应力,退火温度应为  $300 \sim 350^\circ\text{C}$ (罐内蒸汽温度),保持时间根据材质和现场试验确定,一般为  $4 \sim 6\text{h}$ (始终保持  $350^\circ\text{C}$  者,时间可为  $60\text{min}$ )。

**6.2.6 凝汽器穿冷却管应符合下列要求:**

(1)穿管工作应在无风沙、雨雪侵袭的条件下进行;

(2)穿管时应在两端管板和各道隔板处都设专人,使穿管对准各道管孔,避免冲撞;

(3)穿管时检查管端应符合第 6.2.4.1 的要求,管口应清理毛边,无须全部打磨;

(4)穿管时应轻推轻拉,不冲撞管孔,穿管受阻时,不得强力猛击,应使用导向器导入。

**6.2.7 凝汽器冷却管在正式胀接前,应进行试胀工作,并应符合下列要求。**

(1)胀口应无欠胀或过胀现象,胀口处管壁胀薄约  $4\% \sim 6\%$ ,胀管后内径的合适数值  $D_a$ ,按下列公式计算:

$$D_a = D_1 - 2t(1 - a)\text{mm}$$

式中  $D_1$ ——管板孔直径, mm;

$t$ ——铜管壁厚，mm；

$a$ ——膨胀系数，4%~6%。

(2)胀口及翻边处应平滑光洁，无裂纹和显著的切痕。翻边角度一般为  $15^\circ$  左右。

(3)胀口的胀接深度一般为管板厚度的 75%~90%，但膨胀部分应在管板壁内不少于 2~3mm，不允许膨胀部分超过管板内壁。

以上试胀工作合格后方可正式胀管。

**6.2.8** 凝汽器冷却管胀接工作环境应整洁、干燥，气温应保持在  $0^\circ\text{C}$  以上，在厂外胀管时四季都应搭工作棚，避免风沙和气温剧变，影响施工质量。

**6.2.9** 凝汽器冷却管胀接应达到下列要求：

(1)凝汽器壳体应垫平垫稳，无歪扭现象，若壳体组合后经过搬运，在穿胀管子前应将壳体重新垫平，并使管板和隔板的管孔中心线达到原始组合的状态；

(2)管子胀接前应在管板四角及中央各胀一根标准管，以检查两端管板距离有无不一致和管板中央个别部位有无凸起，造成管子长度不足等情况，管子胀接程序应根据管束分组情况妥善安排，不得因胀接程序不合理而造成管板变形；

(3)正式胀管应先胀出水侧，同时在进水侧设专人监视，防止冷却管从该端旋出损伤；

(4)正式胀接工作按第 6.2.7 条要求进行；

(5)胀接好的管子应露出管板 1~3mm，管端光平无毛刺；

(6)管子翻边如无厂家规定时，一般在循环水入口端进行  $15^\circ$  翻边；

(7)冷却管尺寸不够长时，应更换足够尺寸的管子，禁止用加热或其他强力方法伸长管子。

**6.2.10** 具有钛管或钛管板的凝汽器施工时，除应符合第 6.2.7 条~第 6.2.9 条有关要求外还应遵守下列规定：

(1)工作现场必须采取专门遮蔽措施，严防灰尘，在水室内工作要用风机通风。

(2)参加钛管施工的人员和焊工应经专门培训并考试合格；钛管焊接须具备焊接措施，并按部颁《钛材管板焊接技术规程》(SD339—89)的规定执行。

(3)钛管板及钛管端部在穿管前应使用白布以脱脂溶剂(酒精、三氯乙烯等不易燃溶剂)擦拭，除去油污，并用塑料布盖好。对于管端有防油包扎者，在穿管前不得打开。

(4)穿管用导向器以及对管端施工用的工具，每次使用前都必须用酒精清洗，并不得使用铅垂。

(5)施工人员要穿干净的专用工作服及工作鞋，并戴脱脂手套，每班更换一次，当被油脂污染时必须立即更换。

(6)管孔不得用手抚摸，临穿管前必须用酒精清洗。

(7)扩管及切管机具必须彻底清洗，每扩管 1~3 根后即用酒精清洗一次，扩管时不得使用扩管机油，应用酒精作清洗剂。

(8)扩管用胀杆和胀子应经常检查，必要时更换。

(9)扩管率一般与铜管相同，最大不得大于 10%。

(10)管端切齐尺寸一般为 0.3~0.5mm；切下的钛屑必须及时清理，严防钛材着火。

(11)管子胀好后，在管板外伸部分应用酒精清洗，并用氩弧焊焊接，焊后对焊口应进行

外观及渗透液检查。

**6.2.11** 凝汽器组装完毕后，汽侧要进行灌水试验，灌水高度要充满整个冷却管的汽侧空间，并高出顶部冷却管 100mm，维持 24h 应无渗漏。对于已经支持在弹簧支座上的凝汽器，灌水试验前要加临时支撑。凝汽器灌水试验后应及时把水放净。

**6.2.12** 凝汽器支持弹簧安装要求如下：

(1)安装前应对弹簧进行外观和几何尺寸检查，弹簧应无裂纹，不歪斜，一般应将高度相接近的弹簧编为一组，或对弹簧分别进行压缩试验，将试验特性接近的弹簧编为一组。

(2)弹簧安装应平直无偏斜，弹簧与簧座的间隙四周应均匀。

(3)同一支脚下弹簧的压缩量及四周的高度应相等，允许偏差为 1mm。

(4)凝汽器的底板应放平，支脚和底板间的高度应做到，当弹簧座上的调整螺钉完全拧松时，弹簧连同簧座应能自由取出；当弹簧压缩到安装值时，弹簧座上的调整螺钉丝扣应有裕量，弹簧座与底板间的垫铁应保持一定厚度，一般不小于 20mm。

(5)对每个支持弹簧应做好几个定点标记，并记录其上下对应定点间的自由高度和安装后的高度。

**6.2.13** 对于凝汽器与汽缸间连接的短节、两个凝汽器间的平衡短节和拉筋膨胀伸缩节的焊缝，安装前应进行渗油试验，并应无渗漏。

**6.2.14** 用弹簧支持的凝汽器与汽缸连接，应符合下列要求：

(1)凝汽器与汽缸连接时，汽侧是否灌水应按制造厂的要求进行；

(2)凝汽器应处于自由状态，不应有歪扭和偏斜，或受到其他物体的障碍，在凝汽器与汽缸连接前，任何管道不得与凝汽器进行最终连接，汽缸本身有关的临时支撑都应拆除；

(3)凝汽器定位后配装弹簧座下的永久垫铁时，不得改变弹簧压缩量，垫铁与底板和弹簧座应接触密实；

(4)弹簧座下的永久垫铁装配完后要松开调整螺钉；

(5)凝汽器与汽缸连接的全过程中，不允许破坏汽轮机的定位或附加给汽缸额外应力。

**6.2.15** 凝汽器与汽缸采用焊接连接时，应符合下列要求：

(1)连接工作应在低压汽缸负荷分配合格、汽缸最终定位后进行；

(2)焊接工艺应符合焊接规程的要求，并应制定防止焊接变形的施焊措施，施焊时应用百分表监视汽缸台板四角的变形和位移，当变化大于 0.10mm 时要暂时停止焊接，待恢复常态后再继续施焊；

(3)凝汽器与排汽缸的接口可以加铁板贴焊，其上口弯边突入排汽缸内的部分，一般不应超过 20~50mm。

**6.2.16** 凝汽器采用法兰与汽缸连接时应满足下列要求：

(1)有波形伸缩节的法兰，应在法兰的结合面处预留设计规定的冷拉间隙，一般为 2.5~3.0mm，沿法兰四周测量的间隙应均匀，允许偏差为 0.3~0.4mm；

(2)法兰密封面的垫料可采用石棉橡胶板或石棉带，涂料可采用白铅粉、红丹粉拌以适量的亚麻仁油的混合物。

**6.2.17** 凝汽器两端水室和管板上应按设计规定涂刷防腐层。

**6.2.18** 凝汽器水侧应做严密性水压试验，允许用循环水直接充压，充水时必须把空气放净，

水室盖板、人孔门和螺栓等处应无渗漏。

**6.2.19** 凝汽器在整个安装过程中应有防止杂物落入汽侧的设施。最后封闭凝汽器前应检查汽侧空间和冷却管束间不得有任何杂物，顶部管子应无外伤痕迹。

**6.2.20** 凝汽器水位计的安装应符合下列要求：

(1)玻璃水位计应有一根并联的旁通管，以释放空气。

(2)与凝汽器相连的连通管，内径不应小于 25mm，水侧连通管应引自热井，并有 U 型水封管，U 型管的高度应不小于 150mm。汽侧连通管向水位计侧应有不小于 1/25 的坡度。

(3)玻璃水位计组装完毕后应做灌水试验，要求严密无渗漏。

(4)玻璃水位计应装设保护罩。

**6.2.21** 凝汽器的胶球冲洗装置的安装应符合下列要求：

(1)对胶球泵，应按本篇第 7 章离心泵的要求进行检查安装；

(2)对胶球回收装置应进行工作压力 1.25 倍的严密性水压试验，并应无渗漏；

(3)胶球分路装置及观察玻璃应严密不漏，观察玻璃要清洁透明，能观察胶球的动态；

(4)胶球回收网安装应牢固，网孔应保证不漏胶球；

(5)检查涡流区死角应焊有弧形衬板，与水室连接的其他管口应有遮盖网，水室盲孔口应加堵板，上下水室隔板与端盖板的密封条，应做到严密无缝隙；

(6)对整个系统管路，要确定短捷合理的路线，尽可能减少阻力，收球阀出口到球泵入口一般顺流程方向应有不小于 2% 的坡度，不得有 180° 急弯，管路还应装有牢固的支架。

**6.2.22** 凝汽器设备安装完毕后提交验收时，应具备下列安装技术文件：

(1)冷却管出厂的材质证件；

(2)铜管用氨熏法进行残余应力的测定记录；

(3)支持弹簧的原始记录和安装后的高度记录；

(4)波形伸缩节冷拉间隙记录；

(5)水侧和汽侧严密性试验记录。

### 6.3 抽 气 设 备

**6.3.1** 射汽抽气器(包括汽封抽气器，下同)在安装前，应进行检查，并符合下列要求：

(1)喷嘴和扩散管的喉部直径应与图纸相符；

(2)喷嘴和扩散管的内壁应光洁平滑，无任何损伤；

(3)多级抽气器的级间隔板不应有渗漏现象，隔板端面应与法兰密封面处于同一平面内，如隔板端面有凹心现象应处理；

(4)冷却器管束应清洁无杂物、无堵塞、无任何损伤和缺陷，隔板与外壳的间隙一般不超过 1mm；

(5)抽气器水侧和蒸汽空气混合侧，应分别按制造厂规定进行严密性水压试验，铸件、焊缝、胀口和法兰密封都应无渗漏现象；

(6)各疏水孔应畅通；

(7)蒸汽入口应有滤网，其孔眼应小于喷嘴的最小直径；

(8)用于高压高温的管件要进行光谱检验；

(9)排汽管高出房顶或在屋面穿孔处应加防雨罩。

**6.3.2 抽气器疏水管的安装应符合下列要求：**

- (1)一级疏水采用 U 形管疏入凝汽器时，U 形管高度应按设计规定，一般不小于 3.5m，如直接接入凝汽器时应经扩容接至汽侧；
- (2)二级疏水采用疏水器疏入凝汽器时，疏水器动作应灵活可靠，无卡涩现象；
- (3)辅助疏水管的高度应较最后一级扩散管套的最低点略低。

**6.3.3 射水抽气器在安装前应进行检查并应达到下列要求：**

- (1)喷嘴和扩散管的内壁应光滑，无任何锈蚀和损伤；
- (2)喷嘴应严格按制造厂设计的尺寸装配，喷嘴与扩散管间的距离应正确，并做出记录，单喷嘴的中心线、多喷嘴的流束中心线应与扩散管中心线相吻合，水流应能全部射入扩散管内；
- (3)各管段结合面止口间隙应均匀一致，一般偏差应不大于 0.10mm；
- (4)空气侧的止回阀动作应灵活可靠，做灌水试验应严密不漏。

**6.3.4 在连接射水抽气器扩散管与排水排汽混合管时，不得强力对口焊接。混合管的支架应牢固。**

**6.3.5 射水抽气器的水槽(水池或水箱)内的设备安装，应达到下列要求：**

- (1)水槽内的补充水管及溢流管应畅通；
- (2)射水抽气器排水气的管口应浸入水槽的水面以下不少于 250mm，确保当系统启动水槽水位下降时，管口仍在水面以下；
- (3)射水泵吸入底阀距水槽底面的高度应不小于 0.5m，并与排水气管口有一定距离，出水口与进水口间应有挡水板，距离水槽壁面的最小距离均应符合设计要求；
- (4)水槽充水前必须清理干净，并进行封闭。

**6.3.6 射水泵的检查和安装按本篇第 7.2 节、第 7.3 节的要求进行。**

**6.3.7 抽气器的水泵(真空泵)的检查和安装除应符合本篇第 7.2 节、第 7.3 节的规定外，还应符合下列要求，并做好记录：**

- (1)水分配器与叶轮的出水口中心线应一致，误差应不大于 0.5mm；
- (2)叶轮与水分配器的径向单侧间隙，一般为 0.2~0.3mm，叶轮与外壳径向单侧间隙一般为 2mm；
- (3)叶轮与水分配器的轴向间隙不小于 2mm；
- (4)填料函水封环与轴套的径向间隙应为 0.3~0.6mm，并须对正水封管入口；
- (5)滚动轴承装配时，在端盖侧轴向应与端盖留有 0.20~0.50mm 的膨胀间隙；
- (6)泵进水室的水分配器的固定角度，在制造厂已调好，一般不应变动；
- (7)对真空泵空气入口的止回阀应进行检查，动作应灵活可靠并能关闭严密，充水试验应无渗漏现象。

**6.3.8 抽气器设备安装完毕后提交验收时，应具备下列安装技术记录：**

- (1)水侧和蒸汽空气混合侧水压试验记录；
- (2)射水抽气器空气侧止回阀检查及灌水记录；
- (3)喷嘴与扩散管安装尺寸记录；
- (4)抽气器水泵的有关检查记录(按第 7 章中的规定)。

## 6.4 热 交 换 器

**6.4.1** 热交换器在安装前除结构不宜解体者外，一般应抽出管束进行检查并应达到下列要求：

- (1)管束应清洁，无锈污、杂物、缺陷和堵塞现象；
- (2)装在管束上的特殊加热密封箱或密闭的疏水冷却器，应用压缩空气或水检查其通路，要求通道正确，畅通无阻；
- (3)管束应能自如地装入壳内，不应有卡涩现象；
- (4)根据热交换器结构条件的可能，对其水侧和/或汽侧应分别做工作压力 1.25 倍的严密性水压试验，铸件、焊缝、胀口和法兰密封面应严密不漏；
- (5)对于无法进行严密性试验的高低压热交换器，应核查制造厂对容器的焊缝检验和严密性试验报告及合格证书，以确认其严密性的可靠性；
- (6)水室分流通路应正确，隔板应无短路现象；
- (7)水位计应清洁透明，严密不漏，并装有坚固的保护罩；
- (8)高压加热器的汽侧外壳法兰螺栓，应进行光谱检验和硬度试验；
- (9)对于高压加热器汽侧外壳螺栓，材质为合金钢的应采用加热紧固。

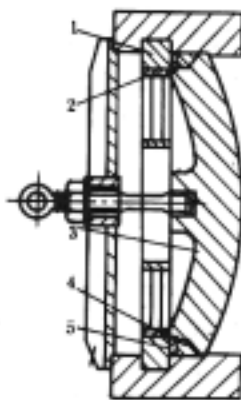


图 6.4.2 自压密封堵头示意图

1—均压四合圈；2—止脱箍；3—密封座；4—密封环；5—垫圈

**6.4.2** 对于自压密封式的高低压加热器，还应进行下列检查(图 6.4.2)：

- (1)自压密封座(堵头)压垫片的平面应光洁无毛刺；
- (2)钢制密封环应光亮无毛刺，几何尺寸应符合要求，软质非金属垫应质地均匀，材质和尺寸应符合规定；
- (3)压垫片的垫圈要求厚度均匀，两端面应有一定的光洁度；
- (4)对支撑压力的均压四合圈，外观检查应无缺陷，且拼接密合，进行光谱检验，其材质应符合要求；
- (5)止脱箍应安装正确与四合圈吻合。

**6.4.3** 热交换器的固定支座应牢固可靠，活动支座应清洁无杂物。各结合面应平整光洁并接触良好，支座在热交换器膨胀方向应留有足够的活动距离。

**6.4.4** 水位调整器的检查和安装，应符合下列要求：

- (1)浮筒应作严密性检查无渗漏现象；

- (2)浮筒在活动范围内应灵活自如，不卡涩；
- (3)单独装设的水位调整器的安装标高，应符合图纸要求，偏差应不大于 10mm；
- (4)水位调整器与电气接点开闭位置应正确。

**6.4.5 高压加热器的满水保护装置的检查和安装，应达到下列要求：**

- (1)用涂色法检查阀门、阀心与阀座的接触应良好，阀心动作应灵活可靠；
- (2)发送器应动作灵活无卡涩，在相应的位置上检查电气接点，能断开或接通；
- (3)系统连接应正确，安装完毕后应作严密性水压试验，各焊缝和法兰密封面均应无渗漏，试验压力与加热器水侧试验压力相同；
- (4)安全门应进行动作试验并应符合要求。

**6.4.6 热交换器安装完毕后提交验收时，应有汽侧和水侧严密性水压试验记录或制造厂的无损探伤报告及合格证书和安全门动作试验记录。**

**6.5 箱罐和除氧器**

**6.5.1 箱罐安装前，应检查下列各项并应符合要求：**

- (1)箱壁平整，无显著凹凸现象；
- (2)拉筋焊接牢固；
- (3)附件应齐全无损伤；
- (4)圆筒形卧式箱罐箱壁的弧度，应与其支座的弧度相吻合，无显著间隙；
- (5)沿卧式箱罐圆筒内壁的横向加强筋在箱罐的底部，应留有一定宽度的豁口，以利排放；
- (6)除氧给水箱下水管管口应高出箱底 100mm 以上，排污管口应与箱底齐平；
- (7)装设水位调整器浮筒处的套筒应牢固，并与水位调整器连杆对准，无卡涩现象；
- (8)水位计应清洁透明，并装有坚固的保护罩；
- (9)水箱都应具备水位报警及高水位自动排水装置，动作应灵活，无卡涩；
- (10)对方形容器或无压力容器应进行 24h 的灌水试验，对承压容器应按规定做严密性水压试验，对整体供货的除氧水箱应核查制造厂对焊缝的质检证件；
- (11)对箱罐支座的支承面应检查其安装标高符合图纸规定，表面应平整。

**6.5.2 直接放在基础上的平底箱罐，在就位前应进行严密性试验，消除渗漏。箱底外部在涂刷防腐层后方可就位安装。箱底应平整并与基础接触密实。**

**6.5.3 箱罐活动支座应符合下列要求：**

- (1)支座滚子应灵活无卡涩现象；
- (2)滚柱应平直无弯曲，滚柱表面以及与其接触的底座和支座的表面，都应光洁，无焊瘤和毛刺；
- (3)底座应平整，安装时粗水平仪测量，应保持水平；
- (4)滚柱与底座和支座间应清洁并应接触密实，无间隙；
- (5)滚动支座安装时，支座滚柱与底座应按箱罐膨胀方向留有膨胀余地。

**6.5.4 箱罐充水前必须彻底清除内部锈垢、焊瘤和杂物，涂刷内部防腐层应根据设计要求或经过技术部门研究后进行。给水箱经检查签证后方可最后封闭。**

**6.5.5 对承压容器安全门应作检查并达到下列要求：**



(1)按工作压力的 1.25 倍做严密性试验，应无渗漏。

(2)内部应清洁干净，动作应灵活可靠，无卡涩现象。

(3)在安装前尽可能做好动作试验，动作压力及回座压力应按制造厂规定，一般压力容器可按工作压力的 1.05~1.10 倍整定，对除氧器及其水箱应按额定工作压力的 1.10~1.25 倍或按滑压运行最高压力的 1.10 倍整定；其回座压差一般应为起座压力的 4%~7%，最大不得超过 10%。

(4)高压除氧器的安全门应为全启式。

(5)具有脉冲安全阀的水箱与安全阀应正确连接，并应做好脉冲阀与主阀的联动动作试验。

#### **6.5.6 给水箱取样装置的安装应符合下列要求：**

(1)取样点位置应符合化学监督的要求；

(2)取样管应采用耐腐蚀的无缝管材，高压除氧器采用不锈钢管，低压除氧器采用紫铜管，内径不应小于 10mm；

(3)取样管敷设路径应尽可能短捷，支吊架应安装牢固并利于管子膨胀；

(4)冷却器应有足够的冷却面积、充足的冷却水源和可靠的排水系统。

#### **6.5.7 箱罐上装设的梯子、平台和栏杆，应符合下列要求：**

(1)焊接牢固、标高正确并不得有倾斜翘曲现象，并符合第 8.3.6 条的要求；

(2)紧靠人孔门上方的平台，应留有活动的盖板；

(3)内装热介质的相邻两个箱罐上的连通钢平台，应留有伸缩缝；

(4)步道、栏杆的根部都应有护板。

#### **6.5.8 除氧器安装应符合下列要求：**

(1)除氧器的淋水板应清理干净，孔眼应无堵塞和铁屑，淋水板安装时用粗水平仪测量应为水平，固定螺栓应锁紧；

(2)进水管的分配喷水管头应拧紧，无堵塞现象；

(3)对于放置时间较久保管不善的除氧器，必须全部拆开进行清理检查，将焊瘤、锈皮除净；

(4)喷水嘴应逐个检查，仔细清理，如喷头焊接位置不符合要求应改装；

(5)除氧器及水箱安装完毕，对其壳体上各孔洞应加临时堵板严密封闭。

#### **6.5.9 除氧器与给水箱连接对焊，其对口施焊工艺及焊缝检验，应严格按本规范《焊接篇》的规定进行，确保焊接质量。**

#### **6.5.10 箱罐和除氧器安装完毕后提交验收时，应具备下列安装技术文件：**

(1)灌水或严密性水压试验记录；

(2)除氧器和给水箱封闭签证书；

(3)安全门的动作试验记录；

(4)除氧器与给水箱焊接记录及探伤记录。

### **6.6 减温减压装置**

**6.6.1** 本节适用于单独运行的或与调整抽汽或背压式汽轮机并列运行的减温减压装置，以及高压锅炉供给低压汽轮机或热力用户的减温减压装置的施工及验收工作。

**6.6.2** 减温减压装置及其管件和阀件的检查与安装一般要求，应按本规范《管道篇》执行，对于减温水的截止阀、控制阀以及减温减压器的疏水阀，必须确信他们能关闭严密、动作灵活准确，防止运行中冷水窜入汽缸。

**6.6.3** 减温减压装置的固定支座应安装牢固，确保减压阀和减温水调节阀的执行机构不受外力抗劲变形而失控，支座的承力面应光洁平整。

**6.6.4** 排汽管、疏水管的系统连接应正确，安装路线不得妨碍设备的拆卸，并不得敷设在人行道或靠近电气设施的地方。

**6.6.5** 减温减压装置安装完毕后应与管道一起进行严密性水压试验。试验压力应根据其压力区段分别进行，一般按 1.25 倍工作压力维持 5min，各焊缝和法兰均应无渗漏。

**6.6.6** 安全门安装前应按第 6.5.5 条的规定进行检查试验。

**6.6.7** 减温减压器内部应清洁无杂物，喷水管及其孔眼应畅通无堵塞，与管系最终连接时应进行封闭签证。

**6.6.8** 接入凝汽器的蒸汽排放装置应符合下列要求：

- (1)挡汽板的位置应正确，焊接应牢固，焊缝无裂纹；
- (2)内部清理干净无锈皮；
- (3)喷水管及其孔眼畅通无杂物。

**6.6.9** 减温减压装置安装完毕后提交验收时，应具备下列安装技术文件：

- (1)严密性水压试验记录；
- (2)减温减压装置封闭签证书；
- (3)高温高压部件的检验记录和组合后光谱复查记录；
- (4)有关焊接记录；
- (5)安全门动作试验记录。