

ICS 91.220
P 98

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 668—2014

替代 SD 288—88

水轮发电机组推力轴承、导轴承 安装调整工艺导则

Guide of thrust bearing and guide bearing
installation and adjustment technology
for hydrogenerating unit

2014-03-28 发布

2014-06-28 实施



中华人民共和国水利部 发布

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

中华人民共和国水利部
关于批准发布水利行业标准的公告
(水轮发电机组推力轴承、导轴承
安装调整工艺导则)

2014 年第 18 号

中华人民共和国水利部批准《水轮发电机组推力轴承、导轴承安装调整工艺导则》(SL 668—2014)为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水轮发电机组 推力轴承、导轴 承安装调整工艺 导则	SL 668—2014	SD 288—88	2014. 3. 28	2014. 6. 28

水利部
2014 年 3 月 28 日

收付与国庫券及入札中

新島・新島村・新島村・新島村
新島・新島村・新島村・新島村
新島・新島村・新島村・新島村

新島・新島村・新島村・新島村

新島・新島村・新島村・新島村
新島・新島村・新島村・新島村

新島・新島村・新島村・新島村	新島・新島村・新島村・新島村	新島・新島村・新島村・新島村
新島・新島村・新島村・新島村	新島・新島村・新島村・新島村	新島・新島村・新島村・新島村
新島・新島村・新島村・新島村	新島・新島村・新島村・新島村	新島・新島村・新島村・新島村
新島・新島村・新島村・新島村	新島・新島村・新島村・新島村	新島・新島村・新島村・新島村

新島・新島村・新島村・新島村

新島・新島村・新島村・新島村

https://www.slzjxx.com
水利造价信息网

前 言

根据水利部水利行业标准制修订计划，按照《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002)，对《水轮发电机组推力轴承、导轴承安装调整工艺导则》(SD 288—88)进行修订。

本标准修订后共6章和7个附录。主要技术内容包括设备的接收、保管和开箱检查，推力轴承安装，导轴承安装以及轴承循环冷却系统安装。

标准修订内容如下：

- 在前引部分增加了前言，取消了原标准中的附加说明；
- 增加“术语”一节，对主要术语进行了解释说明；
- 将有关推力轴承的内容纳入第4章，将有关导轴承的内容纳入第5章，将有关轴承循环冷却系统纳入第6章；
- 增加了弹性金属塑料瓦相关的安装调整工艺内容；
- 增加了新型推力轴承的安装调整工艺内容；
- 删除了已基本不采用或已经不使用的原标准中平衡块式推力轴承瓦、水冷推力轴承瓦、压力式温度信号器、镜板研瓦及研磨机等相关内容。

本标准全文推荐。

本标准所替代标准的历次版本为：

SD 288 88

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部建设与管理司

本标准解释单位：水利部建设与管理司

本标准主编单位：中国水利水电科学研究院

本标准参编单位：哈尔滨大电机研究所

葛洲坝集团机电建设有限公司

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：唐 澍 马素萍 夏 伟 葛新峰
周 晖 吴建洪 李志宏 迟 速
吴军令 刘阿丽

本标准审查会议技术负责人：杨定原

本标准体例格式审查人：郑 寓

<https://www.slnjxx.com>
水利造价信息网

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 设备的接收、保管和开箱检查	4
4 推力轴承安装	6
4.1 一般要求	6
4.2 零部件的清理、试验和预装	6
4.3 推力轴承主要部件安装	8
4.4 推力轴承调整	15
4.5 推力轴承高压油顶起装置安装	28
5 导轴承安装	30
5.1 一般要求	30
5.2 导轴承安装前的检查处理	30
5.3 导轴承安装调整	31
6 轴承循环冷却系统安装	39
6.1 外循环用冷却器安装	39
6.2 外加循环泵安装	39
6.3 内循环冷却器安装	40
6.4 管道及附件安装	40
6.5 油箱内有关部件安装	40
6.6 系统的调整试验及运行	41
6.7 油箱各部件安装及注油	41
附录 A 推力轴承合金瓦的研刮	43
附录 B 镜板水平的旋转测量法	47
附录 C 推力轴承受力调整记录表格式示例	48
附录 D 各支柱螺栓按镜板水平要求的应调量的 确定方法	49

附录 E 导轴瓦的研刮	51
附录 F 轴承安装所需工器具及材料	54
附录 G 主轴在已定位水导轴承内任一位置时发电机导 轴承间隙的确定方法	57
标准用词说明	59
条文说明	61

<https://www.slzjxx.com>

水利造价信息网

1 总 则

1.0.1 为规范水轮发电机组推力轴承、导轴承的安装调整工艺，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于立式水轮发电机组的推力轴承和导轴承安装调整工作。对可逆式水轮发电机组、卧式水轮发电机组、水泵用电动机和制造厂有专门技术要求的非典型结构轴承的安装调整可参照执行。

1.0.3 本标准是《水轮发电机组安装技术规范》(GB/T 8564)中轴承安装调整的工艺措施。轴承安装的质量标准应以设计图纸和GB/T 8564的要求为准。

1.0.4 本标准是按典型结构的轴承在安装调整时通常所采用的工艺措施而制定的，在轴承结构有所变化的情况下，可改变本标准所规定的某些工艺措施。

1.0.5 施工场所应清洁、干燥、通风良好，并应采取施工防火安全措施。

1.0.6 应积极采用经试验验证和鉴定过的新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.0.7 本标准的引用标准主要有以下标准：

《水轮发电机组安装技术规范》(GB/T 8564)

《L-TSA 汽轮机油》(GB/T 11120)

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》(GB/T 50231)

《水轮发电机组包装运输保管技术条件》(JB/T 8660)

《水轮发电机推力轴承弹性金属塑料瓦技术条件》(JB/T 10180)

1.0.8 水轮发电机组推力轴承、导轴承安装调整工艺除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 推力轴承 thrust bearing

承受轴向负荷的装置。立式水轮发电机组的轴向力包括水轮机和发电机所有转动部分重量和轴向水推力，卧式水轮发电机组的轴向力主要为正、反向水推力。

2.0.2 推力瓦(轴瓦、扇形轴瓦) thrust pad (shoes, segment)

单个的推力支撑部件。

2.0.3 推力头 thrust block

将轴向力从主轴传递至推力轴承镜板的部件。

2.0.4 镜板(推力轴承转环) thrust runner

将轴向力传递至油膜和推力瓦上的转动环。与推力轴承中推力瓦构成动压油膜润滑且承受轴向负荷的结构部件。

2.0.5 导轴承 guide bearing

约束主轴径向位移且承载径向力的装置。

2.0.6 导轴瓦 guide bearing pad (guide bearing segment)

导轴承中与滑动转子构成动压液体润滑、有摩擦面层和瓦胚体的环形块状部件。

2.0.7 轴承合金瓦 babbitt bearing pad

瓦面材料用铅基合金制成的瓦，又称“巴氏合金瓦”、“金属瓦”、“钨金瓦”。

2.0.8 弹性金属塑料瓦 elastic metal-plastic pad

由氟塑料面、金属弹性层和钢质瓦体构成的瓦，表面摩擦面主体成分为聚四氟乙烯，具有摩擦系数小、热稳定性高、不黏合、自润滑特性，并具有绝缘性能。又称“氟塑料瓦”塑料瓦。

2.0.9 橡胶瓦 rubber bearing pad

水导轴瓦的一种。将铸好的橡胶瓦筒或一分为几，镶在固定

钢质套内，然后再将固定套固定在水轮机上。橡胶瓦具有结构简单，吸振性好，造价低廉等优点，通常用水润滑，被广泛地应用在小型水电站中。含沙量较高的水电站不宜采用。

3 设备的接收、保管和开箱检查

3.0.1 轴承的零部件应按 JB/T 8660 进行验收。镜板、轴颈的包装及防护层，应无破损和受潮迹象。

3.0.2 轴承零部件入库保管应符合下列要求：

1 主轴及轴承油槽可存放在非保温库里，应当适当垫塞以防变形，支撑物不应放在轴颈下。

2 镜板应存放在保温库里，与取暖装置应保持 1m 以上的距离，冬季气温不低于 5℃。不设保温库的地区，镜板可存放在封闭性库房内。

3 其他轴承零部件应放入封闭性库房保管。

3.0.3 轴承零部件在冬季开箱时，应在移入拆箱场所放置 24h 后，才能开箱和清除防锈材料，避免加工面结露、锈蚀。

3.0.4 应用软质工具清除镜板、轴颈等精密加工面上的防锈材料，清除后还应用无水酒精或甲苯清洗，不应使用金属刮刀、钢丝刷和砂布等进行清除工作。零部件加工面的防锈漆，宜使用脱漆剂等溶剂清除。

3.0.5 结合出厂技术文件的要求应对镜板进行仔细检查，镜板工作面应无锈蚀和伤痕，粗糙度应符合设计要求。必要时，应用仪器检查其硬度和工作面的平面度。

3.0.6 镜板开箱后如短期内不使用或刮瓦后短期内不安装，设备表面应用干净透平油或其他防腐剂进行防护，并定期进行检查，检查时用包有细毛毡的研磨用平台通面摩擦数分钟。如停放时间超过 30 天，应用无水分、无酸碱的油类或加有缓蚀剂的防锈脂进行防护，并定期检查。

3.0.7 按照 GB/T 8564 的技术要求进行轴瓦检查，并应符合下列要求：

1 轴承合金瓦应无密集气孔、裂纹、硬点和脱壳等缺陷，

瓦面应无碰伤或划痕。

2 橡胶瓦表面应平整、无裂纹及脱壳等缺陷。

3 轴瓦的推力瓦偏心、进油边倒角、油室及测温孔位置和深度等尺寸应符合设计要求。

3.0.8 采用弹性金属塑料瓦的轴承，轴瓦检查应符合下列要求：

1 最终交货验收宜在电站现场或供需双方商定的地点开箱检查，主要检查项目应包括以下内容：

1) 合同所要求的塑料瓦和附件的数量。

2) 随机文件。

3) 轴瓦几何尺寸及表面质量。

2 应在清理后重点检查瓦面是否存在运输中受损、变形等缺陷。

4 推力轴承安装

4.1 一般要求

4.1.1 轴承合金瓦，不必进行推力瓦研刮。如有特殊要求需进行推力瓦研刮时，可按附录 A 的要求进行。

4.1.2 弹性金属塑料瓦，不应进行推力瓦研刮。

4.2 零部件的清理、试验和预装

4.2.1 零部件的清理应符合下列要求：

1 轴承合金瓦的清理应符合下列要求：

- 1) 按照设备厂家图纸，对推力瓦进行全面清理，去除表面油污及表面高点、毛刺。应特别注意对瓦面的保护，防止被损伤。
- 2) 推力头、油槽、轴承座等部件的浸油表面，应把残余的型砂和污物清理干净，并补刷与厂家同型号的耐油漆。
- 3) 对组合式推力瓦，还应根据结构图进行拆解清扫、再装配。检查瓦的进油边，测量瓦的厚度，并做好相应记录。

2 弹性金属塑料瓦的清理应符合下列要求：

- 1) 开箱后应对弹性金属塑料瓦进行全面清理，可用清洁软布加酒精或汽油清洗瓦面及瓦体，弹性复合层侧面用毛刷刷洗，清洗时应防止硬物划伤塑料瓦面。金属瓦基上如有防锈漆应彻底清除。
- 2) 弹性金属塑料瓦面不应修刮，瓦底不应重新加工，应对毛刺、高点进行处理，所有孔内应清理干净，符合 JB/T 10180 所规定要求后，可准备安装。

4.2.2 渗漏、耐压和其他试验应符合下列要求：

1 油槽进行渗漏试验时,封堵底部孔洞,注入煤油,油面应高于槽壁下法兰或焊缝高度;时间为4h,不应有渗漏现象。

2 应进行高压油顶起装置的单向阀严密性耐压和通油试验。耐压试验:用透平油作介质,进行反向压力耐压试验,试验压力为0.50倍、0.75倍及1.00倍的系统工作压力,各停留10min,不应有渗漏及压降现象;通油试验:不应有渗漏、明显压降,用透平油作介质,正向进行流量试验,单向阀顺畅通油,应无明显阻碍。

3 进行单个冷却器的水压试验,试验压力及时间应符合设计要求,设计无规定时,试验压力应为工作压力的2倍,且不应低于0.4MPa,保持30min,应无渗漏及明显压降等现象。如发现渗漏,应进行必要的处理,处理完后再进行水压试验,直至合格。

4 油混水信号装置和示流信号器等自动化元件安装前应进行相关的检测与模拟试验,其工作应正常。测量瓦温、油温、水温的传感器应逐个进行率定检验。

5 对弹性金属塑料瓦,使用1000V兆欧表,检查单块塑料瓦面的绝缘电阻值应不小于机组要求的推力轴承绝缘值。

4.2.3 零部件的预装应符合下列要求:

1 采用现场组合、安装的挡油圈结构,应在挡油圈加垫组合后施实机架预装及机架中心找正,其外圆各半径与平均半径之差宜控制在0.3~1.0mm,绝对半径值应符合设计图纸要求,垂直度应符合相关要求,待煤油渗透试验合格后,打上装订记号并拆开。

2 将轴承座与机架进行预装,检查组合面及螺栓、销钉的装配是否合适,若组合面间隙不符合GB/T 8564中设备组合面的要求,可采用涂镀或磨削方法处理。有绝缘要求的轴承,其绝缘垫应处理平整,厚薄相差不大于0.20mm,并和绝缘套一起参加预装。绝缘垫双层垫上下层接缝应错开,检查其尺寸应符合设计要求。绝缘电阻应符合GB/T 8564推力轴承各部绝缘电阻所

规定的要求；绝缘不符合要求时，应对绝缘件进行烘干处理或更换。

3 支柱螺栓及其螺孔的螺纹应修去毛刺、打磨光滑，抹少许透平油或润滑脂后装配检查。紧度应合适，可用扳手能轻轻转动，但不应晃动，各支柱螺栓紧度应一致。

4 对于液压支撑式结构，应把弹性油箱的保护套旋到底面，检查其接触情况，不良时应加以处理。

5 按号吊装托盘和推力瓦。有支柱螺栓的，应把支柱螺栓调到要求的高度；无支柱螺栓的，宜选用厚度相差不超过 0.20 mm 的推力瓦。安装挡块及压板，调整其与瓦的轴向、切向间隙，使之符合设计要求。推力瓦预装后不应拆掉，正式安装时与轴承座一起吊装。

6 应对镜板与推力头组合面的间隙进行检查。镜板与推力头间若设计有绝缘垫，应预装且编号，表面应平整。

7 分瓣的油槽外壁，先不加垫组合，检查组合面符合 GB/T 8564 中设备组合面的要求后，再拆开刷密封涂料并加耐油密封件组合。组合后的整体油槽外壁，找好方位与机架预装，加耐油密封件并刷密封涂料，把紧螺栓，进行煤油渗透试验，合格后，若不妨碍其他设备安装，不必拆开。

8 进行油冷却器预装。对立式或卧式冷却器，应检查底脚螺栓装配是否合适，配装进排水总管接头和分油板、稳油板等。对抽屉式冷却器，应检查和处理把合面及把合螺栓孔位置，并配好每个冷却器的进排水弯管。

4.3 推力轴承主要部件安装

4.3.1 推力瓦或组合体安装应符合下列要求：

1 利用无水酒精或丙酮将推力油槽清扫干净，彻底清除各接触面高点、毛刺。

2 清扫推力瓦或组合体应符合 4.2.1 条的要求。按照设计图纸，安装推力瓦或组合体及附件，应满足要求。

3 对于弹性金属塑料瓦, 安装前还应进行绝缘测试。

4.3.2 推力轴承座(基础)安装应符合下列要求:

1 安装承重机架就位, 调整其中心、水平、高程、方位至合格。如油箱外壁在预装后已拆掉, 则在组合面加密封件、刷密封涂料后, 进行正式安装, 清扫油槽内部, 其轴承座安装面应清扫干净并打磨毛刺及高点。

2 清扫轴承座, 尤其是底部的安装面应彻底清除毛刺及高点并清扫干净。清扫好的轴承座吊装时, 有绝缘垫的, 所有绝缘物要烘干, 并按预装时的编号加入, 把紧固定螺栓, 应按 4.2.3 条第 2 款的要求检查, 并处理其绝缘和组合面间隙。

3 清扫推力瓦, 检查各瓦位置。

4.3.3 镜板的安装调整应符合下列要求:

1 镜板在吊装前应确认镜面无缺陷。在吊装要到位时, 应用酒精清洗镜板和轴瓦, 并在镜面和瓦面抹薄薄一层合格的透平油。

2 镜板吊装位置的方位, 应以已吊装的主轴键槽或法兰联轴螺栓孔标记位置, 查对推力头吊装的方位后加以确定。

3 镜板高程的确定, 应考虑承重支架的挠度和弹性油箱的压缩量等诸因素, 有下面两种测量基准和计算方法:

1) 悬吊式机组应以已吊装的主轴上卡环槽底面作测量基准, 按式 (4.3.3-1) 计算高度:

$$H = h + h_1 - h_2 - h_3 + \delta \quad (4.3.3-1)$$

式中 H ——主轴卡环槽底面至镜板背面之距, mm;

h ——实测推力头高度, mm;

h_1 ——综合考虑转轮与转子轴向位置 (包括转子支撑点由风闸转移到推力瓦后而引起的磁轭下沉值), 后确定的该轴应降低的值, mm;

h_2 ——支撑支架的挠度, mm;

h_3 ——弹性油箱的压缩量, mm;

δ ——镜板与推力头间绝缘垫厚度, mm。

- 2) 伞式机组应以承重机架轴承座安装面作基准,按式(4.3.3-2)计算高度:

$$H=h-h_1+h_2+h_3 \quad (4.3.3-2)$$

式中 H ——镜板背面的安装高度, mm;

h ——镜板背面的设计高度, mm;

h_1 ——已安装的主轴和定子的高程,由转子及推力头的实测尺寸(大型机组还要考虑轮臂下沉),综合核定的承重机架轴承座安装面的偏高值(偏低时为负值), mm;

h_2 ——承重支架挠度, mm;

h_3 ——弹性油箱的压缩量, mm。

4 镜板水平用互成等边三角形的3块瓦或成十字形的4块瓦来调整,应符合 GB/T 8564 推力头安装的要求。宜测量镜板背面,水平偏差应在 0.02mm/m 以内,并用锁紧装置锁定支柱螺栓。镜板的水平调整,应兼顾其高程。

5 液压支柱式推力轴承宜在刚性状态下调整镜板高程和水平,即在油箱保护套旋至底面的情况下进行。当镜板与推力头联结后,在其外缘放置方形水平仪,在转动部分重量转移至推力轴承后再测量、调整一次镜板水平。

6 液压无支柱式推力轴承和小弹簧束结构支撑式推力轴承,其镜板的高程及水平由承重机架安装时保证,镜板吊装后按设计要求进行校核,超差时应采取措施进行处理。

7 在镜板高程和水平调整合格后,有支柱螺栓的推力轴承,应用百分表监视镜板,在水平不变的情况下,将其余推力瓦抬起靠紧。

8 镜板水平和高程在转动部分重量转移到推力轴承后,应再复查一下,不符合设计要求时应调整。镜板水平的复查,可采用方形水平仪直接测量镜板背面或按照附录 B 规定的旋转测量法来进行。

4.3.4 推力头的套装应符合下列要求:

1 在同一室温下,用同一把内径(外径)千分尺,检查推力头和主轴的配合尺寸,应符合设计要求,倒角的径向和轴向配合应合适。如推力头与主轴在工厂经过套装,则不必进行这一检查。

2 测量推力头高度、镜板至主轴卡环槽距离等有关尺寸,校核推力头套装后其底面至镜板背面的间隙,应有4~8mm。

3 对推力头与主轴间的切向键进行研配。研配后的键应能轻轻推入槽内,且能上下移动,研配并最终装配在主轴上。

4 校核卡环槽与卡环的尺寸,卡环厚度应均匀,差值不大于0.02mm,超差时应处理。

5 根据推力头与轴配合情况,推力头可采用冷压或热套装入。热套时,加热的温度可按孔径胀量在0.6~1.0mm来确定,不宜超过100℃,升温速度控制在10~20℃/h范围内。根据所选定的膨胀量,按式(4.3.4-1)确定加热温升:

$$\Delta T = \frac{\delta}{\alpha D} \quad (4.3.4-1)$$

式中 ΔT ——推力头加热温升,℃;

δ ——推力头膨胀量,mm;

α ——膨胀系数,钢材的膨胀系数 $\alpha=11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$;

D ——推力头内孔直径,mm。

采用电热法加热时,电热总容量应按式(4.3.4-2)计算:

$$P = \frac{K_h G \Delta t C}{3600 A} \quad (4.3.4-2)$$

式中 P ——电热总容量,kW;

K_h ——热损失系数,有良好保温时,可取 $K_h=2.0 \sim 2.5$;

G ——推力头的重量,kg;

Δt ——加热温升速度,℃/h;

C ——热容量,钢材的热容量 $C=0.12\text{kcal}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

A ——功的热当量, $A=0.24\text{kcal}/(\text{s} \cdot \text{kJ})$ 。

6 推力头加热地点宜靠近机组,并对正机组中心的X线或

Y线上,桥式起重机挂好推力头调好水平后进行试套。找正桥机大车或小车位置,再把推力头吊至加温地点进行加温。

7 挂装用的钢丝绳应有一定的安全裕度;绳子夹角及高度,应保证推力头能吊落到底部。调整推力头水平时,可挂1~2个链式葫芦来调整钢丝绳长短,使吊起时推力头水平度控制在0.1 mm/m以内。

8 推力头的加温布置如图4.3.4所示,3只千斤顶均匀布置,在不破坏水平的情况下顶在推力头下部,中间垫环保保温材料隔热;加热装置布置在推力头底部和孔内;对着推力头的地面,铺设环保保温材料;推力头外表面采取合适的保温措施。加热场地应有消防设备。

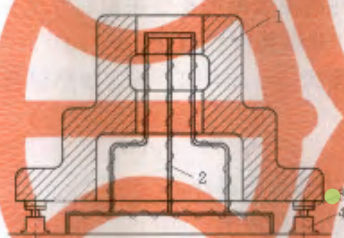


图4.3.4 推力头加温布置图

1—推力头;2—加热装置;3—环保保温材料;4—千斤顶

9 加温前,用专用内径千分尺测出推力头孔径。总温升达到要求后,调节加热装置,维持恒定温度2~3h,切断电源。用专用内径千分尺检查膨胀量,达到要求后,撤去电炉及保温设施,吊起1m左右,内接触面用干净白布擦一遍,吊入机坑套装。套装时,在孔与主轴对正后,缓慢落至底部。

10 待套装后推力头温度降至接近室温时,装配卡环。在承受转动部分重量后,用0.03mm塞尺检查卡环的轴向间隙,局部间隙应不大于0.1mm,其有间隙的总长度不应超过周长的20%,且不应集中一处。间隙过大时,应抽出进行修磨处理,不

得加垫。

4.3.5 转动部分重量的转移应符合下列要求：

1 转动部分重量转移前应做好下列准备工作：

- 1) 制动器系统安装完毕，油气管路动作应正常，制动器摩擦面水平、高程应符合设计要求。
- 2) 转子吊装前，利用制动器顶起锁定或表面加临时垫板的方式，将制动器上平面调平，并达到计算高程位置；推力头套装后其底面至镜板背面应有 4~8mm 的间隙。发电机转子吊入机坑，放置在制动器刚性锁定上。制动器面高程调整计算如下：

——对大中型机组，可将制动器闸板下的机械锁定升起，升起高度为：

$$h = \delta + h_1 \quad (4.3.5)$$

式中 δ ——制动器摩擦面与转子制动环设计间隙值，通常为 10~15mm；

h_1 ——推力头套装后其底面至镜板背面的预留间隙，宜为 5mm。

——对中小型机组，制动器的机械锁定结构可采用位于制动器周向的螺纹顶杆或千斤顶，也可采用底部楔形块支撑。将制动器顶面调平，调整高程达到： $\nabla_{\text{调整}} = \nabla_{\text{设计}} + h$ ，若制动器自身调整高度有限，可在制动器顶面放置临时垫板，加垫总厚度不能超过 δ 。

- 3) 承重机架安装就位，按 4.3.1~4.3.4 条的要求将推力瓦及镜板安装就位。刚性支柱式推力轴承的各推力瓦处于受力状态，液压式推力轴承将弹簧油箱外套旋下，使其处于刚性受力状态。

2 悬吊式水轮发电机组重量转移应符合下列要求：

- 1) 仔细清扫推力头与镜板组合面，不应有任何杂质。有绝缘垫的，应把烘干并清扫干净的绝缘垫按位加入；有密封条的，装入密封条，并检查尺寸是否合适。按

照编号插入定位销，把紧推力头与镜板所有连接螺栓，并用塞尺检查镜板与推力头的轴向间隙，在全部间隙范围内 0.02mm 塞尺应不能通过。

- 2) 按照设计图纸安装卡环及附件。
- 3) 检查、清除所有妨碍转动部分稍微提升及下落到位的物件，对称抱紧 4~6 块上导瓦，对制动器油腔充油、升压。
- 4) 对大中型水轮发电机组，缓慢顶起转子 3~5mm，待制动器顶面稍高于锁定，将各制动器机械锁定旋下至常态或拔出支撑楔形块。关闭油泵，缓慢释放油压，转动部分重量由制动器缓慢地转移到推力轴承上，取出制动器表面调整垫片。
- 5) 对中小型水轮发电机组，缓慢顶起转子 3~5mm，将制动器周向的螺纹顶杆升起，顶住转子。缓慢释放油压，抽出临时垫板，此时转子重量由螺纹顶杆支撑。再次缓慢顶起转子，待转子制动环与顶杆脱离，将全部螺纹顶杆旋下。然后关闭油泵，缓慢释放油压，转动部分重量由制动器转移到推力轴承上。
- 6) 检查推力头与镜板把合情况，应无间隙、无错位，紧固把合螺栓；检查卡环安装状态，应符合设计要求，卡环接触面间隙应符合 GB/T 8564 的要求。

3 伞式水轮发电机组重量转移应符合下列要求：

- 1) 对于推力轴承安装在下机架上的结构，应将推力头或带推力头的发电机下端轴吊装至推力轴承上，按推力头上的销钉螺栓孔或键槽找正方位。将转子对正吊入机坑，重量可直接落在推力轴承上；也可以利用制动器进行一次转换，即先将发电机转子落在制动器刚性锁定上（提前调整表面高程及水平），再按 4.3.5 条第 2 款将转动部分重量全部转移至推力轴承上。
- 2) 对于推力头装在水轮机轴上，推力轴承布置在顶盖上

的结构，应采用先把水轮机转动部分重量转移到推力轴承上的方案。在镜板和推力头联结后，混流式水轮发电机组用半数非调水平的推力瓦，由支柱螺栓升起支撑；对于采用液压支柱式推力轴承的机组，弹性油箱应处于非弹性状态，然后撤掉转轮下的楔子板，逐步降低这几块推力瓦；轴流式机组则调整转轮悬吊工具螺栓长度，使水轮机转动部分重量先落在推力轴承上。然后将发电机转子对正吊入机坑，重量可直接落在推力轴承上；也可以利用制动器进行一次转换，即先将发电机转子落在制动器刚性锁定上（提前调整表面高程及水平），再按 4.3.5 条第 2 款将转动部分重量全部转移至推力轴承上。

4 液压式推力轴承在弹性油箱处于弹性状态进行转动部分重量转移时，应注意所有的瓦要按 4.2.3 条第 5 款的规定顶起在同一平面上。不应在个别瓦抽出或严重偏低的情况下把转动部分落在推力轴承上。转动部分下落应平稳，不应有严重倾斜和冲击现象发生。

5 安装、调整过程应监测承重架的挠度。

4.4 推力轴承调整

4.4.1 刚性支柱式推力轴承的受力调整应符合下列要求：

1 盘车前，用千分表监视镜板水平，初步调整推力瓦的受力，待机组轴线检查处理合格后，再对各推力瓦的受力进行最后调整。

2 在盘车前或盘车时，按 4.3.3 条第 8 款规定的方法对镜板水平进行复查，并做必要的调整，使镜板水平，主轴处于垂直状态。

3 把转轴上盘车点调到方便导轴瓦安装的位置，顶起转子，清扫轴承，用酒精清洗镜板和推力瓦，擦干后在推力瓦面和镜板面涂抹干净的透平油并落下转子，松开导轴瓦或工具瓦。

4 测量定子与转子空气间隙或推力瓦与机架上调中心用的 $+X$ 、 $-X$ 、 $-Y$ 、 $-Y$ 4 个测点之距，水轮机止漏环间隙，将机组转动部分调整至机组中心位置。

5 采用应变仪测量，进行推力瓦的受力调整时，应采用下列步骤及工艺过程：

- 1) 各托盘正式安装前，将图 4.4.1-1 所示的贴应变片处打磨光洁，用酒精或丙酮清洗干净，涂一层 914 黏接剂或万能胶，把应变片压实贴牢。胶干后，用导线把 4 片工作应变片和 4 片补偿应变片分别串联后组成半桥，引线用黏接剂作适当固定，以防拉脱应变片。

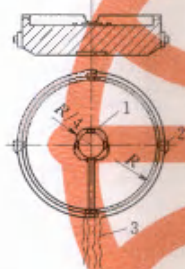


图 4.4.1-1 托盘上应变片的黏贴

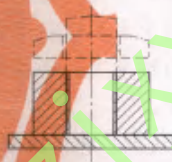


图 4.4.1-2 支柱螺栓座

1—工作应变片；2—补偿应变片；3—引线

- 2) 制作一个如图 4.4.1-2 所示的支柱螺栓座，放在压力机上，分别用各推力瓦的支柱螺栓对其配套的托盘进行载荷与应变值关系的标定，标定时可采用静态应变仪，或采用动态应变仪和示波器，最大试验载荷宜为瓦的平均静载荷的 1.5 倍，其间测量点应不少于 8 个。根据所测数据，绘制各托盘受力时的关系曲线，托盘经标定后正式安装。图 4.4.1-3 是某台发电机各托盘载荷与应变值关系曲线图的实例。

- 3) 推力瓦受力调整时，用同长度和线径的屏蔽导线把各

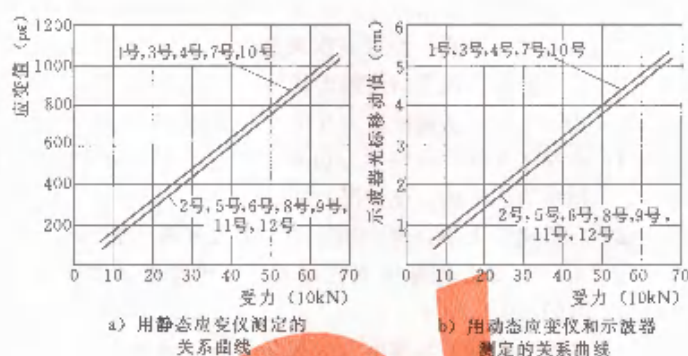


图 4.4.1-3 某台发电机各托盘载荷与应变值关系曲线图

托瓦的应变片引线接至应变仪。接头应用锡焊焊好，导线铺设整齐，固定妥当，受力调整作业时不应随意移动，应变仪的接线方式与标定时相同。为避免托盘本身出现温差，距托盘 1m 之内的灯泡等热源应在测量受力前 1h 撤离。

- 4) 在水导处 X、Y 方位上应设置两个相互垂直的百分表监测主轴垂直状态的变化，或用方形水平仪监测镜板背面水平。
- 5) 在确认转动部分落在推力轴承并处于自由状态后，应用应变仪测量各托盘的应变值，对照其载荷与应变关系曲线，确定各瓦的受力值，并记录。表格形式见附录 C 中表 C-1。
- 6) 综合镜板水平情况应用应变仪测量监视。分别把受力低于平均值的推力瓦的支柱螺栓用锤击方法升起，使其受力值达到平均值。锤击升起顺序可为三角或四方对称跳动进行。完成上述操作后，检查镜板水平是否符合要求，表偏差不大于 0.02mm/m，否则重复进行调整至符合要求。用应变仪测量各托盘的应变值，

确定各瓦的受力值，并记录。

7) 重复上一步骤，经过多次调整，使各瓦的受力与平均值之差不超过平均值的 $\pm 10\%$ ，且镜板水平符合要求。

6 采用人工锤击法调整推力瓦受力的步骤及工艺如下：

1) 应在水导处设置两只方位互相垂直的千分表，监视主轴垂直状态的变化情况。

2) 应按机组大小合理选用锤子的重量和扳手长度，以锤击一下受力较好的支柱螺栓，主轴能在水导处偏移 $0.01\sim 0.02\text{mm}$ 为宜。

3) 在水导和推力轴承间安装通信设备，分别由有经验的人员负责检测指挥和进行锤击工作。

4) 用已选定的扳手和锤子，均匀用力地依次把支柱螺栓打紧，每打一圈后，应对受力小和镜板相对低方位的支柱螺栓进行酌量补打，使瓦的受力趋于均匀，并使镜板保持水平。在最后三遍锤击时，每打一锤，水导处两块千分表读数变化值之和都应在 $0.010\sim 0.015\text{mm}$ 范围内；最后一遍，每一锤击引起主轴倾斜变化值与其平均值之差不超过平均值的 $\pm 10\%$ ，千分表偏离原位不大于 0.020mm 。记录表格形式见附录C中表C-2。

7 复查转轮止漏环间隙和发电机定子、转子空气间隙以及转动部分高程，并做记录。

8 受力调好后，用锁装置锁定支柱螺栓。

4.4.2 液压支柱式推力轴承弹性油箱的受力调整应符合下列要求：

1 弹性油箱的受力调整，即各弹性油箱压缩均匀度调整，应在机组弹性盘车检查轴线前进行。

2 调整时，主轴宜处于强迫垂直度状态，也可采用主轴处于自由状态。

3 按4.4.1条第4款的规定，把机组转动部分调整到机组

中心位置。

4 采用主轴处于强迫垂直状态调整时,应在百分表监视下,把上导和水导的轴瓦或工具瓦涂透平油后抱紧主轴,间隙调整至 $0.03\sim 0.05\text{mm}$ 。以后调整过程中,导瓦一直抱着主轴。采用主轴处于自由状态调整时,只把上导十字方向的4块瓦抱紧,调整过程中,可在测量读数时暂时松开,其他过程中一直抱着不动。

5 顶起转子,把弹性油箱的保护套旋起,使底部有 3mm 左右间隙,按图4.4.2布置百分表和测杆。测杆装在保护套外,平面朝下,百分表的测头与测杆接触,并有 $2\sim 3\text{mm}$ 压缩量。调整A、B两百分表的安装位置,当按图4.4.2 a)方式布置时,应使各瓦的 L_0 及 L 相同;当按图4.4.2 b)方式布置时,应使 $L_1=L_2$ 。记录 L_0 及 L 值,并使各百分表长针指到“0”处。

6 落下转子。记录每只百分表的读数(带正负号)。当采用自由状态调整时,还应测量并记录镜板水平,记录表格形式见附录C中表C-3。

7 按图4.4.2 a)方式布置时,按式(4.4.2-1)计算各弹性油箱中心的压缩量:

$$\beta_i = B_i - (B_i - A_i) \frac{L_0}{L} \quad (4.4.2-1)$$

式中 β_i ——各弹性油箱中心(平均)的压缩量,mm;

A_i 、 B_i ——各弹性油箱A、B两百分表读数(带正负号),mm;

L_0 ——油箱中心与B表的距离,mm;

L ——A、B两百分表之距,mm。

按图4.4.2 b)方式布置时,弹性油箱中心的压缩量为A、B两块百分表读数的算术平均值。

8 按弹性油箱压缩均匀要求,按式(4.4.2-2)计算各油箱支柱螺栓的应调整量:

$$\delta_i = \beta_{\text{平均}} - \beta_i \quad (4.4.2-2)$$

式中 δ_i ——各支柱螺栓按受力要求应升(正值)降(负值)量,mm;

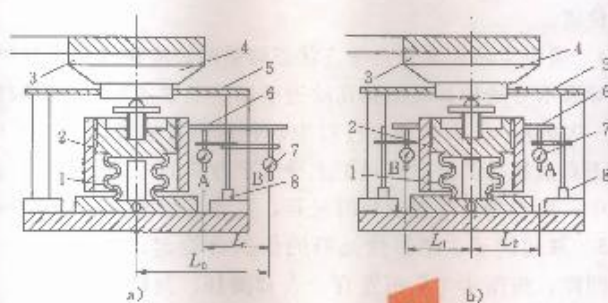


图 4.4.2 百分表、表座及测杆布置

1—弹性油箱；2—套筒；3—薄瓦；4—托瓦；5—轴承支架；
6—测杆；7—百分表；8—表座

β_{cp} ——各弹性油箱中心压缩量的平均值，mm；

β_i ——各弹性油箱中心的压缩量，mm。

9 按式 (4.4.2-3) 计算扳手应移动的弧长：

$$L = 2\pi R \frac{\delta_i + \Delta_i}{S} \quad (4.4.2-3)$$

式中 L ——扳手柄应移动的弧长，mm；

R ——扳手柄上测弧长处计算半径，mm；

S ——支柱螺栓的螺距，mm；

δ_i ——各支柱螺栓按受力要求的应升（正值）降（负值）量，mm；

Δ_i ——各支柱螺栓按镜板水平要求的应升（正值）降（负值）量，mm；当采用强迫状态调整时， $\Delta_i = 0$ ；当采用自由状态调整时，应按附录 D 规定的方法进行确定。

10 顶起转子，按所计算的移动弧长，用搬手调整各支柱螺栓高度（ L 为正值时升高，负值时降低）。调整量应当偏小，不宜超过。然后把百分表重新对“0”。

11 重复第 6~10 款，经过多次调整，使各弹性油箱的中心

压缩量偏差不大于 0.20mm, 且采用自由状态调整时, 镜板水平符合要求, 此时机组推力轴承弹性油箱的受力可认为已调整到位。

12 调整合格后, 用锁片锁好支柱螺栓。

13 机组盘车检查轴线后, 应按第 2~7 款的要求进行复查, 如不符合 GB/T 8564 中液压支柱式推力轴承弹性油箱压缩量规定的要求, 则应按第 8~11 款方法再进行调整。

14 应在 +X、+Y、-X、-Y 4 点上测量推力轴承座上表面至镜板间的距离, 并记录。以后复查时, 如油箱无渗透, 则这 4 个距离的总和应和原来一样。

4.4.3 液压无支柱式推力轴承弹性油箱的调整应符合下列要求:

1 液压无支柱式推力轴承弹性油箱压缩量的检查, 在弹性盘车后进行。这时主轴已位于中心并处于强迫垂直状态。

2 按照 4.4.2 条第 5~7 款的规定安装测量表计和进行测量计算。各弹性油箱的压缩量, 其偏差应符合设计要求。

3 如压缩量偏差不符合要求, 首先应查明主轴垂直状态是否符合要求, 并在允许范围内作适当调整, 其次应测量瓦的厚度, 看是否一致, 如可能则做适当调换, 这两项处理后仍不合格时, 应查明原因, 再采取措施。

4 弹性油箱压缩量检查合格后, 须在 +X、+Y、-X、-Y 4 点测量推力轴承座上表面至镜板间距离, 并记录。

4.4.4 小支柱支撑式推力轴承的调整应符合下列要求:

1 在分块推力瓦安装前, 圆周均匀选择 3 个支柱螺栓 (成等边三角支撑), 调整其高度达到设计值, 其余各支柱螺栓均下降 0.5~1.0mm。

2 吊装推力头与镜板, 重量应落到支柱螺栓偏高的 3 块推力瓦上, 利用合像水平仪测量推力头法兰面或镜板面水平, 并微调 3 块推力瓦支柱螺栓高度, 使推力头水平满足要求, 不应大于 0.02mm/m。

3 依次将其他支柱螺栓升高, 顶起每块推力瓦, 使推力瓦

与镜板面接触，并受力；利用架设的千分表监测推力头水平变化，初步调整所有瓦到受力状态，防止个别瓦受力过大。镜板水平调整时，应兼顾推力头的高程。

4 按照厂家设计图安装推力瓦受力测量传感器及附件，调整其原始值。

5 转子吊入机坑，将重量转换到推力轴承处。用专门测量仪器测量每块推力瓦受力值。

6 利用制动器高压油系统顶起转子，根据上步中测量结果，通过升降支柱螺栓调整每块瓦受力，在调整过程中，应架设千分表进行监测，按照计算结果进行调整。其中，最原始的3块推力瓦支柱螺栓应保持不动，防止受力调整导致镜板水平发生比较大的变化。

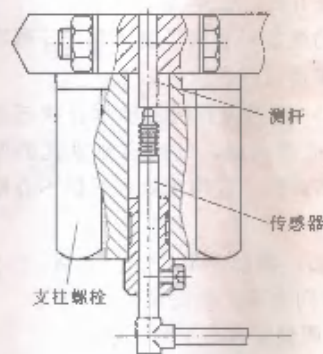


图 4.4.4-1 推力轴承
受力测量图

7 将转动部分再次落到推力轴承上，利用测量元件测量每块瓦受力情况，如图 4.4.4-1 所示。重复以上两个步骤，经多次调整，各瓦的受力与平均值之差，不应超过平均值的 $\pm 10\%$ 。

8 推力瓦受力调整合格后，进行机组轴系摆度检查与调整。同时，利用方形水平仪测量镜板的旋转水平，测量方法见附录 B。

9 根据测量结果计算镜板水平，再利用矢量法计算每个支柱螺栓的调整量，据此矢量计算法的计算步骤如下（见图 4.4.4-2）。

- 1) 计算镜板水平偏差值及与水平面夹角 γ 。
- 2) 根据设计图纸，分析每块瓦受力中心分布圆半径 R ，以及分布坐标角度 θ_0 。

3) 按式 (4.4.4-1) 计算每块推力瓦支柱螺栓调整量 δ_n :

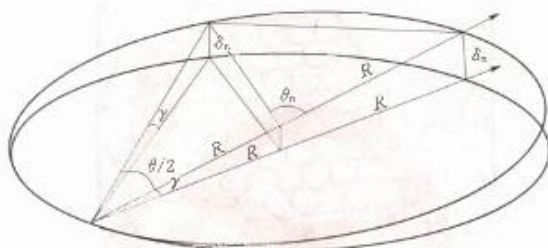
$$\delta_n = 2R \cos(\theta_n/2) \sin \gamma \quad n=1, 2, 3 \quad (4.4.4-1)$$

式中 δ_n ——第 n 块推力瓦调整量, mm;

R ——推力瓦中心半径, mm;

γ ——镜板水平, 倾斜角度, ($^\circ$);

θ_n ——第 n 块推力瓦在分布圆上的角度, ($^\circ$)。



注: 由于调整量 δ_n 远远小于分布半径 R , 可以近似认为半径为 R 的圆与其投影形状一样, 且半径不变。

图 4.4.4-2 矢量计算

10 测量定子、转子磁力中心线高差, 转轮上冠与下环分别与顶盖、底环高度偏差。进行综合考虑, 计算转动部分与固定部分的高度偏差, 均应满足设计要求和相关规范要求。如果不能满足要求, 适当调整支柱螺栓高度或定子磁力中心线高程, 调整过程中监视其水平、中心变化, 应在允许范围内。

11 此种结构推力轴承, 支柱螺栓的调整在油槽 (底) 外部进行, 调整较为方便, 外部设置有受力状况在线监测系统, 因此, 可以根据需要进行微调。在机组所有设备安装完毕后、开机前可进行一次受力测量、调整, 使推力轴承受力达到更加优良状态。

4.4.5 小弹簧束支撑式推力轴承的调整应符合下列要求:

1 零部件清扫、组装。清扫推力油槽支撑面、推力轴承基座环, 除去表面高点、毛刺。

2 推力轴承基础环的预装、调整。安装推力轴承基础环，调整基础环与下导轴承座或挡油环同心度，配钻定位销钉孔、把合螺栓孔。小弹簧束支撑式推力轴承结构如图 4.4.5 所示。

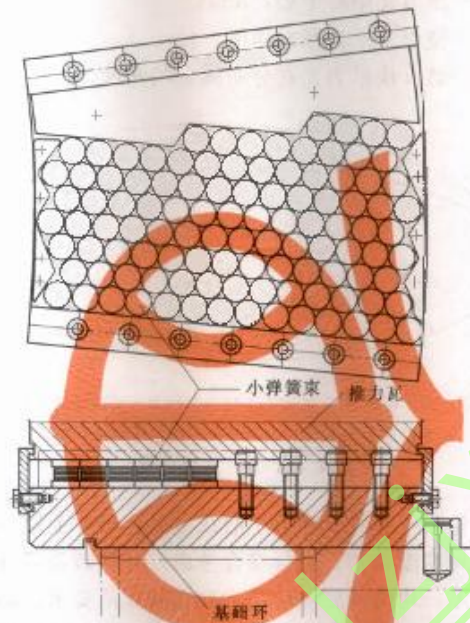


图 4.4.5 小弹簧束支撑式推力轴承结构图

3 小弹簧束与推力瓦及附件的装配应符合下列要求：

- 1) 装配场地选择、布置。搭设施工工棚内要求防尘、防潮，在工棚内利用支墩调整推力基础环水平。
- 2) 按照设计图纸规定的方位和相关技术要求，在基础环上预装小弹簧束、卡板、挡块等附件，并配钻把合螺栓孔。
- 3) 按照制造厂的相关技术规定对小弹簧束进行筛选，测量每个弹簧束的高度，将同高度弹簧束分组配对，进

行预装配工作，做好相应记录。

- 4) 计算每组小弹簧束的平均高度，根据平均高度数据，并结合推力瓦厚度测量数据，配相应厚度推力瓦。配对原则：高弹簧束组配薄推力瓦，短弹簧束组配厚推力瓦。

4 下机架整体吊入机坑安装调整（对伞式水轮发电机组）应符合下列要求：

- 1) 以推力头和发电机轴顶部间隙为基准，调整下机架与发电机轴的同心度，应控制在 0.5mm 以内；以推力头和发电机轴顶部高差为基准，调整下机架的高程，偏差应在 ±1.0mm 以内；以推力头顶面为基准，调整下机架水平，应控制在 0.02mm/m 以内。
- 2) 下机架中心、高程和水平调整好后，按照设计图纸要求安装下机架基础附件，并进行中心、高程、水平复测，应满足要求。
- 3) 下机架调整合格后，对下机架基础进行混凝土浇筑。如果混凝土浇筑量比较大，浇筑过程中，在每个基础板部位，架设百分表对下机架进行监测，防止混凝土浇筑时，下机架中心、高程、水平发生较大变化。

5 推力轴承整体吊装（对伞式水轮发电机组）。下机架调整合格，推力瓦、小弹簧束等与推力基础环装配工作结束后，将推力轴承整体吊入安装，按照推力基础环的预装方位进行正式安装，并安装定位销钉、紧固螺栓等附件。

6 安装推力头、镜板等部件。安装方法与其他结构型式的推力轴承相同，但其水平、高程及单个推力瓦受力状况无法进行单独调整，需靠下机架水平和受力保证。

7 下机架支臂受力测量与调整（对伞式水轮发电机组）应符合下列要求：

- 1) 松开下机架单个支臂与基础板把紧螺栓，用带数显的液压千斤顶将该支臂垂直顶起一定高度（宜为 0.10～

0.20mm),顶起量用百分表进行监测,记录液压千斤顶的压力值,松开液压千斤顶后重新把紧该支臂。

- 2) 依次顶起每条支臂,顶起高度应一致,并记录所有支臂顶起时的液压千斤顶压力值,各压力值与平均值之差应不超过平均值的 $\pm 15\%$ 。如果单条支臂顶起时压力值超过标准,应通过增加或减少其底部的调整键紧度来纠正其偏差,使其在允许值的范围内。

8 对伞式水轮发电机组下机架支臂受力调整合格后,进行机组轴系摆度检查与调整,同时,利用方形水平仪测量镜板的旋转水平。测量方法见附录B。

9 测量定子、转子磁力中心线高差,转轮上下冠与顶盖、底环高度偏差,进行综合考虑,计算转动部分与固定部分的高度偏差,均应满足设计要求和相关规范要求。如果不能满足要求,对伞式水轮发电机组应适当调整下机架或定子磁力中心线高程,调整过程中监视其水平、中心变化情况,应在允许范围内。

4.4.6 弹性金属塑料瓦或组合体安装调整应符合下列要求:

1 弹性金属塑料瓦推力轴承在安装时受力的调整应符合下列要求:

- 1) 刚性支撑的推力轴承,各轴瓦的载荷分布与平均值的偏差应在 $\pm 10\%$ 之内。
- 2) 液压支撑的推力轴承,对多波纹弹性油箱外径侧静态压缩量最大偏差不大于0.2mm,对单波纹弹性油箱,各油箱外径侧的压缩量与平均压缩量的偏差不大于 $\pm 20\%$ 。
- 3) 其他支撑结构的推力轴承按制造商的安装要求进行。
- 4) 初次调整时单瓦承受的单位压力不允许超过10MPa。

2 弹性金属塑料瓦应在滴清洁润滑油(牌号与推力轴承用油相同)后盘车,盘车方向同运行转向,但一次盘车不得多于10圈,当盘车力矩明显增大时应重新顶转子进行滴油润滑。只允许采用电动或机械方式盘车。

4.4.7 推力轴承中心调整应符合下列要求：

1 需要现场装配、定位的推力轴承基础环，在定位销钉孔配钻前，测量、调整基础环与导轴承座的同心度。

2 对推力轴承与导轴承为组合体的结构，在盘车检查机组轴线时，应根据盘车摆度结果，适当调整推力头（含导轴领）与转动部分的同心度，使其摆度满足规范要求。调整方法：松开推力头安装螺栓，利用制动器高压油系统略微顶起转子，架设百分表监测推力头与转子的相对位移，必要时，通过千斤顶进行调整。调整合格后，落下转子，把紧推力头安装螺栓。

3 推力头为热套结构或与主轴无间隙配合的结构，无法单独调整推力头中心，则应与主轴一起调整。根据机组轴线盘车情况，进行整体调整，最终应满足设计和规范要求。

4 推力轴承与导轴承为分开式结构，在机组轴线摆度检查时，需测量镜板处摆度情况，如果镜板处摆度的静态偏心超标，也应进行适当调整。调整方法同第2款。

5 推力轴承中心调整合格后，与转子或转轴连接处，根据设计要求，在现场配钻定位销钉孔，并安装定位销钉。

4.4.8 推力轴承高程调整应符合下列要求：

1 测量定子、转子磁力中心高差以及转轮上冠与顶盖、下环与底环的高度偏差。

2 对上述测量结果进行综合考虑，计算转动部分与固定部分的高度偏差。如果不能满足要求，需要进行适当调整，各部位的高差均应满足设计要求和相关规范要求。

3 对于非可调式推力轴承，转动部分安装高程只能通过承重组架基础进行调整，见4.4.3条、4.4.5条所述。对于可调式推力轴承，如刚性支柱式结构见4.4.1条所述、液压支柱式结构见4.4.2条所述、小支柱支撑式结构见4.4.4条所述，在设计范围内，可以通过调整支柱螺栓高度，适量调整推力轴承高度，以改善转动部分高度偏差。

4 调整的过程中监视其水平、中心变化情况，偏差应在允

许范围内。

4.4.9 推力瓦定位部件间隙的检查调整应符合下列要求：

- 1 推力瓦最终调整定位后，应检查调整其压板、挡块与瓦的轴向、切向间隙。固定螺栓紧固后，有锁定片的要折起锁好。
- 2 弹性油箱的保护套与油箱底盘间隙，应调整至设计值。
- 3 检查液压支撑的推力瓦底部与固定部件应有足够间隙，保证由于负荷增加引起推力瓦下沉后，其运行应有的灵活性不受影响。

4.5 推力轴承高压油顶起装置安装

4.5.1 高压油泵、节流阀、溢流阀、单向阀和滤油器等元件，如果包装完好，特别是各油口的封堵完好，且不超过规定保管期时，可不分解。除单向阀须进行严密性耐压试验外，其余元件可在外部经清扫、内部通道经汽油冲洗后安装。如需分解清扫，应按各元件说明书规定要求进行。

4.5.2 高压油顶起装置的单向阀应按 4.2.2 条第 2 款的要求进行严密性耐压试验和通油试验。

4.5.3 高压油泵安装应按 GB/T 50231 的要求进行。

4.5.4 应按图纸要求配置管道，把油槽内、外部各元件连接起来，管道不宜用焊接连接，尤其是弯头与小直径管路，如果采取焊接方式，应进行管内充气焊接。管螺纹接头宜用聚四氟乙烯生料带或密封胶密封，拧紧时不得把密封材料挤入管内。法兰连接的密封垫应符合设计要求，把合后两法兰应平行。元件接头的紫铜垫应退火后使用。对于采用卡套式密封的接头，应按照规定工艺进行装配，并进行相应的耐压试验。

4.5.5 高压油顶起装置宜在推力瓦或弹性油箱受力调整后，油槽注油前，连接油槽内管路及元件（各软管与单向阀连接后封堵出口），按设计要求进行装置高压部分的整体耐压试验，各管道和元件均应无渗透现象。

4.5.6 管路冲洗可与油泵试运转同步，应按下列步骤进行：

- 1 拆去所有堵头，把高压软管通过单向阀接至推力瓦上，

对悬式水轮发电机组应提前用 1000V 兆欧表测其绝缘，应不小于 10M Ω 。各软管应松弛，保证瓦的摆动不受影响。

2 清扫油槽，注入合格的透平油，油面高度以保证油泵抽油后不产生进气为宜。

3 顶起转子，使镜板与瓦脱离 5~8mm。

4 松开溢流阀。开启油泵，空载运行 10min，油泵应无剧烈振动、杂音和温度过高等异常现象。

5 关闭高压油管上的手动阀，调整溢流阀，逐步升高压力，达到额定值后再运行 10min，应无异常现象。

6 开启高压油管上的手动阀，向系统连续打油，并用节流阀调整，使各瓦内外油室的油柱的大小及高度，经外观质量检查基本一致。同时观察从瓦喷出油的质量，直至油中不含任何杂质为止。落下转子，完成管路冲洗。

7 进行顶起油隙调整时，应在镜板十字方向设 4 只百分表，监测转动部分被顶起值。启动油泵后，调整溢流阀，逐步升高压力，使油压达到工作压力，转动部分被顶起 0.03~0.06mm。用塞尺检查各瓦与镜板间隙，读取各瓦油室压力和 4 只百分表读数，综合考虑后，调整各瓦节流阀，使各瓦与镜板间隙相差不大于 0.02mm，这时，溢流阀应有少量溢油，调好后，锁紧各调节螺栓的螺母并防止松动，整定压力信号器的动作值。

8 调整后，应把所有用油放掉，并清洗滤油器，待油槽封闭，注入合格的透平油后，装置便可正式投入使用。

5 导轴承安装

5.1 一般要求

5.1.1 轴承合金导轴瓦，不必进行导轴瓦研刮。如有特殊要求需进行导轴瓦研刮，可按附录 E 导轴瓦的研刮要求进行。

5.1.2 弹性金属塑料导轴瓦，不应进行研刮。

5.2 导轴瓦安装前的检查处理

5.2.1 分块瓦的检查和处理应符合下列要求：

1 检查轴瓦有无脱壳现象，轴瓦应无硬点、裂纹或密集气孔等缺陷，如有个别硬点，则应剔除，如脱壳面积超过瓦面的 5%，则不宜使用。

2 对厂家未要求工地研刮的分块瓦，其瓦面应无碰伤，粗糙度 R_a 值应不大于 $0.8\mu\text{m}$ 。

3 塑料导轴瓦不允许修刮瓦面，瓦底不得重新加工，可只处理毛刺、高点，所有孔内应清理干净，经检查符合设计要求后准备安装。

4 对厂家要求工地研刮的分块瓦或因其他情况需要进行研刮时，研刮工艺按照 E.1 节的规定进行。

5.2.2 筒式瓦的检查和处理应符合下列要求：

1 检查轴瓦有无脱壳现象，个别处可存在脱壳但间隙不应超过 0.10mm ，面积不超过瓦面的 1.5%，总和不超过 5%。必要时可用超声波检查。

2 检查瓦面应无碰伤，粗糙度 R_a 值不应大于 $0.8\mu\text{m}$ 。如有较严重碰伤，应进行修刮处理，如粗糙度不符合要求，可在瓦面上排花刮研 2~3 遍。

3 检查并修刮轴瓦上的油沟，使其方向、形状和尺寸符合设计要求，清扫进油盘上的进油孔，应畅通且无杂物。

4 与主轴进行配装,如图 E.2.1 所示,用塞尺检查它与轴颈上下端的间隙 $\delta_{\perp}$ 、 $\delta_{\top}$ 、 $\delta_{\text{左}}$ 、 $\delta_{\text{右}}$ 。 $\delta_{\perp}$ 应为 0, $\delta_{\text{左}}$ 与 $\delta_{\text{右}}$ 应相等, $\delta_{\top}$ 为轴承总间隙,其值应符合设计要求,且每端最大与最小值之差及上下端相应点的 $\delta_{\top}$ 值差,均应不大于实测平均总间隙的 10%。

5 如果间隙不符合要求,应进行车削加工或研刮处理。研刮工艺按照 E.2 节的规定进行。

6 清除轴承体非加工面上未清理干净的残存铸造灰砂,其浸油部分耐油漆应完好,否则应补刷。

7 进行油位计、温度计及油嘴等附件的试装。有冷却水腔的应按 GB/T 8564 中现场制造承压设备及连接件进行耐压试验的规定进行严密性耐压试验。

5.2.3 橡胶轴瓦检查和处理应符合下列要求:

1 将分瓣的轴承体进行组合,检查其组合面应符合 GB/T 8564 中设备合缝面的要求。

2 将分块到货的橡胶轴瓦组合到轴承体上,每组合一块,均应用 0.05mm 塞尺检查轴瓦与轴承体组合面间隙,如有间隙,则应加垫处理。对到货时轴瓦已安装在轴承体上的,则只检查组合面间隙。

3 清扫轴瓦,注意普通橡胶瓦不应与矿物油接触。

4 测量轴承内径,每块瓦至少有 6 个测点,检查其内径的绝对尺寸和圆度,如不符合要求,应在轴承体组合面或轴瓦与轴承体组合面处加垫处理。

5 经上述处理合格后的橡胶轴瓦与轴进行试装,检查其间隙,总间隙应符合设计要求,夏天环境温度高时,宜取设计值下限,冬天宜取上限。每端最大与最小总间隙之差及同一位置上下端总间隙之差,均不应大于实测平均总间隙的 10%。

5.3 导轴承安装调整

5.3.1 导轴承的安装调整应符合下列要求:

1 水轮机导轴承和发电机导轴承的安装应在机组轴线和推力瓦受力调整合格、水轮机止漏环间隙和发电机空气间隙符合要求,即转轴处于实际回转中心位置的条件下进行。如果转轴稍有偏心,其值若小于各导轴承在该方位应调的最小单侧间隙,也可进行安装工作。

2 各导轴承安装调整时,在附近设 X、Y 方向两块百分表监视,转轴中心位置应保持不变;当转轴中心位置确定后,如果是弹性盘车机组,则在水导瓦未松开前,用 X、Y 方向两块百分表监视。在水轮机止漏环或叶片与转轮室的间隙中,等间距打入 4~8 条的小铁楔,将主轴下端固定,轴瓦安装调整结束后,再拆掉小楔铁。

3 在各轴承固定部件合适的地方建立轴线方向 4 个测点基点,测量转轴与它们的距离,记录后作为复查转轴中心位置的依据。

5.3.2 导轴承安装调整间隙的确定应符合下列要求:

1 各导轴承的总间隙由设计规定,而安装时单侧间隙的分配,应以转轴实际位置为测量基准,结合机组转动部分的支撑结构而定。

2 当转轴处于实际回转中心时,悬式机组的上导、伞式机组的下导以及采用弹性盘车时抱紧转轴的两部轴承(可为上导和水导),其间隙可按设计值均匀调整。其他轴承应考虑转轴在该处的盘车摆度方位及大小进行间隙调整分配实例见图 5.3.2-1。对只有两部导轴承的机组可以不考虑摆度而均匀调整间隙。各轴承轴瓦间隙按式(5.3.2-1)计算:

$$\delta_i = \frac{\delta}{2} \cdot \frac{\phi_{\max}}{2} \cos \alpha_i \quad (5.3.2-1)$$

式中 δ_i ——各瓦(或测点)的应调间隙, mm;

δ ——该轴承设计总间隙,其中筒式瓦和橡胶瓦轴承为实测值, mm;

$\phi_{\max}$ ——该轴承处的最大净摆度, mm;

α_i ——各瓦抗重螺栓中心或测点与该处轴最大摆度点停留方位的夹角, ($^{\circ}$)。

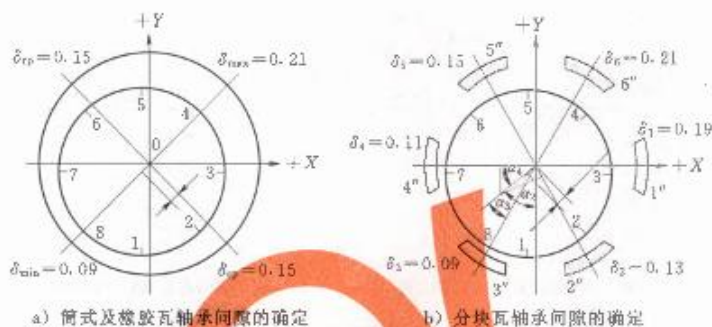


图 5.3.2-1 考虑摆度时轴承间隙的分配

3 当转轴与实际回转中心有少量偏心时, 各轴承间隙应按 5.3.2 条第 2 款的规定进行分配后, 再作相应的增减, 使轴在运转后移置到实际中心。调整实例见图 5.3.2-2。各部轴承轴瓦或测点间隙的增减值可按式 (5.3.2-2) 计算:

$$\Delta_i = \Delta_{max} \cos \beta_i \quad (5.3.2-2)$$

式中 Δ_i ——各瓦或测点应增 (负值) 减 (正值) 量, mm;

Δ_{max} ——转轴与实际回转中心的最大偏心值, mm;

β_i ——各瓦支柱螺栓中心或测点与转轴偏心方位的夹角, ($^{\circ}$)。

4 当水导轴承与止漏环同心 (如已预装定位) 而主轴在轴瓦内任一位置时, 则发电机导轴承间隙应按水导轴瓦实测间隙来确定。

5.3.3 分块瓦导轴承的安装应符合下列要求:

1 安装轴瓦座 (环), 按其 with 主轴的间隙来调整中心位置, 偏差应不大于 0.5mm, 固定后钻铰销钉孔。

2 托板、绝缘托板安装后应与轴瓦座 (环) 垂直, 与轴颈间隙应符合设计要求。

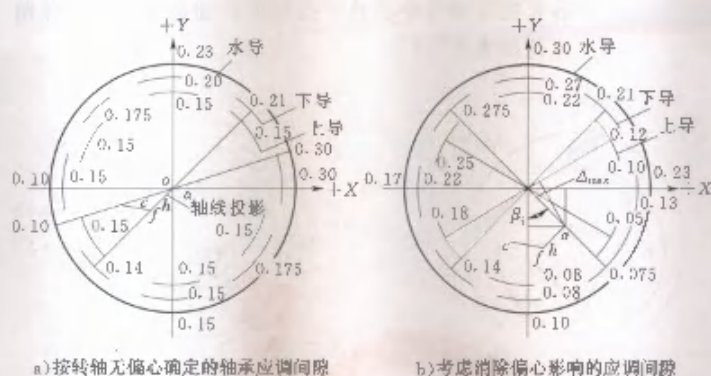


图 5.3.2-2 考虑转轴存在偏心时轴承间隙的分配

3 清扫油槽，必要时吊出轴瓦座（环），将钻铰销钉孔的铁屑清理干净。

4 对支柱螺栓式结构，在检查抗重螺母或套筒与轴瓦座圈接触严密后，按号装上支柱螺栓，螺栓配合松紧应合适。

5 清扫导轴瓦，检查轴瓦抗重垫块与瓦座，应接触严密。有绝缘要求的，其槽型绝缘应压紧，用 1000V 兆欧表测量其绝缘电阻，应不小于 50MΩ。在瓦面涂少许透平油后，按号吊放于轴瓦座（环）的托板上。

6 用百分表监视在转轴不动的情况下，每块瓦用 2 只小楔子板或特制螺旋小千斤顶在瓦背两侧，使瓦紧靠轴颈，最好两对边同时进行。检查瓦与托板接触情况，应设法消除翘角。

7 轴瓦间隙的测量。对支柱螺栓式结构，以测瓦背抗重垫块与螺栓球面的间隙为准；对固定于瓦上的调整块式的结构，以测调整块与轴瓦座（环）之间隙为准；对固定于轴瓦座圈上的楔子板结构，以测楔子板与瓦背半圆形垫块间隙为准。

8 对支柱螺栓式结构，当轴瓦顶靠轴颈后，检查螺栓球面与抗重垫块接触点的环向位置，即瓦的实际偏心距，应符合设计要求。调整支柱螺栓，使被测间隙达到 5.3.2 条第 2~4 款所确

定的数值,偏差不大于0.02mm。锁紧支柱螺栓,再测间隙,应符合要求。

9 对调整块式轴承,当轴瓦顶靠轴颈后,检查、研刮调整块与轴瓦座圈的接触面,使其达到设计要求,可要求宽度在5mm以内,长度不少于瓦高的1/2。接触面符合要求后,把调整块插入轻轻打紧,做好记号,然后按斜度计算其应退出的长度,作调整并锁紧。然后测量调整块与轴瓦座圈之间隙,应符合5.3.2条第2~4款所确定的值,允许偏差不超过 $\pm 0.02\text{mm}$ 。

10 对楔子板结构,其调整方法,除了不必检查、研刮接触面这一步骤外与本条第9款相同。

11 安装上压板,检查其与导瓦的间隙,应符合设计要求,宜为0.3~0.5mm,不合格时允许加垫调整,但其垫片必须通过螺孔,确保其被固定住。

5.3.4 筒式瓦水导轴承的安装应符合下列要求:

1 当主轴定位后,先把分瓣的转动油盆吊入,放在安装位置附近的空腔内,注意不要妨碍轴承体的安装。在轴承座上,用木方搭建轴承组合用的平台。

2 清扫轴承体和瓦面,检查进出油孔、回油孔等,应畅通无杂物堵塞,在组合面涂密封涂料后加垫组合,检查组合面间隙,应符合GB/T 8564中设备合缝面的要求。

3 吊起组装好的轴承,撤去临时平台,清扫安装面,把轴承落放到位。

4 进行间隙调整,宜采用塞尺测上下端十字方向各4点,即最大、最小间隙点及与其垂直方向的两平均间隙点。当各点实测间隙与分配应调间隙值之差在该点分配间隙值的 $\pm 20\%$ 以内,且每点上下端实测间隙偏差不大于分配间隙的10%,则可认为间隙调整合格。如上下间隙之差偏大,应在轴承体与轴承座组合面加紫铜垫,以保证瓦面与轴颈平行。间隙初调合格后,把紧固定螺栓,再复测间隙,应符合上述要求。最后钻铰销钉孔,配装定位销。

5 安装转动油盆,若因位置有限而安装困难时,可把已定位了的轴承体暂时吊起。油盆安装应符合下列要求:

- 1) 油盆内壁应光滑,并涂耐油漆,组合面应放入纸垫并涂酒精漆片。
- 2) 组合螺栓应比一般紧固要更紧一些,并装好弹簧垫圈或止退垫圈。
- 3) 盛满煤油进行渗漏试验,至少保持 4h,应无渗漏现象。
- 4) 与轴承体的径向、轴向间隙,应符合设计要求。

6 对刚性支柱式推力轴承的机组,其筒式瓦轴承还可先装转动油盆,后装轴承体,间隙调整采用 5.3.5 条第 3 款所述的顶推法来进行。

7 筒式瓦水导轴承,确保其被固定,可在机组固定部件中心找正时预装定位。以和止漏环同心的钢琴线为中心,测轴瓦上下两端各 8 点,在把紧固定螺栓的情况下,各半径与平均半径之差不超过设计单侧间隙的 $\pm 10\%$,则可认为该水导轴承已和止漏环同心,即可钻铰定位销钉孔。正式安装时,虽不必调间隙,但为确定主轴位置仍应按 X、Y 测 4 点间隙,检查主轴垂直度,符合要求后,可只测上端 4 点,否则还应测下端 4 点,以检查瓦面与轴是否平行。

5.3.5 橡胶瓦轴承的安装应符合下列要求:

1 轴承体在组合面涂铅油后组合。吊装轴承体时,可在轴瓦与轴颈间加水或蓖麻油,普通橡胶瓦不允许用透平油等矿物油。

2 橡胶轴承间隙调整,应采用 5.3.4 条第 4 款和 5.3.4 条第 7 款所规定的方法;刚性支柱式推力轴承的机组,还可采用顶推法。

3 采用顶推法调整轴承间隙,其步骤如下:

- 1) 如图 5.3.5 所示,在应调的最大最小间隙方向及与其垂直方向,装上百分表和千斤顶,松开顶丝,拆去水

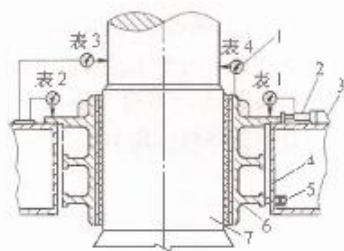


图 5.3.5 橡胶轴承间隙测定

1—百分表；2—千斤顶；3—千斤顶基础；4—顶盖；
5—顶丝；6—轴承；7—主轴

轮机止漏环处的小楔铁，此时十字方向两块百分表 3 的指针应不动。

- 2) 拧紧固定螺栓，百分表 1 和百分表 2 的读数应一致，如不一致，应在数字大的表的方位加厚度为两块表读数差的紫铜皮垫。
- 3) 稍松紧固螺栓，用千斤顶顶轴承体，当百分表 3 指针刚动 0.005mm 时停止，用塞尺检查测量被测侧的瓦上端间隙，反向顶推再测间隙，测得的对边瓦间隙之差若小于设计单侧间隙的 10%，则认为轴承面与轴颈平行，否则应在安装面加紫铜皮处理。检查应在上述两垂直方向进行，若需加热处理，则宜再加测 45°方向的偏差值，以确定合适的加热方向和厚度。
- 4) 在来回顶推检查轴承面与轴颈平行度的过程中，用百分表 4 测得轴承总间隙。
- 5) 按 5.3.2 条第 2~3 款规定计算出最大、最小及平均间隙值，按百分表读数进行调整。这时在轴承体与顶盖间组合面涂铅油，若加了紫铜皮垫，则还应铺一层帆布，拧紧螺栓后，若所测 4 点间隙偏差不超过分配间隙值的 ±20%，则调整合格。在顶丝涂以铅油对称拧紧后，钻铰定位销钉孔。

4 盘根箱、轴承盖与主轴的径向间隙应均匀，并符合图纸规定，无规定时，最小间隙不应小于 2mm。

止水盘根应分层整圈填入，不得成螺旋形，每圈接头应斜接，接头相互错开。盘根压环对称均匀压紧，松紧合适。

6 轴承循环冷却系统安装

6.1 外循环用冷却器安装

6.1.1 采用板式热交换器作油冷却器时,其分解、清扫、组装和试验应符合下列要求:

1 各板片应用酒精清扫干净,检查各成型密封胶垫应无压偏和扭曲等缺陷,并用黏接剂把胶垫黏在板片合适的位置上。

2 在立式状态下,按图纸要求把板片组装起来。在用螺栓压紧过程中,板片应对齐,首尾间距均匀,压紧后的尺寸应符合设计要求。

3 耐压试验应按设计要求进行。把油腔侧充油加压至60%油侧试验压力,关闭试验阀门,持续30min,压力应无下降;再进行双侧试压,在水侧充水加压时,因板片变形关系油侧压力将自动提高,应注意水、油两侧压力的相互调节,使之都达到各自的试验压力,关闭试验阀门再持续30min,各侧压力应无下降。

6.1.2 圆筒式和方箱式冷却器浸油面应擦拭或用油冲洗干净,并按设计规定进行严密性耐压试验。

6.1.3 冷却器就位后,各管口位置偏差不大于5mm。

6.2 外加循环泵安装

6.2.1 油泵的分解清扫应按说明书的规定进行,并注意下列事项:

- 1 零件表面不应有毛刺、锈污和碰伤。
- 2 检查各零件的配合情况、动作行程应符合图纸要求。
- 3 组装时各部件的滑动面,应涂以干净的透平油。
- 4 各部件内部过流面的油漆须完整,各油路应清洁畅通。
- 5 组装后,可动部分的动作灵活平稳。

6.2.2 油泵安装应按GB/T 50231的有关要求进行。

6.3 内循环冷却器安装

6.3.1 对立式、卧式冷却器的油槽，在轴瓦和轴承座清扫干净后装冷却器。冷却器铜管应擦洗干净，法兰应用耐油垫料。安装后按设计要求进行耐压试验，合格后安装隔油板、挡油罩，彻底清扫油槽后封盖。

6.3.2 对抽屉式冷却器的油槽，先安装分油板、稳油板及盖板，进行内部清扫检查后，再安装冷却器。冷却器安装前应做耐压试验，安装时，把铜管等擦干净，与油槽把合的螺栓要依次对称上紧，最后连接进水弯管。

6.4 管道及附件安装

6.4.1 参照 4.5.4 条有关要求配制系统油管道。管径应匹配，布置应合理，管路支撑的刚度和强度应满足要求。

6.4.2 测量油、水的流量计，应进行率定，安装位置和方式应符合设计要求，进出口两管直管段应不少于产品说明书规定的长度。

6.4.3 按图纸要求安装压力表、温度计、示流信号器和滤油器等附件。

6.4.4 有回油槽的外循环系统，其油槽内部浸油面耐油漆应完好，滤网应无破损，在渗漏试验合格后应清扫干净，系统中单向阀应作反向渗漏试验。

6.4.5 配装冷却水管。按设计要求整定冷却水示流信号器或压力信号器。

6.5 油槽内有关部件安装

6.5.1 应按设计要求安装喷油管和导流圈。

6.5.2 镜板泵的泵孔角度应正确，粗糙度 R_a 值不应大于 $1.6\mu\text{m}$ ，孔内应清洁；镜板外圆应与主轴同轴，盘车时检查，偏差不应超过设计规定值。

6.5.3 自泵瓦导轴承应检查泵油腔位置正确,管道连接后导瓦应具有足够的灵活性以满足运行。

6.5.4 镜板泵的集油槽应在机组轴线定位后安装,其间隙大小应符合设计要求,调整合格后钻铰定位销钉孔,并连接输出管道。

6.6 系统的调整试验及运行

6.6.1 当发电机推力轴承具备充油条件时,应缓慢从油槽向外循环系统充油,检查各管道和元件应无渗漏。有外加泵的,应用于转动油泵,排除系统中空气。

6.6.2 外加泵外循环系统应在系统各种运行工况下进行试运行15min,记录油泵进出口压力、油流量和滤油器前后压力,调整冷却器水压,应比油压小0.05MPa左右。按油泵最大工作压力的1.25倍整定油泵的安全阀。

6.6.3 油槽外管道系统可采用压力滤油机进行油循环冲洗干净后才投入运行,尤其是镜板泵外循环系统,更应如此。

6.7 油槽各部件安装及注油

6.7.1 温度计安装应符合下列要求:

- 1 引线编号正确、固定牢固、长度合适,既应使它们呈松弛状态,又不宜过长。
- 2 温包与瓦上安装孔壁之空间,有条件时宜充填硅脂。
- 3 电阻温度计应无开路、短路及接地现象。
- 4 有绝缘要求的轴承,对瓦的绝缘电阻应符合GB/T 8564推力轴承各部件绝缘电阻规定的要求。

6.7.2 密封盖安装时,其轴向及径向间隙应符合设计要求。铝质密封盖组合及固定螺栓须加平垫圈。密封应符合设计要求。毛毡装入沟槽后,既应与主轴接触密闭,又不宜压得过紧,用0.50mm塞尺插入检查,应能轻松划通一圈。

6.7.3 内挡油管在轴承开始安装时未能安装的,应在油槽部件

安装完后挂装。

6.7.4 按设计要求安装轴承油位计，其油面线应与油槽的油位相符，高、低油位的指示应调整准确。

6.7.5 有油混水发讯装置的，应按设计要求安装好电极等传感部分。

6.7.6 悬吊式机组推力轴承总装完毕后，按 GB/T 8564 规定检查总绝缘电阻，应符合要求。

6.7.7 润滑油的牌号应符合设计要求，化验检查、油质应符合国家有关规定，其中汽轮机油必须符合 GB/T 11120 的要求。注油时应注意检查油槽有无渗漏，并应避免油直接冲到油混水装置的杯式电极，油面高度应符合设计要求，偏差宜控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内。

附录 A 推力轴承合金瓦的研刮

A.1 一般要求

A.1.1 对于推力轴承合金瓦，不必进行研刮，如有特殊要求需进行研刮时，可按本附录的要求进行。

A.1.2 本附录的条款不适用于弹性金属塑料瓦。

A.2 研刮场地及用具

A.2.1 推力瓦研刮应专设施工场地，场内应清洁、干燥，通风良好，照明充足，温度不应低于 10℃，且变化幅度不宜太大，对薄片瓦应控制在 5℃内。

A.2.2 场地内应有可利用的起吊设备，能够吊运镜板等轴瓦研刮有关部件，并能满足镜板翻身的要求。

A.2.3 放置被刮推力瓦的架子应结实、稳固，宜用木质面板，高度宜为瓦面离地 600~800mm。

A.2.4 放置镜板的架子应牢固，用大木方或金属构架，镜板下应垫毛毡，镜板上采取遮灰和防落物砸碰的措施。

A.2.5 根据实际情况制作诸如抽瓦小车等器具，以便瓦的搬运和翻转。

A.2.6 准备好刮瓦用的平板刮刀和弹簧刮刀，平板刮刀可用废旧机用锯条改制。弹簧刮刀的刀身为弹簧钢，有条件时焊上合金刀头。这些刀的刀身部分都缠绕数层白布带或塑料带。

A.2.7 轴瓦研刮需用的材料和工器具应按实际情况参考附录 F 有关资料进行准备。

A.3 推力瓦的研刮

A.3.1 推力瓦粗刮时，应采用特制的小平台研磨瓦，进入细刮后，应采用瓦研镜板的方式研磨瓦。

A.3.2 采用瓦研磨镜板方案时,先把镜面朝上的镜板放稳调平,水平控制在 $0.2\sim 0.4\text{ mm/m}$,每次把要刮的瓦倒放在镜板上,用人工或机械对瓦进行研磨。如采用机械研磨,应采取防止瓦坠落的措施。

A.3.3 推力瓦的刮削分粗刮、细刮、精刮、排花和中间刮低处理等五个阶段进行。粗刮采用铲削,细刮和精刮宜为挑花刮削,也可采用铲刮方式,如排花采用燕尾刀花或扇形刀花时,排花有挑(如三角形、燕尾形刀花)、铲(如分格刮花)、旋(如扇形刀花)等几种刮法,当精刮为挑花刮削时,可不另行排花,中间刮低处理宜为挑大刀花刮削。

A.3.4 粗刮宜采用宽型平板刮刀,把瓦面上被研出的接触点或高点普遍铲掉,刀迹宽长而深,且连成片。反复研刮数遍,使整个瓦面显出平整而光滑的接触状态。

A.3.5 细刮时,宜用弹簧刮刀,刀迹依瓦与镜板研出的接触点分布,按一点方向一次把接触点刮去,刮干后再研,研后变换成大致与上次成 90° 的方向再把接触点刮去,如此反复多次,使瓦面接触点分布基本达到要求。

A.3.6 精刮时,仍用细刮时的刀具,反复进行找亮点和分大点刮削,使瓦面接触点达到 GB/T 8564 中有关推力轴承研刮所规定的要求。

A.3.7 刀花花纹有三角形、鱼鳞形、燕尾形和扇形四类形式,如图 A.3.7 所示。除扇形刀花外,其刮削都采用挑花方式。挑花的刀具应具有较好的弹性,可使用 12 mm 左右宽度的平头或弯头弹簧刮刀。挑花时刀刃应保持锋利,下刀应平稳,使刀花成



图 A.3.7 刀花花纹形式

缓弧状，不带“旗杆”，刮削出的刀花应光亮、无振痕和撕纹。

A.3.8 刀花的大小应与瓦面大小协调，深浅约为 $0.01 \sim 0.03\text{mm}$ 。

A.3.9 选用三角形刀花排花时，可排 $2 \sim 3$ 遍，前后两次大致成 90° 方向。选用燕尾形刀花时，宜为 2 遍，互成 180° 。选用扇形刀花时，宜为 1 遍。排花可划线分格进行。

A.3.10 有支柱螺栓的推力轴瓦，在排花后，中部应按设计规定进行刮低处理。设计无规定时，可先在支柱螺栓位置周围约占总面积的 $1/3 \sim 1/2$ 的部位较密地排一遍大刀花，约刮低 0.01mm ，然后缩小范围，再从另一个方向较密地排一遍大刀花，如图 A.3.10 所示。图 A.3.10 b) 可为长宽比 L/b 较大的瓦，图 A.3.10 c) 为参数高的大瓦推荐采用的刮低范围和刮低量。有高压油顶起装置的瓦，其刮低范围不应在环向上刮通，两边应各留有 $1 \sim 2\text{cm}$ 宽不刮低。

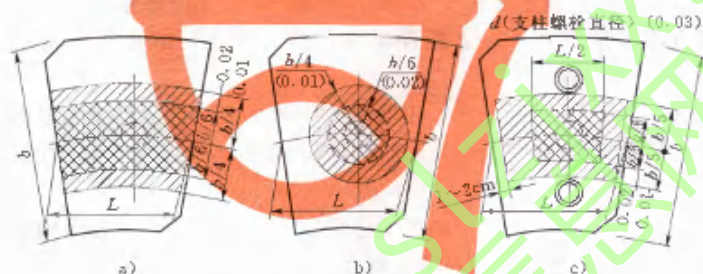


图 A.3.10 推力瓦中间刮低处理

A.3.11 按图纸要求刮削进油边，无规定时，可按宽 $5 \sim 10\text{mm}$ (瓦小取小值)，深 0.1mm 刮削，如图 A.3.11 所示。



图 A.3.11 刮削进油边 (单位: mm)

A.3.12 有高压油顶起装置

1—推力轴瓦；2—铲板

的轴瓦，其油室在瓦面研刮合格后，应按图纸要求进行检查修整，环形油室内圆所包面积，属于承载面积，应将其刮低 0.02mm。

A.3.13 推力瓦在机组盘车后应抽出检查其接触情况，如发现连点现象，应加以修刮。

A.3.14 大型单支点双层结构的推力瓦，先按上述通常刮瓦要求基本研刮合格，待轴线处理合格后再进行盘车刮瓦，应采用下列工艺过程：

- 1 盘车研瓦与弹性盘车一样，先把转动部分调至中心位置，用上导及下导或水导的对称方向四块导轴瓦或工具瓦涂经绢布过滤的白色特种脂。如果上导及下导采用的是塑料瓦，则宜采用正常润滑用润滑油滴涂导瓦滑动面。在百分表监视下抱紧主轴，间隙为 0.03~0.05mm，顶起转动部分。清扫镜板和推力瓦，涂白色特种脂后把瓦装回，并使弹性油箱支撑处于正常运行状态，落下转动部分，盘车旋转 1~2 圈，在旋转时，如发现推力瓦抖动或有不正常声音，应立即停下来，检查轴瓦，防止瓦面磨损破坏。

- 2 把研好的瓦抽出，用酒精或甲苯洗去白色特种脂，根据瓦面接触点的变化情况，分别按前述普通刮瓦的工艺要求进行细刮（有时不要）和精刮。

- 3 经反复研刮，接触情况达到 GB/T 8564 中有关推力轴承研刮所规定要求后，再按前述通常刮瓦工艺进行排化和中间刮低处理。

A.3.15 普通刮瓦期间，镜板每班至少应研磨一次。盘车刮瓦后，应对镜板进行仔细检查和彻底清扫。

A.3.16 研刮合格的推力瓦，若不立即使用，应均匀涂一层纯净的凡士林或钙基脂，用干净的纸贴盖或装箱保护。

附录 B 镜板水平的旋转测量法

B.0.1 把方形水平仪沿径向〔见图 B.0.1 a)〕或切向〔见图 B.0.1 b)〕放置在推力头或盘车架上 +X 方位的地方,用塞尺等方法,将其操平,气泡偏差不得超过 4~5 格即可。

B.0.2 水平仪随机组盘车而转动,每转过 45° ,即 8 等分盘车时每一停点,在撤去外力后,与读取摆度同时,记取水平仪的读数 n_i 。

B.0.3 计算 4 个方向的水平偏差,每个方向用水平仪处在与该方向平行相隔 180° 的两位置的读数来计算:

$$S_i = \frac{n_i + n_{(i+180^\circ)}}{2} \times \Delta \quad (\text{B.0.3})$$

式中 S_i ——某方向的水平偏差, mm/m;

n_i 、 $n_{(i+180^\circ)}$ ——水平仪在某位置和与它相隔 180° 的位置的读数,格;

Δ ——水平仪的精度, mm/m。

图 B.0.1 a) 或图 B.0.1 b) 所示的测量值,经计算后镜板工作面的水平偏差如图 B.0.1 c) 所示。



图 B.0.1 镜板水平的旋转测量 (单位: mm/m)

附录 C 推力轴承受力调整 记录表格式示例

表 C-1 用应变仪调整推力瓦受力记录

次数	瓦 号	1	2	3	...	平均	垂直或水平 监视
1	应变值 $\mu\epsilon$						
	载荷 (10kN)						
2	应变值 $\mu\epsilon$						
	载荷 (10kN)						
...							

表 C-2 锤击法调整推力瓦受力记录 单位: mm

次数	瓦 号	1	2	3	...	n	垂直监视
1	+X 表读数						
	-Y 表读数						
	主轴倾斜变化值						
2	+X 表读数						
	-Y 表读数						
	主轴倾斜变化值						

表 C-3 液压支柱式推力轴承弹性油箱受力调整记录

单位: mm

次数	瓦 号	1	2	3	...	n	平均
1	A 表读数	A_1	A_2	A_3	...	A_n	
	B 表读数	B_1	B_2	B_3	...	B_n	
	油箱压缩量	β_1	β_2	β_3	...	β_n	β_{cp}
	按受力应调整量	δ_1	δ_2	δ_3	...	δ_n	
2							

附录 D 各支柱螺栓按镜板水平要求的 应调量的确定方法

D.0.1 用方形水平仪直接测镜板水平，求出镜板最大水平偏差及其方位，实例如图 D.0.1 所示。

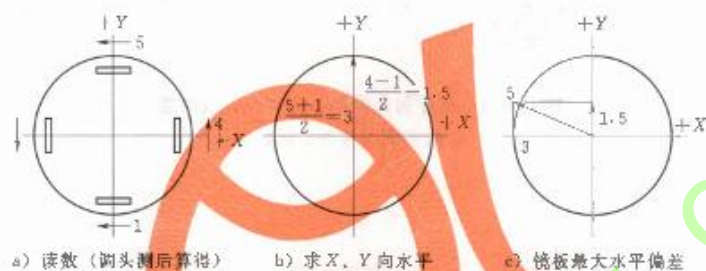


图 D.0.1 用方形水平仪直接测镜板水平的实例

D.0.2 用千分表监视主轴垂直变化，求出镜板水平最大变化值及其方位，实例如图 D.0.2 所示。

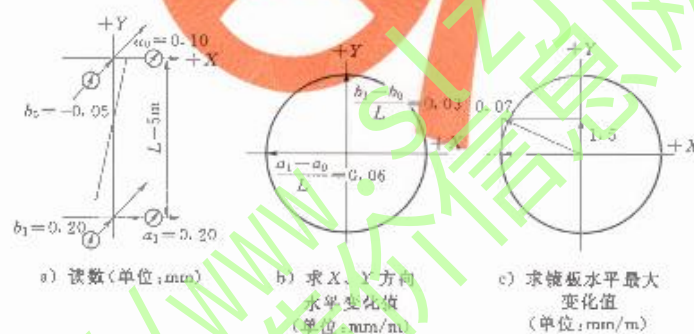


图 D.0.2 用千分表监视主轴垂直变化求镜板水平变化的实例

D.0.3 由镜板最大水平偏差或变化值，用作图法求得各支柱螺

栓应调量，实例如图 D. 0. 3 所示。

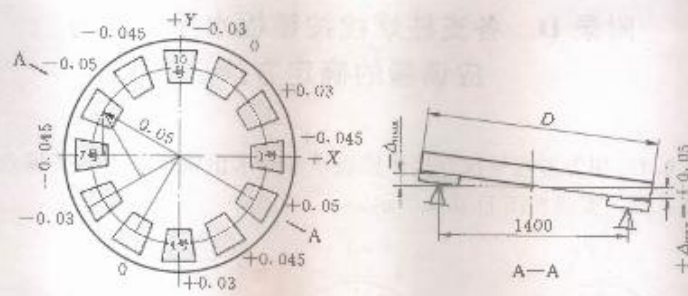


图 D. 0. 3 用作图法求得各支柱螺栓应调量 Δ_i 的实例 (单位: mm)

附录 E 导轴瓦的研刮

E.1 分块轴瓦的研刮

E.1.1 进行分块瓦研刮的场地，应清洁、干燥，温度不宜低于 5℃。

E.1.2 分块瓦研刮时，主轴横放，轴颈体调整好水平，主轴要垫塞稳固，并根据轴颈的位置，搭设一个高低合适的牢靠的工作平台。图 E.1.2 为一实例。

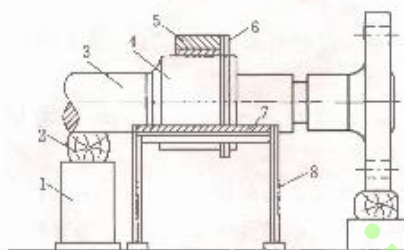


图 E.1.2 分块轴瓦研刮

1—支墩；2—枕木；3—主轴；4—轴颈；5—分块瓦；6—吊箍或软质绳箍；7—木板平台；8—横支梁

E.1.3 根据瓦的轻重和现场的实际情况，配备合适的轴瓦吊运工具。

E.1.4 按 E.2.3 条要求把轴颈清洗干净并研磨处理，再根据轴瓦工作位置，在轴颈上设置导向挡块，如铝箍或软质绳箍，如图 E.1.2 所示。

E.1.5 研瓦时，先用酒精或甲苯分别把瓦面和轴颈清洗干净并擦干，按轴瓦运行时的上下边位置，把瓦吊放到轴颈，并使瓦的一边靠紧导向挡块或绳箍，来回研磨 4~5 次，注意避免轴向窜动或歪扭。轴颈因磨损或工作不慎而出现划痕或模糊不亮，应用

两边结有拉绳的细毛毡作研具，用附录 F 所述的研磨剂进行研磨处理。

E.1.6 分块瓦的刮削视瓦面曲率半径的大小来选用刀具，曲率半径大时，可采用刮削推力瓦的弹簧刮刀，曲率半径小时，可采用三角刮刀。

E.1.7 研刮时所需材料及工器具，应按实际情况参考附录 F 进行准备。

E.1.8 分块瓦刮削可分粗刮、细刮、精刮和排花四个阶段进行。粗刮采用铲削，细刮和精刮可用挑花刮削或修刮方法，排花采用挑三角或燕尾形刀花。当精刮采用挑花刮削时，可不进行排花。

E.1.9 按照 A.1 节规定的有关工艺进行刮削，质量达到 GB/T 8564 中导轴瓦的要求。

E.1.10 按图纸规定修刮进油边，在 10mm 范围内刮成深 0.5mm 的倒圆斜坡。

E.1.11 实际装配检查瓦上的温度计孔，不合适时，应作处理。

E.1.12 研刮合格的轴瓦，若不立即使用，应按附录 A 所述方法加以保护。

E.2 筒式轴瓦的研刮

E.2.1 筒式轴瓦的研刮，可把主轴卧放进行（见图 E.2.1）。为了使轴瓦在主轴上均匀地不歪扭研磨，应在轴承下部进行配重，轴颈上加导向挡块。在轴承外壳绕几圈钢丝绳，并使钢丝绳的作用力尽可能通过轴瓦轴向中心处，分别拉动钢丝绳，两头就可使轴承体在轴颈上转动。

E.2.2 筒式轴瓦研刮采用三角刮刀，其他刮瓦用的材料及工具应按实际情况参考附录 F 选用。

E.2.3 轴瓦和轴颈在研刮前应用酒精或甲苯清洗干净并擦干。瓦的一半用专用小车运至轴下，另一半吊上，组合后，转动 2~3 圈，然后拆开，用吊车和专用小车把瓦吊运出来研刮。研瓦时

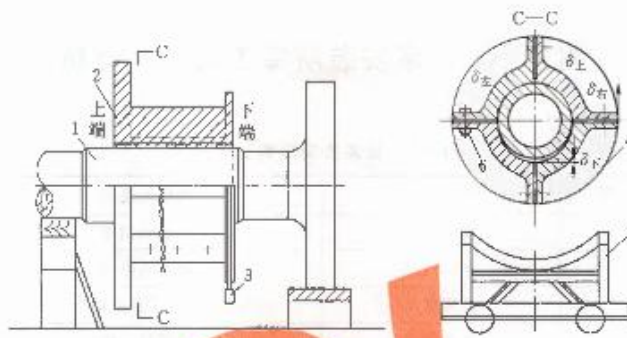


图 E.2.1 筒式轴承轴瓦研刮

1—主轴轴颈；2—筒式轴承；3—配重块；4—钢丝绳；
5—刮瓦专用小车；6—轴承组合螺栓

对轴颈的保护应参照 E.1.4 条有关规定进行。筒式轴瓦的研刮，以保证轴承总间隙和圆柱度符合 5.2.2 条第 4 款要求为主，而对瓦面接触点要求可放在次要地位，应在 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 面积上有 3~5 点，有接触点的面积不少于轴瓦总面积的 75%。

E.2.4 筒式瓦刮削，可采用挑花、三角形或条形刀花方式，也可采用修刮方法进行。待间隙及上点符合要求后，再排 2~3 遍刀花。

附录 F 轴承安装所需工器具及材料

表 F-1 轴承安装所需工器具表

序号	名 称	规格及说明
1	电动葫芦	轴瓦研刮用
2	平板刮刀	轴瓦研刮用
3	三角刮刀	导轴瓦研刮用
4	弹簧刮刀	轴瓦研刮用
5	瓦吊（拍）具	轴瓦研刮及吊装用
6	油石	磨刀用
7	天然油石	处理镜板伤痕等
8	砂轮机	油槽清扫用
9	电焊机	挡油板、水管安装
10	电钻	钻螺栓及定位螺孔
11	方形水平仪	推力轴承安装
12	千分表	轴承安装用
13	内（外）径千分尺	轴承安装用
14	塞尺	轴承安装用
15	链式葫芦	吊推力头用
16	千斤顶	轴承安装用
17	应变仪	YJ-16 或 YD-15（配 SC-18）
18	应变片	纸基丝状式，测受力用
19	滤油机	滤油及冲洗油管
20	小楔铁	固定止漏环间隙
21	特制小千斤顶	顶紧导轴瓦用
22	风压表	耐压试验用
23	兆欧表	测绝缘电阻用
24	电炉	推力头加热用
25	温度计	推力头加热用

表 F-2 轴承安装常用材料表

序号	名 称	规格及说明
1	细毛毡	镜板、轴颈研磨及保护
2	氯化铬研磨膏	作研磨用
3	工业用酒精/甲苯	清扫剂
4	燃油或柴油	配研磨剂
5	透平油	保护镜板及轴颈
6	白色特种脂	配研磨剂
7	绢布	过滤研磨剂
8	白布	擦清加工面及包研磨平台
9	汽油	清扫用
10	砂布	清扫用
11	清洁破布	清扫用
12	凡士林油	保护镜板和瓦
13	红丹	研刮双层瓦背面用
14	密封涂料	油槽及管路安装用
15	石棉布(板)	推力头加粗用
16	聚四氟乙烯带	管路经扣接头用
17	粘接剂	黏应变片和密封件
18	面粉	清扫用
19	麻绳	导瓦研刮导向用
20	紫铜皮	导瓦安装用
21	电焊条	挡油板、水管安装用
22	滤油纸	油过滤用
23	耐油漆	
24	铁钉、铁丝	
25	塑料布	

表 F-3 常用黏接剂及其特点

序号	名 称	特 点
1	501 胶、502 胶	常温下 1min 可固化，剪切强度高，但耐水性差，不能长期反复使用
2	914 胶	固化时间需 12h，黏结强度高，耐水耐油，绝缘性好，但性脆
3	P.P.S 胶	固化时间长，有良好的防潮和绝缘性能

表 F-4 常用密封涂料及其特点

序号	名 称	特 点
1	酒精漆片	自配，浓度可按需而定，耐油、易干、密封止漏效果好，用作止油密封涂料
2	电木液	易干、耐油、绝缘性好，主要用作止油密封涂料
3	密封胶	不宜干，使用方便、密封效果较好，但有的适用温度较低
4	白铅油	附着力强、防水，主要用作止水密封涂料

附录 G 主轴在已定位水导轴承内 任一位置时发电机导轴承 间隙的确定方法

G.0.1 根据盘车记录和转轴停留位置，以镜板处（上导，悬吊式机组）轴心为中心，取比例 M 作轴线水平投影。

示例：如图 G.0.1 所示， $M=1:0.01=100$ ，根据盘车结果，水导最大摆度点在轴号 8 旁边 c 点处，其值为 0.20mm （倾斜值 $ac=0.10\text{mm}$ ），下导处最大摆度点在轴号 1、8 之间 f 点处，其值为 0.08mm （倾斜值 $af=0.04\text{mm}$ ）。

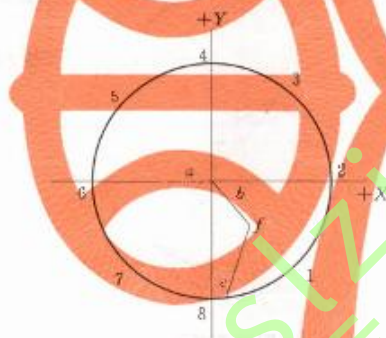


图 G.0.1 转轴停留位置及轴线水平投影

G.0.2 按水导 X、Y 向实测的 4 点间隙，计算出水导处轴心在轴承圆中的位置。如水导实测间隙 $\delta_{+x}=0.25\text{mm}$ ， $\delta_{-y}=0.10\text{mm}$ ， $\delta_{-x}=0.15\text{mm}$ ， $\delta_{+y}=0.3\text{mm}$ ，则轴心 c 的坐标：

$$X_c = \left(\frac{\delta_{-x} - \delta_{+x}}{2} \right) M$$

$$= \left(\frac{0.15 - 0.25}{2} \right) \times 100 = -5(\text{mm})$$

$$Y_c = \left(\frac{\delta_{-Y} - \delta_{+Y}}{2} \right) M$$

$$= \left(\frac{0.10 - 0.30}{2} \right) \times 100 = -10(\text{mm})$$

G.0.3 在轴承圆中按 (X_c, Y_c) 坐标确定轴心 c 点位置, 然后用 *cad* 作图将图 G.0.1 中的轴线水平投影平移到图 G.0.2 中, 得 a 、 b 、 c , 其中 a 为上导处轴心, b 为下导处轴心。

G.0.4 由 a 、 b 两点各向上导和下导的各对瓦方向的直径作垂线得 a_1 、 a_2 、 a_3 和 b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 等点, 按比例量取这些点与相应的瓦位点之距, 即为该瓦应调间隙, 如图 G.0.2 所示。

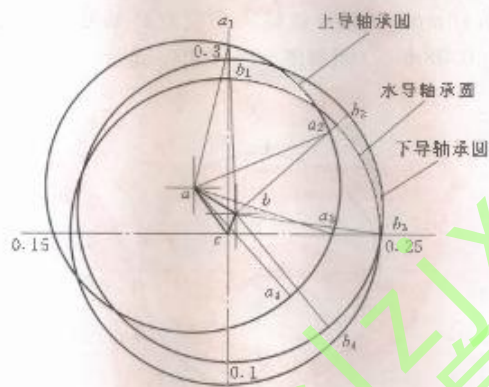


图 G.0.2 图解法求轴承间隙分配

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

附录 供 需 表

序号	材料名称	规格	单位	数量
1	水泥	42.5	t	100
2	砂	中砂	m ³	200
3	石子	20mm	m ³	150
4	钢筋	Φ12	t	50
5	木材	杉木	m ³	10
6	砖	标准砖	千块	500
7	石灰	生石灰	t	20
8	卵石	20mm	m ³	100
9	碎石	20mm	m ³	100
10	卵石	40mm	m ³	100

<https://www.slzjxx.com>
 水利造价信息网

中华人民共和国水利行业标准

水轮发电机组推力轴承、导轴承
安装调整工艺导则

SL 668—2014

条 文 说 明



<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

目 次

1 总则.....	63
2 术语.....	64
3 设备的接收、保管和开箱检查.....	65
4 推力轴承安装.....	66
5 导轴承安装.....	68

1 总 则

按照《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002)的要求,增加本标准的引用标准;适用范围增加了水泵用电动机。

2 术 语

2.0.1 推力轴承主要由推力头、镜板、轴瓦、支撑部件和油冷却器等组成。

2.0.7 轴承合金瓦是推力轴承和导轴承中使用得最多的一种瓦。

2.0.8 弹性金属塑料瓦是一种新型的使用于水轮发电机的推力瓦，或导轴瓦。



3 设备的接收、保管和开箱检查

3.0.2 保温库应对湿度有要求，原则是工件保存期内不应生锈。

3.0.8 增加弹性金属塑料瓦的接收、保管开箱检查内容。



4 推力轴承安装

4.2 零部件的清理、试验和预装

4.2.1 水冷推力瓦结构, 由于制造厂已不再推荐应用, 所以未列入本标准; 对装置有水冷推力瓦的机组, 建议对水冷瓦按下列要求进行清理和试验:

(1) 水冷推力瓦的进、出水管和管件, 应严格清扫干净, 内部不得有脏物, 其中油管应用白布检查, 不应有污垢, 管子外部除锈后刷耐油漆。

(2) 水冷推力瓦的进出水环管和外循环的喷油环管, 按设计要求进行检查或预装, 接口位置及角度应合适, 注意应封堵好管口。

(3) 需进行单块水冷推力瓦水压试验, 压力为 2.5~3 倍额定工作压力, 时间为 30min, 不应有渗漏、明显压降及裂纹等异常现象。需进行水冷推力瓦的供排水环管水压试验, 压力为 3~3.5 倍额定工作压力, 时间 30min, 不应有渗漏、明显压降及裂纹等异常现象。

(4) 水冷推力瓦的连接软管应耐油无破损变质; 悬吊式机组安装后其绝缘电阻应符合 GB/T 8564 中推力轴承各部件绝缘电阻规定的要求。瓦出油侧的软管与进水环管连接, 瓦进油侧的软管与排水环管连接。全部安装完后, 按设计要求进行水压试验, 试验压力可为 1.5 倍额定工作压力, 且不得小于 0.4MPa, 保持 1h, 不得有渗漏。

4.3 推力轴承主要部件安装

4.3.4

2 推力头装在水轮机轴上的机组, 推力头底面至镜板背面的校核间隙, 应为 2~5mm。

4.4 推力轴承调整

4.4.1~4.4.9 弹性橡胶垫支撑式推力轴瓦和碟簧组弹性元件支撑式推力轴瓦也是当今大中型水电机组采用的新型式推力轴承。弹性橡胶垫支撑式结构又有平面和拱面支撑两种类型。推力轴承瓦均推荐采用轴承合金瓦。其基本原理与4.4.5条所述小弹簧束推力轴瓦相同。瓦间负荷补偿采用加垫法初调节，利用橡胶垫的弹性或碟形弹簧片的弹性自然调节。其安装调试工艺还有待实践中积累经验，故未列本标准中。弹性橡胶垫支撑式结构推力轴瓦的安装调整简要介绍如下，供参考。

弹性橡胶垫支撑式推力轴瓦结构形式如图1所示。橡胶弹性垫层在推力轴承支撑结构中，允许在运行的过程中有一定的压缩变形量，并允许轴瓦在切向上和径向上有一定倾斜，以便消除热变形和机械变形。

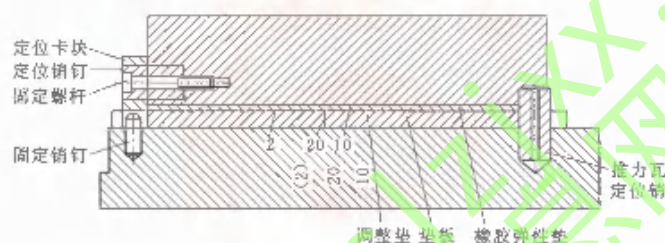


图1 弹性橡胶垫支撑式推力轴瓦结构图

弹性垫层安装时，首先检查下机架推力瓦支撑面的水平度，将垫板及调整垫片放在安装位置，测量每块推力轴承瓦安装位置高度，再测量每块推力瓦高度并标记。根据每块瓦及其安装位置的测量结果确定垫片的使用厚度，并将其放置在安装位置。

4.5 推力轴承高压油顶起装置安装

4.5.1 安装中注意事项应按6.2.1条执行。

5 导轴承安装

5.3 导轴承安装调整

5.3.3

6 在百分表监视转轴不动的情况下，每块瓦用 2 只小楔子板或特制螺旋小千斤顶在瓦背两侧，瓦高时用 4 只。

7 也有使用楔块形状垫块代替半圆形垫块的。



中国水利水电出版社

水利水电技术标准咨询服务中心简介

中国水利水电出版社，一个创新、进取、严谨、团结的文化团队，一家把握时代脉搏、紧跟科技步伐、关注社会热点、不断满足读者需求的出版机构。作为水利部直属的中央部委专业科技出版社，成立于1956年，1993年荣膺首批“全国优秀出版社”的光荣称号。经过多年努力，现已发展成为一家以水利电力专业为基础、兼顾其他学科和门类，以纸质书刊为主、兼顾电子音像和网络出版的综合性出版单位，迄今已经出版近三万种、数亿余册（套、盘）各类出版物。

水利水电技术标准咨询服务中心（第三水利水电编辑室）主要负责水利水电技术标准及相关出版物的出版、宣贯、推广工作，同时还负责水利水电类科技专著、工具书、文集及相关职业培训教材编辑出版工作。

感谢读者多年来对水利水电技术标准咨询服务中心的关注和垂爱，中心全体人员真诚欢迎广大水利水电科技工作者对标准、水利水电图书出版及推广工作多提意见和建议，我们将秉承“服务水电，传播科技，弘扬文化”的宗旨，为您提供全方位的图书出版咨询服务，进一步做好标准和水利水电图书出版工作。

联系电话：010-68317913（传真） jwb@waterpub.com.cn
主 任：王德鸿 010-68545951 wdh@waterpub.com.cn
主任助理：陈 昊 010-68545981 hero@waterpub.com.cn
首席编辑：林 京 010-68545948 lj@waterpub.com.cn
策划编辑：王 后 010-68545982 wqh@waterpub.com.cn
杨良普 010-68545985 ylx@waterpub.com.cn
王丹阳 010-68545974 wdy@waterpub.com.cn
章思洁 010-68545995 zsj@waterpub.com.cn
覃 薇 010-68545889 qwei@waterpub.com.cn

中国水利建设成就

水利部编 水利出版社

http://www.slnjxx.com
水利造价信息网

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网



155170.138

中华人民共和国水利行业标准
水轮发电机组推力轴承、导轴承安装调整工艺导则
SL 558—2014

*

中国水利水电出版社出版发行
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)
网址: www.waterpub.com.cn
E-mail: sales@waterpub.com.cn
电话: (010) 88387658 (发行部)
北京科水图书销售中心 (零售)
电话: (010) 88383994、63902843、68545874
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销
北京联斯通印务发展有限公司

*

140mm×203mm 32开本 2.375印张 64千字
2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷

*

书号 155170·138
定价 24.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,
本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究