

检修工艺规程

****水水力发电厂

前 言

发电厂的设备检修工作，是保证发电设备安全、经济运行，提高发电设备可用系数，充分发挥设备潜力的重要措施，也是设备全过程管理的一个重要环节。制定本规程的目的是使全厂各级管理部门和每一个检修人员都必须充分重视设备检修工作，提高检修意识，自始至终坚持“**质量就是生命**”的思想，切实贯彻“**应修必修，修必修好**”的原则，认真完成各项检修工作。

一、本规程的条文，如与上级颁发的有关规定相抵触，则以上级规定为准。

二、由于电力工业的快速发展，新技术、新工艺不断出现，当设备进行技术改造后，则应以新的工艺规程为准。

三、各级管理人员，技术人员及有关检修人员在实际工作中，发

现本规程与实际不符或有疑问时，应及时逐级反映指出，以便修正。

目 录

第一篇 总 则	1
第一章 检修前的准备	1
第二章 检修注意事项	3
第一节 日常维护注意事项	3
第二节 小修中注意事项	3
第三节 大修中注意事项	3
第三章 检修后的总结	6
第四章 机组大修安全措施	7
第二篇 发电机检修规程	8
第一章 设备技术规范	8
第二章 检修类别、周期和项目	9
第三章 发电机大修拆卸程序及要求	11
第一节 拆受油器	11
第二节 拆励磁机、发电机母线及转子滑环	11
第三节 拆上导轴承及推力轴承	12
第四节 发电机标高的测量	13
第五节 吊出镜板、推力瓦及瓦架	13
第六节 吊上机架	13
第七节 拆下导轴承	14
第八节 机组解轴	14
第九节 吊发电机转子	15

第十节	吊下机架及风洞盖板	15
第四章	发电机检修工艺	17
第一节	受油器、溅油盆检修	17
第二节	推力瓦检修	17
第三节	发电机转子、定子检修	18
第四节	镜板检修	23
第五节	推力瓦架检修	24
第六节	上、下导瓦检修	25
第七节	上、下导冷油器的检修	25
第八节	风闸的检修	26
第九节	操作油管清扫试压	27
第十节	上下机架及油槽清扫检查	27
第十一节	油、气、水管路及阀门检修	28
第五章	发电机回装及调整	29
第一节	下风洞底板回装	29
第二节	下机架回装	29
第三节	转子就位及联轴	29
第四节	上机架回装	31
第五节	推力瓦架回装	31
第六节	推力头的烘烤	32
第七节	推力头的套装	32
第八节	机组盘车	33
第九节	推力轴承受力调整	40
第十节	导轴承间隙计算及调整	42

第十一节	下导轴承回装	45
第十二节	推力轴承及零部件回装	46
第十三节	上导轴承回装	46
第十四节	励磁机回装	47
第十五节	受油器回装	47
第三篇	水轮机检修规程	49
第一章	水轮机铭牌参数	49
第二章	检修种类及内容	51
第一节	巡 检	51
第二节	小 修	51
第三节	大 修	53
第三章	水轮机的拆卸	56
第一节	水导轴承的拆卸	56
第二节	导叶传动机构的拆卸	56
第三节	水轮机标高测量	57
第四节	水轮机悬挂及解轴	57
第五节	顶盖及引水锥的拆卸	58
第六节	吊拆水轮机	58
第七节	吊拆导叶	59
第四章	水轮机的检修	60
第一节	汽蚀的处理	60
第二节	裂纹处理	63
第三节	转轮的分解、检修、组装及试验	64
第四节	导水机构的检修	67

第五节	水导轴承的检修	68
第六节	真空破坏阀的检修	69
第七节	技术供水总过滤器、水导主备用过滤器的检修	69
第八节	阀门检修和表计校验	70
第五章	水轮机的回装	71
第一节	导水叶回装	71
第二节	水轮机吊装	71
第三节	水轮机就位后的水平调整	71
第四节	引水锥和顶盖就位	72
第五节	导叶接力器及控制环回装	73
第六节	联 轴	73
第七节	导水机构回装	73
第八节	水导轴承回装及调整	76
第四篇	机组大修后有关调整试验	79
第一章	机组充油及充水前的调整试验	79
第一节	充油、调整、试验条件	79
第二节	管道系统充油、调整	79
第二章	充水后的机组试验	82
第一节	机组启动应具备条件	82
第二节	空载扰动试验	83
第三节	机组甩负荷试验	83
第四节	各种运行方式的转换	84

第一篇 总 则

第一章 检修前的准备

一、检修工作必须坚持以预防为主、实行状态检修，做到该修必修，修必修好，切实保证检修质量。做到既安全又经济的完成检修工作。

二、检修前应对检修设备的运行技术状态作详细周密的调查，全面了解该设备所有的缺陷及存在的问题，并组织人员研究分析设备缺陷的原因及危害性，决定检修项目及缺陷处理方案。

三、检查库存材料及备品备件情况，根据检修内容添补缺额部分。备齐检修用工具、量具（开工前必须落实）。

四、根据设备缺陷处理的实际要求及检修期限，制定检修进度计划和工时定额。

五、对检修人员进行分工编组，分解落实各项检修任务。并做好各级人员的动员工作。

六、做好行车、钢丝绳、千斤顶等起重设备工具的检修试验工作。

七、准备好必要的检修时使用的风、水、电源。检查施工场地必备的安全消防器材。

八、两台尾水泵、真空泵、消防泵在大修前应检修完毕。

九、滤油装置完好，并有足够的净油贮备。

十、对检修设备停机前应进行各种必要的技术测定，运行测量应进行空载和满负荷两次，主要测量上导、下导、水导处的摆度，上机

架水平、垂直振动，有关部位压力值，记录推力瓦、上导瓦、下导瓦、定子绕组、铁芯等各部温升情况。

十一、在安全措施布置后，应对推力油槽绝缘情况进行测量，检查记录励磁机上部、发电机上、下部空气间隙情况，测量风闸板至制动环间的距离。并对发电机定子进行热状态下的破坏性耐压试验。

十二、组织与本次检修内容有关的技术培训学习及安全教育活动。

第二章 检修注意事项

第一节 日常维护注意事项

1、巡视检查时不得乱动设备，如发现设备有缺陷需及时处理时，应开工作票做好安全措施后方可进行。

2、运行缺陷记录簿，班长和专责人每天查看一次，并把暂不能处理的和停机处理缺陷记录汇总安排时间处理，一般缺陷应当天处理完毕。

3、当缺陷处理工作结束，由运行人员验收恢复安全措施，投入设备运行。

第二节 小修中注意事项

1、由工作负责人持工作票到运行当班，待运行人员做好安全措施后方可工作。

2、不动与检修无关的设备，需动运行设备时，应与运行人员保持联系。

第三节 大修中注意事项

1、部件分解前必须了解其结构、工作原理，预先应安排好放置的地点，并考虑其承载能力应足够。

2、部件拆卸前应找好记号，若原记号不清或不合理时，应重作记

号并记录。

3、拆卸时应先拔出销钉后拆螺丝，同处的销钉、螺丝、垫等应放在同一布袋或箱内并贴上标签，安装时应先打入销钉，后紧固螺栓。

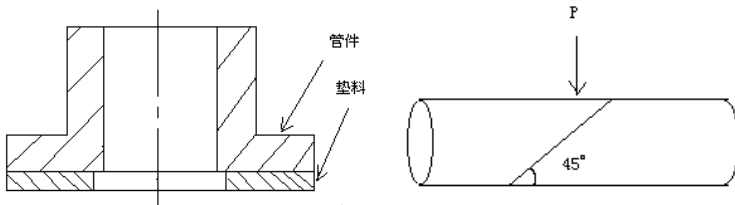
4、设备分解后，应及时检查零部件完整与否，如有缺损应进行修复或更换备品配件。并做好记录及画其零件图。

5、拆开的精密零部件和结合面应做好防锈和防尘等保护措施，镜板、推力头、轴领、法兰结合面应防止受潮、生锈，拆出后应涂上防锈油，并贴上描图纸（或腊纸）。安放时应用枕木或其它物件垫好，以免损坏地面及零部件的加工面。

6、拆开的机体，如油槽、接力器缸等，应用布盖好，法兰孔应用木塞或布封堵，地面孔洞应予加盖。

7、在拆装和调整中需锤击部件（或零件）时不可直接敲打，应用铜棒或铝板等软金属垫之以免损坏部件。

8、割切垫料（盘根）时其内径应稍较管内径大，以免减小流体断面，如需搭接时斜口在 45° 为适，应注意受力方向。



9、各零件除结合面和磨擦面外，都应除锈涂防锈漆，各管路按规定颜色刷漆。

10、装复时易进水或潮湿处的螺丝应涂以油铅粉或水银软膏，各结合面应涂白铅油，各连接螺丝应对称牢固拧紧，各转动部分螺栓应

点焊（或加装弹簧垫圈）。

11、起重用的钢丝绳，各类起重机械应完好，必须经试验合格后方可使用。

12、管路或阀门检修必须在无压的条件下进行。

13、各部件的组合面、键和键槽、螺栓、螺孔处的毛刺、伤痕应进行修理。

14、滚珠轴承安装前应用汽油清洗干净，检查内外套及珠粒应无剥蚀、裂纹，转动应灵活不别劲，手试珠粒间隙应无提动感觉，安装时黄油应为油室的 $1/2 \sim 3/4$ 。

15、检修场地应经常保持清洁。

16、拆装及修复期间，严格执行各项安全技术措施和组织措施。

第三章 检修后的总结

1、检修后必须清理现场，为检修工作临时增设的一切设备工具均应拆除搬走，将现场所有设备恢复到修前布置形式。

2、及时整理有关检修中各种记录并汇总成检修总结报告，重大的检修项目及技术改造应有专题报告。

3、统计分析有关检修工作中的人工、材料，工具，备品等定额情况。

4、对大修设备必须建立设备台帐和档案。

5、大修后的总结，班组应在修后 10 天内交车间，车间应在修后 20 天内交生技。生技科各专职应在修后一个月内提供完整的大修总结，报主管及档案室存档。

第四章 机组大修安全措施

- 1、机组停机、退出备用。
- 2、拆除直流操作回路保险 401、402。
- 3、全关蝴蝶阀，拆除锁锭供油管，围带充气，压力保持 0.4MPa 以上。
- 4、落下尾水闸门。
- 5、全开蜗壳排水阀、尾水管连通阀，关闭减压井阀门（大修期间抽减压井积水仍按运行规程执行），启动尾水泵排尾水管积水。
- 6、全关技术供水总过滤器进水阀与消防管联通阀，全开排污阀。
- 7、全关水导主备用润滑水过滤器进水阀，全开主备用润滑水过滤器排污阀。
- 8、全关刹车主备用供气阀。
- 9、全关顶盖泵引水阀，切除顶盖泵动力电源，退出射流泵运行。
- 10、机组放油工作由检修班组进行。
- 11、调速系统压力油泵、漏油泵动力电源由检修通知运行值班人员后再切除。
- 12、在有关刀闸、把手、阀门处悬挂“禁止操作，有人工作”安全标示牌。

第二篇 发电机检修规程

第一章 设备技术规范

名 称	1 [#] 机	2 [#] 机
型 号	TS550/80-28	TS550/80-28
制 造 厂 家	哈尔滨电机厂	哈尔滨电机厂
投 产 日 期	1966.9/1987.12	1972.4/1999.3
额定视在功率	23125 KVA	23529 KVA
额定有功功率	20000KW	20000KW
额 定 电 压	6.3KV	6.3KV
额 定 电 流	2120A	2150A
额定功率因数	0.8	0.85
额 定 转 速	214.3 转/分	214.3 转/分
飞 逸 转 速	440 转/分	440 转/分
频 率	50 HZ	50 HZ
相 数	3 相	3 相
定 子 槽 数	264	264
定 子 接 法	4Y	4Y
定子通风方式	封闭双路自循环风冷	封闭双路自循环风冷
定 子 绝 缘	黄绝缘	
短 路 比	1.1	
定 子 绕 组	双层迭绕	

第二章 检修类别、周期和项目

一、日常维护及巡视检查：每天 1 次

1、视听上下导轴承运行时有无异音，仪表所指示瓦温是否正常，受油器是否有磨擦音，有无漏油甩油，油冷却器水流是否畅通等缺陷。

2、检查机组摆度：观察振动和声音有无异常。

3、检查风闸有无异常及管道是否泄漏。

4、检查各表计是否完好，指示是否正常。

5、检查出的缺陷在不影响机组正常运行的情况下，能处理的及时处理；不能处理的作好记录，并安排专门时间处理。

二、小修 每年 1~2 次 工期 5~10 天

检修项目：

1、上下导设备外观油污检查清扫

2、风闸、管路检查处理

3、转子检查、清扫

4、转子滑环及碳刷调整检查

5、对定、转子进行各类常规预防性试验

6、励磁回路引线检查清扫并作绝缘电阻测量

7、油、气、水系统管路检查处理

8、主要阀门检查处理

9、其他缺陷处理

三、大修 每 3~5 年 1 次 工期 35~45 天

检修项目：

- 1、受油器解体检修，铜瓦椭圆测量
- 2、操作油管清洗，做耐压试验，水轮机和发电机大轴清扫
- 3、推力轴承、上下导轴承检修，油槽清洗及冷却器耐压试验
- 4、风闸检修，作耐压试验
- 5、空气冷却器检修
- 6、发电机转子检查清扫
- 7、转子滑环及碳刷调整检查
- 8、对定、转子进行各项试验
- 9、励磁回路引线检查清扫并作绝缘电阻测量
- 10、定子检查、清洗去污
- 11、机组中心调整及轴线处理
- 12、上下导间隙调整
- 13、上下导油槽温度计校正及仪表检修
- 14、管路阀门检修处理
- 15、相关改造项目

第三章 发电机大修拆卸程序及要求

第一节 拆受油器

- 1、因为机组已改用双微机调节，励磁变压器提供励磁电流，因此取消了永磁机，只是利用受油器上顶端面，装有浆叶反馈系统装置。
- 2、拆受油器前确认操作系统压力已撤，转轮已放油。
- 3、拆除浆叶反馈钢丝绳和浆叶角度指示针。
- 4、测量操作油管与受油器铜套配合间隙，要求 $S_{\text{双}} \leq 0.15\text{mm}$ ，若过大，检修中应进行处理。
- 5、逐步拆吊受油器体、溅油盆及底座等。
- 6、拆卸的全部螺丝、垫片、胶木绝缘套如有缺损应及时配齐，烘干存放以便回装时使用。

第二节 拆励磁机、发电机母线及转子滑环

1、励磁机的拆出：

- (1) 配合电气人员拆除刷架及励磁机引线等。
- (2) 吊出励磁机定子时，应由 4~6 人手持 1.5mm 厚硬壳纸板控制励磁机中心位置进行起吊。
- (3) 将励磁机转子与大轴螺丝松开并用顶丝将励磁机转子顶起后，方可起吊，并拆除与受油器联接的操作油管。

2、发电机母线分解

- (1) 拆开引出线及中性点接头。
- (2) 拆前应作好相序，位置记号。

- (3) 各母线接触应加保护套。
- (4) 拆下母线应集中放在不易碰伤之处。

3、滑环拆卸

- (1) 取出滑环炭刷，放在专用箱内。
- (2) 拆下刷架。
- (3) 拆下转子引线，作好引线标记。
- (4) 拆下滑环，保护好滑环面。
- (5) 摇测各部件应集中放在可靠之处。
- (6) 摇测各部件绝缘，作好记录。

第三节 拆上导轴承及推力轴承

- 1、拆除上导及推力油槽盖板。
- 2、仪表人员应拆除测温引接线。

3、拆出上导瓦压板，测量上导瓦间隙并作好记录，然后用上导瓦将推力头抱紧，以便测量水导轴承拆前间隙。

4、取出上导瓦（如有些上导瓦间隙过小难以取出，可松开其抗重螺丝），放在专用木板和毛毡垫上，并作好磨损和瓦绝缘电阻值记录。

5、松开上导瓦架联结螺丝，吊出上导瓦架。

6、拆出挡油板及油冷却器。

7、测量推力瓦与瓦架间隙及瓦面标高。

8、顶起风闸，拆出推力头卡环及推力头和镜板联接螺丝、定位销。
（拆时注意编号和绝缘垫方位）

9、拔推力头，用风闸将机组转动部分顶起，然后在推力头和镜板之间垫上胶木板，再下落风闸，重复多次，直至推力头拔出 175mm 为止，然后吊出推力头，放置时在结合面及轴颈处涂好透平油贴上描

图纸，放置牢固可靠的枕木上。

第四节 发电机标高的测量

- 1、在推力头吊出及吊入前均应进行发电机标高测量（调整工作）。
- 2、推力瓦与楔槽间相对高度即为发电机标高。
- 3、用游标卡尺测量，并记录。
- 4、推力轴承回装后，可根据原发电机实际运行标高值，考虑打受力情况，将标高值适当降低 1~2mm。

第五节 吊出镜板、推力瓦及瓦架

- 1、镜板吊出后，用脱脂棉、白绸布及优质汽油清洗干净，在镜板两面都涂上防锈油或凡士林并贴上描图纸，放在专用垫板的毛毡上。
- 2、推力瓦也放置专用枕木的毛毡上。
- 3、瓦架拆前用 500V 摇表测量瓦架绝缘并作好记录。
- 4、注意瓦架垫板，定位销编号和方位，清洗干净后，送烘房烘干。

第六节 吊上机架

- 1、机架拆前水平状况，应用精密水平仪在四个方位一定的位置上测量上机架水平，作好记录，并用冲子作好测量位置记号。
- 2、拆除发电机风洞盖板，溅油盆，油水管各法兰联接螺丝，消防水管，连接短管，发电机滑环刷架，推力头的键以及电气所有联线。
- 3、拔出定位销钉，松开紧固螺栓。
- 4、挂上起吊专用钢丝绳，调好上机架水平，吊出上机架。

注意事项:

- (1) 起吊时注意不要碰着滑环。
- (2) 放置时下面应垫以专用枕木。
- (3) 上机架支腿的基础板应涂黄油贴上描图纸保护。
- (4) 上机架拆前各支腿的垫片应作好方位数量记录并存放好。

第七节 拆下导轴承

- 1、拆出油槽上端盖后，仪表人员拆除油槽温度计。
- 2、拆除导轴瓦的上端压板和档油板后，仪表人员可拆除导瓦温度计。
- 3、拆除油槽油、水管后、拆除油槽底盖并解油冷却器。
- 4、测量下导瓦拆前间隙，吊出下导瓦，检查瓦的磨损并作好记录。

第八节 机组解轴

- 1、测量并记录水轮机标高。
- 2、安装好发电机专用起吊工具。
- 3、在水轮机浆叶上安装好转轮悬吊专用工具。
- 4、用行车整体吊起机组，旋转对准方位后，将悬吊杆的螺栓收紧，基本上使 6 个吊具受力一致。
- 5、准备解轴工具。
- 6、搭架，拆下法兰保护罩，磨去联轴螺栓螺帽点焊，清扫法兰，查对螺栓与法兰编号和两法兰位置记号，如不对应重新编号。

7、对称松大轴法兰螺栓，顺序为：1—8、12—5、3—10、13—6、2—9、14—7、4—11。

8、松螺丝遇到螺栓转动时，应及时将螺栓点焊或用专用工具卡住以便固定。

第九节 吊发电机转子

1、作好起吊前的准备工作：

(1) 召集全体参加人员，明确分工，交代任务和注意事项。

(2) 清理放置转子的基坑及专用工具，并准备好足够的楔铁。

(3) 要求厂用电电压稳定。

(4) 行车上必须安排电气 2 人，机修 2~3 人，以防止行车故障引起事故。

2、找正转子中心后，慢慢起吊，起吊时至少要用 14 根 4mm 厚的 1.6mm 长的杉木插入磁极与定子之间，监视转子中心，若有卡紧，应立即停止，待调整好中心后，再继续起吊。

3、将转子吊起 300mm，在四个风闸上垫一个方木，拆卸操作油管法兰连接螺丝。

4、吊出转子，起吊过程中应严密监视转子中心。

5、转子吊出后，应在法兰面及轴颈处涂以透平油并贴上描图纸，吊入检修坑，带上定位螺帽，在制动环四周用楔铁垫牢。

6、吊出发电机轴段内的操作油管。

第十节 吊下机架及风洞盖板

- 1、拆除发电机下挡风板及灭火环管，拆卸时作好挡风板的编号。
- 2、用精密水平仪测量下机架四个方向的水平，并作好测量部位的记号和数据记录。
- 3、拆出下机架支腿销钉，紧固螺丝及风闸油、气管路等。
- 4、吊出下机架时应做好如下工作：
 - (1) 作好下机架基础原有垫片方位和数量记录。
 - (2) 下机架吊出后应在基础上涂以黄油并贴上描图纸保护。
- 5、下机架吊出后，拆出风洞盖板螺丝，吊出盖板。盖板支腿待顶盖吊出时拆卸。拆支腿时应特别注意作好编号。

第四章 发电机检修工艺

第一节 受油器、溅油盆检修

- 1、检查清除结合面处毛刺、锈斑、内壁油漆脱落等杂物。
- 2、测量三道铜导向轴承与操作油管的配合间隙，椭圆度等。
- 3、操作油管与铜导向轴承配合间隙为 0.15~0.20mm，椭圆度为 0.03mm 以内。
- 4、将所拆的绝缘垫、绝缘套细致检查损坏程度，缺少部分及时配齐，送烘房烘干。
- 5、做好配齐联结部位的垫片，溅油盆下法兰耐油纸板垫尺寸为 $\Phi 318/\Phi 230 \times 1$ 。

第二节 推力瓦检修

1、我厂推力瓦和导瓦由原钨金瓦面更换为弹性金属塑料瓦，是通过专门工艺方式，将弹性金属复合层与瓦坯焊牢在一起加工成符合要求的形状和几何尺寸的轴瓦，也称塑料瓦或 EMP 瓦。安装检修过程中不允许修刮瓦面，瓦底也不得重新加工。

2、对塑料瓦进行全面清扫，可用清洁白布加酒精或汽油清洗瓦面和瓦体，清洗时应防止硬物（如砂粒、铁屑等）划伤瓦面。

3、检查瓦面有无划伤、划痕，瓦面有无金属丝裸露、分层及裂纹等缺陷。检测瓦面同心环槽，记录磨损情况。如果发现塑料瓦周边出现开焊等缺陷时，应及时与制造商协商解决。

4、检查完后在瓦面涂洁净的透平油，盖一层描图纸，用毛毯包好待装。

第三节 发电机转子、定子检修

一、发电机应在不同的检修阶段，进行下列各项试验

1、机组退出备用后，安全措施完毕后的热状态试验：

- (1) 测量定子绕组每相绝缘电阻和吸收比。
- (2) 定子绕组每相交流耐压试验。
- (3) 定子绕组每相直流耐压及泄漏电流测量。

2、吊转子前的转子膛内交流阻抗试验。

3、吊转子后的试验：

- (1) 定子绕组各相直流电阻的测量。
- (2) 转子绕组的交流耐压试验。
- (3) 转子绕组的绝缘电阻试验测量。
- (4) 转子绕组的直流电阻试验测量。
- (5) 转子单个磁极接头接触电阻测量。
- (6) 单个磁极的交流阻抗测量。

4、机组回装后的试验：

- (1) 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比。
- (2) 定子绕组的直流耐压及泄漏电流测量。
- (3) 转子绕组的交流阻抗试验。
- (4) 空载特性和短路特性试验。

二、发电机转子检修

1、一般检查

(1) 检查转子各固定螺丝应紧固，锁定片应完好；磁极键点焊处应无开裂，上下鸠尾槽挡板螺丝应紧固，锁定片无异常。

(2) 检查轮臂与中心体结合面应无变化，磁轭键应紧固无异常，

轮环通风槽轮臂挡风板处应无杂物。

(3) 检查轮环压紧螺帽、轮臂连接螺丝、销钉、各挡风板固定螺帽点焊处应无开裂。

(4) 检查发电机上下通风罩，螺丝应配有弹簧垫圈。

(5) 风扇及其保险垫围有无裂损。

2、磁极的拆装与检查

(1) 拆除磁极键盖板，凿开磁极键点焊，测量记录磁极安装位置（可测上部鸠尾部至轮环上平面之距离）。用拔键器拔出磁极键，焊开磁极接头。

(2) 在磁极两端放好羊毛毡，罩好 V 型起吊保护屏（专用工具），穿好钢丝绳，吊起磁极。

(3) 检查校正磁极键，磁极键应平直无扭曲，主付键配合面应光滑，接触面不小于 75%，组合时的厚薄差不大于 0.2mm。

(4) 清扫检查磁极压紧弹簧，应无变形和裂纹；磁极限位块焊接牢固无开裂，清扫检查处理磁极。

(5) 装复时应对称吊装磁极。在所要挂装磁极的鸠尾槽底部，顶上特制的挡块，以支承付键。将主付键配合面涂一层铅油，靠轮环外侧放好付键，且使其斜面朝向大轴。装好弹簧并用钢带将弹簧盖住。吊入磁极置于限位块上，检查磁极标高应与拆前相同，磁极线圈保护板位置正常，抽出薄钢带。

三、发电机定子检修

1、一般检查项目

(1) 定子线圈上下端部有无焦枯剥落，电晕腐蚀现象，绑线是否有松断，垫片有无松动。

(2) 各路线线及接头是否有过热等接触不良现象。

(3) 铁芯的压接螺栓有无松动，端部及槽部有无放电痕迹，通风沟有无杂物堵塞。

(4) 槽楔、垫块（片）等有无松动脱落和变形。

(5) 齿压板有无松动，变位和锈斑。

2、铁芯的检修

(1) 查铁芯有无过热，烧伤及生锈现象；

故障现象：

a、铁芯过热部位呈蓝色或深黄色，这是由于铁芯矽（硅）钢片短路所致，通常是铁芯（硅）钢片有毛刺和凸部或曲卷，使硅钢片短路；

处理方法及质量标准：在这些部位可用锐利的细锯，细锉或细砂轮片将其修平，清扫干净后涂上绝缘漆。

b、铁芯如有生锈；

处理方法及质量标准：可用砂布，砂轮机打磨，清扫干净后涂上绝缘漆。

(2) 检查通风沟、合缝、压紧螺栓，齿压板及压条。

故障现象：

a、检查通风沟有无堵塞现象；

处理方法及质量标准：如有应清扫干净，刷上半导体漆，检查槽钢是否变形。

b、检查铁芯压紧螺栓是否紧固，螺帽点焊处有无裂纹，螺杆压紧程度；

c、检查定子合缝是否增大。

处理方法及质量标准：用 0.2mm 塞尺应塞不进，同时铁损试验时，应无振动响声，硅钢片应紧密结合，无明显间隙。

d、检查齿压板，压条是否碰着线棒；

处理方法及质量标准：如有此情况，应加以调整。

3、线圈的检查

(1) 检查线圈绝缘情况

a、线圈上下端部有否破裂、变形、膨胀、烧焦、变脆、漆层脱落、流胶及机械损伤现象；

- b、线圈接头绝缘有否开裂、流胶现象；
- c、线圈槽口有无位移、变形及灰白色粉末状的电晕现象。

检修工艺和质量标准：视其损伤轻重分别处理，进行重新包扎绝缘、喷漆；情况严重时应测量接头电阻，进行重焊重接。

(2) 检查绑线、垫块及支持环

a、线应完好无断处，隔离垫块应紧固，松动的要加垫或更换垫块，完后须涂漆。

b、支持环应结实牢靠不松动，绝缘表面清洁无焦脆现象。如在引线交叉接缝处有电晕痕迹（灰白色粉末）应将其清扫干净，并涂上黑漆；

(3) 检查引出线（汇流排）的绝缘和紧固情况
绝缘应完整无损，支墩应固定牢靠，弹簧垫要齐全，螺丝拧紧。

(4) 查线圈端部缝间有无金属及其他杂物藏着
如有应取出，察看是否有不正常现象，可用干燥压缩空气吹净槽内脏物。

4、槽楔的检修

(1) 检查槽楔有无松动，断裂及位移现象，有则进行处理。
质量标准：

- a、要求上下两节一定要紧，中间的楔条要求用锤敲打无跳动现象。
- b、更换槽楔时，应先准备好楔条与垫条，垫条为特制半导体，垫条取用 0.5、0.8、1.0 毫米几种厚度，楔条及垫条要先在 70~80℃ 温度下干燥一昼夜以上，新加工槽楔需刷绝缘漆干燥后方可使用。
- c、退出楔条时，用方铲放到通风沟处的楔条缺口处，然后用锤子轻击方铲，使楔条间接开距离，可放入方铲时即将方铲放在楔条端头，然后用锤子打方铲退出楔子，这种可以避免槽楔损坏。
- d、打入楔条时，楔条前棱角削去一些，使楔条伸入容易，楔条不容易损坏，同时必须分段垫垫条，以提高打楔条速度，每打完一节检查一节，看有否松动。打实程度要求上下二块 100%，中间 70% 以上。

(2) 打楔条注意下列几点：

- a、楔条缺口应与通风沟对齐，通风沟口方向正确，上下次序不能

弄错。

b、线棒上下端部用钢纸板垫好，以免锤子碰伤线棒及楔条擦破绝缘。

c、退出槽楔时，方铲不要刮破线棒绝缘或碰伤铁芯，以免使其短路。

d、楔条下的垫条露出槽口部位，应与槽楔对齐，过长的部分应折断。割断垫条或绑线时，应特别注意勿伤线圈。

e、槽楔打好后，最后一节用玻璃带绑好，为了防止局部绑线松断而影响其他各道松动，应绑好一道后打一个结。

(3) 线棒修理与更换

a、线棒更换的原则：

(a₁) 运行中电压击穿，其部位在槽内或距槽口很近者。

(a₂) 绝缘严重损伤，不能承受试验电压者。

(a₃) 绝缘有明显损伤，尚未击穿，但大修有条件更换者。

b、修理原则：

运行中或耐压后，线棒槽外部击穿，其部位距槽口 100 毫米以上者，以及绝缘损伤严重，其部位距槽口 100 毫米以上者，均允许不拔线棒进行处理，击穿损伤部位削成斜口，斜口长度应有 80 毫米，用无水乙醇或甲苯擦试干净后涂上一层黑漆，用云母带由上向下逐层包扎，每层涂漆一次，按规范进行包扎。或采用环氧泥方法进行填充处理。击穿损伤部位距槽口小于 100 毫米，须会同有关部门在现场研究后进行处理。

c、决定更换线棒后，其步骤如下：

(c₁) 准备工作

(c₂) 剥接头绝缘

(c₃) 焊开接头

(c₄) 割开绑线

(c₅) 退槽楔

(c₆) 通电流加热

(c₇) 拔线棒

- (C₈) 检查清扫定子槽
- (C₉) 新线棒的耐压与干燥
- (C₁₀) 被拔出线棒的对端接头清扫、搪锡、整形
- (C₁₁) 线棒端部绝缘和直线部分防晕层处理
- (C₁₂) 嵌线及扎绑
- (C₁₃) 打槽楔
- (C₁₄) 焊接头与测量接头电阻
- (C₁₅) 绝缘包扎及套绝缘盒、浇环氧
- (C₁₆) 清扫
- (C₁₇) 喷漆

第四节 镜板检修

1、将镜板吊放在特制的研磨架上，放置前应铺好毛毡垫以防损坏镜板，用优质汽油，无水乙醇，脱脂棉或白细布清洗镜板，再用白绸布擦干净，检查镜板光洁度及有无变色、发蓝、麻斑、刺痕，并详细作好记录。

2、镜板的研磨可使用原巴氏合金推力瓦，场地必须干净无杂物，以免灰尘落入和受其他工作的影响。（最好搭设专用工作棚）

3、研磨前先将两块推力瓦用毛毡包扎后，再用细白布裹两层捆牢放入镜板，在安装旋转臂架上，当准备工作做完后，可开动研磨机进行研磨镜板工作。（如图）

4、镜板研磨应注意以下几点：

（1）保持镜板清洁，不得落入灰尘，水及含有酸、碱盐成分的液体，以免损坏镜板。

（2）调制抛光膏的溶液，必须经过滤后，才能使用，以免渣物损

坏镜板。

(3) 研磨场所要有充足照明，室内温度保持在 15°C 以上。

(4) 作好防火和其他保安措施。

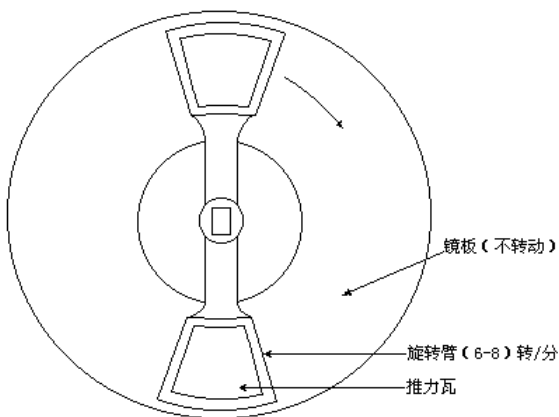
5、研磨步骤按以下进行：

(1) 粗磨：用煤油调制 301[#]抛光膏，粗磨用于开始阶段，磨削量较大，研磨时间不宜过长。

(2) 细磨：用透平油调制 304[#]抛光膏，一直研磨到镜板无明显划痕，光洁度达 9 时为止。

(3) 精磨：用透平油研磨。用于细磨之后，精磨时间越长，镜板就越光亮。

6、镜板研磨合格后，光洁度达 $\nabla 9$ ，表面无划痕，可以照见人影。用优质汽油、白细布、白绸布清洗干净，两面均涂上防锈油或凡士林，贴好描图纸待装。



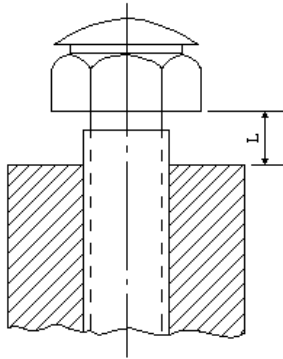
第五节 推力瓦架检修

1、清洗检查瓦架底部绝缘垫套进行烘干处理。

2、瓦架的清扫工作应在推力瓦检查或镜板研磨后进行。

3、转动检查托盘与抗重螺丝配合应灵活，取出托盘用百分表测量与抗重螺丝接触处的压痕凹陷深度不大于 0.30mm ，否则应进行研磨处理。更换新托盘时，应检查抗重螺丝头部配合处的径向间隙为 0.10mm ，且与瓦体配合面接触良好。

4、清洗检查抗重螺丝、螺母的螺纹，应无毛刺，刮牙等。然后将螺纹涂上洁净的透平油，装复抗重螺丝，用手搬动应灵活，必要时喷涂灰色耐油油漆。装复时注意记录抗重螺丝高度。如图：



第六节 上、下导瓦检修

检修工艺和标准与推力瓦检修相同。

第七节 上、下导冷油器的检修

1、拆除冷却器端盖进行彻底清扫，用特制的圆毛刷或专用工具清除铜管内壁锈蚀泥污用压力水来回拉动清洗去污、去锈。清扫干净后，两头端盖及端面可涂防锈漆。做好垫，装上两侧端盖准备作水压试验。

2、上、下导油冷却器水压试验 $P=0.3\text{MPa}$ ，加压时间为 1 小时。假如端部管口渗漏时，可用扩管器扩管或用车制圆锥紫铜堵口，装好端盖后再次试压，处理到无渗漏时为止。管口堵塞不得超过单回路总数的 5%-10%，否则应更换新冷却器。

3、试压结束后将水倒尽，并用压缩空气将水吹干净，以便待装（装时对油冷却器管外壁用白布和乙醇擦洗干净，再用压缩空气吹净）。

第八节 风闸的检修

一、风闸的拆卸：

- (1) 将制动板托板连同上活塞垂直向上拔出。
- (2) 用螺杆拧入下活塞吊装孔，水平地将下活塞拔出。

二、风闸的检修和组装：

- (1) 清洗所有零部件，检查有无破损或严重磨损情况。
- (2) 在油缸内壁涂一层洁净的透平油。将下活塞连同密封圈水平压入制动器缸内，可用铜棒轻轻敲打下活塞四周，以使下活塞压入缸底。
- (3) 拧出下活塞吊装螺栓，将上活塞连同制动板水平抬起，套入制动器缸体内。
- (4) 装上活塞时，观察导向键的方位，防止磕碰。注意制动板长

边应与溢油孔方位一致。

(5) 安装时应注意：其偏心值 e 应与机组环的旋转方向相反安装。

三、风闸的试验

(1) 用 $0.5\sim 0.7\text{MPa}$ 气压顶起下活塞，其制动高度应等于制动行程 $10\sim 15\text{mm}$ ，在全行程位置固定 2 分钟，气压下降不得超过 0.08MPa 。撤除气压，观察活塞复位情况，反复几次检查复位的灵活性。

(2) 用油泵向风闸打油，将活塞固定在全行程位置，将油压升至 15MPa 保持 30 分钟，压力下降应不超过 3%，焊缝不得有油渗出，溢油孔允许有微量油滴下来，但不能迅速滴，更不能成流。

第九节 操作油管清扫试压

1、操作油管吊出后，放在指定检修场地，进行彻底清扫，特别注意导向部位不得损坏及变形等缺陷，细致检查处理毛刺锈斑和大轴内孔杂渣、油污进行彻底清扫后，用压缩空气吹净。

2、安装好配制堵板，灌入洁净的透平油作耐压试验，试验压力为工作压力的 1.25 倍(即 $2.5 \times 1.25 = 3.125\text{MPa}$ ，可按 3.2MPa 进行试验)。压力保持 30 分钟应无渗漏油现象。

3、试压完毕后，将油放尽，再将操作油管、大轴内孔用压缩空气吹净，立即回装。

4、回装时注意调整中心，在导向部位涂抹洁净透平油，不得有任何别劲，很顺利地安装到位。

第十节 上下机架及油槽清扫检查

1、清扫、检查各支腿、螺丝、销钉及支腿与结合面等应无异常，彻底清除毛刺、锈斑等杂物。

2、身着无钮扣工作服（卫生衣）进入油槽内，清除油槽内积油，检查清洗上下导轴瓦抗重螺丝，头部应无严重磨损，螺纹完整，装配后转动灵活，清洗、检查轴瓦压板、抗磨块槽形绝缘垫应无严重破损、变形和裂纹。

3、将缺额零件，按规格、数量全部配齐以便待装。

4、将绝缘垫套清洗干净后烘干以便待装。

第十一节 油、气、水管路及阀门检修

1、认真检查上下导及刹车柜所有进出阀门是否有损坏和操作不灵活，阀芯有无脱落或锈死等现象。

2、对各类阀门应进行解体检修，结合面必须研刮后，按工作压力的 1.25 倍进行耐压试验无渗漏现象。

3、油、气、水系统上的有关表计，必须进行校验修理，投入运行后仪表指示应正确。

第五章 发电机回装及调整

第一节 下风洞底板回装

- 1、当接力器和控制环回装后，发电机可着手回装就位。
- 2、下风洞底板就位时，一般是整体吊装（顶盖就位时，下风洞支腿已安装牢固），吊装时不要碰着圆周预埋管件法兰。
- 3、下风洞底板与洞壁周围的毛毡密封垫应垫好，特别注意支腿编号方位不要搞错。

第二节 下机架回装

- 1、检查支腿与基础结合面，按拆前记录放好垫片。
- 2、吊起下机架，调整好水平及中心，慢慢吊入机坑就位。
- 3、打入定位销后，对称均匀地紧固地脚螺丝，用 0.05mm 塞尺检查支腿与基础板结合面应接触严密无间隙，若局部有间隙，应不超过总接触面的 3%。
- 4、检查下机架水平度是否与拆前数据相同，若有较大差异时，应找出原因后调整处理。
- 5、用水准仪找出四个风闸的水平，标高基本符合要求。
- 6、按编号回装下挡风板、灭火水管，连接风闸油、气管路。

第三节 转子就位及联轴

1、当水轮机转子就位悬挂后，确定水轮机标高并在大轴法兰平面找好水平。

2、联轴准备：

(1) 在水车室塔设工作平台，配齐工具，材料等。

(2) 将联轴螺丝涂抹一层干铅粉后，用布将铅粉擦净，并要求螺帽在全螺牙范围内转动灵活，销钉部位无毛刺锈斑，杂物等。

(3) 清扫大轴两法兰结合面（可用白布、白绸子、乙醇）两法兰结合面应无毛刺、锈斑、杂物等。

(4) 准备大轴法兰密封垫（ $\Phi 8\text{mm}$ 耐油橡皮圆）及 1mm 厚的黄壳纸板油管垫。

3、挂好发电机转子起吊专用工具，找正转子与定子中心，缓慢将转子落入机坑，在转子就位时将准备好 $1600 \times 40 \times 4\text{mm}$ 的 14 根杉木条插入磁极与定子之间，以监视转子中心位置，若有卡紧，应立即停止，待调正好中心后，再继续就位。同时也在行车上安排机、电各 2 人在异常情况下采取安全措施。

4、当转子下落至两法兰间有 300mm 间距时，在风闸上垫好方木，以便联接操作油管。

5、转子就位时，要找正转子水平、中心，以及螺孔的对位，当转子落到风闸上时，要求两法兰面及圆周间隙均匀，其偏移值及张口在 0.1mm 内。

6、按编号对称地装上全部联轴螺丝，装好测杆，并做好原始数据记录。

7、根据圆周间隙大小均匀地紧固螺栓，对称顺序为：1—8、12—5、3—10、13—6、2—9、14—7、4—11，紧固一遍后，测量螺栓伸

长值，直至使各联轴螺丝伸长值都在 0.2mm 范围内后即认为合格。

8、法兰盘联轴完后，将螺栓、螺母进行点焊，点焊长度不大于 15mm，点焊部位应便于铲削。然后安装好大轴法兰盘保护罩，保护罩的紧固螺钉也要进行点焊。

第四节 上机架回装

1、再次检查机架支腿及定子结合面连接处，按编号放好拆前原垫片。

2、吊起机架，调整水平、找正中心后慢慢落下就位。

3、打入定位销钉后，对称均匀紧固好地脚螺丝，用 0.05mm 塞尺检查结合面无间隙。按拆前水平进行调整。

4、联结消防、冷却水管和油管。

第五节 推力瓦架回装

1、身着无钮扣工作服（卫生衣），再次检查清扫上导油槽，做好回装推力瓦架工作。认真检查瓦架与油槽间的两层绝缘板，按编号复原，垫子应比瓦架直径大 30mm。

2、瓦架与油槽的联接螺丝紧固后，要求绝缘垫板无松动现象，接触面基本良好。

3、瓦架与油槽的联接螺丝、定位销装入后，要求瓦架对地绝缘大于 100 兆欧。

第六节 推力头的烘烤

1、烘烤前认真检查推力头内孔及结合面应无毛刺、锈斑。将推力头吊放到加温台上，周围用石棉布封闭隔热。

2、在推力头内孔及有关部位放置 300~500W 灯泡 9~14 个左右，通电加温，在孔内安放一只水银温度计以监视温升，控制温升在 15~20°C/小时以内。

3、推力头与室温的温差应控制在 60°C 左右，使孔径膨胀增加间隙为 0.3-0.5mm 时即可进行保温。作好套装准备。

第七节 推力头的套装

1、根据拆前测得的瓦面标高尺寸，结合机组受力调整情况，确定发电机实际安装标高值。装好八块推力瓦，吊入镜板，调整镜板水平在 0.02mm/m 内，当镜板吊入后，应将所有推力瓦挡板装入并锁紧，以防碰坏镜板。

2、装好推力头键，认真检查与推力头配合部位应无毛刺、渣质等。在轴颈配合处涂抹干铅粉。并顶起发电机转子（高度 27mm 左右）。

3、吊起推力头 1m 左右，用白布蘸酒精擦洗推力头内孔及底面，并在内孔的配合段涂抹干铅粉。调整推力头水平应在 0.15~0.20mm/m 以内，找正中心后下落套轴，直至卡环槽与推力头上平面齐为止。套轴过程中，若发生卡阻或套不到底时，应果断拔出，查明原因后再重新进行加热套装。

4、推力头套轴后应控制其温度下降不大于 20°C/h，待温度下降

接近室温时，再装上卡环、上紧螺丝、装好保险片。

5、按拆前的记录，装复推力头与镜板的绝缘垫。

6、装复螺丝、销钉、对称均匀地紧固镜板与推力头的联接螺丝。

第八节 机组盘车

1、盘车目的：

(1) 检查镜板滑动面相对于主轴中心线的垂直度，并调整不垂直度至规定的范围内。

(2) 检查主轴各段的折弯程度和方向，并确定轴线在空间的几何状态。

(3) 确定回转中心线，依回转中心线和机组轴线的实际空间位置来调整各部导轴承的间隙，保证各导轴承与回转中心线同心。

2、盘车要求：

(1) 水导处绝对摆度： $\Phi_{\max} \leq 0.30\text{mm}$

(2) 下导处绝对摆度： $\Phi_{\max} \leq 0.20\text{mm}$

(3) 操作油管处绝对摆度：

$$\Phi_{\max} \leq 0.20\text{mm}$$

(4) 水平误差： $\Delta \leq 0.02\text{mm/m}$

3、准备工作：

(1) 停止转轮室、水车室、下导、发电机转子集电环等处的工作，并检查所有转动部位处应无障碍物。

(2) 在水导、下导、推力头等处编好盘车的八个点。

(3) 装好电动盘车的操作台，接好线路。

(4) 召集各组人员进行明确分工。

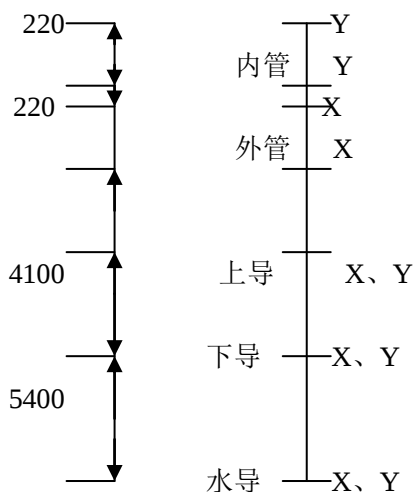
(5) 顶起转子，在推力瓦面上注入一层透平油后，缓慢落下转子。

(6) 松开上导瓦，在瓦面上抹一层透平油后，放入并抱紧推力头。

(7) 将四块抹了油的下导瓦放在托板上。

(8) 在所有测量部位的 X、Y 方向装设百分表，并调整好基准数，

百分表架设见图。



百分表架设图

(9) 在推力头上装设合像水平仪，以监视记录机组水平值。

(10) 检查转轮室圆周间隙应均匀，不得有靠死的部位。在水车室推动大轴，各处百分表应能自由摆动。

4、盘车：

(1) 盘车开始，首先试盘一圈，如一切正常，可正式开始盘车。

(2) 盘车时，所有工作人员应集中精力，操作准确，认真读数和记录。

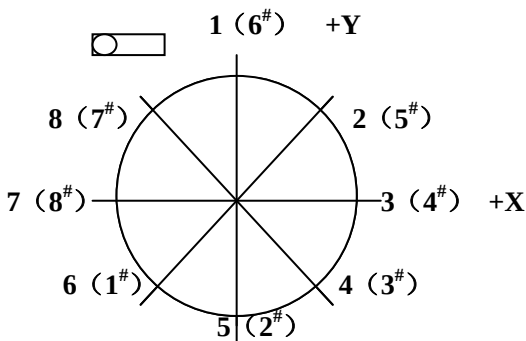
(3) 每转动一个点，由上导通知下导松瓦，在水导处推动大轴，各处表应能自由摆动。然后读数，做好记录。

(4) 读数完毕后，由下导对称抱紧下导瓦，抱瓦完毕后下导处百分表的读数应保持不变。

(5) 机组转动一圈后，记录人员应将各部位的数据交技术人员，技术人员根据数据情况进行轴线及水平的调整工作。

5、机组的水平调整工作：

(1) 合像水平仪测量方位说明：如图示：



合像水平仪起点放置在+Y方（即6[#]瓦上），此时，测得水平值为其平移到推力头直径方向靠调节旋钮（O）方向即8[#]瓦（7处）水平。其对应值应为：

推力头 放置编号	1	2	3	4	5	6	7	8
实际测量方位	7	8	1	2	3	4	5	6
瓦 号	8 [#]	7 [#]	6 [#]	5 [#]	4 [#]	3 [#]	2 [#]	1 [#]

即逆时针方向旋转 90° 处的水平值。

(2) 利用图解法对机组水平值进行调整：

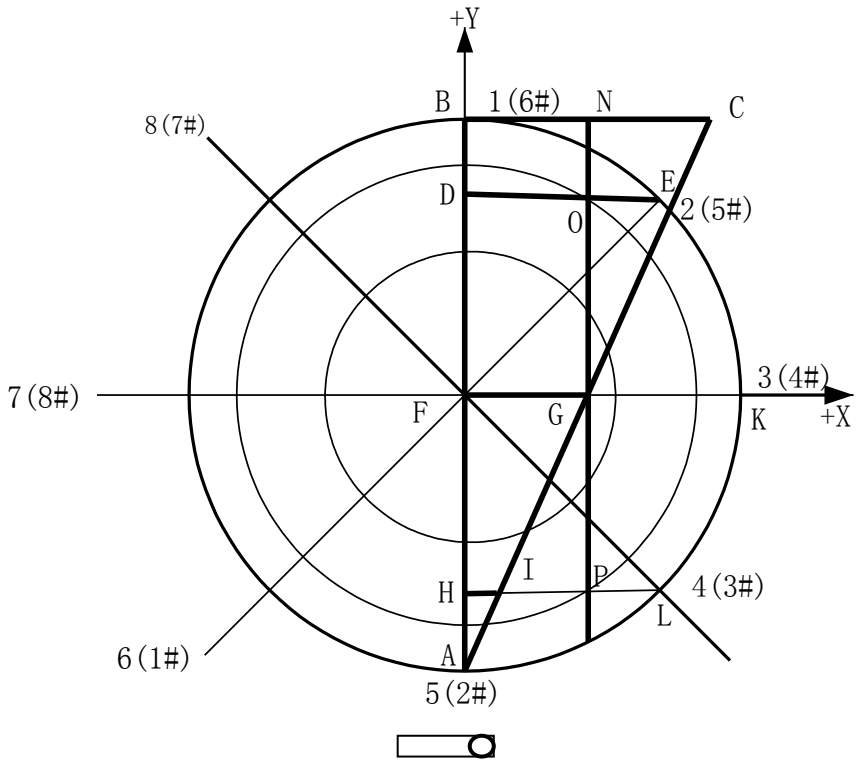
a、根据记录的数据，决定升降某块瓦，将水平差值换算成扳动抗重螺丝在镜板外缘量取弧长值 L 的方法来完成。其关系式为：

$$L=6.92\Delta \text{ (mm)} \approx 7\Delta \text{ (mm)}$$

Δ 的单位取 0.01mm

b、下表是某次盘车时，推力头上水平仪的读数记录，以此为例用图解法求取每块瓦的调整值。

实际测量 方位	1	2	3	4	5	6	7	8
水平值 (丝)	55	51	45	39	37	37	39	45
推力瓦号	6	5	4	3	2	1	8	7



(b₁) 图中外圆为水平仪放置在推力头上的分布圆，直径约为 1500mm；中圆为推力瓦抗重螺丝分布圆，直径为 1208mm；内圆为镜板内空圆，直径为 700mm。

(b₂) 采用八块瓦盘车方式，从测量结果来看，1、5 两点间的高差最大，1 点低，5 点高（读数越大，说明此点水平偏低），相差 18

丝；实际 1-5 方向水平误差值 $\triangle=18/2=9$ 丝。

(b₃) 以最高点 5 为基准点 A，通过最低点 1 (B) 作 AB 的垂线 BC。量取 27mm 即 3mm 代表 1 丝，BC=9 丝；然后将 A、C 连接起来，过 E 作 DE $\perp$ AB，过 K 作 FK $\perp$ AB，过 L 作 HL $\perp$ AB；这样，2、3、4 点在平面 ABC 内的垂直投影 DE、FG、HI 就是 2、3、4 点的水平升降值。

(b₄) 测量得：DE=21mm，FG=9mm，HI=4.5mm；即：

$$DE=21/3=7 \text{ 丝}$$

$$FG=9/3=3 \text{ 丝}$$

$$HI=4.5/3=1.5 \text{ 丝}$$

(b₅) 由于反应的水平变化值不完全是在抗重螺丝平面，因此应进行相应折算，折算系数值 $\xi=0.8$ 。

(b₆) 这样如采取“升”的方式，换算成抗重螺丝外缘弧长值后，则每块瓦调整值为：

$$\bar{\delta}_6=9 \times 0.8 \times 7=50.4\text{mm}$$

$$\bar{\delta}_5=7 \times 0.8 \times 7=39.2\text{mm}=\bar{\delta}_7$$

$$\bar{\delta}_4=3 \times 0.8 \times 7=16.8\text{mm}=\bar{\delta}_8$$

$$\bar{\delta}_3=1.5 \times 0.8 \times 7=8.4\text{mm}=\bar{\delta}_1$$

$$\bar{\delta}_2=0$$

(1、2、3……8 为瓦号)

(b₇) 如发电机标高要降低，则宜采取“降”的方式，则每块瓦调整值应为：

$$\bar{\delta}_2=50.4\text{mm}$$

$$\bar{\delta}_3=39.2\text{mm}=\bar{\delta}_1$$

$$\bar{\delta}_4=16.8\text{mm}=\bar{\delta}_8$$

$$\bar{\delta}_5=8.4\text{mm}=\bar{\delta}_7$$

$$\bar{\delta}_6=0$$

(b₈) 有时考虑升降平衡，则宜采取“升”或“降”结合的方式。如上图所示，过 G 点作 AB 的平行线 PN 交 DE 于 O，则：

$$\bar{\delta}_4=\bar{\delta}_8=0 \quad \bar{\delta}_{2\text{降}}=15/3 \times 0.8 \times 7=28\text{mm}$$

$$\delta_{6升}=11/3 \times 0.8 \times 7=20.5\text{mm}$$

$$\delta_{5升}=\delta_{7升}=7/3 \times 0.8 \times 7=12.8\text{mm}$$

$$\delta_{1降}=\delta_{3降}=8.5/3 \times 0.8 \times 7=16\text{mm}$$

6、机组轴线调整：

(1) 机组轴线调整时，以水导为基准面，以下导作为参考来计算决定推力头和镜板间加垫的方位和多少。

(2) 加垫计算公式为：

$$\delta = \Phi \frac{D}{2L}$$

式中 δ —加垫值， δ 为正时应加垫对方点。

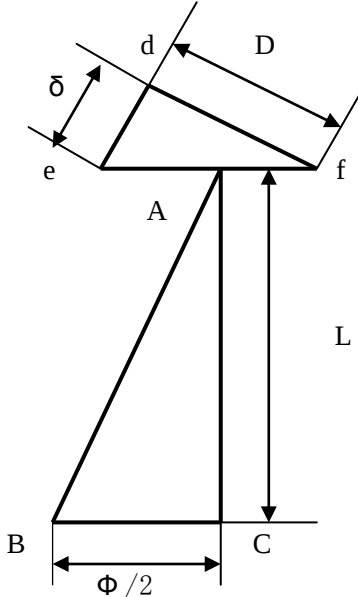
D—推力头直径 D=1.52m

L—上导至水导的距离 (L=9.5m)

Φ —水导处的全摆度

则： $\delta = 0.08\Phi$ (1/100mm)

(3) 几何图形如下图：



(4) 各种摆度计算见下表：

测 量 部 位		1	2	3	4	5	6	7	8
(1)	上导								
	法兰								
	水导								
相 对 点		1—5		2—6		3—7		4—8	
全 摆 度	上导								
	法兰								
	水导								
净 摆 度	法兰								
	水导								

(5) 加垫过程中应注意如下几点：

- a、方位要明确（加水导全摆负方）。
- b、纸垫（描图纸）本身厚度要清楚。
- c、垫子的深浅及宽窄要恰当（全深 350mm，全宽 250mm）。
- d、尽量减少加垫的层数。
- e、应错开螺栓及销子位置。
- f、水导、下导净摆度应综合考虑。
- g、应考虑描图纸的压缩量（50%）。
- h、加垫应加在绝缘垫上面。
- i、参照摆度曲线走向。

(6) 操作油管加垫是通过对内、外管摆度值进行计算确定的，通常加上下差值的正值方。加垫系数 $\xi = 0.2 \sim 0.3$ 左右。

(7) 盘车结果满足盘车技术要求且各部位摆度变化基本符合正弦曲线时，必须再盘一次车进行检验。两次盘车所测量的结果应基本相符，最大误差数值应小于 0.05mm，即认为盘车合格。

第九节 推力轴承受力调整

1、准备工作：

(1) 顶起转子，拆出上导瓦及瓦架，吊出八块推力瓦。

(2) 用酒精及白绸布清洗镜板、推力瓦架及推力瓦、导轴瓦，并对上导油槽进行全面清扫。

(3) 将推力瓦放入瓦架，吊入上导瓦架，装上上导瓦并将推力头均匀抱紧，落下转子。

(4) 吊走上导瓦及瓦架，即可开始进行推力瓦的受力调整工作。

2、受力调整的目的：

机组运转时，要求各轴瓦均匀承受推力负荷，如果各轴瓦受力不均，将使轴瓦产生较大温差，造成个别轴瓦温度增高影响机组安全运行，一般在额定运行工况下，推力瓦温度不得超过 60°C 。

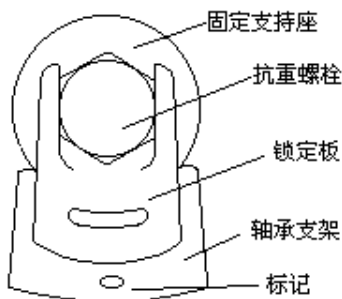
3、具体调整步骤：

(1) 将八块推力瓦清理干净后，装入瓦架上，用搬手搬动抗重螺丝，使推力瓦与镜板接触。

(2) 在推力头的 x 、 y 两个方向装两个水平仪，在水导和下导的 x 、 y 两个方向分别装两块百分表，以监视机组的水平状况及转动部分的滑动情况，要求受力调整前、后水平状况变化 $\Delta \max \leq 0.05\text{mm/m}$ 。（装放水平仪，用铅笔将水平仪安放位置应作一记号，以防振动、挪动）。

(3) 调整推力轴承受力时，先在每个固定支持座和锁定板上刻上标记，以便检查搞重螺栓旋转后上升的数值。检查测量锁板移动距离时，应将锁板每次向同一侧靠紧，以减少测量时误差。

如下图：



(4) 先用 12 磅大锤均匀地打紧一遍支柱螺栓。

(5) 检查锁定板与标记移动距离，各支柱螺栓由于负重不同，所移动的距离也不同，负重大者移动距离短（支柱螺栓上升少），负重小者移动距离长（支柱螺栓上升多）。每次锤击数和移动距离应记入专制的表格内。

(6) 酌量在移动的支柱螺栓上，再补打一两锤。

(7) 若移动少的可不打或在附近的支柱螺栓上补打一两锤，以减轻移动少的负重。

(8) 每打一次均按表格要求记录，分析记录并找出支柱螺栓移动不同原因，以便正确地决定下次打锤的方位与锤数。附下表：

附表：推力轴瓦受力调整记录

次 数	每次推力瓦锤击后移动距离（锤数/连同上次移动距离）（mm）								每块瓦每次移动净距离（mm）								水导轴承处百分表读数（0.01mm）	镜板水平0.01mm/m
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8		
n																		

(9) 一边打，一边注意镜板水平，若发现镜板水平不符合要求或水导轴承处百分表有变动，则应及时在镜板低的方位或水导处百分表负值方位，对支柱螺栓适当增加几锤，附近的支柱螺栓也应以较轻或较少锤数锤击，使镜板保持水平。

(10) 按上述方式重复调整抗重螺栓，至到全部抗重螺栓以同样力量锤打一遍后，锁定板标记处相对轴承支架各点移动值相差 1~2mm 以内；同时镜板在水平状态，即认为推力轴瓦受力均匀。

(11) 当推力轴瓦受力调整均匀后，应将机组转动部分调整在中心位置。

第十节 导轴承间隙计算及调整

一、机组中心调整后，测量水导的实际间隙，按方位做好记录。

二、计算公式：

1、上导间隙：

$$\delta_a = \delta_c + \Phi_s / 2 - (\delta_{co} - \delta_{ao})$$

δ_a ——上导计算间隙值

δ_{ao} ——上导设计间隙值

$$\delta_{ao} = 0.12\text{mm}$$

Φ_s ——水导处净摆度

δ_{co} ——水导处设计间隙值

$$\delta_{co} = 0.15\text{mm}$$

δ_c ——水导处实测间隙

2、下导间隙：

$$\delta_b = \delta_c + (\Phi_s / 2 - \Phi_x / 2) - (\delta_{co} - \delta_{bo})$$

δ_b ——下导处计算间隙值

Φ_x ——下导处净摆度

δ_{bo} ——下导处设计间隙值

$$\delta_{bo}=0.20\text{mm}$$

三、计算过程中注意事项:

- 1、应以**最终盘车停靠方位**进行计算。
- 2、取水导间隙较小的连续四点方位计算。
- 3、间隙计算时，上、下导应与水导的方位一致，即水导取某一方位，上、下导也应取该方位的净摆度值。
- 4、计算出四点间隙后，用双面设计间隙值减去该间隙值即可得出另外四个间隙值。
- 5、如计算为负值，应进行修正，上导最小间隙基准值为0.05mm。
- 6、实际调整间隙时，相邻两点不要相差太大，上导要求相邻间隙值不超过0.05mm，下导可稍大一些。

四、计算实例:

1、1#机某次盘车记录见下表:

部位	方位	1	2	3	4	5	6	7	8	5-1	6-2	7-3	8-4
上导	X	0	-2	-1	-1	-3	-2	-3	-2	-3	0	-2	-1
	Y	0	0	0	0	-2.5	-3	-3.5	-2				
下导	X	0.5	7.5	12.5	18	18	7.5	4.5	-1	17.5	0	-8	-19.
	Y	-13	-8.5	0	4.5	2.5	-2.5	-10	-16				
水导	X	0	12	5	8	-3.5	-16	-11	-13	-3.5	-28	-16	-21
	Y	-14	-4	0	-10	-19	-21	-28	-28				
		16	19	18	18	13.5	10	9.5	10.5	水导实测间隙值			
水导处净摆度										-0.5	-28	-14	-20
下导处净摆度										20.5	0	-6	-18
水导处净摆度与下导处净摆度的差值										-21	-28	-8	-2

$$\delta_{co}-\delta_{bo}=15-20=-5 \qquad \delta_{co}-\delta_{ao}=15-12=3$$

- 2、以 X 方向 5~8 点作为计算依据:
- (1) 上导计算:

计算公式为: $\delta_a = \delta_c + \Phi_s/2 - (\delta_{co} - \delta_{ao})$

则: $\delta_{a5} = 13.5 + (-0.5/2) - 3 = 10.25$

$\delta_{a6} = 10 + (-28/2) - 3 = -7$

$\delta_{a7} = 9.5 + (-14/2) - 3 = -0.5$

$\delta_{a8} = 10.5 + (-20/2) - 3 = -2.5$

(2) 下导计算:

计算公式为: $\delta_b = \delta_c + (\Phi_s/2 - \Phi_x/2) - (\delta_{co} - \delta_{bo})$

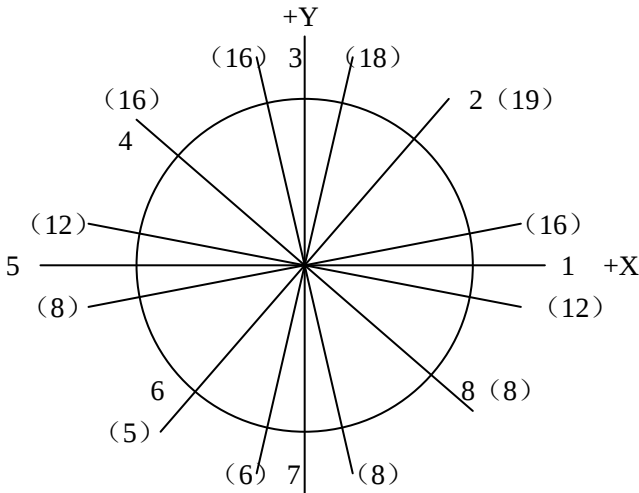
则: $\delta_{b5} = 13.5 + (-21/2) - (-5) = 8$

$\delta_{b6} = 10 + (-28/2) + 5 = 1$

$\delta_{b7} = 9.5 + (-8/2) + 5 = 10.5$

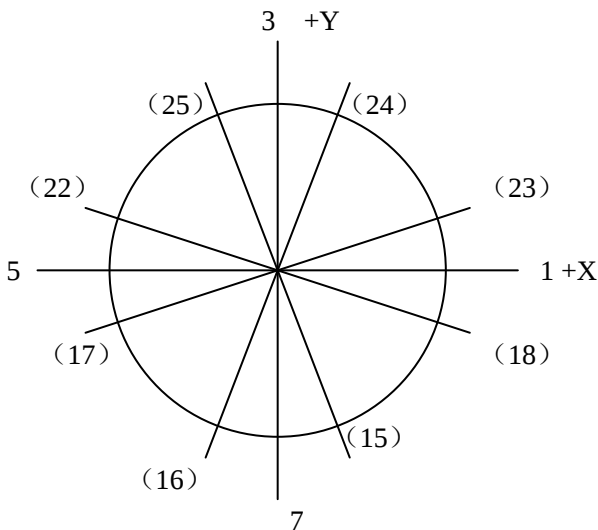
$\delta_{b8} = 10.5 + (-2/2) + 5 = 14.5$

3、经修正后上导实际调整间隙值见下图: 单位: 0.01mm



注: () 内数值为实际调整值。

4、经修正后下导实际调整间隙值见下图：单位：0.01mm



第十一节 下导轴承回装

1、当水导中心调整完毕的情况下，才能进行机组全面回装结尾工作。

2、清洗油槽及各零部件、下导瓦托板。

3、依计算结果回装下导瓦，调整间隙。在调整间隙过程中，要在轴颈处 x 、 y 方向各装设一块百分表，以监视轴颈位移。

4、一次调整四块瓦，将自制小千斤顶，一头固定在油槽上，一头顶在轴承背面，使瓦面与轴颈靠紧时，两块百分表应无变化，当间隙调整合格后，将抗重螺栓的螺帽并紧，松开小千斤顶时，两块百分表也应无变化，可换另一方位调整其他四块轴瓦间隙直至合格为止。

5、装好下导瓦上压板，调整间隙为 $0.5\sim 1\text{mm}$ 。

6、组合下油盆，连接挡油圈，安装冷油器，联接油槽内水管等与

油槽固定后，并接通外部油、水管、并充水压 $0.1\sim 0.15\text{MPa}$ ，检查冷却器内部法兰密封情况，并且在油槽内充透平油检查油盆结合面无漏油现象。

7、装好各测点的温度计，其位置应与表盘标号相对应。

8、封闭油槽上端盖，端盖径向密封毛毡垫要装入槽内，应有不少于 1mm 的压缩量，而且毛毡密封与轴的间隙为 $0.5\sim 1\text{mm}$ 以内。

第十二节 推力轴承及零部件回装

1、彻底清洗油槽，切勿忘记拔掉油管口的堵头，无杂物掉落在油管中。

2、安装推力瓦温度计时，要求各推力瓦号的温度计应与表盘标号相对应。

3、装上海冷却油器，冷油器就位前，应将余水倒净，同时用白细布将铜管外壁清抹干净再用压缩空气吹净后，吊入油槽装上联接螺丝，紧固牢后，充水升压 $0.1\sim 0.15\text{MPa}$ 时，检查各联接无渗漏现象。

4、按拆前号安装挡油板及隔油板。

第十三节 上导轴承回装

1、依拆前编号装复上导架，依计算结果装入上导瓦，调整间隙（调整间隙方法与下导瓦调整方法相同），装上压板，调整间隙为 $0.5\sim 1\text{mm}$ ，包好紧固件的包角。

2、装好上导瓦温度计，要求各瓦号位置与表盘标号相对应。

3、装油槽盖板，盖板与油槽结合面用 $\Phi 8\text{mm}$ 的耐油橡皮圆。

4、装油槽端盖，端盖的径向密封的毛毡装入槽内应有不少于 1mm 的压缩量，而且毛毡密封面与轴颈的间隙要求为 $0.5 \sim 1\text{mm}$ 。

第十四节 励磁机回装

1、吊起励磁机转子，清洗法兰结合面，配制好 $\Phi 6\text{mm}$ 的耐油橡皮圆条套入止口，找正中心后缓下落位。对称地紧固螺丝用 0.05mm 的塞尺检查法兰结合面无间隙。

2、吊起励磁机定子，清洗，吹扫励磁机机架的组合面，调整水平，找中心缓慢下落就位。并用 4~6 人用 1.5mm 黄壳纸板在磁极与转子之间监视中心，以防碰撞，就位后紧固好螺丝。

3、测量励磁机空气间隙符合要求，设计值为 6mm 。

4、装扶梯、引线、刷架等。

第十五节 受油器回装

1、将底盖与底座间的胶木板，按拆前编号位置就位受油器底座，胶木套，垫无压破损，装复后测量对地绝缘电阻应不大于 0.3 兆欧。

2、准备做好溅油盆下法兰耐油纸板垫， $\Phi 318 / \Phi 230 \times 1$ ，就位溅油盆装好保险垫片对称用力紧固好联接螺丝，打好包角。

3、受油器各零部件的配合间隙较小，回装中严格找好水平，控制中心，并且应在动、静部位涂沫洁净充足的透平油，缓慢下落就位。

4、回装转轮叶片回复轴承时，特别检查内油管中供花键轴润滑用

油的小孔不能堵塞。

5、回装挡油板转叶角度指示器等调速器的反馈装置。

第三篇 水轮机检修规程

第一章 水轮机铭牌参数

一、水轮机的参数与型号

制造厂家 哈尔滨电机厂

二、水轮机的运行特性及水库运用控制水位

1、运行技术参数

2、水库运用控制水位

第二章 检修种类及内容

第一节 巡检

一、周期：每天一次

二、巡检内容：

1、机组外规检查：振动、声响无异常。

2、油、气、水系统管理及阀门检查：管路各接头严密不漏，阀门动作灵活，关闭严密，盘根止漏良好，无漏水现象。

3、表计检查：指示准确。

4、剪断销及各部位螺栓检查：无破损、无松动。

5、水导摆度测量：水导处绝对摆度值 $\Phi_{\max} \leq 0.30\text{mm}$ 范围内。

6、轴承检查：润滑良好，水质合格，水量充足，工作压力不低于 0.05MPa，转动时无异常无振动等。

7、缺陷处理：在可以不停机的条件下，能处理的缺陷应及时消除处理。

第二节 小修

一、周期： 每年 1~2 次 工期 5~10 天

二、检修项目及相关质量标准：

1、转子叶片、转子室汽蚀检查处理：将汽蚀区碳化层及疏松组织铲除打磨，露出金属光泽后进行推焊，形状符合设计要求。

2、导叶端、立面间隙及压紧行程调整：

(1) 导叶上下端面间隙总和小于或等于 2mm，其中上端占 2/3，下端占 1/3。

(2) 导叶各处立面间隙应为零，如有间隙，不得超过导叶高度的 25%，最大间隙为 0.08~0.15mm。

(3) 压紧行程调整：5--7mm。

3、水导轴承检查及缺陷处理：1# 机检查大轴盘根漏水情况，根
据需要更新盘根，各部位无其他异常现象；2 #机重点检查止水平板橡
皮，有磨损应更换，止水平板橡皮厚度为 6--8mm。

4、真空破坏阀解体检查：主要检查弹簧受力，当在轴上加 60kg
的力时阀门打开 5--36mm 弹簧的压缩长度为 156mm；动作灵活，阀
口严密不漏，弹簧无损坏。

5、水导润滑水出流档水板，转轮泄水锥等处联接螺纹检查。

6、控制环滑道清洗检查：除掉锈蚀、杂物、加充足润滑油量 。

7、技术供水总过滤器，水导主、备用过滤器检查：解体检查清洗，
除掉各种杂物，除锈上防锈漆；各结合面处严密不漏 。

8、顶盖泵及底阀检查、缺陷处理：水泵解体检修，各处间隙调整
符合质量标准，无振动和异常现象；底阀严密不漏。

9、水系统管路及阀门检查：管路各接头严密不漏；阀门动作灵活，
关闭严密；盘根止漏良好，无漏水。

10、缺陷处理 。

11、上级部门下达的其他检修项目。

第三节 大 修

周期：每 3~5 年一次 工期为 35~45 天

检修项目及质量标准：

一、汽蚀损坏检查处理

1、叶片汽蚀检查及处理：铲除汽蚀部位蜂窝碳化层的疏松组织露出金属光泽，堆焊层无夹渣，气孔及裂纹，

焊后无严重变形。磨后叶片型线基本符合设计要求。

2、裂纹检测处理：检测部位准确按检修工艺标准进行。

3、转轮室汽蚀损坏堆焊处理：

(1) 与叶片处理标准相同。

(2) 打磨时要控制形状和尺寸，当转轮就位后，叶片外缘与转子室间隙均匀，间隙最大偏差值不超过平均间隙的 $\pm 20\%$ ，单边间隙 $\delta = 1 \sim 2 \text{ mm}$ 左右。

二、叶片整形检查及处理

1、校形时尽量采用焊补和打磨，对形状改变较大部位，可用热压法（误差 $\Delta \leq 6\text{mm}$ ）

2、校正时，叶片进、出水边形状符合设计要求。

三、转轮叶片操作机构检查及密封试验

1、试验油压为 0.5MPa ，各结合处无渗漏，叶片全行程动作 $8 \sim 12$ 次，浆叶机构动作平稳，接力器活塞行程与叶片转角要满足 $+13^{\circ} \sim -11^{\circ}$ 标准，无任何抖动和卡塞现象。

2、在最大试验压力下，保持 24 小时无渗油现象。

3、其它缺陷处理项目按质量标准进行。

四、导水机构的检修

1、导叶间隙测定及调整：

(1) 端面间隙和应在 $1 \sim 2\text{mm}$ 范围内，上端面间隙占实测间隙的 $2/3$ ，下端端面间隙占实测 $1/3$ 。

(2) 立面间隙一般应为零, 允许局部间隙为 $0.08\sim0.15\text{mm}$, 但长度不应超过导叶总长度的 $1/4$ (约为 300mm) 。

2、剪断销检查：按公差配合及一定光洁度处理, 不松动、不破损。

3、导叶轴套检查处理:

(1) 橡皮碗无变形老化、破裂损坏, 密封效果好, 无漏水。

(2) 轴与轴颈配合间隙为:

上: $1.44\sim1.56\text{mm}$ 中: $0.39\sim0.55\text{mm}$ 下: $0.15\sim0.20\text{mm}$

4、压紧行程测定及调整: $5\sim7\text{mm}$

五、紧急真空破坏阀解体检查处理

1、主要检查弹簧受力, 当在轴上加 60kg 的力时阀门打开 $5\sim36\text{mm}$ 弹簧的压缩长度为 156mm 。

2、动作灵活, 阀口严密不漏, 弹簧无损坏。

3、阀杆上螺母要安装开口销, 以便运行时脱落。

六、主轴密封检查调整处理

1、1#机为盘根箱密封, 盘根规格 $25\times25\text{mm}$, 运行时无大量漏水, 要求微量泄水。

2、2#机为平板橡皮密封, 橡皮板具有一定耐酸碱性, 其硬度一般为 $650\sim700$ (邵尔), 密封间隙 $1\sim2\text{mm}$ 范围内调整, 封水压力为 $0.02\sim0.2\text{MPa}$, 橡皮板的厚度 $6\sim8\text{mm}$, 搭接宽度 $35\sim40\text{mm}$ 。

七、水导轴承检修

1、轴颈检查处理: 轴颈处无锈斑、毛刺、凸凹麻点, 光洁度符合设计标准。

2、轴承间隙测定调整及缺陷检查处理：

(1) 轴承与主轴配合间隙为 $S=0.05\sim 0.30\text{mm}$ ，当 $S_{\max}>0.30\text{mm}$ 应作加垫处理， $S_{\min}\leq 0.05\text{mm}$ 应作减垫处理。

(2) 测量时用内径千分尺测每块瓦的上、中、下三点。

(3) 橡皮瓦无锈蚀、脱落。螺钉头应低于瓦面 $1\sim 2\text{mm}$ 。

八、各润滑水过滤器检查处理

各过滤器壳内外去锈涂防锈漆，滤网清洁，无破损。

九、各阀门分解检查

止水盘根不漏，开关动作灵活，阀口接触严密不漏。

十、表计校正

指示正确，装后各接头处不漏。

十一、有关非标及改造项目

第三章 水轮机的拆卸

第一节 水导轴承的拆卸

发电机设备在吊拆过程中，可同时开展水轮机设备的拆卸工作。

1、拆除水车室内盖板，扶手，支架等。

2、拆除水导轴承水封装置(1[#]机为盘根密封，2[#]机为平板橡皮密封)。

3、拆除水箱外接管道，拆除水箱固定螺栓，吊起水箱，分解后用葫芦吊出水车室。

4、在水导处进行顶轴，测量水导瓦间隙，作为水导轴承检修调整的参考。测量方法为：

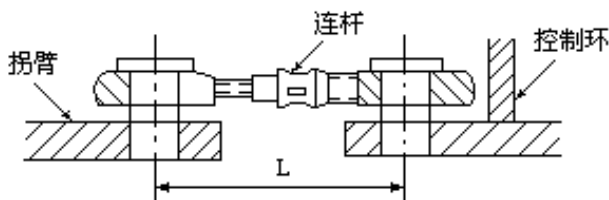
先将水导大轴分成 1—8 等分，按编号顺序用千斤顶顶大轴，同时在对 180° 方向装一块百分表，监视被顶动的数据，并做好记录。

5、松开水导瓦抗重螺栓，用顶杆将水导瓦顶起，再用葫芦吊起水导瓦，分半吊出水车室。注意做好水导瓦的方位标记。

第二节 导叶传动机构的拆卸

1、拆卸时特别注意根据设备位置进行编号，要求连杆、拐臂、半圆键、套筒、导叶编号一致。

2、测量并记录连杆两端圆柱销中心距离尺寸（如图）。解开连杆的连接螺母，拆下连杆，编号后放在指定位置。



3、松开导叶推力螺栓，拆下端盖，使用专用工具拔出半圆键，按号成对捆绑妥善保管，以免弄错，保存好半圆键限位小卡片。

4、利用专用工具拔出拐臂。吊出水车室，摆放在指定位置。

5、拔出套筒上法兰销钉，松开连接螺丝，吊出套筒，放在指定位置。由于套筒是铸铁件，在吊运过程中严禁碰撞，特别是上下止口不能碰伤。在接力器拆出前，9、10、15、16号导叶套筒无法拆出。

6、解开接力器推拉杆与控制环的连接，螺纹部分应用布包好保护。待发电机下风洞盖板吊出后再吊出控制环和接力器。

第三节 水轮机标高测量

1、测量工具为：标杆、水平仪、钢板尺。

2、水轮机吊出、吊入均应进行标高的确定工作。

3、此工作宜四人进行：一人照明，一人抬标杆、一人看水平，一人用钢板尺读数。

4、转轮体上平面与座环的相对高度即为水轮机标高。

第四节 水轮机悬挂及解轴

1、刨去水轮机挡水圈电焊，拆除固定螺丝，拆下挡水圈。

2、刨去水轮机悬挂块堵板的点焊，取出固定螺栓的堵头。安装悬

挂块和吊杆。

3、在水车室搭解轴架，拆除大轴法兰保护罩，铲去大轴螺栓点焊。清扫法兰和螺栓，查对螺栓与法兰编号和对应位置记号，如不对应重新编号。

4、待水轮机标高测定，发电机专用起吊工具安装好后，将水轮机转轮悬挂牢固，均匀打紧吊杆螺帽，使 6 个吊杆受力基本上一致。

5、对称松大轴法兰螺栓，顺序为：1—8、12—5、3—10、13—6、2—9、14—7、4—11。

6、将拆下的大轴螺栓和螺帽应摆放在指定位置，并用塑料纸盖好保护。

7、转子起吊时，为避免大轴法兰粘在一起，应在引水锥与水轮机之间打紧楔子。

第五节 顶盖及引水锥的拆卸

1、拆除顶盖上的顶盖泵进水管、调相补气管、水导润滑水管、取样水管。

2、拆下顶盖与引水锥的连接螺栓。

3、拔出顶盖销钉，拆下顶盖连接螺栓，检查确认连接螺栓、管道等妨碍顶盖起吊的元件都已拆除，吊出顶盖，放在指定位置。

4、将引水锥分解后分半吊出。注意方位及标记。

第六节 吊拆水轮机

1、在检修现场固定转轮检修支座。

- 2、当行车吊钩中心找好，钢丝绳完全受力后，拆除转轮悬挂块。
- 3、连同主轴一起将水轮机吊出。在检修场地拆除泄水锥，注意对应的方位记号，再将水轮机吊放在转轮检修支座上，装上固定螺栓。
- 4、拆除主轴法兰连接螺栓的保护盖，取出小楔块。拆除大轴法兰连接螺栓。
- 5、将主轴吊起一定高度，用枕木垫住结合面，解开操作油管。
- 6、将主轴吊放在指定位置绑好。

第七节 吊拆导叶

- 1、将枕木搬至检修场地摆好。
- 2、吊出导叶，用板车运至检修场地，用扒杆吊放在枕木上，以便于检修时翻身。导叶运输和吊放时应重点注意安全保护工作。

第四章 水轮机的检修

第一节 汽蚀的处理

1、汽蚀处理前必须搭设好牢固可靠的工作台，确保人身安全。

2、认真检查用粉笔圈出汽蚀损坏部位，做好记录后即可用电弧气刨刨去各汽蚀部位的蜂窝和海棉层，直至露出完好金属为止，刨面要求平滑，叶片上应轮换进行，每个叶片连续气刨时间不超过半小时，以免叶片过热变形。

3、刨完后用手提砂轮机打磨气刨部位的氧化层露出金属光亮面，方可进行堆焊。

4、汽蚀处理使用焊条为奥 102、或奥 302、132 不锈钢电焊条，焊条应保持干燥，不许掉皮，使用前应烘干一小时以上，在施焊中应注意：

（1）运条的走向应沿叶片的圆周方向，不许沿辐向运条，因为圆周方向比辐向的钢度大好多倍，以免发生过大的焊接变形。

（2）焊一会后用锤敲击，振动一会，以清除焊接应力。

（3）应用窄焊波，目的是减少热影响区。

（4）应用分段退步焊，目的是减少应力，每段视堆焊面积而定，长度在 100~200mm 以内。

（5）第二道焊波要压住第一道焊波的一半，目的是一方面可使第一道焊波退火，另一方面使第一道焊波的应力分散一些。

（6）焊补过程中应严格注意叶片温度，尽量做到不在低于 150 °C 以下焊补，即一块叶片的焊补过程中，间隔时间不能太长，焊完后注意保温，不要使叶片急剧冷却，并注意不要在一个部位长时间堆焊，

以免引起局部变形。

(7) 注意统计汽蚀处理补焊时所耗的焊条数量、焊补方位及焊条型号。

5、电弧气刨的主要技术参数如下：

工作电压：30V

工作电流：400~600A

工作气压：0.4~0.7MPa

碳极尺寸：20×5×355（板条状）

6、焊接要求：

(1) 电焊机要求直流反极，电流应尽量低：

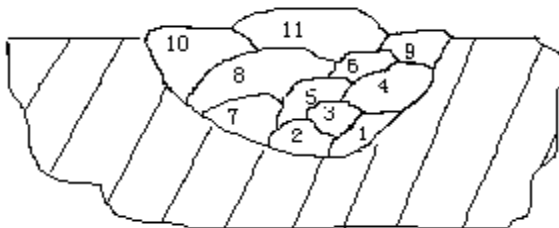
低碳钢焊条电流控制在： $\Phi 4\text{mm}$ 为 180~150A

不锈钢焊条电流控制在： $\Phi 3.2\text{mm}$ 为 120~150A； $\Phi 4\text{mm}$ 为 160~200A。

(2) 为了保证电弧中的滴溶金属不受空气氧化作用，并保证合金元素完满的渗入焊缝中，对焊接电弧应压至 2.5mm 长为宜。

(3) 堆焊新金属与原有叶片金属交界处，必须熔合一体。

(4) 严重汽蚀区，对个别深长的部位，应用镶边焊法进行。如图所示：

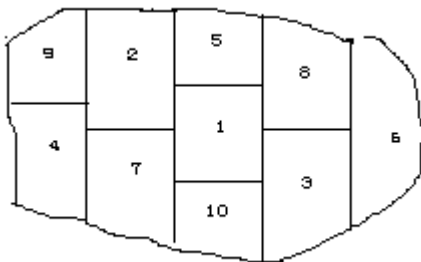


(5) 在保证焊缝质量情况下，焊接速度适当加快，以减小局部过

热。

(6) 对多层焊接的部位，每焊完一层后，必须待其冷却彻底清除焊渣刷净后再焊下一层。

(7) 对较大面积施焊时，应采取下列焊序分片进行，每小块面积为 $80 \times 100\text{mm}$ 为宜。如图所示：



(8) 每道焊波尽量不要采用加宽焊接，直线走动即可。

(9) 焊接中，为了避免应力集中，要求对两层以上的焊缝，焊波应尽量交叉或垂直焊。

(10) 堆焊表面要求平滑，堆焊厚度要求高出工件不超过 2mm ，以利打磨。

(11) 焊接时发现夹渣、气孔时应及时处理，发现有裂纹时必须停止焊接，进行研究处理。

7、对打磨时要求：

(1) 打磨使用的砂轮机、砂轮片应完整好用。

(2) 打磨后要符合原设计曲线，叶片表面用样板检查、局部间隙不得大于 4mm ，表面光滑。

(3) 表面要求平滑，不允许有局部凸凹现象，叶片厚度偏差 $\pm 3\text{mm}$ 。

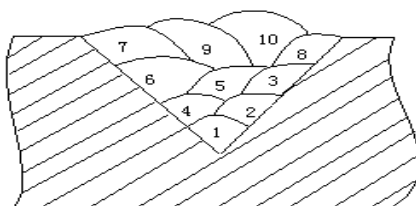
(4) 需要成圆角的地方一定要打磨圆滑。

第二节 裂纹处理

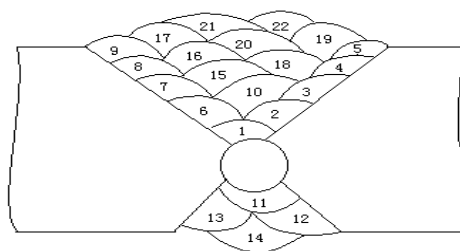
1、先肉眼外观检查，然后用 10~20 倍放大镜或磁性探伤法，找出裂纹部位。

2、首先用 $\Phi 8 \sim \Phi 10\text{mm}$ 钻头在首尾钻孔，钻孔深度为裂纹深度的 1.5 倍，用电弧气刨将裂纹全部刨去，检查无裂纹痕迹为止，一般坡口应刨成 V 形，裂纹穿透者可刨成 X 形坡口。

3、坡口清洗干净，打磨成金属光面，可进行补焊，焊接时应注意两面交替焊，不许焊完一面后再焊另一面，焊前工作加温至 $150^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ，焊时不能有夹渣、气孔、裂纹、和咬边，焊补应采用镶边焊法。（如图）



(a) V形坡口



(b) X形坡口

4、在施焊过程中，除第一道焊接和表面层外，其余焊道均要进行锤击，以消除部分焊接应力，锤击时锤头应垂直焊道并沿着焊道来回敲击，直至焊道表面焊波锤得模糊不清为止。

5、全部坡口堆焊完后，用砂轮机将其表面按原线型磨平，再进行一次探伤检查，确认合格后方可进行汽蚀补焊。

第三节 转轮的分解、检修、组装及试验

一、转轮的分解

1、用行车吊住转轮，解开与支座的连接螺栓，将转轮翻身，垫在枕木上，并用千斤顶顶住活塞杆，防止操作架解开后活塞下落。

2、拆除转轮下端盖，拆下连杆螺帽和操作架卡环、销块，吊出操作架。注意记录方位和记号。

3、熔化浆叶压板螺丝的铅封，拆出压板螺丝，取出压板。

4、拆下拐臂卡环，拔出拐臂销钉。

5、用行车吊住浆叶，用专用工具吊住拐臂，用小千斤顶顶浆叶端部，拔出浆叶。

6、吊出拐臂。

7、将轮毂翻身，吊出浆叶活塞，拆下活塞环。

二、检修要求

1、将转轮及其所有的螺丝、销钉、弹簧、连杆、拐臂等零件用汽油浸洗干净。

2、用 0#砂布研磨活塞缸壁的锈蚀斑迹，测量检查活塞缸的椭圆情况。

3、外观检查活塞环不得有翘曲，裂纹等，用漏光法检查活塞环在活塞缸内上、中、下三个位置时活塞环与缸壁的间隙，要求活塞环均匀贴在缸壁上，每根环的漏光处不得超过两处，每处按弧度计算不得大于 $\pi/8$ ，并且距切口 30° 以内的地方不许漏光。用塞尺检查活塞环与缸壁间的最大间隙 $\leq 0.1\text{mm}$ ，若活塞环翘曲变形严重，间隙误差大可更换备件。

4、检查叶片枢轴轴瓦的磨损，测量实际配合间隙，图纸要求， $\Phi 310\text{D/d}$ ($S=0.07\sim 0.175\text{mm}$)； $\Phi 150\text{D/d}$ ($\delta =0.05\sim 0.13\text{mm}$)。若间隙过大可调换轴瓦方位，若间隙过大可更换备品轴瓦。

5、检查活塞杆与其轴瓦磨损和配合间隙。图纸要求 $\Phi 260\text{D/d}$ ($S=0.06\sim 0.15\text{mm}$)，若间隙过大更换备件。

6、检查操作架导向块、连杆、拐臂的磨损等缺陷处理，并做好记录。

7、对检修排油阀进行研磨作煤油渗漏试验，保持 5 分钟无渗漏，回装时密封良好。

8、检查止漏橡皮、弹簧、压圈无变形，无裂纹等，否则更换新件。

三、回装要求

1、活塞就位时，活塞环接口处应相互错开 120° ，活塞装入活塞

缸时，活塞上与转轮法兰平面的相对位置的记号应对准。

2、转轮翻身后装叶片请注意如下几点：

(1) 叶片安装时应对称进行；

(2) 止漏橡皮先套入叶片枢轴上；

(3) 作为拐臂传递操作力矩给叶片枢轴的两个柱销，可在叶片套入后装复；

(4) 两拐臂卡环装入后，两卡环接头应与拐臂开口在同一方位，并装好销圈；

(5) 拐臂联接螺丝紧固后，包角应可靠。

3、装止漏橡皮的压板。

4、灌铅工作：灌铅后其表面应过渡圆滑、结实。

5、装操作架，叶片顶到位后，再收紧联接螺丝，不能依靠螺丝把叶片收到位，要求耳柄与操作架联接螺丝紧固以后，耳柄的台阶与操作架之间无间隙。

6、装卡环及限位环，要求紧固螺丝后包角可靠。

7、装底盖请注意如下两点：

(1) 底盖与转轮体结合面用 $\Phi 8\text{mm}$ 的耐油橡皮圆条作密封垫。

(2) 底盖联接螺丝紧固完好后，螺丝应点焊。

8、装好放油阀，应无渗漏，装上油口堵塞头螺丝，垫片包角可靠。

四、转轮体密封耐压试验

1、为了检查回装质量，需进行油压试验，目的在于检查各法兰盘连接与叶片密封装置的严密性，转叶机构动作的平稳性，接力器活塞行程与叶片转角关系。

2、试验油压为 0.5MPa，要求止漏橡皮及各结合面无渗漏，叶片

全行程动作 8~12 次，转叶机构动作平稳，无任何抖动和卡塞现象，接力器活塞行程与叶片转角要满足 $+13^0 \sim -11^0$ 标准。

3、在最大试验压力下，保持 24 小时无渗漏现象。

4、试验合格后，可进行压板紧固螺丝灌铅工作，完毕后将叶片与轮毂间的夹铅清除干净。

5、联接水轮机大轴和操作油管，法兰螺丝紧固后，装好螺丝护盖用点焊固定，再装上泄水锥，紧固好螺丝，焊接好挡水板，等待就位安装。

第四节 导水机构的检修

一、拐臂、连杆、套筒、导叶：

1、对拐臂、连杆进行除锈清扫。认真检查连杆螺纹是否完好，并进行试装。检查拐臂内孔是否有缺损，清扫检查后外表涂防锈漆。

2、清扫铲除套筒表面锈斑，拆下“U”形密封皮碗，检查皮碗是否变形老化、破裂，如损坏或磨损过大应更换备品。

3、检查轴套瓦磨损情况，测量记录各瓦内径。

4、用压缩空气吹扫检查套筒排水管是否畅通。

5、除净导叶上、中、下轴颈锈斑，检查立面密封橡皮和压板完好情况，要求密封橡皮高出压板 2mm 左右，汽蚀严重的压板应修补打磨。检查导叶汽蚀情况，汽蚀严重时应作补焊处理。

6、测量记录导叶轴颈椭圆度，与套筒轴瓦配合间隙情况：

(1) 上轴配合间隙为 1.44~1.56mm

(2) 中轴配合间隙为 0.39~0.55mm

(3) 下轴配合间隙为 0.15~0.20mm

二、顶盖、引水锥:

- 1、铲除顶盖和引水锥表面锈斑、污物，涂防锈漆。
- 2、对顶盖和引水锥所有螺孔攻丝，所有销孔、销钉清除毛刺。
- 3、对顶盖结合面和控制环滑槽清除毛刺，引水锥两结合面清扫打磨待装。

三、座环:

- 1、清扫座环及导叶下轴孔。
- 2、检查座环上导叶端面密封条有无缺损，磨损严重或有缺损的应更换。

第五节 水导轴承的检修

1、拆前如测得水导轴承最大间隙 $S_{\max} > 0.30\text{mm}$ 时，则应进行调整。

2、将水导轴承解体为两半，并拆开水导瓦；在拆水导瓦的过程中，可对原加垫情况进行记录，以作参考。

3、清扫干净橡胶瓦正、反瓦面，对轴承座各部位进行全面清扫，并对所有螺纹孔重新套牙。

4、在不加垫情况下，紧固水导瓦所有连接螺丝（包括背面的），紧死两结合面螺栓（一边 5 个螺丝，1 个销子）；要求用 0.05mm 塞尺塞结合面不入。

5、在水导瓦圆周内，等份划分十二点，并按一定尺寸分好上、中、下三点，然后用内径千分尺读出对称各点读数并记录（内径千分尺基数为 613mm）。

6、用外径千分尺量取大轴水导轴颈处上、中、下三点，用内径千分尺进行读数，并取最大值。

7、用千分尺测量时勿抵得过紧，以千分尺能自由下落为宜。

8、将水导瓦直径方向的读数与大轴读数进行比较，并考虑给予 0.20~0.30mm 水导轴承双面间隙值，计算出各点加垫值。

9、加垫时，应综合考虑水导瓦横向、纵向相邻方位间隙值的过渡情况，并考虑垫子的宽、窄，长、短，有必要的話，可在局部位置单独贴垫。

10、如此反复进行，直至满足轴承间隙 $S = (0.05 \sim 0.30) \text{ mm}$ 即为合格。否则当 $S_{\max} > 0.30 \text{ mm}$ 应作加垫调整，当 $S_{\min} \leq 0.05 \text{ mm}$ 应作减垫调整。

11、如最后结果，发现结合面两侧尺寸比中间尺寸大，说明出现椭圆现象，可考虑在两半结合面加一定尺寸的垫子（纸板或描图纸）予以纠正。

12、水导轴承间隙计算式为：

$$S_{\max} = \Delta_{\text{瓦 max}} - \Delta_{\text{轴 min}}$$

$$S_{\min} = \Delta_{\text{瓦 min}} - \Delta_{\text{轴 max}}$$

第六节 真空破坏阀的检修

1、分解前应测量记录弹簧高度，然后用力压弹簧盖，松开弹簧调整螺母，取出弹簧进行清洗，回装时，阀片、阀座上的止漏垫应装 4mm 厚耐油橡胶板，当回装完后，底阀轴头装上 $\Phi 3$ 不锈钢的销钉。动作灵活，密封良好。

2、真空破坏阀回装后应做弹簧特性试验，阀轴向下作用 $P=60 \text{ kg}$ 的力，活门应开启约 5~36mm。

第七节 技术供水总过滤器、水导 主备用过滤器的检修

- 1、过滤器拆出后，对过滤器内腔及滤网进行清扫。
- 2、细致检查滤网有无破损和其他缺陷情况，如滤网有破损应更换与原滤网同孔目的新网。
- 3、涂刷防锈漆，待漆干后可装复。

第八节 阀门检修和表计校验

- 1、检查阀门开关动作是否灵活正确，阀杆及螺母块的螺丝是否良好，若有损坏应更换。
- 2、阀杆处盘根无漏水并有足够的压紧余量，阀体止口应严密不漏，如有缺陷应研磨处理，阀壳、阀盖无破裂，否则更换新件。
- 3、阀门解体检修后，应按工作压力的 1.25 倍进行试验，合格后方可装入。
- 4、将所有压力表计拆出，送仪表室进行校正，各表计允许误差必须在标准范围内。

第五章 水轮机的回装

第一节 导水叶回装

- 1、清扫座环上的油污及杂物，在导叶轴孔内注入适量黄油。
- 2、按编号依次吊装导叶，要求转动灵活。注意控制导叶开度，以免影响水轮机的吊入。

第二节 水轮机吊装

- 1、吊入水轮机前，可先安装转轮悬挂杆，水轮机吊入后，安装悬挂块，在行车吊钩拆卸前，依靠悬挂杆的调整螺丝，粗略找水轮机的水平，要求转轮叶片四周都有间隙。
- 2、水轮机就位高程应与拆前测量高程大致相等。水轮机高程确定后，扭紧悬挂杆螺母，保证 6 个悬挂杆受力均匀。
- 3、待悬挂装置完全承重，拆除行车起吊装置后，调整水轮机轴法兰平面的水平。

第三节 水轮机就位后的水平调整

- 1、水轮机就位时，其标高值按水轮机吊出时等值就位。
- 2、将水轮机悬挂后，用大扳手统一上紧悬挂块与浆叶的六个悬吊螺丝，这样即可开始水轮机的水平调整工作。
- 3、所需工具、仪表：粉笔、铅笔、较干净的破布、手电筒、合像水平仪。

4、设置方位：垂直的 X、Y 两个方向。

5、用铅笔画出水平仪放置的具体位置（X 或 Y），用手电筒照着读出一个值 Δ_1 （或 Δ_1^0 ），用粉笔记录在水平仪旁边；然后将水平仪调头（ 180^0 ），读出另一个值 Δ_2 （或 Δ_2^0 ），同样用粉笔记录在这一端。两次读数的差值即为此方向的水平误差， $\Delta_X = \Delta_1 - \Delta_2$ ， $\Delta_Y = \Delta_1^0 - \Delta_2^0$ 。读数大的那一端表明此侧低。

6、在每个浆叶的悬挂螺丝对应的座环上用粉笔醒目地写上 1、2、3、4、5、6 号（与浆叶号相同），以便在法兰面调整的人看清。

7、根据水平仪（ 0^0 和 180^0 ）的读数并比较，确定提升（或降低）哪个方位的浆叶；如果某方向的误差值较大，可采用一方提升，而对方降低的方式进行。

8、调整时，注意螺帽转动的方数（或大锤的锤击数），随时监视水平仪动作情况。调整哪几个浆叶，应综合考虑 X、Y 两方向的误差情况。

9、最后调整结果： $\Delta \leq 0.02\text{mm/m}$ ，并轻锤一遍以示验证。

10、重新复核标高值，要求变化值在 $\pm 5\text{mm}$ 内。

第四节 引水锥和顶盖就位

1、将引水锥分半吊入机坑，在组合面涂刷白油漆，用连接螺丝联接紧固，用 0.05mm 塞尺检查组合面应无间隙。

2、当引水锥组合后，吊入顶盖。顶盖吊入前应先装上顶盖与座环止口 $\Phi 8 \times 13300$ 密封橡皮圆条。当顶盖落到下风洞位置时，准备回装下风洞盖板支腿。

3、顶盖就位时，检查 24 个导叶轴颈应无卡阻，同时注意橡皮圆条的位置是否正确，然后按拆前编号装入 4 只 $\Phi 40 \times 140$ 的定位销钉固定。

4、用葫芦调整引水锥水平和高度与顶盖组合，联接时要求顶盖与

引水锥结合面槽口内垫 $\Phi 8 \times 6500$ 橡皮元条，同时在结合面涂刷一层白油漆作密封用。

5、当顶盖与引水锥组合紧固后，用 0.03~0.05mm 塞尺检查两结合面应无间隙。

第五节 导叶接力器及控制环回装

1、顶盖就位后，吊入接力器，接力器安装时要求在活塞套管上测量水平要求其误差 $\Delta \leq 0.10\text{mm/m}$ 。

2、在控制环滑槽内倒入适量机油，吊入控制环。要求接力器与控制环的两推拉杆相对高程差 $\Delta \leq 0.5\text{mm}$ 。

3、联接正、反牙调整螺丝时，在丝扣上必须涂以干黑铅粉。

4、顶盖与控制环结合面处涂足量的润滑油。

第六节 联 轴

具体联轴步骤参见第二篇发电机检修规程第五章第三节。

第七节 导水机构回装

一、套筒、拐臂回装

1、套筒与顶盖的结合面用 2mm 厚的耐油橡皮平板垫，吊装套筒时按编号进行，不要乱装。

2、套筒吊装过程中，注意底部“U”型密封圈及排水管。

3、导叶套筒安装完毕，就可以按编号将转臂吊装在相应的导叶轴

颈上。拐臂安装时应用铜棒向下敲打到位。

二、导叶端面间隙调整

- 1、端面间隙要求 $\Delta \leq 2\text{mm}$ ，其中：

$$\Delta_{\text{上}} = 0.7\Delta; \Delta_{\text{下}} = 0.3\Delta$$

- 2、装好蜗壳与水车室的通讯设备。
- 3、装好推力盖并拧上端面调整螺丝。
- 4、在转轮室（或蜗壳内）测量端面间隙，通知水车室上提或下降导叶。

5、调整时，若上提导叶就将推力盖调整螺丝紧一点，若下降就松一点，然后用铜棒向下敲击螺丝，调一次测量一次，直到合格为止。

6、调整时，出现导叶卡着不动，若是杂物、毛刺和止水橡皮过高等原因，可用锯条、錾子、木锉进行处理；若是轴肩过低，可采用将套筒加垫的方法进行处理。

7、调好以后，打紧分半键，最后检查应以一个人用手转动导叶灵活为止。

- 8、做好调整数据记录。

三、导叶立面间隙调整

- 1、要求全部导叶的立面间隙值为零。

2、先用粉笔在每个导叶面写上导叶号，用长钢丝绳将导叶外围中部捆住；用一根 2" 铁管横在蜗壳门外，用来固定 5T 葫芦，然后使钢丝绳一端用卡环固定，一端用葫芦拉紧。用大锤一边敲击，一边拉导链，使导叶彼此靠严。

3、在导叶捆紧的条件下，用塞尺检查立面间隙，以 0.05mm 的塞尺插不进为准，导叶局部立面最大间隙允许值为 0.15mm，有间隙的总长度不超过导叶总高的 1/4。

4、在连杆的耳柄、叉头轴套内灌满充足的黄油后就位，并调整连杆的耳柄、叉头两端至水平状态。

5、一个人以同样的力联接连杆的调整螺丝，并且在蜗壳内监视，要求导叶间隙无变化。

- 6、松开捆导叶的钢绳，要求导叶立面间隙无变化。

7、做好记录。

8、连好接力器与控制环，待机组充油升压后，调好导叶压紧行程至 5~7mm。

四、连杆回装

1、当导叶间隙调整完毕，钢丝绳捆紧导叶，控制环处于全关位置时，可以回装连杆。

2、首先检查拐臂和控制环同连杆连接处的平面高程是否相等，如两端高低相差较大时，应修整连杆上的轴套或加垫片。连杆安装好后应保持水平，然后根据拐臂轴销与控制环轴销的中心距离调整连杆的长度，一般规定各连杆长度与设计值的允许偏差为 $\pm 1\sim 2\text{mm}$ 。

五、推拉杆联接

1、接力器通过两段推拉杆与控制环相连，装在接力器活塞上的一段称为长拉杆、装在控制环上的一段称为短拉杆，中间由具有正反螺纹的螺帽连接。牙距为 1.5mm。

2、在推拉杆连接前，应检查推拉杆和正反螺帽的螺纹连接情况，且进行试装，避免正式连接时发生“咬死”现象。然后将长短杆调水平，两拉杆的高差须在 0.5mm 内才允许连接。

3、由于长杆装在活塞上，不宜拆卸，故常用改变短拉杆的高低位置进行调整，在处理短拉杆与控制环的接触平面时，采用刨削轴瓦或加垫片的方法调整。

4、当推拉杆的高低位置调整合格，导叶用钢丝绳捆紧，主、付接力器处与全关位置，同时拐臂、连杆与控制环都已装配好，就可连接推拉杆。连接时先将短拉杆与控制环脱离，然后将短、长拉杆连接起来，调整连接螺母，使推拉杆同控制环的轴销孔对准，再装上轴销。螺母连接时应在丝扣上涂以干铅粉，并使长、短拉杆连接长度大致相

同。

六、回装套筒排水管及剪断销等

1、回装时按拆卸编号不得搞错。

2、剪断销回装时要清除毛刺、锈斑，涂润滑油，不得过紧或松动，用紫铜棒轻微用力打入孔内。

七、压紧行程调整

1、要求两接力器压紧行程值均为 5~7mm。

2、全开调速器总进油阀，导叶全关。

3、将两百分表架吸在推拉杆上，百分表表针抵在接力器上，主接上百分表小针压在 8~9 间，从接上百分表小针压在 1~2 间，并对零。

4、全关调速器总进油阀，读出两表读数；看是否满足要求，如需调整，则在此状态下进行。

5、在人面对接力器时，主接力器侧推拉杆调整螺帽逆时针旋转时，主接压紧行程增加；而从接力器调整方向正好相反。

6、因调整螺帽有六方，每方 60° ，螺帽的牙距为 1.5mm，转一圈（ 360° ）螺帽两端各运动 1.5mm，计接力器行程动作 3mm。

7、调整完毕后，全开调速器总进油阀，架表，重新对零。

8、全关调速器总进油阀，再次进行读数。直至满足要求。

9、将推拉杆螺丝柄帽柄死，并进蜗壳内复查导叶立面间隙值。

第八节 水导轴承回装及调整

1、水导轴承就位是在推力轴承受力调整好之后进行的，机组轴线应位于中心位置，发电机转子空气间隙符合要求。这项工作的实质就是调整机组转动部分的中心与水导轴承的中心重合。

2、进行全面检查动、静部位无任何障碍接触（浆叶与转轮室之间，下风洞地板、油盆、滑环等处），检查转子室四周间隙均匀。

3、用上导瓦将推力头抱紧，使转轴不能任意转动，同时在上、下轴颈处 X、Y 方向装设两块百分表监视总轴线的移动，调整中心前在水机室推大轴，下导百分表能自由摆动并能回到原位。

4、组合水导轴承体，组合面无间隙，并不能接触大轴。

5、使水导轴承就位，装上止漏橡皮圆条，装入定位销钉紧固水导轴承螺丝，推大轴时，百分表能自由摆动，此时若下导百分表无变化，就可认为机组中心与水导轴承中心是重合的；若下导百分表有变化，则认为不同心，要求推移大轴，具体操作如下：

(1) 记录下导百分表的数据，拉出水导轴承；再记录百分表数据，并分析两次读数之差的原因。

(2) 根据下导百分表的读数，用上导瓦使大轴由负值方向朝正值方向推移，其推移量依下式确定：

$$\Delta_{\text{下}} = S_1 = S_2 * (L_1 + L_2) / L_2 = 2.317 S_2 + \delta + C$$

式中： $\Delta_{\text{下}}$ -----上导移轴值

S_1 -----水导中心与机组中心误差

S_2 -----下导中心与机组中心误差（下导百分表的移轴值）

L_1 -----水导至下导距离 5.4 m

L_2 -----水导至上导距离 4.1 m

δ -----水导轴承单边间隙（一般为 0.15 mm）

C -----修正系数（按实际变化而定）

移轴值达到要求后，应松开全部上导瓦，校正实际移轴值，要求下导百分表数值无变化。

(3) 重复上述工作，直至达到水导轴承就位后，下导处百分表无变化，并在水机室推轴时，下导处百分表应能自由摆动，即认为合格。

6、在上导处将推力头抱紧，下导轴承没有回装的条件下，用顶轴的方法实测水导轴承实际安装间隙。

7、轴承体就位完毕后应装复水导轴承抗重螺丝，再组合水箱就位，注意水箱的分半组合面与轴承的结合面的垫子应垫正垫平。

8、回装主轴密封：

（1）1#机主轴密封是采用盘根密封，盘根规格为 $25 \times 25\text{mm}$ 。盘根室直接与水箱连接。

（2）2#机主轴密封是采用平板橡皮板密封，密封所用的材料为厚 8mm 的中硬橡皮板，安装时应用 12 块 1.5mm 厚的铁板控制止水橡皮板与转动环的间隙，安装转动环时，要求转动环保持水平与大轴垂直。转动环下平面刚好同控制铁板相接触时为准。密封橡皮板接头搭接方向要符合机组旋转方向，同时还要注意调整转动环位置时，风闸应是落下位置。

第四篇 机组大修后有关调整试验

第一章 机组充油及充水前的调整试验

第一节 充油、调整、试验条件

- 1、油质化验检查，应符合规范要求。
- 2、水轮机、发电机、调速器的检修工作完毕。
- 3、检查转轮体底阀安装良好。
- 4、导叶接力器、事故配压阀、锁锭以及各自动化元件的电磁阀、液压阀安装完好，各控制阀门状态正确。
- 5、漏油装置投入自动，压油泵自动控制装置已恢复正常，能保证随时投运。
- 6、作好上下联系，必要时派专人监护。

第二节 管道系统充油、调整

- 1、开度限制置停机位置，打开主供油阀，由于主配压阀在下部位置，因此无压油经主配压阀进接力器关闭腔及管道。
- 2、抬起主配压阀，此时无压油经主配压阀进接力器开启腔及管道。
- 3、人为抬起导叶接力器锁锭，并用木塞垫着。
- 4、全开高压、低压管道连通阀，使压油槽压力维持在 $0.3\sim 0.5\text{Mpa}$ 。
- 5、启动油泵向压油槽充油升压至 $0.5\sim 0.7\text{Mpa}$ 。
- 6、打开调速器总进油阀（原则上先开启至适当的位置，待系统安全有油后，再将油阀全开）。
- 7、全面检查调速系统应无漏油现象。重点检查导叶接力器、转轮底阀、浆叶止漏密封、受油器操作管道法兰，详细检查事故配压阀、

各自动化元件、漏油泵的工作情况。

8、手动操作调速系统，使导叶、浆叶从全关到全开范围内来回动作数次。

9、做导叶最小关闭油压试验，以检查导水机构的静摩擦力的大小，将导叶开度开至 70%开度位置，降低压油槽压力至 0.2Mpa，然后将开度限制手轮旋至全关位置，启动压力油泵，使压力油槽升压，测定导叶动作时的压力。要求导叶最小关闭油压应小于 0.5Mpa。

10、全开高压储气罐出气阀，使压力油槽继续升压，当油压升到 1.6Mpa 时调整导叶接力器锁锭的动作油压及事故油压信号器。

要求： $P > 1.5\text{Mpa}$ 时锁锭闸块抬起。

$P \leq 1.45\text{Mpa}$ 时，锁锭闸块下落。

$P \leq 1.45\text{Mpa}$ 时，压力继电器接点闭合。

11、调整油压装置自动回路各压力信号器及油泵安全阀组。

12、电液转换器调试：

(1) 活塞中间位置（机械零点）及死区调整：

a、将压油槽油压升至额定压力（自动回路投入自动），开度限制置关闭位置，打开主供油阀，手动切换阀放自动。

b、在活塞下部架设千分表，在不投振荡电源情况下，用手轻轻按下或抬起十字弹簧，活塞上下移动 $\pm 2\text{mm}$ 左右，如偏差大（0.5mm 以上）则应调整十字弹簧上面背帽或线圈位置，改变滑套上下位置或线圈位置，使活塞上下行程近似相等，且回中间位置偏差（即死区），不得大于 $\pm 0.10\text{mm}$ ，否则应根据实际情况调整线圈与磁钢之间，活塞与滑套同心度等，使之符合要求。

(2) 振动值测定：

投入振荡电源，记录活塞振幅。振荡电流在 20~30mA 范围内。

(3) 静特性试验（或调速系统静特性试验）：

a、电液转换器活塞处于工作平衡位置，用变频机组供给电气装置电源改变频率，使之上升或下降，记录电源频率，相应的转换器活塞行程或接力器行程，绘制其关系曲线。

b、整机不灵敏度 $\varepsilon \leq 0.05\%$ 。

13、接力器压紧行程调整：

(1) 导叶在全油压作用下全关，检查导叶立面间隙。

(2) 进行导叶压紧行程的测量，要求用拆去油压活塞返回行程的数值，应在 5~7mm，允许误差在±15%，否则，调整推拉杆螺帽至符合要求。

14、导叶、浆叶开关时间调整：

调速器紧急停机时间为 7 秒

事故配压阀关闭导叶时间为 7~9 秒

调速器开启导叶时间为 7 秒

开启浆叶时间为 21~25 秒

全关浆叶时间为 35~42 秒

15、调速系统传动死行程测定：

在主配压阀上和接力器活塞杆上各装一百分表，操作开度限制，当接力器活塞杆刚一动作就停止操作，往返几次，读出主配压阀上百分表移动的平均值，即为调速系统传动的死区行程。

16、检查导叶、浆叶协联关系。

17、仪表人员对各温度计、示流器、油位计进行发讯校验，并进行机组自动模拟试验。

18、待尾水人孔门封了以后，提起尾水闸门，全关导叶进行静态调相压气试验，检查漏气情况。

第二章 充水后的机组试验

第一节 机组启动应具备条件

1、机组检修工作完毕，检修人员及工具都应清点并撤出现场，大修安全措施已恢复。

2、油水汽三大系统各压力表浮子继电器控制阀应全开。

3、上下导油槽进油阀、排油阀、取油阀应全关，油位在 $\pm 5\text{mm}$ 位置。

4、压力油系统回油箱进、排油阀应全关，油位应在 20mm 范围内；油位计动作灵活，油位在 $\pm 200\text{mm}$ 极限位置时应能正确发信。

5、主备用压油泵出油阀应全开。

6、调速器进油阀、回油阀应全开，事故配压阀进油阀、回油阀全开。

7、各自动化元件电磁阀进油阀及总油阀应全开。

8、锁锭进油阀全开，导叶接力器检修排油阀应全关。

9、技术供水总进油阀与消防管连通阀，主备用润滑水过滤器前后阀，顶盖泵引水阀，进、出水阀应全开，各过滤器排污阀应全关。

10、尾水管排水阀，蜗壳排水阀，尾水管、蜗壳试水阀应全关；同时，根据运行要求，适当打开上下导油冷却器、空气冷却器的进出水阀门开度。

11、风闸主备用供气阀全开。

12、顶起转子 $8\sim 12\text{mm}$ ，稳定 5 分钟，此时摇测推力瓦架绝缘应

大于 0.3 兆欧，然后缓慢放下转子，并检查风闸应在全落位置。

第二节 空载扰动试验

1、当机组处于空载额定转速下运行时用频率给定电位器作为扰动电源，对调速器突然加入相当于 4HZ 左右的频率变动信号，此时接力器即作相应方向的大幅度调节，测量机组频率和机组摆动的第一个振幅值，摆动次数，调节过渡过程时间等。

2、要求调节摆动次数一般不超过三次，并测量上、下、水导三点的摆度值。

第三节 机组甩负荷试验

1、试验前，务必对机组进行全面详细检查，安排各部位测试和监护人员。

2、在机组自动调节运行状态下，分别作甩负荷 5MW、10MW、15MW、20MW 的试验。

注意：

1、甩负荷前，机组应在相应的负荷下稳定运行 15 分钟，全面检查无异常情况下才进行甩负荷试验。

2、甩负荷时，应测量上导、大轴法兰、水导处摆度，上机架振动，尾水真空，蜗壳压力，机组转速等参量在甩负荷前、后的稳定值以及过渡过程中的最大值。

说明：

1、甩额定负荷时，调速器可以在限荷、自动两种方式运行的条件下进行，以比较不同的运行方式对甩负荷时参量的影响。

2、甩负荷试验时可分别用二次保护回路跳开关，按紧急停机按钮，负序低压，闭锁过流保护等。

3、开机也可用自动开机的方式。

第四节 各种运行方式的转换

分别进行发电转调相，调相转发电的运行试验，测量上下水导三处摆度，检查转轮室漏气情况，并作好详细记录。

各种试验完毕后，经分析一切正常，机组即可恢复正常备用。