

水电厂运维一体化 技能培训教材

国网新源控股有限公司 组编

SHUIDIANCHANG YUNWEI YITIHUA
JINENG PEIXUN JIAOCAI

中级



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

水电厂运维一体化 技能培训教材

中级

国网新源控股有限公司 组编

SHUIDIANCHANG YUNWEI YITIHUA

JINENG PEIXUN JIAOCAI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书按照国网新源控股有限公司提出的水电厂运维一体化业务范围,介绍了水电厂在实施运维一体化后,中级运维专责需要掌握的业务技能,重点针对水泵/水轮机、发电/电动机、调速系统、主进水阀系统、油水气系统、金属结构、升压站设备、主变压器、发电机出口设备、电气设备预防性试验、静止变频器系统、厂用电系统、监控系统、继电保护、机组机械保护、励磁系统、直流系统、通信系统、水工建筑物、水工监测系统、水库调度、起重设备等设备设施的运行、操作、维护、检修、预防性试验和事故应急处理方法与工艺作了详细的阐述。

本书可作为水电厂生产运维人员的技能培训教材,也可供相关检修人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

水电厂运维一体化技能培训教材:中级/国网新源控股有限公司组编. —北京:中国电力出版社,2015.12

ISBN 978-7-5123-8814-7

I. ①水… II. ①国… III. ①水力发电站-电力系统运行-技术培训-教材②水力发电站-维修-技术培训-教材 IV. ①TV73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 320597 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年12月第一版 2015年12月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 33.25印张 795千字
印数 0001—3000册 定价 115.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编审委员会

主 任：林铭山

副 主 任：张振有 冯伊平

委 员：周 炳 张亚武 陈大鹏 李浩良 宋双虎 李正国
 李国和 吴冀杭 何一纯 吴 毅 尚 栋 李 华
 路 建 朱兴兵 杨志锋 辛 峰 王 霆 吴耀富

执行主编：李国和

执行副主编：李建光 刘争臻 叶 林 夏斌强 姜 涛 宋 刚
 贾先锋 李秀斌 马保东 李奎生 杨瑞华 张永会
 汪子翔

参 编 人 员：(按姓氏笔画排序)

于大雷	于海东	于 辉	万晶宇	王玉柱	王世彬
王秀清	王国柱	王海龙	王家泽	尹广斌	尹胜君
艾东鹏	冯 力	冯朝波	朱东国	朱相如	朱海峰
仲崇合	刘 泽	衣传宝	许继飞	孙效伟	孙章豪
李 侠	李茂更	杨 立	杨剑虹	吴正阳	余 霄
谷振富	谷源波	狄洪伟	张 旭	张铁峰	张 越
张雷雷	张 鑫	陈小冲	武卫平	易承勇	郑小刚
赵 青	赵 明	赵忠梅	赵毅锋	秦鸿哲	夏智翼
殷立新	高冠群	黄 坤	董旭龙	董 波	蒋明君
傅 亮	鲍 峰	滕 跃	戴祥文		

审 查 人 员：(按姓氏笔画排序)

王立勇	王海涛	牛香芝	冯艳蓉	刘 哲	张 鑫
陈 敏	周 攀	郑 凯	郑贤喜	姜 丰	韩晓涛
蔡 源	滕 跃	戴建军			

前言

当前,特高压电网以及清洁能源的不断建设和投入运行,我国水电厂,特别是具有调峰填谷、调频调相和事故备用作用的抽水蓄能电站进入了高速发展期。随着水电厂“无人值班,少人值守”技术的不断发展,设备自动化程度的不断提高,运行人员在现有业务范围内的作用逐渐弱化,而设备维护质量的高低成了设备稳定运行的保证。因此,迫使我们必须把电厂生产管理的核心从设备运行向设备管理转变,把运维人员从事单一业务向复合型人才转变。为提早适应这一发展潮流,国网新源控股有限公司(以下简称新源公司)积极探索“水电厂运维一体化”生产管理模式,而提高员工的理论和技能水平,满足“运维一体化”模式对运维人员能力的要求,已成为当务之急。在新源公司各级领导高度重视下,经过全体编审人员一年半时间的努力,《水电厂运维一体化技能培训教材》出版了。

本套教材有其自身鲜明的特点。一是内容涵盖广,基本能满足水电厂常规运行维护所需的各方面技能知识;二是层次鲜明,初、中、高三本教材的技能要求逐级递进,有序衔接;三是可量化考核度高,书中许多的技能知识都可以用来作为评定考核员工能力的理论、答辩或实操依据;四是书中的案例都是水电厂专业知识和核心技术的系统积累和规范应用及传承分享;五是填补了国内对水电厂设备设施运维人员“一专多能”要求培训教材的空白。

本套教材针对水电厂设备设施的运行、操作、维护、检修、预防性试验和事故应急处理等各方面的技能,内容涵盖水电厂运维人员应掌握的各类知识,包括基本技能、安全常识、工器具使用,以及水力机械、电气一次、电气二次、水工建筑物和水情水调等专业知识。其中,初级教材主要面向新入职的大学毕业生,中级教材主要面向入职2~4年、已熟练掌握设备运行技能并具有一定设备维护、检修能力的运维人员,高级教材主要面向入职4年以上,具有丰富的设备维护、检修、事故应急处理经验的专业人员。

本套教材凝聚了新源公司多年来专业技术骨干、安全管理、科技信息管理、

人力资源管理等人员的心血与汗水，编写过程中得到了华东天荒坪抽水蓄能有限责任公司、河南国网宝泉抽水蓄能有限公司、华东宜兴抽水蓄能有限公司、河北张河湾蓄能发电有限责任公司、安徽响水涧抽水蓄能有限公司、白山发电厂和国网新源水电有限公司丰满培训中心等相关人员的大力支持，在此一并表示感谢，希望教材能对使用者快速成才有所裨益。

本书第一章由贾先锋、张旭编写，第二章由叶林、冯朝波、于大雷编写，第三章由秦鸿哲编写，第四章由陈小冲编写，第五章由宋刚、王家泽编写，第六章由叶林、万晶宇、张越编写，第七章由夏斌强、狄洪伟编写，第八章由夏斌强、蒋明君编写，第九章由夏斌强、艾东鹏编写，第十章由夏斌强、滕跃、殷立新编写，第十一章由朱相如、张雷雷编写，第十二章由赵明、叶林编写，第十三章由于海东、王海龙编写，第十四章由姜涛、朱相如、李建光编写，第十五章由贾先锋、李建光编写，第十六章由张雷雷、姜涛编写，第十七章由刘泽、张雷雷编写，第十八章由王海龙、吴正阳编写，第十九章由马保东、董旭龙编写，第二十章由马保东、董旭龙编写，第二十一章由李秀斌编写，第二十二章由戴祥文编写。

鉴于水平和时间所限，书中难免有疏漏、不妥或错误之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2015年12月

目 录

前言

第一章 水泵/水轮机	1
第一节 水泵/水轮机的检修	1
第二节 水泵/水轮机的故障处理	11
第二章 发电/电动机	15
第一节 发电/电动机的操作	15
第二节 发电/电动机的检修	16
第三节 发电/电动机的故障处理	27
第三章 调速系统	38
第一节 调速系统的检修	38
第二节 调速系统的故障处理	47
第四章 主进水阀系统	52
第一节 主进水阀的检修	52
第二节 主进水阀的故障处理	60
第五章 油水气系统	64
第一节 油水气系统操作	64
第二节 油水气系统操作	70
第三节 油水气系统维护	77
第四节 油水气系统检修	84
第五节 油水气系统事故故障处理	88
第六章 金属结构	102
第一节 金属结构运行	102
第二节 金属结构操作	103
第三节 金属结构维护	106
第四节 金属结构检修	108
第五节 金属结构故障处理	114
第七章 升压站设备	116
第一节 升压站设备的维护	116
第二节 升压站设备的检修	120

第八章 主变压器	127
第一节 主变压器的日常维护	127
第二节 主变压器的检修	131
第九章 发电机出口设备	141
第一节 发电机出口设备系统检修	141
第二节 典型设备分析	146
第十章 电气设备预防性试验	150
第一节 试验方法	150
第二节 发电/电动机试验	162
第三节 电力变压器及电抗器试验	169
第四节 互感器试验	178
第五节 断路器试验	182
第六节 金属氧化物避雷器试验	184
第十一章 静止变频器系统	187
第一节 静止变频器的操作	187
第二节 静止变频器的检修	191
第十二章 厂用电系统	204
第一节 厂用电系统的运行	204
第二节 厂用电系统操作	205
第三节 厂用电系统维护	208
第四节 厂用电系统检修	209
第五节 厂用电系统故障处理	210
第十三章 监控系统	214
第一节 监控系统的操作	214
第二节 监控系统的维护	217
第三节 监控系统的检修	232
第四节 监控系统的故障处理	250
第十四章 继电保护	253
第一节 继电保护的运行	253
第二节 继电保护的操作	264
第三节 继电保护的维护	268
第四节 继电保护的检修	273
第十五章 机组机械保护	294
第一节 机组机械保护的检修	294
第二节 机组机械保护的故障处理	297
第十六章 励磁系统	299
第一节 励磁系统的操作	299

第二节	励磁系统的维护	306
第三节	励磁系统的检修	314
第十七章	直流系统	342
第一节	直流系统的运行	342
第二节	直流系统的操作	342
第三节	直流系统的维护	347
第四节	直流系统的检修	350
第五节	直流系统的故障处理	353
第十八章	通信系统	360
第一节	通信系统的操作	360
第二节	通信系统的维护	364
第三节	通信系统的检修	377
第十九章	水工建筑物	382
第一节	水工建筑物运行管理	382
第二节	水工建筑物的维护	384
第二十章	水工监测系统	409
第一节	水工监测系统运行管理	409
第二节	水工建筑物安全监测操作	421
第二十一章	水库调度	455
第一节	水情测报系统	455
第二节	水文气象预报	460
第三节	发电调度	464
第四节	洪水调度	465
第二十二章	起重设备	469
第一节	钢丝绳使用与维护	469
第二节	绳卡、卸扣、吊环和吊钩使用与维护	477
第三节	吊带的使用与维护	485
第四节	化学纤维绳的使用维护	488
第五节	16种绳扣制作方法	491
第六节	钢丝绳的编结方法	499
第七节	设备吊装方法	500
参考文献		522

第一章

水泵/水轮机

第一节 水泵/水轮机的检修

一、转轮及主轴的检修

1. 作业内容

- (1) 转轮叶片空蚀检查与探伤。
- (2) 转轮裂纹的修复。
- (3) 转轮空蚀破坏的处理。

2. 危险点分析与控制措施

转轮及主轴检修中危险点与控制措施如表 1-1 所示。

表 1-1 转轮及主轴检修中危险点与控制措施

序号	危险点	控制措施
1	搭设检修平台过程中发生高处坠落；搭设平台不合格导致人员高处坠落	1) 搭设脚手架平台人员应有丰富的经验，搭设过程中做好保护措施； 2) 运送材料进出尾水管时要做好防坠落措施，如用绳子捆绑上、下
2	进入尾水管内部工作有物品工具遗漏	1) 加强对人员进入受限区域携带的工具、材料、物资登记和离开受限区域的核查； 2) 加强对作业人员的作业培训，规范作业过程工具、材料、物资的安全使用和回收； 3) 加强对作业现场的清扫和监管
3	高处坠落、火灾、触电、有毒气体	1) 做好个人防护措施，佩戴防毒面具； 2) 做好通风措施
4	尾水管内部工作存在的危险因素	1) 加强对尾水管内安全照明要求，行灯电压应为不得高于 12V； 2) 在尾水管内部工作要根据实际需要采取临时通风措施； 3) 不得单独进入尾水管内工作，外部需要有人监护

3. 作业前准备

(1) 检修前的资料准备。

1) 探伤前应认真查阅水轮机转轮安装记录、检修记录、设备运行记录、故障情况记录、缺陷情况记录。对所查阅的资料进行详细、全面的调查分析，以判断转轮综合状况，为现场具体的检修方案的制订打好基础。

2) 准备好水轮机检修维护手册、检修规程、记录本、表格、检修报告等。

(2) 检修方案的确定。编制作业指导书(检修方案),并经过审批。

(3) 工器具、材料准备。在开工前必须预先准备检修工器具、材料,包括尾水平台、人字梯、电缆盘、行灯、焊机、电钻、碳弧气刨、加热设备、焊条、锤子、砂轮机、角向磨光机、千分尺、千分表、点焊服、防毒面具、口罩、点焊手套、粉笔、石笔、记号笔等,并运至检修现场。工器具应试验合格,满足本次工作的要求,材料应齐全。

(4) 环境(场地)的准备。

1) 在工作现场四周设一留有通道口的封闭式遮栏,在通道入口处悬挂“在此工作”和“从此进出”标示牌。

2) 在作业现场指定位置摆放好检修工具、材料、垃圾箱等。

4. 操作步骤及工艺标准

(1) 转轮叶片空蚀检查与探伤。

1) 转轮空蚀检查:检查转轮叶片是否光滑平整,是否有裂纹,是否有泥沙磨损和气蚀破坏;在检查前应对转轮表面进行清洗,带足够亮度的手电筒及记号笔,逐一对叶片各部位进行检查,对发现裂纹及空蚀处用记号笔做好标记,并填写至登记簿中。

2) 转轮叶片探伤。

a) 着色探伤。这种方法对各种金属材料制成的转轮均可使用,但要求被探伤部件表面光洁度较高,否则探伤结果不准确。探伤前,现场检修配合人员应将叶片被探伤部位清理干净,可用丙酮、煤油等清洗剂,清洗掉探伤部位的氧化层、漆、油污等,然后请具有无损检测资质人员进行探伤检查。探伤时,探伤专业人员用软毛刷在叶片表面均匀地刷一层彩色溶液,保持10~15min,反复2~3次,等干了以后,用白布蘸上酒精将叶片表面的彩色溶液擦干净,待干燥后可用另一把毛刷把白色显示溶液均匀在页面表面抹一层,如有裂纹,过5~6min后即可显示。

b) 磁粉探伤。这种方法适用于铸钢材料的叶片,因其采用电磁现象原理,对于不锈钢或其外层铺不锈钢或铬五铜的叶片不适用,具体原理如图1-1所示。探伤前,现场检修配合人员应将叶片被探伤部位清理干净,可用丙酮、煤油等清洗剂,清洗掉探伤部位的氧化层、漆、油污等,然后请具有无损检测资质人员进行探伤检查。探伤时,探伤专业人员对叶片加装专用磁化仪器,通电,铸钢叶片就被磁化,此时两极周围的磁力线的形状是由源心向外泄的样子,当两极中间的叶片部位存在裂纹时,裂纹两边的极性是相反的,磁力线均以裂纹向两边外泄。如果用磁粉颗粒撒在两极之间,裂纹两边的磁粉堆积最多,就能反映裂纹的长度和大小,由于磁粉较细,一般使用干磁粉和丙酮形成的溶液,用毛刷涂在两极之间的叶片上。在记录和标记之后进行退磁处理。

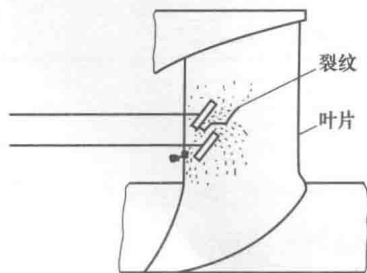


图1-1 磁粉探伤原理

(2) 转轮裂纹的修复。裂纹处理前可采用超声波探伤仪、着色探伤或磁粉探伤等进行裂纹检查,作好裂纹部位、长度及深度的记录,具有典型性的裂纹应拍照记录。裂纹施焊前,应在裂纹的端部钻截止孔,并依裂纹状况用碳弧气刨开好坡口,同时应对裂纹部位有足够的预热范围(预热温度为100~1500℃),选用与母材化学成分相近的焊条(用前必须烘干),施焊时采用“镶边、分段、退步”焊接



方式进行焊接,除第一道焊肉和最后一道退火层外,其余焊道都应进行锤击以消除焊接内应力,施焊后焊缝应保温冷却,然后用软芯砂轮机打磨光滑并符合裂纹所在部位的型线,再请探伤专业人员进行外观及探伤检查处理,直至合格为止。

(3) 转轮空蚀破坏的处理。空蚀处理前应作好空蚀破坏的面积、位置、深度的记录,具有典型性的空蚀区应拍照记录;用粉笔或石笔圈出空蚀处理区,空蚀处理区应略大于空蚀破坏区。用碳弧刨割除空蚀损坏层,直到见到无空蚀损坏的母材为止,然后用砂轮、角向磨光机磨去渗碳层,并初步磨平处理区表面。施焊过程中,应边焊边敲打焊渣,为了避免产生过大的应力及变形,应采用对称焊、分段焊、分块焊等到方法,若空蚀区过深或穿孔,可用低碳钢焊条打底,然后用抗空蚀焊条铺面,但必须保证空蚀金属的厚度在表面磨平仍有 2~3mm,然后用砂轮、角向磨光机磨等将堆焊区按原叶片型线磨平,磨平后应无凹凸不平及深度超过 0.5mm、长度超过 50mm 的沟槽等现象,打磨后的粗糙度应达 $\nabla 4$ 以上。

5. 注意事项

- (1) 进入尾水管工作外部必须有专人监护,严禁单独进入尾水管内部作业。
- (2) 在封闭压力钢管、蜗壳、尾水管人孔前,检修工作负责人应先检查里面确无人员和物件遗留在内。
- (3) 湿手不准去触摸电灯开关以及其他电气设备。
- (4) 发现有人触电,应立即切断电源,使触电人脱离电源,并进行急救。如在高处工作,抢救时必须注意防止高处坠落。
- (5) 在尾水管内使用安全带时,在做好防止大轴和导水叶转动的措施前提下,可以将绳索绑扎固定导叶上。
- (6) 所使用的探伤工具应定期经有资质的检验部门检验、校正合格。

二、导水机构的检修

1. 作业内容

- (1) 导水机构检查。
- (2) 导叶间隙测定。
- (3) 导叶开度测定。
- (4) 导叶漏水量测定。
- (5) 导叶空蚀、磨损检查。
- (6) 导叶抗磨板检查。

2. 危险点分析与控制措施

导水机构检修中危险点与控制措施如表 1-2 所示。

表 1-2

导水机构检修中危险点与控制措施

序号	危险点	控制措施
1	进入蜗壳及顶盖内部工作有物品工具遗落、遗漏	1) 加强对人员进入受限区域携带的工具、材料、物资登记和离开受限区域的核查; 2) 加强对作业人员的作业培训,规范作业过程工具、材料、物资的安全使用和回收; 3) 加强对作业现场的清扫和监管

序号	危险点	控制措施
2	火灾、触电、有毒气体	1) 做好个人防护措施, 佩戴防毒面具; 2) 做好通风措施
3	尾水管内部工作存在的危险因素	1) 加强对尾水管内安全照明要求, 行灯电压应为不得高于 12V; 2) 在尾水管内部工作要根据实际需要采取临时通风措施; 3) 不得单独进入尾水管内工作, 外部需要有人监护

3. 作业前准备

(1) 检修前的资料准备。

1) 检修前应认真查阅导水机构安装记录、检修记录、设备运行记录、故障情况记录、缺陷情况记录。对所查阅的资料进行详细、全面的调查分析, 以判断导水机构的综合状况, 为现场具体的检修方案的制定打好基础。

2) 准备好水轮机检修维护手册、检修规程、记录本、表格、检修报告等。

(2) 检修方案的确定。编制作业指导书(检修方案), 并经过审批。

(3) 工器具、材料准备。在开工前必须预先准备检修工器具、材料, 包括液压扳手、打击扳手、打磨机、砂轮机、电缆盘、防火布、点焊服、绝缘手套、防毒面具、绝缘靴、塞尺、润滑脂、记号笔等, 并运至检修现场。工器具应试验合格, 满足本次工作的要求, 材料应齐全。

(4) 环境(场地)的准备。

1) 在工作现场四周设一留有通道口的封闭式遮栏, 在通道入口处悬挂“在此工作”和“从此进出”标示牌。

2) 在作业现场指定位置摆放好检修工具、材料、垃圾箱等。

4. 操作步骤及工艺标准

(1) 导水机构检查。检查接力器本体, 连接板, 控制环及拐臂表面无油污, 无异物, 无锈蚀, 螺栓无松动, 点焊锁片无松动开裂现象, 导叶套筒漏水情况, 检查前应佩戴照明良好的手电筒及小锤, 检查锁片应逐一进行, 对不明显的开裂用小锤震下, 能够很快被发现; 检查出异常应做好标记, 并填写至登记簿中。

(2) 导叶间隙测定。检修前后均应对导叶间隙进行测量, 立面间隙在一对导叶的头尾搭接立面的上、中、下三处; 端面间隙在导叶上端面与顶盖抗磨板之间和导叶下端面与底环表面之间; 止推间隙在止推环与导叶拐臂之间。在有油压和无油压状态下, 使用塞尺或钢板尺进行测量, 并进行记录至登记簿中。一般情况下, 立面间隙应为零, 上下端面间隙比例应为 1:2, 止推间隙应与安装资料无大变化。

(3) 导叶开度测定。测量导叶开度一般要求导叶最大开度偏差不超过最大平均开度的 $\pm 3\%$, 这样可防止水力不平衡引起的振动。一般要求测量 25%、50%、75%、100% 四个位置上互成 90° 的四个导叶的开度。测量在立面间隙的中间进行。测量前应备好钢板尺, 并进行记录至登记簿中。

(4) 导叶漏水量测定。在球阀上下游侧压力钢管处用管路及阀门加装旁通管路并在管路上加装流量计, 需要测量导叶漏水量的时候, 只需要打开旁通管路隔离阀门, 流量计就能检



测到导叶漏水量的具体数值。为提高测量数值的准确性，应多次测量计算平均值。

(5) 导叶空蚀、磨损检查。导叶空蚀、磨损检查，无明显磨损，无空蚀现象，无大面积油漆脱落、无锈蚀。

(6) 导叶抗磨板检查。导叶抗磨板检查，上、下抗磨板无明显刮痕，无碰撞痕迹，无凹陷与高点。

5. 注意事项

(1) 进入蜗壳、顶盖内工作外部必须有专人监护，严禁单独进入尾水管内部作业。

(2) 在封闭压力钢管、蜗壳、尾水管人孔前，检修工作负责人应先检查里面确无人员和物件遗留在内。

(3) 湿手不准去触摸电灯开关以及其他电气设备。

(4) 发现有人触电，应立即切断电源，使触电人脱离电源，并进行急救。如在高处工作，抢救时必须注意防止高处坠落。

(5) 在尾水管内使用安全带时，在做好防止大轴和导叶转动的措施前提下，可以将绳索绑扎固定在导叶上。

(6) 所使用的测量工具应定期经有资质的计量检验部门检验、校正合格。

(7) 目测读取数据时，视线应保持与测量工具垂直。

(8) 蜗壳内部检查时，属于受限空间内工作，需两人以上同时进入，且做好进、出入蜗壳登记，并使用安全电压照明用具。使用电动工具打磨时，工作人员佩戴面罩，并做好强制通风。

(9) 在进行导叶空蚀、抗磨板处理时，需搭设固定平台，并专人监护。在进行焊接、打磨工作时，并穿电焊服，绝缘靴，正确佩戴防毒面罩，口罩，并向蜗壳内强制通风。

三、导轴承的检修

1. 作业内容

(1) 水导油盆注排油操作。

(2) 水导油盆及导轴承检查。

(3) 导轴承间隙测定与调整。

2. 危险点分析与控制措施

导轴承检修中危险点与控制措施如表 1-3 所示。

表 1-3 导轴承检修中危险点与控制措施

序号	危险点	控制措施
1	进入水车室工作有物品工具遗漏	1) 加强对人员进入受限区域携带的工具、材料、物资登记和离开受限区域的核查； 2) 加强对作业人员的作业培训，规范作业过程工具、材料、物资的安全使用和回收； 3) 加强对作业现场的清扫和监管
2	检修作业存在空间狭小、作业措施不当，造成的机械挤压、磕碰伤害	1) 加强对受限区域工作的策划，合理安排作业内容和作业人员； 2) 作业时应采取安全措施尽可能避免作业伤害
3	油泄漏引起的环境污染，火灾及人员跌倒伤害	1) 注排油过程中，需人员一直监视，地面应铺设足够防滑阻燃材料； 2) 在可能引起火灾的地方作业应备有必要的消防器材

3. 作业前准备

(1) 检修前的资料准备。

1) 检修前应认真查阅导轴承安装记录、检修记录、设备运行记录、故障情况记录、缺陷情况记录。对所查阅的资料进行详细、全面的调查分析,以判断导轴承的综合状况,为现场具体的检修方案的制定打好基础。

2) 准备好水轮机检修维护手册、检修规程、记录本、表格、检修报告等。

(2) 检修方案的确定。编制作业指导书(检修方案),并经审批。

(3) 工器具、材料准备。在开工前必须预先准备检修工器具、材料,包括电缆盘、排油泵、软管、毛巾、白面、白布、线手套、塞尺、百分表、铜棒、活动扳手、记号笔等,并运至检修现场。工器具应试验合格,满足本次工作的要求,材料应齐全。

(4) 环境(场地)的准备。

1) 在工作现场四周设一留有通道口的封闭式遮栏,在通道入口处悬挂“在此工作”和“从此进出”标示牌。

2) 在作业现场指定位置摆放好检修工具、材料、垃圾箱等。

4. 操作步骤及工艺标准

(1) 水导油盆注排油操作。

1) 排油操作:将排油泵进出口接上软管,油泵进口端软管另一端置入水导油盆注排油孔,出口端软管另一头接上水导处油系统排油管接口;打开水导处油系统排油管至油处理室油罐回路上的所有阀门;将排油泵电源接入检修电源柜;合上电源开关,排油泵开始工作;通过检查水导油位计显示数字或油泵进口软管开始排空气时,证明油已排空,断开电源开关,关闭打开的阀门;将排油泵和软管拆解,撤离工作现场,排油工作结束。

2) 注油操作:将软管一端接入水导处油系统注油接口,另一端置入水导油盆注排油孔;打开水导处油系统注油接口至油处理室油罐回路上的所有阀门,启动油处理室注油泵,开始向水导油盆注油;检查水导油位显示数字至合适油量,停止油处理室注油泵,关闭打开的阀门;将软管拆解,撤离工作现场,注油工作结束。

(2) 水导油盆及导轴承检查。打开水导油盆上盖板,用毛巾将油盆内部的余油清出,再用面团粘除细微渣滓;检查油盆耐油漆应无脱落,无渗漏裂纹;检查油管路无渗漏,螺栓无松动;检查油位浮子功能正常;检查测温电阻固定牢固无断裂与松动;检查水导瓦固定牢固;检查水导油盆盖板密封无破损后,将油盆盖板牢固进行固定。

(3) 导轴承间隙测定与调整。

1) 间隙测量:用塞尺直接进行测量。

2) 斜率法间隙调整:“斜率法”调整就是利用楔子板 1:50 的斜边,计算出要求间隙的提升量,通过控制楔子板的高度,来达到间隙调整的目的。具体方法如下:

a) 先抱轴,将轴确定在轴承体的中心位置。

b) 将楔子板落下,用铜棒自重轻敲楔子板,使楔子板和轴承体之间的间隙为零,并用塞尺对各个面进行校核合格,即楔子板在理论零位。

c) 根据楔子板斜率计算出提升量。

d) 在楔子板调整螺栓上架两块百分表,并将表调好,记下读数。



e) 调整锁紧螺母,使楔子板移动,按照计算出的提升量提高楔子板,并用锁紧螺母固定。

f) 松开顶瓦螺栓,重新移轴,测量总间隙,对调整结果进行校合。

5. 注意事项

(1) 水导轴承充排油过程严格按照规范步骤操作,并做好安全防护措施防止跑油、溢油。

(2) 湿手不准去触摸电灯开关以及其他电气设备。

(3) 发现有人触电,应立即切断电源,使触电人脱离电源,并进行急救。

(4) 所有测量工具应定期经有资质的计量检验部门检验、校正合格。

四、主轴密封装置的检修

1. 作业内容

主轴密封固定/渗漏/磨损量检查。

2. 危险点分析与控制措施

主轴密封装置检修中危险点与控制措施如表 1-4 所示。

表 1-4 主轴密封装置检修中危险点与控制措施

序号	危险点	控制措施
1	作业环境受限,造成挤压、磕碰、照明不当,发生危险	1) 加强对受限区域工作的策划,合理安排作业内容和作业人员,作业时应采取安全措施尽可能避免作业伤害; 2) 受限区域临时照明宜采用安全电压照明用具,避免人员灼伤及易燃易爆物燃爆; 3) 加强对人员进入受限区域携带的工具、材料、物资登记和离开受限区域的核查

3. 作业前准备

(1) 检修前的资料准备。

1) 检修前应认真查阅主轴密封安装记录、检修记录、设备运行记录、故障情况记录、缺陷情况记录。对所查阅的资料进行详细、全面的调查分析,以判断主轴密封装置的综合状况,为现场具体的检修方案的制定打好基础。

2) 准备好水轮机检修维护手册、检修规程、记录本、表格、检修报告等。

(2) 检修方案的确定。编制作业指导书,(检修方案),并经审批。

(3) 工器具、材料准备。在开工前必须预先准备检修工器具、材料,包括游标卡尺、线手套、白布、手电筒、绝缘靴、记号笔等,并运至检修现场。工器具应试验合格,满足本次工作的要求,材料应齐全。

(4) 环境(场地)的准备。

1) 在工作现场四周设一留有通道口的封闭式遮栏,在通道入口处悬挂“在此工作”和“从此进出”标示牌。

2) 在作业现场指定位置摆放好检修工具、材料、垃圾箱等。

4. 操作步骤及工艺标准

进入顶盖内,检查主轴密封供水及测压管无渗漏,检查密封上盖板固定螺栓无松动,检

查主轴密封渗漏量是否在合理的范围内,用游标卡尺测量主轴密封磨损量是否正常,检查磨损量指示装置是否与测量值一致,若不一致应进行调整重新固定。

5. 注意事项

- (1) 游标卡尺检查无破损,合格。
- (2) 主轴密封磨损量调整前后做好原始记录,应符合规程要求。

五、附属设备的检修

1. 作业内容

- (1) 主轴密封供水系统设备检查。
- (2) 水导外循环油系统设备检查。
- (3) 顶盖排水系统设备检查。
- (4) 调相压水系统设备检查。
- (5) 压力钢管、蜗壳、尾水管检查。
- (6) 油、水过滤器拆装。
- (7) 蜗壳人孔门、尾水管人孔门检修。
- (8) 调相压水气罐检修。

2. 危险点分析与控制措施

水泵/水轮机附属设备检修中危险点与控制措施如表 1-5 所示。

表 1-5 水泵/水轮机附属设备检修中危险点与控制措施

序号	危险点	控制措施
1	搭设检修平台过程中发生高处坠落;搭设平台不合格导致人员高处坠落	1) 搭设脚手架平台人员应有丰富的经验,搭设过程中做好保护措施; 2) 运送材料进出尾水管时要做好防坠落措施,如用绳子捆绑上、下
2	进入尾水管、蜗壳内部工作有物品工具遗漏	1) 加强对人员进入受限区域携带的工具、材料、物资登记和离开受限区域的核查; 2) 加强对作业人员的作业培训,规范作业过程工具、材料、物资的安全使用和回收; 3) 加强对作业现场的清扫和监管
3	高处坠落、火灾、触电、有毒气体	1) 做好个人防护措施,佩戴防毒面具; 2) 做好通风措施
4	尾水管、蜗壳内部工作存在的危险因素	1) 加强对尾水管内安全照明要求,行灯电压应为不得高于 12V; 2) 在尾水管内部工作要根据实际需要采取临时通风措施;不得单独进入尾水管内工作,外部需要有人监护

3. 作业前准备

(1) 检修前的资料准备。

1) 检修前应认真查阅水轮机附属设备安装记录、检修记录、设备运行记录、故障情况记录、缺陷情况记录。对所查阅的资料进行详细、全面的调查分析,以判断附属设备的综合状况,为现场具体的检修方案的制定打好基础。