



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



小水电技术导则 管理

第2部分：运行维护

SHP/TG 005-2: 2019



免责声明

本导则未经联合国正式编辑。本导则内采用的名称和资料并不代表联合国工业发展组织的秘书处关于各国、领土、城市、地区或其当局的合法地位，以及关于国土、边界的界定、或对经济体系及其发展程度等问题的任何意见和立场。例如“发达的”、“工业化的”和“发展中”等一类词汇只为方便统计，未必表示一个国家或者地区的真实发展程度。本导则中提及的公司名称或者商业产品并非联合国工业发展组织为其代言。本导则尽可能保持内容的准确性，但联合国工业发展组织及其成员国均不对使用本导则可能产生的结果承担任何责任。本导则可被自由引用或转载，但需注明出处。

© 2019 UNIDO/INSHP – 版权所有

小水电技术导则 管理

第 2 部分：运行维护

鸣 谢

本导则是联合国工业发展组织（UNIDO）和国际小水电联合会（INSHP）共同合作努力的成果，约 80 名国际专家和 40 家国际机构参与了导则的编制、同行审查，并提出了具体意见和建议，使导则更具实用性和专业性。

UNIDO 和 INSHP 非常感谢许多机构在制定本导则期间作出的贡献，特别是以下国际组织：

——东南部非洲共同市场（COMESA）

——全球区域可持续能源中心网（GN-SEC），特别是西非国家经济共同体可再生能源和能源效率中心（ECREEE）、东非可再生能源和能源效率中心（EACREE）、太平洋可再生能源和能源效率中心（PCREEE）和加勒比可再生能源和能源效率中心（CCREEE）。

中国政府推动了本导则的最终定稿，对其完成具有重要意义。

以下人士为编制本导则作出了贡献，包括有价值的投入、审查和提供建设性意见：Mr. Adnan Ahmed Shawky Atwa, Mr. Adoyi John Ochigbo, Mr. Arun Kumar, Mr. Atul Sarthak, Mr. Bassey Edet Nkposong, Mr. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Ms. Chang Fangyuan, Mr. Chen Changjun, Ms. Chen Hongying, Mr. Chen Xiaodong, Ms. Chen Yan, Ms. Chen Yueqing, Ms. Cheng Xialei, Ms. Chileshe Kapaya Matantilo, Ms. Chileshe Mpundu Kapwepwe, Mr. Deogratias Kamweya, Mr. Dolwin Khan, Mr. Dong Guofeng, Mr. Ejaz Hussain Butt, Ms. Eva Kremere, Ms. Fang Lin, Mr. Fu Liangliang, Mr. Garaio Donald Gafiye, Mr. Guei Guillaume Fulbert Kouhie, Mr. Guo Chenguang, Mr. Guo Hongyou, Mr. Harold John Annegam, Ms. Hou ling, Mr. Hu Jianwei, Ms. Hu Xiaobo, Mr. Hu Yunchu, Mr. Huang Haiyang, Mr. Huang Zhengmin, Ms. Januka Gyawali, Mr. Jiang Songkun, Mr. K. M. Dharesan Unnithan, Mr. Kipyego Cheluget, Mr. Kolade Esan, Mr. Lamyser Castellanos Rigoberto, Mr. Li Zhiwu, Ms. Li Hui, Mr. Li Xiaoyong, Ms. Li Jingjing, Ms. Li Sa, Mr. Li Zhenggui, Ms. Liang Hong, Mr. Liang Yong, Mr. Lin Xuxin, Mr. Liu Deyou, Mr. Liu Heng, Mr. Louis Philippe Jacques Tavernier, Ms. Lu Xiaoyan, Mr. Lv Jianping, Mr. Manuel Mattiat, Mr. Martin Lugmayr, Mr. Mohamedain Seif Elnasr, Mr. Mundia Simainga, Mr. Mukayi Musarurwa, Mr. Olumide TaiwoAlade, Mr. Ou Chuanqi, Ms. Pan Meiting, Mr. Pan Weiping, Mr. Ralf Steffen Kaeser, Mr. Rudolf Hüpfel, Mr. Rui Jun, Mr. Rao Dayi, Mr. Sandeep Kher, Mr. Sergio Armando Trelles Jasso, Mr. Sindiso Ngwenga, Mr. Sidney Kilmete, Ms. Sitraka Zaraso Rakotomahefa, Mr. Shang Zhihong, Mr. Shen Cunke, Mr. Shi Rongqing, Ms. Sanja Komadina, Mr. Tareqemtairah, Mr. Tokihiko Fujimoto, Mr. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, Mr. Tan Xiangqing, Mr. Tong Leyi, Mr. Wang Xinliang, Mr. Wang Fuyun, Mr. Wang Baoluo, Mr. Wei Jianghui, Mr. WU Cong, Ms. Xie Lihua, Mr. Xiong Jie, Ms. Xu Jie, Ms. Xu Xiaoyan, Mr. XuWei, Mr. Yohane Mukabe, Mr. Yan Wenjiao, Mr. Yang Weijun, Ms. Yan Li, Mr. Yao Shenghong, Mr. ZengJingnian, Mr. Zhao Guojun, Mr. Zhang Min, Mr. Zhang Liansheng, Mr. Zhang Zhenzhong, Mr. Zhang Xiaowen, Ms. Zhang Yingnan, Mr. Zheng Liang, Mr. Zheng Yu, Mr. Zhou Shuhua, Ms. Zhu Mingjuan.

使用中如有其他意见和建议，欢迎提供，以便再版更新。

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	1
4.1 运行管理	1
4.2 安全管理	3
4.3 检修管理	3
4.4 岗位培训管理	4
4.5 档案管理	4
4.6 文明生产管理	5
5 水工建筑物	5
5.1 挡水及泄水建筑物	5
5.2 取水建筑物	6
5.3 输水建筑物	6
5.4 发电厂房及升压站	7
6 金属结构	7
6.1 压力钢管	7
6.2 闸门及闸门启闭机	7
6.3 拦污栅	8
7 机电设备	8
7.1 水轮机	8
7.2 发电机	10
7.3 调速系统	13
7.4 励磁系统	14
7.5 主阀及起重机	15
7.6 水、油、气系统	16
7.7 变压器	18
7.8 配电装置	19
7.9 继电保护与监控系统	21
7.10 直流系统	22
7.11 防雷与接地	22
7.12 通信	22
8 优化运行	23
8.1 一般规定	23

SHP/TG 005-2:2019

8.2 厂内优化运行	23
8.3 梯级电站优化运行	23
附录 A (资料性附录) 水电站设备设施评级	24

前 言

联合国工业发展组织(UNIDO)是旨在促进全球包容和可持续工业发展(ISID)的联合国专门机构。为联合国和各国未来 15 年可持续发展提供框架的《2030 年可持续发展议程》和联合国可持续发展目标,已将 ISID 列为其可持续发展的三大支柱之一。能源对经济、社会发展和提高生活质量不可或缺,UNIDO 的 ISID 任务明确将支持建立可持续能源体系。过去 20 年里,国际社会对能源的关注和讨论越来越多,扶贫、环境风险和气候变化等问题正成为焦点。

国际小水电联合会(INSHP)是一个协调和促进全球小水电发展的国际组织,各区域、次区域和国家对口单位、相关机构、公共单位和企业自愿加入,以社会效益为其主要目标。INSHP 旨在通过发达国家、发展中国家和国际组织间的三方经济技术合作促进全球小水电发展,为广大发展中国家的农村提供环保、负担得起、充足的能源,从而增加就业机会、改善生态环境、减少贫困、提高农村生活文化水平和经济发展水平。

UNIDO 和 INSHP 自 2010 年起合作编制的《世界小水电发展报告》显示,全球对小水电的需求和其发展程度并不匹配,技术缺乏是大多数国家发展小水电的主要障碍之一。UNIDO 和 INSHP 决定基于成功发展经验并通过全球专家合作,共同编制《小水电技术导则》(简称导则)以满足各成员国的需求。

本导则根据 ISO/IEC 指令第二部分(详见 www.iso.org/directives)的编制规则起草。

提请注意,本导则中的一些内容可能涉及专利权问题。UNIDO 和 INSHP 不负责识别任何此类专利权问题。

引 言

小水电是广泛认可的解决偏远农村地区电气化问题的重要可再生能源。尽管欧洲、北美、南美和中国等大多数国家都拥有很高的装机容量,但许多发展中国家受到许多因素的阻碍(包括缺乏全球认可的小水电好案例或标准),仍有大量小水电资源未得到开发。

本导则将通过应用全球现有的专门知识和最佳实践,解决目前缺乏适用于小型水电站的技术导则的问题,让各国利用这些达成共识的导则来支持他们目前的政策、技术和生态环境。对于机构和技术能力有限的国家,将夯实他们发展小水电的知识基础,从而制定鼓励小水电发展的优惠政策和吸引更多的小水电投资,以促进国家经济发展。本导则对所有国家都是有益的,特别是在技术知识比较缺乏的国家中分享经验和最佳实践。

本导则适用于装机容量 30 MW 及以下的小型水电站,可作为小型水电站规划、设计、建设和管理的技术性指导文件。

- 《小水电技术导则 术语》给出了小型水电站常用的专业技术术语和定义。
- 《小水电技术导则 设计》给出了小型水电站设计的基本技术要求、方法学和程序,专业涵盖了电站选址规划、水文、工程地质、工程布置、动能计算、水工、机电设备选型、施工、工程造价估算、经济评价、投资、社会与环境评价等。
- 《小水电技术导则 机组》对小型水电站水轮机、发电机、调速系统、励磁系统、主阀和监控保护及直流电源系统设备提出了具体的技术要求。
- 《小水电技术导则 施工》对小型水电站施工技术提出了规范性指导意见。
- 《小水电技术导则 管理》对小型水电站项目管理、运行维护、技术改造和工程验收等技术方面提出了规范性指导意见。

小水电技术导则 管理

第 2 部分:运行维护

1 范围

本部分规定了小型水电站运行维护管理的基本要求,对水工建筑物、金属结构、机电设备运行维护及优化运行的具体内容和要求作出规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改)适用于本文件。

SHP/TG 001 小水电技术导则 术语和定义

3 术语和定义

SHP/TG 001 界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

4.1 运行管理

4.1.1 电站应制定符合实际的运行管理规程,并严格执行。

4.1.2 值班人员应严格履行岗位职责,完成当值运行、维护和操作。值班长应负责日常交接班管理和日常维护计划的执行。

4.1.3 值班人员在执行工作票、操作票时,应认真审核,工作结束后应及时交回存档。

4.1.4 值班人员应按设备巡回检查制度要求,对运行设备定时、定点按巡视路线进行巡视检查。

4.1.5 值班人员发现设备缺陷,应按照设备缺陷管理制度要求进行处理。年度设备缺陷消除率应达到 100%。

4.1.6 交接班人员应严格执行交接班制度,在交接班时发生事故或运行异常时停止交接,由当值人员组织处理,接班人员在交班人员的指挥下协助处理。

4.1.7 水电站运行设备应有明确标志,设备标志包括名称、编号、颜色。设备标志应固定在明显、操作时能看到的地方。

4.1.8 电站中控室应放置安全手册、运行和维护手册、调度手册和主要设备技术规范 and 一套重要图纸,并及时更新。

4.1.9 电站宜悬挂下列图表:

- a) 电气主接线模拟板;
- b) 安全运行揭示板;
- c) 油、气、水系统图;
- d) 水轮机运行特性曲线图;

- e) 设备巡视路线图；
- f) 逃生线路和消防器材布置图。

4.1.10 电站应具备下列提示图表：

- a) 主要设备参数表；
- b) 有权签发工作票和操作票负责人名单；
- c) 继电保护及自动装置定值表；
- d) 正常和紧急停机操作顺序表；
- e) 紧急情况电话表。

4.1.11 电站应具备下列记录：

- a) 交接班记录；
- b) 交接班运行记录(日志)；
- c) 设备缺陷及处理记录；
- d) 万用钥匙使用记录；
- e) 断路器分合闸记录；
- f) 跳闸分析记录；
- g) 蓄电池和蓄电池充电器的试验记录；
- h) 指令指示记录；
- i) 水轮发电机组启停记录；
- j) 电气绝缘工具和安全用具检查试验记录；
- k) 安全活动工作记录；
- l) 设备检修试验记录；
- m) 安全与消防演习(反事故演习)记录；
- n) 设备事故处理记录；
- o) 水工建筑物检查记录；
- p) 水轮发电机组自动装置故障动作记录；
- q) 断路器继电保护及自动装置动作记录；
- r) 继电保护及自动装置调试记录；
- s) 工具及备品备件记录；
- t) 外来人员记录；
- u) 上岗人员技术考核记录。

4.1.12 电站应具备下列管理制度,并及时修订,制度应具有适宜性和指导性：

- a) 工作票制度；
- b) 操作票制度；
- c) 交接班制度；
- d) 设备巡视检查制度；
- e) 运行值班制度；
- f) 设备缺陷管理制度；
- g) 设备定期轮换制度；
- h) 设备检修管理制度；
- i) 设备验收管理制度；
- j) 水工建筑物管理制度；
- k) 设备设施缺陷及处理管理制度；
- l) 备品备件管理制度；

- m) 安全管理制度；
- n) 防汛及突发事件管理制度；
- o) 应急设备管理制度；
- p) 消防管理制度；
- q) 设备设施评级管理制度；
- r) 其他适应本站的管理制度。

4.2 安全管理

4.2.1 应严格执行工作票、操作票制度。工作票和操作票执行率应达到 100%。

4.2.2 发生事故应及时上报,按照有关规定进行等级划分。

4.2.3 安全管理应符合下列基本要求:

- a) 应根据本站实际制定防洪预案和突发事件预案,并进行实际演练。
- b) 应保证厂区交通道路畅通,满足防汛抢险要求。

4.2.4 反事故措施应满足下列要求:

- a) 应制定反事故组织措施、技术措施,定期进行检查,督促落实。
- b) 应定期开展反事故演习,记录演习情况。

4.2.5 电站消防安全管理应符合下列要求:

- a) 应按照电站所在国的规定制定消防措施,明确责任人。消防和安全系统负责人必须按规定接受培训,具有丰富经验,在紧急情况下能及时采取行动并实施预防安全计划,避免事故发生。
- b) 消防器具应按消防规定配置,摆放位置应科学合理,定期检查完好情况。
- c) 易燃、易爆物品应按规存放。因工作需要要在设备区使用易燃、易爆物品,应加强管理,并按规要求使用,工作结束后立即撤出。
- d) 运行值班人员应熟悉消防常识,掌握消防器材的正确使用方法。
- e) 应做好安全保卫工作,定期检查防盗报警系统的完好性。

4.2.6 电站安全工器具管理应符合下列要求:

- a) 应设置专柜按编号定置摆放,并明确管理人员。
- b) 应定期试验合格方可使用,不得超期使用。
- c) 使用前应认真检查,发现损坏不得使用。

4.2.7 电站应按规定进行设备设施安全检测和评级,设备设施完好率应达到 100%,其中完好率达到一类标准的应不低于 80%,详见附录 A。

4.3 检修管理

4.3.1 电站应根据发电设备生产厂家的要求和水电站设备的运行情况,制定检修计划并按计划执行。检修宜逐步由周期检修过渡到状态检修。

4.3.2 设备检修期应根据河流来水特点、电网运行方式等因素合理安排,宜安排在枯水季节。

4.3.3 电站设备检修应由专业技术人员采用先进工艺和检修工器具进行。电站应编制设备检修维护规程或检修作业指导书。在设备检修过程中应做好关键工序质量控制点的检查和验收。

4.3.4 定期检修应符合下列要求:

- a) 根据厂家要求和设备运行状况制定定期检修计划。
- b) 定期检修一般可分例行检查及小修(如每日检查,每周检查,每月检查,季度检查,半年检查)、年检及大修、重要部件检修和电站技术升级改造。
- c) 检修前应深入现场,充分了解运行设备存在的问题,分析原因,制定检修策划书。
- d) 定期检修应确定类别,制定检修工艺流程,经生产主管部门批准后实施。

- e) 检修质量应符合有关规程要求。
- f) 检修后的设备应进行检测、试验,经验收合格后方可投入运行。
- g) 检修、测试、试验有关技术资料应存档。

4.3.5 事故抢修应符合下列要求:

- a) 应建立健全事故抢修机制、应急机制,保证电站设备、设施发生事故时,能快速组织抢修与处理。
- b) 应结合实际制定典型事故抢修预案,并报主管部门审核批准。典型事故抢修预案批准后,应落实到相关部门,明确各自的职责。
- c) 用于事故抢修的工器具、照明设备应由专人保管、维护,并定期进行检查试验。

4.4 岗位培训管理

4.4.1 岗位培训管理应符合下列要求:

- a) 电站应制定年度培训计划,培训计划应在站长或专业机构的监督下实施。
- b) 运维人员应接受专业技术培训,学习设备的相关规范、操作规程、安全规定、消防设备等实际操作。
- d) 运维人员宜接受实时数字模拟培训,包括电站设备的操作及运行过程中处理异常情况的培训。
- e) 在新设备、新技术、新工艺使用之前,应对相关人员进行培训。运维人员每年至少接受一次电站设备优化性能综合培训。

4.4.2 人员培训应达到下列要求:

- a) 掌握设备、设施运行情况。
- b) 掌握设备、设施技术参数和布置情况。
- c) 掌握电气一次、二次设备的接线和运行方式。
- d) 掌握油、气、水系统布置和运行方式。
- e) 掌握设备维护、检修技术和安全要求。
- f) 掌握倒闸操作方法和注意事项。
- g) 掌握水工建筑物和金属结构运行、维护、检修技术和安全要求。
- h) 熟悉水电站突发事件应急预案及自己所执行的任务。
- i) 掌握调度、运行、安全工作规程和有关管理制度。
- j) 掌握检修、试验、继电保护规程的有关内容。
- k) 了解机电设备原理,熟练掌握现场操作规程。
- l) 能够根据设备运行情况和巡视结果,分析判断设备健康状况,掌握设备缺陷和运行薄弱环节。
- m) 能根据仪表、信号指示和设备异常情况,正确判断故障、事故原因,并能迅速、正确处理。

4.5 档案管理

4.5.1 电站应建立、健全档案管理制度。各种运行、维护、检修、检测记录,试验报告等技术资料应及时整理、分析,并及时归档。

4.5.2 档案管理应满足以下要求:

- a) 档案存放应设有专用房间和档案柜,档案室满足档案管理要求。
- b) 应按年度归档立卷,分类存放,接受档案管理部门检查和业务指导。
- c) 使用计算机管理档案时,应有备份档案。

4.5.3 应具备以下技术档案及资料:

- a) 设计报告及全套图纸。
- b) 竣工报告及竣工全套图纸。

- c) 设备出厂说明书、图纸、合格证等资料。
- d) 设备安装图纸、安装记录及有关资料。
- e) 交接试验报告及有关资料。
- f) 历年电气设备预防性试验报告。
- g) 设备台帐、设备缺陷管理档案。
- h) 设备改造和大修、小修、技术升级改造记录及试验报告。
- i) 设备事故、故障及运行专题分析报告。
- j) 历年安全管理分类报告。
- k) 历年挡水及泄水建筑物、取水建筑物、输水建筑物观测分析报告。
- l) 历年水文、洪水工程地质观测资料。
- m) 上岗人员培训考核资料。

4.6 文明生产管理

- 4.6.1 应做好厂区绿化、美化,厂区内路面应平整,照明灯具应齐全完好,排水应畅通,护坡挡土墙应完好,应无杂草。
- 4.6.2 升压站应设有围墙或围栏,并设置警示标志。应有清洁顺畅的巡视通道,设备标志应清晰,名称应准确。
- 4.6.3 厂房应整洁,无渗漏水;门窗应完好,设备应清洁。
- 4.6.4 工器具、各种资料书籍及记录簿应设有专柜或专架分类存放,摆放整齐。
- 4.6.5 各种图表(板)应悬挂整齐,各种盘柜、桌椅应完好整洁。
- 4.6.6 电缆沟应清洁,盖板应齐全完好。
- 4.6.7 不应在中控室、主机室等重要场所从事与生产无关的活动。
- 4.6.8 值班人员应着装规范,并佩戴值班标志,严禁穿拖鞋、高跟鞋、裙子值班,长发者应盘发戴工作帽。
- 4.6.9 厂区内不应饲养家禽、家畜。

5 水工建筑物

5.1 挡水及泄水建筑物

- 5.1.1 电站应定期进行建筑物的安全鉴定或安全技术认定。
- 5.1.2 监测项目、测次应符合设计要求。对监测成果应及时整理分析并存档。
- 5.1.3 应经常或定期对水工建筑物进行检查和人工巡查,保留检查记录,确保及时发现缺陷和隐患并采取有效补救措施。
- 5.1.4 挡水及泄水建筑物检查应包括下列内容:
 - a) 挡水及泄水建筑物是否出现裂缝、泄漏、渗漏,坝基是否出现不正常渗漏或异常位移。
 - b) 土石坝坝坡是否稳定,坝顶及坝坡坡面是否平整,是否有影响结构稳定或渗流安全的裂缝、沉降、隆起、蚁穴或动物洞穴;坝面护坡是否完整,有无松动、下陷塌滑、垫层流失、护坡架空等局部缺陷;下游面及坝趾区有无渗漏水坑、下陷区、管涌、植物异常生长、回流淘刷等,渗水是否浑浊。
 - c) 混凝土坝体是否存在剥蚀、磨损、渗水等现象。相邻坝段有无错动,伸缩缝和止水工作是否正常,有无影响结构或渗流安全的裂缝,扬压力变化是否正常。
 - d) 泄洪建筑物结构是否完整,泄洪流道有无破坏,泄洪道、泄洪洞的底板、侧墙有无异常的裂缝、沉降和渗水,消能设施是否损坏。

e) 挡水及泄水建筑物的附属设施是否完好,运行是否正常。

5.1.5 挡水及泄水建筑物的养护与维修应符合下列要求:

- a) 坝顶、坝坡、防浪墙、观测设施应完好;排水沟应清淤、保持畅通。
- b) 坝顶、坝坡、戽台上不得堆放物料,坝面不得作为航运过坝转运码头,不得利用坝顶、坝坡、坝脚作输水渠道。
- c) 在坝上、坝的上下游影响工程安全的范围内,不应挖坑、建鱼池、打井或进行其他对工程有害的活动。
- d) 坝面上不得种植树木、农作物,不得放牧、铲草皮以及搬动护坡和导渗设施的砂石材料。
- e) 应防止雨水对坝面的侵蚀和冲刷,维护坝体滤水设施及坝后减压设施的正常运用。
- f) 多泥沙地区应定期开启水库冲沙设施,寒冷地区建筑物应采取防冰冻措施。
- g) 水力自控翻板门的混凝土堰坝应满足混凝土坝的相关要求,还应保证翻板门启闭灵活。
- h) 橡胶坝坝装置应安全可靠,坝袋无损伤,并应满足泄洪要求;机电设备及充水(气)管道应运行正常。
- i) 泄水建筑物结构应完整。底板、侧墙当有异常的裂缝、沉降和渗水,消能设施损坏时,应停止过水进行抢修。暂不具备条件的,应启动过水替代方案,防止事故扩大并创造抢修条件。
- j) 泄水建筑物应保持泄水道通畅。泄水期间应及时打捞上游的漂浮物,木排及船只等不得靠近泄水建筑物进口。
- k) 挡水及泄水建筑物附属设施应运行正常。泄洪闸、阀应保持完好,启闭正常,并应有可靠的操作电源。
- l) 挡水建筑物出现异常裂缝、变形或渗水等险情或险情征兆时应及时处理。

5.2 取水建筑物

5.2.1 有压进水口最低运行水位应满足进水口淹没深度要求。

5.2.2 取水建筑物的养护与维修应符合下列要求:

- a) 进(出)水口的边坡稳定。
- b) 保持进水口通气孔畅通。
- c) 启闭机室内无杂物,门窗完好。

5.3 输水建筑物

5.3.1 输水建筑物应定期进行检查巡视,雨季应加强巡视,特别是对易产生地质灾害的高边坡的巡视。检查、巡视应包括下列内容,若发现问题,应及时处理:

- a) 隧洞:有无裂缝、变形、渗漏、剥蚀、磨损、空蚀、碳化、止水填充物流失等迹象,无衬砌隧洞有无严重岩石掉落和渗漏现象;衬砌隧洞有无严重混凝土剥落及渗漏现象。隧洞进(出)口山坡有无失稳或渗漏水现象。
- b) 无压涵管顶部或上覆岩层厚度小于三倍内径的无压洞顶部有无堆放重物。
- c) 渠道:主体和边坡是否稳定,有无岩土坍塌或岸崩等现象。渠道内有无泥沙淤积,渠道表面有无冲蚀、衬砌损坏。
- d) 渡槽槽身、槽墩有无倾斜、开裂、破损和严重渗水等现象。
- e) 调压室:整体有无不均匀沉陷、渗漏、裂缝、严重风化剥蚀、衬砌损坏等现象,有顶盖的调压井(塔)通气是否顺畅。
- f) 压力前池底板、溢流堰、挡墙有无变形、衬砌破损、渗漏水及边坡坍塌等现象;溢流及排水设施和冲沙孔是否完好。

5.3.2 输水建筑物的养护与维修,应符合下列要求:

- a) 调压室附属设施应完整无松动,水位观测设施应正常可靠。
- b) 隧洞应定期放空检查及检修,并在专家的监督下按规定定期清理。
- c) 渠道在设计流量下的平均流速应小于护面材料的允许流速;在多泥沙条件下应满足不冲、不淤的要求。
- d) 渡槽出现损坏、开裂、冲蚀、止水老化的,应予修复或改造。管槽基础开裂、变形的,应予修复或加固。
- e) 输水建筑物出现破裂、漏水,影响山体稳定的应及时处理。

5.4 发电厂房及升压站

5.4.1 应定期对发电厂房及升压站进行检查巡视,检查应包括下列内容,若发现问题应及时处理:

- a) 厂房整体及附属设施是否完好。
- b) 应定期检查厂房混凝土梁、板、柱等是否出现裂缝及发展情况;机组混凝土机墩有无开裂、破损等现象。
- c) 后边坡是否稳定,有无坍塌。
- d) 升压站基础、构架是否稳固。

5.4.2 发电厂房及升压站的养护与维修应按规定执行,符合下列要求:

- a) 厂房构件出现严重的变形及破损、开裂、渗漏水,影响到人员设备安全的,厂区山体有滑坡危险的,应及时处理。
- b) 电站防洪标准不满足要求的,应及时采取工程措施处理。

6 金属结构

6.1 压力钢管

6.1.1 压力钢管应符合下列要求:

- a) 内壁防腐涂层应均匀、无脱离。
- b) 应无明显变形,无裂纹和渗水。
- c) 应保证压力钢管在支墩滑道轴线上自由滑动。
- d) 钢管进入人孔和钢管伸缩节止漏盘根压缩应均匀,无漏水。
- e) 压力钢管应定期进行安全检查。
- f) 压力钢管镇墩、支墩的基础及结构应完整稳固,无开裂、破损、明显位移和沉降等现象。

6.1.2 压力钢管的维护应符合下列要求:

- a) 压力钢管表面应定期进行防腐处理。
- b) 出现锈蚀、裂缝或失稳等病害应修复或更换。
- c) 联合承载的埋管与混凝土及岩石之间缝隙增大时,可采取接缝灌浆等措施处理。
- d) 明管振动时应采取减振措施。

6.2 闸门及闸门启闭机

6.2.1 闸门正常使用应符合下列要求:

- a) 闸门应整体坚固可靠,无变形、锈蚀,止水完好、滑轮滚动灵活,所有轴承、衬套、钢丝绳应按时涂润滑油。
- b) 闸门的面板、主梁及边梁、弧形闸门支臂等主要构件发生锈蚀的,应及时进行结构检测,并应复核强度、刚度,及时采取补救措施。
- c) 应定期对闸门埋件进行检查维护,闸门轨道严重磨损或接头错位超过 2 mm 不能修复的,或闸

门埋件严重腐蚀、锈损或空蚀的,应予以更换。整扇闸门需要更换的构件达到 30% 及以上的应予以报废更换。

6.2.2 闸门启闭机正常使用应符合下列要求:

- a) 启闭机应有可靠的备用电源。
- b) 启闭机的操作电气装置及附属设施应安全可靠。
- c) 露天启闭机应安装罩壳等保护措施,操作电气装置应上锁。
- d) 卷扬式启闭机钢丝绳不应有扭结、压扁、弯折、笼状畸变、断股、波浪形,钢丝或绳股、绳芯不应有挤出、损坏,并保持钢丝绳润滑。
- e) 卷扬机运行应安全可靠。
- f) 液压式启闭机运行噪声不应超过 85 dB(A)。
- g) 电动螺杆式启闭机应有可靠的电气和机械过载安全保护装置。
- h) 手动/电动两用或手动螺杆启闭机应装设安全把手;手动/电动两用的启闭机在手动机构与机器联通时,应有断开全部电路的安全措施。

6.2.3 闸门维护应包括下列要求:

- a) 及时清理闸门和门槽上的水生物、杂草、污物等附着物。
- b) 保持闸门转动部件润滑良好。
- c) 紧固件连接应可靠、无脱落。
- d) 寒冷地区冬季结冰时,应采取措施避免或减少闸门承受冰冻压力。
- e) 及时更换老化、磨损、撕裂的止水。
- f) 轴承/衬套应定期润滑及更换。

6.2.4 启闭机维护应包括下列要求:

- a) 启闭机电气设备完好。
- b) 定期清洁减速器和齿轮,定期过滤、更换液压油。
- c) 制动轮和制动瓦表面应保持洁净,闸瓦间隙正常。制动瓦磨损严重的应及时更换。
- d) 变量泵、溢流阀、压力表等的整定值异常时应重新整定。
- e) 钢丝绳和滑轮组应经常涂油防锈。
- f) 高度指示器和负荷限制器等应定期校验、整定。

6.3 拦污栅

6.3.1 进水口拦污设施应安全可靠。

6.3.2 拦污设施应保证有足够的过水面积。有淤沙、污物堵塞应及时清除。

7 机电设备

7.1 水轮机

7.1.1 水轮机正常运行应满足下列要求:

- a) 水轮机应按设计的相关参数长期连续运行。
- b) 水轮机轴承的油温低于 5 °C 时不得启动,油温低于 10 °C 时应停止供给冷却水。
- c) 水轮机轴承的金属瓦瓦温不宜超过 60 °C,最高不得超过 70 °C。当轴承瓦温达到 65 °C 时,应发出故障信号;当瓦温超过 70 °C 时,应发出机组事故跳闸信号,并跳闸。弹性金属塑料推力轴瓦瓦温不宜超过 55 °C。
- d) 轴承冷却水工作正常,无漏水,无异常响声;冷却水温度应在 5 °C ~ 30 °C,冷却水压力宜为 0.15 MPa ~ 0.3 MPa。

- e) 停机时各轴承油面高度应在油位标准线附近,油质应符合标准。
- f) 导叶、导叶拐臂、剪断销工作应正常。
- g) 主轴密封及导叶轴套应无严重漏水。
- h) 油、气、水管路应无渗漏及阻塞情况。
- i) 真空补气阀运行应正常。
- j) 机组各部件摆度及振动值应在允许范围内。
- k) 调速器宜在自动控制状态下运行,遇调速系统工作不稳定、失灵等特殊情况下,可采用手动控制。
- l) 在下列情况时应禁止运行:
 - 1) 上下游水位不能保证机组正常运转或尾水管压力脉动过大;
 - 2) 机组部件振动、摆度过大;剪断销剪断;
 - 3) 油压装置油压降至事故低油压规定值。
- m) 配有调压阀的机组,调压阀与调速器联动应工作正常。
- n) 各表计指示应正确。
- o) 应每隔 1 h 对机组运行工况作一次检查和记录。
- p) 热备用机组应与运行机组一样,定时进行巡视检查,不得进行无关的操作。

7.1.2 水轮机正常开机应满足下列要求:

- a) 反击式水轮机:
 - 1) 导叶应能开关正常,蜗壳排气阀应能正常工作;
 - 2) 导叶漏水应不妨碍机组正常停机;
 - 3) 转桨式水轮机的桨叶应能正常调节。转桨式水轮机的桨叶开启和关闭应符合桨叶和导叶的 Alpha-Beta 协联关系。
- b) 冲击式水轮机:
 - 1) 在全关位置时,喷针不漏水,有喷管排气阀的水轮机,开机时喷管排气阀工作应正常;
 - 2) 折向器工作应正常,位置准确;
 - 3) 制动副喷嘴工作应正常。

7.1.3 机组启动应具备下列条件:

- a) 进水主阀在全开位置,调压阀在全关位置,并保证压力钢管充满水。
- b) 调速器处于全关位置,锁锭投入;油压正常,油泵电源投入。
- c) 机组各轴承油位正常,油色合格并无漏油。
- d) 电气保护、机械保护、交直流操作电源投入正常。
- e) 电气部分正常,可随时投入运行。
- f) 机组制动装置工作正常,且在复归位置。

7.1.4 新装机组或大修后投入运行前,应作下列检查,收回全部工作票。检查完成后确认机组内无人工作,方可投入试运行。

- a) 压力钢管、蜗壳等流道及补气管中无杂物。
- b) 制动装置工作正常且处于复归位置。
- c) 导水机构正常,导叶无损坏,剪断销无松动。
- d) 发电机内部无杂物或遗留工具;集电环碳刷弹簧压力正常,并无卡阻、松动等现象。
- e) 机组自动化装置正常工作。
- f) 水轮机各密封装置良好。
- g) 水轮机进水主阀和调压阀的操作机构及行程开关工作正常。
- h) 油、气、水系统正常。

- i) 调速器工作正常。
- j) 机组四周安全隔离围栏已拆除。
- k) 机组顶转子工作已完成。
- l) 电气各项试验、机组超速及甩负荷试验合格。
- m) 新装机组连续 72 h 满负荷试运行合格。受电站水头和电力系统条件限制,机组不能带额定负荷时,可按当时条件在尽可能大的负荷下进行 72 h 连续运行。

7.1.5 水轮机维护与故障处理应符合下列要求:

- a) 水轮机定期检查维护应包括下列内容:
 - 1) 测量记录水轮机主轴摆度和机组轴电压、轴电流;
 - 2) 切换附属设备和辅助系统的主备用系统;
 - 3) 按各轴承和润滑部位用油情况,加注或更换润滑油和润滑脂;
 - 4) 检查调整主轴密封间隙,使之适中,检查密封用水的水质;
 - 5) 技术供水滤水器清扫排污;
 - 6) 各气水分离器放水排污;
 - 7) 检测导叶开度是否均匀,立面和端面间隙是否合格;
 - 8) 检测水轮机间隙是否合格;
 - 9) 停运 72 h 以上的机组,再次启动前应顶转子一次。对采用弹性金属塑料瓦的推力轴承允许不采用高压油顶起而启动水轮发电机,允许机组停机后立即进行热启动;
 - 10) 定期对设备外表进行保洁。
- b) 运行中水轮机维护与处理应符合下列要求:
 - 1) 水轮机运转声音异常,经处理无效,应停机检查;
 - 2) 机组超速时,应立即关闭导叶,查明原因,进行相应维护处理;
 - 3) 导叶剪断销剪断时,应停机更换剪断销;
 - 4) 轴承温度不正常上升时,应检查各部件有无漏油、油面和油色是否正常、轴承供水是否正常、机组振动和摆度有无增大、轴承内部有无异常声响,并加强轴承温度监视。若无法消除,应请示停机处理;
 - 5) 轴瓦温度超过 65℃,经处理无效,且继续上升,应停机检查;
 - 6) 轴承油面下降时,应立即停机,进行相应处理;
 - 7) 轴承冷却器漏水时,应立即停机后更换或修复冷却器,并进行耐压试验;
 - 8) 轴承冷却水受阻或中断时,应停机检查;
 - 9) 机组振动、摆度超过允许值时,应避开该负荷运行;若一时无法处理,应停机检查原因;
 - 10) 没有制动装置的机组应进行改造,不应采用木垫块或木棍等人工方式制动。
 - 11) 应消除危及人身、设备安全的其他故障。

7.2 发电机

7.2.1 发电机正常运行应符合下列要求:

- a) 发电机按照制造厂铭牌规定可长期连续运行。
- b) 空气冷却的发电机,空气温度以 0℃~40℃为宜。空气应清洁、干燥、无腐蚀性。
- c) 定子绕组、转子绕组和铁芯的最高允许温升及温度,不应超出制造厂规定。
- d) 输出功率不变时,电压的波动在额定值的±5%以内,最高不得超过额定值的±10%,此时励磁电流不得超过额定值。最低运行电压根据系统稳定要求确定,不宜低于额定值的 90%,此时定子电流仍不应超过额定值的 105%。
- e) 频率波动不超过±0.5 Hz 时,可按额定容量运行。当低于 49.5 Hz 时,转子电流不得超过额定

值。对于孤立运行小电网,机组频率波动范围可适当放宽。

- f) 不得缺相运行。在事故条件下允许短时过电流,定子绕组过电流倍数与相应的允许持续时间应满足产品技术要求,达到允许持续时间的过电流次数每年不超过 2 次。
- g) 发电机组应根据机组的进相能力在调度的要求下运行,转子电流及定子电流均不应高于允许值。
- h) 制动装置应正常,当机组在额定转速的 20%~35% 开始制动,制动时间不宜超过 2 min,避免机组在低转速下长期运行。对于气制动方式机组,制动气压应在制造商规定的正常范围内(0.5 MPa~0.7 MPa)。水斗式水轮机组采用副喷嘴反向冲水制动时,制动时间最长不应超过 5 min,制动冲水投入和切除的监控装置工作应正常。

7.2.2 发电机的正常启动、并列、增荷和停机应符合下列条件:

- a) 正常开机应在获得所有工作许可批准后由授权操作员进行。正常停机在收到授权人员的明确指示后进行。
- b) 备用中的发电机及其附属设备应处于完好状态,随时能立即启动。
- c) 当发电机的转速达额定转速的 50% 左右时,应检查集电环上电刷振动和接触情况及机组各部件声响是否正常,当不正常时,应查清原因并加以消除。
- d) 当机组转速基本达到额定值后,励磁系统应投入、开始建压并慢慢增至额定值。
- e) 发电机在升压过程中应检测下列内容:
 - 1) 可控硅励磁的发电机,调节励磁的电位器圈数要适当;
 - 2) 三相定子电流应等于零,如果定子回路有电流,应立即跳开灭磁开关并停机检查定子回路有否短路,接地线是否拆除等;
 - 3) 检查三相定子电压是否平衡;
 - 4) 检查发电机转子回路绝缘电阻;
 - 5) 在空载额定电压下,转子电压、电流是否超过空载额定值。若超过,应立即停机检查励磁主回路故障。
- f) 有下列情况之一者,不得并列合闸:
 - 1) 同期表回转过快,不易控制时间;
 - 2) 指针接近同期标线停止不动;
 - 3) 指针有跳动现象;
 - 4) 同期表失灵;
 - 5) 操作者情绪紧张,四肢抖动。
- g) 发电机的解列停机操作应符合下列要求:
 - 1) 接到停机命令之后,应减少机组的有功、无功负荷,使其接近于零;
 - 2) 当有功、无功负荷都接近于零时,应跳开发电机断路器;
 - 3) 对于可控硅励磁的发电机应进行续流灭磁;
 - 4) 拉开隔离开关;
 - 5) 当准备较长时间停机时,应测量转子回路、定子回路绝缘电阻,并应做好记录。

7.2.3 机组大修或小修后,应验收合格方能投入运行。验收应符合下列要求:

- a) 拆除临时接地线、标示牌、遮拦,相关设备上无人工作,无杂物及工具遗漏。
- b) 定子绕组、转子回路的绝缘电阻应满足要求。
- c) 发电机一、二次回路情况应正常。
- d) 励磁回路正常,励磁手动、自动切换开关应在截止位置。
- e) 发电机隔离开关、断路器、灭磁开关应在断开位置。
- f) 立式机组顶转子工作应已完成。

7.2.4 发电机正常监视和维护应满足下列要求：

- a) 监视集控台、电气盘柜上各表计的变动情况，应每小时记录一次。
- b) 定子绕组、定子铁芯、空冷器出水、进出口风、轴承等温度应每小时记录一次。
- c) 电气仪表读数应每小时记录一次，并应对转子的绝缘和定子三相电压平衡情况进行检查。
- d) 微机监控的电站，宜做好每小时记录。
- e) 监视发电机、励磁系统等转动部分的声响、振动、气味等，发现异常情况应及时处理并汇报。
- f) 检查电气一次回路、二次回路各连接处有无发热、变色，电压、电流互感器有无异常声响，油断路器的油位、油色是否正常等。
- g) 发电机及其附属设备应定期检查，每班至少进行一次。
- h) 发电机应定期进行预防性试验。

7.2.5 发电机绝缘电阻测定和干燥应符合下列要求：

- a) 按电站实际环境气候情况，对停机 3 天~10 天以上的发电机，在启动前应测量定子回路、转子回路的绝缘电阻。
- b) 发电机出线电压为 6.3 kV 及以上的高压机组，定子回路的绝缘电阻用 2.5 kV 的兆欧表测量，且应将测量数据转化成 75 ℃时的数据；测量定子绕组绝缘电阻时，可包括电力电缆；若为发电机——变压器组接线时，可包括变压器的低压绕组。
- c) 发电机出线电压为 400 V 的机组，定子、转子回路的绝缘电阻可用 500 V 兆欧表测量，其绝缘电阻值应在 0.5 MΩ 以上。
- d) 全部励磁系统的绝缘电阻，用 500 V 兆欧表测量，其绝缘电阻值应在 0.5 MΩ 以上。
- e) 因受潮引起的绝缘电阻不符合要求时，应对发电机进行干燥。干燥方法可选择自然空转风冷法或通热风干燥法、直流电干燥法、灯泡干燥法、电炉烤烘法、短路干燥法。

7.2.6 在事故情况下，可允许发电机短时间过负荷，其过负荷允许时间应符合表 1 要求。当发电机定子电流超过允许值时，应检查发电机的功率因数、电压、电流超过允许值的时间。可先降低励磁电流使发电机定子电流不超过最大允许值，当还不能满足要求时，应报告调度，要求降低有功负荷，直至达到电流许可值。

表 1 发电机短时间过负荷允许时间

过负荷电流/额定电流	1.1	1.12	1.15	1.20	1.25	1.5
允许持续时间(min)	60	30	15	6	5	2

7.2.7 发电机的维护与故障处理应符合下列要求：

- a) 发电机过负荷时，应与调度联系减少无功负荷；若减少励磁电流不能使定子电流降到额定值，则应降发电机有功负荷；当电力系统事故时，应遵守发电机事故过负荷规定，并应严格监视定子线圈温度。
- b) 励磁系统一点接地时，应停机处理。
- c) 发电机温度不正常时，应检查测温装置和所测部件是否正常。
- d) 电压互感器回路故障时，应检查二次回路熔丝；当处理二次熔丝不能消除故障时，应申请停机处理。
- e) 发电机操作电源消失时(发电机有功/无功指示消失)，应检查发电机操作电源熔丝是否熔断；操作回路监视继电器是否断线；接线端子是否松动；发电机断路器跳闸、合闸线圈是否断线；辅助触点是否接触不良。当故障无法排除时，应停机处理。
- f) 发电机断路器自动跳闸时，应检查定子绕组是否短路或接地短路；发电机出线、母线或线路短路；继电保护装置及断路器操动机构误动作或值班人员误碰触，应立即断开发电机灭磁开关；

将手动/自动励磁控制开关转至截止位置,还应查明原因,并处理。

- g) 当线路事故而引起的低压过流保护动作,发电机断路器跳闸,同时主变断路器、线路断路器也因过流而同时跳闸时,说明是线路故障引起的,运行人员可不经检查直接将机组启动升压、维持空载位置,等调度命令送电。
- h) 差动保护动作,应立即停机灭磁,检查故障指示、差动回路、继电保护动作是否正确;检查发电机是否有内部绝缘击穿而引起的弧光、冒烟、着火等现象;检查差动保护范围内的设备短路、接地情况;用 2.5 kV 兆欧表测量发电机线圈绕组相间及相对地的绝缘电阻;经检查未发现故障点,绝缘电阻良好,可报告调度,从零起升压,在零起升压过程中应特别注意,发现异常应立即停机;差动跳闸在未找出原因时,绝对不应开机强送。
- i) 过电压保护动作时,查明过电压跳闸原因,排除故障,根据情况安排检修。
- j) 发电机断路器误动作,应立即调整发电机励磁及转速至空载位置,并应检查误动作原因,确认是误碰、误操作,可立即并入系统运行。
- k) 发电机的非同期并列,应测量发电机定子绕组的绝缘电阻,检查发电机端部绕组有无变形,查明原因,当发电机机电部分正常时,再启动、升压、并列。
- l) 当发电机无法升压时,应检查励磁系统电源和励磁回路接触情况。
- m) 双绕组电抗分流励磁装置发生故障时,应停机,逐项检查,消除故障。
- n) 出现下列情况之一,应停机处理:
 - 1) 无刷励磁系统不能建压;
 - 2) 可控硅自励系统不能建压;
 - 3) 发电机失去励磁;
 - 4) 发电机定子、转子冒烟、着火或有焦臭味;
 - 5) 滑环碳刷有强烈火花并经过处理无效;
 - 6) 电气部分及线路发生故障不能恢复;
 - 7) 金属性物件等异物掉入发电机内。
- o) 当发电机发生振荡时,应增加发电机励磁电流来创造恢复同期条件,适当降低负荷,以恢复同期。整个电厂与系统不同步时,除应设法增加各机组的励磁电流外,尚应在无法恢复同步 2 min 后,将电厂与系统解列,并采取适当的补救措施。
- p) 当定子或转子的测量仪表指示突然消失时,应按其他测量仪表的指示,检查是否仪表损坏或二次回路导线断线,应采取措施消除故障。
- q) 当发电机着火时,应立即将发电机断路器跳闸,关小导叶开度,但不能制动停机;当确认发电机内部绝缘烧坏时,应停机,并应采取消防措施减轻危害。值班人员应按规定用不导电的灭火器进行灭火;当确定电源已经切断时,可用水灭火装置进行灭火。

7.3 调速系统

7.3.1 调速器正常运行应符合下列要求:

- a) 调速器应运行稳定,指示正常,且无异常的摆动和卡阻。
- b) 常规控制调速器的主配压阀和辅助接力器应无异常抖动,控制柜内各杠杆、销轴无松动、脱落。
- c) 调速器各油管、接头处应无漏油。
- d) 应定期清洗调速器滤油器,检查调速器的油位、油色等。
- e) 调速器油泵运行正常,电气回路工作正常,应能在规定油压范围内启动和停止。
- f) 安全阀和逆止阀动作可靠。
- g) 压力油罐各表计应显示运行正常;过滤器压力表显示调速器液压控制回路的操作压力正常。
- h) 用于控制油泵启动、停止的压力表应工作正常。

- i) 油泵电动机应工作正常。
- j) 压力油罐及回油箱油位应正常。
- k) 油压装置上的可视油位计应完好。
- l) 带中间补气罐的油压装置应补气到正常压力,并满足油气比要求。
- m) 油泵的安全阀压力整定值应合格。
- n) 高油压调速器单向阀运行正常,在停泵时,电机不得出现反转。

7.3.2 液压系统和调速器应符合下列要求:

- a) 工作时继电器锁锭应拔出。
- b) 机手动或电手动运行时,继电器动作应正常,不得出现继电器抽动、振动等现象。
- c) 液压阀四周无渗油,阀块密封圈无缺陷。
- d) 调速器关闭时间应整定合格,并应防止调整机构松动变位。
- e) 负载运行时接器人工死区应设置合理。
- f) 继电器的电气反馈装置正常,不得出现“反馈断线”故障。
- g) 机组停机后,应投入继电器锁锭。
- h) 机组控制参数应设置合理的空载开度。
- i) 对配置调压阀的机组,调速器与调压阀联动应正常。

7.3.3 调速系统出现下列故障之一应退出运行:

- a) 用于控制油泵停止的电接点压力表故障。
- b) 油泵故障。
- c) 安全阀故障。
- d) 电动机缺相运行。
- e) 压力油罐上的可视液位计故障。
- f) 调速器关机时间调节故障。
- g) 反馈断线。
- h) 机频故障。
- i) 液压阀四周渗油。

7.3.4 调速系统检修维护项目包括下列内容:

- a) 检查油压装置部件,包括电接点压力表、油泵、油泵电动机、安全阀、紧急停机电磁阀及紧急停机时间调整机构、压力油罐的可视液位计、回油箱的可视液位计、主油阀、油泵控制箱。
- b) 检查液压控制部件,包括滤油器中滤芯、滤油器压力表、液压阀块的渗油。
- c) 定期给调速器销轴注油。
- d) 经常检查调速器压力油罐油气比是否合格。
- e) 观察调速器电气部件、元件的运行状况。
- f) 检查外部操作回路。
- g) 检查外观。

7.4 励磁系统

7.4.1 励磁系统正常运行应符合下列要求:

- a) 屏柜整洁,无积灰。
- b) 接线整齐,线路无异常老化,电线接头牢固。
- c) 元器件无损坏。
- d) 风机运行正常。
- e) 碳刷完整、良好、不跳动、不过热。

f) 励磁调节器各项限制功能正常并投入。

7.4.2 励磁系统出现下列故障应退出运行：

- a) 装置或设备的温度明显升高,采取措施后仍然超过允许值。
- b) 系统绝缘下降,不能维持正常运行。
- c) 灭磁开关、磁场断路器或其他交直流开关触头过热。
- d) 整流功率柜故障不能保证发电机带额定负荷和额定功率因数连续运行。
- e) 冷却系统故障,短时不能恢复。
- f) 励磁调节器自动单元故障,手动单元不能投入。
- g) 自动通道长期不能正常运行。

7.4.3 励磁系统检修维护应包括下列内容：

- a) 屏柜及整流元件积尘清扫。
- b) 检查励磁系统操作回路。
- c) 检查各开关机构。
- d) 励磁系统过电压保护、限制及其他辅助功能单元检查。
- e) 励磁调节器输入、输出整体性能及移相范围检查。
- f) 运行缺陷处理。

7.4.4 检修后的励磁系统应进行系统试验。

7.5 主阀及起重机

7.5.1 进水主阀铭牌应在明显位置。

7.5.2 进水主阀开启前应符合下列要求：

- a) 蜗壳排水阀应全关。
- b) 调速器应在全关位置。
- c) 进水主阀机械锁锭应在投入位置。
- d) 阀前阀后水压应基本平衡。

7.5.3 关闭进水主阀应符合下列要求：

- a) 进水主阀控制回路应工作正常。
- b) 进水主阀应有后备保护功能。
- c) 机组停机后,宜关闭进水主阀。
- d) 导水机构故障无法全关时,进水主阀应能在 5 min 之内动水关闭。液压操作的闸阀、蝴蝶阀和电(手)动操作的蝴蝶阀、闸阀在失电后应在 5 min 内动水关闭。
- e) 阀门确认关闭后,应投入机械锁锭。

7.5.4 进水主阀的运行与维护应符合下列要求：

- a) 应定期检查阀门及其控制装置,并确保其处于良好的工作状态。
- b) 检查进水阀与延伸段、伸缩节、连接法兰处有无漏水。
- c) 检查各压力开关、压力表等表计指示是否正常,外表有无损坏。
- d) 检查旁通阀管道阀门位置是否正确,动作是否正常。
- e) 检查空气阀工作是否正常。
- f) 检查进水阀开启、关闭声音是否正常。
- g) 检查阀门是否能在规定的时间内动水关闭。
- h) 检查行程开关工作是否正常,开度指示器位置是否正确。
- i) 检查各讯号装置工作是否正常;表计外壳、电缆有无破损。
- j) 检查操作电源和电控装置工作是否正常。

k) 传动机构应定期加注润滑油和润滑脂。

7.5.5 液压操作进水主阀的运行维护还应符合下列要求：

- a) 油压装置的油位不应低于油标底线以上的 1/3。液压系统第一次投入使用 3 个月后,应将液压油过滤一次,并应清洗油箱,定期检查。
- b) 定期检查蓄能器内充气压力。当充气压力低于设定值时,应及时充装氮气至设定值;
- c) 检查油路、水路连接是否完好,有无松动,接头有无漏油、漏水。
- d) 检查进水阀操作接力器位置是否正确,接头有无漏油。
- e) 检查压力油泵及循环油泵运行时有无异常,手动油泵是否能正常开启阀门。
- f) 检查进水阀操作接力器位置是否正确,接头有无漏油、漏水。
- g) 检查锁锭装置工作是否正常。

7.5.6 起重机正常运行应符合下列要求：

- a) 起重机的移动机构及电动行车小车的移动机构失去电源时,自动刹车装置应能正常工作。
- b) 桥式起重机的微量调节控制系统应可靠。
- c) 金属结构以及所有电气设备的外壳,应保证接地可靠。
- d) 电缆绝缘应可靠。
- e) 消防器材应能正常使用,驾驶室内橡胶绝缘垫应有效。
- f) 平衡荷重物,不得搬运或任意增减。
- g) 在工作中一旦断电,应将起动机恢复至原来静止的位置,再将电源开关拉开;设有制动装置的可将其刹紧。
- h) 轨道的终端缓冲器应可靠。

7.5.7 起重机检修维护应符合下列要求：

- a) 起重机应每年检查一次,滑轮组可 2 年~6 年维修一次。
- b) 在轨道上检修时,检修地点两端应用钢轨夹具固定,其他起重机不得驶入该检修区域。
- c) 停止工作时,应切断电源并安装好轨道夹。
- d) 新装或大修后起重机投入使用前,应按有关规定进行静、动负荷试验。

7.6 水、油、气系统

7.6.1 供水系统设备正常运行应符合下列要求：

- a) 供水系统流量、压力应满足要求。
- b) 减压阀后压力应在设计值范围内。
- c) 滤水器工作应正常。
- d) 滤水器清污时,供水不应中断。供水系统沉沙、排沙设施应可靠运行。
- e) 轴承润滑水、主轴密封用水的水质应满足设计要求。
- f) 电磁阀或电动阀应正常动作,无卡阻。
- g) 供水泵工作应正常,备用泵可随时启动。

7.6.2 供水设备出现下列故障时应退出运行：

- a) 减压阀后压力出现异常,或停水时阀后压力高于设计值。
- b) 自动滤水器无法正常清污。
- c) 电磁阀或电动阀出现卡阻。
- d) 压力变送器无法正常使用。

7.6.3 供水系统设备的检修维护应符合下列要求：

- a) 减压阀后压力不稳定,检修后仍达不到要求的应更换。
- b) 滤水器堵塞严重,拆卸后应检修或更换滤芯。

- c) 电磁阀卡阻,应更换,或换成电动阀。
- d) 压力变送器无法正常传送数据,应更换。
- e) 供水泵和电动机宜每年更换润滑油一次。
- f) 供水泵锈蚀严重、故障频发,应更换。
- g) 供水管锈蚀严重,应更换。
- h) 管路标色应涂刷完整、颜色鲜明。

7.6.4 排水系统设备正常运行应符合下列要求:

- a) 排水系统管道应无泄漏
- b) 水泵启动运行正常,无异常声音。
- c) 集水井水位测量装置工作正常。
- d) 排水管路止回阀正常。

7.6.5 排水设备出现下列故障应退出运行:

- a) 排水泵严重故障。
- b) 集水井液位信号器故障。
- c) 示流信号器故障。

7.6.6 排水系统设备的检修维护应满足下列要求:

- a) 排水泵和电动机轴承宜每年更换润滑油一次。
- b) 排水泵工作异常,应检修或更换。
- c) 液位信号计有不正常显示,应更换或修理。
- d) 排水明管锈蚀严重,应更换。
- e) 管路颜色应完整鲜明。

7.6.7 油系统设备正常运行应符合下列要求:

- a) 油系统设备、管路应按设计要求单独设立。
- b) 油系统的储存量应满足系统中最大用油设备 110% 用油量的要求。
- c) 应设置合适的油过滤器并放置在合适的位置。
- d) 消防设施满足设计要求。

7.6.8 油系统设备在下列故障下应退出运行:

- a) 油系统管路锈蚀或堵塞。
- b) 消防设施不满足要求。

7.6.9 油系统设备的检修维护应符合下列要求:

- a) 油系统管路锈蚀或堵塞,应更换。
- b) 油系统储存量少于系统中最大用油设备 110% 用油量时,应补足储备用油。
- c) 应定期检查维护消防设施。
- d) 管路标色应涂刷完整,颜色鲜明。

7.6.10 气系统中设备正常运行应符合下列要求:

- a) 主用、备用的空压机应能相互自动切换,始终保持正常工作状态。
- b) 应有一定的备品备件。
- c) 储气罐(包括安全阀、排污阀)应检验合格、工作正常。

7.6.11 气系统设备出现下列故障时应退出运行:

- a) 空压机压力输出异常。
- b) 储气罐漏气、排污口堵塞、安全阀故障。
- c) 油水分离器无法正常工作。

7.6.12 气系统设备的检修维护应符合下列要求:

- a) 空压机:检查记录空压机的启动次数。空压机压力输出异常时,可启用备用空压机,对故障设备进行检修。
- b) 储气罐:应检查储气罐有无漏气。应适时打开储气罐排污口排污。储气罐、及储气罐的安全阀应每年检验一次。
- c) 管路标色应涂刷完整,颜色鲜明。

7.7 变压器

7.7.1 变压器正常运行应符合下列要求:

- a) 变压器检修及长期停用(半个月以上)后,在投入运行前,应测量各线圈之间和线圈与外壳之间的绝缘电阻。绝缘电阻降低至原来的 50% 以下时,应测量变压器介质损失角 $\text{tg}\delta$ 和吸收比 (R_{60}/R_{15}), 并应取油样试验。
- b) 变压器电流、电压应保持在额定范围内。
- c) 变压器温升和油温应正常。
- d) 变压器无载分接开关不可在带负荷状态下调整,在变换分接头之前应将变压器高低压侧电源断开。保持电压波动范围在分接头额定电压的 $\pm 5\%$ 以内,最高运行电压不得大于分接头额定值的 105%。
- e) 在事故情况下,变压器可以在事故过负荷允许的范围内运行,其允许值应根据变压器的冷却条件和温度情况决定。
- f) 应严密监视变压器运行情况,变压器线圈和油温每班应作一次检查和记录。

7.7.2 变压器日常巡视检查应包括下列内容:

- a) 油温正常,无渗油、漏油,储油柜油位正常。
- b) 套管油位正常,套管外部无破损裂纹、无严重油污、无放电痕迹及其他异常。
- c) 变压器声响正常。
- d) 冷却系统工作正常。
- e) 硅胶呼吸器状态良好,硅胶颜色正常
- f) 引线接头、电缆、母线无发热迹象。
- g) 压力释放器、瓦斯继电器和安全气道状况良好。
- h) 分接开关的分接位置及电源指示正常。
- i) 瓦斯继电器内无气体。
- j) 各控制箱和二次端子箱密闭,无受潮。
- k) 干式变压器的外表无积污。
- l) 变压器室不漏水,门、窗、照明完好,通风良好,温度正常。
- m) 变压器外壳及各部件保持清洁。
- n) 变压器风扇和散热完好。
- o) 变压器外壳接地良好。

7.7.3 变压器异常运行和事故处理应符合下列要求:

- a) 变压器出现漏油、油枕内部油面不足、油温上升过快、声响不正常等现象应及时处理,记入值班运行日志和设备缺陷本内,并及时汇报。
- b) 变压器出现下列情况之一时,应立即停止运行:
 - 1) 变压器内部声响很大、声音不均匀、有爆裂声;
 - 2) 变压器油/线圈温度异常,降低负荷后仍有上升趋势。
 - 3) 漏油严重;
 - 4) 油枕或防爆管喷油;

- 5) 套管破损或有严重放电；
- 6) 变压器冒烟及着火。
- c) 变压器油温超过允许值时,应判明原因,采取措施使其降低。当判别为变压器内部故障时,应立即减负荷直至停止运行。
- d) 当发现变压器的油位显著降低时,应立即查明原因,并应补足油量。
- e) 变压器因过负荷、外部短路或保护装置二次回路故障自动跳闸时,经故障排除和变压器外部检查后可重新投入运行。
- f) 变压器差动保护动作后按下列要求进行处理:
 - 1) 详细检查差动保护范围内的主变压器、断路器、电流互感器、母线、电力电缆、绝缘子等,有无短路或接地情况；
 - 2) 用绝缘电阻表测量变压器及所连接设备的绝缘电阻,符合规定的可对变压器作充电合闸试验；
 - 3) 充电合闸试验时,若断路器重新跳闸,应查明原因。
- g) 变压器轻瓦斯继电器动作按下列要求进行处理:
 - 1) 检查变压器是否因进入空气、漏油、油面过低或二次回路故障所引起轻瓦斯继电器动作；
 - 2) 经过外部检查分析,未发现异常现象时,应检查瓦斯继电器内储积气体的性质来判断故障原因。
- h) 变压器重瓦斯继电器动作,不是由于继电保护或二次回路误动作而引起的,未查明原因之前变压器不允许投入运行。
- i) 变压器若因差动保护或重瓦斯继电器动作而跳闸,不管原因如何,绝对不能强送,应吊出芯子进行检查。
- j) 变压器着火时,应将其高、低压侧电源切断,采用自动水喷雾灭火系统或灭火器进行灭火。

7.7.4 变压器检修维护应按相关规定的要求执行。变压器的大修项目应包括下列内容:

- a) 吊出芯子进行检修。
- b) 绕组、引线及磁屏蔽装置检修。
- c) 分接开关检修。
- d) 铁芯、穿心螺丝、轭梁、压钉及接地片等检修。
- e) 油箱、套管、散热器、安全气道及储油柜等检修。
- f) 保护装置、测量装置及操作控制箱检查、试验。
- g) 变压器油分离、干燥和击穿电压试验。
- h) 变压器油保护装置检修；
- i) 封衬垫更换；
- j) 油箱内部的清洁,油箱外壳及附件除锈、涂漆；
- k) 必要时对绝缘进行干燥处理；
- l) 进行规定的测量和试验。

7.7.5 变压器应按有关规定进行预防性试验。

7.8 配电装置

7.8.1 配电装置正常运行应符合下列要求:

- a) 配电装置应外观完好。操作机构性能应符合相关要求,无卡阻。
- b) 同一电气回路的配电装置相序应一致,并应有明显的色别。配电装置外壳应接地可靠。
- c) 运行中的隔离开关、断路器、母排以及一次系统的其他设备,每班应检查2次。高温、高负荷及存在缺陷的设备应加强巡回检查。若发现危及人身和设备安全时应立即停电检查。

7.8.2 真空断路器运行维护应包括下列内容:

- a) 真空断路器正常巡视项目:
 - 1) 分、合指示器指示正确,应与当时实际运行工况相符;
 - 2) 支持绝缘子无裂痕、损伤、表面光洁;
 - 3) 真空灭弧室无异常,可观察屏蔽罩颜色有无明显变化;
 - 4) 金属框架或底座无严重锈蚀和变形;
 - 5) 可观察部位的连接螺栓无松动,轴销无脱落或变形;
 - 6) 接地良好;
 - 7) 引线接触部位或有示温蜡片部位无过热现象,引线驰度适中。
- b) 真空断路器维护项目:
 - 1) 结合预防性试验清扫真空灭弧室、绝缘杆、支持绝缘子等元件表面的积灰和污秽物;
 - 2) 结合预防性试验或合分操作 2 000 次应进行机构维修,检查所有紧固件有无松动,磨损较严重的部件要及时更换,磨擦部位加润滑油;
 - 3) 玻璃外壳的真空灭弧室,宜观察金属屏蔽罩颜色有无明显变化,有怀疑时应检查真空度;
 - 4) 检查真空灭弧室触头接触行程的变化,接触行程的变化直接反映触头的磨损量,触头磨损超过产品技术条件时应更换真空灭弧室;
 - 5) 检查真空灭弧室的寿命,寿命已到应及时更换。

7.8.3 SF₆ 断路器运行维护应包括下列内容:

- a) SF₆ 断路器正常巡视项目:
 - 1) 断路器的瓷套应完好,无损坏、脏污及闪络放电现象;
 - 2) 对照温度——压力曲线观察压力表(或带指示密度控制器)指示,应在规定的范围内,并应定期记录压力、温度值;
 - 3) 分、合闸位置指示器应指示正确,分、合闸应到位;
 - 4) 整体紧固件应无松动、脱落;
 - 5) 储能电机及断路器内部应无异常声响;
 - 6) 分、合闸线圈应无焦味、冒烟及烧伤现象;
 - 7) 外壳和支架接地应良好;
 - 8) 外壳和操动机构箱应完整、无锈蚀;
 - 9) 各器件应无破损、变形、锈蚀严重等现象。
- b) SF₆ 断路器维护项目:
 - 1) 每年对断路器外壳锈蚀部分进行防腐处理及补漆;
 - 2) 每半年对断路器转动及传动部位作 1 次润滑,并操动 3 次应正常;
 - 3) 每两年 1 次对断路器所有密封面定性检漏,年泄漏率不超过 1%;
 - 4) 每年 1 次 SF₆ 气体微量水分测试,测试结果对照水分——温度曲线不应超过 300 ppm (20 ℃)。

7.8.4 隔离开关运行维护应包括下列内容:

- a) 隔离开关正常巡视项目:
 - 1) 检查隔离开关接触部分的温度是否过热;
 - 2) 检查绝缘子有无破损、裂纹及放电痕迹,绝缘子在胶合处有无脱落迹象;
 - 3) 检查隔离开关刀片锁紧装置是否完好。
 - 4) 检查所有紧固件是否完好无损。
 - 5) 检查所有跨接导线连接是否紧密无松动。
- b) 隔离开关维护项目:

- 1) 清扫瓷件表面的尘土,检查瓷件表面是否掉釉、破损,有无裂纹和闪络痕迹,绝缘子的铁、瓷结合部位是否牢固。若破损严重,应进行更换;
- 2) 检查刀片接触表面是否清洁,有无机械损伤、氧化和过热痕迹及扭曲、变形等现象;
- 3) 检查触点或刀片上的附件是否齐全,有无损坏;
- 4) 检查连接隔离开关和母线、断路器的引线是否牢固,有无过热;
- 5) 检查软连接部件有无折损、断股等现象;
- 6) 检查并清扫操作机构和传动部分,并应加入适量的润滑油脂;
- 7) 检查传动部分与带电部分的距离是否符合要求;定位器和制动装置是否牢固,动作是否正确;
- 8) 检查隔离开关的底座是否良好,接地是否可靠。

7.8.5 交流金属封闭开关柜应按产品技术要求进行运行维护。

7.8.6 其他一次设备外部检查应包括下列内容:

- a) 母线支持瓷瓶应完整,各连接处应牢固可靠。
- b) 电流、电压互感器运行情况良好。
- c) 电缆沟内无积垢、积水。
- d) 各电缆头、电缆外表完整,无过热。
- e) 熔断器完整,接触良好。
- f) 有防止昆虫、蜥蜴和老鼠等小动物进入的措施。

7.8.7 配电装置有下列情况之一者应停电处理:

- a) 外壳与绝缘套管破裂。
- b) 接线头、电缆头过热、变色严重以致熔化。
- c) 有漏油、漏气现象。
- d) 内部着火或发出臭味、冒烟等情况。
- e) 线圈与外壳之间或与引线之间有火花、放电。

7.8.8 配电装置应定期进行配电装置预防性试验,并应进行设备更新。

7.9 继电保护与监控系统

7.9.1 继电保护运行管理应符合下列规定:

- a) 继电保护整定值及接线,任何人不得随意改变。
- b) 继电保护检修检验后,应会同当值值班员(授权工程师)检查验收,做好检修检验记录,继电器整定值设置应按相关规定执行。
- c) 凡继电保护动作应作好记录。若保护误动作,应保持原有状态或详细记录误动作过程,并应查明原因及时处理。
- d) 二次回路电缆截面和对地绝缘电阻应满足设计要求。
- e) 运行中的继电保护应每班检查,检查应包括下列内容:
 - 1) 模块的发热、声响、压板位置、二次熔丝及二次线的腐蚀;
 - 2) 破损、扭曲、变色、松动、断股情况;
 - 3) 检查蜂鸣器、电铃、开关、指示灯等情况。

7.9.2 监控系统使用管理应符合下列规定:

- a) 应保持中控室、控制台整洁。
- b) 未经授权的工作人员不得操作。
- c) 值班人员不得随意更改设备整定值、限值等数据。不得任意删除有关程序和记录。
- d) 上位机操作时应同时观察下位机,监视其通信是否畅通、所传数据是否正确。

- e) 值班人员不得进行与监控无关的作业。
- f) 电站应定期维护计算机、网络通信,备份数据库。

7.9.3 继电保护与监控系统应定期进行检查试验。

7.10 直流系统

7.10.1 充电装置的运行及维护应符合下列规定:

- a) 应定期检查充电装置的交流输入电压、直流输出电压、直流输出电流等各表计显示是否正确,运行噪声有无异常,各保护信号是否正常,绝缘状态是否良好;
- b) 交流电源中断,蓄电池组将不间断地向直流母线供电,应及时调整控制母线电压,确保控制母线电压值的稳定。当蓄电池组放出容量超过其额定容量的 20%及以上时,恢复交流电源供电后,应立即手动启动或自动启动充电装置,按制造厂规定的正常充电方法对蓄电池组进行补充充电,或按恒流限压充电——恒压充电——浮充电方式对蓄电池组进行充电。
- c) 新旧不同、容量不同的蓄电池不宜混用,蓄电池外壳不得用有机溶剂清洗;蓄电池不得过充电和过放电;蓄电池放电后应及时充电,搁置时间不应超过 2 h;维护蓄电池时,操作者面部不得正对蓄电池顶部,应保持一定角度和距离。

7.10.2 运行中的绝缘在线监测装置应检查装置的显示值和实测值是否一致。

7.10.3 蓄电池运行维护中应定期检查下列内容:

- a) 蓄电池连接片有无松动和腐蚀现象,壳体有无渗漏和变形,是否清洁。
- b) 极柱与安全阀周围是否有酸雾溢出。
- c) 绝缘电阻是否下降。
- d) 一次连接线的螺栓是否松动或腐蚀污染,松动应拧紧至规定扭矩,发生腐蚀应及时更换。
- e) 蓄电池应定期校核容量。
- f) 应定期检查蓄电池室通风、照明、调温设备及消防设施。

7.10.4 直流电源微机监控装置的运行维护符合下列规定:

- a) 运行中直流电源装置的微机监控装置,应通过操作按钮切换检查有关功能和参数,其各项参数的整定应有权限设置和监督措施。
- b) 当微机监控装置故障时,有备用充电装置时,应先投入备用充电装置,并将故障装置退出运行。无备用充电装置时,应启动手动操作,调整到需要的运行方式,并将微机监控装置退出运行,经检查修复后再投入运行。

7.11 防雷与接地

7.11.1 电站应有可靠的避雷装置。避雷针和避雷线保护范围应能覆盖所保护区域,并应可靠接地。

7.11.2 避雷器表面应整洁,动作可靠,计数正确。

7.11.3 防雷装置与接地体的连接应完好。

7.11.4 接地装置的接地电阻值应符合电站设计要求。

7.11.5 电站应定期测量接地电阻,若不能满足要求,可通过水下敷设接地体、引外接线、深井接地等方式来降低接地电阻。

7.11.6 在高土壤电阻率地区,当接地装置要求的接地电阻值不合理时,接地电阻值应通过设计计算确定。接地电阻值应在保证人身和设备安全情况下以设计计算可以满足的指标实施。

7.11.7 电站应每年定期进行防雷装置的预防性试验。

7.12 通信

7.12.1 电站应定期进行设备的维护、检查,及时解决影响通信质量的问题,设备技术性能应符合要求,

能够保持电站与上级防汛指挥、调度部门、调度自动化系统通信畅通。

7.12.2 应高度重视通信系统防雷保护。

7.12.3 通信系统启用、停运和检修,应得到相关通信调度部门同意后统一安排。

8 优化运行

8.1 一般规定

8.1.1 电站应根据电网调度部门下达的发电计划,编制优化运行方案,充分发挥综合利用效益。电站应按并网调度协议有关要求,按时向电力调度机构提出年度、月度和日前发电计划建议;向电力调度机构自动传送机组、电站、水库运行相关实时数据,并应保证信息的准确性和及时性;向电力调度机构提出电站设计资料、运行统计资料及运行总结报告。

8.1.2 电站应不断提高管理水平,并应保证水工建筑物和机电设备安全可靠运行。具体应符合下列要求:

- a) 应加强电站设备、设施的运行管理与维修,提高设备完好率。
- b) 多泥沙河流上的电站,应采取排沙、防淤、防磨蚀等措施,保持调蓄能力并应减轻设备磨蚀。
- c) 应加强发电引水系统、尾水系统及其附属设备管理,减少渗漏和水头损失。

8.1.3 电站优化运行应满足下列要求,不应随意改变:

- a) 按设计要求、优化运行方案或其他专门文件规定执行;
- b) 以水库特征水位等工程设计参数为依据。

8.1.4 电站的用水、发电应满足下列要求:

- a) 应做好水情预报,在满足防汛要求的前提下,合理调度,少弃水、多发电。
- b) 应随时掌握预报来水、蓄水及发电用水等情况,加强计划用水。

8.1.5 电站宜使机组在高效率区运行。

8.1.6 电站应适时复核修正有关工程特性参数、机组动力特性、电厂动力特性等,不断提高优化运行水平。

8.1.7 电站应建立运行技术档案,定期培训运行调度人员,积极采用新技术,逐步实现调度现代化。

8.2 厂内优化运行

8.2.1 电站应根据出力、流量和水头平衡关系及机组动力特性等编制厂内优化运行总图或总表。

8.2.2 厂内运行应实施机组有功、无功负荷的优化分配。优化运行机组间最优负荷分配,可结合机组特性,采用等微增率法或动态规划法。

8.2.3 厂内优化运行宜采用计算机实时监控;负荷变化不大的电站亦可按厂内优化运行总图、总表操作实施。

8.3 梯级电站优化运行

8.3.1 梯级电站优化运行应以全梯级总发电效益最大为目标。

8.3.2 实施优化运行梯级电站的机组特性资料及其他有关资料应完备;宜具有计算机实时监控系统或具有厂内优化运行总图或总表。

8.3.3 梯级电站应向电力调度机构传送实时运行数据,并应符合相关规定。电力调度机构应及时将运行计划下达到各电站。有条件的梯级电站,可选择一骨干电站设置梯级集中控制中心。

附录 A
(资料性附录)
水电站设备设施评级

A.1 评级范围和单元划分

A.1.1 水电站所有与发电生产有关的设备、设施均属评级范围。

A.1.2 单元划分应符合下列规定：

- a) 水轮机、发电机(包括励磁机)、调速器(包括永磁机)、主阀以每台为一个单元；
- b) 油、水、气系统各为一个单元；
- c) 变压器、电抗器、电力电容器以台(组)为一个单元；
- d) 户内盘柜以每块为一个单元(主控制台为一个单元)；
- e) 断路器、隔离开关以每组为一个单元；
- f) 电压互感器、电流互感器、各种传感器变送器、高压熔断器以每组为一个单元；
- g) 母线及构架为一个单元；
- h) 避雷器每组为一个单元；
- i) 避雷针及接地装置为一个单元；
- j) 电力电缆、控制电缆、通讯系统、蓄电池及整流装置各为一个单元；
- k) 大坝、厂房、输水洞、压力管道、调压井、泄洪及排砂建筑物、引水渠、尾水渠、闸门、拦污栅及清污设备、启闭设备各为一个单元；
- l) 其他建筑物(构筑物)、电缆沟、悬吊装置、照明、通风各为一个单元。

以上未含在内的设备、设施视具体情况由企业自行确定。

A.2 评级办法

A.2.1 设备、设施评级是水电站的重要工作之一，应每年进行一次。

A.2.2 评定一个单元的设备、设施等级时，以单元内的各设备、设施综合技术状况而定。一个单元内各设备、设施中同时有一类、二类、三类者，应评为三类，同时有一类、二类者应评为二类，一类、二类设备、设施称为完好设备、设施。

A.2.3 设备、设施完好率按公式(A.1)计算：

$$P = \frac{A + B}{A + B + C} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- P ——设备、设施完好率；
- A ——一类设备、设施单元数；
- B ——二类设备、设施单元数；
- C ——三类设备、设施单元数；

A.3 设备、设施等级划分原则

A.3.1 一类：设备、设施技术状况良好、无缺陷，安装、施工、检修、维护的质量和工艺水平符合规程规

定,能保证安全、经济、可靠地运行。

A.3.2 二类:设备、设施技术状况基本良好,虽有一般性缺陷,但不直接影响安全运行。

A.3.3 三类:设备、设施有重大缺陷,安装、施工、维护、检修质量不符合规程规定,严重危及安全运行。

A.4 机电设备、设施评级标准

A.4.1 水轮机评级应符合下列规定:

- a) 满足下列全部条件者为一类:
 - 1) 能连续达到铭牌标称出力,或经上级审定的出力。在各种工况和负荷条件下,均能正常运行;
 - 2) 机组振动、摆度符合标准,稳定性良好,无锈蚀。各部承轴温度、油质等符合运行规程规定标准;
 - 3) 在制造厂规定参数范围内运行时,不应有严重空蚀、磨损和机组效率降低;
 - 4) 真空表、压力表、温度表等能按规定装设,零部件完整,动作灵活,指示正确;
 - 5) 转轮、蜗壳、座环、主轴、端盖、轴承等符合安装工艺要求,无漏油、漏水现象。
- b) 有下列情况之一者为三类:
 - 1) 在水头和流量达到设计值时,不能保证铭牌出力;
 - 2) 主机各部分漏水、漏油、漏气,严重锈蚀、磨损,导叶关闭不严,全关时机组低速旋转;
 - 3) 空蚀严重,水轮机振动、摆度超过允许值;
 - 4) 轴承温度超过规定值。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.2 调速器(包括永磁机)评级应符合下列规定:

- a) 满足下列全部条件者为一类:
 - 1) 调速器(包括永磁机)参数符合设计要求,工作状态能满足运行规程要求;
 - 2) 因突然甩负荷引起主机速率上升时,调速器能迅速控制主机恢复正常转速;
 - 3) 自动装置和信号装置完好,动作准确;
 - 4) 油压降低到油压下限时,紧急停机的压力信号器动作符合设计要求;
 - 5) 油压装置的自动补气设备及集油槽的油位信号装置应动作准确可靠;
 - 6) 永磁机运行正常,能提供可靠的励磁电源。
- b) 有下列情况之一者为三类:
 - 1) 调速系统有严重摆动、跳动、卡涩、磨损、漏油等情况,不能正常投入运行;
 - 2) 油质严重劣化,设备锈蚀严重,危及安全运行;
 - 3) 超速保护装置不可靠或机组保护失灵;
 - 4) 油压装置、补油、补气系统或其他设备不能正常工作,危及安全;
 - 5) 永磁机有较大缺陷,提供电源不可靠;
 - 6) 有其他危及安全的因素。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.3 主阀评级应符合下列规定:

- a) 满足下列全部条件者为一类:
 - 1) 主阀关闭严密,转动灵活可靠;
 - 2) 保护涂料完整,无脱落现象,无锈蚀、空蚀、磨损现象;
 - 3) 旁通阀门运行正常;
 - 4) 油压操作的主阀,油压装置运行正常,无渗漏油现象;电动操作的主阀,电气回路工作正常

可靠。

- b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 主阀漏水严重；
 - 2) 主阀启闭时有卡阻现象；
 - 3) 锈蚀、空蚀严重危及安全；
 - 4) 操作回路有重大缺陷；
 - 5) 有其他危及安全的因素。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.4 发电机(包括励磁机)评级应符合下列规定：

- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 发电机运行能长期达到铭牌或上级审定的出力,并能随时投入运行；
 - 2) 机组振动和摆度符合标准,声音正常,噪音符合规程规定；
 - 3) 零部件完整、齐全,定子端部线圈无油渍、碳粉或变形,垫块及绑扎紧固,定子铁芯、转子锻件、套箍及绑线良好；
 - 4) 定子及转子绕组绝缘无明显老化,各项试验数据符合规定值,定子铁芯温度符合规定,测量准确；
 - 5) 冷却系统完善,冷却效果好。
 - 6) 励磁机及附属设备部件完好,能满足发电机组正常运行要求,碳刷完整、接触良好,不跳动、不过热,整流子和集电环无碳粉,平整光滑,火花级别符合规定；
 - 7) 轴承和密封装置运行正常,不漏油,温度在规定范围内；
 - 8) 转子磁极接头,阻尼装置,风扇引线等牢固无裂纹及变形,通风沟无锈垢、堵塞。
- b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 不能达到铭牌或上级批准的出力；
 - 2) 定子、转子绕组绝缘不良、老化严重,降低耐压标准；
 - 3) 三相定子绕组直流电阻值严重不平衡或与厂家数据有较大差异,危及安全运行；
 - 4) 励磁机及附属设备有严重缺陷,影响发电机出力；
 - 5) 各部轴承严重漏油、甩油,定子端部有严重油垢；
 - 6) 制动系统不正常；
 - 7) 有其他危及安全运行的重大缺陷。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.5 油系统评级应符合下列规定：

- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 管道设置符合要求,无振动和变形现象；
 - 2) 管道附件及表计正常可靠；
 - 3) 管道及阀门无裂损和锈蚀；
 - 4) 阀门及法兰封闭严密,转动灵活可靠,无漏油现象；
 - 5) 油压及油质符合运行要求；
 - 6) 管道焊接质量符合要求；
 - 7) 压力油泵、滤油机应满足设计要求,工作可靠；
 - 8) 储油罐无裂损和渗漏现象,表计准确；
 - 9) 外表清洁,标志完整正确。
- b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 管道设置不符合要求,振动和变形超过规程规定；

- 2) 管道的安全附件失常,表计不准;
- 3) 阀门及法兰存在严重渗漏,阀门转动失灵和关闭不严;
- 4) 管路及阀门裂损、锈蚀严重;
- 5) 油压不能满足运行要求,油质严重劣化;
- 6) 焊接质量不合格危及安全;
- 7) 压力油泵、滤油机有严重缺陷危及安全;
- 8) 储油罐严重渗油;
- 9) 存在其他危及安全的因素。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.6 技术供、排水系统评级应符合下列规定:

a) 满足下列全部条件者为一类:

- 1) 管路设置符合要求,无振动和变形现象,管路及阀门无裂损和锈蚀;
- 2) 管路附件及表计正常可靠,阀门及法兰封闭严密,水泵转动灵活,运行可靠,无漏水现象;
- 3) 过滤器运行正常,水质、水压符合要求;
- 4) 水源及取水设备能满足机组运行要求;
- 5) 消防用水可靠,满足防火要求;
- 6) 管道焊接质量符合要求;
- 7) 外表清洁,标志完整正确。

b) 有下列情况之一者为三类:

- 1) 管路设置不符合要求,振动和变形超过规程规定,管路及阀门裂损和锈蚀严重;
- 2) 管路的安全附件失常,表计不准,阀门及法兰关闭不严,水泵转动不灵活,漏水严重;
- 3) 过滤器滤水效果差,水质不能满足要求;
- 4) 水源及取水设备配置不合理,不能满足机组运行要求;
- 5) 管路焊接质量不符合要求,危及安全。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.7 气系统(含空压机)评级应符合下列规定:

a) 满足下列全部条件者为一类:

- 1) 气系统设置符合要求;
- 2) 管路及附件无裂损和锈蚀现象,阀门关闭严密,转动灵活;
- 3) 管路焊接质量符合要求;
- 4) 空压机能连续运行并能达到铭牌出力,在额定出力时运行温度不超过规程规定;
- 5) 压力表完好、准确、接点良好,保护及自动装置检验合格,动作可靠;
- 6) 各附属设备完整良好,减压阀及安全阀符合规定,设备及空压机室环境整洁;
- 7) 外表清洁,标志完整。

b) 有下列情况之一者为三类:

- 1) 气系统设置不能满足机组运行要求;
- 2) 管路安全附件失常,表计不准,管道及阀门有裂损及严重锈蚀危及安全;
- 3) 管路焊接质量不符合要求危及安全;
- 4) 空压机达不到铭牌出力,高低压气压力之比不能满足要求;
- 5) 有其他危及安全的因素。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.8 主变压器(消弧线圈)评级应符合下列规定:

a) 满足下列全部条件者为一类:

- 1) 能持续达到铭牌出力或上级批准的出力；
 - 2) 变压器各部件应完整无缺,外壳无锈蚀,表面光洁无污秽,瓷瓶无裂纹,各引线接头接触良好,无过热现象；
 - 3) 油面和线圈温升、油位符合厂家规定或经试验后合格的数值；
 - 4) 变压器安装符合工艺要求,基本无下沉、倾斜、裂损现象；
 - 5) 线圈、套管和绝缘油(包括套管油)的试验符合规程或有关规定的要求；
 - 6) 分接开关的电气和机械性能良好,指示标志正确,动作灵活可靠；
 - 7) 表计准确,部件完好；
 - 8) 气体继电器等装置完好,经校验动作可靠、准确；
 - 9) 防爆装置、呼吸器、油枕、油标等完好；
 - 10) 变压器及充油套管的油面符合规定,无渗漏现象,整体清洁,油漆完好；
 - 11) 接地线截面符合规定,接触良好,连接牢固、可靠；
 - 12) 变压器按周期进行大修、小修及预防性试验,并有修试记录,试验结果符合要求。
- b) 有下列情况之一者为三类：
- 1) 线圈、套管及绝缘油(包括套管油)试验不合格；
 - 2) 有异常声音或轻瓦斯经常动作又未查明原因；
 - 3) 线圈绝缘老化严重,已不能保证安全经济运行；
 - 4) 污秽地区套管的漏电爬距不满足要求,又未采取有效措施；
 - 5) 变压器分接开关的电气或机械性能不良,不能保证安全运行；
 - 6) 变压器及充油导管漏油严重；
 - 7) 由于附属设备的缺陷影响变压器的出力或运行仪表失准；
 - 8) 有其他危及安全的因素。
- c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.9 电抗器评级应符合下列规定：**
- a) 满足下列全部条件者为一类：
- 1) 按规定进行定期试验,并符合规程要求,各参数符合实际运行要求；
 - 2) 线圈无变形,混凝土支柱无裂纹,瓷件无损伤；
 - 3) 本体清洁,油漆完好,标志正确清楚。
- b) 有下列情况之一者为三类：
- 1) 未按规定做定期试验或定期试验不合格；
 - 2) 线圈变形,混凝土支柱有裂纹,瓷件损伤。
- c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.10 断路器评级应符合下列规定：**
- a) 满足下列全部条件者为一类：
- 1) 断路器额定电压、额定电流、遮断容量均满足运行要求；
 - 2) 断路器零部件齐全,操作机构动作灵活、保护动作可靠；
 - 3) 断路器应按规程规定进行检修试验,并做好记录,触头状况及各项主要机械、电气性能指标均应符合要求；
 - 4) 断路器设备良好,指示明显、正确,整体清洁,油漆完好；
 - 5) 瓷件绝缘试验合格,无裂纹、破损等缺陷。
 - 6) 本体和支架的接地措施牢固可靠。
- b) 有下列情况之一者为三类：
- 1) 各参数不能满足运行要求；

- 2) 操作机构保护动作不可靠；
 - 3) 污秽地区套管漏电爬距不满足规程要求,又未采取有效措施；
 - 4) 本体绝缘试验不合格；
 - 5) 设备有严重缺陷现象,且油位指标不清晰；
 - 6) 瓷件有裂纹、破损；
 - 7) 有其他危及安全的重大缺陷。
- c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.11 隔离开关及高压熔断器评级应符合下列规定：**
- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 额定电压、额定电流、断流容量满足运行要求；
 - 2) 操作灵活,闭锁装置动作正确、可靠；
 - 3) 电气接触良好,接触电阻符合规程要求；
 - 4) 瓷件绝缘试验合格,无裂纹,破损等缺陷；
 - 5) 定期试验结果符合规程规定；
 - 6) 高压熔断器无电腐蚀现象。
 - b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 设备参数不能满足运行要求；
 - 2) 有严重过热现象,不能保证安全运行；
 - 3) 瓷件有裂纹、破损；
 - 4) 操作不灵活、合闸不严密、闭锁装置不完善,动作不可靠,设备锈蚀较严重；
 - 5) 高压熔断器电腐蚀严重。
 - c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.12 电压互感器和电流互感器评级应符合下列规定：**
- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 各项参数满足运行技术条件的需要；
 - 2) 部件完整,瓷件及本体绝缘部分无损伤、无污垢,电气试验符合规程规定；
 - 3) 油质绝缘良好,化验结果符合规程要求；
 - 4) 油位正常,无渗油、过热现象；
 - 5) 整体清洁,油漆完好,标志正确清楚；
 - 6) 接线正确,外壳和二次侧的接地牢固可靠。
 - b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 互感器等级、变比等参数不能满足运行要求；
 - 2) 没做定期试验或试验不合格；
 - 3) 内部有异音或过热现象；
 - 4) 有漏油和严重锈蚀现象；
 - 5) 有危及安全运行的其他缺陷。
 - c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.13 电力电容器评级应符合下列规定：**
- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 铭牌参数满足运行要求；
 - 2) 按规定进行定期试验,并符合规程要求；
 - 3) 瓷件完好无损、无污垢；
 - 4) 密封良好,外壳无渗油、无油垢、无变形、无锈蚀。

- 5) 外壳油漆完好。
 - b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 铭牌参数不能满足运行要求；
 - 2) 试验结果不符合规程要求；
 - 3) 装在室内的电容器,防火、防爆、通风等设施不良,影响安全运行；
 - 4) 电容器漏油严重或油箱膨胀；
 - 5) 有危及安全运行的其他因素。
 - c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.14 各种盘柜评级应符合下列规定：**
- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 盘柜内各种微机保护、综合自动化装置、继电器、仪表、信号装置等各种部件安装端正,牢固清洁,外壳密封良好,并有名称标志；
 - 2) 配线整齐,符合标准,电缆及各类端子编号齐全,导线及电缆截面符合规程规定；
 - 3) 各组件、部件的端子螺丝连接可靠,闲置组件、导线不带电；
 - 4) 各种组件、部件和二次回路等绝缘符合有关规程规定,外壳有两处接地；
 - 5) 回路接线合理,安装接线图与实际相符；
 - 6) 各种组件、部件的检查及试验特性的误差符合规程规定；
 - 7) 盘柜内的一次设备外观完好试验合格,动作可靠,满足运行要求；
 - 8) 各种装置整组动作试验正确可靠。
 - b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 盘柜内各种继电器、综合自动化装置、仪表、信号装置等各种部件安装不端正,不牢固,名称标志不清楚；
 - 2) 配线不整齐,电缆及端子无编号,导线截面不符合有关规程规定；
 - 3) 各组件、部件和二次回路等绝缘不符合有关规程规定；
 - 4) 各组件、部件的端子螺丝紧固不可靠；
 - 5) 各种组件、部件的检查及试验特性的误差不符合规程规定；
 - 6) 盘柜内的一次设备外观有损坏,没有按规定试验或试验不合格,动作不可靠,不能满足运行要求；
 - 7) 各种装置整组动作试验不可靠。
 - c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.15 防雷保护及接地装置评级应符合下列规定：**
- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 防雷设施的配置安装符合设计和安装规范要求,防雷部件齐全完整；
 - 2) 接地装置的安装以及接地电阻符合规程规定；
 - 3) 防雷装置及接地装置定期试验,结果符合规程规定；
 - 4) 全部各处的安全接地接触良好,牢固可靠；
 - 5) 标志标号正确齐全。
 - b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 防雷设施的配置不符合要求,避雷器定期试验不合格；
 - 2) 接地电阻检验不合格；
 - 3) 接地线不可靠或有其他危及安全运行的重大缺陷；
 - 4) 标志标号不齐全不正确。
 - c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.16 电力电缆评级应符合下列规定：

- a) 电缆、电缆敷设、电缆头满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 技术规格能满足运行的要求,无过热现象；
 - 2) 安装敷设符合规程规定,出入地面保护措施、弯曲半径、穿管工艺、排列位置及高差、防火隔堵措施均符合要求；
 - 3) 定期试验结果符合规程要求；
 - 4) 不存在危及安全运行的机械损伤；
 - 5) 电缆头及接头密封良好,无明显渗油现象,瓷套管完整无损；
 - 6) 敷设途径、中接头、电缆芯线有明显、正确的标志。
- b) 电缆、电缆敷设、电缆头有下列情况之一者为三类：
 - 1) 电缆的参数不能满足运行要求；
 - 2) 电缆头及接头有明显渗油、干枯或严重过热现象；
 - 3) 试验不合格或者有危及安全运行的其他因素。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.17 控制电缆评级应符合下列规定：

- a) 控制电缆、电缆敷设和接线端子满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 控制电缆符合设计规定；
 - 2) 绝缘良好,各项试验符合规程规定；
 - 3) 电缆的线路编号和电缆型号、芯数、截面、电压及地点等处的标志牌正确完好；
 - 4) 电缆引入及引出电缆沟的出入口封闭良好；
 - 5) 电缆的固定和支架完好；
- b) 控制电缆、电缆敷设和接线端子有下列情况之一者为三类：
 - 1) 电缆的技术参数不符合规范要求；
 - 2) 电缆头及中接头无明显正确的标志；
 - 3) 试验不合格或有危及安全的其他因素。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.18 通信系统评级应符合下列规定：

- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 设备的安装符合规程规定；
 - 2) 性能符合规程规定和厂家要求；
 - 3) 有可靠的备用电源；
 - 4) 音质、音量符合技术要求。
- b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 安装不符合规程规定；
 - 2) 性能达不到规程规定或厂家规定。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.4.19 整流装置及直流盘评级应符合下列规定：

- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 整流组件特性良好,参数符合运行要求,在正常及事故情况下,能满足继电保护及开关动作要求；
 - 2) 调压器、稳压变压器等运行无异音或过热现象；
 - 3) 各种开关、组件安装牢固齐全,接点接触良好,不发热；
 - 4) 各种保护、信号装置、指示仪表动作可靠,指示正确；

- 5) 配线整齐,标志和编号齐全,并有符合实际的接线图。
 - b) 有下列情况之一者为三类:
 - 1) 整流组件特性不能满足运行要求,在正常及事故情况下,不能满足继电保护及开关动作的要求;
 - 2) 各种开关、组件安装不符合要求,接点接触不好,有过热现象;
 - 3) 各种保护、信号装置、指示仪表动作不可靠指示不正确;
 - 4) 配线、标志不符合有关规程规定。
 - c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.20 蓄电池评级应符合下列规定:**
- a) 满足下列全部条件者为一类:
 - 1) 酸性(免维护)蓄电池容量达到铭牌参数,旧蓄电池虽达不到铭牌参数,但维护较好,能满足开关动作的要求;
 - 2) 电解液化验合格;
 - 3) 极板无弯曲变形,颜色正常,外壳完整无倾斜现象,无严重沉淀物;
 - 4) 蓄电池整洁,标志正确清楚,绝缘符合规程规定;
 - 5) 接头联接牢固可靠,无生盐现象;
 - 6) 防酸、防日光、采暖、通风、防爆等设施良好。
 - b) 有下列情况之一者为三类:
 - 1) 容量达不到铭牌要求;
 - 2) 电解液化验不合格;
 - 3) 极板弯曲变形、变色,壳体内沉淀物严重;
 - 4) 接头连接不牢固,腐蚀严重;
 - 5) 防酸、防日光、采暖、通风、防爆等设施不符合要求。
 - c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.21 通风、照明评级应符合下列规定:**
- a) 满足下列全部条件者为一类:
 - 1) 室内外照明及事故照明完好,能满足正常运行及事故照明需要,布线整齐,回路良好,操作维护方便;
 - 2) 照度符合要求,主控制室屏(盘)前不产生眩光;
 - 3) 控制室、蓄电池室及电容器室应有良好的通风设施,一般控制室不超过 35℃,蓄电池室、电容器室排风温度不超过 40℃。
 - b) 有下列情况之一者为三类:
 - 1) 室内外照明不能满足正常运行及事故照明需要;
 - 2) 控制室、蓄电池室及电容器室的通风存在严重缺陷;
 - 3) 照明设施严重不全,线路严重破损或有其他危及安全的重大缺陷。
 - c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.4.22 母线及构架评级应符合下列规定:**
- a) 满足下列全部条件者为一类:
 - 1) 母线热稳定、动稳定符合要求,连接处无过热现象;
 - 2) 各项技术参数符合运行要求;
 - 3) 部件完整,瓷件无损伤,无放电痕迹,构架接地良好;
 - 4) 构架完好,无倾斜、基础下沉、铁件锈蚀、露筋裂纹等现象;
 - 5) 标志齐全正确。

- b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 母线热稳定、动稳定性能较差，母线联接处过热；
 - 2) 构架严重倾斜，基础下沉、锈蚀、露筋裂损等现象较严重；
 - 3) 有其他危及安全的缺陷。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5 建筑物及金属结构评级标准

A.5.1 土石坝评级应符合下列规定：

- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 在设计标准条件下保证安全运行；
 - 2) 土石坝无裂缝、散浸、塌坑、隆起等现象，坝顶路面平整，高程满足设计要求；
 - 3) 护坡完好，无砌块松动、塌陷、垫层流失、架空或草皮损坏现象；
 - 4) 坝上无害虫、害兽的洞穴；
 - 5) 土石坝及两岸接头，下游坝脚及坝下埋管的出口附近等处无异常渗漏现象；
 - 6) 土石坝各部位无杂草丛生、弃土、垃圾及杂物积存或其他有碍观瞻的现象。
- b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 达不到设计标准，个别部位有缺陷影响安全和正常发电；
 - 2) 有护坡、砌块松动，塌陷，垫层流失，架空等严重损坏现象；
 - 3) 坝上有害虫、害兽的洞穴危及安全；
 - 4) 土石坝渗漏水严重危及安全；
 - 5) 草皮护坡和堆石护坡有严重的破坏或滚动，造成大坝冲刷破坏；
 - 6) 有其他危及大坝安全的因素。
- c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5.2 混凝土与砌石建筑物(混凝土坝，调压井等)评级应符合下列规定：

- a) 满足下列全部条件者为一类：
 - 1) 建筑物的结构、形状、强度、基础等符合设计要求；
 - 2) 闸坝的预留伸缩缝无杂物卡塞，填料无流失；
 - 3) 闸坝表面无磨损、冲刷、风化、剥蚀或裂纹等现象；
 - 4) 基础、伸缩缝及建筑物本身无严重渗漏或绕坝渗流；
 - 5) 建筑物本身的排水孔及其周围的排水沟、排水管、集水井等均保持畅通；
 - 6) 压力前池应保证溢流及排水设施和冲沙孔等完好；
 - 7) 调压井(塔)整体符合设计要求，结构安全可靠，能满足负荷突变时水流稳定和涌浪的要求。有顶盖的调压井(塔)通气良好。
- b) 有下列情况之一者为三类：
 - 1) 建筑物达不到设计标准，个别部位有严重的缺陷；
 - 2) 闸坝的预留伸缩缝内有杂物卡塞，填料流失严重；
 - 3) 闸坝表面磨损、冲刷、风化、剥蚀或裂缝严重；
 - 4) 建筑物本体的排水孔及周围的排水沟、排水管、集水井等阻塞不畅通；
 - 5) 建筑物基础有较严重的渗透水现象；
 - 6) 调压井(塔)壁衬砌接触不良，固结灌浆质量较差，龟裂和渗漏现象严重；
 - 7) 溢流及排水设施和冲砂孔等有严重缺陷；
 - 8) 有其他危及建筑物安全的因素。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5.3 输水洞(涵洞)评级应符合下列规定：

a) 满足下列全部条件者为一类：

- 1) 输水洞(涵洞)进口无冲刷或空蚀、冻融损坏现象；
- 2) 输水洞(涵洞)无因超压、负压、水锤等现象引起的破坏；
- 3) 输水洞洞塞(堵头)及不使用的支洞和灌浆管等无漏水现象；
- 4) 洞身无渗漏；
- 5) 无压涵管顶部或岩石层厚度小于三倍径的无压洞顶部不应堆放重物或有建筑物；
- 6) 输水洞进口水头损失和沿程水头损失不超过设计要求。

b) 有下列情况之一者为三类：

- 1) 输水洞(涵洞)进口有严重缺陷；
- 2) 输水洞(涵洞)有因超压、负压、水锤等现象引起的破坏痕迹严重者；
- 3) 洞身及其他部位有严重渗漏现象；
- 4) 进水口水头损失或沿程水头损失超过设计值。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5.4 钢质压力管道评级应符合下列规定：

a) 满足下列全部条件者为一类：

- 1) 钢板及焊缝无裂纹或渗水；
- 2) 钢钉孔及铆接缝无渗漏，铆钉头无损坏；
- 3) 支墩与镇墩混凝土无裂缝和松动现象；
- 4) 支承环与支墩混凝土之间无障碍物影响支承环移动；
- 5) 滚动型或摇摆型支座防护罩的密合情况良好；
- 6) 伸缩节无漏水现象；
- 7) 管道内外壁保护涂料完整，无明显锈蚀现象。

b) 有下列情况之一者为三类：

- 1) 钢板及焊缝有裂纹，有渗水现象；
- 2) 铆钉孔及铆接缝有严重渗漏，铆钉头有损坏；
- 3) 支墩及镇墩混凝土有裂缝；
- 4) 支承环与支墩混凝土之间的移动不正常；
- 5) 滚动型或摇摆型支座防护罩的密合严重不良；
- 6) 伸缩节渗漏严重；
- 7) 有其他危及安全的因素。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5.5 钢筋混凝土压力管道评级应符合下列规定：

a) 满足下列全部条件者为一类：

- 1) 钢筋混凝土管道无裂纹或渗漏；
- 2) 接缝处承插口完整，无裂纹或渗漏；
- 3) 钢筋混凝土管道无钢筋外露和剥蚀；
- 4) 支墩、镇墩混凝土无裂缝和沉陷、变形现象。

b) 有下列情况之一者为三类：

- 1) 钢筋混凝土管有裂纹，渗漏现象；
- 2) 接缝处承插口缺损，有裂纹或严重渗漏；
- 3) 钢筋混凝土管钢筋外露或剥蚀严重；

4) 支墩、镇墩混凝土有裂缝或沉陷、严重变形现象。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5.6 泄洪及排砂建筑物评级应符合下列规定：

a) 满足下列全部条件者为一类：

- 1) 基础质量良好,结构稳定,基础排水、防渗、止水设施工作正常；
- 2) 衬砌和溢流面平整光滑,并能满足抗冲要求；
- 3) 泄洪和消能设施可靠,无危及坝基础和其他建筑物及下游安全的隐患；
- 4) 建筑物进出口两岸山体稳定,无危及安全的滑坡、坍塌；
- 5) 具有建筑物安全运行的外部观测设施,性能良好,工作可靠。

b) 有下列情况之一者为三类：

- 1) 基础质量差,严重影响安全运行；
- 2) 建筑物衬砌和溢流面不能满足抗冲、耐磨、抗冻、防渗等要求；
- 3) 泄洪和消能严重失调,影响建筑物和下游安全；
- 4) 进出口两岸山体不稳定,存在危及安全的严重滑坡、坍塌隐患；
- 5) 有其他危及安全的因素。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5.7 厂房建筑物评级应符合下列规定：

a) 满足下列全部条件者为一类：

- 1) 基础良好,变形符合设计标准。防渗、排水设施工作正常；
- 2) 厂房结构稳定,无明显裂缝、变形和渗漏水现象；
- 3) 防洪、消防、通风、照明设施达到设计标准,工作正常；
- 4) 具有观测厂房安全运行的观测资料,观测设施性能良好,观测结果能反映工程实际,符合要求；
- 5) 各设备基础完好,室内外固定遮栏完善,标志齐全。

b) 有下列情况之一者为三类：

- 1) 厂房基础、结构有缺陷影响安全；
- 2) 防洪、排水、防渗、止水、通风、消防、照明等设施极不完善；
- 3) 厂房漏水,门窗严重缺损；
- 4) 有其他危及安全运行的因素。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5.8 引水渠、尾水渠评级应符合下列规定：

a) 满足下列全部条件者为一类：

- 1) 质量良好,能满足防渗、抗冻、抗冲、抗蚀、防洪等要求；
- 2) 无冲刷和淤积,尾水位到达或接近设计值,水流畅通；
- 3) 引水渠、尾水渠设施衬砌质量良好,边坡稳定；
- 4) 引水渠、尾水渠内无堆积物或杂草。

b) 有下列情况之一者为三类：

- 1) 引水渠、尾水渠质量差,有严重的冲刷和淤积；
- 2) 引水渠、尾水渠边坡垮塌,影响过水；
- 3) 引水渠、尾水渠水位达不到设计要求,有严重壅水和阻水现象。

c) 不属于一类、三类者为二类。

A.5.9 闸门、启闭设备、拦污栅及清污设备评级应符合下列规定：

a) 满足下列全部条件者为一类：

- 1) 闸门、启闭机安全可靠,启闭灵活,行程满足要求;
 - 2) 闸门、启闭设备无明显变形,并无积水、漏油现象;
 - 3) 拦污栅、清污设备工作可靠,拦污栅无堵塞;
 - 4) 闸门及启闭设备,拦污栅及清污设备保护涂料完整,无脱落现象,无腐蚀现象。
- b) 有下列情况之一者为三类:
- 1) 闸门及启闭设备、拦污栅及清污设备有严重变形、腐蚀或其他重大缺陷;
 - 2) 拦污栅堵塞严重;
 - 3) 启闭机行程达不到设计要求;
 - 4) 闸门关闭后有严重渗漏现象。
- c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.5.10 悬吊装置评级应符合下列规定:**
- a) 满足下列全部条件者为一类:
- 1) 吊车架、柱无裂缝或变形;
 - 2) 电源(包括备用电源)或动力机械无故障,随时可启动运行;
 - 3) 安全保护设施及仪表完好;
 - 4) 机械转动部位的润滑油充足,高速部位(如变速箱等)的油量符合规程要求;
 - 5) 牵引设备正常,钢丝无锈蚀、断股,吊钩无弯曲变形和裂纹;
 - 6) 缓冲器、阻挡器和各限位开关等可靠,机架能准确地移到起吊位置。
- b) 有下列情况之一者为三类:
- 1) 吊车架、柱裂缝和变形严重;
 - 2) 电源不可靠,启动不灵活;
 - 3) 各种保护设施不完善;
 - 4) 机械转动部位的润滑油不充足,转动不灵活;
 - 5) 钢丝绳锈蚀、断裂严重,吊钩有损坏危及安全;
 - 6) 有其他危及安全运行的因素。
- c) 不属于一类、三类者为二类。
- A.5.11 其他建筑物(构筑物)及电缆沟评级应符合下列规定:**
- a) 满足下列全部条件者为一类:
- 1) 其他建筑物、构筑物稳定,其强度、变形、防震及防洪排水、防火等方面应满足规范及生产使用的要求;
 - 2) 通道应满足运行操作、维护、检修的要求;
 - 3) 构架完好,无沉陷、倾斜,铁件无锈蚀;
 - 4) 电缆沟完整清洁,盖板平整齐全,排水畅通。电缆沟、排水道与通行车辆的道路交叉处应有加固措施;
 - 5) 室内外场地平整,排水畅通;
 - 6) 围墙、围栏、大门、室内外固定遮栏完好;
 - 7) 消防设施完善,器材齐全,定期进行安全演练和员工培训;
 - 8) 有可靠的事事故排油设施。
- b) 有下列情况之一者为三类:
- 1) 建筑物、构筑物有严重的结构性缺陷,危及设备、人身安全;
 - 2) 通道狭窄不能满足运行操作、维护、检修的要求;
 - 3) 构架缺损、沉陷、倾斜,铁件严重锈蚀;
 - 4) 电缆沟盖板、排水道严重缺损,塌陷,危及人身安全;

- 5) 室内外场地凹凸不平、集水严重；
 - 6) 围墙、围栏倾斜、残缺不全,大门,室内外固定遮拦破损严重；
 - 7) 有其他危及安全运行的因素。
- c) 不属于一类、三类者为二类。
-



**UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION**

Vienna International Centre
P.O. Box 300 · 1400 Vienna · Austria
Tel.: (+43-1) 26026-0
E-mail: info@unido.org
www.unido.org



**INTERNATIONAL NETWORK
ON SMALL HYDROPOWER**

136 Nanshan Road
Hangzhou · 310002 · P.R.China
Tel.: (+86-571)87132793
E-mail: secretariat@inshp.org
www.inshp.org