

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50964 – 2014

小型水电站运行维护技术规范

Code for operation and maintenance of small hydropower stations

2014 – 01 – 29 发布

2014 – 10 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

小型水电站运行维护技术规范

Code for operation and maintenance of small hydropower stations

GB/T 50964-2014

主编部门:中华人民共和国水利部

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2014年10月1日

中国计划出版社

2014 北 京

中华人民共和国国家标准
小型水电站运行维护技术规范

GB/T 50964-2014

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.5 印张 58 千字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580242·370

定价: 15.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 322 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《小型水电站运行维护技术规范》的公告

现批准《小型水电站运行维护技术规范》为国家标准，编号为GB/T 50964—2014，自 2014 年 10 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 1 月 29 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2008〕105号)的要求,由水利部农村水电及电气化发展局和水利部农村电气化研究所会同有关单位编制完成。

在本规范编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本规范共分6章,主要技术内容包括:总则、基本规定、水工建筑物、金属结构、机电设备和优化运行等。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,由水利部负责日常管理,水利部农村水电及电气化发展局负责具体技术内容的解释。执行过程中,如有意见或建议,请寄送至水利部农村水电及电气化发展局(地址:北京市西城区白广路二条二号,邮政编码:100053)。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:水利部农村水电及电气化发展局

水利部农村电气化研究所

参 编 单 位:广厦建设集团有限责任公司

主要起草人:程夏蕾 田中兴 刘仲民 李志武 徐 伟

樊新中 林炎飞 赵建达 蔡付林 孙亚芹

葛捍东 陈烨兴 王健平 李 超

主要审查人:杨影丹 孙从炎 郭 涛 李建国 杨铁荣

唐山松 陆荣华 裘江海 潘海军 孙红彬

姜美武

目 次

1	总 则	(1)
2	基本规定	(2)
2.1	运行管理	(2)
2.2	安全生产	(3)
2.3	检修与维护	(4)
3	水工建筑物	(6)
3.1	挡水及泄水建筑物	(6)
3.2	取水建筑物	(7)
3.3	输水建筑物	(8)
3.4	发电厂房及升压站	(9)
4	金属结构	(10)
4.1	压力钢管	(10)
4.2	闸门及闸门启闭机	(10)
4.3	拦污栅	(12)
5	机电设备	(13)
5.1	水轮机	(13)
5.2	发电机	(16)
5.3	调速系统	(23)
5.4	励磁系统	(25)
5.5	主阀及起重机	(26)
5.6	水、油、气系统	(28)
5.7	变压器	(30)
5.8	配电装置	(33)
5.9	继电保护与监控系统	(36)

5.10	直流系统	(37)
5.11	防雷与接地	(38)
5.12	通信	(39)
6	优化运行	(40)
6.1	一般规定	(40)
6.2	厂内优化运行	(41)
6.3	梯级电站优化运行	(41)
	本规范用词说明	(42)
	引用标准名录	(43)
	附:条文说明	(45)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Basic requirements	(2)
2.1	Operation and management	(2)
2.2	Safety operation	(3)
2.3	Overhaul and maintenance	(4)
3	Hydraulic structures	(6)
3.1	Retaining and discharging works	(6)
3.2	Intake works	(7)
3.3	Conveyance works	(8)
3.4	Powerhouse and substation	(9)
4	Metal structures	(10)
4.1	Penstock	(10)
4.2	Gate and its lifting devices	(10)
4.3	Trash rack	(12)
5	Electro-mechanical equipment	(13)
5.1	Turbine	(13)
5.2	Generator	(16)
5.3	Governor system	(23)
5.4	Excitation system	(25)
5.5	Main valve and overhead crane	(26)
5.6	Water, oil and air systems	(28)
5.7	Transformer	(30)
5.8	Switchgear	(33)
5.9	Relay protection and monitoring system	(36)

5.10	DC system	(37)
5.11	Thunder proof and grounding device	(38)
5.12	Communication	(39)
6	Optimal operation	(40)
6.1	General requirement	(40)
6.2	Intra-station optimal operation	(41)
6.3	Cascade-station optimal operation	(41)
	Explanation of wording in the code	(42)
	List of quoted standards	(43)
	Addition;Explanation of provisions	(45)

1 总 则

1.0.1 为加强小型水电站(以下简称电站)管理工作,提高生产管理水平,达到电站安全、优化运行的目的,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于总装机容量 50MW 及以下小型水电站的运行维护。

1.0.3 小型水电站运行与维护除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.1 运行管理

2.1.1 电站运行管理单位应按本规范的要求,结合电站实际编制运行规程,及时修订、复查现场运行规程,确保规程的适宜性和指导性。

2.1.2 电站应设置能满足电站安全可靠运行的运行、维护和管理人员,并应建立和健全岗位责任制。

2.1.3 电站管理人员应熟悉电站的生产过程,掌握电站设施设备的技术参数、运行要求和安全操作规程。

2.1.4 运行、维护人员应进行上岗培训,并应持证上岗。电站每年应至少开展一次对运行操作人员的运行安全规程理论或实际操作考试。

2.1.5 运行、维护人员应了解水电站的生产过程,掌握本岗位运行、维护的技术要求,遵守安全操作规程。

2.1.6 运行、维护人员应严格执行工作票、操作票和交接班制度、巡回检查制度、设备定期试验与轮换制度,工作票和操作票合格率和执行率均应达到 100%。

2.1.7 运行、维护人员发现电站设施、设备运行不正常时,应及时采取机组减负荷措施或立即停机检查,向调度中心报告;运行管理人员应及时分析、报告、组织相关人员进一步处理。涉及安全的重要情况应及时上报上级主管部门。

2.1.8 电站应建立、健全档案管理制度。各种运行、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。

2.1.9 电站应严格执行设备缺陷管理制度,年度设备缺陷消除率应达到 100%。

2.1.10 电站应按规定进行设施、设备安全检测和评级,设施、设备完好率应达到 100%,其中完好率达到一类标准的不应低于 80%。

2.1.11 并网运行的电站应遵守所在电网的电网调度运行规程和有关规定,保证电站和电网的安全稳定运行。电站应按照电网调度机构下达的调度计划,在规定的电压范围内运行,并根据调度指令调整功率和电压。电站设备的检修应服从调度机构的统一安排。

2.1.12 电站应按批准的设计防洪标准和水库调度原则,编制年度水库控制运行计划,上报审批,并应服从防汛机构统一指挥,做好防汛工作。

2.1.13 电站应结合实际情况,编制水务管理规程、水工观测规程、水工维护规程、水工机械运行检修规程、水工作业安全规程,制定防汛岗位责任制、汛期和汛前汛后检查制、报讯制、年度防汛总结制。

2.2 安全生产

2.2.1 电站应制定安全生产管理制度,建立并落实安全生产责任制。

2.2.2 事故处理应坚持事故原因未查清不放过、事故责任人未处理不放过、整改措施未落实不放过、有关人员未受到教育不放过的原则。

2.2.3 电站应建立应急机制,针对电站重大危险源和主管部门的要求编制应急预案并报有关部门批准,定期开展培训和应急演练。

2.2.4 电站应按照安全检查制度的要求,开展现场安全检查。对检查中发现的安全问题,边检查边整改。一时不能处理的,应制定预控措施,并报告有关负责人。检查及整改情况,应记录并存档。

2.2.5 电站应定期组织开展安全日活动,并做好记录。

2.2.6 电站应综合分析安全生产趋势,总结事故教训和生产管理上存在的薄弱环节,制定预防措施。

- 2.2.7 电站应将安全培训列入年度教育培训计划,并按计划实施。
- 2.2.8 电站应按规定对设施、设备进行命名、编号和标识。
- 2.2.9 在高压设备上工作应有工作票或电话口头命令,有两人以上才能工作,做好保障安全的组织措施和技术措施。
- 2.2.10 倒闸操作应做到防止带负荷拉合隔离开关、防止带接地线(接地刀)合闸、防止带电挂接地线(合接地刀)、防止误拉合断路器、防止误入带电间隔。电气设备发生跳闸时,在未查明原因前不得重新合闸运行。
- 2.2.11 电站应做好防火、防爆工作,应按有关规定配置消防器材并定期检查、更换,保证消防器材完好、合格。
- 2.2.12 安全工器具应按规定配备、保管和存放,并应定期试验。个人劳动防护用品应按国家有关规定配备,并督促检查,按规定使用。
- 2.2.13 电站发包工程时,双方应签订安全协议。承包方进入现场前应审查其编制的检修管理文件,进行安全教育,承包方作业人员经考试合格后方可进入检修现场。承包方现场特种作业人员应持有有效的执业资格证书,使用的机具、仪表应符合有关安全和技术规定。
- 2.2.14 水工建筑物运行水位、水库水位的上升和下降速度和所承受的活荷载应符合设计要求,并按水库运行调度制度进行运行管理。

2.3 检修与维护

- 2.3.1 电站设备检修工作应符合现行行业标准《水电站设备检修管理导则》DL/T 1006 的有关规定。
- 2.3.2 电站设备应按现行行业标准《水电站设备检修管理导则》DL/T 1006 规定的检修周期定期检修。设备检修期应根据河流来水特点等因素合理安排,宜安排在枯水季节。

- 2.3.3 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。
- 2.3.4 发包检修的企业应与检修承包方签订检修合同。
- 2.3.5 电气设备的检修后预防性试验应符合现行行业标准《电力设备预防性试验规程》DL/T 596 的有关规定。
- 2.3.6 电站设备检修应采用先进的工艺和检修工器具,缩短检修工期,严格检修管理。
- 2.3.7 用于发电设备及突发事件抢修的工器具、照明设施应设专人保管、维护,并定期检查、试验。
- 2.3.8 检修完成后应进行验收和试运行,并提交检修报告。
- 2.3.9 电站应建立水工建筑物检查、维护制度,对水工建筑物进行监测、检查、维护和修理,消除缺陷和隐患。

3 水工建筑物

3.1 挡水及泄水建筑物

3.1.1 电站应定期进行建筑物的安全鉴定或安全技术认定。

3.1.2 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。

3.1.3 应经常或定期对水工建筑物进行检查和人工巡查,制定检查巡查制度,确保及时发现缺陷和隐患。检查应包括下列内容:

1 坝体是否出现裂缝和坝坡渗漏、绕坝渗流以及透水坝基的不正常渗漏或异常位移。

2 土坝坝坡稳定,坝顶及坝坡坡面平整,无影响结构稳定或渗流安全的裂缝、沉陷、隆起、蚁穴或动物洞穴;坝面护坡完整,无松动、下陷塌滑、垫层流失、护坡架空等局部缺陷;下游面及坝趾区无渗漏水坑、下陷区、管涌、植物异常生长、回流淘刷等,渗水无浑浊。

3 混凝土坝体是否存在剥蚀、磨损、渗水等现象。相邻坝段无错动,伸缩缝和止水工作正常,无影响结构或渗流安全的裂缝,扬压力变化正常。

4 泄洪建筑物结构完整,泄洪流道无破坏,泄洪道、泄洪洞的陡坡、侧墙及边壁无异常的裂缝、沉降和渗水,消能设施无损坏。

5 挡水建筑物及泄水建筑物的附属设施完好,运行正常。

3.1.4 挡水及泄水建筑物的养护与维修应按相关规定执行,符合下列要求:

1 坝顶、坝坡、防浪墙、观测设施应完好;排水沟应清淤,保持畅通。

2 坝顶、坝坡、戕台上不得堆放物料,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。

3 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。

4 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。

5 多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。

6 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。

7 水力自控翻板门的混凝土堰坝除应满足混凝土坝的相关要求外,还应保证翻板门启闭灵活。

8 橡胶坝塌坝装置应安全可靠,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。

9 泄水建筑物结构应完整。陡坡、侧墙及边壁有异常的裂缝、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。

10 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。

11 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。

12 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。

3.2 取水建筑物

3.2.1 有压进水口最低运行水位应满足进水口淹没深度要求。

3.2.2 取水建筑物的养护与维修应符合下列要求:

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

3.3 输水建筑物

3.3.1 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、巡视应包括下列要求:

1 隧洞应无裂缝、变形、渗漏、剥蚀、磨损、空蚀、碳化、止水填充物流失等迹象,主体结构应稳定,无衬砌隧洞不应有严重的岩石掉落和渗漏现象;衬砌隧洞不应有严重的混凝土剥落及渗漏现象。

2 隧洞进(出)口山坡出现失稳或渗漏水现象应及时处理。

3 隧洞或压力管道充、排水时,应按照操作规程进行;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不能堆放重物,不能有建筑物。

4 渠道主体和边坡应稳定,无岩土坍塌或岸崩等现象。

5 渠道内不应有泥沙淤积,渠道表面无冲蚀、衬砌损坏,不得出现严重渗水等现象。

6 有压进水口后接明渠的渠道,应控制进水口闸门启闭开度。当超过设计引用流量时,应通过侧堰泄流。

7 渡槽槽身、槽墩应稳定,不应有倾斜、开裂、破损和严重渗水等现象。

8 调压室整体应稳定,无不均匀沉陷、渗漏、裂缝、严重风化剥蚀、衬砌损坏等现象,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)通气顺畅。

9 压力前池底板、溢流堰、挡墙应无变形、衬砌破损、渗漏水及边坡坍塌等现象;应保证溢流及排水设施和冲沙孔等完好。

3.3.2 输水建筑物的养护与维修应按相关规定执行,符合下列要求:

1 调压室附属设施应完整无松动,水位观测设施应正常可靠。

2 隧洞应定期放空检查及检修,并应定期清理隧洞中杂物。

3 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。

4 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。

5 输水建筑物出现破裂、漏水，影响山体稳定的应及时处理。

3.4 发电厂房及升压站

3.4.1 应定期对发电厂房及升压站进行检查巡视，检查应符合下列要求：

1 厂房整体及附属设施应完好。

2 定期检查厂房混凝土梁、板、柱等是否出现裂缝及发展情况；混凝土机墩应无开裂、破损等现象。

3 后边坡应稳定，无坍塌。

4 升压站基础、构架应稳固。

3.4.2 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：

1 厂房、升压站、工作桥及启闭机主梁等混凝土结构强度及耐久性应满足有关要求。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。

2 电站防洪标准不满足要求的，应采取工程措施处理。

4 金属结构

4.1 压力钢管

4.1.1 压力钢管应符合下列要求：

- 1 防腐涂层应均匀、无脱离。
- 2 压力钢管应无明显变形，无裂纹和渗水。
- 3 应保证压力钢管在支墩滑道轴线上自由滑动。
- 4 进入孔和钢管伸缩节止漏盘根压缩应均匀，无漏水。
- 5 使用年限达到 40 年的压力钢管，应进行折旧期满安全检测。

6 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。

4.1.2 压力钢管的维护应符合下列要求：

- 1 压力钢管表面应定期进行防腐处理。
- 2 出现锈蚀、裂缝或失稳等病害应修复或更换。
- 3 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。
- 4 明管振动时应采取减振措施。

4.2 闸门及闸门启闭机

4.2.1 闸门正常使用应符合下列要求：

- 1 闸门应无变形、锈蚀，止水完好，滑轮滚动灵活。
- 2 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。
- 3 闸门应整体坚固可靠，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。

4 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 2mm 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。

4.2.2 闸门启闭机正常使用应符合下列要求:

1 启闭机应有可靠的备用电源。

2 启闭机的操作电气装置及附属设施应安全可靠。

3 露天启闭机应安装罩壳等保护措施,操作电气装置应上锁。

4 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、绳股、绳芯不应有挤出、损坏,并保持钢丝绳润滑。

5 卷扬机运行应安全可靠。

6 液压式启闭机运行噪声不应超过 85dB(A)。

7 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。

8 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。

4.2.3 闸门维护应符合下列要求:

1 及时清理闸门和门槽上的水生物、杂草、污物等附着物。

2 保持闸门转动部件润滑良好。

3 紧固件连接应可靠、无脱落。

4 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。

5 及时更换老化、磨损、撕裂的止水。

4.2.4 启闭机维护应符合下列要求:

1 启闭机电气设备应完好。

2 定期清洁减速器和齿轮,定期过滤、更换液压油。

3 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。

- 4 变量泵、溢流阀、压力表等的整定值异常时应重新整定。
- 5 钢丝绳和滑轮组应经常涂油防锈。
- 6 高度指示器和负荷限制器等应定期校验、整定。

4.3 拦 污 栅

4.3.1 进水口拦污设施应安全可靠。

4.3.2 拦污设施应及时除锈,无破损、变形,应保证有足够的过水面积。有淤沙、污物堵塞应及时清除。

5 机电设备

5.1 水轮机

5.1.1 水轮机正常运行应符合下列要求：

1 水轮机应按设计的相关参数长期连续运行。

2 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。

3 水轮机轴承的瓦温不宜超过 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 。

4 轴承冷却水应工作正常，无漏水，无异常响声；冷却水温度应在 $5^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，冷却水压力宜为 $0.15\text{MPa}\sim 0.3\text{MPa}$ 。

5 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。

6 导叶、导叶拐臂、剪断销工作应正常。

7 主轴密封及导叶轴套应无严重漏水。

8 油、气、水管路应无渗漏及阻塞情况。

9 真空补气阀运行应正常。

10 机组各部件摆度及振动值应在允许范围内。

11 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。

12 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)油压装置的油压降至事故低油压规定值。

13 检修后或停机时间较长的机组,应按实际情况投入试运行。

14 大修后的机组投入运行,宜进行甩负荷试验。

15 采用调压阀的机组,调压阀与调速器联动应工作正常。

16 各表计指示应正确。

17 每隔 1h 应对机组运行工况做一次检查和记录。

5.1.2 水轮机正常开机应满足下列条件:

1 反击式水轮机应符合下列要求:

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。

2 冲击式水轮机应符合下列要求:

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。

5.1.3 机组启动应具备下列条件:

1 进水主阀在全开位置,调压阀在全关位置,并保证全压状态。

2 调速器处于全关位置,锁锭投入;油压正常,油泵电源投入。

3 机组各轴承油位正常,油色合格并无漏油。

4 交直流操作电源投入正常。

5 电气部分正常,可随时投入运行。

6 机组制动装置工作正常,且在复归位置。

7 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。

5.1.4 新装机组或机组大修后投入运行前,应做下列检查,检查完成后确认机组内无人工作,收回全部工作票,方可投入试运行:

- 1 压力钢管、蜗壳等流道及补气管中无杂物。
- 2 制动装置工作正常且处于复归位置。
- 3 导水机构正常,导叶无损坏,剪断销无松动。
- 4 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。
- 5 机组自动化装置正常。
- 6 水轮机各密封装置良好。
- 7 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。
- 8 油、气、水系统正常。
- 9 调速器工作正常。
- 10 机组四周无妨碍工作的杂物。
- 11 机组顶转子工作已完成。
- 12 电气各项试验、机组超速及甩负荷试验合格。
- 13 新装机组连续 72h 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 72h 连续运行。

5.1.5 水轮机维护与故障处理应符合下列要求:

- 1 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) 检测水轮机迷宫间隙是否合格;

- 9) 新机停运 24h、投运 3 个月至 1 年的机组停运 72h、投运 1 年以上的机组停运 10d 后,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。
- 2) 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,应停机并关主阀,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、轴承冷却水供给是否正常、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°C ,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 1.5 倍工作压力耐压试验;
 - 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,应避免该负荷运行;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。

5.2 发 电 机

5.2.1 发电机正常运行应符合下列要求:

- 1) 发电机按照制造厂铭牌规定可长期连续运行。

2 空气冷却的发电机,空气温度以 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 为宜。空气应清洁、干燥、无腐蚀性。

3 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。

4 输出功率不变时,电压的波动在额定值的 $\pm 5\%$ 以内,最高不得超过额定值的 $\pm 10\%$,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% 。

5 频率波动不超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 时,可按额定容量运行。当低于 49.5Hz 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。

6 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按现行国家标准《水轮发电机基本技术条件》GB/T 7894 的要求确定,达到允许持续时间的过电流次数每年不应超过 2 次。

7 在运行中应保证功率因数为 0.8 或其他设计值,不应超过迟相的 0.95,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。

8 制动装置应正常,对于气制动方式机组,制动气压应为 $0.5\text{MPa}\sim 0.7\text{MPa}$,当机组在额定转速的 $20\%\sim 35\%$ 时开始制动,制动时间宜为 2min。应避免机组在低转速下长期运行。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 5min,制动冲水投入和切除的监控装置工作应正常。

5.2.2 发电机的正常启动、并列、增荷和停机应符合下列条件:

1 正常开停机操作应接到调度命令后,由值班长组织进行。

2 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。

3 机组大修或小修后,验收合格方能投入运行。

4 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。

5 当机组转速基本达到额定值以后,应合上灭磁开关,即可起励、升压。

6 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。

7 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。

8 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;
- 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。

5.2.3 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:

1 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。

- 2 定子绕组、转子回路的绝缘电阻满足要求。
- 3 发电机一、二次回路情况应正常。
- 4 励磁回路正常,励磁手动、自动切换开关应在截止位置。
- 5 发电机隔离开关、断路器、灭磁开关应在断开位置。
- 6 立式机组顶转子工作应已完成。

5.2.4 发电机正常监视和维护应满足下列要求:

1 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。

2 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。

3 转子绕组温度可由电流、电压法测得,单机容量为 25MW 以上的电站,每月应测量一次,单机容量为 25MW 及以下的电站,每月宜测量一次。

4 励磁回路的绝缘电阻采用电压表法,单机容量为 25MW 以上的电站,每班应测量一次,单机容量为 25MW 及以下的电站,每班宜测量一次。

5 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。

6 微机监控的电站,宜做好每小时记录。

7 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。

8 检查一次回路、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。

9 发电机及其附属设备应定期检查,每班至少进行一次。

10 发电机应定期进行预防性试验,试验周期及项目应按现行行业标准《电力设备预防性试验规程》DL/T 596 的有关规定执行。

5.2.5 发电机绝缘电阻测定和干燥应符合下列要求:

1 按电站实际环境气候情况,对停机 3d~10d 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。

2 发电机出线电压为 6.3kV 及以上的高压机组,定子回路的绝缘电阻用 2.5kV 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。

3 发电机出线电压为 400V 的机组,定子、转子回路的绝缘电阻可用 500V 兆欧表测量,其绝缘电阻值应在 0.5MΩ 以上。

4 全部励磁系统的绝缘电阻,用 500V 兆欧表测量,其绝缘电阻值应在 0.5MΩ 以上。

5 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,干燥方法应包括下列内容:

- 1) 自然空转风冷法或通热风干燥法;
- 2) 直流电干燥法;
- 3) 灯泡干燥法;
- 4) 电炉烤烘法;
- 5) 短路干燥法。

5.2.6 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 5.2.6 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。1.5 倍过负荷电流每年不得超过 2 次。

表 5.2.6 发电机短时间过负荷允许时间

过负荷电流/ 额定电流	1.10	1.12	1.15	1.20	1.25	1.50
允许持续时间(min)	60	30	15	6	5	2

5.2.7 发电机的维护与故障处理应符合下列要求：

1 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，则应降低发电机有功负荷；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。

2 励磁系统一点接地时，应停机处理。

3 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。

4 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。

5 发电机操作电源消失时，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。

6 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。

7 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跳闸时，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。

8 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 2.5kV 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。

9 过电压保护动作时,查明过电压跳闸原因,除特别严重的飞车事故要检查机组绝缘外,可立即升压、并列。

10 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。

11 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后,方可再启动、升压、并列。

12 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。

13 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。

14 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。

15 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2min后,将电厂与系统解列。

16 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,检查是否由于仪表或二次回路导线损坏而不通,不宜改变发电机的运行方式,采取措施以消除故障。

17 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,并采取消防措施减轻危害。值班人员应按现行行业标准《电业安全工作规程》DL 408 的有关规定,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。

5.3 调速系统

5.3.1 调速器正常运行应符合下列要求:

- 1 调速器应运行稳定,指示正常,且无异常的摆动和卡阻。
- 2 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。
- 3 调速器各油管、接头处应无漏油。
- 4 应定期清洗调速器滤油器,检查调速器的油位、油色。
- 5 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。
- 6 安全阀和逆止阀动作应可靠。
- 7 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。
- 8 用于控制油泵启动、停止的压力表应工作正常。
- 9 油泵电动机应工作正常。
- 10 压力油罐及回油箱油位应正常。
- 11 油压装置上的可视油位计应完好。
- 12 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。
- 13 油泵的安全阀压力整定值应合格。
- 14 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。

5.3.2 液压系统和调速器应符合下列要求:

- 1 工作时接力器锁锭应拔出。
- 2 机手动或电手动运行时,接力器动作应正常,不得出现接

力器抽动、振动等现象。

- 3 液压阀四周无渗油,阀块密封圈无缺陷。
- 4 调速器关闭时间应整定合格,并应防止调整机构松动变位。
- 5 负载运行时接器人工死区应设置合理。
- 6 接力器的电气反馈装置正常,不得出现“反馈断线”故障。
- 7 机组停机后,应投入接力器锁锭。
- 8 机组控制参数应设置合理的空载开度。
- 9 对配置调压阀的机组,调速器与调压阀联动应正常。

5.3.3 调速系统出现下列故障之一应退出运行:

- 1 用于控制油泵停止的电接点压力表故障。
- 2 油泵故障。
- 3 安全阀故障。
- 4 电动机缺相运行。
- 5 压力油罐上的可视液位计故障。
- 6 调速器关机时间调节故障。
- 7 反馈断线。
- 8 机频故障。
- 9 液压阀四周渗油。

5.3.4 调速系统检修维护项目包括下列内容:

1 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。

2 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。

- 3 定期给调速器销轴注油。
- 4 经常检查调速器压力油罐油气比是否合格。
- 5 观察调速器电气部件、元件的运行状况。
- 6 检查外部操作回路。

7 检查外观。

5.4 励磁系统

5.4.1 励磁系统正常运行应包括下列内容：

- 1 屏柜整洁,无积灰。
- 2 接线整齐,线路无异常老化,电缆接头牢固。
- 3 元器件无损坏。
- 4 风机运行正常。
- 5 碳刷完整、良好、不跳动、不过热。
- 6 励磁调节器各项限制功能正常并投入。

5.4.2 励磁系统出现下列故障应退出运行：

- 1 装置或设备的温度明显升高,采取措施后仍然超过允许值。
- 2 系统绝缘下降,不能维持正常运行。
- 3 灭磁开关、磁场断路器或其他交、直流开关触头过热。
- 4 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。

- 5 冷却系统故障,短时不能恢复。
- 6 励磁调节器自动单元故障,手动单元不能投入。
- 7 自动通道长期不能正常运行。

5.4.3 励磁系统检修维护应包括下列内容：

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

5.4.4 检修后的励磁系统应进行系统试验。

5.5 主阀及起重机

5.5.1 进水主阀铭牌应在明显位置。

5.5.2 进水主阀开启前应符合下列要求：

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

5.5.3 关闭进水主阀应符合下列要求：

- 1 进水主阀控制回路应工作正常。
- 2 进水主阀应有后备保护功能。
- 3 机组停机后，宜关闭进水主阀。

4 导水机构故障无法全关时，进水主阀应能在 5min 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 5min 内动水关闭。

5 阀门确认关闭后，应投入机械锁锭。

5.5.4 进水主阀的运行与维护应符合下列要求：

1 阀门及其控制装置投入运行后，应经常检查巡视，出现异常情况应及时处理。

2 检查进水阀与延伸段、伸缩节、连接法兰处有无漏水。

3 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。

4 检查旁通阀管道阀门位置是否正确，动作是否正常。

5 检查空气阀工作是否正常。

6 检查进水阀开启、关闭声音是否正常。

7 检查阀门是否能在规定的时间内动水关闭。

8 检查行程开关工作是否正常，开度指示器位置是否正确。

9 检查各信号装置工作是否正常；表计外壳、电缆有无破损。

10 检查操作电源和电控装置工作是否正常。

11 传动机构应定期加注润滑油和润滑脂。

5.5.5 液压操作进水主阀的运行维护还应符合下列要求：

1 油压装置的油位不应低于油标底线以上 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。

2 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。

3 检查油路、水路连接是否完好，有无松动，接头有无漏油、漏水。

4 检查进水阀操作接力器位置是否正确，接头有无漏油。

5 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。

6 检查进水阀操作接力器位置是否正确，接头有无漏油、漏水。

7 检查锁锭装置工作是否正常。

5.5.6 起重机正常运行应符合下列要求：

1 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。

2 桥式起重机的微量调节控制系统应可靠。

3 金属结构以及所有电气设备的外壳应保证接地可靠。

4 电缆绝缘应可靠。

5 消防器材应能正常使用，驾驶室内橡胶绝缘垫应有效。

6 平衡荷重物，不得搬运或任意增减。

7 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。

8 轨道的终端缓冲器应可靠。

5.5.7 起重机检修维护应符合下列要求：

1 起重机应每年年检一次，电动滑轮可 2 年~6 年维修一次。

2 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。

3 停止工作时,应切断电源并安装好轨道夹。

4 新装或大修后起重机在投入使用前,应按有关规定进行静、动负荷试验。

5.6 水、油、气系统

5.6.1 供水系统设备正常运行应符合下列要求:

1 供水系统流量、压力应满足要求。

2 减压阀后压力应在设计值范围内。

3 滤水器工作应正常。

4 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。

5 轴承润滑水、主轴密封用水的水质应满足设计要求。

6 电磁阀或电动阀应正常动作,无卡阻。

7 供水泵工作应正常,备用泵可随时启动。

5.6.2 供水设备出现下列故障时应退出运行:

1 减压阀后压力出现异常,或停水时阀后压力高于设计值。

2 自动滤水器无法正常清污。

3 电磁阀或电动阀出现卡阻。

4 压力变送器无法正常使用。

5.6.3 供水系统设备的检修维护应符合下列要求:

1 减压阀后压力不稳定,检修后仍达不到要求的应更换。

2 滤水器堵塞严重,拆卸后应检修或更换滤芯。

3 若电磁阀卡阻,应更换,或换成电动阀。

4 压力变送器无法正常传送数据,应更换。

5 供水泵和电动机宜每年更换润滑油一次。

6 供水泵锈蚀严重、故障频发,应更换。

7 供水管锈蚀严重,应更换。

- 8 管路标色应涂刷完整,颜色鲜明。
- 5.6.4 排水系统设备正常运行应符合下列要求:
 - 1 排水系统管路工作应正常。
 - 2 水泵启动运行应正常,无异常声音。
 - 3 集水井水位测量装置工作应正常。
 - 4 排水管路止回阀应正常。
- 5.6.5 排水设备出现下列故障应退出运行:
 - 1 排水泵严重故障。
 - 2 集水井液位信号器故障。
 - 3 示流信号器故障。
- 5.6.6 排水系统设备的检修维护应满足下列要求:
 - 1 排水泵和电动机宜每年更换润滑油一次。
 - 2 排水泵工作异常,应检修或更换。
 - 3 液位信号计有不正常显示,应更换或修理。
 - 4 排水明管锈蚀严重,应更换。
 - 5 管路标色应涂刷完整,颜色鲜明。
- 5.6.7 油系统设备正常运行应符合下列要求:
 - 1 油系统设备、管路应按设计要求单独设立。
 - 2 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。
 - 3 油处理设备应布置在油室内,并应满足设计要求。
 - 4 消防设施满足设计要求。
- 5.6.8 油系统设备在下列故障下应退出运行:
 - 1 油系统管路锈蚀或堵塞。
 - 2 消防设施不满足要求。
- 5.6.9 油系统设备的检修维护应符合下列要求:
 - 1 油系统管路锈蚀或堵塞,应更换。
 - 2 油系统储存量少于系统中最大用油设备 110%用量时,应补足储备用油。

- 3 应定期检查维护消防设施,清理油污。
 - 4 管路标色应涂刷完整,颜色鲜明。
- 5.6.10 气系统中设备正常运行应符合下列要求:**
- 1 不同压力等级的气系统分开布置,主用、备用的空压机应能相互自动切换正常运行。
 - 2 对于螺杆式空压机,应有一定的备品备件。
 - 3 储气罐(包括安全阀、排污阀)应检验合格、工作正常。
 - 4 油水分离器应检验合格、工作正常。
- 5.6.11 气系统设备出现下列故障时应退出运行:**
- 1 空压机压力输出异常。
 - 2 储气罐漏气。
 - 3 储气罐排污口堵塞、安全阀故障。
 - 4 油水分离器无法正常工作。
- 5.6.12 气系统设备的检修维护应符合下列要求:**
- 1 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。
 - 2 空压机及储气罐的安全阀应每年检验、鉴定一次。
 - 3 应经常检查储气罐有无漏气,检查记录空压机的启动次数。应适时打开储气罐排污口排污。
 - 4 管路标色应涂刷完整,颜色鲜明。

5.7 变 压 器

5.7.1 变压器正常运行应符合下列要求:

- 1 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 $\tan\delta$ 和吸收比 (R_{60}/R_{15}),并应取油样试验。
- 2 变压器电流、电压应保持在额定范围内。
- 3 变压器温升和油温应正常,并应符合现行国家标准《电力

变压器 第 2 部分 液浸式变压器的温升》GB 1094.2 的有关规定。

4 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% 。

5 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。

6 严密监视变压器运行情况。每班应做一次检查和记录。在恶劣气候条件下或短路后,应加强巡回检查。

5.7.2 变压器日常巡视检查应包括下列内容:

1 油温正常,无渗油、漏油,储油柜油位与温度相对应。

2 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。

3 变压器声响正常。

4 散热器各部位温度相近,散热附件工作正常。

5 呼吸器完好,干燥剂干燥。

6 引线接头、电缆、母线无发热迹象。

7 压力释放器、安全气道及防爆膜完好。

8 分接开关的分接位置及电源指示正常。

9 气体继电器内无气体。

10 各控制箱和二次端子箱密闭,无受潮。

11 干式变压器的外表无积污。

12 变压器室不漏水,门、窗、照明完好,通风良好,温度正常。

13 变压器外壳及各部件保持清洁。

14 变压器风扇和散热完好。

15 变压器外壳接地良好。

5.7.3 变压器异常运行和事故处理应符合下列要求:

1 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,并应及时汇报。

2 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) 在正常运行条件下,变压器温度异常并不断升高;
- 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。

3 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。

4 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。

5 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。

6 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做充电合闸试验;
- 3) 充电合闸试验时,若断路器重新跳闸,应查明原因。

7 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等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,判断故障原因。

8 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。

9 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。

10 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。

5.7.4 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:

- 1 吊出芯子进行检修。
- 2 绕组、引线及磁屏蔽装置检修。
- 3 分接开关检修。
- 4 铁芯、穿心螺丝、轭梁、压钉及接地片等检修。
- 5 油箱、套管、散热器、安全气道及储油柜等检修。
- 6 保护装置、测量装置及操作控制箱检查、试验。
- 7 变压器油处理。
- 8 变压器油保护装置检修。
- 9 封衬垫更换。
- 10 油箱内部的清洁,油箱外壳及附件除锈、涂漆。
- 11 必要时对绝缘进行干燥处理。
- 12 进行规定的测量和试验。

5.7.5 变压器应按现行行业标准《电力设备预防性试验规程》DL/T 596 的有关规定进行预防性试验。

5.8 配 电 装 置

5.8.1 配电装置正常运行应符合下列要求:

1 配电装置应外观完好。操作机构性能符合相关要求,无卡阻。

2 同一电气回路的配电装置相序应一致,并应有明显的色别,A、B、C三相分别标色黄色、绿色、红色。配电装置外壳应接地可靠。

3 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。

5.8.2 真空断路器运行维护应包括下列内容：

1 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，引线弛度适中。

2 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 2000 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，摩擦部位加润滑油；
- 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要求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。

5.8.3 SF₆ 断路器运行维护应包括下列内容：

1 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。

2 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，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300ppm(20℃)。

5.8.4 隔离开关运行维护应包括下列内容：

1 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。

2 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。
- 5.8.5** 交流金属封闭开关柜运行维护应按现行行业标准《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593 的有关规定执行。
- 5.8.6** 其他一次设备外部检查应包括下列内容:
- 1 母线支持瓷瓶应完整, 各连接处应牢固可靠。
 - 2 电流、电压互感器运行情况良好。
 - 3 电缆沟内无积垢、积水。
 - 4 各电缆头、电缆外表完整, 无过热。
 - 5 熔断器完整, 接触良好。
 - 6 有防止小动物进入的措施。
- 5.8.7** 配电装置有下列情况之一者应停电处理:
- 1 外壳与绝缘套管破裂。
 - 2 接线头、电缆头过热、变色严重以致熔化。
 - 3 有漏油、漏气现象。
 - 4 内部着火或发出臭味、冒烟等情况。
 - 5 线圈与外壳之间或与引线之间有火花、放电。
- 5.8.8** 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。

5.9 继电保护与监控系统

- 5.9.1** 继电保护运行管理应符合下列规定:
- 1 继电保护整定值及接线, 任何人不得随意改变。
 - 2 继电保护检修检验后, 应会同当值值班员检查验收, 做好

检修检验记录和交代注意事项,办理工作票终结手续。

3 凡继电保护动作应做好记录。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。

4 二次回路电缆截面和对地绝缘电阻应满足设计要求。

5 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。

5.9.2 监控系统使用管理应符合下列规定:

1 应保持中控室、控制台整洁。

2 非电厂工作人员不得操作。

3 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。

4 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。

5 值班人员不得进行与监控无关的作业。

6 电站应定期维护计算机、网络通信,备份数据库。

5.9.3 继电保护与监控系统应定期进行检查试验。继电保护及二次接线装置的定检应按现行行业标准《继电保护和电网安全自动装置检验规程》DL/T 995 的有关规定执行。

5.10 直流系统

5.10.1 充电装置的运行及维护应符合下列规定:

1 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。

2 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。

5.10.2 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。

5.10.3 蓄电池运行维护中应定期检查下列内容:

1 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。

2 极柱与安全阀周围是否有酸雾溢出。

3 绝缘电阻是否下降。

4 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。

5 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 2h;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。

6 有蓄电池室的,应定期检查蓄电池室通风、照明、调温设备及消防设施。

5.10.4 直流电源微机监控装置的运行维护符合下列规定:

1 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。

2 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,并应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,并应将微机监控装置退出运行,经检查修复后再投入运行。

5.11 防雷与接地

5.11.1 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。

5.11.2 避雷器表面应整洁,动作可靠,计数正确。

5.11.3 防雷装置与接地体的连接应完好。

5.11.4 接地装置的接地电阻值应符合现行国家标准《小型水力发电站设计规范》GB 50071 的有关规定。

5.11.5 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。

5.11.6 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。

5.11.7 电站应定期进行防雷装置的预防性试验。

5.12 通 信

5.12.1 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,保证设备技术性能符合要求,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。

5.12.2 应高度重视通信系统防雷保护,防雷系统应符合现行行业标准《电力系统通信站过电压防护规程》DL/T 548 的有关规定。

5.12.3 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。

6 优化运行

6.1 一般规定

6.1.1 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。

6.1.2 为实施电站优化运行,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:

1 应加强电站设施、设备的运行管理与维修,提高设备完好率。

2 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。

3 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。

6.1.3 电站优化运行应按设计要求、优化运行方案或其他专门文件规定执行,不应随意改变。

6.1.4 电站优化运行时应以水库特征水位等工程设计参数为依据,不应随意改变。

6.1.5 电站应做好水情预报,在满足防汛要求的前提下,合理调度,做到少弃水、多发电。

6.1.6 电站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。

6.1.7 电站宜使机组在高效率区运行。

6.1.8 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。

6.1.9 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。

6.2 厂内优化运行

6.2.1 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。

6.2.2 厂内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。

6.2.3 厂内运行应实施机组有功、无功负荷的优化分配。

6.2.4 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。

6.3 梯级电站优化运行

6.3.1 梯级电站优化运行应以全梯级总发电效益最大为目标。

6.3.2 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統或具有厂内优化运行总图或总表。

6.3.3 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。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《小型水力发电站设计规范》GB 50071
- 《电力变压器 第2部分 液浸式变压器的温升》GB 1094.2
- 《水轮发电机基本技术条件》GB/T 7894
- 《电业安全工作规程》DL 408
- 《电力系统通信站过电压防护规程》DL/T 548
- 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593
- 《电力设备预防性试验规程》DL/T 596
- 《继电保护和电网安全自动装置检验规程》DL/T 995
- 《水电站设备检修管理导则》DL/T 1006

中华人民共和国国家标准

小型水电站运行维护技术规范

GB/T 50964-2014

条文说明

制 订 说 明

《小型水电站运行维护技术规范》GB/T 50964—2014,经住房城乡建设部 2014 年 1 月 29 日以第 322 号公告批准发布。

本规范根据住房城乡建设部《关于印发〈2008 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2008〕105 号)的要求,由水利部农村水电及电气化发展局和水利部农村电气化研究所主编,会同有关单位共同制订完成。

本规范的制订工作始终坚持科学性、先进性和实用性原则。在本规范中,既有原则规定,又体现了一定的灵活性;既反映我国小型水电站运行维护管理成熟的技术成果和经验,又借鉴并吸收了有关国际标准和国外先进标准。

为便于广大管理、设计、施工、科研院所等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(51)
2	基本规定	(52)
2.1	运行管理	(52)
2.2	安全生产	(53)
3	水工建筑物	(55)
3.1	挡水及泄水建筑物	(55)
3.4	发电厂房及升压站	(55)
4	金属结构	(57)
4.1	压力钢管	(57)
4.2	闸门及闸门启闭机	(57)
4.3	拦污栅	(58)
5	机电设备	(59)
5.1	水轮机	(59)
5.2	发电机	(59)
5.3	调速系统	(61)
5.4	励磁系统	(61)
5.5	主阀及起重机	(61)
5.6	水、油、气系统	(62)
5.7	变压器	(62)
5.8	配电装置	(63)
5.9	继电保护与监控系统	(63)
5.10	直流系统	(64)
5.11	防雷与接地	(64)

6	优化运行	(65)
6.1	一般规定	(65)
6.2	厂内优化运行	(66)
6.3	梯级电站优化运行	(66)

1 总 则

1.0.1 截至 2013 年底,全国已建成小型水电站 45000 多座,总装机容量近 6800 万 kW,年发电量 2000 多亿 kW·h,占全国水电装机和发电量的 1/3,成为国家电力供应的重要组成部分。依靠开发小型水电站,使全国 1/2 的地域、1/3 的县市、3 亿多农村人口用上了电。随着社会资本进入小型水电站开发领域,小型水电站建设蓬勃发展。如何把已建的电站管理好,提高利用率,保证安全经济运行,是我国小水电行业面临的长期而艰巨的任务。本规范从电站水工建筑物、金属结构、机电设备、优化运行等方面,提出运行管理的基本要求。

1.0.3 对于综合利用的大、中型水库的小型水电站,其水工建筑物:挡水、泄水、取水、输水工程的安全要求,除满足本规范要求外,还需满足大中型水工建筑物的相关规范要求。

2 基本规定

2.1 运行管理

2.1.1 电站规模相差很大,电站设施设备也不尽相同,因此电站还应在本规范的基础上结合电站实际,编制电站的现场运行规程。

2.1.4 本条规定电站必须实行上岗前培训和持证上岗。对运行人员进行上岗前培训可使员工了解本职工作的任务与职责,熟悉设施设备的安全要求,掌握设施设备的使用技术,是保障安全生产的重要手段。持证上岗可明确员工的任务与责任,有利于提高劳动生产率。

2.1.6 本条所指工作票、操作票和交接班制、巡回检查制、设备定期试验与轮换制一般简称“两票三制”制度。据统计,电力行业80%的事故是因违反安全操作规程造成的,任何人为的责任事故,均可在其“两票三制”制度的执行上找到原因。“两票三制”制度是电业安全生产保证体系最基本的工作制度,是电力企业保人身、保电网、保设备的重要手段和措施。

2.1.9 设备缺陷是指投入运行或备用的设备当发生异常时,虽能使用,但存在影响安全生产、经济运行或文明生产的异常状态。运行维护人员发现缺陷时应按设备缺陷管理制度及时处理,并保证缺陷消除率达到100%。

2.1.10 根据《农村水电设备评级办法》规定,设备的完好程度划分为三类:

一类:经过运行检验,技术状态良好,无缺陷的设备。

二类:基本完好的设备,个别零部件虽有一般性缺陷,但尚能安全运行,不危及人身、设备安全。

三类:有重大缺陷的设备,危及安全运行,出力降低,三漏(漏

油、漏气、漏水)情况严重。

2.1.12 电站防汛工作应由防汛指挥部门统一领导。应贯彻“以防为主”的方针,遇设计标准洪水不垮坝、不漫坝、不淹发电厂房。对于超标准洪水必须有应急抢险措施,使损失减轻到最小程度。

应按维修规程经常进行检查维护,保持水工建筑物处于正常工作状况。每年汛前或汛后,对大坝、泄洪设施等水工建筑物进行一次检查和评级,对水库上下游坍岸、滑坡、河道设障阻水等情况进行调查;汛前对泄洪闸门、启闭设备进行试运转。

电站应根据需要逐步建立、完善水文测报预报系统,做好预报调度工作。

电站泄洪应按批准的方案调度,按规程规定的程序操作闸门。在防汛指挥部门的统一指挥下泄放超过设计的安全泄量,由指定部门通知下游有关单位,确保大坝和下游人民生命财产的安全。如遇特大暴雨、洪水或其他严重险情危及大坝安全,而又来不及或通信中断无法与上级联系时,可按批准的度汛方案采取非常措施,确保大坝安全。同时应通过一切途径通知下游地方政府,组织群众安全转移。

2.2 安全生产

2.2.1 电站的安全生产管理要围绕两个方面:一是保障水库、大坝、水工建筑物安全;二是保障电站发供电设备和人身安全,保证电站安全运行。电站应制订“反事故措施计划”、“安全技术劳动保护措施计划”等安全生产管理制度,并落实措施,防止事故发生,保证安全生产。

2.2.3 电站应制定在发生紧急情况时的安全紧急预案,以便在发生设备重大事故、火灾、洪水等异常紧急情况时,能够按预案紧急采取相应措施,有序救援,减小事故损失,尽快恢复生产。

2.2.9 保障安全的组织措施是:工作票制度,工作许可制度,工作监护制度,工作间断、转移和终结制度。保障安全工作的技术措施

是：停电、验电、装设接地线、悬挂标示牌和装设遮拦等。

2.2.11 电站应根据消防设计的要求，配备足够的消防栓、灭火器，根据需要在厂房、升压站、电缆道和水轮发电机内部设置火警探测器（如感烟、感温及红外线火警探测器等）及火灾报警系统，升压站应设置砂料等灭火材料，预防火灾发生。

3 水工建筑物

3.1 挡水及泄水建筑物

3.1.1 《水库大坝安全鉴定办法》(水建管〔2003〕271号)中规定:坝高 15m 以上或库容 100 万 m^3 以上水库的水电站大坝实行定期安全鉴定制度,首次安全鉴定应在竣工验收后 5 年内进行,以后应每隔 6 年~10 年进行一次。

3.1.2 大坝安全监测工作主要对水工建筑物进行监测、检查、检测,分析是否存在不利于安全运行的要素。监测周期根据水工建筑物等级及运行年限而定,一般分为日常的和特殊情况下的监测工作。应定期对监测设施进行检查、维护和鉴定,定期对监测资料进行整编和分析。

监测工作可参照现行行业标准《混凝土大坝安全监测技术规范》DL/T 5178 和《土石坝安全监测技术规范》DL/T 5259 执行。

3.1.4 电站水工建筑物的养护修理由满足相应技术标准,可参照现行行业标准《混凝土坝养护修理规程》SL 230、《土石坝养护修理规程》SL 210 执行。

3.4 发电厂房及升压站

3.4.1 厂房不应有渗漏水,伸缩缝应完好,室内排水沟通畅,护栏、扶手完整,室内采光、通风良好,门窗开关灵活。

3.4.2 厂房、升压站混凝土结构梁、板、柱等的裂缝、结构强度及耐久性应满足设计或规范要求,工作桥及启闭机主梁挠度应不超过规范允许值。混凝土结构的最大裂缝允许值、最低强度等级值、

允许挠度可按现行行业标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191 确定。

电站修建时对厂区的防洪标准考虑不周或现实条件已改变，防洪标准不满足规范要求的，应采取工程措施处理。

4 金属结构

4.1 压力钢管

4.1.1 压力钢管焊缝无裂纹或渗水；支墩与镇墩混凝土无裂缝和松动；支承环与支墩混凝土之间无障碍物影响支承环移动；滚动型或摇摆型支座防护罩的密合情况正常；伸缩节无漏水；钢管外壁保护涂料完整。压力钢管镇墩、支墩出现开裂、破损、明显位移和沉降等现象，应及时检测并分析原因，采取相应措施处理。

首次安全检查应在钢管运行后 5 年～10 年内进行，每隔 10 年～15 年应进行一次中期检测，检测项目按现行行业标准《压力钢管安全检测技术规程》DL/T 709 对腐蚀情况进行评估。

4.1.2 压力钢管可以通过定期检查和评价确定是否符合安全运行要求，如果通过检测尚不能确定其运行安全状况，则应进行强度和稳定验算；明管振动时采取钢管减振措施消除振源和改变管道的自振频率。

4.2 闸门及闸门启闭机

4.2.1 闸门应安全可靠，启闭灵活；无明显变形，无积水，无漏油；保护涂料完整，无脱落，无腐蚀。强度验算时应按实测蚀余厚度计算，材料的容许应力应按使用年限进行修正。刚度验算的取值按现行行业标准《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74 的规定执行。

4.2.2 启闭机操作电气柜应整洁，开关、闸刀及继电器动作可靠，信号灯、仪表显示正确，电线电缆、启闭电机绝缘正常，行程满足要求。

评价启闭机的运行工况，启闭机的启闭力是重点，当难以在设

计或校核工况条件下进行检测时,可在其他工况检测的基础上复核计算。

4.2.4 应保持启闭机电气设备外壳清洁,防尘防潮;经常加注润滑油,及时更换损坏的密封圈;定期换入新油清洁减速器和齿轮。

4.3 拦污栅

4.3.2 由于河道水体富营养化,水葫芦等水生植物滋生,同时夹杂着各种垃圾。在许多低水头河床式电站,由于拦污栅堵塞造成的水头损失可能达到 15%或以上。拦污设施应运行可靠并及时清理杂物,以保证机组的正常出力。

5 机 电 设 备

5.1 水 轮 机

5.1.1 少数电站的技术参数与铭牌不一致,需按真实的技术参数运行。

按水轮机基本技术条件要求,在规定的最高和最低水头范围内,不同型式的水轮机宜在表 1 所列功率范围内稳定运行。

表 1 不同型式水轮机的稳定运行范围

水轮机型式	相应水头下的机组功率(%)
混流式	45~100
定桨式	75~100
转桨式	35~100
冲击式	25~100

无论电站是否采用计算机监控系统,均须人工检查并记录。

5.1.5 水轮机轴承温度正常与否,直接关系到机组的安全运行。轴承温度与环境温度有关,还与润滑系统的冷却系统有关。

5.2 发 电 机

5.2.1 水轮发电机的主要参数有容量、电压、电流、功率因数、转速、效率以及电抗、转动惯量、励磁电压和励磁电流等。发电机允许温升值见表 2。

对于气制动方式的机组,可在额定转速的 20%~35%时开始制动。对于额定转速大于等于 750r/min 的机组,允许值为 20%,转速越低,允许值越高。低转速下长期运行是指多次出现低转速下的运行而没有处理。

表 2 发电机允许温升限值(℃)

水轮发电机部件	不同等级绝缘材料的最高允许温升限值					
	130(B)			155(F)		
	温度计法	电阻法	检温计法	温度计法	电阻法	检温计法
空气冷却的定子绕组	—	80	85	—	105	110
定子铁心	—	—	85	—	—	105
水直接冷却定子绕组的出水	25	—	25	25	—	25
两层及以上的转子绕组	—	80	—	—	100	—
表面裸露的单层转子绕组	—	90	—	—	110	—
不与绕组接触的其他部件	应不损坏该部件本身或任何与其相邻部件的绝缘					
集电环	75	—	—	85	—	—

注:定子和转子绝缘应采用耐热等级为 130(B)级及以上的绝缘材料。

5.2.5 发电机定子回路绝缘是否合格的判断标准:

(1)折算到 75℃时绝缘电阻应大于 $1\text{M}\Omega/\text{kV}$,如 6.3kV 出线的发电机,最低绝缘电阻是 $6.3\text{M}\Omega$;

(2)与上次测得的结果进行比较,其绝缘电阻值不应低于上次的 $1/3$;

(3)吸收比 $R_{60}/R_{15} \geq 1.3$,对于环氧粉云母绝缘的发电机吸收比 $R_{60}/R_{15} \geq 1.6$ 。

全部励磁系统的绝缘电阻,用 500V 兆欧表测定,测得的绝缘电阻值最低不得小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

5.2.7 如现场无灭火装置,在与系统解列后,应尽快使用除泡沫灭火及沙子灭火之外的一切能灭火的装置及时扑灭火灾,如发电机旁地面上油类着火时,可用沙子灭火,但必须注意,不得使沙子落入发电机内及其轴承上;为避免卧轴机组由于一侧过热而使主轴弯曲,禁止在火灾完全熄灭前将机组完全停转。

5.3 调速系统

5.3.2 机组并网后,有时阀门开度增加时,功率并不一定增加。开机前应观察面板上的“停机”灯是否指示,或者面板上的紧急停机按钮是否复归。来自机组或电网的 PT 保险管应投入,否则会出现频率信号故障。观察是否发生断路器信号假跳的情况,或者发生发电机断路器未跳,但线路断路器跳开的现象。

5.4 励磁系统

5.4.4 励磁系统试验项目的内容、技术要求、指标,可参照现行行业标准《大中型水轮发电机静止整流励磁系统及装置试验规程》DL 489 以及设备的试验标准。

5.5 主阀及起重机

5.5.5 对于重锤式阀门的氮气罐,氮气压力检查的方法:屏蔽自动保压功能,打开常闭截止阀至一定开度慢慢泄压,观察压力表显示压力慢慢下降,当降至某一值时,压力表指示急速下降至零,该值即为充氮压力。也可利用充气工具直接检查充氮压力,但每次检查都会放掉一点氮气。

对已变质和污染的油液应及时更换新油。新油或过滤加入新油时,应通过滤油设备加入,滤油设备的过滤精度不低于 $20\mu\text{m}$, 并应使用同牌号的液压油。

5.5.6 起重机应先检查其有无保险装置、联锁装置和防护装置,以及这些装置是否完好;再检查附件(绳索、链条、吊钩、齿轮和转动装置)的状况与磨损程度和固定物(螺帽开口销等)的状况;对电力传动的起重机,还应检查接地状况。

5.5.7 静力试验的目的是检查起重设备的总强度和制动器的动作。其方法是加上最大工作荷重量,提升离地约 100mm 保持悬吊 10min,然后将负荷增加 10%,再吊 10min,检查整个起重设备的状况和部件;新安装或大修后的起重机应将负荷增加 25%,再吊 10min,然后进行检查;桥式及龙门式起重机和高架起重机等在进行静力试验时,还应测量构架的挠曲弯度,其数值不应超过规定标准。

5.6 水、油、气系统

5.6.7 110%用油量是指一台最大机组或一台最大变压器的总用油量的 110%。

5.7 变 压 器

5.7.1 绝缘电阻随时间而变化的特性,称为绝缘的吸收特性。利用吸收特性可以判断绝缘是否受潮,因为绝缘干燥时和潮湿时的吸收特性是不一样的。判断干、湿时不画吸收特性曲线。从测绝缘电阻开始,至 15s 时读一个数 R_{15} ,至 60s 时又读一个数 R_{60} ,用这两个瞬时阻值的比值来近似地表示吸收特性。 R_{60}/R_{15} 比值称为吸收比。根据经验,吸收比大于 1.3 时,可认为绝缘是干燥的,而小于或等于 1.3 时,则认为绝缘潮湿。

5.7.3 用绝缘电阻表测量变压器及所连接设备的绝缘电阻时,对于 500V 及以下的电气设备,应使用 500V 或 1kV 的兆欧表;对于 500V 以上的电气设备,应使用 1kV 或 2.5kV 的兆欧表。

5.7.5 电力变压器应按规定进行电气设备预防性试验,对电力变压器的试验周期宜为:装机容量大于 5MW(含),1 年~2 年;装机

容量小于 5MW,2 年~3 年。

电力变压器预防性试验的主要项目有油质试验、绕组绝缘分析、耐压试验等。应确保电力变压器的绕组绝缘等主要性能指标符合规范要求。试验内容及指标应按现行行业标准《电力设备预防性试验规程》DL/T 596 执行。对于运行年限超过 20 年或检测试验中主要项目性能指标不合格的电力变压器,应报废。

5.8 配电装置

5.8.2 凡出现下述情况之一者,说明真空灭弧室寿命已到,需更换:

(1)真空灭弧室的储存期或使用期超过产品规定年限,国产真空灭弧室宜为 15 年~20 年(从出厂日算起)。

(2)真空灭弧室的真空度下降至 6.6×10^{-2} Pa。

(3)真空灭弧室触头的累计磨损量超过产品使用说明书的规定值,国产产品宜为 3mm,多数产品在动触杆上有允许磨损量警戒标志(点或线),当磨损量累计超过警戒标志 3mm 时,合闸后即看不见警戒标志。

(4)机械合分操作次数超过产品使用说明书规定值。

(5)额定短路电流开断累计次数超过产品电寿命次数。

(6)真空灭弧室动触杆拔出力手感有明显变化或玻璃泡屏蔽罩颜色有明显变深,且工频耐压不合格。

5.8.8 对于运行年限超过 15 年、型式逐步淘汰的多油或少油断路器,或检测试验中主要项目性能指标不合格的开关设备,应考虑报废。

5.9 继电保护与监控系统

5.9.1 继电保护整定值及接线若必须改变,应经批准后进行。

5.9.3 对于使用期超过 15 年的装置或设备,继续留用的应进行严格检查、试验,确保运行安全。对于微机型保护装置使用年限宜

为 10 年~12 年。

5.10 直流系统

5.10.3 电池巡检仪作为在线监测装置,可及时发现故障蓄电池,并可检测蓄电池组的温度是否处于正常范围内,但直流系统工作时输出电流较小,电池容量的不足或漏液、破损很难通过电池巡检仪发现,还需定期进行人工检查。

5.11 防雷与接地

5.11.5 大接地短路电流系统和中性点非直接接地的小接地短路电流系统的电站接地装置的接地电阻不宜超过现行行业标准《水力发电厂接地设计技术导则》DL/T 5091 中的计算值。

5.11.6 电站应每隔 5 年~15 年定期测量接地电阻。若不能满足要求,需采取措施。

6 优化运行

6.1 一般规定

6.1.1 电站优化运行方案按照工作周期长短及内容的不同,可划分为长期优化运行、短期优化运行和厂内优化运行。

6.1.3 由于种种原因,我国现在已经实现优化运行的电站数量较少,加之电站规模相对较小,技术人才缺乏,不少电站对实施优化运行能产生的经济效益认识不足,在运行中往往凭习惯或经验进行操作。电站优化运行应充分发挥水库的防洪、发电、灌溉、航运和供水等综合利用效益,按照设计要求、优化运行方案或其他专门文件规定执行,运行时不应随意改变。

6.1.4 电站水库特征水位主要包括:死水位、正常蓄水位、防洪限制水位、防洪高水位、设计洪水位、校核洪水位等。

6.1.5 为了减少弃水,实现多发电,对集雨面积大,而库容小的电站,在大雨前要多发电降低库水位,减少汛期弃水量;对集雨面积小,库容小及输水渠道长的电站,可在雨季开始时连续发电,使之在洪水入库之前降到水库死水位;对以灌溉为主的电站,应在减少雨季弃水的原则下,蓄至较高水位再发电。

6.1.6 当实际来水与年初预测来水相接近时,宜按原拟订的年预报调度线进行调度;当实际来水与年初预测来水偏离较大时,应根据面临时期预报来水过程,修正后期水库调度线。

6.1.7 为增加电站发电效益,提高入库流量的发电利用率,应尽量使机组在高效率区运行,尽量缩短机组在低效率区的运行时间。

6.1.8 电站投入运行后,原设计中的泄洪系统、发电引水系统、尾水系统及水轮发电机组等工程设备的特性与参数在运行中可能发生变化。实施电站优化运行过程中应适时对电站有关工程特性参

数及机组动力特性和电厂动力特性等资料进行复核修正,复核修正的内容包括:

- (1)设计年径流和设计洪水;
- (2)水库面积特性及水库容积特性;
- (3)水库正常蓄水位和消落深度;
- (4)电站下游水位流量关系;
- (5)泄洪系统和发电引水系统及尾水系统的特性;
- (6)水轮发电机组的动力特性;
- (7)电站保证出力、多年平均年发电量、装机容量等参数;
- (8)设计洪水标准和防洪安全复核,如防洪库容以及相应的特征水位。

6.2 厂内优化运行

6.2.1 电站厂内优化运行总图或厂内优化运行总表的内容应包括在不同水头和不同总出力时,最优的运行机组台数和启动、停机顺序,投入运行的机组编号及其分担负荷。当总负荷给定时,以电站所消耗的总水量最小为准则;当发电总水量给定时,以电站总发电效益最大为准则。

6.2.3 厂内优化运行中无功负荷的分配,采用集中还是分散承担的方式及分散承担时各台机组承担的无功负荷大小,应根据电站的具体情况经分析比较确定。

6.2.4 利用计算机进行生产运行过程的实时监控,是实施厂内优化运行的重要手段。电站编制优化运行方案时,应根据具体情况,积极采用计算机实时控制方案。对暂时不具备计算机实时监控系统的电站及负荷变化不大的电站,也可由运行值班人员按厂内优化运行总图、总表实施。

6.3 梯级电站优化运行

6.3.1 实行河流梯级开发是小型水电站建设的重要措施。在同

一流域的水电开发中,往往由于流域面积不大,各电站位于同一雨区,梯级开发时,只有部分电站建有水库,其余则为调节能力差或无调节能力的径流式电站。梯级电站联合优化运行应利用水文补偿和库容补偿调节,提高电站水库群的水量利用率和整个梯级电站的发电量。

梯级电站特别是梯级相互衔接或回水对上游梯级有影响时,其优化运行应以整个梯级总出力或总发电量最大为原则,或在给定梯级总发电量情况下,以总耗水量最少为原则。

梯级电站优化运行方案的编制可采用逐次渐近法、聚合分解法等。

6.3.3 梯级电站向电力调度机构传送实时运行数据应符合《电力二次系统安全防护规定》(电监会 5 号令),该规定自 2005 年 2 月 1 日起施行。

S/N: 1580242·370



统一书号: 1580242·370

定 价: 15.00元