

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50700 - 2011

小型水电站技术改造规范

Technical renovation code for small hydropower station

2011 - 05 - 12 发布

2012 - 05 - 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

小型水电站技术改造规范

Technical renovation code for small hydropower station

GB/T 50700 - 2011

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：2 0 1 2 年 5 月 1 日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国国家标准
小型水电站技术改造规范

GB/T 50700-2011

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 1.5 印张 35 千字
2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷
印数 1—20100 册

☆

统一书号:1580177·719

定价:12.00 元

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1030 号

关于发布国家标准 《小型水电站技术改造规范》的公告

现批准《小型水电站技术改造规范》为国家标准,编号为 GB/T 50700—2011,自 2012 年 5 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

二〇一一年五月十二日

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会同中水北方勘测设计研究有限责任公司、水利部农村电气化研究所等有关单位共同编制完成。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,认真总结了不同地区小型水电站技术改造的丰富经验,研究分析了我国小型水电站现状和存在问题,并在广泛征求意见的基础上,通过反复讨论、修改和完善,最后经审查定稿。

本规范共分7章。主要内容有:总则、术语、现状分析与评价、性能测试、改造内容与要求、技术性能指标、工程验收。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,水利部负责日常工作的管理,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。本规范在执行过程中,请各单位注意总结经验,积累资料,随时将有关意见和建议反馈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2条2号,邮政编码:100053),以供今后修订时参考。

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

参 编 单 位:中水北方勘测设计研究有限责任公司

水利部农村电气化研究所

杭州诚德发电设备有限公司

湖北省地方水电公司

主要起草人:刘仲民 杜雷功 顾四行 吕建平

	尹 刚	姚 光	樊新中	闵京声
	杨天生	付自龙	陈 波	姚兆明
	于永海	贾文利	由彩堂	刘 健
	张雄金	吴 超	蒋新春	董克青
主要审查人：	高安泽	卜漱和	刘咏峰	吴 剑
	孙亚芹	张蒲转	陆 力	吴相直
	陈会峰	林旭新	魏 青	裘江海
	窦以松	何国任	王正伟	邢学征

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 现状分析与评价	(3)
4 性能测试	(4)
5 改造内容与要求	(5)
5.1 一般规定	(5)
5.2 水工建筑物	(5)
5.3 水轮机及其附属设备	(7)
5.4 辅助设备	(8)
5.5 发电机及其他电气设备	(9)
5.6 自动化	(10)
5.7 暖通与消防	(11)
6 技术性能指标	(12)
7 工程验收	(13)
本规范用词说明	(14)
引用标准名录	(15)
附:条文说明	(17)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Analysis and evaluation of actuality	(3)
4	Performance tests	(4)
5	Requirements and contents of technical renovation ...	(5)
5.1	General requirement	(5)
5.2	Hydraulic structures	(5)
5.3	Turbines and ancillary equipment	(7)
5.4	Auxiliary equipment	(8)
5.5	Hydrogenerator and other electrical equipment	(9)
5.6	Automation	(10)
5.7	Heating ,ventilation and fire fighting	(11)
6	Indexes of technical characteristics	(12)
7	Acceptance of project	(13)
	Explanation of wording in this code	(14)
	List of quoted standards	(15)
	Addition; Explanation of provisions	(17)

1 总 则

- 1.0.1 为加强对小型水电站技术改造工作的指导,科学利用水能资源,保障小型水电站的运行安全,提高生产技术和能效,充分发挥其经济效益,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于总装机容量为 500kW~50000kW 的小型水电站的技术改造。
- 1.0.3 小型水电站技术改造应满足安全、节能、环保要求,从实际出发,充分利用水电站原有设施或设备,积极采用新技术、新工艺、新设备、新材料,严禁使用国家明令淘汰的产品。
- 1.0.4 小型水电站技术改造前,应编制相关设计文件,并应报相关主管部门审批或核准。
- 1.0.5 小型水电站的技术改造,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 技术改造 technical renovation

采取技术措施,对小型水电站设施或设备进行改进、改建、更新、增容或减容,提高其安全可靠性和经济性、合理性和先进性的活动。

2.0.2 更新改造 renovation by renewal of equipment

为改善设施或设备性能、提高效率和安全可靠性,对小型水电站设施或设备进行更换的活动。

2.0.3 增容改造 renovation for increasing installed capacity

对机组设备全部或局部进行技术改造,增加机组容量,改善性能、提高效率和安全可靠性的活动。扩装机组也是增容改造的方式之一。

2.0.4 减容改造 renovation for decreasing installed capacity

对机组设备全部或局部进行技术改造,合理减少机组容量,改善性能、优化运行区,提高效率和安全可靠性的活动。

3 现状分析与评价

3.0.1 小型水电站技术改造应收集下列资料：

- 1 原工程设计、竣工和运行资料；
- 2 补充的水文、泥沙资料；
- 3 安全检测和性能测试资料；
- 4 其他有关资料。

3.0.2 小型水电站技术改造前，应依据安全检测的结果以及运行资料，对水工建筑物、水力机械、电气、金属结构等设施或设备进行安全分析，作出技术改造必要性的评价。

3.0.3 小型水电站技术改造前，应根据河流规划及最新水文资料，对资源利用条件进行分析与评价，并应包括下列内容：

- 1 必要时对径流、洪水进行复核；
- 2 可能增加或减少流量和可能提高或降低工作水头的条件；
- 3 可利用的弃水量；
- 4 减少水头损失和流量损失的条件。

3.0.4 小型水电站技术改造前，应依据历年预防性试验记录或当前性能测试结果，对设施或设备作出性能评价。

4 性能测试

4.0.1 单机容量 10000kW 及以上的水轮发电机组,技术改造前后应进行现场性能对比测试。测试工作应由具备水利水电计量认证资质的检测机构进行。

4.0.2 水轮机现场性能试验应根据具体情况进行,可按现行国家标准《小型水轮机现场验收试验规程》GB/T 22140 或《水轮机、蓄能泵和水泵水轮机水力性能现场验收试验规程》GB/T 20043 的有关规定执行。

4.0.3 小型水电站主要电气设备的性能测试,改造前,可采用预防性试验成果或当前试验记录;改造后,应按现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 进行测试和验收。

4.0.4 钢闸门和启闭机的检测可按现行行业标准《水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程》SL 101 的有关规定执行。压力钢管检测可按现行行业标准《压力钢管安全检测技术规程》DL/T 709 的有关规定执行。

5 改造内容与要求

5.1 一般规定

5.1.1 有下列情况之一的设施或设备,应进行技术改造:

- 1 存在安全隐患;
- 2 上、下游水情发生较大变化;
- 3 性能落后,技术状况差;
- 4 水能资源利用和设计不合理,施工、设备制造和安装质量差;
- 5 地质条件发生变化;
- 6 生态受到严重影响;
- 7 可以提高效益或其他需要改造的情况。

5.1.2 原有设施和设备的可利用部分,应经必要的复核计算,必要时作相应的技术处理。

5.1.3 弃水较多的小型水电站,可增容改造。

5.2 水工建筑物

5.2.1 水工建筑物的技术改造应符合下列要求:

- 1 消除安全隐患;
- 2 增加调节能力;
- 3 减少淹没损失;
- 4 便于施工。

5.2.2 科学利用水能资源可采取下列技术改造措施:

- 1 区间引水;
- 2 加高大坝;
- 3 溢洪道增设控制闸门设备等设施;
- 4 增大前池容量。

5.2.3 引水系统的技术改造,可采取下列措施:

- 1 引水渠首完善排沙、排污设施;
- 2 引水建筑物防渗处理、降低糙率;
- 3 改善进水口、拦污栅的布置,改进拦污栅结构,加装清污设备或增设拦污、排冰设施;
- 4 尾水清障,改善尾水渠水流流态。

5.2.4 进行增容改造的水电站,应合理确定装机规模,并应对引水系统的引用流量、水头损失、结构强度等进行复核计算。

5.2.5 大坝安全监测改造,应按现行国家标准《小型水力发电站设计规范》GB 50071 的有关规定,完善水库大坝安全监测系统。

5.2.6 抗震设防区的小型水电站,应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 的有关规定采取设防措施。

5.2.7 增加总库容的小型水电站,应根据工程等别及建筑物级别进行洪水复核。

5.2.8 严寒地区应对水工建筑物和金属结构设备增设抗冰冻设施。

5.2.9 闸门技术改造应符合下列要求:

- 1 存在腐蚀、变形、振动和漏水严重等缺陷的各类闸门和运转不灵活的启闭设备,应进行技术改造;

- 2 因锈蚀、变形等引起启闭力增加过大的闸门,应采用新型支承材料,也可改进闸门的支承形式;

- 3 引水系统改造或大坝加高的小型水电站,应对原有的闸门和启闭设备进行复核或加固。

5.2.10 机组进水口事故检修闸门和尾水检修闸门,宜设充水平压设施,严禁尾水闸门采用上游高压水进行充水平压。

5.2.11 泄洪闸门启闭设备应有可靠的备用动力。

5.2.12 压力管道技术改造应包括下列内容:

- 1 漏水严重并已老化的伸缩节止水圈应进行更换;
- 2 钢管锈蚀严重或损坏程度达到现行行业标准《水利水电工程金属结构报废标准》SL 226 的有关规定时,应进行更换;

- 3 不均匀沉降的镇、支墩应进行加固处理；
- 4 老化严重的钢筋混凝土管道应进行更换。

5.3 水轮机及其附属设备

5.3.1 水轮机技术改造应符合下列要求：

- 1 应选用能量指标先进、空化特性优良、运行稳定性好的水轮机转轮型号；

- 2 选定水轮机主要参数时，应使水轮机处于稳定、高效区运行，并应复核吸出高度；水轮机空蚀应符合现行国家标准《水轮机、蓄能泵和水泵水轮机空蚀评定》GB/T 15469.2 的有关规定，多泥沙河流上的小型水电站，水轮机宜在无空化条件下运行；

- 3 应使水轮机适应水头和流量的变化，并应改善运行工况，同时应提高运行稳定性和效率；

- 4 多泥沙河流的小型水电站，水轮机采用增容改造方案或原水轮机存在严重的泥沙磨损时，应对水轮机泥沙磨损进行评估分析，并应合理选择技术改造参数，同时应采取抗磨蚀措施。

5.3.2 水轮机技术改造宜通过将原转轮更换为性能优异的新转轮的方式进行，必要时可改进通流部件型线与结构。水轮机技术改造可采用下列方式：

- 1 水头、来水量与原设计条件变化不大，而水轮机设备陈旧、性能落后的小型水电站，应提高水轮机运行效率和增加功率；

- 2 水头、来水量比原设计条件增大的小型水电站，应提高额定水头、增加额定功率；

- 3 水头、来水量比原设计条件减少的小型水电站，应降低额定水头、减少额定功率；

- 4 多泥沙小型水电站，应根据过机含沙量的大小和泥沙特性，适当降低水轮机转速，降低过机流速，改进水力和结构设计，并应采用抗磨蚀材料和保护涂层，同时应延长大修周期和使用寿命；

- 5 机组存在严重安全隐患或损坏程度达到报废条件的小型

水电站,应进行报废更新。

5.3.3 电站增容改造设计应对机组和输水系统的调节保证参数进行校核计算。

5.3.4 推力轴承技术改造应符合下列要求:

1 经常发生烧瓦事故的推力轴承,应改进结构形式,并应加强冷却效果。750r/min 以下的机组,宜采用弹性金属塑料推力瓦;

2 机组增容设计应对机组最大轴向推力和推力轴承的承载能力进行校核计算。

5.3.5 径向轴承瓦温过高的机组,可采用水冷瓦技术。

5.3.6 立轴水轮机导轴承宜采用抛物线免刮瓦。

5.3.7 调速系统技术改造应符合下列要求:

1 水头、流量、转轮直径有变化的小型水电站,应根据水轮机性能参数复核调速功等特性参数;

2 改造后的调速系统应满足开停机、快速并网、增减负荷、事故停机的要求;

3 调速系统改造宜采用数字式全自动调速器或自身具有蓄能装置的操作器。严禁使用没有安全措施的手动、电动调速器;

4 调速器的改造宜进行电气装置改造,技术改造的调速系统可为自动刹车装置提供可靠的压力油源;

5 有黑启动要求的机组,调速器应设置纯手动操作装置。

5.3.8 水轮机进水阀技术改造应符合下列要求:

1 漏水量超过标准规定值时,应改进进水阀的密封形式或更换为新型进水阀;

2 阀门应设机械限位保护装置;

3 阀门宜配置自动操作机构。

5.4 辅助设备

5.4.1 水力机械辅助设备应根据机组设备技术改造的要求作相

应的校核或改造。

5.4.2 水系统技术改造应符合下列要求：

- 1 技术供水系统改造应满足小型水电站改造后的用水需要；
- 2 机组容量超过 800kW 的小型水电站，应增设备用水源；
- 3 按无人值班(少人值守)标准改造的小型水电站，应配置自动滤水器，以及自动控制阀、示流信号装置；
- 4 渗漏排水系统的排水泵宜采用自吸泵；
- 5 锈蚀严重的管路应更换。

5.4.3 供气系统技术改造应满足机组改造的用气需要。

5.4.4 油系统技术改造应符合下列要求：

- 1 透平油系统应简化管路敷设，宜采用软管供排油方式；
- 2 宜取消绝缘油系统。

5.4.5 检修后仍不能保证安全运行的起重设备，应更新。

5.4.6 机组扩容改造设计，应按机组最重件的吊重对厂内起重设备及其支撑结构进行复核。超过起重机额定起重量时，应更新改造。

5.5 发电机及其他电气设备

5.5.1 发电机技术改造应与水轮机及其他输变电设备在容量上相匹配。

5.5.2 发电机技术改造应包括下列内容：

- 1 更换冷却系统；
- 2 更换定子绕组和转子磁极线圈，绝缘等级应不低于 B 级；
- 3 改造发电机轴承；
- 4 更新发电机。

5.5.3 发电机组应埋设温度传感装置。

5.5.4 停机后定子绕组绝缘电阻下降较多的发电机，应加装加热除湿装置。加热除湿后，绝缘电阻仍然达不到要求时，应更换绝缘。

5.5.5 小型水电站技术改造应采用具有自动调节功能的励磁装置。励磁系统宜采用静止励磁方式。

5.5.6 主变压器技术改造应符合下列要求：

- 1 主变压器额定容量应满足改造后的发电机额定容量；
- 2 高耗能主变压器应更换为节能、低耗变压器；
- 3 以配电变压器作主变压器的小型水电站，应将其改造或更新为升压型变压器。

5.5.7 其他电气设备技术改造应符合下列要求：

- 1 电气设备应选择安全、节能、环保型产品，严禁使用高耗能和可能对环境产生污染的设备；
- 2 高压断路器应选择无油型；
- 3 应选择满足“五防”要求的金属封闭式高压开关柜；
- 4 低压开关柜应选择取得国家强制性产品认证的设备；
- 5 电缆宜采用电缆架和穿管方式敷设。若采用电缆沟敷设方式，沟内积水不宜直接排入河道。

5.5.8 小型水电站应配置可靠、安全、环保的操作电源。

5.5.9 小型水电站应配备事故照明。

5.6 自 动 化

5.6.1 小型水电站自动化技术改造应符合现行行业标准《小型水力发电站自动化设计规定》SL 229 的有关规定。

5.6.2 按无人值班(少人值守)标准改造的小型水电站，应符合下列要求：

- 1 应设置可靠的数字式保护装置。保护装置动作时，应能作用停机并发出遥传信号；
- 2 应具有遥控操作和 ON—CALL 功能；
- 3 宜装设视频监视系统并具有自动记录功能；
- 4 应装设防盗报警装置。

5.6.3 小型水电站技术改造应设置自动制动装置，严禁使用木棍

刹车。

5.6.4 自动化改造采用微机监控系统后,应取消水机值班,现地不宜过多设置重复操作功能。

5.6.5 小型水电站技术改造应设置闸门监控系统,并应实现远方控制与监测。

5.6.6 大坝安全监测系统应与小型水电站微机监控系统数据共享。

5.6.7 低压机组小型水电站控制设备技术改造,宜采用结构简单可靠的数字式监控、保护、励磁一体化屏。

5.6.8 电气二次屏柜的防护标准不得低于 IP40,并应采用通过国家强制性产品认证的产品。

5.6.9 小型水电站改造应配备可靠的通信设备。

5.7 暖通与消防

5.7.1 温度、湿度、噪声超标的小型水电站应进行技术改造。

5.7.2 小型水电站的消防,应符合现行行业标准《水利水电工程设计防火规范》SDJ 278 的有关规定,并应完备各项消防设施及火灾自动报警系统。

5.7.3 可能危及人身安全的场所应设有明显的安全标志和防护设施。

5.7.4 配电装置室长度大于 7m,且只有一个出口时,应增设安全疏散出口。

5.7.5 机组旋转部分应采取安全防护措施,并应设置明显的安全警示标志。

6 技术性能指标

6.0.1 小型水电站技术改造后机组功率和机组的综合效率,应符合下列要求:

- 1 机组输出功率应达到或超过技术改造设计值;
- 2 额定工况下机组的综合效率宜分别达到下列指标:
 - 1) 单机功率小于 500kW 为 75%;
 - 2) 单机功率 500kW~3000kW 为 75%~81%;
 - 3) 单机功率 3000kW~10000 kW 为 81%~88%;
 - 4) 单机功率 10000 kW 以上为 88%以上。
- 3 冲击式水轮发电机组的综合效率可适当降低。

6.0.2 机电设备配套应合理,技术改造部分的设备完好率应达到 100%。

6.0.3 技术改造后,水轮机的噪声和振动值,应符合现行国家标准《小型水轮机型式参数及性能技术规定》GB/T 21717 的有关规定。

6.0.4 水轮机进水阀更新后的漏水量,应符合现行国家标准《大中型水轮机进水阀门基本技术条件》GB/T 14478 的有关规定。

6.0.5 导水叶更新后的全关漏水量,应符合现行国家标准《小型水轮机型式参数及性能技术规定》GB/T 21717 的有关规定。

6.0.6 水轮发电机组及油、水、气等辅助设备系统的安装质量,应符合现行国家标准《水轮发电机组安装技术规范》GB/T 8564 的有关规定。

6.0.7 多泥沙河流小型水电站水轮机首次大修间隔不应少于 2 年。

7 工程验收

7.0.1 小型水电站技术改造完成后,应及时验收。

7.0.2 小型水电站技术改造验收,可按现行行业标准《小型水电站建设工程验收规程》SL 168 和《水利水电建设工程验收规程》SL 223 的有关规定执行。

7.0.3 对于局部技术改造的小型水电站,其试生产运行期限可适当缩短,并应简化验收程序。

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
《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150
《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
《水轮发电机组安装技术规范》GB/T 8564
《大中型水轮机进水阀门基本技术条件》GB/T 14478
《水轮机、蓄能泵和水泵水轮机空蚀评定》GB/T 15469.2
《水轮机、蓄能泵和水泵水轮机水力性能现场验收试验规程》
GB/T 20043
《小型水轮机型式参数及性能技术规定》GB/T 21717
《小型水轮机现场验收试验规程》GB/T 22140
《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74
《水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程》SL 101
《小型水电站建设工程验收规程》SL 168
《水利水电建设工程验收规程》SL 223
《水利水电工程金属结构报废标准》SL 226
《小型水力发电站自动化设计规定》SL 229
《水利水电工程设计防火规范》SDJ 278
《压力钢管安全检测技术规程》DL/T 709

中华人民共和国国家标准
小型水电站技术改造规范

GB/T 50700 - 2011

条文说明

制定说明

水利部于1997年发布了行业标准《小型水电站技术改造规程》SL 193—97。在该规程的指导下,各地在小型水电站技术改造工作中取得了很大的成绩。随着国民经济的迅速发展,特别是近十多年来我国水利水电事业的迅速发展,对小型水电站技术改造工作提出了更高的要求,现行的《小型水电站技术改造规程》SL 193—97已难以适应新形势,比如水轮机转轮性能、电站计算机监控等方面内容显得不足,难以满足实际需要;又如电站安全、环保、节能减排、提高能效以及对淘汰产品的限制等方面内容没有在该规程中得到体现。因此,有必要制定《小型水电站技术改造规范》。

国内的水轮机、发电机、调速器等许多标准已经被新标准所替代,并且有大量新技术、新工艺、新材料在小型水电站技术改造领域中得到了成功应用,并取得了很好的效果。因此,总结各地小型水电站技术改造的成功经验,将新技术、新材料、新工艺写进规范中,同时淘汰过时落后的技术,有利于我国小水电事业的更快发展。

坚持科学性、先进性和实用性相结合的原则,根据我国近年来成熟的研究成果和经验,吸取国外的先进经验和新理论、新技术,适合小型水电站技术改造的实际需要。本规范鼓励采用新技术、新产品、新材料,禁止将国家公布的淘汰机电产品目录中的产品用于小型水电站改造。

对小型水电站进行技术改造,应注意如下问题:

1. 由于各地小型水电站的情况差异较大,因此,技术改造时一定要根据各个水电站的具体条件,区别对待,不能照搬典型电站改

造的经验。

2. 水轮机改造的同时,必须重视电站输水设施和机电设备的配套。

3. 在同一流域要注意上、下梯级的配合。

4. 电站装机台数一般不止一台,改造时,宜先改一台,改造成功后再改其他机组。

为便于广大设计、施工、科研、学校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,本规范编制组按章、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,本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标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(23)
3	现状分析与评价	(25)
4	性能测试	(26)
5	改造内容与要求	(27)
5.1	一般规定	(27)
5.2	水工建筑物	(27)
5.3	水轮机及其附属设备	(30)
5.4	辅助设备	(33)
5.5	发电机及其他电气设备	(34)
5.6	自动化	(36)
5.7	暖通与消防	(38)
6	技术性能指标	(39)

1 总 则

1.0.1 本条是对制定《小型水电站技术改造规范》目的和必要性的说明。

我国小水电资源丰富,据全国农村水能资源调查,技术可开发量为 1.28 亿 kW。新中国成立以来,特别是改革开放 30 多年来,我国小水电建设取得了巨大成绩。通过三批 653 个农村初级电气化县和 409 个水电农村电气化县的建设以及小水电代燃料工程建设,加快了农村经济的发展和农村面貌的改变。到 2009 年底,全国已建成小型水电站 4.5 万余座,总装机容量达 5500 多万 kW,约占全国水电装机容量的 30%。年发电量 1600 多亿 kW·h,占全国水电总发电量的 1/3。小型水电站已遍布 1600 多个县(市),全国 1/2 地域、1/3 的县、1/4 的人口主要靠小水电供电,解决了 3 亿多无电人口的用电问题。对我国农村尤其是老、少、边、穷地区国民经济的发展和人民生活水平的提高,促进各民族和谐共处发挥了巨大作用。

根据全国农村水电增效扩容改造专项规划,将对 1995 年以前建成的近 1 万座、近 1000 万 kW 的老旧小型水电站进行技术改造,任务十分艰巨。为加强和规范小型水电站技术改造工作,促进节能减排,提高科技水平和能效,保障安全生产,推进社会主义新农村建设,使技术改造工作管理规范化,特制定本规范。

1.0.2 本条是对本规范适用范围的规定。据调查,我国单机容量 800kW 以下的低压机组小型水电站占全国小型水电站总量的 80%,而且这些小型水电站大都是 20 世纪 80 年代以前建成的,是小型水电站技术改造的主体。所以本条将适用范围定在总装机容量 500kW~50000kW 水电站的技术改造。500kW 以下小型水电

站的技术改造,可参照执行。

1.0.3 本条要求技术改造应从小型水电站的实际出发,充分利用现有设施或设备,积极采用新技术成果,提高改造小型水电站的技术水平和先进性,确保安全运行,满足节能、环保要求和不得使用国家明令淘汰产品。这既是我国的基本国策,也是以人为本的具体体现。

随着科学技术的飞速发展,特别是改革开放以来,国内外先进技术和科研成果大量涌现。因此,技术改造时应积极稳妥地采用新技术、新工艺、新材料和先进设备。例如新型号转轮、低耗能变压器、微机高油压调速器、新型导叶控制机构、无功补偿屏、DZK系列低压机组微机自动化设备、微机励磁装置、计算机监控系统、弹性金属塑料瓦、新型断路器、新型调节阀、智能数显表、ZDP系列自动盘车装置、微机安全保护装置、新型启闭机、增力式耙斗清污机、回转(或移动)式格栅清污机、加压式清污提栅门机以及金属与非金属抗磨蚀防护层等。

经过技术改造后的小型水电站应做到适当超前,在10年内仍有较好的经济效益和较高的安全运行可靠性。

3 现状分析与评价

3.0.2 小型水电站运行,安全第一。因此,小型水电站技术改造前对设施和设备进行安全检测是非常必要的。根据检测结果,从安全角度对小型水电站的设施和设备作出改造与否的评价。

3.0.3 本条从水能资源科学利用的角度出发,对小型水电站是否进行增容或减容改造提出评价。

4 性能测试

4.0.1 本条规定单机容量 10000kW 及以上的水轮发电机组应做现场性能测试。技术改造前后主要机电设备的性能测试工作是小型水电站技术改造的重要环节,测试数据是考核小型水电站技术改造成效和经济指标的重要依据。

单机容量 10000kW 以下的机组,有条件时也应做设备的性能测试工作。

考虑到测试条件对测试准确性的影响,推荐用同一方法和同一套仪器、仪表在改造前后做相对比较测试。

4.0.3 电气设备性能测试的内容、方法与标准,参考有关预防性试验的规定执行。改造前可利用最近的预防性试验结果,改造后应按有关标准的规定进行试验和验收。

5 改造内容与要求

5.1 一般规定

5.1.1 对设施或设备存在严重缺陷或多次维修仍不能消除安全隐患的,应全部或局部更新改造。

5.1.2 为节省技术改造投资,对原有设施和设备中还可继续利用的部件,需对强度、刚度和安全系数进行校核计算,必要时经加工处理后采用。例如,浙江省东阳市横锦水库一级电站,2×3600kW机组报废更新为2×4000kW,原机组的大轴,上、下机架经校核加工处理后,用在新机上。

5.1.3 有些小型水电站,弃水较多,应考虑充分利用弃水扩大装机容量,增加年发电量。对于具有较大调节库容的小型水电站,也可适当扩大装机,增加峰电,提高小型水电站的容量效益。例如,江西省吉安市螺滩水电站(日调节径流引水式水电工程),装机容量4×1600kW,由于设计装机容量偏小,每年汛期要大量弃水,1994年扩机2台(2×2500kW,新建厂房),同时大坝加高2.5m,引水渠相应加高,总引用流量由原44m³/s增至80m³/s。2003~2006年结合机组大修对4台1600kW机组实施增容,将水轮机转轮更换成新型高效大流量转轮,同时,发电机、励磁、调速器等也相应改造。改造后每台机每年可增发电量152万kW·h,可节约用水1.44m³/(kW·h)。

5.2 水工建筑物

5.2.2 为科学利用水能资源,提高小型水电站的年利用小时数或调峰运行,可根据实际情况采取以下技术改造措施:

1 区间引水。在满足生态流量的前提下,可采用开渠、修建

隧洞等办法,将同流域不同区间的水引入水库。例如,广东省河源市红星水电站,装机容量 $3200\text{kW}(3\times 800+2\times 400)$,在水电站上游兴建了一座 36万 m^3 的调节水库,年平均增加发电量 $775\text{万 kW}\cdot\text{h}$ 。又如广东省乐昌县三溪水电站,原装机容量 $1\times 500\text{kW}$,引用流量 $15\text{m}^3/\text{s}$,增开了一条引水隧洞,引用流量 $30\text{m}^3/\text{s}$,电站装机容量增至 1210kW ,每年发电量净增 1 倍。

2 原设计标准偏低,结合防洪或其他综合利用要求,加高加固大坝(大坝只加高或加高也加宽),在尽量不影响或少影响淹没的前提下,相应提高发电水头和调节库容。例如,浙江省诸暨市石壁水库电站,装机容量 $1460\text{kW}(2\times 630+1\times 200)$,结合保坝工程(土坝加高 7.5m ,增设溢洪道),提高了机组运行水头,故将水轮机增容改造, 630kW 机增容到 800kW , 200kW 机增容到 360kW ,相应发电机定子、转子提高绝缘等级。水电站总装机容量由 1460kW 提高到 1960kW ,增幅达 34% 。

3 在溢洪道上增设控制闸门或橡胶坝。在不影响汛期泄洪的前提下,结合水情预报,可在汛末下闸蓄水,增加发电量。例如,广东省怀集县水下电站,装机容量 $4\times 3000\text{kW}$,在坝段修建了高 8m 宽 6m 的重力翻板闸门,增加了日调节库容,每年可增发发电量 300 多万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

4 引水式小型水电站的引水隧洞或前池,有条件者可改造成有一定蓄水量的调节池,以便实现调峰运行,从而适应峰谷电价制的需要,提高小型水电站的经济效益。例如,云南省元江县小河底一级渠道引水式小型水电站,2008 年技术改造时,将前池容积扩大 2 倍,提高了经济效益。

5.2.3 不少小型水电站输水系统设施不完善,尤其是拦污栅,洪水季节经常被杂草等污物堵塞,加大了水头损失,减少了发电功率,有的则使拦污栅栅条和主梁失稳破坏,可采取以下技术改造措施:

1 引水渠道增设冲沙闸(孔)或排污闸,减少沙、草淤堵机组进水口。

2 有的引水式小型水电站隧洞开挖后未加衬砌或抹光,渗水严重,水头损失大,应采取防渗降糙措施。

3 在进水闸前根据建筑物布置增设浮筒式拦污排,可在拦污排前进行清污。加装清污设备(如回转式拦污栅、增力式耙斗清污机、加压式清污提栅门机等)或在引水渠道出口处增加一道拦污栅,如海南省临高县加来水电站(装机容量 $2 \times 800\text{kW}$),在前池入口处增加了一道拦污栅,汛期用人工简易清污,效果较好,年增发电量 $40 \text{万 kW} \cdot \text{h}$,或适当调整拦污栅栅条间距,改进拦污栅结构和栅条形状,以减少杂草堵塞。按环保要求,不得将清出的污物倒入下游。

拦污栅前后应装设水位压差计,当水位差超过设定值时,即时发出警报信号,以便采取措施,避免压垮拦污栅。

4 有的小型水电站,施工期间尾水渠内遗留的废弃渣石杂物和淤泥太多,造成尾水位雍高,降低了发电水头,应设法清除,以提高水能利用率。例如,广西容县容城电站(装机容量 $3 \times 1250\text{kW}$),尾水堆渣达数千立方米,高出尾水面,经两次清渣后,尾水位下降 0.7m ,发电水头得以提高,发电量也有所增加。

小型水电站设计,应按现行国家标准《小型水力发电站设计规范》GB 50071执行。但有的小型水电站,进水口和尾水渠布置设计不合理,造成水流流态紊乱,影响机组功率,应予以改善。对输水系统(包括进水口与尾水渠)中不符合水流平顺流动规律的水工建筑物的局部结构,应尽可能使之流线型化。

5.2.4 采取增容改造方式的小型水电站,尤其是引水式小型水电站,进行改造设计时,除对水能参数和机组参数进行设计计算外,还应对引水系统(包括进水口、引水隧洞、压力管道等)的过流能力、水头损失、结构强度等进行论证与校核计算,尤其对一管多机的引水式压力输水系统的水力和调节保证参数进行核算,以达到增容改造的预期目标。例如,南方某小型水电站,原装 1 台 2000kW 轴流转桨式水轮发电机。为利用洪水期弃水量,在原压

力引水管上接分岔管,扩装 2 台 800kW 轴流转桨式水轮发电机。改造后发电试验表明,单机运行时均可达到额定功率,3 台机同时运行,导叶开度 100%时,2000kW 机只能发 1150kW,2 台 800kW 机只能发 550kW 和 600kW,远远达不到增容 1600kW 的目标,显然是受压力引水管过流量和水头损失的限制,这是改造失误。

5.2.5 为维护大坝安全,确保下游人民群众生命财产安全,应完善水库大坝安全监测系统,并提高测量精度和自动化水平。

5.2.8 北方及高海拔地区(如青海、新疆、西藏等)的渠道引水式小型水电站,冬季运行经常遇到冰害,应增设防冰、排冰设施,如拦冰栅、拦冰排等。水工闸门可参照现行行业标准《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74 的有关规定,采取防冰措施。闸门防冰包括两类,一是使闸门与冰层隔开,以防闸门承受冰压力;二是在冰冻期需要操作的闸门,应使闸门和门槽不致冻结。根据各小型水电站的具体情况,可采取不同的措施。通常用压气吹气泡或潜水泵法,当防冰线不长、冰层厚度不大时,亦可用人工定期破冰或定期喷蒸汽、浇热水等方法使闸门与冰层隔开。对闸门和门槽之间结冰问题,如冬季不需启闭的闸门,可任其冻结;若启闭闸门次数不多,可采用定期加热;若启闭频繁,则可采用连续加热(如电热)、流动热介质(如热油)、喷射蒸汽、设置暖棚等方法。

5.2.9 对陈旧、运行不灵活、腐蚀严重、变形、振动、漏水量大影响安全的各类闸门和启闭设备,应加强防腐,及时更换零部件或整体更换。

5.2.10 小型水电站机组尾水闸门的平压,宜利用机组排水系统从下游充水。

5.2.11 本条是为了确保启闭机能可靠运行,主要是从安全角度考虑,我国近几年曾发生备用电源不可靠而造成重大事故的案例。可靠的备用动力可以是外加的,也可以是柴油发电机或汽车吊。

5.3 水轮机及其附属设备

5.3.1 水轮机技术改造的要求,就是在技术改造工程实施过程

中,正确贯彻先进性、合理性、经济性和特殊性的四性原则。先进性就是要择优选用性能先进、技术成熟的高效转轮,选型设计时应向研制单位和制造厂尽可能多收集各种型号转轮(一般不少于3个)进行比较优选;合理性就是要紧密结合和妥善处理本电站的不可变更或不宜变更的制约条件;经济性就是要尽力增加年发电量,提高小型水电站的经济效益;特殊性就是针对运行于多泥沙等特殊水质条件下的水轮机,既要改善其运行工况,又应采取抗泥沙磨蚀的综合治理措施,延长安全运行时间和大修周期及使用寿命。只有综合考虑才能较好地达到先进性、合理性和经济性。

5.3.2 水轮机技术改造应根据各小型水电站的具体条件,因地制宜,采取下列不同的改造方式:

1 对于水头、来水量与原设计变化不大的小型水电站,应采用该水头段导叶相对高度 b 。相同或相近的新型转轮,提高水轮机运行效率,增加年发电量。如青海省格尔木市大干沟水电站,装机容量 $2 \times 10000\text{kW}$,空蚀严重。原水轮机型号为HLA153-LJ-140,新型号为HLA340-LJ-140。改造前,2台机最大只能发 17800kW ,改造后,2台机同时运行实际可达 20300kW ,比合同要求多 300kW ,受到用户好评。

2 对于水头、来水量比原设计增大了的小型水电站,应根据水头、来水量增大的具体条件,提高额定水头,加大额定功率,选用合适的新型转轮,或设计改型新转轮,使水轮机在较高效率区运行,从而既加大了单机容量,又提高了运行效率,能较大幅度地增加年发电量。例如,广东省乐昌市张滩水电站,装机容量 6010kW ($3 \times 1670 + 8 \times 125$),大坝先后加高 2.2m ,采用水力自控翻板闸门提高运行水头,建成日调节库容 141万 m^3 ,增加了调峰电量,年增加发电量 $286\text{万 kW} \cdot \text{h}$ 。

3 对于水头、来水量比原设计减小(也有只减小水头或只减少来水量的情况)了的小型水电站,可根据水电站的实际运行水头和来水量,降低额定水头或减少额定功率,选用合适的新型转轮或

设计改型新转轮,将水轮机调整到较优工况区运行,从而提高水轮机的运行效率,增加年发电量。例如,山西省灵邱县北泉水电站,装机容量 $2 \times 1250\text{kW}$,水轮机设计水头 42m ,额定流量 $3.62\text{m}^3/\text{s}$,枯水期(10月至次年5月)来水量少,平均流量仅 $2.3\text{m}^3/\text{s}$,一台机也只能带 $400\text{kW} \sim 600\text{kW}$ 。根据实际流量决定减容改造,专为枯水期配置了一个不锈钢新转轮(原型号为HL702-WJ-71,新型号为HLA553-WJ-71,叶片为二次模压工艺),额定功率 700kW ,电站装机容量由 2500kW 降为 1950kW ,由于大幅度提高了水轮机的效率(比原型号水轮机增加 13.7%),充分利用了枯水期宝贵的水能资源,水电站年发电量比减容前平均多发 $340\text{万 kW} \cdot \text{h}$,效益十分明显。

4 对于多泥沙河流小型水电站,应根据水轮机过机含沙量,泥沙中值粒径 d_{50} 及泥沙矿物成分和颗粒形状等条件,选用单位转速 n_{11} 相接近、单位流量 Q_{11} 略减少,模型空化系数 σ_m 适当降低,效率较高的转轮;并合理加大导叶分布圆直径 D_0 ,调整导叶型线,降低和匀化导叶区流速;同时采取其他抗磨蚀措施,延长大修周期和设备运行寿命,最终达到更新改造或增容改造的目的。例如,新疆疏附县吾库萨克水电站,设计装机容量 $3 \times 800\text{kW}$,实际装机 $2 \times 800\text{kW}$ 。经多年运行与综合计算,该站装机容量以 3000kW 为宜,故决定新增一台 1000kW 机组,并对2台 800kW 机组分别增容至 1000kW 。原水轮机型号为ZD661-LH-120。 $H = 14.5\text{m}$, $Q = 7.76\text{m}^3/\text{s}$, $n = 428.6\text{r}/\text{min}$,新型号为ZDJP502-LH-120。由于水中泥沙含量大,水轮机过流部件磨损严重,故改造后水轮机除采用不锈钢叶片外,结构上还采取了许多改进措施(如转轮室和顶盖、底环、护板均为可拆卸结构,主轴密封为无接触密封结构,水导轴承为分块抛物线免刮轴瓦等新技术、新工艺),增容抗磨效果明显,得到用户肯定。

5 对安全隐患严重的水轮机,应局部或全部报废更新,确保机组安全运行。例如,浙江省嵊州市南山水库一级电站,建于

1966年,限于当时的条件以及经过40多年的运行,水轮机转轮经多次焊补后叶片偏差较大,效率低下,实测最高效率只有82%,振动严重超标,导叶漏水大,空蚀、锈蚀、磨损严重,经检测已不能安全运行。水电站改造除保留蜗壳与尾水管外,对其余部件进行报废更新。

5.3.4 小型卧式水轮发电机组的推力轴承安装于水轮机,而小型立式水轮发电机组的推力轴承安装于发电机,目前急需改造的小型水轮发电机组卧式多于立式,故本规范将推力轴承归在水轮机及其附属设备一节中。

1 弹性金属塑料推力瓦,摩阻小,不用刮瓦,运行事故少,应予以推广。

2 当机组最大轴向推力超过推力轴承设计允许的承载能力时,需改进轴承结构或更换推力轴承。

5.3.7 调速系统技术改造应符合下列要求:

3 随着调速系统设备生产的标准化,数字式全自动调速器成本得到大幅降低。由于低成本数字式全自动调速器的研制成功与推广应用,小型水电站已完全可以普及使用数字式全自动调速器。由于手动、电动调速器即俗称的手电操作缺乏安全措施,国内曾发生多次手电操作危及人身安全事故,故从安全角度出发,严禁使用没有安全措施的手动、电动调速器。

4 在小型水电站,利用全自动调速系统的油源为自动刹车装置提供可靠的压力油源已呈现普遍趋势。配合高油压全自动调速器的推广使用,小型水电站基本可以取消气系统。

5.4 辅助设备

5.4.1 如浙江省峡口水电站,机组容量从4000kW增加到5000kW后,经校核原厂内起重设备与油、气、水系统已不能满足要求,均进行了报废更新。

5.4.2 渗漏排水系统的水泵应淘汰技术落后,性能差的B型、BA

型单级单吸悬臂式离心泵及 JD 型长轴深井泵。

5.4.3 机组技术改造后,压缩空气系统的供气对象及用气量可能发生变化,例如有的机组原先没有设检修密封,改造后增加了检修密封;又如有的增容改造机组,输出功率增加较多,机组制动用气量也会增加。因此,应根据机组改造的情况,对压缩空气系统进行分析和必要的改造,使压缩空气系统满足机组改造后的用气需要。

5.4.4 在小型水电站取消绝缘油系统、简化透平油系统,可以使水电站油系统得到简化,减少运行成本和环境污染。

5.5 发电机及其他电气设备

5.5.1 发电机及其他电气设备的技术改造,特别是增容改造,容量上应与水轮机相匹配,任何环节都不能存在不匹配的现象。单机容量 800kW 以下的高压机组改造时宜改为低压机组。对于有穿越功率的升压变电站,主变压器和高压设备还要计及穿越功率的影响。

5.5.2 发电机的技术改造,应采用新型绝缘材料、优质高效硅钢片以及定子和转子的各种新结构、新工艺。其改造方式和范围可根据具体情况确定:

1 改进通风系统:如改进、更换冷却系统,调换转子风扇,加强强迫通风等。例如浙江省峡口水电站、南山水电站针对发电机温度高的问题,将管道通风改为密封空气冷却器方式,取得了很好的效果;

2 若定子、转子绕组绝缘老化,应更换绕组或同时采用更高一级的绝缘材料,如 B 级绝缘换成 F 级绝缘,以提高耐温性能。发电机改造应根据设备实际情况,选定合理的改造方式和范围是十分必要的,盲目的改造只会造成不必要的经济损失和改造周期的延长。据调查,不是所有的发电机增容改造都需要同时更换定子绕组和转子磁极线圈的,也不是所有的发电机绝缘都需要选择 F 级及以上的。例如,贵州省关岭县红岩电站 2[#] 机组,在水轮机

增容改造的同时,对发电机进行了改造。原发电机型号为 SFW2500-6/1480kW,改造后为 SFW3000-6/1480kW,改造后发电机的出力由 2450kW 增至 3300kW,增加了 850kW,比合同要求还高出 300kW。主要改造措施:① 更换定子线圈,绝缘等级由 B 级提高到 F 级并扩大导线截面;② 转子线圈加匝返新,绝缘等级由 B 级提高到 F 级;③ 采用管道通风系统,增设排风机等技术措施。效果很好,运行一年即收回技改投资,给电站带来可观的经济效益。

提高绝缘等级常可使发电机增容,若增容幅度仍不满足要求时,可增加定、转子的铁芯长度,以提高电磁功率。对于立式发电机,若铁芯增长使定子超出主机室地面时,应以不影响转子吊出机坑为限。

注意有功功率增容时,无功功率也要跟上,否则,功率因数太高,不能满足电网的要求。提高发电机的功率因数是目前的一种趋势,可以减少投资,因此,功率因数适当提高是可以的。

4 重新设计发电机时,应充分利用原设备的基础及埋件。其他部件如大轴、上下机架等,凡经加工后仍可使用者均应利用,以节省改造费用。

5.5.6 如结合机组增容改造需更换主变压器,则应选用节能低耗变压器。高耗能变压器都应更换成节能低耗变压器。如原有变压器容量足够,结合技术改造,也可将旧变压器改造为节能低耗变压器。属淘汰序列的变压器一定要更换掉。在低压机组小型水电站,很多变压器是降压型的,应改为升压型的。

5.5.7 其他电气设备技术改造

3 五防是指:

- 1)防止误分、误合断路器;
- 2)防止带负荷分、合隔离开关;
- 3)防止带电挂设接地线;
- 4)防止带地线合闸;

5)防止操作人员误入带电间隔。

4 3C 认证是中国强制性产品认证的简称。对强制性产品认证的法律依据、实施强制性产品认证的产品范围、强制性产品认证标志的使用、强制性产品认证的监督管理等作了统一的规定。

小型水电站选择开关设备一定要考虑小型水电站运行人员的技术水平,宜选择价廉、简单、易维护的设备。

老的低压开关柜大多没有达到 3C 认证要求,应该在改造时进行更换。

5 电缆对环境的污染和小型水电站排水对河道的污染一直没有引起足够重视,借鉴国外的设计,将电缆升高布置还可解决老鼠对电缆的破坏。

5.5.8 过去为了减少投资,小型水电站对操作电源的选择一般都是尽量简化,如要实现无人值班(少人值守),必须要有可靠的操作电源。但操作电源的选择一定要以减少污染为前提。

5.5.9 事故照明可以采用独立的专业事故照明灯具,这样就能解决没有直流系统小型水电站的事故照明问题。

5.6 自 动 化

5.6.2 按无人值班(少人值守)要求改造的小型水电站,应达到以下要求:

1 能在无人干预的情况下实现自动关机。前提是必须要有完善、可靠的自动化元件。

2 数字控制技术是当今的主流,应该大力推广。ON—CALL 功能能将小型水电站事故信息直接采用短信或语音的方式发至巡检人员的手机上,告知事故对象和性质。

3 视频监视设备可使小型水电站的管理更为可靠,可靠的记录设备有助于事故的追忆和分析。

4 防盗报警是一种实用的安全手段,在无人值班小型水电站装设是十分必要的,特别在低压机组小型水电站。

5.6.3 我国低压机组小型水电站没有自动刹车装置是很普遍的现象,对设备和运行人员都不安全,一定要彻底改变。这也是实现无人值班的基本要求。

5.6.4 我国的监控、励磁、调速等设备是单独研发的,在国家技术管理体制改革的大环境下,目前还没有好的办法来进行统一协调,造成小型水电站自动控制设备在功能上重复设置的现象经常发生。多装置采集、多点操作使得设备和技术上的资源浪费,成为一家无法解决的问题,多装置的不合理操作可能会使事故的分析变得十分困难,因此,简化现地操作十分必要。由于继电保护的重要作用,宜独立设置。

5.6.5 据调查,我国小型水电站的闸门监控大都只是现地操作,没能实现真正的远方操作。室外恶劣天气下进行现地操作难度大、危险性大,在汛期远方操作比现地操作显得尤为必要。

5.6.6 我国小型水电站的大坝监测一直没能得到足够的重视,早期建成的小型水电站基本没有,新建小型水电站对监测设备的埋设管理也很不到位,大坝监测形同虚设,这也是溃坝事故频发的原因所在。

5.6.7 低压机组小型水电站占全国水电站总量的80%以上。数字式一体化控制、保护、励磁屏是低压机组控制设备的换代产品,国内、外都已大量使用,值得推广。例如,湖北省水利厅所属王英水库电站,装有 $4 \times 250\text{kW}$ 低压卧式机组和 $2 \times 250\text{kW}$ 低压立式机组,改造内容为低压控制屏、微机励磁系统、微机高油压调速器、视频监控、高压出线柜、微机监控系统。采用低压机组数字一体化控制屏和低压机组微机高油压调速器后,技术上达到了无人值班目标,性能指标均满足改造设计要求,投资还不到原计划的 $1/3$ 。又如,安徽省潜山县大关一级水电站,原装机 $2 \times 500\text{kW}$,增容改造为 $2 \times 800\text{kW}$,改造要求发电机采用无刷励磁方式,大大简化了励磁设备,实现了一台机一面一体化控制屏,一台微机调速器的标准配置,减少了投资,降低了运行成本,实现了现场免维护的目标。

5.6.8 我国小型水电站使用的低压控制屏柜大都达不到 IP40 (即防直径为 1mm 甚至更大的固体颗粒尖端或 1mm 直径的固体颗粒完全不能穿透) 的防护标准和 3C 认证标准要求, 很多小型水电站夏天都将屏柜打开运行, 不利于安全运行。设备生产厂家在屏柜设计时就应该按相关防护等级要求和 3C 认证标准进行设计。

5.6.9 强调通信设备的配备主要是针对低压机组小型水电站, 这些水电站以前基本没有完善的通信设备。

5.7 暖通与消防

5.7.1 恶劣的运行条件是影响发电安全的重要因素, 应尽可能加以改善。南方一些小型水电站, 由于厂房通风设计不完善, 造成厂房内温度过高、湿度偏大, 对运行人员的健康和设备的安全都很不利, 应采取措施加以改善。

厂房内运行人员工作场所的夏季空气温度不宜高于 30°C , 当室内温度 30°C 以上时, 应采取降温措施; 厂房内冬季温度, 机组正常运行时, 不宜低于 10°C , 机组停运或检修时不应低于 5°C , 当低于 5°C 时, 应增设采暖设施。小型水电站采暖通风改造, 可按现行国家标准《小型水力发电站设计规范》GB 50071 执行。

不少小型水电站, 噪声超标, 有损运行人员身心健康, 应积极采取吸音、隔音减噪措施。

5.7.2 小型水电站一般不配备消防车, 如远离城镇或其他大型企业, 无法利用社会上的消防设备时, 自备消防给水设施是必不可少的。

消防给水设施可与发电引水或生活供水系统结合, 也可设置专用的消防水泵或消防水池, 按照可靠、经济的原则选定。消防设计可参见国家现行标准《小型水力发电站设计规范》GB 50071 和《水利水电工程设计防火规范》SDJ 278 的有关条款。

5.7.5 据调查, 我国低压机组和部分高压机组没有设计旋转部件安全防护罩。很多小型水电站旋转部件的防护可以随意拆卸, 根本起不到安全防护的作用, 应予以重视。

6 技术性能指标

6.0.1 小型水电站装机容量适用范围很大,相应单机功率范围也很大。因此,本规范将反击式水轮发电机组综合效率按功率大小设4挡提出要求。在保证机组综合效率达到要求的前提下,相应水轮机效率和发电机效率分别见下表:

单机功率(kW)	水轮机效率(%)	发电机效率(%)
小于500	85	88
500~3000	85~88	88~92
3000~10000	88~92	92~95.5
10000以上	93	95

单机功率小,取低值;单机功率大,取高值。按插入法计算,这是对制造厂的最低要求。

低于以上要求的机型,在机组技术改造选型时,不宜使用。

6.0.7 多泥沙河流小型水电站水轮机在设计制造时应采取必要的抗泥沙磨蚀措施。据调查,不少多泥沙河流小型水电站水轮机首次大修间隔时间不到1年(经1个汛期运行),经过技术改造,采取抗泥沙磨蚀综合治理措施后大修间隔时间可延长到2年~3年,因此本条提出不少于2年(经2个汛期运行)是可以做到的,也是对水轮机设计制造的基本要求。

S/N:1580177·719



统一书号:1580177·719

定 价:12.00 元



9 158017 771909 >