

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2017年工程建设标准规范制修订及相关工作计划〉的通知》(建标〔2016〕248号)的要求,标准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,修订了本标准。

本标准主要技术内容: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。

本标准修订的主要技术内容:

- 1.增加了电站机电设备报废更新的规定;
- 2.增加了生态流量现状分析与评价的内容;
- 3.增加了小容量高压发电机可改为低压发电机的内容;
- 4.增加了可配置移动通信设备对电站运行情况进行监控的内容;

5.增加了厂房技术改造的内容;

6.增加了生态流量泄放设施的内容;

7.提高了部分机组的效率指标。

本标准由住房和城乡建设部负责管理。

本标准起草单位:水利部农村电气化研究所(地址:浙江省杭州市学院路122号,邮政编码:310012)

中水北方勘测设计研究有限责任公司

浙江金轮机电实业有限公司

武汉长江控制设备研究所有限公司

杭州富春江水电设备有限公司

本标准主要起草人员:吕建平 刘仲民 付自龙 杜雷功

张春君 闵京声 姚光 潘熙和

张联升 吴玉泉 杨安玉
本标准主要审查人员：程夏蕾 陆力 岳梦华 李志平
游超 王昭升 周争鸣 刘国华
许强 吴胜华 陈昌沛 姜美武

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

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	(9)
5.5	发电机及其他电气设备	(10)
5.6	自动化	(11)
5.7	暖通、消防与安全	(12)
5.8	生态流量泄放设施	(12)
6	技术性能指标	(13)
7	工程验收	(15)
	本标准用词说明	(16)
	引用标准名录	(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 requirements	(5)
5.2	Hydraulic structures	(5)
5.3	Turbines and ancillary equipment	(7)
5.4	Auxiliary equipment	(9)
5.5	Hydrogenerator and other electrical equipment	(10)
5.6	Automation	(11)
5.7	Heating, ventilation and fire proof	(12)
5.8	Ecological discharge facilities	(12)
6	Indexes of technical characteristics	(13)
7	Acceptance of project	(15)
	Explanation of wording in this standard	(16)
	List of quoted standards	(17)

1 总 则

1.0.1 为规范小型水电站技术改造,促进电站技术进步,科学利用水能资源,消除安全隐患,保障运行安全,提高生产技术和能效,改善生态环境,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于单站装机容量为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遵循安全可靠、绿色环保、技术合理、经济适用的原则,充分利用水电站现有设施或设备,积极采用成熟的新技术、新工艺、新设备、新材料。

1.0.4 小型水电站技术改造前,应编制相关设计报告。当机电设备符合现行国家标准《小型水电站机电设备报废条件》GB/T 30951 规定时应及时报废更新。

1.0.5 小型水电站技术改造,除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定,并满足河道生态流量泄放的需要。

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建、更新、增容或减容,提高其可靠性、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,提高效率和可靠性,对小型水电站设施或设备进行更新的活动。

2.0.3 增容改造 renovation for increasing installed capacity

对机电设备进行技术改造,增加电站装机容量,改善性能,提高效率和可靠性的活动。

2.0.4 减容改造 renovation for decreasing installed capacity

对机电设备进行技术改造,合理减少电站装机容量,改善性能,优化运行区,提高效率和可靠性的活动。

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 工程设计、竣工和运行资料；
- 2 水文、泥沙资料；
- 3 安全检测和性能测试或评估资料；
- 4 其他有关资料。

3.0.2 小型水电站技术改造前，应依据安全检测或评估结果、运行以及检修资料，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，并做出技术改造必要性评价。

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，对水资源可利用条件进行分析与评价，并应包括下列内容：

- 1 必要时对径流与洪水进行复核；
- 2 工作水头与流量增加、减少的可能性；
- 3 可利用的弃水量；
- 4 减少水头损失和流量损失的条件；
- 5 生态流量及泄放设施。

3.0.4 应依据预防性试验报告或当前性能测试结果，对设施或设备做出性能评价。

3.0.5 对电站运行资料和检修资料进行分析，结合水文资料研究电站上下游水位、水头、流量、生态流量、泥沙含量等的变化规律，论证电站改造的必要性和可行性。

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性能对比测试。

4.0.2 水轮机性能试验应根据具体情况,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 的有关规定进行。

4.0.3 对主要机电设备超过设计使用年限或影响安全运行,出现异常情况的电站,应按现行国家标准《小型水电站安全检测与评价规范》GB/T 50876 进行检测与评价。

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》NB/T 10349 的有关规定执行。

4.0.5 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报告或当前性能测试结果,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。

4.0.6 检测与评价结果应作为确定小型水电站技术改造的必要性、改造方案以及考核技术改造成效的依据。

5 改造内容与要求

5.1 一般规定

5.1.1 有下列情况之一时,应进行技术改造:

- 1 存在安全隐患;
- 2 上下游水文特征参数发生较大变化;
- 3 水能资源利用不合理;
- 4 土建施工、设备制造或安装质量差,设备性能落后,技术状况差;
- 5 地质条件发生变化;
- 6 没有生态流量泄放设施;
- 7 机电设备符合报废条件;
- 8 其他需要改造的情况。

5.1.2 现有设施和设备的可利用部分,应经必要的复核计算,必要时应做相应技术处理。

5.1.3 弃水较多的小型水电站可增容改造。改造时应考虑泄放生态流量对装机规模的影响,合理确定装机规模,对引水系统的引用流量、水头损失、结构强度、水力过渡过程等进行复核计算,并对其他设备设施进行复核。

5.1.4 年利用小时数低、水头或流量减少的电站可减容改造。

5.2 水工建筑物

5.2.1 水工建筑物技术改造应符合下列规定:

- 1 消除安全隐患;
- 2 淹没损失小;
- 3 便于施工。

5.2.2 提高水能资源利用可采取下列改造措施：

- 1 加高大坝；
- 2 增设橡胶坝、翻板闸门或可控制的闸门等设施；
- 3 增大前池容量；
- 4 降低机组尾水位。

5.2.3 增加总库容的小型水电站，应对工程等别、建筑物级别及洪水标准进行复核。

5.2.4 水工建筑物安全监测改造应符合现行行业标准《水利水电工程安全监测设计规范》SL 725 的有关规定，完善水库大坝安全监测系统，水库水位信息宣传至电站中控室或移动通信设备。

5.2.5 小型水电站的抗震设防应符合现行行业标准《水工建筑物抗震设计规范》SL 203 的有关规定。

5.2.6 引水渠系统技术改造可采取下列措施：

- 1 完善引水系统首部排沙、拦污设施；
- 2 增加过水断面，降低糙率；
- 3 引水建筑物防渗处理；
- 4 尾水清障、清淤，改善尾水渠水流流态。

5.2.7 寒冷地区应对水工建筑物和金属结构设备增设防冰冻设施。

5.2.8 闸门及启闭机技术改造应符合下列规定：

1 应对存在腐蚀、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进行技术改造，消除缺陷；

2 因锈蚀、变形等引起启闭力增加过大的闸门，应优先采用新型支承材料，降低摩擦力，也可改进闸门的支承形式或启闭设备；

3 大坝加高的小型水电站，应对现有的闸门和启闭设备进行复核或加固。

5.2.9 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。尾水闸门不应采用上游水进行充水平压。

5.2.10 泄洪闸门启闭设备应有可靠的备用动力。

5.2.11 压力管道技术改造应符合下列规定：

- 1 漏水严重并已老化的伸缩节止水圈，应进行更换；
- 2 当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 规定时，应进行更换；
- 3 不均匀沉降的镇墩、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 压力管道管径过小时，应增加管道或增大管径。

5.2.12 厂房技术改造应符合下列规定：

- 1 完善防洪设施，满足防洪要求；
- 2 扩容改造电站应复核机墩、吊车梁及排架强度，荷载增加的楼板也应进行强度复核；
- 3 应满足机电设备安全运行、维护、检修的要求；
- 4 厂房外观与周边环境相适应。

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规定：

1 选定的水轮机转轮型号应能量指标先进、空化特性优良、运行稳定性好；

2 选择水轮机主要参数时，应考虑水电站的引水系统、水轮机流道尺寸和安装高程及发电机参数等限制条件，使水轮机处于稳定、高效区运行，且吸出高度满足要求；

3 应使水轮机适应水头和流量的变化，改善运行工况，提高运行稳定性和效率；

4 多泥沙的水电站，应对水轮机泥沙磨损进行评估分析，合理选择技术改造参数，并应采取抗磨蚀措施，过机泥沙多的水电站，水轮机宜在无空化条件下运行。

5.3.2 水轮机技术改造应根据电站的具体条件，采用下列方式：

- 1 采用性能优良的新转轮，新转轮应与水轮机流道相匹配，

必要时应通过技术论证改进流通部件型线与结构；

2 水头、流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，应改善水轮机性能，提高效率；

3 水头、流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；

4 水头、流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；

5 多泥沙小型水电站，根据过机含沙量的大小和泥沙特性，改进水轮机水力和结构设计，并采用抗磨蚀材料和保护层，必要时适当降低水轮机转速，改造后水轮机大修间隔不宜少于 2 年；

6 存在严重安全隐患或损坏程度达到报废条件时，应进行报废更新。

5.3.3 电站技术改造设计应对机组和输水系统的调节保证参数进行复核计算。

5.3.4 推力轴承技术改造应符合下列规定：

1 经常发生烧瓦事故的推力轴承，应改进结构形式或加强冷却效果，额定转速在 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、推力轴承的承载能力以及基础承载能力进行复核计算。

5.3.5 卧轴径向轴承可采用滚动轴承或滑动轴承。滑动轴承可采用巴氏合金瓦或其他合适的瓦，必要时可采用水冷瓦技术。

5.3.6 立轴水轮机导轴承宜采用抛物线形免刮瓦结构。

5.3.7 调速系统技术改造应符合下列规定：

1 水头、流量、转轮直径有变化时，应根据水轮机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、增减负荷及事故停机要求；

3 机组有黑启动要求时，调速器应设置纯手动操作装置。

5.3.8 调速系统改造宜采用微机全自动调速器或带有蓄能装置的操作器。调速器在满足操作功情况下,可为自动制动装置提供压力油源。

5.3.9 水轮机进水阀技术改造应符合下列规定:

1 漏水量超过现行行业标准《小型水轮机进水阀门基本技术条件》SL 696 规定值时,应改进进水阀密封型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;

4 采用液压操作的阀门,宜配带蓄能装置的液压装置。

5.4 辅助设备

5.4.1 应根据机组设备技术改造的要求,对水力机械辅助设备做相应的校核或改造。

5.4.2 水系统技术改造应符合下列规定:

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 单机容量超过 1000kW 的小型水电站,取水口不宜少于 2 个;

3 按无人值班(少人值守)设计的水电站,技术供水系统应配置自动滤水器、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,也可采用潜水泵或深井泵;

5 锈蚀严重或管径不符合要求的管路应更换。

5.4.3 压缩空气系统技术改造应满足机组改造后的用气需要。对采用带囊式蓄能器的调速器油压装置或采用液压制动装置的电站,可取消相应的供气系统。

5.4.4 油系统技术改造应符合下列规定:

1 透平油系统应简化管路敷设,宜采用软管供排油方式;

2 宜取消绝缘油系统的油库。

5.4.5 经检测不合格的起重设备,应进行改造或更新。

5.4.6 扩容改造的电站设计,应按最重件的吊重加吊具重量对厂内起重设备及其支撑结构进行复核。起吊重量超过起重机额定起重量时,应对起重机及其支撑结构更新改造或采用其他安全措施。

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的容量相匹配。

5.5.2 发电机技术改造可采用下列方式:

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

5.5.3 发电机应装设温度检测元件。

5.5.4 小容量的高压发电机可改为低压发电机,改造后的发电机容量不宜超过 800kW。

5.5.5 停机后定子绕组绝缘电阻下降较多的发电机,可加装加热除湿装置。若加热除湿后绝缘电阻仍然达不到要求时,应更换绝缘或采取其他措施。

5.5.6 励磁系统技术改造应采用具有自动调节功能的励磁装置,对于有孤网运行要求的机组还应符合现行行业标准《孤网运行的小水电机组设计导则》NB/T 42034 的规定。励磁系统宜采用静止励磁或无刷励磁方式。

5.5.7 主变压器技术改造应符合下列规定:

- 1 主变压器额定容量应满足改造后的电站输出容量的需要;
- 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,应将其更新为升压型变压器。

5.5.8 其他电气设备技术改造应符合下列规定:

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 高压开关柜应选择满足“五防”(防止误分、误合断路器,防止带负荷分、合隔离开关,防止带电挂接地线,防止带地线合闸,防止操作人员误入带电间隔)要求的轻型封闭式;

4 低压开关柜应选择通过 3C 强制性产品认证的设备;

5 电缆宜采用电缆架敷设或穿管布置。

5.5.9 按无人值班(少人值守)设计的电站应配置可靠的操作电源。单机容量 800kW 以下的低压机组操作电源可采用能满足开关跳闸和电气控制用的 UPS 电源。

5.5.10 应完善防雷接地系统,满足接地电阻设计要求。

5.5.11 小型水电站技术改造应配备事故照明。照明灯具应按节能、环保型产品配置并易于维护。

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范》SL 229 的有关规定。

5.6.2 按无人值班(少人值守)设计的小型水电站,应符合下列规定:

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 应具备一键开停机、自动调频、自动调压及有功无功自动调节功能;

3 应具有遥控操作功能,并将运行信息上传至远方或移动通信设备;

4 宜装设视频监视系统,并具有自动记录功能;

5 应装设防盗报警装置。

5.6.3 机组制动系统技术改造宜设置自动制动装置。

5.6.4 小型水电站技术改造宜设置闸门监控系统,实现远程控制与监测,对于快速闸门还应具备一键落门功能。

5.6.5 大坝安全监测系统、水文(情)自动测报系统宜与电站微机监控系统数据共享。

5.6.6 采用低压机组的小型水电站,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。

5.6.7 电气二次屏柜的防护等级不得低于现行国家标准《外壳防护等级(IP代码)》GB/T 4208 规定的 IP42,柜内宜配置照明及除湿装置。

5.6.8 小型水电站改造应配备通信设备,可配置移动通信设备对电站运行情况与水库水位进行监控。

5.6.9 小型水电站改造可采用小水电站群集中控制方式。

5.7 暖通、消防与安全

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 消防技术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,完备各项消防设施。

5.7.3 可能危及人身安全的场所及机组旋转部分应设有明显的安全警示标志和防护设施。

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

5.8 生态流量泄放设施

5.8.1 不能满足生态流量下泄要求的水电站,应对生态流量泄放设施进行改造或新建。

5.8.2 生态流量泄放设施改造或新建应符合现行行业标准《小型水电站下游河道减脱水防治技术导则》SL/T 796 的规定。

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效率,应符合下列规定:

1 机组输出功率应达到技术改造设计要求。

2 额定工况下机组效率不宜低于表 6.0.1 规定,并依据单机功率从高至低取值。

表 6.0.1 额定工况下机组效率范围

单机功率(kW)	额定工况下机组效率
小于 500	75%
500~3000	75%~85%,其中混流式机组效率为 77%~85%
3000~10000	81%~89%,其中混流式、灯泡贯流机组效率为 83%~89%
10000 以上	87%~90%,其中混流式、灯泡贯流机组效率不低于 89%

3 冲击式水轮发电机组效率可适当降低。

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《小型水轮机基本技术条件》GB/T 21718 的有关规定,发电机的噪声和振动值应符合现行国家标准《小型水轮发电机基本技术条件》GB/T 27989 的有关规定,机组摆度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。

6.0.4 水轮机进水阀更新后的漏水量应符合现行行业标准《小型水轮机进水阀门基本技术条件》SL 696 的有关规定。

6.0.5 导水叶更新后全关漏水量应符合现行国家标准《小型水轮机基本技术条件》GB/T 21718 的有关规定。

6.0.6 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 第1部分：反击式水轮机的空蚀评定》GB/T 15469.1 或《水斗式水轮机空蚀评定》GB/T 19184 的有关规定。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

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 的有关规定执行。

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

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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
- 《小型水电站安全检测与评价规范》GB/T 50876
- 《外壳防护等级(IP 代码)》GB/T 4208
- 《水轮发电机组安装技术规范》GB/T 8564
- 《水轮机、蓄能泵和水泵水轮机空蚀评定 第 1 部分:反击式水轮机的空蚀评定》GB/T 15469.1
- 《水斗式水轮机空蚀评定》GB/T 19184
- 《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
- 《小型水轮机基本技术条件》GB/T 21718
- 《小型水轮机现场验收试验规程》GB/T 22140
- 《小型水轮发电机基本技术条件》GB/T 27989
- 《小型水电站机电设备报废条件》GB/T 30951
- 《压力钢管安全检测技术规程》NB/T 10349
- 《孤网运行的小水电机组设计导则》NB/T 42034
- 《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
- 《水工建筑物抗震设计规范》SL 203
- 《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范》SL 229
- 《小型水轮机进水阀门基本技术条件》SL 696
- 《水利水电工程安全监测设计规范》SL 725
- 《小型水电站下游河道减脱水防治技术导则》SL/T 796