

ICS 27.140

P 59

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 524—2011

小型水电站机组运行综合性能 质量评定标准

**Quality evaluation standards of units operating comprehensive
performance for small-scale hydropower station**

2011-01-10 发布

2011-04-10 实施

中华人民共和国水利部 发 布

https://www.sljzjxx.cn
水利造价信息网

中华人民共和国水利部
关于批准发布水利行业标准的公告

2011 年第 1 号

中华人民共和国水利部批准《小型水电站初步设计报告编制规程》(SL 179—2011) 等 2 项标准为水利行业标准，现予以公布。

序号	标 准 名 称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	小型水电站初步设计报告编制规程	SL 179—2011	SL/Z 179—96	2011.1.10	2011.4.10
2	小型水电站机组运行综合性能质量评定标准	SL 524—2011		2011.1.10	2011.4.10

二〇一一年一月十日

目 次

前言	4
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 评定内容	5
3.1 水轮发电机组运行性能质量	5
3.2 水轮机运行性能质量	6
3.3 水轮发电机运行性能质量	7
3.4 励磁系统运行性能质量	9
3.5 调速系统运行性能质量	10
3.6 水轮机进水阀门运行性能质量	11
3.7 其他设备运行性能质量	11
4 综合评定	11
4.1 评定基本条件	11
4.2 评分原则及评分方法	12
4.3 评定结论	12
附录 A (规范性附录) 评定项目评分方法	13
附录 B (资料性附录) 综合性能质量评分表	16

前 言

根据水利部 2003 年财政专项安排和水利标准化工作合同（水标合同字〔2003〕第 047 号）的要求，按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的规定，制定本标准。

本标准共 4 章 10 节 69 条和 2 个附录，主要技术内容有：

- 水轮机运行性能质量；
- 水轮发电机运行性能质量；
- 励磁系统运行性能质量；
- 调速系统运行性能质量；
- 水轮机进水阀门运行性能质量；
- 其他设备运行性能质量；
- 综合评分原则及评分方法。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部。

本标准主持机构：水利部农村水电及电气化发展局。

本标准解释单位：水利部农村水电及电气化发展局。

本标准主要起草单位：中国水利水电科学研究院。

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社。

本标准主要起草人：徐洪泉、马素萍、李志民、杜秀玲、李铁友、单鹰。

本标准审查会议技术负责人：卜漱和。

本标准体例格式审查人：徐海峰。

小型水电站机组运行综合性能质量评定标准

1 范围

为加强对小型水电站的规范化管理，提高安全生产和运行管理水平，对小型水电站水轮发电机组的运行性能及质量进行评定，制定本标准。

本标准适用于机组功率在 **0.5~25MW** 之间，且水轮机转轮直径不大于 **3.3m** 的水轮发电机组质量评定。机组功率在 **100~500kW** 之间的机组，如能基本满足评定条件，可参照执行。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 7894** 水轮发电机基本技术条件
- GB/T 8564** 水轮发电机组安装技术规范
- GB/T 9652.1** 水轮机控制系统技术条件
- GB/T 10585—1989** 中小型同步电机励磁系统基本技术要求
- GB/T 14478** 大中型水轮机进水阀基本技术条件
- GB/T 15469.1** 水轮机、蓄能泵和水泵水轮机空蚀评定 第1部分：反击式水轮机空蚀评定
- GB/T 17189** 水力机械振动和脉动现场测试规程
- GB/T 19184** 水斗式水轮机空蚀评定
- GB/T 21717** 小型水轮机型式参数及性能技术规定
- GB/T 21718** 小型水轮机基本技术条件
- GB/T 22140** 小型水轮机现场验收试验规程
- GB/T 50071** 小型水力发电站设计规范
- SL 229** 小型水力发电站自动化设计规定

3 评定内容

3.1 水轮发电机组运行性能质量基本要求

3.1.1 水轮发电机组图纸资料应符合下列基本规定：

- a) 电站应按 **GB/T 21718**、**GB/T 21717**、**GB/T 7894**、**GB/T 9652.1** 规定提供机组图纸资料，并保存完好。
- b) 机组的运行、维护、检修、试验等应有详细的记录。

3.1.2 机组应能实现以手动或自动方式启动、停机和紧急停机。

3.1.3 机组应设置防飞逸设施，立轴轴流式水轮机应有可靠的防抬机措施。

3.1.4 机组可靠性保证率 K 在机组主要设备没有改造前按公式 (1) 计算：

$$K = 100 \times \left[1 - \frac{N_1}{N_{\max}} \right] \% \quad \text{..... (1)}$$

式中：

N_1 ——机组已使用年数；

$N_{\max}$ ——机组规定使用年数。

机组规定使用年数见表 1。

表1 机组规定使用年数

机组额定功率 P_r (MW)	$0.5 \leq P_r < 1.0$	$1 \leq P_r < 5$	$5 \leq P_r \leq 10$	$10 < P_r \leq 25$
机组规定使用年数	25	30	35	40

应及时对水轮机、发电机、励磁、调速器等机组主要设备进行技术改造,提高机组效率,改善稳定性等性能,提高自动化程度,保障安全运行。

改造成功后,机组可靠性保证率 K 按公式 (2) 计算:

$$K = 100 \times \left(1 - \frac{N_1 - N_2}{N_{\max}} \right) \% \quad (2)$$

$$N_2 = W_t \cdot (N_1 - N_t) + W_g \cdot (N_1 - N_g) + W_m \cdot (N_1 - N_m) + W_c \cdot (N_1 - N_c) + W_o \cdot (N_1 - N_o) \quad (3)$$

式中:

N_t 、 N_g 、 N_m 、 N_c 、 N_o ——水轮机、发电机、励磁、调速器和其他自动化设备改造后运行年数;如该设备没有改造,可将其改造后运行年数赋值为 N_1 ;

W_t ——水轮机改造权重系数,整机改造 $W_t = 0.45$,只改造水轮机转轮 $W_t = 0.3$;

W_g ——发电机改造权重系数,整机改造 $W_g = 0.25$,只改造发电机转子 $W_g = 0.15$;

W_m ——励磁系统改造权重系数, $W_m = 0.1$;

W_c ——调速器改造权重系数, $W_c = 0.1$;

W_o ——机组其他自动化设备改造权重系数, $W_o = 0.1$ 。

3.1.5 电站应有必要的备品、备件。机组应定期维护检修,发现缺陷和故障及时处理检修,记录产生缺陷和事故的原因,不允许带故障运行。所有连接件都应连接牢固,无螺栓松动或脱落。设备(包括盘柜)表面应保持清洁,无锈蚀,无油污。

3.2 水轮机运行性能质量

3.2.1 水轮机以额定转速运行,在额定水头下的额定功率以及在最大水头、加权平均水头、最小水头下连续输出的功率应达到设计值。

3.2.2 水轮机在最大水头和最小水头范围内以额定转速运行,最高效率、额定效率及加权平均效率应达到设计值。

3.2.3 在一般水质条件下,反击式水轮机的空蚀损坏保证应符合 GB/T 15469.1 的规定,水斗式水轮机的空蚀损坏保证应符合 GB/T 19184 的规定。

3.2.4 水轮机运行应符合下列规定:

a) 水轮机在空载工况应稳定运行;

b) 在最大水头和最小水头范围内,水轮机在表2所列功率范围内应稳定运行。

3.2.5 水轮机在3.2.4条所规定的运行范围内,尾水管内的压力脉动混频峰峰值不应大于相应水头的3%~11%,低比转速取小值,高比转速取大值;在任何情况下,真机尾水管压力脉动峰峰值不应大于10m水柱。

3.2.6 水轮机振动应符合下列规定:

a) 在各种工况下,包括开停机过程及甩负荷,水轮机各部件不得产生共振和有害变形。

b) 在各种正常运行工况下,立轴水轮机顶盖在垂直方向和水平方向允许的双幅振动值,以及卧式水轮机轴承在垂直方向允许的双幅振动值,不应大于表3的规定。

表2 水轮机在工作水头范围内稳定运行的功率范围

水轮机机型	相应水头下的机组最大保证功率 (%)
混流式	45~100
轴流定桨式	75~100
贯流定桨式	
轴流转桨式	35~100
贯流转桨式	
水斗式	25~100
斜击式	
双击式	

c) 主轴摆度不应大于 GB/T 8564 中规定的允许值。

表 3 水轮机振动允许值 (双振幅)

项 目		额 定 转 速 n (r/min)					
		$n < 100$	$100 \leq n < 250$	$250 \leq n < 375$	$375 \leq n \leq 750$	$n = 1000$	$n = 1500$
立 轴 水 轮 机	水平振动值 (μm)	90	70	50	30	25	—
	垂直振动值 (μm)	110	90	60	30	25	—
卧轴水轮机垂直振动值 (μm)		110	90	70	50	30	25

3.2.7 水轮机噪声不应大于表 4 规定的允许值。

表 4 水轮机噪声允许值

测 量 部 位	机 组 转 速 n (r/min)	
	$n \leq 750$	$n > 750$
立式水轮机在距机坑地板上方 1m 处 [dB (A)]	85	90
立式水轮机在距尾水管进人门 1m 处 [dB (A)]	90	95
卧式水轮机在距主轴和尾水管 1m 处 [dB (A)]	85	90

3.2.8 水轮机导叶和水轮机喷嘴的漏水量应符合下列规定：

- 在额定水头下，反击式水轮机锥形导叶在全关时漏水量不应大于水轮机额定流量的 0.4%，非锥形导叶在全关时漏水量不应大于水轮机额定流量的 0.3%。
- 水斗式、斜击式和双击式水轮机喷嘴在全关时不应漏水。

3.2.9 在任何工况机组甩负荷时，水轮机蜗壳最大压力上升率 ξ 应符合下列规定：

- 当电站额定水头 $H_r \leq 20\text{m}$ 时， $\xi \leq 1$ 。
- 当电站额定水头 $20\text{m} < H_r \leq 40\text{m}$ 时， $\xi \leq 0.7$ 。
- 当电站额定水头 $40\text{m} < H_r \leq 100\text{m}$ 时， $\xi \leq 0.5$ 。
- 当电站额定水头大于 100m 时， $\xi \leq 0.3$ 。

3.2.10 机组额定功率甩全部负荷时，最大转速上升率 β 不应超过 50%，机组容量占电力系统容量比重小时，机组额定功率甩全部负荷时最大转速上升率 β 不应超过 60%，超过时应按 GB 50071 要求进行论证或按设计要求执行，但不宜超过 70%。

3.2.11 运行经济性应符合下列规定：

- 水轮机的运转特性应与电站实际条件（水头、流量）相符，通过优化调度使水轮机经常运行在高效区。
- 转桨式水轮机应在协联工况下运行。
- 不宜超低负荷运行。
- 不应超水轮机出力限制线运行。

3.2.12 油润滑导轴承的油位和瓦温应符合设计规定值；水润滑导轴承的供水要求可靠，水质清洁，无固体颗粒等杂质。

3.2.13 水轮机转轮叶片和其他部件没有断裂或裂纹。

3.2.14 在多泥沙河流的电站，水轮机应采取抗磨措施，以减轻磨损。

3.2.15 转桨式水轮机转轮叶片应转动灵活，转轮体无漏油、进水现象。

3.3 水轮发电机运行性能质量

3.3.1 发电机在下列使用条件下应能连续额定运行：

- 主厂房内最高温度不超过 40℃，最低温度不低于 5℃；冷却器进水温度不高于 28℃。
- 厂房内相对湿度不超过 85%。

3.3.2 在下列情况下，水轮发电机应能输出额定功率：

- a) 在额定转速及额定功率因数下，电压与其额定值偏差不超过 $\pm 5\%$ 。
- b) 在额定转速及额定功率因数下，频率与其额定值偏差不超过 $\pm 1\%$ 。
- c) 在额定功率因数下，当电压与频率同时发生偏差（两种偏差分别不超过 $\pm 5\%$ 和 $\pm 1\%$ ），若两者偏差均为正偏差时，两者偏差之和不超过 6% ；若两者偏差均为负偏差，或分别为正偏差与负偏差，两者偏差的绝对值之和不超过 5% （当电压与频率偏差超过上述规定值时应能连续运行，此时输出功率以励磁电流不超过额定值、定子电流不超过额定值的 105% 为限）。

3.3.3 空气冷却的水轮发电机，在规定的使用环境条件及额定工况下，定子、转子绕组和定子铁芯等温升限值不应超过表 5 的规定。当海拔（以黄海高程为准）超过 1000m 不符合 3.3.1 的规定时，按协议执行。

表 5 转子绕组、定子铁心等部件允许温升限值

单位：K

	水轮发电机部件	测量方法	不同耐热绝缘等级材料的最高允许温升	
			B 级	F 级
1	定子绕组	电阻法或埋入检温计法	80	100
2	定子铁芯	埋入检温计法或温度计法	80	100
3	转子绕组	电阻法	85	105
4	不与绕组接触的其他部件	这些部件的温升不应损坏该部件本身或任何与其相邻部件的绝缘		
5	集电环	温度计法	80	90

3.3.4 水轮发电机在额定运行工况下，其轴承的最高温度采用埋置检温计法测量不应超过表 6 的规定。

表 6 轴承不允许超过的温度

单位：℃

轴承类型	推力轴承巴氏合金瓦	推力轴承塑料瓦体	导轴承巴氏合金瓦	座式滑动轴承巴氏合金瓦
不允许超过的温度	75	65	75	80

3.3.5 水轮发电机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按表 7 确定，但达到该表中允许持续时间的过电流次数平均每年不超过 2 次。

表 7 空气冷却定子绕组允许过电流倍数与时间关系

定子过电流倍数 (定子电流/定子额定电流)	允许持续时间 (min)	定子过电流倍数 (定子电流/定子额定电流)	允许持续时间 (min)
1.10	60	1.30	4
1.15	15	1.40	3
1.20	6	1.50	2
1.25	5		

3.3.6 水轮发电机定子绕组对机壳或绕组间的绝缘电阻值在换算至 100°C 时，不应低于按公式 (4) 计算的数值：

$$R = \frac{U_N}{1000 + 0.01 S_N} \quad \text{..... (4)}$$

式中：

R ——绝缘电阻，MΩ；

U_N ——水轮发电机的额定线电压，V；

S_N ——水轮发电机的额定容量，kVA。

对于干燥清洁的水轮发电机，室温 $t(^{\circ}\text{C})$ 下的定子绕组绝缘电阻值 $R_t(\text{M}\Omega)$ ，可按公式 (5) 修正：

$$R_t = R \times 1.6^{\frac{100-t}{10}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

R ——对应温度为 100°C 绕组热态绝缘电阻计算值， $\text{M}\Omega$ 。

3.3.7 水轮发电机振动应符合下列规定：

- 在各种工况下，各部件不应产生共振和有害变形。
- 在各种正常运行工况下，水轮发电机在垂直方向和水平方向允许的双幅振动值，不应大于表 8 的规定。
- 主轴摆度不应大于 GB/T 8564 中规定的允许值。

表 8 水轮发电机振动（双振幅）允许值

项 目	额 定 转 速 n (r/min)				
	$n \leq 100$	$100 < n \leq 250$	$250 < n \leq 375$	$375 < n \leq 750$	$n > 750$
推力轴承支架的垂直振动 (μm)	100	80	70	60	60
导轴承支架的水平振动 (μm)	140	120	100	70	60
卧式机组各部分轴承垂直振动 (μm)	140	120	100	70	60

注：振动值系指机组处在各种正常运行工况下测得以位移峰峰值表示的最大振动值。

3.3.8 水轮发电机的噪声水平应符合下列规定：

- 额定转速为 250r/min 及以下的立式水轮发电机，在水轮发电机盖板外缘上方垂直距离 1m 处不超过 80dB (A) 。
- 额定转速高于 250r/min 的立式水轮发电机，在水轮发电机盖板外缘上方垂直距离 1m 处不超过 85dB (A) 。
- 对于卧式水轮发电机，在水轮发电机非驱动端距离机组 1m 处不超过 85dB (A) 。

3.3.9 水轮发电机应装设制动装置。制动系统必须保持设备完好，并按 GB/T 7894 的有关规定实现可靠、有效的制动。

3.3.10 发电机转子不应有接地或匝间短路发生。

3.3.11 发电机母线和封闭母线外壳（含中性点）无局部过热现象发生。

3.4 励磁系统运行性能质量

3.4.1 当同步发电机的励磁电压和电流不超过其额定励磁电压和电流的 110% 时，励磁系统应保证长期运行。

3.4.2 允许强励时间不应小于 10s ，但不大于 50s 。

3.4.3 当励磁电流达到额定励磁电流的 110% 时，加到励磁绕组两端的整流电压的最大瞬时值，不应大于 GB/T 10585—1989 第 7.18 条所规定试验电压峰值的 30% 。

3.4.4 励磁系统应保证在任何工况下，磁场绕组出线端的电压瞬时值不大于 GB/T 10585—1989 第 7.18 条所规定试验电压峰值的 65% 。

3.4.5 当励磁系统控制用的直流和交流电压偏差不超过额定电压的 $-15\% \sim 10\%$ 、频率偏差不超过额定频率的 $-3 \sim 2\text{Hz}$ 时，励磁系统应保证同步发电机正常运行。

3.4.6 空载电压整定范围应符合下列规定：

- 需并联运行的水轮发电机的励磁系统，应保证在 $80\% \sim 110\%$ 空载电压范围内稳定平滑调节。
- 孤立运行的水轮发电机的励磁系统，应保证在 $95\% \sim 105\%$ 空载电压范围内稳定平滑调节。

3.4.7 瞬态电压调整率及电压恢复时间应符合下列规定：

- 低压同步发电机在突甩额定负载时的瞬态电压增加（超调）规定为 20% 、 25% 、 35% 三种。
- 低压同步发电机在突加额定无功负载时的瞬态电压降规定为 -16% 、 -22% 、 -32% 三种。
- 负载突变后的电压恢复时间与 a)、b) 所规定的三种瞬态电压增加或降低相对应，不应大于

1.5 s、1.5 s、2.5 s。

d) 高压同步发电机在空载情况下且阶跃响应为 $\pm 10\%$ 时，其超调量不应大于阶跃量的 50%。

3.4.8 机组并联运行时，励磁系统应保证无功功率合理分配；同步发电机电压调整率在下列范围内可进行调节，摆动次数不宜超过 2~3 次：

a) 半导体型调节器为 $\pm 10\%$ 。

b) 电磁型调节器为 $\pm 5\%$ 。

3.4.9 自动电压调节器应保证发电机在空载运行状态下频率变化 $\pm 1\%$ 时，同步发电机端电压变化不应大于下列数值：

a) 半导体型调节器为 $\pm 0.5\%$ 。

b) 电磁型调节器为 $\pm 3\%$ 。

3.4.10 当同步发电机在额定转速下起励建立空载额定电压时，电压调节器应符合下列规定：

a) 调节时间不大于 5s。

b) 端电压摆动次数不大于 5 次。

c) 端电压超调量对高压同步发电机为不超过额定值 15%；对低压同步发电机为不超过 3.4.7 中

a) 所规定的数值。

3.4.11 励磁设备的散热性能好，设备及盘柜无过热现象。强迫冷却的励磁设备（不包括旋转励磁机），单柜的噪声值（声功率级）不应大于 80dB (A)。

3.4.12 除采用停机灭磁的小型同步发电机励磁系统外，其他励磁系统应具有灭磁能力，并保证可靠灭磁。

3.5 调速系统运行性能质量

3.5.1 调速器及油压装置各装置应符合下列基本规定：

a) 调速器应能实现机组的自动、手动启动和停机。当调速器自动部分失灵时，应能手动运行。如无接力器手动操作机构时，油压装置必须装有备用油泵；对通流式调速器，必须装设接力器手动操作机构。

b) 调速器运行应平稳，接力器无抽动、机组无溜负荷现象。

c) 安全阀动作应正确、可靠；自动补气装置及油位信号装置动作应正确、可靠。

3.5.2 水轮机调速系统静态特性应符合下列规定：

a) 静态特性曲线应近似为直线。

b) 测至主接力器的转速死区不超过表 9 的规定值。

c) 转桨式水轮机调速系统，转叶随动系统的不准确度不大于 0.8%。实测协联曲线与理论协联关系曲线偏差不得大于接力器总行程的 1%。

表 9 主接力器转速死区规定值

调速器类型	大 型		中 型		小 型		特小型
项 目	电调	机调	电调	机调	电调	机调	
转速死区 δ (%)	0.02	0.10	0.06	0.15	0.10	0.18	0.20

d) 冲击式水轮机调速系统静态品质应符合下列规定：

1) 测至喷针接力器的转速死区应符合表 9 规定。

2) 在稳态工况下，对多喷嘴冲击式水轮机的对称两喷针之间的位置偏差，在整个范围内均不大于 1%，每个喷针位置对所有喷针位置平均值的偏差不得大于 0.5%。

3.5.3 水轮机调速系统动态特性应符合下列规定：

a) 调速器应保证机组在各种工况和运行方式下的稳定性。在空载工况自动运行时，中、小型调速器转速摆动相对值应不超过 $\pm 0.25\%$ ，特小型调速器转速摆动相对值应不超过 $\pm 0.3\%$ 。如

果机组手动空载转速摆动相对值大于规定值，其自动空载转速摆动相对值不得大于相应手动空载转速摆动相对值。

b) 机组甩负荷后动态品质应符合下列规定：

- 1) 机组甩 100% 额定负荷后，在转速变化过程中，超过稳态转速 3% 额定转速值以上的波峰不超过 2 次。
- 2) 机组甩 100% 额定负荷后，从接力器第一次向开启方向移动起，到机组转速摆动值不超过 $\pm 0.5\%$ 为止所经历的时间，不应大于 40s。
- 3) 转速或指令信号按规定形式变化，接力器不动时间：对电调不大于 0.2s，机调不大于 0.3s。

3.5.4 油压装置应符合下列规定：

- a) 油压装置集油槽、压油罐及附件不漏油、不渗油，油温在允许范围内。
- b) 压油泵及其电机运转正常，无异常振动过热现象，安全阀、启动阀的开启关闭正常，当油压降低到事故油压时，能自动紧急停机。
- c) 油压装置的油位应在规定范围内，指示正确，自动补气装置及集油槽油位信号装置，动作准确可靠，透平油牌号、油质符合设计规定。

3.6 水轮机进水阀门运行性能质量

3.6.1 机组正常停机或检修时，进水阀门应能可靠关闭，其关闭位置的漏水量应符合 GB/T 14478 的规定。

3.6.2 机组在任何运行工况下，进水阀门应能动水关闭；在阀门两侧压力差不大于 30% 最大静水压力时应能正常开启；阀门应动作灵活，操作平稳，在各种工况下关闭和开启时无有害振动。

3.6.3 进水阀门的伸缩节、旁通阀、排空阀等配套设备运行正常。

3.7 其他设备运行性能质量

3.7.1 油气水设备应符合下列规定：

- a) 油系统管路通畅，无漏油，油质合格。
- b) 气系统压力正常，无漏气。
- c) 水系统管路通畅，不漏水，水质、水压、水温、水量等符合设计及运行要求。
- d) 排水系统运行正常，无堵塞，无漏水。

3.7.2 机组进口拦污栅应无堵塞。

3.7.3 自动化元件及自动化系统性能应符合下列规定：

- a) 自动化元件及自动化系统均应满足 SL 229 规定的精度和其他性能要求。
- b) 自动化元件均应准确可靠；电磁铁、电磁配压阀、电磁空气阀等动作元器件在 85%~110% 额定电压、额定负荷与规定行程下，能可靠动作，不应有跳动或卡阻现象。
- c) 自动化元件及自动化系统应运行正常。

3.7.4 计算机监控系统应具备数据采集和处理、报警、控制与调节、人机接口、电厂设备运行管理与指导、系统通信、系统自诊断及自恢复等功能，应能实现机组自动开、停机和紧急停机，达到无人值班、少人值守。

3.7.5 继电保护系统能自动投入并动作正确。

4 综合评定

4.1 评定基本条件

4.1.1 基本能正常运行的电站方可参加评定。

4.1.2 参加评定的电站应有完整的检测记录或试验报告，测试单位应具有相应资质。

4.1.3 在使用本标准进行运行性能和质量评定时，所采用的技术数据均指现场专门实测、自动监测装置下载或运行日志记录，各项参数的测量应符合 GB/T 22140 和 GB/T 17189 的有关规定。

4.2 评分原则及评分方法

4.2.1 本标准采用按项目评分的方法对电站运行性能进行逐项评定，用计算总分的方法进行综合评定。

4.2.2 每个项目有一个基本分 A ，即该项目可得最高分，说明该项目在电站综合评分体系中的比例。如该项目具备评分条件，其基本分不能改变；如该项目不具备评分条件，可在评审委员会同意的条件下给 A 赋 0 值，在累计 A 值时按 0 累计。评审开始时，首先由评审委员会集体讨论决定可不参加评审的项目，但其基本分累计值不能超过总累计值的 15%。

4.2.3 每个项目有一个评分因子 B ，用以评价电站该项目的性能及质量。 B 值赋值范围为 0.00 ~ 1.00，由评审委员根据评分原则及对该项目的分析判断单独赋值，按附录 A 的方式评分，按附录 B 的方式记录。

4.2.4 每个项目的得分 C 为基本分 A 与评分因子 B 的乘积，即：

$$C = AB \quad (6)$$

4.2.5 所有项目的综合得分 D 按公式(7) 计算：

$$D = 100 \times \frac{\sum C}{\sum A} \quad (7)$$

4.2.6 所有评审委员计算的综合得分 D 的算术平均值为评定结果 E 。

4.3 评定结论

4.3.1 评定结果 $E \geq 90$ 为优秀。

4.3.2 评定结果 $80 \leq E < 90$ 为良好。

4.3.3 评定结果 $70 \leq E < 80$ 为合格。

4.3.4 评定结果 $E < 70$ 为不合格。

4.3.5 除给出评定结果 E 之外，评审委员会还应当作出评定结论，指出其优缺点，尤其是存在主要问题及今后努力方向。评定结论应和评定结果相一致。

附 录 A
(规范性附录)
评定项目评分方法

各评定项目评分因子的赋值方法见表 A.1。

表 A.1 各评定项目评分因子赋值方法

评定项目章节	评 定 项 目	基本分 A	评 分 因 子 B 赋 值 方 法
3.1	水轮发电机组运行性能质量基本要求	10	
3.1.1	图纸资料 (包括运行维护记录)	2	齐全并保存完好赋 1, 缺设计图纸资料减 0.6, 缺运行维护记录者减 0.4
3.1.2	以手动或自动方式启动、停机和紧急停机	1	功能全部具备赋 1, 缺紧急停机功能减 0.3, 缺手动功能减 0.4, 自动功能不健全减 0.3
3.1.3	防飞逸设施及防抬机措施	1	轴流式水轮机按两项要求评分, 其余只按防飞逸措施评分。基本符合规定赋 0.8, 有设施但出现过问题的减 0.3~0.5
3.1.4	机组可靠性保证率	4	可靠性保证率达 40% 赋 0.7, 高 10% 加 0.05, 低 10% 减 0.1
3.1.5	机组维护	2	基本符合规定赋 0.8, 有重要螺栓松动脱落或带病运行赋 0, 有一般螺栓松动、脱落者减 0.1~0.3, 设备表面有锈蚀或油污的减 0.1~0.3
3.2	水轮机运行性能质量	35	
3.2.1	水轮机输出功率	4 或 6 ^a	在额定水头下, 满足功率要求赋 0.8, 能超出力 5% 加 0.1, 少出力 1% 减 0.05
3.2.2	水轮机效率	4 或 2 ^a	效率达到设计要求赋 0.8, 达到国际领先水平赋 0.9, 如效率是经真机试验获得加 0.1, 经模型验收试验再效率修正获得加 0.05
3.2.3	水轮机空蚀	2	达到标准要求赋 0.8, 无任何空蚀赋 1
3.2.4	水轮机稳定运行范围	3	达到要求赋 0.8, 如能在超负荷 10% 或以上区域稳定运行加 0.1, 如能在低于规定范围 10% 以下稳定运行加 0.1, 稳定运行范围减少 10% 减 0.4
3.2.5	水轮机水压脉动	4	达到规定上限赋 0.7, 达到规定下限赋 0.85, 比规定下限低 0.5% 加 0.1, 比规定上限高 0.5% 减 0.2
3.2.6	水轮机振动及摆度	4	振动达到规定要求赋 0.7, 低于规定值 1/5 加 0.1, 高于规定值 1/5 减 0.2, 摆度不符合要求减 0.1~0.3
3.2.7	水轮机噪声	2	达到规定要求赋 0.85, 低 5dB 加 0.05, 高 5dB 减 0.1
3.2.8	水轮机漏水量	1	漏水量达到规定值赋 0.8, 比规定值低 25% 加 0.1, 比规定值高 10% 减 0.1
3.2.9	甩负荷时最大压力上升率	1	符合规定值赋 0.8, 比规定值低 0.1 加 0.1, 比规定值高 0.1 减 0.1
3.2.10	甩负荷时最大转速上升率	1	符合规定值赋 0.8, 高于规定值但没超过设计值赋 0.7, 比规定值低 0.1 加 0.1, 比设计值高 0.1 减 0.1
3.2.11	运行经济性	2	基本符合规定赋 0.8, 能进行优化调度运行赋 0.9~1
3.2.12	导轴承油位及温度	1.5	达到标准或设计要求赋 0.8
3.2.13	断裂和裂纹	2.5	无任何断裂或裂纹赋 1, 已运行 5 年以上, 虽发现过轻微裂纹 (未贯通) 但处理后未再发生赋 0.7, 转轮叶片经常开裂赋 0
3.2.14	泥沙磨损	2	未发现任何泥沙磨损赋 1, 有轻微泥沙磨损赋 0.8, 汛期无法正常运行的赋 0, 泥沙浓度很高, 采取防护措施后效果明显, 仍有明显磨损者可赋 0.7~0.8
3.2.15	转桨式水轮机叶片转动灵活及是否漏油、进水	1 ^a	叶片转动灵活且转轮体无漏油、无进水赋 1, 基本符合规定赋 0.7, 有卡阻现象发生或漏油、进水严重赋 0

表 A.1 各评定项目评分因子赋值方法 (续)

评定项目章节	评 定 项 目	基本分 A	评 分 因 子 B 赋 值 方 法
3.3	水轮发电机运行性能质量	24	
3.3.1	发电机连续运行性能	2	基本符合规定 (按连续 72h 运行考核) 赋 0.8, 在恶劣条件下仍能连续运行赋 0.9~1, 满足运行条件无法连续运行, 比 72h 少 10h 减 0.15
3.3.2	发电机输出功率	4	满足功率要求赋 0.8, 能超出力 10% 加 0.15, 完全满足其他方面要求再加 0.05, 少出力 5% 减 0.2, 少出力 10% 减 0.5, 少出力 15% 减 0.8
3.3.3	发电机定子、转子温升	2.5	达到温升要求赋 0.8, 比规定低 5℃ 加 0.1, 高 1℃ 减 0.05
3.3.4	轴承温升	3	达到温升要求赋 0.75, 比规定低 5℃ 加 0.1, 高 1℃ 减 0.1
3.3.5	事故情况下允许过电流及时间	1	基本符合规定赋 0.8
3.3.6	发电机绝缘性能	2	绝缘电阻符合规定值赋 0.8, 高于规定值 10% 加 0.05, 低于规定值 5% 减 0.2
3.3.7	发电机的振动和摆度	4	基本符合规定赋 0.75, 低于规定值 1/5 加 0.1, 高于规定值 1/5 减 0.2
3.3.8	发电机噪声	2	达到规定要求赋 0.8, 低 5dB 加 0.05, 高 5dB 减 0.1
3.3.9	发电机制动装置可靠	1.5	基本符合规定赋 0.8, 设备配套、完善并未出现如何制动事故的赋 1, 设备不完善、制动困难的赋 0~0.5
3.3.10	发电机转子接地或匝间短路	1	若存在发电机转子接地或严重匝间短路赋 0, 无接地或匝间短路赋 1
3.3.11	发电机母线等局部过热	1	无局部过热赋 1, 有局部过热视严重程度减 0.1~1
3.4	励磁系统运行性能质量	8	
3.4.1	长期负载能力	1	当励磁电压、电流不超过 110% 额定值能长期连续运行时赋 1, 当励磁电压、电流不超过 100% 额定值能长期连续运行时赋 0.7
3.4.2	允许强励时间	0.5	允许强励时间达到 10s 赋 0.8, 每增加 10s 增加 0.1, 每减少 1s 减 0.1
3.4.3	整流过电压	0.5	符合规定赋 0.8, 比规定值低 10% 加 0.05, 比规定值高 10% 减 0.05
3.4.4	运行过电压	0.5	符合规定赋 0.8, 比规定值低 10% 加 0.05, 比规定值高 10% 减 0.1
3.4.5	控制电压偏差	1	基本符合规定赋 0.8
3.4.6	空载电压整定范围	0.5	能在规定范围内调节赋 0.8, 平滑调节赋 1, 调节困难 B < 0.7
3.4.7	瞬态电压调整率及电压恢复时间	0.5	基本符合规定赋 0.8, 不满足 c) 规定减 0.3, 不满足 d) 规定减 0.5
3.4.8	并联运行电压调整率	0.5	摆度次数 2 次以内赋 1, 3 次以内赋 0.8
3.4.9	端电压随频率的变化	0.5	电磁型符合基本要求赋 0.7, 半导体型符合基本要求赋 0.8
3.4.10	零起建压	0.5	基本符合规定赋 0.8, 不符合每一规定减 0.3
3.4.11	盘柜散热性能及噪声	1	散热基本符合规定赋 0.4, 出现过热现象的减 0.2~0.4, 噪声基本符合规定赋 0.4, 低 5dB 加 0.05, 高 5dB 减 0.1
3.4.12	灭磁	1	基本符合规定赋 0.8
3.5	调速系统运行性能质量	9	
3.5.1	调速系统基本要求	2	完全符合规定赋 1, 不满足 a) 减 0.4, 其余两项不满足减 0.3
3.5.2	调速系统的静态特性	2	对于冲击式机组, 满足 a) 赋 0.4, 满足 d) 赋 0.6; 对于转桨式机组, 满足 a) 赋 0.3, 满足 b) 赋 0.3, 满足 c) 赋 0.4; 对于其他型式机组, 满足 a) 赋 0.4, 满足 b) 赋 0.6
3.5.3	调速系统的动态特性	3	基本符合规定赋 0.8, 基本符合 a) 规定赋 0.3, 基本符合 b) 规定赋 0.5

表 A.1 各评定项目评分因子赋值方法 (续)

评定项目章节	评 定 项 目	基本分 A	评 分 因 子 B 赋 值 方 法
3.5.4	油压装置基本要求	2	采用 4MPa 及以下油压装置的基本符合规定赋 0.8, 采用 6.3MPa 及以上油压装置的基本符合规定赋 0.85。a)、b)、c) 在该条总赋值 1 中所占的比例是 0.2+0.5+0.3
3.6	水轮机进水阀门性能质量	4 ^f	
3.6.1	进水阀关闭可靠, 不漏水	1.5	关闭后不漏水赋 1, 符合规定漏水值赋 0.8, 漏水量比规定值每增加 10% 减 0.05
3.6.2	进水阀动作灵活, 操作平稳	1	完全满足要求赋 1, 能实现动水关闭且动作灵活、稳定赋 0.7, 能满足静水开启要求赋 0.3, 开启和关闭主阀时有强烈振动的减 0.1~0.7
3.6.3	进水阀配套设备运行正常	1.5	设备运行正常赋 0.8, 设备不齐全或出现排空阀冒水赋 0
3.7	其他设备运行性能质量	10	
3.7.1	油气水系统运行性能	2	符合四款规定赋 1, 每一款有缺陷减 0.05~0.25, 有漏水、漏油现象减 0.05~0.2
3.7.2	拦污栅性能	2	拦污栅无堵塞, 前后水位差非常低者赋 1, 拦污栅被压垮者赋 0
3.7.3	自动化元件及自动化系统性能	2	全部符合规定赋 1, 符合 a) 赋 0.3, 符合 b) 赋 0.4, 符合 c) 赋 0.3, 各款均基本符合赋 0.8
3.7.4	计算机监控系统性能	2.5	能实现无人值班、少人值守者赋 0.8, 满足全部要求赋 1, 不满足无人值班、少人值守者减 0.3, 可靠性差减 0.2, 功能不全减 0.5
3.7.5	继电保护性能	1.5	基本符合规定赋 0.8, 保护不动作或动作不正确而造成重大事故的赋 0, 造成一般事故及影响的减 0.1~0.5
a 所谓“规定”是指本标准或引用标准对评价项目提出的评价要求。 b 机组额定功率如大于或等于 10MW, 水轮机输出功率基本分 $A=4$, 否则 $A=6$ 。 c 机组额定功率如大于或等于 10MW, 水轮机效率基本分 $A=4$, 否则 $A=2$ 。 d 非转桨式水轮机不参加该项目评审, 可赋基本分 $A=0$ 。 e 如机组没有选用常规调速器, 而采用了其他型式的调节器来开停机并调节转速, 可赋 $A=0$ 。 f 如电站没有安装水轮机进水阀门, 不参加该项目评审, 可赋基本分 $A=0$ 。			

附 录 B
(资料性附录)
综合性能质量评分表

综合性能评分表如表 B.1 所示。

表 B.1 综合性能评分表

评定项目章节	评 定 项 目	标准分 A	评分因子 B 赋值	$C = AB$
3.1	水轮发电机组运行性能质量基本要求	10		
3.1.1	图纸资料 (包括运行维护记录)	2		
3.1.2	以手动或自动方式启动、停机和紧急停机	1		
3.1.3	防飞逸设施及防抬机措施	1		
3.1.4	机组可靠性保证率	4		
3.1.5	机组维护	2		
3.1 合计	$\sum A_{3.1} =$		$\sum B_{3.1} =$	
3.2	水轮机运行性能质量	35		
3.2.1	水轮机输出功率	4 或 6		
3.2.2	水轮机效率	4 或 2		
3.2.3	水轮机空蚀	2		
3.2.4	水轮机稳定运行范围	3		
3.2.5	水轮机水压脉动	4		
3.2.6	水轮机振动及摆度	4		
3.2.7	水轮机噪声	2		
3.2.8	水轮机关机漏水量	1		
3.2.9	甩负荷时最大压力上升率	1		
3.2.10	甩负荷时最大转速上升率	1		
3.2.11	运行经济性	2		
3.2.12	导轴承油位及温度	1.5		
3.2.13	断裂和裂纹	2.5		
3.2.14	泥沙磨损	2		
3.2.15	转桨式水轮机叶片转动灵活及是否漏油、进水	1		
3.2 合计	$\sum A_{3.2} =$		$\sum B_{3.2} =$	
3.3	水轮发电机运行性能质量	24		
3.3.1	发电机连续运行性能	2		
3.3.2	发电机输出功率	4		
3.3.3	发电机定子、转子温升	2.5		

表 B.1 综合性能评分表(续)

评定项目章节	评 定 项 目	标准分 A	评分因子 B 赋值	$C = AB$
3.3.4	轴承温升	3		
3.3.5	事故情况下允许过电流及时间	1		
3.3.6	发电机绝缘性能	2		
3.3.7	发电机的振动和摆度	4		
3.3.8	发电机噪声	2		
3.3.9	发电机制动装置可靠	1.5		
3.3.10	发电机转子接地或匝间短路	1		
3.3.11	发电机母线等局部过热	1		
3.3 合计	$\Sigma A_{3.3} =$		$\Sigma a_{3.3} =$	
3.4	励磁系统运行性能质量	8		
3.4.1	长期负载能力	1		
3.4.2	允许强励时间	0.5		
3.4.3	整流过电压	0.5		
3.4.4	运行过电压	0.5		
3.4.5	控制电压偏差	1		
3.4.6	空载电压整定范围	0.5		
3.4.7	瞬态电压调整率及电压恢复时间	0.5		
3.4.8	并联运行电压调整率	0.5		
3.4.9	端电压随频率的变化	0.5		
3.4.10	零起建压	0.5		
3.4.11	盘柜散热性能及噪声	1		
3.4.12	灭磁	1		
3.4 合计	$\Sigma A_{3.4} =$		$\Sigma a_{3.4} =$	
3.5	调速系统运行性能质量	9		
3.5.1	调速系统基本要求	2		
3.5.2	调速系统的静态特性	2		
3.5.3	调速系统的动态特性	3		
3.5.4	油压装置基本要求	2		
3.5 合计	$\Sigma A_{3.5} =$		$\Sigma a_{3.5} =$	
3.6	水轮机进水阀门性能质量	4		
3.6.1	进水阀关闭可靠, 不漏水	1.5		
3.6.2	进水阀动作灵活, 操作平稳	1		
3.6.3	进水阀配套设备运行正常	1.5		
3.6 合计	$\Sigma A_{3.6} =$		$\Sigma a_{3.6} =$	

表 B.1 综合性能评分表(续)

评定项目章节	评 定 项 目	标准分 A	评分因子 B 赋值	$O = AB$
3.7	其他设备运行性能质量	10		
3.7.1	油气水系统运行性能	2		
3.7.2	拦污栅性能	2		
3.7.3	自动化元件及自动化系统性能	2		
3.7.4	计算机监控系统性能	2.5		
3.7.5	继电保护性能	1.5		
3.7 合计	$\sum A_{3.7} =$		$\sum O_{3.7} =$	
总计	$\sum A = \sum A_{3.1} + \sum A_{3.2} + \sum A_{3.3} + \sum A_{3.4} + \sum A_{3.5} + \sum A_{3.6} + \sum A_{3.7} =$			
	$\sum O = \sum O_{3.1} + \sum O_{3.2} + \sum O_{3.3} + \sum O_{3.4} + \sum O_{3.5} + \sum O_{3.6} + \sum O_{3.7} =$			
评分结果	$D = 100 \times \sum O / \sum A =$			
评定结果				
评定结论				