



中华人民共和国国家标准

GB/T 21718—2008

小型水轮机基本技术条件

Fundamental technical requirements for small hydraulic turbines

2008-05-04 发布

2008-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布



中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
小型水轮机基本技术条件
GB/T 21718—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 31 千字
2008年6月第一版 2008年6月第一次印刷

*

书号:155066·1-31713 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 21718-2008

小型水轮机基本技术条件

1 范围

本标准规定了小型水轮机产品的技术要求、主要部件结构和材料要求、设备供货范围、备品备件、技术文件和图纸资料、检验与验收、包装、运输及保管、安装、运行与维护的基本要求。

本标准适用于机组功率在 500 kW~10 000 kW 之间,转轮直径小于 3.3 m 的混流式、轴流式、斜流式、贯流式及冲击式水轮机。机组功率在 100 kW~500 kW 之间的水轮机可参照本标准执行。机组功率和转轮直径超过上述条件的水轮机按照 GB/T 15468 规定执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900.45 电工术语 水电站水力机械设备
GB/T 8564 水轮发电机组安装技术规范
GB/T 10969 水轮机通流部件技术条件
GB 11120 L-TSA 汽轮机油
DL/T 507 水轮发电机组启动试验规程
DL/T 710 水轮机运行规程
DL/T 827 灯泡贯流式水轮发电机组启动试验规程
JB/T 1270 水轮机、水轮发电机大轴锻件技术条件
JB/T 6752 中小型水轮机转轮 静平衡试验规程
JB/T 8660 水电机组包装、运输和保管规范
JB/T 10384 中小型水轮机通流部件铸钢件

3 术语、定义和符号

GB/T 2900.45 确立的以及附录 A 所列的术语、定义和符号适用于本标准。

4 技术要求

4.1 技术参数

4.1.1 选型原则

根据小型水电站基本参数和小型水轮机的运行特点,合理选择其型式,保证机组长期安全、稳定、可靠、高效地运行,以获得最佳经济效益。

4.1.2 小型水轮机产品技术参数

4.1.2.1 水电站参数

水电站参数包括:

a) 上、下游水位,又可分为:

- 校核洪水位,单位为米(m);
- 设计洪水位,单位为米(m);
- 正常蓄水位,单位为米(m);

- 最低蓄水位(死水位),单位为米(m);
- 最高尾水位(校核尾水位),单位为米(m);
- 设计尾水位,单位为米(m);
- 最低尾水位,单位为米(m);

b) 水电站水头,又可分为:

- 水电站最大毛水头,单位为米(m);
- 水电站最小毛水头,单位为米(m);
- 水电站加权平均水头,单位为米(m);

c) 水电站引用流量,单位为立方米每秒(m^3/s);

d) 水电站单机功率和台数,单位为千瓦(kW);

e) 过机水质(包括含沙量、粒径、矿物成分、pH值等);

f) 气象条件(包括气温、水温、相对湿度等);

g) 水电站设计地震烈度。

4.1.2.2 水轮机基本参数

水轮机基本参数包括:

a) 水轮机型式和型号;

b) 水轮机水头,又可分为:

- 最大水头,单位为米(m);
- 最小水头,单位为米(m);
- 设计水头,单位为米(m);
- 额定水头,单位为米(m);

c) 水轮机流量,又可分为:

- 额定流量,单位为立方米每秒(m^3/s);
- 空载流量,单位为立方米每秒(m^3/s);

d) 水轮机转速,又可分为:

- 额定转速,单位为转每分(r/min);
- 飞逸转速,单位为转每分(r/min);
- 额定比转速,单位为米千瓦($\text{m} \cdot \text{kW}$);

e) 水轮机功率,又可分为:

- 水轮机输入功率,单位为千瓦(kW);
- 水轮机输出功率,单位为千瓦(kW);
- 额定功率,单位为千瓦(kW);
- 最优工况功率,单位为千瓦(kW);

f) 水轮机效率,又可分为:

- 额定效率,%;
- 加权平均效率,%;
- 最优效率,%;

g) 水轮机主要外形尺寸,又可分为:

- 转轮公称直径 D_1 (或 D_2),单位为米(m);
- 水斗式和斜击式水轮机转轮的节圆直径,单位为米(m);
- 水斗式和斜击式水轮机转轮的喷嘴数;
- 水斗式和斜击式水轮机转轮的射流直径,单位为毫米(mm);
- 双击式水轮机转轮的射流直径,单位为毫米(mm);

——双击式水轮机转轮叶片外缘直径,单位为米(m);

h) 空化系数和吸出高度,又可分为:

——初生空化系数(σ_i);

——临界空化系数(σ_c);

——电站空化系数(σ_p);

——安装高程,单位为米(m);

——吸出高度(排出高度),单位为米(m)。

4.1.2.3 水轮机的总质量。

4.1.2.4 水轮机各大件的运输尺寸和质量。

4.1.2.5 水轮机部件的起吊控制高度尺寸和质量。

4.1.2.6 模型水轮机综合特性曲线图和原型水轮机运转特性曲线图。

4.2 技术保证

供方应对下列各项目作出保证:

——水轮机功率保证;

——水轮机效率保证;

——水轮机的空蚀和磨蚀保证;

——水轮机运行稳定性保证:包括水轮机的稳定运行范围、尾水管内压力脉动值保证、振动保证和摆度保证;

——水轮机的噪声保证;

——调节保证:包括机组最高瞬时转速上升值、蜗壳最高瞬时压力上升值和尾水管最低瞬时压力降低值;

——水轮机导叶(喷嘴)漏水量保证;

——水轮机的最大轴向水推力的保证;

——水轮机最大飞逸转速保证;

——水轮机可靠性保证;

——水轮机产品的质量保证期。

5 主要部件结构和材料要求

5.1 结构设计的一般要求

5.1.1 水轮机通流部件应符合 GB/T 10969 的要求。

5.1.2 水轮机的结构应便于装拆、维修,易损部件应便于检查、更换。

5.1.3 水轮机主轴的工作密封、接力器的密封件及活塞环、导水机构传动部件、转轮直径 $\phi 2.5$ m 以上的转桨式水轮机桨叶密封件及冲击式水轮机的喷管、折向器及转轮等部件宜在不拆卸发电机转子、定子和水轮机顶盖、主轴等主要部件的情况下更换。

5.1.4 水轮机主要结构部件在所有预期的工况下,应有足够的强度和刚度,其材料均应符合国家或行业有关标准。

5.1.5 水轮机主要部件铸、锻件材料应符合国家有关标准规定,并有出厂合格证书。水轮机通流部件铸钢件应符合 JB/T 10384 的规定。水轮机主轴锻件应符合 JB/T 1270 的规定。铸锻件的较大缺陷处理应征得需方同意。

5.1.6 主要部件的主要受力焊缝应进行 100% 的无损探伤。

5.1.7 水轮机易空蚀(或磨蚀)部位宜采用抗空蚀性能良好的材料或必要的减少空蚀危害的措施。

5.1.8 水轮机转轮应按 JB/T 6752 的要求做静平衡试验。

5.1.9 反击式水轮机宜设置紧急停机的补气装置,轴流式水轮机应设置可靠的防抬机和止推装置。反

击式水轮机宜采用尾水管自然补气或其他保证机组稳定运行的减振措施。

5.1.10 立轴反击式水轮机进水阀后的压力管道顶部应设置自动补气、排气装置,卧式反击式水轮机的蜗壳顶部应设置排气装置。

5.1.11 反击式水轮机顶盖应设置可靠的排水设施,并应有备用;排水所用的水位控制和信号装置应可靠。

5.1.12 反击式水轮机的导水机构应设置导叶破断保护装置和导叶最大开度限位装置。导叶保护装置能自动报警。

5.1.13 水轮机应有必要的防飞逸设施,水轮机允许飞逸转速持续时间应不小于 5 min。

5.1.14 水轮机在各种工况运行时,其稀油导轴承金属轴瓦的温度最高不应超过 70℃。油温的最高温度不超过 65℃。

5.1.15 凡是与水接触或处于潮湿位置的紧固件或管道、阀门均应用防锈和耐腐蚀的材料制造。

5.1.16 水轮机自动控制系统应能安全可靠地实现以下基本功能:

- a) 正常开机和停机;
- b) 当运行中发生故障时,应及时发出相应信号;
- c) 机组发生事故情况时,应能自动紧急停机并报警。

5.1.17 水轮机配备的仪表和备品备件参见附录 B。

5.1.18 水轮机及其辅助设备等承受水压、油压、气压的部件,应在厂内进行耐压试验,其水压试验压力按照下列标准执行:

当工作压力 p (包括升压) 等于和小于 2.5 MPa 时,以工作压力的 1.5 倍进行压力试验。当工作压力 p 超过 2.5 MPa 时,其超过的部分取 1.25 倍,试验压力 p_t 按下式计算确定:

$$p_t = 2.5 \times 1.5 + (p - 2.5) \times 1.25 \quad (\text{MPa})$$

试压时间应持续稳压 15 min。受压部件不应产生有害变形、裂缝和渗漏等异常现象。

5.1.19 冷却器的试验压力为 2 倍工作压力,但不小于 0.4 MPa,保压 60 min 应无渗漏现象。

5.2 混流式、轴流式水轮机

5.2.1 转轮和转轮室

转轮应具有足够的强度和刚度,叶片数与模型相同,过流表面型线、波浪度和粗糙度均应符合 GB/T 10969 的规定。

转轮应采用抗空蚀及抗磨蚀性能和焊接性能良好的材料,转轮叶片和转轮室的喉管部分宜采用不锈钢制造。根据水电站水质情况,混流式转轮可采用全不锈钢、铸钢或不锈钢叶片与合金钢上冠、下环组焊制造。

轴流转桨式水轮机转轮叶片的密封应为多层耐油耐压材料。转轮及转轮叶片宜采用专用工具吊装,不宜在叶片上开吊孔。

5.2.2 主轴

主轴应有足够的强度和刚度,能满足发电机传递最大功率的扭矩要求,在包括最大飞逸转速范围内的任一转速下运转,其振动、摆动和变形应不超过允许范围。

5.2.3 主轴密封

主轴工作密封应可靠、耐磨、结构简单,便于观察、检修。在主轴工作密封前宜设置检修密封,以便停机后在不关闭上、下游闸门情况下,可调整或更换工作密封。

5.2.4 轴承

轴承结构应安全可靠和便于检修,机组从最大飞逸转速惯性滑行直到停机的全部过程中,应能安全承受。此种停机一年之内不宜超过 3 次。

稀油润滑的轴承优先采用自润滑循环方式,运行时应保证不漏油,不甩油。对于高速机组,轴承的油槽应采取防甩油和密封措施,严防润滑油甩出和油雾逸出。

5.2.5 蜗壳

金属蜗壳的强度设计应在不考虑混凝土联合受力的条件下,保证能承受在最大水头下产生的最大压力(包括水锤压力)所产生的应力。水轮机的蜗壳与座环宜制作成整体运至水电站工地。

5.2.6 座环

座环应具有足够的强度与刚度,当蜗壳放空时应能承受置于其上面的结构物和机组旋转部分的全部重量,并能安全承受由蜗壳内最大水压力所产生的各种应力。

5.2.7 导水机构

顶盖和底环应具有足够的强度和刚度,在顶盖和底环对应导叶活动的范围的过流面宜设置不锈钢抗磨板。

混流式水轮机,在顶盖和底环与转轮止漏环对应处宜装不锈钢固定止漏环。

导水机构中所有轴套应采用自润滑材料制造。

导水机构应在工厂内进行预装,并做控制环行程与导叶开度关系的试验。导水叶全关时,立面间隙和端面间隙达到相关标准。

5.2.8 尾水管

立轴水轮机采用肘形或直锥形尾水管。尺寸较大的水轮机尾水管内宜设置进入门,进入门直径不宜小于 $\phi 500$ mm。尾水管内宜设置易于拆装的轻便检修平台。

卧轴反击式水轮机尾水管包括弯管段宜采用变截面的结构。

5.3 贯流式水轮机

5.3.1 转轮

贯流转桨式水轮机转轮的要求应与 5.2.1 轴流转桨式转轮相同。

5.3.2 转轮室

转桨式机组转轮室内表面应采用球面结构,定桨式机组转轮室也可采用圆筒结构,并具有足够的刚度。转轮室或尾水管适当位置开设进入门。

转轮室后应设置伸缩法兰,伸缩长度不小于 10 mm。

5.3.3 管型座

管型座应具有足够的强度和刚度,并设置管路、电缆通道。转轮直径 $\phi 2.5$ m 以上的贯流式水轮机应设有检修维护人员通行的竖井通道。

5.3.4 轴承

贯流式水轮机应设置导轴承和正、反推力轴承。导轴承负荷较大时应设有高压顶起装置。

轴承润滑系统采用高位油箱循环供油方式时,油箱容量应能保证供油泵故障时轴承继续安全运行 5 min 以上。

5.3.5 导水机构

导叶两端面及外导环内表面、内导环外表面应均为球型结构。导叶搭接后的间隙应符合 GB/T 10969 的规定。

导叶连杆应为可调长度结构,其两端设球铰。导叶轴承、连杆轴承应采用具有自润滑性能的复合材料轴瓦,运行时不需加润滑油。

灯泡贯流式水轮机导叶保护装置不宜采用剪断销结构,应采用其他安全保护装置。

供方应提供导水机构整体吊装和翻身的专用工具。

5.3.6 灯泡贯流式水轮机宜设置重锤防飞逸保护装置。

5.3.7 主轴和主轴密封的要求与 5.2.2 和 5.2.3 要求相同。

5.3.8 贯流式机组采用增速器时,增速齿轮箱应符合相关标准。

5.4 水斗式、斜击式水轮机

5.4.1 转轮、喷嘴和喷针宜采用抗磨材料制造。转轮可采用整体铸造或铸焊结构,并应进行必要的热

处理和探伤检查。水斗转轮设计应充分考虑水斗易产生疲劳因素,防止根部产生裂纹。

5.4.2 机组甩负荷时,折向器应能自动迅速折水,以抑制机组发生飞逸。

5.4.3 水斗式水轮机可根据需要设置反向制动喷嘴。

5.4.4 每个喷嘴均应有单独的操作接力器。各喷针应有单独的开度指示,折向器应有单独的开、关位置指示信号。

5.4.5 喷针执行机构如采用异步电机操作,应设置可靠的限位开关。电机应有防过载保护装置。

5.4.6 排出高度和通气高度应能满足水轮机安全稳定运行要求,以使其效率不受影响。

5.4.7 机壳应有足够的强度和刚度,有较好的抗振性能。

5.4.8 机壳尺寸和形状,应保证排水畅通,并应有必要的补气、隔音或消音措施。

5.4.9 在进水管的最低处应设有排水孔,在靠近喷针导流架附近的侧面宜开清污孔。

5.4.10 进水管应具有足够的刚度,尾水处宜设有稳水栅。在各种运行工况下的振动和偏移均应不超过允许范围,进水管和喷嘴应进行水压试验。

5.4.11 主轴、轴承的要求与 5.2.2 和 5.2.4 要求相同。

5.5 双击式水轮机

5.5.1 转轮应安全可靠,按疲劳强度进行设计,有足够的强度和刚度,不应产生裂纹。

5.5.2 在机架上应设有调整尾水管中水位的补气阀。

5.5.3 控制导水机构采用手、电动操作的,应设置可靠的限位开关。电机应有防过载保护装置。设有可靠的手、电动切换装置,保证在手动操作时电机应断电。

5.5.4 除排出高度应能满足水轮机安全稳定运行和效率不受影响外,尾水管出口断面还应有不小于 300 mm 的淹没深度。

5.5.5 主轴、轴承的要求与 5.2.2 和 5.2.4 要求相同。

6 供货范围和备品备件

6.1 水轮机本体

一般包括水轮机金属蜗壳、座环(管型座)、转轮、主轴、轴承、飞轮、转轮室、导水机构、机坑里衬、尾水管金属里衬、排水装置以及其他配套设备基础埋件和调整固定件等。冲击式水轮机应包括配水管、机壳、喷嘴、喷针及喷针移动机构、折向器等。

从电厂引水钢管末端至水轮机蜗壳进口的连接短管,凑合节及其法兰和连接螺栓、伸缩节、伸缩节连接法兰等,由供、需双方商定。

6.2 自动化元件和仪表

包括水轮机及其辅助设备在运行中需要监测的各种压力、真空、温度、流量、振动、摆度仪表和有关盘柜。油、气、水管路上为满足自动控制的各种差压信号计,液位信号计,示流信号器,温度信号器,行程信号器,各种液压、气压元件和合同规定的各种变送器。

机坑内各元件与设备的联接电缆,供至机坑端子箱。

自动化元件及仪表配置参见附录 B,根据机组形式、尺寸、容量不同可以适当增减。

6.3 管路及其配件

成套设备中各单项设备之间所需的油管、气管、水管、水导滤水器、连接件和支架等,所有油、气、水管路应供应至水轮机机坑外 1 m 处。

6.4 安装和检修所需的专用工具、特殊工具

成套设备中应提供安装和检修所需的专用工具、特殊工具。

6.5 备品、备件

水轮机备品备件的项目和数量参见附录 B,超出范围由供、需双方另行商定。

7 技术文件和图纸资料

供方向需方提交技术文件和图纸资料。各种图纸资料交付时间在合同中规定,其数量一般为4套~6套。另向水电站设计单位提供水电站技施设计所需的图纸资料3套。水轮机图纸资料文件应包含下列内容:

- a) 水轮机及其辅助设备布置图;
- b) 蜗壳、尾水管的单线图,水轮机及其辅助设备的管路布置图、基础图和埋件图等;
- c) 水轮机的总装图,主要部件的组装图;
- d) 模型水轮机综合特性曲线和原型水轮机运转特性曲线图、导叶开度(或叶片转角、喷嘴开度)与接力器行程关系图;
- e) 水轮机油、气、水的系统图,水轮机检测仪表配置图等;
- f) 调节保证计算结果及其他重要计算结果等;
- g) 产品技术条件,产品说明书;
- h) 安装使用说明书,自动控制设备调试记录;
- i) 产品检查及试验记录,主要部件的材料合格证明书,交货明细表等。

8 检验和验收

8.1 水轮机主要部件在制造过程中的检验和试验应包括下列项目:

- a) 各主要部件的几何尺寸、加工精度、表面波浪度和表面粗糙度。叶片、导叶型线误差及通流部件验收按照 GB/T 10969 要求进行;
- b) 水轮机轴与发电机轴的轴线检查;
- c) 转轮的静平衡试验;
- d) 各受压部件的耐压试验、密封试验;
- e) 重要焊缝的质量检查及无损探伤。

8.2 水轮机各主要部件应提供出厂检验报告,对于重要部件的材料出厂合格证明文件、工厂材料理化检验、强度试验报告也应向需方提供有关文件。

8.3 水轮机及其辅助设备的厂内预装试验按合同或技术协议规定执行。

8.4 水轮机及其辅助设备在工地组装的部件按照 GB/T 8564 的要求并参照供方的有关规定进行,由供方负责技术指导。在工地安装、调试完毕投入运行之前应按照 DL/T 507 的要求进行试运行,灯泡贯流式水轮机的试运行按照 DL/T 827 的要求进行。试运行持续时间为 72 h,试运行验收合格后由需方签署初步验收证书。

8.5 水轮机保证期满,各项技术保证均达到后,由需方签署最终验收证明。

9 铭牌、包装、运输及保管

9.1 铭牌

水轮机铭牌内容应包括:

- a) 产品名称、型号、产品编号;
- b) 最大水头、额定水头、最小水头;
- c) 额定流量;
- d) 额定功率和最大功率;
- e) 额定转速和飞逸转速;
- f) 供方名称、出厂年月等。

9.2 包装

9.2.1 水轮机及其辅助设备的包装运输应符合 JB/T 8660 的规定,并按设备的不同要求和运输方式采取防雨、防潮、防震、防霉、防冻、防盐雾等措施。

9.2.2 水轮机及其供货范围内的零部件、备件、备品,必须检验合格后才能装箱运输。

9.2.3 水轮机部件的包装尺寸和质量,应满足从供方到水电站的运输条件。

9.2.4 包装箱中应有产品出厂证明书、技术文件及图纸。装箱单开列的名称、数量应与箱内实物和图纸编号相符合。装箱单应采取密封防潮措施。

9.3 运输

供方每次发运的件数、箱数、编号、发运时间、车次等,应在发运的同时通知需方。设备运到工地后,开箱检查时,供、需双方的代表应共同参加,如发现有损坏、错发、缺件等问题,由需方代表通知供方查找原因并尽快采取补救措施。

9.4 保管

9.4.1 水轮机的各加工工件应妥善保管,不得随意叠放。

9.4.2 水轮机的各加工件运抵水电站工地拆箱后,必须遮盖,不得日晒雨淋。

9.4.3 橡胶、塑料、尼龙制品应防止直接受日光照射,并不得置于炉子或其他取暖设备附近 1.5 m 处的地方,还应防止油类对橡胶的污损。橡胶制品、填料等应存放在干燥通风的仓库内。

9.4.4 电子电气产品、自动化元件(装置)或仪表应存放在温度为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于 90%,无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和强电磁场作用,不受灰尘、雨雪侵蚀的库房内。

9.4.5 供方从发货之日起至工地验收止,在正常的储运和吊装条件下应保证一年内不致因包装不善而引起产品的锈蚀、长霉、损坏和降低精度等。

10 安装、运行与维护

10.1 安装

水轮机的安装应符合 GB/T 8564 的要求和供方提供的产品安装、使用、维护说明书的规定。

10.2 运行与维护

10.2.1 水电站引水系统第一次充水前必须彻底清除引水系统及水轮机过流部件中的杂物,严防异物对水轮机造成损害。

10.2.2 水轮机的运行、维护应符合 DL/T 710 有关规程和供方提供的产品安装、使用、维护说明书的规定。

10.2.3 水轮机轴承及调速系统使用的油应符合 GB 11120 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
术语、定义和符号

水轮机的术语、定义和符号见表 A.1。

表 A.1 术语、定义和符号

序号	名词术语	英文对应词	定 义	符号	单位
1	上、下游水位	the upper or lower water level	—	—	—
1.1	校核洪水位	maximum flood level	水库遇到校核洪水时,在坝前达到的最高水位	$Z_{FL \cdot max}$	m
1.2	设计洪水位	design flood level	水库遇到设计洪水时,在坝前达到的最高水位	$Z_{FL \cdot d}$	m
1.3	正常蓄水位	normal pool level	水库在正常运用情况下,为满足设计的兴利要求,应蓄到的最高水位	$Z_{PL \cdot n}$	m
1.4	最低蓄水位 (死水位)	minimum pool level	水库在正常运用情况下,允许消落到的最低水位,也称死水位	$Z_{PL \cdot min}$	m
1.5	最高尾水位 (校核尾水位)	maximum tail water level	在尾水管出口断面处可能出现的最高水位,也称校核尾水位	$Z_{TL \cdot max}$	m
1.6	设计尾水位	design tail water level	用于确定水轮机安装高程的尾水管出口断面处出现的水位	$Z_{TL \cdot d}$	m
1.7	最低尾水位	minimum tail water level	在尾水管出口断面出现的最低水位	$Z_{TL \cdot min}$	m
2	水电站水头	head of plant	—	—	—
2.1	水电站最大毛水头	maximum gross head of plant	水电站上、下游水位在同一时刻各种组合下出现的最大水位高程差	H_{gmax}	m
2.2	水电站最小毛水头	minimum gross head of plant	水电站上、下游水位在同一时刻各种组合下出现的最小水位高程差	H_{gmin}	m
2.3	水电站加权平均水头	weighted average head	在水电站运行范围内,考虑输出功率和工作历时的水轮机水头的加权平均值	H_w	m
3	水轮机水头	turbine head	—	—	—
3.1	净水头	net head	以水柱高度表示的在水轮机进口与出口测量断面的单位水体总能量差,即水轮机做功的有效水头	H	m
3.2	最大水头	maximum head	水电站最大毛水头减去一台机空载运行时引水系统所有水头损失后的水轮机水头	H_{max}	m
3.3	最小水头	minimum head	水电站最小毛水头减去水轮机发出允许功率相应的输水系统损失后的水轮机水头	H_{min}	m
3.4	设计水头	design head	水轮机在最优效率点运行时的净水头	H_d	m

表 A.1 (续)

序号	名词术语	英文对应词	定 义	符号	单位
3.5	额定水头	rated head	水轮机在额定转速下,输出额定功率时所需的最小净水头	H_r	m
4	水轮机流量	turbine discharge	—	—	—
4.1	单位流量	unit discharge	转轮直径为 1 m 的水轮机,在 1 m 水头下通过的流量	Q_{11}	m ³ /s
4.2	水轮机流量	turbine discharge	单位时间内通过水轮机进口测量断面的水的体积	Q	m ³ /s
4.3	水轮机额定流量	rated discharge of turbine	水轮机在额定水头和额定转速下,输出额定功率时的流量	Q_r	m ³ /s
4.4	水轮机空载流量	no-load discharge	水轮机在额定水头下和额定转速下,机组输出功率为零时的流量	Q_0	m ³ /s
5	水轮机转速	turbine speed	—	—	—
5.1	单位转速	unit speed	转轮直径为 1 m 的水轮机,在 1 m 水头下的转速	n_{11}	r/min
5.2	额定转速	rated speed	设计时选定的稳态转速	n_r	r/min
5.3	飞逸转速	runaway speed	水轮机处于失控状态,轴端负荷为零时的最高转速	n_{run}	r/min
5.4	比转速	specific speed	在 1 m 水头下,输出功率为 1 kW 时水轮机的转速 $n_s = \frac{n\sqrt{P}}{H^{5/4}}$ 式中: n_s——水轮机比转速,单位为米千瓦(m·kW); n——水轮机转速,单位为转每分钟(r/min); P——水轮机输出功率,单位为千瓦(kW); H——水轮机水头,单位为米(m)。	n_s	m·kW
5.5	额定比转速	rated specific speed	水轮机按额定工况计算得出的比转速	n_{sr}	m·kW
6	水轮机功率	turbine power	—	—	—
6.1	单位功率	unit power	转轮直径为 1 m 的水轮机,在 1 m 水头下输出的功率	P_{11}	kW
6.2	水轮机输入功率	turbine input power	水轮机进口水流所具有的水力功率	P_{in}	kW
6.3	水轮机输出功率	turbine output power	水轮机的主轴输出的机械功率	P_{out}	kW
6.4	水轮机额定功率	rated power	在额定水头和额定转速下,由设计或合同规定的铭牌功率	P_r	kW
6.5	最优工况功率	optimum operating condition power	水轮机在最优工况下运行时的输出功率	P_{opt}	kW
7	水轮机效率	turbine efficiency	—	—	—
7.1	效率	efficiency	水轮机输出功率与其输入功率之比	η	%

表 A.1 (续)

序号	名词术语	英文对应词	定 义	符号	单位
7.2	额定效率	rated efficiency	水轮机在额定水头下,以额定转速运行,输出额定功率时的效率	η_r	%
7.3	加 权 平 均 效率	weighted average efficiency	在给定的运行范围内,效率的加权平均值。 计算公式如下: $\eta_w = \frac{(W_1 \eta_1 + W_2 \eta_2 + W_3 \eta_3 + \dots + W_n \eta_n)}{(W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n)} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \eta_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$ 式中: η_i——根据水电站具体条件确定的不同水头与不同负荷下的水轮机效率; W_i——与各效率相对应的负荷历时或电能加权系数。	η_w	%
7.4	最优效率	optimum efficiency	水轮机在运行范围内效率的最高值	$\eta_{\max}$	%
8	水 轮 机 转 轮 公称直径	turbine runner diameter	—	—	—
8.1	混流式转轮 公称直径	Francis turbine runner diameter	转轮叶片进水边正面与下环相交处的直径(要求 D_1 逐步向国际标准推荐;转轮叶片出水边正面与下环相交处的直径 D_2 过渡)	D_1	m
8.2	轴流式、斜流 式和贯流式 转轮公称 直径	axial, Deriaz and tubular turbine runner diameter	转轮叶片轴线与转轮室相交点处的内径	D_1	m
8.3	冲击式、斜击 式转轮公称 直径	Pelton, Turgo turbine runner diameter	转轮水斗和射流式中心线相切处的直径(即节圆直径)	D_1	m
8.4	双击式转轮 公称直径	crossflow turbine runner diameter	转轮叶片外缘直径	D_1	m
9	空化、空蚀、 磨损	capitation erosion and sand erosion	—	—	—
9.1	空化	cavitation	在流道中水流局部压力下降到临界压力(一般接近汽化压力)时,水中气核成长为气泡。空化为气泡的积聚、流动、分裂、溃灭过程的总称(过去称作“气蚀”)	—	—
9.2	空蚀	cavitation erosion	由于空化造成的过流表面的材料损坏(过去称作“气蚀损坏”)	—	—
9.3	磨损	sand erosion	含沙水流对水轮机通流部件表面所造成的材料损失	—	—
9.4	磨蚀	combined erosion by sand and cavitation	在含沙水流条件下,水轮机通流部件表面由空蚀和泥沙磨损联合作用所造成的材料损失	—	—

表 A.1 (续)

序号	名词术语	英文对应词	定 义	符号	单位
9.5	水轮机空化系数	cavitation coefficient of hydraulic turbine	表征水轮机空化发生条件和性能的无量纲系数(过去称作“气蚀系数”)	σ	—
9.6	初生空化系数	incipient cavitation coefficient	转轮叶片开始出现空泡时的空化系数	σ_i	—
9.7	临界空化系数	critical cavitation coefficient	在水轮机模型空化试验中用能量法确定的临界状态的空化系数	σ_c	—
9.8	电站空化系数	plant cavitation coefficient	水轮机水电站运行条件下的空化系数(过去称作“装置气蚀系数”或“电站装置气蚀系数”)	σ_p	—
9.9	安装高程	setting elevation	水轮机安装时作为基准的某一水平面的海拔高程。立式反击式水轮机的基准为导叶中心高程;立式冲击式水轮机的基准为喷嘴中心高程;卧式水轮机的基准为主轴中心高程	Z	m
9.10	允许吸出高度	permissible suction height	满足反击式水轮机空化要求所需的最大吸出高度	H_p	m
9.11	装机吸出高度	static suction height	水轮机规定的空化基准面至设计尾水位的高度	H_s	m
9.12	装机排出高度	static discharge height	立轴冲击式水轮机装机排出高度为转轮节圆平面到设计最高尾水位的高度; 卧轴冲击式水轮机装机排出高度为转轮节圆直径最低点到设计最高尾水位的高度	H_d	m
10	水轮机试验	turbine test	—	—	—
10.1	模型试验	model test	为预测原型水轮机的性能利用模型进行的试验	—	—
10.2	模型验收试验	model acceptance test	由需方见证,为验证水轮机性能对其是否达到合同保证和有关标准,而进行的模型试验	—	—
10.3	模型水轮机综合特性曲线	turbine combined characteristic curve (hill diagram)	在以单位转速和单位流量为坐标轴,表示几何相似模型水轮机的性能(如效率、空化系数、压力脉动、导叶开度和转轮叶片转角等)的一组等值曲线,以及输出功率限制线	—	—
10.4	原型水轮机运转特性曲线	turbine performance curve	在以水头和输出功率为坐标轴,表示在某一转轮直径和额定转速下,原型水轮机的性能(如效率、吸出高度、导叶开度和转轮叶片转角等)的一组等值曲线,以及输出功率限制线	—	—
11	水轮机性能保证值	turbine performance guarantee value	供方对水轮机的技术性能指标应达到的保证限值	—	—

附录 B
(资料性附录)
小型水轮机仪表配置及备品备件

B.1 小型水轮机配备的仪表参见表 B.1。

表 B.1 小型水轮机配备的仪表

序号	仪表名称	混流式	轴流式	贯流式	冲击式
1	水轮机进口压力表	√	√	√	√
2	活动导叶后转轮进口前压力表	△	△	△	—
3	上密封环后和下密封腔压力表	△	—	—	—
4	转轮顶部压力表	△	△	—	—
5	尾水管压力脉动监测表	△	△	△	—
6	尾水管真空压力表	√	√	√	—
7	机壳真空压力表	—	—	—	√
8	主轴密封水压力表	√	√	√	√
9	主轴密封水、轴承冷却水示流信号器	√	√	√	√
10	导轴承温度计	√	√	√	√
11	导轴承冷却水或导轴承润滑水压力表	√	√	√	√
12	轴承循环油示流信号器	—	—	√(外循环)	—
13	水轮机振动、摆度监测表	△	△	△	△
14	抬机数字显示记录表	—	△	—	—
注：符号“√”为供方必须提供的仪表；“—”为无此项目；“△”为供、需双方商定的仪表。					

B.2 小型混流式水轮机备品备件参见表 B.2。

表 B.2 小型混流式水轮机备品备件

序号	备品、备件名称	单位	数 量			备注
			1 台~2 台机	3 台~4 台机	5 台以上	
1*	导叶上、中、下轴套	套	1/2	1	2	
2	导叶轴承密封圈	套	1	2	3	
3*	导叶连杆轴套	套	1/3	1/2	1	
4	导叶分半键	套	1/3	1/2	1	
5	导叶破断装置	套	1/2	1	2	
6	主轴工作密封件	套	1	2	3	
7*	主轴检修密封件	套	1	2	2	

表 B.2 (续)

序号	备品、备件名称	单位	数 量			备 注
			1 台~2 台机	3 台~4 台机	5 台以上	
8*	水导轴承瓦	套	1	1	2	
9*	推力轴承瓦	套	1	1	2	只对卧式机组
10*	接力器活塞环	套	1	1	2	
11	接力器密封圈	套	1	1	2	
12*	各类弹簧	套	1	1	2	
注：序号中带有“*”标记的项目为选项，由供、需双方商定。						

B.3 小型轴流式、贯流式水轮机备品备件参见表 B.3。

表 B.3 小型轴流式、贯流式水轮机备品备件

序号	备品、备件名称	单位	数 量			备 注
			1 台~2 台机	3 台~4 台机	5 台以上	
1*	导叶上、中、下轴套	套	1/2	1	2	
2	导叶轴承密封圈	套	1	2	3	
3*	导叶连杆轴套	套	1/3	1/2	1	
4	导叶分半键	套	1/3	1/2	1	
5	导叶破断装置	套	1/2	1	2	
6	主轴工作密封件	套	1	2	3	
7*	主轴检修密封件	套	1	2	2	
8*	水导轴承瓦	套	1	1	2	
9*	推力轴承瓦	套	1	1	2	只对贯流式机组
10*	接力器活塞环	套	1	1	2	
11	接力器密封圈	套	1	1	2	
12	转轮叶片密封圈	台套	1	1	2	
13*	受油器轴套	台套	1	1	2	
14*	受油器浮动瓦	台套	1	1	2	
15	抬机抗磨环	台套	1	1	2	
16	各类弹簧	套	1	1	2	
注：序号中带有“*”标记的项目为选项，由供、需双方商定。						

B.4 小型水斗式、斜击式水轮机备品备件参见表 B.4。

表 B.4 小型水斗式、斜击式水轮机备品备件

序号	备品、备件名称	单位	数 量			备 注
			1 台~2 台机	3 台~4 台机	5 台以上	
1*	喷嘴口	套	1	1	2	
2*	喷针头	套	1	1	2	
3*	喷针杆轴套	套	1	1	2	
4*	折向器刀板	套	1	1	2	
5*	制动喷嘴操作阀	套	1	1	2	
6*	导轴瓦或滚动轴承	套	1	1	2	
7	各类接力器密封圈	套	1	2	3	
8	各类接力器活塞环	套	1	2	3	
9	各类密封件	套	1	2	3	
注：序号中带有“*”标记的项目为选项，由供、需双方商定。						

B.5 小型双击式水轮机备品备件参见表 B.5。

表 B.5 小型双击式水轮机备品备件

序号	备品、备件名称	单位	数 量			备 注
			1 台~2 台机	3 台~4 台机	5 台以上	
1*	导叶轴套	套	1/2	1	2	
2*	紧定套	套	1	1	2	
3*	滚动轴承	套	1	1	2	
4	导叶密封件	套	1	2	3	
5	主轴密封件	套	1	2	3	
6	密封件	套	1	2	3	
注：序号中带有“*”标记的项目为选项，由供、需双方商定。						