

ICS 27.140
CCS K 55

T/CMEEEA

团 体 标 准

CMEEEA XXXX—2025

新能源电网配套水电机组技术规范

Technical specification for supporting hydroelectric generating units in new energy
power grids

(征求意见稿)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国机电设备工程协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
4.1 水轮机	1
4.2 发电机	2
4.3 调速系统	2
4.4 冷却系统	2
4.5 辅助设备	2
5 试验方法	3
5.1 水轮机	3
5.2 发电机	3
5.3 调速系统	3
5.4 冷却系统	4
5.5 辅助设备	4
6 检验规则	5
6.1 检验分类	5
6.2 检验项目	5
6.3 出厂检验	5
6.4 型式检验	5
6.5 组批	5
6.6 抽样	5
6.7 判定规则	6
7 标志、包装、运输与贮存	6
7.1 标志	6
7.2 包装	6
7.3 运输	6
7.4 贮存	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：××××。

本文件主要起草人：××××。

新能源电网配套水电机组技术规范

1 范围

本文件规定了新能源电网配套水电机组的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于与新能源电网配套，用于调峰、调频、调压及事故备用等功能的水电机组。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 15468 水轮机基本技术条件
- GB/T 28546 大中型水电机组包装、运输和保管规范
- NB/T 35094 水电工程水温计算规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水电机组 hydroelectric generating units

由水轮机、发电机及其附属设备（调速系统、励磁系统等）组成的发电系统，将水能转换为电能并接入电网。

4 技术要求

4.1 水轮机

4.1.1 效率性能

4.1.1.1 额定工况效率：混流式不应小于 92%，轴流式不应小于 88%，冲击式不应小于 85%。

4.1.1.2 最小稳定出力：不应大于 30%额定功率，且运行无明显振动（振幅不应大于 0.05 mm）。

4.1.2 空化性能

4.1.2.1 材料要求：转轮叶片采用 0Cr13Ni5Mo 不锈钢或同等抗空蚀材料，硬度不应小于 HB250。

4.1.2.2 空蚀限值：设计工况运行 1000 h 后，叶片表面空蚀坑深度不应大于 0.5 mm，面积不应大于 0.5%叶片总面积。

4.1.3 导水部件调节性能

4.1.3.1 导叶漏水量：全关位置漏水量不应大于 0.1%额定流量。

4.1.3.2 接力器响应时间：从全关到全开的动作时间不应大于 5 s，速度偏差不应大于 ±5%设计值。

4.1.4 结构强度

4.1.4.1 蜗壳耐压：1.5 倍设计水头压力下保压 30 min，无渗漏及永久变形，法兰面变形量不应大于 0.1 mm。

4.1.4.2 主轴扭矩：承受 1.2 倍额定扭矩时，应变值不应大于材料屈服强度的 80%。

4.2 发电机

4.2.1 绝缘性能

4.2.1.1 定子绕组：F级绝缘，1 min工频耐压不应小于2.5倍额定电压3 kV；常温绝缘电阻不应小于1000 MΩ。

4.2.1.2 转子绕组：B级绝缘，1 min工频耐压不应小于3 kV；常温绝缘电阻不应小于100 MΩ。

4.2.2 温升

4.2.2.1 定子绕组：不应大于105 K。

4.2.2.2 转子绕组：不应大于90 K。

4.2.2.3 铁芯：不应大于80 K。

4.2.3 低电压穿越（LVRT）性能

4.2.3.1 电压跌落响应：电压跌落至0%额定值时，保持并网时间不应小于150 ms；跌落至20%额定值时，保持并网时间不应小于625 ms。

4.2.3.2 恢复特性：电压恢复至80%额定值后，2 s内出力恢复至90%以上额定功率。

4.3 调速系统

4.3.1 频率响应特性

4.3.1.1 一次调频死区：不应大于±0.05 Hz，永态转差率2%~5%可调。

4.3.1.2 负荷调节速率：不应小于5%额定功率/min（阶跃响应），超调量不应大于10%。

4.3.2 液压执行机构

4.3.2.1 油压稳定性：工作油压16 MPa~25 MPa，压力波动不应大于±0.5 MPa；备用油泵启动响应时间不应大于2 s。

4.3.2.2 继电器控制精度：行程误差不应大于±0.5%额定行程，全关位置复现性误差不应大于0.3%。

4.3.3 冗余保护

4.3.3.1 机械过速保护：动作转速115%~120%额定转速，响应时间不应大于0.1 s。

4.3.3.2 故障切换：电气控制双冗余切换时间不应大于0.05 s，故障时自动切换至手动模式。

4.4 冷却系统

4.4.1 空气冷却系统

4.4.1.1 风量与温升：强迫风冷系统风量不应小于设计值的110%，冷却器进出口温差不应大于8℃。

4.4.1.2 滤网清洁度：阻力损失不应大于200 Pa（额定风量下）

4.4.2 水内冷系统

4.4.2.1 水质指标：电阻率不应小于15 MΩ·cm（25℃），硬度不应大于2 μmol/L，含氧量不应大于50 μg/L。

4.4.2.2 流量与压力：额定流量偏差不应大于±5%，进口压力0.2 MPa~0.4 MPa，压力降不应大于0.1 MPa

4.4.3 蒸发冷却系统

工质性能：纯度不应小于99.9%，泄漏率不应大于0.1 L/h，运行5年后冷却效率维持率不应小于95%。

4.5 辅助设备

4.5.1 制动系统

4.5.1.1 制动性能：转速降至30%额定值时自动投入，制动时间不应大于180 s；制动盘摩擦系数不应小于0.4（常温）。

4.5.1.2 高压油顶起：顶起压力不应小于 10 MPa，油膜厚度不应小于 0.05 mm，持续时间不应小于 30 min。

4.5.2 油系统

4.5.2.1 油质指标：润滑油清洁度 NAS 8 级，含水量不应大于 50ppm，酸值不应大于 0.03 mgKOH/g。

4.5.2.2 循环性能：油泵额定流量不应小于 1.2 倍系统需求，过滤精度不应大于 10 μm 。

4.5.3 气系统

4.5.3.1 压缩空气品质：压力 0.7 MPa~0.8 MPa，露点不应大于-40 $^{\circ}\text{C}$ ，含尘粒径不应大于 5 μm 。

4.5.3.2 储气能力：储气罐容积满足机组 3 次启动用气量，压力降不应大于 0.1 MPa/次启动。

5 试验方法

5.1 水轮机

5.1.1 效率性能

应按 GB/T 15468 的规定执行。

5.1.2 空化性能

应按 GB/T 15468 的规定执行。

5.1.3 导水部件调节性能

应按下列步骤执行：

- 关闭导叶，施加额定水头静水压力，收集 30 min 内漏水量；
- 计算漏水量与额定流量比值；
- 发出“全开”指令，用高速摄像（100fps）记录接力器行程-时间曲线；
- 计算全行程时间及速度偏差。

5.1.4 结构强度

应按下列步骤执行：

- 蜗壳内充水至 1.5 倍设计水头压力，保压 30 min；
- 用百分表测量法兰面变形量；
- 采用应变片粘贴法，施加 1.2 倍额定扭矩；
- 测量应变值。

5.2 发电机

5.2.1 绝缘性能

应按下列步骤执行：

- 绝缘耐压：试验方法应按 GB/T 7894 的规定，采用交流耐压装置，施加 2.5 倍额定电压 3 kV，持续 1 min；
- 绝缘电阻：定子绕组用 2500 V 兆欧表，转子绕组用 1000 V 兆欧表。

5.2.2 温升

额定负荷下连续运行 4 h，采用电阻法测量定子绕组电阻变化（计算温升）；用埋置式 PT100 传感器测量转子绕组及铁芯温度。

5.2.3 低电压穿越（LVRT）性能

试验方法应按 NB/T 35094 的规定执行。

5.3 调速系统

5.3.1 频率响应特性

应按下列步骤执行：

- a) 模拟电网频率偏差 ± 0.2 Hz，记录调速器输出指令（精度 $\pm 0.1\%$ ）；
- b) 测量一次调频死区（频率变化至出力开始响应的区间）；
- c) 阶跃改变负荷指令（从50%至100%额定功率），计算调节速率。

5.3.2 液压执行机构

应按下列步骤执行：

- a) 油压稳定性测试：连续运行24 h，用压力传感器（精度 ± 0.1 MPa）记录油压波动，应不大于 ± 0.5 MPa；切断主油泵电源，测量备用油泵启动响应时间不应大于2 s；
- b) 接力器精度测试：发出0%、50%、100%行程指令，用光栅尺（精度 ± 0.01 mm）测量实际行程，误差不应大于 $\pm 0.5\%$ 。

5.3.3 冗余保护

应按下列步骤执行：

- a) 机械超速试验：通过调速器模拟转速升至115%额定值，验证超速保护动作（接点闭合信号），响应时间不应大于0.1 s；
- b) 故障切换试验：人为切断主控制器电源，记录备用控制器切换时间不应大于0.05 s，且无负荷波动（偏差不应大于 $\pm 2\%$ ）。

5.4 冷却系统

5.4.1 空气冷却系统

应按下列步骤执行：

- a) 风量与温升测试：用热线风速仪测量冷却器进风口风速，计算总风量不应小于110%设计值；额定负荷下运行4 h，测量进出口空气温度，温差不应大于8℃；
- b) 滤网性能测试：测量额定风量下滤网前后压差不应大于200 Pa。

5.4.2 水内冷系统

应按下列步骤执行：

- a) 水质检测：采用电导率仪（精度 ± 0.1 M Ω ·cm）、硬度计（精度 ± 0.1 μ mol/L）测量水质；
- b) 流量与压力测试：用电磁流量计（精度 $\pm 0.5\%$ ）测量流量偏差不应大于 $\pm 5\%$ ；用压力表（精度 ± 0.01 MPa）测量进出口压力，压力降不应大于0.1 MPa。

5.4.3 蒸发冷却系统

应按下列步骤执行：

- a) 色谱分析法检测工质纯度不应小于99.9%；
- b) 保压试验（1.2倍工作压力）持续24 h，泄漏率不应大于0.1 L/h。

5.5 辅助设备

5.5.1 制动系统

应按下列步骤执行：

- a) 制动时间测试：机组降至30%额定转速时触发制动，用计时器记录停机时间不应大于180 s；
- b) 油顶起性能测试：启动高压油泵，用压力传感器测量顶起压力不应小于10 MPa，千分表测量油膜厚度不应小于0.05 mm。

5.5.2 油系统

应按下列步骤执行：

- a) 油质检测：检测油液清洁度，等级不应大于8级；卡尔费休法测含水量不应大于50ppm。
- 循环性能测试；

- b) 油泵运行时，用流量计测量流量不应小于 1.2 倍设计值，过滤器出口取样检测精度不应大于 10 μm 。

5.5.3 气系统

应按下列步骤执行：

- a) 压缩空气品质测试：用露点仪测量压缩空气露点不应大于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，激光粒子计数器检测含尘粒径不应大于 5 μm ；
- b) 储气能力测试：模拟 3 次机组启动（每次耗气量按设计值），测量储气罐压力降不应大于 0.1 MPa/次。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 检验项目

检验项目应符合表1的规定。

表 1 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验
1	效率性能	√	√
2	空化性能	√	√
3	导水部件调节性能	√	√
4	结构强度	-	√
5	绝缘性能	-	√
6	温升	-	√
7	低电压穿越（LVRT）性能	-	√
8	频率响应特性	√	√
9	液压执行机构	√	√
10	冗余保护	-	√
11	制动系统	-	√
12	油系统	-	√
13	气系统	-	√

注：“√”为检验项目，“-”为非检验项目。

6.3 出厂检验

每台机组出厂前必须进行出厂检验，产品须经公司质量检验部门检验合格后方可出厂。

6.4 型式检验

型式检验项目应符合表1的规定，有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正常生产时，每年检验一次；
- c) 正式生产后，产品结构、材料、工艺变化，可能影响产品性能时；
- d) 停产半年以上，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

6.5 组批

以同一班次生产的产品为一检验批。

6.6 抽样

应按GB/T 2828.1的规定执行。

6.7 判定规则

出厂检验项目中有不合格，允许复检，复检不合格应判定为不合格；复检合格应判定为合格。型式检验有一项指标不合格，应判定为不合格。

7 标志、包装、运输与贮存

7.1 标志

每台机组应在明显位置固定耐腐蚀铭牌，内容应包括：

- a) 制造商名称及生产日期；
- b) 产品型号、额定功率、额定电压、额定转速；
- c) 机组序列号、重量（kg）、外形尺寸。

7.2 包装

应按GB/T 28546的规定执行。

7.3 运输

应按GB/T 28546的规定执行。

7.4 贮存

应按GB/T 28546的规定执行。
