

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—XXXX

风光储绿电耦合电解槽制氢技术规范

Technical specification for Hydrogen production in Wind and Green Storage Coupled
electrolytic Cell

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 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 基本要求	2
5 风光储能设计	2
6 电解槽制氢设计	4
7 辅助设计	5

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。

本文件由中国环保工业促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

风光储绿电耦合电解槽制氢技术规范

1 范围

本文件规定了风光储绿电耦合电解槽制氢的术语和定义、基本要求、风光储能设计、电解槽制氢设计、辅助设计。

本文件适用于风光储绿电耦合电解槽制氢的设计。

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 150 （所有部分）压力容器
GB/T 151 热交换器
GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变
GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
GB/T 19774 水电解制氢系统技术要求
GB/T 19862 电能质量监测设备通用要求
GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波
GB/T 27921 风险管理 风险评估技术
GB/T 29729 氢系统安全的基本要求
GB/T 34131 电力储能用电池管理系统
GB/T 34133 储能变流器检测技术规程
GB/T 36276 电力储能用锂离子电池
GB/T 36280 电力储能用铅炭电池
GB/T 42316 分布式储能集中监控系统技术规范
GB/T 44265 电力储能电站 钠离子电池技术规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50177 氢气站设计规范
GB 50217 电力工程电缆设计标准
GB 2894 安全标志及其使用导则
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风光储绿电 wind/photovoltaic energy storage

以风力发电、光伏发电和储能组合，通过电能转换进行绿电存储、释放的储能形式。

3.2

电解槽制氢 hydrogen production by water electrolysis

应用碱性电解槽和质子交换膜电解槽方法制取氢气的技术。

4 基本要求

- 4.1 风光储能系统应具备系统调峰、调频、紧急功率支撑、电压控制、跟踪计划曲线、平滑功率输出、电压暂降支撑、备用电源供电中等应用功能。
- 4.2 应对制氢系统进行风险评估，宜采用 GB/T 27921 的一种或几种方法。
- 4.3 应制定风险应急预案，并对操作人员进行相关培训。

5 风光储能设计

5.1 储能系统

5.1.1 功率控制

- 5.1.1.1 储能系统响应就地有功功率控制指令时，充/放电响应时间应不大于 500 ms，充/放电调节时间应不大于 2 s，充电到放电转换时间、放电到充电的转换时间应不大于 500 ms，有功功率控制偏差应不超过额定功率的 $\pm 1\%$ 。
- 5.1.1.2 通过 10 kV 及以上电压等级接入电网的储能系统应具备自动发电控制（AGC）指令响应能力，功率调节速率和调节精度应满足电网调度机构的相关规定。
- 5.1.1.3 通过 10 kV 及以上电压等级接入电网的储能系统应具备紧急功率支撑的能力，应在 200 ms 内达到最大可放电或可充电功率。
- 5.1.1.4 储能系统应具有功率因数、无功功率和电压控制的控制模式，并具备在线切换控制模式的功能。
- 5.1.1.5 储能系统功率因数应在 0.9（超前）~0.9（滞后）范围内连续可调。
- 5.1.1.6 通过 10 kV 及以上电压等级接入电网的储能系统应具备自动电压控制（AVC）指令响应能力，自动调节储能系统无功功率，调节速率和控制精度应满足电网调度机构的相关规定。
- 5.1.1.7 储能系统的无功功率/电压调节功能优先级高于功率因数调节功能。储能系统无功功率可调节范围内，无功功率控制偏差应不超过额定功率的 $\pm 3\%$ 。
- 5.1.1.8 储能系统应具备过载能力，在额定电压下，运行 110%额定有功功率时间应不少于 10 min，运行 120%额定有功功率时间应不少于 1 min。

5.1.2 运行适应性

- 5.1.2.1 当接入电网的电压过高或过低时，与之相连的储能系统的电压适应性应满足表 1 的要求。

表 1 电压适应性

电压范围 (U)	运行要求
$U < 50\%U_N$	储能系统应在 0.2 s 内停机
$50\%U_N \leq U < 85\%U_N$	储能系统不应处于充电状态，应至少运行 2 s
$85\%U_N \leq U \leq 110\%U_N$	正常运行
$110\%U_N < U \leq 120\%U_N$	储能系统不应处于放电状态，应至少运行 10 s
$120\%U_N < U$	储能系统应在 0.2 s 内断开连接或停机

注： U_N 为储能系统并网点处的额定电压。

- 5.1.2.2 通过 220 V 电压等级接入电网的储能系统，当并网点频率低于 48.5 Hz 时，储能系统应停止充电；当并网点频率高于 50.5 Hz 时，储能系统应停止放电。
- 5.1.2.3 通过 380 V 及以上电压等级接入电网的储能系统，频率适应性应满足表 2 的要求。

表 2 频率适应性

频率范围	运行要求
$f < 46.5 \text{ Hz}$	储能系统不应处于充电状态，应根据允许运行的最低频率或电网调度机构要求与电网脱离
$46.5 \text{ Hz} \leq f < 48.5 \text{ Hz}$	处于放电状态的储能系统应保持放电状态，连续运行；处于充电状态或静置状态的储能系统应在 0.2 s 内转为放电状态，并持续放电
$48.5 \text{ Hz} \leq f < 50.5 \text{ Hz}$	正常充电或放电运行

表2 频率适应性（续）

频率范围	运行要求
$50.5 \text{ Hz} \leq f < 51.5 \text{ Hz}$	处于充电状态的储能系统应保持充电状态，连续运行；处于放电状态或静置状态的储能系统应在0.2 s内转为充电状态，并持续充电
$f > 51.5 \text{ Hz}$	储能系统不应处于放电状态，应根据允许运行的最高频率或电网调度机构要求与电网脱离

注：f为储能系统并网点的电网频率。

5.1.2.4 储能系统在500 ms的时间窗口内，在正常运行频率范围内的频率变化率不大于 $\pm 2 \text{ Hz/s}$ 时不应脱网。

5.1.2.5 当储能系统并网点的闪变值满足GB/T 12326、谐波值满足GB/T 14549、三相电压不平衡度满足GB/T 15543的规定时，储能系统应正常运行。

5.1.3 能量转换效率

正常工作条件下，铅炭电池储能系统能量转换效率宜不低于78%，锂离子电池储能系统能量转换效率宜不低于83%，液流电池储能系统能量转换效率宜不低于65%，钠离子电池储能系统能量转换效率宜不低于80%，水电解制氢/燃料电池储能系统能量转换效率宜不低于30%。

5.1.4 故障穿越

通过380 V及以上电压等级接入电网的储能系统，应具备低电压故障穿越和高电压故障穿越的能力。

5.1.5 电能质量

5.1.5.1 储能系统并网点的电能质量应满足下列要求：

- 谐波、间谐波符合GB/T 14549、GB/T 24337的规定；
- 电压偏差符合GB/T 12325的规定；
- 电压波动与闪变符合GB/T 12326的规定；
- 电压不平衡符合GB/T 15543的规定。

5.1.5.2 储能系统宜装设满足GB/T 19862要求的电能质量监测装置；当电能质量指标不满足要求时，应安装电能质量治理设备。

5.2 储能设备

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 储能系统锂离子电池、铅酸/铅炭电池、钠离子电池、水电解制氢、电池管理系统、储能变流器等设备选型和配置应能满足储能系统应用功能需求。

5.2.1.2 储能系统相关设备在满足应用功能的情况下，应采用经济、环保、高效、安全、可靠、易于维护型设备。

5.2.1.3 储能系统储能电池、电池管理系统、储能变流器等设备应通过型式检验。

5.2.1.4 储能系统各舱室的温度、相对湿度等运行环境条件应满足设备设施的技术要求。

5.2.1.5 储能系统连接用交直流电缆选择与敷设应满足GB 50217的要求。

5.2.1.6 储能设备设施应在明显位置放置禁止、警告、指令、提示等标志，标志样式应符合GB 2894的相关规定。

5.2.2 电池要求

5.2.2.1 锂离子电池应满足GB/T 36276的相关要求。

5.2.2.2 钠离子电池应满足GB/T 44265的相关要求。

5.2.2.3 铅炭电池应满足GB/T 36280的相关要求。

5.2.2.4 制氢系统应符合GB 50177的规定。

5.2.3 电池管理系统

电池管理系统应满足GB/T 34131的相关要求。

5.2.4 储能变流器

储能变流器应按照GB/T 34133规定的试验方法试验合格，满足储能系统充/放电要求。

5.2.5 监控设备

监控系统应满足GB/T 42316的相关要求。

5.2.6 保护设备

5.2.6.1 继电保护及安全自动装置功能应满足可靠性、选择性、灵敏性、速动性的要求。

5.2.6.2 继电保护及安全自动装置功能，应符合GB/T 14285的相关规定。

5.2.6.3 电池管理系统应具备电压越限、电流越限、温度越限等保护。

5.2.6.4 储能变流器应具备极性反接、交流进线相序错误、直流电压异常、过电流、过温、通信故障和冷却系统故障等保护。

5.2.6.5 通过35 kV及以上电压等级接入的储能系统应配置故障录波装置。故障录波装置接入的模拟量及开关量应满足电网调度机构的要求，并具有足够的记录通道，能记录故障前10 s到故障后60 s的情况，录波信息应远传至电网调度机构。

5.2.6.6 储能系统应具备孤岛检测功能。当检测到非计划孤岛时，应在2 s内将储能系统与电网断开，防孤岛保护应与电网侧线路保护和安全自动装置相配合。

6 电解槽制氢设计

6.1 设备要求

6.1.1 设备包括但不限于：

- a) 碱性电解槽/质子交换膜电解槽；
- b) 压力容器；
- c) 氢气纯化器；
- d) 循环泵和补水泵；
- e) 关闭阀/切断阀；
- f) 压力泄放装置；
- g) 阻火器。

6.1.2 压力容器应符合TSG 21、GB/T 150、GB/T 151的规定。

6.1.3 机泵与输送介质接触的材质应适用于碱液/纯水。

6.1.4 关闭阀/切断阀应符合GB 50177、GB/T 19774的规定。

6.1.5 安全阀应选用全封闭式，经校准合格铅封后，方可使用。

6.2 组装及安装要求

6.2.1 应合理选择碱性电解槽/质子交换膜电解槽的结构型式、电解小室及其电极、隔膜的结构、涂层和材质，控制其组装过程，以消除泄漏风险。安装可采用固定式或移动式。

6.2.2 压力容器在寒冷和严寒地区，室外含湿气罐底部，根据具体情况采取相应防冻措施。

6.2.3 氢气纯化器应采取绝热措施。氢气纯化器入口宜设置流量检测仪表。

6.2.4 机泵如安装在爆炸危险区域，应符合7.1的规定。

6.2.5 电动阀门如安装在爆炸危险区域，应符合7.1的规定。

6.2.6 安全阀应靠近被保护设备垂直安装，其位置应便于检查和维修。

6.2.7 氢气放空管道应设阻火器。阻火器的设置应符合GB 50177的相关规定。

6.3 碱性电解槽技术

6.3.1 碱性电解槽

碱性电解槽应符合以下要求：

- a) 工作温度：75℃~85℃；
- b) 报警温度：高于85℃；

- c) 工作压力：0 MPa~1.0 MPa；
- d) 报警压力：大于 1.0 MPa；
- e) 消耗水量：每产氢 1 Nm³耗水 1 L。

6.3.2 氢气产量

单位时间产氢量应为1 Nm³/h~4 Nm³/h。

6.3.3 氢气纯度

不小于99.7%（体积比）。

6.3.4 单位制氢电耗

不超过5 kW·h/Nm³。

6.3.5 电解小室电压

平均小室电压不超过2.2 V。

6.4 质子交换膜电解槽技术

6.4.1 质子交换膜电解槽

质子交换膜电解槽应符合以下要求：

- a) 工作温度：75 °C~85 °C；
- b) 报警温度：高于 85 °C；
- c) 工作压力：0 MPa~1.0 MPa；
- d) 报警压力：大于 1.0 MPa；
- e) 消耗水量：每产氢 1 Nm³耗水 1 L。

6.4.2 氢气产量

单位时间产氢量应为1 Nm³/h~4 Nm³/h。

6.4.3 氢气纯度

不小于99.8%（体积比）。

6.4.4 单位制氢电耗

不超过4.5 kW·h/Nm³。

6.4.5 电解小室电压

平均小室电压不超过2.2 V。

7 辅助设计

7.1 防爆

7.1.1 制氢系统爆炸危险区域等级范围划分应符合 GB 50177、GB 50058 的规定。

7.1.2 爆炸危险区域的电气设备应按 GB 50058 的规定选用，其通用要求应符合 GB 3836.1 的规定，防爆等级不应低于氢气爆炸混合物的级别、组别。

7.1.3 在有爆炸危险环境内的电缆及导线敷设，应符合 GB 50217 的规定。

7.1.4 碱性电解槽/质子交换膜电解槽及其输电铜排周围应加装防触电隔离设施。

7.1.5 应有防止导电体掉落在碱性电解槽/质子交换膜电解槽上的安全措施。

7.2 供水

供水装置应符合下述要求：

- a) 加水泵供水压力：不小于 1.2 MPa；

- b) 供水量：不小于 20 L/h；
- c) 水箱容积：根据不同型号设备确定，应不小于碱性电解槽/质子交换膜电解槽、分离除雾器和管道等全部容积之和。

7.3 接地

7.3.1 制氢系统的金属外壳、金属管道、金属底座或框架均应接地。接地应符合 GB 50177、GB 50057 的规定。

7.3.2 氢气/氧气设备、管道的阀门、法兰等连接处应采用金属线跨接，其跨接电阻应小于 0.03Ω 。

7.3.3 碱性电解槽/质子交换膜电解槽应在连接管道前按结构特点进行接地电阻检查。对两端分别接入直流电源正负极的水电解槽，其对地电阻应不小于 $1.0 M\Omega$ 。

7.3.4 电气装置的接地，应以单独接地线与接地干线相连接，不得采用串接方式。

7.3.5 所有防雷、防静电接地装置，应定期检测接地电阻，每年至少检测一次。
