

《可再生能源水电解制氢系统技术要求》国 家标准征求意见稿编制说明

2025 年 11 月 15 日

一、工作简况

1.1 任务来源

2024 年 12 月 31 日，根据国家标准化管理委员会《关于下达 2024 年第十批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划》的通知（国标委发〔2024〕60 号），国家标准化管理委员会下达了本标准制定计划，本标准由全国氢能标准化技术委员会归口，计划号：20243630-T-469，计划报批时间为 2026 年 2 月 28 日，起草单位为中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司、中国标准化研究院、中石化新星石油公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、广州供电局氢能源研究中心、国能龙源环保有限公司、中煤鄂尔多斯能源化工有限公司、水电水利规划设计总院、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、天津市大陆制氢设备有限公司、西安隆基氢能科技有限公司、阳光氢能科技有限公司等。

1.2 制定背景

近年来，氢能已成为全球能源低碳清洁发展的共识。我国已发布了《氢能产业发展中长期规划（2021—2035）》，欧盟、美国、日本等主要国家和地区也都出台了氢能国家战略。2023 年，14 个国家首次推出国家氢能战略，另有美国、日本、德国更新了其氢能战略，绿氢或清洁氢产能及利用目标上调。随着

碳达峰、碳中和的“3060”目标的提出，脱碳愿景逐步成为全球氢能大规模部署的重要驱动力。

基于丰富的可再生能源，以电制绿氢为媒介，一方面可实现可再生能源大规模消纳，提高电网的可调度能力；另一方面以清洁高效的绿氢替代高污染高排放的煤制氢，可推动钢铁化工等行业的绿色低碳转型。我国将大力推进以风光水电为主的可再生能源制氢炼钢、合成氨、合成甲醇等大型示范项目，预计市场规模在千亿级以上。同时，可再生能源水电解制氢还是重要的调峰储能方式，对于提高可再生能源利用率、提高电网消纳能力、增加电网稳定性乃至构建新型电力系统意义重大。

双碳目标提出后，我国风光制氢产业快速发展，其中河北建投沽源风电制氢、中石化库车光伏制氢等制氢项目已投运。2023年1月至12月全球新增建成的水电解制氢项目中，千吨级以上氢气产能的项目数量占比显著增大，由上一年度同期的仅约12%提升到了29%。其中，2023年全球至少3项达到了万吨级氢气产能，其中规模最大的是中国中石化新疆库车绿氢项目，氢气产能约2万吨/年，电解槽装机260MW。另有1万吨/年氢气产能项目两项，分别为中国的三峡集团内蒙古纳日松光伏制氢项目，电解槽装机70MW；巴西最大氮肥企业Unigel位于卡马萨里的一期绿氨项目(设计产能1万吨/年)，电解槽装机60MW。截止目前，国内已有河北建投沽源风电制氢项目、宝丰光伏制氢项目、中石化库车光伏制氢项目、三峡纳日松光伏制氢项目、

华电达茂旗风电制氢项目、华电铁岭离网风电制氢项目等项目投入运行，中煤 10 万吨液态阳光、国电投大安风光制氢合成绿氨、中能建松原绿色氢氨醇等多个风光制氢示范项目正在规划建设中。

国内外尚无针对可再生能源水电解制氢系统相关技术要求的标准规范，急需制定相关标准以促进可再生能源水电解制氢产业规范、有序、安全、高效发展。按照《氢能产业标准体系建设指南（2023 版）》，本标准对应的标准体系为 2.2.3 水电解制氢系统。

1.3 起草过程

2024 年 12 月 31 日，国家标准化管理委员会下达了本标准制定计划，计划号：20243630-T-469。

2025 年 7 月 2 日，全国氢能标准化技术委员会在北京组织召开了本标准启动会，有关单位介绍了标准制定背景、技术进展、标准内容，成立了标准起草组，确定标准制定工作计划。

2025 年 7 月-11 月，起草组编制和完善了标准文本，形成了标准征求意见稿。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据，修订国家标准时，还包括修订前后技术内容的对比

2.1 标准编制原则

本标准按照 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》的要求和规定进行编写。

2.2 标准主要内容及其确定依据

（1）范围

本文件规定了可再生能源水电解制氢系统的技术要求，包括制氢、储氢、供配电、控制、安全、调试和运行、系统性能测试、检查维护、交付资料等要求。

本文件适用于以风力发电、光伏发电为主要电力来源的可再生能源水电解制氢系统。

（2）内容

本标准以提出较为完善合理的可再生能源水电解系统技术要求为目标，包含可再生能源水电解制氢系统的术语定义、基本规定、设备要求、系统要求、布置要求、控制要求、消防与安全要求、性能测试要求、运行调试要求等，对规模匹配、水电解制氢、储氢供氢、供配电、智能化控制、安全、调试和运行、系统性能测试、检查维护、交付资料等关键问题提出技术要求，从而促进可再生能源水电解制氢行业的技术进步，推动氢电耦合产业发展、促进可再生能源消纳及双

碳目标的实现。

本标准章节内容包括：前言、1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、4 基本规定、5 水电解制氢、6 储氢、7 供配电、8 智能化控制、9 安全、10 调试和运行、11 系统性能测试、12 检查和维护、13 交付资料、附录。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

3.1 试验验证

本标准聚焦可再生能源水电解制氢系统的系统级技术要求（涵盖设备协同、波动适配、安全管控、全流程运维等），编制过程中未单独组织专项试验验证，但标准中所有技术指标的设定均以我国水电解制氢行业现有成熟测试实践、已投运标杆项目运行数据、以及国家标准明确的测试方法为核心依据，确保技术要求的科学性、可操作性与产业适配性，具体支撑情况如下：

3.1.1 行业成熟测试实践对核心设备的技术支撑

当前我国水电解制氢行业已形成针对碱性（ALK）、质子交换膜（PEM）两类主流技术路线的成熟测试体系，核心设备厂商均建立了覆盖“单槽性能-系统集成-动态适配”的全链条测试能力，为本标准中设备级技术要求提供了直接验证依据：

ALK 水电解制氢设备测试：国内头部设备厂商（如天津市大陆制氢设备有限公司、国电投氢能科技发展有限公司）已构建单槽容量

5000 Nm³/h 及以上的测试平台，可开展“负荷调节范围”“变负荷速率”“长期运行直流电耗衰减”等关键指标测试。例如，针对本标准规定的“可运行负荷下限不大于额定负荷的 50%、变负荷速率 1%~10%/s”，企业通过模拟风电骤变（如 10%额定负荷/min 的功率波动）测试，验证电解槽在 30%~100%额定负荷区间内可稳定运行，氧中氢含量始终≤0.5%（远低于本标准要求的 1.5%），直流电耗年增加值≤0.8%（优于本标准 1%的限值），累计测试时长超 10000 小时，数据覆盖 10 余台不同容量电解槽，形成稳定可靠的测试数据库。其中天津市大陆制氢提供的 4 套 1000Nm³/h 碱水电解槽在纳日松项目前期测试中，已充分验证负荷调节与能耗稳定性指标。

PEM 水电解制氢设备测试：西安隆基氢能科技有限公司、阳光氢能科技有限公司等企业搭建了 PEM 电解槽动态测试平台，可模拟光伏发电日内高频波动（如 20%额定负荷/10s 的功率变化），测试内容包括冷启动响应时间（≤30s）、热启动负荷调节精度（±2%额定电流）、变功率下氢气纯度稳定性（≥99.97%）等。针对本标准规定的“氢气体积纯度≥99.8%、含水量≤4 g/Nm³”，企业通过在线气相色谱仪、露点仪实时监测，在 10%~100%负荷波动下，氢气纯度均稳定在 99.95%以上，含水量≤2 g/Nm³，测试数据覆盖单槽容量 100~500 Nm³/h 的 PEM 设备，验证了本标准指标的可行性。

辅助系统测试：储氢系统中氢气压缩机、纯化装置的测试均遵循 GB/T 34542.1《氢气储存输送系统 第 1 部分：通用要求》、GB/T 37562《压力型水电解制氢系统技术条件》等现有标准，国内厂商（如北京

中科富海低温科技有限公司)针对压缩机“分级泄压”“旁通循环调节”开展测试,在30%~100%负荷波动下,压缩机出口压力偏差 ≤ 0.2 MPa,满足系统压力稳定要求;氢气纯化装置通过催化脱氧+变温吸附测试,在原料氢纯度99.5%的条件下,纯化后氢气纯度可达99.999%,露点 $\leq -60^{\circ}\text{C}$,符合本标准对下游用氢的品质要求。

3.1.2 已投运标杆项目的运行数据验证

我国已投运的多座万吨级、千吨级可再生能源水电解制氢项目,其长期运行数据为本标准的系统级技术要求(如风光波动适配、并网/离网运行控制、安全防护)提供了实际场景验证,具体项目案例及数据支撑如下:

中石化新疆库车2万吨/年绿氢项目(ALK技术,电解槽装机260MW):该项目以光伏为电源,运行过程中光伏出力日内波动幅度达70%(早间0~100%额定功率切换),项目安全验收评价报告显示,通过实时监测电解槽负荷调节、氢气纯度、安全联锁响应等数据,验证了本标准关键要求的合理性:(1)电解槽可在40%~100%额定负荷区间稳定运行(符合本标准“负荷下限 $\leq 50\%$ ”),变负荷速率达5%/s时,氧中氢含量始终 $\leq 1.2\%$ (低于本标准1.5%限值);(2)储氢系统通过“分级压力管理”实现储氢模式、放氢模式平稳切换,切换过程中系统压力波动 ≤ 0.3 MPa;(3)氢气探测器在模拟泄漏场景下(浓度0.4%体积分数)触发一级报警,浓度1%时联动切断电解电源,响应时间 $\leq 10\text{s}$,未出现安全风险。项目累计试运行超18个月,无非计划停机,验证了本标准系统设计要求的可行性。

三峡集团内蒙古纳日松 1 万吨/年光伏制氢项目（PEM+ALK 混合技术，电解槽装机 70MW）：项目部分采用离网运行模式，需自行维持局域电网稳定。项目招标公告及科技日报报道显示，通过运行数据监测，（1）离网系统在光伏出力骤降 30%时，制氢负荷跟随调节时间 $\leq 20\text{s}$ （符合本标准“维持局域电网稳定”要求），局域电网频率波动 $\leq \pm 0.2\text{Hz}$ ；（2）一体化管控平台实现光伏功率预测误差 $\leq 10\%$ （超短期预测，15 分钟粒度），制氢负荷调度精度达 $\pm 3\%$ ，可再生能源利用率提升至 88%（高于行业平均 80%水平）；（3）系统性能测试中，额定工况下产氢量偏差 $\leq 2\%$ （容积法测量），变功率动态测试中电流效率 $\geq 88\%$ ，均满足本标准指标要求。该项目安装 15 套 $1000\text{Nm}^3/\text{h}$ 电解槽，实际运行中 8 台即可满足核心负荷需求，进一步验证了系统负荷调节的冗余设计合理性。

河北建投沽源风电制氢项目（千吨级，ALK 技术）：项目针对“风电高频波动下电解槽寿命影响”开展长期监测，电解槽运行超 20000 小时，直流电耗年增加值为 0.9%（低于本标准 1%限值），密封性能无泄漏；同时，项目检修时采用高纯氮气置换，置换后氢气含量 $\leq 0.3\%$ （体积分数），氧含量 $\leq 0.4\%$ ，满足安全检修要求，未发生人员安全或设备损坏事件。

3.1.3 标准引用的测试方法标准的技术支撑

本标准明确引用了多项已发布的水电解制氢测试方法国家标准（如 GB/T 45541《PEM 电解槽性能测试方法》、GB/T 46104《电解水制氢系统功率波动适应性测试方法》），这些标准均经过行业内多轮

验证，为本标准的“性能测试要求”提供了方法论支撑，确保测试流程可复现、数据可比对：

GB/T 46104《电解水制氢系统功率波动适应性测试方法》：该标准由全国氢能标准化技术委员会组织制定，中国氢能联盟《中国氢能发展指数设计及评估》报告提及，其经过天津大学、中国标准化研究院、阳光氢能等单位联合验证，涵盖“冷启动、热启动、变功率动态”等测试类型（与本标准测试类型一致）。验证过程中，12家企业的20台不同技术路线电解槽（ALK 12台、PEM 8台）均通过测试，其中变功率动态测试的负荷调节范围、响应时间、纯度稳定性等数据，与本标准的指标要求完全匹配，例如变功率速率测试中，所有设备均满足1%~10%/s调节范围，验证了本标准指标设定的统一性与可操作性。

GB/T 45541《PEM电解槽性能测试方法》：该标准规定了PEM电解槽的电流效率、氢气纯度、动态响应等测试方法，隆基绿能等企业研发资料显示，其经过西安隆基氢能、上海氢枫加氢设备有限公司等单位的10台PEM电解槽验证，测试结果与企业自研测试平台数据偏差 $\leq 3\%$ ，其中氢气纯度测试（气相色谱法）、电流效率计算（电解定律法）的精度满足本标准“性能测试指标”要求，确保本标准引用的测试方法具备成熟技术基础。

综上，虽然本标准编制过程未单独开展试验验证，但通过“行业设备测试实践+标杆项目运行数据+引用测试方法标准”三重支撑，已充分验证了标准中核心技术指标（如负荷调节范围、波动响应速率、

安全联锁要求、性能测试流程)的科学性与可行性,所有技术要求均未超出当前产业技术能力,且与现有成熟实践高度契合,能够为可再生能源水电解制氢系统的设计、建设、运维提供可靠的技术依据。

3.2 综述报告

(1)技术方面,当前水电解制氢的主流技术路线包括碱性(ALK)水电解制氢、质子交换膜(PEM)水电解制氢、固体氧化物(SOEC)水电解制氢、阴离子交换膜(AEM)水电解制氢四类,各类技术路线在核心材料、运行特性、适用场景等方面存在显著差异。其中,ALK水电解制氢技术发展最为成熟,具有设备成本低、单槽容量大(目前国内已实现 $5000\text{ Nm}^3/\text{h}$ 以上单槽产能)、运行维护经验丰富等优势,主要应用于大规模风光制氢示范项目,如中石化新疆库车2万吨/年绿氢项目即采用ALK技术路线;但其存在启动响应速度较慢、动态调节范围相对较窄等不足,在应对风光电源高频波动时需配套更复杂的调节系统。PEM水电解制氢技术凭借质子交换膜的高效传导特性,具有启动速度快、动态调节范围宽、氢气纯度高、占地面积小等优势,更适应光伏发电日内高频波动、风力发电风速骤变的场景,在分布式风光制氢及离网制氢项目中应用广泛,如国电投大安风光制氢合成绿氨项目部分采用了PEM技术;不过该技术核心材料(质子交换膜、贵金属催化剂)依赖进口,设备成本较高,目前单槽容量相对较小(主流为 $100\sim 500\text{ Nm}^3/\text{h}$),大规模应用仍受成本制约。SOEC水电解制氢技术基于高温电解原理,能量转化效率极高(可达80%以上),可

利用工业余热提升系统效率，且能实现电-氢-电的可逆转化，具备储能与发电双重功能；但该技术目前处于中试阶段，高温运行环境对材料耐高温、抗腐蚀性能要求严苛，设备寿命及长期稳定性有待验证，尚未实现大规模工程应用。AEM 水电解制氢技术融合了 ALK 和 PEM 技术的优势，采用非贵金属催化剂，设备成本较低且动态性能优异，是极具潜力的新兴技术路线，但目前阴离子交换膜的稳定性及离子传导效率仍需突破，处于实验室研发向小规模验证过渡阶段。综合技术成熟度及工程应用现状，本文件主要聚焦于 ALK 和 PEM 水电解制氢技术，针对其在可再生能源供电场景下的特性提出技术要求。

（2）产业方面，我国已构建起涵盖核心材料、关键设备、系统集成、项目运营的完整可再生能源水电解制氢产业链，成为全球水电解制氢领域的领导者。在设备制造环节，2024 年我国电解槽总产能达到 47.7GW，占全球总产能的 60%以上，形成了以天津、广东、江苏等为核心的水电解制氢装备制造产业集群，涌现出一批龙头企业，ALK 电解槽单槽容量突破 5000Nm³/h，PEM 电解槽单槽产能达到 500Nm³/h，关键性能指标（如电流效率、氢气纯度）达到国际先进水平。在项目应用环节，我国已投运多个具有标杆意义的大型可再生能源水电解制氢项目，除中石化新疆库车 2 万吨/年、三峡纳日松 1 万吨/年项目外，宝丰能源光伏制氢项目已实现年产绿氢 1.2 万吨，直接用于化工原料替代；河北建投沽源风电制氢项目则探索了绿氢用于交通领域的模式。同时，一批规模化示范项目正在加速推进，中煤 10 万吨液态阳光项目、国电投大安风光制氢合成绿氨项目、中能建松原绿色氢氨醇项目

等规划产能均达到万吨级以上，预计 2027 年我国可再生能源制氢产能将突破 100 万吨/年。然而，随着产业快速发展，行业内也出现了技术路线选择混乱、设备性能指标不统一、系统集成标准缺失、安全运行规范不健全等问题，不同项目采用的波动适应性指标、性能测试方法、安全保护措施存在较大差异，导致项目建设质量参差不齐，影响了产业的规范有序发展，亟需统一的系统技术要求标准进行引导。

（3）标准方面，当前国内外已有的水电解制氢相关标准多聚焦于通用制氢系统或单一技术环节，未能充分适配可再生能源供电的波动特性。国内方面，GB/T 19774《水电解制氢系统技术要求》主要针对以工业电网稳定供电为场景的制氢系统，规定了系统的基本要求、性能指标及测试方法，但未涉及风光电源波动下的适应性要求；GB/T 37562《压力型水电解制氢系统技术条件》重点规范了压力型电解槽的技术参数及安全要求，同样以稳态运行场景为核心。国际方面，ISO 22734《Hydrogen generators using water electrolysis - Industrial, commercial, and residential applications》规定了模块化或工厂装配的氢气发生装置的构造、安全和性能要求，适用于工业、商业及民用领域的制氢设备，但未考虑可再生能源供电的间歇性、波动性对系统设计及运行的特殊要求。此外，IEC、ASTM 等国际标准化组织虽已开展氢能相关标准制定工作，但均未针对“可再生能源+水电解制氢”的耦合系统出台专门标准。现有标准与产业发展需求存在明显脱节，无法为可再生能源水电解制氢项目的设计、建设、运营及验收提供全流程技术支撑，制定针对性的系统技术要求标准已

成为产业高质量发展的迫切需求。

3.3 技术经济论证

本标准针对我国可再生能源水电解制氢系统技术要求标准缺失问题，提出了水电解制氢、储氢、供配电、智能化控制、安全、性能测试、运行调试等方面的要求，为可再生能源水电解制氢产业的高质量发展提供支撑。标准紧密围绕产业痛点，具体技术指标结合产业实际需求确定，其技术经济合理性主要体现在以下方面：

（1）适配风光波动的技术合理性与直接经济效益

可再生能源发电的间歇性、波动性是制氢系统面临的核心技术挑战，本标准针对性提出电解槽负荷调节、系统动态响应等关键要求，具有显著技术经济价值。标准明确电解槽可运行负荷下限不大于额定负荷的 50%，能够满足大规模项目运行负荷下限需求，同时也与当前设备材料发展情况相协调；标准明确电解槽变负荷速率范围为 $1\%/s \sim 10\%/s$ ，变负荷速率下限与我国风光发电日内波动特性高度匹配，能够适应绝大多数风光发电项目功率变化，变负荷速率上限则是基于降低变负荷运行对当前设备材料寿命带来不利影响作出的限制；标准明确电解槽大修年限内每年直流电耗增加值不超过额定值的 1%，该指标通过对设备运行期内的能耗增加进行限制，对设备寿命提出了更高的要求，避免由于波动运行导致系统能耗上升。相关指标将有效指导风光制氢项目设备选型，使电解槽能够在风光波动电源供电情况下更好的实现柔性运行，提高可再生能源利用率，实现节能降耗，为项目

投资带来更稳定的经济收益。

（2）能效优化的长期经济价值

本标准锚定能效提升与设备全生命周期成本控制，明确水电解制氢系统能效宜不低于 GB32311 中的 2 级能效要求，该指标覆盖 ALK 与 PEM 主流技术路线。当前我国水电解制氢系统平均能效水平约 4.8~5.2 kWh/Nm³，2 级能效要求可推动行业整体能效提升至 4.6 kWh/Nm³ 以下，以 2027 年我国规划 100 万吨/年绿氢产能计算，每年可节约电力消耗约 22.4 亿 kWh，按工业电价 0.35 元/kWh 计算，年节约电费超 7.8 亿元。

（3）一体化管控与系统集成的资源配置优化

本标准创新性提出一体化管控模式，要求通过大数据、人工智能等技术实现风光发电、储能、制氢、储氢的全链条协同，其技术经济合理性体现在资源配置效率的提升。标准明确一体化管控平台需具备发电功率预测、负荷智能调控、运维管理等功能，可实现制氢负荷与风光出力的动态匹配，提高可再生能源利用率。以离网型制氢项目为例，通过平台优化调度，可再生能源利用率可从当前的 80%~85% 提升至 85%~90%，单座 1 万吨/年光伏制氢项目每年可增加绿氢产量约 500 吨，直接收益超 1000 万元。

（4）标准统一对产业协同的成本节约

当前行业存在技术路线选择混乱、设备性能指标不统一、系统集成无规范等问题，导致项目设计、建设、运维阶段的协同成本较高。本标准统一了核心性能指标等技术要求，可显著降低产业协同成本。

从设计阶段看，标准提供了全环节技术依据，避免因指标不明确导致的重复设计与修改，能够有效缩短设计周期，降低设计成本；从设备采购看，统一的性能要求可形成规模化采购效应，有效降低电解槽设备价格；从运维阶段看，统一的检查维护要求可降低跨项目运维培训成本，降低行业整体运维成本。

综上，本标准的技术经济合理性体现在：通过精准适配风光波动的技术要求提升能源利用效率，通过能效与寿命优化降低长期运行成本，通过一体化管控优化资源配置，通过标准统一降低产业协同成本，完全契合我国可再生能源制氢产业的发展阶段与实际需求，技术上先进可行，经济上效益显著。

3.4 预期效益

3.4.1 经济效益

（1）产业规模持续扩大，带动全产业链增长

本标准的实施将规范项目设计、建设、运营全流程，消除行业发展的标准障碍，加速千吨级、万吨级示范项目落地。结合产业规划，2027 年我国可再生能源制氢产能将突破 100 万吨/年，按当前绿氢出厂价 20 元/kg 计算，直接产业规模将达 2000 亿元以上。依托标准统一的技术要求，电解槽、储氢设备、纯化装置等核心装备的规模化生产效应将进一步凸显，2024 年我国电解槽总产能已达 47.7GW（占全球 60%以上），标准实施后将推动产能利用率从当前的 40%提升至 60%以上，带动装备制造业产值增长超 500 亿元，同时拉动上游质子交换

膜、催化剂、钢材等材料产业，下游绿氨、绿钢、交通加氢等应用领域的协同发展，形成千亿级产业链集群。

（2）运行成本显著降低，提升项目盈利性

标准对能效、设备寿命、运维周期的明确要求，将大幅降低项目全生命周期运行成本。以 1 万吨/年绿氢项目为例，通过能效提升（从 4.8 kWh/Nm³ 降至 4.6 kWh/Nm³），每年可节约电力成本约 800 万元；通过设备寿命延长（ALK 电解槽从 8 年延长至 10 年），每年减少大修成本约 400 万元；通过运维规范（非计划停机率从 5%降至 2%），每年减少停产损失约 800 万元，单项目年综合成本降低超 2000 万元，显著提升项目收益。

（3）促进可再生能源消纳，增加电力系统收益

标准支持制氢系统与风光电源直连，并通过负荷跟随、动态调节等要求，提升可再生能源消纳能力。按 2027 年 100 万吨/年绿氢产能测算，每年需消耗风电/光伏电量约 520 亿 kWh，相当于 2023 年我国风电弃电量（约 200 亿 kWh）的 2.6 倍，可完全消化当前弃风弃光资源，同时为电网提供调峰服务。并网型项目通过与电网的电量交互，每年可获得调峰辅助服务收益约 0.05~0.1 元/kWh，单项目年辅助服务收益超 200 万元，为电力系统创造额外经济价值。

3.4.2 社会效益

（1）填补国内外标准空白，引领产业规范发展

本标准是全球首个针对“可再生能源+水电解制氢”耦合系统的专门标准，填补了现有通用制氢标准（如 GB/T 19774、ISO 22734）

未适配风光波动特性的空白。标准统一了并网型/离网型系统定义、波动适应性指标、安全防护要求、性能测试方法等核心内容，解决了行业内技术路线混乱、设备指标不统一、安全规范不健全等问题，为项目审批、设计、建设、验收提供全流程技术依据，推动产业从“野蛮生长”向“规范有序”转型，提升我国在全球氢能标准领域的话语权，为后续国际标准制定提供中国方案。

（2）强化安全保障体系，保障从业人员与公共安全

氢气作为易燃易爆气体，安全是产业发展的底线。本标准构建了多级安全防护体系，明确氢气探测器报警阈值、SIS 系统独立配置、防爆电气选型等刚性要求，同时规范了调试运行、检修置换、应急预案等操作流程，可将制氢项目安全事故发生率降低 80%以上。目前我国已投运多个大型项目（如中石化库车 2 万吨/年、三峡纳日松 1 万吨/年），标准实施后将为全国超 10 万从业人员提供安全作业保障，同时消除公众对氢能项目的安全顾虑，为产业推广营造良好社会环境。

（3）带动就业与技术创新，提升产业竞争力

标准的实施将推动制氢装备制造、项目建设、运维服务等环节的就业增长，预计 2027 年前将新增直接就业岗位 5~8 万个，间接带动上下游就业岗位 20~30 万个，尤其在天津、广东、江苏等装备制造集群，以及西北、华北等风光资源富集地区，将有效促进区域就业与经济发展。同时，标准对波动适应性、智能化管控、高效纯化等技术的要求，将引导企业加大研发投入，推动 PEM 电解槽核心材料国产化、ALK 电解槽单槽容量提升、AEM/SOEC 等新兴技术产业化，提升我国氢

能产业的核心竞争力。

3.4.3 生态效益

（1）大幅降低碳排放，助力“双碳”目标实现

可再生能源制氢（绿氢）是替代化石能源制氢（煤制氢、天然气制氢）的核心路径，本标准通过推动绿氢项目规模化发展，将显著减少能源行业碳排放。据测算，每吨煤制氢约排放 10 吨 CO_2 ，每吨天然气制氢约排放 8 吨 CO_2 ，而绿氢生产过程近乎零排放。按 2027 年 100 万吨/年绿氢产能计算，每年可替代等量化石能源制氢，减少 CO_2 排放约 800~1000 万吨，相当于植树造林约 22~27 万公顷，占我国 2023 年能源领域 CO_2 排放量的 0.1%~0.15%，为“3060”双碳目标的实现提供重要支撑。

（2）推动高耗能行业脱碳，改善生态环境质量

绿氢的主要应用领域包括钢铁、化工、合成氨等高耗能高排放行业，本标准的实施将加速绿氢在这些领域的替代应用。以钢铁行业为例，每生产 1 吨粗钢采用绿氢替代焦炭，可减少 CO_2 排放约 1.8 吨；以合成氨行业为例，10 万吨/年绿氨项目可替代传统煤制氨，每年减少 CO_2 排放约 25 万吨。随着标准推动绿氢成本下降，预计 2030 年前绿氢在化工行业的替代率将达 10%，在钢铁行业的替代率将达 5%，每年可额外减少 CO_2 排放约 5000 万吨，同时减少 SO_2 、 NO_x 等污染物排放，改善大气环境质量。

（3）提升可再生能源利用率，优化能源结构

我国可再生能源资源丰富，但受电网消纳能力限制，2023 年风

电、光伏平均利用率分别为 96.8%、98.3%，仍存在一定弃风弃光现象。标准支持制氢系统作为储能调峰装置，通过“风光制氢”模式实现可再生能源的大规模消纳，2027 年 100 万吨/年绿氢项目每年消纳的 520 亿 kWh 风电/光伏电量，相当于新增 130GW 风电/光伏装机的年发电量（按年利用小时数 4000 h 计算），可推动我国非化石能源消费占比提升约 0.2 个百分点，优化能源结构，减少对化石能源的依赖，改善生态环境的可持续性。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

国际、国外暂无同类标准技术。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本标准不涉及采标。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准与现行法律、法规及相关标准协调一致。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准遵循了各方参与原则，制定时充分吸收了相关领域专家的意见和建议，无重大分歧。

八、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准建议自发布起 3 个月实施，标准实施后，可再生能源水电解制氢项目、水电解制氢设备厂家、设计院等单位依据本标准，及时组织人员培训，按照本标准提出的技术性能要求贯彻落实，严格认真遵守本标准规定。

十、其他应当说明的事项。

无。

十一、其他应当说明的事项。

本标准不含影响公平竞争的有关内容。本标准不适用《公平竞争审查条例》第十二条的规定。

本标准不限制或者变相限制市场准入和退出。不含有对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等违法设置审批程序的内容。不含有限定经营、购买或者使用特定经营者提供的商品或者服务（以下统称商品）。没有设置不合理或者歧视性的准入、退出条件的内容。不含有其他限制或者变相限制市场准入和退出的内容。

本标准不限制或者变相限制商品要素自由流动。不含有限制外地或者进口商品、要素进入本地市场，或者阻碍本地经营者迁出，商品、

要素输出的内容。不含有排斥、限制、强制或者变相强制外地经营者在本地投资经营或者设立分支机构的内容。不含有其他限制商品、要素自由流动的内容。

本标准不影响经营者生产经营成本。不含有给予特定经营者选择性、差异化的财政奖励或者补贴的内容。不含有其他影响生产经营成本的内容。

本标准不影响经营者生产经营行为。不含有强制或者变相强制经营者实施垄断行为，或者为经营者实施垄断行为提供便利条件的内容。不含有其他影响生产经营行为的内容。

标准起草组

2025 年 11 月