

《煤电耦合熔盐储热系统技术要求》团体标准

征求意见稿 编制说明

一、任务来源

熔盐储热技术利用无机盐在高温下熔融态的特性,将电能或热能转化为熔盐内能储存,再通过热交换释放能量。其核心优势在于高热效率、大储能密度、低成本及长寿命周期,尤其适合大规模、长时储能场景。熔盐在高温下保持液态常压,化学性质稳定,通过高低温双罐系统实现热量的高效存储与精准释放,大幅降低了系统复杂性和安全风险。这一特性使其成为平衡电力供需、平抑新能源波动的理想媒介。

在煤电耦合领域,熔盐储热系统主要解决两大核心问题:一是“热电解耦”二是深度调峰能力提升。传统热电联产机组受限于“以热定电”的运行模式,发电量与供热量刚性绑定,难以灵活响应电网调度。通过抽取蒸汽加热熔盐,将多余热能储存,在用电高峰或供热需求增加时释放,既保障了工业供汽的连续性,又释放了机组的发电潜力。例如,部分改造项目可实现机组深调至额定负荷 30%以下,同时维持高供热量,显著增强煤电在新型电力系统中的调节作用。此外,该系统还可利用低谷时段富余电力加热熔盐,实现能源的时空转移,降低煤耗并提升新能源消纳能力。

近年来的示范项目验证了该技术的综合效益。老电厂通过加装熔盐储热系统,从单一发电主体转向“风、光、火、储”多能互补的综合能源服务商,既延长了机组寿命,也为城市提供稳定热源。在工业园区,熔盐储热替代燃煤锅炉供汽,利用谷电储能实现清洁供热,降低用能成本;在新能源基地,其与风光发电耦合,平抑出力波动,为电网提供可控电源。这些实践标志着熔盐储热从实验性技术走向工程化应用,成为煤电低碳转型的关键抓手。

政策支持进一步加速了技术落地。多国将熔盐储热列为煤电改造的鼓励方向,通过补贴、电价机制和碳市场交易激励项目推广。随着设备制造工艺优化与产业链协同加强,系统成本有望持续下降,而低熔点熔盐材料的研发、智能化运维技术的应用,将进一步突破温度与效率瓶颈。

熔盐储热与煤电的深度融合,是传统能源系统拥抱绿色变革的缩影。它通过“储能”属性赋予煤电灵活性与清洁度,在保障能源安全的前提下,为高比例可再生能源接入提供了稳定支撑,成为能源转型中不可或缺的桥梁。

目前,煤电耦合熔盐储热系统相关的标准有 T/JSE3-2025 火电机组高温熔盐。

储热系统运行导则电加热法。团体标准与 T/JSE3-2025 的核心区别在于技术覆盖广度与系统集成深度。前者作为综合性技术规范,贯穿设计、设备选型、安装调试、运行维护及安全环保全流程,适用于蒸汽加热与电加热双模式耦合场景,强调熔盐系统与煤电机组汽水流程的正/逆循环集成,以实现深度调峰与热

电解耦协同，破解“以热定电”刚性约束。而后者聚焦电加热法的运行操作流程，局限于系统启动、停运及调峰调频模式切换，未涉及设计原则、设备兼容性或多能协同接口。本标准的核心优势在于系统性创新与产业链整合能力：1. 技术普适性更强：兼顾蒸汽/电加热双模式，覆盖主流熔盐类型，而运行导则仅限电加热单一路径；

2. 安全冗余设计更完善：提出非电伴热防凝、熔盐罐热分层抑制、应急水源独立配置等冗余措施，显著降低高温熔盐泄漏与冻堵风险，而运行导则仅提及基础防凝要求。

3. 电网交互能力更突出：定义熔盐储热系统与机组 DCS、电网 AGC 指令的秒级协同逻辑，支持调峰/调频模式秒级切换，负荷响应速率提升至 6%/min 以上，强化煤电作为“调节性电源”的支撑作用，而运行导则侧重操作流程，未深入控制协同机制。

制定《煤电耦合熔盐储热系统技术要求》团体标准具有如下意义：

1、填补技术标准空白，推动产业规范化发展

在熔盐储热与煤电系统耦合的新兴技术领域，国家标准制定周期长、覆盖范围有限，难以快速响应技术迭代需求。团体标准能快速填补技术规范真空，为系统设计、设备选型、安装调试和运行维护提供统一依据，避免因技术路线混乱导致的工程风险和市场无序竞争，加速技术规模化应用。

2、促进技术创新与成果转化

团体标准将前沿技术成果纳入规范框架，形成“专利技术—标准固化—产业推广”的转化链条。通过标准引导企业优化系统集成方案，推动低成本、高能效技术快速落地，解决工程实践中频发的熔盐冻堵、热冲击等难题，缩短技术迭代周期。

3、保障系统安全与可靠性

煤电耦合熔盐系统涉及高温高压设备，运行风险较高。团体标准通过明确设计参数、安全阈值及能效指标，规避因技术缺失导致的设备故障和安全隐患。例如，规范熔盐储罐结构、支撑架强度及基础抗震要求，确保长周期运行稳定性，为电厂安全改造提供技术兜底。

4、提升煤电在新型电力系统中的调节价值

标准通过规范熔盐储热系统与火电机组汽水流程的正/逆循环耦合方式，显著提升机组调峰深度与变负荷速率。例如，明确熔盐储热参与电网调频调峰的协同控制逻辑，使机组负荷响应速率提升至 6%/min 以上，深度调峰能力突破至 20%额定负荷以下，强化煤电作为“调节性电源”的支撑作用，助力高比例新能源消纳。

5、促进多主体协同与产业链整合

团体标准凝聚设计院、发电集团、设备制造商等全产业链共识,打破技术壁垒例如,统一熔盐泵、储罐、换热器等核心设备的技术接口与性能要求,降低系统兼容性风险;推动产学研协作构建技术验证平台,加速从示范项目向行业通用方案转化,避免重复研发和资源浪费。

二、起草单位所作工作

1、起草单位

本标准由中国化工流通协会提出并归口。本标准由xxxx共同起草。

2、主要起草单位及其所作工作

本文件主要起草单位及工作职责见表1。

表1 主要起草单位及工作职责

起草单位	工作职责
	项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了行业资深专业人员，行业管理人员
	实际生产单位、负责汇报企业生产数据、试验方法，参与标准编制。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

4.1 立项阶段

2025年7月11日，中国化工流通协会正式批准《煤电耦合熔盐储热系统技术要求》立项。

4.2 起草阶段

4.2.1 成立标准制定工作组，根据《煤电耦合熔盐储热系统技术要求》编制需要，xxxx等机构相关专家成立标准制定工作组。

4.2.2 形成标准草案：根据工作计划及分工安排，在系统参考、学习已有标准及研究的基础上，标准制定工作组完成《煤电耦合熔盐储热系统技术要求》各部分内容，并于2025年8月15日汇总形成标准草案。

4.2.3 2025年9月20日，通过腾讯会议线上召开了《煤电耦合熔盐储热系统技术要求》团体标准讨论会，与会代表20余人参加会议。会上，标准编制组就该标准立项背景和标准框架分别进行了介绍。与会专家和代表就标准名称、框架结构、定义、范围、技术指标、试验方法等内容进行了深入讨论。明确了该标准编制工作方向，并提出了一系列标准内容的完善措施和修改意见、建议。

在讨论会结束后标准编制工作组根据与会专家及参会代表的意见和建议，对标准稿进行了修改完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

4.3 征求意见阶段

2025年9月20日，本标准由中国化工流通协会在全国团体标准信息平台面向社会进行公开征求意见，同时由编制工作组向相关单位进行定向征求意见。

五、标准主要内容

根据生产企业xxxx等单位的产品数据得到以下主要内容：

1、熔盐罐：高、低温熔盐罐应采用耐高温、耐腐蚀材质，罐壁保温层导热系数不应大于 $0.15\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，罐内电加热器功率应满足熔盐防凝固需求。低温熔盐罐应设置液位、温度监测装置，高温熔盐罐应配备压力报警系统。

2、熔盐泵：高、低温熔盐泵应能在 $300\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 565\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境下连续运行，设计流量偏差不应超过 $\pm 5\%$ ，扬程满足系统阻力要求。泵体密封性能应符合GB/T 3216的规定，无可见泄漏。

3、运行控制：系统应具备全自动控制模式，支持与燃煤机组DCS系统数据交互，实现储热/放热过程的无缝切换。电加热器控制装置应接收机组同步偏差信号，调节响应时间不大于 5 s ，功率控制精度为 $\pm 2\%$ 。运行参数监测应包括熔盐温度、流量、压力及储罐液位，数据采集频率不低于1次/秒，并具备历史数据存储功能（存储周期不少于1年）。系统应设置自动保护逻辑，当出现超温、超压、低液位等异常情况时，自动触发停机或切换至安全模式。

六、标准水平分析

6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

6.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

6.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制

性国家标准的规定。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十一、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准起草组

2025 年 9 月