

《二氧化碳捕集 第1部分：电厂燃烧后 CO₂
捕集性能评估方法》国家标准征求意见稿
编制说明

2024年11月29日

一、工作简况

1.1 任务来源

2023 年 12 月 29 日，国家标准化管理委员会发布关于下达碳达峰碳中和国家标准专项计划及相关标准外文版计划的通知，华能清能院联合中国标准化研究院等单位主编的国家标准《二氧化碳捕集 第 1 部分:电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能评估方法》获批立项，计划编号为 20232497-T-469。该标准的主管部门为国家标准化管理委员会，归口单位为全国环境管理标准化技术委员会，标准性质为推荐性国家标准，修改采用国际标准 ISO 27919-1:2018《二氧化碳捕集 第 1 部分:电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能评估方法》（Carbon dioxide capture Part 1: Performance evaluation methods for post-combustion CO₂ capture integrated with a power plant）。

1.2 制定背景

二氧化碳捕集利用与封存技术（CCUS）是实现化石能源低碳化利用的唯一技术选择，是实现碳中和目标的重要技术保障和不可或缺的关键性技术之一，是我国应对气候变化、保障能源安全和促进可持续发展的重要手段。目前，国内 CCUS 技术、产业和标准体系尚不完善，尚未建立完备的 CCUS 领域标准体系，迫切需要编制相关标准以助力关键技术攻关和产业化进程。

燃烧后捕集装置将二氧化碳从发电厂烟气中分离出来，然后进行

后续的运输和地质储存。针对电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能评估方法建立国家标准，对 CCUS 工程进行统一约束，可推动 CCUS 技术大规模稳定运行，保障火电行业 CCUS 工程得到有效监管。华能清能院 CCUS 技术团队已成功建造并运行了多个 CO₂ 捕集示范项目，创立了具有自主知识产权的烟气 CO₂ 捕集理论和成套技术体系，研制出多项国际/国内首台（套）CO₂ 捕集装置，持续引领 CCUS 产业发展，为编制我国 CO₂ 捕集装置运行与性能评估积累了大量的工程建设和运行经验。

国际标准方面，2011 年 9 月，碳捕集与碳封存技术委员会（ISO/TC265）在 ISO 技术管理局会议上获得批准，由加拿大标准理事会承担秘书处，设立联合秘书处，由中国和加拿大双方共同承担。ISO/TC 265 致力于二氧化碳捕集、运输、封存、量化与验证、CCUS 共性问题领域的国际标准制定。目前，ISO 已发布技术报告（ISO/TR27912）“二氧化碳捕集—二氧化碳捕集系统、技术与工艺”对二氧化碳捕集技术路线及其在各行业的应用情况进行了总述。已制定 ISO 27919-1:2018“二氧化碳捕集—第 1 部分：与电厂集成的燃烧后二氧化碳捕集系统的性能评价方法”，提供了评价燃烧后二氧化碳捕集系统关键性能指标（KPI）的通用方法，已编制的 ISO/CD 27919-2“二氧化碳捕集——第 2 部分：确保和维持与电厂集成的燃烧后二氧化碳捕集系统性能稳定的评价程序”，提供了评价碳捕集系统可靠性、可用性和可维护性的评价方法和规程。

表 1 CCUS 领域已发布的国际标准

序号	标准编号	标准名称
1	ISO/TR 27912:2016	二氧化碳捕集 二氧化碳捕集系统、技术和过程
2	ISO 27913:2016	氧化碳捕集、运输与地质封存管道运输系统
3	ISO 27914:20173	二氧化碳捕集、运输与地质封存地质封存
4	ISO/TR 27915:2018	二氧化碳捕集、运输与地质封存 量化和验证
5	ISO 27916:2019	二氧化碳捕集、运输与地质封存 利用 EOR 封存二 氧化碳
6	ISO 27917:2017	二氧化碳捕集、运输与地质封存词汇共性术语
7	ISO/TR 27918:2018	项目的生命周期风险管理
8	ISO 27919-1:2018	二氧化碳捕集 第 1 部分:电厂燃烧后 CO ₂ 捕集效率评 估方法
9	ISO/TR 27921:2020	二氧化碳捕集 第 2 部分:对电厂燃烧后 CO ₂ 捕集的 确保和维持稳定效率的评估程序
10	ISO/TR 27922:2021	二氧化碳捕集、运输与地质封存共性问题 CO ₂ 流成 分
11	ISO/DIS 27919-2	二氧化碳捕集 水泥企业 CO ₂ 捕集技术概述
12	ISO/TR 27912:2016	地质封存的二氧化碳注入运行、基础设施和监控

国家标准方面，我国已开展并鼓励多项 CCUS 标准化工作。国家科技部 2017 年发布《“十三五”技术标准科技创新规划》，明确提出要加强新兴和交叉领域技术标准研制，推动基础通用与公益和产业共性技术标准优化升级，包括能源与环境管理、环保服务、应对气候变化等方面的标准；国家住房和城乡建设部 2018 年发布 GB/T51316-2018《烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准》，规范化烟气二氧化碳捕集纯化工程设计；中国环保部 2016 年发布《二氧化碳捕集、利用与封存环境风险评估技术指南（试行）》规范和指导二氧化碳捕集、利用与封存项目的环境风险评估工作。

表 2 CCUS 现行国家标准与制订国家标准

序号	标准编号/计划号	标准名称
1	GB/T 51316-2018	烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准
2	20211022-T-469	二氧化碳捕集、输送和地质封存 管道输送系统
3	20220864-T-334	二氧化碳地质封存场地评价指标体系
4	20220811-T-524	火力发电厂烟气二氧化碳捕集系统能耗测定技术规范
5	20220841-T-469	碳捕集、利用与封存(CCUS)项目温室气体减排量化和核查技术规范
6	20232492-T-424	二氧化碳捕集 第 2 部分:电厂燃烧后 CO ₂ 捕集确保和维持稳定性能的评估程序
7	20232493-T-424	烟气二氧化碳捕集压缩装置运行与管理规范
8	20232494-T-424	海上 CO ₂ 咸水层场地封存量评价
9	20232495-T-424	海上 CO ₂ 咸水层封存场地适宜性评价方法
10	20232496-T-424	二氧化碳捕集烧后二氧化碳捕集系统通用要求
11	20232497-T-469	二氧化碳捕集第 1 部分:电厂燃烧后 CO ₂ 捕集性能评估方法
12	20232498-T-424	火电厂碳封存 CO ₂ 检测方法
13	20232499-T-424	进入二氧化碳管道的介质质量要求
14	20232500-T-469	二氧化碳捕集、运输和地质封—二氧化碳用于提高原油采收率

15	20232501-T-469	二氧化碳捕集、运输和地质封存—地质封存
16	20232510-T-469	二氧化碳捕集、运输和地质封存—词汇—共性术语

在行业标准方面，目前已有 3 项碳捕集方面行业推荐标准开展实施，包括 JB/T 12535-2015《燃煤烟气碳捕集装置调试规范》、JB/T 12536-2015《燃煤烟气碳捕集装置运行规范》以及 JB/T 12909-2016《燃煤烟气碳捕集装置调试规范》。碳运输方面规范 CB/T 4407-2015《液化二氧化碳运输船用储罐》已发布实施；石油化工业《二氧化碳输送管道工程设计规范》（SH/T 3202-2018）发布实施。

表 3 CCUS 现行行业标准清单

序号	标准编号/计划号	标准名称
1	GB/T 51316-2018	烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准
2	20211022-T-469	二氧化碳捕集、输送和地质封存 管道输送系统
3	20220864-T-334	二氧化碳地质封存场地评价指标体系
4	20220811-T-524	火力发电厂烟气二氧化碳捕集系统能耗测定技术规范
5	20220841-T-469	碳捕集、利用与封存(CCUS)项目温室气体减排量化和核查技术规范
6	20232492-T-424	二氧化碳捕集 第 2 部分:电厂燃烧后 CO ₂ 捕集确保和维持稳定性能的评估程序
7	20232493-T-424	烟气二氧化碳捕集压缩装置运行与管理规范
8	20232494-T-424	海上 CO ₂ 咸水层场地封存量评价

9	20232495-T-424	海上 CO ₂ 咸水层封存场地适宜性评价方法
10	20232496-T-424	二氧化碳捕集烧后二氧化碳捕集系统通用要求
11	20232497-T-469	二氧化碳捕集第 1 部分:电厂燃烧后 CO ₂ 捕集性能评估方法
12	20232498-T-424	火电厂碳封存 CO ₂ 检测方法
13	20232499-T-424	进入二氧化碳管道的介质质量要求
14	20232500-T-469	二氧化碳捕集、运输和地质封—二氧化碳用于提高原油采收率
15	20232501-T-469	二氧化碳捕集、运输和地质封存—地质封存
16	20232510-T-469	氧化碳捕集、运输和地质封存—词汇—共性术语

本标准编制团队结合我国 CCUS 工作的实际需要,完善电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能评估方法的相关标准内容,以规范 CCUS 项目建设运行,有助于提高捕集系统装置设备运行效率和管理效能,助力我国碳达峰碳中和目标顺利实现。

1.3 起草过程

2022 年 5 月-6 月,华能清能院 CCUS 技术团队讨论国家标准提案,讨论确定标准主题和大纲,指定标准专员及分工。

2022 年 6 月-12 月,团队的标准专员起草标准草案,并多次开展内部技术讨论,针对标准范围、术语定义以及捕集和压缩技术问题进行研讨,并形成标准草案修订稿。

2023 年 7 月，完成标准立项申报工作。

2023 年 12 月，本标准制定项目获得国家标准化管理委员会批准立项下达（计划号：20232497-T-469）。

2024 年 1 月-4 月，华能清能院作为牵头单位，召集多个相关单位与专家参与本项标准编制，商讨标准大纲及分工。

2024 年 5 月-7 月，清能院筹备国家标准启动会。

2024 年 7 月 31 日，国家标准启动会在清能院顺利召开。

2024 年 8 月-9 月，各参编单位完成所负责章节，由华能清能院汇总形成初稿后提交标准院审核。

2024 年 10 月-11 月，开会讨论，修改完善。

2024 年 11 月完善讨论稿并提交秘书处，准备征求意见。

2024 年 12 月提交征求意见稿，进入征求意见阶段。

1.4 协作单位

本文件起草单位：中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、中国标准化研究院等

本文件主要起草人：

起草单位任务分配如下：

XXXX 等单位负责标准的起草工作，XXXX 等单位负责比对试验验证工作，XXX 等单位负责提出修改意见、测试数据，并参与讨论修改。

起草人任务分配如下：

标准起草和管理协调：XXXXXX。

试验验证、资料收集与整理、提出意见和建议：XXXXX。

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

1、原则性

根据《中华人民共和国标准法》及其《实施细则》、GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写》进行编制。

标准制定遵循“结合实际、准确测量、计算合理”的原则，与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，统筹推进。并力求标准具有“简洁性、通用性、指导性、引导性和可扩展性”的特点。

2、格式内容

严格遵循 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写》进行编制。

3、与其他标准相协调的原则

本标准整体与国际相关的标准保持一致，具有一定延续性和创新性。具备条件时可申请国际标准。

与国家政策法规一致。符合《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国土壤污染防治法》《中华人民共和国水污染防治法》等国家法律法规和管理办法的要求。

2.2 标准主要内容及其确定依据

本文件制定了对与发电厂集成的燃烧后捕集装置的性能进行测量、评估和报告的指南，提供了一种计算燃烧后捕集装置具体关键性能指标（KPI）的通用方法。

在“1 范围”部分，说明了本标准的适用范围；在“2 规范性引用文件”部分，罗列了本标准引用的其他规范文件清单；在“3 术语、定义和符号”部分，给出了本标准涉及的专业名词、符号及其定义；在“4 定义系统边界”部分，介绍了与主发电厂集成的燃烧后捕集装置，定义了燃烧后捕集装置、主发电厂和公用工程的边界。在“5 基本燃烧后捕集装置性能的定义”部分，定义了描述燃烧后捕集装置和集成系统基本性能的参数，包括输入输出介质流、吸附塔的捕集效率、燃烧后捕集装置捕集的二氧化碳流量、捕集的二氧化碳在二氧化碳压缩系统出口的特性。

在“6 公用工程定义和消耗计算”部分，规定了如何评估燃烧后捕集装置的公用工程消耗。定义了公用工程系统的特性，包括传热介质低压-中压蒸汽；各种工艺用水来源；化学品，包括吸附剂；以及电力功耗评估定义和边界。在“7 指导原则 - 燃烧后捕集装置性能评估依据”部分，提供了进行燃烧后捕集装置试验的指导，并概述了计划和执行燃烧后捕集装置性能试验所需的步骤。在“8 仪表和测量方法”部分，介绍了相关仪表的安装或使用要求，并给出了推荐的测量方法。在“9 关键性能指标评估”部分，定义了与发电厂集成的燃烧后捕集装置的过程性能评估指标，包括比热能耗（STEC）、比电能消耗（SEC）、

当量电能比消耗量（SEEC）、二氧化碳排放比减少量（SRCE）和吸附剂比消耗量和化学品比消耗量（SAC 和 SCC）。

附件 A 介质流和设备命名法摘要，总结了使用本标准时可能遇到的不同介质流和设备。附件 B 为试验原则和指南。附件 C 为仪表和测量方法。附件 D 用于对电厂集成的燃烧后捕集装置进行性能评估的其他方法。附件 E 介绍了评估燃烧后捕集装置性能的建议条件。附件 F 为性能评估检查清单。本标准性质为推荐性国家标准，修改采用国际标准 ISO 27919-1:2018《二氧化碳捕集 第 1 部分:电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能评估方法》（Carbon dioxide capture Part 1: Performance evaluation methods for post-combustion CO₂ capture integrated with a power plant）。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》的要求编写本标准内容。

技术内容主要以《烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准》（GB/T 51316）、《蒸汽加热设备节能监测方法》（GB/T 15914-2021）、《蒸汽热量计算方法》（GB/T 34060-2017）、《水平衡测试通则》（GB/T 12452-2022）、《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》（GB/T 16157-1996）、《热量表》（GB/T 32224-2020）、《蒸汽与蒸汽冷凝液》（ISO 5167）、《气体分析》（ISO 6327）、《二氧化碳产品纯度》（ISO 6974）、《Carbon dioxide capture — Part 1: Performance evaluation methods for post-combustion CO₂ capture integrated with a power plant 》（ISO 27919-1）、《Carbon dioxide capture — Part 2: Evaluation procedure to assure and maintain stable

performance of post-combustion CO₂ capture plant integrated with a power plant》(ISO 27919-2)、《燃煤烟气二氧化碳捕集装备》(JB/T 12909-2016)、《燃煤烟气碳捕集装置运行规范》(JB/T 12536-2015)、《燃煤烟气碳捕集装置调试规范》(JB/T 12535-2015)、《固定污染源废气》(HJ 1240-2021)、《非分散红外吸收法》(HJ 870-2017)、《火电厂烟气二氧化碳排放连续监测技术规范》(DL/T 2376—2021)、《火电发电厂技术经济指标计算方法》(DL/T 904—2015)、《汽轮机热验收试验规程》(IEC 60953-1)、《二氧化碳捕集利用与封存术语》(T/CSES 41-2021)、《工业排放气二氧化碳回收技术导则》(T/CPCIF 0115-2021) 等标准作为基础。

2.3 修订前后技术内容的对比（如适用）

无修改内容。

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

(1) 挪威蒙斯塔技术中心 (TCM)

挪威蒙斯塔技术中心成立于 2012 年，具备目前世界最大规模燃烧后碳捕集测试装置（图 1），能够对碳捕集吸收剂或碳捕集工艺进行测试并提供可靠数据，用于预测碳捕集性能和运行成本。该碳捕集测试装置能够提供 60000 Nm³/h 的烟气流量，最高捕集量 275

t/d，二氧化碳源浓度约 3.5%，接近常规燃气锅炉排放水平。



图 1 TCM 的燃烧后碳捕集测试装置

TCM 选择 30wt%单乙醇胺（MEA）作为碳捕集吸收剂，在其碳捕集测试装置上建立了碳捕集热耗基线，作为其他吸收剂碳捕集热耗指标的评价基准；同时该机构还开发了 Force technology 系统，以实现碳捕集装置工程性能的在线测量。Force technology 系统能够实现不同测量参数的在线测量，但有些测量参数无法实现实时测量。例如，采样系统需要在 90 分钟的周期内在吸收塔入口、吸收塔出口和解吸塔气液分离器出口间进行切换；采样气体经过干气处理后，水蒸气含量需要以饱和水蒸气分压进行推算；该机构提出了 4 种碳捕集率的评价方法，造成数据不一致问题，如表 2 所示。其中，方法 1 到方法 3 均基于吸收塔入口、吸收塔出口和再生塔气液分离器出口的二氧化碳流量测量结果，而方法 4 基于吸收塔入口二氧化碳浓度和吸收塔出口二氧化碳浓度测量结果。因为碳捕集装置吸收塔出口直连大气，该点位烟气流量测量仍然是一个不可靠的测量，从而需要用入口流量和产品气流量推算吸收塔烟气流量。

表 1 碳捕集率评价方法

Term	Description	Formula
CO ₂ capture efficiency: Method 1	CO ₂ product flow as a ratio to the CO ₂ flow in the flue gas supply	$= \frac{CO_2(\text{product})}{CO_2(\text{supply})}$
CO ₂ capture efficiency: Method 2	CO ₂ product flow as a ratio to the sum of the CO ₂ product flow and the CO ₂ flow in the depleted flue gas	$= \frac{CO_2(\text{product})}{CO_2(\text{product}) + CO_2(\text{depleted})}$
CO ₂ capture efficiency: Method 3	Ratio of the difference between the CO ₂ flow in the flue gas supply and the CO ₂ in the depleted flue gas to the CO ₂ flow in the flue gas supply	$= \frac{CO_2(\text{supply}) - CO_2(\text{depleted})}{CO_2(\text{supply})}$
CO ₂ capture efficiency: Method 4	Ratio of the depleted flue gas CO ₂ per unit O ₂ +N ₂ to the flue gas supply CO ₂ per unit O ₂ +N ₂	$= 1 - \frac{O_{CO_2} (1 - I_{CO_2})}{(1 - O_{CO_2}) I_{CO_2}}$ <p>O_{CO_2} = Depleted flue gas CO₂ content, dry basis</p> <p>I_{CO_2} = Flue gas supply CO₂ content, dry basis</p>
CO ₂ recovery	Ratio of the sum of the CO ₂ flow in depleted flue gas and the product CO ₂ flow divided by the CO ₂ flow in the flue gas supply	$= \frac{CO_2(\text{depleted}) + CO_2(\text{product})}{CO_2(\text{supply})}$

TCM 机构分析了二氧化碳捕集量在线测量结果的不确定度，测试的工况条件是捕集率 90%，结果如表 2 所示。但由于测试过程中的不可控性和随机性，实际的碳捕集量不确定度要比表 2 中给出的结果更高。

表 2 碳捕集量不确定度评价结果（捕集率 90%）

CO ₂ capture calc. method	Stream	Uncertain in:				CO ₂ capture uncertainty equation
		Total flow	CO ₂ content	CO ₂ flow	CO ₂ capture	
1	Product	1.1%	2%	$U_{CO_2P}=2.3\%$	5.6%	$\sqrt{(U_{CO_2S})^2 + (U_{CO_2SP})^2}$
	Supply	1.3%	5%	$U_{CO_2S}=5.2\%$		
2	Product	1.1%	2%	$U_{CO_2P}=2.3\%$	2.5%	$(1 - E_{CO_2})\sqrt{(U_{CO_2D})^2 + (U_{CO_2SP})^2}$
	Depleted	1.3%	25%	$U_{CO_2D}=25\%$		
3	Supply	1.3%	5%	$U_{CO_2S}=5.2\%$	2.8%	$\frac{(1 - E_{CO_2})}{E_{CO_2}}\sqrt{(U_{CO_2S})^2 + (U_{CO_2SD})^2}$
	Depleted	1.3%	25%	$U_{CO_2D}=25\%$		

（2）美国国家碳捕集测试中心（NCCC）

美国国家碳捕集测试中心（NCCC）成立于 2009 年，隶属于美国能源部，作为大规模碳捕集装置测试验证平台提供第三方测试，以加速 CCUS 技术的产业化进程。目前，除燃烧后碳捕集测试外，还开展吸附、膜分离等方法的碳捕集技术测试验证工作。

NCCC 具备一套燃烧后吸收法碳捕集中试测试装置（PSTU），如图 2 所示。该装置能够提供不同场景的测试条件，其中烟气有两

种来源：燃气锅炉烟气，二氧化碳浓度约为 4.4%；燃煤电力机组烟气，二氧化碳浓度约为 12%。

在测试方法学方面，NCCC 给出了碳捕集热耗 (Specific Reboiler Duty (SRD)) 的计算方法，该参数被定义为碳捕集系统最关键的参数，计算公式如下：

$$SRD [=] \frac{GJ}{\text{tonne } CO_2} = \frac{\text{Reboiler Heat Duty} - \text{Ambient Heat Loss}}{CO_2 \text{ Captured}} \quad (1)$$

其中，再沸器的热负荷是由蒸汽流量与再沸器进出口焓差的乘积获得

$$\text{Reboiler Heat Duty} [=] \frac{GJ}{hr} = \dot{m}_{\text{steam}} (H_{\text{steam}} - H_{\text{condensate}}) \quad (2)$$

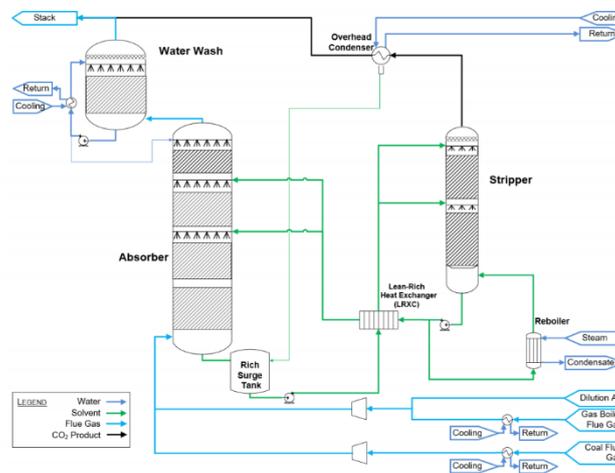
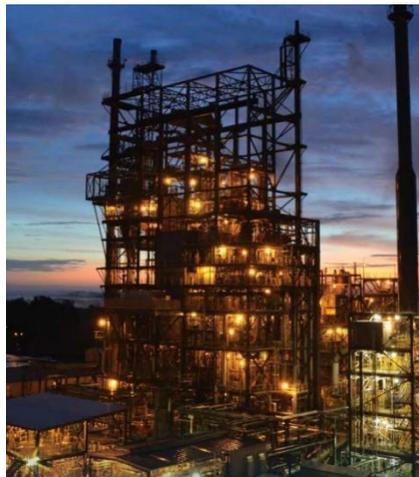


图 2 NCCC 中试测试装置及工艺

为了测量再生器的热损失，NCCC 将 PSTU 设定在标准的吸收剂运行状态，但是只在再沸器中加入少量蒸汽。在吸收剂分析方面，稳定测试周期内每周在贫液侧和富液侧取样三次，主要有机成分采用气相色谱仪进行检测。用五种不同浓度的已知标准品构建了标准校准曲线，可涵盖样品中各组分的全部预期浓度范围。采用气相色谱和质谱联用电子碰撞电离法对样品的微量成分和分解产物进行分析。热稳定盐(HSS)的定性和定量分析使用离子色谱系统进行检测。在排放分析方面，PSTU 的吸收塔出口配有热气体 FTIR，分析主要的吸收剂组分和降解产物。在工程测量数据质量方面，NCCC 提出应当对一些关键测量仪器的数据进行对比检查，如再沸器蒸汽流量可以与凝结水回水流量进行对比，以保证测量仪器的准确性及稳定运行。

3.2 综述报告

目前，我国在电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能测量与评估方面的标准尚处于空白状态，然而我国电厂燃烧后 CO₂ 捕集工程示范项目逐步落地，对工程项目的关键性能测量与评估需求凸显，亟需针对本领域开展标准的编制工作。本标准可为电厂燃烧后 CO₂ 捕集工程性能测量与评估中的难题提供规范化指引：（1）规范术语定义和边界：本标准可统一碳捕集工程性能指标术语定义，使测量统计边界清晰明确，保障测量评价结果准确性和规范性；（2）规范测量方法及测量仪器要求：本标准对电厂燃烧后 CO₂ 捕集工程测量与评价过程中使用的方法

和仪器提出了较为明确的技术要求，保障 CO₂ 捕集性能测试评价水平；（3）引入工程测量准确性评估：本标准提出在设计阶段考虑测量位置，以使关键性能指标测量和评价达到不确定度的要求，然而针对电厂燃烧后 CO₂ 捕集工程系统级的不确定度评估存在困难，仍需进一步研究。

3.3 技术经济论证

通过本标准，建立了针对燃煤电厂燃烧后 CO₂ 捕集装置性能的科学评估方法，明确关键性能指标（如比热能耗、比电能消耗）的计算和测试规范。直接技术经济效益体现在优化捕集装置运行效率，降低单位 CO₂ 捕集成本，助力火电企业提高经济收益；间接技术经济效益则包括推动 CCUS 产业化进程、促进国产设备技术进步以及为我国实现碳达峰碳中和目标提供技术保障。该标准的实施对减缓气候变化、提升产业竞争力具有重要意义。

3.4 预期效益

（1）经济效益

CCUS 技术是我国应对气候变化、保障能源安全、非传统国防安全和促进可持续发展的重要手段，但目前我国尚未建立完备的 CCUS 领域标准体系。预计到 2060 年，我国每年约 20 亿吨 CO₂ 必须通过 CCUS 实现减排，按照 300 元/吨减排成本计算，碳捕集市场规模将达 6000 亿元/年，经济效益显著。

（2）社会效益

CCUS 技术是我国应对气候变化、保障能源安全、非传统国防安全和促进可持续发展的重要手段。高比例、大规模接入可再生能源将显著增加电力系统在供给端和消费端的不确定性，影响电力系统的安全稳定。CCUS 与高效灵活火力发电技术相结合是未来保障电网灵活性的重要手段，可以推动电力系统净零排放，提供稳定清洁电力，平衡可再生能源发电的波动性，有助于发挥火电在能源电力系统转型中“压舱石”作用，引领电力行业绿色低碳发展，为国家能源安全提供托底保障。CCUS 是火力发电、钢铁、水泥等行业实现净零碳排放唯一可行的技术方案，可以保障化石能源开采、供应和利用的有序进行，加速能源电力行业等高碳排放行业的低碳转型。针对电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能评估方法建立国家标准，对 CCUS 工程进行统一约束，可推动 CCUS 技术大规模稳定运行，保障火电行业 CCUS 工程得到有效监管，有利于促进 CCUS 技术商业化大规模推广应用。

（3）生态效益

CO₂ 与主要大气污染物的排放具有很强的“同根、同源、同过程”特征，燃煤电厂排放源加装 CCUS 有助于推进 CO₂ 和大气污染物的协同治理。采用 CCUS 技术，在保证能源稳定供应的情况下减少 CO₂ 温室气体排放，可有效控制温室效应的加剧，减少极端天气的发生，缓解气候变化问题，有利于农业的稳定发展、生物多样性的保持和自然生态文明的建设，具有巨大的生态效益，助力实现美丽中国建设。

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

本标准修改采用国际标准 ISO 27919-1:2018《二氧化碳捕集 第1部分:电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能评估方法》(Carbon dioxide capture Part 1: Performance evaluation methods for post-combustion CO₂ capture integrated with a power plant)。

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

本标准合规修改采用国际标准 ISO 27919-1:2018《二氧化碳捕集 第1部分:电厂燃烧后 CO₂ 捕集性能评估方法》(Carbon dioxide capture Part 1: Performance evaluation methods for post-combustion CO₂ capture integrated with a power plant)。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准编制过程遵循了现行的国家《标准化法》和《产品质量法》，与现行的相关法律、法规、规章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 of 推荐性国家标准，不涉及专利问题。

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

建议本文件在批准发布 6 个月后实施。

十、其他应当说明的事项。

无。