附件2

**二氧化碳捕集、利用与封存项目碳减排量核算技术规范**

（征求意见稿）

**编制说明**

**《二氧化碳捕集、利用与封存项目碳减排量核算技术规范》**

**编制组**

**目 录**

[1 工作简况 3](#_Toc149743738)

[1.1 任务来源 3](#_Toc149743739)

[1.2 主要参与单位及承担任务 3](#_Toc149743740)

[1.3 主要工作过程 3](#_Toc149743741)

[2 地方标准制定的目的和意义 5](#_Toc149743742)

[3 地方标准编制原则、主要技术内容和确定依据 8](#_Toc149743743)

[3.1标准编制原则 8](#_Toc149743744)

[3.2 主要技术内容 9](#_Toc149743745)

[3.1 标准名称 9](#_Toc149743746)

[3.2 标准范围 10](#_Toc149743747)

[3.3术语和定义 11](#_Toc149743748)

[3.4 核算边界、排放源识别和基准线情境 11](#_Toc149743749)

[3.5 核算方法的选择与数据获取原则 13](#_Toc149743750)

[3.6 数据质量管理 19](#_Toc149743751)

[3.7 报告内容和格式 19](#_Toc149743752)

[4与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性 19](#_Toc149743753)

[5 重大分歧意见的处理经过和依据 20](#_Toc149743754)

[6 本标准作为强制性或推荐性标准的建议 20](#_Toc149743755)

[7 贯彻标准的要求和措施建议 20](#_Toc149743756)

[8 对地方标准自发布日期至实施日期之间过渡期的建议 21](#_Toc149743757)

[9 重要内容的解释和其他应予以说明的事项 21](#_Toc149743758)

1 工作简况

1.1 任务来源

依据《新疆维吾尔自治区省市场监督管理局关于印发2023年第一批新疆维吾尔自治区地方标准制（修）订计划项目的通告》，2023年4月，《二氧化碳捕集、利用与封存项目碳减排量核算技术规范》正式列入自治区地方标准制（修）订计划，项目编号为XJ23-020，完成时限15个月。接到任务以来，目前已开展标准草案、标准编制说明的完善，以及本标准实施方案的编制工作，拟按照自治区标准制修订的工作规则，开展拟制定标准的开题论证、征求意见稿编制等关键节点工作，力争于2024年完成标准发布、实施工作。

1.2 主要参与单位及承担任务

起草单位：中国石油新疆油田分公司实验检测研究院

协作单位：中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司、新疆维吾尔自治区生态环境厅、新疆维吾尔自治区标准化研究院、新疆敦华绿碳技术股份有限公司、克拉玛依市市场监督管理局。

1.3 主要工作过程

（1）成立标准起草组（2022年9月）

（2）制定工作运行计划，收集基础资料（2022年10月2022年12月）

（3）参加标准编写培训，提升标准编写水平（2023年1月-2023年2月）

（4）立项申报阶段（2023年1月-2023年4月）

（5）标准初稿撰写（2023年3月-2023年4月）

（6）编制开题论证报告和标准草案（2023年4月-2023年8月）

（7）开题立项论证阶段（2023年9月-2023年10月）

（8）征求意见阶段（2023年11月-2023年12月）

（9）征求意见稿完善及送审阶段（2024年1月-2024年4月）

（9）报批阶段（2024年5月-2024年7月）

* 内部研讨

为确保标准编制工作的顺利开展，2022年9月，中国石油新疆油田分公司实验检测研究院牵头成立标准起草组，并建立了沟通协调机制，开展标准的调研和制定工作。标准起草过程中，牵头编制单位召集各参编单位对标准文稿进行了多次内部研讨，重点议题包括在核算边界和排放源识别方面如何突出新疆维吾尔自治区二氧化碳捕集、运输、封存全流程的生产特征和独特性，工艺放空和泄露核算方法选择如何综合考量方法的科学性、准确性和可操作性，逸散排放源如何提出符合我国企业实际情况的缺省排放因子等等。内部研讨会在指导编制组逐步修改形成标准送审稿方面起到了非常重要的作用。

* 现场调研和检测概述

编制组收集整理国内外相关标准、国家双碳政策、碳中和工作路径及报告、CCUS及碳减排量核算相关法律法规、文献资料，与胜利油田、大庆油田、中科院武汉岩土力学研究所、疆内多家捕集企业开展多次调研，与行业内相关领域技术力量进行广泛交流。

从2022年至今，标准牵头编制单位组织开展了新疆油田采油二厂、百口泉采油厂CCUS现场调研及甲烷检测共计10次，覆盖注入井、采出井、设备设施、管线、场站各个生产环节。现场甲烷检测采用仪器分析手段，采用温室气体浓度分析仪（Picarro G2301）、温室气体分析仪（ABN-GHG-M31）、搭载适配器的无人机、温室气体通量监测仪器（ICD-FLUX）、激光气体泄漏监测仪（TDLAS）等便携式仪器。对储罐呼吸阀等因密封点泄漏而产生甲烷逸散排放的组件，以包袋法为主要采样方案，开展现场实测。对CCUS井场采用二氧化碳涡动通量监测仪开展通量监测，对处理站的甲烷逃逸采用激光气体泄漏监测仪开展检测。对产生甲烷逸散的工艺池等无组织面源，采用搭载适配器的无人机开展检测。

* 标准应用验证简况

为了测试、验证《二氧化碳捕集、利用与封存项目碳减排量核算技术规范（征求意见稿）》的适用性和可行性，编制组瞄准了新疆油田八区530CCUS工业化试验区，运用指南（征求意见稿）对所选生产场所（区块）的温室气体排放源进行识别，并试算2023年度的温室气体排放情况。编制组根据试算发现的问题进一步修改完善了指南征求意见稿。

* 广泛征求意见

《二氧化碳捕集、利用与封存项目碳减排量核算技术规范》（征求意见稿）自2023年11月XX日起开始公开征求意见。与此同时，编制组还向有关单位和专家定向发函征求意见。征求意见期间共收到XX条意见。

编制组对收到的每一条意见都进行了认真考虑和研究，并进行了集中讨论和修改。最终采纳XX条，部分采纳XX条，未采纳XX条。

* 组织召开标准审查会，编制标准报批稿

2 地方标准制定的目的和意义

2.1 开展CCUS是国家及本区战略发展的需求

煤炭工业、电力工业、石油开采和炼制工业等是新疆的传统产业，也是保障国家能源安全的战略支柱产业。疆电东送、西气东输等国家重大建设工程在国家能源安全方面发挥举足轻重的作用。近年来，煤化工和石油、石化又有长足发展，已建成大型的煤化工基地和石油石化基地，新疆油田、塔里木油田、吐哈油田、西北油田等油气田已迈入大型现代化油气田行列。目前，新疆的油气勘探开发仍然有广阔空间。自治区领导在视察新疆油田时也提出要求：加大勘探力度，深挖开采潜力，推动已探明油气资源高效利用，提高储量动用程度和采收率，推进新疆油气产业做强做优做大，把能源的饭碗端在自己手里，更好服务和保障国家能源安全。

然而，随着国家“双碳”战略在全国范围内的广泛实施，新疆的煤化工、电力、油气等温室气体高排放行业面临绿色转型的压力，绿电、绿碳、绿氢等技术快速发展，但CCUS技术仍被视为碳中和的保底技术，尤其在油气田企业CCUS具有较长的生命期和不可替代的技术优势。一方面，随着国内二氧化碳自愿减排（CCER）市场的重新开启，人们已经达成共识：未来石油开采行业不仅在争夺采矿权，更致力于争夺碳驱油和碳封存的埋碳场所。另一方面，鉴于我国独特的资源禀赋，当前煤炭行业低碳行动的重点应放在推广煤炭利用的CO2零排放技术上，而不是逐步淘汰煤炭。因此推动CCUS工业化应用，在解决碳减排的同时实现煤炭的高效利用，对于实现碳中和和能源安全至关重要。

为有效推动CCUS的规模化应用，科技部组织编写的《中国碳捕集利用与封存技术发展路线图（2019版）》以及《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中明确提出“开展碳捕集利用与封存重大项目示范”。新疆印发《加快新疆大型煤炭供应保障基地建设 服务国家能源安全的实施方案》、《加快推动新疆维吾尔自治区石油天然气产业高质量发展实施方案》、《2022年新疆维吾尔自治区能源供应保障工作方案》等文件也对CCUS有指导性的建议。国家发展改革委和国家能源局《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》（发改能源〔2022〕206号）要求，完善火电领域二氧化碳捕集利用与封存技术研发和试验示范项目支持政策。加强二氧化碳捕集利用与封存技术推广示范，扩大二氧化碳驱油技术应用，探索利用油气开采形成地下空间封存二氧化碳。自此，全链条的CCUS项目赋予了时代需求，也开启了CCUS技术攻关和工程示范的新篇章。

新疆维吾尔自治区把CCUS作为实现碳中和目标的重要技术选择，依托新疆三大盆地油田资源优势和石油、化工、煤化工、煤电等产业分布相对集中的优势，积极推动CCUS产业发展。近几年，新疆敦华、新疆八钢、新疆广汇、新疆天业、新疆心连心都建设运行了成熟的碳捕集项目，涉及石油炼化、煤化工、钢铁等高耗能行业，得到碳源供给后，新疆油田、西北油田、塔里木油田、吐哈油田纷纷开启CCUS/CCS先导试验，将从外部企业捕获来的二氧化碳注入地下油藏，驱动原油开采，在增油的同时实现二氧化碳地质埋存。

新疆油田准噶尔盆地CCUS项目是全球油气行业气候倡议组织推选的全球首批5个CCUS产业促进中心之一。2023年4月6日，新疆油田准噶尔盆地CCUS/CCS千万吨规划通过专家组咨询审查。准噶尔盆地油气资源量119亿吨，能源结构以高碳排放的煤炭为主，年碳排放量超2亿吨，大力发展CCUS技术可作为托底碳中和、实现绿色低碳能源发展的战略路径。布局盆地CCUS/CCS双千万吨工程顶层设计，依托环准噶尔盆地周边工业园区构建二氧化碳管输系统，通过管道将从乌鲁木齐甘泉堡经开区、准东经开区等园区捕获来的二氧化碳输送到油井。分三步实施CCUS工程：“十四五”打造西部和东部两个CCUS集成示范区，建成100万吨/年注入规模；“十五五”基本完成管网建设，推动三个区域产业集群建设，建成500万吨/年注入规模；“十六五”进一步扩大规模至1000万吨，托底准噶尔盆地供应侧清洁低碳发展。立足打通全产业链流程，铸大铸强新能源“增长极”，助力新疆油田两千万吨综合性能源公司建设、中石油绿色能源产业化发展示范基地创建、自治区“三基地一通道”打造，在促进区域工业体系高质量发展和保障国家能源安全中展现新作为。

2023年5月，自治区发展和改革委员会下发了《加快推动自治区CCUS产业化高质量发展实施方案（征求意见稿）》意见建议的函，着力优化CCUS产业布局，推动绿色转型升级，锻造新疆CCUS产业竞争优势，进而打造绿色高质量发展的“新疆名片”。CCUS产业实施方案明确了自治区CCUS主要发展方向：依托新疆油田、吐哈油田、塔里木油田资源，大力推动二氧化碳强化原油开采模式应用，提升原油采收率同时完成碳封存。CCUS产业实施方案规划了包括开展规模化CCUS示范项目工程在内的十项重点工程。计划在准噶尔盆地建设千万吨级CCUS/CCS产业基地，在吐哈盆地建设三百万吨二氧化碳捕集与管输一体化示范基地，在塔里木盆地建设百万吨级CCUS示范基地。

随着全区CCUS示范工程的建设，一些技术问题将在实践中得到解决，但实施CCUS工程必须核定项目的温室气体减排量，这就需要从二氧化碳捕集环节到采出环节进行全链条核算，使得核算过程可复制，获取数据可测量、核算结果可报告、核算报告可核查，不同企业的温室气体减排量可比较。这样，CCUS项目形成的碳资产才能参与到碳交易中，CCUS项目的经济效益和才能得到充分体现。因此，二氧化碳捕集、利用与封存项目碳减排量核算技术规范是开展CCUS的必然要求。

2.2 国家及本区“双碳”标准体系顶层设计的需求

2021年，《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（2021年9月22日）明确要求，建立健全碳达峰、碳中和标准计量体系，加快节能标准更新升级，完善能源核算、检测认证、评估、审计等配套标准；加快完善地区、行业、企业、产品等碳排放核查核算报告标准，建立统一规范的碳核算体系；制定重点行业和产品温室气体排放标准，完善低碳产品标准标识制度。这为与“双碳”相关的系列标准、规范提供了顶层指导。

2022年10月，《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》（国市监计量发〔2022〕92号）颁布，要求到2025年，碳排放技术和管理标准基本健全，主要行业碳核算核查标准实现全覆盖，重点行业和产品能耗能效标准指标稳步提升，碳捕集利用与封存（CCUS）等关键技术标准与科技研发、示范推广协同推进。筹建一批碳计量中心，市场自主制定标准供给数量和质量大幅提升。

2022年，国家发展改革委和国家能源局《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》（发改能源〔2022〕206号）要求，鼓励各地区和行业协会、企业等依法制定更加严格的地方标准、行业标准和企业标准。制定能源领域绿色低碳产业指导目录，建立和完善能源绿色低碳转型相关技术标准及相应的碳排放量、碳减排量等核算标准。

2023年3月，来自新疆油田的全国人大代表深切体会到在CCUS全产业链中构建标准体系的必要性，并在两会上建议：进一步完善CCUS/CCS产业标准规范体系。借鉴国际先进经验和标准，分阶段制定完善CCUS/CCS产业发展的标准规范体系，重点围绕二氧化碳捕集、管输、封存、监测以及CCUS/CCS项目建设、运营、监管、终止等环节，开展CCUS/CCS碳埋存量核查与验证方法研究，明确CCUS/CCS项目减排量核算体系和标准规范。

2023年4月，国家标准化管理委员会制定的《碳达峰碳中和标准体系建设指南》为“双碳”目标构建了标准体系顶层设计，是对《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》的进一步细化。碳达峰碳中和标准体系包括基础通用标准子体系、碳减排标准子体系、碳清除标准子体系和市场化机制标准子体系等4个一级子体系。其中，碳捕集利用与封存标准制定要求，重点制修订碳捕集利用与封存（CCUS）相关术语、评估等基础标准，燃烧碳排放捕集标准，完善二氧化碳管道输送等标准。推动制定二氧化碳驱油（EOR）、化工利用、生物利用、燃料利用等碳利用标准，以及陆上封存、海上封存等碳封存标准。

2023年7月，新疆维吾尔自治区市场监督管理局会同自治区发改委、工信厅、自然资源厅、生态环境厅等9部门研究制定的《自治区建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》发布，要求加快推进新疆碳达峰碳中和标准计量体系建设工作。到2025年，自治区碳达峰碳中和标准计量体系基本建立。各有关行政主管部门、优势企业积极参与碳减排、碳清除方面的标准制(修)订20项以上。

国家和自治区“双碳”标准体系的顶层规划和设计，为二氧化碳捕集、利用与封存项目碳减排量核算技术规范立项提供了法律法规依据和技术支持，契合了国家和自治区的碳达峰碳中和发展规划和实施路径，对推进以石油和煤炭为特色的能源大省的绿色低碳转型具有重要意义。本标准的制定，可为科学引导新疆煤化工企业、火电企业、石油开采企业、石化加工企业等温室气体排放大户的二氧化碳利用、驱油和封存等低碳、负碳技术的有序发展，并且可以提高化石能源的采收率，确保碳达峰顺利实现，为新疆地区相关产业绿色、可持续发展提供技术支撑。

3 地方标准编制原则、主要技术内容和确定依据

3.1标准编制原则

标准技术内容的编制应符合下列原则：

1. 标准格式、内容及描述方法按照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》给出的规则起草；
2. 《生态环境标准制修订规则》新环法规发【2022】110号；
3. 应与相关的温室气体清单编制指南、行业企业温室气体排放核算方法与报告指南，以及一些区域性核算方法相协调。通过对CCUS项目二氧化碳减排量核算现状的广泛调研与适用性研究，力求标准满足本土CCUS项目全流程减排量核算的需求，充分发挥标准的引领和指导作用；

3.2 主要技术内容

3.1 标准名称

二氧化碳捕集、利用与封存涵盖了CO2捕集、运输、利用以及地质封存。CO2 捕集是指将 CO2 从工业生产、能源利用或大气中分离出来的过程，已完成工程示范并投入商业运行的第一代技术有燃烧后化学吸收技术、燃烧前物理吸收技术等，也有能够在2025年和2035年进行商业运行的第二代捕集技术和第三代捕集技术。在新的应用场景与深度减排需求下，捕集源除了能源/工业设施外，也拓展出了生物质和空气等中性碳源，由此形成了生物质能碳捕集与封存（BECCS）技术——将生物质燃烧或转化过程中产生的CO2进行捕集、利用或封存的过程，和直接空气捕集（DAC）技术——从大气中直接捕集CO2，并将其利用或封存的过程。CO2 运输是指将捕集的 CO2 运送到可利用或封存场地的过程。根据运输方式的不同，分为罐车运输、船舶运输和管道运输，其中罐车运输包括汽车运输和铁路运输两种方式，目前以罐车运输和船舶运输为主，陆上管道和海底管道运输正在蓬勃发展。CO2 利用是指通过工程技术手段将捕集的 CO2 实现资源化利用的过程。根据工程技术手段的不同，可分为 CO2 地质利用、CO2 化工利用和 CO2 生物利用等。其中，CO2地质利用是将 CO2 注入地下，进而实现强化能源生产、促进资源开采的过程。CO2 封存是指通过工程技术手段将捕集的 CO2 注入深部地质储层，实现 CO2 与大气长期隔绝的过程。按照封存位置不同，可分为陆地封存和海洋封存 ；按照地质封存体的不同，可分为咸水层封存、枯竭油气藏封存等。

本标准规定了二氧化碳捕集、利用与封存项目二氧化碳减排量核算和报告相关的内容。本标准的CO2利用仅考量驱油提高采收率（CO2-EOR）和直接用于咸水层封存（CCS）的项目。

3.2 标准范围

本自治区地方标准中二氧化碳捕集、利用与封存项目指的是二氧化碳捕集后用于驱油提高采收率的项目和直接用于咸水层封存的项目，项目涉及到的行业主要是油气田企业以及为其提供碳源及服务的其它企业。具体原因如下：

①国家尤其自治区CCUS项目的利用方式以CO2-EOR为主

近年来，虽然中国的各项CCUS技术取得显著进步，但是发展并不均衡。根据《中国碳捕集利用与封存年度报告（2023）》，在CO2利用方面，中国CO2-EOR技术发展水平较高，已接近或达到商业应用水平，强化深部咸水开采技术已完成先导性试验研究。但CO2化学和生物利用技术整体上还处于工业示范阶段，与规模化商业应用存在较大差距。国内目前的CCUS示范项目的CO2利用方式以地质利用为主，超过30个项目进行CO2-EOR，因此，油气田企业以及为其提供碳源及服务的其它企业更加紧迫的需要项目减排量的核算方法，完善CCUS激励机制，引导形成跨行业、跨企业的有效参与、通力合作的商业模式，推动CCUS产业集群发展。

新疆维吾尔自治区CCUS项目以地质利用和地质封存为主，发展前景较大。有准噶尔盆地和塔里木盆地，封存容量较大，封存条件相对较好。油气行业气候倡议组织（OGCI）共同策划的新疆CCUS产业集群，预计2030年驱油利用与封存规模可达千万吨。目前疆内主要的碳捕集企业包括新疆敦华绿碳、锦疆化工、新疆八一钢铁、新疆广汇、新疆心连心、天智辰业等，覆盖石油炼化、煤化工、钢铁行业，碳源主要去向为油气田企业。因此，疆内油气田企业以及为其提供碳源及服务的其它企业，都具备《二氧化碳捕集、利用与封存项目减排量核算技术规范》标准的实际需求和良好的技术成熟度。

②BECCS、DAC技术还未商业化，不具备形成标准的条件

在捕集技术方面，以第一代捕集技术为主，第二代和第三代捕集技术发展相对滞后，增压富氧燃烧和化学链燃烧技术在国内外均处于中试及以下阶段。CCUS项目的碳源以能源/工业设施为主，虽然拓展出了生物质和空气等中性碳源在内的BECCS、DAC负排放技术，例如浙江大学和上海交通大学在DAC领域高性能吸附剂、吸收材料制备等关键技术研发方面取得了一定成果。但是BECCS、DAC负排放技术的边际减排成本显著较高，有待进一步研发示范，在实际需求和技术成熟度上，都还不具备形成《二氧化碳捕集、利用与封存项目减排量核算技术规范》标准的条件。

3.3术语和定义

为了便于标准理解，标准给出了16个术语的定义。

3.4 核算边界、排放源识别和基准线情境

（1）核算边界

以二氧化碳捕集、利用与封存项目所涉及的所有耗能工艺设备所在的地域和项目所有潜在泄露路径的预测扩散范围为边界，分为以下3部分。

1. 捕集环节边界。包括从捕集装置入口到捕集装置外输气源出口的所有地面工艺设施，包含边界内其他耗能装置；
2. 运输环节边界。包括从罐车或管道入口到油田接收装置的所有地面工艺设施，包含二氧化碳管道、车船、增压和监测设备等所有耗能装置；
3. 利用与封存环节边界。起点是注入系统入口，终点是动态分布的地面和大气泄漏监测装置。包含注采、集输、回收处理和循环注入的地面密闭工艺装置系统，包含二氧化碳自注入井进入地层后在油藏中波及的范围。二氧化碳自注入井进入地层后，部分CO2通过溶于地层水、与岩石反应成矿固化和地层吸附等方式永久滞留并封存地下，部分CO2溶于原油或作为伴生气采出。因此地下运移边界由CO2驱流体运移监测方法与技术确定，可以直观反映CO2驱替前缘运移情况。

对于核算期的确定，项目碳减排量核算的核算期分为核证周期内碳减排量和全周期碳减排量核算。二者有所不同，由于CO2在地层内的运移空间和潜在散逸、泄漏路径的预测空间范围存在差异，全周期碳减排量核算边界应按照国家对项目封场后地质封存安全期时限进行预测。

（2）排放源和气体种类

按照《工业企业温室气体排放核算与报告通则》（GB/T 32150-2015）中对排放源和气体种类的划分，结合二氧化碳捕集、利用与封存项目的生产实际，项目应根据所从事的生产活动，核算和报告各活动下化石燃料燃烧排放、有组织放空排放、地上泄漏排放、地下泄漏排放、消耗电力和热力产生的二氧化碳排放、外输至核算边界外携带二氧化碳排放量。

参照国内现有的企业温室气体核算方法与报告指南或标准，暂不要求报告主体核算制冷、空调、电力设备的含氟气体排放，以及林业和其他土地利用变化的相关排放。

（3）基准线情景

基于新建项目、改建项目、扩建项目三类项目技术变更情况，给出了三种基准线情景。新建项目指新建了生产能力；改造项目指在保持现有生产能力的基础上，通过技术改造、技术升级、工艺优化等手段，生产指标发生了变化；扩建项目指在现有生产能力的基础上，通过技术改造、技术升级、工艺优化等手段改变现有工艺，或新建产能、增加生产规模，最终提高产品数量。

CO2捕集、运输和驱油封存环节分别都存在新建、改建、扩建情况，在确定项目总体的基准线情景时，需要甄别在没有该项目活动时，CO2捕集、运输和驱油封存3个独立核算边界内的可代替情景，确定各自的基准线情景并加以组合。

3.5 核算方法的选择与数据获取原则

应优先使用实测法，若项目不具备实测条件(目前技术无法实现、技术成本普遍过高、监测精度不满足要求等)，可采用基于实测的排放因子法、计算法。

1. 实测法

实测法采用准确度等级满足要求且在有效检定/校准周期内的仪表对二氧化碳排放量、注入量直接测量，数据准确度最高，故实测法优先级最高；计算法采用活动数据乘以排放因子计算二氧化碳排放量，国家、行业的排放因子不完全适用于项目实际，计算法相对于实测法来说，得到的数据属于二次数据，故计算法优先级最低。实测与统计计算相结合法为根据项目实际测算出排放因子，相对国家、行业的排放因子更符合项目实际，但相对于可直接获取排放量的实测法而言，核算结果准确度偏低，故将其放在第二优先级。

1. 基于实测的排放因子法

基于实测的排放因子法需将所有类型点位按一定比例抽取形成样本集，结合能量平衡、物料平衡等方法建立模型，测试样本集各类型排放点位，形成充分反映项目实际情况的排放因子。在抽取形成样本集的过程中，为使得排放因子更具备代表性、更加真实反映排放量，宜遵守以下原则：

①样本集包括所有可能发生二氧化碳放空或泄漏的点位类型；

②样本集中各类型点位抽测比例可采取以下两步形成：a.按照相同比例抽取各类型点位，比例数值可根据项目情况和测试难度确定。之后开展测试形成第一轮排放因子；b.根据排放因子大小，增减抽测比例。排放因子数值较大的点位酌情增加抽测比例，排放因子数值较小的点位酌情减小抽测比例。

1. 计算法

不具备排放因子的测试条件的(目前技术无法实现、技术成本普遍过高、监测精度不满足要求等)，可以参考国家相关指南或标准中提供的排放因子。

3.6 具体核算方法

在对项目进行减排量核算与报告的工作时，首先应确定核算边界并全面识别所涉各环节的基准线情景，其次明确核算方法和数据获取需求，制定排放监测计划，接着按照监测计划收集活动数据和排放因子数据，并对未监测的排放因子数据参考相关规定取缺省值，然后分别计算各个源的排放量或清除量，最后汇总计算结果并编制报告和格式表单。

（1）核算方法

项目的碳减排量等于统计期内项目二氧化碳排放量与基准线情景二氧化碳排放量的差值。其中，基准线情景二氧化碳排放总量为提供碳源的装置的二氧化碳排放、化石燃料燃烧排放、地上泄漏排放、消耗电力和热力产生的二氧化碳排放之和。捕集、运输、驱油与封存环节的基准线情景可根据不同的项目类型各划分为3种基准线情景，可能存在的排放源各有不同，具体见表1。项目二氧化碳排放总量为化石燃料燃烧排放、有组织放空排放、地上泄漏排放、地下泄漏排放、消耗电力和热力产生的二氧化碳排放、外输至核算边界外携带二氧化碳排放量之和。

表1 不同项目类型的基准线情景

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 项目类型 | 基准线情景描述 | 需要计入的排放源 |
|  | 碳源排放 | 燃料燃烧排放 | 捕集与运输泄放 | 油田工艺放空与设备逃逸排放 | 消耗电力和热力隐含的二氧化碳排放 |
| 捕集 | 新建 | 新建前，碳源直接排空。 | √ |  |  |  |  |
| 改建 | 改建前，制造者采用原工艺流程，将CO2捕集，当作化工原料自用或外售。 |  | √ | √ |  | √ |
| 扩建 | 扩建前，制造者按照原捕集产能，将CO2捕集后当作化工原料自用或外售。 | √ | √ | √ |  | √ |
| 运输 | 新建 | 新建前，无CO2运输活动。 |  |  |  |  |  |
| 改建 | 改建前，采用原运输方式，将CO2运输至售出地。 |  | √ | √ |  | √ |
| 扩建 | 扩建前，按照原运输能力，将CO2运输至售出地。 |  | √ | √ |  | √ |
| 驱油与封存 | 新建 | 新建前，未动用油藏、废弃油气藏、盐水层等地质碳汇保持现状，不用于封存CO2。 |  |  |  |  |  |
| 改建 | 改建前，油藏采用注水等其他开发方式生产，未采用CO2驱油开发。 |  | √ | √ | √ | √ |
| 扩建 | 扩建前，已实施CO2驱油开发，还没扩大规模。 |  | √ | √ | √ | √ |

（2）碳源二氧化碳排放量

指的是发电厂或其他工业CO2来源（例如精炼厂，水泥或钢铁生产等）中，待捕集的工业设施尾气和伴生气的二氧化碳排放。

采用实测法核算。根据[GB/T 51316-2018《烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准](https://www.baidu.com/link?url=cztp9HeXMfak8jabKixJq2RLyYNFpmRpDEAuMw9uIbtGT8Ce4_2h6lKmK-WfHts6IrF4xp2-PmDg96z9-fQCP_&wd=&eqid=b97348d400009f7e0000000365097388" \t "https://www.baidu.com/_blank)》中4.3.9——“吸收塔烟气进口管道应设温度和流量监测，烟气出口管道上应设取样口”，8.2.4——“烟气原料气组分的测量应选用工业气相色谱仪”。标准已经规定对烟气进行流量监测、组分监测。并且根据新疆维吾尔自治区已建碳捕集企业的调研结果，规模化的捕集厂业主均已在捕集装置的入口安装流量计，因此，认为捕集端具备实测条件，应使用实测法。

在核算基准线排放量时，如表1所示，新建和扩建的捕集环节需要计入此项排放量。在项目情景中，烟气已被捕集，因此项目情景排放量无需计入此项。当使用体积流量计时，应乘以二氧化碳体积分数、密度，得出烟气排放的二氧化碳质量。其中二氧化碳密度应根据烟气温度和出口压力（取101.325 kPa，绝对压力）查表获取。应该在待捕集的烟气排放口，即捕集装置的入口安装流量计，例如，燃煤电厂应该选取烟道气从烟囱中分流的位置，如果烟气需要预处理脱除污染物，则应安装在烟气预处理之后、捕集装置的入口前。

（3）燃料燃烧排放

燃料燃烧排放指化石燃料在氧化燃烧过程中产生的二氧化碳排放。

捕集环节的化石燃料燃烧主要是烟道气处理、分离和压缩的燃料消耗，排放点位包括但不限于：锅炉、压缩机、运输车辆、增压机等。

运输环节的化石燃料燃烧主要是处理（如制冷）、移动二氧化碳的燃料消耗，排放点位包括但不限于：工程车辆、压缩机等；

驱油与封存环节的化石燃料燃烧主要是地面注入和采出设施设备的燃料消耗，排放点位包括但不限于：固定锅炉、撬装式锅炉、加热炉、发电机等。如果计算项目全生命周期二氧化碳减排量，还需要纳入工程项目设施建设和退役的燃料消耗。

在核算基准线排放量时，改建、扩建的捕集、运输、驱油与封存项目各环节需要计入化石燃料燃烧排放，新建项目不需要计入，如表1所示。在核算项目排放量时，捕集、运输、驱油与封存项目各环节化石燃料燃烧排放都需要计入。依据SY/T 7297-2016石油天然气开采企业二氧化碳排放计算方法中“6.2燃料燃烧排放”计算。

1. 捕集与运输泄放

捕集与运输二氧化碳泄放指在捕集环节和运输环节，通过工艺装置泄放口或

安全阀门有意释放到大气中的二氧化碳，以及设备泄漏产生的二氧化碳排放。

捕集与运输二氧化碳泄放的排放点位包括但不限于：吸收装置尾气排口、储罐泄压口、阀门、法兰、泵轮密封、压缩机密封等。

在核算基准线排放量时，新建项目不需要计入此项，因为新建前，没有二氧化碳捕集和二氧化碳运输活动，不产生泄放，但改建、扩建的捕集环节和运输环节需要计入，如表1所示。在核算项目排放量时，也需要计入此项。核算时，沿用国际标准[ISO/TR 27915-2017 《二氧化碳捕获、运输和地质储存——量化和验证](https://www.so.com/link?m=u/SwH0jP3ozR1hjcq3uap0JYaciCYSpcNoAa8ih1E6szOOlbmLSeKdpIO22VPkE5Q4RabbHiUlBf/rN3aTdj4En/zgmnTF1s/sSqV+kUQkgphUZ+Mg1+6RAHCANhi5Vsetcy7KkWhGO5dpDq0vyOUwQ==" \t "https://www.so.com/_blank)》中国外案例所使用的“差减法”，捕集环节的二氧化碳泄放量等于其边界起点（捕集入口计量装置）与其边界终点（压缩机组出口计量装置）二氧化碳量的差值，运输环节的二氧化碳泄放量等于其边界起点（罐车或管道入口计量装置）与其边界终点（油田接收计量站计量装置）二氧化碳量的差值。

1. 油田工艺放空与设备逃逸排放

油田工艺放空与设备逃逸排放是指油气生产过程中除燃料燃烧和火炬排放之外， 因工艺要求有意释放到大气中的废气流携带的温室气体排放，以及非有意的、 由于设备本身泄漏引起的无组织排放。

在核算基准线排放量时，捕集、运输均不涉及此项。驱油与封存环节如果是改建或扩建的，已经产生了油气生产活动，则需要计入，新建的则不需要计入，如表1所示。在核算项目排放量时，二氧化碳驱油封存环节也需要计入此项。排放点位包括但不限于二氧化碳注入装置、二氧化碳储罐、注气管道、注入井井口、油井井口、分气增压站、采出液处理站等等。

计算方法分为实测法、实测与统计计算相结合法。具备实测条件的，优先通过实测法形成排放因子。依据《中国石油天然气生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》中“五、核算方法”中EGHG\_工艺（企业各业务类型的工艺放空排放， 单位为吨 CO2 当量）和EGHG\_逃逸（企业各业务类型的设备逃逸排放， 单位为吨 CO2 当量）计算。

1. 地下泄露排放

地下泄漏排放指注入的二氧化碳从地层沿井筒外壁、断层、盖层等泄漏到地表引起的二氧化碳排放。排放点位包括但不限于井筒外壁、断层、盖层。为保障减排量核算的准确性，出于保守性原则，注入地层的二氧化碳认为不可能永久封存，必然会通过井筒外壁、断层、盖层等部位形成泄漏通道，并泄漏到地上。可通过实测与统计计算相结合法，将项目所在地理区域按一定方法划分网格，安装大气二氧化碳通量监测设备，获取地下泄漏排放量数据。可将测试浅层土壤气和浅层地下水中二氧化碳浓度，作为地下泄漏排放的预警措施。

（7）消耗电力、热力隐含的二氧化碳排放

消耗电力、热力产生的二氧化碳排放可按照GB/T 32150-2015工业企业温室气体排放核算和报告通则中“7.5.4购入的电力、热力产生的排放”，“7.5.5输出的电力、热力产生的排放”进行计算。

电力接入电网后，因无法区分和证明电力来源，故项目应使用国家生态环境部最新发布的区域电网排放因子；采用专线供电的部分电力的排放因子优先使用供电单位提供的数值，如无法提供，则使用国家生态环境部最新发布的区域电网排放因子。

蒸汽、热水等热力供应的二氧化碳排放因子优先采用供热单位提供的二氧化碳排放因子，如供热单位无法提供，则按0.11t/GJ计算。

（8）外输至核算边界外携带二氧化碳产生的排放

项目因工艺需要等原因，可能存在向核算边界外输送采出水、采出气、原油等介质的现象，属于二氧化碳排放。排放点位包括但不限于采出气、采出水、原油等介质中携带二氧化碳输送至核算边界外的部分。需要测试上述介质中二氧化碳的浓度，乘以外输介质的质量，得出二氧化碳排放量。

（9）项目二氧化碳减排量计算

根据计算周期的不同，项目二氧化碳减排量分为项目注入期二氧化碳减排量和项目全生命周期二氧化碳减排量。

项目注入期二氧化碳减排量是相对于基准线情景的注入量减去排放量。数据统计期由项目业主确定，可每年统计一次，也可选择其他统计周期。不同统计周期建议接续，保证在项目整个注入期内数据的连续性，便于二氧化碳减排量核算。若数据不连续，缺失部分数据按照标准中关于数据质量管理的规定估算。

项目全生命周期二氧化碳减排量为注入期减排量分别减去相对基准线情景的停注期二氧化碳排放量和停运期二氧化碳排放量。注入期减排量为注入期中所有统计期核算的二氧化碳减排量之和。停注期二氧化碳排放量为停注期中每个统计期内相对于基准线情景的二氧化碳排放量之和。停运期二氧化碳排放量为停运之日起后推至10年，每个统计期内相对于基准线情景的二氧化碳排放量之和。（基于CCER方法学，项目计入期为10年。故本文件仅核算至项目停运后10年内。）

3.6 数据质量管理

标准中还规定了数据质量管理工作内容。特别的对于数据缺失情况，给出了补救措施。

3.7 报告内容和格式

标准中还规定了核算报告包含的内容和规范格式。

4与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

二氧化碳减排量核算是评估和监测温室气体减排的重要指标之一，国内外对二氧化碳减排量核算的标准和研究处于不断发展和完善的过程。目前二氧化碳地质封存减排量核算方法主要涉及二氧化碳捕集与封存项目，包括指南、标准规范和框架性方法，驱油环节二氧化碳减排量核算方法涉及较少。

在国际上，关于CCUS或CCS项目中二氧化碳埋存量核算的相关技术标准研究已经取得了一些进展，目前美国、加拿大已经有具体的CCS项目减排量核算标准正在实施中，欧盟、澳大利亚、日本等过也正在起草，加速相关标准的落地并实施。从2010开始，ISO国际标准化组织的技术委员会ISO TC265相继完成了与CCUS相关的5个标准和4份技术报告的制定，涉及CCUS各个领域，包括管道运输、地质封存、二氧化碳埋存提高采收率、发电厂燃烧后二氧化碳捕集集成等标准以及捕集系统、量化和验证、综合CCS项目生命周期的风险管理、二氧化碳流组成等技术报告。总体而言，国际上对于CCUS二氧化碳埋存量核算的标准研究已经取得了一定进展，这些国际标准和指南为CCUS或CCS项目中的二氧化碳埋存量核算提供了一些共同的方法和指导，但国际应用场景与国内存在差异，需进一步转化才能更好的落地。

在国内，2010年，发改委正式启动省级温室气体排放量化工作，以IPCC清单指南为基础，研究编制《省级温室气体排放清单编制指南（试行）》，用于省级和地方层面温室气体清单的计算，包括能源活动、工业生产过程、农业、土地利用变化和林业及废弃物处理5个部门。2013至2015年间，发改委参考《2006年IPCC国家温室气体清单指南》和《省级温室气体清单指南》，先后发布三批共24个行业企业温室气体核算方法与报告指南。国内目前国内尚无可供参考的 CCUS 项目减排核查相关的国家或行业技术规范，对已实施或规划中的 CCUS 项目的温室气体减排量的量化核查等相关工作的开展缺乏参考依据。生态环境部曾于 2016 年印发《二氧化碳捕集、利用与封存环境风险评估技术指南（试行）》，用于规范和指导 CCUS 项目的环境风险评估工作。山东省地方标准DB37 T 4548-2022《二氧化碳驱油封存项目碳减排量核算技术规范》率先打破了CCUS项目碳减排量核算层面的空白，但该标准停留在地方层面，且内容上欠缺对捕集、运输环节二氧化碳的计算，某些环节的核算方法适用性不足，尚缺少CCUS全产业链碳减排量的核算规范方法。总体而言，国内关于CCUS项目全链条二氧化碳减排量核算方法的研究已经较为成熟，但没有形成统一的标准，应用场景也较为局限。仍缺少统一规范的、能覆盖全链条的、适用性强的减排量核算技术规范，以指导自治区CCUS项目的发展。

5 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

6 本标准作为强制性或推荐性标准的建议

《二氧化碳捕集、利用与封存项目碳减排量核算技术规范》是在调研并分析国内外二氧化碳捕集、驱油及封存项目温室气体排放核算方法的基础上，结合当前新疆维吾尔自治区全链条的生产现状，提出的碳减排量核算的推荐做法。既符合行业技术的国际现状和发展趋势，又保持了与国内相关政策法律法规和技术要求的一致性，同时也体现了行业技术需求，具有一定的现实性和指导性。建议本标准作为推荐性行业标准。

7 贯彻标准的要求和措施建议

本标准制定过程中，主要参照了《工业企业温室气体排放核算与报告通则》（GB/T 32150-2015），以及国家近年来出台的相关温室气体控制工作要求等文件。本标准能够满足当前疆内二氧化碳捕集、运输及封存项目碳减排量核算工作需要，但是伴随国家及自治区温室气体管控要求及技术不断提高，本标准应予以不断更新，以适应工作的需求。

8 对地方标准自发布日期至实施日期之间过渡期的建议

建议执行现有标准，重点做好活动数据收集，提升二氧化碳环境监测精度和覆盖面，为核算提供数据支撑。

9 重要内容的解释和其他应予以说明的事项

无。