

《基于项目的二氧化碳减排量评估技术规范 生产水泥熟料的燃料替代项目》
编制说明
(征求意见稿)

标准编制组
二〇二二年十二月

目 录

一、任务来源及编制背景	3
1.1 任务来源	3
1.2 背景和意义	3
二、工作简况	6
2.1 主要工作过程	6
2.2 标准分工	8
三、编制原则及标准主要技术内容说明	9
3.1 本标准的编制原则	9
3.2 标准的主要内容及说明	9
3.2.1 范围	9
3.2.2 规范性引用文件	9
3.2.3 术语和定义	10
3.2.4 概述	10
3.2.5 项目边界识别及基准线情况确定	10
3.2.7 减排量评估方法	11
3.2.8 数据质量管理	12
3.2.9 减排量评估报告编制	13
3.2.10 附录 A	13
3.2.11 附录 B	14
3.2.12 附录 C	14
四、主要验证情况分析	14
五、标准中涉及专利情况	15
六、标准实施后预期的经济和社会效益	15
七、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况	16
八、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性	16
九、重大分歧意见的处理经过和依据	17
十、标准性质的建议说明	17
十一、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过度办法、实施日期等）	17
十二、废止现行相关标准的建议	17
十三、其它应予说明的事项	18

一、任务来源及编制背景

1.1 任务来源

本标准归口单位为建材工业综合标准化技术委员会。该标准作为第一批碳达峰碳中和专项标准已于 2021 年由工业和信息化部批准立项，项目计划编号：2021-1774T-JC。主要起草单位有华新水泥股份有限公司、北京国建联信认证中心有限公司、中国建筑材料科学研究总院有限公司等。

1.2 背景和意义

作为支撑我国社会可持续发展的重要基石，目前水泥工业生产环节中的二氧化碳排放量占全国二氧化碳总排放量的 13%左右，烧制熟料消耗的煤炭占全国煤炭总消费量的 15%左右，是仅次于火电、钢铁行业的二氧化碳工业排放大户。目前我国生产并使用全球 60%左右的水泥，2020 年全国水泥产量达到历史最高点，由此带来二氧化碳排放 13.7 亿吨。

水泥行业即将被纳入全国碳市场，在我国“碳达峰、碳中和”战略部署和当前“减污降碳、协同增效”的大背景下，水泥工业作为传统“两高”和二氧化碳的排放大户，将面临巨大的减排压力。参照二氧化碳核算体系（GHG Protocol）等国内外通行做法，可将碳排放类型分为范围 1、范围 2 和范围 3。范围 1 指直接排放，包含原料中碳酸盐分解，水泥生产时的化石燃料消耗，现场发电等；范围 2 指外购电力、热力、蒸汽折算的能源间接排放；范围 3 指其它间接排放，如对所购买材料和燃料的提炼和生产，车辆运输，员工通勤等。目前国内主要是对熟料产品的范围 1 和范围 2 进行统计，结果表明：水泥熟料生产过程中的碳排放主要包括工艺过程排放（约占 62%）、燃料燃烧排放（约占 35%）和电力消耗排放（约占 3%）。工艺过程排放中碳酸盐高温煅烧的碳排放量相对固定，受地区资源禀赋的影响较大；电力消耗排放占比较小，我国能源结构的低碳化将促进水泥厂用电的低碳化，水泥企业自身减排空间有限；而减少化石燃料使用量，是有效提升水泥工业非化石能源消费比重和降低碳排放的重要手段。

2016 年全世界 178 个缔约方共同签署的气候变化协定《巴黎协定》，该协定对 2020 年后全球应对气候变化的行动作出的统一安排。《巴黎协定》的长期

目标是将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在 2 摄氏度以内，并努力将温度上升幅度限制在 1.5 摄氏度以内。2019 年 12 月《欧洲绿色新政》出台后，欧洲水泥协会根据新政内涵，包括《巴黎协议》的“2°C 目标”要求、2050 年欧盟实现“气候中和”目标等，在 2020 年 5 月 12 日发布新的低碳路线图。新版路线图在原有资源效率、能源效率、燃料替代利用、下游和产品效率等 5 条技术路径的基础上，提出“5C”的概念，包含熟料（clinker）、水泥（cement）、混凝土（concrete）、建筑（construction）和再碳化（re-carbonation），强调在从水泥延伸到混凝土的完整价值链上实现 2050 年水泥工业的净零排放。其中，在熟料减碳环节中，替代燃料带来的二氧化碳减排比例最大，到 2030 年占熟料碳减排量的 49%，到 2050 年占熟料碳减排量的 44%。欧洲水泥协会替代燃料的目标是在 2030 年达到 60%，包括 30% 的生物质类替代燃料；到 2050 年达到 90%，包含 50% 的生物质类替代燃料。

国际能源署（IEA）和水泥可持续发展组织（CSI）在 2018 年 3 月联合发布《2050 水泥工业低碳转型技术路线图》（修订），同样在《巴黎协议》“2°C 目标”的背景下，主要对 2030 年和 2050 年世界水泥工业的技术发展方向、途径与措施，以及其预期目标、市场规模和投资做出预测。而在 2°C 温升情景下，路线图预测全球水泥产量不断增长的同时（中国水泥产量下降，但其他第三世界欠发达国家和地区将增加水泥产量），全球将实现约 24% 的碳减排。主要碳减排手段包括提高能源效率、使用替代燃料、降低熟料系数、使用新兴技术、替代胶凝材料等。2°C 温升情景下，到 2030 年全球水泥行业 TSR（热量替代率）将由 2014 年的 5.6% 提高至 17.5%，2050 年将达到 30%。

国外知名水泥企业皆以替代燃料的使用作为主要降碳手段之一，目前燃料替代率普遍高于国内水平，拉法基豪瑞将燃料替代率提升至 37% 作为 2030 年集团目标，海德堡水泥更是提出到 2030 年，将 2018 年 22% 的 TSR 翻番的集团目标。

随着去年我国双碳目标的宣言及一系列顶层政策文件、行业“十四五”规划的陆续出台，国内水泥窑线正在加速由传统的协同处置过渡到替代燃料的大量使用。以城市固体废弃物、工业废弃物及副产物、生物质为原料，经适当预处理后制备成目前全国水泥窑协同处置线比例已达 22%，国内水泥窑线平均 TSR 不到 5%，目前行业先进已实现 40% 的 TSR，吨熟料 730kgCO₂ 的排放水平。水泥窑

用的替代燃料，可实现水泥企业“控污、节能、降碳”目标，促进行业绿色低碳发展。

习近平主席在 2020 年 12 月 12 日举行的联合国气候峰会上宣布：“到 2030 年，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右。”中共中央、国务院先后印发了《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》（中发〔2021〕36 号）及《2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23 号）等纲领性文件的主要目标为：“十四五”期间，重点行业能源利用效率大幅提升，煤炭消费增长得到严格控制。工信部、科学技术部、自然资源部等三部委发布的《“十四五”原材料工业发展规划》（工信部联规〔2021〕212 号）中指出“十四五”期间，水泥产品单位熟料能耗水平降低 3.7%，支持企业实施原料、燃料替代；工信部发布的《“十四五”工业绿色发展规划》（工信部规〔2021〕178 号）也提出“开展水泥窑高比例燃料替代等重大降碳工程示范”、“鼓励氢能、生物燃料、垃圾衍生燃料等替代能源在水泥等行业的应用”。

国家发改委发布的《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022 年版）》（发改产业〔2022〕200 号）中关于加快成熟工艺普及推广中重点提出了“利用生活垃圾、固体废弃物和生物质燃料等替代煤炭，减少化石燃料的消耗量，提高水泥窑协同处置生产线比例”的要求。

四部委发布的《建材行业碳达峰实施方案》（工信部联原〔2022〕149 号）中关于转换用能结构中，第一条“加大替代燃料利用”，明确了“支持生物质燃料等可燃废弃物替代燃煤，推动替代燃料高热值、低成本、标准化预处理”。

在水泥窑中使用替代燃料，可以实现固体废弃物的“资源化、减量化、无害化”处置，避免固体废弃物因填埋而产生的甲烷等二氧化碳排放，同时替代燃料的热能利用可有效减少煤炭等化石燃料的使用，是有效降低二氧化碳排放的重要手段之一。以某集团为例，自 2011 年来已累计处理生活垃圾 1122 万吨，制备替代燃料 800 万吨以上，节约标煤约 240 万吨，减少二氧化碳直接排放 662 万吨。利用固体废弃物作为替代燃料在水泥行业发展已经较为成熟，技术成熟可靠，商业模式成熟。在新形势下，传统的水泥窑协同概念将逐步转化为燃料替代概念，水泥工厂从以前的被动处置固废转变为主动寻求替代燃料资源。

国内水泥企业正在布局和发展替代燃料利用项目，现有方法学使用效力较低，

如何科学的评估企业采用水泥窑燃料替代项目减排量的效果，补充全国碳排放权交易体系的抵消机制、部分纳入管控的重点排放单位自主减排和建设项目环境影响评价中的碳排放评价，是国家亟需解决的重要课题。为此，需要研究建立一套适用于企业、区域及行业尺度的基于水泥窑燃料替代项目的二氧化碳减排评价技术规范，制定可操作强、适用面广的水泥窑燃料替代项目二氧化碳减排量评价标准。

二、工作简况

本标准由华新水泥股份有限公司牵头编制，负责标准的编制、整合，行业情况调研等工作。北京国建联信认证中心有限公司、中国建筑材料科学研究总院有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、中材国际环境工程（北京）有限公司、安徽海螺水泥股份有限公司、华润水泥控股有限公司、浙江红狮环保股份有限公司、葛洲坝洁新（武汉）科技有限公司、常山南方水泥公司、建筑材料工业技术情报研究所、中信重工工程技术有限责任公司、武汉建筑材料工业设计研究院有限公司、河北省建筑材料工业设计研究院有限公司、西安西矿环保科技有限公司等参与标准编制，负责行业数据调研及标准验证等工作。

2.1 主要工作过程

本标准起草从 2021 年 12 月开始，分为 n 个阶段：

第一阶段：前期预研究及调研分析

在标准起草过程中重点研究和分析国内外替代燃料项目层面碳减排评估的规范和技术标准。

目前国际上通用的项目层次上温室气体减排评估类标准主要是国际标准化组织（ISO）发布的《温室气体 第 2 部分：项目层面上对温室气体排放和清除的量化、监测和报告的规范及指南》（ISO 14064-2），规定了项目层面上温室气体（GHG）减排或清除增加活动量化、监测和报告的原则、GHG 项目的说明以及对 GHG 项目的要求。此外，世界自然研究所（WRI）发布的《The GHG protocol for project accounting》也是项目层面温室气体减排量化方法的重要来源。

在国内项目层面二氧化碳减排评价技术规范方面，起草组广泛收集了相关技

术规范文献，目前国内已有的项目层面碳减排标准见表 1 所示。

表 1 水泥行业相关技术规范/文件

编号	标准名称
GB/T 33760-2017	《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求》
GB/T 33756-2017	《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 生产水泥熟料的原料替代项目》
GB/T 32150-2015	《工业企业温室气体排放核算和报告通则》
GB/T 32151.8-2015	《温室气体排放核算与报告要求第 8 部分水泥生产企业》
CM-070-V01	《水泥或者生石灰生产中利用替代燃料或低碳燃料 部分替代化石燃料》
STCE 1-2012	《项目层面的温室气体减排成效评价技术规范》
STCE 3-2012	《水泥行业项目层面的温室气体减排成效评价技术规范》

通过对二氧化碳减排项目的评价体系进行研究，可以看出，评价体系主要采用核算法对减排量进行评估，本标准通过对现有资料研究，主要形成一套完整的评估基于水泥窑燃料替代项目的二氧化碳减排量评估的准则。

第二阶段：成立起草小组

华新水泥股份有限公司在 2022 年初组织技术规范制定工作。起草组由来自华新水泥股份有限公司、北京国建联信认证中心有限公司、中国建筑材料科学研究总院有限公司、中材国际环境工程（北京）有限公司等单位的相关专家组成。

第三阶段：技术规范起草阶段

2022 年 2 月，起草组开展资料调研工作，旨在了解水泥行业中替代燃料使用技术及水泥行业燃料替代的应用情况，探讨水泥行业水泥窑燃料替代项目中二氧化碳减排量评价的技术要点。

2022 年 3 月，召开专家工作组会议，对起草组完成的技术规范草稿进行了深入讨论。专家一致认为制定这项技术规范非常必要，也非常及时。专家针对技术规范的总体框架和技术细节进行了深入讨论，并提出了富有建设性的意见和建议。起草组根据专家意见对标准内容进行了全面修改和完善。

2022 年 4 月，华新水泥股份有限公司、北京国建联信认证中心有限公司、中国建筑材料科学研究总院有限公司、中材国际环境工程（北京）有限公司等参

加了中国建材联合会举办的标准启动会。在会上，标准编制组确定了内各主要起到单位分工和项目工作计划，介绍了标准前期调研情况和标准的草案，各方专家针对初步制定的《基于项目的二氧化碳减排量评估技术规范 生产水泥熟料的燃料替代项目》提出具体修改建议。根据专家意见，进行草案框架及条款完善。

第四阶段：标准实地调研及编制组内征求意见阶段

2022年4月启动会结束之后，起草组开展了水泥企业替代燃料使用情况实地调研工作，并进行了替代燃料成份分析；10月起草组完成了两轮问卷，根据问卷反馈及目前替代燃料技术发展水平，补充完善水泥窑燃料替代项目碳减排量评估内容；11月征求编制组内意见；12月形成技术规范的征求意见稿。

2.2 标准分工

本标准由华新水泥股份有限公司、北京国建联信认证中心有限公司、中国建筑材料科学研究总院有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、中材国际环境工程（北京）有限公司、安徽海螺水泥股份有限公司、华润水泥控股有限公司、浙江红狮水泥股份有限公司、葛洲坝洁新（武汉）科技有限公司、建筑材料工业技术情报研究所等相关企业及科研院所负责起草、调研和验证工作。具体分工如下：

表2 参编单位分工

单位名称	工作内容
华新水泥股份有限公司	标准牵头、标准框架确定、标准文本及编制说明起草
北京国建联信认证中心有限公司	标准文献、标准化工作
建筑材料工业技术情报研究所	负责企业协调、标准宣传工作
华新水泥股份有限公司 中国建筑材料科学研究总院有限公司 中国国检测试控股集团股份有限公司 中材国际环境工程（北京）有限公司 安徽海螺水泥股份有限公司 华润水泥控股有限公司 葛洲坝洁新（武汉）科技有限公司 浙江红狮水泥股份有限公司 常山南方水泥公司 武汉建筑材料工业设计研究院有限公司	负责标准验证工作

三、编制原则及标准主要技术内容说明

3.1 本标准的编制原则

1、本技术规范依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》和 GB/T 20001.5-2017《标准编写规则 第5部分：规范标准》的要求和规定编写本技术规范的内容。

2、依据相关的政策标准，如《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求》、《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 生产水泥熟料的原料替代项目》、《水泥行业二氧化碳减排议定书》、《水泥行业项目层面温室气体减排成效评价技术规范》。

3、本技术规范应具有科学性、先进性、系统性和可行性，同时也要具有可操作性和规范性。

3.2 标准的主要内容及说明

3.2.1 范围

本文件规定了基于水泥窑燃料替代项目的二氧化碳减排量评估的术语和定义、项目边界识别、项目及基准线情景确定、减排量计算、数据质量管理及减排量评估报告编制等。

本文件适用于指导水泥生产企业基于水泥窑燃料替代项目的二氧化碳减排量评估。

3.2.2 规范性引用文件

第二部分为规范性引用文件：列出了本标准引用的主要技术规范，本标准主要引用了 GB 175《通用硅酸盐水泥》、GB/T 176《水泥化学分析方法》、GB/T 213《煤的发热量测定方法》、GB/T 21372《硅酸盐水泥熟料》、GB/T 26281《水

泥回转窑热平衡、热效率、综合能耗计算方法》、GB/T 26282《水泥回转窑热平衡测定方法》、GB/T 30366《生物质术语》、GB/T 30727《固体生物质燃料发热量测定方法》、GB/T 33755《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 钢铁行业余热利用》、GB/T 33760《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求》、GB/T 34615《水泥窑协同处置的生活垃圾预处理可燃物燃烧特性检测方法》、GB/T 35170《水泥窑协同处置的生活垃圾预处理可燃物》、GB/T 35461《水泥生产企业能源计量器具配备和管理要求》等。

3.2.3 术语和定义

本标准给出了化石燃料、替代燃料、生物质、生活垃圾预处理可燃物、基准线情景、二氧化碳减排量的定义。

3.2.4 概述

国内代表性水泥企业使用的水泥窑替代燃料已涵盖生活垃圾预处理可燃物(CMSW)、生物质燃料、工业废弃物及副产物等，使用能力逐渐加大，品类逐渐丰富，使用成本较低。

在实际运行过程中，替代燃料的使用对水泥窑会产生一定影响。实践证明，通过控制生料中硫的含量、采用旁路放风除氯等技术可在一定程度上解决窑系统运行稳定性的问题；通过对替代燃料进行适当预处理、优化替代燃料的投加位置并对分解炉进行适当改造，可提升替代燃料的使用比例；在不同部位有针对性的选用不同性能的耐火材料，做好喂料秤喂料精度管理、入窑生料化学波动管理和RDF断料的操作预案，可有效降低替代燃料对耐火材料的消耗。本文件是对熟料生产环节使用替代燃料的项目碳减排进行计算，通过核查基准情景、项目情景中传统燃料的实际消耗量来计算二氧化碳减排量，基准、项目情景为一定时间周期内的正向计算，因而熟料制备工段中替代燃料带来的热耗上升等负面影响在二氧化碳的排放量核算中已有体现。

3.2.5 项目边界识别及基准线情况确定

GB/T 33760-2017《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求》中，

项目边界应包括与项目有关的和受项目影响的设备、设施（系统）或组织等；项目基准线情景确定中，新建项目基准线情景为行业内（或该地区）所采用的主流技术或国家政策所要求的技术；改造项目（保持现有生产能力），基准线情景为采用改造前的生产技术；扩建项目（生产能力扩大），基准线情景为应根据目标用户的需求，按照改造项目或新建项目方式确定基准线情景。

GB/T 33756-2017《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 生产水泥熟料的原料替代项目》中，项目边界包括水泥熟料在生产过程中因替代原料的使用二产生燃料燃烧排放、过程排放、电力热力排放的设备/设施（系统）等。基准线情景确定中，改建项目基准线情景为改建前的水泥熟料生产线；新建项目基准线情景为项目所在地（省级行政区）无原料替代，且采用行业主流技术的水泥熟料生产线。

本标准充分考虑现有标准体系、编制目的，考虑生产水泥熟料过程中应用替代燃料项目后，对水泥熟料生产环节二氧化碳的主要减排项目，参照《水泥生产企业温室气体排放报告补充数据表》排放源，确定了项目边界及基准线情景。

本标准给出了水泥窑燃料替代项目的边界划分及基准线情景的确定：

项目边界：应包括与水泥窑燃料替代项目有关的和受水泥窑燃料替代项目影响的设备、设施（系统）或组织等。具体来说，项目核算边界从原燃料进入生产厂区开始，包括水泥熟料的原燃料及生料制备、熟料烧成，熟料到熟料库顶为止，不包括厂区内辅助生产系统以及附属生产系统，不包含项目工厂内的替代燃料制备和处置发生电力和/或项目活动消耗的化石燃料的排放量。

基准线情景确定：对于改建项目，本标准设定的基准线情景为改建前的水泥熟料生产线，宜使用改造前的核查报告。对于新建水泥窑燃料替代项目，本标准设定的基准线情景为项目所在地采用行业主流技术的水泥熟料生产线，且未采用燃料替代项目，能源消耗宜对应 GB16780 熟料单位产品综合煤耗 2 级指标。

3.2.7 减排量评估方法

GB/T 33760-2017《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求》中，规定应根据项目类型和温室气体源的特点，选择适用的评估方法（如已发布的国家标准、指南等技术性文件或已备案的国家温室气体自愿减排方法学），分别对

项目和基准线情景下的每个温室气体源中的每一种温室气体在一定时期内的排放量进行计算，汇总得到项目排放量和基准线排放量。

清洁发展机制（CDM）中的《Partial substitution of fossil fuels in cement or quicklime manufacture CM-070-V01》已被国家发改委转化为《CM-070-V01 水泥或者生石灰生产中利用替代燃料或低碳燃料 部分替代化石燃料》方法学。不同于CDM是将欠发达地区减碳项目签发的减排量用于发达国家履行其承诺的强制减排义务，根据《碳排放权交易管理办法》（试行）中第二十九条：“用于抵消的国家核证自愿减排量，不得来自纳入全国碳排放权交易市场配额管理的减排项目。”因此，水泥行业中被替代的化石燃料所带来的碳减排无法再次用于抵消的国家核证自愿减排量。另外，阻止生物质废弃物处理或无控燃烧而避免的甲烷排放量大，但生物质废弃物种类繁多、缺乏数据基础，难以通过监测的方法确定二氧化碳减排量。

考虑到现阶段监测法难以扣除使用替代燃料和协同处置废弃物产生的碳排放（碳中性），为减少不确定性，本标准采用核算法对水泥窑燃料替代项目减排量进行评估。

核算法：减排量计算与基准线排放量相比，项目减少的二氧化碳排放量即为该项目的减排量。一定时期内因减排项目产生的减排量可由公式（1）计算：

$$ER=BE-PE\text{..... (1)}$$

式中：

ER——一定时期内，项目减排量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

BE——同一时期内，基准线排放量，即未采取燃料替代技术情境下排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

PE——同一时期内，项目排放量，即采取燃料替代技术条件下排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

3.2.8 数据质量管理

生产水泥熟料的燃料替代项目二氧化碳减排量评估的监测程序依托现有GB/T 33760-2017 项目监测要求，水泥窑燃料替代项目应建立和应用数据质量管

理程序，对与项目和基准线情景有关的数据和信息进行管理，包括对数据不确定性和数据质量进行评价。

3.2.9 减排量评估报告编制

减排量评估报告编制要求和内容按照 GB/T 33760-2017 中 5.12 执行。

3.2.10 附录 A

附录 A 为规范性附录，列出基准线情景与项目情景中项目工厂二氧化碳排放计算公式。包含化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量、水泥熟料对应的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放量、净购入电力产生的二氧化碳排放量的计算方法。

关注到生活垃圾预处理可燃物（CMSW）、生物质燃料和固体废物等替代燃料含有非碳酸盐形式的 CaO/MgO，编制组对典型替代燃料样品进行检测，检测结果如下：

表 3 典型替代燃料中非碳酸盐的 CaO 的质量分数*

序号	样品名称	样品性质	水分 (%)	可燃分 (%)	灰分 (%)	AF 灰分中的非碳酸盐的 CaO 比例 (%)	AF 原样中的非碳酸盐的 CaO 比例 (%)
1	塑料	绿色凸起大块塑料板	0.40	26.15	73.45	0.00	0.00
2	海绵	黄白色大块蜂窝状海绵	8.83	80.33	10.84	5.37	0.58
3	抹布	黑色大块棉布	4.98	76.09	18.93	0.00	0.00
4	纸张	黄色大块纸片	8.95	82.53	8.52	4.11	0.35
5	树皮	棕色大块木板	20.32	54.93	24.75	0.00	0.00
6	CMSW	来源于武穴工厂	/	/	15.83	2.41	0.38

*样品中非碳酸盐的 MgO 的比例为 0

取本次检测中含非碳酸盐的 CaO 比例最高的海绵，单位熟料燃料替代量每提高 0.1，吨熟料碳减排 0.46kg CO₂，基于 856kg CO₂/tcl，实质性减排贡献 <0.1%。因此，替代燃料带来的替代原料效应可忽略不计。

净购入电力产生的二氧化碳排放量在剔除余热电站供电量的基础上，剔除可再生能源发电直供电量、购入绿电电量。

3.2.11 附录 B

附录 B 为规范性附录，是现场数据收集信息，包括现场数据采集、测量、监测质量要求。

水泥熟料产量根据熟料消耗量和库存变化量获得，按照“熟料消耗量+出厂熟料数量+期初库存-期末库存”计算，根据生料消耗量以及料耗比进行校核。

GB/T 213 中对燃煤低位发热量的测定方法进行了要求，重点排放单位应优先采用入厂原煤收到基低位发热量检测值，数据不可得时采用煤磨后入窑煤检测值，并应与所消耗燃料状态一致。燃煤月度平均收到基低位发热量数值采用每月各批次或每日煤检测数据加权计算得到，权重为每批次或每日煤量。

GB/T 176 中对熟料和替代原料中 CaO、MgO 的质量分数的测量方法进行了规定，月平均含量通过加权平均计算获得，权重为每日消耗量或每批次的原料入厂量。测量仪器/表应定期维护/校准以达到《水泥生产企业能源计量器具配备和管理要求（GB/T 35461-2017）》的要求。非碳酸盐替代原料消耗量采用重点排放单位实际测量值，根据每月购销存台账或生产记录结果确定。

3.2.12 附录 C

附录 C 为资料性附录，列举了传统化石燃料的低位发热量、单位热值含碳量、燃料碳氧化率的推荐值。

四、主要验证情况分析

采用本标准中的量化方法，对 3 家工厂进行了试评估。验证示例 1 中生产线为 2020 年投运窑线，窑线设计产能 14000 吨熟料/年，项目投运即使用替代燃料，项目基准情景为行业默认水平，项目情景采用第三方核查报告，项目期 3 天；验证示例 2 中生产线窑线设计产能 2500 吨熟料/年，基准情景和项目情景均采用年度核查报告；验证示例 3 中生产线窑线设计产能 2500 吨熟料/年，基准情景和项目情景均采用年度核查报告。结果显示，运行燃料替代项目后，可通过方法学计算水泥熟料单位二氧化碳减排量及项目一段时间内的减排总量。根据初步验证结果，基本符合水泥厂实际运行情况。因此认为本标准给出的评价方法具有合理性。

表 4 熟料生产线替代燃料项目减排量验证示例

序号	指标名称	基准情景		项目情景	
		强度	总量	强度	总量
1	化石燃料燃烧排放 (tCO ₂)	0.309	12508.17	0.17804	7206.86
	熟料对应的碳酸盐分解排放量 (tCO ₂)	0.53	21454.14	0.51078	20676.31
	替代原料减排量 (tCO ₂)	0	0	0.02427	982.56
	消耗电力对应的排放 (tCO ₂)	0.019	769.1105	0.01264	511.50
	排放量合计 (tCO ₂)	0.858	34731.41	0.70147	28395.00
	协同处置原生废弃物量 (tCO ₂)	/	0	/	5034.18
	项目减排量(tCO₂)	/	/	0.13226	5353.85
	TSR(%)	/	/		38.9
2	化石燃料燃烧排放 (tCO ₂)	0.314	335301.2	0.30847	340129.01
	熟料对应的碳酸盐分解排放量 (tCO ₂)	0.500	533119.1	0.49527	546095.34
	替代原料减排量 (tCO ₂)	0.037	39700.79	0.04196	46266.41
	消耗电力对应的排放 (tCO ₂)	0.032	33723.13	0.03155	34792.32
	排放量合计 (tCO ₂)	0.846	902143.5	0.83530	921016.67
	协同处置原生废弃物量 (tCO ₂)	/	0	/	11067.00
	项目减排量(tCO₂)	/	/	0.00554	6111.99
	TSR(%)	/	/	/	1.84
3	化石燃料燃烧排放 (tCO ₂)	0.316	306495.4	0.31296	345583.79
	熟料对应的碳酸盐分解排放量 (tCO ₂)	0.520	504537.8	0.54356	600213.73
	替代原料减排量 (tCO ₂)	0.001	1307.755	0.00019	208.70
	消耗电力对应的排放 (tCO ₂)	0.036	34672.19	0.02204	24339.58
	排放量合计 (tCO ₂)	0.871	845705.4	0.87856	970137.10
	协同处置原生废弃物量 (tCO ₂)	/	0	/	9322.00
	项目减排量(tCO₂)	/	/	0.00883	9749.28
	TSR(%)	/	0	/	1.6

五、标准中涉及专利情况

本标准不涉及专利。

六、标准实施后预期的经济和社会效益

(一) 经济效益、社会效益、产业规模、推广应用、工程应用情况、预期达到的经济、社会效益；

本标准是我国第一项针对水泥窑燃料替代项目二氧化碳减排量评估技术的

行业标准，以国家发布的系列鼓励水泥为代表的传统建材行业实现行业升级，改变以往高能源、资源消耗、高排放，所制定标准的技术指标充分结合了国家现行相关标准的技术规定，同时充分考虑从业企业水平的差异性，规定了利于引导企业生产产品实现绿色低碳要求的技术评价体系。

该标准的制定，将推动水泥行业燃料替代技术的发展，实现水泥行业降碳，实现水泥生产过程实现绿色低碳生产，减小环境负荷。该标准实施之后将产生明显的环境效益和社会效益。

(二)本标准指标的技术先进性以及本标准的发布对行业及社会发展的促进作用，即与“宜业尚品造福人类”的相关性。

目前国内水泥行业使用替代燃料的热量替代率不到 5%，华新、红狮、海螺、中建材、华润、金圆、台泥、葛洲坝等大中型水泥企业已陆续开展水泥窑燃料替代项目，国内水泥窑线正在加速由传统的协同处置过渡到替代燃料的大量利用。本标准的建立有助于推动水泥企业继续开展燃料替代技术的研究工作，充分发挥标准引导和市场机制的双重作用，提升企业低碳发展的竞争力和品牌影响力。

从企业角度出发，短期来看，使用燃料替代技术可能会给企业目前生产带来一定影响，包括燃料替代设施的建设，相关技术装备系统和管理体系的建立等，但从长远来看，燃料替代技术可大大减少水泥生产过程产生的碳排放，为水泥企业进入全国碳市场提供核心竞争力，这意味着更高的效率和更多的综合收益。

七、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

无。

八、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

《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》（中发

(2021) 36号)及《2030年前碳达峰行动方案的通知》(国发〔2021〕23号)等纲领性文件的主要目标为：“十四五”期间，重点行业能源利用效率大幅提升，煤炭消费增长得到严格控制。工信部、科学技术部、自然资源部等三部委发布的《“十四五”原材料工业发展规划》(工信部联规〔2021〕212号)中指出“十四五”期间，水泥产品单位熟料能耗水平降低3.7%，支持企业实施原料、燃料替代；工信部发布的《“十四五”工业绿色发展规划》(工信部规〔2021〕178号)也提出“开展水泥窑高比例燃料替代等重大降碳工程示范”、“鼓励氢能、生物燃料、垃圾衍生燃料等替代能源在水泥等行业的应用”。与上述政策制度的关系：对于水泥行业采用燃料替代进行节能减排时，需要适当的方法学来衡量碳减排成效，而该技术规范就是落实此工作方案的需求。

目前关于基于项目的温室气体减排量评估标准，国标委发布了《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求》(GB/T 33760)通用标准，建材行业发布了《基于项目的温室气体减排量评估技术规范 生产水泥熟料的原料替代项目》(GB/T 33756)一项国家标准，主要适用于生产水泥熟料的原料替代项目。而本标准主要是指生产水泥熟料的燃料替代项目，两项标准适用范围不同。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、标准性质的建议说明

建议本标准作为行业推荐性标准发布。

十一、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、实施日期等)

建议按照标准报批计划确定实施日期。

十二、废止现行相关标准的建议

无。

十三、其它应予说明的事项

无。