

《水泥企业能耗数据转换为碳排放 数据技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

编制组

2024年05月

《水泥企业能耗数据转换为碳排放数据技术规范》 (征求意见稿) 编制说明

一、编制规范的项目背景（任务来源、目的和意义等）

1. 任务来源

根据湖北省市场监督管理局下达的鄂市监办量函〔2023〕63号《省市场监管局办公室关于印发湖北区域碳市场水泥行业碳排放计量试点工作方案的通知》要求，由省市场监管局统筹，湖北省计量测试技术研究院会同水泥行业碳计量试点企业确定能源计量—碳计量—碳核算技术研究路径，其中能耗数据转换为碳数据即为能源计量与碳计量关联转换的可行性研究。主要起草单位有。

2. 目的和意义

水泥行业作为社会发展的重要基石，在我国国民经济发展中起到举足轻重的作用，但其传统两高属性，使其成为节能降碳工作的重点行业之一。目前，水泥行业的碳排放占全球排放总量的约7%。2020年，中国水泥行业CO₂排放量为13.7亿吨，占全国总碳排放的比例约13%，仅次于电力和钢铁行业。

在全球碳达峰碳中和目标下，中国也相继出台了一系列政策标准，以支撑各行业向碳中和目标迈进。习近平总书记在2020年9月22日召开的第75届联合大会一般性辩论上提出：中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。2021年10月中共中央、国务院公布的《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》中指出到2025年，单位国内生产总值能耗比2020年下降13.5%；单位国内生产总值二氧化碳排放比2020年下降18%；非化石能源消费比重达到20%左右。到2060年，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到80%以上。2022年2月，国家发展和改革委员会发布《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022年版）》，要求到2025年，水泥行业能效标杆水平以上的熟料产能比例达到30%，能效基准水平以下熟料产能基本清零。同年11月，工信部等四部门联合印发《建材行业碳达峰实施方案》，要求在“十四五”期间，水泥熟料单位产品综合能耗水平降低3%以上，确保2030年前建材行业实现碳达峰。

目前，水泥行业现行的核算依据为《温室气体排放核算与报告填报说明 水泥熟料生产》和GB/T 32151.8—2023《碳排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》，主要的排放由碳酸盐（主要来自石灰石）分解产生的过程排放、化石

编制说明

燃料燃烧及电力消耗产生的碳排放组成。GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》提出了以能源计量数据为基础，各能耗指标的计算方法。而碳排放中燃料燃烧排放和电力排放所对应的数据也应以能源计量数据为基础，与能耗指标数据存在一定的转换关系。目前还未有两者如何转换的相关政策标准出台，编制相关技术规范能有效填补能源数据向碳数据转换方法的空白，为碳数据核查验证提供可行性方案。

二、编制工作简况（包括起草过程等）

1. 2023年9月，下发了《省市场监管局办公室关于印发湖北区域碳市场水泥行业碳排放计量试点工作方案的通知》，其中包含了能源数据向碳数据转换的相关要求。

2. 2023年12月，省市场监督管理局计量处布置了起草工作时间要求。

3. 2024年2月至2024年4月，编制组完成了《水泥企业能耗数据转换为碳排放数据技术规范》讨论稿，并根据工作组内成员意见形成征求意见稿草案。

三、规范编制依据（包括重要技术条款的依据和有关说明）

本规范根据 JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF1002《国家计量检定规程编写规则》规定的规则编写。

本规范为首次制定，在制定过程中充分参考了《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》、GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》、GB 17167《用能单位能源计量器具配备和管理通则》、GB/T 21372《硅酸盐水泥熟料》、GB/T 27977《水泥生产电能能效测试及计算方法》、GB/T 32151.8《碳排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》、GB/T 35461《水泥生产企业能源计量器具配备和管理要求》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1356《重点用能单位能源计量审查规范（修订稿）》、JC/T ****《特种水泥单位产品能源消耗限额（报批稿）》等相关技术要求，其中不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

四、编制的主要内容（包括对重大分歧意见的处理结果和依据等）

1. 关于范围

本规范规定了水泥企业部分能耗数据和碳排放数据的术语、定义、转换方法与能源计量管理要求。

本规范为以熟料生产为主营业务的通用水泥熟料生产企业提供能耗数据向碳排放数据转换的指导建议，为碳核查数据验证提供可行性方法。其他品种水泥生产企业可参考执行。

2. 关于引用文件

本规范引用的主要标准文件来自于《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》、GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》、GB 17167《用能单位能源计量器具配备和管理通则》、GB/T 21372《硅酸盐水泥熟料》、GB/T 27977《水泥生产电能能效测试及计算方法》、GB/T 32151.8《碳排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》、GB/T 35461《水泥生产企业能源计量器具配备和管理要求》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1356《重点用能单位能源计量审查规范（修订稿）》、JC/T《特种水泥单位产品能源消耗限额（报批稿）》等。

3. 关于术语

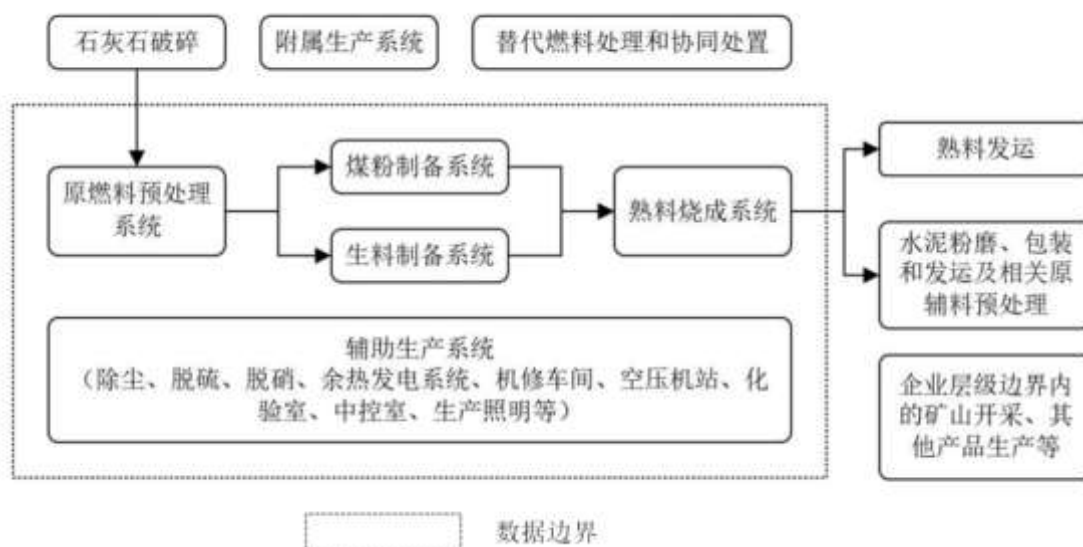
为确保本规范条文的有效性，对一些名词进行了解释，均来自于引用标准文件，术语“能源计量”出自JJF 1356《重点用能单位能源计量审查规范（修订稿）》、术语“化石燃料燃烧排放”出自GB/T 32151.8—2023《碳排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》、术语“低位发热量”出自于《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》，术语“碳氧化率”出自于《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》、术语“净购入电力排放”出自于《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》、术语“熟料单位产品综合煤耗”出自于GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》、术语“熟料单位产品综合电耗”出自于GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》、术语“熟料单位产品综合能耗”出自于GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》，概念上保持了一致性。

4. 数据边界

《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》要求，熟料生产核算边界为从原燃料进入生产厂区到熟料入库为止的主要生产系统和辅助生产系统，不包括附属生产系统，不包括石灰石破碎、水泥粉磨及其相关原辅料预处理、替代燃料处理和协同处置系统、基建、技改、自备电厂及储能等；企业层级核算是以水泥熟料生产为主营业务的独立法人企业或视同法人单位为边界，生产设施范围包括主要生产系统、辅助生产系统以及直接为生产服务的附属生产系统。

GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》中，水泥熟料产品生产企业用能管理范围内，从原燃料进入生产厂区到水泥熟料产出的主要生产过程和辅助生产过程消耗的各种能源，不包括用于基建、技改等项目建设期消耗的能源。如果采用协同处置或替代燃料，应单独统计其消耗的能源量和替代燃料量；水泥产品生产企业用能管理范围内，从原燃料进入生产厂区到水泥产品出厂的主要生产过程和辅助生产过程消耗的各种能源，不包括用于基建、技改等项目建设期消耗的能源。如果采用协同处置或替代燃料，应单独统计其消耗的能源量和替代燃料量。

本规范充分考虑现有标准规范体系、编制目的和可行性，参照《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》的熟料生产核算边界和GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》的熟料单位产品综合能耗统计范围，确定了本规范的数据边界：从原燃料进入生产厂区到熟料入库为止的主要生产系统和辅助生产系统。不包括石灰石破碎、水泥粉磨及其相关原辅料预处理、替代燃料处理和协同处置系统、基建、技改、自备电厂及储能等。



水泥生产企业的碳排放主要由化石燃料燃烧排放、过程排放和外购电力三个部分组成，由于过程排放不涉及能耗数据向碳数据转换，本规范不予讨论。本规范的碳排放数据指的是统计范围内的化石燃料燃烧排放数据和净购入电力碳排放数据。

当企业协同处置固体废物或使用替代燃料时，应对固体废物处置量或替代燃料消耗量进行单独统计，但不计入能源消耗总量和碳排放量总量。某些固体废弃物在不同标准中要求不同，比如煤矸石本身属于工业固废，在GB 16780—2021《

水泥单位产品能源消耗限额》中要求为：“当企业采用协同处置或替代燃料时，其单位产品综合能耗、综合煤耗与综合电耗各等级限额值计算应扣除协同处置消耗的能源量和替代燃料量”即为企业如使用煤矸石等固废可以不用计入能耗限值计算，但在《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》中有规定“煤矸石用作生料配料时作为原料，用作燃料入窑时作为化石燃料”。如企业使用此类固废，在使用本规范计算能源数据转换为碳数据时，需考虑能耗数据中是否包含此类固废，如未包含，在计算碳排放时，需作为化石燃料进行补充计算。

5. 转换方法

5.1 核算法计算碳排放

根据《企业温室气体排放核算与报告填报说明 水泥熟料生产企业》和《碳排放核算与报告要求 第8部分：水泥生产企业》（GB/T32151.8）中要求获取熟料生产消耗化石燃料的消耗量、化石燃料的单位热值含碳量、化石燃料的碳氧化率、熟料生产消耗净购入电力和电网平均排放因子并根据公式进行计算。

5.1.2 化石燃料燃烧排放量的计算

熟料生产工序能源活动中，化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量按公式（1）计算。

$$E_{\text{燃烧}x} = \sum_{i=1}^n \left(FC_i \times NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}x}$ ——统计期内，熟料生产消耗化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳

（tCO₂）；

FC_i ——统计期内，熟料生产消耗第*i*种化石燃料的消耗量，单位为吨（t）；

NCV_i ——统计期内，第*i*种化石燃料的加权平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）；

CC_i ——第*i*种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）；

OF_i ——第*i*种化石燃料的碳氧化率（%）。

5.1.3 熟料生产净购入电力产生排放量的计算

熟料生产活动中消耗净购入电力产生的二氧化碳排放，采用公式（2）计算。

$$E_{\text{电}x} = AD_{\text{电}} \times EF_{\text{电}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{电x}$ ——统计期内，熟料生产消耗净购入电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{电}$ ——统计期内，熟料生产消耗净购入电量，单位为兆瓦时（ MWh ）；

$EF_{电}$ ——电网平均排放因子，根据当年全国或地方的电网电力排放因子动态取值，单位为吨二氧化碳/兆瓦时（ tCO_2/MWh ）。

5.2 能源消耗数据转换碳排放数据

根据GB16780—2021《水泥单位产品能耗限额》要求计算得到统计期内生产的熟料单位产品综合能耗、熟料单位产品综合煤耗和熟料单位产品综合电耗、单位熟料净余热发电量等能耗数据。依据《企业温室气体排放核算与报告填报说明水泥熟料生产企业》和GB/T32151.8《碳排放核算与报告要求 第8部分：水泥生产企业》要求获取实测数据。化石燃料折合标准煤系数、水泥熟料产量、化石燃料的低位发热量、化石燃料实际消耗量建议优先使用实测数据，其中化石燃料折合标准煤系数、化石燃料的低位发热量若无实测数据则采用缺省值，化石燃料单位热值含碳量、化石燃料的碳氧化率、标准煤的低位发热量可采用缺省值。

5.2.1 化石燃料燃烧排放量的转换

1) 熟料生产工序能源活动中，对于以单种化石燃料为主的企业，其化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量按（3）计算：

$$E_{燃烧} = FC_{标}/\varphi \times E_{实} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_{燃烧}$ ——统计期内，化石燃料燃烧产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$FC_{标}$ ——统计期内，熟料生产中化石燃料折算的标准煤使用量，单位为吨（ tce ），按公式（4）计算；

$E_{实}$ ——单位化石燃料燃烧产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳每吨（ tCO_2/t ）或吨二氧化碳每万立方米（ $tCO_2/10^4Nm^3$ ），按公式（5）计算。

φ ——主要化石燃料折合标准煤系数，单位为吨标准煤每吨（ tce/t ）或吨标准煤每万立方米（ $tce/10^4Nm^3$ ）。

式中：

$$FC_{标} = (e_{sh} + E_{he}) \times P_{sh} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

e_{sh} ——统计期内，熟料单位产品综合煤耗，单位为千克标准煤每吨 (kgce/t)；

E_{he} ——统计期内，单位熟料净余热发电折算的标准煤量，单位为千克标准煤每吨 (kgce/t)，按公式 (6) 计算；

P_{sh} ——统计期内，符合GB/T 21372的水泥熟料产量，单位为 (t)。

$$E_{实} = NCV_{实} \times CC_{实} \times OF_{实} \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$NCV_{实}$ ——统计期内，化石燃料的加权平均低位发热量，单位为吉焦每吨 (GJ/t)；

$CC_{实}$ ——化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦 (tC/GJ)；

$OF_{实}$ ——化石燃料的碳氧化率 (%)。

$$E_{he} = \omega \times 0.1229 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

ω ——统计期内，单位熟料净余热发电量，单位为千瓦时每吨 (kW·h/t)；

0.1229——每千瓦时电力折合的标准煤量，单位为千克标准煤每千瓦 [kgce/(kW·h)]。

2) 熟料生产工序能源活动中，对于使用多种化石燃料的企业，其化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量按 (7) 计算：

$$E_{燃烧} = \sum_{i=1}^n (FC_{标i} / \varphi_i \times E_{实i}) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$E_{燃烧}$ ——统计期内，化石燃料燃烧产生的排放量，单位为吨二氧化碳 (tCO₂)；

$FC_{标i}$ ——统计期内，熟料生产中第i种化石燃料折算的标准煤使用量，单位为吨 (t)，按公式 (8) 计算；

$E_{实i}$ ——单位第i种化石燃料燃烧产生的排放量，单位为吨二氧化碳每吨 (tCO₂/t) 或吨二氧化碳每万立方米 (tCO₂/10⁴Nm³)，按公式 (9) 计算。

φ_i ——第i种化石燃料折合标准煤系数，单位为千克标准煤每吨 (tce/t) 或千克标准煤每立方米 (tce/10⁴Nm³)。

式中：

$$FC_{标i} = FC_i \times NCV_{标i} / NCV_{标} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

FC_i——统计期内，第i种化石燃料实际消耗量，单位为吨（t）或万立方米（10⁴Nm³）（t）；

NCV_{标i}——统计期内，第i种化石燃料的加权平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）

NCV_标——统计期内，标准煤的低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）。

$$E_{实i} = NCV_{实i} \times CC_{实i} \times OF_{实i} \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

NCV_{实i}——统计期内，化石燃料的加权平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）；

CC_{实i}——化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）；

OF_{实i}——化石燃料的碳氧化率（%）。

5.2.2 熟料生产净购入电力产生排放量的转换

净购入电力产生的二氧化碳排放量按公式（10）计算：

$$E_{电} = (W_{sh} - \omega) \times P_{sh} \times EF_{电} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

E_电——统计期内，净购入电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

W_{sh}——统计期内，熟料单位产品综合电耗，单位为千瓦时每吨（kW·h/t）。

5.2.3 能耗数据转换

熟料单位产品综合能耗、熟料单位产品综合煤耗和熟料单位产品综合电耗的关系见公式（11），可根据其中两个数据推导出另一个数据用于以上能耗数据转换碳数据计算。

$$E_{sh} = e_{sh} + 0.1229 \times W_{sh} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

E_{sh}——统计期内，熟料单位产品综合能耗，单位为千克标准煤每吨（kgce/t）

6. 能源计量管理

依据GB/T 35461《水泥生产企业能源计量器具配备和管理要求》、JJF 1356《重点用能单位能源计量审查规范（修订稿）》确定企业能源计量管理工作的重点,主要包括以下内容：

- a) 企业应建立健全能源计量管理体系；

- b) 企业应设立能源计量主管部门，配备专业的能源计量人员；
- c) 企业应建立完善能源计量管理制度，建立能源管理台账，并有效实施；
- d) 企业配备的能源计量器具需满足国家行业政策标准要求；
- e) 能源计量器具应定期进行内部检定或校准；
- f) 能源计量数据采集应按标准、规范进行，要保证数据的完整、真实、准确和可靠。
- g) 企业应将能源计量数据作为能源审计、能源效率限额对标，技能降耗改造等活动的依据，提高能源利用效率。
- h) 核算法得出的碳数据与能源计量数据转换的碳数据应定期进行交叉验证。

10 关于附录

附录A列举了常用化石燃料的相关参数缺省值，包括低位发热量、单位热值含碳量、碳氧化率和折标煤系数。

五、与国内外标准、规程规范等技术文件的兼容情况

本规范的术语、定义主要参考了《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》、GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》和GB/T 32151.8《碳排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》，且与上述标准保持一致。而能源数据转化碳排放数据的计算原理也与上述标准基本一致，其中替代燃料部分因GB 16780—2021《水泥单位产品能源消耗限额》中未对具体替代燃料的种类进行定义，而《企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业》和GB/T 32151.8《碳排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》定义了可以作为替代燃料的固废，如煤矸石，在GB 16780—2021中如未算入能耗中，计算碳排放时就需要进行补充计算。

六、风险评估及社会经济效益（实施规程的风险评估、对经济社会发展可能产生的影响、贯彻实施规程的要求、措施等建议）

目前碳核查的方式主要还是依靠企业提供的原始数据再按照核算指南的计算方法来核算企业在某个时期内的碳排放总量，数据的可靠性有待商榷。本规范为能源数据向碳排放数据转换提出了具体的转换方法，可利用节能监察的能耗数据折算出对应部分的碳排放数据，水泥企业可利用能耗数据转换为碳数据进行交叉验证，为碳数据核查验证提供可行性方案。

七、其它说明的事项（如涉及的必要专利信息等）

无