



湖北省地方计量技术规范

JJF (鄂) ××-2024

水泥企业能耗数据转换为碳排放数据 技术规范

Guidelines on transforming energy consumption data into carbon
emission data for cement enterprises

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

湖北省市场监督管理局 发布

水泥企业能耗数据转换为碳 排放数据技术规范

JJF (鄂) XX -2024

Guidelines on transforming energy consumption data
into carbon emission data for cement enterprises

归口单位：湖北省市场监督管理局

主要起草单位：华新水泥股份有限公司

本规范委托华新水泥股份有限公司负责解释

本规范主要起草人：

XX (XXXXXX)

参加起草人：

XXX (XXXXXX)

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 能耗数据转化碳排放数据边界与要求.....	2
4.1 数据边界.....	2
4.2 数据要求.....	3
4.3 能源消耗计量器具要求.....	3
5 转换方法.....	3
5.1 核算法计算碳排放求.....	3
5.1.2 化石燃料燃烧排放量的计算.....	3
5.1.3 熟料生产净购入电力产生排放量的计算.....	3
5.2 能源计量数据转换碳排放.....	4
5.2.3 熟料生产净购入电力产生排放量的转换.....	6
5.2.4 能源数据转换.....	6
6 能源计量管理.....	6
附录 A.....	8

引 言

气候变化已成为全球面临的重大挑战之一，国家层面也将碳达峰碳中和作为发展的重要战略之一，并已出台一系列政策标准以支撑各行业向碳中和目标迈进。水泥行业碳核算目前主要以《温室气体排放核算与报告填报说明 水泥熟料生产》和《碳排放核算与报告要求第8部分：水泥生产企业》（GB/T 32151.8—2023）为依据，主要的排放由燃料燃烧排放、过程排放和电力排放三部分组成。《水泥单位产品能源消耗限额》（GB 16780—2021）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、电力排放的基础数据来源也应以能源计量数据为依据，与能耗指标数据存在一定的转换关系。本文件就能源转换的可行性提出具体转换方法，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。

本规范为首次发布。

水泥企业能耗数据转换为碳排放数据技术规范

1 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 引用文件

本规范引用下列文件：

《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 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）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。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。

3 术语

3.1 能源计量 energy measuring

在能源生产、储运、结算、使用和管理等过程中，对能源数量、质量和能源利用效率的度量，以及对用能设备和系统的能源利用效率检测和评价等，其本质特征是关于能源消耗总量和能源消耗强度的度量。（JJF 1356 重点用能单位能源计量审查规范（修订稿） 3.3）

3.2 化石燃料燃烧排放 fossil fuel combustion emission

化石燃料在氧化燃烧过程中产生的碳排放。（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 3.11）

3.3 低位发热量 net calorific value

燃料完全燃烧，其燃烧产物中的水蒸汽以气态存在时的发热量，也称低位热值。（企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业 3.10）

3.4 碳氧化率 carbon oxidation rate

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化为二氧化碳的百分比（企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业 3.11）

3.5 净购入电力排放 emission from net purchased electricity

企业净购入使用电量所对应产生的二氧化碳排放。（企业温室气体排放与报告填报说明 水泥熟料生产企业 3.6）

3.6 熟料单位产品综合煤耗 fuel consumption per unit product of clinker

在统计报告期内，用能单位生产水泥熟料消耗的煤、柴油等燃料量，折算成 1 t 水泥熟料消耗的标准煤量。（GB 16780—2021 水泥单位产品能源消耗限额 3.3）

3.7 熟料单位产品综合电耗 electricity consumption per unit product of clinker

在统计报告期内，用能单位生产水泥熟料消耗的电能，折算成 1t 水泥熟料消耗的电能。（来源：GB 16780—2021 水泥单位产品能源消耗限额 3.4）

3.8 熟料单位产品综合能耗 energy consumption per unit product of clinker

在统计报告期内，用能单位生产水泥熟料消耗的各种能源，折算成 1t 水泥熟料消耗的能量。（来源：GB 16780—2021 水泥单位产品能源消耗限额 3.1）

4 能耗数据转化碳排放数据边界与要求

4.1 数据边界

本文件规定的熟料生产范围包括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。熟料生产过程的电能消耗边界宜参照 GB/T 27977。

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排放数据。能源消耗数据是指为计算化石燃料燃烧碳排放与净购入电力碳排放所需的熟料单位产品综合能耗、熟料单位产品综合煤耗、熟料单位产品综合电耗和净余热发电量等数据。

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。企业如使用煤矸石等固体废弃物废时，需根据碳排放范围要求计算碳排放。

4.2 数据要求

本文件所提到的碳排放数据宜来源于统计期内第三方核查结果，能源计量数据为对应统计期内的节能监察数据。

4.3 能源消耗计量器具要求

水泥产品生产企业的能源计量器具配备应符合 GB 17167、GB/T 35461 和 JJF 1356 等要求。

5 转换方法

5.1 核算法计算碳排放

5.1.1 数据获取依据

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。

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

(tCO_2)；

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：

$E_{\text{电x}}$ ——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 ）；

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

$EF_{\text{电}}$ ——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（ $\text{tCO}_2/\text{MW}\cdot\text{h}$ ）。

5.2 能源消耗数据转换碳排放数据

5.2.1 数据获取

根据《水泥单位产品能耗限额》（GB16780—2021）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《碳排放核算与报告要求 第8部分：水泥生产企业》（GB/T32151.8）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，缺省值见附录A。

5.2.2 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：

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

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ ——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 ）；

$FC_{\text{标}}$ ——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；

$E_{\text{实}}$ ——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（ $\text{tCO}_2/10^4\text{Nm}^3$ ），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（ $\text{tce}/10^4\text{Nm}^3$ ）。

式中：

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

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）。

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

式中：

$NCV_{\text{实}}$ ——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）；

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

$OF_{\text{实}}$ ——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时[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：

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

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ ——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）；

$FC_{\text{标}i}$ ——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：

$E_{\text{实}i}$ ——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：

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

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（%）。

5.2.3 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）。

5.2.4 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

企业应加强能源计量管理工作，包括但不限于：

- 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。

附录 A

常用化石燃料相关参数缺省值

化石燃料品种		计量单位	低位发热量 ^{*1} (GJ/t , GJ/10 ⁴ Nm ³)	单位热值含 碳量 (tC/GJ)	碳氧化率 (%)	折标煤系数 (tce/t, tce/10 ⁴ Nm ³)
固体燃料	水泥生产用燃煤	t	23.076 ^{*7}	0.02618 ^{*3}	99 ^{*3} (水 泥窑)	0.7874
	无烟煤	t	26.700 ^{*2}	27.4 ^{*3} × 10 ⁻³		0.9110
	水泥生产用烟煤	t	25.909 ^{*9}	26.1 ^{*3} × 10 ⁻³		0.8840
	褐煤	t	11.9 ^{*2}	28 ^{*3} × 10 ⁻³		0.4060
	洗精煤	t	26.344 ^{*5}	25.41 ^{*3} × 10 ⁻³		0.8989
	其他洗煤	t	12.545 ^{*5}	25.41 ^{*3} × 10 ⁻³		0.4280
	型煤	t	17.460 ^{*4}	33.6 ^{*3} × 10 ⁻³		0.5957
	其他煤制品	t	17.460 ^{*6}	33.6 ^{*3} × 10 ⁻³		0.5957
	焦炭	t	28.435 ^{*5}	29.5 ^{*3} × 10 ⁻³		0.9702
	石油焦	t	32.5 ^{*2}	27.50 ^{*3} × 10 ⁻³		1.1089
液体燃料	原油	t	41.816 ^{*5}	0.02008 ^{*3}	98 ^{*3}	1.4268
	燃料油	t	41.816 ^{*5}	0.02110 ^{*3}		1.4268
	汽油	t	43.070 ^{*5}	0.01890 ^{*3}		1.4696
	柴油	t	42.652 ^{*5}	0.02020 ^{*3}		1.4553
	煤油	t	43.070 ^{*5}	0.01960 ^{*3}		1.4696
	液化天然气	t	51.498 ^{*6}	0.01720 ^{*3}		1.7572
	液化石油气	t	50.179 ^{*5}	0.01720 ^{*3}		1.7121
	煤焦油	t	33.453 ^{*5}	0.02200 ^{*2}		1.1414
气体燃料	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.310 ^{*5}	0.01532 ^{*3}	99 ^{*3}	13.2836
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.000 ^{*4}	0.07080 ^{*2}		1.1260
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.000 ^{*4}	0.04960 ^{*2}		2.8662
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	173.854 ^{*4}	0.01210 ^{*2}		5.9320
	炼厂干气	t	45.998 ^{*5}	0.01820 ^{*3}		1.5695

^{*1} 根据 GB/T 3102.4 国际蒸汽表卡换算, 1 千克标准煤 (kgce) 低位发热量为 29307.6kJ, 即 7000kcal, 本说明 1kcal 折算为 4.1868kJ。

^{*2} 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 年修订版。

^{*3} 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南 (试行)》。

^{*4} 数据取值来源为《中国温室气体清单研究》。

^{*5} 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2022》(统计年鉴有更新时, 使用其最新数值)。

^{*6} 数据取值来源为 GB/T 2589-2020《综合能耗计算通则》。

^{*7} 数据取值来源为行业经验数值。

