

# 陶瓷砖（板）低碳产品认证中碳排放量化结果不确定性评估

⇒文 / 闫浩春 汪如洋 李直

**【摘要】** 本文以某薄型建陶有限公司低碳产品认证现场审核过程为例，分析总结出陶瓷砖（板）低碳产品认证时产品碳排放量化过程中的各项不确定度分量来源及风险防控措施，并对不确定度进行定量计算。通过定性分析与定量计算，以期减少在认证过程中各项系统误差和人为影响。

**【关键词】** 陶瓷砖（板） 低碳产品认证 不确定性评估

**【DOI】** 10.16691/j.cnki.10-1214/t.2016.11.007

## 一、背景

按照节能低碳产品认证管理办法<sup>[1]</sup>，低碳产品认证现场核查时，需确定被核查企业的单位产品碳排放量是否符合核查准则的要求，单位产品碳排放量的确定存在诸多不确定因素。本文通过实例分析，指出瓷质砖低碳产品认证中影响单位产品碳排放量的不确定因素及防控措施，以期提高认证结果的准确性。

## 二、企业概况

某薄型建陶有限公司（下称某企业）是一家拥有自主品牌和核心技术，专注于陶瓷薄型化、建筑轻量化事业，所生产的产品是一种能广泛应用于建筑内外墙体、地面以及家居中的瓷质薄板材料，是目前中国乃至世界单线及日产量最大的陶瓷薄板生产示范基地。

## 三、企业碳排放源识别

该企业碳排放源包括如下。

### 1. 化石燃料燃烧直接排放

a. 煤气发生炉原煤化学反应、热风炉（喷雾干燥塔）水煤浆燃烧、烧成窑（包括坯体干燥）煤气燃烧产生的CO<sub>2</sub>排放。

煤焦油作为企业煤气站的副产品外销，故CO<sub>2</sub>排放取负值。

b. 用于辅助生产的机动车辆消耗柴油、汽油等车用化石燃料产生的CO<sub>2</sub>排放。

### 2. 工业生产过程直接排放

部分釉料配方中有少量方解石（CaCO<sub>3</sub>约占98%），陶瓷烧成工序中高温下发生分解，释放出CO<sub>2</sub>。

### 3. 净购入生产用电间接排放

原料输送、配制、球磨、筛分、除尘、烟气脱硫、压制成型、坯体干燥、印花、施釉、产品磨边、抛光、输送、包装等工序的用电设备消耗净购入电力蕴含的CO<sub>2</sub>排放。

## 四、陶瓷砖（板）单位产品CO<sub>2</sub>排放值不确定性来源

依据《陶瓷砖（板）低碳产品评价方法及要求》并结合该企业情况，确定陶瓷砖（板）单位产品CO<sub>2</sub>排放值不确定来源于核算边界、数理统计期、核查单元、生产过程排放、取样代表性、排放因子、测量设备、数据统计方法，具体见表1、表2。

## 五、不确定性风险防控

低碳产品认证遵循相关性、完整性、一致性、准确性、透明性、保守性6项原则，以减少核查结果的不确定性，具体表现在以下几点。

### 1. 核查策划阶段

核查组长依据企业提供资料评定申请认证产品的核查边界是否符合规定要求；数据统计期起止时间是否合理；核查单元是否划分准确。根据核查重点编制核查计划，

表1 不确定性来源信息表

不确定来源	规定或者要求	案例企业情况	不确定因素
核算边界	包含直接生产系统、辅助生产系统以及直接为生产服务的附属生产系统产生的CO <sub>2</sub> 排放	职工宿舍用电与办公用电不易区分，将职工宿舍用电（比例较小）纳入核算边界	核算边界不一致引入不确定性
数据统计期	以财务年为统计期，可以月度和季度分别进行统计。	数据统计期确定为：2015年7月1日至2016年6月30日	数据统计期的不一致引入不确定性
核查单元	不同认证单元产品CO <sub>2</sub> 排放评价价值各不相同	申请认证单元为E≤0.1%的陶瓷薄板，检测报告中吸水率平均值0.1%，最大值0.2%生料釉中加入少量方解石	生产过程中吸水率的波动具有不确定性
生产过程排放	釉料中少量碳酸盐（起助熔作用）会产生排放	CO <sub>2</sub> 排放占总排放的0.16%，《低碳产品评价报告》中未计算	忽略生产过程直接排放对CO <sub>2</sub> 排放值计算结果引入不确定性
取样代表性	燃煤热值、碳酸盐原料成分可采用企业自测值	燃煤低位热值实测取样，碳酸盐原料成分分析取样点数量和位置存在随意性	取样的代表性引入不确定性
排放因子	企业未测量时采用缺省值	煤、柴油、电网的CO <sub>2</sub> 排放因子采用缺省值	排放因子缺省值不能真实反映企业实际情况，引入不确定度
测量设备	配备经过计量的测量设备	电子汽车衡计量的精度等级（1.0），其它测量设备未提供精度等级；电子秤、多元素快速分析仪自校规程与记录存在缺漏	计量设备的精度和准确性将会产生不确定性

表2 数据统计方法引入不确定信息表

数据统计方法项目	案例企业情况	不确定因素
不同厚度产品的CO <sub>2</sub> 排放值核算方法	生产厚度5mm以下的陶瓷薄板（认证产品），偶尔会生产少量正常厚度的陶瓷砖（板）（非认证产品），统计期内非认证产品产量占总产量的6.87%。企业按重量折算法区分认证产品和非认证产品的CO <sub>2</sub> 排放量	烧成能耗与产品重量非严格的线性关系，以及产品密度测量误差，会产生不确定性
燃煤、碳酸盐消耗量	企业采取入库汽车衡计量、每月盘库、电子秤/皮带秤计量、以小车为单位计量等方法。企业将每月盘库结果和电子秤计量结果进行比较，基本一致时选用电子秤计量结果作为实际消耗值	不同计量方法得到的结果存在一定差异。数据的选择会产生不确定性
燃煤低位热值选取	企业选取燃煤低位热值时，先计算每月各批燃煤低位热值的平均值，然后根据每月燃煤消耗量进行加权平均得出核查期内的燃煤低位热值	每批进厂燃煤的低位热值各不相同。统计期内燃煤燃烧活动水平数据计算会产生不确定性

合理安排各部门核查时间，保证核查的充分性和结果的准确性，减少不确定性。

核查员应根据核查计划分工编制工厂质量保证能力核查表和产品一致性检查表，确定重点核查内容。确定活动数据的证据收集及交

叉验证方法，对所获得的活动数据进行交叉验证。

2.现场核查阶段

现场核查阶段，依据单位产品排放量不确定性来源，进行风险控制。该企业从CO<sub>2</sub>排放源、原燃料检测取样方法、测量设备配备和校

准、排放因子、收集及处置证据方法、数据统计方法方面进行不确定性的风险防控，具体见表3、表4。

六、不确定性定量计算<sup>[2]</sup>

1.CO<sub>2</sub>排放量不确定性

计算两个或多个变量的不确定性可使用误差传递公式。常用的是加减运算的误差传递公式和乘除运算的误差传递公式。

当某一估计值为n个估计值之和或之差时，该估计值的不确定性采用式(1)计算。

$$U_c = \sqrt{(\mu s_1 - \mu s_2)^2 + (\mu s_2 - \mu s_3)^2 + \dots + (\mu s_{n-1} - \mu s_n)^2} \quad (1)$$

式中：

U<sub>c</sub>是n个估计值之和或之差的  
不确定性（%）；

μ s<sub>1</sub>… μ s<sub>n</sub>是估计值；

U<sub>s1</sub>…U<sub>sn</sub>是估计值的不确定性（%）。

当某一估计值为 n 个估计值之积时，该估计值的不确定性采用式（2）计算。

$$U_c = \sqrt{U_{s1}^2 + U_{s2}^2 + \dots + U_{sn}^2} \quad (2)$$

式中：

U<sub>c</sub>是 n 个估计值之积的不确定性（%）；

U<sub>s1</sub>…U<sub>sn</sub>是估计值的不确定性（%）。

企业只提供了电子汽车衡计量的精度等级，其它测量设备的精度等级、电力排放因子的不确定性等数据无法得到，故无法定量计算CO<sub>2</sub>排放值的不确定性。为提供一种计算方法，笔者对所缺数据根据行业情况进行了人为设定。不确定性数值及计算结果见表5，计算过程如下。

表3 不确定性风险防控信息表

项目	关注点	风险防控
CO <sub>2</sub> 排放源	石燃料燃烧直接排放 工业生产过程直接排放 生产用电间接排放	现场巡视、查阅原料配方、询问相关人员多方面收集信息
原燃料检测取样方法	检测取样的合理性和代表性	形成了文件化的规程
测量设备配备和校准	测量设备配备的完整性 测量精度 检定或校准日期	当测量设备配备不完整、未按要求校准或检定、仪表损坏或停用时，采用科学的数据处理方法，分析相关数据是否连续有效
排放因子	排放因子选取方法	排放因子选取的优先级顺序：企业实测排放因子—地区排放因子—省级排放因子—国家级排放因子—IPCC排放因子。选取时，考虑认证周期因素影响
收集和处置证据的方法	活动数据的真实性、准确性	合同、发票、交款通知书、班组记录、周报、月报、年报数据交叉核对。必要时，与行业数据、过往数据进行分析比较

表4 数据统计方法不确定性风险防控信息表

项目	关注点	风险防控
不同厚度产品的CO <sub>2</sub> 排放值核算	企业是否规定了区分认证产品和非认证产品的CO <sub>2</sub> 排放量的方法 以及其科学性合理性	根据申请认证产品的制造活动特征，本着保守取值的原则，对申请认证产品的碳排放计算的合理性作出判断
原煤、碳酸盐消耗量	原煤、碳酸盐消耗量是否采用使用计量和每月盘库相结合、两者差异是否在合理范围内、最终以哪个数据为准	判断原煤、碳酸盐消耗量统计数据的准确性
原煤低位热值选取的合理性	确定原煤燃烧的活动水平数据的方法	评价原煤低位热值平均值计算方法是是否科学合理

表5 不确定性数值及计算结果

排放类型	活动数据不确定性	排放因子不确定性	排放量不确定性	CO <sub>2</sub> 排放量
原煤燃烧直接排放	电子秤精度（设定值） 1.0%	单位热值含碳量 （缺省值）8% <sup>[3]</sup>	9.49%	29026.7
	全自动量热仪精度 （设定值）0.2%	碳氧化率 （缺省值）5% <sup>[3]</sup>		
方解石分解直接排放	电子秤精度(设定值) 1.0%		1.62%	61.2
	多元素快速分析仪（设定值）0.8%			
	原料利用率1.0%			
电力消耗间接排放	电能表精度（设定值） 1.0%	电力排放因子 （设定值）5%	5.1%	8438.1
综合不确定性	7.43%			

注：由于柴油、煤焦油CO<sub>2</sub>排放量仅占化石燃烧直接排放量的0.97%、6.7%，且无法获得煤焦油的排放因子不确定性，故其不确定性未单独计算，并入燃煤一起计算

注：由于柴油、煤焦油CO<sub>2</sub>排放量仅占化石燃烧直接排放量的0.97%、6.7%，且无法获得煤焦油的排放因子不确定性，故其不确定性未单独计算，并入燃煤一起计算

原煤燃烧直接排放不确定性=

$$\sqrt{0.01^2 + 0.002^2 + 0.08^2 + 0.05^2}$$

$$=9.49\% \quad (3)$$

方解石分解直接排放不确定性

$$= \sqrt{0.01^2 + 0.008^2 + 0.01^2} = 1.62\% \quad (4)$$

电力消耗间接排放不确定性=

$$\sqrt{0.01^2 + 0.05^2} = 5.10\% \quad (5)$$

综合不确定性=

$$\sqrt{(0.0949 \times 29026.7)^2 + (0.0162 \times 61.2)^2 + (0.051 \times 8438.1)^2}$$

$$= 7.43\% \quad (6)$$

2.单位产品CO<sub>2</sub>排放值 (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) 不确定性

假设产量统计数据的不确定性为0.5%，单位产品CO<sub>2</sub>排放

值 (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) 不确定性为：

$$\sqrt{0.005^2 + 0.0743^2} = 7.45\%。$$

## 七、结语

本文依据《低碳产品认证实施规则 陶瓷砖（板）》，《陶瓷砖（板）低碳产品评价方法及要求》，对陶瓷砖生产企业的单位产品碳排放量值进行了不确定度的定性分析与定量计算，为审核结论的科学性、完整性提供了重要支撑。对其他行业产品的低碳认证过程中的不确定度分析评价也具有参考价值。

（本文为“十二五”国家科技支撑计划“国际背景下我国重点行业碳排放核查及低碳产品认证认可关键技术研究及示范”课题7“低碳产品认证认可关键技术研究及示范”（课题编号：2013BAK15B07）的研究成果）

[参考文献]

[1] 国家质量监督检验检疫总局. 节能低碳产品认证管理办法（总局令第168号）[EB/OL]. [http://www.aqsiq.gov.cn/xxgk\\_13386/jlgg\\_12538/zjl/2015/201510/t20151010\\_451080.htm](http://www.aqsiq.gov.cn/xxgk_13386/jlgg_12538/zjl/2015/201510/t20151010_451080.htm), 2015-09-17

[2] JJF1059.1-2012, 测量不确定性评定与表示[S]. 北京: 中国计量出版社, 2012.

[3] 北京市发展和改革委员会, 北京市企业（单位）二氧化碳排放核算和报告指南（2013版）[S]. 北京: 北京市发展和改革委员会, 2013. ♦