装配式建筑物化阶段碳排放技术要求

测量不确定度评定报告

装配式建筑物化阶段碳排放总量等于计量边界内所有化石燃料燃烧排放量、过程排放量、净购入能源排放量之和。计量规范中第6.2节和第6.3节规定了碳排放量和装配式建筑物化阶段碳标识的计算方法。在实际应用中，活动数据、排放因子的收集有一定的误差存在，因此有必要对碳排放量数据进行不确定度分析。

在起草本规范的过程中，对某批次装配式建筑构件碳排放量进行了核算，批次基本信息见表1。

表1 示例批次基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 企业名称 | xxxxxx绿色科技有限公司 | 厂房面积 | 56857 m2 |
| 厂房建设年份 | 2015年 | 产品类型 | 钢结构模块 |
| 计量批次 | 20240108 | | |
| 能耗及材料消耗数据 | | | |
| 购入电力 | 1196956kWh | 碳排放因子 | 0.5366 kgCO2/kWh |
| 天然气 | 17.65t | 碳排放因子 | 55.54 kgCO2/GJ |
| 柴油 | 14922L | 碳排放因子 | 74.1 tCO2/TJ |
| 钢材 | 12684t | 碳排放因子 | 2350 kg CO2/t |
| 丙烷 | 3.59t | 碳排放因子 | 3 kgCO2/kg |
| 二氧化碳 | 62468L | 碳排放因子 | 1 kgCO2/kg |
| 焊丝 | 223000kg | 碳排放因子 | 2.23 kgCO2/kg |
| 油漆（磷酸锌、聚氨酯） | 10640kg | 碳排放因子 | 3.5 kgCO2/kg |
| 稀释剂（聚氨酯类、环氧漆类） | 480kg | 碳排放因子 | 3.5 kgCO2/kg |
| 液压油、齿轮油 | 2108kg | 碳排放因子 | 2.52 kgCO2/kg |

采用电能表对购入电力进行计量，耗电量为1196956kWh，电网因子采用“国家温室气体排放因子数据库”（第一版）最新公布的0.5366 kgCO2/kWh，净购入电力产生的碳排放量为1196956kWh×0.5366 kgCO2/kWh=642.29t CO2。电能表的相对标准测量不确定度为1%，则其净购入电力活动数据的相对不确定度为1%，标准不确定度为642.29×1%=6.42 t CO2。

采用燃气表对燃气消耗量进行计量，消耗量为24533.5m3，天然气碳排放因子采用“国家温室气体排放因子数据库”（第一版）最新公布的56.1 tCO2/TJ，热值为3.6×10-5TJ/m3，天然气燃烧产生的排放量为24533.5m3×3.6×10-5TJ/m3×56.1 tCO2/TJ×1000 =49.55t CO2。天然气由燃气公司通过燃气管道供应，燃气表的相对标准测量不确定度为1.5%，天然气的低位发热量和含碳量使用气相色谱仪进行测量，仪器测量相对标准不确定度为0.2%，因此该构件工厂天然气活动数据相对标准不确定度为：



由于该构件工厂不具备测定天然气碳氧化率的条件，碳氧化率采用了默认值，因此其排放因子的不确定度仅考虑天然气单位发热量含碳量相对标准测量不确定度，为：



天然气燃烧产生的排放量标准不确定度为：



该构件工厂配有燃油叉车，柴油消耗量为14922L，柴油的碳排放因子采用“国家温室气体排放因子数据库”（第一版）最新公布的74.1 tCO2/TJ，热值为3.3×10-5TJ/L，柴油发电产生的排放量为14922L×3.3×10-5TJ/L×74.1 tCO2/TJ =36.49t CO2。柴油消耗量是通过加油站的燃油加油机统计，加油机的相对标准测量不确定度为0.5%，柴油的低位发热量使用量热仪进行测量，量热仪相对标准测量不确定度为0.2%。

为评估采样不确定度，对同批次柴油进行了10次采样测量，低位发热量结果为：42.810 GJ/t、42.807 GJ/t、42.784 GJ/t、42.811 GJ/t、42.823 GJ/t、42.796 GJ/t、42.771 GJ/t、42.876 GJ/t、42.793 GJ/t、41.815 GJ/t，则其低位发热量采样不确定度为：



其低位发热量不确定度为：



因此该批次构件用柴油活动数据的不确定度为：



由于该构件工厂不具备测定柴油碳氧化率的条件，碳氧化率采用了默认值，因此其排放因子的不确定度仅考虑柴油单位发热量含碳量测量不确定度，柴油的含碳量使用元素分析仪进行测量，为评估含碳量采样不确定度，对同批次柴油进行了10次采样测量，含碳量结果为：85.87%、86.26%、86.19%、85.93%、85.75%、86.64%、86.33%、86.01%、85.89%、85.62%，则其含碳量采样不确定度为：



元素分析仪测量不确定度为1.5%，结合采样引起的不确定度，其排放因子不确定度为：



柴油消耗产生的排放量标准不确定度为：



综合以上分析，该批次装配式建筑物化阶段总碳排放量合成标准不确定度为



相对不确定度为6.52/(31226.31)=0.02%，相对扩展不确定度U=0.04%（*k*=2）。