

### 混凝土碳排放计算方法及评价标准

Calculation method and evaluation standard of carbon emission from concrete

地方标准信息服务平台

2023 - 12 - 19 发布

2024 - 03 - 19 实施



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 基本要求 .....	4
5 混凝土碳排放量计算 .....	4
6 混凝土碳排放量评价要求 .....	7
附录 A（资料性） 相关参数缺省值 .....	10
附录 B（资料性） 混凝土单位产品碳排放量计算及评价示例 .....	12
参考文献 .....	14

地方标准信息服务平台

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由宁夏回族自治区住房和城乡建设厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：宁夏润宇泽节能环保有限公司、宁夏回族自治区建设工程质量安全总站、中国建筑科学研究院建研建材研究所、宁夏建筑设计研究院有限公司、新疆研科节能科技有限公司、新疆水利水电科学研究院、建研建硕（北京）科技有限公司、宁夏赛马科进混凝土有限公司、宁夏新丰益节能科技有限公司、宁夏煤炭基本建设有限公司。

本文件主要起草人：袁芬、孙俪铭、郑龙、冷发光、谢翌鹤、王怀义、孙中宁、孙超、李晓棠、芦向晶、李建平、王伟（女）、王伟、张拥军、张菊红、楚京军、侯荣、李天英、杨连忠、赵建新、潘婕、徐莹。

地方标准信息服务平台

# 混凝土碳排放计算方法及评价标准

## 1 范围

本文件规定了混凝土碳排放量的计算方法及混凝土碳排放的评价等内容。

本文件适用于工业与民用建筑、市政等建设工程中对C20-C60强度等级混凝土的碳排放进行计算和评价。

混凝土碳排放量评价的计算范围包括：从原材料生产、运输以及进厂预拌生产直至混凝土产品出厂等整个生产过程。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 14902 预拌混凝土
- GB/T 19001 质量管理体系 要求
- GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- GB/T 24851 建筑材料行业能源计量器具配备和管理要求
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南
- GB/T 51366 建筑碳排放计算标准
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**混凝土** concrete

由水泥、骨料和水等按一定配合比，经搅拌、成型、养护等工艺硬化而成的工程材料。

[来源：GB/T 50107-2010, 术语2.1.1]

### 3.2

**系统边界** system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

### 3.3

**计算单元** functional unit

用来作为基准单元的量化的产品系统性能。

### 3.4

**产品碳足迹** product carbon footprint

是指沿着产品的整个生命周期，包括从原材料的开采、制造、运输、分销、使用到最终废弃阶段所产生的温室气体排放量。它是碳足迹中应用最广的概念。

### 3.5

#### 碳排放因子 carbon emission factor

将能源与材料消耗量与二氧化碳排放相对应的系数，用于量化混凝土原材料和预拌混凝土不同阶段相关活动的碳排放。

[来源：GB/T 51366-2019, 术语2.1.3]

### 3.6

#### 温室气体 ghg greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：如无特别说明，本文件中的温室气体包括二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)、氢氟碳化合物(HFCs)、全氟碳化合物(PFCs)、六氟化硫(SF<sub>6</sub>)。

[来源：GB/T 32150-2015, 术语3.1]

## 4 基本要求

### 4.1 混凝土生产企业基本要求如下：

- a) 按照 GB/T 19001 的要求建立并实施质量管理体系或制度；
- b) 按照 GB/T 24001 的要求建立并实施环境管理体系或制度；
- c) 按照 GB/T 23331 的要求建立并实施能源管理体系或制度；
- d) 按照 GB/T 45001 的要求建立并实施职业健康安全体系或制度；
- e) 按照 GB/T 24851 的要求配备能源计量器具；
- f) 满足 GB/T 14902 对产品质量的要求。

### 4.2 混凝土碳排放计算及评价应遵守相关性、完整性、一致性、准确性和透明性的原则。

### 4.3 混凝土碳排放计算及评价步骤如下：

- a) 确定混凝土碳排放系统边界；
- b) 确定计算单元；
- c) 采集计算单元混凝土所需的原材料、能量的输入，污染物排放以及运输等清单数据；
- d) 采集与原材料、能源、污染物排放相关的碳排放因子；
- e) 按照本文件规定的方法计算碳排放量；
- f) 按照本文件的规定计算结果进行评价。

## 5 混凝土碳排放量计算

### 5.1 数据采集

混凝土碳排放计算应按原材料、运输、产品生产过程进行碳排放数据的采集与量化，得到单位混凝土产品碳足迹。进行碳排放数据采集时，原材料及能源的计量单位应符合国际单位制(SI)的要求。产品的配比、外购原材料厂区外运输距离、厂区内的化石燃料消耗、生产过程外购电力消耗等应根据核算和报告期内的计量统计数据或产品的碳足迹报告值进行计算。

注：采用满足相关标准要求并被纳入《一般工业固废名录》的固废作为原材料配制的混凝土，在计算过程中固废的碳排放因子按0计算。

5.2 计算范围及计算单元

对原材料碳排放涉及的化石燃料低位热值、氧化率等应按企业活动水平进行测算，测算数据应遵循规定要求，当企业无法获取或者无法经济地获取以上数值时，可参见本文件附录A提供的缺省值进行计算。具体碳排放计算范围如图1所示。

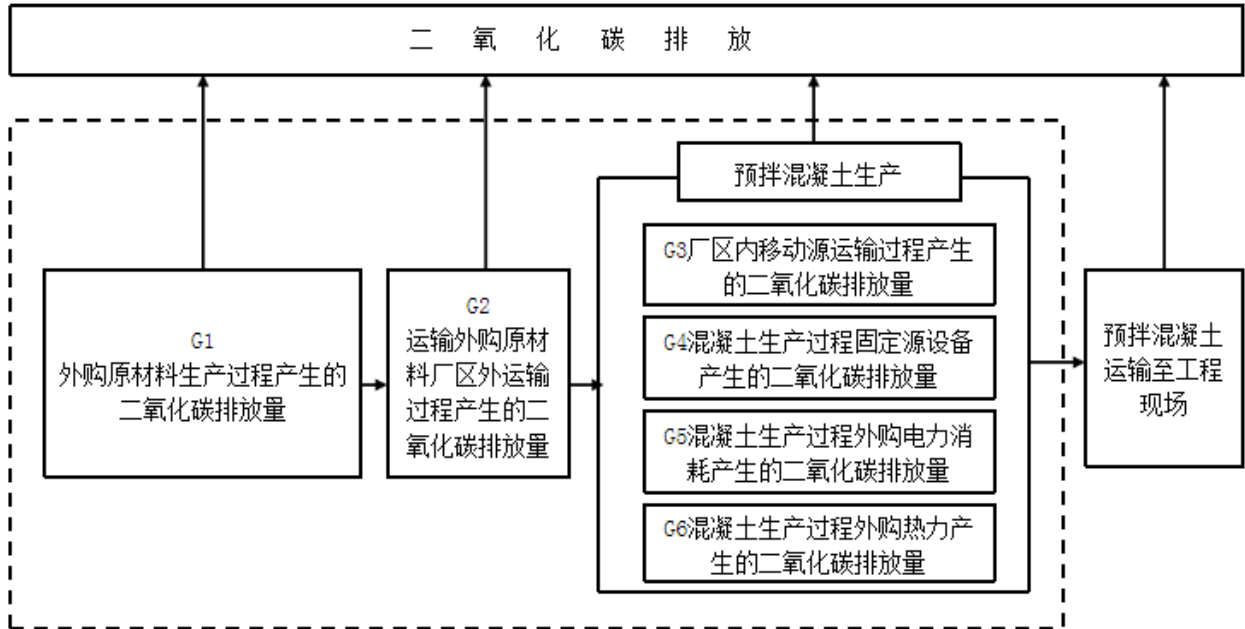


图1 混凝土碳排放计算范围

注：虚线表示产品碳排放计算范围

5.3 碳排放因子的获取原则

数据采集时采集的碳排放因子数据应予以详细说明，包括数据的获取方式、所用的数据库和出版物(或参考书目)年代、地域代表性、技术代表性等。碳排放因子的收集方法应按数据优先级进行收集，可参考表1进行。

表1 碳排放因子获取优先级

数据类型	解释	优先级
测量/能量平衡排放因子	通过直接测量或采用能量平衡方法得到的排放因子	高 —— 低
设备经验排放因子	针对具体设备的排放因子，但没有经过直接测量	
制造厂提供的排放因子	基于制造厂层面获得的排放因子	
区域排放因子	基于区域特征获得的排放因子	
国家排放因子	基于国家特征获得的排放因子	
国际排放因子	国际通用的排放因子	

5.4 外购原材料生产过程产生的二氧化碳排放量 (G<sub>1</sub>)

外购原材料生产过程产生的二氧化碳排放量G<sub>1</sub>计算如下：

$$G_1 = \sum Q_i \times EF_i \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$G_1$ ——外购原材料生产过程产生的二氧化碳排放量,单位为千克二氧化碳(kgCO<sub>2</sub>);

$i$ ——材料的种类,混凝土的原材料主要包括:水泥、矿渣粉、粉煤灰、复合矿物掺合料、砂(天然砂、机制砂)、再生骨料、石、减水剂、水、其他等;

$Q_i$ ——第*i*类原材料的消耗量,单位为千克(kg);

$EF_i$ ——单位*i*类原材料生产过程的二氧化碳排放量,单位为千克二氧化碳每千克(kgCO<sub>2</sub>/kg),如缺少原材料碳足迹报告时,可参见附录A.1提供的缺省值。

### 5.5 运输外购原材料厂区外运输过程产生的二氧化碳排放量 ( $G_2$ )

运输外购原材料厂区外运输过程产生的二氧化碳排放量 $G_2$ 计算如下:

$$G_2 = \sum Q_i \times D_i \times EF_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$G_2$ ——外购原材料厂区外运输过程产生的二氧化碳排放量,单位为千克二氧化碳(kgCO<sub>2</sub>);

$Q_i$ ——第*i*类原材料的消耗量,单位为千克(kg);

$j$ ——原材料运输方式,如公路、铁路、航运等;

$D_i$ ——第*i*类原材料的运输距离,单位为千米(km);

$EF_{ij}$ ——单位*i*类原材料的*j*类运输方式的二氧化碳排放因子,单位为千克二氧化碳每千克每千米(kgCO<sub>2</sub>/kgkm),如缺少原材料碳足迹报告时,参见附录A.2提供的缺省值。

### 5.6 厂区内移动源运输过程产生的二氧化碳排放量 ( $G_3$ )

厂区内移动源运输过程产生的二氧化碳排放量 $G_3$ 计算如下:

$$G_3 = \sum Q_f \times HV_f \times EF_f \times 1000 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$G_3$ ——厂区内移动源运输过程中产生的二氧化碳排放量,单位为千克二氧化碳(kgCO<sub>2</sub>);

$f$ ——燃料种类,主要为汽油、柴油、天然气、液化石油气等;

$Q_f$ ——厂区内移动源运输过程中第*f*类燃料的消耗量,单位为吨(t)或万标立方米(10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>);

$HV_f$ ——单位燃料*f*的平均低位发热量,单位为吉焦每吨(GJ/t)或吉焦每万标立方米(GJ/10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>),可参见附录A.3提供的缺省值;

$EF_f$ ——单位第*f*类燃料的二氧化碳排放因子,单位为吨二氧化碳每吉焦(tCO<sub>2</sub>/GJ),如缺少原材料碳足迹报告时,可参见附录A.4提供的缺省值。

### 5.7 混凝土生产过程固定源设备产生的二氧化碳排放量 ( $G_4$ )

混凝土生产过程固定源设备产生的二氧化碳排放量 $G_4$ 计算如下:

$$G_4 = \sum (M_f \times HV_f \times C_f \times OX_f \times 44/12) \times 1000 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$G_4$ ——固定源设备产生的二氧化碳排放量,单位为千克二氧化碳(kgCO<sub>2</sub>);

$M_f$ ——燃料*f*的消耗量,单位为吨(t)或万标立方米(10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>);

$C_f$ ——单位热值含碳量,表示某单位热值的燃料*f*所含碳元素质量,单位为吨碳每吉焦(tC/GJ),可参见附录A.5提供的缺省值。



$OX_f$ ——氧化率，表示某燃料 $f$ 中的碳在燃烧中被氧化的比率，用百分比表示，可参见附录A.5提供的缺省值。

### 5.8 混凝土生产过程外购电力消耗产生的二氧化碳排放量 ( $G_5$ )

混凝土生产过程外购电力消耗产生的二氧化碳排放量 $G_5$ 计算如下：

$$G_5 = E_p \times EF_p \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$G_5$ ——外购电力消耗产生的二氧化碳排放量，单位为千克二氧化碳(kgCO<sub>2</sub>)；

$E_p$ ——生产过程外购电力消耗量，单位为千瓦时(kWh)；

$EF_p$ ——单位电力的二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳每千瓦时(kgCO<sub>2</sub>/kWh)，可采用生态环境部发布的官方数据。

### 5.9 混凝土生产过程外购热力产生的二氧化碳排放量 ( $G_6$ )

混凝土生产过程外购热力产生的二氧化碳排放量 $G_6$ 计算如下：

$$G_6 = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{购入热}} \times 1000 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$G_6$ ——外购热力产生的二氧化碳排放量，单位为千克(kgCO<sub>2</sub>)；

$AD_{\text{购入热}}$ ——购入的热量，单位为吉焦(GJ)；

$EF_{\text{购入热}}$ ——热力的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦(tCO<sub>2</sub>/GJ)，可采用政府主管部门发布的官方数据。

### 5.10 单位产品二氧化碳排放量 (F)

单位产品二氧化碳排放量 $F$ 计算如下：

$$F = (G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6) / Q \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$F$ ——生产单位立方米混凝土产品产生的二氧化碳排放量，单位为千克二氧化碳每立方米(kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)；

$Q$ ——统计期内混凝土合格品的总产量，单位为立方米(m<sup>3</sup>)。

## 6 混凝土碳排放量评价要求

### 6.1 评价指标要求

混凝土碳排放评价指标包括属性指标和品质属性指标，指标要求见表2。

表2 混凝土碳排放评价指标要求

属性	项目	单位	技术指标			
			一星级	二星级	三星级	
环境属性	水溶性六价铬含量	mg/t	≤200			
	氨释放量	mg/m <sup>3</sup>	≤0.2			
	单位产品工业废水排放量	kg/m <sup>3</sup>	0			
	放射性比	$I_{Ra}$	—	≤0.6		
	活度	$I_t$	—	≤0.6		
品质属性	实测标准差与该强度等级标准偏差上限的比值	—	≤1.0	≤0.8		
	水溶性氯离子含量	%	0.06			
	耐久性	抗渗等级	—	P6级	P8级	P12级
		抗氯离子渗透等级	—	III级	IV级	V级
		抗碳化等级	—	III级		IV级
		抗冻等级	—	F150		F200
		抗硫酸侵蚀等级	—	KS120		KS150

## 6.2 评价及分级

混凝土碳排放量应满足表3的规定并根据当地混凝土生产情况、技术水平、减排要求进行评价分级, 计算及评价示例见附录B。

表3 混凝土单位产品二氧化碳排放量评价分级

强度等级	碳排放量星级	二氧化碳排放量限值/(kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )
C20	一星	≤180
	二星	≤170
	三星	≤160
C25	一星	≤215
	二星	≤205
	三星	≤195
C30	一星	≤240
	二星	≤225
	三星	≤210
C35	一星	≤265
	二星	≤250
	三星	≤235
C40	一星	≤295
	二星	≤280
	三星	≤265

表3 混凝土单位产品二氧化碳排放量评价分级（续）

强度等级	碳排放量星级	二氧化碳排放量限值/ (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )
C45	一星	≤305
	二星	≤290
	三星	≤275
C50	一星	≤330
	二星	≤310
	三星	≤290
C55	一星	≤340
	二星	≤320
	三星	≤300
C60	一星	≤370
	二星	≤350
	三星	≤330

混凝土的主要碳排放源来自水泥（熟料），每个等级的碳排放量指标要与JGJ 55标准要求的最低胶凝材料用量相协调。

### 6.3 统计周期

混凝土单位产品二氧化碳排放量数据应基于可计量的统计期进行统计，一般情况下应以财务年为统计期。

### 6.4 报告要求

依据本文件制作的混凝土碳排放报告包括以下内容：公司/组织的描述，包括联系人、地址、电话、传真、e-mail 及生产过程或环境工作的特别信息。混凝土碳排放量评价报告的编制及出具应由取得相关碳核查资质的机构来完成（取得行业监管部门备案），核查机构的人员应取得碳排放相关的资格从业证书或是中国认证认可协会(CCAA)注册的温室气体核查员。产品或服务的描述包括：产品名称（如：普通混凝土、高性能混凝土等）、设计指标、产品性能（坍落度、扩展度等）等。

附 录 A  
(资料性)  
相关参数缺省值

相关参数缺省值见表A. 1、表A. 2、表A. 3、表A. 4、表A. 5。

表A. 1 单位原材料生产过程的二氧化碳排放量（缺省值）

序号	原材料品种	计量单位	单位原材料生产过程的二氧化碳排放量(kgCO <sub>2</sub> /kg)
1	水泥 <sup>a</sup>	kg	0.732
2	矿渣粉	kg	0.0624
3	粉煤灰	kg	0.0345
4	天然砂	kg	0.00398
5	机制砂、石	kg	0.0417
6	混凝土用再生骨料	kg	0
7	石（天然卵石）	kg	0.00398
8	减水剂	kg	0.72
9	水	kg	0.000148
10	其他（石灰石粉、钢渣粉）	kg	0.0442
注：数据来源国家材料科学数据共享网			
<sup>a</sup> 水泥品种为P·O 42.5			

表A. 2 单位原材料运输方式的二氧化碳排放因子（缺省值）

序号	原材料运输方式	计量单位	二氧化碳排放因子(kgCO <sub>2</sub> /kgkm)
1	铁路货运综合	km	4.00e-06
2	城市货运	km	1.37e-04
3	公路-汽油	km	1.49e-04
4	公路-柴油	km	1.29e-04
注：数据来源国家材料科学数据共享网			

表A. 3 单位燃料平均低位发热量（缺省值）

序号	燃料类型	计量单位	平均低位发热量	单位
1	汽油	t	43.070	GJ/t
2	柴油	t	42.652	GJ/t
3	天然气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	389.31	GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>
4	液化石油气	t	50.160	GJ/t
5	煤油	t	43.070	GJ/t
6	原煤	t	20.908	GJ/t

表 A.3 单位燃料平均低位发热量（缺省值）（续）

序号	燃料类型	计量单位	平均低位发热量	单位
7	原油	t	41.816	GJ/t
8	焦炭	t	28.435	GJ/t
9	炼厂干气	t	45.998	GJ/t
10	焦炉煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	173.54	GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>

注：数据来源《中国能源统计年鉴2015》（ISBN 978-7-5037-7735-6）

表A.4 单位燃料燃烧的二氧化碳排放因子（缺省值）

序号	原材料运输方式	计量单位	二氧化碳排放因子/(tCO <sub>2</sub> /GJ)
1	汽油	t	0.0693
2	柴油	t	0.0741
3	天然气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	0.0561
4	液化石油气	t	0.0631

注：数据来源《2006年IPCC国家温室气体清单指南》（ISBN 4-88788-032-4）

表A.5 燃料单位热值含碳量及燃料燃烧氧化率（缺省值）

序号	燃料类型	计量单位	含碳量/(tC/GJ)	氧化率/%
1	汽油	t	0.02110	99
2	柴油	t	0.02020	99
3	天然气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	0.01532	99.5
4	液化天然气	t	0.0172	98
5	煤油	t	0.01941	99
6	原煤	t	0.02637	85
7	原油	t	0.02008	99
8	焦炭	t	0.02942	98
9	炼厂干气	t	0.01820	99.5
10	焦炉煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	0.01358	99.5

注：数据来源《省级温室气体清单编制指南》（试行）（发改办气候〔2011〕1041号）

## 附录 B

(资料性)

## 混凝土单位产品碳排放量计算及评价示例

## B.1 数据信息

以C30产品作为示例对其单位产品碳排放量进行计算，为便于计算，部分数据如燃料消耗等，已折算为生产单位产品所消耗的燃料量。该C30预拌混凝土的原材料主要包括：水泥(P·O 42.5)、矿粉、粉煤灰、天然砂、石、外加剂、水等。产品碳排放量主要计算数据信息如表B.1所示：

表B.1 C30 产品碳排放量计算数据信息

一	原材料种类	单位产品配合比 (kg)	产品运输距离 (km) / 运输方式	
1	水泥	245	50	城市货运
2	矿粉	60	80	城市货运
3	粉煤灰	90	60	城市货运
4	天然砂	822	70	城市货运
5	石	1025	70	城市货运
6	外加剂	8.3	45	城市货运
7	水	150	0	-
二	厂内移动源种类	燃料种类	单位产品消耗量 (kg/m <sup>3</sup> )	
1	厂内铲车	柴油	0.129	
三	厂内固定源种类	燃料种类	单位产品消耗量 (kg/m <sup>3</sup> )	
1	柴油锅炉	柴油	0.085	
四	单位产品生产过程中 外购电力消耗量 (kWh/m <sup>3</sup> )		生产过程中外购的热量 (GJ/m <sup>3</sup> )	
1	2.47		0	

B.2 外购原材料生产过程产生的二氧化碳排放量 $G_1$ 计算

依据表B.1数据及式(1)可得企业生产单位C30产品外购原材料生产过程的二氧化碳排放量为： $G_1=245 \times 0.732 + 60 \times 0.0624 + 90 \times 0.0345 + 822 \times 0.00398 + 1025 \times 0.00398 + 8.3 \times 0.72 + 150 \times 0.000148 = 199.54$  kgCO<sub>2</sub>。

B.3 运输外购原材料厂区外运输过程产生的二氧化碳排放量 $G_2$ 计算

依据表B.1数据及式(2)，可得企业生产单位C30产品外购原材料厂区外运输过程产生的二氧化碳为： $G_2 = (245 \times 50 + 60 \times 80 + 90 \times 60 + 822 \times 70 + 1025 \times 70 + 8.3 \times 45 + 150 \times 0) \times 0.000137 = 20.84$  kgCO<sub>2</sub>。

B.4 厂区内移动源运输过程产生的二氧化碳排放量 $G_3$ 计算

依据表B.1数据及式(3)，可得企业生产单位C30产品厂区内移动源运输过程产生的二氧化碳排放量为： $G_3 = 0.000129 \times 42.652 \times 0.0741 \times 1000 = 0.41$  kgCO<sub>2</sub>。

B.5 混凝土生产过程固定源设备产生的二氧化碳排放量 $G_4$ 计算

依据表B.1数据及式(4)，可得企业生产单位C30产品固定源设备产生的二氧化碳排放量为： $G_4 = 0.000085 \times 42.652 \times 0.0202 \times 0.99 \times 44 / 12 \times 1000 = 0.27$  kgCO<sub>2</sub>。

#### B.6 混凝土生产过程外购电力消耗产生的二氧化碳排放量 $G_5$ 计算

依据表B.1数据及式(5),可得企业生产单位C30产品生产过程外购电力消耗产生的二氧化碳排放量为 $G_5=2.47 \times 0.86=2.12 \text{ kgCO}_2$ 。

#### B.7 混凝土生产过程外购热力产生的二氧化碳排放量 $G_6$ 计算

依据表B.1数据及式(6),可得企业生产单位C30产品生产过程外购热力产生的二氧化碳排放量为: $G_6=0 \times 0.11 \times 1000=0 \text{ kgCO}_2$ 。

#### B.8 单位产品二氧化碳排放量F计算

经计算生产单位C30产品产生的二氧化碳排放量计算结果为: $F=199.54+20.84+0.41+0.27+2.12+0=223.2 \text{ kgCO}_2$ 。

#### B.9 混凝土碳排放评价

依据本文件中混凝土碳排放评价指标要求,对该C30混凝土样品进行第三方送检,测得该混凝土满足本文件要求的环境属性要求及品质属性要求,具备评级条件,依据本文件评价要求分级,该公司生产的C30混凝土达到二星要求。

地方标准信息服务平台

参 考 文 献

- [1] GB/T 50107-2010 混凝土强度检验评定标准。
- 

地方标准信息服务平台