

ICS 91.100.30

Q 14

GZQC

团 体 标 准

T/GZQC 002-2024

产品碳足迹 蒸压加气混凝土制品

Product carbon footprint Autoclaved aerated concrete products

(征求意见稿)

2024-0*-*1 发布

2024-12-**实施

广州市墙体材料行业协会
广州绿色与功能建筑材料产业协会

发布

本标准不涉及专利

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定要求。编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验和研究成果，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，最后形成本标准。

本标准不涉及专利。

本标准由广州绿色与功能建筑材料产业协会及广州市墙体材料行业协会联合提出。

本标准由广东省碳达峰碳中和标准化技术委员会归口。

本标准主编单位：广东省建设工程质量安全检测总站有限公司、广东省广业检验检测集团有限公司、广州市墙体材料行业协会、广州绿色与功能建筑材料产业协会。

本标准参编单位：广东省标准化研究院、华南理工大学、工业和信息化部电子第五研究所、广东省质量监督水泥制品与混凝土外加剂检验站、广州发展环保建材有限公司、杭加（广东）建筑节能新材料有限公司、广东建达建材科技有限公司、广东朗道建材科技有限公司、广州市佑佳加气混凝土制品有限公司、佛山市恒益环保建材有限公司、东莞市沙田登峰建材厂、东莞市保源建材有限公司、东莞市盛丰建材有限公司、江门市擎宏科技实业有限公司、珠海嘉恒建材有限公司、珠海绿巢新型建材有限公司、卓信达（广东）新型材料有限公司、鹤山市粤润混凝土结构构件有限公司、广东省循环经济和资源综合利用协会、深圳市宏开轻质墙体材料有限公司。

本标准主要起草人：陈培鑫、XXX、XXX、杨警雄、

本标准主要审查人员：

目录

前 言.....	1
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 产品碳足迹量化.....	5
5 产品碳足迹报告.....	9
6 产品碳足迹绩效追踪.....	10
附录 A（规范性） 初级活动水平数据采集信息.....	11
附录 B（规范性） 次级数据采集信息.....	13
附录 C（规范性） 蒸压加气混凝土制品产品生命周期清单分析.....	15
附录 D（资料性） 常用原料及能源相关参数的推荐值.....	19
附录 E（资料性附录） 温室气体全球增温潜势.....	24

Contents

Foreword.....	1
1 Scope	3
2 Normative references.....	3
3 Terms and definitions	3
4 Quantification of product carbon footprint	5
5 Product carbon footprint reporting.....	9
6 Product carbon footprint performance tracking	10
Appendix A (Normative) Primary activity Level data collection information	11
Appendix B (Normative) Secondary data collection information	13
Appendix C (Normative) Product life cycle list analysis of autoclaved aerated concrete products	15
Appendix D (Information) Recommended values for commonly used raw materials and energy-related parameters	19
Appendix E (Information) Global Warming Potential of greenhouse gases	23

产品碳足迹 蒸压加气混凝土制品

1 范围

本文件规定了蒸压加气混凝土制品碳足迹的量化、产品碳足迹报告、产品碳足迹绩效追踪等规则和方法。

本文件适用于工业与民用建筑用蒸压加气混凝土制品的碳足迹评价。

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。

JGJ/T 17 蒸压加气混凝土制品应用技术标准

GB/T 11968 蒸压加气混凝土砌块

GB/T 15762 蒸压加气混凝土板

GB/T 213 煤的发热量测定方法

GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法

GB/T 11062 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 24024 环境管理 环境标志和声明 I型环境标志 原则和程序

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

《关于印发省级温室气体清单编制指南(试行)的通知》(发改办气候(2011)1041号)

GB/T 32151.8 温室气体排放核算与报告要求 第8部分：水泥生产企业

RB/T XXXX 产品碳足迹通则

ISO 14067:2018 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

3 术语和定义

JGJ/T 17、GB/T 24024、GB/T 24040和GB/T 24044界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 产品碳足迹 carbon footprint of a product

产品从原材料加工、运输、生产到出厂销售等流程所产生的碳排放量总和，是衡量生产企业和产品绿色低碳水平的重要指标。基于仅考虑气候变化单一影响类型的全生命周期评价，并以二氧化碳当量表示的产品系统温室气体排放与清除之和。

[来源：ISO 14067:2018, 3.1.1.1]

3.2 温室气体 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。

[来源：GB/T 32150-2015, 定义3.1]

3.3 二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势。

[来源：GB/T 32150—2015, 定义3.16]

3.4 全球变暖潜势 global warming potential (GWP)

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

注：附录 B 给出了政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 提供的主要温室气体百年时间尺度的全球增温潜势值。 [GB/T 32150-2015, 定义 3.15]

3.5 温室气体排放因子 greenhouse gas emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[来源：GB/T 32150—2015, 定义3.13]

3.6 产品碳足迹绩效追踪 carbon footprint of a product performance tracking

分析同一组织某一特定产品的碳足迹随时间的变化趋势。

[来源：ISO 14067:2018, 3.1.1.11]

3.7 产品碳足迹绩效追踪 carbon footprint of a product performance tracking

分析同一组织某一特定产品的碳足迹随时间的变化趋势。

3.8 共生产品 co-product

来自同一单元过程或产品系统中的两种或两种以上产品，蒸压加气混凝土制品包括蒸压加气混凝土砌块及蒸压加气混凝土板两种产品。

3.9 功能单位 functional unit

基于产品系统性能用来量化的基准单位。

[注：改自GB/T 24040—2008，定义3.20]

3.10 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。

[注：GB/T 24040—2008，定义3.32]

3.11 初级活动水平数据 primary activity data

通过直接测量或基于直接测量计算得到的产品系统内某个单元过程或活动的量化值。

注：改写 ISO/TS 14067:2013，定义 3.1.7.1。

3.12 次级数据 secondary data

产品碳足迹量化中使用的初级活动水平数据以外数据的统称。

注：ISO/TS 14067:2013，定义3.1.7.3

3.13 全球增温潜势 global warming potential

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

3.14 替代原料 additional raw materials

在蒸压加气混凝土制品生产过程中使用的工业废渣，包括采选矿废渣、粉煤灰、炉渣、脱硫石膏、火山灰、淤砂等。

3.15 替代燃料 alternative fuels

蒸压加气混凝土制品生产过程中，作为代替燃料的废物。

3.16 碳存储 carbon

大气中的碳在产品生命周期内被产品吸收，则发生了碳存储。

4 产品碳足迹量化

4.1 总则

4.1.1 产品碳足迹量化应考虑整个生命周期，包括原材料的获取、能源和材料的生产、产品的制造和使用、到产品生命末期的处理以及最终处置。

4.1.2 产品中的碳存储

若对产品中的任何碳存储进行了计算，则此碳存储应被单独记录在产品碳足迹评价报告中，但不计入产品碳足迹。

4.2 目的和范围定义

4.2.1 目的

通过量化蒸压加气混凝土制品在规定系统边界内的温室气体排放和清除，评价产品对气候变化的潜在影响（以二氧化碳当量表示）。

4.2.2 范围

4.2.2.1 功能单位

蒸压加气混凝土制品包括蒸压加气混凝土砌块及蒸压加气混凝土板，产品碳足迹量化的功能单位定义为“1 m³特定等级蒸压加气混凝土制品砌块或板材”。

4.2.2.2 系统边界

系统边界可根据产品碳足迹评价预期用途的不同而设定。若计划向公众公开产品碳足迹评价结果，包括两种形式：

- 涵盖整个生命周期阶段（从“摇篮”到“坟墓”）的产品碳足迹评价；
- 从原材料获取到产品离开生产组织（从“摇篮”到“大门”）的产品碳足迹评价。

针对内部用途（如内部商业用途、供应链的优化或设计支撑等），可基于产品生命周期内具体阶段的排放与清除来计算产品碳足迹。

蒸压加气混凝土制品生命周期可划分为四个阶段（见图1），蒸压加气混凝土制品产品碳足迹量化至少应涵盖原料与能源获取阶段（A1-A3）和产品生产阶段（B1-B2）。

4.2.2.2.1 A1~A3，原料与能源获取阶段，强制性阶段，包括：

- （1）A1，原料获取阶段：产品生产过程中消耗的主要原料开采及生产过程，含替代原料；
- （2）A2，能源获取阶段：煤、柴油、电力、蒸汽等能源开采及生产过程，含替代燃料；
- （3）A3，运输至工厂阶段：主要原料、替代原料及能源运输到工厂的过程。

4.2.2.2.2 B1~B2，蒸压加气混凝土制品生产阶段，强制性阶段，包括：

- （1）B1，产品生产阶段：蒸压加气混凝土制品的生产过程，包括原料破碎、原料粉磨、料浆制备、搅拌浇注、静停养护、切割成型、釜前预养、蒸压养护、成品检验及包装出厂等工艺过程；
- （2）B2，厂内运输阶段：原料、能源、半成品、成品等在工厂内部运输。

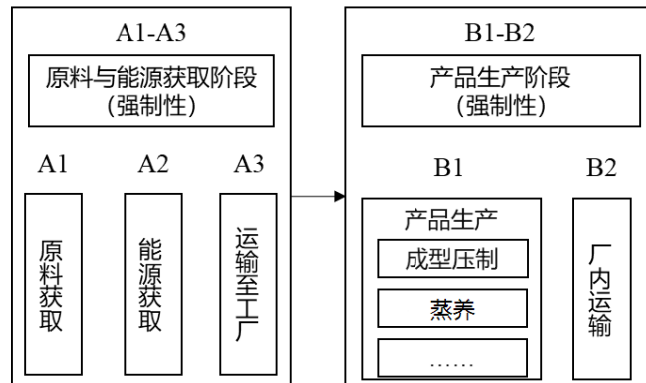


图1 蒸压加气混凝土制品碳足迹量化的系统边界图

4.3 产品碳足迹生命周期清单分析

4.3.1 数据采集

4.3.1.1 基本要求

数据包括初级活动水平数据和次级数据。

蒸压加气混凝土制品碳足迹生命周期清单分析应分别采集初级活动水平数据和次级数据，并对数据获得方式和来源予以说明。

数据采集涉及的温室气体类型包含二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）。

数据采集过程中，通过物料平衡、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式，验证数据的准确性与合理性。对于异常数据，应分析原因后予以替换，替换数据应满足4.3.1.2与4.3.1.3的要求。

4.3.1.2 取舍准则

如单项物质（能量）流或单元过程对产品碳足迹的贡献不超过1%可予以忽略，但所有忽略的物质（能量）流与单元过程对产品碳足迹的贡献总和不得超过5%。所有忽略的物质（能量）流均应予以说明。

4.3.1.3 数据质量要求

初级活动水平数据应详细记录相关原始数据、数据来源与计算过程，可按附录 A 中表 A.1 格式采集，应满足以下数据质量要求，

a) 完整性。初级活动水平数据宜采集企业一个自然年内的生产统计数据，应根据取舍准则检查是否有缺失的过程、消耗和排放；

b) 准确性。初级活动水平数据中的能源、原材料消耗数据应来自企业的实际生产统计记录；环境排放数据优先选择相关的在线监测系统数据（CO₂ 应选择企业碳核查数据）、环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得；

c) 一致性。初级活动水平数据采集时同类数据应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

次级数据包括通过上下游供应商、商业数据库、统计数据或文献研究等途径获取的支撑产品碳足迹核算的数据，可按附录B中表B.1格式采集。采集的次级数据应满足以下数据质量要求：

a) 代表性。优先选择原材料供应商提供的数据，其次选择相近年份代表国内及行业平均水平的公开生命周期数据，再次选择代表国外同类技术水平的生命周期数据；

b) 完整性。碳足迹研究应收集完整的次级数据，应包含系统边界内的所有与温室气体排放相关的生命周期清单项目；

c) 一致性。同一机构对同类产品次级数据的选择应保持一致，如果次级数据更新，则产品碳足迹报告也应更新。

4.3.1.4 数据采集项目

4.3.1.4.1 原料与能源获取阶段

原料与能源获取阶段应收集与以下过程相关的数据，可使用次级数据：

- a) 各原材料开采、生产、预处理过程；
- b) 各原材料运输过程；
- c) 能源生产/输送过程；
- d) 上述过程所产生的废气、废水、废弃物处理相关的温室气体排放。

4.3.1.4.2 产品生产阶段

产品生产阶段应收集以下过程相关的数据，应优先使用初级活动水平数据：

- a) 蒸压加气混凝土制品生产过程；
- b) 原料、能源、产品厂内运输过程；
- c) 上述过程所产生的废气、废水、废弃物处理相关的温室气体排放。

4.3.2 计算方法

在数据采集与验证完成后，以统一的功能单位作为产品系统所有单元过程中物质（能量）流的共同基础，编制蒸压加气混凝土制品产品的生命周期清单，每功能单位蒸压加气混凝土制品的温室气体排放量按式（1）计算：

$$C_i = C_{\text{获取},i} + C_{\text{生产},i} - C_{\text{清除},i} \quad (1)$$

式中：

C_i ——每功能单位产品生命周期中第*i*类温室气体排放总量，单位为千克（kg）；

$C_{获取,i}$ ——每功能单位产品在原料与能源获取阶段的第*i*类温室气体排放量，单位为千克（kg），计算

方法见附录C；

$C_{生产,i}$ ——每功能单位产品在生产阶段的第*i*类温室气体排放量，单位为千克（kg），计算方法见附录C；

$C_{清除,i}$ ——每功能单位产品生命周期中第*i*类温室气体的清除量，单位为千克（kg）。

4.3.3 分配

蒸压加气混凝土制品生产过程中存在一个单元过程同时产出两种产品，若消耗的原料和能源以及污染物排放无法拆分，或存在输入渠道有多种，而输出只有一种的情况。在这些情况下，须根据一定的关系对这些过程的数据进行分配。

应优先基于产品质量进行分配。在评价过程中涉及共生产产品清单分配方法应予以明确说明。

4.4 产品碳足迹影响评价

影响评价基于全球增温潜势参数，将不同类型的温室气体排放量转换为相同的度量单位（二氧化碳当量），并加和得到产品碳足迹，按式（2）计算：

$$C = \sum_i (GWP_i \times C_i) \quad (2)$$

式中：

C ——产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kg CO₂ eq.）；

GWP_i ——第*i*类温室气体的全球增温潜势，参见附录F。

4.5 产品碳足迹解释

产品碳足迹解释应包括GB/T 24044中4.5的规定。

4.6 附加环境信息

除本文件4.4中涉及的产品碳足迹量化结果外，其他相关的重要信息，宜在附加环境信息中描述。

5 产品碳足迹报告

5.1 总则

产品碳足迹报告的目的是描述产品碳足迹研究，并证明已满足本文件的规定。产品碳足迹的量化结果应在产品碳足迹研究报告中以功能单位的二氧化碳当量记录。

5.2 产品碳足迹报告所需信息

依据本标准编制的产品碳足迹报告应包括但不限于以下内容：

- a) 报告基本信息，包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期、报告有效期、研究中使用的产品种类规则等；

- b) 声明企业基本信息，包括公司全称、统一社会信用代码、地址、联系人、联系方式、概况等；
- c) 产品碳足迹评价：
 - 1) 产品描述；
 - 2) 评价范围：功能单位、系统边界、取舍准则；
 - 3) 产品碳足迹计算：数据采集、数据计算、数据分配；
 - 4) 产品碳足迹计算结果；
 - 5) 附加环境信息（如适用）；
 - 6) 根据取舍准则忽略的物质（能量）流或单元过程（如适用）；
 - 7) 绩效追踪说明（如适用）。
- d) 其他必要信息：报告编制及验证机构信息等。

6 产品碳足迹绩效追踪

6.1 总则

对于具有相同功能单位的产品，应对产品碳足迹进行绩效追踪。

6.2 产品碳足迹绩效追踪应满足以下要求：

- a) 应针对相同功能单位的产品；
- b) 应在连续的数据统计周期进行评价；
- c) 应使用相同的产品种类规则。

附录 A

(规范性)

初级活动水平数据采集信息

初级活动水平数据采集表见表 A.1。

表 A.1 初级活动水平数据采集表

企业信息	企业名称				
	所在省份				
	企业地址				
	数据统计周期		(连续十二个月即可)		
	联系人及联系方式				
	蒸压加气混凝土	砌块			
	制品产量	板材			
生产线条数及规模说明					
原料消耗	种类	消耗量	单位	产地	详细情况说明
	水泥		t		以下填写取得方式(自产或外购)/运输方式及距离(km)等信息
	石灰		t		
	粉煤灰		t		
	硅砂		t		
	废渣(采选矿废渣、炉渣、火山灰等)		t		
	天然石膏□ 脱硫石膏□		t		
	水		m ³		
	铝粉□ 铝粉膏□		t		
	防腐剂(板材)		t		
	钢筋(板材)		t		
	其他				
能源消耗	种类	消耗量	单位	低位发热量	详细情况说明
	煤		t		以下请填写运输方式及距离(km)等信息

	汽油		t			
	柴油		t			
	天然气		m ³			
	蒸汽		t		外来蒸汽说明来源，蒸汽温度和压力	
	电力		kWh			
	其他					
					填写运输方式及距离（km）等信息	
温室气体	种类	排放量	单位	数据来源		
	二氧化碳		t	依据 GB/T 32150 计算直接排放		
处置废弃物	种类	处置量	单位	数据来源	备注	
	淤砂		t			
	其他					

附录 B

(规范性)

次级数据采集信息

次级数据采集表见表 B.1。

表 B.1 次级数据采集表

次级数据	数据来源	数据获取方式	时间相关性	地域相关性	技术相关性
资源	水泥				
	石灰				
	粉煤灰				
	硅质原材料 (河砂口、 废渣口)				
	天然石膏口 脱硫石膏口				
	水				
	铝粉口 铝粉膏口				
	其他				
能源	煤				
	汽油				
	柴油				
	天然气				
	蒸汽				
	电力				
	其他				
运输	公路运输				
	铁路运输				
	水路运输				

本文件可采用数据质量评价体系对数据质量进行评价，详见表 B.2。

表 B.2 数据质量评价体系表

数据质量评价项	项目分值				
	5	4	3	2	1
数据来源	生产现场	行业统计数据	权威机构调研报告	文献	其他
数据获取方式	测量	计算	平均	估算	未知
时间相关性	≤1 年	>1 年, ≤5 年	>5 年, ≤10 年	>10 年, ≤15 年	>15 年, 或未知
地理相关性	本区域数据	包含本区域的较大区域范围平均数据	类似生产条件的区域数据	稍微类似生产条件的区域数据	未知或生产条件完全不同的区域数据
技术相关性	从生产链直接获得的数据	代表相同工艺、相同技术水平的数据	代表相同工艺, 相近技术水平的数据	代表相同工艺、技术水平差距较大的数据	未知或不同工艺的数据

评价体系包括数据来源、数据获取方式、时间相关性、地理相关性与技术相关性 5 项评价指标，并在每项指标中用 5 级分制来评价数据质量。通过计算每个数据的 5 项指标总分来表征输入输出数据的质量(最高 25 分)，使用单元过程中所有数据质量评分的算术平均值来表征单元过程的数据质量。对于数据质量小于 15 分的数据应进行敏感性分析与不确定性分析，通过敏感性检查，说明产品生命周期忽略的过程、忽略的现场数据以及主要的假设等相关因素对最终结果造成的影响，并说明背景数据选择、现场数据采集与处理是否符合本标准的要求。

附录 C

(规范性)

蒸压加气混凝土制品产品生命周期清单分析

C.1 总则

蒸压加气混凝土制品产品碳足迹核算应包括原料与能源获取阶段、原燃料运输阶段、产品生产阶段，应按式 (C.1) 计算：

$$CFP = E_{\text{原料与能源获取}} + E_{\text{原燃料运输}} + E_{\text{产品生产}} \quad (\text{C.1})$$

式中：

CFP——产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；

$E_{\text{原料与能源获取}}$ ——原料与能源获取阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；

$E_{\text{原燃料运输}}$ ——原燃料运输阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；

$E_{\text{产品生产}}$ ——产品生产阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)。

C.2 原料与能源获取

原料与能源获取阶段温室气体排放为原料上游生产温室气体排放，应按式 (C.2) 计算：

$$E_{\text{原料与能源获取}} = \sum_j C_j \times RF_j \quad (\text{C.2})$$

式中：

$E_{\text{原料与能源获取}}$ ——原料与能源获取阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO₂e)；

j ——不同原料或能源种类；

C_j ——第 j 类原料或能源消耗量，单位为千克 (kg)；

RF_j ——第 j 类原料或能源温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克 (kgCO₂e/kg)。

C.2.1 活动数据获取

消耗原料种类和重量应根据企业台账、统计报表或发票等第三方核证资料确定。

C.2.2 排放因子获取

排放因子应根据政府主管部门发布的官方数据，也可采相关指南、公开发表文献、数据库中的数据。

C.3 原燃料运输

原燃料运输至企业产生的温室气体排放量应按式 (C.3) 计算：

$$E_{\text{原燃料运输}} = \sum_j (W_j \times D_j) \times EF_{\text{运输}} \quad (\text{C.3})$$

式中：

$E_{\text{原燃料运输}}$ ——原燃料运输阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

j ——不同原料或燃料种类；

W_j ——第 j 类原料或燃料重量，单位为吨（ t ）；

D_j ——第 j 类原料或燃料运输距离，单位为千米（ km ）；

$EF_{\text{运输}}$ ——运输方式温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吨千米 [$\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t} \cdot \text{km})$]。

C.3.1 活动数据获取

原燃料种类、重量、运输距离应根据企业台账、统计报表或发票等第三方核证资料确定。

C.3.2 排放因子获取

排放因子优先采用企业直接测量获得或通过能量平衡、物料平衡等方法测算获得的排放因子实测值或测算值，其次采用本文件表D.2或相关指南、文件、数据库中提供的排放因子。

C.4 产品生产

生产制造阶段温室气体排放主要包括各种能源消耗温室气体排放、废弃物处理温室气体排放，应按式

(C.4) 计算：

$$E_{\text{产品生产}} = E_{\text{能源}} + E_{\text{废弃物}} \quad (\text{C.4})$$

式中：

$E_{\text{产品生产}}$ ——产品生产制造阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

$E_{\text{能源}}$ ——能源消耗温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

$E_{\text{废弃物}}$ ——废弃物处理温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）。

能源消耗过程温室气体排放主要包括燃料燃烧温室气体排放、外购电力和外购热力产生的温室气体排放，应按式（C.5）计算：

$$E_{\text{能源}} = E_{\text{燃料,c}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{热力}} \quad (\text{C.5})$$

式中：

$E_{\text{能源}}$ ——能源消耗产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

$E_{\text{燃料,c}}$ ——燃料燃烧产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

$E_{\text{电力}}$ ——净购入电力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

$E_{\text{热力}}$ ——净购入热力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）。

化石燃料燃烧温室气体排放量计算应按式（C.6）计算：

$$E_{\text{燃料,c}} = \sum_i FC_i \times \text{NCV}_i \times \text{CC}_i \times \alpha_i \times \frac{44}{12} \times 10^3 \quad (\text{C.6})$$

式中：

$E_{\text{燃料},c}$ ——燃料燃烧产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

i ——化石燃料类型；

FC_i ——化石燃料的消费量，固体和液体燃料的单位为吨(t)，气体燃料单位为万标准立方米(10⁴Nm³)；

NCV_i ——化石燃料的低位发热量，固体和液体燃料的单位为吉焦/吨(GJ/t)，气体燃料的单位为吉焦每万标准立方米(GJ/10⁴Nm³)；

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

α_i ——化石燃料*i*的碳氧化率，单位为百分比(%)；

$\frac{44}{12}$ ——碳与二氧化碳的质量转换系数；

10³——吨与千克的转换系数。

净购入电力消耗温室气体排放量应按式(C.7)计算：

$$E_{\text{电力}} = AD_{\text{净购电}} \times EF_{\text{电}} \times 10^3 \quad (\text{C.7})$$

式中：

$E_{\text{电力}}$ ——净购入电力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

$AD_{\text{净购电}}$ ——净购入电力消耗量，单位为兆瓦时(MWh)；

$EF_{\text{电}}$ ——电力排放因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时(tCO₂e/MWh)；

10³——吨与千克的转换系数。

净购入热力消耗温室气体排放量应按式(C.8)计算：

$$E_{\text{热力}} = AD_{\text{净购热}} \times EF_{\text{热力}} \times 10^3 \quad (\text{C.8})$$

式中：

$E_{\text{热力}}$ ——净购入热力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)；

$AD_{\text{净购热}}$ ——净购入热力消耗量，单位为吉焦(GJ)；

$EF_{\text{热力}}$ ——热力排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦(tCO₂e/GJ)；

10³——吨与千克的转换系数。

以质量单位计量的热水可按式(C.9)转换为热量单位：

$$AD_{\text{热水}} = Ma_w \times (T_w - 20) \times 4.1868 \times 10^{-3} \quad (\text{C.9})$$

式中：

$AD_{\text{热水}}$ ——热水的热量，单位为吉焦(GJ)；

Ma_w ——热水的质量，单位为吨(t)；

T_w ——热水的温度，单位摄氏度（℃）；

4.1868——水在常温常压下的比热容，单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·℃)]。

以质量单位计量的蒸汽可按式（C.10）转换为热量单位：

$$AD_{\text{蒸汽}} = Ma_{\text{st}} \times (En_{\text{st}} - 83.74) \times 10^{-3} \quad (\text{C.10})$$

式中：

$AD_{\text{蒸汽}}$ ——蒸汽的热量，单位为吉焦（GJ）；

Ma_{st} ——蒸汽的质量，单位为吨（t）；

En_{st} ——蒸汽所对应的温度、压力下每千克蒸汽的热焓，单位为千焦每千克(kJ/kg)，饱和蒸汽可分别查阅表D.4。

废弃物处理过程温室气体排放主要为固废处理产生的温室气体排放，应按式（C.11）计算：

$$E_{\text{固废}} = \sum_k C_k \times RF_k \quad (\text{C.11})$$

式中：

$E_{\text{固废}}$ ——固废处理温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

k ——不同固废种类；

C_k ——第 k 类固废产生量，单位为千克（kg）；

RF_k ——第 k 类固废处理的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）。

附录 D

(资料性)

常用原料及能源相关参数的推荐值

常用原料获取温室气体排放因子见表 D.1。

表 D.1 主要建筑材料碳排放因子查询表

建材类别	建材名称	单位	碳排放因子 (kgCO ₂ e/单位)
燃料	柴油	kg	0.342
	汽油	kg	0.338
	天然气	kg	0.914
	煤气	kg	0.487
	生物质燃料(木材剩余)	kg	90.000
	生物质燃料(植物)	kg	150.000
能源	电力	kWh	0.581
	自来水	t	0.168
原材料	普通硅酸盐水泥(市场平均)	t	735.000
	石灰生产(市场平均)	t	1190.000
	消石灰(熟石灰、氢氧化钙)	t	747.000
	天然石膏	t	32.800
	砂	t	2.510
	机砂	t	41.700
	碎石	t	2.180
	再生骨料	t	13.000
	砾石	t	8.870
	页岩石	t	5.080
	黏土	t	2.690
	粉煤灰	t	34.500
	铁矿渣	t	62.350
	外加剂(稠化粉)	t	720.000
	外加剂(纤维素醚)	t	720.000
	脱硫石膏	t	3.235
	铝粉	t	1087.000
实心黏土砖	t	0.200	

^a 数据来源生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心联合北京师范大学生态环境治理研究中心、中山大学环境科学与工程学院、中国城市温室气体工作组 (CCG) 发布的《全生命周期温室气体排放系数集 (2023)》 (<http://lca.cityghg.com>)，在相关机构公布最新数据后，应采用最新数据。

^b 数据来源《建筑碳排放计算标准》(GB/T 51366-2019)，在标准修订后，应采用最新数据。

^c 中国建材检验认证集团股份有限公司和住房和城乡建设部科技与产业化发展中心编写的《碳足迹与绿色建材》。

常用化石燃料参数推荐值见表 D.2。

表 D.2 常用化石燃料参数推荐值

燃料种类	计量单位	低位发热量 GJ/t, GJ/10 ⁴ Nm ³	单位热值含碳量 tC/GJ	燃料碳氧化率 %	上游生产排放因子 ^e	
					数值	单位
无烟煤	t	26.7 ^a	27.4×10 ^{-3 b}	94 ^b	0.11	kgCO ₂ e/kg
烟煤	t	19.670 ^c	26.1×10 ^{-3 b}	93 ^b	0.11	kgCO ₂ e/kg
褐煤	t	11.9 ^a	28.0×10 ^{-3 a}	96 ^b	0.11	kgCO ₂ e/kg
洗精煤	t	26.344 ^d	25.41×10 ^{-3 b}	90 ^b	0.33	kgCO ₂ e/kg
型煤	t	17.460 ^c	33.6×10 ^{-3 c}	90 ^b	0.24	kgCO ₂ e/kg
焦炭	t	28.435 ^d	29.5×10 ^{-3 b}	93 ^b	0.54	kgCO ₂ e/kg
原油	t	41.816 ^d	20.1×10 ^{-3 b}	98 ^b	0.27	kgCO ₂ e/kg
燃料油	t	41.816 ^d	21.1×10 ^{-3 b}	98 ^b	2.20	kgCO ₂ e/kg
汽油	t	43.070 ^d	18.9×10 ^{-3 b}	98 ^b	0.81	kgCO ₂ e/kg
柴油	t	42.652 ^d	20.2×10 ^{-3 b}	98 ^b	0.67	kgCO ₂ e/kg
一般煤油	t	43.070 ^d	19.6×10 ^{-3 b}	98 ^b	1.26	kgCO ₂ e/kg
液化石油气	t	50.179 ^d	17.2×10 ^{-3 b}	98 ^b	2.01	kgCO ₂ e/kg
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^d	15.3×10 ^{-3 b}	99 ^b	0.64	kgCO ₂ e/Nm ³
燃料种类	燃烧排放因子 ^e				上游生产排放因子 ^e	
	数值	单位		数值	单位	
玉米秸秆	0.15 ^f	kgCO ₂ e/kg		0.07	kgCO ₂ e/kg	
小麦秸秆	0.15 ^f	kgCO ₂ e/kg		0.083	kgCO ₂ e/kg	

^a 数据取值来源为《2006年IPCC国家温室气体清单指南》；

^b 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》；

^c 数据取值来源为《中国温室气体清单研究》（2007）；

^d 数据取值来源为《中国能源统计年鉴2017》；

^e 数据来源生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心联合北京师范大学生态环境治理研究中心、中山大学环境科学与工程学院、中国城市温室气体工作组（CCG）发布的《全生命周期温室气体排放系数集（2023）》（<http://lca.cityghg.com>），在相关机构公布最新数据后，应采用最新数据；

^f 数据来源生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心联合北京师范大学生态环境治理研究中心、中山大学环境科学与工程学院、中国城市温室气体工作组（CCG）发布的《全生命周期温室气体排放系数集（2023）》（<http://lca.cityghg.com>）中生物质燃料的数值，在相关机构公布最新数据后，应采用最新数据。

常见运输方式温室气体排放因子见表 D.3。

表 D.3 常见运输方式温室气体排放因子

运输方式	碳排放因子 [kgCO ₂ e/(t·km)] ^a
道路交通（货运）	
平均	0.074
重型货车	0.049
中型货车	0.042
轻型货车	0.083
微型货车	0.120
铁路（货运）	
平均	0.007
内燃机车	0.007
水运（货运）	
平均	0.012
杂货船	0.019
集装箱船	0.010
干散货船	0.007
多用途船	0.012
^a 数据来源生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心联合北京师范大学生态环境治理研究中心、中山大学环境科学与工程学院、中国城市温室气体工作组（CCG）发布的《全生命周期温室气体排放系数集（2022）》（ http://lca.cityghg.com ），在相关机构公布最新数据后，应采用最新数据。	

常见饱和蒸汽焓参数见表 D.4。

表D.4 常见饱和蒸汽焓参数表

压力 (MPa)	温度 (°C)	焓 (kJ/kg)	压力 (MPa)	温度 (°C)	焓 (kJ/kg)
0.001	6.98	2513.8	1.00	179.88	2777.0
0.002	17.51	2533.2	1.10	184.06	2780.4
0.003	24.10	2545.2	1.20	187.96	2783.4
0.004	28.98	2554.1	1.30	191.60	2786.0
0.005	32.90	2561.2	1.40	195.04	2788.4
0.006	36.18	2567.1	1.50	198.28	2790.4
0.007	39.02	2572.2	1.60	201.37	2792.2
0.008	41.53	2576.7	1.70	204.30	2793.8
0.009	43.79	2580.8	1.80	207.10	2795.1
0.010	45.83	2584.4	1.90	209.79	2796.4
0.015	54.00	2598.9	2.00	212.37	2797.4
0.020	60.09	2609.6	2.20	217.24	2799.1
0.025	64.99	2618.1	2.40	221.78	2800.4
0.030	69.12	2625.3	2.60	226.03	2801.2
0.040	75.89	2636.8	2.80	230.04	2801.7
0.050	81.35	2645.0	3.00	233.84	2801.9
0.060	85.95	2653.6	3.50	242.54	2801.3
0.070	89.96	2660.2	4.00	250.33	2799.4
0.080	93.51	2666.0	5.00	263.92	2792.8
0.090	96.71	2671.1	6.00	275.56	2783.3
0.10	99.63	2675.7	7.00	285.80	2771.4
0.12	104.81	2683.8	8.00	294.98	2757.5
0.14	109.32	2690.8	9.00	303.31	2741.8
0.16	113.32	2696.8	10.0	310.96	2724.4
0.18	116.93	2702.1	11.0	318.04	2705.4
0.20	120.23	2706.9	12.0	324.64	2684.8
0.25	127.43	2717.2	13.0	330.81	2662.4
0.30	133.54	2725.5	14.0	336.63	2638.3
0.35	138.88	2732.5	15.0	342.12	2611.6
0.40	143.62	2738.5	16.0	347.32	2582.7
0.45	147.92	2743.8	17.0	352.26	2550.8
0.50	151.85	2758.5	18.0	356.96	2514.4
0.60	158.84	2756.4	19.0	361.44	2470.1
0.70	164.96	2762.9	20.0	365.71	2413.9
0.80	170.42	2768.4	21.0	369.79	2340.2
0.90	175.36	2773.0	22.0	373.68	2192.5

^a GB / T 32151.5-2015。

过热蒸汽热焓参数见表 D. 5

温度	压力											
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa
0℃	0	0.1	0.5	1	3	5	7.1	10.1	14.1	20.1	25.1	30
10℃	42	42.1	42.5	43	44.9	46.9	48.8	51.7	55.6	61.3	66.1	70.8
20℃	83.9	84	84.3	84.8	86.7	88.6	90.4	93.2	97	102.5	107.1	111.7
40℃	167.4	167.5	167.9	168.3	170.1	171.9	173.6	176.3	179.8	185.1	189.4	193.8
60℃	2611.3	251.2	251.2	251.9	253.6	255.3	256.9	259.4	262.8	267.8	272	276.1
80℃	2649.3	335	335.3	335.7	337.3	338.8	340.4	342.8	346	360.8	354.8	358.7
100℃	2687.3	2676.5	419.4	419.7	421.1	422.7	424.2	426.5	429.5	434	437.8	441.6
120℃	2725.4	2716.8	503.9	504.3	505.7	507.1	508.5	510.6	513.5	517.7	521.3	524.9
140℃	2763.6	2756.6	589.2	589.5	590.8	592.1	593.4	595.4	598	602	605.4	603.1
160℃	2802	2767.3	2767.3	675.7	676.9	678	679.2	681	683.4	687.1	690.2	693.3
180℃	2840.6	2835.7	2812.1	2777.3	764.1	765.2	766.2	767.8	769.9	773.1	775.9	778.7
200℃	2879.3	2875.2	2855.5	2827.5	853	853.8	854.6	855.9	857.7	860.4	862.8	953.1
220℃	2918.3	2914.7	2898	2874.9	943.9	944.4	945.0	946	947.2	949.3	951.2	953.1
240℃	2957.4	2954.3	2939.9	2920.5	2823	1037.8	1038.0	1038.4	1039.1	1040.3	1041.5	1024.8
260℃	2996.8	2994.1	2981.5	2964.8	2885.5	1135	1134.7	1134.3	1134.1	1134	1134.3	1134.8
280℃	3036.5	3034	3022.9	3008.3	2941.8	2857	1236.7	1235.2	1233.5	1231.6	1230.5	1229.9
300℃	3076.3	3074.1	3064.2	3051.3	2994.2	2925.4	2839.2	1343.7	1339.5	1334.6	1331.5	1329
350℃	3177	3175.3	3167.6	3157.7	3115.7	3069.2	3017.0	2924.2	2753.5	1648.4	1626.4	1611.3
400℃	3362.52	3278	3217.8	3264	3231.6	3196.9	3159.7	3098.5	3001	2820.1	2583.2	2159.1
420℃	3320.96	3319.68	3313.8	3306.6	3276.9	3245.4	3211.0	3155.98	3072.72	2917.02	2730.76	2424.7
440℃	3362.52	3361.36	3355.9	3349.3	3321.9	3293.2	3262.3	3213.46	3141.44	3013.94	2878.32	2690.3
450℃	3383.3	3382.2	3377.1	3370.7	3344.4	3316.8	3288.0	3242.2	3175.8	3062.4	2952.1	2823.1
460℃	3404.42	3403.34	3398.3	3392.1	3366.8	3340.4	3312.4	3268.58	3205.24	3097.96	2994.68	2875.26
480℃	3446.66	3445.62	3440.9	3435.1	3411.6	3387.2	3361.3	3321.34	3264.12	3169.08	3079.84	2979.58
500℃	3488.9	3487.9	3483.7	3478.3	3456.4	3433.8	3410.2	3374.1	3323	3240.2	3165	3083.9
520℃	3531.82	3530.9	3526.9	3521.86	3501.28	3480.12	3458.6	3425.1	3378.4	3303.7	3237	3166.1
540℃	3593.2	3595.4	3591.7	3587.2	3568.6	3549.6	3530.2	3500.4	3459.2	3394.3	337.3	3277.7
550℃	3593.2	3595.4	3591.7	3587.2	3568.6	3549.6	3530.2	3500.4	3459.2	3394.3	3337.3	3277.7
560℃	3618	3617.22	3613.64	3609.24	3591.18	3572.76	3554.1	3525.4	3485.8	3423.6	3369.2	3312.6
580℃	3661.6	3660.86	3657.52	3653.32	3636.34	3619.08	3601.6	3574.9	3538.2	3480.9	3431.2	3379.8
600℃	3705.2	3704.5	3701.1	3697.4	3681.5	3665.4	3649.0	3624	3589.8	3536.9	3491.2	3444.2

* 《温室气体排放核算与报告要求 第5部分：钢铁生产企业》（GB/T 32151.5-2015）。

附录 E

(资料性附录)

温室气体全球增温潜势

表 E.1 温室气体全球增温潜势

工业名称或通用名	化学分子式	增温潜势
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273

来源 GB/T 24067-2024.

附录 F

(资料性附录)

表 F.1 2019-2021 年南方电网单位供电量排放因子 $EF_{grid,OM-adj,y}$ 三年加权平均值

	2019 年	2020 年	2021 年	三年加权平均值
低成本/必须运行 机组供电量 (MWh)	660,667,390	689,460,510	692,410,000	-
其他所有发电机组 供电量 (MWh)	598,049,544	636,990,149	754,890,155	-
总供电量 (MWh)	1,258,716,934	1,326,450,659	1,447,300,155	-
$EF_{grid,OM-adj,y}$ (tCO ₂ /MWh)	0.7681	0.7430	0.8065	0.7738

附录 G

(资料性附录)

产品碳足迹评价报告框架

产品名称: _____

委托单位名称: _____

评价报告编号: _____

评价依据: _____

评价结论: _____公司 () (填写产品生产者的全名) 生产 (或填写“提供”) 的 _____ (填写所评价的产品名称), 从 _____ (填写某生命周期阶段) 到 _____ (填写某生命周期阶段) 的此生命周期碳足迹为 _____ kgCO₂e。

批准人: _____ (签名)

评价机构: _____ (盖章)

批准日期: __年__月__日