

SZCES

深圳市建设工程标准学会标准

T/SZCES XX – 2025

既有建筑绿色改造项目
碳排放评价方法标准

Standard for carbon emission evaluation method of green
renovation projects of existing building

（征求意见稿）

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

深圳市建设工程标准学会 发布

深圳市建设工程标准学会标准

既有建筑绿色改造项目碳排放评价方法标准

Standard for carbon emission evaluation method of green
renovation projects of existing building

（征求意见稿）

T/SZCES XX - 2025

2025 深圳

前 言

根据深圳市建设工程标准学会《关于同意<既有建筑绿色低碳改造项目碳排放评价方法标准>团体标准立项的公告》的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，结合深圳市的实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.评价方法。

本标准由深圳市建设工程标准学会归口管理，由深圳市建筑科学研究院股份有限公司负责技术内容的解释。本标准实施过程中如有意见或建议，请寄送深圳市建筑科学研究院股份有限公司（地址：深圳市福田区梅坳三路 29 号，邮编：518049），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳市建筑科学研究院股份有限公司

本标准参编单位：深圳供电局有限公司

深圳市建设科技促进中心

深圳国家高技术产业创新中心

香港华艺设计顾问（深圳）有限公司

深圳大学

清华大学国际研究生院

香港绿色建筑议会有限公司

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

本标准主要指导人员：

目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	3
4 评价方法.....	4
4.1 评价准则.....	4
4.2 评价指标计算.....	4
附录 A 碳排放回收期计算案例.....	7
附录 B 主要建材碳排放因子及预测值.....	9
附录 C 主要能源碳排放因子及预测值.....	17
附录 D 主要运输碳排放因子.....	19
附录 E 全球变暖潜值.....	20
本标准用词说明.....	21
引用标准名录.....	22
附：条文说明.....	23

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms.....	
3	Basic Requirements.....	3
4	Assessment Methods	4
4.1	Assessment Requirements.....	4
4.2	Assessment Calculation.....	4
	Appendix A Case Study: Carbon Emission Payback Period Calculation	7
	Appendix B Carbon Emission Factors and Projected Values of Major Building Materials ..	9
	Appendix C Carbon Emission Factors and Projected Values of Major Energy Sources ..	17
	Appendix D Carbon Emission Factors of Major Transportation Modes	19
	Appendix E Global Warming Potential	20
	Explanation of Wording in This Standard.....	21
	List of Quoted Standards.....	22
	Addition: Explanation of Provisions.....	23

1 总 则

1.0.1 为贯彻落实国家有关碳达峰碳中和方针政策，指导既有建筑绿色改造项目碳排放评价，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于既有建筑绿色改造项目碳排放评价。

1.0.3 建筑工程碳排放评价除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 既有建筑绿色改造 green and low-carbon renovation of existing buildings

以节约能源资源、改善人居环境、提升使用功能等为目标，对既有建筑进行维护、更新、加固等活动。

2.0.2 单项改造工程 single item renovation

能够独立发挥使用效益和产生减碳效益的工程，是既有建筑绿色改造项目组成部分。

2.0.3 综合改造工程 comprehensive renovation

采用两个以上单项改造的既有建筑绿色改造项目。

2.0.4 改造项目碳排放评价 carbon emission evaluation

分析计算改造项目的碳排放量或碳减排量，绘制碳排放流量图，计算碳排放分析指标，评价项目碳减排能力。

2.0.5 改造项目隐含碳排放量 embodied carbon emission

既有建筑改造项目在与其有关的建材生产及运输、改造实施（含拆除）产生的温室气体排放量，以二氧化碳当量表示。

2.0.6 改造项目运行碳减排量 carbon emission reduction

对于改造前后建筑功能不变的，改造项目碳减排量指的是改造后运行碳排放量较改造前的减少量；对于改造前后功能改变的，改造项目碳减排量指的是改造后运行碳排放量较同类型功能建筑碳排放量标准约束值的降低量。以二氧化碳当量表示。

2.0.7 碳排放流量 carbon emission flow

既有建筑在某一时段 t 的碳排放量或碳减排量。以二氧化碳当量表示。**2.0.8 静态碳排放评价 static carbon emission assessment**

不考虑随时间推移相关影响因素变化的碳排放评价方法，即在计算碳排放量、碳减排量、碳排放流量时，采用固定的电力碳排放因子、固定的建材生产碳排放因子、固定的性能（效率）等。

2.0.9 动态碳排放评价 dynamic carbon emission assessment

考虑随时间推移相关影响因素变化的碳排放评价方法，即在计算碳排放量、碳减排量、碳排放流量时，采用动态的电力碳排放因子、动态的建材生产碳排放因子、合理预测性能（效率）衰减因子等。

2.0.10 减碳收益 carbon income

在项目使用寿命期限内，运行碳减排总量与改造项目隐含碳排放量的差值。

2.0.11 碳排放回收期 Carbon Payback Period

项目从运行开始到其产生的减排效益能够抵消项目全生命周期（建造、运营、拆除等阶段）中所排放的温室气体所需的时间长度。

3 基本规定

3.0.1 既有建筑绿色改造项目碳排放评价应基于改造内容进行，可对单项改造工程进行评价，也可对综合改造工程进行评价。

3.0.2 既有建筑绿色改造项目碳排放评价应基于改造项目隐含碳排放量和改造后运行碳减排量进行评价。

3.0.3 碳排放评价应按本标准提供的方法进行评价，宜采用基于本标准计算方法和数据开发的建筑碳排放评价软件计算。

4 评价方法

4.1 评价准则

4.1.1 改造项目碳排放回收期应小于改造后建筑使用寿命，宜选择全寿命期减碳收益大的改造方案。

4.1.2 改造项目碳排放回收期应按式 4.1.2 计算，计算案例见附录 A：

$$\sum_{t=0}^{P_t} \Delta C_t - C_g = 0 \quad (4.1.2)$$

式中： P_t ——改造项目碳排放回收期， $t=0$ 代表改造实施年份；

ΔC_t ——第 t 年运行碳减排量；

C_g ——改造项目隐含碳排放量。

4.1.3 既有建筑绿色改造全寿命期减碳收益应按式 4.1.3 计算：

$$C_{lc} = \sum_{t=0}^n \Delta C_t - C_g \quad (4.1.3)$$

式中： C_{lc} ——改造项目全寿命期减碳收益；

ΔC_t ——第 t 年运行碳减排量；

C_g ——改造项目隐含碳排放量；

n ——改造项目使用寿命。

4.1.4 改造项目碳排放评价宜采用动态碳排放评价，当无法采用动态碳排放评价法时可采用静态碳排放评价。

4.2 评价指标计算

4.2.1 既有建筑绿色改造项目碳排放评价前应开展下列数据准备工作：

- 1 改造前(即基准)期建筑运行能耗数据收集；
- 2 基于改造方案进行各种主要建筑材料消耗量测算；
- 3 基于改造方案进行改造后运行能耗预测。

4.2.2 改造项目隐含碳排放量计算范围应包括与其有关的建材生产、运输、改造及拆除产生的温室气体排放量，相关因子见附录 B-D，当无法逐项计算时可按式 4.2.2 计算：

$$C_g = (1 + \alpha)(1 + \beta)C_{sc} \quad (4.2.2-1)$$

$$C_{sc} = \sum_{i=1}^n M_i F_i \quad (4.2.2-2)$$

式中： C_g ——改造项目隐含碳排放量；

C_{sc} ——建材生产碳排放量；

α ——运输碳排放附加系数，一般取 2%-6%；

β ——施工（含拆除）碳排放附加系数，一般取 5%-10%；

M_i ——第 i 种主要建材的消耗量；

F_i ——第 i 种主要建材生产碳排放因子。

4.2.3 既有建筑绿色改造项目的暖通空调系统中由于制冷剂使用而产生的温室气体

排放，应按式 4.2.3 计算：

$$C_r = m_r \times Y_r \times GWP_r / 1000 \quad (4.2.3)$$

式中： C_r ——建筑使用制冷剂产生的吨二氧化碳当量（ $\text{tCO}_2\text{e/a}$ ）；

r ——制冷剂类型；

m_r ——设备的制冷剂充注量（ kg/台 ）；

Y_r ——逸散率（%），空调系统制冷剂的逸散系数取 5%；

GWP_r ——制冷剂 r 的全球变暖潜值，制冷剂的 GWP 应按表 E.0.1 选取，其他制冷剂的 GWP 值可参考 IPCC 第六次评估报告。

4.2.4 既有建筑绿色改造项目年运行碳减排量应按式 4.2.4 进行计算：

$$\Delta C_t = C_t - C'_t \quad (4.2.4-1)$$

$$C_t = \sum_{i=1}^n E_{it} \beta_{it} + C_{rt} - C_p \quad (4.2.4-2)$$

$$C'_t = \sum_{i=1}^n E'_{it} \beta_{it} + C'_{rt} - C'_p \quad (4.2.4-3)$$

$$E_{it} = \sum_{j=1}^n (E_{it,j} - ER_{it,j}) \quad (4.2.4-4)$$

$$E'_{it} = \sum_{j=1}^n (E'_{it,j} - ER'_{it,j}) \quad (4.2.4-5)$$

式中：——第 t 年运行碳减排量；

ΔC_t

C_t ——改造前后功能不变时，指的是若未实施改造，建筑第 t 年运行碳排放量，改造前后功能改变时，指的是同类型功能建筑碳排放量标准约束值；

C'_t ——实施改造，第 t 年运行碳排放量；

E_{it} ——若未实施改造，第 t 年运行第 i 类能源消耗量，即基准期运行第 i 类能源消耗量；

E'_{it} ——实施改造后，第 t 年运行第 i 类能源消耗量；

β_{it} ——第 t 年运行第 i 类能源碳排放因子；

C_p ——若未实施改造，第 t 年碳汇量；

C'_p ——实施改造，第 t 年碳汇量；

C_{rt} ——若未实施改造，第 t 年建筑使用制冷剂产生的吨二氧化碳当量（ $\text{tCO}_2\text{e/a}$ ）；

C'_{rt} ——实施改造，第 t 年建筑使用制冷剂产生的吨二氧化碳当量（ $\text{tCO}_2\text{e/a}$ ）；

$E_{it,j}$ ——若未实施改造，第 t 年 j 类系统第 i 类能源消耗量；

$E'_{it,j}$ ——实施改造后，第 t 年 j 类系统第 i 类能源消耗量；

$ER_{it,j}$ ——若未实施改造，第 t 年 j 类系统由可再生能源供应的第 i 类能源消耗量；

$ER'_{it,j}$ ——实施改造后，第 t 年 j 类系统由可再生能源供应的第 i 类能源消耗量；

i ——建筑消耗终端能源类型，包括电力、燃气等；

j ——改造涉及的用能系统类型，包括供暖空调、照明、生活热水系统等。

4.2.5 主要建材生产碳排放因子 F_i 应采用权威发布的改造实施年份的实际值或预测值，如无权威发布值可基于过去数据采用趋势外推方法自行预测，如无法自行预测可

采用最近年份值。

4.2.6 改造实施、建筑运行阶段因电力消耗造成的碳排放计算，电力碳排放因子应采用权威发布的相应年份的预测值，如无权威发布值可基于过去数据采用趋势外推方法自行预测，如无法自行预测可采用最近年份值，见附录 B。

附录 A 碳排放回收期计算案例

A.0.1 表 A.0.1-A.0.3 以夏热冬暖地区某居住建筑（1990 年建成，建筑面积 15814 m²，32 层）为例，针对其围护结构节能改造项目，结合电网碳排放因子动态变化，通过 4.1.2 公式计算得出节能改造方案技术参数、节能改造实施碳排放量计算、节能改造后减碳量计算表，图 A.0.1 为节能改造碳排放回收期分析。计算得出：静态碳排放计算分析，碳减排回收期为 10 年，全寿命期内累计碳减排量为 474 吨；动态碳排放计算分析，碳减排回收期 12 年，全寿命期内累计碳减排量为 154 吨。

表 A.0.1 节能改造方案技术参数

改造内容	改造前				改造后				
屋顶增加 保温隔热	构造		传热系数 K	热惰性 D	构造		传热系数 K	热惰性 D	
	水泥砂浆	20mm	3.677	1.675	水泥砂浆	20mm	0.39	2.674	
		钢筋混凝土			120mm	挤塑聚苯板			95mm
		水泥砂浆			20mm	钢筋混凝土			120mm
		水泥砂浆			20mm	水泥砂浆			20mm
外墙增加 保温隔热	水泥砂浆	20mm	2.38	3.26	水泥砂浆	20mm	1.46	3.37	
	蒸压灰砂砖	200mm			蒸压灰砂砖	200mm			
	水泥砂浆	20mm			挤塑聚苯板	10mm			
					水泥砂浆	20mm			
	更换 节能外窗	窗户类型		K（W/m2K）	SHGC	窗户类型		K（W/m2K）	SHGC
铝合金单层普通玻璃		5	0.696	中空 Lowe 玻璃钢窗		3.5	东 0.35		
							南 0.3		
							西 0.25		
							北 0.35		
空调耗电量	800505 kWh/a				555546 kWh/a				

表 A.0.2 节能改造实施碳排放量计算

改造内容	材料名称	材料用量	建材碳排放因子（kgCO ₂ e/单位）	改造实施碳排放量（tCO ₂ e）
屋顶改造	挤塑聚苯板（m ³ ）	46	93.1	4.3
	水泥砂浆（t）	17	588	10.3
外墙改造	挤塑聚苯板（m ³ ）	147	93.1	13.7
	水泥砂浆（t）	529	588	311
更换窗户	窗（m ² ）	5756	121	696
合计		/	/	1036

表 A.0.3 节能改造后减碳量计算

年份	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	合计
空调节电量（kWh）	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	343
静态电网碳排放因子（kgCO ₂ e/kWh）	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	0.4403	/
年减碳量（tCO ₂ e）	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	1510

动态电网碳排放因 (kgCO ₂ e /kWh)	0.4403	0.4403	0.4403	0.382	0.375	0.357	0.339	0.321	0.318	0.3082	0.2984	0.2886	0.2788	0.269	/
年减碳量 (tCO ₂ e)	108	108	108	94	92	87	83	79	78	75	73	71	68	66	1189

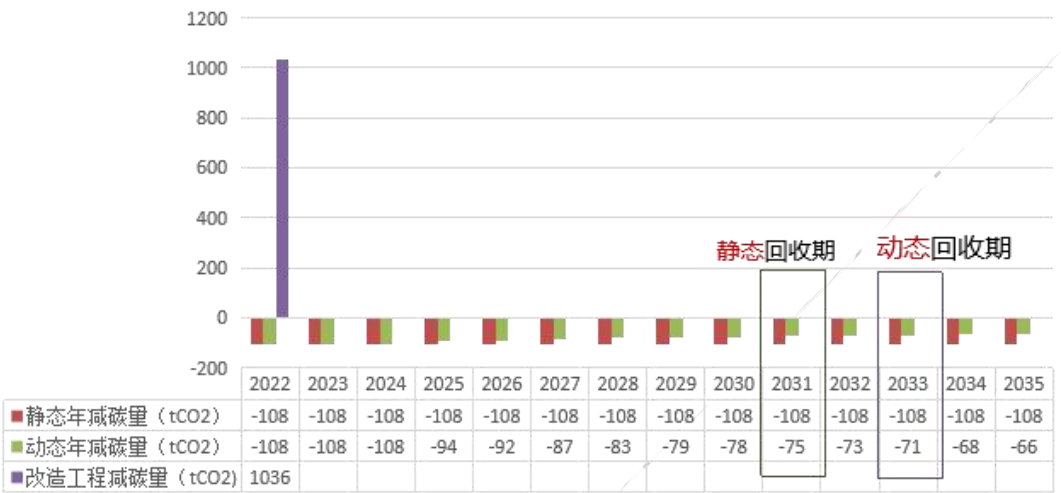


图 A.0.1 节能改造碳排放回收期

附录 B 主要建材碳排放因子及预测值

B.0.1 改造实施年份的建筑材料碳排放因子无权威发布值，也无法自行预测时，可采用最近年份值或按表 B.0.1 选取。

表 B.0.1 主要建材碳排放因子

建筑材料类别	二氧化碳排放因子
水泥及制品类 ^[1]	
普通硅酸盐水泥（市场平均）	735.00 kg CO ₂ e/t
C30 混凝土	334.55 kg CO ₂ e/m ³
C50 混凝土	385.00 kg CO ₂ e/m ³
C60 混凝土	398.64 kg CO ₂ e/m ³
C70 混凝土	448.84 kg CO ₂ e/m ³
湿拌砌筑砂浆 M30	306.36 kg CO ₂ e/m ³
湿拌普通抹灰砂浆 M20	261.59 kg CO ₂ e/m ³
湿拌防水砂浆	203.36 kg CO ₂ e/m ³
干混抹灰砂浆 M10	315.39 kg CO ₂ e/m ³
干混地面砂浆 M15	354.75 kg CO ₂ e/m ³
预拌混凝土（泵送型），C15	107.00 kg CO ₂ e/m ³
预拌混凝土（泵送型），C20	227.50 kg CO ₂ e/m ³
水泥	977.00 kg CO ₂ e/t
地方材料及建材制品类 ^[2]	
石灰生产（市场平均）	1190.00 kg CO ₂ e/t
消石灰（熟石灰、氢氧化钙）	747.00 kg CO ₂ e/t
天然石膏	32.80 kg CO ₂ e/t
砂	3.49 kg CO ₂ e/m ³
碎石（d=10~30mm）	2.18 kg CO ₂ e/t
页岩石	5.08 kg CO ₂ e/t
黏土	2.69 kg CO ₂ e/t
混凝土砖（240mm×115mm×90mm）	336.00 kg CO ₂ e/m ³
蒸压粉煤灰砖（240mm×115mm×53mm）	341.00 kg CO ₂ e/m ³
烧结粉煤灰实心砖（240mm×115mm×53mm，掺入量为 50%）	134.00 kg CO ₂ e/m ³
烧结空心砖（190mm×190mm×90mm）	98.00 kg CO ₂ e/m ³
页岩实心砖（240mm×115mm×53mm）	292.00 kg CO ₂ e/m ³
页岩空心砖（240mm×115mm×53mm）	204.00 kg CO ₂ e/m ³
黏土空心砖（240mm×115mm×53mm）	250.00 kg CO ₂ e/m ³

煤矸石实心砖（240mm×115mm×53mm，90%掺入量）	22.80 kg CO ₂ e/m ³
煤矸石空心砖（240mm×115mm×53mm，90%掺入量）	16.00 kg CO ₂ e/m ³
黑色及有色金属类 ^[3]	
钢材	2190.00 kg CO ₂ e/t
炼钢生铁	1700.00 kg CO ₂ e/t
铸造生铁	2280.00 kg CO ₂ e/t
炼钢用铁合金（市场平均）	9530.00 kg CO ₂ e/t
转炉碳钢	1990.00 kg CO ₂ e/t
电炉碳钢	3030.00 kg CO ₂ e/t
普通碳钢（市场平均）	2050.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢小型型钢	2310.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢中型型钢	2365.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁（方圆坯、管坯）	2340.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁（重轨、普通型钢）	2380.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢中厚板	2400.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢 H 钢	2350.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢宽带钢	2310.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢钢筋	2340.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢高线材	2375.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢棒材	2340.00 kg CO ₂ e/t
螺旋埋弧焊管	2520.00 kg CO ₂ e/t
大口径埋弧焊直缝钢管	2430.00 kg CO ₂ e/t
焊接直缝钢管	2530.00 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢无缝管	3150.00 kg CO ₂ e/t
冷轧冷拔碳钢无缝管	3680.00 kg CO ₂ e/t
碳钢热镀锌板卷	3110.00 kg CO ₂ e/t
碳钢电镀锌板卷	3020.00 kg CO ₂ e/t
碳钢电镀锡板卷	2870.00 kg CO ₂ e/t
酸洗板卷	1730.00 kg CO ₂ e/t
冷轧碳钢板卷	2530.00 kg CO ₂ e/t
冷硬碳钢板卷	2410.00 kg CO ₂ e/t
玻璃及门窗 ^[4]	
玻璃	715.60 kg CO ₂ e/t
电解铝（全国平均电网电力）	20300.00 kg CO ₂ e/t
铝板带	28500.00 kg CO ₂ e/t

断桥铝合金窗	100%原生铝型材	254.00 kg CO ₂ e/m ²
	原生铝：再生铝=7:3	194.00 kg CO ₂ e/m ²
铝木复合窗	100%原生铝型材	147.00 kg CO ₂ e/m ²
	原生铝：再生铝=7:3	122.50 kg CO ₂ e/m ²
铝塑共挤窗		129.50 kg CO ₂ e/m ²
塑钢窗		121.00 kg CO ₂ e/m ²
化学制品 ^[5]		
无规共聚聚丙烯管		3.72 kg CO ₂ e/kg
聚乙烯管		3.60 kg CO ₂ e/kg
硬聚氯乙烯管		7.93 kg CO ₂ e/kg
聚苯乙烯泡沫板		5020.00 kg CO ₂ e/t
岩棉板		1980.00 kg CO ₂ e/t
硬泡聚氨酯板		5220.00 kg CO ₂ e/t
铝塑复合板		8.06 kg CO ₂ e/m ²
铜塑复合板		37.10 kg CO ₂ e/m ²
铜单板		218.00 kg CO ₂ e/m ²
普通聚苯乙烯		4620.00 kg CO ₂ e/t
线性低密度聚乙烯		1990.00 kg CO ₂ e/t
高密度聚乙烯		2620.00 kg CO ₂ e/t
低密度聚乙烯		2810.00 kg CO ₂ e/t
聚氯乙烯（市场平均）		7300.00 kg CO ₂ e/t
自来水 ^[6]		
自来水		0.17 kg CO ₂ e/t
装饰面层 ^[7]		
各类木地板		750.20 kg CO ₂ e/m ²
布料		0.60 kg CO ₂ e/m ²
花岗石		134.80 kg CO ₂ e/m ³
大理石		307.50 kg CO ₂ e/m ³
木饰面		15.00 kg CO ₂ e/m ³
木质龙骨		289.80 kg CO ₂ e/m ³
玻璃胶 300mL		12.82 kg CO ₂ e/kg
油漆、涂料等 ^[8]		
水性无机内墙漆		4351.44 kg CO ₂ e/t
焕彩石漆		4428.64 kg CO ₂ e/t

金刚砂	3.57 kg CO ₂ e/t
环氧中层漆	3600.00 kg CO ₂ e/t
预制构件 ^[9]	
预制内墙板	486.22 kg CO ₂ e/m ³
预制外墙板	522.52 kg CO ₂ e/m ³
预制空调板	558.62 kg CO ₂ e/m ³
预制阳台板	582.86 kg CO ₂ e/m ³
预制叠合板	580.86 kg CO ₂ e/m ³
预制保温夹心墙板	641.33 kg CO ₂ e/m ³
绿色建材 ^[10]	
预制柱	702.04 kg CO ₂ e/m ³
预制外墙板	515.84 kg CO ₂ e/m ³
预制楼梯	516.74 kg CO ₂ e/m ³
预制阳台板	454.82 kg CO ₂ e/m ³
预制凸窗	568.56 kg CO ₂ e/m ³
预制梁	657.55 kg CO ₂ e/m ³
预拌混凝土 C30	241.39 kg CO ₂ e/m ³
预拌混凝土 C50	279.74 kg CO ₂ e/m ³
预拌混凝土 C60	332.49 kg CO ₂ e/m ³
湿拌普通抹灰砂浆 WP-G M15	214.78 kg CO ₂ e/m ³
湿拌防水砂浆 WWM20	193.21 kg CO ₂ e/m ³
烧结保温砖 MU10	22.66 kg CO ₂ e/m ³
烧结保温砌块 MU5.0	13.98 kg CO ₂ e/m ³
烧结空心砖（建筑渣土、煤矸石）	24.73 kg CO ₂ e/m ³
烧结多孔砖（建筑渣土、煤矸石）	27.63 kg CO ₂ e/m ³
烧结空心砌块	37.21 kg CO ₂ e/m ³
建筑外墙外保温用岩棉板	695.67 kg CO ₂ e/t
建筑屋面用岩棉板	695.67 kg CO ₂ e/t
弹性外墙漆 TG	3670.24 kg CO ₂ e/t
内墙乳胶漆	2538.78 kg CO ₂ e/t
外墙乳胶漆	3486.61 kg CO ₂ e/t
水性釉面漆	4348.25 kg CO ₂ e/t
中层漆	3829.86 kg CO ₂ e/t
真石漆	3407.25 kg CO ₂ e/t
焕彩石漆	2038.67 kg CO ₂ e/t

注：建材碳排放因子主要来源如下：

水泥及其制品类^[1]：《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366-2019）；《2024 工业化建筑施工阶段

碳排放计算标准》(T/CABEE 071-2024); 崔鹏. 建筑物生命周期碳排放因子库构建及应用研究[D]. 东南大学,2015.; 吴松. 基于 LCA 的建筑施工碳排放评价研究[D].深圳大学,2018. 陈露. 住宅建筑全生命周期碳排放测算及减排策略研究[D]. 2020.; 董凯红. 南方大型综合体建筑全寿命期碳排放计算研究[D].华南理工大学,2018.; 《江苏省民用建筑碳排放计算导则》

地方材料及建材制品类^[2]: 《建筑碳排放计算标准》(GB/T 51366-2019); 《2024 工业化建筑施工阶段碳排放计算标准》(T/CABEE 071-2024); 《江苏省民用建筑碳排放计算导则》

黑色及有色金属类^[3]: 《2024 工业化建筑施工阶段碳排放计算标准》(T/CABEE 071-2024); 《建筑碳排放计算标准》(GB/T 51366-2019)

玻璃及门窗^[4]: 崔鹏. 建筑物生命周期碳排放因子库构建及应用研究[D]. 东南大学, 2015.; 建筑碳排放计算标准 (GB/T 51366-2019);

化学制品^[5]及自来水^[6]: 《建筑碳排放计算标准》(GB/T 51366-2019)

装饰面层^[7]: 《深圳市建筑装饰碳排放计算标准》(T/SZZS 01 001-2021)

油漆、涂料等^[8]: 王上. 典型住宅建筑全生命周期碳排放计算模型及案例研究. 西南交通大学, 2014.;

预制构件^[9]及绿色建材^[10]: 《江苏省民用建筑碳排放计算导则》

表 B.0.2 钢材碳排放因子及预测值

发布年份	二氧化碳排放因子 (kg CO ₂ e/t)
2019 ^[11]	2375.00
2020 ^[12]	2310.00
2024 ^[13]	2190.00
2025 ^[14]	2156.91
2026	2123.82
2027	2090.74
2028	2057.65
2029	2024.56
2030	1991.47
2031	1958.38
2032	1925.30
2033	1892.21
2034	1859.12
2035	1826.03
2036	1792.94
2037	1759.86
2038	1726.77
2039	1693.68
2040	1660.59

注：钢材碳排放因子及预测值主要来源如下：
2019 年^[11]：参考热轧碳钢高线材，《建筑碳排放计算标准》GB/T51366-2019；
2020 年^[12]：参考钢筋，《建筑全生命周期的碳足迹》；
2024 年^[13]：《2024 工业化建筑施工阶段碳排放计算标准》(T/CABEE 071-2024)；
2025 年-2040 年^[14]：采用趋势外推法中的一元线性回归方法，预测碳排放因子的未来值。

表 B.0.3 水泥碳排放因子及预测值

发布年份	二氧化碳排放因子 (kg CO ₂ e/t)
2004 ^[15]	1040.00
2007 ^[16]	830.00
2010 ^[17]	800.00
2015 ^[18]	719.62
2019 ^[19]	735.00
2024 ^[20]	977.00
2025 ^[21]	950.60
2026	924.20
2027	897.81
2028	871.41
2029	845.01
2030	818.61
2031	792.21
2032	765.82
2033	739.42
2034	713.02
2035	686.62
2036	660.22
2037	633.83
2038	607.43
2039	581.03
2040	554.63

注：水泥碳排放因子及预测值主要来源如下：
2004 年^[15]：龚志起,张智慧. 水泥生命周期中物化环境状况的研究 [J]. 土木工程学报, 2004, (05): 86-91.;
2007 年^[16]：陈超,胡聃,文秋霞,等. 中国水泥生产的物质消耗和环境排放分析 [J]. 安徽农业科学, 2007, (28): 8986-8989.;
2010 年^[17]：李黎,郭少衍,张雅钦. 水泥产品品种及能耗与 CO₂ 排放量的数量关系研究 [J]. 建材发展导向, 2010, 8 (01): 29-35.;
2015 年^[18]：崔鹏. 建筑物生命周期碳排放因子库构建及应用研究[D]. 东南大学, 2015.;
2019 年^[19]：《建筑碳排放计算标准》（GB/T51366-2019）；
2024 年^[20]：《2024 工业化建筑施工阶段碳排放计算标准》（T/CABEE 071-2024）；
2025 年-2040 年^[21]：采用趋势外推法中的一元线性回归方法，预测碳排放因子的未来值。

表 B.0.4 混凝土碳排放因子及预测值

发布年份	二氧化碳排放因子 (kg CO ₂ e/m ³)
2011 ^[22]	479.09
2015 ^[23]	306.78
2024 ^[24]	334.55

2025 ^[25]	325.83
2026	317.12
2027	308.40
2028	299.69
2029	290.97
2030	282.26
2031	273.54
2032	264.83
2033	256.11
2034	247.39
2035	238.68
2036	229.96
2037	221.25
2038	212.53
2039	203.82
2040	195.10

注：混凝土碳排放因子及预测值主要来源如下：
2011 年^[22]：董坤涛. 基于钢筋混凝土结构的建筑物二氧化碳排放研究[D]. 青岛理工大学, 2011.;
2015 年^[23]：崔鹏. 建筑物生命周期碳排放因子库构建及应用研究[D]. 东南大学, 2015.;
2024 年^[24]：《2024 工业化建筑施工阶段碳排放计算标准》（T/CABEE 071-2024）；
2025 年-2040 年^[25]：采用趋势外推法中的一元线性回归方法，预测碳排放因子的未来值。

表 B.0.5 玻璃碳排放因子及预测值

发布年份	二氧化碳排放因子 (kg CO ₂ e/t)
2005 ^[26]	840.00
2006	830.00
2007	806.40
2008	791.60
2009	776.20
2011	715.60
2025 ^[27]	695.17
2026	674.73
2027	654.30
2028	633.86
2029	613.43
2030	593.00
2031	572.56
2032	552.13
2033	531.69
2034	511.26

2035	490.83
2036	470.39
2037	449.96
2038	429.52
2039	409.09
2040	388.66

注：玻璃碳排放因子及预测值主要来源如下：
2005 年-2009 年、2011 年^[26]：崔鹏. 建筑物生命周期碳排放因子库构建及应用研究[D]. 东南大学, 2015.；
2025 年-2040 年^[27]：采用趋势外推法中的一元线性回归方法，预测碳排放因子的未来值。

表 B.0.6 砂碳排放因子及预测值

发布年份	二氧化碳排放因子 (kg CO ₂ e/t)
2011 ^[28]	2.10
2019 ^[29]	2.51
2024 ^[30]	1.94
2025 ^[31]	1.88
2026	1.81
2027	1.75
2028	1.68
2029	1.62
2030	1.56
2031	1.49
2032	1.43
2033	1.36
2034	1.30
2035	1.24
2036	1.17
2037	1.11
2038	1.04
2039	0.98
2040	0.92

注：砂碳排放因子及预测值主要来源如下：
2011 年^[28]：董坤涛. 基于钢筋混凝土结构的建筑物二氧化碳排放研究[D]. 青岛理工大学, 2011.；
2019 年^[29]：《建筑碳排放计算标准》（GB/T51366-2019）；
2024 年^[30]：《2024 工业化建筑施工阶段碳排放计算标准》（T/CABEE 071-2024）；
2025 年-2040 年^[31]：采用趋势外推法中的一元线性回归方法，预测碳排放因子的未来值。

附录 C 主要能源碳排放因子及预测值

C.0.1 电力碳排放因子无权威发布值，也无法自行预测时，可采用最近年份值或按表 C.0.1 选取。

表 C.0.1 主要能源碳排放因子

排放源	二氧化碳排放因子
原煤	1.9003 kg CO ₂ e/kg
天然气	2.1650 kg CO ₂ e/m ³
洗精煤	2.1182 kg CO ₂ e/kg
焦炭	2.6482 kg CO ₂ e/kg
原油	3.0752 kg CO ₂ e/kg
汽油	3.0425 kg CO ₂ e/kg
柴油	3.1451 kg CO ₂ e/kg
燃料油	3.0472 kg CO ₂ e/kg
煤油	3.1517 kg CO ₂ e/kg
液化石油气	2.9240 kg CO ₂ e/kg
炼厂干气	3.0116 kg CO ₂ e/kg
其他石油制品	2.8890 kg CO ₂ e/kg
电力	0.4403 kg CO ₂ e/kWh

表 C.0.2 广东省电力碳排放因子及预测值

数据年份	二氧化碳排放因子 (kg CO ₂ e/kWh)
2005 ^[1]	0.7140
2010 ^[2]	0.6379
2012 ^[3]	0.5912
2018 ^[4]	0.4512
2020 ^[5]	0.4450
2020 ^[6]	0.3748
2021 ^[7]	0.4715
2022 ^[8]	0.4403
2025 ^[9]	0.3820
2026 ^[10]	0.3750
2027	0.3570
2028	0.3390

2029	0.3210
2030	0.3180
2031	0.3082
2032	0.2984
2033	0.2886
2034	0.2788
2035	0.2690
2036	0.2592
2037	0.2494
2038	0.2396
2039	0.2298
2040	0.2200

注：广东省电力碳排放因子及预测值主要来源如下：

2005 年^[1]：国家发展改革委应对气候变化司组织国家发展改革委能源研究所等单位 2011 年发布《省级温室气体清单编制指南（试行）2011》，该数值为南方区域电网单位供电平均二氧化碳排放；

2010 年^[2]：国家发展和改革委员会 2023 年发布《2010 年中国区域及省级电网平均排放因子》；

2012 年^[3]：国家发展和改革委员会 2023 年发布《2012 年省级电网平均二氧化碳排放因子》；

2018 年^[4]：生态环境部 2023 年发布《关于商请提供 2018 年度省级人民政府控制温室气体排放目标责任落实情况自评估报告的函》；

2020 年^[5]：生态环境部 2023 年发布《中国区域电网二氧化碳排放因子研究(2023)》；

2020 年^[6]：广东省住房和城乡建设厅 2021 年发布《广东省建筑碳排放计算导则（试行）》；

2021 年^[7]：生态环境部、国家统计局于 2024 年 4 月 12 日发布的《关于发布 2021 年电力二氧化碳排放因子的公告》；

2022 年^[8]：生态环境部、国家统计局于 2024 年 12 月 26 日发布的《关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告》；

2025 年、2030 年、2035 年^[9]：生态环境部《中国区域电网二氧化碳排放因子研究(2023)》预测值；

2026 年-2029 年、2031 年-2034 年、2036 年-2040 年^[10]：采用趋势外推法中的一元线性回归方法，预测碳排放因子的未来值。

附录 D 主要运输碳排放因子

D.0.1 运输碳排放因子无权威发布值，也无法自行预测时，可采用最近年份值或按表 D.0.1 选取。

表 D.0.1 主要运输碳排放因子

运输方式类别	二氧化碳排放因子 [kg CO ₂ e/(t · km)]
轻型汽油货车运输（载重 2t）	0.334
中型汽油货车运输（载重 8t）	0.115
重型汽油货车运输（载重 10t）	0.104
重型汽油货车运输（载重 18t）	0.104
轻型柴油货车运输（载重 2t）	0.286
中型柴油货车运输（载重 8t）	0.179
重型柴油货车运输（载重 10t）	0.162
重型柴油货车运输（载重 18t）	0.129
重型柴油货车运输（载重 30t）	0.078
重型柴油货车运输（载重 46t）	0.057
电力机车运输	0.010
内燃机车运输	0.011
铁路运输（中国市场平均）	0.010
液货船运输(载重 2000t)	0.019
干散货船运输(载重 2500t)	0.015
集装箱船运输(载重 200TEU)	0.012

注：运输碳排放因子主要来源《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019

附录 E 全球变暖潜值

E.0.1 全球变暖潜值应按表 E.0.1 选取。

表 E.0.1 全球变暖潜值

温室气体种类		IPCC 第六次评估报告值 (GWP 100 年)
氢氟碳化物 (HFCs)	HFC-23	12600
	HFC-32	771
	HFC-125	3740
	HFC-134a	1530
	HFC-143a	5810
	HFC-152a	164
	HFC-227ea	3600
	HFC-236fa	8690
	HFC-245fa	962

本标准用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:
 - 1) 表示很严格,非这样做不可的用词:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
 - 2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
 - 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
 - 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
- 2 《既有建筑绿色改造评价标准》GB/T51141-2015
- 3 《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019

深圳市建设工程标准学会标准

既有建筑绿色改造项目 碳排放评价方法标准

T/SZCES XX - 2025

条文说明

(条文说明格式参照标准正文编写)

1 总 则

1.0.1 2024 年 7 月 30 日国务院办公厅印发了《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》的通知，要求开展固定资产投资项目碳排放评价，包括完善固定资产投资项目节能审查制度——将碳排放评价有关要求纳入固定资产投资项目节能审查，对项目用能和碳排放情况开展综合评价，将有关审查评价意见作为固定资产投资项目开工建设以及竣工验收和运营管理的重要依据。《固定资产投资项目节能审查办法》（国家发展和改革委员会令 2023 年第 2 号）《广东省固定资产投资项目节能审查实施办法》（粤能规〔2023〕3 号）均明确项目节能报告应包括节能措施及其技术、经济论证，项目能效水平、能源消费情况，以及项目实施对所在地完成节能目标任务的影响分析。可见，固定资产投资项目碳排放评价是碳排放双控的必然要求，但目前尚未有相关技术标准可用于指导和规范投资项目的碳排放评价工作。

2022 年 7 月 1 日开始施行的《深圳经济特区绿色建筑条例》第六条提出，鼓励既有建筑实施绿色化改造，达到既有建筑绿色改造评价标准一星级。既有建筑实施整体改造的，应当达到既有建筑绿色改造评价标准一星级以上。第三十二条明确既有大型公共建筑、国家机关办公建筑和财政性资金参与投资建设的其他公共建筑运行能耗指标应当不高于国家和本市现行建筑能耗标准的约束值。用能指标超过建筑能耗标准约束值的，建筑物所有权人或者使用权人应当开展能源审计，采取措施降低能耗；连续两年建筑用能指标超过建筑能耗标准约束值百分之五十以上的，应当实施节能改造。2023 年 9 月 12 日发布的《深圳市碳达峰实施方案》将实施建筑节能低碳改造列入重点任务。目前国家、地方和相关的团体均无建筑碳排放评价的技术标准，与此相关的技术标准主要有《建筑碳排放计算标准》GB/T51366-2019、《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019、《既有建筑绿色改造评价标准》GB/T51141-2015、《民用建筑碳排放数据统计与分析标准》T/CECS 1243-2023、《碳中和建筑评价标准》T/CECS 1555-2024，这些标准一般要求建筑设计时应进行碳排放分析，但是均未给出具体的方法标准。本标准旨在给出既有建筑绿色改造项目碳排放评价的方法。

1.0.2 本标准核心目的是针对既有建筑改造项目提出碳排放评价方法，以减碳收益作为评价指标，论证改造项目的必要性和可行性，并优化改造方案。可用于改造项目各阶段。

2 术 语

2.0.1 既有建筑绿色改造包括单项改造和综合改造，改造前后建筑功能可能改变。

2.0.2 根据规划或工程项目的具体情况进行划分，可按建筑工程子系统划分为外围护结构改造、采暖通风空调系统改造、生活热水系统改造、供配电与照明系统改造、监测与控制系统改造、可再生能源利用等等。

3 基本规定

3.0.1 既有建筑绿色改造方案应基于改造前现状进行诊断评价结合改造意愿制定,其影响因素诸多,改造范围可能是空间局部、系统局部,也可能是全面综合的改造。因此在评价改造的碳排放时,应允许针对单项改造也可针对综合改造。即便是综合改造也可能由若干个单项改造组合。由于不同单项改造之间可能存在效果的耦合作用,因此如果是综合改造,建议先对主要的改造内容开展单项碳评价后再进行综合评价。评价的项目边界为实施绿色改造措施所影响的建筑或各用能设备(系统)的范围和地理位置界线。

4 评价方法

4.1 评价准则

4.1.1 本条为碳排放评价的准则。

4.1.4 目前主要依据《建筑碳排放计算标准》GB/T51366-2019 基于静态数据进行多方案比选或方案优化。但是基于静态数据的碳排放计算和分析，未能真实反映建筑全寿命期的碳排放（量）表现，这是因为，建材生产和运输碳排放、建筑运行碳排放是建筑全寿命期碳排放的主要构成，随着国家双碳战略的推进，建材生产和运输碳排放因子、运行能源碳排放因子必然呈现下降趋势，例如相关研究显示：1）2005—2021 年区域和省级电网碳排放因子整体呈下降趋势，平均下降约 24%¹。2）未来电网电力碳排放因子逐年下降，每年运营碳排放抵消量将相应减少。电力排放因子随时间变化，忽视这一趋势使得无法准确进行未来碳排放计算和减排技术效益评估²。3）国务院《2024—2025 年节能降碳行动方案》明确要求，推进建材行业节能降碳改造。2024-2025 年，建材行业节能降碳改造形成节能量约 1000 万吨标准煤、减排二氧化碳约 2600 万吨。4）商务部《光伏制造行业规范条件（2024 年本）》则对光伏组件衰减率作出新规：P 型晶硅组件衰减率首年不高于 2%，后续每年不高于 0.55%，25 年内不高于 15%，N 型晶硅组件衰减率首年不高于 1%，后续每年不高于 0.4%，25 年内不高于 11%；薄膜组件衰减率首年不高于 4%，后续每年不高于 0.4%，25 年内不高于 14%。5）清华大学《中国公路货运大数据碳排放报告》提出：通过技术升级，2018-2023 年卡车碳排放增速已趋缓，部分区域（如长三角）通过新能源推广实现碳排放总量下降。

这种变化对于新建建筑工程的方案比选结果影响较小，但对于既有建筑绿色改造项目而言，改造实施的时点、改造后使用寿命对于项目全寿命期碳排放表现影响较大。本标准参考财务现金流分析方法，除了采用静态方法进行碳排放评价外，还可采用动态方法进行碳排放评价。

4.2 评价指标计算

4.2.2 改造项目隐含碳排放量指改造物化阶段的碳排放，不含改造后建筑运行碳排放。

α 运输碳排放附加系数参考《江苏省民用建筑碳排放计算导则》：根据建材生产阶段碳排放量，采用比例系数法对建材运输过程碳排放进行计算，一般情况下建材运输阶段碳排放量以建材生产阶段的 2%~6% 计入，即 α 取 2%~6%，也可根据历史经验数据进行调整。当建材主要从外地采购，运输距离长时取 6%；建材主要本地采购，运输距离短时取 2%。

β 施工（含拆除）碳排放附加系数参考《江苏省民用建筑碳排放计算导则》：住宅建筑，比例系数 β 一般取 5%~10%；对于高层建筑，所选比例系数 β 应大于小高层建筑及低层建筑。在拟采用的施工方案简单，施工机械用量少、功率低的情况下取 5%；在拟采用的施工方案复杂，施工机械用量多、功率高时，取 10%。

4.2.3 更换空调应考虑制冷剂的碳排放影响。空调系统制冷剂的逸散系数取值可参考《公共机构温室气体排放报告要求》DB12/T 1342-2024 中表 B.2，取 5%。

¹ 魏夕凯,谭效时,阮嘉桐,等. 2005—2021 年区域和省级电网碳排放因子研究 [J]. 气候变化研究进展, 2024, 20 (03): 337-350.

² Huang Z ,Zhou H ,Miao Z , et al. 建筑全生命周期碳排放——内涵、计算和减量（英文） [J]. Engineering, 2024, 35 (04): 115-139.