

ICS 号
CCS 号

团 体 标 准

T/CHTS XXXXX-XXXX
代替的团体标准编号

公路路面材料碳足迹核算与环境声 明报告指南

Guidelines for accounting of pavement materials carbon footprint

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

前 言

本指南是在系统总结国内外公路路面材料生命周期碳足迹评价研究成果和实际经验的基础上编制而成。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》（T/CHTS 10001）编写。共分为8章，主要内容包括：总则、规范性引用文件、术语和定义、产品描述、材料生命周期评价、数据管理与质量、III型环境声明报告、验证等。

本指南由同济大学提出，并受中国公路学会委托，负责具体解释工作。请有关单位将实施中发现的问题与建议，反馈至同济大学（地址：上海市嘉定区曹安公路4800号，联系电话：13601789941，电子邮箱：hli@tongji.edu.cn），供修订时参考。

主编单位：同济大学

参编单位：上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司、河北交通投资集团公司、内蒙古自治区交通运输发展科学研究院、泰州市公路事业发展中心、东南大学、河北交投干线公路开发有限公司、生态环境部环境规划院、成都亿科环境科技有限公司、河海大学、同路达(上海)交通科技有限公司。

主要起草人：李辉、郭忠印、李兴华、蒋应红、杜群乐、张洪伟、成晟、于斌、王子鹏、牛韧、王洪涛、朱浩然、蔡氧、曾子恒、韩雨钊、刘佳雯。

主要审查人：

目次

1 范围	4
2 规范性引用文件.....	5
3 术语和定义.....	6
4 分类与规格.....	8
4.1 材料类型.....	8
4.2 材料描述.....	8
5 碳足迹核算.....	9
5.1 目标.....	9
5.2 范围.....	9
5.3 数据.....	9
5.4 核算方法.....	10
6 数据管理与质量.....	13
6.1 数据质量.....	13
6.2 数据取舍规则.....	13
6.3 数据管理.....	14
7 环境声明报告.....	15
7.1 原则.....	15
7.2 报告要素.....	15
7.3 附加环境信息.....	16
8 第三方验证.....	17

1 范围

1.0.1 本指南规定了公路路面材料的碳足迹核算方法及环境声明报告。

1.0.2 本指南适用于公路工程沥青路面与水泥路面中的主要材料，包括沥青结合料类材料、水泥混凝土、粒料类材料、无机结合料稳定类材料等路用混合料以及沥青、水泥、碎石等原材料。

中国公路学会标准征求意见稿

2 规范性引用文件

下列文件中的内容对于本文件的应用是必不可少的。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（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB/T 24020-2000 环境管理 环境标志和声明 通用原则

GB/T 24025-2009 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序

GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南

JTG D50-2017 公路沥青路面设计规范

JTG D40-2011 公路水泥混凝土路面设计规范

中国公路学会标准征求意见稿

3 术语和定义

3.0.1 生命周期 Life Cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。

3.0.2 生命周期评价 Life cycle assessment (LCA)

对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

3.0.3 产品种类规则 Product category rules (PCR)

对一个或多个产品种类进行III型环境声明所必须满足的一套具体的规则、要求和指南。

3.0.4 生命周期清单分析 Life cycle inventory analysis (LCI)

生命周期评价中对所研究产品整个生命周期中输入和输出进行汇编和量化。

3.0.5 碳足迹 Carbon footprint

基于生命周期评价产品系统的温室气体排放和清除总量，以二氧化碳当量表示，仅用于全球变暖这一影响类型。

3.0.6 温室气体 Greenhouse gas (GHG)

大气层中由自然或人为产生的，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。

3.0.7 碳排放 Carbon Emission

指煤炭、天然气、石油等化石能源燃烧活动和工业生产过程以及土地利用、土地利用变化与林业活动产生的二氧化碳向大气的排放，以及因使用外购的电力和热力等所导致的间接二氧化碳向大气的排放。

3.0.8 数据质量 Data quality

数据在满足所声明的要求方面的能力特性。

3.0.9 III型环境声明 Type III environmental declaration

提供基于预设参数的量化环境数据的环境声明，必要时包括附加环境信息。

3.0.10 产品环境声明 Environment Product Declaration

概念同3.0.8。

3.0.11 功能单位 Functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

3.0.12 单元过程 Unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

3.0.13 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。

3.0.14 取舍准则 Cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所做出的规定。

3.0.15 碳排放因子 Carbon emission factor

将能源与材料消耗量与当量二氧化碳排放相对应的系数,用于量化材料不同阶段相关活动的碳排放。

中国公路学会标准征求意见稿

4 分类与规格

4.1 材料类型

典型材料主要包括公路路面材料：沥青结合料类材料、水泥混凝土、无机结合料稳定类材料、粒料类材料等，以及路面材料上一级原材料：沥青、水泥、碎石、粉煤灰、石灰等。

4.2 材料描述

材料描述应使用户能够明确地识别公路路面材料种类，例如产品名称、材料主要成分及配比、规格或公称尺寸范围、生产加工方式、过程运输信息等。

可参照国家及行业内沥青路面与水泥混凝土路面相关标准要求~~进行描述~~。

中国公路学会标准征求意见稿

5 碳足迹核算

5.1 目标

公路路面材料生命周期评价应明确陈述应用意图、进行该项评价的理由、结果的使用对象（评价结果的预期交流对象）以及是否用于向公众发布的对比论断等信息。

5.2 范围

5.2.1 功能单位

生产1t公路路面材料。

5.2.2 系统边界

5.2.2.1 本标准规定路面材料的生命周期评价划分为三个阶段：原材料生产阶段、运输阶段、路面材料加工拌和阶段。

5.2.2.2 路面材料的生命周期评价系统边界为“摇篮到大门”的模式。其中，“摇篮”的边界具体定义在核算材料的原材料完成生产后即将运输至核算材料生产地的时刻；“大门”被定义为核算材料通过运输工具从生产地运送至消费者手中，即施工现场。

5.2.2.3 系统边界的确定可以采用5.2.2.2中的规定，也可以根据材料的实际情况确定评价的起点和终点，但三个阶段不可缺失。

5.2.2.4 系统边界内的所有输入与输出数据均应包括在计算过程中。

5.2.2.5 燃油、电力等能源的使用在系统边界内外可能存在使用的重叠，宜在划分系统边界和核算范围时明确产品上、下游的起、终点。

5.2.3 评价指标

本指南碳足迹核算指标为碳排放，以当量二氧化碳（CO_{2e}）为基本单位。碳排放即温室气体排放，主要包含二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）等气体。

5.3 数据

5.3.1 数据描述

用于公路路面材料碳足迹核算的数据可分为输入数据与中间数据。

输入数据为路面材料的相关数据，包括原材料消耗、能耗、污染物排放、废弃循环再利用率、运输过程、加工生产设备的能耗等数据。碳排放因子为中间数据。数据的获得方式和来源均应予以说明。

5.3.2 数据收集

数据收集包括实景数据和背景数据。

5.3.2.1 材料数据

材料数据的获取包括原材料的种类、原材料的用量、原材料配合比设计、生产拌和工艺、设备信息、材料生产流程等信息。

路面材料实景数据应从工程结算文件、概预算文件、设计文件、工厂生产数据等工程技术资料获取，或从具有代表性的技术工艺中通过实际调研及测量获取。采取不同工艺与生产设备的材料，其碳足迹核算结果存在差异，宜在计算过程和评价报告中明确材料实景数据的具体应用环节，以便相同材料在不同工艺与生产设备条件下的碳排放对比。

若材料数据缺失或部分材料数据缺失，则可基于工程量清单或数据库、相关研究报告等，进行材料背景数据的设定与获取。

5.3.2.2 碳排放因子数据

中间参数碳排放因子的实景数据应从生产厂家、行业权威机构等处调研获得，且相关数据需得第三方认证，能够代表该材料产品的行业平均或标准水平。

如实景数据获取受限，背景数据可首先通过国内CLCD数据库、开源的碳排放系数集以及权威文献等途径获取碳排放因子，其次使用ELCD、IPCC、GaBi等国际通用产品数据库获取碳排放因子。

当仅能获取单一温室气体排放因子时，可通过式(5-1)将二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)的排放因子转换计算为碳足迹核算所需的碳排放因子。

$$C_i = \sum_{j=1}^3 C_{j,i} \times GWP_j \quad (5-1)$$

式中， C_i ——材料或燃料 i 的碳排放因子；

$C_{j,i}$ ——材料或燃料 i 的温室气体 j 的排放因子；

GWP_j ——温室气体 j 的全球变暖潜值；

5.4 核算方法

5.4.1 数据确认

在数据的收集过程中，应检查数据的有效性。在数据的确认过程中发现明显不合理的数
据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求。

5.4.2 基础方法

碳排放核算方法主要包括IPCC清单法（碳排放因子法）、物料衡算法（质量守恒法）、
实测法等。

IPCC清单法使用简洁，对于难以获取详细数据的研究有较好适用性，但结果受数据来
源影响可靠性不高。

物料衡算法需要具有完备的基础数据记录，结果易受基础数据记录的影响，相对于IPCC
清单法，数据结果可靠性高。

实测法具有高精度、成本高、范围受限的特点，应根据实际情况选用。

本指南推荐使用IPCC清单法进行公路路面材料碳排放的计算。如项目具有采用物料衡
算法及实测法的条件，可结合实际使用，但材料环境声明报告的制定需满足

5.4.3 计算

公路路面材料核算内容复杂，应按照材料类别及特点详细划分单元过程。公路路面材料
的总碳排放量是三大阶段碳排放量的累积，计算模型如式5-2所示。

$$CE_{Total} = CE_P + CE_T + CE_M \quad (5-2)$$

式中， CE_{Total} —— 路面材料总碳排放量；

CE_P —— 材料生产碳排放；

CE_T —— 材料运输碳排放；

CE_M —— 材料加工碳排放。

5.4.3.1 原材料生产

单位原材料生产过程的碳排放可通过其产生的能耗与单位能耗排放系数的乘积来计算，
计算模型如式5-3所示。

$$\text{材料生产碳排放 } CE_P = \sum_{i=1}^n M_i \times C_i \quad (5-3)$$

式中， M_i —— 材料*i*的总消耗量；

C_i —— 材料*i*的碳排放因子。

当该过程的原材料属于固体废弃物利用时：

1) 当该材料的碳排放因子考虑了固废再利用的碳负排效益，则计算同其它材料一致；

2) 当该材料的碳排放因子未考虑固废再利用的碳负排效益,应当将固废处理本应产生的碳排放作为碳负排部分以抵消该材料的碳排放。

5.4.3.2 运输阶段

运输过程的计算以运输车辆排放为准,该过程包括原材料的运输、混合料的运输等过程,取决于对路面材料碳排放核算边界与范围的确定。其计算模型与加工碳排放相似,如式 5-4 所示。

$$\text{材料运输碳排放} = \sum_{f=1}^n \sum_{p=1}^n T_p \times E_{p,f} \times C_f \quad (5-4)$$

式中, T_p —— 运输车辆 p 的工作总时间;

$E_{p,f}$ —— 运输车辆 p 单位工作时间燃料或能源 f 的消耗量;

C_f —— 燃料或能源 f 的碳排放因子。

当运输过程采用清洁能源装备时:

- 1) 若系统边界不考虑清洁能源生产装备的碳排放时,运输过程将不产生碳排放;
- 2) 若系统边界考虑清洁能源生产装备的碳排放时,应将清洁能源生产过程纳入计算并明确说明系统边界。

5.4.3.3 路面材料加工拌和

路面材料的加工拌和是通过机械工作总时间、机械能源消耗量、能源碳排放因子三者乘积求得,计算模型如式5-5所示。

$$\text{材料加工碳排放} = \sum_{f=1}^n \sum_{e=1}^n T_e \times E_{e,f} \times C_f \quad (5-5)$$

式中, T_e —— 加工设备工作总时间;

$E_{e,f}$ —— 设备 e 单位工作时间燃料或能源 f 的消耗量;

C_f —— 燃料或能源 f 的碳排放因子。

当加工过程采用清洁能源装备时:

- 1) 若系统边界不考虑清洁能源生产装备的碳排放时,加工过程将不产生碳排放;
- 2) 若系统边界考虑清洁能源生产装备的碳排放时,应将清洁能源生产过程纳入计算并明确说明系统边界。

6 数据管理与质量

6.1 数据质量

以下数据质量的问题应在材料碳足迹核算过程中以及产品环境声明报告中得到关注和记录，该类问题也是产品环境声明（EPD）的基础：

1 代表性

1) 时间上的代表性；

应注意数据的时间跨度，即数据的年份以及所收集数据的最小时间跨度。数据的年份应尽可能符合目前的技术现状，且数据的收集应具有时间的连续性，避免单个时间点的数据不具有代表性。

2) 技术上的代表性；

路面材料全生命周期各阶段采用的技术应能反应行业的普遍水平，且该技术的覆盖面不宜太窄。

3) 地理上的代表性；

针对不同的碳足迹核算目的，应确保数据获取的地理位置可以满足核算的目的。

2 精确度

对每一组数据值的变动进行度量，例如方差等指标。

3 不确定性

对收集的数据、采取的模型和拟定的假设等内容作不确定性分析。

4 一致性

确定碳足迹核算过程采取的方法学是否具有代表性与可比性，是否能应用至不同的评价对象。

5 可再现性

提供的数据、计算模型、计算方法与过程等可以满足其他独立从业人员进行碳足迹核算并获取相同的结果。

6.2 数据取舍规则

6.2.1 输入与输出数据可获取的单位过程必须包括在计算中。数据缺失可以通过保守的假设或次级数据来填补。任何假设都应记录在生命周期评价报告中。

6.2.2 如果一个单位过程的输入数据不足或存在数据缺失情况，且前述单位过程中使用的总能量或总质量不超过1%，可被舍弃。

6.3 数据管理

进行碳排放核算工作的单位应按照指南计算流程及方法形成完整的材料生命周期碳排放评价报告。报告中须有明确的核算目标与范围、详细的数据来源、清晰的数据结果及评价、可靠的数据不确定性分析，具体要素参见下一章，以满足相关部门对碳排放的检查。

中国公路学会标准征求意见稿

7 环境声明报告

7.1 原则

7.1.1 自愿性

III型环境声明计划的建立和实施以及III型环境声明的编制和使用都是自愿的。本标准对组织选择建立和实施III型环境声明计划，或编制和使用III型环境声明提出了要求。

7.1.2 以生命周期为基础

在编制公路路面材料的碳足迹III型环境声明时，应考虑材料产品的全生命周期中所有相关的碳足迹，使其成为声明的组成部分。如果所考虑的相关因素未覆盖生命周期的所有阶段，则应对此进行声明和论证。

7.1.3 可比性

针对碳足迹的III型环境声明旨在使购买方或使用方基于生命周期比较材料产品的碳效益。因此，III型环境声明的可比性是至关重要的。用于比较的信息应透明，以便购买方或使用方理解III型环境声明可比性的内在局限。

7.2 报告要素

应用本标准可制定公路路面材料的III型环境声明报告，III型环境声明报告应符合GB/T24025—2009的要求。

依据本标准编制的III型环境声明报告包括以下内容：

1 公司/组织的描述：

- 1) 联系人、地址、电话、传真、e-mail；
- 2) 生产过程或环境工作的特别信息。

2 材料描述：

- 1) 材料名称；
- 2) 材料用途；
- 3) 材料组成及配比；
- 4) 材料技术性能；
- 5) 材料制造、运输和安全使用信息。

3 报告的有效期。

4 产品的可追溯性

包括产品的编号、追溯生产信息、质量记录等内容。

5 评价过程：

1) 功能单位；

2) 系统边界；

3) 数据采集；

① 数据获取来源及方法

② 数据取舍

③ 数据质量分析

4) 计算过程；

详细描述定义的边界范围内公路路面材料碳足迹核算的全过程。计算的对象应包含在系统边界内。应全面的给出系统边界内所有对象的计算过程或取舍原因。

5) 附加环境信息。

6 评价的验证：

1) 验证机构；

2) 验证结论。

7.3 附加环境信息

除上述报告要素外,与生命周期评价计算相关的重要环境信息,如采用的清洁生产工艺、节能减排技术、材料环境特性、单位/企业环境管理等可以在附加环境信息中进行描述。

8 第三方验证

提出III型环境声明的组织宜确保报告能够得到第三方验证。

验证信息宜包含：

1 材料生产单位的描述：

- 1) 单位名称、生产地、联系信息等；
- 2) 与生产过程相关的信，包括原材料信息、生产设备信息、材料运输信息以及生产单位想要突出的特定主题，如产品符合某些环境准则等。

2 第三方验证机构的描述：

- 1) 机构名称、地址、联系信息等；
- 2) 报告审核员、验证过程遵循的本标准、验证报告有效期等相关认证信息。

3 验证内容：

- 1) 数据的独立验证。应对数据结果以及附加环境信息进行独立验证，包括数据覆盖范围、逻辑性、质量、准确性、完整性、代表性、一致性、可再现性、来源和不确定性等。
- 2) III型环境声明的独立验证。应确保III型环境声明符合GB/T24020-2000和GB/T 24025-2009的相关要求，以及现行的和相关的产品种类规则。

用词说明

1 本文件执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 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”。

2) 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”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用文件的用语采用下列写法：

1) 当引用的标准为国家标准或行业标准时，表述为“应符合×××××的有关规定”（×××××为标准编号）。

2) 当引用本文件中的其他规定时，表述为“应符合本文件第×章的有关规定”“应符合文件第×.×节的有关规定”“应按本文件第×.×.×条的有关规定执行。”

中国公路学会标准征求意见稿