

中国交通运输协会团体标准

公路预制混凝土构件碳排放核算方法

Accounting method for carbon emission of highway prefabricated concrete
component

（征求意见稿）

编制说明

2024-04

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“关于开展 2022 年度中国交通运输协会团体标准申报工作的通知”（中交协新促秘字〔2022〕3 号）要求，由中天交通建设投资集团有限公司、中天建设集团有限公司、东南大学、东衢智慧交通基础设施科技(江苏)有限公司、江苏东大工程检测技术有限公司、东南大学交通规划设计研究院、中建生态环境集团有限公司、中建二局第二建筑工程有限公司、长安大学、南通四建集团有限公司、陕西交通控股集团有限公司、陕建新型建材有限公司、中国电建市政建设集团有限公司、沈阳建筑大学、米阁（沈阳）建筑科技有限公司、海南大学、海南威特建设科技有限公司作为起草单位，负责本规程的编制工作。

主要起草人：吴刚、马科、李德智、刘玉涛、杨会军、徐晗、杜晓、黄冠英、杨苏华、王文韬、盛帆、陈金桥、吴晓莉、陈素华、华东旗、薛世伟、刘建钊、侯勇辉、王山峰、杜强、俞昊然、赵宝俊、南凯、孟令奇、李丽红、杜常岭、曹新颖、傅新林。

二、制订标准的必要性和意义

本标准制定积极响应国家“双碳”战略以及行业发展背景，选取公路预制混凝土构件作为标准编制的对象。明晰其在生产阶段的碳排放机理与计算方法，编写针对公路预制混凝土构件的碳排放计算标准。旨在弥补现有国家标准缺陷，规范和指导公路预制混凝土构件碳排放计算的技术应用。本标准有助于量化公路预制混凝土构件的碳排放，树立行业低碳改革标杆，促进装配式构件低碳认证的推广和应用。有利于推动交通行业装配式发展，保护当地的生态环境的同时降低公路预制混凝土构件的生产成本，对社会和企业自身具有极大的发展意义与经济效益，进一步推动“双碳”目标的实现。

三、主要工作过程

本标准通过实地调研公路预制混凝土构件生产厂家以及对专业技术人员进行访谈等方式，确定标准编制方向。经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。针对反馈意见，提出处理办法，进行补充、修改，形成送审稿。经中国交通运输协会同意，进行专家审查。根据专家审查会形成的专家意见进行修改，形成报批稿，上报审批。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准制订的基本原则是以现有研究工作为基础，参照国家规范、标准，依据的基本规定要求，针对公路桥梁预制混凝土梁的特点进行定义、描述和规范。

本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

- 1 工业企业温室气体排放核算和报告通则（GB/T 32150-2015）
- 2 建筑碳排放计算标准（GB/T 51366-2019）
- 3 绿色交通设施评估技术要求（JT/T 1199.1-2018）
- 4 建筑碳排放计量标准（CECS 374：2014）
- 5 绿色低碳建材技术要求 预制构件（T/SCQA 215-2022）
- 6 绿色建材评价 预制构件（T/CECS 10025-2019）
- 7 民用建筑碳排放数据统计与分析标准（T/CECS 1243-2023）

现有国家、地方及行业相关标准虽然涉及到了公路建设领域的低碳发展，但并未聚焦于预制混凝土梁的碳排放计算，难以指导实际公路桥梁工程的低碳建设和发展。因此，本研究选取装配式公路桥梁预制混凝土梁作为标准编制的对象，编写具有针对性的碳排放计算标准。旨在弥补现有标准体系的缺陷，规范和指导预制混凝土梁碳排放计算的技术应用。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1 范围

本标准适用于公路预制混凝土构件的碳排放核算。该核算涵盖从生产到回收全生命周期的全部环节，包括生产阶段、运输阶段、安装阶段、运维阶段、拆除阶段和回收阶段的碳排放核算。

2 规范性引用文件

本标准编制过程中，查阅了相关规范、标准和技术规程。

3 术语和定义

在现有标准规范的基础上增加了以下术语。

3.1 公路预制混凝土构件 highway prefabricated concrete component

公路预制混凝土构件结合国家规定的公路工程技术标准 and 预制混凝土构件的主要功能确定术语。

3.2 公路预制混凝土构件碳排放 carbon emissions of highway prefabricated concrete component

明确公路预制混凝土构件碳排放所包括的边界内容，以及二氧化碳的表示形式。

3.3 活动水平 activity data

反映人为活动导致温室气体排放情况的定量数据，针对装配式混凝土梁生产阶段的碳排放，主要包括原材料、能源及资源的消耗量。

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，用于量化装配式混凝土梁不同阶段相关活动的碳排放。

4 基本规定

4.1 公路预制混凝土构件的碳排放核算应以单个结构或单位产品作为核算对象。

条文说明：明确本标准的适用对象。

4.2 公路预制混凝土构件碳排放核算需考虑从“大门到坟墓”全过程，即从原材料进场、构件生产、构件运输、构件安装、构件运维、构件拆除到构件回收。

条文说明：明确本标准的适用阶段。

4.3 公路预制混凝土构件的碳排放核算应根据不同需求按阶段进行核算，并可将分段核算结果累计为公路预制混凝土构件全生命周期碳排放。

条文说明：明确核算碳排放量时需要考虑不同阶段的碳排放情况。同时，强调分段核算结果的累计作用，以全面反映整个核算期内的碳排放情况。

4.4 公路预制混凝土构件碳排放核算所需的数据应来源于计量的实际值，在搜集资源和能源消耗量时以实际计量值为准。

条文说明：以实测数据为依据。主要应用于实际数据能够精确获取的情况，在搜集资源和能源消耗量时以实际测量值为准。

4.5 公路预制混凝土构件的碳排放量核算全过程可参考附录D，核算模板可参考附录E提供的模板方案。

条文说明：提供碳排放核算的参考实例和模板。

5 公路预制混凝土构件生产阶段碳排放核算方法

5.1 一般规定

5.1.1 公路预制混凝土构件生产阶段碳排放的边界为原材料进场至预制构件装车完成，包含构件生产和构件装车的碳排放之和，并应按下式核算：

$$C_{SCH}=C_{SC}+C_{ZC} \quad (5-1)$$

式中，

C_{SCH} ——公路预制混凝土构件生产阶段的碳排放量（kgCO₂e）；

C_{SC} ——构件生产过程的碳排放量（kgCO₂e）；

C_{ZC} ——构件装车过程的碳排放量（kgCO₂e）。

条文说明：明确生产阶段碳排放的核算范围，并将其分为两个核算部分。

5.2 数据核算

5.2.1 构件生产过程的碳排放量：

$$C_{JG} = \sum_{i=1}^n G_i E_i F_i \quad (5-2-1)$$

$$G_i = \sum_{p=1}^n J_{i,p} / t \quad (5-2-2)$$

$$E_i = X_i * t \quad (5-2-3)$$

式中，

C_{JG} ——公路预制混凝土构件生产的碳排放量（kgCO₂e）；

G_i ——第*i*种施工机具的台班数；

E_i ——第*i*种施工机具单位台班的能源消耗量；

F_i ——第*i*种施工机具消耗能源的碳排放因子（kgCO₂e/机械消耗统计单位）

$J_{i,p}$ ——第*i*种施工机具中第

个机具的施工时长（小时），通常根据施工台账或项目月报得来；

t ——一个台班的小时数（通常为8小时）；

X_i ——一个第*i*种施工机具工作一个小时的能源消耗总量。若为电力消耗类机械，则 X_i 为机械功率（kW）；若为燃油类机械，则 X_i 为发动机功率（kw或HP）与燃油消耗率的乘积。

条文说明：明确了构件加工生产过程机械材料消耗产生碳排放的计算方法以及数据获取方式。其中，对于第*i*种施工机具的台班数，可根据第*i*种施工机具中第

个机具的施工时长（小时）与一个台班的小时数（通常为8小时）的比值进行累加，这些数据可根

据构件场生产过程的施工台账或项目月报得到。对于第*i*种施工机具单位台班的能源消耗量，可根据一个第*i*种施工机具工作一个小时的能源消耗总量乘以一个台班的小时数（通常为8小时）得到。

5.2.2 构件装车过程的碳排放量：

$$C_{zc} = \sum_{i=1}^n N_{zci} E_i F_i \quad (5-3-1)$$

$$N_{zci} = \sum_{p=1}^n J_{i,p} / t \quad (5-3-2)$$

$$E_i = X_i * t \quad (5-3-3)$$

式中，

C_{zc} ——构件装车过程的碳排放量（kgCO₂e）；

N_{zci} ——构件装车过程中第*i*种机械的台班数；

E_i ——第*i*种施工机具单位台班的能源消耗量；

F_i ——第*i*种施工机具消耗能源的碳排放因子（kgCO₂e/机械消耗统计单位）。

$J_{i,p}$ ——第*i*种施工机具中第

个机具的施工时长（小时），通常根据施工台账或项目月报得来；

t ——一个台班的小时数（通常为8小时）；

X_i ——一个第*i*种施工机具工作一个小时的能源消耗总量。若为电力消耗类机械，则 X_i 为机械功率（kW）；若为燃油类机械，则 X_i 为发动机功率（kw 或 HP）与燃油消耗率的乘积。

条文说明：明确了构件装车过程机械材料消耗产生碳排放的计算方法以及数据获取方式。其中，对于第*i*种吊装机具的台班数，可根据第*i*种吊装机具中第

个机具的施工时长（小时）与一个台班的小时数（通常为8小时）的比值进行累加，这些数据可根据构件场生产过程的施工台账或项目月报得到。对于第*i*种吊装机具单位台班的能源消耗量，可根据一个第*i*种吊装机具工作一个小时的能源消耗总量乘以一个台班的小时数（通常为8小时）得到。

5.2.3 分摊法：

当各型号公路预制混凝土构件的生产线存在交叉，具体型号梁生产所用能源和资源

难以通过实测法准确测量时，应采用分摊核算公式，将能源资源总量按照生产量进行分摊核算，具体公式如下：

$$AD_{Hi} = \frac{AD_{Hi,z}}{Q_H} \quad (5-6)$$

式中，

AD_{Hi} ——单位公路预制混凝土构件中第*i*种能源和资源的消耗量；

$AD_{Hi,z}$ ——统计期内公路预制混凝土构件生产线中第*i*种能源资源的消耗总量；

Q_H ——统计期内符合相关标准的合格公路预制混凝土构件产量。

条文说明：分摊法是一种用于核算公路预制混凝土构件生产中能源和资源消耗的方法，在存在不同型号梁生产线交叉、难以通过实测法准确测量各型号梁消耗量时，可以采用该方法进行核算。需要使用以下公式将能源资源总量按照生产量进行分摊核算：

单位公路预制混凝土构件中第*i*种能源和资源的消耗量 = 统计期内公路预制混凝土构件生产线中第*i*种能源资源的消耗总量 ÷ 统计期内符合相关标准的合格公路预制混凝土构件产量

其中，单位公路预制混凝土构件中第*i*种能源和资源的消耗量以对应的单位表示；统计期内公路预制混凝土构件生产线中第*i*种能源和资源的消耗总量也以对应的单位表示；符合相关标准的合格公路预制混凝土构件产量以数量表示。采用分摊法进行核算，在一定程度上可以解决不同型号梁生产线交叉、难以准确测量能源和资源消耗量的问题。

5.3 数据采集

5.3.1 公路预制混凝土构件生产过程相关活动数据的采集方式包括仪表监测、资料查询和分析测算，应根据活动水平数据的类型、重要性、采集条件等因素，按下列规定合理选用：当活动水平数据具备自动监测条件时，宜采用仪表监测方式进行采集，保证数据的完整性、连续性和准确性；当活动水平数据不具备自动连续监测条件时，应通过查询相关资料、缴费账单、财务报表等资料进行采集；当活动水平数据无法通过仪表检测和资料查询的方式采集获取时，可按相关公式分析测算得到。

条文说明：明确碳排放计算数据的采集方式。

5.3.2 公路预制混凝土构件碳排放量核算应基于可计量且进行数据验证的原则确定。公路预制混凝土构件生产应处于正常和稳定状态，且产量不超过设计产能；数据统

计期不低于两个完整的生产周期。特别注意生产周期指构件从原材料到成品完成所需要的时间。

条文说明：明确碳排放计算数据采集的统计期要求。

5.3.3 常用机械台班能源用量和常用能源碳排放因子可按本标准附录A和附录B的缺省值取值。公路预制混凝土构件的生产阶段碳排放量核算过程可参考附录C，核算模板可参考附录D提供的模板方案。

条文说明：在无更准确的数据或者无法获得实测数据的情况下，可以使用附录A和附录B中的缺省值进行核算，以便更好地评估公路预制混凝土构件生产阶段的碳排放量。同时，提供生产阶段碳排放核算的参考实例和模板。

6 公路预制混凝土构件运输阶段碳排放核算

本部分详细规定了公路预制混凝土构件在运输阶段的碳排放核算方法。

6.1 一般规定

6.1.1 公路预制混凝土构件运输阶段的碳排放应包含构件装车完成后被运输至现场过程中所涉及的能源消耗碳排放。

条文说明：明确运输阶段碳排放核算应考虑的内容及范围。

6.1.2 公路预制混凝土构件的运输碳排放宜使用实测法进行核算。

条文说明：明确运输阶段碳排放核算的数据采集要求。

6.2 数据核算

6.2.1 公路预制混凝土构件运输阶段碳排放应按照下式核算：

$$C_{YS} = M_{YS} \times D_{YS} \times T_{YS} \quad (6-1)$$

式中，

C_{YS} ——公路预制混凝土构件运输阶段的碳排放量（kgCO₂e）；

M_{YS} ——构件运输量（t）；

D_{YS} ——构件运输距离（km）；

T_{YS} ——相应运输工具的碳排放因子[kgCO₂e/（t·km）]。

条文说明：明确了公路预制混凝土构件运输阶段碳排放的核算方法，具体内容如下：在核算过程中，需要考虑公路预制混凝土构件的运输量和运输距离，以及采用的运输工具的碳排放因子。相关数据应该准确地记录和管理，以便在核算时使用。为

了保证核算结果的准确性，建议选择合适的运输工具，并结合实际情况确定相应的碳排放因子。此外，为了提高公路预制混凝土构件构件的可持续性，可以采用环保型车辆进行运输，并通过优化物流管理等措施来降低碳排放量。

6.3 数据采集

6.3.1 公路预制混凝土构件运输阶段的碳排放活动数据按照实际情况进行采集和量化，运输距离宜优先采用实际的运输距离。

条文说明：采集和量化过程应该基于实际情况，确保数据的准确性和可靠性。在确定运输距离时，应优先采用实际的运输距离，以反映真实的碳排放情况。在采集和量化过程中，必须遵守相关的法律法规和标准，保证数据的合法性和科学性。采集和量化结果应当进行充分的记录和存档，以备日后审查和核查。

6.3.2 常用运输工具碳排放因子可按本标准附录A的缺省值取值。公路预制混凝土构件的运输阶段碳排放量核算过程可参考附录C，核算模板可参考附录D提供的模板方案。

条文说明：在无更准确的数据或者无法获得实测数据的情况下，可以使用附录A中的缺省值进行核算，以便更好地评估公路预制混凝土构件运输阶段的碳排放量。同时，提供运输阶段碳排放核算的参考实例和模板。

7 公路预制混凝土构件安装阶段碳排放核算

本部分详细规定了公路预制混凝土构件在安装阶段的碳排放核算方法。

7.1 一般规定

7.1.1 公路预制混凝土构件安装阶段的碳排放应包含吊装构件、固定构件等施工过程中所产生的碳排放。

条文说明：明确安装阶段碳排放核算应考虑的内容及范围。

7.1.2 公路预制混凝土构件安装阶段的碳排放宜使用实测法进行核算。

条文说明：明确安装阶段碳排放核算的数据采集要求。

7.2 数据核算

$$C_{AZ} = \sum_{i=1}^n N_{AZi} E_i F_i \quad (7-1-1)$$

$$N_{AZi} = \sum_{p=1}^n J_{i,p} / t \quad (7-1-2)$$

$$E_i = X_i * t \quad (7-1-3)$$

式中，

C_{AZ} ——公路预制混凝土构件安装阶段的碳排放量（ kgCO_2e ）；

N_{Azi} ——构件装车过程中第 i 种机械的台班数；

E_i ——第 i 种安装机具单位台班的能源消耗量；

F_i ——第 i 种安装机具消耗能源的碳排放因子（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{机械消耗统计单位}$ ）。

$I_{i,p}$ ——第 i 种安装机具中第 p 个机具的施工时长（小时），通常根据施工台账或项目月报得来；

t ——一个台班的小时数（通常为 8 小时）；

X_i ——一个第 i 种施工机具工作一个小时的能源消耗总量。若为电力消耗类机械，则 X_i 为机械功率（ kW ）；若为燃油类机械，则 X_i 为发动机功率（ kW 或 HP ）与燃油消耗率的乘积。

条文说明：明确了构件加工安装过程机械材料消耗产生碳排放的计算方法以及数据获取方式。其中，对于第 i 种安装机具的台班数，可根据第 i 种安装机具中第 p 个机具的施工时长（小时）与一个台班的小时数（通常为 8 小时）的比值进行累加，这些数据可根据构件场安装过程的施工台账或项目月报得到。对于第 i 种安装机具单位台班的能源消耗量，可根据一个第 i 种安装机具工作一个小时的能源消耗总量乘以一个台班的小时数（通常为 8 小时）得到。

7.3 数据采集

7.3.1 公路预制混凝土构件安装阶段的碳排放活动数据按照实际情况进行采集和量化，活动数据的计量单位应符合国际单位制（SI）的要求。

条文说明：碳排放活动数据的采集和量化过程应该基于实际情况，确保数据的准确性和可靠性。

7.3.2 公路预制混凝土构件安装阶段的常用机械台班能源用量和常用能源碳排放因子可按本标准附录 A 和附录 B 的缺省值取值。公路预制混凝土构件的安装阶段碳排放量核算过程可参考附录 C，核算模板可参考附录 D 提供的模板方案。。

条文说明：在无更准确的数据或者无法获得实测数据的情况下，可以使用附录 A 和附录 B 中的缺省值进行核算，以便更好地评估公路预制混凝土构件安装阶段的碳排放量。同时，提供安装阶段碳排放核算的参考实例和模板。

8 公路预制混凝土构件运维阶段碳排放核算

本部分详细规定了公路预制混凝土构件在运维阶段的碳排放核算方法。

8.1 一般规定

8.1.1 公路预制混凝土构件运维阶段的碳排放应包含检测设备、加固设备等检测、维护、修补等过程中所产生的碳排放。

条文说明：明确安装阶段碳排放核算应考虑的内容及范围。

8.1.2 公路预制混凝土构件运维阶段的碳排放宜使用实测法进行核算。

条文说明：明确安装阶段碳排放核算的数据采集要求。

8.2 数据核算

$$C_{rw} = \sum_{i=1}^n N_{rwi} E_i F_i \quad (8-1-1)$$

$$N_{rwi} = \sum_{p=1}^n J_{i,p} / t \quad (8-1-2)$$

$$E_i = X_i * t \quad (8-1-3)$$

式中，

C_{rw} ——公路预制混凝土构件运维阶段的碳排放量（kgCO₂e）；

N_{rwi} ——运维阶段检测、维护、修补等过程中第 i 种机械的台班数；

E_i ——第 i 种检测机具单位台班的能源消耗量；

F_i ——第 i 种检测机具消耗能源的碳排放因子（kgCO₂e/机械消耗统计单位）。

$J_{i,p}$ ——第 i 种检测机具中第 p 个机具的施工时长（小时），通常根据检测报告和检测记录得来；

t ——一个台班的小时数（通常为 8 小时）；

X_i ——一个第 i 种施工机具工作一个小时的能源消耗总量。若为电力消耗类机械，则 X_i 为机械功率（kW）；若为燃油类机械，则 X_i 为发动机功率（kw 或 HP）与燃油消耗率的乘积。

条文说明：明确了构件加工运维过程机械材料消耗产生碳排放的计算方法以及数据获取方式。其中，对于第 i 种检测机具的台班数，可根据第 i 种检测机具中第 p 个机具的施工时长（小时）与一个台班的小时数（通常为 8 小时）的比值进行累加，这些数据

可根据构件场检测过程的检测报告和检测记录得到。对于第*i*种检测机具单位台班的能源消耗量，可根据一个第*i*种检测机具工作一个小时的能源消耗总量乘以一个台班的小时数（通常为8小时）得到。

8.3 数据采集

8.3.1 公路预制混凝土构件运维阶段的碳排放活动数据按照实际情况进行采集和量化，活动数据的计量单位应符合国际单位制（SI）的要求。

条文说明：碳排放活动数据的采集和量化过程应该基于实际情况，确保数据的准确性和可靠性。

8.3.2 公路预制混凝土构件运维阶段的常用机械台班能源用量和常用能源碳排放因子可按本标准附录A和附录B的缺省值取值。公路预制混凝土构件的运维阶段碳排放量核算过程可参考附录C，核算模板可参考附录D提供的模板方案。

条文说明：在无更准确的数据或者无法获得实测数据的情况下，可以使用附录A和附录B中的缺省值进行核算，以便更好地评估公路预制混凝土构件运维阶段的碳排放量。同时，提供运维阶段碳排放核算的参考实例和模板。

9 公路预制混凝土构件拆除阶段碳排放核算

本部分详细规定了公路预制混凝土构件在拆除阶段的碳排放核算方法。

9.1 一般规定

9.1.1 公路预制混凝土构件拆除阶段的碳排放应包含机械破拆整个过程中所产生的碳排放。

条文说明：明确拆除阶段碳排放核算应考虑的内容及范围。

9.1.2 公路预制混凝土构件拆除阶段的碳排放宜使用实测法进行核算。

条文说明：明确拆除阶段碳排放核算的数据采集要求。

9.2 数据核算

$$C_{cc} = \sum_{i=1}^n N_{cci} E_i F_i \quad (9-1-1)$$

$$N_{cci} = \sum_{p=1}^n J_{i,p} / t \quad (9-1-2)$$

$$E_i = X_i * t \quad (9-1-3)$$

式中，

C_{cc} ——公路预制混凝土构件拆除阶段的碳排放量（kgCO₂e）；

N_{cci} ——拆除过程中第 i 种机械的台班数；

E_i ——第 i 种机具单位台班的能源消耗量；

F_i ——第 i 种机具消耗能源的碳排放因子（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{机械消耗统计单位}$ ）。

$I_{i,p}$ ——第 i 种施工机具中第 p 个机具的施工时长（小时），通常根据项目月报得来；

t ——一个台班的小时数（通常为 8 小时）；

X_i ——一个第 i 种施工机具工作一个小时的能源消耗总量。若为电力消耗类机械，则 X_i 为机械功率（kW）；若为燃油类机械，则 X_i 为发动机功率（kw 或 HP）与燃油消耗率的乘积。

条文说明：明确了构件加工拆除过程机械材料消耗产生碳排放的计算方法以及数据获取方式。其中，对于第 i 种拆除机具的台班数，可根据第 i 种拆除机具中第 p 个机具的施工时长（小时）与一个台班的小时数（通常为 8 小时）的比值进行累加，这些数据可根据构件场拆除过程的项目月报得到。对于第 i 种拆除机具单位台班的能源消耗量，可根据一个第 i 种拆除机具工作一个小时的能源消耗总量乘以一个台班的小时数（通常为 8 小时）得到。。

9.3 数据采集

9.3.1 公路预制混凝土构件拆除阶段的碳排放活动数据按照实际情况进行采集和量化，活动数据的计量单位应符合国际单位制（SI）的要求。

条文说明：碳排放活动数据的采集和量化过程应该基于实际情况，确保数据的准确性和可靠性。

9.3.2 公路预制混凝土构件拆除阶段的常用机械台班能源用量和常用能源碳排放因子可按本标准附录A和附录B的缺省值取值。公路预制混凝土构件的拆除阶段碳排放量核算过程可参考附录C，核算模板可参考附录D提供的模板方案。

条文说明：在无更准确的数据或者无法获得实测数据的情况下，可以使用附录A和附录B中的缺省值进行核算，以便更好地评估公路预制混凝土构件拆除阶段的碳排放量。同时，提供拆除阶段碳排放核算的参考实例和模板。

10 公路预制混凝土构件回收阶段碳排放核算

本部分详细规定了公路预制混凝土构件在回收阶段的碳排放核算方法。

10.1 一般规定

10.1.1 公路预制混凝土构件回收阶段的碳排放应包含构件分解整个过程中所产生的碳排放。

条文说明：明确回收阶段碳排放核算应考虑的内容及范围。

10.1.2 公路预制混凝土构件回收阶段的碳排放宜使用实测法进行核算。

条文说明：明确回收阶段碳排放核算的数据采集要求。

10.2 数据核算

$$C_{HS} = \sum_{i=1}^n N_{HSi} E_i F_i \quad (10-1-1)$$

$$N_{HSi} = \sum_{p=1}^n J_{i,p} / t \quad (10-1-2)$$

$$E_i = X_i * t \quad (10-1-3)$$

式中，

C_{HS} ——公路预制混凝土构件回收阶段的碳排放量（kgCO₂e）；

N_{HSi} ——回收过程中第 i 种机械的台班数；

E_i ——第 i 种机具单位台班的能源消耗量；

F_i ——第 i 种机具消耗能源的碳排放因子（kgCO₂e/机械消耗统计单位）。

$J_{i,p}$ ——第 i 种施工机具中第 p 个机具的施工时长（小时），通常根据回收报告得来；

t ——一个台班的小时数（通常为 8 小时）；

X_i ——一个第 i 种施工机具工作一个小时的能源消耗总量。若为电力消耗类机械，则 X_i 为机械功率（kW）；若为燃油类机械，则 X_i 为发动机功率（kw 或 HP）与燃油消耗率的乘积。

条文说明：明确了构件加工回收过程机械材料消耗产生碳排放的计算方法以及数据获取方式。其中，对于第 i 种回收机具的台班数，可根据第 i 种回收机具中第 p 个机具的施工时长（小时）与一个台班的小时数（通常为 8 小时）的比值进行累加，这些数据可根据构件场回收过程的回收报告得到。对于第 i 种拆除机具单位台班的能源消耗量，可根据一个第 i 种拆除机具工作一个小时的能源消耗总量乘以一个台班的小时数（通常为 8 小时）得到。

10.3 数据采集

10.3.1 公路预制混凝土构件回收阶段的碳排放活动数据按照实际情况进行采集和量化，活动数据的计量单位应符合国际单位制（SI）的要求。

条文说明：碳排放活动数据的采集和量化过程应该基于实际情况，确保数据的准确性和可靠性。

10.3.2 公路预制混凝土构件回收阶段的常用机械台班能源用量和常用能源碳排放因子可按本标准附录A和附录B的缺省值取值。公路预制混凝土构件的回收阶段碳排放量核算过程可参考附录C，核算模板可参考附录D提供的模板方案。

条文说明：在无更准确的数据或者无法获得实测数据的情况下，可以使用附录A和附录B中的缺省值进行核算，以便更好地评估公路预制混凝土构件回收阶段的碳排放量。同时，提供回收阶段碳排放核算的参考实例和模板。

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

八、作为推荐性标准建议及其理由

近年来，随着交通行业的快速发展，其建设规模不断扩大，由此产生了大量的碳排放，给交通行业的低碳转型带来了巨大挑战。其中，预制混凝土梁作为交通建设领域常用的建筑材料之一，其生产过程产生的碳排放不容忽视。然而，目前国内仍缺乏相关的碳排放计算标准，亟需制定相应标准来指导预制混凝土梁的低碳生产。因此，本研究积极响应国家“双碳”战略以及行业发展背景，选取预制混凝土梁作为标准编制的对象。明晰其在生产阶段的碳排放机理与计算方法，编写针对预制混凝土梁的碳排放计算标准。旨在弥补现有国家标准缺陷，规范和指导预制混凝土梁碳排放计算的技术应用。

九、贯彻标准的措施建议

（1）宣传推广。通过多种渠道和形式，向相关企业和机构宣传公路预制混凝土构件碳排放计算标准的内容和意义，提高行业对该标准的认知和认可度。

（2）培训指导。开展公路预制混凝土构件碳排放计算标准的培训和指导工作，提供技术支持和解决方案，帮助相关企业和机构掌握该标准的具体实施方法和技术要点。

（3）建立监测体系。针对公路预制混凝土构件碳排放的监测需求，建立完善的监测体系，对公路预制混凝土构件碳排放进行动态监测和数据收集，以便及时发现和解决问题。

（4）评价考核。建立公路预制混凝土构件碳排放计算标准的评价考核制度，对相关企业和机构的碳排放情况进行定期评估和考核，推动各方全面落实该标准。

（5）持续改进。公路预制混凝土构件碳排放计算标准是一个不断完善和发展的过程，应当建立相关反馈机制和意见收集渠道，及时汇总和分析各方反馈意见，不断改进

和优化该标准，以适应行业需求和技术变革。

十、其他应说明的事项

暂无。