

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2024

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）

（本草案完成时间：2024 年 4 月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目 录

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 生产阶段 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 数据核算 2

 5.3 数据采集 3

6 运输阶段 4

 6.1 一般规定 4

 6.2 数据核算 4

 6.3 数据采集 4

7 安装阶段 4

 7.1 一般规定 4

 7.2 数据核算 4

 7.3 数据采集 5

8 运维阶段 5

 8.1 一般规定 5

 8.2 数据核算 5

 8.3 数据采集 5

9 拆除阶段 6

 9.1 一般规定 6

 9.2 数据核算 6

 9.3 数据采集 6

10 回收阶段 6

 10.1 一般规定 6

 10.2 数据核算 7

 10.3 数据采集 7

附 录 A (资料性) 常用机械及运输设备碳排放因子推荐值 8

附 录 B (资料性) 常用能源碳排放因子推荐值 11

附 录 C 核算示例 12

附 录 D 核算模板 16

参 考 文 献 20

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。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会（中交协新促秘字（2022）3号）提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：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。

本文件主要起草人：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。

公路预制混凝土构件碳排放核算方法

1 范围

本标准适用于公路预制混凝土构件生产阶段、运输阶段、安装阶段、运维阶段、拆除阶段和回收阶段六个阶段的碳排放核算。

2 规范性引用文件

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 51366-2019 建筑碳排放计算标准

JT/T 1199.1-2018 绿色交通设施评估技术要求

T/CECS 374: 2014 建筑碳排放计量标准

T/CECS 10025-2019 绿色建材评价 预制构件

T/CECS 1243-2023 民用建筑碳排放数据统计与分析标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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

在公路工程中，以预制构件为主要受力构件经装配或连接而成的混凝土构件。

3.2

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

预制混凝土构件在与其有关的生产、运输、安装、维护、拆除和回收等过程中的二氧化碳排放的总和，以二氧化碳当量表示。

3.3

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

3.4

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，用于量化公路预制混凝土构件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碳排放核算应以单个构件或单个制品作为核算对象。

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。

4.3 公路预制混凝土构件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。

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。

5 生产阶段

5.1 一般规定

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（ kgCO_2e ）；

C_{SC} ——构件生产过程的碳排放量（ kgCO_2e ）；

C_{ZC} ——构件装车过程的碳排放量（ kgCO_2e ）。

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（ kgCO_2e ）；

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（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{机械消耗统计单位}$ ）

$J_{i,p}$ ——第 i 种施工机具中第 p 个机具的施工时长（小时），采取自施工台账或项目月报；

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。

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（ kgCO_2e ）；

N_{ZCi} ——构件装车过程中第 i 种机械的台班数；

E_i ——第 i 种吊装机具单位台班的能源消耗量；

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

$J_{i,p}$ ——第 i 种吊装机具中第 p 个机具的施工时长（小时），采取自施工台账或项目月报；

t ——一个台班的小时数（通常为 8 小时）；

X_i ——一个第 i 种吊装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。

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，具体型号构件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：

$$AD_{Hi} = \frac{AD_{Hi,z}}{Q_H} \quad (5-4)$$

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。

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。

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。

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。

6 运输阶段

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安装现场过程中所涉及的能源消耗碳排放。

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。

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（ kgCO_2e ）；

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 $[\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})]$ 。

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。

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。

7 安装阶段

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。

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。

7.2 数据核算

7.2.1 公路预制混凝土构件安装阶段碳排放应按照下式核算：

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

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

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

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（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{机械消耗统计单位}$ ）。

$J_{i,p}$ ——第 i 种安装机具中第 p 个机具的施工时长（小时），采取自施工台账或项目月报；

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。

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。

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。

8 运维阶段

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。

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。

8.2 数据核算

8.2.1 公路预制混凝土构件运维阶段碳排放应按照下式核算：

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

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

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

式中，

C_{YW} ——公路预制混凝土构件运维阶段的碳排放量（ kgCO_2e ）；

N_{YWi} ——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（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{机械消耗统计单位}$ ）。

$J_{i,p}$ ——第 i 种检测机具中第 p 个机具的施工时长（小时），采取自检测报告和检测记录；

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。

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。

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。

9 拆除阶段

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。

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。

9.2 数据核算

9.2.1 公路预制混凝土构件拆除阶段碳排放应按照下式核算：

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

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

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

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（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），采取自项目月报；

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。

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。

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。

9.3.3 建筑物爆破拆除、静力破损拆除及机械整体性拆除的能源用量应根据拆除专项方案确定。

9.3.4 建筑物拆除后的垃圾外运产生的能源用量应按本标准第 6.2 节的规定核算。

10 回收阶段

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。

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。

10.2 数据核算

10.2.1 公路预制混凝土构件回收阶段碳排放应按照下式核算：

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

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

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

式中，

C_{HS} ——公路预制混凝土构件回收阶段的碳排放量（ kgCO_2e ）；

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（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{机械消耗统计单位}$ ）。

$J_{i,p}$ ——第 i 种施工机具中第 p 个机具的施工时长（小时），采取自回收报告；

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。

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。

10.3.2 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。

附 录 A
(资料性)
常用机械及运输设备碳排放因子推荐值

A.0.1 公路预制混凝土构件生产加工使用机械的单位台班的能源消耗量可按表 A.0.1 选用。

表 A.0.1 公路预制混凝土构件生产加工使用机械的单位台班的能源消耗量

机械名称	型号	功率	所用阶段/作用	能源消耗/台班
立式智能钢筋机器人	G2L32E-4 型	10.5KW	钢筋半成品加工	48.804
高效数控弯箍机	WG-12D-4 型	6KW	钢筋半成品加工	27.888
钢筋弯曲机	GW45 型	3KW-4KW	钢筋半成品加工	16.268
金属带锯床	GB4230 型	2.2KW	钢筋半成品加工	10.226
钢筋直螺纹滚丝机	HGS-50 型	5.5KW	钢筋半成品加工	25.564
钢筋调直切断机	GT4-12/14 型	7.5KW-9KW	钢筋半成品加工	38.346
全自动远程喷淋系统一套	-	7.5KW	梁板养生（七天）	34.860
振动棒	50 型	2.2KW	梁板浇筑	10.226
变频振动电机	ZF-180B1	1.5KW	梁板浇筑	6.972
钢绞线穿梭机		2.5KW	穿钢绞线	11.620
预应力智能张拉机	LZ59MT30 型	7.5KW	梁板张拉	34.860
智能大循环智能压浆机	LJ-200 型	13KW	梁板压浆	60.424
型逆变式直流弧焊机	ZX7-400Sd 型	18KW	钢筋焊接	83.664

A.0.2 公路预制混凝土构件装车使用机械的单位台班的能源消耗量可按表 A.0.2 选用。

表 A.0.2 公路预制混凝土构件装车机械的单位台班的能源消耗量

机械名称	型号	功率	所用阶段/作用	能源消耗/台班
五吨行车	LD-28.9 型	20KW	构件装车	92.960
十吨龙门吊	MHH10-30=4/OM A3 型	28.2KW	构件装车	131.074

五十吨龙门吊	MGGE50-30A 3 型	50KW	构件装车	232.400
--------	-------------------	------	------	---------

A.0.3 公路预制混凝土构件运输阶段使用机械的单位台班的能源消耗量可按表 A.0.3 选用。

表 B.0.3 公路预制混凝土构件运输阶段使用机械的单位台班的能源消耗量

机械名称	碳排放因子 kgCO ₂ e/ (t·km)
100t 公路轮胎吊 冠华重工提梁机	0.323
门式提梁机	0.115
TY900S(过隧型)	0.178
NICOLA-915T 运梁车	0.185
HZY900 运梁车	0.185

A.0.4 公路预制混凝土构件安装阶段使用机械的单位台班的能源消耗量可按表 A.0.4 选用。

表 A.0.4 公路预制混凝土构件安装阶段使用机械的单位台班的能源消耗量

机械名称	型号	动力	额定 起重量	使用范围	所用阶段/作用	能源消耗/ 台班
架桥机	120 型	80KW			构件的架设	371.840
架桥机	TJ60GIII	98.6KW	160t	整机自重 144t, 跨 度≤40m	构件的架设	458.293
架桥机	公铁两用	75KW	160t	架设桥跨 40m	构件的架设	348.600

A.0.5 公路预制混凝土构件运维阶段使用机械的单位台班的能源消耗量可按表 A.0.5 选用。

表 A.0.5 公路预制混凝土构件运维阶段使用机械的单位台班的能源消耗量

机械名称	额定 起重量	使用范围	所用阶段	能源消耗/台班
履带式起重机	25t	装配式公路混凝土梁 修补、检查、维护	运维阶段	116.487
履带式起重机	30t	装配式公路混凝土梁 修补、检查、维护	运维阶段	131.072
履带式起重机	40t	装配式公路混凝土梁 修补、检查、维护	运维阶段	133.749

A.0.6 公路预制混凝土构件拆除和回收阶段使用机械的单位台班的能源消耗量可按表 A.0.6 选用。

表 A.0.6 公路预制混凝土构件拆除和回收阶段使用机械的单位台班的能源消耗量

机械名称	性能规格	使用范围	所用阶段	能源消耗/台班
履带式单斗液压挖掘机	1m ³	装配式公路混凝土梁的拆除和回收	拆除和回收阶段	198.45
强夯机械	1200Kn·m	装配式公路混凝土梁的拆除和回收	拆除和回收阶段	103.163

附 录 B
(资料性)
常用能源碳排放因子推荐值

B.0.1 常用能源碳排放因子应按表B.0.1选取。

表 B.0.1 常用能源碳排放因子

分类	燃料类型	单位热值 含碳量 (tC/TJ)	碳氧 化率	单位热值 CO ₂ 排放因子 (tCO ₂ e/TJ)	低位发热量		碳排放因子	
					数值	单位	数值	单位
固体 燃料	无烟煤	27.49	0.94	94.75	24.515	GJ/t	2.32	kgCO ₂ e/kg
	烟煤	26.18	0.93	89.27	23.204	GJ/t	2.07	kgCO ₂ e/kg
	褐煤	28.00	0.96	98.56	14.449	GJ/t	1.42	kgCO ₂ e/kg
	洗精煤	25.40	0.93	86.61	26.344	GJ/t	2.28	kgCO ₂ e/kg
	其他洗煤	25.40	0.90	83.82	15.373	GJ/t	1.29	kgCO ₂ e/kg
	型煤	33.60	0.90	110.88	17.460	GJ/t	1.94	kgCO ₂ e/kg
	焦炭	29.40	0.93	100.25	28.446	GJ/t	2.85	kgCO ₂ e/kg
液体 燃料	原油	20.10	0.98	72.23	42.620	GJ/t	3.08	kgCO ₂ e/kg
	燃料油	21.10	0.98	75.82	40.190	GJ/t	3.05	kgCO ₂ e/kg
	汽油	18.90	0.98	67.91	44.800	GJ/t	3.04	kgCO ₂ e/kg
	柴油	20.20	0.98	72.59	43.330	GJ/t	3.15	kgCO ₂ e/kg
	一般煤油	19.60	0.98	70.43	44.750	GJ/t	3.15	kgCO ₂ e/kg
	石油焦	27.50	0.98	98.82	31.000	GJ/t	3.06	kgCO ₂ e/kg
	焦油	22.00	0.98	79.05	33.453	GJ/t	2.64	kgCO ₂ e/kg
	粗苯	22.70	0.98	81.57	41.816	GJ/t	3.41	kgCO ₂ e/kg
气体 燃料	炼厂干气	18.20	0.99	66.07	46.050	GJ/t	3.04	kgCO ₂ e/kg
	液化石油气	17.20	0.99	62.44	47.310	GJ/t	2.95	kgCO ₂ e/kg
	液化天然气	15.30	0.99	55.54	41.868	GJ/t	2.33	kgCO ₂ e/kg
	天然气	15.30	0.99	55.54	389.31	GJ/万 Nm ³	2.16	kgCO ₂ e/Nm ³
	焦炉煤气	13.60	0.99	49.37	173.854	GJ/万 Nm ³	0.86	kgCO ₂ e/Nm ³
	高炉煤气	70.80	0.99	257.00	37.690	GJ/万 Nm ³	0.97	kgCO ₂ e/Nm ³
	转炉煤气	49.60	0.99	180.05	79.540	GJ/万 Nm ³	1.43	kgCO ₂ e/Nm ³
	密闭电石炉 炉气	39.51	0.99	143.42	111.190	GJ/万 Nm ³	1.59	kgCO ₂ e/Nm ³
	其它煤气	12.20	0.99	44.290	52.340	GJ/万 Nm ³	0.23	kgCO ₂ e/Nm ³
电力	全国电网	/	/	/	/	/	0.57	kgCO ₂ e/kWh

附 录 C
核算示例

本附录以某公路预制混凝土构件场生产的 30 米 T 梁单片梁板作为案例对象，根据该项目实际工程量清单及监测数据，结合同类型梁板项目特点核算其生产阶段、运输阶段、安装阶段、运维阶段、拆除阶段和回收阶段六部分碳排放。

C.1 公路预制混凝土 T 梁生产阶段碳排放

1) 构件生产过程的碳排放量

采用公式5-2-1核算构件生产过程的碳排放量，如表C-1-1所示。

表 C-1-1 构件生产过程的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 G_i (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($G_i * E_i * F_i$) kgCO ₂ e
立式智能钢筋机器人	0.25	48.804	0.57	6.955
高效数控弯箍机	0.125	27.888	0.57	1.987
钢筋弯曲机	0.125	16.268	0.57	1.159
金属带锯床	0.025	10.2256	0.57	0.146
钢筋直螺纹滚丝机	0.125	25.564	0.57	1.821
钢筋调直切断机	0.0625	38.346	0.57	1.366
振动棒	0.25	10.2256	0.57	1.457
变频振动电机	0.0625	6.972	0.57	0.248
钢绞线穿梭机	0.0625	11.62	0.57	0.414
预应力智能张拉机	0.1625	34.86	0.57	3.229
智能大循环智能压浆机	0.125	60.424	0.57	4.305
型逆变式直流弧焊机	0.375	83.664	0.57	17.883
全自动远程喷淋系统	0.875	34.86	0.57	17.386
构件生产过程碳排放：58.357 kgCO ₂ e				

2) 构件装车过程的碳排放量
采用公式5-3-1核算构件装车过程的碳排放量，如表C-1-2所示。

表 C-1-2 构件装车过程的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{ZCi} (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{ZCi} \cdot E_i \cdot F_i$) kgCO ₂ e
五吨行车	0.125	92.96	0.57	6.623
十吨龙门吊	0.5	131.0736	0.57	37.356
五十吨龙门吊	0.0625	232.4	0.57	8.279
构件装车过程碳排放：52.259 kgCO ₂ e				

C.2 公路预制混凝土 T 梁运输阶段碳排放
采用公式6-1-1核算公路预制混凝土T梁运输阶段碳排放，如表C-2所示。

表 C-2 运输阶段的碳排放量核算表

构件名称	单位产品投入量 M_{YS}	单位	运输距离 D_{YS} km	运输方式	碳排放因子 T_{YS} kgCO ₂ e/ (t·km)	单位产品碳排放量 ($=M_{YS} \cdot D_{YS} \cdot T_{YS} / 1000$) kgCO ₂ e
30mT 梁	84000.00	kg	3	HZY900 运梁车	0.185	46.62
运输阶段碳排放：93.24 kgCO ₂ e						

C.3 公路预制混凝土 T 梁安装阶段碳排放
采用公式7-1-1核算公路预制混凝土T梁安装阶段碳排放，如表C-3所示。

表 C-3 安装阶段的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{AZi} (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{AZi} \cdot E_i \cdot F_i$) kgCO ₂ e
架桥机	0.1	348.6	3.15	109.809
安装阶段碳排放：439.236 kgCO ₂ e				

C.4 公路预制混凝土 T 梁运维过程的碳排放量
采用公式8-1-1核算公路预制混凝土T梁运维阶段碳排放，如表C-4所示。

表 C-4 运维阶段的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{AZi} (台班)	单位台班能 源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因 子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{AZi}*E_i*F_i$) kgCO ₂ e
履带式起重机 25t	0.5	116.487	3.15	183.467
安装阶段碳排放: 183.467 kgCO ₂ e				

C.5 公路预制混凝土 T 梁拆除过程的碳排放量
采用公式9-1-1核算公路预制混凝土T梁拆除阶段碳排放，如表C-5所示。

表 C-5 拆除阶段的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{AZi} (台班)	单位台班能 源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因 子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{AZi}*E_i*F_i$) kgCO ₂ e
履带式单斗液压挖 掘机	0.3	198.45	3.15	187.535
安装阶段碳排放: 187.535 kgCO ₂ e				

C.6 公路预制混凝土 T 梁回收过程的碳排放量
采用公式10-1-1核算公路预制混凝土T梁回收阶段碳排放，如表C-6所示。

表 C-6 拆除阶段的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{AZi} (台班)	单位台班能 源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因 子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{AZi}*E_i*F_i$) kgCO ₂ e
强夯机械	0.5	103.163	3.15	97.489
安装阶段碳排放: 97.489 kgCO ₂ e				

C.7 公路预制混凝土 T 梁碳排放汇总

表 C-7 碳排放量汇总表

活动阶段	碳排放来源	碳排放量 kgCO ₂ e	总碳排放量 kgCO ₂ e
------	-------	-----------------------------	------------------------------

活动阶段	碳排放来源	碳排放量 kgCO ₂ e	总碳排放量 kgCO ₂ e
公路预制混凝土 T 梁生产阶段	构件加工生产	58.357	110.616
	构件装车	52.259	
公路预制混凝土 T 梁运输阶段		93.24	93.24
公路预制混凝土 T 梁安装阶段		439.236	109.809
公路预制混凝土 T 梁运维阶段		183.467	183.467
公路预制混凝土 T 梁拆除阶段		187.535	187.535
公路预制混凝土 T 梁回收阶段		97.489	97.489
合计			781.349

附录 D
核算模板

表 D-1-1 构件生产过程的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 G_i (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=G_i \cdot E_i \cdot F_i$) kgCO ₂ e
构件生产过程碳排放: kgCO ₂ e				

表 D-1-2 构件装车过程的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{ZCi} (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{ZCi} \cdot E_i \cdot F_i$) kgCO ₂ e
构件装车过程碳排放: kgCO ₂ e				

表 D-2 运输阶段的碳排放量核算表

构件名称	单位产品投入量 M_{YS}	单位	运输距离 D_{YS} km	运输方式	碳排放因子 T_{YS} kgCO ₂ e/(t·km)	单位产品碳排放量 ($=M_{YS} \cdot D_{YS} \cdot T_{YS} / 1000$) kgCO ₂ e

构件名称	单位产品投入量 M_{YS}	单位	运输距离 D_{YS} km	运输方式	碳排放因子 T_{YS} kgCO ₂ e/ (t·km)	单位产品碳排放量 ($=M_{YS}*D_{YS}*T_{YS}/1000$) kgCO ₂ e
运输阶段碳排放： kgCO ₂ e						

表 D-3 安装阶段的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{AZi} (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{AZi}*E_i*F_i$) kgCO ₂ e
安装阶段碳排放： kgCO ₂ e				

表 D-4 运维阶段的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{AZi} (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{AZi}*E_i*F_i$) kgCO ₂ e
安装阶段碳排放： kgCO ₂ e				

表 D-5 拆除阶段的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{AZi} (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{AZi}*E_i*F_i$) kgCO ₂ e
安装阶段碳排放： kgCO ₂ e				

表 D-6 拆除阶段的碳排放量核算表

机械名称	台班消耗量 N_{AZi} (台班)	单位台班能源用量 E_i (kWh/台班 或 kg/台班)	能源碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/kWh 或 kgCO ₂ e/kg	碳排放量 ($=N_{AZi}*E_i*F_i$) kgCO ₂ e
安装阶段碳排放： kgCO ₂ e				

表 D-7 碳排放量汇总表

活动阶段	碳排放来源	碳排放量 kgCO ₂ e	总碳排放量 kgCO ₂ e
公路预制混凝土 T 梁生产阶段	构件加工生产		
	构件装车		
公路预制混凝土 T 梁运输阶段			
公路预制混凝土 T 梁安装阶段			
公路预制混凝土 T 梁运维阶段			
公路预制混凝土 T 梁拆除阶段			

活动阶段	碳排放来源	碳排放量 kgCO ₂ e	总碳排放量 kgCO ₂ e
公路预制混凝土 T 梁回收阶段			
合计			

参 考 文 献

- [1] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [2] GB/T 51366-2019 建筑碳排放计算标准
- [3] IPCC2006, 2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南.
- [4] JT/T 1199.1-2018 绿色交通设施评估技术要求
- [5] T/CECS 374: 2014 建筑碳排放计量标准
- [6] T/CECS 10025-2019 绿色建材评价 预制构件
- [7] T/CECS 1243-2023 民用建筑碳排放数据统计与分析标准
- [8] 大气污染物与温室气体融合排放清单编制技术指南（试行）,2024
- [9] 国家发展改革委应对气候变化司.2005中国温室气体清单研究,中国环境出版社
- [10] T/CECS 1243-2023 民用建筑碳排放数据统计与分析标准
- [11] 国家发展改革委.陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）,2015
- [12] 发改办气候〔2011〕1041号.省级温室气体清单编制指南（试行）