

# GHG S3.4&3.9 中国公路运输排放因子 (2024)

零碳实验室ZEROLab | 作者：曹原、张小豪、丁黎宇、闫光锐

## 摘要

本文主要针对企业按照温室气体核算体系 (GHG Protocol) 计算“范围3-类型4——上游运输和配送, 以及类型9——下游运输和配送”的需求, 采用自下而上的测算方法, 提供两种类型的公路货物运输从“油井到车轮” (WTW) 的温室气体排放因子。基础数据来源于至2024最新可得统计、文献与研究报告中可信数据, 能较好体现接近2024年公路货物运输活动实际排放水平。

本文通过交叉比对多个数据源的数值差异, 遵循准确性、保守性原则确认了所推荐的默认排放因子的有效性。

注: 类型一: 单位周转量公路货物运输排放因子均值 (根据2023年货车保有量数据估算得出, 建议在对具体货物运输方式缺乏详细了解的情况下采用该数值); 类型二: 根据不同质量区间和能源类型的更细致划分的排放因子。

## 目录

摘要	1
1. 研究背景	3
1.1 测算方法	3
1.2 适用范围	3
1.3 排放因子设定	6
2. 计算方法	6
2.1 计算原理	6
2.2 计算模型	6
3. 计算结果	6
3.1 柴油和汽油燃料货车	6
3.2 天然气燃料货车	10
3.3 纯电动货车	10
3.4 冷链货车	11
4. 合理性检验	12
5. 未来更新计划	12
6. 参考文献	13
7. 附录	14
关于作者	18
关于零碳倡议/ZEROLab零碳实验室	18

引用建议: 零碳实验室. (2025). GHG S3.4&3.9 中国公路运输排放因子 (2024)

根据本文结论分别得出中国典型公路货物运输排放因子推荐值如下：

若计算与公路运输碳排放时，统计活动量可以拆分成不同能源类型的数据，但无法拆分车辆质量类型，可参考表1 中公路货物运输排放因子均值进行计算。

表1 公路货物运输排放因子推荐值（不区分质量区间）

（一）公路货物运输排放因子均值（不区分质量区间）				
阶段	柴油货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	汽油货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	纯电动货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	天然气货车(kgCO <sub>2</sub> e/tkm)
WTT (油井到油箱)	0.0366	0.0386	0.1278	0.0539
TTW (油箱到车轮)	0.1791	0.1866	/	0.1939
WTW (油井到车轮)	0.2157	0.2251	0.1278	0.2478

若计算与公路运输碳排放时，统计活动量可以拆分成不同能源类型、车辆载重类型（尚未拆分到具体质量区间）的数据，可参考表2中不同质量类型的公路货物运输排放因子进行计算。

表2 公路货物运输排放因子推荐值（按能源类型分类）

（二）按能源类型与大致质量区间分类					
车辆类型		重型	中型	轻型	微型
柴油货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTT	0.0166	0.0255	0.0443	/
	TTW	0.0812	0.1247	0.2168	/
	WTW	0.0978	0.1502	0.2611	
汽油货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTT	/	/	0.0385	0.1157
	TTW	/	/	0.1863	0.5600
	WTW	/	/	0.2248	0.6758
纯电动货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTT/WTW	0.1073	0.1036	0.1361	0.2174
天然气货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTT	0.0237	0.0355	0.0656	0.1830
	TTW	0.0851	0.1275	0.2357	0.6575
	WTW	0.1088	0.1630	0.3013	0.8405

若计算与公路运输碳排放时，统计活动量可以拆分成不同能源类型、车辆载重类型（拆分到具体质量区间）的数据，可参考表3中不同质量类型的公路货物运输排放因子进行计算。

表3 公路货物运输排放因子推荐值（区分质量区间）

（三）按能源类型与具体质量区间分类（柴油/汽油货车）					
车辆类型		质量区间 (kg)	WTT (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	TTW (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTW (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)
柴油	重型柴油货车	[25000,31000]	0.0159	0.0777	0.0936
		[20000,25000]	0.0165	0.0807	0.0972
		[16000,20000]	0.0174	0.0851	0.1025
	中型柴油货车	[10500,12500]	0.0245	0.1200	0.1445
		[8500,10500]	0.0266	0.1303	0.1569
		[7000,8500]	0.0253	0.1240	0.1493
轻型柴油货车	[3500,4500]	0.0443	0.2168	0.2611	
汽油	轻型汽油货车	[3500,4500]	0.0385	0.1863	0.2248
	微型汽油货车	[≤1800]	0.1157	0.5600	0.6758

计算冷链货运排放可参考表4中冷链公路货物运输排放因子进行计算。

表4 公路货物运输排放因子推荐值（按冷链分类）

(四) 按冷链分类						
车辆类型			重型	中型	轻型	微型
柴油	冷链柴油货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTT	0.0186	0.0286	0.0497	/
		TTW	0.0909	0.1397	0.2428	/
		WTW	0.1095	0.1682	0.2925	/
汽油	冷链汽油货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTT	/	/	0.0431	0.1331
		TTW	/	/	0.2087	0.6440
		WTW	/	/	0.2518	0.7771
纯电动	冷链纯电动货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTT/WTW	0.1202	0.1160	0.1524	0.2500
天然气	冷链天然气货车 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	WTT	0.0265	0.0397	0.0734	0.2104
		TTW	0.0953	0.1429	0.2640	0.7562
		WTW	0.1219	0.1826	0.3374	0.9666

## 1. 研究背景

### 1.1 测算方法

在规范性上，本文严格按照温室气体核算体系（GHG Protocol）关于范围三货物运输的排放核算方法与要求，采用了“自下而上”的方法进行排放因子的测算。

表5 测算方法

测算方法	货物运输方式	说明
“自下而上”	公路货物运输	涉及范围广泛，运输方式多样且能耗数据分散，总能耗数据难以直接获取。因此，采用“自下而上”的测算方法，即从单车能耗入手来计算不同类型公路货物运输的排放因子推荐值。

### 1.2 适用范围

针对企业碳排放核算与信息披露的保守性原则出发，本文依据《企业价值链（范围三）核算与报告标准》，进行如图1所示的范围划分。划分依据主要考虑以下四点：

- 范围三类别的最小边界：货物运输中的碳排放涉及到范围三排放中的类型4——上游运输和配送，以及类型9——下游运输和配送，涵盖了企业在购买和收购产品以及售出产品过程中涉及的运输和配送活动所产生的碳排放（应专门用于通过第三方公司进行

的货物运输）。

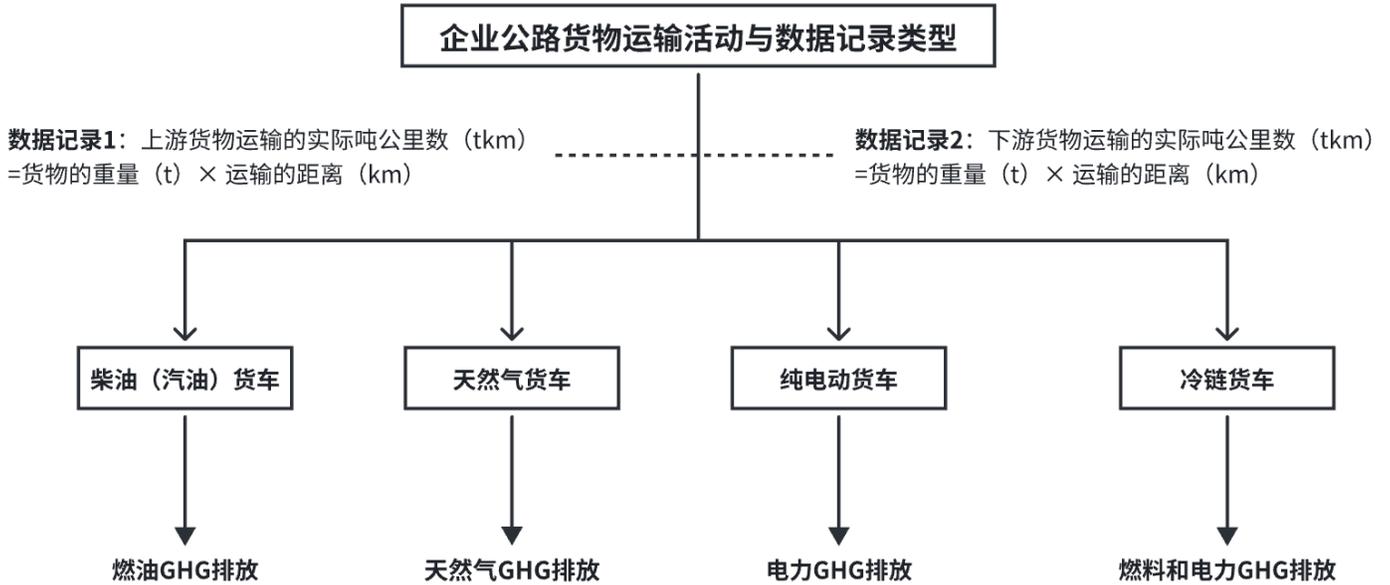
- 公路货物运输：鉴于不同总质量和车辆类型的货车在应用场景和排放表现上的差异，本研究将公路货物运输细分为“质量区间+能源类型”两个维度。能源类型包括柴油货车、天然气货车和纯电动货车。质量区间参考《道路交通管理——机动车类型》（GA 802-2019）中的车型分类标准，涵盖四种载货汽车：重型、中型、轻型和微型，具体分类标准详见表附

录1。

- 货物运输活动数据是对企业在货物运输途中产生温

室气体排放的活动水平的量化测量，表示为：货物运输的实际tkm数，指在一定时期内，运输部门实际运送的货物吨数和其运输距离的乘积。

图 1 | 企业公路货物运输活动与数据记录类型



### 1.3 排放因子设定

本文提供的排放因子数据是基于货物运输实际吨公里数的活动数据，因子是单位周转量公路货物运输排放因子。为了便于企业自测与披露，本文提供了两种类型的排放因子：

- 1) 单位周转量公路货物运输排放因子均值，依据不同车型保有量占比估算得出\*；

- 2) 根据货车不同“质量区间+能源类型”更细致划分的排放因子。

注：该数值对于大多数情况来说可能不是绝对准确的，但在对情况缺乏详细了解的前提下，可以作为一个合适的起点，当企业对其货物运输类型有更深入的了解时，可以使用本文推荐的更详细的数值。

表6 公路运输排放因子设定

研究对象	中国典型公路货物运输方式
系统边界	公路货物运输中涉及的碳排放属于范围三排放中的类型 4——上游运输和配送，以及类型 9——下游运输和配送。对应生命周期评估 (LCA)，涉及能源上游排放 (WTT) 和能源消耗燃料的阶段排放 (TTW)。
排放源	包括公路货物运输能源消耗的直接排放 (煤油燃料燃烧)、间接排放 (上游能源获取排放)
GHG 种类	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )，甲烷 (CH <sub>4</sub> )，一氧化二氮 (N <sub>2</sub> O)

## 2. 计算方法

### 2.1 计算原理

本研究中，公路货物运输的排放因子是通过结合文献中选取的各类能源的碳排放因子数据以及能耗数据，并参考相应的转换系数计算得出的。具体而言，考虑到公路货物运输的复杂性，其排放因子是通过考虑不同类型的车辆的实际油耗或电耗，以及额定载重量、载货率、空驶率和充电效率（针对纯电动货车）等参数来计算的。详细的计算模型在后续部分阐述。

在实际量化范围三排放的过程中，要求使用两种类型的数据：活动数据和排放因子。针对公路货物运输，本文依据GHG Protocol价值链排放范围三计算规范，采用以下公式：

$$E_{TD} = AD_{TD} \times EF_{WTT} \quad (1)$$

其中：

### 2.2 计算模型

#### 能源获取上游排放 (WTT)

参考文献零碳实验室 中国汽油和柴油上游排放因子 (2024) 和中国天然气上游排放因子 (2024)，依据下述公式计算汽油和柴油和天然气运输载具的上游排放因子。

$$EF_{WTT_D} = \frac{EC_D \times EF_{upstream\_D}}{100 \times PC \times \frac{b}{1+c}} \quad (3)$$

其中：

$EC_D$  为不同载重量柴油货车实际油耗，单位为 L/100km；

$EF_{upstream\_D}$  为柴油上游排放因子，单位为 kgCO<sub>2</sub>e/L；

$PC$  为货车额定载重量 (payload capacity)，单位为 t；

$b$  为实际载货率；

$c$  为空载运行率。

货物运输活动数据  $AD_{TD}$  是对企业在公路货物运输途中产生温室气体排放的活动水平的量化测量；

货物运输能源供应阶段 (WTT) 排放因子  $EF_{WTT}$  则用于将货物运输过程中能源活动数据转化为排放数据。

$$E_{TD} = AD_{TD} \times EF_{TTW} \quad (2)$$

其中：

货物运输活动数据  $AD_{TD}$  是对企业在公路货物运输途中产生温室气体排放的活动水平的量化测量；

货物运输运行阶段 (TTW) 排放因子  $EF_{TTW}$  则用于将货物运输过程中能源活动数据转化为排放数据，此为本文计算重点；

$$EF_{WTT_P} = \frac{EC_D \times EF_{upstream\_P}}{100 \times PC \times \frac{b}{1+c}} \quad (4)$$

其中：

$EC_P$  为不同载重量汽油货车实际油耗，单位为 L/100km；

$EF_{upstream\_P}$  为汽油上游排放因子，单位为 kgCO<sub>2</sub>e/L；

$$EF_{TTW\_NG} = \frac{EC_{NG} \times EF_{upstream\_NG}}{100 \times PC \times \frac{b}{1+c}} \quad (5)$$

其中：

$EC_{NG}$  为不同载天然气货车实际道路油耗，单位为 kg/100km；

$EF_{upstream\_NG}$  为天然气上游排放因子，单位为 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>。

纯电动货车运输方式下的上游排放因子计算方法如

公式 (6) 所示:

$$EF_{WTT_E} = \frac{EC_E \times EF_E}{(100 \times PC \times \frac{b}{1+c})/d} \quad (6)$$

其中:

$EC_E$ 为纯电动货车百公里电耗, 单位为kWh/100km;

$EF_E$ 为电网平均排放因子, 单位为kgCO<sub>2</sub>e/kWh。

$d$ 为充电效率。

### 燃料燃烧的排放 (TTW)

针对货物运输活动中因公路运输燃料燃烧的碳排放, 本文采用自下而上法计算排放因子, 并定义为单位周转量公路货物运输排放因子 $EF_{TTW}$ ,

其中柴油货车运输方式下的排放因子计算方法如公式 (7) 所示:

$$EF_{TTW_D} = \frac{EC_D \times EF_D}{100 \times PC \times \frac{b}{1+c}} \quad (7)$$

其中:

$EF_D$ 为柴油燃烧排放因子, 单位为kgCO<sub>2</sub>e/L。

其中柴油货车运输方式下的排放因子计算方法如公式 (8) 所示:

$$EF_{TTW_P} = \frac{EC_P \times EF_P}{100 \times PC \times \frac{b}{1+c}} \quad (8)$$

其中:

$EF_P$ 为汽油燃烧排放因子, 单位为kgCO<sub>2</sub>e/L。

天然气货车运输方式下的排放因子计算方法如公式 (9) 所示:

$$EF_{TTW_{NG}} = \frac{EC_{NG} \times EF_{NG}}{100 \times PC \times \frac{b}{1+c}} \quad (9)$$

其中:

$EF_{NG}$ 为天然气燃烧排放因子, 单位为kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>。

## 3. 计算结果

### 3.1 柴油和汽油燃料货车

本部分研究针对柴油和汽油作为燃料的货车进行展开分析。中国市场上轻型货车 (总质量在3500到4500kg) 通常使用柴油和汽油作为主要燃料, 微型货车 (总质量≤1800 kg) 通常使用汽油作为主要燃料, 因此本部分的研究将针对重型、中型和轻型柴油货车以及轻型、微型汽油货车展开。

此外, 根据不同载重量货车类型在货物运输方式中的保有量占比, 估算了单位周转量柴油货车排放因子均值 (计算结果见表1, 具体来源参考附录2)。

额定载货量是根据车辆总质量减去车辆整备质量计算的, 由于不同质量货车类型车辆的结构、动力系统、悬挂系统、轴荷分配能力等的不同, 其车辆整备质量也不同。因此本研究参考了GB1589-2016、GB7258-2017和GA 802-2019标准对于货车不同车型的总质量限值, 根据卡车之家网站上提供的真实货车数据对每一个质量区间的货车进行了市场调研, 基于保守性原则, 取区间范围的平均值作为本研究每一个质量段的额定载货量数值 (具体来源参考表附录3)。

表7 重型柴油货车排放因子计算

参数符号	参数 (单位)	数值	数据来源
$EC_D$	重型货车油耗[25000,31000] (L/100km)	39.00	绿卡榜 2022
$EC_D$	重型货车油耗[20000,25000] (L/100km)	34.00	
$EC_D$	重型货车油耗[16000,20000] (L/100km)	28.00	
$PC$	重型货车额定载重量 (kg) [25000,31000]	17.02	参考GB1589-2016、GB7258-2017和GA 802-2019标准以及卡车之家网站真实数据调研
$PC$	重型货车额定载重量 (kg) [20000,25000]	14.3	
$PC$	重型货车额定载重量 (kg) [16000,20000]	11.17	
$EF_{upstream\_D}$	柴油上游排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	0.540	零碳实验室. (2025). 中国汽油和柴油上游排放因子 (2024) .
$EF_D$	柴油燃烧排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	2.64	陆上交通运输企业 温室气体排放核算方法与报告指南
$b$	实际载货率 (%)	93	西安交通大学报告 《货运行业初步调查与研究》
$c$	空驶率 (%)	19.50	
$EF_{WTT\_D}$	重型柴油货车WTT因子[25000,31000] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0159	基于公式 (3) 计算
$EF_{WTT\_D}$	重型柴油货车WTT排放因子[20000,25000] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0165	
$EF_{WTT\_D}$	重型柴油货车WTT排放因子[16000,20000] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0174	
$EF_{WTT\_D}$ (平均)	重型柴油货车平均WTT排放因子[16000,31000] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0166	
$EF_{TTW\_D}$	重型柴油货车TTW排放因子[25000,31000] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0777	基于公式 (7) 计算
$EF_{TTW\_D}$	重型柴油货车TTW排放因子[20000,25000] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0807	
$EF_{TTW\_D}$	重型柴油货车TTW排放因子[16000,20000] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0851	
$EF_{TTW\_D}$ (平均)	重型柴油货车平均TTW排放因子[16000,31000] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0812	

表8 中型柴油货车排放因子计算

参数符号	参数 (单位)	数值	数据来源
$EC_D$	中型货车油耗[10500,12500] (L/100km)	22.30	绿卡榜 2022
$EC_D$	中型货车油耗[8500,10500] (L/100km)	19.50	
$EC_D$	中型货车油耗[7000,8500] (L/100km)	17.2	
$PC$	重型货车额定载重量 (kg) [10500,12500]	6.31	参考GB1589-2016、GB7258-2017和GA 802-2019标准以及卡车之家网站真实数据调研
$PC$	重型货车额定载重量 (kg) [8500,10500]	5.08	
$PC$	重型货车额定载重量 (kg) [7000,8500]	4.71	
$EF_{upstream,D}$	柴油上游排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	0.540	零碳实验室. (2025). 中国汽油和柴油上游排放因子 (2024)
$EF_D$	柴油排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	2.64	陆上交通运输企业 温室气体排放核算方法与报告指南
$b$	实际载货率	93%	西安交通大学报告《货运行业初步调查与研究》
$c$	空驶率	19.50%	
$EF_{WTT,D}$	中型柴油货车WTT排放因子[10500,12500] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0245	基于公式 (3) 计算
$EF_{WTT,D}$	中型柴油货车WTT排放因子[8500,10500] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0266	
$EF_{WTT,D}$	中型柴油货车WTT排放因子[7000,8500] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0253	
$EF_{WTT,D}$ (平均)	中型柴油货车平均WTT排放因子[7000, 12500] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0255	
$EF_{TTW,D}$	中型柴油货车TTW排放因子[10500,12500] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1200	基于公式 (7) 计算
$EF_{TTW,D}$	中型柴油货车TTW排放因子[8500,10500] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1303	
$EF_{TTW,D}$	中型柴油货车TTW排放因子[7000,8500] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1240	
$EF_{TTW,D}$ (平均)	中型柴油货车平均TTW排放因子[7000, 12500] (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1247	

表9 轻型柴油货车排放因子计算

参数符号	参数 (单位)	数值	数据来源
$EC_D$	轻型货车油耗 (L/100km)	11.88	绿卡榜 2022 载货车
$PC$	轻型货车额定载 (kg)	1.86	参考GB1589-2016、GB7258-2017和GA 802-2019标准以及卡车之家网站真实数据调研
$EF_{upstream,D}$	柴油上游排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	0.540	零碳实验室. (2025). 中国汽油和柴油上游排放因子 (2024)
$EF_D$	柴油排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	2.642	陆上交通运输企业 温室气体排放核算方法与报告指南
$b$	实际载货率 (%)	93	西安交通大学报告《货运行业初步调查与研究》
$c$	空驶率 (%)	19.50	
$EF_{WTT,D}$	轻型柴油货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0443	基于公式 (3) 计算
$EF_{TTW,D}$	轻型柴油货车TTW排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.2168	基于公式 (7) 计算

表10 轻型汽油货车排放因子计算

参数符号	参数 (单位)	数值	数据来源
$EC_P$	轻型货车油耗 (L/100km)	11.88	《基于生长曲线函数的货车运营环节碳达峰研究》
$PC$	轻型货车额定载重 (t)	1.86	参考GB1589-2016、GB7258-2017和GA 802-2019标准以及卡车之家网站真实数据调研
$EF_{upstream_P}$	汽油上游排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	0.469	零碳实验室. (2025). 中国汽油和柴油上游排放因子 (2024)
$EF_P$	汽油排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	2.27	陆上交通运输企业 温室气体排放核算方法与报告指南
$b$	实际载货率 (%)	93	西安交通大学报告 《货运行业初步调查与研究》
$c$	空驶率 (%)	19.50	
$EF_{WTT_P}$	轻型汽油货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.0385	基于公式 (4) 计算
$EF_{TTW_P}$	轻型汽油货车TTW排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1863	基于公式 (8) 计算

表11 微型汽油货车排放因子计算

参数符号	参数 (单位)	数值	数据来源
$EC_P$	微型货车油耗 (L/100km)	9.6	《基于生长曲线函数的货车运营环节碳达峰研究》
$PC$	微型货车额定载重量 (t) [ $\leq 1800$ ]	0.5	参考GB1589-2016、GB7258-2017和GA 802-2019标准以及卡车之家网站真实数据调研
$EF_{upstream_P}$	汽油上游排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	0.469	零碳实验室. (2025). 中国汽油和柴油上游排放因子 (2024)
$EF_P$	汽油排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	2.27	陆上交通运输企业 温室气体排放核算方法与报告指南
$b$	实际载货率 (%)	93	西安交通大学报告 《货运行业初步调查与研究》
$c$	空驶率 (%)	19.50	
$EF_{WTT_P}$	微型汽油货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1157	基于公式 (4) 计算
$EF_{TTW_P}$	微型汽油货车TTW排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.5600	基于公式 (8) 计算

## 3.2 天然气燃料货车

表12 天然气货车排放因子计算

参数符号	参数 (单位)	数值	数据来源
$EC_{NG}$	重型天然气卡车百公里消耗 (kg/100km)	30.8	基于生长曲线函数的货车运营环节碳达峰研究
$EC_{NG}$	中型天然气卡车百公里消耗 (kg/100km)	17.50	
$EC_{NG}$	轻型天然气卡车百公里消耗 (kg/100km)	11.20	
$EC_{NG}$	微型天然气卡车百公里消耗 (kg/100km)	8.4	
$PC$	重型货车额定载重量 (t)	14.16	参考GB1589-2016、GB7258-2017和GA 802-2019标准以及卡车之家网站真实数据调研
$PC$	中型货车额定载重量 (t)	5.37	
$PC$	轻型货车额定载重量 (t)	1.86	
$PC$	微型货车额定载重量 (t)	0.5	
$EF_{upstream\_NG}$	天然气上游排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /kg)	0.8475	零碳实验室. (2025). 中国天然气上游排放因子 (2024)
$EF_{NG}$	天然气排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /kg)	3.046	陆上交通运输企业 温室气体排放核算方法与报告指南
$b$	实际载货率 (%)	93	西安交通大学报告 《货运行业初步调查与研究》
$c$	空驶率 (%)	19.5	
$EF_{WTT\_NG}$	重型天然气货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /tkm)	0.0237	基于公式 (5) 计算
$EF_{WTT\_NG}$	中型天然气货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /tkm)	0.0355	
$EF_{WTT\_NG}$	轻型天然气货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /tkm)	0.0656	
$EF_{WTT\_NG}$	微型天然气货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /tkm)	0.1830	
$EF_{TTW\_NG}$	重型天然气货车TTW排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /tkm)	0.0851	基于公式 (9) 计算
$EF_{TTW\_NG}$	中型天然气货车TTW排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /tkm)	0.1275	
$EF_{TTW\_NG}$	轻型天然气货车TTW排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /tkm)	0.2357	
$EF_{TTW\_NG}$	微型天然气货车TTW排放因子 (kgCO <sub>2e</sub> /tkm)	0.6575	

## 3.3 纯电动货车

表13 纯电动货车排放因子计算

参数符号	参数 (单位)	数值	数据来源
$EC_E$	重型纯电动货车百公里电耗 (kWh/100km)	187.3	绿卡榜, 2022
$EC_E$	中型纯电动货车百公里电耗 (kWh/100km)	68.6	
$EC_E$	轻型纯电动货车百公里电耗 (kWh/100km)	31.2	
$EC_E$	微型纯电动货车百公里电耗 (kWh/100km)	13.4	
$EF_E$	电网平均排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/KWh)	0.5366	2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子, 生态环境部
$PC$	重型货车额定载重量 (t)	14.16	参考GB1589-2016、GB7258-2017和GA 802-2019标准以及卡车之家网站真实数据调研
$PC$	中型货车额定载重量 (t)	5.37	
$PC$	轻型货车额定载重量 (t)	1.86	
$PC$	微型货车额定载重量 (t)	0.5	
$b$	实际载货率	93%	陆上交通运输企业 温室气体排放核算方法与报告指南
$c$	空驶率	19.50%	
$d$	充电效率	0.85	绿卡榜, 2022
$EF_{WTT_E}$	单位运量重型纯电动货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1073	基于公式 (6) 计算
$EF_{WTT_E}$	单位运量中型纯电动货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1036	
$EF_{WTT_E}$	单位运量轻型纯电动货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.1361	
$EF_{WTT_E}$	单位运量微型纯电动货车WTT排放因子 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	0.2174	

### 3.4 冷链货车

参考GLEC给出的因温度控制而带来的碳排放增长指数:

- 对于轻型货车 (最大总重量不超过3.5吨), 在欧洲、南美、亚洲和非洲地区, 其区域数值需要增加15%。
- 对于重型车辆 (最大总重量超过3.5吨), 在欧洲、南美、亚洲和非洲地区, 其区域数值需要增加12%。

表14 冷链货车运输排放因子

公路运输排放因子	冷链货车WTT (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)	冷链货车TTW (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)
重型柴油货车	0.0186	0.0909
中型柴油货车	0.0286	0.1397
轻型柴油货车	0.0497	0.2428
轻型汽油货车	0.0431	0.2087
微型汽油货车	0.1331	0.6440
重型纯电动货车	0.1202	/
中型纯电动货车	0.1160	/
轻型纯电动货车	0.1524	/
微型纯电动货车	0.2500	/
重型天然气货车	0.0265	0.0953
中型天然气货车	0.0397	0.1429
轻型天然气货车	0.0734	0.2640
微型天然气货车	0.2104	0.7562

## 4. 合理性检验

### 关于参数的交叉验证

利用文献数据获得排放因子推荐值的过程中，文献数据也会为计算结果引入不确定性（即不完全了解代表参数的数据是否很好地符合了企业价值链中的相应活动）。为在一定误差范围内验证参数选择的可靠性及合理性，本文利用多种来源的相关数据对计算结果进行交叉对比，以确定本文提供排放因子默认值的有效性。

本文采用的不同能源类型的道路油耗数据主要来源于《绿卡榜2022》以及文献《基于生长曲线函数的货车运营环节碳达峰研究》。同时，空载率和实际载货率的参考依据为西安交通大学发布的《货运行业初步调查与研究》，反映了国内货运的实际运营情况。为了进一步验证本文所选货车平均单车燃料消耗数据的合理性和准确性，本文对市场上的具体产品进行了调研（详见表附录3-表附录5）。调研结果显示了本文所选数据处于合理

范围内，与国内主流产品的实际燃料消耗情况较为吻合。

通过与UK Defra 2023年的排放因子数值和GLEC框架下的国际数值相比，本文的排放因子在合理范围内（详见表附录6-表附录9），差异主要源于不同国家和地区货车的燃油效率以及空驶率和载货率的不同。基于与GLEC框架下中国默认排放系数的数据对比，本文数据略低。GLEC报告中提到其使用的数据相对保守，可能具有更高的油耗和更低的额定载货量。相比之下，本文使用的额定载货量数据参考了国家标准明确的不同类型货车的总质量限值，同时对每个质量段的货车进行市场调研，基于保守性原则取范围内平均值，更贴近实际情况。因此，建议优先使用本文提供的推荐数据。

## 5. 未来更新计划

为了提高研究质量与服务水平，在未来我们将重点改进数值的符合性、一致性和准确性，持续更新数据，整合文献、数据库，并纳入中国公路运输排放因子研究的最新成果，进一步提升数据质量。未来的工作将进一步考虑空驶率、载货率以及电动货车充电效率等参数的时效性和准确性，并结合氢燃料电池卡车技术进步和基础设施完善带来的发展潜力，使中国公路货物运输排放因子的研究内容更加全面和精确。

我们积极欢迎并重视各方反馈与建议，认识到研究中存在的局限，如数据不完整性和偏差。为响应这些挑

战，我们将建立反馈机制，增加样本量，提高数据收集频率和质量，并采用先进统计分析方法。通过这些措施，我们目标是构建一个精确、可靠的碳足迹计算工具，为中国公路运输排放提供科学依据，支持政策制定和企业决策。

## 6. 参考文献

1. GHGP 温室气体核算体系 《企业价值链（范围3）核查和报告标准》
2. UK Department for Energy Security and Net Zero. (2024). UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting.
3. Smart Freight Center China. (2024). GLEC 框架 中国默认排放系数 v1.1 中国交通运输相关能源排放因子和温室气体排放强度值简述.
4. CEIC data.(2023).中国 车辆拥有量:载货汽车.[2025年1月10日].检索自<https://www.ceicdata.com/zh-hans/china/no-of-motor-vehicle/cn-no-of-motor-vehicle-truck-light>
5. 国家发展和改革委员会. (2015) .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）.[2025年1月10日].检索自 <https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201511/W020190905506438255108.pdf>
6. 西南交通大学交通运输与物流学院. (2020) . 货运行业初步研究报告.
7. 交通运输部. (2020) .2019年交通运输行业发展统计公报.[2025年1月10日].检索自 [https://www.gov.cn/xinwen/2020-05/12/content\\_5510817.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2020-05/12/content_5510817.htm)
8. 生态环境部. (2024). 2022年电力二氧化碳排放因子. [2025年1月20日]. 检索自 [https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk01/202412/t20241226\\_1099413.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk01/202412/t20241226_1099413.html)
9. GA 802-2019 道路交通管理——机动车类型
10. GB1589-2016 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
11. GB7258-2017 机动车运行安全技术条件
12. 亚洲清洁空气中心, 清华大学环境学院, 新能源汽车国家大数据联盟. (2023) . 《绿卡榜: 中国卡车减污降碳进展研究》
13. 卡车之家. (2025). [2025年1月20日]. 检索自 <https://www.360che.com/>

## 7. 附录

表附录1 车辆载重分类标准

车辆类型	燃料	分类标准
重型载货汽车	柴油	最大允许总质量 $\geq$ 12000kg; 车长 $\geq$ 6000mm
中型载货汽车	柴油	4500kg $\leq$ 最大允许总质量 $\leq$ 12000kg; 车长 $<$ 6000mm
轻型载货汽车	柴油	最大允许总质量 $<$ 4500kg; 车长 $\leq$ 3500mm
微型载货汽车	柴油	最大允许总质量 $\leq$ 1800kg

表附录2 2023年各类型货车拥有量

货车类型	2023 年拥有量(辆)	占比	数据来源
微型	15,929	0.05%	CEIC 中国车辆拥有量: 载货汽车 <a href="https://www.ceicdata.com/zh-hans/china/no-of-motor-vehicle/cn-no-of-motor-vehicle-truck-medium">https://www.ceicdata.com/zh-hans/china/no-of-motor-vehicle/cn-no-of-motor-vehicle-truck-medium</a>
轻型	23,980,051	71.39%	
中型	774,022	2.30%	
重型	8,819,443	26.26%	

表附录3 车辆核定载荷范围

质量段 (kg)	车辆类型	核定载荷范围 (kg)	平均核定载荷 (kg)	典型示例
25000-31000	重型货车 (四轴及以上)	15440-18605	17023	东风商用车 天锦 KR PLUS 340 马力 6X2 9.6 米仓栅式载货车 (国六) 总质量: 25500 kg 整车重量: 9930 kg 核定载荷: 15440 kg 一汽解放 新 J6P 经典版 460 马力 8X4 9.5 米仓栅式载货车(457 冲焊桥) 总质量: 31000 kg 整车重量: 12200 kg 核定载荷: 18605 kg
20000-25000	重型货车 (三轴)	11990-16605	14298	江淮 格尔发 K6L 中卡 220 马力 6X2 7.2 米栏板载货车 总质量: 24500 kg 整车重量: 7700 kg 核定载荷: 16605 kg 北奔 V3 系列重卡 340 马力 8X4 9.3 米排半仓栅式载货车 总质量: 24000 kg 整车重量: 11880 kg 核定载荷: 11990 kg 东风商用车 天龙重卡 245 马力 6X2 9.6 米载货车 总质量: 24800 kg 整车重量: 12280 kg 核定载荷: 12325 kg
16000-20000	重型货车 (双轴)	10435-11905	11170	东风商用车 天锦 KR PLUS 330 马力 4X2 6.8 米仓栅式载货车 总质量: 18000 kg 整车重量: 7370 kg 核定载荷: 10435 kg 一汽解放 J6L 精英版 260 马力 4X2 6.75 米仓栅式载货车 (435 冲焊桥) 总质量: 18000 kg 整车重量: 7880 kg 核定载荷: 10700 kg 中国重汽 HOWO G5X 中卡 220 马力 4X2 4.85 米 AMT 自动挡栏板载货车 总质量: 18000 kg 整车重量: 5900 kg 核定载荷: 11905 kg

12500-16000	中型货车 (双轴)	5300-9755	8520	江淮格尔发 K6 中卡 总质量: 15600 kg 整车重量: 5700 kg 核定载荷: 9705 kg	福田瑞沃 大金刚 ES3 4X2 3.8 米自卸车 总质量: 13580 kg 整车重量: 6050 kg 核定载荷: 7335 kg	福田 奥铃 CTS 170 马力 5.25 米排半栏板载货车(5 挡) 总质量: 14055 kg 整车重量: 4600 kg 核定载荷: 9260 kg
10500-12500	中型货车 (双轴)	4995-7625	6310	东风天锦 KR 4X2 4.8 米仓栅式载货车 总质量: 10990 kg 整车重量: 5800 kg 核定载荷: 4995 kg	福田 欧马可 S3 系 海鲜版 170 马力 4.23 米排半仓栅式轻卡 总质量: 11920 kg 整车重量: 4100 kg 核定载荷: 7625 kg	福田 奥铃 CTS 156 马力 5.25 米排半厢式载货车 总质量: 11920 kg 整车重量: 4200 kg 核定载荷: 7525 kg
8500-10500	中型货车 (双轴)	4499-5665	5082	福田 欧马可 S3 220 马力 5.15 米单排仓栅式载货车 总质量: 9790 kg 整车重量: 4600 kg 核定载荷: 4995 kg	中国重汽 HOWO 悍将 140 马力 4.15 米单排栏板轻卡 总质量: 9100 kg 整车重量: 3240 kg 核定载荷: 5665 kg	东风 多利卡 D7 锐能版 165 马力 5.15 米单排栏板载货车 总质量: 10200 kg 整车重量: 5506 kg 核定载荷: 4499 kg
7000-8500	中型货车 (单轴)	4585-4835	4710	江淮 骏铃 V6 160 马力 4.22 米单排栏板轻卡 总质量: 8280 kg 整车重量: 3485 kg 核定载荷: 4600 kg	庆铃 五十铃 KV100 120 马力 5.175 米单排栏板载货车 总质量: 8280 kg 整车重量: 3250kg 核定载荷: 4835 kg	跃进 超越 C300 170 马力 4.2 米双排栏板轻卡 总质量: 8275 kg 整车重量: 3300 kg 核定载荷: 4585 kg
3500-4500	轻型货车	1245-2465	1855	江铃 顺达窄体 129 马力 3.26 米双排厢式轻卡(液刹) 总质量: 4185 kg 整车重量: 2615 kg 核定载荷: 1245 kg	福田 祥菱 M2 95 马力 3.8 米单排栏板微卡(国六) 总质量: 4495 kg 整车重量: 1900 kg 核定载荷: 2465 kg	江淮 骏铃 V6 155 马力 4.22 米单排栏板轻卡 总质量: 4495 kg 整车重量: 2565 kg 核定载荷: 1735 kg
≤1800	微型货车	495-499	497	长安跨越 新豹 T3 舒适型 1.6L 122 马力 汽油 3.05 米单排栏板小卡(渝安)(单后轮) 总质量: 1725 kg 整车重量: 1100 kg 核定载荷: 495 kg	金杯 金卡 S2 舒适型 1.6L 123 马力 汽油 3.05 米单排栏板微卡 总质量: 1728 kg 整车重量: 1099 kg 核定载荷: 499 kg	SRM 鑫源 金卡 S1 2024 款 标准型 1.4L 102 马力 汽油 2.7 米单排栏板微卡 总质量: 1720 kg 整车重量: 1095 kg 核定载荷: 495 kg

注: 数据来源: 卡车之家网站 <https://www.360che.com/>

表附录4 天然气货车数据验证

重型货车		中型货车		轻型货车		微型货车	
数据来源	能耗 (kg/100km)	数据来源	能耗 (kg/100km)	数据来源	能耗 (kg/100km)	数据来源	能耗 (kg/100km)
国联证券	33	解放 JH6 4×2	19	领航大 G 气体机	10.8	东风途逸 T5	8.6
上海证券	33	东风天锦载货车	14.8			五菱荣光新卡	8.2
标普全球	30-35	江淮星耀 X5	16.9				
本文选用数据	30.8	本文选用数据	17.50	本文选用数据	11.20	本文选用数据	8.4

表附录5 汽油微型和轻型货车数据验证

微型货车		轻型货车	
数据来源	油耗 (L/100km)	数据来源	油耗 (L/100km)
长安跨越 新豹 T3	8.1-10.0	福田 奥铃 M 卡	10
金杯 金卡 S2	8.4	东风 小霸王 W15	9.0-12.0
SRM 鑫源 金卡 S1	8.7	福田 祥菱 V3	7.5-13
本文选用数据	9.6	本文选用数据	11

表附录6 合理性验证数据来源 (柴油)

来源	数据年份	测算内容	测算结果 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)
GLEC 框架 中国默认排放系数 v1.1	未知	轻型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 3.5-4.5 吨)	0.1096
		轻型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 3.5-4.5 吨)	0.3608
		中型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 4.5-5.5 吨)	0.0972
		中型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 4.5-5.5 吨)	0.3198
		中型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 5.5-7.0 吨)	0.0934
		中型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 5.5-7.0 吨)	0.3074
		中型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 7.0-8.5 吨)	0.0723
		中型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 7.0-8.5 吨)	0.2381
		中型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 8.5-10.5 吨)	0.0609
		中型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 8.5-10.5 吨)	0.2004
		中型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 10.5-12.5 吨)	0.0540
		中型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 10.5-12.5 吨)	0.1777
		重型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 12.5-16.0 吨)	0.044
		重型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 12.5-16.0 吨)	0.1626
		重型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 16.0-20.0 吨)	0.0355
		重型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 16.0-20.0 吨)	0.1169
		重型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 20.0-25.0 吨)	0.0249
		重型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 20.0-25.0 吨)	0.0818
重型柴油货车 WTT 排放因子 (总重量 25.0-31.0 吨)	0.0213		
重型柴油货车 TTW 排放因子 (总重量 25.0-31.0 吨)	0.0700		

UK Defra	2024年	柴油货车 (最大允许总质量≤1305kg) WTT排放因子	0.20817
		柴油货车 (最大允许总质量≤1305kg) TTW排放因子	0.85353
		柴油货车 (1305kg≤最大允许总质量≤1740kg) WTT排放因子	0.14937
		柴油货车 (1305kg≤最大允许总质量≤1740kg) TTW排放因子	0.61153
		柴油货车 (1740kg≤最大允许总质量≤3500kg) WTT排放因子	0.15037
		柴油货车 (1740kg≤最大允许总质量≤3500kg) TTW排放因子	0.61363
		柴油货车 (3500kg≤最大允许总质量≤7500kg) WTT排放因子	0.12296
		柴油货车 (3500kg≤最大允许总质量≤7500kg) TTW排放因子	0.50546
		柴油货车 (7500kg≤最大允许总质量≤17000kg) WTT排放因子	0.09246
		柴油货车 (7500kg≤最大允许总质量≤17000kg) TTW排放因子	0.38023
		柴油货车 (17000kg≤最大允许总质量) WTT排放因子	0.03736
柴油货车 (17000kg≤最大允许总质量) TTW排放因子	0.15398		

表附录7 合理性验证数据来源 (汽油)

来源	数据年份	测算内容	测算结果 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)
UK Defra	2024年	汽油货车 (最大允许总质量≤1305kg) WTT 排放因子	0.32847
		汽油货车 (最大允许总质量≤1305kg) TTW 排放因子	1.17394
		汽油货车 (1305kg≤最大允许总质量≤1740kg) WTT 排放因子	0.23153
		汽油货车 (1305kg≤最大允许总质量≤1740kg) TTW 排放因子	0.82739

表附录8 合理性验证数据来源 (天然气)

来源	数据年份	测算内容	测算结果 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)
GLEC	未知	天然气货车 (总重量 14-24 吨) WTT 排放因子	0.05828
		天然气货车 (总重量 14-24 吨) TTW 排放因子	0.13664
		天然气货车 (总重量 24-25 吨) WTT 排放因子	0.02863
		天然气货车 (总重量 24-25 吨) TTW 排放因子	0.06712
		天然气货车 (总重量 25-29 吨) WTT 排放因子	0.02414
		天然气货车 (总重量 25-29 吨) TTW 排放因子	0.05659
		天然气货车 (总重量 29-31 吨) WTT 排放因子	0.01652
		天然气货车 (总重量 29-31 吨) TTW 排放因子	0.03874

表附录9 合理性验证数据来源 (纯电动)

来源	数据年份	测算内容	测算结果 (kgCO <sub>2</sub> e/tkm)
GLEC 框架 中国默认排放系数 v1.1	未知	轻型电动货车 WTT 排放因子 (总重量低于 4.5 吨)	0.1354
		轻型电动货车 WTT 排放因子 (总重量 4.5-12 吨)	0.0749
		轻型电动货车 WTT 排放因子 (总重量大于 12 吨)	0.1453
UK Defra	2024年	电动货车 (最大允许总质量≤1305kg) WTT 排放因子	0.15753
		电动货车 (1305kg≤最大允许总质量≤1740kg) WTT 排放因子	0.27927
		电动货车 (1740kg≤最大允许总质量≤3500kg) WTT 排放因子	0.23666
		电动货车 (最大允许总质量≤3500kg) WTT 排放因子	0.25438

## 关于作者

本文通讯作者：曹原 零碳倡议首席顾问

caoyuan@syntao.com

## 关于零碳倡议/ZEROLab零碳实验室

### “零碳倡议”

2060零碳企业行动倡议（以下简称“零碳倡议”）由思盟企业社会责任促进中心于2021年发起，旨在通过标准化工具共建、影响力资源共享以及行业生态协作，支持中国企业在全球气候治理中发挥引领作用，推动“零碳商业解决方案”涌现。零碳倡议已经与合作伙伴发起“绿电百分百”行动专项倡议（GE100），以及建筑、新能源矿产等行业性零碳倡议和行动联盟。

### ZEROLab零碳实验室

作为运营零碳倡议的研究机构和成果发布平台，我们致力于推动国际净零标准与中国企业实践的融合与互认。

作为研究单位与合作伙伴，我们积极与UNFCCC/UNIDO/WorldGBC等国际应对气候变化行动倡议以及国内研究机构紧密合作，积极参与并支持净零标准的推广与应用。通过持续开发创新性的标准与工具，助力中国企业制定基于科学的零碳路径，达成高质量零碳转型与发展目标，为全球净零进程贡献中国企业解决方案与经验。



邮件: [Occicontact@chinacsmap.org](mailto:Occicontact@chinacsmap.org)

网站: [lingtan.chinacsmap.org](http://lingtan.chinacsmap.org)

微信: 零碳实验室 ZEROLab