

GHG S3.6

中国典型差旅出行与住宿活动排放因子（2024）

零碳实验室ZEROLab | 作者：曹原、邵雨曦、郇锦怡、张小豪、丁黎宇、高健菱

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6. 员工差旅产生的排放”的需求，提供常见两种核算方法（“基于消费数量”¹和“基于支出数据”²的方法）下推荐的默认排放因子。基础数据来源于至2024年最新可得的统计、文献与研究报告中可信数据，能较好体现接近2024年各种差旅活动实际排放水平。

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。

目录

摘要	1
1. 研究背景	2
1.1 测算方法	2
1.2 适用范围	2
1.3 排放因子设定	3
2. 计算方法	4
2.1 计算原理	4
2.2 计算模型（针对“会计数据”）	4
3. 计算结果	6
因子1. 差旅住宿碳排放因子（推荐值）	6
因子2. 差旅航空碳排放因子（推荐值）	6
因子3. 差旅高铁碳排放因子（推荐值）	7
因子4. 差旅出租车/网约车碳排放因子（推荐值）	7
4. 合理性检验	9
5. 应用示例	10
6. 未来更新计划	11
7. 参考文献	12
8. 附录	13
关于作者	16
关于零碳倡议/ZEROLab零碳实验室	16

引用建议：零碳实验室. (2025). GHG S3.6 中国典型差旅出行与住宿活动排放因子（2024）.

¹ 基于消费数量（activity-based）：根据企业员工在报告期内实际住宿与交通活动的物理数量，与单位物理量的排放因子计算温室气体排放的方法。该方法下的默认排放因子主要根据文献或统计数值获得。

² 基于支出数据（spend-based）：根据企业员工在报告期内财务记录中的相应支出数据（单位通常为元或万元人民币），与各类活动单位支出的排放因子计算温室气体排放的方法。该方法下的默认排放因子主要根据单位消费数量的排放因子和市场价格水平数据计算获得。

根据本文结论分别得出国内住宿、航空、高铁、出租/网约车差旅排放因子推荐值如下：

表1 排放因子数值（推荐值）

	因子1. 国内住宿差旅	因子2. 国内航空差旅	因子3. 国内高铁差旅	因子4. 国内出租/网约车差旅	
				未拆分能源类型	拆分能源类型
基于消费数量核算	66.52 kgCO ₂ /晚	0.0829 kgCO ₂ /pkm	0.0204 kgCO ₂ /pkm	燃油车	0.1667 kgCO ₂ /pkm
				电车	0.0911 kgCO ₂ /pkm
基于支出金额核算	2.0360 tCO ₂ /万元	1.4970 tCO ₂ /万元	0.4430 tCO ₂ /万元	燃油车	0.8334 tCO ₂ /万元
				电车	0.4556 tCO ₂ /万元

注：基于消费数量（activity-based）的方法，通常适用于于中小型企业（员工数量低于500人）在拥有清晰完整的员工差旅出行距离记录的情况使用，或由差旅服务商能够逐笔计算客户差旅活动碳排放情形。对于大型企业或缺乏清晰完整的逐笔差旅活动数据的情形，可以直接使用基于支出数据（spend-based）的方法。在实际应用中，两者可以交叉检验。

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）关于范围三差旅排放核算方法与要求。

由于不同公司在差旅活动上差别很大，且基于公司自测与披露的目的，本文采用“自下而上”的方法测算。

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三点：

- 范围三类别的最小边界：差旅活动中涉及的碳排放属于范围三上游排放中的类型6——商务旅行，其中除了交通排放量的核算，企业可选择性地核算商务旅行者在酒店停留期间的排放。在实际计算中，通常可以划分为住宿和交通两大类，其中交通方式通常包括——出租/网约车、铁路、航空三种方式（本文省略了中国并不常见的差旅交通方式，如海路）。
- 差旅活动数据是对公司在差旅途中产生温室气体排放的活动水平的量化测量，通常有两种范式：以每次差旅活动为颗粒度逐项记录（如交通工具、出行距离或

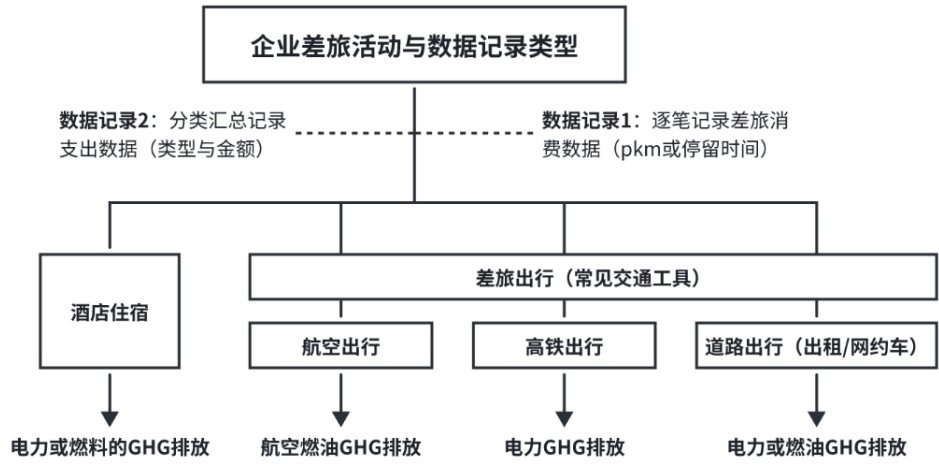
出行人酒店住宿天数等）；财务会计统计口径中各项费用支出（如行政管理费用下的员工差旅报销金额等）。

- 本文提供基于消费数量（activity-based）以及基于支出数据（spend-based）两种计算方法下的排放因子推荐值。采用前者推荐值计算时，对每项差旅活动的温室气体核算更准确，但对核算期内企业全部差旅行为数据监测要求更高、容易导致数据记录缺失。采用后者推荐值计算时，虽然对每个差旅活动温室气体排放的不确定性更大，但整体上更能保障企业核算的完整性（例如规避遗漏部分差旅活动，且避免了跟踪每笔差旅活动的企业管理工作量）。

表2 核算方法对比

	基于消费数量（activity-based）的方法	基于支出数据（spend-based）的方法
数据来源	依赖于实际的活动数据（非财务数据）。直接计算特定活动产生的排放量。	依赖于财务统计数据，特别是支出数据。通过不同活动的支出费率来间接计算排放量。
计算方式	活动数据与相应的排放因子相乘。排放因子通常是基于科学测量和统计数据得到的，反映了每单位活动产生的排放量。	支出数据与相应的排放因子相乘。排放因子通常是基于市场价格水平和活动数据计算得到的，反映了每单位支出产生的排放量。
适用排放计算周期	2024 年 1 月 1 日 - 2024 年 12 月 31 日	
适用场景	适用于那些能够直接测量或估计活动数据的场景，或者需要精确控制和管理特定活动排放的场景。需要更多的数据收集和处理工作。	适用于那些难以直接获取活动数据的场景，或者需要从宏观层面分析经济活动对环境影响的场景。
数据需求和准确性	需要更精确和详细的活动数据，数据可能难以获取，但可以提供更准确的排放估算。	需要财务支出数据，通常比较容易获取，但可能无法精确反映特定活动的实际排放情况。
灵活性和可扩展性	在特定活动和部门的灵活性较好，但可能难以扩展到更广泛的经济活动。	在不同国家和部门之间的可扩展性较好，但可能难以适应特定活动的变化。

图 1 | 差旅活动碳排放因子适用范围



1.3 排放因子设定

范围三关于商务旅行的计算中，活动数据可以基于物理量（例如，差旅航空里程，差旅乘坐高铁时间等）；也可以基于财务统计的支出数据（例如，报销的差旅活动金额）。

本文提供两种排放因子数据：1) 基于消费活动数据，因子是单位数量差旅活动碳排放因子。2) 基于财务支出来量化活动数据，因子是单位支出下的特定活动碳排放因子。

表3 中国典型差旅出行与住宿活动排放因子设定

研究对象	中国典型差旅出行与住宿活动（住宿、航空、高铁、汽车）
系统边界	差旅活动中涉及的碳排放属于范围三上游排放中的类型 6——商务旅行。对应生命周期评估（LCA），商务旅行产生的碳排放作为 LCA 评价中使用阶段（TTW）的一部分，即交通工具实际消耗燃料的阶段。
排放源	包括住宿、航空、高铁、汽车差旅能源消耗的直接排放（汽油、柴油、航空煤油等燃料燃烧）、间接排放（电力消耗）。
GHG 种类	二氧化碳（CO ₂ ）

2. 计算方法

2.1 计算原理

本文中基于消费数量的碳排放因子由文献中选取的数据计算获得；基于支出数据的碳排放因子，由单位数量差旅活动碳排放因子和国内各类服务的价格水平计算得到，在计算模型部分进一步说明。

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。针对差旅活动，本文依据GHG Protocol价值链排放范围三计算规范，采用以下公式：

$$E_{CO_2,BT} = AD_{Cost,BT} \times EF_{Cost,BT} \quad (1)$$

$$E_{CO_2,BT} = AD_{Activity,BT} \times EF_{Activity,BT} \quad (2)$$

其中：

差旅活动数据 $AD_{Cost,BT}$ （ $AD_{Activity,BT}$ ）是对公司员工在差旅途中产生温室气体排放的活动水平的量化测量；

差旅排放因子 $EF_{Cost,BT}$ （ $EF_{Activity,BT}$ ）用于将差旅过程中能源活动数据转化为排放数据，此为本文计算重点；

2.2 计算模型（针对“会计数据”）

单位支出差旅住宿碳排放因子

针对差旅活动中因住宿产生能耗的碳排放，本文采用自下而上法计算其单位支出差旅住宿的排放因子，记为 EF_{Cost_1,BT_1} ，其计算方法如公式（3）所示：

$$EF_{CO_2,BT_1} = \frac{AvgC_{BT_1}}{P_{BT_1}} \times 10 \quad (3)$$

其中：

$AvgC_{BT_1}$ 为酒店住宿每晚平均碳足迹，其单位为 $kgCO_2/晚$ ；

P_{BT_1} 为酒店住宿每晚平均价格，其单位为元/晚。

由此可得酒店住宿碳足迹 E_{CO_2,BT_1} ，其单位为 $tCO_2/万元$ ，计算方法如公式（4）所示：

$$E_{CO_2,BT_1} = AD_{BT_1} \times EF_{CO_2,BT_1} \quad (4)$$

单位支出差旅航空碳排放因子

针对差旅活动中因航空产生的能耗的碳排放，本文采用自下而上法计算其单位支出差旅航空的排放因子，记为 EF_{Cost_2,BT_2} ，其计算方法如公式（5）所示：

$$EF_{Cost_2,BT_2} = \frac{AvgC_{BT_2}}{P_{BT_2}} \times 10 \quad (5)$$

$$AvgC_{BT_2} = EC_{air} \times EF_{air} \quad (6)$$

其中：

$AvgC_{BT_2}$ 为单位运量平均碳足迹，单位为 $kgCO_2/tkm$ ；

P_{BT_2} 为航司单位运量平均客运营营收水平，单位为元/ tkm ；

EC_{air} 为航司吨公里油耗，单位为 kg/tkm ；

EF_{air} 为单位航油 CO_2 排放因子，单位为 $kgCO_2/kg$ 。

由此可得航空差旅碳足迹 E_{CO_2,BT_2} ，计算方法如公式(7)所示：

$$E_{CO_2,BT_2} = AD_{Cost_2,BT_2} \times EF_{Cost_2,BT_2} \quad (7)$$

单位支出差旅高铁碳排放因子

针对差旅活动中因乘坐高铁产生能耗的碳排放，本文采用自下而上法计算其单位支出差旅高铁的排放因子，记为 EF_{Cost_3,BT_3} ，其计算方法如公式(8)所示：

$$EF_{Cost_3,BT_3} = \frac{AvgC_{BT_3}}{P_{BT_3}} \times 10 \quad (8)$$

$$AvgC_{BT_3} = EC_{elec} \times EF_{elec} / 100 \quad (9)$$

其中：

$AvgC_{BT_3}$ 为单位运量平均碳足迹，单位为 $kgCO_2/pkm$ ；

P_{BT_3} 为高铁每人每公里定价，单位为 $元/pkm$ ；

EC_{elec} 为高铁每人每公里能耗，单位为 kWh/pkm ；

EF_{elec} 为电网平均排放因子。

由此可得高铁差旅碳足迹 E_{CO_2,BT_3} ，计算方法如公式(10)所示：

$$E_{CO_2,BT_3} = AD_{Cost_3,BT_3} * EF_{Cost_3,BT_3} \quad (10)$$

单位支出差旅出租/网约车碳排放因子

针对差旅活动中因乘坐出租车或网约车产生的能耗的碳排放，本文采用自下而上法计算其单位支出差旅出租/网约车的排放因子，记为 EF_{Cost_4,BT_4} ，其计算方法如公式(11)所示：

$$EF_{Cost_4,BT_4} = \frac{AvgC_{BT_4}}{P_{BT_4}} \times 10 \quad (11)$$

其中：

$AvgC_{BT_4}$ 为汽车单位里程平均碳足迹，单位为 $kgCO_2/km$ ；

P_{BT_4} 为汽车单位里程定价，单位为 $元/km$ 。

较其他交通工具不同的是，本文考虑了汽车出行中电车的市场占比，定义为变量 a ，进行更细致严谨地区分，适用于未对乘用车辆能源类型进行区分的计算情形。故汽车单位里程平均碳足迹 $AvgC_{BT_4}$ 可由公式(12)计算得到：

$$AvgC_{BT_4} = \frac{[EC_{fuel-car} \times EF_{fuel} \times (1-a) + EC_{elec-car} \times EF_{elec} \times a]}{100} \quad (12)$$

其中：

$EC_{fuel-car}$ 为燃油车单位里程油耗，单位为 $L/100km$ ；

$EC_{elec-car}$ 为电车单位里程能耗，单位为 $kWh/100km$ ；

EF_{fuel} 为汽油单位体积排放因子，单位为 $kgCO_2/L$ ；

EF_{elec} 为电网平均排放因子，单位为 $kgCO_2/kWh$ 。

由此可得差旅出租/网约车碳足迹 E_{CO_2,BT_4} ，计算方法如公式(13)所示：

$$E_{CO_2,BT_4} = AD_{Cost_4,BT_4} \times EF_{Cost_4,BT_4} \quad (13)$$

针对可对所乘坐的出租车和网约车能源类型进行区分的计算情形，燃油车和汽油车排放因子计算方法如公式(14)和(15)所示：

$$EF_{Cost_4,BT_4,fuel} = \frac{EC_{fuel} \times EF_{fuel}}{10P_{BT_4}} \quad (14)$$

其中：

$EF_{Cost_4,BT_4,fuel}$ 为单位支出差旅燃油出租/网约车的排放因子，单位为 $kgCO_2/元$ 。

$$EF_{Cost_4,BT_4,elec} = \frac{EC_{elec-car} \times EF_{elec}}{10P_{BT_4}} \quad (15)$$

其中：

$EF_{Cost_4,BT_4,elec}$ 为单位支出差旅燃油出租/网约车的排放因子，单位为 $kgCO_2/元$ 。

3. 计算结果

本文得出能体现2024年碳排放特征的两种类型的排放因子的推荐默认值。

因子1. 差旅住宿碳排放因子（推荐值）

表4 差旅住宿碳排放因子（推荐值）

(1) 单位数量差旅活动碳排放因子（基于消费数量）	66.52 $kgCO_2/晚$
(2) 单位支出差旅活动碳排放因子（基于支出金额）	2.0360 $tCO_2/万元$

计算过程如下：

参数符号	参数（单位）	数值	数据来源
P_{BT_1}	国内四星级宾馆平均价格（元/晚）	328.51	按照四星级酒店作为典型商旅住宿标准*，数据来自《2024年第三季度全国星级旅游饭店统计调查报告》，中国文旅部
$AvgC_{BT_1}$	每晚平均碳足迹（ $kgCO_2/晚$ ）	66.52	2023年中国四星级酒店每晚平均碳足迹，CHSB
$EF_{Activity_{y_1,BT_1}}$	单位数量差旅住宿碳排放因子（ $kgCO_2/晚$ ）	66.52	$EF_{Activity_{y_1,BT_1}} = AvgC_{BT_1}$
$EF_{Cost_{t_1,BT_1}}$	单位支出差旅住宿碳排放因子（ $tCO_2/万元$ ）	2.0360	$EF_{Cost_{t_1,BT_1}} = \frac{AvgC_{BT_1}}{P_{BT_1}} \times 10$

* 基于代表性和保守性原则，选择四星级酒店排放因子（高于三星级）作为默认的排放因子

- 中国商务差旅中，三星级和四星级酒店占据了主要市场份额，是商旅酒店的典型报销标准。
- 四星级酒店的能耗和碳排放高于三星级（根据世界自然基金会的研究，运营过程中四星级酒店在单位建筑面积上的综合能耗平均值为 47.29 千克标准煤，而三星级酒店为 40.36 千克标准煤），基于保守性原则，选择四星级酒店作为默认排放因子，可以避免低估酒店住宿的碳排放影响。

因子2. 差旅航空碳排放因子（推荐值）

表5 差旅航空碳排放因子（推荐值）

(1) 单位数量差旅活动碳排放因子（基于消费数量）	0.0829 $kgCO_2/pkm$
(2) 单位支出差旅活动碳排放因子（基于支出金额）	1.4970 $tCO_2/万元$

计算过程如下：

参数符号	参数（单位）	数值	数据来源
P_{BT_2}	国内航司客运运营收入水平（元/ tkm ）	6.15	《2023 年民航业发展统计公报》中国民航局
	单位换算（ tkm/pkm ）	0.09	民航业综合统计调查制度规定（成人按照 90kg 计算，含行李）
EC_{air}	国内航司吨公里油耗（ kg/tkm ）	0.292	《2023 年民航业发展统计公报》中国民航局
EF_{air}	单位航油 CO_2 排放因子	3.1532	参考《中国民用航空企业 温室气体排放核算办法与报告指南》（基于航空煤油的低位发热值、单位热值含碳量、燃料碳氧化率计算得出）
$AvgC_{BT_2}$	单位运量平均 CO_2 排放（ $kgCO_2/tkm$ ）	0.9207	$EC_{air} \times EF_{air}$
$EF_{Activity_2,BT_2}$	单位数量差旅航空碳排放因子（ $kgCO_2/pkm$ ）	0.0829	$AvgC_{BT_2} \times 0.09$ （单位换算）
EF_{Cost_2,BT_2}	单位支出差旅航空碳排放因子（ $tCO_2/\text{万元}$ ）	1.4970	$AvgC_{BT_2} / P_{BT_2} \times 10$

因子3. 差旅高铁碳排放因子（推荐值）

表6 差旅高铁碳排放因子（推荐值）

(1) 单位数量差旅活动碳排放因子（基于消费数量）	0.0204 $kgCO_2/pkm$
(2) 单位支出差旅活动碳排放因子（基于支出金额）	0.4430 $tCO_2/\text{万元}$

计算过程如下：

参数符号	参数（单位）	数值	数据来源
P_{BT_3}	高铁每人每公里定价（元/ pkm ）	0.46	高铁官网 12306
EC_{elec}	高铁每人每公里能耗（ $kWh/p \times 100km$ ）	3.8	中国国家铁路集团统计（复兴号）
EF_{elec}	电网平均排放因子（ $kgCO_2/kWh$ ）	0.5366	电网平均排放因子，生态环境部《2022 年电力二氧化碳排放因子》
$AvgC_{BT_3}$	单位运量平均 CO_2 排放（ $kgCO_2/pkm$ ）	0.0204	$EC_{elec} \times EF_{elec}/100$
$EF_{Activity_3,BT_3}$	单位数量差旅高铁碳排放因子（ $kgCO_2/pkm$ ）	0.0204	$EF_{Activity_3,BT_3} = AvgC_{BT_3}$
EF_{Cost_3,BT_3}	单位支出差旅高铁碳排放因子（ $tCO_2/\text{万元}$ ）	0.4430	$AvgC_{BT_3} / P_{BT_3} \times 10$

因子4. 差旅出租车/网约车碳排放因子（推荐值）

若未对出租车/网约车能源类型进行区分，可使用下述数据：

表7 差旅出租车/网约车碳排放因子推荐值（未对出租车/网约车能源类型进行区分）

未对出租车/网约车能源类型进行区分	排放因子
(1) 单位数量差旅活动碳排放因子（基于消费数量）	0.1001 $kgCO_2/pkm$
(2) 单位支出差旅活动碳排放因子（基于支出金额）	0.5047 $tCO_2/\text{万元}$

计算过程如下：

参数符号	参数（单位）	数值	数据来源
P_{BT_4}	出租车单位里程定价（元/km）	2.01	国家发改委价格监测中心 2023 年 12 月 36 个大中城市服务收费
$EC_{fuel-car}$	燃油车单位里程油耗（L/100km）	6.98	2023 年燃油车实际油耗统计（手动紧凑，小熊）
$EC_{elec-car}$	电车单位里程能耗（kWh/100km）	16.98	2023 年电车实际油耗统计（EV 紧凑，小熊）
a	电动车市场占比	87%	基于乘联会公布的 2023 年纯电动车在网约车市场的占比
EF_{fuel}	汽油单位体积排放因子($kgCO_2/L$)	2.388	根据企业温室气体排放核算指南低位热值、含碳量、氧化率、密度计算
EF_{elec}	电网平均排放因子（ $kgCO_2/kWh$ ）	0.5366	电网平均排放因子，生态环境部《2022 年电力二氧化碳排放因子》
$AvgC_{BT_4}$	出租车/网约车单位里程排放($kgCO_2/km$)	0.1001	$[EC_{fuel-car} * EF_{fuel} * (1 - a) + EC_{elec-car} * EF_{elec} * a] / 100$
$EF_{Activity_4, BT_4}$	单位数量差旅出租车/网约车碳排放因子($kgCO_2/pkm$)	0.1001	$AvgC_{BT_4} / 1$
EF_{Cost_4, BT_4}	单位支出差旅出租车/网约车碳排放因子（ $tCO_2/\text{万元}$ ）	0.5047	$AvgC_{BT_4} / P_{BT_4} \times 10$

* 按照平均载员人数为 1 人、不考虑空驶里程计算。

- 单位数量出租车/网约车出行的碳排放因子，会受到实际载客量和车辆空里程数影响根据不同研究，全国范围内平均每单载客人数在 1.1~1.54 之间，空驶里程数由城市出租车/网约车市场供需整体关系决定，对单独订单的影响不敏感，且这部分成本已经反映在平均价格中。因此，本研究按照出租车/网约车的平均载员人数为 1 人（不包含司机）来计算单位数量出行距离或单位支出的碳排放因子。
- 为了提高排放因子计算的准确性，未来我们将扩大研究样本范围且覆盖不同地区，同时考虑出租车/网约车载员人数大于 1 的情况以及实际的空驶里程，以增强排放因子在不同地区以及特定情况使用的精确性。

若可对出租车/网约车能源类型进行区分，可使用下述数据：

表8 差旅出租车/网约车碳排放因子推荐值（对出租车/网约车能源类型进行区分）

可对出租车/网约车能源类型进行区分	排放因子
燃油车	(1) 单位数量差旅活动碳排放因子（基于消费数量） 0.1667 $kgCO_2/pkm$
	(2) 单位支出差旅活动碳排放因子（基于支出金额） 0.8334 $tCO_2/\text{万元}$
电车	(1) 单位数量差旅活动碳排放因子（基于消费数量） 0.0911 $kgCO_2/pkm$
	(2) 单位支出差旅活动碳排放因子（基于支出金额） 0.4556 $tCO_2/\text{万元}$

计算过程如下：

参数符号	参数（单位）	数值	数据来源
P_{BT_4}	出租车单位里程定价（元/km）	2.0	国家发改委价格监测中心 2024 年 4 月 36 个大中城市服务收费
$EC_{fuel-car}$	燃油车单位里程油耗（L/100km）	6.98	2023 年燃油车实际油耗统计（手动紧凑，小熊）
$EC_{elec-car}$	电车单位里程能耗（kWh/100km）	16.98	2023 年电车实际油耗统计（EV 紧凑，小熊）
EF_{fuel}	汽油单位体积排放因子（kgCO ₂ /L）	2.388	根据企业温室气体排放核算指南低位热值、含碳量、氧化率、密度计算
EF_{elec}	电网平均排放因子（kgCO ₂ /kWh）	0.5366	电网平均排放因子，生态环境部《2022 年电力二氧化碳排放因子》
$EF_{Activity_4,BT_4,fuel}$	单位数量差旅燃油车出租车/网约车碳排放因子（kgCO ₂ /pkm）	0.1667	$EC_{fuel-car} * EF_{fuel} / 100 / 1$
$EF_{Cost_4,BT_4,fuel}$	单位支出差旅燃油车出租车/网约车碳排放因子（tCO ₂ /万元）	0.8334	$EF_{Activity_4,BT_4,fuel} / P_{BT_4} \times 10$
$EF_{Activity_4,BT_4,elec}$	单位数量差旅电车出租车/网约车碳排放因子（kgCO ₂ /pkm）	0.0911	$EC_{elec-car} * EF_{elec} / 100 / 1$
$EF_{Cost_4,BT_4,elec}$	单位支出差旅电车出租车/网约车碳排放因子（tCO ₂ /万元）	0.4556	$EF_{Activity_4,BT_4,elec} / P_{BT_4} \times 10$

4. 合理性检验

关于参数的交叉验证

利用文献数据获得碳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。

因子1. 差旅住宿

本文采用的酒店每晚二氧化碳排放量参数数值是基于CHSB发布的2023年中国四星级酒店每晚碳足迹均值，数据来源于中国酒店运营商的最新年度报告样本，包含因能源消费而产生的直接和间接碳排放，真实性和时效性较好。

为计算单位支出差旅住宿碳排放因子，本文参考了《2024年度全国星级饭店统计调查报告》中四星级酒店的平均价格。尽管本文测算结果与既有文献存在差异，

这主要归因于核算边界的不同以及文献中使用的数据年份较老，但本文所使用的参数仍在推断后的合理区间内，因此建议采用（具体来源见附件1）。

因子2. 差旅航空

本文使用的数据来自中国民航局官方发布的《2023 年民航业发展统计公报》和《中国民用航空企业 温室气体排放核算办法与报告指南》，数据准确度较高。通过对比2019年不同测算方法下的结果及2030年估算预测值，同时参考不同机型的大类碳排放基准值，本文得出的单位客运周转量碳排放因子推荐值处于合理区间，建议采用（具体来源见附件2）。单位支出差旅航空碳排放因子是通过中国民航局发布的国内航司客运营收水平数据计算得出，同样具备较高可靠性。

因子3. 差旅高铁

本文利用生态环境部最新发布的2022年电网平均排

放因子及国家铁路集团统计的每公里每人能耗，计算了单位运量下高铁二氧化碳排放量。所用数据具有较高准确度和实时性。

根据高铁12306官方每人每公里定价数据，计算得出的单位支出差旅高铁碳排放因子推荐值对比2019年测算值及2030年预测值处于合理区间，建议采用（具体来源见附件3）。

因子4. 差旅出租车/网约车

本文选取了乘联会公布的纯电车辆占出租/网约车比例，对车辆能源消耗结构进行拆分（具体来源请参考附件4）。

5. 应用示例

为更好地帮助企业财务部门在核算过程中利用该研究成果得到更为准确的报告数据，本文编制了基于支出法的计算示例以供参考。

实际计算中，将2024年与差旅住宿、航空、高铁、汽车相关的公司财务数据如实代入到 AD_{Cost_i,BT_i} ($i = 1,2,3,4$) 中即可。全年（差旅住宿、航空、高铁、汽车）碳足迹 E_{CO_2,BT_i} ($i = 1,2,3,4$) = $AD_{Cost_i,BT_i} \times EF_{Cost_i,BT_i}$

1. 根据报销制度，分项统计差旅类型及其金额

2024年度，会计统计的公司差旅费用如下：

- 差旅住宿支出为50万元
- 差旅交通费用为150万元，其中：
 - 飞机票费用 50万元

燃油车与电车单位里程排放因子数据基于小熊油耗App的真实车主用户提交的加油记录统计，准确反映车辆的实际路况油耗。结合企业温室气体排放核算指南中的数据计算汽油单位体积排放因子，以及生态环境部发布的最新电网平均排放因子数据，本文计算得出的出租/网约车的单位里程排放因子推荐值低于2022年全国平均小客车周转量碳排放因子，但考虑到新能源车渗透率提升显著，故认为本文推荐值具备合理性。（具体来源见附件5）。

基于国家发改委价格监测中心发布的出租车单位里程定价，计算得出的单位支出出租车/网约车碳排放因子推荐值，同样确保了数据的合理性，建议采用。

- 高铁票费用 50万元
- 出租车费用 50万元

2. 利用本文计算公式，核算全年公司范围三员工差旅碳排放：

碳排放类别	财务数据 万元/年	计算过程	计算结果 tCO ₂ /年
全年住宿碳排放	50	50×2.036	101.81
全年航空碳排放	50	50×1.497	74.86
全年高铁出行碳排放	50	50×0.443	22.16
全年出租车/网约车出行碳排放	50	50×0.504	25.23
汇总（全年员工差旅碳排放）	200	/	224.06

6. 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。未来的工作将扩大研究样本范围，包括更多中国企业与合作伙伴的数据，覆盖不同地区、行业以及最新的差旅和住宿活动，以增强数据的时间和空间一致性，并确保排放因子计算的精确性。我们将持续更新数据，整合文献、数据库及企业样本，并纳入中国在道路交通和酒店住宿碳排放研究的最新成果，进一步提升数据质量。

同时，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，为中国的差旅出行与住宿活动提供科学依据，支持政策制定和企业决策。

7. 参考文献

1. 中华人民共和国文化和旅游部. (2024). 2024年第三季度全国星级旅游饭店统计调查报告. 市场管理司. [2024年12月26日] 检索自 https://zwgk.mct.gov.cn/zfxgkml/scgl/202412/t20241226_957396.html

2. Greenview. (n.d.). Cornell Hotel Sustainability Benchmarking Index (CHSB). Retrieved December 2, 2024, from <https://greenview.sg/services/chsb-index/>

3. 中国民航局. (2023). 2023年民航行业发展统计公报. [2024年12月2日]. 检索自 https://www.caac.gov.cn/XWZX/MHYW/202405/t20240531_224334.html

4. 国家统计局. (2024). 民航综合统计调查制度. [2024年12月2日]. 检索自 https://www.stats.gov.cn/fw/bmdcxmsp/bmzd/202407/t20240719_1955784.html

5. 国家发展改革委. (2013). 中国民用航空企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）. [2024年12月2日]. 检索自 <http://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201311/W020190905508187976253.pdf>

6. 劳伦斯, 玛莎., 布洛克, 理查德., & 刘, 子铭. (2019). 中国的高速铁路发展. 世界银行. <https://www.worldbank.org/example-report-url>

7. 中国铁路. (2021, 8月28日). 时速350公里复兴号往返京沪, 耗电多少? https://mp.weixin.qq.com/s/26UXWdqzwYBbFEc9R_Vo9A

8. 生态环境部. (2024). 2021年电力二氧化碳排放因子. [2024年12月2日]. 检索自 <https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk01/202404/W020240412827267102800.pdf>

9. 小熊油耗. (2023). 2023中国汽车油耗排行榜. [2024年12月2日]. 检索自 <https://www.xiaoxiongyouhao.com/report/2023/index.php>

10. 中国日报中文网. (2024). 2024上半年网约车行业发展洞察. 取自 <https://caijing.chinadaily.com.cn/a/202408/01/WS66ab1f0da310054d254eaff5.html> [2024年12月11日].

11. 国家发展改革委. (2013). 企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）. [2024年12月2日]. 检索自 https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201511/t20151111_963496.html

12. 中华人民共和国国家发展和改革委员会. (2024, 5月9日). 2024年4月36个大中城市服务收费平均价格表. <https://www.ndrc.gov.cn/example-url>

13. 交通运输部科学研究院, 滴滴发展研究院, 中环联合认证中心, & 商道纵横. (2023). 2023数字出行助力零碳交通.

14. 路小静, 时朋飞, 邓志伟, 李星明, & 胡月. (2019). 长江经济带旅游业绿色生产率测算与时空演变分析. 中国人口·资源与环境, 29(7), 19-30.

15. 沈杨, 胡元超, 施亚岚, 等. (2017). 城市酒店业的碳排放核算及低碳指标分析. 环境科学学报, 37(3), 1193-1200.

16. 陶玉国, 黄震方. (2013). 区域旅馆业碳排放分类测度研究——以长三角为例. 经济管理, 39(12), 111-120.

17. Li, G., & Zhang, Y. (2016). Quantifying direct and indirect carbon dioxide emissions of the Chinese tourism industry. Journal of Cleaner Production, 112(1), 3284-3294.

18. 李鹏, 黄继华, 莫延芬, & 杨桂华. (2010). 昆明市四星级酒店住宿产品碳足迹计算与分析. 旅游学刊, 25(3), 27-34.

19. Wu, P., & Shi, P. (2011). An estimation of energy consumption and CO2 emissions in tourism sector of China. Journal of Geographical Science, 21, 733-745.

20. 田佩宁, 毛保华, 童瑞咏, 张皓翔, & 周琪. (2023). 我国交通运输行业及不同运输方式的碳排放水平和强度分析. 气候变化研究进展, 19(3), 347-356.

21. 北京交通大学综合交通团队. (2023). 双碳目标下高速铁路与民航出行结构优化策略研究项目报告.

22. 广东省生态环境厅. (2022). 广东省2022年度碳排放配额分配方案.

23. 刘青. (2022). 纯电动乘用车换电技术方案分析. 新能源汽车, (10), 1671-7988.

24. 中国汽车流通协会. (2023). 专家解读 | 2023年3月全国出租网约车市场分析. 搜狐网. 取自 https://www.sohu.com/a/669941203_253988/?pvid=000115_3w_a. [2024年8月1日].

25. 吕晨, 张哲, 陈徐梅, 马冬, & 蔡博峰. (2021). 中国分省道路交通二氧化碳排放因子. 中国环境科学, 41(7), 3122-3130.

8. 附录

表附录1 商务住宿排放因子 合理性检验数据来源

来源	文献年份	测算年份	测算方法	测算内容	测算结果	换算后排放因子 $kgCO_2/晚$	本文排放因子 $kgCO_2/晚$	文献原文
陆小静, 时朋飞	2010	2016	自下而上	旅游住宿能源消耗系数	155 $MJ/晚$	30.94	66.89	长江经济带旅游业绿色生产率测算与时空演变分析
沈杨, 胡元超, 施亚岚	2016	2015	实地调研	单位出租间天数排放量	42 $kgCO_2/晚$	42	66.89	城市酒店业的碳排放核算及低碳指标分析
陶玉国, 黄震芳	2013	2012	实地调研	长三角五星级饭店碳排放系数	70.8 $kgCO_2/晚$	70.8	66.89	区域旅馆业碳排放分类测度研究——以长三角为例
Meng, Xu	2017	2010	自上而下	中国住宿餐饮业间接 CO_2 排放量	25.95 Mt	16.6	66.89	Quantifying direct and indirect carbon dioxide emissions of the Chinese tourism industry
李鹏, 黄继华	2010	2009	实地调研	昆明市 6 家四星级酒店平均每房间每晚碳足迹	25.29 $kgCO_2/晚$	25.29	66.89	昆明市四星级酒店住宿产品碳足迹计算与分析
Wu, Shi	2011	2008	自下而上	中国住宿业 CO_2 排放	15.36 Mt	9.8	66.89	An estimation of energy consumption and CO2 emissions in tourism sector of China

表附录2 航空差旅排放因子 合理性检验数据来源

来源	文献年份	测算年份	测算方法	测算内容	测算结果	换算后因子 $kgCO_2/pkm$	本文因子 $kgCO_2/pkm$	文献原文
田佩宁, 毛保华, 童瑞咏, 张皓翔, 周琪	2023	2019	自上而下+自下而上	航空运输方式的单位周转量碳排放因子	899.48 gCO_2/tkm	0.0810	0.0829	我国交通运输行业及不同运输方式的碳排放水平和强度分析
北京交通大学	2023	2019	实地调研	民航客运碳排放因子	105.5 gCO_2/pkm	0.1055	0.0829	双碳目标下高速铁路与民航出行结构优化策略研究项目报告
北京交通大学	2023	2030	估算	民航客运碳排放因子	95.5 gCO_2/pkm	0.0955	0.0829	双碳目标下高速铁路与民航出行结构优化策略研究项目报告
北京交通大学	2023	2035	估算	民航客运碳排放因子	89.3 gCO_2/pkm	0.0893	0.0829	双碳目标下高速铁路与民航出行结构优化策略研究项目报告
广东省生态环境厅	2022	2022	基准值	宽体客机	10.4 $tCO_2/万tkm$	0.0936	0.0829	广东省 2022 年度碳排放配额分配方案
广东省生态环境厅	2022	2022	基准值	窄体客机	10.82 $tCO_2/万tkm$	0.0974	0.0829	广东省 2022 年度碳排放配额分配方案

表附录3 高铁差旅排放因子 合理性检验数据来源

来源	文献年份	测算年份	测算方法	测算内容	测算结果	换算后排放因子 $kgCO_2/pkm$	本文测算排放因子 $kgCO_2/pkm$	文献原文
北京交通大学	2023	2019	实地调研	中国高速铁路 CO_2 排放因子	26.3 gCO_2/pkm	0.0263	0.0212	双碳目标下高速铁路与民航出行结构优化策略研究项目报告
北京交通大学	2023	2030	估算	中国高速铁路 CO_2 排放因子	17.9 gCO_2/pkm	0.0179	0.0212	双碳目标下高速铁路与民航出行结构优化策略研究项目报告
北京交通大学	2023	2035	估算	中国高速铁路 CO_2 排放因子	16.6 gCO_2/pkm	0.0166	0.0212	双碳目标下高速铁路与民航出行结构优化策略研究项目报告

表附录4 网约车/出租车差旅排放因子 合理性检验数据来源

来源	文献年份	测算年份	测算内容	测算结果	本文比例	文献原文
刘青	2022	2020	新能源车渗透率	10%	87%	纯电动出租车换电运营模式收益分析
中国汽车流通协会	2023	2018	新能源车占出租网约车新车比例	34%	87%	专家解读 2023 年 3 月全国出租网约车市场分析
中国汽车流通协会	2023	2022	新能源车占出租网约车新车比例	84%	87%	专家解读 2023 年 3 月全国出租网约车市场分析
乘联会	2024	2023	新能源车占出租网约车新车比例	87%	87%	2024 上半年网约车行业发展洞察

表附录5 汽车差旅排放因子 合理性检验数据来源

来源	文献年份	测算年份	测算内容	测算结果	换算后排放因子 $kgCO_2/km$	本文排放因子 $kgCO_2/pkm$	文献原文
吕晨, 张哲, 陈徐梅	2021	2020	全国平均汽油小客车周转量 CO_2 排放因子	0.041 $kgCO_2/pkm$	0.2050 (基于额定载客量 5 人)	0.0844	中国分省道路交通二氧化碳排放因子
吕晨, 张哲, 陈徐梅	2021	2020	全国平均柴油小客车周转量 CO_2 排放因子	0.045 $kgCO_2/pkm$	0.2250 (基于额定载客量 5 人)	0.0844	中国分省道路交通二氧化碳排放因子
吕晨, 张哲, 陈徐梅	2021	2020	全国平均电动小客车周转量 CO_2 排放因子	0.022 $kgCO_2/pkm$	0.1100 (基于额定载客量 5 人)	0.0844	中国分省道路交通二氧化碳排放因子

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: 0cccontact@chinacsrmmap.org
网站: lingtan.chinacsrmmap.org
微信: 零碳实验室 ZEROLab