

电动货车运营碳足迹 核算与报告白皮书 (中文翻译与补充版)

版权声明

本报告英文原版由智慧货运中心撰写发布，中国办公室于 2025 年翻译并添加中国相关内容。智慧货运中心及其中国办公室拥有全部版权。如有引用，请注明来源。

建议引用格式:

智慧货运中心中国办公室. 电动货车运营碳足迹核算与报告白皮书 (中文翻译与补充版). 北京, 2025

免责声明

本报告中所表达的观点来自于智慧货运中心及其工作人员、顾问和管理层，并不一定代表智慧货运中心董事会的立场。智慧货运中心不保证本出版物中所含数据的准确性，亦不对其使用所产生的后果承担任何责任。

致谢

本报告英文原版由智慧货运中心 Tharsis Teoh 撰写。中文翻译及相关补充内容由智慧货运中心中国办公室完成，特此致谢周宇飞、李天航及蔡梓萌在报告翻译、审校及内容本地化过程中所做的大量工作与专业投入。

关于智慧货运中心

智慧货运中心 (Smart Freight Centre) 2013 年在荷兰阿姆斯特丹成立，是一家致力于减少货运交通温室气体排放的国际非营利组织。智慧货运中心的使命是与全球合作伙伴协作，量化环境影响、识别解决方案，并推广物流脱碳战略。2014 年，智慧货运中心在中国开展工作，其绿色货运技术推广机制搭建、智慧车管经理培训、智慧货运论坛、智慧货主联盟、零排放货运行动、GLEC 框架本土化等多项工作得到了物流和货运行业的认可、支持和积极参与。机构的角色是引导企业走向零排放物流，倡导支持型政策和项目，并提高零排放意识。

联系方式

北京市朝阳区望京利泽西街 6 号院东湖国际中心 A 座 13 层 1302

网站: www.smartfreightcentre.org

邮箱: infochina@smartfreightcentre.org

目录

摘要	4
1 引言	6
1.1 报告范围	9
1.2 报告结构	9
2 电动货运车辆物流温室气体排放的报告规则	10
2.1 依据 GHG Protocol 范围 2 指南披露温室气体排放	11
2.2 根据 ISO 14083 报告排放情况	13
2.3 标准之间的主要差异	15
3 根据 ISO 14083 选择电力温室气体排放因子	16
3.1 理解来自电力的温室气体排放	17
3.2 电网电力环境绩效趋势	19
3.3 获取低排放电力或相关证书	20
3.4 排放因子与数据库	22
3.5 关于中国电力因子的补充说明（译者补充）	24
4 量化电动货车车队运营温室气体排放	26
4.1 运输活动类别（TOC）的能耗强度	28
4.2 运输活动类别（TOC）的排放强度	30
4.3 中国计算示例（译者补充）	32
5 结语	35
参考文献	38

摘要

《电动货车运营碳足迹核算与报告白皮书》(以下简称《白皮书》或报告)是智慧货运中心道路货运电气化系列研究成果的一部分,旨在应对电气化路径制定、实施及评估过程中的实际挑战。《白皮书》旨在遵循 ISO 14083《全球运输链温室气体排放计算标准》的要求与指南,为电动货车运营排放的计算提供补充指导。

电动货车凭借创新的牵引电池系统,实现了驾驶与能源生产的解耦,在大幅降低道路货运温室气体排放方面发挥着关键作用。在低碳电力国家,电动车的预期排放强度可降低高达 85%,优于传统燃料替代方案,是实现可持续、低排放物流的关键技术路径。

为确保电动货车得以有效纳入运营或融入更广泛的物流生态系统,精确的排放测量和符合行业标准的报告至关重要。《白皮书》遵循 ISO 14083 和 GLEC 框架(第 3 版)的要求,重点指导如何在既有的温室气体排放框架下,对电动货车的运营排放进行测量与报告,前提是读者已具备对 ISO 14083 的基础认知。鉴于电动货车充电行为和策略的复杂性、充电基础设施的技术挑战,以及 ISO 14083 对电力排放因子的特殊要求,行业亟需进一步的指导。

《白皮书》涵盖以下内容:

- 基于温室气体核算体系 (GHG Protocol) 和 ISO 14083 的电动货车物流温室气体排放总体报告规则;
- 选择电力温室气体排放因子时的考虑因素,包括排放类别、市场化机制及数据来源;
- 基于 ISO 14083,电动车队运营温室气体排放的量化步骤,包括电力消耗、能耗强度、汇总排放因子,并涵盖充电基础设施的能量损耗。

《白皮书》中提出的方法旨在帮助读者应对不同因素对能源供应排放因子的识别与推导造成的复杂影响。具体而言,影响能源供应排放因子的因素包括:

- 充电活动所在国家的电网平均电力结构;

- 场内自发自用发电（如充电设施自有的太阳能板）所贡献的平均能源比例；
- 现场电力及充电基础设施布局（见图 1）。



图 1 现场电力及充电基础设施中电力传输路径示意图

《白皮书》最后指出了当前行业在标准化方面所面临的若干挑战：

- 货运服务采购方在市场化机制（例如：通过能源属性证书(EACs)市场明确采购的可再生能源所对应的排放因子）应用方面缺乏明确指导。
- 现有电力排放因子数据库的覆盖范围和可得性有限，难以完全满足 ISO 14083 对所有排放类别及相关地域的要求；
- ISO 14083 标准未考虑场内电力及充电基础设施的损耗，从而影响了车辆能耗强度以及相应的电动车运营排放强度精确度。

《白皮书》强调亟需各方协作，充分利用原始数据并采取创新方法，推动能源全生命周期报告的标准化，并在全球运输排放管理中产生实际影响。智慧货运中心正积极持续推进相关工作，以应对现有挑战并探索标准化路径，这一进程对于整个行业至关重要。《白皮书》倡议各类组织、行业协会及政府联合行动，共同促进物流行业排放绩效的显著改善。果断决策并付诸实践，是迈向可持续、低排放未来的必要之举。

1

引言



《电动货车运营碳足迹核算与报告白皮书》是智慧货运中心道路货运电气化系列研究成果的一部分，旨在应对电气化路径制定、实施及评估过程中的实际挑战。

电动货车（EV）在道路货运温室气体减排方面发挥着关键作用。与内燃机卡车不同，电动货车通过牵引电池组储存电力，实现了驾驶活动与能源生产的有效解耦。这不仅消除了尾气排放，还因更高的初级能源利用效率以及可再生能源的广泛应用，实现了更低的全生命周期排放强度。如图 1 所示，在欧盟地区，电动货车的平均排放强度可降低约 35%，在低碳电力国家可达 85%。美国也展现出显著的减排潜力，并且随着各区域可再生能源占比的逐年提升，其减排潜力预计将持续扩大。相比之下，氢化植物油 (HVO100)作为一种出色的低碳燃料，尽管拥有高达 71%的减排潜力，但其供应目前仅限于特定区域且数量有限（智慧货运中心，2022）。综上所述，电动货车是极具投资价值的低排放运输解决方案，能够在短期和长期带来显著效益。

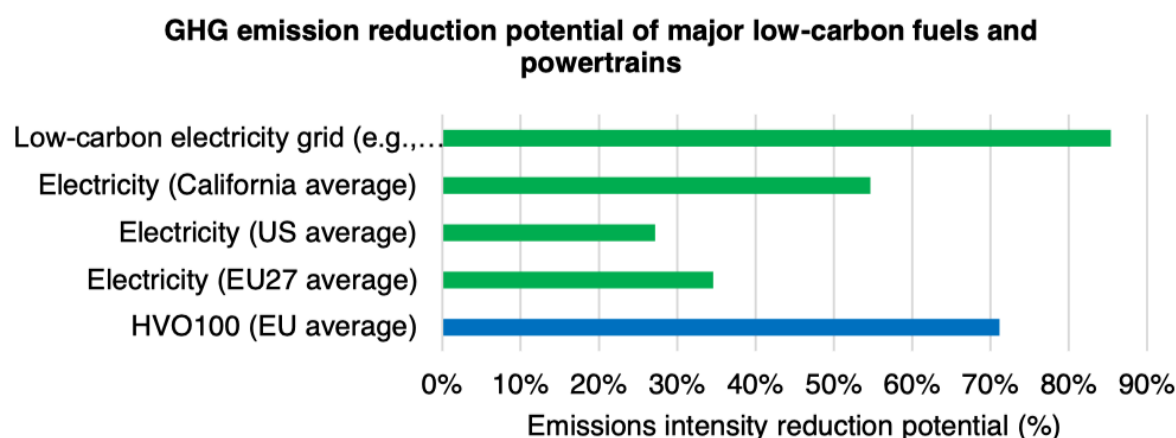


图 2 不同燃料与动力系统的温室气体减排潜力

（来源：分析基于以下文献 Scarlat et al., 2022; Smart Freight Centre, 2023; USEPA, 2023）

对于已在运营中采用电动货车的企业，无论是直接自营还是通过分包商使用，都必须准确理解、测量并报告其排放情况。电力排放水平因其发电方式的不同而差异显著；更为复杂的是，最终输送至终端用户的电力来源结构也会影响其排放因子。尽管电力排放因子已长期应用于物流场站和铁路运输，但如《白皮书》所述，电动货车的充电行为及其对应的电力排放因子预计将呈现更广泛的变动性。若希望将电动货车作为减排方案，确定合适的排放因子至关重要。然而，选择何种排放因子也取决于计算目的及所采用的报告框架。

在此背景下，ISO 14083《温室气体——运输链运营温室气体排放的量化与报告》及 GLEC 框架（第 3 版）为排放计算提供了通用原则，并可作为将排放纳入其他报告要求时的重要依据，例如温室气体核算体系 (GHG Protocol) 范围 2 和范围 3 标准。然而，电动货车的推广应用、充电策略、充电基础设施布局以及电力来源（如电网或其他分布式系统）等因素，带来了传统燃油能源供应体系所未曾面临的新维度的复杂性和多变性。

【译者补充说明】

在政策制定、行业规划或企业实践中，统一的碳排放计算方法都是开展对比分析、识别减排路径、推进标准化的关键基础。期待《白皮书》提供的电动货运车辆运营排放核算方法，可为中国当前推进道路运输电动化和低碳转型提供助力。从更长远的角度看，本白皮书提出的方法论也可为我国构建具有国际可比性、同时贴合本地实际的道路运输碳排放核算标准体系提供借鉴，助力形成规范、透明、可持续的陆运脱碳基础。

需要说明的是，报告所采用的方法框架旨在更贴近 ISO 14083 标准的原则和要求，且基于数据相对完备的情境。文中所示的排放计算流程、因子选择逻辑及边界设定，均假设计算或报告方可得数据具备较高的完整性与准确性，例如可获得详实的电力使用数据或电力因子的生命周期覆盖信息等。

然而现实中，企业在信息获取能力或供应链协作程度等方面存在差异，无法一概而论。在应用本白皮书所提供的方法时，建议企业在充分理解 ISO 14083 标准的基础上，结合自身实际情况酌情参考，逐步提升数据质量与方法贴合度，在保证核算逻辑一致性的前提下，稳步推进排放数据透明化与可比性建设。

1.1 报告范围

报告旨在阐明如何在现有温室气体排放披露框架（GHG Protocol 与 ISO 14083）的指导下，对电动货运车辆的运营排放进行测算与报告。本文件作为 GLEC 框架（第 3 版）与 ISO 14083 的补充资料，重点关注物流运输中电动货车温室气体排放的计算与报告。因此，本文件默认读者已对依据 ISO 14083 进行排放量与排放强度计算的方法有基础了解。关于 ISO 14083 在货运领域的具体应用实践，敬请读者查阅 GLEC 框架（第 3 版）。

1.2 报告结构

报告旨在为如何在物流运输中报告电动货车（EV）的温室气体（GHG）排放提供指导，主要涵盖以下三个方面：

- 基于 GHG Protocol 标准和 ISO 14083 的电动货车物流温室气体排放总体报告规则；
- 选择电力温室气体排放因子时的一般性考虑，包括排放因子类别、市场机制的纳入及数据来源；
- 量化电动车队运营温室气体排放的具体步骤，包括电力消耗和能耗强度的计算，以及汇总排放因子的应用（包括充电基础设施的能量损耗）。



2

电动货运车辆物流温室气体 排放的报告规则



本节旨在对 GHG Protocol 与 ISO 14083 中涉及电动货车（EV）运营的排放报告要求进行比较分析。这些要求共同构成了排放报告的基础框架与背景。尽管两者在某些方面存在共通之处，由于其目标与适用范围不同，仍存在若干需特别注意的重要差异。

2.1 依据 GHG Protocol 范围 2 指南披露温室气体排放

GHG Protocol 将企业的温室气体排放划分为三个范围（见图 3）。其中，范围 1 排放（即来自企业自有或可控来源的燃料燃烧所产生的排放）和范围 2 排放（即企业购买并消耗的能源所产生的间接排放）为强制报告内容。范围 3 排放则涵盖企业价值链中所有其他间接排放，虽为可选项，但往往具有最大的减排潜力。

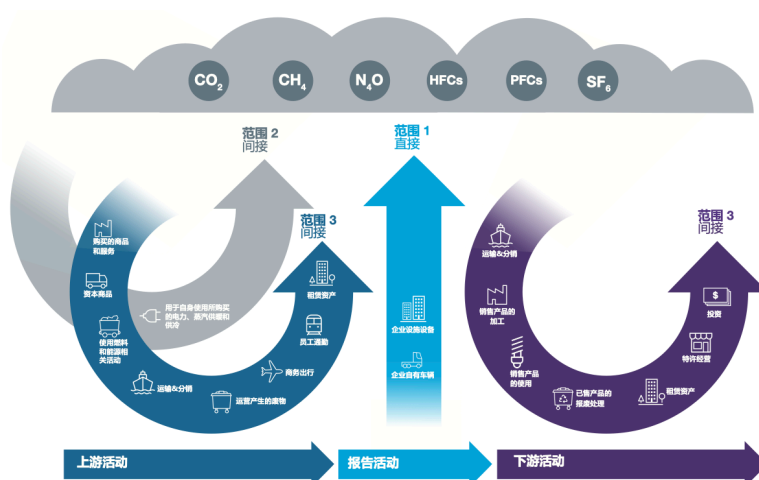


图 3 GHG Protocol 范围及价值链全流程排放概览（WRI & WBCSD，2011）

电动货车运营所产生的排放，根据电力生命周期的排放类别以及报告企业在价值链中的角色，可划分为不同类型。GHG Protocol 所涵盖的电力生命周期排放类别包括：

- 发电（Power Generation）：指燃料燃烧发电过程中产生的排放；
- 燃料生产（Fuel Production）：指与燃料生产相关的上游活动所产生的排放；
- 电力输配（Electricity Transmission & Distribution, T&D）：指在电力传输和分配过程中因能量损耗而产生的排放，通常发生于电网基础设施中。

电动汽车运营商需在范围 2 中报告“发电”产生的排放，并可选择在范围 3 的第 3 类“上游燃料及能源相关活动”中报告“燃料生产”和“输配”过程 (T&D) 产生的排放。

购买电动货车运营服务的企业，仅需在范围 3 的第 4 类“上游运输与配送”或第 9 类“下游运输与配送”中，报告其分包商的范围 2 排放 (SFC & CDP, 2020)。严格而言，范围 3 排放仅包括“第三方运输公司的范围 1 和范围 2 排放” (WRI & WBCSD, 2011, 第 44 页)。表 1 总结了不同排放范围下与电动货车运营相关的排放类型。

报告企业	排放类别
电动车运输服务购买方	仅在范围 3 第 4 类和第 9 类中报告承运人报告的范围 2 排放量。
电动车运营方	范围 2：来自发电过程的排放，即发电厂燃料燃烧产生的排放。例如，太阳能的排放为零。
电动车运营方	范围 3 第 3 类： - 燃料生产，即燃料的开采、生产和运输过程中的排放。 - 输配电 (T&D)，即分配给输电和配电过程中损耗电力的范围 2 排放。

表 1 基于 GHG Protocol 的电动车运营排放报告

根据 GHG Protocol 范围 2 标准，计算范围 2 排放的两种方法主要区别在于所采用的电力排放因子类型：

- 基于地点的方法 (Location-based method)：采用电网排放因子，该因子反映了特定时间段和地点内，基于发电量以及实际能源净进、出口量所计算的能源消耗平均排放。
- 基于市场的方法 (Market-based method)：此方法采用两种类型的排放因子。其一是与购买的低碳电力或其属性（例如，可再生能源合同或原产地保证）通过合同关联的特定排放因子。其二是剩余混合排放因子(residual mix emission factor)，用于计算该地区未被认领的电力发电结构所产生的排放，通常接近化石燃料发电排放因子 (AIB, 2022)，且高于基于地点的方法所使用的排放因子。

在两种方法中，范围 2 排放均通过将基于地点或基于市场的排放因子与实际电力消耗量（兆瓦时或千瓦时）相乘计算得出。

GHG Protocol 要求采用基于地点的方法报告范围 2 排放，并在适用情况下以基于市场的方法进行双重或补充报告。从目的上看，基于地点的方法反映特定地理区域（通常为国家）内能源消耗的排放，而基于市场的方法则反映单一企业的采购选择。此外，采用此方法也有助于满足不同报告项目的要求，例如 RE100（RE100，2022）。

然而，目前 GHG Protocol 范围 2 和范围 3 标准中均并未明确讨论使用基于市场方法的范围 2 排放用于范围 3 披露的情况。因此，尚不明确企业在使用可再生能源凭证 (RECs) 或电力采购协议 (PPAs) 等方式进行电动车运输的情况下，是否可以使用基于市场的排放因子进行范围 3 披露。该问题是当前 GHG Protocol 关于范围 2 与范围 3 标准及市场措施咨询中正在讨论的重要议题之一。未来版本或将调整双重报告的具体做法。

2.2 根据 ISO 14083 报告排放情况

ISO 14083:2023 作为一项标准，旨在提供一套通用方法，用于量化和报告客运与货运运输链运营全过程中产生的全生命周期温室气体排放。

根据该标准（ISO，2023），车辆运营所产生的排放主要分为两大类别：一类是车辆运营温室气体排放，即因车辆实际运营活动而直接释放至大气的温室气体；另一类是车辆能源供应的温室气体排放，即车辆运营过程中使用的能源的生产、储存、加工和配送环节所释放至大气的温室气体。

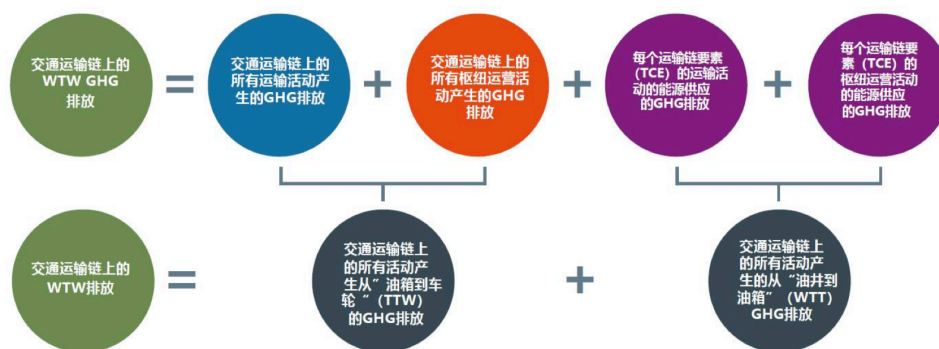


图 4 ISO 14083 涵盖了所有运输与枢纽运营中的运行排放与能源供应排放 (Smart Freight Centre, 2023a)

以电动货运为例，其实际运营的直接排放为零。车辆能源供应的排放，即电力供应所产生的所有温室气体排放，包括“初级能源的开采、加工与运输，电力的生产，发电基础设施（如太阳能板或风力涡轮机的制造），以及与电力输配相关的电网损耗”（ISO，2023，第 15 页）。能源供应产生的排放通常作为整体进行报告，但发电基础设施相关的排放除外，该部分可另行报告。依据 ISO 14083 第 5.2.3 款所列的取舍准则，任何方法学上决定排除某一类排放的情况，必须在报告中明确说明并提供充分的合理性依据。

ISO 14083 明确规定，运输服务提供方与运输服务使用方双方均需报告由运营活动和能源供应活动所产生的全部排放。因此，为确保正确计算排放量，无论是车队运营方抑或运输服务采购方，都务必了解运营过程中所使用的电力类型。

ISO 14083 要求在计算电力能源供应排放时采用基于地点的方法（即 GHG Protocol 范围 2 标准中提出的方法）。在该方法中，电网平均排放因子应基于电网的平均消费结构（即在考虑电力的净物理进出口情况下所生成的电力）进行计算。

企业也可以使用基于市场的方法用于双重报告。尽管 ISO 14083 标准中未对此进行明确阐述，但其似乎允许除电动货车运营方之外的其他主体使用基于市场方法计算的排放量。例如，如果运输服务运营方为其电动货车运营所用的电力购买了可再生能源证书，则该运营方可分别使用基于地点方法和基于市场方法，计算并得出两套独立的运输排放量及排放强度。随后，运输服务使用方可在其 ISO 14083 报告中同时纳入两种方法下的排放量及对应的排放强度。



2.3 标准之间的主要差异

ISO 标准是在 GLEC 框架的既有工作基础上制定的，旨在与 GHG Protocol 保持一致，从而使两者在报告要求上具备共同要素。然而，两者在针对电动货车运营排放的报告要求上存在若干关键差异。

差异概括如下：

- 排放类别：
 - ISO 14083 涵盖发电基础设施产生的排放，尽管在满足合理说明的条件下可选择单独报告或排除在外。此规定意味着，即使是非燃料型的可再生能源（例如太阳能、风能和水力发电）也会产生排放。
 - GHG Protocol 在其范围 2 和范围 3 标准中均未包含发电基础设施产生的排放。
- 报告责任与适用范围：
 - ISO 14083 强制要求货主企业与承运方均须报告运输活动的全部排放。
 - 相比之下，GHG Protocol 的范围 2 仅对电力使用者/购买者（例如车队运营商）具有强制性，且仅包括“发电”过程的排放（即属于但不等于发电企业相应的范围 1 排放，因为发电企业的范围 1 还包括“输配”过程（T&D）产生的排放）。电力的其他生命周期排放（即上游燃料开采与加工排放以及输配电（T&D）损耗）可作为范围 3 披露的可选部分进行报告。
- 运输服务购买方/使用方使用双重报告：
 - ISO 14083 允许除电力购买方之外的其他企业使用双重报告（即基于地点和基于市场的方法），意味着范围 2 以外的排放也可使用基于市场的方法。
 - GHG Protocol 尚未明确是否可在范围 3 排放中使用基于市场的方法，相关标准的进一步修订和关于范围 2、范围 3 及市场机制的行业讨论正在进行中。

3

根据 ISO 14083 选择电力 温室气体排放因子



本节将阐述在选择能源排放因子时需考量的若干事项。第一部分基于 ISO 14083 的要求，说明电力温室气体排放因子中通常包含的内容以及中国电力因子的补充说明。第二部分分析能源行业与相关政策的发展趋势，这些趋势将在未来十年内影响当前的电力结构。第三部分介绍企业在减少电动货车相关排放时可采用的几种主要基于市场工具的方法。第四部分对几个具有代表性的排放因子数据来源进行简要比较。

3.1 理解来自电力的温室气体排放

图 5 展示了电力的不同阶段，以及上游（燃料生产）和燃烧（发电）所产生的排放。如图所示，部分电力被用于自用、负荷平衡（例如抽水）以及电力交易。供电量与实际消耗量之间的差异主要源于输电与配电过程中的损耗。因此，了解所采用的排放因子类型非常重要，应根据当前最可靠的信息应用校正因子，或如有偏离 ISO 14083 要求的情况，应予以披露。图 5 展示了电力的不同阶段，以及上游（燃料生产）和燃烧（发电）所产生的排放。如图所示，部分电力被用于自用、负荷平衡（例如抽水）以及电力交易。供电量与实际消耗量之间的差异主要源于输电与配电过程中的损耗。因此，了解所采用的排放因子类型非常重要，应根据当前最可靠的信息应用校正因子，或如有偏离 ISO 14083 要求的情况，应予以披露。

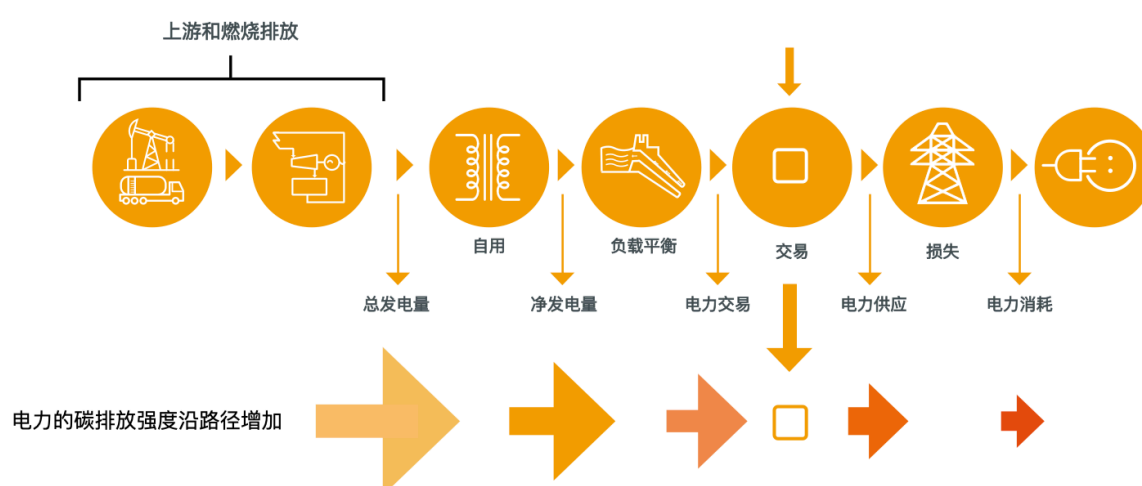


图 5 上游活动到最终消耗的碳排放强度（Moro & Lonza, 2018）

图 6 展示了不同能源类型的排放情况。以化石燃料发电为主的电力结构具有较高的排放因子。可再生能源和核能的排放远低于化石燃料的电厂。该图还说明了为何应将上游排放纳入计算：对于化石燃料，上游排放最高可达 100 克二氧化碳当量/千瓦时，占总排放的 10%至 20%。

另一方面，可再生能源发电基础设施的排放量在每千瓦时 10 至 40 克二氧化碳当量之间。仅当可再生能源在总能耗中占比较高时，此类排放才会成为总排放的重要部分。举例而言，如果能源消费中天然气和太阳能光伏各占一半，那么光伏基础设施的排放仅占总排放的约 9%。

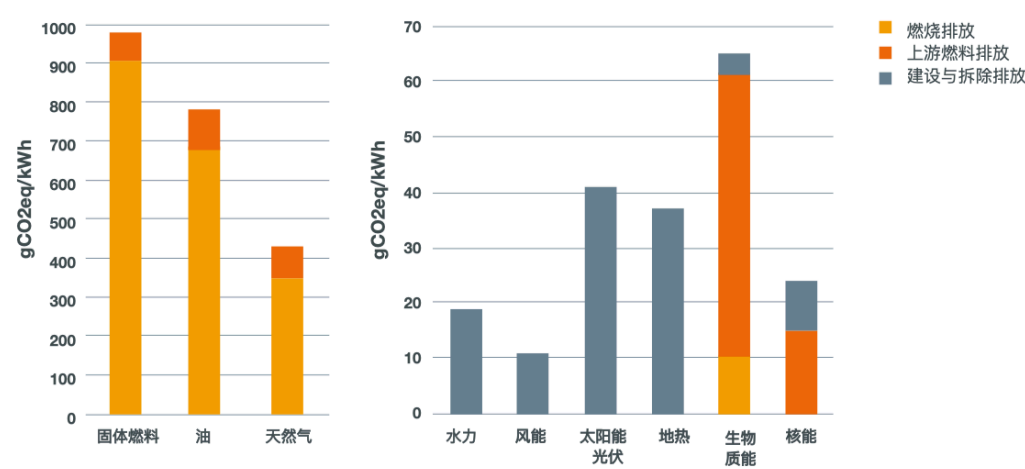


图 6 欧盟 27 国电力生产设施的温室气体排放因子 (Scarlat et al., 2022)

电力贸易会显著改变消费端的排放因子，具体取决于出口国和进口国的平均发电排放因子。例如，爱沙尼亚在 2019 年的电力排放因子因主要进口低碳电力而下降了三分之一。此外，贸易电量及其能源类型每年可能发生剧烈变化，例如在天然气短缺的年份。

输配电 (T&D) 过程中的平均损耗因电压分布类型 (即低压至高压电网连接) 而异。高压和中压终端的电力消耗量比低压终端低约 1%至 10%，这相当于每千瓦时减少约 1 至 78 克二氧化碳当量。这一差异并非微不足道。欧盟的平均损耗率为 3%至 4%，相应的排放为每千瓦时 15 至 19 克二氧化碳当量。然而，大多数数据库通常提供全国平均的输配电损耗值，这对于排放披露来说已足够适用。

最终消费排放因子为比较电动车与柴油卡车的排放强度提供了最合适的依据。图 7 展示了 2019 年欧洲各国电力消费排放的国家级比较（Scarlat 等，2022），并与柴油卡车的排放强度进行了对比（SFC，2019）。图中所示数值包含了燃料生产、发电、基础设施建设、电力贸易以及输电与配电损耗。图中红线代表一个 733 g CO₂e/kWh 的电力排放因子临界值。该临界值基于 26–40 吨柴油卡车与电动卡车的平均油耗与电耗推算得出，反映了两类车辆在单位行驶距离下碳排放相等所对应的电力排放强度门槛。当电力排放因子高于该值时，电动重卡在碳排放上可能不优于同吨位的传统柴油重卡，而电力排放因子越低，减排幅度越大，特别是在依赖水电、核电或可再生能源的国家，电动车的减排优势将更加显著。该图仅为理论示意，实际减排效果将因车辆类型、电耗水平、工况、载重等因素而有所不同。

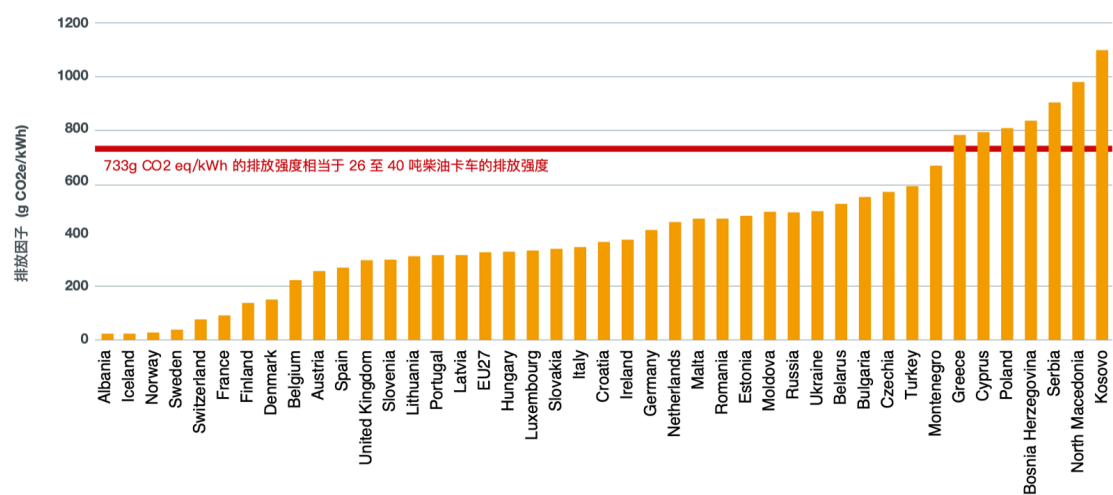


图 7 2019 年欧洲各国的完整电力排放因子（数据改编自 Scarlat et al., 2022）

3.2 电网电力环境绩效趋势

全球范围内，尽管电力行业的排放强度有所降低，但由于发电量增长，过去三年电力行业的总排放量略有上升（国际能源署，2023 年）。在美国和欧盟，得益于太阳能的强劲发展，电力行业排放量略有减少。然而，这些地区仍需以比以往更快的速度减排，以实现其环境承诺（来源：<https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>）。

电力脱碳的主要驱动力之一是政策，其附带目标还包括降低电价。各国已出台不同类型的政策，为脱碳进程提供长期、可持续且稳定的路径。在欧盟，《可再生能源指令 II》不仅为各成员国能源部门设定了减排目标，还建立了供应商间交易证书（如荷兰的 *Hernieuwbare Brandstof Eenheden*）以完成配额要求的制度基础（施耐德电气，2018 年）。根据《欧洲绿色新政》和 2050 年实现气候中和的目标，新提出的《可再生能源指令 III》（RED III）旨在将欧盟 2030 年可再生能源的约束性目标从 32% 提高到 45%。与之配套的欧盟碳排放交易体系则通过“总量控制与交易”机制推动减排。在美国，《通胀削减法案》预计将在 2030 年前实现超 40% 的减排量（Roy 等，2022 年），同时电力需求预计将持续增长。

总的来看，至少在欧盟和美国，电力市场似乎正朝着正确的方向迈进。然而，对于某些特定市场的企业而言，仅凭电网电力排放因子仍不足以在短期商业效益和环保效益层面充分论证电气化的可行性。

3.3 获取低排放电力或相关证书

目前已有多种资源可支持企业实现电力脱碳转型，包括 RE100 倡议开展的相关工作（RE100，2022 年）。根据国际能源署（IEA，2022 年）《通过清洁电力采购推进脱碳进程》报告，企业可采用以下四种主要方法来降低电力排放（相对于电网年平均排放因子）。本文列举这些方法的目的是阐明不同选择方案，并探讨其对温室气体排放披露的影响。企业应与专业机构共同考量，根据自身目标和实际情况选择适合的实施路径。

自发电或“表后”（Behind-the-Meter, BTM）发电：指企业投资建设清洁电力设施以满足自身用电需求，例如在屋顶安装太阳能板或在厂区内设置风力发电机。这种方式能降低企业对电网的依赖、减少电费支出，但也可能需要在储能设备、备用电源和电网接入等方面进行额外投资。BTM 发电减少了对电网的能量需求，从而降低了对电网排放因子的依赖，且在排放核算中采用“基于地点”的方法。图 8 展示了 GHG Protocol 对此类自发电源的处理方式。而在 ISO 14083 标准中，则不区分排放范围，需分别对自发电源和电网供电量适用相应的电力排放因子进行核算。

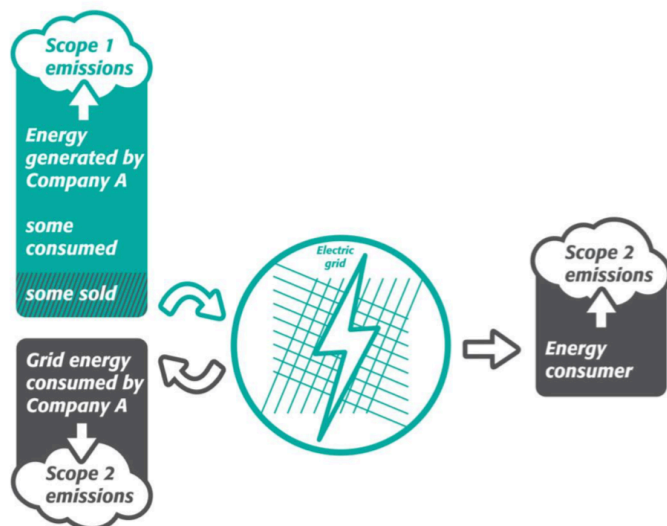


图 8 使用现场自发电与外购电网电力的设施（来源：WRI, 2015）

购电协议 (Power Purchase Agreements, PPAs): 指电力用户与发电企业签订的长期购电合约，用户按约定期限以固定价格采购定量电力。发电方可以是现有或新建的清洁能源电站，合约可分为实物型（电力直供用户）或虚拟型（电力并入电网，用户根据市场电价与协议电价之间的差额进行财务结算）。虽然具体条款可能存在差异，但根据世界资源研究所（WRI, 2015 年）标准，实物型 PPA 可归入“专线直供”类别，适用于基于地点的核算方法。虚拟型 PPA（亦称金融型 PPA）则可以通过提供的可再生能源证书及相应排放因子，使用基于市场的核算方法。需要注意的是，采用虚拟 PPA 时，使用基于地点的核算仍需使用电网排放因子。

绿色电价与绿电产品：指通过电网采购可再生能源电力的短期合约。在基于市场的核算方法中，可采用供应商提供的排放因子；而若采用基于地点的核算方法，则仍需使用电网排放因子。

能源属性证书 (Energy Attribute Certificates, EAC): 一种可交易的电力证书，包含发电类型和时间等属性。例如，企业可购买绿色电力证书（欧洲的 GO 或美国的 REC），以绿电匹配其现有用电量。与 EAC 相关的排放因子及剩余能源结构排放因子仅适用于市场化核算方法。此类证书通常用于年度匹配，而时间关联型 EAC 可实现更精细的供需匹配，帮助企业调整用电时段以配合可再生能源高可用期（如光伏发电效率最高的日间时段）。需注意，GHG Protocol 范围 2 指南修订版正在考虑采纳更精细化的时间关联型 EAC 方案（WRI, 2023）。

能源采购/发电方式	可再生能源属性的报告方法
自发电或“表后”发电（BTM）	基于地点的方法
电力购买协议	实物购电协议（PPA）：基于地点的方法 金融购电协议（PPA）：基于市场的方法
绿色电价和绿色电力产品	基于市场的方法
能源属性证书	基于市场的方法

表 2 不同能源采购/发电方式对应的报告方法

3.4 排放因子与数据库

排放因子是“基于地点”和“基于市场”方法中均需使用的，其质量标准由 ISO 14083 附录 J.3 规定。然而，尤其是针对基于地点的方法，获取合适的排放因子并不简单。表 3 比较了几个主要数据库。无论采用何种方法，报告主体均需明确说明所用排放因子的来源、选择理由、包含内容，以及任何偏离 ISO 14083 要求的原因。

ISO 14083 标准建议优先采用最佳可得的国家级温室气体排放因子。国际能源署（IEA）排放因子数据库因每年更新，对于具有全球业务的报告主体，具有较强的实用性。然而，正如表 3 所示，该数据库目前未涵盖所有排放类别，其最大缺陷在于未包含燃料生产相关排放。此外，官方数据通常存在 1 至 2 年的发布时间滞后，对于 IEA 等机构而言，这一滞后可能更长（甚至达 3 年），因为它们需先等待各国发布数据，再经过自身冗长的出版流程。

其他国家级数据库或排放因子，如荷兰、英国和美国政府提供的，通常采用消费端排放因子，涵盖发电、贸易影响及输配电损耗。其中，荷兰数据库还提供燃料生产排放因子，并参考了 CE Delft（2022 年）的研究成果，将基础设施相关排放也纳入参考范围。

EcoTransIT World（2023 年）提供国家级排放因子，但未根据电力贸易情况进行调整，电力结构数据基于发电端而非消费端。作为众多用户端数据库的底层生命周期分析数据库，Ecoinvent

提供不同电压等级的消费端数据 (<https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/sectors/electricity/>)。需要指出的是，尽管该数据库数据详尽，但使用 Ecoinvent 数据库需要具备较高水平生命周期评价 (LCA) 专业知识。

排放因子来源	范围	排放因子单位	燃料生产	发电	发电基础设施	输配电损失	是否包含贸易
IEA 排放因子 (年度)	全球范围，区域及国家级	gCO2e/kWh	否	是	否	是	是
荷兰政府 CO2 排放因子	荷兰	gCO2e/kWh	是	是	是	是	是
英国政府温室气体报告：2023 转换因子	英国	gCO2e/kWh	否	是	否	是	是
eGrid 2021	美国	Lb 或 kg CO2e/MWh	否	是	否	是	是
EcoTransIT	全球范围，区域及国家级	gCO2e/kWh	是	是	是	是	否
ecoinvent v3.9.1	全球范围，区域及国家级，按低、中、高压网络分类	kgCO2e/kWh	是	是	是	是	是

表 3 选定排放因子来源的比较

如果遇到不可避免的情况，例如排放因子未涵盖所有类别，在选择数据库和排放因子时应考虑相关选择会造成影响程度。例如，在欧洲，电力贸易对排放因子的影响显著，应予以纳入；而基础设施建设排放在大多数欧洲国家影响不大，除非在瑞典、冰岛等可再生能源占电力消费主体的国家。根据 ISO 14083 取舍准则，相关选择必须保持透明度，并提供充分依据。

3.5 关于中国电力因子的补充说明（译者补充）

为支持企业在开展电动车碳排放核算时选择合适的电力排放因子，本节简要介绍目前中国官方发布的两类主要电力排放因子，说明它们在核算边界、计算逻辑等方面的差异，并对比其与 ISO 14083 中推荐的消费端排放因子的差距。希望为企业在开展物流碳核算实践时提供参考，选择更适合自身业务场景与精度要求的因子类型。

- 中国目前已发布的用于碳核算的电力排放因子主要可以分为两类，两者主要区别见表 4：
- 电力碳足迹因子：**由生态环境部、国家统计局、国家能源局组织中国电力企业联合会等单位研究确定。支持产品碳足迹核算与“双碳”管理，聚焦电力全生命周期碳足迹。
 - 电力二氧化碳排放因子：**由生态环境部、国家统计局组织国家气候战略中心等单位研究确定。服务碳市场、碳盘查、温室气体清单编制。

对比维度	2023 年全国电力碳足迹因子 (生态环境部等, 2025)	2022 年电力二氧化碳排放因子 (生态环境部等, 2024)
全国平均值	0.6205 kg CO ₂ e/kWh	0.5366 kg CO ₂ /kWh
	0.1724 kg CO ₂ e/MJ	0.1491 kg CO ₂ /MJ
地理范围	全国范围	根据电网分布划分为全国、区域和省级三个层次，能够表征跨区域及省级尺度的电力排放强度差异
发电类型	包含平均以及各发电类型的碳足迹：燃煤发电、燃气发电、水力发电、核能发电、风力发电、光伏发电、光热发电、生物质发电	包括火电、水电、风电、核电、太阳能发电等所有电力类型发电量
全生命周期	包含：原材料获取、设备获取、施工建设、运营维护、退役处置等阶段。不包含输配电损失	只考虑发电过程的直接排放
是否包含输配电环节排放	是(但不包含线损)	否
是否考虑进出口	鉴于进出口电量占比非常小，不足以对全国电力碳足迹产生影响，在本次测算过程中均暂未考虑	已考虑
是否符合 ISO 14083	全生命周期匹配较好（不包含线损），且区分了不同发电类型，但无地理区域区分	含全国和各区域电网因子，但生命周期范围覆盖不足。

表 4 中国电力相关因子对比

表 4 只列出了排放因子为中国电力排放因子中较具普遍性的全国平均值，分别来源于《2023 年中国电力碳足迹》和《2022 年电力二氧化碳排放因子公告》。需要说明的是，这两份文件中均包含更为详细的分类排放因子，如按照发电类型、电网区域、是否包含非化石能源电力等维度划分的多层级数据。本白皮书的核心目的是说明在 ISO 14083 标准框架下，如何科学、规范地开展电动车运营排放的核算。此处列示的因子仅为简要示例，便于读者理解不同因子类型在适用范围和核算边界上的差异。建议读者在实际应用中，结合自身业务场景与数据可得性，仔细查阅原始文件，选择最合适的排放因子进行使用。

基于 ISO 14083 的要求，电力温室气体排放因子的构成主要涉及电力生命周期中上游（燃料生产）和燃烧（发电）阶段的不同排放（见图 4）。因此，译者认为，相较于仅考虑发电过程直接排放的因子，生态环境部发布的《2023 年全国电力碳足迹因子》覆盖了不同类型发电方式的碳足迹，更符合 ISO 14083 和 GLEC 框架的核算要求。尽管该因子以全国平均值为主，未提供区域或省份数值，但在当前数据获取受限、难以细化到实际充电地点电网结构的情况下，采用全国平均值是一种合理且可接受的做法。

此外，如企业已知具体电力来源的发电类型（例如明确来自水电或光伏电站），也可在遵循完整生命周期覆盖的前提下，选用《2023 年全国电力碳足迹因子》文件中提供的各类发电类型的碳足迹数值。需要注意的是，采用此类细化排放因子时，应额外计入该文件中给出的输配电排放系数（不含线损），以确保计算结果与 ISO 14083 标准要求的一致性。



4

量化电动货车车队运营温室 气体排放



ISO 14083 和 GLEC 框架（第 3 版）的第 1 部分描述了运输作业温室气体排放量的量化步骤。该方法采用自下而上的方式，将整个运输链划分为多个部分，称为运输链要素（Transport Chain Element, TCE），对于车辆而言，TCE 定义为“由单一车辆承运货物的运输链部分”。

计算车辆 TCE 排放的一般步骤为：

- 1) 计算 TCE 的运输活动，通常以吨公里（tkm）为单位；
- 2) 建立相关的运输活动类别（Transport Operation Category, TOC），从而确定该 TCE 适用的排放强度；
- 3) 将运输活动与步骤 2 的排放强度相乘，计算出该 TCE 的排放量。

电动车的使用不会增加步骤 1 和步骤 3 的复杂性。然而，要正确执行步骤 2，即确定适用的排放强度，还需考虑以下额外因素。

本节重点讨论如何确定电动汽车运营所使用的排放强度因子，建议读者参考 GLEC 框架（第 3 版）以熟悉步骤 1 和步骤 3。

计算运输活动类别（TOC）级别排放强度的步骤如下：

- 1) 计算 TOC 级别的能耗强度，单位为千瓦时每吨公里（kWh/tkm），可基于原始数据或其他数据来源；
- 2) 基于电力排放因子及其他应计入的损耗，计算 TOC 级别的排放强度，单位为克二氧化碳当量每吨公里（gCO₂e/tkm）。

本节将讨论在涉及电动汽车时，如何应对上述步骤中的一些额外复杂因素。

4.1 运输活动类别（TOC）的能耗强度

车辆运输作业的能耗强度估算应优先基于原始数据（如有）。图 9 展示了从电网电表到车辆的电力传输链路上可获取的部分原始数据来源。

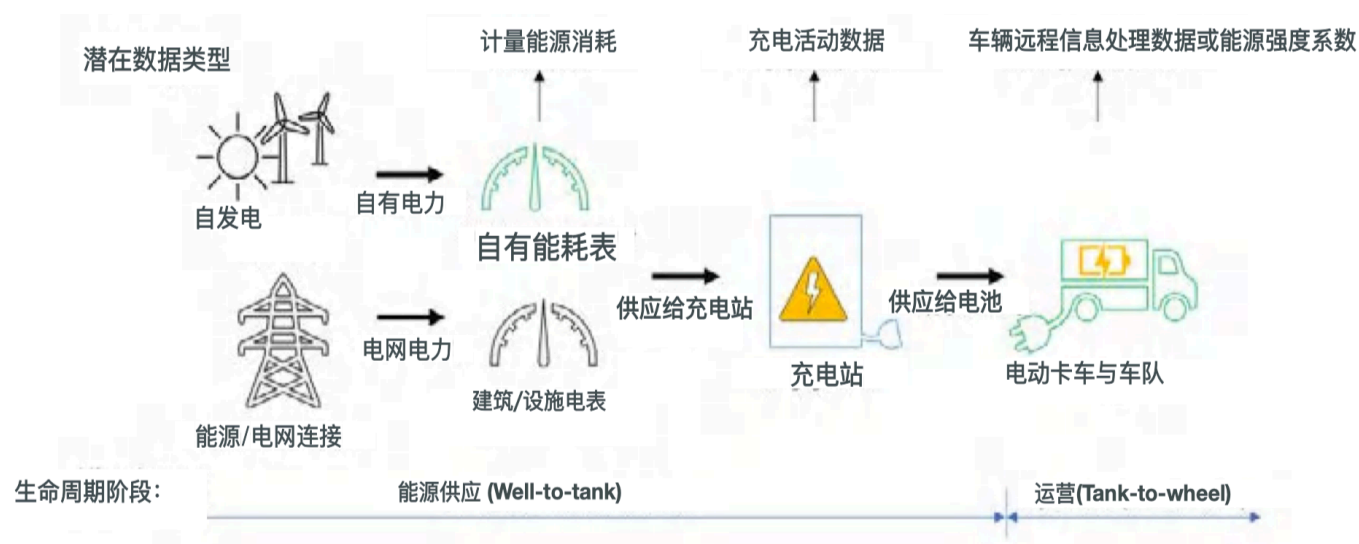


图 9 从电网电表到车辆的电力传输链路示意图和可用数据来源说明

由于运输活动类别（TOC）能耗强度反映的是车辆的实际能耗，因此在使用电表读数或充电活动数据计算能耗时，需应用一个针对车辆端的校正系数（见表 5），从而反应从电表到车辆过程中的能量损耗。

例如，基于电表读数的 100kWh 的电量，实际车辆消耗可能仅为 90kWh。在此案例中，车辆每充入 90kWh 电能，就会因充电损耗损失 10kWh。

数据类型	描述	是否需用车辆端校正系数
基于电表读数的能耗量 (Metered energy consumption)	电表读数数据代表充电设施的总用电量，即同一设施内所有充电点的用电量，包括来自电网或场内发电机的电力。	是
充电活动数据 (Charging activity data)	丰富的充电活动数据可以提供每辆车的充电时间、持续时间和充电量。在某些情况下，系统还可以估算充电损失。	是
车辆远程信息数据 (Vehicle telematics data)	车辆远程信息处理数据，尤其是与电池管理系统相关的数据，可以提供充电活动数据以及详细的能耗数据。	否
默认或模型化能耗强度(Default or modelled energy intensity factor)	默认能量强度因子通常基于车辆端的能耗，不包括充电损失或其他损失。通过这种方式，试图模拟基于车辆远程信息处理数据得出的能耗强度。	否

表 5 能耗数据来源及校正系数必要性

校正系数的大小应基于典型运行工况下的充电损耗确定。这在很大程度上取决于充电基础设施的电气布局（Apostolaki-Iosifidou 等，2017 年）。除充电设备（外部设备与车载设备）外，部分设施还需配置现场变压器或电力转换装置。据设备制造商估算，典型直流快充设备的充电效率介于 83%至 95%之间（Rajendran 等，2021 年）。但高温等运行条件也可能显著影响充电效率。

根据 ISO 14083 标准报告要求，不建议基于制造商提供的能耗数据或续航里程值来估算能耗强度。这类数据通常仅反映单一使用场景，其定义的行驶与载重工况仅为满足法规要求而设定，而非真实使用状况。但在缺乏更优数据的情况下，此类数据仍可用于规划参考。

4.2 运输活动类别 (TOC) 的排放强度

在计算电动汽车运营排放时，必须同时考虑电力排放因子（见第 3.4 节）及特定充电站可能产生的损耗，如图 9 所示。由于电动汽车车队运营通常涉及多个充电地点，尤其是在区域运输和长途运输中，排放因子的计算需格外谨慎。例如，在长途运输中，承运商通常在其停车场进行夜间充电，但为了延长续航里程，也可能在装卸地点或途中的公共及高速充电站进行额外充电，且这些充电地点可能位于不同地区或国家。

明确来说，影响运输活动类别 (TOC) 能源供应排放因子的因素包括：

- 充电活动所在地区或国家电网电力平均结构；
- 表后发电设施的平均能源贡献（详见 3.3 节），如厂区太阳能板；
- 现场电气及充电基础设施的布局（详见第 4.1 节）。

为系统性地考虑这些因素，并兼顾电网排放因子可能发生的变化，我们建议引入两个额外变量。

净电力排放因子 (Net electricity emission factor)：该因子为充电站的特定参数，表示该充电站所使用的所有电力来源的加权平均排放因子，包括该地点的电网排放因子以及表后发电 (BTM) 的多个排放因子（图 7 中的示意）。

$$\text{Net emission factor} = \frac{\text{Energy}_{\text{grid}} * \text{Emission factor}_{\text{grid}} + \sum \text{Energy}_{\text{BTM}} * \text{Emission factor}_{\text{BTM}}}{\text{Energy}_{\text{grid}} + \sum \text{Energy}_{\text{BTM}}}$$

$$\text{净排放因子} = \frac{\text{电网供电量} \times \text{电网排放因子} + \sum (\text{电表后端供电量} \times \text{电表后端排放因子})}{\text{电网供电量} + \sum \text{电表后端供电量}}$$

充电站修正因子 (Charging location energy correction factor)：如第 4.1 节所述及图 9 所示，现场电气与充电基础设施可能导致充电损耗，从而减少了实际输送至车辆的电量。该因子代表电表电量 (kWh) 与车辆实际获电量之间的比率。由于目前缺乏行业实证数据支持统一估值，建议暂采用保守参数 1.11，即对应电表至车辆传输效率为 90% 的损耗水平。

将**净电力排放因子**与**充电站修正因子**相乘，即可得到该充电站点的**校正排放因子**（Corrected emission factor）。最终结合各充电站点的**校正排放因子**，通过下方公式计算运输活动类别（TOC）的排放强度，其中*i*代表充电站。

TOC 排放强度可采用基于各充电站**充电量**或基于车辆**能耗强度**两种方法计算。基于**充电量**计算时，将各站点的**充电量**与**校正排放因子**相乘，加和后除以总吨公里数，得到 TOC 的排放强度。基于**能耗强度**计算时，将各站点**充电量占比**与**校正排放因子**相乘并加和，再计算其与**能耗强度**的乘积，得到 TOC 的排放强度。

$$Corrected\ emission\ factor = Net\ emission\ factor * Energy\ correction\ factor$$

$$TOC\ Emission\ Intensity = \frac{\sum_i (Energy_i * Corrected\ emission\ factor_i)}{tkm}$$

$$= Energy\ intensity\ factor * \sum_i Charging\ activity\ share_i * Corrected\ Emission\ factor_i$$

$$校正排放因子 = 净电力排放因子 \times 充电站修正因子$$

$$\begin{aligned} TOC排放强度 &= \frac{\sum_i (各站点充电量_i \times 校正排放因子_i)}{吨公里数} \\ &= 能耗强度 \times \sum_i 充电活动占比_i * 校正排放因子_i \end{aligned}$$

计算示例 1

以下通过简例说明该计算方法：某跨境卡车运输构成一个运输活动类别（TOC）。表格中列出了按充电站点划分的年度充电活动占比，以及相应的**净电力排放因子**和**充电站修正因子**。

充电地点	电网排放因子 (电表处, g/kWh)	净电力排放因子 (电表处, g/kWh)	充电站修正因子 (电表侧/车辆侧, kWh/kWh)	校正排放因子 (车辆侧, g/kWh)	充电活动 占比 (%)
本地 A	100	84	1.11	93	40%
本地 B	100	100	1.11	111	30%
国际 C	250	135	1.05	142	10%
国际 D	250	204	1.09	222	20%

表 6 汇总排放因子示例计算

基于**校正排放因子**和**充电活动占比**，可以计算出**汇总排放因子**。在上述示例中，汇总排放因子为 129g/kWh。若车队能耗强度取为 0.17kWh/tkm (Smart Freight Centre, 2023a)，则该运输活动类别 (TOC) 排放强度可计算为 22g/tkm。在承运商或货主常用的方法中，报告者可使用该 TOC 排放强度乘以该 TOC 的年度运输活动量，以计算电动汽车运营的年度排放总量。

4.3 中国计算示例（译者补充）

本白皮书翻译版旨在帮助中国企业更好地对接国际物流碳核算标准，特别是在电动货运车辆排放核算方面与 ISO 14083 要求保持一致。为此，译者在翻译基础上，梳理并补充了一套适用于中国道路货运场景的电动重卡碳排放计算流程，结合企业实际运营数据与区域电力排放因子，提供了一个具有较强可操作性、同时符合 ISO 14083 方法论要求的实践示例。

某省物流企业电动重卡运输碳排放计算案例

某物流企业主要负责在仓库 A、仓库 B 与港口之间开展集疏港运输业务。根据 ISO 14083 的核算边界要求，将该运输任务视为一个独立的运输活动类别 (Transport Operation Category, TOC)，即由同一运营商、在相对固定的线路和运输模式下，使用特定车辆开展的货运活动。

该物流企业所使用的车辆为 4×2 充换一体纯电动牵引车，电池容量为 282 kWh，单次装载量为 10–15 吨，单边行驶距离约为 30 公里。车辆平均每日往返运输 2 次，所运输的货物为跨境大宗电商商品。仓库与港口周围均有适合牵引车进出的大型充电站。

本次碳排放计算的数据收集周期为连续 4 个月（假设与报告周期一致）。由于实际收集的数据量较大，难以在此全部呈现，本文所展示内容仅为部分计算结果示意，旨在说明电动车排放核算在实际应用中的计算逻辑与方法流程，非完整可复现数据案例，仅供参考。

在本示例中，运输活动单元（TCE, Transport Chain Element）以每次实际承载货物的运输任务为单位进行划分。基于收集到的实测运营数据与区域电力排放因子，开展排放强度计算，核心计算步骤如下所示。

STEP 1 计算运输活动

$$TOC_{运输活动水平}(tkm) = \sum 载重(t) \times 计划运输距离(km)$$

通过上述公式，计算出运输链要素（TCE）的运输活动，从而得出报告周期内总运输活动，在本案例中约为 43,480 tkm。空驶率通过实际运输数据模拟计算得出。

STEP 2 计算 TOC 总能耗

$$总能耗(kWh) = \sum 电池容量(kWh) \times 能耗\%$$

企业基于司机记录的电量变化，结合车辆电池容量，计算汇总得出报告周期内的总能耗。这种方法能够较为真实地反映车辆在不同路况和载重条件下的能耗表现，同时也便于企业在现有数据基础上开展碳排放核算。该案例计算结果约 8,440 kWh。

STEP 3 计算排放量

$$总排放量(kgCO_2e) = 总能耗(kWh) \times 排放因子(kgCO_2e/kWh) \times 充电站修正因子$$

为贴合 ISO 14083 和 GLEC 框架的全生命周期核算要求，本案例参考《2023 年全国电力碳足迹因子》，并根据该省实际发电结构，估算区域电力碳足迹因子为 0.5773 kgCO₂e/kWh。充电站

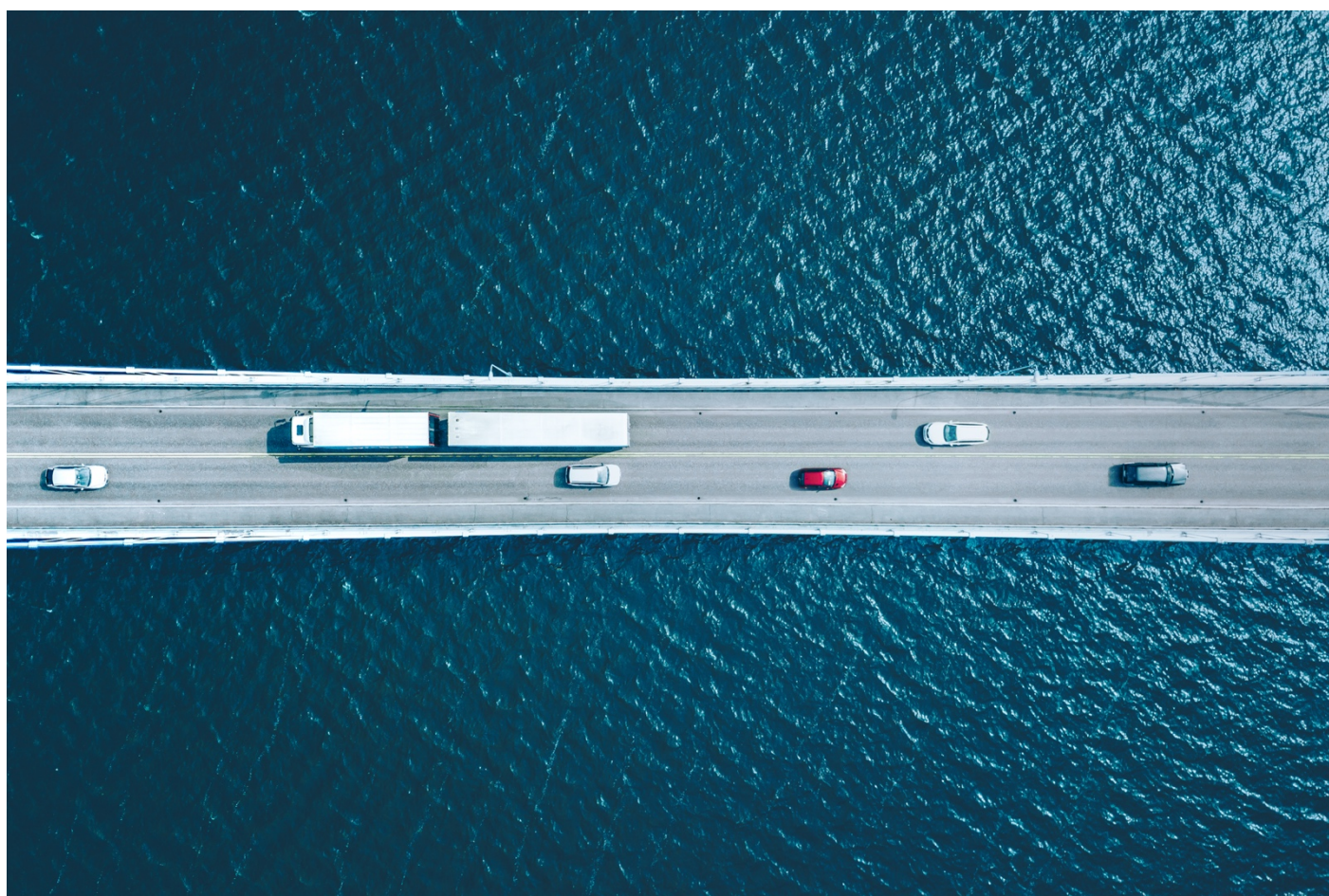
修正因子则采用较为保守的数值 (1.11)，反映约 10% 的表后充电损耗水平，企业可根据实际情况选择适合的数值。车辆空驶的能耗与排放量应纳入总排放，计入运输活动类别（TOC）的整体排放强度计算。根据上述参数计算，报告周期内电动重卡运输过程产生的总排放量约为 5,414 gCO₂e。

STEP 4 计算排放强度

$$\text{排放强度} = \frac{\sum_i \text{排放量}_i}{\sum_i \text{运输活动水平}_i}$$

基于前述步骤计算出运输活动与总排放量后，即可进一步计算该 TOC 在报告周期内的温室气体排放强度。在本案例中，排放强度为 124.52 gCO₂e/tkm。

本案例采用基于能耗数据的计算方法，属于使用一级数据（primary data）的实践路径，更贴近车辆在实际运营条件下的能源使用和排放水平。需要指出的是，在计算与报告过程中，企业也常常面临数据不完整、方法不清等挑战，欢迎相关方在实践中与智慧货运中心共同探讨应对路径与优化方案。



5

结语



本报告旨在阐明在现有温室气体排放核算框架（包括 GHG Protocol 和 ISO 14083 标准）下，电动货运车辆运营排放的核算与报告方法。报告首先对现有温室气体排放核算框架进行了宏观比较，并重点探讨了 ISO 14083 要求，选择电力温室气体排放因子时需要考虑的关键因素。

在此基础上，结合电动车运行特点、充电行为、电力基础设施及能源供应等维度，对 ISO 14083 中的运营排放量化方法进行了适当调整。尽管如此，在核算方法标准化过程中，仍存在若干亟待进一步明确与探讨的问题，现总结如下，以供参考：

当前存在的一个模糊领域是，如何使用**基于市场（market-based）的核算方法计算和汇报运输活动类别（TOC）的排放强度**。虽然 GHG Protocol 范围 2 指南与 ISO 14083 标准均允许运输运营商（即电力实际使用方）进行双重报告，但其通过基于市场（market-based）的方法计算出的运输服务排放强度能否供运输服务使用方（即范围 3 报告中的责任方或 ISO 14083 定义的“运输服务用户”）采用，现有的标准尚未明确规定。ISO 14083 指出基于市场（market-based）的方法计算出来的结果可“用于 ISO 14067 所定义的产品碳足迹核算”（ISO，2023 年），但是否也可适用于运输服务使用者的运营排放强度计算仍不明确。正如 Smart Freight Centre 发布的 Voluntary Market Based Measures Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting（Smart Freight Centre，2023b）所示，该问题仍需行业进一步澄清。

另一尚未明确的问题是**缺乏覆盖所有排放类别与地区的电力排放因子综合数据库**。如第 3.4 节所述，当前被广泛采用的国际能源署（IEA）数据库并未涵盖电力全生命周期的排放。根据 SFC 的调研（见表 3），目前仅有两个排放因子数据源提供全面覆盖：一个是仅针对荷兰的数据库，另一个则是用于生命周期评估的综合性数据库——Ecoinvent。尽管可持续发展报告机构常采用像国际能源署数据库这样易获取且覆盖广泛的数据源，但这些数据库未包含燃料生产及发电基础设施的排放数据，因此行业仍需建立一个同等可靠、广泛适用且涵盖所有排放类别（包括上游排放）的数据库。此类数据库的缺失，可能会限制 ISO 14083 在全球运输排放报告中实现全面能源生命周期核算的实际影响力。

此外，ISO 14083 未纳入现场电气系统及充电基础设施的能量损耗，这可能影响车辆的能耗强度及电动车运营使用的电力排放因子。当前充电技术正处于快速发展阶段，尤其是中重型车辆领域，现阶段难以界定能够代表行业的充电站点的校正排放因子。尽管如此，应允许用户基于实测数据将该类损耗纳入排放核算范围，并计算相关数值，从而进一步推动电动车运营排放计算的标准化。

展望未来，行业须协同努力，利用实测数据和创新方法推动电动货车运营碳核算的标准化。从而确保能源全生命周期报告的实际影响力，为构建全球运输排放统一报告打下坚实基础。智慧货运中心将持续聚焦物流排放核算领域的技术与行业挑战，提供清晰的标准化路径。

我们诚挚邀请企业、组织、行业协会及政策制定相关方积极参与，及时行动，共同应对挑战，提升全球物流行业排放绩效。

参考文献

- AIB. (2022). European Residual Mixes 2020.
- Apostolaki-Iosifidou, E., Codani, P., & Kempton, W. (2017). Measurement of power loss during electric vehicle charging and discharging. *Energy*, 127, 730–742.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.015>
- CE Delft. (2022). Ketenemissies elektriciteit: Actualisatie elektriciteitsmix 2019. Rijkswaterstaat; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. <https://www.co2emissiefactoren.nl/wp-content/uploads/2022/01/23-CE-Delft-Ketenemissies-elektriciteit-2022.pdf>
- EcoTransIT World. (2023). Environmental Methodology and Data Update 2023.
https://www.ecotransit.org/wp-content/uploads/20230612_Methodology_Report_Update_2023.pdf
- IEA. (2022). Advancing Decarbonisation through Clean Electricity Procurement. OECD.
<https://doi.org/10.1787/32b3c8d3-en>
- IEA. (2023). CO2 Emissions in 2022. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/3c8fa115-35c4-4474-b237-1b00424c8844/CO2Emissionsin2022.pdf>
- ISO. (2023). Greenhouse gases—Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations (ISO Standard No. 14083:2023; Version 1).
<https://www.iso.org/standard/78864.html>
- Moro, A., & Lonza, L. (2018). Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 64, 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.012>
- Rajendran, G., Vaithilingam, C. A., Misron, N., Naidu, K., & Ahmed, M. R. (2021). A comprehensive review on system architecture and international standards for electric vehicle charging stations. *Journal of Energy Storage*, 42, 103099.
<https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103099>
- RE100. (2022). RE100 Reporting Guidance 2022.
- Roy, N., Domeshek, M., Burtraw, D., Palmer, K., Rennert, K., Shih, S., & Villanueva, S. (2022). Beyond Clean Energy: The Financial Incidence and Health Effects of the IRA (22–11). Resources for the Future.
- Scarlat, N., Prussi, M., & Padella, M. (2022). Quantification of the carbon intensity of electricity produced and used in Europe. *Applied Energy*, 305, 117901.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117901>

- Schneider Electric. (2018). Understanding Renewable Energy Certificates in Europe: The policies and principles.
- Smart Freight Centre. (2019). Global Logistics Emissions Council Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting. Version 2.0.
- Smart Freight Centre. (2022). Practical guidance on biodiesel and renewable diesel: Key decision-making criteria to assess and deploy biodiesel and renewable diesel.
<https://www.flexmail.eu/f-6c37e0eff623e329>
- Smart Freight Centre. (2023a). GLEC Framework v3.0.
- Smart Freight Centre. (2023b). Voluntary Market Based Measures Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting. <https://www.flexmail.eu/f-902b8a2dc48f0681>
- Smart Freight Centre & CDP. (2020). Closing the Logistics Emissions Disclosure Gap: An analysis of emissions disclosure to CDP by corporations worldwide.
- US EPA. (2023). Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories [dataset]. WRI. (2015). GHG Protocol Scope 2 Guidance. WRI.
- WRI. (2023). Topline Findings From Scope 2 Feedback.
- WRI & WBCSD. (2011). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard.
- 中华人民共和国生态环境部、国家统计局. (2024). 关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告.
https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202412/t20241226_1099413.html
- 中华人民共和国生态环境部、国家统计局. (2024). 生态环境部、国家统计局关于发布 2021 年电力二氧化碳排放因子的公告.
https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202404/t20240412_1070565.html
- 中华人民共和国生态环境部、国家统计局、国家能源局. (2025). 关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告.
https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202501/t20250123_1101226.html