

BYD

汽车碳足迹报告

——元UP (ATTO 2)



目录



01. 执行摘要.....	2
02. 产品信息.....	3
03. 方法学.....	4
04. 生命周期清单分析.....	6
05. 结果.....	10
06. 结论与建议.....	14
07. 认证和证书.....	15

01. 执行摘要

随着全球碳中和目标的推进，交通领域低碳转型变得至关重要。比亚迪自成立之初就致力于绿色可持续发展，提出“太阳能-储能-电动汽车”三大绿色梦想，并于2022年全球率先停产燃油车，来助力实现“为地球降温1°C”的品牌愿景。截至2025年3月，相较于传统燃油车，比亚迪新能源汽车行驶阶段累计温室气体减排量已达 97.78 MtCO₂e。

虽然新能源汽车使用环节的零排放或低排放环保性能广为人知，但其生命周期排放及环境影响还未得到有效披露，影响公众对新能源汽车低碳环保性能的充分理解。

为了向公众传递更加科学、透明、全面量化的排放信息，本报告基于国际标准ISO 14067，对王朝旗舰车型元UP进行了生命周期的温室气体排放（简称碳排放）评估，结果表明：

- 该车碳足迹为93.05~171.15 gCO₂e/km，其全球平均值为138.68 gCO₂e/km。
- 原材料获取及零部件生产、动力电池和整车使用阶段的碳排放占总排放90%以上。其中，使用阶段由于耗电而产生的碳排放在整车碳足迹中占比最大。
- 敏感性分析结果显示，电力碳排放因子与汽车行驶里程对整车碳排放影响最大。
- 减碳潜力分析结果表明，到2035年，该车型具备约 34% 的减排潜力。
- 实现减碳关键路径包括：① 提升供应链运输阶段与整车使用阶段的可再生电力占比；② 提高低碳循环材料应用比例；③ 持续优化整车能效。

通过构建整车产品级温室气体排放量化体系，比亚迪已建立覆盖整车“摇篮-坟墓”的碳足迹披露机制，能精准识别高碳环节，为低碳技术迭代、供应链绿色管理及政策合规提供数据基础，同时为消费者提供更加科学透明的排放信息。

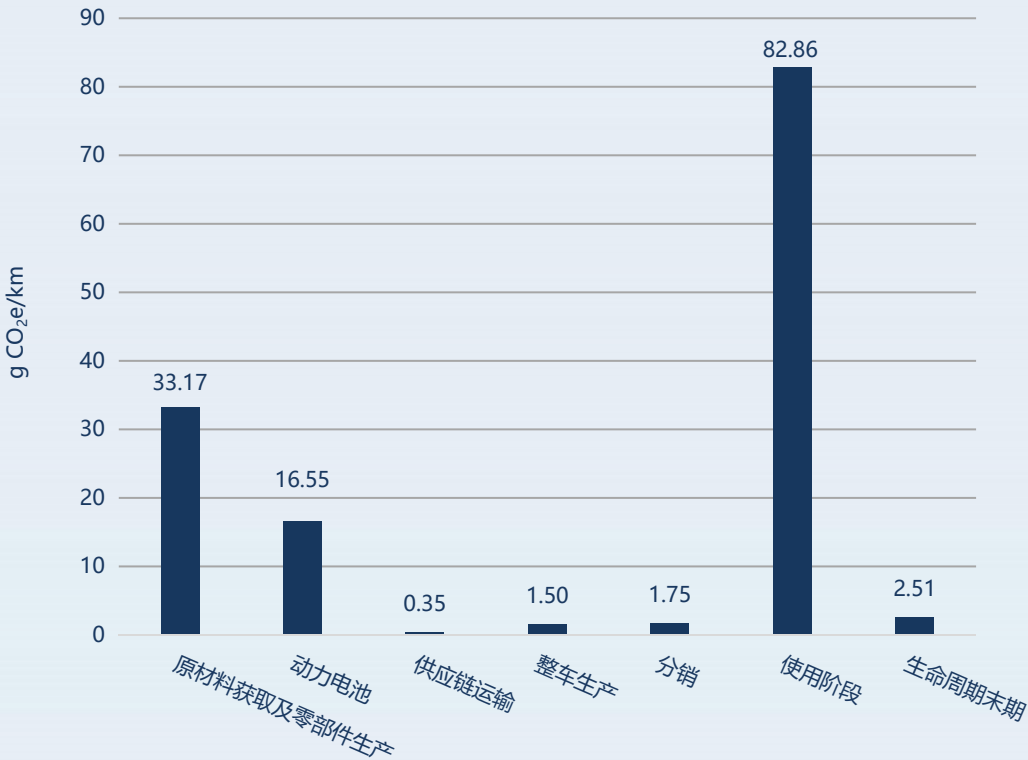


图 1 整车各阶段碳足迹 (g CO₂e/km)

02. 产品信息

表 1 元UP产品信息

技术信息	BYD 元UP
电机类型	永磁同步电动机
驱动类型	FWD
电池类型	磷酸铁锂电池 (LFP)
电池包容量 (kWh)	45.12
纯电续航里程 (WLTP, km)	312
电能消耗量 (WLTP, kWh/100km)	16
整备质量 (kg)	1570
总质量 (kg)	1980

比亚迪元UP集动感设计、宽敞舒适性与强劲性能于一体，专为城市绿色低碳出行打造。该车型延续比亚迪家族式龙颜设计、基于e平台3.0打造，搭载热泵系统、CTB电池车身一体化技术及刀片电池，安全性与耐用性均得到显著提升。其环保内饰、智能中控屏与先进驾驶辅助系统，为用户带来智能化驾乘体验；快速充电技术则进一步提升日常通勤与周末短途出行的便利性。凭借创新技术与精湛工艺，比亚迪元UP重新定义了智能电动SUV的未来发展方向。

本报告编制之时，该车型提供两种电池容量版本，分别为45.12千瓦时与32千瓦时，其中32千瓦时版本仅在中国市场供应。因此，本报告针对全球市场均有供应的45.12千瓦时版本进行碳足迹量化分析。产品详细信息详见表1。



03. 方法学

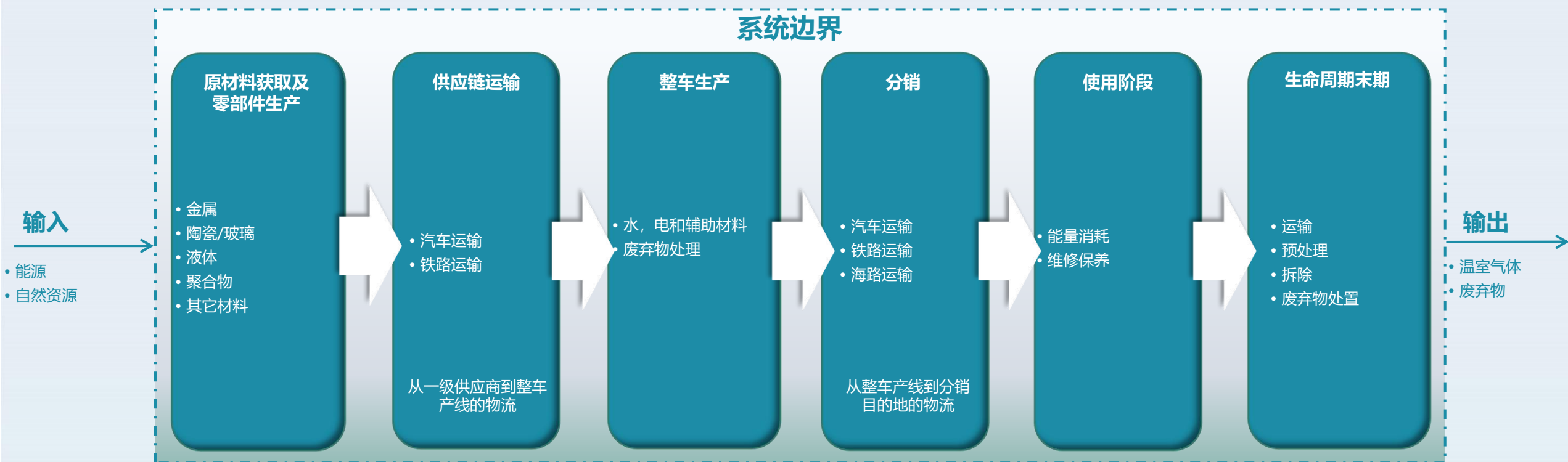


图 2 系统边界

本研究采用生命周期评估（LCA）方法，重点研究碳排放及其导致的气候变化影响，并严格遵循ISO 14067标准。其中，变暖潜能值GWP选用政府间气候变化专门委员会（IPCC）2021年报告中“100年全球变暖潜能值（含生物碳）”指标。

如图2所示，本研究系统边界为“从摇篮到坟墓”（全生命周期），涵盖6个关键阶段：原材料获取及零部件生产、供应链运输、整车生产、分销、使用阶段及生命周期末期（EOL）。本研究的数据收集周期为2024年7月至2024年12月。在碳排放量化过程中，采用了Ecoinvent 3.11数据库及中国本土数据库中的碳排放因子数据。

03. 方法学

功能单位

元UP的功能单位定义为在车辆生命周期内每公里运送一名乘客所提供的运输服务，默认行驶里程为20万公里(km)。

分配原则

本研究采用物理分配法来分配与车辆生产和废物处理相关的投入和产出。

主要假设

在使用阶段，假设车辆全生命周期行驶里程为20万公里，并通过情景分析量化了行驶里程对碳足迹结果的影响；在生命周期末期（EOL）阶段，假设所有报废车辆均送至指定回收机构进行拆解，且拆解流程情景依据ISO-22628标准设计，涵盖预处理、拆解、金属分离及其它材料处理环节；在车辆零部件生产阶段，参照相关文献及中国生命周期清单（LCI）数据库，采用保守估算方式对碳排放进行假设与估算。

数据质量和不确定性

本研究评估了活动数据和排放因子数据的质量。对于活动数据，主要以“精度(P)”为评估指标；对于排放因子数据，评价包括“时间代表性(TiR)”、“技术代表性(TeR)”和“地理代表性(GeR)”3个维度。每项指标的评分从1分(优秀)到5分(最差)。其中，每个活动数据点的数据质量评级DQR由精度(P)评分确定，每个排放因子数据点的DQR为3个指标评分的平均值，最终的DQR由每个数据点对应的温室气体排放占比进行加权平均得到。

本研究进行了敏感性分析，通过将每个单元过程的活动数据调整 $\pm 10\%$ 来评估碳足迹变化率，以确定对碳足迹影响最大的因素。同时采用蒙特卡罗模拟法对碳足迹结果进行不确定度分析，以评估数据质量对结果的影响。

04. 生命周期清单分析

元UP 材料组成

本研究以车辆整备质量为基础，开展车辆材料组成分析，其中动力电池不做细分，视为整体进行统计。车辆材料数据来源于中国汽车材料数据系统（CAMDS），但部分材料分类方式不完善，包括钢材、涂料、电子器件、电气器件和“未定义”类别，这使得对应排放因子数据难以匹配。因此，本研究依据供应商填报的材料名称对这5类材料进一步细分，以匹配排放因子。此外，本研究还参考相关文献及行业经验，将材料利用率纳入考量。

元UP车型的材料组成如图3所示，可以看到，该车型的钢铁重量占比最高，为47.5%；其次为磷酸铁锂（LFP）电池包，重量占比为20.8%；聚合物是车辆构成中的另一重要组成部分，重量占比为19.3%；以铝为主要成分的轻合金，占车辆总质量的6.8%。其它材料占比情况如下：陶瓷/玻璃占2.9%、有色金属占1.9%、流体（机油、冷却液、制动液、制冷剂及玻璃水）占0.7%、电子器件占0.2%。

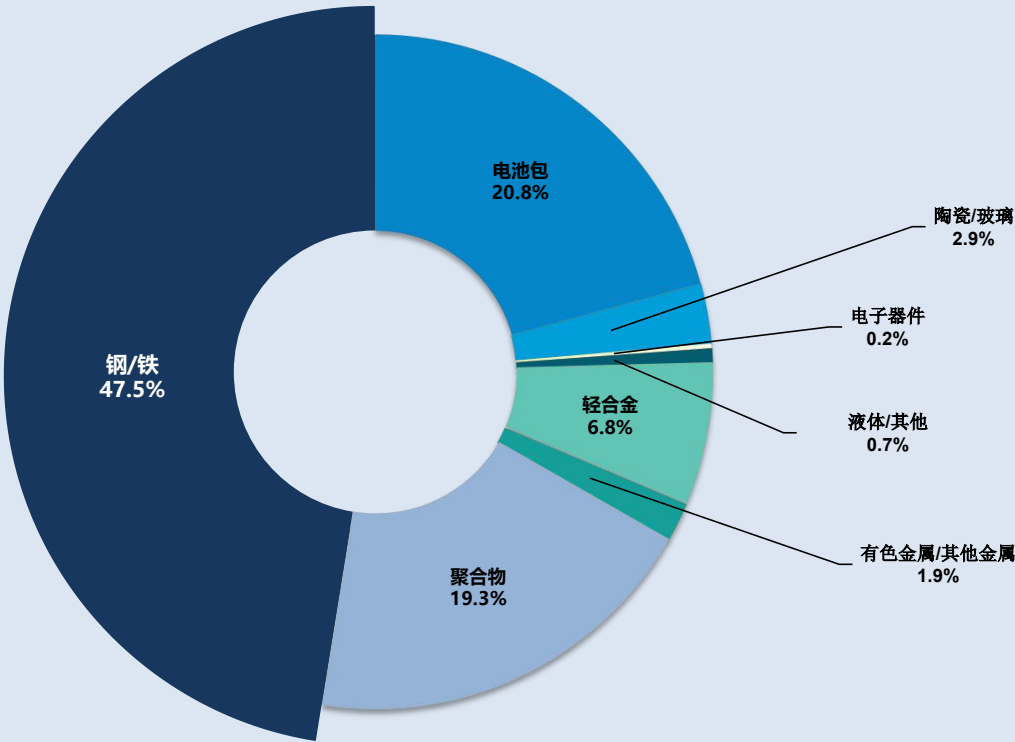


图3 元UP材料组成及含量

04. 生命周期清单分析

供应链运输

本研究主要关注一级供应商（Tier 1）向整车产线运输零部件所产生的碳排放，不考虑一级供应商与其上游供应商之间的运输排放。供应链运输碳排放量根据运输距离、零部件重量及运输方式进行量化计算。

动力电池

元UP电池包的生命周期评估由我司供应商执行。该电池的功能单位为1个电池包，系统边界设定为“从摇篮到大门”，涵盖原材料获取、电池生产及废弃物处置三个阶段。电池材料被划分为80多种类别，包括正极材料、负极材料、隔膜、电解液、外壳及辅助部件等。原材料运输距离依据供应量最大的供应商运输距离来确定。

电池生产过程的投入主要包括水、电、蒸汽与天然气。本研究涉及的动力电池生产基地位于安徽省芜湖市，生产阶段的能耗及废弃物处理量，根据该工厂2024年生产电池的总能量输出进行分配。

电池包的碳足迹量化遵循以下标准：ISO 14067:2018、ISO 14040:2006、ISO 14044:2006及产品环境足迹（PEF）。欧盟于2023年发布了新的电池法规，为电池碳足迹评估提供了具体量化标准。然而本研究未遵循电池法规草案，旨在保持整车与电池碳足迹量化标准的一致性。前景数据（Foreground data）通过物料平衡法收集并进行内部验证，背景数据（Background data）则来源于Ecoinvent 3.11、EF 3.1及本地生命周期清单（LCI）数据库。

04. 生命周期清单分析

汽车生产

元UP的生产基地位于安徽省合肥市。车辆制造流程包含四个关键工艺，分别是冲压、焊接、涂装与总装。这些环节的主要能源投入包括电力、天然气等，辅料投入包括惰性气体、涂料等。此外，生产过程还会产生固体废物、废水与废气等排放。

鉴于合肥的车辆生产基地同时生产多款车型，本研究采用物理分配法，根据工厂内所有车型的产量及申报整备质量，对单款车型的能源与辅助材料消耗量进行分配计算。该方法同样用于估算单辆车对应的废弃物处理量。在电力与水资源方面，仅统计与车辆制造活动直接相关的消耗量，不包含生活区、办公区、卫生间的用量；基础设施及设备的建设与维护、非生产性运营活动也未纳入本研究范围。



分销

本研究以2024年7月至2025年3月期间的车辆分销信息为基础，主要量化因运输车辆而产生的碳排放，不考虑仓储环节碳排放。对于国内销售车型，车辆从合肥生产工厂通过公路货运发往区域分销中心；对于国际市场，车型先从合肥生产基地通过陆运至港口或边境，再经海运或铁路运输至目标国家。对于分销量较少区域不作考虑，但确保分销阶段90%以上的碳排放纳入计算。

04. 生命周期清单分析

整车使用阶段

车辆使用阶段耗电产生的碳排放通过实际道路能耗数据及设定的20万公里行驶里程进行评估。元UP车型的平均能耗数据来源于企业数据平台，且在计算中考虑了电池充放电损耗。

在20万公里行驶里程内，参考用户手册及行业经验，设定轮胎、油液、空调滤清器、挡风玻璃雨刮器等车辆零部件定期更换频次；但零部件更换过程产生的能耗未被纳入碳排放计算范围。

EOL

在生命周期末期（EOL）阶段，本研究假设所有元UP车型均进入报废处理流程。报废处理过程依据ISO-22628标准，主要拆解过程包括：预处理环节需移除电池、轮胎等关键部件，随后拆解车窗与挡风玻璃，剩余金属及非金属材料将进行破碎处理。

依据上述拆解过程计算生命周期末期阶段的碳排放量。本研究未考虑材料回收利用所产生的环境效益。



05. 结果

碳足迹结果

本研究结合车辆分销模式、运输方式、运输距离及销售区域特定电网排放因子数据，计算了不同销售区域对应车辆的碳足迹，并根据区域销量进行了加权平均，得到全球碳足迹平均值。具体如图4所示，元UP在不同区域的碳足迹存在差异，范围为93.05~171.15 g CO₂e/km，全球平均碳足迹为138.68 g CO₂e/km。其中，原材料获取、电池包生产及使用阶段碳排放占整车碳足迹的比例超过90%。

车辆分销阶段与使用阶段碳排放差异是造成全球各区域碳足迹差异的主要原因：

- 中国国内分销依托公路与铁路网络，运输距离较短，因此分销阶段碳排放量较低；北美、南美及欧洲地区因运输距离更长且海运排放因子更高，因此分销阶段碳排放量显著偏高；中亚地区以国际铁路运输为主，其运输距离与铁路运输排放因子均低于海运。
- 使用阶段碳排放主要由区域电网碳排放因子决定。区域电力排放因子来源于Ecoinvent数据库及地方政府，范围为0.053~0.832 kg CO₂e/kWh。在南美地区，哥伦比亚、厄瓜多尔、乌拉圭等国，其电力以水电等清洁能源为主，因此该区域车辆碳足迹最低，为93.05 g CO₂e/km；与之相反，中亚地区高度依赖传统发电方式（火电），导致该区域车辆碳足迹高达171.15 g CO₂e/km。需特别说明的是，由于元UP在中国本土销量占比较高，其全球加权平均碳足迹与中国车辆平均碳足迹（140.66 g CO₂e/km）较为接近。

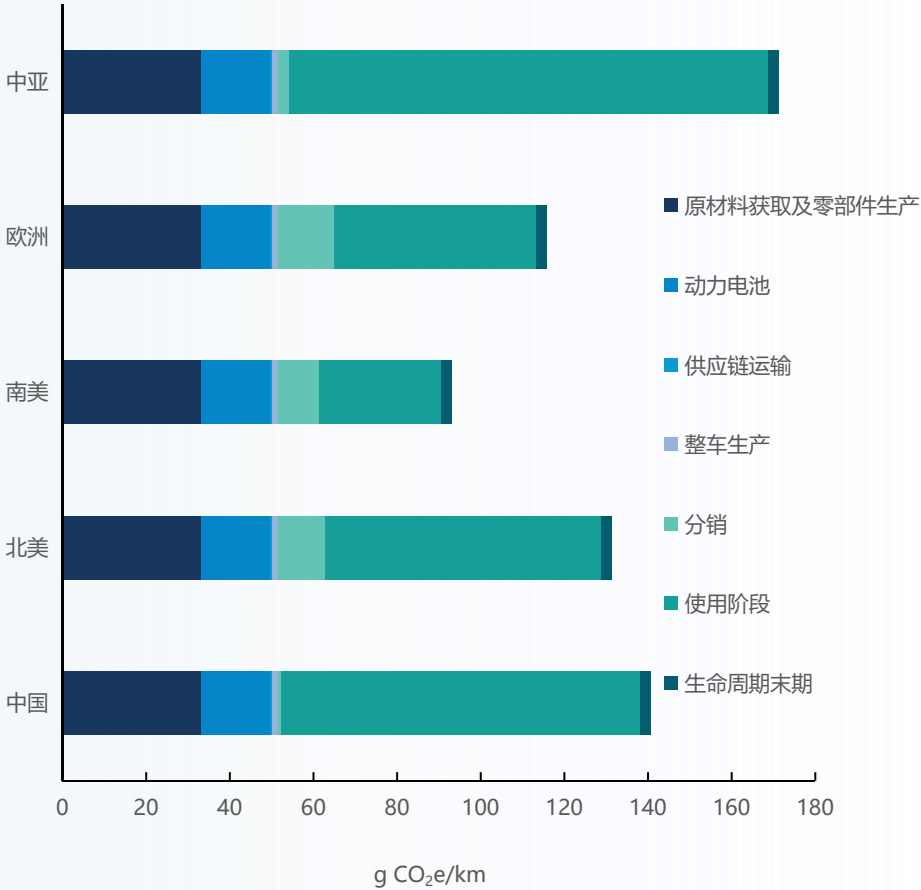


图 4 不同区域的碳足迹值

05. 结果

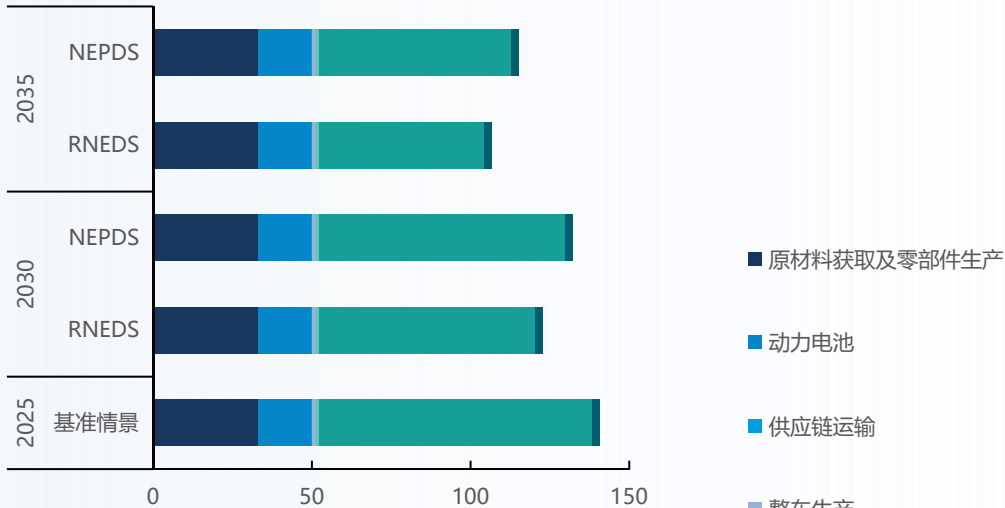
情景分析

本研究开展了敏感性分析，以识别影响碳足迹的关键因素。结果表明，使用阶段由于电力消耗产生的碳排放是影响碳足迹的最关键因素，而该因素主要由区域电网碳排放因子决定；车辆全生命周期行驶里程则是影响碳足迹的另一关键因素。为进一步探究碳足迹的敏感性，本研究设计了两组情景：电网结构情景与车辆行驶里程情景。

鉴于统计时段内元UP车型主要面向国内市场，因此电力结构情景聚焦中国区域进行分析。参考《中国区域电网二氧化碳排放因子》，设置了两种情景：新能源高速发展情景（高预期，RNEDS）与新能源政策发展情景（低预期，NEPDS）。这两种情景下，可再生能源发展对碳足迹的影响如图5a所示。与基准情景相比，到2035年，NEPDS情景下整车碳足迹预计下降18%，RNEDS情景下预计下降24%。

在车辆行驶里程情景中，默认以20万公里行驶里程量化碳足迹，同时选取15万公里、24万公里、30万公里三种额外行驶里程设定以分析碳足迹敏感性。结果（如图5b所示）显示，不同行驶里程情景下，碳足迹范围为119.37-158.0 g CO₂e/km，且随着行驶里程增加，单位里程碳足迹呈下降趋势。

(a)



(b)

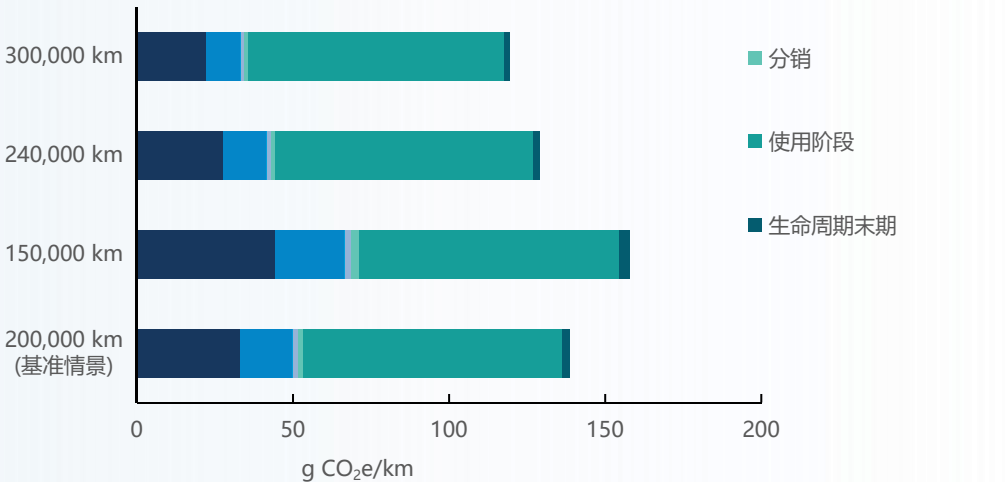


图 5 电力和行驶里程的情景分析

05. 结果

减碳潜力分析

为探究车辆未来的碳足迹减排潜力，本研究将参考年份设定为2025年，地理范围限定为中国。依据本研究识别的高排放过程或零部件，以及文献、行业报告等信息，制定碳减排路径，具体涵盖五个关键环节：钢铁、铝材、电池包、车辆能效及电力，如表2所示。

减碳潜力分析结果显示，上述五个关键环节的减碳贡献主要源于电力清洁化、绿色材料使用及车辆能效提升，如图6所示。具体来说，相较于2025年基准情景，2030年车辆碳足迹将下降19%，其中电力清洁化贡献66%、能效提升贡献30%、绿色材料使用贡献4%；2035年车辆碳足迹将下降34%，其中电力清洁化贡献72%、能效提升贡献25%、绿色材料使用贡献3%。可以看出，电力清洁化对于未来车辆碳足迹优化至关重要。

表 2 减碳潜力情景设定

	钢	铝	电池包	能效	电力
减碳潜力情景	钢铁生产的工艺改进及清洁能源使用	再生铝应用及清洁能源应用	清洁能源生产及再生材料应用	汽车节能技术发展	新能源发展政策情景
2030	10%	15%	52%	10%	10%
2035	30%	20%	54%	15%	30%

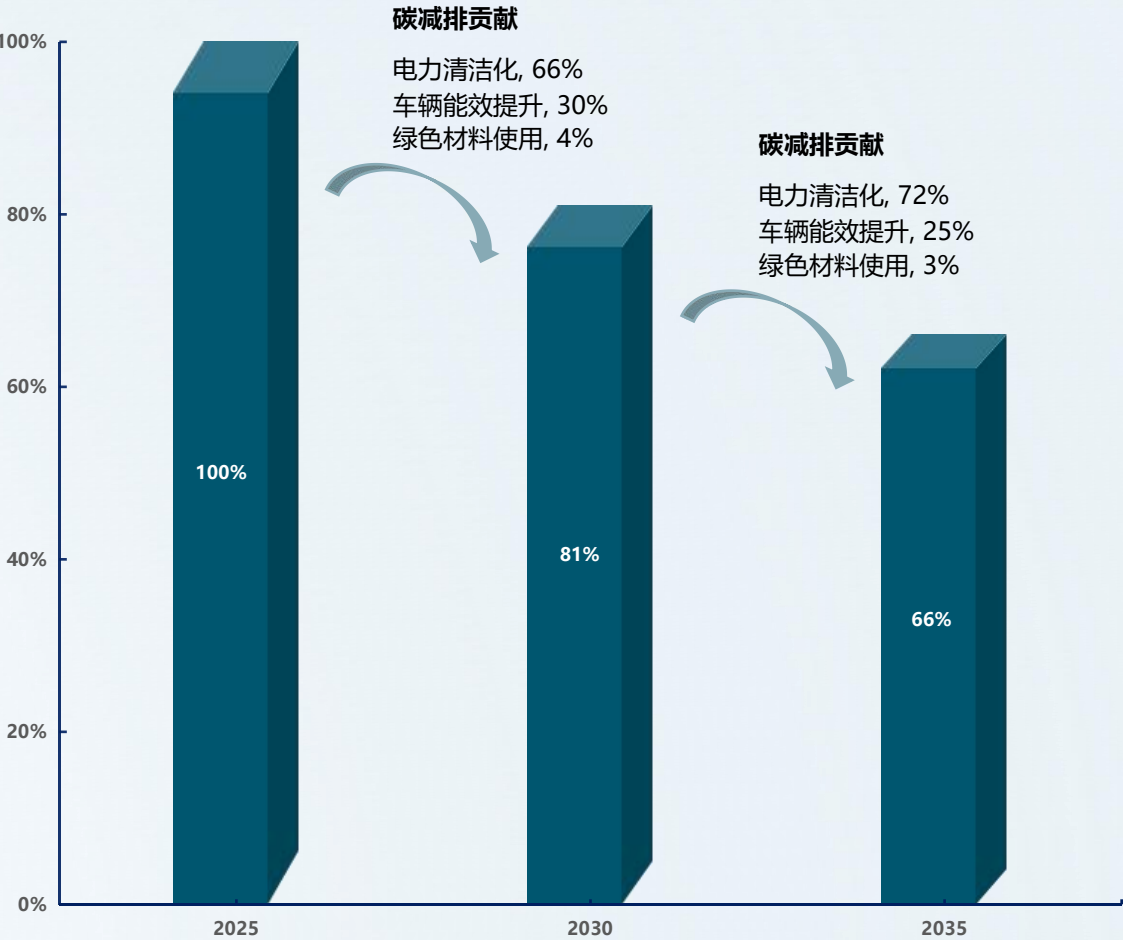


图 6 减碳潜力情景分析

05. 结果

数据质量

本研究对活动数据和碳排放因子数据进行数据质量评估，最终的数据质量评分（DQR）为优秀（1.28），如表3所示：

- 活动数据：以“精度(P)”为评估指标，约40%数据的DQR是1，为优秀水平。
- 排放因子数据：从“时间代表性(TiR)”、“技术代表性(TeR)”和“地理代表性(GeR)”3个维度评估。其中，在TiR方面，约96%的排放因子数据优秀，得分为1；在TeR方面，有16%的数据TeR得分为1，且主要来源于原材料获取与车辆生产阶段；对于其它生命周期阶段，72%的数据TeR得分为2或3，剩余12%得分较差。在GeR方面，15%的排放因子数据地理边界为中国，得分为1；29%的数据来源于世界其它地区，得分为2；剩余56%为全球平均值，得分为3。

表 3 数据质量得分占比

得分	P	TiR	TeR	GeR	DQR
1	40%	96%	16%	15%	1.28
2	60%	4%	34%	29%	
3	-	-	38%	56%	
4	-	-	10%	-	
5	-	-	2%	-	



不确定性分析

采用蒙特卡洛模拟（Monte Carlo simulation）方法来评估数据质量对结果不确定性的影响。对于气候变化指标，不确定性结果如表4所示。

表 4 不确定性分析结果

影响类别	单位	平均值	中位数	5%	95%
气候变化	kg CO ₂ e	28126.20	28125.09	27142.51	29108.61

06. 结论和建议

结论

本研究采用生命周期评估（LCA）方法，探究元UP车型碳足迹大小及对气候变化影响。结果显示，元UP的全球平均碳足迹为138.68 g CO₂e/km，其中使用阶段、原材料获取及电池包生产等阶段碳排放占整体碳足迹的90%以上。

车型在不同区域的碳足迹差异显著，这一差异主要来自于区域电网结构的不同。换言之，电力来源对碳足迹影响重大——可再生电力（如水电）可大幅降低使用阶段的碳排放。

为探究未来碳减排潜力，本研究设定了相关情景分析，结果显示车辆温室气体排放量或可减少34%，主要来自未来电力清洁化、车辆能效提升等。

建议

在车辆不同的生命周期阶段，有不同的减碳潜力与实现路径，可针对性开展汽车碳足迹优化。首先，在车辆设计阶段，可提升汽车耐用性，以增加车辆行驶里程，降低单位里程碳足迹；同时，优化能效也是减少碳排放的关键措施。其次，在车辆制造过程中，需提高再生材料的使用率、增加可再生能源使用占比。另外，在供应链阶段，应重视绿色供应链管理，优先采购绿色低碳零部件，该措施对碳足迹减排也具有积极作用。

07. 认证和证书

