

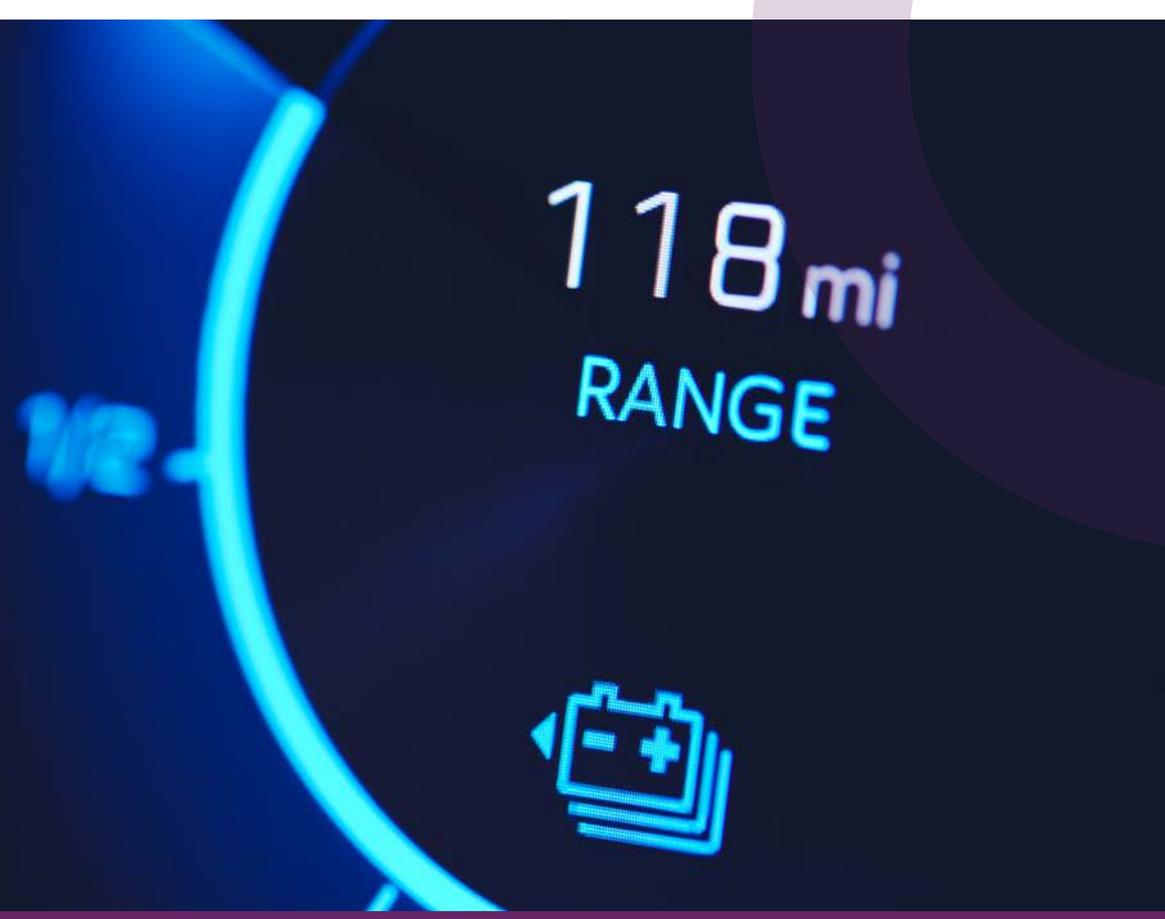
JUNE 2023

中国纯电动乘用车实际行驶性能 能耗、续驶里程和充电模式

国际清洁交通委员会: 金伶芝

北京理工大学: 王硕

国际清洁交通委员会: 何卉



118 mi
RANGE



鸣谢

作者在此诚挚感谢北京理工大学的张照生教授和中国环境科学研究院机动车排污监控中心的郝春晓、倪红二位专家为本次分析研究提供建设性意见并对本报告进行审阅。另外，感谢国际清洁交通委员会内部的同事毛世越、Jan Dornoff和Felipe Rodriguez协助对本报告进行审阅，以及Jennifer Callahan和王若素的编辑。报告内如存在任何错误疏忽，皆由作者承担相应责任。

International Council on Clean Transportation
1500 K Street NW, Suite 650
Washington, DC 20005

communications@theicct.org | www.theicct.org | [@TheICCT](https://twitter.com/TheICCT)

© 2023 International Council on Clean Transportation

介绍

与传统机动车相比，电动汽车技术在减少空气污染和温室气体排放方面具有很大潜力。中国是世界上电动汽车市场发展最为成功的国家之一，且车辆电动化恰恰是助力中国实现“双碳目标”（中国于2020年9月在联合国大会一般性辩论上首次提出碳达峰和碳中和目标）的一项关键举措¹。

本报告基于大量实际行驶性能数据，为消费者、商业企业、政府部门和研究人士等各类受众群体提供了纯电动乘用车实际行驶性能和使用模式方面的分析。据中国消费者协会2021年的分析数据，消费者对新能源汽车（在中国，新能源汽车包括纯电动汽车、插电式混合动力汽车和氢燃料电池汽车）的主要投诉点之一，为车辆在实际道路上的续驶里程小于标称值²。标称值是通过型式核准认证规程测定的，由汽车生产企业及工业和信息化部公开发布。对于消费者和商业企业而言，通过本报告可以了解到车辆实际道路性能信息。同时，报告中的分析内容还能够为政策制定者提供支持，助力他们设计未来的管理政策，例如从消费者角度出发改进车辆能耗标识；引入能够更好地反映实际行驶条件的测试循环（如增加对应更高速行驶、空调使用和更低环境温度的行驶工况）；以及改进充电基础设施发展规划。

本次研究的数据来源于新能源汽车国家大数据联盟（NDANEV）开放实验室，NDANEV的设立目的是更好地监测和管理新能源汽车的运行情况。旗下的开放实验室于2017年开始运营，新能源汽车需要接入该实验室进行数据共享。截至2022年7月17日，开放实验室已接入新能源汽车超过920万辆，约占中国新能源汽车保有量的90%，包含总运营里程3000亿公里的行驶数据³。接入车辆以每30秒一次的频率向实验室传输运行数据，原始数据包括车辆状态、速度、累计里程、电流、电压、电池温度和充电状态等。

图1展示了本次分析的工作流程。国际清洁交通委员会（ICCT）根据细分至单次出行活动的数据设定调研数据的范围和度量指标，以及分析方法。由于数据隐私方面的限制，ICCT无法获得原始数据，由NDANEV开放实验室根据我们设定的方法对原始数据进行处理，并共享汇总数据。因无权访问原始数据，ICCT并未对其进行独立验证。

1 Fiona Harvey, "China Pledges to Become Carbon Neutral Before 2060," 《卫报》, 2020年9月22日, 详见: <https://www.theguardian.com/environment/2020/sep/22/china-pledges-to-reach-carbon-neutrality-before-2060>

2 中国消费者协会, 新闻发布: 《2021年全国消协组织受理投诉情况分析》, 2022年1月28日, 详见: <https://cca.org.cn/tsdh/detail/30346.html>.

3 新浪财经, 《占保有量9成 新能源汽车已接入国家数据平台927万辆》, 2022年7月19日, 详见: <https://finance.sina.com.cn/jjxw/2022-07-19/doc-imizmscv2502545.shtml?cref=cj>



图1. ICCT和NDANEV开放实验室在此次数据分析中的分工合作

数据范围和分析方法

我们首先根据NDANEV开放实验室的数据及近几年的销量数据确定出2017至2021年底期间中国最畅销的10款纯电动乘用车车型。本次分析的数据是2021年全年的车辆运行数据，数据包括2021年在五个选定城市注册的10款私人纯电动乘用车。此次选定的五个城市分别是沈阳、北京、杭州、成都和广州，总计收录了超过14万辆汽车的数据。我们在附录中列出了每个城市车型样本量的更多细节，并说明了基于单次出行活动数据中的不同参数用于计算车辆实际行驶性能的具体方法。

表1根据工信部《新能源汽车推广应用推荐车型目录》中的公开信息，列出了入选车型的主要车辆特征。表中的百公里能耗和续驶里程值为型式核准认证标称值。

表1. 入选车型的车辆关键特征信息（工信部信息），按“极低温”（ $\leq -7^{\circ}\text{C}$ ）行驶条件下的续驶里程标称值与实际续驶里程之间的差异大小升序排列（差异最小的车型排在第一位）。车辆长度、宽度和重量按四舍五入原则取值至十位数。

车型	车辆级别	长度 (mm)	宽度 (mm)	车辆总质量 (kg)	百公里能耗 (kWh/100 km)	续驶里程 (km)
车型 1	微型车	2,920	1,490	1,020	9.3	170
车型 2	SUV	4,750	1,920	2,340	13	525
车型 3	中型	4,690	1,850	2,020	12.4	445
车型 4	中大型	4,980	1,910	2,400	14.1	605
车型 5	中型	4,690	1,850	2,170	12.6	468
车型 6	紧凑型	4,650	1,820	1,980	13.9	416
车型 7	微型车	3,500	1,660	1,300	10.2	351
车型 8	紧凑型	4,680	1,770	2,030	13.5	405
车型 9	小型SUV	4,100	1,790	1,870	13.6	305
车型 10	微型车	2,920	1,490	980	8.8	120

城市方面, 之所以选择这五个城市, 是因为它们分布于全国各地且气候有所不同(图 2)。其中, 沈阳是冬季平均温度最低的城市, 而广州的气温则很少低于0°C。



图2. 五个选定城市的地理位置

需要强调的是, 本次分析仅涵盖入选车型和城市, 并且仅对2021年的数据进行了分析, 并不包含最新的车辆运行性能数据。其中, 个别车型和城市缺少了某些实际行驶工况下的数据, 包括“高温”、“低温”、“极低温”和“高速”工况。此外, 实际行驶性能还会受到地形、交通状况和驾驶方式等其他因素的影响。下文图3至图6中所示的百公里能耗和续驶里程值均为对应样本中位数。

百公里能耗

在本报告中，能源消耗量的表述单位为千瓦时/百公里 (kWh/100 km)，即百公里能耗。图3按车型和城市划分，展示了新能源汽车的百公里能耗。图中的环境温度是日平均温度，而不是每次出行行程发生时的温度。在图3中，我们首先筛选了30-60 千米/小时的中速行驶区间数据，以排除速度对能耗的影响，从而单独考虑环境温度的影响。在温度范围方面， $\leq -7^{\circ}\text{C}$ 为“极低温”， $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 为“低温”（所有 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的环境，包括 $\leq -7^{\circ}\text{C}$ ）； $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$ ($>30^{\circ}\text{C}$ 且 $\leq 35^{\circ}\text{C}$)为“高温”（我们的样本中没有一个数据来自平均环境温度高于 35°C 的日子）。随后，我们筛选了 $10^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ 的中等温度区间数据，以排除环境温度对能耗的影响，从而单独考虑行驶速度的影响。在速度范围方面， >90 公里/小时为“高速”行驶。

其中，部分城市的数据无法完全涵盖图3中展示的全部行驶情况，这主要是由于高速行驶数据有限以及2021年“极低温”或“高温”天数有限。具体而言，只有沈阳和北京出现了气温 $\leq -7^{\circ}\text{C}$ 的日子，且只有沈阳、北京和杭州存在两天以上（并且其中至少一天低于 0°C ）温度 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的数据点。

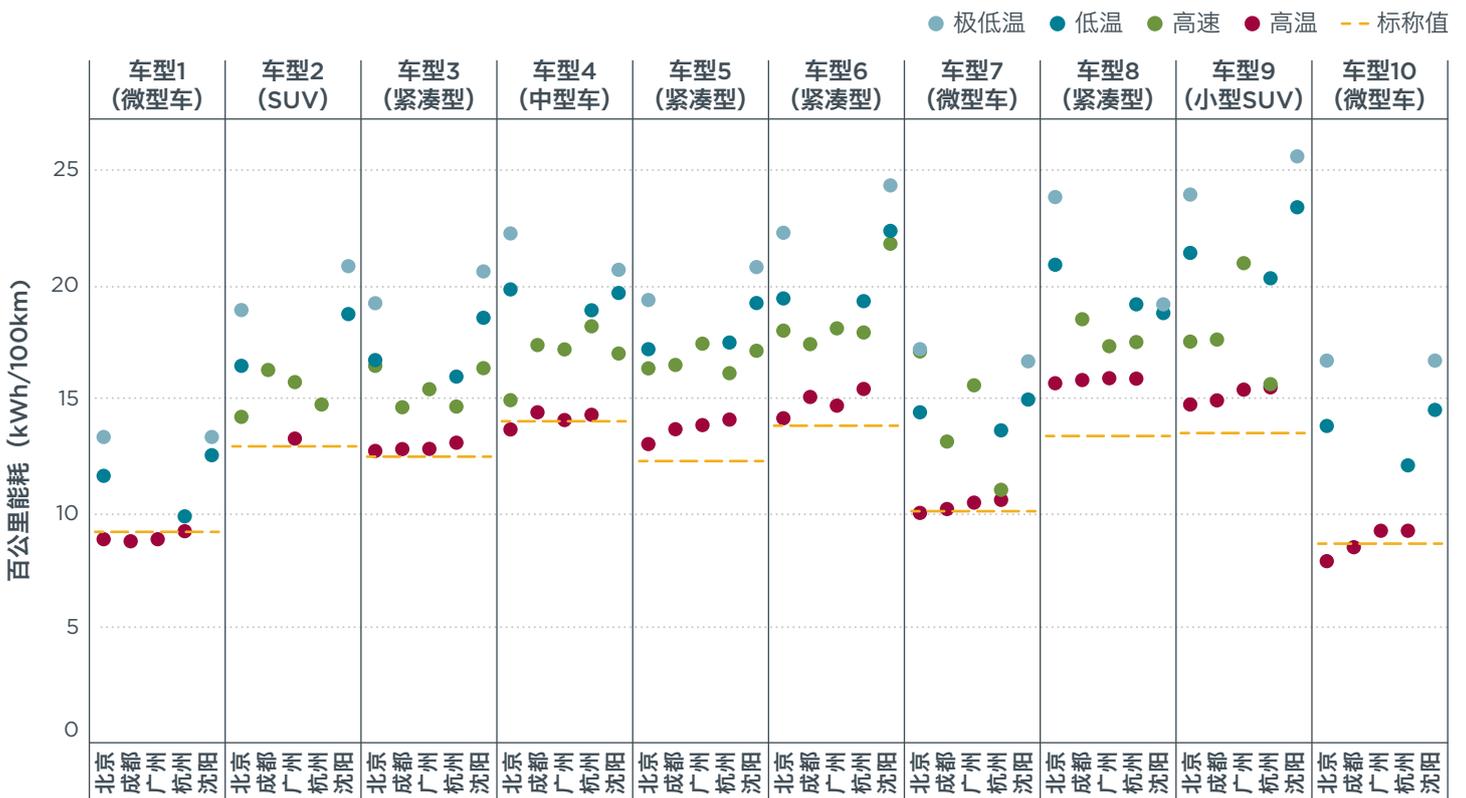


图 3. 不同环境温度和高速行驶情况下的实际百公里能耗（按车型和城市划分）。车型排列次序与表1相同。

对于大部分城市 and 车型而言，低温环境对于百公里能耗的不利影响最大。在入选城市中，沈阳是冬季平均气温最冷的城市，车辆在“低温”环境条件下的百公里能耗比标称值增加了35%至75%。北京和杭州的冬季温度相对沈阳略高，在“低温”条件下，北京不同车型的百公里能耗分别增加了25%至60%，杭州则增加了7%至50%。沈阳

和北京在“极低温”环境条件下的百公里能耗增幅相似，增幅范围在40%至90%之间。

高速行驶也会增加百公里能耗。在数据样本中，北京车型7和沈阳车型6的百公里能耗增幅最大，均超过55%。“高温”天气条件带来的能耗影响则根据车型和城市有所不同，部分呈能耗增加，部分呈能耗减少，且与低温环境和高速行驶两项因素相比，“高温”天气对能耗的影响并不显著。

在图4中，我们按车型划分，比较了不同实际行驶条件下的百公里能耗，并对所有城市的结果进行了汇总。其中，深灰色是包括了所有实际道路行驶情况下的数据点，即不考虑温度，速度或城市等，涵盖了所有2021年的运行数据。从图中可以看出，在“极低温”和“低温”环境条件下，百公里能耗分别会比标称值增长40%至90%和30%至65%。在“高速”工况下，百公里能耗会增加20%至35%。而“高温”条件对百公里能耗的影响较小，增幅均在20%以内。从所有工况来看，新能源汽车的能耗整体高于标称值，但各车型之间存在明显差异。其中，车型1、车型2、车型7和车型10的实际行驶能耗与标称值差异较小，而车型5和车型8的差异则较大。

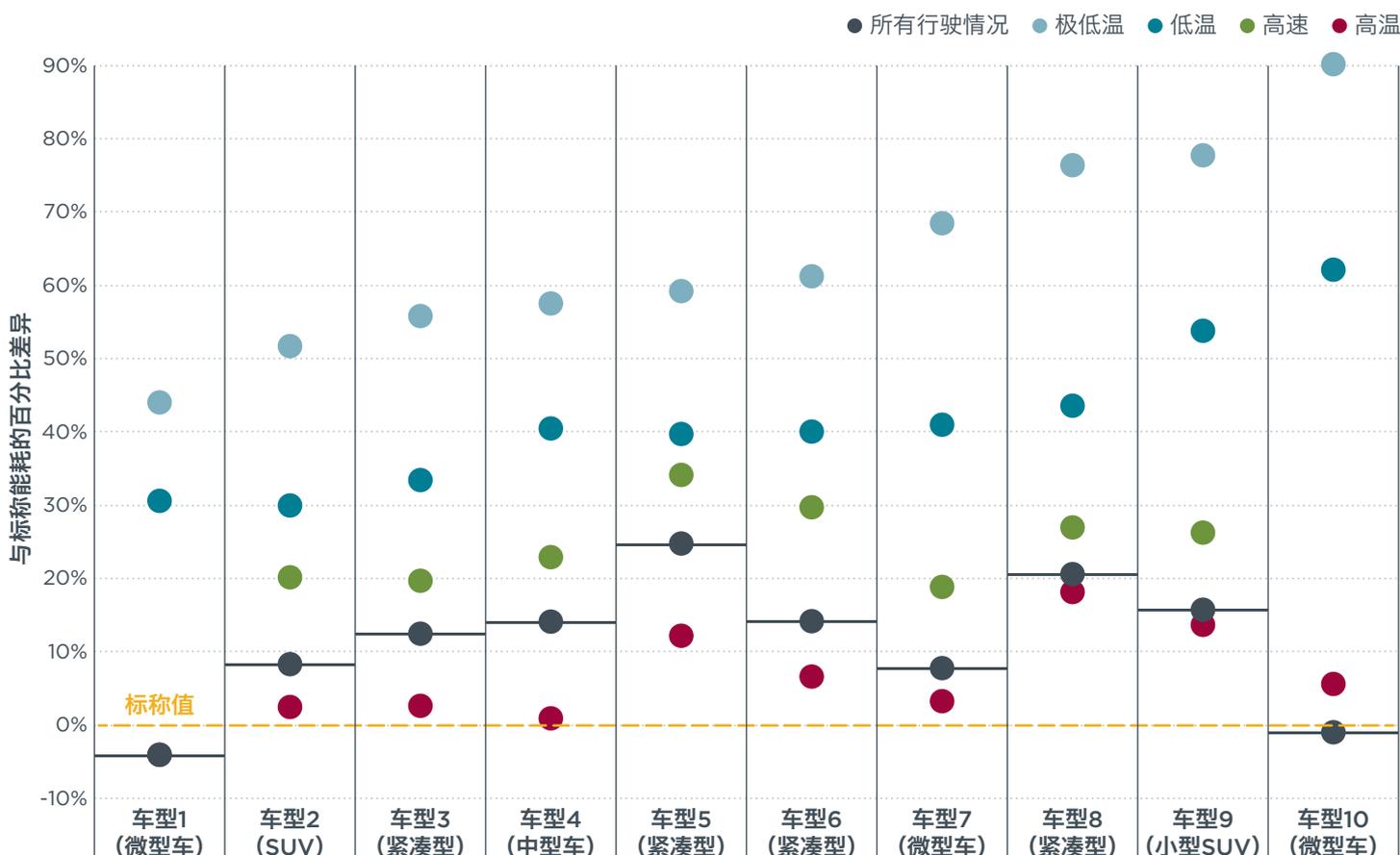


图 4. 不同实际道路情况下车辆实际行驶能耗与标称能耗值之间的百分比差异（按车型划分，标称值为图中黄色线）。“所有行驶情况”指在所有实际道路行驶情况下的数据值，车型排列次序与表1相同。

纯电动续航里程

由于NDANEV开放实验室并没有直接、实时的续航里程信息，我们需要针对每次行程计算这项数值。然而，不同于能耗计算，基于每次行程来计算续航里程，尤其是在无法获取原始数据的情况下，会产生一些不确定性。例如，如一段行程主要为下坡路，会导致计算出的续航里程非常高，因此需要对原始和得到的数据进行额外的过滤和处理。此外，由于计算成本方面的限制，NDANEV开放实验室只计算和提供了所有行驶情况下的续航里程统计值，而非按温度和速度区间分别进行计算。因此，在本文中，实际纯电动续航里程是基于实际行驶能耗与标称能耗之间的差异及标称续航里程来计算的。图5展示了图4中的能耗数据所对应的实际纯电动续航里程。对于所有车型和城市而言，在“极低温”和“低温”环境条件下，纯电动续航里程会比标称值分别降低30%至50%和20%至40%。“高速”条件对纯电动续航里程的影响要小一些，但也会降低15%至25%。“高温”条件对纯电动续航里程的影响因车型而异，个别车型的续航里程增加了5%，但大部分车型有所降低，最高降幅达15%。从所有行驶情况来看，10款新能源汽车的纯电动续航里程平均比标称值低15%。

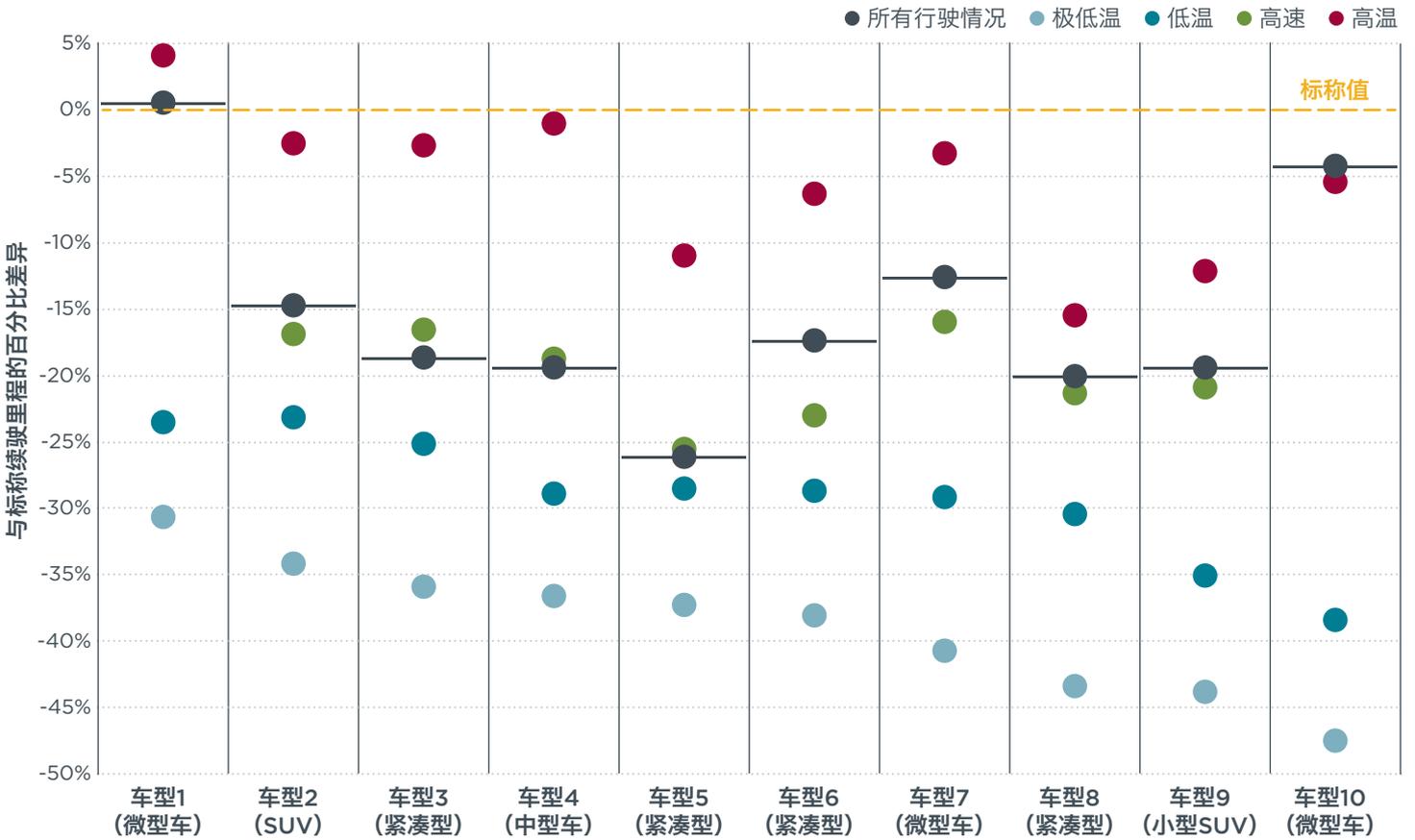


图 5. 不同实际道路情况下车辆实际纯电动续航里程与标称续航里程之间的百分比差异（按车型划分，标称值为图中黄色线）。“所有行驶情况”指在所有实际道路行驶情况下的数据值，车型排列次序与表1相同。

数据显示, 由于气候、地形条件和驾驶方式等因素, 同款车型在不同城市的实际纯电动续驶里程也会存在较大差异 (图6)。例如, 车型4的续驶里程在沈阳最低, 在广州最高, 分别比标称值低20%和5%。相比之下, 续驶里程较短、尺寸较小的车型在不同城市中的性能差异较小, 车型1、车型7和车型10均为微型车, 就属于这类车辆。出现上述现象的一个潜在原因是, 这类车辆基本用于上下班通勤, 使用环境相对固定。

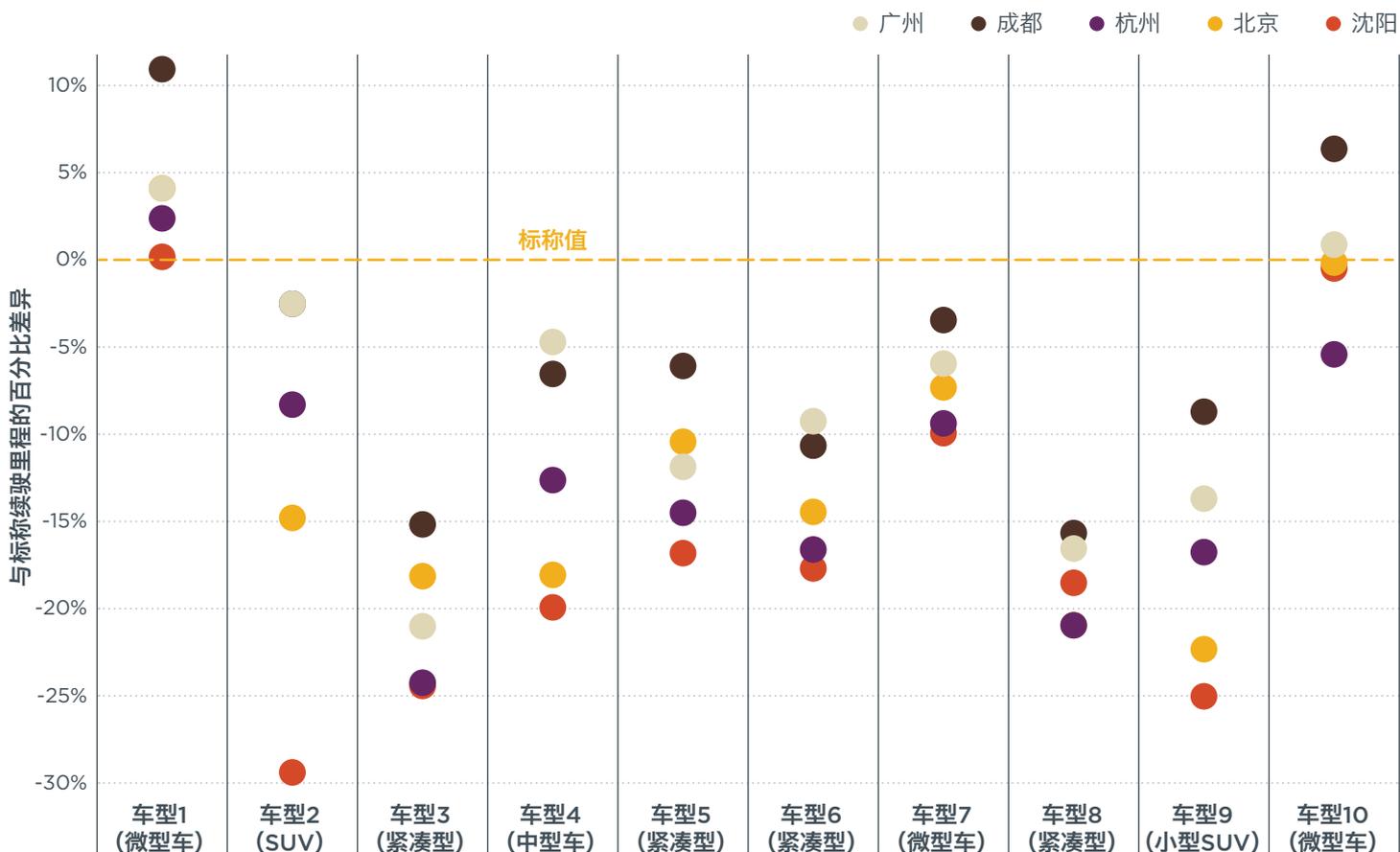


图 6. 不同实际道路情况下车辆实际纯电动续驶里程与标称续驶里程之间的百分比差异 (按车型和城市划分)。车型排列次序与表1相同。

充电模式

充电倍率通常用于度量电池充电或放电的速度。在本文中，充电倍率高于0.5C的充电桩被定义为快速充电桩，可以进行快速充电。0.5C表示电池电量从0%充至100%需要2小时。

如图7所示，从充电总次数来看，广州、杭州和成都的快速充电桩使用率最高，因为这些城市安装的公共充电桩中，有半数以上是快速充电桩。除广州之外，在所有其他样本城市中，快速充电利用率均低于快速充电桩在公共充电桩中的占比，这可能是因为大部分非公共充电桩都是慢速充电桩。就广州的例外情况来看，可能表明当地的电动汽车驾驶者更青睐于使用快速充电桩，也可能表明当地私人充电桩普及率或使用率较低。虽然沈阳绝大多数的公共充电桩都是快速充电桩，但与其他城市相比，充电桩总数较少，且大多数充电行为是使用慢速充电桩，较大可能是采用私人慢充桩进行充电。

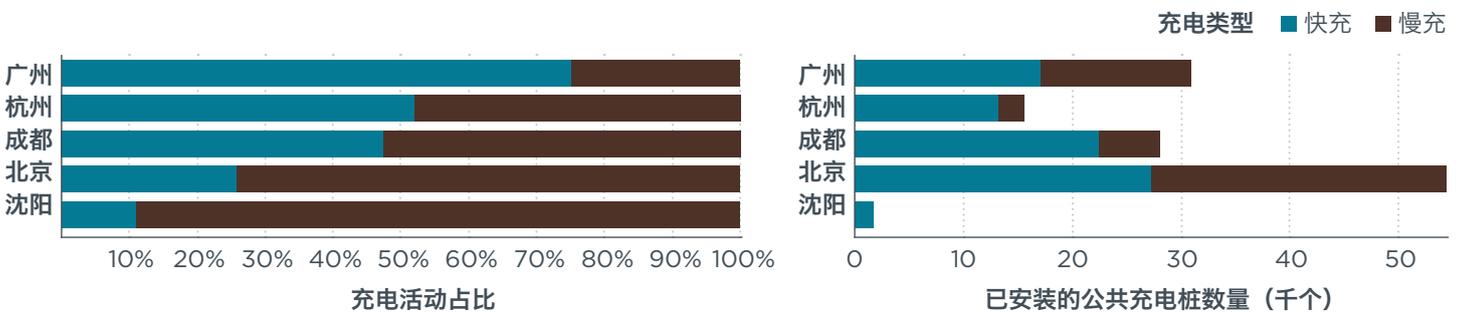


图7. 按充电桩类型（左图）划分的充电活动占比（包括公共、专用和家用充电桩），及已安装公共充电桩数量（右图）

从图8中可以看出，车型1和车型10（均为微型车）基本使用慢速充电桩进行充电。这类车辆的续驶里程较短，主要用于日常通勤。因为每日里程需求较少，这类车型在家使用慢速充电桩充电会更加方便。同时，从图中可以看到车型2和车型4是所有入选车型中续驶里程最长的，主要使用慢速充电桩。大概可推测驾驶者没有太多里程焦虑，可以在一天的行程结束后回家或在方便的时候使用公共或工作场所的慢速充电桩进行充电。

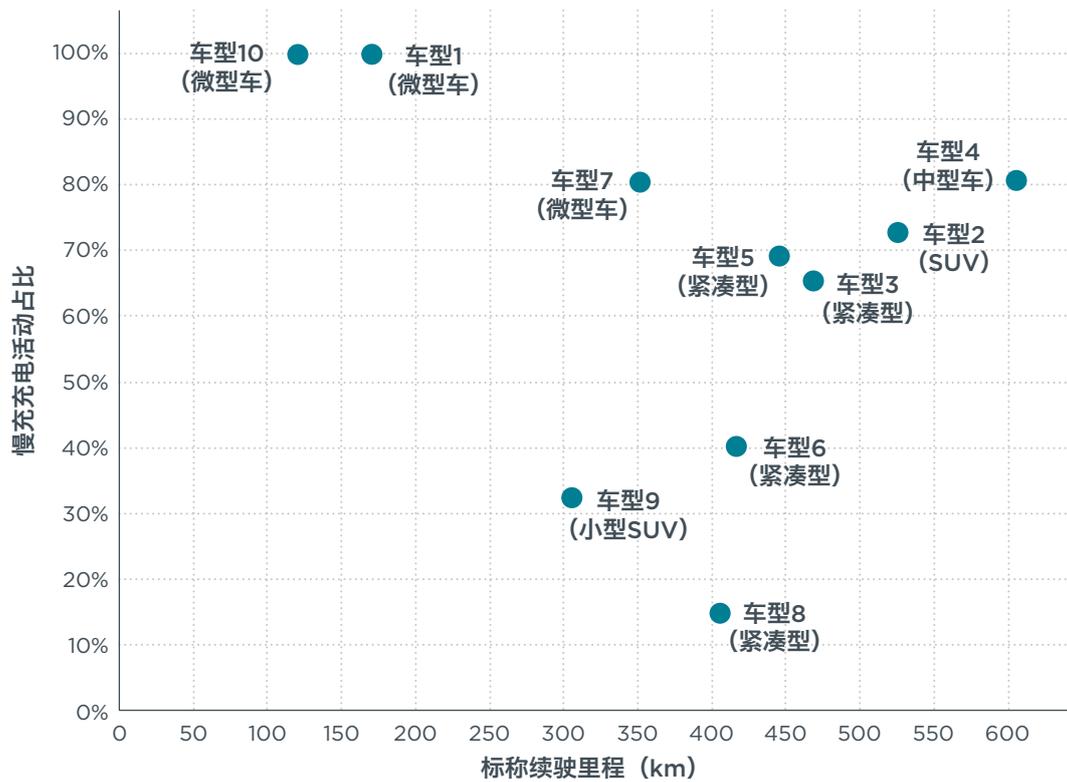


图8. 不同车型的慢速充电占比和标称续航里程

我们发现在开始充电时, 电池的电量状态 (SOC, 或剩余电量) 在10%到70%范围内均匀分布, 结束充电时的电量状态在90%到100%之间 (图9)。其中, 约有10%的充电活动是在电池电量超过70%的情况下开始进行的。这表明车辆驾驶者可能存在一定的里程焦虑, 只要遇到可以使用的充电桩就会进行充电, 直至电量充满或接近充满。

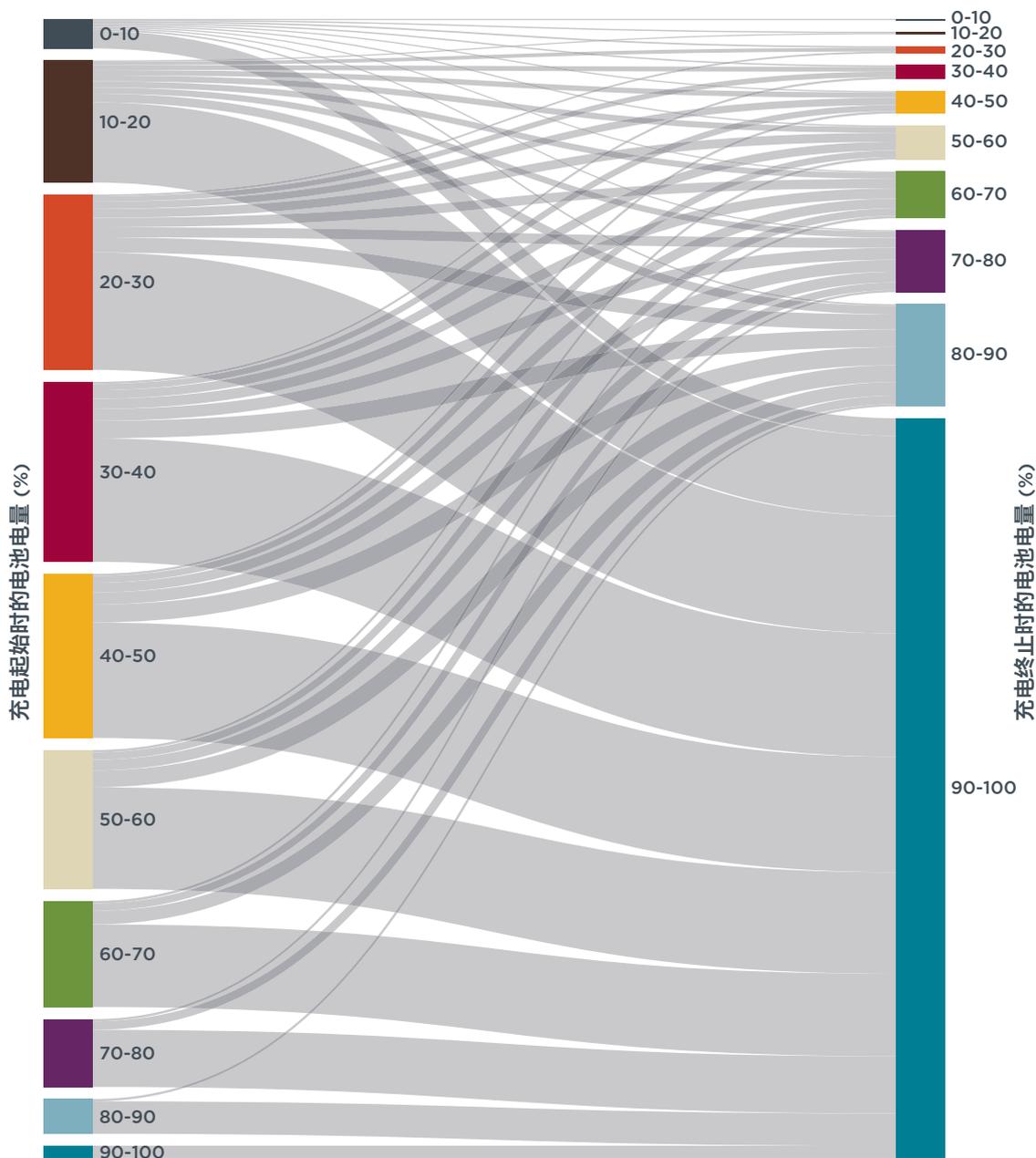


图 9. 充电活动电池起始电量% (左) 和终止电量% (右) 桑基图。图两侧的柱状数据段分别展现了不同电量组别在充电起始和终止时的占比, 每侧加和结果为100%。数据段的长度表示对应充电活动次数的占比。本图随机采用了充电活动数据中1%的样本绘制。

图10展示了充电活动的开始时间及其持续时间（即电池完全充满或达到驾驶员设定的电量），并对私人汽车和出租车的的数据进行了比较。无论是私人汽车还是出租车，都有许多驾驶者选择在午餐时间充电。对于私人汽车而言，另一个充电较为频繁的时间段是下午3点到7点，即许多人结束一天工作的时间段。出租车方面，下午2点到5点是充电活动高峰期，因为两个班次/驾驶者之间的交接班通常发生在下午6点左右，可能需要在结束一天的驾驶后，在与另一位驾驶者交班之前进行充电。

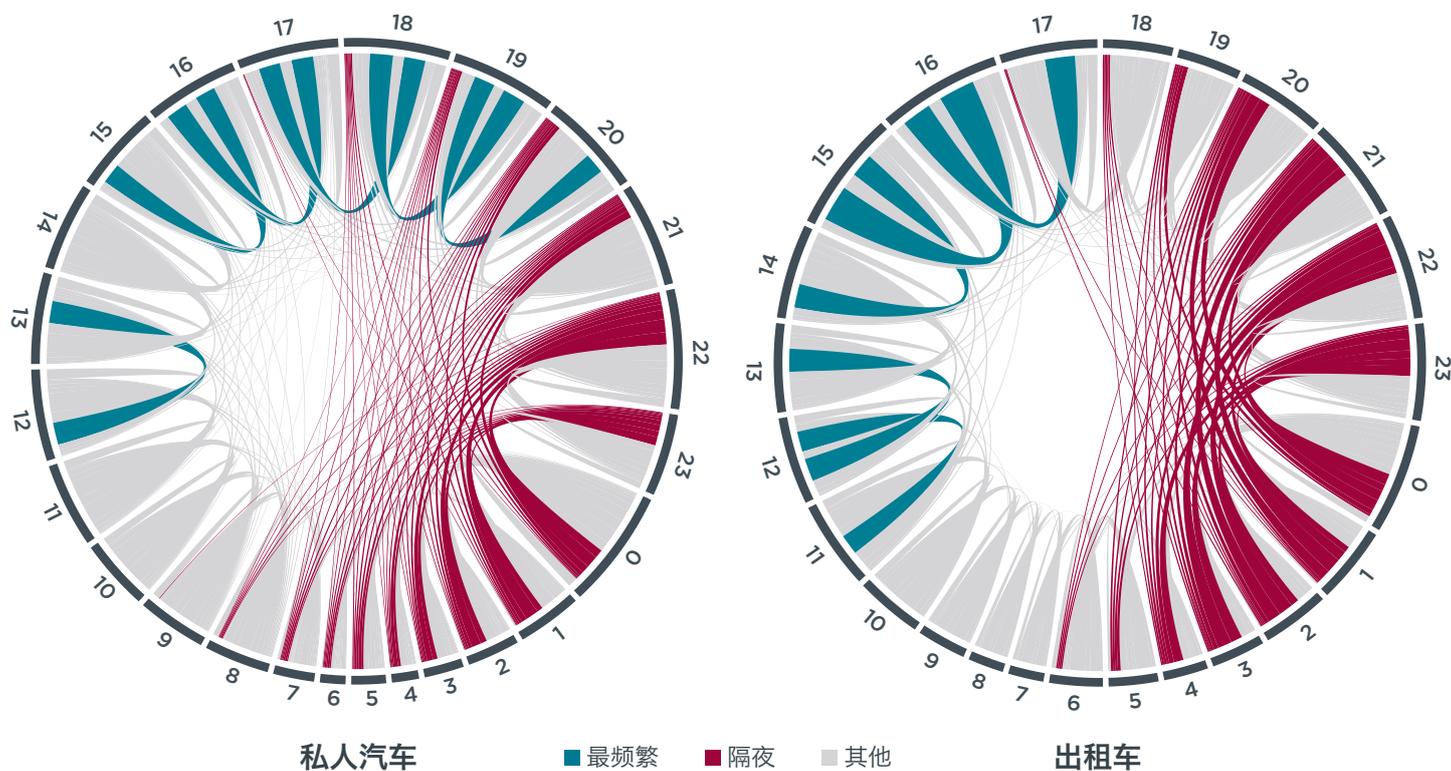


图10. 私人车辆和出租车的充电活动开始时间及持续时间。时间范围从00:00点开始，顺时针一直到23:00。圆弧刻度按小时划分，从12点到13点的弧线意味着充电活动在12:00:00到12:59:59之间开始，在13:00:00到13:59:59之间结束。隔夜充电被定义为跨越00:00的充电活动。最频繁充电时段定义为对应起点和终点时间的充电活动数量在所有充电活动数量统计中处于99分位以上。充电结束指电池充满电或达到驾驶员设定的所需充电值。本图随机采用了充电活动数据中2%的样本绘制。

私人汽车的充电模式要比出租车更为分散，这可能是因为在任何有机会充电时进行充电，这也在一定程度上反映了里程焦虑问题。这类充电活动可以被理解为私人车辆驾驶者的一种机会性充电行为，且通常在2小时内电池就会充满或达到驾驶者设定的电量上限。从图上可以看出，私人车辆在时间圆弧的右半侧和左半侧还存在更多的灰色细线，反映了隔夜充电和一些持续时间较长（从上午至下午）的，可能在工作场所进行的充电行为。

主要结论及政策建议

基于超过14万辆新能源汽车2021年的实际运行数据，本文分析了中国五个城市十款畅销电动乘用车的性能表现。结果表明，这些车辆的实际续驶里程平均比标称值低15%左右。在低温和高速行驶工况下，续驶里程的衰减幅度还要更大。

在此次所分析的参数中，低温环境对能耗和续驶里程的影响最大。在“极低温”（ $\leq -7^{\circ}\text{C}$ ）和“低温”环境条件（ $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ）下，纯电动续驶里程均值分别比标称值减少了30%至50%和20%至35%，沈阳的部分车型在“极低温”条件下的续驶里程衰减了一半。“高速”行驶（ >90 公里/小时）也会对能耗和续驶里程产生负面影响，但影响程度会比低温环境略小一些。在“高速”条件下，续驶里程均值会比标称值减少15%至25%，部分车型的续驶里程衰减幅度高达40%。“高温”环境（ $30^{\circ}\text{C}-35^{\circ}\text{C}$ ）的对不同车型的影响各不相同，且影响作用不如低温或高速行驶两项因素显著。整体上，“高温”环境最高可导致纯电动续驶里程降低15%，这可能是由于使用了空调。

充电模式在一定程度上反映出了续驶里程焦虑问题，部分驾驶者会在任何有机会充电时进行充电，无论电池剩余电量是多少。此外，各类公共充电桩的普及程度（快充或慢充）以及车辆本身续驶里程的长短也会影响到驾驶者对充电桩类型的选择（图7和图8）。充电时段方面，中午前后及下午到晚上为充电高峰期。

在一些特定的行驶条件下，新能源汽车的实际行驶性能与标称车辆性能存在较大差异，这可能会阻碍新能源汽车的发展应用。要想解决这一问题，需要更好地向消费者提供新能源汽车的实际行驶性能信息，并向驾驶者广泛宣传如何实现车辆的最优性能。而针对标称性能与实际性能存在显著差异这一问题，可能是由测试规程缺乏实际代表性、能效技术有待改进、消费者不良驾驶习惯，或上述因素相结合导致。目前中国的消费者对新能源汽车仍存在一些担忧，针对消费者的顾虑，北京、天津、河北三地的消费者协会2022年对10款车型进行了寒冷环境（ $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）运行测试⁴。测试大致依照2017年型式核准测试规程中的指导方法进行。测试结果显示，续驶里程为生产企业报告值的64%。2021年，中国对轻型电动汽车的能耗和续驶里程测试规程进行了更新（即当前实施的测试规程），更新后的内容中包含了高温和低温环境条件测试方法，但这部分信息仅被纳入附录信息，且相关测试并非强制性测试⁵。为了帮助缩小标称性能与实际行驶性能之间的差距，缓解消费者的顾虑，我们向政府部门、生产企业和消费者分别提出以下建议。

政府部门：政府管理部门可以通过持续加严能效标准来提高纯电动乘用车的能效，标准中需要包括具有实际道路代表性且严谨可靠的测试规程。另外可通过官方车辆能效标识来提升消费者的能效意识。

4 在 $20^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C}$ 条件下为电池充满电并开启空调。测试规程基于GB/T18386-2017。央广网，《京津冀消协发布电动汽车低温续航比较试验结果》，2022年3月11日，详见：http://www.cnr.cn/tj/tjyw/20220311/t20220311_525762656.shtml

5 汽车测试网，GB/T 18386.1-2021《电动汽车能量消耗量和续驶里程试验方法 第1部分：轻型汽车》，2021年3月26日，详见：<https://www.auto-testing.net/news/show-110262.html>

具体而言:

- » 可以对能效标准进行修改, 纳入能够更好地反应实际行驶性能的测试规程和方法;
- » 测定车辆标称能效和续驶里程值的法规测试规程中应包含中国的实际行驶工况, 涵盖低温寒冷环境 ($\leq -7\text{ }^{\circ}\text{C}$)、高温环境 ($>30\text{ }^{\circ}\text{C}$) 以及空调系统使用;
- » 法规测试规程中应包括一定比例的高速行驶工况, 从而使测试工况更加贴合实际和具有代表性;
- » 在车辆能效标识中增加根据上述更加能反应实际道路行驶的测试规程测量出的能效和续驶里程值;
- » 计算电动汽车的电力需求, 对当前和未来的充电基础设施发展进行规划, 引入分时电价, 鼓励驾驶者在电力需求较低的波谷时段进行充电。

生产企业: 汽车和零部件生产企业可以优先应用和改进新能源汽车的能效和热控制技术, 并主动向消费者提供所知的最贴近实际道路情况的车辆性能数据。提供的具体信息可以包括最贴近实际道路情况的能效和续驶里程估值 (将其作为销售阶段所提供的标称值的补充信息); 在车辆使用期间提供更准确的剩余续驶里程估值; 以及向消费者提供关于电池储存和运行方面的明确说明和建议, 例如存放车辆适宜的温度区间, 以及电池充放电深度的建议区间⁶。

消费者: 根据认证标识、生产企业说明书以及其他信息平台提供的相关信息, 正确使用和维护车辆, 有助于延长电池寿命及保持电池性能。例如, 通常建议不要在电量低于20%及高于80%时过度放电或过度充电, 并尽量减少让电池暴露在高温下。

需要再次说明的是, 本次分析只涵盖了选定车型及城市, 且其中部分车型和城市缺少“高温”、“低温”、“极低温”以及“高速”行驶情况数据。此外, 车辆的实际行驶性能还会受到地形、交通状况和驾驶模式等其他因素的影响, 尚需要进行更多的研究和分析, 以涵盖更多类型的车辆、车型、环境温度和地理条件。此外, 本次分析的数据皆为2021年数据, 需要开展进一步工作来评估更近期的车辆性能表现。

⁶ Maxwell Woody等人, “Strategies to Limit Degradation and Maximize Li-ion Battery Service Lifetime – Critical Review and guidance for stakeholders,” *Journal of Energy Storage*, 28 (2020): 101231. 详见: <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101231>

附录A. 数据样本

表A1按入选车型和城市展示了样本规模（车辆数量）。

表A1. 按车型和城市划分的数据样本

车型	总样本规模	北京	杭州	广州	沈阳	成都
车型 1	3,041	85	1,220	589	240	907
车型 2	24,981	5,771	7,393	6,472	618	4,727
车型 3	21,400	7,312	6,290	4,105	503	3,190
车型 4	14,595	8,031	2,089	2,294	68	2,113
车型 5	25,901	6,112	9,727	5,479	366	4,217
车型 6	20,388	8,053	3,490	7,752	78	1,015
车型 7	4,239	1,322	1,397	921	13	586
车型 8	8,430	87	1,508	6,585	2	248
车型 9	16,789	7,204	5,470	1,616	193	2,306
车型 10	1,947	70	731	392	206	548
合计	141,711	44,047	39,315	36,205	2,287	19,857

附录B. 度量指标和方法论

本节介绍了我们此次分析时，基于单次出行活动数据的各项参数计算实际行驶性能的各个度量指标的方法。本文图中展示的百公里能耗和续驶里程值均基于对应样本中位数。

百公里能源消耗量

$$\text{能源消耗量 (kWh/100 km)} = \frac{\sum_i (\text{SOC}_{\text{开始},i} - \text{SOC}_{\text{结束},i}) \times \text{容量}_i}{\sum_i (\text{里程}_{\text{结束},i} - \text{里程}_{\text{开始},i}) / 100}$$

i: 单次行程，定义为一次驾驶出行活动

$\text{SOC}_{\text{开始}}$ (%): 行程开始时的电量状态 (SOC)

$\text{SOC}_{\text{结束}}$ (%): 行程结束时的电量状态 (SOC)

容量 (kWh): 工信部发布的电池标称容量

里程_{开始} (km): 行程开始时的里程读数

里程_{结束} (km): 行程结束时的里程读数

注: NDANEV开放实验室没有电池容量的实时信息，但鉴于我们样本中的车辆均是使用寿命最初几年的较新的车，我们采用了工信部发布的电池容量标称值。

不同温度环境下的百公里能源消耗量

在评估温度对能耗的影响时，我们选择了一个固定的速度范围来排除速度所带来的影响。我们选择了30-60 km/h的中速区间段。温度指日平均环境温度，分为-7°C及以下、(-7,0]、(0,5]、(5,10]、(10,15]、(15,20]、(20,25]、(25,30]和(30,35]几个温度区间。在我们此次分析的数据样本中，没有日平均环境温度高于35°C的数据。

不同速度下的百公里能源消耗量

在评估速度对能耗的影响时，我们选择了一个固定的温度范围来排除温度所带来的影响。我们选择了10-25 °C的中等温度区间段。速度指单次行程的平均速度，分为[0,30] km/h、(30,60] km/h、(60,90] km/h、(90,120] km/h和120 km/h以上几个速度区间。

实际纯电动续驶里程

本文中展示的每款车型的纯电动续驶里程是基于实际能耗与标称能耗的差异，以及标称续驶里程计算得出的。

$$\text{实际纯电动续驶里程 (km)} = \frac{\text{标称续驶里程}}{\left(1 + \left(\frac{\text{实际能耗}}{\text{标称能耗}} - 1\right)\right)}$$

充电持续时间

$$\text{充电持续时间 (h)} = \text{时间长度} / 3,600$$

时间长度 (s): 每次充电活动持续的时间

充电倍率

$$\text{充电倍率 (C-rate)} = 1 / \left(\frac{\text{时间长度} / 3,600}{\text{SOC}_{\text{结束}_c} - \text{SOC}_{\text{开始}_c}} \right)$$

时间长度 (s): 每次充电活动持续的时间

$\text{SOC}_{\text{开始}_c}$ (%): 充电活动开始时的充电状态 (SOC)

$\text{SOC}_{\text{结束}_c}$ (%): 充电活动结束时的充电状态 (SOC)



www.theicct.org

communications@theicct.org

[twitter @theicct](https://twitter.com/theicct)

BEIJING | BERLIN | SAN FRANCISCO | SÃO PAULO | WASHINGTON

icct
国际清洁交通委员会