



磐之石 ROCK ENVIRONMENT
AND ENERGY INSTITUTE
环境与能源研究中心

致力于推动以程序正义和理性批判为基石的环境政策决策机制的建立，
使社会向更加包容、公正和可持续发展的方向发展。

报告撰写：林佳乔、王茜（实习生）、袁雅婷、赵昂

报告设计：李颖

报告校对：王茜（实习生）

发布日期：2020 年 11 月

发布单位：磐之石环境与能源研究中心

资 助 方：德国伯尔基金会北京代表处

■■■ HEINRICH BÖLL STIFTUNG
海因里希·伯尔基金会(德国)北京代表处

前言

随着全球电力系统在应对气候变化的巴黎协定下加快低碳转型，交通部门的电气化发展势头逐步显露，从美国加利福尼亚州 2035 年禁售传统燃油车，到中国的众多城市实现公交车、出租车电动化。未来 10 到 15 年将是交通部门，尤其是城市道路交通部门，快速减少对石油的依赖、支持各主要经济体落实巴黎协定下的国家自主贡献目标的重要窗口期。

磐之石环境与能源研究中心在德国伯尔基金会北京代表处的支持下自 2019 年开始关注交通部门低碳发展的成本和收益问题。2019 年，我们的工作聚焦于交通部门的可持续发展决策框架、在国家自主贡献目标落实中的角色、交通污染健康影响、电动车发展的全生命周期评价等方面；2020 年，我们将焦点放在讨论浙江省绍兴市的交通低碳发展如何实现，涉及绍兴市民通勤知行调查、绍兴市电动车发展、可再生能源（以户用分布式光伏发电为例）发展在交通低碳转型中的作用、如何将健康收益和气候收益置于绍兴交通决策中，以及绍兴如何从友好城市的低碳交通发展汲取经验。我们希望藉着对这些政策议题的讨论，可以促进城市层面与道路交通低碳发展利益相关的群体展开理性的交流，并探寻不同社会、经济和能源消费特点下的城市实现交通部门低碳转型不同路径和策略。

未来我们将在过往研究收获的基础上，继续从独立研究和开放讨论的角度推动交通部门可持续发展政策的争鸣和对话，期望更多同行和低碳交通、气候政策方面的研究者关注我们的工作并分享有见地、有依据的意见。在此，我们对在项目执行中提供鼎力支持的在地伙伴徐磐石、张高峰和潘文迪表示感谢，也对绍兴市相关政府部门代表、参加线上线下问卷调查的市民以及对我们的研究工作提供帮助的北京大学公共卫生学院潘小川教授表示谢意。最后，我们再次感谢德国伯尔基金会中国办公室对此项目提供的资助。



磐之石环境与能源研究中心 联合主任

2020 年 11 月 23 日

作者简介

林佳乔/Lin Jiaqiao

磐之石环境与能源研究中心联合创始人、联合主任。研究领域包括能源政策、低碳发展以及碳市场。文章先后发表于《中国战略新兴产业》等期刊及中国能源网、中国碳交易网等网站。他拥有东北师范大学生物学学士及硕士学位和英国曼彻斯特大学环境科学硕士学位。

王茜/Wang Qian

王茜，磐之石环境与能源研究中心实习生，国际关系专业博士。2016年毕业于广西民族大学，2020年毕业于澳门科技大学。

袁雅婷/Yuan Yating

磐之石环境与能源研究中心助理研究员。研究兴趣主要集中于碳市场和可持续发展。拥有辽宁大学理学学士和英国爱丁堡大学环境可持续发展硕士学位。

赵昂/Zhao Ang

磐之石环境与能源研究中心联合创始人、联合主任。研究兴趣集中于气候变化和能源转型政策。文章曾发表于：China Environment Series、International Journal of Applied Logistics 和《环境资源与能源评论》。他拥有北京大学文学学士和伦敦政治经济学院环境政策科学硕士学位。

目 录

绍兴市友好城市绿色出行经验分享——以欧登塞和吕贝克为例	4
绍兴市电动汽车：产业发展缓慢，需加快转型步伐	10
绍兴市能源结构如何低碳转变：以户用分布式光伏发电为例	16
绍兴市“绿色交通”发展需加码：如何制定考虑健康的低排放交通发展策略	22

绍兴市友好城市绿色出行经验分享——以欧登塞和吕贝克为例

王茜

浙江省绍兴市位于长江三角洲，是一座东部沿海城市，目前已与丹麦、德国等国的城市建立了友好城市和友好交流关系。丹麦欧登塞和德国吕贝克在推动以“替代出行”为特征的绿色出行方面有着丰富的经验。本文通过分析两个城市在构建绿色出行和打造低碳交通方面的先行经验，并结合绍兴市公众出行需求，为绍兴市制定相关政策提供参考建议。

1. 欧登塞绿色出行经验

自行车高覆盖率是北欧国家城市交通系统的特征。在北欧的众多国家中，丹麦有着“自行车王国”的名号。2015 年，欧登塞被授予丹麦“自行车之城”的称号。欧登塞市区面积约 300 平方公里，人口约 20 万。目前，欧登塞的单车骑行道长达 540 公里，人均拥有 2-3 辆自行车¹。

1.1 倡导自行车出行有利于缓解欧登塞能源安全与城市交通拥堵

欧登塞“自行车之城”美誉的由来不仅因为该市地势平坦的先天条件有利于自行车骑行，还得益于该城市应对能源危机和治理城市交通拥堵的有效结果。上世纪 70 年代石油危机前，汽车是欧登塞乃至整个丹麦的主要交通工具，致使丹麦能源对外依存度极高。石油危机促使丹麦走上降低对化石燃料依赖的能源多样化道路。为了应对该危机，市政府随后倡导改用自行车出行，并将每周日定为“无汽车日”。政府的这一举措也符合解决当时市内交通拥堵现象的需要。

1.2 欧登塞政府为自行车骑行打造友好的环境设施

便利的“行、停”是维持自行车高出行率的关键要素。因此，打造“自行车友好”城市也离不开相关基础设施的投资、改造、升级。欧登塞市政府从车道、红绿灯、配套设施、租赁、停车费用等方面展开工作，鼓励和促进市民及观光游客选择自行车出行。

表 1：欧登塞市政府打造自行车友好环境设施

车道	政府修建了最多可供两人并列骑行的1-1.5米自行车专用道，降低超车等安全隐患。采用优质沥青铺设自行车专用道，防滑打磨、撒盐等方式解决北欧严冬路面结冰的问题。定期对城市路面进行激光扫描，检查凹凸路面并进行修整。
红绿灯	根据自行车行驶速度设置市区红绿灯变换频率。
配套设施	街头清洁饮水器、空气泵、显速器、行李寄存箱以及骑车人服务处在市内随处可见。

¹ 肖中洁，自行车在欧登塞“复活”，红网-潇湘晨报，2010 年 9 月 10 日。<http://news.sina.com.cn/o/2010-09-10/011818091436s.shtml>

租赁	欧登塞市提供自行车、货用自行车（可载孩童）、电动自行车等租赁服务。
停车空间	欧登塞市因应实际情况及时增加市内停车空间。
停车费用	提高私家车市区停车收费以降低市民汽车使用意愿，促进自行车使用数量增长。
其他	丹麦使用右车道驾驶车辆，因此赋予骑车人红灯可右转的特殊权利，以缩短等待时间，吸引更多人选择自行车出行。

1.3 凭借新能源构建综合替代出行体系

2020 年上半年，丹麦近 60%的发电量来自风电和光伏²。高比例可再生能源发电量为推广应用这一能源奠定了基础。欧登塞在《The municipality Urban Regeneration Strategy》（《都市再造战略》）中提出构建以路面电车，骑行，步行为核心的综合替代出行体系，增加市民出行选项。其中路面电车是整合现有公交车和路面电车，并购置混合动力公交车（hybrid bus services）用于城市公交系统。提高小汽车电动化水平。市政府以身作则将政府公务用车转为电动汽车。在骑行方面也鼓励人们使用电动自行车。根据大数据显示，若骑行距离超过 10 公里，人们使用自行车的数量会大幅下滑³。为了避免市民使用汽车，欧登塞市政府也鼓励使用电动自行车代替 10 公里以上行程的出行。

1.4 将低碳交通建设融入应对气候变化的行动中

随着气候问题日益突出，丹麦提出要到 2050 年完全摆脱化石燃料，可持续能源在总能耗中占比 100%⁴。欧登塞市也相应跟上脚步，制定城市规划和低碳交通建设和排放目标，将城市的低碳交通体系建设与应对气候变化结合到一起。据不完全统计，欧登塞多年来通过实施一系列市政交通规划，使其成为有名的低碳交通城市。具体如表 2 所示。

表 2：欧登塞相关市政规划

文件名称	相关内容与指标要求
气候计划2010-2012 Climate Plan 2010-2012	详细解释了欧登塞如何到2025年减少50%的碳排放，以及到2050年达到碳中和。欧登塞的交通系统贡献了30%的碳排放，因此欧登塞计划从2007到2025年减少40%来自交通部门的碳排放。
欧登塞交通2013-2015 Traffic in Odense 2013-2015	减少25%汽油的使用，城市里燃油车的使用，减少75%的人因空气污染受到影响，2025年实现城市用车减少80%的碳排放。

来源：资料整理自欧登塞市政府官网 www.odense.dk

2. 吕贝克绿色出行经验

与绍兴市一样，吕贝克是一座具有丰富历史底蕴的古城。1987 年，吕贝克的老城区

2 马磊，2020 年上半年丹麦近 60%发电量来自于风能和太阳能，2020 北京国际风能大会，2020 年 10 月 14 日。
<http://news.bjx.com.cn/html/20201014/1109678.shtml>

3 Cycling Embassy in Denmark, <http://www.cycling-embassy.dk/2010/04/14/electrify-your-bike-in-odense/>

4 胡娅迪，丹麦能源转型启示：中国能源转型向何处走，第一财经，2020 年 5 月 18 日。<https://www.yicai.com/news/100633503.html>

被联合国教科文组织列为“世界文化遗产”。老城区（也称市中心或核心城区）位于吕贝克的中心地带，是由特拉维河，易北河-吕贝克运河围绕起来的一个岛屿。经过发展，目前吕贝克总体城市面积（老城加新城）约 200 平方公里。2017 年人口接近 22 万⁵。吕贝克的交通出行中，小汽车出行比例为 47%，步行比例为 28%，自行车为 17%，火车/公交等公共交通为 8%⁶。

2.1 老城区实行以步行为主的多种替代出行模式

老城区属于市中心（也称内城），人口密集，且拥有大量历史文化遗产。该区域实行“公共交通+自行车+步行”的多种替代出行交通模式。其中，步行为主要出行方式，这主要是由于老城区原有的历史建筑形态没有被过多改变——内城区绝大部分地块的面积小于 25 600 平方米（即边长小于 160 m）⁷，有利于步行网络达到高渗透率。吕贝克市政府还在老城区内划分专门步行区域，以及设定每日专供步行通过的时间，车辆不得通行。

2.2 采用多种替代出行模式缓解老城区交通拥堵问题

由通勤造成的交通拥堵问题吕贝克老城区也存在。2016 年，吕贝克汽车保有量接近 95000 辆⁸，日均约 20000 辆小汽车驶入市中心，给该区域窄小的道路带来承载与疏通压力。为了解决这一问题，市政府在老城区增加“租赁自行车+公共交通”的出行选项，以达到建立“步行-自行车-公共交通”一体化的绿色交通系统。尤其是对于游客来说，由于旧城区特定的空间条件，因此主要是通过步行，乘客船或公交车游览世界文化遗产。更新后的公交网络使得大部分的公交站点与老城活动目的地不超过 5-8 分钟的步行距离。老城区及其周边范围的步行和自行车出行率覆盖范围较广。

2.3 吕贝克政府积极打造吕贝克成为自行车友好城市

吕贝克长久以来拥有自行车骑行传统，最早修建的自行车道可追溯到 1897 年⁹。2012 年吕贝克自行车网络长度约为 810 公里¹⁰。市政府凭借吕贝克地势平坦的地理优势和传统优势，积极打造吕贝克成为自行车友好城市，推动城市绿色出行发展。具体来说，吕贝克政府通过规划文件推广与保障自行车出行。市政府计划到 2020 年，吕贝克常住人口自行车出行率提高到 25%，事故率下降 50%¹¹。相关措施如下：

- 车道翻新与增加，并开发长途自行车道；
- 维持路面无障碍骑行环境；
- 通过自行车限速保障骑行安全；
- 增设停车设施；
- 推广自行车租赁优惠套餐；
- 增加政府机构使用自行车办公；

⁵ Fachbereich Planen und Bauen - Lübeck plant und baut, 4. Regionaler Nahverkehrsplan der Hansestadt LÜBECK 2019-2023, Heft 113/September 2018

⁶ Konzept "Fahrradfreundliches Lübeck"

⁷ 戴晓玲、Achim Laleik，德国吕贝克历史城镇可步行性建构历程，《上海城市规划》，1 卷，2017 年。

⁸ Fachbereich Planen und Bauen - Lübeck plant und baut, 4. Regionaler Nahverkehrsplan der Hansestadt LÜBECK 2019-2023, Heft 113/September 2018

⁹ Konzept "Fahrradfreundliches Lübeck",

¹⁰ 同脚注 10

¹¹ 同脚注 10

- 加强骑行宣传，举办骑行比赛和活动巩固骑行文化。
-

值得一提的是，德国联邦政府也从国家层面专文支持与推动自行车成为气候友好型出行方式。

表 3：吕贝克政府自行车规划文件

名称	年份	类型	颁发主体	主要内容
《概念：自行车友好的吕贝克》（Konzept "Fahrradfreundliches Lübeck"）	2010	地方性规划文件	吕贝克市政府	自行车友好城市建设通过对自行车基础设施改善、提高自行车服务供给、加强市民宣传等措施得到保障。
《2020 国家自行车计划》（RRVP 2020）	2012	国家性规划文件	德国联邦交通、建设、住房部	该计划将骑自行车视为一种具有健康效益，气候友好型的出行方式。同时建议在地方城市发展和交通规划中，应充分考虑将自行车视为同等有效的交通工具，并采取措施保障骑行安全。

来源：资料整理自吕贝克市政府官方网站 <https://www.luebeck.de/de/index.html>

2.4 吕贝克积极应对气候变化并将其与交通规划结合起来

吕贝克市政府有意识将交通规划与环境保护、遏止气候变化相结合。吕贝克早在 1991 年就加入“欧洲城市气候联盟”。1992 年加入“欧洲城市与雨林土著人民气候联盟”。2010 年，通过“气候保护行动计划”。2019 年 5 月宣布了《气候紧急状态》，该文件认为应采取紧急行动以应对全球温升，从而达到保护人类与环境的目的。吕贝克政府在其第四份《区域本地运输计划 2019-2023》（RNVP）中提出，计划到 2030 年吕贝克平均每年减少 600 吨二氧化碳和 4 吨的氮氧化物。

3. 绍兴市交通出行现状与公众出行需求掠影¹²

根据 2020 年 10 月磐之石绍兴市民出行问卷调查结果，目前绍兴市主要通勤方式中小汽车占比 51%；其次为自行车（包括电动自行车），占比 30%；公交车的比例为 11%，最后是 9% 的步行。高比例的小汽车出行导致了绍兴市内道路交通拥堵。调查问卷中 83% 的市民认为绍兴市早晚高峰存在交通拥堵现象。

3.1 限制私家车数量与使用不能完全成为缓解绍兴市交通拥堵的办法

理论上，限制私家车的数量与使用可缓解交通拥堵问题。根据调查问卷数据显示，虽然有约有一半（48%）的受访者持完全支持态度，但这部分人群平日的通勤工具不全是小

¹² “我理想的未来城市交通：浙江绍兴市民通勤知行调查”问卷调查结果

汽车。限制私家车的数量与使用需考虑日常使用小汽车群体的态度。观察这部分人的数据看出，持支持与反对的比例大致相同，分别约为 37%和 35%，26%的人无所谓。进一步比较私家车通勤人的年龄、学历、收入特征可得出，高收入群体（10000 元以上/月）对限制私家车使用 and 数量持保守态度。结合 2019 年绍兴市城镇居民可支配收入约为 5327 元/月¹³的实际情况，再观察调查问卷这部分人群中月收入为 5000-7000 元后发现，仅近一半比例人支持限制私家车的数量和使用。因此，为解决城市道路拥挤问题可从增加其他公共交通工具着手。

3.2 优化公共交通系统既符合公众出行需求又具有缓解交通堵塞的潜力

鉴于绍兴市目前公交车和自行车专用车道较少，增加城区内相应车道的支持率较高，高达 72%。绍兴市居民对增加市内公交车运营时间和站点数量也表达了希望得到增加的看法。优化升级公共交通系统可吸引更多市民的使用，从而降低市民选择私家车出行意愿，进而达到减少路面通行量，缓解城市拥堵问题。此外，提高公交车和出租车电动化水平作为优化公共交通系统的措施之一有较高的受众基础。根据问卷调查数据，只有 11.83%的人群不支持。

3.3 大多数受访者担心交通工具带来的健康风险

根据调查问卷数据所得，被调查者中 83.4%的人担心噪音和尾气带来的健康风险。因此绍兴市政府在未来制定交通政策时需要将噪音和尾气纳入对市民健康影响的考量中。通过措施提高居民使用其他出行方式的意愿，有助于减少城市的噪音污染和汽车尾气排放。

13 2019 年绍兴居民人均可支配收入公布，网易，2020 年 3 月 5 日。<https://dy.163.com/article/F6VPDQQA0545A0QD.html>

结语：

前文分析了欧登塞和吕贝克构建绿色出行的经验。两个城市都存在道路交通拥堵问题。两个市政府也采用多模式替代出行（自行车/步行/公共交通）降低居民使用私家车意愿，减少道路堵塞现象，增加绿色出行比例，构建城市低碳交通系统。同时，不断提升城市公共交通电动化水平。通过提高政府绿色公用车辆比例，发挥政府在构建城市低碳交通过程中的领导角色与引领作用。最后，两个城市将打造绿色出行与构建低碳交通融入应对气候变化行动中，推动城市的绿色与可持续发展。

综上，对于绍兴市而言，首先政府应以身作则，在绿色出行方面起到表率作用。比如大幅提高公务人员使用绿色交通工具出行的比例，加速提升政府公用车辆的电动化水平等。其次，加快建设步行、骑行、公共交通等多模式替代出行体系建设，加快完善、优化相应基础设施和配套措施建设和设置。然后，提升全市机动车电动化水平。根据磐之石问卷调查数据，超一半受访者具有电动车购买意愿。在保持当前政府补贴的政策环境下加大鼓励电动车购买可提升城市机动车电动化水平和比例。此外，不能忽视居民对健康风险的关切，须将交通污染带来的健康风险纳入政策制定的考量范围。最后，将绿色出行置入应对气候变化背景中进行考虑，制订更系统全面的低碳、可持续城市发展规划，优化绍兴市能源结构，助力国家实现气候目标。

绍兴市电动汽车：产业发展缓慢，需加快转型步伐

袁雅婷

国务院办公厅于 10 月 20 日印发了《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》（以下简称《规划》），《规划》中指出“发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路，是应对气候变化、推动绿色发展的战略举措”。到 2025 年，新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的 20%左右，到 2035 年，纯电动汽车将成为新销售车辆的主流¹。2019 年，我国新能源汽车销售量占汽车总销量比例为 4.7%，较 2018 年提升 0.2%²，距离实现 2025 年销售目标尚有差距。此外，从新能源汽车（主要是电动汽车）的全生命周期来看，若实现电力系统低碳转型，新能源汽车将带来巨大的减排效果及健康效益，进而为国家在应对气候变化方面作出贡献³。因此，在未来 5 至 15 年的时间里，新能源汽车产业将迎来重要发展机遇期，传统汽车产业须面临转型升级，电动化将成为汽车产业的发展潮流和趋势之一。

根据磐之石调查问卷数据显示，绍兴市民日常出行主要以私家车为主，约占受访者总人数的一半。这主要是由于近年来，绍兴市机动车保有量一直保持稳定增长的趋势（图 1），截至今年 5 月，绍兴市机动车保有量已达到 158 万辆，而电动汽车数量仅有 1.3 万辆，占比不到 1%⁴。可见，与传统燃油汽车相比，目前绍兴市电动汽车发展较为缓慢，这也进一步影响绍兴市道路交通部门污染防治及绿色交通发展。本文在梳理概述绍兴市近年发布关于新能源汽车政策的基础上，分析绍兴市新能源汽车在推广中存在的问题，并提出相关的解决方案与政策建议。

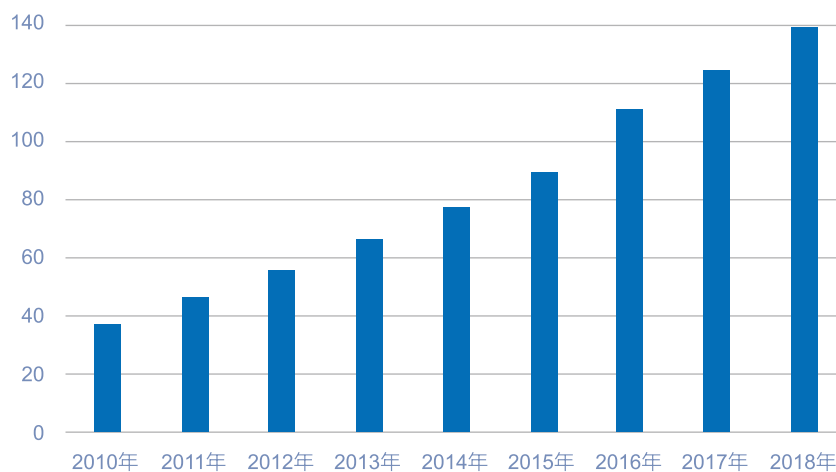
1 国务院办公厅关于印发新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）的通知国办发〔2020〕39 号，中华人民共和国中央人民政府，链接：http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm#

2 《汽车工业蓝皮书：中国汽车工业发展报告（2020）》，中国汽车工业协会，中国汽车技术研究中心有限公司，丰田汽车公司

3 《从全生命周期评价看电动车在可持续交通发展中的作用》，赵昂，链接：<http://www.reei.org.cn/publication/743>

4 特斯拉绍兴首店投用，绍兴日报，链接：http://epaper.sxnews.cn/sxrb/html/2020-10/15/content_11858_3450386.htm

图 1：绍兴市私家车保有量变化（2010-2018）



来源：绍兴市统计年鉴（2011-2019 年）

1. 绍兴市新能源汽车相关政策概述

绍兴市政府目前共颁布两个新能源汽车推广政策，分别是补贴扶持政策《绍兴市区 2018 年新能源汽车推广应用补助办法》以及基础设施政策《绍兴市电动汽车充电基础设施建设运营管理暂行办法》。此外，2018 年发布的《绍兴市控制温室气体排放实施方案》中也提及新能源汽车推广的相关措施（表 1）。

除了上述政策以外，绍兴市政府还鼓励新能源汽车推广应用的商业模式创新，例如绍兴市上虞区舜畅新能源汽车服务有限公司投资 1.1 亿元建设主城区内公共电动汽车分时租赁服务网络⁵。此外，绍兴市政府还着力吸引和推进新能源汽车产业相关项目。例如，2018 年 9 月，中国恒天集团有限公司与绍兴市政府正式签署战略合作协议，拟在绍兴柯桥建立 REDS（智能移动空间）新能源汽车生产研发基地，该项目总投资约 150 亿元，总规划年产能力 20 万辆⁶。

⁵ 作者注：该形式在部分城市也称共享电动汽车。

⁶ 恒天集团与绍兴市人民政府签订战略合作协议，搜狐网，链接：https://www.sohu.com/a/253320829_676601

表 1：绍兴市新能源汽车相关政策回顾

	主要措施
《绍兴市区2018年新能源汽车推广应用补助办法》 ⁷	- 对在市区推广的新能源汽车按中央财政补贴标准的50%给予补助，国家和地方的新能源汽车补助总额最高不超过车辆市场指导价的50%； - 对在绍兴市区投资建设充电设施项目的，按充电设施实际投资额的20%给予补助。
《绍兴市电动汽车充电基础设施建设运营管理暂行办法》 ⁸	新建建筑以及独立用地的公共停车场、公交站场、道路停车位等应按照不低于总停车位10%的比例配置充电停车位，其中住宅小区机动车停车位应100%预留配电线路通道、充电设备位置及电容。鼓励根据实际条件在以上规定基础上增建充电设施。
《绍兴市控制温室气体排放实施方案》 ⁹	推广电动汽车、混合动力、天然气等新能源、清洁能源车辆，到2020年全市道路运输节能环保型车辆保有量持续增长，节能环保型公共汽车占比达到60%以上。加快充电（加气）基础设施布局建设，到2020年建成充电（加气）站32座以上、公用充电桩1000个以上。

除了上述政策以外，绍兴市政府还鼓励新能源汽车推广应用的商业模式创新，例如绍兴市上虞区舜畅新能源汽车服务有限公司投资 1.1 亿元建设主城区内公共电动汽车分时租赁服务网络¹⁰。此外，绍兴市政府还着力吸引和推进新能源汽车产业相关项目。例如，2018 年 9 月，中国恒天集团有限公司与绍兴市政府正式签署战略合作协议，拟在绍兴柯桥建立 REDS（智能移动空间）新能源汽车生产研发基地，该项目总投资约 150 亿元，总规划年产能 20 万辆¹¹。

2. 绍兴市电动汽车产业发展存在的问题

绍兴市政府曾在 2014 年发布《绍兴市新能源汽车推广应用实施方案》，设定到 2015 年底推广新能源汽车 1500 辆¹²，主要在公交领域和出租领域进行推广，私人购车方面主要是逐步完善充电设施建设布局。加之前文提到目前绍兴市电动汽车数量约 1.3 万辆，占机动车保有量的比例还不足 1%。因此，近年来绍兴市在电动公交与出租的推广应用方面取得不小成绩，但是私家车电动化进程还是较为缓慢，存在的问题如下：

2.1 补贴拨付流程变长，影响电动汽车分时租赁模式推广

自 2016 年起，国家对非个人用户购买的新能源汽车，须累计行驶里程 2 万公里后才

7 绍兴市经信委等三部门关于印发《绍兴市区 2018 年新能源汽车推广应用财政补助办法》的通知，绍兴市经信局，链接：http://www.sx.gov.cn/art/2018/7/16/art_1467581_153597.html

8 绍兴市发展和改革委员会关于印发绍兴市电动汽车充电基础设施建设运营管理暂行办法的通知，绍兴市发改委，链接：http://www.sx.gov.cn/art/2020/6/17/art_1467574_181131.html

9 绍兴市应对气候变化领导小组办公室关于印发绍兴市控制温室气体排放实施方案的通知，绍兴市发改委，链接：http://www.sx.gov.cn/art/2018/3/9/art_1467574_120421.html

10 作者注：该形式在部分城市也称共享电动汽车。

11 恒天集团与绍兴市人民政府签订战略合作协议，搜狐网，链接：https://www.sohu.com/a/253320829_676601

12 绍兴市人民政府办公室关于印发绍兴市新能源汽车推广应用实施方案的通知，绍兴市人民政府，链接：http://www.sx.gov.cn/art/2014/9/25/art_1463706_18064518.html

能申报补助（此前要求达到 3 万公里）¹³，这导致绍兴市通过电动汽车分时租赁模式推广的大部分新能源汽车至今尚未取得补贴。电动汽车分时租赁模式已经是政府推广新能源汽车的重要手段，而政策扶持是推动新能源汽车分时租赁行业发展的主动力之一。分时租赁行业主要以短途代步为主，行驶里程不会太长，日平均行驶里程大概在 60 公里¹⁴，加上车辆受到故障和事故的影响，车企较难在当年拿到补助，导致企业资金压力和时间成本增加，进而影响本地新能源汽车的推广。

2.2 充电基础设施建设滞后

《绍兴市电动汽车充电基础设施建设运营管理暂行办法》于今年 6 月颁布。之前绍兴市按照国务院在 2015 年发布《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》的要求：“原则上，新建住宅配建停车位应 100%建设充电设施或预留建设安装条件，大型公共建筑物配建停车场、社会公共停车场建设充电设施或预留建设安装条件的车位比例不低于 10%”¹⁵，进行充电基础设施建设。但在土地资源紧张的前提下，城市规划中很少考虑此类配套设施，配套设施建设用地问题难落实¹⁶。截至去年年底，绍兴市电动汽车公用充电桩数量仅 4025 个，车桩比接近 3:1¹⁷，这也是导致电动汽车在绍兴接受程度不高的一个重要原因。

2.3 私人购买意愿程度不高

目前绍兴市新能源车推广以公交车和物流车为主，私人购买新能源汽车数量较少。以 2018 年为例，绍兴全年推广应用新能源车共 5026 辆，其中私人购买乘用车仅有 808 辆，占比为 16%¹⁸。根据磐之石调查问卷显示，约有 12%的受访者一定会在新车购买时选择电动汽车，而 55%的受访者表示日后可能会在新车购买时选择电动汽车（请参见第一篇文章）。可见，绍兴市市民目前对新能源汽车接受度还不高，但未来电动汽车还是有较大的消费潜力。

私人购买意愿较低的主要原因一方面是由于绍兴市充电桩偏少，不足电动汽车数量的三分之一，充电困难的问题广泛存在；另一方面，电动汽车行业目前仍处于快速发展阶段，消费者对其电池的耐用性、续航性能等问题存在不少顾虑。

3. 对于绍兴市未来电动汽车推广方面的建议

3.1 加速推进基础设施建设

各区应严格按照《绍兴市电动汽车充电基础设施建设运营管理暂行办法》要求来配置

13 关于开展 2017 年及以前年度新能源汽车推广应用补助资金清算申报通知，搜狐网，链接：https://www.sohu.com/a/228857993_100156911

14 “非个人用户累计行驶里程 3 万公里才能领补贴”，电动车共享何去何从？，搜狐网，链接：https://www.sohu.com/a/128785956_526153

15 国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见国办发〔2015〕73 号，国务院，链接：http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-10/09/content_10214.htm

16 绍兴市节能与新能源汽车产业及推广应用情况，节能与新能源汽车年鉴，链接：<http://www.gev.org.cn/news/3495.html>

17 同脚注 4

18 同脚注 13

充电停车位、预留充电设施位置及配电线路通道。未来也须完善基础设施配套政策，明确充电基础设施服务费收费标准。

此外，还应将充电基础设施纳入城市建设总体规划，形成布局合理的电动汽车智能充电服务网络。采取以企业投资为主、政府补贴为辅的方式，鼓励社会资本进入充电基础设施建设和运营服务领域。积极推动在住宅区、商业区、企事业单位、酒店、旅游景区建设配套基础设施，满足用户对新能源汽车充电需求。

3.2 加快新能源汽车配套产业发展

加速发展绍兴市新能源汽车配套产业有助于促进本土新能源汽车及零部件企业之间的紧密配套关系，扩大配套产业规模利于建设新能源汽车产业链条，产生聚集效应，促进新能源汽车推广应用。近几年，绍兴市积极引进落户新能源汽车配套产业项目，尤其是新能源汽车电池及零部件生产制造项目。例如，德升年产 55000 吨动力电池三元前驱体及 55000 吨三元材料项目以及电咖新能源汽车研发试生产及零部件基地项目。未来应积极引入市场机制，加大招商引资力度，持续完善产业链条，实现新能源汽车关键零部件突破，以扩大新能源汽车产业规模。

3.3 持续推动各领域尤其是私家车电动化比例

除继续提升新能源公交车及出租车推广应用比例外，在专用车领域，例如物流车、环卫车、旅游大巴车等也须加大新能源车的应用比例，以此扩大新能源车的需求。在私人购车领域，应结合国家补贴退坡政策，综合评价车辆性能和生产成本等因素，逐渐退出地方补贴政策，有助于引导新能源汽车产业健康有序发展。

3.4 推进新能源汽车智慧交通相关技术研究

根据《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》，新能源汽车未来将向电动化、网联化、智能化方向发展，绍兴市应依托互联网、大数据等技术应用，加快部署以 5G 宽带移动互联网为通信基础的新能源汽车智能交通平台，推广智慧路网和车路协同等应用，推动城市道路交通信息化和智能化，以构建节能、高效、安全的新能源汽车服务新生态。

结语：

中国领导人 2020 年 9 月提出中国要争取 2060 年实现碳中和的气候承诺。为实现上述目标，我国各部门行业都应加速能源转型，其中，交通部门现如今已成为我国二氧化碳第三大排放部门，且机动车保有量一直在逐年增加，其带来的碳排放量不容忽视。所以，控制好交通部门碳排放对实现我国新的气候目标具有重要意义。

因此，基于我国最新的气候目标背景下，绍兴市可根据《规划》中的指导方针并借鉴已有的国内外新能源汽车产业发展经验，制定合理有效的新能源汽车产业发展规划路径，促进绍兴交通电动化，进而推动交通部门低碳、可持续发展。此外，在新能源汽车推广方面，应以私人购车领域为主，并积极完善住宅区和公共场所充电设施基础建设，满足新能源汽车消费者需求。新能源汽车在全生命周期中主要的碳排放来自于电力消耗，因此电力结构的碳强度是影响电动汽车碳排放水平的最大因素。所以，为了实现电动汽车带来的碳减排效果，电力能源结构的低碳转型至关重要，下一篇文章将对绍兴市能源结构如何低碳转型进行分析。

绍兴市能源结构如何低碳转变：以户用分布式光伏发电为例

赵昂

处于沿海经济发达地区、本地能源供应比例低、工业部门用能占比高、能源系统碳强度仍然居于高位的浙江省绍兴市在低碳能源转型发展中面临较大挑战。本文简单梳理了绍兴市“十三五”一次能源消费和电力消费的基本情况，结合磐之石环境与能源研究中心在能源转型政策分析领域积累的经验，指出绍兴能源系统低碳转型需要着眼于以下几点：逐步加大外购可再生能源电力比例、加速交通部门电气化进程、挖掘本地户用分布式光伏发电潜力和持续提高电力系统能效（如需求侧管理）等策略。笔者认为实施这些策略的一个根本出路在于适度提高民用电价水平以支持可再生能源电力更快发展。从短期来看（如十年、二十年范围），经济发展的能源成本和居民电力消费支出会上升，但从长期来看，可再生能源主导的能源系统成本可负担，且能带来广泛和长期的环境、气候和社会经济效益。因此，从实现能源系统低碳发展、达成应对气候变化的中长期目标，能源和电力价格的升高将是必然趋势。本文以户用分布式光伏发电为例，初步计算了提高城镇居民生活消费电价对发展户用分布式光伏发电所起到的作用，进而讨论其对绍兴电力系统低碳转型可能起到的推动作用。

1. “十三五”期间一次能源消费依赖化石能源的程度有所缓解

绍兴 2019 年的能源消费数据还没有公布，参照《绍兴市能源发展“十三五”规划》，我们看到“十三五”期间能源消费的变化态势。如表 1 所示，从能源品类消费的绝对量来看，“十三五”期间只有煤炭消费减少，减幅高达 214 万吨标煤，增量最大的是天然气和外购电，外购电相当于弥补了减少的煤炭消费量，天然气的增加接近于“十三五”能源消费的净增量，这些变化导致 2015-2020 能源系统的碳强度有显著降低。在不计算外购电的情况下，煤炭、石油和天然气三种主流化石能源占比之和从 2015 年的 65.4% 小幅下降到 61.8%。可再生能源的发展比较缓慢，绝对量仅增加了 10.9 万吨标煤。

如果要在 2021-2030 年期间推进能源系统低碳发展，以支持国家实现 2030 年之前碳排放尽早达峰的目标，绍兴市一方面要继续加大天然气替代煤炭的步伐，另一方面应该大力发展适合本地的可再生能源发电（如分布式光伏发电）来扭转可再生能源占比较低的现状。对于外购电力如何更低碳，这与作为一个外购电大省浙江省的跨省电力交易的安排直接相关。浙江省在电力跨省交易中逐步开始重视购买低碳电力。《华东区域跨省电力中

长期交易规则》已于 2020 年 10 月 14 日实施，在这一指导本区域跨省电力交易规范的约束下，首次交易已于 2020 年 11 月 2 日达成。浙江省电力公司 2.31 亿千瓦时购电需求的 50% 被两家福建的核电发电企业中标¹。随着跨省电力交易机制的日益改善，绍兴外购电中低碳电力的比例预计在“十四五”期间会逐渐增长。

表 1：绍兴市“十三五”能源消费变化

	消费总量 (万吨标煤)	煤炭 占比	石油 占比	天然气 占比	可再生能 源占比	外购电 占比
2015	2250	47.3%	11.0%	7.1%	1.6%	33.1%
2020	2608	32.6%	10.5%	18.7%	1.8%	36.3%
变化 (万吨标煤)	358	-214.0	26.3	327.9	10.9	202.0

来源：绍兴市能源“十三五”发展规划

2. 提高城镇居民消费电价有多大困难？

能源系统的低碳发展最终将体现在电力系统的低碳转型。从长远来看，工业、建筑和交通三大部门的用能需求都可以通过电气化发展来满足。电动汽车和储能技术将是实现交通部门低碳发展的关键，在本系列报告中，关于电动汽车发展的文章分析了电动车发展如何帮助绍兴实现交通部门的低碳转型。那么如何提高可再生能源电力的比例将是绍兴实现电力系统低碳转型、支持国家实现 2060 碳中和的长期战略目标要解决的关键问题。

当前绍兴市电力消费中，工业部门仍占绝对优势。2018 年工业部门产值（5417 亿元）占绍兴国内生产总值（GDP）的比例为 41.2%，第三产业部门（以服务业为主）占比 48.1%²。然而工业用电占全社会用电之比高达 77%。随着未来第三产业部门和民用电力的持续增加和工业产值占比降低、能效提升，这种情形会逐渐改变。

表 2：绍兴市电力消费概况（2018）

	用电量（亿千瓦时）	占全社会用电量比例
全社会用电	437.1	100%
全行业	391.8	90%
农林牧渔	3.2	1%
工业	338.1	77%
交通运输仓储和邮政	4.8	1%
城乡居民生活	46	11%

1 华东区域跨省电力中长期交易规则印发后的首次交易，中国能源网，2020 年 11 月 10 日。链接：<https://www.china5e.com/news/news-1103543-1.html>

2 《绍兴市统计年鉴 2019》

	用电量（亿千瓦时）	占全社会用电量比例
城镇居民	24.9	6%
乡村居民	21.1	5%

来源：绍兴市统计年鉴2019

绍兴市城乡居民生活用电总量占全社会用电的比例仅有 11%，未来居民用电仍会增长，所占比例也会提高。依据《绍兴市统计年鉴 2019》，截至 2018 年底，绍兴市总户数 161.3 万户，总户籍人口 447.2 万人，全市户均人口为 2.77 人，其中城镇人口 199.8 万人，乡村人口 247.4 万人，全市人均生活电力消费 2018 年为 1029 千瓦时。城镇居民 2018 年人均生活用电量 1246 千瓦时，乡村居民 2018 年人均生活用电量 853 千瓦时，二者有显著差别。因为没有绍兴城镇居民总户数，我们假设城镇户均人数与全市户均人数一样，也是 2.77，那么城镇居民 2018 年消费电量为每户 3451 千瓦时。参照绍兴市城镇居民阶梯电价（表 3），我们可以计算出城镇居民 2018 年平均电费支出为 1815 元/户（如表 4 所示）。

表 3：绍兴市城镇居民用电阶梯电价（单位：元/千瓦时）

高峰价格	电度电价	低谷电价	说明
0.868	0.838	0.588	年用电4801千瓦时及以上部分
0.568	0.538	0.288	年用电2760千瓦时及以下部分
0.618	0.588	0.338	年用电2761-4800千瓦时部分

来源：浙江省电网销售电价信息。链接：

http://data.zj.gov.cn/jdop_front/detail/data.do?iid=4134&searchString=

表 4：城镇居民电费支出 2018（单位：元）

阶梯电量 (千瓦时)	电价分区	占比	用电量 (千瓦时)	相应电价 (元/千瓦时)	电费
2760	低谷用电	10%	276	0.288	79
2760	高峰用电	10%	276	0.568	157
2760	普通用电	80%	2208	0.538	1188
691	低谷用电	10%	69	0.338	23
691	高峰用单	10%	69	0.618	43
691	普通用电	80%	553	0.588	325
					(总计) 1815

来源：根据统计数据和浙江省电网销售电价测算

城镇居民的生活电费支出负担并不高。将 2018 年平均电费支出与收入、支出水平相比，电费支出分别占城镇居民消费支出、可支配收入和工资收入的 5.3%、3.0%和 5.4%（如表 5 所示）。以消费支出来说，2018 年绍兴城镇常住居民家庭支出各项占比从 2015

到 2018 年保持平稳态势，变化不大。占比最大的是食品和居住，紧随其后的是交通和通讯、教育文化和娱乐，电费支出的比例与衣着和医疗保健的占比份额接近（如表 6 所示）。

表 5: 绍兴市城镇居民收支变化 2015-2018（单位：元）

	2015	2018	复合年增长率	电费支出占比
城镇居民生活消费支出	28156	33319	5.80%	5.4%
城镇居民可支配收入	46747	59049	8.10%	3.1%
城镇居民工资收入	25763	32703	8.30%	5.5%

来源：绍兴市统计年鉴2019、2016。电费支出占比为作者计算。

表 6: 绍兴城镇居民生活消费组成及占比 2015、2018

	2015	占比	2018	占比
城镇居民生活消费支出	28156	100%	33319	100%
食品(包括烟酒)	7793	28%	9045	27%
衣着	2113	8%	2386	7%
居住	7406	26%	8729	26%
生活用品和服务	1214	4%	1473	4%
交通和通讯	4064	14%	4972	15%
教育文化和娱乐	2976	11%	3739	11%
医疗保健	1832	7%	2122	6%
其他用品和服务	759	3%	851	3%

来源：绍兴市统计年鉴2019、2016。

中国可再生能源电力发展的主要激励政策是固定电价，而维持固定电价所需要的资金补贴主要是从消费的每千瓦时的电费中抽取“可再生能源电力附加”。随着可再生能源发电规模的快速扩大，补贴的金额也相应增加。为了继续支持可再生能源电力发展，除了增加可再生能源附加水平，另一种方法是提高电价，以筹集更多的资金来支持可再生能源发电。在当下城镇居民生活电费支出占消费支出之比 5.4% 的情形下，增加电费支出是否可负担？增加的支出能否对可再生能源电力带来有意义的支持作用呢？

接下来，我们就做一下简单的测算，在假设将绍兴城镇居民电费支出提高一定水平，增加的费用用以支持发展户用分布式光伏发电，来看一下这样的资金可以为绍兴的电力系统低碳转型带来怎样的效果。

3. 从城镇居民电力消费中寻找支持光伏发电的新机遇

城镇居民生活用电 2014 年为 16.22 亿千瓦时，2018 年为 24.9 亿千瓦时，2014 年城镇户均人口 2.85 人，城镇总人口 164 万，因此城镇总户数 57.5 万，城镇居民户均生活电力消费为 2821 千瓦时。2014 至 2018 年城镇居民户均生活电力消费年复合增长率

为 5.2%。一般来说，未来城镇居民户均生活电力消费增长率会放缓，我们这里假设 2019 和 2020 年复合增长率为 5.0%，2021-2025 年年复合增长率为 4.0%，2026-2030 为 3.0%。在这一时期，我们同时假设电价（包括高峰、低谷和平时）2021 年增幅 10%，维持 5 年不变，2026 年再增加 10%，维持 5 年不变。阶梯电价的门槛分别在 2021、2026 年分别提高 5%，达到 2898 千瓦时、5040 千瓦时和 3043 千瓦时、5292 千瓦时（基于表 3 数值计算）。假设高峰、低谷和平时的用电量分别始终占比 10%、10%和 80%。由此可以估测 2021-2030 年城镇居民生活用电量和电费支出水平（如表 7 所示）。

表 7:城镇居民户均生活用电量和电费 2021-2030

年份	用电量 (千瓦时)	电费支出 (元)	光伏发展基金 (元)	总电费支出 (元)
2021	3957	2305	60	2365
2022	4115	2403	60	2463
2023	4280	2506	60	2566
2024	4451	2613	60	2673
2025	4629	2724	60	2784
2026	4768	3081	120	3201
2027	4911	3178	120	3298
2028	5058	3279	120	3399
2029	5210	3383	120	3503
2030	5366	3490	120	3610

来源：作者估算

为了支持分布式光伏发电，假设设立光伏发展基金，城镇居民电费支出 2021-2025 年每户每月增加 5 元、2026-2030 年每户每月增加 10 元，如表 7 所示，年增额度前五年为 60 元/年，后五年为 120 元/年。那么十年期每户城镇居民所贡献的光伏发展基金总额达到 900 元。那么按照城镇居民总户数 72 万来计算³，那么电费净增总额十年期间累计达到 6.48 亿元。这些资金可以补贴多少户用分布式屋顶光伏发电项目呢？

根据国家能源局于 2020 年 3 月发布的《国家能源局关于 2020 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》，在其官方解读中，能源局指出户用光伏总补贴额 5 亿元，按照度电补贴强度 0.07 元/千瓦时计算，可实现对约 714 万千瓦装机户用分布式光伏发电项目一年的电价补贴⁴。根据国家能源局公布的数据，2020 年 9 月新纳入国家财政补贴的

3 依据《绍兴统计年鉴 2019》，绍兴市 2018 年城镇人口 199.8 万人，户均人口 2.77 人，那么城镇居民总户数为 72 万。我们也设定未来 15 年总户数保持不变。

4 《国家能源局关于 2020 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》解读。链接：http://www.nea.gov.cn/2020-03/10/c_138862170.htm

户用光伏项目总装机达 130.1 万千瓦，今年累计达到 527.4 万千瓦⁵。浙江省截至 2020 年 10 月，纳入国家财政补贴的户用光伏项目累计装机达到了 18.1 万千瓦⁶。

以补贴强度 0.07 元/千瓦时、年发电小时数 1000、补贴周期十年计算，上述来自绍兴城镇居民持续十年增加的电费支出所筹集的光伏发展基金 6.48 亿可以实现对 92.6 万千瓦装机的户用分布式光伏发电项目为期十年的补贴。这些光伏发电平均一年可以提供可再生能源电力 9.26 亿千瓦时，这相当于城镇居民 2018 年总消费电量的 37.2%。

按照户用分布式光伏发电成本 4000 元/千瓦、补贴十年、补贴强度 0.07 元/千瓦时来计算，一个城镇家庭在 2020 年安装了 5.0 千瓦装机的光伏发电装置，2021-2030 年十年期的投资回报简单估算如表 8 所示。这个例子说明，投资 2 万元安装的户用光伏发电项目在第七年就能收回投资。按照光伏发电设施 20 年生命周期计算，从第八年开始项目就可以产生正向的投资回报。如果将光伏发电在替代化石发电、减少碳排放过程中所发挥的作用纳入考虑，这个项目还会带来非常可观的环境和气候效益。

表 8:户用分布式光伏发电项目投资回报估算（单位：元）

	初期 投资	十年补 贴 累计	十年发电量 累计(千瓦 时)	累计节省 的 电费支出	十年累 计 收益	投资回收期 (年)
5.0千瓦装机	20000	3253	46474	28527	11780	7

来源：作者估算

结语：释放民间投资潜力，助力碳中和长期目标的实现

通过对于我国碳市场发展不同阶段中碳市场收入的分析，以及不同国家对于碳定价机制收在光伏发电成本持续降低的态势下，我们可以看出 2020 年中央财政用 5 亿元补贴已经带动了户用分布式光发电的蓬勃发展，如果能从消费者一侧释放出更多的资金，户用分布式光伏发电的前景难以估量。通过适当调高居民可承受的电价而释放民间投资户用分布式光伏发电项目的潜力，有助于实现民用电力消费的低碳转变。绍兴的案例对于沿海经济较发达的地区应该具有一定的普遍意义。本文认为，户用分布式光伏发电对绍兴推动电力系统低碳转型方面具备非常重要的潜力。

⁵ 户用光伏项目信息，国家能源局。链接：http://www.nea.gov.cn/2020-10/19/c_139451516.htm

⁶ 浙江省（区、市）纳入 2020 年国家财政补贴规模户用光伏项目装机容量统计表（10 月）。链接：<http://www.zj.sgcc.com.cn/html/files/2020-11/10/20201110091632501296185.pdf>

绍兴市“绿色交通”发展需加码：如何制定考虑健康的低排放交通发展策略

林佳乔

在《磐之石能源评论 2019》中我们回顾了中国交通领域低排放政策，也明确将低排放交通放在传统污染物控制和低碳排放这两个层面进行解释¹。本文将延续这个思路，从绍兴市交通部门实际情况出发，回顾绍兴已有的低排放交通相关政策，进而讨论绍兴的绿色交通发展模式如何更加凸显公众健康收益与中长期气候收益，制定出更加可持续的低排放交通发展策略。

根据磐之石的问卷调查，自行车出行与公交车出行占比都较低，目前绍兴市民出行主要是以私家车出行为主，这与绍兴日益增加的私家车保有量有很大关系，而且增速较快（具体数字可参考本报告第一篇和第二篇内容）。这些调查结果也反映出目前绍兴交通部门的基本情况。公众自驾出行比例高，低碳出行方式并不普遍，这也决定了目前绍兴道路交通部门的排放现状和趋势都不乐观，也有必要回顾绍兴在低排放交通方面的已有政策和成效。

1. 回顾绍兴市交通部门的低排放政策

从污染物控制方面来看，绍兴市最主要的政策就是已经开始按照浙江省生态环境厅《关于实施国家第六阶段机动车排放标准的通告》，在全市范围内实施“国六排放标准”。因为“机动车污染排放逐渐成为影响浙江城市空气质量的主要来源之一，提前实施国六排放标准是通过源头控制减少机动车污染排放、持续改善空气质量的有效手段”²。

表 1:绍兴市低排放交通相关政策回顾

	相关政策	主要措施
交通污染物控制方面	国务院《关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》 ³ （2018年6月）	“2019年1月1日起，全国全面供应符合国六标准的车用汽柴油，停止销售低于国六标准的汽柴油……”。浙江省自2018年年底前已全面供应国六标准车用汽柴油，省内所有在用车辆均应加注符合国六标准汽柴油。
	浙江省生态环境厅《关于实施国家第六阶段机动车排放标准的通告》	- 自2020年7月1日起执行国六标准6a阶段要求 - 个人购买的轻型汽车需要符合国六标准

1 《磐之石能源评论 2019》。链接：<http://www.reej.org.cn/publication/743>

2 浙江省生态环境厅《关于实施国家第六阶段机动车排放标准的通告》政策解读。链接：http://sthjt.zj.gov.cn/art/2019/5/20/art_1229116705_41315665.html

3 国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知国发〔2018〕22号。链接：http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-07/03/content_5303158.htm

	相关政策	主要措施
		• 国五标准及以下的在用小汽车不受影响，应按照规定及时进行环保年检 • 重型柴油车：城市车辆和其他所有重型柴油车实施6a阶段的时间分别为2020年7月1日和2021年7月1日； • 重型燃气车辆和其他所有重型柴油车实施6b阶段的时间分别为2021年7月1日和2023年7月1日。
	浙江省人民政府办公厅《关于印发浙江省柴油货车污染治理攻坚战行动计划的通知》 ⁴	到2020年，全省在用柴油车监督抽测排放合格率达到95%以上，冒黑烟现象基本消除；柴油和车用尿素抽检合格率达到98%以上，违法生产销售假劣油品现象基本消除；铁路、水路货运量明显增加，达到国家要求。
交通低碳转型方面	《绍兴市大气环境质量限期达标规划》 ⁵	建设绿色交通网络，力争创建“全国绿色交通运输示范城市”。主要通过推广和应用新能源和清洁能源车辆。到2020年，城市建成区内新增和更新的轻型物流配送车辆中，新能源和清洁能源车辆比例超过80%。城市公交车、巡游出租汽车中清洁能源车辆比例达到80%以上。加大力度建设公共充电桩、集中规划建设专用充电站和快速充电桩。鼓励城市物流服务车辆采取集约化运输组织模式。
	绍兴市人民政府关于印发绍兴市“十三五”综合交通运输发展规划的通知 ⁶ 《绍兴市创建绿色交通城市实施方案》(2015—2018)	绿色交通建设目标为：至2018年，全市交通能源单耗和碳排放强度明显下降，建成符合交通运输部要求的绿色交通运输体系。全面实施综合交通运输体系减碳、设施减碳、装备减碳、组织减碳、科技减碳、管理减碳，初步建成低能耗、低污染、低排放和高效能、高效率、高效益的绿色交通运输体系……每年实现节能不低于2.5万吨标准煤，替代能源不低于1.6万吨标准油，减少CO₂排放不少于6.8万吨； 全面建成绿色交通示范城市，绿色交通发展水平处于全国前列，为美丽浙江建设提供有力支撑……营运车辆单位运输周转量能耗比2010年下降13%，营运船舶单位运输周转量能耗下降17%，港口生产单位吞吐量综合能

⁴ 浙江省人民政府办公厅关于印发浙江省柴油货车污染治理攻坚战行动计划的通知。链接：

http://sthjt.zj.gov.cn/art/2020/6/23/art_1229133856_48679346.html

⁵ 绍兴市人民政府办公室关于印发绍兴市大气环境质量限期达标规划的通知，2020年1月。链接：

http://www.sx.gov.cn/art/2020/1/3/art_1467567_179676.html

⁶ “十三五”综合交通运输发展规划的通知，绍兴市政府，2016年7月。链接：http://www.sx.gov.cn/art/2016/7/15/art_1463245_17178950.html

	相关政策	主要措施
		耗下降12%，城市公交、出租单位货运量能耗分别下降16%和20%。

注：关于机动车污染物排放标准国内外参考值，请见附件 1

绍兴市并没有单独的低碳交通政策或规划。但是在空气污染或者温室气体控制相关政策中提及，或者是在满足“全国绿色交通运输示范城市”条件之下有相关评估指标⁷。再往上追溯，从国家层面上，交通运输部在 2017 年发布的《关于全面深入推进绿色交通发展的意见》⁸，可以看成是非约束性的绿色交通“十三五”计划，其中提到了到 2020 年要“初步建成布局科学、生态友好、清洁低碳、集约高效的绿色交通运输体系”，并设置了具体的国家层面的指标。

从交通低碳发展政策来讲，目前绍兴市的重点是放在新能源车的推广方面，尤其是公交车的电动化。2019 年，新能源公交车占比在绍兴三区已经接近 7 成，预计到 2020 年底，公交车和出租电动化占比都将达到 80%。未来交通电动化的难点将在如何提高私家车电动化比例。

表 2:绍兴市新能源公交车推广情况

绍兴市新能源公交车推广应用统计表（越城、柯桥、上虞三区）			
年度	新能源公交车	公交车总数	新能源占比
2015	434	1958	22.17%
2016	886	2181	40.62%
2017	1115	2323	48.00%
2018	1319	2390	55.19%
2019	1612	2347	68.68%
2020 (预计)			80%

注：2015 年起交通运输部等三部委联合发文推广使用新能源公交，绍兴开始同步推广。

来源：向绍兴市交通运输管理局申请信息公开数据

2. 回顾绍兴市交通部门的低排放政策绍兴市低排放交通发展战略

目前绍兴市的交通发展是在执行交通运输部的绿色交通发展规划。未来的城市交通发展策略，尤其是决定未来五年绿色交通发展方向的“十四五”也在制定中，从国家层面到省区，再到市一级层层递进并落实。根据交通运输部的调查结果显示⁹，对于“十四五”

7 《绿色交通城市实施效果评价》，郭杰等，2020 年出版，人民交通出版社

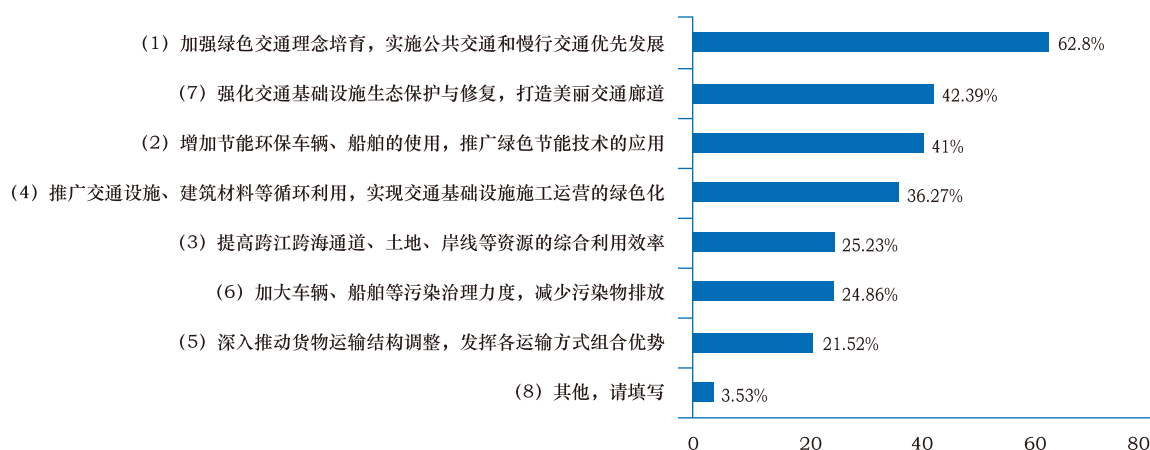
8 交通运输部关于全面深入推进绿色交通发展的意见，交通运输部，2017 年 11 月。链接：

http://www.mot.gov.cn/zhengcejiedu/quanmiansrtjlsjtfz/xiangguanzhengce/201712/t20171206_2945939.html

9 “十四五”综合交通运输发展规划调查问卷，交通运输部，2020 年 6 月。链接：http://www.mot.gov.cn/zhuanli/shisiwu_DCWJ/index.html

期间绿色交通的发展，受访公众认为绿色交通的重点在于民众意识提高、公共交通及慢行交通优先发展、绿色交通廊道建设、新能源车使用等方面。

图 1:公众对绿色交通的认知调查



不管是绿色交通、低排放交通、还是可持续交通，这些发展模式或口号都有重叠的地方。在城市层面上，如果能在满足国家层面要求之外，还能够更有前瞻性并且借鉴已有可持续交通发展模式，对于城市交通管理以及生态环境管理部门来讲，是需要纳入未来决策考量的。尤其目前正处于一个新的五年规划制定的最关键阶段。此外，在全球仍受新冠肺炎疫情困扰这一背景下，正面应对经济下行与多边主义受阻等艰难时刻，我国国家主席提出了关于 2030 年前碳排放达峰和 2060 年实现碳中和的声明，向全世界释放了一个长期低碳甚至零碳发展的政策信号¹⁰。对于交通部门来讲，如何减少碳排放、强调碳减排与传统污染物减排共同受益、制定部门减排途径等方面，都需要相关部门引起注意并制定相应长期发展策略。

2.1 可持续交通

城市交通规划和政策决策是个复杂的过程，因其不仅涉及社会、经济等问题，也对城市环境、公共健康以及全球气候变化都产生直接影响。所以面向 21 世纪的城市可持续交通的政策决策框架，需要突破城市地域和利益纠结的束缚，从更长期的时间尺度和全球的视角来审视已有的问题，以探讨其解决方案¹¹。对于可持续交通框架体系需要考虑环境、经济和社会等方面的因素，比如说：

- 从环境角度：碳排放、机动车燃油标准、人均交通能源使用量等；
- 从经济与社会角度：家庭交通支出、交通安全、政府交通补贴等¹²；
- 从健康角度：空气质量与健康关系、减少道路健康暴露风险等。

¹⁰ 中国承诺 2060 年前实现碳中和。如何实现全经济范围去碳化？创绿研究院，2020 年 9 月。链接：<https://www.ghub.org/2060-carbon-neutral/>

¹¹ 《磐石能源评论 2019》。链接：<http://www.reei.org.cn/publication/743>

¹² Buehler, Ralph & Pucher, John. (2009). Sustainable Transport that Works: Lessons from Germany. World Transport Policy and Practice. 15.

关于可持续交通体系的评估与建立可以参考欧盟可持续交通项目的《欧洲可持续城市出行规划编制与实施指南》¹³。

2.2 低排放交通，通向零排放交通之路

最初为限制车辆排放污染所采取的行动大都是通过减少交通拥堵。但是，随着人们对道路交通污染影响的认知不断提高，最近的重点已转移到改善空气质量以提高公共健康效益。《欧盟环境空气质量指令》所规定的成员国各城市污染物排放限值考虑到了对城市居民健康的影响，同时也对标世界卫生组织（WHO）要求寻求更低的排放量。欧洲许多大城市现在都在采取措施来进一步减少交通污染，尤其是北欧、西欧和南欧等国。目前最主要的两种措施是设立低排放区（Low emission zone, LEZ）以及征收拥堵费（Congestion Charge, CC），除了这两种规制性措施和经济措施，其他的替代措施和政策包括提升车辆燃油标准、翻修车辆排放系统、改善公共交通、推广共享出行及零排放车辆使用等¹⁴。关于中国低排放交通政策框架讨论可以参见《磐之石能源评论 2019》中“中国交通领域低排放政策回顾”一文¹⁵。

3. 对于绍兴市发展低排放交通发展策略的建议

对于绍兴市未来低排放交通发展甚至更远期的零排放交通来讲，需要对已有问题以及目前进展进行深入回顾与分析，并利用已有工具建立一套考虑可持续与健康的绿色低碳交通发展的战略框架，包括中长期发展目标、成本收益分析、评价指标体系等方面。

绍兴市应基于自身绿色交通发展的多年基础，在探索“绿色交通运输示范城市”的道路上，结合绍兴市发展现状以及国内外已有经验，积极考虑制定考虑健康的低排放交通发展策略，对于绿色交通目前覆盖不足的私家车也应该尽早引起重视。因为私家车的基数以及增长速度决定了其未来排放的控制难度。以上都是需要长期规划，尤其是在目前国内应对气候变化的积极行动下，碳排放达峰以及碳中和目标也已提上各部门的政策议程，交通部门的空气污染问题所带来的潜在健康风险，在未来煤炭使用日益减少这一大背景下，会被日益凸显；同时，交通部门的碳排放也将日益受到关注。因其排放源分散、基数较大且增速仍较快，这种趋势也需要尽早得以重视。

3.1 考虑健康和社会成本的低排放交通战略框架

如何考虑健康及社会成本，可以应用根据世界资源研究所（World Resources Institute, WRI）开发的工具，并参考有关于成都市交通社会成本的研究报告¹⁶。报告的结果展示出如何对城市交通进行情景分析，并且附带了计算交通排放的方法指南以及工

13 Rupprecht Consult（编辑），《可持续城市出行规划编制与实施指南》（第2版），2019年。链接：

https://www.eltis.org/sites/default/files/20200414_sump-guidelines-2019-cn_new.pdf

14 How to get rid of dirty diesels on city roads by Transport and Environment, 2018. Link:

https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/TE%20Air%20Quality%20Report_FINAL_12032018%20NEW.pdf

15 《磐之石能源评论 2019》。链接：<http://www.reei.org.cn/publication/743>

16 Su Song (2017): Assessment of transport emissions impact and the associated social cost for Chengdu, China, International Journal of Sustainable Transportation, DOI: 10.1080/15568318.2017.1337833

具包，以便更容易通过考虑传统污染物以及温室气体的排放所产生的健康影响，用于评估交通部门相关的社会成本。因此建议绍兴市交通主管部门可以应用此工具对绍兴交通系统的健康及社会成本进行测算，并利用测算结果进行成本收益分析以评估采取低排放交通发展策略的收益。

3.2 建立包含碳排放的移动源排放清单，制定考虑健康的大气质量和气候目标

对于交通部门的大气质量管理规划的核心之一，是建立、分析并定期更新机动车移动源排放清单。并且根据明确的基准年对未来排放不同情景的进行大气质量模型模拟分析，对实现基于健康的大气质量目标的制定和实现进行设计和评价¹⁷。应至少为以下类别的污染物建立排放清单数据：PM_{2.5}、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物等，同时也要对二氧化碳等温室气体的绝对排放量也有相应的排放清单；这对于实现低排放交通所提出的健康及可持续考量至关重要。

3.3 考虑如何将已有和新增机动车进行碳排放达峰模拟

根据《汽车产业中长期发展规划》¹⁸以及《乘用车燃料消耗量限值》2020 最新版标准¹⁹，到 2025 年乘用车新车平均燃料消耗量达到 4.0 L/100km 左右，对应二氧化碳排放约为 95 g/km 的国家总体节能目标。在目前气候政策日益趋紧的背景下，该标准有可能进一步提高，届时绍兴市交通部门的碳排放对于新增机动车来讲会有一个更好的约束，并以推广新能源汽车为辅，这可能会对提前碳排放达峰有较大的助推作用。如何约束已有机动车的碳排放将是个难题，所以进行交通低碳发展情景模拟便于预测碳排放未来趋势并指导交通低碳相关政策制定。

结语：

从环境角度来讲，当前绍兴市交通部门的发展模式是在追寻国家政策层面的绿色交通发展模式。但是在传统污染物与二氧化碳需要得到双重控制这一背景下，该模式未来还面临着较大的压力。尤其是在目前中国最新的气候政策情景下，绍兴市交通主管部门需要制定更积极的未来发展政策。绿色交通这一发展模式可能并不足以支撑交通部门的低排放目标，如何制定低排放交通发展战略甚至未来的零排放交通，绍兴需要提前了解基本排放情况，进行交通部门的成本收益分析，并应借鉴已有的国际可持续交通发展经验。

17 Rupprecht Consult (编辑),《可持续城市出行规划编制与实施指南》(第2版), 2019年。链接:

https://www.elis.org/sites/default/files/20200414_sump-guidelines-2019-cn_new.pdf

18 三部委关于印发《汽车产业中长期发展规划》的通知, 工信部, 2017年4月。链接:

<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757018/c5600356/content.html>

19《乘用车燃料消耗量限值》强制性国家标准报批公示, 工信部, 2020年10月。链接:

<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n7281310/c8113120/content.html>

附录 1:机动车污染物排放标准比较

污染物	国五	国6a	国6b	欧VI	美国Tier3*	(单位)
CO (一氧化碳)	1000	700	500	1000	4200-1000 (2025年)	mg/km
THC (碳氢化合物)	100	100	50	100	-	mg/km
NMHC (非甲烷烃)	68	68	35	68	-	mg/km
NOx (氮氧化物)	60	60	35	60	-	mg/km
N2O (氧化亚氮)	-	20	20	-	-	mg/km
PM (颗粒物数量)	4.5	2.5	3	4.5	3	mg/km
PN (颗粒物数量)	-	6.00E+11	6.00E+11	6.00E+11	-	个/km

*Tier3 污染物排放规定为 NMOG(非甲烷有机气体)+NOx 总量，并分为七个等级逐渐替换。

来源：《磐之石能源评论 2019》

关于我们

磐之石环境与能源研究中心 (REEI, 2018 年 4 月在北京市顺义区民政局注册为民办非企业单位), 前身为磐石环境与能源研究所, 创立于 2012 年 7 月, 是一家研究环境和能源政策的独立智库。我们以能源转型政策分析为主线, 讨论如何在兼顾社会公平、气候变化、环境质量和公众健康的基础上, 实现中国能源系统的低碳转型。并希望在此过程中促进多方参与、开放理性的环境政策讨论。

更多内容

音频栏目

英文：



Apple Podcasts



Spotify



Google Podcasts

中文：



喜马拉雅 APP “海外智库能源与气候变化报告解读”