



中国电力企业联合会  
CHINA ELECTRICITY COUNCIL

# 2022 新型交通能源基础设施 发展研究报告

RESEARCH REPORT ON THE DEVELOPMENT OF NEW TRANSPORTATION AND ENERGY INFRASTRUCTURE

中國電動汽車百人會

# 前言

车百智库是一家由中国电动汽车百人会联合权威机构、产业链头部企业共同发起成立的专业研究机构，主要围绕汽车电动化、智能化、网联化、绿色化以及能源变革、交通变革、城市变革等多个方向开展研究。

本研究报告属阶段性研究成果，仅供参考。数据引用、观点收集、研究论据等暂未逐一注明出处，由于部分信息来自外部，且未与企业一一核对，对一些企业的分析如不准确，以实际情况为准。

# 课题组

---

## 负责人

张永伟 中国电动汽车百人会副理事长兼秘书长

刘永东 中国电力企业联合会副秘书长

## 课题组成员（排名不分先后）

车百智库 / 马仿列、朱晋、田雨阳、郑名扬、张健、李松哲、熊英、黎妍、  
闫艳翠、牟语薇、黄晨

中国电力企业联合会标准化管理中心处长 / 周丽波

中国电力企业联合会标准化管理中心专工 / 刘博文

中国城市规化院交通分院院长 / 赵一新

北京交通大学交通运输学院党委书记、教授 / 姚恩建

北京交通大学交通运输学院副教授 / 杨扬

国家发改委能源研究所研究员 / 刘坚

清华四川能源互联网研究院高级研究员 / 王康

清华四川能源互联网研究院研究员 / 郑颖

## 顾问

王志轩、欧训民、吴睿、江宁、武斌、徐忠华、朱共山、张建平、仝宗旗、  
陈云辉、王伸、赵家强、易冲

## 课题参编人（排名不分先后）

孙广敏 理想汽车副总裁

郭鹏 国家电投绿电交通产业创新中心主任

上海启源芯动力科技有限公司副总经理

刘丽芳 国家电投绿电交通产业创新中心创新管理部副主任

杨 焯 奥动新能源汽车科技有限公司联合创始人，副董事长  
李菁菁 奥动新能源汽车科技有限公司品牌管理部总监  
李玉军 协鑫能科副总裁兼首席技术官  
桂国才 深圳市车电网络有限公司董事长  
龚上伶 深圳市车电网络有限公司总裁办主任  
陆荣华 武汉蔚能电池资产有限公司总经理  
杨 震 武汉蔚能电池资产有限公司 CMO

### **特别感谢**

中国电动汽车充电基础设施促进联盟  
中国石油化工集团有限公司  
国网智慧车联网技术有限公司  
南方电网电动汽车服务有限公司  
上海电力设计院有限公司  
阳光电源股份有限公司  
bp 中国  
壳牌中国  
道达尔能源  
国泰君安证券  
浙江吉利新能源商用车集团有限公司  
蔚来能源

# 摘要

---

交通运输行业是碳排放和能源消耗的主要原因之一，也是碳减排的重点领域。交通电动化是能源转型的重要组成部分，也是实现交通领域碳中和的核心途径。新能源汽车补能基础设施是支撑低碳零碳交通发展的基础。随着新能源汽车补能技术路线逐渐成熟，充换电基础设施建设规模迅速扩大，产业融合逐渐增强，电力、石化、汽车、地产等行业多主体参与基础设施建设，不断推动技术研发和模式创新，以满足更加多元化的用户需求，拓展更加丰富的应用场景。碳达峰碳中和目标下，交通能源基础设施体系正经历深刻变革，油、气、氢、电、换、光、储等能源交织并存与融合发展趋势愈发凸显。

《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》中指出，新能源汽车产业生态已经进入汽车、能源、交通、信息通信等多领域多主体参与的“网状生态”。2021年10月，中共中央、国务院在《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030年前碳达峰行动方案》中对加快构建适度超前的绿色交通基础设施做出部署，统筹利用综合运输通道线位、土地等资源，有序推进充电桩、配套电网、加氢站等基础设施建设。2022年1月，国家发改委等部门发布的《关于进一步提升电动汽车充电基础设施服务保障能力的实施意见》明确提出加快推进居住社区充电设施建设安装、提升城乡地区充换电保障能力、加强车网互动等新技术研发应用。2022年4月，在中央财经委员会第十一次会议上提出要加强交通、能源、水利等网络型基础设施建设，加快新型基础设施建设，构建现代化基础设施体系，把联网、补网、强链作为建设的重点，着力提升网络效益。随着新能源汽车补能技术路线逐渐成熟，充换电基础设施建设规模迅速扩大，产业融合逐渐增强，电力、石化、汽车、地产等行业多主体参与基础设施建设，市场信心得到有效提升。

然而，当前新能源汽车补能基础设施的发展依然面临诸多挑战。从交通

与能源协同的视角看，大功率充电、换电及车网互动标准化问题仍未破解，新能源汽车消纳大规模可再生能源的潜力有待挖掘。从城市的视角看，基础设施在土地资源紧缺的城市空间落位问题已经成为制约交通能源基础设施发展的痛点。从城市对外交通系统的视角看，能源补给设施空间分布不均匀，仍集中于长三角、京津冀、珠三角等核心城市群，高速公路沿线、城乡间交通、旅游景点等场景基础设施配备不足，难以满足用户节假日高峰期多元化补能需求。

为解决新能源汽车补能的瓶颈性问题，本课题以电动汽车为主要研究对象，同时考虑氢燃料电池车及传统燃油车。以行业发展现状为基础，从融合发展的角度，提出“新型交通能源基础设施”概念定义——是交通用能的基础设施，以安全、低碳、便捷和经济为目标，通过与城市设施、交通运输、能源系统的深度融合，实现交通流、能源流和信息流双向互动，为不同新能源汽车能源补给提供体系化的解决方案。通过分析判别，课题确定了我国“新型交通能源基础设施”体系的七种类型，分别为：城乡智能慢充网络、大功率（快速）充电设施、光储充一体化设施、新一代换电站、动力电池智能仓配中心、“油气氢电”综合能源站和移动能源服务设施。这七类基础设施既涵盖了目前最具代表性的基础设施，也对新技术、新业态和新模式进行了归纳，以补能的实现方式作为分类标准，体现多元化和低碳化。

在此基础上，通过分析新型交通能源基础设施发展中的主要制约条件，包括能源、城市（土地资源）和交通，课题研究认为新型交通能源基础设施应与这几类要素协同发展。新型交通能源基础设施脱胎于传统基础设施，上游与油、气、电、氢等多品种能源供应衔接，下游与城市规划和交通路网融合，呈现“充换结合、多能互补、灵活互动”的新业态。因此，构建新型交通能源基础设施需要从更宏观的视角出发，统筹协调汽车、能源、城市、交通间的内在联系和发展需求。对于新型交通能源基础设施与汽车产业发展协同，应与汽车产业发展规模、新能源汽车技术变革、场景布局相匹配。对于新型交通能源基础设施与新型电力系统协同，应与新型电力系统政策、规划、发展阶段、标准相融合。对于交通能源基础设施与城市规划协同，应从建立交通能源基础设施一体化监测平台、加强交通能源基础设施专项规划的协同管理、城市存量空间的交通能源设施供给模式创新以及完善交通能源设施与城市规划协同的政策规范体系几方面开展工作。对于基础设施与交通路网的融合，需要在分析用户充电行为决策的基础上，根据电动汽车充电需求的时空分布进行合理布局，形成更加契合用户出行需求、充电需求的能源补给设施规划方案。

此外，新型交通能源基础设施作为汽车、交通与能源协同的枢纽，在宏观政策和实现路径层面，基础设施与双碳政策下的能源转型、绿电交易、碳管理协同也是重要研究内容之一。课题通过对政策和减碳潜力进行分析，利用碳减排政策和绿色金融工具，探索新型交通能源基础设施在双碳政策下的更大发展空间，为行业发展提供持久转型动力。

为促进我国新型交通能源基础设施可持续发展，建议尽早建立国家层面规划、建设、运营推进机制；加快出台新型交通能源基础设施专项规划；注重城市对外交通系统的规划建设；进一步完善新型交通能源基础设施标准体系建设；积极推进面向新型交通能源基础设施的试点建设；探索新型交通能源基础设施金融创新模式；为新型交通能源基础设施建设运营提供政策和资金支持。

2022年09月

课题组

# 目 录

---

<b>一、新型交通能源基础设施体系</b> .....	<b>1</b>
(一) 城乡智能慢充网络 .....	3
(二) 大功率充电设施 .....	11
(三) 光储充一体化设施 .....	16
(四) 新一代换电站 .....	20
(五) 电池银行 - 电池智能仓配中心 .....	25
(六) “油气氢电”综合能源站 .....	30
(七) 移动能源服务设施 .....	35
<b>二、新型交通能源基础设施协同发展</b> .....	<b>41</b>
(一) 新型交通能源基础设施与汽车产业发展协同 .....	41
(二) 新型交通能源基础设施与新型电力系统协同 .....	48
(三) 新型交通能源基础设施与城市规划协同 .....	61
(四) 新型交通能源基础设施与碳机制协同 .....	74
(五) 新型交通能源基础设施与城市对外交通系统协同 .....	91
<b>三、典型案例</b> .....	<b>113</b>
(一) 城市交通能源基础设施协同发展实践 .....	113
(二) 交通能源基础设施全产业链模式创新 .....	118
(三) 重卡换电助力道路交通领域减排 .....	127
(四) 以场景为导向的基础设施升级 .....	135
<b>四、促进新型交通能源基础设施可持续发展的建议</b> .....	<b>145</b>
(一) 尽早建立国家层面规划、建设、运营推进机制 .....	145
(二) 加快出台新型交通能源基础设施专项规划 .....	145



(三) 注重城市对外交通系统的规划建设 .....	146
(四) 进一步完善新型交通能源基础设施标准体系建设 .....	146
(五) 积极推进面向新型交通能源基础设施的试点建设 .....	147
(六) 探索新型交通能源基础设施金融创新模式 .....	147
(七) 为新型交通能源基础设施建设运营提供政策和资金支持 .....	148

# 图目录

---

图 1 历年新能源汽车销量（万辆）	1
图 2 中国历年新能源汽车保有量（万辆）	1
图 3 中国充电桩数量变化图（万台）	2
图 4 中国换电站保有量变化图（座）	2
图 5 中国加氢站数量变化图（座）	3
图 6 电动汽车充电基础设施组成	4
图 7 能源互联网与电动汽车互动的典型构架示意图	6
图 8 城乡智能充电网络问题与挑战	6
图 9 居民小区充电基础设施建设流程图	8
图 10 各公司高电压充电车型上市时间	12
图 11 光储充一体化设施的发展趋势	20
图 12 截至 2022 年 5 月底全国乘用车换电站保有量前十省市（座）	21
图 13 电池智能仓配中心体系构成	26
图 14 电池智能仓配中心产业链	26
图 15 部分智能装备信息简介	27
图 16 “N-N”服务模式转变为“N-1-N”服务模式	29
图 17 电池智能仓配中心未来服务体系	30
图 18 蔚来移动充电车（左）、远景摩奇智能充电机器人（中）、国轩智能移动储能充电桩（右）	35
图 19 中国历年新能源汽车销量与保有量情况（单位：万辆）	42
图 20 A 级纯电动汽车百公里电耗（销量加权，kWh）	43
图 21 新型电力系统及其支撑技术	51
图 22 新型电力系统与充电设施协同体系	56
图 23 2022 年 5 月公共充电桩保有量排名前 10 地区（台）	61
图 24 全国公桩保有量分布图（台）	62

图 25 25 座典型城市中心城区公用桩密度 (台 / 平方公里)	62
图 26 25 座城市公用桩平均桩数利用率分布	63
图 27 25 座城市公用桩平均时间利用率分布	64
图 28 25 座城市公用桩平均周转率分布	64
图 29 北京市充电桩布局情况	66
图 30 上海市充电桩布局情况	66
图 31 25 座城市中心城区直流公用桩覆盖率	67
图 32 国家充电基础设施相关政策、规划发布时间轴	68
图 33 城市交通能源基础设施专项规划体系示意图	71
图 34 全国碳市场覆盖重点排放单位分布图	79
图 35 20kW 分布式光伏电站 25 年发电量	81
图 36 20kW 分布式光伏电站 25 年碳减排量	81
图 37 新型交通能源基础设施参与 CCER 市场流程	82
图 38 碳普惠机制流程	84
图 39 CCER 质押融资业务办理流程	86
图 40 新型交通能源基础设施电 - 碳联动模式	88
图 41 ESG 报告环境信息披露维度及指标	91
图 42 新能源基础设施规划与设计思路	96
图 43 2018 年全国高速公路区域出口交通量分布情况	97
图 44 区域干线公路出行过程	98
图 45 全国各等级公路里程	99
图 46 农村居民出行特征分布	100
图 47 县乡道路出行过程	101
图 48 2012-2020 年我国旅游人数和自驾游人数统计	102
图 49 2020 年我国自驾游出行距离和时间分布	103
图 50 单日出游过程示意图	104
图 51 多日出游过程示意图	104
图 52 2018 年国庆期间城市群占全国总跨域出行量比例	105
图 53 城市群内部出行过程	107
图 54 依托综合枢纽的城市群对外出行过程	107
图 55 广州南洲路站 (左) 厦门海达轮渡站 (右)	117

图 56 蔚能电池资产规模增长情况 .....	124
图 57 蔚能电池资产流向 .....	124
图 58 煤光储充一体化项目示意图 .....	128
图 59 社区充电参与需求响应效果 .....	137
图 60 社区充电参与辅助服务效果 .....	138
图 61 项目技术路线 .....	139
图 62 项目调节成效图 .....	140

# 表目录

---

表 1 充电桩电压平台上升带来的主要零部件变动	13
表 2 中国部分企业大功率充电布局现状	14
表 3 GB/T 18487.1 充电电压与电流变化	14
表 4 部分光储充一体化试点项目	17
表 5 光储充收益计算表	18
表 6 中国乘用车市场主要换电运营商（截至 2022 年 5 月）	22
表 7 针对不同类型车辆、不同运营场景，车端换电技术路线差异情况	23
表 8 不同换电方式特性对比	23
表 9 GB/T 34013-2017 规定的电芯外形尺寸数量	24
表 10 部分地方政府关于综合能源站的支持政策	32
表 11 移动换电车和移动储能充电桩主要指标介绍	35
表 12 移动能源服务设施产品对比	38
表 13 2025 年与 2030 年新能源汽车充电需求分析	44
表 14 2025 年居住区充电量情况预测	45
表 15 相关技术进步对基础设施布局的影响	46
表 16 2025 年新型交通能源基础设施保有水平预测	47
表 17 大功率充电需要电动车协同的项目（部分）	47
表 18 汽车智能化发展对基础设施协同提出新要求	47
表 19 2021 年底全国口径发电装机容量及结构	49
表 20 25 座主要城市公用桩交叉排名汇总表	65
表 21 典型新型交通能源基础设施设计标准规范	69
表 22 交通能源基础设施一体化监测平台指标体系汇总表	70
表 23 我国部分地区已颁布碳普惠文件	83
表 24 碳金融工具类型、主要内容及作用	85
表 25 碳减排支持工具支持的领域及具体项目类型	89
表 26 各地区城市对外交通系统充换电基础设施布局	92

表 27 国内主要城市电动公交汽车充换电模式一览表 .....	93
表 28 分流向的货物运输主要指标对比 .....	97
表 29 各类型新能源设施的适用性 .....	110
表 30 各场景可行运营资金来源 .....	111
表 31 广州、厦门 2 个城市单城盈利案例 .....	116
表 32 三种模式对比分析 .....	138
表 33 峰谷价差收益 .....	143
表 34 储充结合收益 .....	143

# 一、新型交通能源基础设施体系

中国新能源汽车行业在过去十余年间实现了从政策驱动到市场驱动的转变，现已成为全球第一大新能源汽车市场。2021 年中国新能源汽车销量达到 352 万辆，占全球销量超过一半。保有量也从 2015 年的 42 万辆增加到 2021 年的 784 万辆，六年间增长 19 倍。其中，纯电动汽车保有量占比超过 80%，其余以插电混动汽车为主，氢燃料电池汽车保有量接近 1 万辆。

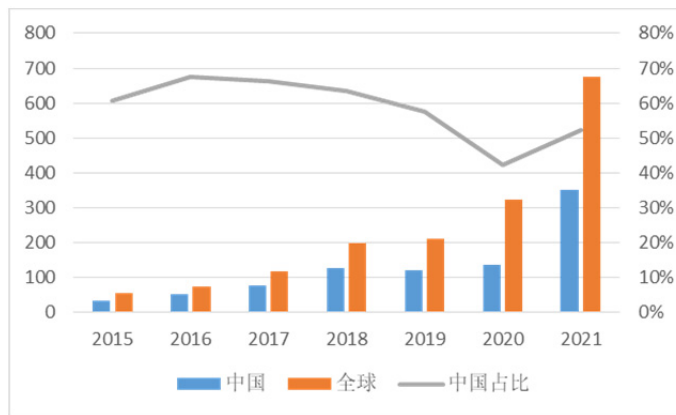


图 1 历年新能源汽车销量（万辆）

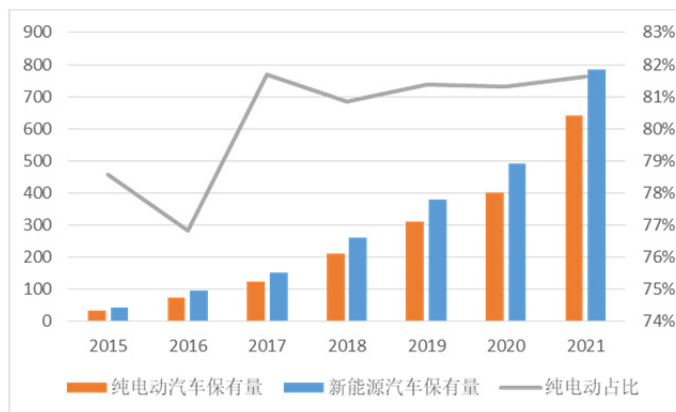


图 2 中国历年新能源汽车保有量（万辆）

新能源汽车的规模化发展和多元化的技术路线推动了汽车用能体系的变革，也激发了用户对补能基础设施的需求。近年来，我国充电、换电和加氢站等基础设施增长速度较快，到目前为止已建成全球最大新能源汽车充换电网络。截至2022年5月，充电桩保有量达到358万台，相当于2017年保有量的8倍，其中公用充电桩保有量接近142万台，私用充电桩数量接近216万台。换电站规模达到1519座，相当于2020年保有量的2.7倍。加氢站从2017年开始规模化发展。随着国家对氢燃料电池汽车的政策支持力度不断加大，国内部分城市群也开始推进氢燃料电池车辆的示范应用。截至目前，累计建设加氢站超过260座。

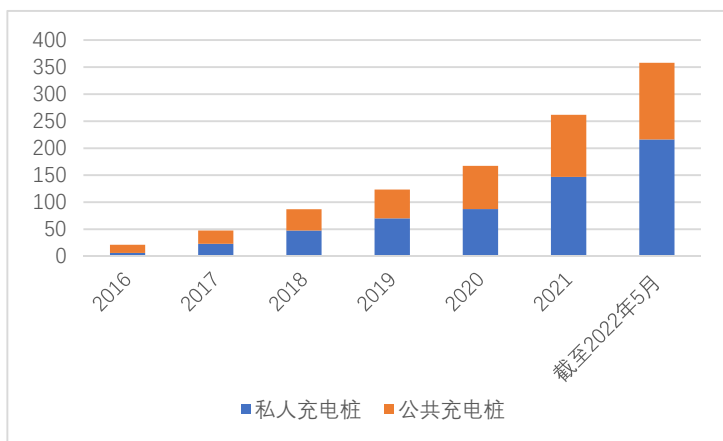


图3 中国充电桩数量变化图（万台）

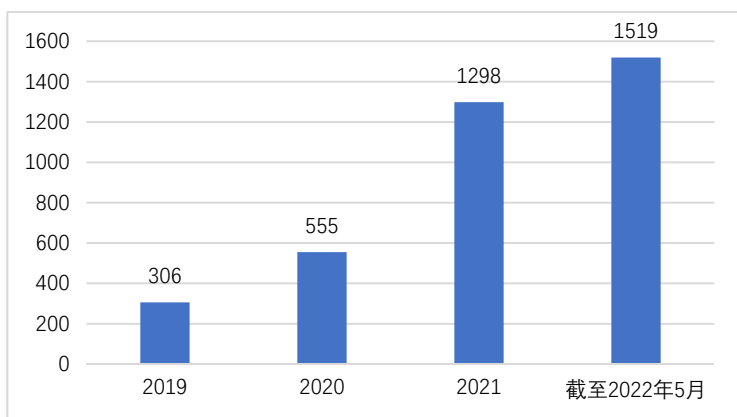


图4 中国换电站保有量变化图（座）



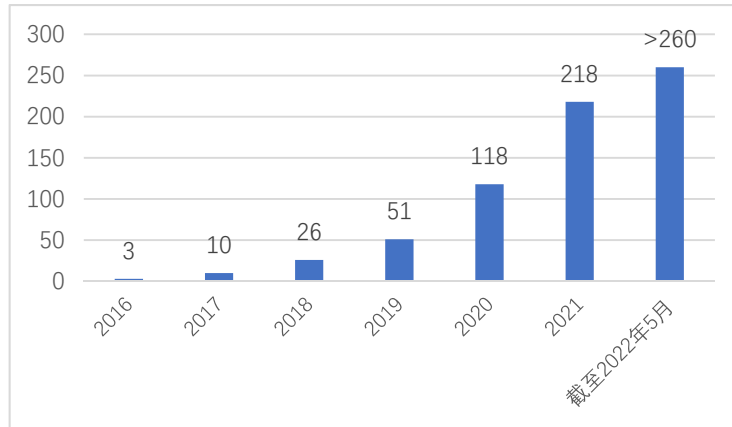


图 5 中国加氢站数量变化图（座）

从总体趋势看，中国交通能源基础设施已经逐渐从以加油站、加气站为主，进入到多种基础设施融合发展的新阶段。智能慢充网络是目前覆盖范围最广的充电网络，车网互动潜力巨大。在布局慢充的基础上，大功率充电设施能够明显缩短充电时间、提升用户体验，光储充一体化设施既能为电动汽车提供分布式可再生能源，又能实现电力削峰填谷等辅助服务功能，将是充电领域重要的发展方向。换电站以补能迅速为特点，通过与车电分离模式降低用户购车成本，逐渐得到市场的认可，在规模化发展后，具有负荷聚合参与车网互动和电力市场交易的前景，未来有望与快慢充形成互补。在土地资源不足的情况下，综合能源站融合多种基础设施，提供一站式、集约化补能服务，满足多元化的补能需求。除此之外，电池智能仓配中心能够实现对电池的统一管理，为企业提供运输、仓储、包装、配送等全方位服务，移动能源服务设施兼具储能和充电的属性，在一定应用场景下为电动汽车提供灵活、快捷、应急补能服务。本章节将对城乡智能慢充网络、大功率充电设施、大功率充电网络、光储充一体化设施、换电站、综合能源站、动力电池智能仓配中心和移动能源服务设施 7 种新型交通能源基础设施展开介绍。

## （一）城乡智能慢充网络

城乡智能慢充网络是一种覆盖城乡居住区、办公场所，面向日常停车行为，充电功率低于 20kW 的基础设施，城乡智能慢充网络是电动汽车电能补给的首要

途径，是车能融合的主要场景，也是新型交通能源基础设施的重要组成部分。

## 1. 以电能补给和车能融合为主要功能的智能慢充网络近年来发展迅速

### (1) 电能补给

电动汽车在住宅小区停放时间最长，住宅充电也是对于私家车主最为便利、成本最低的充电方式。我国 2020 年日均行驶里程超过 100 公里的电动私家车数量比例不足 10%<sup>1</sup>。随着私人充电桩的不断普及和电动汽车续航能力的提升，住宅、办公场所充电可覆盖绝大多数电动乘用车充电需求。此外，我国住宅电价普遍低于工商业用电价格，部分地区仅为同电压等级工商业用电价格一半左右，住宅充电可大幅降低电动车主用车成本。不论从技术可行性还是经济性看，城乡智能慢充网络都将成为电动车主首选充电方式。

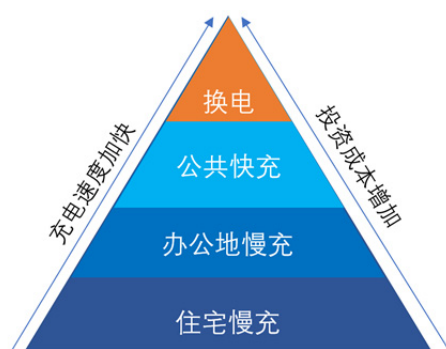


图 6 电动汽车充电基础设施组成

在政策的积极推动下，近年来我国住宅小区、办公场所等地私人充电基础设施建设力度逐步加大，充电桩数量稳步增长。到 2022 年 5 月，全国私人充电桩保有量已达到 216 万台，保有量占比达到 60%，私人充电桩配建率持续提升。<sup>2</sup>

与此同时，充电需求的快速增长和用户充电需求的日益多元化对城乡智能慢充网络的智能化水平提出了更高要求，“群管群控”、“柔性充电”、“模块结构”、“主动防护”等智能充电技术也应运而生<sup>3</sup>。“群管群控”可实现电路系统、管控

<sup>1</sup> 新能源汽车国家监测与管理中心。

<sup>2</sup> 中国充电基础设施促进联盟。

<sup>3</sup> 特来电电动汽车群智能充电系统。

系统的高度集成，通过统一调度、统一管理，实现削峰填谷，降低对电网的冲击。“柔性充电”通过多区段调节，多维度补偿，历史充电趋势追溯，实现电流、电压柔性输出，延长电池寿命周期。充电系统模块化设计可根据需要灵活配置抽屉式交、直流充电模块，降低充电桩投资及运维成本。“主动防护”通过对BMS 报文和充电过程数据分析，对异常数据采取主动性保护措施，保证充电过程安全和充电后的车辆电池安全。

## (2) 车能融合

电动汽车不仅是未来社会能源结构中重要的用电单元，也是规模最大的分布式储能资源。作为车辆与能源系统实时互动的智能接口，城乡智能慢充网络将是构建能源互联网的重要环节。电动汽车在住宅、办公场所停车时间长、电网接入行为规律，为车网互动提供了有利条件。我国电动私家车平均日行驶里程为 46 公里，不足当前纯电动汽车平均续航能力的五分之一。用车行为方面，我国新能源私家车月均充电 7.4 次，次均充电时长为 3.15 小时，月均合计充电时长为 23.3 小时，按新能源私家车日均行驶 3 小时计算，车辆每月停车时间超过 600 小时，工作日早晚出行高峰仍有 70% 车辆处于停驶状态，其中绝大多数分布于住宅和办公地点，车网互动潜力巨大<sup>4</sup>。通过智能有序的充电策略，可动态调节和分配住宅及办公场所充电桩的充电时序和功率，在满足车主充电需求的同时避免充电负荷曲线与电网负荷曲线峰谷叠加，减少对电网的冲击，更能起到电力系统削峰填谷的作用。

目前桩端和车端在技术上已基本满足车能融合的条件。目前我国已完成 15kW、7kW 直流 V2G 充放电桩自主研发和版本迭代，并正在探索 V2G 实现无功补偿、应急容量支撑、三相不平衡治理等技术应用。吉利、威马、北汽、广汽、蔚来等 8 家主机厂已根据 V2G 放电标准协议（GB/T27930.2 基础上）完成了 12 款 V2G 定制车研发，具备量产推广条件。国内车网互动试点项目通过内外网数据对接实现了 V2G 与配网调度系统（上海）、主网调度系统（华北）的有效互动，实现了充放电负荷的日前功率计划指定和日内功率调控功能。2022 年 2 月中国电力企业联合会发布《能源互联网与电动汽车互动规范（征求意见稿）》，提出了能量互动、信息互动、业务互动的车网互动系统的规划设计、建设与运营方案。

<sup>4</sup> 新能源汽车国家监测与管理中心。

目前国网车网技术公司在我国 18 省市开展了车网双向互动试点项目建设，通过试点项目建设运营，累计 V2G 充放电电量超过 80 万千瓦时，完成了商业场景、家充单位放（职工用车）和单位充单位放（公务用车）两个场景的运营验证，成功实现了华北电网京津塘地区 V2G 充电桩参与辅助服务商业结算和电动汽车 V2G 参与配网互动应用技术验证。

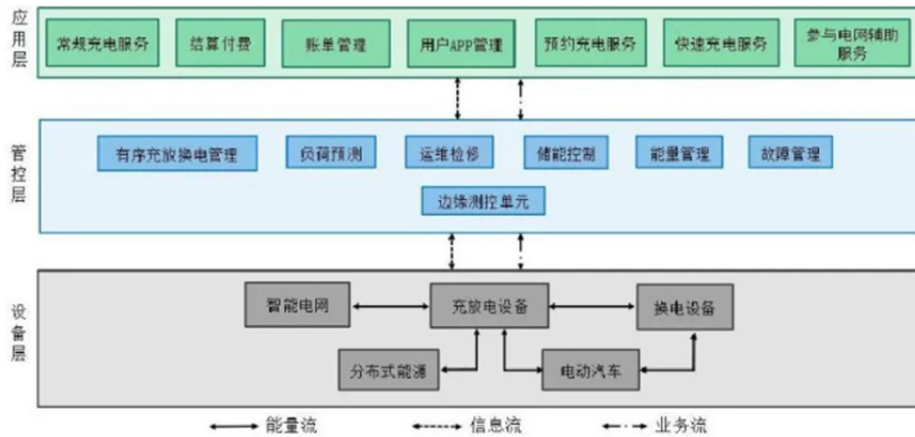


图 7 能源互联网与电动汽车互动的典型构架示意图<sup>5</sup>

## 2. 充电设施建设面临诸多挑战，车能融合潜力亟待开发

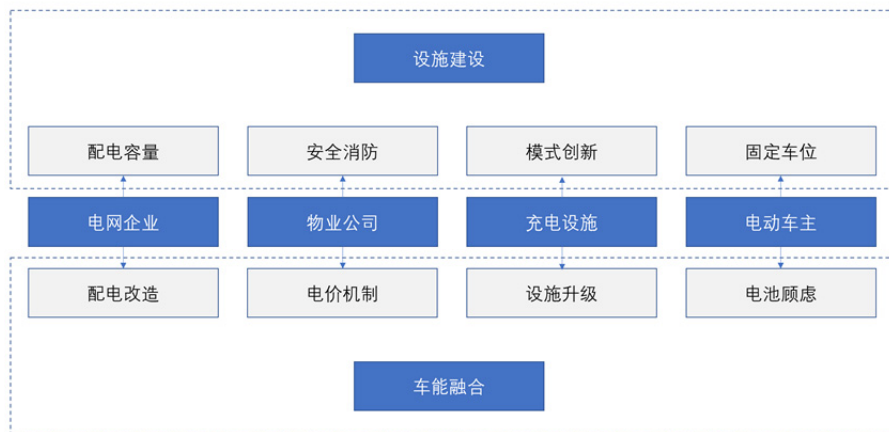


图 8 城乡智能充电网络问题与挑战

<sup>5</sup> 《能源互联网与电动汽车互动规范（征求意见稿）》

## (1) 充电服务

当前城乡智能慢充设施主要采取“自建自管”的模式，电动汽车用户普遍面临停车位不足、电网扩容难、运维成本高等问题。

### 1) 住宅小区停车位和配电容量不足

城乡智能慢充网络建设取决于车主居住条件。截至 2020 年末，我国汽车保有量达 2.81 亿辆，而截至 2020 年末我国停车位约仅 1.3 亿个，车位缺口巨大，严重制约了城乡智能充电网络的建设。国内住宅建筑车位配比由当地城市规划设计管理技术要求而定，以北京市为例，住宅建筑配建停车位指标因居住项目类别和区域类别有所差异，例如三类地区商品房指标为 1.3 车位/户<sup>6</sup>，而旧城地区租赁类保障性住房仅为 0.3-0.4 车位/户，平均水平约为 1 车位/户<sup>7</sup>。考虑到一户多车等因素，小区停车位不足将对私人充电桩建设形成较大制约。

配电方面，目前一般住宅小区每户配电容量约 6kW，但一台普通慢充桩的额定充电功率就达到 7kW，对应变压器扩容成本接近 2000 元，配电网升级成本巨大。小区既有配电容量仅能保障生活用电，无法同时满足居民电动汽车无序充电用电需求，一方面易形成生活用电与汽车充电抢负荷的情况，另一方面由于本身稀缺的负荷资源缺乏统一规划、管理，势必造成小区充电设施安装上“先到先得，后到不得”的矛盾。国网负责增容改造也面临投资大、回收期慢、扩容功率不确定及建设周期长等巨大压力。居民小区特别是已建小区，现有配电网均未预留足够充电桩接入的接电开关、电力通道井和电缆桥架等，如无统一规划，实现“逐户单桩”困难重重。

### 2) 私人充电设施建设流程复杂、监管难度大、安全责任主体不明

私人充电设施建设牵涉多方主体，用户需经历“准备材料、用电申请、现场勘察、建设施工、接电确认、运营维护”六个步骤，居民还需自行协调业委会、物业、车企、供电企业等多方主体，单靠个人报建困难重重。

<sup>6</sup> 三环路至五环路之间、五环路以外的中心城区和新城集中建设区、北京城市副中心。

<sup>7</sup> 《北京市建筑物配建停车位指标》

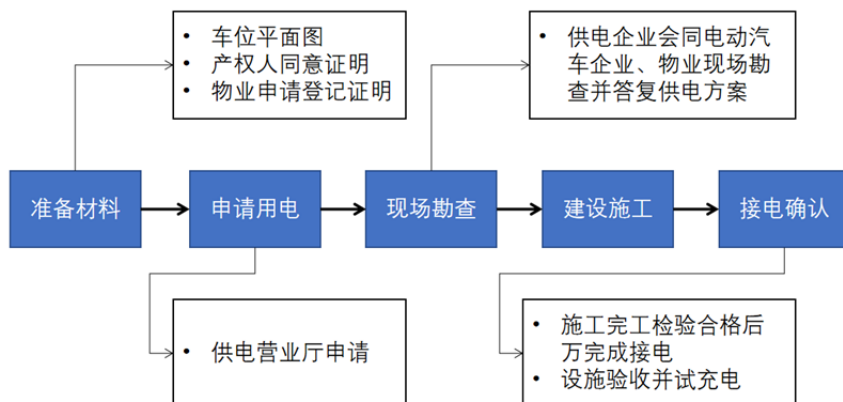


图 9 居民小区充电基础设施建设流程图

一是自用充电桩建设监管困难、维护管理缺失，可能存在施工、辅材质量问题以及漏电、火灾等严重安全隐患。二是安全责任主体无法落实，居民既不具备消除安全隐患的能力，也无法承担安全事故的后果，居民、车企、物业、供电企业安全责任难以划分，留下安全管理盲区。按照相关文件规定，充电设施所有权人应自行或委托物业维护管理，但居民个人或物业均不具备充电设施专业维护能力，造成事实上的维护管理缺失。三是如果缺乏保护措施，无序充电也势必影响电网安全。

### 3) 私人充电桩共享模式面临阻碍

目前星星充电、特来电、云快充等均在提供私桩共享服务，蔚来、小鹏等车企也联手推出充电共享服务，但目前共享充电桩数量仍然较少。截至 2022 年 5 月，共享私桩为 74345 个<sup>8</sup>，仅有 3.4%私桩参与共享<sup>9</sup>。究其原因，共享充电桩平台建设、外部车辆进社区、停车位调度与管理、充电计量与缴费等问题是私桩共享面临的主要制约因素。此外，基于“统建统管”的共享充电还需进一步创新商业模式。按照“自建自管”模式，由于车企销售电动汽车时采取随车赠桩（含施工安装），车主使用期间仅需支付电费，而按照“统建统管”模式，由于第三方运营商须对居民小区配电设施统一改造和须使用软件互联互通管理实现有序充电，为收回投资成本，在电费基础上还需向车主收取一定服务费用，导致部分车主对统建统管模式存在抵触情绪。

<sup>8</sup> 中国充电基础设施促进联盟。

<sup>9</sup> 前瞻产业研究院。

## (2) 车能融合

尽管城乡智能充电网络是未来车能融合的核心场景，但当前住宅及办公场所充电基础设施仍难以满足车能融合需求。

### 1) 设备升级改造成本高、缺乏可持续运营模式

实现车能融合需要充电桩与配电网协同升级，但目前配电网智能化改造成本分摊方式不明确。根据《输配电定价成本监审办法》（发改价格规〔2019〕897号），对输配电业务相关的固定资产可按规定折旧计入输配电定价成本，而输配电固定资产具体包括输配电线路、变电配电设备、用电计量设备、通讯线路级设备、自动化设备级仪器仪表、检修维护设备等，而并未对配电网智能化改造成本范围进行明确界定。尤其对于居民小区而言，老旧、新建住宅情况各异，配电设施投资运维责权主体复杂，对引入充电增值服务商业模式带来较大挑战。其次，由于目前V2G市场规模小，导致单桩设计、产线成本分摊高，V2G充电桩的实际价格远高于常规充电桩，而国内居民用电价格偏低，且绝大部分地区实施固定电价政策，电动汽车在居民小区开展车网互动的经济效益远低于其成本投入。综上所述，当前车能融合项目仍然较少，有限的V2G试点主要针对工商业用户本地电压台区内自平衡为主，并以工商业场景1+N商业模式（削峰填谷+多种电力辅助服务）拓展为主要方向，而广大私家电动车无法向更高电压等级电网反向送电，极大限制了广大电动私家车的储能潜力。

### 2) 居民电价机制有待完善

尽管随着电力市场深入改革，电动汽车等电力需求侧资源的市场主体定位日渐清晰，现有的市场化改革更多面向工商业市场主体，居民用户市场化交易的空间仍然较小。根据国家发展改革委印发的《关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》（发改价格〔2021〕1439号）要求，各地要有序推动工商业用户全部进入电力市场，按照市场价格购电，取消工商业目录销售电价，10千伏及以上的用户要全部进入。与此同时，文件也明确要继续保持居民、农业用电价格稳定，居民、农业用电由电网企业保障供应，执行现行目录销售电价政策，各地要优先将低价电源用于保障居民、农业用电。此后发布的《关于组织开展电网企业代理购电工作有关事项的通知》（发改办价格〔2021〕809号）也提出各地执行保量保价的优先发电（不含燃煤发电）电量继续按现行价格机制由电网企业收购，并强调要加强代理购电与分时电价政策的协同，在现货市场未运行的地

方，电网企业代理购电用户代理购电合同未申报用电曲线，以及申报用电曲线但分时电价峰谷比例低于当地分时电价政策要求的，用户用电价格应当按照当地分时电价政策规定的时段划分及浮动比例执行。但政策执行情况各异，26 个省电网企业相继发布的 2021 年 12 月电网代购电价在 0.25-0.50 元/kWh 之间，加上输配电价和政府性基金附加后，其峰谷价差普遍比目录电价中分时电价要小。可见，当前我国电价形成机制仍存在较多历史遗留问题，居民用户电价机制与车网互动场景仍有待衔接。

辅助服务方面，现有政策在运行管理、安全标准、通信方式、调度规定等方面并未对车网互动给出明确细则。首先，现有需求侧资源参与辅助服务集中在大体量、集中式工业负荷上，但分散但数量巨大的私人充电参与各类辅助服务场景的商业模式开发不足。其次，各地辅助服务政策往往对电力容量、响应时间等设有较高准入门槛，单台住宅及办公地点充电桩负荷较小，需要第三方主体以聚合方式与调度中心、交易中心衔接，这也增大了车网互动成本。

### 3) 车网互动对电池性能的潜在影响引起用户顾虑

车网互动势必影响电动汽车充电自由度，可能引发部分车主对车网互动产生顾虑。特别在共享充电桩模式下，车辆接入电网的时间有限，更限制了用户参与车网互动的灵活度。此外，电动车主也普遍对 V2G 对电池寿命和续航影响的顾虑。理论上，电池技术路线、充放电工况、工作温度/湿度都会影响的电池储电能力，大量研究也表明 V2G 运行会加速动力电池老化。尽管随着车辆续航能力的提升和动力电池成本的下降，车主对电池衰减的敏感度可能下降，但其对车网互动的潜在影响仍然不容忽视。为打消用户顾虑，部分新能源车企在原有电池质保标准的基础上增加了 V2G 循环的质保服务，基于累计充放电循环（电量）的电池质保标准也有助于消解用户顾虑。但上述模式创新仅处于初步探索阶段，用户对此的反馈仍有待观察。

## 3. 充电设施共享利用以及车-桩-网协同将成为新趋势

展望未来，到 2030 年我国电动汽车数量将超过 8000 万辆，2060 年有望突破 5 亿辆，按 80%为乘用车计算，电动汽车储能容量将分别达到 600GW 和 4TW，日内电量调节能力分别达到 4TWh 和 60TWh，与届时波动性绿电体量相当。



规划层面，充电基础设施“统建共享”模式将加速推进，政策将鼓励充电设施企业、电动汽车企业、第三方平台企业等单位与自用充电桩产权人达成协议，实现自用充电桩共享利用，提高资源利用率。

机制层面，国家能源局印发的《电力辅助服务管理办法》也将电动汽车充电网络可调节负荷纳入市场主体，为参与电力市场交易奠定了基础。电价方面，居民分时电价政策已提上议程。随着面向分散电力用户的电力市场机制和分时电价政策的不断完善，车能融合的经济性将得到进一步保障。

技术层面，以车桩协同、有序充电为核心的小功率直流充电解决方案将成为住宅小区、办公场所充电场景的重要技术路线。此外，小功率直流充电易于叠光叠储，通信带宽也能够更好支撑各类车网互动的应用需求。此外，建立手机 APP + 运维云平台 + 智能充电桩设备的模式，也将是未来城乡充电设施运维管理的发展方向，实时、全面地监控充电站的运行参数，利用大数据和移动互联技术，将配电设备和充电设备的电气参数与信息上传至云端，实现大数据存储与运算，对于运行异常立即进行自动应对处理并发出告警，通过大数据智能计算提供参考解决方案，并进行工单派发和管理，将极大提升充电站的运维效率和运行的安全性与可靠性。

未来电动汽车灵活性资源有望借助住宅小区、办公地点充电智能充电设施升级，首先与分布式可再生能源在微电网层面形成互动，提升分布式可再生能源自发自用水平。随着电动汽车数量的增加，电动汽车将以有序充电、V2G 等方式支撑配电网运行，从而降低或延缓配电网投资，并实现更大范围分布式可再生能源的就近利用。长期来看，城乡智能慢充网络将释放海量电动汽车充放电调节潜力，为电力系统提供规模最大、成本最低的灵活性资源。

---

## （二）大功率充电设施

---

大功率充电设施是为了提升充电速度、改善用户体验、减少里程焦虑，满足一些长续航里程车辆、运营车辆、特种车辆以及乘用车在特定场景（如商场、高速公路）中的快速补能需求的充电设施。目前，对大功率充电设施的充电功率数值界定有不同看法，但普遍在 250kw 以上。

## 1. 汽车企业和运营商加快布局大功率充电业务

随着电动汽车渗透率的快速提升，国内外车企、零部件供应商，以及充电运营商之间的竞争也更加深化和多元。未来几年是企业品牌向上、服务升级的最佳时间窗口期，缩短充电时间、提升车辆能效将是提升消费体验的重要方式。为此，电动汽车及上下游供应链、充电网络、电力系统等全生态企业，围绕电动汽车 800V 高压平台架构与大功率充电，在技术与标准研发、产品设计与推广等方面展开了深入实践。

2020 年之前，已上市车型的电压多在 300V-500V 之间，充电速率普遍不高。从 2020 年开始，600V-800V 高压车型逐步走向市场。2021 年之后，为匹配用户快速补电需求，各大车企布局大功率高压快充车型，保时捷、奥迪、广汽、小鹏等国内外车企均在推动基于 800V 及以上高压平台的车型。

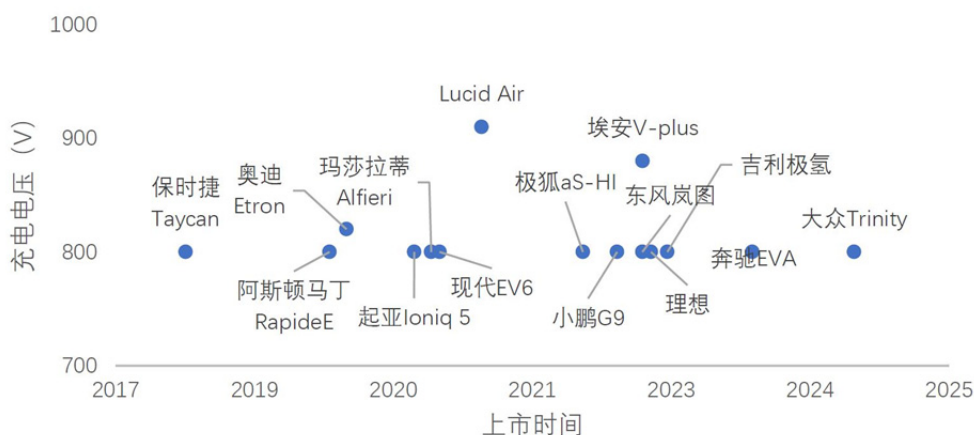


图 10 各公司高电压充电车型上市时间

大功率直流桩开发难度较小，充电供给端技术比车端部件成熟，且更容易高压化，仅充电枪、直流熔丝、接触器、辅助电源有一定变动，这些部件均有成熟产品。受国标制约和市场需求影响，目前国内普遍充电功率在 120kW 左右。2020 年前建设的充电网络正陆续开展存量改造、技术升级，新建充电网络会兼容高电压平台需求。

表 1 充电桩电压平台上升带来的主要零部件变动

部件	DC500V 系统	DC750V 系统	DC1000V 系统
充电枪+线	✓	✓	↑
直流接触器	✓	↑	↑
直流熔丝	✓	↑	↑
直流电表	✓	✓	✓
充电模块	✓	✓	✓
——功率器件	✓	✓	✓
——磁器件	✓	✓	✓
充电主控模块	✓	✓	✓
计费控制单元	✓	✓	✓
交流配电&线缆	✓	✓	✓
交流防雷保护	✓	✓	✓

备注：✓代表无需变动，↑代表需要升级

资料来源：华为数字能源

国内几大充电企业国网、南网、特来电、奥特迅等，为配合车企高压快充车型推广，在北京、上海、深圳、广州新建了一些大功率充电示范站，验证接口和技术体系，从而收集相关数据，发现和总结出现的各类问题，为后续的大功率充电标准制定做支撑。国网车联网技术有限公司在北京、天津、济南、重庆等多地建成采用大功率充电示范站，完成与北汽、奥迪、戴姆勒、宝马等新能源汽车的充电测试，验证充电接口的载流能力、导引电路性能和通讯协议可行性。特来电新能源股份有限公司研制的大功率充电设备先后与多家新能源汽车完成大功率充电的软硬件联合调试，在广州、沈阳、苏州、东莞配合车企布局大功率充电示范站。深圳奥特迅电力设备股份有限公司研制的大功率充电设备，采用康尼、沃尔连接组件，先后与广汽、比亚迪、奥迪、戴姆勒新能源汽车完成大功率充电的软硬件联合调试。度普新能源在上海为解决居民社区充电难的问题，在小区周边布局了大量大功率充电场站。

表 2 截至 2021 年底中国部分企业大功率充电布局情况

	布局场景	数量 (台)	功率
国网车联网技术公司 (不完全)	商用车 (公交)	7	250kW 及以上
	乘用车	8	250kW 及以上
特来电	商用车 (公交、特种车)	600-700	360-1000kW
	乘用车	36	480kW
奥特迅	乘用车	22	600kW
度普新能源	乘用车	146	250kW
蝶尔新能源	乘用车	12	360kW
一电	乘用车	4	360kW

资料来源：车百智库

随着用户对于大功率充电体验提出的更高要求，新的充电国家标准汲取旧国家标准和国际标准中存在一些技术问题和安全隐患进行改进。GB/T 18487.1（充电系统）、GB/T 20234（连接组件），GB/T 27930（通信协议）均在征求意见中，这一轮充电标准升级将给超级快充、有序慢充和车网互动的发展带来巨大机遇。新国标最大充电功率可提升到 900kW，满足大功率充电需求，缩短充电时间，使充电像加油一样快捷，同时也在机械安全、电气安全、电击防护、防火及热安全设计上有了大幅度的改进和提升。

表 3 GB/T 18487.1 充电电压与电流变化

	旧国标	新国标 (征求意见稿)
最高充电电压	950V	1500V
最大充电电流	250A	600A

## 2. 高压快充推进存在协同瓶颈，技术、标准、建设运营模式全面升级

车型开发方面。一是电池系统安全与全气候热管理挑战。研究机构与行业企业正积极通过电化学体系、结构设计、算法等改进，平衡动力电池的充电倍率和能量密度，以及成本、寿命、安全性。同时基于多面冷却技术、电池系统和高压架构耦合设计、电动汽车和充电桩耦合增效等方案解决热失控、低温充电问题。二是碳化硅器件供应困局。碳化硅产能保障需要改善原材料供应、提高原材料利用率、持续产能投资。三是高压绝缘、轴承电腐蚀、高压 EMC 问题。目前主要解决路径包括绝缘监测、防电腐蚀技术、EMC 抑制技术等。

充电布局方面。一是大功率充电标准尚未正式出台。2015+和 ChaoJi 两套标准各有优势，路线选择影响布局进度，标准编制单位正在积极推动大功率充电标准的验证与落地。二是车桩布局先有鸡还是先有蛋的问题。车企和桩企之间统一节奏，充电运营商适度提前布局，同时车企高压车型逐步投放。三是大功率充电站如何更友好和经济地并入电网。行业企业积极应用配储、充换电耦合、功率柔性分配、智能有序充电等技术，减少对电网的功率需求。四是车桩电压兼容。主机厂主要采用升压的 DCDC 方式、电机升压，以及电池模组串并联等解决方案。五是如何提升大功率充电桩利用率，减轻重资产投入。车企与充电运营商积极探讨资源共享方式，并按照功率利用率收取服务费，打造超充车位差异化服务；超充充电场站也在规划参与需求响应、辅助服务、绿电消纳，创造额外收益。

## 3. 大功率充电设施布局将稳步推进

(1) 国内外市场 800V 车型量产时间预计在 2023 年-2025 年，会优先搭载在中高端车型，然后逐渐扩大应用范围。2023 年满足 3C 以上高压快充的高端车型将密集上市，2025 年主流车型将均会支持高压快充。

(2) 存量充电场站的常规充电桩将逐步改造升级为大功率充电桩，结合功率智能柔性分配技术，兼顾现在需求和未来发展，以提升场站功率池利用率与运营经济性。新建大功率充电设施，也将按照大功率充电+普通快充的高低搭配组合，以满足全车型充电需求。

---

## （三）光储充一体化设施

---

光储充一体化设施是集光伏电站、储能电站和充电站于一体的交通能源基础设施。从功能来看，光储充一体化设施是具备发电、储电、充电三者之间能量自由管理功能的完备系统，光伏、储能和充电设施形成一个微网，可保持相对独立运行。

光储充一体化设施是源储荷的一种典型具象化应用场景，源可以是各类新能源，包括但不限于光伏、风电等，储包括电化学储能、氢能储能等，荷即负荷，在电动化大趋势下逐渐对新型电力系统提出更高要求。

### 1. 光储充一体化试点为规模化发展打下基础

自 2019 年起，从国家到地方都开始在政策层面对光储充一体化的布局、建设、商业化运营进行鼓励和支持。国务院办公厅 2020 年 11 月印发的《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》明确指出，鼓励“光储充放”（分布式光伏发电—储能系统—充放电）多功能综合一体站建设。

地方政府也出台相应政策支持光储充一体化设施发展。2020 年 7 月，福建省工信厅印发《“电动福建”建设三年行动计划（2020-2022 年）》。计划中指出，鼓励风力、光伏电站等配备储能设备，提升电能质量；推进一批风光储一体化、光储充一体化和储能电站项目建设，大力推动储能商业化应用。同年 11 月，安徽省合肥人民政府印发《关于加快新能源汽车产业发展的实施意见》，其中指出要促进融合发展：探索新能源汽车、充换电站、储能站与电网能量高效互动的示范应用，鼓励建设“光储充放”多功能综合一体站。

“光储充”一体化设施目前仍处在发展初期，天津、福建福州、四川泸州、湖北黄石和江苏连云港等城市已经开展了试点项目，但还没有进行大面积商业化推广。

表 4 部分光储充一体化试点项目

试点区域	开展时间	试点概况
天津市徐官屯服务区	2017 年	安装光伏设备 292 kW，安装储能设施 228 kWh
福州市马尾物联网产业创新发展中心	2020 年	用电谷时可储能 490 kWh，可为 8 辆车充电
黄石市客运枢纽	2021 年	100kW 光伏、100kW/175kWh 储能、360kW 充电桩
泸州市国家高新区	2018 年	集分布式光伏发电、储电、智能充电于一体，利用楼顶 650 m <sup>2</sup> 平台建设，总装机容量 44.8 kW
连云港市交通控股集团园区	2018 年	项目含光伏（含部分车棚光伏及智能追光系统），退役锂电池梯次利用储能系统，新能源电动车直流充电桩 500 kW。

受峰谷电价差与储能成本影响，光储充模式盈利性有待进一步探索

光储充一体化电站可以解决充电站配电容量不足的问题，在用电低谷时期和光伏发电时期储能，并在充电高峰时段通过储能和电网一起为充电站供电，满足高峰时段用电需求，既利用峰谷电价降低电费成本，又节省了配电增容费用，促进了新能源的消纳。

以某产业园区“光储充”微电网示范站点项目为例<sup>10</sup>。项目旨在挖掘利用园区企业光伏自主消纳后的余量，引入智能运维服务体系，将光伏发电用于园区新能源汽车充电桩。光伏装置成本 2700 元/kW，光伏装置综合收益为 0.43 元/kWh。储能成本 1500 元/kWh，储能电池循环寿命为 6000 次，储能综合收益为 0.67997 元/kWh。

根据 2021 年 1 月实际运营情况，应用光储充一体化设施为新能源汽车充电的综合用能成本降低了 10807.86 元。按照储能设施总投资 450000 元计算，预计 3.5 年可收回储能成本。

<sup>10</sup> 园区光储充市场化运营服务模式研究，2021，王卉等

表 5 光储充收益计算表

储能			光伏		
最大功率	150	kW	最大功率	360	kW
实际容量	300	kWh			
单位装机成本	1 500	kWh	单位装机成本	2 700	kWp
总投资	450 000	元	总投资	972 000	元
循环寿命	6 000	次			
运行年限	12	年			
租赁让利	0.05	元/kWh			
合作让利	0.02	元/kWh			
全年峰值平均电价	1.031 586	元	光伏补贴	0.08	元/kWh
谷电平均电价	0.281 616	元	上网电价	0.35	元/kWh
差价	0.749 97	元			
差价收益	0.679 97	元	综合收益	0.43	元/kWh

## 2. 选址受限、运营调度难以及绿电消纳不充分是光储充一体化设施面临的主要挑战

### (1) 选址问题

很多小区共有区域产权不明确，光伏建设的意见难以达成一致，导致大量停车场区域无法利用。在地下车库实施光储充可行性低，主要是考虑到储能设备的安全性。如果对现有的充电设施进行改造，费用的承担归属还不明确。负荷中心往往配电容量极为有限，导致新建站点选址受限、建设规模受限，给充电便利性带来挑战。

### (2) 运营问题

大量分布式上网可能会造成潮流逆流，使继电保护存在隐患，增加了电网系统调控难度。运营阶段调度困难，光伏、储能、充电桩相互独立，供需匹配度差、电力与交通数字化信息共享协同差，很大程度上增加了系统的调控难度。站内负载率低、功率因数低，导致电能质量差、力调电费高，投资收益难以保障。

### (3) 盈利问题

电价峰谷差不够，储能成本高，是“光储充”一体化发展面临的难题。部分省市发布了峰谷电价表，但目前多数省市峰谷电价差低于储能设备充放电成本



0.75 元/kWh，用户侧利用储能来套利峰谷价差空间较小。

#### (4) 环保问题

由于设计环节光/储/荷供需失配、以及运营环节消纳不充分，导致从外部电网获得的电量（火电为主）中碳排比例居高不下，低碳交通难以落实。

### 3. 建设低碳、安全、高效、智能、开放的光储充一体化设施

电动汽车的产能提升，将促进光伏、储能、以及基础设施建设相匹配。围绕充电桩组成的基建网络，通过光伏发电实现绿电先用，通过储能促进有序充电，加大了新能源的就地消纳，降低对电网的不平衡冲击。双碳目标为光储充一体化电站开发、设计、建设、运营提出了新的优化目标和控制策略要求。新形势下，碳-电之间有关联但为弱耦合，需统一考虑、统一调度，提高光储充系统运营过程中的耦合程度，提升资源优化配置。

未来光储充一体化设施发展将体现在：

(1) 形成清洁主导、电为中心的能源供应和消费体系，生产侧实现多元化清洁化低碳化、消费侧实现高效化减量化电气化，促进新能源电动汽车从用能上持续低碳。

(2) 新能源具备主动支撑能力，分布式、微电网 可观可测可控，大电网规模合理、结构坚强，构建安全防御体系，增强系统韧性、弹性和自愈能力。

(3) 发电侧、负荷侧调节能力强，电网侧资源配置能力强，实现各类能源互通互济、灵活转换，提升整体效率。

(4) 高度数字化、智慧化、网络化，实现对海量分散发供用对象的智能协调控制，实现源网荷储各要素友好协同，加快新能源电动汽车参与电网稳定的价值体现。

(5) 适应各类新技术、新设备以及多元负荷大规模接入，与电力市场 紧密融合，各类市场主体广泛参与、充分竞争、主动响应、双向互动。

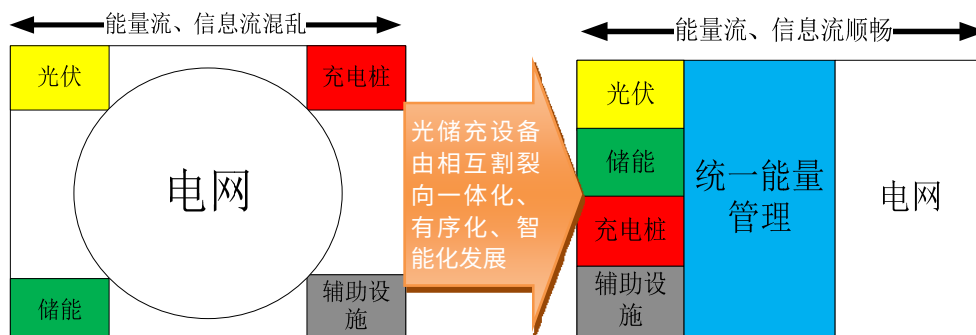


图 11 光储充一体化设施的发展趋势

## (四) 新一代换电站

新一代换电站以更换动力电池方式为电动汽车提供电能补给，并推动形成统一换电标准、探索共享换电。围绕矿场、港口、城市转运等场景，支持建设布局专用换电站，加快车电分离模式探索和推广，促进重型货车和港口内部集卡等领域电动化转型；探索出租、物流运输等领域的共享换电模式，优化提升共享换电服务；换电模式在私人乘用车中的应用也在持续增加，适合的应用场景主要是居住地无法自建充电桩的私人用户或是认同换电模式的消费者。

### 1. 多类型企业加速布局乘用车和商用车换电市场，商业前景逐渐显现

换电模式的优势体现在提升补能效率、降低用户购车成本以及电池统一管理等方面。首先，“车电分离”模式通过将汽车和电池独立销售，可以有效降低消费者的购车门槛，并提高电动汽车保值率。其次，换电运营商通过对电池精细化管理，能保障充电过程安全，并可利用电池健康状态的监测数据为电池价值评估与流转提供相关依据，同时为金融机构对电池资产性能的判断、保险等提供参考。此外，换电模式也有利于推动动力电池回收利用，释放全生命周期价值。一方面，以换电站为单位进行统一管理能有效降低动力电池回收难度。另一方面，换电模式对电池进行均衡管理，且所使用的动力电池型号、能量密度、使用强度和使用场景相对统一，因此退役电池状态具有更高的一致性，基本可满足梯次利

用的可靠性和安全性要求。

中国布局换电运营的企业主要分为四类。一是奥动新能源、伯坦科技等第三方换电运营商。二是车企背景的换电运营商，例如蓝谷智慧能源、易易换电、Nio Power 分别是北汽新能源、吉利、蔚来旗下的换电运营品牌。三是能源供应商拓展充换电业务，国网、南网、中石化、国电投、协鑫能科等能源企业探索换电+充电综合能源服务站。四是电池企业，通过整合行业资源尤其是标准化电池推动行业需求来提升电池订单。截至 2022 年 5 月，面向乘用车市场的换电站建设数量约 1519 座<sup>11</sup>，主要集中在一线城市及新能源汽车推广较好的地区。北京的换电站数量最多，共计 270 座，其次是广东（204 座）、浙江（145 座）。

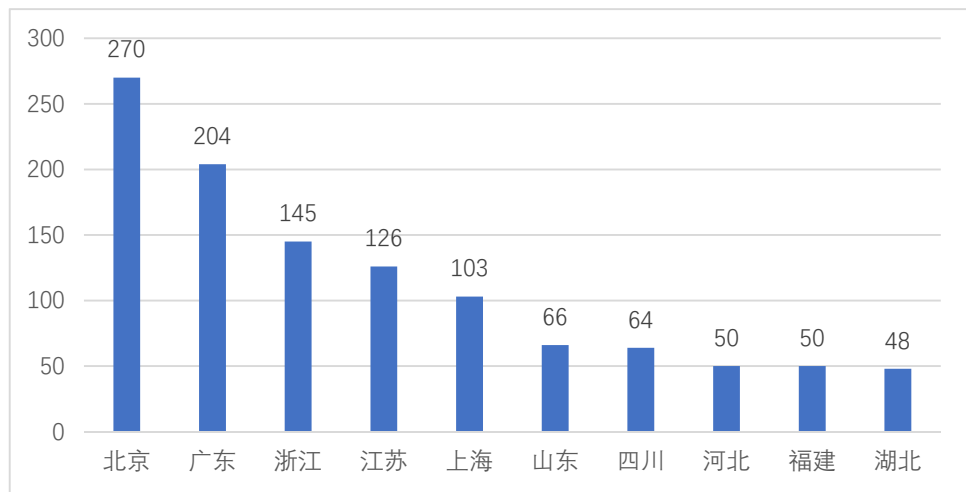


图 12 截至 2022 年 5 月底全国乘用车换电站保有量前十省市（座）

资料来源：中国充电联盟

奥动、蔚来及伯坦是现阶段中国乘用车换电基础设施建设运营的主力军。截至 2022 年 5 月，奥动运营 440 座换电站，服务品牌相对集中、电池规格相对一致的运营车，已在几十个城市开展出租、物流、分时租赁等场景换电服务。奥动与北汽、上汽、长安、东风、广汽、一汽等车企开展换电合作，兼容多品牌多车型的换电。伯坦与东风、力帆等车企已开发分箱换电车型，建成并运营换电站 108 座。蔚来运营 971 座，服务本品牌私人乘用车。

<sup>11</sup> 注：充电联盟主要统计了奥动、蔚来、伯坦的换电站。

表 6 中国乘用车市场主要换电运营商（截至 2022 年 5 月）

企业	商业模式	服务车辆品牌	应用场景	换电站数量
奥动	充换一体化、服务一体化、车网一体化、车电分离	北汽新能源、长安等	出租车、网约车	440 座
蔚来	车电分离、电池租用、可充可换、梯次利用	蔚来	私人	971 座
伯坦	车电分离、分箱换电，动力电池的高度梯次利用和循环利用	东风、力帆、北汽	出租车、网约车	108 座

资料来源：车百智库

在商用车领域，换电重卡在港口、矿山、工程机械、短途运输等多场景全面开展试点示范，并覆盖高海拔、低温地区。截至 2022 年 1 月，国家电投已主要在钢铁、矿山、城市渣土、电厂、港口、煤矿等场景应用落地换电站 63 座，覆盖北京、上海、山西、天津、海南、内蒙、新疆、辽宁、山东、河南、贵州、河北、四川、江苏、浙江、安徽等省市。协鑫投运的乘用车换电站 12 座，重卡换电站 3 座。此外，还有吉利、中化金茂等企业也在布局重卡换电。

换电技术主要解决电池卸下和装载时保持电池与汽车连接稳定性的问题。根据换电车辆电池安装位置，换电技术可分为底部、侧向、端部、顶部、中置电池更换；根据电池包类型，则可划分为整包换电与分箱换电。由于动力电池体积较大，同时要与驱动电机相连来输出动力，多数换电车型的动力电池铺设在底盘。底盘式布置的电池可以整体置于一个保护壳之内，安全性较高。不过，底盘换电需要对汽车底盘结构进行改造，标准化困难，且由于只支持全自动换电方式，设备成本偏高。侧向分箱换电对空间要求较高，主要应用领域为商用车。分箱换电将整块车载电池进行小块化、模块化、标准化的统一，能够实现多类车型换电兼容，不同车型只要配置不同数量的电池箱即可。由于每个箱体都需保护壳，重量也会相应增加。

表 7 针对不同类型车辆、不同运营场景，车端换电技术路线差异情况

场景	换电类型	换电技术
出租车	北汽新能源 EU 系列	底盘整包换电
私家车	蔚来汽车 ES 系列	底盘整包换电
网约车、分时租赁	时空电动 ER30 车型、力帆	多箱换电
商用车 (主要采用端部、侧向换电)	山东凯马 2.5T 轻卡车	中置式换电
	福田欧辉纯电动大巴	多箱侧向换电
	洋山港 AGV 集装箱运输车	
	东风蓝牌轻卡	
	公交车	分箱换电
	华菱星马纯电动重卡	车辆顶部换电

资料来源：车百智库

表 8 不同换电方式特性对比

换电形式	电池隐蔽性	电池箱密封性	换电设备成本	换电自动化	操作工艺标准化	插接件安全风险	应用厂商
底盘换电	好	好	高	全自动	不易实现	低	蔚来、奥动、宁德时代
侧向换电	较好	较好	较高	半自动	不易实现	较低	伯坦、时空电动

资料来源：车百智库

## 2. 推动建设规划、兼容标准等问题解决，促进换电站更加安全可靠

换电基础设施未纳入城市整体规划，会遇到电力增容困难、布局不合理等诸多问题，充电桩规模化落地所面临的尴尬在换电模式上同样存在。同时，目前行业内对于换电站属性没有明确定义，政府层面也没有明确的牵头主管部门统筹协调换电站的建设，在换电设施建设中会遇到，地方报备机制和建设标准不明确、差异大的问题，这些问题限制了换电站的精准布局和推广速度，也增加了运营成本。

跨企业、跨品牌的电池包标准统一进展慢，不同换电技术路线也难以兼容。目前，不同主机厂的动力电池规格各异，连接部件各异，换电站的换电方式也存在巨大差异，无疑影响了电池包的互换性和换电站的通用性。电池标准统一在技术层面的难度不大，主要涉及电池规格、机械连接、电气连接、通信协议、管理系统等。然而，推进电池总成与接口的标准化、通用化涉及多方利益纠葛。主机厂不愿放弃自主掌控电池体系，或者向外开放自己的技术设计数据，从而沦为只做车架的主机厂。实施标准化电池包，也可能压缩整车企业的设计空间，影响企业的研发生产和品牌经营，也会一定程度上使电动汽车产品趋同，不利于满足多样化的汽车消费需求。同时，现在车型公告机制和换电重卡商业模式不匹配，跨品牌、车型、容量的电池互换受限，影响了电池作为移动能源载体的共享利用。

表 9 GB/T 34013-2017 规定的电芯外形尺寸数量

电芯类别	规定尺寸数量
圆柱形电池	6 种
方形电池	125 种
软包电池	14 种

资料来源：国家标准网，车百智库整理

电池在充放电及存储过程中存在安全隐患。换电站内存储有多块电池，动力电池电化学特性使其在充放电与储存过程中具有一定的燃爆特征，存在安全隐患。我国汽车行业在换电领域制定的首个基础通用国家标准（GB/T40032-2021《电动汽车换电安全要求》）已于 2021 年 11 月开始实施。目前对于计量，通信和运行平台等涉及数据安全的内容尚未形成统一有效的防范和监管，亟需考虑对换电站的电池状态进行实时监测，规范监测数据标准，规避电池状态异常造成的意外事故。

### 3. 提升通用性和安全性，充分利用数据资源的价值将是换电站的发展方向

强化换电站建设的统筹规划。将换电站配套设施建设列入专项规划，进行精准布局；明确牵头主管部门与审批流程，统筹协调换电站建设所需的土地、电网

建设等保障措施，引导行业有序发展。

加快共享换电的国家标准统一。考虑基础设施共享互换，考虑市场的存量，采用统一的技术路径，避免资源的浪费和同质化的竞争，为行业发展创造更加良好的营商环境。同时，建议工信部在现有换电车型公告基础之上，允许车企根据市场需要进行子公告的拓展，在保障安全的基础之上，允许在已公告并上牌的车辆上使用不同规格的电池，从而使电池作为移动能源的资产能够实现合法的共享运营。

探索电池全生命周期运营管理。推动车企、电池企业、车队、换电运营商、能源公司、回收利用企业等加强合作，建设动力电池全生命周期共享数据平台，打通跨企业数据通路，加速数据资源的整合流通，开发数据商业价值。实现电池资产可溯源、可监测、可流通，完善电池资产全周期管理服务，以延长电池使用寿命、提升电池安全性，并大幅提升电池上游材料关键战略资源安全性。同时鼓励地方政府与企业加快建立自有换电基础设施的安全管理体系，鼓励换电企业参与和开展安全管理技术措施的研究，完善用电、消防等安全管理有关制度和标准。

---

## （五） 电池银行-电池智能仓配中心

---

电池智能仓配中心是实现电池全生命周期资产管理和移动能源补给的综合业务中心，是链接各运营主体的枢纽，满足行业多方对电池管理的需求。综合仓配中心以动力电池作为主要运营对象，采用物联网、大数据、人工智能和传感通信等技术手段，实现对电池运输、仓储、配送、信息服务和回收再利用等业务统一调控，进而达到对各业务主体综合服务。电池智能仓配中心主要依托于自动化装备、智能化业务运营和系统集成技术，具有可视化、可追溯、可集成、智能决策等特点。



图 13 电池智能仓配中心体系构成

资料来源：车百智库整理

## 1. 电池智能仓配中心的建设，已具备一定的产业基础

当前国内动力电池智慧物流行业处于起步阶段，并将进入快速发展期，上下游产业链基本完备。其上游主要为与信息技术相关的软硬件产业，包括设备提供商和软件提供商，如仙工智能、未来机器人、蓝芯科技等；中游为智慧物流系统集成商，如今天国际、诺力股份等；下游为应用场景，涵盖动力电池仓储、运输、配送等重要环节。



图 14 电池智能仓配中心产业链

智能装备的出现，助力电池智能仓配中心建设。智能装备通常由软硬件结合构成，电池智能仓配中心的建设离不开智能装备的支持。当前在动力电池智慧物



流的方案设计、设备制造、安装调试、售后服务等方面已有一定的基础，出现自动化立体仓库、无人搬运机器人、自动化物流软件系统等多款配套装备。其中，自动化仓库系统主要包括货架、堆垛机、多层穿梭车等自动化存储设备；无人搬运机器人主要包括各类搬运机器人及其导航系统和调度系统；自动化与输送分拣系统主要包括各类输送机、分拣机、手持终端拣选和电子标签拣选等；自动化物流软件系统主要包括仓储控制系统（WCS）、仓储管理系统（WMS）、运输管理系统(TMS)以及订单管理系统(OMS)等。智能装备系统集成化应用，有助于动力电池物流各环节实现信息化和智能化，从而大大提高效率和准确性，创造更多业务价值。



图 15 部分智能装备信息简介

资料来源：公开资料，车百智库

## 2. 电池智能仓配中心发展依旧面临投资、标准和技术等方面的问题

### (1) 建设前期投资高，经营规模制约盈利能力

电池智能仓配中心建设前期需要投入大量资金购置设备，整体建设周期较长，且完工投产后需要调试以达到匹配状态，同时后续需要维修保养，相比传统方式增加额外成本。此外，用地难、用地贵问题日益突出，还需考虑电池产品的特殊性寻找合适场地，进一步拉高成本。企业需要规模化经营来分摊前期的高额投入，但目前动力电池智慧物流仍处于发展阶段，许多企业规模较小，资源分散，集约化和规模化程度不够，影响盈利能力，导致智慧物流建设与应用的驱动力不足，无法充分发挥其积极作用。

### (2) 动力电池及其物流领域的标准体系有待完善

现在各家电池企业生产的动力电池尺寸标准并不统一，存在多种规格，电池智能仓配中心的建设根据电池产品不同，会出现部分非标定制化需求，一定程度上增加管理成本和难度。此外，在数据编码等基础共性标准、数据接口等物流软件标准以及车辆等物流硬件标准等方面，尚不健全，影响动力电池智慧物流的协同集约发展。

### (3) 智能装备的技术水平有待提升

在智能装备领域，部分关键技术和核心零部件存在缺失。如 AGV 机器人主要由驱动、系统和导引三部分组成，其中，在驱动控制器、系统以及激光导航传感器等核心部件上，依旧是国外品牌主导，对我国企业形成一定的掣肘和牵制。此外，机器人根据不同的应用需求，在选择 AGV 时要考虑其运载方式、导航方式，并根据货物尺寸、机器人使用频率、运行节拍以及车间使用 AGV 的密度等来确定产品的功能和性能。目前，大部分企业只解决了机器人单体的问题，系统化的管理模式和相应的智能技术还有待开发<sup>12</sup>。

### (4) 数据流通存在限制，数据安全需要保障

数据是智慧物流的基础要素，现阶段动力电池物流相关企业的底层数据格式存在不一致现象，数据有序流动和交换的进程缓慢，开发管理能力有限，导致

---

<sup>12</sup> 《2020 年智能仓储发展与未来展望》，易兵等，2021 年 8 月

“数据孤岛”现象严重。此外，数据传输依赖于互联网技术，部分数据可能包含企业产品和技术等隐私信息，存在一定的信息安全和监控问题，涉及数据确权的法律法规和标准体系有待健全。

### 3. 电池智能仓配中心发展模式、盈利模式及综合数据利用有待创新

电池仓配由“N-N”向“N-1-N”服务模式发展。借助电池智能仓配中心的中介服务功能，可以将传统的“N-N”服务模式有效的转变为“N-1-N”服务模式。该模式下，仓配中心可以为整车企业、充换电企业、电池企业以及回收再利用企业等提供运输、仓储、包装、配送等全方位业务，同时具备较强的规模化和信息化整合处理能力，从而降低企业运营成本，实现更专业和更高效的仓配服务，提升盈利水平。

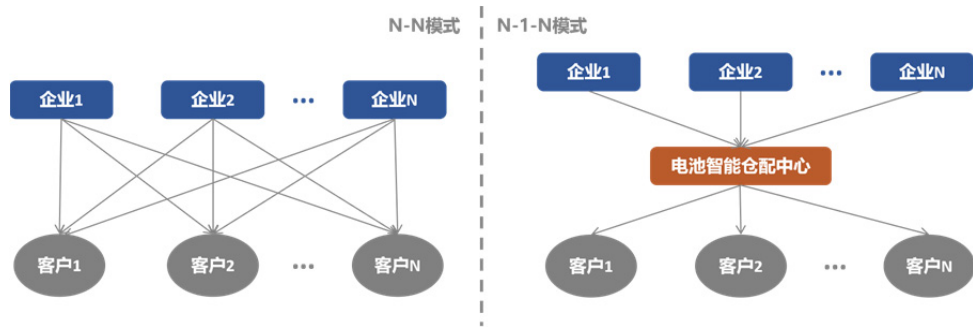


图 16 “N-N”服务模式转变为“N-1-N”服务模式

基于电池智能仓配中心，构建多元化补能及综合业务生态圈。在仓配业务的基础上，将信息数据转化为企业重要资源，进一步挖掘电池业务价值，开展增值服务。通过不断丰富业务参与主体，如整车企业、电池企业、电网公司、换电运营商、金融机构和回收再利用企业等，构建电池物流互联生态圈，开发新的业务领域，如开展电池回收利用、电网互动、物流金融、物流地产等，实现多元化经营，建立起具有较强盈利能力的业务生态结构，增加新的利润增长点。

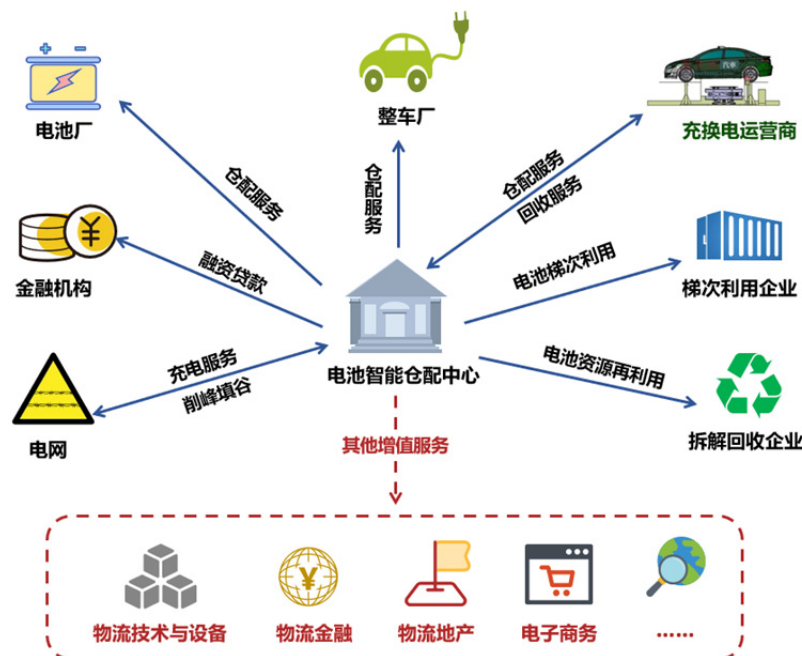


图 17 电池智能仓配中心未来服务体系

资料来源：车百智库

数据平台将是实现电池智能仓储的重要基础设施。通过数据平台建设，充分利用现代化传感技术、大数据、机器学习、区块链等手段，能够对电池运输、充换电及回收梯次利用等全过程各个环节进行管理，实现电池全生命周期数据的采集、预处理、存储和挖掘，保证数据资产的完整性和可追溯性，更好地服务于各业务参与主体。

## (六) “油气氢电”综合能源站

综合能源站是指具备两种或以上加油、加气、加氢、充电/换电、光伏发电等设施的能源站，是多种用能及非能源服务多功能综合一体站，从空间上主要体现在基础设施的组合形式。当前，综合能源站在我国处于试点阶段，尚未形成统一名称，不同建设主体对其称呼有所不同，比如国家能源局称之为“多功能综合一体站”，国家电网称为“多站融合”，南方电网称作“多站合一”，而中石

化称作“多功能综合加能站”，但这都指代的是综合能源站服务的应用场景，也是综合能源站的重要发展方向。

在交通领域，随着交通工具种类的多样化发展，传统的、单一的能源供应站已经难以满足城市发展和市场需求，此外我国还面临着能源结构调整和降低碳排放的双重压力。综合能源站的出现和推广，能够很好地缓解这些难题。目前国内已有多家企业成功将传统能源站转型为综合能源站，如油氢合建站、加油加气站、“油气电”一体站、“油气氢电”综合能源站等。这种模式改变了以往各类能源供应系统单独规划、单独设计和独立运行的既有模式，可以短期内解决某类能源的加注需求，减少土地成本，降低行政审批难度，摊薄运营成本，迅速占领市场。

综合能源站是缓解未来油、气、氢、电车共存期各种能源的供应压力、优化城市服务环境、提高土地利用效率、降低建设成本的有效解决方案。

近年来，“油气氢电”综合能源站备受关注，尤以油氢合建站为代表。氢能作为一种清洁、零排放的二次能源，具有能量密度高、来源丰富、可储存可运输、应用场景丰富等优势，被认为是可再生能源的理想载体和传统化石能源清洁低碳化利用的良好媒介，可以真正实现净零排放，助力交通能源领域的深度脱碳和能源结构调整。随着氢能在交通能源领域的发展势头逐渐显现，国内加氢站建设进入了快速发展阶段。相比单一模式的加氢站，具备加氢功能的综合能源站，越来越受到青睐，综合能源站有望迎来“氢能时代”。

## 1. 综合能源站建设布局逐年增长，总体规模仍处于发展初期

### (1) 发展规模

截至 2022 年 2 月，据不完全统计，目前国内已有 36 个具备加氢功能的综合能源站投入运营。

从所处地理位置来看，综合能源站主要分布在京津冀、长三角、珠三角和中部地区等经济基础较好、交通基础设施网络完善的城市群。从投运时间来看，从 2019 年我国首个油氢合建站（中国石化佛山樟坑油氢合建站）建成投入运营开始，综合能源站的建设在经历了两年的缓慢发展后，在 2021 年迎来发展提速期，当年共有 27 个站投入运营，是当前综合能源站总数的八成左右。同时，

2021 年也是我国氢燃料电池汽车示范城市群正式启动以及各地政府对氢能、加氢站的鼓励政策密集出台的一年，综合能源站建设迎来快速增长与政府层面的引导密不可分。在政策推动下，催生了综合能源站项目加快落地，促使综合能源站的市场格局进一步扩张。从综合能源站的类型来看，相较 2019 年和 2020 年，2021 年投运的综合能源站的供能种类和服务更加多样化，越来越多的综合能源站兼具“加油、加气、加氢、充电/换电”等“四位一体”的能源供应功能，这也是未来我国综合能源站的发展趋势。

在已投运的综合能源站中，有不少站是由原有的加油站或加气站改造、升级而成，越来越多的能源公司也将综合能源站升级改造纳入未来发展规划中。

## (2) 政策引导

近年来，国家部委及各地政府持续推出综合能源站的各项鼓励政策，利好政策持续升级，主要体现在鼓励推动、审批和补贴方面。2020 年 9 月，国家发改委等四部委共同发布《关于扩大战略性新兴产业投资，培育壮大新增长点增长极的指导意见》（发改高技〔2020〕1409 号），首次在国家政策文件中提到“综合能源服务”；同月，国家能源局也明确表示将综合能源服务纳入国家能源规划，加强规划指导和引导，完善相关政策举措，推动综合能源服务积极有序发展。

表 10 部分地方政府关于综合能源站的支持政策

政策名称	相关内容
《广东省加快氢燃料电池汽车产业发展实施方案》	按照“总量控制，先建先得”原则进行补贴，日加氢能力 500 公斤及以上的加氢站给予补贴；其中，属于油、氢、气、电一体化综合能源补给站，每站补助 250 万元；鼓励市区根据实际情况对加氢基础设施建设给予补贴，各级财政补贴合计不超过 500 万元/站，且不超过加氢站固定资产投资 50%，超过部分省级财政补贴作相应扣减。
《加快氢能和燃料电池汽车产业发展及示范应用的若干措施》（上海）	支持有条件的现有或规划加油站改建、新建油氢合建站，大型公交停保场（或物流企业等）加快建设内部加氢站，产业园区、洋山港区等区域加快建设制储加一体化母站，按照相关项目固定资产投资最高不超过 30%，最多不超过 600 万给予投资奖励。
《关于印发 2022 年“稳中求进”高质量发展政策清单（第一批）的通知》（山东）	推动在高速服务区、港口码头、工矿厂区及公路沿线建设氢/油、氢/气、氢/电混合场站。支持利用符合条件的加油站、加气站、充电站等站点网络改扩建成具有加氢功能的能源合建站，在符合已有管理规范和安全条件前提下，对不新增用地的，无需另行办理加氢站规划选址手续

### (3) 标准制定

截至目前，住房和城乡建设部制定并发布了《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB50156-2021)，该标准是在《汽车加油加气站设计与施工规范》(GB50156-2012(2014 年版))的基础上修订而成，增加了加油加氢合建站、加气加氢合建站内容，对高压储氢加氢工艺及设施、液氢储存工艺及设施以及氢气、液氢管道工程施工等做了相关标准规定。

## 2. 加氢设施面临成本高昂、核心零部件依赖进口、规划选址困难等问题

虽然综合能源站相比传统的能源供应站具有诸多优势，是我国新型交通能源基础设施的主要组成部分，但在发展过程中也面临一些挑战，如引入加氢功能，主要表现在选址、成本、审批、标准规范等方面。

**(1) 选址、规划困难。**加氢项目至少要增配氢气压缩机、储氢容器、加氢机、冷水机组和配套设施等，设备与站内外的建筑物以及站内设备之间需留有一定的安全间距；而且受氢气商业化应用样本少、认知恐惧，谁都不愿意“与氢为邻”，导致综合能源站在实际选址、规划时面临许多阻碍和困难。

**(2) 氢气加注成本高。**由于关键设备和技术还掌握在国外部分企业手中，导致加氢服务的固定投资较高；其次我国的氢燃料电池汽车还处于起步阶段，成本高、数量少，单纯依靠政策推动，导致加氢站盈利困难，难以像其它能源供应站那样短期内大规模推广；此外加氢服务的供应能力弱于传统的加油站，大部分加氢站一天只能满足 20-100 辆车辆的加氢需求。

**(3) 缺乏统一的审批流程。**由于氢气属于易燃易爆危化品，在带加氢服务的综合能源站建设、改造过程中，规划、立项、审批、运营监管方面还存在难度。缺乏统一的审批流程，不同地区所属审批部门并不一致，甚至有些地区尚未明确审批部门和审批流程，导致行政审批程序不畅、效率较低，影响整体加氢基础设施推广建设。其中，用地审批是最大难点之一，要考虑到加氢站的服务对象，首选建设在城市或城郊，并且氢的危化品属性存在安全隐患问题，这对用地规划和安全管理带来较大挑战。

**(4) 检测监测、安全运行方面的标准尚显薄弱。**在运营过程中，加氢站资

质许可条件、加氢站关键设备的检测监测、加氢站安全运营管理等方面的标准规范具体实施还处于发展阶段；而涉及到加氢站具体安全要求、操作流程等规范尚不完善，没有统一的标准规范，亟需进一步建立和完善相关标准规范。

### 3. 数字化、智慧化和低碳化是综合能源站的发展趋势

2020年9月，国家能源局在《对十三届全国人大三次会议第9637号建议的答复》中指出“将综合能源服务纳入国家能源规划，鼓励相关单位积极探索5G、充电桩、数据中心、分布式光伏、储能等多功能综合一体站建设”。明确未来的综合能源站将不单提供能源补给的功能，而是集能源补给、能源制备、储能、信息通信等多功能于一体的能源母站。

在能源补给方面，目前综合能源站更多的是“油氢合建站”、“氢电合建站”、“油气氢合建站”等两项或三项能源补给服务为主，具备“油气氢电”四项能源补给服务的能源站相对较少。但从近期的发展趋势以及建设速度来看，“油气氢电”四位一体的模式将是综合能源站的主流趋势。

在能源制备方面，如光伏发电、电解水制氢等，特别是站内制氢加氢一体化服务、液氢加氢服务等有望成为下一阶段综合能源站的主要发展趋势。站内制氢、加氢一体化站将主要应用于氢源不足或距离氢源较远的地区，可以有效缓解氢气运输困难、成本高等问题，降低运输成本。站内制氢主要的技术路线包括电解水制氢、天然气重整制氢等。

在储能方面，氢气可以作为光伏发电的储能形式，将用电低谷期的电能以氢能形式存储起来，在用电高峰期通过燃料电池发电系统释放电能，提高能源的整体利用效率。

在信息通信方面，未来综合能源站不仅仅是简单的基础设施排列组合，而是将充分融合贯通各种能源基础设施、系统平台的协作关系，数字化、智慧化贯穿整体，构建智慧的综合能源互联网平台，涵盖自动检测、自动加氢、自动控制、自动计费、自动结算、智慧调度、车辆服务等功能。

我国的氢气来源仍以化石燃料制氢为主（即“灰氢”），具有较高的碳排放，使用可再生能源制备的“绿氢”比例很低。随着我国双碳目标的提出以及可再生能源的加速发展，减少“灰氢”、增加“绿氢”将是氢气制备的主流发展趋势。



“油气氢电”综合能源加注站将作为城市基础建设的重要组成部分，在不同的应用场景可以以不同组合形式出现。在港口、矿区、公交车场等领域，可以是独立的或只具备若干能源服务；而在城市、高速路网等基础场景，将以构建固定式、大规模的“油气氢电”综合能源站为主，这对缓解当代能源需求增长带来的供应压力、优化能源供应结构具有重要意义。

## （七）移动能源服务设施

移动能源服务目前主要指使用移动充换电车或移动储能充电桩对车辆进行补能服务。

移动充换电车多为厢式货车改装后装载储能电池或柴油发电机，为纯电动汽车提供充电或者换电等补能服务。

移动储能充电桩多为携带大容量电池的智能充电机器人，集储能和充电于一体，可充可储、削峰填谷、无需基建、方便部署，未来将与固定充电桩、换电站形成互补，为新能源车用户提供了更方便的补电方式。在一定地理范围和应用场景内为电动车提供灵活充电服务，由“车找桩”转变为“桩找车”，缓解充电难问题。



图 18 蔚来移动充电车（左）、远景摩奇智能充电机器人（中）、国轩智能移动储能充电桩（右）

表 11 移动换电车和移动储能充电桩主要指标介绍

补能方式	移动充换电车	移动储能充电桩
主要适用场景	救援充换电	老旧小区、高速服务区、零碳园区、地下停车库、户外停车场等

补能方式	移动充换电车	移动储能充电桩
使用方式	使用 app 或小程序或拨打客服电话下单，专员前往充电	使用 app 或小程序下单，下单后运营人员前往充电
充电时间	0.5h 充电 80%（高于慢充）	0.5h 充电 80%（高于慢充）
建造成本	20-30 万	10-30 万元/台
收费标准	方案 1：按次数计价，如蔚来：380 元/次，单次服务充电量不超过 50 度电，且最高补充至待加电汽车的荷电状态 90% 方案 2：上门费+充电费+服务费，如 E 约充电：0.8 元/度的充电服务费+4.19 元/度的人员服务费+上门费（起步价 35 元 10 公里，超过起步里程后每公里 8 元）	与公共桩收费一致：电费+服务费，度电价格在 1-1.8 元
电池损耗	较小（低于快充影响）	较小（低于快充影响）
优点	机动性强，响应速度快	场地使用灵活； 减轻电网运行压力； 通过峰谷价差套利增加经济性； 梯次利用电池也可用于储能装置
不足	成本高，使用柴油发电机的移动充电车环保性差	初期投入成本和运营成本高于充电桩（但远低于换电站）
代表企业	蔚来、比亚迪、国家电网、e 约充电	国轩高科、大众、远景 AESC

移动能源服务有助于缓解基础设施布局不足带来的补能焦虑。由于不需要进行基地施工、电网铺设、土地租赁，移动能源服务使补能摆脱了场地的限制，降低了基础设施运营的固定成本投入，有助于缓解初期充电桩、换电站等基础设施服务网络布局不健全的问题，缓解续航里程焦虑。

## 1. 移动补能运营服务主体基于应用场景拓展定制化服务

发展初期，移动能源服务主要是为了缓解消费者对充换电基础设施匮乏、车辆续航里程短的顾虑，促进车辆销售而推出。2014 年 12 月，北汽推出 EV200 车型，为了缓解消费者的里程焦虑，投放了两辆超级移动充电车，随时为电量不足的电动车补电。发展初期，移动充电车也曾是蔚来能源的主力，是蔚来能源被大众熟知的补能方式之一。2022 年，国轩高科量产“易佳电”系列移动储能充电桩，通过商业模式创新，设备可在谷时为自己充电，在峰段时和平段时为汽车充电或为工商业提供电力服务。

当前，移动能源服务已经转型为满足部分场景的灵活机动补能方式。主要应用场景为：

**(1) 救援充换电。**当电动车因电量不足而在路上抛锚，驾驶人可使用电话或者 APP 发送求救请求，移动充换电车即可为驾驶人的电动车快速充换电。

**(2) 特殊时间。**节假日期间电动车集中出游，高速公路沿线迎来补能需求高峰，利用大数据预测高速公路服务区充电热度和高峰时段，及时增派移动充电车和移动储能充电桩，保障节假日期间高速服务区补能功能。

**(3) 特殊地点。**我国建成于 2000 年以前的城镇老旧小区约有 21.9 万个，普遍存在场地有限、电网扩容难的问题，采用移动储能充电桩能够灵活借助车辆和设施之间闲置位置进行充电；在用电低谷时获取电能，在用电高峰时释放电能降低电网负荷。

**(4) 特殊场景。**在地下车库、户外停车场、出租车/网约车充电场站、4S 店及服务快修连锁店、矿山等场景，由于电力系统条件限制，无法修建充电桩或换电站，采用移动充换电车或移动充电桩为电动车提供补能服务。

**(5) 零碳园区和零碳智能交通建设。**移动储能充电桩除适用于固定桩所有充电场景外，本身具备有储能特性，可以通过储充结合探索零碳园区、零碳智能交通建设等场景应用。

移动能源服务设施产业链主要由产品提供商和服务运营商构成。

**(1) 移动能源服务设施产品提供商：**在国内外开始迎来量产，未来市场潜力值得期待。目前从事移动能源服务设施的企业主要有以下三类：

1) 主机厂及相关企业，如大众汽车、爱驰汽车和度普新能源，大众于 2018 年发布一款移动快速充电桩概念产品，搭载大众 MEB 平台电池组，单台容量为 360 千瓦时，最多可以 4 辆车同时充电，首批移动式充电站将基于 MEB 可扩展电动汽车平台退役下来的 EV 电池打造，今年有望迎来量产。

2) 动力电池企业，如国轩高科、远景动力和蔚能。国轩高科于 2018 年开始研发，并于 2022 年量产易佳电系列移动储能充电桩，单台容量为 193 千瓦时，充放功率为 60 千瓦，并且在上海、合肥等城市启动了示范推广应用。远景科技集团于 2021 年发布摩奇 (Mochi) 绿色充电机器人，搭载远景 AESC 车规级安全电池，单台容量为 70 千瓦时，充放功率为 42 千瓦，适配市面大部分主

流电动车型。

3) 智能机器人企业，如始途科技。4月8日，始途科技发布了 SATOR 移动充电站。

从现有发布的产品来看，移动能源服务设施主要由储能电池模块（电芯、BMS 等）、动力系统模块（电机、底盘等）、充电模块（逆变器功率模块、充电机等）、机械臂、传感器（2D 激光雷达、超声波雷达、摄像头等）、用户操作系统和自动驾驶系统等构成。其中，电池成本约占到整个系统成本的 60-70%，不同电池容量的移动储能充电桩成本结构也略有不同。

主机厂主要优势在于接近下游市场，智能机器人企业主要以自动驾驶技术、机械臂操作和底盘等技术为核心竞争力；而动力电池企业在储能电池的成本控制能力和产品制造、电池管理、未来电池梯次利用和回收等方面具有显著优势。

表 12 移动能源服务设施产品对比

						
企业产品	国轩易佳电	远景摩奇	度普 AFC-200-LH	始途科技	大众 Mobile laderoboter	爱驰 CARL
长*宽*高 (m)	2.1*1.06*1.3	1.75*0.95*0.6	1.3*1.1*2.2	/	/	/
电压平台 (V)	DC 200-750V	DC 200-750V	DC 200-920V	/	/	/
储能电量 (kWh)	193	70	193	45~50	25	/
充放电功率 (kW)	60	42	120	60	50	60
充电方式	手动	手动 (量产)	手动	机械臂/ 手动	机械臂	机械臂
行驶形式	遥控	遥控 (量产)	固定式	自动驾驶	自动驾驶	自动驾驶
下单方式	刷卡、扫码、小程序、APP	APP	刷卡、扫码、小程序、APP	小程序、APP	APP	扫码、APP
预计投产时间	已量产	2022 年 6 月	已量产	已量产	概念车	未量产

**(2) 移动能源服务运营商，运营主体不断拓展。**国内提供移动补能服务的运营商不断增多，其中包括两类主体：

**整车企业：**主要服务自己客户，如蔚来、比亚迪、大众汽车等车企主要提供移动充换电车服务，将该项业务作为单独板块运营、收费，向符合条件的任意品牌车型提供服务；其余大多数整车厂将移动能源服务纳入售后服务体系，只对本品牌车主提供限次数的道路救援服务，如小鹏、上汽荣威等，且部分整车厂选择将移动能源服务外包给蔚来、比亚迪或者专业补能服务提供商。

**专业补能服务平台：**开放式服务，如 e 约充电、国家电网、国电投、国轩高科易佳能、远景 AESC 等。平台服务商仅要求充电接口满足国标或可通过转接头进行转接、充电电压范围及辅助电源电压符合条件即可；而且在用电高峰时可以充当储能设施使用，实现利用峰谷价差套利。

## 2. 运营成本高是目前移动补能服务面临的主要挑战

移动补能服务面临初期投入高于传统的固定桩，且没有建设和运营补贴；标准体系尚未成型等问题，主要体现如下：

**(1) 前期建设成本、运营费用相对较高。**使用储能电池的移动充换电车及移动充电桩的成本增量来自于储能电池成本、充电成本、充放电损失率、储能电池衰退成本等，移动充换电车还需要增加人工费用；

**(2) 移动能源服务设施暂未出台国家补贴政策。**目前来看，包括北京、上海、深圳、广州、重庆等城市都推出了针对直流充电桩和光储一体设施的建设和运营补贴，而移动储能充电桩还没有相关的补贴；

**(3) 产品行业标准尚未成型。**目前移动能源服务设施还未有明确的产品定义和行业标准，移动充电桩兼具充电桩和储能产品属性，对于其储能属性缺乏相应的安全标准、认证流程和碳足迹等相关标准；

**(4) 使用柴油发电机的移动充电车面临、柴油价格高以及柴油发电机不符合新能源汽车环保理念的困境，**其成本主要由柴油机成本、柴油成本、人工费用等构成，按照柴油发电机组燃油消耗量 220g/kWh、0 号柴油价格 7.37 元/L 及每升柴油质量为 835g，估算出仅柴油成本达 1.94 元/kWh。

### 3. 移动能源服务将与其他基础设施模式互补

移动能源服务作为一种灵活快速补电方式，未来将不断拓宽使用场景和商业模式，与现有的固定式充电桩、换电站等模式互补，共同构成未来的新能源汽车充电生态。移动充电车在应急救援环境下，重要性不言而喻；移动补能设备具备易扩容、灵活且可移动特征，可降低固定充电设备大规模部署投资搁浅风险，提高现有配电网的利用率，避免大规模升级改造，将成为公共充电桩的重要补充和升级。

未来，移动能源服务将继续在道路应急救援、老旧小区、特殊节假日的高速服务区、零碳园区等多种应用场景发挥作用，保障电能补给；同时利用峰谷价差机制，增加其经济性。

## 二、新型交通能源基础设施协同发展

新能源汽车的规模化发展正在推动汽车用能体系的变革，这也驱动了交通能源基础设施进入新的发展阶段。

现阶段我国充换电站、加氢站等基础设施呈现出良好的发展势头，但相比于新能源汽车的发展规模，新型交通能源基础设施仍然相对滞后。从总量来看，预计到 2025 年，中国公共充电桩需求将超过 500 万根，私人充电桩需求将超过 900 万根，换电站需求达到 2.5 万座，加氢站需求超过 1000 座，未来几年我国新型交通能源基础设施将面临供给缺口。

在新发展阶段中，新型基础设施体系不仅需要加速自身发展，还应注重与城市系统、能源系统和交通系统的融合发展。例如，电动汽车在提升可再生能源使用比例的同时如何利用其灵活可控的特性与电力系统进行互动，从而促进电力系统可持续运行。城市如何在土地资源有限的情况下盘活存量空间，布局新设施，提升现有设施运行效率。新型交通能源基础设施如何参与绿电交易、碳交易，助力双碳目标实现。城市对外交通系统如何根据不同场景的出行需求合理规划布局交通能源基础设施。

### （一）新型交通能源基础设施与汽车产业发展协同

#### 1. 新能源汽车进入规模化发展新阶段，技术路线趋于多元化

##### （1）汽车动力系统正处于多元化发展阶段

自新能源汽车规模化发展以来，我国基于纯电动、插电式混合动力（含增程式）、燃料电池三大技术路线，融合各领域车辆使用和运营特点，形成了多元化的技术发展格局。短途乘用车领域，主要以纯电驱动为主，纯电动汽车与插电式混合动力路线得到快速发展。商用车领域（如客车、货运及专用车）将纯电驱动

和燃料电池视为重点发展方向。总体上，汽车产业目前正处于油、汽、电、氢等技术路线多元发展的阶段。

### (2) 新能源汽车进入了市场化、规模化新发展阶段

2021 年我国新能源汽车销量达到 352.1 万辆，同比增长超过 150%，渗透率达到 13.4%。截至 2021 年底保有量达到 784 万辆，渗透率 2.6%。中国新能源汽车已经从培育示范期、商业化成长期步入规模产业化的高速增长期，从政府补贴驱动到市场与政府双驱动、到市场竞争驱动为主导的阶段。

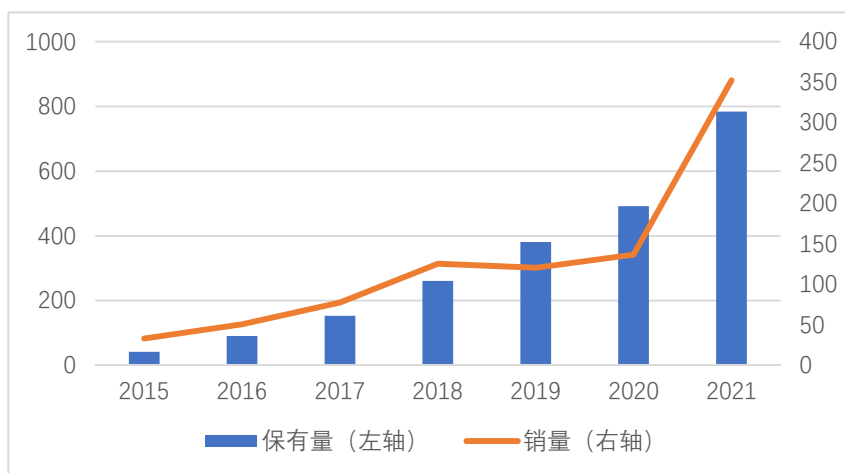


图 19 中国历年新能源汽车销量与保有量情况 (单位: 万辆)

### (3) 新能源汽车技术不断进步

能耗水平逐年下降。随着核心零部件技术进步、整车集成、轻量化技术发展、系统控制技术及管理技术等提升，新能源汽车电耗水平在逐步降低，从 2021 年整体情况看，A 级纯电动汽车的百公里电耗已经下降至 12.5kWh。



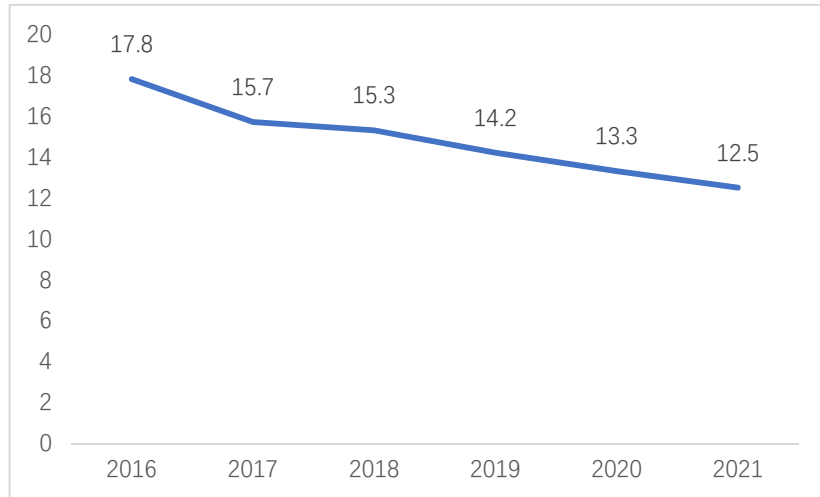


图 20 A 级纯电动汽车百公里电耗（销量加权，kWh）

资料来源：国家信息中心

续航里程稳步提升。得益于电池技术进步、专用底盘一体化技术发展及管理水平等提升，电动汽车续航里程由之前的 100 多公里发展到目前市场上出现了续航 600 公里甚至更高的车型，一定程度上缓解了消费者的补能焦虑。

智能化和数字化技术开始赋能。过去十年间，车用激光雷达的价格从 10 万美元的区间下降到了 100 美元的区间，2021 年 L2 级自动驾驶汽车新车渗透率已达 37%，同比增长达到 107%。智能座舱的渗透率已达到 50.6%。新能源汽车的服务趋于智能化和数字化。

## 2. 新型交通能源基础设施与汽车产业协同面临的挑战

### (1) 基础设施规模不足

在“双碳”政策背景下，电动化、智能化技术加速迭代，新模式推广应用加速，我国新能源汽车市场发展将超预期。根据工信部发布数据，2022 年一季度，我国新能源汽车市场渗透率已经达到 19.3%。市场数据显示 2022 年 4 月和 5 月渗透率都突破 20%，提前达到《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》中销售量渗透率目标。国际能源署（IEA）预测 2025 年中国电动汽车销量将达到 1000 万辆，保有量将达到 4000 万辆；2030 年销量达到 1300 万辆，保有量超过 1 亿辆。同时国内许多机构预测数据高于 IEA 预测结果。

当前新能源汽车补能基础设施配套已经呈现出不足的情况，在新能源汽车增量提速发展中，供给缺口将更大，需尽快补齐各类基础设施建设。

## (2) 电网侧的配套影响

新能源汽车规模化发展将给电网侧带来冲击。根据课题组测算，碳中和情景下，中国 2025 年和 2030 年新能源汽车保有量将分别达到 3964 万辆和 10937 万辆。

假设 2025 年乘用车、客车、轻型货车、中重型货车百公里平均电耗分别为 13、71、44、72kWh，2030 年分别为 12.6、66、42、68kWh。乘用车、客车、货车年里程分别按照 1.3 万、6 万与 5 万公里测算。

充电桩总数量以 2020 年车桩比 3:1 为基准逐年下降，2025 年车桩比达到 1.95:1，2030 年达到 1.3:1。假设私人充电桩占比逐年上升，以 2021 年公共桩占比 46%为基准，2025 年和 2030 年公共桩占比分别下降至 34%、16.5%。

假设所有充电桩可能在同一时间供电，功率负荷 100%。公共直流桩功率按照平均 70kW，公共交流桩及私人桩按照平均 7kW 计算。2030 年新能源汽车充电需求达到 258TWh/年，所有车充电的最大功率或达到 1200GW。

表 13 2025 年与 2030 年新能源汽车充电需求分析

	2025 年	2030 年
年充电量 (TWh)	98.7	258
最大功率负荷 (GW)	292	1200

资料来源：课题组测算

新能源汽车补能需求对电网侧的冲击在大城市尤为明显。以新能源汽车保有量较高的北京市为例，测算到 2025 年居住区内年充电电量需求情况见表 14。预计“十四五”期间居住区私人充电桩增加 34.5 万个，新增充电负荷 241.5 万千瓦，小区公共充电桩增加 4.9 万个，按照直流充电桩与交流充电桩 1: 4 比例配置，预计新增充电负荷 47.04 万千瓦。

表 14 2025 年北京居住区充电量情况预测（单位：万辆、亿千瓦时、万次）

新增电动汽车占比	服务车辆类别	居住区充电车辆数量	居住区年充电量需求	居住区年充电服务次数
100%	私人乘用车及公务车	77.33	12.37	8042.32
	出租车	0.39	0.41	101.40
	合计	77.72	12.78	8143.72
90%	私人乘用车及公务车	69.60	11.14	7238.09
	出租车	0.35	0.37	91.26
	合计	69.95	11.50	7329.35
80%	私人乘用车及公务车	61.86	9.90	6433.86
	出租车	0.31	0.32	81.12
	合计	62.18	10.22	6514.98

资料来源：北京市居民区有序充电运营模式研究报告

### (3) 技术和标准协同不足

目前大功率充电发展迅速，新能源汽车电压平台、电池技术、安全与热管理等方面还存在较大的提升空间，部分企业产品还未达到相关技术要求。换电发展对电池系统的标准化设计、物理与通讯模块标准统一等也提出了新要求。

汽车智能化对基础设施智能化提出新要求，要求基础设施在服务、设备管理、使用操作等层面更加智能，也需要数据与车辆数据互联互通。

### (4) 技术进步将对基础设施布局产生影响

汽车技术和基础设施技术进步，在有效缓解消费者补能焦虑的同时，对交通能源基础设施布局也将产生影响。如新能源汽车续驶里程的增加和能耗水平降低会减少充电频率，充电技术进步会减少充电时间，新能源汽车与基础设施智能服务水平的提升，在一定程度上会影响消费者补能时间和补能位置的选择。

表 15 相关技术进步对基础设施布局的影响

项目	指标变化	影响
车辆	续驶里程	车辆技术进步一定程度上将减少单车的充电频率，车辆规模不变的情况下，可能会减少单个公共站点或区域站点补能设施数量；
	电池管理技术	
	轻量化技术	智能化水平提升，电子电器增多，在某种程度上会加大单车能量消耗，有利于补能基础设施单点盈利提升
	充电速度	
	智能技术	
服务	数字化技术	便利使用者补能时间成本和心里成本，使用者补能位置或将发生改变，一定程度上会影响区域内基础设施布局

资料来源：课题组根据公开资料整理

新型交通能源基础设施的超前布局有利于加速新能源汽车推广，也需关注车辆规模与合理的新型基础设施数量之间的非线性增长关系，谨防出现基础设施利用率前低后高导致的投资风险。新能源汽车的规模化发展也需基础设施进行动态调整，特别是配套基础设施的新建、改建、扩容、迁移等。

新能源汽车规模增长导致的需求增加，技术进步导致补能需求强度与补能区域变化，将影响基础设施选址、数量等问题，由于目前还缺少公允的布局模型及方法，大数据应用带来的布局优化效果还未显现，对基础设施布局带来新的挑战。

### 3. 协同发展对策

#### (1) 做好规模协同

新型交通能源基础设施需在规模上与新能源汽车产业做好协同。到 2025 年，各类新型设施需求明显，公共桩和私人桩需求分别有望超过 500 万根和 900 万根，换电站达到 2.5 万座，加氢站超过 1000 座，大功率充电、光储充一体化设施、移动补能及综合能源站等其他新型交通能源基础设施将由目前的小规模示范转为中等规模化运行。

表 16 2025 年新型交通能源基础设施保有水平预测

	公共桩	私人桩	换电站	加氢站	其他基础设施
2022 年 5 月	141.9 万	216.1 万	1519 座	>260 座	小规模示范
2025 年	>500 万	>900 万	>2.5 万座	>1000 座	规模化发展

备注：如果空间布局合理，基础设施配套数量可适当减少

## (2) 做好技术协同

新型交通能源基础设施需要与新能源汽车技术协同发展。例如大功率充电需要更高的平台电压、更大电池倍率等，企业应在这些层面做出布局。换电的发展也需要在电池标准设计上进行协同，如 pack 系统的标准化等。

表 17 大功率充电需要电动车协同的项目（部分）

项目	协同方向
电压平台	高电压平台，如超过 800V
电池	高充电倍率
热管理	解决低温快充、高温散热等问题
关键器件	IGBT 等耐压、载流、耐高温等能力提升
充电标准	大功率、大电流标准跟进

基础设施全生命周期管理和服务智能化协同。在设备测，应加强智能化设备研发、设计以及智能化结算，特别是各个服务商与各车辆产品的数据互联互通，让车辆能够自动匹配到基础设施地址、状态、功率等特性，在云端实现协同智慧化服务。

表 18 汽车智能化发展对基础设施协同提出新要求

项目	协同方向
设备	具备自动化接入、结算、管理等功能/专人管理
数据	与电动汽车在数据、协议、标准等层面协同
服务	具备与电动汽车协同的大数据服务能力，地址、充电桩参数信息及使用信息等

做好电网侧改造和新技术新模式应用。做好小区容量的提前规划和适当改造。对有序充电、V2G 等技术、标准以及价格机制等做好协同推进。

### (3) 做好场景布局

充分发挥基础设施场地共享、装备共享的潜力，基础设施建设与设计要考虑“一地多用”与“一桩多用”，充分挖掘同一场地、同一设施对于多类型、多品牌车型的共性补能需求。在接口标准、通讯标准及数据化服务等方面实现兼容与互联互通。

新型交通能源基础设施布局与车辆使用场景和运营特点协同。充分考虑乘用车（私人与公共），公交、出租、货运及专用车等补能和使用需求，结合车辆运营特点，在各区域、场景建设合理补能基础设施。

---

## (二) 新型交通能源基础设施与新型电力系统协同

---

### 1. 构建以可再生能源为主体的新型电力系统

随着能源和环境问题的日益突出，我国在 2020 年制定了 2030 年碳达峰、2060 年碳中和的“双碳”目标。2021 年 3 月，习近平总书记在中央财经委员会第九次会议上进一步提出：要构建清洁低碳安全高效的能源体系，控制化石能源总量，着力提高利用效能，实施可再生能源替代行动，深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统。

新型电力系统是以承载实现碳达峰碳中和，贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求为前提，确保能源电力安全为基本前提、以满足经济社会发展电力需求为首要目标、以最大化消纳新能源为主要任务，以坚强智能电网为枢纽平台，以源网荷储互动与多能互补为支撑，具有清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好、开放互动基本特征的电力系统。

从我国发电装机容量和结构看，2021 年非化石能源发电装机容量达到 11.2 亿千瓦，首次超过煤电装机规模。2021 年全国新增发电装机容量 17629 万千瓦，其中，新增非化石能源发电装机容量 13809 万千瓦，占新增发电装机容量比重 78.3%，同比提高 5.2 个百分点。截至 2021 年底，全国全口径非化石能

源发电装机容量 11.2 亿千瓦，同比增长 13.4%，占总装机容量比重 47.0%，首次超过煤电装机比重，电力装机延续绿色低碳发展趋势。

表 19 2021 年底全国口径发电装机容量及结构

发电类型	发电装机容量 (万千瓦)	装机增速 (%)	装机占比 (%)
合计	237692	7.9	100
水电	39092	5.6	16.4
其中：常规水电	35453	4.6	14.9
抽水蓄能	3639	15.6	1.5
火电	129678	4.1	54.6
其中：燃煤（含煤矸石）	110901	2.8	46.7
燃气	10859	8.9	4.6
核电	5326	6.8	2.2
风电	32848	16.6	13.8
太阳能发电	30656	20.9	12.9

根据国家发展改革委国家能源局印发的《“十四五”现代能源体系规划》，新型电力系统将具备以下发展趋势：

**(1) 推动电力系统向适应大规模高比例新能源方向演进。**统筹高比例新能源发展和电力安全稳定运行，加快电力系统数字化升级和新型电力系统建设迭代发展，全面推动新型电力技术应用和运行模式创新，深化电力体制改革。以电网为基础平台，增强电力系统资源优化配置能力，提升电网智能化水平，推动电网主动适应大规模集中式新能源和量大面广的分布式能源发展。加大力度规划建设以大型风光电基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的新能源供给消纳体系。建设智能高效的调度运行体系，探索电力、热力、天然气等多种能源联合调度机制，促进协调运行。以用户为中心，加强供需双向互动，积极推动源网荷储一体化发展。

**(2) 创新电网结构形态和运行模式。**加快配电网改造升级，推动智能配电网、主动配电网建设，提高配电网接纳新能源和多元化负荷的承载力和灵活性，促进新能源优先就地就近开发利用。积极发展以消纳新能源为主的智能微电网，实现与大电网兼容互补。完善区域电网主网架结构，推动电网之间柔性可控互联，构建规模合理、分层分区、安全可靠的电力系统，提升电网适应新能源的动

态稳定水平。科学推进新能源电力跨省跨区输送，稳步推广柔性直流输电，优化输电曲线和价格机制，加强送受端电网协同调峰运行，提高全网消纳新能源能力。

**(3) 增强电源协调优化运行能力。**提高风电和光伏发电功率预测水平，完善并网标准体系，建设系统友好型新能源场站。全面实施煤电机组灵活性改造，优先提升 30 万千瓦级煤电机组深度调峰能力，推进企业燃煤自备电厂参与系统调峰。因地制宜建设天然气调峰电站和发展储热型太阳能热发电，推动气电、太阳能热发电与风电、光伏发电融合发展、联合运行。加快推进抽水蓄能电站建设，实施全国新一轮抽水蓄能中长期发展规划，推动已纳入规划、条件成熟的大型抽水蓄能电站开工建设。优化电源侧多能互补调度运行方式，充分挖掘电源调峰潜力。力争到 2025 年，煤电机组灵活性改造规模累计超过 2 亿千瓦，抽水蓄能装机容量达到 6200 万千瓦以上、在建装机容量达到 6000 万千瓦左右。

**(4) 加快新型储能技术规模化应用。**大力推进电源侧储能发展，合理配置储能规模，改善新能源场站出力特性，支持分布式新能源合理配置储能系统。优化布局电网侧储能，发挥储能消纳新能源、削峰填谷、增强电网稳定性和应急供电等多重作用。积极支持用户侧储能多元化发展，提高用户供电可靠性，鼓励电动汽车、不间断电源等用户侧储能参与系统调峰调频。拓宽储能应用场景，推动电化学储能、梯级电站储能、压缩空气储能、飞轮储能等技术多元化应用，探索储能聚合利用、共享利用等新模式新业态。

**(5) 大力提升电力负荷弹性。**加强电力需求侧响应能力建设，整合分散需求响应资源，引导用户优化储用电模式，高比例释放居民、一般工商业用电负荷的弹性。引导大工业负荷参与辅助服务市场，鼓励电解铝、铁合金、多晶硅等电价敏感型高载能负荷改善生产工艺和流程，发挥可中断负荷、可控负荷等功能。开展工业可调节负荷、楼宇空调负荷、大数据中心负荷、用户侧储能、新能源汽车与电网（V2G）能量互动等各类资源聚合的虚拟电厂示范。力争到 2025 年，电力需求侧响应能力达到最大负荷的 3%~5%，其中华东、华中、南方等地区达到最大负荷的 5%左右。

随着新能源技术水平持续提升，新型电力系统和其支撑技术逐渐完善。先进可再生能源发电及综合利用、适应大规模高比例可再生能源友好并网的新一代电网、新型大容量储能、氢能及燃料电池等关键技术装备全面突破，推动电力系统优化配置资源能力进一步提升，提高可再生能源供给保障能力。



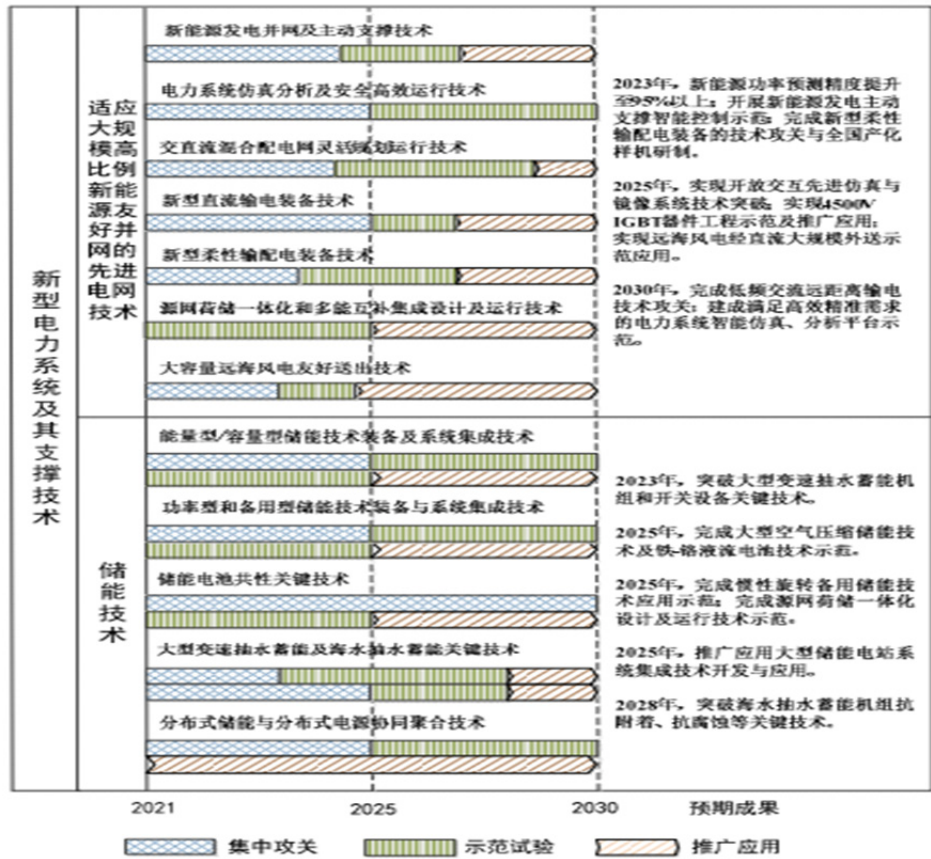


图 21 新型电力系统及其支撑技术

## 2. 新型交通能源基础设施与新型电力系统协同的挑战与潜力

### (1) 协同面临的挑战

我国能源革命处于加速构建清洁低碳、安全高效能源体系的战略转型期，能源结构加速优化升级，一次能源低碳化转型明显，终端能源加速实现高水平电气化，电动汽车可能成为未来数量最多的负荷之一，其负荷特点的同时性、随机性会对电力系统的运行提出新的挑战。新型交通能源基础设施与新型电力系统协同存在的问题，主要包括三个层面：台区配网、城市配网、跨区域省间电网。

台区配网层面，大量电动汽车集中充电会造成配电网局部容量不足，台区过载，同时会引起电压偏差、电力谐波、三相不平衡等电能质量恶化现象，使片区配电网超负荷运载，严重影响用户用电质量和稳定性。大规模电动汽车同时充

电，负载过多的用电端也容易出现谐波影响，不仅影响了电网的潮流计算，还会对高压设施造成额外损伤，充电桩带来的动态谐波污染和用电端导致的电网谐波污染都会对整个配电网安全和稳定运行造成一定的影响；此外，目前大部分的交流桩（居民用户）为单相桩，在单相上输出大功率会对三相交流电网带来很大的负担，会严重影响电网的平衡，明显增加无功功率，明显增加电网的负担和三相平衡调控的压力，电网中的不平衡电流会增加线路及变压器的铜损，还会增加变压器的铁损，降低变压器的出力甚至会影响变压器的安全运行。广东省中山市对 30 个居民小区和商业区进行的配电网普查表明，30 条普查的线路中有 13 条需要升级改造。以北京地区为例，到 2025 年，新能源汽车累计保有量预期达到 200 万辆，现有配网很难承载，配网改造的投资将高达 64 亿元。

城市配网层面，大量电动汽车随机充电行为会造成配网负荷的峰谷差加剧，影响电网安全稳定运行，由于每个用户用车的随机性强，充电时间很难集中。在 ChaoJi 等大功率充电技术的推广和应用下，大量电动汽车同时接入，将对电网的负荷产生短时冲击，对配网安全运行带来配电设施重过载、配电网升级改造增加等问题的同时，造成电网峰谷差率加大，降低配电网运行的效率，导致用电成本升高。另外，大规模电动汽车充电站的接入，会伴随着大量配电网信息和电动汽车信息的接入，这将增加实时监测以及调度的难度。此外，电动汽车接入后产生的双向潮流也需要改变原有的电能计量方式，进一步增加了管理难度。

跨区域省间电网层面，大规模电动汽车充电会对电网电力计划，即发电量、用电负荷曲线产生较大影响。也是由于电动汽车用户基数大、用电量大、用电时间随机，在车型、用途、所有者和充电需求具有复杂多样性，呈现时空分布分散、随机性影响因素多、初期充电盈利能力差等特征，造成了跨区域跨省电网的电能分配难度增加，发电及用电计划管理难度增加。

## **(2) 协同的潜力巨大**

电动汽车停驶时间长、需求较宽松，已成为电力系统重要的可调、可控灵活资源，将在能源革命中发挥重要作用。将在有效促进终端电能消费，促进清洁能源消纳，促进电网优化运行和促进电力市场改革等方面发挥重要作用。

1) 电动汽车是交通领域再电气化的重要增量，按照 2030 年 1 亿辆电动汽车估算，新增用电需求将超过 3500 亿千瓦时，将有效促进终端电能消费。

2) 电动汽车负荷具备可中断，可调节特性，与风力、光伏发电随机性、波

动性的特点天然匹配，可有效提升电网清洁能源消纳能力。规模化电动汽车的充电需求，也会对集中式可再生能源的并网与消纳带来机遇，据测算，2030 年风电、光伏装机将达到 18 亿千瓦，发电量将达到 2.65 万亿千瓦时，如果控制电动汽车充电行为，与风光新能源发电进行有效匹配，将有效减少弃风弃光现象。

3) 充分利用车载电池的储能特性，将在电网调峰、调频、调压、备用等方面发挥重要作用促进电网优化运行。预计到 2030 年中国动力电池装机量将达到 15-20 亿千瓦时之间，通过对电动汽车负荷的有效聚合与引导，可以获得大量可调节资源。

4) 电动汽车是电力市场中最活跃、最重要的增量因素，将会在电力市场改革中发挥极其重要的作用。电动汽车具有交通、能源、互联网三种属性，是电力系统中最具潜力的灵活性资源，充电设施将成为电力市场中最先实现分时电价的用能设施，未来每一个充电桩、每一个充电站、每一个换电站都具备成为微型售电商的潜力，可以根据它们地理位置、时段、供电资源乃至电网阻塞情况设计不同的价格。通过随处可见的充换电设施，电动汽车可以借助互联网技术在电力市场中提供需求响应、备用、调峰、调频等服务，获得收益。

### 3. 协同发展对策

#### (1) 新型交通能源基础设施与新型电力系统政策、规划相协同

2018 年起，京津冀、浙江、云南、广东等省份先后推出绿电交易试点，并为用户提供消费绿色电力凭证。根据《湖南省电动汽车绿电专场交易实施方案》《北京电力交易中心绿色电力交易试点实施细则（试行）》《南方区域绿色电力交易规则（试行）》等政策规定，电动汽车负荷聚合商等购售电主体可以代理用户购电，即电动汽车用户在充电时可以选择使用绿电，实现“新能源车充新能源电”。

2021 年 11 月国家能源局、科技部印发《“十四五”能源领域科技创新规划》，《规划》指出能源基础设施智能化、能源大数据、多能互补、储能和电动汽车应用、智慧用能与增值服务等领域创新十分活跃，各类新技术、新模式、新业态持续涌现，对能源产业发展产生深远影响。重点任务提出要开展电动汽车有序充放电控制、集群优化及安全防护技术研究，研究电动汽车与电网能量双向交互调控策略，构建电动汽车负荷聚合系统，实现电动汽车与电网融合发展。

同年 12 月，国家能源局正式印发《电力并网运行管理规则》（以下简称规则）、《电力辅助服务管理办法》（以下简称办法）。规则中将传统高载能工业负荷、工商业可中断负荷、电动汽车充电网络等能够响应电力调度指令的可调节负荷（含通过聚合商、虚拟电厂等形式聚合）等统称为负荷侧并网主体。办法中明确将新型储能以及负荷侧并网主体统一列入电力辅助服务提供主体范围。规则和办法明确了电动汽车充电聚合商可以参与电力辅助服务。

2022 年 1 月，国家发展改革委国家能源局印发了《“十四五”现代能源体系规划》。《规划》指出要推动构建新型电力系统，积极支持用户侧储能多元化发展，提高用户供电可靠性，鼓励电动汽车、不间断电源等用户侧储能参与系统调峰调频。《规划》提出要更大力度强化节能降碳，积极推动新能源汽车在城市公交等领域应用，到 2025 年，新能源汽车新车销量占比达到 20%左右，要优化充电基础设施布局，全面推动车桩协同发展，推进电动汽车与智能电网间的能量和信息双向互动，开展光、储、充、换相结合的新型充换电场站试点示范。

随着政策的不断深入，新型交通能源基础设施规划布局与新型电力系统协调发展亟需加强。充电设施布局与城市规划布局、配电网建设规划缺少有效衔接，还存在电动汽车充电系统要求与充电设施现状不一致的地方，既影响了电动汽车新产品的发布，也影响了车主的充电体验。电动汽车与能源融合仍停留在个别项目试点层面，电动汽车普遍采用无序充电模式，充电负荷与电网高峰负荷重合度高，电动汽车负荷可调度性好与分布式储能的灵活性资源潜力未能得到有效挖掘，下一步充电设施的大规模应用，必然对电网的规划发展带来新的挑战。

“十三五”期间充电基础设施建设布局规划主要是分散为主，集中为辅。考虑到各地区电动汽车推广的程度不同，应结合各个城市的特点，慎重考虑充电设施的布局结构是集中建设还是分散建设，应从各个城市的电动汽车发展规模进度和城市的基础设施条件两个维度来规划充电设施。一线城市应在居民分散充电设施的建设上多考虑集中布局的优势，三线城市应在商用车集中布局的基础上多考虑分散布局。要考虑充电基础设施的覆盖密度与充电场站的场均服务能力关系，在初期车辆不多时，建议以覆盖密度为主，需要相对分散；在后期随着覆盖密度提升，建议以提升场均服务能力来满足车辆规模增长需求。

充电设施行业应加强与地方配电网规划、交通系统规划等相关配套支撑行业相衔接，统筹有序发展。对于公共停车区域结合实际需求，开展配套供电设施改造，为适应大功率充电需求，应合理配置足够配电容量；居住区应根据实际情

况，统一将供电线路敷设至专用固定停车位（或预留敷设条件），预留电表箱、充电设施安装位置和配电容量；充放电设施建设要与配电网的智能化改造结合；充电设施电源规划与电网规划结合。电网企业应加强与城乡规划、电网建设及物业停车等的统筹协调，针对有车位的车主，促进智慧家充进社区，应建尽建智能互动充电桩。针对没有固定车位的社区，联合开展社区公共充电场站建设，满足用户就近充电需求。在高速充电和城市公共充电方面，做好电源配套保障，全力支持各方资本参与充电设施建设。

鼓励新能源车企销售具备智能互动功能的车桩产品，加快从传统单向充电向智能有序充电、双向充放电转化，首先供给侧要打造能够适应智能有序充电、双向充放电的电动汽车，其次销售侧应大力推广智能有序充电、双向充放电桩，形成良好的车网互动格局。电网企业应协同各方联合攻关车网互动技术，统一车网互动标准，保障车桩充电匹配、信息互通，加快建设车网互动能源服务平台，将车联网、桩联网平台有机融合，聚合引导更多电动汽车参与新型电力系统建设，参与清洁绿电消纳和电力系统平衡，真正将电动汽车变成新能源汽车。

## **(2) 新型交通能源基础设施新业态与新型电力系统发展阶段相协同**

新型交通能源基础设施与新型电力系统的协同根据发展阶段可分为单向可控充电、局域充放电和广域充放电，其中单向可控充电应用场景包括有序充电和需求响应，可促进可再生能源在电力系统中的利用；局域充放电的主要应用场景包括微电网和备用电源，可减少电网的备用容量，延缓电网增容；广域充放电主要应用场景包括现货市场、辅助服务市场和中长期市场，可参与电力系统的调频等。新型交通能源基础设施与新型电力系统协同模式上主要是与电网互动，可有效促进充电来源绿电化，发挥削峰填谷、移动储能等作用。

### **1) 协同互动模式**

新型电力系统与新型基础设施协同互动模式是一种基于电动汽车用户消费行为的互动，需要用户端、电动汽车端和充电设施层面提供能够满足用户充电需求的设备载体，包括用户充电启动方式、车载充电机与充电桩配套模式（例如双向充放电配套），此外，充电运营商需要最大化满足用户的充电需求，保障服务用户的充电服务质量和充电安全。负荷聚合商向上对接电网需求，组织电动汽车等客户侧灵活资源参与电力市场、电网调控等。新型电力系统与充电设施协同体系如图 22 所示。

充电需求层是由电动汽车用户和车辆提出的，对于用户，通过 app、储值卡等方式启动充电，其中隐含了用户的电量需求和提车时间需求。对于车辆，车载充电机、接口等，决定了电动汽车能够接受的物理充电形式：交流、直流、充电、放电等。充电需求层决定了车网互动的基本需求，必须在满足用户充电需求的基础上挖掘可调能力，获取协同互动价值。

基础设施层即以电动汽车充电桩为主的充电设施，从桩功能类型上分为有序充电桩、V2G 充放电桩、普通充电桩等。从电能形式上可分为交流充电桩、直流充电桩。从功率等级上又能分为不同功率等级的桩。对于车网互动来讲，充电桩的情况决定了互动的最大能力，包括最大功率、功率调节精度、功率爬坡速率等。

充电运营层值得是电动汽车充电运营商主导，它最为充电服务运营提供者，最主要的功能是保证了用户的基本充电服务，同时保障了充电桩的安全运行。它在互动层面发挥的能源服务价值主要包括两方面，一是组织了本地配网层级的车网互动，包括有序充电、V2G 等，二是参与负荷聚合商组织的调控响应活动。对于充电运营商个体，其运营目的是在充电服务和能源服务中获取最大的利益，同时与同一层级的其他充电运营商竞争。

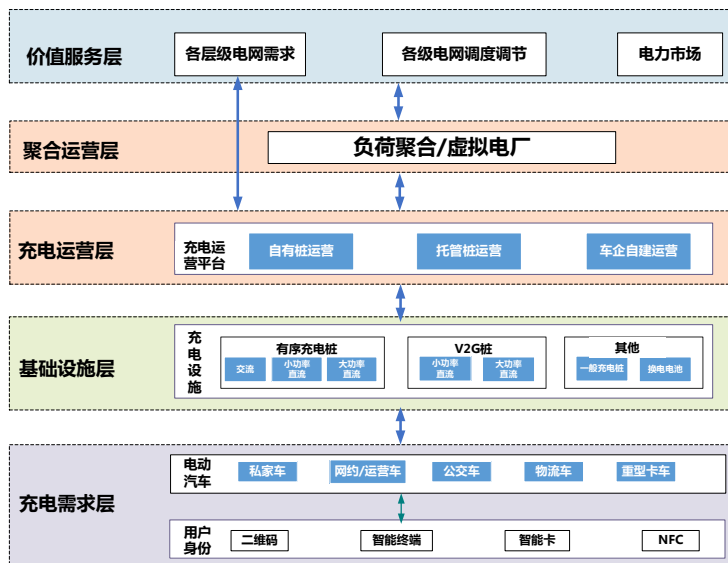


图 22 新型电力系统与充电设施协同体系

聚合运营层由负荷聚合商主导，向上对接电力市场的需求进行市场决策，向下组织负荷资源调控。负荷聚合商组织了广域范围内的车网互动，提供的是能源

服务价值。多个负荷聚合商间是协同竞争的关系，通过报量报价通过完成电力系统、电力市场的调节需求。

价值服务层体现的是新型电力系统与充电设施的价值实现，是电力系统各层级电网需求提出和车网互动价值实现的关键环节。电力系统的调节需求经由终端采集设备（如台区变压器上装设的数据采集装置）、各级调度、营销部门传导，以相关政策（如分时电价）、电力市场（如需求响应、辅助服务）等形式传递给互动参与者（充电运营商和负荷聚合商），通过车网互动行为的参与使运营商获得对应价值，并以一定形式部分反馈给充电用户。

## 2) 有序充电

有序充电应用场景是指根据电网调控信息、变压器负荷信息、充电设备运行信息、车辆信息和用户需求等，在满足充电需求的基础上生成有序充电控制策略，控制有序充电设备的启动、停止和充电功率，在满足充电需求的基础上，使充电功率在时间上的分布符合电网需求。

目前，我国正处于有序充电应用场景大规模商业化阶段，国家电网和南方电网已相继开展有序充电设施建设。中国电力企业联合会组织制定的行业标准《电动汽车充放电双向互动 第 2 部分：有序充电》已进入送审阶段，该标准规定了电动汽车有序充电系统的术语和定义、系统架构、功能要求、技术要求和信息安全防护要求。

有序充电技术的进一步推广有赖于有关部门出台有序充电支持政策，明确城市居民小区充电执行峰谷分时电价政策标准，制定充电运营企业、物业单位补贴奖励等有效激励措施。例如山东省将执行居民电动汽车充电桩分时电价政策，峰谷电价差 0.34 元。未来，有序充电将随着多地激励政策的落实进入快速发展期。

## 3) 电力需求响应

电动汽车充电负荷带来的电力需求有可能给电力系统造成较大的负担。随着电动汽车进一步规模化推广，电力系统受到的冲击可能会加大。与此同时，电动汽车也是高度灵活的移动储能单元，在调整用电负荷、改善电能质量、消纳可再生能源方面潜力巨大，还有助于减少配电网乃至全网的扩容需求。

未来市场化下的补偿价格可能因用电负荷增长、新能源接入、需求侧资源增多等因素产生波动，对充电负荷集成商成本控制和抗风险能力将提出更高要求。

应尽快明确电动汽车参与电力市场的准入条件，鼓励实施主体多元化。同时要逐步完善车网互动的市场机制，形成电网企业、电动汽车车主、充电运营商等多方主体共赢的商业模式。此外，应加快推进车网互动能力建设，建立良好的监控计量软硬件环境，为车网互动的常态化、自动化、智能化提供技术保障。

#### 4) 微网充放电

智能充电微网是电动汽车聚合后的主要应用场景，目前正处于试点阶段，具有检验电动汽车充放电效果的作用。对于主体用户来说，利用电动汽车移动储能参与各类型电力市场，首先可以避免容量电费和电量电费，在接入电力互联网、接受统一调度以后，用户在接受电网能量传输的同时可以回馈给电网能量，进而获得一定的收益，这在节约了用电成本的同时，也提高了系统的供电可靠性。当前 V2G 试点普遍为微电网项目，应大力推动智能电网与电动汽车间能量和信息双向互动，将兼容双向互动的智能化改造作为配电网建设的重要内容。加快制定 V2G 技术标准，加强智能配电网与新能源发电、电动汽车充放电的技术融合，研究提出 V2G 电网接入设计方案，加快有序充电及 V2G 基础设施建设，采用高精度双向计量智能电表和开放的通信控制标准，为电动汽车参与电力系统平衡的监测计量提供可能。

光储充是在微网层面重要的解决方案，可以构建“光伏发电、储能存电、充电桩用电”的清洁能源使用闭环。光储充放解决方案可以有本地端、广义的两种实现形式：

在公共充电站内，利用车棚顶部、站内闲置屋顶，布置光伏发电系统，再按一定比例配置合适容量的储能系统，白天光伏发电供充电桩使用，多余电能存入储能系统，待光伏出力变小时储能系统释放电能供充电桩使用，提高光伏清洁电力的自发自用比例。同时储能系统可以弥补充电站建设时的区域配电容量不足、利用峰谷电价差合理套利。

当充电站本地端的光储系统无法满足充电桩全部所需电力，或阴雨天气，需从电网购电时。可以通过绿色电力交易平台，购买跨区域的光储电站发电量，实现充电运营过程中的零碳排放，让新能源车完全用上新能源电力，助力充电运营企业实现碳中和目标。

#### 5) 负荷聚合、虚拟电厂

电动汽车单个负荷功率较小、在系统中分散存在，且个体用电具有随机性，



在参与电网调节层面存在较大局限性。负荷聚合方式参与用户侧交易技术上要求更低，主要参与目前售电市场。虚拟电厂方式，需要达到电厂和调度之间的通信和控制要求，也需要地方政府下一步明确有关要求。

负荷聚合方式，适合参与电能量市场或者需求侧响应，基于电网公司营销体系的计量和结算手段，通过交易中心的平台参与交易。电能量市场时间维度上包括中长期和现货，空间维度上以省为主，跨省区和分布式交易正在不断拓展中。这一模式在现有的机制下，只要有相应的交易品种，负荷聚合商即可代理充电用户参与。

虚拟电厂聚合模式，更适合参与辅助服务市场，包括调频（现货发展后调峰辅助服务预计将弱化）、备用等。这一模式需要和调控中心之间进行准实时至实时的双向信息、指令交互，技术门槛较高，实施时除了签订交易合同外，还需要签订并网调度协议，满足安全防护、实时性、可靠性等要求；结算方式也和营销口径相对独立，参与后的市场风险也比较高。在现有和未来可能拓展的辅助服务市场中纳入虚拟电厂仍然有大量的基础工作要做，包括交易规则的制定完善，满足安全防护基础上信息交互的便利化等。

目前，华北、河北、山东、上海、江苏、重庆等都出台相关政策，允许电动汽车负荷聚合商参与中长期电力交易、调峰辅助服务、需求响应等多种类电力市场。随着电力市场的进一步开放，电动汽车负荷聚合商可能进一步参与调频、现货等市场。作为一种新兴的负荷调控资源，电网调控对电动汽车负荷的调控方法、稽查方式都有待进一步体系化，负荷聚合商的负荷调控能力、交易决策能力也需进一步适应市场越发严格的考核机制，以进一步释放电动汽车负荷的互动潜力。同时，只有电动汽车聚合负荷的调控能力进一步提高，才能可能具备参与实时电力市场的能力。

## 6) 能源互联网

能源互联网，是互联网与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合的能源产业发展新形态，将全面推动能源生产、消费、技术和体制革命，成为我国能源革命的重要战略支撑和系统化解解决方案。

电动汽车具备传统交通工具的交通属性，也具有与智能设备广泛互联的互联网属性，电动汽车与电网的深度耦合使其具有了能源属性。电动汽车和新型交通能源基础设施与能源互联网协同发展，是培育电动汽车产业发展新动能、提升电

网灵活性与稳定性、促进能源清洁低碳转型的重要途径。目前电动汽车可聚合的资源规模还较小，未来随着其逐步规模化推广应用，将有力地推进我国能源革命进程。探索电动汽车参与需求侧响应、电网调频服务等电网互动的商业模式与实施方案，实现电网负荷低谷时充电，负荷高峰时放电，给电动汽车用户分享峰谷价差带来的充放电收益，提升清洁能源的消纳比例，在用电侧推动能源互联网发展。

### 7) 氢电耦合

氢电耦合将对新型电力系统的安全、稳定、经济运行带来重大积极影响。双碳目标的提出为可再生能源发展按下“加速键”，随着可再生能源装机快速增长以及用户侧负荷的多样性变化，氢能作为连接可再生能源的纽带和优质的电力储能介质，为新型电力系统发展带来了难得的机遇。据《中国氢能源及燃料电池产业白皮书 2020》预测，2030 年电解制氢装机将达 80GW，利用可再生能源电力制氢可促进富余可再生能源消纳，平抑可再生能源的长周期波动性和间歇性，实现最大程度能量储存和转移利用，同时作为规模化可控负荷，其灵活调节能力和规模化效应，为电网削峰填谷、调峰调频提供新的技术手段。在能源消费端通过氢电耦合实现电力、供热、燃料等多种能源网络的互联互通和协同优化，推动分布式能源发展，提升终端能源利用效率。氢电耦合正成为未来氢能发展的重要方向，并将应用于以新能源为主体的新型电力系统的“源、网、荷”各环节。氢能作为新兴零碳二次能源得到快速发展，氢电耦合系统将在未来能源系统中扮演重要的角色，通过新能源电解水制氢，产生“绿氢”，为加氢站提供绿色燃料。

### (3) 新型交通能源基础设施与新型电力系统标准相融合

充电设施标准体系涵盖充电设备制造、检验检测、规划建设和运营管理等全方位，主要解决电动汽车使用过程中的充电安全、互联互通、设备质量、设施规划布局、计量计费等关键问题。标准体系共划分为基础标准、电能补给标准建设与运行标准、服务网络标准等 4 个部分。主要包括传导充电、无线充电、电池更换等 3 个充电技术路线，涉及术语、传导充电系统与设备标准、无线充电系统与设备标准、动力电池箱标准、计量、服务网络等 21 个专业领域标准。规划标准 163 项，其中，规划国家标准 58 项，行业标准 65 项，团体标准 40 项，企标 0 项。目前，标准体系中已发布标准有 73 项，正在制修订标准有 57 项，拟制定标准有 33 项。

新型交通能源基础设施标准是新型电力系统标准的一部分，未来将围绕低碳相关标准化工作的顶层设计和布局开展充电设施低碳标准体系建设。围绕低碳、高效、智能、双向技术发展制修订充电设施关键设备及关键元器件标准，增加设备智能化、放电功能、能效指标等要求。完成 ChaoJi 标准体系建设。修订换电国家标准，细化换电互换性指标。制定无线充电产品标准及测试规范。制定充电设备全生命周期碳足迹计算标准。完善材料的回收制度和标准。制定充电服务身份认证标准、互动电量认证标准。完善车网互动系列标准，制定充电服务与电网通信协议标准。制定国家充换电项目建设规范，强化安全约束。

### （三）新型交通能源基础设施与城市规划协同

#### 1. 城市间基础设施规模差异大，建设发展不均衡

国内不同省份、不同城市间的充换电、加氢设施建设发展不仅差异大，还呈现出局部高度集中的特点。

当前充电设施已基本形成以东部、中部等大城市为主的格局，东北、西北和西南地区充电基础设施相对较少。以公共充电桩为例，截至 2022 年 5 月，广东省公共充电桩保有量达到 28.1 万台，遥遥领先于其他地区。位居第二的是上海市，保有量为 10.9 万台。统计结果还显示，公共充电桩保有量前十地区的数量总和占全国保有量的比重超过 70%。

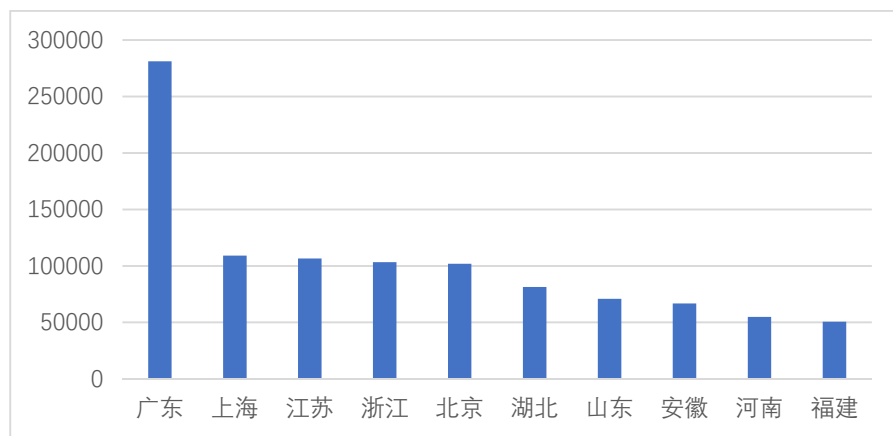


图 23 2022 年 5 月公共充电桩保有量排名前 10 地区 (台)

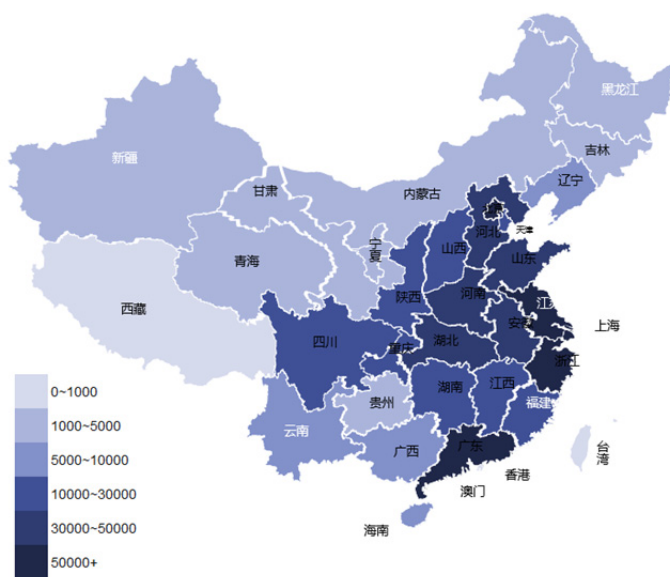


图 24 全国公桩保有量分布图 (台)

从充电桩密度来看，城市间的规模差距依旧明显。中国城市规划设计研究院发布的《2021 年度中国主要城市充电基础设施监测报告》显示，25 座全国主要城市公用桩的平均密度为 17.3 台/平方公里。深圳、上海、广州、南京、长沙和厦门排名靠前，公用桩密度超过 20 台/平方公里，其中深圳市的公用桩密度最高，达到 73.2 台/平方公里。公用桩密度低于 10 台/平方公里的城市有 8 个，分别为重庆、青岛、福州、南昌、宁波、昆明、济南以及大连，其中大连市的公用桩密度最低，仅有 4.2 台/平方公里。从城市区位来看，南方城市公用桩密度总体高于北方城市。以秦岭—淮河地理分界线为标准进行分类统计发现，南方城市公用桩密度平均值为 20.6 台/平方公里，北方城市为 11.5 台/平方公里，排名前六位的城市均为南方城市。

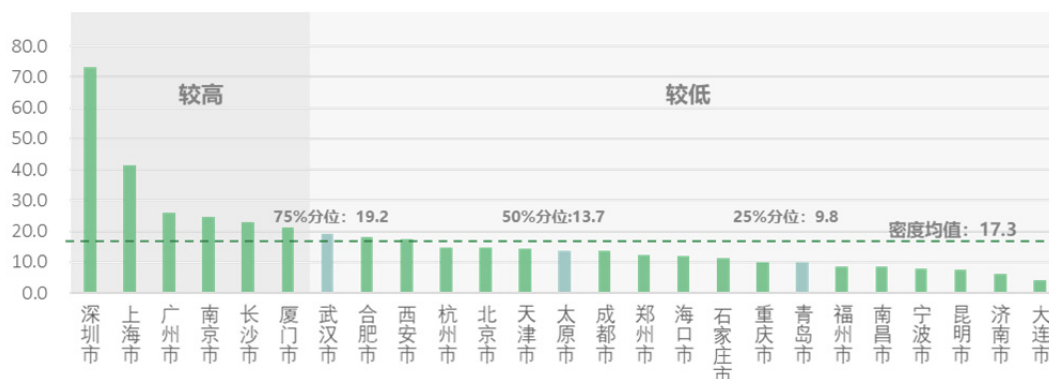


图 25 25 座典型城市中心城区公用桩密度 (台/平方公里)

与充电设施相比，换电站、加氢站的区域集中程度更高，发展更加不均衡。换电站排名前十省份的换电站数量占总数的 74%，主要集中在沿海经济发达省份和内陆枢纽重省。其中北京市换电站数量最多，达 270 座，领先排名第二的广东省 66 座。全国加氢站主要集中在东部沿海等氢燃料电池汽车产业发展较为领先的省市，如广东省、上海市等。

## 2. 新型交通能源基础设施与城市规划协同面临的挑战

### (1) 设施运行效能低，应用场景受限制

以充电基础设施为例，《中国主要城市充电基础设施监测报告》采用桩数利用率、时间利用率、周转率等多项指标对 25 座城市公用桩的平均运行效能进行了测算，发现多数城市公用桩的平均桩数利用率不足 40%，平均时间利用率不足 7%，日桩均服务车辆周转率不足 2 辆，充电效能普遍偏低。这一方面是由于私桩数量随新能源乘用车保有量的增加逐年递增，随车配桩比例始终保持在 65-70%，乘用车以出行前私桩充电为主，公桩的应用场景更多局限于出行途中的临时补电和老城区等资源短缺片区的补电。另一方面，配置公桩的车位被燃油车等占用、与换电站等其它能源设施相比服务时间偏长等因素在一定程度上也限制了公桩的应用。

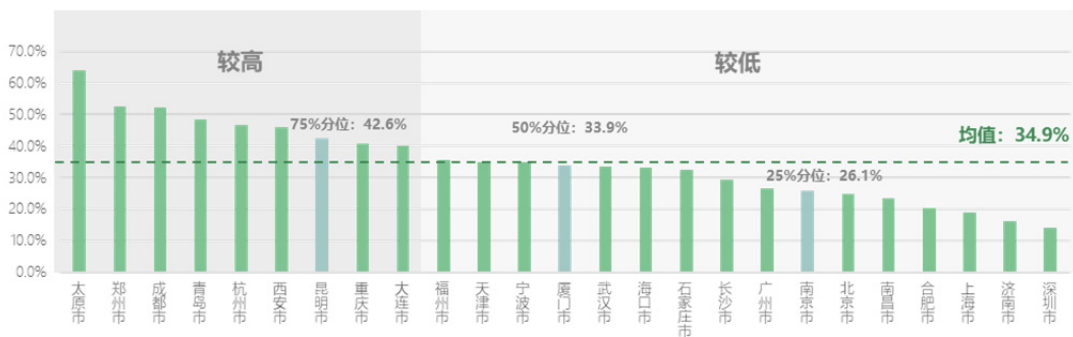


图 26 25 座城市公用桩平均桩数利用率分布

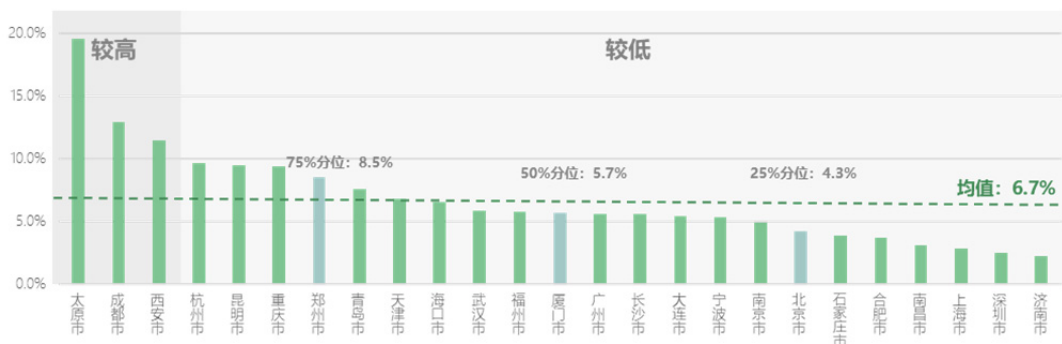


图 27 25 座城市公用桩平均时间利用率分布

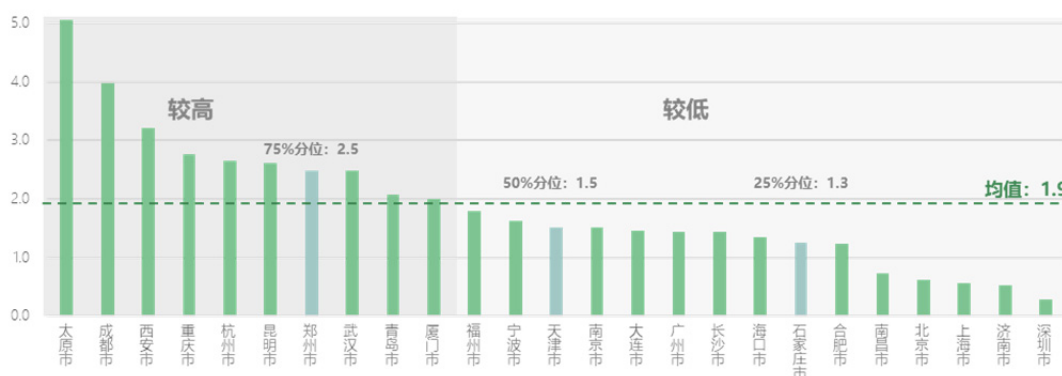


图 28 25 座城市公用桩平均周转率分布

换电站建设尽管近两年发展较快，但服务对象主要为出租车、物流车、分时租赁等品牌相对集中、电池规格相对一致、对动力电池寿命和维护要求高的商用电动汽车。而电动乘用车由于不同车企的车型众多，电池型号不统一，跨企业换电标准尚未一致，加之换电站建设成本高，目前以蔚来、特斯拉、北汽新能源等车企为主，服务的私人乘用车主主要为无专属停车位、无法安装私桩且充电不便的消费群体，并未在全国范围内大面积普及。

加氢站的应用相对更加受限，目前主要支持国家大型赛事活动的举办，践行“绿色低碳零排放”的原则。例如，2007 年建成的上海世博会加氢站，为上海世博会期间 196 辆车提供加氢服务；2010 年建成的广州亚运会加氢站，为亚运会观光车提供加氢服务；2022 年北京冬奥会共新建 16 座加氢站，支持延庆和张家口赛区氢燃料电池车辆的使用。其余已建成的加氢站多以示范、科研功能为主，少量为定向合作的公交车、物流车服务。

## (2) 空间规划存盲区，设施建设缺管控

《中国主要城市充电基础设施监测报告（2021）》显示，不仅所有 25 城市的服务效能普遍偏低，其中公用桩密度以及覆盖率较高的城市在服务效能方面相对更低。由此可见，前期以建桩补助为主的激励政策直接导致公桩的建设发展过渡超前，国内主要城市对充电设施的总量并未进行有效管控，既有设施与城市需求间并未形成良好的匹配服务关系，增量建设已难兼顾运营效能的提升。

表 20 25 座主要城市公用桩交叉排名汇总表

城市名称	密度排名	覆盖率排名	平均桩数利用率排名	平均时间利用率排名	平均周转率排名
深圳市	1	3	25	24	25
上海市	2	1	23	23	23
广州市	3	5	18	14	16
南京市	4	11	19	18	14
长沙市	5	6	17	15	17
厦门市	6	14	13	13	10
武汉市	7	9	14	11	8
合肥市	8	16	22	21	20
天津市	12	4	11	9	13
福州市	20	22	10	12	11
宁波市	22	21	12	17	12
大连市	25	24	9	16	15
海口市	16	15	15	10	18
石家庄市	17	13	16	20	19
北京市	11	10	20	19	22
南昌市	21	17	21	22	21
济南市	24	20	24	25	24
西安市	9	2	6	3	3
杭州市	10	7	5	4	5

城市名称	密度排名	覆盖率排名	平均桩数利用率排名	平均时间利用率排名	平均周转率排名
成都市	14	8	3	2	2
太原市	13	25	1	1	1
郑州市	15	12	2	7	7
昆明市	23	19	7	5	6
重庆市	18	23	8	6	4
青岛市	19	18	4	8	9

另一方面，《中国主要城市充电基础设施监测报告（2021）》以 900 米服务半径为衡量标准，监测到 25 座城市中心城区的公用桩平均覆盖率为 73.5%，并且覆盖率的提升随公用桩密度的增加逐步趋缓。以北京、上海等大城市为例，公桩的覆盖盲区主要集中在朝阳区东坝、十八里店东南区域、黄港桥周边、浦东新区港口、高桥镇、外环沪嘉立交东部等中心城外围片区。同时，25 座城市中心城区的公用桩占全市域比重的均值达到 58%，一定程度上反映出国内主要城市的充电基础设施集中在中心城区，外围郊区、乡镇、农村的建设相对薄弱，亟待编制规划对选址布局给予指导。此外，25 座城市直流公用桩平均覆盖率为 62.9%，较所有公用桩的平均覆盖率低 10%。其中，济南、深圳、成都、武汉等部分城市的直流公用桩覆盖率显著低于所有公用桩的覆盖率，空间布局存在较大的提升空间。

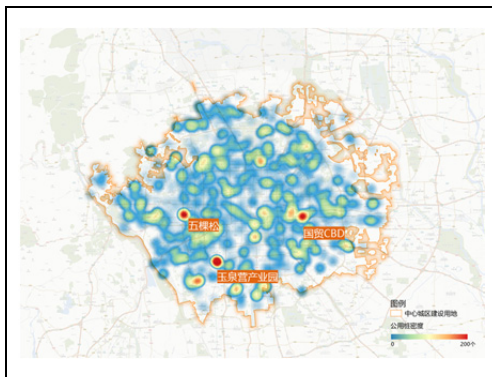


图 29 北京市充电桩布局情况

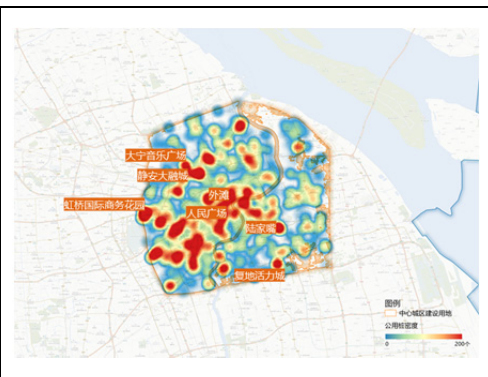


图 30 上海市充电桩布局情况



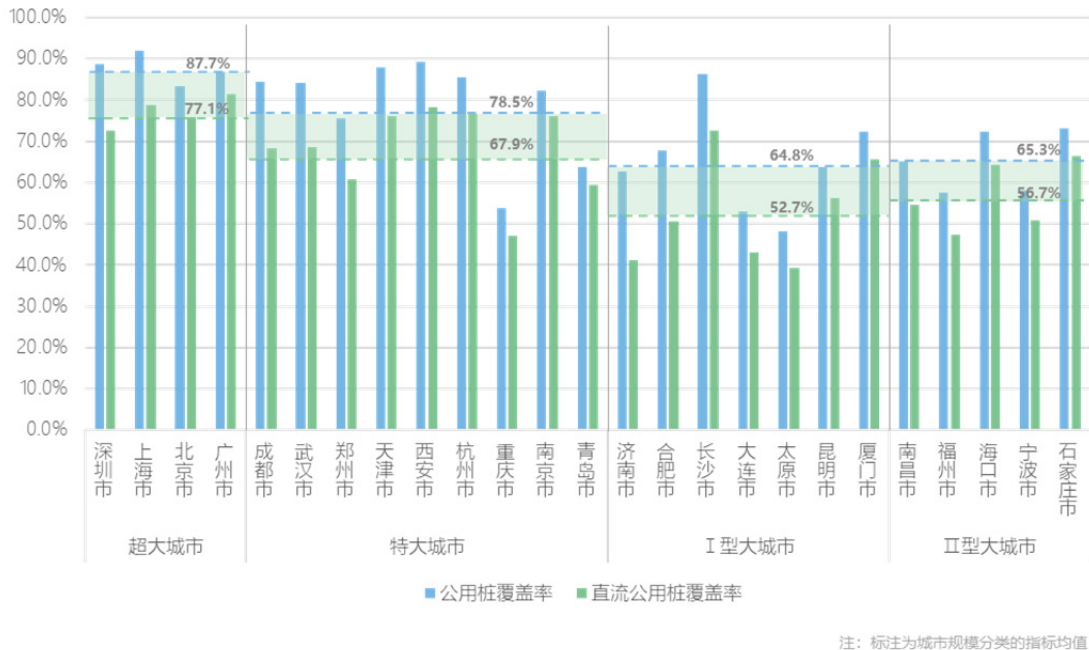


图 31 25 座城市中心城区直流公用桩覆盖率

国内多个城市在编制《城市停车基础设施专项规划》时，逐步开始将充电基础设施的规划同步纳入，但仍然存在相当数量的城市尚未编制《充电基础设施专项规划》，对充电设施的建设计划停留在数量指标，缺少对设施空间布局选址、用地指标等的规划指引。与之相类似，除上海等部分发达地区近两年开始组织编制《车用加氢站布局专项规划》外，绝大部分地区尚未启动加氢站专项规划的编制工作。部分城市已经建成光储能一体化设施，或即将建设“油气氢电”综合能源站，这种综合性交通能源设施在空间上更加缺少选址依据。此外，这些交通能源基础设施专项规划基本按照能源类别独立编制，彼此间缺乏空间统筹，在既有的专项规划类别中也极少出现将多种新型交通能源设施统合在一起的规划。总体上，新型交通能源基础设施的空间规划编制体系相对滞后于新能源车辆及对应补能设施的发展，无法满足城市规划部门对设施落地的空间管理需求。

### (3) 存量空间须转型，供给模式不集约

充电联盟近几年发布的《中国充电基础设施年度报告》中，私桩在充电基础设施中的占比基本在 50-60%，数量增长也很迅速。《中国新能源汽车大数据研究报告（2020）》的统计数据显示，2019 年私家车月均行驶天数 15.62 天，日均行驶里程 42 公里，每月平均行驶总里程约为 656 公里。按月充电里程 700km，

电动汽车平均百公里耗电量为 12.5kw.h，慢充桩功率为 7kw 计算，私桩的平均时间利用率仅为 1.7%。同时，《中国主要城市充电基础设施监测报告（2021）》对通过对不同建筑业态周边的公桩效能进行统计，发现居住类业态周边的公桩平均时间利用率达到 4.7%，上海市、广州市、天津市、石家庄市等部分城市居住类建筑周边配置的公用桩使用效能在所有业态中最高，显著高于私桩效能。随着新能源车辆续航里程的逐渐增加，私家车月均充电次数将逐渐减少，既有的“一车一位、随车配桩”模式将造成充电基础设施资源的极度浪费。

另一方面，城市内传统的交通能源基础设施以加油加气站为主，其中很多加油站已经布局充电设施，而加油加气站与加氢站、换电设施等其它新型能源基础设施合并建站的案例相对较少，新型能源基础设施的增量规划建设并未充分利用传统能源基础设施的先发选址优势，空间布局的集约度有待进一步提升。

#### (4) 标准规范不健全，配套政策待完善

近几年，国家相关部委从规模结构配置、工程技术、财政补贴等方面出台政策，明确管理办法，规范编制标准，不断促进新型交通能源基础设施的良性发展。以充电基础设施为例，国家从 2014 年起密集出台一系列的指导意见推进充电设施的发展，2020 年 3 月中央政治局常委会明确将充电桩作为“新基建”的重要组成部分后，又迎来一波政策密集发布的高峰。



图 32 国家充电基础设施相关政策、规划发布时间轴

然而，既有的新型交通能源基础设施相关标准规范仍然存在短板。以规划类标准规范为例，2021 年底发布的团体标准《电动汽车充电设施布局规划导则》（T/UPSC0008-2021）填补了充电设施国标的空白，但其中尚未从车桩比等角度对充电设施的规模提出配置要求，对公共充电站内单桩充电功率的界定和服务应用场景的定位均有待商榷。对于“油气氢电”综合能源站等合建设施，仅仅有地方标准给予指导，例如陕西省出台的《充电加油加气合建站充电设施技术要

求》，缺少国家层面的标准规范或导则。对于加氢站的国家规划设计规范中，液氢运输、高压储氢、液氢储存设备标准仍然相对欠缺，车载氢系统的压力等级也未统一。同时，在新型交通能源基础设施项目的规划建设运营审批方面，各地的审批管理主体仍然有待进一步明确。

表 21 典型新型交通能源基础设施设计标准规范

标准规范名称	主编部门	实施日期
《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB50156-2021)	住房和城乡建设部	2021.10.1
《电动汽车充电设施布局规划导则》(T/UPSC0008-2021)	中国城市规划学会	2021.12.30
《电动汽车分散充电设施工程技术标准》(GB/T51313-2018)	住房和城乡建设部	2019.3.1
《电动汽车充电站设计规范》(GB50966-2014)	中国电力企业联合会	2014.10.1
《加氢站技术规范》(GB50516-2010) (2021 年版)	住房与城乡建设部	2021.5.1

2015 年，国务院印发《加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》，明确指出，新建住宅应按车位 100%比例预留配电容量、电缆管线、综合计量箱等充电桩安装条件，其他大型公共建筑物配建停车场、社会公共停车场建设或预留建设充电设施安装条件的车位比例不少于总停车位的 10%。《中国主要城市充电基础设施监测报告（2021）》的研究表明，虽然南方城市的公用桩建设密度总体高于北方城市，但北方城市的公用桩发展潜力较大，冬季的效能增加幅度更加显著。当前国内大部分城市在出台建筑物充电基础设施配置标准时，忽略南北方城市的差异，“一刀切”现象明显。统计国内 43 座城市充电桩的配建指标发现，大部分城市均提的是“住宅建筑 100%预留安装条件、公建建筑不低于 10%直建或预留安装条件”，配置标准趋同，并未结合城市地域特点。同时，建筑物充电基础设施配置标准中尚未对直流桩、交流桩的配比要求进行明确，部分城市的公建类建筑配置直流桩比例偏低，一定程度降低电动车辆出行全过程的临时补电体验。

### 3. 协同发展对策

#### (1) 建立交通能源基础设施一体化监测平台

随着各种新型交通车辆技术的发展，城市将涌现出更加丰富的新能源车型，衍生出更加多元复杂的应用场景。新型交通能源基础设施作为“新基建”的重要

组成部分，为各种新能源车辆的及时补能提供了重要的空间保障。为了实时摸清底数，找准短板，统筹协调各类交通能源基础设施的建设，与城市空间发展规划相协同，有必要建立城市交通能源基础设施一体化监测平台，提高城市信息化、智能化管理水平，深化交通能源基础设施的供给侧结构性改革。

该平台应融合传统的加油加气站和新型的充换电设施、加氢站、光储能一体化设施、综合能源站等各类交通能源基础设施，实现对交通能源基础设施的科学监测和动态跟踪。平台主要功能包括：

1) 将城市交通能源基础设施的选址、规模、补给能力、运营效率等信息统一汇总，形成权威的综合管理数据库，实现数据的实时查询、统计以及可视化。

2) 从规模、布局、结构、效能等角度构建监测指标体系，为城市管理者编制设施规划、相关企业运营者建设选址等提供决策支撑。建议平台的指标体系如下表所示。

表 22 交通能源基础设施一体化监测平台指标体系汇总表

类别	一级指标	二级指标
规模	设施密度，占地面积比，车均设施比等	车桩比，公桩密度，充换电站占地面积比，加氢站占地面积比，综合能源站占地面积比等
布局	用地覆盖率，人口覆盖率等	公桩 900 米半径用地覆盖率、换电站 2 公里半径用地覆盖率等
结构	车辆结构，补能结构，权属结构等	随车配桩比，公私充电桩比，直流桩占比，共享私桩占比，分类补电能量比等；
效能	设施利用率，周转率，平均服务时长等	平均桩数利用率，平均时间利用率，设施日均周转率，平均充电时长，平均换电时长等

3) 比对年度目标和计划，对各地区城市交通能源基础设施的实际建成和运营情况进行分类比较，按年度计划完成情况进行综合排序，评估城市交通能源基础设施的发展效果，加强对规划建设的考核与检查，作为国家相关部委年度交通能源基础设施专项资金分配的重要参考。

## (2) 加强交通能源基础设施专项规划的协同管控

在新一轮国土空间规划编制体系中，交通能源基础设施属于专项规划范畴，且主要以加油加气站和电动汽车充电设施为编制对象。部分城市开始尝试编制氢

能源产业发展规划，但落实到空间层面的加氢站规划编制数量及其有限。对于储能电池、分布式光伏电站、“油气氢电”综合能源站等新型交通能源基础设施的空间专项规划编制更加稀缺。为了促进城市各类交通能源基础设施的协同发展，在城市有限的空间资源约束下统一加强管控，建议将各分类别的专项规划进行归并，纳入“城市交通能源基础设施专项规划”中统一编制，统筹考虑各种新能源车辆的发展趋势，为未来车辆的转型和应用场景的转换预留补能空间，以适度超前、集约高效、弹性兼容为原则进行规模管控和空间布局，明确城市不同分区对各类交通能源基础设施的规模管控要求，精准覆盖布设盲区，兼顾基础设施的增量发展和效益提升。

同时，城市交通能源基础设施专项规划应当与停车设施、电力设施等其它专项规划相互协同，通过建立反馈机制形成有效衔接，确保交通能源在点、线、面上形成统一的供给能力和服务效力。专项规划的主要内容应纳入城市的详细规划体系，通过纵向传导机制在城市控制性详细规划、修建性详细规划中真正落实各类交通能源基础设施，保障规划的实施落地和基础设施的建设管控。

在规划管理体制方面，应尽早明确城市交通能源基础设施专项规划的编制主体、审批主体和审批流程，畅通规划编制的行政管理渠道，避免“多头管理”或“无头管理”。

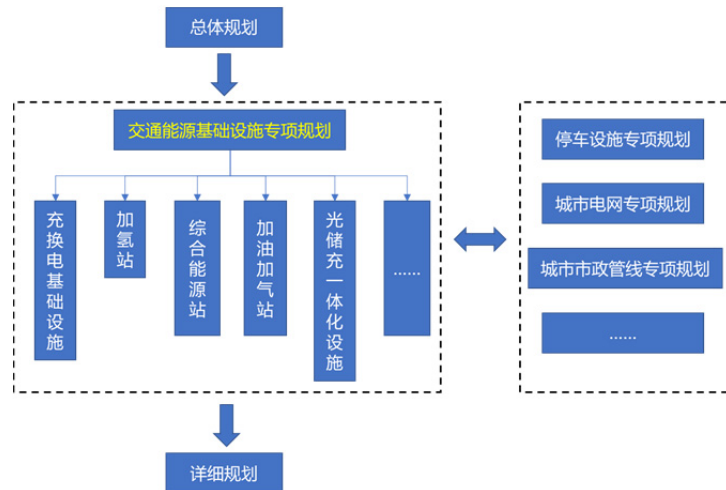


图 33 城市交通能源基础设施专项规划体系示意图

### (3) 更新存量空间的交通能源设施供给模式

#### 1) 居住区存量空间的配桩模式

与新建居住小区相比，城市老旧小区停车位供给短缺，供电设施容量有限，物业管理部门通常因增容费用无法落实、电路铺设存在安全隐患等为由拒绝配合充电设施的建设安装工作。住建部在推动实施城市更新行动的过程中，一方面强调要全面推进城镇老旧小区改造，加快建设完整居住社区，另一方面也要求深入开展新型城市基础设施建设试点工作，全面提升城市建设水平和运行效率。2020年8月住建部联合工信部等十三部委发布《关于开展城市居住社区建设补短板行动的建议》，明确提出要因地制宜补齐既有居住社区建设短板，优先在居住社区内配建居民最需要的设施，同时推进相邻居住社区及周边地区统筹建设、联动改造，加强各类配套设施和公共活动空间共建共享。

未来，私桩的利用次数将随车辆续航里程的增加而逐步减少，过渡引入私桩将导致老旧小区有限的空间资源条件雪上加霜。建议以老旧小区为代表的居住区采取“公桩统配”、“私桩共享”和“借力共享”等模式，满足日益增长的充电基本需求。

“公用桩统配”模式是在具备安装充电电源条件的小区空间增设公用桩，引导无固定车位的车主共享小区充电资源，这在全国部分城市（例如苏州姑苏区）的老旧小区中已经开始实践。

“私桩共享”模式是通过建设私桩共享平台，使有意向分享的私桩拥有者能够在其闲置时段释放出富余能力，为无桩车主提供充电便利的同时，也能增加其自身收益，实现共赢的局面。截至2021年底，全国共享私桩保有量7.43万台，占私桩保有量的比例仅3.4%。

“借力共享”模式是指当老旧小区不具备大量建桩条件时，可优先借力小区周边单位类、公建类建筑的充电桩点位，错时共享解决其充电问题。

建议有关部门在指导全国城市推进城市更新、老旧小区改造行动的过程中补充相关条文，对老旧小区的充电桩配置和片区资源的整合利用给予指导。

## 2) 既有加油加气站等存量空间的转型模式

利用既有加油加气站等存量空间布局新型交通能源基础设施，不仅能够充分发挥加油加气站的布局选址优势，利用场站人力、电力等现成资源，还能够有效节约土地成本，解决新型交通能源基础设施土地规划行政审批等问题，同时还可以适度减少城市的危险空间场所。国内的中石油、中石化等企业在重点城区、高速公路沿线的加油站布设充电设施，为电动汽车中长距离出行途中的补电

提供方便。

随着氢能在 2021 年 3 月被正式纳入“十四五规划前沿科技和产业变革领域”，以及国家相关部委补助政策的出台，氢燃料电池汽车在城市的应用前景较广，为加油加气站转型与加氢站合并建设提供了契机。佛山市作为广东省氢能发展示范城市，在《佛山市氢能产业发展规划（2018—2030 年）》中提出“鼓励加氢站与加油站、加气站或充电桩合并设置”的原则，计划到 2030 年全市建成 57 座加氢站。实际上，车辆在加氢、换电过程中损耗的时长与加油、加气基本相当，均可纳入出行途中的补能范畴，基于设计标准采取合理分区、预留补能设施间距等措施，能够根据车辆类型发展状况适时调整站内布局，为不同能源类型车辆提供更加灵活的解决方案。

建议加油加气站、大型充换电站运营企业和交通能源基础设施建设主管部门，针对既有交通能源场站空间的集约转型利用建立“自下而上和自上而下”相结合的政企对话机制，明确各方在交通能源基础设施规划、建设、运营等阶段的职责，补充相关政策法规和规章制度，保障交通能源场站设施向“多站合一”方向平稳过渡转型。

#### **(4) 完善交通能源设施与城市规划协同的政策规范体系**

交通能源基础设施与城市规划的协同离不开标准规范体系和一系列的政策支撑。

当前国家层面的标准、规范、导则大多从选址、布局、功能、安全间距等角度对交通能源场站设施的规划设计给予指导，亟需补充总体规模方面的规划指引，以期对不同类别场站设施的占地面积进行整体管控。既有的《城市用地分类与规划建设用地标准（GB50137-2011）》仅仅对“加油加气站”的用地类别进行了界定，而充换电站、加氢站、光储充一体化设施等新型场站有待在规范中进一步明确其用地类别，使控制性详细规划、修建性详细规划在编制过程中能够更精细地落实新型交通能源基础设施的用地范围。针对多地出台的充电桩配建标准“一刀切”现象，建议有关部门在指导配建标准的制订或修订时注重南北方城市间的差异，强化本地充电基础设施运行特征的研究，同时增加公建类建筑中直流桩的配比要求。

在交通能源基础设施规划的实施推动阶段，建议推行“规建分离”、“奖惩共促”等政策措施，兼顾设施的建设进度和运行成效。

以充电基础设施为例，建筑用地的充电桩可按照地区的充电设施配建标准进行建桩条件的预留，实际配装遵循“控制总量、盘活存量”的原则逐步推进，避免盲目建桩造成的资源浪费。

在奖励措施方面，可将既有的充电基础设施补贴政策由建设补贴向运营补贴倾斜。例如，上海市 2020 年出台的《上海市促进电动汽车充（换）电设施互联互通有序发展暂行办法》中，运营补贴上限由每年 200 元提升至 800 元；北京市 2020 年出台的《2020 年度北京市单位内部公用充电设施建设补助资金申报指南》和《2019-2020 年度北京市电动汽车社会公用充电设施运营考核奖励实施细则》确定了单位内部公用充电设施、社会公用充电设施的运营补贴标准，最高奖励 106 元/千瓦·年，上限 20 万元/站·年；成都市 2020 年出台的《关于组织成都市 2020 年第一批新能源汽车充电设施市级补贴申报工作的通知》确定了充电运营补贴细则，按充电量分阶梯进行补贴。

针对高峰时段占据充电车位的汽油车辆、超时占桩车辆，逐步明确惩罚措施。例如，2019 年嘉兴市通过《嘉兴市文明行为促进条例》，其中第十条第四款和第二十二条第二款规定，“妨碍他人使用机动车公共充电桩的，责令整改，可以处二十元以上二百元以下罚款”进行行政处罚。2021 年 4 月 1 日起北京市正式实施的地方标准《电动汽车充电站运营管理规范》明确提出，电动汽车充电站应引导燃油车不得占用充电专用泊位，宜采取人工辅助、智能化技术等解决非充电车辆、完成充电车辆占用充电车位的问题。

---

## **（四）新型交通能源基础设施与碳机制协同**

---

### **1. 新型交通能源基础设施助力双碳目标实现的路径**

据统计，当前交通行业碳排放约占中国碳排放总量的 9%左右，尽管碳排放贡献总量低于电力和工业，但交通行业已是我国碳排放增速最快的行业之一。具体来看，公路运输碳排放占交通行业排放总量的 85%左右，是交通行业的最大排放主体，具有很大减排潜力。

新能源汽车作为交通运输行业低碳转型的重要抓手，已经上升为国家发展战略。目前我国纯电动车碳排放量为 0.7 吨/万公里；预计到 2035 年，纯电动车碳



排放将下降到约 0.4 吨/万公里，相比 2021 年降低 40%以上，下降原因来自于绿电应用比例上升造成，随着绿电比例加大，电动车排放会大幅降低。到 2060 年，预计纯电动车碳排放下降到 0.2 吨/万公里。

新型交通能源基础设施作为连结汽车、交通和能源的枢纽，也将在交通运输行业低碳转型中扮演重要角色。

2021 年 10 月 24 日中共中央、国务院印发《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》(简称“《意见》”)；《意见》中提到，在交通运输领域，主要行动包括推动运输工具装备低碳转型、绿色高效交通运输体系和绿色交通基础设施建设。绿色交通基础设施建设关键举措包括加快发展新能源和清洁能源车船，推动加氢站建设；加快大容量公共交通基础设施建设，加快构建便利高效、适度超前的充换电网络体系。为了保障有关建设能够顺利进行，完善投资政策中提到充分发挥政府投资引导作用，构建与碳达峰、碳中和相适应的投融资体系，加大对低碳交通运输装备项目的支持力度，完善支持社会资本参与政策，激发市场主体绿色低碳投资活力。随后，10 月 27 日国务院印发《2030 年前碳达峰行动方案》(简称“《方案》”)，《方案》指出，将绿色低碳理念贯穿于交通基础设施规划、建设、运营和维护全过程，降低全生命周期能耗和碳排放。

为深入贯彻落实《意见》和《方案》有关要求，2022 年 1 月 21 日，国家发展和改革委员会等七部委随后联合印发《促进绿色消费实施方案》，方案中提到，进一步激发全社会绿色电力消费潜力；统筹推动绿色电力交易、绿证交易；加强与碳排放权交易的衔接，研究在排放量核算中将绿色电力相关碳排放量予以扣减的可行性；持续推动智能光伏创新发展，大力推广建筑光伏应用等内容。本文件的印发，为新型交通能源基础设施主动作为、积极响应国家对于促进绿电、绿证交易的部署及安排提供了政策驱动力，作为连接电力企业和车主的枢纽，新型交通能源基础设施建设运营方将主动配合电网企业分摊完成可再生能源消纳责任权重，并协助提升车主消费绿电的意愿和动力，助推形成全民购买绿电的绿色消费风气。

从长期看，新型交通能源基础设施不仅能够为新能源汽车传送可再生能源，同时基础设施本身也具备通过参与绿电（绿证）交易、参与碳市场等方式助力交通行业低碳转型的潜力，具体体现在以下路径：

### (1) 建设分布式光储系统

新型交通能源基础设施作为车辆的补能设施，自身能耗主要为运营过程中设备线损、办公照明、空调等能耗，碳排放主要是能源消耗对应的排放。新型交通能源基础设施开展“双碳”工作，应紧抓国家推动分布式新能源及储能系统建设机遇，充分利用屋顶、边坡等资源，加强内部分布式光储系统建设，建设交通能源基础设施微网，并加强用能管理与交易管理，实现降低能耗和碳排放的目标。

### (2) 加大氢能利用

氢能因可再生、零排放、零污染属性，被视为 21 世纪最具潜力的能量载体。我国提出“双碳”目标后，发展氢能的重要性从政策、法律等方面得到了进一步确认。

交通运输行业是我国氢能下游利用最集中的领域之一，在自身绿色低碳化发展的过程中，将与氢能产业发展形成互促互进的密切协同关系。随着国家宏观政策、产业政策及金融支持不断加码，氢能产业将会呈现愈加向上的发展态势：作为交通能源领域绿色低碳发展的主要方向之一，在重卡、航空、海运等重型、远程运输中推广绿色氢能（可再生能源制氢），其零碳、零污染的属性将进一步放大，强力支撑交通领域实现深度脱碳。

### (3) 绿电（绿证）交易

绿电交易的本质是打通清洁能源供给侧与用户需求侧的直接交易机制。《促进绿色消费实施方案》提出“建立绿色电力交易与可再生能源消纳责任权重挂钩机制，市场化用户通过购买绿色电力或绿证完成可再生能源消纳责任权重”“加快提升居民绿色电力消费占比”，为新型交通能源基础设施参与绿电（绿证）交易，并且引导车主参与绿电交易提供了政策基础。

通过促进绿电（绿证）消费提高可再生能源消纳，反过来也将进一步降低交通运输领域碳排放，并通过电-碳市场联动，为交通能源基础设施提供新的发展机遇，最终共同推动实现碳中和目标。

按照 2030 年中国电动汽车保有量 1 亿辆估算，年用电量将达到 258 太瓦时，假设基础设施绿电交易占比达到 40%，通过绿电交易实现的减排量将达到

1.36 亿吨。<sup>13</sup>

#### (4) 参与碳排放权交易

碳排放权交易作为落实“双碳”愿景的核心政策工具之一，允许碳排放资源在不同企业之间通过市场进行自由配置，相比行政手段，能够以较低的成本实现减排目标。其设计原理，是通过发挥价格信号作用，引导经济主体降低温室气体排放量，减少环境污染行为，推动经济社会发展绿色转型。对于新型交通能源基础设施发展而言，积极参与碳排放权交易市场建设，不仅能加快实现自身碳中和的目标，通过利用新能源项目开发的碳资产在碳市场进行交易，还能创造额外的减排收益。

## 2. 新型交通能源基础设施与碳机制协同面临的挑战

### (1) “双碳”工作仍处于顶层设计阶段，政策支持交通能源基础设施与碳管理协同发展还需明确

当前我国“双碳”各项工作仍处在起步阶段，中央和政府各部门虽然已对交通运输领域的绿色低碳发展设计了顶层规划，并对交通基础设施支撑绿色低碳交通体系发展做出了部署，但现有政策还未针对交通基础设施在自身运营过程中参与碳市场、绿电交易等碳管理工作做出统筹安排，政策支持交通能源基础设施与碳管理协同需要更加清晰准确，为开展交通能源基础设施与碳管理协同明确政策支持方式及方向。

### (2) 现有市场机制之间存在协调不足，交通能源基础设施与碳管理协同发展面临制约

现有的各种市场机制之间的不协调和不完善将制约交通能源基础设施与碳管理的协同发展进程。当前全国碳市场与 CCER 市场建设进展不及预期，碳市场与

<sup>13</sup> 计算方法为： $\Delta E = E_{\text{燃料}} - E_{\text{电力}}$   
 $\Delta E$  为统计年内碳排放降低量， $E_{\text{燃料}}$ —统计年内使用燃油车时产生的碳排放，单位为吨（tCO<sub>2</sub>），按照等量用电量推算  $E_{\text{燃料}} = \text{燃油车等效油耗热值} \times \text{单位热值含碳量}$ ； $E_{\text{电力}}$ —统计年内电动汽车使用电力所对应的 CO<sub>2</sub> 排放量，单位为吨（tCO<sub>2</sub>），按照行驶里程测算  $E_{\text{电力}} = (\text{电动车总用电量} - \text{绿电使用量}) \times \text{度电排放系数}$ ，2030 年电力平均排放因子约为 0.37 吨/MWh。假定燃油车平均热效率为 30%，电动车热效率为 90%，则燃油车等效热值为用电量\*度电热值\*电动车热效率/燃油车热效率\*单位热值含碳量（汽油为 18.9kg/GJ），根据预测 2030 年电动车总用电量为 258 太瓦时（40%为绿电），则  $E_{\text{燃料}} = 2580 \times 10^8 \times 3.6 \times 10^{-3} \times 0.9 / 0.3 \times 18.9 \times 10^{-7} \times 44 / 12 = 19309.8$  万吨； $E_{\text{电力}} = 2580 \times 10^8 \times (1-40\%) \times 0.37 / 1000 / 10000 = 5727.6$  万吨，则  $\Delta E = 13582.2$  万吨

绿电、绿证市场在减碳互认等环节还未打通；同时，交通能源基础设施的碳排放核算方法和碳普惠方法学，以及氢能利用等开发碳减排资产方法仍存在空白。为推动协同发展，需要交通运输、碳市场及电力市场等主管部门进一步解决机制协调不足难题，在加快核算体系建设、创新方法学开发等方面通力合作，加快推动和落实交通能源基础设施建设与各市场机制融合和对接。

### **(3) 协同发展建设要求建设运营方提高统筹管理能力，对协同方式和跨界合作提出了更高的要求**

推动新型交通能源基础设施与碳管理体系协同是一项跨界融合的工作，涉及到政府审批、设施建设、机制设计、商业运营等多个环节，需要建设运营方具有丰富的协调政府主管部门、电网企业、金融机构、车主等相关方的经验，并客观要求其在基础设施建设运营、碳排放监测与核算、碳减排资产开发、碳资产管理以及商业模式打造等协同关键点上具有较高的统筹管理能力。而我国整体所处的“双碳”工作阶段，决定了大部分企业在部分能力方面短板明显，将对协同工作的开展造成一定障碍。

## **3. 协同发展对策**

### **(1) 参与碳市场**

#### **1) 碳市场建设情况**

我国存在两个全国性的温室气体排放交易市场，全国碳排放权交易市场，以及全国温室气体自愿减排市场，即 CCER 市场。

全国碳排放权交易市场。全国碳市场于 2021 年 7 月开启，纳入发电行业重点排放单位 2162 家，覆盖约 45 亿吨二氧化碳排放量，是全球规模最大的碳市场。

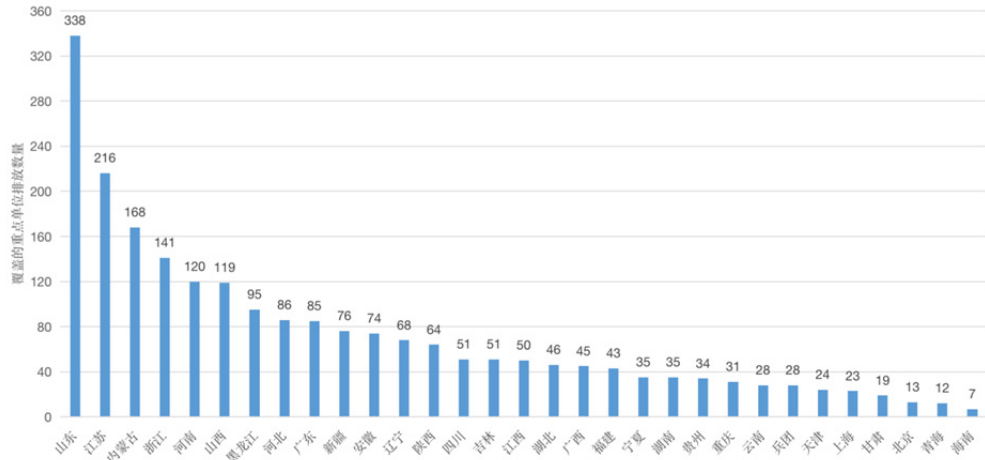


图 34 全国碳市场覆盖重点排放单位分布图

政府在确定碳排放总量目标、并对碳排放配额进行分配后，企业之间以碳排放配额为标的进行交易，一年之后政府组织第三方核查机构核查企业实际排放量，最终企业以实际排放量数为准，向政府清缴上年度的碳排放配额。在配额分配上，当前政府均以免费方式将配额分配给企业，未来随着全国碳市场的发展，企业获取配额的方式将逐渐转变为以免费获取+拍卖或固定价格购买的方式。

截至 2021 年 12 月 31 日，全国碳市场第一个履约周期顺利收官，累计运行 114 个交易日，碳排放配额累计成交量 1.79 亿吨，累计成交额 76.61 亿元。按履约量计，履约完成率超过 99.5%。总体来看，全国碳市场基本框架初步建立，价格发现机制作用初步显现。

预计在“十四五”期间，全国碳市场最终将覆盖发电、石化、化工、建材、钢铁、有色金属、造纸和国内民用航空等八大行业，覆盖的排放总量将超过 70-80 亿吨，到 2030 年累计交易额或将超过 1000 亿元。

CCER 市场。中国核证自愿减排量 (CCER)，是指根据《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》规定，经其备案并在国家注册登记系统中登记的温室气体自愿减排量。CCER 可以由承担强制减排任务的企业购买用来抵消其减排义务，也可以在金融市场上进行抵押、转让和开发衍生品。

截至 2021 年 4 月，国家发改委公示的 CCER 审定项目累计 2871 个，备案项目 861 个，进行减排量备案的项目 254 个。截至 2021 年 3 月，全国 CCER 的累计交易量为 2.8 亿吨，CCER 的价格在 20-30 元/吨波动。2021 年 7 月 16 日全

国碳市场开始启动后，把 CCER 纳入了全国碳市场，企业可以使用 CCER 抵销碳排放配额的清缴，比例不超过自身应清缴配额的 5%。

据北京环交所预测，重启后 CCER 市场将具有巨大的发展空间，未来全国碳市场扩容至八大控排行业后，按照 5% 的 CCER 碳排放配额抵消比例，CCER 需求将达到 3.5-4 亿吨/年，依照 2021 年 CCER 价格，将形成近 200 亿交易市场。

全国 CCER 市场和全国碳市场进一步融合后，更有效率地推动全社会减排，助力国家“双碳”目标实现。

### 信息框 1 CCER 减排资产开发潜力

新型交通能源基础设施作为非控排行业，参与碳交易的最直接方式为参与 CCER 交易。建设新型交通能源基础设施项目不仅可以为交通运输行业提供清洁能源，项目开发的碳减排资产通过 CCER 交易获利后，也将为建设运营方创造额外收益。

电站、充电桩、加氢站、光伏及储能设施等新型交通能源基础设施均可能成为生产 CCER 的最佳“绿色产线”，创造出较大的绿色减排效应及绿色资产价值。

以充电桩为例，编号 CM-098-V01《电动汽车充电站及充电桩温室气体减排方法学》，用于燃料替代类型方法学，适用于用充电站、充电桩充电的电动车辆替代常规燃油车辆运行带来的减排量计算。用电能替代汽油，由于电动车的高效率和低碳化逐步提升，可实现 1/2 左右的减排量。

分布式光伏发电采用编号 CM-001-V02《可再生能源并网发电方法学》，北京市装机容量为 20kW 的分布式光伏电站，根据分布式光伏发电量常用的简化计算公式：

$$L=W \times H \times \eta$$

其中，L 为年发电量，W 为装机容量，H 为年峰值利用小时数， $\eta$  为光伏电站的系统效率， $H \times \eta$  为年等效利用小时数。

按照 10 年衰减 10%，25 年衰减 20% 计算，在 25 年的运营期内，预计产生的总发电量为 540.47MWh，预计产生的总减排量为 446.9t。

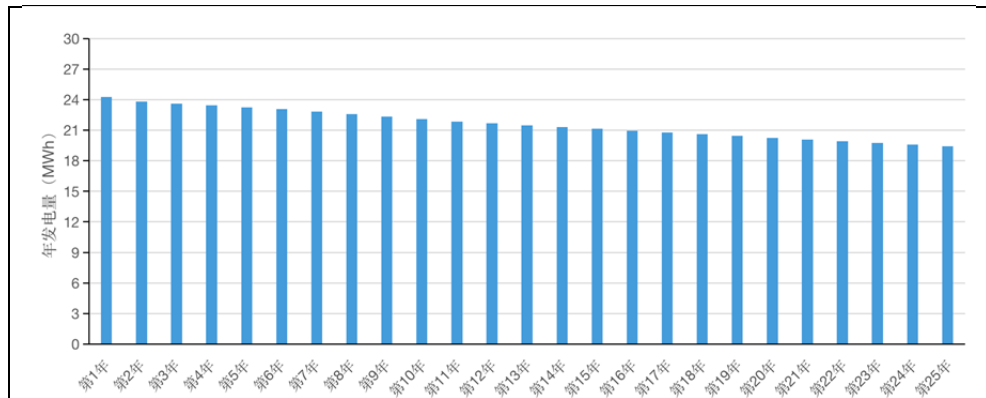


图 35 20kW 分布式光伏电站 25 年发电量

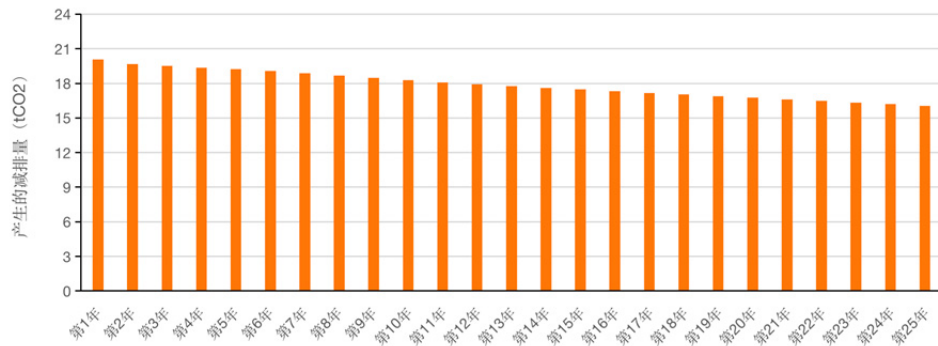


图 36 20kW 分布式光伏电站 25 年碳减排量

按照 2021 年 CCER 交易旺季价格计算，预计可产生减排收益 17876 元；对于单体容量小、点多面广的分布式光伏而言，宜将多个分布式光伏形成的碳减排资产打包后整体在 CCER 市场进行出售，预计北京市交通系统分布式光伏电站产生的整体碳减排资产收益将超过千万。

## 2) 新型交通能源基础设施参与碳市场策略

新型交通能源基础设施未来参与碳市场的运营和建设，将以实现自身碳中和需求、形成碳资产业务以及鼓励全社会共同形成绿色低碳消费行为等目标，从减排碳资产开发、参与 CCER 交易、碳普惠机制设计等方面开展工作。

### 开发策略

为作好 CCER 项目开发工作，建议企业可提前统筹谋划，通过开展碳资产摸底、方法学开发、构建 CCER 交易产业链等工作，稳步推动新型交通能源基础设施

施 CCER 减排资产开发。

首先，做好碳资产摸底，评估碳资产开发潜力。对于新建项目，在规划设计之初做好碳资产开发潜力规划和评估，将开发碳资产纳入项目设计中；对于已建项目，做好项目摸底工作，充分挖掘 CCER 资产开发潜力，统筹与新型交通能源基础设施相关的充电站、充电桩、光伏、储能、节能等资源，筛选可开发 CCER 的碳减排项目。

其次，研究 CCER 方法学开发的可行性和必要性。目前氢能等项目开发 CCER 方法学仍处于空白状态，相关企业可密切关注 CCER 市场和方法学备案重启工作，适时开展 CCER 方法学开发研究，为快速响应 CCER 市场重启做好准备。同时，关注产业链上下游企业的节能减排项目和减排需求，形成以新型交通能源基础设施为中心的 CCER 交易产业链，为上下游企业提供 CCER 资产，助力产业链企业降碳和实现碳中和目标。

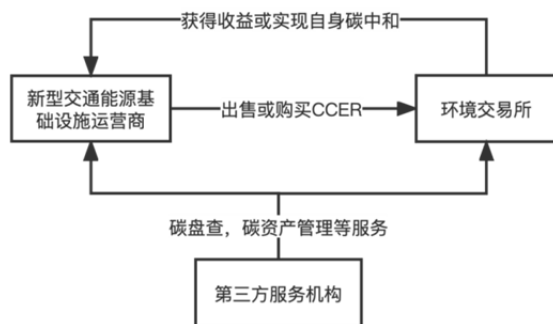


图 37 新型交通能源基础设施参与 CCER 市场流程

在收益分配上，由于新型交通能源基础设施开发 CCER 资产所涉及相关方较多，建议可由项目建设运营方统一开发后，通过合同约定的方式，与各方明确收益分配的比例、方式以及周期等内容，或采用灵活的方式，确保相关参与者能在 CCER 交易中获取相关收益

### 3) 设计基于新型交通能源基础设施的碳普惠机制

新能源汽车的减排量由新型交通能源基础设施与新能源汽车共同产生，但由于新能源车具有较强的用户端属性，其产生的减排量很大程度取决于车主行为，使新能源汽车的减排具有较强的普惠属性。

建立相对应的碳普惠机制是碳市场等强制减排行动之外的重要补充，是实现



绿色低碳发展的有效手段之一，利用“互联网+大数据+碳金融”的方式，把低碳行为进行具体量化并赋予一定价值，例如鼓励使用者通过绿色行为产生减排量，经过在 CCER 市场进行保值增值后，以现金、优惠券、积分等方式将普惠权益返还给消费者，增强消费者绿色消费动力。通过碳普惠的方式，将减碳行为与商业激励、政策激励、公益激励和交易激励相结合，能够调动公众积极加入全民减排行动，形成全民绿色消费的良好风气。

### 现有绿色出行碳普惠机制运行情况

在碳普惠机制相关政策文件方面，我国已有多个地区发布了与交通减碳相关的碳普惠方法学：

表 23 我国部分地区已颁布碳普惠文件

年份	区域	政策名称
2019 年	广东省	《广东省自行车骑行碳普惠方法学》
2021 年	深圳市	《深圳市低碳公共出行碳普惠方法学(试行)》
2022 年	上海市	《上海市碳普惠机制建设方案(征求意见稿)》

其中，深圳市和广东省已经正式公布了部分低碳出行领域的个人碳普惠方法学，社会组织和企业可根据方法学进行碳普惠机制开发和运行；上海市则是提出了建设方案征求意见稿，从政策层面明确了建设交通领域个人碳普惠体系是未来政策支持和发展的重点，将根据“先易后难、逐步扩大”的原则，将个人衣、食、住、行、用等生活中有效的低碳行为逐步开发为标准化的个人减排场景。

在碳普惠机制创新应用方面，北京市走在前列。在 2019 年 11 月 4 日，北京市交通委与高德地图共同发布国内首个落地实施一体化出行平台应用试点——北京交通绿色出行一体化服务平台（MaaS），并创新提出基于 MaaS 平台的绿色出行碳普惠机制，在高德和百度地图开辟绿色出行平台，收集市民绿色出行产生的碳减排量，再通过与北京绿交所合作，通过碳交易市场转化为个体激励，建立基于市场机制的绿色出行可持续激励模式，鼓励和引导市民绿色出行。

自 2020 年 9 月 8 日上线以来，截止 2021 年 3 月，半年累计碳减排量已经达到 23800 吨，根据中国碳核算数据库（CEADs）数据，北京市 2019 年全年碳排放量约为 8650 万吨，碳普惠机制半年碳减排量约占北京市 2019 年全年碳排放的 0.3%，相当于 20000 辆国四车排放标准汽车更换为新能源汽车一年的减排

量。按照 2021 年 CCER 价格计算，产生的减排量价值大约在 95.2 万元。

### 开发策略

新型交通能源基础设施运营与碳普惠协同机制设计过程中，建议可结合交通能源基础设施运营特点，借鉴已有碳普惠机制设计经验，从满足车主的出行需求和习惯、建立可持续的权益返还制度、利用不同形式的优惠方式组合嵌套、加强与已有绿色出行平台联动等方面出发，打通车主绿色行为与碳减排资产收益转化通道。

机制设计方面，车主开启个人碳账户后，当完成加氢或购买绿电等绿色消费行为后，经绿色消费行为形成的碳减排资产将通过参与 CCER 交易和碳金融形成一定的收益，部分收益将以碳积分、现金或优惠券等形式通过碳普惠平台返还至个人碳账户中，另一部分收益将用于碳普惠平台运营或新型交通能源基础设施建设。

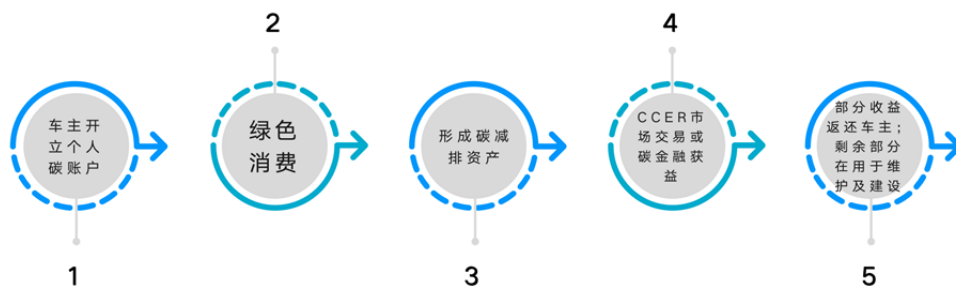


图 38 碳普惠机制流程

具体操作建议方面，一是建议与北京绿交所等环境交易所开展合作，以对形成的减排碳资产已经认证，并约定个人碳普惠碳资产交易的全部内容；二是建议与高德、百度地图等出行 APP 联动，并扩展车主绿色消费场景，丰富平台中的绿色行为内容模块；三是建议采取多种绿色消费记录模式，如可采用拍照上传+在线读取数据等方式对车主的绿色行为进行验证，以计算车主应获得的碳普惠收益。机制与平台联动后，平台已有用户数及工作基础，将带动交通能源基础设施运营碳普惠机制，形成更大的社会效应和经济效益。

通过碳普惠机制的设计，将实现以下目标：

一是利用碳普惠权益返还机制，提升车主购买新能源车意愿，促进新能源车产业发展；二是促进绿电消费，实现推动可再生能源消纳和降低碳排放的双重目标；三是碳资产形成的收益还可补贴交通能源基础设施的建设及运营成本，激励

政府和社会资本加大对充电桩、加氢站等新型交通能源基础设施的投资。四是通过创新机制设计，形成交通领域低碳工作亮点，打造可为其他行业及领域借鉴和参考的样板。

#### 4) 参与碳金融市场

碳资产作为资产的一种，具有极强的金融属性，碳资产持有方可通过在金融市场进行价值管理操作获得一定的收益，从而实现资产保值增值的目标。

我国目前的碳金融市场已经存在四大金融工具，分别是银行碳金融、碳信托、碳基金以及碳保险。具体内容及发挥主要作用见下表。

表 24 碳金融工具类型、主要内容及作用

工具类型	主要内容	发挥作用
银行碳金融	碳资产抵押/质押融资为主	盘活企业多余的碳资产，利用已有的碳资产获得更多的配套资金
碳信托	碳融资类信托及碳资产服务信托	
碳基金	社会资本共建基金	发挥杠杆作用，向碳减排项目及产品投入更多资金
碳保险	碳排放权市场的交易价格波动及交易过程提供保险	帮助企业规避由碳价格波动引起的风险

#### 信息框 2 上海市开展 CCER 质押回购

目前，我国碳金融市场虽还未完全打开，但已具备一定的先试先行基础。以上海市开展 CCER 质押回购为例，上海环境能源交易所于 2015 年制定了《上海环境能源交易所协助办理 CCER 质押业务规则》，在上海碳市场 CCER 质押业务模式中，企业、金融机构与上海环境能源交易所共同签署三方协议。企业与金融机构就 CCER 质押签订合同后，向上海环境能源交易所申请办理 CCER 冻结登记，由上海环境能源交易所所在系统内办理相关冻结手续，实现质押双方信用保证；当质押合同终止时，质押双方再通过上海环境能源交易所办理解除冻结登记手续。



相关成果案例，为交通能源基础设施开展碳金融业务提供了成功经验和重要参考，也为未来参与碳金融发展预留了想象空间：新型能源交通设施形成 CCER 减排碳资产后，一是发展碳资产回购质押业务，通过稳步探索回购（或质押）融资等债券业务，联合银行、证券公司设计碳资产回购融资（或质押）等融资工具，通过将碳资产出售（或抵押）给受让方从而获取资金融通机会；二是发展碳期货，广州期货交易所正在建设全国碳期货市场，随着碳期货市场简称及碳期货的推出，项目建设运营方亦可通过碳期货交易进行套利。

对利用交通能源基础设施形成的碳资产进行系统化、专业化、规范化的保值增值管理，能有效盘活碳资产，激发政府和企业投建新型交通能源基础设施的信心和动力，部分收益也可以投入能源交通基础设施建设，继续产生额外的社会和环境红利。

## (2) 参与绿电交易机制

### 1) 绿电交易机制发展现状

绿电交易的本质是打通清洁能源供给侧与用户需求侧的直接交易机制。2021 年 7 月底，国家电网和南方电网向国家发改委、能源局报送了《绿色电力交易试点工作方案》，绿电交易试点的目的，一方面是通过体制机制创新，为市场主体提供绿电交易服务，全面反映绿色电力的环境价值，由电力供给侧结构性改革引导全社会形成主动消费绿电的共识，推动以新能源为主体的新型电力系统的构建；另一方面为企业获得绿色电力提供了普惠性的渠道，能降低消费侧电力间接排放，为企业降低碳市场履约成本和应对国际碳关税提供了可行路径。

方案得到国家发改委、能源局批准后，9月7日绿色电力交易试点启动会在北京召开，启动了首次绿电交易，来自17个省份的259家市场主体参与了国网经营区域的首次绿色电力交易，成交电量为68.98亿千瓦时；南方区域共有30家市场主体参与，成交绿色电力9.1亿千瓦时。交易以双边协商为主，成交价格不一，此次绿电交易整体成交价相对基准上网电价上浮了2-3分，本次交易预计减少标煤燃烧243.60万吨，减排二氧化碳674.78万吨。

## 2) 参与绿电交易策略

从参与方式上，新型交通能源基础设施运营商参与绿电项目的方式包括直接购买绿电、投资绿电项目以及自建分布式光伏发电等；从参与角色上，新型交通能源基础设施运营商一方面扮演消费者和开发者的角色，将采购或自发的绿电用于自身运营，以实现低碳或者碳中和运行目标，另一方面则是与绿电交易机制协同，起到连接两端的作用，车主购买绿电后，所购电力通过充电桩、充电站等供车主充电使用。

推进具体工作的过程中，建议可采用以下策略：

打捆参与绿电交易，降低购买成本。随着全国统一电力市场建设步伐加快，新型交通能源基础设施可在省内中长期、省间中长期、省内现货和省间现货等市场购买绿电，但参与直接交易均存在一定的门槛，基础设施可以打捆，由同一主体代理，参与到绿电交易市场中。同时由于新能源电力具有很强的随机波动性，各时段价格也会有较大差异，基础设施通过打捆，提升购电、用电自主调节能力，可更好匹配新能源发电曲线，用更低的价格购买绿电，同时以价格为导向，引导新能源车充放电行为，为电网提供调节性服务，促进新能源消纳和电网用电安全。

强化绿电溯源，支持定向消纳绿电。利用绿电市场机制引导车主充电行为，并支持车主定向消纳绿电，车主在购买绿电时，可根据价差及个人喜好，自主选择绿电送端城市，对绿电进行定向消纳，通过定向消纳机制实现大规模充电负荷的引导，提升电网的运行效率和新能源消纳能力，并引导车主低谷多充电、高峰少充电，通过相对低成本的综合充电策略，降低充电成本，匹配新能源发电曲线的目标。

利用区块链技术，提高车主购买绿电便利度。交通能源基础设施运营商可基于区块链技术形成绿电消纳联盟链，并实现联盟链与碳普惠平台等APP互联，

车主可利用 APP 完成绿电交易的登记、出清、报价、撮合、合同签订、登记、结算等应用场景环节，同时，APP 将提供绿电定向购买等个性化服务，还可考虑推出 APP 购绿电折扣等活动，进一步激发消费者购买绿电意愿。车主通过手机 app 完成绿电购买全流程后，将获得绿电消费证明或二维码，凭消费证明或二维码即可于绿电充电桩或充电站完成充电。

加强电-碳联动，进一步激励车主购买绿电。将联盟链数据接口与碳普惠平台连接后，还将进一步打通绿电消费行为转换及碳普惠机制返还双向通道。车主可授权碳普惠平台自动定时调取联盟链的绿电消费记录权限，车主通过联盟链 app 购消费绿电后，绿电消费记录将自动传输至碳普惠平台，平台根据内置算法将绿电购买量转化减排碳资产量，形成相应的碳普惠权益。在碳普惠权益分配上，可设置权益返还双重通道，一部分权益将根据购电量，直接返还给购买绿电的车主，另一部分可用于补贴 app 购绿电电价打折活动，折扣部分电价可由碳减排收益进行补充，通过多种收益+优惠组合模式，持续激发车主购买绿电的兴趣和动力。

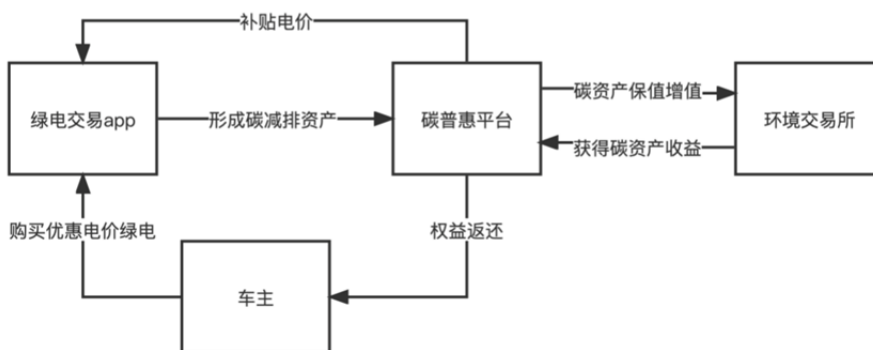


图 40 新型交通能源基础设施电-碳联动模式

通过绿电在线购买、定向消纳、优惠电价以及电-碳普惠权益返还等方式，不仅能提升车主购买绿电的获得感，提高车主购买绿电的便利度，通过机制创新激发车主消费绿电的兴趣，还可将绿电消纳与乡村振兴等重大战略进行有效衔接，满足两端城市差异化发展需求，送端城市将新能源优势转化为经济优势，实现资源价值转化和变现，受端城市则通过加大绿电利用比例，加速推动能源清洁化转型，以实现绿色低碳的发展目标。

### (3) 碳减排支持工具

#### 1) 碳减排支持工具现状

中国人民银行创设推出碳减排支持工具这一结构性货币政策工具，金融机构将按市场化、法治化原则，以减少碳排放为导向，以撬动更多社会资金促进碳减排为目标，以稳步有序、精准直达方式，对符合资金支持要求的项目提供融资服务：利用增量资金支持清洁能源、节能环保和碳减排技术三个重点碳减排领域投资和建设，从金融支持侧确保国家能源安全保供和绿色低碳转型目标能够顺利达成。

表 25 碳减排支持工具支持的领域及具体项目类型

支持领域	支持项目类型
清洁能源	主要包括太阳能利用、风力发电、高效储能(包括电化学储能)、氢能利用、生物质能源利用、智能电网、抽水蓄能、地热能利用、海洋能利用、热泵、大型风电光伏源网荷储一体化项目、户用分布式光伏整县推进、跨地区清洁电力输送系统、应急备用和调峰电源等。
节能环保	主要包括工业领域能效提升、新型电力系统改造等。
碳减排技术	主要包括碳捕集、封存与利用等

碳减排支持工具采用“先贷后借”模式，由金融机构对企业经营、绿色发展、偿债能力进行评估后，为符合放贷要求的碳减排重点领域企业提供碳减排支持工具，贷款利率与同期限档次的贷款市场报价利率(LPR)大致持平；再向人民银行按贷款本金的 60%申请碳减排支持工具的资金支持，利率为 1.75%。

截止 2022 年 12 月 31 日，央行向有关金融机构发放第一批碳减排支持工具资金 855 亿元，支持金融机构已发放符合要求的碳减排贷款 1425 亿元，共 2817 家企业，带动减少排碳约 2876 万吨。

碳减排支持工具作为金融助力碳达峰、碳中和目标实现的具体体现，将对我国货币政策工具箱进一步扩容，也为金融支持绿色转型新添有力抓手，在推动整个“双碳”战略发展的过程中具有重大的意义。

#### 2) 利用碳减排支持工具策略

新型交通能源基础设施建设与发展离不开金融体系持续、可靠的支持，也具备优先获得央行碳减排支持工具的先天条件及优势：

从支持范围来看，新型交通能源基础设施所涉项目均在表 24 央行碳减排支持工具所支持领域内。

从支持条件来看，新型交通能源基础设施作为支撑交通领域碳减排的基础保障，在国家“双碳”发展战略指引下，将通过支撑能源与交通运输低碳发展协同，从而带动交通运输碳排放量显著下降。不论从减排效应还是减排空间来看，新型交通能源基础设施建设均能满足碳减排支持工具“重点支持领域范围突出“小而精”，处于发展起步阶段、碳减排空间较大、给予一定支持可带来显著减排效应的行业”这一条件。

### 参与策略

一是加快与银行等金融机构建立联系。项目建设运营方应加强与金融机构互动，及时获取银行的具体支持行业、资金安排、优惠政策及申贷要求等，用以初步自评获贷潜力等。二是选择合适项目申请。选取或谋划符合碳减排支持工具要求的项目进行借贷申请，如选择充电桩、充电站、分布式光储、加氢站等建设项目，确保建设项目满足金融机构的减排支持工具申请要求。三是完成相关程序。科学开展还贷能力和风险评估，确保自身经营能力、项目实施收益及自有经营性现金流能够覆盖应还债务本息。按照银行等金融机构要求，准备相关材料并做好贷后管理。四是做好减排信息披露。根据央行对于金融机构披露发放碳减排贷款的情况以及贷款带动的碳减排数量等信息的要求，银行等金融机构在审批资金申请时，需要强化对碳减排量等绿色低碳实施效果的预期评估，并在向央行申请碳减排支持工具时提供绿色低碳数据，并对公众披露。

充电桩、加氢站等新型交通能源基础设施项目在申贷和建设过程中，应重点关注碳减排支持工具对于环境信息披露的相关要求：申请碳减排支持工具时，建设运营方需根据金融机构要求，对项目设计碳减排量等绿色信息进行披露，并对项目建设全过程环境效益及信息披露管理等内容进行说明，并承诺将实施环境效益评估及跟踪；获得贷款资金后，按承诺和要求向金融机构提供项目绿色减排实施效果数据等信息，发布 ESG 报告，并向社会进行公开披露，接受社会公众监督。



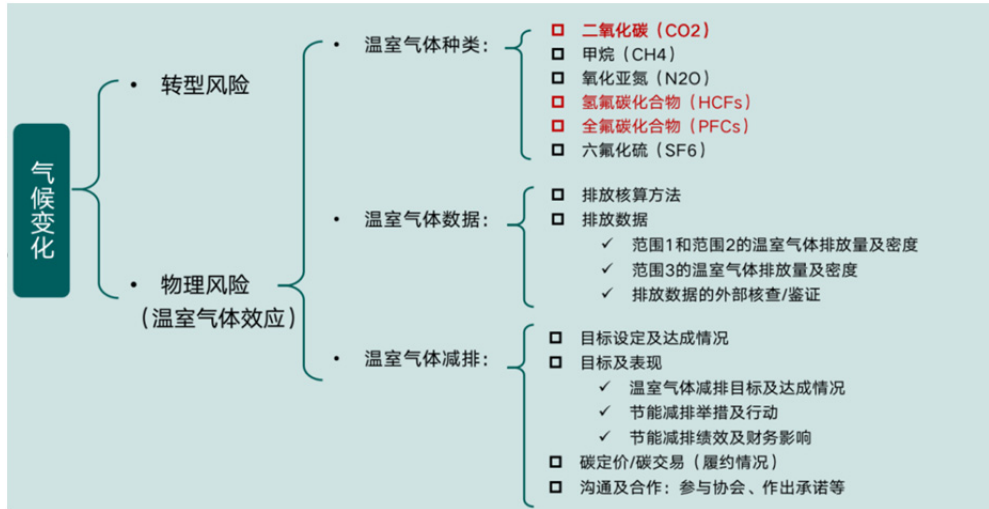


图 41 ESG 报告环境信息披露维度及指标

利用央行碳减排支持工具支持新型交通能源基础设施建设，不仅将为建设项目提供相对低成本的建设资金，降低建设运营方资金压力，还可充分发挥绿色金融引导作用，撬动其他社会资本加大对交通能源基础设施的投资及关注，从而实现推动交易运输结构低碳化发展，实现交通运输碳排放量降低，完成交通运输行业高质量发展的目标。

## (五) 新型交通能源基础设施与城市对外交通系统协同

### 1. 政策推动城市对外交通系统基础设施加速布局，各场景布局参差不齐

随着新能源汽车规模化发展、续航里程增加以及主要城市交通能源基础设施的快速布局，新能源汽车用户的出行需求已经从城市内逐渐拓展到城际间以及高速公路等场景。

近年来国家和地方均在政策层面强化了城市对外交通系统的充换电基础设施布局。2022 年 1 月，国务院发布《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》，指出要建设便利高效、适度超前的充换电网络，重点推进交通枢纽场站、停车设施、公路服务区等区域充电设施设备建设，鼓励在交通枢纽场站以及公

路、铁路等沿线合理布局光伏发电及储能设施。完善城乡公共充换电网络布局，积极建设城际充电网络和高速公路服务区快充站配套设施，实现国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域的高速公路服务区快充站覆盖率不低于 80%、其他地区不低于 60%。

交通运输部随后在《绿色交通“十四五”发展规划》再次提出推动公路服务区、客运枢纽等区域充（换）电设施建设，为绿色运输和绿色出行提供便利。因地制宜推进公路沿线、服务区等适宜区域合理布局光伏发电设施。

在地方层面，北京市、广州市、贵州省、河南省等地区也相继出台面向高速公路、交通枢纽、城乡地区、旅游景区的充换电基础设施规划布局。相关政策参考下表。

表 26 各地区城市对外交通系统充换电基础设施布局

地区	时间	政策名称	相关内容
北京	2017	《关于进一步加强电动汽车充电基础设施建设管理的实施意见》	加强居住小区、单位内部、高速公路服务区、风景名胜區、公共服务领域电动汽车、交通枢纽等方面的充电设施建设，并对符合相应条件的公用充电基础设施建设给予市政府固定资产补助资金支持。
广州	2021	《广州市智能与新能源汽车创新发展“十四五”规划》	加大重点区域充电设施建设力度。建设交通枢纽和露天公共停车场公共快速充电桩，重点推动白云机场、广州南站等主要交通枢纽以及露天公共停车场加快建设集中式充电站。
贵州	2021	《贵州省电动汽车充电基础设施建设三年行动方案（2021-2023年）》	到 2023 年，全省实现电动汽车充电桩乡乡“全覆盖”、电动汽车充电站县县“全覆盖”。
广西	2021	《关于支持广西新能源汽车推广应用若干措施的通知》	各市、县新规划建设的加油站点要预留充电基础设施建设位置；到 2021 年底，基本实现高速公路服务区充电基础设施全覆盖，基本满足城际交通、长途出行的充电需求；到 2023 年底，全区高速公路服务区充电车位占总停车位的比例不低于 20%。
河南	2021	《河南省“十四五”现代能源体系和碳达峰碳中和规划》	加大充电基础设施建设力度，加快干线公路沿线服务区快速充电设施布局，推进充电基础设施向农村地区延伸，构建布局合理、车桩相随的充电网络。

地区	时间	政策名称	相关内容
内蒙古	2021	《内蒙古自治区加快充换电基础设施建设实施方案（2021-2025年）》	呼包鄂乌及赤峰、通辽等地区高速公路服务区充换电设施服务覆盖率达到 100%，其他西部盟市高速公路服务区充换电设施最远服务间距不超过 100 公里，其他东部盟市高速公路服务区充换电设施最远服务间距不超过 150 公里，每个提供充换电服务的高速公路服务区配建不少于 2 个充换电设施。

目前公路充电网络建设初见端倪，尤其在干道公路（跨城市或者跨区域的国家级高速公路、一级、二级公路等）发展相对领先于其他场景，在高速公路沿线建设充电站成为实现电动汽车长距离行驶的基础条件。全国建成“十纵十横两环”高速公路充电网络，高速服务站达 2000 余家，充电桩 1.38 万个，主要集中在京津冀鲁、长三角、珠三角等区域，尚未实现全覆盖。截至 2021 年，国家电网公司的高速公路快充网络覆盖了北京、上海、山东、江苏等 19 个省市。

旅游景区方面，充电桩的分布密度明显不如市区，且旅游景区的充电桩一般只设置在目的地，以充电站的形式集合出现，很少设在中间路段，不适合长距离运行的旅游观光车。考虑到安全隐患自然景区不适合建加油站。其次，从占地面积的角度考虑，充电桩比加油站更适用于景区。枢纽充电设施建设方面，公交车运行路线和行驶里程相对固定，大中城市公交车日均行驶里程 200-250 公里，运行期间要求快速充电，停驶期间充电需求相对不急迫。国内一、二线城市电动公交车主要采用充电为主、换电为辅的模式，如下表所示。

表 27 国内主要城市电动公交汽车充换电模式一览表

城市	电动公交车充、换电模式
深圳	充电模式
成都	充电模式
杭州经开区	初期以换电为主，充电为辅，现状以充电为主，换电为辅
宁波	充电模式
厦门	充电为主，换电为辅
昆明	充电模式
龙岩	充电模式
福州	充电模式
长沙	充电模式

随着新能源汽车的快速增长，机场充电桩建设速度也在加快。2017年，全国6个机场共建设充电桩209个，2015-2018年规划投资超过1.2亿元。北京大兴机场提供了630个充电车位，首都机场建成了国内首个机场充电站。上海浦东机场停车楼D楼所有车位均配备充电桩，部分配轨道移动式充电桩；虹桥机场建成T2出租车充电站，可给42辆新能源出租车同时充电。广州白云机场2020年建设了132个充电桩。目前机场充电桩数量有所增长，但和车位总数及需求相比还远远不够，且机场充电桩的运维力度欠缺，导致充电桩的可利用率低。

## 2. 新型交通能源基础设施与城市对外交通系统协同面临的挑战

虽然近几年我国城市对外交通系统充换电基础设施建设步伐明显加快，但城际间交通能源基础设施仍难以满足用户日益增长的出行需求，城市对外交通系统基础设施分布不均、城市群协同配合不足的问题日益突显，具体体现在以下几个方面：

### (1) 充电设施布局不合理，与能源需求时空分布不协调

新型基础设施存在空间和时间上的分布不均。我国充电基础设施发展已呈现出较强的区域性，集聚效应显著。充电桩集中分布于东部地区，尤其是长三角、京津冀、珠三角城市群已成为充电桩的主要集聚地。核心城市充电设施密度大、覆盖率高，城乡地区、景区周边缺少必要的能源补给设施，尚未实现全范围覆盖。在节假日高峰时，多出现“一桩难求”的现象，难以满足充电需求。2021年国庆假期有409个充电站出现了排队现象，占全部高速公路站点的18%。

### (2) 设施设备种类单一，缺少对多用能主体综合考虑

目前各充电站充电设施基本都以60kW和120kW为主，充电速度相对较慢，难以满足道路出行场景中的快速补能需求，新一代换电站、氢气站等新型基础设施建设数量和规模仍寥寥无几。

各主体新能源基础设施建设较为独立，缺乏协调性和区域间的协同规划，过剩资源难以整合并向社会车辆服务，缺少面向多交通方式用能主体的综合配置。在国家层面的政策指引下，各省市分别推出了相关的规划和意见，缺乏区域间的

协同，未将区域一体化发展考虑在内。同时，针对不同类型的新型基础设施，分别指出对应的发展意见和方向，未将不同基础设施间的影响和联动考虑在内。

### **(3) 设施利用和运维状况不佳，难以形成对绿色出行的引导作用**

充电基础设施供应商投资效益差，建设及运营成本高、运营模式单一、回报周期长等因素导致许多充电桩陷入无人维护、甚至停业的窘境。据汽车充电桩竞争分析调查，目前国内现有的公共充电桩日均使用率不过 1 车/日，充电服务费对于运营商来说杯水车薪，亏损成为整个行业的常态。另外，充电桩的质量参差不齐，国家对行业的补贴政策鼓励市场扩大，但是，这也降低了竞争的门槛，导致高质量的企业付出更多的成本和资源浪费。25 座大城市平均桩数利用率均值仅为 34.9%，利用率低下。

较低的设施利用率导致运营回报低下，新能源设施建设积极性不高，特别是需求分散的城乡区域。公用设施缺少日常维护，损坏状况频发，经常性停用影响服务体验，难以形成对绿色出行的引导作用。

## **3. 协同发展对策**

### **(1) 协同原则和思路**

#### **1) 协同规划原则**

对外交通系统中的新能源设施规划以能源需求为导向，在遵循用能特征，保证服务能力的基础上，在规划中体现以下原则：

#### **统筹规划，综合部署**

统筹城市对外交通系统与能源供给系统的协同发展，在区域层面对新能源设施设备进行综合部署，优化新型基础设施空间布局，提高能源供给能力和供给效率。

#### **保证公平，适度超前**

新型基础设施作为一种服务公众的社会资源，应坚持社会公平的原则，适度超前建设，保证新能源车辆使用者的最基本补能需求能够满足。

#### **挖掘存量，按需规划**

充分利用交通系统现状的空间存量，挖掘交通系统设施的提升潜力，遵循能源需求的客观规律，集约节约利用土地资源。

## 2) 协同规划思路

面向各城市对外出行场景，解析新能源车辆出行过程，分析各场景下的能源需求特征，在对补能需求时空分布的精准估计基础上，考虑多主体用能差异和设施适用性，融合能源网络与交通网络，适度超前地对设施空间布局、类型设计和容量规划。从整体上提升对外出行网络的能源供给能力和供给效率，为长距离绿色出行提供便利。其规划思路如图所示。

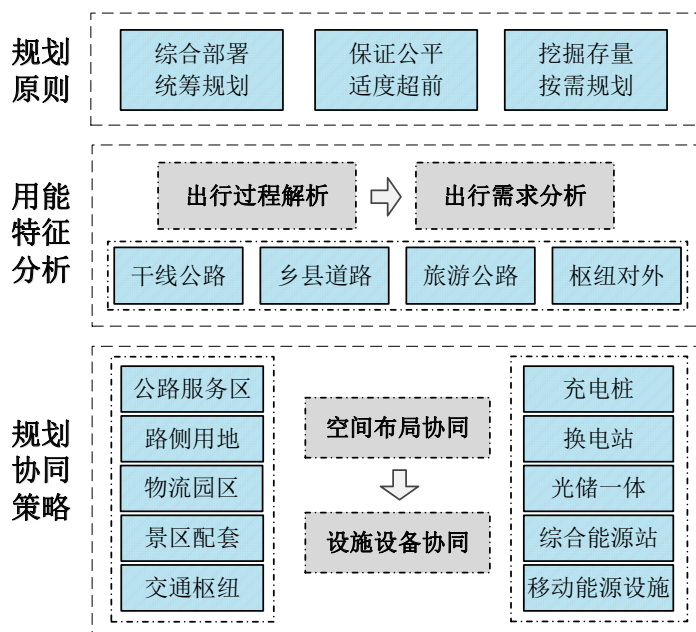


图 42 新能源基础设施规划与设计思路

### (2) 用能需求分析

#### 1) 干线公路用能需求分析

##### 干线公路需求特征

随着公路基础设施的不断完善，公路客运需求逐渐趋于饱和。据交通部数据，2020 年全年完成营业性客运量 68.94 亿人，比上年下降 47.0%，完成旅客周转量 464641.01 亿人公里，下降 47.6%，旅客运输平均运距 67km。

随着“公转铁”等政策的推行，公路货运在全国货运量中的占比逐渐降低，但仍占有绝大部分的比重。据交通部数据，2020 年公路货运量在全社会营业性货运量中占比 73.8%，下降 0.5%，完成营业性货运量 342.64 亿吨，比上年下降 0.3%，完成货物周转量 60171.85 亿吨公里，增长 0.9%，全年货物运输平均运距为 176km。

受经济、人口、公路密度等因素的分布影响，区域间客运密度差异明显。从全国各大区域交通量分布情况看，全国干线公路网交通量分布不均匀。以未受新冠疫情影响的 2018 年全国干线路网交通量为例，华南和华东高速公路出口交通量较高，西南、华北、华中其次，而东北和西北的交通量较低。

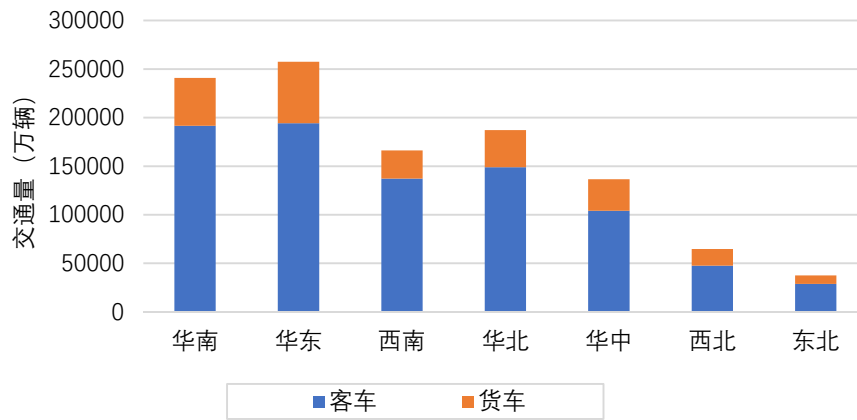


图 43 2018 年全国高速公路区域出口交通量分布情况

资料来源：路网蓝皮书

从车辆流向看，公路货运载货量与运距指标对比如表所示，超过 70%的货车从事省内运输，超过 20%的货车从事临省运输，跨省运输货车占比较小，但集中于大型货车。

表 28 分流向的货物运输主要指标对比

	车流占比 (%)	平均载货 (吨)	平均运距 (公里)
省内运输	71.8	6.7	57
邻省运输	23.7	14.0	250
跨省运输	4.5	20.4	549

虽然由于中重型车型造价成本高、技术较为复杂，目前车企多制造新能源货车，车型为轻卡及微小型货车，续驶里程集中在 200-300km，可以满足短途出行的需要，但无法支撑跨城际的长途出行。但货运能源绿色转型发展为必然趋势，随着技术的进步和发展，新能源货车在长途货运中的应用会更加广泛。因此，长途货运新能源基础设施的规划需着眼于未来发展，预留绿色货运规划空间。

### 干线公路出行过程解析

在干线公路出行中，由于出行距离较长，出行者通常会选择进行途中停留。考虑到车主和乘客产生停留的需求，以满足餐饮、休息、购物、加水加油等方面的需要，沿线服务区能够为驾乘人员和车辆提供必要的基础服务，同时一些服务区也在向文化、旅行和物流等复合功能服务区发展。另外，货运车辆除了在服务区停靠外，还将在物流园区产生装卸货行为。

此外，干线公路出行距离往往较长，出行者在干线公路出行中的出发时间、路径选择往往还会受到外部环境的影响，特别是货车出行中对价格变化更为敏感，因此充电站位置、充电价格、充电站服务水平也会影响干线公路出行决策，偏好充电站分布密集的路径，以满足出行中频繁的充电需求。因此新能源基础设施常依托服务区建设，以同时满足车辆补能需求和驾乘人员需求。新能源车辆在干线公路上的出行过程如图所示，其全程出行可简化为由起点、在途服务区和终点构成的一系列出行过程。

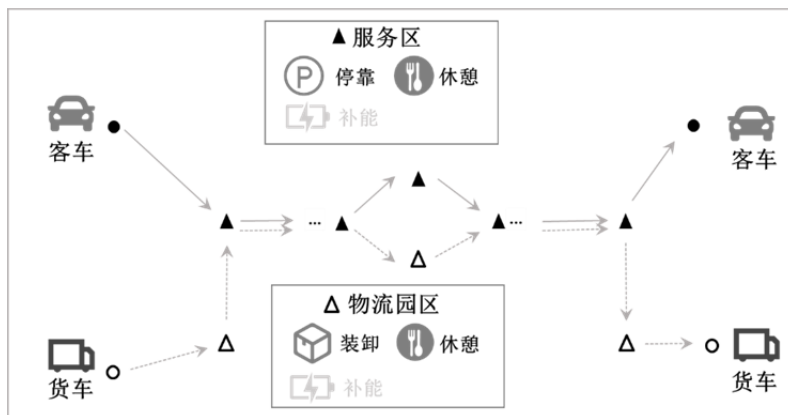


图 44 区域干线公路出行过程



## 2) 县乡道路用能需求分析

### 县乡道路需求特征

相比于城市的人口和产业集中分布，村镇的分布更为分散，乡县道路作为保障各乡镇和村落连通的道路，覆盖范围更广、总里程更长，导致县乡道路上的出行需求更为分散。另外，县乡道路等级一般较低，尽管近些年来在不断加强县乡道路建设，道路等级和覆盖里程不断提升，但相比于城市道路或干线公路，县乡道路沿线经济基础和路侧服务设施仍显不足。

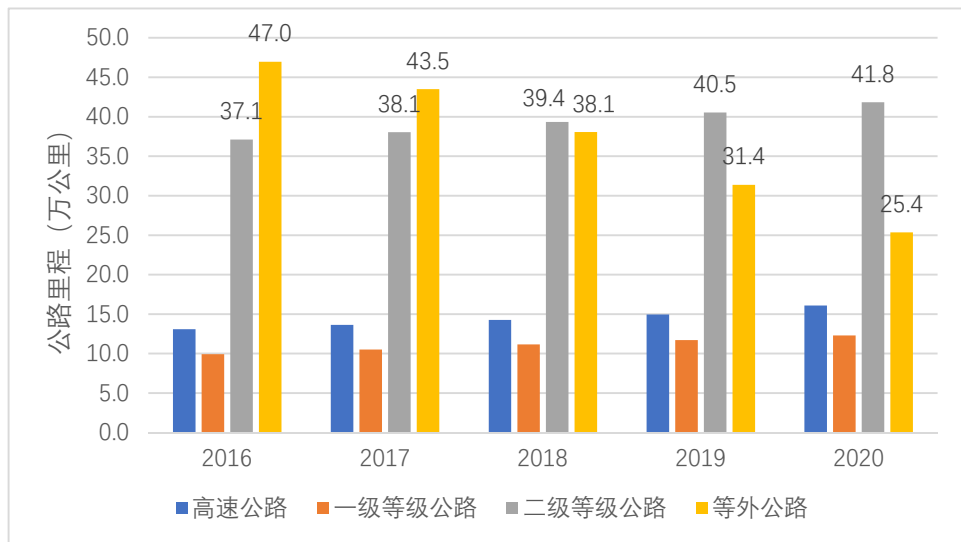


图 45 全国各等级公路里程

资料来源：国家统计局

根据中国电动汽车百人会《中国农村电动化调研报告》调研整理，如图所示，农村居民日均出行里程在 30 公里以内，中长途出行次数较低。尽管当前新能源汽车在农村地区的渗透率相对较低，在新能源下乡政策的号召下，在农村家庭消费水平接受范围内的，续航里程 200 公里左右的新能源乘用车能够较好的满足农村居民的出行诉求，并且 2 吨以内的新能源货车在农村也具备一定的适用性，在未来农村将成为新能源车辆又一爆发点。

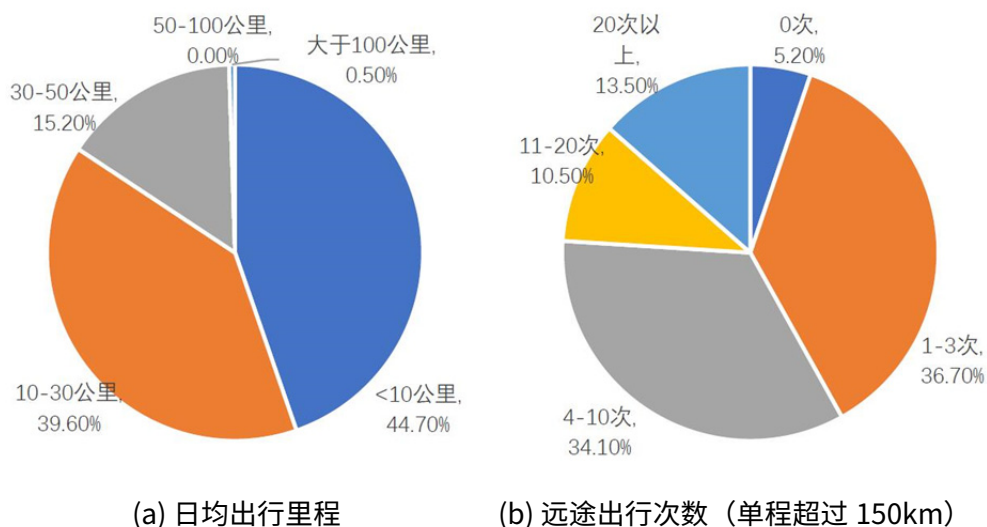


图 46 农村居民出行特征分布

资料来源：《中国农村电动化调研报告》

另外，农村和乡镇地区由于人口密度较低，土地利用较为疏松，具备良好的私人充电桩建设条件，根据调查显示，在自家院内、住宅就近和自由停车棚的家庭占比达到 80%，即大部分农村家庭能够在私人充电桩以较为优惠的电价进行补能。

### 县乡道路出行过程解析

城乡出行距离短，远途出行频率低，且城乡居民私人桩较为普及、电动汽车续航里程基本上能够满足个人城乡出行的需求，在途的充电需求并不高。但为充分满足城乡居民的出行需求，响应新能源下乡政策，保障能源供给的公平性，避免城乡用户因在途电量不足产生的里程焦虑和意外情况，仍需要结合县乡道路和城乡居民出行特点进行面向社会的充电设施规划布设。

县乡道路一般连接多个村镇，村镇既是出行的起终点，也可以成为出行经停休憩点，供出行者停车、休闲和处理事务等。另外，尽管县乡道路等级不高，但仍在道路两侧设有加油站等服务设施，可供出行者在此经停。

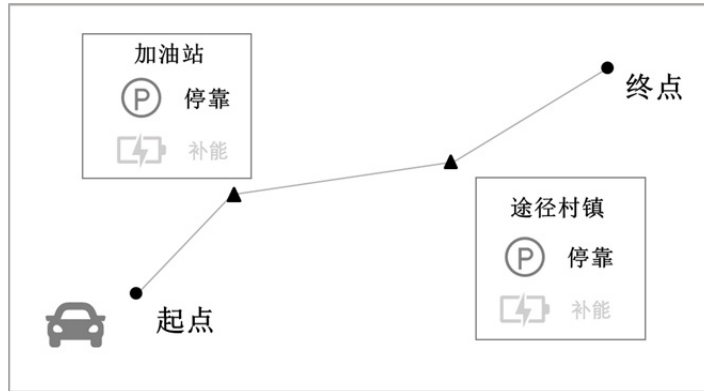


图 47 县乡道路出行过程

在进行县乡道路新能源基础设施规划时，考虑到城乡出行距离较短，新能源汽车续驶里程足以支撑出行距离，且居民较少产生在途充电的需求，主要采取“需求响应、适度超前、科学布局”策略，建设以出行起讫点为主、沿途为辅的城乡区域充电网络。在城乡起讫点的村镇中重点建设慢充桩，在县乡公路上，因地制宜结合路侧加油站、停车场、公交场站等设施建设公共快充桩。

### 3) 旅游公路用能需求分析

#### 旅游出行需求特征

近些年来，国内旅游出行增长迅速，旅游人数接待量从 2011 年的 26.41 亿人次增长到 2019 年的 60.06 亿人次，年增长率为 10.96%，即使受到新冠疫情影响，2020 年，我国国内旅游人数仍有 28.79 亿人次，在旅游市场的复苏下，2021 年国内旅行人数恢复至 34.31 亿人次。

其中自驾游人数也在持续增长，占到国内旅游人数比例的半数以上，2019 年自驾游人数达到了 38.4 亿人次，占全国旅游人数的 64%；2020 年受全国旅游人数下降影响，自驾游人数下降至 22.4 亿人次，但占旅游总人次的比例高达 78%。

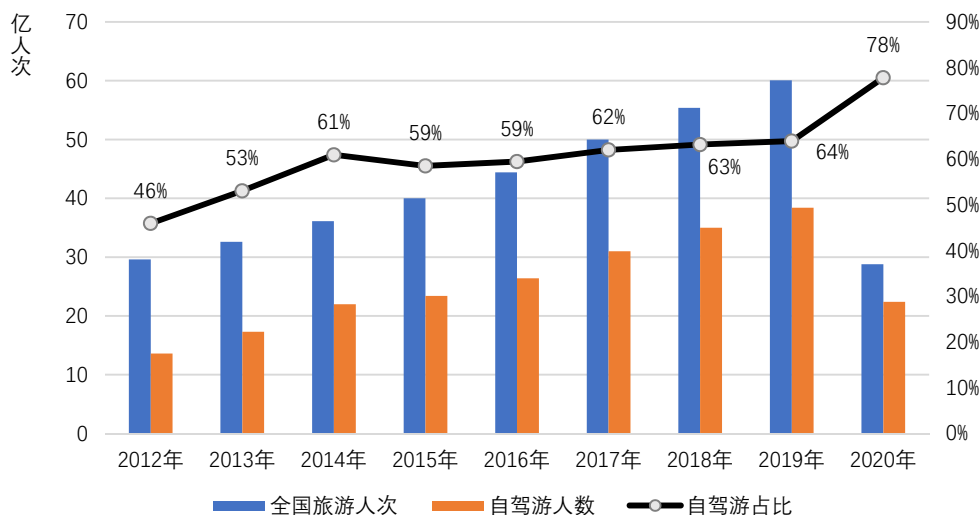
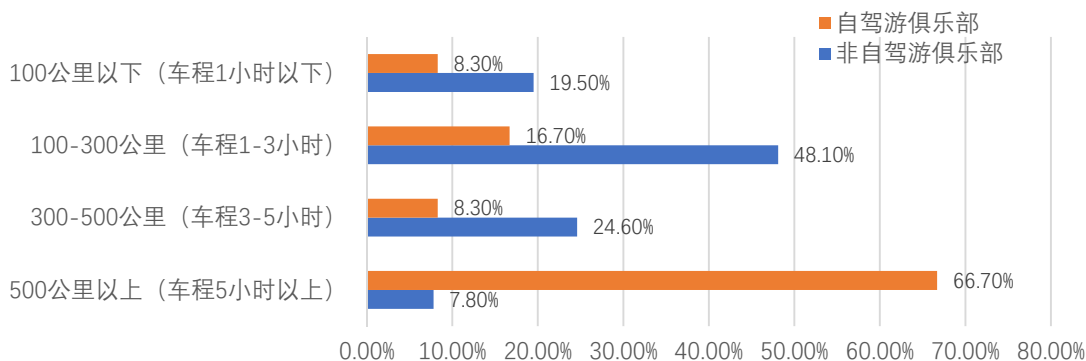


图 48 2012-2020 年我国旅游人数和自驾游人数统计

资料来源：中国旅游研究院（文化和旅游部数据中心）、中国旅游车船协会

在出行距离上，2019 年自驾游人均出游距离为 545 公里，受到跨地区防疫政策的影响，到 2020 年下降到 253 公里。其中自驾游俱乐部游客（受经营机构组织出游的）的出行距离更远，500 公里以上的出游距离占比达到 66.7%，在自驾长途出游中，跟随自驾游俱乐部等机构能够更大限度的保证长途出游的安全。

从出游时间来看，自驾出游时间分布不均衡性突出明显，自驾游出游时间集中，60%以上的出游时间在周末和节假日期间，旅游旺季和节假日期间众多自驾游车辆聚集在景区周边和沿线公路，带来短期集中的用能需求。



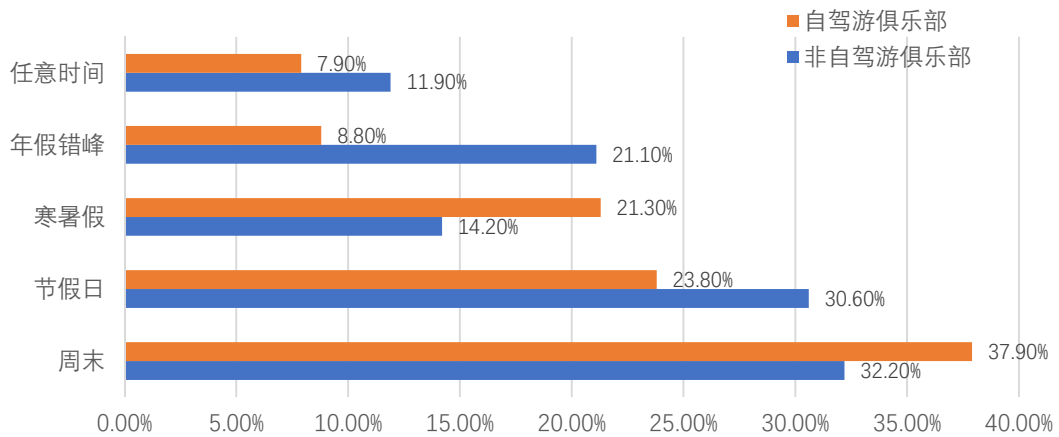


图 49 2020 年我国自驾游出行距离和时间分布

从区域空间来看，自驾游活动基本是在各大核心城市群范围内所进行的位移和消费。在东南沿海和长江流域一带，这些地区城市密集，道路网可达性高，多中心、多层次、多节点的网状城市群覆盖了绝大部分的出行范围，在城市群范围内的中短途休闲出游占据了较高的旅游出行量，自驾出游游客也能够充分享用到城市群既有基础设施和服务。而在中西部和西北部地区，区域面积大，由于城市分布较为稀疏，旅游景区间隔较远，单次出游距离相对较远，沿途基础设施建设相比东部地区稀疏，甚至伴随通讯信号不稳定和无人区等长距离无服务区域，长距离自驾出行对车辆能耗补给要求很高，对新能源车辆具备一定的挑战性。

### 旅游出行过程解析

在自驾旅游中，根据出行距离可以分为短途出游和长途出游，其中短途出游又可以根据出行的时长分为单日出游和多日出游。

在单日短途出游中，出行者一般以家作为旅行的起点，连续地前往多个目的地，直至游玩结束后才会返回终点的家中。一般单日短途出游中，除在家中的补能外，有可能在游玩途中产生补能需求，在自驾至景区、餐馆等停靠场所时，利用在经营场所的停车场停靠时间进行补能。单日短途出游在各停靠点的停靠时间一般都较短，且单日的出游距离也比较短，出游者往往能在家中或家附近能够获得更为价格合适且使用熟悉的补能途径，单日出游中补能的需求相对较少。

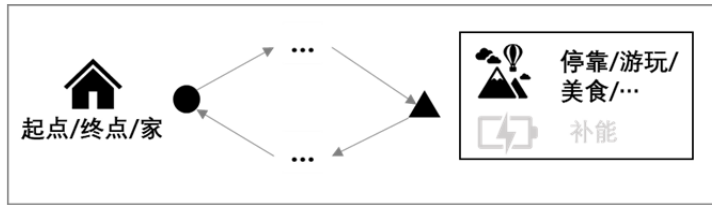


图 50 单日出游过程示意图

多日短途出游是自驾旅游中最为常见的形式，指出游时长在 2-3 天的周边地区的短途出游，也包含了以航空和铁路方式前往当地后租车自驾出游。出行者从起点出发后，在每日游玩结束时一般需要前往酒店、自驾游营地或其他休息场所休息。夜晚休息时一般较长的停靠时间，相比于白日在景区、餐馆等停靠场所补能的时间更充分。多日长途出游指出游距离和时间均较长的自驾游形式，一般出行时间在一周至半个月。在长途出游中，一般跟随自驾游俱乐部或组队自驾游，单日出游距离更长，甚至有“换人不换车”的轮班赶路需求，此时对与景区、服务区、住宿等停靠区结合快速补能设施具有更高的要求。

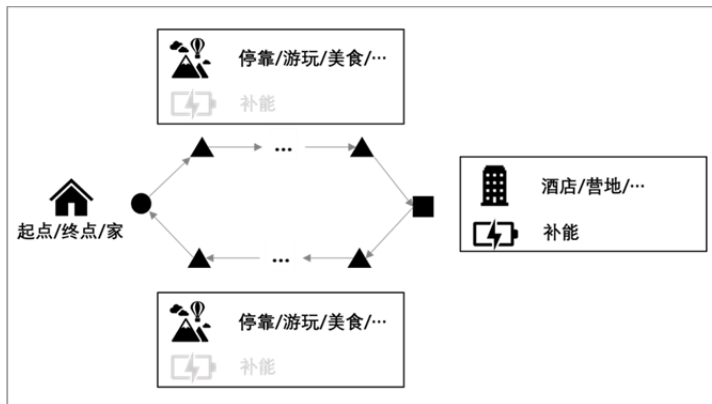


图 51 多日出游过程示意图

#### 4) 枢纽对外出行用能需求分析

##### 依托枢纽的对外出行需求特征

在城市群内部，核心城市与周边城市具有密切的交通联系，形成了广泛的跨城市通勤出行、商务出行和私人出行（文化旅游、探亲访友等）。同时，在城市群对外出行中，依托城市群综合交通枢纽，能够为跨城市群的远距离出行者提供便捷的解决方案，特别是为缺少直达方案的中小城镇提供便捷的旅客联运服务。

### 城际出行需求持续增长，城市群内部出行规模化特征显现

在高速公路、铁路和民航等城际交通方式的快速发展下，城际间密切的经济活动带来城际出行需求的快速增长，特别是特大型城市对外的城际出行人数不断提升。同时，在城市群内部广泛的产业和经济联系下，城市群内部的城际出行已显现出规模化特征。

2018 年国庆长假期间，城市群贡献了全国主要的跨区域出行量，长三角、珠三角、京津冀三大城市群的跨域出行紧密程度明显高于其他区域。其中，长三角城市群之间的跨区域出行量占到全国的总跨域出行量的 14.5%。

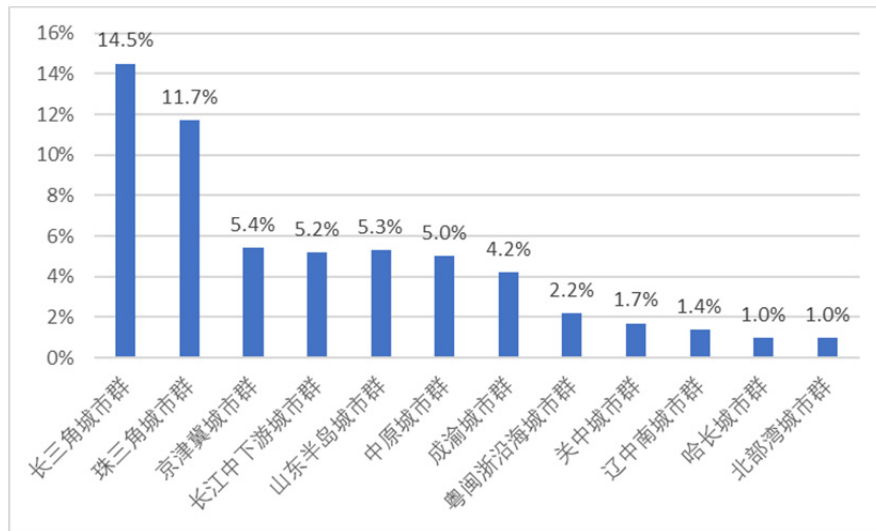


图 52 2018 年国庆期间城市群占全国总跨域出行量比例

资料来源：阿里研究院、21 世纪经济研究院《打造全球数字经济高地：2019 数字长三角一体化发展报告》

迁徙大数据显示，长三角城市群 2018 年 9 月工作日每日出行规模达到 150 万人以上，而周五和周末的出行总规模更高，约 220 万人左右，在国庆节前夕出行总量能达到 250 万人以上，甚至接近 400 万人。

根据国家发改委公布数据，2018 年京津冀城市群内的铁路客流是京津冀城市群与其他主要城市群铁路客流的 2.72 倍，京津城际铁路旅客发送量 3052 万人次，也就是日均将近 10 万人次往返于京津沿线城市。

### 城际出行多样化，城市群内部出行常态化

城际出行具有多样化的出行需求，如通勤出行、商务出行和旅游出行等。大量的跨城市通勤出行构成城市群内部的常态化出行需求，长江三角洲城市群中，上海市与周边城市已经形成了较大规模的跨城通勤双向联系，每日达 7.66 万人以上的跨城通勤者往返于上海市域与周边的苏州、嘉兴、无锡、南通等地级市，在上海市域、中心城区、新城的跨城通勤入出比分别达到了 1.98, 5.10 和 2.45，方向不均衡性非常明显，给城市中心区域的交通枢纽带来较为沉重的压力<sup>14</sup>。另外，商务出行和区域旅游出行也对枢纽的便捷性、周转性和容纳能力提出了更高的要求。

在出行方式上，在城际铁路出行中，枢纽作为城市内部与外部交通系统的接驳地点，成为新能源车辆出行的热点区域。在较远距离的城际出行中，多种方式的联程出行弥补了中小城镇缺少直达交通方式的不便，为整体运输资源配置节约更多的成本，但也对多种交通方式在枢纽的集疏散和服务保障的综合能力提出了较高的要求。同时，路面拥堵严重和轨道快速外延的双向趋势下，大运量的城际铁路、市域（郊）铁路和城市轨道网络也成为支撑城市群都市圈出行的重要手段，给常态化的通勤出行提供便利，并产生了停车换乘（“P+R”）的交通模式，私人小汽车通过停车换乘轨道交通的方式快速进入城市中心区域，充分发挥二者的双重优势，成为城际出行中的重要组成部分。

### 枢纽对外出行过程解析

城市群作为城际出行主要产生的区域，进一步可分为城市群内部出行和城市群对外出行。在**城市群内部出行**中，具有广泛的通勤出行、商务和休闲出行需求。小汽车在城市群内部出行中普遍被认为具有很强的竞争力，但随着综合立体交通网的建设，市域（郊）铁路、城际铁路的快速发展，准时、高效率的轨道交通出行方式逐渐替代小汽车出行完成部分跨市域出行任务。特别是在都市圈内部，依托于综合交通枢纽，通过小汽车前往枢纽（或站点），再由轨道交通运送至城市中心地区的“P+R”出行模式在避让城市道路拥堵、节省出行成本上具有较高的优势，在城市群的通勤出行中得到广泛的使用。

---

<sup>14</sup> 2021 长三角城市跨城通勤年度报告



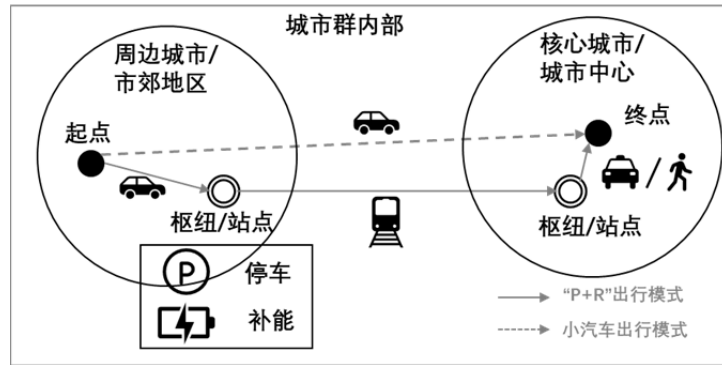


图 53 城市群内部出行过程

而在城市群对外出行中，由于出行距离远，单一交通方式优势性不明显，旅客联程运输成为城市对外出行的重要方式。旅客通过多种交通方式的多段行程开展城市对外出行，旅客在城际出行中采取航空、高铁的出行方式，小汽车则被用于枢纽与起终点的接驳中，综合交通枢纽成为新能源车补能的关键场所。在综合枢纽内部，除私人小汽车外，枢纽运营车辆（如机场巴士、摆渡车、设有场站的公交车等）也同时具有较高的补能需求。

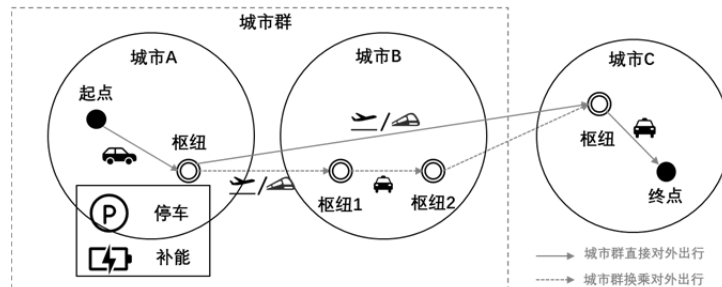


图 54 依托综合枢纽的城市群对外出行过程

### (3) 协同规划策略

针对对外交通系统的用能特征和出行过程，充分利用新能源车辆在出行中的经停场所，在精准的需求估计基础上，对新型能源设施的空间布局、类型及容量进行规划设计。

#### 1) 空间布局的协同

新型基础设施的空间布局需结合城市交通系统的出行特征，与现有交通基础设施协同，挖掘已有服务区、观景区等设施的空间存量，提升现有设施的服务能

力，满足新能源车辆出行的便捷性。

### 公路服务区

在长途出行中，驾驶员和乘客具有停留的需求，且停留休息的同时通常会选择充电。因此，应将新型交通能源基础设施纳入高速公路服务区配套基础设施范围，推进服务区与基础设施一体化建设。鼓励高速公路服务区在打造传统功能的基础之上，支持有条件的高速公路服务区改造升级，不断拓展其延伸功能，完善服务区内的文化、运动、休闲服务设施、及安全设施，提升充电等待时间的用户体验。

### 路侧用地

对于低等级道路，由于缺少标准化建设管理的服务区，可以在考虑补能安全性和公路可达性等方面的基础上，适当在空置用地规划新建充电服务设施，增设充电服务点。在道路空间有限的情况下，路侧加油站、停车场、公交场站等服务设施在升级改造后，也可为途经的新能源汽车提供快速及时的补能服务。

### 物流园区

考虑到货运交通的路线、起讫点较为固定，可以在起讫点或中途停靠的物流园区布局基础设施。

### 自驾营地、旅游景区停车场、沿途餐馆酒店

由于旅游出行的目的性较强，时间和地点比较集中，利用停车和游玩时间完成补能将是自驾游车主的首选。可以根据实际情况在自驾游营地、旅游景区停车场、旅行酒店、沿途餐馆等区域布局基础设施。

### 交通枢纽

枢纽作为城际出行的集疏散关键节点，能够为新能源私家车、出租车（网约车）、公交车以及枢纽的专用车辆等车型提供补能服务。

## 2) 设施设备的协同

在明确设施空间布局的基础上，需要结合区位条件、客流特征和用能需求，采用适宜的设施类型。

### 慢充式充电桩

慢充式充电桩的功率较低，完成充电所需时长较长，往往被用于交通出行的端点位置和过夜停车场中，如大型景区、中途酒店、货车物流园区和对外枢纽。但一般作为补充性设施，往往需要搭配快充站共同规划，满足多样式的充电需求。

### 快充式充电桩、及新一代换电站

在干线公路两侧服务区建议布局以快充和换电为主的基础设施，以满足出行者频繁快速的补能需求，提高补能效率，提升设备的周转率。针对小型服务区，可支配空间较为局限，可增设占地空间较小的快充桩。在大型服务区，除快充桩外，可将一些未经充分利用的区域（如空置道班）改造为新型换电站，进一步提升充换电效率。

针对客运流量较高的干线公路沿线，如京沪高速上海段、北京段和一些重点城市群联络线等繁忙服务区，在延续现有政策（每个服务区四个充电桩）的基础上，适度超前建设，增加充电桩数量，以保证途经车辆的补能需求。

针对大型货运车辆常停靠的服务区，如内蒙、山西、陕西等重载货运需求较高的地区，在公路服务区应尽量客货分离，可增设面向货运车辆的专用充换电区域。还可以考虑与运输企业、整车制造企业的合作，适度超前引入面向电动重卡的充换电设施。

### 光储充一体设施

对于一些光照充足、采光面积足够的公路服务区、景区停车场和酒店，适宜在建筑屋顶及周边空地铺设大面积的光伏发电设施，建设光储充一体设施，在为新能源车辆提供充足能源的基础上，还能够应用于场所的照明、空调等电力系统。

### 综合能源站

在“停车换乘”出行需求较高的枢纽，私人驾驶的小汽车在远端的停车枢纽（或站点）有较长的停放时间，可以利用远端枢纽完成新能源车辆的能源补给任务，建设大功率快充和常规充电结合的充电站；在近端枢纽，土地资源相对有限，适合布局补能速度更快的大功率充电设施。除了过夜车辆所需的部分慢充设施外，快充设施和换电站能够为过往车辆提供高效的补能服务，特别是面向同种

车型的出租车的换电站、以及公交换电站建设均具有较好的条件。配合枢纽自身运营的车辆补能需求，“油气氢电”综合能源站能够满足多种交通方式的补能需求。在西部地区航空枢纽，可建设光储充一体化设施。

在大型景区、物流园区，综合能源站的建立能够同时服务于多种新能源设备，充分提高设施的利用率，并降低建设的综合成本，大幅提升系统的整体协同性。

### 移动能源服务设施

考虑补能需求时空分布不均衡，例如高速公路、旅游公路等，在平日补能需求较少，但在节假日和旅游旺季时的补能需求骤增，建设较大规模的充电设施可能会造成资源浪费。根据旅游出行人数的估计，建议提前调配移动能源服务设施，在降低建设成本的同时有效的缓解特殊时期特定区域的用能紧张情况。

综上，各类型新能源设施的适用性如表所示

表 29 各类型新能源设施的适用性

主要设施类型	适用性分析	备注
慢充式充电桩	出行起讫点、过夜车场、物流园区和交通枢纽	作为补充设施
快充式充电桩	公路服务区、路侧设施、物流园区、交通枢纽	主要的补能设施，根据补能需求调整容量规模
新一代换电站	公路服务区、交通枢纽、市郊大型景区	用能需求较高、可支配空间充足情况下建设
光储充一体设施	公路服务区、交通枢纽	光照条件良好、可支配空间充足情况下建设
综合能源站	公路服务区、物流园区、交通枢纽	多种能源主体设备集中区域布设
移动能源服务设施	高速公路服务区、旅游公路	节假日、旅游旺季

### 3) 运营维护协同

发挥市场的主导作用，在统一开放大市场下，完善新型交通能源基础设施的运营维护体系。在国家、省、市三级监管平台下，鼓励开放创新，以促进新能源设施建设和运维的市场活力。

### 完善政府监督，发挥市场力量，创新商业模式

政府在明确的奖补方案和破除地方保护的同时，还需推广与社会资本合作（PPP）模式，建立统一开放公平市场体系，完善市场退出机制。根据基础设施建设的场景，合理开发桩体广告、停车服务、票务增值、数据变现等新商业模式，提升社会资本回报率，积极探寻可行的运营资金来源。

表 30 各场景可行运营资金来源

场景	可用资金来源
高速公路及其服务区	桩体广告；提供咖啡厅、超市等延伸服务；作为酒店停车、充电的配套服务；行车保险等金融产品；充电数据变现
城际道路	桩体广告；提供咖啡厅等可供休憩娱乐的延伸服务；行车保险等金融产品；充电数据变现
市郊旅游景区	桩体广告；景区纪念品等延伸服务；作为购买门票的配套服务；行车保险等金融产品；充电数据变现
对外交通枢纽	桩体广告；作为购买车票、机票的配套服务；行车保险、交通租赁等产品；充电数据变现
城际货运	桩体广告；提供咖啡厅、超市等延伸服务；作为酒店的配套服务；行车保险等金融产品；充电数据变现

### 完善运营监测体系，创造数据衍生价值

在充电桩运营过程中，通过对电动汽车的充电行为与充电桩的状态进行监测可以得到充电桩本身的状态数据以及充电车辆的行驶数据与状态数据。

从充电桩角度来看，可得到数据类型有充电站点、充电设施、可充电车辆类型、额定功率等静态数据以及充电设备及其充电接口的今日充电电量、今日充电次数、今日充电时长、累计充电电量、累计充电次数、累计充电时长等充电数据、状态数据、状态反馈数据、充电结算及智能充电数据、接入车辆、运营天数、正常运营天数、充电功率等动态数据。

从充电车辆角度来看，通过车辆的充电行为，可以获得诸如充电过程中电池系统的电压、电流、温度变化等充电状态数据，也可以获得车辆内部记录的车辆轨迹数据、车辆年限数据、车辆行驶里程数据等。

运营公司可以结合两方面数据建立健全设备监管、事件防控、主动维护等运

营监测体系，也可以通过借由充电车辆对充电桩依赖性的天然优势，实行对充电车辆电池健康状态、车辆各部位状态的监测，并实时反馈给用户，避免车辆安全事故的发生。通过传输车辆数据进网，可以促进车辆数据传输体系的建立，从而促进车联网的发展。

各运营商应尽快按照要求建立统一的数据交换标准体系以及数据传输体系、完善各地“互联网+充电服务平台”建设、被动维修变主动维护以提高充电桩质量和数据质量，进一步完善运营监测体系，促进运营监测工作的正反馈循环。

## 三、典型案例

### (一) 城市交通能源基础设施协同发展实践

#### 1. 云南玉溪市充电设施规划优化及“车-桩-网”协同

##### (1) 项目概况

玉溪市政府在 2018 年发布了《玉溪市加快新能源汽车推广应用工作方案的通知》，提出将充电基础设施建设用地纳入城乡建设规划，优先统筹解决公共充电设施新增土地利用计划指标，将充电基础设施建设纳入用地规划条件，鼓励县区划拨部分土地建设示范充电站。目前玉溪市已实现了全市 9 个区县公用充电设施全覆盖，其投运充电基础设施在云南省处于领先地位。但目前玉溪市充电基础设施主要分布在市政机构、电网企业、客运站点等地，在商业配套区及各公共停车场、小区等地布局较少，建设落地选址还比较单一，后期需根据车辆充电需求情况进行完善布点。

本项目旨在研究玉溪市充电设施的优化布点规划方法，科学合理设置充电设施空间布局，满足玉溪市电动汽车充电需求，项目于 2019 年 5 月启动研究，于 2021 年 6 月通过验收评审。

##### (2) 效益分析

###### 1) 经济效益

项目研究成果为电动汽车大规模发展的情况下，优化电网规划、科学制定充电设施布局方案、实现“车—桩—网”协同互动提供了重要参考。与通过经验确定的充电设施布点相比，本项目成果可有效降低全社会成本约 10%，对于优化充电设施布点规划的投资经济性指标具有重要的指导作用。

###### 2) 环境效益

项目研究成果通过将充电设施布局规划与电动汽车充电需求紧密结合，能够

精准定位用户充电薄弱点，能够激发用户购买电动汽车的热情，预计玉溪市“十四五”期间新增电动汽车 4.3 万辆，促进交通领域的电能替代，在电源侧清洁替代、新能源装机规模日益增长的背景下，每年可减少二氧化碳排放 11.1 万吨，环境效益较为显著。

### 3) 社会效益

项目研究成果为推进我国充电设施建设，规范充电设施规划提供参考依据，对于促进“车—桩—网”协调发展，合理化充电设施布局，提高充电设施利用率，降低全社会充电成本，对于推动电动汽车行业健康可持续发展具有重要意义。

### (3) 项目创新点

1) 根据公交车、出租车、公务车等类型电动汽车的充电行为特性，采用蒙特卡洛模拟方法预测电动汽车时间分布。以电动汽车充电负荷时间分布预测为基础，基于电动汽车和人的热力学轨迹，利用网格化模型将充电负荷在空间上进行分配，形成充电负荷时空分布预测结果，从而解决充电设施与充电需求不匹配的问题，

2) 针对现有充电设施布局规划未充分考虑现有充电站利用情况以及与电网规划的关联关系，本项目综合考虑电网建设运维成本、充电设施建设投资、电动汽车充电行驶和等待成本，兼顾电动汽车用户、充电设施运营商等各方利益，基于充电负荷时空分布特性，综合考虑充电站布局现状，以全社会成本最优为目标建立充电设施布点规划模型，并采用分支定界法进行优化求解，促进电网规划与充电设施规划的协同、充电设施规划和电动汽车充电需求的协同，在规划层面实现“车—桩—网”协同互动，最后根据玉溪市实际情况进行应用。

### (4) 经验体会

随着电动汽车数量不断增长，受到电动汽车类型、行车习惯等因素影响，电动汽车的充电行为具有很强不确定性，在规划充电设施时应协调电网建设、充电站站址、规模与充电需求，兼顾车主、充电站运营商等相关方利益，实现资源的最大化利用。

### (5) 问题与建议

1) 充电设施规划布局不仅依赖于充电负荷的时间特性，还与充电负荷的空



间特性有关。充电负荷空间特性需要基于电动汽车的历史行驶路径大数据和人流分布大数据，基于大数据分析发掘充电需求热点区域，建议建立统一的电动汽车监测平台，依托平台数据开展充电设施布局规划，以合理化的充电设施推动电动汽车的科学有序发展。

2) 建议加强已有充电站的利用情况监测，分析充电电价、地理位置、充电需求等因素对充电站利用率的影响，总结低利用率充电站的教训和高利用率充电站的经验，在后续充电站规划建设过程中应尽量提高充电站的利用率。

3) 建议在规划层面统一开展充电设施规划布局，将其纳入城乡统一规划，并与电网专项规划相衔接，避免充电设施的无序发展，同时结合电动汽车的发展规模滚动调整规划方案，使充电设施规划略提前于充电需求的发展。

## 2. 奥动新能源城市级换电智慧能源服务平台项目

### (1) 项目概况

奥动新能源汽车科技有限公司（以下简称“奥动”）自 2000 年起一直专注于新能源汽车换电技术研发及换电站网络商业运营，努力打造“车辆-换电站-电池-智能大数据-城市储能”多位一体的换电生态。目前，奥动已完成自主研发“乘商并举”全系车型的换电解决方案，覆盖重卡、轻卡、微面、轿车、大巴，最新一代换电站可实现多品牌车型共享 20 秒极速换电，轿车与微面可实现一站共享换电。全系换电站，均可兼容双向充电机，从而实现电能双向流动、换储一体。在动力电池完成车端应用阶段后，可继续通过换电模式，实现电池包梯次利用，提供储能服务。在商用车换电领域延续卡扣式底盘换电技术，计划在年内正式公布商用车换电整体解决方案，覆盖重卡、轻卡与微面。

### (2) 效益分析

#### 1) 环境效益

基于奥动大数据平台 2021 年 8 月的评估，奥动通过提供换电服务每年约减少 5.2 万吨二氧化碳当量；延长电池寿命累计约减少 5.3 万吨二氧化碳当量；开发高效率充电机每年约减少 830 吨二氧化碳当量；实现 S2G 车网协同每年约减少 1.2 万吨二氧化碳当量；建设工厂分布式光伏每年约减少 1200 吨二氧化碳当量。兼备换电与储能一体的新型换电站规模化应用，预计可显著提升减碳能力。

截至 2022 年 3 月，奥动换电服务网络累计换电次数达 2450 万次，累计节减碳 21.7 万吨。

### 2) 社会效益

换电，是一种具有明显公共化、共享化、标准化、多元化属性的补能模式，对于社会资源的集约化利用有显著的效应。同等服务能力下，换电站占地面积不到充电场站面积的 1/10，电力资源实际利用率高达 85%。

### 3) 经济效益

换电站的投资，关系到一座城市补能体系的多元化建设，需要对城市整体的经济发展、城市规模、人口规模、新能源政策等进行综合、透彻的分析。选址方面，奥动换电服务网络会调研当地用户的主要驾驶区域、交通枢纽（机场、火车站）以及其他地理区位，综合考虑多种因素进行布局。

换电站的主要运营成本由土地租赁、土地施工、电力增容、电池、换电站设备与人力成本组成。目前奥动换电站主要通过提供换电服务运营，以获得营收。奥动换电运营模式，在城市政策支持以及合理的“车”“站”配比前提下，一般在 3-4 年实现盈亏平衡，实现良性循环。

此外，补能设施作为基础设施，需要适当超前的投入，目前奥动还处于大规模投建换电站的扩张阶段，未来换电服务网络将致力于创造城市级的规模效应。

表 31 广州、厦门 2 个城市单城盈利案例

城市	城市面积	车辆保有量	首站布局时间	盈利情况
广州	7000km <sup>2</sup>	280 万	2018 年 1 月	2019 年共计覆盖 28 座换电站，全年盈利超过 500 万元
厦门	1700km <sup>2</sup>	170 万	2016 年 5 月	2019 年共计覆盖 11 座换电站，全年盈利超过 380 万元



图 55 广州南洲路站（左）厦门海达轮渡站（右）

### (3) 项目创新点

实现多渠道低碳发展路径。基于换电技术路径与行动规划，提出“双碳四步走”方案：1) 通过规模化发展全国换电服务网络，加速电动化转型进程；2) 通过换电延长动力电池寿命，提升电池全生命周期价值；3) 综合利用电池资源，扩展储能应用场景；4) 打造基于换电的新型社会协作体系，推动新型电力系统的实现。

“双碳四步走”方案逐步减少汽柴油燃烧过程中、电池制造过程中的碳排放。通过高效利用电池资源提供安全、低成本的储能系统，降低发电行业碳排放，最终实现车-站-网互动给电网提供灵活性电力，大幅度降低发电行业的碳排放。

实现商业模式创新，于 2021 年起与各区域伙伴以合资、加盟等模式合作，加速全国换电服务网络布局，目前已在大湾区城市（东莞、深圳）、长三角城市（南京、合肥）落地，充分发挥合作伙伴的区域优势进行共创。奥动计划在换电站旁，联合两轮换电柜企业开展联合业务；同时，努力探索与合作伙伴共建综合能源服务场站的模式，在同一个场站实现可换、可充、可储、可升级，提升土地与电力等公共资源的有效利用率。

### (4) 问题与建议

#### 1) 快速推动电池标准化

在促进电池标准化的突破进度与趋势上，产业各方的态度逐渐从“独立车型电池包”向“单一车企平台通用电池包”转变，越来越多主流车企表示对这种模式的认可。但是，距离“各车企平台之间通用电池包”还需要一段时间。

## 2) 加大绿色金融扶持力度，促进“车电分离”

探索“车电分离”支持方式，促使新能源汽车价格更具竞争力，助力 2025 年新能源汽车新车销量占比 20% 的目标达成，通过换电实现“车电分离”，BAAS (Battery as a service) “电池即服务”成为了现实。在换电模式基础上，推出“车电分离”，加大绿色金融扶持力度，让电池以租赁方式来进行运营，前期购车成本大大降低，让新能源汽车更受市场青睐。

## 3) 换电站作为基础设施，需要进一步明确属性与管理机制

明确换电站作为基础设施建设组成部分，对换电站的设施设备属性和管理机制予以明确，以减轻换电站因属性不明导致基层执法参照政策不一的困难。同时，自上而下梳理换电站建设和运营管理规范，形成有效协调和联动机制，解决发展中遇到的各种问题。

## 4) 区域交通一体化，利于共享换电的探索。

当下，围绕区域交通一体化布局，可以考虑在京津冀、长三角、粤港澳、川渝等四个经济发展增长极，以及东北三省，同步探索建立区域换电标准一体化，鼓励建设共享换电站，实现区域内核心标准统一的多车企、多车型之间的共享互通。

---

## (二) 交通能源基础设施全产业链模式创新

---

### 1. 国网智慧车联网充光检储一体化能源站项目

#### (1) 项目概况

打造“零碳”绿色 4S 店新模式。推动宝马中国将“充光储”列为其门店新能源改造标准，完成首批 200 家门店洽谈踏勘，签署意向书 62 家，立项 38 个。在经销商合作方面，与全国 30 多家经销商集团建立联系，与广汇集团、永达集团和森纳美集团等签署战略合作协议，在经销商集团下属 4S 店内进行充光储合作，在广汇汽车集团完成 85 家充光储投资建设。

在电动汽车后市场方面，联接各方资源，打通动力电池检测、评估、维修、

回收环节，提供检测、维修、评估、保险、溯源、预警等服务。建立二手车电池的评估、维修及利用生态，基本形成基于动力电池的全生命周期商业模式，2021 年完成《基于充放电过程的电动汽车动力电池系统检测和评估方法》企业标准制定，与上海产业技术研究院成立了“数字物理-新能源汽车联合实验室”。根据标准开发了电池检测云平台，研发相关的检测设备，2021 年研发了 3 款不同规格的电池检测 V2G 检测桩以及加装充电桩上的电池检测边缘计算模块。

在综合能源平台建设方面，基于公司的业务发展进行系统建设，目前已完成微电网侧与内部业务系统部分的建设工作，其中微电网侧完成了智慧能源管理系统 V2.0 版本的部署，电动汽车检测云平台系统 V2.0 的版本部署以及碳资产管理平台 V1.0 版本的部署，并与蚂蚁碳管理云平台数据互联互通，可实现多场景的碳盘查和碳交易。

## (2) 效益分析

### 1) 经济效益

一般标准充光储检一体化能源站配备光伏 100kWp，储能 60kW/200kWh，120kw 充电桩 1 台，交流充电桩 2 台，1 台 60kW 的 V2G 检测桩，总投入约 110 万左右。按行业经验充光储项目普遍收益率为 8%左右，投资回收期在 7 年，主要营收来自于充电服务费以及储能的削峰填谷，盈利模式单一，充光储检一体化能源站的出现，打破了原有的单一商业模式，检测服务、电网互动调频调峰等模式使盈利向多样化发展，凭借检测服务在不同行业衍生出来的商业模式，使收益率可达 15%以上，投资回收期可缩短至 4 年以内。

### 2) 环境效益

“充光储检”一体化将是推动碳排放进一步削减的核心能源体系或商业模式，更是推动实现“碳中和”的重要抓手，充光储检一体化能源站可以解决新能源汽车充电站配电容量不足的问题，它利用夜间低谷电价进行储能，在充电高峰期通过储能和市电一起为充电站供电，满足高峰期用电需求，既实现了削峰填谷，又节省了配电增容费用，增加新能源的消纳，弥补了太阳能发电缺乏连续性的问题，是一种可持续发展的能源利用方式。而储能有望成为解决可再生能源消纳的最终方案。在间歇性可再生能源发电比例提升的背景下，配置储能电站，不仅可以降低弃风弃光率，更重要的是可以平抑新能源波动，并参与系统调峰调

频，增强电网的稳定性。

### 3) 社会效益

充光储检一体化解决方案，将能够解决配电网容量不足的问题，通过能量存储和优化配置实现本地能源生产与用能负荷基本平衡，可根据需要与公共电网灵活互动且相对独立运行，尽可能的使用新能源，缓解了充电桩用电对电网的冲击；在能耗方面，直接使用储能电池给动力电池充电，提高了能源转换效率。

除此之外，通过充光储检一体化能源站的电池检测评估服务能有效解决新能源车二手车估值问题，对交易流通、金融渗透乃至整个产业链长期的供需良性循环都有重要意义。

### (3) 项目创新点

充光储检一体化能源站是新能源汽车服务的能源节点，具备充电、放电、检测等多种功能，除了传统充光储站优势以外还具有以下的优势：

1) 新能源汽车动力电池全生命周期商业模式形成闭环，有利于动力电池的监管：

-车辆使用过程中提供充电服务，同时电动汽车通过该站点作为能源节点深度参与电网互动；

-车辆交易环节可提供线上与线下融合的检测报告，更加客观的体现动力电池价值；

-车辆退役后动力电池可作为储能电池继续创造价值；

-当电池报废后可统一进行拆解提纯，重新作为动力电池的生产原材料使用，使其形成真正的闭环。

2) 凭借自主研发的能源、检测云平台以及相关的硬件配套设备，可以在不同场景下对电动汽车的动力电池进行检测，支持线下门店进行检测、也支持现有充电桩进行改造。

3) 与楼宇自动化管理系统进行联动对接，参与楼宇能源管理，扩大了新能源消纳能力，同时可作为智慧城市中的一个重要节点；

4) 充光储检一体化能源站数据采用区块链技术，所有数据不可篡改，可作

为碳交易的采信数据。

5) 传统充电业务新功能的拓展，引入新能源车辆维修业务，在车辆维修过程中提供能量暂存功能，降低维修过程中的能源使用费用。

#### (4) 经验体会

基于在碳达峰碳中和政策下的布局，充光储检作为新型分布式综合智慧能源系统，将用户侧、电动汽车、电网进行了更合理、更智慧的结合，围绕先进可再生能源，新型电力系统、安全高效能源、能源数字化智能化，策划零碳绿电智慧能源综合解决方案，开拓国内零碳绿电服务市场，助推“十四五”能源领域的管理创新，逐步建立健全拓展运营生态，助力建设能源系统数字化、智能化，以实际行动努力打造新方向、孵化新业态、促进新发展。

目前随着新能源汽车的发展，车辆续航里程越来越长，主要问题已从里程焦虑转变为后市场服务要求，如充电速度、车辆维修服务、车辆残值，将是接下来5-10年的强需求，后市场服务在每个环节都与能源需求，以能源为突破口，串联后市场每个场景将成为可能。在用车环节上提供相应的快速充电服务；二手车交易环节对电池进行检测评估，提升残值；在维修环节提供检测、维修、能量存储等功能；在电池回收环节对电池进行检测与评估，降低梯次利用的成本。新能源汽车使用习惯不同于传统燃油车，所有阶段都离不开能源，充光储检一体化能源站可为车主提供用车全生命周期中一站式服务，降低用车成本。

#### (5) 问题与建议

- 1) 需要政府对充光储检一体化项目提供必要的政策支持。
- 2) 需要针对动力电池的检测评估及梯次利用建立的标准，推动行业发展。
- 3) 需要关联方共同出资，进行新模式试点。

## 2. 蔚来汽车充换电资源提升韧性电网供电可靠性项目

### (1) 项目概况

本综合能源站基于上海某 220kV 变电站，在变电站顶部配置分布式光伏，用三联供机组替代空调，建设多能结合的综合能源站；于变电站墙外建设一个充换电一体站（换电站一台加充电桩若干，并结合周边停车位置建设车棚光伏；换

电站除提供公共充换电站服务外，一回进线接至变电站站用电母线，在应急检修情况下，为变电站提供站用电内应急负荷电源)。

## (2) 效益分析

### 1) 经济效益

充换电运营平台充分挖掘历史充换电大数据，基于深度学习等 AI 算法建立充换电订单预测模型，提前预测用户充换电行为，提升充换电站资源参与电网需求响应和辅助服务响应能力。换电站参与 2022 年上海市需求响应的有效响应远高于其他参与用户，完成率基本都在 80%~120%区间内。充分挖掘电动汽车电池调节能力，给车主和充换电运营商增加额外经济收益。

### 2) 环境效益

充换电站负荷特性与光伏发电特性高度重合，基于换电站储能特性实现对本地区光伏的 100%消纳，促进交通领域的低碳发展。充换电资源通过虚拟电厂平台准确响应电网辅助服务和需求响应，有效应对风、光波动性和随机性对系统稳定的挑战，降低全社会储能资源配置，提升大电网对风、光绿色能源消纳比例。

### 3) 社会效益

当换电站与变电站设施相邻的情况下，将换电站的储能属性做为变电站用电的第三路电源，支撑变电站的重要负荷，替换或降低原检修状态下柴油发电机的应用时间。灾害导致大停电，换电站开业作为临时安置点需要提供应急保供电，包括照明、通信电源、取暖、手机充电、煮水、煮饭等需求。

## (3) 项目创新点

### 1) 换电设施提升韧性电网供电可靠性

基于换电站 V2X 功能，实现换电站对外部快速、应急供电功能。换电站可做为变电站用电的第三路电源，可支持分钟级切换，额外支撑变电站的内站用电重要负荷 4-5 小时，替换或降低原检修状态下柴油发电机的应用时间；换电站也可以作为移动基站、外部照明、灾害状态下居民充电等多场景下的应急供电电源，有效提升韧性电网供电可靠性。

### 2) 考虑用户不确定性的充换电资源精准调控技术



考虑用户满意度和不确定性的充放电资源可调潜力评估方法，为提供更加准确的调节能力评估，支撑源网荷储平台对充换电资源的精准调控。充换电运营平台充分挖掘历史充换电大数据，基于深度学习等 AI 算法建立充换电订单预测模型，提前预测用户充换电行为，解决原有粗放的报量方式，基于车辆服务数据的更高数据维度负荷预测方式，相对于纯基于历史负荷的预测方式，可以提升短期负荷的预测准确率约 50%。基于 5G 和 NIO 自主开发的能源云，实现对充换电资源实现秒级、柔性调节，支持充换电资源参与调频、备用、调频等辅助服务。

#### (4) 问题与建议

1) 建议加快电力市场建设，进一步扩大充换电资源参与市场类型，降低充换电资源参与门槛条件。美国 FERC 在 2020 年发布了 2222 号命令，明确聚合商能够同时参与能量、辅助服务和容量等多种市场，通过投标反映市场参与意愿，并按照节点电价结算交易能量，明确分布式资源聚合商可以按照最低 0.1MW 的门槛参与市场。

2) 建议电力公司简化用户侧资源接入网络安全要求。电力公司统一建设面向用户的网络安全接入区，在确保网络安全基础上，进一步降低用户、聚合商在系统接入时的网络安全设备投入和运维要求。

### 3. 武汉蔚能动力电池公共基础设施项目

#### (1) 项目概况

长期以来，与动力电池相关的问题一直是制约新能源汽车发展的主要因素，特别是：1、补能体验差：充电速度慢；2、价格昂贵、保值率低：电池在整车中的价格占比接近 40%，严重影响整车保值率。为解决上述问题，业界产生了基于车电分离的 Battery as a Service（以下简称 BaaS）解决方案。2020 年 6 月，工信部第 333 批产品公告发布，宣告车电分离获得了来自国家政策层面的认可和支持。2020 年 8 月，全球首家电池资产管理公司——武汉蔚能电池资产有限公司（以下简称蔚能）成立，BaaS 模式被正式推向市场。经过一年多时间的发展，蔚能持有的电池资产从 2020 年底的 0.04GWh 增长至 6GWh（2022 年 5 月），规模增长了 150 倍。预计到 2025 年，该数字将达到 100GWh。

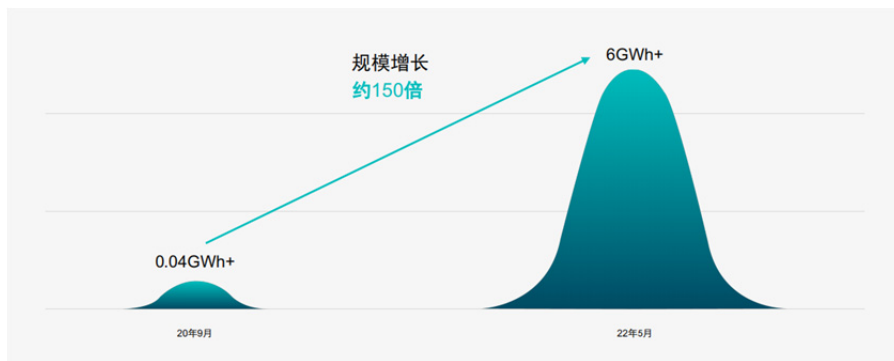


图 56 蔚能电池资产规模增长情况

## (2) 效益分析

### 1) 经济效益

由于在购车成本、灵活配置以及车辆保值等方面的优势，BaaS 模式为新能源汽车产业发展注入了活力，有力地促进新能源汽车推广，具体体现为：

-降低购车门槛：用户无需购买电池，使得购车成本显著降低；

-可充可换可升级：BaaS 用户可根据自身续航需求，通过换电网络选择不同容量的电池包，充分享受电池技术进步带来的红利；

-提升车辆保值率：BaaS 用户无需担心电池容量衰减成本。

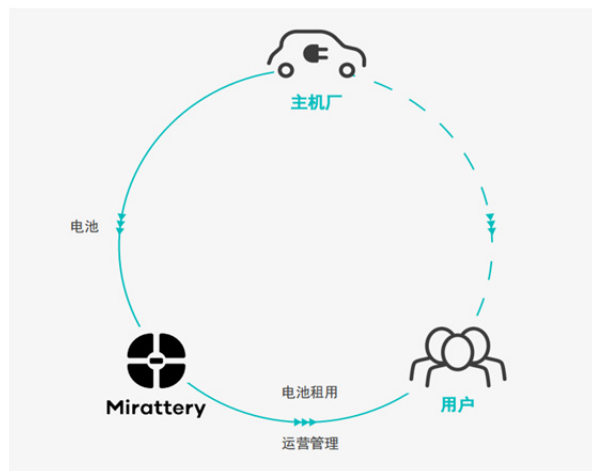


图 57 蔚能电池资产流向

## 2) 环境和社会效益

在 BaaS 模式诞生之前，电池的产权私有和分散为退役电池的回收利用增加了难度，成为行业亟待解决的痛点。而在 BaaS 模式下，基于电池的集约化管理，蔚能有效地打通了电池从车载服役到梯次利用、回收利用的资源循环断点，为产业链形成完整闭环发挥了重要作用，主要包括：

-规范回收利用产业链：从供给侧切断退役电池进入回收利用“灰色产业链”的渠道，减少“灰色产业链”所引发的安全生产隐患，以及对生态环境的污染破坏；

-保障国家战略资源安全：结合换电网络和电池全周期管理系统，实现退役电池的集约化回收。

### (3) 项目创新点

基于电池的集约化管理，蔚能形成了面向 BaaS 用户、资产托管方、回收利用企业的资产管理与服务能力。此外，基于对电池的全周期管理，BaaS 模式还衍生出了电池车载梯次、专项保险、残值评估、高效回收利用体系等业务。

车载梯次：基于车电分离和换电服务，BaaS 模式形成了独特的车载梯次利用场景，从而充分挖掘电池在车载阶段的价值。

专项保险：车电分离的出现，使得电池资产公司有动力帮助保险公司推出电池保险这一特殊险种。由于 BaaS 模式下的新能源汽车，保险只涵盖车架部分的理赔，电池资产公司将为所持有的电池资产统一购买保险。

残值评估：基于对电池全周期运行数据的监测和分析能力，电池资产公司将扮演电池残值评估第三方的角色。

高效回收利用体系：BaaS 模式下电池规格统一、状态可控且一致性好等特点，为建立自动化精细拆解、短流程湿法、正极材料直接修复再生技术在内的高效回收利用体系奠定了基础。

### (4) 经验体会

车电分离模式下，电池产权不属于用户所有，而是由电池资产公司统一持有，电池变成了由 BaaS 用户共享的“公共基础设施”。而换电网络的高效运行，很大程度上也离不开电池产权的“公有制”。BaaS 模式与换电网络如同阴阳

两极，互为补充，共同提升了购车、补能和二手车交易等环节的用户体验，有力地促进了新能源汽车的市场推广。

## **(5) 问题与建议**

### **1) 电池系统不统一**

研发阶段电池整体的失效模式增多，安全性和可靠性下降，行业在耐久、安全测试验证等研发阶段的投入成本增加。使用阶段各换电网络无法通用，造成换电站和电池这一“公共基础设施”重复建设和资源浪费，电池云端管理系统的复杂性提升，累积的数据无法泛化，安全风险增加。梯次利用阶段，无法实现对退役动力电池性能的高效评估和再重组，梯次利用端的价值无法得到充分发挥。回收利用阶段，无法实现自动化，同时由于电池锂钴镍金属含量不一致，导致在回收利用段只能选用高污染、高能耗的火法或湿法工艺。

建议成立由政府产业基金发起、社会资本参与的电池通用化技术专项基金，联合电池厂、车企、换电运营商、电池资产公司、回收利用企业等组建电池系统通用化产业联盟。支持产业链上下游企业围绕电池、换电以及电池监控技术，开展技术研发和标准制定，加快推动通用化电池系统和共享换电标准的形成。

### **2) 业务高速增长带来的融资压力**

BaaS 模式的高速增长带来了巨大的融资压力。在融资过程中，需要一定时间跨度的运营数据作为信贷依据，而电池资产公司的发展历史不长，导致电池资产公司从银行等资金提供方获得融资的速度较慢、成本较高。由于在形态上与传统意义上的固定资产不完全相同，并非所有银行均认定 BaaS 模式下的电池资产为固定资产，因此银行提供的融资品种相对受限，给电池资产公司的资金期限结构安排造成了一定的困扰。

建议将 BaaS 模式纳入绿色金融政策支持范畴，为优质的电池资产公司提供贷款贴息、政府担保等方式的政策支持，降低企业融资成本，发挥风险投资基金的培育作用，适当放宽电池资产公司发行债券的准入门槛，调整并完善企业债券品种结构，拓展企业融资渠道。

### **3) 电池保险政策缺失**

《新能源汽车商业保险专属条款（试行）》未将 BaaS 模式下电池资产单独上险的情形纳入条款范围。目前电池资产公司对电池的投保类型为财产综合险及

产品责任险。

建议有关部门组织电池资产公司、保险公司进行调研，根据电池资产公司积累的数据和案例，对 BaaS 模式下电池标的出险率、赔付率、风险因素、权责认定等进行综合评估，促进“电池专项险”的早日出台，保障行业的健康发展。

#### 4) 换电网络与回收网络

《新能源汽车动力蓄电池回收利用暂行管理办法》（以下简称管理办法）针对回收网点（包括收集型、贮存型）的建设标准作出了详细描述，同时也明确了电池运输的规范要求。当前，车企是电池回收的主体责任方，主要依托其售后维修网点对电池进行回收。在传统的非 BaaS 模式下，大部分电池产权的私人所有和分散性，导致回收网络的利用率低下。在 BaaS 模式下，电池产权由电池资产公司统一持有，这为电池的集约化回收奠定了基础。而自带电池储存仓的换电站，具备了成为电池回收网点的潜在条件。BaaS 模式和换电网络，为新型退役电池回收网络的建立提供了可能性

建议对于回收网络实行分区域管理，按地域设置回收网络主节点，降低退役电池长途运输过程中产生的安全、环境风险。组织开展关于 BaaS 模式和换电网络赋能回收利用网络，以及建设新型回收利用体系的课题研究，提升回收网络体系的建设和运行效率。开展退役电池回收利用普法教育，加强行业环境监管力度，保障国家生态环境和战略资源安全。

---

### （三）重卡换电助力道路交通领域减排

---

#### 1. 国家电投绿电交通煤光储充换一体化建设项目

##### （1）项目概况

国家电投下属的上海启源芯动力（下称“启源芯动力”）与合作方联合开发的煤光储充换一体化项目位于宁夏自治区。该项目由 200 万千瓦煤电机组，2 组分布式光伏（光伏容量约 6MW）、2 座集中式换电站、80 台换电重卡构成。

本着绿电交通的环保理念，选定本项目换电站的电源接入点引自输煤 10kV

配电室，采用光伏及煤电双电源输入，并优先消纳光伏电力，夜间或者白天光伏出力不稳定时则由煤电机组的厂用电转供，光伏供电稳定且供过于求则余电作为火电厂的厂用电。



图 58 煤光储充一体化项目示意图

## (2) 项目特点及意义

该项目为典型的新能源协同传统能源的源网荷储一体化项目，是未来新型电力系统建设的重要方向，项目具有以下三个特点：

一是清洁稳定。源端采用光伏电站结合燃煤机组的组合方式，在优先保障绿电交通绿色电力需求的同时，考虑光伏夜间停止供电的特点，由燃煤机组夜间谷电提供换电重卡运营电力需求。

二是高效经济。相比传统新能源重卡，采用“换电重卡-换电站-电池银行”三位一体运营模式，每次换电仅需 3-5 分钟，运输效率大幅提升，且换电站充电来源白天为光伏电站电力，夜间为价格低廉的火电厂厂用电，且油电经济性高达 16.84%。

三是资源配置优。用低价的厂用电为常用燃煤运输提供服务，无需电力长距离输送，实现网端资源集约；换电站及电池银行除为电动汽车提供补电服务之外，还可作为电源侧储能电站，未来项目可探索利用低负荷时段为电网提供削峰

填谷的作用；光伏电站除正常供应换电站充电所需之外，在光伏电力过剩的情况下还可实现余电上网。

交通电动化转型过程中，解决电力源头的清洁化是一个亟待突破的方向。该类“光储充换+”示范项目一方面从根源上实现了交通用能的真正绿化，另一方面通过模式的创新，探索新能源车辆参与需求侧的聚合响应，促进绿电消纳方面的潜力，有助于构建以新能源为主体的新型电力系统。

### (3) 项目合作方式及进展

该项目由启源芯动力与合作方（某发电公司）合作开发，基于合作方原有的燃煤机组及在建的光伏场站，由启源芯动力合作方火电厂厂址内建设充换电站，配套投资电池银行，连接合作方厂用电端及燃煤供应物流车辆，形成一个资源集约的“光储充换+”示范项目。目前，燃煤机组和光伏场站已经完工投产，2座重卡换电站及80辆换电车辆已经正式投运。

### (4) 经济效益及社会效益分析

因燃煤电厂相对于整体项目更多的是电力稳定调节的作用，且其正常运营独立，其经济性不算在本项目中。启源芯动力与合作方之间约定，按照稳定的电力供应费率来划分边界，因此，以绿电交易的价格作为边界，光伏电站的投资收益不纳入整体项目的经济性分析中。仅针对换电重卡、换电站、电池银行进行整体经济性分析，整体油电经济性差6.27万，油电节约率可达16.84%。按照80辆车80%使用光伏场站所发绿电运营测算，每年将消纳绿电920万度，减少柴油消耗约276.5万吨，减少二氧化碳排放约7300吨。

### (5) 问题与建议

- 1) 新能源场站与换电站选址位置相近的情况比较少，电力扩容难度大，成本较高；
- 2) 电厂内换电站因为厂区管理成为公共换电站存在限制，换电站运营效率依赖单一场景，容易造成车辆、换电站负荷的闲置，经济效益还有挖掘的空间；
- 3) 合规土地资源缺乏，尤其是满足干线运输补能需求的换电站布局节点耗时间较长，且土地成本较封闭场景选址高出20%以上，因此该模式在换电站干线组网时的应用推广难度相对较大；

4) 储能电站电池与换电站电池之间的共享互换还存在技术标准上的统一问题。

基于上述问题，建议如下：

一是加强区域联动，完善能源基础设施规划及保障措施。建议将商用车（重点是货运车辆）充换电基础设施的土地规划、电力配套列入各省级政府的“十四五”规划中，并明确在本市车辆运行线路及核心物流枢纽位置提供充换电设施建设用地及电力接入保障；统筹考虑城际干线规划土地及电力容量扩展及财政支持等问题，切实保障商用车新能源化发展。

二是完善充换电站产业配套保障。进一步简化充换电站建设用地、电力接入等业务办理流程，明确充换电站不纳入能源消费总量控制，不占指标，不限规模；对于筹建充换电站的企业予以自建新能源指标激励。按照充电量给予新能源汽车充换电站配置相应的新能源开发指标，支持企业自发自用，真正实现新能源车用新能源电。

三是加快国家标准、行业标准的制订，推动车储共用动力电池，优化资源配置。一方面探索储能电站内闲置电池用于重卡换电，另一方面探索换电站闲置负荷通过虚拟电厂平台参与电网调度，开展辅助服务业务，提升换电站及储能电站电池资产的资源利用率。通过技术标准统一及相关保障政策出台打通技术堵点、政策堵点。

## 2. 协鑫徐州专项车辆电动化替代及换电站建设项目

### (1) 项目概况

江苏省徐州市近期出台新能源汽车和充换电基础设施建设运营新政策，计划从 2020 年起在 3 年的时间内将全市渣土车全部更换为纯电动车，在 5 年的时间内实现城市作业专项车辆（主要为自卸车、搅拌车）全部电动化。

目前徐州重卡换电站已建成投运 3 座，分别为国网茅村站、国家电投夏庄站以及协鑫长山站。除此之外，由协鑫能科布局的徐工金港路站正在安装调试，高新区站正在建设，协鑫循环产业园站正在选址、办理合规性手续。徐州 2022 年上半年预计投运换电站 6 座，其中协鑫能科 3 座，徐州市场占比达 50%。协鑫能科目前正在推进与交控集团在乘用车和商用车领域的合作。



## (2) 效益分析

### 1) 经济效益

每公里能源成本：徐州国网对新能源基准电价采用非工业电价方式进行结算，每月浮动电价约 0.66 元/kWh，度电换电服务费用约 1.6 元/kWh（车电分离模式，服务费包括电池使用成本），公里度电费用约 2.56 元/公里。综合国内 0 号柴油一年使用价格约 7.5 元/升，百公里耗油量约 45 升，公里油耗费用约 3.37 元/公里。

综合收益对比：和燃油车对比，每辆车每年使用成本节约 2.43 万元，能源成本节约 6.6 万元，年总计可节约成本约 9.03 万元，5 年内可节约 45.15 万元，不仅能够覆盖换点重卡相比于燃油重卡多出的购车成本，同时能优化换电站布局。

### 2) 环境效益

200 台新能源自卸车投入使用后，相比同等数量的燃油车，每年可节省柴油约 15000 吨，减少二氧化碳排放量约 46725 吨。

目前徐州市区备案的燃油版渣土自卸车有 1495 辆，燃油版混凝土搅拌车 1000 辆。如果将以上燃油车辆全部电动化，每年可节省柴油约 187125 吨，相当于减少二氧化碳排放量约 582894 吨。

## (3) 项目创新点

徐州地区渣土运输主要针对地铁工程及矿山生态修复工程，从运力上满足渣土运输电动化发展。但有两个主要因素制约城市交通电动化进程：一是车辆价格高，一次性投资较高，同等运营条件下，运输综合成本没有优势，在燃油车参与竞争的情况下，纯电动车生存空间狭小；二是能源保障困难，换电站较少，无法及时满足运输单位就近就地换电的需要。针对上述问题，协鑫采取了以下应对措施：

1) 协鑫通过车电分离模式与客户进行合作，旨在降低客户投资成本及运营成本；合理布局换电站站点，快速落地换电站，为客户提供可靠的能源保障，减少不必要的无功里程成本。

2) 通过建设完成一定数量的换电站和市场运营的电动车辆来推动政府出台

支持政策，例如在路权、作业时限，市重点工程及国有平台公司工程参与条件，燃油车辆置换、新购置电动车、换电站建设运营等补贴方面，助推城市交通电动化进程。

3) 与国有平台合作，如交控、国投等，成立合资公司，在车辆持有、换电站建设、平台运营等方面进行深度合作。利用多方优势资源，快速布局换电站，加快城市电动化的快速落地。

#### (4) 问题与建议

1) 新能源纯电动车价格较同类型燃油车高近一倍，为了激发运输单位的购车欲望，以及专业第三方建设能源补给站保障，建议政府出台颁发支持新能源电动车、换电站设施推广应用的政策措施。

2) 足够的运力保障是推广新能源纯电动车内在决定性因素，为了保障必要的投资收益，同时加快新能源汽车的应用，建议政府明确市重点工程所有项目的招投标，全部采用换电版纯电动车。

3) 建议给予新能源纯电动车辆通行特别路权，并延长作业时限。建议环境监测国控点 5 公里范围内禁止燃油车通行，分阶段实行纯电动车全天不限行、环城高速公路以内及经济开发区范围内禁止燃油自卸车通行、五环路以内禁止燃油自卸车通行。

4) 建议优先安排充换电基础设施建设。在现有换电站的基础上，统筹规划城市整体布局，避免重复投资，并在换电站建设厂址选择、电网接入给予灵活的支持措施，支持零碳能源补给港建设。

5) 建议对提前更换新能源电动车的单位或个人，按照提前年限和车辆价款不同给予一定标准的置换补贴；按照运营里程给予运营公司一定标准的运营补贴；并且给予换电站建设、运营一定标准的补贴。

### 3. 吉利综合能源站·杭州隆欣换电站项目

#### (1) 项目概况

吉利重卡综合能源站·杭州隆欣换电站（简称隆欣换电站）于 2021 年 10 月正式建成，是杭州首个应用新能源纯电动搅拌车（简称电车）整体替换现有燃油

车试点，率先全面实行重卡“油改电”，彻底解决柴油搅拌车（简称油车）尾气污染问题，实现绿色低碳发展。在浙江杭州，万物友好运力科技有限公司依托远程新能源商用车在车辆、金融、充换电站、智能平台及工程行业优势，与杭州隆欣建材有限公司联合打造了全球首个城市级综合性绿色商砼重卡换电站，共计投入 6710 万元，引进电车 50 辆，配建换电站 1 座，并搭建数字化运营管理平台。经初步测算，50 辆纯电车 5 年可节省 1049 万元，可减排 29587.5 吨。

## (2) 效益分析

### 1) 经济效益

远程新能源商用车以电池银行的模式向杭州隆欣提供换电重卡电池运营服务，降低了隆欣的首次购车成本，并基于自身数智平台管理换电站日常运营。换电站通常储备多块动力电池，换电模式下电池由运营商统一管理，在合适的温度下以稳定的电流统一充电，用充满的电池进行更换。换电站会对替换下来的电池进行检测和保养，以确保电池的正常使用，有效提高电池安全系数，电池使用寿命可延长 10%。经检测，无法在重卡上继续使用的电池将根据其实际性能参数梯次利用到其他场景。总体来看，纯电重卡的综合能耗费用比柴油车低 15%。

在能源补充方面，从换电全流程在 5 分钟内即可完成，无需人工操作，不仅满足混凝土高效运输要求，还可利用夜间低谷电能，保证了高效运营。

在智慧支持服务方面，远程新能源商用车建设数字化运营平台，配备技术团队，为换电站、动力电池、车辆运行提供支持服务，从中心端-车队端-司机端，实时提供精准收集车辆情况、换电站定位、电池状态等客户、物流供需方呈现所需信息，提高运营效率及安全性。保障车辆高效运行，解决企业用车后顾之忧。

### 2) 环境效益

吉利重卡综合能源站·杭州隆欣换电站采用了综合清洁能源技术，将为换电重卡提供日常所需的清洁能源动力。

在二期规划中 50 台换电重卡配合一座换电站，每台相较于油车换电重卡每年可减排约 90 余吨。

### 3) 社会效益

杭州市环保局将隆欣绿色商砼重卡换电站列为试点单位（目前评审中，得分

较高)，确保新能源车试点和推广工作顺利开展，要求市商品混凝土协会加强本行业指导，及时总结推广试点经验，加快在全市推广应用，切实降低机动车尾气排放。

### **(3) 项目创新点**

#### **1) 率先开启杭州新能源重卡时代**

远程新能源商用车旗下的万物友好运力科技有限公司响应国家及政府号召，围绕杭州区域，依托集团在车辆、金融、充换电站、智能平台及工程行业的各自优势，率先与杭州隆欣建材有限公司联合打造杭州新能源车试点项目。

#### **2) 杭州首批换电混凝土搅拌车**

目前杭州市混凝土搅拌车共计 6342 台车，隆欣项目的 50 台车为杭州首批换电混凝土搅拌车，目前市场处于空白期。浙江省其他地级市均观望杭州更换新能源重卡的动向；杭州如若推行成功，将极大的推动其余县市的切换力度。

一是突出示范效应，探索可推广模式。换电站的建立起到了示范效应，加上电车性能稳定、操作简便、动力充足、安静环保，配有远程视频预警提示和盲区辅助刹车系统，行车更安全；车电分离模式，续航保障有力，满足混凝土短途高效运输和作业要求，示范作用更加凸显。

二是突出经济效益，确保可持续应用。换电站可让车电分离模式下的电车使用能耗费用可节省 15%，每车每年节省综合运营成本 2 万元左右。商用车集团可通过优质服务获 10%赢利点，确保动力保障可持续、运行模式可持久。

三是突出生态效益，助力绿色发展。50 辆电车年减排 4556 吨，其生态作用相当于植树 50 万颗。全市重点领域 80%车辆实现电动化后，年减排可超 100 万吨，释放的生态效益将进一步改善居住环境，助力实现“双碳”目标。

四是突出社会效益，促进社会和谐。换电站试点应用，引发广泛关注，赢得多方支持，有关部门多措并举优化试点环境，多家媒体先后报道试点情况，营造了良好的试点氛围。换电式电车应用场景低碳环保，可复制可推广，示范效应彰显。

## (四) 以场景为导向的基础设施升级

### 1. 国网智慧车联网居民社区充换电基础设施改造项目

#### (1) 项目概况

针对居民社区普遍面临的配电网容量不足，无序充电负荷高以及电动汽车作为灵活储能资源大量闲置等问题，国家电网公司自 2018 年着手开展有序充电、车网互动相关工作，并于 2019 年开始研究采用“车联网平台 4G 物联有序充电解决方案”替代“智慧能源有序充电解决方案”。研发统一物联有序充电模块，搭建负荷聚合系统、有序充电系统、有序充电桩三级有序充电、负荷调控体系。

2021 年 12 月以来，4G 物联无感有序充电技术在京津冀地区全面推广，覆盖用户 7000 人，完成社区充电 31 万次，其中有序充电订单 13 万次。社区个人桩用户接受有序充电（需求响应）订单比例超 40%。有序充电在参与台区互动基础上，通过平台负荷聚合商进一步聚合，还可以参与电网需求响应、辅助服务等更大范围的车网互动，为用户-运营商-聚合商-电网多方带来了巨大的收益。

#### (2) 效益分析

##### 1) 经济效益

###### -节约配电网投资

根据国家电网测算，预计 2030 年北京电动乘用车规模可达 120 万辆，在无序充电下，需要 97 亿元配电网增容投资，但为实现有序充电而进行配电网的智能改造投资只需 22 亿元，节约 77%。平均单车节约电网投资 625 元/年，预计到 2030 年私人电动汽车保有量 7000 万台的情况下，年均可节约配电网投资 437.5 亿元，是十三五期间配电网年均投资的 10%。按照电厂投资：输电网投资：配电网投资=1：1：1 估算，总体年均节省电力系统投资成本 1312.5 亿元，是 2022 年国网整体投资的 26%。

###### -获取车网互动服务收益

以京津唐+河北南网调峰辅助服务市场为例，从 2021 年 12 月至今累计参与调峰市场电量：2894.51MWh，累计响应电量：1444.41MWh，累计收益：

33948.59 元，参与桩数共 6800 个，即单桩收益 4.99 元/月，2030 年社区充电参与调峰辅助服务收益约 6.59 亿元/年。

## 2) 环境效益

以京津唐+河北南网调峰辅助服务市场为例，有序充电桩平均单桩消纳新增新能源量：35.4kWh/月。到 2030 年，社区有序电动汽车可消纳新能源 93.46 亿 kWh，减少碳排放量 826 万吨。

## 3) 社会效益

-辅助服务：以京津唐+河北南网调峰辅助服务市场为例，在某典型日内，用户有序参与度为 40%，社区充电在有序充电控制下高峰时段削减充电量 16.5%。到 2030 年，有序用户参与度可达 80%，社区用电高峰时段可削减充电量 33%，可申报的削峰调节能力为 31328MWh，填谷调节能力为 31154MWh。

-需求响应：在非紧急情况下，预计 2030 年有序订单参与比例可达 80%，同样可提供电网削减峰值近 4%的能力；向下调节 0.7 亿 kW。

## (3) 项目创新点

### 1) 社区充电实现无感有序

车联网平台通过分析用户历史充电出行大数据，通过人工智能方法预测用户充电需求，为用户生成充电策略，消除用户使用有序充电时输入繁琐、里程焦虑等担忧，引导用户实现无感有序充电。

从应用效果来看，无感有序充电技术的订单需求预测准确率达 88%，无感有序技术引导下有序充电订单占比提高至传统技术的 1.46 倍。

### 2) 社区充电参与台区互动

随着电动汽车户渗透率不断增大，极易发生变压器容量越限情况。在社区应用有序充电技术，根据台区负载情况转移充电高峰负荷，能够在变压器不扩容条件下满足更多的充电桩接入需求。无序充电情况下，社区能够接入的充电桩上限是 40 根；而在满足车主充电需求基础上，如有 40%用户选择有序充电，社区充电桩的接入能力就可以增加一倍。同时，小区用电峰谷差能够降低 21%-58%。

### 3) 社区充电参与需求响应

通过社区充电参与台区互动的成效来看，在一定比例用户参与下，社区充电还有能力在特定时间内响应电网的需求侧管理。当充电价格升高或者系统可靠性受到威胁时，充电运营商可根据价格信号或激励措施，在用户的许可下改变习惯的充电模式，减少或推移某时段的用电负荷，从而保证电网系统的稳定性。最大需求响应功率可达到充电负荷的 50%左右。

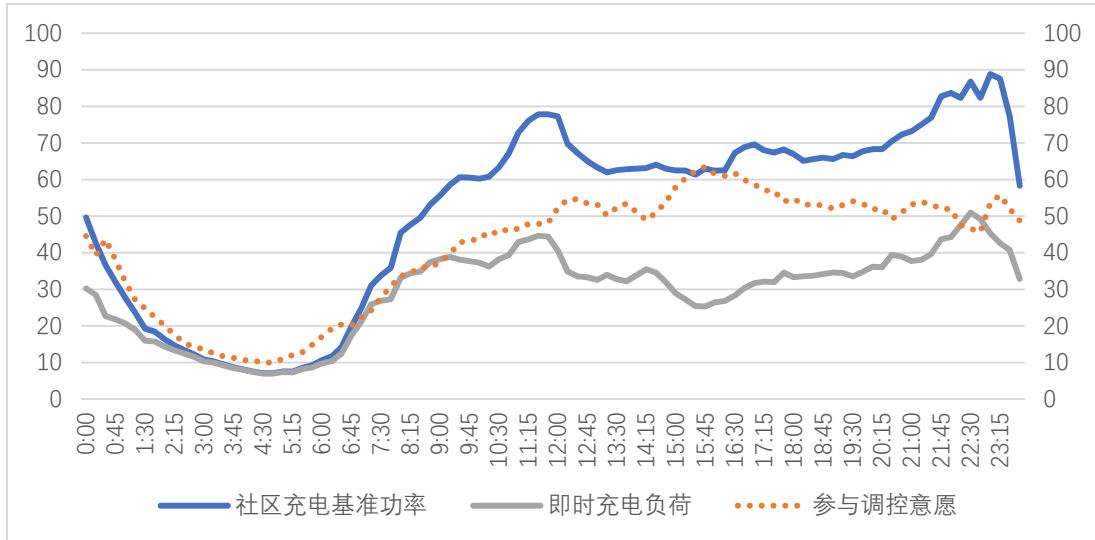


图 59 社区充电参与需求响应效果

#### 4) 社区充电参与辅助服务

社区充电不仅能够参与台区互动、需求响应，在更大的区域范围内，聚合更多的电动汽车资源，还具备更大的可调空间，参与电网辅助服务市场。能够有效响应电网市场指令，实现分钟级/秒级控制。

以京津唐+河北南网调峰辅助服务市场为例，社区有序充电在削减社区用电高峰时段充电量 16%的同时，进一步提高调峰市场时段内充电量的 17%。2021 年 12 月至今，有序充电用户已累计响应调峰电量 313.53 万 kWh，度电收益高达 0.14 元。实际效果图如下：

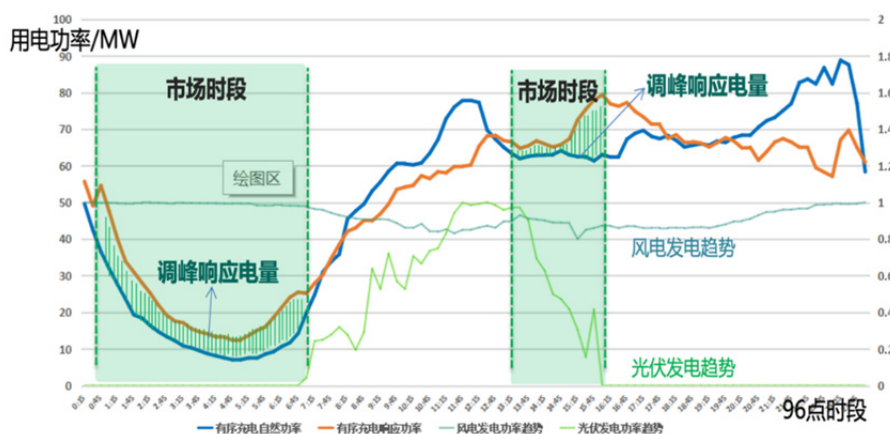


图 60 社区充电参与辅助服务效果

#### (4) 经验体会

针对社区个人充电现行普遍模式存在的问题，国网车网技术公司分别开展了社会共建、表桩一体、统建统营个人桩等多种模式探索。三种模式对比分析如下：

社会共建模式，表前由供电公司投资，表后由社会投资，充电桩直连接入车联网平台参与车网互动，车网互动能力较强。但市场拓展难度较大。

表桩一体模式，充电桩及前端配电线路建设均由供电公司投资，由电网统一建设、统一运营，具备极强的车网互动能力，但供电公司投资会相应加大。

统建统营模式，充电桩及前端配电线路均由社会运营商投资，充电桩接入各运营商平台，统一调度难度较大，车网互动能力较弱。

表 32 三种模式对比分析

	电网公司投资	社会投资	车网互动能力
社会共建	1000 元左右	3000-16000 元	较强
表桩一体	5000 元左右	0	强
统建统营	0	7000 元	较弱



## 2. 国网智慧车联网 V2G 移动电源应急供电项目

### (1) 项目概况

本项目选取武汉市江夏区某重过载台区建设 V2G 智慧互动配网。项目以台区负荷重过载就地自治调节为目标，利用车联网平台开放能力，与配网主站实现信息互通，接收配网发布的台区负荷调控需求，当台区重载情况下，V2G 可为台区承担应急电源的作用，实现台区传统负荷与充放电负荷间的就地自主平衡调节，缓解台区重过载压力。

试点充分利用智能融合终端的低压电网全景感知和就地分析决策功能以及车联网充电桩运营能力，实现以改善台区电能质量为目的的电动汽车充放电负荷精准实时调控。

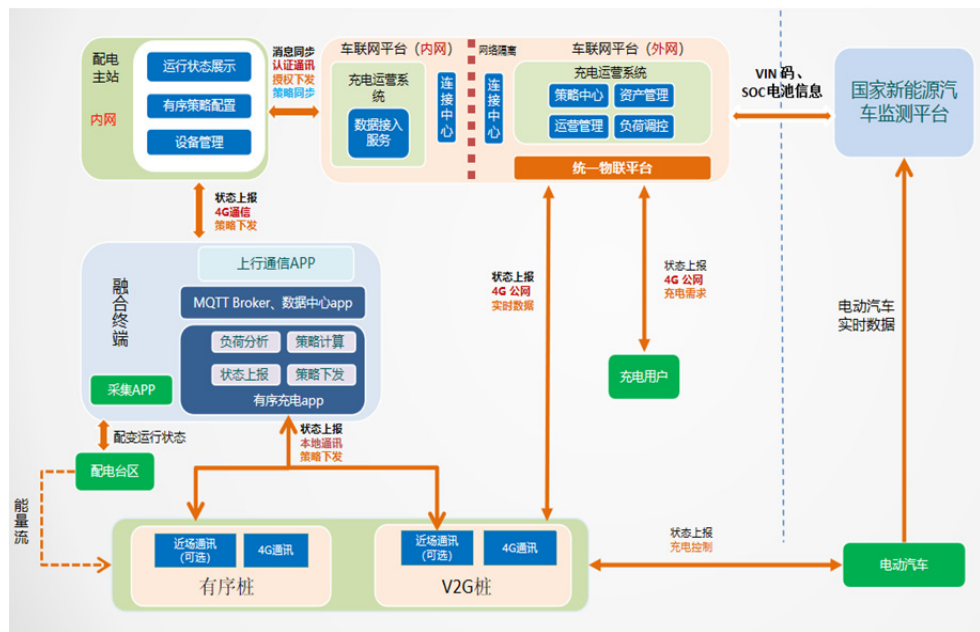


图 61 项目技术路线

### (2) 效益分析

#### 1) 经济效益

目前，V2G 配网业务还在培育期，因此项目的投资回报并不理想，经济性不佳。V2G 与配网互动应用功能可以有效降低配网投资，提升配网运营效率。长期

来看，V2G 配网业务在提升配网供电能力、延缓配电网投资方面，可取得较好经济性。

## 2) 环境效益

参与车辆与配网互动应用功能可以让电动汽车发挥显著的“煤电替代效益”，不仅可以让电动汽车实现全绿电应用，还支持其他用电设备用清洁电，有效提升清洁能源消纳能力，助力“双碳”目标实现。

## 3) 社会效益

在未改造前，项目台区峰值负载率重过载，部分时段超过 100%，若负载率降低至 80%，则需要降低 63kVA 功率（ $315\text{kVA} \times 20\% = 63\text{kVA}$ ），配置 150kWh 的电量（ $63\text{kW} \times 2.5\text{h} = 157.5\text{kWh}$ ）；在负荷高峰时，4 辆 V2G 乘用车以 15kW 功率持续放电 2.5 小时可达到重过载台区负荷调节的目的。调节成效如图 62。

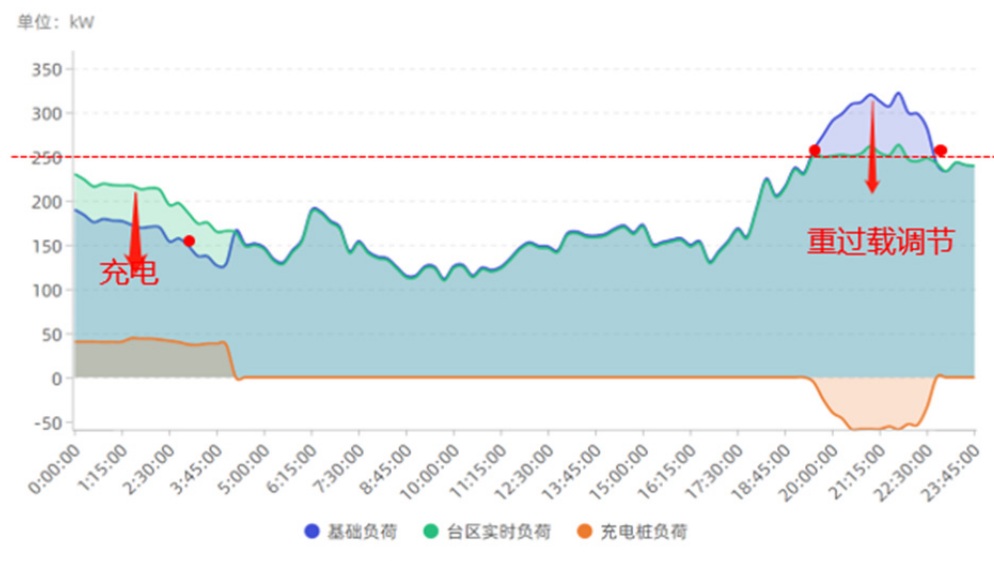


图 62 项目调节成效图

本项目充分利用社会资源解决现有电网重过载及整县光伏等分布式电源接入后配网面临的突出问题。助力配网精益化运营能力、配网资产精准投资能力和用户服务水平提升，实现电动汽车领域的信息互动、数据共享与价值分享。

## (3) 项目创新点

### 1) 智慧车联网平台对充放电可调资源预测与组织管理

发挥车联网平台用户优化管理优势，将广域、分散的电动汽车聚合起来，成为柔性可控的集合体，通过精细化调度进行能量的时间转移存储，实现电动汽车充放电控制与配网需求的最优匹配，为配网提供充裕的平衡调节服务资源。项目对参与车网互动的配网台区下的充电负荷建模，通过预测算法可获知该充电负荷群体在目标区域、目标时段通过物理约束及价格激励的影响下的负荷可调节量的总和。当配网台区有调节需求时，车联网平台可调能力范围内充分响应台区需求。

## 2) 车网互动有序充放电策略设计与开发

当配网台区有调控需求时，通过智慧车联网平台授权，将托管口令、用户信息下发至配电云主站，配电云主站可以结合整条线路状态和台区运行状态生成调控策略，形成台区充电桩充放电调控指令，通过实时数据通道控制充电桩负荷。根据低压电网台区静态和动态数据以及电动汽车充放电相关数据，运用配网融合终端的就地分析决策处理能力生成有序充放电策略，并分钟级频率滚动下发相应的有序充放电计划到充电桩执行，结合本地台区的融合终端，对设备进行高精度的、安全的负荷调控，使线路和台区处于安全运行状态。

### (4) 经验体会

我国能源正处于加速转型期，一次能源低碳化转型明显，终端能源加速实现高水平电气化，电网负荷屡创新高、峰谷差逐步增大、新能源大规模接入等问题日益突出，仅靠传统手段调节维持电网安全稳定运行的难度倍增。

本项目利用配电网台区电动汽车充放电负荷特性智慧互动台区技术示范应用，实践充电桩主动参与电力需求侧响应、削峰填谷、调峰调频、电压控制、应急电源、抑制可再生能源发电波动等电网辅助服务。一方面，发挥了电动汽车移动储能特性，通过打通配电云主站和车联网平台，引导电动汽车有序充电和活动放电，以解决无序充电引起的配变及线路重过载问题；另一方面，实现了电动汽车通过可控充电桩参与电网平衡调节，减少对配电网增容改造的影响，节约电网建设成本，促进电网运行效率、资源配置能力、运营效益进一步优化提升。

### (5) 问题与建议

目前 V2G 技术大规模应用推广仍然面临标准缺失、价格机制不健全、未形成可盈利可复制的商业模式。当车主、运营商、电网等业务参与方在业务闭环中获得获益的时候，V2G 业务才具备广泛推广的条件。

建议深入研究分析 V2G 参与不同场景下的配网辅助服务的价值，开展建立车网互动辅助服务价格试点，逐步建立移动储能参与配网互动项目的业务模式，进一步面向社会参与的车网互动推广运营模式，探索建立激励电动汽车车主参与车网互动的价格补偿机制。

### 3. 国轩高科智能移动储能充电桩在高速公路服务区的应用

#### (1) 项目概况

近年来新能源汽车在高速公路场景的出行需求日益增长，尤其在节假日期间，高速公路服务区的补能设施甚至出现供不应求的现象。在此背景下，合肥国轩高科动力能源公司投资成立的安徽易加能数字科技有限公司推出易佳电智能移动储能充电桩，在短期着眼于缓解新能源车充电设施供需矛盾，未来通过开展高速公路服务区储充结合试点，建设零碳服务区，为高速服务区提供整体能源解决方案。

在高速服务区投放智能移动储能充电桩，日常可作为储能设备为服务区工商业提供电力服务，在用电高峰时给新能源车充电。同时利用大数据预测高速公路服务区充电热度和高峰时段，及时增派智能移动储能充电桩，保障节假日期间高速服务区充电需求。目前已在合肥丰乐服务区完成设备投放与调试，未来将在安徽全省 120 多个服务区实现智能充电、送电差异化服务。

#### (2) 效益分析

##### 1) 经济效益

-按照设备在夜间电价最便宜的时候为自己充满电，在白天电价最贵的时候为高速服务区工商业提供电力服务，获得峰谷差价套利的日收益和年收益计算方法如下：

日收益=峰谷电价差\*发电量=

$0.80092/\text{kWh} \times 120\text{kWh} + 0.5066 \text{ 元}/\text{kWh} \times 120\text{kWh} = 157 \text{ 元}$

年收益=350 天\*157 元/天=54,916 元，平均度电收益 0.65 元

表 33 峰谷价差收益

时段	获电电价(元)	获电成本(电损15%)	充放电量(时间X功率)	剩余可放电量(KWH)	电价差(元/KWH)	峰谷电价收入(元)	备注
23:00-08:00	0.3092	0.35558	160	160	-	-	充电
08:00-9:00	0.6931	0.797065			0.80092	-	
9:00-12:00	1.1565	1.329975	-120	40	0.80092	96	放电
12:00-17:00	0.6931	0.797065	80	120	0.80092	-	充电
17:00-22:00	1.1565	1.329975	-120	0	0.50660	61	放电
22:00-23:00	0.6931	0.797065	-	-	0.80092	-	休息时间
小计			240总放电量			157	1.5个循环

说明：蓝色字体为谷时及电价，黑色字体为平时及电价，红色字体为峰时及电价。

设备单价按首批 100 台按促销活动价格 30 万元/台计算、4 万残值、年利率 4%计算：

静态投资回收期=固定资产投资/年净现金流= (30 万-4 万) / (5.5 万-30 万\*4%) =6.0 年

-如平时做储能给工商业提供电力服务，高峰时给汽车充电，按照 70%电量作为储能，30%电量给汽车充电，储充结合收益测算如下：

日收益=峰谷电价差\*放电量=0.65 元/kWh\*168kWh+1.4 元/kWh\*72kWh=211 元

年收益=350 天\*211 元/天=73,850 元

表 34 储充结合收益

使用场景	比例	电量	度电收益	说明
储能电量	70%	168	0.65	
充电量	30%	72	1.40	服务费 0.6 元+峰谷差 0.8 元

按设备单价按首批 100 台按促销活动价格 30 万元/台计算、4 万残值、年利率 4%计算：

静态投资回收期=固定资产投资/年净现金流= (30 万-4 万) / (7.4 万-30 万\*4%) =4.2 年

## 2) 社会效益

-在用电高峰供电低谷补电，有效缓解电网压力，融入电网储能系统，平衡

峰谷分布；

-不占用固定停车位，有效利用公共停车资源。

-无需基础建设，无需线路及场地改造，部署更灵活。

### **(3) 问题与建议**

一是企业在研发、供应链、制造、市场推广方面，初期投入成本较大，尤其是当前电池原材料价格处于历史高位，进一步加大了企业成本压力。

二是在进入市场初期，亟需出台针对移动储能充电桩专项政策支持措施，包括产业基金扶持、投资金额补贴、运营补贴措施，有效支撑移动充电行业的快速发展。

三是建议以国轩高科等为代表的行业头部企业参与制定产品安全标准、认证流程、碳足迹等行业标准。

四是出台相关文件，鼓励政府机关、企事业单位、国有企业管辖的停车场、交通枢纽、旅游景区的停车场，采购和投放充电设备时优先考虑移动储能充电桩。

## 四、促进新型交通能源基础设施可持续发展的建议

### （一）尽早建立国家层面规划、建设、运营推进机制

应尽早明确新型交通能源基础设施专项规划的编制主体、审批主体和审批流程，畅通行政管理渠道，避免“多头管理”或“无头管理”。明确各方在新型交通能源基础设施规划、建设、运营等阶段的职责，补充相关政策法规和规章制度。

加强跨界融合，充分发挥各界力量，构建“政-产-学-研”机制，推动政府、企业、高校以及研究机构在新型交通基础能源设施相关政策制定、监督管理、商业模式创新、技术、产业研究中充分发挥各自优势，形成合力。

在城乡充电网络建设中，发改、能源部门应与住房和城乡建设等部门统筹协作推进目的地充电设施建设。电网企业要做好电网规划与充电设施规划的衔接。自然资源、住房和城乡建设部门要对充电停车场地及充电设施配套电网建设用地、廊道空间等资源予以保障。

在碳市场建设中，形成新型交通能源基础设施建设主管部门与碳市场、电力市场等主管部门间的协同工作机制，制定协同机制下的部门职责、工作权限、管理章程及法规体系等细则，各部门在审批流转、材料鉴证、交易监管、结果互认等各项工作中的衔接及融合。

### （二）加快出台新型交通能源基础设施专项规划

将新型交通能源基础设施纳入城乡规划及新基建体系，做到多元有序发展。在城乡综合规划、空间规划、服务网点规划、高速公路规划、服务区规划和大型交通枢纽等关键场所和领域的规划中融入充换电站、加氢站等建设和基础设施改

造相关内容。

在交通能源基础设施规划的实施推动阶段，建议推行“规建分离”、“奖惩共促”等政策措施，兼顾设施的建设进度和运行成效。以充电基础设施为例，建筑用地的充电桩可按照地区的充电设施配建标准进行建桩条件的预留，实际配装遵循“控制总量、盘活存量”的原则逐步推进，避免盲目建桩造成的资源浪费，确保新建设施按市场化原则投资、建设和高效运营。

---

### **(三) 注重城市对外交通系统的规划建设**

---

将新能源设施纳入干线公路服务区配套设施建设范围，支持有条件的服务区升级改造。结合物流园区，建设货车补给站，考虑长短途货运特点调整配备模式，为长途货运车辆绿色转型预留空间。对建成服务区优先建设快充或换电设施，适量建设慢充站，满足多样化需求。对规划服务区，可结合空置道班改建或选址新建多种规模的充、换电站或“油气氢电”综合能源站。

适度超前地建设城乡区域充电网络。普及充电设施进入村镇。完善家用充电桩和起讫点慢充设施建设，依托乡镇公路加油站、乡镇汽车站等出行密集场所，建设公共快充设施。加强城乡区域的电网建设，适度超前建设城乡地区用电网络，提升城乡供电保障能力。

因地制宜建设景区能源系统。推进停车场与充电设施一体化建设，构建联动的区域能源供给规划。

---

### **(四) 进一步完善新型交通能源基础设施标准体系建设**

---

进一步明确充换电站、加氢站、光储充一体化等设施的用地类型、设备属性和管理模式，使规划、建设、运营、监管等环节有章可循。加快推动大功率充电标准的制定工作，在现有充电接口技术的基础上进一步提升充电电流和电压，完善通信协议。

加快推进动力电池标准化工作。由政府部门牵头，联合电池厂商、车企、电池资产公司、回收利用企业等相关方组建电池系统通用化产业联盟。支持产业链



上下游围绕电池、换电以及电池监控技术，开展技术研发和标准制定，加快推动通用化电池系统。逐步推进从车端的标准化转变为推动换电站的标准化。实现一站可服务多品牌、多型号车辆，并实现土地集约化利用。

大力推动智能电网与电动车间能量和信息双向互动标准，建立健全运营监测体系，促进统一的数据交换标准体系和数据传输体系。

加快建立新型交通能源基础设施的安全管理体系，完善用电、消防等安全管理有关制度和标准。

## （五）积极推进面向新型交通能源基础设施的试点建设

因地制宜开展居民社区充换电基础设施改造试点。新建居住社区要确保固定车位 100% 建设充电设施或预留安装条件。预留安装条件时需将管线和桥架等供电设施建设到车位以满足直接装表接电需要。探索建立充电车位分时共享机制。

开展电动汽车参与电力现货市场、辅助服务市场以及电力中长期交易试点。进一步扩大充换电资源参与电力市场范围，降低充换电资源参与市场的门槛，简化用户侧资源接入网络的流程和要求。

开展新型交通能源基础设施与碳管理协同示范试点，在充电桩及充电站建设较为完善的省（市），可率先启动充电桩、充电站碳普惠及碳市场和绿电交易试点。在氢能全产业链发展较为集中的地区可先行开展加氢站与碳市场协同试点。在可再生能源资源丰富，且兼具建设潜力地区，开展净零碳交通能源基础设施建设试点，利用分布式光储、绿电机制等措施，建设全绿电供给交通能源基础设施，并实现自身零排放运行。

## （六）探索新型交通能源基础设施金融创新模式

制定并完善利用绿色贷款、绿色债券、绿色基金等方式支持新型交通能源基础设施建设的工作细则。落实面向新型交通能源基础设施的资金配置细则，根据区域特点和发展方向，为新型交通能源基础设施建设预留专项资金预算，确保绿色专项资金充足到位，能够基本满足本区域符合要求的新型交通能源基础设施建设

设需求。对于获得绿色金融支持的项目，需完善全流程管理要求，确保新型交通能源基础设施按要求实现绿色运营及减排成效。

---

## **(七) 为新型交通能源基础设施建设运营提供政策和资金支持**

---

在基础设施发展相对领先的地区，建议将补贴由建设向运营倾斜，按照一定的运营原则给与支持。对于换电站、电池银行、综合能源站和移动能源服务设施等处于发展初期但具有市场潜力的新型基础设施给予适当的政策支持和资金扶持。

对于高速公路、旅游景区、农村地区和偏远地区等短期通过市场化运营模式盈利难度较大，但补能需求日益增长的场景，建议以普遍服务的形式对基础设施建设、运营提供支持，为用户补能提供基本保障。

对于传统燃油车高峰时段占据充电车位的汽油车辆、超时占桩车辆，逐步明确惩罚措施。鼓励新型交通能源基础设施使用绿色电力，并出台相应的电价优惠政策。



扫一扫关注  
车百智库官方微信

## 东西智库 | 专注中国制造业高质量发展

东西智库，专注于中国制造业高质量发展研究，主要涵盖新一代信息技术、数控机床和机器人、航空航天、船舶与海工、轨道交通、节能与新能源汽车、电力装备、农机装备、新材料、医疗器械等制造强国战略十大领域，并提供战略咨询、规划编制、项目咨询、产业情报、品牌宣传等服务。

欢迎加入东西智库小密圈，阅览更多制造业精选信息

 知识星球

微信扫码加入星球小密圈

交流 | 分享 | 研究

赠1万+制造业精选资料

