



车联网互动规模化应用与发展 白皮书

2023



目 录

CATALOGUE



摘要 03

01

规模化车网互动的需求与动力 10

- | | |
|---------------------|----|
| 1.1新能源发电与电力市场发展趋势 | 11 |
| 1.2新能源汽车与充电基础设施发展趋势 | 13 |
| 1.3发展规模化车网互动的重要意义 | 15 |
| 1.4车网互动现状与进展 | 17 |

02

车网互动参与主体的差异诉求 19

- | | |
|-----------|----|
| 2.1电网企业 | 21 |
| 2.2资源聚合商 | 23 |
| 2.3电动汽车用户 | 24 |
| 2.4整车企业 | 25 |
| 2.5政府部门 | 26 |

03

车网互动供需关系与盈利模式 27

- | | |
|---------|----|
| 3.1需求方 | 28 |
| 3.2供给方 | 29 |
| 3.3盈利模式 | 31 |

04

规模化车网互动的主要瓶颈 36

- | | |
|--------------|----|
| 4.1市场资格的获取 | 37 |
| 4.2有效的价值传导 | 39 |
| 4.3电力信息安全的约束 | 40 |
| 4.4用户交互与引导 | 41 |
| 4.5数据共享与开放 | 43 |

05

规模化车网互动的协同发展 44

- | | |
|-----------------|----|
| 5.1友好的电力市场机制与品种 | 45 |
| 5.2安全的电力信息交互架构 | 47 |
| 5.3准确的用户聚合与调节能力 | 48 |
| 5.4开放的跨行业信息交互体系 | 49 |
| 5.5有序的行业发展和规范管理 | 50 |

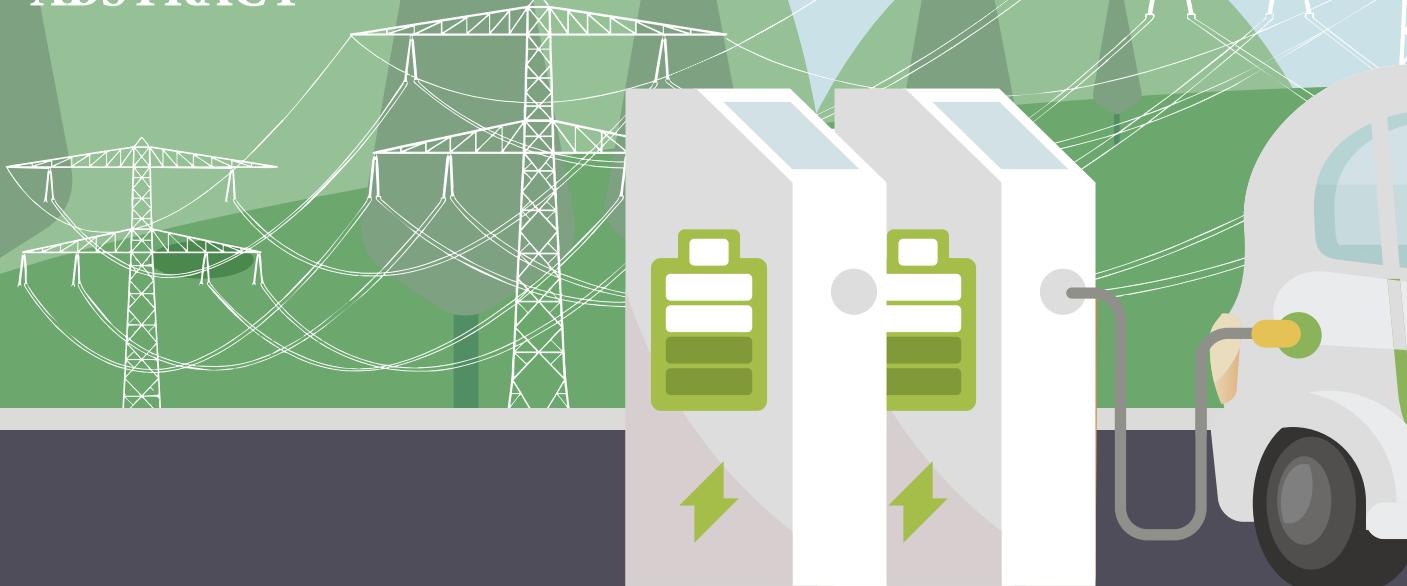
结语 51

附表 55



摘要

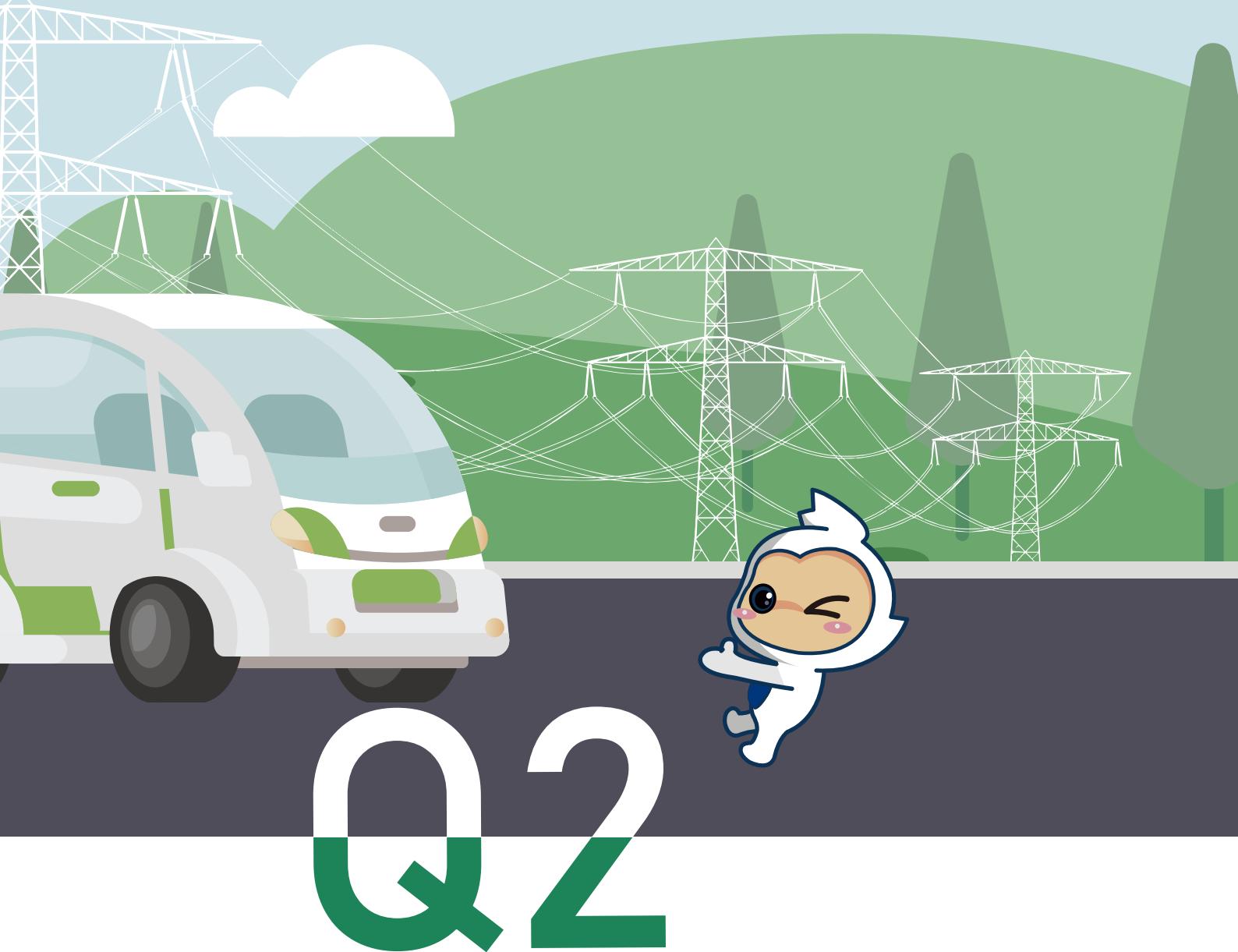
ABSTRACT



Q1

车联网互动是什么？

车联网互动是指电动汽车通过充电桩与电网进行能量和信息的互动。通常情况下，可按能量流向分为有序充电和双向充放电。车联网互动的本质是用户使用电动汽车生产互动价值，避免了自己直接参与微观能源互动的生产，这个过程解放了用户。



Q2

规模化车网互动指什么？

规模化车网互动是指新能源汽车规模发展到一定程度后，以新型电力系统、电力市场、数字电网等外部环境为基础，由资源聚合商利用商业和技术手段组织电动汽车用户，充分挖掘电动汽车的电力负荷可调节潜力，形成电力电量商品，出售给灵活资源需求主体的商业行为。

其中：

资源聚合商包括充换电运营企业、整车企业、售电公司、专职从事资源聚合 / 虚拟电厂业务的企业等，现阶段国内探索车网互动最积极的资源聚合商是充换电运营企业。

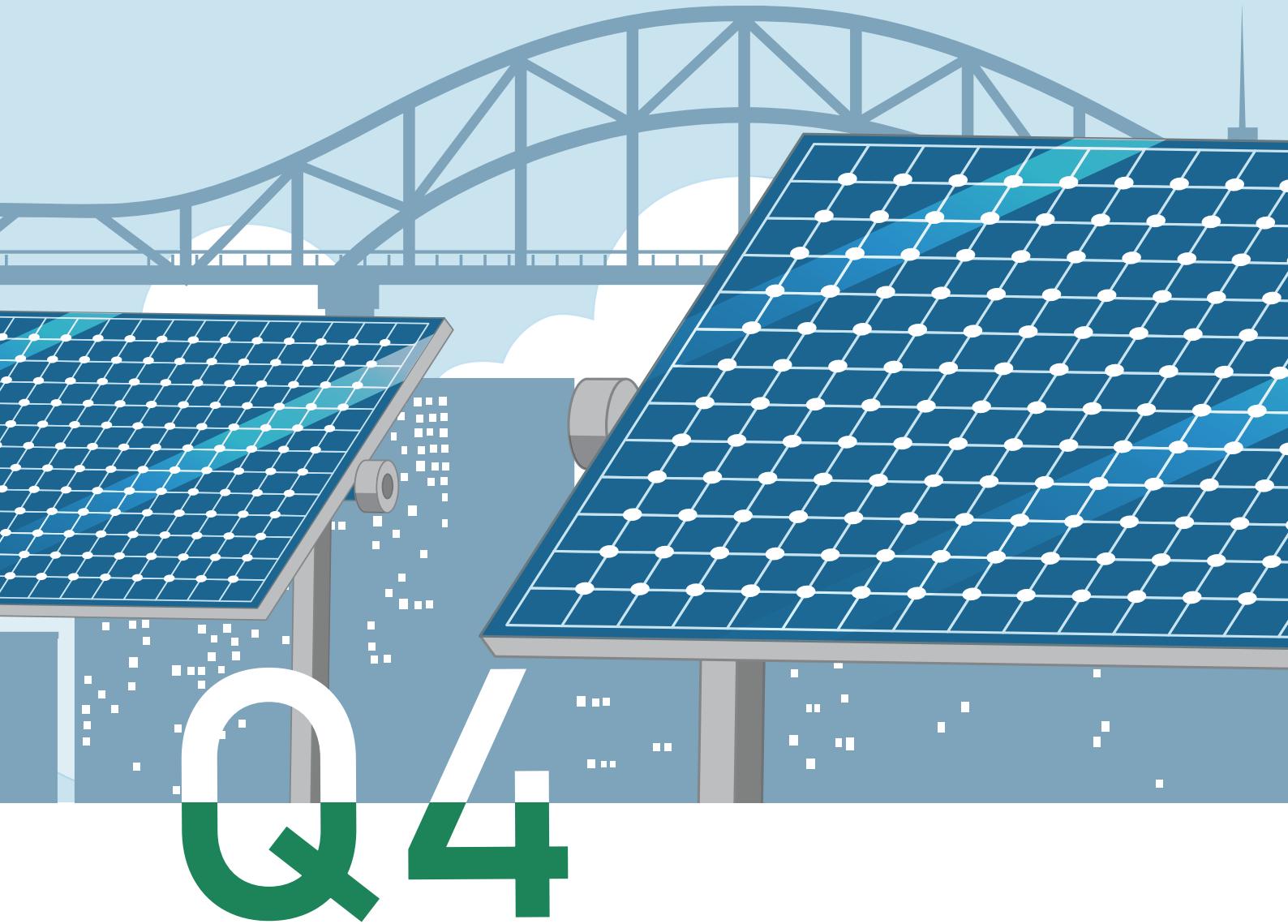
灵活资源需求主体包括电力市场中的所有主体、运营楼宇或园区的物业单位等。



Q3

发展规模化车网互动的根本动力是什么？

在新能源大发展背景下，源（新能源发电）、荷（新能源汽车）蓬勃发展，供需两端双重不确定性叠加，由此导致灵活调节资源匮乏。为确保电力实时平衡以及安全、经济、可靠供电，电网企业亟需以电动汽车为代表的灵活资源与电网进行互动，确保电网安全稳定可靠运行。



规模化车网互动各参与主体之间是什么关系？

规模化车网互动的主要参与主体包括：电网企业、资源聚合商、电动汽车用户。电网企业是车网互动服务的主要购买方，同时也是车网互动的主导参与者和价值引领者；资源聚合商是车网互动服务的提供者；电动汽车用户是车网互动的资源拥有者。各参与主体之间独立平等。推动规模化车网互动首先是要构建联系各个参与主体间的有效商业模式。



Q5

规模化车网互动的商业活动如何开展？

当前，我国电力市场正蓬勃发展，多个省区正在建设中长期电能量市场、电力现货市场、调峰、调频、备用等电力辅助服务市场，开展了市场化需求响应，为规模化车网互动商业活动提供了商业环境、交易渠道和资金来源。



Q6

规模化车网互动发展面临哪些阻碍？

规模化车网互动主要面临用户行为强不确定性、市场交易机制不完善、信息安全开放程度不高及多主体间信息壁垒等方面阻碍，具体表现为：

- 1、用户行为不确定性使得电动汽车可调节资源难以预测和组织，这是影响电动汽车参与电力市场的最大因素。
- 2、现有电力市场机制和交易品种尚不足以支撑面向电动汽车灵活资源的广泛、持续激励。
- 3、电网企业的信息安全开放程度不足以支撑规模化电动汽车灵活资源参与快速响应的辅助服务。
- 4、不同参与主体之间的信息壁垒也是影响宏观精准调控的重要因素。



规模化车网互动的发展瓶颈如何突破？

规模化车网互动的发展，需要在良好政策的引导下，各参与主体积极协同。

首先，政府部门和电力交易机构需要继续完善电力市场建设，向资源聚合商开放更多交易品种，有针对性地开辟面向灵活资源的新型交易品种。

其次，电网企业应积极主动构建开放包容的跨行业信息互动生态，满足用户侧与调度部门之间高频率、高可靠、低时延的业务交互需求。

然后，由资源聚合商建立面向用户的“调研 - 采集 - 预测 - 引导”闭环组织体系，强化电动汽车资源聚合管理和精准调控的核心能力。

最后，政府部门可考虑构建“车 - 桩 - 电池 - 网”的跨行业、跨主体基础平台，促成车网互动多主体信息交互，推进相关技术标准的制定、实施与监督。与此同时，还可加大对充电基础设施升级改造的扶持力度，助力车网互动行业的起步发展。



规模化车网互动的需求与动力

习近平总书记从保障国家能源安全、着眼人类发展和世界前途的全局高度，先后提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略和“碳达峰、碳中和”战略目标。党中央、国务院印发《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》、《关于完善能源绿色低碳转型机制和政策措施的意见》、《关于印发新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）的通知》等重要文件，推进经济社会发展全面绿色转型，加快构建清洁低碳安全高效能源体系，促进新能源产业健康有序发展。

在此背景下，风电、光伏等新能源迎来快速增长。由于风电、光伏具有强随机性和波动性，传统电力系统的“源随荷动”调节模式难以为继。另一方面，随着交通、工业的电气化和再电气化进程不断推进，负荷侧的用电总量不断攀升，且负荷呈现多样性、随机性的特征，电力系统供需平衡将面临巨大挑战。解决这一问题的根本途径在于加强发电侧灵活电源的建设和需求侧可调节资源的开发。本书将结合新能源发电与电力市场、新能源汽车与充电基础设施的发展趋势，阐述发展规模化车网互动的基本条件和重要意义。

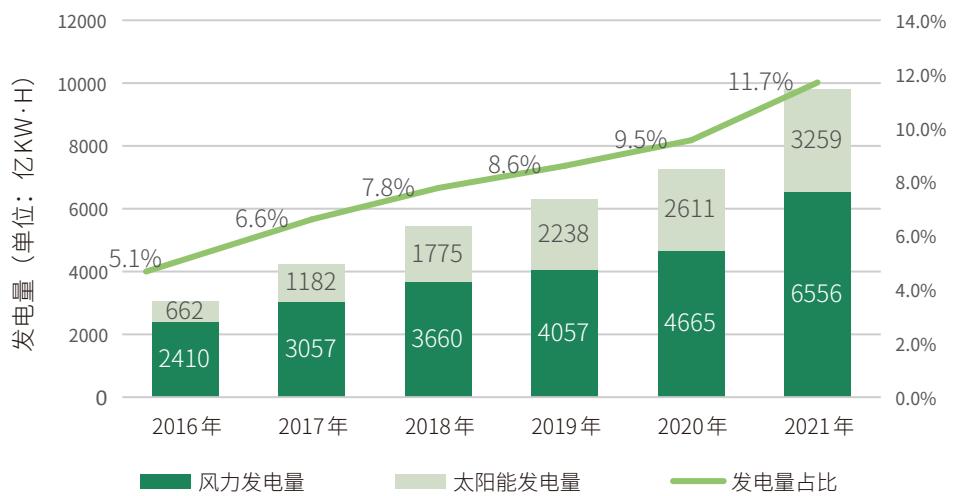


1.1

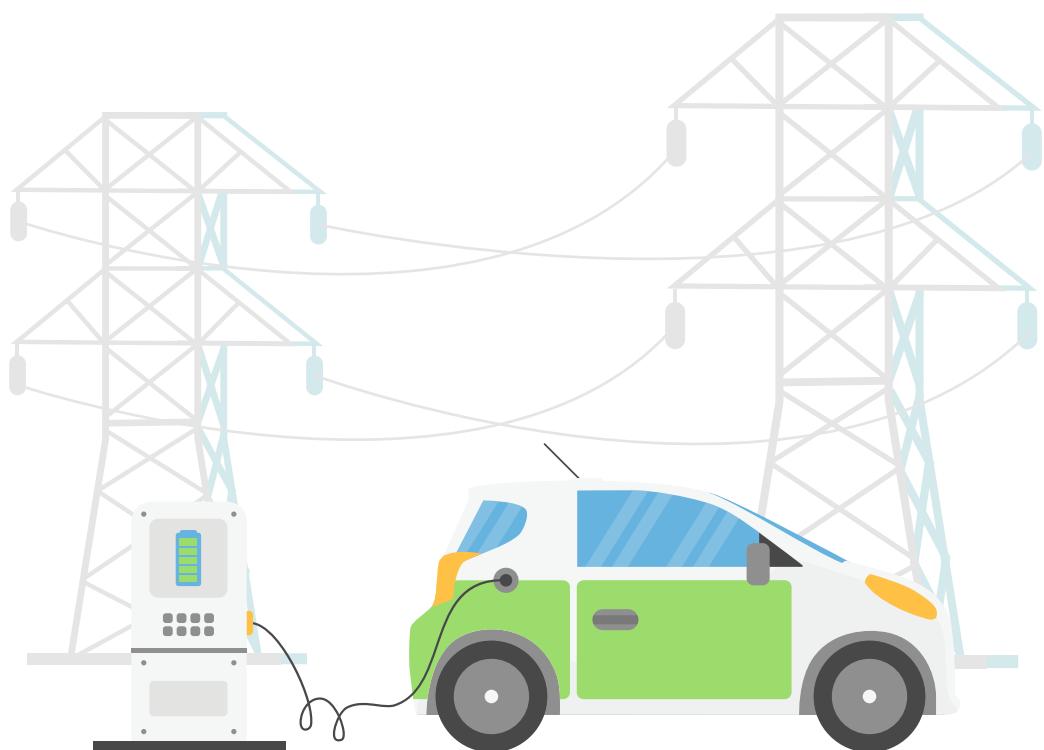
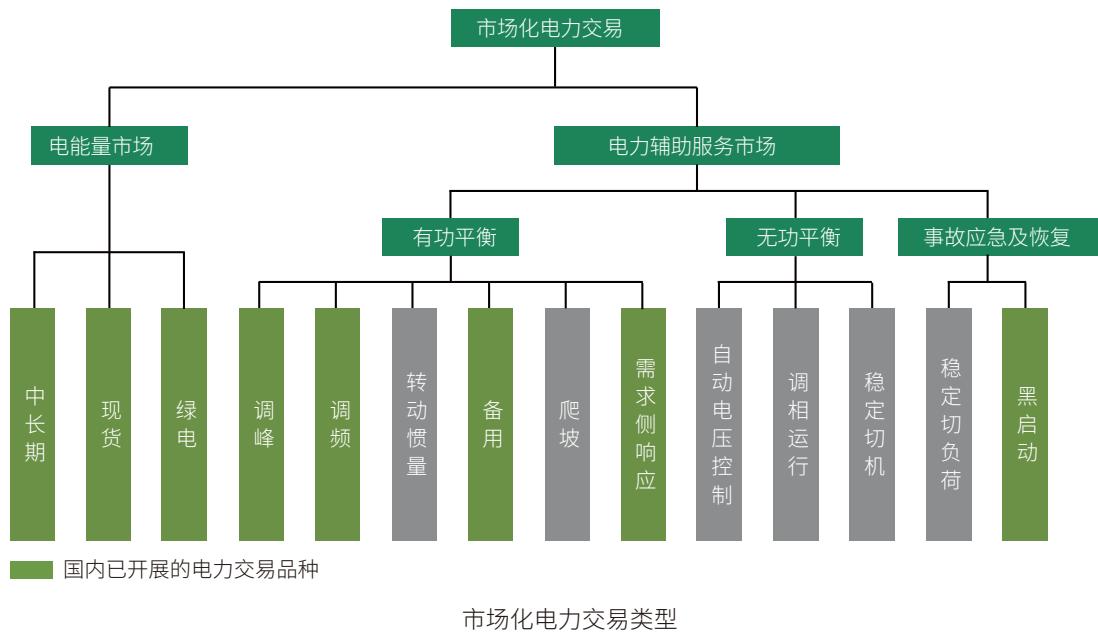


近年来，新能源在发电结构中的比重大幅提升。根据国家能源局数据统计，2022年我国风电装机容量达3.65亿千瓦，同比增长11.2%；太阳能发电装机容量达3.93亿千瓦，同比增长28.1%，二者合计已占全部电力装机容量的29.6%，发电量占全口径发电量的13.8%。

与此同时，我国电力市场建设也在不断推进。各省区均已成立电力交易中心，建成中长期电能量市场，部分已开始探索电力现货市场建设。除个别地区外，多数已建设了调峰、调频、备用等电力辅助服务市场，部分市场已允许符合资质的主体组织需求侧资源的备用容量或调频容量竞标参与辅助服务市场，同发电侧资源一起为电力系统提供辅助服务。



2016—2021年风力发电和太阳能发电发电量变化情况和增长率



1.2



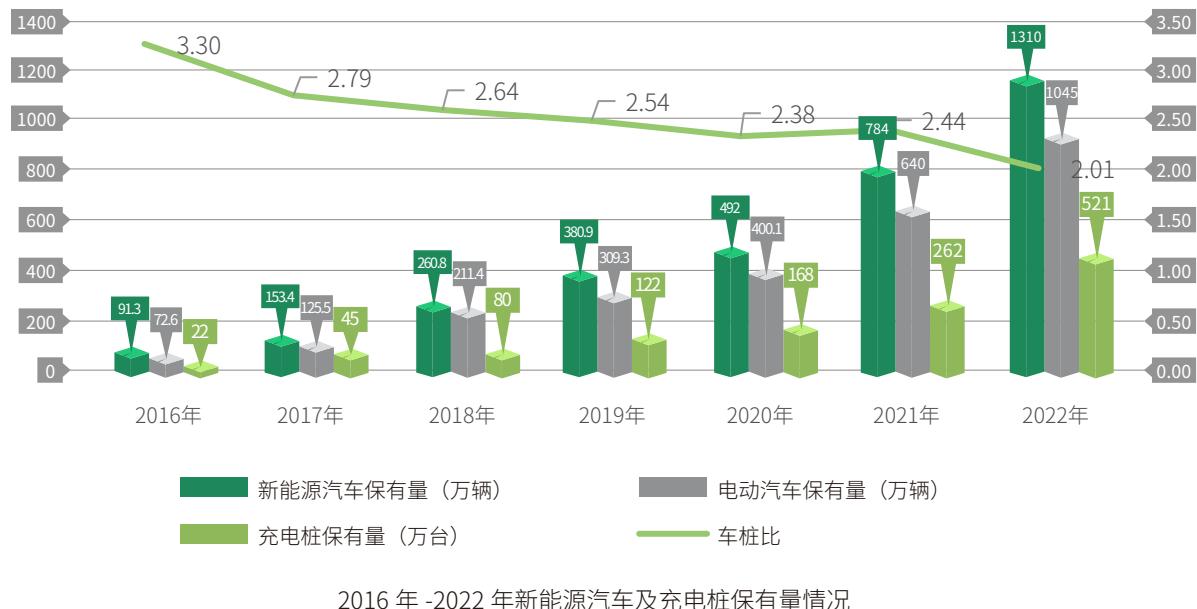
新能源汽车与充电基础设施发展趋势

指 标	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
全国汽车保有量 (亿辆)	1.94	2.17	2.40	2.60	2.81	3.07	3.19
新能源汽车保有量 (万辆)	91.3	153.4	260.8	380.9	492.0	784.0	1310.1
新能源汽车占全国汽车比重	0.47%	0.71%	1.09%	1.47%	1.75%	2.60%	4.11%
电动汽车保有量 (万辆)	72.6	125.5	211.4	309.3	400.1	640.0	1045
电动汽车占新能源汽车比重	79.5%	81.8%	81.1%	81.2%	81.3%	81.6%	79.78%

2016 年 -2022 年新能源汽车及电动汽车保有量情况

“十三五”以来，国内新能源汽车规模呈现持续高速增长趋势，年均增长超过 100 万辆。公安部数据显示，截至 2022 年底，我国新能源汽车保有量已达 1310 万辆，占全国汽车保有总量的 4.11%。其中，电动汽车保有量 1045 万辆，占新能源汽车总量的 79.78%。根据国家有关规划和预测，到 2025 年全国新能源汽车保有量将超过 2500 万辆。

在电动汽车充电基础设施建设方面，根据中国电动汽车充电基础设施促进联盟发布数据，2022 年，我国充电基础设施新增 259.3 万台，其中公共充电桩增量同比上涨 91.6%，随车配建私人充电桩增量持续上升，同比上升 225.5%；全国充电基础设施规模累计达 521 万台，同比增加 99.1%。相较新能源汽车规模增长速度，充电基础设施建设仍有待提速，在国家发展改革委等部门印发的《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》（发改能源规〔2022〕53 号）中提出，到“十四五”末，确保充电基础设施满足超过 2000 万辆电动汽车充电需求。



1.3



车网互动是指电动汽车与电网进行能量和信息的互动。从能量流向来看，可分为单向互动（充电功率受控的有序充电）和双向互动（既可充电也可放电的双向充放电）。电动汽车具有优质的调节能力和巨大的调节潜力，如能根据电力系统运行需要，适时、适度开展车网互动，灵活调整电动汽车充放电功率、时段，将能发挥削峰填谷、阻塞缓解等作用，有助于系统电力实时平衡和电网安全、经济、可靠供电。

规模化车网互动，是在新型电力系统、电力市场、数字电网等外部环境基础上，由资源聚合商利用商业和技术手段组织电动汽车用户，充分挖掘电动汽车的电力负荷可调节潜力，形成电力电量商品，出售给灵活资源需求主体的商业行为。

在“双碳”目标驱动新一轮能源革命的背景下，实现车网互动规模化，可以显著提升电网公司管控新型电力系统不确定性风险的能力，是促进新能源发电和新能源汽车产业发展的必然结果，并将带动相关产业新一轮升级，为践行能源安全新战略、实现“双碳”战略目标提供有力支撑。





1.4



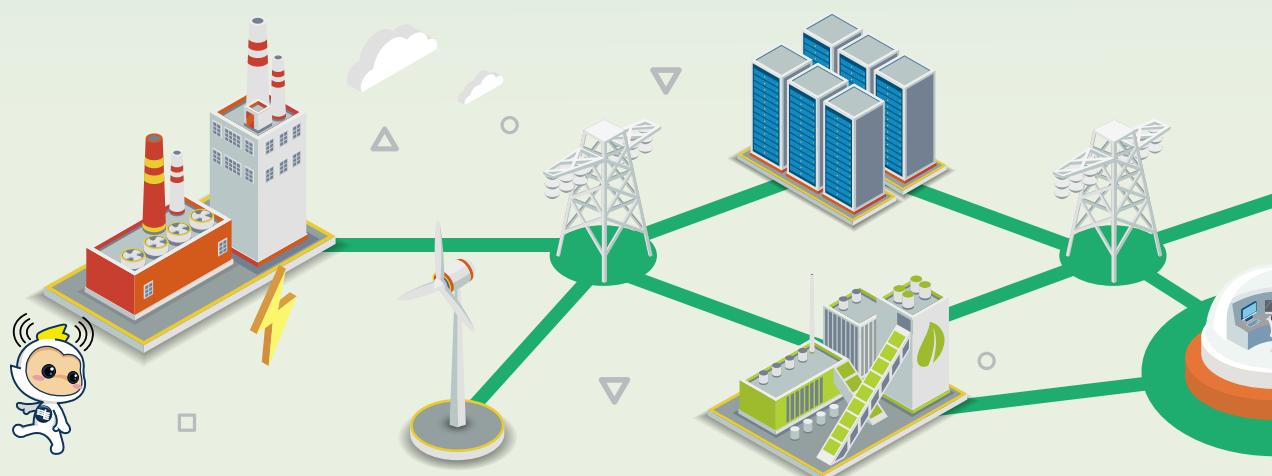
车网互动现状与进展

1.4.1 国外

近年来，全球主要经济体在车网互动领域开展了大量的示范性工程，其车网互动主要的方式大多为：与其他的配网侧灵活性资源，如分布式光伏、用户侧储能等，通过聚合商 / 虚拟电厂参与电力市场或电网调度获得相当的盈利。以美国得州电力运营商 ERCOT 为例，其通过较高的价格鼓励电动汽车提供电网紧急电能管理服务。在澳洲，多家电力运营商（如 ENERGY NETWORK AUSTRALIA, AEMO, AEMC）也鼓励电动汽车通过虚拟电厂形式参与电力市场。

也有部分示范工程尝试构建二级区域性交易市场，鼓励电动汽车通过 P2P 的交易形式获得对应的利润，并以更经济的方式维持区域性的电力电量平衡，如英国电力运营商 UK POWER NETWORKS。

围绕车网互动的经济模式，也催生了大量技术驱动型公司，拓展了未来双向充放电的应用范畴。如日本中部电力公司开发了双向充放电控制系统，验证了电动汽车在负荷峰谷调节、配网阻塞环节中的作用。

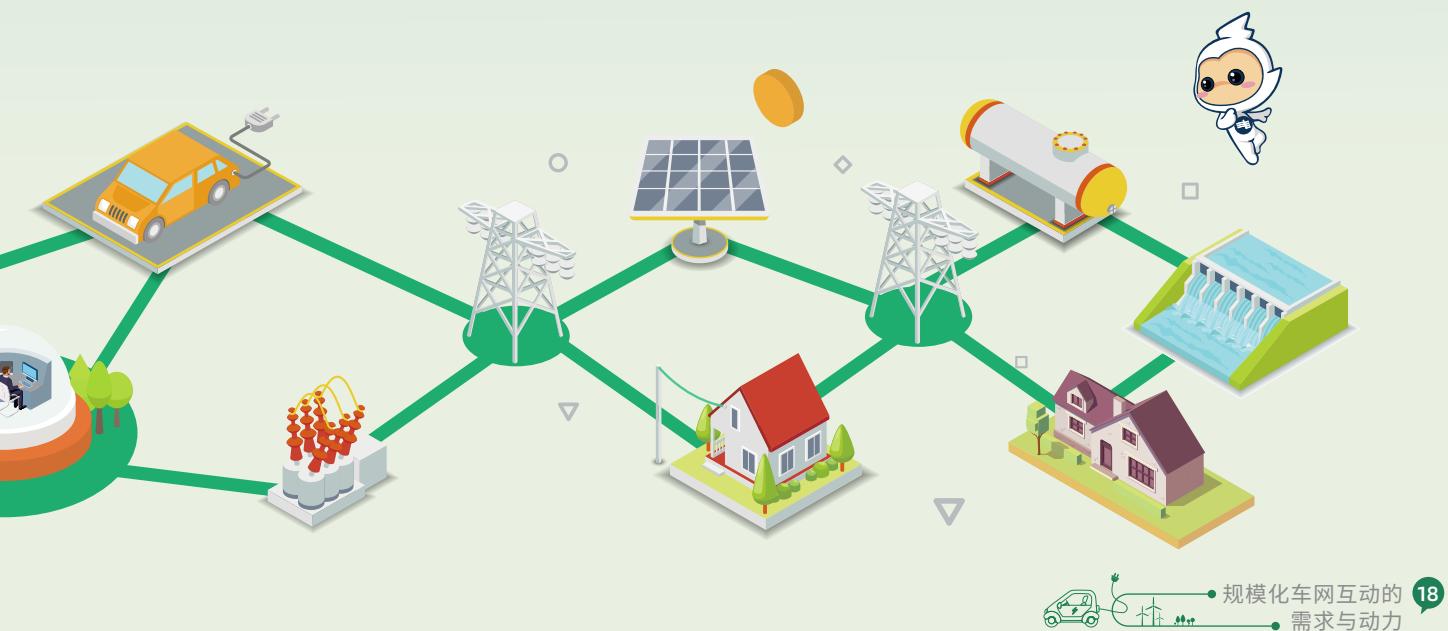


1.4.2 国内

2019年以来，国内多个省市开展了电动汽车参与电网辅助服务和需求响应的试点验证。通过市场引导电动汽车改变用电功率和时间，参与电网调峰、调频等辅助服务和需求响应，本书文末的附表中列出了一些案例。其中，公共充电桩通过聚合商平台，已实现参与分钟级调峰的功能验证；具备联网功能的私人充电桩在华北、上海等地已完成参与电网填谷的可行性验证；部分换电站通过聚合参与了电网调峰，其中部分还接入电网参与了调频。

针对部分居民社区面临的配电网容量不足、无序充电引发重过载的问题，国内电网公司、充电运营商以及车企利用本地或云端有序充电模块，结合价格激励，实现台区下车辆的有序充电；同时，通过小范围就地互动，解决报装难问题，实现更高效的就地互动。

当前国内外广泛开展车网互动试点应用，大多通过有序充电和资源聚合方式参与电力市场和辅助服务市场，验证了聚合电动汽车资源参与主要电力交易品种的能力及关键技术的可行性。但对于平衡多方主体利益的市场机制、商业模式、不同主体间的信息交互等限制大规模、可持续车网互动的关键问题，仍需要深入探讨。



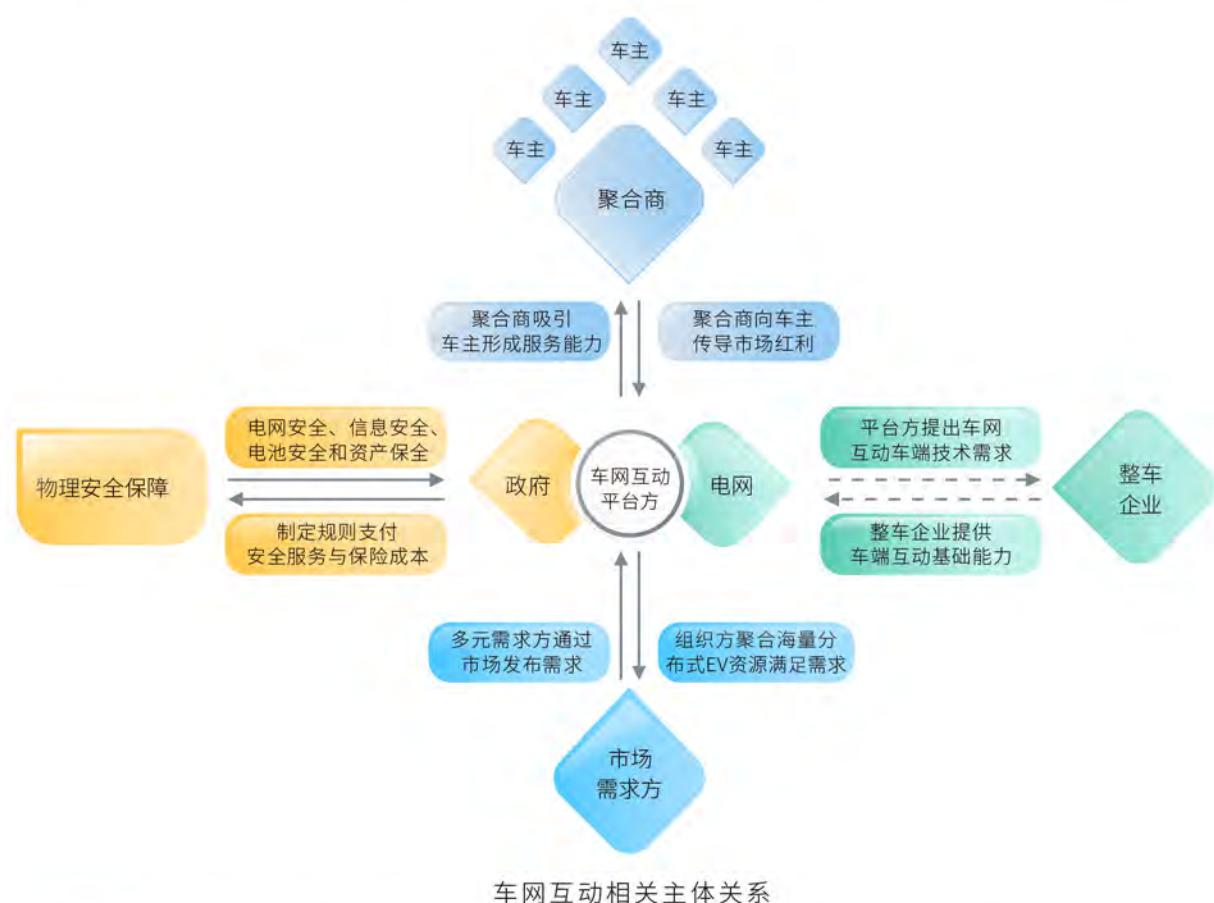


车联网互动参与主体的 差异诉求





规模化车网互动涉及利益相关方众多，包括电网企业、资源聚合商、电动汽车用户、整车企业、政府部门等多个主体，且各个主体间存在差异化诉求。



其中，电网企业、资源聚合商和电动汽车用户是车网互动的直接参与者，整车企业是车端互动能力的保障者，政府部门是车网互动各方利益的保障者和引导者。

从国内外实践来看，可持续的规模化车网互动需要在电力市场不断发展完善的基础上实现。应当在尊重各方诉求和利益的基础上，构建激励相容的车网互动组织模式，以可持续的价值创造与传导吸引各方积极参与。

2.1

电网企业

电网企业迫切需要以电动汽车为代表的各类灵活资源与电网互动，支撑电力实时平衡和安全、经济、可靠供电。受新能源发电占比快速增长的影响，我国电力系统发电侧随机性和波动性正显著增强，弃风弃光现象时有发生。预计到2030年，新能源发电装机规模将超过煤电成为第一大电源，电力实时平衡难度将进一步增大。国务院已印发通知，要求“至2030年，省级电网基本具备5%以上的尖峰负荷响应能力”，从需求侧组织资源应对挑战。

与此同时，随着电动汽车保有量的快速提升，充电负荷急剧增长。由于用户充电行为未受到有效引导或管控，部分区域配电网重过载问题加剧，电网承载能力不足问题凸显，由此产生的充电桩报装难问题，影响了电网企业供电服务质量的提升，也制约了新能源汽车的进一步推广。

电网企业是电动汽车灵活资源的需求方，是车网互动的主导者和价值引领者，同时也是安全、经济、可靠供电服务的提供者。在政府大力创建优质营商环境、对“获得电力”指标要求越来越高的背景下，难以通过管理驱动方式开展车网互动。



2.2



资源聚合商是车网互动服务的提供者，也是供需双方的协调者，在向电网提供车网互动服务的同时，还需要兼顾充换电运营商的充换电服务质量。

相较于工业园区、商业楼宇等负荷侧资源，充电行为的改变相对容易实现，充电负荷易于调节，所以对于从事多类型分布式源荷聚合业务的资源聚合商而言，电动汽车是一种优质的灵活资源。出于增强自身可调节能力以增强市场竞争力的需要，资源聚合商对车网互动保持浓厚的兴趣。资源聚合商的主要诉求以释放电动汽车的可调节能力为主，以此在市场中获益。

充换电运营商也在积极探索车网互动，努力发展电动汽车资源聚合业务，向资源聚合商转型。

当前，公用桩利用率普遍偏低，国家住建部相关调查显示，全国 32 座大城市公用桩平均时间利用率为不足 25%，均值仅为 12.4%。充电运营商收入普遍以充电服务费为主，盈利模式单一，重资产投入，回报周期漫长。

现阶段，充换电服务行业市场竞争激励。以深圳市为例，2021 年全市充换电运营商达 254 家，排除以物业为代表的非专业运营商，仍有 157 家属于专业运营商。从全国范围来看，大型充换电运营商不盈利是行业现状，仅个别头部企业实现持续盈利。

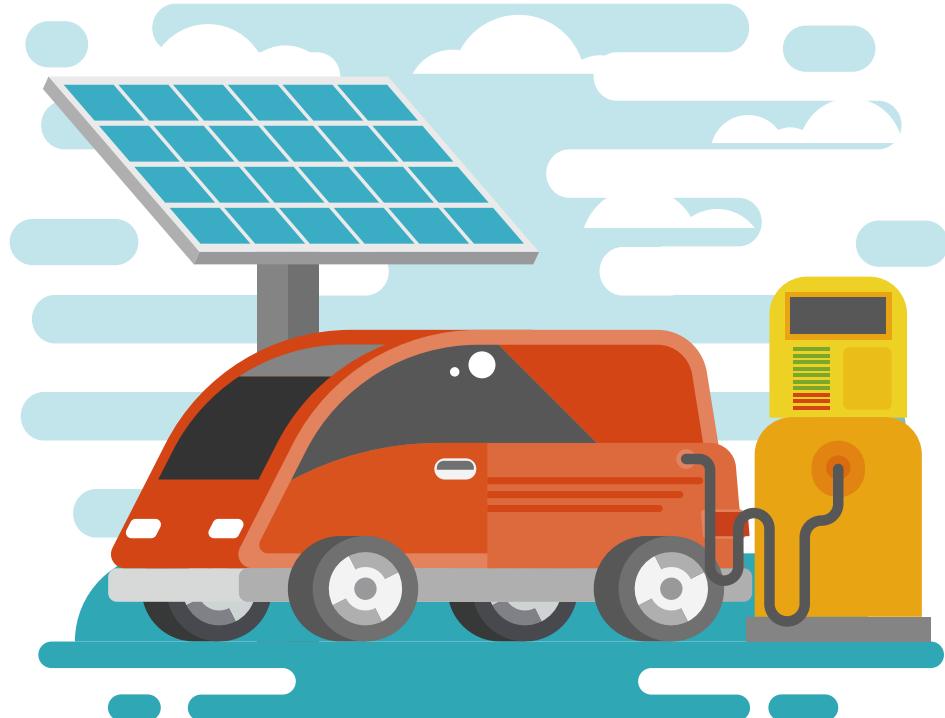
受上述挑战影响，充换电服务行业发展可持续性不容乐观。通过拓展车网互动增值服务能力，丰富盈利模式，增强市场竞争力，已成为多家充换电服务巨头的选择。

2.3

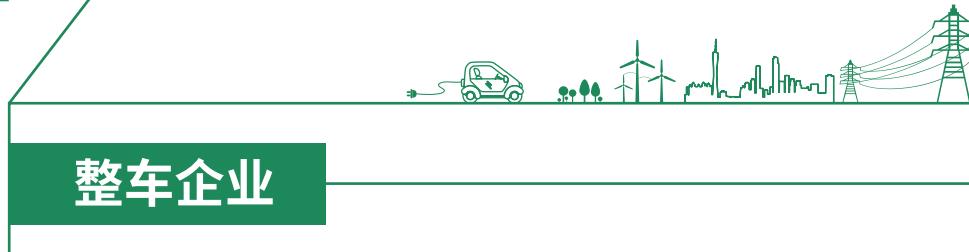
电动汽车用户

电动汽车用户是车网互动资源的生产者，同时也是供电服务的消费者。便捷是电动汽车用户对充换电服务的普遍诉求。受制于配电网网架结构、变压器及线路容量等因素影响，充电桩报装受限问题较为常见，充电难已成为车主放弃购买新能源汽车的重要因素之一。预计到 2030 年，全国新能源汽车保有量将突破 8000 万辆，充电便捷性与经济性矛盾将进一步凸显。电动汽车用户迫切需要通过车网互动缓解充电难问题。

电动汽车用户还普遍关注动力电池寿命。由于双向充放电类型的车网互动可能会降低动力电池的使用寿命，影响电动汽车的续驶里程，在双向充放电商业模式尚不成熟的情况下，电动汽车用户参与此类互动的意愿还不强烈。而有序充电类型的车网互动对动力电池寿命无明显影响，在充电成本因素考量下，电动汽车用户参与此类互动较为积极。



2.4



整车企业虽然不直接参与车网互动商业活动，但车网互动对整车企业却有着重要影响。一方面，车网互动需要整车企业提供技术保障，另一方面，车网互动规模化发展之后，也会对整车企业提出更高的要求，同时也将影响整车企业的技术发展和市场格局。

用户参与双向充放电类型车网互动，需要车辆具备双向充放电功能。部分整车企业已成功研制支持双向充放电的车型，并应用于多种场景。但双向充放电工况可能导致动力电池容量衰减，该影响尚未在电池质保条款中予以明确，因此提供双向充放电功能将对车辆售后服务产生影响。目前，多数整车企业对双向充放电类型的车网互动发展持观望态度，对个人用户通常不开放双向充放电功能。个别自持动力电池资产的整车企业虽然正在积极探索有序充电类型的车网互动，但对双向充放电同样持观望态度。未来，双向充放电型车网互动如能找到可持续开展的商业应用场景，吸引电动汽车用户积极参与，将调动整车企业从观望者转变为支持者和行动者。

有序充电类型的车网互动虽然可调节能力弱于双向充放电，但对动力电池寿命无明显影响，且同样可以缓解配电网供电能力不足问题，因而有望为电动汽车用户提供更为便捷的充电服务，吸引更多车主购买电动汽车。有序充电型车网互动对整车企业扩大新能源汽车市场规模有着十分积极的作用。



2.5

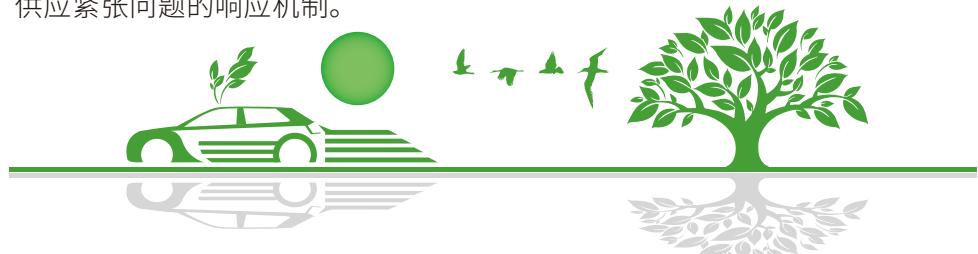
政府部门

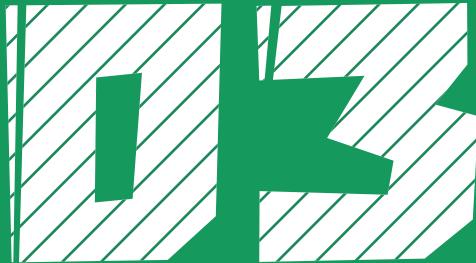
汽车是国民经济的重要支柱产业，伴随日益突出的环境问题，发展新能源汽车是国家实现“双碳”目标的重要举措。

不同于燃油车辆，电动汽车补能速度较慢，用户在行驶目的地停放期间的充电需求旺盛，普遍希望居民小区、商业中心、写字楼等场所配置更多的充电桩。但在一、二线城市中心区、老旧小区、城中村等区域，由于土地资源紧张，配电网增容改造困难，难以满足不断增长的电动汽车充电需求，从而导致充电桩报装难，制约了新能源汽车的进一步发展。车网互动作为缓解该问题的重要措施，得到了政府部门的关注和大力支持。

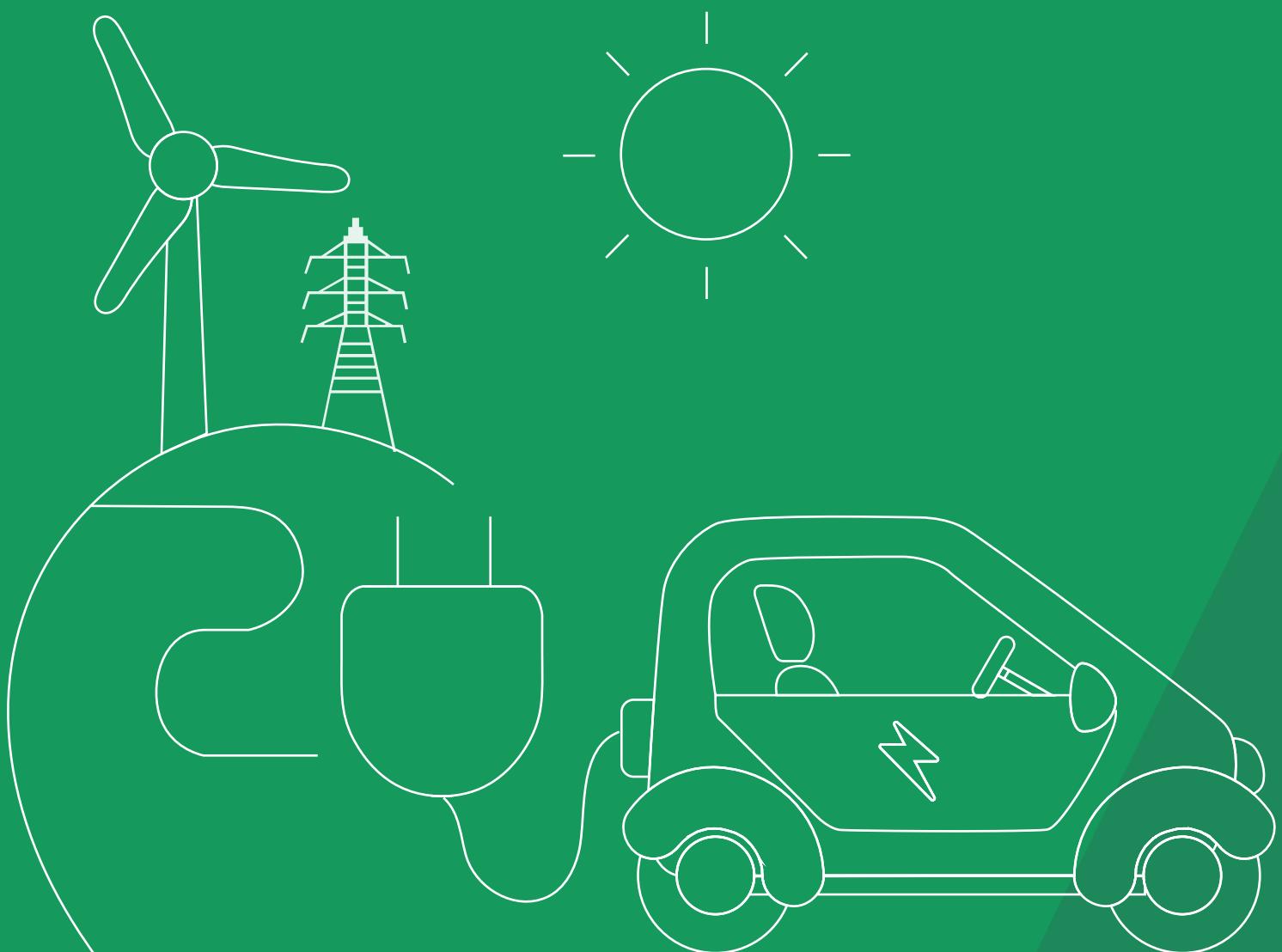
车网互动是构建以新能源为主体的新型电力系统的关键环节之一，将支撑能源绿色化发展。车网互动还能够促进新能源汽车的进一步发展，支撑交通绿色化发展。车网互动对国家“双碳”目标的实现有着重要意义，政府部门迫切需要车网互动产业的蓬勃发展。

国内已有多个省市采取措施支持车网互动的发展。以深圳市政府为例，一是优化组织架构，印发《深圳市虚拟电厂落地工作方案（2022-2025年）》，依托深圳供电局挂牌成立了国内首家虚拟电厂管理中心，推进城市级规模化车网互动工程。二是联动产学研用各方主体，创新研发车网互动关键设备技术，培育优质企业共同构建新的产业生态。三是推动车网互动示范应用，针对公交、出租、港口、环卫等典型车型打造一批停充一体化的车网互动项目，其中南网电动、特来电、普天等运营商的充换电站已具备精准调峰响应能力。四是积极探索车网互动商业模式，组织运营商参与各类电力市场交易，并在广东省市场化需求响应基础上，探索启动针对日内、实时阶段的局部性电力供应紧张问题的响应机制。

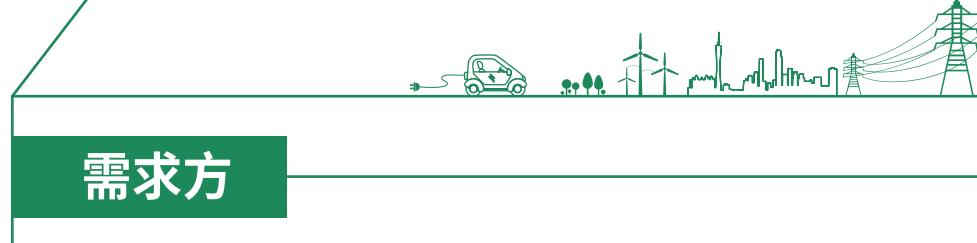




车网互动 供需关系与盈利模式

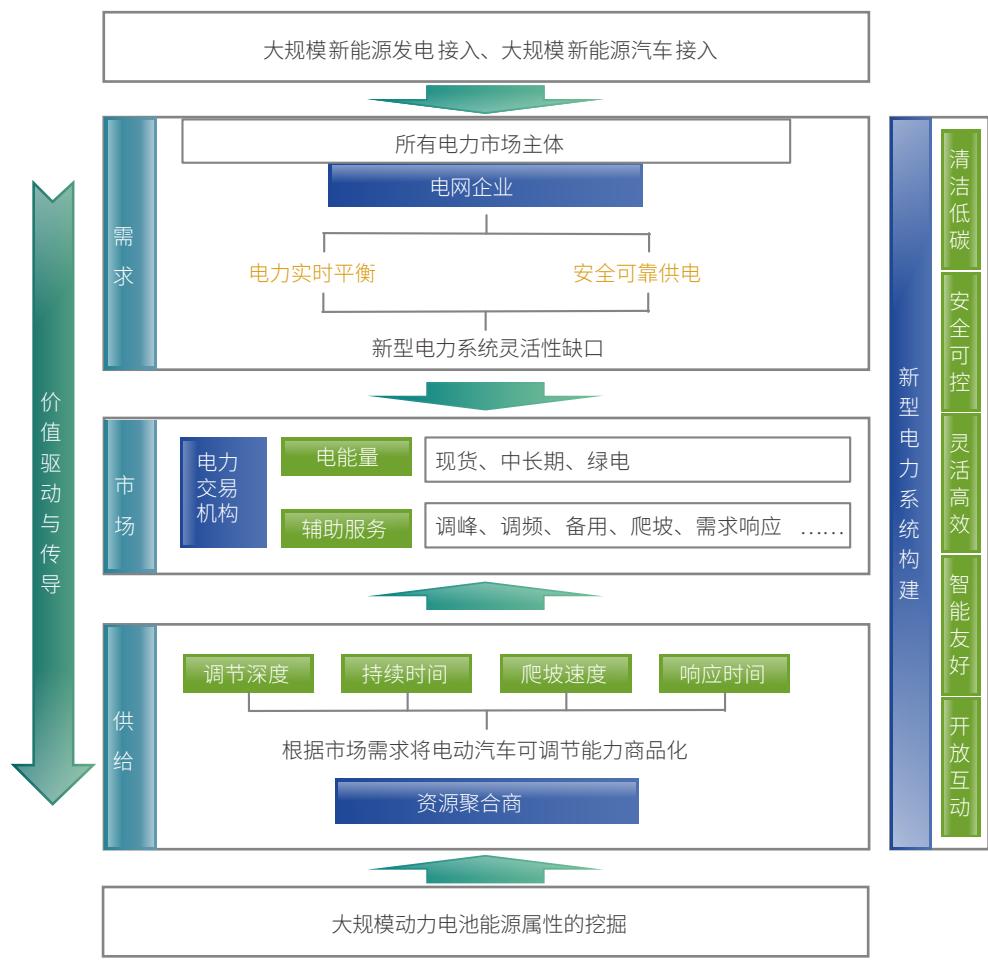


3.1



所有电力市场主体和电网企业是车网互动的需求方。为确保电力实时平衡和安全、经济、可靠供电，他们需要电动汽车的灵活调节能力。

微电网运营主体、楼宇或园区的物业单位等基于降低用能成本、保证可靠供电的需求，也会组织电动汽车有序充电或双向充放电，实现降本节支、保障设备安全。

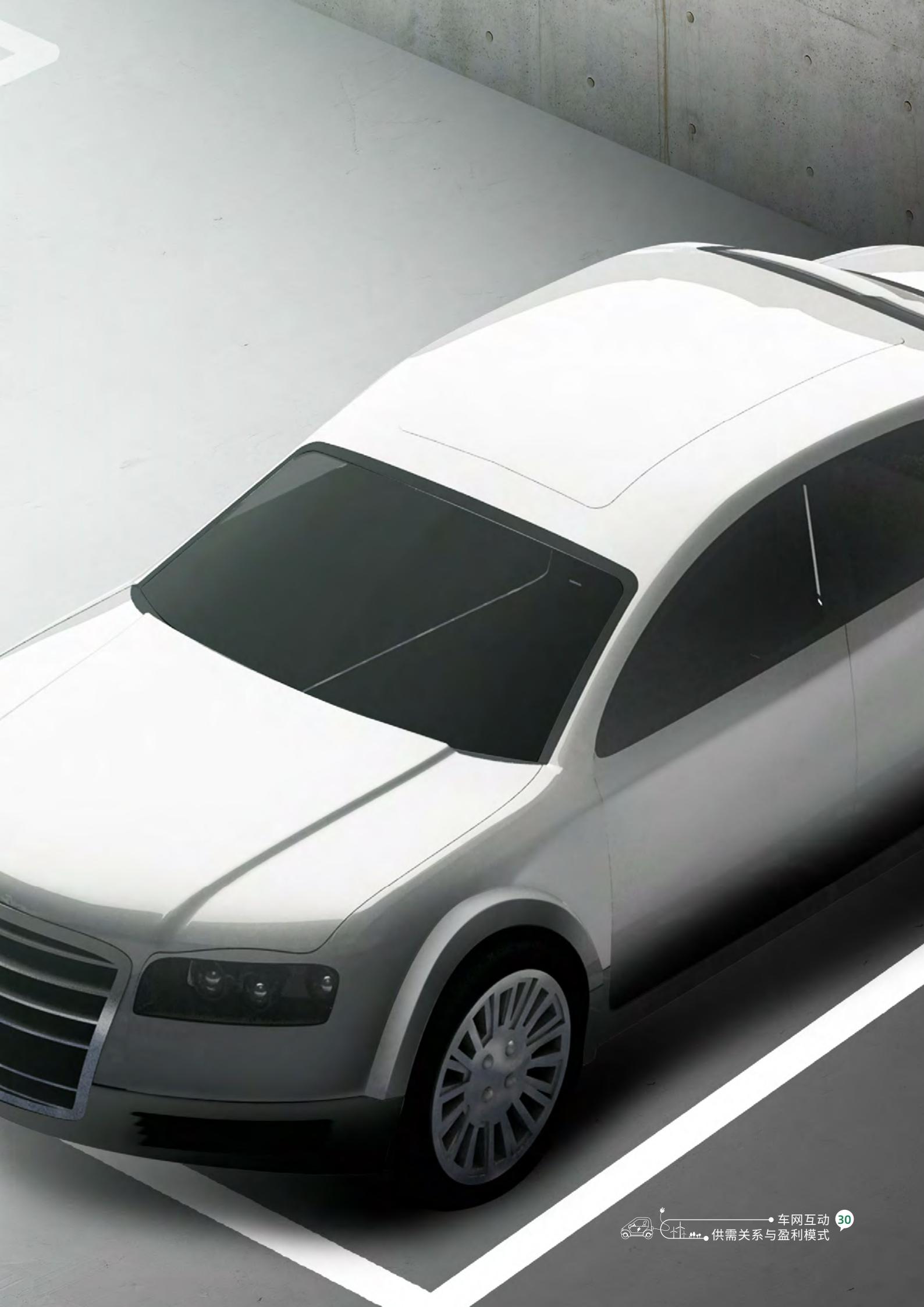


3.2 /



供给方

电动汽车用户和资源聚合商是车网互动的供给方。电动汽车用户在一定时间范围内提供电动汽车的灵活调节能力，资源聚合商将电动汽车用户提供的零散且原始的灵活调节能力按照市场需求进行聚合并商品化，变成可在电力市场中交易的灵活性资源。



3.3

盈利模式



现阶段，电动汽车用户根据峰谷分时电价政策，结合自身用车习惯，在谷时增加充电、峰时减少用电，从而节省电费支出，客观上已实现了与电网峰谷调节需求的配合。现在，已经有多种电力市场开放配网侧灵活性资源参与，为规模化车网互动增加了可能的盈利来源。建设中的电力市场已有部分对需求侧灵活性资源开放。



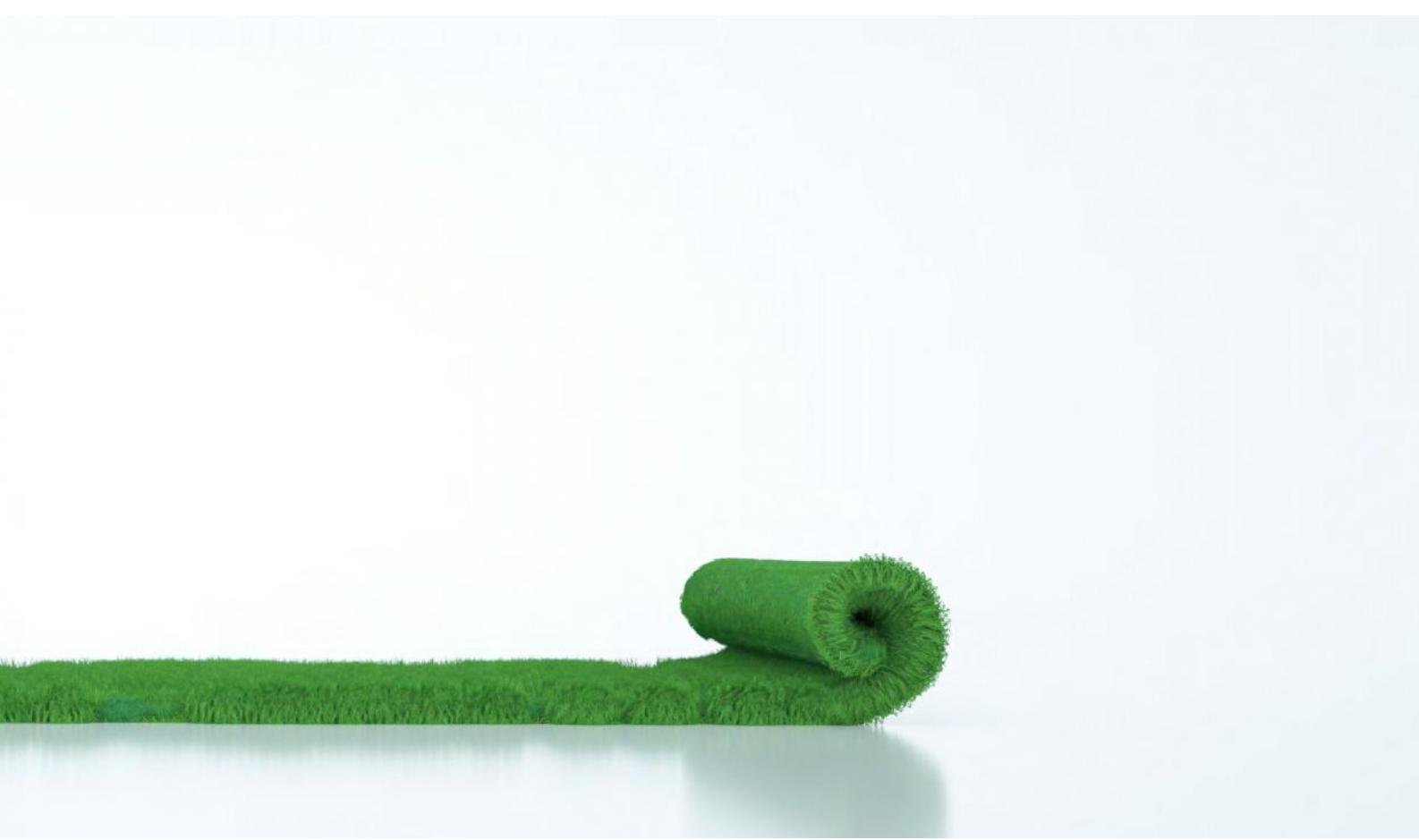
3.3.1 电能量市场

在电力批发市场中，主要的电力交易产品是电能量。按照时间维度，电能量交易类型可分为中长期交易和现货交易，将月内至运行日前两天的电力交易归为中长期交易，将日前和日内交易归为现货市场。其中现货交易是指已建成并接入电网、具备发电条件的电厂可预期的供给用户所需电力电量。

目前山东、广东、山西等省份正加速推动储能、分布式能源、电动汽车、虚拟电厂、能源综合体等新兴市场主体参与现货市场。2022年5月，广东实现首个虚拟电厂参与电力现货市场获得盈利。2022年6月，山东省明确提出虚拟电厂可作为独立市场主体参与市场交易。2022年6月23日，山西省为引导虚拟电厂规范入市，提出《虚拟电厂建设与运营管理实施方案》。

通过充分发挥分时价格作用，现货市场可引导电动汽车通过虚拟电厂聚合方式积极参与电力平衡，提升电力系统的灵活性和可靠性。

为了进一步挖掘绿色电力零碳属性的商业和社会价值，绿电交易也成为目前电能量交易的一个类别。绿电交易是指以绿色电力产品为标的物的电力中长期交易，用以满足电力用户购买、消费绿色电力需求，并提供相应的绿色电力消费认证。绿电交易为电动车用电绿色化提供了渠道。



3.3.2 需求响应市场

需求侧响应是通过价格激励调整用户侧电力负荷来保证电力供需平衡的一种电力交易产品。目前已形成包括分时电价、削峰填谷、阻塞缓解等多类型需求响应项目，开放省市覆盖广东、天津、山东、上海、江苏、浙江等。

各试点省市根据自身情况制定需求响应方案，具备鲜明的地方特色。如天津重点解决春节用电低谷时期电网调峰困难问题；山东、江苏、江西等地重点解决迎峰度夏（冬）用电高峰期或新能源发电尖峰时段电网电量平衡问题等。上海已有电动汽车、虚拟电厂、储能参与需求响应，开展侧重楼宇负荷资源的虚拟电厂全域综合响应。

目前，广东市场化需求响应已开展日前邀约需求响应，2022年下半年逐步开展可中断负荷、直控型可调节负荷竞争性配置等交易。下面以广东省市场化需求响应交易为例，展示需求侧响应的交易方式、出清规则、结算方式和资源要求等。

交易类型	需求响应交易方式	申报与出清	需求响应结算方式	响应资源
直控虚拟电厂竞争性配置交易	根据未来电力供应能力与系统条件需要，以半年为周期开展交易，原则上为每年3月和9月。	报量报价 边际出清	按月结算 容量费用与调用费用	资源要求： 已投产及交易月未来3个月内具备投产条件的直控虚拟电厂
可中断负荷交易	预计运行周存在全省或局部电力供应紧张、断面或设备重过载风险时，以周为周期开展交易	报量报价 边际出清	按月结算 备用费用与调用费用	资源要求： 随时调用，响应时长不低于2个小时
日前邀约需求响应	当运行日存在电力供应缺口或断面设备重过载风险时开展交易，以日为周期组织	报量报价 边际出清	日清月结 响应费用和考核费用	资源要求： 具备基于用电参考基线采取轮休、避峰等方式以调节负荷

广东省市场化需求响应交易规则

3.3.3 辅助服务市场

电力辅助服务是指为维护电力系统的安全稳定运行，保证电能质量，除正常电能生产、输送、使用外，由发电企业、电网经营企业和电力用户提供的服务，包括：一次调频、自动发电控制（AGC）、调峰、无功调节、备用、黑启动服务等。电力辅助服务正在向服务多元化发展，公平透明、竞争有序的市场化辅助服务共享和分担机制正在形成，构建鼓励储能设备、需求侧资源（含电动汽车）等第三方参与的电力辅助服务市场。

江苏已启动电力可调负荷辅助服务市场试运行，电力辅助服务市场迈入负荷侧常态化参与的新阶段；冀北也鼓励工业企业响应负荷参与华北调峰辅助服务市场，储备百万千瓦级可调节负荷资源；华北已将车联网互动充电桩资源正式纳入华北电力调峰辅助服务市场并正式结算；北京地区可控电动汽车为山西电网、蒙西电网提供调峰资源；南方区域辅助服务市场也为电动汽车聚合调频服务提供者参与南方区域调频辅助服务市场开放对应准入许可。

3.3.4 区域市场

随着电力系统末端的复杂度提升，如大量分布式光伏、分布式储能、智能充电桩、柔性负荷等技术的应用，区域市场的构建可作为现有电力市场的补充，解决配电网的多级平衡和安全性问题。

已有区域电力交易市场目前皆以试点的形式存在，承担零售侧的电力商品交易。2022年，国家能源局印发的《能源领域深化“放管服”改革优化营商环境实施意见》中提出，应“推动分布式发电市场化交易”。通过完善市场交易机制，推动开展分布式发电就近交易。浙江也于近期通过了《浙江省电力条例》，提出“分布式光伏发电、分散式风能发电等电力生产企业可以与周边用户按照规定直接交易”。

区域市场的出现为车网互动的盈利提供了新思路，通过与其他分布式资源的就近交易，可以进一步降低用户侧用电成本、增加充电桩安装容量，同时保证地区级、城市级、园区级配电网络的电力电量平衡。



3.3.5 市场适配分析

通过对现有电动汽车类型及其对应常用典型充电场站的车辆调控特性进行分析，可以评估其参与典型电力交易品种的盈利能力。

充电站类型	用户类型	车辆调控特性	电力交易品种		
			电力现货市场	需求响应市场	旋转备用市场
换电站	物流车(重型)	灵活性大 规律性强 电池容量大	夜间参与现货市场、填谷类需求侧响应市获益大 夜间有一定量可参与旋转备用市场		
	私家车	夜间可调度潜能大			
公交综合场站 快充站	公交车	规律性强， 夜间可调度潜能大			
公用快充站	私家车 网约车 出租车	价格敏感度高的用 户于日间具有一定 可调度潜能	部分价格敏感用户可平移部分负荷 总体能在各市场获利，但获利一般		
居民小区 慢充站	私家车 (包括私桩)	夜间可调度潜能大	夜间参与现货市场、填谷类需求侧响应市获益大 夜间有一定量可参与旋转备用市场		
公共建筑 工业园商场 慢充站	私家车 公交车	日间具有一定量的 可调度潜能 可调度潜能大 充电量少	结合光储充可增加获利，参与电力现货市场、削 峰类和阻塞缓解类需求侧响应市场		

车联网互动参与市场电力交易盈利能力分析示意

其中，具有规律用车行为和大量充电需求的电动车类型是较为优质的可调控车联网互动资源，通过优化充电时间和充电量，可使其具有较大的盈利能力。当聚合商对充电车辆的用电需求和可调控能力有较好的把控能力时，将成为良好的参与车联网互动的供给主体。

筛选合适的电动车和充电站类型，通过聚合参与电能量市场、需求侧响应和辅助服务市场可为车联网互动供给方增加盈利空间。但因目前此类市场对参与者的开放门槛、考核标准等在各省区差异较大，且当前充电桩如何支持聚合后的调度也无相关规范，所以未来需要加快相关政策、法规、规范的配套和支持。





规模化车网互动的主要瓶颈

电能量市场和电力辅助服务市场为电动汽车灵活性提供了可靠的交易场所，但要组织电动汽车大规模进入市场并持续获利，还需解决 4 方面问题。

首先，现有电力市场机制和交易品种还不足以对电动汽车灵活资源形成更广泛、更持续的激励。

其次，电网企业的信息安全开放程度尚不足以支撑规模化电动汽车灵活资源参与需要快速响应的辅助服务。

再者，用户行为不确定性是电动汽车资源参与电力市场的最大障碍。

最后，不同参与主体之间的电池信息壁垒也是影响精准调控的重要问题。



4.1

市场资格的获取

资源聚合商参与不同类型电力市场需要符合相应的市场主体资格条件。从各省区电力市场建设情况来看，多数电能量市场和调频、调峰辅助服务市场尚未面向资源聚合商开放。需求响应市场对资源聚合商的参与有调节能力下限要求，如广东省需求响应市场要求非直控虚拟电厂聚合响应能力不低于 0.3 兆瓦，直控虚拟电厂不低于 ± 10 兆瓦。





4.2



当前，新能源消纳成本主要由发电企业和电网企业承担，通过电力市场传导至终端用户的激励有限，电力市场交易价格还难以驱动大规模电动汽车用户参与互动。如能提升资源聚合商在电力市场中的获利空间，并通过合理的机制向用户传导红利，必将吸引更多电动汽车用户参与车网互动。



4.3

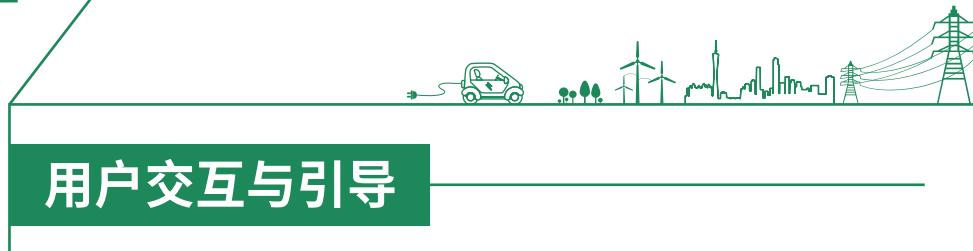
电力信息安全的约束

二次调频、爬坡等绝大多数辅助服务，要求资源聚合商必须接受电力调度机构的高频、实时调控。

资源聚合商、充换电运营商等主体多基于互联网云服务构建运营系统，按照电网企业目前的网络安全技术要求，必须经过正反向隔离装置等专用网络安全设备接入调度自动化系统，成本高昂。

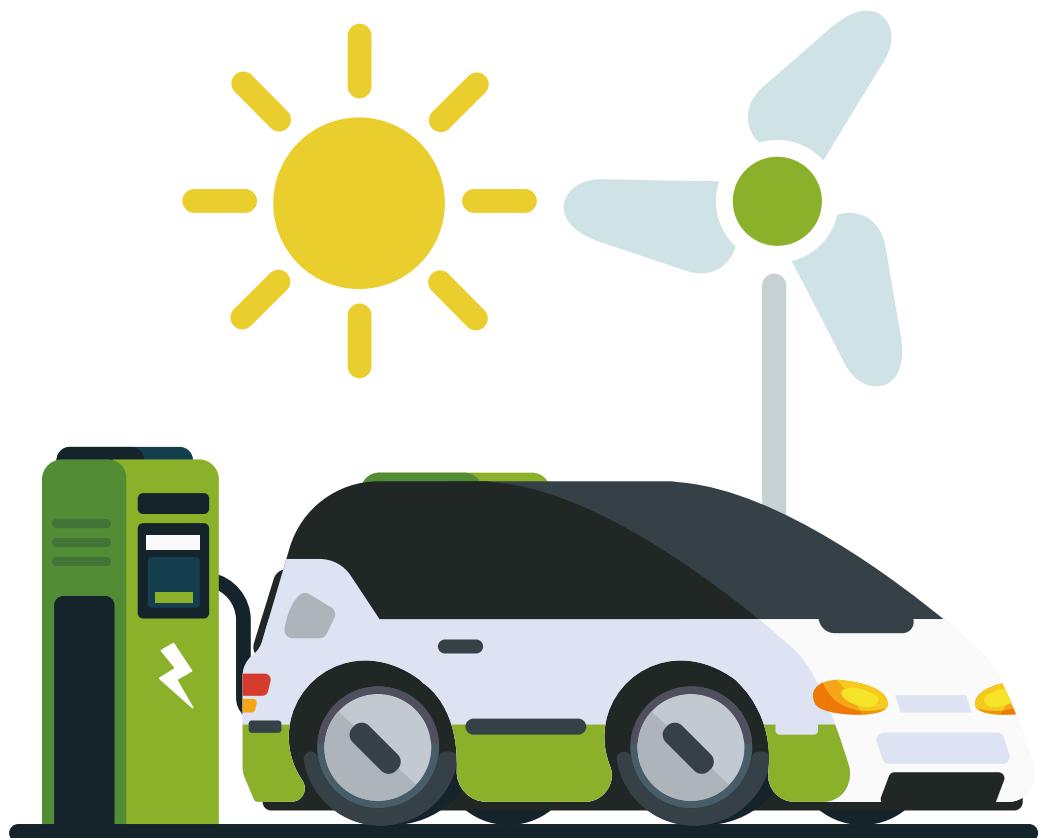


4.4



资源聚合商想要提供性能稳定的灵活性商品，参与电力市场的报量报价，必须对大规模电动汽车聚合后的可调节能力进行量化评估，而电动汽车用户行为是可调节能力不确定性来源之一。

在不加干预的自然状态下，用户行为具有不确定性。车辆入场时间、插枪时间、充电起始时间、拔枪时间、目标 SOC 等因素均影响可调节能力。因此，资源聚合商有必要关注用户交互与引导问题。





4.5



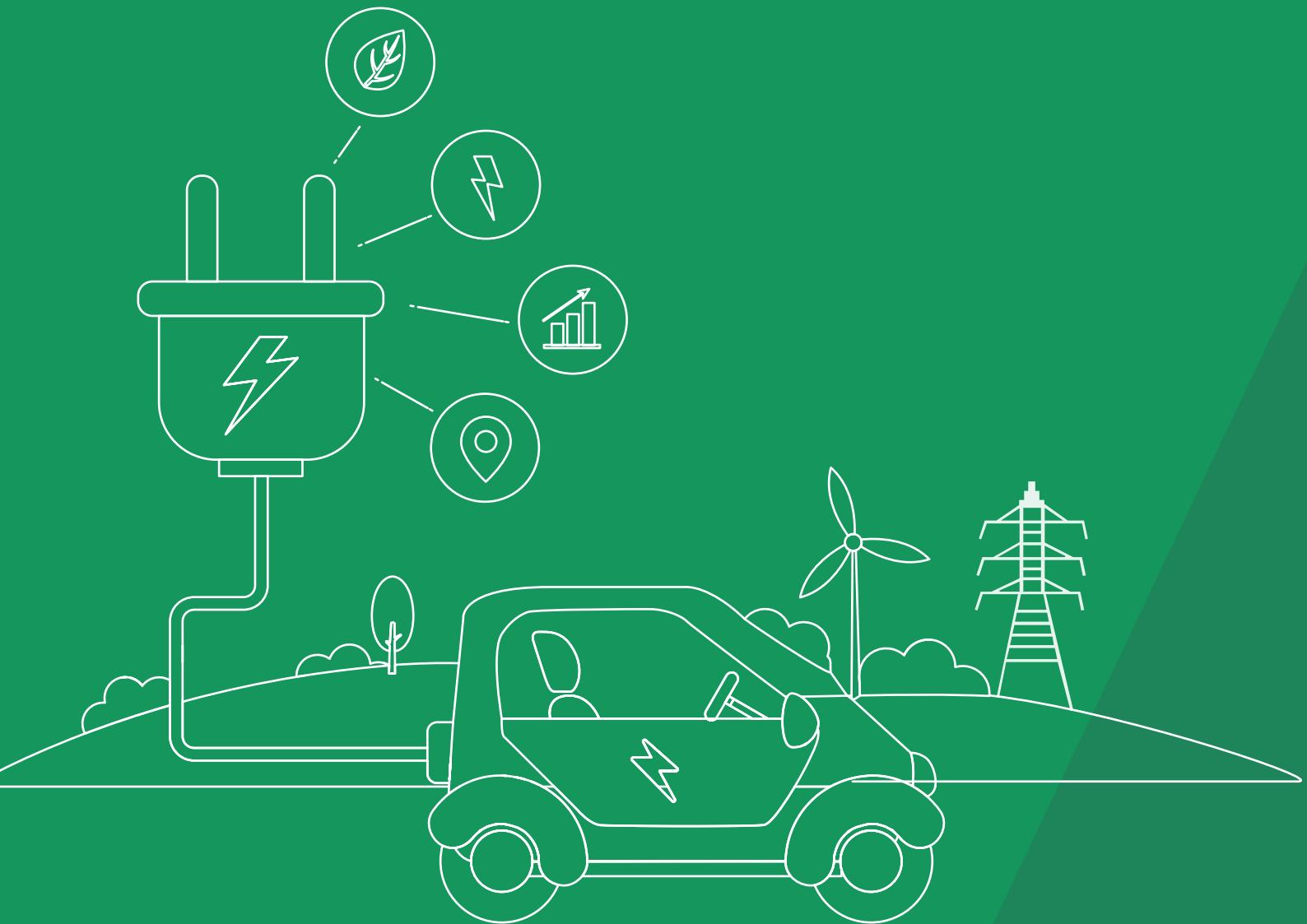
由于电动汽车充电多分散在不同运营商，资源聚合商难以获取车辆全生命周期的电池状态、车辆位置、交易明细等支撑车网互动的必要信息，给车辆日前和实时可调节能力评估带来了较大困难。

各主体间的信息壁垒限制了资源的高效聚合，也限制了电动汽车可参与的电力交易品种，有必要推动数据共享与开放。





规模化车网互动的 协同发展



5.1

友好的电力市场机制与品种

随着新能源和灵活资源的进一步发展，电力交易机构应当对资源聚合商持更为开放的态度，赋予资源聚合商以各类市场主体地位，并在技术上明确其应达到的功能、性能要求，在管理上明确市场准入、退出等管理要求。在此过程中，电力交易机构在管理资源一定的前提下取得调控效益和管理成本的平衡。

为将新能源消纳成本通过电力市场传导至终端用户，转化为电动汽车用户参与车网互动的驱动力，有关部门还可探索将新能源发电特性、电网负荷特性与不同类型电动汽车资源、乃至其它灵活资源的特性相匹配，开辟面向灵活资源的新型交易品种。





5.2

安全的电力信息交互架构

为促进电网域和社会域信息的高效交互，支撑以电动汽车为代表的灵活资源与电网互动，电网企业应当加快面向多元用户的电力物联网平台建设，提供统一接口和服务，支持相关电网信息对参与方公开。配套出台《物联网平台的网络安全防护技术规范》、《互联网用户接入管理规范》等管理制度，在确保电网企业网络安全的前提下实现用户侧数据与调度、营销等业务交互的需求特别是面向调度部门高频率、高可靠、低时延的业务交互需求。



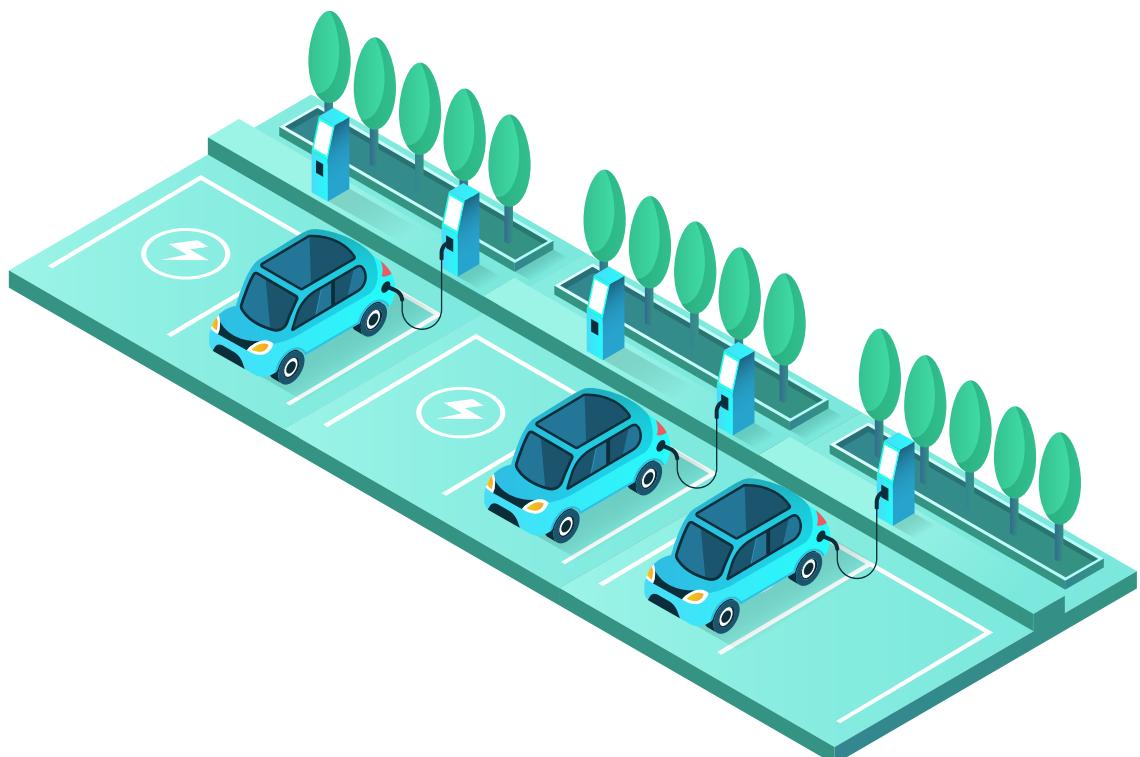
5.3%



准确的用户聚合与调节能力

公交车、物流车、环卫车等类型车辆，运营排班方式固定，充电行为确定性强，相对易于组织参与互动。私家车、出租车、网约车等类型车辆的充电行为则相对不确定。

针对不同类型车辆，资源聚合商可以建立面向用户的“调研 - 采集 - 预测 - 引导”闭环组织体系，将包含车网互动的充电服务产品信息推送给目标用户，增强充电行为的确定性，提升充换电场站的精准调控能力。



5.4



政府部门作为行业监管者和产业培育者，可考虑构建“车-桩-电池-网”的跨行业、跨主体基础平台，汇集整车企业、充电企业持有的动力电池参数、充电历史记录等信息，促成车网互动参与主体之间的信息交互。

车网互动涉及云、管、边、端各层级软硬件系统、设备之间的互联互通与协调配合，政府部门如能推进相关技术标准的制定、实施与监督，将有助于更大规模跨主体、跨生态车网互动的实现。



5.5



有序的行业发展和规范管理

车联网互动的规模化有赖于大规模基础设施的升级改造，政府部门如能以财政补贴等形式，支持充换电运营商改造或新建智能有序充电桩、V2G充电桩等基础设施，无疑将极大助力车联网互动行业的起步发展。

车联网互动作为根植于充换电服务行业的新兴行业，在发展之初就需要政府部门加强规范管理，坚持行业准则，避免无序竞争、过度竞争破坏车联网互动行业和充换电服务行业的可持续发展。



结语

CONCLUSION

到 2030 年，我国新能源装机容量和新能源汽车保有量将迈上新台阶，电力系统对灵活资源的需求将更加迫切，车网互动必将拥有广阔的前景。现阶段，需要车网互动的各相关方尽快形成共识，共同解决限制车网互动规模化发展的深层次难题。通过政府引领、行业协同，必能促进车网互动更好地发展，共建新型电力系统，推动能源绿色化、交通绿色化转型，支撑国家“双碳”战略目标的实现。



支撑国家“双碳”
战略目标的实现



推动能源绿色化



交通绿色化转型



主编单位 >>>

南方电网深圳供电局有限公司
中国电力企业联合会电动交通与储能分会



参编单位 >>>

中国建筑节能协会光储直柔专业委员会
南方电网科学研究院有限责任公司
深圳国家高技术产业创新中心
深圳市建筑科学研究院股份有限公司
清华四川能源互联网研究院
清华大学深圳国际研究生院
北京理工大学深圳汽车研究院
北京交通大学
南方科技大学
上海交通大学
香港中文大学（深圳）
西南交通大学
南方电网电动汽车服务有限公司
华为数字能源技术有限公司
特来电新能源股份有限公司
武汉蔚来能源有限公司
深圳华茂能联科技有限公司
中汽数据有限公司



■ 编制作者 >>>

赵宇明 刘永东 何山 谢宏 唐文俊
王俊锞 谢洹 郭烨 嘉有为 李艳
童亦斌 廖凯 刘子俊 王吉 余鹏
任佳 邱凯翔 龚成明 徐潇源 郝斌
姜久春 何正友 严正 刘毅 李勋
汪桢子 冯悦波 徐泽亮 杨帆 钱斌
葛静 赵俊华 黄鹏 唐晓莹 何绍清
龚露意 赵文猛

■ 特别鸣谢 >>>

孙逢春院士 王成山院士

■ 联系方式 >>>

heshan@sz.csg.cn



附表：

国内典型车联网互动试点项目简介

序号	类型	试点区域	项目内容
1	有序充电	华北	居民社区普遍面临配电网容量不足，无序充电造成配电网负荷高，同时电动汽车作为灵活储能资源却大量闲置。华北地区 2021 年采用“车联网平台 4G 物联有序充电解决方案”，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，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%。
2	有序充电	广东	以深圳为例，新能源汽车保有量至 2025 年将达到 100 万辆，其中新能源私家车保有量达到总保有量的 79%；当充电桩运行同时率达到 50% 时，预估充电负荷将会达到 2753MW，约占深圳 2 万个公变台区容量的 16%，如果采用无序管理的方式充电，将会给城市供电系统管理埋下隐患。深圳市民兴苑小区充电站是针对居民区、商业等目的地充电场景建设的车联网互动示范站，建设了 5 台 7kW 交流有序充电桩。通过对充电过程的有序监管，充分利用台区剩余容量，让车主在小区便捷充电、安全充电，解决老旧小区建设充电桩扩容难的问题。
3	双向充放电	武汉	武汉市江夏区某重过载台区峰值负载率重过载，部分时段超过 100%。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，通过 4 辆双向充放电乘用车以 15kW 功率持续放电 2.5 小时，缓解台区重过载压力。
4	双向充放电	深圳	深圳市电力负荷最大峰谷差逐年递增，已由 2015 年的 820 万千瓦增至 2021 年的 1260 万千瓦，规模化车联网互动的推广可在一定程度上发挥削峰填谷作用。同时，深圳市季节性局部电力供应紧缺，电动汽车的移动储能特性可在重载区域发挥调节能力，有效降低错峰限电风险，提升极端气候下的供电可靠性。深圳市民兴苑小区充电站是针对居民区、商业等目的地充电场景建设的车联网互动示范站，建设有 5 台 15kW 双向充放电直流充电桩。示范站内双向充放电充电桩于 2022 年上半年成功参与深圳虚拟电厂平台需求侧响应调控，并取得良好调节效果。
5	电网调峰	华北	华北电网第三方调峰辅助服务试点于 2019 年 12 月 12 日开始在京津唐电网正式结算运行。通过市场引导电动汽车改变了用电功率和时间，在后半夜市场出清价格较高时段即电网调峰困难时段多用电，参与市场的充电桩 27006 台，有效参与了电网调峰服务，单位 kWh 调峰补偿在 0.09-0.12 元之间，参与类型包含公桩（运营场站）、换电站和私桩，其中公桩包括国网电动、蔚来、星星充电、普天、依威能源、小桔充电等运营场站，私桩和换电站资源主要来自蔚来汽车、特来电。

序号	类型	试点区域	项目内容
6	电网调频	安徽合肥	2022 年 8 月合肥地区用电紧张，持续高温使得广大市民对于电力需求不断增大。8 月 11 日至 15 日，合肥虚拟电厂于晚间 8 点半至 9 点时段、下午 4 点至 4 点半等负荷高峰时段连续启动调峰功能，15 座蔚来换电站、合肥特来电充电站等用户积极响应，共同参与了本次调峰。合肥虚拟电厂通过充换电资源聚合商接口下发调峰控制命令，实现分钟级负荷功率控制。
7	电网调频	浙江	华能浙江公司建设虚拟电厂聚合负荷侧可调资源参与电网辅助服务市场。2022 年，华能浙江接入蔚来 94 个换电站作为 #1 机组进行直控，接受省调调控参与调频辅助服务。接入的蔚来换电站通过站内功率分配、实时调节能力评估和 104 通信等功能进行改造，具备了参与 AGC 的能力。
8	需求响应	上海	上海市需求响应试点一直在努力扩大非工业可控负荷，随着电动汽车数量不断增多，其作为需求响应资源的价值日益突显。2019 年以来上海持续开展电动汽车参与需求响应试点。参与类型包含公桩（运营场站）、换电站和私桩，其中公桩包括国网电动、蔚来、特来电、星星充电、普天、依威能源、小桔充电等运营场站，同时参与削峰和填谷；换电站主要为蔚来与奥动，参与换电站约 80 余个，同时参与削峰和填谷两种不同类型需求响应；私桩主要参与凌晨的填谷响应，约 1500 根蔚来汽车车主联网的私桩参与填谷。
9	需求响应	广东	8 月份试点参与广东需求响应市场 2 次，合计中标容量 8MW，参与交易站点 14 个，总装机容量 60MW。通过运营调节手段或资源聚合平台将可调站点聚合起来参与需求侧响应市场，调节运行负荷，削峰填谷，为电网减压，从而获得相应激励。根据基线参与站点交易时段平均小时负荷总量为 6MW，响应结算收益 6.1 万元。
10	绿电交易	湖南	2021 年 3 月 -6 月，湖南省首次推出电动汽车充电消纳交易，配合风电夜间高发特性，风电以低电价在丰水期（3 月 -6 月）23 时至次日上午 7 时向省内充电站供电。消纳交易采用双边协商或集中竞价模式，交易电量为电动汽车全部充电量。交易价格由市场交易价格、输配电价（含线损）、政府性基金与附加三部分组成。市场交易价格为市场交易价差与购电基准价之和，充电负荷聚合商基于供电基准价申报价差，与发电企业达成的交易价差为市场交易价差。其中，大工业基准价 401.15 元 /MWh，一般工商业基准价 397.55 元 /MWh。发电企业持留电量或用户申报电量未成交，则按 120 元 /MWh 进行二次出清。消纳交易红利最大程度向终端用户传导，以价差 100 元 /MWh 为例，售电公司收取 1 元 /MWh 代理费，负荷聚合商收益为红利的 15%，即 15 元 /MWh，充电运营商和终端车主分别为 40% 和 60%，即 35 元 /MWh 和 50 元 /MWh。



版权申明：本白皮书版权为主编单位和参编单位共同所有，任何引用请注明出处。