



清华大学

清华四川能源互联网研究院
Sichuan Energy Internet Research Institute
Tsinghua University



私人电动乘用车规模化增长的充电保障 与城市电网协同发展策略研究 (简稿)

清华四川能源互联网研究院

2023年8月

目录

执行摘要	1
一、 电动汽车与充电设施发展形势	3
(一) 电动汽车发展形势	3
(二) 充电设施发展形势	3
二、 私人电动乘用车充电需求分析	4
三、 居民区场景配电承载能力分析	6
(一) 居民区配电承载力分析模型	6
(二) 典型案例分析	7
(三) 居民区充电保障策略	12
四、 办公区场景配电承载能力分析	13
(一) 办公区配电承载力分析模型	13
(二) 典型案例分析	13
五、 车网协同发展策略研究	16
(一) 有序充电对用电负荷的影响	16
(二) 有序充电引导措施	18
六、 策略实现路径与政策建议	19
(一) 充电保障实现路径	19
(二) 充电保障政策建议	20

执行摘要

在能源危机、环境保护和低碳经济发展的时代背景下，发展新能源汽车是交通领域能源转型的必然趋势。在我国“双碳”目标指引下，在政策和市场的双轮驱动下我国新能源汽车呈现出规模化发展趋势，私人电动乘用车充电问题日渐凸显，成为影响电动汽车推广的主要影响因素。如何保障私人电动乘用车规模化增长的充电需求与城市电网协调发展成为继续大力推广电动汽车发展亟需解决的重点问题之一。

本次研究通过选取新能源汽车发展水平较高的某大型城市进行研究，在对私人电动乘用车出行特征、充电习惯详细分析的基础上，研究提出居民区配电承载力分析模型，并通过案例分析评估不同居民区场景下充电桩接入能力，即电网保障能力。研究提出：（1）按照日行驶里程 60 公里计算，百公里耗电量按照平均 15kWh，单车日均需求电量不超过 9 度。（2）经测算户均有序充电负荷约为 1.8kW/户。（3）老旧小区在完全有序充电下，小区电力容量可满足车位配桩率达到 100%，电网无需增容改造；次新小区在完全有序充电下，小区电力容量可满足车位配桩率达到 50%；新建小区在完全有序充电下，小区电力容量可满足车位配桩率达到 60%。

基于研究成果，通过分析居民区常规用电负荷及充电负荷曲线特征，进一步提出了引导用户参与有序充电的措施以及充电保障实现路径：（1）本报告提出的有序充电引导措施

包含分时补能价格引导措施、需求响应激励措施、碳普惠激励措施等。（2）2023-2025年优先开展老旧和次新小区内部及周边公共充电桩建设，新建小区按需配建；保障拥有固定车位的电动车主全面安装有序充电桩；优先引导老旧和次新小区参与有序充电示范。（3）2026-2030年推动居民区充电桩全面参与有序充电调控；优先引导老旧和次新小区内部及周边公共充电桩局部改造为大功率充电桩。

并以时间为轴线从政策、技术、管理、标准、商业模式等方面提出充电保障政策建议，推动有序充电在居民区逐步落地，实现私人电动乘用车规模化增长的充电保障与城市电网协调发展。

一、电动汽车与充电设施发展形势

发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路，是应对气候变化、推动绿色发展的战略举措。自 2012 年我国提出了“纯电驱动”的发展目标以来，在政策利好和市场需求“双轮驱动”下，我国电动汽车和充电设施得到迅猛发展。

（一）电动汽车发展形势

近年来，我国电动汽车领域快速发展，电动汽车产业取得了长足发展。从新能源汽车销量来看，自 2015 年以来，新能源汽车销量连续八年蝉联世界首位，连续五年超过 100 万辆，2022 年电动汽车销量首次超过 600 万辆，相比 2020 年销量增长 404%，电动汽车销量渗透率达到 25.6%，提前 3 年实现了“2025 年销量渗透率达到 20%”目标，呈持续高速增长趋势。从电动汽车保有量来看，2020 年全国电动汽车保有量达 550 万辆，超额完成《节能与新能源汽车产业发展规划（2012~2020）》规划的 500 万辆发展目标；截至 2022 年底，全国电动汽车保有量达 1310 万辆，同比增加 526 万辆，增长 67%，电动汽车渗透率从 2015 年的 0.26% 提升到 2022 年的 4.1%。

（二）充电设施发展形势

随着电动汽车的快速发展，充电需求加速提升，充电设施保有量也呈现出快速增长趋势。总体来看，全国充电设施保有量从 2015 年的 16 万台增长至 2022 年的 521 万台，年

均复合增长率达 64.5%。2022 年，我国充电基础设施增量达 93.6 万台，其中公共充电桩增量 65 万台，同比上涨 56.7%；随车配建私人充电桩激增，增量达 194.2 万台，私人充电桩累计可达 340 万台，占比达 65.3%。

快速增长的电动汽车市场加大了对充电桩的需求，未来随着汽车电动化渗透率水平的持续提升，充电桩市场需求将进一步扩张。由私人充电桩占比可知，私人电动乘用车的充电场景主要集中在居民区。如何保障私人电动乘用车规模化增长的充电保障与城市电网协同发展成为重要的研究课题。本次课题通过选取某大型城市作为研究对象开展相关课题内容研究。

二、私人电动乘用车充电需求分析

电动汽车充电需求不是简单的容量需求，是充电起止时间、充电时长和充电功率共同组成的综合需求，同时与车主出行习惯、充电习惯和车辆参数等因素也密切相关。通过新能源汽车国家监测与管理中心、新能源汽车大数据监管平台等平台获取相关参数：

充电起止 SOC:电动汽车车主普遍存在的里程焦虑，会随时补电，充电起始 SOC 高于 50%的私人电动乘用车占比达 64%，充电终止 SOC 在 90%及以上。

充电功率选择:私人电动车主倾向于交流慢充，少数情况下选择直流快充。从充电功率喜好方面来看，电动私家车的充电功率以 3.5kW、7kW 交流慢充为主，30kW~45kW 直

流快充为辅。

充电频次：虽然电动汽车搭载的 40~90kWh 电池电量基本可满足一周充电 1~2 次的要求，但每周充电 1~2 次的车主仅占到 27%。一天一充的比例占到 32%。因此私家电动汽车充电频次以“一天一充”为主。

充电出行时间分布：2021 年私人乘用车工作日出行出发时间仍主要集中在早晚高峰时段，32.7%的小汽车出行行为发生在早高峰 7:00-9:00 和晚高峰 17:00-19:00，基本符合民众早晚高峰时段集中出行的特征；工作日出行到达时间分布主要集中在上午 7:00-11:00 和下午 16:00-20:00 之间。私人电动乘用车日均行驶时间为 1.9 小时，22.1 小时处于停车静置状态，其中夜间约为 10 小时，全天处于充电时间仅为 3.7 小时。

日行驶里程：所选取某大型城市私人电动车主平均日行驶里程 30 公里以内的占比 49.8%；30~60 公里以内的占比 49.8%；60~90 公里以内的占比 3.1%；90~120 公里以内的占比 0.9%；大于等于 120 公里的占比 0.6%；总体来看 95%的私人电动车主单日行驶里程在 60 公里以内。

百公里耗电：近些年电动乘用车能耗水平整体呈下降趋势，百公里耗电水平主要集中在 14-20kWh 之间，平均水平为 15kWh。

通过对私人电动乘用车车主的用车规律及充电规律分析，可以总结为以上班代步为主，充电习惯与生活作息同步，充电行为处于无序状态。按照日行驶里程 60 公里计算，百公

里耗电量按照平均 15kWh，单车日电量需求不超过 9 度电。

三、居民区场景配电承载能力分析

(一) 居民区配电承载力分析模型

在对居民区配电承载力分析时，设定相关边界条件。将所选城市的居民小区按照年限不同划分为老旧、次新、新建三类小区，老旧小区为 2000 年以前建成的小区；新建小区为建成五年内的小区；次新小区为老旧与新建小区之外的小区。根据有关电网规划设计技术原则，二类居住饱和负荷预测指标为 13W/m²，按照平均每户 100m²估算，居民区户均用电负荷指标值为 1.3kW/户。

无序充电状态下，居民区户均用电负荷为户均常规用电负荷叠加户均充电负荷，计算模型如下图所示。通过对比居民区户均用电负荷指标值 1.3kW/户与“户均常规用电负荷+户均充电负荷”的大小，即可测算出户均总负荷是否超出电网配建标准，分析无序充电状态下居住区承载电动汽车的能力。

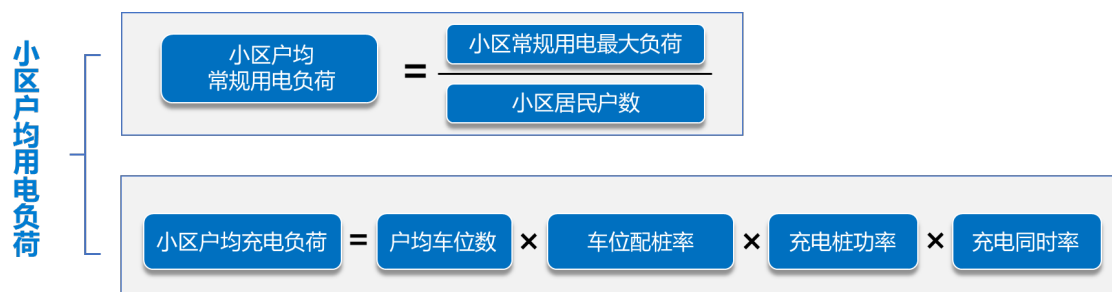


图 1 居民区无序充电下配电承载力分析模型

从居民区常规用电负荷特征来看，居民用电普遍在

20:00-21:00 达到用电峰值，在 23:00-7:00 处于用电低谷，负荷峰谷差率 50%~60%。基于居民区户均用电负荷指标值 1.3kW/户计算，夜间低谷时间段具备 0.6~0.7kW/户的容量裕度，可以通过引导电动汽车有序充电利用夜间低谷容量裕度。因此，有序充电状态下，居民区配套电网存在可挖掘潜力，以提高居民充电桩可接入规模。通过调研电动汽车日均行驶里程、百公里耗电量等，测算电动汽车日均充电需求，结合户均车位配比、车位配桩率、低谷充电时长、小区充电比例等参数，测算出居民户均有序充电负荷。建立计算模型如下图所示。



图 2 居民区有序充电下配电承载力分析模型

通过对比户均充电负荷是否超出低谷时间段居民区户均负荷裕度 0.6~0.7kW/户，分析有序充电状态下居住区承载电动汽车的能力。

(二) 典型案例分析

1. 老旧小区

选取 1985 年建成的拥有 810 套住房的老旧小区 A 为研究对象，对小区配电承载力进行分析，经调研老旧小区 A 基本信息如表所示。

表 1 老旧小区 A 现状基本信息

类型	数据
建成年份	1985
户数 (户)	810
车位数 (个)	324
户均车位数 (个)	0.4
配变容量 (kVA)	1250
配变负载率 (%)	70.4%
常规负荷最大值 (kW)	880
常规谷电负荷 (kW)	352

考虑优先保障居民生活用电的前提下，根据居民区配电承载力分析模型，测算不同车位配桩率下小区配变负载率如下图所示。

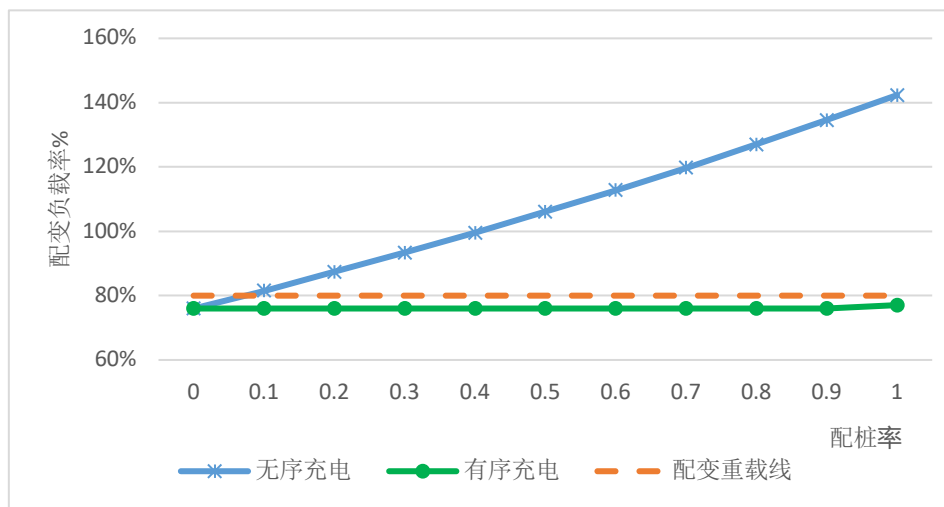


图 三 不同车位配桩率下老旧小区 A 配变负载率

从测算结果来看，无序充电下，小区 A 电力容量可满足车位配桩率不足 10%。因此，现状电力配套将无法承载 2025 年 22% (中速情景) 及 30% (高速情景) 电动化率下的充电需求，电网需要进行增容改造。完全有序充电下，由于老旧小区车位

建设比例小区电力容量可满足车位配桩率达到 100%，电网无需增容改造。

2.次新小区

选取 2005 年建成的拥有 1734 套住房的次新小区 B 为研究对象，对小区配电承载力进行分析，经调研老旧小区 B 基本信息如表所示。

表 2 次新小区 B 现状基本信息

类型	数据
建成年份	2005
户数（户）	1734
车位数（个）	1734
户均车位数（个）	1.0
配变容量（kVA）	3200
配变负载率（%）	58.8%
常规负荷最大值（kW）	1883
常规谷电负荷（kW）	753

考虑优先保障居民生活用电的前提下，根据居民区配电承载力分析模型，测算不同车位配桩率下小区配变负载率如下图所示。

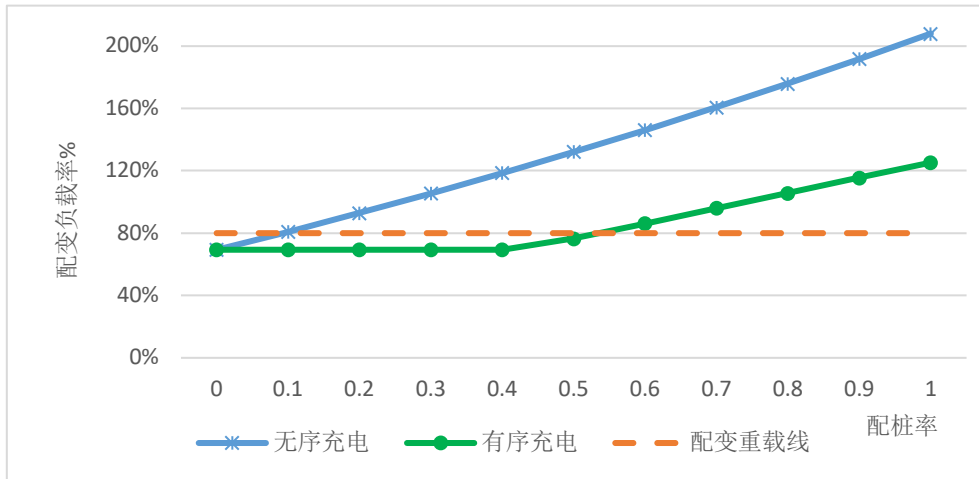


图 4 不同车位配桩率下次新小区 B 配变负载率

从测算结果来看，无序充电下，小区 B 电力容量可满足车位配桩率达到 10%。因此，现状电力配套将无法承载 2025 年 22%（中速情景）及 30%（高速情景）电动化率下的充电需求，电网需要进行增容改造。完全有序充电下，小区电力容量可满足车位配桩率达到 50%。因此，现状电力配套可承载 2025 年 22%（中速情景）及 30%（高速情景）电动化率下的充电需求。

3.新建小区

选取 2021 年建成的拥有 3811 套住房的新建小区 C 为研究对象，对小区配电承载力进行分析，经调研老旧小区 C 基本信息如表所示。

表 3 次新小区 C 现状基本信息

类型	数据
建成年份	2021
户数（户）	3811
车位数（个）	4896
户均车位数（个）	1.3

类型	数据
配变容量 (kVA)	10200
配变负载率 (%)	35.9%
常规负荷最大值 (kW)	3659
常规谷电负荷 (kW)	1463

考虑优先保障居民生活用电的前提下，根据居民区配电承载力分析模型，测算不同车位配桩率下小区配变负载率如下图所示。

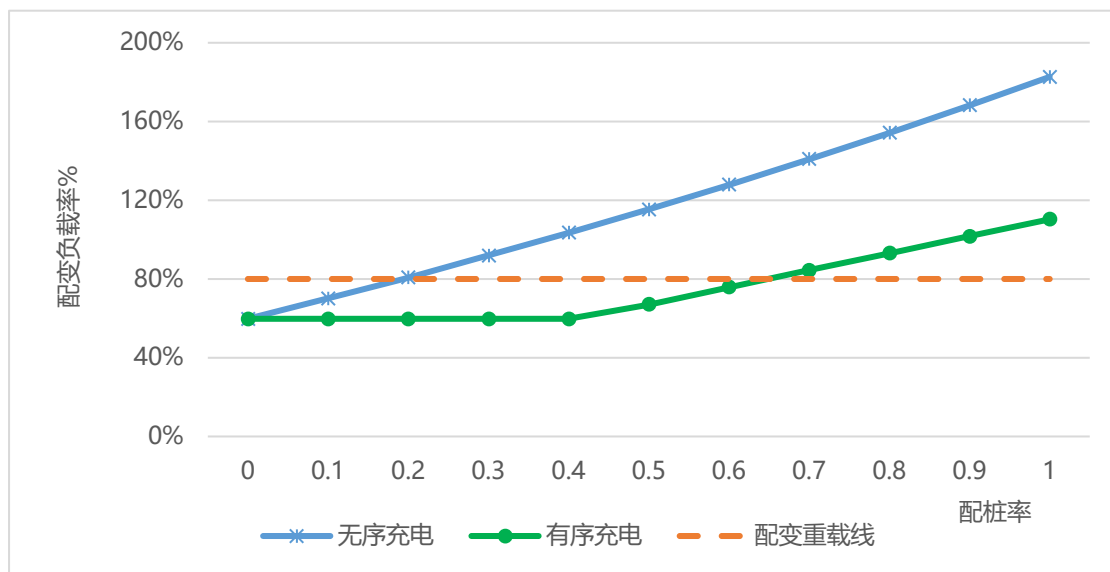


图 5 不同车位配桩率下新建小区 C 配变负载率

从测算结果来看，无序充电下，小区 C 电力容量可满足车位配桩率不足 20%。因此，现状电力配套将无法承载 2025 年 22% (中速情景) 及 30% (高速情景) 电动化率下的充电需求，电网需要进行增容改造。完全有序充电下，小区电力容量可满足车位配桩率达到 60%。因此，现状电力配套可承载 2025 年 22% (中速情景) 及 30% (高速情景) 电动化率下的充电需求。

整体来看，所选取城市的户均有序充电负荷约 1.8kW/户。完全有序状态下，至 2025 年，居民区无需增容；至 2035 年仅新建小区需增容；至 2050 年，次新和新建小区需增容。以上测算都是基于完全有序状态，实现难度极大，最终会是无序和有序的折中态，即部分有序、部分无序。

(三) 居民区充电保障策略

有序充电可充分挖掘小区电网供电潜力，有效保障 2025 年私人电动乘用车小区充电需求。有序充电主要通过引导居民用户在夜间电网低谷时间充电，采用预约充电的方式，进行有序控制。叠加充电负荷后，当夜间变压器负载率不超过 80% 时，无需配变增容；当夜间负载率超过 80% 时，小区 10kV 公变由电网企业进行增容改造；小区 10kV 专变由产权方向电网企业申请增容改造，产权方负责产权分界点以下部分出资，电网企业承担产权分界点以上部分投资。

根据调研，居民区制约电动汽车充电的原因还包括车位、物业等限制。居民区车位不足，表现在老旧、次新小区车位配建指标偏低。协调物业困难，则表现在由于居民区充电目前存在以下问题，造成物业推诿：充电过程存在起火隐患，危及大量业主生命财产安全；充电桩引发的起火、触电等事故相关方权、责、利划分不清晰；鉴于起火风险和消防检查，部分小区禁止地下车库建设充电桩；公共充电车位超时占位

和油车占位管理困难；无偿增加物业管理工作。

关于以上车位不足、超时占位、小区充电管理复杂等问题的居民区充电保障策略，包括大功率充电、小功率直流、移动充电、统建统营等多种新型充电模式，以及车辆通过换电模式进行充电分流等。

四、办公区场景配电承载能力分析

（一）办公区配电承载力分析模型

根据有关电网规划设计技术原则，行政办公区域负荷预测指标为 $42\text{W}/\text{m}^2$ 。办公区单位面积用电负荷为办公区单位面积常规用电负荷叠加单位面积充电负荷，计算模型如下图所示。通过对比办公区单位面积用电负荷指标值 $42\text{W}/\text{m}^2$ 与单位面积常规用电负荷叠加单位面积充电负荷，即可测算出是否超出电网配建标准，分析办公区承载电动汽车的能力。

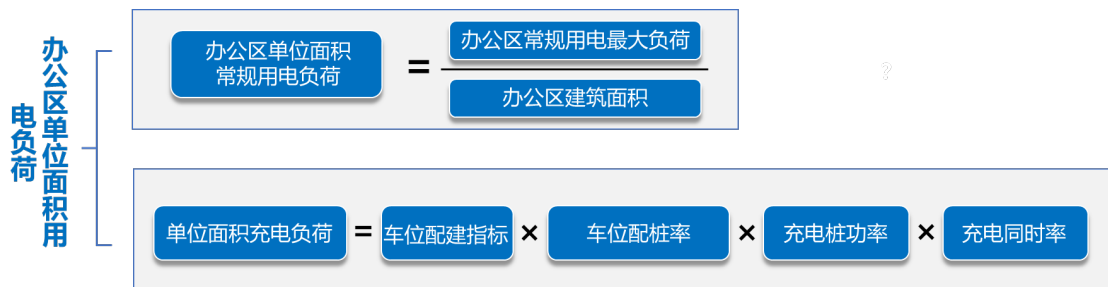


图 6 办公区无序充电下配电承载力分析模型

（二）典型案例分析

经过对办公区的调研分析，分别筛选 1 个代表性开放式办公区和 1 个封闭式办公区进行典型案例测算分析。

（1）开放式办公区

选取某建筑面积为 13 万平方米的开放式办公区为研究对象,对办公区配电承载力进行分析。该办公区车位总数 845 个,车位配比为 6.5 个每 1000 平米;配变容量 20000kVA,2021 年最大负荷 8360kW,负载率 42%,用电负荷曲线如下图所示。

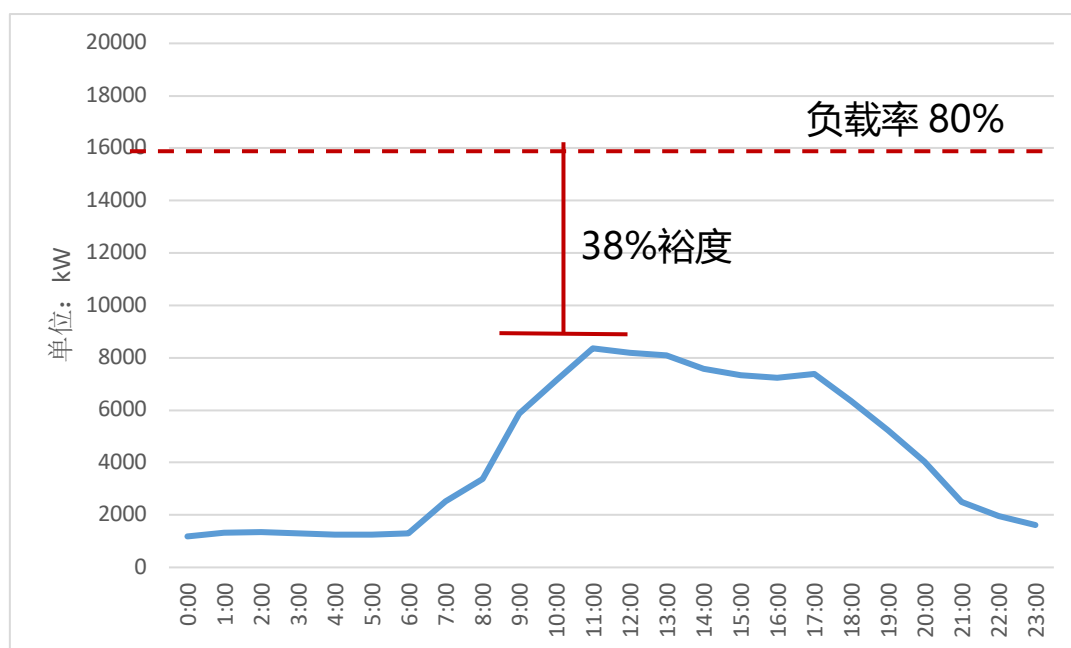


图 7 某开放式办公区典型日负荷曲线

到 2025 年,办公类建筑按照不低于配建停车位的 25% 测算,该办公区充电车位达到 211 个,充电最大负荷 652kW,常规用电负荷达到饱和状态,电力总负载率将达到 58%,容量充足,不存在充电制约问题。

按照 2030 年办公区车位配桩率应不低于电动化率的要求,47%停车位应配建充电设施,该办公区充电车位达到 397 个,充电最大负荷 1810kW,常规用电负荷达到饱和状态,电力总负载率将达到 63%,容量充足,不存在充电制约问题。

2) 封闭式办公区:

选取某建筑面积为 1.53 万平方米的封闭式办公区为研究对象,对办公区电动汽车充电潜力进行评估。该办公区车位总数 153 个,车位配比为 10 个每 1000 平米;配变容量 20000kVA,2021 年最大负荷 6952kW,负载率 37%,用电负荷曲线如下图所示。

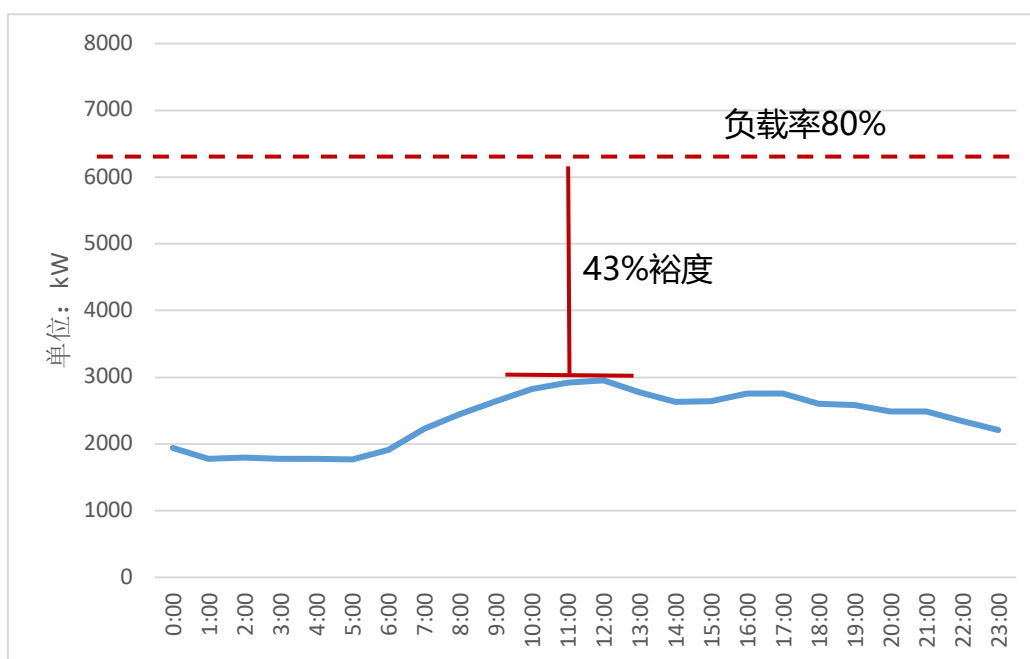


图 四 - 1 某封闭式办公区典型日负荷曲线

到 2025 年,办公类建筑按照不低于配建停车位的 25% 测算,该办公区充电车位达到 38 个,充电最大负荷 117.3kW,常规用电负荷达到饱和状态,电力总负载率将达到 46%,容量充足,不存在充电制约问题。

按照 2030 年办公区车位配桩率应不低于电动化率的要求,47%停车位应配建充电设施,该办公区充电车位达到 72 个,充电最大负荷 328kW,常规用电负荷达到饱和状态,电

力总负载率将达到 47%，容量充足，不存在充电制约问题。

整体来看，办公区电力设计标准相对较高，普遍容量充足，按照相关办公场所充电车位配置标准即 25%车位安装充电桩，单位面积叠加饱和单位面积常规用电负荷后，仍未超出办公区设计负荷，不存在容量受限问题。同时，办公区现状电力配套可满足办公区车位配桩率不低于 2030 年 47%电动化率的要求，符合《国务院办公厅关于进一步构建高质量充电基础设施体系的指导意见》规定，不存在容量受限问题。

五、车网协同发展策略研究

(一) 有序充电对用电负荷的影响

有序充电是在满足电动汽车用户使用需求、电池及充电设施性能约束的前提下，以减小规模化电动汽车充电对电网负面影响、提高充电设施建设和运行经济性为目的，以科学、准确、全面的充电需求预测为基础，通过有效的技术和经济手段引导和控制电动汽车及充电设施的充电行为，避开电网负荷的高峰时段，合理地分散电动汽车的充电功率，减少对电网的负荷冲击及不必要的发电装机与电网建设，保证电动汽车与电网协调发展，达到削峰填谷的效果，实现电动汽车及其充电设施与电网的协调发展。

在分时补能价格、需求响应激励、碳普惠激励等有序充电引导措施的共同推动下，假设到 2025 年居民区私人乘用

车车主参与有序达到理想状态（完全响应有序），此时居民区电动汽车充电负荷在晚间 20:00-21:00 间达到峰值，完全有序充电状态下的峰值充电负荷相比于无序峰值充电负荷降低 26%，有序充电状态下的峰值整网负荷相比于无序峰值整网负荷降低 5%。

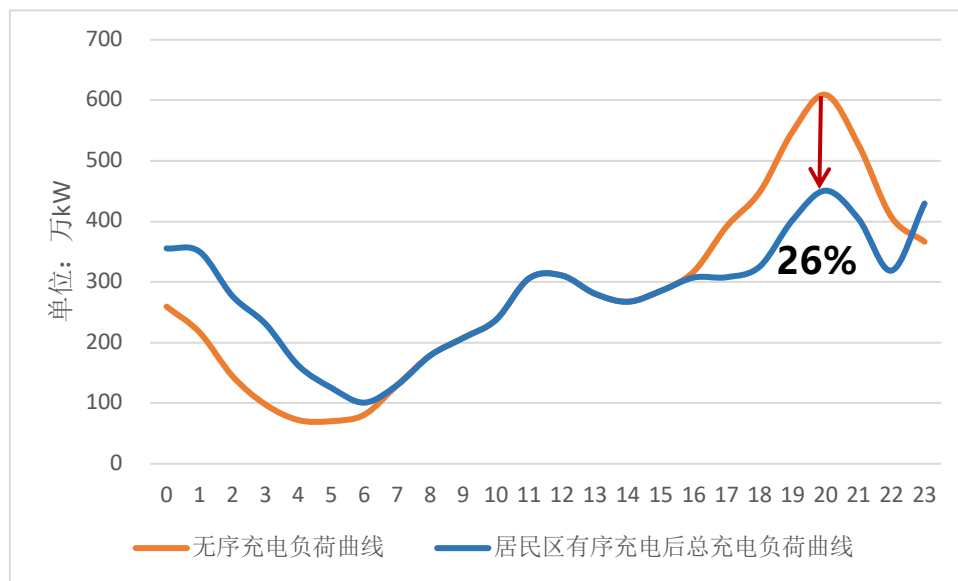


图 6 2025 年居民区充电负荷曲线

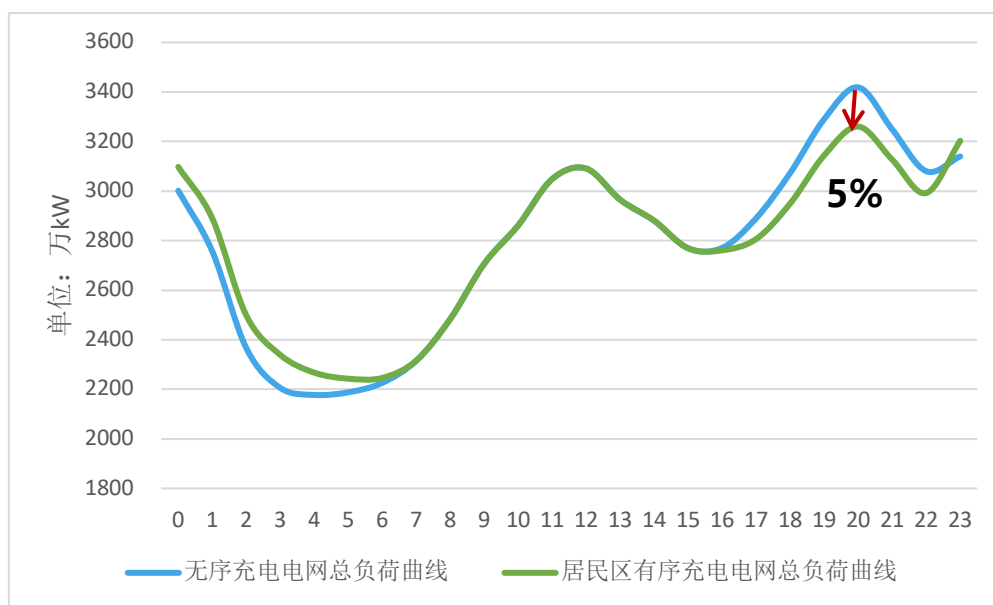


图 7 2025 年居民区总负荷曲线

(二) 有序充电引导措施

1. 分时补能价格引导措施

分时补能电价（含电费、服务费）引导措施是一种通过价差引导电动汽车用户参与有序充电的方式。根据电网常规负荷曲线将一天 24 小时划分为峰、平、谷 3 个补能价格时段，峰段补能价格大于平段，平段补能价格大于谷段。利用电动汽车用户倾向于低价时段充电的理性心理，合理转移电动汽车充电负荷到平、谷时段，避开常规用电负荷高峰，从而实现居住区电动汽车的有序充电。分时补能电价措施的实施，对电网企业来说，能够大幅度减少电网的运转成本和投资成本，保障电网的运行不会出现意外；对于发电企业来说，能够减少由于调峰而增加的调峰成本费用；对于用户来说，可降低用充电成本；对于全社会来说，有利于减少电力投资，促进电力资源的优化配置，最终起到节能减排作用。

2. 需求响应激励措施

需求响应激励措施是一种通过经济激励引导电动汽车用户参与有序充电的方式。由负荷聚合商通过固定签约或灵活签约的方式与居民区私人桩用户签订响应协议，达到一定规模时，聚合商在电网企业需求响应平台完成注册。当电网负荷需要调节时参与电网企业的调度，根据响应情况获取相应的电费减免或现金补贴等经济奖励。居民区私人桩用户受经济激励的引导参与需求响应，避开用电负荷高峰充电，助

力实现居住区电动汽车有序充电。通过需求响应激励措施，可起到减少或者推移某时段用电负荷的作用，进而能够有效保障电网稳定，并且也能起到抑制电价上升的短期行为，也可使得电动汽车用户和负荷聚合商从中获得经济补偿。

3. 碳普惠激励措施

碳普惠激励措施是一种通过碳积分积累、返还收益引导电动汽车用户参与有序充电的方式。结合低碳出行碳减排方法学、新能源小客车出行碳减排方法学等计算电动汽车用户的碳减排量行程对应的碳积分，同时对电动汽车用户充电时段设定不同碳积分计算权重，总体用电低谷时段的碳积分权重大于平段，用电平段的碳积分权重大于峰段。通过碳积分权重在不同用电时段的大小，引导电动汽车用户选择用电低谷或平段充电，从而助力实现居住区电动汽车有序充电。碳普惠激励机制的实施，增添了电动汽车用户的额外收益，有助于培养电动汽车用户参与有序充电习惯，同时有助于降低电网峰值负荷，提升电网的可靠性。

六、策略实现路径与政策建议

（一）充电保障实现路径

结合私人电动乘用车出行习惯、充电场所车位特征、充电设备特点、对电网的影响等，提出助力新能源汽车推广的充电保障实现路径，推广居民小区有序充电是关键，因地制

宜构建差异化充电桩建设模式是基础。

老旧小区：基于老旧小区车位少、设施改造难度大、物业管理体系复杂、人口规模稳定的现状，其充电保障方式为公共充电为主、固定车位充电为辅、共享充电为补。

次新小区：基于次新小区车位配比不高、设施改造难度大、人口仍有小规模增长的现状，其充电保障方式为固定车位充电为主、公共车位充电为辅、共享充电为补。

新建小区：基于新建小区车位配比高、充电桩预留条件充足、人口有较大增长空间的现状，其充电保障方式为固定车位充电为主、公共车位充电为补。

加快推广有序充电：2023-2025 年优先开展老旧和次新小区内部及周边公共充电桩建设，新建小区按需配建；保障拥有固定车位的电动车主全面安装有序充电桩；优先引导老旧和次新小区参与有序充电示范。

（二）充电保障政策建议

为支撑私人电动乘用车规模化发展的充电保障解决路径的实施，以时间为轴线从政策、技术、管理、标准、商业模式等方面提出充电保障政策建议。按照有序充电的推广进展分为 2023 年到 2025 年的培养期和 2026 年到 2030 年的成熟期。培养期通过政策补贴、管理及商业模式等引导电动汽车车主参与有序充电，培育电动汽车车主充电习惯；在成熟期电动汽车车主已认可有序充电方式、形成相应充电习惯，

同时在此期间试点推广 V2G 等车网互动技术应用：

1. 2023-2025 年

(1) 出台居住区充电分时电价政策，8:00-23:00 为峰值电价；23:00-次日 8:00 为谷电价；根据某运营商在居民区开展的有序充电试点中不同价格激励下用户参与有序充电的效果，当峰谷价差拉大至 0.3 元/kWh 时，边际成本最优。建议拉大峰谷电价差不低于 0.3 元/kWh，并结合新能源发电水平，合理优化峰谷时段。

(2) 明确管理职责，建议由街道办事处或乡镇人民政府负责推进辖区内居住区充电设施建设改造，统筹协调物业服务企业、业主委员会、电网企业及相关政府部门共同推进工作。

(3) 优化商业模式，对无固定车位或固定车位不足的老旧、次新小区，结合小区改造，建议在居住区内或周边规划公共停车区域，引入充电运营企业或由居住区物业服务企业采取“统建统营”方式开展公共充电基础设施建设。

(4) 构建标准体系，政府相关部门组织有序充电相关方（车企、桩企、电网企业、充电运营商等），明确车、桩、网相关设备技术标准和通讯要求，尽快形成有序充电标准体系。

(5) 居民小区内新增及改造充电桩应全部配建有序充电桩。

(6) 政府主管部门统筹有序充电管理工作，由电网企业具体执行电力调控平台与负荷聚合商的对接工作。

2. 2026-2030 年

(1) 建议政府相关部门降低需求侧响应准入门槛，确保单台充电桩可参与需求响应；推动电力企业建立用户表计侧需求响应参与模式。

(2) 推动电网企业开展居住区配电设施智慧化改造，提高台区车、桩、网、新能源互动和就地平衡能力。

(3) 充电热点区域，在公共充电站内有序推广大功率充电桩（超充站）建设。

(4) 政府相关部门推出电动汽车碳普惠机制，明确权益返还方式。

(5) 鼓励有需要的居住区推广应用移动充电、小功率直流、立体车库充电等多种充电方式，进一步保障居民充电需求。