

# 基于大数据分析的充电桩分布优化与智能调度策略研究

陈伟杰

(中山管信智汇物联有限公司, 广东 中山 528400)

**摘要** 随着全球城市化进程的加速和环境保护意识的提升, 电动车辆作为减少碳排放和改善城市空气质量的重要选择, 在城市交通系统中的角色日益凸显。但是, 电动车辆充电基础设施的不足和效率低下仍然是制约其广泛普及的主要挑战, 且传统的充电桩布局和管理方式往往难以有效满足日益增长的充电需求, 导致充电设施的利用率不高, 用户体验差, 甚至影响到城市交通的正常运行。本文分析了充电桩分布的优化与智能化调度的必要性, 在此基础上围绕基于大数据分析的充电桩分布优化与智能调度系统的功能需求分析了具体的设计方法与调度策略, 确保充电桩的分布以及运营可以结合实时路况和用户需求动态调整充电桩的供给策略, 以应对城市交通的复杂性和变化性。

**关键词** 大数据; 充电桩分布; 智能调度

中图分类号: U12

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0028-03

大数据技术以其强大的数据收集、处理和分析能力, 为优化充电桩的布局和管理提供了新的解决方案, 在实际运行与应用的过程中, 通过整合多源数据, 包括实时交通数据、用户行为数据、充电桩运营数据等, 系统能够准确分析城市中各个区域的充电需求模式和充电设施的使用情况<sup>[1]</sup>。GIS(地理信息系统)技术不仅能够实现充电桩布局的空间优化, 还能够基于实时的地理数据进行充电桩的实时决策生成和调度优化。通过GIS系统, 决策者可以准确识别充电需求的热点区域, 动态调整充电桩的供给策略, 以应对不同时间段和地区的充电需求变化。此外, 负载分配调度算法利用实时数据监控和智能调度策略, 平衡充电桩的负载, 优化充电桩的运行效率和服务质量。通过数据驱动的决策支持系统, 决策者能够做出基于数据和模型的科学决策, 提高充电设施的管理效率和用户满意度。

## 1 充电桩分布的优化与智能化调度的必要性

随着电动车辆数量的快速增长, 充电基础设施的合理分布和有效管理成为保障电动车辆正常运行、提升用户体验、减少城市能源消耗的关键因素, 传统的充电桩布局往往依赖于经验或静态规划, 难以适应电动车辆使用模式的动态变化。通过大数据分析, 可以综合考虑城市交通流量、用户出行模式、充电需求分布等多方面因素, 精确预测和优化充电桩的位置和数量<sup>[2]</sup>。这不仅能够减少用户寻找充电桩的时间, 还能

降低充电桩之间的竞争和拥堵现象, 提高充电设施的整体利用率。与此同时, 传统的固定调度模式显得越来越无法满足实时性和灵活性的要求, 借助实时数据监测和智能算法, 智能化调度系统能够实时响应交通状况、用户需求以及充电桩运行状态, 动态调整充电设施的供给策略。例如, 在交通高峰期间增加充电桩的供给, 以应对用户集中充电的需求, 或者根据充电桩的使用情况调整其位置和数量, 进一步提高充电设施的整体效率和服务水平。

除此之外, 充电桩分布的优化和智能化调度不仅能够提升电动车辆的使用便利性和舒适度, 还能够促进城市的可持续发展。通过减少电动车辆的充电等待时间和行驶成本, 鼓励更多人使用电动车辆, 进而减少城市的空气污染和碳排放。此外, 优化的充电设施布局还能够降低城市能源消耗, 提升能源利用效率, 符合可持续城市发展的战略方向。

## 2 基于大数据分析的充电桩分布优化与智能调度的功能需求

### 2.1 数据收集与整合

数据的来源具体包括实时交通数据、用户行为数据、充电设施运营数据等, 这些数据通过系统化的方法进行收集、清洗和整合, 以提供决策支持和优化算法的基础<sup>[3]</sup>。具体而言, 在充电桩运营与管理的过程中, 通过交通传感器、GPS数据等设备收集城市各个区域的

交通流量、车辆密度和拥堵情况。这些数据不仅揭示了城市交通的高峰时段和瓶颈区域，还能够帮助系统预测用户出行模式和充电需求的时间分布。

基于充电设施的智能充电桩或者用户 App 收集的数据，可以分析用户的充电频率、充电时长、充电量等，所采集的数据帮助系统理解不同用户群体的充电习惯，为充电桩的布局 and 调度提供精准的参考<sup>[4]</sup>。与此同时，充电设施运营数据则直接反映了充电桩的实时状态和运行效率，包括充电桩的使用率、空闲率、故障率等数据，这些信息对于系统监控和及时干预非常重要。通过实时监测充电桩的运行情况，系统可以快速响应故障事件，优化调度策略，提升充电服务的可用性和效率。

## 2.2 需求预测与空间分析

需求预测与空间分析是基于大数据分析的充电桩分布优化与智能调度系统的核心功能。通过对数据的深度分析和处理，系统能够预测未来各区域的电动车充电需求，并基于预测结果进行空间分析，从而优化充电桩的布局和管理策略。实际上所选择的模型考虑到的因素包括城市发展规划、人口分布、电动车普及率、季节变化、特殊活动等。

空间分析考虑到区域的交通状况、人口密度、商业活动中心等因素，确定最佳的充电桩部署位置，在此基础上可以基于地理信息系统（GIS）技术，系统可以可视化分析充电需求的空间分布，帮助决策者做出优化充电桩布局的决策。与此同时，需求预测与空间分析不仅能够提高充电桩的覆盖率和服务质量，还能够降低系统运行成本，优化资源配置，结合精准的需求预测和科学的空间分析，系统可以更有效地应对对电动车辆充电需求的动态变化，提升用户的充电体验和城市交通的整体效率。

## 2.3 优化算法与决策支持

基于大数据分析的充电桩分布优化与智能调度系统中，优化算法与决策支持是确保系统高效运行和持续优化的关键要素，所涉及各类自动化数据处理算法和支持系统不仅能够根据数据分析结果自动调整充电桩的布局 and 供给策略，还能够为决策者提供科学依据和实时反馈，以应对城市电动交通的复杂变化。

基于收集和整合的大数据，系统可以运用多种数学优化方法来构建深度学习模型等，基于模型的自动分析确定充电桩的位置、数量和类型，深度学习算法能够综合考虑交通状况、用户行为、充电需求预测等多个因素，制定出最优的充电桩部署方案，以最大化充电服务覆盖率和用户满意度。在分布数据采集结果生成后，系统通过地图展示、数据报表、实时监控界面等形式，向管理者展示各区域的充电桩利用率、充

电需求趋势、充电桩运行状态等关键信息。这些信息不仅可以帮助决策者及时调整充电桩的供给策略，还能够预测未来的充电需求变化，从而提前做好资源配置和充电设施的扩展规划。

## 2.4 实时监控与反馈

基于大数据分析的充电桩分布优化与智能调度系统必须具备强大的实时监控与反馈机制，以确保充电设施的高效运行和及时问题解决，实时监控与反馈的功能不仅能够监测充电桩的实时状态和运行情况，还能够迅速响应用户的需求和系统的变化，从而提升用户体验和系统的整体可靠性<sup>[5]</sup>。

传感器端所采集的数据包括充电桩的使用率、充电速度、空闲时间、充电桩状态（正常、故障、维护中）等关键指标。监控系统能够将这些数据汇总并进行分析，及时发现并报警处理充电桩的异常情况，如设备故障或停用，实际得到的数据结果将在用户 App 或者公共信息平台上呈现，并且系统可以向用户展示最近可用充电桩的位置、实时充电速度、预计等待时间等信息，实时反馈能够帮助用户做出更好的决策，选择最合适的充电桩进行充电，从而提升用户的满意度和整体充电体验。

# 3 基于大数据分析的充电桩分布优化的设计方法

## 3.1 多源数据的融合与采集

实时交通数据的采集通过交通传感器、GPS 设备等技术实现，数据包括车辆流量、道路拥堵情况、交通高峰时段等信息，对于确定充电桩需求密集区域和优化充电桩的布局具有重要意义，通过分析交通瓶颈和车流密集区域，可以预测哪些地点需要增加充电桩以满足用户需求，通过充电桩的智能设备或用户 App 收集的数据，可以了解用户的充电频率、时段选择、充电量等信息，所采集的数据对于确定充电桩的最佳服务时间段和位置具有指导性作用，同时也可以帮助优化充电桩的运行策略，提高设施的利用率和用户满意度。

## 3.2 负载模型的构建

负载模型指的是对充电桩使用情况和充电需求进行建模和分析，以理解和预测充电设施的负载情况，从而优化设施的布局和管理策略。在负载模型设计与构建的过程中，负载模型考虑到的主要因素包括充电桩的使用频率、充电时间长度、充电量、充电设施的能力等，在此基础上基于历史数据和实时数据的分析，可以建立充电桩负载的数学模型，以描述和预测不同时间段和区域的充电需求分布。此外，负载模型可以采用统计分析方法，如时间序列分析、回归分析等，结合机器学习技术，如聚类分析、决策树等，挖掘隐

藏在数据中的模式和规律。

### 3.3 基于周期负载的分布算法

基于周期负载的分布算法是针对城市电动车辆充电需求周期性变化而设计的关键性优化策略,该方法通过分析和利用充电需求的周期性特征,调整充电桩的布局 and 供给策略,以提高充电设施的效率和用户满意度。

首先,周期负载分布算法需要通过历史数据和实时数据,识别出充电需求的周期性模式。例如,某些区域在工作日的早晚高峰时段充电需求大增,而在周末或假期则相对较低。通过时间序列分析或周期性分析,系统可以提取出这些周期性模式,并加以利用。其次,算法可以根据周期性需求的特点,动态调整充电桩的分布和调度策略。例如,在高峰时段增加充电桩的供给量,以应对用户集中的充电需求,而在低峰时段则适度减少供给,以节约资源和能源成本。最后,基于周期负载的分布算法还可以结合实时数据和预测模型,实现更加精准的充电桩调度。例如,通过实时监控持续收集数据,并结合预测模型预测下一周期的充电需求,系统可以提前调整充电桩的布局 and 供给策略,以最大化设施的利用率和服务效率。

## 4 基于大数据分析的充电桩智能调度策略

### 4.1 基于GIS的实时决策生成

GIS系统可以支持实时决策生成,优化充电桩的布局 and 调度策略,在具体应用的过程中,输入城市的充电桩分布信息,GIS技术能够结合多种地理数据,包括充电桩位置、交通流量、用户分布等,实时分析城市空间信息。

具体而言,GIS可以分析不同区域的充电需求密度和交通状况,识别出充电需求的热点区域,在此基础上通过热力图和空间聚类分析,决策者可以快速了解哪些区域需要增设充电桩以满足用户需求,并且GIS系统能够实时更新充电桩的状态和周边环境信息,包括充电桩的使用情况、可用性以及周边道路状况。基于采集的相关信息,系统可以生成实时的充电桩调度建议,帮助管理者快速做出决策。特殊条件下,当交通事故或突发事件发生时,GIS能够快速分析影响区域,并推荐最佳的充电桩调度方案,以确保服务的连续性和用户的安全。

### 4.2 负载分配的调度算法

负载分配的调度算法是基于大数据分析的充电桩智能调度策略中的关键技术,旨在平衡充电桩的负载和提高设施的利用效率,以满足不同时间段和地区的充电需求。

基于实时监控收集和分析各个充电桩的使用

情况、充电速度、空闲时间等数据。对于采集的各类数据,算法能够实时识别充电桩的负载情况,发现出现过载或空闲的充电桩,并进行相应调度。为了实现智能化调度,可以考虑采用启发式算法、遗传算法等优化技术,根据充电桩的实际负载情况和预测的充电需求,动态调整充电桩的供给策略。智能化调度算法的根本目标在于高峰时段增加充电桩的供给量,减少用户的等待时间和充电排队现象<sup>[6]</sup>。

一方面,通过数据挖掘和机器学习技术,分析用户的充电行为模式和偏好,如充电时间段、地点选择等。算法可以根据用户行为模式预测不同时间段和区域的充电需求,优化充电桩的分布和调度策略。另一方面,算法考虑充电桩的充电速度和能源成本,优化充电桩的使用方式,降低充电桩运营成本和能源消耗,在此基础上通过智能调度算法,提高充电桩的利用率和服务效率,最大化设施的投资回报率。

## 5 结束语

基于大数据分析的充电桩智能调度策略是推动城市电动交通可持续发展的重要技术路径。通过多源数据的融合与采集,包括实时交通数据、用户行为数据和充电设施运营数据,系统建立了全面的充电需求模型和优化算法。GIS技术的应用实现了基于空间信息的实时决策生成,优化充电桩的布局 and 调度策略,提升了充电设施的利用效率和用户体验。同时,负载分配调度算法有效平衡了充电桩的负载,通过实时监控和智能调度策略,优化了充电设施的运行效率和成本效益,充电桩分布的优化以及智能化的调度控制是符合当前时代发展的主流技术方向,在围绕大数据技术构建智能化调度模型的基础上,能够为城市电动交通的智能化管理和可持续发展提供坚实的技术支持。

## 参考文献:

- [1] 张敏.基于大数据分析的充电桩智能选址策略[J].大众用电,2021(03):36-37.
- [2] 王力立.基于大数据分析的充电桩智能选址策略[J].计算机产品与流通,2021(08):72-73.
- [3] 任盈竹.基于大数据分析的智慧城市自动驾驶车流智能管理研究[D].北京:北京邮电大学,2021.
- [4] 蔡榕,李浩,刘乙,等.基于大数据的智能移动充电桩调度方法设计与实现[J].机器人技术与应用,2023(06):45-48.
- [5] 冯鹏洲.大数据技术在智能充电桩网络系统中的应用[J].电力大数据,2018,21(12):47-52.
- [6] 陈枫,袁军,周芸菲,等.基于改进状态空间模型的充电桩故障预警系统智慧评价方法研究[C]//2019智能电网新技术发展与应用研讨会论文集,2019-05-22.