

充电桩电气设计中的电网负载管理与智能充电算法研究

黄晴宇 何昌隆

中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430014

摘要: 针对现阶段充电桩日益增长且分布广泛所带来的电网压力和智能充电问题, 进行了深入的研究。讨论了电网负载管理的重要性和对其进行精细化的需求, 并提出了一种新型的充电桩电气设计概念。通过分析充电桩对电网的负载变化所引发的问题, 研究了得出充电桩电网负载管理的实时调控策略, 旨在优化电网的运行模式和提高其稳定性。同时, 为了提高电动汽车用户的充电体验, 更有效的利用电网资源, 本文设计了一种智能充电算法。该算法考虑了用户的充电需求、电网的负载状况以及电价等因素, 实现了电动车的智能充电, 并且可以平衡电网负载, 降低峰值需求。此研究的成果对于提高电动汽车的市场破障, 提高电网的运行效率, 更好地促进可再生能源的利用等有着重要的意义。

关键词: 充电桩电气设计; 电网负载管理; 智能充电算法;

引言

目前, 电动汽车(EV)快速发展普及, 充电设施需求激增给电网带来巨大压力, 具体体现在负荷增加、运行模式改变及电能质量下降等方面。因此, 高效稳定管理电网负荷、优化运行模式成为重要任务, 其中包含电网负荷管理与智能充电算法设计两个关键技术问题。精细的电网负荷管理可让电网运行于最佳工况, 降低过载事故率、提升稳定性, 还能精细调度电力供需, 满足用电需求、提高运行效率。智能充电算法是提升用户体验的关键, 既能帮用户节约成本、满足个性化需求, 又能优化电网负荷、降低峰值负荷。本研究围绕这两个问题深入探讨, 以期为电动汽车普及、电网稳定运行及可再生能源利用提供支持。

1 充电桩电气设计的挑战与重要性

1.1 充电桩市场的发展与趋势

充电桩市场近年呈现快速增长态势, 主要

受到电动汽车产业的迅速发展和环保政策推动的影响^[1]。全球多个国家对减少碳排放目标的承诺, 以及电动汽车技术的进步, 促使充电基础设施需求不断攀升。当前, 充电桩正向着智能化、多功能化的方向发展。充电技术创新提高了充电效率, 减少了用户的等待时间, 并增强了电网资源的利用。市场上, 快充技术和无线充电技术的逐渐成熟, 也为充电桩的发展带来了新的机遇和挑战。分布式充电桩的布局日益广泛, 对电网的调控能力提出了更高要求^[2]。充电桩市场的发展趋势不仅推动了电动汽车的普及, 还对绿色能源的整合利用起到了重要的促进作用。

1.2 充电桩对电网负载的影响

充电桩的广泛部署对电网负载管理提出了严峻挑战。大量充电桩接入电网, 可能导致电力需求的剧增, 尤其在用电高峰时段, 引发电网过载甚至崩溃的风险。充电桩的不均衡分布

和电动汽车的无序充电加剧了这一问题，使得电网的电力调度更加复杂。充电过程中生成的负载波动，对电网的稳定性构成威胁，并增加了电力系统的调峰难度。这不仅影响电网的长期可靠性，还可能导致电力质量下降和电力成本上升。确保电网在面对充电桩负载变化时的平稳运行，需要精准的负载监控和动态调控策略。

1.3 充电桩电气设计的关键问题

充电桩电气设计面临若干关键问题。是如何有效应对充电桩大规模部署对电力系统带来的负荷压力，设计需要考虑用电高峰期间电网的承受能力^[3]。充电桩的设计必须确保高效安全的电能传输，以防止过载和设备损坏。考虑到电动汽车用户的多样化充电需求，电气设计需具有灵活性，支持不同类型电动汽车的快速充电方案^[4]。如何集成可再生能源，优化电能利用率，也是设计中的重要一环。

2 电网负载管理及其精细化需求

2.1 电网负载管理的基本原理

电网负载管理是保障电力系统安全稳定的重要手段，核心在于平衡供需、优化资源配置。其受用户行为、负荷类型、分布式能源接入等因素影响，精细化管理可合理分配负载、降低安全隐患。基本原理含负载预测（基于数据预判趋势）、负载响应（调整时段平滑曲线、缩减峰谷差）、协调控制（整合资源、优化输配效率），该体系为应对电网压力提供理论支撑^[7]。

2.2 基于充电桩的电网负载变化问题

充电桩对电网负载的变化引发了一系列问题。随着充电桩数量的增加和分布的广泛性，电网面临的负荷波动显著增强，尤其是在充电高峰期，可能导致局部电网过载和供电不稳

定。电网负载变化不仅带来了电力系统的调度挑战，也影响了电网资源的优化配置。充电需求的不均衡性导致负载峰谷差异加大，增加了电网基础设施的压力，影响电能质量和可再生能源的渗透水平^[5]。需要针对充电桩的负载特性，实施更精细化的负载管理措施，以维持电网的稳定运行。

2.3 电网负载精细化管理的必要性

电网负载的精细化管理对现代电力系统至关重要。充电桩的大规模应用导致电网负载复杂性增加，可能引发稳定性问题。通过精细化管理，可以动态监测和调控电网负载，降低波动性和峰值负荷，确保电力供应的可靠性与安全性^[6]。精细化管理能够更有效地整合可再生能源，提高能源利用效率，对电网的运行优化和长期可持续发展具有重要推动作用。

3 充电桩电网负载的实时调控策略

3.1 充电桩电网负载实时调控策略的设定

设定充电桩电网负载实时调控策略需综合多因素以优化稳定性与效率。需分析动态负载特性、识别峰谷波动，通过预测负载需求协调区域充电安排，依据电网状态与电价动态调整功率避免过载。通过实时监控与反馈精细调节负载、优化资源配置，关键是构建灵活模型以适应负载变化、实现自适应调控，该策略可减少峰值负荷、提升供电稳定性与可靠性。

3.2 实时调控策略对电网运行模式的影响

实时调控策略对电网运行模式的影响体现在负载平衡与资源优化。通过实时监控调整充电桩电力需求，缓解充电高峰压力、避免过载。该策略依据电网状态和负载需求自适应分配电能、优化输配效率。高负荷时段有序错峰调度，平滑需求曲线、提升稳态运行能力，降低能耗与成本，增强电网对负载波动的响应及

运行可靠性。

3.3 调控策略如何提高电网的稳定性

调控策略通过准确调节充电桩的负载分配，有效削减负荷高峰期的压力，保障电网在多样化需求下的供电稳定性。策略的实时性确保电网能够快速响应负载变化，减小电压波动和频率偏差，提升电能质量。通过智能化判断与调度，优化电能资源分配，避免过载情况的发生，提高电网在面对瞬时负载冲击时的恢复能力，进而实现电网整体的结构性稳定。

4 智能充电算法的设计与优化

4.1 智能充电算法的基本原理

智能充电算法的基本原理在于通过信息化技术与电力网络的深度结合，实现电动汽车充电过程的智能化和优化。该算法利用实时数据采集与分析，综合考虑用户的充电需求、电力负载状况和电价动态，选择最优充电时机和路径，达到低成本高效能的目标。在时间维度上，智能充电算法分析历史数据预测未来负载变化，合理分配充电功率，以减少电网峰值负荷^[8]。在空间上，算法协调不同区域充电桩资源，避免局部过载，提升整体电力系统的利用率。通过电力需求响应机制，算法在能源供需间架起桥梁，推动可再生能源的吸纳与利用，提高电网的绿色水平与经济效益^[9]。

4.2 考虑电动汽车用户充电需求的智能充电算法

智能充电算法的设计需要精准考虑电动汽车用户的充电需求，以提升用户体验和资源利用效率。通过对用户行为数据的分析，智能充电算法能够预测用户的充电模式和需求峰谷时段，实现对充电时间的优化安排。算法会动态调整充电功率，确保在电网负载高峰期对充电需求进行适当管理，从而避免对电网形成额外

压力。充电价格的实时变化也是智能算法的重要输入参数，算法需结合电价波动信息，为用户提供经济高效的充电策略，进一步均衡电网负载，减少峰值负载对基础设施的压力。

4.3 如何通过智能充电算法平衡电网负载

智能充电算法在平衡电网负载中发挥关键作用。通过分析实时电网负载数据，该算法能够预测高峰和低谷时段，实现充电任务的动态调整。在负载高峰期，算法可延迟非紧急充电，从而减轻电网压力^[10]。低谷时段，则鼓励充电，从而提升电网利用率。智能充电算法还考虑电价波动，促使用户在电价低时段充电，进一步优化负载分布。这种负载平衡能力不仅提高了电网的稳定性，也实现了资源的高效分配，为电动汽车用户提供了更经济的充电解决方案。

5 提高电动汽车市场破障的探索

5.1 通过电网负载管理提高电动汽车市场的破障

电网负载管理在电动汽车市场的推广中具有重要作用。通过有效的电网负载管理，可以缓解充电桩集中使用所带来的电网压力，降低电网运行的不稳定性，为用户提供更可靠的充电服务。这种优化通过对充电桩负载的动态分配和调控，有助于减少峰值负载时间段的供电压力，从而保障电网的高效运行。在此基础上，电动汽车用户的充电便利性和服务质量得以提升，充电等待时间缩短，用户体验进一步优化。借助负载管理技术，还可科学协调充电时段与电价策略，降低电动车主的充电成本，激发市场需求。这为推动电动汽车在更大范围的普及提供了必要条件，有助于构建绿色低碳的出行生态系统。

5.2 基于智能充电算法的电动汽车市场发展策略

在以智能充电算法为核心的电动汽车市场发展策略中,强调对用户充电行为的精准预测和引导。通过智能算法分析用户历史数据和当前电网负载情况,可动态调整充电时间和速度,优化充电桩使用效率和用户满意度。智能充电算法能够实现充电费用的最小化,并与电价波动相结合,提供经济高效的充电方案。该策略推动用户在低电价时段充电,缓解电网高峰时期的压力。通过智能充电方案的推广,提升电动汽车使用的便捷性和经济性,加速市场普及进程。这样的策略为增加用户积极性和扩大市场规模提供了有力支持。

5.3 通过充电桩电气设计优化实现可再生能源的高效利用

充电桩电气设计的优化在可再生能源的高效利用中具有重要作用。通过智能调控技术,将光伏发电和风能等波动性可再生能源与电动汽车充电需求有效结合,能够实现充电时间与可再生能源产电峰值的匹配。这种优化设计不仅能降低对传统电力资源的依赖,促进清洁能

源的更广泛使用,有助于构建绿色低碳的电力系统,实现环境和经济效益的双赢。充电桩在调配可再生能源方面的电气设计创新,成为推动能源结构转型的重要助力。

6 结束语

本次研究针对当前充电桩增长迅速且分布广泛的问题,进行了深入的理论与实证研究。重点探讨了电网负载管理的重要性,精细化需求及电网压力问题,并提出了新的充电桩电气设计理念。实时调控策略的提出,是对电网负载管理领域的重要贡献,优化了电网的运行模式,提高其稳定性。此外,针对电动汽车用户的充电体验问题,设计了一种智能充电算法,实现了电动车的智能充电,平衡了电网的负载,降低了峰值需求。此研究的结果对于电动汽车市场突破、提高电网运行效率以及促进可再生能源利用具有重大意义。然而,当前研究尚存在部分局限,实时调控策略需要进一步实证检验,智能充电算法还需进一步优化,以更好地满足电动汽车用户的充电需求。本研究的结果预期能为未来更加深入的研究提供理论参考和研究方向。

参考文献

- [1] 许家斌. 住宅小区电动汽车充电桩的电气设计[J]. 装备维修技术, 2021, (12): 0120-0120.
- [2] 谢嘉城. 电动汽车充电桩充电管理系统设计[J]. 大众标准化, 2022, (07): 71-73.
- [3] 刘颖慧. 地下车库充电设施电气设计的研究[J]. 电子乐园, 2021, (02): 0223-0223.
- [4] 缪泽铎, 徐成午, 屈稳太. 智能充电桩充电算法研究与仿真[J]. 电力与能源进展, 2021, 9(04): 183-190.
- [5] 高金辉耿梦影. 超级电容高效充电算法研究[J]. 电源技术, 2020, 44(04): 595-597.
- [6] 刘蕴娴, 朱江, 徐雁冰, 刘昊霖. 无线可充电传感器网络充电算法研究[J]. 传感器与微系统, 2020, 39(02): 14-17.
- [7] 任晓勇. 探索新能源汽车充电设施的电气设计[J]. 内燃机与配件, 2020, (13): 52-53.
- [8] 徐明星. 北京新建住宅小区电动汽车充电桩规划与电气设计[J]. 建筑机械, 2022, (04): 78-82.
- [9] 陈喆刘晓光. 智能充电桩技术研究[J]. 花溪, 2021, (08): 0270-0270.

[10] 汤向华, 朱富云, 吕帅帅, 倪红军, 汪兴兴. 新能源汽车智能充电桩的设计与研究[J]. 中国高新科技, 2020, (10): 26-28.