

建筑电气设计中充电桩配电系统设计研究

李思嘉

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]伴随着新能源汽车行业的迅速发展,建筑物内的充电桩配电系统是建筑电气的一部分。而本文主要讨论的是建筑物内充电桩配电系统的设计要求,以及目前存在的一些问题如配电量不够、谐波污染严重、配电线路损耗较大以及智能化管理水平较低等问题并提出相应的解决措施即优化供配电系统结构、准确进行负荷预测、有效治理谐波和改善电能质量、推广智能电网技术和建立健全系统运维等方法。研究发现合理的设计可以使充电桩配电系统的使用效果更好。

[关键词]建筑电气设计;充电桩;配电系统;设计

DOI: 10.64635/ja.2026.1202

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Research on the Design of Charging Pile Power Distribution Systems in Building Electrical Design

Li Sijia

Hebei Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050000, China

Abstract: With the rapid development of the new energy vehicle industry, charging pile power distribution systems in buildings have become an important part of building electrical systems. This paper mainly discusses the design requirements for charging pile power distribution systems in buildings, as well as existing problems such as insufficient distribution capacity, serious harmonic pollution, large distribution line losses, and a low level of intelligent management. Corresponding solutions are proposed, including optimizing the structure of power supply and distribution systems, accurately forecasting loads, effectively controlling harmonics and improving power quality, promoting smart grid technology, and establishing a sound system operation and maintenance mechanism. The study finds that reasonable design can improve the application performance of charging pile power distribution systems.

Keywords: building electrical design; charging pile; power distribution system; design

引言

2024年12月26日,住房和城乡建设部批准发布GB/T 50966—2024《电动汽车充电站设计标准》,该标准将于2025年5月1日起施行,同时废止原国家标准GB 50966—2014。与旧版相比,新标准对供配电、电能质量和监控系统等进行了较大调整补充群控充电、大功率充电等内容,这说明充电桩配电系统的设计也面临着新的形势以及新的要求。国家发改委等四部门在促进大功率充电设施建设的通知中提出,鼓励建设智能有序大功率充电场站,推动大功率充电场站与配电网协调运行,在条件允许的情况下配置分布式光伏以及储能装置。目前充电桩配电系统设计已不再单纯考虑充电桩充电需要,而是更多地考虑其是否能够更好地融入到整个电力系统之中,这就对充电桩配电系统提出了新的要求,也带来了新的问题。本文将结合

充电桩配电系统实际应用情况,从设计要求、存在问题及解决方案三方面进行分析讨论。

1 建筑充电桩配电系统设计要求分析

1.1 标准规范与电能质量要求

建筑充电桩配电系统的设计必须严格执行国家现阶段最新的技术和运行安全标准。在供配电配置上,新修订的《电动汽车充电站设计标准》GB/T 50966—2024对供配电的要求又有所提升,在原有基础上更加完善了配电系统的相关内容。其中删除了对供电电压等级的规定,增加了低压接地的要求、低压电缆中性线布置的要求以及对电能质量的要求,从电能质量上来说,充电桩接入电网之后必须保证电压偏离度、谐波量、功率因数等指标达到一定的数值范围之内,防止大功率给电引起的电压不稳定、谐波污染、无功冲击等问题发生,导致公共电网的供电质量

下降。尤其是当充电点比较密集、同时性较强的情况下更要注重谐波处理以及无功补偿配置,必要时可安装滤波器或者使用带有功率因数调整功能的充电桩来保证配电系统的正常运行。

1.2 容量配置与安全监测要求

在容量计算方面充电桩配电系统不仅要考虑现阶段的需求同时还要考虑到未来的新能源车辆数量增长所带来的扩容需求所以在充电桩的数量、配电干线截面积以及变压器容量的选择上要合理匹配、适当超前。设计师们应当依据建筑物的功能特性,停车泊位的数量和使用习惯来选择合理的负载等级和同时因子,既不能盲目加码增加过多的投资,也不能使容量太小而后续扩容困难,另外新标准中对于计费与监控系统的规定比之前更加灵活,取消了充电站在监控系统的示意图,表明监控手段从一种形式转变为了多种形式甚至是智能式的监控等,设计时需要考虑远程检测、告警提示、能耗分析、负荷控制等环节并据此作为后期维护管理的基础资料。最后安全性永远都是充电桩供电系统的设计重点要考虑电器安全、消防安全以及操作人员的安全,做好断路保护装置、短路接地保护装置还有过载短路保护并采取相应的防雷措施,在此基础上还要做好应急开关装置和消防联动接口的设定,以达到提升整个充电装置的稳定性和可靠性的目的。

2 建筑电气设计中充电桩配电系统设计存在的问题

2.1 配电容量不足问题

充电桩配电系统容量配置是设计的关键问题,在实际项目中也经常出现“配而不足”的情况。一方面一些老小区在建设时未考虑到电动汽车充电的需求,原有的配电变压器容量不能够满足不断增多的充电负荷;另一方面一些新楼盘虽然根据相关要求设置了充电桩的位置以及供电电源等配套设施,但是在设计过程中对于负荷的同时率估计过低或者过高,造成变压器容量配置不合理。而在直流充电桩快充的情况下,一台 120kW 直流快充桩产生的 5 次谐波电流占基波的比例约在 20%~30%,如果在一个箱变中连接了 10 台这样的 120kW 快充桩,那么总的 5 次谐波电流将会达到基波的 150%~200%。这种负荷的大量出现对配电网的影响是不能小觑的,在实际应用中由于容量系数选择不合理造成容量不够或者过大这两种情况。

2.2 谐波污染问题

充电桩设备中整流模块在把交流电转变为直流电时会产生大量的谐波电流,这给配电系统的规划带来很大的

问题。充电桩(特别是直流快充桩)重要组成部分是“整流模块”——把电网提供的交流电变成直流电给电动汽车充电,整流电路会产生大量的谐波电流主要是 5 次、7 次、11 次等奇次谐波。谐波的危害是全方位的:加重电网电压畸变,影响同一母线上的灯泡、电梯等工作;加大变压器的损耗,使整个电力系统的效率下降;有可能导致电网出现“谐波超标报警”,从而被要求进行整改或者受到处罚^[1]。多台快速充电器在配电母线并联工作造成的谐波叠加问题,增加了谐波治理难度。

2.3 配电路损损耗问题

充电桩配电系统线路损耗影响到整个系统的经济效益。充电桩一般安装在离配电室很远的地方,较长的供电距离造成较大的线路电阻使得出现较高的电压损失以及较高的线路损耗率。依照 GB 50054—2011《低压配电设计规范》的要求,低压线路末端电压偏差应小于等于±5% (即 380V 系统允许压降≤19V),而线路损耗与距离的平方成正比,因此过长的距离会造成大量的电力浪费,线路损耗占总损耗的比例甚至可以达到 5%以上,大大增加了运营成本。不同的功率等级的充电桩对于供电距离的要求也各不相同:一般小功率的交流充电桩允许供电半径较大,一般不超过 200m;而大功率直流充电桩一般不宜超过 100m,超充桩不宜超过 50m。

2.4 智能化管理水平不足问题

传统的充电桩配电系统一般只有“即插即充”,不能与电网互动,也缺乏合理调配负荷的方法。有序充电是利用智能技术来管理电动车充电的过程,在保证车主基础充电的同时,可配合电网的需要,起到降低高峰负荷、增加可再生能源使用的作用。但是目前大部分的充电桩配电系统并未配置智能化管理系统,充电设施独立操作的情况依然较多。缺少对变压器负载率、充电桩功率等重要信息监测,不能使管理人员了解当前情况,也不能在高峰时段对充电量进行合理分配,影响配电系统效率以及可靠性。

3 建筑电气设计中充电桩配电系统优化对策

3.1 优化供配电系统结构

改善供配电系统结构是提高充电桩配电系统质量和可靠性的必要措施。而在实际操作过程中,可以采取“分级供电”的方式,尽量使箱式变压器靠近充电区放置减少主电缆长度,然后用分线箱给每个充电桩送电,这样可以降低电压损失以及线损。而对于大的充电站,可以使用“箱变+分线箱”,把箱变靠近充电区,减少主电缆长度,比如箱变离充电区 80m,则分线箱再分配到各个充电桩上,

每段不超过 50m 长。另外选择优质变压器也是结构优化的一个方面,要选用 S20 级以上的变压器。对于变压器容量的选择,在设计时应考虑预留 10%~15% 余度,以便未来增加充电桩需求^[2]。新国标对高压、低压配电部分的设计、电力电缆外套与穿管以及箱式变配电装置等做出规定,有利于供配电系统的设计更加合理。同时如果充电桩分布较散或者单个回路供电距离较长的情况下,可以采取双路或多路供电的方式,减少单个回路上电流,进而使得压降及线损处于可控范围内。

3.2 提高负荷预测准确性

准确的负荷预测是合理配置配电容量的基础,传统的充电站设计采用的经验方法进行负荷预测会造成容量过大或者过小的问题,在当前充电桩配电系统的建设中应当应用基于数据的方法来进行预测。国家电网安徽电力自主研发了一种“动态的同时率概率分布区间法”,以 15min 的时间段滚动计算充电设施的同时率的时间序列的变化情况,并结合地点、光伏出力、建设年份以及充电桩的数量等因素进行分析从而得到分时、分区、分场景的充电负荷预测结果。这为充电桩配电容量的设计提供更加精准的数据支持。该平台可以随时获取电网运行情况及充电负荷等相关信息,不断进行配电变压器剩余容量以及充电负荷比例等分析工作,自动判断充电桩可接入、临界、不可接入三种情形,在实际操作过程中,准确分析有利于提高充电桩报装容量。对于充电桩负荷估算,应当合理选取需要系数以及同时使用系数,在充电桩数量为 5~10 之间时,需要系数可取 0.75~0.85,在充电桩数量在 10~50 之间时,取 0.55~0.65,在充电桩数量大于 50 时,取 0.4~0.45,而同时系数则在 0.6~0.9 之间波动,这都是根据建筑物性质不同、充电桩使用情况等因素决定的。

3.3 加强谐波治理与电能质量控制

谐波治理是充电桩配电系统电能质量保证的重要工作,在实际应用中需要做到“先检测,再治理”,在连接到电网低压母线上使用电能质量分析仪测量谐波含量,判断是否需要安装相应设备。如果实测谐波含量高于国家标准规定要求,则需安装有源滤波器 APF 或者其它类型的谐波治理装置。对于有源滤波器的选择,在低压母线上配置充电机总功率 20% 的有源滤波器可以使谐波畸变率降低到 3% 以下。而在充电桩数量较多、总功率较大情况下,带有无功补偿以及有源滤波功能一体化装置能够消除 3~11 次谐波,使总的谐波畸变率低于 3%。对于无功补偿,在无功补偿中需要考虑变压器空载运行造成的感性无功

消耗,特别是在充电站投入初期负荷较小的情况下,变压器空载无功对系统功率因数影响较大^[3]。可以使用静止无功发生器进行毫秒级快速无功补偿,使功率因数保持在 0.95 以上的同时减少线路损耗以及释放变压器容量。

3.4 推广智能化能源管理技术

智能化能源管理对于提高充电桩配电系统工作效率以及灵活性至关重要,而现代化有序充电系统能够通过对比充电负荷进行预测、优化及调整来实现有序充电。有序充电运营管理平台是利用物联网、大数据等信息技术建立起来的一种充电设备管理平台,它可以对充电桩进行监视、调度以及管理从而提高充电桩使用率和充电速度。系统采取分层次管理模式,在每个台区中安装边缘计算网关,运用智能排队算法以及功率动态分配方法使得充电桩充电负荷与供电能力之间达到协调一致。系统利用智能化监控设施,对充电桩功率、电压、电流等进行监测,及时发现并解决充电桩出现的问题以及异常情况,同时对充电桩充电功率进行管理和调控,使充电桩以适当的功率进行充电,不会给电网带来太大的压力。下面总结了智能化能源管理系统的主要功能及其作用。

表 1 充电桩配电系统智能化能源管理技术应用要点

技术类别	主要功能	应用效果
有序充电管控终端	边缘计算、智能排队、功率动态分配	实现台区内充电负荷与供电能力自动平衡
物联网监控平台	功率、电压、电流等参数实时监控与预警	及时发现故障异常,保障系统安全运行
V2G 双向充放电	车网能量双向交互	参与调峰调频,实现削峰填谷
智能运维管理	远程故障诊断、运维调度	提升运维效率,降低人工成本

3.5 完善系统运行维护机制

健全完善运维体系是充电桩配电系统长期稳定运行的基础。充电运营企业需不断推出优质高效充电产品及服务,提高充电设施运行监控水平以及故障响应速度。大功率充电站须全部接入当地政府部门监管平台,各地方主管单位须定期开展充电服务质量评估以及运营管理工作督查。从技术角度出发,定期开展配电变压器、低压电缆、充电设备等重要设备巡视检查以及预防性试验,及时发现缺陷并消除隐患,是防范风险最有效办法^[4]。在运维平台建设上,要加快智能运维平台建设进度,对充电过程中出现的问题及时进行保存并进行在线监测,争取使设备可利用率大于等于 98%,运维机制还要包括给充电桩使用者制

定一定规章制度以及正确使用方法来避免由操作不当导致触电事故的发生,在现场配置足够的运维人员以便于当充电站出现问题时可以迅速到达现场并及时处理。

4 结语

充电桩配电系统的建设是建筑电气工程中的一项困难的技术问题,它包括容量配置、电能质量、线路损耗以及智能化等诸多方面。而新国标 GB/T 50966—2024 颁布施行给供配电系统的设计提供了更具体的要求,在此基础上有序充电、V2G 等新技术的应用又为供配电系统的节能降耗提供了新的思路。本文就充电桩配电系统存在的配电容量小、谐波污染严重、线路损耗大以及智能化程度低等问题进行分析,并提出改善供配电系统结构、提高负荷预测精度、降低谐波干扰及改善电能质量、推广智能化能

源管理系统、加强系统运维等建议。未来,随着 800V 高压平台的应用以及 V2G 技术的发展,充电桩将成为电力消费者的同时也是“产消者”,配电网的智能化、柔性化趋势会越来越明显。

[参考文献]

- [1]倪相杰.电动汽车充电桩的电力安装与调试[J].汽车维修与保养,2026(03):56-57.
- [2]陈恩.电动自行车充电设施电气设计策略探析[J].福建建筑,2025(05):88-92.
- [3]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.
- [4]张式磊.住宅小区电动汽车充电桩的电气设计探讨[J].机电信息,2019(20):1-2.