

基于电源容峰技术的5G网络智慧电源系统解决方案

张建立

(中国联合网络通信有限公司广州市分公司 广州 510000)

摘要 文中探讨了基于电源容峰技术的5G网络智慧电源系统解决方案,并分析了其在提高能源利用效率和降低成本方面的潜力,展示了电源容峰技术在5G网络中的重要作用,并提出了一种整合太阳能光伏和传统电网供应的混合能源解决方案。该方案可以有效降低基站的能耗需求,提高电网稳定性,为实现5G基站的能效化提供了有益的指导和参考。

关键词: 电源容峰技术;5G网络;智慧电源系统

中图分类号 TM769

5G Network Smart Power System Solution Based on Power Supply Rongfeng Technology

ZHANG Jianli

(China United Network Communications Co., Ltd., Guangzhou branch, Guangzhou 510000, China)

Abstract This paper discusses the solution of 5G network intelligent power system based on power supply capacity peak technology, and analyzes its potential in improving energy utilization efficiency and reducing costs methods and results, demonstrates the important role of power supply capacity peak technology in 5G network, and proposes a hybrid energy solution integrating solar photovoltaic and traditional grid supply. This solution can effectively reduce the energy consumption demand of base stations, improve the stability of the power grid, and provide useful guidance and reference for realizing the energy efficiency of 5G base stations.

Key words Power supply peak technology, 5G network, Intelligent power system

0 引言

随着5G技术的发展和普及,5G基站的能源消耗成为一个关键问题。为提高基站的能效,本文提出了一种基于电源容峰技术的5G网络智慧电源系统解决方案。该方案旨在通过降低峰值负荷和整合可再生能源,实现能源的有效管理和优化分配。本文采用了详细的研究方法,并通过案例研究和数据分析验证了所提方案的有效性和可行性。

1 研究方法

容峰技术(Peak Shaving Technology)是一种能源管理技术,其可以通过削减峰值负荷来平衡能源供需,提高能源利用效率并降低成本。其原理是通过识别高负荷时段,并采取各种措施来降低负荷,从而减轻能源系统的压力,实现能源分配的优化。在5G网络方面,容峰技术具有重要的作用。(1)5G网络的部署和运行通常需要大量的能源支持,尤其是在高负载时段。采用容峰技术,可以在网络负荷高峰时段降低能源消耗,优化能源供应,确保网络运行的稳定性。(2)高负荷时段往往需要消耗大量的能源,而采用容峰技术,可以通过在高峰时段削减负荷来降低能源成本。此外,容峰技术还可以降低能源系统潜在的过载风险,提高

5G网络的稳定性和可靠性,减少因能源供应不足而导致的网络中断或故障。(3)引入容峰技术还有助于促进可再生能源的利用,通过在低峰时段储存和利用可再生能源,能减少对传统能源的依赖,推动能源结构转型。因此,容峰技术在5G网络中具有重要的作用,如可以为网络提供可靠的能源支持,并在能源管理方面发挥关键作用,有助于实现网络的高效运行和可持续发展^[1]。

概念验证(POC)是指非独立架构(NSA)5G宏基站与测试用户设备(TUE)之间的速度测试和测量活动。测试使用约20 GB的原始二进制文件,以确保在测试期间网络速度始终保持在最大吞吐量水平。对5G测试床的功耗测量持续了4天。从时间戳来看,传输单个20 GB文件需要15~20 min。传输单个20 GB文件时的功率与时间的关系如图1所示。可以看出,测试床的静态功耗约为1.9 kW,而在发生活动(动态功耗)即传输单个20 GB文件时,功率增加了约100 W。

由于测量是在仅以TUE为基站唯一流量的5G测试床中进行的,因此需要作出一些假设,以构建5G宏基站的能耗特性。本文假设连接到基站的每个用户都在利用单个流量的最大吞吐量(传输20 GB文件)。因此,每个流量的动态功耗消耗为100 W,然后乘以用户数量,并加上每个时间间隔的1.9 kW的静态功耗。同时,假定这个宏基站的最大的

作者简介:张建立(1990—),硕士,网络工程师,从事客户工程、云计算工程等项目管理工作。

功耗为 11 kW,以支持信号覆盖和容量要求。根据以上假设,本文构建了 5G 宏基站的能耗特性。分析表明,基站的功耗需求可能会不定期上升或下降,这取决于正在利用基站服务的用户数量,如图 2 所示。基站的高变量需求会对公用事业配电造成困难,导致电网的电压下降,引发电网质量问题^[2]。因此,提出一种高效的电源容峰技术来适应 5G 负载特性,具有十分重要的意义。

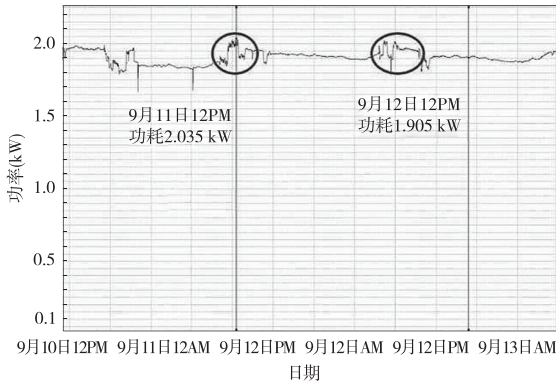


图1 5G 试验台 4 天的功耗测量

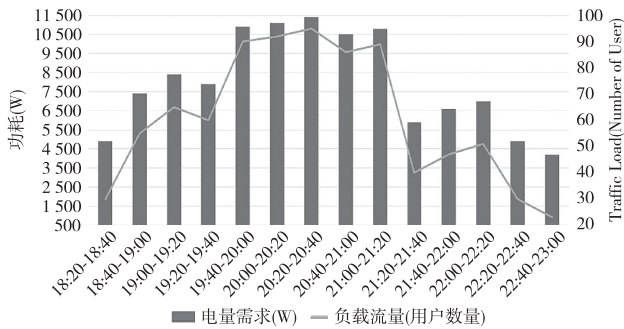


图2 5G 宏基站的能量概况

2 基于电源容峰技术的 5G 网络智慧电源系统设计

基于电源容峰技术的 5G 网络智慧电源系统的设计如图 3 所示。其主要结构包括电力网络、太阳能电池板、最大功率点跟踪 (MPPT)、双向逆变器、电池和太阳能逆变器。其中,太阳能光伏板带有多个电池组,可以存储多余能源或在太阳能发电不足时(如阴天或夜间)释放能量。由于现场环境温度和太阳辐射不可预测,MPPT 控制器可以通过这种混合系统中的太阳能电池板获取最大可用功率。根据太阳能能源的路线图,预测到 2030 年,光伏板的效率将增加 3 倍,发电成本将降低 50%。利用可再生能源还可以减少碳足迹。根据京都议定书,移动网络运营商面临着降低能源消耗的挑战,因为议定书可能会实施限制每个国家的二氧化碳排放量的规定。采用太阳能能源的主要目标是减少对电网能源的依赖,从而降低能源账单成本和对电网的影响。由于生成的电力高度依赖于负载,基站由于流量负载的变化而引起的动态能耗可能会导致电网的不稳定性。利用太阳能可再生能源,可以减少对电网电力的依赖,并通过限制电网能量消耗来降低环保压力^[3]。

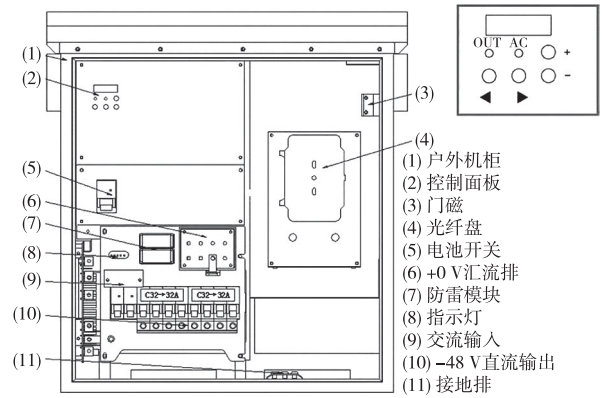


图3 电源容峰技术的 5G 网络智慧电源系统设计

本文提出的基于电源容峰技术的 5G 网络智慧电源系统的最大电网功率为 6 kW,以减少对电网能源的消耗。太阳能发电设备提供的最大功率为 5 kW,负载峰值约为 11 kW。在 MPPT 控制器上运行的额外算法使得系统功率超过 6 kW 时就可以从太阳能光伏板抽取电力。每当太阳能发电量超过所需时,多余的能量将被电池储存起来。当负载未超过 6 kW 时,则将电网作为唯一电源。该基于电源容峰技术的 5G 网络智慧电源解决方案的仿真模型使用 MATLAB Simulink 完成,并根据两种情况进行了分析。情况 1:独立电网供电;情况 2:拟议的电源容峰技术的 5G 网络智慧电源系统^[4]。

3 结果与讨论

3.1 独立电网

图 4 中的供需差异是电路的低功率因数导致的。在理想情况下,当提供的功率完全被负载消耗时,功率因数为 1 (100%)。而在实际上,这种情况只有在负载是线性且纯阻性的情况下才可能实现,且将导致电压和电流同相位。本文设计的电路中包含一个电感器,它影响着系统的功率因数。此外,在电流通过时,电感器会储存能量;电感器中储存的能量会导致单相供电(电网)和动态负载的最大与最小功率点之间存在差异。高能耗需求和需求负载的波动会增加供电网络的电质问题^[5]。

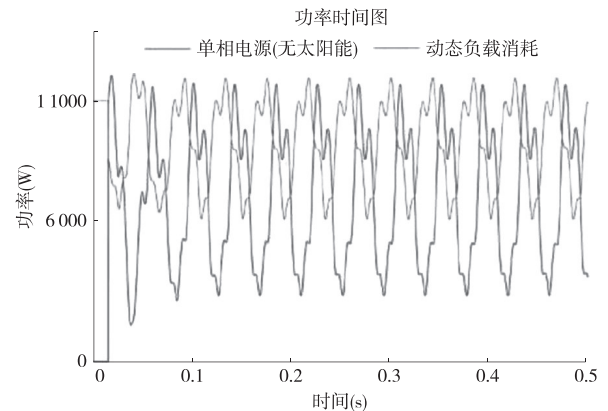


图4 在不存在太阳能的情况下由单相电源提供的电力

3.2 拟议的电源容峰技术的5G网络智慧电源系统

使用太阳能和单相电源的基于电源容峰技术的5G网络智慧电源解决方案在MATLAB Simulink中实现了模拟。模拟中的动态负载波动范围为6~11 kW,如图5所示。比较图4和图5可以发现,在有太阳能支持的情况下,单相电源提供的最大功率波动约为200 W;而在没有太阳能支持的情况下,波动约为5.5 kW。将太阳能集成到供电系统中,大大减小了电网功率的变化幅度,降低供需不匹配的可能。为验证单相电源和太阳能光伏能否共同运行,满足负载需求,可基于单相电源、太阳能光伏阵列以及动态负载进行功率分析^[6]。

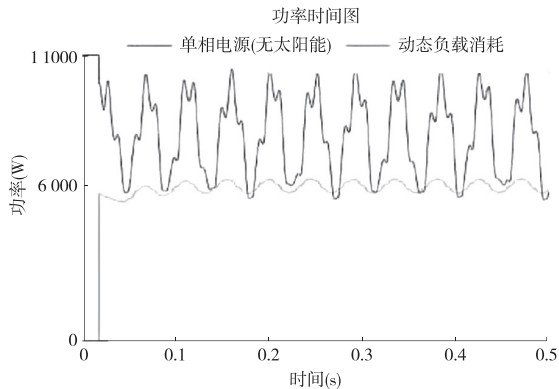


图5 存在太阳能的单相电源提供的电力

3.3 节能分析

太阳能电池板需要生成的最大功率为5 kW^[7]。每千瓦价格约为5 000元,因此投资成本约为25 000元。商业消费者的电费为每千瓦时0.509元,且每千瓦时的失衡成本传递费用为0.025元。安装太阳能电池板的消费者可以节省这两项成本。此外,可再生能源的电费是每千瓦时0.008 14元,根据投资回报(ROI)显示,成本回收周期为4.12年^[8]。

基于此,单个5G宏基站每年度可节省4 336元。表1显示了某移动网络运营商(A公司和B公司)的年度节省情况。太阳能电池板的平均使用寿命为25年^[9]。

表1 部分移动网络运营商的年度节省

公司	LTE 基站数量	年度节省金额
公司 A	3 453	14 972 208 元
公司 B	3 421	14 833 456 元

4 结论

目前,由于最新一代5G的功耗逐渐增加,基站的能效

成为该领域的关注点。在实现高效5G宏基站的所有关键领域和技术中,需要注重供电技术和能量流管理方法。本文对5G宏基站进行了负载分析,基于获得的5G能量概况进行了拟议的基于电源容峰技术的5G网络智慧电源解决方案设计。这种拟议的解决方案利用光伏太阳能及传统的电网供电。此外,通过两个案例研究展示了拟议解决方案的有效性。结果显示,基站的最大功耗需求从11 kW降低至6 kW,约45%。研究结果进一步强调,引入绿色能源来解决基站能效问题的方案将在5G时代发挥重要作用。引入这种基于电源容峰技术的5G网络智慧电源解决方案,可以实现更环保、更高效的5G基站部署^[10]。

5 结语

基于电源容峰技术的5G网络智慧电源系统解决方案具有巨大的应用潜力,可以为5G基站的能效化和可持续发展提供支持。通过有效管理峰值负荷和引入可再生能源,可以有效利用电网能效,降低运营成本,减少5G基站对传统能源的依赖。本文为未来5G基站的能源管理提供了有益的启示,为实现智慧型、节能型的5G网络提供了参考。

参考文献

- [1] 罗康宁. 基于容峰技术原理的5G网络智慧电源技术和解决方案[J]. 通信与信息技术, 2023(S1): 47-49.
- [2] 冯晓瑜. 考虑5G网络漏网需求及可靠性的有源变电站双Q规划[D]. 北京: 华北电力大学, 2023.
- [3] 许鹏飞, 赵伟超, 吕晨. 5G网络基站电源配套改造方案的探讨[J]. 中国新通信, 2023, 25(6): 10-12.
- [4] 吴亚晖, 唐秋璇, 刘子豪. 打造绿色5G, 助力低碳网络——5G一体化智慧电源柜设计与实践[J]. 江苏通信, 2023, 39(1): 130-136.
- [5] 后嘉龙, 黄欣, 朱爽, 等. 5G网络共址基站电源资源改造研究[J]. 中国新通信, 2021, 23(9): 45-46.
- [6] 汪进, 时鹏, 王慧东, 等. 基于智能电源的5G NR网络节能管理研究与分析[J]. 中国新通信, 2020, 22(22): 27-31.
- [7] 冯蔚. 收集网络产生的热量[J]. 现代班组, 2020(11): 17.
- [8] 刘凤达, 丁远. 5G基站配套改造研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2020, 33(2): 56-59.
- [9] 徐华, 田哲源, 赵志红. 基于5G网络的基站电源系统创新研究[J]. 通信电源技术, 2020, 37(2): 23-26, 29.
- [10] 唐连雷, 王海龙. 5G网络基站电源配套改造方案探析[J]. 通信电源技术, 2019, 36(11): 237-238.