

# Effects of Electromagnetic Fields of High Voltage Transmission Lines on Residential Areas and Countermeasures

Haiyan Song<sup>1</sup> Yueqiang Qu<sup>1</sup> Ningning Li<sup>2</sup>

1. Zhongsheng Environment Technology Development Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710054, China

2. Shaanxi Zhongsheng Ecological Environment Consulting Service Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710054, China

## Abstract

As urban areas continue to expand, high-voltage transmission lines increasingly traverse residential zones. While this spatial overlap alleviates power supply pressures, it also raises public concerns about electromagnetic field impacts. Although these lines strictly comply with national standards during design and operation, the generated power frequency electric and magnetic fields may still pose significant health risks, disrupt daily life, and compromise environmental quality. In areas near transmission towers, residents exposed to prolonged strong electromagnetic environments experience physiological discomfort and noticeable fluctuations in appliance performance and living comfort. Addressing these realities, this study examines electromagnetic field effects on residential communities and proposes practical protective measures. These findings provide actionable references for balancing urban environmental governance, public welfare protection, and power infrastructure optimization.

## Keywords

High-voltage transmission lines; Electromagnetic fields; Residential communities; Protective measures

## 高压输电线路电磁场对居民区的影响及防护对策

宋海燕<sup>1</sup> 屈越强<sup>1</sup> 李李宁<sup>2</sup>

1. 中圣环境科技发展有限公司, 中国·陕西 西安 710054

2. 陕西中圣生态环境咨询服务有限公司, 中国·陕西 西安 710054

## 摘要

随着城市持续扩展, 高压输电线路变得日益频繁地穿越居民区周边, 这种空间上的重叠在减轻供电压力之际, 也致使居民对电磁场影响产生担心。虽说输电线路在设计及运行过程中严格依照国家标准, 然而其所生成的工频电场和工频磁场依旧可能对居民身体健康、日常生活以及周边环境质量造成不可小觑的影响。在距离塔架较近的区域, 部分居民长时间处于较强电磁环境中, 体会到生理层面的不适, 还使家用电器运行稳定以及居住舒适度等出现不同程度波动, 基于此现实状况。本文将居民区受高压输电线路电磁场影响作为切入点, 给出一系列有可行性的防护对策, 为日后城市环境治理、民生保障与电力设施优化之间找寻平衡给予参考。

## 关键词

高压输电线路; 电磁场; 居民区; 防护对策

## 1 引言

当下城市电力系统承受着前所未有的运行压力, 为保障高峰负荷时的持续稳定供电, 高压输电线路在城市区域密集分布已基本成为固定态势。尽管从技术层面来讲, 输电线路自身的电磁场强度控制较为严格, 不少研究也未发现其与重大健康问题有直接因果联系, 但对于普通居住者而言, 这种近距离、高频次的长期暴露还是会带来一定心理压迫。因此, 需要重新构建这类基础设施与居住环境关系的认识逻辑,

从多个维度做好规划引导以及防护策略的落地实施, 让城市电力网络服务生活而非干扰生活。

## 2 高压输电线路电磁场对居民区的影响

在高压输电线路运行环节, 电磁场极易干扰居民区的生产及生活, 主要表现为身体健康以及电气设备运行等多个方面受到的影响, 需要采取科学化干预措施, 维护居民区的安全。

### 2.1 电磁场强度对居民身体健康的潜在风险

近年来, 随着高压输电线路在居民区周边的密集布设, 其产生的电磁环境效应对周边居民健康可能造成的影响值得关注。这种长期暴露于工频电磁场的情况, 需要我们从公共健康角度予以重视。就电磁场本身来讲, 高压输电线路在

【作者简介】宋海燕(1982-), 女, 中国陕西渭南人, 本科, 工程师, 从事环境影响评价——电磁辐射类(输电)研究。

运行期间会不断产生工频电场与工频磁场，其场强虽说符合国家电磁防护相关标准，然而对于长期生活在导线下方或者近旁的居民而言，曝露强度的积累效应一直都是无法回避的问题。尤其是磁场部分，由于穿透能力强且无法依靠遮挡隔离而持续对人体产生作用，不少居民对其潜在健康风险怀有深深的担心<sup>[1]</sup>。尽管目前医学界尚未对工频电磁场是否对人体健康构成决定性危害达成统一结论，但是一些关于儿童白血病、神经系统疾病、免疫功能异常等的研究结果还是让部分人群感到焦虑。对于有小孩、孕妇或者老人居住的家庭来说，这种电磁环境所带来的感知风险，大多时候会放大心理负担，长期生活在这种持续焦虑的情绪之中，即便健康问题并非直接源于电场或磁场暴露，也可能会因为精神紧张和生活压力而间接加重，这是目前实际生活里真正容易被忽视的一种影响。基于上述提及到的负面影响，需要采取科学化的管控措施，让居民区的正常生产及生活得到有效维护，确保居民的身体健康免受威胁。

## 2.2 电磁干扰导致家用电器设备运行异常

不少居民反映，在输电线路较为密集的区域，家中电视信号出现了偏弱的状况，无线网络也不太稳定，音响设备受到了干扰，智能门锁还存在误开误锁等情况。这些现象表面上看似是由电器质量或者使用环境所导致的，然而从技术层面进行分析，它与输电线路周边存在的强电磁场干扰有着一定的关联。当输电线路长时间产生有一定强度的磁感应信号后，周边的低电压弱电系统容易受到感应耦合的影响，其表现可能就是信号跳变、控制失灵，甚至会出现整机宕机的情况<sup>[2]</sup>。在当前家居智能化程度不断提升，设备种类日益丰富的背景之下，这类影响的范围也在持续地扩大。不管是用电高峰期时干扰加剧，还是频繁出现误触发报警系统这样的“小毛病”，都在不同程度上对居民的日常生活秩序造成了打扰，使得“安全感”这一非常宝贵的居家体验受到了实际的冲击。有关部门应注重电磁干扰对电气设备运行产生的潜在风险，加强技术监管与防护措施，让居民的生活质量得以保障。

## 2.3 输电线路噪声降低居民生活质量

输电线路在湿度相对较高且空气导电性有所提高的天气状况下，导线表面易产生电晕放电，形成具有明显高频特征的放电噪声（可听噪声），呈现为持续的滋滋声或爆裂声。这种声音尽管在多数环境里强度不大，然而却有着较高的穿透性以及持续性，不少居民在夜间容易被这类细微噪声所惊扰，久而久之，睡眠质量下降、疲劳不断积累等问题渐渐显现出来，使得居住体验大幅降低。相较于汽车或者工地施工所产生的偶发性噪音，输电线路带来的这类背景噪声更难以规避，原因在于它是持续不断的，即便更换门窗或者加装隔音设备，也很难实现有效屏蔽<sup>[3]</sup>。在炎热夏季需要开窗通风的环境中，不少家庭不得不面临在“通风”与“噪音”之间进行抉择的尴尬情形，这种选择已然对居民的生活质量以及

情绪状态等产生了负面影响，应对其合理的干预，保障居民的正常生活。

## 2.4 电磁环境担忧引发居民区房产贬值

在房产交易市场当中，众多购房者于看房时一旦察觉到小区靠近输电走廊，一般就会直接舍弃不再考虑，或者凭借这一明显问题进行压价谈判，影响相当明显。不少中介反映，就算是处于同一区域、有着相同配套设施的两个小区，仅仅因为其中一个紧挨着高压线路，其平均价格就会被市场大幅压低。这并非买家的不理性行为，而是市场针对潜在“不确定性风险”的预先反应。一些业主甚至由于输电线路的影响，多年都没办法顺利卖掉房屋，这种财产贬值的实际困境，让不少被动处于高压线路附近的家庭对当前的规划和布局产生了诸多质疑与不满。毕竟对于普通家庭而言，房产不只是居住的地方，大多时候更是一生中最为关键的财政性资产，一旦因为环境因素致使贬值，经济遭受损失，还往往会引发群体间的政策诉求以及不安情绪<sup>[4]</sup>。

## 3 居民区高压输电线路电磁环境影响的防护对策

### 3.1 合理规划输电线路走廊确保安全防护距离

高压线路作为线性基础设施，其电磁环境影响具有显著的空间扩散特征。若前期规划未预留足够的防护距离，在后续楼盘开发或建筑更新过程中，电磁场暴露问题将被动累积，对城市规划的科学性构成持续挑战。城市规划部门制定用地性质时，需把各个电压等级输电线路所需的最小控制保护带当作强制指标清晰标注，不给边界模糊留下解释余地。要构建输电走廊与住宅地块之间的复合功能过渡带，像设立停车场、绿化区域、快递站以及非机动车存放点等非敏感性功能区域，凭借实际使用关系拉开人与线路的空间距离，从功能组织层面减少直接暴露情况。而且输电单位选线时不能在有建筑密度压力的区域采用四通八达或者穿插式线路设计，要用“一次明确控规”取代“建设后补管理”，不让规划漏洞成为干扰与对立滋生的源头。

### 3.2 采用紧凑型塔架设计降低电磁场强度

传统的大跨度且高宽比的杆塔结构，虽对跨越障碍以及成本控制颇为有利，然而却引发了距离扩展、电场分布紊乱等状况，使得周边环境的电磁负荷水平得以提升。紧凑型塔架有更为集中的导线输电路径，借助相间间距减小、导线组合优化以及塔高适度压缩等办法，可有效减小电磁场强度的逸散范围，在实际测试里，其平均有效场强往往低于同电压级传统塔型一半有余<sup>[5]</sup>。选型设计之时，还可充分运用电磁仿真手段，依据典型区域构建场强分布模型，在资料方面比对不同塔型在相同配置下的场强变化趋势，在工程实施之前就对结构选型进行优化。像双回线路采用反向对称布线，可有效降低耦合干扰，中间塔位压缩送电夹角，缩小幅度震荡。这些调整看似是局部修正，但其实际作用却远超外加式

屏蔽,原因在于它们从传输效率和空间关系两方面着手,在提高电力系统整体协同性的同时,有效降低对居民生活环境的长期影响。

### 3.3 安装电磁屏蔽装置阻隔场强传播路径

在某些始终无法依靠规划空间以及结构设计彻底避开干扰压力的区域,还得从物理隔离着手引入电磁屏蔽装置,以此构建起清晰且可靠的场强控制边界。这类防护尽管大多属于局部措施,然而在特定空间比如居民楼南北朝向线路方向、学校靠近主档面、医院病患集中活动层等区域,可发挥决定性的补偿作用。技术形式不局限于金属屏障,当下不少城市已经探索出结构型屏蔽墙、新型吸能涂层、低频遮蔽网格等多种方式相结合的实施方案,甚至针对高层住宅外墙采用导磁材料表层复合施工,产生降低窗面进入强度的实际效果<sup>[6]</sup>。这类设施不能仅凭经验或者直觉来设立,应当在推进之前借助专业仿真软件确定感应效果十分突出的区域,接着实地测试数据是否波动达到限定标准,再对特定点位实施微区精准屏蔽(锁孔式防护),防止冗余施工以及资源浪费。设计过程中也可结合城市景观与建筑审美,要思考怎样把这些设施“融入”环境,而不让其外观提高居民的心理紧张感,凭借外观材质处理、绿化墙叠加等办法,实现功能性与美观性的统一,达成物理控制目的,又顾及居民的日常心理舒适度。

### 3.4 建立定期监测机制动态评估防护效果

在实施硬件防护措施的同时,还需配套建立一套长效的电磁环境动态监测体系,既要满足技术管理需求,又要保障运维过程的公开透明。作为设施管理责任主体,输电单位应在居民区周边布置固定监测点,通过远程传感数据平台与人工巡检相结合的方式开展常态化监测,确保因负荷波动导致的电场、磁场强度变化始终符合监管要求。多数情况下,居民对高压线路的焦虑并非完全源于“现实危害”,而是大多时候因“信息不明”或“数据不透明”而过度想象,这就要求监测平台供技术人员使用,也要向公众开放结果展示<sup>[7]</sup>。比如每季度在小区张贴监测曲线,主动公布异常调整处置结

果,与社区议事小组建立通报渠道,保证信息传递畅通,切实实现“居民能感知、过程可回溯、问题好追责”的管理方式。一旦监测数据出现临界变化,除启动调度手段外,还需联合规划、环保等多部门迅速做出部署性应对,如短期调整负载、中期调整角度、长期改变走向,以技术策略后移守住运营安全。

## 5 结语

总之,高压输电线路属于城市供电系统里十分关键的构成部分,尽管在技术规范方面有着比较高的安全性,然而它的电磁效应给紧邻居民区造成的影响仍旧不容小觑。在未来城市建设进程中,怎样科学合理地处理居民区与基础设施之间的空间关系,已然成为检验可持续发展理念能不能实现的现实考验题目,并且还是需要多个方面共同协作来应对的关键发展方向。

## 参考文献

- [1] 包艳艳,刘康,温定筠,张广东,丁玉剑. 750 kV超高压输电线路对共用走廊并行配电线路三相电压不平衡的影响分析及治理措施[J]. 电气工程学报, 2024, 19 (01): 308-315.
- [2] 阚天赐,尚若松,张晋铭,张泰铨,于明锐. 基于分布式监测的高压输电线路雷击故障定位技术发展现状及展望[J]. 自动化应用, 2023, 64 (12): 138-143.
- [3] 彭马娴,樊绍胜. 面向500 kV同塔双回无人机精细化巡检的电磁防护与轨迹规划设计[J]. 电力学报, 2023, 38 (01): 14-27.
- [4] 陈侃. 高压交流架空输电线路电磁环境特性及对电磁环境保护目标的环评重点[J]. 皮革制作与环保科技, 2020, 1 (Z2): 87-91.
- [5] 杨丝琪,陈维,郭天伟,苏高参,王贤军. 特高压交流输电线路正常运行对埋地油气管道电磁影响及防护措施研究[J]. 高压电器, 2019, 55 (06): 205-211.
- [6] 李林杰,逯迈. 1000kV特高压交流输电电磁暴露:成年人与未成年人的对比研究[J]. 辐射研究与辐射工艺学报, 2019, 37 (02): 43-51.
- [7] 郭瑞,赵琰,高微. 基于块广义向后差分方法的高压输电线路电磁暂态数值计算方法[J]. 智慧电力, 2019, 47 (02): 82-86+92.