

Discussion on electromagnetic environment impact and protection strategy of transmission lines across residential areas

Jinjing Tan

Nuclear and Radiation Safety Center of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

Using a 220kV transmission line in a specific region as a case study, this paper analyzes the electromagnetic environmental impacts of crossing residential areas (including urban and rural zones) under different erection height configurations through theoretical calculations. To enhance residential safety, the study establishes minimum erection height requirements for transmission lines crossing populated areas based on China's current electromagnetic radiation standard "Electromagnetic Environment Control Limits". Additionally, it proposes supplementary protective strategies to further mitigate electromagnetic environmental impacts. The implementation of these measures significantly reduces electromagnetic field radiation effects on surrounding environments during line crossings, substantially improving the safety of residential living

Keywords

electromagnetic environment impact; protection strategy; transmission line; environmental safety

输电线路跨越居民区的电磁环境影响与防护策略探讨

谭金敬

新疆维吾尔自治区核与辐射安全中心, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

本文以某地220kV输电线路为例, 通过理论计算的方式, 分析了不同架设高度形式下跨越居民区(含城市和农村)的电磁环境影响。为了让居民生活环境更加安全, 以国家现行电磁辐射标准《电磁环境控制限值》为基准, 对输变电线路跨越居民区的最低架设高度进行了限定, 同时提出了进一步降低输电线路电磁环境影响的其他防护策略。采取以上策略后, 能明显降低输电线路跨越居民区时对周围环境的电磁场辐射影响, 大幅提升了居民生活环境的安全性。

关键词

电磁环境影响; 防护策略; 输电线路; 环境安全

1 引言

随着经济社会的快速发展和城市建设规模的扩大, 输变电线路的规划布局不断向居民密集区域延伸, 输电线路跨越居民区的情形时有发生; 在农村地区, 因输电线路的数量不断增加, 受输电廊道以及基本农田保护政策的限制, 有些输电线路不得不跨越村庄, 甚至跨越农房。输电线路引发的电磁环境问题也随之成为社会关注的焦点。特别是在居民区中, 输变电线路产生的电磁辐射可能影响到居民的生活环境安全。目前, 我国已经制定了严格的电磁环境标准。然而, 在输电线路实际工程建设中, 如何控制好架设高度和进一步降低其电磁环境影响, 一直是风险控制和电力系统规划的研究重点。

【作者简介】谭金敬(1979-), 男, 中国山东阳谷人, 本科, 高级工程师, 从事核与辐射安全管理、监测和评价研究。

2 输电线路跨越居民区时的电磁环境影响预测

以某地新建1条220kV架空线路为例, 按照单回线路和双回线路两种不同架设方式, 采用HJ24—2020《环境影响评价技术导则输变电》附录C、D推荐的计算模式进行跨越居民区时的电磁环境影响预测,

2.1 预测范围和参数选取

2.1.1 预测范围

预测范围为220kV输电线路电磁环境影响评价范围: 空线路边导线地面投影外两侧40m范围内。

2.1.2 评价因子

工频电场强度和工频磁感应强度。

2.1.3 评价标准

GB8702—2014《电磁环境控制限值》中对输变电工程设定的标准: 即频率50Hz的电场强度公众曝露控制限值为4000V/m、磁感应强度为100 μ T。

2.1.4 预测参数

杆塔类型: 选用杆塔类型中横担最宽、电磁环境影响

最大的塔型,单回线路选用 220-KD22D-ZB2 塔型,双回线路选用 220-KE22S-Z2 塔型。导线型号:根据可研设计资料,本工程双回线路均采用 4×JL3/G1A-400/35 型铝合金导线。导线对地距离:根据 GB50545—2010《110~750kV 架空输电线路设计规范》,本工程新建 220kV 线路经过居民区最小对地高度选取 7.5m,预测距离地面 1.5m 处的电磁环境水平。线路排列方式:单回路采用水平排列,A-B-C 导线水平间距为 8.8/8.8(m),垂直间距 0/0(m);双回路采用鼓型排列,左侧 B-C-A 导线水平间距为:5.3/6.3/5.3(m),右侧 B-C-A 导线水平间距为:5.3/6.3/5.3(m),垂直间距 7.3/6.6(m)。额定载流量:3528(A)。

2.2 预测结果

表 1 显示,220kV 单回架空输电线路经过居民区,当导线对地最小距离为 7.5m,线路中心两侧 13.8m 的范围内,工频电场强度为 5.03~7.25kV/m;线路中心两侧 8.8m 的范围内,工频磁感应强度为最大值为 106.8-124.23 μT,均超过 GB8702—2014《电磁环境控制限值》中 4kV/m、100 μT 的控制限值。

表 1 220kV 单回架空线路经过居民区时工频电磁场预测结果

距线路中心距 (m)	距边相导线距 (m)	最小对地距离 7.5m		抬升到 12.5m	
		工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μT)	工频电 (kV/m)	磁感应 (μT)
0	边相导线内(跨越正下方)	6.1	124.23	1.84	59.7
1		5.95	123.92	1.86	59.59
2		5.55	123.13	1.9	59.26
3		5.12	122.13	1.98	58.69
4		4.92	121.12	2.12	57.88
5		5.13	120.05	2.3	56.81
6		5.68	118.55	2.5	55.45
7		6.37	115.99	2.71	53.79
8		6.96	111.71	2.89	51.84
8.8		7.23	106.8	3.01	50.08
9.8	1	7.25	98.92	3.1	47.66
10.8	2	6.94	89.7	3.13	45.06
11.8	3	6.39	80.04	3.1	42.35
12.8	4	5.72	70.69	3.02	39.59
13.8	5	5.03	62.16	2.9	36.85
18.8	10	2.41	33.72	2.04	25
23.8	15	1.22	20.51	1.3	17.12
28.8	20	0.69	13.73	0.84	12.19
33.8	25	0.42	9.83	0.55	9.04
38.8	30	0.28	7.39	0.38	6.94
43.5	35	0.19	5.76	0.27	5.49
48.8	40	0.14	4.62	0.4	4.44

表 2 显示,220kV 双回架空输电线路经过居民区,当导线对地最小距离为 7.5m,线路中心两侧 9.8m 的范围内,工频电场强度为 4.37~7.8kV/m,超过 GB8702—2014《电磁

环境控制限值》中 4kV/m 的控制限值;预测范围内的工频磁感应强度均满足 GB8702—2014《电磁环境控制限值》中 100 μT 的控制限值。

表 2 220kV 双回架空线路经过居民区时工频电磁场预测结果

距线路中心距 (m)	距边相导线距 (m)	最小对地距离 7.5m		抬升到 15m	
		工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μT)	工频电 (kV/m)	磁感应 (μT)
0	边相导线内(跨越正下方)	7.01	57.86	3.41	35.98
1		7.1	59.4	3.33	35.78
2		7.33	63.6	3.2	35.42
3		7.61	69.38	3.04	34.93
4		7.8	75.31	2.87	34.31
5		7.78	80	2.67	33.56
6		7.45	82.43	2.47	32.7
7		6.83	82.28	2.26	31.73
8		6.0	79.86	2.04	30.67
8.8			5.27	76.75	1.83
9.8	1	4.37	72.03	1.63	28.41
10.8	2	3.53	66.9	1.44	27.24
11.8	3	2.8	61.76	1.26	26.07
12.8	4	2.19	56.85	1.09	24.91
13.8	5	1.68	52.28	0.94	23.77
18.8	10	0.39	34.85	0.38	18.65
23.8	15	0.34	24.28	0.08	14.65
28.8	20	0.44	17.67	0.11	11.64
33.8	25	0.44	13.35	0.17	9.39
38.8	30	0.40	10.39	0.2	7.69
43.5	35	0.36	8.3	0.2	7.69
48.8	40	0.31	6.67	0.17	9.39

由此可知,220kV 输电线路在仅满足 GB50545—2010《110~750kV 架空输电线路设计规范》规定的最小对地距离时,当跨越居民区时,在线路正下方一定范围内,工频电磁场不满足国家标准要求。

3 输电线路工频电磁场对环境和人体的影响

超标的电磁辐射会对人体健康造成有害影响,进而引起居住环境质量降低,进而激起居民的广泛关注。当 220kV 输电线路跨越居民区时,产生的工频电磁场水平或许超出科学界定的安全值,导致潜在的健康风险,如神经系统紊乱、睡眠障碍,甚至或许与某些疾病的发生关联。为保障居民区的安全和舒适,亟需对电磁环境实施理性评估,且拟定适当的管控措施,确定电磁辐射保持在安全限值内,达成人与电力设施的和睦共生。

4 输电线路电磁环境保护策略

4.1 根据实际工程项目优化电磁环境安全水平

在实际工程项目中,优化输电线路电磁环境安全水平

需要紧密结合具体现场的物理和环境特征,预测现有电磁场辐射强度和分布特征。通过对比这些实际数据与现行标准,识别出不满足安全标准的区域和点位,以此作为优化的基础,制定可行的调整方案。例如,可以通过改变输电线路高度、确保距离建筑物的水平距离等因素,使电磁辐射水平在允许值内。

4.2 提出可实施的防护策略

实施防护策略,除采用改变输电线路高度、距离建筑物的水平距离等手段外,还可考虑高阻隔性的屏蔽材料墙体,减少电磁辐射对居民区的直观影响。选择线路结构材料,对电磁兼容性强的方案进行优先选择。各项防护策略必须因地制宜,确认契合不同城市环境和地理特征的要求,进而达成有效的电磁环境管理。

5 电磁环境防护策略实施效果

5.1 抬升输电线路的高度

①在所有预测参数不变的情况下,将前述220kV单回路输电线路的最小对地距离由7.5m抬升到12.5m,预测结果显示,抬升后线路下方的工频电磁场强度均能满足GB8702—2014《电磁环境控制限值》中4kV/m、100 μ T的控制限值。

②在所有预测参数不变的情况下,将前述220kV双回路输电线路的最小对地距离由7.5m抬升到15m,预测结果抬升后线路下方的工频电磁场强度均能满足GB8702—2014《电磁环境控制限值》中4kV/m、100 μ T的控制限值。

5.2 控制输电线路与居民区的水平距离

当采用水平距离控制达标范围的措施时,输电线路不得跨越敏感目标(如民房等),且敏感目标与220kV输电线路的边相导线在地面投影处保持一定距离,见表3。

表3 220kV单、双回线路达标控制范围结果表

线路	敏感目标与边导线水平控制距离(m)
单回路	18.8
双回路	10.8

5.3 其他防护策略

5.3.1 防护隔离设施的设置

设置保护隔离设备是有效降低输变电线路对居民区电磁环境影响的重要方法之一,不同场景具体情况,需要电磁场强弱具体分布特点和居民区当地环境情况,合理挑选和安排保护隔离设备,确保达到最好保护效果。常见保护隔离设备包括屏蔽墙、防护树带和屏蔽材料构件等,设置时必须仔细考虑材料具体性能,对工频电磁场的阻挡效果、环境匹配度和成本可接受性,屏蔽墙使用导电或磁性材料有效降低电

磁场强弱,但要关注屏蔽墙高度、厚度和具体布局设计,防护树带利用植被自然阻挡功能降低工频电磁场对周边居民区的影响,还能提升周围环境质量。屏蔽构件适合于更加精细的电磁防护需求,可以机动使用于特殊区域。

5.3.2 线路结构和材料的改进考虑

线路结构和材料优化对防止电磁辐射危害意义重大,选择高导电率材料并科学合理设计导线排列方式可以减少电磁影响。增强绝缘层和屏蔽材料选择可以有效削弱电磁辐射危害。改良后结构设计必须融合输变电线路清晰实际需求,保证线路居民区运行始终保持稳定和可信状态,降低潜在安全风险。

6 电磁环境水平优化与防护策略对电力系统的影响

6.1 综合考量的电力系统规划和运行

在输电线路规划设计阶段,需全面评估居民区的实际分布、电磁环境敏感区域的具体位置,保证线路的整体布局符合改进后的电磁环境标准要求。日常运行阶段,电力系统可使用动态监控技术,持续收集电磁环境相关数据,维持输变电设备处于安全稳定的运行状态。确保线路产生的电磁辐射,达到环境保护和居民健康的要求,缓解设备运行可能引发的社会矛盾问题。

6.2 电磁环境水平优化与防护策略对电力系统安全的提升

优化电磁环境水平和执行防护策略对提高电力系统安全性发挥重要作用,效果非常显著,在保护居民生活环境的同时,也增强了电力系统自身的稳定性和可靠性,故障发生概率降低效果很好,保证电力传输稳定和持续。

7 结语

本文围绕输变电线路跨越居民区的电磁环境优化与防护策略展开研究,提出科学的优化方案和防护措施,能有效降低辐射影响,提高居民生活环境安全性,为科学规划输变电设施及提升城市居民环境质量和电力系统安全提供理论支持。

参考文献

- [1] 赵建斌.输变电线路桩基施工[J].新材料·新装饰,2020,2(24):111-112.
- [2] 赵越.高压输变电电磁辐射污染防护策略[J].电力系统装备,2020(18):141-142.
- [3] 高操.高压输变电工程中的电磁防护策略[J].集成电路应用,2023,40(02):88-89.