

成都地区输变电工程电磁环境影响分析 及其防护对策

南方¹, 姜南希²

(1. 四川电力设计咨询有限责任公司, 四川 成都 610016; 2. 四川电力科学研究院, 四川 成都 610072)

摘要:通过对成都地区 110 kV 和 220 kV 输变电工程周围的电磁环境进行实际测量, 分析了输变电工程产生的工频电磁场、无线电干扰对环境影响的状况。结果表明, 成都地区输变电工程的电磁环境影响均满足国家标准要求, 并就居民所关注的输变电工程环境影响问题对成都电网建设提出了建议。

关键词:电磁环境; 输变电; 影响分析

Abstract: Based on the actual monitoring of electromagnetic environment of Chengdu 110 kV and 220 kV power transmission and transformation projects, the influence of power-frequency electromagnetic field and radio interference caused by power transmission and transformation projects on the environment in Chengdu is analyzed. The results show that, the electromagnetic environment impact of power transmission and transformation projects in Chengdu are all meet the requirements of national standard. At last, the suggestions are proposed for the construction of Chengdu power grid aiming at the environment impact of power transmission and transformation project concerned by the residents.

Key words: electromagnetic environment; power transmission and transformation; impact analysis

中图分类号: TM855 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2012)01-0085-04

0 引言

随着城市化进程的加快、经济的迅速发展以及居民生活水平的不断提高, 成都地区社会用电量需求剧增。据统计, 2009年、2010年成都主网最高负荷分别为 5 074 MW 和 5 909 MW, 截至 2011 年 10 月, 成都主网最高负荷 6 771 MW。2010 年, 成都中心城区最高负荷为 2 527 MW, 2011 年高达 3 196 MW, 突破了成都电网的最高承载能力。由于对输变电工程电磁环境影响存在误解, 担心输变电设施有“电磁辐射”, 部分居民阻挠城区输变电工程的建设, 导致成都中心城区 5 年未能新建变电站, 严重影响了成都地区的电网安全运行水平。

目前, 成都城区的输变电工程电压等级都为 110 kV 和 220 kV。为准确了解城区输变电工程电磁环境影响状况, 通过对成都地区 110 kV、220 kV 各类型变电站、多种架线形式的输电线路产生的工频电磁场、无线电干扰进行实测和分析, 研究和讨论成都地区输变电工程产生的电磁环境影响, 并对成都电网建设提出相应的建议。

1 输变电工程电磁环境监测内容及方案

1.1 变电站监测方案

变电站工频电磁场监测的布点方案是: 变电站四周围墙外 5 m 处, 以及以距围墙 5 m 为起点, 直至监测到接近环境背景值为止的监测断面。无线电干扰监测的方案是: 避开高压进出线的一侧围墙起, 以 2^n m ($n = 1, 2, 3, \dots$) 处为测量点, 同时在离围墙 20 m 处布设一个测点, 测量频率为 0.15、0.25、0.5、1.0、1.5、3.0、6.0、10、15、30 MHz。

1.2 输电线路监测方案

输电线路架空线路工频电磁场监测方案是: 在档距中央导线弛垂最大处线路中心的地面投影点为测试原点, 沿垂直于线路方向进行, 测点间距为 5 m, 直至监测到接近环境背景值。无线电干扰监测方案是在上述路径上以 2^n m ($n = 1, 2, 3, \dots$) 为测量点, 测量频率为 0.5 MHz; 同时在离边线外 20 m 处布设一个测点, 测量频率为 0.15、0.25、0.5、1.0、1.5、3.0、6.0、10、15、30 MHz。

埋地电缆监测方案是: 以电缆沟中心线为测试原点, 沿垂直于电缆线路方向进行, 测点间距为 5 m, 直

至监测到接近环境背景值。无线电干扰监测方案是在上述路径上以 2^n m ($n=1, 2, 3, \dots$) 为测量点, 测量频率为0.5 MHz; 同时在离电缆沟边线20 m处布设一个测点, 测量频率为0.15、0.25、0.5、1.0、1.5、3.0、6.0、10、15、30 MHz。

2 输变电工程电磁环境影响评价标准

输变电工程在运行期间的主要环境影响因子为工频电磁场和无线电干扰。由于种种原因, 中国高压输变电工程的相关环境标准尚未制定。依据国家环保部制定的《500 kV超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》(HJ/T 24-1998), 推荐以4 kV/m作为居民区工频电场强度评价标准; 推荐以国际辐射保护协会(IRPA)关于公众全天辐射时的工频限值100 μ T作为工频磁感应强度评价标准。

高压输电线路的无线电干扰限值执行《高压交流架空送电线无线电干扰限值》(GB 15707-1995)规定, 在距线路边导线投影20 m、测试频率为0.5 MHz、好天气条件下的无线电干扰限值如表1所示。在输变电工程环境影响评价中, 变电站的无线电干扰限值一般参照执行该标准。

表1 无线电干扰限值

| 电压等级 /kV | 110 | 220~330 | 500 |
|---|-----|---------|-----|
| 无线电干扰限值/dB(μ V \cdot m ⁻¹) | 46 | 53 | 55 |

3 成都地区电磁环境实测与分析

3.1 不同区域电磁环境背景值实测及分析

由于地球自身会产生一定的电磁场, 再加上电磁科学技术的进步和应用, 使得人类生活在一个电磁环境之中。若避开输变电、无线电干扰等设施, 对成都地区不同区域的电磁环境背景进行了现场测量, 数据见表2。

监测数据表明, 成都地区工频电磁场、无线电干扰背景值均处于较低水平, 远远低于国家标准。中心城区的工频磁场较郊区大, 这主要是因为中心城区经济发达, 人口密集, 各种家用电器、办公设备等都可能影响工频电磁场。

3.2 变电站周围电磁环境实测结果及分析

目前成都地区变电站按照建设形式可分为户外变电站和户内变电站。本次测量分别选取成都地区

表2 不同区域电磁环境监测结果

| 区域 | 地点 | 工频电磁强度 / (kV/m) | 工频磁场强度 / μ T | 无线电干扰值 / dB(μ V \cdot m ⁻¹) |
|----|------------|-----------------|------------------|--|
| 城东 | 金堂县十里大道二段 | 0.002 | 0.017 | 29.28 |
| 城西 | 温江县文星村5组 | 0.002 | 0.018 | 26.48 |
| 城中 | 高新区天仁北2街2号 | 0.002 | 0.096 | 25.35 |
| 城南 | 双流双华路边 | 0.003 | 0.037 | 30.41 |
| 城北 | 新津县花中村6组 | 0.002 | 0.024 | 28.39 |

具有一定代表性、正常投入运行的220 kV和110 kV户外、户内变电站作为研究对象, 变电站周围的电磁环境监测数据见表3, 其中无线电干扰值为距离变电站围墙20 m处, 频率为0.5 MHz、好天气条件下的监测值。各变电站监测断面上实测的工频电场强度和工频磁感应强度分别见图1、图2。

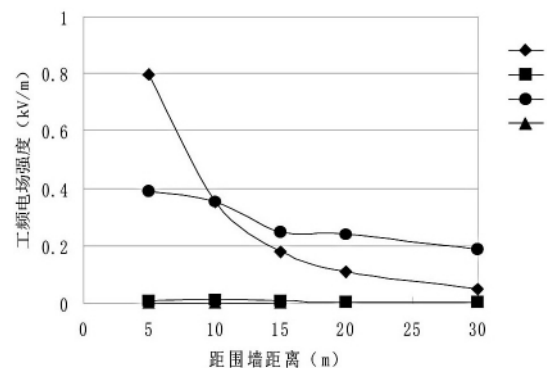


图1 变电站工频电磁监测结果

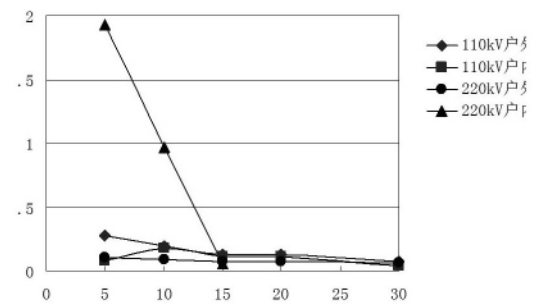


图2 变电站工频磁场监测结果

从监测结果可以看出, 变电站外工频电磁场最大值的位置一般都位于其架空出线或电缆出线侧, 这也说明了变电站周围较高的工频电磁场是由其高压出线引起的^[1]。除因220 kV塘坎街户内变电站周围建筑物较多, 监测断面无法避开电缆沟的影响外, 户内变电站产生的工频电磁场比户外变电站小, 且户内变电站外的工频电场很小, 接近环境背景值, 这主要是因为户内变电站设备都布置在室内, 建筑物的屏蔽作

用可有效降低工频电磁场,但无论是哪种变电站,其工频电场强度和工频磁感应强度都远小于国家标准限值,且随着距离的增加,工频电磁场衰减很快,在距离变电站围墙30 m外已基本相当于环境背景值。从监测数据还可看出,在距变电站围墙20 m处,频率为0.5 MHz、好天气条件下的无线电干扰值均小于相应的标准限值。

3.3 输电线路周围电磁环境实测结果及分析

目前成都地区的输电线路有架空线路和埋地电缆两种方式。架空线路有同塔双回、单回线路两种架线方式。随着城市中心城区土地资源的日益紧张,再加上架空线路难免会对城市景观产生一定的影响,成都市电力部门在中心城区逐渐采用埋地电缆方式来敷设高压线路。成都市埋地电缆目前主要埋设方式有电缆沟和电缆隧道两种。本次测量分别选取成都城区具有一定代表性、正常投入运行的220 kV和110 kV架空线路和埋地电缆作为研究对象,架空线路的电磁环境影响监测数据见表4,其中无线电干扰值为距线路边导线投影20 m、频率为0.5 MHz、好天气条件下的监测值。架空线路产生的工频电场、工频

磁场变化趋势见图3、图4、图5、图6。埋地电缆的电磁环境影响监测值见表5,其中无线电干扰值为距电缆沟边线20 m、频率为0.5 MHz、好天气条件下的监测值。

从监测数据可以看出,架空输电线路产生的工频电磁场、无线电干扰最大值均小于国家标准限值。工频电场强度最大值一般出现在距离线路边导线5 m以内,工频磁感应强度最大值一般位于边导线内。工频电磁场随着距线路中心的距离增加而迅速衰减,当距线路中心30 m时已接近环境背景值。同塔双回输电线路的工频电场强度有可能比单回输电线路的小,甚至会出现220 kV同塔双回线路的工频电磁场比110 kV单回线路的工频电磁场小,这主要是因为架空输电线路的电场强度不仅取决于线路的电压等级,在很大程度上还受到塔型结构、导线类型、弧垂高度及导线相序等设计参数的影响,同塔多回路线路采用逆相序排列时,可显著降低地面工频电磁场^[2-5]。

埋地电缆产生的工频电磁场、无线电干扰均满足国家标准要求。电缆周围的工频电场远小于架空线路,且不随距离电缆沟的距离变化,基本与环境背景

表3 城区各类变电站周围电磁环境监测结果

| 电压等级 /kV | 变电站 | 类型 | 工频电磁强度 / (kV/m) | | 工频磁场强度 / μT | | 无线电干扰值 / dB(μV·m ⁻¹) |
|----------|--------|----|-----------------|--------------|-------------|----------|----------------------------------|
| | | | 最大值 | 最大值点位 | 最大值 | 最大值点位 | |
| 110 | 大弯变电站 | 户外 | 1.130 | 架空出线侧围墙外 | 0.894 | 架空出线侧围墙外 | 30.50 |
| | 吉祥街变电站 | 户内 | 0.013 | 电缆出线侧围墙外 | 0.201 | 电缆出线侧围墙外 | 33.17 |
| 220 | 鱼凫变电站 | 户外 | 1.212 | 架空出线侧围墙外 | 0.692 | 架空出线侧围墙外 | 30.30 |
| | 塘坎街变电站 | 户内 | 0.002 | 变电站四周维持在同一水平 | 1.923 | 站外电缆沟上方 | 38.63 |

表4 各类输电线路电磁环境监测结果

| 电压等级 /kV | 架空线路类型 | 名称 | 弧垂高度 /m | 工频电磁强度 / (kV/m) | | 工频磁场强度 / μT | | 无线电干扰值 / dB(μV·m ⁻¹) |
|----------|--------|--------|---------|-----------------|--------|-------------|----------|----------------------------------|
| | | | | 最大值 | 最大值点位 | 最大值 | 最大值点位 | |
| 110 | 单回三角排列 | 代岳线 | 10.0 | 1.954 | 距边线1 m | 0.79 | 距边线1 m | 31.53 |
| | 单回水平排列 | 犀太线 | 9.0 | 0.901 | 距边线5 m | 5.84 | 边线内 | 34.50 |
| | 同塔双回 | 犀太犀苏线 | 10.0 | 1.370 | 边线内 | 1.44 | 距边线6.5 m | 34.30 |
| 220 | 单回三角排列 | 龙棉西线 | 8.0 | 2.370 | 距边线1 m | 1.22 | 边线内 | 32.60 |
| | 单回水平排列 | 渡石线 | 12.0 | 2.230 | 距边线4 m | 7.60 | 边线内 | 38.20 |
| | 同塔双回 | 龙马一、二线 | 16.6 | 1.530 | 边线内 | 4.34 | 边线内 | 37.50 |

表5 埋地电缆电磁环境监测结果

| 电压等级 /kV | 敷设方式 | 名称 | 工频电磁强度 / (kV/m) | | 工频磁场强度 / μT | | 无线电干扰值 / dB(μV·m ⁻¹) |
|----------|--------|--------|-----------------|---------------|-------------|-------|----------------------------------|
| | | | 最大值 | 最大值点位 | 最大值 | 最大值点位 | |
| 110 | 双回电缆同沟 | 黄太、林黄线 | 0.220 | 电缆隧道周围维持在同一水平 | 0.29 | 电缆沟上方 | 41.56 |
| 220 | 双回电缆同沟 | 尖石一、二线 | 0.014 | 电缆隧道周围维持在同一水平 | 1.04 | 电缆沟上方 | 35.50 |

值在同一个水平上,这是因为电缆外层的金属屏蔽层和铠装层可以有效地屏蔽电缆带电芯线在周围所产生的电场。埋地电缆产生的工频磁感应强度随着距电缆沟距离增加而迅速衰减,当距离电缆沟中心10 m时已经接近环境背景值。因此,埋地电缆基本不对环境产生影响。

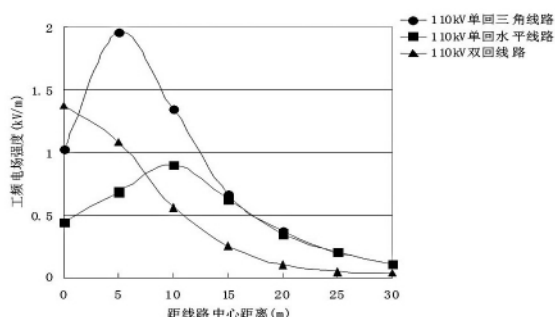


图3 110 kV 输电线路工频电场强度监测结果

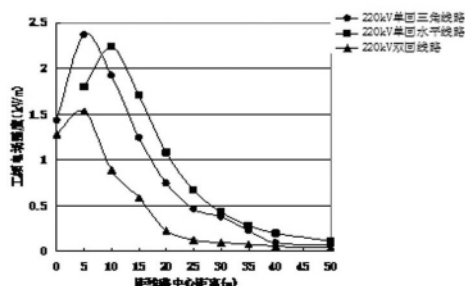


图4 220 kV 输电线路工频电场强度监测结果

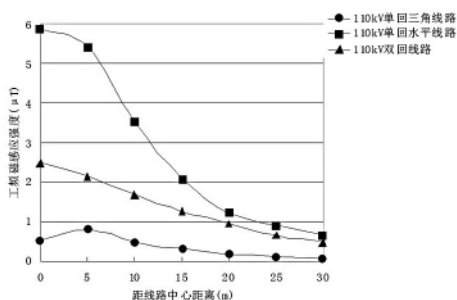


图5 110 kV 输电线路工频磁感应强度监测结果

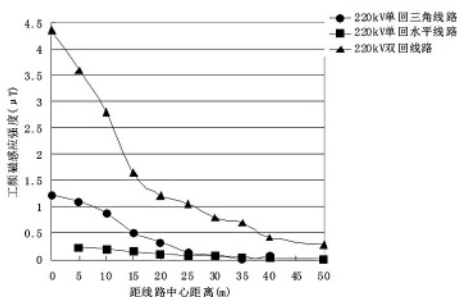


图6 220 kV 输电线路工频磁感应强度监测结果

4 结论

(1) 通过对成都地区不同类型的输变电工程周

围电磁环境现状实测结果分析,可以得出:工频电场强度低于4 kV/m的居民区限值;工频磁感应强度远远低于100 μT的标准限值;无线电干扰也满足相应的标准要求。

(2) 户内变电站的电磁环境影响远小于户外变电站;埋地电缆的电磁环境影响远小于架空输电线路。

(3) 受变电站和进出线的双重影响,变电站周围工频电磁场最大值一般位于变电站进出线侧围墙外,但仍满足相应的标准要求。

5 建议

(1) 中心城区新建变电站首先考虑户内变电站,建筑风格要与周围协调,降低周围居民在感官上的不适感。在进行变电站的设计时,要认真考虑进出线走向,尽量使进出线侧避开密集居民。

(2) 中心城区新建输电线路时优先采用埋地电缆,城市郊区可采用逆相序布置的同塔多回架空线路,提供架线高度,以节约土地资源,降低电磁环境影响。根据城市规划,逐步对中心城区架空线路进行下地电缆改造。

(3) 加强对社会宣传力度,广泛开展有关输变电工程电磁环境知识和有关电力法律法规的宣传,消除公众误解。

参考文献

- [1] 傅正财,宋春燕. 110 kV 变电所环保化设计研究[R]. 杭州: 杭州市电力局,上海交通大学电气工程系,2004.
- [2] 朱艳秋,宋晓东,赵志勇. 220 kV 高压输电线路工频电磁场影响因素研究[J]. 电力科技与环保,2011,27(1): 5-8.
- [3] 王广周,张嵩阳,闫东,等. 500 kV 超高压输电线路电磁环境影响因素分析及其防护对策[J]. 高压电器,2010,46(8): 93-100.
- [4] 谢连科. 110 kV 同塔双回交流输电线路工频电磁场分布规律研究[J]. 山东电力技术,2009(4): 3-5.
- [5] 《输变电设施的电场、磁场及其环境影响》编写组. 输变电设施的电场、磁场及其环境影响[M]. 北京: 中国电力出版社,2007: 99-109.

(收稿日期:2011-09-23)