

中波天线地网对发射效果的影响评价分析

马立华

内蒙古自治区广播电视传输发射中心翁牛特 804 台, 内蒙古 赤峰 024500

[摘要]文中分析了中波地网的运行原理, 并阐述中波地网对发射效果产生的影响, 主要体现在传播效率、信号装置安全、信号覆盖面积等方面, 最后结合实际案例提出天线地网铺设方案的优化措施。力求通过建设高频地井、改良地网辐射、加强天馈线维护等方式, 提高地网改造工程质量, 使天线辐射与信号传输效率得到极大提升。

[关键词]中波天线地网; 发射效果; 影响评价

DOI: 10.33142/sca.v4i5.4920

中图分类号: TN9;TN8

文献标识码: A

Evaluation and Analysis of Influence of Medium Wave Antenna Ground Network on Transmission Effect

MA Lihua

Wengniute 804, Radio and Television Transmission Center of Inner Mongolia Autonomous Region, Chifeng, Inner Mongolia, 024500, China

Abstract: This paper analyzes the operation principle of the medium wave ground grid, and expounds the impact of the medium wave ground grid on the transmission effect, which is mainly reflected in the aspects of propagation efficiency, signal device safety, signal coverage area, etc. Finally, combined with the actual case, the optimization measures for the laying scheme of the antenna ground grid are put forward. It strives to improve the quality of the ground grid reconstruction project by building high-frequency ground wells, and improves the ground grid radiation and strengthening the maintenance of sky feeders, so as to greatly improve the antenna radiation and signal transmission efficiency.

Keywords: medium wave antenna ground network; launch effect; impact evaluation

引言

当前城市化进程不断深入, 各类科技应用场景不断增加, 中波传播技术也随之更新换代, 可将信号及时准确的发射出去, 在无线广播中得到广泛应用。近年来, 房产行业的发展使高层建筑数量不断增加, 使无线地网受到不同程度的破坏, 中波发射效果也受到较大影响。对此, 需要综合分析影响因素, 并采取科学高效的应对措施, 使天线地网发射效果得到改进。

1 中波地网的运行原理

地网围绕着天线铁塔, 在发射场下方铺设导线, 将其当作天线辐射回路。地网导线电阻值小于大地电阻, 因此大地电流一般低于地网导线电流, 节约信号在大地中的损耗, 促进天线效率提升。中波天线地网以铁塔为圆心, 采用的铜导线直径在 $\phi 2-3\text{mm}$ 之间。在数量方面, 应重视土壤地导系数与相关地形情况, 并与长度、高度等指标结合起来, 通常导线长度范围为 $0.3-0.5\lambda$ 之间, 且 λ 代表的是信号波长, 一般与塔高相同。为减少地损, 地网埋设深度不应过深, 最好在 $0.3-0.5\text{m}$ 之间, 这样可使导线安全得到保障。与塔底中心相距不超过 0.5λ 的位置设置天线电磁感应区, 对损耗与地网间的联系综合分析, 与塔底相距 0.5λ 之处均为辐射场。一般情况下, 发射台位于城市中央, 天线多被建筑物遮挡, 需要地网敷设, 才可促进发射效率提升^[1]。

2 中波地网对发射效果产生的影响

天线与地网设计方式以及地网铺设情况, 均会对发射天线辐射功率产生直接影响。对此, 应在施工中综合分析地网的影响因素, 包括传播效率、信号覆盖面积、雷击等等, 才可使中波传输效果得到切实保障。

2.1 影响传播效率

天线自身辐射能量中的部分因地面距离增加而被消耗, 此类能量受地面消耗影响, 导致发射功率降低, 进而对辐射主电厂的功率产生不良影响。中波在地面发射期间, 随着地面覆盖范围增加而逐渐降低, 影响最终的发射效果。在天线发射信号时, 应综合分析辐射效率, 将高频电流变为电磁波能量, 天线辐射效率的计算公式为:

$$\eta = P_r / (P_r + P_L) = R_A / (R_A + R_L)$$

式中， η 代表的是天线辐射效率； P_r 代表的是辐射功率； P_L 代表的是输入功率； R_A 代表的是辐射电阻； R_L 代表的是损耗电阻。根据上述公式可知，天线辐射效率主要受两项因素影响，一是辐射电阻，二是地面损耗。如若地网设计与铺设质量不佳，很容易导致接地电阻增加，导致地面损耗随之提升，辐射效果削减。通常情况下，接地电阻值应低于 2Ω ，且数值越小辐射效果越好。

2.2 影响信号装置安全

地网作为发射天线接地端，如若自身质量较差，很容易使发射机驻波激增，甚至遭受雷击，影响信号装置安全。如若天线接地不合理，阻抗匹配很容易受天气因素影响，尤其是在雷雨天气下更会导致驻波比增加，发射机功率频繁降低，最终影响播出功率。因天线接地不科学还可产生更为严重的后果，即雷电经过天馈线通道使发射机受损，进而损坏广播设施。此外，发射频率还会影响辐射场，地波衰减与波长间的关系紧密，在功率不变的情况下，中波发射机频率越低时，辐射场抗衰减力便会越强，所覆盖的面积也随之增加。反之，如若发射机频率较高，则中波覆盖面积便会缩小。

2.3 影响信号覆盖面积

在地网传播技术原理影响下，在传播稳定性方面存在缺陷，从而影响信号覆盖面积。站在理论层面上看，中波技术拥有较强的抗干扰性，传播损失微小，可实现中远距离信号传输目标，但在实际应用中有效传输距离无法满足预期。究其原因，一方面因天线、地网的传播方式、介质需求不同，很难设置充分满足二者传输需求的信号源，进而影响信号发射稳定性；另一方面，在地网系统中，信号多以地波形式传输，对垂直天线材质、结构要求严格，但满足传输需求的天线通常抗干扰能力较弱，很容易受到损坏，且后续维护成本较高，难以普及应用，最终对信号传播效果产生不良影响。此外，因相位不同对中波的发射效果将产生不同影响。相位不同主要指主/副电厂、地网间的相位，三者相位不同可直接影响发射效果，还会影响覆盖区域内的信号稳定度，甚至使原本能够覆盖的地区未被彻底覆盖，一些不该被覆盖的区域却能接收到中波信号。一般情况下，信号以地波形式通过地面传播，传播形式以垂直极化波为主，因此中波天线也可采用垂直天线进行信号传输，使覆盖面积得到进一步扩大^[2]。

3 中波地网对发射效果影响的应对措施

3.1 项目概述

以某中波转播台改造工程为例，该工程共计创建三座中波自立塔，其中两种高度为 120m，为 923kHz 与 1206kHz 共塔，另一座高度为 76m，为 1092kHz 的单频塔。铁塔地网以自立塔为中心，每 3° 铺设一根直径为 3mm 的紫铜线，共计铺设 120 根，埋藏深度在 40—50cm 之间，以放射型向外铺设。地网长度不超过 0.3λ ，并在地网线的终点建设高频地井；地网线之间用半径不同的圆环连接起来，如下图 1 所示。

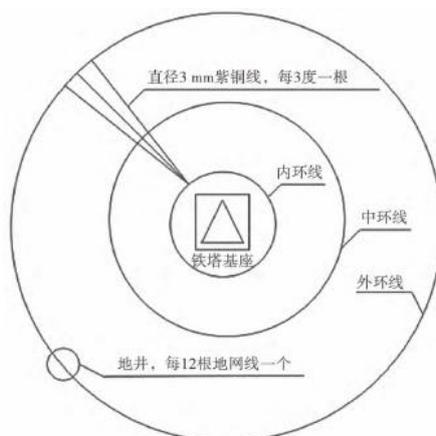


图 1 地网平面图

3.2 优化应用方案

为进一步提高信号传输质量，在原转播台基础上进行改造创新，通过设置高频地井、改良地网辐射、加强天馈线

维护等方式,有效避免和减少各类因素对发射效果产生的不良应用,依靠优化后的应用方案,取得理想的传输效果。

建设高频地井。地井为圆柱形,直径为1m、深度为2.3m,埋入直径为3mm的紫铜线,并与直径为1m、高度为2m的圆柱形铜笼焊接起来,填入混合土,由1.5m³改良土与50kg降阻剂构成,一边填充一边加水,并分层压实。在铁塔周围与调配室之间顺着墙外铺设尺寸为10cm×0.75mm的紫铜板,利用其与地网线、塔基回流条等连接起来,再采用宽度为40cm、厚度为10cm的混凝土密封。在半径为30m内任意选择一环,利用紫铜线将全部地网线相连。在地网线末端设置一个外环,用紫铜线将其与相邻地网连接。将相邻的12根全部连接后,采用规格为3mm×30mm的紫铜板埋入池底,深度约为50cm,每间隔6m采用1根砧柱垂直固定,由技术人员根据勘察资料与实际情况,绘制CAD图,再根据绘制好的天线地网图计算铜线长度,为材料采购提供准确依据。

(2)改良地网铺设。首先,将中波天线看成是小型塔基中心,调整发射频率,将其控制在0.3—0.5倍波长半径圆中,再将铜线弯曲成放射状,在地网地面均匀铺设,在焊接距离为70mm的接头位置用焊枪高温处理,满足地网铺设对铜线焊接的要求。其次,在铺设期间技术人员根据发射天线地理特点进行操作,因地网埋藏深度与层面有所不同,在地网埋藏期间内环应保持环形,且线数选择尽量为双线,发射天线直径为5cm时,内部地网结构外环也应为双线圆环;最后,个别之处需要填埋在地下,为节约后期维护成本,局部地区应严格控制铺设选材,严格审核材料与铺设工艺,尽量延长系统使用寿命,降低地网系统的应用成本,控制工程造价^[3]。

(3)加强馈线维护。在天馈线维护方面,应做好铁塔、地网与馈线等日常管理、维修工作,以周、月和季度为单位派遣专人进行检查。因地网焊接点较多、埋设深度较浅,很容易受多种因素影响出现断损情况。在实际工作中,要求技术人员及时处理破损问题,确保地网外观完整。该项目铁塔维护重点要做好拉线偏差校正工作,为各拉锚接点进行紧固并涂抹黄油。维护者定期检验放电球,判断接地电阻是否符合规定。在网络与馈线调配方面,技术人员应在每周停机检修期间进行巡查,尤其是雷雨天气下,更要测试电容电感是否遭受雷击、馈线各接点是否稳固等等,避免因接触不良影响传输效率。

3.3 改造效果

该转播台位于城市郊区,在改造后正式投入运行1年。与改造前相比,地网设计与铺设质量更加完善,使广播播出质量更高,中波信号的覆盖范围更大,以改造后的转播台为中心,半径45km范围内收听质量更佳,还可有效减少极端天气、雷电等对天线产生的干扰,避免天线驻波过大等故障发生,使信号装置安全得到切实保障。在信噪比方面,分别测试了923kHz与1092kHz两台发射机的信噪比指标,对比二者在开关情况下对另一方指标的影响,如表1所示。根据结果可知,二者之间相互影响较小,在阻塞网络隔离度方面能够达成预期目标。

表1 信噪比对比

923kHz 信噪比		1092kHz 信噪比	
开	-63dB	开	-61dB
关	-64dB	关	-62dB

4 结束语

综上所述,为增强信号发射效果,要求技术人员定期维护天线地网与相关装置,综合分析地网设计与铺设质量对发射效果产生的影响,尤其是传播效率、信号装置安全、信号覆盖面积等方面,并采取科学的应对措施,通过建设高频地井、改良地网辐射、加强天馈线维护等方式,提高发射传输设备带来的损害,促进信号稳定传输。

[参考文献]

[1]沈凯.天线地网对中波广播发射效果的影响[J].科技传播,2019(9):179-179.

[2]檀杉.探析天线地网对中波广播发射效果的影响作用[J].山东工业技术,2019(9):234-234.

[3]王伟.中波发射台天线地网维护的探讨[J].科技传播,2020(19):12.

作者简介:马立华(1971.2-)女,内蒙古赤峰市翁牛特旗人,汉族,大学学历,内蒙古自治区广播电视传输发射中心翁牛特804台副高级工程师,从事无线广播电视信号转播发射工作。