

广播电视无线覆盖工程

斯琴巴特尔

内蒙古自治区广播电视传输发射中心正镶白851台 内蒙古 锡林郭勒 013800

摘要：广播电视无线覆盖工程是保障公众获取广播电视服务的核心基础设施。本文先分析信号源类型与处理流程、无线传输规律及损耗因素、覆盖区域地理与用户特征等基础要素；再阐述覆盖目标界定与质量指标、频段特性分析与频率分配、台站选址与布局优化等规划内容；随后详解发射系统设备选型与天线设计、接收系统性能要求与室内覆盖方案、传输链路微波与卫星技术应用等技术要点；最后提出覆盖效果调整与干扰抑制、资源高效利用、运维标准化监控、应急保障构建的优化策略，为提升工程综合效能与服务质量提供实践参考。

关键词：广播电视无线覆盖工程；台站布局；传输链路；运维管理；应急保障

引言：广播电视作为重要的信息传播载体，其信号的广泛、稳定覆盖对满足公众文化需求、保障公共服务具有重要意义。广播电视无线覆盖工程是实现信号全域传输的关键支撑，然而工程实施中面临地理环境复杂、信号干扰、资源分配等多重挑战。深入研究该工程的基础要素、规划方法、技术实现与优化策略，能为工程实践提供科学指导，推动广播电视无线覆盖能力提升，更好地服务于社会信息传播与文化建设。

1 广播电视无线覆盖工程基础要素

1.1 信号源相关

节目信号类型中，模拟广播电视节目信号以连续变化的波形传递信息，编码方式相对直接但抗干扰能力较弱，对带宽需求较高且信号传输过程中易出现失真；数字广播电视节目信号则通过离散的数字编码传递信息，编码方式更复杂却能有效提升抗干扰能力，在相同带宽下可承载更多节目内容，还能通过纠错编码技术减少信号传输中的误差^[1]。信号处理流程需经历多道关键环节，节目制作完成后先进行信号采集与预处理，将原始音视频信号转化为标准格式，随后通过调制技术将信号加载到高频载波上，使信号具备适合无线传输的特性，部分场景下还需进行复用处理，将多路节目信号整合为一路复合信号，确保后续传输过程中能高效利用频率资源，最终形成可通过无线方式发射的信号。

1.2 无线传输特性

电磁波传播规律在不同环境中呈现不同特点，在自由空间中电磁波以直射方式传播，信号强度随传播距离增加而逐渐衰减；进入大气层后受大气成分影响，可能出现折射现象导致传播路径发生弯曲；到达地面附近时，会与地面、建筑物等物体发生反射，反射信号与直射信号叠加可能产生信号增强或减弱的情况，这些现象

都会直接影响信号的最终接收强度与质量。传播损耗因素涵盖多个方面，距离越远信号损耗越大，不同频率的电磁波损耗程度存在差异，高频信号在传播过程中损耗通常更明显，地形地貌也会对损耗产生显著影响，山地、丘陵等地形会阻碍电磁波传播，导致信号在翻越障碍物时产生额外损耗，这些因素均需在覆盖范围规划与发射功率设计时重点考量。

1.3 覆盖区域特征

地理环境差异对无线覆盖提出不同要求，城市区域建筑物密集且高大，会对电磁波形成大量遮挡，导致信号易出现盲区或弱区，需要更密集的站点布局来弥补遮挡影响；农村区域建筑物相对稀疏，但部分区域可能存在地形起伏，同样会对信号传播造成阻碍；山区地形复杂且高差较大，电磁波传播易受山体遮挡，覆盖难度显著高于平原区域；水域表面对电磁波反射较强，可能导致信号在水面附近出现不稳定情况。用户分布特点也会影响覆盖工程规划，用户密度高的区域对信号容量需求更大，需确保信号能同时满足大量用户的接收需求；不同区域用户的收视习惯存在差异，部分区域用户可能在特定时段集中收视，这就要求覆盖系统在高峰时段保持稳定的信号质量，以匹配用户的实际使用需求。

2 广播电视无线覆盖工程规划

2.1 覆盖目标设定

服务范围界定需综合考量多方面因素，行政区划是重要参考依据，需结合不同行政区域的管理边界与服务需求，明确各区域的覆盖责任与范围；人口分布情况同样关键，人口密集区域往往对广播电视服务需求更高，需优先纳入重点覆盖区域，而人口稀疏区域可作为一般覆盖区域逐步推进，通过合理划分重点与一般区域，实现资源的高效分配，确保有限的工程投入能优先满足核

心需求^[2]。质量指标确定需围绕用户接收体验展开，信号强度需达到能稳定穿透常见建筑物墙体的水平，避免因信号过弱导致接收中断；信噪比需控制在合理区间，减少杂音、雪花点等干扰现象对收视效果的影响；误码率则要严格限定在极低范围，防止因数据传输错误导致画面卡顿、声音失真，通过明确这些指标，为工程实施与验收提供清晰的质量标准。

2.2 频段与频率规划

可用频段分析需深入挖掘不同频段的特性，甚高频（VHF）频段波长较长，绕射能力较强，在复杂地形中传播时受遮挡影响较小，适用于大范围覆盖，尤其在农村、山区等地形复杂区域优势明显，但该频段带宽相对有限，可承载的节目数量较少；超高频（UHF）频段波长较短，信号传播更趋向直线，受建筑物、山体遮挡影响较大，覆盖范围相对较窄，但带宽更宽，能容纳更多节目内容，更适合城市等人口密集、建筑物密集的区域。频率分配原则需以保障信号传输质量与资源利用率为核心，避免同频干扰要求相邻覆盖区域不使用相同频率，防止信号叠加导致接收混乱；避免邻频干扰则需合理控制相邻频率的间隔，减少频率间的相互影响；在此基础上，还需通过科学规划提高频率利用率，在有限的频段资源内尽可能满足更多区域的覆盖需求，形成兼顾质量与效率的频率分配方案。

2.3 台站布局规划

台站选址原则需全面评估各类影响因素，覆盖范围是首要考量，台站位置需能辐射到目标服务区域，确保信号覆盖的广度；地形地貌会直接影响信号传播，地势较高且视野开阔的位置能减少遮挡，提升信号传播距离与质量；电磁环境需远离强干扰源，避免工业设备、其他无线发射装置等对台站信号产生干扰；交通条件则关系到后期设备运输、维护人员进出的便利性，便于日常运维工作开展。布局优化方法需借助技术手段提升科学性，通过数学模型模拟不同台站位置的覆盖效果，计算信号覆盖半径、重叠区域等关键参数；结合计算机模拟技术，还原服务区域的地理特征与用户分布情况，对台站布局进行反复调整，消除覆盖盲区与弱区，同时避免过度重叠导致的资源浪费，最终实现覆盖均匀性与连续性的平衡，确保整个服务区域内用户都能稳定接收信号。

3 广播电视无线覆盖工程技术实现

3.1 发射系统技术

发射机选型与配置需匹配工程实际需求，不同类型发射机在输出功率、频率稳定性、效率等参数上存在差异。大功率发射机适合大范围覆盖场景，能提供更强

的信号辐射能力；中小功率发射机则更适配局部区域补盲，可降低能耗与成本。配置时需结合覆盖范围大小与频率规划要求，调整发射机的工作频段与输出功率，同时兼顾设备散热与信号线性度，确保发射信号稳定且符合传输标准。天线系统设计是信号有效辐射的关键，天线承担着将电信号转化为电磁波并辐射出去的作用^[3]。全向天线可实现360度信号覆盖，适合人口分散的开阔区域；定向天线则能将信号集中辐射至特定方向，适用于狭长地带或需避开遮挡的区域。设计需依据发射频率确定天线尺寸，结合覆盖范围测算架设高度，通常地势越高信号传播距离越远，通过调整天线方向角与俯仰角，优化信号覆盖的精准度，减少信号浪费。

3.2 接收系统技术

接收设备性能要求直接关系用户收视质量，灵敏度决定设备捕捉微弱信号的能力，灵敏度越高越能在信号弱区实现稳定接收。选择性可帮助设备从复杂电磁环境中筛选目标信号，避免邻近频率信号的干扰。抗干扰能力则能抵御工业电磁、其他无线信号等干扰源影响，确保在复杂环境下仍能接收清晰信号，这些性能指标需根据覆盖区域的电磁环境特点合理设定。室内覆盖解决方案针对建筑物遮挡导致的信号衰减问题，室内分布系统通过在室内部署多个小功率天线，将室外信号均匀分布至室内各个区域，适合商场、写字楼等大型建筑。

3.3 传输链路技术

微波传输技术基于电磁波在微波频段的直线传播原理，具有传输速率高、部署灵活的特点，适合台站之间的中短距离信号传输。其优势在于不受地形限制，可快速搭建临时传输链路，但易受天气影响，雨雪雾等天气会导致信号衰减，且传输距离受视距限制，需合理设置中继站，在城市密集区域还需考虑建筑物对微波信号的遮挡影响。卫星传输技术通过地球同步卫星实现信号的远距离传输，系统由卫星、地面发射站与接收站组成。其在远程覆盖中优势显著，能轻松覆盖偏远山区、海岛等地面台站难以触及的区域，在应急广播中可快速实现全域信号投放。

4 广播电视无线覆盖工程优化策略

4.1 覆盖效果优化

信号强度调整需结合覆盖区域实际环境推进，针对信号弱区可适当提升发射机输出功率，增强信号辐射能力；对于信号过强导致的干扰区域，则需降低功率或调整天线方向角、俯仰角，避免信号过度叠加^[4]。在城市高楼密集区域，可通过微调天线架设高度，减少建筑物遮挡对信号传播的影响；在山区等地形复杂区域，需根据

山体走向优化天线方向,确保信号能绕过遮挡物覆盖目标区域,最终实现信号强度全域均匀分布。干扰抑制措施需先全面排查可能的干扰源,其他无线通信设备的信号若与广播电视频段相近,可能产生频率干扰;工业设备运行时产生的电磁辐射则会形成电磁干扰。针对频率干扰,可通过调整广播电视信号频段或增加频率间隔来规避;针对电磁干扰,需在发射台站周边设置电磁屏蔽装置,或选用抗干扰能力更强的传输设备,同时定期监测干扰源变化,动态调整抑制措施,持续保障信号质量稳定。

4.2 资源利用优化

频率资源优化需借助技术手段提升利用效率,频率复用技术可在不同区域合理重复使用相同频率,通过控制区域间隔与信号强度,避免同频干扰,大幅提升有限频段的覆盖范围;动态频率分配技术则能根据不同时段的信号需求变化,灵活调整频率资源分配,在收视高峰时段为用户密集区域分配更多频率资源,低谷时段则减少资源占用,实现频率资源的动态适配。设备资源整合需从工程整体成本与效率出发,对性能相近、覆盖范围重叠的发射机进行合并,减少重复部署;对闲置或老旧的天线设备进行评估,淘汰低效设备并替换为多功能集成天线,既能减少设备冗余,又能降低设备采购与维护成本。

4.3 运维管理优化

监控系统建设需覆盖工程全链路设备与信号状态,在发射机、天线上部署传感器,实时采集设备运行参数如功率、温度、电压等,同时监测覆盖区域的信号强度、信噪比等指标,数据实时传输至管理平台并可视化展示。当设备参数异常或信号质量下降时,系统自动触发预警,提醒运维人员及时介入,避免故障扩大化,保障工程持续稳定运行。运维流程优化需制定标准化的操作规范,明确设备巡检周期、故障排查步骤、维护作业标准等,避免运维工作的随意性。可引入数字化工具记录运维过程,形成运维档案,便于追溯历史问题与优化

方案;同时对运维人员进行定期培训,提升其操作熟练度与故障处理能力,进一步提高运维效率,减少因操作失误或处理延迟导致的成本增加。

4.4 应急保障优化

应急预案制定需覆盖各类突发场景,包括自然灾害导致的设备损坏、电力中断,以及信号传输链路故障等情况^[5]。预案中需明确应急响应流程、责任分工与处置时限,例如电力中断时启用备用电源的操作步骤,设备损坏时的临时替代方案,确保突发情况发生后能快速启动应对措施。应急资源储备需结合工程覆盖范围与潜在风险配置,在关键台站储备备用发射机、天线、电源设备等,确保故障设备能及时更换;在偏远区域或自然灾害高发区域,额外储备应急通信设备,保障故障期间与运维团队的信息畅通。

结束语

广播电视无线覆盖工程需统筹基础要素分析、科学规划、技术落地与持续优化,才能实现信号稳定、高效覆盖。从信号源处理到传输链路搭建,从台站布局到应急保障,每个环节的合理推进均对工程质量至关重要。未来,随着技术不断发展,需进一步优化工程方案,提升应对复杂环境与突发情况的能力,持续完善广播电视无线覆盖体系,为公众提供更优质的信号服务,助力广播电视行业持续健康发展。

参考文献

- [1]何泽宇.台站广播电视无线覆盖工程技术信号源传输方案[J].中国新通信,2025,27(2):55-57.
- [2]许瑞,王利娜.广播电视无线覆盖工程的设计方案[J].东西南北,2024(3):35-37.
- [3]王培玉.广播电视无线数字化覆盖工程建设研究[J].电声技术,2025,49(7):4-6.
- [4]李俊.无线数字覆盖技术在广播电视工程中的应用研究[J].科学与信息化,2024(19):74-76.
- [5]马骏.广播电视无线数字化覆盖工程技术分析[J].信息记录材料,2024,25(2):115-117.