

广播发射系统运行状态评估与维护策略优化

迟玉强

内蒙古自治区广播电视传输发射中心额尔古纳712台 内蒙古 呼伦贝尔 022250

摘要: 广播发射系统作为信息传播关键设施,其运行状态至关重要。传统维护模式有局限,建立科学评估体系迫在眉睫。评估体系涵盖指标、方法技术、模型与等级划分。基于状态评估,应向预测性维护转型,采取动态周期、差异化维护等措施,借助数字孪生等技术,实现全生命周期智能化运维,保障广播事业稳定发展。

关键词: 广播发射系统; 状态评估; 维护策略; 预测性维护; 运维优化

引言: 广播发射系统作为信息传播的关键基础设施,其稳定运行关乎公共服务效能与社会和谐。然而,设备老化与技术迭代使得传统维护模式弊端凸显,过度维护或维护不足问题频发,既浪费资源又增加风险。在此背景下,构建科学全面的运行状态评估体系迫在眉睫。通过精准评估指标、多元评估方法及量化模型,可实现故障前预警,优化维护策略。同时,向预测性维护转型,借助智能化技术,有望推动广播发射系统迈向全生命周期智能化管理新阶段。

1 广播发射系统运行状态评估的重要性

广播发射系统作为信息传播领域的关键基础设施,承担着将各类节目信号准确、稳定地传输至广大受众的重要使命,是保障公共服务安全与效能的核心环节。其运行状态的稳定性、可靠性以及播出质量,不仅直接影响到受众接收信息的及时性与准确性,更关乎社会的稳定与和谐发展。(1)在广播发射系统的长期运行过程中,设备老化问题不可避免。随着使用年限的增加,设备性能逐渐下降,故障发生率显著上升。与此同时,科技的飞速发展促使广播发射技术不断迭代更新,新型设备和技术层出不穷。传统的基于固定周期的维护模式,往往难以精准把握设备的实际运行状况,容易出现过度维护或维护不足的情况。过度维护会造成资源的浪费,增加运营成本;而维护不足则可能导致设备突发故障,影响正常播出,甚至引发安全事故。(2)建立一套科学、全面的运行状态评估体系迫在眉睫。这一体系能够实时、准确地监测设备的各项运行参数,通过数据分析与建模,提前发现潜在的故障隐患,实现从“故障后维修”向“故障前预警”的转变。这不仅有助于保障广播节目的安全播出,避免因设备故障导致的播出中断,还能有效延长设备的使用寿命,降低设备更换频率。同时,通过精准评估,可以合理安排维护资源,优化运营成本,提高广播发射系统的整体运行效率和经济效益,

为广播事业的可持续发展奠定坚实基础^[1]。

2 广播发射系统运行状态评估体系构建

2.1 评估指标体系

在广播发射系统运行状态评估中,构建全面且精准的评估指标体系至关重要,它从多个维度对系统进行考量。(1)性能指标是衡量系统优劣的关键。发射机输出功率决定了信号的覆盖范围与强度,是信号有效传播的基础;频率稳定度确保信号在传输过程中保持稳定,避免频率偏移导致的信号失真;调制度反映了信号对载波的调制程度,影响音频等信息的准确还原;非线性失真度体现系统对信号处理的线性程度,失真过大会降低播出质量;整机效率则反映了系统将电能转化为有效信号的能力,直接关联着能效水平。(2)结构完整性指标关乎系统的物理安全。关键元器件如功率放大模块、电源模块、冷却系统的工作状态,直接影响系统能否正常运行;磨损程度反映了元器件的老化情况,可能引发故障;连接件紧固情况则保障了各部件之间的可靠连接,避免松动导致的接触不良。(3)环境适应性指标不容忽视。机房的温度、湿度、洁净度影响设备的散热与稳定性;接地电阻值关乎电气安全;供电质量中的电压波动、谐波含量会影响设备的正常工作,是系统长期稳定运行的重要外部因素。(4)历史运维数据为趋势分析提供依据。历史故障记录可追溯问题根源,平均无故障时间(MTBF)和平均修复时间(MTTR)能反映系统的可靠性与可维护性。

2.2 评估方法与技术

(1)在广播发射系统运行状态评估中,多种评估方法与技术协同作用,为准确掌握系统状况提供有力支撑。(2)在线监测技术是实时掌握系统运行动态的关键手段。借助传感器网络,可对电压、电流、温度、功率等关键参数进行不间断采集。这些传感器如同系统的“神经末梢”,能敏锐感知设备运行时的细微变化,并

将数据实时传输至监控中心。通过在线监测,运维人员可随时了解系统当前的工作状态,及时发现潜在问题。

(3) 离线检测技术则侧重于对系统进行深度性能剖析。定期使用频谱分析仪、网络分析仪等专业仪器,对广播发射系统开展全面且细致的检测。这些仪器能够精准测量系统的各项性能指标,发现一些在线监测难以察觉的潜在故障隐患,为系统的精准维护提供依据。(4) 数据分析与诊断是评估的核心环节。利用大数据分析技术和人工智能算法,如机器学习,对采集到的海量数据进行深度挖掘和处理。通过分析,可识别系统性能的劣化趋势,实现早期故障诊断,并对设备的剩余寿命进行预测,为制定科学合理的维护策略提供精准指导^[2]。

2.3 评估模型与等级划分

在完成广播发射系统评估指标体系构建与评估方法确定后,建立科学合理的量化评估模型并划分系统状态等级是精准实施运维决策的关键。(1) 基于前文所述的电气性能、结构完整性、环境适应性等指标以及在线监测、离线检测等获取的数据,可采用加权评分法或模糊综合评价法来构建量化评估模型。加权评分法根据各指标对系统状态影响的重要程度赋予不同权重,将各项指标的实测值进行加权求和,得出综合评分;模糊综合评价法借助模糊数学理论,处理评估过程中的模糊性和不确定性,更全面地考量各种因素对系统状态的影响。

(2) 依据量化评估模型得出的结果,可将广播发射系统状态划分为“优秀”“良好”“注意”“预警”“故障”五个等级。不同等级对应不同的系统状态和维护需求,为运维人员制定差异化维护决策提供了清晰、直观的依据,有助于实现精准维护,提高广播发射系统的可靠性和稳定性,保障广播节目的安全优质播出。

3 统维护策略分析及其局限性

3.1 定期维护模式

在广播发射系统的运维管理领域,定期维护模式作为一种传统且应用广泛的维护策略,长期以来占据着重要地位。该模式主要基于固定时间周期或者设备累计运行小时数来制定维护计划,实施预防性维护操作。(1) 具体而言,它会预先设定一个明确的时间节点,例如每季度、每半年或者每年,当到达这个时间点时,无论广播发射设备当前的实际运行状态如何,运维人员都需要按照既定的维护流程,对设备进行全面的检查、清洁、润滑、紧固以及部分零部件的更换等维护工作。另外,也会依据设备累计运行的时长,如每运行 1000 小时、2000 小时等,来触发相应的维护动作。(2) 这种定期维护模式在一定程度上能够提前发现设备潜在的问题,降

低突发故障的发生概率,保障广播发射系统的基本稳定运行。然而,它也存在明显的局限性,即缺乏对设备实际状态的针对性考量,可能导致过度维护或维护不足的情况出现。

3.2 事后维修模式

在广播发射系统的维护策略中,事后维修模式是一种较为传统且在特定场景下仍存在的维护方式。其核心特征在于,仅当设备出现明显的故障表现,无法正常运行甚至导致播出中断时,才会启动维修流程。(1) 从成本角度来看,事后维修模式具有一定的优势。由于无需提前投入大量资源进行预防性维护,在设备正常运行期间,维护成本相对较低,人力、物力等方面的支出较少。(2) 这种模式的弊端也十分显著。广播发射系统一旦发生故障,往往会导致长时间的停播。对于依赖广播传递信息的受众而言,停播意味着信息获取的中断,可能影响公众对重要资讯的了解。而且,故障设备在带病运行过程中,可能引发更严重的安全问题,如电气短路引发火灾、设备部件损坏飞出造成人员伤亡等,给广播发射台站的人员安全和财产安全带来极大威胁。因此,在实际应用中,需谨慎权衡事后维修模式的利弊^[3]。

3.3 局限性分析

在广播发射系统的维护管理中,定期维护模式与事后维修模式虽各有应用,但均存在明显局限性。(1) 定期维护模式下,由于其维护计划的制定主要基于预设的时间或运行时长,而非设备实际健康状态,极易导致“过度维护”问题。一方面,这会造成备件的不必要消耗,大量备件被提前更换,增加了库存成本和资金占用;另一方面,频繁的人力投入也推高了维护成本。更为严重的是,频繁对设备进行拆卸、组装等维护操作,可能会在过程中引入新的故障隐患,比如部件安装不到位、连接松动等,反而降低了设备的可靠性。(2) 而事后维修模式则处于完全被动的状态,只有当设备出现故障、影响播出时才进行维修。这种模式不仅会导致长时间的停播,影响信息传播的及时性和连续性,还伴随着较高的安全风险,如设备故障可能引发电气事故等。可见,这两种模式均未能与设备的实际健康状态有效关联,造成了资源利用的效率低下,难以满足现代广播发射系统高效、稳定运行的需求。

4 基于状态评估的维护策略优化

4.1 向预测性维护转型

在广播发射系统维护领域,向预测性维护转型已成为提升系统可靠性与运维效率的关键方向,其核心思想为“视情维修”。(1) 传统的定期维护模式,往往依

据固定周期安排检修,易出现过度维护或维护不足的情况;事后维修模式则是在故障发生后才介入,导致停播时间延长、安全风险增加。而预测性维护打破了这两种模式的局限,它借助先进的传感器技术、在线监测系统等,对广播发射设备的运行状态进行持续、实时的监测与评估。(2)通过对设备关键参数的精准采集和深度分析,能够准确判断设备部件的性能变化趋势,提前预知设备何时可能需要进行维护。在此基础上,有计划、有针对性地安排维修活动,将故障消除在萌芽状态。这种维护方式不仅能有效避免突发故障对广播播出造成的影响,确保信息传播的连续性和稳定性,还能充分挖掘设备部件的使用潜力,最大化其使用寿命,从而降低整体运维成本,提高广播发射系统的综合效益。

4.2 维护策略优化具体措施

为切实推进广播发射系统向预测性维护转型,实现维护策略的优化升级,可从以下方面着手。(1)在维护周期管理上,实施动态维护周期制定。依据状态评估等级和预测模型结果,对不同设备、部件的维护周期进行灵活调整。对于状态评估为良好、运行稳定的设备,可适当延长维护周期,减少不必要的干预;而对于状态发出预警的设备,则提前介入维护,防止故障恶化。(2)维护内容方面,推行差异化维护。针对不同状态评估等级制定专属维护工单。“良好”等级的设备,仅安排常规检查,确保其持续稳定运行;“预警”等级的设备,则需开展针对性诊断,及时更换存在隐患的部件。(3)基于预测结果进行资源精准配置。精准准备与调度维护人员、工具和备件,避免库存积压造成资金浪费,降低应急调配带来的额外成本。(4)建立运维决策支持系统,整合状态监测、评估模型和维护管理流程,打造智能化运维平台,为管理人员提供科学、全面的决策依据^[4]。

4.3 智能化运维展望

在科技飞速发展的当下,物联网、大数据和AI技术正深度融合,为广播发射系统的运维带来前所未有的变革契机,未来其运维必将迈向全生命周期智能化管理

的新阶段。(1)数字孪生技术将成为这一变革的关键支撑。借助该技术,可在虚拟空间中精准构建广播发射系统的镜像模型,此模型与现实系统实时交互、数据同步。通过这一模型,能实现对发射系统状态的超精准仿真,无论是日常运行中的细微参数变化,还是复杂工况下的系统表现,都能清晰呈现。同时,可进行故障推演,提前模拟各种潜在故障场景及影响,为制定应对策略提供依据。还能对不同运维策略进行验证,筛选出最优方案。(2)随着技术的持续演进,广播发射系统有望达成无人值守和自主运维的终极目标。系统可依据实时数据和预设规则,自动完成故障诊断、维护决策及执行,极大提升运维效率与可靠性,降低人力成本,为广播行业的稳定发展筑牢坚实基础。

结束语

广播发射系统作为信息传播的关键,其运行状态评估与维护策略优化至关重要。传统定期维护与事后维修模式存在明显局限,难以满足现代广播发射系统高效稳定运行需求。向预测性维护转型,通过动态维护周期制定、差异化维护、资源精准配置及建立运维决策支持系统等具体措施,可实现维护策略优化升级。随着物联网、大数据和AI技术深度融合,数字孪生技术将提供关键支撑,推动广播发射系统迈向全生命周期智能化管理,达成无人值守和自主运维目标,为广播行业稳定发展提供坚实保障,开启广播发射系统运维的全新篇章。

参考文献

- [1]王东珍.基层广播电视发射台设备维护及管理探讨[J].西部广播电视,2023,44(01):238240.
- [2]张庶.中波广播发射天线的类型及维护方案研究[J].电视技术,2022,46(09):136138+155.
- [3]冯学精.中波广播发射技术及维护措施探讨[J].电子测试,2022,(15):128130.
- [4]何祖乾,陆桂天.中波广播发射台站发射机智能监控系统研究与设计[J].电视技术,2024,48(12):51-54+73.