Design of a transmitter abnormal data expansion monitoring system based on Internet of Things technology

Qian Zhao

National Radio and Television Administration 95-1, Shijiazhuang, Hebei, 050407, China

Abstract

Real time, accurate, and intelligent monitoring of the operating status of broadcasting transmission equipment is crucial to solve the problems of outdated equipment, frequent abnormal faults, and low efficiency of manual inspection. Design a transmitter abnormal data expansion detection system, which is based on Internet of Things technology. By connecting monitoring, testing, analysis and other equipment, the system can achieve real-time monitoring, collection, statistical analysis and alarm functions of abnormal data, thereby improving the safety and stability of the transmitter and completing the intelligent transformation of traditional transmitter detection systems. The results show that the extended monitoring system for abnormal data of transmitters based on IoT technology can timely detect abnormal data of transmitters, effectively improving the operation and maintenance efficiency of safe broadcasting work.

Keywords

transmitter; Abnormal monitoring system; Real time monitoring; The Internet of Things

基于物联网技术的发射机异态数据拓展监测系统设计

赵倩

国家广播电视总局九五一台，中国 · 河北 石家庄 050407

摘　要

为解决广播发射台设备老旧、异态故障多、人力巡检效率低等问题，实时、精准、智能地监测设备的运行状态至关重要。设计一套发射机异态数据拓展检测系统，系统以物联网技术为核心，通过连接监测、测试、分析等设备，实现异态数据的实时监控、采集、统计分析和报警功能，从而提高发射机的安全性和稳定性，完成传统发射机检测系统的智能化改造。结果显示，基于物联网技术的发射机异态数据拓展监测系统可以及时发现发射机异态数据，有效提升安全播出工作的运行维护效率。

关键词

发射机；异态监测系统；实时监测；物联网技术

1 引言

近年来，很多广播发射台站因设备老旧，高负荷运行多年，异态故障越来越多。另外，因为人力巡检效率低，缺乏有效的对异态故障监测手段，还导致停播事故频发，影响发射机房安全稳定的运行，对安全播出工作造成严重的安全隐患 [1-3]。因此，设计一套应用在发射机、发射机附属设备及机房中的异态故障监测系统十分重要。

传统的发射机、发射机附属设备及机房设备数量较多、布线复杂、信息反馈不及时，人工管理方式已经不能满足站台的实际需求。本文设计一个全开放的异态监测系统，通过连接各种传感器和设备，实现对系统实时监控、数据采集、统计分析和报警等功能的综合管理 [4-7]。系统的设计改变了数据孤岛现象，综合运用了多种监测采集终端对发射机、附属设备、机房进行 24 小时不间断异态监测，使机房人员可以在故障进一步造成损失和安全播出影响之前将异态隐患遏制在萌芽状态，为及早深入排查和维护发射机提供帮助，为维护检修提供依据。

2 系统软硬件设计

2.1 整体架构设计

图 1 整体架构设计

【作者简介】赵倩（1983–），女，中国河北石家庄人，硕士，高级工程师，从事广播发送技术研究。

系统整体架构设计如图 1 所示，其中，发射机异态数据拓展监测系统包括现场环境参数和设备状态采集系统、信息传输系统、数据存储系统、嵌入式控制软件和监控画面组态软件系统。现场环境参数和设备状态采集系统由传感器、I/O 采控模块组成，直接连接甲机房发射机进出水管温度传感器，发射机射频机箱、水电机箱、马达机箱、模块室漏水监测绳，机房温湿度传感器，UPS 电源和蓄电池、空调、烟感等被监控设备；传输系统将采集的现场信号通过以太网、RS485 等方式上传到存储系统嵌入式监控主机；存储系统嵌入式监控主机采用 ARM 系列嵌入式计算机，双重看门狗设计，可脱网工作并具有独立数据处理及数据存储能力，将现场设备采集层传来的各种信息进行存储、实时处理、分析和输出，处理所有的报警信息，记录报警事件；软件系统安装在任意一台电脑上，便于维护人员随时随地了解机房被监控设备的工作状况。

2.2 监测采集设计

为了能够对系统做到多样化实时智能监测，使监测系统能够及时、精确、稳定地提供各种信息，特别是异态信息。以下主要从漏水、水温、温湿度三个角度出发，对传感器的模块化进行合理优化设计，采用多种类型监测采集终端对所需信息进行采集。

2.2.1 漏水监测系统

漏水检测绳具有柔韧性强、无任何金属裸露、灵敏度高等优点，已广泛应用于工程领域 [8]。因此，设计将漏水检测绳以 S 型设计布于发射机内部有漏水隐患的部位，如三 π 、水电机箱、马达机箱及灯丝变压器下方，参见图 2。

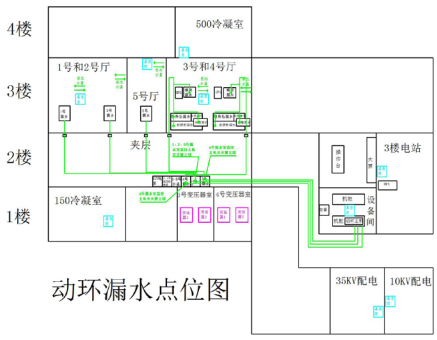

图 2 漏水监测点位图

在监测过程中，漏水检测传感器与监控主机相连，一旦监测点位出现漏水状态，传感器将提供准确的位置信息并发送到终端，实现对漏水的实时监测，监测信息对排查漏水点和处理漏水故障提供了依据。

2.2.2 水温监测系统

为了实时监控主机进出口水温是否正常，监测系统采用线性热敏电阻温度传感器对各个进出口位进行监测，监测点位图参见图 3。

考虑到传统的热敏电阻传感器受非线性化的影响，其测量结果存在误差。因此，利用电阻串并联法将热敏电阻温度传感器的非线性化转换为线性化 [9]，对测量误差进行补偿，这种优化方法可以提高测量范围和精度，电阻串并联电路图参见图 4。

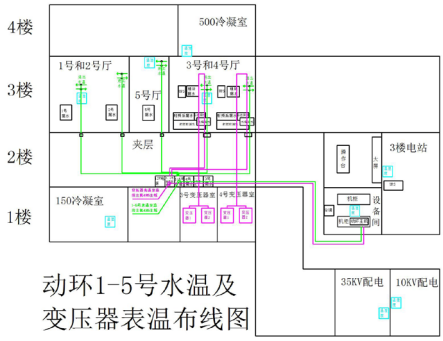

图 3 水温监测点位图

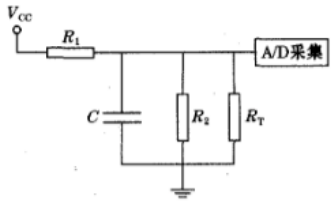

图 4 热敏温度电阻串并联电路图

当补偿温度区间在 T_1 至 T_2 时，可以测量得到对应的电阻值为 R_{T1} 和 R_{T2}；区间内任一温度对应的电阻值为 R_{T0}；经过线性处理后，电阻值分别为 R_1、R_2 和 R_T，如图 5 所示；通过式（1），可以求得 R_1 和 R_2 的值。

$$R_T = \frac{R \times R_2 - R_1 \times R_2}{R_1 \times R_2 - R} \tag{1}$$

在监测过程中，水温过高或过低均会及时报警，监测进出水温还可判断冷凝器工作是否正常、发射机该频率调谐状态是否正常。

2.2.3 温湿度监测系统

系统部分电气设备老化、易受潮湿环境的影响，机房的湿度对设备的安全、稳定运行有重要影响，因此，需要实时监测湿度对设备的影响，确保设备的绝缘性能正常。

传统的温湿度传感器采用 PID 算法，存在自动调节功能差、动态响应速度慢等缺点。为了提高系统的稳定性，对传统的温湿度传感器进行优化，通过迭代法实现数据的实时采集，将从而得到输出误差变化率，对系统温度进行实时控制，最终通过自动调节功能提高系统的稳定性和全面性 [10]。

图 5 是优化 PID 算法的温湿度控制系统模型。其中，x(t) 是设定的温湿度控制范围；e(t) 是误差信号；v(t) 是偏差的变化率；y(t) 是输出电压；k_p、t_i、t_d 分别是调节器的比例系数、积分时间、微分时间；系统的 PID 控制方程一般形式为：

$$y(t) = k_p \left[e(t) + \frac{1}{t_i}\left(\int e(t)dt\right) + t_d \frac{de(t)}{d(t)} \right] \tag{2}$$

将输入端参数进行离散化，可以得到调节器参数的控制规则矩阵，最终输出调节器参数的实时数值。

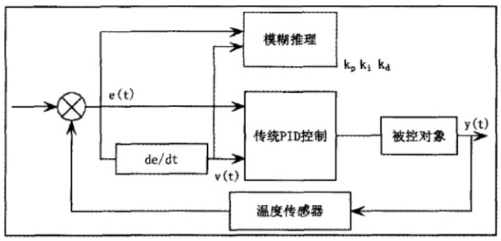

图 5 优化 PID 算法的温湿度控制系统模型

2.3 系统扩展能力与稳定性设计

系统可根据需要增加监控主机，各厂家监控主机均可接入。系统使用的主机可监测干接点 (开关量) 输入接口 16 路；继电器输出接口 8 路；RS232/RS485 接口 8 路；CONSOLE 口 1 路；以太网接口 1 路。

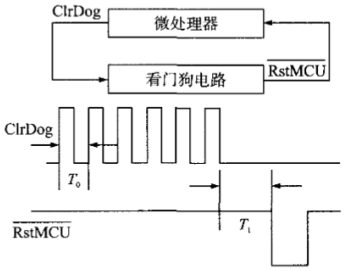

图 6 看门狗电路原理图

发射机系统由多种器件组成，容易因任务交叉、重叠而产生的异态故障，从而出现系统死机、无法启动、内存报错及系统无响应等极端情况。为提高系统的稳定性，监控主机采用双重看门狗设计。其电路原理图如图 6 所示。其中，T0 是系统正常运行时的周期频率；T1 是异常时间；一般情况下，T1 大于 T0。当系统正常运行时，微处理器以 T0 频率向看门狗电路发送“喂狗”信号，即发送复位信号。当系统无法发出“喂狗”信号时，即 T0 大于 T1 时，看门狗将自动完成复位信号，强制系统重新启动。

3 系统测试与数据分析

为验证系统设计的可靠性，根据机房环境，对系统性能进行了测试。实时监测系统下，发射机水温 24 小时监测数据历史变化曲线如图 7 所示。

图 7 发射机水温随时间的变化曲线

从图 7 中可以看出，发射机在某个频率播出十五分钟后发射机水温会比其他频率高，说明发射机某个频率调谐状态还有待进一步调整，而这些通常在发射机表值中是难以发现的。通过进一步调整，可使发射机状态更优，同时也能延长发射机内部各器件的使用寿命。此类异态并不够报警级别，但可以准确显示异常，在实际工作中已多次为甲机房维护人员提供数据支持，为深入维护发射机，状态检修提供了有效的服务。其次，从监测窗口右下角可以看到，实时状态下，监测系统提示存在 7 条待处理预警信息。最后，可对设备、监控、时间等数据进行筛选，将当前查询到的数据导出为 EXCEL 表格或 PDF 文件。通过系统提示的异态故障出现的时间和相关参数，工作人员可以及时地对系统进行维护检修，更好地保障发射机的正常运行。

4 结论

基于物联网技术对发射机异态拓展监测系统进行设计和应用，通过优化系统监测、测试、分析等功能，实现 24 小时实时监测发射机运行状况，拓展了传统监测系统本身不具备的异态报警功能，丰富了发射机的异态监测内容，弥补了人工巡视异态发现不及时的弊端。

经实践证明，该系统具备统一监控、智能感知、远程运维、事前预警、事中报警、事后取证等多重功能，实现了分散信息的拓展实时监控，有效提升安全播出工作的运行维护效率，具有重大的经济效益和社会效益，应用前景广泛。

参考文献

[1] 吴晓冬,郑匡庆,俞伟,原洪涛.基于嵌入式平台的新一代动环监控系统硬件架构分析及升级改造实践[J].中国金融电脑,2020(11):71-75.

[2] 杨德权.融媒体中心电视播控发射机房动力和环境监测系统设计[J].移动信息,2023,45(9):244-247.

[3] 樊春花.数据中心机房动环监控系统的设计与实现[D].青岛科技大学,2018.

[4] 郑慧君,彭勇,梁月华,杜铭俊,胡文德.基于NB-IoT的地下管廊环境监测系统设计[J].科学技术创新,2024(5):82-85.

[5] 蒋超.基于物联网技术的燃气管道监测系统设计与实现[J].科技创新与应用,2024,14(6):104-107.

[6] 郑慧君,彭勇,梁月华,杜铭俊,胡文德.基于NB-IoT的地下管廊环境监测系统设计[J].科学技术创新,2024(5):82-85

[7] 陈彩蓉,王晨,李俊,胡飞.基于物联网的鸡舍环境监测系统设计[J].现代农业科技,2024(4):182-184198.

[8] 朱小津,王云,赵效赔.温湿度及漏水监测管理系统在海上平台的应用[J].天津科技,2022,49(5):71-74.

[9] 景婧.应变式称重传感器的非线性校正[J].计算机应用研究,2013,30(1):189-191.

[10] 岳宇博,李兴广,刘仁成.优化PID算法在小型温控系统中的应用[J].科技资讯,2012,10(34):11-11.