

自动气象站常见故障排查与日常维护探析

韦昊彤¹ 魏小然² 孙 雷³ 魏 帆¹

1. 黑龙江省甘南县气象局 黑龙江 齐齐哈尔 162100

2. 黑龙江省北安市气象局 黑龙江 北安 164000

3. 黑龙江省甘南县水利工程技术服务中心 黑龙江 齐齐哈尔 162100

摘 要: 自动气象站是地面气象观测体系的核心设备,其运行稳定性与数据精准度直接决定气象观测工作质量。本文聚焦自动气象站运行过程中的高发故障类型,分类梳理传感模块、数据采集模块、供电系统及通信系统的故障特征与排查逻辑,结合设备运行机理制定系统化日常维护策略,通过规范化排查与常态化维护降低设备故障率,保障气象观测数据的连续性、有效性与精准性,为气象观测设备长效稳定运行提供技术参考。

关键词: 自动气象站; 设备故障; 故障排查; 日常维护; 气象观测

引言: 随着气象观测自动化、精细化发展,自动气象站已全面替代人工观测模式,实现温度、湿度、风速、气压、降水等气象要素的全天候自动采集与传输。设备长期处于户外复杂环境中,受温湿度剧变、粉尘侵蚀、环境干扰及设备老化等因素影响,易出现各类运行故障,造成数据异常、断传、缺失等问题。基于自动气象站的设备结构与运行原理,精准排查各类常见故障、落实常态化维护工作,是保障气象观测体系稳定运行的核心环节。

1 自动气象站整体结构与运行原理概述

自动气象站属于集成化自动化观测设备,整体架构由传感检测模块、数据采集处理模块、供电储能模块、数据通信传输模块及机械支撑防护模块五部分构成,各模块协同运作实现气象要素自动化观测。各类传感器作为感知终端,负责实时捕捉环境气象要素的物理信号,并将模拟信号转化为电信号传输至采集器。数据采集器作为核心处理单元,对接收的电信号进行滤波、校正、转换处理,生成标准化气象数据。供电系统为全站设备提供持续稳定电力支撑,通信模块完成数据的远程传输与存储,防护结构则为户外设备抵御外界环境干扰。整套设备依托模块化协同机制实现全天候无人值守运行,各模块的运行状态直接决定整体观测效能,任一单元出现异常都会引发设备运行故障或数据失真^[1]。

2 自动气象站常见故障类型及精准排查方法

2.1 传感模块故障与排查

传感模块作为自动气象站的核心器件,也是日常运行中故障高发的部件,设备长期露天工作,会因为粉

尘堆积、雨水侵蚀、冰霜覆盖、杂物遮挡和元件老化等因素,出现数据偏移、响应迟缓、数值异常、数据断出等问题,从而造成气象观测数据失真。温湿度传感器积尘堵孔会阻碍空气流通,导致数据偏差、动态感应能力失效;风速风向传感器的机械结构容易磨损卡顿,造成数据固定或无序跳变;降水传感部件堵塞卡滞,会使得降水采集数据缺失、统计数值偏低;气压传感器密封受潮,也会引发整体观测数据出现偏差。工作人员排查故障时,需要遵循先外后内、先环境后设备的原则,先清理设备外表污渍冰霜、矫正变形构件并检查安装状态,再对比邻近站点数据排查参数异常,检测设备信号与线路工况,最后校验老化、灵敏度衰退的元件,及时更换失效部件,保障设备正常运行。

2.2 数据采集模块故障与排查

数据采集模块是自动气象站的数据处理核心单元,主要负责设备的信号转换、数据计算以及存储输出等工作,该模块一旦出现故障,就会造成全站观测数据异常、传输中断、字符乱码,严重时还会让整套设备停止运行。该模块故障主要分为程序运行异常、硬件电路损坏、数据存储异常三类,设备长期不间断运行容易堆积程序缓存、打乱系统参数,进而出现设备卡死、数据暂停更新的现象;户外环境变化、供电不稳、潮湿漏电等问题,会造成接口松动、电路氧化烧毁,导致部分或全部气象数据无法输出;存储芯片老化、分区异常,也会引发数据丢失、存储不全等问题。工作人员可以结合设备运行状态分层排查故障,可通过重启设备修复程序软性故障,可逐一检查并紧固传感器接口线路,可核对存储日志判定故障原因,通过修复数据、重装程序或更换

硬件的方式,保障模块稳定运行^[2]。

2.3 供电系统故障与排查

自动气象站主要依靠太阳能搭配市电互补的供电方式维持运行,供电系统作为设备持续工作的基础保障,电力不稳、供电中断的情况,是设备停机、数据传输中断的常见原因。该系统故障主要分为太阳能单元故障、蓄电池储能故障、供电线路故障三类,户外摆放的太阳能板容易被灰尘、积雪遮挡或出现板面破损,会降低光电转化能力,造成储电、供电功率不足;蓄电池在长期充放电使用后,会出现储电能力下降、内部老化的问题,阴雨弱光天气难以稳定供电;线路老化、绝缘层破损、接线端子氧化松动,会引发电压波动、漏电甚至断电,严重时还会烧毁设备电路。工作人员排查故障时,可先检测供电电压、电流参数,再清洁检修太阳能板设备,最后检测蓄电池与线路接线状态,及时更换老化配件、修复线路隐患,保障供电系统稳定工作。

2.4 通信系统故障与排查

通信系统是自动气象站实现数据远程上传、设备状态反馈的关键部分,该系统出现故障以后,往往会造成观测数据上传失败,后台也无法正常监测设备运行情况,是气象数据缺失的重要原因。目前气象站普遍采用无线传输为主、有线链路备用的通信模式,常见故障包含网络中断、数据延迟、传输丢包等问题;无线通信故障大多来自模块老化、天线松动偏移以及周边电磁干扰,会造成设备信号偏弱、网络不稳定;有线故障多为网线老化、接口松动破损所导致,同时设备长期运行积攒的缓存数据、错乱的网络参数,也会引发传输卡顿、上传异常。工作人员可按照先查链路、后查设备,先核网络、后核参数的方式排查故障,检查并紧固各类通信线路,修正异常网络参数、清理设备缓存,排查周边干扰源,及时更换性能衰减的模块,有效保障数据传输的稳定性。

3 自动气象站常态化日常维护体系构建与实施策略

3.1 传感模块精细化日常维护

传感模块日常维护的重点,是保障传感元件的检测灵敏度与观测精准度,能够有效削弱各类环境因素带来的观测干扰,这就需要工作人员落实好常态化的清洁、防护、参数校验与状态检查工作。工作人员在日常养护中,需要定期清理各类传感器和防护装置的表面杂物,温湿度传感器的防护罩与探头积尘、絮状物以及油污,需要及时清理干净,避免透气孔堵塞影响空气流通;风速风向传感器的叶片和转轴位置,也要定期清扫沙尘与

杂物,保证机械结构运转灵活;降水传感器的接水结构、滤网与翻斗部件,需要彻底清除泥沙和落叶,防止出现卡顿、排水不畅的问题,雨雪、沙尘天气过后,还需要适当增加清洁次数。工作人员还要定期检查传感器的安装状态,保证设备固定牢固、角度规范、无遮挡偏移,同时开展周期性性能校验工作,对比标准数据校正轻微参数偏差,更换老化、性能衰退严重的元件,在极端天气前后检查设备密封状态、清理探头冰霜,以此稳定传感模块的整体运行性能^[3]。

3.2 数据采集模块规范化养护

数据采集模块作为核心处理单元,养护重点在于维持硬件电路稳定、保障程序运行正常、确保数据存储可靠,杜绝程序异常与硬件损伤引发的设备故障。日常养护过程中,需定期对采集器机箱进行防尘、防潮、防腐蚀处理,清理机箱内部堆积的粉尘,检查机箱密封胶条的完整性,保障机箱密闭性,避免户外潮湿空气、粉尘进入机箱内部,造成电路板氧化、短路、漏电等问题。定期核查采集器各接口线路的连接状态,紧固松动的接线端子,检查线路绝缘层完好度,杜绝线路接触不良、漏电等隐患。

针对软件与程序层面的养护,需定期重启设备清理系统缓存,消除长期运行产生的程序冗余数据,规避缓存堆积引发的设备死机、数据更新停滞等问题。定期核对采集器系统参数、校准参数、时间参数,及时修正偏差、紊乱的参数,保障数据转换、运算、输出的规范性与准确性。同时,做好数据存储单元的养护,定期检查存储设备运行状态,整理存储日志,备份历史观测数据,清理无效冗余数据,保障存储单元运行流畅,避免存储溢出、芯片老化引发的数据丢失、存储异常等问题。针对雷雨、高温等易导致电路故障的天气,天气过后重点核查采集器运行状态,及时排查隐性故障。

3.3 供电系统常态化养护管控

蓄电池作为储能核心,是养护工作的重点内容。需定期检测蓄电池的端电压、内阻、储能容量,记录电池运行参数,精准判定电池老化状态,对容量衰减过快、内阻异常的蓄电池提前标记更换,避免寡照天气供电中断。做好蓄电池安装环境的养护,保持电池箱干燥、通风、防尘,避免潮湿、高温环境加速电池老化,定期清理电池接线端子的氧化层,涂抹防护介质,防止端子氧化、接触不良引发供电不稳。针对供电线路,定期排查线路老化、破损、漏电隐患,梳理杂乱线路,固定外露线路,避免线路长期磨损、风吹拉扯导致的断路、短路问题,全面提升供电系统运行稳定性^[4]。

3.4 通信系统常态化维护优化

通信系统维护以保障传输链路稳定、规避数据传输异常为核心目标,开展常态化线路核查、设备养护与参数优化。日常工作中需定期检查通信天线、传输线路、接头设备的运行状态,紧固松动的天线与接头,更换老化、破损、接触不良的传输线路,保障通信链路通畅。定期核查通信模块运行工况,清理设备运行缓存,重启通信单元,消除长期运行引发的传输卡顿、信号不稳定等问题。

同时,持续监测数据传输状态,统计数据上传成功率、丢包率、延迟情况,针对间歇性断传、数据丢包等异常问题,及时排查信号强度、网络适配性及周边干扰因素,优化通信设备安装位置,规避电磁遮挡与信号干扰。定期核对通信协议、网络配置参数,确保参数适配当前传输链路,及时更新异常配置。建立通信状态台账,记录日常传输异常问题与处理方案,形成经验积累,针对性优化通信维护策略,持续提升数据远程传输的连续性与可靠性。

3.5 设备整体防护与周期性综合养护

自动气象站长期在户外复杂环境中运行,环境腐蚀和设备元器件老化,是设备频繁出现故障的主要原因,工作人员开展常态化防护与周期性养护工作,能够从源头减少设备故障,也可以有效延长设备的使用年限。日常防护工作需要落实防腐防锈处理,工作人员需要定期检查机箱、支架等结构的锈蚀情况,及时除锈防腐、加固松动构件,更换老化失效的密封胶条,以此提升设备密闭性,起到防潮、防尘、防雨水侵蚀的作用。工作人员还需要根据四季环境差异开展针对性养护,春季侧重设备防尘清洁工作;夏季重点检查设备防潮、防雷、散

热及线路防水能力,清除周边积水隐患;秋季核查线路绝缘性能与设备参数,修正温差引发的数据偏移;冬季及时清理设备冰霜积雪,规避低温造成的元件灵敏度降低、电池储电不足等问题。除此之外,工作人员需要搭建全周期维护台账,详细记录设备运维相关数据,依托数据优化养护方案,形成完整的闭环运维模式,稳步提升气象站的运行稳定性与观测数据质量^[5]。

结束语:自动气象站的稳定、精准、连续运行是气象观测工作的基础保障,各类设备故障的发生具有明显的环境关联性与部件倾向性。精准掌握各模块故障特征与排查逻辑,落实精细化、常态化、闭环式日常维护工作,能够有效规避设备运行隐患,降低故障发生率,延长设备使用寿命,保障气象观测数据的完整性与精准性。后续需持续优化维护体系,结合设备迭代与环境变化更新养护策略,全面提升自动气象站的运行保障能力。

参考文献

- [1] 王坦帅. 新型自动气象站风向传感器工作原理和常见故障分析 [J]. 农业灾害研究, 2025, 15(3): 157-159.
- [2] 刘洁, 侯姝伊, 何洁. DZZ5 新型自动气象站常见故障诊断与处理措施 [J]. 农业灾害研究, 2025, 15(10): 201-203.
- [3] 白超宇. 基层台站新型自动站气象仪器常见故障与日常维护保障 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2024(7): 0103-0106.
- [4] 刘欣. 气象观测站温湿度系统故障分析与诊断 [J]. 科技与创新, 2024(11): 103-105.
- [5] 王维, 张金祥. 区域自动气象站常见故障及维护保障措施 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2023(6): 150-152.