

地面气象观测数据错漏问题与优化管控方案研究

魏小然¹ 韦昊彤² 魏帆² 孙雷³

1. 黑龙江省北安市气象局 黑龙江 北安 164000

2. 黑龙江省甘南县气象局 黑龙江 齐齐哈尔 162100

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:地面气象观测数据是气象业务开展、气候分析与气象服务推进的核心基础数据,数据精准度与完整性直接决定气象业务运行质量。本文系统梳理地面气象观测工作中常见的数据错漏类型,从设备运行、人员操作、运维管理、环境干扰等维度剖析问题成因,结合基层气象观测业务运行实际,构建全流程数据管控优化体系,提出针对性整改与常态化管控策略,为提升地面气象观测数据质量、规范观测业务运行提供技术与管理参考。

关键词:地面气象;观测数据;错漏问题;优化管控

引言

随着气象现代化建设持续推进,地面气象观测自动化水平稳步提升,观测数据的采集、传输与应用频次大幅增加。海量观测数据的常态化产出,对数据质量管控工作提出更高标准。现阶段基层地面气象观测业务运行中,数据错漏问题仍频繁出现,造成观测数据序列不完整、数据偏差等问题,制约气象预报、气候研判、气象防灾减灾等业务的有序推进。基于观测业务实际运行状态,开展数据错漏问题溯源与管控优化研究,对夯实气象数据基础、提升气象业务精细化水平具备现实意义。

1 地面气象观测数据错漏主要表现形式

1.1 数据缺失问题

在基层地面气象观测常态化运行过程中,数据缺失是出现频次最高、覆盖范围最广的数据质量问题,这类问题不会局限于单一气象要素,而是会根据设备运行状态、外部环境变化呈现出差异化特征,整体可划分为固定时段数据空缺、长时序连续断传、单项要素局部缺失三种核心类型^[1]。固定时段数据空缺一般集中发生在整点、半点等标准化观测节点,气压、空气温湿度、风场信息等常规气象要素无法生成有效观测记录,导致固定时序节点的数据出现空白,直接影响定时气象统计工作的开展。连续时段数据断传多由设备突发短时故障、野外网络信号波动中断引发,会形成不同时段的数据空白段,直接割裂观测数据的时序连贯性,破坏完整的气象观测数据序列。单项要素数据缺失主要集中在降水、日照、浅层地温等专项观测模块,大多是对应专属传感器出现卡顿、失灵等局

部故障导致,其余常规观测设备可正常完成数据采集与传输工作,仅造成单一维度的观测数据缺失,也是基层观测中较为常见的轻微数据质量问题。

1.2 数据错误问题

除了常见的数据缺失问题外,观测数值失真、逻辑混乱等数据错误情况,也会直接拉低地面气象观测数据的整体质量。结合基层气象观测的实际工作场景来看,这类问题主要可以归为三类:数值异常超标、短时序数据跳变以及多要素匹配失衡。数值异常超标,就是各类气象观测数值偏离了当地常年的气候波动区间,出现明显偏高或偏低的无效数据,完全不具备气象参考意义。短时序数据跳变大多出现在几分钟、一小时这类短间隔时段内,气象要素数值发生无规律的剧烈起伏,和区域气象缓慢渐变的自然规律相悖,基本是设备故障引发的虚假数据。而多要素匹配失衡属于数据逻辑问题,同一观测时间里,原本相互关联的气象要素变化趋势相互冲突,无法形成合理的气象演变逻辑,导致观测数据失真,无法真实反映近地面气象状况,直接影响后续气象数据的分析和研判工作。

2 地面气象观测数据错漏成因分析

2.1 观测设备运行故障

地面气象观测的各类数据采集、传输硬件设备,是获取有效气象观测资料的核心载体,设备整体运行的稳定状态,从根本上决定了观测数据的产出质量与稳定程度。所有传感装置、数据采集主机、网络传输模块均长期部署于露天野外环境,常年经受昼夜温差、季节更替以及各类自然环境的持续影响,硬件部件会随着运行时

长增加出现自然损耗、老化等常态问题,逐步诱发各类功能性运行故障。传感器探头长期暴露在外,极易附着粉尘、冰霜、雨渍,同时会出现金属部件锈蚀等情况,大幅削弱元件采集灵敏度,直接造成观测数值出现持续性偏差。数据采集器长期不间断运行,容易出现线路接口松动、内部主板运行卡顿、程序响应延迟等问题,频繁引发数据采集暂停、记录缺失、数值错乱等问题^[2]。传输模块受野外网络波动、端口老化、线路损耗影响,时常出现信号中断、数据上传失败的情况,最终形成阶段性数据缺失。部分基层站点存在设备超年限服役、常态化校准工作滞后的情况,硬件精度无法匹配现行观测标准,长期积累形成系统性的数据偏差与错误,成为数据错漏的固定诱因。

2.2 人工操作与运维疏漏

现阶段地面气象观测已基本实现全自动化运行,人工手动观测的工作内容大幅缩减,但设备日常运维、参数适配调试、突发故障排查修复等人工干预环节,依旧是诱发数据错漏问题的关键人为因素。随着自动化观测设备不断更新迭代,设备运行逻辑、参数设置方式、故障处置机制持续优化,部分基层运维人员未能及时跟进学习新型设备操作体系,对设备核心操作流程、参数适配规范掌握不够扎实,在日常调试和系统设置过程中容易出现不规范操作,直接打乱设备正常的数据采集规则,造成数据异常。日常运维管理工作中,部分站点存在巡检流于形式的问题,工作人员未能细致排查设备潜在隐患,也未及时清理传感器表面附着的杂物,微小故障长期累积逐步演变为持续性设备问题,引发长期的数据质量缺陷。部分人员故障处置经验不足,设备维修操作不够规范,修复完成后未第一时间对观测数据进行核验校准,导致设备恢复运行后仍存在数据采集异常的情况。基层岗位人员流动性较强,岗位轮换、工作交接流程不够细致完整,关键运维信息、设备隐患记录交接存在遗漏,形成运维工作衔接空白,间接诱发各类数据错漏问题。

2.3 观测场地与环境干扰

观测场地及其周边环境的稳定性,是保障地面气象观测数据具备真实性、代表性的基础前提,环境条件的细微变动和外部各类干扰因素,都会直接作用于观测设备运行状态,干扰数据采集的精准性和完整性。气象观测站点多为长期固定布设,周边生态与建筑环境会随时间发生动态变化,周边植被肆意生长、新增建筑物及围挡设施,会改变站点局部微气象环境,遮挡传感器采集视野,对风速、日照、空气温度等敏感气象要素的采集

造成明显干扰,引发持续性数据偏差^[3]。雷雨、大风、强降水、低温霜冻等极端天气过程,会对露天布设的观测设备形成直接冲击,极易造成设备短时停运、采集程序紊乱、数据传输中断等问题。

3 地面气象观测数据错漏优化管控方案

3.1 建立设备全周期运维管控机制

结合气象观测设备从投入使用到报废的全流程运行特性,立足基层站点的实际工作场景,搭建一套可落地、标准化的设备运维管理机制,从硬件运维源头把控数据质量,最大限度减少数据偏差、遗漏等问题。不同基层站点的观测设备服役年限、运行工况各不相同,设备型号与性能也存在明显差异,不能套用统一的运维管理标准。对此,我们实行设备分类、分级管控模式,按照设备品类、功能用途细化对应的运维细则,让各项运维工作有据可依。日常工作中落实常态化巡检机制,形成每日巡查、每周排查、每月检修的固定工作节奏,清晰划分各岗位运维工作职责。巡检工作重点聚焦传感器数据采集状态、线路连接稳固性、设备整体运行工况以及网络数据传输稳定性,及时清理设备表面的积尘、杂物等附着物,从源头规避设备运行隐患。

3.2 细化人工运维与业务操作规范

现阶段气象观测工作已基本实现自动化运行,但设备运维调试、突发故障处理以及日常业务操作等人工工作,依然是把控观测数据质量的核心环节。基层站点日常作业中,时常存在操作不统一、流程不规范、凭经验作业等问题,很容易因人为疏漏导致数据出现偏差。对此,我们需要全面统一全域站点的标准化作业流程,细化设备调试、参数配置、故障应急处理、数据核对校验等全流程操作细则,彻底改掉随意操作、经验化作业的不良习惯,让每一项业务操作都有规可依、有章可循。随着气象观测设备不断更新升级,设备功能、操作方式持续优化,不少一线运维人员存在适配进度慢、业务能力高低不一的问题,难以快速适配新设备、新业务^[4]。针对这一现状,我们将搭建分层分类的常态化培训体系,结合岗前系统化教学、在岗实操常态化演练、疑难案例复盘研讨等多样化形式,针对性补齐工作人员的业务短板,切实提升大家的设备操作熟练度、故障甄别能力和应急处置实战水平。

3.3 优化观测场地环境管控措施

稳定的观测场地环境是保障气象数据真实有效的重要基础,也是管控数据错漏问题的关键外围举措。基层站点需落实常态化场地管护工作,定期清理观测区域超

高植被与周边遮挡物,排查新增构筑物,维持观测场地通透规范,避免局部微环境变化干扰数据采集。结合区域极端天气特征,建立前置防护与事后复盘机制,极端天气来临前完成设备加固、防雷防冻等防护工作,天气结束后快速排查设备状态、修复故障、恢复观测业务。常态化排查周边电磁、电力干扰源,持续监测场地环境细微变化,及时处置环境变动引发的设备参数偏移与运行异常,依托稳定的观测环境保障数据持续精准产出。

3.4 搭建数据实时监测与校验体系

以往气象数据的质量核查工作,基本依靠工作人员事后人工筛查,这种传统模式不仅存在明显的滞后性,还容易出现漏检问题,整体工作效率难以提升,根本跟不上当下高频采集、海量积累的气象观测数据质控工作节奏。我们依托现有气象大数据平台进行功能升级和模块优化,搭建出一套全覆盖、全天候的智能监测预警体系,让观测数据的质量管控实现动态化、常态化落地。这套系统主要从数据完整度、时序连贯性、数值合规性以及各要素匹配关联性四个方面,对气象数据进行智能化甄别判断,能够精准识别数据空缺、数值突变、要素逻辑矛盾等常见质量问题,一旦检测到异常就会即时弹窗预警,有效弥补人工核查的诸多不足。同时结合各类气象要素的联动变化特征,建立多层级交叉校验模式,一方面依托站点长期积累的历史数据完成纵向连续性核查,另一方面对照周边站点的实时数据开展横向比对,通过多维度筛查精准剔除无效、错误数据^[5]。针对系统推送的各类预警信息,我们落实专人专岗的闭环核查机制,细致区分设备故障、环境影响、人为操作失误、系统运行卡顿等不同问题成因,结合现场实际情况制定整改措施,及时完成数据修正和设备调试复位,全方位提升气象观测数据的准确性和可靠性。

3.5 完善质量考核与长效管控机制

完善的考核与长效管理机制是保障数据质控工作落地落地、杜绝形式化管理的核心支撑。结合基层气象观测业务的实操特点,搭建贴合岗位实际、量化清晰的质量考核体系,摒弃以往笼统、单一的考核模式。将数据完整率、数据准确率、异常问题整改效率、设备运维落

实质量、日常巡检完成度等关键指标,纳入月度、季度及年度常态化考核,细化量化评分标准,配套完善的奖惩机制,倒逼运维人员落实岗位责任,强化数据质量管控意识。对日常工作中出现的各类数据错漏问题建立专项台账,详细记录问题发生时间、具体表现、诱发原因、处置流程与整改结果,实现问题可追溯、责任可定位。定期开展业务质量分析,梳理阶段性高频问题、共性隐患,总结问题发生规律,针对性调整运维重点与管控策略。通过常态化业务复盘、经验沉淀、制度优化,逐步搭建事前预防、事中监测、事后闭环整改的全链条管控模式,持续减少数据错漏问题发生,稳步提升地面气象观测业务的规范化运行水平。

结语

地面气象观测数据质量管控是气象基础业务的核心工作,数据错漏问题的产生涉及设备、人员、环境、管理多个维度。本文系统梳理观测数据错漏的核心表现,逐层剖析各类问题的形成原因,结合观测业务运行实际,构建多维度、全流程的优化管控方案。通过强化设备运维、规范人工操作、优化环境管控、完善数据校验与考核机制,可有效降低数据错漏问题发生率,保障地面气象观测数据的完整性与准确性,为气象业务高质量运行提供坚实的数据支撑。

参考文献

- [1] 李晓兰,石京川,杨雅婷,任兴国,刘俊,文刚.台站级地面气象观测数据分析系统设计[J].气象水文海洋仪器,2026,43(1):128-132.
- [2] 韩岩松.新型地面气象观测设备数据质量评估体系构建[J].内蒙古科技与经济,2026(6):45-48.
- [3] 邢晨辉,王鑫蕊.地面气象观测数据的高精度处理方法研究[J].内蒙古科技与经济,2026(2):111-114.
- [4] 易云凤.新形势下达州地面气象观测业务工作现状分析及对策研究[J].农业灾害研究,2026,16(2):67-69.
- [5] 詹天一,吴艳萍.地面气象观测数据缺测的原因分析与处理方法[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2026(5):131-134.