

文章编号:2096 - 5389(2021)06 - 0121 - 04

SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器常见故障 处理及误差调节

周继先¹, 聂云², 孙啖棚³, 袁庆³, 何博¹

(1. 贵州省铜仁市气象局 贵州 铜仁 554300; 2. 贵州省遵义市气象局, 贵州 遵义 563000;
3. 贵州省思南县气象局, 贵州 思南 565100)

摘要:通过对 SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器结构和工作原理进行分析, 找出雨量传感器常见故障发生原因和维修方法, 总结该雨量传感器在校准过程中的注意事项和误差调节方法, 供同行借鉴参考。

关键词:SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器; 故障处理; 误差调节

中图分类号:P414.9⁺5 **文献标识码:**B

The Common Fault Judgment and Measurement Error Adjustment of SL3 - 1 Double Tipping Bucket Rain Sensor

ZHOU Jixian¹, NIE Yun², SUN Dingpeng³, YUAN Qing³, HE Bo¹

(1. Tongren Meteorological Bureau of Guizhou Province, Tongren 554300, China;
2. Zunyi Meteorological Bureau of Guizhou Province, Zunyi 563000, China;
3. Sinan Meteorological Bureau of Guizhou Province, Sinan 565100, China)

Abstract: Based on the analysis of structure and working principle for SL3 - 1 double tipping bucket rain sensor, the causes and maintenance methods of the common faults of the rainfall sensor are found out, and the precautions and error adjustment methods in the calibration process of the rainfall sensor are summarized for peer reference.

Key words: SL3 - 1 double tipping bucket rain sensor; fault judgment; measurement error adjustment

0 引言

近年来, 由降水诱发的气象灾害给人民生命财产造成了严重损失, 因此准确有效地监测降水情况具有重要意义^[1]。根据中国气象局统一部署, 2020 年 4 月 1 日起全国所有国家级地面气象观测站雨量监测进入自动化。当前, SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器是应用最广泛的雨量监测仪^[2], 为保证雨量观测数据具有代表性和准确性, 对 SL3 - 1 型双翻斗式雨量传感器的常见故障处理和日常维护显得很重

要^[3-8]。本文结合实际工作, 总结 SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器在日常业务中常见故障处理、校准过程中注意事项和误差调节等方法, 供同行借鉴和参考。

1 SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器结构 和工作原理

SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器内部结构为: 承水器(内含过滤网和防堵罩), 其下依次为进水漏斗、上翻斗、汇集漏斗、计量翻斗、计数翻斗, 干簧管位于安装板上靠近计数翻斗一侧, 调整螺钉用于调节

收稿日期: 2021 - 02 - 22

第一作者简介: 周继先(1990—), 女, 工程师, 主要从事气象服务和保障工作, E-mail: wahahaad1234@163.com。

资助项目: 贵州省气象局 2021 年科研业务登记项目: 新型自动气象站故障判断及处理办法; 铜仁市科技局科技支撑计划项目(铜市科研[2020]24 号); 铜仁市大气污染气象扩散条件预报研究。

翻斗容量。其工作原理为:雨水经承水口汇集流入上翻斗,不同强度的自然降水汇聚到上翻斗形成近似固定量,可使得流入计量翻斗降水流速基本保持为大降水强度的水流速度,这样传感器对不同强度降水都具有一致的灵敏度^[9-11]。降水流经汇集漏斗后,进入计量翻斗,当计量翻斗降水量达到 0.1 mm,降水倾倒入计数翻斗,计数翻斗中部有一块磁钢,磁钢上部装有干簧管开关,计数翻斗翻动 1 次,磁钢对干簧管扫描 1 次,干簧管开关闭合 1 次,0.1 mm 降水记录计入相应采集计数系统。

2 SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器常见故障处理

SL3 - 1 型双翻斗雨量传感器因常年置于野外,即使定期开展维护,传感器水流通渠道堵塞、感应元件敏感度下降及内部部件损坏等现象时有发生。现结合工作实际,将雨量传感器常见故障分为以下 3 类。

2.1 有降水现象无降水记录类故障

此类故障表现为有降水现象且降水量达到一

定量,但采集器未采集到降水记录。出现此类故障,首先对雨量传感器水道进行检查,承水器的过滤网、汇集漏斗的节流管和各漏斗出水孔等是否被昆虫、鸟粪、沙尘、树叶等杂物堵塞,致使降水无法正常流入计量翻斗或计数翻斗。其次检查各翻斗的翻转灵活性,不能有任何阻滞。然后检查干簧管、磁钢磁性是否正常,拨动计数翻斗,观察干簧管是否导通且产生脉冲信号,干簧管由有机玻璃外壳包裹,在使用过程中极易老化造成干簧管玻璃体断裂无法计数;最后检查雨量信号线,雨量输出信号线是二芯电缆信号线,电缆一端通过雨量传感器底座孔内穿出打结后与传感器接线柱相连,用螺帽锁紧,另一端经防雷板后接入主采集器。检查雨量电缆信号线是否断路,可将二芯电缆信号线两头接到一个接线柱上,万用表通断档测量主采集器雨量端口,如万用表不能发出蜂鸣声音,表明雨量线断路。按照以上步骤,如不能将故障排除,则只能更换主采集器。具体流程见图 1。

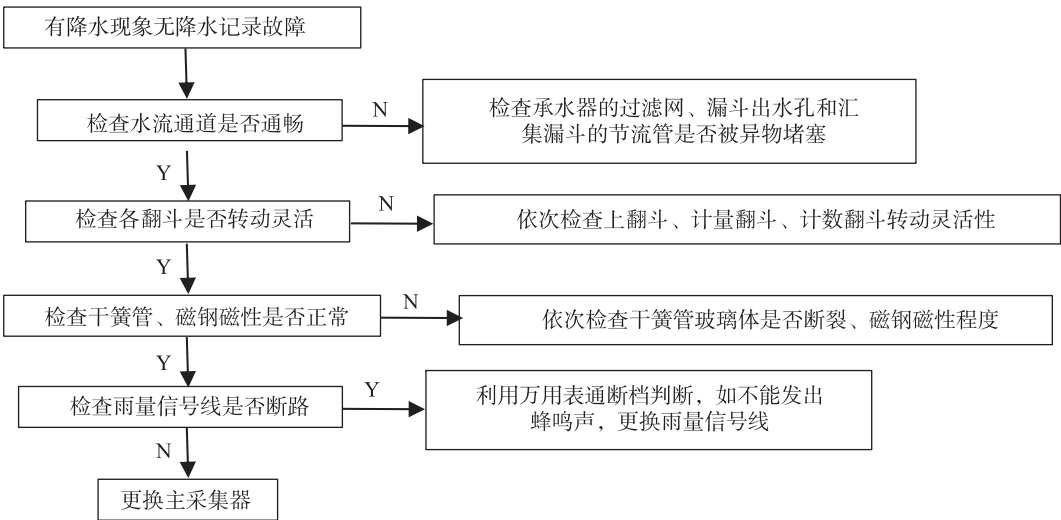


图 1 有降水现象无降水记录故障排除方法

Fig. 1 The troubleshooting method of precipitation phenomenon without precipitation record

2.2 无降水天气现象但有降水记录类故障

此类故障表现为实际未产生降水,但采集器采集到降水记录。分析表明雨量传感器产生了导通脉冲,先检查是否有昆虫等异物活动触动计数翻斗、干簧管是否因损坏、雨量传感器二芯电缆信号线是否因短路这 3 种原因而产生导通脉冲信号,最后检查主采集器通道是否正常。

2.3 降水记录偏多(或偏少)类故障

此类故障可分为有规则偏多(或偏少)计数类和无规则偏多(或偏少)计数类故障。该故障表现为有降水现象发生且采集到降水记录,但接收到的降水记录偏大(或偏小),多与雨量传感器各部件受野外环境影响部件老化或者异物影响导致准确率下降有关。

2.3.1 有规则偏多(或偏少)记数类故障 此类故

障表现为有降水现象但降水记录记数有规则偏多(或偏少)。如在2019年思南县张家寨六要素自动站雨量传感器年度校准过程中,维护人员现场倒入标准雨量10 mm,多次采集记数均为14.2 mm左右,均远超过允许误差 ± 0.4 mm范围。

分析原因:主采集器、二芯电缆信号线、防雷板及雨量传感器自身故障都有可能造成数据异常。在检查过程中,更换新雨量传感器进行测试,雨量数据恢复正常,可确定此故障由雨量传感器本身造成。对计量翻斗调整螺钉进行检查时,发现计量翻斗容积已经调整为最大(调整计量翻斗调节螺钉可小范围改变雨量记录),因此可判断此故障并非为计量翻斗调整不当引起。正常情况下计数翻斗翻转1次,产生1个导通脉冲信号,采集记录0.1 mm雨量。而在多次反复测试中观察到,雨量校准仪出现计数翻斗翻转1次记录0.2 mm雨量记录的现象,故可判断此现象是造成雨量记录偏大的原因,认真观察计数翻斗、干簧管和磁钢之间的相对位置,发现干簧管与磁钢相对距离太近,正常距离为2 mm左右^[12]。磁钢和干簧管开关距离偏小时,计数翻斗翻转时惯性反弹,导致多发出1个脉冲信号。

故障排除:松开干簧管锁定螺母,调整干簧管和磁钢的相对距离为2 mm左右,采集器不再出现计数翻斗翻转1次记录0.2 mm雨量的现象,故障排除。

2.3.2 无规则偏多(或偏少)记数类故障 此类故障表现为有降水现象但降水记录记数无规则偏多(或偏少)。如在2018年思南县大坝场六要素自动站年度校准过程中,维护人员观察到雨量校准仪多次记录雨量值不一样且记录均偏大,10 mm雨量误差记录(1~3 mm之间),超出允许误差 ± 0.4 mm范围,通常情况误差偏大值在一定小范围内波动,出现校准误差忽大忽小的情况少有遇到。

分析原因:按照检查程序,排除了采集器、二芯电缆信号线、防雷板等原因,确定为雨量传感器故障;检查传感器干簧管开关,性能正常;微调雨量传感器容量调节螺钉,故障未消失;反复观察雨量校准仪计数,发现计数翻斗翻转1次,出现0.2 mm雨量记录现象时有发生,且无规律可寻。为了查找具体原因,维护人员趴在地上认真观察磁钢扫描干簧管动作过程,发现一尖状金属异物附在磁钢上,长度大约为2~3 mm,由此推断此金属屑可能为造成误差的原因。

故障处理:清理磁钢表面尖状金属异物后测试,雨量校准仪计数恢复正常,故障排除。计数翻

斗翻转时,磁钢上吸附的金属异物位置和状态不断发生改变,有时在计数翻斗惯性反弹时导致干簧管与磁钢距离拉近使得干簧管开关闭合,出现计数翻斗翻转一次干簧管产生两个导通脉冲信号,从而使得雨量记录偏大且不规律。

综合分析:以上两个例子仅作为参考,导致有降水记录但采集降水记录偏大(或偏小)类故障的原因很多。出现此类故障,首先按照检查程序,依次检查采集器、二芯传输电缆、防雷板和雨量传感器,确定故障部件,找出故障部位进行处理。

3 SL3-1型双翻斗雨量传感器误差调节

对SL3-1型双翻斗雨量传感器进行误差调节,首先要对雨量传感器进行校准,确定误差数值后,根据误差结果进行误差调节。

3.1 校准

在对SL3-1型双翻斗雨量传感器校准前需进行检查,保证水道通畅,翻斗翻转灵活,干簧管能正常输出脉冲信号及雨量传感器处于水平状态。SL3-1型双翻斗雨量传感器的校准可采用JJS2型雨量校准仪器,降水强度调节可通过旋转JJS2型雨量校准仪雨强控制按钮,大雨强降水强度设置为 $4 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$,小雨强降水强度设置为 $1 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ^[13]。常用的校准方法是向雨量校准仪倒入10 mm标准雨量,经校准仪流入雨量传感器后,观察雨量校准仪雨量计数,计算误差(排水量一般默认为10 mm),再根据误差进行调节。

3.2 SL3-1误差调节

SL3-1型双翻斗雨量传感器的误差调节根据误差结果来确定处理方式。如果误差超出允许范围且不属于系统误差,传感器出现故障需维护;在校准雨量传感器大、小雨强时,如降水误差明显且不在允许范围内,首先可考虑调节上翻斗与计量翻斗协调性,其次可通过调整计量翻斗两侧的调节螺钉减小误差。根据《新型自动气象站实用手册》^[3],当降水量 $\leq 10 \text{ mm}$ 时,SL3-1型双翻斗雨量传感器的最大允许误差为 $\pm 0.4 \text{ mm}$,当误差值不在最大允许误差范围内,雨量传感器校准不合格。根据误差结果将不合格雨量传感器分为以下3类:①大雨强下合格,小雨强下不合格;②大雨强下不合格,小雨强下合格;③大雨强下和小雨强下均不合格。

3.2.1 上翻斗与计量翻斗协调性调节 SL3-1型双翻斗雨量传感器由于上翻斗的增加,会带来上翻斗与计量翻斗之间翻动协调性问题,影响降水的精

确度^[11]。如上翻斗最大盛水量不合理、计量翻斗最大盛水量合理时,因两个翻斗翻转的不协调导致降水损失增加使得实测雨量记录偏小;当上翻斗最大盛水量合理、计量翻斗最大盛水量不合理时,计量翻斗的最大盛水量对降水记录影响较大。上翻斗的增加不能完全解决单翻斗雨量传感器因降水强度不同而引起测量误差这一问题,只能缩小不同雨强条件下的降水误差,据研究表明将 SL3-1 型双翻斗雨量传感器上翻斗的左右的最大承水量都调节到 3.1 ml 可使得降水记录损失最小^[14]。

3.2.2 大雨强或小雨强检定不合格的误差调节
首先检查计量翻斗调节螺钉位置,确保计量翻斗左右调节螺钉里端的位置距计量翻斗的中心挡板的距离是相等的(计量翻斗水平时),使得计量翻斗往左右倾倒的水量相同。调整定位螺钉时应保证左右螺钉同时对称向外或向内移动,移动距离相同。定位螺钉调节圈数与雨量误差成比例的改变,如表 1 所示。具体操作如下:面对雨量传感器站在看不见接线柱的一侧,旋动计量翻斗的两个定位螺钉。将一个定位螺钉旋动一圈,其差值改变量为 3% 左右;如两个定位螺钉都往外或往里旋动一圈,其差值改变量为 6% 左右,如差值是负 2% 时,可将两个定位螺钉分别往外旋动 1/3 圈。为使调节位置准确,在松开定位螺帽前,需在定位螺钉上作位置记号,调节好后,需拧紧定位螺帽。

表 1 SL3-1 型双翻斗雨量传感器螺钉
调节圈数与误差改变情况关系

Tab. 1 The change relation between screw adjusting coil
number and error of SL3-1 Dual Dump Rain Sensor

左螺钉 调节圈数	右螺钉 调节圈数	雨量传感器 误差改变数(单位:%)
0.5	0.5	3%
1	1	6%
1.5	1.5	9%

3.2.3 大雨强下和小雨强下均不合格的误差调节
按照规定先调整大雨强条件下的降水误差,合格后再调整小雨强条件下的降水误差,直至大小雨强

条件下的降雨量均合格为止。

4 小结

①SL3-1 型双翻斗雨量传感器故障发生时,首先确定故障类型,然后按照步骤依次排查各部件,确定故障部件,找出故障部位。

②SL3-1 型双翻斗雨量传感器进行误差调节时,首先确定是否为系统误差,然后考虑是否调节上翻斗与计量翻斗协调性,最后按照定位螺钉调节圈数与雨量误差比例关系进行调节。

参考文献

[1] 聂云,周继先,秦畅畅,等. 地面观测业务调整给气象观测工作带来的变化[J]. 贵州气象,2016,40(1):72-75.

[2] 张志龙. 地面综合观测业务软件使用技巧探讨[J]. 中低纬山地气象,2019,43(4):87-92.

[3] 中国气象局气象探测中心. 新型自动气象站实用手册[M]. 北京:气象出版社,2016:11-12.

[4] 中国气象局气象探测中心. 地面气象观测业务技术规定使用手册[M]. 北京:气象出版社,2016:19-26.

[5] 中国气象局气象探测中心. 地面综合观测业务软件用户操作手册[M]. 北京:气象出版社,2017:10-24.

[6] 唐燕,潘来,陈蕴,等. DZZ4 型自动气象站观测中常见故障诊断方法[J]. 贵州气象,2015,39(6):83-87.

[7] 唐嘉佩,陈绍炳,张瑞,等. 集成版 ISOS 和全国版 ISOS 软件应用对比分析[J]. 中低纬山地气象,2018,42(2):70-73.

[8] 曹凯明,董立亭,苏菲,等. 新型自动气象站远程诊断的实现与应用[J]. 中低纬山地气象,2019,43(2):70-75.

[9] 刘宗庆,郑亮,陈涛. SL3-1 型双翻斗雨量传感器测量误差试验分析[J]. 气象科技,2020,48(5):635-639.

[10] 韦华红,周启强,江源源. 雨量传感器易发生故障部位分析和维护方法[J]. 气象科技,2012,32(1):77-79.

[11] 胡帆,赵泉钦. 双翻斗雨量传感器的检定和维修[J]. 气象水文海洋仪器,2018(1):108-111.

[12] 赵步达. 自动气象站 SL3-1 型雨量传感器特殊故障修复处理[J]. 气象科技,2013,41(3):591-593.

[13] 金之川,郑亮. 区域站双翻斗雨量传感器操作方法与超差调整[J]. 气象水文海洋仪器,2020(3):110-115.

[14] 方丽,孙丘宁,王军,等. JJS-1 翻斗雨量传感器校准仪[J]. 气象水文海洋仪器,2007,24(3):7-8.