

全建军, 刘水莲, 赖见深. WYY-1型气象三要素雨量传感器常见故障的分析及排除[J]. 华南地震, 2015, 35(2):55-59. QUAN Jianjun, LIU Shuilian, LAI Jianshen, et al. Analysis and Troubleshooting of Common Faults of WYY-1 Type Three Meteorological Elements Rain Sensor of Yong'an Seismic Station[J]. South china journal of seismology, 2015, 35(2):55-59.]

WYY-1型气象三要素雨量传感器 常见故障的分析及排除

全建军^{1, 2}, 刘水莲¹, 赖见深³, 方传极^{2, 4}, 龚薇⁴, 陈美梅¹

(1. 福建省地震局永安地震台, 福建 永安 366000; 2. 福建省地震局仪器维修中心南平分中心, 福建 南平 363000;
3. 福建省地震局东山地震台, 福建 东山 363400; 4. 福建省地震局南平地震台, 福建 南平 353000)

摘要: 论述了永安地震台 WYY-1型气象三要素雨量传感器的工作原理, 总结日常观测中常见的雨量传感器故障, 对故障的产生原因进行分析, 提出故障的解决办法, 可为其他相关地震台站提供借鉴。

关键词: 雨量传感器; 故障分析; 排除

中图分类号: P416 文献标志码: A 文章编号: 1001-8662 (2015) 02-0055-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2015.02.009

Analysis and Troubleshooting of Common Faults of WYY-1 Type Three Meteorological Elements Rain Sensor of Yong'an Seismic Station

QUAN Jianjun^{1, 2}, LIU Shuilian¹, LAI Jianshen³
FANG Chuanji^{2, 4}, GONG Wei⁴, HEN Meimei¹

(1. Yong'an Seismic Station, Earthquake Administration of Fujian Province, Yong'an 366000, China; 2. Nanping Sub-center of Equipment Maintenance Center, Earthquake Administration of Fujian Province, Nanping 363000, China; 3. Dongshan Seismic Station, Earthquake Administration of Fujian Province, Dongshan 364000, China; 4. Nanping Seismic Station, Earthquake Administration of Fujian Province, Nanping 363000, China)

Abstract: This article introduces the principle of WYY-1 three meteorological elements rain sensor of Yong'an seismic station, and summarizes all kinds of common failures in daily observation. Then the article analyzes the causation and solution of typical failure during the running of the system in detail, which can provide a reference for other seismic stations.

Key words: Yong'an seismic station; Rain sensor; Failure analysis; Troubleshooting

收稿日期: 2014-09-27

基金项目: 2013年中国地震局“地震监测、预报、科研三结合”课题《福建省定点形变干扰因素综合查询系统》、2013年福建省地震局科研项目基金《永安台钻孔体应变畸变及映震能力分析》联合资助。

作者简介: 全建军 (1984-), 男, 助理工程师, 主要从事台站形变、电磁观测和信息节点、地震仪器维护管理工作。

E-mail: qjjkt@163.com.

0 前言

由于地形变的观测系统都不可避免地受到大气及环境因素的干扰，特别是降雨的干扰，使得一些台站的形变观测严重“失真”^[1]，以往只能根据当地气象资料进行干扰排除，但是气象部门提供的普通气象资料无法为台站所处的特定位置供给精确、详细的气象数据。为此中国地震局地壳应力研究所研制了 WYY-1 型气象三要素综合观测系统，能实现降雨、气压、气温三个要素的数据测量，可以被纳入“十五”前兆服务器实现统一管理，国家和省地震局相关部门可以利用地震行业网通过数据远程传输工具对气象三要素实现远程管理，并使用地震前兆台网处理系统完成观测数据的实时采集与分析处理。但仪器在日常观测的过程中可能遇到各种各样的问题，影响仪器的正常运行，因此有必要对仪器遇到问题的相应解决办法做一次总结，以提高仪器维护的质量。本文以福建省地震局永安地震台为例，总结、分析 WYY-1 型气象三要素雨量传感器日常观测中常见的各类故障，详细分析仪器运行过程中典型故障的产生原因及排除方法，提出了仪器稳定运行的维护管理注意事项，可以为其他基层地震台站 WYY-1 型气象三要素雨量传感器的稳定、健康、可靠运行提供借鉴与参考，为地震监测数据连续准确提供保障。

1 雨量传感器的工作原理

永安地震台气象三要素辅助观测采用的是中国地震局地壳应力研究所研制的 WYY-1 型气象三要素综合观测系统，降雨观测部分采用 SL-3 型雨量传感器由上海气象仪器厂研制。该雨量传感器主要由漏斗、汇集漏斗、承水器、上翻斗、记数翻斗、计量翻斗、记数翻斗、干簧管及筒身等构成(图 1)^[2]。每当降水量达 0.1 mm 时，雨量传感器翻斗会自动翻转一次，同时干簧管完成接通一次并伴随一次脉冲产生，观测系统内的脉冲-电压转换器可以将 SL-3 型雨量传感器内翻斗翻转次数转换为电压信号输出，信号通过电缆传输到采集系统，数据采集装置通过对电压信号的处理即可得到相应的降雨量数据。SL-3 型雨量传感器观测精度可达到气象部门对降雨量的精度测量，是气象部门目前广泛采用的雨量传感器，通过实践运行证明，该仪器采集的雨量观测数据同人工观测的

雨量数据基本相同^[3]。其主要技术指标为：

电压输出范围：0~1.92v；

转换格值：0.1 mm 降雨/mV；

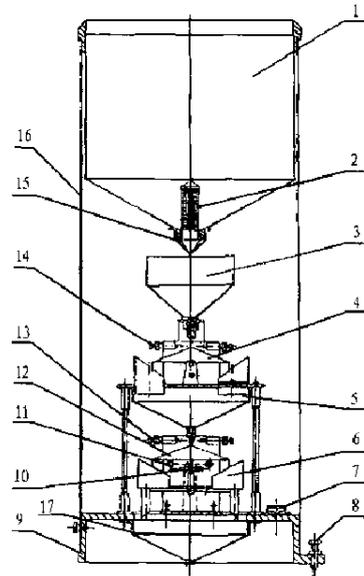
降雨强度测量：每分钟<4 mm；

降雨最小分度测量：0.1 mm 降水量；

精准度：降水量小于 10 mm 时，误差范围在±0.4 mm；

降水量大于 10 mm 时，误差范围在±4 mm。

当降雨量为零时，雨量传感器的输出电压是一个固定值，当有降雨产生时其输出电压曲线为一阶梯上升的曲线，并且当输出电压上升至最大量程 1.92 V 时将自动归零，上述输出电压经 WYY-1 型气象三要素数采生成采样率为 1min 的雨量数据。雨量传感器实际运行结果与上述结果基本相同，但有些雨量传感器的最大刻度并非标准的 1.92 V，归零时也并非标准的 0.0 V，偶尔也会有几毫伏的误差产生，但这些现象并没有对仪器的记录精度造成影响^[4]。



注:1.承水器;2.网罩;3.漏斗;4.上翻斗;5.汇集漏斗;6.记数翻斗;7.水平泡;8.调整六角螺钉;9.愈;10.干簧管;11.红黑接线柱;12.计量翻斗;13.容量调节螺钉;14.定位螺钉;15.清洗拆卸螺帽;16.筒身;17.水漏斗

图 1 SL3-1 型雨量传感器的组成

Fig.1 Composition of SL3-1 type rain sensor device

2 雨量传感器出现问题后的检修原则

永安地震台仪器维修人员根据本台近几年雨量传感器出现的故障种类以及维修经验，总结出以下故障出现后的检修原则，可以有效缩短和简化维修过程。总体的原则为：从上到下，从简单到复杂，从外到内，从机到电。

(1) 从上到下。对雨量传感器检修时,应从雨量传感器的上部开始进行检查,逐步向下进行排除。直观上理解,就是根据雨水进入雨量传感器后的流动方向进行逐一检查。

(2) 从外到内。这需要从两个方面来分析,一方面是雨量传感器的检修步骤应从外部往内部进行排查(即按顺序依次从外部的承水口、信号连接线到内部的机械式翻斗以及脉冲计数进行排查),另一方面是雨量观测值出现错误的时候,应从室外设备往室内设备进行逐一排查。

(3) 从机到电。雨量采集由机械处理和电子处理两个过程组成,在雨量传感器检修实践中,机械方面故障的查找和处理都相对比较简单,而电子故障排除和修复可能需要使用电子专业知识及相关设备,是比较复杂的,可以将“由简单到复杂”的原则进行延伸,首先从机械方面的故障进行排查。

(4) 从简单到复杂。雨量传感器虽属于比较精密的仪器,但内部结构也并非很复杂,通过仪器的日常运维发现,雨量传感器产生故障的大部分原因都较为直接,也比较简单,例如杂质沉积、承水器堵塞、雨量翻斗翻转不灵活等,根据永安台近几年维修经验来看,针对上述情况进行雨量传感器问题排查,是一种行之有效的办法。

3 雨量传感器故障分析及排除方法

雨量传感器由承水器、漏斗、干簧管等部件构成,任何一个部件发生故障都会对雨量观测造成影响,导致地震台站雨量观测出现雨量值偏大异常或者偏小异常,以及雨量数据断记等异常状况。雨量传感器在运行过程中常见的故障有:漏斗和盛水器异物堵塞,翻斗轴承磨损导致翻转不灵活或卡死、干簧管烧坏、有降水时无降水记录等。

3.1 盛水器堵塞、翻斗卡死

在梅雨季节,长时间的降雨可能会造成盛水器长出青苔,所以检查仪器时应特别注意盛容器是否长出青苔,青苔如果长出需要将其完全去除,否则盛水器很有可能被青苔堵塞导致雨量观测数据缺测。在日常的检查与维护中,将雨量传感器的外壳打开,再将量杯装 10 mm 水慢倒入雨量传感器中,检查翻斗能否灵活翻动、是否发生卡死。如果翻斗部件在翻转过程中有感觉到阻滞,应用清水对宝石轴承的孔以及翻斗轴两端轴颈进行细

致清洗,特别是多风的季节要注意这个。如果清洗后翻斗部件还是有阻滞感,那有可能是轴承付使用时间太长,宝石轴承已发生磨损或裂碎所致,可通过细针沿轴承内孔对其表面进行轻微划触,如划触过程中有感觉到阻滞,那一般是宝石发生磨损,应对轴承部件进行更换。如果是翻斗轴出现损坏,则应对翻斗轴进行更换。宝石轴承维护过程中切勿对其加油进行润滑,因为轴承付加油后容易吸尘,尘土(含有碳化矽以及氧化铝成份)硬度较高,摩擦力很强,可导致轴承付工作表面受到磨损,使其摩擦力矩增大,进而无法正常使用。若发现有小昆虫、蜘蛛或者蜘蛛网之类的在雨量传感器内,应及时对其打扫清除。

3.2 传感器承水口不水平

雨量传感器经过长时间的运行,固定脚有可能发生松动,或底座水平发生变动,造成雨量传感器器口没有在水平位置上,对雨量传感器进行维修后再重新罩上外壳后,也会使雨量传感器器口水平发生变化,若雨量传感器器口没有水平会导致雨量观测数据偏少。所以无论对仪器进行巡视还是对雨量器进行维修时,都应把水平尺带上,及时对雨量传感器水平进行校正处理。

3.3 承水口漏斗被堵塞

在对雨量传感器进行日常巡视时,要特别查看下是否有异物堵塞雨量传感器的承水口漏斗处。安装在大树附近的雨量传感器或每逢喜庆节假日台站周围有人燃放大量烟花的时候,都需特别查看落叶或烟花的残留物是否堵塞雨量传感器承水口漏斗处。

3.4 有降水时无降水记录

造成该故障的主要原因有:小漏斗或者承水器发生堵塞、磁钢失磁、翻斗卡死、干簧管烧坏、通讯线路断路或接触效果不好。

解决方法:首先查看承水器中是否有积水现象,如果有就先取下过滤网放到水中进行清洗,用细针将漏水孔进行疏通;若查看无积水,则将承水器拆下,查看小漏斗内是否有积水现象,如果有就和上述方法一样把过滤网拆下进行清洗,用细针对漏水孔进行疏通;如果无积水则查看翻斗内有没水,如果有水则将翻斗用手进行慢慢翻动,查看翻斗能否灵活翻动,查看是否有记录产生,如果有记录产生且翻动的次数与记录保持一致,则说明工作正常。

其次查看雨量传感器通信线路上所有的接头是否接触良好。SL3-1型雨量传感器的电路连接如图2所示,从图中的连接示意可以知道,采集器流经防雷板上的12号接口、三芯插座上的1号脚、干簧管、100欧姆电阻、再流经三芯插座2号脚、防雷

板上的13号接口,最后再回到采集器(以下把这段电路称做雨量传感器电路),在磁钢对干簧管进行扫描时能在短时间内形成一条通路,从而完成雨量观测数据的采集,这中间只要有一个地方发生断路故障,就会造成有降水时无雨量记录现象。

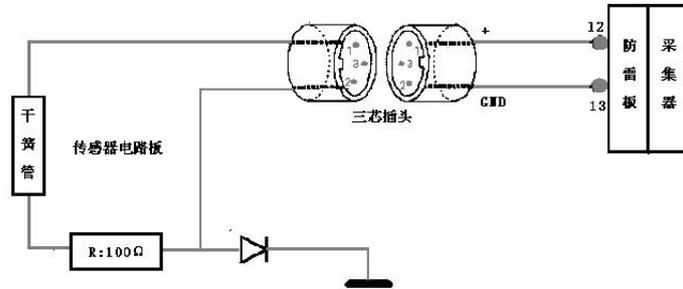


图2 SL-3型雨量传感器电路连接示意图

Fig.2 Circuit connection diagram of SL-3 type rain sensor

将万用表旋转至直流电压档,对干簧管两端的电压进行测量,如果电压显示为0V或近似0V,说明雨量传感器电路有故障发生,应对传感线路以及传感器电路板进行一次全面检查。如果电压测得为5~6V,说明整个雨量传感器电路除干簧管外都是正常的,此时若把翻斗放平,电压会快速的降到0V左右,否则说明干簧管有故障发生。下面对每个部分的检查方法进行详细描述。

(1) 干簧管检查:将万用表旋转至电阻导通档,将表笔放到电路板上的两个干簧管接点进行测量,当翻斗放平时干簧管无法导通或者倾斜时干簧管可以实现导通,这两种情况都说明干簧管已损坏,应及时更换新的干簧管。磁钢若失磁也可能导致干簧管不能导通,但该情况比较特殊,发生的概率也比较小,而且判断识别也较容易。

(2) 电路板检查:如果确认不是干簧管出现故障,将翻斗进行平放,用万用表欧姆档测量三芯插座1,2两脚(如图2所示,即缺口上下端的插脚)间的电阻,如果显示的测值接近100Ω,说明雨量传感器电路板以及上面的各元件、焊接点都是完好的。否则,说明线路中有存在故障,应将整块电路板认真查看一遍,如有发现焊点脱焊现象,重新将其焊上即可。

(3) 传感线路检查。将防雷板上的12与13号接头(如图3所示,传感线路在防雷板上的两个接头)取下,拔下上面的三芯插头,用万用表电阻导通档测量三芯插头的1、2号两插孔(缺口上下侧的插孔),应显示不导通,否则说明传感线路中有某一段存在短路。然后再将12,13号两接头进行

短接,再测试插孔1,2口应显呈现导通状态,否则说明线路中存在断路情况。

3.5 无降水时,但有雨量值

从防雷板上的12号接口流经三芯插座1号脚再到干簧管的这段电路为传感器提供正电压,如果这段电路上有某一段发生断续接地,或者雨量传感器线路中12,13号接口所对应的两条线路出现断续短接时,都会导致脉冲信号的产生,出现无降水时但有雨量值。如果遇到这种故障现象时,可以用前面所介绍的传感线路排查方法对线路情况进行排查,同时检查插座与三芯插头,保证其工作正常和干燥状态,此外还要特别注意台站防鼠工作。

当台站附近有强干扰源,例如高压输电线、大型机械、信号发射塔时,也可能受其影响导致雨量传感器电路出现脉冲信号,造成无降雨却采集到雨量的情况,要避免这种情况的发生可以采取适当措施,比如可以通过配备雨量滤波元件或者使用屏蔽管道将传感线路放置其内,从而达到减小或消除干扰的目的。

还可能出现一种特殊情况:没有降雨发生的时候,翻斗却出现了翻转,这主要是有的传感器底座没有进行牢固固定造成的。但现在发生此类情况的可能性比较小,主要是针对一些早期安装雨量传感器的地震台站,由于其雨量传感器底座比较高,应当注意此类情况的出现。

3.6 降水记录滞后

造成雨量观测数据滞后的主要原因是:雨量

传感器运行过程中,其承水器或者小漏斗有可能被异物堵塞,也有可能过多脏污沉积在承水器内,从而导致降雨流入翻斗的速度较缓慢,突降暴雨时还会产生积水现象,所以降雨停止后还会有雨量采集记录的出现。

处理方法:及时去除雨量传感器承水器内的残留杂质,将承水器及小漏斗进行清洗,用细针把过滤网进行疏通。

3.7 降水记录与实际值相差较大

造成雨量观测数据与实际值相差较大的原因有很多,例如:翻斗有水滴漏、承水器口没有保持水平、通讯线路没有良好接触、干簧管发生漏操作、数据采集器接口电容烧毁、翻斗不洁净、翻斗无法灵活翻转等。

处理方法:查看是否有异物将承水器或漏斗堵塞,杂质是否有沉积在计数翻斗内,如果有杂质可使用中性洗涤剂将其进行清洗,或者使用毛刷将其清洗干净;检查雨量传感器是不是保持水平,如果没有保持水平则需要将其调整;查看翻斗能否很灵活的翻动、计数翻斗有没有存在水滴漏现象,如果有可通过调整翻斗上的平衡螺丝来排除;可通过输液器缓慢将水放到漏斗中,来检验翻斗是否翻动准确;要检查干簧管是否存在漏操作,可用手直接计数翻斗进行翻转,然后拨到万用表的

电阻档测量输出信号并计算导通次数,通过与手动翻转次数相比较看是否相同,如果不相同就需要将干簧管更换;查看防雷板上雨量传感器接线是否保持接触良好;如果通过上述排查均未发现问题,可通过调整计量翻斗上的2个定位螺丝来进行纠正,当降水量偏大(小)时,可把两个螺丝向下(上)进行调整,一直到调整到合适为止。

4 结语

文中论述了WYY-1型气象三要素雨量传感器的工作原理,在此基础上给出了雨量传感器出现故障后的检修原则。同时结合近几年的仪器维护经验,论述了几次典型故障产生的原因和解决方法,希望能给同类台站提供一些可借鉴的经验。

参考文献:

- [1] 刘其寿,杨佩琴,黄腾,等.气象三要素观测数据的共享[J].华南地震,2010,30(4):35.
- [2] 周振安.WYY-1型气温、气压、雨量综合测量仪使用说明书[R].北京:中国地震局地壳应力研究所,2006.
- [3] 冯志生,范桂英,陈书清,等.江苏省数字地震前兆台网验收材料[R].江苏省地震局,2001.
- [4] 梅卫萍,章熙海,冯志生,等.雨量观测数据的预处理办法[J].地震地磁观测与研究,2008,23(4):77-78.