

# SL3 型翻斗雨量传感器的维护与调校方法

朱乐坤

(国家气象计量站,北京 100081)

**摘要** 主要介绍了 SL3 型翻斗雨量传感器的结构、工作原理以及误差主要来源,并根据使用经验,较详尽地描述了该雨量传感器观测偏差值的调校及日常维护方法。

**关键词** 雨量传感器 误差来源 调校方法

## 引言

SL3 型翻斗雨量传感器(以下简称雨量传感器),已在我国军用及民用自动观测仪器上广泛应用。SL3 型雨量传感器设计分辨率为 0.1 mm/斗,国外同类产品的设计分辨率有 0.2 mm/斗和 0.5 mm/斗等,因此它的分辨率高,测量准确度较高。传感器本身所具有的定位调节螺钉,在使用过程中调整测量结果的偏差值较为方便。本文从该雨量传感器的结构、工作原理和实际使用过程中遇到的观测值偏差调整入手,归纳总结了雨量传感器误差的主要来源<sup>[1]</sup>,日常维护、现场标校和故障维修方法,尽可能地减小使用中的附加误差,使雨量传感器的观测偏差值控制在允许范围内,确保我国雨量观测网的雨量观测数据具有可比性。

## 1 雨量传感器的结构和工作原理

翻斗雨量传感器主要由承水器、上翻斗、计量翻斗、计数翻斗、汇集漏斗、干簧管和调节螺钉等组成。当有降雨出现时,雨水首先在承水器内汇集后,再流入上翻斗(上翻斗的作用是使降水强度近似大降水强度),然后进入计量翻斗进行计量,计量翻斗每翻动一次记录 0.1 mm 的降水量。随后雨水由计量翻斗倒入计数翻斗,在计数翻斗的中间装有一块小磁钢,磁钢上部装有干簧开关,计数翻斗每翻转一次,磁钢对干簧管扫描一次,使干簧管的接点因磁化

瞬间闭合一次,送出一个导通信号,通过二芯电缆传输给数据采集器进行降雨量的自动监测。

## 2 误差主要来源

(1)翻斗中间隔板没有正对汇集漏斗口所引起的误差。由于翻斗组是仪器的核心部件,在生产加工和运输后,翻斗中间隔板不能正对汇集漏斗,在翻斗组翻转动作过程中,要求翻斗翻转要灵活自如,翻斗轴与宝石轴承的装配间隙的设计指标不大于 0.5 mm,如果由于某种原因所致,中间隔板没有对正汇集漏斗,会导致左右翻斗翻转时流失的水量不相等,从而导致倒水过程产生漏水误差,致使降雨测量结果存在误差。

(2)翻斗被油污染所引起的误差。由于翻斗组是雨量传感器的核心部件,对翻斗加工材料及内壁的光洁度有特殊要求。雨量传感器又长期在室外使用,空气中油气污染难以避免;维修过程中不小心用手触摸,都会使斗壁污染,斗壁被污染后,当降水落入翻斗后,斗壁与降水接触时会处于非浸润状态,导致斗内残存水量不稳定,测量时产生随机误差。

(3)上翻斗和计量翻斗翻倒的次数比例不合适所引起的误差。从理论上讲,上翻斗和计量翻斗翻倒的次数应有合适的比例,不应同步。通常情况是上翻斗翻倒的次数小于计量翻斗,这样就减少了两个翻斗间因同步而造成的误差。否则,当两个翻斗同时处于倒水状态时,由上翻斗倒下的水没有通过

计量翻斗而直接流走,从而产生降雨流失误差。

(4) 计量翻斗和计数翻斗翻转不同步而引起的误差。严格来讲,传感器在出厂前,翻斗组件已进行了精确调整,通常情况下计数翻斗和计量翻斗同步翻转,但经过长期室外使用,各配合部件间摩擦间隙将会变大,导致两翻斗不能同时翻转,产生翻转误差。

(5) 干簧管与磁钢间的距离不当引起的误差。一般情况时,当计数翻斗翻动一次时,与其相配合的干簧管应吸合一次。当翻斗处于水平位置时,磁钢与干簧管的距离应适当(通常为 $0.8 \sim 1.5$  mm之间),长期使用有可能使磁距发生变化,因此要经常检查和调整,克服因配合距离不合适而产生的误差。

### 3 日常维护

(1) 先将二芯电缆一端断开(目的是使采集器接收不到信号),然后取出上翻斗上方的小漏斗,清除圆过滤网中的尘砂、小虫及杂物,清洗小漏斗的引流管。

(2) 用清水从承水器口缓慢注入,注意不要倒水太快,倒水太快会使翻斗外壁沾水,如即时降雨将影响仪器正常工作。观察汇集漏斗的长过滤网、节流管,如有阻塞或滞留现象,应及时清除。

(3) 检查翻斗翻转是否灵活自如。用手握住翻斗外侧,检查翻斗的轴向间隙,如发现过紧、过松或宝石孔中有杂物,均应予以排除和清洗。

(4) 每次冲洗结束,应将计量翻斗与计数翻斗扳到同一倾斜方向。

(5) 当有降雨时,估计降水量超过 $0.2$  mm而数据采集器上无记录,应检查管道是否有堵塞现象,两芯电缆是否有断路现象发生,干簧管是否彻底损坏等。

(6) 在多雨的季节,应每隔半个月用火碱清洗翻斗,去除翻斗上的杂物,进行差值计算和调整。

(7) 无雨和少雨季节,可将承水器口暂时加盖,防止尘沙和杂物侵入。

(8) 冬季结冰前,也应将承水器口加盖并切断电源。

(9) 日常维护和清洗时,为防止油物污染翻斗内壁,严禁用手触摸翻斗内壁。如果斗壁被污染,必须对翻斗内壁进行清洗处理。方法是先将翻斗拆下,首先用肥皂水清洗翻斗内壁,晾干后再用脱脂棉沾牙膏用力擦拭翻斗内壁(内壁各处均应擦到),再用

脱脂棉将翻斗内壁牙膏膜擦拭干净。然后浸泡在 $70$  °C的风化碱液内,保持 $24$  h后,再用纯净蒸馏水清洗干净即可。

### 4 调校方法

综上所述,雨量传感器产生测量误差不可避免,为使雨量观测偏差值控制在允许范围内,定期标校和偏差值的调整非常必要。在进行调整前须先按标校方法进行标校,求出各种雨强下的偏差值的大小进行调整,下面介绍具体调整方法。

传感器的测量最大允许误差为: $\pm 0.4$  mm(累计降水 $\leq 10$  mm), $\pm 4\%$ (累计降水 $> 10$  mm)。仪器在出厂前,已经严格调整并检验合格,一般不需调整,但在仪器使用一个月后的第一场较大降水时,应检查仪器的测量准确度是否还能符合要求,如测量误差较大(超过 $\pm 4\%$ ),应调整仪器的基点。

在实际调校时,应以 $1$  mm/min和 $4$  mm/min的降水强度<sup>[2]</sup>用 $10$  mm的降水量进行测量,得到实际的观测值,每个降水强度做 $2 \sim 3$ 次,最后求出该传感器的平均差值,作为基点调整依据。将计数翻斗拨到与计量翻斗同一倾斜方向,用 $10$  mm的清水分别以 $1$  mm/min和 $4$  mm/min降水强度注入到传感器内,检查计数值与翻斗翻动的次数是否相等,若不相等求出差值,如果超差,应调整计量翻斗的两个定位螺钉,将两个定位调节螺钉中的一个旋转一圈,其测量误差变化 $3\%$ 左右,若同时将两个定位调节螺钉都顺时针或逆时针旋转一圈,其测量误差变化 $6\%$ 左右。

如果实测值偏小,应将定位螺钉向内旋转,即右手顺时针转,左侧逆时针旋转,实测值偏大则相反,重复调整直到传感器的观测值符合要求为止。

### 5 结束语

翻斗雨量传感器结构简单,便于拆卸和维护。其中除了干簧管容易损坏外(最好有备份),其它部件一般情况下不容易损坏,但是要保证其观测值的准确性,使用中定期标校和维护非常重要。

### 参考文献

- 1 朱乐坤,付锡桂. 降水仪器的误差分析. 气象仪器装备,1995,(1):66-68
- 2 中国气象局. II型地面气象综合有线遥测仪行业标准. 2001

# Methods of Maintaining and Adjusting SL3 Tipping Bucket Rainfall Sensors

Zhu Lekun

( National Center for Meteorological Metrology , Beijing 100081 )

**Abstract :** The structure ,operating principles ,error sources for SL3 Rainfall Sensors are introduced .According to experiences ,adjusting methods of measurement deviation and the routine maintenance for SL3 Rainfall Sensors are described in details .

**Key words :** rainfall sensor , error source , adjusting method