

总辐射表灵敏度变化 对观测质量的影响

姚文军

(山东省莒县国家基准气候站, 276500)

在进行太阳总辐射观测和辐射观测质量控制中,总辐射表(简称总表)灵敏度是一个重要的参数。如果不给以足够的重视,容易造成灵敏度的错误,从而对辐射资料的准确性产生较大的影响。因此,我们不断总结这方面的工作经验,分析错误原因,制定相应的工作措施,降低灵敏度变化对辐射观测质量带来的影响。

1 总表构造与灵敏度

总表是用来测量水平面上 2π 立体角、波长 $0.3\sim 3\mu\text{m}$ 范围内的太阳直接辐射和散射辐射,它由感应面和温差电堆组成。感应面是用金属薄片涂上吸收率高、光谱响应好的无光黑漆构成,用来接受太阳辐射。温差电堆用康铜和康铜镀铜制成,用来产生温差电动势。当感应面吸收太阳辐射和天空散射辐射时,热电偶两端加热不同而产生温差电动势。这种电动势经RYJ4记录器及PC-1500测量和换算后即为被测的太阳辐照度。当辐射热达到平衡时,单位辐照度产生电压的微伏数即为辐射表的灵敏度 K (单位: $\mu\text{V}/\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$),定义式: $K = V/E$ (V 为电压, E 为辐照度)。灵敏度是否稳定是衡量一个总表等级标准的重要指标。因此,灵敏度是辐射资料准确性的重要影响因素。

2 灵敏度变化对辐射观测质量的影响

2.1 影响灵敏度变化的原因

引起灵敏度变化的常见原因主要有两种。

2.1.1 由于总表本身原因使灵敏度发生改变

变。辐射表灵敏度异常,一般是由于热电堆受损、黑漆脱落、漆面翘起或移位、热电偶粘连或受潮,总表长期使用老化而使灵敏度发生飘移等。

2.1.2 由于人为原因造成灵敏度的错误:①工作人员操作不慎造成灵敏度错误,如更换总表、PC-1500、重新录用程序时漏修改相应的程序;②未定期进行灵敏度自查,记录有问题也不临时增加灵敏度的检查,致使灵敏度有误不能及时排除,使错误记录长期存在;③未按规定送检仪器和使用超检仪器。

2.2 灵敏度变化对辐射观测质量影响的特点

(1)隐蔽性:灵敏度有误,将对辐射资料产生系统性影响。而辐射量常受气象条件(云量、云状、云高、气温、地温)、太阳高度角、大气透明度及下垫面性质等多种因素综合影响,受影响的幅度会掩盖灵敏度有误而产生的系统性误差,使灵敏度错误难以被发现。

(2)严重性:灵敏度有误,使辐射记录失真,影响辐射资料的整理出版及其使用价值;同时也严重影响了台站的工作质量。《辐射观测质量考核》中规定,获取一个时次的记录算0.1个基数,而灵敏度有误每影响一个时次算0.1个错情;如使用超检仪器,发生一次按10.0个错情统计。可见,《考核》对灵敏度的要求是严格的,我们应提高对灵敏度的重视程度,防止出现严重后果。

2.3 灵敏度变化对资料影响程度的分析

无论何种原因造成灵敏度的变化都能对

资料的准确性产生程度不同的影响。以莒县站1997年3月15日更换总表为例(换上154号、灵敏度 $7.45\mu\text{V}/\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,换下142号、灵敏度 $8.35\mu\text{V}/\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$),假若漏修改程序1002句AV(I)值,即灵敏度应为7.45误为8.35,增大了0.90。根据灵敏度定义 $K = V/E$ 知,辐射度相对于准确值的变化率:

$$\begin{aligned}\Delta E &= (E_2 - E_1)/E_1 \\ &= (V/8.35 - V/7.45)/(V/7.45) \\ &= -108\%\end{aligned}$$

E 值越大,误差越大,夏季辐射度可达 $1000\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上,依上例情况,误差的绝对值高达 $100\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上。

3 工作措施

鉴于灵敏度变化对辐射观测质量影响的特殊性和严重性,在辐射观测工作中,我们应有防止或及时纠正灵敏度变化的工作措施。

4.1 预防措施

4.1.1 建立业务学习制度

辐射工作要求观测员具备判断和处理异常辐射记录的能力,要具备这种能力,必须加强《气象辐射观测方法》和有关知识的学习,不断积累基本知识和工作经验,这是提高辐射观测质量的根本保证。

4.1.2 建立总表送检制度

台站一般配备两台总表,每台检定期为两年,两台轮流检定,一年一检,以保证现用仪器和备份仪器都不超检。为保证工作的安全性,检定时间最好选在春夏之交或夏秋之交。

4.1.3 台站灵敏度检查

①一般性检查

每月检查总表感应面是否变形(翘起)、黑漆有无脱落,发现问题应记录并及时处理;更换总表、记录器或重新录用程序等涉及灵敏度参数的工作应谨慎操作,并由两人或两人以上共同进行,校对无误并备注。预审员月底再作一次检查。

②台站自查

每年台站要对总表灵敏度进行一次自

查,记录有问题时还要临时增加检查。

检查条件:天空晴朗无云,太阳高度角在 30° 以上,空气温度 $20\pm 10^\circ\text{C}$,风速 $< 5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,湿度 $< 80\%$ 。

检查方法:用一台标准的或近期检定的总表和毫伏表作为相对标准,来检定台站现用的总表或有怀疑的备份表。按下式算出灵敏度的年变化率 $\Delta K(\%)$

$$\Delta K = |K_0 - K_1|/K_0 = |E_t - E_1|/E_t$$

其中: K_0 、 K_1 分别为被测表原来和新算出的灵敏度, E_t 、 E_1 分别为比较表、被测表观测到的辐照度平均值。当 $\Delta K > 5\%$ 时,应检查原因,考虑是否要更换总表。

4.2 补救措施

灵敏度参数修改有误,不能贸然地将错误期间的记录加括号或按缺测处理。以三级站为例,某站2月检查程序,发现 $AV(1) = 10.0$, $AV(7) = 15.03$ 是前一个月标定时未将正确的灵敏度 $AV'(1) = 8.72$ 和正确的接口特征电压 $AV'(7) = 14.88$ 输入,可用下式将错误记录还原为正确的记录 W' :

$$\begin{aligned}W' &= W' \times V'(7) \times AV(1)/[V(7) \times AV'(1)] \\ &= W \times 15.03 \times 8.72/(14.88 \times 10.0) \\ &= 0.882W\end{aligned}$$

对换表后灵敏度漏修改或修改错了的,只要知道换表时间和两表的灵敏度,可用如下公式将错误记录处理为正确的记录:

$$W' = W \times AV(I)/AV'(I)$$

式中: W 、 W' 分别为错误及正确的记录, $AV(I)$ 、 $AV'(I)$ 分别为错误及正确的灵敏度, I 为总表所用信号通道。

5 结束语

由于我们不断总结工作经验,制定和逐步完善工作措施,近年来,我站的辐射观测质量有了较大的提高。事实证明,只要加强辐射业务学习,真正重视灵敏度参数,严格按《方法》规定谨慎操作,这方面的错情是完全能够避免的。