

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2021.01-06

浅谈水面蒸发人工观测估读误差试验分析

欧阳欣欣, 刘铁林, 匡刚

(江西省水文监测中心, 江西 南昌 330002)

摘要:水面蒸发是水文监测的重要要素,目前人工观测仍是水面蒸发观测的重要手段,影响水面蒸发观测的因素较多,现行的《水面蒸发观测规范》(SL630-2013)对水面蒸发观测误差的来源和控制作了规定,但对各项误差的范围大小未明确规定.为评估水面蒸发资料的可靠性程度提供依据,本文就E601标准水面蒸发器人工观测估读误差进行了试验分析.通过试验分析,风力与水面蒸发观测不确定度呈正相关,风力越大观测不确定度越大;通过野外实践操作和分析,就《水面蒸发观测规范》(SL630-2013)中人工观测操作要求未涉及的环节,提出了补充建议,为提高水面蒸发人工观测质量提供参考.

关键词:水面蒸发;人工观测;估读误差;试验分析

中图分类号:P332.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-4701(2021)01-0039-05

水面蒸发是水循环中的重要环节,同时也是防汛抗旱中水文预测预报、水资源评价分析、水生态保护与修复等重要的基础资料,其资料准确与否十分重要,现行《水面蒸发观测规范》(SL630-2013)^[1]明确规定,由于受蒸发场选择的环境、气候、仪器性能及仪器的材质^[2]、安装方式和人为因素等影响,水面蒸发量观测值存在系统误差和随机误差,误差来源包括降水误差、风沙误差、溅水误差、仪器误差、仪器计量误差以及估读误差.国内外很多学者对水面蒸发自动观测进行了研究^[3-4],部分学者对人工观测水面蒸发误差原因进行分析^[5],就如何控制人工观测蒸发误差提出了很好的建议^[6].本文就不同风力环境条件下水面蒸发人工观测估读不确定度进行了对比试验分析,并对观测过程的操作细节进行了研究与讨论,提出了具体操作要求,以供大家参考.

1 研究方法

1.1 研究对象

江西省位于长江中下游交接处的南岸,地处北纬

24°29'~30°04'、东经113°34'~118°28'之间,属亚热带温暖湿润季风气候,年均气温约16.3~19.5℃,多年平均降水量为1638mm.江西省多年平均季蒸发情况:1至3月60mm~100mm,7至9月400mm~500mm,10至12月180mm~220mm.全年全省大部分地区蒸发量在700mm至800mm之间,总体趋势是山区小于丘陵,丘陵小于盆地和平原.

全省建有水面蒸发站70站,站网布设密度为2000~3000km²/站,主要采取人工驻站观测方式,观测设备主要为标准水面蒸发器(E601型).为开展人工观测估读误差试验分析工作,在全省范围内按照不同的地域、地貌、风速等自然环境,选择观测场遮挡率、仪器安装符合要求和观测员责任心强等共8个蒸发观测站作为试验研究对象,详见表1.所选试验分析对象分布于赣南、赣中、赣西、赣北和赣东等不同区域,分别代表山丘区、平原区和鄱阳湖区等不同自然地理气候特征,对人工观测估读误差试验分析具有较好代表性和典型性.

1.2 试验方法

水面蒸发观测估读误差主要由仪器(测针分辨率

收稿日期:2020-10-28

作者简介:欧阳欣欣(1995-),男,大学专科.

表1 试验站点情况表

序号	站名	站址	东经	代表流域	多年平均蒸发值/mm	地貌特征
1	麻州	会昌县麻州镇	115°47'	赣江上游	941	山丘区
2	白沙	吉水县白沙镇	115°25'	赣江中游	845	山丘区
3	晋坪	奉新县上富镇高坪村晋坪组	114°58'	修河	638	山丘区
4	新余	新余市仙女湖区观巢乡	114°91'	赣江	新设站	平原区
5	广丰	广丰县洋口镇三官殿村	118°08'	信江	768	山丘区
6	洪源	浮梁县洪源镇方家村	117°08'	饶河	972	山丘区
7	高沙	修水县四都镇高沙村	114°35'	修河	920	山丘区
8	康山	余干县康山乡官山村	116°25'	鄱阳湖	1033	平原区、湖区

和准确度)、人为估读和周边环境干扰等影响,观测试验工作,确立方法如下:选择无风、1~2级风、3~4级风天气情况下(一般选择8时或蒸发很小的时候),采用蒸发测针在10min内进行人工重复观测水面蒸发液位。

1.3 误差分析

按照《水面蒸发观测规范》规定,分别计算观测数据的均值 \bar{Z} 、标准差 σ 和随机不确定度 X ,计算公式如下:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N} \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i - \bar{Z})^2}{N-1}} \quad (2)$$

$$X = z\sigma \quad (3)$$

式中: \bar{Z} 为人工蒸发观测重复性实验观测值均值,mm; σ 为人工蒸发观测重复性实验观测值统计标准差; X 为人工蒸发观测重复性实验观测值不确定度(置信度 $\varphi=95\%$ 时, z 取2.0),mm。

2 试验数据分析

2.1 试验数据

以康山站为例,对康山站不同风力情况下人工观测数据进行不确定度分析,详见表2;针对全省选取

的8处试验站点,在天气晴朗的条件下,按照重复性观测试验要求,观测时间控制在5~10min内完成。具体成果详见表3人工观测不确定度与最大偏差分析数据表。

2.2 数据分析

2.2.1 误差分布规律分析

根据《水文测验学》^[7]偶然误差规律为:(1)误差界限性,即在一定测量条件下,偶然误差的数值不超出一定限值,或是超出一定限值的误差出现的概率接近于零;(2)误差分布聚众性,即绝对值小的误差比绝对值大的误差出现的概率大;(3)误差分布对称性,即绝对值相等的正负误差出现的概率相同。从康山站人工观测数据中可知,观测误差符合误差的分布规律,说明观测数据符合实际情况。

2.2.2 观测数据质量评定

全省选取的8处试验站点在不同风力条件下,误差范围在-0.37mm至0.34mm之间,说明风力对人工观测蒸发数据存在影响,同时康山站人工观测数据中未出现两次读数误差不大于0.2mm的情况,符合《水面蒸发观测规范》(SL630-2013)中规定“采用测针进行观测水面高度两次读数误差不大于0.2mm”的要求,由以上两点可以得出人工观测水面蒸发在相同风力条件下误差范围是不同的,说明在观测中每个人的观测带来的误差是不同的,同时也证明观测数据质量可靠。

表 2 康山站 2017 年人工观测蒸发不确定度试验记录表

mm

序号	无风(0级)			风力 1~2 级			风力 3~4 级		
	人工观测液位	与均值差	不确定度	人工观测液位	与均值差	不确定度	人工观测液位	与均值差	不确定度
1	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
2	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
3	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.5	0.12	0.014
4	20.3	-0.01	0	19.5	0.1	0.009	29.4	0.02	0
5	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.5	0.12	0.014
6	20.4	0.09	0.009	19.5	0.1	0.009	29.4	0.02	0
7	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.3	-0.08	0.007
8	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.3	-0.08	0.007
9	20.3	-0.01	0	19.5	0.1	0.009	29.3	-0.08	0.007
10	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
11	20.4	0.09	0.009	19.4	0	0	29.4	0.02	0
12	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
13	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.3	-0.08	0.007
14	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
15	20.3	-0.01	0	19.5	0.1	0.009	29.4	0.02	0
16	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.3	-0.08	0.007
17	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
18	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
19	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.3	-0.08	0.007
20	20.3	-0.01	0	19.3	-0.1	0.011	29.4	0.02	0
21	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
22	20.4	0.09	0.009	19.4	0	0	29.5	0.12	0.014
23	20.3	-0.01	0	19.3	-0.1	0.011	29.3	-0.08	0.007
24	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
25	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.5	0.12	0.014
26	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.3	-0.08	0.007
27	20.2	-0.11	0.011	19.4	0	0	29.4	0.02	0
28	20.3	-0.01	0	19.3	-0.1	0.011	29.3	-0.08	0.007
29	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
30	20.3	-0.01	0	19.4	0	0	29.4	0.02	0
	均值/mm		20.31	均值/mm		19.4	均值/mm		29.38
	与均值的偏差范围/mm		-0.01~0.09	与均值的偏差范围/mm		-0.10~0.10	与均值的偏差范围/mm		-0.08~0.12
	标准差/mm		0.032	标准差/mm		0.045	标准差/mm		0.063
	不确定度/mm		0.064	不确定度/mm		0.09	不确定度/mm		0.12

表3 人工观测不确定度试验成果统计表

mm

站名	无风(0级)		风力1~2级		风力3~4级	
	不确定度	偏差范围	不确定度	偏差范围	不确定度	偏差范围
麻州	0.12	-0.13~0.28	0.20	-0.22~0.21	0.30	-0.36~0.31
白沙	0.10	-0.11~0.09	0.12	-0.13~0.18	0.12	-0.19~0.11
晋坪	0.10	-0.12~0.10	0.15	-0.16~0.19	0.23	-0.19~0.24
新余	0.16	-0.18~0.18	0.18	-0.11~0.18	0.30	-0.37~0.31
广丰	0.09	-0.01~0.09	0.14	-0.18~0.18	0.34	-0.37~0.34
洪源	0.13	-0.11~0.15	0.20	-0.18~0.20	0.28	-0.30~0.31
高沙	0.14	-0.13~0.18	0.10	-0.11~0.11	0.28	-0.25~0.30
康山	0.07	-0.01~0.09	0.10	-0.10~0.10	0.12	-0.08~0.12
平均	0.11		0.15		0.25	
范围	0.07~0.14		0.10~0.20		0.12~0.34	

2.2.3 人工不确定度分析

对全省选取的8处试验站点进行人工观测不确定度分析,在表3的数据成果中可以得出不同的风力情况下,人工观测水面蒸发不确定度是不同的,总体表现为风力越大,人工观测的不确定度也随之变大,但是总体不确定度范围在0.07mm至0.34mm之间,误差会给单天的蒸发量带来影响,但是就全年来说整体的蒸发误差将会抵消,并不影响全年的蒸发量。

3 误差控制与讨论

国内一些学者也分析了造成水面蒸发误差的人为因素,主要从保持稳定的水面高度、强降雨时蒸发量与雨量要同步观测、人为视觉误差、保持桶内清洁等方面进行了论述,在现行的《水面蒸发观测规范》(SL630-2013)中对标准水面蒸发器的观测有做相关规范,但是还存在一些人工操作未涉及的细节需要补充,进行讨论如下:

(1)避免测针挂珠带来的误差。受水的附着力的作用^[8],在《水面蒸发观测规范》(SL630-2013)中规定要求了如下步骤:“将测针插到测针座的插孔内,使测针底座紧靠测针座表面,将音响器的极片放入蒸发器的水中。先把针尖调离水面,如遇较大风时,应将静

水器上的盖板盖上。待静水器内水面平静后,即可旋转测针顶部的刻度圆盘,使测针向下移动。当听到讯号后,将刻度圆盘向反向慢慢转动,直至音响停止后再向正向缓慢旋转刻度盘,第二次听到讯号后立即停止转动并读数,每次观测应测读两次,读至0.1mm。两次读数差不大于0.2mm时,即可取其平均值”。但是在实际操作中常常有许多细节同样能够影响到蒸发的读数,如果处理不好将会达到0.4mm左右的误差,远远超出误差的范围。为了避免人为造成的误差,首先应该保证测针干净不挂珠,在进行水面蒸发观测时,如遇降小雨或者测针不干净时,当测针第二次入水时,由于水面张力及附着力等原因将会出现测针挂珠的现象,此时将影响到读数,所以在观测蒸发时在保证测针干净的前提下还要做到眼观测针,耳听音响器同步同时进行,这样才能消除测针挂珠带来的误差。

(2)测针摆放角度做到全站统一。受制造工艺或使用磨损方面的原因,测针与测针座插孔存在间隙,或测针座安装不够水平时,测针摆放位置和角度方向不一致,其测得水面读数值是不同的,测针与测针座插孔存在间隙越大,测针座倾斜度越大,测针不同位置测得水面读数值相差越大。为确保观测数据准确,应保持测针位置一致,保持同一个角度,同一个方向,并且作用力

也在同一边,测针所对的角度应该做到全站统一,这样才能消除测针与测针座带来的误差。

4 结 论

(1)水面蒸发人工观测估读存在一定的误差,此误差是由于不同的人工观测带来的,在无风的情况下,人工不确定度为0.07~0.14mm的误差,风力1~2级时不确定度为0.10~0.20mm,风力在3~4级时不确定度为0.12~0.34mm,但是就试验数据而言,人工估读不确定度误差在风力为4级以下时均可以满足观测要求。

(2)除了受风力影响外观测中测针的挂珠以及测针的摆放角度是否统一都将受到影响。在实际工作只要严格按照规范中的要求,并且注意测针挂珠以及测针座等细节,就能最大程度的避免人工误差,确保观测资料的准确性、可靠性。

参考文献:

- [1] 水面蒸发观测规范 SL630-2013[S].
- [2] 孙红舒. E-601B型蒸发器的数据误差成因分析及处理方法[J]. 江淮水利科技, 2020(05): 46~48.
- [3] 谢萌琦,李仪,冯能操,等. 基于E601B型蒸发器的水面蒸发自记仪比测实验需要注意的若干问题[J]. 科技资讯, 2020, 18(26): 62~64+68.
- [4] 黄敏,杨小凤,殷勇,等. 晋坪水文站人工与自动水文蒸发观测结果比测分析[J]. 陕西水利, 2019(02): 57~58+60.
- [5] 赵长龙,刘毅,王金涛,等. 不同材料蒸发皿及环境因素对水面蒸发测定的影响[J]. 灌溉排水学报, 2020, 39(09): 108~115.
- [6] 郑亮,黄小静,刘宗庆,等. 新型蒸发校准误差修正[J]. 气象科技, 2018, 46(04): 665~669.
- [7] 赵志贡,岳利军,赵彦增,等. 水文测验学[M]. 黄河水利出版社, 2005.
- [8] 甘晓英,杨锦青,朱文超. E-601B蒸发器常见误差分析及处理[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(S1): 219~220.

编辑:张绍付

Experimental analysis on error of artificial observation and reading of water surface evaporation

OUYANG Xinxin, LIU Tielin, KUANG Gang

(Hydrology Monitoring Center of Jiangxi Province, Nanchang 330002, China)

Abstract: Water surface evaporation is an important element of hydrological monitoring. At present, artificial observation is still an important means of water surface evaporation observation, and there are many factors affecting water surface evaporation observation. The current “water surface evaporation observation specification” (SL630-2013) stipulates the source and control of water surface evaporation observation error, but the scope of each error is not clearly specified. In order to provide a basis for evaluating the reliability of water surface evaporation data, the error of manual observation and estimation of E601 standard water surface evaporator is analyzed. The experimental analysis shows that the wind power and the water surface evaporation observation uncertainty are positively correlated for the greater the wind force and the greater the observation uncertainty. After field practice and analysis, this paper puts forward supplementary suggestions on the links not involved in the manual observation operation requirements in the “water surface evaporation observation specification” (sl630-2013), providing reference for improving the quality of artificial observation of water surface evaporation.

Key words: Evaporation of water surface; Manual observation; Estimation error; Experimental analysis

翻译:欧阳欣欣