

蒸发传感器工作原理及性能比较

宋树礼¹ 王柏林²

(1 山东省莒县气象局, 莒县 276500; 2 中国气象局气象探测中心, 北京 100081)

摘要 介绍了 AG1-1 型超声波式、AG2.0 型超声波式、FFZ-01 型数字式、ZQZ-DV 型数字式 4 类 E601B 型蒸发传感器的工作原理、技术指标。通过对蒸发试验数据、累计蒸发量计算程序设计、故障率等综合对比分析, 反映出不同蒸发传感器的仪器性能。新型蒸发传感器(AG2.0 型、FFZ-01 型、ZQZ-DV 型)通过改善测量环境、完善程序处理、减少人工干预等措施, 增强了恶劣天气条件下的抗干扰能力, 使气象台站实时自动获得准确的蒸发数据成为现实, 也为蒸发自动观测替代人工观测提供了试验数据支持。

关键词 蒸发传感器 原理 性能比较

引言

目前, 直接测量自然水面或地表的蒸发或蒸散还不现实。然而, 已经提出了几种间接测量方法可提供可信的结果^[1]。气象站测定蒸发水面(含结冰时)的蒸发量仪器主要有小型蒸发器和 E601B 型蒸发器^[2]; 法国、俄国还使用过蒸发计、蒸发表等测量水面蒸发。相对而言, E601B 型蒸发器较接近于自然水体的蒸发, 而且维护较方便, 也有利于自动化传感器的安装。2003 年 1 月起基于 E601B 型蒸发器的 AG1-1 型蒸发传感器在基准气候站正式投入业务运行, 用于测量非结冰期间的水面蒸发量。该传感器投入业务运行以来以比较精确、稳定、故障率低赢得广大业务人员的认可, 但实践证明恶劣天气条件(如: 强风雨)下容易出现野值。

2006 年 10 月起, 中国气象局气象探测中心在莒县国家基准气候站进行了为期一年的蒸发自动化观测试验, 参加试验的有天津气象仪器厂生产的 AG2.0 型超声波蒸发传感器、徐州伟思信息系统研究所生产的 FFZ-01 型数字式蒸发传感器、江苏省无线电科学研究所生产的 ZQZ-DV 型数字式蒸发传感器、长春气象仪器厂生产的数字式蒸发传感器。本文对不同天气条件下同时段自动、人工蒸发试验数据及现用 AG1-1 型蒸发数据进行对比分析, 旨在

揭示不同蒸发传感器的性能特点(由于试验过程中长春厂的数字蒸发传感器数据接口遭受雷击, 数据不完整, 本文未进行相关对比分析)。

1 AG1-1 型超声波蒸发传感器

1.1 工作原理

AG1-1 型超声波蒸发传感器主要由超声波传感器和不锈钢圆筒架组成, 不锈钢圆筒架直接架设在原 E601B 型蒸发器内, 高精度超声波探头安装在圆筒顶端, 依据超声测距的原理, 对蒸发水面进行连续测量, 转换成电信号输出^[3]。

1.2 累计蒸发量计算程序设计

对于定时数据, 正点获得一次蒸发水位, 减去前一时次正点水位得到本时次蒸发量, 计算时蒸发量若差值为负则按 0.0 mm 蒸发量处理, 日蒸发量由时蒸发量累加求得。有降水时, 程序主动考虑同时段降水对蒸发的影响, 时蒸发量由正点获得的蒸发水位值减去前一时次正点的水位值和时降水量求得。

2 AG 2.0 型超声波蒸发传感器

2.1 工作原理

AG2.0 型超声波蒸发传感器是目前气象部门广泛使用的 AG1-1 型超声波蒸发传感器的改进产

品,通过改善测量环境从而较大幅度地提高了测量精度,其核心部分都是超声波蒸发传感器。与AG1-1型蒸发传感器相比,增加了净水桶、连接管、防护罩等附属部分,避免在E601B型蒸发器内直接架设不锈钢圆筒支架,在E601B型蒸发桶的中部利用连接管将静水桶与蒸发桶连接起来,通过静水桶水面的变化反映蒸发桶内蒸发水面的变化情况。

2.2 累计蒸发量计算程序设计

通过分钟水位值的变化,系统自动判断是否降雨,降雨期间的蒸发量按0.0 mm处理,时蒸发量由分钟水位变化值求得,日蒸发量由时蒸发量累加求得。

3 FFZ-01型、ZQZ-DV型数字式蒸发传感器

3.1 工作原理

FFZ-01型、ZQZ-DV型数字式蒸发传感器的核心部件光电开关旋转编码器的编码盘用不锈钢材料制作,采用工业级IC芯片和进口半导体光电开关制作读码板组件,使传感器具有良好的机械性能和高低温电气性能。

传感器编码器的角度转动范围为 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$,编码器自0位顺时针旋转到 90° ,可输出0~1023组编码数据,测量0~100 mm水面蒸发器的变化,传感器的静水桶通过连通管与蒸发器的蒸发桶或蒸发池连通,光电编码器安装于静水桶上端的圆形支板上,测缆悬挂于编码器测轮上,浮子安装在净水桶内。当

蒸发桶中的水面蒸发引起水位下降时浮子即拉动测缆带动测轮和编码器旋转,编码器即可输出与水面下降量相对应的编码数据。当遇到降雨,汇集到蒸发桶的雨水使水面升高,静水桶中的水位同步上升,编码器即可输出与水面上升量对应的编码数据。

3.2 累计蒸发量计算程序设计

根据配套的雨量传感器感雨情况,系统自动判断是否降雨,降雨期间的蒸发量按0.0 mm处理。时蒸发量由分钟水位变化值求得,日蒸发量由时蒸发量累加求得。

3.3 FFZ-01型数字式蒸发传感器自动补、排水系统工作原理

FFZ-01型与ZQZ-DV型数字式蒸发传感器核心部件、工作原理均相同,但FFZ-01型数字式蒸发传感器增加了补、排水系统,完全不需要人工干预。当蒸发桶内的水位下降或因降水上升到设定标志线时,自动启动补、排水系统,使水位自动恢复到设定的正常水位线。补、排水量均由专用测量桶自动测量后再加入或排出,使得恶劣天气条件下自动排水量的测量值较人工测量准确得多。

4 4类蒸发传感器性能对比

4.1 雨急、风大等恶劣天气下测量结果对比分析

随机抽取2007年7月3天降水、风大天气条件下的蒸发值与人工测量值对比分析,如表1所示。

表1 雨急、风大天气条件下部分时段蒸发量对比

	mm				
	11日 17:00~18:00	11日 14:00~20:00	19日 22:00~23:00	19日 16:00~17:00	29日 14:00~20:00
降水量	3.6		10.4		5.7
人工测量值		1.0			1.1
AG1-1型	0.6	1.5	1.0	0.8	1.7
AG2.0型	0.0	0.8	0.0	0.0	1.2
FFZ-01型	0.1	1.0	0.1	0.1	1.1
ZQZ-DV型	0.0	0.9	0.0	0.0	1.0

对比分析可知:AG1-1型蒸发传感器在降雨急和风较大恶劣天气条件下,短时间内水面波动明显,部分时段产生野值。将该时段蒸发量按0.0 mm考虑,再同其他3类蒸发传感器测量值及人工测量值对比,发现各时段累计值较接近。参加对比试验的3类新型蒸发传感器均通过测量静水桶内的水位间接测量蒸发桶水面的变化,这样水面波动明显减小,

测量值接近人工测量值。此外,静水桶采用了和蒸发桶同样的半埋式结构,尽量保证了静水桶和蒸发桶中水温一致,使传感器在恶劣的室外条件下可靠地工作。

4.2 主要技术指标对比分析

4类E601B型蒸发传感器的主要技术指标及《地面气象观测规范》规定技术指标^[4]见表2。

表 2 蒸发传感器主要技术指标

测量仪器	测量范围/mm	分辨力/mm	测量精度/%	工作温度/℃
AG1-1 型、AG2.0 型	0~100	0.1	±1.5	0~+50
FFZ-01 型、ZQZ-DV 型	0~100	0.1	±0.3FS	0~+70
《地面气象观测规范》规定的技术指标	0~100	0.1	±1.5 ^[4]	

对比发现,各类蒸发传感器主要技术指标差别不大,都能满足《地面气象观测规范》有关技术要求。

4.3 故障率分析

目前,测定蒸发是采用观测蒸发器的水面高度的方法,任何非自然因素影响的水面变化都会引起蒸发数据的异常^[5]。只有运用适当的仪器和正确的观测方法,取得可靠的实测资料,才能正确掌握蒸发的变化规律^[6]。

参加蒸发对比试验各传感器探头在试验期间均未出现故障,但与其连接的主控微机、通信模块、连接管、自动补、排水泵等出现过故障,由于程序的缺陷致使部分时次出现了蒸发缺测。经统计,补、排水水泵故障、连接管漏水等导致时蒸发量异常的时次站总异常次数的比率达到近 60%,所以蒸发传感器附件的质量也是不容忽视的。

虽然自动补、排水等功能在使用上向存在一定问题,但自动供水或注水蒸发器测定实际蒸发量的观测方法还是值得改进的。

5 结语

(1)新型蒸发传感器同 AG1-1 型 E601B 型蒸发传感器相比,由于测量环境、程序设计等方面的改

进,抗干扰能力明显增强,人工干预减少,这为全天候自动获得精确的蒸发数据提供了有利的技术保障。

(2)新型蒸发传感器与 AG1-1 型蒸发传感器相比,增加了净水桶等附属设施,这些附属设施的质量同样影响到时段蒸发测量准确性,制作工艺方面有待进一步改进。

(3)新型蒸发传感器分钟蒸发量的程序设计,均将引起水位上升的降水期间的蒸发量按 0.0 mm 处理,这对于长时间、连续的降水期间的蒸发测量是不合适的,有待进一步改进。

参考文献

- [1] 中国气象局监测网络司. 气象仪器和观测方法指南[M]. 6 版. 北京:气象出版社,2005:170-176.
- [2] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003:64-67.
- [3] 中国气象科学研究院大气探测技术研究中心. 自动气象站技术及使用说明书[R]. 北京:中国气象科学研究院,2002:12.
- [4] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003:9.
- [5] 林家栋,鹿洁忠. 蒸发测定和计算方法在我国的研究概况[J]. 气象科技,1983,(4):68.
- [6] 雪峰. 蒸发、降水测量装置[J]. 气象科技,1987,(1):95-96.

Principle and Performance Comparison of Different Evaporation Sensors

Song Shuli¹ Wang Bolin²

(1 Juxian Meteorological Bureau, Shandong Province, Juxian 276500;

2 Meteorological Observation Center of CMA, Beijing 100081)

Abstract: An Introduction is made of the working principles and technical specifications of digital-E601B evaporation sensors (AG1-1-type ultrasonic, AG2.0-type ultrasonic, FFZ-01-type digital, ZQZ-DV). Through comparing comprehensively the evaporation test data, the programming of total evaporation calculation, and the failure rate, the performances of the apparatus are discussed. The analysis results indicate that through improving the measuring environment and processing programs and reducing manual intervention, the anti-jamming capability of these new evaporation sensors under severe weather are improved, which makes all-weather automatic precise evaporation observation possible and provides technical support for conducting automation evaporation observation in substitution for manual observation.

Key words: evaporation sensor, working principle, performance