

精河山口水文站 20cm 蒸发皿比测分析研究

阿苍德

博尔塔拉水文勘测局

DOI:10.12238/hwr.v8i2.5203

[摘要] 近年来随着科学技术的进步,自动观测技术的快速发展,自动蒸发皿逐渐应用于水文观测工作中。与人工蒸发皿相比,自动蒸发皿具有观测效率高、人力成本低、数据精度高等优点。为了评估自动蒸发皿在精河山口水文站的应用潜力,本文以精河山口水文站2023年4月至10月自动蒸发皿和人工蒸发皿观测数据为基础,采用统计分析方法,对两种仪器的蒸发量观测精度进行了比测分析,旨在为精河山口水文站优化蒸发量观测方案提供科学依据。

[关键词] 水文站; 蒸发皿; 比测分析

中图分类号: P336 文献标识码: A

Comparative Analysis of 20cm Evaporation Pan at Jinghe Shankou Hydrological Station

Cangde A

Bortala Hydrological Survey Bureau

[Abstract] In recent years, with the progress of science and technology and the rapid development of automatic observation technology, automatic evaporation pans have gradually been applied to hydrological observation work. Compared with manual evaporation pans, automatic evaporation pans have the advantages of high observation efficiency, low labor cost, and high data accuracy. To evaluate the application potential of automatic evaporation pans at Jinghe Shankou Hydrological Station, this study conducted a comparative analysis of the evaporation observation accuracy between the automatic and manual evaporation pans based on observation data collected from April to October 2023. Statistical analysis methods were employed to provide a scientific basis for optimizing the evaporation observation scheme at Jinghe Shankou Hydrological Station.

[Key words] Hydrological Station; Evaporation Pan; Comparative Analysis

引言

精河山口水文站自1956年成立以来,一直沿用传统的人工蒸发皿方法来观测蒸发量。随着科技的进步,自动蒸发皿技术逐渐崭露头角,以其高效、经济和精准的观测特点,在水文工作中得到了广泛的应用。为了深入探究自动蒸发皿在精河山口水文站的实用性和效果,本研究选取了2023年4月至10月期间,该站人工蒸发皿与自动蒸发皿的观测数据,运用统计分析的方法,对两者的蒸发量观测精度进行了详细的对比分析。此研究的目的是为精河山口水文站提供更加科学的依据,以优化其蒸发量的观测方案,从而推进水文观测工作的现代化进程。

1 精河山口水文站概况

精河山口水文站始建于1956年4月,是精河中游水量控制站,位于精河县城南约30km,集水面积1419km²,河长142km,测站河长75km。本站距博尔塔拉水文勘测局约130km,全程高速公路90km+40km简易公路。测站位于精河县托里镇山口村,距离县城28km,水电齐全,网络畅通,断面周围植被较茂盛。

精河山口站气象场地高程85基准基面616.909m,场地大小为12m×12m,为精河出山口站,精河区域代表站。东面距离石山约250m,山高约200m,西面距堆料场约30m,场地高约20m,东南面距测站办公室约10m,高约7m,北面距水库值班室约40m,高约3m,遮挡率10%,南面开阔。场内观测设备有百叶箱、JQR01雨量器、AM3蒸发器、TRM-ZS9型中尺度自动气象站。本站观测项目水位、流量、水温、岸温、蒸发、降水。

2 比测仪器的改进

在进行本次比较测试之前,本站工作人员进行了一年的自动蒸发皿与人工蒸发对比观测,但发现数据之间存在很大的差异,并且这些差异并不遵循特定规律,经过研究,工作人员发现了一些测试仪器设备上的问题。

自动称重式水面蒸发器的主体结构主要由20厘米蒸发皿、称重平台和野外防护外壳组成。其中,这个蒸发皿是由设备公司制造,其材质与人工20厘米蒸发皿不同,人工蒸发皿通常采用铜制,而此蒸发皿则采用铝制。此外,该仪器还配备了防护外壳,

但防护外壳会阻挡风,导致蒸发量偏低。而人工蒸发皿则没有。由于两种设备的材质和外壳不同,导致了较大的误差。此外原先的称重平台设计存在缺陷,容易积水,导致蒸发量偏高。而人工观测的蒸发皿底部有少量空隙。

基于以上情况,工作人员在2023年3月拆除了自动称重式水面蒸发器的防护外壳,并更换了原有的20厘米蒸发皿,采用与人工观测使用的20厘米蒸发皿相同的规格。同时对称重平台进行了改造,以确保不再积水。改造后,称重平台与20厘米蒸发皿外缘接触,而底部不接触,符合水面蒸发的规范要求。这些改进立即带来了显著效果,误差立即显著减小。

3 数据收集

从2003年4月1日开始,本站正式进行比测,至10月31日结束。因此为了保证数据质量,在数据分析中排除了之前未改进仪器的数据。本文数据来源于精河山口水文站2023年4月至10月自动蒸发皿和人工蒸发皿的每日观测数据,每月进行整编,资料成果质量高,准确、有效;比测期间设备无故障,无数据缺失。比测数据系列共有214天428组数据,两种仪器均于每日8时同时进行观测,并记录下蒸发量数据。

4 比测分析

使用多种方式进行比测分析,分别为过程线法、绘制相关性图,计算相关系数分析、平均偏差分析、标准差分析、t检验。

4.1 过程线法



图1 人工观测值与自记值过程线

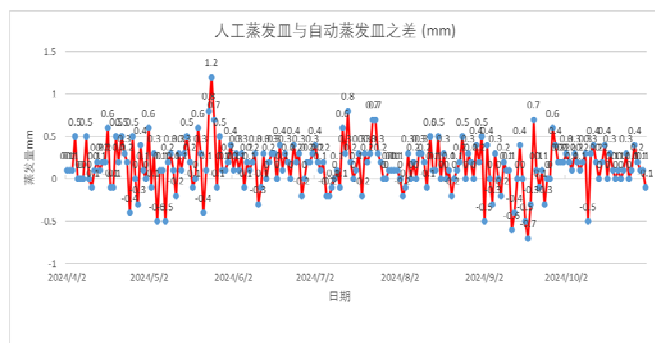


图2 人工蒸发皿与自动蒸发皿之差 (mm)

过程线法是一种通过绘制自动蒸发皿和人工蒸发皿观测数据的时间序列图,将自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据绘制

在同一张时间序列图上,以直观地比较它们之间的蒸发量变化趋势,分析两个数值变化是否连续、有无突变现象,通过对比观测数据的走势,可以进一步验证两种仪器在不同时间尺度上的一致性和可比性(见图1,图2)。经分析:

(1) 连续性:观测数据的连续性表示两组数据在时间上的持续性和稳定性。根据图可以看出,自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据变化是连续的,没有出现间断或缺失的现象。(2) 峰形一致:观测数据的峰形一致性指的是两组数据在峰值和谷值方面的一致性,本图中自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据在时间序列图上展现出相似的峰形,表明它们在观测的高峰和低谷方面变化趋势一致。(3) 无异常数据现象:异常数据可能会对分析结果产生影响,因此观测数据中是否存在异常值需要加以注意。通过趋势图看有看出自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据没有出现异常值的现象,表明数据的稳定性较高。(4) 变化趋势完全一致:变化趋势的完全一致性表示两组数据在整体上的变化方向和趋势是一致的。从过程图中自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据变化趋势完全一致,这进一步证明了它们在蒸发量观测方面的可比性和一致性。

4.2 相关性分析法

采用人工蒸发皿数据与自动监测系统同步采集的214个蒸发量数据进行对比分析,建立两组数据的相关关系,计算了自动蒸发皿与人工蒸发皿观测数据之间的相关系数,以衡量它们之间的线性相关性。相关系数的数学公式为:

$$r = \frac{\sum [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 * \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

其中: x_i 和 y_i 是两个变量的观测值, $\bar{x}$ 和 $\bar{y}$ 是两个变量的均值。

相关系数衡量的是两个变量之间线性关系的强度和方向。它的取值范围在-1到1之间,其中-1表示完全的负相关,0表示没有线性相关,1表示完全的正相关。通过计算,相关系数计算得到的值为0.9974,表明自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据之间存在极强的正相关性。

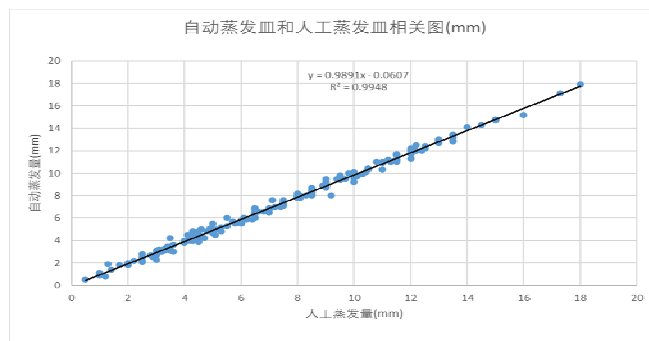


图3 自动蒸发皿和人工蒸发皿相关图 (mm)

将自动蒸发皿和人工蒸发皿绘制散点图,建立相关关系(见图3)。由图3可见,自动蒸发皿和人工蒸发皿数值的点子密集,

呈直线趋势, 建立回归直线方程, 计算R平方值, R平方值的取值范围在0到1之间, 越接近1表示模型的拟合程度越好。本图中R平方值为0.9948, 表明自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据之间的线性关系可以由模型解释的部分达到99.48%。

通过计算这两个数值, 这两个数值通常是相关的, 但不一定完全相等。因为R平方值是相关系数的平方, 所以当相关系数接近于1时, R平方值也会接近于1, 但它们的计算方法和用途不同。在本次比测数据中, 0.9974的相关系数和0.9948的R平方值都表明了自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据之间存在着极强的线性关系。

4.3 函数分析

4.3.1 平均偏差分析。对人工蒸发皿与自动蒸发皿观测的蒸发量进行平均偏差分析, 用于比较两组数据的平均值之间的差异。平均偏差表示了两组数据之间的平均差异程度。计算每日观测值的差异, 并将这些差异的平均值作为结果。如果平均偏差接近于零, 则说明两组数据的平均值相似度较高。

步骤1: 计算每日观测数据的差异。对于每一天的观测数据, 分别计算自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测值之间的差异, 即 $x_i - y_i$

步骤2: 计算所有差异的平均值。将所有差异相加, 并除以观测天数N, 即 $N \sum i = 1N(x_i - y_i)$ 。

步骤3: 得出平均偏差。计算得到的结果即为两组数据的平均偏差, 它表示了两组数据的平均值之间的差异程度。

通过计算平均偏差值为: 0.14。

4.3.2 标准差分析。标准差分析用于衡量数据集的离散程度, 即数据的波动性。标准差越大, 表示数据点相对于平均值的偏离程度越大, 反之亦然。标准差公式为:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

计算步骤为:

步骤1: 计算每组数据的平均值。分别计算自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据的平均值和。

步骤2: 计算每组数据与平均值的偏差。对于每个观测值, 分别计算其与相应组的平均值之间的偏差, 即 $x_i - \bar{x}$ 和 $y_i - \bar{y}$

步骤4: 计算方差。将总的偏差平方和除以观测数据个数N, 得到方差 σ^2

步骤5: 计算标准差。将方差的平方根, 即 $\sqrt{\sigma^2}$, 即为标准差, 它表示了数据集的离散程度。

通过计算得出标准差为0.27。

4.3.3 t检验。t值表示了两组数据之间的差异程度相对于其观测误差的大小。在t检验中, 如果t值越大, 则意味着两组数据之间的差异越显著, 反之亦然。通常, 当t值大于临界值(对应于所选择的显著性水平), 我们才会拒绝零假设, 即认为两组数据之间存在显著差异。t检验的数学公式如下:

其中:

和分别是两组数据的均值。

S_x 和 S_y 分别是两组数据的标准差。

n_x 和 n_y 分别是两组数据的样本量。

通过计算p值为0.692, 大于通常的显著性水平(0.05)

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_x^2}{n_x} + \frac{s_y^2}{n_y}}}$$

5 结束语

通过对比多种分析方法, 包括过程线法、绘制相关性图以及计算相关系数、平均偏差、标准差和t检验, 可以得出以下结论:

过程线图显示, 4月1日至10月31日期间, 自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据变化连续, 无间断或缺失, 表明两组数据在时间上具有持续性和稳定性, 并在峰值和谷值上表现一致, 呈现相似的峰形, 变化趋势完全一致。

相关系数分析显示, 标准差为0.2662 mm/day, 表明观测数据的离散程度较小, 即观测结果相对稳定。相关系数(R平方值为0.9948)和相关系数(0.9974)以及R平方值(0.9948)表明自动蒸发皿和人工蒸发皿的观测数据之间存在着极强的线性关系, 可解释部分达到99.48%。

平均偏差分析显示, 平均偏差为0.14mm/day, 表明自动蒸发皿与人工蒸发皿的观测数据之间的平均差异为0.14mm/day, 虽然存在差异, 但可以认为差异较小。

标准差分析显示, 标准差为0.27mm/day, 表明观测数据的离散程度较小, 观测结果相对稳定。

t检验显示, p值为0.69, 大于通常的显著性水平(0.05), 表明在统计学上无法拒绝零假设, 即自动蒸发皿与人工蒸发皿的观测数据之间没有显著差异。

综上所述, 自动蒸发皿与人工蒸发皿的观测数据之间存在较小的平均偏差和标准差, 且具有极强的线性相关性。同时, t检验结果表明两者的观测数据在统计学上没有显著差异。因此, 20cm自动蒸发皿可以替代人工20cm蒸发皿进行蒸发量观测, 满足《地面气象观测规范》(GB T35221-2017)的规范要求。可应用于正式观测及20cm蒸发皿资料整编。

【参考文献】

- [1]赵梓琨,孙文义,穆兴民,等.黄河流域水文站和气象站蒸发皿蒸发量时空变化及其差异[J].人民黄河,2023,45(6):24-31.
- [2]卓莹莹,赵慧霞,魏敏,等.近59a黄河流域蒸发量变化规律及影响因素[J].人民黄河,2021,43(7):28-34,77.
- [3]谢睿恒,王爱慧.1961~2013年中国蒸发皿蒸发量时空分布特征及其影响因素[J].气候与环境研究,2020,25(5):483-498.

作者简介:

阿苍德(1992--),男,蒙古族,新疆精河县人,大学本科,工程师,研究方向:水文勘测。