

Application Analysis of PHZDF-01 Automatic Evaporation Station

Anxiu Peng, Ruihua Shi

Hydrographic Bureau of the Yangtze River Water Conservancy Commission, Chongqing
Email: 1793545832@qq.com, 846900492@qq.com

Received: Jul. 22nd, 2020; accepted: Aug. 6th, 2020; published: Aug. 13th, 2020

Abstract

Water surface evaporation data provide important basic information for water related fields. In order to adapt to the change of “unattended” monitoring mode, the automatic evaporation station system is introduced and the comparison test is carried out. Based on the hydrological data of several stations in Jinsha River, the results of automatic and artificial surface evaporation are compared and analyzed by using the difference analysis method. It provides the basis for the application of the automatic evaporation system in the Sanduizi and Shigu hydrologic stations and increases the observation accuracy.

Keywords

Evaporation, Automatic Observation, Manual Observation, Comparative Analysis

PHZDF-01全自动蒸发站的应用分析

彭安修, 史瑞华

长江水利委员会水文局长江上游水文水资源勘测局, 重庆
Email: 1793545832@qq.com, 846900492@qq.com

收稿日期: 2020年7月22日; 录用日期: 2020年8月6日; 发布日期: 2020年8月13日

摘要

水面蒸发数据为水科学相关领域提供了重要基础资料。为适应以遥测、巡测等自动化方式为主向“无人值守”监测方式的转变, 引入了全自动蒸发站系统并开展比测。本文根据金沙江若干站点水文资料, 利用差值分析方法对自动和人工水面蒸发结果进行对比分析, 对其应用环境及存在的问题进行分析并提出建议, 为自动蒸发系统在三堆子水文站、石鼓水文站的应用提供依据, 同时又可提高水文测报质量。

作者简介: 彭安修, 男, 云南人, 助理工程师, 主要从事水文测验、水文分析计算等工作。

关键词

蒸发, 人工观测, 自动观测, 对比分析

Copyright © 2020 by author(s) and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水面蒸发是水文观测要素中的一个重要内容, 其观测受多种因素影响, 观测方式也未有系统改革, 需要改进。三堆子(四)、石鼓水文站选择 PHZDF-01 全自动蒸发系统, 开展对比观测分析, 已取得一定成效。本文选取了 388 个样本数据, 对自动蒸发和人工观测蒸发结果进行分析, 判断自动蒸发观测系统是否可以投入使用, 并对产生的误差进行分析, 为自动蒸发系统在水文站的应用提供依据。

2. 比测站点选择

三堆子(四)水文站, 是国家基本水文站, 位于金沙江攀枝花段, 多年平均蒸发量为 1240.2 mm, 历年最大日蒸发量为 10.4 mm; 石鼓水文站, 是国家基本水文站, 位于金沙江石鼓段, 多年平均蒸发量为 1078.3 mm, 历年最大日蒸发量为 6.3 mm。两站均于 2018 年底安装了 PHZDF-01 全自动蒸发站系统, 因此选取两站的相关数据进行分析。

3. 自动蒸发系统的组成及原理

3.1. 系统组成及原理

PHZDF-01 全自动蒸发站系统(以下称“蒸发站”或“系统”)主要由浮子式数字水面蒸发计(以下称蒸发计)、数字雨量计(以下称雨量计)、自动补水装置、采集控制器(以下称采集器)、上位机系统、供电系统组成。

蒸发站系统以蒸发计、雨量计、溢流桶为基本观测工具, 以采集器自动采集、处理、显示蒸发、降水、溢流过程信息、自动控制蒸发桶、排水过程[1]。采集器通过 RS485/232 通信接口与上位机系统连接, 利用系统配套的应用软件可以实现水面蒸发过程信息的远程监测及资料整编入库[2]。

3.2. 计算公式

依据《水面蒸发观测规范》及中国气象局《地面气象观测规范》规定, 蒸发量的计算公式为[3]: 蒸发量 = (蒸发桶水位测量值 - 蒸发桶水位起算值) + 降水量 - 溢流量, 可简化表示为: $Q_F = (W_t - W_0) + Q_j - Q_y$ 。

4. 比测结果分析

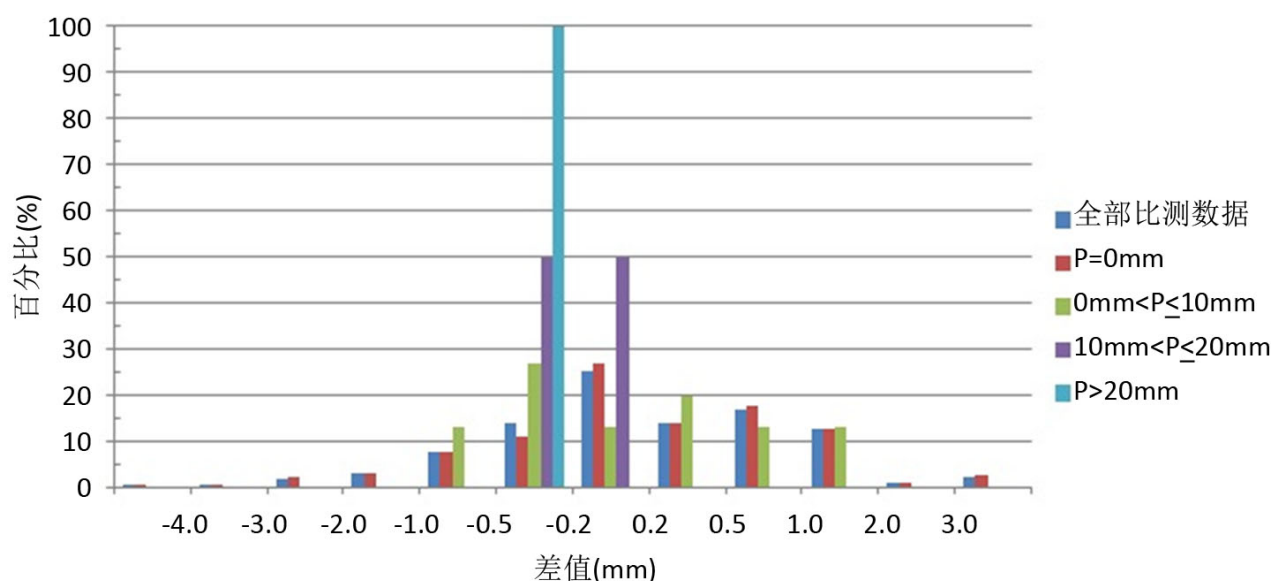
4.1. 比测数据差值

按照《降水量观测规范》(SL21-2015) [4]、《水面蒸发观测规范》(SL630-2014) [5]进行比测。除去系统故障时不合理的数, 选取三堆子水文站 206 个比测数据。

由表 1 和图 1 可知, 三堆子站人工和自动观测的蒸发量差值主要集中在-1 mm~2 mm 之间。当 $P > 20$ mm 时, 差值集中在-0.5~-0.2 之间, 所占比达到 100%, 当 $10 \text{ mm} < P < 20 \text{ mm}$ 时, 差值在-0.5~-0.2 之间的比例达 50%, 当 $0 < P < 10 \text{ mm}$, 差值在-0.5~-0.2 之间的比例为 26.7%。

Table 1. The difference values of the manual and automatic evaporation observation at the Shaduizi hydrologic station**表 1.** 三堆子水文站人工和自动蒸发比测差值分布表

差值	全部比测数据		无雨日		P > 20 mm		10 mm < P ≤ 20 mm		0 mm < P ≤ 10 mm	
	天数	百分比	天数	百分比	天数	百分比	天数	百分比	天数	百分比
小于-4.0	1	0.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0
-3.0~-4.0	1	0.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0
-2.0~-3.0	4	1.9	4	2.2	0	0	0	0	0	0
-1.0~-2.0	6	2.9	6	3.2	0	0	0	0	0	0
-1.0~-0.5	16	7.8	14	7.5	0	0	0	0	2	13.3
-0.5~-0.2	29	14.1	21	11.2	2	100	1	50	4	26.7
-0.2~0.2	52	25.2	50	26.7	0	0	1	50	2	13.3
0.2~0.5	29	14.1	26	13.9	0	0	0	0	3	20
0.5~1.0	35	17	33	17.7	0	0	0	0	2	13.3
1.0~2.0	26	12.6	24	12.8	0	0	0	0	2	13.3
2.0~3.0	2	1	2	1.1	0	0	0	0	0	0
大于 3.0	5	2.4	5	2.7	0	0	0	0	0	0

**Figure 1.** Distribution diagram of difference between manual and automatic evaporation observation at Sanduizi hydrology station**图 1.** 三堆子水文站人工观测与自动蒸发比测差值分布图

对石鼓站 182 个比测数据进行分析，如表 2 所示。

Table 2. The difference values of manual and automatic evaporation observation at Shigu hydrographic station**表 2.** 石鼓水文站人工和自动蒸发比测差值分布表

差值	全部比测数据		无雨日		P > 20 mm		10mm < P ≤ 20 mm		0 mm < P ≤ 10 mm	
	天数	百分比	天数	百分比	天数	百分比	天数	百分比	天数	百分比
小于-4.0	1	0.6	0	0	0	0	0	0	1	2.4

Continued

-3.0~-4.0	2	1.1	0	0	1	16.7	0	0	1	2.4
-2.0~-3.0	5	2.8	3	2.2	0	0	0	0	1	2.4
-1.0~-2.0	7	3.8	5	3.8	0	0	0	0	2	4.9
-1.0~-0.5	20	11	13	9.8	0	0	0	0	8	19.5
-0.5~-0.2	28	15.4	25	18.8	1	16.7	0	0	2	4.9
-0.2~0.2	51	28	44	33.1	0	0	0	0	7	17.1
0.2~0.5	26	14.3	22	16.5	1	16.6	1	50	2	4.9
0.5~1.0	18	9.9	8	6	0	0	0	0	10	24.4
1.0~2.0	15	8.2	8	6	0	0	1	50	6	14.7
2.0~3.0	9	4.9	5	3.8	3	50	0	0	1	2.4
大于 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

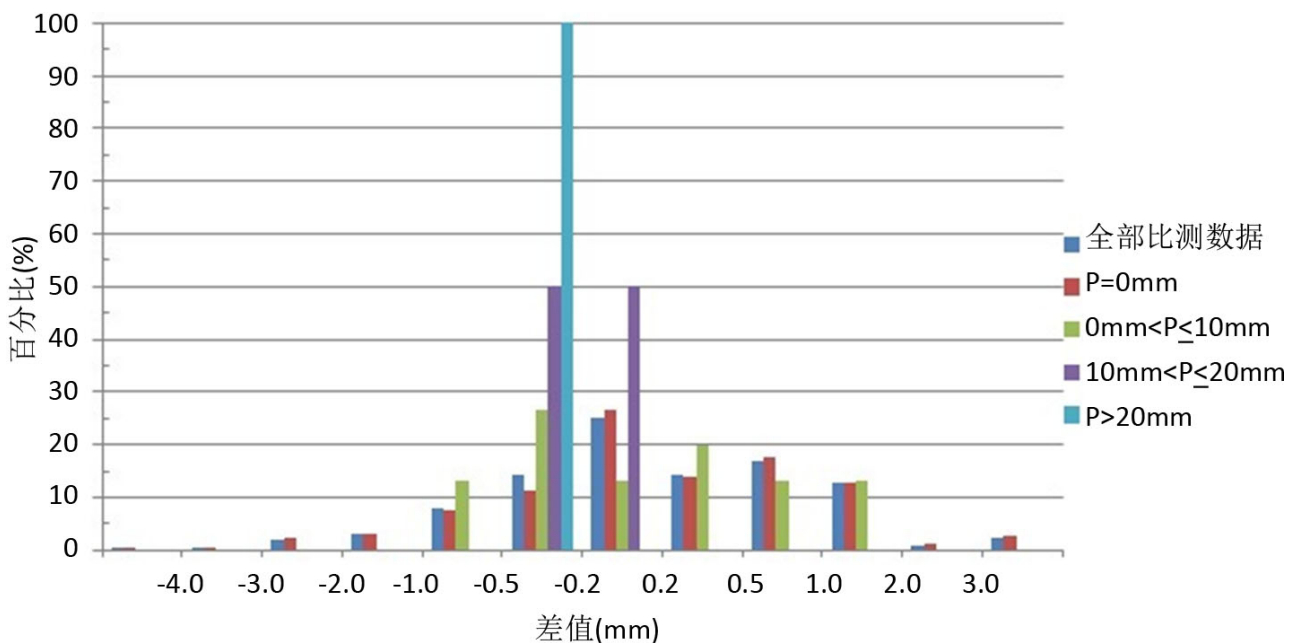


Figure 2. Distribution diagram of difference between manual and automatic evaporation observation in Shikwu hydrographic station
图 2. 石鼓水文站人工观测与自动蒸发比测差值分布图

由表 2 和图 2 知，石鼓站人工和自动观测的蒸发量差值主要集中在-1 mm~1 mm 之间。当 $P > 20$ mm 时，差值集中在 2.0~3.0 mm 之间，所占比达到 50%，当 $10 \text{ mm} < P < 20 \text{ mm}$ 时，差值在 1.0~2.0 mm 之间的比例达 50%，当 $0 < P < 10 \text{ mm}$ ，差值在 0.5~1.0 mm 之间的比例为 24.4%。

Table 3. The comparison between the manual and the automatic evaporation observation at Sanduizi hydrologic station

表 3. 三堆子水文站人工观测与自动蒸发观测值对比

月份	人工观测蒸发量/mm	自动观测蒸发量/mm	绝对误差/mm	相对误差/%
1	47.3	48.9	1.6	3.38
2	84.6	91.1	6.5	7.68
3	129.1	127.5	-1.6	-1.24

Continued

4	176.5	156.6	-19.9	-11.27
5	234.2	208.9	-25.3	-10.8
6	184	170.4	-13.6	-7.39
7	72.2	65.8	-6.4	-8.86
1~7 月总蒸发量	927.9	869.2	58.7	6.3
日蒸发量(Max)	9.9	9.3	0.6	6.1
日蒸发量(Min)	0.8	0.3	0.5	62.5

由表 3 可知, 三堆子站各个月的人工观测与自动蒸发观测结果的误差及其变化。

经过对比分析, 三堆子站 1~3 月份数据人工观测与自动蒸发值误差较小。不管是总蒸发量还是日蒸发量的最值, 人工观测与自动蒸发观测误差都不是很大。1~3 月, 人工观测与自动蒸发总蒸发量相对误差绝对值仅为 2.5%。

Table 4. Comparison of manual and automatic evaporation observation at Shigu hydrographic station

表 4. 石鼓水文站人工观测与自动蒸发观测对比

月份	人工观测蒸发量/mm	自动观测蒸发量/mm	绝对误差/mm	相对误差/%
2	85.3	83.2	-2.1	-2.5
3	105	103.5	-1.5	-1.4
4	117.8	121.7	3.9	3.3
5	154.7	154.2	-0.5	-0.3
6	136.9	127.4	-9.5	-6.9
7	63.8	57.4	-6.4	-10
1~7 月总蒸发量	694.9	680	14.9	2.1
日蒸发量(Max)	6.9	7.7	-0.8	-11.6
日蒸发量(Min)	0.6	0.4	0.2	33.3

由表 4 可知, 石鼓站各个月的人工观测与自动蒸发观测结果的误差及其变化。

经过对比分析, 石鼓站人工观测与自动蒸发观测总蒸发量相对误差为 2.1%, 两者相差不是很大, 日蒸发量最大和最小值之间绝对误差分别为-0.8 和 0.2, 未出现较大的变化。

4.2. 相关性分析

由于从 4 月开始, 攀枝花降雨天数增多, 选取 1~3 月的数据进行相关性分析, 得出自动与人工观测的日蒸发量相关关系见图 3~4。

对三堆子站 1~3 月自动观测蒸发量与人工观测蒸发量进行相关分析, 二者观测的蒸发量具有良好的相关性, 相关系数 R^2 为 0.9308, 两组数据相关性较强。

对石鼓站 1~5 月自动观测蒸发量与人工观测蒸发量进行相关分析, 两者的相关系数 R^2 为 0.8484。大部分数据呈线性分布, 少部分点比较分散。

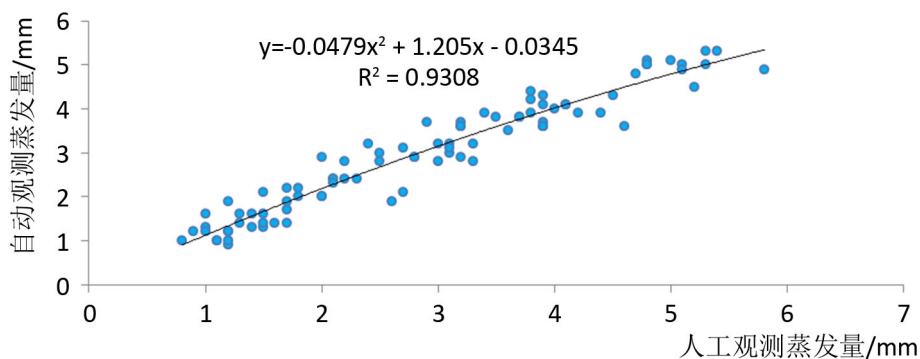


Figure 3. Correlation between automatic and artificial evaporation observation at Sanduizi hydrology station from January to March

图 3. 三堆子水文站 1~3 月自动观测蒸发量与人工观测蒸发量的相关关系

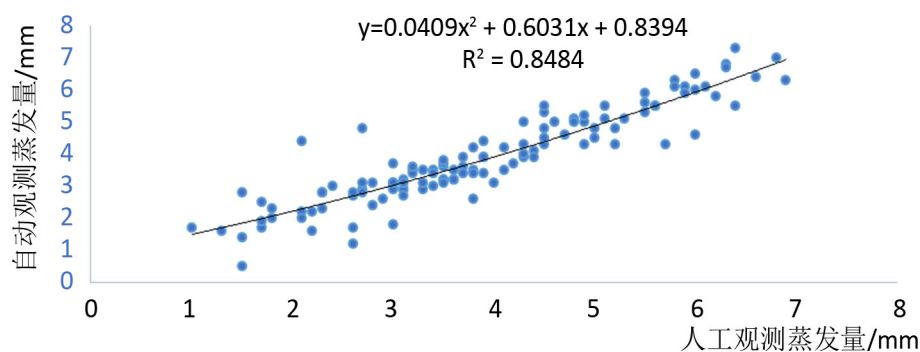


Figure 4. Correlation between automatic and artificial evaporation observation from January to May at Shigu hydrology station

图 4. 石鼓水文站 1~5 月自动观测蒸发量与人工观测蒸发量的相关关系

4.3. 误差分析

水面蒸发是一个受诸多因子影响的复杂物理过程。一些气象条件，如太阳辐射、温度、风速等以及水体自身的因素如水体表面的面积和形状、水深等因素，都将影响蒸发。蒸发量在不同地区、不同季节与不同气候条件下具有差异性，人工观测读数与自动观测也存在一定误差，由于受人工、仪器和环境(例如风，降雨)等不可控制的因素导致蒸发的测量存在必然误差。根据本文选取的 388 个样本数据，对自动蒸发和人工观测蒸发结果进行分析得出，该自动蒸发系统具备在这两个水文站投入使用的条件。人工观测蒸发的测验方式一直沿用至今，有其科学性和可参考性，对于蒸发数据，当在 08:00 观测、遇见大风和蒸发水面波动很大时，自动和人工在记录数据时都存在不可避免的误差，在以人工观测为参考标准的基础上，自动测量的数值应缩小与人工之间的绝对误差，并要求在合理的误差范围内，满足规范要求。

5. 结论与建议

1) 三堆子水文站和石鼓水文站的自动蒸发站自 2018 年底安装以来一直正常运行，系统稳定性和可维护性较好。

2) 根据自动观测蒸发量与人工观测蒸发量进行相关分析，三堆子站、石鼓站的相关系数 R^2 分别为 0.9308，和 0.8484，相关关系满足相关要求，说明此自动蒸发系统观测数据的精度可靠。

3) 按当前我国水文现代化建设技术装备有关要求，本次研究的自动蒸发系统精度已达到规范要求，具备在线自动监测条件[6]，也为西南地区水文站在用自动蒸发系统替代人工观测方面做出了示范。

参考文献

- [1] 孙亚文. 全自动称重式蒸发系统在广东地区应用的可行性研究[J]. 珠江水运, 2018(9): 59-60.
SUN Yawen. Feasibility study on application of automatic weighing evaporation system in Guangdong region. Pearl River Water Transport, 2018(9): 59-60. (in Chinese)
- [2] 张继辉, 廉波, 赵文旭. 南宽坪水文站 FFZ-01Z 型自动水面蒸发器使用对比分析[J]. 陕西水利, 2018(2): 32-33+35.
ZHANG Jihui, LIAN Bo, ZHAO Wenxu. Comparative analysis on the use of FFZ-01Z automatic water evaporator in south Kuanping hydrologic station. Shaanxi Water Conservancy, 2018(2): 32-33+35. (in Chinese)
- [3] 黄江辉, 丁奕, 许伟强. 一种自动蒸发器的应用试验分析[J]. 浙江水利科技, 2015, 43(3): 99-100+103.
HUANG Jianghui, DING Yi, XU Weiqiang. Application test analysis of an automatic evaporator. Zhejiang Water Science and Technology, 2015, 43(3): 99-100+103. (in Chinese)
- [4] 《降水量观测规范》(SL21-2015) [S].
Precipitation observation code (SL21-2015). (in Chinese)
- [5] 《水面蒸发观测规范》(SL630-2014) [S].
Surface evaporation observation code (SL630-2014). (in Chinese)
- [6] 水利部办公厅. 关于印发水文现代化建设技术装备有关要求的通知[R]. 办水文[2019]199 号.
General Office of the Ministry of Water Resources. Circular on the issuance of requirements for technical equipment for hydrological modernization. Shuiwen [2019]199. (in Chinese)