

# 鄱阳湖实验站不同高度雨量观测数据对比分析

王 越<sup>1,2\*</sup>, 汪义东<sup>1,2</sup>, 熊忠文<sup>3</sup>, 卢 欢<sup>3</sup>, 何少华<sup>3</sup>, 袁弘毅<sup>3</sup>, 刘 鹏<sup>3</sup>, 陈志峰<sup>1,2#</sup>

<sup>1</sup>水利部南京水利水文自动化研究所水文水环境研究室, 江苏 南京

<sup>2</sup>江苏南水科技有限公司水文水环境事业部, 江苏 南京

<sup>3</sup>鄱阳湖水文水资源监测中心站网监测科, 江西 南昌

收稿日期: 2025年9月19日; 录用日期: 2025年10月9日; 发布日期: 2025年10月30日

## 摘 要

为探究不同高度雨量计观测雨量的差异, 提高雨量观测数据的准确度, 为水文预报、洪水演进计算和洪涝灾害防御等工作提供可靠性的数据支撑, 本研究选取鄱阳湖水文实验站作为试验区, 布设0.7 m、2.5 m和屋顶三种不同安装高度的雨量计, 开展不同高度雨量观测数据对比分析工作。根据不同高度雨量计的日雨量和月雨量统计分析, 结果表明: 0.7 m雨量计、2.5 m雨量计和屋顶雨量计雨量观测值具有良好的一致性; 0.7 m雨量计和2.5 m雨量计雨量观测值差异较小, 屋顶雨量计雨量观测值明显小于0.7 m雨量计和2.5 m雨量计观测值。

## 关键词

雨量观测, 安装高度, 日雨量, 月雨量

# Comparative Analysis of Rainfall Observation Data at Different Installation Heights at Poyang Lake Hydrological Experiment Station

Yue Wang<sup>1,2\*</sup>, Yidong Wang<sup>1,2</sup>, Zhongwen Xiong<sup>3</sup>, Huan Lu<sup>3</sup>, Shaohua He<sup>3</sup>, Hongyi Yuan<sup>3</sup>, Peng Liu<sup>3</sup>, Zhifeng Chen<sup>1,2#</sup>

<sup>1</sup>The Hydrology and Water Environment Monitoring and Research Laboratory, Nanjing Research Institute of Hydrology and Water Conservation Automation, Ministry of Water Resources, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>The Hydrology and Water Environment Monitoring and Research Laboratory, Jiangsu NIHWA Technology Co., Ltd., Nanjing Jiangsu

<sup>3</sup>Network Monitoring Section, Poyang Lake Hydrological Monitoring Center Station, Nanchang Jiangxi

Received: September 19, 2025; accepted: October 9, 2025; published: October 30, 2025

作者简介: 王越(1987.10-), 女, 汉族, 河南鹿邑人, 硕士, 工程师, 主要从事水文水资源研究。Email: wangyue@nsy.com.cn

\*通讯作者 Email: chenzhifeng@nsy.com.cn

文章引用: 王越, 汪义东, 熊忠文, 卢欢, 何少华, 袁弘毅, 刘鹏, 陈志峰. 鄱阳湖实验站不同高度雨量观测数据对比分析[J]. 水资源研究, 2025, 14(5): 479-486. DOI: 10.12677/jwrr.2025.145052

## Abstract

To improve the accuracy of rainfall observation data and thereby provide reliable data support for hydrological forecasting, flood routing calculations and flood disaster prevention, the Poyang Lake Hydrological Experimental Station was selected as the experimental area. Rain gauges were installed at three different heights: 0.7 m, 2.5 m and on the roof. Based on the statistical analysis of daily and monthly rainfall data from the rain gauges at different heights, the results show that the rainfall observation values of the 0.7 m rain gauge, 2.5 m rain gauge, and roof rain gauge exhibit strong consistency. The difference between the observation values of the 0.7 m rain gauge and the 2.5 m rain gauge is small, while the observation value on the roof rain gauge is significantly lower than those of the 0.7 m and 2.5 m rain gauges.

## Keywords

Rainfall Observation, Installation Height, Daily Rainfall, Monthly Rainfall

Copyright © 2025 by author(s) and Wuhan University & Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission. 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

降水是水循环的重要环节,是水文气象部门最重要的监测要素[1],对人类生产生活具有多方面的影响。翻斗式雨量计由于结构简单,性能稳定,且易于维护[2],目前仍是我国应用最为广泛的降水量观测仪器[3]。《降水观测规范 SL 21-2015》中关于雨量计安装环境,提出了地面观测场、杆式观测场和屋顶观测场三种安装环境。规范中提出“当地面观测场环境不符合要求时,可设置杆式观测场;特殊情况下,专用雨量站可设置房顶观测场”。关于雨量计安装高度,提出了地面雨量器(计)、标准雨量器(计)和杆式雨量器(计)三种安装方式。地面雨量器(计)是指器口安装高度高出周围地面 0.05 m;标准雨量器(计)是指器口安装高度高出周围地面 0.7 m 或 1.2 m;杆式雨量器(计)是指安装高度高出周围地面 2.5~3.0 m [4]。

雨量计的安装高度不同,往往会导致雨量计对降水的捕获率存在差异,这主要是由于风速影响[5]。其物理机理是若雨量计的安装高于地面,则雨量计筒身会阻碍自然风的运动,引起风场变形,在雨量计器口处形成涡流和上升气流,雨滴轨迹发生变化,从而导致雨量计对降水的捕获率降低,进而造成雨量计获取的降水数据小于真实降水量值[6]-[8]。因此通常将地面雨量计,即雨量计器口高度为 0.05 m 的雨量计获取的雨量数据作为真实降雨量值。而由于地面雨量计安装与运行维护难度大,且在地下水埋深较浅的地区,汛期雨量计容易淹没损坏,因此目前地面雨量计仍未得到广泛应用。目前,我国最常用的雨量计安装方式仍为地面观测场,雨量计器口高出地面 0.7 m 或 1.2 m。比如,翻斗式雨量计安装高度一般为 0.7 m,而称重式雨雪量计由于体积较大,安装高度一般为 1.2 m。因此,开展不同高度雨量计观测试验,研究不同高度雨量观测数据相关关系,对于提高雨量观测数据的准确度,提升洪水演进计算结果的可靠性具有重要意义。

## 2. 研究区概况

鄱阳湖水文实验站位于江西省庐山市星子镇蓼花村鄱阳湖畔,位于我国长江中下游地区,由于一江一湖的特殊地理位置,该地区降水丰沛,且降水主要集中在每年的 3~9 月。实验站目前建设有野外监测系统、实验研究系统和支撑保障系统。野外监测系统包含有雨量自动测报系统、气象监测系统、水面蒸发监测系统、水热通

量监测系统、干湿沉降监测系统、地中蒸渗监测系统等。由于鄱阳湖实验站环境优越，基础设施齐全，数据支撑体系可靠，且具备专业运维人员，加之实验站临湖而建，风力较大，对于不同高度雨量观测研究具有天然优势，因此选定鄱阳湖水文实验站为试验区。

### 3. 观测方法和仪器设置

#### 3.1. 观测方法

本研究通过选用高精度度的雨量观测仪器，确保了雨量观测数据的高精度和准确度，避免因雨量计的分辨力低或精度差，而造成不同安装高度雨量观测数据差异难以区分。参考规范要求设计安装三种不同高度雨量计，获取不同高度雨量计雨量数据情况，通过分析不同高度雨量计数据的差异，来研究不同高度雨量观测数据相关关系，探究不同高度雨量观测数据分布规律。

#### 3.2. 仪器设置

选用一体化高精度翻斗式雨量计为雨量观测仪器，该雨量计的分辨力为 0.1 mm，计量误差不超过 $\pm 2\%$ ，符合《GB/T 21978.2-2014 降水量观测仪器》规范中要求的 I 等准确度等级。

根据《降水量观测规范 SL 21-2015》中的相关要求，结合实验站现场情况与实验目标，雨量计安装设置为地面 0.7 m 雨量计、2.5 m 高杆雨量计和屋顶雨量计三种方式。地面 0.7 m 雨量计与 2.5 m 高杆雨量计安装在标准水文气象观测场内，屋顶雨量计安装在水质实验大楼顶，三者安装环境均符合规范要求，3 个雨量计安装位置直线距离不超过 50 m，避免由于降雨的空间分布差异而造成观测数据的不同。不同高度雨量计安装情况见图 1。



图 1. 不同高度雨量计安装图。(a) 地面 0.7 m 雨量计；(b) 2.5 m 高杆雨量计；(c) 屋顶雨量计

### 4. 数据分析

选取 2025 年 4 月 15 日至 7 月 15 日三个月的雨量观测数据进行对比分析，根据降雨情况统计，获得 40 组日雨量数据，按日雨量、月雨量分类进行数据分析。

#### 4.1. 日雨量数据对比

根据日雨量数据，地面 0.7 m 雨量计观测雨量累计值为 398.8 mm；2.5 m 高杆雨量计观测雨量累计值为 399.7 mm；屋顶雨量计观测雨量累计值为 386.1 mm。0.7 m 雨量计累计值与 2.5 m 雨量计累计值误差值为 $-0.9$  mm，

差异非常小；0.7 m 雨量计累计值与屋顶雨量计累计值误差值为 12.7 mm，差值率为 3.2%。日雨量数据见表 1。

表 1. 不同高度雨量计观测日雨量统计表

| 日期        | 不同高度雨量计日雨量观测值/mm |           |       | 误差值/mm    |          |
|-----------|------------------|-----------|-------|-----------|----------|
|           | 0.7 m 雨量计        | 2.5 m 雨量计 | 屋顶雨量计 | 0.7~2.5 m | 0.7 m~屋顶 |
| 2025/4/22 | 2.7              | 2.4       | 2.1   | 0.3       | 0.6      |
| 2025/4/23 | 0.8              | 0.8       | 0.7   | 0         | 0.1      |
| 2025/4/24 | 1.4              | 1.1       | 1     | 0.3       | 0.4      |
| 2025/4/26 | 0.1              | 0.1       | 0.1   | 0         | 0        |
| 2025/4/27 | 1.1              | 1.2       | 1.2   | -0.1      | -0.1     |
| 2025/4/30 | 10.1             | 10        | 10    | 0.1       | 0.1      |
| 2025/5/4  | 11.6             | 11.7      | 11.5  | -0.1      | 0.1      |
| 2025/5/5  | 0                | 0         | 0.1   | 0         | -0.1     |
| 2025/5/7  | 10.2             | 9.9       | 9.4   | 0.3       | 0.8      |
| 2025/5/8  | 54.3             | 55.7      | 53.8  | -1.4      | 0.5      |
| 2025/5/9  | 0.2              | 0         | 0     | 0.2       | 0.2      |
| 2025/5/14 | 0.2              | 0.2       | 0.1   | 0         | 0.1      |
| 2025/5/15 | 19.2             | 18.9      | 17.6  | 0.3       | 1.6      |
| 2025/5/20 | 12.5             | 12.7      | 12.4  | -0.2      | 0.1      |
| 2025/5/22 | 47.3             | 47.6      | 44.8  | -0.3      | 2.5      |
| 2025/5/27 | 9.4              | 8.2       | 9.4   | 1.2       | 0        |
| 2025/5/28 | 6.4              | 6.3       | 6.2   | 0.1       | 0.2      |
| 2025/5/30 | 3.2              | 3.1       | 3.1   | 0.1       | 0.1      |
| 2025/5/31 | 41.4             | 42        | 43.5  | -0.6      | -2.1     |
| 2025/6/1  | 18.6             | 18.1      | 17.6  | 0.5       | 1        |
| 2025/6/2  | 0.1              | 0.1       | 0.2   | 0         | -0.1     |
| 2025/6/7  | 0.5              | 0.6       | 0.5   | -0.1      | 0        |
| 2025/6/8  | 6.8              | 6.5       | 6.1   | 0.3       | 0.7      |
| 2025/6/9  | 3.2              | 3.1       | 2.9   | 0.1       | 0.3      |
| 2025/6/10 | 15.6             | 15.1      | 14    | 0.5       | 1.6      |
| 2025/6/11 | 2.8              | 2.8       | 2.6   | 0         | 0.2      |
| 2025/6/14 | 13.6             | 13.4      | 12.2  | 0.2       | 1.4      |
| 2025/6/15 | 10.6             | 10.3      | 9     | 0.3       | 1.6      |
| 2025/6/18 | 5.8              | 5.6       | 5.8   | 0.2       | 0        |
| 2025/6/19 | 10.3             | 10.8      | 10.3  | -0.5      | 0        |
| 2025/6/20 | 0                | 0.1       | 0     | -0.1      | 0        |
| 2025/6/21 | 26               | 28.2      | 26    | -2.2      | 0        |

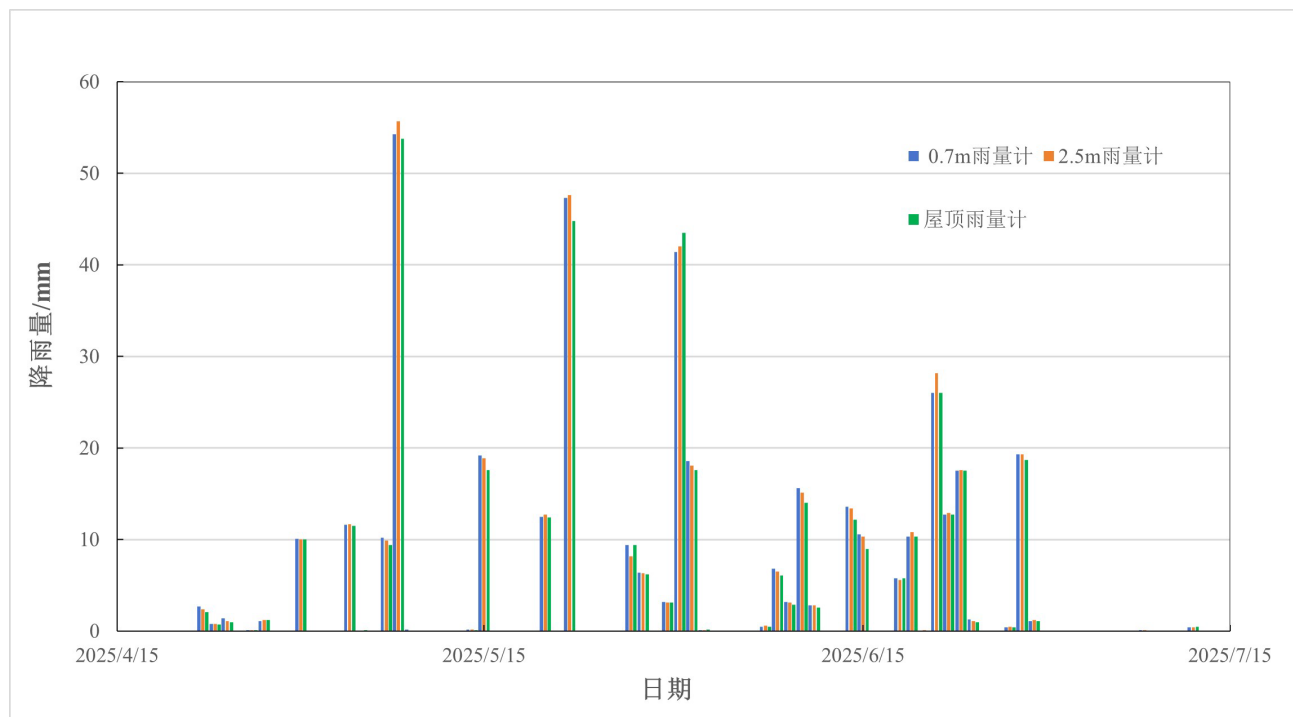
续表

|           |       |       |       |      |      |
|-----------|-------|-------|-------|------|------|
| 2025/6/22 | 12.7  | 12.9  | 12.7  | -0.2 | 0    |
| 2025/6/23 | 17.5  | 17.6  | 17.5  | -0.1 | 0    |
| 2025/6/24 | 1.3   | 1.1   | 1     | 0.2  | 0.3  |
| 2025/6/27 | 0.4   | 0.5   | 0.4   | -0.1 | 0    |
| 2025/6/28 | 19.3  | 19.3  | 18.7  | 0    | 0.6  |
| 2025/6/29 | 1.1   | 1.2   | 1.1   | -0.1 | 0    |
| 2025/7/8  | 0.1   | 0.1   | 0     | 0    | 0.1  |
| 2025/7/12 | 0.4   | 0.4   | 0.5   | 0    | -0.1 |
| 4/15-7/15 | 398.8 | 399.7 | 386.1 | -0.9 | 12.7 |

日雨量数据统计分析可知, 0.7 m 雨量计雨量观测值与 2.5 m 雨量计观测值, 差值不大于 0.1 mm 的天数为 20 天; 0.7 m 雨量计观测值大于 2.5 m 雨量计观测值的天数为 17 天, 总差值为 5.2 mm; 0.7 m 雨量计观测值小于 2.5 m 雨量计观测值的天数为 14 天, 总差值为 -6.1 mm。

0.7 m 雨量计雨量观测值等于屋顶雨量计观测值, 差值不大于 0.1 mm 的天数为 22 天; 0.7 m 雨量计观测值大于屋顶雨量计观测值的天数为 24 天, 总差值为 15.2 mm; 0.7 m 雨量计观测值小于屋顶雨量计观测值的天数为 5 天, 总差值为-2.5 mm。

根据《降水量观测规范 SL 21-2015》，降水日数是指日降水量大于等于 0.1 mm 的天数[9]。根据日雨量数据统计雨日情况，0.7 m 雨量计和 2.5 m 雨量计均记录降水日数为 38 天，屋顶雨量计记录降水日数为 37 天。



**图 2. 不同高度雨量计日雨量对比分析图**

根据中国气象局发布的雨量划分等级, 日雨量大于等于 0.1 mm, 小于 10 mm 的雨型划分为小雨; 日雨量大

于等于 10 mm，小于 25 mm 的雨型划分为中雨，因此本研究将 10 mm 日雨量作为数据分析阈值。

不同雨型统计结果见图 2，日雨量数值不超过 10 mm 时，0.7 m、2.5 m 和屋顶三种安装方式雨量计雨量观测值差异较小，多数差值的绝对值  $\leq 0.5$  mm。雨量数值差异多数表现为 0.7 m 雨量计观测值  $\geq$  2.5 m 雨量计观测值  $\geq$  屋顶雨量计观测值。

当日雨量数据大于 10 mm 时，0.7 m 雨量计雨量观测值多数小于 2.5 m 雨量计观测值，最大差值为 1.2 mm；0.7 m 雨量计观测值多数大于等于屋顶雨量计观测值，最大差值为 2.5 mm。雨量数值差异主要为 2.5 m 雨量计观测值  $\geq$  0.7 m 雨量计观测值  $\geq$  屋顶雨量计观测值。

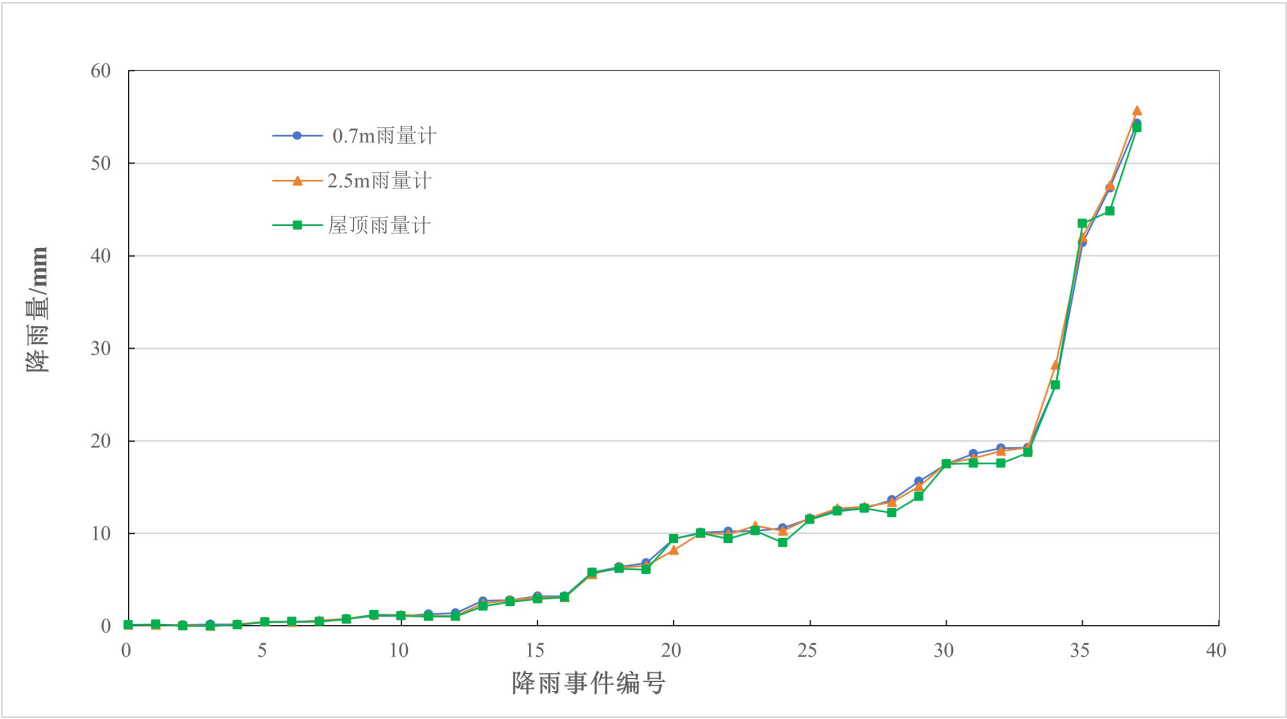


图 3. 不同高度雨量计日雨量相关分析图

0.7 m 雨量计、2.5 m 雨量计和屋顶雨量计雨量观测值具有良好的一致性，降雨量较小时，三者雨量差值较小；降雨量较大时，三者雨量差值逐渐增大，屋顶雨量计与 0.7 m 雨量计和 2.5 m 雨量计观测值差异显著，见图 3。

4.2. 月雨量数据对比

根据日雨量数据统计分析，获取月雨量累计值情况见表 2 和图 4。

表 2. 不同高度雨量计月雨量统计表

| 时段        | 不同高度雨量计月雨量累计值/mm |           |       | 误差值/mm    |          |
|-----------|------------------|-----------|-------|-----------|----------|
|           | 0.7 m 雨量计        | 2.5 m 雨量计 | 屋顶雨量计 | 0.7~2.5 m | 0.7 m~屋顶 |
| 4/16~5/15 | 111.9            | 112       | 107.6 | -0.1      | 4.3      |
| 5/16~6/15 | 192              | 189.9     | 184.5 | 2.1       | 7.5      |
| 6/16~7/15 | 94.9             | 97.8      | 94    | -2.9      | 0.9      |



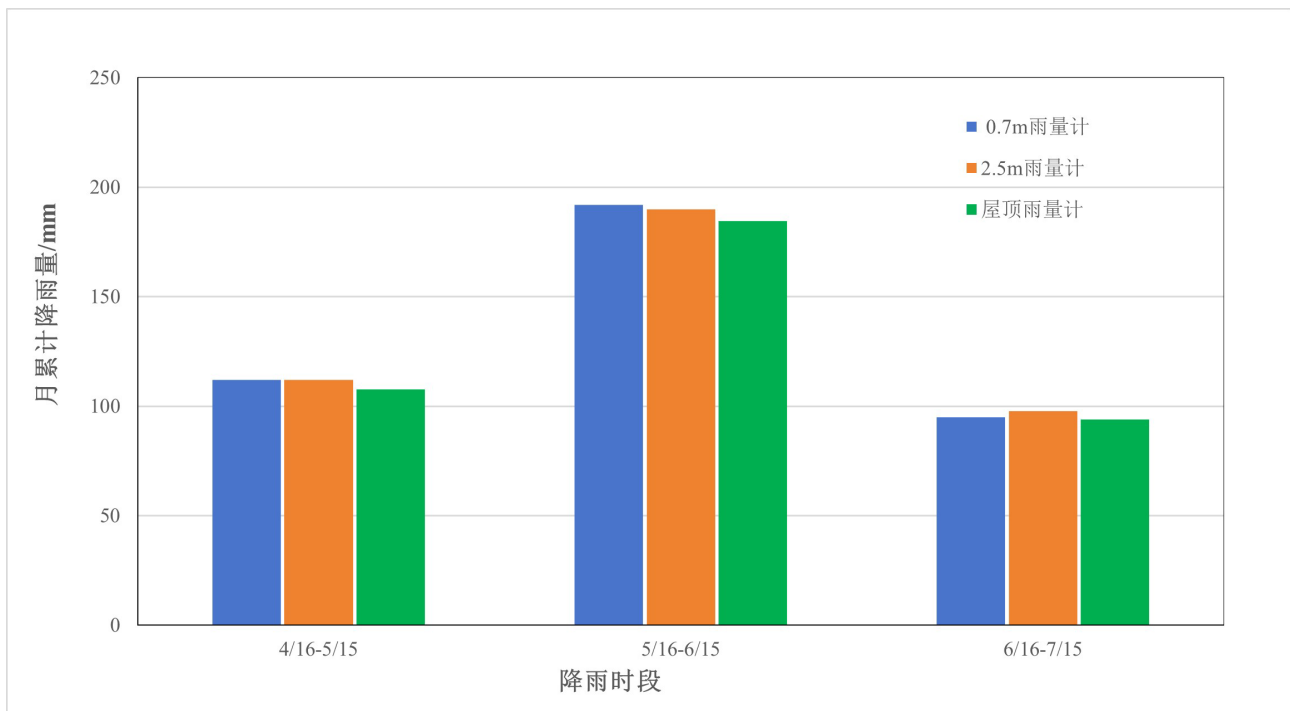


图 4. 不同高度雨量计月雨量对比分析图

结合表 2 和图 4，由不同安装高度雨量计月雨量统计数据分析可知，0.7 m 雨量计、2.5 m 雨量计和屋顶雨量计雨量观测值一致性较好。0.7 m 雨量计和 2.5 m 雨量计雨量观测值差异较小，而屋顶雨量计雨量观测值明显小于 0.7 m 雨量计和 2.5 m 雨量计观测值。

三组月统计数据，4/16~5/15 时段，0.7 m 雨量计雨量观测值与 2.5 m 雨量计观测值差异较小；5/16~6/15 时段，0.7 m 雨量计与 2.5 m 雨量计雨量观测差值为 2.1 mm；6/16~7/15 时段，0.7 m 雨量计与 2.5 m 雨量计雨量观测差值为 -2.9 mm；综合考虑认为，0.7 m 雨量计与 2.5 m 雨量计观测值差异不显著。0.7 m 雨量计雨量观测值与屋顶雨量计观测值具有明显差异，三个时段差值分别为 4.3 mm、7.5 mm、0.9 mm，差值率分别为 3.8%、3.9%和 0.95%。

## 5. 结论与建议

通过对比分析鄱阳湖水文实验站三种不同安装高度雨量计观测数据，可以得出以下结论与建议：

- 1) 根据日雨量数据和月雨量统计数据分析可知，0.7 m 雨量计、2.5 m 雨量计和屋顶雨量计雨量观测值具有良好的 consistency。
- 2) 根据日雨量数据分析可知，降雨量较小时，0.7 m 雨量计、2.5 m 雨量计和屋顶雨量计雨量观测值差值较小，一般表现为 0.7 m 雨量计观测值  $\geq$  2.5 m 雨量计观测值  $\geq$  屋顶雨量计观测值。降雨量较大时，屋顶雨量计与 0.7 m 雨量计和 2.5 m 雨量计观测值差异显著，数值差异主要为 2.5 m 雨量计观测值  $\geq$  0.7 m 雨量计观测值  $\geq$  屋顶雨量计观测值。
- 3) 根据月雨量统计数据分析可知，0.7 m 雨量计和 2.5 m 雨量计雨量观测值差异较小，屋顶雨量计雨量观测值明显小于 0.7 m 雨量计和 2.5 m 雨量计观测值。
- 4) 由于本研究分析结果仅基于不同高度雨量计观测数据，未考虑不同降雨过程中风速的变化，关于雨量观测值差异难以进一步细化分析，因此，建议后续研究可以增加风速观测数据，在不同高度雨量数据分析过程中，将风速作为相关因素开展进一步分析工作。

## 基金项目

- 1) 南京水利科学研究院院基金项目“风速对降雨观测影响的实验研究”(Y524011)。
- 2) 江西省水利厅科技项目“鄱阳湖水文实验站不同高度雨量计降水量比测试验分析”(YJZD0924001)。
- 3) 江苏南水科技有限公司项目“高精度高分辨力微虹吸翻斗式雨量计研制”(NSZS0923001)。

## 参考文献

- [1] 魏小东, 秦瑞杰, 刘琦, 等. 不同雨量计(器)在黄土丘三区典型小流域的适用性分析[J]. 中国水土保持, 2023(12): 40-43.
- [2] 郑路, 李华, 马俊旭, 等. 翻斗式雨量计现场校验及误差分析与修正[J]. 生态学杂志, 2023, 42(4): 1012-1017.
- [3] 陈康祚. 不同风场条件对雨量计收集降水影响的实验和数值模拟[D]: [硕士学位论文]. 淮南: 安徽理工大学, 2024.
- [4] 朱晓原, 刘建新, 刘铁林, 等. SL21-2015 降水观测规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2015.
- [5] 蔡钊, 刘九夫, 李薛刚, 等. 风场对雨量计收集降水影响的流体动力学研究[J]. 水利水电科技进展, 2019, 39(6): 17-23.
- [6] 任芝花, 李伟, 雷勇, 等. 降水测量对比试验及其主要结果[J]. 气象, 2007(10): 96-101.
- [7] COLLI, M., LANZA, L. G., RASMUSSEN, R. and THÉRIAULT, J. M. The collection efficiency of shielded and unshielded precipitation gauges. Part II: Modeling particle trajectories. Journal of Hydrometeorology, 2015, 17: 245-255.  
<https://doi.org/10.1175/jhm-d-15-0011.1>
- [8] 梁莺. 中低层水平风速对翻斗雨量筒降水影响观测及补偿算法研究[Z]. 福州: 福建省大气探测技术保障中心, 2018-07-04.
- [9] 陈永龙. 不同雨量计降水数据比测分析[J]. 内蒙古水利, 2024(2): 57-58.