

# 吉木萨尔汛期降水观测: 五圣宫水文站自动与人工数据对比研究

朱哲

昌吉水文勘测局

DOI:10.32629/hwr.v10i5.6990

**[摘要]** 为探究吉木萨尔山区汛期降水自动观测与人工观测的数据一致性及应用可行性,以五圣宫国家基本三类水文站为研究实例,依托2022年汛期同步实测资料,对YF-Z1型自动气象站雨量观测与人工雨量观测开展差值统计、序列对比及相关性分析。结果显示:研究时段内人工观测累计降水量170.1mm,自动气象站观测值170.5mm,累计差值仅-0.4mm,两组数据相关系数高达0.9998,线性拟合程度极高。逐次降雨观测差值多集中在 $\pm 0.2$ mm以内,最大单次偏差仅0.3mm,仪器运行稳定、观测精度符合水文测验规范标准。研究证实YF-Z1型自动气象站可替代人工观测完成本站汛期液态降水监测,可为区域水文测报、资料整编及同类山区测站自动化改造提供参考依据。

**[关键词]** 吉木萨尔; 五圣宫水文站; 汛期降水; YF-Z1型自动气象站

中图分类号: P332.1 文献标识码: A

## Comparison of Precipitation Observation Methods during the Flood Season in Jimsar Area: A Study on the Correlation between Automatic and Manual Observation Data at Wushengong Hydrological Station

Zhe Zhu

Changji Hydrological Survey Bureau

**[Abstract]** To explore the consistency and application feasibility of automatic and manual precipitation observation data during the flood season in the Jimsar mountainous area, this study takes the Wushengong National Basic Class III Hydrological Station as an example. Based on the synchronous measured data during the 2022 flood season, the difference statistics, sequence comparison, and correlation analysis of the rainfall observation of the YF-Z1 automatic weather station and manual rainfall observation were conducted. The results show that during the study period, the cumulative precipitation observed manually was 170.1 mm, and the observation value of the automatic weather station was 170.5 mm, with a cumulative difference of only -0.4 mm. The correlation coefficient of the two sets of data was as high as 0.9998, indicating a very high degree of linear fitting. The difference in each rainfall observation was mostly within  $\pm 0.2$  mm, and the maximum single deviation was only 0.3 mm. The instrument operated stably, and the observation accuracy met the standards of hydrological measurement. The study confirmed that the YF-Z1 automatic weather station can replace manual observation to complete the liquid precipitation monitoring during the flood season at this station, which can provide a reference basis for regional hydrological forecasting, data compilation, and the automation transformation of similar mountainous stations.

**[Key words]** Jimsar; Wushengong Hydrological Station; Flood Season Precipitation; YF-Z1 Automatic Weather Station

### 引言

水文降水观测属于区域水资源评价、汛期防汛调度、水文资料整编的基本工作,观测数据是否准确、连续,直接关系到水文测报和水利工程规划运行。吉木萨尔县位于新疆东部山区,汛期降水集中且局地性强,传统的观测方式耗时耗力,观测频率

低,但是自动气象站可以实现全天候连续观测、数据实时上传,已经普遍应用到基层水文站点上。为了检验本地化设备观测的可靠性,以五圣宫国家基本三类水文站为依托,对YF-Z1型自动气象站和人工雨量进行同步比测,分析汛期两组观测数据的差异特征和相关关系,为区域水文观测自动化替代、资料整编和汛

期水文服务提供数据支撑和实践依据。

## 1 研究区域概况与测站基础条件

### 1.1 测站基本情况

五圣宫水文站为国家基本三类水文站,始建于1980年5月,位于吉木萨尔县泉子街镇公圣村,地理坐标东经 $89^{\circ}15'$ 、北纬 $43^{\circ}44'$ ,长期担负着区域河流水文监测、降水观测和基础水文数据整编工作,是吉木萨尔县东部山区重要的基础水文监测站点。站点所在的区域为山地丘陵地貌,气候受地形影响较大,汛期降水以短时降雨、阵性降雨为主,降水时空分布不均,对雨量观测设备的灵敏度、稳定性有较高的要求。多年水文监测实践证明,该站观测资料序列完整、区域代表性好,可以真实反映周边流域汛期降水变化规律,适合做自动和人工降水观测对比试验。

### 1.2 气象观测场布设条件

五圣宫水文站气象观测场位于测验河段左岸土坡上,地势平坦开阔,海拔高度为1347m,观测场规格为 $6\text{m}\times 6\text{m}$ ,场地布置符合国家水文气象观测场地建设规范。观测场四周没有高大的建筑物、林木和山体遮挡,地形遮挡干扰小,通风和环流条件好,可以避免局地地形、人工构筑物对降水观测结果的影响。良好的场地布设条件可以最大程度上保证雨量传感器和人工雨量器处在同一个气象环境下,减少由于空间布设不同而造成的系统误差,给自动和人工观测数据同步比测、相关性分析提供客观的场地基础,保证对比试验结果的科学性和可信度。

### 1.3 观测仪器配置与安装调试

五圣宫水文站于2019年5月正式安装布设YF-Z1型自动气象站雨量器,设备雨量传感器分辨率为 $0.2\text{mm}$ ,可以满足基层水文站汛期雨量精细化观测的要求。设备安装完毕后,专业技术人员对设备全面的调试校准,完成雨量存储器、数据传输模块、供电系统等全部环节的检测,调试结束后雨量存储器数据记录状态正常。设备投入运行之后,站点严格实行日常运维制度,定时做电池电压检测,定时做设备外观巡检,定时做注水试验校准,及时发现传感器堵塞,数据传输中断,供电异常等问题。从长期运维监测结果可以得出,YF-Z1型自动气象站的总体运行情况较好,数据传输正常,没有出现长时间缺测、跳变等现象,具有进行汛期长期同步对比观测的硬件基础<sup>[1]</sup>。

## 2 观测实施方案与数据处理方法

### 2.1 观测时段与适用范围设定

本次对比观测选取2022年4月8日至8月30日为YF-Z1型自动气象站重点应用时段,同时开展人工雨量观测,观测时段完全覆盖了吉木萨尔地区主汛期,可以充分反映汛期各种降雨过程,具有代表性。根据设备本身的特性以及区域气候的特点,确定YF-Z1型自动气象站只适合于汛期液态降雨的观测,不能用于收集雪、雨夹雪、冰雹等固体降水量的资料,避免固态降水天气下翻斗式雨量传感器测量精度不够造成的误差。人工观测同步时段由原来的2022年3月1日至5月31日,扩大到2022年4月1日至8月30日,完成了汛期降水全过程的无缝观测,使两组观测数据的

时间序列保持一致,给雨量累计统计、单场降水对比等提供了完整的时序数据支持。

### 2.2 观测数据记录与质量控制

本次对比观测严格按照水文气象观测规范执行,自动气象站按设定的频次连续采集雨量数据,全年记录数据完整连续,没有缺测、漏测、异常跳变等现象,原始观测数据有效。人工观测使用传统的雨量器定时观测法,严格按照观测操作规程进行雨量的量取、记录、复核等过程,防止由于人为造成的读数误差、记录误差。数据整理阶段逐日逐次降水数据逐一校核,剔除异常无效数据,统一时间序列统计口径,保证自动观测和人工观测数据在观测时间和统计时段、数据精度上一致。同时参照水文资料整编标准,对两组数据进行初步筛选整理,保证后面差异分析、相关性研究的数据质量可靠<sup>[2]</sup>。

## 3 汛期降水观测数据对比与相关性深度分析

### 3.1 汛期累计降水量整体差异分析

2022年4月1日到8月30日的完整观测期内,五圣宫水文站人工观测汛期降水量为 $170.1\text{mm}$ ,同期YF-Z1型自动气象站自记观测降水量为 $170.5\text{mm}$ ,两组数据累计统计差值为 $-0.4\text{mm}$ ,自动观测总雨量比人工观测数值高一些。从时间跨度上看,在近五个月的汛期漫长观测周期里,两类观测方式的累计差值小于 $1\text{mm}$ ,偏差非常小,从宏观上证明YF-Z1型自动气象站没有出现明显的系统性偏高或者偏低误差,长期连续观测整体稳定。吉木萨尔山区汛期降水以分散性阵雨、中小量级降雨为主,降雨场次多、单场雨量少,时空分布零散,极易造成小幅累积误差,但是本次比测累计偏差很小,充分体现了自动设备对区域汛期降水总量的捕捉能力和人工观测的高度契合。根据水文资料整编的相关规定,本站整编工作以人工观测值为基准,自动观测 $0.4\text{mm}$ 的微小差值不会影响区域汛期降水总量统计结果,也不会对流域水资源量核算、汛期径流分析、防汛形势研判等实际业务工作造成实质性的影响,整体偏差完全在行业规范允许误差范围内<sup>[3]</sup>。

### 3.2 逐次单场降水观测差值分布特征

从2022年汛期逐次降雨观测统计数据表可知,各个场次的人工观测和YF-Z1型自动气象站雨量差值高度集中,偏差很小。全部降雨场次中,大部分场次的观测差值为 $0.0\text{mm}$ ,自动和人工观测数值完全一致,占首位;存在差值的场次中,偏差主要在 $\pm 0.1\text{mm}$ 、 $\pm 0.2\text{mm}$ 两个区间,个别场次出现 $-0.3\text{mm}$ 的最大单次差值,没有超出规范允许误差的异常场次。在微量降雨 $0.2\text{mm}$ 、 $0.3\text{mm}$ 时,由于仪器分辨率为 $0.2\text{mm}$ ,两组数据依然很接近,在 $4.0\text{mm}\sim 16.4\text{mm}$ 的常规降雨量级中,仪器传感响应灵敏,观测结果和人工测量完全吻合,在 $8.0\text{mm}$ 、 $9.8\text{mm}$ 等大降雨量时,设备没有漏测、少测、多测的现象,响应速度快,计量精度稳定。从总体上看,所有的单场降水观测差值都远远小于水文雨量观测允许误差限值,设备对于不同量级、不同场次的汛期降雨都有很好的捕捉能力,单点单次观测离散度小、一致性好,很好地证明了仪器在本地汛期降雨监测中单点的可靠性。

### 3.3 自动与人工观测数据相关性规律

将2022年汛期所有场次人工观测的降水量和YF-Z1型自动气象站自记降水量构建成对数据序列,绘制五圣宫站自记雨量与人工观测雨量的相关图,做线性相关性分析。从散点分布形态上看,所有的数据点都紧紧地围绕着一一条带状的规律分布,没有出现明显的离散偏离点,它们全部按照理想的线性趋势线均匀排列着,存在非常强的正向线性相关关系,变化趋势十分一致。经过计算得到两组数据的相关系数 $R=0.9998$ ,数值无限接近于1,为极强的线性相关。高相关系数说明自动气象站观测数据随着汛期降水强度的变化而变化的规律和人工观测完全一致,数据序列趋势一致、匹配度很高,有很强的数理替代基础。其原因在于测站场地布置规范无遮挡、仪器安装校准严格到位、日常运维巡检常态化,有效地避免了地形环境、仪器老化、人为操作、传输干扰等各种影响因素,使自动观测数据可以准确地再现人工观测数据的变化特点,为汛期业务中用自动观测代替人工观测提供强有力的数学支撑<sup>[4]</sup>。

### 3.4 观测微小差值成因多维度剖析

本次比测中自动和人工观测产生的微小差异不是由于设备出现故障或者观测失准造成的,是多种客观因素共同作用而产生的正常随机误差。第一种是计量原理不同,YF-Z1型采用翻斗式机械翻转计数原理计量雨量,依靠翻斗倾角和容积固定的计量单元,人工观测采用量筒静态人工读数计量,两种计量方式原理不同,本身存在固有的微量系统误差。第二是观测时间不同,人工观测为固定时间点定时量测,有小幅的时间提前或者延后,自动气象站为实时连续采样记录,时间分辨率更高,短时降雨过程中的时间差会造成微小的数值偏差。第三种为局地气象环境扰动,山区汛期瞬时风向、风速、近地面水汽条件有小幅波动,风场扰动会带来雨滴降落轨迹的细微变化,给自动传感器和人工器具造成不同的微弱干扰。第四点是仪器分辨率的限制,设备的传感器分辨率为0.2mm,不能分辨出小于这个分辨率的微量降水,四舍五入式的计数会造成级差型的微小误差。以上因素产生的误差都是随机的、小幅度的、没有规律性的偏差,并且所有的误差都处于规范允许的范围内,不会对业务化使用造成影响。

### 3.5 YF-Z1型自动气象站汛期业务应用可行性评价

根据水文气象测验规范标准,从运行稳定性、累计偏差、单场精度、相关关系四个方面综合评价,YF-Z1型自动气象站雨量器在五圣宫水文站汛期液态降水采集工作中的各项技术指标都符合规范精度要求,具有完全的业务替代条件。设备自2019年投入使用以来一直运行正常,数据传输稳定、存储完整,日常运维操作简便快捷,不需要专人值守,可以全天候不间断地完成汛期降雨监测工作,很好地克服了人工观测劳动强度大、夜间观测困难、恶劣天气观测不安全、时间间隔固定等许多不足。从实测

数据可知,累计差值很小,单场偏差在可接受范围内,相关系数很高,数据一致性、可靠性通过汛期实况检验,可以代替人工观测数据用于水文资料整编、汛期雨量统计、径流分析和防汛服务工作。因此可以确定2022年起五圣宫水文站汛期正式使用YF-Z1型自动气象站自记雨量数据代替人工雨量数据进行日常业务,本次比测分析方法和结论,可以为吉木萨尔县以及新疆东部类似山区水文站点自动气象站的布设、比测验证和业务化推广提供成熟可复制的实践范式<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

本文以吉木萨尔县五圣宫国家基本三类水文站为研究对象,利用2022年汛期同步实测的观测资料,对YF-Z1型自动气象站雨量观测和人工雨量观测进行数据对比、差值统计及相关性深入研究。观测周期内人工和自动累计降水量差值为-0.4mm,系统偏差非常小,逐次降雨单场观测差值都在 $\pm 0.3$ mm之内,零偏差场次多,不同量级的降雨下仪器观测精度都比较稳定。两组观测数据的相关系数达到0.9998,呈很强的线性相关关系,数据变化趋势一致。YF-Z1型自动气象站设备运行稳定,数据连续完整,观测误差都在水文测验规范允许的范围内,只有正常的随机微小偏差,可以完全代替本站汛期液态降水观测业务中的人工观测数据使用。本次研究清楚了YF-Z1型自动气象站在吉木萨尔山区汛期降水观测的本地化适配性以及应用优势,给该站水文观测自动化转型、汛期水文数据高效采集、水文资料简化整编提供有力的数据支撑和实践依据,也为天山北坡类似山区水文站点自动监测设备选型、同步比测分析、观测模式优化升级提供参考案例和技术借鉴。之后可以连续多年进行比测观测,探究设备长期老化状态下精度的变化规律,建立山区自动观测数据订正模型,不断改善区域水文自动观测技术的应用体系。

## [参考文献]

- [1]李辉.基于降水集中度和集中期的新兴江流域汛期降水时空变化特征分析[J].广东水利水电,2026,(03):53-58.
- [2]朱倩,陈妙霖,汤圆,等.博罗地温气候特征分析及其与汛期降水的关系[J].科技创新与应用,2026,16(06):101-105.
- [3]桑小边.上海近20年降水趋势与水利设施韧性提升对策[J].中国水利,2026,(03):60-67.
- [4]邓佳,刘莹,陈莹,等.2023年四川汛期小时降水高分辨率模式预报产品的精细化评估[J].气象科技,2026,54(01):55-67.
- [5]乌尼尔,张波,姜湖园,等.2005—2024年内蒙古汛期小时降水时空变化特征[J].科技通报,2026,42(01):21-27.

## 作者简介:

朱哲(1987—),男,汉族,陕西西安人,本科,工程师,水文测验。