

设里水文站雷达水位计遥测水位与人工观测水位比测分析

宁瑞俊

云南省水文水资源局曲靖分局

DOI:10.32629/hwr.v10i7.7060

[摘要] OTT RLS雷达水位计是一种非接触方式测量液位高度的设备,利用脉冲雷达技术来进行水位监测。项目在设里水文站已安装一套OTT RLS雷达水位计,经过将近一年记录雷达水位计遥测水位数据和在同一时段人工观测水位数据,通过分析上述两者311组数据率定相关方程,相关方程系数 R^2 值为0.9997表明两者相关关系良好,误差检验满足相关规范要求,可以使用雷达水位计记录水位数据代替人工观测水位数据。

[关键词] 雷达水位计; 水位观测; 比测分析; 山区性河流

中图分类号: P332.3 **文献标识码:** A

Analysis and Comparative Study of Radar Level Gauge Telemetry and Manual Observation Water Levels at the Sheli Hydrological Station

Ruijun Ning

Qujing Branch of Yunnan Provincial Hydrology and Water Resources Bureau

[Abstract] The OTT RLS radar water level gauge is a non-contact device for measuring liquid level height, utilizing pulse radar technology for water level monitoring. A set of OTT RLS radar water level gauges has been installed at the Sheli Hydrological Station. After one year of recording remote sensing water level data from the radar water level gauge and manual observation data during the same period, an analysis was conducted on the above-mentioned 311 sets of data to calibrate the relevant equation. The coefficient R^2 value of the correlation equation is 0.9997, indicating a good correlation between the two. The error test meets the requirements of relevant specifications, allowing the use of radar water level gauge recorded water level data as a substitute for manual observation data.

[Key words] Radar water level gauge; Water level observation; Comparative analysis; Mountainous rivers

引言

在当今科技日新月异、社会发展飞速的现代社会,水资源已然成为维系生态平衡、推动经济腾飞、保障民生福祉的核心要素,贯穿于社会运转的每一个环节。无论是城市的有序运转,还是乡村的蓬勃发展;无论是工业生产的持续推进,还是农业生产的稳定丰收,都高度依赖充足且优质的水资源供给。伴随水资源在社会发展进程中扮演角色的不断加重,水文监测工作也被赋予了更为严苛、更为精准的使命与要求。水文监测作为水资源科学管理的“眼睛”,是精准把握水资源动态、科学制定水资源保护与利用策略的重要依据。它不仅关乎水资源的合理调配,更直接影响着防汛抗旱、水生态保护等一系列关键工作的成效。

然而,回溯过往,传统水位观测方式受技术条件与手段的诸多限制,观测频率往往处于较低水平,难以满足当下社会对水资源精细化管理、动态化监测的迫切需求。传统观测模式下,通过人工定时前往观测点记录水位数据,不仅耗费大量人力、物力,

而且数据获取的时效性很差。在面对复杂多变的天气状况和突发的旱涝灾害时,这种低频的观测方式无法及时捕捉水位的细微变化,难以为决策部门提供及时、准确的信息,导致在旱涝灾害防御工作中,往往因信息延误而错失科学调度防洪资源,组织群众提前转移避险的良机。

鉴于此,借助先进的科技手段,实现水位观测的实时、连续监测,已然成为破解传统水文监测困境、提升水资源管理水平的必然选择。随着物联网、大数据、人工智能等前沿技术的蓬勃发展,水文监测领域迎来了前所未有的变革契机。通过部署高精度的水位传感器、搭建智能化的监测网络,能够实现对水位数据的全天候、不间断采集,并将数据实时传输至监测平台。借助大数据的强大分析能力,能够对海量水位数据进行深度挖掘与分析,精准预测水位变化趋势,为旱涝防御工作提供全方位、多维度的有力数据支撑。

1 测站简介

1. 1测站基本情况

设里水文站位于曲靖市师宗县高良乡。设里站于2015年9月由云南省水文水资源局曲靖分局设立为中小河流专用站, 三类精度水文站。设里河属珠江流域, 西江水系, 流入南盘江, 设里水文站自源头河长29.4km, 距离河口距离4.0km, 集水面积242km², 设立该站点的目的是获取设里河设里站上游的基础水文数据, 从而为下游地区的防汛与抗旱工作提供支持。该站的基面为85系黄海基面。

1. 2测验河段及断面情况

测验断面选定在设里河与小高良河交汇处下游350m高良村旁, 测验河段顺直200m, 流域断面为U型, 河床由沙砾石组成。测验河段上游约400m有高良小河汇入、下游无分流、串沟, 测验断面下游约140m处有弯道对高、中、低水都具有一定的控制。水流较为平稳, 流向顺直, 站房设于河段左岸。中低水时主槽宽度约15.0~20.0m; 高中水时主槽宽度约20~28.6m, 测验断面左右岸均为人工支砌毛石。

1. 3测站特性

设里站上游无大的水利工程对洪水起调洪作用, 洪水主要由上游暴雨产流、汇流形成, 流域为狭长性, 属山区性河流, 河道比降大易发生快涨快落洪水, 峰型为涨快落慢的单峰性。

2 雷达水位计的安装部署

2. 1雷达水位计基本特性

OTT RLS雷达水位计是一种液面高度监测装备, 采用先进的脉冲雷达技术进行液面位置测量。^[1]这种技术的优势在于其低能耗和非接触性特点, 能够避免受到温度变化、水体污染物或沉积物的干扰, 从而确保测量数据的准确性。OTT RLS通过脉冲雷达原理来测量水面距离。在夹板装备中, 装配了用于传输与接收雷达脉冲的流线型天线。作业时, 发射天线将短暂的电波信号投射至水面, 这些信号经水面反弹后, 由接收天线捕获。通过计算信号往返时间差(即延迟时间), 可以得出水面与仪器之间的距离, 进而实现液位的精确测量。^[2]OTT RLS通过延迟时间和水面距离的线性关系来完成这一测量。其低功耗设计使得该设备在工作时(在12V电源下, 最大电流仅为15mA), 能够有效延长使用寿命并降低能耗, 测量范围: 0.8~35米、测量精度: $\pm 3\text{mm}$; 2023年出厂, 全年运转正常。

2. 2雷达水位计安装位置

为保障全年水位数据的获得, 设里水文站在左岸安装金属塔式支架, 通过塔式支架将雷达探头安装在河道中泓位置附近, 可保证收集50年一遇洪水水位。

3 比测方法

3. 1人工观测水位数据

本次分析对比工作主要选用2024年4月至10月的人工水位观测数据以及雷达水位计遥测水位数据进行对比分析, 资料严格依据水位观测标准之中的章程规定以及测量任务书要求, 每日早8点通过视频或人工定时观测直立式水尺读取水位,^[3]或者在流量测验过程中通过人工观测直立式水尺读取水位。^[4]

3. 2雷达水位计遥测水位数据

3月底设里水文站的雷达水位计安装调试完成, 本站雷达水位计每5分钟测量一次水位, 全天测量并发送遥测水位数据288组, 4月至10月期间雷达水位计正常工作水位数据连续完整。

3. 3比测的目标

依据《水位观测标准》(GB/T 50138-2010)规定进行观测比测, 比测目标是进行新安装自记水位计或更换仪器设备, 需要进行比测合格审核, 才能放心地启用仪器。^[5]雷达水位计相比人工观测水位可以实现连续准确、实时远程发送数据, 对抗洪防汛有重大的意义。

3. 4数据选用

OTT RLS雷达水位计正常运行后, 设里水文站于2024年4月至10月展开雷达水位计遥测水位与人工观测水位比测数据的收集工作, 在这个过程中工作人员付出很大的努力, 以确保人工观测水位数据准确和可靠。由于遥测数据量巨大, 我们仅选取4月1日到10月20日遥测水位数据和人工观测水位同时间的水位数据进行比测, 比测数据包含高中低水共311组。^[6]311组观测数据中包括: 当水位低于801.22米时, 定义为低水位, 低水数据共有198组, 占总数据的61%。当水位在801.22米至802.12米之间时, 为中水位, 此时的数据为108对, 占比35%。当水位超过802.12米时, 为高水位, 高水数据有11组, 占比4%。所选数据符合《水位观测标准》中“6.2.2比测量”的要求。

3. 5分析收集测量数据的相关性

在311组观测数据中偏差绝对值超过0.02的17组水位数据, 其中偏差绝对值等于0.02共16组, 偏差绝对值超过了0.02共1组。如表1。通过对311组数据建立了相关关系并进行相关趋势分析, 通过比测分析图显示出两组数据分布呈现出线性趋势, 其相关系数R²值为0.9997, 见图1。可以看出OTT RLS雷达水位计遥测水位与人工观测水位具有高度一致性。如图1。

通过对比人工观测水位和雷达水位计水位数据, 我们发现设里水文站由于河道比降较大, 水位在高水时水面变宽波浪较小两者水位值基本一致, 在中低水时流速相对较大且有波花产生两者水位值有一定差别, 但雷达水位计遥测水位与人工观测水位值依然有高度一致性。

表 1

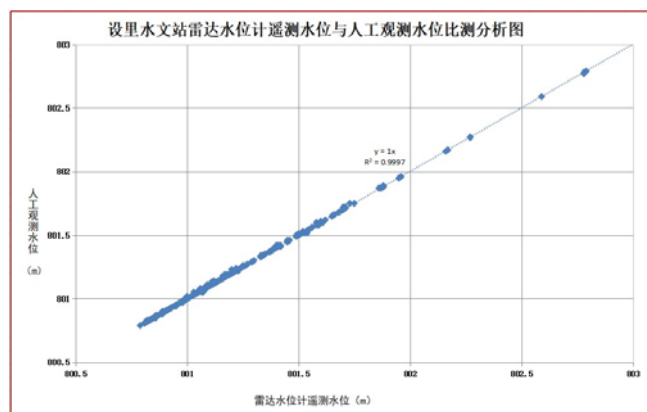


图 1

表 1

月	日	时	分	水尺编号	水尺零点高程(m)	水尺读数(m)	基本水尺水位 Z(m)	遥测水位 Z1(m)	Z-Z1 (m)	订正后遥测水位 (m)
6	9	6	55	P7	800.70	0.82	801.52	801.54	-0.02	801.52
6	22	8	0	P7	800.70	0.41	801.11	801.09	0.02	801.11
7	11	11	40	P7	800.70	0.32	801.02	801.00	0.02	801.02
7	18	8	0	P7	800.70	0.35	801.05	801.03	0.02	801.05
7	28	9	10	P7	800.70	0.53	801.23	801.2	0.03	801.23
8	3	15	0	P6	801.52	0.2	801.72	801.7	0.02	801.72
8	3	15	35	P6	801.52	0.23	801.75	801.73	0.02	801.75
8	19	10	20	P7	800.70	0.38	801.08	801.06	0.02	801.08
9	1	8	0	P7	800.70	0.38	801.08	801.06	0.02	801.08
9	5	9	35	P7	800.70	0.49	801.19	801.17	0.02	801.19
9	13	9	20	P7	800.70	0.9	801.6	801.58	0.02	801.60
9	23	8	0	P7	800.70	0.48	801.18	801.16	0.02	801.18
9	26	8	0	P7	800.70	0.35	801.05	801.07	-0.02	801.05
10	6	8	0	P7	800.70	0.54	801.24	801.22	0.02	801.24
10	9	9	55	P7	800.70	0.43	801.13	801.11	0.02	801.13
10	13	8	0	P7	800.70	0.44	801.14	801.12	0.02	801.14
10	14	9	30	P7	800.70	0.72	801.42	801.4	0.02	801.42

3. 6比测误差分析

$$x_y = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{yi} - P_i)}{N}$$
$$x'_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{yi} - P_i - X_y)^2}{N-1}}$$
$$X_z = \sqrt{x_y'^2 + x_y''^2}$$

x_y'' 为系统不确定度, P_{yi} 表示雷达水位计观测水位遥测数

值; P_i 为人工观测水位; N 为观测次数; x_y' 表示为随机不确定度;

X_z 则表示综合不确定度。^[7]

根据《水位观测标准》中相关规范要求,水文站观测水位数据的综合不确定度不超过3 cm,系统不确定度不超过±1 cm。通过对311组数据计算不确定度,得出比测数据的随机不确定度为1 cm、系统不确定度为±0.2 cm、综合不确定度为1 cm符合技术规范要求。

4 结论

(1)通过以上数据比测分析及4月1日至10月20日水位过程线,可知水位变化过程是连续的,没有出现突变现象,OTT RLS雷达水位计遥测水位和人工观测水位之间具有高度一致性。

(2)由本次比测数据分析的结果可以得出OTT RLS雷达水位计满足《水位观测标准》技术要求,设里水文站可以采用雷达水

位计观测替代人工观测数据,使之水文现代化目标迈进。

(3)建议使用OTT RLS雷达水位观测计记录水位,应定期进行人工观测同步校验以确保水位数据的准确性。如雷达水位计故障时采用人工观测,以保证水文数据的可靠性和连续性。

[参考文献]

[1]王文宝.OTT RLS雷达水位计在大理水文自动测报系统中的应用[J].珠江现代建设,2015(4):2.

[2]高玉方.SEBA雷达水位计在水文站中的应用[J].电子技术,2023,52(8):11.

[3]李海露.枞阳闸水文站雷达水位计与人工观测水位比测研究[J].科学技术创新,2024(3):36-39.

[4]中华人民共和国水利部.河流流量测验规范:GB50179-93[S].北京:中国计划出版社,1993.

[5]中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家市场监督管理总局.水位观测标准:GB/T50138-2010[S].北京:中国计划出版社,2010.

[6]马燕芝.基于开垦河水文站分析雷达水位计比测的可靠性分析[J].陕西水利,2022(3):67-68,72.

[7]李慎安.测量误差及数据处理技术规范解说(JJG1027宣贯教材)[M].北京:中国计量出版社,1993.

作者简介:

宁瑞俊(1984--),男,汉族,云南宣威人,本科,工程师,研究方向:水文测验整编、水文自动测报系统运行维护相关工作。