

电波流速仪在精河山口站的水文测验与评估

阿苍德

博尔塔拉水文勘测局

DOI:10.12238/hwr.v8i4.5379

[摘要] 本文通过对精河山口(三)站电波流速仪与转子流速仪的比测分析,探讨了电波流速仪在水文测验中的应用与效果。结果表明,电波测速仪与水面系数为0.85的转子流速仪测得的流量具有良好的相关性。该仪器在精河山口(三)站应用前景广阔,具有安全可靠、使用方便、不受水面漂浮物和泥沙影响等特点。

[关键词] 电波流速仪; 转子流速仪; 比测分析; 水面系数; 精河山口(三)站

中图分类号: TN011 **文献标识码:** A

Hydrological testing and evaluation of radio wave current meter at Jinghe Shankou Station

Acangde

Bortala Hydrological Survey Bureau

[Abstract] This article explores the application and effectiveness of radio wave velocity meters in hydrological testing by comparing and analyzing the radio wave velocity meters and rotor velocity meters at Jinghe Shankou (III) Station. The results indicate that there is a good correlation between the flow rate measured by the radio wave velocimeter and the rotor velocity meter with a water surface coefficient of 0.85. This instrument has broad application prospects in Jinghe Shankou (III) Station, with characteristics such as safety, reliability, convenient use, and not being affected by floating debris and sediment on the water surface.

[Key words] radio wave current meter; Rotary flow meter; Comparative analysis; Water surface coefficient; Jinghe Shankou (III) Station

引言

水资源的合理利用与管理,近年来在世界各国都成为一个重要的话题。水文测验起着至关重要的作用,它是评价水资源状况、进行水文预报的关键手段之一。由于天气影响、测量精度难以保证等问题,传统的水文测验方法在实际应用中往往受到诸多制约。作为一种新型水文测试设备,电波流速仪具有测量速度快、操作简便、不受水面漂浮物和泥沙影响等诸多优点,广受关注。它在实际应用中的效果如何,是否具有相当的精确性和可靠性,仍然需要经过一系列的实验比对和分析,才能与传统的转子流速度仪相比较。作为水文站,精河山口(III)站所处的区域气候条件变化多端,水文情况复杂,因而成为验证电波测速仪应用效果的理想地点。因此,这一研究对于促进水文测试技术的进步,促进水资源管理水平的提高,具有一定的理论和实践价值。

1 精河山口(三)站水文测验概况

1.1 测站基本情况

精河山口水文站位于新疆维吾尔自治区精河县城南约30公里处,始建于1956年4月,是精河中游水量控制站之一。该水文站地处精河流域,精河是塔里木河的重要支流,流域面积较大,涵

盖了包括精河县在内的多个行政区域。

水文站基本断面位于精河山口处,因地势特殊,地貌起伏较大,水流湍急,成为了流量监测的重要节点。随着时间的推移,精河山口水文站经历了多次迁址和设施更新,其中最近一次迁址发生在1998年4月1日,由于兴建精河下天吉水库,水文站基本断面下移约400米,因此更名为精河山口(三)水文站。

1.2 测站断面特点

精河山口(三)水文站的测验河段主要呈现基本顺直状态,流域内河道形状为U形,河宽约42米。河流两岸的护岸形式各异,右岸采用混凝土板,而左岸则采用钢筋笼(笼内填充块卵石)护岸,这种不对称的护岸形式在一定程度上影响了河流的水动力学特性。基本断面上游400米处设有一座水库(下天吉水库),上游100米处有一座电站(顺天吉电站),这些设施的存在对河流的水位和流量产生了一定的影响。

1.3 流量设施设立情况

精河山口(三)水文站目前主要采用的是缆线测量方式,最大限度的测量流量为200立方米/秒。缆道测流是通过在测量绳上悬挂测流仪器,沿河道横向移动,在河道横截面上实时测量

水流速度和水深,从而计算流量的一种传统的测流方法。但这种方法有一定的局限性,可能会影响测量精度,尤其是在水流较大的情况下。

2 电波流速仪与转子流速仪比测分析

2.1 比测时间及方法

精河山口水文站于2023年4月1日至6月27日期间,开展了电波流速仪与转子流速仪的同步比测工作。比测的时间跨度包括了不同季节和水流条件下的情况,以全面评估两种测验方法的适用性和效果。在比测过程中,共筛选出36份流量数据进行分析。

比测方法主要包括测验断面的选择和测速垂线的布置。对于测验断面的选择,电波流速仪测流在吊箱上开展,吊箱所在断面与水文缆道断面相距5米,这样的设置保证了两种测验方法在测量位置上的基本一致性,从而使得后续的数据比对更具可比性。测速垂线的布置上,电波流速仪测验断面与缆道测验断面的设置完全一致,测速开始时间也同时施测,确保了测量数据的同步性和一致性。对于缆道测流,采用了0.6点法测得各垂线流速,水深则采用测深杆进行实测,最终求得断面的平均流量。

2.2 比测成果分析

精河山口水文站开展的电波流速仪与转子流速仪的比测分析共取得了46组比测数据,覆盖了不同水位和流量条件下的情况。这些数据范围涵盖了水位变化从613.76米到614.90米,流量幅度从1.041立方米/秒到101立方米/秒,其中2023年最大流量达到101立方米/秒。对于比测数据的分析主要采用了均值系数法和线相关法两种方法。首先是均值系数法,根据测得的电波流速仪平均流速和转子流速仪平均流速,计算两者的流速系数,然后取均值得到电波流速仪的综合水面系数。另一种方法是线相关法,通过建立两者之间的相关关系,求解回归方程,从而确定电波流速仪的流速系数。

2.3 电波流速仪的测量原理与相关指标

电波流速仪是一种利用雷达技术进行水流速度测量的先进设备,其测量原理基于著名的多普勒效应。多普勒效应是一种物理现象,描述了当一个波源和观察者之间相对运动时,观察者接收到的波的频率发生变化的现象。在电波流速仪的测量过程中,雷达设备会传送和引导一个微波能量束与水流形成一个逼近或后退的角度。这个能量束被发送到水面上,如果有水流通过,部分能量将被反射回雷达设备的天线。

电波流速仪具有一系列主要技术参数,包括测速范围、测速精度、分辨率、最大测程、电波发射角、工作温度、电波发射标准功率和电波频率等。其中,测速范围为0.03米/秒至14.10米/秒,测速精度为 ± 0.03 米/秒,分辨率为0.01米/秒,最大测程为100米,电波发射角为12度,工作温度范围为 -30°C 至 $+70^{\circ}\text{C}$,电波发射标准功率为10mW,电波频率为24GHz,且不易受雨雾天气影响。

3 结果与讨论

3.1 电波流速仪与转子流速仪测量结果对比

精河山口水文站开展的电波流速仪水面系数率定分析工作,共取得46组比测数据,水位变化为613.76~614.90m,流量幅度为 $1.041\text{m}^3/\text{s} \sim 101\text{m}^3/\text{s}$,其中测得2023年最大流量 $101\text{m}^3/\text{s}$,具体比测成果见表1。

表1 精河山口站电波流速仪比测数据

序号	施测号	水位(m)	流速仪实测流量 Q (m^3/s)	电波流速仪虚流量 Q_e (m^3/s)	流速仪断面平均流速 V_m (m/s)	电波流速仪水面流速 V_o (m/s)	流速系数 K_o
1	18	613.82	1.48	1.63	0.73	0.80	0.91
2	32	613.76	2.56	2.69	0.82	0.86	0.95
3	13	613.96	2.68	2.85	0.86	0.91	0.94
4	22	613.97	3.97	4.14	1.07	1.12	0.96
5	14	614.03	4.12	4.29	1.14	1.19	0.96
6	12	614.03	4.31	4.59	1.24	1.32	0.94
7	15	614.02	4.31	4.74	1.19	1.31	0.91
8	16	614.02	4.48	5.33	1.12	1.34	0.84
9	17	614.00	4.6	5.23	1.15	1.31	0.88
10	23	614.04	5.84	6.56	1.29	1.45	0.89
11	20	614.05	6.36	7.31	1.49	1.71	0.87
12	21	614.06	6.68	7.77	1.48	1.72	0.86
13	24	614.08	7.5	9.04	1.25	1.51	0.83
14	25	614.13	8.95	10.3	1.33	1.53	0.87
15	34	614.06	10	11.0	1.25	1.37	0.91
16	31	614.09	10.8	12.3	1.55	1.76	0.88
17	30	614.15	13.5	15.2	1.57	1.77	0.89
18	26	614.20	16	17.0	1.81	1.92	0.94
19	35	614.20	16.4	17.6	1.72	1.85	0.93
20	27	614.27	16.9	19.0	1.69	1.90	0.89
21	29	614.22	17.2	21.2	1.78	2.20	0.81
22	36	614.29	20.2	24.3	1.87	2.25	0.83
23	28	614.30	20.3	25.4	1.81	2.27	0.80
24	51	614.17	22.7	25.8	1.72	1.95	0.88
25	37	614.38	27.5	28.4	2.18	2.25	0.97
26	59	614.30	31.6	34.3	2	2.17	0.92
27	40	614.35	33.5	38.5	2.46	2.83	0.87
28	39	614.37	37.3	42.4	2.44	2.77	0.88
29	58	614.37	41.2	49.0	2	2.38	0.84
30	42	614.44	45.5	54.8	3.18	3.83	0.83
31	38	614.56	51.2	65.6	3.03	3.88	0.78
32	57	614.46	52.2	63.7	2.02	2.47	0.82
33	41	614.51	57.5	72.8	3.3	4.18	0.79
34	56	614.52	61.3	76.6	2.18	2.73	0.80
35	43	614.56	68.3	84.3	3.63	4.49	0.81
36	55	614.59	73.2	98.9	2.57	3.47	0.74
37	52	614.67	74	96.1	2.43	3.15	0.77
38	44	614.60	77.5	102	3.27	4.30	0.76
39	49	614.66	78.9	105	2.47	3.29	0.75
40	54	614.68	81	107	2.56	3.36	0.76
41	46	614.62	81.5	110	4.38	5.92	0.74
42	45	614.64	85.8	110	3.4	4.37	0.78
43	48	614.68	93.5	123	2.87	3.77	0.76
44	50	614.74	96.4	134	2.54	3.53	0.72
45	53	614.77	98.9	132	2.69	3.58	0.75
46	47	614.90	101	136	2.79	3.77	0.74

3.2 分析率定方法及成果

在分析率定方法及成果方面,本文将详细讨论两种方法的原理、步骤以及具体成果。

3.2.1 均值系数法

均值系数法是一种常用的水文测验分析方法,通过计算不同测量设备得到的流速数据之间的比值,来确定流速系数。在本文中,根据提供的数据表1,计算出电波流速仪的流速系数 K_o 值为0.85,即电波流速仪的综合水面系数。

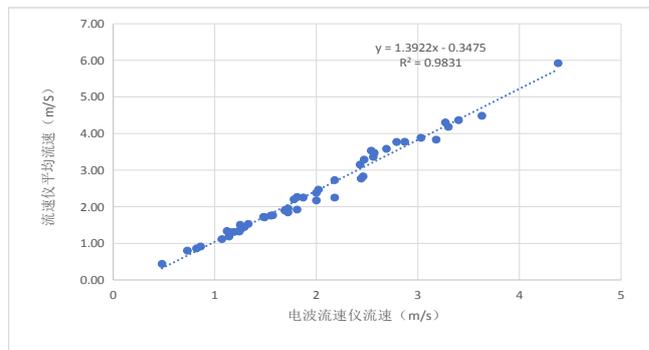


图1 流速相关关系图

3.2.2 线相关法

线相关法是通过建立流速仪平均流速与电波流速仪平均流速之间的线性相关关系,来确定流速系数。回归分析的结果表明,相关系数 R^2 为0.9831,说明了两者的流速具有较好的线性相关性。回归方程的斜率为1.3922,这意味着电波流速仪的测量结果相对于转子流速仪略高,但相关性较好。

根据上述分析结果,可以得出以下结论:

①电波流速仪的均值系数法和线相关法均能够有效地评估其与转子流速仪的测量结果之间的关系。②均值系数法得到的流速系数为0.85,表示电波流速仪的测量结果相对于转子流速仪略低。③线相关法通过回归分析得到的结果显示,电波流速仪与转子流速仪的测量结果具有较好的线性相关性,相关系数高达0.9831,表明两者之间的流速具有显著的相关性。

3.3 误差分析与系数确定

针对分析出的两种比测分析方法的值分别三项检验,计算系统误差,标准差以及随机不确定,成果见表2。

表2 误差分析与系数

序号	比测率定方法	结果	三项检验	系统误差	标准差	随机不确定度
1	均值系数法	$K=0.85$	合格	-1.2	2.6	5.2
2	线性相关法	$Y=0.9831$	不合格	-4.3	9.3	18.6

误差来源主要包括系统误差和随机误差。系统误差是由于测量设备或测量方法本身的固有偏差引起的,而随机误差则是由于测量过程中的随机因素引起的。系统误差分别为-1.2和-4.3,标准差分别为2.6和9.3,随机不确定度暂无具体数值。系统误差表示测量结果与真实值之间的偏差,而标准差则反映了

测量数据的离散程度,标准差越大,表示测量数据的离散程度越高。综合考虑这些误差指标,可以更全面地评估测量结果的准确性和可靠性。

4 结语

综合前文的分析和讨论,可以得出电波流速仪与转子流速仪在精河山口(三)站水文测验中的比测分析显示出较好的相关性,表明电波流速仪具有可靠性和准确性。通过对精河山口水文站电波流速仪流量测验断面的比测分析,可以得出电波流速仪测得的流量与转子式流速仪测得的流量具有很好的相关性,所以雷达波流速仪在该站测流断面的水面流速系数为0.85,符合要求,而线性相关法的误差不合格,可能需要进一步修正。综合考虑误差来源和分析结果,建议在实际应用中,继续采用电波流速仪进行水文测验,并注意使用适当的分析方法和校准技术,以提高测量结果的准确性和可靠性。

[参考文献]

- [1]樊军文.灵口水文站手持电波流速仪水面流速系数试验分析[J].陕西水利,2024,(03):42-44.
- [2]杨健.全自动电波流速仪缆道在流速修正技术中的应用[J].水科学与工程技术,2024,(01):22-24.
- [3]王敬争.林镇水文站电波流速仪系数分析[J].陕西水利,2023,(12):19-21.
- [4]吴晓东,任晨曦,徐舜天.电波流速仪在大兴镇水文站洪水测验中的应用[J].山东水利,2022,(10):19-21.
- [5]付茂夏,王泽林.芦山水文站电波流速仪流量系数率定分析[J].四川水利,2022,(S1):95-96+108.