

# 水文测验中误差问题的几点思考

王武成

延安水文水资源勘测中心

DOI:10.12238/hwr.v5i11.4072

**[摘要]** 水文测验是一项动态的、变化的检测项目,其检测项目包括流量、水位、水质、含沙量等要素,这些要素会随着时间的变化而不断改变,因此单一的测验数据仅代表河流瞬时变化情况,但经过长时间的检测和资料积累是可以掌握该河流的基本特性。在水文测验过程中因使用的检测仪器不同、水流环境不同、操作人员不同等因素都会对测验结果产生一定的误差,目前的水文测验工作很难消除误差的存在。因此,本文针对水文测验中误差产生的原因进行探索,以期在今后的测验工作中,可以减少误差数值,提升测验数据的有效性。

**[关键词]** 水文测验; 误差分析; ADCP; 技术创新

**中图分类号:** TV123 **文献标识码:** A

## Some Thoughts on Errors in Hydrological Testing

Wucheng Wang

Yan'an hydrological and water resources survey center

**[Abstract]** hydrological test is a dynamic and changing test item. Its test items include flow, water level, water quality, sediment concentration and other factors. These factors will change continuously with the change of time and flow. Therefore, a single test data only represents the instantaneous change of the river. However, after a long time of detection and data accumulation, we can master the basic characteristics of the river. In the process of hydrological survey, due to different detection instruments, different water flow environment, different operators and other factors, there will be some errors in the test results. At present, it is difficult to eliminate the existence of errors in hydrological work. Therefore, this paper explores the causes of errors in hydrological survey, in order to reduce the error value and improve the effectiveness of test data in the future test work.

**[Key words]** Hydrometry; Error analysis; ADCP; technological innovation

### 引言

水文测验误差的存在不仅会影响水文分析计算,甚至可能造成重大的损失,因此,减少测验误差、对测验数据误差进行评定具有重要意义。分析测验误差主要从设备、环境、分布规律、人为因素等全方位多角度出发,指导水文测验工作技术性创新,使水文测验水平不断提升,确保测验数据更精确、方法更实用。

### 1 分析水文测验误差的意义

首先,相较于其他静态观测对象,水文测验作为一项动态观测工作,其误差发生的概率更大,例如:河流流量测验,

由于受仪器精度的影响、水流环境的影响、操作方法的影响,即便同时利用多种测验方法进行观察,仍然难以得出较为精确的数据。因此,水文测验误差研究越来越受到重视。进一步研究测验误差的原因,统计其数据误差存在的规律可以使误差评价指标的概念更加科学、全面和统一。

其次,在水文调查中,需要通过适当的方法在观测点观测所有水文要素。然而由于自然环境、检测设备、观测方法、分析模型以及相关人员的专业素质等多方面因素的影响,测验误差的产生不可避免。除此之外,由于计算方法的不同,

其特征值也会产生一定的误差。因此,分析水文测验数据误差的原因、存在形式、优化方法,对进一步改进水文数据的测试方法和精度具有重要意义。

### 2 影响水文测验产生误差的因素

水文测验误差往往是非单一性的,是由各个因素综合决定的,因此想要降低和控制误差数值,就需要针对各项影响因素进行分析,从而进一步提升测验数据的精准度。

#### 2.1 环境因素

水文测验工作都是在野外进行,其观测结果往往受到阳光、风速、温度等

环境变化的影响。例如,太阳高度变化会引起观测者的视觉变化、风向会影响浮标系数的稳定性。且河流中的生物存在和自然波动都会给水文测验带来一定的影响,导致测验误差的产生。除了自然环境变化产生的影响外,人为因素导致的环境变化近年来也成为了研究的重点,例如:矿产开采对河流原有的水文环境造成破坏,尤其是水位较低的河段,由于河床被过度开采,内部结构发生变化,底部水流构成复杂,且这些水流缺少规律性,容易对周边河流产生影响,这就导致原有测验模式与测验地点都难以满足现有的条件,从而造成了测验误差。

## 2.2 设备因素

随着科学技术的发展,水文测验仪器设备也在不断的更新和变化。由于仪器精度不同所差生的误差大小也不尽相同。在许多水文测验工作中,设备不同对含沙量、流量测验精确度都会产生影响。且水文测验中设备运用比较复杂,其中设备的使用方法、校准情况、机械损耗、放置位置都会影响测验数据,例如:流速仪的机械磨损导致流速计算公式的变化,水文缆道垂度的变化导致仪器定位不准确和测验结果误差。

## 2.3 分析因素

水文测验工作比较复杂,因此其误差产生不仅仅发生于数据监测阶段,后期的分析阶段也十分重要。这就要求技术人员首先要研究和掌握河流的基本规律,并结合各种因素进行计算,以获得更准确的结果。如果技术人员不完全了解测验河段的基本情况,则会出现计算偏差。此外,所选的计算方法不同,结果会有所不同。在水文数据分析过程中,模型的运用必不可少,因此分析模型导致的误差也比较常见。例如,在流量计算中,两条水深垂线之间的河床是不规则的,在计算中河床简化为一条直线。另外,高水流量的确定都是通过在一一定的精度控制下,建立各种水位流量关系数学模型,形成高水曲线,在高水曲线上查询得来,这些情况都有一定的误差存在。

## 2.4 主观操作因素

主观操作因素主要体现在测验人员技术不熟练,测验分析水平有所差异等方面。

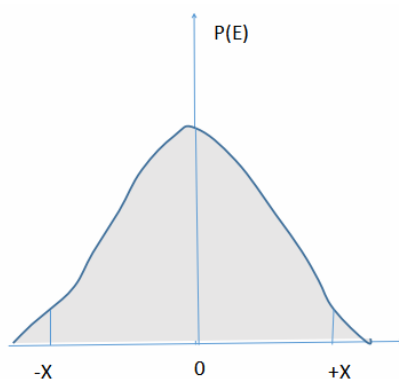
例如,缺乏经验导致水位观测不准确、思维能力差、反应速度异常、读数或高或低。再比如,在洪水测流过程中,山区性河流漂浮物多,流速快,波浪大,不宜使用自动化设备测流,多采用人工缆道测流,测深杆垂直与否产生的水深结果就有所不同,上述误差相互关联,难以单独计算。然而,在工作过程中,可以通过澄清上述误差来源,尽可能控制或减小误差,进一步提高水文资料的精度。

## 3 水文测验误差类型

水文误差分类比较繁琐,本文主要针对其误差性质新型分析,其中包含的三种类型分别为:实验误差、系统误差以及伪误差。

### 3.1 实验误差

实验误差常常是一项无规律、不确定的误差。是水文测验过程中一系列相关因素的微小随机波动引起的相互补偿误差。原因与环境温度、相对湿度、气压等均有一定关系,可通过增加平行测验的数量和平均值来减少该误差。除此以外,还可以通过大量实验对其潜在的规律进行分析。以流量测验为例,可以发现实验误差往往为正态分布。如图一所示:



图一 流量实验误差分布曲线

其中 $P(E)$ 表示误差

从曲线分布图中可以看出:首先,在流量测验中实验误差函数基本成对称性分布,也就是说,实验误差中正负概率

出现的概率基本一致。其次,当 $E=0$ 时,其数值最大值,实验误差分布呈单峰状。由于正负误差基本对等,因此在实验中可以通过多次测验数据正负数值相互抵消进行补偿,使误差值趋近于0。最后,虽然误差值存在正负两个区间,然而具体数值一般都呈现在固定区域内,也就是说误差具有界限性,在一个可控的范围内。

### 3.2 系统误差

系统误差是指在同样环境、同样设备的情况下,其误差数值与测验次数无相关性的误差。也就是说,系统误差无法通过多次测验而降低。在分析过程中,某些固定原因引起的误差具有可重复性、单向性、和规律性。一般来说,测验步骤的不完善会导致测验结果的误差,有些误差来自系统误差,有些误差来自随机误差。假设随机误差来自不可预测的效应数量或效应的随机时空变化。如果系统是由可识别的影响量对测验结果的影响引起的,则可以消除一些系统误差,并普遍减少。水文测验人员可以根据具体的实验条件和系统误差的特点,找出系统误差产生的主要原因,并采取适当的措施减少其影响。

### 3.3 伪误差

伪误差是可以规范人才操作或设备状态而避免的一种误差。例如在测验过程中数值读取、记录等误差。这一类误差一般较为明显,比较容易分辨。

## 4 降低水文测验误差的措施

### 4.1 优化测验数据的精确度

测验精度的优化主要是通过两个方面来实现,一是重复性,二是再现性。重复性是指同一测验技术人员在同样环境下,使用相同的测验方法和仪器,在一定时间内连续测验相同数量时,观察结果的接近程度。再现性是指在不同的测验条件下,长时间多次测验一个量时,测验结果的接近程度。对于一定量的测验,重复性和再现性好,测验精度高,测验结果准确可靠。

同时,测验精确度是减少误差引起的测验值与实际值的偏差得出的数值。误差越小,测验结果越准确。因此,需要全

方位地降低实验误差、系统误差、伪误差等,并且针对可能影响测验数据的因素进行管控,以此来综合提升测验数据的精确度。

#### 4.2 消除系统误差的产生

系统误差由于其难以察觉和控制,因此在水文测验中具有重要影响。消除系统误差成为一项重要的研究课题。其具体做法是要尽可能地对系统误差结果进行更正,查找系统误差存在的本质问题,并且进行及时的修复,对已经测验的数据要进行多次评估,采用系统补偿措施。然而,由于系统误差的范围较多,需要针对其具体情况进行分析。例如:流量测验中水准点存在的误差,就需要减少基准点与水尺零点高程之间的零位误差,并且定期检查基准点,根据国家规定的基准点为测验标准,防止基准点错位,尽量消除自然环境的干扰,使获得的数据更接近实际,减少误差,

最后在选择仪器设备时,应随时研究仪器设备的性能,对性能不足的设备应及时改进。

#### 4.3 建设专业的测验队伍

人员是水文测验中误差存在与消除的关键因素,因此提高职工队伍的综合素质是一项必要的环节。首先,建立一支高素质、精技术的测验队伍,在专业技术人员的指导下,通过各种形式的培训,指导年轻职工对相关工作内容、工作重点进行了解和掌握。其次,根据技术人员情况,明确学习培养方向,培养知识型与技术型并重的人才,加强水文测验中的技术精确度与数据分析能力。最后,对专业技术人员进行量化考核,确保工作取得成效,针对不合格的技术人员要进一步加强学习力度,直至合格为止,从而避免人为因素导致的测验误差产生。

### 5 总结

水文测验工作涉及的内容十分复杂,

其过程也较为繁琐。因此,在不同环境、设备、技术的影响下测验误差频频发生。数据误差不仅影响了水文数据的真实性,同时也会给生产和建设过程中的使用产生较大影响,甚至引发重大事故。因此,通过分析误差因素、类型以及相关的优化措施,提升水文测验的精确度,以促进水文工作的高效发展。

#### [参考文献]

[1] 雷蕾,陈攀.水文测验存在的误差和对策分析[J].水电水利,2020,4(9):11-12.

[2] 苟拓,陈玲玲.论述水文测验误差分析及对策[J].工程技术:文摘版,2016,(6):152.

[3] 徐志春,徐晓鹏.水文缆道流量测验误差分析与控制[J].人民珠江,2014,35(6):72-74.

[4] 汪晶.水文测验的误差分析及其对策[J].地下水,2016,38(6):220-221.

### 中国知网数据库简介:

#### CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

#### CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI 1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网节”、并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

#### CNKI 2.0

在CNKI 1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与服务具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。