

渠道流量测验误差的时空分布特征及成因分析

王兵

克拉玛依水文勘测中心

DOI:10.12238/hwr.v9i2.6091

[摘要] 渠道流量测验在灌区内扮演着十分重要的角色,直接关系到灌区的科学管理与运行。但在实际测验过程中,常常存在较大的测验误差,影响了灌区管理的科学性和精准性。本文重点探讨了渠道流量测验误差的时空分布特征及成因,提出了从仪器精度、人员操作、测验方法和测验环境四个方面采取措施,以减少测验误差。通过定期检定与校准仪器、加强人员培训、优化测验方法和改善测验环境等措施,可以有效提高渠道流量测验的精度和可靠性,为灌区的科学调度与精细化管理提供数据支撑。

[关键词] 渠道流量; 测验误差; 时空分布; 特征; 成因分析

中图分类号: TV732.6 文献标识码: A

Spatial and Temporal Distribution Characteristics and Cause Analysis of Measurement Errors in Canal Flow Testing

Bing Wang

Karamay Hydrological Survey Center

[Abstract] Canal flow testing plays a crucial role in irrigation districts, directly related to the scientific management and operation of these areas. However, significant measurement errors often occur during the actual testing process, affecting the scientificity and precision of irrigation district management. This paper focuses on discussing the spatial and temporal distribution characteristics and causes of measurement errors in canal flow testing, and proposes measures to reduce these errors from four aspects: instrument accuracy, personnel operation, testing methods, and testing environment. By regularly verifying and calibrating instruments, strengthening personnel training, optimizing testing methods, and improving the testing environment, the accuracy and reliability of canal flow testing can be effectively improved, providing data support for scientific scheduling and refined management of irrigation districts.

[Key words] canal flow; measurement error; spatial and temporal distribution; characteristics; cause analysis

引言

灌区是农业生产的重要基础设施,其高效运行离不开精准的水量调配。渠道作为灌区输配水系统的重要组成部分,其流量的准确测定直接影响着灌区的科学调度。然而,由于灌区所处的自然环境复杂多变,加之人为因素的影响,渠道流量测验常常存在较大的误差。这些测验误差不仅影响了灌区管理的科学性,也制约了农业灌溉效率的提升。因此,深入分析渠道流量测验误差的时空分布特征及其成因,并据此采取针对性的措施加以改进,对于提高灌区管理水平,实现农业水资源的可持续利用具有重要意义。

1 渠道流量测验误差的时空分布特征

1.1 季节性变化特征

新疆北疆地区独特的气候条件,造就了渠道流量测验误差显著的季节性变化特征。冬季,北疆地区处于严寒状态,气温普

遍较低,河流和渠道表面形成坚实的冰层。在这种情况下,渠道流量测验工作难以正常开展。即便勉强进行,由于冰层的阻隔和干扰,测验结果的准确性也难以保证^[1]。与此同时,冬季测验误差的主要影响因素,则转变为测验仪器的稳定性和操作人员的技术水平。进入春季,随着气温回升,冰雪开始融化,河流和渠道的流量逐渐增大,测验误差也随之出现明显的上升趋势。尤其是在春夏交替之际,由于上游冰雪融水的大量汇入,渠道流量常常出现剧烈的波动变化,给流量测验工作带来极大的困难,测验误差也因此达到全年的峰值水平。

1.2 日变化特征

除季节性变化外,北疆地区渠道流量测验误差还呈现出一定的日变化规律。在日变化尺度上,影响测验误差的主要因素是太阳辐射引起的气温变化,以及由此导致的水流蒸发和风场变化。白天,强烈的太阳辐射使得气温显著升高,水面蒸发加剧,

渠道流量出现一定程度的减少。与此同时,蒸发引起的水汽上升,可能会在近地面形成一定的气压梯度,进而引起局地风场的变化。风速风向的改变,会对渠道水流的流速和流向产生一定的影响,导致流量测验误差的增大。夜间,随着太阳辐射的消退,气温逐渐下降,水面蒸发强度减弱,渠道流量趋于稳定,测验误差也相应减小。但需要注意的是,夜间也并非测验误差可以忽略不计。一方面,夜间大气层结相对稳定,近地面风速往往会出现一定程度的增大;另一方面,山谷风等局地环流的形成,可能会引起渠道水流流向的改变。这两个因素的共同作用,可能导致夜间测验误差的增大。

1.3 地理分布特征

从地理分布的角度来看,北疆地区渠道流量测验误差的空间差异,主要取决于所在区域的地形、气候和水文条件等自然地理要素。天山北麓山区是渠道流量测验误差较大的典型区域。这里地势陡峭,河流比降大,水流湍急,给流量测验工作带来很大的困难。高差大、流速快的水流条件,不仅会影响测验仪器的安装和固定,也会加大测验断面流速流向的空间变异性,导致测验数据准确性的下降^[2]。与山区相比,平原地区的河流和渠道坡降较缓,水流平稳,测验误差相对较小。但在平原地区,渠道靠近沙漠戈壁的区域,又往往面临着另一个误差来源的困扰。这些区域强烈的风沙活动,会对渠道及其附属设施造成侵蚀和损坏。测验仪器的磨损、测验断面的变形,都可能造成测验数据失真。此外,风成沙丘的移动,也可能改变渠道的局部比降和过水断面,进而影响测验误差。

2 渠道流量测验误差的成因分析

2.1 仪器误差

在渠道流量测验误差的诸多成因中,仪器误差无疑占据着十分重要的地位。北疆地区独特的自然环境条件,给测验仪器的正常运行带来了巨大的考验。干燥的气候和大幅度的温差变化,使得测验仪器更容易受到风沙侵蚀、高温损伤和低温冻裂等外界因素的影响^[3]。长期暴露在这些恶劣环境下的仪器,其关键部件和精密结构往往会发生不同程度的磨损、变形乃至失效。随着使用时间的延长,仪器的整体性能也会出现明显的衰减。精度下降、稳定性变差、灵敏度降低等问题的出现,直接导致了测验数据失真和测验误差的增大。尤其是对于一些精度要求较高的测验项目,如流速、流向等的测定,仪器自身的性能参数变化,哪怕是很小的偏差,也可能引起测验结果的严重失实。此外,仪器设计和制造工艺的缺陷,以及安装调试和日常维护的不到位,也是导致仪器误差的重要原因。

2.2 人员操作误差

除了仪器自身的性能问题外,人员操作不当引起的误差也是渠道流量测验中不可忽视的重要环节。在北疆地区的野外测验工作中,测验人员的技术水平参差不齐,工作经验差异较大,责任心强弱不一,是导致操作误差频发的主要原因。部分测验人员可能对测验仪器的工作原理和操作规程缺乏深入的理解和熟练的掌握,在实际操作过程中,就容易出现步骤遗漏、参数设置

不当、读数判断失误等问题,进而引起测验数据的偏差。即便是经验丰富的测验人员,如果工作责任心不强,粗心大意、敷衍塞责,也同样可能导致操作流程的违规和测验数据的错误。在复杂多变的水文条件下,渠道流量测验对操作人员的综合素质提出了更高的要求。面对河流水情的瞬息万变,测验人员必须具备敏锐的观察力、正确的判断力和娴熟的操作技能。

2.3 环境因素误差

在渠道流量测验误差的诸多来源中,环境因素引起的误差也是不容忽视的重要方面。由于自然环境的复杂性和不确定性,诸如水流速度、水流方向、水深、水温、水质等要素往往难以做到精确的测量和有效的控制,进而导致测验结果的偏差。水流速度的时空变化,是引起测验误差的最直接因素。当水流速度出现较大波动时,测速仪的读数往往难以保持稳定,误差随之增大。如果水流速度超出了仪器的量程范围,测验数据就更可能出现严重失真。水流方向的改变,也会给流量测验带来困扰。当水流方向与测流仪轴向不平行时,流速和流量的分解计算就会产生偏差,影响测验精度。水深变化引起的测深仪读数误差,水温差异导致的水流密度变化,以及水中泥沙、杂物等引起的测验仪器堵塞或损坏,都是环境因素误差的常见来源。此外,在山区河流,由于河床形态复杂多变,断面形状和尺寸不规则,也给流量测验带来很大困难。而在平原地区,渠系水流的频繁分汇和农业灌溉引水的不确定性,也增加了测验误差的不可控因素。

3 减少渠道流量测验误差的措施和建议

3.1 定期检定与校准仪器,确保仪器精度

在渠道流量测验工作中,仪器精度的高低直接决定着测验数据的准确性和可靠性。为了最大限度地减少仪器误差,定期对测验仪器进行检定和校准是一项十分必要和有效的措施。然而,在新疆北疆地区独特的自然环境条件下,仪器检定和校准的频率和周期,需要根据实际情况进行适当的调整和优化^[4]。干燥的气候和大幅度的温差变化,使得测验仪器更容易受到风沙侵蚀、高温损伤和低温冻裂等外界因素的影响,其关键部件的磨损速度加快,整体性能的衰减速度也明显高于其他地区。因此,对于在北疆地区使用的渠道流量测验仪器,其检定和校准的周期应适当缩短,频率应适度加密。通过更为频繁和细致的检查和维护,及时发现和解决仪器存在的各种问题,才能确保其始终处于最佳的工作状态,从而为测验数据的准确性提供可靠的硬件保障。除了定期检定和校准外,在每次使用测验仪器之前,也应养成对其进行全面检查和调试的良好习惯。通过仔细查看各个部件的完好情况,试运转测试仪器的工作性能,可以及时发现一些隐性的故障和问题。对于检定和调试中发现的精度降低或性能降低的仪器,要及时予以修理或更换,避免其投入使用后继续产生误差。

3.2 加强人员培训,提高操作水平

在渠道流量测验工作中,人员的操作水平高低,直接关系到测验数据的准确性和可靠性。要想切实提高测验人员的业务素质 and 操作技能,加强培训和教育是最直接、最有效的途径。培训

的内容应该全面覆盖渠道流量测验的各个方面,包括测验原理、仪器操作、数据处理等^[5]。通过系统的理论学习和实践操作,使测验人员能够深入理解测验工作的基本原理和方法,熟练掌握各类测验仪器的使用技巧,并能够正确处理和分析测验数据。在北疆地区,由于测验环境和对象的特殊性,测验人员还需要掌握一些特殊的操作技能和应变能力。为此,在培训中应适当增加野外实践和模拟演练的环节,以提高测验人员应对复杂环境的能力。除了日常的业务培训外,定期举办技能竞赛和考核活动,也是激励测验人员自我提高的有效手段。通过竞赛和考核,测验人员可以相互学习和交流,共同提高业务水平;通过奖惩措施,可以调动测验人员学习和工作的积极性,强化其责任心和使命感。对于新入职的测验人员,更需要进行全面系统的岗前培训。通过集中学习和跟班实践,使其尽快熟悉测验工作的基本流程和要求,顺利完成角色转换。

3.3 优化测验方法,提高测验精度

渠道流量测验是一项复杂的系统工程,涉及多种测验手段和技术方法。为了切实提高测验数据的精度和可靠性,优化测验方法是十分必要和紧迫的任务。在测验方法的选择上,应充分考虑北疆地区独特的气候条件和水文特点,因地制宜、因河制宜地采用最合适、最有效的技术手段。对于山区河流,由于水流湍急、河床变化剧烈,传统的流速仪测量往往难以满足精度要求。在这种情况下,采用多普勒流速仪等新型高精度测速设备,无疑是一种很好的选择。与传统流速仪相比,多普勒流速仪具有测量范围广、适应性强、精度高等优点,特别适用于山区河流的流量测验。而在平原地区的大型渠道,水深较大、断面尺寸较大的情况下,常规的测深方法也可能难以满足要求。这时,采用超声波测深仪等先进测深设备,可以大大提高测深的精度和效率。超声波测深仪利用声波在水中的传播特性,通过测量声波的往返时间来确定水深,具有精度高、响应快、适用范围广等优点。此外,在一些复杂的测验环境下,单一的测验方法往往难以全面准确地反映渠道的水流状况。这就需要根据实际情况,灵活采用多种测验方法相结合的综合测验模式。比如,将流速法与流量法、断面法与斜截面法有机结合起来,从水流运动的不同侧面获取数据信息,通过综合分析计算,可以大大提高测验成果的精度和可靠性。

3.4 改善测验环境,减少环境因素干扰

渠道流量测验是一项典型的野外作业,测验环境的好坏直接影响到测验数据的准确性。在北疆地区,复杂多变的自然环境和气候条件,给测验工作带来很大的挑战。风沙、高温、低温等

因素,不仅影响仪器设备的正常运行,也给测验人员的野外作业带来诸多不便。因此,采取切实有效的措施,改善测验环境,减少环境因素的干扰,是确保测验数据质量的重要前提。首先,应加强对测验场地的管理和维护。在每次测验前,对测验断面及其附近区域进行全面清理和整治,包括清除杂草、垃圾等障碍物,平整河床、岸坡等地形条件,为测验仪器的安装和调试创造良好的条件。在正式测验过程中,还应加强对现场的安全保护和秩序维护,严禁无关人员和牲畜进入测验区域,以免干扰测验工作的正常进行。其次,应根据实际情况,采取必要的防护措施,减少环境因素对仪器设备和测验人员的不利影响。在气温高、日照强烈的夏季,可以在测验断面附近搭建简易的遮阳棚,为仪器和人员提供必要的遮挡;在风沙较大的地区,可以在测验断面周围设置防风屏障,以减少风沙对仪器镜头和传感器的磨损和遮挡;在气温低、结冰严重的冬季,还可以对仪器设备采取适当的保温和防冻措施,以保证其在低温环境下的正常工作。

4 结束语

渠道流量测验是灌区管理的重要基础工作,其测验精度的高低直接影响着灌区调度的科学性和农业生产的效益。新疆北疆地区独特的自然地理条件和气候特点,给渠道流量测验带来了诸多挑战。深入分析测验误差的时空分布特征及其形成机理,并采取针对性措施加以改进和完善,是提高渠道流量测验精度的关键所在。展望未来,随着测量技术的进步和管理水平的提升,渠道流量测验必将朝着更加精准、智能、高效的方向发展,为灌区的现代化管理提供更加有力的支撑。

参考文献

- [1]张昕.渠道断面水位—流量关系曲线率定分析[J].内蒙古水利,2022,(10):32-33.
- [2]吴景峰,刘峰.超声波时差法在平原渠道流量监测中的应用[J].水利信息化,2022,(02):55-60.
- [3]郑玉峰.水文站渠道输水流量测验误差分析及优化设计[J].海河水利,2022,(02):89-92.
- [4]梁举.快速测定渠道水利利用系数方法研究[J].江西水利科技,2016,42(03):171-175.
- [5]林建云.梯型渠道断面流量测验的误差分析[J].水利科技与经济,2012,18(06):80-81.

作者简介:

王兵(1979—),男,汉族,新疆石河子人,本科,工程师,研究方向为水文勘测。