

关于水文测站水准点高程处理的若干探讨

符万洋

新疆维吾尔自治区水文分析计算中心

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6151

[摘要] 水准点作为水文测站高程测量的基石,其稳定性与准确性对于保障水文资料的可靠性至关重要。然而,在快速的城市化进程和人类活动的广泛影响下,水文测站的水准点正面临前所未有的挑战,如地质沉降、自然侵蚀及人为干扰等,这些都可能引发水准点高程的显著变动。此外,国家水准网的定期复测与调整也对水文测站的高程测量系统提出了新的要求。因此,如何科学有效地处理水文测站水准点的高程问题,以确保水文资料的连续性与准确性,已成为当前水文监测领域亟待解决的关键问题。

[关键词] 水文测站; 水准点; 高程处理; 基准面转换

中图分类号: P336 文献标识码: A

Several Discussions on the Elevation Processing of Benchmarks at Hydrological Stations

Wanyang Fu

Hydrological Analysis and Calculation Center of Xinjiang Uyghur Autonomous Region

[Abstract] The benchmark, serving as the cornerstone for elevation measurement at hydrological stations, is crucial for ensuring the reliability of hydrological data due to its stability and accuracy. However, under the rapid urbanization process and extensive human activities, the benchmarks at hydrological stations are facing unprecedented challenges, such as geological settlement, natural erosion, and anthropogenic disturbances, all of which can lead to significant changes in benchmark elevations. Additionally, the periodic remeasurement and adjustment of the national leveling network also pose new requirements for the elevation measurement system of hydrological stations. Therefore, how to scientifically and effectively address the issue of benchmark elevations at hydrological stations to ensure the continuity and accuracy of hydrological data has become a critical problem that urgently needs to be solved in the field of hydrological monitoring.

[Key words] hydrological station; leveling point; elevation processing; datum transformation

引言

水文测站水准点高程处理作为水文测量工作的核心环节,其精度直接决定了水文数据的准确性和可靠性,对于水文模型的构建、洪水预测的准确性以及水资源管理的科学性具有至关重要的影响。近年来,全球气候变化与人类活动的加剧显著提升了水文监测的需求,对水文数据的精确性和可靠性提出了更高要求。然而,传统的水准点高程处理方法在应对复杂地质条件、多变气候环境以及大规模数据处理时存在明显局限,难以满足当前水文测量的高标准需求。因此,探索新的技术手段和方法,优化水准点高程处理流程,提升其精度和效率,已成为水文测量领域亟待解决的重要课题。

1 水准点与基面

1.1 水准点

水准点是水文测站的高程基准,是测站其他水准成果的原始基点。水文测站的水准测量系统通常由引测水准点、基本水

准点、校核水准点以及水尺零点组成。具体如下:(1)基本水准点。是最重要的基本设施,它确保了水文测站水位资料的一致性和连续性。基本水准点通常设置在地质稳定、不易受人类活动影响的地方,并采用永久性标志进行标识,以便于长期观测和维护。(2)引测水准点。是连接国家水准网与水文测站的基本水准点的桥梁。它用于将国家高程系统引入水文测站,确保测站高程与国家高程系统的一致性。(3)校核水准点。用于对基本水准点进行校验和复核,以确保其高程值的准确性。校核水准点的设置有助于提高水准测量系统的可靠性和精度。

1.2 基面

根据使用性质和特点,水文测站中常用的基面主要有绝对基面、假定基面、测站基面和冻结基面。(1)绝对基面。一般是以前某一海滨验潮站多年平均海平面的高程定为零的水准基面。目前使用最广泛的是“1985国家高程基准”,它是根据青岛验潮站多年观测数据确定的。绝对基面具有统一性和广泛适用性,适用

于全国范围内的水文测量。(2)假定基面。具有不受国家水准基点变动的影响的特点。当水文测站附近没有国家水准网或不具备接测条件时,可以引入假定基面。假定基面的设定方法为暂假定该站的水准点高程,然后确定该站的假定基面在该基本水准点垂直向下的假定数值处的水准面上。(3)测站基面。是水文测站专用的一种假定的固定基面。它通常确定在测站河床最低点以下0.5~1m水平面上,以便于表示的水位能够直接反映河道水深。测站基面的使用可以提高水位测量的精度和实用性。(4)冻结基面。是水文行业的特殊产物。它指的是水文测站首次使用某绝对基面后,将其高程固定下来并延续使用的基面。冻结基面具有“冻结不变性”,可以保证水文测站水位资料系列的一致和连续,便于进行各种水文分析计算。冻结基面的使用有助于提高水文数据的可靠性和历史可比性。

2 水文测站水准点高程处理的重要性

在水文学研究与实践中,水文测站作为监测和记录水文要素变化的关键设施,其数据的准确性和连续性对于防洪减灾、水资源管理、环境保护及科学研究等方面具有至关重要的意义。而水准点高程作为水文测站测量系统的基础,其处理过程的重要性不容忽视。

2.1 确保测量精度与数据可靠性

水准点高程是水文测量中的基础数据,其准确性直接关系到水位、流量等水文要素测量的精度。准确的水准点高程处理能够减少测量过程中的误差,提高测量结果的可靠性。这对于确保水文数据的准确性和一致性至关重要,为后续的决策制定和科学研究提供了坚实的基础。

2.2 支持决策制定与科学管理

在水资源管理和防洪减灾中,准确的水位数据是制定合理决策的重要依据。水准点高程的精确处理能够确保水位数据的准确性,从而支持更准确的洪水预警、水资源调度和应急响应。此外,水准点高程的连续性也有助于构建长期的水文数据序列,为科学研究提供宝贵的历史资料,促进水文学理论的完善和实践的创新。

2.3 促进技术进步与人才培养

随着测量技术的不断进步,新的测量方法和设备不断涌现。水准点高程的精确处理对于验证新技术、新设备的有效性和准确性具有重要意义。同时,这一过程也促进了水文领域人才的培养和技术的传承。通过参与水准点高程处理实践,研究人员和技术人员能够不断提升自己的专业技能和知识水平,为水文学科的发展做出贡献。

2.4 维护数据连续性与历史可比性

在水文测站中,准确的水准点高程处理有助于构建长期的水文数据序列。这使得历史数据与现代数据之间具有可比性,为分析水文要素的长期变化趋势提供了可能。这对于评估气候变化和人类活动对水文系统的影响、制定适应性的水资源管理策略具有重要意义。

3 水文测站水准点高程处理面临的挑战

3.1 引据水准点损坏

引据水准点作为水文测站高程测量的基准点,其稳定性至关重要。然而,由于自然因素(如地震、洪水等自然灾害)和人类活动(如城市建设、矿产资源开采等)的干扰,引据水准点时常面临损坏的风险。这种损坏不仅会导致高程数据的丢失,还可能破坏高程系统的连续性,对水文资料的长期保存和利用构成威胁。

3.2 新设基本点高程误差

在水文测站的建设和更新过程中,新设基本点的高程测量是不可或缺的环节。然而,由于测量技术、地质条件、仪器精度等多种因素的影响,新设基本点的高程测量往往存在一定的误差。这种误差可能源于测量过程中的操作不当、仪器设备的精度限制,也可能与地质条件的变化有关。这些误差将直接影响到水文资料的准确性和可靠性,对水文监测和分析工作产生不利影响。

3.3 国家水准网复测影响

国家水准网作为全国性的高程测量基准,其复测和更新对于保持高程系统的准确性和一致性具有重要意义。然而,国家水准网的复测和更新也可能对水文测站的高程处理带来挑战。一方面,复测和更新可能导致水文测站引据水准点高程的变化,从而影响到水文资料的连续性和一致性;另一方面,复测和更新过程中可能采用的新技术、新设备和新方法也可能对水文测站的高程处理提出新的要求,需要水文测站进行相应的调整和改进。

3.4 地质条件变化影响

地质条件的变化是水文测站高程处理中不可忽视的因素。地壳运动、地面沉降等地质现象可能导致水准点高程的变化,这种变化通常是长期而缓慢的,但会对水文资料的连续性和一致性产生重要影响。此外,地质条件的变化还可能影响水准点的稳定性和安全性,对水文测站的高程测量工作构成潜在威胁。

4 水文测站水准点高程处理方法与建议

4.1 遵循冻结基面不变性原则

在水文测站高程数据处理中,遵循冻结基面不变性原则具有至关重要的意义。该原则强调,在确保基本水准点无沉降或其他形式变化的前提下,其高程数值一旦确定便应维持恒定。这一“冻结不变性”原则不仅是水文水准考证中的核心要求,也是确保水文资料连续性和一致性的基础。遵循此原则,可以确保不同时间、不同人员测量的水准点高程数据具有高度的可比性和一致性,为水文资料的长期积累和科学研究提供坚实的数据支撑。因此,在水文测站高程数据处理过程中,必须严格遵守冻结基面不变性原则,以确保水文数据的准确性和可靠性。

4.2 综合对比分析高差变动

在水文监测与地理测量实践中,水准点间高差的稳定性是确保数据准确性和可靠性的核心要素。当观测到水准点之间的高差发生显著变动时,需立即启动多轮综合对比分析程序,以追溯变动原因并确保数据的持续可靠性。首先,对比分析应聚焦于基本点、校核点及水尺零点等关键控制点。通过详细比对这些点历年来的高差数据,可以揭示高差变动的趋势和特征。这一过

程需考虑数据的时间连续性和空间分布特征,以全面评估高差变动的范围和程度。其次,深入分析高差变动的原因至关重要。地质构造活动、地表沉降及人为干扰(如建设活动、地下水开采等)均可能成为导致高差变动的重要因素。结合地质学、地貌学及水文学等多学科知识,可以更准确地判断高差变动的成因,为后续监测和校正工作提供科学依据。为确保高程数据的持续准确性,每年应定期开展基本点的互校联测工作。这一措施有助于及时发现和纠正可能存在的误差,为长期监测提供稳定的数据支持。在互校联测过程中,应严格遵循测量规范和标准,采用先进的测量技术和设备,以确保测量结果的可靠性。

4.3 及时复测与启用新高程

若水准点因沉降或其他原因导致其相对高差发生改变,应立即启动复测程序。复测过程中,应综合分析各水准点之间高差的历年变化数据,通过逐一排查和对比分析,确定高差变动的源头和原因。一旦确认水准点的高程已经发生实质性变化,就需要对其绝对高程和冻结高程进行更新,并启用新高程。这一过程对于确保水文资料的准确性和时效性至关重要,可以避免因使用过时或错误的高程数据而导致的水文分析误差。

4.4 慎重选址与维护水准点

在新设基本水准点时,选址工作应慎之又慎。选址时应优先考虑地质稳定、不易受人类活动干扰的区域,以确保水准点的长期稳定性和安全性。埋设稳定后,应进行多次复测以确定最终采用的高程值,这一过程有助于消除测量误差和提高高程数据的准确性。此外,后期对水准点的维护工作同样重要。应定期检查水准点的稳定性和安全性,及时发现并处理潜在问题,如沉降、损坏或遮挡等。通过持续的维护和保养,可以延长水准点的使用寿命并确保其测量数据的准确性和可靠性。

4.5 采用高差平差减小误差

在设立新基本水准点时,采用高差平差方法可以显著减小测量误差。高差平差是一种通过多次测量和计算来消除或减小误差的方法。它要求引据水准点、新旧基本水准点、校核水准点之间进行多次联测,以确保测量结果的准确性和可靠性。通过高差平差处理,可以进一步确保水准点高程数据的准确性和稳定性。同时,这种方法还可以提高测量效率,缩短测量周期,为水文测站提供更为及时和准确的高程数据支持。

5 水准点高程处理中的新技术应用

随着科技的日新月异,新技术在水准点高程处理领域的应用正逐步深化,为传统测量方法带来了革命性的变革。其中,全球导航卫星系统(GNSS)技术以其高精度、全天候、实时性的优

势,已成为水准测量的重要辅助手段。GNSS技术不仅能够提供精确的三维坐标信息,还能实现动态、连续的测量,极大地提高了水准测量的效率和精度。在水准点高程处理中,GNSS技术的应用使得测量工作不再受地形、气候等因素的限制,为复杂环境下的测量提供了可能。

与此同时,激光扫描技术以其非接触式、大范围、高精度的特点,在水准点高程处理中也展现出了巨大的潜力。通过激光扫描,可以快速获取测量区域的地形数据,生成高精度的三维模型,为水文分析、灾害评估等提供了丰富的信息支持。此外,激光扫描技术还能够实现对测量区域的快速监测,及时发现地形变化,为水文监测和预警提供了有力的技术保障。

此外,人工智能技术的快速发展也为水准点高程处理带来了新的机遇。通过引入人工智能技术,可以优化数据处理流程,提高数据处理的效率和精度。例如,利用机器学习算法对测量数据进行智能分析,可以快速识别并剔除异常数据,提高测量结果的可靠性。同时,人工智能技术还可以实现对测量数据的自动化处理,减少人工干预,降低测量成本,提高测量工作的智能化水平。

6 结束语

随着新技术的不断精进与成熟,水准点高程处理领域正步入一个全新的发展阶段。这些创新技术不仅极大地增强了水准点高程处理的精确度和效率,而且为水资源管理、环境保护及灾害防控等关键领域提供了更为精细、高效的技术解决方案。在此过程中,积极探索新技术在水准点高程处理中的多元应用,将成为推动该领域不断前行的重要动力,为行业的长远发展贡献更多智慧与创新力量。

[参考文献]

- [1]陈思慧.关于水文测站基本水准点校测及引测探讨[J].科技风,2019,(26):138.
- [2]赵邦栋,孟令鹏,邱福琼.水位资料考证及水位订正方法浅析[J].治淮,2019,(11):26-27.
- [3]赵东,凌旋,肖忠.水文测站基本水准点校测及引测问题分析[J].水文,2018,(3):015.
- [4]顾琦,肖磊,刘磊.冻结基面变化对水位资料的影响分析[J].水文,2017,37(03):81-83+90.

作者简介:

符万洋(1987--),男,汉族,河南开封人,大学本科,工程师,研究方向为水文监测。