

黄河下游河道淤积断面测验方法分析研究

白 炜 金 冠

黄河口水文水资源勘测局 山东 东营 257000

摘 要：文章聚焦于黄河下游河道淤积断面测验方法的分析研究，旨在探讨现有测验技术的局限性，并提出创新性的解决方案。通过对高精度测验技术、断面布设优化方法及数据处理与计算方法的研究，本文揭示了黄河下游河道淤积断面测验中的关键问题，并提供相应的改进措施。这些研究不仅有助于提高测验精度和工作效率，还为黄河的治理和保护提供科学的技术支持，对推动黄河下游河道的可持续发展具有重要意义。

关键词：黄河下游；河道淤积；断面测验方法；河道演变

1 黄河下游河道淤积概况

1.1 黄河下游河道特征

黄河下游河道具有显著的特征，这些特征在很大程度上影响了其泥沙淤积的情况。黄河下游从桃花峪至入海口，长767千米，由西向东流经华北平原。这一区域地势低平，坡降小，水流平缓，导致泥沙容易在此沉积。黄河下游的河道宽浅散乱，缺乏足够的自然坡度来加速水流，进一步加剧了泥沙的淤积。由于历史原因和人类活动的影响，黄河下游两岸几乎全靠大堤为屏障，这些堤防在防止洪水泛滥的同时，也限制河水的自然流动，使得泥沙更容易在河道内堆积。

1.2 河道淤积现状与危害

黄河下游河道的淤积现状十分严重。每年从中游输送到下游的泥沙量约为16亿吨，而下游年均淤积量约四亿吨。这些泥沙在河道内不断堆积，导致河床逐渐升高，甚至形成高出两岸地面几米甚至十几米的“地上悬河”。这种现象不仅给防洪安全带来巨大威胁，一旦堤防决口，将造成灾难性的后果^[1]。泥沙淤积还严重影响下游水资源的利用，如水力发电、航运、渔业等产业的发展都受到了不同程度的制约。除防洪和水资源利用问题，黄河下游河道的淤积还对生态环境造成严重影响。由于河道变窄，水质变差，河床生物多样性降低，河口湿地面积缩小，这些变化都破坏黄河流域的生态平衡和自然景观。泥沙淤积还加剧了下游地区的土壤盐碱化问题，对农业生产构成威胁。

2 黄河下游河道淤积断面现代测验方法

2.1 GNSS测量数据自动采集

在现代黄河下游河道淤积断面的测验中，GNSS（全球导航卫星系统）技术的应用已经成为不可或缺的一部分。GNSS作为一种全天候、高精度的连续定位系统，具有定位速度快、费用低、方法灵活多样和操作简便等特点，在测量学、导航学及其相关学科领域获得了极其广泛的应用。

在黄河下游河道淤积测验中，GNSS技术的应用主要体现在测量数据的自动采集上。黄河水利委员会水文局等相关机构，在黄河下游河道的多个断面进行了GNSS测量数据的自动采集试验。这些试验采用了先进的GNSS接收机，这些设备能够实时、准确地记录河道断面的平面位置和高程信息。通过设定合理的采样间隔和测量精度，GNSS系统能够自动采集大量的测量数据，为后续的淤积量计算和分析提供了坚实的基础。在实际操作中，GNSS测量数据的自动采集过程通常包括以下几个步骤：首先，在河道断面上设置一定数量的测量点，这些点应均匀分布，以充分反映河道的形态和淤积情况；其次，利用GNSS接收机对这些测量点进行定位测量，记录每个点的平面位置和高程信息；最后，将采集到的测量数据导入计算机进行处理和分析，以得出河道的淤积量和淤积分布情况。GNSS测量数据自动采集的优势在于其高效、准确和自动化程度高。相比传统的测量方法，GNSS技术能够大大提高测量效率，减少人力物力的投入。由于GNSS系统具有高精度和全天候的特点，因此能够在各种复杂环境下进行稳定的测量工作，为黄河下游河道的淤积测验提供了可靠的技术支持。

2.2 无人机搭载激光雷达

无人机搭载激光雷达技术是近年来在黄河下游河道淤积测验中兴起的一种新型测量方法。无人机搭载激光雷达的测量过程通常包括几个步骤：（1）利用无人机将激光雷达设备运送到指定的测量区域上空；（2）通过激光雷达设备对测量区域进行扫描测量，获取高精度的地形数据；（3）将采集到的地形数据导入计算机进行处理和分析，以得出河道的淤积量和淤积分布情况。无人机搭载激光雷达技术的优势在于其高效、灵活和测量精度高。由于无人机能够在空中进行自由飞行，因此能够轻

松到达人员难以涉足的测区进行测量工作。激光雷达设备具有高精度和高分辨率的特点,能够准确测量出河道陆地部分的地形,并计算出冲淤分布情况。无人机搭载激光雷达技术还能够实现数据的实时传输和处理,大大提高了测量工作的效率和准确性^[2]。在黄河下游河道淤积测验中,无人机搭载激光雷达技术已经得到广泛的应用。这一成就不仅标志着我国水文测验技术的又一次飞跃,也彰显无人机搭载激光雷达技术在复杂水文环境下的卓越应用潜力。

2.3 无人船搭载GNSS和测深仪

无人船搭载GNSS和测深仪是另一种在黄河下游河道淤积测验中广泛应用的现代测量方法。无人船搭载GNSS和测深仪的测量过程通常包括几个步骤:首先,将无人船部署到指定的测量区域;其次,利用无人船上的GNSS设备对测量区域进行平面定位测量;同时利用测深仪对水下地形进行深度测量;最后,将采集到的平面位置和高程信息以及水深数据导入计算机进行分析和处理,以得出河道水下部分的地形数据。无人船搭载GNSS和测深仪技术的优势在于其自动化程度高、测量精度高和适应性强。由于无人船能够在水下进行自由航行,因此能够轻松到达人员难以涉足的水域进行测量工作。GNSS和测深仪设备具有高精度和高分辨率的特点,能够准确测量并计算出河道的形态和淤积情况。无人船搭载GNSS和测深仪技术还能够实现数据的实时传输和处理,大大提高了测量工作的效率和准确性。

在黄河下游河道淤积测验中,无人船搭载GNSS和测深仪技术已经得到了广泛的应用。这一技术的应用不仅有效提升水下地形数据采集能力,还为后续的淤积量计算和分析提供有力的支持。

3 黄河下游河道淤积断面测验存在问题

3.1 测验精度受限制因素

黄河下游河道淤积断面测验的精度受到多种因素的限制。自然环境因素如水流速度、河床形态和泥沙含量等,都会对测验精度产生直接影响。例如,水流速度过快可能导致测量设备无法稳定工作,从而影响数据的准确性;河床形态的复杂性和泥沙含量的不均匀性则可能导致测量数据出现偏差。测量设备本身的精度和稳定性也是影响测验精度的重要因素。如果设备精度不足或稳定性较差,那么采集到的数据就可能存在较大的误差。人为操作因素如操作人员的技能水平、测量方法的正确性和数据处理过程的规范性等,也会对测验精度产生一定的影响。这些因素相互交织,共同构成了黄河下游河道淤积断面测验精度受限的复杂局面。

3.2 工作效率与人力成本问题

在黄河下游河道淤积断面测验中,工作效率和人力成本问题同样不容忽视。一方面,由于黄河下游河道较长且地形复杂,传统的测验方法需要大量的人力物力投入,才能完成整个河道的测量工作。这不仅导致了工作效率的低下,还增加了人力成本和时间成本^[3]。另一方面,随着现代科技的发展,虽然出现了一些高效的测验技术和设备,如无人机、无人船等,但这些技术的普及和应用仍然受到多种因素的制约。如何在保证测验精度的前提下,提高工作效率并降低人力成本,成为当前黄河下游河道淤积断面测验面临的重要问题。

3.3 复杂河道条件下的测验难度

黄河下游河道具有复杂的地形和水文条件,这使得淤积断面测验的难度大大增加。河道的弯曲、分叉和交汇等复杂形态,使得测量点的布设和测量路线的规划变得十分困难。由于河床形态的不断变化,测量点之间的相对位置也会发生变化,这进一步增加了测量的复杂性。黄河下游河道的泥沙含量较高,且泥沙颗粒的大小和分布不均匀,这导致测量设备在采集数据时容易受到泥沙的干扰和影响。黄河下游河道的水流速度较快,且存在明显的季节性变化,这使得测量工作需要在较短的时间内完成,以避免水流对测量结果的干扰。这些因素共同作用,使得黄河下游河道淤积断面测验的难度显著增加,对测量技术和设备提出了更高的要求。

4 黄河下游河道淤积断面测验新方法研究

4.1 高精度测验技术研究

在黄河下游河道淤积断面测验中,高精度测验技术的研究与应用是提高测验精度、满足治理需求的关键。近年来,随着科技的不断进步,多种高精度测验技术应运而生,为黄河下游河道的淤积测验提供了新的解决方案。其中,三维激光扫描技术以其高精度、高效率的特点,在黄河下游河道淤积断面测验中展现出巨大的应用潜力。该技术通过发射激光束对目标物体进行扫描,获取其表面的三维坐标信息,进而构建出高精度的三维模型。在河道淤积测验中,三维激光扫描技术可以实现对河床形态的快速、准确测量,为淤积量的计算提供可靠的数据支持。多波束测深系统也是高精度测验技术的重要组成部分。该系统利用声波在水中的传播特性,对水下地形进行高精度测量,可以获取详细的河床形态和淤积分布情况^[4]。除了上述技术外,遥感技术、无人机摄影测量技术等也在黄河下游河道淤积断面测验中得到了广泛应用。遥感技术通过卫星或飞机等平台搭载的传感器,对地面进行远距离观测,获取地表信息。在河道淤

积测验中,遥感技术可以实现对河道整体形态的快速监测,为淤积量的估算提供宏观依据。无人机摄影测量技术则利用无人机搭载高分辨率相机,对河道进行空中摄影,通过图像处理技术获取河床形态和淤积信息。在高精度测验技术的研究与应用中,还需要注意设备的精度校准、数据处理方法的优化等问题。只有确保设备的精度和稳定性,才能获取准确可靠的测量数据,合理的数据处理方法也是提高测验精度的关键。

4.2 断面布设优化方法

断面布设是黄河下游河道淤积断面测验中的重要环节。合理的断面布设可以确保测量数据的全面性和代表性,为淤积量的计算提供准确依据。为了解决这一问题,研究者们提出了多种断面布设优化方法。其中,基于GIS(地理信息系统)的断面布设优化方法是一种有效的解决方案。该方法利用GIS的空间分析功能,对河道的地形、水流速度、泥沙含量等因素进行综合分析,确定合理的断面布设位置和数量。通过GIS技术的支持,可以实现断面布设的精准化和智能化,提高测量数据的全面性和代表性。基于水流模拟的断面布设优化方法也是一种值得探索的方向。该方法通过模拟河道的水流情况,分析不同断面位置对水流的影响,从而确定合理的断面布设位置。这种方法可以更加直观地反映河道的水流特性,为断面布设提供更加科学的依据。在断面布设优化方法的研究中,还需要注意与实际情况的结合。不同的河道具有不同的地形和水文条件,在断面布设优化方法的应用中,应根据具体情况进行灵活调整和优化,以确保测量数据的准确性和可靠性。

4.3 数据处理与计算方法改进

数据处理与计算方法是黄河下游河道淤积断面测验中的重要环节。传统的数据处理与计算方法往往存在计算精度不足、计算效率低下等问题,限制了测验结果的准确性和可靠性。改进数据处理与计算方法成为提高测验精度的关键。在数据处理方面,研究者们提出了多种优化方法。基于机器学习的数据处理方法也是一种新的

探索方向。通过训练机器学习模型,可以实现对测量数据的自动分类、识别和预测,提高数据处理的效率和准确性^[5]。在计算方法方面,研究者们也在不断探索和改进。例如,利用有限元法、有限差分法等数值计算方法对河床形态进行模拟和计算,可以更加准确地反映河道的淤积情况。基于数据挖掘和统计分析的计算方法也是一种有效的解决方案。通过对测量数据进行深入挖掘和分析,可以发现数据之间的关联性和规律性,为淤积量的计算提供更加科学的依据。在数据处理与计算方法改进的研究中,还需要注意方法的适用性和可靠性。不同的方法具有不同的适用范围和限制条件,在实际应用中应根据具体情况选择合适的方法,并进行充分的验证和测试,以确保计算结果的准确性和可靠性。随着科技的不断进步和创新,应不断探索和应用新的数据处理与计算方法,以提高黄河下游河道淤积断面测验的精度和效率。

结束语

综上所述,黄河下游河道淤积断面测验方法的分析研究对于提升测验精度、优化工作效率和推动黄河治理具有重要意义。通过不断探索和创新,有望克服现有测验技术的局限性,为黄河下游河道的可持续发展提供更加科学、准确的数据支持。未来,我们将继续深化这一领域的研究,为黄河的治理和保护贡献更多的智慧和力量。

参考文献

- [1]袁占军,李长鹏,刘嘉森.黄河下游河道整治工程根石探测技术分析[J].山东水利,2020(06):36-38.
- [2]杨军,吴凤雷,郭黎伟.对黄河中下游河道整治工程根石探测工作的研究[J].城市建设理论研究(电子版),2019(30):92-93.
- [3]华艳红.黄河下游水库河段整治对河道演变的影响研究[J].水利技术监督,2024,(04):148-151.
- [4]李利琴,倪菲菲,周晓丽,等.河南黄河河道整治疏浚研究[J].人民黄河,2022,44(12):42-46.
- [5]张金良,全亮,王卿,等.黄河下游治理方略演变及综合治理前沿技术[J].水利水电科技进展,2022,42(02):41-49.