

水利工程测量技术

李 宁

水利水电勘测设计研究院集团有限公司 河北 石家庄 050081

摘 要：水利工程测量技术是水利工程建设中不可或缺的重要支撑。本文阐述了水利工程测量的重要性，回顾了其发展历程。探讨了水利工程测量的技术要点，包括复测、选择加密点、施工放样测量以及地形测量与工程量复核等方面。并分析了水利工程测量技术在地形测量与地图制作、变形监测与安全评估以及水下测量技术等领域的应用。旨在为水利工程测量技术的发展和應用提供参考，促进水利工程建设顺利进行。

关键词：水利工程；测量技术；应用

引言：水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分，对于保障人民生命财产安全、促进经济发展具有重要意义。水利工程测量技术作为水利工程的基石，其准确性和可靠性直接关系到工程的质量和安。随着科技的不断进步，水利工程测量技术也在不断发展，为水利工程建设提供了更加精准、高效的测量手段。

1 水利工程测量的重要性

水利工程测量在水利工程建设与管理中，其重要性体现在以下多个维度：（1）确保工程规划与设计准确性。在水利工程的初步规划阶段，精确的地形地貌数据是制定合理工程方案的前提。通过高精度的测量工作，可以获取到详尽的地形图、水文地质资料等，为工程选址、布局设计、水量计算等提供科学依据。这些基础数据的准确性直接关系到工程设计的合理性和可行性，是确保工程安全、经济、高效运行的基础。（2）在施工阶段发挥着指导作用。施工测量是确保工程按照设计要求准确实施的关键环节。通过精确的测量放样，可以确保建筑物的位置、高程、尺寸等符合设计要求，避免施工偏差导致的工程质量问题。施工测量还可以实时监测工程进展，及时发现并纠正施工中的偏差，确保工程质量和进度。（3）在运维管理阶段具有重要意义。水利工程在投入运行后，需要定期进行变形监测和安全评估。通过精确的测量工作，可以及时发现工程结构的变形、位移等异常情况，为工程的安全运行提供预警。测量数据还可以为工程维护、修复和改造提供科学依据，确保工程的长期稳定运行。随着现代测绘技术的不断发展，水利工程测量技术也在不断进步，为水利工程的建设和管理提供了更加精确、高效、智能的解决方案。

2 水利工程测量技术的发展

水利工程测量技术正经历着前所未有的变革，其中数字化与自动化是两大显著的发展趋势。（1）数字化技

术的广泛应用。网络技术、计算机技术以及信息技术的融合，使得水利工程测量技术得以在数字化领域取得长足进步^[1]。这些技术提高了测量的精度和效率，还使得测绘成图的过程更加直观和专业。数字化技术的应用，使得水利工程测量能够更精确地标记目标区域，形成高质量的地形图。数字化技术还显著提升了数据传输的速率，缩短了测量工作的时间。通过信息技术的协助，地形测量图可以实现成比例的缩放，满足水利工程对测量环节的多样化需求。（2）自动化技术的发展。自动化测量技术的应用，使得水利工程能够获取更全面、更真实的勘测数据。通过全天候监控，自动化测量技术能够随时提供所需的测量数据，满足水利工程对数据的各种需求。其中“3S”技术（遥感技术、地理信息系统、全球定位系统）与测绘技术的联合使用，更是自动化发展过程中的一大亮点。这种技术组合使得测量工作无需接触实际工程对象，即可获取所需的测量数据，并自动进行数据处理、识别和分析。对于不符合标准的数据，系统能够及时进行报警，从而大大提高了测量的准确性和效率。数字化与自动化技术的结合，简化了水利工程测量工作的一些环节，减少了人力成本，避免了人为操作带来的误差。

3 水利工程测量技术要点

3.1 复测

在水利工程测量领域，复测环节至关重要。施工前，必须严格遵循招标文件及行业规定，对交接桩时提供的GPS点、导线点、精密水准点等关键控制点进行复测。为确保复测的准确性，应至少使用三个原始控制点进行边长与夹角的观测检验，使各项互差均符合标准要求。可借助先进的测量设备，如索佳SET230RK3全站仪，采用测回法进行6测回的测角观测，并对边长进行往返各6个测回的观测，以确保数据的可靠性与稳定性。在

高程控制点的复测方面,则需严格按照国家二等水准测量技术要求进行。使用中纬电子水准仪配合条码尺,按照二等水准的规范,采取附和水准线路测量方式进行往返测量,从而进一步确保高程数据的准确性。通过这一系列严格的复测流程与技术要点把控,可以有效提升水利工程测量的精度与可靠性,为后续施工提供坚实的数据基础。

3.2 选择加密点

在水利工程测量中,加密点的选择需结合平面加密点、现有精密导线点与GPS点,共同构建精密导线网。同时结合精密水准点和高程加密点,形成闭合或附合线路,确保测量系统的完整性。在布设加密点时,应优先考虑地质稳定、施工影响较小的地段,以提高控制点的稳定性和可靠性^[2]。平面加密点间的相邻边长差异需控制在合理范围内,以确保测量的准确性。高程加密点之间的距离则建议平均设置为300米,部分边长应大于100米,以提升高程测量的精度。还需注意的是,相邻平面加密点与GPS点间的垂直角应小于30度,以减少测量误差。在可能发生沉降变形的区域,应避免布设加密点,以免测量数据受到干扰。

3.3 施工放样测量

在水利工程施工中,施工放样测量是采用RTK随机软件中的放样功能,可高效实施点、直线、曲线的放样测量。技术要点在于,首先需将设计好的已知坐标输入系统,作为参考点与目标点。随后利用流动站实地测量所在部位的坐标,将其作为修正点。在电子手簿屏幕上,可直观显示实地待定点相对于目标点的偏移间距,通过指示移动流动站,直至达到所要求的精度。这方法可用于施工放样,还可用于复样和检验验收环节,确保工程质量的可靠性。通过RTK随机软件的放样功能,实现了施工放样测量的高效、准确,为水利工程的顺利推进提供了有力保障。在施工放样测量过程中,应严格按照设计要求和技术规范进行操作,确保测量数据的准确性和可靠性,为水利工程的后续施工提供坚实的数据支撑。施工放样测量还需注意现场环境的复杂性,如地形起伏、植被覆盖等,这些都可能对测量结果产生影响。在实际操作中,需结合现场实际情况,采取合理的测量策略和方法,以提高测量的精度和效率。定期对测量设备进行维护和校准,确保其处于良好的工作状态,为水利工程的精准施工提供可靠的技术支持。

3.4 工程量复核

在水利工程测量技术中,工程量复核是确保工程预算准确性、施工进度合理性的关键环节。这一环节的技

术要点主要体现在以下几个方面:(1)需基于精确的地形测量结果。在水利工程中,地形测量的准确性直接关系到后续工程量计算的精度。在进行工程量复核前,必须确保地形测量数据的准确无误。(2)需结合设计图纸与现场实际情况。设计图纸是工程量计算的基础,但现场实际情况往往与设计图纸存在差异。因此在进行工程量复核时,需充分考虑现场实际情况,如地质条件、施工难度等因素,对工程量进行合理调整。(3)采用科学的方法与工具。随着科技的发展,水利工程测量技术也在不断进步。在工程量复核中,采用先进的测量仪器与方法,如三维激光扫描仪、无人机航拍等,提高测量精度与效率。还需利用专业的工程量计算软件,对测量数据进行处理与分析,确保工程量复核的准确性。

4 水利工程测量技术的应用

4.1 地形测量与地图制作

在水利工程领域,地形测量与地图制作为工程规划、设计、施工及后期管理提供了基础性的数据支持。地形测量,作为水利工程测量技术的重要组成部分,旨在获取工程区域的地形地貌、高程、坡度等关键信息,为工程的科学布局 and 合理设计提供精确依据。地形测量的过程通常包括控制测量、碎部测量以及高程测量等环节。控制测量通过建立高精度的测量控制网,为整个测量工作提供基准;碎部测量则是对工程区域内的地形细节进行详细描绘,包括地形起伏、水系分布、植被覆盖等;高程测量则通过水准测量或三角高程测量等方法,获取各点的高程数据,为工程的立体布局提供依据。在获取了丰富的地形测量数据后,地图制作成为将这些数据转化为直观、易懂信息的关键步骤。地图制作要求准确反映地形地貌特征,要具备清晰、美观的视觉效果,便于工程人员理解和使用^[3]。现代地图制作技术已经实现了数字化、自动化和智能化,通过专业的地理信息系统(GIS)软件,可以将地形测量数据快速转化为电子地图,实现数据的可视化展示和分析。在水利工程中,地形测量与地图制作的应用广泛。它们为工程的初步设计和施工方案制定提供了基础数据。在河道治理、水库建设、堤防加固等工程中,地形测量与地图制作可以帮助工程人员准确判断地形条件,合理确定工程位置 and 规模,优化施工方案,提高工程效率和质量。地形测量与地图制作通过定期的地形测量和地图更新,可以及时发现工程区域的地形变化,为工程的维护、修缮 and 改建提供科学依据。

4.2 变形监测与安全评估

随着测量技术的不断进步,变形监测与安全评估在

水利工程中的应用日益广泛,为工程的安全运行提供了有力的技术保障。变形监测主要是通过高精度的测量手段,对工程结构物(如大坝、堤防、隧道等)的位移、沉降、倾斜等变形情况进行实时监测。这些监测数据能够反映工程结构物在荷载作用下的变形特征,从而及时发现潜在的变形问题。变形监测通常包括表面变形监测和内部变形监测两个方面。表面变形监测主要通过全站仪、水准仪、GPS等测量设备,对工程结构物的外部形态进行监测;而内部变形监测则利用测斜仪、应变计等传感器,对工程结构物内部的变形情况进行监测。安全评估则是基于变形监测数据,对工程结构物的安全状态进行综合分析和评估。通过对比监测数据与设计要求、规范标准等,可以判断工程结构物是否存在安全隐患,以及隐患的程度和范围。安全评估还可以结合工程结构物的地质条件、荷载特征等因素,进行更为深入的分析和预测,为工程的维护、加固和改建提供科学依据。在水利工程中,变形监测与安全评估的应用能够及时发现和处理工程结构物的变形问题,防止变形问题进一步发展导致工程安全事故的发生;还能够为工程的维护和管理提供科学依据,提高工程的安全性和耐久性。

4.3 水下测量技术

水下测量技术对于确保水利工程的安全性、稳定性和经济性具有重要意义。此技术在水库、河流、湖泊、海洋等水域的水下地形地貌、水深、水流速度等参数的测量中发挥着不可替代的作用。水下测量技术主要包括声学测量、光学测量、激光测量以及电磁波测量等多种方法。其中,声学测量是最为常用的一种方法,它利用声波在水中的传播特性,通过测量声波从发射到接收的时间差来计算水深。在水库大坝的建设过程中,需要对水库的水下地形进行精确测量,以确定大坝的基础位置

和高度。此时水下测量技术可以提供高精度的水下地形数据,为大坝的设计和施工提供科学依据。在水下管道的铺设、水下隧道的开挖以及水下建筑物的建设等工程中,水下测量技术也发挥着重要作用^[4]。除了在水下工程中的应用,水下测量技术还可以用于水质监测、水流速度测量以及水下生态系统的研究等领域。通过测量水中的溶解氧、温度、pH值等参数,可以了解水体的环境质量;通过测量水流速度,可以分析水体的流动特性,为水资源的合理开发和利用提供科学依据;通过对水下生态系统的研究,可以了解水下生物的分布和数量,为保护水生生物资源提供重要信息。随着科技的不断发展,水下测量技术也在不断进步。现代水下测量技术已经实现了数字化、自动化和智能化,大大提高了测量的精度和效率。同时,新的测量方法和设备也在不断涌现,为水下测量技术的应用提供了更多的选择和可能性。

结束语:水利工程测量技术在水利工程建设中发挥着至关重要的作用。随着技术的不断进步,水利工程测量技术将更加智能化、自动化,为水利工程建设提供更加精准、高效的测量服务。未来应继续加强水利工程测量技术的研究和应用,推动水利工程建设的高质量发展,为国家的经济繁荣和人民的安全福祉作出更大的贡献。

参考文献

- [1]沈远意.水利水电工程测量技术的发展[J].内蒙古水利,2019(12):80.
- [2]高慧.水利工程测量技术的分析[J].科技创新与应用,2020(4):163-164.
- [3]于思博.数字化测绘技术在水利工程测量中的应用探讨[J].黑龙江水利科技,2019,46(11):138-139.
- [4]狄广礼,宋佳伟.水利渠道工程施工的测量与管控关键思路分析[J].工程建设与设计,2021(3):97-99.