

水利水电工程测量技术分析

李素婷

鸿儒勘测设计有限公司广西分公司, 广西 南宁 530000

摘要： 水利水电工程测量技术在水利水电工程建设里属于关键部分，其主要任务是运用精准测量方式获取工程区域的地理、地形以及地质等方面信息，为工程设计、施工以及运营给予科学依据，随着科技不断进步，测量技术由传统的经纬仪、水准仪逐渐发展至全球定位系统（GPS）、遥感技术（RS）、地理信息系统（GIS）等现代技术，测量的精度和效率有了较大提升。本文先对水利水电工程测量技术的定义、分类、特点以及应用领域做了概括，接着深入剖析了其基本原理，覆盖测量学、大地测量学和工程测量学的基本理论，本文还探讨了传统测量方法、现代测量技术以及特殊测量技术在水利水电工程中的具体运用情况。

关键词： 水利水电工程；测量技术；GPS；遥感技术；地理信息系统

Analysis of Measurement Technology for Water Conservancy and Hydropower Engineering

Li Suting

Hongru Survey and Design Co., Ltd. Guangxi Branch, Nanning, Guangxi 530000

Abstract： The measurement technology of water conservancy and hydropower engineering is a key part of water conservancy and hydropower engineering construction. Its main task is to use precise measurement methods to obtain geographical, topographical, and geological information of the engineering area, providing scientific basis for engineering design, construction, and operation. With the continuous progress of technology, measurement technology has gradually developed from traditional theodolites and level gauges to modern technologies such as global positioning system (GPS), remote sensing technology (RS), and geographic information system (GIS), and the accuracy and efficiency of measurement have been greatly improved. This article first summarizes the definition, classification, characteristics, and application fields of measurement technology in water conservancy and hydropower engineering, and then deeply analyzes its basic principles, covering the basic theories of surveying, geodesy, and engineering surveying. This article also explores the specific application of traditional measurement methods, modern measurement technologies, and special measurement technologies in water conservancy and hydropower engineering.

Keywords： water conservancy and hydropower engineering; surveying technology; GPS; remote sensing technology; geographic information systems

引言

水利水电工程属于国家基础设施建设里颇为关键的一部分，在其建设进程当中会涉及诸多测量工作，以此来保障工程有科学性、安全性以及经济性，测量技术作为水利水电工程的一项基础技术，在工程的规划、设计、施工以及运营等各个阶段都有贯穿，随着科技持续进步，测量技术也处于不断更新换代状态，从以往传统的人工测量逐渐发展至现代化的自动化、智能化测量，这大幅度提升了工程建设的效率与质量。本文凭借对水利水电工程测量技术展开全面剖析，剖析其基本原理、主要方法以及未来的发展趋向，为相关领域的研究与实践给予参考。

一、水利水电工程测量技术概述

（一）测量技术的定义与分类

测量技术乃是借助特定的仪器以及相应的方法，获取物体的

位置状况、形状特征、大小尺寸等方面信息的一种技术手段，在水利水电工程领域当中，测量技术主要被划分成大地测量、工程测量以及摄影测量等几个类别，大地测量主要发挥着确定地球表面形状与大小的作用，工程测量则着重围绕建设的实际需求展

开,像是地形测量、施工放样等方面。摄影测量则是依靠航空或者影像来获取地理信息,随着科技不断向前发展,测量技术的分类也持续朝着细化的方向发展,涌现出了像GPS测量、遥感测量这类新兴技术。

(二) 水利水电工程测量的特点

水利水电工程测量有复杂性以及多样性等特征,首先来讲,水利水电工程大多时候会涉及到较大范围的地理区域,测量的工作量比较大,而且地形地貌复杂且变化多端,这就使得测量的难度有所增加,水利水电工程对于测量精度有着非常高的要求,在大坝、隧洞等关键部位,任何细微的误差都有可能引发严重的工程事故。另外水利水电工程测量还需要将水文、气象等自然因素的影响考虑在内,像水位变化、降雨等情况,这些因素都会对测量结果产生一定程度的影响。

(三) 测量技术在水利水电工程中的应用领域

测量技术在水利水电工程里的应用范围颇为宽广,主要覆盖了地形测量、地质测量、施工测量以及变形监测等方面,地形测量作为水利水电工程的基础性工作,借助对地形地貌展开测量,为工程设计给予依据,地质测量是针对工程区域的地质状况展开细致调查,以此来评估工程的地质风险。施工测量是在工程建设进程中,针对建筑物的位置、形状以及尺寸等实施精确控制,以此保障施工质量,变形监测是对已建成的工程开展长期监测,用以评估其稳定性与安全性。

(四) 测量技术的发展历程

测量技术的发展历程可追溯至古代,那时人们借助像绳尺、罗盘这类简单工具来开展测量工作,随着科技不断进步,测量技术朝着现代化以及自动化的方向迈进,在20世纪初期,经纬仪、水准仪等传统测量仪器得到广泛运用,到了20世纪中期,因电子技术发展,电子测距仪、全站仪等新型测量仪器接连出现。步入21世纪,GPS、遥感技术、地理信息系统等现代测量技术渐渐成为主流,较大提升了测量的精度与效率,未来随着人工智能、大数据等技术发展,测量技术会朝着更智能化、自动化的方向发展。

二、水利水电工程测量技术的基本原理

(一) 测量学基本原理

测量学这门学科所研究的是地球表面以及其空间位置之间的关系,它的基本原理涉及了几何测量以及物理测量两个方面,几何测量主要借助对物体几何形状以及位置关系展开测量,以此来获取物体的空间信息,在水利水电工程领域当中,几何测量属于主要的测量方式,依靠对地形地貌、建筑物的位置以及形状等进行测量,可为工程设计提供相应依据。几何测量的基本原理包含角度测量、距离测量以及高程测量,角度测量是凭借测量两个方向之间所形成的夹角,确定物体的位置关系,距离测量是凭借测量两点之间的直线距离,确定物体的位置所在,高程测量是依靠测量点与基准面之间的垂直距离,以此来确定物体的高程数值,而物理测量是凭借对物体的物理特性加以测量,像是重力、磁场

等方面,获取物体的空间信息。在水利水电工程里,物理测量主要应用于地质勘探以及地下水位监测工作,物理测量的基本原理有重力测量、磁场测量以及电场测量,重力测量是依靠对地球表面的重力场进行测量,获取地球内部的结构信息情况,磁场测量是依靠测量地球表面的磁场,以此来获取地下的矿产资源信息状况。电场测量是依靠测量地球表面的电场,获取地下的水文地质信息情形,在水利水电工程中,几何测量和物理测量相互补充,凭借综合运用这两种测量手段,可全面地获取工程区域的空间信息,为工程设计提供科学的依据支撑^[1]。

(二) 大地测量学原理

大地测量学乃是一门专门研究地球形状、大小以及其重力场的学科,它所覆盖的基本原理有大地坐标系、地球椭球体、重力测量等等,大地坐标系作为确定地球表面点位置的根基所在,借助经纬度以及高程来明确点在空间中的位置,大地坐标系的基本原理之中包含地理坐标系与投影坐标系。地理坐标系依靠经纬度去确定点的位置,在全球范围的测量里较为适用,而投影坐标系是把地球表面投射到平面上确定点的位置,适用于局部范围的测量工作,地球椭球体是对地球形状的一种近似模型,凭借测量地球表面的曲率,以此来确定地球的形状和大小,地球椭球体的基本原理囊括椭球体参数和椭球体变换。椭球体参数依靠测量地球表面的曲率,确定椭球体的形状和大小,椭球体变换是将地球表面从一个椭球体转变到另一个椭球体,以此来确定点的位置,重力测量是凭借对地球表面的重力场展开测量,获取地球内部的结构信息,重力测量的基本原理有重力仪测量和重力场模型,重力仪测量是凭借测量地球表面的重力场,获取地球内部的结构信息^[2]。

(三) 工程测量学原理

工程测量学所剖析的是工程建设过程中测量技术的相关科学知识,它的基本原理覆盖了施工放样、变形监测以及工程控制网等方面内容,施工放样是在开展工程建设工作时,依据设计图纸的要求,把建筑物的具体位置、形态以及尺寸等准确无误地放样至施工现场,施工放样的基本原理主要有放样方法和放样精度这两部分。放样方法是借助测量以及计算的手段,将建筑物的位置、形状、尺寸等精准地放样到施工现场当中,而放样精度是依靠对测量误差加以控制,以此来保证放样可达到相应的精度要求,变形监测指的是针对已经建成的工程展开长期的监测工作,目的在于评估该工程的稳定性以及安全性,变形监测的基本原理包含监测方法和监测精度。监测方法是凭借测量和计算,对已建工程进行长时间的监测,评估其稳定性和安全性,监测精度是借助控制测量误差,来保证监测所达到的精度标准。

(四) 测量误差理论与数据处理

测量误差在测量过程中是难以避免出现的现象,其来源囊括了仪器误差、人为误差以及环境误差等方面,测量误差理论属于研究测量误差分布规律以及消除方法的一门科学,它的基本原理包含误差传播定律、最小二乘法等内容,误差传播定律主要是研究测量误差于测量过程中的传播规律,借助对误差来源展开分析,采取对应的措施,减少误差所带来的影响。误差传播定律的

基本原理有误差来源以及误差传播这两部分，误差来源是经过对测量误差的来源加以分析，以此确定误差的类型以及大小，误差传播是借助剖析测量误差在测量过程中的传播规律，确定误差的影响，最小二乘法则是凭借将测量误差的平方和进行最小化处理，获取最为接近真实值的测量结果^[3]。

三、水利水电工程测量技术的主要方法

（一）传统测量方法

传统测量方法构成了水利水电工程测量技术的根基，主要涉及经纬仪测量、水准仪测量以及钢尺测量等，经纬仪测量乃是借助测量水平角与垂直角以明确点的空间位置的办法，经纬仪主要由望远镜、水平度盘以及垂直度盘所构成，测量期间借助转动望远镜去对准目标点，读取水平角与垂直角，算出目标点的坐标。水准仪测量是经由测量两点之间的高差来确定点的高程，水准仪主要由望远镜、水准管和支架组成，测量时借助调节水准管让望远镜处于水平状态，接着读取标尺上的刻度，算出高差，钢尺测量是依靠直接测量两点之间的距离来确定点的位置，钢尺是带有刻度的金属尺，测量时把钢尺拉直，读取刻度，计算出距离。传统测量方法有操作简便、成本较低的优势，然而其精度与效率相对偏低，在大范围、地形复杂的测量当中，传统测量方法的局限性较为较大，比如在山区或者森林地带，鉴于地形复杂，经纬仪和水准仪的测量会受到视线遮挡的影响，使得测量精度降低，而且钢尺测量在长距离测量中容易产生误差，并且测量速度较慢。传统测量方法在小范围、地形简单的测量中比较适用，但是在大范围、地形复杂的测量中，其应用受到限制^[4]。

（二）现代测量技术

现代测量技术作为水利水电工程测量技术里颇为关键的一部分，主要囊括了GPS测量、遥感测量以及地理信息系统等方面，GPS测量乃是一种借助接收卫星信号去确定点的空间位置的办法，GPS系统是由卫星、地面控制站以及用户接收机共同构成的，在测量期间，用户接收机接收来自多颗卫星的信号，依靠计算信号传播时间来明确接收机的位置。GPS测量有高精度与高效率的特性，被广泛应用于水利水电工程的地形测量、施工放样等工作当中，比如在大坝建设进程里，GPS测量可快速且准确地确定坝体的位置与形状，提升施工效率，遥感测量是一种凭借航空

或卫星影像来获取地理信息的手段，遥感系统由传感器、平台以及数据处理系统所组成，测量之时，传感器借助接收地面反射或者发射的电磁波，生成影像数据，再经由数据处理系统提取地理信息。遥感测量有着大范围、高效率的优势，广泛运用于水利水电工程的地形测量、地质调查等工作中，例如在河流域规划之际，遥感测量可快速获取流域的地形、植被以及水文信息，为规划给予科学依据，地理信息系统是一种借助计算机技术对地理信息展开存储、分析以及展示的方式，地理信息系统由硬件、软件以及数据组成，测量时把地理信息输入系统，凭借软件进行分析与处理，生成地图和报告。

（三）特殊测量技术

特殊测量技术在水利水电工程测量技术里扮演着关键的补充角色，其主要覆盖激光扫描测量、水下测量以及变形监测等方面，激光扫描测量仪是借助激光束对物体表面给予扫描，获取其三维形状以及位置信息的一种方式，激光扫描仪由激光发射器、接收器以及数据处理系统共同构成，在进行测量工作时，激光发射器负责发射激光束，接收器接收反射回来的光线，经由数据处理系统最终生成三维模型。激光扫描测量有高精度与高效率的特性，在水利水电工程的地形测量、建筑物测量等领域有着广泛的应用，比如说，在大坝安全监测工作中，激光扫描测量可迅速获取坝体的三维形状，为安全评估提供相应的数据支撑，水下测量是运用声纳、激光等技术，来获取水下地形以及建筑物信息的一种手段^[5]。

四、结论

水利水电工程测量技术在水利水电工程建设里占据着关键地位，它的发展进程经历了从传统人工测量到现代化自动化、智能化测量的转变，很大程度上提升了工程建设的效率与质量，本文借助对水利水电工程测量技术展开深入剖析，剖析了其基本原理、主要方法以及未来的发展走向，未来随着人工智能、大数据等技术不断发展，测量技术会朝着更智能化、自动化的方向迈进，提高水利水电工程测量的技术水准。测量技术在水利水电工程中的应用范围也会拓展，为工程建设给予更为全面、精准的测量服务。

参考文献

- [1] 徐南标. 现代工程测量新技术在水利工程的应用 [J]. 装饰装修天地, 2018(16):377.
- [2] 李磊. 水利工程测量技术运用发展 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018(8):285.
- [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] 徐剑. 水利水电工程施工测量技术探讨 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018, (17):3507
- [5] 刘丹, 李波. 关于水利水电工程测量应用技术分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018, (14):3815.