

# Application of Airborne LiDAR Technology in Water Conservancy Engineering Surveying

Binggui Zang

Shandong Survey and Design Institute of Water Conservancy Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250013, China

## Abstract

Airborne lidar technology is a new measurement technology, with high precision, high efficiency, non-contact, wide-field, strong adaptability, can be widely used in the field of water conservancy engineering measurement. This paper first introduces the basic principles and characteristics of airborne lidar technology, and then discusses the application status and development trend of airborne lidar technology in water conservancy engineering survey. Specifically, it includes the application of airborne lidar technology in hydrological measurement, river topographic measurement, lake level monitoring, reservoir capacity calculation, flood control and disaster reduction and other aspects. Finally, this paper summarizes the advantages and disadvantages of airborne lidar technology in water conservancy engineering survey, and proposes the future development direction of the technology.

## Keywords

airborne lidar; water conservancy engineering survey; hydrographic survey; river topographic survey

## 浅谈机载激光雷达技术在水利工程测量中的应用

臧炳贵

山东省水利勘测设计院有限公司, 中国·山东 济南 250013

## 摘要

机载激光雷达技术是一种新兴的测量技术, 具有高精度、高效率、非接触式、宽视场、适应性强等特点, 可以广泛应用于水利工程测量领域。论文首先介绍了机载激光雷达技术的基本原理和特点, 然后探讨了机载激光雷达技术在水利工程测量中的应用现状和发展趋势。具体来说, 包括了机载激光雷达技术在水文测算、河流地形测量、湖泊水位监测、水库库容计算、防洪减灾等方面的应用。最后, 论文总结了机载激光雷达技术在水利工程测量中的优点和不足, 并提出了未来该技术的发展方向。

## 关键词

机载激光雷达; 水利工程测量; 水文测算; 河流地形测量

## 1 引言

水利工程是国民经济中重要的组成部分, 对于保障人民群众的生命财产安全和促进社会经济发展具有重要意义。而水利工程测量作为水利工程建设中不可或缺的环节, 对水利工程的设计、建设、运行和管理都具有重要影响。随着科技的不断进步和应用需求的不断增加, 传统的水利工程测量方法已经难以满足实际需要, 需要引进新的高精度、高效率的测量技术。而机载激光雷达技术作为一种新兴的测量技术, 具有非常广泛的应用前景, 尤其在水利工程测量中, 其应用优势更加明显。

## 2 机载激光雷达技术基本原理和特点

机载激光雷达技术是一种通过利用激光器发出的激光束, 对地面进行非接触式、高精度测量的技术。机载激光雷达技术的基本原理是利用激光束在空气中的传播特性和反射特性, 对地面进行扫描式的测量, 然后通过计算机对测量数据进行处理和分析, 得到地形地貌的三维表示, 机载激光雷达技术具有以下几个特点。

### 2.1 高精度

机载激光雷达技术采用激光束扫描地面或物体, 通过测量反射激光的时间差来计算距离。由于激光束的聚焦度高, 可以获得更为精确的距离信息, 从而实现厘米级的高精度测量。相较于传统的测量方法, 如全站仪或者 GPS, 机载激光雷达技术不会受到天气或者地形等环境条件的限制, 可以在复杂地形或者天气条件下获得精确的测量结果。因此, 机载激光雷达技术在水利工程测量中具有较高的应用价值<sup>[1]</sup>。

【作者简介】臧炳贵(1987-), 男, 中国山东德州人, 硕士, 工程师, 从事水利工程测量研究。

## 2.2 高效率

机载激光雷达技术数据处理速度快,可以在短时间内获取大量高精度的测量数据。相比传统测量方法需要人工测量,机载激光雷达技术在一定程度上可以提高测量效率。此外,机载激光雷达技术可以在飞行中快速覆盖较大的面积,减少了测量时间和人力成本。这种高效的数据采集和处理方式为水利工程的测量和监测提供了有效的支持,也为保障工程建设进度和质量提供了可靠的数据保障。

## 2.3 非接触式

机载激光雷达技术采用非接触式的激光扫描测量方式,与传统测量方法不同,可以避免因接触造成的误差和测量设备的损坏。在水利工程测量中,传统测量方法的接触式测量可能会对工程结构造成一定的损坏,如在进行水文测量时,需要对河道进行打桩,对河床造成一定的破坏。而机载激光雷达技术不需要接触式测量,可以通过激光束远距离扫描获取数据,避免了接触式测量造成的损坏和误差<sup>[2]</sup>。

## 2.4 宽视场

机载激光雷达技术可以实现大范围的扫描式测量,相比传统测量方法,覆盖范围更广。在水利工程中,传统的测量方法往往需要在不同的地点进行点到点的测量,导致测量区域有限,无法全面反映地形地貌的真实情况。而机载激光雷达技术可以实现对广阔的地面范围的扫描测量,可以获取更为详细、全面的地形地貌数据,为水利工程的设计、建设和管理提供更加准确的依据。

## 2.5 适应性强

机载激光雷达技术可以适应各种复杂地形地貌和环境条件的测量,包括山地、丛林、水域等。在水利工程中,由于水域的特殊性质,传统的测量方法往往会受到水面反射和遮挡的影响,难以获取准确的地形地貌数据。而机载激光雷达技术可以通过对水面反射和散射的处理,获取水下地形地貌的数据,提高水利工程设计和管理的准确性。此外,在丛林、山地等复杂地形地貌的测量中,机载激光雷达技术可以实现高精度的测量,避免了传统测量方法因地形复杂、难以进入测量区域等问题,可以获取更为全面、准确的地形地貌数据,为水利工程的建设和管理提供更加可靠的依据<sup>[3]</sup>。

## 3 机载激光雷达技术在水利工程测量中的应用

### 3.1 水文测算

水文成算是水利工程建设和管理的重要环节,其目的是确定水文参数,为水利工程设计和运行提供基础数据。机载激光雷达技术可以实现对水文参数的快速、高精度测量,包括水面高程、水深、流速等。传统水文测算方法需要在水面上设置测站进行测量,工作量大且测量精度有限。而机载激光雷达技术可以通过对水面反射的激光进行测量,实现对水面高程和水深的高精度测量。同时,机载激光雷达技术还可以通过激光多普勒测量技术实现对水流速度的测量,可以

有效提高水文测算的精度和效率。机载激光雷达技术的高精度和高效率,可以为水利工程设计和运行提供准确的水文数据支持,有助于提高水利工程的安全性和经济效益。同时,机载激光雷达技术还可以实现对水文过程的实时监测和分析,为防洪减灾提供技术支持。

### 3.2 河流地形测量

机载激光雷达技术的高精度测量可以有效地解决传统测量方法中存在的误差和不足,可以实现对河流地形的全面、快速、高精度测量。通过机载激光雷达技术测量得到的河流地形数据,可以用于河流流体力学模型的建立和验证,为河流治理和水利工程设计提供基础数据和技术支持。同时,机载激光雷达技术的快速测量和高效处理,可以大大提高河流地形测量的效率,节省时间和人力成本。因此,机载激光雷达技术在河流地形测量中具有广阔的应用前景和重要的意义。

### 3.3 湖泊水位监测

湖泊水位监测是水利工程管理的重要环节,其目的是监测湖泊水位变化情况,为水资源管理和防洪减灾提供基础数据。机载激光雷达技术可以实现对湖泊水位的实时监测和高精度测量,可以得到湖泊水面高程、水位变化趋势等信息,为湖泊水位管理和防洪减灾提供支持。

### 3.4 水库库容测量

水库库容是水利工程建设和管理的重要参数,其目的是确定水库容量,为水利工程建设和管理提供基础数据。机载激光雷达技术可以实现对水库库容的快速、高精度测量,为水利工程设计和运行提供技术支持。

### 3.5 洪水预测

洪水预测是水利工程防洪减灾的重要环节,其目的是预测洪水的发生时间、强度和范围,为防洪减灾提供依据。机载激光雷达技术可以实现对洪水过程的实时监测和分析,可以得到洪水的演变趋势和范围,为防洪减灾提供技术支持。

## 4 机载激光雷达技术在水利工程测量中存在的问题和挑战

机载激光雷达技术在水利工程测量中存在一些问题和挑战,主要包括以下几个方面。

### 4.1 数据处理复杂

机载激光雷达技术获取的数据量往往十分巨大,需要经过大量的数据处理和分析工作,才能提取出有用的信息。这些数据包括点云数据、图像数据、地面模型数据等,需要通过一系列的数据处理和分析方法进行处理和分析。例如,需要对点云数据进行分类、分割、滤波等操作,以提取出目标物体的空间位置、形状等属性信息。

### 4.2 环境条件限制

机载激光雷达技术在进行测量时,受到多种环境条件的影响,如天气、光照等条件都会对其测量产生影响。天气

的变化会影响到激光雷达的测距精度，如在雨雪天气下，激光束容易被水滴、雪花等干扰，从而导致测量误差增大。光照条件也是影响机载激光雷达技术的一个重要因素，特别是在山区、森林等复杂环境中，强烈的日照或阴影往往会对激光雷达的测量产生很大的影响。针对不同的环境条件，需要进行相应的调整和优化。例如，在天气条件不好的情况下，可以通过降低激光雷达的发射功率、增加激光束的数量、调整激光雷达的扫描速度等方式，提高测量的精度和可靠性。在复杂环境中，可以通过改变激光雷达的扫描角度、调整激光雷达的参数等方式，提高数据的获取效率和精度。此外，还可以通过对数据进行后期处理和校正，来消除环境因素对测量的影响，提高数据的可靠性和准确性。

#### 4.3 人员专业水平要求高

机载激光雷达技术需要专业的人员进行操作和数据处理，对人员的专业水平要求较高。第一，操作人员需要具备较强的技术水平和实践经验，能够熟练掌握机载激光雷达仪器的使用和操作，以及对数据获取和处理过程进行有效控制。第二，数据处理人员需要具备较强的数据处理和分析能力，能够熟练掌握数据处理和分析软件，以及运用各种数据处理和分析方法，对机载激光雷达获取的数据进行处理和分析，提取出有用的信息。第三，对于机载激光雷达技术在水利工程测量中的应用，需要对水利工程的基本理论和应用技术有一定的了解，能够有效应用机载激光雷达技术进行测量和分析，解决实际工程问题。因此，为了保证机载激光雷达技术在水利工程测量中的有效应用，需要加强人才培养和技术培训。通过开展相关的培训和教育，提高操作和数据处理人员的技术水平和专业素养，推动机载激光雷达技术在水利工程中的应用和发展。同时，还需要积极引导和支持相关企业和机构，加大对机载激光雷达技术的研发和应用力度，提高技术水平和市场竞争力，推动机载激光雷达技术的不断创新和发展。

#### 4.4 成本较高

机载激光雷达技术是一种高端的测量技术，相较于传统的测量方法，机载激光雷达技术具有更高的精度和效率，但是其设备的成本较高，需要投入较大的资金进行购置和维

护。此外，机载激光雷达技术的使用需要一定的技术支持，也需要投入相应的人力和物力资源。在购置机载激光雷达设备时，需要考虑设备的品牌、型号、精度等因素，选择适合自己需求的设备，同时还需要考虑设备的售后服务和维护成本等因素。对于一些中小型的水利工程单位或者科研机构，可能无法承担机载激光雷达设备的高昂价格，需要通过租赁或者合作等方式获取设备资源，以降低设备采购和维护成本。除了设备成本之外，机载激光雷达技术的使用也需要一定的技术支持。需要专业的技术人员进行数据采集、处理和分析，并进行相关的质量控制。同时，机载激光雷达技术的使用还需要投入一定的人力和物力资源，如机载激光雷达数据处理软件、高性能计算机、专业的数据处理和分析人员等。

## 5 结语

在水利工程测量中，机载激光雷达技术具有广阔的应用前景。通过对水利工程中常见的测量需求进行分析，可以看出，机载激光雷达技术可以实现对水利工程中各种对象的高精度、快速、非接触式测量，可以得到丰富的空间信息和属性信息，为水利工程设计、建设和管理提供有力的技术支持。当然，机载激光雷达技术在水利工程测量中也面临一些问题和挑战，如数据处理复杂、环境条件限制、人员专业水平要求高、成本较高等。但这些问题和挑战并不影响机载激光雷达技术在水利工程测量中的应用前景；相反，这些问题和挑战也促使机载激光雷达技术在不断地发展和完善，使其更加适应水利工程测量的需要。因此，可以预见，在未来的水利工程测量中，机载激光雷达技术将会得到广泛的应用和推广，并为水利工程的建设和管理提供更加优质、高效、精确的技术支持。

#### 参考文献

- [1] 朱万虎.浅谈机载激光雷达技术在水利工程测量中的应用[J].广东水利水电,2022(10):98-101.
- [2] 李慧.浅谈机载激光雷达技术在水利工程中的应用[J].水利技术监督,2021(11):50-52+82.
- [3] 李庆松.探究机载激光雷达技术在水利工程项目中的应用[J].内蒙古水利,2019(2):30-31.