

# 无人机技术在河道流量监测中的应用

Ли Цзэмин, Михневич Э. И., Цюй Сяохан

Шэньянский технологический институт;

Белорусский государственный технический университет,

lizeming@situ.edu.cn

**Аннотация.** Речной сток играет важную роль в системе водного хозяйства и развитии водных энергетических ресурсов. Традиционный метод измерения речного стока имеет такие проблемы, как длительное время цикла измерений, большой объем работ и трудности преодоления топографических условий. В последние годы быстрое развитие технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволило решать такие проблемы. На основе технологии БПЛА в этой статье обобщаются ее преимущества и методы мониторинга реки, а также выдвигаются некоторые новые технические идеи.

**摘要。**河道流量在水圈系统、水能资源开发等方面有着重要作用。传统方法获取河道流量存在着周期长、工作强度大、受到地理位置影响严重等问题。近年来无人机技术发展迅速，它的出现使解决此类问题成为了可能，本文以无人机技术为基础，总结了其在河道流量监测中的优势及方法，提出一套切实可行的技术新思路。

## 0. 前言

河流与人类的生存密切相关，求取河道流量对国家的水资源估算、农田水资源管理等起着不可或缺的作用。随着科技的发展，测算河道流量的手段趋于多样化，然而这些方法都存在着周期长、工作强度大、长期观测缺乏水文数据且需考虑地域特点等问题。遥感技术的发展，尤其是无人机低空遥感技术的诞生使得解决此类问题成为了可能，本文在前人的研究基础上加以总结，提出无人机技术在河道流量监测中的优势以及方法，旨在明晰无人机技术在该领域内的技术思路以及发展方向。

### 1. 无人机技术在河道流量监测中的优势

无人机技术既可无视地形条件，又具备方便、高效及可获取高分辨率影像等特点。因此，采用无人机对河道流量进行监测相比传统方法将具有以下优势：

1 高效率，低成本：目前传统的河流测流方式主要有两种，即流速仪测流和声学多普流速剖面仪（Acoustic-Doppler Current Profile, ADCP），传统的河道流量量测需要考虑地形条件、河面宽度、周围环境等因素，对于一些复杂地形，有必要增加成本或只能放弃测量。传统的流速仪测流效率低，成果受主观因素影响较大；ADCP 本身成本较高，速度约为 2~2.5m/s，相比流速仪测流效率有所提升。但以无人机中速度较慢的小型无人机 8~10m/s 的速度来说仍相差甚远。因此，采用无人机技术进行河道测流不但可以大大提高测算的效率，更能适应多种恶劣环境，河面越宽，效率越高，成本也越低。

2 跨尺度，适用性强：无人机的飞行高度决定了影像的空间分辨率，在同条件下，飞行高度越高，影像的分辨率越低，获取范围越大。对于河道测流

来说，可结合河面宽度确定飞行的高度以适应大、中、小不同河流，获取不同比例尺的影像，满足不同层面对河道流量精度的要求。

3 要求低，时效性强：无人机的应用属于非接触式测流，对水环境的要求很低，可以满足洪水泛滥区域以及河流水流湍急等水环境恶劣的情况。而接触式测流，如 ADCP 测流不但会受到恶劣水环境的影响，而且对水质和河道含沙量要求很高，航线的设计以及河道泥沙含量会直接影响最终测流的准确性。另外，因无人机的小巧轻便，在气候条件允许的情况下，可以随时获取所需时间段的影像，做到对某一河段的定期定点拍摄，并监测河段内流量，其结果具有较强的时间和功能优势。

4 多功能，现代化：无人机通过地面控制，可实现多功能、全方位覆盖的复杂拍摄，也可配备自动控制终端实现自动定位导航拍摄。所获取影像不但可以作为河道流量监测的依据，还可以用于监测自然灾害、河道泥沙量、进行水利水资源规划等。

## 2. 河道流量监测方法

### 2.1. 数据获取及预处理

首先，根据研究区范围、气候以及周围环境选择合适的无人机设备，在气候条件适宜、项目区范围较小的情况下，可优先选择重量轻、成本低的小型无人机。其次，根据对监测成果精度的要求选择影像采集器，一般搭载普通相机。

在影像采集过程中，结合河道宽度合理布设采集站点，每个站点拍摄 200~300 张影像，影像重叠率在 90% 为宜，以保证后续建模具有较高精度。另外需结合采集站点位置，可对河道宽度、水深、流量以及断面进行实测，用于最终结果的校验。

影像采集后需进行图像的信息匹配校正以及拼接等预处理工作，再利用建模软件，如 PIX4Dcapture (<https://pix4d.com/>) 生成河段的数字立体影像模型。

### 2.2. 水力参数获取

水力学计算流量的关键参数包括：水面宽度 ( $B$ )、糙率 ( $n$ )、比降 ( $i$ )、河流断面形状及参数等，获取上述参数的具体方法如下：

1 水面宽度：利用无人机采集影像获取野外高重叠度立体像对，生成采集站点所在的  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$  范围内河道或渠道及其缓存区的高清影像，通过人工判读量取所需水面宽度。

2 糙率：结合无人机影像，通过目视解译辨别河道两岸植被、护坡状况及土壤类型等河槽类型特征，参考孙东坡等人提出的糙率对照表确定相应糙率<sup>[5]</sup>，一般采用糙率正常值。

3 比降：通过生成河床的数字立体影像模型获取河道内某处水面高度差与水面长度，求其比值得到该处的比降。如有需要，可进行多次计算并利用 ArcGIS 软件计算河段比降平均值获得长河段的比降。

4 断面形状及参数：在自然界中，河床的横截面大多是抛物线型，也有一些不太常见的 V 型，而沟渠通常会为梯型。根据形状特点采用对应的公式求得断面参数，包括过水断面面积 ( $\omega$ ) 和水利半径 ( $R$ ) 等。无人机获取的影像只

能确定水面及陆地上的地形变化趋势，水面以下难以获取。获取水下地形有两种方法：一是采用对采集点水下地形实地测量；二是根据遥感影像生成的水面以上断面的发展趋势，采用 Zhao 等人提出的河道截面获取方法进行推导。

### 2.3. 河道流量计算

流量 ( $Q$ ) 的求取采用水力学的谢才公式，公式如下：

$$Q = \omega \cdot \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \sqrt{R \cdot i} \quad (1)$$

欲求河道内任意部位流量，可对采集点中各水力参数的计算值进行插值，形成栅格数据后再利用 ArcGIS 的栅格计算器工具输入公式 (1) 进行求取。

### 3. 结论

本文简要介绍了无人机技术对河道流量监测的优势及方法，得出以下结论：

1 利用无人机拍摄及信息技术处理软件可以实现对不同尺度河道或沟渠的流量测量；

2 利用无人机技术进行河道流量监测具有高效率、测量成本低、分辨率高、现代化、通用性等优点；

3 用无人机拍摄高分辨率影像，在此基础上结合水力参数的特点，通过不同方式获取相应参数，最后采用谢才公式计算得到对应采集点的河道流量；亦可利用数据插值方法及 ArcGIS 软件的栅格计算器对河道各部位流量进行求取。

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПУТЕМ РАСШИРЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО НАБОРА ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ АУГМЕНТАЦИИ

Медведев О. С., Бирилло А. А., Дудич О. Н., Красильникова В. Л.

БГУИР, БелМАПО

o.med@bsuir.by

**Аннотация.** Представлены результаты исследований по улучшению точности распознавания поиска глазных яблок и костных структур глазниц. Для достижения цели было использовано глубокое обучение нейронной сети с использованием аугментации и без нее. Показано, что с расширением количества тренировочного набора увеличивается точность нейронной сети, позволяющее впоследствии оценить объемы глазниц и определить деформацию стенок глазницы.

**摘要。** 介绍了提高眼球和眼眶骨搜索识别精度的研究结果。为实现这一目标，使用了带有和不带有增强功能的神经网络的深度学习。已经证明，随着训练集数量的增加，神经网络的准确性也在增加，从而可以随后估计眼眶体积和检测眼眶壁的变形。

**Введение.** Технологии машинного обучения и глубокого обучения могут быть использованы для выявления, локализации и количественной характеристики патологических особенностей, при различных видах офтальмологических заболеваний, в том числе, и при патологии глазницы.