

# 基于 VirtuoZo 处理无人机航测数据探讨

陈德华

(广西壮族自治区国土测绘院, 广西南宁市, 530023)

**摘要:** 文章讲述了VirtuoZo系统在摄影测量中的优势; 讨论了空间交汇与VirtuoZo的基本原理; 具体分析了基于VirtuoZo处理无人机航测数据的总体流程图; 详细阐述了VirtuoZo处理数据的具体方法与步骤; 最后, 笔者对全文进行总结, 旨在给广大同行起到抛砖引玉的作用。

**关键词:** VirtuoZo, 航测, 无人机

中图分类号: V279+.2 文献标识码: A 文章编号:

## 前言

航空摄影测量技术作为空间信息技术体系的两大分支之一, 无人机航空摄影测量系统具有运行成本低、执行任务灵活性高等优点正逐渐成为航空摄影测量系统的有益补充, 是空间数据获得的重要工具之一。VirtuoZo (即全数字摄影测量系统) 是利用数字影像或数字化影像完成摄影测量作业。由计算机视觉 (其核心是影像匹配与影像识别) 代替人眼的立体量测与识别, 不再需要传统的光机仪器。从原始资料、中间成果及最后产品等都是以数字形式, 克服了传统摄影测量只能生产单一线划图的缺点, 可生产出多种数字产品, 如数字高程模型、数字正射影像、数字线划图、景观图等, 并提供各种工程设计所需的三维信息、各种信息系统数据库所需的空间信息<sup>[1]</sup>。

VirtuoZo 在国内已成为各测绘部门从模拟摄影测量走向数字摄影测量更新换代的主要装备, 因此 VirtuoZo 在现阶段处理航测数据的过程中起着至关重要的作用。

## 1 VirtuoZo 基本原理

### 1.1 空间交汇

#### (1) 空间后方交会

空间后方交会, 是指恢复摄影时的光束, 即将空间的模型纳入到大地坐标系中, 通过已知的像点坐标及其对应的大地坐标系下的坐标求解出相应的外方位元素 (摄站坐标:  $X_s$ 、 $Y_s$ 、 $Z_s$ ; 三个转角:  $\phi$ 、 $\omega$ 、 $\kappa$  ; )。

#### (2) 空间前方交会

空间前方交会, 是指在恢复摄影时的光束的前提下, 通过共线方程求解出像点对应的大地坐标系下的坐标。

因此, 如果要求取地面上任一点的大地坐标, 可通过航空摄影的方式, 首先得到该点的像点坐标, 再通过相应的投影转换即可求得该点在大地坐标系下的坐

标。

## 1.2 VirtuoZo基本原理

VirtuoZo基本原理如下<sup>[2]</sup>：

(1) 通过在相邻两张影像上量取至少六对同名点的像点坐标，可以解算出两相邻像片的相对位置关系；量取的同名点越多，平差后的结果越稳定；

(2) 在影像的三度重叠区内选取同名点，可解算出相邻模型间的相对位置关系；量取的同名点越多，平差后的结果越稳定，模型连接越牢固；如此连接可以确定整个航带所有影像的相对位置关系；

(3) 在相邻航带间量取同名点，可以确定航带间的连接关系，量取的同名点越多，平差后的结果越稳定，航带连接越牢固；如此连接可以确定整个测区所有影像的相对位置关系；

(4) 若已知部分像点对应到地面的大地控制点坐标（至少两个平高控制点、一个高程控制点），即可将该测区纳入到大地坐标系中（若已知像点对应的大地坐标越多，平差解算的结果将越稳定）；这样，我们可计算出每对像点对应的地面点坐标。

## 2 总体流程图

VirtuoZo数据处理的总体流程图如下图1所示：

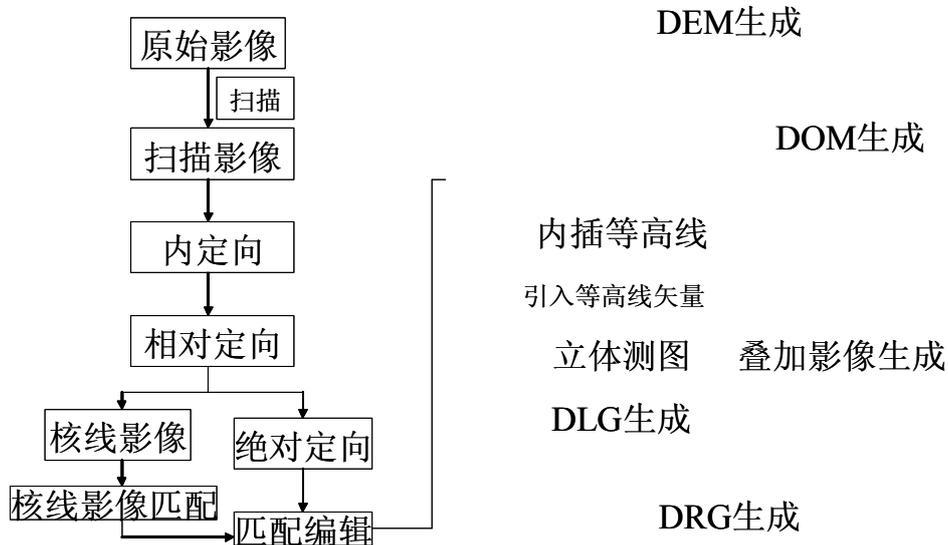


图1 VirtuoZo数据处理的总体流程图

## 3 数据处理

### 3.1 数据准备

数字摄影测量所需资料如下：

(1) 相机参数：应该提供相机主点理论坐标 $X_0$ 、 $Y_0$ ，相机焦距 $f_0$ ，框标距

或框标点标。

(2) 控制资料：外业控制点成果及相对应的控制点位图

(3) 航片扫描数据：符合VirtuoZo图像格式及成图要求扫描分辨率的扫描影像数据。VirtuoZo可接受多种图像格式：如TIFF、BMP、JPG等。一般选TIFF格式。

准备好数据后，需要检查原始数据，数据包括的影像文件（tiff文件）、控制点文件（ctl文件）、相机检校文件（cmr文件）、各个控制点点位图以及数据说明文件，数据处理所必须的测区信息。分析测区航带的航带数目，每条航带所跨的影像数目。

### 3.2 建立测区与模型的参数设置

要建立测区与模型，VirtuoZo系统要设置很多参数，这些参数需要在参数设置界面上逐一设置。如测区（Block）参数、模型参数、影像参数、相机参数、控制点参数、地面高程模型(DEM)参数、正射影像参数和等高线参数等。其中有些参数在VirtuoZo系统中有其固有的数据格式，需要按照VirtuoZo规定的格式进行填写，如相机参数、控制点参数等。

参数设置完成之后，还需要对影像文件进行转换，将各种影像文件转换成VirtuoZo支持的VZ格式的影像。进入文件—引入—影像文件，进入输入影像对话框，通过增加按钮，将所要处理的原始影像引入对话框，由于飞机是循环飞行进行拍摄的，第二条航带的影像的相机文件需要进行旋转。

影像转换完成之后，开始进行模型的设置，现以2和1两张影像为例，介绍模型的创建过程：通过文件—打开模型，可以建立一个新模型，命名为2-1，默认后缀名为mdl，建立好2-1模型后，程序自动弹出模型参数设置对话框，按照该模型的基本情况设置该对话框，主要设置左、右影像，其它可按程序默认参数设置，之后保存退出。

### 3.3 航片的内定向、相对定向与绝对定向

#### (1) 内定向

建立影像扫描坐标与像点坐标的转换关系，求取转换参数；VirtuoZo可自动识别框标点，自动完成扫描坐标系与相片坐标系间变换参数的计算，自动完成相片内定向，并提供人机交互处理功能，方便人工调整光标切准框标。

#### (2) 相对定向

通过量取模型的同名像点，解算两相邻影像的相对位置关系；VirtuoZo利用二维相关，自动识别左、右像片上的同名点，一般可匹配数十至数百个同名点，自动进行相对定向。并可利用人机交互功能，人工对误差大的定向点进行删除或调整同名点点位，使之符合精度要求。

### (3) 绝对定向

通过量取地面控制点或内业加密点对应的像点坐标，解算模型的外方位元素，将模型纳入到大地坐标系中；①人工定位控制点进行绝对定向。相对定向完成后（即自动匹配完成后），由人工在左、右像片上确定控制点点位，并用微调按钮进行精确定位，输入相应控制点点名。每个像对至少需要三个控制点，一般为六个。定位完本像对所有的控制点后，即可进行绝对定向。②利用加密成果进行绝对定向。VirtuoZo可利用加密成果直接进行绝对定向，将加密成果中控制点的像点坐标按照相对定向像点坐标的坐标格式拷贝到相对定向的坐标文件（\*.pcf）中,执行绝对定向命令，完成绝对定向，恢复空间立体模型。

## 3.4 核线影像的采集与匹配

### (1) 核线影像采集

完成了模型的相对定向后就可生成非水平核线影像，但是要生成水平核线影像必须先完成模型的绝对定向。核线影像的范围可由人工确定，也可由系统自动生成最大作业区。影像按同名核线影像进行重新排列，形成按核线方向排列的核线影像。以后的处理，如影像匹配、等高线编辑等，都将在核线影像上进行。

### (2) 影像匹配

按照参数设置确定的匹配窗口大小和匹配间隔，沿核线进行影像匹配，确定同名点。计算机进行自动匹配的过程中，有些特殊地物或地形匹配可能会出现错误，比如：影像中大片纹理不清晰的区域或没有明显特征的区域。如：湖泊、沙漠和雪山等区域可能会出现大片匹配不好的点，需要对其进行手工编辑；由于影像被遮盖和阴影等原因，使得匹配点不在正确的位置上，需要对其进行手工编辑；城市中的人工建筑物，山区中的树林等影像，它们的匹配点不是地面上的点，而是地物表面上的点，需要对其进行手工编辑；大面积平地、沟渠和比较破碎的地貌等区域的影像，需要对其进行手工编辑。

## 3.5 DEM、DOM与等高线生成

VirtuoZo 系统根据影像匹配后产生的视差数据、定向处理后得到的结果参数以及用户为建立 DEM 所定义的参数等，自动建立 DEM。VirtuoZo提供两种生成数字地面高程模型的方法。

(1) 直接利用编辑好的匹配结果生成地面高程模型，如图20所示。

(2) 进入DEMMaker模块，利用特征点、线、面构成三角网，内插生成DEM。

数字地面高程模型（DEM）是制作正射影像的基础。当DEM 建立后，既可自动内插生成相应的等高线影像。也可以进行正射影像（DOM）的生成，利用上面生成的单模型的DEM生成该模型的正射影像。

## 4 精度分析

样本选择原则：随机抽取，均匀分布，确保每个街坊均有界址点样本，对于差距大于20cm的界址点判断为界址点点位选择不一致，不计入样本精度统计<sup>[3]</sup>。

共选择60个界址点进行精度分析，分别计算每个点的实测坐标X与航飞坐标X的差值 $\Delta X$ 、实测坐标Y与航飞坐标Y的差值 $\Delta Y$ 、实测点与航飞点距离 $\Delta S$ ，得到实验区界址点精度分析结果。

结果表明误差完全在合理范围内，误差 $\leq 5\text{CM}$ 的点有3个点， $5\text{CM} < \text{误差} \leq 10\text{CM}$ 有25个点， $10\text{CM} < \text{误差} \leq 15\text{CM}$ 有25个点， $15\text{CM} < \text{误差} \leq 20\text{CM}$ 有7个点。

## 5 结束语

本文详细探讨基于 VirtuoZo 处理无人机航测数据的整体过程，并分析了精度误差，得出 VirtuoZo 处理无人机航测数据的精度较好，可以满足 1: 1000, 1: 2000 的地形地籍图测图要求。

## 参考文献

- [1] 吴云东.张强.王慧.马永政.郭金华.无人直升机低空数字摄影与影像测量技术 -测绘科学技术学报 2007,24(5).
- [2] 连镇华.无人机航摄相片倾角对立体高程扭曲的影响分析[J] 地理空间信息 2010, 8(1): 20-22.
- [3] 张宝安. 定西市数字线划图精度分析. 甘肃科技, 2007, 23(10): 82—88.

## 基于VirtuoZo处理无人机航测数据探讨

作者: [陈德华](#)  
作者单位: [广西壮族自治区国土测绘院](#)  
刊名: [城市建设理论研究\(电子版\)](#)  
英文刊名: [ChengShi Jianshe LiLun Yan Jiu](#)  
年, 卷(期): 2013(19)

引用本文格式: [陈德华](#) [基于VirtuoZo处理无人机航测数据探讨](#)[期刊论文]-[城市建设理论研究\(电子版\)](#) 2013(19)