

数字近景摄影测量在河工模型试验中的应用*

王建雄, 张辅霞

(云南农业大学水利水电与建筑学院, 云南 昆明 650201)

摘要: 传统常规的测量手段具有工作量大、效率低、费用高、精度低等多方面的问题。介绍了基于非量测数字相机的近景摄影测量方法, 通过解算观测点的空间三维坐标, 结合平甸河河工模型试验的实例进行分析, 结果表明, 数字近景摄影精度高, 能很好地解决河工模型试验的测量问题。

关键词: 近景摄影测量; 河工模型; 数字高程模型

中图分类号: TB 89 文献标识码: A 文章编号: 1004 - 390X(2006)04 - 0528 - 03

Application of Digital Close-Range Photogrammetry to the Deformation-Observing for Watercourse-model

WANG Jian-xiong, ZHANG Fu-xia

(College of Water Resources, Hydraulic and Architecture, Y A U, Kunming 650201, China)

Abstract: There is many workload, low efficiency, highly cost, low precision, etc. and many problem in traditional survey technology. The author describe the method of close-range photogrammetry based on no measure digital camera, through calculate three-dimensional coordinate of observation point, unite example of watercourse-model to analyse, the result explain digital close-range photogrammetry have highly precision, it can solve the survey of watercourse-model.

Key words: close-range photogrammetry; watercourse-model; DEM

近景摄影测量是通过近距离目标的影像信息获取目标点群三维空间坐标的一门技术, 它作为摄影测量的一个重要分支, 近 20 年以来获得了很大的发展, 在高精度三维测量以及变形监测等领域有了不少成功的经验。目前, 我国已将近景摄影测量成功地应用于文物保护及建筑物变形监测^[1], 美国俄亥俄州立大学将近景摄影测量应用于移动测图系统^[2]。与传统测量手段相比, 近景摄影测量体现出非接触性量测及信息容量高等优点, 作者从实际出发研究了基于非量测数字相机的近景摄影测量方法及可以达到的精度。由于其在大多数情况下使用的都是非量测相机, 通过基于非量测数字相机的近景摄影测量对河道模型进行实测, 分析结

果表明, 该方法是行之有效的。

1 数字影像的获取

外业摄影一般采用量测相机(摄影经纬仪)和非量测相机(光学相机或数码相机), 根据多年的作业实践, 非量测相机适用于摄影距离较近的特定范围。摄影时摄影基线应尽量平行于被摄面, 基线长度为摄影纵距的 1/10 左右, 左右摄影站高差不应大于基线长度的 1/10^[3]。

由于非量测相机缺少摄影站坐标、主光轴方位角、主光轴倾斜角等制约因素和条件, 外业摄影相对要灵活方便一些, 但它将直接影响立体像对的成图精度甚至产生错误。因此摄影时应注意^[3]:

收稿日期: 2005 - 11 - 18

* 基金项目: 云南省教育厅资助项目(03Y417D)

作者简介: 王建雄(1975 -), 男, 云南易门人, 讲师, 主要从事地理信息系统与遥感研究。

(1) 摄影纵距不易过长,河工模型中一般不要超过 15 m。(2) 采用带水准管的三角架,使水准管轴平行于摄影基线,保持两张相片横坐标轴的平行性。(3) 两摄影站使用相同的倾斜角,保持两张相片主光轴的平行性。(4) 两摄影站使用相同的水平角(相对于某一方向的旋转角),保持立体像对左片靠左,右片靠右,两张相片有 60%~90% 的重叠度;切忌左片偏右,右片偏左,左右片形成反向重叠。这种作业方法称作模拟法(即模拟量测相机法),而且模拟的越逼真,越有利于提高非量测相机立体像对量测精度。(5) 左右站摄影焦距要相等,一个立体像必须使用相同的摄影焦距。

2 数字线划图制作

VirtuoZo 测图,就是全数字摄影测量的作业过程,其工作流程见图 1。

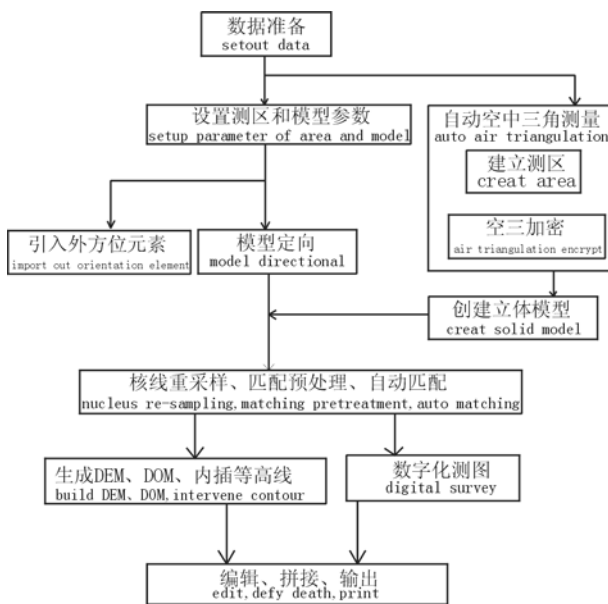


图 1 VirtuoZO 工作流程图

Fig.1 VirtuoZO flow chart

2.1 定向建模

利用 VirtuoZo 全数字摄影测量系统的定向建模功能进行定向,建立模型的立体像对^[4]。

(1) 内定向:按照相机文件信息的顺序量测影像的 4 个框标点,实现内定向残差小于 12 μm ,完成模型的内定向。

(2) 相对定向:在标准点位手动观测 6 个相对定向点,进行计算;另外,在成图范围内相对定向不能控制处或定向薄弱环节处增加 2~6 个点,以提

高精度,定向残差小于 8 μm 。

(3) 核线重采样:核线影像生成采用双线型。

(4) 绝对定向:在立体下精确切准外业控制点,输入点号并记录。量测完所有外业控制点后计算,重复修测、计算,直到满足定向精度要求。

(5) 裁切工作区域,完成立体模型的建立。

2.2 数据采集

利用 VirtuoZo 全数字摄影测量系统的向量测图功能,在立体模型上按照对应层码分类表完成数据采集^[4]。

(1) 进入向量测图模块,用范围线层码立体切准采集实验模型的范围线,并另存为矢量文件,作为以后数据采集范围使用。

(2) 按照层码分类表在立体模型上完成对地形、地貌的数据采集。重点内容为:沟心线、坎边线、坡脚线、山头、洼地、碎部点、等高线和小流域范围线等特征点线。

(3) 数据采集完成后输出 *. dxf 文件。

2.3 数字高程模型(DEM)的获取

将匹配后的视差格网投影到地面坐标系中,利用移动曲面拟合,内插生成不规则的数字表面模型 DTM,再进行插值计算,建立精确的矩形格网数字地面模型。

(1) 在向量测图模块(或 DEM 和 DOM 获取模块)下,采集所有能反映地形、地貌的特征点、线。要求所有断裂线不能相交和任何微小变化的地貌都要采集。

(2) 以采集的实验模型范围为 DEM 生成范围导出特征点、线。

(3) 在 DEM 和 DOM 获取模块中,根据特征线数据进行影像相关,创建像方 DEM,并进行编辑,直到像方 DEM 完全满足精度要求。

(4) 根据像方 DEM 创建物方 DEM 并进行编辑,直到物方 DEM 完全满足精度要求。生成 1 mm \times 1 mm 格网的 DEM 数据。

(5) 由多个单模型 DEM 拼接成为一个整体的 DEM,这样就获得了一次对实验模型观测的高精度 DEM。

应注意的问题:① 特征线的采集必须超出 DEM 生成范围线;② 特征线必须大量采集,不能有任何遗漏;③ DEM 间隔为 1 mm,保证高精度,利于变形量的精确计算;④ DEM 拼接必须检查接边差,直到满足限差要求。

3 数字正射影像图制作

制作数字正射影像的一般步骤为:①准备齐全所有数据和资料;②用 Photoshop 软件对所有彩色影像进行处理,使原始影像之间色调基本一致、反差均匀;③定向建立模型,影像匹配和编辑生成单模型的 DEM;④由单模型的 DEM 制作单模型的 DOM;⑤将多个模型的 DOM 拼接或镶嵌,生成一个实验模型完整的 DOM;⑥用 Photoshop 软件对完整的 DOM 进行局部调色和图廓整饰,输出最终正射彩色影像图。

制作 DOM 的注意事项:①生成 DOM 前一般必须完成匹配编辑,重点对沟心、沟边或倒悬地貌进行编辑,避免出现影像变形。②在做匹配编辑时,对于高出地面的控制点等人工地物要把曲线压到地面。③在做多模型 DOM 拼接时,尽量选择人工接边,目的是沿线性地物接边,尽可能避免出现 DOM 的接边线,使 DOM 更加美观。

4 近景摄影测量数据分析

为了对平甸河河工模型实施观测,测定其在水平面及竖直面内的坐标,作者选择了正直近景摄影测量方式进行观测。观测时,均布设了十字丝标志点 80 多个,采用尼康 NTS532 全站仪测定其三维坐标,一部分点作为数字近景摄影测量时的控制点,另一部分点作为检核点,采用非量测数码相机,其芯片像素数为 500 万,拍摄距离为 8 m 左右,检测点号是随机选取的一些点,计算时考虑畸变差改正,三维坐标差值 ΔX , ΔY , ΔZ 是通过上述数学模型计算出来的值与电子全站仪测量值之差,详细结果见表 1,其精度分析情况见表 2。

从表 1,2 的数据处理结果可以看出,三维坐标的最大差值为 9.3 mm 左右,最大点位中误差为 5.6 mm 左右,这些数据已满足误差 10 mm 精度的需要;并且控制点达到一定的数量时(如 12 个),再增加控制点的数量,精度的提高并不明显,也就是说,控制点数量一定时可以达到所需的精度从而达到预定的目标,工作量却大大减少了。

5 误差源分析

用 VirtuoZo 全数字摄影测量系统进行数字高程模型(DEM)生产,其误差来源主要是:外业控制

测量误差;数据采集误差;DEM 内插误差。

表 1 检查点的三维坐标差值

Tab. 1 3-D coordinate discrepancy of check points

点号 No.	ΔX		
	6 控制点	18 控制点	28 控制点
	6 control point	18 control point	28 control point
05	4.1	3.5	-0.7
12	2.9	7	3.3
28	-5.5	-9.3	8.9
59	3.5	0.4	3.4
77	5.0	7.1	7
81	3.7	-2.8	4.0

点号 No.	ΔY		
	6 控制点	18 控制点	28 控制点
	6 control point	18 control point	28 control point
05	7.6	2.2	3.5
12	8.2	6.1	2.5
28	3.4	-1.1	-0.5
59	-6.1	3.8	7.2
77	-2.1	4.9	10.1
81	4.6	2.2	-2.7

点号 No.	ΔZ		
	6 控制点	18 控制点	28 控制点
	6 control point	18 control point	28 control point
05	5.1	5.7	2.6
12	2.0	0.5	2.8
28	2.0	3.8	4.6
59	-1.6	1.8	-3.6
77	3.4	0.3	0.7
81	8.4	-0.3	0.8

表 2 精度分析

Tab. 2 Precision analysis

控制点数 control point	6	15	18	29
Mo	5.00	4.24	3.52	5.96
Mx	3.44	4.75	5.35	3.00
My	4.21	5.65	3.66	5.53
Mz	5.63	3.75	5.02	3.28

6 结论

(1)非量测数码相机应用于近景摄影测量能达到相当误差 10 mm 以内的精度,证明用非量测数码相机实施的近景摄影测量应用于河工模型试验测量是可行的。

(下转第 548 页)

因其具有适宜消化生粗草料的消化器官,能较好的消化利用各种青粗饲料。本次采用肉鸡来进行试验,亦收到了节省了饲料 30% 左右的效果。

(5) 结合黄羽肉鸡(狄高)生长快、饲料转化率高、饲养技术简便等特点^[2],将辣木叶凉干粉碎后按照 10% ~ 15% 的比例添加到昆明广卫饲料厂生产的原饲料中,这不仅提高了饲料的蛋白营养含量,同时又加快了鸡的生长,从而提高了经济效益。且以饲喂体重为 1 kg 左右的肉鸡效果较为显著。

由于辣木是一种典型的热带多功能植物,其适应性强、生长快、生物量大、修剪后萌发快,可用种子和木栓化枝条扦插繁殖,植后第 2 年就能结果等特点^[7],可以有意识地将辣木引入到我国广大热带、南亚热带地区种植,这有利于环保的同时,也给农民拓宽了一条走上致富的道路。

[参考文献]

[1] 张燕平,段琼芬,苏建荣. 辣木的开发与利用[J]. 热

带农业科学,2004,24(4):42-48.

[2] 段琼芬,张燕平,蔬菜树——辣木[J]. 植物杂志,2004,(1):23-23.

[3] 刘昌芬,李国华. 辣木的研究现状及其开发前景[J]. 云南热带作物科技,2002,25(3):20-24.

[4] 刘昌芬,李国华. 辣木的营养价值[J]. 热带农业科技,2004,27(1):4-7,29.

[5] 陈守良. 动物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,1985.

[6] 刘永红,李会珍,辣木的利用价值与栽培技术[J]. 福建热作科技,2004,29(2):34-35.

[7] 刘永红,李会珍. 辣木的利用价值与栽培技术[J]. 福建热作科技,2004,29(2):34-35.

[8] 活力. 神奇之树——辣木[J]. 自然与人,2001,(1):44-44.

[9] 赵燕南,王力舟. 现代化妆品中的经典植物油辣木籽油:专业版[J]. 中国化妆品,1997,(3):25-25.

[10] 刘昌芬,伍英,龙继明. 不同品种和产地辣木叶片营养成分含量[J]. 热带农业科技,2003,26(4):1-2,14.



(上接第 530 页)

(2) 采用非量测数码相机进行近景摄影测量成本低,工作量少且简便易行。

(3) 用直接线性变换(DLT)数学模型计算未知点的三维坐标须加入数码相机镜头畸变差改正项,以提高测量结果的精度。

(4) 本次试验采用的是非量测数码相机,为提高精度可在条件允许的情况下,使用量测数码相机。

(5) 使用近景摄影测量能实现多个观测点同时测定,从而克服在河工模型试验测量中使用传统测量手段的弊端。

[参考文献]

[1] 张建霞. 数字近景摄影在建筑物变形观测中的应用[J]. 焦作工学院学报(自然科学版),2004,23(5):356-358.

[2] 冯文灏,近景摄影测量[M]. 武汉:武汉大学出版社,2002.

[3] 李润. 近景摄影测量与全数字摄影测量系统的应用[J]. 青海水力发电,2005,(1):36-38.

[4] 杜红星. 全数字摄影测量在水土保持研究中的应用[J]. 测绘通报,2003,(12):22-24.