

# 遥感卫星影像精度纠正试验研究

韩泳敬

(广东省国土资源测绘院, 广东 广州 510510)

**摘要** 随着科学技术的快速发展, 遥感技术也逐渐形成高空间分辨率和高光谱分辨率发展的趋势, 并在城市规划、地籍调查管理、资源调查等领域得到了广泛应用。而快速、高精度纠正成了相关学者研究重点。在遥感影像生产中, 成果精度主要体现在全色影像上。因此, 为了提高项目的生产效率, 本文对卫星遥感影像制作项目 DOM 成果影像精度纠正进行试验研究, 并以广东省作为试验区域, 通过选取不同控制点的遥感卫星全色影像进行比较, 并对产生的误差进行比较。

**关键词** 卫星遥感影像 全色影像 精度分析

中图分类号: V55; TP7

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)09-0001-04

## 1 试验概况

### 1.1 现状概述

近年来, 在优于1米遥感卫星影像制作项目中, 使用2014年的广东省第一次地理国情普查正射影像项目影像成果作为影像定向纠正参考底图, 因其时像和实地地物距今均变化较大, 软件自动定向匹配效果逐年不佳, 已不能满足项目生产需要。需使用时相较新且满足精度要求的影像成果替代, 以提高生产效率。

### 1.2 试验目的

为提高项目生产效率, 针对当前参考底图定向纠正自动匹配效果不佳的问题, 选用2019-2020优于0.5米分辨率卫星遥感影像 DOM 制作项目 DOM 成果作为影像定向纠正新参考底图, 验证采用新参考底图纠正制作的影像是否满足项目要求。

## 2 资料情况

### 2.1 基础原始影像

部、省卫星遥感中心统一分批推送的卫星遥感影像。分辨率优于1米, 主要包括高分二号(GF2)、北京二号(BJ2)等, 另外根据数据获取和有效覆盖情况, 统一协调获取 QuickBird、WorldView-1/2/3/4、Pléiades-1A/1B、GeoEye-1 等国外高分辨率卫星遥感影像, 完成全省范围的覆盖。

### 2.2 基础参考底图

2019-2020年优于0.5米分辨率卫星遥感影像 DOM 制作项目成果。坐标系为2000国家大地坐标系, 高程系统为1985国家高程基准, .tiff格式, 分辨率为0.5米, 平面精度中误差设计要求为: 平地、丘陵  $\pm 2.5$  米, 山地、高山地  $\pm 3.75$  米, 成果平面精度均满足设计要求, 由2018年-2019年采集的卫星影像和航摄影像生成, 覆盖全省。

### 2.3 精度检测影像

2015年生产的广东省高分辨率航空影像数据建设项目数字正射影像图。坐标系为2000国家大地坐标系, 高程系

统为1985国家高程基准; 成图比例尺1:2000; TIFF格式; 分辨率优于0.2米, 平面精度中误差设计要求为: 平地、丘陵  $\pm 1.2$  米, 山地、高山地  $\pm 1.6$  米, 成果平面精度均满足设计要求。由2013年-2015年采集的航摄影像生成, 覆盖全省。

### 2.4 基础高程资料

广东省数字高程模型更新项目数字高程模型成果。2000国家大地坐标系, 高斯-克吕格3°分带投影、中央子午线分别为111°、114°、117°, 1985国家高程基准, 网格尺寸2米 $\times$ 2米, 高程中误差精度设计要求为平地0.5米、丘陵0.7米、山地1.5米、高山地2米, 成果均满足精度要求。范围覆盖全省, 由2017-2018年航摄采集的激光点云生成。

## 3 试验方案

### 3.1 试验区概况

本次试验区区域主要位于粤东、粤西、粤北、珠三角地区, 原始影像数据源包括北京二号、高分二号、高景一号、WorldView等常用的卫星影像数据源, 区域包括怀集县、廉江市、阳春市、普宁市、惠来县、阳山县、宝安区、梅县区、蕉岭县等, 地形类型包括平地、丘陵、山地。

### 3.2 试验方法

在遥感影像生产中, 成果精度主要体现在全色影像上, 因此本项目主要分析全色影像的纠正精度。

(1) 以基础参考底图影像和基础高程资料为基础, 抽取不同地形类型、不同数据源、分布在不同分辨率底图区域的卫星影像, 使用影像处理软件全自动完成卫星影像的定向、纠正等处理步骤得到单景正射影像成果, 对全自动处理得到的全色影像的精度、匹配点数量及其分布等进行分析, 并使用高分影像对成果进行平面精度检测, 统计分析其精度情况, 分析以优于0.5米分辨率卫星遥感影像 DOM 制作项目成果影像作为参考底图的定向方法能达到的精度等级。<sup>[1]</sup>

(2) 抽取部分不同类型原始影像进行全人工定向、纠

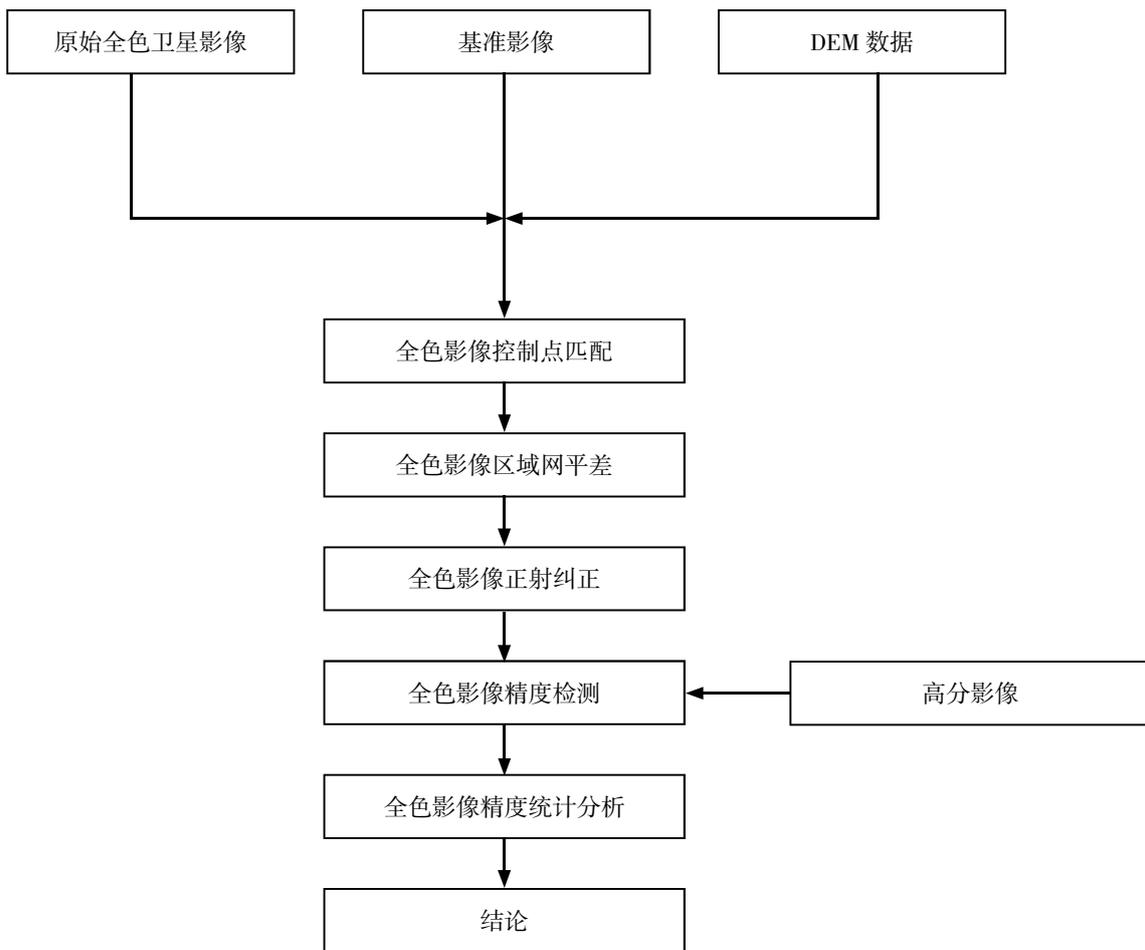


图1 试验流程图

表1 单景定向点分布、数量及中误差情况统计

景号	成图分辨率	地形类别	定向匹配点分布	全色		
				匹配点个数	定向点中误差	中误差限差
SV1-L2A0000919038	0.5	丘陵	均匀	21	±0.14	±0.5
SV1-L2A0000914418	0.5	山地	均匀	12	±0.27	±0.5
012339292080_01_P012	0.5	平地	均匀	15	±0.18	±0.5
012339292080_01_P013	0.5	平地	均匀	16	±0.17	±0.5
012339292070_05_P001	0.5	平地	均匀	25	±0.22	±0.5
TRIPLESAT_001038VI_002	0.8	山地	均匀	17	±0.27	±0.8
TRIPLESAT_002A61VI_004	0.8	山地	均匀	20	±0.29	±0.8
TRIPLESAT_002A61VI_005	0.8	山地	均匀	22	±0.3	±0.8
GF2_20200130	0.8	山地	均匀	19	±0.19	±0.8
GF2_20200903	0.8	山地	均匀	83	±0.7	±0.8

正等处理步骤得到单景正射影像，分析无法自动选点或自动匹配点位不均匀、某个区域缺点等时利用人工进行选点（配准点数较少）的情况下正射影像的精度等级。<sup>[2]</sup>

本次使用 PIEOrtho 影像处理软件进行测试，软件可自动处理卫星影像定向匹配、纠正等影像常规操作，搭载国内外常用卫星 RPC 模型，支持国内外主流卫星影像自动化

表2 单景中误差情况统计

景号	成图分辨率	地形类别	检测点数	$\Delta \leq m$		$m < \Delta \leq 2m$		$\Delta > 2m$		检测中误差 m0	最大值	标准中误差 m (m)
				个数	比例	个数	比例	个数	比例			
SV1-L2A0000919038	0.5	丘陵	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 0.63	1.32	± 5
SV1-L2A0000914418	0.5	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 1.22	2.66	± 7.5
012339292080_01_P012	0.5	平地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 0.78	1.65	± 5
012339292080_01_P013	0.5	平地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 0.61	1.28	± 5
012339292070_05_P001	0.5	平地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 1	1.97	± 5
TRIPLESAT_001038VI_002	0.8	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 1.86	3.08	± 7.5
TRIPLESAT_002A61VI_004	0.8	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 1.21	2.13	± 7.5
TRIPLESAT_002A61VI_005	0.8	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 1.11	2.05	± 7.5
GF2_20200130	0.8	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 1.54	2.62	± 7.5
GF2_20200903	0.8	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	± 2.13	2.96	± 7.5

表3 总平面精度情况分析

地形类别 / 成图分辨率	检测点数	$\Delta \leq m$		$m < \Delta \leq 2m$		$\Delta > 2m$		最大值 (m)	检测中误差 m0 (m)	标准中误差 m(平地、丘陵地) (m)
		个数	比例	个数	比例	个数	比例			
平地、丘陵	36	36	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	1.96	± 0.88	± 5
山地、高山地	54	54	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	3.08	± 1.69	± 7.5
0.5米	45	45	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	2.65	± 1.02	± 5
0.8米	45	45	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	3.08	± 1.74	± 5
总	90	54	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	3.08	± 1.43	± 5

表4 单景定向点分布、数量及中误差情况统计

景号	成图分辨率	地形类别	定向匹配点分布	全色		
				匹配点个数	定向点中误差	中误差限差
SV1-L2A0000919038	0.5	丘陵	均匀	12	± 0.31	0.5
SV1-L2A0000919067	0.5	丘陵	均匀	9	± 0.36	0.5
012339292080_01_P012	0.5	平地	均匀	9	± 0.22	0.5
012339292080_01_P013	0.5	平地	均匀	9	± 0.34	0.5
TRIPLESAT_002A61VI_004	0.8	山地	均匀	9	± 0.46	0.8
GF2_L1A0004587869	0.8	山地	均匀	9	± 0.4	0.8
GF2_L1A0004587868	0.8	山地	均匀	9	± 0.44	0.8

处理。软件处理时,纹理质量和几何均匀度等参数设置为一般,误差阈值设置为标准RPC模型误差阈值等影像纠正常规参数设置。试验具体流程如上图1所示。<sup>[3]</sup>

#### 4 试验结果分析

##### 4.1 全自动定向统计情况

通过全自动定向统计,具体统计情况如表1~表3所示。

表5 单景中误差情况统计

景号	成图分辨率	地形类别	检测点数	$\Delta \leq m$		$m < \Delta \leq 2m$		$\Delta > 2m$		检测中误差 m0	最大值	标准中误差 m (m)
				个数	比例	个数	比例	个数	比例			
SV1-L2A0000919038	0.5	丘陵	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	1.72	2.48	$\pm 5$
SV1-L2A0000919067	0.5	丘陵	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	2.03	2.71	$\pm 5$
012339292080_01_P012	0.5	平地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	1.55	2.34	$\pm 5$
012339292080_01_P013	0.5	平地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	1.41	2.23	$\pm 5$
TRIPLESAT_002A61VI_004	0.8	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	1.53	2.03	$\pm 7.5$
GF2_L1A0004587869	0.8	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	1.67	3.9	$\pm 7.5$
GF2_L1A0004587868	0.8	山地	9	9	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	1.67	3.65	$\pm 7.5$

表6 总平面精度情况分析

地形类别 / 成图分辨率	检测点数	$\Delta \leq m$		$m < \Delta \leq 2m$		$\Delta > 2m$		最大值 (m)	检测中误差 m0 (m)	标准中误差 m (平地、丘陵地) (m)
		个数	比例	个数	比例	个数	比例			
平地、丘陵	36	36	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	2.71	$\pm 1.78$	$\pm 5$
山地、高山地	27	27	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	3.89	$\pm 1.89$	$\pm 7.5$
0.5米	36	36	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	2.71	$\pm 1.78$	$\pm 5$
0.8米	27	27	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	3.89	$\pm 1.89$	$\pm 5$
总	63	63	100.00%	0	0.00%	0	0.00%	3.89	$\pm 1.83$	$\pm 5$

#### 4.2 人工定向情况

在人工选点中一般要求：对全色影像上中下位置均匀各选择至少3个明显地物点，具体如下表4~表6所示。

#### 4.3 试验结果分析

根据上表全自动定向统计情况和人工定向统计可以看出：

(1) 采用全自动定向纠正时，不同卫星类型和地形类型的影像的点位匹配数量充足，分布均匀，匹配效果良好。全色影像定向中误差在一个像素内，平面检测精度基本小于 $\pm 2$ 米，精度大大高于项目设计限差要求，其中位于平地、成图分辨率高的影像精度要好于位于山地、成图分辨率低的影像。

(2) 采用人工定向纠正时，全色影像手工定向点选点分布均匀。全色影像定向中误差均在一个像素内，平面检测精度基本小于 $\pm 2$ 米，精度大大高于项目设计限差要求，其中位于平地、成图分辨率高的影像精度要好于位于山地、成图分辨率低的影像精度。

(3) 采用全自动定向方式时，全色影像定向中误差要好于人工定向方式得到的全色影像。全自动定向方式得到的单景影像平面精度，无论位于平地或山地均高于人工定向方式得到的单景影像成果。

#### 5 结论

通过试验结果分析，使用2019-2020年优于0.5米分辨

率卫星遥感影像DOM制作项目DOM成果作为新参考底图，使用影像处理软件进行全自动卫星影像的定向、纠正等处理步骤得到的单景正射影像成果，其0.5米分辨率影像中误差达 $\pm 1.04m$ ，0.8米分辨率影像中误差达 $\pm 1.74m$ ，总的优于1米分辨率影像成果中误差达 $\pm 1.43m$ ，采用人工定向方法得到的单景正射影像成果，其0.5米分辨率影像中误差达 $\pm 1.78m$ ，0.8米分辨率影像中误差达 $\pm 1.89m$ ，总的优于1米分辨率影像成果中误差达 $\pm 1.83m$ ，自动和人工方式正射纠正成果精度均无明显系统粗差点，能满足1:10000比例尺 $\pm 5m$ 的精度要求，甚至能满足1:5000比例尺 $\pm 2.5m$ 的精度要求。实际生产中优先使用软件全自动定向方法，无法自动匹配或自动匹配时个别区域缺点等情况下，采用人工定向的方式同样能得到满足精度要求的影像成果。

#### 参考文献：

- [1] 李伟. 卫星影像纠正精度的对比分析 [J]. 经纬天地, 2019(01):43-45.
- [2] 拓万兵, 陈昱蓉, 赵新坤. 卫星遥感影像几何纠正模型精度对比研究 [J]. 地理空间信息, 2019(05):50-52.
- [3] 许德合, 闫堃柘, 郭海涛. “天绘一号”影像正射纠正实验与精度分析 [J]. 测绘与空间地理信息, 2018(09):27-30.