

文章编号: 1007-4619(2005)04-0480-06

DMC 遥感小卫星数据预处理方法分析

霍东民, 严 明, 于冰洋

(北京宇视蓝图信息技术有限公司, 北京 100096)

摘 要: DMC 遥感小卫星 1G 级数据产品虽然经过了波段配准、辐射校正和系统几何校正处理, 但尚不能作为海啸灾害解译和评估的基础图像。为了满足图像解译和目标几何量测的要求, 研究 DMC 小卫星数据产品中噪声、拼接缝以及色调不均匀去除的方法, 以提高 DMC 小卫星图像质量。通过对其形成原因和特性进行分析, 提出了消除噪声、拼接缝和几何精校正, 以及制作色调一致的真彩色三维影像图的技术方法, 并给出了具体示例。

关键词: DMC 遥感数据; 条带去除; 几何精校正; 三维影像图

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A

1 引 言

以卫星为主要平台的航天遥感技术已经成功地应用于地球资源勘察、环境监测、国民经济等各个部门, 并取得了巨大的社会效益。当前遥感卫星的发展趋势之一是从长寿命、高成本、多用途的大型卫星开始向性能高、成本低、发射灵活、研制周期短、商业化的小卫星以及小卫星群、星座方向发展, 它有广阔的应用前景^[1]。发展中国现代小卫星及遥感应用技术, 可以及时、准确、连续、长期地提供地表遥感信息, 为国民经济建设、国土资源管理、灾害监测等提供有效的数据来源, 逐步减少长期以来形成的对国外卫星遥感数据的依赖。

小卫星采用的技术具有设计标准化和产品模块化、技术集成化、快速吸纳新技术等特点^[2]。另一方面, 小卫星由于受质量和体积的限制, 无法采用在大卫星上惯用的姿态控制参数, 不能保证应有的姿态稳定性和相应的指向精度^[3]。同时, 目前具备完善的实验室定标体制, 人们也已初步认识和积累了各种设备和材料在各种空间条件下的衰减情况, 在地面建立了多个具有丰富地物特征的定标靶场, 完全能够利用这些数据对传感器获得的数据进行定量化处理, 而且星上定标的精度都不太高。因此, 小卫

星的光学传感器往往没有设计一个定标装置^[4]。在这种情况下获取的小卫星数据, 必须采用不同于大卫星的特殊处理方法, 使得处理后的数据满足实际应用中的人工目视解译、计算机自动分类和几何量算等方面的要求。

本文在深入分析 DMC 小卫星数据产品 (1G) 特点的基础上, 分别对条带噪声与拼接缝去除、几何精校正、三维影像图制作等处理技术进行研究。

2 DMC 小卫星 1G 产品分析

本次用于印度尼西亚亚齐特别行政区海啸灾后评价的遥感影像是英国的 DMC 小卫星数据, 产品级别为 1G, 分别经过波段配准、辐射校正和系统几何校正处理。拍摄时间为 2005-01-07 3: 48(GMT), 太阳方位角是 135.75° 。图像有 3 个可见光波段, 分别是绿 ($0.52-0.62\mu\text{m}$)、红 ($0.63-0.69\mu\text{m}$)、近红外 ($0.76-0.90\mu\text{m}$)。图像行数是 14221, 列数是 13671。文件格式为 GEOTIFF, 经过了辐射校正和系统几何纠正。影像的投影方式是 UTM 47 度带投影, 坐标系统是 WGS84。这幅影像的幅宽近 500 km, 像元分辨率为 32m。如图 1。

DMC 小卫星的成像方式如图 2 所示, 每一波段数据分别由两个成像仪获取并镶嵌而成。

收稿日期: 2005-03-05; 修订日期: 2005-04-13

基金项目: “十五”国家科技攻关重大专项“高性能对地观测微小卫星技术与应用研究”

作者简介: 霍东民 (1974—), 男, 2003 年毕业于武汉大学遥感信息工程学院, 获博士学位, 目前主要从事小卫星遥感数据处理及其应用研究。

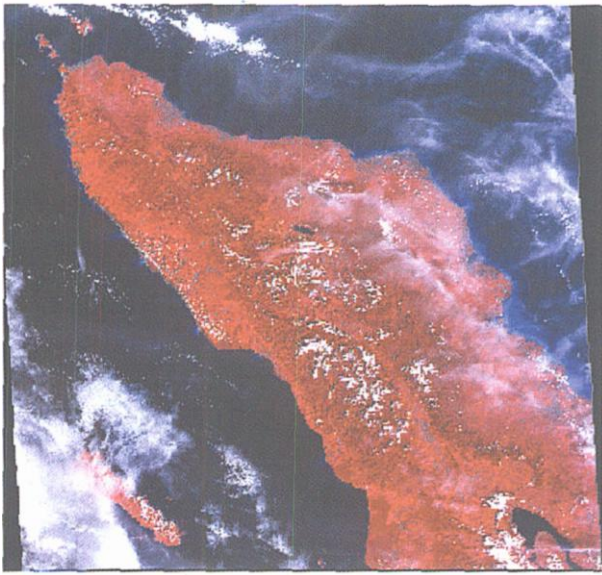


图 1 经过辐射校正和系统几何校正的 DMC 影像图

Fig 1 Radiometric and systematically geometric corrected DMC image map

从图 1 中影像发现,虽然经过辐射校正和几何校正处理,但 1G 图像数据中依然存在严重的噪声,呈现纵、横条带状不规则分布。同时,影像上存在拼接缝,拼接缝两旁的影像的色调不一致,几何精度不高,尚不能作为海啸灾害解译和评估的基础图像,如图 3 所示。卫星数据预处理的结果会对图像的定量分析和识别效果和精度产生直接影响,为了满足图像解译的要求,必须研究解决这些问题。

3 处理方法与效果

小卫星数据预处理主要包括三方面内容:首先,进行图像复原处理(包括去除噪声、拼接缝识别与消除和匀色);其次,收集研究区域背景资料、地形图、现有遥感图像等,进行几何精校正;最后,将几何精校正后的小卫星遥感数据与数字高程模型套合,制作三维影像图。

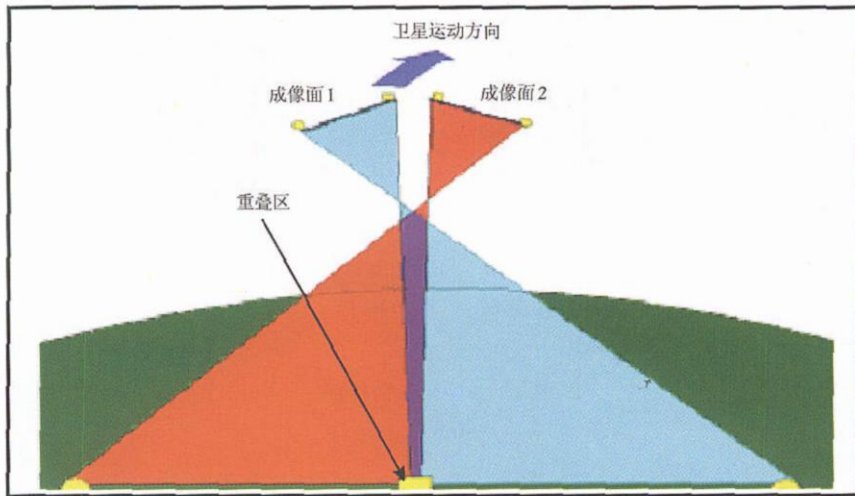


图 2 DMC 小卫星的成像方式

Fig 2 Imaging mode of DMC mini-satellite

3.1 条带噪声及其消除

小卫星 CCD 相机获得的图像噪声特点表现为纵向条带,条带间距较密,无明显的周期性。采用傅里叶变换方法,对其噪声进行处理,处理的效果如图 4。

3.2 几何精校正

3.2.1 地面控制点选择的基本原则

地面控制点上的地物应不随时间而变化;地面控制点在图像上有明显的、清晰的定位识别标志;地

面控制点应该均匀分布在整幅图像内。

3.2.2 几何精校正资料

包括已做几何精校正的 2000—2001 年 TM 图像、局部地区的地形图、局部地区的高分辨率遥感影像,如图 5。

3.2.3 地面控制点选择难点

(1)缺少当地完整的大比例尺地形图,只有海岸线上少量 1:40000 地形图和一些局部地区的高分辨率遥感影像图。

(2)用几何精校正的 TM 影像作为参考图像。由于 TM 影像是 2000—2001 年拍摄的,与 DMC 影

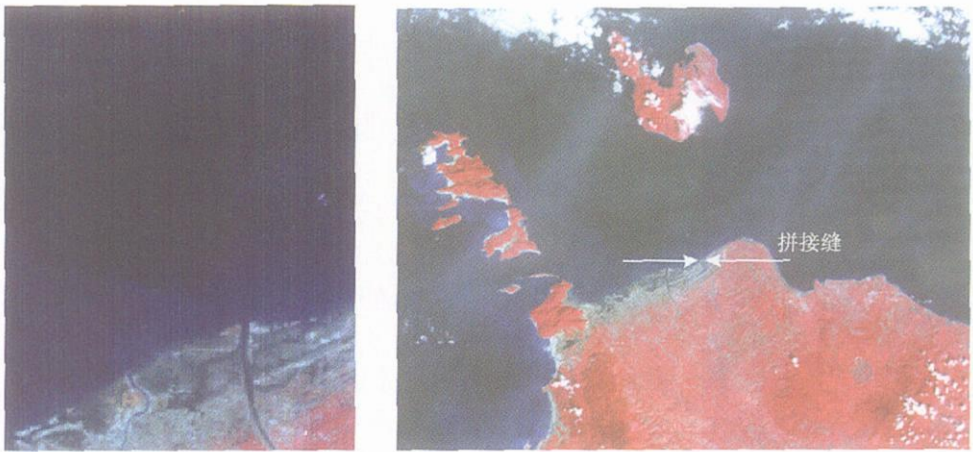
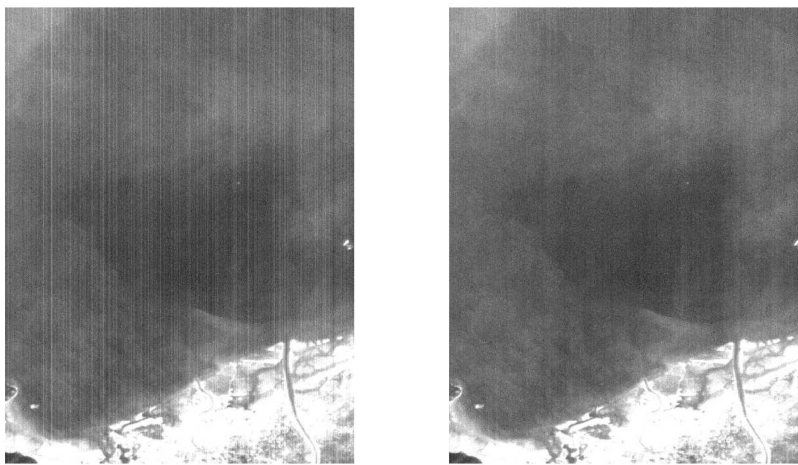


图 3 1G 级产品中的噪声和拼接缝

Fig 3 Noise and mosaic line in 1G product



原始图像数据

消除噪声后图像数据

图 4 条带噪声的消除

Fig 4 Striping removal

像在时相上差异过大,加上海啸给苏门答腊岛的西南海岸造成了非常大的破坏,图像上所反映地物也发生了相当大的变化。

(3)采集控制点工作中需判别道路交叉点是否发生了较大改变,在局部被云笼罩或地物不很清晰的地区要使用大比例尺地形图和高分辨率影像来提高选择控制点的精度并控制地物的变形情况,如图 5。

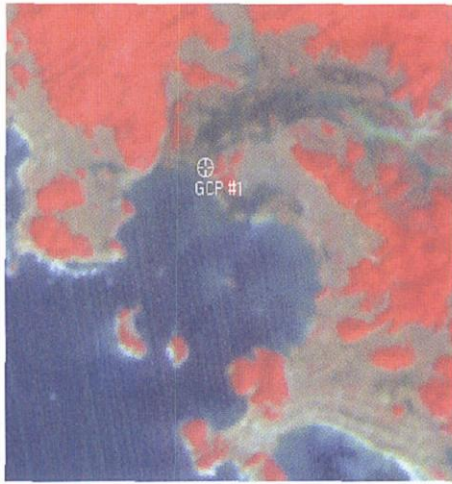
(4)对于边界发生变形的岛屿,在选择地面控制点时,采用选择稀疏控制点的方法来控制这些岛屿的位置和形状,在没有发生严重变形的位置上采集 3—4 个分布均匀的控制点即可,如图 6。

3.2.4 几何精校正方法

考虑本次校正工作的实际情况,选择了 61 个控

制点。剔除其中 10 个错误点和对整体造成较大误差的点,剩下 51 个点。其中 10 个是地面控制点,用于控制计算、建立转换模型及多项式方程。其余的 41 个是用于检验所建立的转换方程精度和实用性的检查点。在选择控制点和检查点的过程中,随时检查点的均方根误差 (RMSE) 的大小,剔除误差过大的点。最后所有点的误差都在 1 个像元之内,完成地面控制点的采集工作。

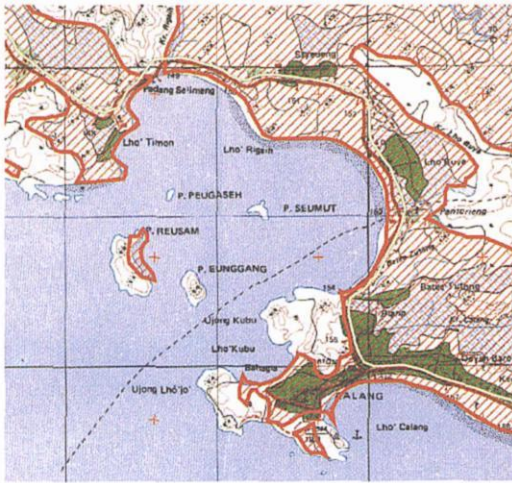
计算转换模型,选择立方卷积插值法进行重采样,得到较高质量、清晰的 DMC 小卫星遥感影像。校正后的 DMC 小卫星影像的投影方式仍然是 UTM 47 度带投影, WGS84 坐标系统。如图 7。在几何精校正基础上,进行真彩色合成,并叠加重要地物的标注、DMC 影像说明、指北针、图名、图例、图廓、



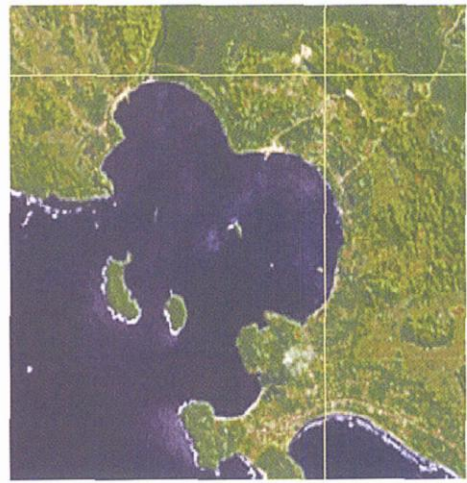
(a) DMC 小卫星影像



(b) TM 影像



(c) 1:40000 地形图



(d) ETM+ 影像

图 5 大比例尺地形图和较高分辨率参考图像

Fig 5 The large scale relief and high spatial resolution reference map

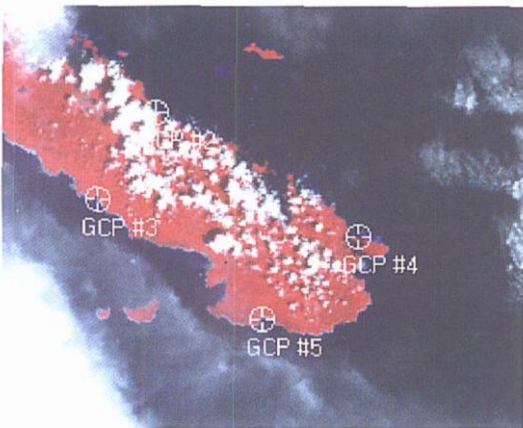


图 6 发生变形岛屿上控制点的选择

(Fig 6 The choosing of control points in the transmutative Island

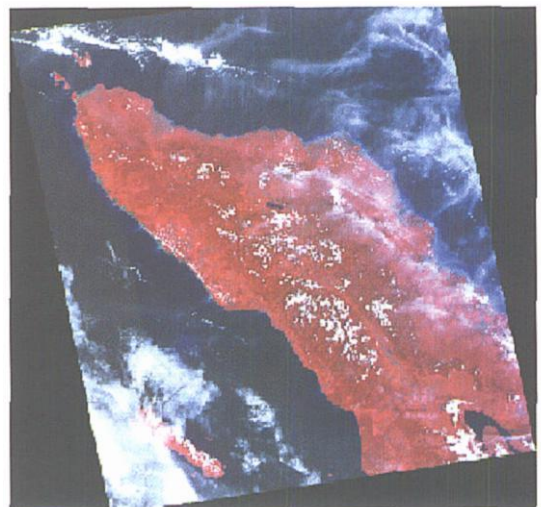


Fig 7 DMC mini-satellite remotely sensed image map

比例尺和参与本次工作的单位名称等,制作输出印度尼西亚亚齐特别行政区 DMC 小卫星遥感影像图,如图 8。

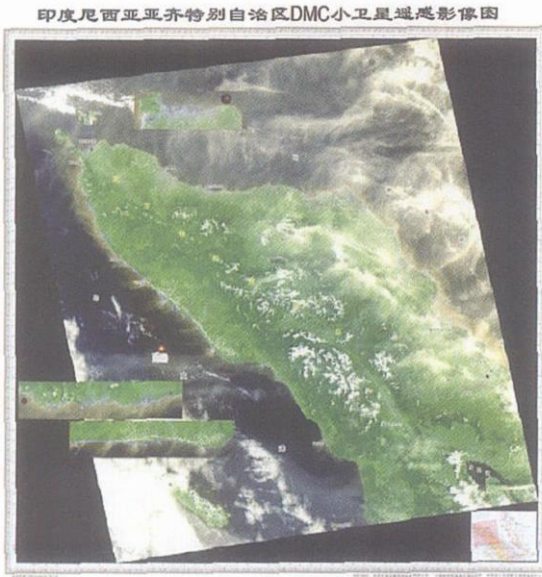


图 8 经过几何精校正的 DMC 小卫星遥感影像图
Fig 8 Geometric precisely corrected DMC image

3.3 三维影像制作

在几何精校正影像的基础上,进行 DMC 影像与数字高程模型的复合研究,通过对 DMC 数据与数字高程模型参数的转换,使图像信息成为具有高程曲面的参数信息,同时利用空间角度转换的方法,得到

不同空间视角的亚齐特别行政区三维影像图,如图 9。数字高程模型为 $90\text{m} \times 90\text{m}$ 的格网模型。

三维影像图反映了亚齐特别行政区内地质现象十分发育,大部分山脉为东西走向,其中以滑坡、崩塌、泥石流最为普遍,其次是活动断裂和沼泽。利用地形信息,能够把地形高于海啸浪高区域的滑坡、泥石流和沼泽等同光谱地物剔除掉,避免把具有相同光谱特征的非受灾地区解译为受灾区域,如图 10。

4 结 论

DMC 小卫星具有观测幅面宽,时效性强的特点,非常适合灾害和环境监测。中国 DMC+4 小卫星也将在今年中期发射,并是国际 DMC 灾害监测星座的成员。为使它能在我国减灾和环境监测及其它遥感领域中发挥重要作用,就必须积极开展针对 DMC+4 小卫星数据的特点进行辐射校正和几何校正处理方法以及小卫星遥感的应用技术的研究。

本文从保证图像解译和目标量测成果的可靠性角度出发,对英国 DMC 小卫星 1G 级数据产品进行了分析和进一步处理,改善了图像质量,提高了几何精度,并制作了三维真彩色影像图。但去除条纹的有效方法还有待于进一步探讨,由于缺少 DMC 小卫星多时相数据和足够的研究区背景资料,我们没有研究变化检测、影像融合等处理方法,下一步我们将在此方面做更加深入的研究。

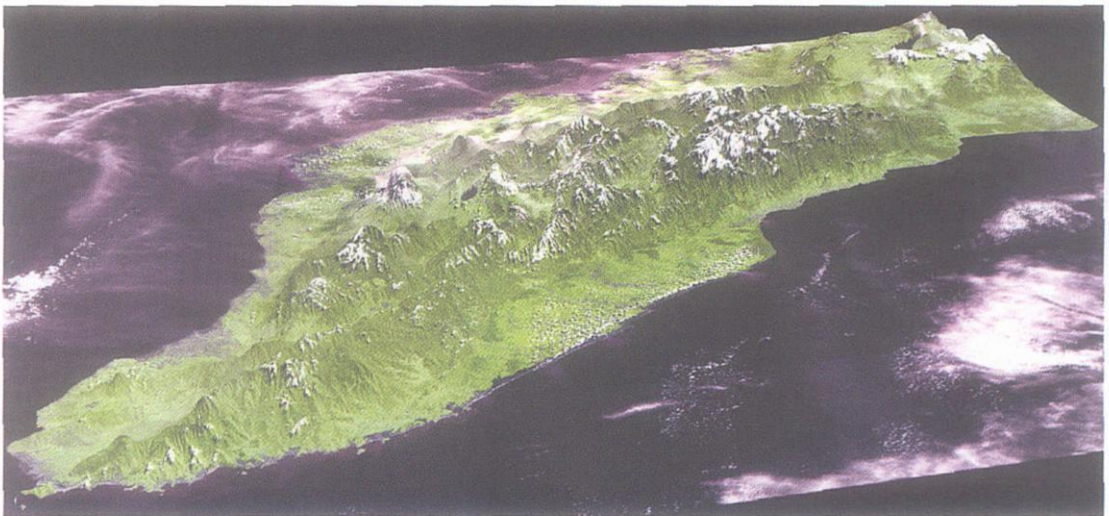


图 9 印度尼西亚亚齐特别行政区三维影像图
Fig 9 Aceh Province three-dimension image

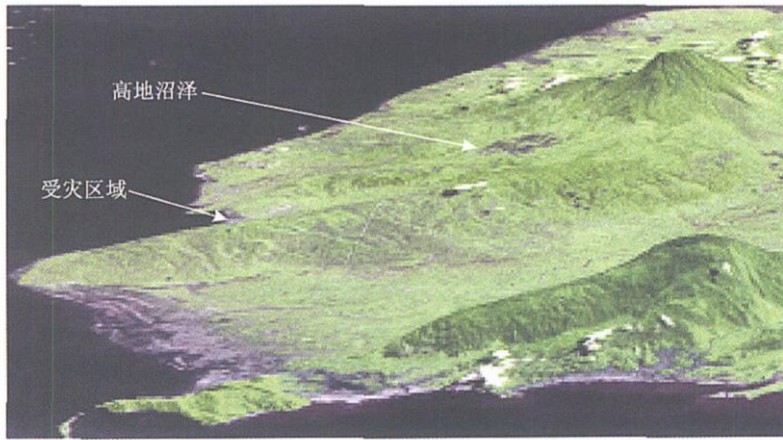


图 10 班达亚齐三维影像图

Fig 10 Banda Aceh three-dimension image

致谢 本文研究得到迟耀斌研究员的悉心指导。中国水利水电科学研究院黄诗峰博士提供了亚齐特别行政区数字高程模型。

参考文献 (References)

- [1] Xie W J, Wei Y C, Ni S X, et al. Progress of Remote Sensing Mini-Satellite [J]. Remote Sensing Information, 2000, (3): 41-44. [谢文君, 韦玉春, 倪绍祥等. 遥感小卫星的进展 [J]. 遥感信息, 2000, (3): 41-44.]
- [2] Zhang X G. Present Feature and Future of Mini-Satellite [J].

Telecommunication Information, 2000, (5): 27-29. [张祥根. 小卫星的现状、特点及发展方向 [J]. 电信快报, 2000, (5): 27-29.]

- [3] Wang R X, Yin M. The Development Status and Application of Small Earth-oriented Satellites [J]. Survey and Mapping Journal, 1999, (12): 20-33. [王任享, 尹明. 对地观测微小卫星的发展现状及其应用 [J]. 测绘通报, 1999, (12): 20-33.]
- [4] Tang Shaofan, Liu Bing. Modern Mini-Satellite and Optical Sensor [J]. OME Information, 2001, May, 25-29. [唐绍凡, 刘冰. 现代小卫星与光学传感器 [J]. 光机电信息, 2001, 5 月, 25-29.]

Analysis on DMC Remotely Sensed Mini-Satellite Data Pre-processing Method

HUO Dongmin, YAN Ming, YU Bingyang

(Beijing Landview Mapping Information Technology Co., Ltd., Beijing 100096, China)

Abstract Level 1G data product of DMC remote sensing mini-satellite has been processed by band registering, radiometric correction and systematically geometric correction. To meet the need of image interpretation and object geometric measuring, this paper discusses the methods to remove the noise, mosaic line and different color in DMC mini-satellite product, which will improve DMC mini-satellite image quality. This paper analyzes their reasons and characteristics and discusses the methods to get rid of noises and mosaic line and make the true color image map with uniform saturation. The specific illustrations is provided.

Key words DMC remotely sensed data; destriping; geometric precise correction; 3D image map