

提高假彩色卫星影象图 质量的方法*

张圣凯 魏成阶

(中国科学院遥感应应用研究所)

1985年10月4日收到

近十年来,我国在卫星影象地图的编制研究工作上取得了显著成绩^[1]。我们在总结了以往编制经验的基础上,以快速、实用、节省为宗旨,采用光学合成镶嵌方法,先后编制了海南岛、京津唐地区、宁夏、辽宁、黄淮海平原地区等不同区域的假彩色卫星影象图。图版IV为黄淮海平原地区的假彩色卫星影象图。在编制工作中我们采用传统工艺和新技术相结合的方法,对卫星象片的平面位置误差进行了平均配赋和控制,同时对合成颜色进行协调处理,取得了良好的制图效果。基本上满足了区域环境及其动态变化研究的需要。本文谨就编制工作的几个技术问题,作一些初步探讨。

一、技术方案及其特点

大区域以至全国范围的资源调查和总体规划,需要更宏观地表现区域的自然景观特征。为此,往往需要将几幅、几十幅、乃至几百幅卫星影象合成、镶嵌成各种比例尺的假彩色影象图。编制大幅面卫星影象图的工艺比较复杂,技术难度大,编制工艺也有多种多样。我们采用的方法是:将事先选好的多波段粗制黑白底片,以控制模片或地形图作平面控制,直接进行光学放大合成彩色象片,然后再用地形图中控制点或明显的地物特征点、线作控制切割镶嵌^[2]。其工艺流程如图1所示。

编制实验结果表明,这种工艺方案的主要特点是,第一,采用同比例尺地形图作平面控制,直接放大合成卫星象片,然后依据地形图和卫星影象的同名点进行全图镶嵌,有利于对单张象片点位误差和相邻象幅镶嵌拼接误差的处理。第二,可根据专题分析研究的目的和要求,按年代、季节、日期选取适时的卫星象片编制多时相、多用途的专题影象图。第三,可依据成图比例尺要求和卫星底片资料的具体情况,分别采用合成仪、放大机、纠正仪等设备合成卫星象片,也可以在彩色合成时作必要的光学图象处理,来较好地解决影象图的协调问题。

在编制时,应注意研究下列问题:

1. 依据编图目的和要求广泛收集卫星底片和其它图件资料,分析研究区域概况和特

* 参加本工作的还有关威、石军梅、刘再顺、吕振洲、吴永诗、黄伟强等。傅素性、黄绚、陈正宜、林恒章对本文提出了宝贵意见,一并致谢。

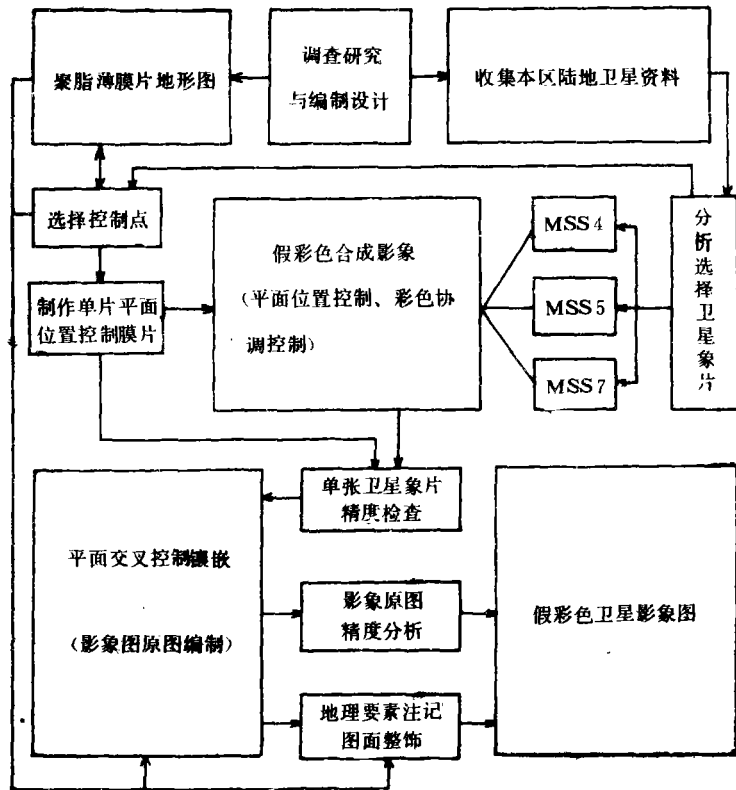


图 1 工艺流程方框图

Fig. 1 Diagram of the technological process

点。

2. 研究陆地卫星扫描成象的几何特性和粗制卫星象片的几何精度, 以及用光学纠正镶嵌方法编制各种比例尺影象图的可能性和存在的问题。
3. 用不同时相的卫星底片进行不同组合方案的试验比较, 以确定最佳时相和组合方案。
4. 研究地理要素必要的注记和表示方法, 并根据不同的影象色调采用黑白两种注记。
5. 为保证尽可能的少丢失影象信息量, 应试验研究影象图的复制印刷方法。

二、几个主要技术问题的处理

采用陆地卫星影象编制影象图, 需要严格处理几个主要技术问题。

(一) 分析选择卫星象片资料

陆地卫星能重复获得和实时传输覆盖地域的多光谱影象, 但由于地球表面的气象状况, 环境差异及太阳辐射条件的变化等因素, 均会引起地表景观在遥感图象上的密度差

异,尤其是在高纬度的北方,各种植被的光谱特征,随着时间季节的不同有着明显的变化。比如 10 月份和 6 月份成象的卫星象片,前者的合成象片上森林影象呈深棕色,而后的合成象片上森林呈鲜红色影象,二者的色调明显不一致,说明选择时相相同的卫星象片是非常重要的(表 1)。

表 1 不同月份成象的卫星象片密度差异

Table 1 Density difference shown on images of different seasons

轨道号	地区	成象时间	波段号	平均密度 (D)	平均反射密度(象片)(D)			色调
					黄	品	青	
131-32	唐山	1975.10	MSS4	0.738	1.29	0.97	0.77	深棕色
			MSS5	0.573				
			MSS7	0.499				
132-32	北京	1978.6	MSS4	0.950	1.59	1.40	0.52	鲜红色
			MSS5	1.058				
			MSS7	1.064				

为了获取更多的影象信息,编制出高质量的卫星影象图,在选用适时的优质多光谱卫星影象时,应满足下列条件^[3],①各幅卫星象片的成象时间接近,②原始底片的影象清晰,反差适中,③云和云影极少,一般不超过 5%,④同一套卫星底片有较高的配准精度。

至于选用什么时相的卫星象片资料,要根据编图目的和要求及占有的卫星象片资料的情况决定。为地质调查服务,宜选用植被覆盖率低的晚秋时节成象的卫星象片;用于地理环境及农业自然条件分析制图时,需要突出植被、水系等自然要素,一般应选夏、秋两季成象的卫星象片。例如,编制黄淮海平原地区假彩色卫星影象图的主要目的,是研究本区农业自然条件,要求土壤盐碱斑迹在卫星象片上有良好的反映。为此,我们就从 700 多套不同时相的卫星象片中选用了 56 幅 3—4 月成象的象片。因为这个季节植被覆盖率较低,平原区小麦刚刚返青,此时既能反映水土条件,显示泛碱后的土壤盐碱斑痕,又能保证色彩协调一致。这就为影象图的编制奠定了一个良好的基础。

(二) 平面位置的控制和精度分析

1. 平面位置的控制

由于陆地卫星影象是以“多中心投影”方式成象的。这种投影方式所取得的扫描影象与地图之间存在着投影转换问题。一般来说,为使卫星象片与地图配准,满足地学分析和量测面积的需要。在编制陆地卫星影象图时,其平面位置误差的控制,需要着重考虑解决多光谱图象本身误差的配赋控制,和如何与地图相配准的问题。

根据同素变换原理,我们把地形底图视为一个平面场,把陆地卫星影象视为另一个平面场,实现两者同名地物点、线的一一对应。

实现这种变化的具体方法是:

①在各陆地卫星影象的旁向、航向重叠范围内,按图 2 的位置选取 9 个同名地物点作

平面控制点, 这些点必须是卫星象片和地形图上均有的永久性地形地物点。并且尽可能处在两张相邻象片重叠部位的中间。

② 在伸缩性极小的透明模片上印刷地形图, 并用这种地形图转刺上述平面控制点。

③ 根据地物定向, 比较卫星象片和透明地形图上的各同名平面控制点, 通过移动卫星象片将误差均匀分配在各点上。

④ 测量各点的误差矢长, 检查其大小与分布情况。如一张卫星象片上有两个以上控制点位的误差矢长超过 1 毫米, 则需要再次对该片作平面位置误差的平均配赋, 使之达到要求。

进行点位误差平均配赋时, 常常为了使个别误差大于 1 毫米的点位能得到改正, 而不得不使误差较小或者没有误差的点位配赋一定量的误差, 以保证把所有控制点的误差都控制在允许值之内。极个别的点位误差太大、又不能平均配赋时, 则通过平均配赋之后, 使有误差的点, 尽可能集中到卫星象片的某一条边上, 以便在全图镶嵌时, 舍掉这一部分影象, 而使用相邻象幅误差较小的同名影象。最后, 再选择一些明显的永久性地物点, 分别进行点位误差的量算, 求出全图的平面位置中误差和长度中误差。

2. 精度分析

平面位置中误差的计算: 在“影象图”中选取若干个控制点及检查点与地形图上的同名点进行比较, 分别量测各点的误差矢量。然后将各点的误差矢量的平方和代入中误差公式:

$$m_{\text{点}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$$

即求得点位中误差。

长度中误差的计算把卫星影象图分成若干图幅, 量取每一图幅对角线的长度及地形图上的对应线段并进行比较, 求取长度误差矢量, 然后将长度误差矢量的平方和代入长度中误差公式:

$$m_{\text{长}} = \pm \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2}{n}}$$

即求得长度中误差。

表 2 给出了黄淮海、宁夏、辽宁三幅不同比例尺和不同幅面的影象图的平面位置中误差和长度中误差。

结果表明, 采用相同比例尺地形图作控制, 编制卫星影象图的精度虽不及同比例尺的地图, 但基本上满足同比例尺地理图件的精度要求。其中地物影象图的平面位置精确度

表 2 三幅卫星影像图的精度比较

Table 2 Accuracy comparison between three Landsat image maps

图 名	图幅尺寸 (cm)	比例尺	平面位置 中误差 (mm)	长度中误差 (mm)
黄淮海平原地区卫星影像图	183.4×193.9	1:50 万	±1.17	±1.01
宁夏回族自治区卫星影像图	140.1×91.0	1:35 万	±1.14	±1.18
辽宁省卫星影像图	107.2×126.2	1:50 万	±0.77	未量算

(三) 色彩协调的控制

严格控制彩色合成处理条件,是编制彩色合成卫星影像图的关键。首先要在各幅卫星象片的航向和旁向重叠部位,选择若干面积较大的同名地物,如水体、草场、沙滩等,用透射密度计分别测量密度值,并依据它初步预测彩色合成的处理条件。

同一套卫星底片,可采用多种组合方案合成出各种假彩色象片。试验结果表明,用标准假彩色合成方案,即 MSS_4-B (蓝)、 MSS_5-G (绿)、 MSS_7-R (红) 合成的象片具有色彩丰富,便于自然资源判读分析等优点。因此,以此方案编制假彩色卫星影像图效果较好。彩色合成卫星象片的色彩基调,直接关系到影像图的判读使用效果,因此是不能随意定色的。一般要依据卫星象片的中性灰作为定色标准。合成时一般只要将灰标调到中性灰的成象条件,就可以合成出优质假彩色象片。但是单靠中性灰标来决定色彩基调还是不够的。因为卫星象片上的灰标是计算机回放影像时后加的。因此,有些卫星象片上的灰标密度与影像密度不匹配,如果仅以中性灰标的合成条件晒印象片,就不能取得理想的彩色效果。据此,应以彩色影像的显示效果来选择合成条件。具体做法是:在全图幅中央选一幅具有典型意义的卫星象片,依据选定的组合方案先试验确定综合及分波段曝光时间。若偏某种颜色就减少它的补色光的调压指示(偏黄减少蓝通道调压指示);反之缺少某种颜色就增加它的补色光的调压指示(缺青增加红通道的调压指示)。当正确的合成曝光时间确定后,先晒印出 4—5 条彩色样片,与专业判读人员一起判读分析,确定最佳彩色样片的合成条件,然后晒印出整幅象片作为标准片。并用这一标准片控制其它各幅象片的色彩合成条件。

为了给使用相邻卫星象片进行合成时有一个参考依据,应在合成仪屏幕上的卫星影像中间及四周选 9 个点,用风光 CZ-3 型照度计,分别测量各点的单色光量及三色混合光量,并画出点位分布图,作好记录。合成周围的象幅时,可按该幅的单色光及三色混合光的数据,在相应的同名点位上调整光照条件,使之尽快达到色彩一致的要求。

选用时相接近的卫星象片仅仅是保证色彩协调一致的重要条件。然而有些卫星象片的成象时间虽然适当,但因反差太小或太大,或者同一套卫星象片中影像密度不均匀,若用它们合成的象片难以达到色彩协调一致的要求。此时需要采用相关掩模处理或合成彩色的技术加以解决^[4]。如海南岛的彩色合成卫星象片,是采用 MSS_4 和 MSS_5 原片(反差小),配上蓝、红滤色镜, MSS_7 原片(反差小)和它的拷贝片(反差大),分别放在两个通道

上,配上绿色滤色镜合成彩色图象的方法,来解决上下幅象片的颜色拼接问题的。

又如山东南四湖地区的一套 1975 年 3 月 29 日成象的卫星象片,由于丘陵与平原区的影象密度相差悬殊,若用同样的合成条件处理象片,则在丘陵区的彩色密度适中时,平原区的彩色密度就很小,许多地物就显示不出来。反之,平原区彩色密度适中时,丘陵区的彩色密度又太大。解决这一矛盾的办法,是采用两种合成曝光时间,分别晒印出平原和丘陵区的象片,然后再进行拼接。

为使彩色合成象片达到伸缩性小、色彩鲜艳、影象清晰、层次丰富、立体感强的要求,可采用涂塑彩色相纸、直接在彩色合成仪屏幕上接触晒印,或在放大机、纠正仪上放大分层曝光晒象的方法,然后,再在此基础上,按照常规彩色冲洗工艺,严格控制彩色显影液的温度和显影时间等处理条件来确保彩色象片的色彩稳定和协调一致。

(四) 平面交叉镶嵌方法

彩色镶嵌是保证卫星影象图质量的又一重要环节。在镶嵌时,首先要在合成好的象片中挑选色彩一致的单幅象片进行初步的影象接边。然后,再依据地形图作平面控制,采用相纸纸基平面交叉镶嵌拼接。用这种方法镶嵌拼接的影象图,可以卷曲,便于携带。还可以放在电子分色扫描仪的滚筒上,直接分色扫描制版。相纸纸基平面交叉镶嵌方法的(图 3)具体步骤如下:

① 在两张相邻象片的重叠部位和影象色调拼接最好的地方,选绘圆滑不规则的曲线为裁切线。

② 用针沿裁切线刺点检查河流、铁路等线状地物接边误差。如果超过允许误差要作适当的调整,并绕开误差较大的部位重绘裁切线。

③ 用裁切刀沿裁切线切断 $1\frac{1}{3}$ 至 $1\frac{1}{2}$ 相纸层(a 片切断, b 片切 $\frac{1}{3}$ 至 $\frac{1}{2}$)。用透明胶带固定 a、b 两张。再从象片反面距原切线 3 至 4 厘米处用同样方法裁切(此时 b 片切断, a 片切 $\frac{1}{3}$ 至 $\frac{1}{2}$)。

④ 先撕去 b 片正面影象,使保留的纸基向边缘部位逐渐减薄。再用同法撕 a 片背面纸基。

⑤ 用零号砂纸把 a、b 两片交叉拼接的纸基面上打薄,以剩 $\frac{1}{3}$ 至 $\frac{1}{2}$ 厚的纸基为好。

⑥ 在交叉拼接的纸基面上,用毛刷均匀涂刷粘合剂两遍。粘合剂用燕牌胶水和 402 粘合剂按 2 比 1 调配。

⑦ 在 b 片接边处放若干块透明片,将 a 片按拼接线重叠,逐渐抽去透明片,使两片平整准确地粘合。然后用重锤沿切口线滚压贴

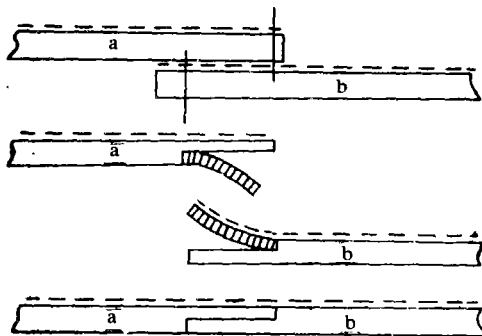


图 3 平面交叉镶嵌工艺

Fig. 3 A sketch map showing

全图镶嵌后,要逐片检查影象接边和彩色色调,以及地貌形态特征的完好程度。如发现接边差过大,色调不一致及地物重、漏等问题,应挑选适合的彩色卫星象片进行局部更换。个别地方可用透明水彩色颜料作适当修饰,但不宜多用。

三、结 语

经过严格光学处理,并以同比例尺地形图的平面位置作控制,用陆地卫星粗制多光谱影象制作大幅面假彩色卫星影象图是可行的。这种工艺制作的卫星影象图成本低,周期短,易于推广。不仅为区域地学分析提供了丰富的遥感影象信息,而且能满足中、小比例尺地理制图的精度要求,弥补了线画地图的不足。

随着陆地卫星影象应用范围的日益广泛,特别是第二代陆地卫星影象的应用,将会使编制卫星影象图的技术方法日趋成熟。这将为国土规划和整治,工农业生产的合理布局 and 区划,地学和生态环境系统的研究,提供一种比较理想的基础资料,也将为彩色卫星影象地图的编制和定期更新提出许多新的研究课题。

参 考 文 献

- [1] 陈述影、黄绚、卫星影象地图的应用,正射影象地图会议论文集,1982年。
- [2] 张圣凯、关威、京津唐卫星影象图编制实验,天津-渤海湾地区环境遥感论文集,科学出版社,1985年。
- [3] 钱金凯、1:50万假彩色卫星影象图的印刷合成方法,测绘通报,5,1981年。
- [4] 阎守崑、张圣凯等,实用遥感图象光学处理方法——相关掩模技术及其应用,科学出版社,1981年。

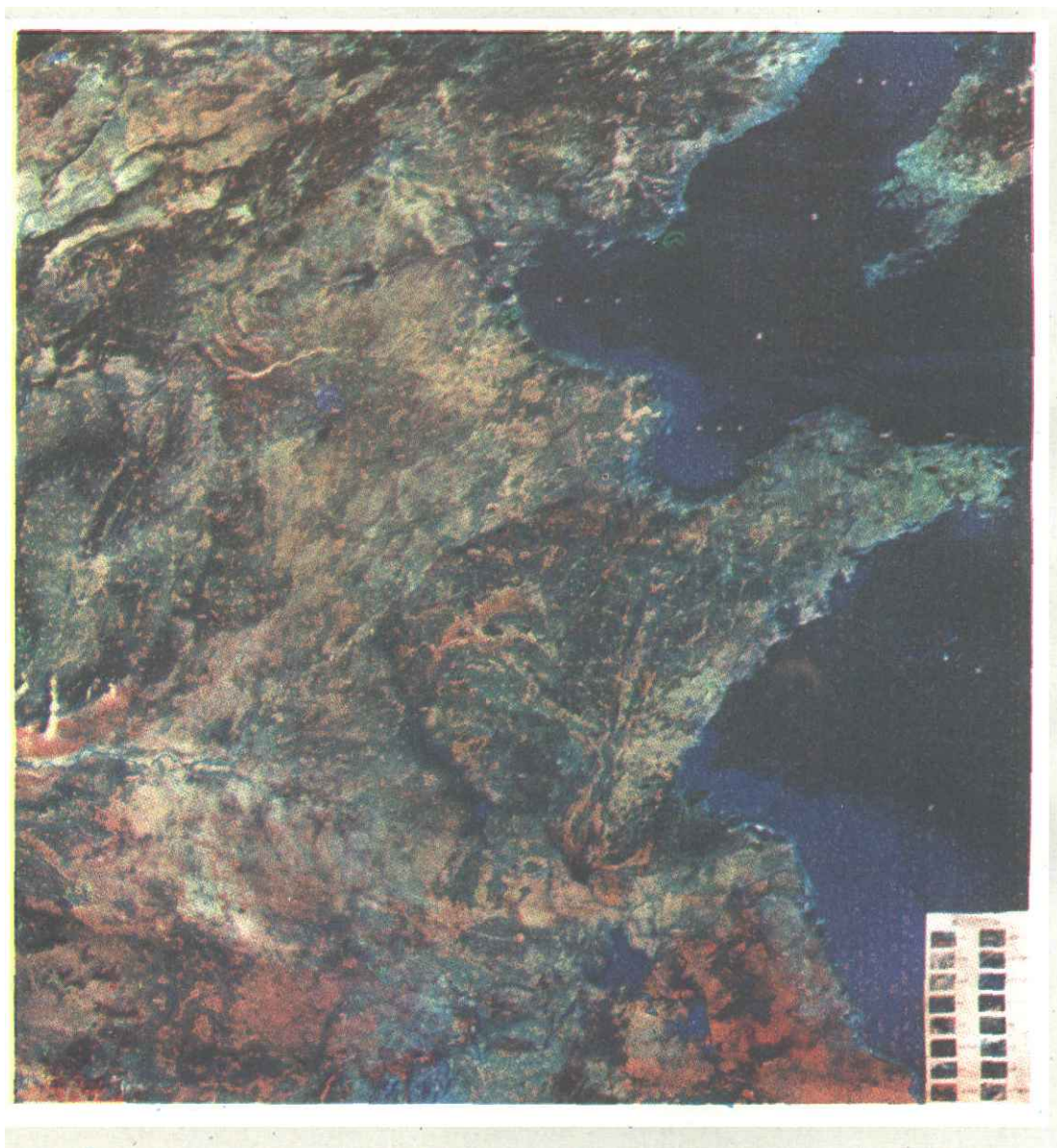
Experiences with Improving the Quality of Pseudocolor Image Maps

Zhang Shengkai Wei Chengjie

(Institute of Remote Sensing Application, Academia Sinica)

Abstract

Landsat image cartography is one of current key topics of the cartography in the world. On the basis of summary of map compilation in the past and with high efficiency, practicality and low-cost as the principle in compilation, we compiled false color Landsat image maps of North China Plain, Hainan Island, Ningxia, Liaoning and other regions using optical composite mosaicking technique in recent years. The conventional technology are combined with new ones in compilation. The controlled average distribution process is conducted to distribute the horizontal position errors of bulk processed Landsat data and the tune of the composite image is adjusted to get harmoniousness in color after the mosaic. Good effect has been resulted and the need of composite photos for investigation of regional environment and dynamic changes is satisfactorily met.



黄淮海地区卫星影像图