桂林卫星遥感影象导游图的编制及应用

吴 虹 陈儒庆

(桂林工学院隐伏矿床预测研究所)

摘 要 将LANDSAT的影象产品直接应用于桂林导游图的编制。LANDSAT-1的多波段扫描MSS假彩色合成影象，反映出远离市区的景区；LANDSAT-5的TM假彩色合成影象，清晰地显示出市区内的主要旅游景点。与常规导游图相比，该图具有丰富的地貌信息，能直观和生动地反映出桂林风景的真貌。

关键词 遥感影象；旅游图；桂林

中图号 TP79

桂林是世界风景名城，同时也是一个可以向外部世界展示我国面貌的窗口，在向中外游客显示其自然风光的同时，也应展示出我国经济及科技等诸方面发展进步的状况，扩大国际影响。本着这样的想法，我院与有关单位合作，采用70年代中期和80年代末期的卫星遥感影象资料，编制了桂林卫星遥感影象导游图。该图最大特点，是同时采用了2种(也是2代)不同飞行高度，并且经过图象计算机彩色增强显示处理的多光谱影象。自1991年6月这一形式新颖的导游图正式出版以来，在桂林市发行获得旅游者的好评。本文拟对该图的编制情况及应用前景作扼要的介绍。

1 制图设计及基本数据

1.1 总体设计

桂林卫星影象导游图采取16开铜板纸双面印刷的总体设计方案。其中，卫星影象图占一个版面，常规形式的市区导游图占另一个版面。作为本图特色的卫星影象版由两幅不同类型的陆地卫星影象组成。一幅是第1代陆地卫星LANDSAT-1的多波段扫描MSS假彩色合成影象，另一幅是第2代陆地卫星LANDSAT-5的主题绘图仪TM假彩色合成影象。两者在版面上实际图幅面积，TM仅为MSS的3%左右。但在制图时，为了突出市区影象范围，有意采取了放大市区和缩小漓江上游流域全区的作法，即将TM影象放大为比例尺≈1∶50 000，而将MSS影象缩小为比例尺≈1∶464 000。因此，尽管MSS影象区的实际范围远比TM的大，但在版图上却是TM的图幅范围比MSS的大。

TM影象范围限于市区及近郊，即北起八里街，南至奇峰镇，西起侯寨与黄村之间，东至桂林牛奶场的漓江两岸区域。面积约225 km^2。MSS影象范围则包括了北自苗儿山，南至阳朔，西起罗锦，东达界首的漓江两岸大片区域。面积约7 565 km^2。两影象区

1993年6月7日收稿。

第一作者简介：吴 虹，男，1947年出生，助理研究员，遥感图像处理专业。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

域重叠，（有关测量数据见表1），但编图时并没将其叠印在一起，而是分别印成2个独立画面。市区是旅游者主要游览和关心的区域，而远离市区的沿江景区（下简称远区）是旅游者只需要一般了解的区域，因而编制时将市区反映得比远区更为详细会更符合旅游者的需要。但是，对远区的反映又是必不可少的，因为远区是市区的背景，通过它们可以直观映衬出市区所处的区域位置及与周边地貌环境的关系。由于TM影象的空间分辨率近3倍于MSS影象。因此，若采用TM影象反映市区和采用MSS影象反映远区可以同时兼顾到以上情况，使旅游者看图后一眼就能够建立起市区与远区，局部与整体关系的直观印象，这种效果是一般的旅游图所不具备的。

表1 卫片影象区域的基本测量数据

Table1 Major data for satellite image region

影象	图象区域经纬度坐标		边长(km)		面积(km^2)
	经度	纬度	长	宽	
MSS	E110° 19′ ～110° 46′	N24° 47′ ～25° 46′	109	69.4	7 565
TM	E110° 24′ ～110° 30′	N25° 07′ ～25° 20′	15.5	14.5	225

1.2 遥感数据

MSS影象分别截取自国际分幅编号为134／42（国内编号485，资源幅）和134／43（国内编号503，柳州市幅）2幅LANDSAT-1的CCT磁带图象。卫星扫描成象时间1983年12月4日，成象高度920 km，影象空间分辨率79× 57 m，用于假彩色合成增强显示处理的3个波段分别是MSS7，MSS5和MSS4，其波长及设计用途见表2。

TM影象子区截取自国际分幅编号为125／42的LANDSAT-5的CCT磁带图象。卫星成象时间1987年10月26日。由中国科学院遥感卫星地面站接收，成象高度705 km。影象空间分辨率30× 30 m。用于假彩色合成增强处理的3个波段分别是TM4，TM3和TM2。2种卫星影象的波长及设计用途见表2。

表2 假彩色合成增强处理采用的MSS及TM影象的波段数据

Table 2 The band data for MSS and TM images by using pseudocolor synthetic enhanced processing

影象	波段	波长(μm)	设计用途
MSS	7	0.8～1.1	近红外谱段，反映水体与湿地，区别植物健康状况
	5	0.6～0.7	红谱段，反映水体中泥沙流，辨别岩性和松散沉积物
	4	0.5～0.6	绿谱段，透视水体，辨别岩性和松散沉积物
TM	4	0.76～0.90	近红外谱段，用于生物量和作物长势的测定
	3	0.63～0.69	红谱段，测量植物叶绿素吸收率，进行植被分类
	2	0.52～0.60	绿谱段，探测健康植物绿反映率和反映水下特征

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

2 数字图象处理

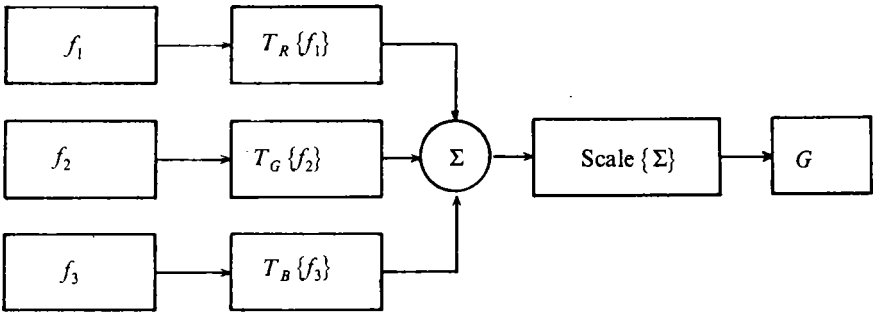
原始 CCT 磁带图象并不能直接用于成图，因为它包含有许多影响象质的因素，其中最主要的是几何畸变和清晰度降低。为消除这些影响，对 2 种卫星影象都作了几何校正及增强显示数字图象处理。MSS 影象处理在 S101 系统上完成，TM 影象处理在 S600 系统上完成。

2.1 几何校正处理

采用高斯—克吕格投影处理方法，由于无控制点，对 2 种影象只作了粗校正处理而未作精校正处理。校正后的 MSS 影象的象元尺寸为 79× 79 m，校正后的 TM 影象的象元尺寸为 30× 30 m，后者与精校正只有一个象元（30m）的误差。对于编制定性利用的导游图来说，均已满足要求。

2.2 增强处理

对 2 种影象都作了假彩色合成与灰度线性扩展相结合的所谓复合增强处理方法，目的在于扩大影象灰度显示的动态范围，使更多的遥感影象特征与人眼的视觉响应相匹配，从而使影象更加清晰可辨。复合增强处理过程的框图见附图。



附图　MSS 及 TM 影象复合增强处理框图

Appendix fig. Frame figure showing composite enhanced processing of MSS and TM images

图中，f_1，f_2，f_3 分别为 MSS 或 TM 增强处理前的 3 个单波段图象，$T_R\{\cdot\}$，$T_G\{\cdot\}$和 $T_B\{\cdot\}$分别表示红、绿、蓝 3 基色变换，Σ 表示假彩色合成，SCALE{Σ}表示对假彩色合成图象作灰度线性扩展处理，G 为最终的处理输出结果（图象）。对于 MSS 影象，f_1=MSS7，f_2=MSS5，f_3=MSS4；对于 TM 影象，f_1=TM4，f_2=TM3，f_3=TM2。结合表 2 可知，G（MSS）应该对于反映水体与湿地，辨别岩性和松散沉积物、透视水体及区别植物健康状况有较好的综合效果，而 G（TM）应该对于反映植被和水下特征有较好的综合效果。值得一提的是 TM 影象的增强处理结果 G（TM），按原定设想，是希望将其处理成尽量接近真实色彩，即水体为蓝色，植被为绿色，第四系为黄、褐或棕黄色，但在对 TM 子区图象作了多种波段组合试验后，都未能获得这种效果，鉴于图象处理机时费昂贵，最后只选择了将水体显示为黑色，植被显示为棕或橙红色，第四系显示为灰、灰蓝和浅棕色的波段组合等合成方案，即 TM4 作红变换，TM3 作绿变换和 TM2 作蓝变换的合成方案。该方案虽未能产生类似于真彩色的效果，但对于揭示不同的地表景物分区和

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnk

水体的分布边界，仍是较有效的。

3 应 用

导游应用是编制本图的主要目的。由于卫星影象导游图从宏观上直观展现了北起兴安，南至阳朔的漓江自然景区，使旅游者可以在无需导游人员指点的情况下，按图索骥地自选感兴趣的景区或景点，从而大大扩展了旅游者的自主活动空间。与常规导游图仅标出十分有限的一些景区或景点相比，卫星影象导游图的丰富地理和地貌信息无疑具有无可比拟的优点。

许多旅游者都很想了解山水风光绮丽的桂林处在何种大自然环境中，以及它与周围地形地貌的关系如何等问题。利用MSS影象，游客一眼就可以看到，甲天下的桂林风景区处于一个山间洼地内。洼地内是由小平原和残山组成的岩溶地貌，洼地北部、东部及南部环绕分布着大片延绵起伏的群山。与盆地外部那些巨大的山体相比，桂林市区及其近郊分布的岩溶残山孤峰，只不过是一些微小的"袖珍山"。通过这种区域与局部、巨大与微小的直观比较，旅游者必将对桂林风景区在大自然中的位置及周边关系留下一个深刻的印象，即桂林风景区并不是一个与外部隔绝的天地，而是与周围的山川河流紧密联系的整体，是整个漓江流域自然景观中的一个独特而又不可分割的部分。在建立这种印象之后，对于那些并不满足于游览市区及近郊"袖珍山"而希望到大山中探奇的游客来说，MSS影象还向他们提供了直观地选择这些大山的指南。以尧山为主体的山脉，因其沿漓江东岸而立，距桂林市不远，交通较为方便，影象显示山体完整，规模中等，而成为较为理想的旅游选择地。当然，对于那些希望到更大的丛山峻岭中探险和寻求刺激的旅游者来说，MSS影象显示的位于漓江源头和阳朔东岸的两座（片）巨大山体足以满足他们的愿望，他们可以根据影象上直观显示的纵横交错的沟壑峡谷来制定行进路线，根据山峰的陡峭程度来选择攀登的目标。按遥感影象判读知识，一般而言，影象显示山体的阴影越宽越长，反映山峰越高和山脊越长，而伴存的山谷也越深越大；山体的阴影越黑，表明山体越陡险。通过观察比较上述2个巨大山体的影象特征，可见位于漓江源头者要比阳朔东岸者具有更大的攀登难度。这种分析结论对于准备前往这座大山探险和工作的人来说，具有重要的参考价值，当然，在实际运用MSS影象于这种行动时，还必须结合地形图对其作更详细的影象分析，这样必定还能获得更多更细的登山路线信息。

对于只打算在市区内游览观光的大多数旅游者来说，TM影象要比MSS影象具有更大的作用。因为，TM影象比MSS影象反映出更多的市区内景物细节，它不仅清楚显示出市区主要旅游景点象鼻山、伏波山、独秀峰、普陀山、穿山、西山、芦笛岩等诸山的形态及位置，还显示出所有其它尚未开发为景点的石山形态和位置。可以看到，位于市区北东部的尧山是市内旅游区中最大的山，从其影象特征判断，可知它不是石灰岩构成的山，而是由砂岩和页岩构成的"土山"（桂林当地俗称）。本区次大规模的山位于市区西部及南西部，从其色调特征判知为石山，又从其具有宽大的阴影特征判知均为十分陡峭的岩溶型残山。因而，对一般游客来说，这些石山分布区不宜前往。此外，TM影象上清楚显示出漓江东岸的岩溶残山孤峰明显比西岸的多，由于每一个残山孤峰都可以建为一个类似于市内独秀峰公园或伏波山公园式的"盆景山公园"，而目前东岸的残山孤峰尚未开发利用，因此，东岸旅游景点的开发还具有巨大的潜力。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

对桂林风景中占最重要角色的漓江的直观和生动反映是本卫星遥感影象导游图的又一大优点。漓江是孕育桂林岩溶地貌的母亲，韩愈有"江作青罗带，山如碧玉簪"赞美漓江的绝句。然而，古往今来，人们却一直不能直接从整体上来观赏这条美丽的"青罗带"，使得这种赞美只能停留于想象之中。这不能说不是一种遗憾。如今卫星影象导游图却一改这种状况，漓江这条美丽的"青罗带"的完整形象已通过方寸之大的卫星影象尽收眼底。无论是MSS上的漓江，还是TM上的漓江。它那蜿蜒曲折、柔顺恬静的姿态和神采，都会使人产生一种对大自然巧夺天工的惊叹和对自然美的无限遐想。当身临其境于漓江之上，对照影象中的漓江和真实的漓江时，这种感受会倍加强烈，这正是卫星影象导游图所具有而一般导游图所无法具有的特殊功能和魅力。

值得一提的是，虽然对TM影象的增强显示处理未能使漓江水体呈现为绿或天蓝色，而是呈现为并不鲜明的黑色，但这并不影响对漓江整体形态特征的反映。其实，如果江水为绿或天蓝色反而不利于将河道与具有浅色调的两岸地面背景区分开来，而黑色的江水衬以浅色调的两岸背景却十分有助于清晰反映形态复杂的河道，江心洲及细小支流。将具有这种特征的"影象漓江"与一般导游图上的"人绘漓江"比较，可明察出两者对漓江真实面貌反映上的巨大差别。前者提供的漓江形态的准确程度是后者无论如何也比不上的，无疑这对于沿江旅游者会具有极大的导游实用性。

4 问题及改进

由于在整个编图过程中无任何现成的卫星影象导游图样板可供参考和借鉴，决定了此次编图带有很强的尝试性和探索性。从投放桂林旅游市场近3年来的反映情况看，该图还是较受广大旅游者们欢迎的。但也存在如下一些问题和不足。

(1) 看不懂从而不会使用卫星影象导游图，原因是不习惯于从高空俯视地表这种观察方式。改进办法: 制作典型景物图例，多作明显区别于背景色彩的文字注记，对重点区域加清晰的边框并印上方向指标。

(2) 对显示为黑色的河流、湖泊和塘沟看不习惯。改进办法: 采用套印技术，将这些水体赋存区域一律印成悦目的天蓝色。

(3) 在图上没有体现出TM影象区与MSS影象区的"放大窗口"关系。改进办法: 将TM影象区的边框按比例套印在MSS影象内，并注记之。

(4) TM影象显得有些模糊发虚，造成原因与图象放大过度和套印误差有关。改进办法: 缩小TM影象的制图比例尺，提高套印质量，当然，最好的办法是争取换用高分辨率的新遥感片种制图，如SPOT影象或者航空彩色照片等。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

COMPILATION AND APPLICATION OF GUILIN SATELLITE REMOTE-SENSING IMAGE TOURIST MAP

Wu Hong Chen Ruqing

(Research Institute of Hidden Ore Deposits Prognostication, Guilin Institute of Technology)

Abstract

It is first time that LANDSAT images have been applied to compiling Guilin Tourist Map. The LANDSAT-1 MSS multispectral scanning pseudocolor synthetic image shows distant scenery around Guilin city. The LANDSAT-5 TM pseudocolor synthetic image displays clearly main scenic spots in the city. In comparison with common tourist maps, the map has plenty of geographic informatiom, showing true features of Guilin scenery directly and vividly.

Key words remote-sensing image; tour map; Guilin

下 期 要 目

1 湖南前寒武系锑矿床的成矿地质特征 …… 罗献林
2 云南木利锑矿床的成因 …… 王林江
3 张宣地区金矿成矿系列 …… 银剑钊等
4 二克山与五大连池富钾火山岩岩石学特征及成因 …… 肖增岳等
5 冀东青龙太古宙花岗岩系地质地球化学特征 …… 肖 龙
6 胶东郭家岭花岗闪长岩中普通角闪石的成因矿物学 …… 崔天顺
7 灰关联系数的分布特征 …… 龙 昱
8 直立界面附近的折射波时距曲线及解释方法 …… 单娜琳
9 硝酸根离子选择电极-流动注射方法测定 NO_3^- …… 李建平等
10 珍珠热力学不稳定性初探 …… 彭铁辉

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk