

文章编号: 1007-4619 (2002) 02-0136-06

# 利用卫星 ETM 与样方统计数据研究西鄂尔多斯 珍稀濒危植物种群分布规律

韩秀珍<sup>1</sup>, 马建文<sup>1</sup>, 布和敖斯尔<sup>1</sup>, 马超飞<sup>1</sup>, 秦树辉<sup>2</sup>

(1. 中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101; 2. 内蒙古师范大学 呼和浩特 010022)

**摘要:** 使用 1999 年 8 月 30m 分辨率的 ETM 遥感数据、DEM 数据和 25 个典型的  $4 \times 4\text{m}^2$  的地面实测样方统计数据、数字化了 1994 年的珍稀濒危植物分布图, 用遥感技术对西鄂尔多斯珍稀濒危植物群落进行了水平和垂直带分布规律的研究。图像处理采用遥感弱信息提取技术, 识别了建群植物及其种群组合特征; 并结合三维景观影像对珍稀植物种群生存生境的地貌、土壤等条件的相关性进行了分析, 揭示了垂直、水平地带分异规律, 建立了相关分析模型。研究结果为珍稀濒危植物动态监测和物种多样性保护提供了新的技术方法和分析决策依据。

**关键词:** 珍稀濒危植物; 实测样方; 三维景观影像; 分析模型

**中图分类号:** TP79/Q94 **文献标识码:** A

## 1 引言

内蒙古自治区西部桌子山、岗德格尔山和伊盟鄂托克旗西北部为中心的荒漠、半荒漠地区, 集中分布着以四合本(*Tetrandra mongolica*)、半日花(*Helianthemum soongolicum*)、绵刺(*Potania mongolica*)、沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)等国家重点保护植物为代表的残遗、珍稀植物, 学术界称之为“西鄂尔多斯珍稀植物”。该地区于 1994 年被列为国家自然保护区。保护区范围为东经  $106^{\circ}40' - 107^{\circ}44'$ , 北纬  $39^{\circ}13' - 40^{\circ}11'$ , 南北长约 105km, 东西宽约 86km, 海拔高度从黄河的 1080m 到桌子山主峰的 2149.4m。由于这些珍稀植物从第三纪演化至今带有荒漠特有种群标记<sup>[1]</sup>, 对研究环境演化、生物多样性、全球变化等都具有诊断意义, 受到国内外生态学、地理学、环境学等学术界的极大关注。开展以四合木、半日花、绵刺、沙冬青等珍稀植物为主的研究对世界植物地理、植被分区; 干旱荒漠区植物区系演化历史; 灌群受损的荒漠生态环境演变与人为因素的研究; 灌群生态功能与全球变化研究都具有重要科学意义。

根据世界和亚洲植物地理分区理论, 西鄂尔多

斯珍稀植物分布特点体现了中心和边界交替过渡的特点, 这些珍稀植物灌群是优良的防风固沙植物, 构成了维护荒漠生态环境系统的核心。从 19 世纪末, 该地区就吸引着许多中外学者。1883 年法国 P. A. David 和 A. Franchet 合作发表了“鄂尔多斯植物”; 此后, 俄国、美国、日本等国的学者相继到过该地区考察、研究发表了一些论文和报导<sup>[2,3]</sup>。新中国成立以后, 开展了包括以地质、地理、生态环境等多学科的研究, 做了工程勘查、联合科学考察、科技攻关等方面的工作, 为生物多样性保护和生态环境变化做出了一系列的学术和工程性成果<sup>[3,5-10]</sup>。

但是, 利用传统的研究和样方统计方法不仅费时、费工, 而且进展缓慢。另外, 很难实现对保护区植物分布规律与生境的全面了解与监测。利用先进的 Landsat-7 卫星提供的 ETM 数据, 可以快速、大范围、准确、实时获取资源环境状况及其变化数据, 建立三维立体景观虚拟现实图, 再结合野外实地考察样方统计数据、地貌、土壤条件分析和社会经济因素分析, 为进一步研究这些珍稀植物灌群的分布特点、在荒漠生态系统中的作用、功能、及合理利用这些植被资源, 对受损荒漠生态系统的恢复提供依据。

收稿日期: 2000-11-22; 修订日期: 2001-05-15

基金项目: 中国科学院创新工程项目和研究生科学与社会实践创新研究资助, 项目编号: KZCX20305, KZCX000027

作者简介: 韩秀珍(1974—), 女, 2000 年毕业于内蒙古师范大学地理系人文地理专业, 获理学硕士学位。现为中国科学院遥感应用研究所博士研究生, 主要从事遥感图像处理和 GIS 等方面的研究。

## 2 珍稀濒危植物群落与生境

由于西鄂尔多斯珍稀植物从第三纪以来一直保持至今,对于研究环境演化、生物多样性、全球变化等具有重大的学术价值和诊断意义,受到国内外生物学、生态学、地理学等学科研究者的极大关注。研究区珍稀濒危植物分布从东到西依次为:藏锦鸡儿复合群落逐渐被四合木、半日花、绵刺、沙冬青等复合群落所代替<sup>[1]</sup>。内蒙古鄂尔多斯高原西部为荒漠化草原向草原化荒漠的过渡区,年均温度 7.8—8.1℃,历史上最暖月均温 24.7℃,最冷月均温 -10℃;年均降水量 162.4—271.6mm;年蒸发量为 2471—3481mm,湿润度 0.0983—0.2469。由于自然因素和人为因素的影响,使珍稀濒危植物生境受损,灌群分布面积减少,还出现新的濒危植物种,为了及时保护具有重大科研、学术、生态环境价值的珍稀植物灌群应该开展多方面的研究(表 1)。

四合木是亚洲中部荒漠区东阿拉善荒漠特有的单种属植物,是古地中海南岸热带成分的孑遗种,在植物分类及区系研究上具有重大的科学价值。四合木群落生长在地形较高的砾质和沙质高平原上,地表多砾石,也出现在覆沙地和丘间壤质土壤上,常与绵刺、沙冬青和狭叶锦鸡儿复合灌群出现,在四合木的建群作用下,群落中伴生灌木种较多,如霸王、沙冬青、绵刺、珍珠、猫头刺和狭叶锦鸡儿等,草本层植物也较发达,以禾本科和菊科植物为主。由于四合木易燃,近年来在桌子山地区大力兴办国家厂矿、集体企业,四合木成为当地居民的主要燃料,对四合木的生长破坏较严重,使本种处于濒危之中。

半日花是亚洲中部荒漠的特有种,它在我国新疆的准噶尔和内蒙古桌子山南部阿拉巴素山的山麓及其临近地区,呈岛状残遗分布。半日花科植物的现代分布中心在地中海沿岸,是地中海植物区系的特征植物。在本地区出现充分说明亚洲中部荒漠与整个亚洲荒漠的密切联系及其在起源上的一致性,是整个半日花科植物的分布东界。因此,它在研究亚洲中部荒漠的植被和植物区系研究中占有极重要的地位。半日花分布在地形起伏高差为 10—50m 的山麓石质残丘上,地表具大量的石块,覆盖度达 70%以上,形成强烈干燥剥蚀的石质丘坡地。半日花荒漠和石质—砂质化半日花荒漠群落中除半日花占优势外,木旋花为主要的伴生种,此外,还有松叶猪毛菜、长叶红砂、狭叶锦鸡儿、四合木、猫头刺和霸

王。草本层植物为石生植物和旱生丛生禾草为主。

绵刺为古老的单种属植物,也为蒙古高原或亚洲中部所特有,对雨水的依赖性和敏感性特强,是古地中海东岸东亚植物区系的直接后裔,分布在亚洲中部荒漠区东部,反映了东亚植物区系对亚洲荒漠植物区系发展历史的影响。绵刺群落的主要生境,土壤和地貌类型的薄层覆沙的砂砾质戈壁,其分布对土壤水分的多寡有明显的反映,属砂砾质荒漠植被,绵刺群落建群种除绵刺外还有四合木、沙冬青、霸王、长叶红砂等。

沙冬青是东阿拉善荒漠又一特有的古老残遗植物,也为蒙古高原和亚洲中部所特有。沙冬青是阿拉善荒漠地区唯一的常绿灌木。它的存在,无疑地也使亚洲中部荒漠植物区系多元发生观点的热带起源一说联系起来,并为之提供了又一有力的证据。

## 3 数据处理与相关分析模型

卫星数据利用了 1999 年 8 月 Landsat-7 卫星的 ETM 多光谱 6 个波段数据,数据的轨道号为 129—32;图像子区选择在保护区的西部,桌子山为南北走向与本区黄河的流向大致平行,因此,黄河水系直接影响着桌子山,岗德格尔山及周围地区的植物群落的生长发育,进而影响着本区植物群落的多样性特点。子区像元数为 837 列×1360 行,面积为 1000 多平方公里;DEM 数据由 1:25 万地形图经数字化后形成的,覆盖面积为 500 多平方公里。首先采用 ETM543 波段合成为仿真彩色图像,经几何校正后与 1:25 万 DEM 数据配准、融合形成三维仿真图像(图 1,图版 I)。在此基础上,通过对比数字化保护区植被分布图,野外样方统计数据建立以地貌、土壤为主要因子的多元相关分析模型。

### 3.1 遥感数据中植被种群信息分离

利用 30m 多光谱卫星数据分离不同灌木种群的珍稀植物是弱信息处理问题。本研究采用弱信息处理技术(MPH 技术)<sup>[11—18]</sup>中的两个步骤。第一步利用掩膜技术剔除了图像范围内代表水体和部分干涸河道光谱的像元;第二部在掩膜的基础上,采用 ETM 的 1,2,3,4,5,7 六个光谱通道的数据主成分变换。由于掩膜了代表水体和部分干涸河道光谱的像元,提高了主成分算法分解六个光谱通道的灰度信息的能力。原始数据 ETM 六个光谱通道数据的均值和方差、未掩膜主成分变换和掩膜后主成分变换

表 1 野外样方与主要珍稀濒危植物生境综合统计表

Table 1 Synthetic statistics table of field sample and living environment of major endangered plants

样方(原始样方编录)	植物名称	平均高度	盖度	密度	多度	优势度	生境
1(1)	四合木	9.42	2326.61	0.54	0.21	21.93	黄河高位滩、岗德格尔山砾石质土或沙砾质土山前倾斜平原
	半日花	0	0	0	0	0	
	长叶红砂	0	0	0	0	0	
	红砂	11.89	6561.87	1.38	0.55	49.9	
	霸王	2.25	85.87	0.33	0.11	7.55	
	珍珠柴	13.44	2007.74	0.27	0.13	19.11	
2(4)	四合木	15.42	3146.3	0.29	0.47	38.06	黄河高位滩与岗德格尔山交接处植物
	半日花	0	0	0	0	0	
	长叶红砂	5.33	104.72	0.02	0.03	4.2	
	红砂	13.33	1812.96	0.04	0.05	13.39	
	霸王	11.58	5427.1	0.21	0.26	32.81	
	珍珠柴	0	0	0	0	0	
3(7)	四合木	21.89	7415.21	0.23	0.1	23.45	岗德格尔山北麓砾石质土丘陵坡地地貌
	半日花	4.83	3012.44	1.5	0.46	29.94	
	长叶红砂	13.33	85.08	0.04	0.01	4.79	
	红砂	13.55	1174.17	0.31	0.11	11.38	
	霸王	4	104.46	0.48	0.13	8.43	
	珍珠柴	16.58	3010.69	0.27	0.11	15.03	
4(22)	四合木	20.86	8899.61	0.23	0.2	35.61	岗德格尔山东北坡砾质或沙砾质土宽谷地
	半日花	5.69	224.62	0.21	0.21	12.61	
	长叶红砂	8.17	70.69	0.06	0.05	6.38	
	红砂	5.67	897.45	0.06	0.05	6.75	
	霸王	0	0	0	0	0	
	珍珠柴	12.55	3701.32	0.58	0.47	36.78	
5(24)	四合木	16.53	3924.37	0.29	0.24	30.25	岗德格尔山东北麓砾石质土地貌
	半日花	0	0	0	0	0	
	长叶红砂	3	15.97	0.04	0.04	3.45	
	红砂	8.52	1259.26	0.19	0.19	16.16	
	霸王	0	0	0	0	0	
	珍珠柴	12.98	4536.72	0.71	0.47	43.87	
6(25)	四合木	30.17	9335.5	0.15	0.32	37.44	岗德格尔山与桌子山间沙砾石质土地地貌
	半日花	0	0	0	0	0	
	长叶红砂	0	0	0	0	0	
	红砂	17.53	4766.06	0.33	0.44	35.55	
	霸王	0	0	0	0	0	
	珍珠柴	29.92	2902.57	0.13	0.24	25	

的特征值、方差比较,掩膜后一部分像元为零值(图 2),在主成分变换统计中这部分零值像元被填入近似于变换前原始数据统计各波段均值的平均值,人为弱化了特征,提高了对剩余像元的分解效果。主成分变换的第一主成分累积了主要的地表反照度信息,表现为地形信息。选择 PC2,PC3 和 PC5 合成假彩色图像较好地区分为①,②,③,④,⑤,⑥灌群(图 3,图版 I),样方统计见图 4。

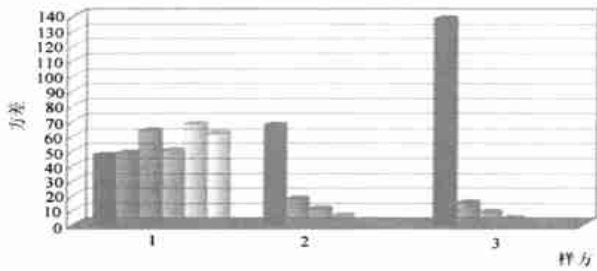


图 2 1—原始数据 ETM 六个光谱通道数据的方差;  
2—未掩膜主成分变换方差;  
3—掩膜后主成分变换方差比较

Fig. 2 The variance and covariance comparison between ETM<sup>6</sup> spectral channel row data, PCA processed data and Masking PCA data (MPH)

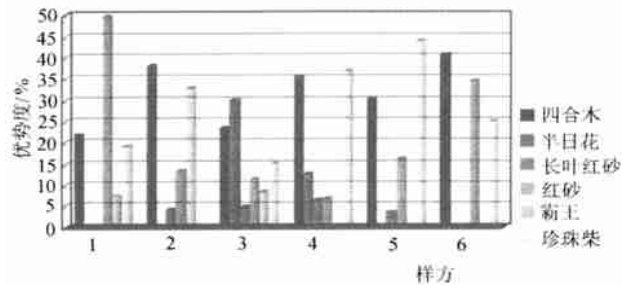


图 4 岗德格尔山不同生境植物类型统计分析图

Fig. 4 Statistic analysis of different breeding bed vegetation types

### 3.2 样方统计与三维景观种群分带模型

野外样方剖面选择在岗德格尔山及桌子山和岗德格尔山之间的山间台地上,横穿两山边坡和山间谷地。样方大小为 4×4m,共做了 98 个样方,选择了其中具有代表意义的 25 个典型实测样方作为研究对象,对主要植物群落(珍稀植物)做了高度、盖度、密度、多度四个因子的野外实测,然后取四个因子的相对参数,最后进行优势度<sup>[19-21]</sup>等的统计分析。进行分析时同时参考了李新荣 1998 年 10×10m 的样方统计结果。结合遥感数据 30×30m 分辨

率像元尺度,按地貌和土壤类型将样方归类建立遥感分析模型,

$$LSG_{color} = L_i + S_i + G_i \quad (3)$$

式中  $LSG_{color}$  代表地貌、土壤、建群植物之间相关的图像色彩;  $L_i$  表示地貌因子;  $S_i$  表示土壤因子;  $G_i$  建群植物组合。

利用 PCI 图像处理软件,在已实现的 MPH 技术下,对图像进行几何校正,之后对 1:25 万地形图进行栅格化处理的基础上做成三维立体图像(图 3,图版 I),更好地可视化和虚拟三维实地景观,使植物群落的分带性更加清晰,而且能够从景观图像中可以直观地看到植物灌群的分带性特点,这于本文第 2 节中已描述过,进而说明了在珍稀植物群落中不同种珍稀植物的建群作用。

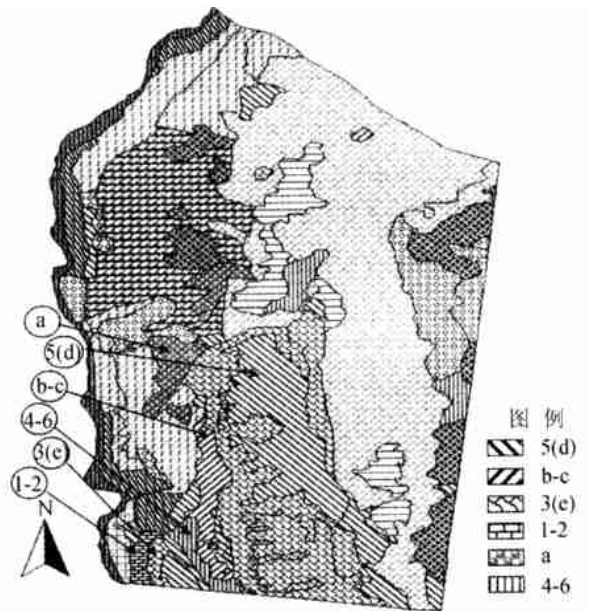


图 5 西鄂尔多斯植物分类图(根据内蒙环境监测中心 1994 年 1:10 万图数字化改编)

Fig. 5 Map of vegetation catalog in West Ordos Plateau (adapted from 1:100000 map by environment monitoring center of Inner Mongolia)

1-6 系列标记表示野外样方剖面,解释如下:图 5 建群植物分类图中(研究区)1-2 为合并项,代表红砂-四合木;在图 3 遥感图像中为 2 项(1—红砂,2—四合木);3 代表半日花;4-6 代表四合木,珍珠柴;5 代表四合木,松叶猪毛菜。a-e 系列标记表示与植被分布图比较:解释如下:图 5 与图 3 对比,图 5 中 a—霸王和油蒿,b-c—代表红砂和小禾草,d—代表戈壁针茅和松叶猪毛菜,e—针茅和半日花

图 4 统计柱状图清晰地解释了图 3(图版 I)中的色彩分带垂直和水平分带规律,图 3 中的珍稀建群植物组合水平分带特点为:从岗德格尔山西坡开

始半日花逐渐增多,从山顶到东坡减少;长叶红砂群落主要发育在西坡;红砂主要分布在西坡。该地区是四合木的核心生长区,加之单株较大,样方统计特点分带特点不明显。

干旱、半干旱荒漠、半荒漠地区土壤分带性依赖于地形地貌景观类型,所以群落的垂直分带性也表现的比较明显,土质为砾石质土,主要建群植被分四合木群落;沙砾质为霸王群落;石质残丘上主要为半日化群落。

## 4 结 语

本研究采用了 MPH 技术提取和区分珍稀植物和其组合特征,制作成虚拟现实的三维景观图展示了植物的空间分布规律;结合野外样方和前人的工作成果证实了从岗德格尔山、桌子山西坡到东坡珍稀植物及植物组合的水平和垂直分带性规律。黄河水系也是造成本区群落分带的重要因素。总之,本研究显示了遥感在研究荒漠地区珍稀濒危植物所发挥的作用,使用廉价的 30m 分辨率多光谱 ETM 数据可以形成遥感运行系统,对保护区实施动态监测具有诊断意义。

**致谢** 在论文完成过程中得到中国科学院遥感应用研究所范湘涛,杨存建,荆林海等先生的热情帮助,在此一并表示感谢。

## 参 考 文 献 (References)

- [1] Zhao Yizhi, Yong Shipeng. Discussion on endangered plant and its protection. [C]. Proceedings of conference on grassland environment preservation, 1986, 811-820. [赵一之,雍世鹏. 内蒙古珍稀濒危植物及其保护对策的初步探讨[C]. 草原环境保护学术讨论会论文集, 1986, 811-820.]
- [2] Bao Liumumei. Survey report on desertification in Inner Mongolia North China [R]. East Asia research institute, No. 8 [保柳睦美. 中国北部内蒙古沙漠化的考查报告[R]. 东亚研究所所报, 第 8 号.]
- [3] Li Bo. Research on nature resources and environment in Ordos plateau of Inner Mongolia [M]. Beijing: Science Press. [李博. 内蒙古鄂尔多斯高原自然资源与环境研究 [M]. 1990 年, 北京, 科学出版社.]
- [4] Li Bo. Observing vegetation in desert area in Inner Mongolia [J]. *Journal of Inner Mongolia University*, 1960, 2, 16-24. [李博. 内蒙古荒漠区植被考察初报[J]. 内蒙古大学学报, 1960, 2, 16-24.]
- [5] Li Bo. Vegetation basic type and ecological geography nature in Inner Mongolia [J]. *Journal of Inner Mongolia University*. 1962, 2, 16-24. [李博. 内蒙古地带性植被的基本类型及其生态地理规律 [J]. 内蒙古大学学报, 1962, 2, 16-24]
- [6] Kong Linzao. Chemistry Characteristics of ecological types in Ordos plateau of Inner Mongolia [J]. *Journal of vegetation ecology and geotanical*, 1964, 1, 48-53. [孔令照. 内蒙古鄂尔多斯东南部沙区各种生态类型植被的化学成分特点[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1964, 1, 48-53]
- [7] Chen Changdu. Where is the boundary between typical inferior grassland and desert inferior grassland? [J]. *Journal of vegetation ecology and geobotanical*. 1964, 2(1): 120-127. [陈昌笃. 我国典型草原亚地带和荒漠草原亚地带中段(鄂尔多斯地区)的分界线在哪里? [J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1964, 2(1): 120-127]
- [8] Shi Nanhai. Distribution and changes for 2300 years in Ordos plateau and area of Hetao plain [J]. *Journal of Beijing normal University*. 1980, 6, 110-117. [史念海. 两千三百年来鄂尔多斯高原和河套平原农林牧地区的分布及其变迁[J]. 北京师范大学学报, 1980, 6, 110-117.]
- [9] Zhao Hesitu. Quantity investigation of nature grassland in warm and cool seasons in Ordos plateau [J]. *China Grassland*. 1985, 2, 21-30. [昭 and 斯图. 鄂尔多斯高原天然草场暖季冷季产草量的调查研究[J]. 中国草原, 1985, 2, 21-30.]
- [10] Lin Rugeng, Wang Jinai. Satellite image analysis for relations of land use and landforms in semiarid area of Inner Mongolia [C]. Proceedings of grassland remotesensing, Inner Mongolia. 1987, House of University of Inner Mongolia. [林儒耕, 王静爱. 内蒙古东部半干旱地区土地利用与地貌相关的卫星影像分析[C]. 内蒙古草场资源遥感考察文集, 1987, 内蒙古大学出版社.]
- [11] Jianwen Ma, V. R Slaney, J. Harris, S. B. Balkmyne, "the of Landsat TM data for the mapping of limonitic and altered rocks in the Sulphurets ara Central British Columbia", Proceedings of the 14a Canadian Symposium on Remote Sensing, Calgary, Allerta, 1990, 419-422
- [12] Jianwen Ma, the study of Quick method to extract mineral bearing alterations using TM data [J]. *Journal of remote sensing*, 1999, 1(3): 208-213. [马建文. 利用 TM 数据快速提取含矿蚀变带方法研究[J]. 遥感学报, 1999, 1(3), 208-213.]
- [13] Jianwen Ma, Ballantyne, S. B. "LandSat Thematic Used to Mapper with ground truth element distribution; an example from British Cokunbi % Golden Triangle DNriet", Program with Abstracts, 1992. GSC Forum 1992, Canada, 17-18 January, 14-18.
- [14] Jianwen Ma, Guo Huadong and Vent Siqhroy, Extraction of Poly-metallic Mineralization Infomation from Multispectral TM data Using Gram-Schmidt", INT. J. Remote Sensing, in press, 2001.
- [15] Jianwen Ma, Chaofai Ma, Buheasier, Xiaoxia Huang, Extracting Cu Bearing Rock Information from Landsat TM Data Projection Transformation Method. Proceedings of IEEE2000 International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Hawaii, USA.
- [16] Jianwen Ma, Chaofai Ma, Buheasier, Xiaoxia Huang. The Analysis of Vector Angles in Remote Sensed Data Field and Its Application. Proceedings of IEEE2000 International Geo-science and Remote Sensing Symposium, Hawaii, USA.

- [17] Ge Chen, H. lin and J. Ma, On the Seasonal Inconsistency of Altimeter Wind Speed Algorithms. *INT. J Remote Sensing*, July, (10), 2000, **21**(10):2119—2126.
- [18] Liu Suhong, Jianwen Ma. Use of Masking and step by step orthogonal transformation to separate rock information. [J]. *Journal of Remote Sensing*. 1999, **3**(4):295—299. [刘素红, 马建文. 利用掩膜和多因子逐步正交变换区分遥感数据中的岩性信息 [J]. *遥感学报*, 1999, **3**(4):295—299.]
- [19] Qin Shuhui, Han Xiuzhen, Hao Runmei. Research of Ecological Condition History Evolvement About Rare Phytocoenology Distributing Area Before Cenozoic Era In West Zhuo Zi Shan Mountain [J]. *Journal of Inner Nongolia Normal University*, 1999, **28**(2):1—5. [秦树辉, 韩秀珍, 郝润海. 西桌子山珍稀植物群分布区新生代以前生态条件历史演变的研究 [J]. *内蒙古大学学报*, 1999, **28**(2):1—5.]
- [20] Liu GroHou, Zhou SiQuan, et al. The reason research on ecology for *Tetraena mongolica* Maxim. [J]. *Journal of inner Mongolia forestry college*. 1993, **7**(2):100—105. [刘国厚, 周世权等. 内蒙古特有植物四合木生态环境及濒危原因的研究 [J]. *内蒙古林学院学报*, 1993, **7**(2):100—105.]
- [21] Zhang Yingjuan. Propagate obseration of *Tetraena mongolica* Maxim [J]. *Journal of University of Inner Mongolia*. 1997, **28**(2):268—270. [张颖娟. 四合木 (*Tetraena mongolica* Maxim) 有性繁殖能力的观测 [J]. *内蒙古大学学报*, 1997, **28**(2):268—270.]

## The Application of ETM and Sample Siets Statistic Data to Study the Distribution Pattern of Endangered Rare Plants in West Ordos Plateau

HAN Xiu-zhen<sup>1</sup>, MA Jian-wen<sup>1</sup>, BAO Buheaosier<sup>1</sup>, MA Chao-fei<sup>1</sup>, QIN Shu-hui<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>. *Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*; <sup>2</sup>. *Inner Mongolia Normal University*)

**Abstract:** ETM data (Aug., 1999), statistics data of 25 sampling sites with size of 4m by 4m and 1:250,000 scale DEM data and digitized 1 to 100,000 scale distribution map of endangered rare plants are used to study the vertical and horizontal distribution patterns. Endangered rare plants group information was extracted by using Masking Principal component transformation and Hue adjust (MPH) technique. And then the feature imagery was merged with DEM data to produce a virtual reality 3-D imagery to see the differences of rare plant in relation to topographical and soil environment. The soil type is affected mainly by topography in this desert area. An analysis model was established to organize different data set. The endangered rare plants in West Ordos Plateau, mainly *Tetraena mongolica*, *Helianthemum soongolicum*, *Reaumuria trigyna*, *Reaumuria soongorica*, *Potaninia mongolica*, *Ammopiptanthus mongolicus* and they are evolved from Tertiary, are for a long time regarded as environment change diagnostic indicators. They also have very precious value to study environmental evolution, plant diversity and geography in global scale. These plants have also played a very important role in maintaining ecosystem in terms of preventing desertification. The vegetation spectral feature ranging from 0.63 to 1.1 μm is called reflectance “shoulder”, which is the spectral character for NDVI, BIOMASS and NPP calculations. In the study we used TM and ETM blue bands (0.63—0.69 μm) and near infrared band4 (0.775—0.90 μm). To differentiate spectral features of rare plant groups the MPH technique was used. The technique was implemented in two steps. Masking, and Principal component transformation. Firstly, water bodies and some alluvium were masked out from ETM 1, 2, 3, 4, 5, 7 bands, which could reduce the variance features for next step processing. Principal component transformation algorithm had the function that can compress the common features into first component. In order to get rid of terrain illumination (mainly BRDF/ALBEDO) from all imported bands, we used the PCA compress function to reduce terrain illumination. After Principal Component Analysis the first component contained most of common BRDF/ALBEDO information. Three MPH resultants, MPH<sub>2</sub>, MPH<sub>3</sub> and MPH<sub>4</sub> were selected and combined to make a color composite. The method employed in the study can be widely used as a monitoring tool for the future decision making in protection of the endangered rare plants.

**Key words:** endangered rare plants; sample sites; 3-D imagery; analysis model

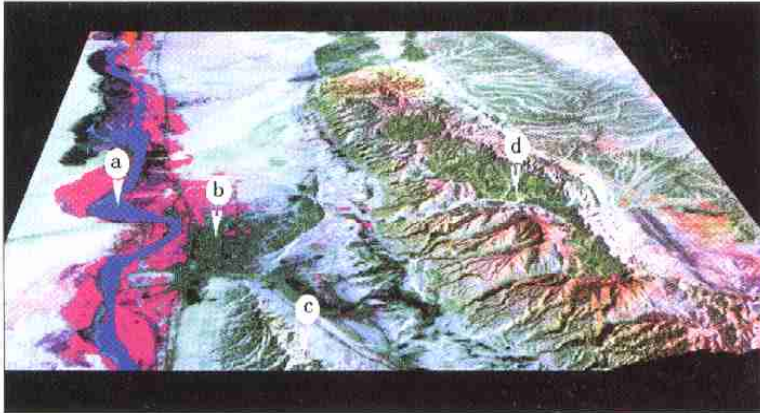
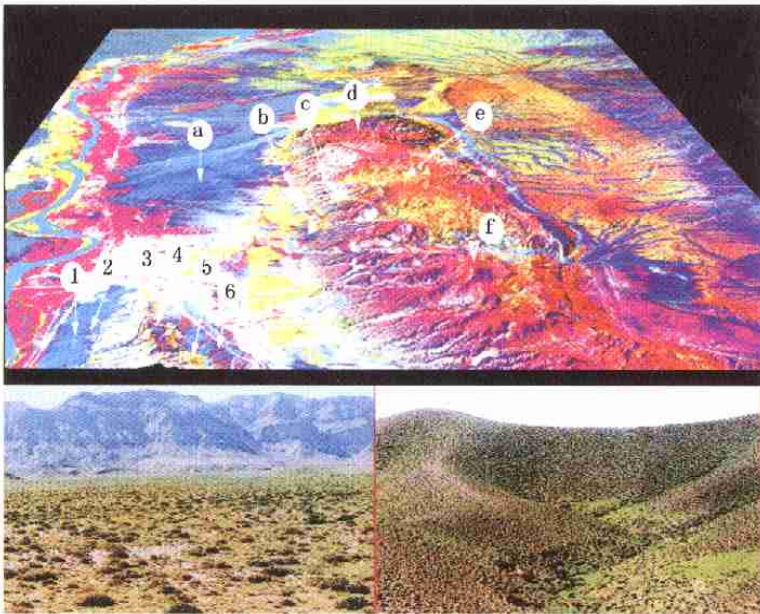


图1 研究区 ETM5, 4, 3 与 1:25 万 DTM 复合图像



(a)位置对应图像中的 a

(b)位置对应图像中的 c

图3 MPH 图像几何校正后与 1:25 万数字地形图制作成三维景观珍稀植物图像照片