

文章编号: 1007-4619 (2002) 02-0117-06

# 东北平原西部沙地沙质荒漠化的遥感监测研究

李宝林<sup>1,2</sup>, 周成虎<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101)

**摘 要:** 东北平原西部沙地位于欧亚大陆中纬度巨型沙带的东部边缘, 为我国沙质荒漠化土地的东缘, 沙质荒漠化景观日益明显, 前景令人担忧。本文利用 TM 数据分析了区域荒漠化景观特征与土地荒漠化的特征, 从机理上认识了区域的土地荒漠化发生过程; 在此基础上以目前生态系统没有产生明显退化的生态状况作为基准, 采用相对基准的办法, 利用 NOAA/AVHRR 数据, 确定了植被指数荒漠化监测指标; 对荒漠化的动态变化及驱动因子进行了分析。研究认为区域荒漠化监测应当以全球常用多种分辨率的遥感数据为基础, 在认识荒漠化发生机理之后进行监测与评估, 在资料获取、分类分级和荒漠化监测的技术路线全球应有一个相对统一的标准, 使评价的结果具有可比性。东北平原西部沙地的景观特征、沙质荒漠化程度、沙质荒漠化发展方式等具有明显的区域差异, 二十世纪 90 年代沙质荒漠化发展速度很快, 但区域差异很大, 这种区域差异与人口增长、滥垦和滥樵具有很强的一致性。

**关键词:** 东北平原西部沙地; 沙质荒漠化; 景观特征; 遥感监测; 动态变化

**中图分类号:** TP79/P941-73 **文献标识码:** A

## 1 引 言

荒漠化是目前世界瞩目的环境问题, 荒漠化监测对荒漠化防治对策的制定具有重要意义。遥感技术对地表反映的信息量大、宏观全面、动态快速, 优于传统的地面调查的方法, 在荒漠化监测中起到越来越大的作用。荒漠化监测的主要内容是荒漠化发生空间范围及其分类分级。1984 年 FAO、UNEDP 和 UNESO 提出了详细的分类分级体系, 但这种指标体系十分复杂<sup>[1]</sup>, 目前荒漠化等级划分都根据这个标准进行简化, 其中联合国以 GLASOD 为代表的以人为作用下的土壤退化为基础的绝对退化评价方法应用最为广泛<sup>[2-5]</sup>, 另外还有以 ASSOD 为代表的通过生产力变化幅度和农业经营活动水平确定土壤退化程度的方法<sup>[4]</sup>, 以 RUSSIA 为代表的以空间异质性即景观多样性来评价荒漠化程度的方法<sup>[4]</sup>, 以及以地表景观和植被盖度为指标的评价方法<sup>[6-8]</sup>。以上

大部分研究方法的基本信息源都是高空间分辨率的遥感数据, 目前基本上建立了一套以目视解译为主、依靠常规技术支持的经验性体系, 并以此为标准, 多次指导了全球以及重点地区的荒漠化评价<sup>[9]</sup>。由于荒漠化程度确定以目视解译为主, 荒漠化程度的确定受人的主观因素影响很大。另外各个国家荒漠化评价采用的数据与评价方法差异很大, 也使得荒漠化等级划分全球的可比性较差。本文从 10 年尺度, 以目前全球常用的多种分辨率的遥感数据为基础, 利用高空间分辨 TM 数据分析区域荒漠化景观特征与土地荒漠化的关系及其区域特点, 从机理上认识区域的荒漠化发展过程, 在此基础上, 利用 NOAA/AVHRR 数据以目前生态系统没有产生明显退化的生态状况作为基准, 采用相对基准的办法, 根据确定的植被指数荒漠化监测指标, 通过计算机直接计算荒漠化程度, 从而使荒漠化监测更为客观、准确、迅速, 也有利于荒漠化研究的全球对比, 在多源遥感数据的支持下, 也使荒漠化研究从表现到机理都有比

收稿日期: 2000-12-14; 修订日期: 2001-02-07

基金项目: 本项研究得到了国家自然科学基金资助项目(40101028)国家 435 项目中国西部干旱区生态环境演变及调控研究(G1999043507)和中国科学院地理科学与资源研究所知识创新项目地学信息图谱方法的探索研究(GX10G-D00-07)的支持。

作者简介: 李宝林(1970—)男, 2000 年毕业于中国科学院地理科学与资源研究所, 获博士学位, 主要从事遥感地理信息系统和土地荒漠化研究, 目前已发表论文 12 篇。

较深入的认识,为荒漠化的防治提供更为有效的依据。

## 2 研究区概况

东北平原西部沙地位于欧亚大陆中纬度巨型沙带的东部边缘,地处温带亚干旱疏林草原栗钙土、亚湿润草甸草原黑钙土地带,地处东北平原向内蒙古高原过渡地带。东北平原西部沙地位于大兴安岭东侧,属于新华夏系和阴山纬向构造体系控制的松辽沉降带的一部分,第四纪持续沉降,堆积了  $Q_1$  的冰水沉积、 $Q_2$  的河湖相沉积和  $Q_3$  的河流沉积,沉积最大厚度达 300m。年平均降水量 300—480mm,降水年内分配不平均,多集中于 7、8、9 月,约占年降水量的 70%—80%,春季降水量仅占全年降水量的 10%—25%左右,降水年季变化大。年平均风速 3—4.6m/s,  $\geq 5$ m/s 起沙风的日数达 200—350 天。干旱和大风尤其是春季的干旱大风为沙质荒漠化的发展提供了动力条件。东北平原西部沙地土地开发历史较久,9 世纪契丹族生活在西拉木伦河流域,大力发展种植业,使沙质荒漠化迅速发展。到了金代以后政治中心南移,农业萧条,到清代初期基本上为“长林丰草”的景象。到 17 世纪中叶以后,东北平原西部沙地开始了新的垦殖,但真正大面积的扩大开垦始于 20 世纪中叶以后,与其相应的人口膨胀及过垦、过牧、过樵,以及村屯与道路建设,对沙质土地造成大面积或斑状破坏,沙质荒漠化也明显发展扩大,耕地的风蚀和古沙丘的翻新活化成为十分普遍的现象。到了二十世纪 80 年代,随着土地沙质荒漠化的严重,在部分地区的开始出现了较大面积的退耕还林、还草,部分地区出现了沙质荒漠化逆转的情况。目前为我国沙区中人口密度最大、经济活动强度最大的地区,沙质荒漠化景观日益明显,尤其是南部的科尔沁的沙地,沙质荒漠化十分严重,已经超过与其相邻的西部环境条件更差的沙区,前景令人担忧。关于东北平原西部沙地二十世纪 80 年代以前的土地沙质荒漠化已有比较深入的工作<sup>[10-13]</sup>,但研究方法仍以传统方法为主,因此利用多分辨率的遥感技术对沙地沙质荒漠化的监测与评价具有重要意义。

## 3 沙质荒漠化的景观分区

沙质荒漠化是一种环境退化过程,这种退化过

程通过地表植被、地貌形态的变化表现出来。东北平原西部沙地的沙质荒漠化发展进程,大致经过土壤风蚀粗化—片状流沙覆盖—大片流沙连成一片—密集的流动沙丘等几个典型阶段,在图像上具有明显的特征,因此可以根据不同地区的 TM 图像特征表现出来的地表景观特征判断一个地区的沙质荒漠化程度、发展方式。根据沙地现代景观的区域特点、沙质荒漠化程度和区位条件,可将东北平原西部沙地分为科尔沁沙地和松嫩沙地。沙地分界线大致沿第二松花江—霍林河下游泛滥平原一线。南部的科尔沁沙地沙丘高大密集,形成多条连续的弧形沙带,现代沙质荒漠化比较严重,位置偏西,主体位于半干旱区;其北部的松嫩沙地沙丘呈条带状或斑块状分布在阶地平原和泛滥平原上,稀疏低矮,位置偏东,主体位于亚湿润区。另外根据沙地地貌类型、土地利用方式、沙质荒漠化程度与沙质荒漠化发展方式又将沙地分为 10 个亚区(图 1,图版 I)。

### 3.1 科尔沁沙地

#### 3.1.1 乌丹沙地

位于西拉木伦河以南、教来河以西的地区,主要包括翁牛特旗、敖汉旗和耐曼旗西北部。基本地貌类型为沙丘覆盖的冲积平原,风沙地貌形态以流动沙丘、半流动沙丘为主,流沙比例达到 60%—70%左右,沙地密度达 67.68%,新月形沙丘和新月形沙丘链分布广泛。目前主要为流沙和草地,局部有零星的耕地,为农牧交错地区,牧业占优势。沙质荒漠化类型以强度沙质荒漠化土地为主,其次为轻度沙质荒漠化土地,是东北平原西部沙质荒漠化最严重的地区。土地沙质荒漠化以流沙向农田草场前移为主要方式,其次为环湖和居民点周围斑状流沙扩展并连接成片。沙质荒漠化发展趋势来看,目前发展与逆转趋势并存,发展趋势大于逆转趋势。

#### 3.1.2 甘旗卡沙地

位于西辽河的南岸、教来河以东地区。主要包括奈曼旗的东部、库伦旗北部、科左后旗的大部及辽宁彰武县的北部。基本地貌类型亦为沙丘覆盖的冲积平原,并以坨甸相间为主要特色,固定半固定沙丘占多数,沙地密度达 67.56%(见图 2,图版 I)。目前主要以草地为主,其次为耕地和林地,经济上农牧业并行发展。沙质荒漠化类型以轻度沙质荒漠化、中度沙质荒漠化为主,重度荒漠化土地也有一定比例,荒漠化程度在东北平原西部属中等。土地沙质荒漠化现代过程主要为固定半固定沙丘风蚀及斑状流沙

扩展,流沙扩展包括居民地附近沙垄上长条形或环形流沙的扩大。沙质荒漠化发展趋势与逆转趋势并存,发展趋势略大于逆转趋势。

### 3.1.3 大板沙地

位于西拉木伦河和新开河东北向河段的北部。主要包括巴林右旗、巴林左旗、阿鲁科尔沁旗、科尔沁右翼中旗、扎鲁特旗以及开鲁县和科尔沁左翼中旗西北部。地貌形态主要为大兴安岭山前冲洪积扇,另外也包括西拉木伦河和新开河的部分冲积平原,沙地密度达49.09%。目前主要为草地和林地,近些年耕地增加的速度比较快。目前沙质荒漠化类型以轻度沙质荒漠化和微度沙质荒漠化土地为主,重度荒漠化土地的比例也很大,是东北平原西部沙地荒漠化程度较严重的地区之一。土地沙质荒漠化发展方式以斑点状流沙在草地和耕地上扩展为主要方式(图2左图),此外还有河流两岸片状流的扩展(图2右图)和流动沙丘蔓延等方式,沙质荒漠化以发展趋势为主。

### 3.1.4 开鲁沙地

位于西拉木伦河和新开河东北向河段以东,乌纳格其郭勒河以南和西辽河以北地区。主要包括开鲁中部和南部、通辽北部、科右中旗的西部。主体地貌类型为西辽河冲积平原,沙地密度43.51%。这里地势低平,沙丘与草甸呈复域分布,土壤肥沃,灌溉条件好,是重要的农业区,目前主要为耕地和草场。以微度和轻度沙质荒漠化土地为主,是东北平原西部沙地荒漠化程度较轻的地区。土地沙质荒漠化主要方式是农田草场的风蚀、地面覆沙和古河道冲积沙吹扬,同时在低湿甸子地土壤盐渍化严重。目前沙质荒漠化以发展趋势为主。

### 3.1.5 通榆沙地

位于乌纳格其郭勒河以北,霍林河—第二松花江一线以南地区。包括吉林省的白城、洮南、通榆、乾安、长岭和双辽。主要位于松辽平原的分水高地上,沙丘主要为吉林西部的向乌沙带,沙地密度达33.42%。地表景观为沙垄与草甸相间分布,并明显呈向南突出的弧形,湖泡沼泽占相当面积,土壤盐渍化比较严重。沙质荒漠化程度以微度和轻度沙质荒漠化土地为主,荒漠化程度在东北平原西部沙地属中等。沙质荒漠化主要方式为草场和耕地的土壤风蚀,春季地面覆沙和斑点状流沙的扩展,目前沙质荒漠化以发展趋势为主。

## 3.2 松嫩沙地

松嫩沙地可以分为扶余沙地、舍力沙地、杜蒙沙

地、泰来沙地和齐齐哈尔沙地五个亚区。与南部的科尔沁沙地相比,松嫩沙地各亚区沙地景观、沙质荒漠化程度和发展方式上差异相对较小。沙地覆盖在广阔平坦的阶地平原和沿河河漫滩之上,或呈条带或呈斑块状,若断若续,起伏较小,分布亦较稀疏,沙地密度为15.4%(图2右,图版I)。松嫩沙地风蚀地貌以大面积风蚀的平缓沙地为主,其他的风蚀地貌类型相对较少,主要表现为地表物质粗化,无明显的形态变化;重度风蚀沙地可见风蚀破口和小片状流沙,反映了沙质荒漠化初期风沙地形的特点。松嫩沙地的风积地貌以复合型横向沙垄与复合纵向沙垄为主,常组成“梳状”沙丘系统。在复合沙垄表面有小型纵向沙垄与不规则生草沙丘,为良好的生物气候条件下沙丘活化的产物。复合纵向沙垄与广阔的湖泊草甸相间分布,具有明显的定向性和平行性。沙地中的耕地面积较大,牧草地比耕地略小,农、林、牧和其他用地的比例大体为4:1:4:1。大面积的平缓沙地以耕地为主,并有不同完善程度的林网保护,缓起伏沙地目前多为草地,兼有一部分耕地和林地,起伏较大的沙丘或沙丘群,多为片状林地。尽管沙地耕地比例较大,由于生物气候条件较好,沙地以固定沙地为主,约占2/3左右,另外多为半固定沙地,流动沙丘比较少见,且多出现在江河沿岸,村旁偶尔有小斑块状分布,沙质荒漠化程度以微度沙质荒漠化和轻度沙质荒漠化土地占绝对优势,是东北平原西部沙地荒漠化最轻的地区。松嫩沙地沙质荒漠化的现代过程主要表现为大面积耕地与草场的土壤风蚀、土质沙化和地面覆沙,流动沙丘前移比较少见。松嫩沙地的风蚀主要表现在耕地的土壤风蚀,草地上的土壤风蚀较弱,目前沙质荒漠化以发展趋势为主。

## 4 沙质荒漠化的动态变化

### 4.1 研究方法

植被指数反映了光谱响应与植被盖度之间的近似关系,而土地荒漠化本质特征就是土地生产力的降低,而植被指数的变化完全可以表达土地生产力的变化过程,因此可以利用植被指数作为荒漠化监测指标来监测土地荒漠化的动态变化。由于植被指数表现为植被、土壤亮度、环境影响、阴影、土壤颜色和湿度等的混合系统,而且受大气、空间和时间的影响,因此植被指数也没有一个普遍的值。20多年来,已经发展了40多个植被指数<sup>[14]</sup>,各有优势和局

限性,在使用时都受到一定的限制。利用植被指数对沙漠化监测已有较多的工作<sup>[15-17]</sup>,由于目前最常用的 *NDVI* 对低密度植被表达误差较大,这里采用 *MSAVI*,尽量消除土壤的影响,更准确地反映地表植被状况。

$$MSAVI =$$

$$(2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - R)})/2$$

其中 *NIR* 为近红外区观测值, *R* 为红光区观测值。

为克服季相变化的影响,本文采用生长季(6—9月)累计的 *MSAVI* 作为沙质荒漠化程度指标 (*SDDI*),不采用单时相的数据。以 1 个月为一个时段,利用这个月内的 NOAA 影像,采用影像镶嵌的办法获得一幅无云影像,选取 1990 年 6 月—9 月共 4 张镶嵌影像进行累加,根据 1988—1990 年的 TM 影像、朱震达等以 80 年代末 TM 为主要信息源绘制的《科尔沁草原土地荒漠化图》以及其他有关数据<sup>[19]</sup>,结合野外考察,确定不同植被盖度及其荒漠化程度,选择不同荒漠化程度类型的典型区,统计不同荒漠化程度类型大部分像元生长季的 *MSAVI* 累计值,确定 NOAA/AVHRR 植被指数荒漠化指标(表 1)。

表 1 东北平原西部沙地土地沙质荒漠化的遥感监测指标

Table 1 RS index of sandy desertification in West sandy Land of Northeast China Plain

沙质荒漠化程度	微度	轻度	中度	重度
植被盖度	>60%	30%—60%	10%—30%	<10%
<i>MSAVI</i> 指标范围	>0.30	0.20—0.30	0.15—0.20	<0.15

东北平原西部沙地沙质荒漠化主要表现为固定、半固定古沙丘的活化,而不表现为大规模的流动沙丘前移,这些固定半固定沙地在百余年的大规模开发中几乎是全部有了不同程度的活化,可以说由古沙丘活化导致的沙质荒漠化的发展已经接近它最大范围,因此这里侧重区域内不同地区荒漠化程度的变化,而不侧重于沙质荒漠化总土地面积的变化。根据确定的沙质荒漠化监测指标体系,利用 1990 年和 1997 年 6—9 月生长季的 NOAA 数据,绘制了 1990 年和 1997 年的沙质荒漠化现状图(图 3,图版 I),在此基础上分析了沙质荒漠化的动态变化。

## 4.2 近 10 年沙质荒漠化的动态变化

从统计的结果来看,90 年代东北平原西部沙地在统计区内微度沙质荒漠化土地大量减少,由 1990

年的 45052.63km<sup>2</sup>,减少至 1997 年的 26452.15km<sup>2</sup>,而中度和重度沙质荒漠化土地增加却很快,分别由 1990 年的 3268.15km<sup>2</sup> 和 3511.92km<sup>2</sup> 增加到 1997 年的 4887.30km<sup>2</sup> 和 5966.4km<sup>2</sup>,这一地区沙质荒漠化的整体趋势,还是属于沙质荒漠化迅速发展的地区。这里将沙质荒漠化程度级别升高称为沙质荒漠化发展,沙质荒漠化程度降低称为沙质荒漠化逆转,沙质荒漠化程度没有变化称之为稳定,将 1990 年和 1997 年的沙质荒漠化程度图进行叠加分析。统计区内沙质荒漠化土地逆转的面积为 5309.94km<sup>2</sup>,占沙地总面积的 7.71%;沙质荒漠化发展地区的面积为 27500.54km<sup>2</sup>,占沙地总面积的 39.94%,沙质荒漠化稳定地区的面积为 36056.01km<sup>2</sup>,占 52.36%,也可以看出沙质荒漠化总体上以发展趋势为主,还是属于沙质荒漠化迅速发展的地区。

从少质荒漠化发展的速度来看,发展速度最快是大板沙地,发展的比例占 65.01%,其次为舍力沙地和通榆沙地,发展的比例分别占 41.99% 和 32.03%。发展的比例最小的是扶余沙地,只有 4.35%。而逆转比例最高的是甘旗卡沙地,达 17.36%,其次为乌丹沙地和泰来沙地,比例分别为 14.07% 和 11.94%。逆转比例最小的是大板沙地和舍力沙地,分别只有 1.05% 和 2.24%。

由此可以看出,沙质荒漠化程度较轻的西拉木伦河和西辽河以北地区,沙质荒漠化都以发展趋势为主;相反在沙质荒漠化严重的西拉木伦河和西辽河以南地区,沙质荒漠化逆转比较明显。这反映了人们对沙质荒漠化的认识存在着问题,由于环境条件好、沙质荒漠化程度低、土地生产力高,常常就忽略了沙地的生态保护;环境条件恶化而影响到自身的生存,才开始注意环境的保护。这种现象应该引起足够的重视,不能只顾眼前的利益,等到沙质荒漠化非常严重时再去治理与保护。

## 4.3 沙质荒漠化的驱动因子

近 10 年区域气候趋势性的变化不是很明显,区域沙质荒漠化发展主要与人文因素变化有关。沙质荒漠化动态变化的区域差异与人文因素变化有高度的一致性。沙质荒漠化发展速度较快的大板沙地、舍力沙地和杜蒙沙地等地区主要旗县市 1988—1998 年的人口平均增长率都在 10% 以上;逆转比较明显乌丹沙地、甘旗卡沙地和泰来沙地各旗县,人口增长率较低,都小于 10%;沙质荒漠化发展速度最快的大板沙地耕地增加最为明显,巴林右旗 1981 年耕地

为 26930hm<sup>2</sup>,到 1994 年耕地猛增到 30833hm<sup>2</sup>;而沙质荒漠化逆转比较明显的乌丹沙地、甘旗卡沙地和泰来沙地有关市县耕地面积却呈下降趋势,翁牛特旗 1981 年耕地面积为 120000hm<sup>2</sup>,到 1994 年减少到 114539hm<sup>2</sup>。大板沙地主要旗县牲畜数量增加最快,巴林右旗二十世纪 80 年代中期大小牲畜总数基本上在 70 万头左右,到了 1997 年猛增到 110.57 万头;乌丹沙地和甘旗卡沙地有关旗县大不牲畜数量一般 90 年代与 80 年代大体持平,或略有减少,翁牛特旗二十世纪 80 年代初大小牲畜数量一般在 80 万头以上,而在 90 年代牲畜数量都在 70 万头左右。

值得注意的是 1997 年和 1990 年相比,西拉木伦河和西辽河以南的降水量大致持平或略有增加;其他地区降水量都明显减少,减少大约 60—100 毫米不等,1997 年明显偏旱,其中以大板沙地最为典型。气候波动对沙区植被的影响很大,大板沙地有大量的微度沙质荒漠化土地升级为轻度沙质荒漠化土地,与这种气候波动也有较密切的关系,因此在利用遥感信息源进行沙质荒漠化评价时,要正确认识这种由于气候波动造成的沙质荒漠化程度变化,不要把由气候波动造成的沙质荒漠化程度变化完全归咎于人类不合理的经济活动。目前在沙质荒漠化监测主要利用高空间分辨率的遥感信息源,在野外实地考察的基础上采用目视解译的方法绘制土地沙质荒漠化的现状图,因此利用高空间分辨率的信息源对沙质荒漠化进行监测,必须与高时间分辨率的气象卫星数据的监测结合起来,利用气象卫星资料进行宏观控制。

## 5 结论与讨论

(1) 以目前全球常用的多种分辨率的遥感数据为基础,利用高分辨数据分析区域荒漠化景观特征与土地荒漠化的关系及其区域特点,从机理上认识荒漠化的区域差异,可以改变以往荒漠化监测单纯分类分级而对荒漠化机制认识相对较弱的不足。以目前生态系统没有产生明显退化的生态状况作为基准,采用相对基准的办法,采用植被指数直接通过计算机确定荒漠化程度,使荒漠化监测更为客观、准确、迅速,也有利于荒漠化研究的全球对比。区域与全球尺度的荒漠化监测必须采用多种分辨率的遥感数据,在认识荒漠化发生机理基础上的荒漠化的监测与评估,在荒漠化防治中才能更有效地发挥作用。

(2) 东北平原西部沙地地貌类型、土地利用方

式、沙质荒漠化程度与沙质荒漠化发展方式具有明显的区域差异,在地表景观上具有明显的表现。东北平原西部沙地整体趋势上属于沙质荒漠化迅速发展的地区,北部的松嫩沙地沙质荒漠化发展的速度仍然小于南部的科尔沁沙地,科尔沁沙地西拉木伦河和西辽河以北土地沙质荒漠化以发展占绝对优势,其中大兴安岭山前地区沙质荒漠化发展速度最快;西拉木伦河和西辽河以南的大部分地区则是沙质荒漠化发展趋势和逆转趋势都十分明显,但发展趋势仍大于逆转趋势。沙质荒漠化发展的区域差异很大,而这种区域差异与人口增长、滥垦和过度放牧具有高度的一致性。

(3) 东北平原西部沙地土地荒漠化的遥感监测研究,在完善植被指数荒漠化的分类分级指标体系、建立多源数据支持的荒漠化监测系统、利用高空间分辨率遥感数据配合西部大开发战略确定退耕还林还草的具体范围,都需要更深入细致的工作。

## 参考文献 (References)

- [1] FAO and UNEDP. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification[M]. Desertification Control Bulletin, 1984.
- [2] Middleton N J, Thomas D S G. World Atlas of desertification[M]. London: Arnold, 1992.
- [3] UNEDP. Status of desertification and implementation of UN Plan of Action to combating desertification[M]. 1992.
- [4] Middleton, D S G. World Atlas of desertification [M]. London: Arnold, 1997.
- [5] Ci L. J. Land Evaluation and Expert System for Combating Desertification[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1997.
- [6] Zhu Z D. The concept and causes and control in China[J]. *Journal of Quaternary Research*. 1998, 2: 145—153. [朱震达. 中国土地荒漠化的概念、成因与防治[J]. 第四纪研究, 1998, 2: 145—153.]
- [7] Wang T, Wu W, Wang X Z. Remote Sensing Monitoring and Assessing Sandy Desertification: an Example from the Sandy Desertification Region of Northern China [J]. *Journal of Quaternary Research*. 1998, 2: 108—118. [王涛等. 砂质荒漠化的遥感监测与评估——以中国北方砂质荒漠化地区的实践为例[J]. 第四纪研究, 1998, 2: 108—118.]
- [8] The researches of the desert institute. Desert problems and desertification in central Asia[M]. Berlin: Springer, 2000.
- [9] Sun W, Li B S. An approach to classification and assessment of desertification[J]. *Geographical Research*. 1999, 18(3): 225—230. [孙武, 李保生. 荒漠化分类分级理论的初步探讨[J]. 地理研究, 1999, 18(3): 225—230.]
- [10] Zhu Z D, Chen G T. The Sandy desertification in China[M]. Beijing: Science Press, 1994. [朱震达, 陈广庭. 中国的砂质荒漠化[M]. 北京: 科学出版社, 1994.]
- [11] Xiao R H. Research on the Desertification in Songnen Sandy Land

- [C]. Chuanchun; Northeast Normal University Press, 1995. [肖荣寰等. 松嫩沙地的土地沙漠化研究[C]. 长春: 东北师范大学出版社, 1995.]
- [12] Jing G H. The Landscape Construction of Desertification-prone Land in the Middle and West Jilin Province [C]. Chuanchun; Northeast Normal University Press, 1990. [景贵和. 吉林中西部沙化土地景观生态建设[C]. 长春: 东北师范大学出版社, 1990.]
- [13] Research group of the Formation and Development of Physical Environment of the Northeast China Plain, the Formation and Development of Physical Environment of the Northeast China Plain [C]. Harbin; Harbin Map Press, 1990. [《东北平原第四纪自然环境形成与演变》基金课题组. 中国东北平原第四纪自然环境形成与演化. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 1990.]
- [14] Liu X M, Zao H L, Zao A F, the vegetation and Eolian Environment in Horqin Sandy Land [M]. Beijing; Science Press, 1996. [刘新民, 赵哈林, 赵爱芬. 科尔沁沙地风沙环境与植被[M]. 北京: 科学出版社, 1996.]
- [15] Tian Q J, Yan X J, Progress in the study on Vegetation Index [J]. *Advance in Earth Sciences*, 1998, **13**(4): 327—333. [田庆久, 闫祥军. 植被指数研究进展[J]. 地球科学进展, 1998, **13**(4): 327—333.]
- [16] Tucker C J, *et al.* Expansion and contraction of Sahara Desert from 1980 to 1990 [J]. *Science* 1990, **253**: 299—301.
- [17] Hanna N P, *et al.* Assessment of desertification around deep wells in Sahel using satellite imagery [J]. *Journal of Applied Ecology* 1991, **28**, 173—86.
- [18] Kaoru Tachiiri, *et al.* Desertification monitoring over semi-long and short periods in Naiman, Inner Mongolia, China. Proceedings of Japan-China Workshop on Land Evaluation of Prevention and Remedies for Desertification [C]. Tsukuba, Japan; National Institute of Agro-Environmental Sciences, 1999.
- [19] Zhu Z D, *et al.* The Map of Desertification Status in Horqin Grassland [M]. Beijing; Science Press, 1991. [朱震达等. 科尔沁草原土地荒漠化图[M]. 北京: 科学出版社, 1991.]

## A Study on Monitoring Sandy Desertification in Sandy Land of West Northeast China Plain

LI Bao-lin<sup>1,2</sup>, ZHOU Cheng-hu<sup>1</sup>

(1. LREIS, Institute of Geographical Sciences and Resources, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Sandy Land of West Northeast China Plain lies in the eastern fringe of huge sandy belt of middle latitude in Eurasia Continent and is also the eastern fringe of sandy desertification land. Now sandy desertification landscape becomes very obvious, and we are very anxious for this situation. According to TM data, the landscape patterns and desertification features are analyzed and the mechanisms of sandy desertification process are analyzed. According to the VI index of desertification degree, the dynamic change of desertification is detected based on NOAA/AVHRR data and its driving forces is analyzed. It can be concluded that desertification monitoring should be conducted based on commonly used multi-resolution RS data, and there should be a relatively uniform criterion to data, types, grades and methods for monitoring desertification so that the results can be compared all over the world. The regional differences are very obvious in landscape patterns, desertification degree, development modes in this region. In 1990s sandy desertification developed rapidly and the regional differences which are consistent with the population growth, unreasonable cultivation and overgrazing are great.

**Key words:** sandy land of west northeast plain; sandy desertification; landscape pattern; remote sensing monitoring; dynamic change



图1 东北平原西部沙地景观分区

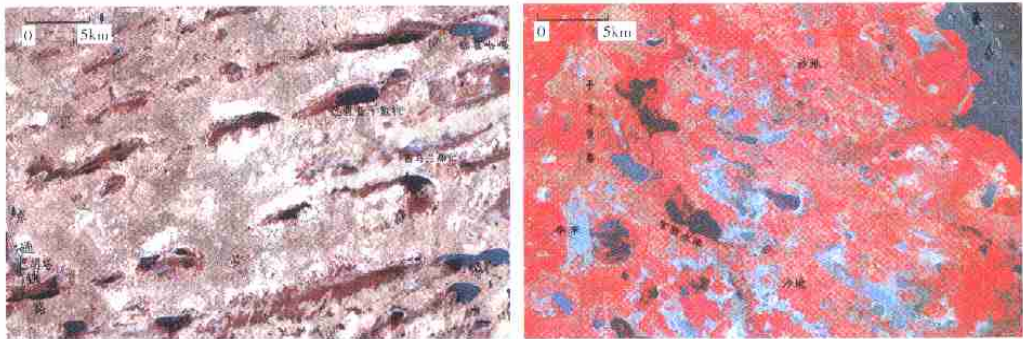


图2 东北平原西部沙地典型沙质荒漠化景观  
 (左图为甘旗卡沙地, 右图为泰来沙地)

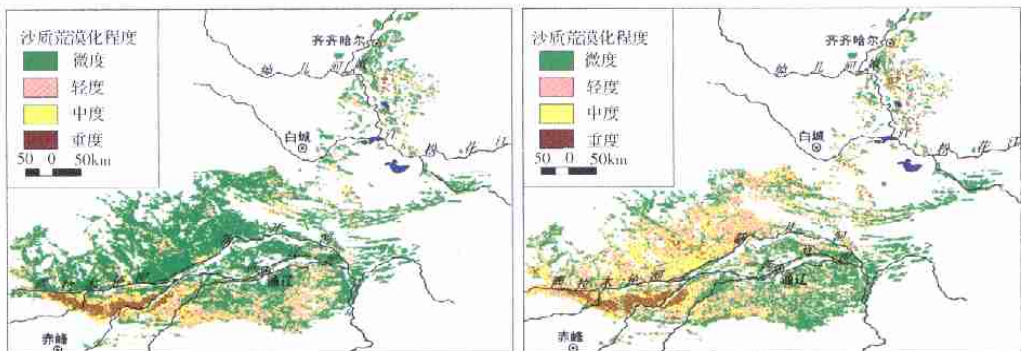


图3 东北平原西部沙地 20 世纪 90 年代土地沙质荒漠化程度图  
 (左图为 1990 年, 右图为 1997 年)