

1995~2000 年中国沙地空间格局变化的遥感研究

张国平¹, 刘纪远², 张增祥³, 赵晓丽³, 周全斌³

(1. 国家气象中心, 北京 100081; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要:利用遥感方法,在覆盖全国的 Landsat-TM 数据的基础上,对 1995 年和 2000 年中国沙地的空间分布格局与动态变化进行了调查。结果显示了 2000 年中国沙地总面积为 $59 \times 10^4 \text{ km}^2$, 主要分布于各主要沙漠和我国的 7 个主要省份。1995~2000 年,有 4709.7 km^2 的土地转化为沙地,同时又有 2156.4 km^2 的沙地转化为其它土地利用类型,沙地总面积扩大了 2553.3 km^2 。对变化为沙地的土地进行分析,发现草地占主要部分,但耕地所占的比重也非常突出,同时也表明有部分沙地变化为草地和耕地。根据土地沙化的空间分布特征,将土地沙化过程分为 5 种格局:沙地-绿洲型、沙漠型、沙地-黄土过渡型、沙地-草地型和高原风蚀型。通过对中国发生土地风蚀沙化的主要省份在 1995~2000 年间的土地利用动态变化发现,土地利用变化是促使土地发生沙化的一个重要因素。在 5a 的时间里,7 个省份耕地总面积扩大了 9039.7 km^2 ,草地减少了 11597.9 km^2 。耕地的增加部分几乎均表现为对草地的侵占,土地变为沙地也主要发生在草地区。人为因素导致的耕地面积扩大是促使土地沙化的重要原因。对主要省份的土地利用方式进行分析,探讨不同地区减轻土地沙化趋势下的土地利用布局。

关键词:土壤风力侵蚀;沙地;遥感;土地利用;中国

Remote Sensing Based Analysis of the Distribution Pattern and Dynamic Changes of Sandy Land in China From 1995 to 2000

ZHANG Guo-Ping¹, LIU Ji-Yuan², ZHANG Zeng-Xiang¹, ZHAO Xiao-Li¹, ZHOU Quan-Bin¹ (1. *National Meteorological Center, Beijing 100081, China*; 2. *Institute of Geographical Sciences and Natural Resources, CAS, Beijing 100101, China*; 3. *Institute of Remote Sensing Application, CAS, Beijing 100101, China*). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(9): 1500~1506.

Abstract: With rapid economic growth and the world's largest population, land degradation and ecosystem deterioration in China are becoming more and more serious, especially wind erosion and sandy desertification it caused. Wind erosion may cause land-use changes as soil is eroded or lands are buried by sand dunes. Irrational land-use, typically represented by the reclamation and over-grazing in semi-arid and arid area in China, can also aggravate wind erosion. Moreover, when wind erosion happens in vast areas, dust and aerosol from these areas will influence global climate and environment. Relation between sandy desertification and land-use changes in China is one of the key points to be studied.

Using remote sensing and Geographical Information System (GIS), the paper studies the spatial-temporal changes of sandy land in China. Based on nationally covered Landsat-TM data, the spatial distribution of sandy land in 2000 and 1995 is investigated, and its changes are analyzed.

In 2000, total area of sandy land in China is $59 \times 10^4 \text{ km}^2$ which distributes mostly in seven provinces (Xinjiang, Inner Mongolia, Qinghai, Gansu, Ningxia, Shaanxi, Tibet) that lie to the Northwest and

基金项目:中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-Y-02);中国科学院学生创新基金资助项目

收稿日期:2001-11-19;修订日期:2002-04-10

作者简介:张国平(1965-),男,宁夏永宁县人,博士。主要从事资源、环境及生态遥感等研究。Email: zhangguoping

@cmmail.com

Southwest China. Results show that 4709.7 km² of land has changed to sandy lands. At the same time, 2156.4 km² of sandy land has changed to other land-use. Thus the net change to sandy land is 2553.3 km². Grassland is the main type of land-use that changes to sandy land. At the mean time, the area of cropland that changes to sandy land is also noticeable. To the area where sandy land is shrinking, the grassland and cropland are expanding, while where the sandy land is expanding, the grassland is shrinking.

To the process of desertification in China, five geographic regions can be classified: oases, desert, the Loess Plateau, grassland and Qinghai-Tibet Plateau. Each region has its own characteristic in the process of sandy desertification. To the oases, more and more grasslands between cropland and desert are changing to cropland or desert. To the desert areas, the process of desertification is represented by the transition of low-covered grassland to sandy land. To the Loess Plateau, sandy lands are expanding due to the expansion of Mao Us Sandy Land to the northwest of the plateau. To most grasslands in semi-arid and arid areas, their changes to sandy land are the most obvious. To the Qinghai-Tibet Plateau, land-use changes are mostly caused by wind erosion. Because of the dramatic fluctuation of daily temperature, the weathering process is intense. With strong wind, the sandy land expands through encroaching the grassland and cropland in the valleys.

Irrational land-use contributes most to the sandy desertification in China. From 1995 to 2000, the increase of the total area of cropland in the seven provinces is 9039.7 km², whereas the total area of grassland decreases by 11597.9 km². Almost all cropland expansion is from the reclamation of grassland while most of the expanded sandy lands come from grassland.

Key words:wind erosion; sandy land; remote sensing; land-use; China

文章编号:1000-0933(2002)09-1500-07 中图分类号:Q149 文献标识码:A

土壤风力侵蚀是土壤颗粒在风营力的搬运下发生的迁移和堆积过程,其结果表现为土壤的风蚀、地表砾质化和沙质化、片状流沙的堆积与移动及沙丘形态的变化与发展等等所引起的荒漠化^[1]。采用沙地与非沙地这一分类方式,可以较好地描述土壤风力侵蚀所造成的土地沙化过程。沙地因为植被覆盖度较低,利于对地表信息进行遥感调查;同时沙地的地貌特征如沙丘、洼地等也为遥感调查提供了目视解译的信息;加上沙地与戈壁的光谱特征,可以将沙地的空间信息提取出来。遥感手段为研究全国沙地的空间分布提供了保证。但现有的有关全国沙地的遥感资料是利用了 20 世纪 80 年代的部分遥感数据,表明了风蚀荒漠化土地面积为 160.7×10⁴km²,全国沙漠化面积为 130.8×10⁴km²^[2]。一方面由于遥感数据的精度在近 10a 以来发生很大改进,空间分辨率显著提高;同时由于自然环境的演变和人类活动程度的加深,全国沙地的空间分布也必然发生较大变化,需要对目前全国沙地的空间分布状况进行调查。

除了分析沙地在空间上的变化以外,分析沙地的在时间上的变化也是非常重要的。已有的研究表明,风蚀荒漠化扩展速度在加快,20 世纪 50 年代末期到 70 年代中期平均扩展速度为 1560km²^[3],70 年代中期至 80 年代中期增至 2100km²^[4],至 90 年代中期已达到 2460km²^[1]。本文研究 1995~2000 年两期数据,分析两个时段内沙地的变化情况,从而分析了 90 年中期至末期全国沙地的空间变化。同时,由于人类活动的影响,一些地区出现了沙地的逆向变化,表现在部分地区由于利用地下水资源,使沙地变为耕地,植被覆盖度增大,在干旱区则称为绿洲化过程^[1];另一种形式表现为治沙工程的开展使得沙地变为林地或草地,这一部分的研究目前开展的比较少。

基于这一点,本研究提取了全国资源环境数据库中的土地利用数据,通过对 1995 年和 2000 年两期全国沙地空间分布数据的对比,分析沙地与其它土地类型间的变化方式及其空间分布状况,并对导致这一变化的原因进行分析。

为了利用遥感方法调查 2000 年全国沙地分布状况,从中国资源环境数据库中提取了 2000 年的土地利用数据。并结合 1995 年全国土地利用数据,提取沙地与其它土地类型间相互转化的动态数据,从而对沙地动态变化状况进行分析。该数据库的土地利用数据立足于覆盖全国的具有 30m 分辨率的 TM 数据(部分地区采用 20m 分辨率的中巴资源卫星数据),根据中国《土地利用现状调查技术规程》和土地用途、经营特点、利用方式和覆盖特征等因素作为土地利用的分类依据,将土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民地和未利用地共 6 个一级类型。以上数据均集成至统一的坐标体系中,投影方式为等面积圆锥投影,中央经线为 105°E ,双标准纬线分别为 25°N 和 47°N ,所采用的椭球体为 KRASOVSKY 椭球体。

对于 TM 数据的目视解译,采用了常用的 TM4、TM 3、TM 2 波段进行合成;对内蒙古、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆和西藏等主要省份分别设立了采样路线,利用 GPS 技术采集地表土地利用信息,并与遥感影像进行对比,从而建立沙地的遥感解译标志。全国资源环境数据库将沙地定义为植被覆盖度小于 5%,土壤为沙质的土地,包括沙漠,不包括河滩。在 TM432 影像上,沙地表现为:颜色为青灰色,有格状、窝状、新月状等纹理;因其植被覆盖较差而与耕地、林地和草地相区分;其在这三个通道上的反射率低于戈壁和裸岩而高于水体。两期遥感数据经过人工目视判读完成土地利用调查。面状地物的上图标准为 6 个像素,线状地物上图标准为 1~2 个像素。经实地抽样检查,判读正确率达 90% 以上^[5,6]。

根据遥感解译的土地利用类型数据,利用 GIS 的空间统计方法,对 1995 年至 2000 年期间,变为沙地的土地类型进行空间分析,探讨土地沙化的方式和过程。同时分析由沙地变为其它土地利用类型的土地的空间分布,分析由于自然环境改变和人为活动导致的沙地逆向变化过程。

2 2000 年中国沙地空间分布的遥感调查结果

2000 年中国沙地空间分布的遥感调查结果显示了沙地总面积为 $59 \times 10^4 \text{ km}^2$,其分布广泛,主要分布于我国包括西北、内蒙古和东北西部的广大干旱、半干旱地区。集中于贺兰山、乌鞘岭以西的西北内陆干旱地区,在这些地区沙地连片分布,面积巨大,占沙地总面积的 90% 以上。其余大部分沙地分布在贺兰山、乌鞘岭以东,大兴安岭、太行山以西,黄土高原以北的地区,该区面积占沙地总面积的 8% 左右。另外,处于半湿润区的科尔沁地区也有大量沙地分布。

沙地主要分布于各个大的沙漠,已有的数据表明主要沙漠面积总和为 $60.01 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[2]。这与 2000 年遥感调查的沙地分布面积大体上相同。主要的沙漠有:塔克拉玛干沙漠、古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、柴达木盆地中的沙漠、库姆塔格沙漠、毛乌素沙地、浑善达克沙地、科尔沁沙地和库布齐沙地等。其中塔克拉玛干沙漠中沙地的面积分布最大,占中国沙地总面积的 55%。柴达木盆地中的沙地、古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠中的沙地面积分别占沙地总面积的 8%、8%、6% 和 5.5%。

从行政单元上讲,主要有 7 个省份有沙地分布,它们是:新疆、内蒙古、青海、甘肃、宁夏、西藏、陕西。新疆有 $35.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沙地,主要分布在新疆南部的塔克拉玛干沙漠和新疆北部的古尔班通古特沙漠。宁夏有 $0.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沙地,主要分布在西部靠近腾格里沙漠地区,如中卫沙坡头地区,在东部靠近毛乌素沙地的盐池地区也有分布。青海省有 $4.36 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沙地,主要分布在柴达木盆地。甘肃省有 $2.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沙地,分布在西部和西北部,主要处于巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、柴达木盆地中的沙漠的边界地区,也在河西走廊地区和西部的戈壁地区大量分布。陕西省有 $0.45 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沙地,主要分布在北部地区,处于毛乌素沙地的边缘。内蒙古有 $14.38 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沙地,在大部分地区都有分布;巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、库姆塔格沙漠、毛乌素沙地、浑善达克沙地、科尔沁沙地和库布齐沙地等几乎都分布在这里。西藏有 $0.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沙地,主要分布在藏南谷地。

遥感调查的中国沙地的空间分布状况与中国自然地理条件有很好的可比性。干旱、强风场、低植被覆盖度、土壤砂质分布和地形等因素是中国沙地空间格局的重要驱动因子^[7]。同时沙地的空间分布也是环境长期变化的结果。探讨沙地的空间变化过程对于研究区域环境变化有重要意义。

3 1995 至 2000 年中国沙地的变化状况

与调查万方数据沙地分布的方法一样,利用相关数据对 1995 年的沙地分布进行遥感调查,并利用 GIS 的空间分析方法,对 1995 至 2000 年中国沙地的变化状况进行分析,结果如图版 I 和图版 II 所示。几乎

所有沙地都不同程度的发生了变化。局部地区沙地面积扩大,原有的土地利用类型转变为沙地。图 2 则显示了部分地区土地利用方式由沙地转变为其它土地利用类型。以往的研究集中于沙地总面积的单纯扩大或缩小,存在空间分布未知的缺陷;忽略了沙地在局部发生面积上的减少,而在其它地区又发生面积的增大,使整本上会导致总变化面积可能为零的错误结论。利用遥感方法可以克服这个问题,表 1 显示了沙地向其它类型转化和其它土地利用类型向沙地转化的面积分布结果统计。

1995~2000 年,有 4709.7km² 的土地转化为沙地,同时又有 2156.4km² 的沙地转化为其它土地利用类型。沙地面积净变化为 2553.3 km²,也就是说,沙地总面积扩大了 2553.3km²。

在其它土地利用类型转化为沙地的过程中,有 4200.7km² 的草地变化为沙地,占总变化面积的 89.2%;有 136.2km² 的耕地变为沙地,占总变化面积的 2.9%;有 303.5km² 的未利用地转变为沙地,占总面积的 6.4%。有 65.6km² 的林地和水域变化为沙地。

在沙地变化为其它土地利用类型的过程中,有 1573.7km² 的沙地变化为草地,占变化总面积的 73.0%,有 311.6km² 的沙地变化为耕地,占总面积的 14.5%;有 140.6km² 的沙变为林地和水域,占总面积的 6.5%;有 128.8km² 的沙地变化为其它未利用地类型,占总面积的 6.0%;此外有 1.7km² 的沙地变化为居民地。

表 1 1995~2000 年沙地与其它土地利用类型间转化的面积统计(km²)

项目 Item	耕地	林地	草地	水域	居民点	未利用地
	Cropland	Forestland	Grassland	Water area	City	Unused land
土地转化为沙地 Land to sandy land	136.2	26.3	4200.7	39.4	0.0	303.5
沙地转化为其它地类 Sandy land to other land-use	311.6	75.9	1573.7	64.7	1.7	128.8

图版 I 和图版 II 显示,土地变为沙地或是沙地变为其它土地利用类型,都有明显的空间分布特征。大致有 5 种格局式分布:沙地-绿洲型、沙漠型、沙地-黄土过渡型、沙地-草地型和高原风蚀型。

沙地-绿洲型是指主要发生在绿洲边缘部位的土地沙化过程。发生在贺兰山、乌鞘岭以西的广大干旱区,处于绿洲与沙地的交界处。主要是在绿洲边缘发生变化,通常位于绿洲与沙地间的防护林带和草地。该类型土地利用变化主要方式有:耕地变为沙地、草地变为沙地、水域变为沙地和其它未利用地变为沙地。作为缓冲带,这一过渡区受人类活动影响程度较深;人为的开垦防护林带和草地或是过渡开采地下水资源,使防护林带和草地面积减少,有的地区耕地与沙地直接相邻,沙地扩大速度增大。而在这一地区,同时进行的防护林建设也会使部分地区的沙地面积缩小,但幅度较小。沙地-绿洲型变化过程几乎包括了目前所有的绿洲,如新疆南部昆仑山脉北部受融雪作用所补给水源的绿洲地区,天山山脉南麓和北麓受融雪补给的绿洲,阿尔泰山脉南麓绿洲,还有受祁连山脉融雪补给的河西走廊绿洲地区,都有不同程度的绿洲土地变为沙地(图版 I)。

沙漠型是指在沙漠内部,由于气候特别是水分条件的变化,已有的沙地因植被覆盖度增大变为草地,或者是产生相反的过程。这些变化广泛分布在中国几大沙漠中。草地与沙地相互发生变化,有一部分沙地变化为草地,但由草地变化为沙地的面积超过沙地变化为草地的面积(图版 I、图版 II)。沙漠中沙地与草地间的相互变化也有明显的区域分布特征。图版 I 和图版 II 显示了处于极端干旱的沙漠如塔克拉玛干沙漠、柴达木盆地中的沙漠、库姆塔格沙漠和巴丹吉林沙漠的西部地区,几乎不存在沙地变化为草地的情况。而处于半干旱区的古尔班通古特沙漠、腾格里沙漠、毛乌素沙地和浑善达克沙地,由于降水的年际变化,使沙地向草地或是草地向沙地变化相当明显。变为沙地的大部分草地均分布在这里。同时,在相对较湿润的科尔沁沙地,草地面积分布较为广泛,沙地呈离散状分布。

沙地-黄土型是指处于沙地与黄土区交界地区的土地沙化过程,主要分布于我国黄土高原与鄂尔多斯高原交界处。库布齐沙漠北部与毛乌素沙地间的过渡带最为典型(图版 I)。表现在沙地向黄土区扩展,原有的耕地、草地等面积缩小,部分地区土壤完全沙化。靠近沙地的地区,已有草地变化为沙地;而靠近黄土区

则表现为已有耕地变为沙地,在全国来说,这里也是土壤风蚀较强的地区^[7],处于生态脆弱带,土地沙化威胁耕地资源和草地资源。

沙地-草原型是指由于草原发生草场退化而导致的草地沙化过程。主要分布于内蒙古中部和东部地区。如浑善达克沙地、科尔沁沙地和库布齐沙地等地区,沙地与草地相连,相互均发生入侵性变化(图版 I、图版 II)。因为大量的天然草地被开垦为耕地,致使部分地区沙地也与耕地直接相邻。大量的草场退化,地表裸露,风蚀严重,致使土地变化为沙地,沙地面积在整个区域中所占比重增大,不断突出沙漠的特征。

河谷型则主要分布于青藏高原南部的山谷地区。受气候影响,山间盆地的冬半年时间长,西风强劲,寒冷干旱,光照强,降水少,昼夜温差大,地面物质很容易风解沙化。同时受地形影响,山谷局部地区风速增强,强风吹蚀河谷中的砂质土壤,产生大片的风蚀沙地,并随风向迅速扩展。西藏拉萨河与雅鲁藏布江河交汇地区 2000 年土地利用分布状况表明,河谷中的耕地和沙地成为重要的土地利用分布类型。“一江两河”地区耕地面积占西藏自治区总面积的 48.93%,主要分布于河谷之中,由于土壤的沙化导致耕地面积的缩小成为重要的沙化过程^[8]。2000 年西藏自治区耕地面积仅为 $4.5 \times 10^3 \text{ km}^2$;沙地的面积为 $1.9 \times 10^3 \text{ km}^2$,相当于耕地面积的 42%。在拉萨河与雅鲁藏布江河交汇地区,沙地向耕地扩展,直接威胁耕地资源。

4 土地利用变化对沙地变化的驱动作用

总的趋势可以看出,1995~2000 年沙地局部缩小,整体扩大。对于导致这种变化趋势的原因包括自然的和人为的因素。自然原因如气候变化是导致沙地变化的最主要因素,通过 1951~1994 气象数据的空间分析表明,土壤干旱、植被稀少、风场强度大等自然因素是驱动中国风力侵蚀区的主要因子,植被、土壤、风速等自然因子与中国沙地的发展过程直接相关^[7]。人类活动则主要通过进行土地的开发利用来影响沙地的变化。如可以抑制沙地的扩大、通过改造甚至可以使沙地面积缩小。但不合理的土地利用也会加速沙地面积的扩大。通过 1995~2000 年土地利用变化的遥感调查结果可以反映由不合理土地利用方式所引发的沙地面积扩大;另一方面,还可以分析由于人类活动的影响,沙地逆向变化为耕地、草地、林地等土地利用类型状况的空间分布。

4.1 土地利用动态变化对沙地扩大和缩小的影响

对沙地显著分布的几个省份 1995~2000 年土地利用类型变化的面积统计。结果显示:对耕地来说,7 个省份耕地总面积减少了 4839.8km²,而耕地减少的地区主要分布于城市边缘,也有相当一部分的耕地变为沙地。但是,大部分地区的耕地增大了,扩展了 13879.5km²,这些地区则主要分布在耕地与草地、耕地与林地的过渡带。同时又有一部分沙地受人类活动的改造,被开垦为耕地。总得来说,耕地面积净增加了 9039.7 km²,而增加的耕地则主要是以牺牲草地和林地代价的。

对草地来说,扩展了 7064.8km²,这些地区大部分位于沙漠内部和戈壁边缘,主要是由于局部自然环境的改善,如降雨和气温的变化,已有的沙地变为低覆盖度草地。但是,又有 18662.7km² 的草地变为其它土地利用类型。而这些草地中有相当一部分转变为沙地,草地面积的净减少量为 11597.9km²。自然的原因可能为环境恶化,气候变干所致;而人为方面的原因则是由于过渡放牧导致土地植被覆盖度降低,风蚀作用加强,从而使草地面积缩小;同时也是由于一些质量较好的草地被开发为耕地。对林地来说,大部分地区的林地面积发生了较小幅度的增大,而内蒙古林地面积却减少了 3110km²,这使得整体上存在风蚀沙地的主要省份的林地总面积减少了 2305.7km²。由于社会经济的发展,城镇面积扩大了;水域面积也发生增大,主要表现在水库面积的增大。

从总体上土地利用对沙地的驱动主要表现在两个方面:一是扩大的耕地占用了大量草地,而一些潜在风蚀强度较大的地区,这些地区的土壤风力侵蚀动力指数较强,如内蒙古中部草原,干旱区绿洲与沙漠交界处的草地,西藏南部谷地中的草地,开垦后因风蚀强烈而弃耕,土地转化为低覆盖度草地,并最终转化为沙地;另一方面是由于气候的变化,沙地与草地且主要是低覆盖度草地间有一个拉锯式的相互变化过程。

对 7 个省区耕地、林地、草地、城镇与水域的面积净变化与沙地面积变化的相关系数进行分析,结果列于表 2 中。耕地与沙地面积的相关系数为 0.890,表明了如果不考虑自然因素的影响,耕地面积扩大对沙地面积扩大有着重要的影响,7 个省份耕地扩大的总面积在全国来说也相当突出^[6],而沙地的变化也主要分布

于这 7 个省份。在耕地处于开垦-弃耕-沙化的过程中,草地和林地则处于不断减少的状态,草地与林地与之相关性分别为-0.838 和-0.673,它们面积的减少与沙地面积增加的相关性均比较显著。城镇及水域与沙地的相关性小于 0.3,关系不明显。

4.2 土地利用变化方式的区域分异及对土地沙化的影响

在中国风蚀沙地区,由于土地利用变化方式的差别,土地沙化的方式也发生变化。自然和人为不合理土地利用方式的存在,使得土地利用类型由其它类型转变为沙地,沙地面积增大。在干旱区的绿洲地区,土地利用变化的主要趋势是耕地变化扩大,草地面积缩小,林地无明显变化,在这种趋势下,沙地向绿洲靠近,绿洲外围的草地面积缩小,缩小的部分往往转化为沙地。在沙漠地区,受气候因素影响,特别是受降雨量变化的影响,土地利用变化主要表现在草地与沙地间的相互变化,人为因素较少。而在沙漠与黄土交界地区,土地利用类型变化主要表现在草地变化为沙地,也突出地表现在耕地变为沙地。

在草原与沙地的过渡地区,土地利用类型变化主要表现在草地与沙地间的变化,这一地区往往是因为过渡放牧,导致草地退化,土壤风蚀强度增大,土地沙化。

在青藏高原高寒风沙区,土地利用变化主要表现在其它未利用地如基岩裸地受高原强烈的物理风化影响而发生土地沙化;同时,强风场特征使得在河谷地带发生耕地和草地的沙化。

4.3 抑制土地沙化的措施

大量的草地由于过渡放牧、水资源利用不当和自然环境变化等原因面积锐减,直接导致了沙地的扩大。扩大的沙地向草地入侵,并使部分耕地被吞食。在中国风蚀区,耕地整体面积却增加了,新增加的部分往往又是占用了草地。草地面积的锐减使耕地与沙地在空间上更加接近,加速了已有耕地的破坏,由于人口对耕地需求的压力,开垦草地的速度又会加速。草地被开垦为耕地,耕地弃耕为低覆盖度草地,后发生沙化直到变为沙地,这使不合理土地利用方式与土地沙化过程进入一个恶性循环,加剧了中国土地沙化进程。以目前遥感调查的较为客观的土地利用和土地沙化空间分布数据,可以在减小沙化程度的前提下对土地利用进行合理的布局。

对于新疆自治区,应该抑制人工绿洲的扩大,严格控制对草地的开垦。利用山区融雪洪水灌溉沙地,使部分地区沙地变为耕地,同时对绿洲内部的沙地进行综合治理,使局部地区草地面积有所增大,沙地面积有所减小。对于甘肃省,扩大的沙地主要分布于河西走廊地区的张掖、武威、民勤等绿洲。这些绿洲在面积上没有明显扩大,因为大部分地区耕地已经直接与沙地相邻,绿洲边缘草地面积较小,耕地扩大的空间较小。抑制土地沙化的措施是合理的利用水资源,防止绿洲缩小。对于青海省,也表现在草地面积的缩小和耕地面积和沙地面积的扩大。由于海拔较高,温度和降水条件较差,这里的耕地质量和产量均处于全国较低水平,耕地所增加的收益较低,应该控制耕地面积的变化。对于宁夏,沙地面积缩小了,但沙地面积缩小的部分主要表现在大量利用黄河水资源对贺兰山东部冲积和洪积扇上的沙地进行大规模开垦所致。从水资源合理配置与利用的角度,应该尽量通过植树种草,扩大地表覆盖度,从而来减少沙化土地的面积。对于陕西省,沙地向黄土区扩展,使部分耕地变为沙地。同时,由于对沙地与黄土过渡区的草地进行开垦,也使耕地与沙地相互接近,对于防风固沙草地区的开垦成为土地沙化的主要原因。应该实施全流域水土保持重点区的退耕还草还林工程;同时也要加强土壤风力侵蚀的防治,对草地资源进行保护,以抑制沙地向东南方向的扩展。对于内蒙古自治区,沙地扩大面积相对最大,草地面积减小最多,耕地面积增加速度最快。大量的农田被风沙掩埋,大量的天然草场变为沙地,以前所命名的沙地现在向沙漠转变。主要扩大的地区分布在大兴安岭-库伦-山沿线的草原地区,这里又是沙地与草地交错程度最深的地区。对草场的超度利用,使草地发生超载,草场质量下降。这里也是土壤风力侵蚀程度较强的地区^[7,9],应该加紧进行土地利

表 2 各土地利用类型面积净变化量与沙地面积净变化量间的相关系数分布

Table 2 Correlation between the net changes of sandy land and other type of land-use

相关系数 Correlation (r)	耕地 Cropland	林地 Fore- stand	草地 Grass- land	城镇 City	水域 Water area
沙地 Sandy land	0.890	-0.838	-0.673	0.214	0.001

用方式的转变,以遏制土地沙化迅猛加重的势头;以遥感调查的数据为基础,对于发生严重侵蚀的地区,实行退耕还草还林和进行合理的牧业规划;同时进行土壤风力侵蚀治理,减小沙地的面积,恢复原有草地。对于西藏自治区,利用遥感方法继续加强沙化土地的调查,深入探讨高原土地沙化的动力机制,进而进行地表植被覆盖的保护,防止耕地发生进一步沙化。

5 结果和讨论

1995 和 2000 年中国沙地空间分布的遥感调查结果显示了中国沙地总面积为 $59 \times 10^4 \text{ km}^2$, 主要分布在各主要沙漠。1995~2000 年有 4709.7 km^2 的土地转化为沙地,同时又有 2156.4 km^2 的沙地转化为其它土地利用类型,沙地总面积扩大了 2553.3 km^2 。对变化为沙地的土地进行分析,发现草地占主要部分,耕地所占的比重也非常突出,沙地变化为草地和耕地的面积也较突出。土地利用变化方式对土地沙化的影响有明显的区域分异特征,沙地-绿洲型、沙漠型、沙地-黄土过渡型、沙地-草地型和高原风蚀型等地区的沙化过程存在差异,并在空间上呈现不同的分布格局。通过对发生土地风蚀沙化的主要省份的土地利用变化发现,土地利用方式是促使土地发生沙化的一个重要因素。这些省份的沙地面积总和占中国沙地面积的 99.0% 以上,在 5a 的时间里耕地增大了 9039.7 km^2 ,草地净减少量为 11597.9 km^2 。耕地的增加部分几乎均表现为对草地的侵占,人为的耕地面积扩大是促使土地沙化的重要原因。以改善土地利用方式的角度来分析土地沙化过程,对中国风蚀区主要省份土地沙化的治理措施有重要意义。

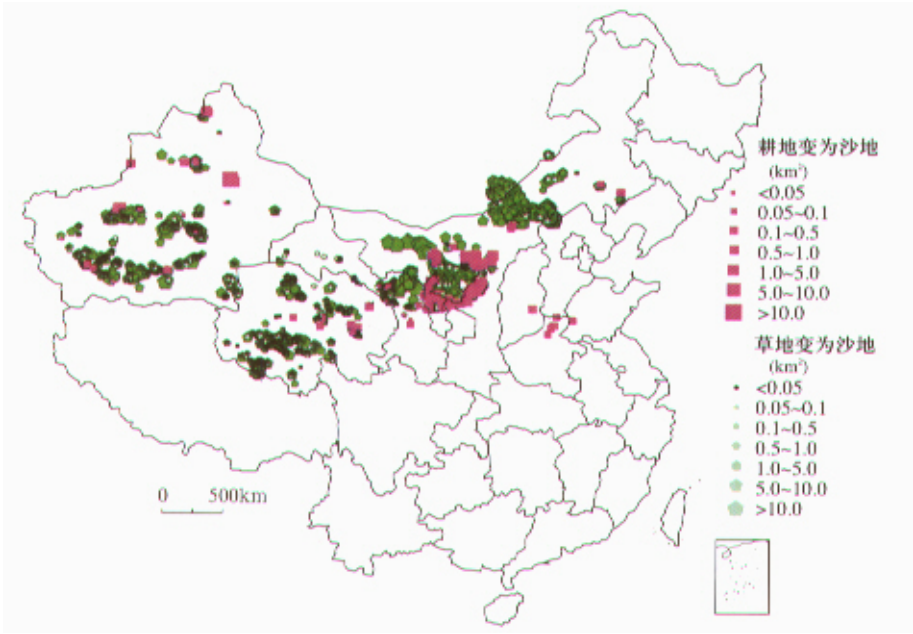
本文利用基于遥感角度的土地利用解译判读信息,分析了沙地的空间分布,计算了沙地的面积,同时分析了沙地变化的动态变化监测结果。在此基础上分析了沙地的空间扩展状况,并对驱动土地沙化的不合理土地利用方式进行分析。对于沙地面积的遥感调查精度来说,全国土地利用数据的抽样分析表明了沙地等的准确率达 90% (基于人工目视判读)。今后应该进一步提高对沙地的解译精度,以提高利用遥感方法对沙地研究的水平,并最终对土壤风蚀的治理提供积极建议。

参考文献

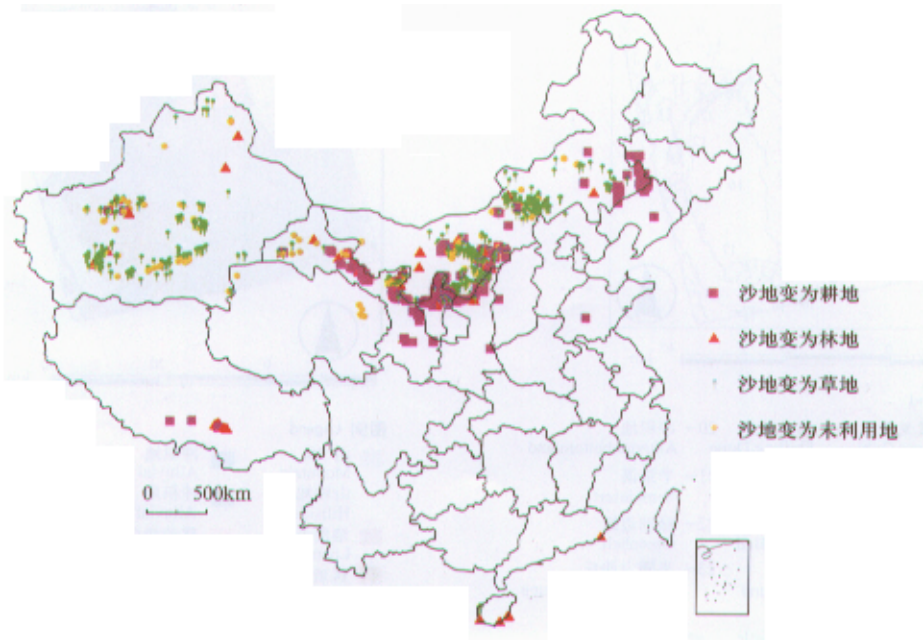
- [1] Shen Y C(申元村), Wang J W(汪久文), Wu G H(伍光和), *et al.* *Oasis of China* (in Chinese). Zhengzhou: Press of Henan, 2001.
- [2] CCICCD. *China Country Paper to Combat Desertification* (in Chinese). Beijing: China Forestry Publishing House, 1996. 18~31.
- [3] Zhu Z D(朱震达). Present condition and its development of desertification of Northern China. *Chinese Desert* (in Chinese)(中国沙漠), 1985, **5**(3): 3~11.
- [4] Zhu Z D(朱震达), Wang T(王涛). The analysis on the desertification direction of Chinese Land based on the research of several typical area over last ten years. *Acta Geographica Sinica* (in Chinese)(地理学报), 1990, **45**(4): 430~440.
- [5] Liu J Y(刘纪远), Buheasier(布和敖斯尔). Study on spatial-temporal of modern land-use change in China: using remote sensing techniques. *The Quaternary Research* (in Chinese)(第四纪研究), 2000, **20**(3): 229~239.
- [6] Wang S Y(王思远), Liu J Y(刘纪远), Zhang Z X(张增祥)等. Analysis on spatial-temporal features of land use in China. *Acta Geographica Sinica* (in Chinese)(地理学报), 2001, **56**(6): 631~639.
- [7] Zhang G P(张国平), Zhang Z X(张增祥), Liu J Y(刘纪远). Spatial distribution of wind erosion and its driving factors in China. *Journal of Geographical Sciences* (in Chinese)(地理科学), 2001, **56**(2): 146~158.
- [8] Zhang Z X(张增祥). *Integrated assessment and dynamic monitoring of natural resources and environment of central Tibet by remote sensing* (in Chinese). Beijing: Yuhuan Press, 1997.
- [9] Tian G J(田光进), Zhang Z X(张增祥), Zhao X L(赵晓丽), *et al.* The soil erosion distribution characteristics and ecological background of Chinese cultivated land. *Acta Ecologica Sinica* (in Chinese)(生态学报), 2002, **22**(1): 10~16.

张国平，等：1995~2000 年中国沙地空间格局变化的遥感研究

ZHANG Guo-Ping, *et al.*: Remote Sensing Based Analysis of the Distribution Pattern and Dynamic Changes of Sandy Land in China from 1995 to 2000



图版 I 1995~2000年变为沙地的土地利用类型分布
Plate I The distribution of expanded sandy land and its land-use type



图版 II 1995~2000年由沙地变为其它类型土地的空间分布
Plate II The distribution of reduced sandy land and its land-use type