

黑河中游张掖地区沙漠化土地动态变化

齐善忠¹, 王 涛², 罗 芳², 王建亮³

(1. 山东师范大学 人口、资源与环境学院, 山东 济南 250014; 2. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000;

3. 山东省淄博市第十七中学, 山东 淄博 255000)

摘 要: 在我国的西北干旱区, 由于所处的自然地理位置生态环境脆弱, 加之人类不合理的经济活动, 使得该区土地沙漠化现象严重, 生态环境恶化。位于黑河流域中游的张掖地区, 是我国西北地区重要的商品粮生产基地。由于近年来人口、经济快速增长的压力和人类对土地资源不合理的开发利用, 产生了土地沙漠化等一系列环境问题, 而且土地沙漠化总体呈上升扩展的趋势, 严重地阻碍了绿洲经济和社会的持续、稳定发展。以 1994 年和 2000 年具有相同时相(秋季)的 Landsat TM4、3、2 波段(分别赋予红、绿、蓝三种颜色)、分辨率为 30 m 的标准假彩色合成卫星影像的两期 TM 影像为信息源, 利用 Erdas8. 4 遥感图象处理软件、Arcinfo8. 1 和 Arcview3. 2 等 GIS 软件, 对黑河流域中游张掖地区的沙漠化土地进行了动态监测研究和分析。结果表明: 研究区的沙漠化土地类型共有 8 类, 分别为流动沙地(丘)、半固定沙地(丘)、固定沙地(丘)、风蚀残丘、戈壁、闾田、潜在沙漠化土地和非生物治沙工程地; 张掖地区各类沙漠化土地发展和逆转同时存在, 1994~ 2000 年沙漠化土地面积增加了 642. 17 km²。其中, 临泽、山丹、民乐和肃南 4 县的沙漠化土地面积增加了 714. 85 km², 而张掖市和高台县沙漠化土地面积减少了 72. 68 km²。从总体上来看, 全区的各类沙漠化土地变化仍呈上升扩展的趋势。

关键词: 张掖地区; 沙漠化土地; 动态变化; 地理信息系统(GIS)

中图分类号: P931. 3

文献标识码: A

土地沙漠化一直是倍受关注的全球性重大资源与环境问题之一, 它是指干旱半干旱及部分半湿润地区, 由自然与/或人类因子作用下所形成的以风沙活动为主要标志的土地退化过程, 发生沙漠化过程的土地称为沙漠化土地^[1]。在我国西北干旱区, 由于所处的自然地理位置生态环境脆弱和人类不合理的经济活动, 使得该区土地沙漠化现象严重。位于黑河流域中游的张掖地区, 是我国西北地区重要的商品粮生产基地。近年来, 由于人口、经济快速增长的压力, 加上土地资源不合理的开发利用, 产生了土地沙漠化等问题, 而且沙漠化土地总体呈上升扩展的趋势, 严重阻碍了绿洲经济和社会的持续、稳定发展。因此, 对张掖地区进行土地沙漠化动态监测的

分析和研究, 具有重要的现实意义。

1 研究区概况

张掖地区位于甘肃省西北部, 河西走廊中段, 97°30′~ 102°15′ E, 37°30′~ 40°00′ N; 西与酒泉地区相连, 东与金昌市毗邻, 北与内蒙古的额济纳旗和阿右旗接壤, 南和青海省海北州毗邻; 东西长约 460 km, 南北宽约 180 km。行政上包括了张掖市、临泽、高台、民乐、山丹和肃南 5 县 1 市(图 1), 人口 1 290 000 人(1999 年), 土地总面积 41 900 km²。全年降雨量 104~ 495 mm, 蒸发量 1 638~ 2 345 mm, 年平均气温 5. 0~ 7. 6℃, 属大陆性干旱气候。

收稿日期(Received date): 2004- 04- 20; 改回日期(Accepted): 2004- 06- 23。

基金项目(Foundation item): 国家重点基础研究发展规划 973 项目“中国北方沙漠化过程及其防治研究”(No. G2000048705)资助。[The study was sponsored by the State Key Basic Research and Development Program (No. G2000048705)]

作者简介(Biography): 齐善忠(1972-), 男(汉族), 山东章丘人, 理学博士, 副教授, 主要从事土壤地理与土地资源、土地退化研究, 已发表相关研究论文 23 篇; 其中, 以第一作者发表论文 18 篇, SCI 收录 2 篇。电话: 13583105593; [Qi Shanzhong (1972-), Male, Han, Native to Zhangqiu County of Shandong Province, PhD. of Science, Associate Professor, major in soil geography and land resources, land desertification; Published 23 research papers, among which 18 was published by myself and 2 was embodied by SCI. E-mail: qshzhzd@yahoo.com.cn, qishanzhong@sina.com]

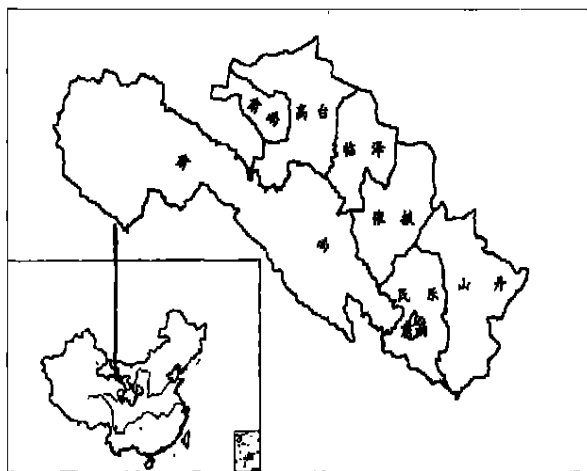


图 1 张掖地区行政范围

Fig. 1 The ketch map of Zhangye

2 研究方法

2.1 资料的收集

广泛收集研究区已有的各类资料(包括地形图、土地利用图、气候区划图等图件及有关统计资料),选取 1994 年和 2000 年具有相同时相(秋季)的 Landsat TM4、3、2 波段(分别赋予红、绿、蓝三种颜色)、分辨率为 30 m 的标准假彩色合成卫星影像作为基础遥感信息源。

2.2 沙漠化土地分类

根据张掖地区的实际情况并参照甘肃省沙漠化土地普查的资料。在本次研究中,我们将研究区的沙漠化土地共划分为 8 种类型,分别是:流动沙地(丘)、半固定沙地(丘)、固定沙地(丘)、风蚀残丘、戈壁、闾田、潜在沙漠化土地和非生物治沙工程地,监测面积为 $18\,500\text{ km}^2$ 。

2.3 TM 影像解译标志的建立

解译标志是指能在卫星影像上使物体被鉴别的特征或特征组合,遥感图像的目视判读和解译过程主要就是依据图像的特征来完成的。我们通过咨询有关专家并结合河西地区荒地资源考察^[1]和高尚武等^[2,3]所建立的解译标志,得出本次研究中各种沙漠化土地类型的解译判读依据(表 1)。

2.4 研究区沙漠化土地数据库的建立

图象几何精纠正经试验表明^[4,5],应用 Erdas8.4 遥感图象处理软件,采用二次曲线拟合法建

立变换关系,用高斯-克吕格投影系统进行图象纠正。控制点的选取是利用张掖地区各县市的经纬度坐标(张掖: $100^{\circ}28'E$, $38^{\circ}56'N$; 临泽: $100^{\circ}10'E$, $39^{\circ}09'N$; 高台: $99^{\circ}49'E$, $39^{\circ}22'N$; 山丹: $101^{\circ}05'E$, $33^{\circ}47'N$; 民乐: $100^{\circ}49'E$, $38^{\circ}26'N$; 肃南: $99^{\circ}37'E$, $38^{\circ}26'N$),通过键盘输入来进行;同时另选取位于道路变化明显处、河流交汇点、道路河流交叉处等控制点,加强图象纠正的精确性,控制点数量不得少于 15 个;经重采样后图象的分辨率仍为 30 m。然后将几何精纠的各波段图像进行两两同时相半景图匹配接。

图象分类结合野外调查,在 R4G3B2 假彩色合成图像上确定不同类型沙漠化土地的影像特征,选取训练样本,采用传统的贝叶斯分类方法,用 TM2、3、4 波段参与分类,得到张掖地区沙漠化土地的初分类结果。然后,采用基于知识的多重判据复合分类法将初分类结果中的“异物同谱”所造成的混分类别分离,使每一类别纯净单一,得到最终分类图象。将最终得到的两个时相分类图象在 Erdas8.4 遥感图象处理软件系统中转换成矢量数据,在 Arcinfo8.1 软件环境中,通过属性项值添加、修改、空间叠加和数据统计等一系列 GIS 功能操作,得到研究区自 1994~2000 年的土地沙漠化的动态变化信息。

图件的生成及输出通过系统中的基础环境数据库将张掖地区行政边界图在 Arcinfo8.1 软件环境的微机中,经过编辑处理得到矢量数据,在 GIS 支持下将此矢量图与所分类得到的土地沙漠化矢量图叠合,生成张掖地区土地沙漠化现状图件及动态变化图件,然后,利用 Arcview 3.2 软件通过 Canon 彩色喷墨打印机输出相应幅面的图件。

3 结果和分析

3.1 监测结果

通过以上方法、步骤和过程的实施,我们在 GIS 支持下得到张掖地区 1994~2000 年沙漠化土地面积(表 2)。全区沙漠化土地总面积 1994 年和 2000 年分别为 $6\,604.37\text{ km}^2$ 、 $7\,246.54\text{ km}^2$,占监测区总面积的 35.70% 和 39.17%。其中,在 1994 年期间:流动沙丘(地) $1\,486.31\text{ km}^2$,占沙漠化土地总面积的 22.5%;半固定沙丘(地) $1\,391.26\text{ km}^2$,占沙漠化土地总面积的 21.07%;固定沙丘(地) 462.53 km^2 ,

1) 甘肃省农垦局荒地勘测规划设计大队。卫星遥感资料在荒地资源考察上的应用,1982-03-15(内部资料)。

表 1 张掖地区沙漠化土地类型的解译标志及影像特征

Table 1 Indicators and characteristics of TM imagery on sandy desertification land in the Zhangye Region

沙漠化土地类型	影像特征	备注
流动沙丘(地)	呈蓝灰或灰绿色的长丘状,沙山为鳞状或波状,界限明显	植被盖度小于 10% 的沙地(丘)
半固定沙丘(地)	沙丘形态和密度明显,底色为流沙,呈流沙的颜色,同时带有植被影像的特征	植被盖度 10%~29% 之间,分布较均匀,风沙流活动受阻而流沙纹理仍普遍存在的沙丘(地)
固定沙丘(地)	与半固定沙丘(地)的特征相似,但植被影像的特征更加显著,流沙较少或被植被影像所覆盖,界限基本明显	植被盖度大于或等于 30%,风沙活动不明显,地表稳定或基本稳定的沙丘(地)
风蚀残丘	呈白色和乳白色且其上有不明显的赭灰色条纹,其边缘部分呈流沙或戈壁的色泽	指干旱地区因风力作用和影响所形成的雅丹、白岩墩、土林等风蚀土地
戈壁	通常呈淡灰、灰绿色或黑灰色,界限明显,图面平滑且有白色、淡黄色、淡粉色等的发状条纹	表层为砾石所覆盖,广袤、平坦且植被稀少的土地
闾田	通常呈现不规则的小面积的红色和赭红色	处于沙漠、沙地及其周边地区且无防护措施,缺乏灌溉条件的沙质耕地
潜在沙漠化土地	颜色呈淡绿色、发黄	指目前还不是沙漠化土地,但极易形成土地沙漠化的一种土地类型(如漏沙田地)
非生物治沙工程地	由于采取的方式不同而呈现不同的影像特征,不易同其他地类区分,应实地考察判断	指单独以非生物手段固定、半固定的沙丘(地)

占沙漠化土地总面积的 7.00%;戈壁 3 078.00 km²,占沙漠化土地总面积的 46.61%;闾田 0.47 km²,占沙漠化土地总面积的 0.07%;潜在沙漠化土地 163.34 km²,占沙漠化土地总面积的 2.47%;非生物治沙工程地 22.46 km²,占沙漠化土地总面积的 0.34%。而 2000 年期间,则分别是:流动沙丘(地) 1 490.17 km²,占沙漠化土地总面积的 20.57%;半固定沙丘(地) 1 347.19 km²,占沙漠化土地总面积的 18.59%;固定沙丘(地) 484.17 km²,占沙漠化土地总面积的 6.68%;戈壁 3 358.52 km²,占沙漠化土地总面积的 46.35%;潜在沙漠化土地 209.08 km²,占沙漠化土地总面积的 2.89%;非生物治沙工程地 0.31 km²,占沙漠化土地总面积的 0.04%。

3.2 动态变化分析

张掖地区 1994~2000 年沙漠化土地动态变化结果如图 2、表 2 所示。经分析可知:尽管张掖地区各类沙漠化土地发展和逆转同时存在,但从总体上来看,全区的各类沙漠化土地变化仍呈上升扩展的趋势,6 a 多来沙漠化土地面积增加了 642.17 km²,具体表现为固定沙地、风蚀残丘、戈壁和潜在沙漠化土地的增加;其中风蚀残丘和戈壁的面积增加明显,从 1994~2000 年分别增加了 357.10 km²、280.52

km²。另一个明显的特点是全区各种沙漠化土地逆转变化很显著,表现在半固定沙丘(地)、闾田和非生物工程治沙地的减少,其中尤以半固定沙丘(地)和非生物工程治沙地减少明显,自 1994 年到 2000 年期间两种沙漠化土地类型分别下降了 44.07 km² 和 22.15 km²。

再从全区各县市分析来看,临泽、山丹、民乐和肃南 4 县的沙漠化土地面积 2000 年与 1994 年相比,总体上呈上升扩展的趋势(见图 2),4 县共增加沙漠化土地面积为 764.85 km²。其中临泽县的戈壁和风蚀残丘增加比较明显,分别扩大了 302.93 km² 和 339.23 km²;山丹县半固定沙丘(地)和潜在沙漠化土地两种类型增加了 46.65 km²;民乐县增加了 26.32 km²;肃南县共增加了 28.19 km²。

张掖市和高台县由于近年来采取了治沙造林、封沙(滩)育林(草)和沙区综合治理开发等有效措施,沙漠化土地面积呈现逆转减少的趋势(见图 2),两县共减少沙漠化土地面积 72.68 km²,具体表现在张掖市的半固定沙丘(地)和固定沙地面积的减少(分别减少 22.08 km² 和 11.10 km²);高台县的戈壁和半固定沙丘(地)面积的减少,分别为 45.08 km² 和 22.57 km²。

表 2 张掖地区 1994 年和 2000 年沙漠化土地面积(km²)
Table 2 Area of sandy desertification land in the Zhangye Region between 1994 and 2000(km²)

行政单元	年	流动沙丘(地)	半固定沙丘(地)	固定沙丘(地)	风蚀残丘	戈壁	闾田	潜在沙漠化土地	非生物治沙工程地	合计
张掖	1994	136. 72	33. 95	72. 12	0. 00	585. 86	0. 00	0. 00	0. 00	828. 65
	2000	130. 91	11. 87	61. 02	1. 83	589. 47	0. 00	0. 00	0. 00	795. 10
	增加				1. 83	3. 61				
	减少	5. 81	22. 08	11. 10						33. 55
临泽	1994	193. 85	813. 27	204. 79	0. 00	623. 42	0. 47	0. 00	22. 46	1858. 26
	2000	188. 32	811. 13	206. 64	339. 23	926. 35	0. 00	0. 00	0. 31	2471. 98
	增加			1. 85	339. 23	302. 93	0. 47			613. 72
	减少	5. 53	2. 14						22. 15	
高台	1994	769. 78	177. 39	128. 83	0. 00	1349. 72	0. 00	0. 00	0. 00	2425. 72
	2000	777. 67	154. 82	149. 45	0. 00	1304. 64	0. 00	0. 00	0. 00	2386. 58
	增加	7. 89		20. 62						
	减少		22. 57			45. 08				39. 13
山丹	1994	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	109. 87	0. 00	81. 23	0. 00	191. 10
	2000	0. 00	0. 59	0. 00	0. 00	109. 84	0. 00	127. 32	0. 00	237. 75
	增加		0. 59					46. 09		46. 65
	减少					0. 03				
民乐	1994	85. 18	72. 58	0. 00	0. 00	84. 37	0. 00	82. 11	0. 00	324. 24
	2000	67. 62	84. 97	12. 75	0. 00	103. 46	0. 00	81. 76	0. 00	350. 56
	增加		12. 39	12. 75		19. 09				26. 32
	减少	17. 56						0. 35		
肃南	1994	300. 78	294. 07	56. 79	0. 00	324. 76	0. 00	0. 00	0. 00	976. 4
	2000	325. 65	283. 81	54. 33	16. 04	324. 76	0. 00	0. 00	0. 00	1 004. 59
	增加	24. 87			16. 04					28. 19
	减少		10. 26	2. 46						
合计	1994	1 486. 31	1 391. 26	462. 53	0. 00	3 078. 00	0. 47	163. 34	22. 46	6 604. 37
	2000	1 490. 17	1 347. 19	484. 17	357. 1	3 358. 52	0. 00	209. 08	0. 31	7 246. 54
	增加	3. 86		21. 64	357. 10	280. 52		35. 74		642. 17
	减少		44. 07				0. 47		22. 15	

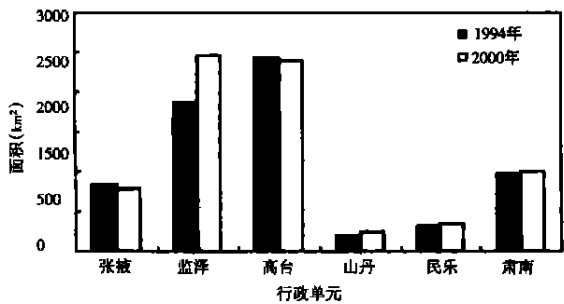


图 2 张掖地区沙漠化土地面积动态变化
Fig. 2 Dynamic changes of sandy desertification land area in the Zhangye Region during 1994~ 2000

4 问题和建议

黑河中游张掖地区各类沙漠化土地发展和逆转同时存在, 总体上全区仍呈上升扩展的趋势。通过调查和了解, 主要是由于当地政府部门对该问题还缺乏充分的认识, 加之当地的林业基础设施薄弱、缺乏资金的投入等各方面的原因造成的。建议有关政府部门, 加大宣传力度, 统一提高思想认识, 加强治理的资金投入, 依靠科技, 依法治理沙, 地并通过建立完善的沙漠化土地监测和预警网络体系, 综合提高治沙效益。

参考文献(References):

- [1] Dong Yuxiang, Liu Yuzhang, Liu Yihua. Several Problem Researches on Sandy Desertification[M]. Xi'an: Xi'an Atlas Press, 1995. 1~ 250. [董玉祥, 刘玉璋, 刘毅华. 沙漠化若干问题的研究[M]. 西安: 西安地图出版社, 1995. 1~ 250.]
- [2] Gao Shangwu, Wang Baofang, Zhu Lingyi, *et al.*. Monitoring and evaluation indicator system on sandy desertification of China[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 1998, **34** (2): 1~ 11. [高尚武, 王葆芳, 朱灵益, 等. 中国沙质荒漠化土地监测评价指标体系[J]. 林业科学, 1998, **34** (2): 1~ 11.]
- [3] Ma Lipeng, Han Guangqing, Li Yuan. Application of TM images on land desertification survey in the Hexi Region of Gansu Province [J]. *Journal of Desert Research*, 1996, **16** (4): 401~ 406. [马立鹏, 韩光庆, 李源. TM 影像在河西地区荒漠化土地调查中的应用[J]. 中国沙漠, 1996, **16** (4): 401~ 406.]
- [4] Sha Zhanjiang, Zeng Yongnian, Ma Haizhou, *et al.*. Dynamic monitoring of desertification with RS and GIS in Longyangxia Reservoir Area[J]. *Journal of Desert Research*, 2000, **20** (1): 51 ~ 54. [沙占江, 曾永年, 马海州等. 遥感和 GIS 支持下的龙羊峡库区土地沙漠化动态研究[J]. 中国沙漠, 2000, **20** (1): 51 ~ 54.]
- [5] Wang Siyuan, Zhang Zengxiang, Zhou Quanbin, *et al.*. Study on spatial-temporal features of land use/ land cover change Based on Technologies of RS and GIS[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2002, **6** (3): 223~ 228. [王思远, 张增祥, 周全斌, 等. 基于遥感和 GIS 技术的土地利用时空特征研究[J]. 遥感学报, 2002, **6** (3): 223~ 228.]

Dynamic Changes of Sandy Desertification Land in the Zhangye Region of the Middle Reaches of the Heihe River, Northwestern China

QI Shanzhong¹, WANG Tao², LUO Fang², DING Jianliang³

(1. College of Population, Resources and Environments, Shandong Normal University, Jinan 250014, China;

2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academic of Sciences,

Lanzhou 730000, China; 3. The 17th Middle School of Zibo City, Zibo 255000, China)

Abstract: Sandy desertification is the most typical and serious form of desertification in China, especially in the oasis zone distributed along inland rivers or in the lower reaches of inland rivers in northwestern China. The Zhangye Region, one of oases in Gansu Province, is located in the middle reaches of Heihe River, and is also an important commodity grain production base in arid northwestern China. Because of rapid socioeconomic development and a fast population growth in the recent years, the status of desertification and eco-environment is very serious in the area.

Based on the TM images of 1994 and 2000 and by using digital method of remote sensing and geographical information system techniques, we analyzed the dynamic change of sandy desertification land of Zhangye Region in the middle reaches of Heihe River. The adopted data in this study were composed of two types to undertake, namely, census data of 1994 and 2000, and remote sensing data. With respect to the data source of sandy land-pruse status in 1994, we collected from the report on Sandy Land Survey of Zhangye Region, Gansu Province, and the data in 2000 came from the interpretation of composite Landsat 5 images of bands 4, 3 and 2 (R, G, B) according to the local conditions and land use status of sandy desertification. The types of landscape units can be identified into 8 types of sandy desertification land based on the need of research. In order to minimize possible interpretation errors, a set of interpretation indicators was established based on field investigation. The area measurements of these types in the study were made using the statistics function of GIS.

The results indicated that the development and reversion of sandy desertification co-existed in the study area, where the area of sandy desertification land increased by 642.17 km² from 1994 to 2000, among which the area of sandy desertification land in Linze, Shandan, Minle and Sunan increased by 714.85 km², however, decreased by 72.68 km² in Zhangye and Gaotai. But the status of sandy desertification in the Zhangye Region was still serious.

Key words: Zhangye Region in the middle reaches of Heihe River; sandy desertification land; dynamic change; geographical information system (GIS)