

西藏土地荒漠化遥感监测

于海洋¹, 张振德², 张佩民², 余江宽²

(1. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 应用 RS 与 GIS 技术, 利用 1976 年的 MSS 数据和 2000 年 TM 遥感数据, 对西藏境内的荒漠化土地现状与动态变化进行监测研究, 并对其时空演变特征进行了分析。结果表明, 西藏荒漠化土地面积 2000 年为 $29.08 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占总面积的 24.28%, 其中沙质荒漠化土地面积为 $24.99 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占 20.86%。1976 年荒漠化总面积为 $27 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。由 1976~2000 年间, 荒漠化土地总面积增加了 20 764.67 km^2 , 共增长 7.69%, 年增长率为 0.32%。同时, 土地荒漠化程度明显加重, 重度沙质荒漠化土地面积增加了 315.87%。

关键词: 西藏; 土地荒漠化; 遥感; 地理信息系统

中图分类号: P941.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)03-0316-05

Monitoring of Land Desertification in Tibet Based on RS

YU Hai yang¹, ZHANG Zhen de², ZHANG Pei min², YU Jiang kuan²

(1. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. China Center of Aerogeophysical Survey and Remote Sensing for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract Based on remote sensing and GIS technology, this paper monitored and analyzed the spatial temporal characteristics of the land desertification in Tibet by using MSS and TM data acquired in 1976 and 2000 respectively. According to the monitoring result, the land area of desertification in Tibet is $2.908 \times 10^5 \text{ km}^2$, which occupies 24.28% of Tibet whole land. The sandy desertification in Tibet is $2.499 \times 10^5 \text{ km}^2$, which occupies 20.86% of Tibet whole land. The area of land desertification in 1976 is $2.7 \times 10^5 \text{ km}^2$. The analytical result of remote sensing also shows that the gross land area of desertification in Tibet has increased 20 764.67 km^2 , the increase rate of each year is 0.32%. Obviously, the degree of desertification becomes severer. The area of the severest sandy desertification and desert has increased 315.87%.

Key words: Tibet; land desertification; RS; GIS

0 引言

土地荒漠化是全人类所面临的最紧迫的环境问题之一。中国是世界上土地荒漠化较重的国家之一^[1], 西北地区尤为严重^[2]。西藏位于青藏高原西南部, 南北宽约 1 000 km, 东西长达 1 900 km, 面积约 $119.78 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是中国荒漠化最严重的省区之一, 加强荒漠化动态监测尤为重要^[3]。遥感影像包含极其丰富的土地荒漠化信息, 由于

其多波段、多时相以及获取信息迅速的特点, 加之地理信息系统强大的统计分析功能, 在区域土地荒漠化现状及时空演变规律研究中具有无可比拟的优越性^[4-5]。笔者以遥感(RS)和地理信息系统(GIS)等高科技平台为支撑, 通过对 1976 年的 MSS 数据(部分为相邻年份)、2000 年的 ETM 遥感影像(部分为相邻年份)解译, 对西藏近 30 年来土地荒漠化现状和时空演变规律进行了系统的分析。

收稿日期: 2006 10 20

基金项目: 中国地质调查局项目(200315100002)

作者简介: 于海洋(1978-), 男, 山东沂南人, 博士研究生, 从事 RS 与 GIS 地学应用研究。E-mail: yuhyang@sohu.com

1 监测区概况及其土地荒漠化类型

1.1 监测区概况

西藏自治区平均海拔 4 000 m 以上,是青藏高原的主体部分。地理位置为北纬 26°52′~36°32′,东经 78°24′~99°06′。这里地形复杂,北部是藏北高原,位于昆仑山、唐古拉山和冈底斯山、念青唐古拉山之间,占全自治区面积的 2/3;南部为在冈底斯山和喜马拉雅山之间,即雅鲁藏布江及其支流流经的地方南部为藏南谷地;藏东是高山峡谷区,为一系列由东西走向逐渐转为南北走向的高山深谷,系著名的横断山脉的一部分。西藏高原复杂多样的地形地貌及其独特的高原气候使其土地荒漠化问题较为严重。

1.2 监测区土地荒漠化分类

综合对中国荒漠化土地的分类方案^[1],并根据西藏荒漠化土地的实际情况,笔者将监测区的荒漠化土地类型根据成分划分为沙质荒漠化和盐质荒漠化土地^[6]。从荒漠化程度分为重度、中度和轻度荒漠化。沙质荒漠化类型划分标准是根据风积沙、平沙地、砂砾石裸露区和植被所占面积的百分比,分为 5 种不同程度的荒漠化土地因子。盐质荒漠化土地类型是根据盐斑所覆盖面积百分比,结合植被生长的状况,分为 4 种不同程度的盐碱化土地因子。表 1 分别列出了其划分标准及地表景观特征。依据各地类因子地表景观特征在图像上显示的色彩、结构、形态展布特征,可以确定土地类型遥感影像解译特征。

表 1 西藏荒漠化土地分类标准

Tab. 1 Categorization Standard of Land Desertification in Tibet				
土地类型	荒漠化因子分类	覆盖面积 */%	植被覆盖面积 /%	地表景观特征
沙质荒漠化	轻度沙质荒漠化土地	< 10	> 30	主要为固定的灌丛沙包,草地、耕地中有小面积的风沙侵蚀堆积,很少有风沙流动。一旦失去水分或植被保护易形成风沙地
	中度沙质荒漠化土地	10~30	10~30	半固定沙地(丘)或半裸露砂砾石裸地成片分布,表土多有灌丛沙包,沿山间谷地或山间盆地分布。植被稀少
	重度沙质荒漠化土地	> 30	< 10	密集的流动性沙地(丘),地表基本没有植被生长
	砂砾石裸地	> 50	< 20	山前砂砾质倾斜平原为主
	沙漠	> 80	< 10	大面积分布的风积沙地,常见有沙丘链、沙垄和沙丘等
盐质荒漠化	轻度盐碱化土地	< 30	> 30	白色盐斑较少,多为盐结壳或盐化土,有较大面积的植物生长,在耕地和草地中可有次生盐化土
	中度盐碱化土地	30~50	10~30	白色盐斑、盐霜普遍,有少量植物生长
	重度盐碱化土地	> 50	< 10	地表盐斑、盐霜大片分布,没有植物生长,有时有少量的骆驼刺、梭梭等
	盐漠	> 60	< 5	呈大面积的白色盐斑,无植物生长。干涸的湖积层也划归此类
其他	耕地、草地、林地、沼泽地、地表水体、河流、湖泊、水库、基岩			

注: *表示风积沙或平沙地所占面积(盐质荒漠化为盐斑所占面积)

2 监测方法

2.1 方法

调查采用的遥感数据是 1976 年的 Landsat 5 MSS 数据(部分为相邻年份)和 2000 年 Landsat 7 ETM 数据(部分为相邻年份)各 75 景。要求同批卫星数据选择的时间、季节尽可能接近;两批卫星数据选择的季节应尽可能接近。首先将遥感数据采用 1:10 万地形图进行几何精校正,利用 PCI 软件进行图像增强、镶嵌、分割等处理,制作 1:25 万标准幅影像地图。几何精校正的误差要求小于两个像元。在此基础上,通过预判、現地验证等技术手段,建立荒漠化类型、地类、分布等因子的遥感解

译标志。然后在 GIS 软件的支持下,按不同地类的遥感影像特征,采取人机对话的方式进行不同土地荒漠化因子的解译。通过现场土地调查对遥感解译结果进行验证,并加以检校修正。利用 ArcGIS 软件,完成图形数据的录入和编辑,拓扑求积,再与属性数据集成,形成带有属性的地理信息数据,然后转换成适当的文件格式数据。将解译结果与其他地理数据叠合,制作完成 1:50 万两个时期的西藏荒漠化遥感解译图。

在 GIS 软件中,可以统计分析土地荒漠化现状和动态变化,对西藏荒漠化进行分析研究。

2.2 精度验证

精度验证采用实地检查验证的方法。野外检

查验证路线长度 2 000 km, 观测点位 250 个, 验证发现解译标志可靠, 对荒漠化土地类型和因子的信息提取正确率达到 95%以上。

3 荒漠化土地现状分析

3.1 统计结果

西藏监测区总面积为 $119.78 \times 10^4 \text{ km}^2$, 2000 年荒漠化面积为 $29.08 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占总面积的 24.28%, 其中沙质荒漠化土地面积为 $24.99 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占 20.86%; 盐质荒漠化土地面积 $4.09 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占 3.42%; 其他土地类型面积为 $90.7 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占 75.72%(表 2、3)。

3.2 土地荒漠化综合分区评价

目前尚未形成一个完全适应于遥感监测的指标体系^[7], 这里综合评价是以整个西藏 7 个地区(州、市)为评价单元, 按土地荒漠化评价指数 LDI (Land Desertification Index) 公式^[7] 进行计算

$$P_{LDI} = \sum_{i=1}^n (w_i s_i) / n$$

式中: P_{LDI} 为某一地州(市)的荒漠化综合评价指

数; s_i 为该地内某一评价因子占该地面积的百分比; w_i 为该评价因子的权重; n 为该地的评价因子总数。在此选择荒漠化土地中的 9 个因子(沙质荒漠化 5 个、盐质荒漠化 4 个)和其他土地类型的 5 个因子(耕地、草地、林地、沼泽地、水体), 根据每个因子对荒漠化贡献大小, 按正负值分别赋予不同的权重。

通过计算得出西藏 7 地市荒漠化综合评价指数分级分布见图 1。

3.3 西藏荒漠化土地分区

根据以上统计结果和评价指数可以将西藏荒漠化土地分为: 阿里—藏北高原高度荒漠化区、藏南高原河谷湖盆中度荒漠化区、青东高原轻度荒漠化区。基本无荒漠化的地区主要分布在西藏南部的错拿—察隅一带的高山林地区和西藏东部的念青唐古拉山南段—横断山脉的高山峡谷区, 这些地区的荒漠化土地所占比例在 3%左右。

3.3.1 阿里—藏北高原高度荒漠化区

该自然区覆盖了西藏自治区的中、西及北部大部分区域, 约占青藏高原面积的 1/4。该区地势高

表 2 西藏 2000 年土地沙质荒漠化面积统计

Tab. 2 Area Statistics of Sandy Desertification in Tibet in 2000

地区 名称	监测地区 面积/km ²	沙质荒漠化面积/km ²			砂砾石裸 地面积/km ²	沙质荒漠化土地合计	
		轻度	中度	重度		覆盖面积/km ²	占有率/%
阿里	296 049.16	2 916.25	18 951.28	5 944.38	44 213.60	72 025.51	24.33
那曲	389 978.57	16 272.02	31 709.72	2 887.56	76 507.97	127 377.30	32.66
日喀则	180 700.91	3 269.31	13 474.99	2 950.03	17 915.44	37 609.77	20.81
拉萨	29 273.16	484.78	1 124.94	337.13	1 194.16	3 141.01	10.73
山南	78 941.60	1 344.10	637.21	119.84	2 309.62	4 410.77	5.59
林芝	115 460.36	1 039.99	656.64	0.00	66.54	1 763.17	1.54
昌都	108 250.78	1 390.43	822.58	75.62	1 239.69	3 528.32	3.26
合计	1 197 755.00	26 716.88	67 377.36	12 314.56	143 447.00	249 855.80	20.86

表 3 西藏 2000 年土地盐质荒漠化解译面积统计

Tab. 3 Area Statistics of Salty Desertification in Tibet in 2000

地区 名称	盐碱化土地面积/km ²			盐质荒漠化土地合计		荒漠化土地总面积	
	轻度	中度	重度	覆盖面积/km ²	占有率/%	覆盖面积/km ²	占有率/%
阿里	7 261.23	4 862.95	4 517.28	16 641.46	5.62	88 666.97	29.95
那曲	9 482.52	7 632.57	3 332.24	20 447.33	5.24	147 824.60	37.90
日喀则	1 795.55	1 288.93	346.20	3 430.68	1.89	41 040.45	22.70
拉萨	109.93	10.10	0.00	120.03	0.41	3 261.04	11.14
山南	186.00	53.84	0.00	239.84	0.31	4 650.61	5.90
林芝	35.36	0.00	0.00	35.36	0.00	1 798.53	1.54
昌都	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3 528.32	3.26
合计	18 870.59	13 848.39	8 195.72	40 914.70	3.42	290 770.50	24.28

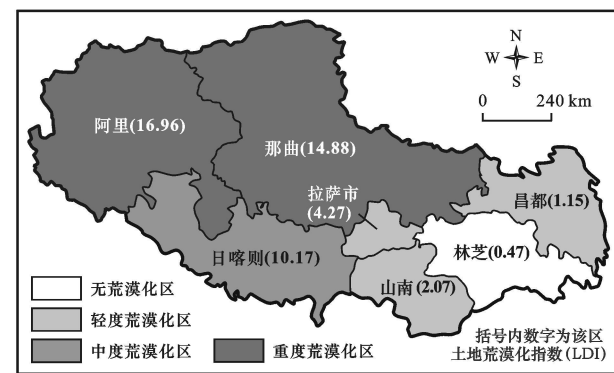


图 1 西藏 7 地市荒漠化综合指数分级评价

Fig 1 Evaluation of Seven Cities According to LDI

亢, 地表主体为高原的夷平面, 在气候变暖和过度人为活动的影响下, 该自然区荒漠化面积日渐扩大, 程度加重。根据遥感调查结果, 区内分布荒漠化土地 236 491 km², 占该区土地面积的 34.5%, 属于高度荒漠化地区。该区主要为砂砾石裸地和中度沙质荒漠化土地, 轻度和重度沙漠化土地则较少。但由于高原寒冻风化强烈, 气候干燥, 风力强劲, 大部分地区植被覆盖率低, 沙源丰富, 因此荒漠化程度有加重的趋势, 是西藏荒漠化防治的重点区域。

3.3.2 藏南高原河谷湖盆中度荒漠化区

该自然区位于青藏高原的南部, 处于冈底斯山东段—念青唐古拉山西段—藏北高原以南的高原台地上, 属于日喀则地区的北部, 总面积 133 312.16 km²。该区荒漠化综合评价指数为 10.17。荒漠化类型以中度和轻度沙质荒漠化土地为主。区内盐质荒漠化以中度盐碱化土地为主, 重度和轻度盐碱化土地则很少。中度盐碱化土地主要分布在较大的湖泊周围, 如扎日南木错、色林错等。本区属于荒漠化轻微加重区, 在人口较为集中的日喀则市和昂仁县等, 要注意沙化对居民、交通运输的影响, 应积极采取预防措施。

3.3.3 青东高原轻度荒漠化区

该区位于青藏高原东部, 主要为昌都地区。荒漠综合评价指数为 1.15, 属于轻度荒漠化区。地形主要是高山峻岭、沟壑纵横。气候较高原腹地湿润, 在沟谷及河漫滩上多有乔冠林生长, 只有山间河流的两侧局部有轻度沙质荒漠化土地。

4 监测区土地荒漠化演变分析

4.1 土地荒漠化类型结构变化

从表 4 的统计对比可以看出, 1976~2000 年

间, 荒漠化土地总面积增加了 20 764.67 km², 共增长了 7.69%, 年增长率为 0.32%。且土地荒漠化类型结构变化明显, 主要表现在:

(1) 沙质荒漠化土地面积大幅度增长, 盐质荒漠化土地面积在减少。监测区沙漠化土地面积共计增加了 24 128.6 km², 增长了 10.69%, 而盐碱化土地面积则减少了 3 363.93 km², 减少了 7.60%。

(2) 重度荒漠化面积明显增加, 其中重度沙质荒漠化面积增加了 9 353.39 km², 增长了 315.87%; 中度沙质荒漠化土地面积增加了 20 595.56 km², 增长了 44.02%; 重度盐碱化土地面积增加了 5 649.68 km², 增长了 84.77%。

同时, 轻度盐碱化面积和轻度沙质荒漠化的面积都明显减少。表明西藏不但荒漠化总面积在扩大, 其土地荒漠化程度正在由较轻向较重程度发展。

4.2 荒漠化土地空间演变

西藏沙质荒漠化土地空间结构变化主要表现为荒漠化土地面积的增加和荒漠化程度的加重。监测区 7 个地市土地荒漠化加重面积分别为: 阿里 (9.33%)、那曲 (9.08%)、日喀则 (6.06%)、拉萨 (4.92%)、山南 (1.57%)、昌都 (1.06%)、林芝 (0.88%)。西藏沙漠化增长的主要区域有阿里高原、藏北高原和藏南河谷湖盆区的山间洼地, 其中阿里高原和藏北高原是荒漠化加重最明显的地区, 主要表现为草地退化和大面积的轻度沙质荒漠化土地演变为中度沙质荒漠化土地。

盐质荒漠化土地主要集中在冈底斯山以北藏北高原的内陆湖区, 且由南向北逐渐加重。该地区盐质荒漠化土地明显增加, 面积达到 17 265 km², 如班戈错、色林错等湖区的周围滩地, 盐质荒漠化总面积虽然有所减少, 但相当一部分转化为沙质荒漠化土地。所以, 其荒漠化程度仍然处于一种加重的态势。

4.3 土地荒漠化演变驱动因素

监测区土地荒漠化整体趋势是逐渐加重。干旱半干旱的气候条件是荒漠化的基础, 气候变暖^[8]是荒漠化的重要驱动因素。西藏荒漠化土地以砂砾石裸地为主, 反映其荒漠化仍以自然因素驱动为主, 人为因素导致的荒漠化居次之, 同时轻度盐质荒漠化土地面积的大量减少, 也说明了青藏高原近 30 年来气温升高。气候变化引起地下水位下降, 盐质荒漠化土地转变为沙质荒漠化土地。近 30 年来, 由于人口增长加大了对土地资源利用的压力,

表 4 西藏荒漠化土地面积变化

Tab. 4 Area Change Statistics of Land Desertification in Tibet

土地类型		1976 年		2000 年		变化情况	
		面积 /km ²	占有率 /%	面积 /km ²	占有率 /%	面积 /k m ²	变化率 /%
沙质荒漠化	轻度沙质荒漠化土地	52 009. 77	4. 34	26 716. 88	2. 23	- 25 292. 90	- 48. 63
	中度沙质荒漠化土地	46 781. 80	3. 91	67 377. 36	5. 62	20 595. 56	44. 02
	重度沙质荒漠化土地	2 961. 17	0. 25	12 314. 56	1. 03	9 353. 39	315. 87
	砂砾石裸地	123 974. 40	10. 35	143 447. 00	11. 98	19 472. 60	15. 71
	合计	225 727. 20	18. 85	249 855. 80	20. 86	24 128. 60	10. 69
盐质荒漠化	轻度盐碱化土地	24 966. 72	2. 08	18 870. 59	1. 57	- 6 096. 13	- 24. 42
	中度盐碱化土地	12 647. 03	1. 06	13 848. 39	1. 16	1 201. 36	9. 50
	重度盐碱化土地	6 664. 88	0. 56	12 314. 56	0. 68	5 649. 68	84. 77
	合计	44 278. 63	3. 70	40 914. 70	3. 42	- 3 363. 93	- 7. 60
非荒漠化土地	耕地	1 797. 04	0. 15	1 718. 00	0. 14	- 79. 04	- 4. 40
	草地	22 856. 43	1. 91	14 430. 09	1. 20	- 8 426. 34	- 36. 87
	水体及植被覆盖区	24. 10	0. 01	0. 00	0. 00	- 24. 10	- 100. 00
	林地	1 317. 33	0. 11	1 763. 80	0. 15	446. 47	33. 89
	沼泽	26 255. 64	2. 19	26 255. 64	2. 19	0. 00	0. 00
	合计	52 250. 54	4. 36	44 167. 53	3. 69	- 8 083. 01	- 15. 47
基岩		875 461. 20	73. 09	862 826. 20	72. 04	- 12 635. 00	- 1. 44
合计		927 711. 70	77. 45	906 993. 70	75. 72	- 20 718. 00	- 2. 23

引起过度放牧、过度采伐和耕地面积的扩大,从而使大面积草场遭到破坏,促进了荒漠化的发展^[9]。目前退化草原面积已达 $11.43\times 10^4\text{ km}^2$,占草原面积的 13.79%。同时,工程建设和水资源的不合理利用也是引起土地荒漠化的重要因素^[10]。

5 结语

监测区近 30 年荒漠化土地总面积增加了 20 764.67 km²,共增长了 7.69%,年增长率为 0.32%。其荒漠化程度明显加重,主要表现为重度荒漠化土地面积明显增加,增长了 315.87%。同时盐质荒漠化面积有所减少。监测区土地荒漠化是以自然条件为基础,自然与人为因素共同作用所形成的加速加剧过程。干旱半干旱气候、强劲的风沙是荒漠化的主要因素,气候变暖促进了这一趋势的发展;人为因素是荒漠化的重要驱动因素。因此应继续加强退耕还草、退耕还林工作,防止自然环境进一步恶化。

参考文献:

[1] 中国荒漠化(土地退化)防治研究课题组.中国荒漠化(土地退化)防治研究[M].北京:中国环境科学出版社,1998.

[2] 李虎,高雅琪,王晓峰,等.新疆土地荒漠化监测分析[J].地理学报,2004,59(2):197-202.

[3] 齐雁冰,常庆瑞.高寒地区荒漠化动态监测技术构想[J].水土保持通报,2004,24(4):44-46.

[4] 韩玲,徐惠莲.利用遥感技术和地理信息系统技术对土地资源分类的研究[J].西安工程学院学报,2000,22(3):56-58.

[5] Yanga X, Zhangb K, Jiaa B, et al. Desertification Assessment in China: An overview [J]. Journal of Arid Environments, 2005, 5(63): 517-531.

[6] 张克斌.荒漠化评价与监测研究——以盐池荒漠化定位监测为例[D].北京:北京林业大学,2002.

[7] 曾永年,冯兆东.沙质荒漠化遥感监测与环境影响研究进展[J].山地学报,2005,24(2):218-227.

[8] 白爱娟,刘晓东.从气候标准的改变分析西北地区的气候变化[J].干旱区研究,2005,22(4):458-464.

[9] 易秀,李侠.西北地区土壤资源特征及其开发利用与保护[J].地球科学与环境学报,2004,26(4):85-89.

[10] 陈梦熊.西北干旱区水文系统的演变与荒漠化[J].地球科学与环境学报,2005,27(1):1-4.