

若尔盖湿地草原沙化驱动因素分析^{*}

李 斌^{1,3,4}, 董锁成¹, 江晓波², 李泽红^{1,3}

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院 成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041; 3. 中国科学院 研究生院, 北京 100039; 4. 西南科技大学 经济管理学院, 四川 绵阳 620101)

摘 要: 若尔盖湿地草原大面积退化、沙化导致草地生产力下降, 环境恶化, 生物多样性减少, 直接威胁该地区生态环境和区域经济的可持续发展。根据已有研究和野外考察获得的数据资料分析, 若尔盖湿地草原的退化、沙化在于人类活动干扰和自然因素的双重作用。自然因素是沙化发生的大环境, 是大空间、大跨度造成草地退化、沙化的自然环境背景, 为生态环境恶化、沼泽退化、草原沙化提供一种可能性, 而近几十年来人类强烈的破坏性活动是该地区生态环境恶化和草原退化、沙化的主导因素。在遵循自然客观规律的基础上, 有针对性地制定切实有效的保护和恢复措施很有必要。

关键词: 若尔盖湿地; 退化; 沙化; 驱动因素; 人类活动

中图分类号: X171.1; S812

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)03-0112-04

Analysis on the Driving Factors of Grassland Desertification in Zoige Wetland

LI Bin^{1,3,4}, DONG Suo-cheng¹, JIANG Xiao-bo², LI Ze-hong^{1,3}

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu 610049, China; 3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 4. School of Economics and Management, SWUST, Mianyang, Sichuan 620101, China)

Abstract: The degradation and desertification of grassland in Zoige wetland lead to a decline in grassland productivity, environmental deterioration and reduction in biodiversity, which threaten the region's ecological environment and the sustainable development of regional economy. Based on previous studies and data collected during field investigation, we analyze the causes of grassland degradation and desertification and come to a conclusion: the grassland degradation and desertification in Zoige wetland are influenced by human activities and natural factors. Natural factors are the natural background, which cause large-space and large-span grassland degradation and desertification. However, natural factors are not dominant factors at present, which only to make deterioration of the ecological environment, marsh degradation, and grassland desertification possible. Human's intense activities in recent decades, such as overgrazing, draining swamps, are the main reasons which lead to the deterioration of the ecological environment and grassland degradation and desertification. It is necessary to formulate effective conservation and restoration measures based on the law of nature.

Key words: Zoige wetland; degradation; desertification; driving factors; human activities

我国是世界上受沙化影响最严重的国家之一。国家林业局 2005 年发布的《中国荒漠化和沙化状况公报》显示, 截止 2004 年, 全国沙化土地面积为 173.97 万 km², 占国土总面积的 18.12%^[1]。近年新增沙化土地中, 绝大部分是来源于草地的退化和沙化。根据国家环境保护总局发布的《2000 年中国环境状况公报》, 全国 90% 的草地不同程度地出现退化, 其中中度退化以上的面积已占半数^[2]。我国草原退化始于 20 世纪 60 年代以后, 最早出现草原退化的地区是人口相对较多的农牧交错区。到 20 世纪 70 年代中期, 全国退化草原面积约占草原面积的 15%, 80 年代中期增加到 30% 以

上, 90 年代中期达到 50% 以上, 到了 21 世纪初已增加到 90%^[3]。

若尔盖湿地位于长江水系与黄河水系的分水岭地带, 是长江、黄河上游重要的水源涵养地和长江、黄河流域重要的生态屏障, 也是我国比较优良的高原牧区, 俗称“高原之肾”^[4]。然而某些自然因素和人为破坏却给这片涵养水源的湿地造成严重后果, 如大量的高山湖泊萎缩、草地沙化等。分析若尔盖湿地退化、草原沙化的原因, 为该区域的生态恢复与环境保护提供科学依据具有非常重要的现实意义。

^{*} 收稿日期: 2007-06-28

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40671062); 西南科技大学项目 (SK043106)

作者简介: 李斌 (1974 -), 男, 四川成都人, 博士, 主要从事区域经济和区域发展研究。E-mail: libin2974@yahoo.com.cn

1 研究区自然与社会经济概况

若尔盖湿地位于青藏高原东北部,101°36′ - 103°30′ E, 32°20′ - 34°00′ N,西起巴颜喀拉山,东至岷山,北临西倾山,南抵邛崃山,是一块完整的丘状高原。行政上隶属于四川省若尔盖县、红原县、阿坝县和甘肃省玛曲县和碌曲县,其中主体位于若尔盖县和红原县,湿地面积约 120 万 hm²。本区地质构造为刚性较强、比较稳定的若尔盖地块^[5]。区内地貌类型主要为低山、丘陵、阶地、河漫滩、宽谷和湖群洼地等。气候为大陆性高原气候,主要特点为:长冬无夏、霜冻期长、干湿季分明。年平均气温 0.7 ~ 1.1℃,1 月气温 - 10.5 ~ - 7.9℃,7 月气温 10.9 ~ 11.4℃,年平均降水量为 650 ~ 750 mm,湿润系数 1.26 ~ 1.93^[6]。

截止 2005 年底,若尔盖湿地 5 县人口达到 24.75 万人,人口自然增长率 13.4‰,青壮年文盲率 28.9%,儿童入学率 97.1%,均是以藏族为主的县,其中阿坝县、玛曲县和碌曲县是纯牧业县。该地区的农牧业收入在 GDP 中占有很大的比重,城市化水平很低。这 5 个县的产业结构,过高的农村人口比重,过度的依赖农牧业,粗放的生产生活方式等给本来就比较脆弱的高寒生态环境造成巨大的压力(表 1、2)。

表 1 2005 年若尔盖湿地草原各县产业情况

地 域	GDP 总量/ 亿元	第一产业/ 亿元	第二产业/ 亿元	第三产业/ 亿元	三产 比重	人均 GDP/ 元
阿坝县	2.86	1.52	0.32	1.02	53	11 36
若尔盖	4.20	2.31	0.73	1.15	55	17 28
红原县	2.65	1.26	0.38	1.00	48	14 38
玛曲县	4.28	1.24	2.05	0.98	29	48 23
碌曲县	1.69	0.68	0.37	0.64	40	22 38
甘肃省	1934	304	839	791	16	43 41
四川省	7385	1481	3067	2837	20	42 38
全 国	183085	23070	87047	72968	13	47 40

数据来源:2006 年中国统计年鉴、2006 年甘肃统计年鉴、2006 年四川统计年鉴。

表 2 2005 年若尔盖湿地草原各县人口构成及载畜量

地 域	人口/ 万人	农(牧)业人口/ 万人	农(牧)业 人口比重/ %	各县载畜量/ 万羊单位
阿坝县	6.3	5.6	88.9	185.98
若尔盖	7.0	6.1	87.1	306.71
红原县	3.9	3.0	76.9	173.45
玛曲县	4.48	3.79	84.6	263.73
碌曲县	3.20	2.76	86.3	117.23
甘肃省	2594	1816	70	-
四川省	8642	6628	76.7	-
全 国	130756	74544	57.01	-

数据来源:2006 年中国统计年鉴、2006 年甘肃统计年鉴、2006 年四川统计年鉴。

2 研究区沙化概况

20 世纪 30 年代以前,本区仍保持着无人区或半无人区原始沼泽景观。然而,自 60 年代开始,随着人口的不断增加,沼泽开始出现退化的迹象^[7]。现在该地区的区域生态环境不断恶化,湿地生态系统和草地生态系统受损的程度呈现

日益加重的趋势。

2004 - 2005 年野外实地考察和对各地区数据资料的统计分析显示,截止 2004 年,全区沙化地点多达 260 余处,沙化土地总面积 7.1 万 hm²,潜在沙化面积 7.5 万 hm²。与前人研究对比发现,该地区无论是沙化面积、分布范围、沙化地点数量,还是沙化强度均较以前明显增加,反映出区域生态环境恶化的情况并未改观,反而进一步加剧^[8-12]。

沙化最严重的若尔盖县,地处若尔盖湿地核心位置,是湿地的最主要组成部分。全县土地总面积 1.043 6 万 km²,天然草地面积 80.84 万 hm²,可利用面积 65.2 万 hm²,是川西北牧区最重要的组成部分。1980 年草地资源调查时,该县草原沙化面积仅 0.48 万 hm²,到 1994 年达到 2.08 万 hm²。2004 年发展到 3.68 万 hm²,还有潜在沙化面积 5.35 万 hm²,分别占全县天然草原面积的 4.55 %和 6.62 %,占全县可利用草原面积的 5.64 %和 8.21 %,沙化面积以每年 8.85 %的速度扩张。若尔盖沙化草场多发于亚高山草甸草场,以迎风坡面的山垭口、河床故道和牧道最为多见。由于沙化影响,沙尘暴发生频率也越来越高。1980 - 2000 年,全县平均每年发生沙尘暴 2 次,而 2001 - 2004 年平均每年发生 3.5 次,并且沙尘暴的发生有南下趋势。

3 若尔盖湿地草原沙化驱动因素分析

若尔盖湿地属于典型的高寒、高海拔生态脆弱带,生态稳定性差,易受到气候波动等因素的冲击和人类活动的干扰。若尔盖草原沙化是在自然因素和人类活动等因素综合作用下形成的,自然因素是沙化发生的大环境,而人文因素是近几十年来草地退化、沙化的主导因素。

3.1 人文因素

长期以来,由于地方只注重湿地的生产功能,而忽视其生态功能,对湿地水源涵养及维护区域生物多样性的生态功能认识不足。为了缓解人口增长压力和发展经济,人为盲目疏干湿地等都造成湿地的退化、沙化,同时导致区域水源涵养功能的逐步丧失。近几十年,尤其是 20 世纪 60 年代后不合理的人为活动导致湿地严重受损,草原严重退化、沙化。

3.1.1 人口增长过快

本区人口增长过快,人类活动干扰加剧,对区域生态环境施加负效应不断增大,这是人文因素中最本质和最重要的一个因素。滥垦滥挖、过度放牧等在很大程度上是因为人口压力过大,为了发展经济而造成的。

1960 年红原建县时人口只有 500 多人^[5],但到 2005 年人口已经达到 3.9 万人;若尔盖县也从建县时的几千人增长到 2005 年的 7 万余人^[13]。人口增多对资源需求量增大,盲目从事不合理的生产活动,对生态环境造成破坏,使沼泽退化、草地沙化。几十年来沼泽周边山坡上针叶林遭到滥砍乱伐,森林面积急剧下降。若尔盖县 1975 年森林覆盖率为 16.7 %,2005 年下降到 12.8 %,现只剩下零星残林分布在坡地上,致使草地失去了挡风沙,保护土壤的主要屏障,进而导致退化、沙化草地扩大。同时,由于该区属偏远少数民族地区,地区教育水平较落后,人口文化水平整体较低。较低的文化素质,粗放的生产生活方式给湿地保护带来很大阻力。

3.1.2 挖沟排水、滥垦滥挖

为了减轻人口压力,发展畜牧业,人为的对沼泽挖沟排水、对草场实行滥垦滥挖是造成草原沙化最直接的因素之一,这些人类活动均直接导致沼泽和草地退化、旱化、沙化。

一是为扩大可利用草场面积,若尔盖湿地普遍经历了大规模的开沟排水活动。20 世纪 70 年代,若尔盖县和红原县共计开沟 700 多条,长约 1 000 km 左右,累计疏干、改造沼泽 20 万 hm^2 ,约占本区沼泽总面积 43.5 %。随着沼泽面积减少,由沼泽 半沼泽 草甸 草原 荒漠发展的趋势越来越明显,尤以古河道上及其附近疏干了的沼泽更为明显。目前的沙化面积中有 85 %集中分布在疏干沼泽区。二是 20 世纪 70 年代对草场实行大面积翻耕,种植牧草,在彻底破坏了原生植被和没有加强耕作管理的情况下,进行放牧经营,加之冬季大风作用,致使耕作层土壤逐渐沙化,尤其古河床上沉积的粉沙翻露出地表,成为沙化草地的沙粒来源。

3.1.3 过度放牧

本区曾是优质牧草草原,全国五大牧区之一,现今由于长期超载过牧,草场退化十分严重,2005 年各县牲畜存栏量见表 3。

表 3 2005 年若尔盖各县牲畜存栏量及超载率

地区	阿坝县	若尔盖县	红原县	玛曲县	碌曲县
载畜量/ 万羊单位	185.98	306.71	173.45	263.73	117.23
超载率/ %	35.3	64.4	32.8	28.9	38.7

数据来源:各县农牧局统计资料。

据资料统计,沙化最严重的若尔盖县牲畜数量在 20 世纪 50 年代到 2005 年呈直线增长趋势(图 1),各类牲畜总量由 20 世纪 50 年代的 82.3 万羊单位增至 90 年代的 251.5 万羊单位。到 2005 年实际载畜量达到 306.7 万羊单位。全县草场理论载畜量为 186.51 万羊单位^[4],2005 年超载率达 64.4 %,全县的乡镇和牧场都不同程度的存在超载。在 2004 年和 2005 年的实地考察中发现各乡镇和牧场超载放牧越厉害,沙化面积和沙化程度也越严重,二者之间呈明显的正向关系。

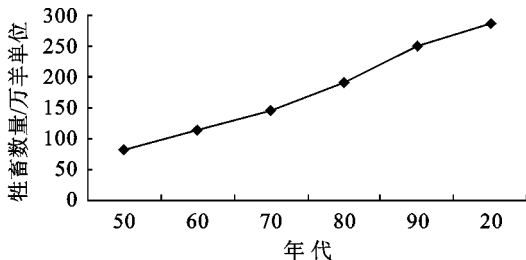


图 1 近 50 a 若尔盖县牲畜数量变化

3.1.4 泥炭开采

若尔盖高原不合理和过度的泥炭开采也是湿地和草原退化、沙化的重要人为因素之一。若尔盖高原煤炭、石油和天然气等能源资源短缺,煤炭依靠长途输入,价格昂贵。但若尔盖高原湿地中蕴藏着丰富的泥炭资源,本区泥炭资源的远景地质储量达 19 亿 t(干重),约占全国泥炭资源总量(46.8 亿 t)的 41 %^[14]。泥炭资源成为当地主要能源后,当

地对泥炭资源的开发活动十分强烈。由于泥炭资源开发利用缺乏统一的规划,滥采乱挖十分严重,深浅不一、形状不同的废弃矿坑遍地皆是。大规模开采泥炭导致的沟蚀、溯源侵蚀十分严重,导致沼泽退化、草地沙化。

3.1.5 草原鼠、虫、毒杂草危害

据若尔盖县农牧局草原办公室调查统计,截止 2002 年,若尔盖全县 80.84 万 hm^2 天然草地中,鼠虫害分布面积高达 52.92 万 hm^2 ,占草地总面积的 65.46 %,其中较严重的三级危害面积 7.11 万 hm^2 ,尤以高原鼯鼠对草地危害严重,全县分布面积近 46.67 万 hm^2 。

在此将草原鼠、虫、毒杂草危害归入人文因素,主要在于根据实地调查发现,这一现象的发生和加重与人类过度放牧、疏干沼泽有紧密联系。对比同样自然环境条件下不同的地区发现,过度放牧区、疏干沼泽区的鼠、虫、毒杂草危害明显严重于放牧轻、沼泽保持好的地区。

过度放牧导致优良牧草急剧衰减,而牲口不吃的毒杂草却疯长。沼泽的疏干使啮齿类的生存环境大大改善,繁殖加快。害鼠大量偷食牧草、打洞、挖掘土丘,破坏草原土壤结构和原有植被,使牧草失去结实能力,土壤外翻暴露,在干旱风吹下很容易成沙源,加剧草场退化。

3.2 自然因素

通过对若尔盖高原气象资料的分析发现,最近几十年该地区有升温 and 降水减少的趋势,同时由于受喜马拉雅运动的作用,若尔盖中间地块现正处于隆升阶段。这些是若尔盖高原面临的宏观自然环境因素,是在地域大尺度和时间大跨度的范畴起作用,其作用主要表现在长期,短期内作用不如人为因素重要和剧烈。

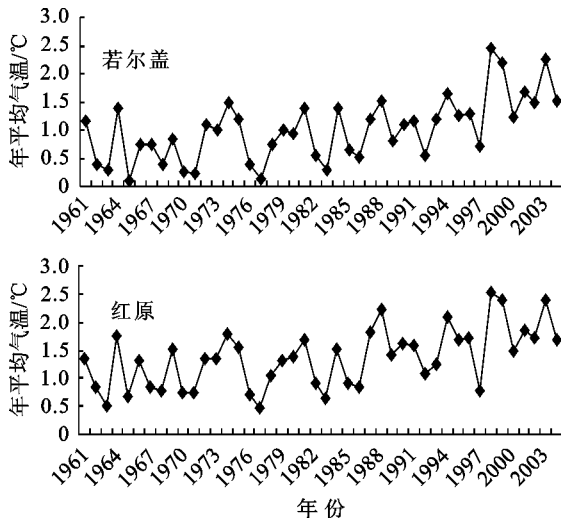


图 2 1961 - 2004 年间年平均气温变化

3.2.1 气温升高

通过近几十年来的气象资料比较可以看出,若尔盖高原气候有转暖的趋势。若尔盖站和红原站气象资料统计表明,1961 - 2004 年间,若尔盖高原年平均气温大致上涨了 1.1 (图 2)。据红原县气象局统计数据,近 20 a 年均气温除 1997 年外均 >1 ,而 1987 年以前年均气温绝大部分是 <1 ,统计分析表明,时间越近增温趋势越明显。由此可见,近期全

球性的“温室效应”在若尔盖地区有比较明显的表现。

不过应该指出,本区气候转暖偏干既是全球变化的响应,又叠加了区域气候形成因子——下垫面沼泽退化的作用。尽管气候转暖趋干的综合效应有助于沼泽退化、草地沙化,但是这些都是需要大跨度的时间,在短短几十年时间里,气候的效应程度远未达到不适于沼泽发育的阈限值^[15]。

3.2.2 降水减少

若尔盖高原降水存在比较大的南北差异,总体表现为南部地区降水量较高,北部地区相对低的趋势。红原县的多年平均降水量较高,达到 765 mm 以上;若尔盖县和玛曲县的多年平均降水量相对较小,分别为 668 mm 和 634 mm。但是从整个高原各地降水统计数据看,降水减少并不明显。从 1961 - 2004 年的气象资料看,近几十年来若尔盖高原年降水量变化幅度不大,只是呈现略微减少的趋势,甚至在红原县 1991 - 2004 年间的年均降水量还大于 1961 - 1970 年间的年均降水量(图 3、表 4)。近几十年来,降水不是影响若尔盖湿地退化、草原沙化的主要因素。

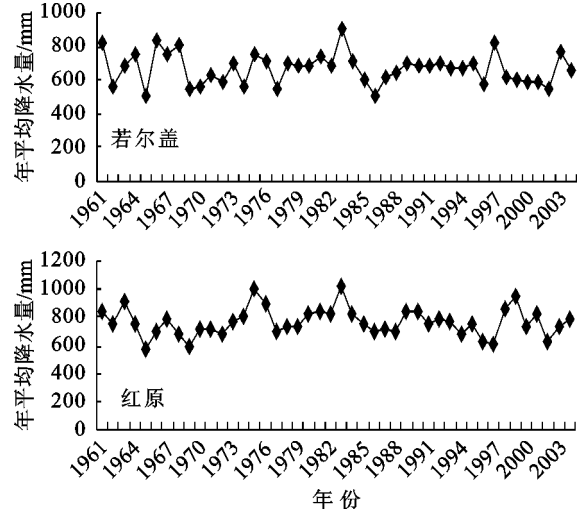


图 3 1961 - 2004 年间年降水量变化
表 4 1961 - 2004 年间不同阶段年均降水量 mm

地域	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2004	1961 - 2004
若尔盖	683.02	657.02	681.46	655.57	668.02
红 原	732	783.3	804.9	748.5	765.48

数据来源:若尔盖县、红原县气象局。

结合前面谈到的气温变化,可以得出结论:气候变化对若尔盖湿地草原的影响主要表现在气温上。气候变暖,蒸发量增加,导致若尔盖高原的气候表现出暖干化趋势。根据红原县气象局统计数据计算,红原县年蒸发量由 20 世纪 60 年代的 1 084.58 mm 增至 90 年代的 1 149.06 mm,增加了 65 mm 左右^[10]。但是在短短几十年时间里,气候的效应程度远未达到不适于沼泽发育的阈限值。

3.2.3 地质构造运动

若尔盖湿地的大地构造位置位于松潘—甘孜构造系巴颜喀拉冒地槽褶皱带中的中间地块内,习称为“若尔盖中间地块”。由于受喜马拉雅运动的作用,若尔盖的中间地块现

正处于隆升阶段,地表河流主要表现为下蚀作用,局部侵蚀基准面则呈上移趋势。从长期来看,地质构造运动是导致湿地萎缩退化的最主要的内动力影响因素,但是这一内动力因素时间跨度极大,都是以百万年、十万年为单位,不足以在解放后的短短几十年内使若尔盖湿地抬升、剥蚀失水而使沼泽退化、沙化。根据孔屏等人的研究,青藏高原北部和中部的平均剥蚀速率从 20 Ma 以来的 100 m/ Ma 以上减少到了最近几十万年以来的 10 m/ Ma,他们认为这一剥蚀速率下降的趋势反映了青藏高原从中新世到第四纪晚期构造活动的减弱^[16]。

3.2.4 岩性及成土母质的影响

若尔盖高原面上裸露的岩石多为三叠系板岩、千枚岩、片岩、砂岩、粉砂岩、第三系砾岩和第四系河湖相以及早期冰川运动的松散沉积物^[12]。由于地质史上的强烈褶皱、断裂,并在反复强烈的寒冻风化作用下,这些岩层易崩解和风化,整体稳定性差^[17]。坡积物、残积物以砂土和粉砂土为主,土层自然黏结力极差,在外力作用下很容易疏松解体。在黄河上游、黑河中、下游和白河下游等地的土壤中,以各种粒级的沙质为主,充填粉沙和黏土,在地表植被遭到破坏后,经雨水的冲刷,随河水流动,当水退干枯后即形成大量的沙源。这些沙源物质的形成是经过漫长的历史时期逐渐形成的,从时间段来说是长期而不是短期范畴的。近几十年的草地沙化不是沙源突然产生,而是在人类活动的扰动下,长期形成的沙源活跃起来。

4 结 论

通过对若尔盖湿地退化、草原沙化驱动因素的分析,可以得出若尔盖湿地退化、草原沙化在于人类活动干扰和自然因素的双重作用,是在自然因素作用的大背景下,叠加人类不合理的生产活动造成的。自然因素的变化是大空间、大跨度造成草地退化、沙化的自然环境背景,为生态环境恶化、草地沙化提供一种可能性。近几十年来人类强烈的破坏性活动使区域生态环境、沼泽生态系统、草地生态系统发生极大变化,超出其本身的调节能力,这直接导致自然因素变化形成的一种可能性变为现实。人类活动是触发因素,起着主导作用,人类活动干扰是该地区近期生态环境恶化、湿地退化、草地沙化的主要原因。

另外,该地区自然因素的变化和影响是不能在短期内被人类掌握和控制的,而人类活动干扰是能够控制和逆转的。因此,应在遵循自然规律的基础上,有针对性地制定切实有效的保护、治理和恢复措施,保护和建设好这片重要的生态涵养水源地,促进该地区生态环境的逐步恢复与改善,最终实现生态环境、自然资源利用和社会经济的持续协调发展。

参考文献:

[1] 国家林业局. 中国荒漠化和沙化状况公报[R]. 2005 年 6 月.
[2] 国家环保总局. 2000 年中国环境状况公报[R]. 2001 年 5 月.

(下转第 120 页)

- 2002, 21(3): 95-103.
- [2] Pijanowski B, Brown D G, Shellito B A, et al. Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a land transformation model [J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2002, 26(2): 553-575.
- [3] 陈勇. 土地利用变化机制研究现状与展望[J]. 湖北农业科学, 2003(2): 15-17.
- [4] 李静, 赵庚星, 田素锋, 等. 论土地利用/土地覆盖变化驱动力研究[J]. 国土资源科技管理, 2004, 21(1): 22-25.
- [5] Dai E F, Wu S H, Shi W Z, et al. Modeling change-pattern-value dynamics on land use: an integrated GIS and artificial neural networks approach [J]. Environmental Assessment, 2005, 36(4): 576-591.
- [6] Dai E F. Study on sustainable land use: systematic analysis, assessment and management approaches [D]. Beijing: Peking University, 2002.
- [7] 摆万奇, 赵士洞. 土地利用变化驱动力系统分析[J]. 资源科学, 2001, 23(3): 39-41.
- [8] 谭少华, 倪绍祥. 区域土地利用变化驱动力的成因分析[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(3): 47-50.
- [9] 王静爱, 何春阳, 董艳春, 等. 北京城乡过渡区土地利用变化驱动力分析[J]. 地球科学进展, 2002, 17(2): 201-208.
- [10] 史培军, 宫鹏, 李晓兵, 等. 土地利用/覆盖变化的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [11] Turner II B L, Skole D, Sanderson S, et al. Land-use and land-cover change science/ research plan[R]. IGP Report No. 35 and HDP Report No. 7 Stockholm: GIBP, 1995.
- [12] Meyer W B, Turner II B L. Human population growth and global land-use/cover change [J]. Annu. Rev. Ecol. Syst., 1992, 23: 39-61.
- [13] Stern P, Young O, Druckman D. Global environmental change: understanding the human dimensions [M]. Washington D C: National Academy Press, 1992.
- [14] 罗湘华, 倪晋仁. 土地利用/土地覆盖变化研究进展[J]. 应用基础与工程科学学报, 2000, 18(3): 262-272.
- [15] 张明. 区域土地利用结果及其驱动因子的统计分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 381-384.
- [16] 蔡运龙. 土地利用/覆被变化研究: 寻求新的综合途径[J]. 地理研究, 2001, 20(6): 645-652.
- [17] 刘旭华, 王劲峰, 刘纪远, 等. 国家尺度耕地变化驱动力的定量分析方法[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4): 56-60.
- [18] 朱会义, 李秀彬, 何书金, 等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 253-260.
- [19] 陈佑启, Peter H V, 徐斌. 中国土地利用变化及其影响的空间建模分析[J]. 地理科学进展, 2000, 19(2): 116-127.
- [20] 李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究, 2001, 20(2): 129-138.
- [21] Ehrlich P R, Daily G C. Population extinction and saving bio-diversity [J]. Ambio, 1993, 22(2/3): 64-68.
- [22] Turner II B L, Clark W C, Kates R W, et al. The earth as transformed by human action. Global and regional changes in the biosphere over the past 300 years-Cambridge University Press (with Clark University). Cambridge, New York: Port Chester, Melbourne & Sydney, 1990.

(上接第 115 页)

- [3] 王庆锁, 李梦先. 我国草地退化及治理对策[J]. 中国农业气象, 2004, 25(3): 41-44.
- [4] 赵建, 朱建清. 若尔盖退化、沙化草地的治理[J]. 四川草原, 2004(1): 13-14.
- [5] 白军红. 若尔盖高原湿地景观格局时空演变过程及其对区域气候的影响[R]. 中国科学院地理科学与资源研究所博士后研究报告, 2005: 111-112.
- [6] 杨永兴. 若尔盖高原生态环境恶化与沼泽退化及其形成机制[J]. 山地学报, 1999, 17(4): 318-323.
- [7] 柴岫, 郎惠卿, 金树仁, 等. 若尔盖高原的沼泽[M]. 北京: 科学出版社, 1965.
- [8] 孙广友, 张文芬, 张家驹, 等. 若尔盖高原沼泽生态环境及其合理开发的研究[J]. 自然资源学报, 1987, 2(4): 359-368.
- [9] 王阳生, 尚成林, 艾笃卿, 等. 四川若尔盖高原泥炭资源开发利用可行性研究[J]. 资源开发与保护, 1992, 8(1): 68-81.
- [10] 若尔盖县地方志编纂委员会. 若尔盖县志[M]. 北京: 民族出版社, 1996: 121-314.
- [11] 红原县志编纂委员会. 红原县志[M]. 成都: 四川人民出版社, 1996.
- [12] 雍国玮, 石承苍, 邱鹏飞. 川西北高原若尔盖草地沙化及湿地萎缩动态遥感监测[J]. 山地学报, 2003, 21(6): 758-762.
- [13] 四川省统计局. 四川省统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006: 74-80.
- [14] 孙广友. 沼泽湿地的形成演化[J]. 国土与自然资源研究, 1998(4): 33-35.
- [15] 沈松平. 若尔盖高原沼泽湿地萎缩退化要因初探[J]. 四川地质学报, 2003, 23(2): 123-125.
- [16] 孔屏, 那春光. 青藏高原的剥蚀与构造抬升[J]. 第四纪研究, 2007, 27(1): 1-5.
- [17] 于守兵, 李世杰, 刘吉峰. 青藏高原湖泊沉积研究及其进展[J]. 山地学报, 2006, 24(4): 480-488.