

绿洲—荒漠交错带活化沙丘的植物群落特征分析^{*}

孙涛,王继和,刘虎俊,纪永福,丁峰,袁洪波

(甘肃省治沙研究所 甘肃省荒漠化防治重点实验室,甘肃 武威 733000)

摘要:以民勤绿洲—荒漠交错带活化沙丘上的植物群落为对象,研究了活化沙丘不同部位的沙地植物群落物种组成、结构和多样性的变化。研究结果表明:从活化沙丘的下部、中部、丘顶,到背风坡的中部、下部,再到丘间低地,每一个生境对应着不同的群落类型。各部位不仅植物种类和数量存在差异,而且群落结构差异明显,其中丘顶为一年生草本植被构成,而丘间低地只有灌木。群落物种多样性与相似性指数表明,从沙丘下部到丘顶再到丘间地,生态因子的差异对物种的分布格局产生了影响,从而导致了群落结构和功能发生了变化。活化沙丘植被简单,退化严重,需加强保护,防止继续退化。

关键词:绿洲—荒漠交错带;活化沙丘;植物群落;生物多样性

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)06-0174-05

Analysis on Vegetation Characteristics of Activating Sanddunes in the Oasis-desert Ecotone

SUN Tao, WANG Ji-he, LIU Hu-jun, JI Yong-fu, DING Feng, YUAN Hong-bo

(Gansu Desert Control and Research Institute & Key Laboratory of Desertification Combating of Gansu Province, Wuwei, Gansu 733000, China)

Abstract: The vegetation communities of activating dune in the Minqin oasis-desert ecotone were investigated by a conventional way for researching the plant species structures and characteristics in different position of the dune. The results showed that there is a different plant community type in each position of the activating dune from low, midst, dune tops and midst, low of slope depressions and sandy land among the dunes. The differences of plant species and quantity had exist, also the variance of plant communities obviously. There is only annual grass species on dune tops, but shrubs on sandy land. The bio-diversity and the similarity index of communities showed that the difference of ecological factors not only affected the distribution patterns of species, but also changed the structures and functions of plant communities. The vegetations of these activating sanddunes are simple and suffer degeneration serious, then need enhanced protection methods to prevent sand dunes from becoming mobile.

Key words: oasis-desert ecotone; activating sanddunes; vegetation community; biodiversity

民勤绿洲处在腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠的交汇处,就像一把绿色的“楔子”一样天然的形成了一道绿色走廊,阻止了两大沙漠的合拢。民勤是中国西北部风沙线上的一座“桥头堡”。民勤的生态保护和绿洲的存亡不仅是一个县一个市的问题^[1],更关乎国家发展、民族生存和兴盛的长远大计问题,因此,保护民勤绿洲生态安全具有重大意义。

从 20 世纪 60 年代初,在民勤绿洲外围地带就

开始种植大面积的梭梭林来防风固沙,但是近 20 年,由于人口增加、滥垦土地、用水不当等导致地下水位急剧下降,大量的梭梭开始衰败、死亡,在生态环境的剧烈变化中,不同景观区域的植被变化特征差异较大。绿洲外围把流动沙地与绿洲分开的荒漠植被带即绿洲—荒漠过渡带,也称绿洲—荒漠交错带^[2-3]。这一地带是生态环境变化的敏感区域和脆弱区域。在大的生态环境变化过程中,绿洲—荒漠

^{*} 收稿日期:2009-04-03

基金项目:国家“十一五”科技攻关项目(2006BAD26B08);科技部省部会商项目(2007BAD46B02);甘肃省科技重大专项(0702N KD H030)

作者简介:孙涛(1978-),男,甘肃永昌人,研究实习员,主要从事荒漠化防治研究工作。E-mail:wavesuntao@yahoo.com.cn

通信作者:王继和(1949-),男,甘肃民勤人,研究员,主要从事沙漠治理与沙区植物生理生态研究。E-mail:wjh@gscdri.com

过渡带变化更强烈,本已处于固定的沙丘现在开始活化,流动沙丘遍布其间,这一地带的脆弱性进一步的凸显出来。

而沙丘活化伴随的则又是一种环境的退化过程,它的发生不仅是表土丧失、地表形态的重塑,而且直接和间接地也伴随着植被的变化^[4]。研究绿洲 - 荒漠过渡带活化沙丘的植被发育、构成及分布特征有助于认识民勤荒漠过渡带退化生态环境的植被发生规律,从而为该地区生态系统的恢复和活化沙丘的稳定提供必要的科学依据和指导。

表 1 2007 年民勤荒漠气象要素年度平均值

	日照时 数/h	降水量/ mm	平均气 温/ 度/	地表温 度/ 度/	相对湿 度/%	平均风速/ (m·s ⁻¹)	最大风速/ (m·s ⁻¹)	最大风 风向	蒸发量/ mm	浮沉、沙尘 暴日数/d
年合计	2553.8	152.9	-	-	-	-	18.0(4月)	NW,WNW	1812.2	36
月平均	-	-	8.1	11.2	54.5	1.5	-	-	151.0	-

研究区自然植被分布比较分散,植物种类稀少,主要以旱生灌木、半灌木和一年生草本为主,零星伴有草甸植物,结构简单,覆盖度小。人工植被主要以 20 世纪 70 年代种植的梭梭为主,由于地下水位下降,现在梭梭大部分枯死,处于衰败状态。草本植物主要有:盐生草(*Halogeton arachnoideus*),沙米(*Agriophyllum squarrosum*),五星蒿(*Bassia dasphyua*)等。

2 研究方法

2.1 植被调查

2008 年 8 月,在民勤沙生植物园西侧选择具有代表性的 3 个活化沙丘进行野外调查。沙丘为半固定状态,平均高度为 5~8 m,两侧有风蚀沟槽形成,沙丘表面已经没有什么明显的土壤结皮。根据实地沙丘的分布特点,将活化沙丘分为 6 个不同的生境,见图 1,分别是沙丘下部(XB)、中部(ZB)、顶部(DB)、背风坡中部(SZB)、背风坡下部(SXB)和丘间低地(Q)。按照 6 种生境对活化沙丘进行植被调查。在每一种生境上随机选取样方 2~3 个,每个样方大小 5 m×5 m。调查每一个样方内物种组成、植物高度、冠幅、密度等。

2.2 数据分析和处理

利用植被调查数据计算流动沙丘不同生境下植物的相对盖度、相对密度和相对高度,然后计算植被的重要值和物种多样性指数^[6-7]等,计算式如式(1)。重要值=[(相对盖度+相对密度+相对高度)/3]×100

(1) 植物多样性指数选用 Shannon - Wiener 指数(S)、Pielou 指数(D)和丰富度指数(F)讨论群落物

1 研究区概况

研究区位于巴丹吉林沙漠东南缘(38°38'N, 103°05'E),民勤沙生植物园西侧流动沙地内。这里风大沙多、气候干燥、流动沙丘与固定、半固定沙地交错分布,沙丘高大。据民勤荒漠生态站气象观测资料,研究区 2007 年度全年气象资料见表 1,属典型的大陆性荒漠气候。土壤为灰棕壤、风沙土,pH 值 7.5 以上,地下水化学类型为低矿化、弱碱性重碳酸氯化钠镁型^[5]。

种多样性特征。计算式分别如式(2)、式(3)、式(4)。多样性指数: $S = - \sum (P_i \ln P_i)$ (2) 群落均匀度指数: $D = H / \ln S$ (3) 丰富度指数: $F = R$ (4) 式中: R ——样地内植物种数; $P_i = N_i / N$; N ——样地中所有种的重要值的总和; N_i ——样地中第 i 个种的重要值。

相似性指数采用 Srensen 指数^[6]: $IS = 2c / (a + b) \times 100$ (5)

式中: a ——群落 A 中种的总数; b ——群落 B 中种的总数; c ——群落 A 和 B 中共有种的总数。

调查数据采用 SAS 6.12 软件和 Excel 进行统计分析,处理作图。

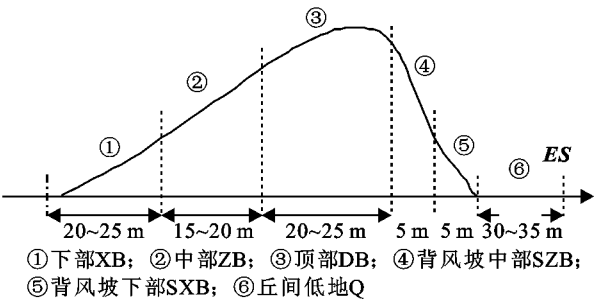


图 1 绿洲 - 荒漠交错带典型活化沙丘结构及植被调查位置分布图

3 结果与分析

3.1 沙丘不同部位群落物种组成变化

在活化沙丘不同部位相应的植物群落内,一年生植物与多年生植物的物种数量有所不同,总体的优势度也呈现出了相应的变化(表 2)。一年生物种随着沙丘高度的增加到丘顶再到背风坡、丘间地其

数量逐渐的减少,多年生物种则呈先减少后逐渐增加的 U 型曲线。在丘顶一年生植物的优势度最高为 1.41,多年生植物为 0,到了丘间地处一年生植物的优势度降到了 0,而多年生植物的优势度增加到

最高为 1.13。群落环境的变化导致群落物种组成及其结构的变化和物种的更替,从而使不同生态特性的物种在不同的群落环境中成为优势种,并成为群落生态功能的主要维持者^[4]。

表 2 沙丘不同部位群落物种组成变化

沙丘不同部位	总种数	一年生植物			多年生植物		
		种数	百分率/ %	优势度	种数	百分率/ %	优势度
XB	7	4	57.14	0.55	3	42.86	0.86
ZB	6	4	66.67	0.93	2	33.33	0.72
DB	3	3	100	1.41	0	0	0
SZB	2	1	50.00	0.56	1	50.00	0.35
SXB	4	2	50.00	0.92	2	50.00	0.91
Q	2	0	0	0	2	100	1.13

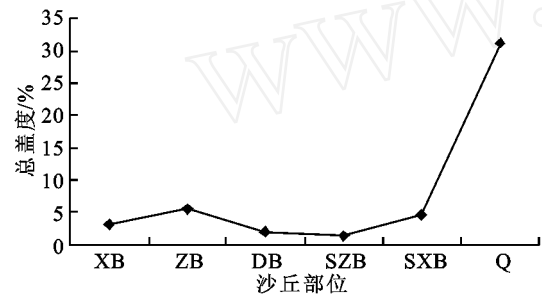


图 2 沙丘不同生境条件下植被总盖度变化

3.2 不同生境植被盖度变化

沙丘不同部位的植被总盖度变化差异显著 ($F = 13.19, P < 0.05$),变化趋势见图 2。丘间低地总盖度最高为 32.3%,其余部位总盖度值较低,为 1%~6%,其中背风坡中部盖度值最低为 1.3%。7-8 月是一年当中降雨最充沛的时期,这时经过了漫长旱季的植被在接受雨水后开始爆发式萌发,幼苗数量迅速增加多年生植被快速返青,长出枝条,各类植被生长旺盛,植被密度增大^[8],盖度也逐渐恢复得以大幅度提高,因此这时的总盖度也是一年当中最高的季节。各部位植被总盖度大小为 $Q > ZB > SXB > XB > DB > SZB$ 。

3.3 不同部位植被类型及物种重要值变化

沙丘不同部位的生境是不同的,因此导致了在

活化过程中沙丘不同部位上植物种类的差异较大(表 3)。在沙丘的下部物种丰富度最高为 7 种,随着沙丘部位的往上推移物种丰富度逐渐减少,由中部的 6 种减少到了顶部的 3 种植物;在沙丘背风坡物种数相应的有增加的趋势,并且植物生活型也有所变化(表 3)。沙丘顶部和背风坡中部仅有一年生植物,在丘间低地处以多年生灌木为主,草本和一年生植物稀少。与此相对应的是一年生植物的重要值随着沙丘部位的变化也呈现出由低到高再降低的变化规律。物种的重要值可以较全面的表达不同物种在群落中的功能地位和反映其分布格局^[9]。从表 3 中可知沙米在沙丘下部重要值为 0.25,到沙丘顶部为 0.86,在背风坡下部为 0.60。流动沙粒从沙丘顶部逐渐滑落下来,形成沙埋,在沙丘背风坡底部环境也相对较稳定,这就为一些多年生植物提供了良好的生境。丘间低地一般为黏土层较厚的平滩地或是低洼地块,被流动沙丘所包围,结皮较厚,土质较硬,所以植被以多年生灌木为主,因此,在调查地丘间低地处形成了以沙蒿、沙拐枣为优势种的群落。沙拐枣在沙丘下部重要值最大为 0.62,中部为 0.57,而在沙丘顶部和背风坡中部均没有生长,背风坡下部为 0.73。

表 3 活化沙丘不同部位植被组成及其重要值变化

物种	生活型	下部 XB	中部 ZB	顶部 DB	背风坡中部 SZB	背风坡下部 SXB	丘间地 Q
黄花矶松 (<i>Limonium aureum</i>)	B	0.14					
砂蓝刺头 (<i>Echinops gmelinii</i>)	B	0.10					
芦苇 (<i>Phragmites communis</i>)	B				0.35	0.18	
沙拐枣 (<i>Calligonum mongolicum</i>)	D	0.62	0.57			0.73	0.58
沙蒿 (<i>Artemisia desertorum</i>)	A						0.55
沙米 (<i>Agriphyllum squarrosum</i>)	C	0.25	0.34	0.86	0.56	0.60	
梭梭幼苗 (<i>Haioxylon ammodendron</i>)	D		0.15				
五星蒿 (<i>Bassia dasyphylla</i>)	C	0.09	0.12	0.12			
盐生草 (<i>Halogeton glomeratus</i>)	C	0.04	0.15				
猪毛菜 (<i>Salsola collina</i> Pall)	C	0.17	0.32	0.43		0.32	

注: A 半灌木, B 多年生草本, C 一年生草本, D 灌木。

3.4 沙丘不同部位物种多样性的变化

物种多样性指数可以清晰的反映出群落中物种和环境的适应情况。在干旱区荒漠地带植物稀少,通过物种多样性的分析仍能够反映不同生境下群落的情况。从图 3 可以看出,多样性、均匀度、丰富度指数的变化趋势很相似。在沙丘中部各指数值均最高,其中多样性指数和丰富度指数与其它部位差异显著 ($P<0.01$),而均匀度指数虽然中部最高,但是与其它部位差异不显著,表明物种个体数在沙丘各部位分布状况相似。在沙丘顶部各指数均最低,但差异不显著。通过相关分析可知:各指数之间均呈显著正相关 ($P<0.01$) (表 4)。3 者之间通过拟合,建立最优回归方程: $S = -0.0928 + 0.2286 F + 0.3264 D$, $r = 0.9339$ ($P<0.01$)。活化沙丘不同部位物种多样性指数为:迎风坡中部 > 迎风坡下部 > 丘间地 > 背风坡下部 > 背风坡中部 > 丘顶部。

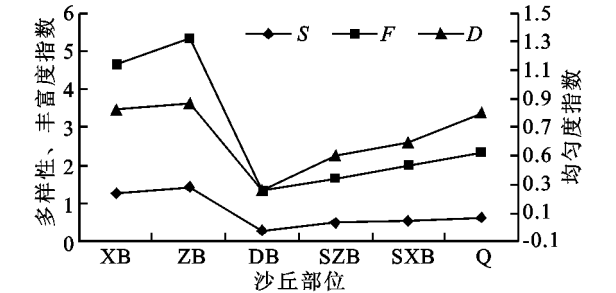


图 3 活化沙丘不同生境物种多样性变化动态

表 4 物种多样性、丰富度、均匀度相关性分析

项目	S	F	D
S	1		
F	0.95 *	1	
D	0.76 *	0.66 *	1

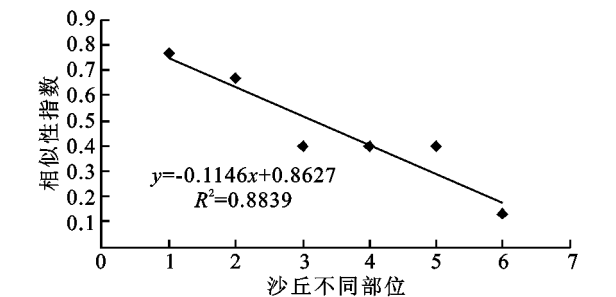


图 4 活化沙丘不同生境群落相似性变化

3.5 流动沙地不同部位植物群落之间相似性变化特征

当植物群落所处的环境因子如土壤、水分等存在较大差异时,群落就会向不同的方向演替,在结构、功能和动态方面产生分化,并表现出景观上的差异^[10]。从流动沙丘到丘间低地处,植物群落之间的相似性指数呈逐渐降低的趋势(图 4)。群落的相似性越大,表明各群落之间的差异性就越小,环境条件就越相近。沙

丘底部与中部的相似性指数最高,随着部位的不同相似性逐渐减小,群落差异越来越大,丘间低地处相似性指数最低差异最大。丘顶相似性指数高于丘间地,表明这两个群落所处的生境生态因子的差异不仅导致了这两处群落结构发生了较大的变化,而且对群落内优势种的分布也产生了较大的影响(图 3)。通过回归分析结果显示:沙丘不同部位与其相似性指数之间存在线性关系,变化符合方程 $Y = -0.1146 X + 0.8627$,其中 $R^2 = 0.8839$,线性相关关系达到显著水平。

4 讨论

研究表明,在绿洲荒漠过渡带活化沙丘的不同部位植物群落特征表现出明显的不同。本文仅对活化沙丘不同部位的天然植被特征和生物多样性做了初步的研究。沙丘的迎风面正是阴坡(西北向坡),土壤水分含量较多,营养含量也较丰富,所以物种也较为丰富一些。沙丘底部相比顶部和中部,风积现象较弱,而水分含量较高所以物种丰富度最高,随着沙丘坡位的上移,物种数量逐渐减少,丰富度也逐渐降低。刘新平等认为,流动沙丘的干沙层对沙地蒸发有抑制作用,同时流动沙丘表面的透水性良好,因此沙丘的土壤水分含量较高^[11],使得沙丘迎风坡(阴坡)有大量的一年生植物并得以完成正常的生活史。因此在阴坡,植被盖度大,物种多样性高。在阴坡中部,主要分布着沙拐枣,可以截获从下部吹起的风蚀物质、沙尘和凋落物等,产生“肥岛”和根际效应,使周围的土壤肥力得以改善^[12-13],加之风蚀对沙拐枣根部具有刺激作用,在风蚀程度较轻的地带更新苗较多,生长旺盛,导致植被盖度要高于其他部位。常兆丰等人认为沙丘水分条件决定了其生境条件,丘间低地由于土壤结皮厚,其水分条件最差,因而生境条件差^[14],因此在丘间低地处一年生草本植物很难生长,主要以沙拐枣和沙蒿等深根性灌木为主(表 3)。有关研究表明,沙米、五星蒿等在荒漠地带为先锋植物,多出现在流动沙丘向半流动沙丘演替地段,此时群落很不稳定,极易破坏。通过实地调查,沙丘迎风坡的植被在生长状况、物种数量方面优于背风坡部位,但是就沙丘整体而言,物种稀少,结构简单,群落不稳定。

流动沙丘是植被退化的极端状况,而沙丘活化则是固定、半固定沙丘原有环境被打破,生态环境趋于衰退的一种初始表现。此时相比流动沙丘,风沙活动不太强烈,土壤基质条件并没有完全破坏,因此要加强保护,减少放牧,降低对流动沙丘的人为干扰,使植被群落趋于稳定。沙丘活化是固定、半固定

沙丘向流动沙丘变化的一个动态过程,要想使其逆转自然恢复是一个漫长的过程,采取何种保护手段,使现有植被逐步恢复起来,改变当前衰退的生态状况还有待于今后深入的研究和完善。

5 结 论

在民勤绿洲 - 荒漠交错带,活化沙丘植被整体上物种数量少,结构简单,群落很不稳定,极易被破坏,植被处于衰退状态。

活化沙丘不同的部位、植物种类和构成存在一定的差异。从沙丘迎风坡(阴坡)下部开始到丘顶,随着坡度的增加物种数逐渐减少,植被结构也发生了变化。沙丘下部植物群落主要以灌木、半灌木为优势种,而在丘顶只有一年生草本。在丘间低地由于土壤基质的不同,植被以多年生灌木为主。

沙丘不同部位的物种多样性、均匀度、丰富度指数变化相似。在沙丘中部各指数值均最高。从沙丘下部到丘顶再到丘间低地处,植物群落之间的相似性指数呈逐渐降低的趋势,表明生态因子的差异导致了群落差异越来越大。

参考文献:

- [1] 袁生禄. 干旱区水资源科学利用与绿洲沙漠化防治研究的大时代背景和突破性进展[J]. 甘肃水利水电技术, 2006, 42(1): 1-17.
- [2] 王具元, 蒋志荣, 王继和, 等. 民勤绿洲荒漠交错带三种沙丘类型的自然植被特征[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(2): 51-55.
- [3] 陈鹏, 初雨, 顾峰雪, 等. 绿洲 - 荒漠过渡带景观的植被与土壤特征要素的空间异质性分析[J]. 应用生态学

报, 2003, 14(6): 904-908.

- [4] 曹志伟, 张玉柱, 王红艳, 等. 杜尔伯特蒙古族自治县沙地沙丘植被发育过程及其特征[J]. 防护林科技, 2005(4): 51-53.
- [5] 俄有洁, 严平. 民勤沙井子地区地下水动态研究[J]. 中国沙漠, 1997, 17(1): 70-76.
- [6] 李玉霖, 孟庆涛, 赵学勇, 等. 科尔沁沙地流动沙丘植被恢复过程中群落组成及植物多样性演变特征[J]. 草业学报, 2007, 16(6): 54-61.
- [7] 白文明, 李凌浩, 宋世环. 内蒙古多伦农牧交错区固定沙丘植被群落特征分析[J]. 草地学报, 2003, 11(3): 223-227.
- [8] 满多清, 吴春荣, 徐先英, 等. 腾格里沙漠东南缘荒漠植被盖度月变化特征及生态恢复[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 140-144.
- [9] 张继义, 赵哈林, 崔建垣, 等. 科尔沁沙地沙丘植被发育过程及物种组成变化[J]. 干旱区研究, 2004, 21(4): 72-75.
- [10] 马克平, 黄建辉. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究: 丰富度, 均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268-277.
- [11] 刘新平, 张铜会, 赵哈林, 等. 流动沙丘干沙层厚度对土壤水分蒸发的影响[J]. 干旱区地理, 2006, 29(4): 523-526.
- [12] 彭羽, 蒋高明, 牛书丽, 等. 浑善达克沙地中部典型固定沙丘植物群落分析[J]. 西北植物学报, 2006, 26(7): 1414-1419.
- [13] 苏永中, 赵哈林. 几种灌木半灌木对沙地土壤肥力影响机制的研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(7): 802-806.
- [14] 常兆丰, 赵明, 韩福贵, 等. 民勤沙区不同稳定性沙丘植被生境条件研究[J]. 干旱区研究, 2004, 21(4): 384-388.

(上接第 173 页)

参考文献:

- [1] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change [R]. Implementation Strategy. IGBP report No. 48, IHDP report No. 10, 1999.
- [2] 谢高地, 成升魁, 丁贤忠. 人口增长胁迫下的全球土地利用变化研究[J]. 自然资源学报, 1999, 14(3): 193-199.
- [3] 摆万奇, 赵士洞. 土地利用和土地覆盖变化研究的目标与方法[J]. 资源科学, 1999(4): 3.
- [4] 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.
- [5] 摆万奇. 深圳市土地利用动态趋势分析[J]. 自然资源学报, 2000, 15(2): 112-116.

- [6] 张惠远, 赵昕奕, 蔡运龙, 等. 喀斯特山区土地利用变化的人类驱动机制研究: 以贵州省为例[J]. 地理研究, 1999, 18(2): 136-142.
- [7] 史培军. 深圳市土地利用机制变化分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151-160.
- [8] 李金, 李贻学. 沂蒙丘陵区土地利用与土地覆被变化驱动机制研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2008, 39(1): 88-92.
- [9] 鲁春阳, 齐磊刚, 桑超杰. 土地利用变化的数学模型解析[J]. 资源开发与市场, 2007, 23(1): 25-27.
- [10] 马红萍, 邓良基, 李何超. 土地利用变化及其驱动因素分析: 以绵阳市为例[J]. 资源与人居环境, 2008(5): 29-32.