

# 陕西省荒漠化、沙化土地监测与动态变化分析

张 浩<sup>1</sup>, 余 军<sup>1</sup>, 王 锋<sup>2</sup>, 王学全<sup>2</sup>, 冯益明<sup>2\*</sup>

(1. 陕西省林业调查规划院, 陕西 西安 710082; 2. 中国林业科学研究院 荒漠化研究所, 北京 100091)

**摘 要:** 陕西北部地处毛乌素沙地南缘, 是陕西省荒漠化、沙化土地的主要分布区。土地的荒漠化、沙化严重影响到当地人民的生产和生活, 成为制约陕西经济可持续发展的主要瓶颈之一。为准确掌握陕西省荒漠化和沙化土地的现状, 按照国家要求, 陕西省已开展了 4 次 (即 1994、1999、2004、2009 年) 荒漠化、沙化监测工作。研究采用这 4 期监测数据, 通过对 15 a 来监测数据的分析比较。结果表明, 1994—2009 年 15 a 来, 陕西省沙化总面积减少了 34 974.9 hm<sup>2</sup>, 平均每年减少 0.16%; 1999—2009 年 10 a 来, 陕西省荒漠化土地面积减少了 166 337.9 hm<sup>2</sup>, 平均每年减少 0.53%。15 a 来, 陕西省通过实施以生态建设为主的林业发展战略, 是荒漠化和沙化整体扩展趋势得到初步遏制的主要原因。

**关键词:** 荒漠化; 沙化; 监测; 动态变化

**中图分类号:** X328      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-7461(2015)01-0184-05

## Monitoring and Dynamic Analysis of Desertification and Sanded Land of Shaanxi Province

ZHANG Hao<sup>1</sup>, YU Jun<sup>1</sup>, WANG Feng<sup>2</sup>, WANG Xue-quan<sup>2</sup>, FENG Yi-ming<sup>2\*</sup>

(1. Shaanxi Provincial Forestry Survey of Planning Institutet, Xi'an, Shaanxi 710082, China;  
2. Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

**Abstract:** Northern Shaanxi is located in the southern margin of Maowusu sandy land, it is the main distribution area of desertification in Shaanxi Province. Land desertification seriously affects the production, living and development of the local people's becomes one of the main bottlenecks for the sustainable economic and social development. In order to accurately understand the current situations of desertification and dynamic changes, mornitoring and surveying on desertification were carried out four times (1994, 1999, 2004, 2009) in Shaanxi Province. Based on the investigation of the data obtained, it was found that from 1994 to 2009, the total area of desertification reduced 34 974.9 hm<sup>2</sup>, 0.16% annually. From 1999 to 2009, the area of desertification decreased 166 337.9 hm<sup>2</sup>, 0.53% annually. The main reason for the decrease of desertification in the past 15 years was the implementation of ecological construction in the development of forestry in the province.

**Key words:** desertification; sanded; monitoring; dynamic change

荒漠化、沙化是当今世界关注的十大环境问题的焦点, 被喻为“地球癌症”<sup>[1-3]</sup>。所造成的生态环境恶化及其对社会经济发展的阻碍, 已成为 21 世纪威胁人类生存、社会稳定与可持续发展的严重问题之一<sup>[4-5]</sup>。土地荒漠化和沙化是一个渐进的过程, 但

其危害及其产生的灾害却是持久和深远的, 它不仅恶化生态环境, 衰退土地生产力, 威胁江河安全, 而且加剧贫困, 不仅对当代人产生影响, 而且还将祸及子孙。我国是世界上荒漠化、沙化面积最大的国家, 荒漠化发生率居于高位。为了及时、全面地掌握荒

漠化土地和沙化土地的现状 & 动态变化信息,我国从 1994 年开始,每间隔 5 a,开展一次荒漠化和沙化土地普查与监测工作,到目前为止,已完成了 4 期监测任务,是世界上唯一国家 级荒漠化和沙化定期监测的国家<sup>[6-8]</sup>。根据 1994、1999、2004 年和 2009 年 4 期监测结果(其中沙化土地从 1994 年开始监测,而荒漠化土地从 1999 年开始监测),分析比较了自开展监测工作以来陕西省荒漠化和沙化土地的动态变化及发展趋势,旨在全面掌握陕西省荒漠化和沙化状况,明确防治工作取得的成效及面临的形势,总结经验,为荒漠化、沙化治理工作提供总体思路 and 科学依据。

## 1 研究区概况

陕西省是全国受荒漠化和沙化影响较为严重的省份之一。由于长期自然和人为因素的影响,在陕西北部地区形成了大面积的荒漠化和沙化土地,主要集中在分布于北部长城沿线及其附近地区,该区域地处毛乌素沙地东南缘,黄土高原北端,属典型的农牧交错过渡地带<sup>[9]</sup>,东西长约 420 km,南北宽约 120 km。另有少量沙化土地分布在关中东部的黄、渭、洛三河交汇处,俗称“沙苑”。东西长约 45 km,南北宽约 8~12 km。其中荒漠化土地监测范围包括陕西省榆林市的定边、靖边、横山、榆阳、神木、府谷、佳县、米脂、子洲、绥德、清涧和延安市的吴起共 12 个县(区)。沙化土地监测范围包括榆林市的榆阳、神木、府谷、横山、靖边、定边、佳县,延安市的吴起,渭南市的大荔等 9 个县(区)。陕西荒漠化监测区和沙化监测区大部分重叠,仅荒漠化监测区主要分布在米脂、子洲、绥德、清涧等县,仅沙化监测区主要分布在定边、靖边、横山、佳县、神木、大荔等地,面积较小(图 1)。

## 2 材料与方法

### 2.1 数据来源

原始数据来源于 1994 年开展的陕西省沙漠化普查与监测报告,1999 年开展的陕西省荒漠化监测报告,2004 年开展的陕西省第三次荒漠化和沙化土地监测数据库、监测报告,2009 年开展的陕西省第 4 次荒漠化和沙化土地监测数据库及监测报告,2004、2009 年经校正和验证后的 TM 卫星影像、野外 GPS 实际调查数据以及一些史料和背景文字资料等<sup>[10]</sup>。

### 2.2 研究方法

沙化土地按类型分为流动沙地(丘)、半固定沙地(丘)、固定沙地(丘)、露沙地、沙化耕地、非生物治

沙工程地、风蚀劣地<sup>[11]</sup>。根据陕西省沙区实地情况,陕西省沙化土地有流动沙地(丘)、半固定沙地(丘)、固定沙地(丘)、沙化耕地(闾田)4 种类型。

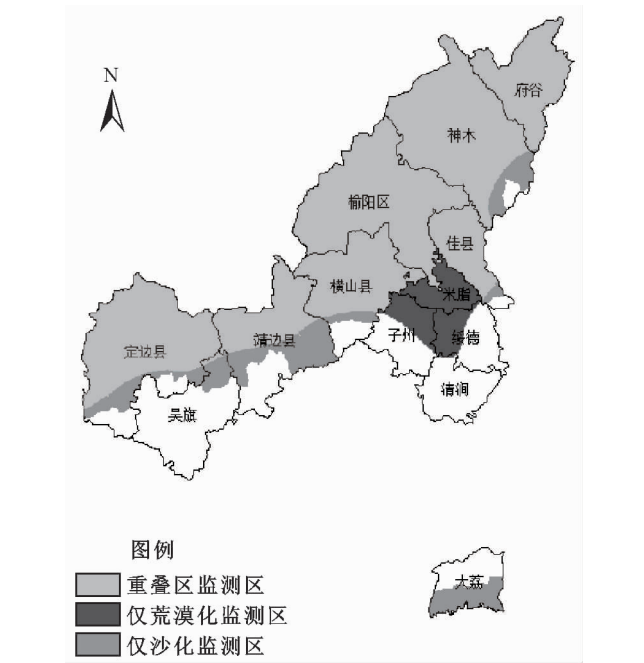


图 1 陕西省荒漠化、沙化土地监测范围示意图

Fig. 1 Sketch map of desertification, landed land monitoring range of Shaanxi Province

- 1)流动沙地(丘)指土壤质地为沙质,植被盖度<10%、地表沙物质常处于流动状态的沙地或沙丘。
  - 2)半固定沙地(丘)指土壤质地为沙质,植被盖度 10%~29%(但乔木林冠下无其他植被时,郁闭度<0.5)之间,且分布比较均匀,风沙流活动受阻,但流沙纹理仍普遍存在的沙丘或沙地。
  - 3)固定沙地(丘)指土壤质地为沙质,植被盖度≥30%(但乔木林冠下无其他植被时,郁闭度≥0.5),风沙活动不明显,地表稳定或基本稳定的沙丘或沙地。
  - 4)沙化耕地 主要指没有防护措施及灌溉条件,经常受风沙危害,作物产量低而不稳的沙质耕地(包括沙改田)。
- 将各期沙化土地类型面积分类统计,然后进行纵向比较分析,研究沙化土地动态变化情况。
- 荒漠化土地按造成的主导自然因素划分为风蚀、水蚀和盐渍化<sup>[12]</sup>。风蚀:指由于风的作用使地表土壤物质脱离地表被搬运的现象及气流中颗粒对地表的磨蚀作用;水蚀:指由于大气降水,尤其是降雨所导致的土壤搬运和沉积过程;盐渍化:指地下水、地表水带来的对植物有害的易溶盐分在土壤中积累的过程。
- 无论何种类型的荒漠化,按其反映土地退化的

严重程度及恢复其生产力和生态系统功能的难易状况,采用定性与定量相结合的方式,将荒漠化的程度分为轻度、中度、重度 and 极重度 4 级<sup>[13-14]</sup>。

风蚀荒漠化评价指标:植被盖度、土壤质地、覆沙厚度、地表形态、作物产量下降率(特指耕地)、有效土层厚度(特指耕地);水蚀荒漠化评价指标有:植被盖度、坡度、侵蚀沟面积比例、作物产量下降率(特指耕地)、工程措施(特指耕地);盐渍化评价指标:土壤含盐量、地面可见盐碱斑比例、植被盖度(耐盐碱植物)等。调查各指标的定量或定性指标值,据此确定各指标的评分值<sup>[11]</sup>,用各指标的评分值之和确定荒漠化程度(轻度、中度、重度、极重度或非荒漠化土地)。

将各期荒漠化数据按荒漠化程度进行分期纵向比较,研究其动态变化情况。

### 3 结果与分析

#### 3.1 沙化土地面积变化分析

3.1.1 沙化土地面积时间序列变化分析 经对陕西省各监测年度沙化土地的监测结果统计分析(表 1、图 2),1994—1999 年 5 a 间,沙化土地面积增加了 807.0 hm<sup>2</sup>,平均每年增加 161.0 hm<sup>2</sup>,这反映陕西省沙化土地当时发展的总体趋势仍是扩展。1999

—2009 年 10 a 间,沙化土地面积持续减少。沙化土地面积共减少了 35 781.9 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 0.2%,沙化土地扩展的基本趋势得到逆转。从进行荒漠化和沙化开始监测以来,15 a 来,陕西省沙化土地总面积减少了 34 974.9 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 0.16%,其中尽管不同时期面积消长不一,但总体仍呈现出递减趋势。

从沙化土地的各类型变化情况分析(表 1、图 3),1994—1999 年 5 a 间,流动沙地(丘)面积增加了 19 898.2 hm<sup>2</sup>,平均每年增加 161 hm<sup>2</sup>。1999—2009 年 10 a 间,流动沙地(丘)面积持续减少。流动沙地(丘)面积共减少了 138 149.6 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 8.3%。1994 年—2009 年,半固定沙地(丘)面积一直在减少,面积减少了 173 475.7 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 3.8%。1994—1999 年 5 a 间,固定沙地(丘)面积减少了 13 455.5 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 0.3%。1999—2009 年 10 a 间,固定沙地(丘)面积持续增加。固定沙地(丘)面积共增加了 237 480.5 hm<sup>2</sup>,平均每年增加 2.4%。沙化耕地从 1994—2004 年,面积一直在增加,面积增加了 40 096.9 hm<sup>2</sup>,平均每年增加 4 009.7 hm<sup>2</sup>,2004—2009 年 5 a 间,沙化耕地面积呈减少趋势,面积减少了 7 369.7 hm<sup>2</sup>。

表 1 陕西省沙化土地监测结果

Table 1 Monitoring results of sanded land in Shaanxi Province						hm <sup>2</sup>
监测年度	沙化土地	流动沙丘	半固定沙丘	固定沙丘	沙化耕地(开田)	
1994 年	1 448 189.6	146 547.2	302 196.0	997 527.2	1 919.3	
1999 年	1 448 996.7	166 445.4	268 035.4	984 071.7	30 444.2	
2004 年	1 434 149.2	81 660.0	146 211.1	1 164 261.9	42 016.2	
2009 年	1 413 214.8	28 295.8	128 720.3	1 221 552.2	34 646.5	
1994—2009 年变化量	−34 974.9	−118 251.4	−173 475.7	224 025.0	32 727.3	

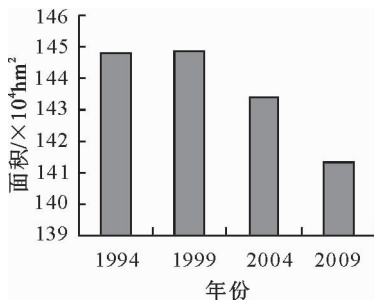


图 2 沙化土地监测结果

Fig. 2 Monitoring results of sanded land

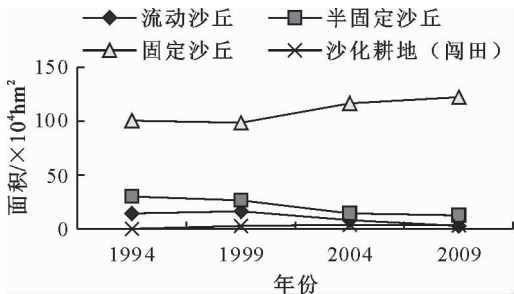


图 3 沙化土地沙化类型变化

Fig. 3 Changes of sanded land types

#### 3.1.2 沙化土地面积变化原因分析

1)1994—1999 年,自然条件的恶化和人为破坏使部分固定沙地(丘)向半固定、流动沙地(丘)发展,半固定沙地(丘)向流动沙地(丘)发展,新垦沙化耕地也破坏部分半固定和固定沙地。因此,出现流动沙地(丘)和沙化耕地面积增加,而半固定沙地(丘)、

固定沙地(丘)面积减少的局面。

2)1999—2009 年,沙化土地面积平均每年减少 0.2%,沙化土地面积减少的原因有两个方面:一是客土改良造田,使原来的部分沙地变成了有灌溉条件的耕地,计入非沙化土地。二是 2000 年后榆林市被确定为国家能源重化工基地后,交通、工矿和城镇

建设发展较快,征占用土地较大,其中 10 a 间有 17 840.0 hm<sup>2</sup> 沙化土地变成了建设用地<sup>[15-16]</sup>。从各沙化土地类型间的变化看,流动沙地和半固定沙地面积大幅减少,固定沙地面积增加。主要原因是国家林业重点工程的相继实施,沙化地区各级政府和人民加大了植树造林和管护力度,造林成活率提高,促进了沙区林草植被恢复,使大量的流沙变为半固定沙地(丘),大量半固定沙地变为固定沙地(丘)。

3)从各个监测期的总体情况分析,陕西省沙化土地面积先经历了一个上升阶段,在达到峰值后,又开始下降,其中 1999 年前后,沙化土地面积最大,应是沙化形势最为严峻的时期。2009 年与 1994 年监测结果比较,沙化土地面积减少了 34 974.9 hm<sup>2</sup>,流动沙地(丘)、半固定沙地(丘)面积减少,固定沙地(丘)、沙化耕地面积增加。流动沙地(丘)在向半固定沙地(丘)、固定沙地(丘)转变,半固定沙地(丘)也

向固定沙地(丘)转变。这一情况说明,在近 15 a,特别是近 10 a 来,风沙前移量很小,前移量还不能够形成新的沙化土地,标志着陕西省土地沙化的趋势基本得到了有效遏制。

3.2 荒漠化土地面积变化分析

3.2.1 荒漠化土地面积时间序列变化分析 陕西省各监测年度荒漠化土地的监测结果统计(表 2、图 4), 1999—2009 年陕西省荒漠化土地面积呈下降趋势,10 a 间,荒漠化土地面积减少了 166 337.9 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 16 633.8 hm<sup>2</sup>,面积减少率达到 5.3%。其中 1999—2004 年,面积减少 129 279.9 hm<sup>2</sup>,面积减少率为 4.2%,2004—2009 年,面积减少 37 057.9 hm<sup>2</sup>,面积减少率为 1.2%,相对于前一个监测期,面积减少幅度较少。尽管不同时期面积减少程度不一,但总体呈明显的递减趋势。

表 2 陕西省荒漠化土地监测结果

Table 2 Monitoring results of desertification in Shaanxi Province

监测年度	荒漠化土地	轻	中	重	极重
1999 年	3 113 551.7	219 209.5	1 187 457.8	1 234 859.5	472 025.0
2004 年	2 984 271.8	593 293.5	1 090 596.0	283 851.3	1 016 531.0
2009 年	2 947 213.9	1 160 838.6	1 493 408.2	260 745.0	32 222.1
1994—2009 年变化量	−166 337.9	941 629.1	305 950.4	−974 114.5	−439 802.9

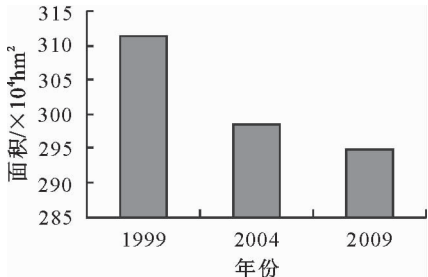


图 4 荒漠化土地监测结果

Fig. 4 Monitoring results of desertification land

从荒漠化土地的荒漠化程度情况分析(表 2、图 5),1999—2009 年期间,极重度、重度荒漠化土地面积最终都减少了,分别减少 439 802.9 hm<sup>2</sup> 和 974 114.5 hm<sup>2</sup>,平均每年减少率为 7.9%和 9.3%,其中重度荒漠化土地在 2 个监测期都在减少。中度、轻度荒漠化土地面积最终都增加了,分别增加 305 950.4 hm<sup>2</sup> 和 941 629.1 hm<sup>2</sup>,平均每年增加率为 2.6%和 43.0%,其中轻度荒漠化土地在 2 个监测期都在增加。极重度荒漠化土地面积在 1999—2004 年增加了 544 506.1 hm<sup>2</sup>,在 2004—2009 年又大幅减少了 984 308.9 hm<sup>2</sup>。中度荒漠化土地面积在 1999—2004 年减少了 96 861.8 hm<sup>2</sup>,在 2004—2009 年又增加了 402 812.2 hm<sup>2</sup>。从中可以看出,10 a 间极重度、重度荒漠化土地尽管不同时期面积

消长不一,但总体仍呈现出递减趋势,中度、轻度荒漠化土地面积呈递增趋势。

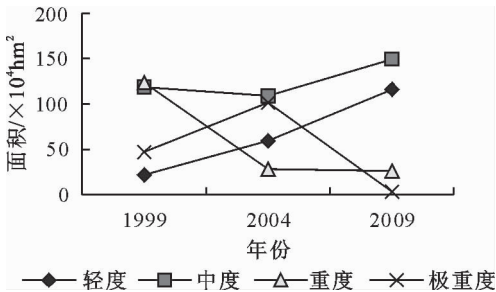


图 5 荒漠化土地荒漠化程度变化

Fig. 5 Variation of desertification degree of desertification land

3.2.2 荒漠化土地面积变化原因分析

1)1999—2009 年陕西省荒漠化土地面积呈下降趋势,其主要原因是随着各大林业重点工程的实施,通过人工植树种草、飞播种草、封山(沙)育林(草)等措施改善了自然环境,其中 1999—2004 年,面积减少率为 4.2%,2004—2009 年,面积减少率为 1.2%,相对于前一个监测期,面积减少幅度较少。说明 10 a 来,按照“先易后难、先急后缓”的治理原则,一些条件相对较好,治理相对容易的荒漠化土地已经得到治理或初步治理。随着防治荒漠化工作的推进,需要治理的土地的立地条件越来越差,难度越来越大。

2)极重度荒漠化土地面积在 1999—2004 年增加了 544 506.1 hm<sup>2</sup>,在 2004—2009 年又大幅减少了 984 308.9 hm<sup>2</sup>。中度荒漠化土地面积在 1999—2004 年稍有减少,在 2004—2009 年又增加了。出现波折现象,主要原因是我国从 1999 年以后,才相继实施了退耕还林工程、天然林保护工程、“三北”防护林建设工程(4 期)等国家林业重点工程,到 2004 年时,造林成效尚未显现,随着陕北地区经济形势的好转,造林力度的加大,特别是国家林业重点工程的造林成效逐步体现,极重度荒漠化土地面积出现了大幅减少的情况。

## 4 结论与讨论

1994—2009 年 15 a 来,陕西省沙化土地面积先经历了一个上升阶段,在达到峰值后,又开始下降,其中 1999 年前后,沙化土地面积最大。15 a 来,陕西省沙化总面积减少了 34 974.9 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 0.16%,陕西省土地沙化的趋势基本得到了有效遏制。

1999—2009 年 10 a 来,陕西省荒漠化土地面积减少了 166 337.9 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 0.53%。10 a 来,极重度、重度荒漠化土地面积减少,中度、轻度荒漠化土地面积增加,说明荒漠化土地的荒漠化程度总体上从极重度、重度向中度、轻度转移,这与前期研究结论一致<sup>[17]</sup>。

15 a 以来,陕西省通过实施以生态建设为主的林业发展战略,荒漠化和沙化整体扩展趋势得到初步遏制,向有利的方向发展。

## 参考文献:

[1] 朱震达,陈广庭. 中国土地沙质荒漠化[M]. 北京:科学出版社,1994.

[2] 王礼先,朱金兆. 水土保持学[M]. 北京:中国林业出版社,2005.

[3] 王涛,朱震达. 我国沙漠化研究的若干问题——1. 沙漠化的概念及其内涵[J]. 中国沙漠,2003,23(3): 209-214.

[4] 祝列克. 中国荒漠化和沙化动态研究[M]. 北京:中国农业出版社,2006:133-141.

[5] 贾科利,常庆瑞. 陕北农牧交错带土地荒漠化景观格局动态监测研究[J]. 水土保持学报,2007,21(2): 188-191.

JIA K L, CHANG Q R. Study on desertification landscape

patterns dynamic monitor in agriculture and pasture interlaced zone of Northern Shaanxi[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2007,21(2):188-191. (in Chinese)

[6] 林进,周卫东. 中围荒漠化监测技术综述[J]. 世界林业研究, 1998, 11(5): 58-63.

LIN J, ZHOU W D. A review desertification monitoring in China[J]. World Forestry Research, 1998, 11(5): 58-63. (in Chinese)

[7] 张广军,赵晓光. 水土流失及荒漠化监测与评价[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.

[8] 孙伟,侯瑞霞,庞丽峰,等. 荒漠化和沙化监测数据库框架设计与应用[J]. 西北林学院学报,2012, 27(6): 139-145.

SUN W, HOU R X, PANG L F, *et al.* Framework design and application of desertification and sandification monitoring database[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012, 27(6): 139-145. (in Chinese)

[9] 苏世平,张继平,付广军,等. 榆林沙区荒漠化成因及防治对策[J]. 西北林学院学报 2006, 21(2): 16-19.

SU S P, ZHANG J P, FU G J, *et al.* Cause of desertification and preventive measures against in Yulin [J], Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21(2): 16-19. (in Chinese)

[10] 林业部. 全国沙漠化普查与监测技术方案[M]. 北京:中国林业出版社,1994.

[11] 国家林业局. 全国荒漠化和沙化监测技术规定[M]. 北京:中国林业出版社,2004.

[12] 申元村. 荒漠化[M]. 北京:中国环境科学出版社,2001.

[13] 国家林业局. 全国荒漠化和沙化监测技术规定[M]. 北京:中国林业出版社,2004.

[14] 王占军,邱新华,唐志海,等. 宁夏 1999—2009 年土地荒漠化演变影响因素分析[J]. 中国沙漠,2013, 33(2): 325-333.

WANG Z J, QIU X H, TANG Z H, *et al.* Analysis on the factors influencing evolution of desertification in Ningxia of China from 1999 to 2009[J]. Journal of Desert Research, 2013, 33(2): 325-333. (in Chinese)

[15] 郭平顺. 陕西省第三次荒漠化、沙化监测报告[M]. 北京:中国林业出版社,2005.

[16] 张浩. 陕西省第四次荒漠化、沙化监测报告[M]. 北京:中国林业出版社,2010.

[17] 屈佳,常庆瑞,王耀宗. 农牧交错带土地荒漠化动态景观格局分析[J]. 西北林学院学报,2011, 26(1): 166-170.

QU J, CHANG Q R, WANG Y Z. Dynamic changes of landscape pattern during desertification in agriculture and pasture interlaced zone[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(1): 166-170. (in Chinese)