

# 从系统论角度探析沙漠化系统的形成机制——以科尔沁沙地奈曼旗地区为例

韩国峰 况明生 (西南大学地理科学学院, 重庆 400715)

**摘要** 利用系统论的开放性、整体性和动态性原则,以科尔沁沙地为例分析说明了沙漠化系统的形成机制。结果表明,沙漠化系统是自然因子系统、人类活动因子系统和社会经济因子系统共同作用产生的。在沙漠化系统中脆弱的自然条件是沙漠化的基础,不合理的人类活动是沙漠化的扰动因子,落后的社会经济条件是沙漠化的驱动力,这些因子相互影响、相互作用,形成了沙漠化与社会-经济-自然复合生态系统之间的非良性循环,从而导致严重的土地沙漠化和风沙危害。

**关键词** 系统论; 沙漠化系统; 形成机制

中图分类号 S288 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)19-08263-02

## Shallow Analysis For nation Mecharism of Desertification Systemby Using System Theory

HAN Guo-feng et al (Geography Science College, Xinan University, Chongqing 400715)

**Abstract** The opening, integrity and dynamic of the dystemic theory were used to analyze the formation mecharism of the desertification system taking Hrcj n sand and as an example. The result indicated that the desertification system was the result of nature system, human active system and society economical system which effect altogether. The fli nsy nature condition was the base of the desertification, the irational human activity was the disturbing factor of the desertification, the unerlightened society condition was the drive of desertification. These factors which effected with each other formed the non benign circles between desertification and society-economy-nature complex ecosystem, which resulted in the seious soil desert and the harmful sand blown by wind.

**Key words** The systemic theory; The desertification system; The formation mecharism

土地沙漠化是当今全球最严重的环境与社会经济问题之一。它正困扰着当今世界,威胁着人类的生存和发展。沙漠化是干旱、半干旱和干旱的半湿润地区的土地退化过程,对全球40%的地表和32%的人口具有潜在的影响。我国是世界上受沙漠化影响最严重的国家之一。我国的沙漠化土地主要分布在内蒙古、宁夏和甘肃等地区的广大北方干旱、半干旱和部分干旱的半湿润地区<sup>[1]</sup>。土地沙漠化使自然环境趋于恶化,给国民经济造成巨大损失,也严重影响广大农牧区人民生活水平和生存环境。因此,笔者从系统论角度以科尔沁沙地奈曼旗为例对沙漠化系统的形成机制进行分析,旨在为沙漠化监测防治提供科学依据。

## 1 沙漠化系统机制

**1.1 系统论** 系统是指由相互作用、相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体。系统的基本特性有以下几方面: 系统具有开放性。系统由数量不等的子系统组成,同时它又是上一级系统的组分,对于一个特定系统而言,与它有关的其他系统构成了这个系统的环境,系统与环境之间总发生物质、能量和信息的交换。系统具有整体性,即系统、要素和环境之间的辩证统一。系统的性质和规律,只有从整体上才能显示出来,整体可以出现部分没有的新功能,整体功能不是各部分功能的简单相加。动态性原则。即现实系统都是变化、发展的,应当在动态中协调系统各方面的关系,使系统达到最优化。

**1.2 沙漠化系统的组成** 沙漠化总是要落实到具体区域上,尽管地点不同、范围不同,按照系统论的观点,可以将沙漠化系统分为自然因子系统、人类活动因子系统和社会经济因子系统3部分。

## 2 沙漠化系统

科尔沁奈曼旗位于我国北方农牧交错带东南部,地处120°19'40"~121°31'44" E,42°14'10"~43°32'20" N,是我国沙漠

化最严重的地区之一。

### 2.1 自然因子系统

**2.1.1 母质。**母质是土壤形成的基础,它的理化特性将影响土壤粒径组成及土壤结构等性质。科尔沁沙地土壤下层物质为第四纪河湖相沙质沉积,其土粒以晚更新世的亚沙土为主,粒径约0.050 mm的粉沙和细沙占95%以上,中粒径0.250~0.050 mm的沙粒占50%左右,而粒径约0.001 mm的粘粒比重不足1%<sup>[2]</sup>。野外观测和风洞试验的资料表明,在0.100~0.250 mm粒径为主的沙质地表,其起动风速值为4.0 m/s,在0.250~0.500 mm时为5.6 m/s,在0.500~1.000 mm时为6.0 m/s,在>1.000 mm时为7.1 m/s<sup>[3]</sup>。而科尔沁奈曼旗地区起沙风的月平均风速基本在5.3~7.5 m/s波动<sup>[4]</sup>。所以在土层浅薄的地方,沙质母质极易裸露,当母质出露于地表后,其粒径组成就会对沙漠化产生影响,在相同风速条件下,该区就容易被风蚀。可见,该区具备了沙漠化发生的物质基础——沙性母质,因此,就有了沙漠化发生的可能性。

**2.1.2 气候因子。**气候因子主要包括气温、降水、风等因子,科尔沁奈曼旗地处我国东部大陆性季风与非季风交错区内,气候的主要特征是干旱、多风。

(1) 气温。科尔沁奈曼旗四季分明,冬季寒冷、夏季炎热,气温年较差大,有明显的大陆性特征。由表1可知,除春季平均气温在20世纪70年代略有下降外,所有季节、所有年代的气温都持续上升,表现出明显的升温趋势。20世纪90年代平均气温与60年代平均气温相比较,冬季增温幅度最大,气温升高3.2℃;秋季次之,增温1.2℃,接近全年平均水平的1.3℃;春季和夏季增温幅度最小,分别为0.7℃和0.8℃。可见,气温的升高将会导致相对蒸发量增加,从而使该地区在一定程度上相对更加干旱。

(2) 降水量。科尔沁奈曼旗降水主要分布在夏秋两季,春冬两季较少。降水量的变异系数可以反映出降水量的离散程度,其计算公式为:

$$cv = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

**作者简介** 韩国峰(1982-),男,内蒙古通辽人,硕士研究生,研究方向:资源与环境信息系统。

收稿日期 2008-05-04

式中,  $cv$  是以百分数表示的变异系数, 其值越大表明降水量分布越不均匀、变异性越强;  $s$  为标准差;  $\bar{x}$  为多年平均降水量。1961~2000 年 40 年的平均年降水量为  $(366.3 \pm 89.2)$  mm, 变异系数为 0.24, 总体变化与年均温的变化一致, 围绕着平均线无规律振荡, 特别是从 20 世纪 70 年代中期到 90 年代中期年降水量的波动幅度增大。年降水量的变异系数大于 0.15, 说明该区的年降水量较少, 属半干旱地区, 而其又有突变性。

表1 科尔沁奈曼旗地区不同年代、不同季节平均气温

Table 1 Average temperature of Kerqin Naimanji Region in different ages and seasons

季节 Seasons	20 世纪60 年代 1960s	20 世纪70 年代 1970s	20 世纪80 年代 1980s	20 世纪90 年代 1990s	较差 Range
春天 Spring	7.8	7.6	8.1	8.6	0.8
夏天 Summer	21.9	22.1	22.4	22.6	0.7
秋天 Autumn	6.7	7.2	7.2	7.9	1.2
冬天 Winter	- 11.9	- 10.8	- 9.8	- 8.7	3.2
全年 Whole year	6.2	6.5	6.8	7.5	1.3

(3) 风。科尔沁奈曼旗地区月平均风速在年内随季节的变化非常明显, 春季风速最大, 夏季风速最小<sup>[5]</sup>。该区一年之中, 起沙风的月平均风速在 5.3~7.5 m/s 波动, 从起沙风的年内出现频数及最大风速看, 3~5 月起沙风的发生频数很高, 分别占 21%~35%、25%~42% 和 12%~24%; 出现的最大风速分别为 9.5~14.3、10.8~16.9 和 9.5~12.5 m/s; 同期的降水量分别为 0~11.8、12.8~17.1 和 8.1~50.5 mm, 仅占全年降水的 0~4.2%、3.5%~9.3% 和 2.7%~13.7%; 同期的蒸发量却是同期降水量的 17.2 倍<sup>[4]</sup>。该期正值地表冻土融化、植物尚未返青或萌动期, 地面基本呈裸露状态。可见, 3~5 月是起沙风多发期、地表冻融裸露期及大气、土壤干旱期相耦合的时期, 这种多重因素的耦合为地表的风沙运移提供了强有力的动力条件和丰富的沙源。

**2.1.3 植被特点。**科尔沁奈曼旗是中国北方半干旱农牧交错带的典型区域, 植被以沙生植物为主, 地处生态脆弱带, 系统的阈值低, 抗干扰能力差, 景观破碎化。植被的变化主要表现为物种多样性丧失和群落生产力下降 2 个方面。这种变化使地表变得贫瘠和裸露, 有利于风蚀产生沙漠化。

**2.1.4 因子互作效果。**综上所述, 这些气候因子是开放的、动态的, 它们之间时刻都进行着能量交换, 相互制约、相互影响。该地区属于半干旱区, 降水变率大, 影响植物生长的稳定性, 植被盖度低且变化大, 在土壤裸露的情况下, 很容易产生风蚀。同时, 这种多风、少雨的气候特征在时间上是耦合的, 当这些相互耦合的气候因子作用于当地脆弱的沙性母质地表物质时, 便可能导致沙漠化的发生。因此, 可以将导致沙漠化的自然因子系统定位为“沙漠化产生的基础”。

**2.2 人类活动因子系统** 人类活动因子对沙漠化的影响主要表现在人类对土地的不合理利用, 尤其是对草地和耕地 2 种土地的利用上。

**2.2.1 草地的变化。**草地的变化主要表现在草地的大量减少和对草地的破坏。1983~2001 年科尔沁奈曼旗地区草地减少占全旗总面积的 11.40%, 其中草地向耕地转化的面积

最大。草地减少的主要原因是过度开垦和放牧。超载放牧使植被因遭受牲畜的过度啃食不断退化, 植株变得稀疏而矮小, 地表出现裸斑, 加上牲畜的践踏, 地表进一步裸露。牲畜头数增加、草原建设跟不上和草地退化 3 个不利因素齐头并进, 是草地沙化的重要原因。

**2.2.2 耕地的变化。**耕地是最不合理的土地利用形式, 因为草地开垦不仅破坏了地表植被, 还破坏了土壤结构, 裸露、松散的地表最容易产生风蚀。土地经营粗放是土地遭到破坏的重要原因。奈曼旗耕地面积与解放初期相比减少了 30.90%<sup>[3]</sup>, 从耕地指数在时间尺度上与沙漠化的关联分析可以看出, 农业开垦对沙漠化的影响在当年就能够表现出来, 二者的关联程度为 0.827<sup>[6]</sup>, 而且随时间尺度的增加影响逐渐增加。长期以来, 该区人们的物质需求是在不断的索取中得到满足的, 土地一直处于“开垦-沙化-(换地)再开垦-再沙化”的恶性循环中, 其结果是导致整个环境的恶化、经济的落后和生活的贫困。

### 2.3 社会经济因子系统

**2.3.1 人口因子。**从 1950 年到 2003 年, 科尔沁奈曼旗总人口由 15.63 万人增加到 42.70 万人, 54 年中净增 27.47 万人, 年均增长速度为 1.89%。人口密度从 1950 年的 19.21 人/km<sup>2</sup> 提高到 2003 年的 52.47 人/km<sup>2</sup>。而联合国环境规划署规定半干旱地区人口密度的临界值为 2 000 人/km<sup>2</sup><sup>[7]</sup>。该区人口的增加对沙漠化程度有明显的影响, 人口与沙漠化程度有较高的关联程度 (-0.839 ± 0.01), 其总趋势是随人口的增加, 沙漠化程度呈降低趋势(负关联)<sup>[8]</sup>。这表明人口的增加对沙漠化的发生、发展的影响不能单用人口数据与沙漠化对应分析, 同时应结合人类活动的行为(农业开垦、放牧等活动)及其强度来进行分析, 因为人类活动对沙漠化的影响是双向的, 其既可造成沙漠化的发展, 也可促进沙漠化的逆转。

**2.3.2 经济因子。**经济因子是开放的、动态的, 它的变化影响和决定着沙漠化系统中其他因子的变化。沙漠化地区广大农牧民的生活水平普遍偏低, 大多数人的生活仅维持在温饱水平, 尚有未解决温饱的农牧民。2000 年, 科尔沁奈曼旗人均 GDP 为 3 344 元, 仅为全国平均水平的 46.90%, 与全国平均水平有相当大的差距。贫困的生活状态使土地承受着巨大的压力, “生活贫困-投入不足-经营粗放-沙漠化-生活贫困”之间构成了恶性循环; 贫困限制了人口素质的提高, 造成“生活贫困-人口素质低-经营粗放-沙漠化-生活贫困”之间另一个恶性循环<sup>[5]</sup>。贫困是沙漠化发生发展的一个极为重要的促进因子。落后的社会经济条件是不合理人类活动产生的根源, 它是“沙漠化的驱动力”。

### 3 结论

沙漠化系统是一个复杂巨系统过程, 是自然因子系统、人类活动因子系统和社会经济因子系统相互作用、相互影响的结果。沙漠化的发生和发展又进一步作用于自然因子系统和社会经济因子系统, 从而形成了沙漠化与“社会-经济-自然”复合生态系统之间的非良性循环。

(1) 自然因子系统是沙漠化系统的基础, 其中沙性母质是沙漠化的物质基础, 气候因子是沙漠化的能量基础, 风是沙漠化形成的动力因子, 而且这些因子都是开放的、动态的,

能源保持经济持续稳定发展。粗放型的发展方式是生态环境问题产生的主要原因,因此,必须从只注重经济发展的片面发展转移到既注重经济发展又注重以人为本的人与社会全面发展的科学发展上来。对此,十七大报告也指出:“加快转变经济发展方式,推动产业结构优化升级。加强能源节约和生态环境保护,增强可持续发展能力。”2005年6月27日,胡锦涛总书记在主持中共中央政治局第二十三次集体学习时强调,节约能源,走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的路子,是坚持和落实科学发展观的必然要求,也是关系中国经济社会可持续发展全局的重大问题。他要求大力发展循环经济,促进资源循环式利用,努力实现废弃物的资源化、减量化、无害化、再循环、再利用等等。

**3.4 建立健全环境法律制度体系** 保护自然环境,建设生态文明,不仅需要人类的道德自律,更需要社会法制的保障。健全的环境法律制度不仅是生态文明的标志,而且是保护自然环境的保障。因此,首先要加快环境立法,尽快建立起比较完善的、适合我国国情的现代化环保法律体系。其次,应根据经济社会形势发展的需要,及时制定新的法律法规,规范和引导新出现的生态环境破坏问题,防止因环境保护法律法规的缺失而放纵破坏生态环境的行为。再次,建设生态文明,必须依法打击破坏生态环境的行为,加大执法力度。最后,要大力提高全社会的公共监督和法制化管理水平,不断增强人民群众的环保法律意识和法制观念,还要切实保障宪法和法律赋予公众环境与资源保护方面的知情权、参与权和监督权的实施,不断拓展广大公众参与可持续发展的渠道,使公众成为环境与资源保护的重要力量。

(上接第8264页)

一个因子发生变化就会影响其他因子的相应变化,若这些因子出现在特定的区域就有了沙漠化发生的可能性。社会经济因子系统促使沙漠化的发展。众多的人口及贫困的生活状态、落后的经济等因素导致过度开垦、过度放牧、过度樵采等不合理人为活动作用在脆弱的自然因子系统上产生了沙漠化。沙漠化是区域系统中社会经济子系统与自然子系统不相协调的产物。

(2) 自然因子系统、人类活动因子系统和社会经济因子系统之间既是开放的个体,又是整体的一部分,每个系统都有其重要的特点,这几个系统叠加在一起时,就会产生叠加效应,在特定的区域产生沙漠化。各系统都是动态的,人类活动和社会经济发展随着人类的生产生活在时刻发生着变化,并影响着沙漠化系统是可见的;而自然因子系统与全球的大气候变化和人类活动随时发生着变化是不可见的,所以要从可见的、可控的人类活动入手,根据其形成机制通过观察试验总结出规律,预测其发展趋势来控制沙漠化的发生与发展。综上所述,在沙漠化系统中脆弱的自然条件是沙漠化的基础,落后的社会经济条件是沙漠化的驱动力,不合理的人类活动是沙漠化的扰动因子,强烈的风沙活动是沙漠化的标志,严重的风沙危害是沙漠化的后果(图1)。因此,在分析沙漠化系统形成机制时要从系统论角度入手,使

**3.5 发展绿色科技,树立绿色消费观念** 科学技术是第一生产力,是协调人与自然关系的有力杠杆。只有以先进的生产技术和治理技术为手段,才能实现经济发展与环境保护的协调,从而实现人、自然、社会和谐共生、永续发展。因此,必须走可持续发展的生态科技之路。首先,要强化真正造福人类、维护生态平衡的科技再生产,弱化可能危害人类、破坏生态平衡的科技再生产。其次,要培养适应生态文明建设的各类高科技人才,将国内外高层次的环境保护和生态建设方面的科技人才吸纳到自然环境保护和生态文明建设的活动中来。再次,通过高新技术手段,大力发展绿色环保产业,开发清洁工艺、发掘清洁能源、生产清洁产品。最后,要加大人、财、物的投入,在技术创新与推广上下功夫。

绿色消费又称生态消费,是指以维护自然生态环境平衡为前提,在满足人基本生存和发展需要基础上的适度的、绿色的、环保的、全面的、可持续的消费。它是一种以“绿色、自然、和谐、健康”为宗旨的消费。构建绿色消费模式应从3方面入手:充分利用能源的最佳方案实现循环利用,减少原材料与能源的耗损;通过绿色消费行动使消费者有意识地选择对环境有利的商品,引导企业提供有益于环境的商品;通过改变产品的制造方式来改变人们的消费模式,建立可持续发展的交通模式、住宅模式、奢侈品消费模式<sup>[2]</sup>。政府在倡导绿色消费时,还必须尊重消费者的选择,尊重文化的多样性,保护社会低收入者和弱势群体的利益。

#### 参考文献

- [1] 刘俊伟. 马克思主义生态文明理论初探[J]. 中国特色社会主义研究, 1998(6): 26.
- [2] 蔡娟. 科学发展观视域中的生态文明发展之路[J]. 学术交流, 2007(4): 76.

分析更全面、更具体,科学合理地把握人地关系,使人类和生态环境协调发展,走可持续发展道路。

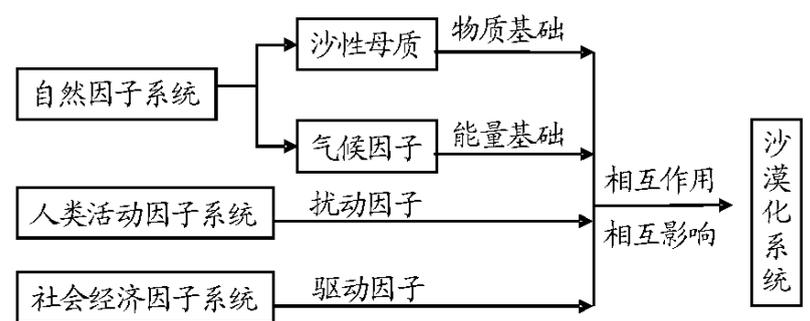


图1 沙漠化系统形成过程

Fig.1 Forming process sketch of desertification system

#### 参考文献

- [1] 王涛,朱震达. 中国北方沙漠化的若干问题[J]. 第四纪研究, 2001, 21(1): 56-65.
- [2] 张东巍等. 中国温带亚湿润沙地景观生态分类[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- [3] 乌兰图雅. 科尔沁沙地50年的垦殖与土地利用变化[J]. 地理科学进展, 2000(9): 273-277.
- [4] 吴薇. 科尔沁地区现代沙漠化土地动态演变的研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2002.
- [5] 包慧娟. 沙漠地区可持续发展研究——以科尔沁沙地奈曼旗为例[D]. 长春: 中科院东北地理与农业生态研究所, 2004: 37-40.
- [6] 常学礼, 赵学勇, 韩珍喜, 等. 科尔沁沙地自然与人为因素对沙漠化影响的累加效应分析[J]. 中国沙漠, 2005(7): 466-471.
- [7] 吴正. 风沙地貌学[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 38-39.
- [8] 常学礼, 鲁春霞, 高玉葆. 人类经济活动对科尔沁沙地风沙环境的影响[J]. 资源科学, 2003(9): 78-83.