

# 以系统观点讨论中国沙漠化的成因机制及对策<sup>①</sup>

王爱军

(南京大学城市与资源学系,江苏南京 210093)

**摘要** 沙漠化已经成为一个威胁人类生存的世界性环境问题。要防治沙漠化,必须先要找出沙漠化的成因。导致土地沙漠化的原因是由于地区生态系统脆弱,外部环境的作用强度很大,超过系统的承受范围而导致系统崩溃。由于全球变化导致气候格局发生变化,中纬度地区趋于干暖化,加上我国境内地形因素的影响,加剧了季风强度,降水分布很不均匀并分布集中,主要集中在7、8两个月份,土地风蚀作用强烈,使得我国西部和北部地区的土地沙漠化现象严重。而人类过度活动和落后的管理体制也在一定程度上加剧了土地的沙漠化。不同地区具有不同的沙漠化特征。从我国实际出发,主要采取适应、预防和治理的策略来防止沙漠化的继续扩展。

**关键词** 系统;沙漠化;成因机制;对策

**中图分类号** X15

**文献标识码** A

近年来,由于各种因素的变化,使得沙漠化越来越严重,直接威胁到人类的生存和发展。因此,沙漠化的问题就成为一个全球性的研究热点。关于沙漠化的成因,主要有自然成因<sup>[1~6]</sup>和人类活动导致沙漠化<sup>[7~11]</sup>两种解释。这两种解释各有其成立的一面,因为产生沙漠化的因素是随时空而变化的,因此对具体地区要具体分析,找出沙漠化的真正原因,才能正确地加以防治和管理。但不管对什么地方来说,都是处于一个复杂的大系统中,沙漠化也是系统中的一个因子,它也随着系统中其他因子的变化而发生变化。因此,要找出沙漠化的成因,就必须先找出该系统中其他因子的变化过程。

## 1 系统论的基本内容

自从奥地利生物学家贝塔朗菲 1945 年发表了《关于一般系统论》的论文,系统论这门学科就宣告诞生。其后,经过几十年的发展,已经变的逐渐完善,并逐渐应用于各种学科。系统论的出现给科学研究带来了新的思维和新的观念,尤其是对地球科学的发展具有重要的意义,为地球科学的发展提供了宝贵的理论基础和科学的分析方法。

<sup>①</sup> 收稿日期 2002-04-11

万方数据

作者简介:王爱军(1977~)男,宁夏平罗县人,南京大学城市与资源学系,硕士研究生,自然地理专业。

## 1.1 系统的概念

现代科学证明了物质世界普遍具有系统结构,从无机界到有机界、从简单生物到复杂的人类社会都是有一定层次、一定结构与其所处的环境相互作用共同组成的一个整体。钱学森认为<sup>[12]</sup>：“系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分(要素)组合而成的具有特定功能的有机整体”。由此可见,系统是各要素之间的、要素与整体之间相互对立、相互联系和相互作用的矛盾统一体,其功能并不是各要素的简单相加,而是通过要素数量的增加达到整体质的飞跃,其总体功能大于各要素功能的简单相加。因此,系统概念反映了客观世界多因素、多变量、多层次交互作用的复杂关系,以及系统内的复杂的辩证因果关系、质量互变关系、结构—功能互变关系等等。

一般来说,系统的性质是由要素来决定的,要素通过相互作用决定系统的结构和功能,当要素本身的质、量发生变化时,系统的质、量也就随之而发生变化,但其变化程度不单取决于某一要素的变化,而是由多个要素相互作用的结果来决定其变化方向的。另一方面,系统本身也可以通过系统结构和功能来支配和控制要素,使得各要素在一定范围内变化,以维持系统的相对稳定性。一旦各要素或某一要素的变化超过了系统的控制范围,就可能会导致系统的崩溃。例如,在我国西北干旱地区,脆弱的生态系统在一定条件下可以控制系统内部各要素的变化,使得该系统在一定的时空内保持平衡,一旦某一要素发生突变,如气候要素突然变坏、人类活动突然加剧等,使得系统没有能力及时调节,从而导致生态系统的崩溃,使得土地荒废,进而产生沙漠化。

环境是系统论中的一个非常重要的影响因素。所谓环境,就是指系统存在的外部条件,也就是系统以外对该系统产生作用、有影响的各因素的集合。其实,环境与系统是不可分割的,从更高一级的系统来看,环境也是其中的一个子系统。但更高一级的系统外部又有一个更大的环境在对它施加影响。因此,环境和系统是交叉的,是不可分割的。对一个生态系统来说,所处的外部自然和人类社会就是其环境。

## 1.2 系统的基本特点

系统之所以成为系统,就在于作为系统的客体内在要素或外在环境诸因素的相互作用过程中确定的类型关系而保持自身性质特征。因此,系统必然要与环境组成一个特殊的综合体,系统必然是开放的系统,封闭系统只是作为它的特例。

系统是由两个或两个以上的要素组成的,是要素总体的综合,系统又和环境有着密切的联系,存在着输入、输出的关系。一方面,系统在运动变化着,它的未来不仅取决于当前,也取决于过去,因此,系统不仅是多要素的、多因子的综合,也是时间和空间联系的综合,也是各种能量流、信息流、物质流的综合体;另一方面,系统内部各层次及系统与环境之间不停地进行物质、能量和信息的交流,形成一定结构而成为一个整体。因此,系统具有综合性、整体性、动态性、层次结构性、适应性及信息关联等特点<sup>[13]</sup>。只有将系统放置在一定环境中,在运动和发展过程中进行考察,从结构、环境、功能等多方面综合研究,才能真正地认识系统。

## 2 以系统的观点分析沙漠化的成因

本文将沙漠化定义为,沙漠化是指一个地区的生态系统内某要素的改变超过了系统的调节能力,从而导致土地退化。我国目前沙漠及沙漠化土地面积约为160.7万 $\text{km}^2$ ,并以正以2460 $\text{km}^2/\text{a}$ 的速度在扩展,而且有加大的趋势<sup>[14]</sup>,这对我国国民经济和社会持续发展构成

了巨大的威胁。要防治沙漠化,必须先清楚沙漠化的发生发展的真正原因,然后才能制定一个有效的方案。

关于沙漠化的成因,目前主要有两种观点,即自然成因和人为成因。前者认为沙漠化是一种环境变化过程,是沙漠的演变过程,发展在整个第四纪,而人类活动的影响是次要的;后者认为沙漠化是在自然因素的基础上,主要由人为不合理的经济活动所造成的,即人是沙漠化的主要导致者。其实,沙漠化的成因并不是一成不变的,而是随着不同地区由于系统各要素变化程度不同而不同。本文试以系统的观点来分析沙漠化的成因。

## 2.1 沙漠化产生的自然因素

沙漠的出现并不是在人类出现后才开始有的,它是经过了整个地质历史时期的气候演化而来的,而晚第四纪则是第四纪中最重要的演化时期<sup>[2]</sup>。沙漠化产生的自然因素主要包括生态系统脆弱、全球气候变化以及降水分布不均等。

### 2.1.1 生态系统脆弱

生态系统脆弱是地区沙漠化的基本条件。由于地区生态系统脆弱,使得系统的调节功能范围不大,系统某一要素稍微发生变化,就会超过其调节范围,系统就难以恢复到以前的状态,导致土地生产能力下降。如在黄河源头地区<sup>[3]</sup>,沙源非常丰富,使得各种植被都有被沙覆盖的危险,地区气候条件很恶劣,风力强劲,草场面积很小,而且冬春草场与夏秋草场比例接近 1:1,低于理论比例 1.5:1,因此承受能力很低。由于该地区的自然环境恶劣,有时其作用程度超出了该系统的团结能力范围,因此,系统就无法恢复到以前的状态,很多土地就被沙覆盖,沙漠化加剧,沙漠扩张。在西藏中部地区<sup>[4]</sup>,气候干旱多风,地表多沙,植被稀疏低矮,土地生产能力和草场承载能力较低,因此生态环境非常脆弱。此时,系统内部的某一要素的轻微变化,就会使该系统崩溃,如气候因素的变化等;研究表明,气候的干暖化导致了西藏中部土地沙漠化的出现和快速发展。在晋西北地区<sup>[5]</sup>,由于该区地形基本上呈起伏和缓的覆沙黄土丘陵,植被覆盖度很低,生态系统非常简单,对于这样脆弱的生态环境,其本身便孕育着土地沙漠化的自然过程。而该区又正好位于我国东部季风的边缘,因此,干旱气候特征显著,并出现增强的趋势,使得该区的生态系统的调节能力赶不上自然因素的恶化,土地沙漠化加剧。宁夏灵盐地区在地质历史上多次出现的沙漠化现象也是由于该地区生态环境脆弱,承受不了周围环境的变化而产生的<sup>[6]</sup>。

### 2.1.2 全球气候系统的差异性变化

包括我国在内的世界沙漠化地区,都是全球大气系统的组成部分,它的干湿变化受全球气候变化控制。当全球气候发生变化时,该区的干湿状况必然发生相应的变化。所以气候变化控制着沙漠化的产生和发展<sup>[1]</sup>。

由于全球气候并不是均匀地变化,地区差异非常显著。尤其是在中纬度地区,干燥程度增加,季风加强,使得沙漠不断沿着季风方向向外扩展。例如我国西北地区的沙漠化,由于中纬度地区温暖干燥,大西洋季风加强,但在到达我国境内时,因阿尔泰山、天山、昆仑山等高大山脉为东西走向,气流经过山脉之间的谷地时受到推挤和加强,风力变得非常强劲,而在谷地之间,沙源又非常丰富,因此在外围地区,沙漠不断向外扩展,使得一些生态系统脆弱的地区沙漠化加剧。另外,高耸入云的青藏高原阻挡了西南季风,使之分为两支,其中一支绕过青藏高原向北方向推进,在推进的过程中,空气湿度相对降低,进一步加强了西部地区的季风强度和空气干燥度。

一个生态系统,其内部各要素的变化可引起系统性质发生变化,当某要素的变化超过了系统的承受能力,则系统的性质也就发生了变化。当系统内某一要素向不利的方向变化时,就会引起其他要素相应地发生变化,最终导致沙漠化的加剧。

### 2.1.3 降水的不均匀分布

由于全球气候的变化,气候格局发生了很大的变动。在中纬度地区气候趋于干暖化,总的降水量趋于减少,并且分布集中。在我国西北地区,降水量稀少,但蒸发量很大。例如,宁夏灵盐地区<sup>[6]</sup>,年均降水量只有212~296 mm,年均蒸发量达到2 000~2 300 mm,风沙活动频繁,使得自然环境系统成为该区生态系统崩溃的主要因素。晋西北地区<sup>[5]</sup>,年均降水量为380~450 mm,年均蒸发量达2 000~2 300 mm,并有“十年九旱”之称,在这种脆弱的系统下,风力的加强,导致沙漠化的加剧。新疆地区<sup>[15]</sup>,山地面积占40%,而盆地平原地区的年均降水仅为28 mm,但蒸发量很大,在北疆地区蒸发量为1 500~2 000 mm,干旱度为4~8,南疆地区年蒸发量为2 000~3 400 mm,干旱度>9,因此,气候干旱是新疆地区沙漠化的主要因素。气候的不均匀变化使得降水量分布集中,主要分布在7、8月份,且多以暴雨的形式出现,而其他月份的降水量非常少,有的地区接近于零。这就使得土地长时间的暴露在空气下,强烈的蒸发使土壤含水量减少,地面非常干燥,植被覆盖度降低,当暴雨来临,土壤渗流作用来不及将雨水渗入土壤,从而产生严重的水土流失,植被进一步减少,地面辐射率增加,沙漠化加剧。如在毛乌素地区<sup>[16]</sup>,由于地表多出露片状分布的古风成砂,植被覆盖度低,降水量又集中分布,因此,一次降水可出现大面积的水土流失,强烈的地表径流切割下伏地层,使更多的古风成砂暴露出来。由于该区风旱同季出现,在风的吹蚀下,土地沙漠化趋势加大。

## 2.2 沙漠化与人类活动

沙漠化的产生主要是由于环境系统的变化导致了生态系统的崩溃。研究表明<sup>[14~17]</sup>,只有自然因素的作用,沙漠化的速度是没有目前这么快的。由于人类活动的加剧,使得原本就已经很脆弱的生态系统遭到严重的破坏,以至崩溃。因此,人类活动也是影响沙漠化的一个重要因素,在某些地区,其作用强度可能超过了自然因素而成为土地沙漠化的主要因素。人类活动对土地沙漠化的加剧主要有两个方面,一个是人类活动过度,超过了该地区生态系统的调节能力,最后与自然环境叠加,导致系统的崩溃,沙漠化加剧;另一个就是人类落后的管理机制,使得土地长时间遭受风化侵蚀,最后导致沙漠化的加剧。

### 2.2.1 人类过度活动与沙漠化

导致土地沙漠化加剧的人类过度活动,主要包括过度开垦、过度放牧和过度砍伐等。这些因素叠加在自然因素之上,在一定程度上加剧了土地沙漠化的程度。例如董玉祥<sup>[4]</sup>只选择了人为因素和气候因素对西藏中部地区进行主成分分析,结果表明,人类活动与气候变化在该区沙漠化过程中具有近乎同等的作用和效力。相关分析结果表明,该区沙漠化的产生和发展是以自然因素为主导并与人为因素共同作用的一个复杂过程。人为因素作为一个诱发因素在土地沙漠化的发生、发展过程中起着重要作用。在晋西北地区<sup>[5]</sup>,由于人口巨增,人类为了生存,就在有限的土地范围内进行开垦、放牧以及各种工程项目的实施等活动,导致土地利用过度,大面积植被的破坏,土地生产力下降,使得本来就已经处于崩溃边缘的生态系统彻底崩溃,土地沙漠化现象严重。在黄河源头的玛多县地区<sup>[3]</sup>,草场的承受能力约为80万头(只),但实际上在1976年就已经超载了19万头,并伴随着采金、挖药材和过度的采伐等活动,使得该区沙漠化加剧。

### 2.2.2 人类落后的管理与沙漠化

由于人类环境意识不够强,也没有科学的管理机制,使得盲目开垦、过度放牧和滥砍滥伐等活动加剧。人类过度开垦的土地,没有得到合理的管理,使得大面积土地裸露在空气之下,土地长时间遭受风的吹蚀和雨水的淋蚀,水土流失严重,更加剧了土地的沙漠化。

## 3 不同地区沙漠化的特点

我国地域辽阔,东西、南北跨度非常大,气候条件与人类活动的密集程度很不相同,因此,沙漠化也就具有不同的特点。

在西北及华北干旱、半干旱地区,沙漠化主要受气候变化的影响,气候变化与沙漠化在时间变化上基本上是同步的,这在历史上已经得到证明。现在西北和华北地区的沙漠化及沙漠变迁在时间上也与现代气候变化大致相同<sup>[18]</sup>。因此,该地区的沙漠化主要是受气候因素的控制,这与中亚地区、西非半干旱地区的沙漠化过程相似<sup>[19~20]</sup>。在东北地区,沙漠化的大格局受气候变化影响。但在该地区的气候演变过程中,一方面是干冷的气候条件使沙漠化加快,另一方面又是温湿的气候促使土壤和植被发育,从而抑制了沙漠化的发展;在人类活动比较剧烈的地方导致沙漠化的复活,促使沙漠化扩张<sup>[21]</sup>。因此,该地区的沙漠化受到自然气候变化与人类活动的共同影响而扩张。在西南地区,沙漠化主要发生在青藏高原地区,而该区人类活动比较少,生态系统脆弱,很容易崩溃<sup>[4]</sup>。因此,该地区的沙漠化主要是由生态系统脆弱引起的,但人类活动激发了沙漠化,并加速了生态系统的崩溃。在华东、华中及华南地区,土地沙漠化主要是由于人类过度开发后,落后的经营管理使土地长期暴露在太阳下,遭受风吹雨淋,水土流失严重,土地沙漠化现象加剧。与其他成因不同的是,该类沙漠化通过改进管理体制是可以避免。

## 4 沙漠化对策

沙漠化作为一个威胁人类生存的全球性环境灾害,在经济快速发展的今天,已经越来越受到重视了。人们为了生存和发展,开始采取各种方法与沙漠化展开斗争,并取得了一定的效果。根据我国的实际情况,应从三个方面来考虑沙漠化这一严重的环境问题,即沙漠化的适应、预防和治理。

### 4.1 人类对沙漠化的适应

当一个地区沙漠化严重时,人类所做出的第一个反应就是迁移,这在古代社会尤为突出<sup>[22~24]</sup>。古代的游牧民族靠渔业和牧业为生,当他们所生活的地方沙漠化加剧时,土地生产能力下降,大部分地区被沙所覆盖,人们为了生存,必须迁移到另一个新的、环境比较好的地方生活。随着社会经济的发展,人口的巨增,使得各地的人口密度都很大,因此,在沙漠化扩展的地方,人们就无处可迁移了。因此,必须有一种新的适应方式来解决这一问题。人们可以发挥高科技的功能,研制和推广适应沙漠环境的植被和庄稼,可以在不迁移的情况下继续改善生活在沙漠化地区的人们的生活质量。

### 4.2 沙漠化的预防

沙漠化的预防,要先从人类过度的生产活动和落后的管理机制入手,对生态系统脆弱的地区,要**严格保护**沙区植被,遏止土地沙漠化的发展。以科学的生产方式和管理机制,因地

制宜地发展地方经济,以保证土地利用在该地生态系统的承受范围之内。工程项目的建设也要考虑到对地区生态环境的影响,不要顾此失彼,造成土地沙化。另外,还可以工程防沙<sup>[17]</sup>利用杂草、树枝以及其他耐风化的材料在沙区上设置挡风屏障或者直接覆盖在沙面上,以降低风速,使沙漠表面与风隔绝,以削弱风沙流动,起到预防更大地区的沙漠化的作用。但这种方法并不是一种很有效的方法。

#### 4.3 沙漠化的治理

人并不是一个完全的自然人,而是具有主观能动性的社会人。人类在适应和防止沙漠化扩张的同时,还应发挥主观能动性,积极地治理沙漠化地区。可以通过退耕还牧、退耕还植、围栏封育等措施,推行植被固沙。植被固沙是控制和治理沙漠化最基本而又最可行的方法,通过在沙区种植植被,改善沙区生态系统,控制沙漠化的扩展,并逐渐将植被向前推进,最终达到治理沙化地区。

### 5 结论

(1)系统变化程度不单取决于某一要素的变化,而是由多个要素相互作用的结果来决定其变化方向的,系统本身也可以通过系统结构和功能来支配和控制要素,使得各要素在一定范围内变化,以维持系统的相对稳定性。而环境是系统论中的一个非常重要的影响因素,它与系统相互作用,影响着系统的发展方向。系统具有综合性、整体性、动态性、层次结构性、适应性及信息关联等特点。

(2)沙漠化产生的自然因素主要包括生态系统脆弱、全球气候变化以及降水分布不均等。生态系统脆弱是地区沙漠化的基本条件,气候变化控制着沙漠化的产生和发展,而降水的均匀分布是沙漠化扩张的动力。

(3)人类活动也是影响沙漠化的一个重要因素,在某些地区,其作用强度可能超过了自然因素而成为土地沙漠化的主要因素。人类活动对土地沙漠化的加剧主要有两个方面,一个是人类活动过度,另一个就是人类落后的管理机制。

(4)我国沙漠化具有区域特点。西北与华北地区的沙漠化主要是受气候因素的控制,东北地区的沙漠化在长期过程中以自然气候因素为主,但近期人类活动是主要控制因素,青藏高原地区脆弱的生态系统为沙漠化提供了基础,人类活动激发并加剧了沙漠化,华东、华中及华南地区的沙漠化主要是由于人类过度开发后,落后的经营管理造成的。

(5)根据我国的实际情况,应从沙漠化的适应、预防和治理三个方面来考虑沙漠化这一严重的环境问题。

### 参考文献

- [1] 董光荣,申建友,金炯.试论全球气候变化与沙漠化的关系[J].第四纪研究,1990(1):91-98
- [2] 董光荣,金炯,高尚玉,等.晚更新世以来我国北方沙漠地区的气候变化[J].第四纪研究,1990(3):213-222
- [3] 魏振铎.黄河源区沙漠化现状与防治意见[J].青海环境,1998(2):64-67
- [4] 董玉祥.人为因素在西藏中部沙漠化过程中作用的初步分析[J].第四纪研究,1998(2):185
- [5] 苏志珠,马义娟.晋西北地区土地沙漠化过程及发展趋势研究[J].干旱区资源与环境,1997,11(3):20-27
- [6] 单鹏飞,蔡昌俊,温晋林.宁夏灵盐地区荒漠化灾害与农牧业持续发展[J].地理科学,1997,17(2):163-167
- [7] 朱震达,王涛.中国沙漠化研究的理论与实践[J].第四纪研究,1992(2):97-106
- [8] 薛嫻,王涛.从系统论的角度看沙漠化与可持续发展问题[J].中国沙漠,2000,20(4):404-408

[ 9 ] 王涛,吴薇. 我国北方的土地利用与沙漠化[ J ]. 自然资源学报,1999,14( 4 ) 355 - 358

[ 10 ] 王涛. 西部大开发中的沙漠化研究及其灾害防治[ J ]. 中国沙漠,2000,20( 4 ) 345 - 348

[ 11 ] 叶民权,胡文康. 中国西部沙漠问题的思考[ J ]. 新疆气象,2000,23( 5 ) :10 - 14

[ 12 ] 钱学森. 论系统工程[ M ]. 长沙:湖南科学技术出版社,1982

[ 13 ] 周硕愚. 系统科学导引[ M ]. 北京:地震出版社,1988

[ 14 ] 周立华,樊胜岳. 中国土地沙漠化的现状、成因和治理途径[ J ]. 中国环境管理,2000( 4 ) 4 - 6

[ 15 ] 田长彦,宋郁东,胡明芳. 新疆荒漠化现状、成因及对策[ J ]. 中国沙漠,1999,19( 3 ) 214 - 217

[ 16 ] 孙继敏,丁仲礼,袁宝印. 2000a B. P. 来毛乌素地区的沙漠化问题[ J ]. 干旱区地理,1995,18( 1 ) 36 - 42

[ 17 ] 魏遐,张序强. 沙漠化防治与沙区资源开发利用[ J ]. 哈尔滨师范大学自然科学学报,1997,13( 6 ) 85 - 87

[ 18 ] 吴正. 浅议我国北方地区的沙漠化问题[ J ]. 地理学报,1991,46( 3 ) 266 - 276

[ 19 ] 卡拉夫. 科威特沙漠的沙漠化和风成过程[ J ]. 干旱区研究,1991( 1 ) 69 - 72

[ 20 ] Mortimore, M. J. . Desertification and its reversion of subarid area in West Africa[ J ]. Geography, 1988,73( 1 ) 61 - 64

[ 21 ] 林年丰,汤洁,卞建民,等. 东北平原第四纪环境演变与沙漠化问题[ J ]. 第四纪研究,1999( 5 ) 448 - 455

[ 22 ] 王守充. 10 世纪末西辽河流域沙漠化的突进及其原因[ J ]. 中国沙漠,2000,20( 3 ) 238 - 242

[ 23 ] 张柏忠. 北魏至金代科尔沁沙地的变迁[ J ]. 中国沙漠,1991,11( 1 ) 36 - 43

[ 24 ] 牛俊杰,赵淑贞. 关于历史时期鄂尔多斯高原沙漠化问题[ J ]. 中国沙漠,2000,20( 1 ) 67 - 70

Discussion on genetic mechanism and countermeasure of desertification in china viewed from the system theory

WANG Ai - jun

( Department of Urban & Resources Science of Nanjing University , Nanjing 210093 ,China )

Abstract

Desertification is a world environmental problem at present. We need to find the true reasons of desertification if we want to prevent and cure it. There are some reasons that lead to the desertification. The weak ecosystem is one of them. The change of system elements having exceeded the range that the ecosystem can endure leads to the collapse of whole system following the increasing of active intensity. The second reason is the change of the world climate structure. It has strengthened the monsoon and caused the distributing of precipitation that is asymmetry in space and concentrating in time especially in July and August. Since climate tends to be dry and warm in the mid-latitude region and influence of the topography in China , the weathering and erosion of land are very strong. These lead to the phenomena of desertification seriously in north and west of China. The third reason is the excessive human activities and lagging manage mechanism , which can enhance desertification in a certain extent. There are some different characteristics in different areas of China. We can adopt some methods such as adapting ,taking precautions and harnessing the desertification , to prevent the continuous expanding of desertification in China.

Key words : system , desertification , genetic mechanism , countermeasure