

第一章 土地荒漠化日益严重

一、我国荒漠化的现状

(一) “人造荒漠”论

荒漠化一词最早是法国学者奥布雷维利 (Aubreville) 在 1949 年提出的。他在研究法属西非潮湿热带土壤侵蚀时, 以“荒漠化”(Desertification) 一辞指示当地所发生的土壤侵蚀。

20 世纪 60 年代, 经受西方殖民统治达数世纪的非洲各地, 纷纷实现了国家独立和民族解放。政治的新生, 加之当时的风调雨顺, 使非洲人口数量急剧膨胀。而人口的激增, 随即引发了对森林草原的肆意开垦。这一开垦狂潮导致撒哈拉沙漠迅速大面积地侵入人口密集的南部绿洲, 继而引发了 1968—1973 年非洲大陆的严重干旱。尤其是面积达 200 万平方千米的萨赫勒 (Sahel) 地区, 干旱和沙漠化造成 10 多个国家的 25 万居民、数十万头牲畜因缺乏食物而死亡。

1977 年, 针对非洲所发生的悲剧, 联合国在肯尼亚首都内罗毕召开 94 国参加的紧急会议, 这次会议制定了防止沙漠化行动计划 (PACD)。1991 年联合国环境规划署荒漠化防治第八次顾问会议指出: “荒漠化是在干旱、半干旱及干燥半湿润地区主要由于人类的不利影响引起的土地退化”。1994 年 6 月, 联合国

荒漠化公约政府间谈判委员会通过的《联合国关于发生严重干旱和 / 或荒漠化的国家特别是非洲防治荒漠化的公约》认为：“荒漠化是包括气候变异和人类活动在内的种种原因造成的干旱、半干旱和半湿润地区的土地退化”。

国际社会的上述决议具有极其重大的现实意义，因为它告诫全世界的人们：沙漠化的发生与发展，主要是“人为之力”，而非过去认为的‘神为之力’。

近年来，我国学者也正在日益清醒地认识到，在同等的自然背景下，人类不合理活动所造成的沙漠化的发展速率，超过沙漠化自然进程的十余倍、数十倍、乃至上百倍！在沙漠化成因这一关键问题上，我国学术界在经历了多年的迷茫之后，终于发现了其症结之所在。这是令人备感欣慰的转折！

荒漠化既然是粗放型人类活动和脆弱的生态环境耦合的结果，所以其发生由来已久。马克思在 1853 年就指出：农业若是让它自流发展，结果会使原来许多肥沃的土地变成沙漠。挥师驰骋于旧大陆的拿破仑也曾发现：管理得好，尼罗河使沙漠后退；管理得不好，沙漠侵入尼罗河。20 世纪 60 年代以来，我国著名科学家竺可桢和侯仁之等，通过对我国西北地区历史地理的考察研究，得出了不合理的人类活动是导致当地土地沙化和文明衰退的根本原因，并卓有见识地提出了“人造沙漠”的概念。

《中国荒漠化报告》将荒漠化划分为风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、冻融荒漠化、土壤盐渍化等。其中风蚀荒漠化主要是指沙质荒漠化(Sandy Desertification)，即我们通常所称的沙漠化。可见，沙漠化只是荒漠化的一种。

目前，全球约 1/4 的陆地面积、近 10 亿人口受荒漠化危害，并且以每年 5 万~7 万平方千米的速度扩展，每年造成的直接经济损失约合 423 亿美元。我国近年来每年因荒漠化造成的直接经济损失达 540 亿元，间接损失则是直接损失的 2~8 倍。

我国的荒漠化土地面积目前已达 262 万平方千米，占国土面积的 27.3%，主要位于第一、二级阶梯上，分布在新疆、内蒙古、西藏、青海、甘肃、河北、宁夏、陕西、山西、山东、辽宁、四川、云南、吉林、海南、河南、天津、北京等 18 个省（市、区）的 471 个县（市、旗），其中 99.6% 分布于我国北方和西北部的 12 个省（市、自治区）的 420 个县（市、旗）。荒漠化土地占荒漠化地区总面积的 79%，远远高于全球 69% 的平均水平，甚至较荒漠化土地比例最高的北美洲，还高出近 5 个百分点！

我国荒漠化土地分布的范围广，涉及的气候类型、地貌类型及荒漠化成因复杂，水蚀、风蚀、冻融、土壤盐渍化并存。按程度划分，以重度为主（表 1-1），占 39.3%，远远高于全球 12.7% 的水平；按主导成因划分，以风蚀荒漠化，特别是沙漠化为主；按土地利用类型划分，有退化耕地 772.6 万公顷，退化草地 10 523.7 万公顷，退化林地 10 万公顷，其余为植被覆盖度小于 5% 的退化土地；按气候分区划分，干旱区有 114.8 万平方千米，半干旱区有 91.9 万平方千米，亚湿润区有 55.5 万平方千米，分别占各荒漠化气候类型区土地总面积的 80.4%、80.7% 和 74.0%。

表 1-1 我国和全球荒漠化程度的比较

地区	重度荒漠化面积		中度荒漠化面积		轻度荒漠化面积		合计	
	万 km ²	%	万 km ²	%	万 km ²	%	万 km ²	%
中国	103.3	39.3	64.1	24.4	95.1	36.3	262.2	100
全球	137.5	12.7	470.3	45.8	427.8	41.4	1035.6	99.9

（二）沙漠化现状

我国的沙漠化土地主要分布在北方干旱、半干旱地区，面积 160.7 万平方千米。其中干旱地区约 87.6 万平方千米，占 54.5%，半干旱地区约 49.2 万平方千米，占 30.6%；其他零散分布在亚湿润地区。在沙漠化中，轻度沙漠化 44.0 万平方千米，占 27.4%；中度沙漠化 25.0 万平方千米，占 15.6%；重度沙漠化 91.7 万平方千米，占 57.0%。

沙漠化受气候，特别是干湿程度的影响很大，一般随气候类型区，由亚湿润干旱区向半干旱区、干旱区变化，沙漠化程度也相应地由轻度向中度、重度的趋势变化。这主要是因为土壤的抗风蚀能力与其湿度成正比。据研究，沙质土壤含水率的风蚀临界值是 2% 左右，当沙质土壤含水率大于 2% 时，其抗风蚀能力能够保持地面形态的基本稳定。

在我国，四大沙地、八大沙漠犹如一张弯弓分布在北方地区。沙漠和沙地的成因不同，也具有明显的地域分野：大致以贺兰山为界，向西北和东北呈“V”，形延展，东西绵延 5 500 千米以上。西北一翼，除了河西走廊和沙漠绿洲的沙漠化土地外，主要是形成于地质时期的自然沙漠。其成因是青藏高原隆起后阻挡了印度洋暖湿气流的北进，使这里成为地球上同纬度降水量最少、蒸发量最大的极端干旱区域。其生态系统稳定性高，但弹性低，系统保持“死态”的惯性强，治理的难度大，成本高，见效极慢，在地球大环境不变的情况下，甚至不可能得到根本的逆转。东北一翼，则主要是全新世以来形成的沙漠化土地，其成因主要是粗放性土地利用与脆弱生态环境耦合造成的。与沙漠生态系统正好相反，其弹性大，稳定性差，系统保持原态的惯性小，治理成本低，见效也快。

依照沙漠化定义，即，在极端干旱、干旱、半干旱和部分半

湿润地区，由于自然因素和人类活动的影响，破坏了自然生态系统的脆弱平衡，使原非沙漠的地区出现了以风沙活动为主要标志的类似沙漠景观的土地退化过程，我国八大沙漠的绝大部分地区并非沙漠化，而是地质时期形成的沙漠。所以，干旱区的沙漠不应包含在沙漠化土地面积之内。我国的沙漠化土地主要分布在半干旱区以及半干旱和半湿润的交错区，面积大约 73.1 万平方千米。另外还应包括干旱区沙漠向绿洲的扩展部分。因而，半干旱地区的沙漠化土地是我国沙漠化防治的重点和优先区域。这不仅是一个不容混淆的科学概念，而且必须以此指导我们的防沙治沙事业。

（三）水土流失现状

根据 1999 年出版的《中国生态问题报告》，在中华人民共和国成立初期，我国的水土流失面积为 150 万平方千米，至 20 世纪 90 年代发展到 179.4 万平方千米，占国土面积的 18.6%。我国水土流失发生范围广，主要分布在四川、云南、内蒙古、陕西、新疆、山西、甘肃、贵州等省的河流上中游地区和山麓地带，其中尤以黄土高原、南方山地丘陵和晋陕蒙三省交界的三角地带最严重。

我国发生水土流失的土地，轻度侵蚀的为 91.91 万平方千米，占总水土流失面积的 51.2%，重度侵蚀的为 49.78 万平方千米，占 27.7%，强度及强度以上侵蚀的 37.72 万平方千米，占 21.1%。与沙漠化相比，我国水土流失集中分布在亚湿润地区，流失区地貌形态多支离破碎，少有大片连续分布。

需要特别指出的是，近年来，由于“沙漠正在逼近北京”的疾呼迭起，举国上下对于沙漠化和沙尘暴的危害已经有了相当充分的认识，国家也正在多方采取措施推进防沙治沙事业。而相比之下，对于水土流失严重危害的认识则相应不足。实际上，我国

目前因水土流失而造成的石漠化的发展速率与沙漠化不相上下。而且，由于石漠化使植物无法扎根，地表持水能力近乎完全丧失，恢复其土地生产力和植被，远较沙漠化地区更加困难，甚至难以实现。

（四）盐渍化现状

我国盐渍化土地分布相当广泛 面积总计 9 910 万公顷，其中现代盐渍土约 3 690 万公顷，残积盐渍土约 4 487 万公顷，潜在盐渍土 1 733 万公顷。主要分布在辽、吉、黑、冀、鲁、豫、晋、新、陕、甘、宁、青、苏、浙、皖、闽、粤、内蒙古及西藏等 19 个省区。

土壤盐渍化属于化学作用为主造成的土地退化，主要发生在盐渍土广泛分布的地区，其总面积为 23.3 万平方千米，占我国荒漠化总面积的 8.9%。土壤盐渍化集中分布在塔里木盆地周边绿洲以及天山北麓山前冲积平原地带、河套平原、华北平原及黄河三角洲。其中，88.0%的盐渍化土地集中分布在新、蒙、青三省。在我国，干旱区的土壤盐渍化程度最重，半干旱区居中，亚湿润干旱区则相对较轻。从土地利用类型看，草地盐渍化比例最大，其次是耕地。

我国后备土地资源受盐碱限制的面积合计 1 130 万公顷，其中后备耕地 860 万公顷，宜林后备地 140 万公顷，后备牧地 160 万公顷，约占现代盐渍土总面积的 30%。但盐渍土土层深厚，所处地势相对平坦，有利于机械化耕作，是一种现有生产力低但开发潜力较大的土地资源。

（五）工矿型荒漠化现状

我国的工矿型荒漠化主要是煤矿造成的。我国是世界第一大煤炭生产和消费国，煤炭占全国能源生产和消费总量的 70%，

这一结构在今后 20~30 年内难以有根本改变。截止到 1994 年底，全国国有重点煤矿累计破坏土地约 20 万公顷，煤矸石和粉煤灰等固体废弃物累计占压耕地约 866.7~133.3 公顷。除煤炭开采外，我国也存在其他开矿造成的工矿型荒漠化，如川南叙永大树区硫矿附近，有 30.6% 的耕地丧失生产力；26.6% 的耕地生产力下降了 90%；另外的 42.8% 的耕地生产力仅为原来的 30%~50%。

工矿型荒漠化还会造成地下水污染、产生有害气体、破坏景观风貌等诸多环境问题。

工矿型荒漠化主要分布在矿区、矿渣堆积地及其周围，而与气候、土壤类型无直接关系。所以，全国多数大、小矿区的周围都存在不同程度的工矿型荒漠化问题。

二、荒漠化的危害

（一）削弱土地的生态服务功能 危及土地健康

土壤是植物生长的主要场所，是 N、P、S 等大量营养元素的贮存库，如土壤贮 C 量是植物的 1.8 倍，贮 N 量是植物的 19 倍，而且其有机质还原功能是植物获取养分的关键。

荒漠化使大量表土吹失或流失，导致土壤理化性能严重退化，造成土地难以维持正常的新陈代谢，生态服务功能被逐渐削弱甚至丧失。结果是土地与动植物之间及其与无机环境之间的共生、互生、再生过程难以为继。据估算，我国每年因风蚀损失的土壤有机质、氮素和磷素高达 5 590 万吨，折合化肥约 26 800 万吨，相当于全国农田化肥施用量的 9.5 倍，其价值约合人民币 170 亿元。如果要使这些退化土地的有机质、氮、磷等营养元素

恢复到原生土壤的状况，即使是在采取人工措施的条件下，也需要几十年、上百年甚至更长的时间。

（二）减少可利用土地面积，危及食物安全

荒漠化使全球 2.16 亿公顷雨水充沛的耕地发生土壤流失，4 300 万公顷可灌溉耕地严重恶化，33 亿公顷山地处于过度开发和退化状态。我国自 1949 年以来，共有 66.7 万公顷耕地沦为沙地，235.3 万公顷草地严重沙化。

荒漠化使土地生产力不断降低。如 20 世纪 50 年代，河北坝上草原的草高 50~100 厘米，盖度高达 90%，干草产量每公顷 3 750~4 500 千克。及至 20 世纪 90 年代，草高仅 20~40 厘米，盖度降为 40%，干草产量下降了 3/4 左右，仅为每公顷 750~1 500 千克。我国每年因草地退化而少养牲畜 5 000 多万只羊单位。内蒙古四子王旗地区，在开垦初期正常年景粮食亩产是 50~75 千克，耕种 30~50 年后，亩产已下降到 25~30 千克，而同一时期我国粮食亩产约是其 10 倍左右。最近我们在内蒙古巴彦淖尔盟的调查表明，盐渍化低产农田的产出水平一般仅为非退化农田的 1/10。

过去我们视旱、涝灾害为粮食安全的大敌，其实荒漠化的威胁较之更为严峻，也更难以预防和补救。

（三）导致生物多样性减少，危及生态安全

据统计，全国每年有相当数量的野生动植物濒临灭绝。荒漠化特别是沙漠化，是威胁生物多样性的重要原因之一。土地荒漠化后，生态系统的组成、结构、功能都相应改变，生物的栖息地因此恶化，从而不利于原有物种的分布、运动和繁衍。如分布在我国北方地区的三叶甘草、盐桦已经灭绝，新疆虎、蒙古野马、高鼻羚羊和新疆大头鱼也已难觅其踪，还有数十种动物处于濒危

状态。在我国沙漠化地区曾广泛分布的麻黄、甘草、黄芪、防风、柴胡、远志、苁蓉、锁阳等中药材日趋减少，有些已处于濒危状态或濒于灭绝。生物多样性的减少，直接动摇了物种之间的制衡及共生关系，从而破坏了生态系统的平衡。

（四）影响人类生产和生活，危及社会经济发展

世界荒漠化土地几乎遍及各大洲 其中亚洲面积最大 其次是非洲，亚、非两洲约占全球荒漠化总面积的 70%。目前，全世界 2/3 的国家和地区、1/4 的陆地面积、近 10 亿人口不同程度地受到荒漠化的侵害。尤其严峻的是，当前世界荒漠化面积正以每年 5 万 ~7 万平方千米的速度扩展。联合国环境规划署发出警告：“照此下去，地球将被卷入一场浩劫性的社会和经济灾难中。”土地是一种再生速率十分缓慢的自然资源，一旦遭受破坏很难再生。为此，国际土壤学会提出“拯救土壤就是拯救人类”的口号，联合国环发大会也把防治荒漠化列入《21 世纪议程》。

荒漠化使许多地区面临着贫穷与生态灾难的双重挑战。以我国为例，全国发生沙害的铁路长达 1 367 千米，常常因此而发生阻塞、中断、停运、误点。沙漠化导致沙尘暴频繁发生，数千座水库因常年受风沙危害而导致库容大为缩减。许多荒漠化地区的生活、生产用水难以得到保障，如仅甘肃民勤一县，即有 7 万人因缺水沦为“生态难民”。我国 81.3% 的贫困县分布在农牧交错带的沙漠化地区，如前所述，我国每年由荒漠化造成的直接经济损失达 540 亿元，是西北五省（陕、甘、宁、青、新）年财政总收入的 3 倍，而间接损失是直接损失的 2~8 倍。由于我国荒漠化以西北五省和内蒙古地区最为严重，其荒漠化土地总面积占全国荒漠化土地面积的 80% 以上，因此荒漠化问题已成为制约我国实施西部大开发和区域经济战略重心转移的“瓶颈”。

可见，荒漠化不仅是极为严峻的生态问题，也是一个重大的

社会经济问题。正因为如此，我国政府将生态建设确定为西部大开发的切入点，并做出了“西部开发，生态先行”的战略部署。

（五）荒漠化加剧了沙尘暴的发生发展和危害

2000年，我国北方地区连续发生了十余次沙尘暴。2000年12月31日~2001年元月1日，甘肃省河西走廊又发生了被喻为“世纪之交的沙尘暴”。兰州因之昏暗，北京因之蒙尘，海内外为之惊诧！“世纪之交的沙尘暴”再度鸣响了我国生态危机的警钟。

频频袭来的沙尘暴不仅对塞外广大地区的人民生活 and 生态安全造成了严重的损害，而且直接危及华北和江南，并波及太平洋东岸和日本海。十余年前，日本《朝日新闻》高级记者石弘之在其所著《地球环境报告》一书中曾经写道：“在夏威夷的毛纳罗亚观测所，可以在每年的3~5月观测到从中国南部飘来的尘沙，在与中国相距数千千米的太平洋的正中央，甚至可以知道中国什么时候开始春耕。”

近两年来，一些新闻媒体甚至戏称：“北京出门能牵骆驼”！而关于“沙漠正在逼近北京”、“离北京最近的一座沙丘与天安门的直线距离只有72千米”等报道也纷纷见诸报端。当然，或由于专业知识的局限等原因，这类报道混淆了沙尘、浮尘和扬尘这三种不同的概念，具有文学夸张意味，而非科学理性的界定。因为准确地说，近两年袭击北京的并非“沙暴”，而是“尘暴”。但它从一个侧面表明了广大公众环境意识的普遍提高和对沙尘暴问题的高度关注。何况每当春季，光临北京的人们每每会接受风沙的“洗礼”，的确不是危言耸听。

据有关资料介绍，从公元前3世纪到20世纪初，我国共约发生沙尘暴70次，平均每30年一次。20世纪60~70年代，平均每两年一次。到了80年代初，西部地区的沙尘暴已发展到令人触目惊心的地步。《人民日报》曾在1980年2月24日的一篇

关于河西走廊生态现状的报道中说：“《西游记》中描述了这里险山恶岭重叠、飞沙走石遮天的情景，但是，现在的西北地区比书中的描述还要恶劣”。90年代以来，沙尘暴更可谓此起彼伏，仅2000年一年全国就发生12次，其中强或特强级即达9次。2001年的发生频率仍保持强劲势头。

为了应对沙尘暴的袭击，2001年春，国家环境保护总局组织中国科学院的有关专家奔赴我国北方沙区进行了一次名为“探索沙尘暴”的专题科学考察，试图了解近年沙尘暴的发生、发展规律，以寻求防治对策。专家组在多年研究的基础上，提出我国北方现存4个主要沙尘暴中心和源区，即甘肃河西走廊及内蒙古阿拉善盟；南疆塔克拉玛干沙漠周边地区；内蒙古阴山北坡及浑善达克沙地毗邻地区；蒙陕宁长城沿线。这四个沙尘暴中心和源区横亘于我国北疆的干旱与半干旱地区，成为严重威胁我国生态安全的孕灾地带。有的专家进而指出，我国新一轮沙尘暴活跃期业已开始。

早在人类诞生之前的地质历史时期，沙尘暴即已存在。但那时的沙尘暴如同台风、雪崩、地震一样，纯属大自然现象。在温暖湿润期的气候条件下，其发生的地域范围一般仅限于大漠的边缘地带。而自大约距今1万年以来，当人类进入农业文明之后，粗放型经济开发活动年复一年、日复一日地破坏着地表植被，毁坏着自然景观，以至于人类居住的这颗美丽星球，陷入了今天这样堪称“满目创痍、遍体鳞伤”的悲惨境地。与发生在地质历史时期、纯属大自然形成的沙尘暴不同的是，我国北方地区近年来所频频发生的沙尘暴，主要是人类长期以来对土地的不合理开发、利用所造成的，也可以说是“自食其果”。

据联合国粮农组织调查，至20世纪80年代，全球耕地的52%在发生着土壤侵蚀，每年的土壤流失量高达10亿吨，平均每秒流失32吨。这一速率意味着，一个长宽各5米、高1米的

土堆，常年累月中在一个个连续不断的瞬间伴随着风雨的侵蚀而流散。又据联合国环境规划署的调查，在非洲撒哈拉沙漠的南部，平均每小时就新增加 170 公顷的沙漠化土地。如今，“生态难民”这一新的词汇，已经迅速地为全世界认同。在我国西部地区，目前生态移民的队伍正在各地急遽扩大，人们依依不舍地离别祖祖辈辈生息繁衍的故土，在政府的多方精心帮助下，到遥远而陌生的地方另辟新的家园。

因人类不合理活动而引发的沙尘暴和土地退化在世界各地也普遍存在。

20 世纪初，美国曾在西部地区实施大规模的农业开发，至 30 年代初，那里便开始出现周期性持续干旱气候。1933 年 11 月，空前的“黑风暴”由西部地区突发，裹挟着沙尘的气流竟厚达数千米，所经之处，亿万公顷的农田或顿遭剥蚀，或被沙尘顷刻间埋没。1935 年 5 月 12 日，携带着 3 亿吨沙尘的另一场“黑风暴”以每小时 96.55~161 千米的速度，沿着大湖地区浩浩荡荡地向东挺进，横扫了 2/3 的美国大陆。如今虽物换星移，但美国人的切肤之痛并未完全消除，甚至仍然将那一时期称为“肮脏的 30 年代”。

1954—1960 年期间，前苏联因粮食不足开始实施大规模的机械化垦荒，在哈萨克斯坦北部、西伯利亚西部和俄罗斯东部盲目垦荒 4 000 万公顷。由于这些地区有相当一部分是沙质土壤和沙质草原，加之当地风力强，年降水量仅 300 毫米，属于半干旱气候，从而造成了风蚀沙化的隐患。1960 年 3~4 月，前苏联发生了震惊世界的黑风暴，速度达每秒 12~15 米的大风共搬运了约 10 亿吨的表土。1963 年前苏联再次发生强烈的“黑风暴”，2 000 多万公顷的农田因之严重受害，哈卡斯草原 15 万公顷耕地的表土被强风裹去，这些沙土又填平了 150 千米长的灌溉网。

“即使没有核战争，生态环境的破坏也足以毁灭人类自身”。

这一警句绝非危言耸听。我们今天所面对的沙尘暴，其实质是土地荒漠化的空间表现，它与土地荒漠化一样，主要是由于千百年来，尤其是近代以来人类自身的种种不合理活动所造成的。正如 V·G·卡特和 T·戴尔在其名著《表土与人类文明》中的一句名言所说的那样，“人类踏着大地前进，在走过的地方留下一片荒野”。今天我们面对的沙尘暴，正可用“山雨欲来风满楼”喻之，它既是生态破坏的后果，也是新的生态大灾变的前奏。

三、荒漠化的高发区——生态过渡带

生态过渡带或曰生态脆弱带（ECOTONE），最初被理解为两个相邻植物群落之间的接壤地带。我国学者牛文元将其定义为：在生态系统中处于两种或两种以上的物质体系、能量体系、结构体系、功能体系之间的“界面”，以及围绕该界面向外延伸的“过渡性”空间域。目前，生态过渡带已经拓展为适用于多种空间尺度的概念，理解为相邻生态系统之间，相邻景观或区域之间的交错带或交错区。近年来，有的学者指出，所谓生态系统的脆弱是指容易朝着不利于人类利用的方向演替的生态系统。

目前关于生态脆弱带的研究主要集中在两方面，其一是自然条件本身恶劣，人类的不合理活动又加剧了其脆弱性；其二是自然条件原本相对优越，但人类的不合理活动使其变成了生态脆弱区。

生态过渡带在地球表层分布广泛，依景观类型划分，包括城乡交接带、干湿交替带、农牧交错带、水陆交界带、森林边缘带、沙漠边缘带、梯度联结带、板块接触带等。我国生态过渡带的总面积约 90 余万平方千米，占国土面积的近十分之一。以植被类型划分，包括东北东部山地的针叶落叶阔叶林过渡带；北方

干湿过渡带的森林—草原过渡带；亚热带与暖温带之间的常绿阔叶林过渡带；南亚热带与热带之间的雨林常绿阔叶林过渡带等。

生态过渡带本属自然系统，受全球或区域环境变化的控制。但自农业文明兴起之后，由于人口数量的激增、人类对地球表层干扰力度的不断加大，使得几乎所有的生态过渡带都由纯粹的自然系统演变成自然—人工复合系统。人为因素造成的“生态错位”现象在生态过渡带也因之普遍存在。

以往有关生态过渡带的脆弱性分析，多集中在其自然系统方面。而实际上，我国生态过渡带之所以脆弱，除了自然原因外，社会系统的脆弱也是重要原因。就生态过渡带的荒漠化成因而言，自然系统的脆弱性往往只为荒漠化的发生和发展提供了潜在的条件，而社会系统的脆弱性则更多地起着诱发和加剧的作用。

（一）我国的典型生态过渡带

1. 北方农牧交错带

北起大兴安岭西麓的呼伦贝尔，经内蒙古东南、冀北、晋北直至鄂尔多斯、陕北，包括北方五省区的 52 个县(市)，总面积约 25 万平方千米。该区是农业和畜牧业的过渡地区，近几十年来由于人口的不断增长，过度耕垦、过度放牧和樵采等不合理的人类活动，造成该区沙漠化持续扩展。我国每年新增沙漠化土地约 2 460 平方千米，大部分发生在此交错带。

2. 北方干旱绿洲——沙漠过渡生态脆弱带

主要包括甘肃、新疆两省区的 61 个县(市)，面积约 59 万平方千米。脆弱生态类型呈环带状分布于干旱绿洲向沙漠的过渡区，包括塔克拉玛干沙漠和塔里木盆地周边及河西走廊等地区。水资源短缺是制约当地环境的主导性因子。由于人口分布相对集中于绿洲地区，上游过度用水造成的下游水源短缺、土壤次生盐

渍化、草场退化现象十分严重。这里也是前述我国近年来沙尘暴的重要策源地。

3. 南方石灰岩山地生态脆弱带

主要包括贵州、广西两省区的 76 个县(市),约 17 万平方千米。这里土层薄、肥力低、地形坡度大、而降水丰富,因此易于发生水土流失。近现代以来,岩溶地区人口膨胀,乱砍滥伐、毁林毁草现象普遍,导致植被退化,水土流失,石质荒漠化呈现面积急剧扩大和程度不断加剧之势。

4. 西南山地河谷生态脆弱带

位于云贵高原和横断山区之南部,主要包括云南、四川两省区的 56 个县(市),面积约 20 万平方千米。由于自然条件优越,故耕地较为集中,人口也较稠密,是西南山区农业发展的中心地域。但该区许多地方至今仍保持着刀耕火种式的粗放型农业生产方式,导致流水侵蚀、泥石流及因干旱而导致的环境退化。

5. 藏南山地生态脆弱带

主要分布于西藏南部雅鲁藏布江中游的 19 个县(市),包括雅鲁藏布江河谷及其主要支流楚河、拉萨河中下游地区,面积约 6 万平方千米。其脆弱性表现在生态系统严重退化,水土流失、土地沙化现象也较普遍。

(二) 自然脆弱性分析

现代灾害学研究表明,多重过渡地带的重叠往往构成典型的孕灾环境。如前所述,我国的生态脆弱带大多处在纬度、气候、植被等的过渡地带,自然系统的脆弱性显著,对外部的反应敏感,生态平衡极易遭到破坏。我国不同生态过渡带的降水量虽然有一定的差异,但几乎都具有降水集中、年变率大等特点。如我国泥石流高发区云南东川,地属亚热带高原季风气候,受西南季风影响,干湿季节明显,多年平均降水量 600~700 毫米,且年

降水 85%~90%集中在 5~10 月。地处我国北方农牧交错带的科尔沁沙地,年均降水量 350~450 毫米,70%~80%集中在夏季,年降水变率多在 20%~50%;年际降水量的变率也很大,多雨年与少雨年可相差 300 毫米。另外,基质环境的脆弱性是导致自然系统脆弱的重要原因之一。仍以前述云南东川和内蒙古科尔沁沙地为例,东川所处的高山深谷和陡坡为泥石流的形成提供了地形条件,地表组成物质主要是元古代昆阳群的变质板岩及千枚岩,由于该区属强震区,板岩、千枚岩被挤压、震动后极易破碎,加之沟谷中第四系松散堆积物发育普遍,从而为泥石流的多发提供了充足的物质来源。科尔沁沙地为第四纪构造的沉降盆地,巨厚的河湖相沉积沙奠定了脆弱的土壤基质,为当地沙漠化发生与发展提供了丰富的沙源。

虽然形成我国生态过渡带自然系统脆弱性的原因多样,但由于同处于多重过渡地带,故具有若干共同的脆弱性表现。可概括为下述几个方面。

1. 生态界面波动强烈

自农业文明发生以来,所有生态过渡带的景观面貌都曾发生多次变化,其边界也曾发生过多次伸缩和摆动。据研究,在我国北方西段大体围绕 40 度纬线南北摆动,东段大体沿 42 度纬线南北摆动。随着东南季风的强弱变化,北方干湿过渡带也曾发生大幅度的东西摆动。亚热带的北界则大致摆动于 30~35 度之间。当然,生态过渡带界面脆弱不等于生态环境质量最差,也不等于自然生产力水平最低,而主要指生态系统变化快、抗干扰能力差。相反,生态过渡带的生物多样性丰富,食物链长,当其处于良性阶段时,往往是人类和多种生物的“理想生境”,而且不少生态过渡带都曾经是中国早期文明的发祥地。

2. 生态系统对外界干扰反应敏感

生态过渡带对于环境变化的反应比较敏感。如我国北方干湿

过渡带为一级敏感带，干旱与极干旱过渡带为二级敏感带，其余为三级敏感带。地处我国一级敏感带的科尔沁沙地，其敏感性集中表现在四个方面：一是外界微小的扰动会引起较强的反应；二是反应迅速，如果春季新开垦的草场遇到大风，24小时即可吹失2~10厘米的表层沙土；三是连锁反应，如果今年出现一个1米直径的扰坑，次年就会扩展成3~5米的风蚀坑；四是反应强烈，如表层土壤遭风蚀后，下伏的深厚粉沙就会被连续掏蚀，可形成规模巨大的风蚀坑。

3. 边缘效应明显

“边缘效应”（Edge effect）是生态过渡带的显著特征之一，其主要表现可归纳为：

- (1) 生物多样性增加，种群密度提高，食物链长。
- (2) 生态系统抗拒外部自然和人为干扰的能力差，易发生变异，且恢复的周期长。
- (3) 自然波动与人为干扰若相互叠加，易使生态系统的承载力超越临界阈值，导致系统的紊乱乃至崩溃。

（三）社会脆弱性分析

1. 人口急剧增长

我国许多生态过渡带的人口出生率曾长期高达20‰左右。人口的迅速膨胀，使得生存空间相对本来狭小的生态脆弱带的资源、环境容量严重超载。人口的激增，迫使人们不断扩大垦殖面积、进行掠夺式经营以求高产。由于大片沙质草原被开垦为耕地，沙漠化日趋严重。人口激增还导致无节制地追求牧畜头数和年末存栏数，从而超越草场的载畜力，造成草场退化。此外，由于人口激增引起的过度樵采、大量消耗水资源等后果，也直接引起土地荒漠化的急剧扩张和土地生产力的不断下降。