

荒漠化灾害经济损失研究进展

杨俊杰, 张克斌, 乔 锋, 李 瑞

(北京林业大学水土保持学院, 北京 100083)

摘 要: 荒漠化问题成为目前全球关注的环境问题, 对区域经济和生态环境造成很大的影响。随着荒漠化问题关注程度的提高和灾害经济学的发展, 先后有一些学者对全球以及中国荒漠化灾害经济损失进行了研究和计算, 并在中国得出每年荒漠化灾害损失 540 亿元^[1] 这个被大家广泛接受的结果。由于采用的指标、参数、基准和方法等都不是统一体系和标准, 因此多个研究之间的差异比较大。对过去这些研究进行回顾和总结对进一步评估荒漠化灾害经济损失有很大的帮助。对荒漠化灾害经济损失的进一步研究是很好的借鉴。

关键词: 荒漠化; 灾害经济损失; 资源环境价值; 研究进展

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0040-04

The Research Course in Study of Economic Loss of Desertification

YANG Jun-jie, ZHANG Ke-bin, QIAO Feng, LI Rui

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: All over the world has paid attention to the desertification at present, and it affects the regional economy and environment. With paying more attention on desertification and developing of calamity economics, there are some scholars had calculated the economic loss of desertification in China and the world. There is an acceptable result in China is 54 billion Yuan per year. Because there is no uniform system and standard, they use different standard, indicators, parameter and method to get the different result. Review those research is helpful to us to do next work in this field, and it is a good reference for next research in desertification economic loss assessment.

Key words: desertification; economic loss of calamity; value of resource and environment; course of research

根据《联合国防治荒漠化公约》对荒漠化的概念定义^[2]: 荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化。其中“土地退化”指由于使用土地或由于一种营力或数种营力结合致使干旱、半干旱和亚湿润干旱地区雨浇地(旱地)、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物和经济生产力(或肥力)的下降或丧失。我国荒漠化涉及面积大、情况复杂, 严重时产生多方面的影响和并且形成其他形式的自然灾害, 沙尘暴就是荒漠化严重时形成的一种灾害性天气。我国每年都因为荒漠化造成大量的经济损失, 这也严重影响了我国荒漠化地区及其周边的工农业生产。

1 荒漠化灾害现状及研究的意义

1.1 荒漠化现状及其危害

荒漠化是当今世界关注的生态环境问题之一, 全球荒漠化面积 3 592 万 km², 并且以每年 5~7 万 km² 的速度扩展^[3]。我国由于特殊的自然地理位置和社会经济条件, 荒漠化问题也十分突出和严重。截至 1999 年我国有荒漠化土地

267.4 万 km², 占国土总面积的 27.9%。风蚀荒漠化面积到 1999 年为 174.31 万 km², 占国土总面积的 18.2%。与 1994 年普查同等范围相比, 1995~1999 年 5 年荒漠化土地净增 17 180 km², 年均增加 3 436 km², 荒漠化地区涉及 18 个省(市、区)471 个县(旗、市)^[4]。

根据第三次监测结果(国家林业局, 2005 年), 2004 年, 全国荒漠化土地总面积为 263.62 万 km², 占国土总面积的 27.46%, 分布于北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、山东、河南、海南、四川、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆 18 个省(自治区、直辖市)的 498 个县(旗、市)。监测表明: 风蚀荒漠化土地面积 183.94 万 km², 占荒漠化土地总面积的 69.78%; 水蚀荒漠化土地面积 25.93 万 km², 占 9.84%; 盐渍化土地面积 17.38 万 km², 占 6.59%; 冻融荒漠化土地面积 36.37 万 km², 占 13.80%^[5]。

荒漠化给我国经济发展和人民群众的生产造成多方面的严重危害, 造成大量的经济损失。其危害主要体现在以下四个方面^[3, 6, 7]: 一是土壤养分流失、肥力下降、可利用土地减少、生物和经济生产力衰退、生物多样性下降; 二是破坏交

* 收稿日期: 2005-08-23

作者简介: 国家科技攻关项目: 沙区大范围植被快速恢复技术研究(2005BA517A04)资助

作者简介: 杨俊杰(1981-), 男, 硕士, 主要研究方向为荒漠化防治、监测与评价; 通讯作者: 张克斌, 北京林业大学 160 信箱。

通、水利、工矿等生产设施, 制约经济发展导致贫困; 三是生态环境恶化, 沙尘暴频繁, 生态灾难加重; 四是拉大地区之间经济发展的差距, 影响社会的稳定和民族团结。这些危害的后果是十分严重, 会对中国的社会协调发展和区域经济的进步造成严重的不良影响。

1.2 荒漠化灾害经济损失研究的意义

如何对荒漠化产生的危害和损失进行经济评价, 也就是对荒漠化的损失进行定量的经济计算, 通过经济价值的形式反映损失的大小和程度, 一直是水土保持学科和灾害经济学急需解决而又没有解决的问题, 也是各级政府在制定荒漠化防治政策和实现我国国民经济绿色经济核算迫切需要回答的重大问题^[8]。目前对这一问题的研究缺乏足够的科学依据和指标体系, 亟需进一步完善和发展。计算的方法和标准都需要进一步科学化、规范化和标准化。因此为了深入了解荒漠化经济损失计量的研究方法和理论, 必须对以往的研究成果进行回顾和分析, 吸收成功的经验, 参考以往研究中存在的问题, 作为借鉴, 对下一步研究和工作中应该注意的问题和方向有知道作用。

2 荒漠化灾害经济损失研究的理论与方法

2.1 荒漠化灾害评估的理论基础

生态资产评估理论、灾害经济理论和灾害统计学理论是荒漠化灾害经济评估的理论基础, 生态资产评估包括自然资源估价和生态系统服务功能评估, 其评估方法主要建立在经济学理论和生态经济学理论二大类理论基础^[9]。荒漠化造成的环境资源损失和环境质量下降都没有直接的市场价格。环境资源的生产性和消费性都与人们的经济活动有着密切的关系, 这就给环境资源和环境质量的变化提供了一条货币化计量的途径。环境资源的生产性质决定了环境资源是生产过程中不可缺少的生产要素, 环境资源的变化必然影响生产活动的有效性引起生态活动成本和利润发生变化, 从中不难找出环境资源变化效益和损失。生态资源破坏经济损失中的选择价值损失和存在价值损失的计算, 其一涉及到未来的可能使用, 其二涉及非使用价值问题它们的共同特点都是与现行市场价格无关^[10], 这样我们对荒漠化造成的资源损失和环境质量下降可以进行价值评估。

2.2 技术路线

荒漠化灾害经济损失评价即对荒漠化造成经济损失的货币值的评价^[11]。它是建立在以中国荒漠化现状研究为基础, 通过分析和研究荒漠化地区概况和荒漠化现状, 重点分析荒漠化发生发展过程中对荒漠化地区的资源、环境及社会经济发展造成的各种影响, 在分析荒漠化对地区资源、环境与社会经济所造成的不良变化影响的基础上, 得出荒漠化灾害经济损失的可定量部分和不可定量部分, 对定量部分通过建立对这些变化进行分析评价的指标体系, 确定出各评价指标相应的指标参数与计算公式等, 然后进行由荒漠化引起的不良变化所造成的各项经济损失的货币估值, 最后通过综合计算得出荒漠化灾害经济损失估值, 并进行一系列估值结果的分析。不定量部分也采取相应的评估方法进行评价, 最后对分析的结果进行评价和分析。然后综合计算得出荒漠化地区每年的灾害经济损失的货币值。

2.3 评估方法

总计近 20 年来在生态资产价值评估和灾害经济评估的经济学方法有很多种^[9], 具体用在荒漠化灾害经济损失计算中的方法主要有以下几个:

2.3.1 市场价值法

它是利用生产率的变动来评价环境状况变动的的影响的方法。生产率的变动是用投入品和产出品市场价格来计量的。这种方法把环境质量看作一个生产要素。环境质量的变化导致生产率和生产成本的变化从而导致产品价格和产量的变化而后者是可以观察到的并可以测量的。需要注意的是用市场价格估计生产率的变化必须对有关供求曲线的形状做出假定。

这可以分为两种情况: ①产品和要素价格不变。④产品和要素价格变化。

2.3.2 替代市场价值法

替代市场法中最主要的就是资产价值法把环境质量看作是影响资产价值的一个因素当影响资产价值的其他因素不变时以环境质量恶化引起资产价值的变化额来估计荒漠化所造成的经济损失的一种方法称为资产价值法。

2.3.3 恢复费用法

全面评价环境质量改善的效益在很多情况下是很困难的。因此一种资源被破坏了, 我们可以把恢复它或防护它不受破坏所需要的费用作为该环境资源被破坏带来的经济损失。计算公式如下:

$$L = \sum_{i=1}^n C_i$$

式中: L ——防护或恢复前的荒漠化损失; C_i ——第 i 项防护或恢复费用。

2.3.4 重置成本法

这种方法是置换费用法的变种。这种方法使用由于环境质量的变化而重新安置某一物质设备的地理位置的实际成本来估价环境保护的潜在效益。

2.3.5 影子工程法

影子工程是恢复费用技术的一种特殊形式。影子工程法是在环境破坏以后人工建造一个工程来代替原来的环境功能。

3 荒漠化灾害经济损失评价研究回顾

伴随着环境日益恶化, 环境问题关注程度的提高, 我国和世界其他国家对环境破坏的经济计量研究就已经开始, 对于旱灾、水灾地质灾害以及其他的突发性自然灾害经济损失的研究已有很长的时间, 也有很多的成果。荒漠化灾害经济损失研究也随着荒漠化问题的提出也已经开始。

3.1 国际上对全球荒漠化灾害经济损失的研究

荒漠化灾害经济评估最早在 1977 年联合国荒漠化会议上, 根据联合国环境署资料对全球荒漠化灾害进行估算, 得出由于荒漠化对农业生产造成的损失保守估算为 263 亿美元^[11], 其中荒漠化对灌溉土地造成的损失为 66 亿美元, 对旱作农业造成的损失为 123 亿美元, 对草原造成的损失为 74 亿美元。

1983 年 H. E. Dregne 进一步计算, 得出全球治理荒漠化对灌溉农业、旱作农业以及草原危害的费用高达 1 410 亿美元^[13], 其中用于治理荒漠化对灌溉农业危害的费用为 203 亿美元, 治理荒漠化对旱作农业危害的费用为 432 亿美元, 治理荒漠化对草原危害的费用为 775 亿美元。

随着荒漠化问题研究的进一步深入, 到 1991 年 H. E. Dregne, M. Kassas 以及 B. Rozanov 等人依据新的荒漠化定义对全球荒漠化进行新的评估。得出在全球范围内受荒漠化影响的灌溉农田为 4 315 万 hm^2 , 旱地为 21 556 万 hm^2 , 草原 333 346 万

hm²。由于荒漠化对灌溉农业、旱作农业以及草原造成的损失为 423.08 亿美元^[14-16]，其中灌溉农业损失 107.85 亿美元、旱作农业 81.89 亿美元、草原造成的损失为 232.34 亿美元(H. E. Dregne, M. Kassas, B. Rozanov1991)。

在国外在这一领域的研究使比较早，并且随着对荒漠化的重视，荒漠化灾害经济损失的评估工作在一步一步的发展。

3.2 我国荒漠化灾害经济损失主要研究成果

我国是世界上荒漠化严重的国家之一。也是一个自然灾害多发的国家，每年由于荒漠化等自然灾害造成直接经济损失数额巨大、生态后果严重，以及由此产生的社会问题为全社会所关注。自从我国加入《联合国防治荒漠化公约》以来先后有一些学者专门对荒漠化或风沙灾害导致的经济损失进行过研究和计算，下面对几个典型的研究进行回顾。

1996 年北京师范大学环境科学系与勒克菲勒基金会合作张玉、宁大同、V. Smi 等人对中国荒漠化灾害经济损失从六个方面进行了估算^[1]。

(1) 采用市场价值法对丧失可利用的土地资源的经济损失评估，计算得出我国每年因丧失可利用的土地资源而造成的经济损失为 7.22 亿元。他采用年社会贴现率为 2.4%，得损失的现值应为 292 亿元。

(2) 采用市场价值法对土地质量下降造成的经济损失评估。根据全国荒漠化危害 4 万 km² 农田及 4.67 万 km² 草场，每年因风蚀而损失的有机物 N、P、K 总量高达 5 600 万 t，折合 2.7 亿 t 化肥。根据市场价值法其年损失值为 170 亿元。

(3) 采用替代市场价值法对草地沙化、退化造成的经济损失评估。得到由此项造成的经济损失为 1.6 亿元/年。因草地沙化、退化是长期损失，按年 2.4% 贴现率，其损失的现值应为 66.7 亿元。

(4) 采用替代市场价值法对工矿建设造成的荒漠化经济损失评估。综合考虑各种相关因素估计其损失值每年为 10 亿元左右。

(5) 采用恢复和防护费用法对荒漠化造成交通运输损失评估。依据全国受沙影响的公路、铁路总长度为 2 000 km。铁路长度为 510 km。初步估计此项经济损失达 2 亿元左右。另外得出每年因风沙尘造成民航运输直接经济损失达 72 万元。

(6) 采用影子工程法对荒漠化造成水利、航运损失评估。根据统计资料得出每年经济损失应为 3 200 万元。

根据以上六点综合评估，得到中国每年因荒漠化灾害而造成的经济损失达 541 亿元。其中仅丧失可利用的土地资源带来的损失 292 亿元，占全部损失的 54.1%；土地质量下降造成的损失占 31.4%；草场沙化、退化的损失占总损失的 12.3%。上述三项占总损失的 97.8%。这一结果也得到大家的承认，并且在国家报告也引用 540 亿元这一结果。

之后在 1997 年董玉祥在以西藏自治区为例的“沙漠化灾害经济损失估值初步研究”一文中，对荒漠化的灾害损失的评估程序和评估指标进行了研究和探讨，并且得出了西藏的荒漠化灾害损失的数量和主要分布区域^[11]。

他以沙漠化现状研究为基础，从资源危害、环境危害和社会危害三个方面运用土地面积减少、土壤有机质损失等 28 个指标，采取市场价值、收入损失、市场代替价值、恢复费用和影子工程等方法对西藏地区的荒漠化灾害损失进行了经济评估。评估的结果西藏地区荒漠化灾害经济损失分别是：资源危害损失合计值为 82 030.7 万元、环境危害损失没

有进行货币估值、社会经济发展危害的总损失为 4 273.0 万元。根据主要经济损失估值西藏自治区年直接损失约为 86 303.7 万元。按间接损失一般为直接损失的 3 倍计，全区沙漠化造成的年经济损失总计高达 34.5 亿元。该值相当于西藏自治区 1992 年的国民生产总值，同时研究表明西藏地区荒漠化损失最严重的地区是日喀则和那曲。

在 1999 年监测数据基础上，卢琦、吴波将荒漠化经济损失分为直接经济损失和间接经济损失进行新的评估^[4]，对荒漠化地区由于水蚀、风蚀、冻融、盐渍化和草原退化造成的损失进行计算。分别得出直接损失和间接损失如下：

(1) 直接经济损失。依照联合国环境规划署对全球荒漠化损失的评估标准每年荒漠化的直接经济损失折算为 34.4 万元/km²。以此得出我国每因风蚀损失可利用土地资源的经济损失达 35.78 亿元。

全国每年因水土流失损失的土壤面积约 1 万 km²，按 300~500 万元/km² 整治造价计算每年就损失 300~500 亿元。荒漠化地区草地退化或盐渍化面积达 115.2 万 km²，年均增加 2 万 km²；按平均 8 万元/km² 损失计由此带来的经济损失为 16 亿元。受影响的农田和牧场每年有机质损失大约为 5 600 万 t，折合化肥 2.7 亿 t，按现价折算为 170 亿元。全国受风沙危害的公路、铁路总里程约 3.14 万 km，灌渠 5 万 km，每年造成的经济损失约两亿元。

冻融荒漠化类型由于主要分布在高山冻原在计算中被忽略。

因水土流失造成的库容损失累计约 200 亿 m³ 以上，按 0.5 元/m³ 损失计算，折合每年 5 亿元。全国河道通航里程平均每年损失 3 200 km，按疏浚成本 1 万元/km 计年经济损失应为 3 200 万元。

沙尘暴产生的经济损失由于每年沙尘暴次数不等每次强度和历时不一，成为经济损失中最不确定的部分。他们选取 1993 年 5 月 5 日的沙尘暴损失(5.5 亿元/次)作为参照系中的上限，以 1998 年的 1.6 亿元/次为计算下限，按 20 世纪 90 年代沙尘暴发生的年平均次数为依据得出，平均每年因沙尘暴带来的经济损失为 5.76~19.8 亿元。

对上述结果进行合计得出，各类荒漠化及其后果造成的直接经济损失每年约在 534.86~748.9 亿元之间，取其中值则每年为 642 亿元。

(2) 间接经济损失：依照国际惯例按直接损失与间接损失 1:4.5 的比例计算，最后推算估计的经济价值在 2 889 亿元以上。

除了以上三位学者对荒漠化灾害经济损失进行计算以外，其他的灾害经济学专家在对全国自然灾害对国家国民经济和工农业生产造成的危害计算中，也都涉及到了荒漠化的灾害经济损失。张伟民等人也在 1994 年得出中国沙漠化灾害经济损失达 292 亿元^[17]。徐高岭关于中国生态资源破坏经济损失的研究^[10]，金鉴明等关于中国典型区生态破坏经济损失的研究^[18]等也都提出了荒漠化灾害评价对荒漠化灾害评估的指标和方法都进行了探讨，并且对个别区域(省份)进行了详细计算。

4 荒漠化灾害经济研究若干问题

总结荒漠化灾害经济研究，尽管不同学者研究结果存在一定差异，但这些研究对于促进我国荒漠化防治工作产生了积极的影响。近年来在评价我国荒漠化灾害损失方面有关国家报告以及许多文件引用了这些文章中的数据，作为制定荒漠化防治

政策的依据。进一步总结分析以往荒漠化灾害研究成果,由于受研究方法以及专业领域等方面的限制目前对由荒漠化造成经济损失估值过程中存在计算合理性问题具体包括:

(1) 中国荒漠化地区荒漠化情况非常复杂,各种程度的荒漠化土地其损失的经济价值是不一样的。对荒漠化灾害的评估必须建立在荒漠化程度分级的基础上,不同程度的荒漠化造成的损失是有很大差异。以上的研究都没有建立在荒漠化程度分级的基础上。每年荒漠化都在发展,同时也在治理,在以上的荒漠化灾害损失评估中没有体现出治理的部分和治理费用的多少。

(2) 计算内容缺乏合理性即计算细目是否合理全面,是否存在重复计算或遗漏值得研究。在董玉祥的研究中列出了28个具体指标,而在宁大同和吴波等人的研究中指标数目远没有董玉祥研究的详细,是按照大类进行计算的,这样造成不同研究中采取的指标体系差异较大,使得计算结果差别较大。再有土地资源的损失和N、P、K的损失、农田和草场的损失是不是重复,也存在异议,这也是灾害经济学需要解决的一个理论问题。

(3) 计算参数方面不尽统一,估值方法与参数不尽完善,如联合国标准和中国补贴标准不一致。精度和准确性存在种种缺陷,研究结果对计算误差也没有进行分析,好多数据都是直接引用,没有进行详细的考证,以点代面进行计算,因此对研究结果产生种种质疑,使得研究结果的应用受到很大限制。同时对贴现率的使用和间接经济损失的计算也存在问题,贴现率也是随着社会经济的发展和人们对资源环境价值的认识在变化,而间接经济损失需要按照直接经济损失和国际惯例,运用一个公认比例来确定还是采取别的办法界定也值得探讨。

(4) 对由荒漠化所导致的生态后果以及由此产生的社会问题缺乏权威性研究成果。总的来说其成果的权威性受到质疑,如张玉等采用的荒漠化发展速度的数据为 $2\ 100\text{ km}^2/\text{年}$,此结果是70年代到80年代的平均荒漠化速度,其他的参考文献:

计算采用的基础数据随着新的荒漠化监测结果的发布而进行的,均存在数据应用时间的滞后性;同时关于土地质量下降造成的经济损失,是基于董光荣先生1989“我国土地沙漠化的分布与危害”一文中对内蒙古伊克昭盟每年耕地风蚀 $5\sim 7\text{ cm}/\text{km}^2$,损失有机质 777 t , $\text{N}\ 33.7\text{ t}$, $\text{P}\ 54.5\text{ t}$ 的研究,而此数据又源于科学院兰州沙漠所伊克昭盟沙漠化考察队1985年集刊第3号,另外董光荣先生在该文章中同时以青海省共和盆地土壤肥力损失为假定的,特别强调了“假定”二字^[9]。这样的数据在他们的研究中都是受限制的数据,再次被引用到别的研究,如果要广泛应用没有权威性。

5 今后荒漠化灾害经济损失研究应注意的问题

为准确评价我国荒漠化灾害损失有必要开展“全国荒漠化灾害评估研究”工作,建立规范的荒漠化灾害损失评价程序、指标、方法和参数,为计算出合理的荒漠化灾害经济损失打好基础,进而为国家制定防治荒漠化政策及规划提供科学、合理、准确的依据。

近几年国家对荒漠化工作的重视和荒漠化监测工作的全面开展,对中国荒漠化的实际情况将会进一步详细、准确的了解。这也为荒漠化灾害经济损失评估提供了基础数据和基本资料。同时随着灾害经济学理论的完善和发展,信息化、数字化等新技术灾害经济评估中的广泛应用,荒漠化灾害经济评价应该进一步完善指标体系,对评估方法的可操作性、准确性、完整性、合理化程度需要进一步改善和修订,将一些新技术应用在荒漠化灾害经济损失评估过程,结合全国荒漠化程度分级,得出更加接近实际的结果。

荒漠化灾害经济损失的计算对中国荒漠化防治和国家制定相关的政策有很重要的指导意义和参考价值。因此有必要建立荒漠化灾害经济损失信息数据库,政府相关部门应该及时发布荒漠化监测的数据,这样可以及时对荒漠化灾害经济损失进行及时的预测与评价,对数据库进行适时的更新和完善,及时指导荒漠化相关的政策的制定。

- [1] 张玉,宁大同,Smil V. 中国荒漠化灾害的经济损失评估[J]. 中国人口·资源与环境,1996,6(1):45-48.
- [2] 张煜星,孙时衡.《联合国防治荒漠化公约》的荒漠化土地范畴[J]. 中国沙漠,1998,18(2):188-192.
- [3] 周欢水,向众,等.我国荒漠化灾害综述[J]. 灾害学,1998,13(3):67-70.
- [4] 卢琦,吴波.中国荒漠化灾害评估及其经济价值核算[J]. 中国人口·资源与环境,2002,12(12):29-33.
- [5] 中国荒漠化和沙化状况公报[EB/OL]. http://www.forestry.gov.cn/DB1/news/content.asp?table_type=news&id=10511&pgid=1.
- [6] 时永杰,杜天庆.我国土地荒漠化的成因、危害及发展趋势[J]. 中兽医医药杂志,2003,专辑:88-91.
- [7] 王礼先.水土保持学[M].北京:中国林业出版社,1997.496-497.
- [8] 杨爱民,庞有祝,等.水土流失经济损失计量研究评述[J]. 中国水土保持科学,2003,1(1):108-110.
- [9] 戴波,周鸿.生态资产评估理论与方法评价[J]. 经济问题探索,2004,(9):18-21.
- [10] 徐嵩龄.生态资源破坏经济损失计量中概念和方法的规范化[J]. 自然资源学报,1997,12(2):160-168.
- [11] 董玉祥.沙漠化经济损失估值初步研究[J]. 中国沙漠,1997,17(4):383-388.
- [12] UNCOD. Status of Desertification in the Hot Arid Region: Maps and Explanatory Notes[Z]. A/CONF/74/31,1977.
- [13] H E Dregm. Desertification in Arid lands[M]. London: Hartwood Head, Publ, 1982.
- [14] H E Dregm. 全球荒漠化土地分布及整治费用[J]. 世界沙漠研究,1993,(1):1-6.
- [15] H E Dregm. UNEP Bulletin of desertification[Z]. 1993.
- [16] H E Dregm, M Kassas, B Rozanov. A new assessment of the world status of desertification[J]. Desertification Control Bulletin, 1991,20:6-19.
- [17] 张伟民,杨泰运,等.我国沙漠化灾害的发展及其危害[J]. 自然灾害学报,1994,3(3):23-30.
- [18] 金鉴明,等.绿色的危机[C].北京:中国环境科学出版社,1994.
- [19] 董光荣.我国土地沙漠化的分布与危害[J]. 干旱区资源与环境,1989,(4):33-42.