

# 全球荒漠化现状和我国荒漠化研究的动向

李 福 兴

(中国科学院兰州沙漠研究所·兰州·730000)

**摘 要** 介绍了联合国环境规划署对全球荒漠化的最新评估和我国荒漠化研究的动向。荒漠化最近定义为:荒漠化是指包括气候变异和人类活动的多种因素造成的干旱、半干旱地区和亚湿润地区的土地退化,研究领域非常广泛。我国荒漠化研究在过去的条件下,将大部分力量投入上述荒漠化研究的一部分,即:我国北方地区沙质荒漠化的研究已取得丰硕成果。目前除了在该领域进一步研究其机制及在不同地区建立试验示范基地探讨整治模式外,已按“国际防治荒漠化公约”的要求,向广义荒漠化研究扩展。鉴于国内外荒漠化研究在学术上仍存在较大分歧,为了进一步与国际接轨,笔者提出了若干建议。

**关键词** 荒漠化 沙质荒漠化 研究动向 全球和中国

## The Status of Global Desertification and the Trend of Its Researches in China

*Li Fuxing*

*(Institute of Desert Research, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, 730000)*

**Abstract** Briefly introduce the most up-to-date global desertification assessment given by UNEP and the trend of researches into desertification in China. The latest definition is that "desertification" means the land degradation in arid, semi-arid and sub-humid areas resulting from various factors, including climatic variations and human activities. China have made a lot of effort in a part of the research on desertification which calls the sandy desertification in the north of China and have got a great achievements. At the present time, except the further researches on its mechanism, experimental model area established in different areas and the probe into treatment model, the broad sense researches on desertification has been made. In view of the different viewpoints to desertification research at home and abroad, the paper raises some suggestions for reaching a common understanding.

**Key words** desertification sandy desertification research trend global and China

荒漠化(Desertification)是当前危及人类生存的重大环境问题和自然灾害之一。自1977年联合国荒漠化会议以来,各国学者对该问题进行了广泛而深入的研究,但研究中对荒漠化的一

些问题看法分歧很大<sup>[1]</sup>。1992 年 2 月联合国环境规划理事会举行第三次特别会议,对全球荒漠化现状进行了评估,也进一步澄清了一些问题<sup>[2]</sup>“世界环发大会后,联合国成立了《国际防治荒漠化公约》政府间谈判委员会,从 1993 年 5 月开始,历经 5 次会议,于 1994 年 6 月完成,10 月我国成了条约签约国之一”。我国在公约签字前已经将大部分力量投入荒漠化研究的一部分,即:北方地区沙质荒漠化(Sandy desertification,简称沙漠化,下同)研究,取得长足的进展<sup>[3,4,5,6]</sup>。目前除了深入研究沙漠化机制及建立不同类型地区的试验示范区探讨整治模式外<sup>[7,8]</sup>,我国为了贯彻执行“国际防治荒漠化公约”,还配合全球土地退化研究进入广义的荒漠化研究<sup>[9,10,11,12,22]</sup>。

# 1 全球荒漠化的现状

## 1.1 荒漠化概念的演进

1977 年联合国荒漠化会议所定概念如下:荒漠化是指土地滋生生物的能力削弱和毁坏,最后导致类似沙漠的情况。它是生态系统普遍恶化的一个方面。为了区分荒漠化和由卫星照片揭示的气候波动引起的沙漠涨缩,1990 年 2 月环境署荒漠化特设顾问会议,通过下述定义:荒漠化/土地退化,从评价范围来看,是由于人类的逆影响(作用)而造成的干旱、半干旱及亚湿润干旱地区的土地退化。为了作出更精确的评估,同年 7 月在荒漠化顾问会议上,考虑到气候变化的影响和关于土壤的复原能力的新近发现,对定义又作了局部修改,特别强调了荒漠化主要是人类的不良作用引起的。嗣后又经 1993 和 1994 年“国际荒漠化公约政府间谈判委员会(INCD)”多次反复讨论,定义虽然是个学术问题,但也有国家利益问题。荒漠化最后定义为:它是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素作用下,干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化。这一定义,作为 1994 年签署荒漠化公约的定义。“土地退化”是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、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力和复杂性下降或丧失,其中包括:(1)风蚀和水蚀致使土壤物质流失;(2)土壤的物理、化学和生物特性或经济特性退化;(3)自然植被长期丧失。防治荒漠化的主要领域是:风蚀荒漠化(我国称沙质荒漠化或沙漠化)、水蚀荒漠化、土壤盐渍化、植被退化。此外,为了比较精确地估算全球干旱区的总面积,利用降水量和潜在土壤水分蒸散量之比计算湿润指数,划分出:极端干旱区、干旱区、半干旱区、亚湿润干旱区以及湿润区(表 1)。

表 1 全球干燥度分区 \*

分区	湿润指数
极端干旱区	<0.05
干旱区	0.05~0.20
半干旱区	0.21~0.50
亚湿润干旱区	0.51~0.65
湿润区	>0.65

\* 引自:Report of executive director,1992。

## 1.2 荒漠化的成因、分类与评估

荒漠化(土地退化)是由下列原因联合造成的:(1)超过土地资源系统的自然负荷能力的人类开发;(2)资源系统的内在生态脆弱性;(3)有害的气候条件,特别是严重的反复出现的旱灾。荒漠化过程主要影响了干旱地区三种土地利用:灌溉农业、雨养农业和牧场放牧。

划分荒漠化程度的主要标准是退化对耕地及牧场植物产量造成的经济影响。荒漠化土地

划分为:轻度、中度、严重、极严重四个退化等级(表 2)

表 2 荒漠化程度划分标准 \*

荒漠化类型	灌溉地区	旱农地区	草场
轻度	<10%	<10%	<25%
中度	10%~25%	10%~25%	25%~50%
严重	25%~50%	25%~50%	50%~75%
极严重	>50%	>50%	75%~100%

\* 引自:H. E. Dregne 1992。

据最新评估:目前荒漠化直接影响了 36 亿  $\text{hm}^2$  的土地,占干旱地带总面积的 70%,其中约有 4 300 万  $\text{hm}^2$  的灌溉地在遭受盐渍化和沼泽化的影响。全球每年因此损失 100~130 万  $\text{hm}^2$ 。据估计全世界每年损失雨养耕地 300~400 万  $\text{hm}^2$ ,约有 33.33 亿  $\text{hm}^2$  牧场已遭受退化影响,主要是植被退化,此外,还有土壤侵蚀问题,全世界每年损失牧场面积为 450~580 万  $\text{hm}^2$ 。将全球受荒漠化影响的总面积进行比较表明:1984 年为 34.75 亿  $\text{hm}^2$ ,1991 年为 35.92 亿  $\text{hm}^2$ ,即增加了 1.17 亿  $\text{hm}^2$  或 3.4%。荒漠化涉及世界六大洲 100 多个国家,威胁着世界上 1/5 的人口。

据 H. E. Dregne (1992)研究<sup>[13]</sup>,每年因荒漠化而造成的灾害按收入损失的估算,灌溉土地约 110 亿美元,雨养耕地约 80 亿美元,牧场约 230 亿美元。按 1990 年的美元计算,每年的总收入损失为 420 亿美元。

2 我国荒漠化研究的动向

我国荒漠化研究就其研究的内容而言,可以追溯到三四十年代,如水土保持等。1959 年中国科学院治沙队成立,开展了大规模的沙漠考察研究,同时对农田和草场沙化进行了调查,并在西北六省沙区建立定位治沙试验站,至于盐渍化的研究起步也很早。自 1977 年联合国荒漠化会议以来,我国有关科研机构及生产部门对这一退化问题也逐渐重视起来。我所在当时的科研条件下,率先将大部分力量投入到荒漠化研究的一部分,即:中国北方地区的沙质荒漠化(简称沙漠化,下同)研究,取得了举世瞩目的成就。1991 年,朱震达结合我国生态脆弱带的治理,开始探索我国土地荒漠化问题,与此同时,中国科学院南京土壤研究所<sup>[14,15,16]</sup>、慈龙骏(1994)等,结合土壤全球变化,开展我国土地退化研究,并由中国科学技术协会主持召开了“全国土地退化防治会议”(1990,12)。1994 年 10 月我国成为国际荒漠化公约签约国之后,由国务院批准,成立了由林业部、外交部等 16 个部委组成的国际防治荒漠化公约中国执行委员会和中国防治荒漠化协调小组,下设林业部国家防治荒漠化办公室,并于 1995 年 5 月 29 日~6 月 1 日举办了“国际防治荒漠化公约高级研讨班”。我国土地荒漠化研究正在与国际同类研究接轨。

2.1 我国沙漠化和荒漠化的概念

本文仅讨论荒漠化的一部分,即:沙质荒漠化或风蚀荒漠化。朱震达(1981,1984,1989)认为荒漠化乃系环境趋向于类似荒漠条件的退化过程,其含义较为广泛。在科学实践中,没有采用广泛含义的荒漠化概念,而是提出沙漠化的概念,即砂质荒漠化的简称。其含义可简单概括为:在干旱、半干旱(包括部分半湿润)地区的脆弱生态条件下,由于人为过度的经济活动,破坏生态平衡,使原非沙漠的地区出现了以风沙活动为主要特征的类似沙质荒漠环境的退化,使生物生产量显著降低,导致可利用土地资源的丧失。

吴正(1991)<sup>[17]</sup>认为朱震达等提出的沙漠化概念含义,较之荒漠化内容单一,范围具体,指

征明确,便于实用,易为沙区群众所接受,较切合我国实际。但是,也存在概念含义不严谨,含糊不清之弊。认为,沙漠化比较确切的定义应该是:在干旱、半干旱和部分半湿润地区,由于自然因素或又受人为活动的影响,破坏了自然生态系统的脆弱平衡,使原非沙漠地区出现了以风沙活动为主要标志的类似沙漠景观的环境变化过程,以及在沙漠地区发生了沙漠环境条件的强化与扩张过程。简言之,沙漠化也就是沙漠的形成和扩张过程。

夏训诚等(1993)在中日合作研究沙漠化机制时认为:“沙漠化,是一个长期的环境过程,既包含非沙漠环境向沙漠环境,或类沙漠环境的转化,也包含沙漠环境的进一步恶化”。“自然环境和人文环境的作用,各有侧重”。

陈隆亨(1979,1989,1990,1991,1994)主张研究广义的荒漠化,以我国西北内陆河流域为例,研究认为:土地退化与流域水资源调控有关,其过程包括:(1)河床断流;(2)湖泊萎缩干涸;(3)土地干旱化;(4)土地盐渍化;(5)植被退化;(6)土地风蚀沙化。并着重以内蒙古鄂尔多斯西部地区为例,研究了从风蚀和水蚀为主要类型的荒漠化现状和过程,划分了轻度、中度、重度和严重四个等级,并分出极易、较易、较难三个潜在荒漠化脆弱度等级,并进行了制图。笔者(1978)以新疆塔里木河为例,研究了土壤退化,内容包括:土壤次生盐渍化、土壤沙化和土壤肥力衰退。编制了塔里木河流域土壤沙化图,提出了防治对策<sup>[21]</sup>。

由上可知,国内大多数学者所认为的沙漠化是以风蚀沙化及其后果为核心,这一点基本上是一致的,但在具体问题认识上尚有分歧。

1991年,朱震达根据联合国环境署关于土地荒漠化的评估,结合我国情况,提出了土地荒漠化的概念。他认为:土地荒漠化是在脆弱生态条件下,由于人为强度活动、经济开发、资源利用与环境不相协调下出现类似荒漠景观的土地生产力下降的环境退化过程。这一过程不包括原生自然条件很差,并不引起危害的沙质荒漠、砾质或石质荒漠和高寒荒漠。这一概念是针对中国的脆弱生态带提出的,其自然地理范围较联合国提出荒漠化发生的界定范围为宽,包括湿润地带。从问题的性质来看是讲土地退化。

为了与国际指标一致,参与全球荒漠化监测预报和交流,慈龙骏(1994)认为,明确我国干旱地带范围是十分必要的。他们利用中国科学院植物研究所数量生态开放实验室的700多个气象站点30年的平均气象记录及联合国环境署的干旱带指标,进行计算机模拟出我国现有干旱区、湿润区等的范围、分布和面积。这为与国际荒漠化研究接轨,做了扎实的基础性工作,是值得称道的。

## 2.2 沙漠化和荒漠化的成因

我国沙漠化过程按其发生程度可以分为沙质草原沙漠化、固定沙丘(沙地)活化和沙丘前移入侵三种类型。根据野外调查及航空、卫星照片分析,又可按不同成因将其分类列于表3。从表中可以看出,我国北方沙漠化土地面积的94.5%是人类强度或不合理经济活动所造成的,仅有5.5%是自然风力作用下沙丘前移属自然因素所造成的。所以说,人为因素是沙漠化过程中最后活跃和主要的因素。

朱震达从我国生态脆弱带的角度出发,将荒漠化分为二大类型:一类是沙质地表叠加干旱多风和强度土地利用形成的沙质荒漠化(沙漠化),另一类是流水作用叠加土状堆积物(或风化石)和人为强度土地利用形成的土地荒漠化。

表 3 中国北方沙漠化土地成因类型

沙漠化土地成因类型	面积(10 <sup>4</sup> km <sup>2</sup> )	占沙漠化土地总面积(%)
以草原过度农垦为主	4.47	25.4
以草原过度放牧为主	4.99	28.3
以过度樵采为主	5.60	31.8
以水资源利用不当为主	1.47	8.3
以工矿、交通和城市建设破坏植被为主	0.13	0.7
以风力作用下沙丘前移为主	0.94	5.5

引自：朱震达。

2.3 我国沙漠化和荒漠化分布和发展趋势

据朱震达(1989)等研究,我国沙漠化土地为 33.4 万 km<sup>2</sup>,其中已经沙化了的土地为 17.6 万 km<sup>2</sup>;潜在沙漠化土地 15.8 万 km<sup>2</sup>。东起黑龙江,西至新疆,断续分布延伸长达 5 500km,涉及到辽宁、吉林、黑龙江、河北、山西、内蒙古、陕西、宁夏、甘肃、青海和新疆等省(区)共 212 个旗县,约 3 500 万人。需要指出的是,沙漠化土地空间分布的范围,是随着人们继续强度土地利用,并在持续干旱与风力作用下而逐渐扩大的。据 50 年代与 70 年代两次航空像片的对比分析估计,沙漠化土地从原来的 13.7 万 km<sup>2</sup>,增加到目前的 17.6 万 km<sup>2</sup>,近 25 年来增加了 3.9 万 km<sup>2</sup>,平均每年扩大 1 560km<sup>2</sup>。最新成果表明:近 10 年来,我国北方农牧交错地区(监测范围不包括新疆、青海、甘肃河西走廊)80 年代有沙漠化土地 1.67×10<sup>5</sup>km<sup>2</sup>,比 10 年前发展了 2.48×10<sup>4</sup>km<sup>2</sup>,平均每年增加 2 103.2km<sup>2</sup>,年发展速率 1.47%(朱震达、陈广庭,1994)<sup>⑩</sup>。据董玉祥(1994)预测结果,到 2000 年我国(已经)沙漠化土地将达 23.3 万 km<sup>2</sup>,将比目前扩大 3.2 万 km<sup>2</sup>,平均将来沙漠化土地面积每年扩大 2 380km<sup>2</sup>,年均发展速率为 1.06%。<sup>⑪</sup>

关于我国荒漠化土地总面积说法不一。我国政府根据有关的统计和资料,正式对外公布的面积(包括风蚀和水蚀)是 332.7 万 km<sup>2</sup>,占国土总面积的 34%(至 1993 年),其中沙质土地荒漠化面积(沙漠化)面积为 153.3 万 km<sup>2</sup>,水蚀引起的荒漠化面积达 179.4km<sup>2</sup>,将近 4 亿人口生活在荒漠化或受荒漠化影响的地区<sup>[18]</sup>。

朱震达提出:“初步估算,生态脆弱带的土地总面积为 148.3 万 km<sup>2</sup>,占全国国土面积的 15.4%,其中风力作用的土地荒漠化面积为 33.4 万 km<sup>2</sup>。流水侵蚀作用所形成的荒漠化土地面积为 108.4 万 km<sup>2</sup>,此外还有土壤次生盐渍化土地面积为 6.5 万 km<sup>2</sup>”。朱震达提出:我国沙漠、戈壁、沙漠化土地及风沙化土地总面积为 153.3 万 km<sup>2</sup>,占国土总面积的 15.9%<sup>[8]</sup>。赵松乔指出:干旱(包括半干旱气候)在我国大兴安岭—太行山—秦岭—巴颜喀拉山—唐古拉山—冈底斯山一线以西北广泛分布,约占全国土地总面积的 52.5%<sup>[19]</sup>。曹银真提出:“我国沙漠和荒漠化土地总面积为 130 万 km<sup>2</sup>,约占全国总面积的 13.1%……”<sup>[20]</sup>。H. E. dregne 与 Nan-Ting Chou 于 1992 年在《Degradation and Restoration of Arid lands》发表了题为“全球荒漠化土地的分布及其整治费用”中根据 1986 年出版的 FAO 生产年报和有关资料,采用三大类土地总面积(灌溉土地、雨养耕地和牧场)加上极端干旱区面积得出干旱总面积的方法,其结果是:我国干旱区的总面积是 534.4 万 km<sup>2</sup>,荒漠化面积共 378.6 万 km<sup>2</sup><sup>[13]</sup>。慈龙骏(1994)根据联合国的统计资料及估算方法,推算我国荒漠化土地总面积是 208.3km<sup>2</sup>,如包括极端干旱的沙漠和戈壁在内,我国荒漠化土地总面积为 278 万 km<sup>2</sup>。土地荒漠化的主要区域在干旱和半干旱地带。并提出处于中纬度的我国荒漠地带受全球变化影响最大,据他们模拟结果:“若 CO<sub>2</sub> 倍增,温度

⑩ 董玉祥、刘毅华,1994,中国土地沙漠化发展趋势初步分析,1994 年全国土地资源学术讨论会。

上升 $1.5^{\circ}\text{C}$ 时,……荒漠化面积扩大 $70.6\text{万 km}^2$ (扩大到 $348.6\text{万 km}^2$ ),荒漠化面积平均每年扩大 $6\,941\text{km}^2$ (按1965~2050年共85年平均计算)。虽然这个数字的误差有 $\pm 10\%$ 左右,但确实是令人惊恐的数字”<sup>[12]</sup>。我国确切的荒漠化面积大小,尚待全国荒漠化普查完成后才能确定。

## 2.4 沙漠化土地的整治

按照国际防治荒漠化公约中荒漠化的定义所含土地退化内容,在国内的研究和整治大多按专业对口进行,如水土保持、盐碱地改良、沙漠研究等等,成果累累。这里限于篇幅和资料,仅讨论沙漠化土地的整治。近10多年来,在进行全国沙漠化发展过程、趋势监测的研究和沙漠化土地整治宏观战略研究的同时,还重点进行了沙漠化土地的区域整治的研究。我所在不同类型的沙漠化(风沙化)地区建立了9个整治试验站(点),探讨着整治模式和配套技术,建立显示效益的示范样板区,如内蒙古奈曼、宁夏沙坡头、甘肃临泽、山东禹城夏津和河南延津等等,以推动沙漠化整治,取得巨大的社会、生态和经济效益。<sup>①</sup>其中尤以禹城和延津为突出,为科学技术转化为现实生产力闯出了一条路子,受到中央和地方领导的表彰。同时中国科学院新疆生物土壤研究所、沈阳应用生态所、长春地理所、东北师范大学等和林业部及有关沙区、各省的林业机构相继建立了试验站和治沙林场,共同担负“三北”地区沙漠化区域整治的任务。所有这些努力取得了一些成就,使局部地区生态环境有所改善。我国北方地区约有10%的沙漠面积得到初步治理,有12%的沙漠化土地已经开始逆转。但总体上治理速度赶不上沙漠化速度,形势依然严峻。

沙漠化土地的整治应本着生态效益、经济效益和社会效益统一的目标,贯彻适度利用和多项互补原则,把防治与综合开发利用寓于一体。因地制宜地采取对策:(1)对湿润一半湿润地区的沙漠化(风沙化)土地应采取林网保护下的高效利用(林、果、药、杂)措施。(2)对半干旱草原地区(农牧交错地区)应采取以调整旱农为主的土地利用结构,合理确定载畜量和合理轮牧的措施;(3)对干旱地区应以内陆河流域为单元,合理规划利用水土资源,以绿洲为中心建立防护体系。此外,技术措施必须与社会措施结合起来贯彻才会有效。因此,必须采取控制人口增长,加强治沙立法等措施。

## 3 问题和讨论

### 3.1 关于荒漠化概念

联合国环境规划署和国际防治荒漠化公约的新概念已如前述,但实际上目前学术界仍存在争议,迄今为止文献中出现的荒漠化概念已超过百种,只有一点是一致的,即荒漠化为土地退化过程。新概念把研究工作的可操作性大大提高了一步,明确地提出了3个问题:(1)“荒漠化”是在包括气候变异和人类活动等多种因素的作用下起因和发展的;(2)“荒漠化”发生在干旱、半干旱和亚湿润的干旱区,这就给出了荒漠化产生的背景条件和分布范围;(3)将“荒漠化”置于宽广的全球土地退化的框架内。土地退化可从发生在全球的各个地区,而“荒漠化”只是发生在干旱、半干旱和亚湿润干旱区。为了与国际同类研究接轨,应从联合国新概念为基本框架,在现有工作基础上,从我国实际出发,拟出一个国内外兼容的有中国特色的概念,把研究对象具体化以及加以界定。据1995年5月底召开的北京“国际防治荒漠化公约高级研讨班”基本一

<sup>①</sup> 中国科学院兰州沙漠研究所,1991,不同类型沙漠化(风沙化)地区整治试区模式的研究,全国治沙会议典型经验材料。

致的意见,认为作为国际公约的签约国之一,承担有相应的义务,我国对外必须接轨,但也不排除中国特色,因为中国地域辽阔,生态类型多样,在国际大框架下,应该有自己的特色与创造。但在荒漠化发生的范围应与“公约”的范围界定一致,其土地退化研究内容,初步界定为下列4个方面:(1)水蚀;(2)风蚀;(3)盐渍化;(4)生物多样性减少。这对规范今后荒漠化研究具有重要意义。至于国内此问题作为学术研究与讨论,仍然可以各抒己见,仁者见仁,智者见智。

### 3.2 关于荒漠化指征

国内外尚不统一。国内有关指征,亦大多都停留在定性和半定量阶段,必须走量化、标准化和国际化的道路,建立一套系统化、规范化标准和切实可行能被生产接受的评价体系。这项工作各国科学家都在做,但与诊断分类评价的要求尚有不小距离。笔者设想这一体系既具有多专业的单独指征,又有综合指征,可用以确定所有区域和地方荒漠化问题的规模,以及人类应对此负责的程度。

### 3.3 关于评定荒漠化程度的标准

宜采用国外通用的轻度、中度、严重和极严重四级制,扬弃原采用的潜在的、正在发展的等不甚确切的命名。笔者设想在多学科、多专业示量指标的基础上,以荒漠化对作物(植物)影响的产量(生物量)为综合依据,分别对雨养农地、灌溉农地和草场进行评估。由于国内对此问题的概念、指征不一致,故对沙漠化的面积、发展速度等提出疑义,目前已有林业部组织对沙漠化进行全国普查和监测,这是十分必要的。但笔者认为:评估标准等项基础性工作,专业研究所是大有可为的。

### 3.4 关于沙漠化监测

这是了解沙漠化发展速度和采用治理措施必不可少的工作,利用遥感技术是可行的方案。我所由世界实验室资助的图形工作站,在国内是一流的,可以发挥积极作用。

### 3.5 关于荒漠化防治

目前荒漠化仍在蔓延,治理速度赶不上发展速度,已引起各国政府重视,应进一步加强经费投入和治沙立法执法。在防治上可以采取下述优先事项:首先保护尚未退化的土地或者只是轻度退化的土地并维持它们的生产力;第二是对目前只遭受中度退化的干旱地区施以治理措施并维持其生产力;至于恢复已严重退化或极严重退化的干旱地区及使它们能够再生产,这是整个抵抗荒漠化战役中的第三个优先事项。

## 参考文献

- 1 董玉祥等.对荒漠化研究基本问题的评述.地理科学,1993,13(3):242~249
- 2 联合国环境规划署执行主任报告.荒漠化现况以及联合国对抗荒漠化行动计划执行情况,1992
- 3 朱震达等.中国北方地区沙漠化过程及其治理区划.中国林业出版社,1981
- 4 朱震达等.中国的沙漠化及其治理.科学出版社,1989
- 5 朱震达等.中国沙漠化研究的理论与实践.第四纪研究,1992,2,97~105
- 6 陈隆亨.鄂尔多斯西部地区土地荒漠化(退化)及其防治研究.干旱区资源与环境,1994,8(1):62~71
- 7 夏训诚等.关于沙漠化机制研究.干旱区研究,1993,10(1):1~14
- 8 朱震达.面向经济建设是沙漠科研发展的必由之路.中国沙漠,1991,11(3):17~19
- 9 朱震达.中国的脆弱生态带与土地荒漠化.中国沙漠,1991,11(4):11~21
- 10 朱震达等.中国土地沙质荒漠化.科学出版社,1994
- 11 朱震达.最近十年来中国北方农牧交错地区土地沙质荒漠化发展趋势的一例,中国沙漠,1994,14(4):1~

7

- 12 慈龙骏. 全球变化对我国荒漠化的影响. 自然资源学报, 1994, 9(4): 289~303
- 13 H. E. Dregne 等著, 程道远译. 全球荒漠化土地的分布及其整治费用. 世界沙漠研究, 1993, 51(1): 1~12
- 14 刘良悟等. 关于土壤的全球变化. 中国土壤科学的现状与展望. 江苏人民出版社, 150~155
- 15 赵其国等. 人类活动与土地退化. 中国土地退化防治研究. 中国科学技术出版社, 1990, 1~5
- 16 龚子同等. 我国土地退化及其防治对策. 中国科学技术出版社, 1990, 15~20
- 17 吴正. 浅议我国北方地区的沙漠化问题. 地理学报, 1991, 46(3), 266~275
- 18 王礼先. 全球荒漠化防治现状及其发展趋势. 世界林业研究, 1994, (1)
- 19 赵松乔. 西北干旱区主要自然灾害的形成、分布和减灾措施. 中国沙漠, 1991, 11(4)
- 20 曹银真. 大气 CO<sub>2</sub> 浓度的变化及其气候环境效应. 地理科学, 1991, 11(1)
- 21 李福兴, 刘玉璋. 塔里木河流域土壤退化及其控制. 中国土地退化防治研究, 中国科学技术出版社, 1990
- 22 中华人民共和国林业部防治荒漠化办公室编. 联合国关于在发生严重干旱和成荒漠化的国家, 特别是在非洲防治荒漠化的公约. 中国林业出版社, 1994

(上接第 102 页)

算机通讯、数据库共享等多种设施相互联结的监测、预报系统, 发布水土保持监测信息; 对监测资料进行整编和汇总分析; 开展监测专项调查, 同时可为同类型地区提供技术参数和评价依据。为决策部门提供高质量的科学决策依据。

#### 4.5 因地制宜进行治理

在进行不同区域治理过程中应根据流域内自然生态环境状况和社会经济条件的差异性因地制宜制定治理规划措施, 使水土得到保持, 生态环境系统朝良性循环方向发展。

香溪河流域可分为五个综合治理区域。一是香溪河低山重点治理区域, 该区域山势起伏大, 地面坡度陡, 为严重水土流失区。治理目标是 15°以下平缓坡地区, 治水治土, 发展粮油; 15~30°地区, 发展柑桔、茶叶、油桐等多种经营, 控制水土流失; 40°以上地区封山育林, 发展防护林和薪炭林。广泛建设梯田、梯地、修建蓄水、沉沙设施, 减低泥沙流失量。二是西南中山治山、保土综合发展区, 本区适种范围宽, 人口分布沿水系附近布局, 植被破坏严重, 水土流失为中强度区。本区治理按地势由上至下顺序发展林业、粮食、多种经营。在水系附近以治山改土为主, 增加水利灌溉设施, 建立茶叶、油桐等多种经营基地。其余地区以林业为主, 在坡度较大地区, 封山育林, 控制水土流失。三是西北高山林业防护区, 该区域现有植被较好, 水土流失较轻, 对于迹地, 疏林地要采取封山育林, 尽快更新, 建立良好的林种结构和森林年龄结构, 提高森林覆盖率, 本区域必须防止新的水土流失发生。四是北部高中山治山改土培肥保水区, 改土培肥、护林蓄水是重点治理项目, 要充分利用溶蚀槽地和侵蚀地形修建梯地, 改良土壤结构, 提高单产。应适当扩大森林面积, 封补结合。五是东南部治山护林涵土区, 本区域治理应以林业为主, 林田分家, 山间河谷及小盆地的水田, 应以治冷为主, 灌排分家。25°以下旱地要修建梯地以石块或树桩固定墩基, 建立带状茶园, 茶丛间隔距离根据坡度大小, 以保证茶叶生长和控制土壤侵蚀为准。在缓坡地段, 也可采用茶粮带状配置, 以控制土壤侵蚀。

#### 参考文献

- 1 杨艳生等. 数值分析和土壤侵蚀研究. 东南大学出版社, 1992
- 2 王少愚等. 三峡窗口. 武汉工业大学出版社, 1993