



南昌工程学院校本教材

水土保持与荒漠化 防治概论

SHUITU BAOCHI YU HUANGMOHUA FANGZHI GAILUN

鲁向晖◎主编

江西科学技术出版社



南昌工程学院校本教材

水土保持与荒漠化 防治概论

SHUITU BAOCHI YU HUANGMOHUA FANGZHI GAILUN

主 编 鲁向晖

编 委 张海娜 赵建民

刘佳丽 王英文

江西科学技术出版社

江西·南昌

图书在版编目(CIP)数据

水土保持与荒漠化防治概论 / 鲁向晖主编. -- 南昌:
江西科学技术出版社, 2018. 10
ISBN 978 - 7 - 5390 - 6592 - 2

I. ①水… II. ①鲁… III. ①水土保持 - 中国 - 教材
②沙漠化 - 防治 - 中国 - 教材 IV. ①S157②P942.073

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 247813 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

选题序号:ZK2018387

图书代码:B18225 - 101

水土保持与荒漠化防治概论

鲁向晖 主编

出版 江西科学技术出版社
发行
社址 南昌市蓼洲街2号附1号
邮编:330009 电话:(0791)86623491 86639342(传真)
印刷 江西省奥美实业有限责任公司
经销 各地新华书店
开本 787mm × 1092mm 1/16
字数 450千字
印张 27
版次 2018年10月第1版 2018年10月第1次印刷
书号 ISBN 978 - 7 - 5390 - 6592 - 2
定价 68.00元

赣版权登字 - 3 - 2018 - 390

版权所有,侵权必究

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

前 言

我国是世界上水土流失最严重的国家之一,严重的水土流失和荒漠化导致耕地减少、土壤退化、河道泥沙淤积、涝旱灾害频发、生态环境恶化,对人民的生产生活及国家的生态安全构成严重威胁。“十八大”以来,党中央高度重视生态文明建设,我国的水土保持事业快速发展,人为水土流失严重局面得到有效遏制,水土流失重点治理持续推进,治理区生态环境和群众生产、生活条件显著改善。进入新时代,党中央将“美丽中国”作为全面建设社会主义现代化国家的重大目标,提出建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计,这为水土保持事业发展提供了难得的历史机遇。

经过几十年坚持不懈的努力,我国水土保持工作取得了世人瞩目的成效,水土流失面积和强度都有了大幅度下降,但我国依然是世界上水土流失最严重的国家之一,水土流失量大、面广的状况尚未根本改变。从我国社会发展阶段来看,工业化、城镇化、农业现代化尚未完成,发展和保护的矛盾仍较突出。广大农村在相当长时期内仍将依靠土地生存发展,防治农业生产中的水土流失防治任务十分艰巨;同时,大规模的工业化、城市化、基础设施建设又带来了生产建设项目的水土流失新问题。从水土保持自身发展来看,与生态文明建设的要求相比,当前水土保持技术人员严重不足,面临不少挑战,全社会的水土保持意识,特别是相关农、林、矿业生产与工程项目管理,设计、建设人员的水土保持意识仍有待加强。因此,为了适应当前生态文明建设要求,使水土保持从业人员及高等院校相关专业人才(如工程类、农林生产类)尽快掌握新时代水土保持工作的新要求,编写一本适合新时代水土保持发展的水土保持与荒漠化防治概论教材已迫在眉睫。

自设立水土保持专业以来,老一辈的教育和科学工作者积极探索,不断实践,总结

出反映我国实际情况的水土流失与荒漠化发生机理与防治技术体系,也出版了大量优秀的水土保持专业教材,为推动我国水土保持荒漠化防治事业做出了巨大的贡献。但随着我国社会、经济的高速发展,特别是新水土保持法修订以来,我国行业主管部门相继颁布了大量反映新形势下水土保持工作要求的规章规范与技术标准,已有的水土保持专业教材所涉及的行业标准及技术规范已难以满足当前水土保持工作及人才培养的需求。南昌工程学院水利专业特色鲜明,水土保持教育在我国南方一直走在前列,其水土保持与荒漠化防治专业在2011年被批准为教育部“卓越工程师培养计划试点专业”,也是我国高等院校水土保持专业中第一个获批的“卓越工程师”。南昌工程学院结合多年的水土保持教学经验、科研与科技服务成果,融合我国水土保持行业最新的行业规范与技术标准要求,编写完成了适合非水土保持专业使用的《水土保持与荒漠化防治概论》教材,主要面向于水利、土建、交通、电力、能源、矿业等工程建设类专业与农林牧生产类专业,也适合社会上专心水土保持的人士学习使用。

本教材由南昌工程学院水土保持教研室编写完成,全书内容共分为十三章,其中第一章、第二章、第十章、第十三章由鲁向晖编写,第三章、第四章、第五章、第七章由张海娜编写,第六章、第九章、第十一章、附录由赵建民编写,第八章由王英文编写,第十二章由刘佳丽编写。全书由鲁向晖和张海娜校核定稿。

本教材在编写的过程中引用了众多专家、学者的优秀著作及研究成果,未能逐一说明,在此谨向有关专家及作者表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中存在的缺点与不足在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2018年9月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 水土保持及荒漠化防治的历史、现状及进展	1
第二节 水土保持的研究内容及其与相关学科的关系	19
第二章 土壤侵蚀理论	22
第一节 土壤侵蚀营力与作用过程	22
第二节 土壤侵蚀的主要类型	24
第三节 土壤侵蚀类型区划分	39
第四节 土壤侵蚀强度分级	48
第五节 土壤侵蚀规律	55
第六节 土壤侵蚀影响因素	72
第三章 水土保持原理	83
第一节 土壤侵蚀、水土流失、水土保持的关系	83
第二节 控制水土流失的途径与措施	84
第三节 水土保持原则和措施	86
第四章 土地荒漠化及其防治理论	92
第一节 荒漠化概述	92

第二节	荒漠化防治原则与措施	102
第五章	水土保持和荒漠化防治林草措施	122
第一节	概述	122
第二节	水土保持林营造技术	136
第三节	水土保持林体系	143
第四节	坡面水土保持林配置	146
第五节	侵蚀沟水土保持林	155
第六节	水库河川防护林	159
第七节	水土保持种草技术	165
第六章	水土保持工程措施	178
第一节	概述	178
第二节	坡面防护工程	179
第三节	沟道治理工程	193
第七章	风蚀防治工程	210
第一节	沙障固沙	210
第二节	化学固沙	215
第三节	风力治沙	218
第八章	水土保持农业技术措施	221
第一节	水土保持耕作技术措施	221
第二节	水土保持农业技术措施种类	232
第九章	水土保持规划设计	241
第一节	水土保持规划设计概述	242
第二节	水土保持规划的主要程序与内容	249
第三节	全国水土保持规划的成果介绍	289
第十章	水土保持监测与信息管理	308
第一节	水土保持监测概述	308
第二节	水土保持监测站网	311

第三节	监测项目与方法	313
第四节	地面监测	316
第五节	调查监测	322
第六节	遥感监测	327
第七节	生产建设项目水土保持监测	332
第八节	水土保持信息管理系统介绍	347
第十一章	水土保持效益分析与评价	352
第一节	水土保持单项效益评价	352
第二节	水土保持综合效益评价	356
第十二章	水土保持执法与监督管理	366
第一节	水土保持法律法规体系	366
第二节	水土保持行政执法体系	369
第三节	水土保持监督与管理	370
第十三章	生产建设项目水土保持	378
第一节	生产建设项目水土流失特点	378
第二节	生产建设项目水土保持方案	383
第三节	生产建设项目水土保持设施验收	389
第四节	生产建设项目水土保持“天地一体化”监管技术	391
参考文献	398
附录一	规划主要表格	402
附录二	国家级水土流失重点预防区	414
附录三	国家级水土流失重点治理区	420

第一章 绪 论

第一节 水土保持及荒漠化防治的历史、现状及进展

《中国水利百科全书·水土保持分册》一书中明确指出:水土保持(Soil and water conservation)是防治水土流失,保护、改良与合理利用水、土资源,维护和提高土地生产力,减轻洪水、干旱、风沙灾害,以利于充分发挥水、土资源的生态效益、经济效益和社会效益,建立良好生态环境,支撑可持续发展的社会公益事业。荒漠化防治(Desertification combating)就是揭示不同时空环境特征下土地荒漠化的发生与演变规律和机制、探索评价方法和预警手段,研究在现有技术和社会经济条件下,进行改善与重建区域荒漠化生态系统结构与功能的技术模式、法规政策、社会组织、实施途径等方面的综合性学科。水土保持和荒漠化防治学科的理论主要来源于两个方面:其一是人类长期与水土流失和荒漠化发展斗争的教训、经验和规律的总结;其二是现代科学意义上的各种系统化实验和理论化研究,以及结合实验研究的理论和有关最新科技成果形成的技术系统。因此,在此基础上产生的“水土保持与荒漠化防治”既是一门古老的应用技术,也是一门结合有关当代新兴科技的边缘交叉学科。

《中国大百科全书·水利卷》中水土流失的定义是:在水力、重力、风力等外营力作用下,水土资源和土地生产力的破坏和损失,包括土地表层侵蚀及水土损失,亦称水土损失。土地表层侵蚀指在水力、风力、冻融、重力以及其他外营力作用下,土壤、土壤母质及岩屑、松散岩层被破坏、剥蚀、转运和沉积的过程。

土壤侵蚀(Soil erosion)是在水力、风力、冻融、重力等自然营力和人类活动作用



下,土壤或其他地面组成物质被破坏、剥蚀、搬运和沉积的过程。根据侵蚀营力的不同,土壤侵蚀可分为水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀、混合侵蚀、冰川侵蚀、冻融侵蚀与化学侵蚀等不同的类型。根据侵蚀速度的快慢及与人类活动的关系,土壤侵蚀又可以分为正常侵蚀与加速侵蚀,自然侵蚀与人为侵蚀,正常侵蚀与自然侵蚀、加速侵蚀与人为侵蚀在外延上基本一致。由此可以看出,水土流失的概念与土壤侵蚀既有区别又有联系。狭义的水土流失与水力侵蚀的内涵基本一致。广义的水土流失指在水力、重力、风力等外营力作用下,水土资源和土地生产力的破坏和损失,包括土地表层侵蚀及水的损失。

对比土壤侵蚀与水土流失两个概念,土壤侵蚀反映的是土壤及其母质被破坏、剥蚀、搬运和沉积的地质过程,而水土流失则更强调人为、加速土壤侵蚀的后果—水土资源的损失。

水土保持是相对于水土流失而言的概念,即防治水土流失,保护、改良与合理利用水土资源,维护和提高土地生产力,减轻洪水、干旱和风沙灾害,以利于充分发挥水、土资源的生态效益、经济效益和社会效益,建立良好生态环境,支撑可持续发展的生产活动和社会公益事业。

“荒漠化”的定义则包含有一定的地理空间限制。“荒漠化”是指干旱、半干旱以及亚湿润干旱地区的土地退化。这里的土地退化主要是指土地生产力的下降,包括:土壤肥力的下降、土质沙化,以及生物生产性土地(耕地、草地、森林)面积减少等,表现形式是植被的减少。土壤侵蚀是荒漠化的主要成因,其中又以风蚀居于主导地位,此外还有水蚀荒漠化、冻融荒漠化等,土地盐碱化等。

一、土壤侵蚀的分布及其危害

虽然人们早已意识到水土流失的危害,但是为了满足社会日益增长的物质生活及文化需求,世界各国在发展工农业生产和进行基本建设的过程中,仍然不断地破坏天然植被,造成新的土壤侵蚀。

据联合国粮农组织(FAO)估计,因土壤侵蚀等原因全球已有 2000 万 km^2 的土地发生退化。目前,全球遭受土壤侵蚀的土地面积约为 1642 万 km^2 ,其中水蚀面积 1094 万 km^2 ,风蚀面积 548 万 km^2 (表 1-1)。水蚀主要集中于南北纬 40° 之间的中低纬度地区(除沙漠与森林地区外),尤其以美国、苏联、中国、印度,以及南美、东南亚、西亚的一些国家危害最重。风蚀危害主要位于中纬度及副热带的干旱地区,包括美国西部大平原、非洲撒哈拉—撒赫纳地区与卡拉哈里沙漠、西亚、中亚、中国西北部、澳大利亚

中西部等。世界年均土壤侵蚀总量约为 769 亿 t, 输移入海量约为 235 亿 t, 其中河川悬移质 170 亿 t、溶解质 35 亿 t、气流输移物 11 亿 t、冰川输移物 19 亿 t。

表 1-1 全球土壤侵蚀分布状况(单位, unit: 10^4 km^2)

地区	非洲	亚洲	南美	中美	北美	欧洲	大洋洲	总计
水蚀面积	227	441	123	46	60	114	83	1094
风蚀面积	186	222	42	35	35	42	16	548

我国是世界上土壤侵蚀最为严重的国家之一, 巨大的人口压力与几千年人类活动对森林植被的破坏使水土流失问题十分严峻。根据中华人民共和国成立之初各地对水土流失(水力侵蚀)面积的调查, 1955 年全国水土流失面积约为 153 万 km^2 (不包括新疆、西藏、上海、天津、台湾), 但由于该调查没有统一的标准和规范, 当时的结论具有一定的局限性。1983—1989 年, 水利部根据统一的技术规范, 应用遥感技术对全国水土流失情况展开了普查, 结果显示: 全国土壤侵蚀总面积为 492 万 km^2 , 其中水力侵蚀(即狭义的水土流失)面积 179 万 km^2 , 风力侵蚀面积 188 万 km^2 , 冻融侵蚀面积 125 万 km^2 , 除去不能治理的冻融侵蚀面积外, 水蚀、风蚀面积合计为 367 万 km^2 , 占国土面积的 38.2%。1995—1999 年, 我国又进行了新一轮土壤侵蚀普查, 技术规范、标准与上一轮普查相同。结果显示: 与上一次土壤侵蚀普查相比, 水力侵蚀面积由 179 万 km^2 减少到 161.2 万 km^2 , 减少了 17.8 万 km^2 ; 风力侵蚀面积由 188 万 km^2 增加到 195.7 万 km^2 , 增加了 7.7 万 km^2 , 水力风力侵蚀合计为 356.9 万 km^2 , 减少了 10.1 万 km^2 。根据 2010—2012 年全国第一次水利普查水土保持情况普查结果, 中国水土流失面积 294.91 万 km^2 , 其中水力侵蚀面积 129.32 万 km^2 , 风力侵蚀面积 165.59 万 km^2 ; 与 1995—1999 年土壤侵蚀普查相比, 水力和风力侵蚀面积均有所下降, 其中水力侵蚀下降趋势更为明显, 这充分反映了我国水土保持工作取得的显著成绩, 但我国仍是世界上水土流失最为严重的国家之一。

从各省(自治区、直辖市)的水土流失分布看, 水力侵蚀主要集中在黄河中游地区的山西、陕西、甘肃、内蒙古、宁夏和长江上游的四川、重庆、贵州和云南等省(自治区、直辖市); 风力侵蚀主要集中在西部地区的新疆、内蒙古、青海、甘肃和西藏 5 省(自治区)。

从流域的水土流失分布看, 长江、黄河、淮河、海滦河、松辽河、珠江、太湖七大流域水土流失总面积 136.42 万 km^2 , 占全国水土流失总面积的 38.2%。其中, 水力侵蚀面积为 120.58 万 km^2 , 占全国水蚀总面积的 74.8%; 风蚀面积为 15.84 万 km^2 , 占全国



风蚀总面积的 8.1%。长江流域的水土流失面积最大;黄河流域水土流失面积次之,但流失面积占流域的比例最大,强度以上侵蚀面积及其占流域面积比例居七大流域之首,是我国水土流失最严重的流域。

从东部、中部、西部和东北 4 个经济区域的水土流失分布看,我国西部地区水土流失面积为 296.65 万 km^2 ,占全国水土流失总面积的 83.1%,占该区土地总面积的 44.1%。全国水蚀、风蚀的严重地区主要集中在西部地区,其中风蚀面积占全国风蚀面积的近 80%。其他几个区域的水土流失面积较小,流失面积占本区域土地总面积的比例由大到小依次是中部地区、东北地区、东部地区,分别是 27.6%、22.4%、11.8%。

总体而言,我国水土流失呈现流失面积大、分布范围广,流失强度大、侵蚀严重区比例高,流失成因复杂、区域差异明显等三大特点。其中水力侵蚀主要集中在 400mm 年降水线以东、以南的地区。北方土石山区、东北漫岗丘陵区、西北黄土高原区、长江中上游红土和紫色土丘陵区、西南喀斯特高原区的水土流失尤为严重。根据水利部、中国科学院和中国工程院于 2005 年起联合开展的“中国水土流失与生态安全综合科学考察”得知,在上述区域内年均流失土壤高达 45.2 亿 t,全国近 3000 个县、市、区、旗中严重水土流失的共计 646 个。

水土流失一方面造成土壤退化、土地生产力下降,切割、蚕食、破坏土地资源,是山区长期贫穷、落后的主要原因;另一方面,淤塞江河、湖泊、水库、渠道,加剧洪水、干旱等自然灾害,使大江大河长期难以安澜。另外,非点源污染对水土流失有依附关系,水土流失已经成为我国中东部地区水质恶化、水体富营养化、爆发赤潮水华等的主要原因。从整体上看,水土流失已经成为制约我国经济、社会可持续发展的主要因素之一。

第一,水土流失威胁着我国的粮食安全。土地是农业生产的基础,“皮之不存,毛将焉附”,水土流失和荒漠化切割、蚕食、占压、沙埋土地资源,造成土壤粗化、肥力下降,如果肥沃的表土流失殆尽,农业生产也无以为继。

第二,威胁山区、风沙区的资源开发和基本建设。水土流失造成的山洪和地质灾害、流动沙丘和强沙尘暴都属于严重的土壤侵蚀形态,可以形成突发性的自然灾害,造成大量的财产损失甚至人员伤亡,严重威胁着山区、风沙区的城镇、村庄、工矿企业、公共设施以及交通运输的畅通。

第三,制约农村脱贫致富、建设全面小康社会的进程。统计显示:国家和省级扶贫开发重点县中,水土流失严重的占 76%,全国 646 个水土流失严重县中 90% 以上属于老少边穷地区(毕华兴等,2006)。从东北西辽河流域起,经燕山太行山山区、黄土高

原、秦巴山地一直到云贵高原与横断山脉,是我国农村贫困人口最为集中的地带,同时这一狭长带也是我国水土流失、风蚀沙化最强烈的地区。我国其他一些相对分散的农村贫困人口集中区同样也是水土流失严重的地方,如大别山、沂蒙山、湘赣山区等。严重的水土流失阻碍了当地的发展,由于经济落后,为摆脱贫困,往往采取掠夺式的方式发展生产,加剧了水土流失与环境破坏,从而出现了“越穷越垦、越垦越穷”的恶性循环。同时,水土流失带来的大量泥沙淤积在中东部地区平原河道内,抬高了江河水位,使平原内部排水不畅,产生洪涝渍碱旱等灾害,形成了我国农村贫困人口第二大集中连片分布地带,即黄淮海平原的豫皖鲁交界区与黑龙港流域。从东北西辽河流域起大体沿长城一线向西,经过河北坝上、内蒙古乌兰察布、山西雁北、陕甘宁蒙交界地带,直到新疆西南部的万里风沙线也是我国农村贫困问题较为突出的地区。

第四,加重水旱灾害。水土流失严重影响着我国富饶的冲积平原与大中城市的防洪安全。由于泥沙淤积抬高河床,河流洪水水位高出两岸平原,只有靠堤防约束,黄河下游的千里悬河始终是悬在华北平原亿万民众头上的达摩克利斯之剑,一旦堤防决口可造成难以估量的损失。“万里长江,险在荆江”,荆江河段与洞庭湖区已经成为高出江汉平原地面的“悬河”“悬湖”,一旦荆江大堤或洞庭湖大堤溃决,富饶的江汉平原,包括武汉都市圈将顿成水乡泽国。在加剧下游洪涝灾害的同时,土壤侵蚀造成千沟万壑的地形。

第五,加剧水体和大气污染。水土流失是非点源污染的基础,土壤是一种多孔、多相、松散介质,是连接地球表层大气圈、水圈、岩石圈和生物圈的桥梁与纽带,既可以成为污染物的“汇”,也可以成为污染物的“源”,大量的污染物通过大气干沉降与湿沉降、污水、人类活动(如不合理的施肥、堆弃填埋垃圾等)进入土体,因此,土壤成为多种污染物特别是难溶性重金属、磷酸盐、有机物的重要载体,泥沙输移与沉积过程中,河水的稀释作用使污染物的吸附—溶解平衡发生移动,从而发生污染物“解吸”而污染水体,因此,控制土壤侵蚀也就意味着控制了非点源污染,尤其对于控制我国中东部日趋严重的水体富营养化具有重要意义。

沙尘暴也是空气中细颗粒物质的主要来源之一,造成空气质量严重下降。

二、水土保持的主要措施

一般而言,水土保持包括三大措施——工程措施、植被措施与农业技术措施。

工程措施即改变产流产沙条件、控制土壤侵蚀与拦蓄泥沙的工程手段,按措施的位置可分为治坡工程与治沟工程,按工程的性质可分为梯田工程(水平梯田、反坡梯



田、坡式梯田、隔坡梯田)、固土工程(挡土墙、护坡、锚固)、蓄水工程(水平沟、涝池、水窖)、排水工程(截水沟、排水沟、涵洞、沟头排水工程等)、固沟防冲工程(谷坊、丁坝、护岸等)、拦沙工程(拦渣坝、拦泥坝、淤地坝、放淤工程)等。

植被措施即植树种草,通过植被的水文、生态效应来减小侵蚀营力,增强土壤抗蚀性、抗冲性,达到控制土壤侵蚀的目的。林草植被保持水土的作用机理主要有以下几点,林灌层对降水的再分配,枯枝落叶层与根层土壤对坡面径流的再分配,根系固土与植被的改良土壤作用。

农业技术措施主要包括改变微地形、控制产流产沙的农业措施(如垄沟种植、水平沟种植、水平带状间作等)与增加地表覆盖度、减少降雨与径流对土壤直接作用的农业措施(如轮间套作、秸秆覆盖、留茬覆盖)以及提高土壤抗蚀性的技术措施(如免耕、少耕、深松耕等)。

截至目前,全国已累计初步治理水土流失面积 101.6 万 km^2 ,已有的水土保持措施每年可保持土壤 15 亿 t,蓄水 250 多亿 m^3 ,增产 1800 万 t 粮食和大量的林果产品,1.5 亿群众从水土保持综合治理中直接受益(刘震,2009)。梯田、林地、草地、坝地(淤地坝)是我国应用最为广泛的 4 种水土保持措施。

三、荒漠化防治的主要措施

荒漠化(Desertification)起源于 20 世纪 60 年代末 70 年代初,非洲西部撒哈拉地区连年严重干旱,造成空前灾难,“荒漠化”一词于是开始流传开来。荒漠化是由于干旱少雨、植被破坏、大风吹蚀、流水侵蚀、土壤盐渍化等因素造成的大片土壤生产力下降或丧失的自然(非自然)现象,有狭义和广义之分。狭义荒漠化也即沙漠化,在极端干旱、干旱与半湿润和部分半湿润地区的沙质地表条件下,由于自然因素或人为活动的影响,破坏了自然脆弱的生态系统平衡,出现了以风沙活动为主要标志,并逐步形成风蚀、风积地貌结构景观的土地退化过程。广义荒漠化是指由于人为和自然因素的综合作用,使得干旱、半干旱甚至半湿润地区自然环境退化(包括盐渍化、草场退化、水土流失、土壤沙化、狭义沙漠化、植被荒漠化、历史时期沙丘前移入侵等以某一环境因素为标志的具体的自然环境退化)的总过程。

中国是世界上荒漠化最严重的国家之一。根据全国沙漠、戈壁和沙化土地普查及荒漠化调研结果表明,中国荒漠化土地面积为 262.2 万 km^2 ,占国土面积的 27.4%,近 4 亿人口受到荒漠化的影响。据中、美、加国际合作项目研究,中国因荒漠化造成的直接经济损失约为 541 亿人民币。

当前,我国荒漠化类型主要有风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、冻融荒漠化、土壤盐渍化四种类型。

中国风蚀荒漠化土地面积 160.7 万 km^2 , 主要分布在干旱、半干旱地区, 在各类型荒漠化土地中是面积最大、分布最广的一种。其中, 干旱地区约有 87.6 万 km^2 , 大体分布在内蒙古狼山以西, 腾格里沙漠和龙首山以北包括河西走廊以北、柴达木盆地及其以北、以西到西藏北部。半干旱地区约有 49.2 万 km^2 , 大体分布在内蒙古狼山以东向南, 穿杭锦后旗、橙口县、乌海市, 然后向西纵贯河西走廊的中—东部直到肃北蒙古族自治县, 呈连续大片分布。亚湿润干旱地区约 23.9 万 km^2 , 主要分布在毛乌素沙漠东部至内蒙古东部和东经 106° 。

中国水蚀荒漠化总面积为 20.5 万 km^2 , 占荒漠化土地总面积的 7.8%。主要发生在我国南方地区。流水的侵蚀作用是以人为活动破坏植被的地段作为突破口而进一步发展, 一般是以片蚀和沟蚀为主, 在花岗岩地区并受重力作用影响, 以崩岗的方式发展。在碳酸盐岩类地区是以溶蚀作用为主。这些营力作用的结果, 一般出现劣地或石质坡地, 例如浙江常山大塘溪, 由于坡地开垦和植被破坏, 形成水蚀发展的突破口, 结果使该地区有 44.5% 的土地成为劣地, 其中有 26.8% 的面积成为全部丧失利用价值的严重荒漠化土地。福建长汀县河田, 水蚀发展呈现荒漠化景观的面积占该地区面积的 32%。在西南诸省的山区也有以泥石流方式呈现土地砂石化景观分布在河谷中, 如滇东北的昆明市东川区小江流域等; 或以石山荒漠化景观分布在岩溶山区, 如广西西部及云南东部等地。

中国冻融荒漠化地的面积共 36.6 万 km^2 , 占荒漠化土地总面积的 13.8%。冻融荒漠化土地主要分布在青藏高原的高海拔地区。

中国盐渍化土地总面积为 23.3 万 km^2 , 占荒漠化总面积的 8.9%。土壤盐渍化比较集中连片分布的地区有柴达木盆地、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、银川平原、华北平原及黄河三角洲。

荒漠化防治主要包括植被措施与工程措施, 防风固沙林草第一可以控制风速、保护土壤免受风蚀强度, 第二可以拦截风沙流中的沙粒, 从而减轻了沙埋危害。

乔灌木可以增加地表粗糙度, 降低近地表风速, 从而有效降低了风的侵蚀作用力。保护林带后面的地块免受风力侵蚀。灌木和草本植物还可以拦截风沙流中的沙粒, 茂密的草本植物和林草的枯枝落叶相当于在裸土上铺设一层保护层, 避免了风力对土壤直接的侵蚀作用, 藻类植物还可以在沙地表面形成一层结皮, 从而提高了沙地的抗蚀性。通过枯落物和根系的凋零物, 植物可以补充土壤有机质, 提高土壤有机质含量, 改



善土壤结构,增加土壤团聚体,从而增强土壤的抗蚀性和持水性能,从而加强土壤抵抗风蚀的作用,而且植物根系本身还有固结土壤的作用。

荒漠化地区特别是风蚀荒漠化地区,降水稀少,立地条件差,植被恢复困难,因此,除植物措施外工程措施在沙漠化防治中具有特殊重要的作用。治沙工程包括降低近地表风速、抑制风蚀和调节风沙流结构、防止沙埋危害的各种永久性和临时性工程措施,包括沙障固沙、化学固沙以及风力治沙工程等。

在我国南方地区,石漠化(Stony Desertification)是荒漠化表现的另一种形式,是“石质荒漠化”的简称,指在热带、亚热带湿润、半湿润气候条件和岩溶极其发育的自然背景下,受人为活动干扰,使地表植被遭受破坏,导致土壤严重流失,基岩大面积裸露或砾石堆积的土地退化现象,也是岩溶地区土地退化的极端形式。

(一) 石漠化形成的原因

形成石漠化的主要原因是水土流失严重,人地矛盾成为治理石漠化最大的一个难题。统计分析显示,人为因素形成的石漠化土地中,过度樵采形成的占31.4%,不合理耕作形成的占21.2%,开垦形成的占15.1%,乱砍滥伐形成的占13.4%,过度放牧形成的占8.2%。另外,乱开矿和无序工程建设等也加剧了石漠化的扩展,占人为因素形成的石漠化面积的10.7%。

石漠化的形成既有自然原因,更是人为因素所致。

(1) 自然因素是石漠化形成的基础条件。岩溶地区丰富的碳酸盐岩具有易淋溶、成土慢的特点,是石漠化形成的物质基础。山高坡陡,气候温暖、雨水丰沛而集中,为石漠化形成提供了侵蚀动力和溶蚀条件。因自然因素形成的石漠化土地占石漠化土地总面积的26%。

(2) 人为因素是石漠化土地形成的主要原因。岩溶地区人口密度大,地区经济贫困,群众生态意识淡薄,各种不合理的土地资源开发活动频繁,导致土地石漠化。人为因素形成的石漠化土地占石漠化土地总面积的74%,主要表现为:

① 过度樵采。岩溶地区经济欠发达,农村能源种类少,群众生活能源主要靠薪柴,特别是在一些缺煤少电、能源种类单一的地区,樵采是植被破坏的主要原因。

② 不合理的耕作方式。岩溶地区山多平地少,农业生产大多沿用传统的刀耕火种,陡坡耕种,广种薄收的方式。由于缺乏必要的水保措施和科学的耕种方式,充沛而集中的降水使得土壤易被冲蚀,导致土地石漠化,据调查,监测区现有耕地中15°以上的坡耕地约占耕地总面积20%。

③ 过度开垦。岩溶地区耕地少,为保证足够的耕地,解决温饱问题,当地群众往往

通过毁林毁草开垦来扩大耕地面积,增加粮食产量,这些新开垦地,由于缺乏水保措施,土壤流失严重,最后导致植被消失,土被冲走,石头露出。

④乱砍滥伐。中华人民共和国成立以来,西南岩溶地区先后出现几次大规模砍伐森林资源,导致森林面积大幅度减少,如大炼钢铁时期大规模的砍伐活动和“文革”期间推行的“以粮为纲”的政策等,使森林资源受到严重破坏。由于地表失去保护,加速了石漠化发展。

⑤乱放牧。岩溶地区散养牲畜,不仅毁坏林草植被,且造成土壤易被冲蚀。

(二) 石漠化形成的机理

(1) 碳酸盐岩系的抗风蚀能力强,成土过程缓慢。据对贵州 133 个样点分析,贵州灰岩风化剥蚀速率为 23.7 ~ 110.7mm/1000a,1000 年只有风化残余物 2.47mm,即每形成 1cm 厚的风化土层需要 4000 余年,慢者需要 8500 年,较非岩溶区慢 10 ~ 80 倍,这是西南岩溶山区土层浅薄、易出现石漠化的客观背景条件和基本原因。

(2) 山多坡陡的地表结构不利于水土资源的保存。西南岩溶山区地表崎岖破碎,山多坡陡,以贵州为例:全省山地面积占 87%,丘陵占 10%,而平川坝地仅占 3%;全省地表平均坡度达 17.78°。其中,大于 25°的陡坡地占全省总面积的 34.5%,15° ~ 25°的坡地占 34.9%,两者合计占 69.4%。山多坡陡的地表结构加剧了斜坡体上水、土、肥的流失,某些人类活动扰动的激发下,使大片岩溶山地变成石漠化。

(3) 岩溶山区特殊的土体剖面结构加剧了斜坡上的水土流失和石漠化。岩溶山区土壤剖面中通常缺乏 C 层(过渡层),在基质碳酸盐母岩和上层土壤之间,存在着软硬明显不同的界面,使岩土之间的黏着力与亲和力大为降低,一遇降雨激发便极易造成水土流失和石漠化。

(4) 降水的影响。西南岩溶山区年均降雨量多在 900 ~ 1300mm,暴雨集中在春季(约占 40%)和夏季(占 55%以上)。春季和初夏季的暴雨正是大面积坡耕地的中耕播种季节,农作物(玉米、油菜、绿肥等)正处于幼苗阶段,疏松的坡土得不到很好地覆盖,故春季和初夏季暴雨加剧了石漠化的发展。

(5) 人口增长过快,农业人口多,土地负荷压力大。西南岩溶山区是少数民族聚集区,农业人口比重大,增长快。人口增长快、密度大,加上素质低,使西南岩溶山区陷入人口增加—过度开垦—土壤侵蚀性退化—石漠化扩展—经济贫困的恶性循环中。

(6) 对土地掠夺式经营,耕种方式落后。乱砍滥伐、滥垦滥耕、铲草皮、挖树根、烧秸秆等在西南山区经常发生,不少地区尤其是交通不便的偏远山区,在 1990 年以前普遍存在着“刀耕火种,烧山种地”的现象,对土地掠夺式经营造成了严重的水土流失和