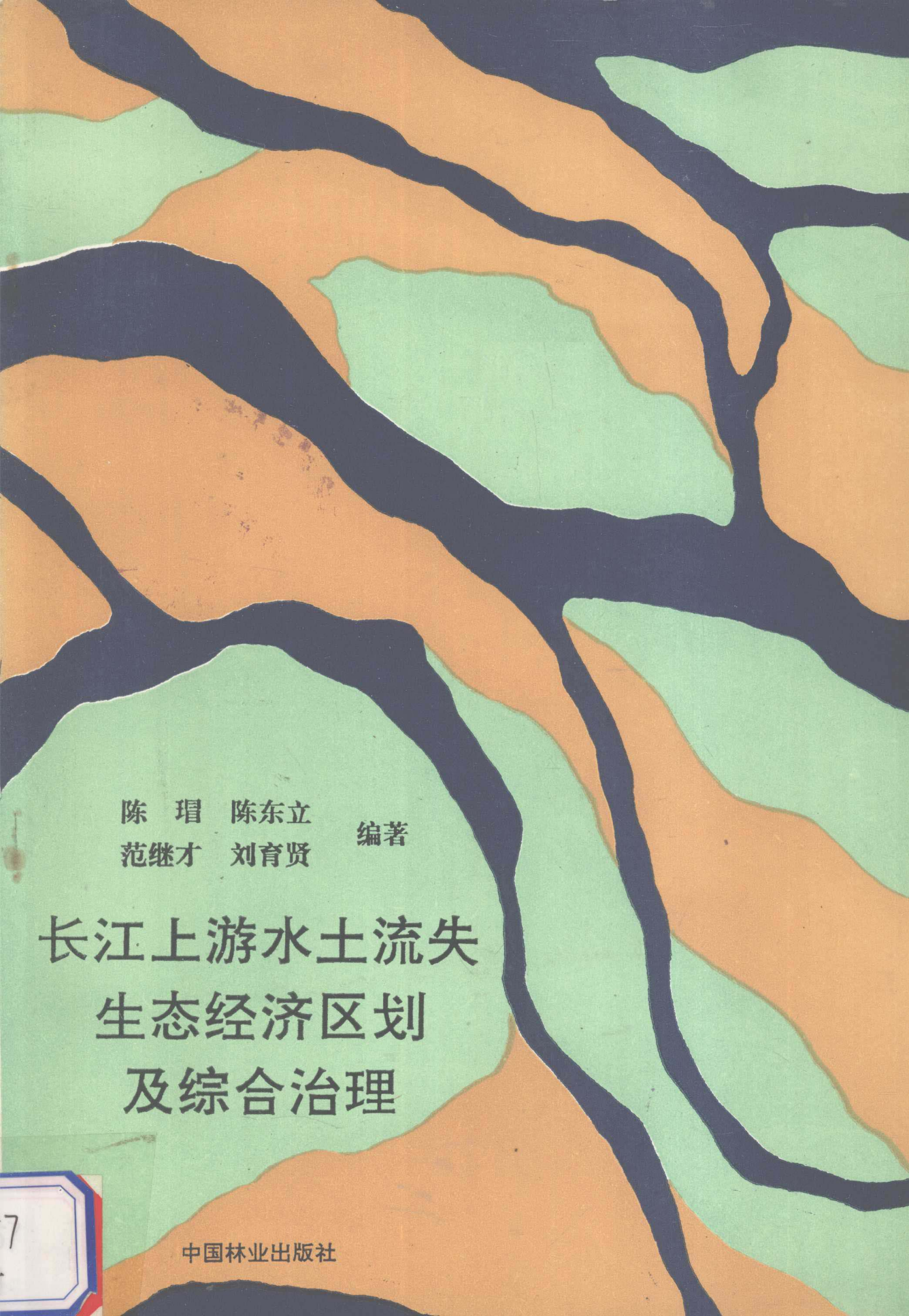




陈 琨 陈东立 编著
范继才 刘育贤

长江上游水土流失 生态经济区划 及综合治理

中国林业出版社



封面设计:李强

ISBN 7-5038-0964-7/S · 0520

定价: 4.50元

长江上游水土流失生态 经济区划及综合治理

陈 瑁 陈东立 编著
范继才 刘育贤

中国林业出版社

(京)新登字 033 号

内 容 提 要

本书在分析国内外水土保持现状及发展趋势的基础上,对长江上游嘉陵江、涪江、沱江、岷江等流域生态经济条件及水土流失综合治理各项技术措施进行了详细调查研究。参照美国通用土壤流失方程的组成要素,选取了气候、地貌、地质、植被、耕作条件、侵蚀特征、潜在危险等 40 个自然和社会经济因子,以研究区域内 75 个县市为分类单元,采用主分量分析 PCA-系统聚类等方法,进行了水土流失生态经济数值区划,划分了 3 个区、7 个亚区。根据各区水土流失生态经济规律,提出了适宜的水土保持农业技术措施、植物措施、工程措施的分项技术方法、布设要点以及水土流失综合治理原则、效益指标、模式、典型经验。它可供从事农业、林业、水土保持及国土整治等专业工作的科研人员、教师、领导、干部和大、中专学校学生参考。

长江上游水土流失生态经济区划及综合治理

陈 珏 陈东立 范继才 刘育贤 编著

中国林业出版社出版发行 (北京西城区刘海胡同 7 号)

北京昌平百善印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 7 印张 175 千字

1992 年 9 月第一版 1992 年 9 月第一次印刷

印数 1-2,000 册 定价: 4.50 元

ISBN 7-5038-0964-7/S·0520

序

长江流域地理位置优越,光、热、水资源丰富,生物种类居全国之冠,珍稀物种多,开发历史悠久,初步建立了农、林、牧、渔业综合发展体系。长江流域水能资源、矿产资源、旅游资源丰富,为建立以传统工业为主体,以高技术产业为龙头的强大产业群体创造了优良的条件。长江流域占有全国 $1/4$ 左右的耕地,生产的粮食却占全国产量的 40% 以上,棉花 33%,淡水产品 47%; 供养着 3.8 亿人口; 工农业总产值占全国 40% 以上。

但是,由于多种原因,缺乏流域系统的思想,导致利用自然资源(特别是土地资源)与破坏资源现象同时发生,全流域生态系统严重失调,水土流失日益严重。流域内 1957 年水土流失面积约为 38 万平方公里,占流域总面积 21%。多年来虽然经过综合治理,取得了显著成绩,但由于边治理边破坏,1985 年长江流域水土流失面积已达 56.2 万平方公里,占总土地面积的 35.5%,年均土壤侵蚀量达 14.05 亿吨,平均每年土壤流失厚度达 13 毫米。水土流失的严重发展,不仅破坏了土地资源,而且加剧了泥沙灾害,使水旱灾害频率加大,土地生产力下降,同时人口增长又进一步增加了对土地的压力。在长江流域广大山地丘陵区,保护、改良与合理利用水土资源,已是综合治理长江,加强流域生态建设的重要内容。

由陈瑁、陈东立、范继才、刘育贤等编著的《长江上游水土流失生态经济区划及综合治理》一书,是根据在四川省遂宁、广元、南充、内江等 10 余个县(市)的调查结果,参考了国内外大量有关水土保持的文献资料编写成的。该书内容涉及水土流失生态经济区划、水土保持农业技术措施、水土保持植物措施、水土保持工程措施、水土流失综合治理。各部分内容对于长江上游以及我国同类地区的水土保持工作,具有十分重要的参考意义。书中所介绍的各项措施,必将在水土保持实践中得到广泛应用。

长江中上游已列为我国水土保持重点,广大水土保持科技人员必将从这一成果中,学习到许多适用的技术知识。

王礼先

1991 年 1 月 20 日 北京

前 言

随着人口的不断增加,能源和原材料短缺,自然生态环境严重恶化,世界各国无不把水土保持和水土流失的综合治理作为重要的国策之一,进行生态工程建设和生态经济开发。我国政府非常重视防护林体系工程的研究和建设工作,在开展举世瞩目的“‘三北’防护林体系工程建设”之后,1986年4月,全国人大六届会议通过的“七五”计划,提出“要积极营造长江中上游水源涵养林和水土保持林”,同年“长江上游水源林、水保林营造技术的研究”被列入“七五”国家重点科技攻关项目,并于1989年开始第一期工程总体规划。1990年国家又批准建设长江中上游防护林体系工程,并把生态林业工程技术体系研究列入“八五”国家重点科技攻关项目。

长江是我国第一大河,流经全国心腹地,流域面积虽仅占国土的19%,但流域内人口就占全国的1/3,工农业总产值占全国40%左右。流域内气候条件优越,自然资源丰富,是我国重要的经济区域。四川省位于长江上游,境内江河密布,嘉陵江、涪江、沱江及岷江是长江的主要支流,可谓“天府之国”的动脉。在长江上游地区由于以往人为过伐森林、无节制地毁林开荒,使森林覆被率下降,导致生态系统失调,水土流失加剧,中下游河床增高,自然灾害频繁,给经济的发展和人们的生活带来严重威胁。因此,综合治理长江,加速长江中上游防护林体系工程建设,对改善和维护自然生态平衡,保障人们良好的生存环境,促进经济的稳定发展,造福于子孙后代,具有重要的现实意义和深远的历史意义。

“长江上游地区现有土壤保护措施的调查与研究”是“七五”国家重点科技攻关项目的一个子课题。该研究课题是由四川省林业学校和绵阳市林业科学研究所共同承担的,于1988年3月报经主管单位四川省林业厅批准,并正式签定研究合同。课题研究由四川省林业学校校长、高级讲师陈琨任组长,课题组成员有造林教研室陈东立、范继才同志和绵阳市林业科学研究所刘育贤同志。课题研究区域主要是四川省境内的嘉陵江、沱江、涪江及岷江上游地区。首先在全面收集、了解该研究区气象、地貌、地质、土壤、水文、植被等自然生态条件和水土流失、水土保持概况及效益等有关资料的基础上,采用了典型布点、实地调查,并拍摄制作幻灯片;以面设点;以点带片;室内统计分析等技术路线。经课题组成员两年多时间的努力,分别对遂宁、广元、南充、内江等10多个县(市)进行了外业调查,选设了165个样地,重点拍摄制作了182张幻灯片,收集了75份调查区划、综合规划报告和专集资料,查阅了国内外300多份科技论文和专业论著。根据调查、收集的资料和数据,采取全面分析、分项归类、应用逐步回归、主成分分析、系统聚类等多种方法,使用计算机计算分析,进行了长江上游水土流失生态经济数值区划,并提出了各项适宜的水土保持农业技术措施、植物措施、工程措施和水土流失综合治理的原则、效益指标、模式、典型实例等。四川省林业厅非常重视该项研究成果,在邀请省内外专家进行书面评审的同时,于1990年4月16—17日组成了林学、自然地理与土壤侵蚀、森林土壤、水利、水土保持、科技管理等学科的专家,召开了成果鉴定会,通过了鉴定。专家们认为,该项研究成果为水土流失综合治理及防护林建设提供了重要科学依据;在水土保持研究方面有所创新;对水土保持学科有所发展,是一份很好的教材;该项研究内容丰富,资料翔实,系统全面,技术路线可行,研究

成果可信。其研究成果已达到国内同类研究的先进水平,有关部门应积极推广使用。

为了有利于对长江综合治理的深入研究,将该项科技成果应用于生产实践和转化为生产力,我们根据专家们的意见,对“研究报告”进行了增删、调整和修订,编写了此书,献给有志于长江中上游防护林体系工程建设的广大读者。全书分为:国内外水土保持概况、水土流失生态经济区划、水土保持农业技术措施、水土保持植物措施、水土保持工程措施、水土流失的综合治理,共六个部分。可供从事农业、林业、水土保持及国土整治等专业工作的科技人员、教师、领导使用和大、中专学生参考。

鉴于该书涉及面广,专业性强,加之我们专业知识的局限性和时间仓促,难免有错误和不妥之处,望读者指教。

在调查研究和本书的编写过程中,得到了北京林业大学关君蔚、王礼先教授和西北林学院王佑民教授以及四川省林业厅、林科院、林业设计院的有关领导和专家们的关心,并提出了许多宝贵意见;四川省林业学校杨李卫老师为该书附录查校了植物拉丁学名。在外业调查过程中遂宁、广元市中区、南川、南充、西充、旺苍、南部、乐至等县林业局给予了大力支持,在此一并致谢。

编 者

1990年12月30日

目 录

序

前言

第一部分 国内外水土保持概况	(1)
一、水土流失状况及危害	(1)
二、水土保持现状	(2)
三、水土保持的研究及其发展趋势	(5)
四、水土保持措施	(6)
五、防护林体系工程——生态林业系统工程	(8)
第二部分 水土流失生态经济区划	(10)
一、基本情况	(10)
二、水土流失现状	(11)
三、水土流失的特点及成因	(12)
四、水土流失生态经济区划原则	(14)
五、水土流失生态经济区数值区划	(14)
六、水土流失生态经济区划结果	(19)
七、水土流失生态经济区分区概述	(21)
第三部分 水土保持农业技术措施	(28)
一、水土流失对农业生产的危害	(29)
二、农业生产概况及存在的主要问题	(30)
三、水土保持农业技术措施	(34)
四、水土保持农业技术措施的应用	(41)
五、陡坡耕地的利用	(43)
六、生态农业技术——农林复合经营	(45)
第四部分 水土保持植物措施	(48)
一、各水土流失生态经济(亚)区森林植被概况	(48)
二、森林植被分布特点	(50)
三、现有水土保持植物措施概述	(52)
四、存在的问题	(54)
五、水土保持林的林种及配置建议	(54)
六、水土保持林草措施	(64)
七、水土保持林营造技术	(66)
八、各水土流失生态经济区水土保持植物措施的应用	(73)
九、水土保持林工程体系效果分析	(75)
第五部分 水土保持工程措施	(77)

一、水土保持工程措施的现状	(77)
二、水土保持工程措施存在的问题	(81)
三、水土保持工程措施的设计及布局	(82)
四、水土保持工程措施和林业措施相结合的特点及布设	(89)
五、水土保持工程措施和林业措施的效益分析	(91)
第六部分 水土流失的综合治理	(93)
一、综合治理的指导思想	(93)
二、综合治理的原则	(93)
三、综合治理的效益指标和标准	(94)
四、综合治理模式及实例	(96)
五、综合治理的经验	(101)
主要参考文献	(103)
附件：植物名录	(104)

第一部分 国内外水土保持概况

土壤侵蚀是地表土壤及母质受外力(风力、水力、重力、人为活动等)作用而发生的各种破坏、移动、堆积过程以及水的损失。土壤侵蚀是土地的慢性病,它使表土逐步丧失。直接影响到土地资源的数量和质量;阻碍着土地生态系统的结构和功能;危及到人类的生存和活动环境;制约着国民经济的建设和发展。水土保持是与土壤侵蚀相对应而存在的,是一项保护、改造和利用土地资源,整治国土的重要措施。搞好这项工作,具有重大的生态效益、经济效益和社会效益。

一、水土流失状况及危害

(一)水土流失状况

当今世界,水土流失非常严重。据统计资料:印度恒河每年入海的泥沙 15 亿吨,美国密西西比河约 3 亿吨,巴西亚马孙河 3.63 亿吨,泰国湄公河 1.7 亿吨。中国黄河经三门峡的年输沙量为 16 亿吨;长江流域 50 年代水土流失面积约 36 万平方公里,占流域总面积的 20%,至 80 年代水土流失面积已达 56 万平方公里,占流域总面积的 31.1%,比 50 年代增加 55.6%,土壤侵蚀量 22.4 亿吨,相当于流失区每年平均失去 3 毫米厚的表土。四川水土流失面积由 50 年代的 9.46 万平方公里扩大为 24.7 万平方公里,增加 1.6 倍,每年流经三峡的泥沙量 70 年代年平均 5.1 亿吨,1981 年洪灾泛滥,输沙量增至 7.2 亿吨,到 1984 年虽无特大洪灾,泥沙量却高达 6.7 亿吨,比 70 年代平均泥沙量增多 31%。这么多的泥沙相当于 500 万亩土地的表土被冲走近 20 厘米厚。

美国根据 1977 年制定的资源保护法,对土地的利用和土壤侵蚀状况进行了详细调查,不致引起土地生产能力降低的流失量(即最大允许土壤流失量)为每年每亩 0.16—0.8 吨,现在美国超过最大允许的流失总量为 15.3 亿吨。印度对土壤侵蚀进行了全面调查,印度耕地土壤流失总量,每年 60 亿吨,超过最大允许的流失总量为 47 亿吨。前苏联耕地超过最大允许的流失总量为 23 亿吨。中国土壤侵蚀程度与印度大致相同,中国耕地面积比印度小,超过最大允许的土壤流失量,每年约 33 亿吨。其中四川 3000 多万亩坡耕地上每年被冲蚀掉的表土达 2.7 亿吨。中国、美国、前苏联、印度 4 大粮食生产国的总耕地面积占世界总耕地面积的 50%,占世界粮食生产总量的一半以上。上述 4 大国耕地超过最大允许的土壤流失量,合计为 118 亿吨,假定世界其他国家与 4 个国家的土壤侵蚀程度相似的话,则全世界的超过最大允许流失总量将达 230 亿吨。

(二)水土流失的危害

土壤侵蚀速度超过新耕作层形成的速度,使表土层变薄,最后完全丧失,下层土成为耕作层,这种土壤的通透性能差,储存水分和肥料的能力也低。美国农业部利昂莱尔斯收集了美国各地的“土壤侵蚀对土地生产力的影响”的研究成果,并进行了分析,结果表明,表土每表

失1厘米,玉米的收获量平均减少3%,小麦也是如此。艾奥瓦州自然保护局在“土壤侵蚀对土壤生产力和粮食生产成本影响”的研究中,将土壤侵蚀程度划分为3个阶段:①土壤受到轻微的侵蚀,在耕地时表层土和下层土没有混合;②土壤侵蚀明显,表层土与下层土已经混合;③严重侵蚀,表层土几乎完全丧失。研究结果表明,在土层从第一阶段向第二阶段过渡的情况下,平均每亩减产45公斤;从第二阶段向第三阶段过渡时,将再减产20公斤。

一般地,由于土壤侵蚀产生的泥沙1/4入海,3/4淤积在水库、洪泛区和河床上。从而使水系不通,发电、灌溉效能低,如巴基斯坦的曼格拉坝,原设计运行100年,由于流域内人口增长过快,超过预计速度,滥伐森林,扩大坡耕地面积,造成泥沙淤积严重,将使该坝比原设计提前25年失去运行能力。菲律宾的安布劳坝,因滥伐水库周围的森林,使土地失去保水能力,水库泥沙增多,造成水库寿命从60年减少到23年。巴拿马运河,因农民滥伐流域内的森林,开垦陡坡,使泥沙淤积达到空前速度,发展下去,到本世纪末,运河的通航能力将大大下降。海洋货轮将不能通航,必须绕航合恩角。美国中西部地区,土壤侵蚀的泥沙被冲入密西西比河,淤积了河道,严重地影响航运。密西西比河是美国农场和世界市场连接的大动脉,为了保持这种机能,必须进行艰巨的疏浚工程。我国长江中上游,由于大量的水土流失,使中下游河床增高,危害水运。据嘉陵江武胜站测定,1981年7月洪水流量比1956年少500立方米/秒,而水位比1956年高0.99米;同年涪江下游的遂宁站测定,洪水流量比1945年少2400立方米/秒,但洪水水位反比1945年高1.1米,扩大了洪水淹没范围。四川省50年代初91条河流通航,航程1.6万公里,至1983年通航河流仅剩56条,航程8000公里。

全世界水土流失严重,区域性明显。由于水土流失的加剧,自然灾害严重,水库淤毁,农用土地资源日趋减少,地力下降,粮食产量降低。目前,每季世界人口约增加7900万左右,对粮食的需求量也不断上升,这种压力已渗透到全世界粮食经济制度之中。在本世纪内,如果使土壤侵蚀继续发展下去,有可能使后代人遭受饥饿的威胁。因此,水土流失问题,不得不引起人们的广泛注意。

二、水土保持现状

普罗的大学土壤科学家马里恩·波恩加德纳说,地球表面只有25%可用来耕种,因此保护土壤非常重要。在本世纪30年代,美国中部地区,农业生产受到毁灭性的打击的情况下,当时推行新政策的罗斯福总统深有感慨地说“破坏土壤的国家,就是破坏国家本身。”于是,美国政府在1935年制订了《土壤保护法》,并在联邦政府中设立了水土保持局,目的在防止土壤侵蚀,致力于地力的恢复和提高,经过多年的努力,终于使美国的农业生产建立在深厚沃土之上。然而,时至70年代,由于前苏联连年从美国大量进口谷物,致使谷物价格暴涨。美国忘记了过去的历史教训,拼命扩大耕地面积,贪婪地向土地索取,再度引起土壤结构破坏和水土流失,盐渍化加重。按美国全部国土计,每年流失的表土达到64亿吨。一些有识之士指出:“美国每输出1吨谷物,就丧失2吨表土。”这个例子说明,在有限的土地上不合理地利用土地资源,就必然遭到大自然的惩罚。

合理地保护和利用土地资源,是现代化农业的迫切需要。随着国民经济的发展,人们越来越认识到水土保持的重要性。世界各国对水土保持工作非常重视。70年代以来,不少国家有逐步扩大防护林面积和增加防护林种类的趋势。美国国会通过了“加强森林多种效益

的永续利用”法案。德国对森林多种效益进行了清查,建立了以发挥森林多种效益为目标的经营体系,约将 50%林地(349 万公顷)划作防护林。瑞士国土以山地为主,将 82%的林地划作防护林。荷兰是个填海造地、惜土如金的国家,但营造的防护林面积占国土面积的 14%。

前苏联是世界上营造防护林最早的国家之一,到 1982 年全国已营造防护林 520 余万公顷,约占需要营造面积的 1/3。农田防护林推行窄带小网的技术措施,约有 6200 个农庄或农场建立了农田防护林体系。受保护农田达 4000 万公顷,牧场 100 余万公顷。在林带保护下,全苏每年粮食增产 200 余万吨,并补充提供 173.5 万吨饲料。

日本对防护林非常重视,截至 1980 年,防护林面积为 726.50 万公顷,在全国森林总面积中占 28.8%,占整个国土面积的 11.2%,1984 年增加到 823 万公顷,将占全国森林面积的 31%。防护林种类达 17 种之多,主要是水源涵养林和防止土沙流失的保安林,前者在全部保安林中占 73.4%,后者占 21.8%,其余 15 种共占 4.4%。

世界各国不但重视防护林的规划与营造,而且把水土保持林业措施、农业措施、工程措施相结合,重视综合治理。如美国农民正在改变其土壤耕作的方法,在过去的 10 年间,几乎从完全依靠有壁犁犁耕和每年均翻动土壤,变为采取很少扰动土壤和在地表上多留残茬的水土保持农业技术措施。农民对水土保持耕作法,尤其是对少耕法的应用有急剧增长的趋势,1973—1981 年,美国实施少耕法的农作物播种面积增加了约 1960 万公顷,比 1973 年增加了 125%;实施免耕法的播种面积增加了约 160 万公顷,比 1973 年增加 78%。所占比重的变化从另一个侧面显示出水土保持耕作法的扩展,1981 年在美国总耕地面积中采用少耕法的增加到 29%,采用免耕法的增加到 3%,总计采用了水土保持耕作法平均占全部耕地的 1/3。近几年采用水土保持耕作法的耕种面积,还有很大增加。除此之外,日本、南朝鲜等国家也都采用了不同方式的水土保持耕作法,对防止水土流失起了积极的作用。

日本是世界上治山治水事业开展早、发展快、技术先进的国家之一,经过长期的研究试验和实际使用,根据不同防护目的和不同地类,形成了特定的工程类型。如河流工程主要有筑坝工程:用以减缓河床底坡,增加河流沿岸的稳定性,从而阻止土壤和石砾的流动;护沟工程:是在流溪中固定沙和石块沉积物,这种工程的高度,大多为 3—4 米;护岸工程:保护河岸免受侵蚀。山坡工程主要有平整坡面工程:是平整粗糙地表面以稳定山坡;坡面筑墙工程:用于稳定山坡、调整山坡的坡度;渠道工程:是以收集地表水的方式阻止山坡侵蚀;膀管工程:使得地表水与地下水隔绝;生物工程:是通过植被覆盖山坡表面来阻止坡面侵蚀;滑坡地复原工程。海岸保护工程包括海岸防护林、海岸沙地固定、静沙工程和栽植植被稳定沙地等工程。崩塌地保护工程主要包括阶地工程、围栏工程等。滑坡地保护工程包括阻止土壤移动、减少土壤排水以及直接观测土壤移动的管道工程等。奥地利等国在建立防护林体系的同时,进行荒溪治理以防崩塌和泥石流,取得了良好的治理效果。

我国的水土保持工程历史悠久,历代的劳动人民在生产实践中创造、积累了极其丰富的经验。水土保持的历史可追溯到西周,《诗经》中“广平曰原,下湿曰隰,水治曰清,土治曰平”。可见劳动人民很早以前就注意水土流失并开始水土保持工作。以后进一步发展,从畎田、区田到梯田,从护林到造林;从单一的治理到综合治理,从萌芽状态的水土保持思想到逐步形成学科。1940 年林垦设计委员会在成都召开第一次设计会议当中,最早提出了“水土

保持”一词。

中华人民共和国成立以后,国家对水土保持工作十分重视,并着手华北、东北、西北和南方各地区的规划和实施。1952年开始营造防护林,由于历史的原因,治理速度跟不上破坏速度,50年代后期提出了林业措施与工程措施相结合的防治水土流失的方针。60年代开展了黄土高原地区防护林体系建设研究。70年代提出了西北干旱地区以水土保持用材林、薪炭林和水源涵养林相结合,草灌先行,乔(木)、灌(木)、草(本植物)与带、片、网相结合的防护林建设的方案。在山区推广以小流域为单位,按农林牧“三三”制比例进行规划的原则。还提出水土流失地区立地条件类型划分及适地适树的造林、经营技术措施。我国在总结了东北、华北和西北防护林建设工程的经验后,正式开展了闻名中外的“三北”防护林工程建设。“三北”(东北、华北、西北)防护林第一期工程建设,包括12个省、直辖市、自治区的396个县、市、旗,第一期工程营造农田防护林1030万亩,基本草牧场防护林254万亩,是我国当前农田防护林营造面积最大的地区。1982年经国务院批准,成立了全国水土保持协调小组,组织协调有关部门的工作,对全国水土保持工作加强了领导,同时国务院颁发了《水土保持工作条例》。为抓好重点治理,自1983年开始选定了黄河流域的永定河上游,辽河流域的柳河上游,长江流域的兴国县和葛州坝库区等8片水土流失最严重的地区共43个县旗,作为国家重点治理区,计划连续抓若干年,坚持抓出成效来。1983—1985年,共完成初步治理8700多平方公里,年治理速度为4.7%,整个工作已向稳步协调方面发展。截至1985年底全国累计治理面积46万平方公里,占水土流失面积的30%,共计营造水土保持林38472万亩,种草4392万亩,修基本农田12048万亩。其中“六五”期间,完成治理面积5万多平方公里,共计营造水土保持林5954万亩,种草1000多万亩,基本农田899万亩,经过坚持治理若干年的地区和小流域,经济效益、生态效益和蓄水效益显著。“七五”期间国家确定在长江上游开展“水源涵养林水土保持林营造技术研究”,为长江中上游防护林体系工程建设提供科学依据。

四川省水土保持工作大致可分为3个阶段:1966年以前的发展阶段。早在1939年,在内江甘蔗试验场设立了径流小区,观测不同耕作法的水土流失量与产量的关系。1957年在省水利厅设立了水土保持机构,地、县设专人抓水保工作,省在岷江上游的阿坝州汶川县、成都市龙泉驿、遂宁市上宁乡等建立了水土保持试验站(点)。通过试验、示范,群众性的水土保持工作得到广泛开展,1966年累计治理面积达13000平方公里,对保持水土,发展生产取得了一定成效。在10年动乱中,水土保持机构撤消,水保工作处于停顿状态。但在以前群众性水保工作的影响下,挑沙面土、挑塘泥面土,以及改造坡耕地等水保措施仍在一些地方进行。据统计治理的水土流失面积约5400多平方公里,主要是坡地改梯地面积。

第三阶段是在中国共产党十一届三中全会以后,1980年在水电厅设置了水土保持办公室,在琼江、西河流域、遂宁市中区、都江堰市、升钟水库等地,先后建立了10个水土保持试验观测站(点),水土保持工作由点到面,逐步开展。1980—1987年底,全省有119县近300条小流域(其中包括250余座水库集雨区),开展了治理水土流失的工作。共营造水土保持林268.29万亩,种草8.95万亩,各种农耕措施、工程措施共同齐上,取得了丰富经验。

三、水土保持的研究及其发展趋势

现在如美国、前苏联、奥地利、英国、印度、新西兰、意大利、日本等国无不把水土保持视为重要国策之一。本世纪以来,这些国家先后成立了国家级水土保持领导机构和流域管理机构;设立了国家和地方水土保持研究单位;并在有关高等院校开设了水土保持专业,培养了大批专门人才;在水土保持科研工作方面,取得了很大的进展。美国利用 50 多年来的大量研究工作所积累的有关侵蚀过程的资料,提出了通用土壤流失方程式,试图将栽培措施下的侵蚀结果以数学方式,定量地表示出来,以此对已知环境条件下的土壤侵蚀进行预测预报,并已在实践中发挥了重要作用。

(一) 水土保持的研究

近年来,一些国家的水土保持科研项目内容相当广泛。在基础理论研究领域内,包括土壤侵蚀机制和模拟降雨;水蚀过程的数学模拟;泥沙的产出、输移和沉积规律;小流域水文模型;土壤侵蚀原理及其发展;土壤抗蚀性理论与方法;水土流失规律及其预测方程等,特别是人工模拟高强度天然降雨及水蚀过程的数学模拟的研究进展更快。这标志着侵蚀基本因素及其相互关系的研究已从定性分析进入量化的新阶段。在应用技术研究领域内,包括覆盖耕作技术及少耕、免耕技术;不同自然地带地形径流产沙及其综合措施;防蚀耕作制度及各种防蚀和提高坡地生产率的措施;不同土壤类型抗蚀稳定性测定技术;水利、矿业、堆土的防蚀方法;遥测遥感技术的应用;系统工程、电脑技术的应用;梯田修筑技术;土地利用评价和土壤分级方法等。在开发治理研究领域内,包括水土保持综合治理技术;推广治理服务技术;水土保持农业技术措施;水土保持经济效益评价和计算方法;干旱地区防护林营造、育苗技术;土地管理和防止土壤盐碱化方法;水土保持防护林布设和立地工程技术等。

我国在上述水土保持研究方面,也作了大量的工作,取得了很大的成绩。1950 年以来,全国建立了 71 个水土保持站和若干个水文观测点。相继开展了综合的或单项的试验研究,如森林的水源涵养、水土保持综合效益的定位研究;不同自然条件下水土流失的测定方法;水土流失的预测与控制;遥感技术和电脑技术的应用;防护林的布局结构和工程体系建设;小流域的综合治理措施;坡耕地的改造利用;水土保持耕作制度及自然免耕法等。其研究内容的深度和广度都具有一定水平,有的已接近和达到国际水准。

(二) 水土保持科技发展趋势

根据联合国和有关国际会议提供的情报信息,水土保持科技发展的总趋势和特点表现为:根据基础理论研究成果,加强应用和开发治理研究,许多国家立足于本国水土流失的实际,重视在理论与实践的结合上开展实用技术的研究;普遍重视农、林、牧、坡地径流泥沙的田间观察和各种治理措施效益的研究;应用航天、航空遥感技术进行流域规划治理的调查已进入普及阶段;发展土壤侵蚀模拟中间试验;对土壤侵蚀进行非点源污染研究,把它与环境保护和环境生态学结合起来进行综合考察;土壤侵蚀研究进一步结合实用,重点研究坡地上的水土流失,分析土壤淋溶流失,养分元素含量及土壤允许流失量等,以便确定施肥量及相应的农业技术措施,防止土壤肥力降低。

四、水土保持措施

国内外水土保持采取了多种多样有效的措施,归结起来,大体可分为农业技术措施、林业措施和工程措施3大类。这3类措施是相辅相成、有机联系、紧密结合、缺一不可的。在进行水土保持规划和开展水土流失治理中,必须因地、因法制宜地采用。

(一)农业技术措施

水土保持农业技术措施方法很多,主要分土壤耕作和作物种植措施,也包括与农业技术措施配套的田间工程措施等。这些措施通过增加地表粗糙率和覆盖度来达到水土保持目的。

土壤耕作方面,主要采用了横坡耕作(或等高耕作)、少耕法、覆盖耕作法、免耕法等措施。例如美国、前苏联、日本、印度、波兰、瑞士、英国等国家均广泛采用这些方法。对保持水土、改良土壤、增加产量均收到显著的效果。

少耕法是在耕作地上,只在播种行内耕地,不需全面翻耕,它包括带状耕作法、开沟耕作法等。带状耕作是耕作者先把一些残余物清理到一边,并准备无作物残余物的窄播种床带,带的面积不超过总面积的 $1/3$,只耕播种土带,通常犁耕和播种一次完成。开沟耕作,盛行于美国西部艾奥瓦州及附近地区的中等质地、排水良好的土壤。是在玉米残茬地、板土地或已耕松散土地上进行等高开沟耕作,将玉米等作物种于沟底。

覆盖耕作是通过不耕翻灭茬、稿秆还田为土壤提供保护覆盖层来达到耕作目的的一种方法。此法30年代中期在美国受到了重视,主要是在干旱、半干旱区采用。但作为一种防治土壤侵蚀的手段,逐步扩大到湿润的地区。

美国式的免耕法,用装备有残余物的切割器的特殊播种机进行耕作,用除草剂控制杂草和收获;是用新型的圆盘犁开槽和浅耕,并能把作物残茬翻出来覆盖在新翻耕的土壤上。

西南农业大学侯光炯教授创造的中国式的自然免耕法,越来越被人们所认识和采用。这种方法已形成特有的技术体系,即连续免耕、连续垄作、连续浸湿、连续植被4大措施。已先后在我国很多地区采用,收到了良好效果。

作物种植措施主要包括间作、混作、轮作和套种等。如印度近20年来为试验保持水土的农业措施,在不同农业气候带内布设了不同尺寸和坡度的径流小区,研究证明,不同土地利用的土壤流失量,一般是按照这样的顺序排列的:裸露休闲地>非豆科植物>豆科植物>饲料和绿肥草地>草皮>天然地面覆盖。豆科与禾谷类作物混作、间作、带状条作不仅减少了水土流失,也获得了较高的收成。前苏联侵蚀防治措施的卓越成就就是设置抗风蚀和水蚀的防风林带,也常与一定的植物种类结合使用,如摩尔达维亚共和国在陡坡耕地上等高种植葡萄,宽9.2—15.3米的行间为等高种植的草带(或农作物)。我国为了防止水土流失,不但采用了农作物间、套、混、轮作,还采用了草田间作、草田轮作等方式。近几年内模拟自然状态,用经济乔(木)、灌(木)、草(本)植物,在坡耕地上带状间作,发展立体种植。这种新的种植方法,对提高生态效益和经济效益均是较好的一种模式,值得推广应用。

田间工程措施方面,国内外广泛采用的是坡改梯,并且在具体技术和实施方面,形成了多种形式。其次是挖排灌沟渠、筑田坎地埂、传箱并土等。

(二) 林业措施

林业措施,主要是人们利用森林的多种功能和作用,获得生态、经济和社会效益所采取的重要手段。从森林的功能上来看,它具有改造气候、土壤、水圈、生物群落4大类功能。从森林的作用来看,它具有卫生保健、环境美化、国民经济的发展3大类作用。因此,采取合理林业措施,建设防护林体系,对改善和维护自然生态平衡、保障工农业生产和人类生活等方面,具有重要的意义。水土保持林业措施的主要作用是增加地表植被、保护土壤不受暴雨径流的冲刷。国内外林业措施发展趋势是,在应用各种立地条件下,主要林种和作业法所反映出的林分水量平衡、地上及地下部分数量关系的研究成果,选择和配备水源涵养、水土保持效果最佳的森林和林种。防护林的营造是按不同立地条件慎重选择抗性强、适应性广、寿命长、防护效益和经济价值高的速生乡土树种为主。如日本分高山区、低山区、滑坡地、裸露荒地、河滩地,主要选择了50多个适宜的树种和品种。林种结构应采用乔、灌、草多层次合理配置,针叶与阔叶植物混交。一般混交林比纯林、复层林比单层林更具有较大的防护效益。混交林和复层林有利于截留降雨和增加枯枝落叶层的吸水量,据中国科学院西北水土保持研究所邹厚远、侯喜禄等对黄土高原不同植被类型的地上部分和枯枝落叶层的截留降水作用研究结果表明,森林植被的林冠可截留降水量的30—40%,林下灌木层一次可截留降水0.46—1.27毫米,林下草本层一次可截留降水0.28—1.00毫米,苔藓层一次可截留降水12.81—25.23毫米。如只有灌木层,一次截留降水0.67—1.61毫米;只有草本层,一次可截留降水0.55—2.25毫米。每公顷枯枝落叶一次最大吸水量为19.74—137.09立方米(除疏林外),灌木丛为0.28—18.80立方米,草地为0.37—6.51立方米。高效益的水源涵养林和水土保持林,不但应是多层次的复层混交林,而且林分的郁闭度和覆盖度要控制在适当的范围。据贵州省林业科学研究所陈廉杰等调查观测,针叶纯林当乔木层郁闭度大于0.8时,林下无灌木覆盖,坡面出现明显面蚀和沟蚀。覆盖度小于0.3的陡坡和坡耕地常成沟蚀。而林草搭配合理,则防止土壤侵蚀效果好。覆盖度常用垂直投影面积法,盖度大,侵蚀少。据实测,产生轻微度土壤侵蚀的林地,总盖度变动于0.55—0.81,平均为0.73;当总盖度小于0.61(变动于0.46—0.75)时就会产生土壤加速侵蚀。研究结果表明,当乔木层郁闭度0.6—0.7时,灌木、草本层盖度相应地为0.45—0.55和0.30—0.65,此时水土保持效果最好,乔木层生长量也大。日本营造防护林时,采用深根性和浅根性、针叶树和阔叶树合理搭配,并维持下层植物的栽植和生长。在防护林经营作业时,采取择伐株数和修枝,使林内透光度增大,创造下层植物的生长环境,使其形成复层林冠,增大地表盖度,最大限度地截留降雨,减缓地表径流和土壤冲刷。

防护林的布局,应遵循“因地制宜,因害设防”的原则,宜林则林、宜草则草,形成以森林为主体和最大绿色覆盖的防护林体系。从生态林业工程的角度来看,广义的防护林体系不仅是指水源涵养林、水土保持林、防风固沙林、农田防护林、护路林及护堤护岸林等,而应是包括多林种(即防护林、用材林、经济林、薪炭林及特种用途林)的结合,使多林种林分相互组合,形成片、带、网、点布局合理,多层次结构、多功能、多效益的森林体系。这种森林体系,是在客观上使各林种之间功能与效益的整体协调,在微观上要能实现各林种各自的经营目的,其实质就是建立生态经济型的防护林体系工程。