

美国的水土保持及小流域治理

②

张展羽

6-10

(河海大学水利水电工程学院 南京 210098)

S15-7
S157.2

摘要 在分析美国水土资源及开发情况的基础上,系统评述美国水土保持及小流域治理的管理经验及采取措施、对中、美两国的国情及治理模式的差异进行对比,分析并提出了在水土保持及小流域治理方面可以借鉴的经验。

关键词 水资源 土地资源 水土保持 小流域治理

美国

美国是世界上公认的重视环境保护与治理的国家之一,水土保持事业起步早,成就大,对世界各国的水土保持事业及小流域治理有重要的影响。我国是世界上人均水土资源紧张的国家之一,又是水土流失最严重的国家之一,水土流失已成为我国农业和国民经济发展的主要障碍之一。学习和借鉴美国水土保持及小流域治理的先进经验,对于保护我国的自然资源和生态环境,促进国民经济现代化建设具有重要的现实意义。

1 美国的水土资源及开发情况

美国总面积 960 万 km^2 , 75% 为农、林、牧业用地,森林面积 2.87 亿 hm^2 ,覆盖率为 31%,草原牧场面积 2.4 亿 hm^2 ,耕地 1.87 亿 hm^2 ,占土地总面积的 20%,每年耕种约 1.33 亿 hm^2 ,0.54 亿 hm^2 休闲,尚有 0.55 亿 hm^2 宜耕可垦地。美国总面积与我国相仿,但我国三分之二是山地,而美国三分之二是丘陵平地。1994 年美国总人口 2.603 亿,平均每人占有耕地 0.8 hm^2 ,是我国人均耕地面积的 8 倍多,农场数由 1970 年的 233 万个减少为 1993 年的 175 万个,但平均每个农场的耕种面积却不断增加,如堪萨斯州平均每个农场

的面积从 1970 年的 232.13 hm^2 增加到 1993 年的 297.33 hm^2 。总体上,由于农场数的不断减少,全美总的农场面积近 20 年下降了 4.2%。美国农业人口仅占总人口的 3%,但每个劳动力生产粮食近 85 t,高度集约化和机械化的农业生产使美国每个农业劳动力的产出占世界首位。

美国的水资源分布与我国类似,东部多雨湿润,年降雨 800 ~ 2000 mm,部分地区达 2500 mm,西部 17 州为干旱、半干旱地区,降雨一般在 500 mm 以下,部分地区仅 50 ~ 100 mm。全国多年平均降水量 760 mm,地面径流量 29700 亿 m^3 ,地下径流量 8910 亿 m^3 。1990 年全美总用水量为 4.47 亿 m^3/d ,其中引用地下水 0.89 亿 m^3/d ,引用地面水 3.58 亿 m^3/d ,农业用水 1.48 亿 m^3/d ,约占总引用水量的三分之一^[1]。多年来美国修建了大量水利水电工程,已建水库 49000 多座、总库容达 9000 亿 m^3 以上,水利水电工程及水土保持工程对美国的农业增产和经济繁荣起了重要的作用。

2 美国的水土保持管理经验

美国的水土流失原来是比较严重的,70

作者简介:张展羽,男,博士,副教授,从事灌溉工程及水资源规划研究,曾发表《非充分灌溉的设计模型》等论文。

年代以前,美国水土流失量每年约为 40 亿 t,主要是面蚀,仅耕地就达 20 亿 t,较严重的衣阿华州,每年每平方公里流失量达 2 500 ~ 3 500 t,个别地区超过 10 000 t,西部一些地区,原来耕地土壤厚度为 35 ~ 40 cm,经过 100 年来的冲蚀,只剩下 15 ~ 20 cm,已不能耕种^[2]。根据美国科研部门的研究,维持生产力的每年土壤流失最大允许值为:耕地 1 250 t/km²,林地 500 t/km²,而 80 年代末全美超过允许值的农业用地为 0.97 亿 hm²,土壤流失对农业生产构成了很大威胁。美国人对水土保持非常重视,他们通过立法、建机构、拨专款、搞示范和宣传等手段,发展水土保持事业,并且几十年长抓不懈,取得了显著的效果。

2.1 完善的法律法规体系

20 世纪初,有土壤专家提出美国西部地区由于滥垦滥牧造成严重的水土流失危害以后,水土流失区小区径流的观测和研究开始得到重视。与此同时,政府开始研究通过立法的方法保护水土资源。美国先后颁发过“沼泽土地法”、“土地开垦法”、“开垦计划法”等法令。1935 年美国国会通过水土保持法案(Soil Erosion Act of 1935),全国成立统一领导的各级水土保持机构。1937 年美国总统罗斯福给各州长写信,提出“毁坏自己土壤的国家,最终必将要毁掉自己。”并要求建立水土保持协作区和水土保持示范区。1954 年 8 月,美国国会又通过了保护集水区与防止洪水灾害的法案,要求农业部协助各地方机构,进行水土保持调查与设计,签订合同,给予经费与技术辅助。目前,美国 50 个州都制定有完整的水土保持法规并颁布执行。同时全国建立水土保持区 2 900 多个,该区有广泛的权力从事水土和其它有关资源的保护和开发利用,能取得美国土壤保持局的帮助,并接受联邦政府和州、县政府以及私人企业的帮助,以制定自己的工作计划。

2.2 合理的管理机构

美国为保证和促进水土保持事业的健康发展,相应地组建起各种管理机构。早在

1935 年,美国在联邦农业部下设了水土保持局,该局除负责有关水土保持调查、研究、试验、示范、宣传等工作外,还依法直接与州、县级的法定机构签订合同,限制不合理的土地使用,兴办各种防蚀工程,改良耕作制度,种植防蚀作物等。

与联邦政府的水土保持局相配套,各州、县政府成立了资源保护部、水土保持技术中心、水土保持工程站等机构,负责水土流失现状的调查,提供有关防治措施,编制综合治理规划,从事有关示范教育工作等,同时还负责核发水土保持现金补助费。在组织领导方面,美国的水土保持事业非常重视发挥半官方组织和民间组织的作用。他们采用自上而下的政府专业机构与自下而上的群众性水土保持协会相配合的办法,从小区、县、州一直到联邦都有水土保持协会,各协会通过电脑网络,互通信息,实现资源共享。

2.3 深入的宣传普及活动

美国的水土保持工作方针是建立在保护机构和维持土壤生产力基础上的,因而水土保持知识的宣传普及活动深得人心,美国人珍惜土壤这一宝贵资源,自觉地参与水土保持的意识也很强。例如由水土保持爱好者参加的小区协会,定期开展活动,并印发大量的小册子,宣传普及水土保持知识和水土保持措施,还组织学生开展短期水土保持活动,培养他们对水土保持的兴趣并学习有关的知识。在美国的住宅前后、公共场所,甚至大多数农场,几乎看不到裸露的土壤,每一小块必须施工开挖的土地,在工程完成后,都会铺上草坪,即使在冬天,也会覆盖上麦秆或锯木屑等,这是一种自觉行动,可见美国人关于水土保持的宣传活动是多么深入人心。

3 美国的水土保持及小流域治理技术经验

美国水土保持技术人员认为,水土保持和小流域治理在战略上是防止水和风对土壤的破坏。采用的方法有工程方法和自然界生

物方法,其目的是防止水和空气在荒地上无限制地流动。土壤损失与下列因素有关:①降雨强度、风速及其相应的历时;②土壤类型;③作物植被类型;④地面坡度、流域大小及长度;⑤人类活动影响。因此美国目前主要采用以下方法控制水土流失。

3.1 水土保持耕作法

水土保持耕作法即根据土壤、地形、作物等条件,采用合理的种植及耕种方式,增加耕地的水土涵养能力,最大限度地减少农田的水土流失。主要方法有以下几类:

3.1.1 最少耕耘及免耕法

最少耕耘及免耕法即以尽量少耕或不耕的方法种植作物。衣阿华州有 220 万 hm^2 土地实施最小耕耘法种植玉米和大豆。内布拉斯加州对最少耕耘法的研究长达 17 年,结果表明,大暴风雨期间土壤损失减少 50%,小暴风雨期间可减少 67%,美国农业部估计全国有 10% 的耕地实行某种最少耕耘,并宣称如果全国有 80% 的耕地实行最少耕耘,那么美国的土壤损失可以减少一半。最少耕耘由于地表上留有已收割作物残株,并在行株之间留下茬口,故能防止土壤的侵蚀,残根消除了雨点的冲击力,减少土粒的分离和飞溅,阻止雨水形成径流。

免耕法也得到广泛的推广应用。研究表明,实施免耕法 1 年后,土壤表层的微生物生物量达到最大值,土壤水稳性团聚体比采用有壁犁的耕作方式有所增加,土壤水分含量、有机质和土壤容重均增加,作物产量常常超过传统耕作方式。

3.1.2 等高耕作

等高耕作即将耕耘、种植、灌溉、管理大致沿同一等高线进行,其好处是保持水分,控制水土流失,提高作物产量。试验表明,不采用等高耕作的地区土壤侵蚀率高达 $5700 \text{ kg}/\text{hm}^2$,而采用等高耕作的农田土壤侵蚀率降至 $40.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。德克萨斯州的农场实行等高耕作后,棉花增产 25% 以上,伊利诺斯州实行等高耕作后,玉米增产 12%,大

豆增产 13%,小麦增产 17%。等高耕作具有显著的经济效益。

3.1.3 作物轮作和农田休闲

实践证明,作物轮作也能有效地控制水土流失,美国许多农民都采用轮作制,即先种玉米,再种小麦,然后休闲 2~3 年再耕种。轮作可以减少径流,例如俄亥俄州曾在 12% 坡地上连续多年种植玉米,结果在年降水量 910 mm 中就有 380 mm 变为径流,但按玉米—草—小麦—玉米的循环进行轮作,平均径流只有 150 mm。显然,作物轮作既可蓄水,又可保土。

农田休闲是美国政府推行并给予补贴的另一种水土保持技术措施,如年降水量 300~400 mm 的中央大平原实行两年一作,年降水量 400~500 mm 的德克萨斯州实行三年二作。即使在年降水量 800~1000 mm 的中西部和东部农业区,依然实行一年一作,而且政府控制谷物面积。东部农业区的农场主每年坚持休耕 10%~20% 耕地,以领取政府津贴。肉牛生产地科罗拉多州的干旱矮草草原,常规放牧强度为 $15 \text{ hm}^2/\text{牛}$,重牧标准是 $10 \text{ hm}^2/\text{牛}$,显然,美国的土地利用强度比我国低得多。

3.2 开辟草皮沟道,建设草坎梯田

植被能吸收雨点的能量,拦截落地雨水以减少径流,降低地表水流速以阻止对土壤的侵蚀,限制土壤颗粒的流动。植被的根系和残渣可改善土壤的结构和孔隙度,增加土壤的生物作用和蓄水能力。草皮沟道的设计比混凝土衬砌沟道的设计还要复杂,因为沟道的糙率随水流深度、植物生长阶段、水力半径和流速大小而变化,用植被保护的沟道可彻底解决沟蚀问题。美国草皮沟道的横断面一般为抛物线形或梯形,植被草类有百慕大草、青伽马草、布罗法草、高羊茅和苜蓿等。

草坎梯田是控制土壤侵蚀方法之一,其方法是垂直于坡向开挖沟渠,坡度大于 8% 时,地面上植草皮保护,借以减小面蚀和溪流冲刷。梯田有 3 种:第一种是宽底梯田,沟与

沟之间相距 30 m,坡度为 6%左右,上植草皮保护;第二种是隔坡梯田,一部分为 2% 坡地,另一部分为下面的水平田,水不下坡;第三种是台阶形梯田,即在山坡上以半挖半填的方式修建梯级水平田,上下级梯田间设草坎保护,使灌溉水的分配更为有效,同时防止土壤流失。

3.3 植造防护林带

美国大平原区都建有防护林带以抗暴风,防止水土流失。防护林带对抵御风蚀、涵养土壤水分有非常明显的效果,美国在大平原上植造林带 3 200 km,种树 218 亿株,保护着全美 3 万多个农场。

3.4 重视科研及高新技术应用

美国虽然对农业及灌溉等并不太重视,但对与环境保护有关的水土保持、小流域治理等事业都有相当大的投入,遥感技术、地理信息系统等高新技术得到广泛的应用。美国农业部(USDA)和美国地质调查局(USGS)主管的科研、试验测站网分布全美各地,几乎每所高校都设有环境保护专业。以农业院校为主的水土保持科研教学工作也很有特色,笔者曾参观了堪萨斯州立大学的水土保持实验室,了解了他们的部分研究成果,深受启发。主要印象就是信息快,信息资料通过计算机互联网,可以实现资源共享,为水土保持的资料收集、科研及成果推广提供了强有力的保证。

上述美国水土保持的基本经验,保护着美国 146 万 km^2 农田,沟蚀和面蚀由 1982 年 169.97 万 km^2 农田上的 1013.12 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的侵蚀速率下降到 1992 年的 154.59 万 km^2 农田上的 766.02 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,降低了 25%,同时风蚀速率也由 815.44 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 下降到 593.05 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,降低 27%,近 10 亿 t 的土壤被拦截下来。10 亿 t 土壤的拦截有两方面的意义,一方面表示全美大江大河等水体减少了 10 亿 t 泥沙的污染,另一方面,农田土壤的肥力得到巩固和提高,将大大提高土地的生产力。

4 可供借鉴的经验

我国是一个水土资源比较贫乏,而水土流失又很严重的国家。一是水资源紧缺,且分布不均,全国少雨面积占国土面积的 47.5%;二是人多耕地少,我国人口占世界人口的 22%,而耕地数量只占全球耕地的 7%,人均耕地仅为 0.087 hm^2 ,远低于大多数发达国家水平;三是水土流失十分严重,且分布面广。据 1990 年遥感普查,全国水土流失面积达 367 万 km^2 ,占国土面积的 38.2%,其中水蚀面积 179 万 km^2 ,风蚀面积 188 万 km^2 ^[3,4]。水土流失的直接结果,是使水、土、肥大量流失,造成生态环境破坏,加剧干旱、洪涝的威胁,导致耕地减少,农业生产低而不稳,人民生活长期处于贫困境地。水土流失的另一个严重后果是淤塞江河、水利工程,不仅严重威胁江河的防洪安全,而且也给下游地区的开发利用和经济发展带来很大困难。

随着《中华人民共和国水土保持法》的颁布和实施,我国的水土保持及小流域治理开发正在蓬勃兴起,取得了显著的成绩,积累了丰富的经验,但与美国等西方发达国家相比,还有相当大的差距,这是由我国农业的基本国情所决定的,具体表现在:①我国山多平原少,人多土地少,人均占有耕地仅 0.087 hm^2 ,同时承受着人口增长过快的压力。②我国需大规模治理与开发低级土地资源,其中包括 20°以上的陡坡土地,而在美国,这类土地不作为农用地。③我国的人口及粮食需求现状不允许农田实行休闲,而是要充分利用每一寸土地,甚至通过一年多熟、立体种植、间作套种等方式提高复种指数,土地利用强度很大。而美国,由于人均耕地 0.8 hm^2 ,可以通过休耕等方式,防止水土流失保护耕地。④在土地利用和经营方式上,我国农业目前以小面积多种经营的小农户经济为特色,而美国则采用大规模机械化农场形式,自动化和机械化程度高。

由于国情不同,区域开发的规划、目标、

方法和模式的差异,决定了我国的水土保持及小流域治理要充分研究和借鉴美国等发达国家的先进经验,努力探索适合我国国情的治理方式。笔者认为,可供借鉴的经验主要有以下几点:

a. 加强监督、严格执法,对违反水土保持法的任何行为都要坚决查处。

b. 加大国家水土保持重点治理片的范围和数量,并巩固治理成果,做到治一处,成一处,造福一方。

c. 大力推广先进的治理技术与经验,加大对水土保持科研及教育的投入,稳定水土保持科技人员的队伍。

d. 成立全国水土保持监测预报中心,完善全国水土保持监测网,对水土流失和水土资源现状进行实时监控。

e. 在全国制定一个切实可行的规划,区分分片制定符合我国实情的近、远期治理目标,并逐步分年实施。

f. 推行农户承包以及股份制治理等形式,做到国家扶持,谁治理,谁收益,进一步调

动全民参加治理的积极性。

水土保持及小流域治理工程是一项复杂的大系统工程,合理利用土地资源,防止水土流失,改善生态环境,必须坚持管理措施与技术措施相结合的原则,坚持耕作措施、工程措施与生物措施等多种技术的合理配合。笔者认为,只有这样才能实现我国水土资源开发利用与农业及人口的协调发展,满足国民经济持续、稳定发展的要求。

参考文献

- 1 Kellogg R L, et al. 1992 national resources inventory. Journal of Soil and Water Conservation, 1994(6)
- 2 Johnson S E, et al. Public education for growth management; Lessons from Wisconsin's Farmland Preservation Program. Journal of Soil and Water Conservation, 1994(4)
- 3 朱登铨. 加大改革力度, 推动水土保持工作再上新台阶. 水土保持科技情报, 1995(3): 5~7
- 4 段巧甫. 水土保持是保护和持续利用水土资源的基础工程. 水土保持科技情报, 1995(1): 1~3

(收稿日期: 1997-07-03 编辑: 张志琴)

《河海大学学报》征订启事

《河海大学学报》(双月刊)是以水资源开发、利用与保护为重点的综合性学术期刊,主要刊登本校在水资源、水文、地质、测量、水利工程、水电工程、水运工程、海洋及海岸工程、水工结构、工程力学、水力学及河流动力学、岩土工程、计算机科学、电力工程、电子技术及自动化工程、工业与民用建筑、管理工程、水利经济、环境工程、机械工程等学科方面的科研成果学术论文、学术讨论、研究综述、研究动态等学术性文章,可供上述有关专业的科技工作者及大专院校师生阅读和参考。

《河海大学学报》创办于1957年,是我国水利水电系统的核心期刊,在国内工程技术界和学术界有较大影响。刊载的文章中,有不少国家科技攻关(重点)项目和各种科学基金资助项目的研究成果,部分达到了国内领先和国际先进水平,为我国水利、水电、水运工程及其他有关工程建设的规划、设计、施工和管理提供了科学理论、方法和具体建议,发挥了较大的社会效益和经济效益,深受工程界和科技界赞许,并于1989年分别获得江苏省和全国高等学校自然科学学报优秀编辑质量一等奖。本刊每逢单月出版,国内外公开发行,邮发代号:28-63,每期定价:6.00元,全年订费36.00元。欢迎广大读者在全国各地邮局订阅或直接与编辑部联系,联系地址:南京市西康路1号《河海大学学报》编辑部,邮政编码210098。