



# 水土保持与可持续发展\*

山 仑

(中国科学院 / 水利部水土保持研究所 西北农林科技大学 杨凌 712100)

**摘要** 水土流失是各种生态问题的集中体现,做好水土保持工作是经济与社会可持续发展的基础。本文在分析治理经验与当前存在问题的基础上指出,我国水土保持工作发展虽具有明显的阶段性,但始终贯穿其中的成功做法是:将水土流失的有效控制和水土资源的可持续利用紧密结合起来,不断寻求两者同时受益的“结合点”,基于综合治理的原则采取相应的关键技术措施。

**关键词** 水土流失,水土保持,水土资源,可持续发展

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2012.03.013



山仑院士

## 1 水土保持的地位

温室气体增加导致气候变暖,水土流失加剧造成土地退化,这是当今全球范围内面临的两个重大环境问题。日趋严重的水蚀和风蚀使一些地方的宝贵耕层土壤流失,环境恶化,不仅

影响当前的粮食安全、生态安全和防洪安全,而且危及人类长远生存。专家们认为,水土流失是各种原因导致的生态破坏的集中体现,做好水土保持工作是一个国家经济与社会可持续发展的基础。

我国是世界上水土流失最为严重的国家之一,水土流失总面积 356 万  $\text{km}^2$ , 占国土面积的 37%,

其中水蚀面积 161 万  $\text{km}^2$ , 风蚀面积 195 万  $\text{km}^2$ , 年土壤流失总量约为 50 亿 t。全国贫困人口的 74% 生活在水土流失严重地区。从不同区域看,除黄河中游(黄土高原)及长江中上游地区的水土流失影响范围很大外,西南地区的石漠化,西北地区的土地沙化,以及东北地区的黑土流失也趋于加剧。其中,大部分处于半干旱气候带,以丘陵沟壑地貌为主要特征,总面积达 64 万  $\text{km}^2$  的黄土高原地区,当属我国水土流失最为严重的区域,也是全世界所关注的生态脆弱地区之一,我国重要的水土保持事件(如机构创建、科学考察、政策制定、重大措施的采取与推行等)多始发于该地区。本文将以黄土高原为重点论述水土保持有关问题。

我国政府和科技界一贯十分重视水土保持工作。1955 年 7 月第一届全国人民代表大会第二次会议通过了《关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划的决议》,决议中强调水土保持工作的重要性和迫切性。同年 10 月,水利部、林业部、农业部和

\* 收稿日期:2012 年 4 月 7 日

中科院联合召开了第一次全国水土保持工作会议,水土保持事业得到全面加强。1963年国务院发出《关于黄河中游地区水土保持工作的决定》,1983年开始,财政部和水利部共同实施了包括陕北、赣南在内的“八片”国家水土保持重点建设工程,1997年国务院召开全国第六次水土保持工作会议,要求“各级政府把水土保持工作纳入国民经济和社会发展规划,作为实现可持续发展的重大战略任务来抓”。之后,我国生态环境建设和水土保持工作受到更大重视,进入了一个快速发展的新阶段,其标志性事件有:(1)1999年开始在全国水土流失的25个省(市、自治区)成功实施了退耕还林(草)工程,历经10余年,取得显著成效;(2)2010年颁布了新的《中华人民共和国水土保持法》,强调水土保持在保障经济社会可持续发展中的重要作用,要求将水土保持纳入各级政府的发展规划并组织实施。

## 2 水土保持成就与经验

根据水利部、中科院和中国工程院2005—2007年联合开展的“中国水土流失与生态安全考察”结果,1950—2005年期间,全国累计初步治理水土流失面积为104.44万 $\text{km}^2$ ,植被覆盖率提高了11.46%,新增基本农田面积2006.95万 $\text{hm}^2$ ,治理程度29.34%,累计保土737.74亿t,年均13.41t,显著改善了农业生产的基本条件,有1.5亿群众从水土保持治理中直接受益。以黄土高原为例,目前该区域绝大部分地方已经改变了植被数量质量持续下降的局面,首次出现植被覆盖率整体增加趋势,年均增幅约1.5%。通过修筑以水平梯田和淤地坝主的基本农田,不仅减少了水土流失,而且促进了粮食增产,实现了口粮基本自给,部分农户开始走上致富之路。20世纪70年代以来,各项措施平均每年减少入黄河泥沙达3亿多t,占黄河多年平均输沙量的18.8%,尤其是近10年输沙量下降尤为显著,为黄河安澜做出了贡献。下面,主要从科技角度就我国水土保持工作取得的经验做简要探讨:

(1)坚持综合治理。以小流域为单元,山、水、

田、林、路统一规划,集中连片进行水土流失综合治理,这是全国各地搞好水土保持工作所取得的成功经验。在黄土高原的定西、庄浪、安塞、米脂、淳源等地的实践都证明,一个水土流失严重的典型小流域经过连续20年的综合治理可以基本恢复退化的生态系统,走上生态与经济协调发展之路。如米脂县高西沟村,从20世纪70年代开始,一直坚持农林牧紧密结合的“三三制”治理模式,同时采取工程措施、生物措施与耕作措施,坡地修梯田,沟中打淤地坝、修水库,广泛种植乔、灌、草。目前该村林草覆盖率达52%以上,基本上做到了“泥不下山,水不出沟”。对于黄土高原而言,强调综合治理还有其特定意义,因为这里地区间差别大,地形地貌复杂多样,严重的水土流失和频繁的干旱同时发生,单一治理模式难以从根本上解决该区域的生态问题。例如在植被恢复重建过程中,既要依据植被分布的地带性规律,又要重视非地带性特征。总体上分析,黄土中北部丘陵区营造乔木林能成活但难以成林,故不宜大量发展,但在许多地方阳坡不能造,阴坡则有条件造,峁顶不能造,沟谷中则应提倡造,故在制订规划时应作统筹考虑,因地制宜采取措施。

(2)寻求改善生态与提高土地生产力的结合点,采取使两者同时受益的关键技术。这一经验既是我国的,也是国际的。世界上一些相关大国为防治严重的水蚀或风蚀均根据国情寻求综合治理上的突破口,如美国中西部20世纪30年代开始采用的少耕覆盖技术,澳大利亚南部20世纪50年代开始采用的粮草轮作制度,以及印度实行的农林间混耕作制等,都同时起到了既保护土地又促进农业生产的作用。我国建国以来一直倡导的基本农田建设,特别是水平梯田建设,可视为一项有效保持水土同时促进增产的关键技术措施,有力支撑了综合治理顺利推进。据统计,截至2005年,全国已累计修筑水平梯田1719万 $\text{hm}^2$ 。中科院CERN安塞生态站的试验表明,坡地改梯田后,遇一般暴雨时可拦蓄径流70%—95%,保土90%—100%。已在全国率先实行梯田化的甘肃庄浪县,全县农民人均建成水平梯



田 $0.167\text{km}^2$ ,在遭受50年一遇的特大干旱情况下,坡耕地几乎绝收,梯田粮食每公顷产量仍然达到 $2\,292\text{kg}$ ,全县粮食保持了自给。

(3)生态优先,实行退耕还林(草)。“通过退耕还林还草,实现土地合理利用”是黄土高原20世纪50年代通过系统考察就已明确的一条综合治理原则,但长期以来难以推行,主要原因是口粮不够、“三料”(肥料、饲料、燃料)俱缺,继续开荒尚且难以保证口粮和“三料”就更谈不上退耕了。1999年前后情况发生了变化:①通过多年治理,地区面貌有了初步改变,温饱问题基本解决;②黄河下游的防洪和经济发展(如小浪底水库的建设与运行)迫切需要加速解决中游地区的水土流失问题;③国家经济实力增强,有能力加大对治理资金的投入,并对大量退耕土地采取补偿措施。因此,抓住这一有利机遇,由政府主导,在全国生态脆弱区全面实施了退耕还林(草)工程,取得显著成效;2007年继续实施的工程二期(后续政策),则侧重于巩固退耕成果,调整农村产业结构,促进农业发展和农民增收。

(4)封育禁牧,促进植被自然修复。2000年开始倡导并实施的封育禁牧措施所取得的生态效果是综合治理中的一次重要突破。陕西省吴起县在全国率先启动了“封山退耕、生态修复”绿色行动,历经6年,全县林草覆盖率从19.2%提高到62.9%,年均侵蚀模数由1.1万吨下降到0.6万吨( $\text{Km}^2\cdot\text{a}$ ),实现了由黄变绿的历史性转变。中科院水土保持所在宁夏云雾山和陕西安塞的长期定位研究表明,天然草地或弃耕地封育后植被覆盖度与生产力提高,物种多样性提升,土壤有机质含量增加,对水分的调整能力增强,从而使整个植被和土壤结构与功能好转。研究表明,封育10年左右可以开始利用,但应以中度干扰为限。至2005年底,全国已有25个省(自治区)共980多个县发布封山禁牧、舍饲养畜的政策决定,其效果得到公认。上述措施被写进了新发布的水土保持法中,并被认为是新法的亮点之一。

(5)建立水土流失有效控制和水土资源可持续发展的科技体系。以往的经验表明,统一解决水土

流失和水分利用两方面的问题是水土保持科学研究的全面含义。水土流失不仅是生态平衡遭受破坏导致贫困的原因,更是“贫困”的后果。因此,要从根本上搞好水土保持工作,仅把着眼点放在土壤侵蚀问题本身,单纯地保持水土,在实践中是行不通的,在科技体系上也是不完整的。因而,2005年在全国水土保持工作会议上提出的两个可持续目标,即“实现水土资源的可持续利用和生态环境的可持续保护”被认为是新时期水土保持工作的重要指导思想。就黄土高原地区而言,“两个可持续”的中心点应在一个“水”字上,如果有效采取使降水“就地入渗”或“流而不失”,并充分提高其利用率和利用效率的统一步骤,就能实现既保持水土又提高土地生产力的双重目标,这也是今后水土保持科学研究应持续努力的方向。

### 3 水土保持发展中面临的新问题

我国水土流失防治工作虽已取得很大成就,但从2005—2007年的系统考察情况来看,全国水土流失分布总体格局没有改变,近15年间水蚀面积变化不大,强度下降;风蚀面积扩大,且强度增加。总体上水土流失治理速度仍较缓慢,形势依然严峻。目前,我国仍有近1/3的国土面积存在不同程度的水土流失,3.6亿亩坡耕地和44.2万条侵蚀沟亟待治理。仅黄土高原地区,在国家投入资金长期坚持综合治理的地区,生态状况有较大的好转,水土流失明显下降,群众生活条件得到切实改善,而其他大部分地方水土流失依然较为严重。因此需继续推行已有成功措施,同时还应切实解决发展过程中出现的一些新问题。

#### 3.1 关于建立土地合理利用的新原则

土地合理利用一直是黄土高原综合治理中的核心问题,也是农村产业结构调整的基础。长期以来倡导的“宜农则农、宜林则林、宜牧则牧”是以自然因素为依据的。随着农产品商品化程度的不断提高,近期出现的一些新情况应引起我们的关注:(1)优势农产品的发展已打破某些传统的土地利用观



念,如在一些地方,经济果木不仅在沟坡发展而且占用了大量平坦耕地;(2)社会需求的增长和新技术的应用加速了人为改造土地的进程,如陕西省提出要让陕北“贫地”变“粮仓”,大力推行治沟造地工程,计划10年内在黄土区沟道造地400万亩;(3)工矿业的发展和资源状况的变化,也不断对土地保护和利用提出新的要求。土地利用既与水土流失程度密切相关,同时也是一个复杂的全局性问题。如何看待和处理出现的上述新情况,需要尽快建立起一种自然条件与社会经济因素紧密结合的土地利用评价体系和适应发展新形势的土地利用模式。

### 3.2 关于建设高标准基本农田

近年国家提出了建设高标准基本农田的要求,这是发展过程中的必然。何谓“高标准”?就地处半干旱的黄土丘陵地区而言,在全面提高水平梯田修建质量的基础上关键是要解决土壤培肥和补充供水问题。当前该地区土壤有机质含量普遍低于1%,如能通过秸秆还田、草粮轮作及其他技术的应用提高至1.5%左右,可显著增强其保土蓄水及持续增产能力。同时,运用雨水集流技术建设保水与补水兼备的农田也应作为一个重要目标。通过雨水集流解决人畜饮水问题已有成熟经验,用于发展庭院经济也有成功实例,但能否将这种技术用于半干旱丘陵地区的大田生产仍缺乏大面积实践。专门研究和典型示范已证明,在作物生育关键期补充少量供水即可起到显著增产作用;旱作农业本身发展到一定程度后也迫切需要这一技术的支撑,因此应加强研究与实践,使其成为一种完备的半旱作技术体系。

### 3.3 关于建设稳定的人工草地

长期以来,专家们一直倡导在西部地区,特别是黄土高原大力发展人工种草,建立草地畜牧业基地。国际经验也表明,典型半干旱地区应属于农田生产、人工草地和天然草场并存、农业与畜牧业紧密结合的地区,农牧业产值约各占一半。在我国黄土高原,“一草治多病”和“种草易反弹”两种论点都



图1 甘肃庄浪县梯田

有道理,都有事实根据。总体上,发展人工种草的效果不够理想。截至目前,虽然一些市县(如陕西榆林市、宁夏盐池县等)畜牧业有了较快发展,但多数地方牧业产值不足农业产值的1/3,尚低于全国平均水平。据估测,1999年以后开展的退耕还林(草)过程中,还草面积占退耕面积的比例仅约5%,且很不稳定。造成这一状况的原因是多方面的,有政策因素,如补偿数量低,缺乏配套支持等;也有技术原因。当前两个问题均未能有效解决,一是缺乏适应性强、价值高的优良新草种,二是未形成人工种草的技术体系和产业化体系,未将草纳入正式种植制度,以及没有真正做到因地制宜,比较效益不高。总之,建设稳定的人工草地至今仍是黄土高原水土流失综合治理中的最为薄弱环节,今后能发展到什么程度,怎样做才是合理的,应做出切实回答。

### 3.4 关于植被人工营造与自然修复的关系

长期以来黄土高原的植被建设一直强调人工造林种草,而对占土地面积1/4—1/3荒山荒坡的改造有所忽视。2000年后,提出的应将植被的保护封育放在与退耕还林(草)同等重要位置的主张,得以全面实施,并收到显著效果。当前这方面又面临一些新的问题,如如何处理好两者之间的关系?一些专家和部门提出,应以自然修复为主。这对某些地方可能是适当的,但就多数地方而言仍应注重两者的有效结合,这种结合或并重既符合于半干旱地区



图2 陕西吴起县封育效果

的区域特征,也利于生态修复与农业发展的同步实施。再如,黄土高原大部分荒山荒坡已封育禁牧 10 年左右,近年出现了“偷牧”、“夜牧”现象,使草场遭受一定程度的破坏,今后是否不加区别地永久禁牧,有条件的地方能否采用科学的轮封轮牧制度,目前存在不同意见。从国际经验看,半干旱地区畜牧业的饲料来源,除人工牧草和饲料作物外,一般也都包含了建立集约的轮封轮牧系统实行控制性放牧。黄土高原能否这样做,应建立示范区进行积极探索。

### 3.5 关于建立主导产业问题

为巩固退耕还林工程成果,必须在退耕的同时发展适合当地情况的农业产业。在黄土高原,历来倡导的主导产业是畜牧业并建立牧业生产基地。从目前看,少数地方实现了这一目标,多数地方则发展不快。但依据地区气候和土地类型多样性的优势,其他产业却有了较好发展,特别是果业。如陕北洛川、安塞等地的苹果,清涧等沿黄河岸的红枣已成为具有竞争力的品牌,对农民增收和当地经济起到了重要支撑作用。另外,一些山旱区的小杂粮也颇具特色,设施农业也逐渐兴起。总之,黄土高原的农业主导产业不能要求千篇一律,而应在实行农牧业紧密结合的同时因地制宜地寻求多种出路。这也许是在世界半干旱区域当中,根据我国实际创造的独特的治理经验,值得进一步总结和发扬。过去,我

们比较强调生态林与经济林的差别,一般要求在水土流失地区生态林与经济林的比例控制在 8:2 左右,现在看来是否有必要这样做,值得研究。有实例证明,在采取相应措施的前提下,“果园与森林(有林地)在水土保持方面至少具有同等功效”。

另外,诸如在矿业开发等工业建设中新增水土流失的监测与控制,以小流域为单元取得的成功经验如何向区域扩展,以及上中游水土流失治理对下游水资源影响等方面的问题也亟需做出回答。

## 4 展望

从以上论述中可以看出,我国水土保持工作的发展具有明显的阶段性,但始终贯穿其中的是要解决好生态保护与发展经济之间的关系,采取相应的关键措施不断寻求两者同时受益的“结合点”。水土保持应定位为社会公益性工程,在农村温饱问题未解决之前需要将着力点放在如何通过保持水土促进增产上;温饱问题解决之后则要适时向“生态优先”方向转变。当前,我国水土保持工作正处于一个新的发展阶段,即以水土资源可持续利用,生态环境有效保护和改善民生为目标,加快构建科学完善的水土流失综合防治体系的阶段,以求在更高层次上实现改善生态与发展经济的结合,在可持续发展道路上不断取得新的突破。

为解决水土保持发展中出现的各种新问题,必须更加依靠科技进步,实现科技创新,为此需要在两个方面做出努力:(1)在做好科学规划和系统监测的同时不断将高新技术,如信息、生物、新型工程技术及新材料广泛应用到水土保持领域;(2)处理好深入的微观研究与战略性宏观研究之间的关系,即如何做到集成大量分散的研究结果来解决或回答重大的宏观战略问题,为此需要有一个统一的科学规划。

水土流失是各种生态问题的集中体现。水土保持既是一门综合的科学技术,更是一项宏伟的事

业。做好水土保持工作,不仅是水利主管部门的事,而且需要各方协调配合,统筹规划,系统推进。为此有必要建立一个全国性的统筹机构,比如可否恢复建国初期曾建立并发挥了重要作用的国家水土保持委员会。中科院作为国家综合性科研机构,曾于20世纪50年代组织成立了“黄河中游水土保持综合考察队”,历时3年完成了对该地区的考察和规划任务,同时建立多个相关研究所开展系统研究,今后中科院仍应作为这一领域中的一支重要力量,在水土保持基础问题和战略问题研究方面发挥更大作用,做出更大贡献。

**致谢** 李锐、刘国彬研究员对本文提出了宝贵意见,田均良研究员提供了照片,徐炳成副研究员对完成本文给予了协助,特表谢意!

#### 主要参考文献

1 水利部,中国科学院,中国工程院.中国水土流失防治与生

态安全 总卷.北京:科学出版社,2010.

2 水利部,中国科学院,中国工程院.中国水土流失防治与生态安全 西北黄土高原卷.北京:科学出版社,2010.

3 唐克丽等编著.中国水土保持.北京:科学出版社,2004.

4 李锐.中国水土流失基础研究的机遇与挑战.自然杂志,2008,30(1):6-11.

5 《山仑论文集》编辑委员会.山仑论文集.西安:陕西科学技术出版社,2003.

6 山仑,徐炳成.黄土高原半干旱地区建设稳定人工草地的探讨.草业学报,2009,18(2):1-2.

7 吴普特,高建恩.黄土高原水土保持与雨水资源化.中国水土保持科学,2008,6(1):107-111.

8 徐勇,党丽娟,高雅.黄土丘陵区果园生态经济偶合评价.水土保持研究,2011,18(2):28-34.

9 中华人民共和国水土保持法.中国水土保持,2011,1:1-5.

## Soil and Water Conservation and Sustainable Development

Shan Lun

(1 Institute of Soil and Water Conservation, CAS&MWR 712100 Yangling Shanxi

2 Northwest A&F University 712100 Yangling Shanxi)

**Abstract** Soil erosion and water loss is the concentrated reflection of all kinds of ecological issues, and soil and water conservation is the basis for sustainable development of the economy and society. Based on analyzing the management experience and existing problems, this paper points out that the development of soil and water conservation in China takes on evident characters of phases, and successful practices running through is to closely integrate and seek the simultaneously realizable “junction point” for the effective control of soil erosion and water loss and sustainable use of soil and water resources, and to take key technical measures under the principle of comprehensive management.

**Keywords** soil erosion and water loss, soil and water conservation, soil and water resources, sustainable development

**Shan Lun** A researcher professor of Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, and Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry. He was elected the academician of Chinese Academy of Engineering in 1995. The main projects he is doing include drought resistance in whole plant, dryland farming as well as efficient use of water resources in agriculture. E-mail:shan lun@ms.iswc.ac.cn

**山 仑** 中国工程院院士,中科院/水利部水土保持所研究员,西北农林科技大学教授。主要研究方向:植物整体抗旱性、旱地农业及农业水资源高效利用。E-mail:shan lun@ms.iswc.ac.cn