

# 抢救“土壤水库”实为黄土高原生态环境 综合治理与可持续发展的关键 ——四论黄土高原国土整治 28 字方略

朱 显 谟

(中国科学院水利部水土保持研究所 陕西杨陵 712100)

**摘 要** 现在全国上下深切关注着黄河的重大问题及其对策。其实问题的根源都出自人们对黄河流域尤其黄土高原自然资源的掠夺式开发,形成了“3 个恶性循环”:广种薄收,薄收更广种,虽是罪魁祸首,但常反被忽视,致使生态环境脆弱,人民长期贫困;只有下游河床越淤越高,防洪大堤越筑越高,越高越险和断流历时越来越长,上溯速度越来越快 2 个恶性循环的危害才使人惊恐。不难看出,这是恰与形成黄土高原自然规律完全相悖的人为地质过程的结果。可惜它还未引起人们深入充分的认识,难怪一向短缺一个为各家合力共识的治本对策。

当今国家将经济发展的重点向中、西部转移,并要求重建一个山川秀美的大西北,黄土高原的持续开发与治理对策就显得更为举足轻重。由此其各项对策都将面临着转变观念、调整思路、实事求是地进行科学分析和抉择。笔者最近从陆地生态的发生发展及其整个地质历史演变过程的研究中发现:“土壤水库”的发生发展及其演变是陆地生态发生发展的关键和“动力”;只要维护土壤水库的正常发展就能更好地保卫生态环境。黄土高原地区由于得天独厚的降尘堆积环境条件和持续的成壤过程,可使降水具有直接渗入“地下水库”的特殊功能。只要维护住高入渗土壤水库的存在就能确保全部降水就地入渗拦蓄的顺利实现。这样一来,黄土高原国土整治“28 字方略”就不失为根治河害,振兴社会经济,确保生态环境持续发展的良策。

**关键词** 土壤水库; 黄土高原; 牧业三改

中图分类号: S157 文献标识码: A 文章编号: 1009-2242(2000)01-0001-06

## Saving “Soil Water Reservoir” is a Key Issue for Integrated Control of Ecological Environment and Sustainable Development on Loess Plateau —— The fourth discussion on “28 words” strategy for land and environment harness on Loess Plateau

ZHU Xian-mo

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences  
and Ministry of Water Resources, Yangliang, Shaanxi 712100)

**Abstract** The great attention has been paid on the key issues and the counter measures on Yellow River. The fact is that such environment problems are caused by irrational use of natural environment resulting in “three vicious cycle”. “Vast broadcast with poor harvest; the poorer har-

收稿日期: 2000-01-04

作者简介: 朱显谟,男,85岁,研究员,博士生导师,中国科学院资深院士,现为中国科学院水利部水土保持研究所名誉所长。  
主要从事土壤科学与土壤侵蚀方面的研究,为黄土高原综合治理及国土整治提出了重大决策。

vest, the more cultivation ”, this is the chief criminal that causes a vulnerable environment and a long-term poverty. Unfortunately, this fact are neglected commonly. Only the raising riverbed and sediment dam and longer period of no water in the river have attracted the attention of the people. Apparently all these vicious cycle is the result of man-made geological course, which is adverse to the natural law of Loess Plateau. It's a pity that no profound understand has been got, let alone a effective counter measure. Nowadays the economic development keystone of country is transferring to the middle and west part of China. With the restoration of graceful landscape of the northwest, the sustainable development and control management will become even more important. Therefore all kinds of counter measurements should encounter the change and adjustment of idea and scientific analysis and choice. During the study of the earth ecology and its evolutive process in geologic history the writer find that the occurrence and development of “soil water reservoir ” and its evolution are the key and power of the occurrence and development of the earth ecology. Eco-environment will be well protected through normal development of “soil water reservoir ”. Own to the exclusive dust falling and accumulating environment and continual course of soil formation, the precipitation can infiltrate the “soil water reservoir ” directly. All the precipitation can be intercepted and stored successfully in the existence of high infiltration capacity of “soil water reservoir ”. As a result, “28 words ” strategy for land and environment harness on Loess Plateau should be a good idea in successful control of flood, improvement of socio-ecology and sustainable eco-environmental development.

Key words soil water reservoir; Loess Plateau; three reform of stockbreeding

当前大家警呼! 事急矣! 黄河将成为内陆河矣! 这是继去年长江洪灾之后, 又一个引起全国上下严重关注而又急待整治的我国最大的环境恶化问题。许多专家纷纷发表专文论述, 并献计献策, 谋求缓解黄河洪灾、断流。现仅根据多年来对黄土高原生态环境演变规律的研究所得略陈个人一得之见。首先, 笔者完全同意和拥护最近各家的建议和对策, 因为事已至此, 当前急救的办法, 只能这样! 但也得明确这些高见对黄土高原环境灾害综合治理来说只能是临时治标的对策, 而不是根治之道。笔者认为, 黄土高原生态环境综合治理与持续发展治本之道只有一条, 也就是必须动员有关科研、技术和工程部门, 为抢救或保卫黄土高原地区“土壤水库”做出各自的贡献。同时, 也应该吸取多年来各家综而不合的教训, 务求“八仙过海, 齐显神通”, 并特别要在“齐”字上下功夫, 狠狠抓住, 抓紧这个关键环节不要放松! 以免出现病急乱投药的差错!

## 1 生态环境的实质及其发展演变过程

欲求生态环境综合治理与可持续发展之道, 必先认真洞悉其发展演变的全部历史过程, 以便自觉地采取正确而有力的措施。我们的研究认为, 当前生态环境从全球自然界来看, 还是以包括植被在内的土壤生态为主体, 因为它是气圈、地圈、生物圈相互作用而产生的暂时比较稳定的历史性轨迹, 也可以说当前各地土壤生态就是当地生态环境演变环节中的实质性标志。

时代在推移, 生态在发展。非但大地上的“沧桑”屡变, 已为众所周知, 就是整个地球上生态的发展演变过程的历史轨迹也不难确认。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>  
水是一切生命之源, 土又是万物立地的基础和营养物质的给源地。只有水土相融, 植被才

能生长繁茂,也只有 4.5 亿年以来陆生生物的着生和发展演进才能促使地表土壤的发生和发展,进而保证地质大循环按照各自的自然环境条件(主要是水热光)有序地正常运转。水往低处流也是众所周知的自然规律,但一切陆生生物,尤其相应的自然植被就有拦截降水、调节地面径流的巨大功能,其中尤以森林植被更为突出。在块状岩体演变成富有蓄水功能的成壤过程中,我们不断发现:不论在国内外,也不论在天山、昆仑山、太白山或长白山等处的光秃岩体上,在形成原始土壤过程中<sup>[1]</sup>,都遵循着以岩生微形生物(蓝藻、光细菌等为主体)的着生,生物物理风化层的出现为始发标志的“岩漆”时期;地衣着生、生物物理风化层加深并具有细土出现的突变跃进时期;苔藓植物的着生并形成细土层和细土砾石层出现的原始土壤巩固时期;高等植物着生后原始土壤形成的定型时期。不难看出,整个成壤过程是和陆生生物的着生起源、演变进化相紧密联系,并互为因果、互为条件和相互促进。也就是说,没有陆生生物的着生和进化,就没有土壤的发生和发展;没有土壤的形成和发展,也就谈不上陆生生物的演变和进化。当然,也就没有生态环境的持续发展,更没有人类的生存和发展。显然,这一现象的全过程非但验证了达尔文的生物进化论,同时又恰与最近国际联合科研小组认为“地球陆生植物有同一祖先”相一致<sup>[2]</sup>。这样就不难看出,陆生生物的发展完全依赖于其立地基础(土壤)中水肥的不断积累和及时协调供应。毫无疑问,随着土层的增厚,其蓄水容量必然会不断增长,那就是常被称作“土壤水库”的由来。由于林下土壤水库的作用很大,何况它们的根系又能下扎深入岩体,并常为开辟“地下水库”的先锋动力和持续发展的保证,无怪人们常把天然林地美称为水源涵养林,这是水土相融的实质及其发展演变过程的标志。就是这样的过程数亿年来不断调节并持续地保持了地球上各处降水与地面径流的生态平衡,并不断地推动了生物生态的形成、发展和演变。何况,自第三纪以来,森林植被又为草本植物尤其禾本科植物提供了立地条件,并以禾本科为主的植被须根又能串联缠绕分割土体,形成富有团粒结构的表层在强化降水入渗性能的同时又大大加强土壤水库的容量,这就更能消除超渗径流的发生,从而保证降水顺利下渗并不断形成地下径流而流入各级水路网系统。总的说来,这就是一般由草、灌、乔组成的天然植被生态环境,也只有在这样的环境条件下产生的水土流失才是比较稳定而无害、蓄满径流的常态侵蚀,并使生态环境按照各自的环境条件(水、热、光及地势、地貌等)持续有序地发展。

这些可从各地沉积地层断面的研究,尤其成矿过程中得到验证。不过迄今为止,很少有人从各个时代的成壤作用方面加以考虑,更没有把土壤水库的功能及其对当时当地生态形成的主导作用加以明确和强调。作者现明确而慎重地把它提出来,以期各界重视并求共识。

由此可见,在受人为干扰,尤其对天然植被的无情掠夺,也就是对土壤水库的毁灭性破坏所引起的水土流失,才是破坏生态环境正常发展和演进的加速侵蚀。因此,一切有关生态环境的治理措施,必须从保护、加强和重建土壤水库的作用入手才是治本之道。这就是首先要求人们务必珍惜不断为其生存发展创造条件而今又完全受其主宰的生态环境的来之不易,理应竭尽全力按照自然规律合理地开发利用水土资源,这对目前黄土高原生态环境综合治理来讲,更可收一举三得之便(防洪、水土资源合理利用和生态环境建设)。

## 2 特殊的成壤过程形成特殊的土壤水库

现在不妨检视一下黄土高原土壤水库的演变过程。近年来的研究不断发现:2.5 Ma 以来,黄尘一直在不断沉积,倘以千年计,可以说并无明显的间歇,且其降尘量差异又不太大(安芷生等,1985 年),说有间断的话,只能说一年中春夏之际降尘特强,夏秋基本停歇!我们的

研究又发现:降尘、成壤和成岩确是同时同地进行。这个客观存在的事实,又可以从 2.5Ma 以来,不论干冷时期和温湿时期形成黄红色不同古土壤剖面交替叠加在一起厚达 100~200 m 的地层获得确证。由此我们更可从不同时期各自成壤作用的强弱中来判别当时直接反映水热条件波动规律的生物生长情况。同时我们又不得不承认各个不同时期各自特有的生态环境的持续发展都有揽于各自特有的土壤水库的功能。这里由 3 种降尘方式所形成的黄尘砂粉颗粒和细粒团一起所组成的“点棱接触支架式多孔结构”确是黄土地区土壤高渗透性的基础。只有这个基础为生物和相应的植被创造了迅速繁生的环境条件,而它们又反过来不断提高并巩固黄土中水土相融并不断发展的土壤水库的特殊作用。据蒋定生等研究(1985 年),目前黄土地区不同植被覆盖下土壤稳定入渗率常高达 0.5~12 mm/min。其中以坡耕地最低,有时可下降到 0.2 mm/min 以下,但一经丢荒 3~5 年后又将随着植被的繁生而不断恢复。

我们多年来的观察研究和不断反复细心求证后认为:黄土高原植被的迅速繁生是巩固和提高土体通渗性,进而形成大容量土壤水库的“天赐动力和强劲保障”,何况它又紧紧地与黄土地层常深达 40 m 以上的包气带相联而形成毫无蒸发损失的“地下水库”(也就是当地群众所称的“空山水”)。目前陕北大力开发的地下水源也可能就是同一产状的地下水。

可见植被的繁生是成壤作用的始发标志和基本动力,对黄土这样的特殊土状物来说又是必不可少的保护、巩固和发展的唯一“动能”。就是依靠这一“动能”,尤其植物根系的缠绕和串联作用,黄尘在沉积时所固有的支架接触式多孔结构得以保持巩固、疏松和通透性能得以充分发挥,黄土层的堆积得以不断增厚,250 万年以来黄土高原厚达 100 m 以上的黄土—古土系列和顶平面广的高原面貌得以形成和保持,否则就会遇水滑脱落实,甚至湿陷,透水性能必将突然下降,而很快就有超渗径流的发生并引起坡面冲刷。农地耕层雨后容重的增加和初参与稳定渗透性( $K_{10}$ )相差悬殊等现象都是显而易见的确证,如黑垆土耕层的渗透速度可由 37.10~0.77 mm/min 下降为 0.80~0.20 mm/min;农地灰钙土常由 8.58~0.76 mm/min 下降为 0.20~0.12 mm/min;相邻黄绵土由 5.94~0.37 mm/min 下降为 0.53~0.35 mm/min。看来,在缺乏一定植被的保护下,势将不是洪流滚滚(雨期)把黄土冲刷殆尽(黄土高原有记录以来的冲刷量高出 2.5 Ma 以来降尘量的 50~100 倍<sup>[3,4]</sup>),就是沙波汹涌,尘海无边(干冷期)。

此外,我们又可从丢荒百年后子午岭地区出现青山绿水的景观而获得自然环境独富黄土高原的启示(山杨林地的  $K_{10}$  常高达 20 mm/min;马芽草地为 4 mm/min 以上),从而本该自觉地变革以往掠夺式生产方式进行必要的调整,以便获得持续生产效益。

可惜人们并未认识这是黄土高原“起死回生”的天赐良机和恢复山清水秀的自然规律,而加以十分珍惜,从此改变生产方式和结构,以取得生态环境和社会经济的协调发展。事实又确相反,从此更养成了丢荒再垦再丢荒循环不断的坏习惯。这就是水土流失的主要根源,也是形成“三个恶性循环”的罪魁祸首。

### 3 全面实现“黄土高原国土整治 28 字方略”,以确保“土壤水库”

当前治黄工作已面临着实事求是地转变观念、调整思路的重大抉择。首先必须充分认识生态环境是经济发展的基础,也是农业和人类生存发展的生命线。同时更应当确认土壤水库在生态环境发生演变中无可替代的活力,这对整个陆地生态环境是这样,对黄土高原的生态环境更是这样。因为它更能顺从黄土高原形成及其演变的自然规律,是当前快速、经济、有效、合理利用降水资源和重建生态环境的有效途径。

### 3.1 维护土壤水库,保证全部降水就地入渗拦蓄

“水用之则利,弃之则害”,这是明万历年间水利专家李景明提出“治水之道在于治源”的事实根据。很明显在自然生态环境条件下,最初黄土高原的土壤水库就能拦蓄全部降水而为当地生物生长和人们生产所用,只有超过土壤田间持水量的水才会继续下渗而成地下水,并非有序地顺着各级水路网汇入黄河干流,可见当时除生长茂密植被的沟坡上有时见有被其拦截的降雨未及下流与地面接触入渗而直接流入沟道外,广阔的坡地上并无径流可见,这就是降雨分散与地面接触就能及时下渗的缘故。从 80 年代我们在子午岭试验场地常见夏季第一场大雨时沟道中总是先涨浑水、后发清水也说明了这一点,同时又足证只有先前附着在植被上的降尘被洗刷下来并随着未及下渗入地的降水直接先行进入沟道,这些我们不论在子午岭或乔山和黄龙山等地都能看到。这些地方都具有茂密的植被和深厚的土壤水库。由此可知,千方百计地维护土壤水库,确是当前黄土高原综合治理的关键和共同的攻关目标。

### 3.2 全面迅速恢复植被(含作物)是维持和重建土壤水库的当务之急

植被是调节、拦截滞留降水,创建土壤水库的唯一积极而持续有效的因素,又是陆地生态景观标志。黄土高原的形成和发展完全依仗植被的及时繁生和巩固提高黄尘沉降时赋有的高透水性能,并与植物根系一起组建成特殊土壤水库,从而使黄土地区的生态环境得以持续顺利地发展。史前塬地平广,丘陵顶平坡缓,沟谷开宽——川、坪、涧、掌、堰地完整平坦,植被茂密,腐殖质层深厚的千里沃野才得以形成。而今遭受近千年来的掠夺开发,尤其近百年来 5 滥(垦、牧、伐、樵、采)成灾,弄得 4 料(粮、饲、肥、饮)俱缺,黄土高坡逐渐成为支离破碎、地瘠民贫、山穷水尽、灾害频繁、生态环境异常脆弱的地区。看来当前急待调整开发思路,端正生产途径,进行土地合理利用。这样一来就得老老实实地遵循黄土高原形成及其演变规律来办事!

### 3.3 米粮下川上塬,林果下沟上岔和草灌上坡下岔的调整之道

只有这样,才能更好地顺天时、得地利、促人和,也能更好地维护土壤水库的作用,确保社会经济和生态环境的持续协调发展。

(1) 米粮下川上塬。含三田和一切平地(梁、塔盖地、台、坪、涧、掌、坝地),可作为进行两高一优的农业产业化基地来对待。这些都是—切耕作栽培最为经济方便和有效的农业生产用地。只要在耕作深浅、轮作倒茬和作物配置上善于总结提高传统经验,就可以防除杂草和犁底层的形成而确保土壤水库高入渗的功能,可轻而易举地收到全部降水就地分散入渗拦蓄的功效,获得高产稳产。水是农业生产的命脉,对黄土地区来说更是这样。全部降水就地入渗拦蓄对旱作农地来说确是最大的开源,只有这样才谈得上进行节水耕作,否则必将成为空谈。近年来,甘肃省定西地区的“121”工程在开源节流方面有很大的创新,倘能把包括村镇道路在内的一切硬地面径流拦蓄起来用于大田或果园,最好能与低成本的微灌设备相结合,那就更为有利。

(2) 林果下沟上岔。当然包括四旁绿化和一切防护林。因为林果对水的要求高,只能栽在水分条件较好或能拦蓄地面径流的地方,否则难以生长,不能持续繁茂,效益差,甚至出现老头树等。这是黄土层的特殊水分入渗运行分布规律所决定的。我们更应该从以往在黄土高坡及旱梁圪塔上进行戴绿帽式植树造林中吸取教训。其实在黄土高原沟壑区乔林肩负着固沟保塬的重任,在风沙区和常遭受西南旱风灾害的农业区它又是必不可少的防护林网。因此,作为固沟、护坡、防风林来说,除与必要的工程措施相互结合外,必须改变单纯用材林思想,而应在林种和经营方式方法上有所选择,同时必须在水保效益和维护土壤水库功能上多加考虑。就是很易繁殖生长的刺槐也不宜到处成片乱栽种,淳化试区的经验值得注意,千万不要进行全坡整地

清基造林,并尽可能保持等高横坡种植。只有这样,才能维护土壤水库,使生态效益和经济效益兼顾,拦泥蓄水和用材生产双丰收,否则难免重蹈造林不见树,反而增加水土流失的覆辙。

果树的水保功能不大,有时树冠截流所造成的叶滴溅蚀要比雨滴直接打在光板地上强烈得多,何况沿着枝干下泻的集水又可在黄土地上造成强烈的冲刷,并常造成大小不同的陷穴或暗沟,可见果业生产必须有相应水保措施加以保护,不要认为种树就是水保工程而不加注意。

(3)草灌上坡下坩。当然也包括以四荒地闻名的一切侵蚀劣地在内的陡坡荒坩。目前,这些地方非但水土流失严重,植被生长立地条件差,同时面积大,既是已往滥垦滥牧所引发水土流失的产物,又是目前加剧侵蚀的根源,因此这一地段的防治最为重要。不论从消除地面径流和防治土壤冲刷的持久功效,还是从经济实惠方面来考虑,均以恢复草灌为上策。只有它们才能保护地面,培肥土壤,抗拒雨滴打击;也只有它们的根系才能相互配合,缠绕串连,固结土体,增进土壤抗冲性能,防止径流冲刷,巩固和增进土壤通透性,充分发挥土壤水库的作用,消除超渗径流;又是它们将地表 3~5 m 厚的土层联成一体,防止陡坡(含峁、塬、崖、坩)地段在特大暴雨时土表出现薄层蓄满径流可能引起的蠕动泥流;更为重要的是,它们又能分散、拦截、消除上方袭来的成股径流。子午岭地区丢荒百余年后,原先坡耕地上出现的栅状浅沟和大小不等的切沟、盲沟等被淤浅或消失的现象,都是草灌自然繁生的作用。而今加上人工其效当更大。因此,坡耕地除 20° 以下的“展坩地”(开阔完整的直形坡地)可修筑隔坡梯田以满足当地粮食要求外,都不宜到处修筑梯田,尤其不宜从坡脚直修到梁塔顶部以扩增水分蒸发面积的层层梯田。当然,在一时无法全面退耕和来不及修筑必须的梯田时,也可采取水保耕作和草谷等高条植等办法来逐渐过渡,但也得严格要求其横坡、等高耕作。

由此看来,坡地进行草灌生产,既是当前大农业生态建设的重要环节,又是因地制宜的最佳农业改制模式,更可能是增加实际经济效益以确保退耕成果的重要途径。不难预料,这个地段倘若上(塬、梁、塔盖地)与田间工程,下与沟谷防冲、淤地坝措施等有机结合,那么对防止水土流失的危害来说,一定将起到“铜墙铁壁”的作用。何况以发展饲草为主的开阔较缓坡地可结合牧业三改(改良畜种、改放牧为舍饲和改天然草场为人工草地)建立饲料基地,为这一地区理应发展的畜牧业提供条件;较为破碎的草灌荒地,要视其地势、坡向发展其各自相应的名特产品(沙棘、花椒、玫瑰、酸枣、小叶金丝桃、葛藤、啤酒花等),以迎接市场经济的需求。同时,我们必须充分认识到草灌的生长季节长,又不需要翻耕,虽然耗水量较一般作物大,但它们能充分利用光热资源,对自然灾害的抗御力又强,因此在发挥气候资源生产潜力方面要比农作物大得多,实际经济效益牢靠得多。倘无当时草灌的及时繁生,哪来史前沃野千里的黄土高原。由此可见,我们不能在现时有些种植草灌地区土壤中出现干层而不问情由和不加分析地否定林、灌、草等对土壤水库保育和促进生态发展的功能,并在思想上把它们排斥在生态农业之外。

以上陈述,仅为一得之见,殷切期望有关专家学者行动起来,面对现实,深入求证,各抒己见,以便谋求共识,协作攻关,确保各项水利设施安全,让其效益得以持续充分发挥,促使慈母——黄河早日恢复青春。

#### 参考文献

- 1 朱显谟.论原始土壤的形成过程.中国科学 B 辑,1983(10):919~925
- 2 朱显谟.国际联合科研小组认为地球陆生植物有同一祖先.科技日报,1999年8月7日第3版
- 3 刘东生等.黄土与环境.1985.305~315,287~288
- 4 朱显谟.黄土高原的形成与整治对策.水土保持通报,1991,11(1):1~8