

# 黄土高原水土流失诸因素分析及治理展望

牛 银 栓

(洛阳农业高等专科学校, 河南洛阳 471003)

**摘 要:** 从影响水土流失的自然因素和人为因素入手, 分析了水土流失产生的主要原因, 根据我国水土流失的情况, 剖析了水土流失的危害, 并提出了相应的措施, 展望了水土保持的美好的前景, 确保我国水土保持治理工作的顺利进行。

**关键词:** 水土流失; 影响因素; 措施; 展望; 黄土高原

**中图分类号:** S157.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2001)01-0085-04

## Analysis of Factors of Soil and Water Losses on the Loess Plateau and Controlling Prospects

N U Yin-shuan

(Luoyang Agricultural College, Luoyang 471003, PRC)

**Abstract:** The main reason of soil and water losses on the Loess Plateau was analyzed with considering the natural and man-made factors. In accordance with the real situation in our country, the author expounds the harm of soil and water losses, puts forward some measures, shows us a magnificent prospects on soil and water conservation.

**Key words:** soil and water losses; influential factor; measure; prospects; the Loess Plateau

### 1 影响水土流失的自然因素

水土流失从成因分析, 自然因素是水土流失发生和发展的内在条件, 决定水土流失的自然因素有气候、土壤、地形、地貌、地质、植被等。

#### 1.1 地貌

地貌制约着土地利用和水土流失程度。黄土高原主要地貌特征由塬、梁、峁、沟、谷组成。沟壑纵横、坡陡沟深, 沟壑密度为  $3 \sim 6 \text{ km/km}^2$ , 其中大于  $0.5 \text{ km}$  的沟壑区达 27 万条, 缓平地仅占土地面积的  $1/5$ , 丘陵地区坡度在  $15^\circ$  以上土地占  $50\% \sim 70\%$ 。长期的流水侵蚀切割, 塑造了残塬梁峁和沟谷等多种地貌形态。在各种雨强的情况下, 一般侵蚀量与坡度成正相关, 地面坡度是决定径流冲刷能力的基本因素, 径流的大小决定于径流的数量、深度和速度, 而流速大小又取决于地面坡度, 在一定范围内, 地面

坡度愈大, 水土流失也更为严重。当雨强较小时, 水土流失量增长率也不大, 雨强极高时, 侵蚀量增长显著增大, 另外坡长坡向对水土流失也均有影响。沟壑纵横、切割破碎是黄土高原地区突出的特点。如晋陕丘陵沟壑区不大于  $3^\circ$  的平地均不多于  $5\%$ , 与其余各区的黄土丘陵比较, 不大于  $15^\circ$  的土地明显减少。

#### 1.2 土壤

土壤是侵蚀的对象, 又是影响径流的因素。因此, 土壤的各种性质都会对侵蚀产生影响。结构良好的土壤中, 有适宜的水、气、热条件, 有利于作物的生长; 反之结构不良的土壤中, 其水、气、热条件差, 不利于作物的生长。土壤容易遭受侵蚀的原因有二种, 一是土壤分散, 二是土壤的透水性不良, 雨水的入渗速度慢, 使地面极易形成径流。黄土高原大部地区为黄土所覆盖, 厚度一般为  $100 \sim 200 \text{ m}$ 。土壤中砂粒及粉砂粒含量多, 黏粒少, 颗粒间黏结力弱, 稳定性

差,易遭水蚀和风蚀。黄土高原线状侵蚀特别明显和强烈,黄土高原土壤抗冲性弱是导致水土流失的一个很重要的因素,所以研究其抗冲性和抗蚀性,对水土流失的制约因素具有很重要的意义。通常人们利用土壤的抗蚀性和抗冲性做为衡量土壤抵抗径流侵蚀的能力。土壤愈黏重,胶结物愈多,其抗蚀性愈强,腐殖质能把土粒胶结成稳定团聚体,因而含腐殖质多的土壤抗蚀性强,凡植被较好和梢林茂密的地方,枯枝落叶层厚,结构松软,其土壤抗冲刷能力极强,抗冲刷系数均在  $98(\text{L} \cdot \text{s})/\text{g}$  以上,土壤质地较黏重,小于  $0.01\text{ mm}$  的物理性黏粒含量为  $30\% \sim 45\%$ ,土体不易在水中分解,土壤抗冲性较强,土壤抗冲刷系数介于  $0.262 \sim 1.412(\text{L} \cdot \text{s})/\text{g}$  之间,多见黑垆土与塬土土壤,凡植被稀疏气候干旱,生态脆弱,环境恶劣,土壤质地松散,土壤抗冲性极差,小于  $0.01\text{ mm}$  的物理性黏粒含量仅为  $5\% \sim 10\%$ ,土壤沙化严重,土壤抗冲刷系数仅为  $0.010 \sim 0.047(\text{L} \cdot \text{s})/\text{g}$ 。

### 1.3 植被

植被对地面起着保护伞作用,与土壤类型与质地相比,植被覆盖程度对土壤入渗速率有更为重要的影响,植被覆盖的多少决定着土壤水土流失的程度。高大茂密的树木及草地可以截留大部分雨水,同时还可以削弱雨滴对地面的击溅侵蚀能力,随着植物郁闭度的增加,使地面出现径流的时间推迟,并使入渗水量增多。土壤的入渗速率高,水就会迅速渗过土壤表面蓄纳入土体,从而不产生径流和泥沙,这不仅能减轻水土流失,还能缓解黄土高原水资源匮乏问题。黄土高原地区土壤多为黄绵土,黑垆土,土壤结构一般,土壤稳定入渗率最快为  $5 \sim 12\text{ mm}/\text{min}$ ,初渗率在  $40 \sim 60\text{ mm}/\text{min}$  之间,入渗率最慢仅有  $0.5\text{ mm}/\text{min}$ ,初渗率  $20\text{ mm}/\text{min}$ ,黄土结构疏松土壤稳定入渗率一般在  $0.5\text{ mm}/\text{min}$  以上。由于土壤类型、质地、结构、肥力水平、利用方式的不同,因而土壤较肥沃,有机质含量较高时,土壤颗粒的水稳性程度高,不易破碎,结皮不易生成,土壤入渗速率快;林地在积累有大量植物落叶的情况下,灌丛草本由于植物的茂密生长,软体动物的栖息和繁衍,土壤疏松,结构良好,稳定速率最大,由于植被对雨滴的拦截,枯落败叶对地表的保护,以及植物根系对土壤的组绕固结作用,提高了土壤抗蚀性和抗冲刷能力。因此,植树造林是治理水土流失的有效途径之一。黄土高原由于人为的砍伐薪柴,严重的破坏了地面植被,光山秃岭随处可见,由于燃料极缺和新造林地的枯枝落叶也被搂扒干净,地面覆盖度极低,田间作物枝

叶比较繁茂亦只有一个较短时间,土壤结构难以改良,不利于雨水入渗。因此,在黄土高原的应推广作物间作套种和草粮等高带状间套等措施,以增加植物郁闭度。

### 1.4 降雨

降雨在黄土高原暴雨的发生频率最高,是造成水土流失的主要降水形式。由于黄土高原暴雨与地理位置和地形因素密切相关,使黄土高原的暴雨具有历时短、强度高的特点,如陕西周至县的黑峪口和山西省太原市梅洞沟的历时  $5\text{ min}$  的降雨量均超过  $50\text{ mm}$ ,为国内极值。降雨是水土流失发生的动力,包括了直接打击土壤,形成击溅侵蚀,还可形成地表径流,冲刷土体,以一种综合效应来影响侵蚀。严重的土壤侵蚀往往只发生在几场暴雨中,一次大的降雨有时可占全年侵蚀的  $80\% \sim 90\%$ ,输沙量占全年的  $63.4\% \sim 94.9\%$ ,黄土高原地区降雨集中、强度大、暴雨多,6~9月雨量占全年雨量的  $60\% \sim 75\%$ ,大的降雨极易产生地面径流,径流极强的冲刷和搬运能力,使土壤遭受强烈侵蚀,每次大的降雨过程,加剧了河流的淤积。黄土高原地区的土壤容许流失量大大高于土壤容许流失量,因大量不合理的开发建设使晋陕水库淤积严重。

## 2 影响水土流失的人为因素

由于不合理的利用土地,毁林毁草、滥垦滥牧、开荒扩种、陡坡耕作、开矿修路及不合理的弃土弃渣等都是造成水土流失的人为原因。

### 2.1 毁坏植被

黄土高原地区随着人口增加和农业生产的发展,人为加速侵蚀日益严重,人口的增长总要伴随着森林植被破坏,每增加1口人,要破坏  $1\text{ hm}^2$  草地。人口的增长和对土地使用面积的增大,导致急骤开荒造田,使黄土高原成片的森林被砍伐。据统计,每隔10年,森林资源就受到一次大的破坏,其结果是诱发严重的水土流失。众所周知,植被在防治水土流失上的作用,植被的破坏,使地表失去植被的保护毫无蓄水功能,每逢大雨,产生千万条径流,破坏土壤,黄土高原土壤疏松多孔、黏结力弱,长此以往,整个黄土高原被切割的支离破碎,致使沟壑纵横,土壤越来越贫瘠,农牧业严重减产。黄土高原植被锐减,伴随而生的是气候干旱、降雨减少,使得黄河总水量减少,造成近20年连续断流,1997年断流时间达226d,1998年为142d,严峻的事实引起全国极大的关注。

## 2.2 超载过牧

黄土高原地处森林草原、典型草原和荒漠草原地带,草场面积较大,是中国重点畜牧业基地,全区草场总面积 842.23 万  $\text{hm}^2$ ,其中可利用草场占草场总面积的 93.7%,在草场总面积中天然草场占 91.19%,人工草场与改良草场中 8.8%。长期以来,由于放牧强度的增大严重影响了草地的覆盖程度,限制了草场资源的再生速度,人工草地是黄土高原产草量最高的草地,可达  $7.81 \text{ t}/\text{hm}^2$ ,但是由于改良草场与人工草场所占的比例过小,加上人为的超载过牧制约着黄土高原畜牧业发展,超载过牧不仅影响了畜牧业的发展,使草地利用不平衡,而且还会引发严重的水土流失。

## 2.3 陡坡开荒

随着人口的膨胀,坡耕地愈来愈多,越开越陡,致使水土流失愈加剧烈。水土流失面积占山丘面积的比例,随着人均山丘面积的减少而增加。因坡地开荒造成生态环境恶化,旱灾在黄土高原地区发生比较频繁,据过去 500 年间的资料,黄河流域隔两年出现一年旱灾,近 1 000 年间,黄河流域曾多次出现连年持续的大范围干旱,造成严重灾难。由于生产方式落后,生产力水平低下,许多地区都是广种薄收,随着人口的增长和土地的减少,为了维持生活,便不顾自然条件大肆毁林造田、开荒种粮,结果造成生态环境更恶化,水土流失加剧。位于无定河流域的坡地,坡度在 25° 以上的就达到了 70%~90%。据测定,地面坡度为 5° 的耕地,年水土流失为  $714 \text{ t}/\text{km}^2$ ,15° 为  $9\,260 \text{ t}/\text{km}^2$ ,20° 为  $15\,137 \text{ t}/\text{km}^2$ ,25° 为  $21\,334 \text{ t}/\text{km}^2$ ,可见坡耕地坡度的增加,水土流失量将成倍地增加。

## 2.4 工程建设

随着经济的发展,开矿、修路、建厂、采石及其它工程建设迅速发展,大量弃土、弃渣进入河道,增加新的产沙来源。黄土高原地区矿产资源种类多,开采过程中缺乏合理的规划和水土保持工程措施,导致开采过程中乱采、滥挖的随意滥倒、弃渣现象严重。神府—东胜煤矿为晋陕蒙能源基地核心区,由于该区地处水蚀风蚀交错地带,社会经济基础薄弱,自然灾害恶劣,生态环境脆弱,侵蚀强烈。干旱、沙暴、暴雨,水土流失、土地沙化现象十分严重,年均沙化灾害率为 0.6%~0.7%,年均输沙总量 3 144 万 t,输沙模数为  $10\,394 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。特别是近几年来煤炭开发中剧烈的人为作用,诱发和加剧环境灾害的发生,严重的干扰了能源基地的建设和发展。

## 2.5 城市发展

我国社会经济的迅速发展,加快了城市建设的步伐,1999 年全国城市总数达 670 座,由于人为因素使当今城市水土流失现象也越来越普遍,城市水土流失是在改革开放以后,在城市化过程中由于大规模土地开发或基本建设发生负效应所致,是近 20 年发展的新问题。这是一个新的地貌灾害问题。城市水土流失是在城市发展建设过程中,由于人为活动如开发、采石、修路和架桥中因不注意水土保持而引发的水土流失,滑坡、泥石流及洪涝灾害等。随着城市居民的增加和人民生活水平的提高,垃圾排放量日益增多,长治市人年产垃圾 1.3 t,这些垃圾有 85% 弃入各级河道被洪水冲走,致使河床抬高 0.5~1.8 m,河宽缩窄 15 m,不仅造成下游河床淤积,降低了行洪抗洪能力,人类的生存构成威胁。同时形成城市环境污染,造成新的水土流失。由此可见城市水土流失已不完全受自然规律的支配,而是以人为因素的影响为主,其具有发生原因复杂、隐蔽的特点。

# 3 水土流失治理的三大措施

目前在我国治理水土流失有工程措施、生物措施和耕作措施,它们在治理水土流失中所起的作用各不相同,但它们是一个统一体,在实施过程中不可分割,缺一不可。

## 3.1 工程措施

在坡度较缓(一般 3°~5°)坡面较长的坡耕地上修地埂,以缩短坡长,减缓坡度;在坡度 20°~45° 以至最陡 70° 以上,选择完整地段修成水平沟、水平阶、反坡梯田和鱼鳞坑等整地工程措施,建成基本农田,达到保持水土的目的。另外,兴建谷坊群,节节拦蓄径流,目的是为防止沟底下切,沟头前进沟岸扩张。淤地坝也是一项合理利用水资源的治沟工程,在淤地坝两岸沟坡上,应加强整地造林、种草固定岸坡,以制止沟岸扩张。小型田间与沟道水利水保工程是黄土高原实施水土保持综合治理措施的重要组成部分,主要包括雨水集流工程、水窖、谷坊、涝池、塘坝、沟头防护,节水灌溉等,由于黄土高原地形复杂多样,水土保持的作用重大应因地制宜进行安排布设。

## 3.2 林草措施

水土保持林草措施是水土保持中关键措施之一,在治理水土流失中具有举足轻重的作用。主要是建立起防水蚀、风蚀兼顾的综合防护体系,水土保持植被建设,包括水土保持林草、经济林、防护林、薪炭林等内容。由于黄土高原气候干旱,应以乡土林种为

主体,合理充分利用外来树种,在林种布局完整的基础上,要慎重选择用于保护经济林的防护林树种,在降雨量 400 mm 以下的地区,以营造灌木林为主,使经济效益和生态效益,防护和利用并举,大力营造农田防护林,水源涵养林,分水岭防护林。同时实行林草间作,根据实际发展林果业,如苹果、梨、枣、杏等,科学的管理,增加农民的收入。根据黄土高原山势陡,土层疏,降水集中的特点和各地小气候,因地制宜采取封山育林,飞播造林,人工造林等多种形式。黄土高原地区水土流失区的森林面积,要提高植被覆盖率,特别要注意发挥封山育林投资少,效果好的优势,无论采用何种方式造林、育林,都要严格要求,精心设计、做到造一片、成一片,为治理水土流失作出贡献。

### 3.3 耕作措施

水土保持耕作措施是水土保持三大治理措施之一,行之有效的水土保持耕作措施必须有保水、保土、保肥的明显效果。黄土高原水土流失区 30 以上的坡耕地占总耕地的 60% 左右,是水土流失的策源地,也是水土流失严重的地区。黄河流域有农耕地 0.19 亿  $\text{hm}^2$ ,大部分为山坡地,一般年景 667  $\text{m}^2$  耕地的粮食产量也只有几十公斤,黄土高原地区坡耕地每年损失肥料 1 500 万 t,是延安市当年的肥料总投入量 9.1 万 t 的 165 倍。因此,土壤侵蚀也是造成黄土高原坡耕地土壤肥力低下的关键原因,若以坡耕地每年流失表土 1 cm 计算,1  $\text{hm}^2$  的流失表土 120 t 左右,1 t 土中含氮 0.8~1.5 kg,全钾 120 kg,全磷 1.5 kg,每年流失养分资源 1 500 万 t,据研究,当土壤流失量超过 1 000  $\text{t}/\text{km}^2$  时,则会造成土壤肥力退化。所以在黄土高原包括兴修梯田、条田、打坝淤地、引洪淤地、引水拉沙造田等,其中以梯田建设为主,目的是将跑水、跑肥的低产坡耕地“三跑田”,改造成“保水、保土、保肥”的高产“三保田”。

## 4 水土流失的治理展望

我国经济发展的战略正在向中西部转移,由于黄土高原现在仍有 41.33 万  $\text{km}^2$  水土流失面积未得到治理,如按现在的治理进展,也需要近百年的时间,以致严重制约了该区经济的发展。黄土高原地区由于气候干旱、环境恶劣、经济落后,水土流失与其它地区相比,治理难度极大,为此黄土高原水土保持工程拟采取以县域为单位,分期实施、集中连片、综合配套、渐次推进的治理方略。见表(1)(2)。

表 1 1998~2000 年治理进度表

区域	治理面积及主要措施				
	治理面积/ 万 $\text{km}^2$	平均治理进度/ 万 $\text{km}^2$	基本农田/ 万 $\text{hm}^2$	水保林草/ 万 $\text{hm}^2$	经济林/ 万 $\text{hm}^2$
多沙粗沙区	1.86	0.62	55.8	102.3	27.9
其他流失区	1.77	0.59	53.1	97.4	26.6
黄土高原合计	3.63	1.21	108.3	199.7	54.5

表 2 2001~2010 年治理进度表

区域	治理面积及主要措施				
	治理面积/ 万 $\text{km}^2$	平均治理进度/ 万 $\text{km}^2$	基本农田/ 万 $\text{hm}^2$	水保林草/ 万 $\text{hm}^2$	经济林/ 万 $\text{hm}^2$
多沙粗沙区	6.20	0.62	186.0	341.0	93.0
其他流失区	5.90	0.59	177.0	324.5	88.5
黄土高原合计	12.10	1.21	363.0	665.0	181.5

在 2010 年使人均基本农田达到 1 334  $\text{m}^2$  左右,林草覆盖度提高到 25%,基本遏制环境恶化的趋势,每年减少入黄河泥沙 1~2 亿 t。在保证质量的同时,加快治理进度,力争在 2030 年使水土保持工作大见成效,林草覆盖后进一步提高到 35%~40%,使可经人为水土流失 80% 以上得到治理,通过调整优化土地利用,生产经济结构,使群众生活逐步走向富裕。到下个世纪中叶,使已发生的人为水土流失全部得到治理,林草覆盖度在 50% 左右,减少入黄泥沙 50% 以上,到 2030 年,黄土高原地区将完成水土流失治理面积 24.12 万  $\text{km}^2$ ,治理程度达 96.42%,其中多沙和粗沙区完成综合治理面积 9.2 万  $\text{km}^2$ ,年均治理进度 0.45 万  $\text{km}^2$ ,治理程度达 96.8%。

## 5 结束语

综上所述,随着改革开放的不断深入和综合国力的不断增强,实现上述总目标是可能的,但同时还必须承认由于自然条件的限制和西北部地区旱涝灾害严重的具体情况,要基本遏制生态环境恶化,防止水土流失以及人为因素造成的新的水土流失是一项长期的、艰巨的群众事业,为此特采取以下对策:

### 5.1 推广应用先进技术,加速科技成果向生产力转化

建立健全县、乡、村水土保持技术服务体系,大力推广选育优质树种,发展经济林果技术、经济水保造林技术,防风固沙林技术,节水灌溉技术,以及旱作保墒耕作技术等,突出“林果富民,经济强民战略”,注重水土保持的科技、示范、生态基地建设,采取工程、植被、耕作三大措施并举,以达到综合防治、综合开发、综合发展。

(下转第 129 页)

- [16] 安芷生, 吴锡浩, 汪品先, 等. 最近 130 ka 中国的古季风(1. 古季风记录)[J]. 中国科学(B): 1991, (10): 1076~ 1081.
- [17] 安芷生, 吴锡浩, 汪品先, 等. 最近 130 ka 中国的古季风(1. 古季风记录)[J]. 中国科学(B), 1991, (11): 1209~ 1215.
- [18] 石建省, 立铮华, 魏明建, 等. 黄土与古气候演化[M]. 北京: 地质出版社, 1998, 107~ 116.
- [19] 赵景波. 西北黄土区第四纪土壤与环境[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1994, 28~ 90, 131~ 159.
- [20] 吴锡浩, 王富葆, 安芷生, 等. 晚新生代青藏高原隆升的阶段和高度[A]. 见: 黄土· 四纪地质· 全球变化(第三集). 北京: 科学出版社, 1992, 1~ 13.
- [21] 张林源. 青藏高原上升对我国第四纪环境的影响[J]. 兰州大学学报(自然), 1981(3): 142~ 155.
- [22] 吴锡浩. 青藏高原隆升幅度的初步研究[A]. 见: 黄土· 第四纪地质· 全球变化. 北京: 科学出版社, 1996. 1~ 17.
- [23] 郭其蕴, 叶维明. 南北半球大气环流与东亚季风[J]. 气象学报, 1979, 37(1): 86~ 95.
- [24] 安芷生, 魏兰英, 卢演伟. 洛川黄土剖面土壤地层的初步研究[J]. 中国第四纪研究, 1985, 6(1): 166~ 174.
- [25] 朱照宇. 中国黄土高原及邻区水系沉积物- 古土壤系列[J]. 科学通报, 1989, 34(6): 446~ 449.
- [26] 朱照宇. 黄河中游河流阶地的形成与水系演化[J]. 地理学报, 1989, 44(4): 441~ 452.

(上接第 88 页)

### 5.2 增强农民的经济实力, 提高群众投入水平

在治理水土流失上要坚持“谁投资、谁经营、谁受益”的政策, 积极扶持推进水土保持产业化进程, 增强农民的经济实力, 提高广大农民群众治理水土流失的积极性, 应用高新技术, 对农民进行技术培训, 推广投资少, 见效快的技术, 并不断完善劳动积累工、义务工使用制度, 在自愿的基础上, 适当增加劳动积累工投入, 组织有力的技术革新支撑体系, 全面的展开治理开发研究、试验示范, 加快改变贫困面貌。

### 5.3 搞好退耕还林工作

坚持 15 以上的坡地全部坚决退耕还林还草, 禁止毁林开荒, 落实“四荒”拍卖政策, 巩固发展以户承包, 联户承包, 专业队承包以及租赁、股份合作制等多种治理形式, 并不断完善奖励机制, 提高治理效益。

### 5.4 全面提高劳动者的素质

在水土流失重点治理区应经常举办各种类型的培训班, 广泛宣传水土保持知识, 搞好现有的水土保持人员的技术培训, 提高业务素质 and 科技水平, 并加强对治理区群众的技能培训, 推广科技成果, 以提高治理质量和效益。

### 参考文献:

- [1] 刘秉正, 吴发启. 土壤侵蚀[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1996 年 12 月.
- [2] 蒋定生, 等. 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997 年 9 月.
- [3] 刘江. 全国生态环境建设规划[M]. 北京: 中华工商联合出版社, 1999 年 9 月.
- [4] 卢宗凡. 黄土高原生态农业[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1997 年 3 月.
- [5] 任燕. 浅析水土保持与防洪抗灾的基本对策[J]. 云南: 云南环境科学, 2000(2): 31~ 33.
- [6] 李锐, 等. 黄土高原水土流失区农业综合发展研究进展[J]. 水土保持研究, 2000, 7(1): 2~ 4.
- [7] 唐克丽. 中国土壤侵蚀与水土保持学的特点及展望[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 2~ 7.
- [8] 吴钦孝, 等. 黄土高原水土保持目标及对策[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 76~ 80.
- [9] 姜永清, 等. 陕北黄土高原的土壤侵蚀与综合治理[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 174~ 180.
- [10] 王经武, 等. 水土保持是生态环境建设的主体[J]. 水土保持研究, 2000, 7(3): 11~ 12.