

# 黄土地貌演化与土壤侵蚀关系的分析

马 乃 喜

(西北大学城市与资源学系·西安市·710069)

**摘 要** 在分析黄土地貌分区与演化规律的基础上,讨论了递加侵蚀规律。认为,现代加速侵蚀量等于现代自然侵蚀量与递加侵蚀量之和。同时从理论上阐述了控制土壤侵蚀的基本原则。

**关键词** 黄土地貌 土壤侵蚀 递加侵蚀

## Relationship Between Loess Geomorphic Evolution and Soil Erosion

Ma Naixi

(Department of Urban Development and Resources Science, Northwest University, 710069, Xi'an Municipality)

**Abstract** Based on the analysis of loess landforms division and its evolution, the law of added erosion is discussed. The result shows that the accelerated erosion power equals to the sum of natural erosion capacity and the added erosion ability. Then, the principles of controlling soil erosion are also discussed.

**Keywords** loess landform; soil erosion; added erosion

黄土地貌是我国黄土高原地貌的主体,其基本形态为黄土塬、梁、峁与其间的沟谷。黄土地貌演化与土壤侵蚀互为因果关系,黄土地貌演化是土壤侵蚀的结果,而土壤侵蚀也可以说是黄土地貌演化的产物。所以,研究黄土地貌演化与土壤侵蚀之间的关系,不仅在理论上,而且在实践中都有重要意义。

### 1 黄土地貌的组合类型与分布

黄土地貌是第四纪时期风积黄土作用与流水侵蚀作用共同塑造的。目前,一般将黄土地貌的组合形态分为两大单元,即黄土塬沟壑区和黄土丘陵沟壑区。前者以黄土塬与其间的沟壑为主;后者以黄土梁、峁与其间的沟壑为主。黄土地貌的分布具有一定的规律性,其分布主要受气候条件、古地貌与地质构造的控制。

#### 1.1 黄土塬沟壑区

黄土塬沟壑区主要分布于陇西黄土高原的北部、陇东、陕北黄土高原的南部等。

陇西黄土高原的北部大致在华家岭——马衔山一线以北。该区原为一古盆地,后被巨厚层的黄土充填。现代地貌是一种被沟谷切割的黄土塬。较大的黄土塬是会宁的白草原,位于祖厉河中、下游,介于皋兰与屈吴两山之间,塬面平坦,微向西北倾斜。由于沟谷切割,塬体受到破

坏,形成若干大小不等的塬块。

陇东黄土高原属于典型的黄土塬沟壑区,大体位于六盘山与子午岭之间,大部分属于泾河流域的中、上游地区。这里以黄土塬及深切的沟谷地貌为主,仅庆阳地区就有董志塬、早胜塬、官河塬、屯字塬等13个面积较大的塬面,一般将这些黄土塬统称西峰塬。西峰塬原位于陕甘宁盆地西南部,长轴呈南北向展布,塬面宽阔平坦,微向东南倾斜,塬体已被众多的沟谷分割成大小不等的块体,但总的说来,仍较完整,塬面最大宽度约20km,一般宽5~10km。

陕北黄土塬沟壑区主要位于延安南边的涇治山与渭河北山之间,以洛川塬最大。广义的洛川塬位于洛河中游,介于子午岭和黄龙山之间,塬面平坦,微向东南倾斜,塬面多被沟谷分割为宽1~3km甚至数百米的长条形塬块。

黄土塬沟壑区主要形成于大型古盆地的基础之上。由大面积巨厚层黄土堆积而成的黄土塬,在地壳整体抬升与流水不断侵蚀下,逐步被分割成目前的状态。另外,分布于渭河两侧的黄土台塬也是在较平坦的古地貌基础上,在断块活动中形成的。

## 1.2 黄土丘陵沟壑区

黄土丘陵沟壑区范围很大,主要分布于陇西黄土高原的南部、宁夏南部、陕北涇治山与白于山之间、晋西等地。

陇西黄土高原的南部主要是一种以第三纪红土和早更新世黄土类土构成的梁和宽谷为基础的现代地貌形态。黄土堆积较薄,谷坡缓倾而谷形开阔,现代冲沟发育程度很低,切割较浅,基本保留第三纪末以来的侵蚀地形。古地貌特征和长期以来比较干旱的气候,是该区黄土丘陵形成的主要原因。

宁夏南部、陕北北部、晋西等地大面积的黄土丘陵沟壑区,均是在古丘陵地貌基础上形成的黄土地貌。

## 2 黄土地貌演化

黄土地貌的形成和演化是十分复杂的,其演化过程不完全是黄土自身的特有过程,而是黄土的理化性质与古地貌形态、内外营力作用等多种因素综合作用的产物。现代侵蚀地貌主要是流水侵蚀和重力侵蚀造成的。所以,黄土塬、梁、峁是一定地质时期、一定气候条件下的产物,黄土地貌的演化是一种自然历史过程,遵循着一定的客观规律。根据黄土地貌与下伏古地貌的关系以及发展演化的历史,可将黄土地貌的演化分为3种类型,即承袭型、改造型和后期演化型。

### 2.1 承袭型

承袭型是就大范围而言,现代黄土地貌基本承袭了下伏古地貌的形态特征。上面所述大面积的黄土塬与黄土丘陵,均属于承袭型黄土地貌。

第四纪干冷时段,风积黄土作用占优势,风将黄土物质不加选择地堆积在各种形态的古地貌之上。黄土地貌发育之初,首先是通过低地的填平补齐和对迎风坡面及其山麓地带的附贴堆积,而使地表趋于平缓。此时期,大量的黄土物质一次又一次地堆积下来,经过复杂的黄土化作用,才形成黄土这种未充分固结的粘土粉砂岩。而在较温湿的时段,流水等营力的侵蚀作用比较活跃,先成的黄土堆积地貌遭到一次又一次的侵蚀切割。第四纪冰期和间冰期的多次交替,导致了黄土地貌的多期变化。但就大范围而言,黄土以披盖的方式将下伏古地貌掩盖起来,基本继承了古地貌的形态特征。当然,黄土地貌的承袭性只是一种总体的、轮廓性的宏观特征。实际上,发生在各种古地貌之上的堆积与侵蚀,对各种古地貌不能不产生一定程度的改造。

## 2.2 改造型

改造型是指黄土地貌在形成过程中,其形态与下伏古地貌迥然不同,是对下伏古地貌的明显改造。例如,发育在山间盆地中的一些小块黄土塬,其下伏地貌有一些为起伏不大的丘陵。有的黄土梁发育在比较平坦的山前洪积扇上,是被后期水流强烈切割侵蚀而形成的。

一般说来,改造型黄土地貌多是特殊条件下的产物,分布范围有限。

## 2.3 后期演化型

后期演化型指侵蚀作用使先成的黄土塬、梁、峁逐步分化解体而演化为新的地貌类型。

2.3.1 塬边丘陵化与塬内沟谷分割 黄土塬边的沟谷密布,沟头溯源侵蚀迅速,沟谷从四周向塬内发展,使源边在平面图上呈花瓣状。沟谷由塬周围蚕食塬面,使塬边地带逐渐解体,形成丘陵,这种侵蚀过程称塬边丘陵化。这种塬边黄土丘陵即是黄土塬演化的产物。

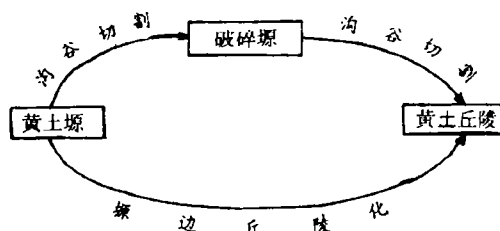
塬内沟谷分割对黄土塬的破坏同样是十分严重的。随着沟壑密度的迅速增大,黄土塬被逐渐解体而成为破碎塬。破碎塬是黄土塬与黄土丘陵之间的过渡型态,可进一步被分割为黄土丘陵。

黄土塬面积的缩小是比较迅速的。据考证,唐代后期董志塬塬面是完整的,南北长 42km,东西宽 32km;而现在,南北变化不大,东西最宽仅 18km,最窄处已不足 1km。1 300 多年来,塬面至少被侵蚀掉 588km<sup>2</sup>。目前,塬边丘陵化与塬内沟谷分割仍在强烈进行中。位于董志塬中部的南小河沟是黄土塬沟壑区的代表性小流域。流域面积为 36.3km<sup>2</sup>,其中塬占 56.9%,塬

与沟谷之间的缓坡占 15.7%,沟谷占 27.4%。在十八亩台以上观测区内,径流总量的 67.4% 来自塬面,塬面年平均侵蚀模数为 810t/km<sup>2</sup>;泥沙总量的 86.3% 来自沟谷,沟谷年平均侵蚀模数高达 15 200t/km<sup>2</sup>[1]。沟谷侵蚀以水流下切、红土泻溜、坍塌、滑塌等为主。沟头溯源侵蚀强烈,有的沟头一次暴雨中就可溯源前进数十米,如 1947 年,马家拐沟沟头在一次暴雨中就向前延伸了 23m,崩塌 8 280m<sup>3</sup>;沟道两岸也常以每年 1~2m 的速度向两侧扩张。所以,这种由黄土塬向黄土丘陵的演化,在黄土塬沟壑区相当普遍。

2.3.2 黄土丘陵的演化 黄土丘陵的沟间地主要是规模不等的黄土梁和黄土峁,它们在分布上有一定的联系。黄土梁、峁的成因主要有 3 种:一种是在下伏古丘陵基础之上发育起来的;一种是黄土塬边丘陵化的产物;第三种是破碎塬进一步解体的产物。后两种成因的黄土梁、峁,其内部古土壤层的产状与塬内相应的古土壤层的产状基本一致。

黄土丘陵的演化一般表现为:由黄土梁→黄土峁→进一步破碎,逐渐使地表呈现低平状态。黄土丘陵演化过程中,土壤侵蚀最为严重。据陕西绥德水土保持科学试验站的资料,陕北绥德县韭园沟是黄土丘陵沟壑区的代表性小流域,流域内,沟谷地占流域总面积的 43.4%,沟间地占 56.6%,沟壑密度在 5.34km/km<sup>2</sup> 以上。梁峁坡地年平均侵蚀模数为 12 420t/km<sup>2</sup>,占全流域产沙量的 38.7%;沟谷坡土壤侵蚀最为严重,年平均侵蚀模数为 23 120t/km<sup>2</sup>,占全流域产沙量的 45.8%;沟谷底年平均侵蚀模数达 36 440t/km<sup>2</sup>,为区内侵蚀模数最大的地方,不过由于面积比较小,只占全流域来沙量的 15.5%。该流域侵蚀量主要来自暴雨洪水,7~9 三个月,降雨量占年降雨量的 64.8%,且多暴雨;地表径流量占多年平均径流量的 65.5%;侵蚀量



附图 黄土塬演化图式

占年平均侵蚀量的 97.5%。从总体情况分析,黄土丘陵沟壑区沟间地和沟谷地的土壤侵蚀方式和水土流失程度有很大差异。沟间地以水力侵蚀为主,而沟谷地不仅水力侵蚀强烈,而且重力侵蚀活跃。陕北韭园沟和山西离石县王家沟的实测资料表明,沟谷地的面积虽然只占小流域总面积的 43.4%~55.8%,但它的土壤侵蚀量却占总侵蚀量的 49.9%~76.2%,它的侵蚀模数比沟间地大 30%~30.5%<sup>[2]</sup>。目前,黄土丘陵沟壑区的面积远比黄土塬沟壑区面积大,是黄土高原区黄土地貌的主体,也是土壤侵蚀最严重的地区。

### 3 土壤侵蚀与黄土地貌演化

土壤侵蚀的速度和规模决定着黄土地貌演化的进程,土壤侵蚀的规律同样在一定程度上决定着黄土地貌的演化规律。从历史的角度,一般把土壤侵蚀分为自然侵蚀和加速侵蚀。同样地,可把黄土地貌的演化过程从总体上划分为两大阶段,即自然演化期和加速演化期。

#### 3.1 自然侵蚀与自然演化期

在人类活动影响较轻的漫长时期,自然条件的影响是产生土壤侵蚀并导致黄土地貌演化的主要原因,除局部地段因自然条件的改变而可能产生较强烈的土壤侵蚀外,从总体上分析,当时土壤侵蚀比较微弱,黄土地貌的演化是相当缓慢的。土壤侵蚀在短时期内还不足以对黄土地貌产生明显的改造,还不足以对区内的生态环境带来明显危害。此时期的土壤侵蚀即自然侵蚀或正常侵蚀。在自然侵蚀阶段,黄土地貌的演化就叫做黄土地貌的自然演化期。

#### 3.2 加速侵蚀与加速演化期

自人类大面积经营种植业开始,人类活动对自然资源和自然环境的影响迅速增大。大面积的砍伐森林、垦荒耕种,使土壤侵蚀日益加剧,黄土地貌演化进程加快,区域生态环境逐渐恶化。这种主要由人类活动引起的以土壤侵蚀量迅速增加和黄土地貌逐步解体为特征的土壤侵蚀,即加速侵蚀,此时期为黄土地貌加速演化期。

#### 3.3 递加侵蚀规律<sup>[3]</sup>

黄土地貌区的现代侵蚀为加速侵蚀,其侵蚀量主要由两部分组成:一部分为现代自然侵蚀量,另一部分是因人类活动引起的、一直处于递增状态的递加侵蚀量,即:

$$J = Z + D$$

式中:  $J$ ——加速侵蚀量;  $Z$ ——自然侵蚀量;  $D$ ——递加侵蚀量。

由于自然条件的变化总体上是比较缓慢的,因而现代自然侵蚀量的增加,一般维持在较低的水平;而随着人口的迅速增加,经济、社会与科学技术的发展,人类活动引起的递加侵蚀量的增加却是很快的。

据有关资料<sup>[4]</sup>,将全新世中期以来,自然侵蚀和递加侵蚀的变化情况编制成表 1。从表中可以看出,在加速侵蚀时期的不到 500 年间,递加侵蚀的增加速率由 6.7% 迅速增加到 18.4%,到现在的 25%,几乎增加了 2.7 倍。可见,人类活动的影响是加速现代土壤侵蚀与黄土地貌演化的主要原因。

递加侵蚀规律的提出,对于揭示现代土壤侵蚀的规律性、探索人类活动对土壤侵蚀的影响,为制定水土保持方案等工作提供了理论依据。根据递加侵蚀规律,研制出区域最大允许土壤侵蚀量。采取综合措施,大幅度地减少递加侵蚀,使现代侵蚀接近于自然侵蚀,使区域土壤侵蚀量降低到最大允许侵蚀量以下,以减缓黄土地貌的演化进程。这正是水土保持应遵循的基本原则。

附表 不同历史时段黄土高原区自然侵蚀与递加侵蚀变化

时 段	侵蚀类型	年均侵蚀量的变化	
		自然侵蚀	递加侵蚀
全新世中期(距今 6000~3000 年)	自然侵蚀	+7.9%	0
全新世晚期(公元前 1020 年至公元 1194 年)	自然侵蚀	+7.9	0
1494~1855 年	加速侵蚀	+7.9%	+6.7%
1919~1949 年	加速侵蚀	+7.9%	+18.4%
1959~1989 年	加速侵蚀	+7.9%	+25%

## 4 结 语

黄土地貌演化与土壤侵蚀互为因果关系,黄土地貌演化是土壤侵蚀的必然结果。土壤侵蚀的速度决定着黄土地貌的演化进程,土壤侵蚀的规律在一定程度上决定着黄土地貌的演化规律。所以,研究黄土地貌演化与土壤侵蚀的关系及其规律,不仅在黄土地貌与土壤侵蚀理论方面,而且在指导水土保持实践方面,都具有重要意义。

(1)黄土地貌从区域组合形态上可分为两大类型区,即黄土塬沟壑区和黄土丘陵沟壑区。后者远比前者面积大,是黄土高原地区现代土壤侵蚀最强烈、黄土地貌演化最剧烈的地区,同时也是开展水土保持的重点地区。

(2)从区域特征与变化趋势分析,可将黄土地貌分为承袭型、改造型和后期演化型三类。现代黄土地貌的演化正在逐步结束承袭性和改造性的原始特点,而被后期演化型所取代。现代土壤侵蚀是黄土地貌后期演化的动力。

(3)黄土地貌的后期演化具体表现在黄土塬、梁、峁的持续性解体中。黄土塬正在经历由塬→破碎塬→黄土丘陵的演化过程,塬边丘陵化与塬内沟谷分割是黄土塬解体的主要方式;而由黄土梁→峁→逐步被夷平,正是黄土丘陵的演化趋势。

(4)递加侵蚀规律是表述由于人类活动影响的不断增强而导致土壤侵蚀加速的客观规律。在理论上,现代的加速侵蚀量应当是现代自然侵蚀量与递加侵蚀量之和。所以,控制土壤侵蚀,保持水土的基本原则就在于:根据递加侵蚀规律,研制区域最大允许土壤侵蚀量;采取综合措施,大幅度地减少递加侵蚀量,使现代的加速侵蚀量趋近于现代自然侵蚀量,使区域土壤侵蚀量减少到最大允许侵蚀量以下,最大程度地减缓黄土地貌的演化进程。