

# 山西省海河流域土壤侵蚀的基本规律

张建国 李友仁 赵惠君

(山西省水利学校·运城市)

## 提 要

本文运用点面结合方法,对山西省境内的海河上游10个河系的山地、黄土丘陵、河谷盆地,片麻岩、碳酸盐岩、砂页岩、黄土,7种地面组成物质及其特性,气候和水文等自然因素进行了调查分析,论述了该区土壤侵蚀发生状况及其基本规律。据此,提出了该区水土流失类型分区及其治理途径和措施。

关键词:海河流域 基岩 岩土组合 土壤侵蚀 类型分区

## The Basic Laws of Soil Erosion in the Haihe River watershed of Shanxi Province

Zhang Jianguo Li Youren Zhao Huijun

(Shanxi Provincial Water Conservancy School, Taiyuan)

## Abstract

This paper analyses the component materials and their properties of 7 kinds of land surfaces including mountain lands, loessal hills, valley basin lands, gneiss, carbonatite, sandy shale and loess and other physical factors such as climate and hydrology, etc. of the system of ten rivers in the upper reaches of the Haihe River in Shanxi province using the method of combination of points with whole. Also, it deals with the conditions of genesis of soil erosion and its basic laws thereby to put forward the divisions of water and soil erosion and its control ways and practices.

**Key words:** the upper reaches of the Haihe river bedrock rock earth combination soil erosion type division

山西省海河流域位于黄土高原和山西高原东缘的太行山区。东与华北平原毗连,西与山西汾河谷地为邻。南北长约600km,东西宽40~220km,总面积59 320km<sup>2</sup>,占山西省总面积的37.8%,占海河流域总面积的18.6%。涉及7个地区,61个县市。总人口933.86万人,总耕地20 950km<sup>2</sup>,工农业总产值92.8亿元,分别占山西省的36%左右。为此,研究该地区的土壤侵蚀机理,侵蚀类型、强度及其分布规律,对海河流域的综合治理,合理开发和山西能源重化工基地的建设,都具有重要意义。

## 一、水土流失概况

山西省海河流域是以太行山为主体的山地性高原,山地海拔大都在1 500m以上。高原面呈

现波状起伏的形态,地势北高南低。北部山地海拔2 000~2 300m,最高的五台山为3 058m,南部山地海拔1 500~1800m。山间散布有黄土盆地,其中以大同、忻定、长治三个盆地为大,海拔900~1 100m。流域最低处海拔小于650m,相对高差达2 400m,形成极易侵蚀的地貌。各大山脉均为断块掀斜式山地。境内地形复杂、山地、丘陵、台地、平原交错分布,以山地和丘陵为主,约占80% (如表1)。

表1 山西省海河流域地貌及岩土分布面积表

面 积	山 地				黄土丘陵、台地			河谷平原
	合 计	片麻岩	碳酸盐岩	砂页岩	合 计	丘 陵	台 地	
面积(km <sup>2</sup> )	27 880.4	10 381.0	12 457.0	5 042.0	19 041.9	12 424.7	6 617.0	12 397.9
占总面积 (%)	47.0	17.5	21.0	32.1	32.1	21.0	11.0	20.9

近期地壳形变测量资料表明,区内差异性升降运动明显。五台山等高、中山地上升率12~13mm/a,丘陵上升速率0.5~3 mm/a,盆地下降幅度2~4 mm/a。强烈隆起的山地和缓慢上升的丘陵遭受风化剥蚀,盆地下降带则接受堆积,故本区侵蚀—搬运—沉积等地质作用十分活跃。

岩石组成主要有三类:片麻岩、碳酸盐岩和砂页岩。片麻岩成岩程度高,结晶颗粒粗大,质地坚硬、抗蚀能力强,形成高峻的五台山、恒山山地的主体。由于组成岩石的矿物膨胀系数不同,物理风化迅速,节理发育,表面形成数m甚至10多m厚的风化残积层。加之因粘粒较少,结构松散,常流泻山下,经暴雨冲蚀淤积于山前形成大规模的洪积扇。所以,片麻岩在本区属较易侵蚀的基岩,以物理风化,机械剥蚀和流水侵蚀为主。碳酸盐岩在本区则表现为相对坚硬。难侵蚀的基岩,构成太行山中南部的主体,呈秃山峻岭,深切的峡谷。岩石风化较弱,山坡表面为残积的碳酸盐褐土,厚度常小于50~100cm,砾石含量高。由于碳酸盐岩发育有裂隙和溶洞,透水性强、降水大都渗入地下,地面径流很弱,沟岸易崩塌产生大量岩块,侵蚀方式除坡面鳞片状面蚀以外,沟谷以重力崩塌和山洪为主。本区西部的砂页岩,则胶结、固结程度差,抗蚀能力低,是基岩中最易侵蚀的岩石,尤其是页岩和泥岩,产状平缓,透水性差,被水浸透时呈泥浆状,易形成泥流,成为河流泥沙的主要来源之一,侵蚀方式以风化剥蚀、滑塌、泥石流为主。

区内除少数地方基岩裸露以外,山坡和盆地普遍覆盖着厚50~100cm的残积土和10~30m厚的黄土,可称之为土石山区。由于黄土分布广泛,质地疏松,垂直节理发育,遇水容易崩解分散,抗蚀性能极差。加上黄土分布区沟壑纵横,地面破碎,所以,风蚀、水蚀、重力侵蚀都极为强烈,是河流泥沙的主要来源。

本区地处内陆,又有太行山为屏障,形成干旱的大陆性季风型气候。年平均气温4°~10℃,降水量350~650mm,由东南向西北递减,年内季节降水分配不均,夏秋季的7、8、9三个月降雨量占全年的60%~80%,且多暴雨。暴雨中心集中在东南部的阳泉、昔阳、陵川等地。24小时最大暴雨量超过50~100mm,繁峙县白坡头1973年8月12日历时仅6h,一次性实测最大暴雨量达518mm,暴雨强度大,土壤侵蚀主要发生在雨季,全年土壤流失量的80%是由这类雨型造成的。而春季少雨多风,8级以上大风天气,以4~5月最多。尤以北部大同盆地最烈,全年有风天气占90%以上,多年平均8级以上大风74次,大风天气有30天左右,春季月平均风速

4~5 m/s, 暴风达23m/s。每遇大风, 飞沙走石, 沙丘南移(年移5~20m), 土壤风蚀沙化严重。右玉水保试验站测得, 农耕地每年每亩风蚀量达1.43t, 风蚀模数2 144t/(km<sup>2</sup>·a), 最高的风蚀模数达12 780t/(km<sup>2</sup>·a), 年吹蚀深1.065cm。

此外, 人类的活动如开石、采矿、弃土弃渣, 过度放牧和垦殖, 毁林毁草, 致使林草覆盖率低(现仅6.6%~16%), 土壤侵蚀量成倍增加。如桑干河上游唐峪河的一个小流域, 为砂页岩土石山区, 面积仅有21.6km<sup>2</sup>, 内有小火电厂和县、乡办的煤矿, 每年弃渣约5万t, 河流输沙模数达7 200t/(km<sup>2</sup>·a)。

由此可见, 山地高原地形高差悬殊, 基岩风化剥蚀, 土松、雨暴、风狂, 土壤侵蚀严重。本区水土流失面积40 472km<sup>2</sup>, 占总面积的68.2%, 年均向海河输沙量9 061万t, 占海河流域总输沙量1.75亿t的51.8%, 侵蚀模数2 238.8t/(km<sup>2</sup>·a), 为海河流域平均侵蚀模数550t/(km<sup>2</sup>·a)的4倍。严重的水土流失, 使土地退化, 生产力降低, 生态失调, 灾害频繁, 进而直接影响着山西省能源重化工基地的建设和工农业生产的发展。

## 二、土壤侵蚀的基本规律

土壤侵蚀是在特定的自然环境下, 由内外地质营力共同作用的结果, 也是自然因素和人类活动综合影响下的产物。虽然影响水土流失发生、发展的因素很多, 并互相联系, 相互制约, 但在土石山区, 不论是基岩还是黄土(或残积土), 其自然侵蚀规律主要受区域地质构造、地貌条件和岩土特性的控制, 尤其是岩土性质和岩土组合及其所占比重大小是影响土壤侵蚀的主导因素。岩石坚硬、抗蚀能力强, 且裸露面积大, 则产沙量小, 侵蚀轻微。反之, 则侵蚀严重。下面就此问题进行定量研究。

(一) 岩土性质及其组合与土壤侵蚀强度的关系 侵蚀模数, 是表达土壤侵蚀强度的常用指标。一般是根据实测河流输沙量资料, 用下式来计算。

$$M = \frac{W}{F} \quad (1)$$

式中  $M$ ——侵蚀模数 (t/km<sup>2</sup>·a);  $W$ ——河流年输沙量 (t/a);  
 $F$ ——河流的流域面积 (km<sup>2</sup>)。

本区可分为10个河系, 自北而南有南洋河、桑干河、壶流河、唐河、滹沱河、绵河、松溪河、清漳河、浊漳河、卫河。各流域的侵蚀模数, 见表2。

表2 山西省海河流域河流输沙量表

河名	流域面积 (km <sup>2</sup> )	输沙量 (万t)	观测年数 (年)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	流域岩土类型	河名	流域面积 (km <sup>2</sup> )	输沙量 (万t)	观测年数 (年)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	流域岩土类型
南洋河	2 890	480	26	1 660.9	变质岩与黄土	绵河	2 521	422	20	1 673.9	砂页岩与黄土
桑干河	17 142	2 120	28	1 236.7	变质岩、砂页岩与黄土	松溪河	1 476	144	20	975.6	石灰岩与黄土
壶流河	562	39.1	20	695.7	碳酸盐岩与黄土	清漳河	4 207	647.1	27	1 538.3	砂页岩与碳酸盐岩
唐河	1 611	244	19	1 514.6	变质岩、砂页岩与黄土	浊漳河	9 652	1 730	27	1 792.4	砂页岩与黄土
滹沱河	11 936	1 520	27	1 273.5	黄土变质岩与黄土	卫河	1 624	65		400	石灰岩与黄土

表3 岩土特性相同的土壤侵蚀情况对比表

河名	流域面积 (km <sup>2</sup> )	河长 (km)	相对高差 (m)	年降雨量 (mm)	林草覆盖率 (%)	岩土占总面积的百分数(%)			侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
						变质岩山地	黄土丘陵	河谷平原	
南洋河	2 319	98	1 200	422.9	3.2~9.0	46.40	30.43	23.17	1 660.9
淳沱河	11 936	319	2 400	510.6	4.6~7.5	59.80	22.10	18.10	1 273.5

表4 小流域水土流失情况调查表

流域名称	面积 (km <sup>2</sup> )	输沙量 (万t)	观测年数 (年)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	流域岩土类型	流域名称	面积 (km <sup>2</sup> )	输沙量 (万t)	观测年数 (年)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	流域岩土类型
峪口河	333	22.2	14	666.7	片麻岩土石山	浊漳河北源	3 669	1 130	14	3 080	砂页岩土石山
米家寨水库	305	230	19	754.1	片麻岩土石山	浊漳河南源	3 146	271.8	8	863.9	砂页岩土石山(盆地)
观上水库	150	21.5	13	1 436	片麻岩土石山	陶清河水库	615	11.0	14	1 788.6	砂页岩土石山
双乳山水库	330	51.7	13	1 567	片麻岩土石山	圪芦河	118	262.5	16	2 224.6	砂页岩土石山
淳沱河沙河站	846	117	3	1 383	片麻岩土石山 黄土丘陵	申村水库	236	72.4	15	3 069	砂页岩土石山
清水河红崖	702	18.8	3	267.8	硅质白云岩 石灰岩	梨园	22.2	19.8		8 910	片麻岩土石山 丘陵
绵河阳泉地都	2 018	270	20	1 338	灰岩土石山	下盘铺	21.6	15.6		7 200	砂页岩土石山 丘陵
石子河水水库	212.8	18.8	16	883.5	灰岩土石山	大南沟	32.22	6.4		2 000	片麻岩土石山 丘陵
桑干河罗庄	3 434	1 648.3	20	4 800	砂页岩土石山 黄土丘陵	贾峰	33.91	4.5		1 327	片麻岩土石山
源子河	2 133	1 130.05	15	5 300	砂页岩土石山 黄土丘陵	东沟	11.15	2.8		2 500	片麻岩土石山
十里河	1 185	329.4	17	2 780	砂页岩土石山	唐家庄	46.2	0.15		324	片麻岩土石山 (植被率>80%)
浑河	1 368	335	20	2 450	砂页岩土石山	大活庄	20.6	3.12		1 513	砂页岩土石山
阳武河	746	331	19	4 440	砂页岩土石山	崇岩沟	11.53	2.05		1 780	灰岩土石山 丘陵
桃河	509	152	25	2 986	砂页岩土石山	大渠沟	26.45	2.02		762	灰岩土石山

表5 不同岩石类型及岩土组合侵蚀模数表

岩石性质	不同岩石类型和岩土组合的侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	
	土石山区	土石山区+黄土丘陵
片麻岩	600~1 500	1 500~2 500
碳酸盐岩	300~1 000	1 000~2 000
砂页岩	700~4 000	4 000~8 000

由表2看出,流域地表面物质组成对河流输沙量起着重要的作用。当流域下垫面以碳酸盐岩为主时,侵蚀模数最小,为400~1 000t/(km<sup>2</sup>·a);片麻岩为主时为1200~1400t/(km<sup>2</sup>·a);砂页岩为主时为最大,侵蚀模数1 500~1 800t/(km<sup>2</sup>·a)。如侵蚀模数最大的长治盆地(属漳河流域),降雨量为578.6mm,林草覆盖率低,为2%~13.9%,基岩主要是二叠系、三叠系的砂岩、页岩、泥岩和新第三系粘土;基岩山地面积仅占29.4%,黄土丘陵占到50%,砂岩剧烈风化(有的用手可捏成沙),泥岩、红粘土遇水软化、泥化,雨季常形成泥石流,浊漳河因此而得名。

再以岩性基本相同(见表2)的南洋河和滹沱河来比较(如表3),前者流域面积、相对高差、降雨量,山地面积都较小,但侵蚀模数大。后者相对高差、降雨量、山地面积都较大,侵蚀模数却较小。可见,流域岩性相同时,基岩裸露面积大,水土流失程度减弱。

一个大流域,地面组成物质多为复合类型,而且不同河段,流水所进行的地质作用也不同。在河流下游以沉积作用为主,用此处测得的河流输沙量来计算侵蚀模数偏小。为了更好地把握地层岩性对土壤侵蚀强度影响的变化规律,我们选取了小河系输沙量、水库淤沙量和小流域土壤侵蚀量的资料(如表4)进行分析。

从表4看出,小流域的下垫面组成物质主要有两大类:一是土石山区(黄土覆盖面积小于40%);二是黄土丘陵区(黄土覆盖面积大于60%)。根据基岩抗蚀能力和岩土组合比例又可分为6小类:难侵蚀基岩(碳酸盐岩);较易侵蚀基岩(片麻岩);易侵蚀基岩(砂页岩);难侵蚀基岩+黄土;较易侵蚀基岩+黄土;易侵蚀基岩+黄土。每一类岩石及岩土组合类型的侵蚀模数归纳于表5中,其规律清晰可见,无须再赘述。

上述主要依据河流输沙量对土壤侵蚀规律进行了分析,但由于河流输沙量主要是悬移质,不包括推移质,用此计算的侵蚀模数比实际要小,对土石山区尤其是片麻岩、砂岩等粗砂产区更是如此。所以今后还须做大量的工作,测定小流域的土壤侵蚀量以取得接近客观实际的侵蚀模数。

**(二) 岩土组合比例与土壤侵蚀强度的关系** 本区出露的三种基岩,其抗蚀能力都大于黄土,所以在—个地区基岩裸露面积越大,土壤侵蚀量就越小,反之侵蚀量就越大。岩土组合在—个地区总面积中所占的比重大小,可用岩石裸露系数R来表示。它是研究区岩石裸露面积W<sub>y</sub>与其总面积W之比,数学表达式为:

$$R = \frac{W_y}{W} \times 100\% \quad (2)$$

下面以浊漳河上游大活庄小流域的实测资料进行分析。该流域南北长10km,东西宽2.1km,总面积21.0km<sup>2</sup>;为二叠系石千峰组紫红色中粗粒砂岩、泥岩和页岩组成的土石山丘陵地区,山梁山坡上为残积的褐土壤厚30~50cm。岩石裸露面积平均为10%,个别地段达80%以上,也有

的地块为零。区内沟谷发育,长度大于0.5km以上的沟有120条,相对高差最大180m,林草覆盖率1%~10%。沟谷两岸基岩裸露,砂岩裂隙比较发育,土壤侵蚀以鳞片状、层状面蚀为主,间有沟蚀。从38个地块的实测资料中选取了条件相似并有代表性的14个地块的数据列入表6中。

表6 砂页岩土石山及丘陵地区土壤侵蚀情况调查表

序号	地貌	面积 (km <sup>2</sup> )	相对高差 (m)	坡度 (°)	植被覆盖率 (%)	岩石裸露系数 R (%)	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
1	山坡	0.051	129	8~15	5	0	22 641.5
2	山坡	0.031	70	4~7	5	0	19 354.8
3	山坡	0.075	70	8~15	15	0	9 333.3
4	山坡	0.056	70	8~15	3	13.1	19 642.9
5	山坡	0.063	110	8~15	2	14.8	11 111.1
6	坡脚	0.044	50	4~7	5	15.2	13 636.4
7	山坡	0.053	90	8~15	3	16.4	20 754.7
8	坡脚	0.034	60	4~7	5	19.6	17 647.1
9	山坡	0.213	60	8~15	5	25.0	5 164.32
10	坡脚	0.087	40	8~15	4	26.5	8 677.7
11	沟边	0.578	100	8~15	10	28.8	1 903.1
12	山梁	0.575	110	8~15	10	35.9	1 913.0
13	山坡	0.497	100	21~25	3	70.4	1 206.0
14	山坡	0.206	70	8~15	1	81.2	970.9

从表6中逐个地块的情况来看,地面坡度、相对高差、林草覆盖率、所处地形部位都基本相似,可以认为土壤侵蚀模数(M)主要与岩石裸露程度(R)有关。在双对数坐标中二者呈线性关系如图1,故可用指数公式表示,即

$$M = M_0 R^\alpha \quad (3)$$

式中 $M_0$ 为基岩裸露系数等于100%时的侵蚀模数; $\alpha$ 为与岩石裸露程度对土壤侵蚀影响的指数。

根据表6中数据,回归曲线为直线回归,可用下列公式求算 $M_0$ 、 $\alpha$ 值。

$$\alpha = \frac{N \sum \lg R \lg M - (\sum \lg R) (\sum \lg M)}{N \sum (\lg R)^2 - (\sum \lg R)^2} \quad (4)$$

$$\lg M_0 = \frac{\sum \lg M - \alpha \sum \lg R}{N} \quad (5)$$

式中 $N$ 为所用资料个数。经回归得经验公式如下:

$$M = 700 R^{-1.6173} \quad (6)$$

上式表明,侵蚀模数 $M$ 与岩石裸露系数 $R$ 成反比,即在土石山区,岩石裸露面积越小,土占的比重越大,侵蚀量就越大。

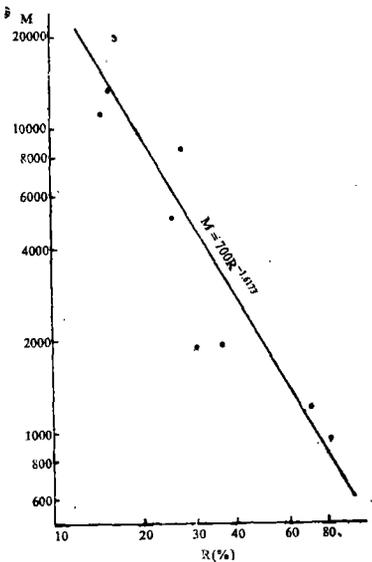


图1  $\lg M = f(\lg R)$  关系曲线

此外,从表6中侵蚀模数还可以看出,当 $R < 15\%$ 时,随着 $R$ 减小,侵蚀模数 $M$ 增加并不很大。这是因为砂页岩抗蚀能力低,当其裸露面积不大时,它将和大面积分布的黄土的抗蚀能力相

似。所以，式6只在 $R > 15\%$ 时，有良好的相关性。对碳酸盐岩和片麻岩组成的土石山区，岩石裸露程度对土壤侵蚀强度的影响有待进一步研究。

### 三、土壤侵蚀类型分区及防治途径

岩土侵蚀的动力类型随地貌单元而异，土壤侵蚀的类型、方式和强度具有明显的地带性。根据区域地质条件（构造与岩性）、地形地貌和土壤侵蚀强度，可将本区划分为四个类型区：即黄土丘陵缓坡风沙强烈侵蚀区；黄土丘陵沟壑及台地中度侵蚀区；土石山轻度侵蚀区；河谷平原轻微侵蚀或堆积区（如图2）。每个区的土壤侵蚀基本特征，见表7。

表7 土壤侵蚀类型分区及基本特征表

类型	面积 (km <sup>2</sup> )	降雨量 (mm)	气温 (°C)	风速 (m/s)	沟壑密度 km/ km <sup>2</sup>	地壳运 动性质	土壤侵蚀 总量 (万t)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> · a)	基本特征
黄土丘陵缓坡风沙强烈侵蚀区	1 821	350~480	4.5~6.5	3~4.0	2.5~3	缓慢上升	300	4000~8000	分布在大同盆地西部，地表为砂黄土，下伏砂页岩。风蚀、水蚀严重
黄土丘陵台地中度侵蚀区	14 322	440~650	6~10	1.5~3.5	2~5	面状稳定上升	4 300	2000~4000	分布在各大盆地边缘。地表为黄土、粘黄土和冲洪积砂黄土，以面蚀为主，间有沟蚀、重力崩塌侵蚀
土石山地轻度侵蚀区	34 226	450~750	2~6	3~5	2~3	强烈隆起	3 800	500~2000	分布在各大山地。为基岩与残积土，以风化剥蚀、重力滑塌和泥石流侵蚀为主
河谷平原轻微侵蚀或堆积区	8 951	420~620	10~14	1.5~3		缓慢下降	100	<500	分布在各大盆地中。地表为冲积亚砂土、亚粘土、有河床两岸崩塌侵蚀和低阶地面侵蚀

建国以来，山西省海河流域的水土保持工作取得了显著的成绩。截止1985年底，初步治理水土流失面积9 512km<sup>2</sup>，占水土流失总面积的23.5%，占总土地面积的16%。其中造林5 180km<sup>2</sup>，种草392km<sup>2</sup>，梯田2 501km<sup>2</sup>，坝地1 324km<sup>2</sup>，水地115km<sup>2</sup>，同时还有水库、坝塘、谷坊、涝池、水窖等水土保持工程建设，对拦截洪水泥沙，保持水土，改变当地人民生活和生产条件起了重要作用，减沙量达2 356万t，占输沙总量的26%。为了进一步治理开发山西海河流域，控制和减轻水土流失，减少入海河的泥沙，提出以下分区防治途径与措施：

**（一）黄土丘陵缓坡风沙强烈侵蚀区** 主要分布在西北部的左云、平鲁，面积1 821km<sup>2</sup>，占总面积的3.1%。人口密度71人/km<sup>2</sup>，人均土地21亩。该区地形平缓，沟谷宽浅，地面切割轻微，沟壑密度2.5~3 km/km<sup>2</sup>。气候干旱，降水量400mm左右，风大沙多，植被稀少，地表以砂黄土为主，下伏易侵蚀的砂页岩。土壤侵蚀以风蚀为主，流水侵蚀也很严重。水土流失面积占其面积的83.5%，侵蚀模数4 000~8 000t/(km<sup>2</sup>·a)。尤其每年春季遇到大风天气，风沙满天，沙丘南移，耕地表土或被吹蚀，或被沙埋，土壤沙化，对农业危害极大。为了防治沙漠化

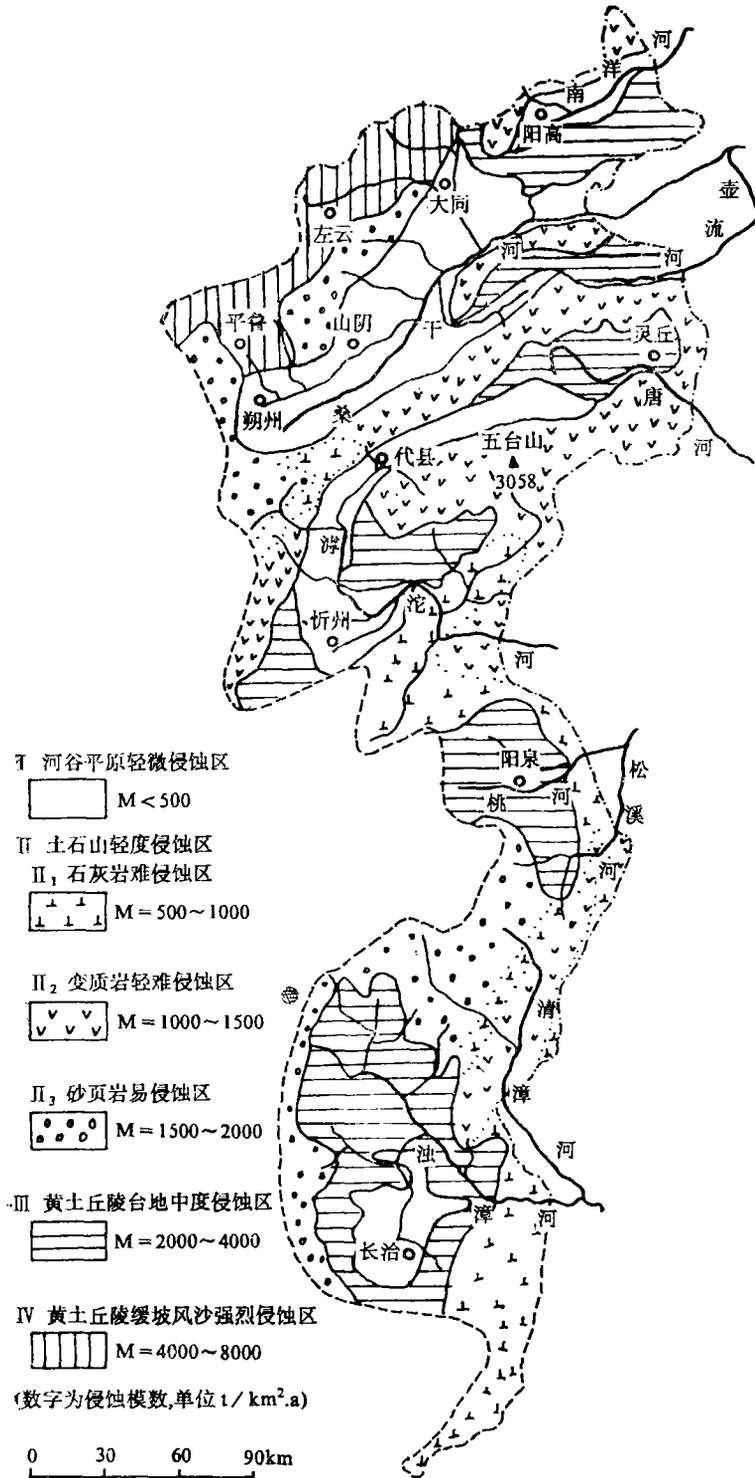


图2 山西省海河流域土壤侵蚀分区图

过程的蔓延和扩展,必须坚持以牧为主的方针,治理措施是:造林种草锁风沙,建设林网方格田,以林保牧,以牧促农,培肥改土,减轻侵蚀。沙盖地种植林木,实行封沙育草,恢复植被,对坡地改天然轮荒为草田轮作。

**(二) 黄土丘陵台地中度侵蚀区** 主要分布在大同、忻定、长治等大盆地周围的坡积洪积区和小的山间盆地,面积 $14\ 322\text{km}^2$ ,占24.1%,人口密度 $188\text{人}/\text{km}^2$ ,人均土地8亩。该区地势起伏较小,有连片的台地耕种,但多是里高外低,加之植被稀少,台地边缘冲沟发育,沟壑密度 $2\sim 5\text{km}/\text{km}^2$ 。地表为黄土、粘黄土和冲积洪积砂黄土。土壤侵蚀以面蚀和沟蚀为主,间有台边黄土滑塌侵蚀,水土流失面积 $10\ 586\text{km}^2$ ,占73.9%,侵蚀模数 $2\ 000\sim 4\ 000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。治理措施是,以农为主,大搞农田基本建设,将坡地里切外垫,加高地边埂、修成水平梯田、条田。非基本农田实行草田间作,解决地平、肥少、产量低的问题。绿化荒坡、大搞四旁植树和林网方格田。对沟壑发育的地段,要重点搞好小流域的综合治理。

**(三) 土石山轻度侵蚀区** 分布在恒山、五台山、云中山,系舟山,太行山等石质山地及其与丘陵过渡地带,土石比例为4:6,面积 $32\ 446\text{km}^2$ ,占57.7%。人口密度 $95\text{人}/\text{km}^2$ ,人均土地16亩。这里山势陡峻,石厚土薄、气候寒冷、昼夜温差大、降水丰富、岩石物理风化剥蚀和重力崩塌严重,大量沙石泻溜山谷,夏季暴雨来临引起洪水和泥石流灾害。沟壑密度 $2\sim 3\text{km}/\text{km}^2$ ,水土流失面积占79.3%,有林草覆盖的地方水土流失轻微,侵蚀模数一般 $500\sim 2\ 000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。今后主要是加强以林业为主的生物措施与工程措施相结合的原则,治理措施是在林地边缘地带,封山育林、育草禁牧。支毛沟闸谷坊,宽沟修筑淤地坝,把基本农田修在沟里。整修坡耕地,修成石坎梯田,引坡、路水灌溉,减少径流冲刷。加强人工造林,一般条件差的荒山荒坡,可以造乔灌结合的薪炭林和水土保持林,条件较好、离居民点近的地方可造一些用材林和经济林,提高林草覆盖率,增强涵养水源和保持水土的功能。

**(四) 河谷平原轻微侵蚀或堆积区** 主要分布在桑干河、滹沱河、漳河所在的盆地中,面积 $8\ 951\text{km}^2$ ,占总面积的15.1%。人口密度 $370\text{人}/\text{km}^2$ ,人均土地4亩。该区地势平坦,土质肥沃,雨量较多,气候温和,光热资源丰富,水利灌溉条件好,是本区重要的粮棉生产基地。水土流失轻微,流失面积仅占其总面积的13.9%,侵蚀模数小于 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。侵蚀主要是河床两岸因水位涨落,风浪淘蚀及地下水渗流浸出影响,坍塌比较严重。治理措施是:整治加固河道,荒滩淤沙造地,河道两侧缓倾的阶地要修成水平梯田,建成林网方格田。

(上接第60页)

综上所述,陕北黄土丘陵区开荒活动十分强烈,造成自然植被和森林、草场严重破坏,其陡坡开荒对加速侵蚀影响十分明显,开荒的时间变化与社会经济和政策因素等密切相关,由于自然条件和人口压力,开荒趋于增大,开荒部位日趋向极易遭受侵蚀部位集中,而粮食短缺和非生产用地的增加等又人为的增大了土地压力,使开荒、植被破坏和加速侵蚀的潜在威胁日趋尖锐。所以,人为开荒对加速侵蚀的影响,必须引起高度重视。

#### 参 考 文 献

- [1] 朱显谟.黄土高原土地资源的开发与保护.《地理科学》,1984年,第2期
- [2] 张科利等.人为耕垦对现代侵蚀加速作用的评价.《水土保持通报》,1990年,第5期