

# 大岔沟侵蚀地貌分析与治理措施优化配置\*

焦 峰 李壁成

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘 要** 应用美国地理学家 Strahler A. N. 创立的高程积分法,对大岔沟的侵蚀形态特征进行了定量计算和分析研究,为大岔沟水土保持措施的优化配置和综合治理提供了科学依据。目前大岔沟治理度高达 94.04%,基本上控制了水土流失,每年可拦蓄径流 4 000m<sup>3</sup>,促进了节水农业的发展。

**关键词** 大岔沟 侵蚀地貌特征 优化配置

## An Analysis of Erosive Geomorphy and Optimum Arrangement of Control Program of Dacha Gully

Jiao Feng Li Bicheng

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, 712100, Yangling District, Xianyang Municipality, Shaanxi Province)

**Abstract** Using the hight-analysis method founded by American geographer strahler A. N. ,the charactors of erosive geomorphy of Dacha gully have been quantitavely computed and analysed. This conclusion could provide a scientific base for the optimum arrangement and comprehensive harness in the area. For the present, the general harness degree reaches 94. 4%, soil erosion has been basically controlled, and 4 000m<sup>3</sup> of the runoff can be harvested, it improved the development of water saving agriculture.

**Keywords** Dacha gully; charactors of erosive geomorphy; optimum arrangement

### 1 大岔沟概况

大岔沟地处宁夏南部的黄土丘陵沟壑区,为一矩形集水区域,集水面积 0.85km<sup>2</sup>,海拔高 1 550~1 750m,最大高差 200m,沟壑密度 3.8km/km<sup>2</sup>,东接泾河二级支流茹河上游河段的小川河,西临 309 国道,80%以上面积为梁峁坡地,土层深厚,坡度平缓,适于农作。

#### 1.1 地貌特征

大岔沟为一宽谷斜梁式河源区地貌,梁峁平缓开阔,谷浅坡长。从表 1 坡度分级统计可以看出,<15°的坡地占流域面积的 64.48%,>25°的坡地仅占 11.94%,其中 8°~15°的缓坡地占 61.06%。梁峁坡面侵蚀较为轻微,浅沟和切沟不甚发育,仅在流域沟头两侧的陡坡上,有浅沟

① 收稿日期:1996—06—24 \*“九五”国家科技攻关黄土高原固原试区专题资助。

分布,坡面相对高差 60~150m,一般东坡较平缓,多为凸形坡,西坡较陡,多为凹形或直线形坡,东坡面积大于西坡,约占 60%以上。

表 1 大岔沟坡度分级统计表

坡度分级	1	2	3	4	5	6	7
坡度	0°~5°	5°~8°	8°~10°	10°~15°	15°~25°	25°~35°	>35°
面积(hm <sup>2</sup> )	1.60	1.22	18.68	33.34	20.05	6.16	4.00
比例(%)	1.89	1.43	21.96	39.20	23.57	7.24	4.70

## 1.2 侵蚀特征

大岔沟是在古沟谷为黄土覆盖后,由于水流侵蚀而发育成的谷中谷,即在老沟谷中演变和发展而成的继承性沟谷。由于新构造运动的抬升和侵蚀的切割作用,新沟谷已深切 20~30m,沟头溯源侵蚀强烈,仅距分水岭 750m,沟谷垂直节理发育,沟壁直立而陡峻,在地下水和重力作用下,造成沟岸不断发生崩塌,加速了沟谷的扩张。

## 2 大岔沟侵蚀地貌形态定量分析

对一个流域的侵蚀地貌形态特征进行定量和定性分析的高程积分法,是由美国地理学家斯特拉勒创立的。本文根据高程积分分析的原理和方法,对大岔沟流域的侵蚀地貌形态进行量算分析。

### 2.1 斯特拉勒数学模型

设一流域在发育过程中,土壤不断被侵蚀掉,其被侵蚀掉的物质体积为:

$$V = \int_b^T adh$$

那么

$$\frac{V}{HA} = \int_b^T \frac{a}{A} d\left(\frac{h}{H}\right) = \int_0^1 x dy \quad (\text{令 } x = \frac{a}{A}, y = \frac{h}{H})$$

式中:  $\frac{V}{HA}$ ——侵蚀积分值;  $H$ ——流域地势高差;  $A$ ——流域面积;  $T$ ——梁顶;  $b$ ——沟底;  $h$ ——等高线相对高度;  $a$ ——等高线所切水平断面面积。

建立数学模型  $s = \int_0^1 f(x) dx$  ( $s$ ——侵蚀积分值)。

### 2.2 量化指标

根据台维斯地貌发育阶段的划分和侵蚀强度特点,其量化指标为:

侵蚀积分比值 ( $s$ )	地貌发育阶段与特征
$s > 60\%$	幼年阶段:水系发育,侵蚀过程强烈
$35\% < s < 60\%$	壮年阶段:流域形态趋向缓和,侵蚀过程缓和
$s < 35\%$	老年阶段:逐渐侵蚀为残丘,向准平原演化

### 2.3 大岔沟侵蚀地貌形态量算与分析

2.3.1 高程面积量算 在 1:1 万地形图上(等高线间隔 5m),用方格网法对每一等高线所包面积进行逐一量取,共获 40 组高程面积数据,然后根据高程——面积积分的原理和方法计算出相应的  $x_i, y_i$  值(如表 2 所示)。再根据表 2 的计算结果,以  $x_i$  为横坐标,  $y_i$  为纵坐标,用描

点法可绘出大岔沟流域的高程——面积积分曲线(斯特拉勒曲线)。

表2 大岔沟高程—面积积分量算表

序号	等高线值 (m)	等高线所包面积 $S'$ (hm <sup>2</sup> )	$S'_n - S'_{n-1}$ (hm <sup>2</sup> )	$\sum (S'_n - S'_{n-1})$ $a$ (hm <sup>2</sup> )	$a/A$	$\sum h$ (m)	$\sum h/H$
1	1745	0.15	—	0	0	195	1.0000
2	1740	0.36	0.21	0.21	0.0025	190	0.9744
3	1735	0.56	0.20	0.41	0.0048	185	0.9487
4	1730	1.50	0.94	1.35	0.0159	180	0.9231
5	1725	2.10	0.60	1.95	0.0229	175	0.8974
6	1720	2.66	0.56	2.51	0.0295	170	0.8718
7	1715	3.08	0.42	2.93	0.0344	165	0.8462
8	1710	4.60	1.52	3.45	0.0405	160	0.8205
9	1705	6.08	1.48	4.93	0.0579	155	0.7949
10	1700	7.70	1.62	6.55	0.0770	150	0.7692
11	1695	10.40	2.70	9.25	0.1087	145	0.7436
12	1690	13.42	3.02	12.27	0.1442	140	0.7179
13	1685	17.18	3.76	16.03	0.1884	135	0.6923
14	1680	20.48	3.30	19.33	0.2272	130	0.6667
15	1675	25.21	4.73	24.06	0.2828	125	0.6410
16	1670	27.58	2.37	26.43	0.3106	120	0.6152
17	1665	31.36	3.78	31.21	0.3668	115	0.5897
18	1660	36.70	5.34	36.55	0.4295	110	0.5641
19	1655	40.82	4.12	40.77	0.4791	105	0.5385
20	1650	43.12	2.30	42.97	0.5050	100	0.5128
21	1645	50.00	6.88	49.85	0.5859	95	0.4872
22	1640	53.41	3.41	53.26	0.6259	90	0.4615
23	1635	57.76	4.35	57.61	0.6770	85	0.4359
24	1630	60.92	3.16	60.77	0.7142	80	0.4103
25	1625	64.53	3.61	64.38	0.7566	75	0.3846
26	1620	65.97	1.44	65.82	0.7735	70	0.3590
27	1615	68.34	2.37	68.19	0.8084	65	0.3333
28	1610	72.11	3.77	71.96	0.8457	60	0.3077
29	1605	72.66	0.55	72.51	0.8522	55	0.2821
30	1600	73.39	0.73	73.24	0.8607	50	0.2564
31	1595	76.04	2.65	75.89	0.8919	45	0.2308
32	1590	78.28	2.24	78.13	0.9182	40	0.2051
33	1585	79.71	1.43	79.56	0.9350	35	0.1795
34	1580	82.30	2.59	82.15	0.9654	30	0.1538
35	1575	82.72	0.42	82.57	0.9704	25	0.1282
36	1570	83.84	1.12	83.69	0.9835	20	0.1026
37	1565	84.52	0.68	84.37	0.9915	15	0.0769
38	1560	84.86	0.34	84.71	0.9955	10	0.0513
39	1555	85.02	0.16	84.87	0.9974	5	0.0256
40	1550	85.24	0.22	85.09	1.0000	0	0.0000

2.3.2 侵蚀形态分析 根据数学模型和高程—面积量算值,可以计算出大岔沟的侵蚀积分值  $s=0.5028$ ,对照侵蚀特征的量化指标,可以得出:大岔沟的侵蚀特征为壮年期的早期阶段,这说明大岔沟已从强烈侵蚀阶段进入了壮年期的均衡演化阶段,侵蚀趋于缓和。但由于本区处于新构造运动的强烈抬升期,侵蚀基准下降,又会造成侵蚀的切割加强,加之本区域土壤疏松,降雨比较集中,且每年几乎都发生暴雨,土壤侵蚀仍很强烈,因此加强水土流失综合防治,不仅对改善生态环境有重要作用,而且也是发展旱作与节水农业的必不可少的根本措施。

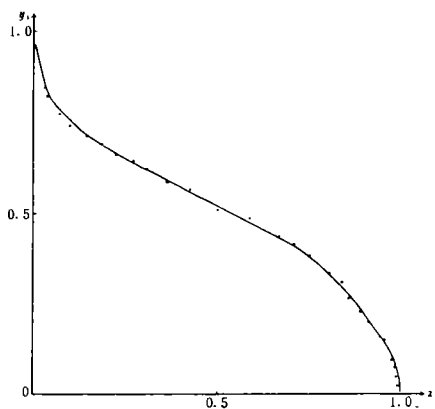


图 1 大岔沟高程积分曲线图

### 3 大岔沟治理措施的优化配置

根据大岔沟的侵蚀形态特征,流域黄土结构特点以及区域内降雨特征,在大岔沟流域治理中,采取了“层层设防,节节拦蓄,分段控制,就地入渗,化害为利”的主导原则,从坡面治理入手,根据不同坡度、坡位和土地利用方向,配置了不同的水土保持措施。

#### 3.1 坡地改造工程和荒坡绿化工程

大岔沟及其周围为居民区,地面坡度比较平缓,土壤为黑垆土和湘黄土,且土层深厚。有良好的耕作条件,是重要的旱作农耕区。治理前,开垦指数达 70%以上。全流域集水面积为 85.05hm<sup>2</sup>,其中农耕地面积 58.69hm<sup>2</sup>,占总面积的 69.01%,且多为坡耕地,土地利用方式的不当,造成严重的水土流失。针对这种情况,对缓坡地(<15°)实施了“坡改梯”工程,新修梯田 30hm<sup>2</sup>,其中机修 15hm<sup>2</sup>,田面宽>8m,上下等高,左右水平,且集中连片,使农耕地中平地面积达 57.2hm<sup>2</sup>,占总农地面积的 97.46%。同时,对于>15°的陡坡地实施了“黄变绿”工程,大搞树种草,保证种草造林质量,以逐渐实现绿化,其中挖鱼鳞坑 6 000 余个,修反坡梯田造林种草达 15hm<sup>2</sup>,使林地面积达到 15%,草地面积达 9.4%,这样,除 1.49hm<sup>2</sup>的坡耕地和 3.58hm<sup>2</sup>难以治理的沟壁陡崖外,其余土地都分别采取了相应的治理措施,治理度达 94.4%,有效地控制了水土流失。

表 3 大岔沟土地利用现状统计表

土地利用	总面积	农地			林地			牧草地		非生产用地		
		面积	平地	坡地	面积	灌木林	乔木林	面积	天然草地	面积	沟壁陡崖	其它
面积(hm <sup>2</sup> )	85.05	58.69	57.2	1.49	12.74	9.38	3.36	8.0	8.0	5.62	3.58	4.32
占总面积比例(%)	100	69.01	67.25	1.76	14.98	11.03	3.95	9.4	9.4	6.61	4.21	5.08
各类面积比例(%)	—	100	97.46	2.54	100	73.63	26.37	100	100	100	74.91	76.87

#### 3.2 水路网防蚀工程

大岔沟的道路及其 9 条切沟,成为降雨径流汇集的水路网,从大岔沟的道路及其主沟道的分布特征来看(图 2 所示),道路自梁顶到沟头是坡度为 10°左右的斜坡,道路以上坡面开阔,暴雨时易产生汇流,且其土体密实,入渗率低,易造成强烈侵蚀;自沟头向下,道路沿沟岸布设,沟

头前进,沟壁崩塌对道路的威胁极大,14年中,道路竟3次改线,因此,河道防治与道路防治有极其密切的关系。为此,我们(1)在切沟中修筑谷坊群,谷坊内养树,堤拦水养树,树护堤,节节拦蓄径流;(2)整修道路,在道路两侧易冲刷处,修筑了43座中小型土谷坊和180多眼蓄水小窑窖,共可拦蓄降水 $600\text{m}^3$ ,拦截泥沙 $224\text{t}$ ,有效地防治了道路侵蚀;(3)在沟边修筑防冲和保护林带,沟壁造沙棘,沟坡和水库植杨、柳树等综合治理措施,基本上控制了沟谷的扩张和道路的强烈侵蚀。

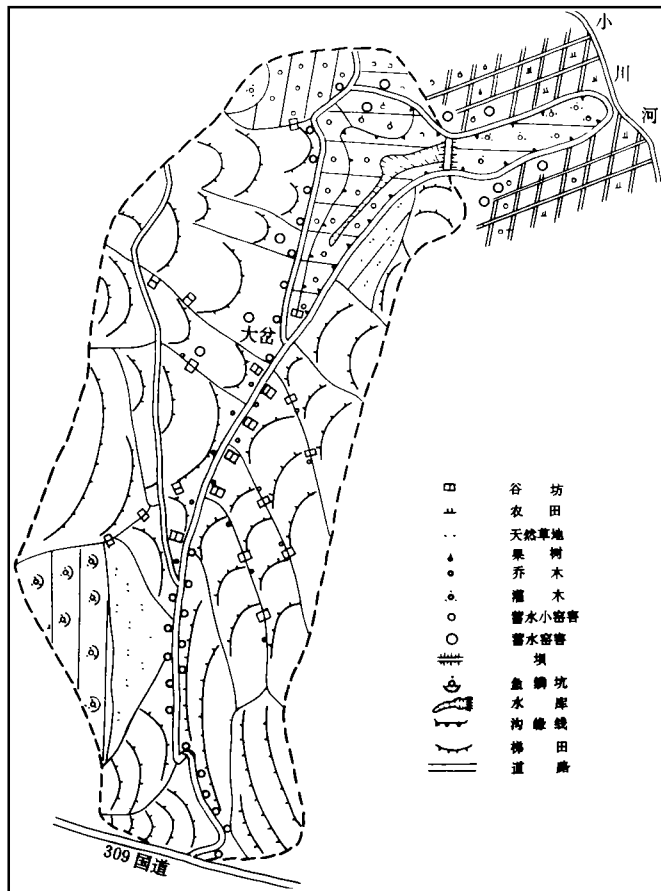


图2 大岔沟流域治理优化配置示意图

### 3.3 蓄水窑窖工程

根据区域内降雨时

空分布不均以及地形特点,为合理利用降水资源,充分体现“化害为利”的思想,结合庭院经济和高效农业,在大岔沟及其周围邻近区域修建22眼蓄水窑窖,每眼可蓄水 $20\sim 50\text{m}^3$ ,总蓄水量大 $750\text{m}^3$ ,将道路、山坡、山沟的径流拦蓄,并可调节补灌 $6\text{hm}^2$ 左右高效果园,蔬菜和农作物,加上水库每年 $3000\text{m}^3$ 左右的蓄水量,基本上解决了大岔沟邻近区域的 $13.33\sim 26.67\text{hm}^2$ 地的灌溉难题,为区域人民抗旱夺丰收提供了可靠保证。

通过上述水土保持措施的优化配置,有效地控制了水土流失,并可截留雨水产生的径流 $4000\text{m}^3$ ,将大岔沟流域建成为山、水、林、路、电小流域治理的示范样板,为干旱山区发展节水型高效农业和集约经济创造了良好的生态环境和基本条件。

#### 参 考 文 献

- 1 承继成等. 流域地貌数学模型. 北京: 科学出版社, 1986
- 2 李壁成. 小流域水土流失与综合治理遥感监测. 北京: 科学出版社, 1990
- 3 李壁成等. 固原上黄试区土壤侵蚀环境与综合治理效益评价. 水土保持研究, 1996(1)
- 4 陈永宗等. 黄土高原现代侵蚀与治理. 北京: 科学出版社, 1988
- 5 陈耀之. 宁夏西部山区土壤侵蚀成因与防治对策. 中国水土保持, 1991
- 6 王佑民. 水土保持原理. 1988