

# 杏子河流域沟道切割密度的量算及分布规律

鲁翠瑚 周佩华

(中国科学院西北水土保持研究所)

在一般情况下, 沟道切割密度愈大, 水土流失愈严重。因此, 沟道切割密度是反映土壤侵蚀强度的一项重要指标。在土壤侵蚀区划及土壤侵蚀规律的研究中, 科学工作者十分重视这一数量指标。但是如何量算沟道切割密度? 如何选定量算样区? 选择多大的沟道小流域作为量算样区比较好? 以及量算样区是选在上游好, 还是中游或下游好等一系列问题, 目前都还缺乏经验, 如果量算样区选择不当, 所得结果就不能代表当地的实际情况。我们从1930年到1932年, 通过陕北杏子河流域沟道切割密度的量算, 取得大量的数据, 并进行统计分析, 初步得出全流域上、中、下游沟道切割密度分布规律及流域面积与切割密度的相关关系, 可作为量算沟道切割密度时选定量算样区的参考。

## 一、沟道切割密度的量算方法

采用1/10,000航测地形图(1971—1973年摄影, 1973—1975年成图), 作为量算沟道切割密度的基本资料。该图是我国目前比例尺最大的航测地形图, 通过等高线可以确定黄土丘陵区切沟的沟底线, 是量算沟道切割密度的最佳底图。以杏子河一级支流流域为量算单位, 对杏子河全流域将近1,500平方公里进行全面量测。各一级支流的排列顺序为: 从主河口的右岸, 依次向上游绕过河源回到河口的左岸, 共99条沟道小流域(如附表编号1—99), 再加上主河道, 共100个量算单位。全流域量算结果, 沟道总数近80,000条, 总长度为10,594.92公里; 流域总面积1,497.035平方公里, 全流域平均切割密度为7.39公里/平方公里。沟道量算长度最小单位, 图上长1厘米(实际长100米, 长度小于100米的切沟不计)。面积量算是采用网格割补法和称重法(1/10,000天平)两种方法。网格割补法为目前量算面积普遍运用的方法, 本文不多叙述。称重法的主要方法为:

1. 在透明纸上切割100平方厘米(即1/10,000航测图的面积相当于实际面积一个平方公里)作为称重的基本单位。为了减少透明纸厚薄不均匀而引起的误差, 取10个基本单位的平均值作为标准基本单位值。

2. 按量算区100条沟道小流域的流域界线依次描绘, 切剪后进行称重, 得出各流域切剪透明纸面积的重量, 分别除以透明纸标准基本单位重量, 从而换算出100条沟道小流域的面积。测算结果, 均与标准面积(按纬度差的理论尺寸, 改正因图纸的收缩所引起的误差)1,488.72平方公里之差为 $\pm 5-7/1,000$ , 本文面积数据选用称重法测定的结果(见下表)。

河流编号	1	2	3	4	5	6	7
河长 (km)	6.47	26.27	8.49	24.66	32.64	66.06	102.28
流域面积(km <sup>2</sup> )	0.854	3.5287	1.0462	3.3127	6.1555	8.1077	12.0074
密 度	7.58	7.44	8.12	7.44	5.30	8.15	8.52
河流编号	8	9	10	11	12	13	14
河长 (km)	324.34	6.12	13.35	665.16	721.62	15.97	32.11
流域面积 (km <sup>2</sup> )	33.9911	1.0273	1.5885	73.8387	76.7538	1.3436	2.4278
密 度	9.54	5.96	8.40	9.01	9.40	11.89	13.23
河流编号	15	16	17	18	19	20	21
河长 (km)	1920.84	13.20	36.56	5.55	35.91	26.89	7.53
流域面积 (km <sup>2</sup> )	246.7577	1.1230	3.9208	0.9825	4.6537	4.1307	1.2189
密 度	7.78	11.75	9.32	5.65	7.72	6.51	6.18
河流编号	22	23	24	25	26	27	28
河长 (km)	25.30	23.31	4.38	13.51	33.39	80.89	6.62
流域面积 (km <sup>2</sup> )	3.8663	3.3238	0.6060	1.7974	5.1622	9.9315	0.8168
密 度	6.54	7.01	7.23	7.52	6.47	8.14	8.10
河流编号	29	30	31	32	33	34	35
河长 (km)	9.41	73.86	7.07	12.27	36.86	5.99	41.38
流域面积 (km <sup>2</sup> )	1.3629	10.5033	0.8725	1.5555	4.9828	0.8469	4.9828
密 度	6.90	7.03	8.10	7.89	7.40	7.07	8.30
河流编号	36	37	38	39	40	41	42
河长 (km)	62.98	15.58	40.02	62.23	298.77	407.14	36.75
流域面积 (km <sup>2</sup> )	9.2028	2.3371	6.4125	9.4929	44.7391	62.1174	5.5917
密 度	6.84	6.67	6.24	6.56	6.68	6.55	6.57
河流编号	43	44	45	46	47	48	49
河长 (km)	10.53	59.36	87.63	929.19	6.26	5.50	162.98
流域面积 (km <sup>2</sup> )	1.4867	8.6066	12.7761	129.6437	0.8445	0.7466	29.3621
密 度	7.08	6.90	6.86	7.17	7.41	7.37	5.55
河流编号	50	51	52	53	54	55	56
河长 (km)	10.93	40.37	5.73	90.40	9.52	19.44	6.49
流域面积 (km <sup>2</sup> )	1.6231	5.9172	0.8636	14.3855	1.3343	2.9031	0.9249
密 度	6.73	6.82	6.64	6.28	7.13	6.70	7.02
河流编号	57	58	59	60	61	62	63
河长 (km)	10.48	8.96	5.43	12.38	10.32	19.58	5.10
流域面积 (km <sup>2</sup> )	1.4504	1.1180	0.8932	2.0109	1.5782	3.4072	0.7834
密 度	7.23	8.01	6.08	6.16	6.54	5.75	6.51
河流编号	64	65	66	67	68	69	70
河长 (km)	10.39	66.24	45.37	53.37	35.59	28.02	6.23
流域面积 (km <sup>2</sup> )	1.7353	9.3842	5.3363	7.4898	5.7881	3.9626	0.7390
密 度	5.99	7.06	8.50	7.13	6.15	7.07	8.43

河流编号	71	72	73	74	75	76	77
河长 (km)	26.87	13.29	22.85	18.15	3.46	5.73	90.39
流域面积 (km <sup>2</sup> )	3.4273	1.9810	2.6337	2.2426	0.4022	0.6742	11.4022
密 度	7.84	6.71	8.68	8.09	8.60	8.50	7.93

河流编号	78	79	80	81	82	83	84
河长 (km)	478.62	28.74	29.11	47.87	903.42	4.30	296.67
流域面积 (km <sup>2</sup> )	74.6743	4.2286	4.6207	7.1293	139.3673	0.6985	43.4016
密 度	6.41	6.80	6.30	6.71	6.48	6.16	6.84

河流编号	85	86	87	88	89	90	91	92
河长 (km)	15.87	73.90	18.55	12.34	9.97	346.49	16.84	11.17
流域面积 (km <sup>2</sup> )	1.8513	8.5594	1.8778	1.2032	1.0601	35.5567	1.6134	1.1329
密 度	8.57	8.63	9.88	10.26	9.40	9.74	10.44	9.86

河流编号	93	94	95	96	97	98	99	100
河长 (km)	143.67	6.40	5.43	69.52	14.43	54.52	24.54	650.29
流域面积 (km <sup>2</sup> )	14.0634	0.9366	0.6523	10.5327	1.7777	7.3766	3.5260	109.5499
密 度	10.22	6.83	8.32	6.60	8.12	7.39	6.96	5.94

## 二、统计分析

### (一) 不同流域面积沟道小流域的沟道切割密度

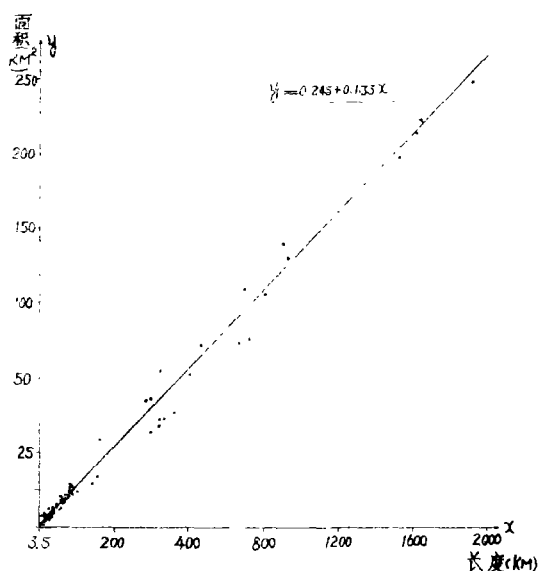


图 1

根据量算的结果,在100个量算单位中,沟道小流域面积最大的为246.76平方公里,最小的为0.40平方公里。以流域面积为纵座标,以沟道长度为横座标作散点图,如图1所示,则所有的点子接近于一条直线。

按量算的100个数对进行线性回归分析

计算结果:

$$y = 0.245 + 0.133x$$

式中:  $y$  为流域面积 (平方公里)

$x$  为沟道总长度 (公里)

相关系数  $r = 0.991$ , 说明沟道总长度与流域面积呈正相关, 也就是说沟道切割密度基本上不因流域面积大小而变化。

### (二) 沟道切割密度的分布

根据量算结果 (上表), 将100条沟道小流域的切割密度分为六级, 即: 1、6 以下; 2、6.1—7; 3、7.1—8; 4、8.1—9; 5、9.1—10; 6、10以上, 绘制沟道切割密度图 (如

图2)。从图2可知,切割密度较大的沟道小流域,主要集中在杏子河流域下游地区。

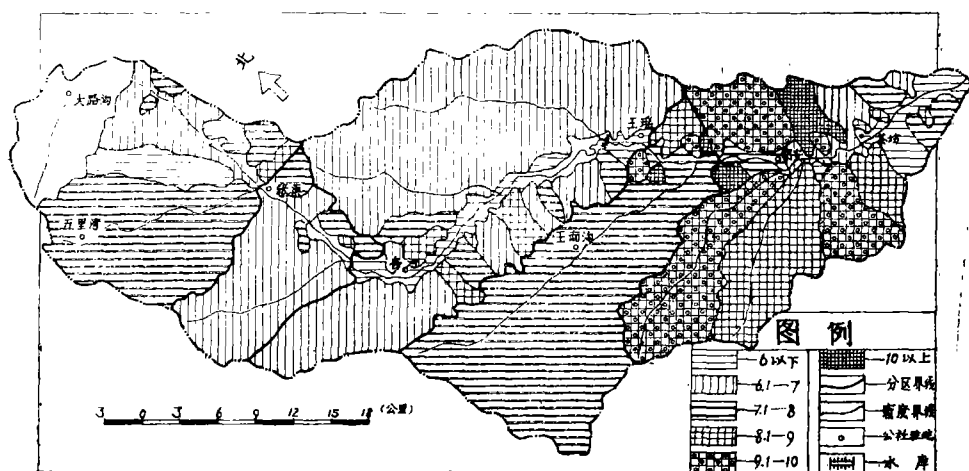


图2 杏子河流域沟道切割密度分区图

以沟道切割密度图为底图,将全流域划分为五个区,每个区的平均切割密度用加权平均法求得,即:

下游区切割密度 = 9.01

过渡区切割密度 = 7.86 (下游到中游)

中游区切割密度 = 6.60

过渡区切割密度 = 6.65 (中游到上游)

上游区切割密度 = 6.84

以各分区为横坐标,各分区的切割密度为纵坐标,绘制沟道切割密度分布图(如图3)。将上游区、中游区、下游区沟道切割密度之和取平均值,则切割密度 $\approx 7.48$ ,与全流域平均值比较接近。

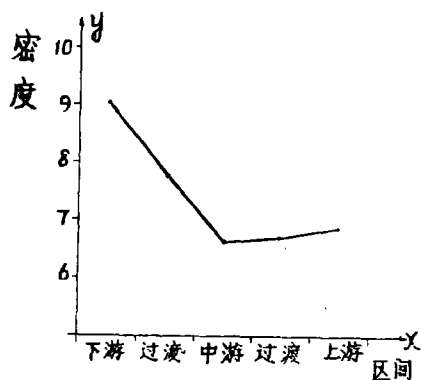


图3

### 三、结 论

1.从图2和表1明显地看出,杏子河流域下游沟道切割密度最大(9.01),上游次之(6.84),中游最小(6.60)的分布规律。

2.各量算单位的沟道总长度与流域面积呈直线相关,其相关系数为0.991。实际统计计算结果,沟道小流域的面积与切割密度基本上不相关。因此,量算沟道切割密度选样时,沟道小流域面积的大小不能作为选样的依据,一般所选沟道小流域的面积不宜过大,否则工作量太大。但必须考虑沟道小流域在上、中、下游的位置,最好在上、中、下游各选一个样区进行量算,求其平均值。

(下转第27页)

1981年产沙量占流域产沙量的21.4%，其面积占流域面积的25.23%，占水土流失面积的32.99%。如何利用好这类土地，对发展本流域经济关系是很大的。总的说来，应以改良草场，以草定畜，发展牧业为主，适当发展林业。林草在布局上，可试行林网形式，即以灌木林网作为草场的围栏以利轮封轮牧，间以用材林网以利防风。无论对造林或育草都应注意防治土壤侵蚀问题，以减少产沙量并逐步改良土壤，以提高土地的生产能力。

**(七) 整治土崖。**这类面积占水土流失面积的16.40%，产沙量占流域产沙量的16.23%，比重也是相当大的。其利用办法主要是封山育林育草，待林草生长后逐渐起到防治侵蚀的作用。为便于封育，应设置生物围栏，即以带刺的灌木沿四周密植，间以乔木。

**(八) 治理沟道。**包括干、支、毛沟，面积占水土流失面积的4.58%，产沙量占流域产沙量20.45%。产沙所占比重是很大的。毛沟的侵蚀模数为干支沟的5.5倍，故沟道防冲的重点在毛沟，其办法有：1.减少径流来源；2.沟底修谷坊；3.沟坡育林育草；4.修建淤地坝等等。

**(九) 工矿、村庄、道路。**面积和产沙量所占比重虽不大，但对生产和生活的影响较大，应针对不同情况进行专门规划设计，给径流以出路：或排或蓄，以充分利用水资源；或树或草多种经营，以充分利用土地资源。

**(十) 排水系统。**所有各类土地都应充分考虑排水系统，因为所有防治土壤侵蚀措施都有一定防护标准。尤其在当前条件下，面积大、任务重，劳力资源更要合理使用，标准亦不宜定得太高。一般由几年一遇到一二十年一遇的暴雨标准即可。以后随着经济发展，劳动生产率的提高，标准也可随之提高。但总会有超标准的暴雨，必须给径流以出路，这就是排水道和由此而形成的排水系统。对所有这些排水道都必须有防治侵蚀的措施。根据试验，各地不同条件用不同草皮的保护措施，如品种、种植方法、保护方法等，这是一项十分重要的措施，但一直未被注意，包括一些水土保持科学试验研究单位，在其试验场内就没有这一项措施。因而即使梯田连片，在略有径流的情况下即集中冲刷成沟，破坏土地，为害下游。故对出水口的保护，尤不可忽视。

上述10条，只是对有关水土保持方面的一些看法。其具体措施正如“水土保持工作条例”所指出的，必须“因地制宜”地进行勘测、规划、设计、实施、管护及更新。有关单位应编制设计规范以供生产部门及农民参考。关于水利方面的方向性问题，则在于能确保水库的长期调节利用以提高现有水地的科学用水和用水的保证率。在坡耕地上如何兴修水地问题，则应结合防治土壤侵蚀问题尽快地进行试验，找出适合于不同情况的具体措施，以便加以推广。

\*\*\*\*\*

(上接第31页)

#### 四、存在问题

杏子河流域总面积1,488.72平方公里，其中在该流域上游缺1/10,000航测地形图(国家无图)62.51平方公里，这一部分是用1/50,000航测地形图量算补充的。因此，量算精度受到一定的影响。