

杏子河流域梁峁分布特征与 沟谷因素的相关性

姜永清 唐克丽 周佩华

(中国科学院西北水土保持研究所)

黄河流域72.3万平方公里中,丘陵沟壑区占23.6万平方公里,约33%,占黄土高原面积的39%。农业耕作为这个区的主要经营方式,水土流失最为严重,侵蚀模数每年可高达每平方公里万吨以上,给黄河中下游造成严重的危害。支离破碎的地形,星罗棋布的梁峁,万千纵横的沟谷,研究其特征将有助于分析对水土流失的影响。本文以黄土丘陵沟壑区的杏子河流域为对象,着重讨论梁峁的分布特征,并分析这些统计特征对水土流失和农业生产的影响。

一、基本情况

杏子河总长106公里,系黄河的二级支流,延河的一级支流。流域总面积1,521平方公里,东西62.5公里,南北57.5公里,所处范围曾被划为黄土高原丘陵区第Ⅰ和第Ⅴ亚区,属沟谷治理与谷间地治理并重的切割丘状地中的侵蚀最严重的地区。据陕西师范大学地理系的划分,该流域跨剥蚀——侵蚀的黄土低山、黄土长梁及黄土梁峁类型区。第四纪黄土沉积物为构成现代地貌的主要物质,常见厚度50—100米。年平均降水量513毫米,分配极不均匀,7—8月降雨占近一半(44.2%)。因多暴雨,植物被覆度低,土壤疏松,结构不良,致使水土流失严重,年平均土壤侵蚀模数每平方公里达1.48万吨。1982年总输沙量达2,251万吨。沟深坡陡促使水土流失,水土流失又使地形更加破碎。本流域以梁、峁地形为主,此外,尚有塬、坪、条、塌以及川、台等较为平坦的地形。

二、梁峁分布特征

我们用1/10,000的地形图作底图,量测每平方公里内梁峁的个数,并由等高线计算其海拔高度。凡在地形图上等高线闭合后,其内再另无等高线者为一个峁(或梁)。另外,选择杏子河流域的10条一级支流进行与上述相同的量算工作。结果见表1。

流域中最高峁的海拔高度1,796.7米,位于西北部的柴峁峁,最低峁位于近下游河口处周屯附近的滑坡顶部,1,082.7米。梁峁海拔极差是714米,最低海拔为该河入延河的河口处1,008米,即全流域的极差是788.7米。在十个一级支流中,梁峁极差227.4—515米,流域极差347—553米。最高峁都是处于分水岭上,而最低的峁顶,在11个流域中,8个是滑坡所至。可见,本流域中滑坡十分活跃,增加了地形的起伏。全流域每平方公里平均梁(或峁)数3.72个,最多者杨边沟5.37个,最少者长尾河3.31个,其余变化不大,为4.20—4.95之间。全流域共有坡耕地88.8万

表1

杏子河流域地貌特征

流域 编号	流域名称	梁峁个数		梁峁最高海拔		梁峁最低海拔		流域最 低海拔	沟道长(米)		流域面积 (km ²)
		总个数	平均 个 km ²	高程 (米)	地 点	高程 (米)	地 点 及 地 貌		总沟长	主沟长	
1	周 屯	160	4.5	1,442.0	沙 棚 峁	1,147.0	中游、灵海区、滑坡	1,055	56.3	9.0	35.0
2	谢 屯	340	4.60	1,554.2	营 盘 山	1,105.0	下游、谢屯、滑坡	1,060	134.0	17.3	73.9
3	康 岔	340	4.47	1,579.5	杨 条	1,141.3	下游、灰堆沟、滑坡	1,066	172.7	21.0	76.0
4-右	武圪堵	176	4.82	1,453.3	高圪堵峁	1,127.3	下游、招安、滑坡	1,067	66.3	8.5	36.5
5	长尾河	338	3.31	1,645.0	高 窑 山	1,130.0	下游、韩家砭、滑坡	1,092	449.5	26.0	253.5
6-右	王 尧	205	4.95	1,482.0	岭 咀 峁	1,254.6	下游、王窑、小峁	1,135	84.9	11.2	41.4
7-右	岔路川	626	4.60	1,646.0	十二道棱	1,215.0	下游、曹咀子、滑坡	1,155	239.0	26.0	136.0
8-右	玉皇沟	335	4.58	1,641.7	高 稍 峁	1,254.1	下游、下峁、峁	1,174	118.8	15.0	73.1
9	杨边沟	240	5.37	1,690.0	大 魔 山	1,341.3	中游、林咀、滑坡	1,203	69.8	14.5	44.73
10	牛寨子	291	4.20	1,712.5	大 石 峁	1,276.7	下游、牛寨子、峁	1,225	56.8	18.8	69.3
11	杏子河	5,655	3.72	1,796.7	柴 峁 峁	1,082.7	下游、周屯、滑坡	1,008	1,065.3	102.8	1,521

注：沟长和总面积摘自延安地区水电局《延安地区河流（沟道）长度、集水面积资料》（1977.10）。

总沟长系由1/50,000地形图上量算大于1公里的沟道总和。

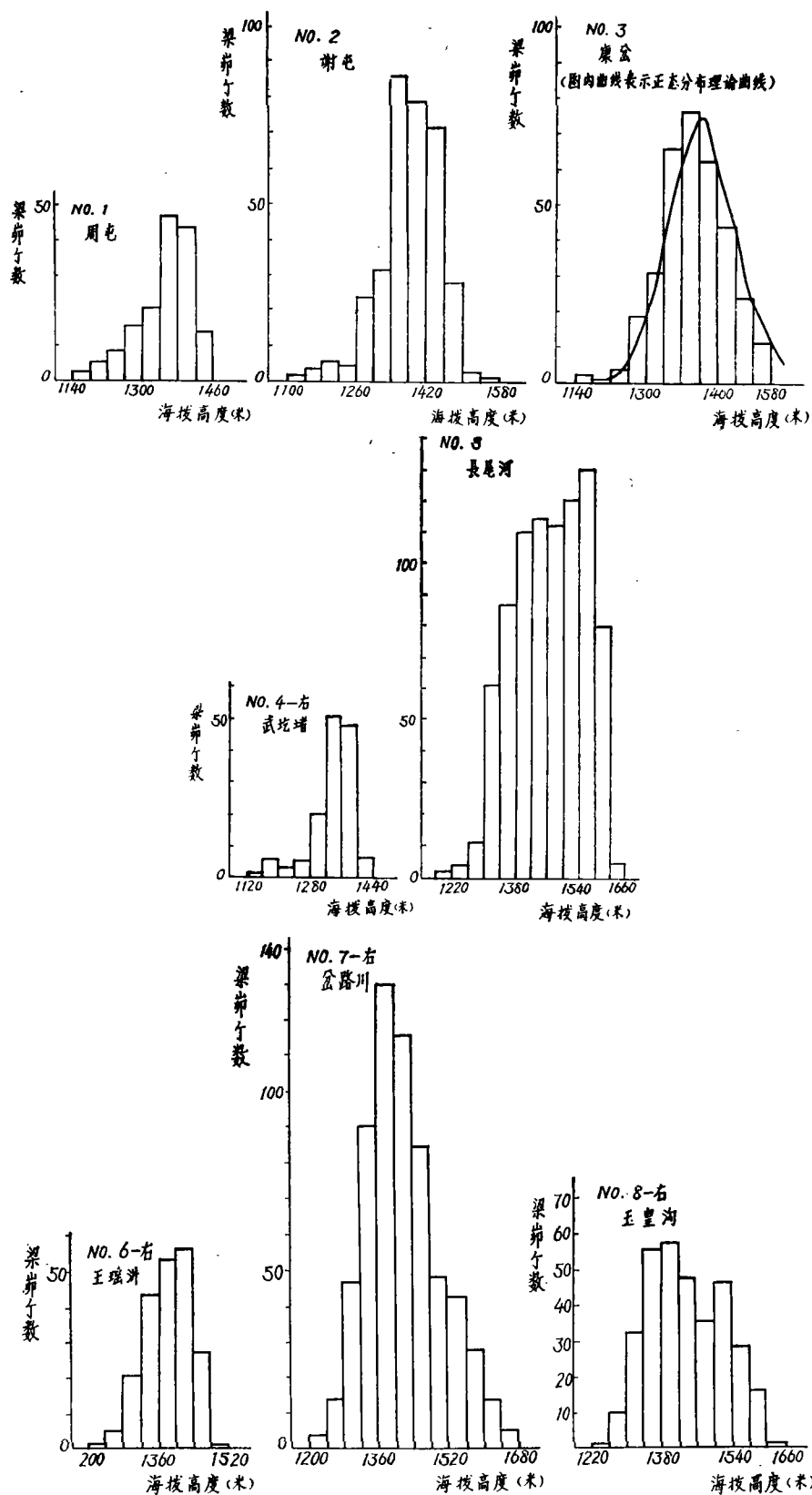
亩，谷间地占总土地面积的35%，约合80万亩。每个峁占谷间地的平面面积为141亩，折算坡耕地的面积为159.6亩。假设每个峁都为圆锥体，那么圆的平面半径是173米，而平均坡长为195.9米，坡度平均为31°，其值略高于唐克丽等同志所量算的25°的平均值。

对于梁峁高度变化的频数分布直方图见图1，组距40米，用矩法检验其分布的峰度偏度的结果见表2。除3号沟，即康岔沟属正态分布外，其余都偏离正态分布。整个流域呈坦峰态，负偏分布。在统计的5,655个梁峁中，平均高度1,458.97米，其中高度为1,260—1,700米者占91%，中位

表2 按矩法计算的偏度、峰度系数

流域编号	平均峁高度 (米)	峁高标准差 (米)	变异系数	偏度系数	峰度系数
1	1,348.25	65.05	0.0483	-0.90	0.34*
2	1,380.47	68.70	0.0498	-0.85	1.35
3	1,405.65	73.41	0.0552	-17.00*	0.9*
4-右	1,355.91	60.76	0.0448	-1.05	1.54
5	1,465.98	89.72	0.0612	-0.25	-0.70
6-右	1,382.15	52.74	0.0382	-0.34	-0.38*
7-右	1,419.49	85.85	0.0605	0.45	-0.48*
8-右	1,436.66	85.42	0.0595	0.17*	-0.84
9	1,530.00	76.20	0.0498	0.18*	-0.88
10	1,575.40	83.33	0.0529	-0.39	-0.11*
11	1,458.97	131.29	0.0900	0.216	-0.53

*置信度95%



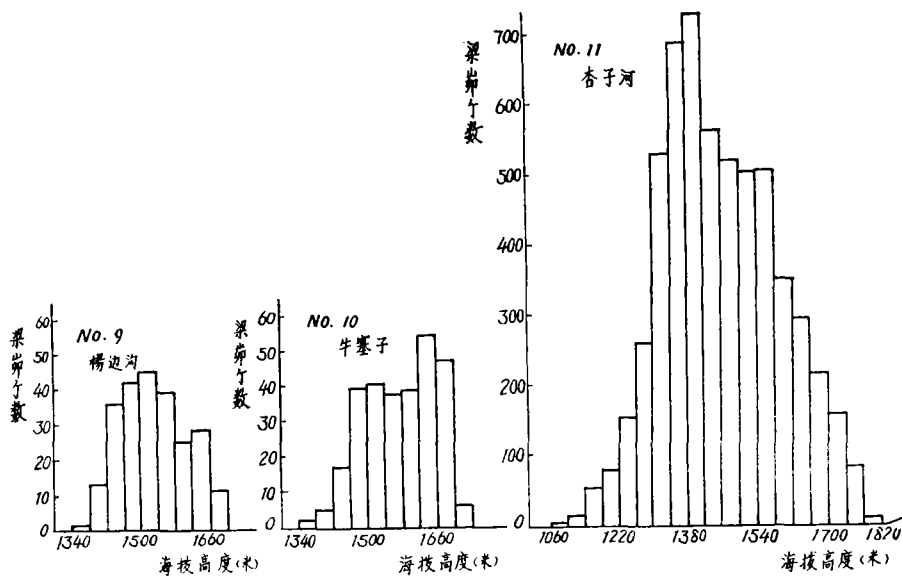


图1 梁岭高频率分布直方图

值区1,420—1,460米，众位数区（1,380—1,420米）占726个梁岭。招安（武圪堵沟）以上的沟呈不同水平的坦峰态，王窑以下的流域呈不同程度的负偏分布。坦峰态分布说明，梁岭高度居中者不仅众多而且变化不大（支流级标准差均低于90米），多数梁岭的顶部基本上是准平的，反映了丘陵沟壑区是在准平原的基础上发育起来的。沟谷切割形成负地形，分割准平原，形成残塬、梁、峁等一系列过程。负偏分布表明，高的梁岭多于低的，大概反应出地貌更为发育，特别是分水岭部分起伏较大的缘故。为方便起见，我们用算术平均值和矩法计算的结果进一步作比较讨论。

三、从南向北地形的变化趋势

由北向南，每隔1公里，地形的变化情况如图2。图中的实心圆点表示每公里宽范围内

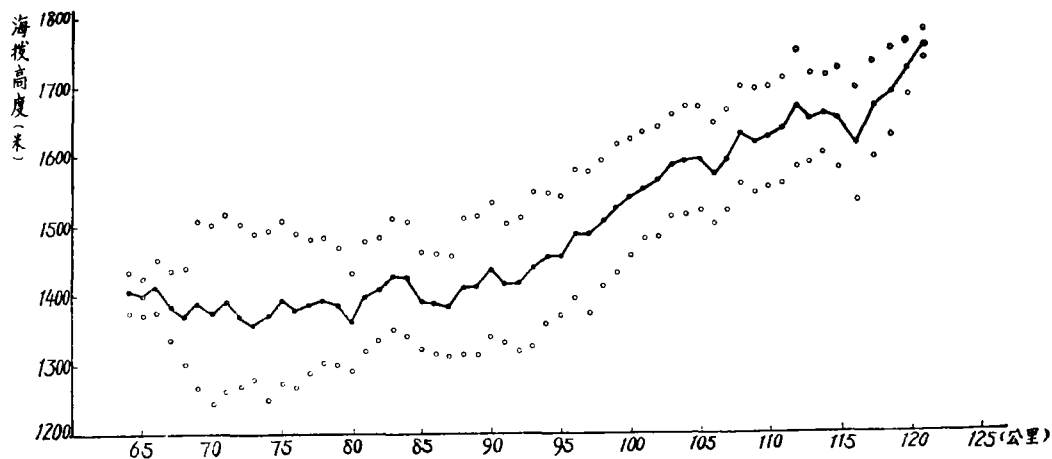


图2 梁岭高度的变化趋势

高度的平均值，空心圆点代表梁高度变化的标准差。最高平均值1,759.2米（121公里处），最低平均值1,362.1米（80公里处），故其最大变化率0.97%。这说明，从梁平均高度总观其地势是准平的，反映出对于丘陵沟壑区发育于准平原地貌基础的假说是很有道理的。具体变化情况如下：

从南向北第64—67公里，南部分水岭地区，梁最低高度1,386—1,414米；第68—76公里，平均高度1,360—1,393米，其标准差大，高于100，最大134米，这是杏子河的下游，最低的一个较平坦的梁地区，其人口密度最大，地形平坦，河川开阔，阳光充足，多大滑坡土地，为杏子河流域中最宜农业经营的地区；第75公里，相应于招安（武圪堵沟口）；第78—79公里处，相应于长尾河南岸，平均高度1,390米，多长梁地形；第82—83公里，相应于长尾河北岸，平均高度1,425米，除多长梁地形外，尚有残塬（如徐家畔塬、杨台塬、黑台沟）等较平坦的地形，塬面上常可见完整的黑垆土剖面，这是地貌上的第二个较平坦的高台地区。与之邻近的80公里处的平均梁高度1,362.1米相比，变化为62.9米，如果按黑垆土形成为1万年计算，则平均每年坡面因侵蚀下降0.629厘米，相当于坡面流失泥沙为6,300吨/平方公里·年；在85公里处，王窑水库的库址所在区，经此后，杏子河折向西北溯源而进，海拔高度的变化率增加；在96—105公里，梁变大，长梁增多，地形增高比其他地区明显，平均高度1,489—1,597米，牧荒地增多，大的梁顶部常为轮荒地；在108—116公里，大梁为主，塌地明显增多，平均高度1,627—1,655米，是最高的高平台地区；在120—122公里，为全流域北部最高的分水岭区，平均海拔为1,690—1,759米。由此可见，从南向北总的地势逐渐升高。但是，还存在有三个变化平缓的较平的高台区域，表明其在古准平原地形的基础上有三次大的间歇抬升，地表组成物质堆积所至。这与一些学者观察推论的，黄土高原的正地貌可分为“头道梁”、“二道梁”和“三道梁”，负地貌的河谷中发育三级河流阶地的结论相吻合。

四、梁峁分布特征与沟谷因素的相互关系

从杏子河梁峁分布与沟谷因素的相关矩阵（表3）中看出，梁峁分布与沟谷密度诸因素间相

表3 梁峁分布与沟谷因素的相关矩阵

	主沟长度	流域面积	梁峁高度	梁峁个数	沟总长度	梁峁极差	流域极差	高度标准差
主沟长度	1	0.9906	0.2076	0.8917	0.9677	0.8736	0.9263	0.9059
流域面积		1	0.1522	0.9994	0.9756	0.8321	0.8897	0.8755
梁峁高度			1	0.1486	0.1376	0.2448	0.3876	0.3528
梁峁个数				1	0.9623	0.8274	0.8876	0.8741
沟总长度					1	0.8314	0.9138	0.8416
梁峁极差						1	0.8039	0.9254
流域极差							1	0.9516
高度标准差								1

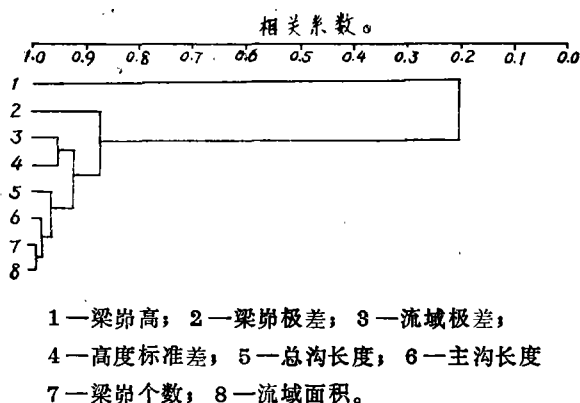


图3 R型聚类分析谱系图

和单位面积的梁崩数是一类,这主要代表沟谷的发育;而与梁崩高度变化的特征,即标准差变化,极差变化是属另一类,是反映梁崩变化特征的。这两类变化都是在大的地质环境基础上,水力侵蚀等因素勾绘地表长期积累的结果而造成的。

10个一级支流的距离系数的聚类分析谱系图见图4。距离系数 d_{jk} 为:

$$d_{jk} = \sqrt{\frac{1}{v} \sum_{i=1}^v (x_{ij} - x_{ik})^2}$$

(j, k = 1, 2, \dots, n)

式中: x_{ij} 为第*i*个流域第*j*个变量的观测值; *n*为流域数目; *v*为变量数。

计算距离系数的指标,包括单位面积崩的个数、主沟长和总沟长,单位主沟长的总沟长变化、梁崩极差及流域极差的变化,崩高及标准差的变化。从Q型聚类分析谱系图(图4)看出,按距离系数 d 约等于25作标准,可将此流域化为二个群类:第一类是下游的6个小流域,即1(周屯),4-右(武圪堵),2(谢屯),6-右(王窑),3(康岔)和7-右(岔路川);第二类是中游的5(长尾河)、8(玉皇沟)、9(杨边沟)和10(牛塞子)。

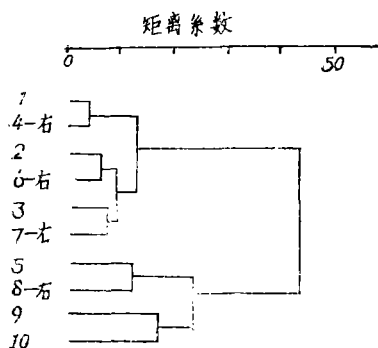


图4 Q型聚类分析谱系图

关关系很密切,唯有梁崩的海拔平均高度是个例外。这说明梁崩的多少(个数)、分布高度的变化(即平均高度的标准差),与流域的面积、沟道长度以及梁崩的正负地势极差和每个流域的正负地势极差之间都有良好的相关关系,即沟谷的发育与沟间地的发育之间是密切相关,相互影响的。图3的相关关系系数聚类分析谱系图,进一步说明了这一点。梁崩平均高度的变化主要不受梁崩、沟谷发育因素的制约,而主要是大的地质过程决定的。其余7个紧密相关的因子也可以分为两类:即沟长度、流域面积

和距离系数 d 约等于25作标准,可将此流域化为二个群类:第一类是下游的6个小流域,即1(周屯),4-右(武圪堵),2(谢屯),6-右(王窑),3(康岔)和7-右(岔路川);第二类是中游的5(长尾河)、8(玉皇沟)、9(杨边沟)和10(牛塞子)。第一类小流域中,梁崩平均高度低,为1,348—1,419米之间,除岔路川外,崩高度变化的标准差低60.8—73.4之间,表明地势平坦向阳,是目前农事活动频繁,宜于农业发展的地区。再者单位面积内总的沟道长度大,为1.6—2.6公里/平方公里,说明冲沟水道发育;第二类流域中,海拔平均高度明显升高,为1,437—1,466米之间,崩高变化的标准差大,为76—89之间。这表明山大沟深。但是单位面积内总沟道长

度低, 1.6—1.8公里/平方公里, 沟间地的发育将导致沟谷密度的增加, 尤其是中上游的 9、10 号流域更为明显。它们可与 5、8 号流域分别划为两个不同的亚类。这样分类的结果与本流域考察报告中按上中下游的各小流域区别侵蚀类型和规划水土保持措施的结论是颇为一致的。流域类型不同, 沟谷与梁脊发育的程度与方向都有所差别, 地貌的特征也不相同, 因而土地利用类型和水土保持措施也应有所区别和侧重。

五、对制定水土保持措施的几点意见

黄土丘陵沟壑区, 每个梁脊构成了一个小的地貌单元, 而冲沟沟谷分开这些梁脊, 形成水系负地形, 形成一定的地貌类型。每个梁脊, 土壤侵蚀呈明显的垂直分带规律, 随高度的不同, 侵蚀方式也不同。自分水岭或梁脊顶部, 顺坡向下至沟缘线, 雨滴侵蚀—→片蚀—→细沟侵蚀—→浅沟侵蚀, 呈垂直带状分布。越接近斜坡下部, 沟蚀发展越剧烈, 并向切沟过渡, 流水的冲刷力也增强。沟缘线附近的侵蚀方式多样、复杂, 有时陷穴接连出现, 促使切沟沟头前进的崩塌、滑塌非常活跃。陡峭的崖壁上悬沟十分发育, 与浅沟相连的切沟沟头冲刷作用也很剧烈。从侵蚀量上讲, 这是最危险的地带, 几乎每个梁脊都是平缓的梁脊顶部, 不同坡形和坡度的坡面, 一般都是向阳坡面陡而短, 人为农耕活动频繁, 被覆度低; 而阴坡则不同, 一般较缓长, 被覆度高, 侵蚀冲刷较轻。一个小流域是这样, 整个流域也是如此。而流域之间由于向沟谷发育的情况和梁脊分布特征不一样, 反映出上中下游也有明显的差别。这样在水土保持措施的制定和土地利用方向上也应有差别和侧重。在总体上应按流域的特征确定保持水土的方向和土地利用的方针, 在具体的每个梁脊上又应按侵蚀垂直分带性, 安排农耕及合理利用土地。

例如, 中下游地区主要应开展种植业, 利用平坦向阳的特点, 同时配合以一定的工程措施, 增加基本农田的面积, 而中上游的地区主要应侧重于植被的更新, 禁止乱开垦荒地, 有计划的封沟封山。对于每座梁脊应等高安排农耕活动, 使土壤更多的接纳雨水和径流, 减少和分散径流。梁脊可种草或封坡育草, 平缓的坡面上修建梯田, 等高耕作, 对于侵蚀最活跃的沟缘线附近, 应严禁开荒, 挖草根, 乱放牧等, 以防止侵蚀沟的加速发展, 沟缘线以下的陡坡或者坡麓应注意保护植被, 而坡麓还可以种植林木。

六、结 语

本文分析了杏子河流域梁脊分布的统计特征。平均每平方公里 3.72 个梁脊, 最高 5.37 个, 最低 3.31 个。矩法检验表明, 11 个流域中梁脊高度的分布只有 1 个流域属正态分布。招安以下的下游 4 条沟呈正峰态, 王窑以下的下游 6 条沟呈负偏态分布。整个流域呈坦峰态, 海拔 1,260 米—1,700 米的梁脊占 91%, 地势变化率 0.97%, 梁脊顶为高度准水平。整个流域的地势有 3 个变化平缓的较平的高台区域, 反映在古准平原地形上三次大的间歇抬升。梁脊分布特征与沟谷诸因素相互关系密切, 又分别代表地形发育的两类指标。海拔高度不受梁脊、沟谷发育的制约, 主要是由大的地质环境决定。按照这些因素聚类分析各一级支流, 下游、中游、中上游的各流域间有不同的特点。根据这些地形发育因素, 制定不同的水土保持措施和土地利用方向, 对于每个梁脊应按侵蚀垂直分带特点安排农耕活动及土地利用。

(郝小品同志参加了资料搜集和计算工作)