

神木六道沟气候及地面组成物质 特征对侵蚀产沙影响分析

查 轩 王斌科 唐克丽

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘 要 在野外调查与试验研究的基础上,分析了六道沟及其相邻流域降雨、径流、气温、风力等气候因素及地面组成物质特征对侵蚀产沙的影响。认为暴雨强度大,疾风多、植被少,地面组成物质复杂松散,以及不良的土壤理化特性,是该区侵蚀产沙特别强烈的根本原因,该区的侵蚀具有复杂多样的特殊性,在时间与空间上差异较大,分布不均;地面物质粗、产沙量大、是粗沙的主要产区,掌握侵蚀特点,控制风沙直接入沟,入河及坡耕地的改造,防治沟头,沟壑崩塌,扩大草灌,发展多样性农业为治理重点。

关键词 六道沟 气候因素 地面组成物质 风蚀与水蚀

Impact of Climate and Characteristics of Surface Component Material on Soil Erosion and Sediment Yield in the Liudaogou Watershed

Zha Xuan Wang Binke Tang Keli

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica
and the Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract On basis of field investigation and experimental research, impact of factors of climate of precipitation, runoff, temperature and wind etc and surface component material on soil erosion and sediment yield in the Liudaogou watershed and neighbouring watersheds is analysed. It is considered that the key reason that soil erosion and sediment yield is severe intensity is big rainfall intensity, gale, few vegetation cover, loose component material of surface and bad physico-chemical properties. Soil erosion has characters of different types, and temporal and spacial distribution is not uniform. Coarse material of surface and big sediment yield is main source area of coarse sand. With the results, key control measures is that while soil erosion characteristics is mastered, protecting wind sand directs into gully and river, sloping farmland is remade, gully head and gully-wall slides, is prevented vegetation cover is increased, comprehensive agricultuer is developed.

Key words Liudaogou watershed climatic elements surface component material wind and water erosion

风蚀水蚀交错带地处黄土高原向鄂尔多斯高原过渡的典型草原地带,自然条件具有过渡性和复杂性,生态环境脆弱,土壤侵蚀极为强烈^[1]。特别是处在区内的晋陕蒙接壤区约5万km²的范围,是黄河中游地区有名的多沙、粗沙产区,年输入黄河泥沙约4~5亿t,其中>0.025mm的粗沙约占

50%，区内的窟野河、皇甫川秃尾河等河流，其最大侵蚀模数与含沙量分别达 66 400t/km²·a 和 1 700kg/m³，为黄土高原之首^[2]，并为世界所罕见。随着煤炭资源的大力开发与能源重化工基地的建设，加速该地区水蚀风蚀过程和生态环境演变规律的研究与治理，成为十分重要而紧迫的任务。为此我们在区内的神木六道沟及其相邻流域，对土壤侵蚀产沙及生态环境影响最大、关系极为密切的降雨径流、风、温差等气候与地面组成物质重要因素进行了野外调查试验与分析，为进一步研究和加速治理提供科学依据。

1 气候特征与土壤侵蚀

气候是影响土壤侵蚀外营力的主要因素。气候对土壤侵蚀的影响主要通过各气候要素对其发生作用。六道沟流域处在半干旱大陆性气候带，其气候特点为：气候干旱、风力大风沙频繁、雨量少，降雨集中(6—9 月)，次数少，且多以高强度大暴雨形式出现。因而夏季暴雨侵蚀剧烈，春季干旱多风，沙尘暴强烈，全年发生土壤侵蚀，形成了独特的风蚀与水蚀交错的气候及强烈侵蚀地带。其降雨、径流与风力成为影响土壤侵蚀的主要气候因素。

1.1 降雨径流

本区由于受西伯利亚大陆冷风和海洋暖气团的控制，加之地形等其它因素之影响，其降雨具有黄土高原的典型特征。降雨量仅 437. 4mm，较黄土高原南部为少，但相对集中，年际间的变率十分悬殊，以距离最近的神木县气象站为例，年雨量最多达 819. 1mm(1967 年)，最少仅 108. 6mm(1965 年)，相差 710. 5mm。年内降水分配极不均匀(表 1)，7—9 三个月为暴雨集中季节，其降水量占年雨量的 69. 3%，6—9 月占 77. 5%，输沙量占年输沙量的 95. 2%。

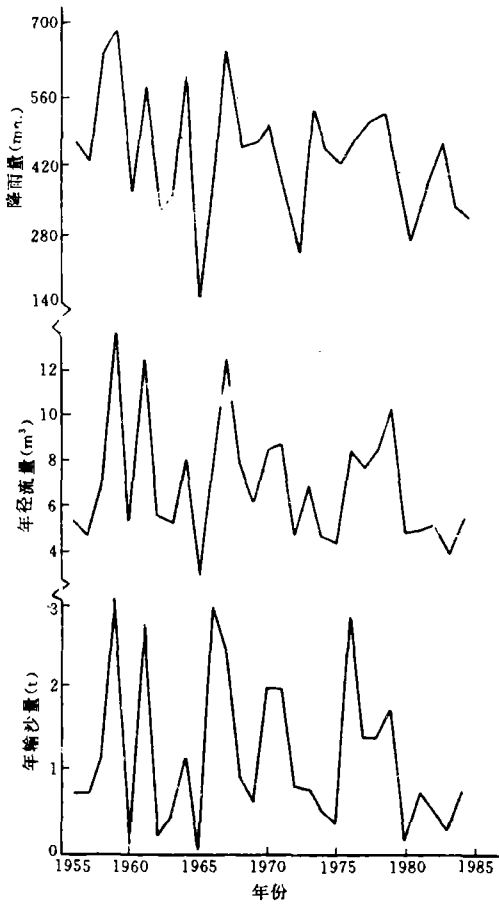


图 1 窟野河温家川站历年降雨径流与输沙量变化曲线

表 1 历年各月平均降水量

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
月雨量(mm)	2.7	3.6	10.2	20.3	26.4	36.1	118.7	128.2	59.1	25.5	9.0	1.7	440.8
分段雨量(mm)		16.5			82.8			305.3			36.2		440.8
占全年(%)		3.7			18.8			69.3			8.2		100

该区由于土壤颗粒组成粗，土质松散，胶结差，气候干旱植被稀少，土壤抗冲抗蚀性极弱。加之地形影响，降雨径流侵蚀力成为携带泥沙的主要外力，六道沟流域所在窟野河是黄土高原粗泥沙来源和输沙量最多的三条河流之一，降雨影响最为突出，河水猛涨猛落，与降雨关系密切。从图 1 历年

降雨、径流与输沙量看,丰水年与枯水年间的来水来沙量,差异极大,降雨径流与泥流的波动规律相一致。另外在降雨量相同情况下,输沙量与径流量相差甚大,但总规律相一致。造成这一原因是由于年内降雨特征不同所致,从图2窟野河神木站1977年的水沙变化曲线可以看出,一年中的径流泥沙主要集中在7—9三个月的高强度降雨季节,这一年中8月份的径流泥沙量峰值最大,而这月的峰值又是由几次暴雨所引起。六道沟所在地区也是黄土高原暴雨多发区之一,高强度大暴雨是引起该区径流泥沙的主要原因,在1977年8月1日(见图2),流域所在的神木县降暴雨74.8mm,次日河水猛涨,其窟野河神木站日平均流量为 $1\,260\text{m}^3/\text{s}$,瞬时最大流量达 $7\,270\text{m}^3/\text{s}$,含沙量达 $574\text{t}/\text{m}^3$,该日的径流量1.089亿 m^3 ,占该站全年径流量的18.39%,输沙量达到0.496

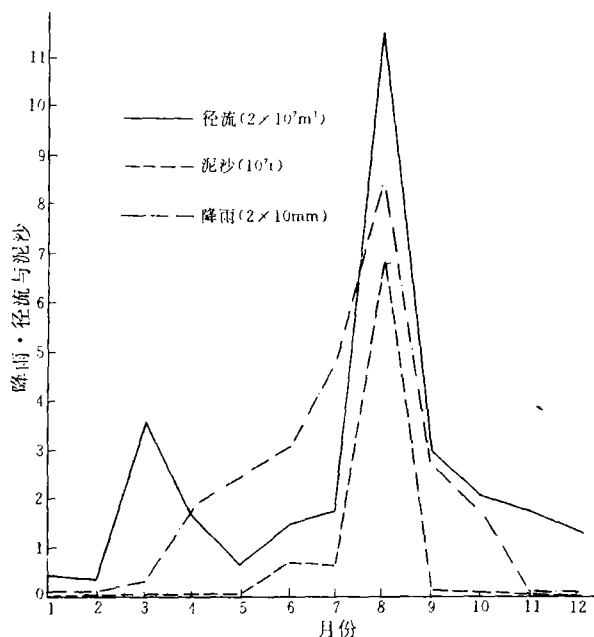


图2 1977年神木站降雨径流泥沙量逐月变化过程

亿t,占年输沙量的58.41%。再如,1971年7月23—25日,六道沟所在的县境内普降暴雨,日降水量200mm,1h降水60mm,造成山洪暴发,多处公路,电话线路中断,冲毁农田40.4万亩,造成严重经济损失,以这次暴雨洪水为主造成的年侵蚀量远高于平均值,年侵蚀模数达3万多t,可见暴雨洪水侵蚀强度之大。据统计该区内的暴雨发生率很高,26年中共出现暴雨25次,年均近1次,其中日降雨在50~100mm的暴雨出现过21次,占暴雨总数的84%,100~200mm的降水占16%,因此该区的侵蚀模数高达1~3万 t/km^2 ,由于土壤质地粗,约50%为粗泥沙,为黄河粗泥沙的主要来源区之一,暴雨径流侵蚀为流域内危害最大的侵蚀方式。

在该区即使在降雨量不多的暴雨条件下,短历时暴雨也会产生严重侵蚀。1991年9月15日晚19min降雨20多mm,在坡耕地上发生深15~20cm宽1~2m冲刷沟,耕层全部冲走,犁底层出露,强大的径流使道路侵蚀十分严重,常常一次暴雨可使道路形成深40cm宽20~30cm的线状沟。而在同一块地中,有人工草被苜蓿覆盖条件下没有细沟发生。这就主要决定雨滴打击与土壤抗侵蚀能力,植被保护了地面免遭打击侵蚀。因此,应当掌握本区暴雨发生特征与规律,加强地面覆盖,防止降雨径流侵蚀。

1.2 气温

本区的另一气候特点是冷热多变,温差悬殊,年温差和日温差很大,分别达 34.7°C 和 26.4°C (见表2),这也是造成土壤侵蚀的重要原因。在春季由于气温回升、降水偏少、斜坡土层干燥、在热力风化及风力作用下,泻溜非常强烈。特别是一些沙页岩风化物,受冷热交替更为强烈。泻溜物质是春季及夏初坡面沟道泥沙的主要来源,也是该区侵蚀方式之一。春末夏初之所以本区沟流含沙量特大,与春季泻溜物质大量集聚在坡面、坡脚有关。据统计^[2]在窟野河中下游,其重力侵蚀量可占沟谷输沙量的 $1/4\sim 1/3$ 。

表 2 神木县历年平均气温变化表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	-9.7	-5.4	2.3	10.9	17.6	22.0	23.7	22.0	15.8	9.2	0.2	-7.4	8.4
平均最高	-1.6	2.6	10.2	18.8	25.3	29.3	30.2	28.1	23.0	16.9	7.8	0	15.9
平均最低	-15.8	-11.8	-3.9	3.6	9.9	14.4	17.5	16.1	9.9	3.1	-5.0	-13.0	2.1
月较差	14.2	14.4	14.1	15.2	15.4	14.9	12.7	12.0	13.1	13.8	12.8	13.0	13.8

1.3 风力

风是引起风沙流和导致土壤风蚀的直接动力。风蚀是土壤在风力作用下遭受破坏并引起流失的过程,它是土壤侵蚀的一种重要方式。六道沟流域地处鄂尔多斯高原东南部、毛乌素沙地南缘,属大陆性半干旱季风气候,冬春季受蒙古高压的控制,盛行寒冷干燥的西北风,且维持时间长,尤其是3—5月,受回升气温快的影响,产生大风日数是一年中最多的季节。因此形成了其独特的风蚀气候特点:①大风和沙暴频繁。②风旱同季。加之土壤粗而疏松、植被差(稀疏),因而促成了本时期强烈的土壤侵蚀,即一年中的第一个侵蚀高峰时期。

风力活动频繁是本地区土地沙化与土壤风蚀的突出特征。区内风大而且多,年均风速在2.2m/s,年均大风日数16.2天,最多者可达44天,年均沙尘暴日数11.5天,最多可达22天(表3、4),大于等于5m/s的起沙风出现次数每年高达85次。≥6m/s的风速次数也在48次/年。区内风向风力均具明显的季节性变化,即冬春季多为西北风,尤其春季风力强大风出现频率高,持续时间长,可达7.4天,占45.6%;夏季则以东南风为主,尽管也有大风天气,但持续时间短,多为降水前阵性风暴,一般1~2h或几十分钟,该期的土壤较湿,并且此时植被相对较密,风蚀不十分严重。再由表3、4看,每年大风日数和沙尘暴日数,也同样以春季为最多,分别占年次数的43.2%和61.2%,尤以4月份更为突出,系全年之冠,出现大风日数达3.1天占全年19.3%,约1/5。

表 3 神木县多年均各月风力特征值

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均风速(m/s)	2.0	2.2	2.6	3.0	2.8	2.5	2.1	1.9	1.7	1.8	2.0	1.9	2.2
最多风向	NW	NW	NW	NW	SSE NW	SSE	SSE	SSE	NW	NW	NW	NW	NW
发生频率(%)	28	25	21	16	14	13	17	15	13	16	20	27	17
大风日数最多(天)	0.1	0.7	1.6	3.1	2.7	2.8	1.7	0.7	0.6	0.5	1.0	0.7	16.2
≥6m/s出现次数	2.0	5.0	4.0	21	3.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	5.0	2.0	48

另外区内季节性降水不均,冬春少雨干旱多风同时发生(表1、5),冬春季的降水仅占年降水的14.7%,而且气候十分干燥,土壤蒸发强烈,其蒸发量为降雨量的5.5倍,干燥度为全年之首,达到4.0~5.5,使得冬春季连旱频频发生,小旱1~2次/年,大旱每2年1次多。加之土壤的冻融作用的进行,该季节的土壤十分疏松,植被稀少,为风蚀创造了良好的物质条件,使得风蚀得以强烈发展。在春天每当大风发生,沙尘遍卷、满天飞扬,有时竟成咫尺不见的沙尘暴,比时正值春播,大风吹走或压埋种子、幼苗,危害极大。如1983年4月28日下午寒潮大风,瞬时风速超过21m/s,结果造成8人死亡,70余人受伤,刮倒大树3000多株,电杆1296根,农作物损失无法估计。大风吹走表层较细颗粒,土壤沙化严重,一般迎风坡风蚀严重,许多梁峁已成光板地,有的背风坡风沙直接堆向沟。

道,洪水一冲成为河流粗沙的直接来源,据推算风沙大约每年南移 3.8m。据作者实地调查,在流域的左岸及上游风蚀严重地区,因风蚀使地面物质侵蚀,其乔灌的根裸露高度约在 20~60cm,风蚀十分严重。根据推算在风蚀强烈地段,每年可蚀去地表 1~2cm 厚的土层,如果按平均侵蚀 0.5~1cm/年计算,则每年侵蚀强度可达 7 500~15 000t/km²。由于窟野河横穿该区,所以风力侵蚀入黄泥沙量较大,是黄河粗泥沙的重要来源之一,据沙漠所推算,仅由于风力吹扬落入窟野河中的粉尘(<0.05mm)每年约 500~1 000 万 t,占年输沙量的 5%~10%;如果把风力引起的蠕动(移)、跃移进入河流中泥沙量计算进去,每年达 3 400 万 t,约占窟野河年输沙量的 1/3(30%),实际不一定都能进入黄河,因为蠕移和跃移的颗粒较大,但上游河道的淤积较严重。

表 4 历年平均沙尘暴日数

季 节	春(3—5 月)	夏(6—8 月)	秋(9—11 月)	冬(12—2 月)	全年
沙暴日数(天)	6.70	1.71	0.64	1.93	11.5
比例(%)	61.2	15.5	5.8	17.5	100
大风日数(天)	7.4	5.2	2.1	1.5	16.2
大风日数(%)	45.6	32.1	13.0	9.3	100

表 5 神木县降雨与蒸发的年内变化

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降雨量(mm)	2.7	3.5	10.2	20.3	26.4	36.1	118.1	128.1	59.1	25.5	9.0	1.7	440.8
蒸发量(mm)	12.4	22.3	54.7	92.1	146.3	163.1	149.9	120.4	72.2	47.8	20.6	10.1	911.9
干燥度	1.7	4.0	5.5	4.5	4.7	3.0	1.2	0.8	1.1	1.4	1.4	1.5	1.8

2 土壤及地面组成物质特性与产沙

根据该区的土壤侵蚀特点,这里所指的土壤包括了地表所有遭受侵蚀的物质。土壤及地面组成物质是被侵蚀的对象,也是土壤侵蚀发生发展的内在因素。在特定的气候等自然条件下,其地面物质类型、产状、岩性及土壤特性则是直接影响土壤侵蚀的内在因素,在很大程度上决定了其侵蚀类型与强度。

2.1 地面组成物质的类型及分布

区内深厚的黄土沉淀物、松软基岩剥蚀物、风积沙及冲洪质堆积物构成了地面的主要组成物质(其流域组成物质分布见附图)。基岩地层主要由中生代厚层砂岩、页岩及砂页岩所组成,出露高度 5~30m 左右,主要分布于沟谷两岸,以左岸出露最多,约占流域面积的 1.06%,其沟口(炭窑沟)两岸均大量出露,以沟口最厚,向里逐渐变薄,至六道沟村为最薄。在左岸跌水处仅出露 8~10m,约占流域面积的 1.06%。该地层岩性松软、破碎、砂性大、极易遭受风化剥蚀,受冷热交替作用,易发生崩落和泻溜,沿沟道堆积,每遇洪水被直接带走,因而侵蚀产沙较为严重,其风化物中以粗颗粒为主,>0.05mm 含量 68%,其中>0.25mm 含量占 49%,是粗沙的主要来源。

本区属黑垆土地带,由于严重的侵蚀,黑垆土剖面基本流失殆尽。仅在一些分水鞍及低凹的风沙堆中尚保留有部分残墩,黄土母质及古沙广泛出露于地表,成为主要耕种土壤,所以第四纪黄土沉积物为构成现代地貌的主要物质,也是遭受侵蚀最严重产沙量最大的地层。其分布约占流域面积的 76.8%,厚度常在 5~80m 左右。由于受特定的地形与气候条件及侵蚀的影响,新黄土即马兰黄土主要覆盖于梁峁较低凹处,以及梁峁坡面的背风坡上,有时与片沙交错分布,约占总面积的 17.3%,一般农地较多,厚度不等,高处薄低凹处较厚,一般 3~10m。其土壤沙性大,>0.05mm 的

颗粒约占60%~70%，抗冲抗蚀性差，易遭受水蚀与风蚀，土壤沙化强烈，径流冲刷剧烈，坡面常形成深1~2m，宽30~80cm条沟。道路侵蚀也十分严重，是防治的重点。侵蚀方式有浅蚀、片蚀及沟蚀。

老黄土(早更新世黄土)在该流域分布面积较大，约占总面积的40%左右。由于风蚀、水蚀强烈，在大多迎风坡的梁峁坡面，大面积出露老黄土，大多结核出露表土，群众称为光板地、石炮土、红胶土，前两者较难利用，产量很低，而后者由于颗粒较细，保水保肥，作物产量较高，大部分利用为耕地，前两种由于在迎风面且难利用，风蚀常以剥离状侵蚀。另外老黄土直立性强，静水崩解一般2~3min，常常切沟、悬沟及崩塌侵蚀较为活跃，无论在新黄土或老黄土中，该区的崩塌侵蚀十分严重和活跃，这类情况常发生在上粘下沙的地层中，这也许是造成地面坡碎的原因之一。

流域的上游沟道、沟壁出露较厚的古黄土，即红色亚粘沙土，一般5~10m，干时坚硬，遇水易崩解成碎块状，富含钙质，结核层，铁锰胶膜，呈棱块状结构，红色条带多层发育风化剥蚀强烈，其产沙方式以悬沟侵蚀与泻溜侵蚀为主。

风积沙也是该流域主要地面组成物质，受毛乌素沙漠及风力的作用，主要分布于流域的上游及右岸。其主要在梁峁的背风坡面低凹处，呈片状分布，约占流域面积的13%左右，其覆盖厚度较薄1~8m。由于风积沙颗粒粗、松散、渗透性较强(稳渗速率5.12mm/min)，加之多大风和尘暴，以风蚀为主，见有沙丘起伏的风蚀地貌。在该区的沙丘上也偶见有因暴雨径流冲刷的条沟，其深度与宽度类似于小切沟，宽可达1~2m，深2~3m，这些沙丘一般分布于坡度较大的坡面直到沟道，无论水蚀或风蚀，此明沙可直接进入沟道，是粗沙的重要来源。

流域内的冲积物主要分布于沟道，以坝地川台地为主，其颗粒较粗，以河床淤积泥沙为主，平时侵蚀较弱，遇大暴雨有被冲毁的可能，其潜在危险大，应加强坡面及沟道治理尤为重要。另外该地沙性特大，漏水漏肥，只有进行土质改良，方可蓄水保肥，稳产高产。

2.2 土壤物理特性与侵蚀产沙

2.2.1 颗粒组成特征 土壤颗粒组成是影响土壤可蚀性的一个重要因素，它对分离和换移过程均有影响^[3]。特别是研究流域内产沙地层及河流泥沙颗粒组成，对说明黄河下游河床淤积粗泥沙的来源有重要意义。颗粒越粗，天然孔隙越小，粒间结合力越小，粘滞力亦小，稳定性就差，越易被侵蚀。据研究^[4]，在其它条件相近的情况下，其单位面积径流深所产生的侵蚀量随着 $>0.05\text{mm}$ 粒级含量增加而增加。表6列举了该流域不同地面物质的颗粒组成，由表可以看出，其颗粒组成有以下几个特点：①所有地面物质的颗粒较粗，其中 $>0.05\text{mm}$ 的粗粉沙含量最多，高达50%~90%，而对黄河下游威胁最大的 $0.25\sim0.05\text{mm}$ 的颗粒含量高达42%~80%，是黄土高原地区含量最高的区域，约为中部水蚀区(延安一带)的2~4倍。所以一旦

发生侵蚀易产生高含沙水流，增强了粗沙的输移能力，特别是该流域的沟道比降大，产沙基本都被水流带走，在特大洪峰流中悬移质泥沙的粗沙(1~0.25mm)含量可高达39%。因此使该区的粗泥

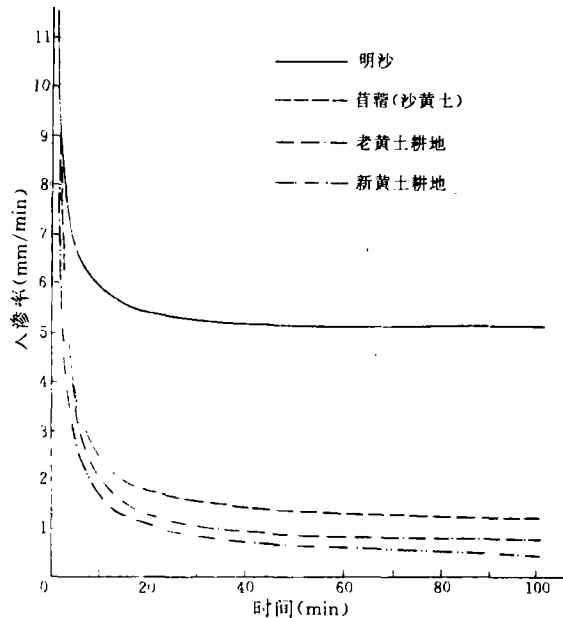


图3 不同土壤及利用下的入渗过程

沙模数高达 8 000~10 000t/km²·a。②不同地面物质颗粒组成差异较大,在>0.005mm 颗粒中以片沙(风积沙)的含量最高,占 95.3%,其它依次为沙黄土黑垆土及沙岩风化物,占 60%~70%。另外由表可以看出,在>0.005mm 中,1~0.25mm 及 0.25~0.05mm 的颗粒不同物质含量不同,这对鉴别基岩产沙和黄土产沙很重要。从六道沟上游的坝地淤积物分析看,其颗粒组成与坡面及沟道的产沙物质(明沙、新老黄土)含量相近,而河床淤积物中其 0.05~0.25mm 含量高达 84.05%,在黄河下游三门峡的淤积物中 0.25~0.05mm 的占 74.99%,说明这部分泥沙基本都可到达下游河道,而 1~0.25mm 的颗粒在黄土及下游河道中基本没有,那么明沙及砂岩风化物中高达 12.61%~49.31%的部分到什么地方去了呢?根据考察及调查,该部分泥沙主要淤积在上游河道,对上游部分地段造成威胁,也是极大隐患。

2.2.2 土壤渗透及抗冲抗蚀性特征 土壤的物理、力学特性是土壤抗侵蚀内在特性的重要标志。地表径流是发生侵蚀和搬运泥沙主要动力。径流量大小除受降雨特征支配外,还与土壤渗透性的强弱有关,土壤渗透性与土壤孔隙、质地、结构等相关。该流域不同地面物质及土地利用下的土壤渗透性和容重差异较大,由于土壤质地粗容重较黄土区为大(表 3),在 1.23~1.65 之间,其中以明沙为最大,老黄土耕地最小。从图 3 的土壤入渗过程看明沙也为最大,新黄土耕地为最小,明沙(风积沙)由于颗粒粗,大孔隙多,所以渗透性强,一般坡面难产生径流,以风蚀为主,但来自片沙上部坡面的径流也可冲刷其形成条沟状侵蚀沟,侵蚀也非常严重,因为风沙休止再小,松散,抗冲性极差。在同块地中苜蓿地(5)年的渗透速率约为新黄土耕地的 1 倍,由于草地改善了土壤结构,土壤的抗侵蚀内在特性增强,加之根系的固结作用,其在静水中 8h 都难以崩解,而耕地(农地)仅 38s 就全部崩解,相差几十倍。因此在本区发展草灌或实行草田轮作,改良结构防风固沙,是提高土壤抗冲抗蚀性能的有效途径。

表 6 地面组成物质及河流泥沙颗粒组成

地面物质或 河流泥沙	各级颗粒(mm)含量百分数(%)						
	1~ 0.25	0.25~ 0.05	0.05~ 0.01	0.01~ 0.005	0.005~ 0.001	<0.001	<0.01
新黄土 (耕层)	0.76	49.21	31.15	1.48	5.04	12.36	18.88
风沙土 (耕层)	4.7	60.51	14.85	4.66	5.08	10.08	19.93
老黄土 (耕层)	0.71	42.76	24.03	2.8	10.44	19.26	32.50
沙黑垆土	18.18	69.52	4.32	0.	1.72	6.26	7.98
明沙(片沙)	14.74	79.3	0.8	0.7	0.3	4.14	5.14
河床淤 积物	5.89	84.05	2.46	0.33	1.55	5.92	7.60
淤地坝 (水库)	4.40	73.57	10.46	0.23	3.49	7.85	11.57
砂岩风 化物	49.31	19.69	11.29	5.24	7.25	7.22	19.71
泥质页岩 风化物	1.93	13.39	18.06	10.62	32.59	23.41	66.62
三门峡 (床沙质)	0.26	74.99	20.09	1.30	0	3.35	4.65
A 窟野河(温家 川站)悬移质	39.68	43.63	9.78	0.92	2.20	3.79	6.91
B 窟野河(温家 川站)悬移质	0.63	48.35	34.54	3.75	3.75	8.98	16.4

注:A₁为高含水洪峰流量,
B₁普通流量中等含沙量。

表 7 不同土壤利用下的物理特性

土壤及利用	含水量 (%)	容重 (g/cm ³)	渗透速率 (mm/min)	崩解 (分)	备注
新黄土耕地(黑豆)	13.05	1.30	0.54	38"	崩解采用 4cm × 4cm × 4cm 土块在静水中 全部崩解所需 时间
新黄土草地(苜蓿 5 年)	11.25	1.38	1.28	8h 不崩	
老黄土耕地(土豆)	8.40	1.23	0.81	1'30"	
沙黑垆土(荒)	5.77	1.65	1.20	2'30"	
片沙(柠条)	2.60	1.63	5.12	不能取样	

不同土壤类型及剖面层次的土壤抗冲性不同(表 8),从表看,其抗冲性的强弱依次为:古黄土>沙黑垆土>老黄土>新黄土>明沙。古黄土由于坚硬、胶结好,其粘粒含量高,所以抗冲性较强,但崩解中易成碎块状崩裂,因而在古黄土的沟壁易形成剥落、崩塌和风化泻溜,沙黑垆土其颗粒组成和容重均与明沙相近,但由于黑垆土层有一定的成壤作用,有机质含量高,胶结较好,其结构优于明沙,所以在同等水流及压力下冲刷量仅为片沙 1/15。从表中看,黄土母质的抗冲性较耕层约增强 1 倍,这是由于沙黄土径耕作后,使土壤变的十分松散,使土粒间的许多粘结力失去,因而抗冲性减弱。从土壤的渗透性、崩解及抗冲看,沙黄土耕地(农地)量差,这也是该区沙黄土地坡面上易形成片蚀、沟蚀等水蚀及风蚀的主要内在原因。另外,土壤的崩解及抗冲等理化特性说明了该区土壤侵蚀类型和方式的复杂性。

表 8 不同地面组成物质的抗冲性

地面物质	冲 刷 穴			备注
	深(cm)	直径(cm)	体积(cm ³)	
新黄土(耕地)	15.0	1.1	14.25	抗冲采用索波 列夫抗冲仪
新黄土(母质)	10.0	1.0	7.50	
老黄土	4.7	1.0	3.69	
黑垆土层	2.5	1.0	1.96	
明沙层	22.0	1.3	29.20	
古黄土	0.1	1.0	0.3	崩解 9'58"

3 结语

3.1 暴雨强度大、疾风多、植被稀少、地面物质松散、以及不良的理化特性等,是该区侵蚀产沙特别强烈的根本原因。一年中 80%以上的径流与泥沙是由几次大暴雨所产生。

3.2 土壤侵蚀在时间和空间上都有其特殊性,在时间上交错分布,一年四季均可发生侵蚀,冬春季风蚀强烈,夏秋季水蚀剧烈,形成了一年当中两个侵蚀高峰。由于复杂的地面物质及地形特征,其侵蚀在空间上差异较大,分布不均。

3.3 泥沙输移量大,且多为粗沙,是黄河粗泥沙的主要来源区。

3.4 充分认识产生侵蚀的原因,掌握侵蚀特点与规律;加速风沙直接入沟、入河及坡耕地的治理与改造改掉坡面水卜子的不良习惯,防治沟头沟壁的崩塌,建立沟头及沟岸防护工程;发展畜牧业,扩大种草面积,提高地面覆盖,为目前加速治理的重点。

参考文献

[1] 唐克丽等. 黄土高原地区土壤区域特征及治理途径. 科学技术出版社,1990
[2] 甘枝茂. 黄土高原地貌与侵蚀研究,陕西人民出版社,1990
[3] 曹银真. 黄土性状对土壤侵蚀影响. 中国水土保持, No4. 1980.
[4] R. Lal. Soil Erosion Research Methods, Soil and Water Conservation society, 1988.