

人类活动对奥卡河流域输沙量的影响

В. Н. Голосов

农业的高度开发, 尤其近百年来的加速发展, 导致径流和河流泥沙分配的显著变化。径流变化的不均衡性增强, 有时暴发特大洪水, 河槽变形迅速, 流域侵蚀加强, 河流输沙量增加, 河床淤积严重, 小河流逐步趋向消亡。因缺乏坡面冲刷强度和冲沟增长速度的实测资料, 促使研究人员在分析河流输沙量关系时, 不得不利用间接的地形和气象方面的相关特征。通过对意大利20个流域的分析表明, 与河流输沙量相关的系数 γ 、沉积规律指数、河床的平均比降和流域切割密度等具有最明显的影响。用相同的方法分析了加利福尼亚61个流域的资料, 结果表明, 与河流输沙量密切相关的是潜在的危险性滑坡。

奥卡河流域(穆罗姆市的闭合断面)地处森林与森林草原交接带。其特点是开发程度较高(见表), 最近80年来, 一直被森林所覆盖, 除莫斯科河流域外, 河网调节性能相对较低, 若是研究自然与人类活动对河流输沙量的地带性影响, 那么, 奥卡河流域是最佳的对象。已多次尝试估算人和自然对河流输沙量的总和影响。为了计算奥卡河流域河流的输沙量, И. В. 斯塔罗斯季娜采用H. И. 马克卡韦耶夫所提出的侵蚀系数 A , 并对流域进行侵蚀区划。侵蚀系数 A 的大小由方程 $R = AJQ^2$ 得出, 式中 J : 河床加权平均比降, Q : 河流平均流量, R : 河流输沙率, A : 侵蚀系数。最后划分成四个地区, 从流域西南的中俄罗斯高地到东北的麦舍腊, A 值由最大变为最小。H. H. 博布萝维茨卡娅划出类似地区, 它的方法是通过通过对每个地区所确立的类型关系导出复式非直线相关方程: $M_s = KMQ^n$, 式中 M_s : 输沙量模数, MQ : 径流模数, n 和 K : 与自然地理条件有关的系数。

为了挑选出对河流输沙量有影响的各个主要的自然和人为因素(坡面输沙模数、地域切割密度、河流的加权平均比降、流域内植被覆盖率、开垦率等), 计算了各因素与河流输沙量之间的相关关系。采用具有连续十年以上的水文站观测资料进行分析。测区内无大型水库, 对每个集水区均测定水文特征和多年平均悬移质输沙量模数(见表)。因为大部分水文站没有对河水挟沙进行系统观测, 而且它们在平原区河流输沙量总量中所占比重较小, 故不予计算。

所分析的每个河流集水区, 其坡面输沙量模数是根据苏联欧洲部分侵蚀危害耕田图来确定的。而计算总侵蚀量(融雪和暴雨), 则根据莫斯科大学所建立的模式。所获得的结果与在欧洲部分中部许多地区实际观测结果相比, 发现当暴雨侵蚀值的标准定得不太高时(25%), 它

物质转换与所有地球的其它系统密切联系。第三, 自从七十年代早期以来, 愈加认识到气候变化与所有其它类型的全球环境变化有联系, 并可能影响大量人口未来在地球上生活的能力。

这些提议指出了发展横向学科的必要, 即相互作用不仅是学科间的, 也有与规划者、管理者和当地居民之间的。这些相互作用可能表现得很急进, 尤其考虑到大多数跨学科研究至今很少成功。但是, 由于公众意识中日益接受生物圈概念, 同时也越来越认识到需要有平等的国际政治行动去处理许多人为全球环境变化过程中的人类原因和影响, 未来十年中科学苑型可能会发生重大变革。社会科学家和自然科学家都有可贵的专业知识, 可以在一个潜在的全球奇迹时代里有效地结合在一起, 科学界在这个时代不再抵制变革、沟通和合作。

赵斯奕 摘译自《Global Environmental Change》1990, № 1, 蔡运龙校

表 奥卡河流域输沙模数及其影响因素

河 名	水文站 编号	流域 面 积 (km ²)	多年平均输沙量 模数t/km ² ·a		Mp与Mc 比率 %	河流平均 比降 (%)	森 林 覆 盖 率 (%)	切 割 密 度 冲沟数/km ²	垦 殖 率 %
			河流 Mp	坡面 Mc					
奥卡河	166	513	55.0	464	11.8	1.20	7	59	75
	170	54900	19.0	435	4.4	0.12	23	46	55
	181	188000	7.5	317	2.4	—	35	42	59
祖沙河	191	6000	53.0	454	11.7	0.32	7	68	67
乌帕河	203	8210	20.0	461	4.4	0.21	8	60	55
日兹德拉河	207	6940	8.5	181	4.7	0.30	46	59	30
塔鲁萨河	222	872	19.0	218	8.8	0.90	46	12	29
普罗特瓦河	223	3640	7.5	273	2.7	0.28	49	12	27
奥肖特尔河	226	3020	17.0	340	5.0	0.43	14	47	64
莫克沙河	281	15800	13.0	305	4.3	0.18	16	35	60
	283	28600	9.9	261	3.8	0.18	25	66	50
阿特米斯河	284	2310	63.0	320	19.7	0.60	9	75	70
罗莫夫卡河	285	1110	40.0	266	15.0	1.50	17	37	40
瓦特河	291	527	25.0	248	10.1	1.80	24	37	45
	292	1930	8.9	174	5.1	0.70	37	37	35
契尔诺瓦河	298	323	18.0	130	13.8	1.80	1	15	60
浮沙河	301	2190	43.0	170	25.3	1.40	6	37	50
菩塞河	277	1100	0.5	10	5.3	0.26	65	12	4
盖尔特河	270	537	22.7	322	7.0	1.00	5	54	70
普罗尼亚河	267	3520	21.0	288	7.3	0.34	4	41	64
	268	2300	8.0	278	2.9	0.35	3	31	62
	285	1310	21.0	300	7.0	0.38	3	24	69
曼特维琴卡河	250	40	61.0	737	8.3	0.60	45	12	51
伊斯特拉河	241	1950	7.1	262	2.7	0.64	60	12	21
莫斯科河	230	500	7.0	305	2.3	0.33	46	12	25

们是十分接近的。

对每个片蚀等级划出地域界限,然后,按下列公式计算每个流域的片蚀加权平均模数:
 $R_c = \sum \gamma_{ci} S_i / S_b$, 式中 R_c : 坡面侵蚀模数,单位t/km²·a; γ_{ci} : 图上某等级坡面侵蚀值, 单位t/km²·a; S_i : 某侵蚀等级图上面积km²; S_b : 流域面积km²。为了避免地图本身的误差,流域和农田面积要与水文年鉴资料一致。根据苏联欧洲部分切割密度图,采用类似方法,估算出河流流域中每一集水区的加权平均切割密度。

为了阐明河流输沙量与有关因素的相关程度,根据原始资料,算出线性相关系数,标准

的直线相关值可以通过取对数的方法表示出线性形式。

森林草原带河流与坡面输沙量模数比值 M_p/M_c ，从大河的2.4%增至小河的25.3%。总的来说， M_p/M_c 由流域西北向南-南东随着区域切割密度增长和林地面积减小而逐渐变大。由于奥卡河流域内不同的水流条件， M_p/M_c 总值较低($\gamma=0.6$)。而且，观察分布在各个自然地理带大量观察点时，发现某些规律性。森林草原带河流(中俄罗斯高地河流除外)的特点是有暴发性的洪水，以及当其它条件类似情况下具有充足的水量，其中包括坡地径流，从而增强了水流的搬运能力。其结果是大量的泥沙从坡上被运送到河床。 M_p/M_c 关系图上(图1)属于森林草原带河流的观察点分布在曲线图的下部，其 M_p/M_c 的关系最密切($\gamma=0.86$)。森林地带河流洪水过程通常拖得较长，降低了洪峰流量，即减小了水流能量。这类河流的相关系数的计算值要稍低一些($\gamma=0.84$)。 M_p/M_c 关系曲线上部分点属于中俄罗斯高地河流，在那些河流流域中，显示最强烈的暴雨冲刷。看来，由于坡面水流小而混浊度高，而且含未开垦的灰色森林土壤和黑土的水流渗透性强，在夏季、暴雨冲刷的物质不能到达河流河床，而只能沉积在坡面上和冲沟里。中俄罗斯高地早已发现的，上游地区小河流的强烈淤积和消亡，恰好证明了这一点。因此，森林草原带河流含沙量的形成，极大程度上依赖于坡面冲刷。这个结论与A. П. 杰德科夫和B. И. 莫兹热林的概念相符，他们对森林草原带河流含沙量算法进行外延，推算出坡面上有80%的泥沙进入河床。

奥卡河流域河流输沙量与沟谷密度关系较弱($\gamma=0.44$)。从而证实了奥卡河流域属早期开发的区域，大部分沟谷已发育成形，并停止发展。

自然地理地带性对河流输沙量的影响，在分析流域内林地面积时最清楚地显示出来。随着森林覆盖率的增加，坡面泥沙的冲刷就减少(图2)。对小河流来讲这种关系最为密切($\gamma=0.87$)。小流域面积范围内条件的改变，能引起径流变化最灵敏的反应。由此，特别要注

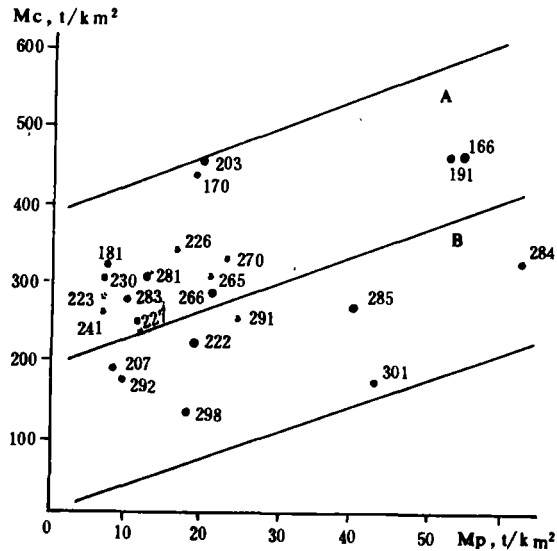


图1 河流输沙量模数(M_p)与坡面输沙量模数(M_c)的关系

A——森林带和森林草原北部; B——森林草原带。
注: 图中数字是水文站编号

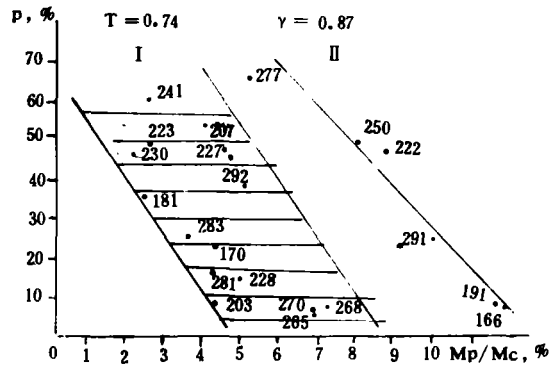


图2 河流坡面输沙量(M_p/M_c)与流域森林覆盖率(P)的关系
I——大河流; II——小河流

地球的断裂

——自然灾害预报

Thomas Arkell

最近, 菲律宾的皮纳图博 (Pinatubo) 火山和日本的乌泽恩 (Unzen) 火山的喷发活动所导致的人员伤亡相对来说是轻微的, 这主要归结于预报技术的进步使科学家能够为当地居民提供充分的预报。然而, 对于诸如地震和海啸这样的自然现象是较难预报的, 这里作者记述了自然灾害预报的发展过程。

意的是应阻止砍伐小河流域内的森林, 尤其在森林草原带。流域内森林面积减少到某一临界值以上时, 暴雨洪水过后, 转为低水位后, 小河流会发生强烈的沉积, 河床产生淤塞和消亡。这种情况作者在中俄罗斯和伏尔加河沿岸高地也已观察到。适宜的森林覆盖率的标准视具体的农业景观条件而定。为了确定这一标准, 要求进行专门的考察, 如同在山地或瓦尔代高地河流域所进行的那样。

河流域开垦程度的影响, 实际上未能反映在河流输沙量模数和坡面输沙量关系方面(见表)。看来在这种情况下, 耕地所占比例起着重要作用, 它们构成了泥沙的形成区, 也就是输送泥沙到河床的坡面。至于耕地所占比例, 一方面取决于斜坡可耕地的形态, 首先是可耕地范围内的洼地数量和干谷网的延伸范围; 另一方面, 还要看坡地的适宜开垦程度。众所周知, 在森林带, 分水线附近的平缓区域, 经常变成沼泽或过湿地, 受热程度差。所以, 在耕地缺乏或排水不畅时, 往往开垦坡地甚至开垦陡坡地。相反, 在森林草原带大部分耕地位于比较平缓的分水岭附近的斜坡地段。

在水文—形态指标中, 对河流输沙量影响最大的参数是河床的加权平均比降。已经知道, 按 Н. И. 马卡韦耶夫的公式, 实际上, 奥卡河流域森林带的河流和森林草原带的大河流, 河流输沙量与河床比降的线性关系是很显著的 ($\gamma = 0.81$)。但是, 它不适用于森林草原带的小河 (汇水面积 $\leq 2500 \text{ km}^2$), 它们的 $M_p (J_p)$ 关系为逆关系, 这可能显示了坡面泥沙输沙过剩, 超过了河流的运输能力。由于河床底部的拓宽, 水量的增大, 进入河床的坡面泥沙渐渐减小。首先, 随着河床坡度的下降, 水流减缓, 泥沙沉积在河漫滩或河床之中。这些是很容易观察到的, 只要看同一流域中不同河流等级 M_p/M_c 比值的减小就能证明。例如, 阿特米斯河以及莫克沙河的两个水文站, 这个关系的比值分别为 0.187, 0.043, 0.038。

因此, 现在形成奥卡河流域泥沙的主导因素是坡面冲刷。此种影响随着森林带向森林草原带过渡而增长。影响坡面输沙量大小重要的间接指标是流域的森林覆盖率, 河床加权平均比降。而且, 从坡面上来的主要泥沙进入小河, 在森林草原带, 它们的数量超过了河流的运输能力, 造成这些河流的上游渐渐消亡。阻止这种消极趋势的途径是广泛地推广土壤保护, 防侵蚀的土壤耕作方法, 调节流域面积内森林覆盖率, 对小河流尤其重要。在森林带, 目前河流流水的运输能力尚能适应从坡面进入河流的泥沙输送。但是, 不应该停止对该自然地理带河流域所采用的水土保持措施。

高锡珍译自《География и природные ресурсы》1989, №3, 张文忠 地情校