

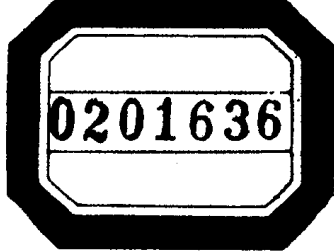
河流泥沙

论文集

长江水利委员会水文测验研究所



武汉出版社



水利



图书馆

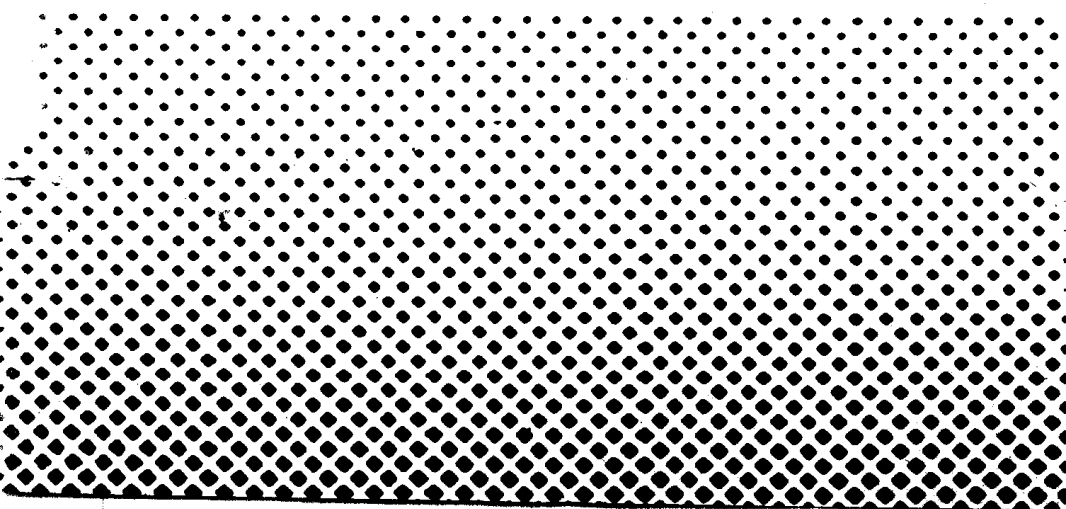
007197 水利部信息所

分类号 TV14-53

河流泥沙译文集

长江水利委员会水文测验研究所

武汉出版社



鄂新登字 08 号

河流泥沙译文集

武汉出版社出版发行

(武汉市江岸区北京路 20 号 邮政编码 430014)

湖北省松滋县印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 20.5 印张 字数 460 千字

1992 年 12 月第 1 版 1992 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—1050 册 定价: 8.50 元

ISBN7—5430—0802—5CX·2

前 言

“七五”期间，长江水利委员会水文测验研究所受水利部科教司委托，承担了“七五”国家重点科技攻关项目三峡工程泥沙与航运关键技术研究课题中的《三峡水库来水来沙条件的分析研究》专题。经国家科委委托水利、交通两部评审验收，该专题达到了国际先进水平。为不断了解、学习和借鉴国外先进经验，继续提高我所在河流泥沙和水库泥沙等方面的科学技术水平，由杨意诚、周刚炎同志对八十年代国外有关泥沙研究的期刊、专著作了较广泛的调研，收集了英、俄、日三个语种文献约 400 篇，并经过研究筛选，从中挑出 41 篇翻译出版，其内容涉及侵蚀与产沙、泥沙输移特性、泥沙测验、河床冲淤计算、水库泥沙及泥沙模型等诸方面，基本上反映了当前泥沙研究的水平与动向。

为保证译文质量，特邀请龙毓寿、王锦生、蔡克疆、季学武、韩承荣、向治安、杨意诚等同志，对译文进行了审查、评价。本译文集可为从事泥沙工作人员提供新的思路和方法，对从事泥沙教学和水文工作的人员也有一定参考价值。

限于时间和水平，本译文集如存在翻译不当甚至错误之

处,诚恳地欢迎读者批评指正。

向所有参加本译文集的译、校、审和编辑出版的有关单位和同志们,表示衷心的感谢。

水利部长江水利委员会水文测验研究所

一九九一年八月

目 录

侵蚀问题	刘学钊译 金栋梁校(1)
侵蚀与产沙的关系	周刚炎译 张志达校(12)
伊拉克低强度降雨区的水土流失	张 平译 时文生校(26)
火山区泥沙输移与侵蚀的水文控制	徐元明译 饶和平校(39)
泥沙输移比与河流级别的关系	郭希望译 周刚炎校(54)
高浓度泥沙的悬浮	张 平译 戴中生校(63)
沙波河床河道中的泥沙输移	周刚炎译 蔡克疆校(76)
恒河系支流—亚姆拉河的化学与泥沙物质输移	石国钰译 刘东生校(92)

- 明渠水流的悬移质挟沙能力
 孔祥林译 周刚炎校(104)
- 河流悬移质粒径特性
 郭芳译 金栋梁校(118)
- 确定大流域悬移质泥沙平衡中的不确定度
 陈显维译 韩其为校(129)
- 砾石河床推移质分选输移
 叶敏译 明宗富校(140)
- 植被对水流阻力与悬移质含沙量的影响
 侯明华译 荣凤聪校(161)
- 悬沙对河槽水流紊流特性的影响
 王金奎译 蒋晴霞校(173)
- 泥沙密度对推移质的影响
 夏建勋译 周凤珍校(197)
- 游荡型砾石河流中沙对水力与砾石输移的影响
 陈显维译 杨意诚校(211)
- 卵石河床质的取样技术
 周德家译 王锦生校(235)
- 应用放射性方法测量含沙量
 王金奎译 程渭钧校(256)
- 卫星监测悬移质
 张平译 马霭乃校(267)
- 出现沙波时测点推移质取样分析
 钱卓洲译 周德家校(278)
- 推移质输移的概率分布
 周刚炎译 方铎校(304)

- 赫尔—史密斯推移质采样器取样特性的野外率定
 陈泽芳译 周刚炎校(316)
- 悬移质输移曲线的不确定度
 周刚炎译 李兆南校(326)
- 河床形态的随机分析
 刘东生译 张志达校(336)
- 河床冲刷计算指南
 石国钰译 韩承荣校(358)
- 复杂河网的冲淤计算
 郭希望译 谢葆玲校(374)
- 细沙与冲积河床的相互作用
 石国钰译 王 俊校(386)
- 含沙量与河床形态
 俞华玲译 叶 敏校(400)
- 稳定冲积渠道的设计
 郭希望译 韩明辉校(412)
- 水库淤积计算的数学模型
 周刚炎译 葛维亚校(429)
- 滞洪区对河流泥沙运动的影响
 陈显维译 韩其为校(441)
- 水库悬移质泥沙演算
 叶 敏译 郭希望校(453)
- 非线性双曲系统及其河道的淤积计算
 杨永德译 季学武校(462)
- 悬移质二维拉格朗日模拟
 张长清译 陈显维校(486)

- 大型流域土壤侵蚀和产沙的计算机模拟
 郭希望译 张志达校(508)
- 大比降山区性河流碎石堆积与输移模型
 刘毅译 张平校(535)
- 数字滤波在模拟河流悬移质含沙量上的应用
 程功武译 朱晓原校(552)
- 大流域陆地与河道侵蚀产沙计算模拟模型
 刘毅译 张有芷校(567)
- 泥沙演算模型在中欧流域的应用
 蒋鸣译 周刚炎校(579)
- 推移质输沙率估算方法
 黄维蕻译 周德家校(597)
- 非平衡条件下混合沙输移一维模型
 蒋晴霞译 张志达 周德家校(620)

侵 蚀 问 题

D. E. Walling

一、全球性的问题

最近，在环境问题方面的文献指出许多遍及全世界有关泥沙侵蚀和淤积问题的重要性和严重性。按照问题的大小和重要性，评价如下：

自从开始农业生产以来，土壤侵蚀已破坏了 4.3 亿公顷耕地。(Kovda, 1983)

由于土壤侵蚀，世界上每年损失农业耕地 300 万公顷。(Buringh, 1981)

现在，世界上从耕地上流失的土壤估计有 230 亿吨，超过了新开垦的耕地。在过高的土壤侵蚀率下，世界上的土地资源每年要损失 0.7%，每十年就要损失 7%。(Brown, 1984)

美国在 1977 年每磅粮食消耗的水引起农业耕地的土地侵蚀在 20 磅以上。(Clark et al., 1985)

由于土地侵蚀和因侵蚀引起的地力下降，使得每年大约有 2000 万公顷的耕地其粮食生产率下降到零或者是变成不经济的。(UNEP, 1980)

在 25 年里，降雨补给区内的粮食生产减少 29%。(Higgins, 1982)

1970 年，肯尼亚由于土地侵蚀而产生的经济损失比每年的国民总产值还要多。(SIDA, 1982)

如果按照现在的淤积速度，美国有 20% 属国家所有的小水库的库容要淤塞一半。在多数情况下，大约在 30 年内，水库将被严重地削弱它们的作用。(Dendy, 1968)

在巴基斯坦，土地侵蚀和淤积已使花了 6 亿元的 Mangle 水库的期望寿命由规划的 100 年以上减少到 57 年或更少。(EL—Swaify, 1982)

在美国，每年由于泥沙侵蚀，使土壤流失损失估计为 60 亿美元以上。(Clark et al., 1985)

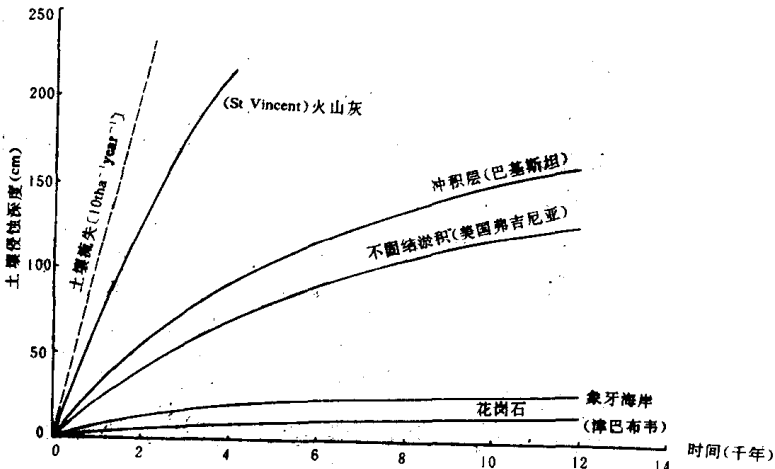


图 1 不同来源物质的土地形成速率与典型的土壤流失的关系

过量的淤积是当今世界上人类活动影响水污染的一种主要形式，实际损失可能比所有其它污染的总和还要多。(Eckholm, 1976)

全球粮食生产和牧草的收成比 200 年前增加了五倍以上。(Buringh and Dudal, 1987) 农业耕地中的土地利用强度的这些变化主要反映在土地侵蚀率强度及人口的增长。

目前，关于土壤形成的精确速率是不知道的，但常常被引用的长时段自然形成过程的速度是每千年增加 25mm。图 1 提供了有关速率的详尽情况，它随原始土质、气候及其它环境而变。现在世界上许多地区的土壤流失率通常超过 10t/公顷，这大约相当于每年流失 1mm，土壤流失比土壤形成要快是无疑的。Brown 在 1984 年就开始定量研究这个问题的大小，他已估算出世界上现在每年从耕地上损失的土壤大约有 230 亿吨，这一数字超过了每年新形成的土壤。当土地资源以每十年 7% 的速度被消耗的状况被人们认识到的时候，这个问题的严重性是显而易见的。如上所述，Kovda 1983 年估计出农业耕地已损失 4.3 亿公顷，Baringh 1981 年指出：由于土地侵蚀，每年有 300 万公顷的耕地正在流失。至此，这些流失的影响，迫使人们大范围的增加耕地和在现有的耕地上增加复种指数和增加肥料的施用。防范上述措施的能力将来肯定要减少，因而土地资源减少的影响将变得更加严重。

按照经济学的观点，农业生产的土地总损失代表土地减少的最后阶段。在许多发生侵蚀的其它地区，农业生产可能继续，但土壤流失会导致生产率本质下降。在土壤流失和生产率之间的精确关系将随着土壤的特性和原始条件而变化。图 2 列出了这种关系的三个典型例子。Pierce 等人 1984 年在

美国中西部的粮产区进行研究后首先提出：土地表面流失 60cm 就引起产量下降 50%；流失 80cm 产量下降到几乎等于零。Lal 1984 年在尼日利亚经过研究后，提出了浅层土壤流失低于 20cm 就导致产量减少一半，(如图 2 的第二个例子)，流失 25cm 就使产量减少到零。土壤流失使林业生产率减少是明显的，但由于评价生物产量的变化困难，此项研究不多。Klock 1982 年在美国西部华盛顿地区根据树苗生长的实验观测结果如图 2c 所示。这足以强调森林、岗地和耕地的泥沙流失与生产率减少的关系。在这种情况下，仅仅 3cm 的损失，树苗的平均生物量的产量就要减少 80%。

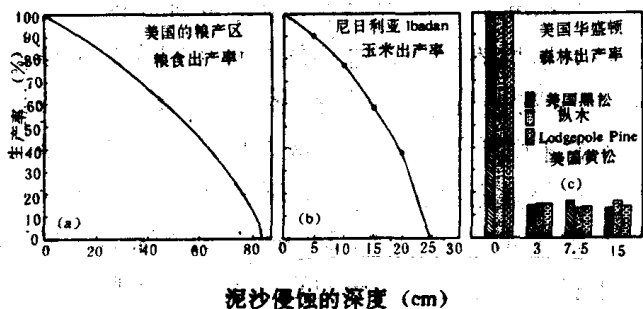


图 2 生产率与土壤流失关系的典型例子，A 和 B 是根据 Pierce 等 (1984) 和 Lal (1984) 关于农作物产量的研究成果。C 是根据 Klock (1982) 关于森林产量的研究成果。

虽然加速土地侵蚀的结果很明显地是由于土地资源的减少，另一方面，侵蚀淤积还会引起泥沙输移到下游淤积等其它影响 (Sandborg, 1983)。由于土壤流失加速会增加水库、灌溉渠道、港口、航道、河谷和洪泛平原的淤积。文献中此类问题的例子很多，此处不予详述。然而中国的工程师们在黄

河中游的三门峡大坝的运行中遇到这个问题时，对这个问题采用了一种可能数量图解法。并于1960年建成了这座具有多种功能的大坝，四年内，淤积使得该水库的库容减少40%。这就有必要重新设计这个大坝，用减少潜在的效益来修改运行方案，并将水电站装机容量从120万KW减少到25万KW。由于流域上游土地利用加剧，发展中国家的大型水库都经常遇到最严重的水库淤积问题。

在缺少详细的长系列观测资料的情况下，按照大坝的设计要求来预测淤积量是极为困难的。在一些水库淤积问题的实际例子中，可以把失败的原因归咎于在设计阶段没有留有足够的死库容，然而更加普遍地似乎是根据现有的淤积形成率来估计可能淤积，并且由于土地利用发生变化，产沙量的增加常常超出设计工程师所采用的最大值。在多数情况下，与大坝有关的发展计划本身就是加速流域上游侵蚀的一个主要原因。表1提供了一些实例，这些实例中输入水库的实际淤积率明显地超过设计时估计的严重后果。在发展中国家由于森林砍伐和土地利用加剧，河流产沙率增加，却没有可靠

表1 亚洲的部分水库泥沙淤积率实际观测值与预测值的比较

水库名称	淤积率 预测值 观测值的比值	资料来源
Maithon(印度)	8.74	科学和环境中心(1982)
Ramganga(印度)	4.01	同上(1982)
Nizam Sugar(印度)	16.46	Patnaik(1975)
Panchet(印度)	4.81	同上
Tungabhadra(印度)	4.19	同上
Karangkates(爪哇岛东部)	6.18	同上
Wlingi(爪哇岛东部)	3.74	渔业(1982)

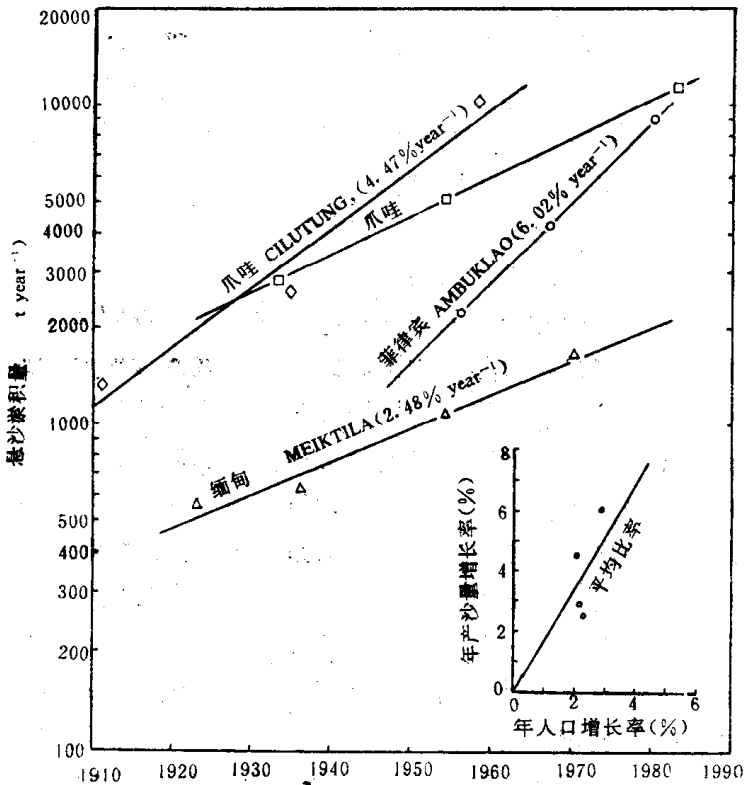


图3 东南亚地区部分水库产沙量的增加趋势 (根据 Abernethy 1977 年资料)

的资料, 但最近 Abernethy (1987) 提出了一种估算可能淤积量的有价值成果。他根据过去几十年中在水库的测量资料, 获得了近年来东南亚的一些流域年平均产沙量的变化的估算值。图3是他的几个例子。近些年, 个别流域年平均产沙量的增加率很明显地在 2.5~6.0% 之间。Abernethy (1987) 又指出: 这个增加率与流域内人口增加率有密切关系, 尽管产沙量的增加率与人口增加率的比值大于 1。基于这一情况, 他

指出：在许多发展中国家年产沙量的增加率一般是人口增加率的 1.5 倍，因此与森林破伐和土地开发利用加剧有关的土地侵蚀每年以 5% 或者更高的速率加速发展。

土壤流失的增加与土地管理不善有很密切的关系。在考察全球性问题时，必须考虑当地和下游的影响。同时，过度的土地开发通常是加速土壤侵蚀的主要原因，现在才开始注意到的是未来导致土壤流失的增加与其说受实际管理的制约，不如说受环境变化的制约。值得特别注意的是与“温室效应”有关的未来气候变化与土壤侵蚀的可能影响。世界上的许多地区，假如维持土地开发的现状不变，降雨的数量，强度和季节分布发生一点点变化，就会对水土流失产生很大的影响。

二、推广的意义

加速土壤侵蚀这个问题的讨论，习惯上是集中在当地的粮食生产率的减少和下游水库、灌溉系统及航道淤积增加这些方面。而最近已加强了对与产沙量增加有关的其它的环境的重视。区别于与当地生产率减少有关传统观念，这些被认为是非农业生产问题。实际上泥沙淤积是一个非点源污染。如悬移质含沙量的混浊度增加，由于光通量的减少就有可能引起水生物生产的严重影响。并且淤积物还可能破坏水生物的栖息和鱼产卵的场所。同样河道和洪泛平原的淤积可以引起洪水灾害的增加，在灌溉水中增加淤积会引起地表结壳和减少下渗，工业和生活供水里增加混浊度又会引起水处理费用的增加，并且会阻塞冷却系统。最近在这些非农业影响的考

察中，Clark (1985) 将河内和河外影响区别对待。表 2 列出了大范围内侵蚀的加速导致悬沙量增加的物理影响。

除输沙率与含沙量增加主要的物理影响以外，细泥沙中还增加了营养物质和污染物质。来自农业耕地的泥沙侵蚀还可能包含有一定数量的肥料营养物和农药，这些可能引起回归水的污染问题（如 Novotny and Chesters, 1982; Hasholt, 1986）。

表 2 由加速侵蚀而使悬沙量增加的一些可能的物理影响

(A) 河内影响

生物影响：如混浊、淤积物、生产率降低和生物种类的变化

娱乐影响：如游泳的限制，划船，捕鱼和风景的减少

河道淤积和蓄水：如水库淤积、航运不利、训练设施的淤塞
增加水力设备的磨损：如水电站的水轮机

(B) 河外影响

洪水灾害：如淤积、泥浆水增加

运输系统的淤积：如灌溉和排水河流

水处理费用的增加：如淤积时间增加、过滤器的堵塞

工业用水的损害：如冷却效率降低、水泵和水轮机的磨损

灌溉土地的根结：

在美国北部最大的湖和匈牙利的 Balaton 湖提供了两个泥沙污染严重影响水体的例子。(Joo and Jolanki, 1986; Shear and Watson, 1977)。营养输入的增加与诸如农药污染物的积累都是有经验教训的严重问题。表 3 列举了 Grand 河的 Erie 湖在有机物污染水流中有关细粒荷载关系强调污染泥沙输移