第8卷 第5期
1988年10月

水土保持通报
Bulletin of Soil and Water Conservation

Vol.8 No.8
Oct.,1985

推算人类活动影响三峡工程增沙值的尝试

方 宗 岱

（水利水电科学研究院泥沙研究所）

提 要

人类活动对水文泥沙的影响是很大的。长江上游地区，人口剧增，破坏频繁，恶化了丰枯比，大量的泥沙输入长江干流，加大江水浑浊度，延长浑浊时间，沿江的水文站竟检测不出来。八十年代宜昌站的泥沙量完全同五十年代初等量，5.2亿吨。由此得出了“30多年来，长江上游的沙量没有变化，往后也不会出现本质变化”的凝固结论。本文仅就人类活动影响三峡工程增沙值作点初探，得到目前宜昌站平均沙量为6.59亿吨；50年后则为6.35亿吨。

人类活动对水文泥沙的影响，原本是一个老问题，也是一个重要问题。由于泥沙工作者长期着重物理模型和数学模型和原型观测这些泥沙运动的小圈子里，而对人类活动对水沙的影响这个大圈子却很少注意。这反映到主管单位的领导和从事泥沙研究的科技人员，对这一工作的人员安排，经费分配都受到影响。故长江三峡工程的泥沙数量受人类活动影响部分变成为一个新难题，现在才开始注意，自然有些被动。

1985年，我随全国政协几位老先生在四川查勘，在重庆自来水公司和宜昌水文站了解到，八十年代初期，长江上游输沙量为6.8亿吨，与长办所提38年不变的5.2亿吨相差30%。根据几位老先生多年主管经济建设的经验，认为重要数据不可靠是最危险的。林华和徐驰两位老先生，分别是兰州化学公司和攀枝花钢铁公司的创始人，都反复强调了基本数据的可靠性问题。故政协经济建设组给中央的报告，明确提出长江上游泥沙量不是5.2亿吨，而是6.8亿吨。

我们水利界对这类问题，是有深刻教训的。曾估计50年后，三门峡上游水土保持效益将达到50%，结果事与愿违，吃了大亏。吃一堑长一智。在官厅水库改建工程中，有人估计是水干沙绝。后经水利水电科学院的同志们多次深入调查，研究分析，得出的结论认为，上游人类活动的影响，使水量和沙量都向两极分化。无疑对官厅水库改建的安排，这个结论起到一定的作用。又如审查黄河小浪底工程时，特别注意到设计单位提出的黄河日后水沙变化是按年水量400亿立方米、沙量13.75亿吨，平均年含沙量为34.37公斤/立方米，比以往多年平均含沙量32公斤/立方米略多一些。正因如此，中国国际工程咨询公司审查的结论是在国家财力许可时，同意兴建小浪底水库；同时强调从黄河大堤内外两岸放淤，做为解决黄河淤积的治理方针。从这几个实例可以看出，修建水利工程对人类活动影响水沙变化的研究多么重要，它是指导工程宏观决策的重要依据。要研究人类活动增沙问题，因涉及内容很广，且时距又长，要从理论机理上去研究十分困难。目前只有30多年资料，最简单方法是看$\Sigma W \sim \Sigma G$曲线有无转折点。转折点说明人类活动增沙有影响。图1宜昌38年的输沙量和径流量累积数（$\Sigma W \sim \Sigma G$）曲线。从这条曲线看得很清楚，三峡以上人类活动增沙影响是从1980年开始的。为了了解各支流人类活动增沙的影响，以1980年为临界点，研究其变化情况，见表1

表1　　长江及其支流年水量、年沙量统计表

河名	站名	年水量（W）		年沙量（G）		年平均含沙量	统计年限	增沙比	增沙率
		亿立方米	%	亿　吨	%	（公斤/立方米）			
长江	宜昌	4,376.0	100	5.140	100	1.17	1950—1979	1.19	+0.19
		4,560.0	104	6.340	123	1.39	1980—1987		
金沙江	屏山	1,432.0	100	2.350	100	1.64	1954—1979	1.13	+0.13
		1,373.0	96	2.540	108	1.85	1980—1985		
嘉陵江	北碚	669.0	100	1.570	100	2.35	1954—1979	0.99	-0.01
		844.6	126	1.973	126	2.34	1980—1985		
岷江	高场	877.0	100	0.486	100	0.55	1954—1979	1.11	+0.11
		894.0	102	0.549	113	0.61	1980—1985		
其他支流		1,398.0	100	0.734	100	0.53	1954—1979	1.60	+0.60
		1,448.4	104	1.278	174	0.88	1980—1985		

注：1、如加入塘坝的淤积量，则表中的增沙率全为正值；

2、嘉陵江的碧口水库和岷江龚咀水库有淤积资料，都作了修正。

从表1的资料可以看出，受人类活动的影响，重庆自来水公司的嘉陵江和长江各水厂的浑浊度（turbidity）的变化是一致的。在1980年以前，嘉陵江各取水点的浑浊度较高，长江各取水点的浑浊度较低；而1980年以后，反而长江的浑浊度高于嘉陵江，而且浑浊的时间也延长了。1980年以后，因嘉陵江水量偏大且有上游水库拦沙，故北碚站的增沙率为负值，其他河流的增沙率是+0.60，最为显著。这可能因这些小支流上没有大水库拦沙作用的缘故，故表现特殊一些。

再追究下去，+0.60增沙量是那个地区产的，从表2中可以算出，葛洲坝淤积量为1.69+5.86=7.55亿吨，每年平均为1.07亿吨。

表2　　寸滩站和宜昌站历年淤积量的差值

年　份	寸滩站（亿吨）	宜昌站（亿吨）	差　值（亿吨）
1980	4.36	5.38	+1.02
1981	7.13	7.28	+0.15
1982	3.97	5.61	+1.64
1983	4.73	6.22	+1.49
1984	5.76	6.72	+0.96
1985	5.20	5.31	+0.11
1986	3.32	3.61	+0.29
1987	4.62	5.34	+0.72

经中国科学院南京土壤研究所史德明副研究员调查的结果：三峡库区产沙量是1.56亿吨，流入长江的多年平均沙量是4,000万吨。八十年代则

$$0.94-0.4=0.54\text{亿吨},$$

$$\frac{0.54}{0.4}=1.30\%\text{增沙率。}$$

另外，将图1中的宜昌站ΣW～WG累积曲线与寸滩的ΣW～ΣG累积曲线相比，寸滩转折点转折梯度（1980年）的宜昌转折点的梯度小。这也同样说明，三峡库区是1980年宜昌站增沙的大户。新成立的长江水土保持局将三峡库区列入长江上游水土保持重点之一，是正确的；同时史德明、杨艳生、吕喜玺提出“长江三峡地区水土流失严重，未治好前不宜建高坝”意见是有根据的。以上属于空间对比分析，也可以用时间进行对比分析。六十年代与八十年代对比，见表3。

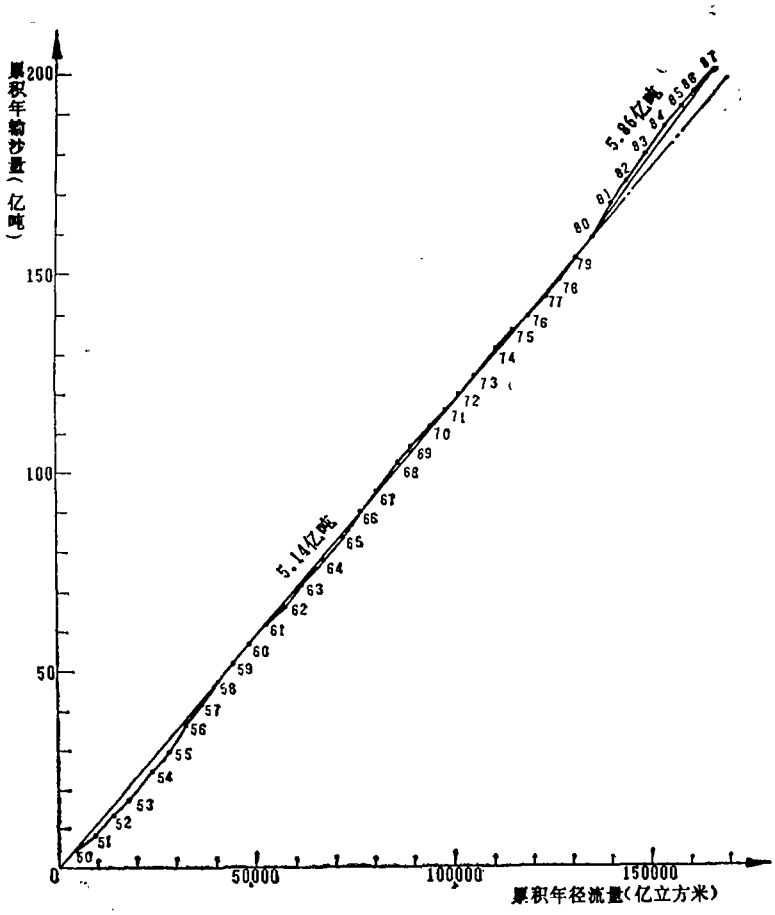

图1 宜昌站38年输沙量和径流量累积数曲线

表3 六十年代和八十年代水沙量对比表

年份	W（亿立方米）	G（亿吨）	ρ（含沙量）	年份	W（亿立方米）	G（亿吨）	ρ（含沙量）
1963	4,520	5.62	1.24	1980	4,620	5.38	1.16
1964	5,200	6.23	1.20	1981	4,420	8.26	1.87
1965	4,920	5.77	1.17	1982	4,780	5.81	1.30
1966	4,300	6.60	1.53	1983	4,760	6.38	1.34
1967	4,500	5.43	1.21	1984	4,520	6.43	1.19
1968	5,150	7.12	1.38	1985	4,560	5.68	1.24
平均值		6.13	1.29	平均值		6.24	1.39

在这20年间，每年增沙率为$\frac{1.39}{1.29\times20}=0.0539\%$。

三峡工程是千年大计，而泥沙又公认是三峡的关键性问题。泥沙数量不考虑人类活动的影响是不科学的，且目前水土流失面积大于治理面积，人口又日增，按国家人口控制指标，到2000年，四川人口由目前的1亿人口增至1.2亿人口，云贵两省亦按此比值增长。这说明，人类活动增沙影响将与日俱增，宜昌站目前只有38年资料，如何估计较远期的（暂定50年后）宜昌水量、沙量是一项十分重要的工作。精确估算，其难度也是很大的，但关系重大，不能不及早着手进行。苦无良法，我提出下列两个简法，因系尝试，尚望读者批评指正。

第一个简法叫做扣除库区细泥沙，弄清目前宜昌站沙量，但不涉及日后增沙率及增沙数值；

第二个实测资料对比分析法，以表3数值求得每年增沙率为0.0539%为依据。

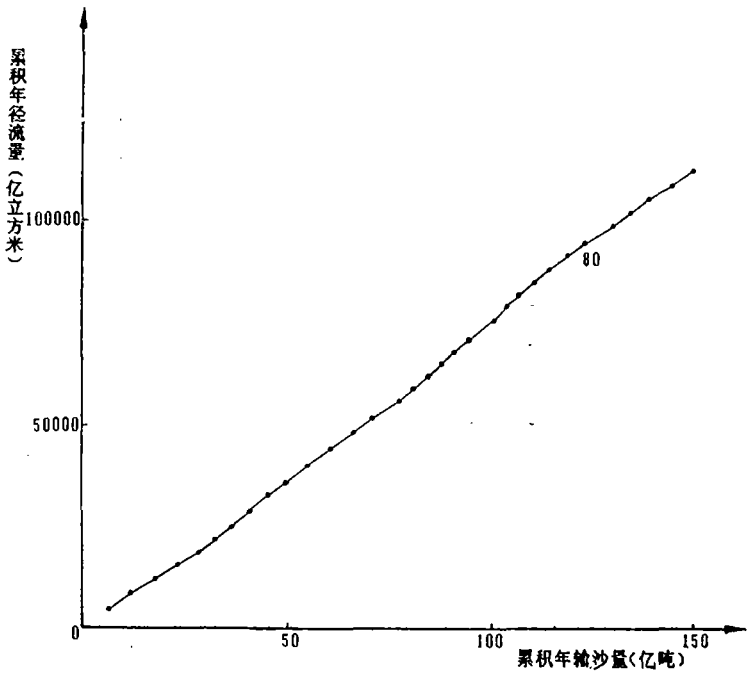

图2　长江寸滩站累积年径流量和年输沙量的关系

第一个扣除库区细泥法，因水库淤积中的细泥（d<0.02毫米），它属于悬浮质，如不建水库或水库淤满后它将全部流入宜昌站，而三峡以上有细沙淤积资料的水库仅有三座：

1、碧口水库。碧口水库以上属于黄土地区，这4年（1976—1979年）来沙平均为0.2795亿吨，而水库年平均淤积0.2400亿吨。50年后水库冲淤平衡，比目前多输沙0.0395亿吨。

2、龚咀水库。龚咀水库入库年沙量为0.2250亿吨，其中29%属于细沙。经1971—1978年7年共淤积1.276亿立方米，即每年淤积0.182亿立方米，亦即0.182×1.3=0.2366亿吨，其中细沙为0.2366×0.29=0.068亿吨。设目前其中一半泄出库外，则50年当增加0.0343亿吨。

3、黑龙潭水库。黑龙潭水库运用30年共淤积0.21亿立方米，即每年淤积0.007亿吨。

4、中小型水库。中小型水库总库容为75.9亿立方米，据四川水利厅估算，每年库容损失1%。因系调查所得，可靠性较差，暂设粗细各半，将增加0.38亿吨，50年后库容仅存38亿立方米，将有细泥0.19亿吨输出。若无大中型水库，则目前宜昌平均来沙量为

$5.86+0.24+0.034+0.007+0.38=6.91$亿吨。

若加上云南、贵州两省中小水库的细沙，当大于此值。50年大中水库已淤满，则宜昌来沙量为

$6.59+0.0395+0.0343+0.19=6.8538$亿吨。

第二个实测资料对比法，因时间仅有8年，人口增加影响，则目前宜昌站沙量应为

$5.14(1+0.0538\times 8)=1.43\times 5.14=7.35$亿吨。

据此我推测，目前在无水库情况下，来沙量当在6.52—7.35亿吨之间。

本文主要目的在于说明，人类活动增沙是相当大的，且与日俱增，不考虑是不科学的。在三峡工程论证大会上，多数人提出5.3亿吨是不合理的，乃主要忽略了人类活动增沙的影响。

另一个目的是求贤，集思广益。希望读者用其他途径来估计50年后宜昌的来沙量，提供的方法越多越好，可以互相校核，共同进步，望能求得一个更为合理、更为人们所接受的数值，这既是双百方针，也是专家决策的群众路线。

（附专家、教授审阅意见，转第6页）

A preliminary study on the calculation of the sediment increment from human activity in the project of Three Gorges

Fang Zongdai

(Sediment Institute under the Academy of Water Conservancy and Hydropower Science)

Abstract

The impact of human activity on hydrology and sediment is great. On the upper reaches of the Yangtze River great amount of sediment is transported into the mainstream, which increases turbidity of the river and lengthens the turbidness time because of the sharp increasing of population, the frequent destruction and the deterioration of the ratio of abundance to dryness, but the variation has not been found in checking, so it is thought that the sediment load at Yichang station in 1980's is completely the same as that in 1950's, i.e., 520 million ton, and affirmed that the sediment load on upper reaches of the Yangtze River has not been changing for thirty years or more and it would not change essentially in the future. In this paper a preliminary study is made to the effect of human activity on the increment of sediment load in the section of Three Gorges. The results obtained is that the annual average sediment load at Yichang station is 659 million tons and would be 685 millon tons in fnture fifty years.

1.3亿公顷采用少耕种植。我们的祖先远在公元前700年在《神农教田相土耕种》中，就提倡土壤耕作要有理论根据，后来又以“地力常新”为指导思想作过许多论述。近年来，我国在实行免耕法方面作了大量研究，取得了可喜成果。湖南农科院李璞等同志所作棉花密植免耕试验表明，1983年6月2日、6月20日和7月8日三次共降雨316.6毫米，在同等种植密度的条件下，免耕6年的地块，每公顷泥水流失量为138.9吨，冲走干土167.3公斤；而年年耕翻地每公顷泥水流失量为309吨，冲走干土360.6公斤。年年耕翻地块所丧失的氮磷钾是免耕地的1倍以上。而且免耕法能增产增收，有助于土壤团粒结构的形成，节省劳力。据美国统计，它一般可提高劳动生产率3倍多，并减少燃料消耗的2/3。

实践已证明，免耕法优于传统耕作方法，完全可行。但是，为什么长期推广不开呢？传统的观点认为，这是由于农民对技术改进反应迟钝，思想保守，所以世世代代只能沿袭古老的、传统的耕作方法。其实，造成这种状况的原因在于农民缺乏掌握新技术的知识，在于新技术的使用带有风险性，在于农民没有获得接受免耕技术的教育机会。况且免耕法的应用目前存在几个问题：一是除草剂配套不全；二是除草剂对环境的污染；三是除草剂使用成本偏高。这些也是推行免耕法的障碍。尽管如此，免耕法仍势在必行。只要我们充分认识到传统耕作方法对水土流失的严重影响，只要各有关部门对免耕法问题足够重视，并把推行免耕法作为水土保持的战略对策，上述问题不难解决。

为了使免耕法得以迅速推广，建议采取下列措施：

一、国家拿出一定资金，开办免耕法轮训班，培养一批技术骨干，对农民搞点智力投资；补贴除草剂的研制与生产，降低除草剂的销售价格；奖励实行免耕的农户。

二、组织力量开展技术攻关活动，研制价廉、方便、特效、少污染的除草剂。

三、制定免耕法推广计划，先办若干试点，然后以点带面，全面铺开。

四、使用适当的行政手段和经济手段，逐步废除传统耕作方法。

力争在2000年前，旱地作物基本实现免耕或少耕，这样水土流失就会大幅度下降，一个良好的农业生态环境可望实现。

（上接第51页）

专家、教授审阅意见：

40年来，长江上游人口激增，活动频繁，破坏严重，大量泥沙石块涌入激流，江水浑浊度日浓，年浑浊时间延长，而沿江测站的泥沙数据八十年代与五十年代初等量，都是5.2亿吨。于是“长江的泥沙量几十年内没有变化，今后也不会有本质变化”的宣传不绝于耳。主上三峡工程者竟然以此作为设计依据，实在令人难以置信。

从1986年开始，国际科学联合会理事会组织全世界200多位著名科学家研究全球变化，着重研究人类活动对气候变化、水循环、陆地圈、生物圈等的影响，引起世界各国的关注。9月中旬又在北京召开了第22届大会，中国全球变化委员会正式成立，也将承担人类活动影响全球变化的研究任务。方宗岱所作的“推算人类活动影响三峡工程增沙值的尝试”，跟上了这个世界潮流。这是非常重要的起步。

一花引来百花开。希望科学工作者都积极参与人类活动影响环境、影响客观世界的探索。我们要立足于地球，不断探讨20—50年，甚至100年内，人类活动对全球变化的影响。