

水电开发对河流水沙年内分配的影响分析

黄 英¹, 刘新有²

(1. 云南省水利水电科学研究院, 云南 昆明 650228; 2. 云南省水文水资源局, 云南 昆明 650106)

摘要: 以中国西南重要的国际河流澜沧江为研究对象, 借鉴“基尼系数”的构建思路, 建立了水沙年内分配均匀度计算模型, 并通过下游水沙与上游天然水沙和区域降水的关系, 建立了河流水沙年内分配均匀度回归还原模型。还原结果与实测对比表明: 漫湾、大朝山电站建设以来, 澜沧江径流年内分配均匀度年均升高 1.14%, 变幅在 -7.32% ~ 10.81% 之间, 输沙年内分配均匀度年均降低 0.23%, 变幅在 -18.98% ~ 26.76% 之间; 漫湾、大朝山电站同时运行期间, 澜沧江径流年内分配均匀度年均升高 3.90%, 输沙年内分配均匀度年均降低 0.42%; 大朝山水电站建设后, 澜沧江径流年内分配均匀度升高而输沙年内分配变化不明显, 说明大朝山水电建设后河流水沙关系发生了变化, 但变化较小。该成果不仅能为相关研究提供方法借鉴, 也为水电开发对澜沧江水沙年内分配影响程度的科学评估提供了新的依据。

关键词: 水电站; 水沙年内分配; 基尼系数; 还原模拟; 澜沧江

中图分类号: TV 213.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-6791(2010)03-0385-07

河流水沙变化会对下游生态景观、水资源开发利用及河口三角洲等多方面产生重要影响, 而水电工程是引起河流水沙变化的主要影响因素^[1-7]。目前, 水电工程对河流水沙的影响研究侧重于“量”, 而对其年内分配的影响研究不足, 且多采用各时间段水沙量在全年中所占的比例、离差系数或集中度来描述河流水沙年内分配^[8-10]。同时, 现有研究多通过水电开发前后河流水沙年内分配对比来考察其受影响程度, 缺乏有效的还原模拟手段。经济学中用来评价社会财富分配均匀程度的“基尼系数”取值在 0~1 之间, 能直观表达分配均匀程度, 可比性强。本文以中国西南重要的国际河流澜沧江为研究对象, 借鉴“基尼系数”的构建思路, 对河流水沙年内分配均匀度进行定量分析, 并通过下游水沙与上游水沙及区域降水的关系, 建立河流水沙年内分配均匀度回归还原模型, 探索水电开发对河流水沙年内分配影响的定量分析方法。

1 研究区域概况

澜沧江湄公河流经中国、老挝、缅甸、泰国、越南和柬埔寨 6 国, 其在中国境内河段称为澜沧江。澜沧江流域属典型的南北向狭长型流域, 其在中国境内和云南省境内的流域面积分别为 16.80、8.86 万 km²。该流域水资源丰沛, 达 516.2 亿 m³, 居云南省六大流域水资源量之首。同时, 澜沧江河段集中了澜沧江湄公河干流落差的 91%, 水能资源特别丰富, 理论蕴藏量达 2 550 万 kW。为充分开发利用澜沧江水能资源, 在其干流上规划建设梯级电站 14 级, 总装机容量 24 455 MW。目前已建成漫湾、大朝山、景洪 3 个水电站。其中, 漫湾水电站 1986 年开工建设, 1993 年开始蓄水发电, 集水面积 11.45 万 km², 占澜沧江流域集水面积的 68.2%, 总库容 9.20 亿 m³, 调节库容 2.51 亿 m³; 大朝山水电站 1997 年开工建设, 2001 年开始蓄水发电, 集水面积 12.10 万 km², 占澜沧江流域集水面积的 72.0%, 总库容 8.90 亿 m³, 调节库容 2.75 亿 m³; 景洪水电站 2003 年开工建设, 2008 年开始蓄水发电, 集水面积 14.91 万 km², 占澜沧江流域集水面积的 88.8%, 总库容 12.30 亿 m³, 调节库容 3.09 亿 m³。近年来, 随着中国与东盟各国合作的加强, 该流域逐渐

收稿日期: 2009-05-19

基金项目: 云南省水利厅 2008 年水利科技计划项目 (2008y03)

作者简介: 黄 英 (1959-), 女, 云南墨江人, 教授级高级工程师, 主要从事水文水资源与水利科学研究。

E-mail: sw_hyy@126.com

成为沿岸国家和地区研究和开发合作的重点区域，上游水电开发对下游水沙的影响及其所引起的跨境资源环境和生态安全等问题，也日益受到广泛关注并成为研究的焦点。关于澜沧江梯级电站修建对河流水沙的影响，过去虽有一些研究^[10-13]，但受资料条件和研究方法的限制，迄今仍缺少水电开发对水沙年内分配影响程度的定量结论。为此，本文将借鉴“基尼系数”建立水沙年内分配均匀度计算模型，结合澜沧江干流旧州、夏旧、允景洪 3 个水文站历年实测水文资料，定量分析漫湾和大朝山两个电站对下游水沙年内分配的影响。资料来源水文站及水电站位置见图 1。

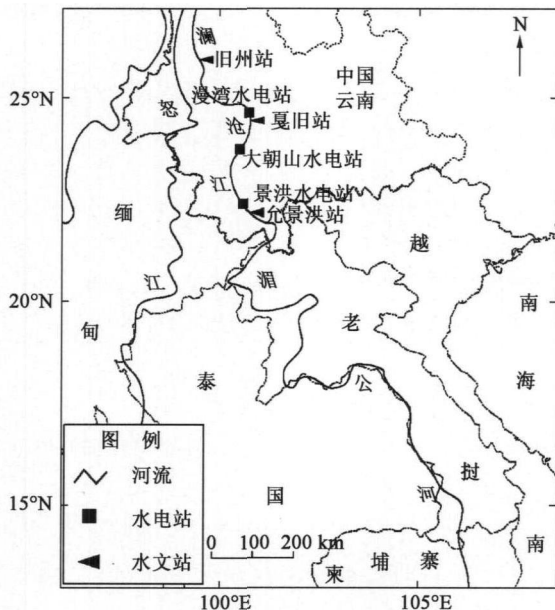


图 1 澜沧江-湄公河区域及资料来源水文站位置
Fig. 1 Locations of Lancang-Mekong River and hydrologic plants

2 基于“基尼系数”的年内分配均匀度计算模型

2.1 模型的建立

基尼系数由意大利经济学家基尼 (Gini) 根据洛伦兹曲线提出，它实现了对社会财富分配均匀程度的量化评价，已成为评价贫富差距最主要的工具。实际上，就基尼系数的工具性而言，分布均匀度的量化评价功能是其本质。本文将其引入水电开发对河流水沙年内分配均匀度的影响分析中，从一个新的角度充实其定量研究。按照基尼系数的求值方法，河流水文要素年内分布均匀度模型构建步骤如下。

步骤 1 分别对河流历年径流、输沙和降水 3 个水文要素的月值进行升序排列。

步骤 2 与时间 (以月为单位) 累计相对应，分别对河流历年径流、输沙和降水的月值进行累计。

步骤 3 以时间累计与其总时间 (一年) 的比值为自变量 x ，以径流、输沙和降水的月值累计与其总和 (年值) 的比值为因变量 y ，拟合出历年径流、输沙和降水的年内分配洛伦兹曲线，即图 2 中 A、B 之间的弧线。

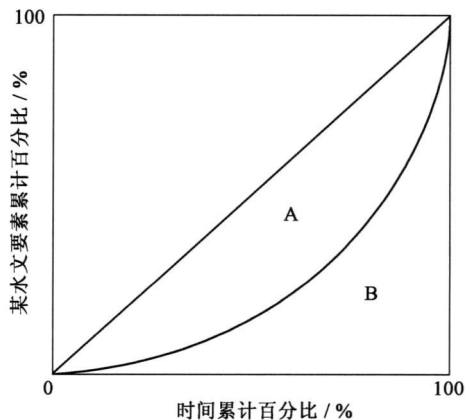


图 2 水文要素年内分配洛伦兹曲线
Fig. 2 Lorenz curve of annual distribution for hydrologic factors

步骤 4 根据洛伦兹曲线求出历年径流、输沙和降水年内分配均匀度。为便于理解, 这里求出的年内分配均匀度等于 1 减去经济学中所求出的基尼系数 ($S_A / (S_A + S_B)$), 即 $S_B / (S_A + S_B)$, 其中 S_A 、 S_B 分别为图 2 中区域 A、区域 B 的面积。这样, 所得的值越大, 则表示年内分配均匀度越大, 即越均匀。反之则均匀度越小, 越不均匀。计算时, S_B 可采用积分的方法求得, $S_A + S_B$ 即绝对均匀线 (对角线) 以下的面积, 为 1/2。

2.2 河流水沙及区域降水年内分配均匀度计算

夏旧水文站位于漫湾电站下游 1 km 处, 同时又处在大朝山电站的库区, 既受漫湾电站调蓄影响, 又受大朝山电站水库回水影响, 其径流和输沙数据系列难以满足年内分配的分析要求。旧州水文站上游无水电站, 且处在下游水电站库区回水影响以外, 因此, 本文选取未受水电工程影响的旧州水文站和 2007 年以前只受漫湾电站、大朝山电站影响的允景洪水文站径流和输沙数据, 以及旧州水文站与允景洪水文站之间的区域降水数据, 分别进行径流、输沙及区域降水的年内分配均匀度计算, 其中包括旧州站和允景洪站 1957~2007 年月径流和 1963~2007 年月输沙数据, 以及 1957~2007 年旧州站与允景洪站之间的月区域降水数据。按照上文所建立的模型步骤进行计算, 即可计算出径流、输沙及区域降水的年内分配均匀度 (表 1)。

表 1 旧州、允景洪站径流、输沙及区域降水年内分配均匀度

Table 1 Annual runoff sediment transport and regional precipitation distribution in Jiuzhou and Yunjinghong station

年份	径流		输沙		区域降水	年份	径流		输沙		区域降水
	旧州	允景洪	旧州	允景洪			旧州	允景洪			
1957	0.616	0.608	-	-	0.520	1983	0.641	0.656	0.171	0.388	0.680
1958	0.646	0.566	-	-	0.438	1984	0.619	0.635	0.284	0.364	0.488
1959	0.675	0.652	-	-	0.605	1985	0.579	0.586	0.294	0.406	0.525
1960	0.575	0.590	-	-	0.441	1986	0.724	0.651	0.331	0.363	0.460
1961	0.628	0.605	-	-	0.588	1987	0.551	0.571	0.398	0.301	0.535
1962	0.509	0.551	-	-	0.506	1988	0.659	0.672	0.224	0.421	0.544
1963	0.577	0.581	0.269	0.338	0.482	1989	0.645	0.610	0.408	0.376	0.570
1964	0.612	0.620	0.233	0.348	0.639	1990	0.638	0.630	0.385	0.384	0.499
1965	0.568	0.612	0.283	0.432	0.589	1991	0.545	0.592	0.366	0.389	0.615
1966	0.575	0.550	0.156	0.295	0.451	1992	0.693	0.729	0.148	0.439	0.571
1967	0.684	0.683	0.289	0.377	0.591	1993	0.561	0.574	0.369	0.301	0.538
1968	0.647	0.631	0.372	0.385	0.539	1994	0.697	0.705	0.174	0.363	0.567
1969	0.601	0.574	0.246	0.286	0.448	1995	0.631	0.623	0.354	0.443	0.562
1970	0.569	0.587	0.181	0.326	0.570	1996	0.628	0.650	0.283	0.368	0.585
1971	0.642	0.595	0.257	0.343	0.487	1997	0.627	0.622	0.270	0.378	0.482
1972	0.636	0.681	0.164	0.357	0.533	1998	0.578	0.555	0.215	0.299	0.549
1973	0.671	0.648	0.313	0.407	0.568	1999	0.630	0.597	0.288	0.371	0.497
1975	0.656	0.684	0.302	0.390	0.595	2000	0.599	0.611	0.330	0.367	0.556
1976	0.646	0.644	0.314	0.381	0.581	2001	0.623	0.641	0.335	0.477	0.493
1977	0.636	0.661	0.414	0.360	0.661	2002	0.607	0.616	0.357	0.285	0.507
1978	0.629	0.618	0.334	0.364	0.521	2003	0.563	0.647	0.173	0.364	0.631
1979	0.609	0.593	0.317	0.303	0.509	2004	0.597	0.609	0.324	0.406	0.552
1980	0.588	0.609	0.180	0.402	0.493	2005	0.620	0.661	0.263	0.315	0.620
1981	0.635	0.653	0.290	0.406	0.596	2006	0.654	0.696	0.245	0.296	0.492
1982	0.564	0.629	0.262	0.350	0.555	2007	0.600	0.609	0.259	0.391	0.518

注: 因 1974 年降水数据不全, 为减少模拟误差, 把该年数据剔除 (下同)。

3 河流水沙年内分配均匀度回归还原模拟

3.1 回归还原模型的建立

澜沧江流域的水沙变化主要受水电开发的影响, 受其它人类活动的影响较小。允景洪站水沙与其上游旧州站水沙及两站之间的区域降水密切相关。由于由上下游水沙关系和断面水沙关系直接建立的还原模型精度较低, 因此, 采用旧州站水沙年内分配均匀度和区域降水年内分配均匀度为自变量, 允景洪站水沙年内分配均匀度为因变量, 对澜沧江水沙年内分配均匀度进行回归模拟。径流主要受水电站运行的影响, 受施工的影响很小, 而输沙受水电站施工和运行的影响都较大, 漫湾水电站 1986 年正式施工, 1993 年开始发电, 因此

可将 1993 年以前的径流数据和 1986 年以前的输沙数据作为未受水电工程影响的样本进行回归模拟，建立回归模拟方程。允景洪站径流、输沙年内分配均匀度回归模拟方程见式 (1)、式 (2)，回归模拟结果见表 2。回归模拟的结果与由实测数据计算出的河流泥沙年内分配均匀度(表 1)对比表明(图 3)，所建立的径流与输沙回归模型具有较高的模拟精度。

$$Q_{yjh} = 0.1051 + 0.5977Q_{jz} + 0.2694P \tag{1}$$

式中 Q_{yjh} 为允景洪站径流年内分配均匀度； Q_{jz} 为旧州站径流年内分配均匀度； P 为区域降水年内分配均匀度。该回归模型的相关系数 R 为 0.83 F 检验值为 $0.0001 < 0.01$ 通过显著性水平为 0.01 的双侧检验。

$$S_{yjh} = 0.1462 + 0.2719S_{jz} + 0.264P \tag{2}$$

式中 S_{yjh} 为允景洪站输沙年内分配均匀度； S_{jz} 为旧州站输沙年内分配均匀度； P 同上。该回归模型的相关系数 R 为 0.69 F 检验值为 $0.0031 < 0.01$ 通过显著性水平为 0.01 的双侧检验。

表 2 允景洪站径流、输沙年内分配均匀度回归模拟

Table 2 Reconstructed simulations of annual runoff and sediment transport distribution evenness in Yunjinghong station

年份	径流	输沙	年份	径流	输沙	年份	径流	输沙	年份	径流	输沙
1957	0.613	-	1966	0.570	0.311	1976	0.648	0.411	1985	0.593	0.376
1958	0.609	-	1967	0.673	0.378	1977	0.663	0.405	1986	0.662	-
1959	0.672	-	1968	0.637	0.391	1978	0.621	0.371	1987	0.579	-
1960	0.568	-	1969	0.585	0.335	1979	0.606	0.330	1988	0.646	-
1961	0.639	-	1970	0.599	0.343	1980	0.589	0.357	1989	0.644	-
1962	0.546	-	1971	0.620	0.347	1981	0.645	0.371	1990	0.621	-
1963	0.580	0.349	1972	0.629	0.330	1982	0.592	0.337	1991	0.597	-
1964	0.643	0.372	1973	0.659	0.380	1983	0.671	0.395	1992	0.673	-
1965	0.603	0.376	1975	0.657	0.386	1984	0.607	0.358			

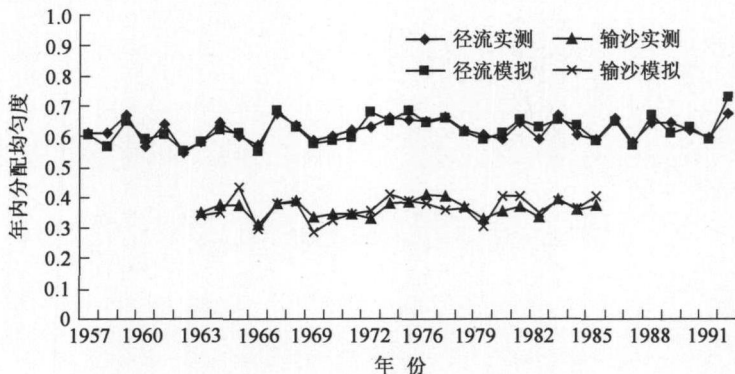


图 3 允景洪站径流、输沙年内分配均匀度实测与模拟对比

Fig 3 Comparison of the measured and simulated annual runoff and sediment transport distribution evenness in Yunjinghong station

3.2 结果分析

运用所建立的回归模型，对允景洪站 1993~2007 年径流、1986~2007 年输沙年内分配均匀度还原，还原值与由实测值对比结果见表 3 表 4。由于径流主要受水电站运行影响，而输沙既受水电站施工影响也受水电站运行影响，因此径流受影响的分析时段以水电站开始蓄水发电的时间为分界，而输沙受影响的分析时段分界应在此基础上加上水电站开始施工的时间。

(1) 对径流年内分配的影响 水电站运行以来 (1993~2007 年)，澜沧江径流年内分配均匀度平均升高为 1.14%，变幅在 -7.32%~10.81% 之间；漫湾水电站运行 (1993~2000 年) 使澜沧江径流年内分配均匀度年均降低 0.64%；大朝山水电站投入运行后 (2001~2007 年)，对澜沧江径流年内分配的影响增大，使其均匀度年均升高 3.9%。水电开发对径流年内分配的影响主要与水电站调蓄能力及调蓄过程有关。大朝山水电站投入运行后，两电站联合调度使总体调蓄能力增强，在运行过程中更容易实现丰蓄枯补的调蓄目标，从而

提高了径流年内分配均匀度。

(2) 对输沙年内分配的影响 水电站施工建设以来 (1986~2007年), 澜沧江输沙年内分配均匀度年均降低 0.23%, 变幅在 -18.98%~26.76% 之间; 漫湾电站施工期间 (1986~1992年), 澜沧江输沙年内分配均匀度年均升高 0.87%; 漫湾水电站运行期间 (1993~1996年), 澜沧江输沙年内分配均匀度年均升高 0.62%; 漫湾水电站运行和大朝山水电站施工期间 (1997~2000年), 澜沧江输沙年内分配均匀度年均降低 2.77%; 漫湾、大朝山水电站运行期间 (2001~2003年), 澜沧江输沙年内分配均匀度年均升高 2.46%。漫湾、大朝山水电站运行及景洪水电站施工期间 (2004~2007年), 澜沧江输沙年内分配均匀度年均降低 2.56%。水电开发对输沙年内分配的影响主要与电站建设施工、水库冲沙及运行有关。

表 3 允景洪站 1993~2007年径流年内分配均匀度实测与还原对比

Table 3 Comparison of the measurement and the reconstruction of annual runoff distribution evenness from 1993 to 2007 in Yunjinghong station

年份	实测	还原	差值	比例 %	年份	实测	还原	差值	比例 %
1993	0.574	0.585	-0.011	-1.86	2002	0.616	0.604	0.011	1.89
1994	0.705	0.674	0.031	4.58	2003	0.647	0.612	0.036	5.86
1995	0.623	0.634	-0.011	-1.72	2004	0.609	0.611	-0.002	-0.32
1996	0.650	0.638	0.012	1.89	2005	0.661	0.642	0.019	2.93
1997	0.622	0.610	0.012	2.03	2006	0.696	0.629	0.068	10.81
1998	0.555	0.598	-0.044	-7.32	2007	0.609	0.603	0.005	0.89
1999	0.596	0.616	-0.019	-3.13	1993~2000	0.617	0.621	-0.004	-0.64
2000	0.611	0.613	-0.002	-0.36	2001~2007	0.640	0.616	0.024	3.90
2001	0.641	0.610	0.031	5.04	1993~2007	0.628	0.619	0.009	1.47

表 4 允景洪站 1986~2007年输沙年内分配均匀度实测与还原对比

Table 4 Comparison of the measurement and the reconstruction of annual sediment transport distribution evenness from 1986 to 2007 in Yunjinghong station

年份	实测	还原	差值	比例 %	年份	实测	还原	差值	比例 %
1986	0.363	0.381	-0.018	-4.71	2000	0.367	0.384	-0.016	-4.29
1987	0.301	0.347	-0.046	-13.33	2001	0.477	0.376	0.101	26.76
1988	0.421	0.402	0.019	4.70	2002	0.285	0.327	-0.042	-12.89
1989	0.375	0.401	-0.025	-6.30	2003	0.364	0.396	-0.032	-8.15
1990	0.384	0.380	0.004	1.03	2004	0.406	0.362	0.044	12.13
1991	0.389	0.343	0.047	13.58	2005	0.315	0.371	-0.056	-15.09
1992	0.439	0.396	0.043	10.88	2006	0.296	0.348	-0.052	-14.94
1993	0.301	0.334	-0.032	-9.72	2007	0.391	0.364	0.027	7.49
1994	0.363	0.391	-0.028	-7.08	1986~1992	0.382	0.379	0.003	0.87
1995	0.442	0.370	0.073	19.62	1993~1996	0.369	0.366	0.002	0.62
1996	0.368	0.371	-0.003	-0.91	1997~2000	0.354	0.364	-0.010	-2.77
1997	0.378	0.334	0.045	13.35	2001~2003	0.375	0.366	0.009	2.46
1998	0.299	0.369	-0.070	-18.98	2004~2007	0.352	0.361	-0.009	-2.56
1999	0.371	0.370	0.001	0.40	1986~2007	0.368	0.369	-0.001	-0.23

注: 景洪水电站 2003年 10月开始施工, 其施工对输沙的影响从 2004年算起。

4 结 论

河流水沙年内分配变化是评价水电开发对河流水文水资源特性影响的主要指标之一。本文以中国西南重要的国际河流澜沧江为研究对象, 就水电开发对河流水沙年内分配的影响分析方法进行深入研究, 取得了以下成果:

(1) 借鉴经济学中用来表征社会贫富差距的“基尼系数”的构建思路, 建立了一种新的河流水沙年内分配均匀度计算模型。

(2) 通过澜沧江干流允景洪站水沙年内分配主要影响因素分析, 建立了以其上游旧州站水沙及两站之

间区域降水量的年内分配均匀度为自变量, 允景洪站水沙年内分配均匀度为因变量的回归还原模型, 对澜沧江水电开发以来允景洪站的水沙年内分配均匀度进行了还原模拟, 并通过还原模拟结果与受水电工程影响下由实测计算出的结果对比, 定量分析了澜沧江漫湾、大朝山水电站对河流水沙年内分配的影响程度, 以及不同水电工程规模对河流水沙年内分配影响的规律。

(3) 分析结果表明: 现有的漫湾和大朝山水电站对澜沧江径流和输沙年内分配的影响较小; 大朝山水电站建设后, 澜沧江径流年内分配均匀度升高而输沙年内分配变化不明显, 说明大朝山水电建设后河流水沙关系发生了变化, 但变化较小。

参考文献:

- [1] 陆永军, 左利钦, 季荣耀, 等. 水沙调节后三峡工程变动回水区泥沙冲淤变化 [J]. 水科学进展, 2009, 20(3): 318-324. (LU Yongjun, ZUO Liqin, JI Rongyao, et al. Changes of sediment deposition and erosion at Chongqing reach in backwater area of Three Gorges Project after reservoir adjusting of the upstream in the Yangtze River [J]. Advances in Water Science, 2009, 20(3): 318-324. (in Chinese))
- [2] 李胜男, 王根绪, 邓伟, 等. 水沙变化对黄河三角洲湿地景观格局演变的影响 [J]. 水科学进展, 2009, 20(3): 325-331. (LI Shengnan, WANG Genxu, DENG Wei, et al. Effects of runoff and sediment variation on landscape pattern in the Yellow River Delta of China [J]. Advances in Water Science, 2009, 20(3): 325-331. (in Chinese))
- [3] 张强, 陈桂亚, 许崇育, 等. 长江流域水沙周期特征及可能影响原因 [J]. 水科学进展, 2009, 20(1): 80-85. (ZHANG Qiang, CHEN Guiya, XU Chongyu, et al. Periodic characters of sediment load and runoff changes in the Yangtze River basin in the past 40 years, China [J]. Advances in Water Science, 2009, 20(1): 80-85. (in Chinese))
- [4] 陈松生, 张欧阳, 陈泽方, 等. 金沙江流域不同区域水沙变化特征及原因分析 [J]. 水科学进展, 2008, 19(4): 475-482. (CHEN Songsheng, ZHANG Ouyang, CHEN Zefang, et al. Variations of runoff and sediment load of the Jinsha river [J]. Advances in Water Science, 2008, 19(4): 475-482. (in Chinese))
- [5] 麻泽龙, 程根伟. 河流梯级开发对生态环境影响的研究进展 [J]. 水科学进展, 2006, 17(5): 748-753. (MA Zelong, CHENG Genwei. Progress in research on impacts of river hydropower engineering on environment [J]. Advances in Water Science, 2006, 17(5): 748-753. (in Chinese))
- [6] YANG D Q, YE B S, DOUGLAS L K. Stream flow changes over Siberian Yenisei River Basin [J]. Journal of Hydrology, 2004, 296: 59-80.
- [7] 禹雪中, 李翀, 唐万林, 等. 绿色水电与低影响水电认证标准 [M]. 北京: 科学出版社, 2006. (YU Xuezhong, LI Chong, TANG Wanlin, et al. Green hydropower and low impact hydropower certification criteria [M]. Beijing: Science Press, 2006. (in Chinese))
- [8] 郑红星, 刘昌明. 黄河源区径流年内分配变化规律分析 [J]. 地理科学进展, 2003, 22(6): 585-590. (ZHENG Hongxing, LIU Changming. Changes of annual runoff distribution in the headwater of the Yellow River basin [J]. Progress in Geography, 2003, 22(6): 585-590. (in Chinese))
- [9] 张信宝, 文安邦. 长江上游干流和支流河流泥沙近期变化及其原因 [J]. 水利学报, 2002, 33(4): 56-59. (ZHANG Xinbao, WEN Anbang. Variation of sediment in upper stream of Yangtze River and its tributary [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2002, 33(4): 56-59. (in Chinese))
- [10] 傅开道, 何大明, 陈武, 等. 电站建设对澜沧江-湄公河泥沙年内分配的影响 [J]. 地理学报, 2007, 62(1): 14-21. (FU Kai dao, HE Daming, CHEN Wu, et al. Impacts of dam constructions on the annual distribution of sediment in Lancang-Mekong River basin [J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(1): 14-21. (in Chinese))
- [11] 何大明, 冯彦, 甘淑, 等. 澜沧江干流水电开发的跨境水文效应 [J]. 科学通报, 2006, 51(增刊 1): 14-20. (HE Daming, FENG Yan, GAN Shu, et al. Transboundary hydrological effect of hydropower development on Lancang River [J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(Supp 1): 14-20. (in Chinese))
- [12] 傅开道, 何大明, 李少娟. 澜沧江干流水电开发的下游泥沙响应 [J]. 科学通报, 2006, 51(增刊 1): 100-105. (FU Kai dao, HE Daming, LI Shaajuan. Response of downstream sediment for the hydropower development in mainstream of the Lancang River [J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(Supp 1): 100-105. (in Chinese))

- [13] 傅开道, 何大明. 澜沧江干流水库拦沙效应分析与预测 [J]. 科学通报, 2007, 52(增刊 1): 117-122. (FU Kai-dao, HE Da-ming. Analysis and forecast for sediment trapping effect of the Lancang River mainstream reservoir [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(Supp 1): 117-122. (in Chinese))

Impact of hydropower development on annual runoff and sediment transport distribution*

HUANG Ying¹, LIU Xin-you²

(1. Yunnan Institute of Water Resource and Hydropower Research, Kunming 650228 China)

2. Yunnan Bureau of Hydrology and Water Resources Management, Kunming 650106 China)

Abstract Based on the conception of Gini coefficient and the relationship between downstream and upstream natural runoff and sediment and the regional precipitation, we establish computational models of annual distribution of runoff and sediment transport from Lancang River, southwest China. The results from the contrast between reconstructed and measured data show that the annual runoff distribution evenness of Lancang River increases by 1.14% and varies between -7.32% and 10.81%; however, the annual sediment transport distribution evenness decreases by 0.23% and ranges from -18.98% to 26.76% since the construction of Manwan and Dachaoshan hydroelectric power plants, and during the operation period of Manwan and Dachaoshan power plants, the annual runoff distribution evenness of Lancang River is an increase of 3.90% and the annual sediment transport distribution evenness is down by 0.42%. After the construction of Dachaoshan hydroelectric power plant, it shows the trend of growth continuously of the annual runoff distribution evenness of Lancang River, but the annual sediment transport distribution evenness has no significant change. All of these indicate that the interaction between runoff and sediment transport has changed, whereas the change is smoothly. The research results not only can provide a way for the relevant research but also offer new evidence to scientifically evaluate the influence of hydropower development on annual runoff and sediment transport distribution of Lancang River.

Key words hydroelectric power plants, annual runoff and sediment transport distribution, Gini coefficient, reconstructed simulation, Lancang River

* The study is financially supported by the Yunnan Water Conservancy Science and Technology Foundation in 2008(2008y03).