

加入古洪水资料后的设计洪水成果合理性分析

谢悦波¹, 刘晓风², 王 平³, 王文辉³

(1. 河海大学水文水资源及环境学院, 江苏 南京 210098; 2. 黑龙江省水文水资源局, 黑龙江 哈尔滨 150001;
3. 江苏省水文水资源局, 江苏 南京 210029)

摘要 根据长江、黄河、海河及淮河的部分河段上古洪水研究工作所取得的成果, 按水利水电工程实际洪水计算的方法, 将有古洪水资料的洪水频率计算成果与无古洪水资料的设计洪水成果相比较, 从参数区域协调平衡、相同控制面积下设计洪水成果等的合理性检查方面论述加入古洪水资料后其设计洪水成果的合理性。

关键词 古洪水; 设计洪水; 频率曲线; 合理性分析

中图分类号 :TV122+ .2 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2000)04-0008-05

运用古洪水研究方法^[1,2]求得古洪水流量、发生时间等一系列资料之后, 如何将之应用到工程实际中去, 是一个值得深入研究的问题。其中的一种方法是按规范^[3]所规定的频率计算方法。那么, 有古洪水资料的成果与无古洪水资料的成果之间的关系, 是否也如人们一般认为可能最大洪水(PMF)要比万年设计洪水大 10%~20%^[4]一样呢? 此外, 除了运用数理统计方法, 从抽样误差减小的角度之外^[5,6], 能否就加入古洪水资料后的成果对设计洪水的作用有更直观的论证?

1 有、无古洪水资料的洪水频率曲线对比

a. 图 1 给出安徽省水利勘测设计院采用 28 年(1951~1978 年)实测资料及 10 次历史洪水(能定量的 5 次:1850, 1896, 1931, 1950, 1969, 仅作定位参考的 5 次:1857, 1882, 1906, 1909, 1930), 最远调查考证期追溯到 1569 年共 410 年(1569~1978 年), 按规范规定采用个别处理法所得的适线成果, 以及相同资料加入经古洪水研究所得的两次古洪水资料后采用同样适线方法的结果。

从图中可以看出, 加入古洪水资料后的洪水频率曲线, 其万年、千年和百年一遇设计洪水值比原设计值分别降低 18.98%, 16.67% 和 12.80%。

b. 表 1 给出岗南、平山、黄壁庄三河段 1981 年河北省水利勘测规划设计院计算的洪水频率分析成果及应用古洪水资料后的洪水频率分析成果^{①②}。

由表中可见, 有古洪水资料加入后的新成果与原来的成果在岗南变动不大, 但在平山、黄壁庄万年洪水减少 17%, 千年洪水分别减少 16% 和 15%。

c. 图 2 给出了有、无古洪水资料情况下的宜昌洪峰频率分析曲线。尽管曲线未变化, 但从点据上可看出, 加入古洪水的点据后, 所定曲线比原定曲线更合理。

从设计洪水频率分析曲线(图 2)上看, 三场古洪水点据加入到原有点据中去后, 频率曲线比原来更加合理, 基本解决了原来频率曲线中“天灯”高挂的问题^[7]。

d. 综合有关全新世以来黄河上、中游环境变迁方面的最新研究成果, 对距今 2 500 a 前后的气候特性进行对比, 不仅年雨量均值差别大, 且暴雨强度和常见暴雨类型都有所改变, 导致对暴雨洪水量级和洪水地区组成规律发生变化。而且黄河中游在距今 2 000 a 以来, 植被经历了一个破坏过程, 导致对径流的截、滞、蓄作用削弱, 加大了洪、枯水位变幅, 但对特大暴雨洪水的影响有限。因而将黄河 2 360 aBP 古洪水作为距今 2 500 a

收稿日期:1999-01-06
基金项目:1997 年度电力工业部科技进步二等奖项目(9722079);国土资源部地质开放研究实验室资助项目(K98003)
作者简介:谢悦波(1957—)男,江苏六合人,博士,教授,水文学及水资源专业,主要从事水资源信息采集与处理研究。
① 河海大学水资源水文系,水电部治淮委员会规划设计院.西渭河响洪甸古洪水及频率分析研究报告,1987.
② 河海大学水资源水文系,河北省水利水电勘测设计院.岗南、黄壁庄水库古洪水研究报告,1992.

来的首项洪水,原来排在首项的 1843 年洪水排第二位,按小浪底、三门峡过去推求设计洪水的方法,求得加入古洪水资料后的洪水频率分析成果,见表 2^①。

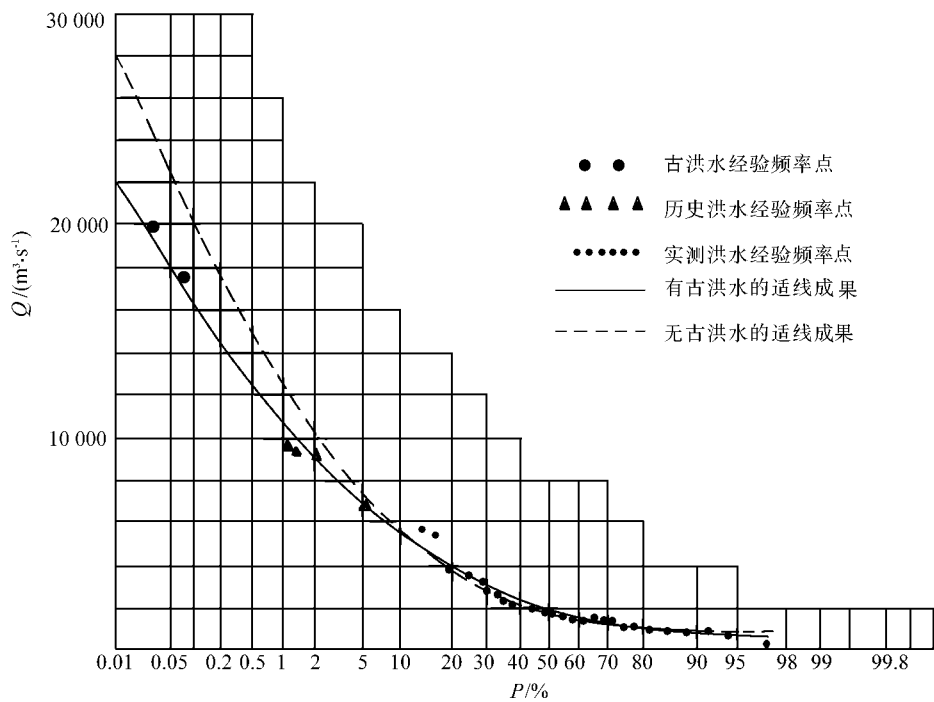


图 1 西渭河响洪甸水库有、无古洪水资料的洪水频率曲线

Fig.1 Flood frequency curve with and without paleoflood data at Xiang Hong Dian Reservoir on West Pi River

表 1 岗南、平山、黄壁庄有(无)古洪水资料的洪水频率分析成果

站 名		统计参数				不同频率的设计流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)		
		$\bar{Q}$	C_v	C_s	C_s/C_v	$P = 0.01\%$	$P = 0.1\%$	$P = 1.0\%$
岗南	原成果	1 610	1.30	3.900	3.0	27 100	18 700	10 700
	新成果	1 640	1.35	3.375	2.5	26 300	18 400	10 900
平山	原成果	1 500	1.75	4.375	2.5	35 800	24 200	13 200
	新成果	1 500	1.55	3.880	2.5	29 700	20 400	11 600
黄壁庄	原成果	2 400	1.50	4.500	3.0	50 300	33 900	18 500
	新成果	2 200	1.50	3.750	2.5	41 700	28 800	16 500

表 2 黄河小浪底、三门峡站有(无)古洪水资料的洪水频率分析成果*

测站	计算年份	计算参数			统计参数			不同频率的设计洪水/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)		
		N	n	a	$\bar{Q}$ /($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	C_v	C_s/C_v	$P = 0.01\%$	$P = 0.1\%$	$P = 1.0\%$
三门峡	1976	210	47	1	8 880	0.56	4.0	52 300	40 000	27 500
	1985	1000	64	1	8 582	0.52	4.0	46 000	35 400	24 900
	1995	2500		2	8 617	0.53	4.0	47 300	36 300	25 400
小浪底	1976	210	47	1	8 880	0.56	4.0	52 300	40 000	27 500
	1985	1000	64	1	8 270	0.49	4.0	41 200	32 000	22 800
	1995	2500		2	8 277	0.50	4.0	42 300	32 700	23 200

* 资料系列为 1919 ~ 1943 年,1946 年,1949 ~ 1982 年。

① 河海大学水资源水文系,黄河水利委员会勘测规划设计研究院.黄河小浪底水利枢纽古洪水研究报告,1995.

从表 2 中看出 ,与 1985 年的计算成果相比 ,小浪底与三门峡稀遇设计洪水万年一遇分别增加了 26% , 28% ,千年一遇分别增加了 22% 25% .

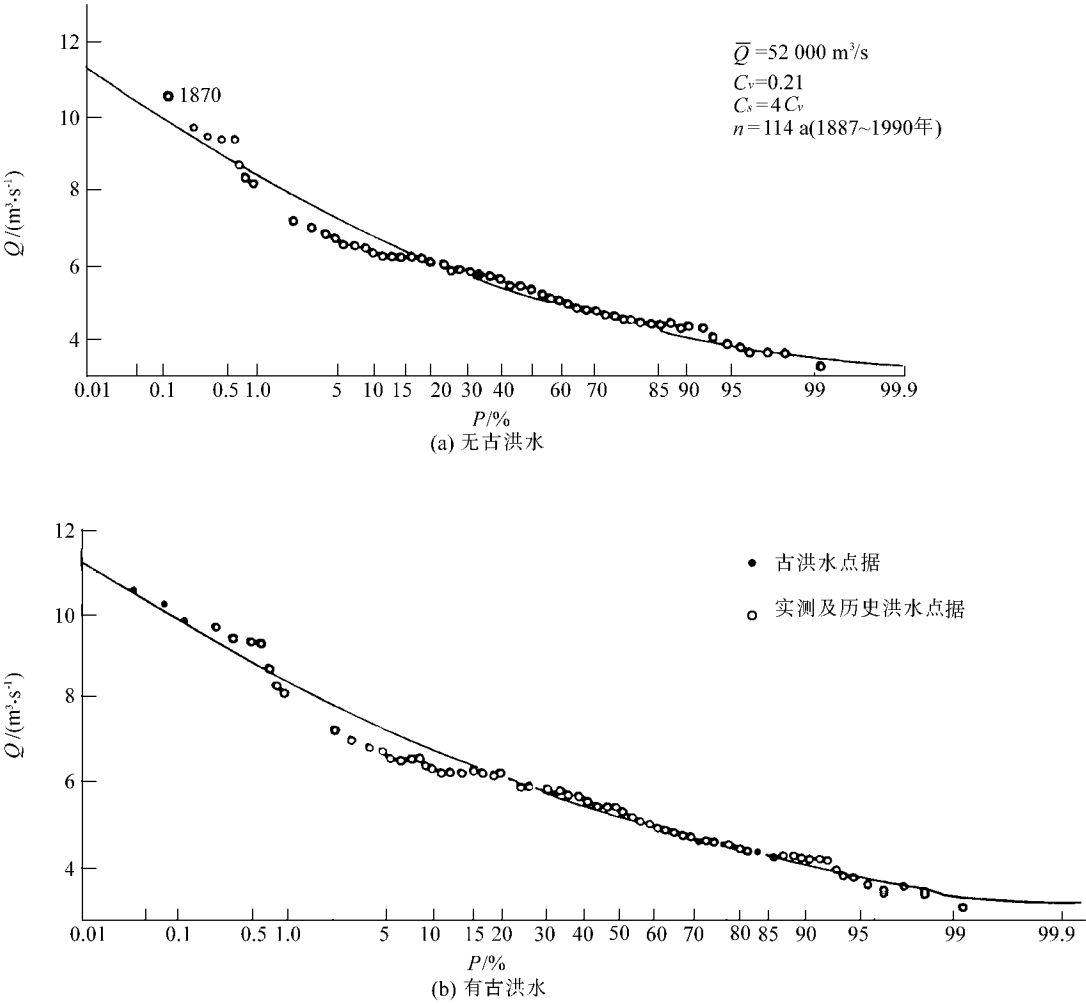


图 2 长江宜昌站有、无古洪水资料的洪峰频率曲线^①
Fig.2 Flood frequency curve with and without paleoflood data at Yichang on Yangze River

2 古洪水资料加入后设计洪水成果的合理性检查分析

2.1 成果及有关参数区域协调平衡检查

2.1.1 洪峰均值的检查

洪峰均值从上游至下游明显受到河道调蓄作用和洪水遭遇的影响而发生变化.黄河龙门至三门峡河段 , 由于河道调蓄作用大 ,大洪水又不常遭遇 ,所以洪峰均值是减小的 ,这种情形也一直延续到三门峡至小浪底河段.表 2 中的数据 :加入古洪水后(1995 年成果 ,平均流量由 $8\,617\,m^3/s$ 降至 $8\,277\,m^3/s$)与加入古洪水前 (1985 年成果 ,平均流量由 $8\,582\,m^3/s$ 降至 $8\,270\,m^3/s$)的变化是一致的.

2.1.2 洪峰 C_v 值的检查

洪峰 C_v 值变化的一般规律是面积越大 , C_v 值越小.这是因为流域面积越大 ,流域的调蓄作用越大的缘故.但当上、下游降雨及产、汇流条件不相同 , C_v 值的变化就比较复杂.此外 ,流域的形状对洪峰 C_v 值也有影响.相同条件下 ,带状流域由于河槽调蓄作用大 ,洪峰多较低、胖 ,其洪峰 C_v 值较小 ;而扇形流域 ,由于汇流集中 ,洪峰较尖瘦 ,故 C_v 值较大.表 2 中的数据表明 ,研究河段三门峡至小浪底洪峰 C_v 值呈减小趋势(1995 年有古洪水成果 C_v 值从 0.53 降至 0.50 ,与 1985 年无古洪水成果 C_v 值从 0.52 降至 0.49 相一致).

^① 河海大学水资源水文系 ,长江水利委员会水文局 . 长江三峡工程古洪水研究报告 . 1993 .

2.1.3 相互间比值关系的检查

如以岗南、平山、黄壁庄三站各自的实测洪水、历史洪水、古洪水的最大值和稀遇设计洪水(万年、千年洪水)^[8]的有关比值以及三站相互间比值的关系(表 3),可以看出上述关系具有一定规律而且比较协调,这说明各级洪水之间的相互关系具有一致性。

表 3 岗南、平山、黄壁庄三站各级最大洪水比较

Table 3 Comparison of every grade for the largest floods at Gangnan , Pingshan and Huangbizhuang								
站 名	古洪水		历史洪水		实测最大洪水		设计洪水/(m ³ ·s ⁻¹)	
	年份	洪峰流量 (m ³ ·s ⁻¹)	年份	洪峰流量 (m ³ ·s ⁻¹)	年份	洪峰流量 (m ³ ·s ⁻¹)	万年	千年
岗 南	2000 aBP	22 300	1794	13 300	1956	6 930	26 300	18 400
平 山	3500 aBP	25 500	1794	17 300	1963	8 900	29 700	20 400
黄壁庄	2500 aBP	35 000	1794	20 000 ~ 27 500	1956	13 100	41 700	28 800

站 名	Q _古 /Q _历	Q _历 /Q _实	Q _设 /Q _古		Q _设 /Q _历		Q _设 /Q _实	
			万年	千年	万年	千年	万年	千年
岗 南	1.68	1.92	1.18	0.825	1.98	1.38	3.80	2.66
平 山	1.47	1.94	1.16	0.800	1.72	1.18	3.34	2.29
黄壁庄	1.27 ~ 1.75	1.53 ~ 2.09	1.19	0.823	1.52 ~ 2.10	1.05 ~ 1.44	3.18	2.20

2.1.4 暴雨洪水地区分布规律的检查

仍以岗南、平山、黄壁庄为例,三站所在流域暴雨洪水的地区分布规律明显.此次所求的古洪水成果以及加入古洪水后所求的设计洪水成果不仅符合区域洪水规律,且与实测和调查的大洪水比值也基本相应.此外(岗南+平山)与黄壁庄的已发生最大洪水和设计洪水的比值也协调一致,见表 4.

表 4 岗南、平山、黄壁庄三站洪水的比值关系

比较站	已发生最大洪水			设计洪水	
	实测	历史	古洪水	万年	千年
平山/岗南	1.28	1.30	1.14	1.13	1.21
(岗南+平山)/黄壁庄	1.21	1.11 ~ 1.53	1.37	1.35	1.35

2.2 与国内相同控制面积设计洪水成果比较的合理性检查

将岗南、平山、黄壁庄三站成果置于图 3(摘自“全国大中型水利水电工程水文成果汇编”)加以比较可见,原成果除岗南比较合理外,平山和黄壁庄已脱离点群,表现出偏大的趋势,加入古洪水资料后的成果则使这两站的点据降到外包线以内,既合理,又不偏小.而将黄河小浪底(控制面积 694 155 km²)有古洪水资料的洪水频率分析成果(万年一遇设计洪水值为 42 300 m³/s)点绘其中,其位置居中上部,比较合理.

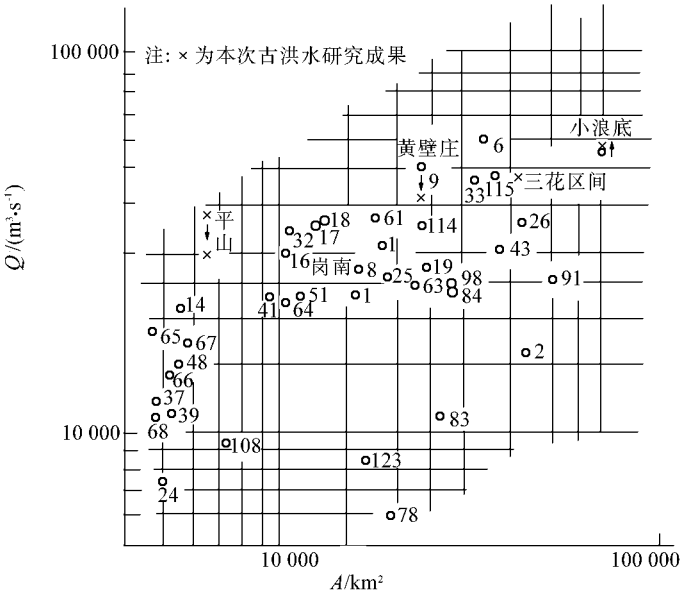


图 3 国内各工程坝址万年一遇洪峰流量 ~ 集水面积关系
Fig.3 Peak flood discharge vs.drainage area for a recurrence of 10000yrs for dam sites in China

3 结 论

- a. 加入古洪水资料后的设计洪水成果与无古洪水资料的相同资料系列所得设计洪水成果相比较 ,从参数区域协调平衡规律上更符合区域特性 ,成果更合理 .
- b. 成果(如万年一遇设计值)之间的关系可以大(如黄河小浪底) 可以小(如西淝河响洪甸 ,淞沱河平山、黄壁庄)以及相等(非常罕见 ,如长江三峡、淞沱河岗南) .

参考文献 :

[1] Kochel R C , Baker V R. Paleoflood hydrology[J]. Science ,1982(215) 353 ~ 361 .

[2] 詹道江 ,谢悦波 . 洪水计算的新进展——古洪水研究[J]. 水文 ,1997(1) :1 ~ 5 .

[3] 水利部 ,能源部 . SL 44—93 中华人民共和国行业标准 . 水利水电工程设计洪水计算规范[S]. 北京 : 水利电力出版社 , 1993 . 6 ~ 7 .

[4] 詹道江 ,邹进上 . 可能最大暴雨大于万年一遇洪水吗 ? ——兼论暴雨洪水的物理上限[J]. 水力发电 ,1980(2) :1 ~ 5 .

[5] 谢悦波 ,李致家 . 频率计算加入古洪水资料后对设计洪水的作用[J]. 河海大学学报 ,1995 23(6) 99 ~ 103 .

[6] 谢悦波 ,王井泉 ,李里 . 黄河 2360 aBP 古洪水对小浪底设计洪水的作用[J]. 水文 ,1998(12) :18 ~ 23 .

[7] 刘光文 . 水文频率计算评议[J]. 水文 ,1986(3) :10 ~ 18 .

[8] 冯焱 . 中国江河防洪丛书(海河卷) [M]. 北京 : 水利电力出版社 ,1993 . 1 ~ 142 .

Analysis of Rationality of Design Flood With Paleofloods

XIE Yue-bo¹ , LIU Xiao-feng² , WANG Ping³ , WANG Wen-hui³

- (1. College of Water Resources and Environment , Hohai Univ . , Nanjing 210098 , China ;
2. Bureau of Water Resources of Heilongjian Province , Haerbin 150001 , China ;
3. Bureau of Water Resources of Jiangsu Province , Nanjing 210029 , China)

Abstract :Based on the paleoflood study for the Yangtze , Yellow , Hai and Huai Rivers in China , a comparison is made of the design flood with and without paleoflood data , and the analysis of rationality of design flood with paleofloods is also discussed in this paper .

Key words :paleoflood ; design flood ; frequency curve ; rationality analysis