

嘉陵江干流洪水等级的划分探讨

许武成¹,徐邓耀¹,王 文²,马劲松³

(1.西华师范大学国土资源学院,四川 南充 637002;2.河海大学水资源环境学院,江苏 南京 210098;
3.南京大学城市与资源学系,江苏 南京 210093)

摘要 根据重现期将洪水划分为 12 个等级,根据年最大流量距平值将洪水中长期定性预报分成 7 个等级,同时对嘉陵江流域干流洪水的洪峰流量等级标准和中长期预报定性分级标准进行了探讨,分析了嘉陵江干流 1981 年 7 月发生的洪水等级.结果表明,1981 年 7 月在嘉陵江干流广元以下造成了 4~6 级的特大洪水.

关键词 嘉陵江干流;洪水等级;重现期;中长期洪水预报

中图分类号 :TV122 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2004)05-0515-04

嘉陵江流域大部分地区属亚热带湿润季风气候,径流由降雨补给,水量丰沛.北碚站多年平均流量为 $2120\text{ m}^3/\text{s}$,年径流量为 670 亿 m^3 ,干流、涪江、渠江径流量分别占全江径流总量的 45%、25%和 30%.流域内的洪水由暴雨形成,常出现在每年的 6 月中旬至 9 月中旬,其中 7、8 两月最多.洪水的特征是历时短、洪峰高.由于嘉陵江流域形状略似扇形,洪水向心汇流,加剧涨势,常常引发严重洪灾.据四川省气象局统计,自 1485~1949 年近 500 a 时间内,嘉陵江共发生洪水 133 次,而干流在 1773~1949 年的 1177 a 中出现大洪水 62 次.

水文学上,通常用洪峰流量、时段洪量(洪水总量)或洪峰水位来反映和比较洪水的变异程度,但这些指标(特征值)均不能直接用来横向比较不同地区或不同集水面积的河流与河段的洪水,更不能用来比较不同区域之间洪涝灾情的大小,即不便于准确反映和传递不同地区的洪水及其灾情信息.洪水等级的提出和研究,不仅统一了洪水与地震、风力、海啸、降雨等致灾因子变异的等级用语,而且采用简单的等级数码描述洪水大小,对提高、普及大众的防灾、抗灾、救灾意识及对灾害进行分级管理具有重要的现实意义.尽管近些年闵骞等^[1~3]曾探讨过洪水等级的划分问题,但缺乏足够的使用和推行依据.笔者^[4]也曾提出两种洪水等级的划分方法,但缺乏实证研究.本文在分析我国水利界对洪水等级划分现行标准存在局限性的基础上,提出细分洪水等级的方案,并根据嘉陵江流域干流的主要水文站资料,提出嘉陵江干流洪水等级的划分标准.

1 洪水等级的划分

1.1 洪水等级划分现状

相同强度的暴雨,常常因为流域面积(集水面积)的不同,洪峰流量或时段洪量相差很大,因而不能简单地用洪峰流量或时段洪量来比较不同流域之间洪水的大小.洪水重现期 T 或频率 P 能科学地反映洪水出现的概率和防护对象的安全程度以及洪水灾情的大小,而且也消除了流域面积这一因素,既能纵向比较同一断面或防洪点的洪水大小,又能横向地对不同河流或河段(断面)洪水大小进行比较,特别是能大致反映不同区域洪水灾情程度(损失率、区域受灾率和成灾率等)大小,因而可以用作评价区域洪水变异强度等级的统一指标.目前我国水利部门一般按照洪水要素(洪峰流量、洪峰水位或洪量)的重现期 10 a、20 a、50 a 3 个界线将洪水大小分成一般(小于 10 a)、较大(10~20 a)、大(20~50 a)和特大(大于 50 a)洪水 4 级.中国工程院重大咨询研究项目“中国可持续发展水资源战略研究”的系列研究成果《中国可持续发展水资源战略研究报告集》中,将江河洪水也分成 4 级:小于 20 a 一遇为常遇洪水,20~50 a 一遇为较大洪水,50~100 a 一遇为大洪水,大于 100 a 一遇为特大洪水^[5].以上两种方案体现了“宜粗不宜细,宜简不宜繁”的原则,具有计算简单、资料易于

取得、公众易于记忆等优点,但存在以下不足:(a)重现期小于10a(或20a)被划成一个等级,使得洪水等级在洪泛区的利用规划中受到了限制;(b)将重现期大于50a(或100a)分成一个等级,在制定工矿企业、水库工程水工建筑物等的设计标准或校核标准使用洪水等级时,缺乏准确性;(c)等级划分太粗,使得洪水等级在防灾、抗灾等方面的应用存在一定的局限性。

1.2 洪水等级划分原则与标准

划分洪水等级时必须遵循以下原则:(a)可比性或通用性,即洪水等级是用来定量刻画洪水变异程度及其潜在破坏能力量级大小的物理量,其选取的指标应能区分不同时间、不同地点和不同事件的洪水及其灾情大小;(b)可操作性,即选取的指标应能较快、较易计算得到,以便确定洪水等级,及时指导防洪抗洪救灾工作;(c)可传递性,即建立的洪水等级必须简单易记、通俗适用,易于在普通民众中推行传递;(d)科学性和完备性,即指标的选取和级数的确定必须科学合理,能够准确反映洪水量级系统的基本内涵和外延。

基于以上原则和分析,结合GB 50201—94《防洪标准》,考虑历史习惯,并参照地震等级、蒲福风力等级和降雨强度等级的划分,根据洪水重现期,将洪水细分为12个等级(表1),其分级界线5,10,20,50,100,200,500等具有一定的数学规律,即洪水等级 $N = F(T)$ 函数关系可用一个有限数列表示。地震按震级可分为超微震(小于1级)、微震(1~3级)、弱震(3~5级)、强震(5~7级)和大地震(大于7级)。与地震类同,一般地,将洪水等级 $N = 1$ 的洪水称为小洪水,2级洪水为一般洪水,3级洪水为较大洪水,4级洪水为大洪水,5级洪水为特大洪水,6级以上为稀有(非常)洪水。

细分洪水等级对准确而又简单地制定防洪标准和防洪规划及洪泛区的利用规划等具有重要的理论和实践意义。

a. 细分洪水等级有利于利用洪水等级制定防洪标准。如城市的防洪标准为:I级城市(特别重要城市)防洪标准为7级;II级城市(重要城市)防洪标准为6级;III级城市(中等城市)防洪标准为5级;IV级城市(一般城镇)防洪标准为4级。在山丘区,当采用土坝、堆石坝且失事后对下游造成重大灾害时,I,II,III,IV,V级水库工程水工建筑物的校核防洪标准分别为11~12级、10级、9级、8级、7级洪水。

b. 我国防洪规划目前是以分析洪水的频率和历史典型洪水等方法制定的。如长江流域干流荆江河段以1870年历史特大洪水为防御标准,而城陵矶以下河段则以1954年洪水作为防御目标,并规定干流各主要站设计水位:沙市站45.00m,城陵矶站34.40m,汉口站29.73m,湖口站22.50m。细分洪水等级可以更加科学地根据各地实际情况和经济发展水平制定地区防洪等级及其相应防洪工程的设计标准。

c. 利用不同等级洪水淹没区分布图可以有效地对洪泛区进行分区和管理,有利于制定洪泛区的利用规划。一般将洪泛区分成3个区域:1级洪水控制地区为严禁区,不准修建永久性建筑物;2级和3级洪水控制区为限制区,可以修建经济价值小的建筑物,但必须有相应的防洪措施;4级洪水控制区为警报区,要求区内居民保持警惕性,具有在收到洪水警报时能采取应急措施的条件。

2 嘉陵江干流洪峰流量分级标准

根据嘉陵江干流上游广元(1955~2000年)、中游苍溪亭子口(1950~2000年)、蓬安金溪(1965~2000年)和下游北碚(1939~1987年)等各水文站实测年最大流量资料,并加入各站调查得到的历史洪水,分别组成不连续洪峰流量系列,通过对资料系列可靠性的审查、代表性的分析、一致性的检查和对历史洪水调查资料的复核后,以矩法计算统计参数初值,选取P-III型理论频率分布模型,采用目估适线法(配线法)确定统计参数与计算指定频率(或重现期)的洪峰流量,从而得到各水文站的各洪水等级对应的洪峰流量范围(表2)。由表2可知,同一区域,洪水等级愈高,受到洪水的威胁愈大,所对应的洪峰流量也愈大。但在不同区域或不同河道断面上,同一等级的洪水,其洪峰流量和时段洪量大小各不相同;同样大小的洪峰流量,在不同区域或河道断面,其洪水等级可以相差很大。若甲地洪水等级比乙地大,表明甲地受到洪水的威胁比乙地大,但并不能说明甲地洪水的洪峰流量比乙地大。

表1 洪水等级划分标准

Table 1 Standards of flood grade classification		
洪水频率 $P/\%$	洪水重现期 T/a	洪水 等级 N
>20	<5	1
20~10	5~10	2
10~5	10~20	3
5~2	20~50	4
2~1	50~100	5
1~0.5	100~200	6
0.5~0.2	200~500	7
0.2~0.1	500~1000	8
0.1~0.05	1000~2000	9
0.05~0.02	2000~5000	10
0.02~0.01	5000~10000	11
<0.01	>10000	12

3 嘉陵江干流洪水中长期定性预报等级标准

根据 SL250—2000《水文情报预报规范》,按照水文要素距平值 S 的 4 个界线 (-20% , -10% , 10% , 20%) 将中长期水情预报定性划分为 5 个等级(表 3)。这种将均值要素(平均流量、平均水位)与极值要素(最大流量、最高水位等)按同一标准划分,与实际情况相差较大,因为均值要素的变化幅度要比极值要素的年际极值比(实测最大年均值与实测最小年均值之比值)小得多,而且,嘉陵江流域基本上为山地丘陵地带,洪水涨落急剧,汇流速度快,洪峰变幅大。因此,在采用年最大值法选取年最大洪峰流量即年极大值为预报要素时,等级之间的差距可由 10% 拉大到 30% ,同时将洪水定性预报等级细分为 7 个等级(表 4)。据此分级原则,以嘉陵江流域各水文站实测年最大流量资料系列的多年平均值为洪水预报要素距平参照值,中水在均值正负 15% 之间,中高(中低)水高于(低于)均值 15% ~ 45% ,高水高于均值 45% 以上,大水的洪峰流量要大于均值 75% 以上。表 5 为嘉陵江流域各站中长期洪水预报分级标准。

表 3 我国中长期水情定性预报等级

Table 3 Medium and long-term qualitative flood forecasting grades in China

分级	要素距平值/%	分级	要素距平值/%
枯(低水)	$S < -20$	偏丰(中高水)	$10 < S \leq 20$
偏枯(中低水)	$-20 \leq S < -10$	丰(高水)	$S > 20$
正常(中水)	$-10 \leq S \leq 10$		

表 4 嘉陵江流域中长期洪水预报等级

Table 4 Medium and long-term qualitative flood forecasting grades for Jialing River Basin

分级	峰量距平值/%	分级	峰量距平值/%
小水	$S < -75$	中高水	$15 < S \leq 45$
中低水	$-75 \leq S < 15$	高水	$45 < S \leq 75$
中低水	$-45 \leq S < -15$	大水	$S > 75$
中水	$-15 \leq S \leq 15$		

表 5 嘉陵江干流各站中长期洪水预报分级标准

Table 5 Standards of medium and long-term qualitative flood forecasting grades for each station on the mainstream of Jialing River

站名	小水 洪峰流量	低水 洪峰流量	中低水 洪峰流量	中水 洪峰流量	中高水 洪峰流量	高水 洪峰流量	大水 洪峰流量	多年平均 洪峰流量
广元	$< 1\,020$	$< 2\,250$	$< 3\,480$	$\leq 4\,700$	$\leq 5\,930$	$\leq 7\,160$	$> 7\,160$	4 090
亭子口	$< 2\,630$	$< 5\,780$	$< 8\,930$	$\leq 12\,080$	$\leq 15\,230$	$\leq 18\,380$	$> 18\,380$	10 500
金溪	$< 3\,030$	$< 6\,660$	$< 10\,290$	$\leq 13\,920$	$\leq 17\,550$	$\leq 21\,180$	$> 21\,180$	12 100
北碚	$< 5\,550$	$< 12\,210$	$< 18\,870$	$\leq 25\,530$	$\leq 32\,190$	$\leq 38\,850$	$> 38\,850$	22 200

对比表 2 和表 5 可知,嘉陵江流域干流各站的中长期洪水预报等级中的中高水和高水基本上与洪峰流量等级中 1 级、2 级洪水对应,而大水大体上与 3 级及 3 级以上的洪水对应。

4 嘉陵江流域“81.7”洪水干流等级分析

1981 年 7 月 9 ~ 14 日,四川盆地出现了罕见的大范围暴雨,暴雨中心区降雨强度很大,重现期为 20 ~ 30 a,而广元上寺站 6 h 和 24 h 暴雨重现期约 45 a,3 d 暴雨重现期 50 a;射洪天仙寺站 7 d 暴雨重现期为 80 a,3 d 暴雨重现期为 150 a。这次暴雨,使沱江、涪江绵阳以下、嘉陵江广元以下、川江重庆至宜昌段出现了有记录以来的最高水位,有的甚至超过最高历史调查水位,成灾巨大。

在嘉陵江干流广元站形成洪峰水位 99.36 m(假定基面),洪峰流量 10 200 m³/s,其洪水等级为 4 级;苍溪亭子口站洪峰水位 397.74 m(吴淞基面),洪峰流量 23 700 m³/s,为 1949 年以来最大洪水,其洪水等级为 4 级。当亭子口洪水与支流东河洪水遭遇后,在中游阆中市的金银台、蓬安县的金溪和南充等地形成了有实测记录

以来的最大洪水,其中金银台站洪峰水位 353.80 m(吴淞基面),洪峰流量 $31\,000\text{ m}^3/\text{s}$,超过 1903 年洪水位 0.52 m,其洪水等级为 6 级,金溪和南充为 5 级洪水.嘉陵江干流洪水与渠江洪峰完全遭遇,再加上涪江洪水过程的尾部,在下游北碚形成洪峰水位 208.17 m(吴淞基面),洪峰流量 $44\,800\text{ m}^3/\text{s}$,涨幅 25.44 m,为 1949 年以来最大洪水,1870 年以来第三大洪水,洪水等级为 5 级.此次洪水,按照嘉陵江干流中长期洪水定性预报等级为“大水”.

5 结 语

洪水等级是描述洪水大小的简易指标,可以从不同角度进行划分,根据重现期可以将洪水分成 12 个等级.洪水等级消除了流域面积这一因素,不仅能够纵向反映同一断面或防洪点的洪水及其灾情大小,而且能对不同流域或河段(断面)洪水大小进行横向比较,特别是能大致反映不同区域洪水灾情程度(损失率、区域受灾率和成灾率等)的大小.在不同流域或河段,同一等级的洪水,表示受到洪水的威胁程度及其灾情率大致相同,地区防洪警戒级别也相近.因此,根据洪水等级可以制定防洪标准和防洪规划及洪泛区的利用规划.但是,对同一断面或防洪点的同一场洪水,当采用洪峰流量、时段洪量或洪峰水位作为评价指标时,所得到的等级可能不相同,甚至相差很大.如 1998 年长江洪水,宜昌站最大洪峰流量为 $63\,300\text{ m}^3/\text{s}$,重现期为 6~8 a,洪峰等级为 2 级,属一般洪水,但宜昌站最大 30 d 洪量与 1954 年相当,重现期为 100 a,最大 60 d 洪量比 1954 年多 97 亿 m^3 ,其重现期超过 100 a,洪量等级超过 5 级,为特大甚至是非常(稀有)洪水.因此,在确定洪水等级时,应综合分析洪峰(洪峰水位或洪峰流量)等级和洪量等级.洪峰等级是第一位的,类同于降雨强度等级,更能反映洪水强度大小,洪峰高低也能反映洪水的本质特征——突发性、高水位、大水流;而洪量等级(不仅与洪峰有关,与洪水历时也有关系)类同于降雨量等级,是从属性的,但洪量等级高低能反映洪水灾情大小.同一场洪水,相同河流的不同河段(断面)所发生的洪水等级往往不相同.某一等级的洪水,在不同流域其洪峰流量、时段洪量和造成的灾情损失绝对量也往往各不相同.本文限于资料条件,仅探讨了嘉陵江流域干流主要站洪峰流量分级标准和中长期洪水预报洪峰流量定性预报分级标准.在有条件的情况下,还应分析时段洪量的分级标准和中长期定性预报分级标准,以及不同等级下洪水灾情大小.

参考文献:

- [1] 闵騫.洪水的等级划分及其减灾意义[J].自然灾害学报,1994,3(1):34—39.
- [2] 冯利华,路高远.洪水等级和灾情划分问题[J].自然灾害学报,1996,3(3):89—91.
- [3] 张桂华,潘华盛,董淑华,等.松花江、嫩江洪水等级划分标准及规律分析[J].黑龙江气象,2000(1):13—16.
- [4] 许武成,王文.洪水等级的划分方法[J].灾害学,2003,18(2):68—73.
- [5] 钱正英,张光斗.中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[M].北京:中国水利水电出版社,2001.4—5.

Classification of flood grades in mainstream of Jialing River

XU Wu-cheng¹, XU Deng-yao¹, WANG Wen², MA Jin-song³

- (1. College of Land and Resources, China West Normal Univ., Nanchong 637002, China;
2. College of Water Resources and Environment, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;
3. Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing Univ., Nanjing 210093, China)

Abstract Floods were classified into twelve grades according to the recurrence interval, and the medium-and long-term qualitative flood predictions were classified into seven grades according to the annual maximum discharge anomaly. Then, the standards for determination of the grade of peak discharges in the mainstream of the Jialing River and for qualitative classification in the medium-and long-term flood prediction were discussed. A flood grade analysis performed for the middle and lower Jialing River showed that there occurred catastrophic floods of 4—6 grades in July, 1998.

Key words mainstream of the Jialing River; flood grade; recurrence interval; medium-and long-term flood prediction