

MEIGUO HONGFANQU GUANLI



美国 洪泛区管理

赵坤云 沈华中 编译

黄河水利出版社

美国洪泛区管理

赵坤云 沈华中 编译

黄河水利出版社

内容提要

本书综述了美国洪泛区管理发展经历和现状及存在的问题,阐述了解决当前困境的途径;叙述了洪水的成因、特性及其对生态系统的影响,洪泛区固有的生态效益与经济效益之间的冲突;阐述了公共利益、政府的作用、洪泛区管理的不利影响、洪泛区管理原理、洪泛区管理现状、密西西比河洪泛区管理与亚美利加河洪水风险管理、远景规划等。本书可供我国从事洪泛区管理的专业人员及防洪政策的制定者参考。

图书在版编目(CIP)数据

美国洪泛区管理/赵坤云,沈华中编译. —郑州:黄河水利出版社,2002.12

ISBN 7-80621-621-9

I. 美… II. ①赵… ②沈… III. 洪水-灾害-防治-研究-美国 IV. P426.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 085975 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail: yrcp@public2.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:4

字数:111 千字 印数:1—1 500

版次:2002 年 12 月第 1 版 印次:2002 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-621-9/P·26

定价:8.00 元

前 言

1998 年我国长江、松花江、嫩江发生特大洪水,百万军民奋力抢险,战胜了洪水。但是,这次洪水暴露出我国防洪体系建设与管理方面的许多不足。因此,我们应从不同的学科、不同的视角评估我国的防洪方针、防洪措施,以及法规建设等,同时借鉴外国的成功经验和沉痛教训,在此基础上,制定我国的防洪减灾战略,完善防洪体系建设。

数十年来,美国在防洪工程建设方面取得了令人瞩目的成就,大大提高了河流防御洪水的能力。然而,洪涝灾害的损失非但没有减少,政府用于救灾援助的资金反而逐年增加,这种现象引起了许多专家、学者的关注,尤其在 1993 年美国中西部密西西比河上游发生历史罕见的特大洪水后,许多专家和有关研究机构对美国的防洪减灾政策进行了反思,相继出版了《美国 21 世纪洪泛区管理》、《密西西比河及其支流的洪泛区管理评价》、《洪泛区管理》等书,认为在提高防洪能力的同时,更应该重视非工程措施的研究和实践。面对我国防洪减灾工作的艰巨任务,我们编译了《美国洪泛区管理》一书,期望能对完善我国的防洪减灾政策和措施(如蓄滞洪区建设和管理等)有所裨益,妥善处理人与水之间的关系。

由于我们水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编译者

2002 年 10 月于武汉

目 录

第 1 章 洪泛区管理的问题	(1)
第 2 章 洪水的难控制性	(4)
2.1 洪水的起因	(4)
2.2 洪水的特性	(8)
2.3 洪水的描述	(11)
2.4 洪泛区的描述	(12)
第 3 章 洪泛区管理的需要	(18)
3.1 究竟为何管理洪泛区	(18)
3.2 洪水泛滥的经济影响	(19)
3.3 洪水的生态影响	(25)
3.4 其他影响	(31)
第 4 章 定义公共利益	(32)
4.1 谁管理洪泛区	(32)
4.2 确定联邦政府的利益	(32)
4.3 1936 年防洪法	(34)
4.4 出现困难	(35)
4.5 环境十年	(37)
第 5 章 政府及其作用	(39)
5.1 联邦的作用	(40)
5.2 工程计划	(40)
5.3 非工程计划	(41)
5.4 救 灾	(42)
5.5 生态保护	(43)
5.6 洪泛区管理的价格	(43)
5.7 谁支付费用	(45)
5.8 州的作用	(45)
5.9 地方的作用	(47)

第 6 章 洪泛区管理的不利影响	(48)
6.1 存在的问题	(48)
6.2 防洪的经济影响	(48)
6.3 防洪的生态影响	(51)
第 7 章 洪泛区管理原理	(54)
7.1 观念的转变	(54)
7.2 共同面对挑战	(56)
7.3 洪泛区管理科学	(59)
7.4 国家统一规划	(60)
7.5 当前洪泛区管理政策	(63)
第 8 章 洪泛区管理现状	(65)
8.1 技术问题	(66)
8.2 社会心理问题	(71)
8.3 政治问题	(72)
8.4 管辖问题	(73)
8.5 制度问题	(75)
8.6 经济问题	(76)
第 9 章 密西西比河和亚美利加河	(78)
9.1 亚美利加河	(78)
9.2 密西西比河上游	(84)
第 10 章 远景规划	(91)
10.1 效益费用比	(92)
10.2 防洪级别	(94)
10.3 生态方面	(95)
10.4 一些教训	(95)
10.5 远景规划	(97)
附录 1 1936 年防洪法案政策说明	(99)
附录 2 洪水风险管理和亚美利加河流域概要	(102)
附录 3 《密西西比河上游和密苏里河下游及支流洪泛区 管理经济评价》实施概要	(113)

第1章 洪泛区管理的问题

在20世纪后期的美国,环境利益和经济利益之间的冲突日益引人注目,在洪泛区的管理上尤为明显。

洪泛区管理过去既不被视为公共利益,也不被视为政府对洪灾造成损失承担责任的正当职能。只是在发生一系列造成生命财产损失洪水之后,美国政府制定并通过了《1936年防洪法》,为政府在洪泛区管理方面的所有未来利益提供了一个框架。直到20世纪70年代通过了一些主要环境法规,生态利益才成为制定公共政策、政府计划和资金分配的重要对象。人们也才开始认识到防洪工程已经破坏了主要河道沿河数千万平方米的湿地,而且还可能破坏更多的湿地。

洪水在自然循环过程中,形成了洪泛区的经济价值:洪积物形成的肥沃土壤、可供利用的河道运输,以及水的各种娱乐效益等,所有这些使得洪泛区成为开发和从事农业的好地方。洪泛区还具有很大的生态价值:为珍奇的野生动物(鱼类、鸟类、两栖动物和哺乳动物)提供了觅食和繁殖的场地,净化了流过洪泛区的水流,减少了下游的受淹面积。如果为了保护经济发展,使洪水不流入洪泛区,这一切就都将丧失。

洪泛区管理过去所做的是兴建一些用来控制洪水的建筑物,如蓄洪水库,汛期拦蓄洪水;沿河筑堤,挡住洪水,防止洪水损害堤后的庄稼和开发区。后来人们开始认识到,还需要采取非工程管理措施,包括限制在堤后兴建建筑物、鼓励自然地与生态地利用洪泛区的各种计划,以及《国家水灾保险计划》(NFIP)等。

美国全国环境政策法(NEPA)颁布以后,要求就环境费用和损失对每一个公共工程进行环境评估。但是,工程的环境费用计算

远比经济效益计算困难得多,因为即使知道生态系统会怎样受影响且损失是什么,但不知道如何确定它的货币值。在最近 25 年颁布的洪泛区管理文件中,有许多文件强调生态的保护和恢复的重要性。但在发生洪水的地方,生态保护和恢复的工作做得很少。

加强防洪意味着堤后开发的增加,每次发生洪水(为洪水淹没)都转化为损失的增加。政府和公众认为,用公款补偿洪灾的受害者是一项公共义务。用政府资金帮助那些惨遭自然灾害的人们,是政府的传统职责。在 1993 年洪水之后,救灾费用稳定增加,直至接近 80 亿美元。在我们所处金钱意识的时代,减少救灾费用,即使不是一个迫切的公共利益,但已变成一个重要的公共利益。

国家水灾保险计划正如预测的那样,没有减少洪灾损失,洪泛区管理措施也没有取得效果。保险计划、受灾援助和防护工程都使得利用洪泛区发展经济更具有吸引力。对此,保险部门谓为“道德危险”。这是政府计划相当普遍的后果。这样将会促使人们有意去寻找那些不幸,以便获得援助。农场主一旦知道在洪泛区发展有利可图时,就会毫不犹豫地冒险。他可能盼望洪水,因为政府的救济费可能超过他的作物市场值。相同的促动因素可能驱使私房业主在洪泛区修建房屋,因为他知道洪水退后,修复房屋政府会进行补助。

只有当人们吸取了过去的经验教训之后,才会放弃把钱用在那些使定居在河边的人们感到更加安全的计划上,因为其最终结果只会造成更大的经济损失。取而代之的是让洪泛区恢复到有利的自然生态上,因为这样具有重大的经济意义。

本书试图提供洪泛区管理领域的概况,以及开始作为纯粹经济利益的洪泛区管理是怎样转变为把生态目标包括在内的。第 2 章主要介绍一种认识,即认为洪水是温和而正常的、不是我们要设法避免的,包括这一认识的起源(这一认识导致关于洪泛区定义和描述洪泛区与洪水防御工程措施和管理方法的持续讨论)。第 3 章主要介绍研究管理洪泛区的理由:保护和保存洪泛区的生态价值,减少和消除经济损失。第 4 章主要回顾洪泛区管理和如何分工的历史。第 5 章介绍在联邦、州和地方三级政府对现有洪

泛区管理计划的说明中关于洪泛区管理的分工情况。第6章主要介绍在解决防洪工程本身所造成的洪灾损失时所发现的一些问题。第7章论述政府公告中阐述的洪泛区管理政策。第8章介绍在实际管理中试图贯彻这些政策时所碰到的许多问题。第9章介绍1995年公布的两个很有趣的文件,一个包括的范围较窄,另一个较广。范围较窄者是一些问题的回顾,这些问题曾阻碍加利福尼亚州亚美利加河流域洪水问题的解决。范围较广者是美国陆军工程师团在1993年洪水之后,对密西西比河上游流域所作的包罗万象的洪泛区管理评估。前者在许多方面比后者更有助于说明洪泛区管理的意义。利用这两个文件来阐述当前纲领性和政策性问题的实况。第10章对洪泛区管理领域进行主观的评价,并提出一种未来可能出现的洪泛区管理模式的观点。这种观点是:现在所说的和所做的,其中绝大部分实际上不能达到洪泛区管理的生态目标,也不能达到其经济目标,但是,总有一天会达到这两种目标。

应当指出,本书的内容不涉及沿海洪泛区。飓风及接着而来的涌浪,使大西洋沿岸地区遭受很大的损失,不过,它与洪水溢岸泛滥现象很不相同。在试图阻止在高风险区进行开发的工作中,管理计划碰到一些相同的人类行为问题,但是,为了洪泛区的管理取得成功,需要尽可能准确地估计那里会发生的问题。

第 2 章 洪水的难控制性

洪水是经常发生的。发生洪水是寻常而自然的事件,是大气活动的不可预测和不可控制的结果。在大气活动所产生的各种结果中,发生洪水甚至不是很重要的事件。其他气象事件对我们的生命和财产的影响更为严重。例如,干旱就是持续时间更长、范围更广和损害可能更大的事件。有人认为,如果知道干旱的准确损失,其损失可能比其他自然灾害大。近年来,联邦收成保险支出的 1/2 以上用于补偿干旱损失,而用于补偿洪灾损失的却不到 2%。雷击造成死亡人数平均也比洪灾多。甚至在孟加拉国这样世界上遭受洪灾最严重的国家,旋风造成的死亡人数比河流洪水泛滥造成死亡的人数多出 100 倍。

引起洪水的气象过程受大规模大气循环模式的影响远比受地域的影响大。虽然洪水只是大气循环模式局部小规模的表现,但洪水对人类生命财产的不利影响却是惊人而残忍的,因而它对人们来说是至关重要的。随着地形和气候条件的不同,世界各地洪水的特性各不相同,但观察洪水的方法各地是相同的,都是从洪水对洪泛区以及洪泛区内的居民、植物和动物影响的观点出发。

2.1 洪水的起因

太阳能引起大气层的活动,洪水形成归因于太阳。虽然地球周围大气层的厚度至少有 1 600 km,但天气本身只限于对流层,而对流层的厚度不过 16 km。在对流层内,空气不停地运动,运动方式以天气过程中热传递为最重要的方式,即对流;受太阳加热的空气因膨胀而上升。赤道(离太阳较近)上空空气最热。因为地球倾斜于其轨道平面,南极和北极上空空气最冷。气温温差悬殊而生

风,空气比较冷的、压力较高的区域流向较热的、压力较低的区域。

空气分成几个大风带绕地球循环:赤道无风带、信风带、盛行的西风带和地极的东风带。所有风带的风呈环形流动,热空气流向地极,冷空气流向赤道。四种因素影响这些风带:地球转动、离心力、摩擦作用和地形影响,以及与地球表面特殊条件有关的局部风所形成的副流。此外,气团沿着行星的自西向东旋转的方向作难以捉摸的移动,即科里奥利力。

水循环的基本模式(蒸发,当水蒸气上升;冷凝,当水变成云或雾;降水,当水以雪或雨的形式回到地球)深受空气这些运动的影响。在美国所处的地球的这一部位,气团在冷锋(北纬 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$)碰撞,极地东风带碰撞盛行的西风带,引起波、隆起和低压系统,这些系统沿反时针方向旋转。沿着冷锋发展到这些系统是超热带气旋或锋面低压区,通常称为风暴(图 2-1)。因为春天气团之间密度相差较大,所以可冷凝成水的水蒸气的气团也较大。因此,一年中由于在冻结地面、饱和土和快速融雪水使条件很可能恶化的那几个月内,超热带气旋及其锋面是最平常的现象。正是这些条件使得沿北美洲的各内陆河流产生大洪水(图 2-2)。

另一方面,美国东部沿海地区的洪水泛滥通常是飓风(猛烈的热带气旋)的产物,这些热带气旋大多数年份发生在 8 月和 11 月之间,发源于西加勒比海。沿着典型的西北路线(在某一点转向东北通到大海),这些风暴频繁地以高速飓风和海洋巨浪的形式袭击大陆。

美国降水的主要来源是周围的海洋和格雷特湖。在春季和夏季,水分主要从大西洋和墨西哥湾输送到美国的东部和中部;沿几条路线从太平洋输送到北美,还从北极地区输送到北美。北极地区本身湿度低,但北极上空的气团同暖湿气团相撞时将产生风暴。水分通过各种冷却和凝聚湿空气的垂直气流从大气中释放出来。这种垂直气流包括:热对流,即雷暴、互逆气团的会聚和撞击山脉时气流的被迫上升(山前抬升气流)。上层大气状况可能激发超热带气旋,因为当急流在靠近地面的大气不连续面的上方波浪式自西向东行进而停顿时,会形成像 1973 年和 1993 年在密西西比河

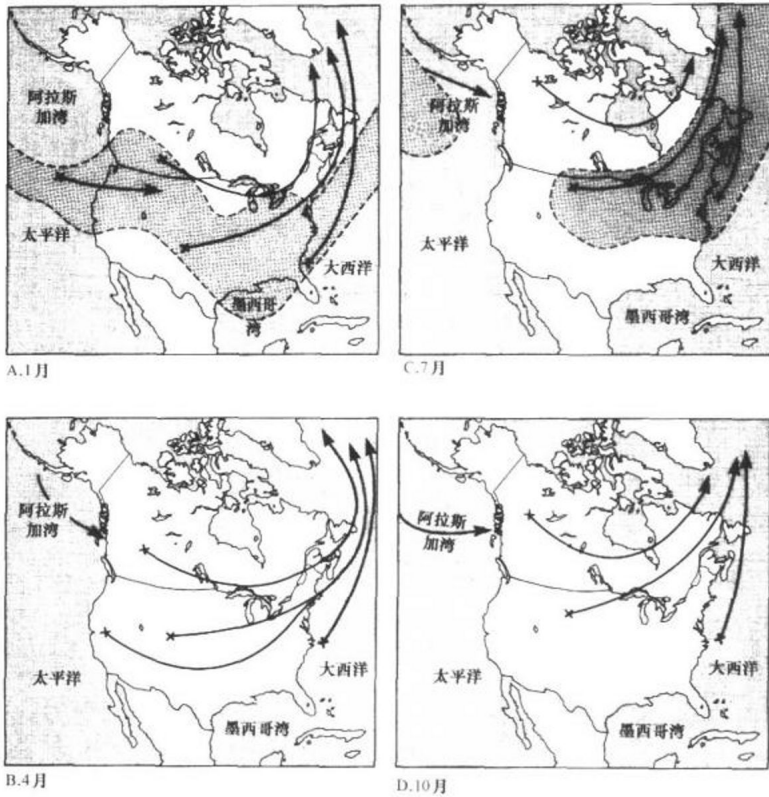


图 2-1 北美洲四季中各月超热带气旋的主要轨迹

(根据 1951 ~ 1970 年超热带气旋的频率绘制)阴影区表示在冬季(12 月到 2 月)和夏季(6 月到 8 月)有 50% 以上的时间出现超热带气旋锋面的区域。

×→表示超热带气旋的主要轨迹,×表示气旋发源地的中心,箭头表示方向。

上游流域产生暴雨那样的低气压区。

简而言之,气候是由大气不断适应赤道和两极的不同温度的方式所决定的。气候可视为只是天气的时间均值。几个星期以后的天气是不可预测的,到那时,几星期以前盘桓此处的空气已移到实际上未知其初始条件的他处。此外,气候会随着一些不可预测的事件,例如太阳黑子和火山活动而改变。预测下个月的天气和预测21世纪的气候改变是同样困难的。

过去的气候情况,的确知道一些,然而,对气候现象的系统观

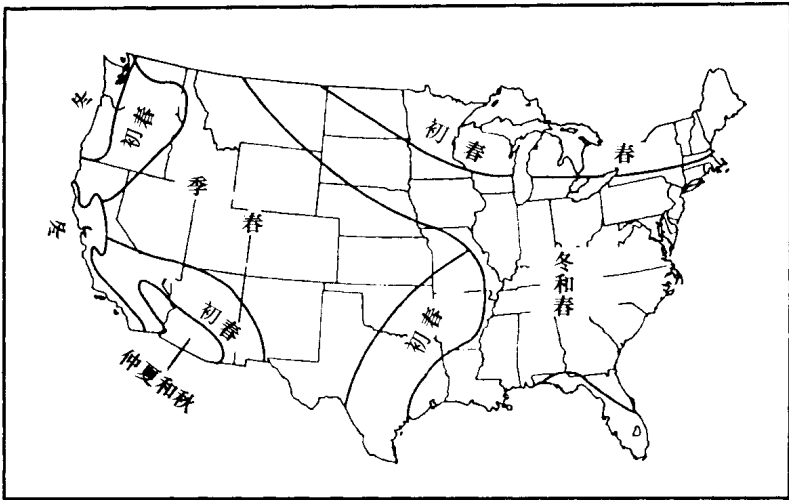


图 2-2 美国及其周边国家不同地区发生年最大洪峰的季节

测,平均不超过35年,古水文记录有一些过去气温和降水的资料。例如,我们知道过去的10亿年的气温平均比现在高 10°C 。从较短时间范围来看,我们现在明显地处于间冰时期,这个时期的变暖始自10 000~14 000年前。在过去的1 000年中,公元1200年是一个界限,公元1200年以后,气温逐渐变冷,一直持续到公元1895年,自公元1895年以来,冰川一直在缩小,气温上升。政府的气候改变研究小组业已观测到,在最近的100年间,地球表面平均气温增加了 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。从较长的时间范围来看,这种短期的变暖趋势,在预测未来气温变化趋势方面不是特别有帮助,对预测未来气温变化趋势可能引起的洪水更无从谈起。

年轮分析表明,在过去的400年间,多年平均降水量没有大的改变,但在这一时间范围内,每20~30年内的降水量及其可利用性却有很大的摆动。例如,在1920~1965年这45年间,降水量及其可利用性都很小。因为我们的大多数雨量站,仅自1942年以来提供了系统的平均数据,所以历史记录在预测降水量方面,可能比在预测气温变化趋势方面的用处更小。

2.2 洪水的特性

知道了美国境内的气候规律,就不难了解在春季降暴雨因而洪水泛滥是正常现象。根据美国地质调查局的资料,“当天气大大地偏离长期的气候规律时,就会发生洪水”,但很难认为偏离气候规律是引起洪水的条件。有人把洪水说成是由天气所造成的,这种天气输送到流域的降水量比它能吸收或储蓄的多,但这只是一般降水量的定义。一个流域的水文毕竟要受流域地形的影响,首先,高地要吸收、储蓄和利用一部分降水量,然后,其余的降水量才开始流入溪流,最后汇集到江河的干流。江河下切以输送经常遭遇的水流。但是由于年内降水量变化,在冬季和春季,可以预计河水会漫过平常的河岸,泛滥到洪泛区。洪泛区是普遍存在的地貌特点,范围之大,有时从干流河槽向外伸展几公里。它们被无数次横溢其上的洪水弄得平坦而平整,它们也证明了河水漫过河岸的规律性。真正的由天气偏离长期气候规律造成的洪水,其泛滥范围将超出天然洪泛区,按照定义,是一种还没有发生过的洪水。根据钟形曲线分布,洪水泛滥有其特大事件。当暴雨的大气温度、频率、位置和持久性出现独特的组合,土地条件又出现季节性的变化时,就会产生异常洪水,这种洪水是决不会被忘记的。在美洲印第安人、斐济岛上居民和澳洲土著的民间传说中,在希腊的神话中,在古代巴比伦和米索不达米亚的传说故事中,流传着真伪可疑的洪水以及 Judeo - Christian 记事中 40 昼夜的大雨。

洪水的具体形式取决于降水所在地区的地貌。基岩的结构、地表沉积物和土壤、耕地的数量与植被的类型、地形起伏、河床坡度、气温和季节,所有这些条件和其他条件,以及自然环境的人为改变和管理,决定着洪水的形态。各地都发生洪水,但各地的洪水互不相同。

爱尔兰的洪水系由泥煤层破坏而产生,那里的暴雨引起泥煤层滑动,产生洪水灾难。英国人比较关注沿海地区的洪水泛滥,其东南沿海地区以每世纪 30 cm 的速率慢慢地沉入大海,风暴袭击西部和南部沿海地区,在泰晤士河上已经修建了屏障,可保护英格

兰和威尔士 2% 的人口免受 1 000 年一遇洪水之害。热带气旋袭击许多亚洲国家和澳大利亚的东海岸。在中国,公元 1870 年在长江发生了大洪水,其洪量高达 $1\,852\text{ 亿 m}^3$,长江正在建设三峡大坝以控制其上游的洪水,三峡工程移民超过 100 万人。孟加拉国 1988 年的洪水淹死了 1 400 人,3 000 万人生活在一个流域的三角洲,该流域还分属其他 4 个国家,北部的几个国家有各自的特殊问题。在加拿大,常规的水文方法都不适用于经常由结冻和解冻所产生的凌汛,那里的洪峰流量由积雪量所决定。在日本、加拿大和阿爾卑斯山脉地区,泥石流是个大问题。冰川消融洪流(融冰水体灾害性地突然下泄),是冰川不断变化的不可避免的结果。

美国典型的河水溢岸泛滥发生了一些变化,不过规模中等,这种泛滥发生在美国的各地,每年几百次。在高山峡谷地区,短时暴雨所造成的山洪暴发,或非自然现象(例如垮坝)所造成的水体突泄洪水,在美国的各个州都有发生。这种洪水太突然太猛,以致不能预先发出警报,因而经常造成生命财产损失。冲积扇(像美国西南沙漠地区的冲积扇)产生带大量泥石的洪水,这种洪水也是危险的。美国北部至少 35 个州发生凌汛,而一些具有沿海平原的州,特别是大西洋沿岸的一些州,则遭受由热带风暴和飓风所产生的巨浪的袭击。

在美国,许多洪水由于损失大而颇受关注(表 2-1)。某些流域尤为突出。密西西比河在公元 1849 年、1850 年、1862 年、1865 年、1869 年、1874 年、1912 年和 1913 年都发生了造成损失的洪水。1927 年,当密西西比河再次发生一连 3 个洪峰的洪水时,50 000 km^2 的土地被淹,200 多人死亡,70 万户居民的住宅被毁,这次洪灾是自圣弗兰西斯科地震以来最大的自然灾害。1973 年,密西西比河的洪水,在河水溢岸的历时方面创造了新的记录。1993 年密西西比河上游的大洪水又创下了一些新的记录,但死亡人数没超过 50 人。公元 1850 年,加利福尼亚州萨克拉门托河发生的大洪水,促使萨克拉门托市曾考虑将其城市迁到地面较高之处。该市位于洪泛区,公元 1862 年、1881 年、1891 年、1907 年和 1986 年都出现了造成损失的洪水。

表 2-1 美国各流域一些具有代表性的大洪水

公元 1850 年	密西西比河和萨克拉门托河洪水泛滥
公元 1862 年	密西西比河和萨克拉门托河洪水泛滥
公元 1865 年	密西西比河洪水泛滥
公元 1869 年	密西西比河洪水泛滥
公元 1874 年	密西西比河洪水泛滥
公元 1881 年	萨克拉门托河洪水泛滥
公元 1889 年	宾夕法尼亚州的约翰斯敦垮坝
公元 1891 年	萨克拉门托河洪水泛滥
1907 年	匹兹堡地区和萨克拉门托河洪水泛滥
1912 ~ 1913 年	密西西比河洪水泛滥
1913 年	俄亥俄河洪水泛滥
1927 年	密西西比河洪水泛滥
1935 年	新英格兰地区和俄亥俄河流域洪水泛滥
1936 年	萨斯瓦汉纳的波托马克河和上俄亥俄(正兹堡)河洪水泛滥
1937 年	俄亥俄河流域洪水泛滥
1951 年	堪萨斯河和下密苏里河大洪水泛滥
1965 年	密西西比河洪水泛滥
1972 年	南达科他的布莱克山山洪暴发和垮坝
1973 年	密西西比河洪水泛滥
1976 年	科罗拉多州汤普森大峡谷山洪暴发
1977 年	宾夕法尼亚州约翰斯敦附近山洪暴发和垮坝
1986 年	萨克拉门托河和密苏里河洪水泛滥
1993 年	密西西比河和密苏里河洪水泛滥

1913 年,俄亥俄河流域的洪水泛滥,死亡 400 多人,财产损失 2 亿美元;1935 年,俄亥俄河发生了更为灾难性的洪水,当时死亡 200 多人;1937 年又发生了类似的洪水。大多数年份,俄亥俄河流域总有地方洪水泛滥。

公元 1889 年,宾夕法尼亚州的约翰斯敦大坝失事,死亡 2 000 人,1936 年发生破坏性较大的洪水,1977 年又发生了类似的洪水。1907 年,匹兹堡的洪水造成可怕的损失。1935 年的洪水肆虐了一些州:从华盛顿到纽约,从得克萨斯北部到威斯康星。1936 年,东部沿海地区发生洪水,淹死 100 多人;洪水从波托马克河溢出,越过一些公园,直逼立法者们曾在那里起草全国第一个防洪法的国

家大厦。人们不知道春季会发生洪水的确切地方,但的确知道它会发生。

2.3 洪水的描述

早期的洪水记录只够用来谈谈轶事,广泛而系统地记录可靠的洪水是近期的事情,只有在这种记录的范围内,才能系统地评估我们最为关注的洪水特性:洪水流量、洪水持续时间和洪水水位。因为每种测量结果同一个单一测量地点相联系,所以描述整个洪水特性的详尽与否取决于流域内测量装置的数量和布置。美国地质调查局在全国比较重要的流域设置有大而重要的自记仪器系统:1990年在工作的有7 363台。然而,在美国流域面积为 $2.5 \sim 5 \text{ km}^2$ 的80多万条支流中,进行测量的不到60条,而且,自1980年以来,仪器的整个数量实际上一直在减少,因为共同进行这种测量计划的地方政府削减了仪器数量。

人们感兴趣的洪水水文特性,远比河川仪器所记录的广泛,除洪峰流量外,还包括:洪水水位和历时,传播时间,峰值上升的速率;水流速度;行洪道和洪泛区的淤积与冲刷;地貌特征对洪水的影响和洪水对地貌特征的影响;洪水河槽、洪泛区 and 人造建筑物的水力学;以及洪水对水质的影响。因为不能对所研究流域的各个地点都收集这样一些资料,所以只有基于已掌握的资料采取水文模拟的办法。

人们最感兴趣的是洪水的单个特性究竟多大。不过,就实际的流量和峰值水位来说,超出了各自的流域范围,“大”也就无意义了。业已采用一种比较理想的确定洪水大小的方法:超过概率法。通过分析某一流域内历史的洪水记录和各种大小的实际洪水的测量结果,可以产生一条描述在任何一年内超过任何已知流量的洪水的概率曲线。具有某一洪峰流量的洪水,过去出现的次数愈多,再次出现的可能性也愈大。因此,用任何指定年内流域超过一定大小的流量概率来描述洪水,例如具有1%、2%或10%概率的洪水。因为这是一种非专业人员考虑洪水时使用不便的方法,为了描述洪水重现的可能概率,进一步采用了一些专业术语。例如,如