



《防洪与水利管理丛书》

世界防洪环顾

国际灌溉与排水委员会编
《防洪与水利管理丛书》编委会译

SHI JIE

FANG

HONG

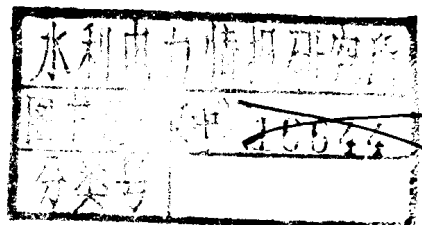
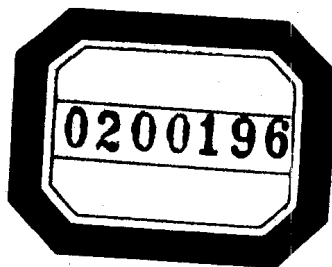
HUAN

GU



哈尔滨出版社

TV87



005757 水利部信息所

世界防洪环顾

国际灌溉和排水委员会 编
防洪与水利管理丛书编委会 译

032

哈尔滨出版社

(黑)新登字12号

责任编辑: 许传森

装帧设计: 黄振波

世界防洪环顾

国际灌溉和排水委员会编
防洪与水利管理丛书编委会译

哈尔滨出版社出版

双鸭山市印刷厂印刷 新华书店首都发行所发行

16开本 51印张 1100千字

1992年1月第1版 1992年1月第1次印刷

印数 1—3000册

ISBN 7-80557-257-7/TV·1 定价: 28.00元

中文版编者前言

为了使我国从事和关心防洪事业的朋友们和同志们了解世界防洪事业的发展,近年的现状和实践,针对由于人口的增加和城市化程度的加快,造成洪泛平原洪灾损失增加而采取的各种减灾措施,以及可能遇到的问题等等,我们将国际灌溉和排水委员会(ICID)委托顾问委员会组织编写并于1976年出版的《世界防洪环顾》一书翻译出版,奉献给大家。希望本书能够使我们在防洪工作中得到某些借鉴。

黄河水利委员会科技情报站曾翻译介绍了《世界防洪环顾》一书的部分章节,引起了广泛的重视,纷纷要求翻译出版全书。为此,在各方面的大力支持下,我们请黄河水利委员会科技办公室组织了全书的译校工作。

《世界防洪环顾》一书介绍了27个国家和地区的防洪工作概况。其中包括了我国的台湾省。为了使同志们了解我国台湾省的防洪概况,我们全文翻译了这一章节。

《世界防洪环顾》一书的翻译和出版得到了水利部领导、黄河水利委员会领导、各有关单位和部门的关怀和支持,对此,我们表示衷心的感谢!

参加《世界防洪环顾》译校工作的同志有:

	译 文	校(译校)
前言·导论	王佩英	徐 锐
	薛长兴	王佩英
	王留荣	
埃及	叶家棉	林秀山
	古循燮	王佩英
澳大利亚	魏剑峰	刘洪福
奥地利	黄 宏	杜士斌
保加利亚	冯文华	王留荣
	钟云秀	
加拿大	王佩英	徐 锐
哥伦比亚	王祥辉	王留荣
捷克斯洛伐克	王留荣	林秀山
德意志联邦共 和 国	张天焱	陈启光
	傅湘宁	周兴奎
	容致旋	邵先荣
法国	冯文华	王佩英

加纳	钟玉秀	冯文华
匈牙利	杨道琼	杨道琼
印度	孙 凤	王佩萸
印度尼西亚	陈 铭	王佩萸
伊朗	杜士斌	杜士斌
日本	贾普真	王基柱
马来西亚	韩源刚	徐 锐
墨西哥	王佩萸	
摩洛哥	孙 凤	王留荣
菲律宾	林秀山	徐 锐
波兰	王基柱	徐 锐
中国台湾省	王佩萸	徐 锐
南朝鲜	王佩萸	刘洪福
津巴布韦 (罗得西亚)	郝风华	王基柱
瑞士	韩源刚	王佩萸
美国	孙 凤	王佩萸
	韩源刚	徐 锐
	王佩萸	洪道兴
苏联	戴申生	洪道兴
委内瑞拉	杜士斌	

参加《世界防洪环顾》初审复审工作的同志有(按姓氏笔划为序):牛运光、包宏谋、李 石、李健生、陈效华、陈德坤、岳元璋、俞衍升、郭治贞、唐传利、曹松润。并由李健生同志负责终审工作。

由于我们的水平和经验所限,在编译中难免出现错误,恳请读者批评和指正。

水利部水利管理司

国家防汛总指挥部办公室

《水利管理与防洪丛书》编辑委员会

中国水利学会工程管理专业委员会

1990年2月

前 言

国际灌溉和排水委员会 (ICID) 执行委员会在1961年的莫斯科会议上委托顾问委员会的N·D·高哈蒂先生(主席—印度)、A·N·阿斯科钦斯基教授(已故, 苏联)、R·J·蒂普顿先生(已故, 美国)、D·黛兹安布罗纳先生(西班牙)和S·卡托先生(以色列), 对1955年出版的《世界灌排环顾》一书进行修订和补充。

顾问委员会在工作过程中发现全世界不仅灌溉及其伴生学科—排水有很大发展, 而且防洪也有很大进步。因此, 感到有必要在1963年向参加ICID的各会员国提出一份调查表, 以收集两方面数据和资料: I—灌溉和排水; II—防洪。

世界各国纷纷寄来第一部分供编辑《世界灌排环顾》一书用的材料, 经K·K·弗拉姆吉和I·K·马哈金汇编后, 于1969年出版。这一版分上、下两卷, 共计1300页, 提供了世界一百个国家灌溉、排水方面的综合情况, 含国际灌、排科学的大量信息和数据。

第二部分“防洪”的资料和数据收到较少, 且不全面, 在1969年第一部分资料出版后仍无大进展。有鉴于此, 论文委员会在1970年6月的安卡拉(土耳其)会议上再次发出征集资料、数据的通知。1971年2月公布了书写格式, 并附匈牙利的报告作参考, 以保证交来的材料格式划一, 内容丰富。

1974年有以下27个国家或地区按要求提交了本国(地区)的防洪情况报告:

(1) 埃及; (2) 澳大利亚; (3) 奥地利; (4) 保加利亚; (5) 加拿大; (6) 哥伦比亚; (7) 捷克; (8) 德意志联邦共和国; (9) 法国; (10) 加纳; (11) 匈牙利; (12) 印度; (13) 印度尼西亚; (14) 伊朗; (15) 日本; (16) 马来西亚; (17) 墨西哥; (18) 摩洛哥; (19) 菲律宾; (20) 波兰; (21) 中国台湾省; (22) 南朝鲜; (23) 津巴布韦(罗得西亚); (24) 瑞士; (25) 美国; (26) 苏联; (27) 委内瑞拉。因此, 本书中有关这些国家(地区)的资料、数据是1974年前最新和最可靠的。

对上述国家报告作了审阅后分两卷出版。卷I含前面15个国家, 其余则均归入卷II。审稿者以前不曾料到提供了这么多的全球性防洪资料和数据信息。因此, 本书出版如同其姐妹篇《世界灌排环顾》一样, 也是首次向各国提供世界范围的防洪实况与经验。

“导论”部分以两种文字书写, 力求对防洪事业的发展、近年的实践, 以及针对因人口增加和城市化程度加快, 造成洪泛平原洪灾损失增加, 而采取的各种减灾措施作一全面评价。从研究的结论中可以看出当前的现状和未来有可能遇到的问题。从一个地区

或一个国家总的水资源管理蓝图看，有效的防洪（与水资源保护利用有矛盾时）并不一定符合理想。为了国际礼让和世界和平，国际河流的治理显然希望进行国际合作。

“导论”之后为各国（地区）的报告，按字母顺序排列。报告内容大致为：（1）河流及其洪水特征概述；（2）主要防洪系统及其发展简史；（3）防洪数据统计；（4）与防洪有关的问题；（5）防洪方法综合评述（包括对防洪事业发展的建议）；（6）有关防洪工作的立法、管理、经济和财政；（7）防洪科研；（8）国际协作；（9）其它。

审稿人对各国灌溉排水委员会的合作表示真诚感谢，希望对报告中难免的失误给予谅解。他们在审、编时力求客观，唯一目的是将世界各地的防洪经验集中起来，传播出去。

秘书长恳请读者发表评论并寄来新的材料，使它继续出版时有更新的内容。

最后，对ICID事务中心工作人员的协作表示感谢，特别是P·C·卡里阿先生对出版本书的大力协助，以及R·西凡尚摩根先生将“导论”全文译成了法文。

秘书长 K·K·弗拉姆吉

1976年4月20日 于新德里

目 录

中文版编者前言.....	(1)
前言.....	(1)
导论.....	(1)
埃及.....	(27)
澳大利亚.....	(50)
奥地利.....	(60)
保加利亚.....	(71)
✓ 加拿大.....	(90)
哥伦比亚.....	(143)
捷克斯洛伐克.....	(154)
德意志联邦共和国.....	(179)
✓ 法国.....	(284)
加纳.....	(333)
匈牙利.....	(354)
印度.....	(370)
印尼.....	(383)
伊朗.....	(399)
日本.....	(410)
马来西亚.....	(448)
墨西哥.....	(454)
摩洛哥.....	(524)
菲律宾.....	(570)
波兰.....	(613)
中国台湾省.....	(628)
南朝鲜.....	(640)
津巴布韦 (罗得西亚)	(649)
瑞士.....	(664)
苏联.....	(673)
美国.....	(698)
委内瑞拉.....	(783)

导 论

1. 防洪及其定义

沃尔夫⁽¹⁾曾对洪水作过贴切的说明:

“洪水依其形态、来源和大小可从不同角度来下定义。所谓洪水有两种现象:首先是平时干燥的土地受淹,其次是水流的流量特别高……。洪水的定义若以其流量大小来看,则范围很广,从莱斯利(1851)提出的水流历时纪录的上限四分点(统计学中频率分布距上端 $1/4$,距下端 $3/4$ 的点—译注)起,到最大可能降水和最高融雪与最小径流损失相遇产生的‘最大可能洪水’止。”

国际灌溉排水委员会(ICID)的灌排术语词典对洪水概括的定义是:

“1601条.洪水:河中的水流较大或水位较高,明显地高过平常水位,低地可能因此受淹。水体上升,上涨,淹及平时无水的土地。亦称大水、汛。”

洪水频频出现,几乎世界上所有河流的洪水成因可归纳为(但不限于)下列几条:

(1)因径流和暴雨集中,干、支流水量大大超过本身的过水能力;(2)支流在河口处受干流回水顶托;(3)干、支流洪峰同步出现;(4)暴雨和河川溢流相遇;(5)低洼、平坦地区排水不畅和不当;(6)下游冰壅紧接上游解冻,造成回水,漫溢两岸;(7)陆地洪水与海口大潮相遇;(8)局部特大暴雨;(9)台风和旋风。

洪水给受淹地区带来浩劫,造成人身死亡,破坏人类活动,毁坏财物、庄稼,损害人体健康,给国家,有时甚至给国际带来无穷麻烦。最近一次严重灾情的报道是1975年8月印度比哈尔邦的洪水,洪灾损失约计50亿卢比,邦首府巴特那市损失惨重。

虽有多年防洪经验,有高度发展的工程技术以及比以前快得多的通信工具,但洪水仍继续在世界许多地方肆意泛滥,造成巨大损失。洪水是一种自然现象,完全控制是不可能的。一个防洪工程的设计标准为下一次大洪水所超过的机会或机率始终存在。人类能尽的一切努力只是采取措施减少洪水造成的损失。因此,一个地区或一个地方的“防洪”或“洪水防治”的含义并不意味着彻底解除任何时间的洪水危害。这既力所不能及,在经济上也不可行。因此,“防洪”一词合乎情理的解释是:“专门预防洪水的措施。”(参见灌排术语词典,1669条)。

防洪措施成为流域水资源综合规划(包括灌溉、排水、环境和生态改善等等)的重要组成部分是时代的趋势。

2. 农业生产和城市发展对防洪措施的影响

(注1) P.O. 沃尔夫,“洪水计算方法比较,”英国土木工程师学会1965年8月18日,河流洪水水文学专题会议论文集(伦敦),1966年,第1页。

(a) 农业

在不发达国家和发展中国家, 农业人口占主要部分。江河流域以及三角洲地带具有为人类定居所需的土地、水和热能的良好组合, 是发展农业和其它事业最适宜的地域。联合国⁽²⁾对宜于开发的土地作了一项统计, 在河川流域所占的86.4% (参见第5节) 的土地面积中, 有60%的土地分布于85条大河流域之内。河流两岸的人口密度与其它地区相比要高得多。

大米是大多数亚洲人民的主要粮食, 大量种植在沿河两岸和三角洲地带。某些亚洲国家水稻种植面积占整个谷物种植面积的百分比值得注意: 孟加拉国 (59)、缅甸 (90)、柬埔寨 (96)、中国 (26)、印度 (36)、印尼 (75)、马来西亚 (99)、菲律宾 (56)、中国台湾省 (96)、斯里兰卡 (93)。

洪水影响区农民提高作物产量的方法有三: (1) 使作物适应洪水条件, 如泰国、柬埔寨; (2) 选种非洪水季生长的作物; (3) 把作物种在防护堤内。可以看出, 在农业经济上采取的任何一种防洪措施在根本上均与人口问题有关。

印度的恒河两岸虽是世界上农业人口密度最高的平原, 但沿岸并无长堤, 仅在比哈尔邦和西孟加拉邦有几处短堤。这是恒河平原自然地理特点所决定的。恒河水流平稳, 河谷低凹, 河水沿深泓线流动。洪水可容纳在凹槽内, 自然不会产生严重的洪水问题, 相反, 只有因流域坡缓而产生的排水不畅问题。另一方面中国的黄河和印度的戈西河, 水流不稳, 高出地面, 河床呈凸形。两河均有游荡的趋势 (戈西河在193年内游移了112km)。水流在分水岭顶部, 故需沿岸筑堤和进行河道整治, 以减少洪水危害。

(b) 城市发展

世界上古老的城市几乎都是沿岸而建的, 故防洪措施面临着城市日益严重的挑战。城市的土地利用涉及到住宅建设和工、商业发展的有关问题。世界各地城市发展趋势可从表1的统计中看出。

表1 世界城市发展状况 (3)

	城 市 人 口 (千人)				
	1960	1970	1975	1980	1985
世界总计城市人口	986 151	1 358 324	1 596 141	1 875 538	2 197 979
较发达地区	565 179	699 149	770 002	847 018	927 854
不发达地区	420 972	659 175	826 139	1 028 520	1 270 125
东 亚	176 349	274 902	339 391	414 448	499 966
南 亚	155 889	233 052	290 630	360 430	443 360
欧 洲	247 400	293 700	316 835	340 893	365 785
苏 联	106 018	138 568	155 179	173 756	193 788
非 洲	48 488	76 652	97 816	125 288	160 492
北 美 洲	138 387	169 117	185 540	204 378	325 046
拉 丁 美 洲	103 299	159 209	195 915	239 578	390 747
大 洋 洲	10 321	13 124	14 835	16 767	18 895
世界总计 (城市 + 农村)	2 981 621	3 635 184	4 028 548	4 467 324	4 948 263
世界总计农村人口	1 995 470	2 276 860	2 432 407	2 591 796	2 750 284

(注2) 联合国, “流域综合开发—专家报告”, 纽约, N.Y., 1970。

城市各项事业高度发展造成城市人口迅速上升,进一步增加了因农田面积减少和洪泛平原洼地不断填平而形成的洪水威胁。城市人口高速集中,城市财富突飞猛升,使洪水易淹区潜在的洪灾损失增加。这方面日本是个值得注意的例子。从1960年到1970年,洪泛平原城市人口由41%增加到54%,而洪泛平原的面积370000km²仍为全国总面积的10%。1965年和1970年洪泛平原单位面积上的财富价值与全国同一指标相比为:

年	洪 泛 平 原	全 国
1 9 6 5	200万美元/Km ²	50万美元/Km ²
1 9 7 0	660万美元/Km ²	120万美元/Km ²

城市这种潜在损失增加的结果,必然导致在城市周围采取大规模昂贵的防洪措施。但是,仅仅有防洪工程不足以保护城市,还需运用法律和行政手段,建立洪水预报网和洪水警报系统,以加强防洪措施。近二三十年来这些辅助性措施已取得很大进步。

城市防洪效果与防洪要求尚不相称,即使像田纳西河这样一个已获得充分整治的子流域,仍有一座城市存在很大的洪水问题,它的一些支流的排水也未达到充分调整的程度。

上述所有问题表明,城市和农村虽地区不同,但其防洪措施从古至今均无不与人的问题从根本上息息相关。

3. 防洪措施的发展

自古以来全世界最通用的防洪方法是在冲积平原或三角洲地带沿河两岸修堤作埝。埃及人民在尼罗河两岸全线修起防洪堤——从开罗到阿斯旺约900km,此外上游还有200km。同样,巴基斯坦的信德省,由于河床有几处超出了两岸地面,亦筑有数以百公里计的单、复线堤防。

河流一侧或两侧修筑堤防既有好的一面,也有坏的一面,因为堤防抬高了洪水水位,增大了它的破坏性。同时筑堤永远不能完全、彻底解决洪水问题。

其它常用的防洪方法,如在河流上游蓄水,也可追溯到好几个世纪以前。斯里兰卡的明内里耶池方园20英里,建于公元前3世纪。

中国的黄河,长江和淮河的上游,在公元前好几世纪就有了由堤防、分水道和其它设施组成的防洪体系。同样,在意大利的波河流域、法国的低洼地和英国的沼泽区,筑堤防洪亦有悠久的历史。公元前8年主管黄河的最高官吏贾让提出了一份治河计划。他认为最好的方法莫过于放弃大片滩地,对滩地上的居民进行移民,“还滩于河”,为行洪提供足够的断面。到公元69年(东汉)黄河大堤全线建成,值得注意的是它在古代就是一个具有统一标准的堤防体系。

河道治理是防洪的另一途径,也在几世纪前就有发展了。关于黄河下游河官治水的资料早在2000多年前就有文献记载。潘季驯(1521~1595)曾倡导过“缕堤”束水,“遥堤”防洪的方法。

欧洲的河道整治也已有几百年的历史。欧洲各国几世纪来为城镇防洪一直进行着河

(注3) 联合国统计月报, 1971年11月。

道整治工作。公元九世纪德国萨克森的农民为开垦斯特拉斯堡以东和东南的大片低洼地，用筑堤或裁弯取直的方法与洪水作过斗争。公元11世纪阿尔萨斯北部的塞尔兹修道院被莱茵河的一次洪水冲毁。之后建了施瓦察赫修道院以代替前者，但也被洪水摧毁了。因为当时这些防洪措施还都是局部性的。公元12世纪终于在波兰建起了堤防体系。

大约在公元1800年，德国的图拉（J·G Tulla）经过深思熟虑提出了一份整治达克斯兰登附近莱茵河段的报告，1807年图拉制订出了城乡防洪的第一批计划。

1817~1824年间卡尔斯鲁厄地区的四处裁弯取直工程分别建成。1885年前后整治了从斯特拉斯堡到巴塞尔之间的莱茵河段。1780年制定了埃尔茨河从萨克森至康德林根河段的河道整治计划。全部工程1800年结束。

俄国从19世纪末20世纪初开始将防洪工作置于正确的技术督导之下。库班河流域（1877）和阿塞拜疆（1915）两地是这方面的范例。

美国的防洪工作早在1717年就开始了，当时比安维尔（Bienville）兴建了新奥尔良市，并开始在密西西比河下游修建第一条高1.2米的长堤。

堤防修建的费用是民间提供的，从1851年到1858年堤防建设达到了高潮。

1879年6月28日是美国近代防洪史上一个重要的日子，美国国会认识到河流治理工作需要联邦政府大力参加，当天批准在陆军工程师团下设立密西西比河委员会（密委会，MRC）并拨款100万美元作为密委会主管的第一期河道治理工程的投资。

1917年3月1日美国国会通过了第一部防洪法（Flood Control Act），授权工程师团继续完成密西西比河和萨克拉门托河的防洪工程，并对其它河流开展研究。1936年的防洪法增订了防洪工程的各项政策，这些政策在后来又屡经修改和补充，包括防洪工程调查、研究、施工的各个方面。1968年通过的全国洪水保险法是一项最新的立法，其重点是以调整土地使用情况和推行某些管理政策作为减少洪灾损失的手段。

日本有组织的防洪工程开始于19世纪（1868年—明治维新时代）。

其它国家大多数在20世纪才开始在国家一级水平实行较新的防洪措施。但所有措施都是在洪水泛滥成灾后，为防将来洪水才被迫采取的。各国组织得较好的大型防洪工程开始的年份大体为：波兰（1905），法国（1910），保加利亚（1944），墨西哥（1944），印尼（1947），加拿大（1950），印度（1954），匈牙利（1954），哥伦比亚（1955）。

4. 防洪面积

全世界受洪水威胁地区的面积只能非常概略地估算，因为多数国家尚未实行科学、合理的推算方法。附件1汇集了从各种资料中摘录的防洪、排涝面积（不包括灌溉面积）。

5. 河流及其历史洪水

（a）河流

地球表面河流的总数尚不清楚。单是苏联，这个约仅占地球表面积16.7%的国家就有河流20万条左右，总计长度300万km，其中位于苏联亚洲部分的15.5万条，长

230万km。

世界陆地总面积1.445亿km²中约86.4% (1.25亿km²) 为大小河流的流域, 其中集水面积超过100万km²的有19条大河: 1) 黑龙江 (即阿穆尔河); 2) 亚马孙河; 3) 刚果河; 4) 恒河—布拉马普特拉河; 5) 乍得湖; 6) 勒拿河; 7) 马更些河; 8) 密西西比河; 9) 尼日尔河; 10) 尼罗河; 11) 鄂毕河; 12) 奥兰治河; 13) 奥里诺科河; 14) 拉普拉塔河; 15) 圣劳伦斯河; 16) 伏尔加河; 17) 叶尔塞河; 18) 长江; 19) 赞比西河。占世界总面积31.6%。19条大河中, 7条在欧亚大陆, 5条在非洲, 4条在北美, 3条在南美。

(b) 历史洪水

根据联合国教科文组织“国际水文十年计划”(IHD) 汇编的世界河流资料⁽⁴⁾, 说明1807年前各国尚无系统的流量记录。

1807年起, 流量计首先在维纳恩河 (Vanern) 上测流, 续而是俄国 (1812), 罗马尼亚 (1840) 和法国 (1863)。

水位计在许多国家应用得要早些, 如塞纳河上拉图尔奈拉桥址处的水位计是十七世纪开始出现的。

降水和冰、雪覆盖厚度等系统资料的记录要晚得多。

最早的历史洪水记录是维也纳1501多脑河的大水, 流量达14017m³/S⁽⁵⁾, 另一次是法国1827年阿尔代什河 (Ardeche) 的大水, 流量9005m³/S。

附件2为世界各大洲最大历史洪水统计。

从附件2中可以看出, 历史最大洪水流量超过50,000m³/S的河流有: 亚马孙河、勒拿河、叶尼塞河、布拉马普特拉河、戈达瓦里河、长江、湄公河、纳尔默达河、密西西比河、恒河、伊洛瓦底江、俄亥俄河、伏尔加河、黑龙江 (阿穆尔河)。

6. 防洪措施

防洪体系通常由各种旨在减少洪水灾害的工程措施和非工程措施组合而成, 互相配合, 以达到防洪之目的。

工程防洪措施包括一切防洪的工程建筑, 它们可以单独承担或与其它工程配合共同承担防洪任务。美国陆军工程师团⁽⁶⁾认为工程措施是通过改变自然环境来改变洪泛和淹没程度, 而非工程措施则是从一个新的角度出发, 力求改变对洪灾的敏感程度 (这一点下面将继续说明)。

工程措施凭借下列五个基本方法达到防洪目的:

(1) 整治河道; (2) 筑堤、修防洪墙; (3) 分洪; (4) 水库、滞洪区; (5) 土地处理。还有一些兼用性的工程措施, 如生产堤、局部性的防护坝、城镇四周的环形堤、农村的避水台、生产圩堤 (配有水泵排水)。

(注4) 联合国教科文组织, “世界河流流量选编”, 巴黎, 1971, I、II部分。

(注5) Greager, W.P等, “大坝工程”, 1950, 卷I, 第122页。

(注6) 美国陆军部, “水资源调查、规划和开发: 洪水治理及其规划” (条例1120—2—117), 1970年8月。

下面对这几种方法作一简单介绍:

(a) 工程防洪措施

(1) 整治河道: 整治河道的目的是为了增加过水能力, 以减少洪水泛滥的程度和机率。整治措施需认真规划, 以保证: 所设计的工程不是将甲地的洪水问题转嫁到乙地; 支流洪峰能与干流错开; 防洪措施不因流速增大而发生冲刷; 不因桥梁等阻水建筑的改建而增加太多的额外投资。

提高河道过水能力的方法是加大河槽断面, 整治河道, 加大流速, 除去妨碍过水的障碍物。

加宽河槽一般用于小河道, 因为大河挖宽费用昂贵, 不能与其防洪效益相抵。

加深天然河流的河道以增加流速, 在下列情况下通常是不适用的: 如若河口高程不能降低, 或上游挖深取得的流速加大值, 超过由此而使下游比降减缓、流速降低造成的差值。

裁弯取直, 除去暗礁、障碍, 河岸等高线修平, 河道定线以及挖泥疏浚等河流整治工程均能增加有效比降和流速, 使一定流量得以在较低水位下通过。

(2) 筑堤、修防洪墙: 堤防是在河流一侧或两侧连续堆筑的土体堤, 通常以不等距离与天然河道相平行, 大水时在河道内形成一条人为的行洪道。大堤是世界各国迄今最常用的一种防洪方法。

混凝土防洪墙, 钢板桩或石砌档水墙多用于无地筑堤的城市及其近邻。防洪墙通过提高河流过水能力对城市起直接保护作用。

堤防大大改变洪水的情势: 大堤使行洪道内流速增加。洪水流量率因堤防段内河谷蓄水能力下降而升高, 从而一定等级的洪水的最大流量明显加大。最后改变了行洪时间和历时, 制止了向洪泛平原漫溢的可能。

堤防适用于两岸平原广阔的河流, 否则堤防施工费用不能与其防护面积相适应。任何堤防均应结构安全, 维修工作量小, 具有排水设施, 如闸门、水泵站和(或)蓄水池, 供干流水位抬高不能自流排水时作临时蓄水之用。

(3) 分洪: 这种防洪方法亦称“应急行洪”。通常用于高度发达的城市或工业区上游, 那里既不能展宽河槽, 也无地修筑堤防, 同时筑防洪墙又不经济。在这种情况下可采用将洪水全部或部分引走的方案。应急行洪道通过闸门放水泄洪, 或是在干流水位临近预定洪水位时破开低堤段预定的“太平门”, 形成溢流堰进行分水。行洪道内的土地平时仍可耕作或作其它一定的用途。

洪水亦可放入湖泊、海洋这些天然的弃水收容处或引入洼地, 部分补充地下水、部分蒸发、部分消失。大堤的旁侧溢洪道用于向荒地溢洪, 以防大堤溃决。

(4) 水库与分滞洪区: 几乎所有国家都采用水库防洪。水库之所以得到广泛应用是与其多目标利用的发展有关。防洪水库基本分为两类: 1) 滞留(延时)水库和2) 蓄水(调节)水库。滞留水库一般有固定的不装闸门的泄水口, 根据库内水位、水量自动溢泄, 而蓄水水库则根据技术判断通过闸门进行操作调度。

水库调节洪水的效益随下游与水库的距离增大而减小。水库淤积是严重威胁水库有效防洪库容的另一重大问题。

水库或多目标梯级水库群的防洪效益主要取决于水库运用所能达到的防洪标准（延时效果），以及水库或水库群的蓄水能力（后者将逐年减少）。一般讲，梯级水库在缓和全河洪水上比单独一个大型水库的效果为好。

对于多目标水库，防洪与其它目标之间如：供水、灌溉、发电、防止污染、渔业、旅游和野生动物保护等，常有明显的矛盾，前者汛前要求放空，后者可能要求蓄水。若防洪为多目标水库的任务之一，则在水库总库容中最好划出专门的防洪库容；若防洪是首要任务，则其它次要目标应在防洪要求满足后才能顾及。

有季节性洪水的地区，水库的防洪库容在非汛期可作其它用途。下面引用几个国家滞蓄水库的防洪库容，以了解水库防洪的运用情况。数字均以亿 m^3 计：澳大利亚（12.3），印度（71），印尼（4），日本（12.7），南朝鲜（8.97）^{（7）}，波兰（6.54），美国（4428.6）。

水库放水的调度操作需要高度熟练的技术，并要考虑从大坝到受灾中心这一段区间的水流情况。洪水延时造成正常流量减少也会导致下游河道恶化。上游的土地淹没、工业和居民点迁移、滑坡和土地沼泽化均需在水库水位设计时加以关注。

（5）土地处理措施：这类措施适用于较小的流域并用于处理农田覆盖，使土地在中、小暴雨期间能多吸收或多滞留一部分多余的降水。属于这类措施的有保持水土防止侵蚀、农田轮作制、等高条植、整修梯田、等高线耕作、选择性的植树造林、以及修建小型贮水池塘等。

上述措施单独使用对减少大洪水的洪灾损失并无效果，但若与其它防洪措施相配合或互为补充，则有助于减轻洪水。

（b）非工程防洪措施

非工程防洪措施是近20年来开始倡导的。美国于1958年开始接受这一观念。这一减缓洪灾损失的新方法立足于通过有计划的开展和管理，从法律和行政两方面对洪泛区进行控制，通过对易淹地区的土地利用和建设事业的及时指导和限制，达到减少洪灾损失的目的。

这些措施可以改变洪水的敏感程度，通过对土地利用结构和模式的纵、横调正，通过各种开发政策和对受损失的个人的资助等，改变耕作环境，减轻洪泛后果。

非工程措施可粗略分为：

（1）洪泛平原管理，包括洪泛平原区划；（2）紧急措施，如：洪水预报和警报、建筑物防洪、抗洪抢险、临时疏散；（3）通过救济、恢复、以及洪水保险来分担洪水损失；（4）制订洪灾损失预防计划。

有些非工程措施目前正为许多受洪水威胁的国家所采用，但通常是与工程措施相配合的。工程和非工程防洪措施的选择和配合取决于一个国家的政治、社会和经济情况，因而政府的政策对防洪措施的选择起相当的指导作用。应该承认，再好的工程措施和非工程措施也只能减少洪灾损失至许可的程度，并不能制止所有的洪水泛滥或杜绝一切洪灾损失。

（注7）“ECAFE地区减少洪灾损失的工程和非工程措施”《水资源杂志》1973，12月，5～37页。

7. 设计洪水的计算

“设计洪水”因用途不同而定义各殊：对于建筑物设计，它的定义是：建筑物允许安全通过的最大洪水或对建筑物设计起控制作用的洪水；对于地区防洪，它的定义又是：该地区所需防御的洪水。

各国估算设计洪水的方法取决于它所能得到的水文、气象资料，工程型式和规模，以及地区现有的和潜在的经济条件。

设计洪水根据水文学和经济学两方面的合理论证进行选定。从经济观点出发，设计洪水决定于总的年费用，即：年总投资（与洪水流量或重现频率成线性关系增加）和年受灾费用（与设计洪水值呈双曲线性减少）。除最优值外，年总费用曲线是平滑的，说明设计洪水大于最优值时费用将略有所增。大型建筑要有经济论证，小型建筑一般作些水文分析即可。最大可能洪水只用于特殊性的设计场合，而多数建筑物所用的设计洪水要比这小得多，甚至比实际发生的历史最大洪水还要小些。

在防洪工程和多目标工程规划、设计实践中，有关“设计洪水”计算所用的不同方法有：

- (a) 最大实测洪水或历史洪水；
- (b) 最大洪水经验公式；
- (c) 已知的最大洪水外包线；
- (d) 标准计划洪水（与标准计划暴雨相关）；
- (e) 可能最大洪水（各种最不利因素的组合）；
- (f) 相当于一定频率的最大洪水；
- (g) 经济分析（最优化）。

(a) 最大实测洪水或历史洪水法

最大洪水根据水位记录，或在没有最高水位记录时根据洪水痕迹推算。已知河流断面的水力学特性，用比降面积法由水位估算流量。若一个断面有几个时期的水位、流量记录，即可绘制水位流量曲线，然后在一适当范围内外延，求得最大洪水值。对此设计人员常常还另加一安全系数。因而这一方法带有主观成分，且缺乏所计算洪水超率频的资料。但这一方法在工作初期是有用的，且可起补充检查的作用。

(b) 最大洪水经验公式

这类公式通常是使洪峰流量与集水面积的一个或几个特征值相关，已为许多国家广泛应用。公式中系数变化范围很大。因此，一般只适用于局部地区。公式不提供洪水频率的资料。所谓“推理公式”就是这类公式的变形。经验公式也适用于融雪洪水，但这里单纯融雪洪水与融雪加降雨共同形成的洪水肯定是有区别的。

(c) 外包线

一个公认的推理是，水文气象条件相似的集水区，其径流模数应该相等。外包线法在这一点上是推理的，但它在众多的可变量中只考虑两个因素（流域面积及其地理位置），因此其用途就只限于确定潜在洪水的假定洪峰。

地区性的外包线法（通常用双对数纸绘制）已在某些国家得到应用，例如肯沃·塞

恩 (Kanwarsain) 和卡波夫 (Karpov) 两种外包线, 一种用于印度北部和中部, 另一种用于印度南部。克里格 (Creager)、贾斯廷 (Jastin) 和海因兹 (Hinds) 收集了美国及其他国家河流的大量洪水资料, 制成曲线, 并用有关方程表明极值的范围。这类曲线通常称为世界性的外包线。

(d) 标准计划洪水 (SPF) 的计算

标准计划洪水是指不利的气象、水文条件在最恶劣的组合 (除极稀遇的组合以外, 能合理说明该地理区域的特征) 下, 可能产生的洪水流量。

标准计划洪水根据降水—径流模式由标准计划暴雨推算。由于篇幅所限, 这里不一一介绍标准计划暴雨的各种计算方法。推算用的降水径流模式首先是“单位过程线”和适用于小流域面积的“推理公式”, 对于面积较大的流域可采用洪水追踪演算。

在融雪径流方面虽已有许多流量模式, 但由于缺乏足够的气象和降雪资料, 故应用常受限制。

根据定义标准计划洪水, 不受任何超值频率的影响。各国的实践经验表明, 标准计划洪水的平均值, 约相当于可能最大洪水的一半。

(e) 可能最大洪水 (PMF) 计算

可能最大洪水是降水、土壤饱和度和其它径流条件在特定流域地区最临界、最严峻的组合下, 假设可能产生的洪峰流量和流量过程线。根据PMF来拦蓄大流域的洪水, 其投资费用会大得出乎情理。

可能最大洪水 (PMF) 由可能最大降水 (PMP) 决定。后者本身则根据流域上空通过的气团的最大含水量和最大可能风速以及促成气、水转换的暴雨机制的最大效率等因素确定。

PMF和PMP的概念一直受到强烈抨击, 主要因为自然事件的上限无法确定, 同时按最大可能洪水进行设计, 经济上也极不现实。

(f) 指定频率法

许多国家立有一些规章, 规定设计洪水按一定的洪水频率选用 (详见第8节)。一般说来, 要按建筑物的类别与防护区的重要性区分。设计洪水由其超过概率或重现期确定。若径流资料缺乏或不足, 雨量统计亦可作为计算所谓地区性洪水概率的基本资料。

频率分析技术的主要前提是要使所设计的建筑物在运用期间能承受得住特大洪水的袭击。

频率法与那些声称适用于设计任何最大洪水的经验公式不同。必须承认, 一个按1000年一遇洪水设计的建筑物, 可能连续两年承受大于1000年一遇的洪水, 或者是也可能在设计后最初第1年发生这样的洪水, 而之后在1000年的间隔内不再出现。

法国曾尝试在洪水频率与洪水造成的损失之间建立一种关系。

频率可用图解法求算, 方法是点出等于或大于某频率的各种洪水量, 并把得出的平滑曲线看作为未来趋向的代表性曲线。曲线符合标准化的论据, 是采用统计学上的理论分布概念。这里假定数据为其母体的随意样本并符合理论分布, 经过统计得出最可能的分布特性。分布类型确定后, 各点之间即可连线, 对此有两种分析方法: (1) 频率系数法: 它不用实测资料连成的线, 而用理论推导的频率系数, 如冈勃系数、周氏系数