

“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河防洪防凌决策支持系统 研究与开发

崔家骏 蔡琳 辛国荣 等编著



黄河水利出版社

内 容 提 要

本书系在“八五”国家重点科技攻关项目“黄河治理与水资源开发利用”的专题之一“黄河防洪防凌决策支持系统”研究成果的基础上,经过总结、扩展后,编撰而成。

全书分十章,系统地论述了黄河防洪防凌现状、建设决策支持系统的必要性、决策支持系统的模式及其结构、功能和开发运行环境等。

本书可供广大水利科技、管理人员和大中专院校相关专业师生参阅。

“八五”国家重点科技攻关项目

“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河防洪防凌决策支持系统研究与开发

崔家骏 蔡琳 辛国荣 等编著

责任编辑:雷元静

责任校对:何新华

责任印制:徐海珍

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合大楼12层

邮编:450003

印刷:黄河水利委员会印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

版别:1998年3月第1版

印次:1998年3月郑州第1次印刷

印张:10.625

印数:1—1000

字数:246千字

ISBN 7-80621-144-6/TV·105

定价:33.60元

“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著
编 审 委 员 会

主 任 严克强

副主任 董哲仁 陈效国 庄景林

顾 问 徐乾清 龚时旻 吴致尧

委 员 (以姓氏笔画为序)

龙毓骞 朱兰琴 许红波 祁建华

华绍祖 庄景林 严克强 李文学

李春敏 沈国衣 陆亚洲 陈志恺

陈效国 陈霁巍 张启舜 张良弼

府仁寿 姚传江 徐明权 席家治

董保华 董哲仁 潘贤娣 戴定忠

序

黄河流域是中华民族的发祥地,黄河哺育了中国灿烂的古代文明。黄河流域自然资源十分丰富,是我国最大的能源和重化工基地,宁、蒙、汾渭河和黄淮海平原是我国主要的粮棉基地,流域经济发展前景广阔。但是,黄河流域水资源匮乏,人均水资源占有量仅为全国人均的四分之一,单位耕地面积水资源量不足全国的五分之一。近几年来,黄河下游在枯水季节常常出现断流,且断流时间逐年加长,断流河段逐年延伸,给下游沿黄地区的工农业生产和生态环境造成了不良影响。据有关部门的调查统计,1991年~1996年年均造成工农业产值损失30多亿元,其中1995年达70多亿元。

黄河流域降雨时空分布极不均匀,全年降雨量的60%~70%集中在6月~9月份,极易产生洪水。黄河又是世界上泥沙含量最高的大河,河道泥沙淤积形成了下游“地上悬河”,洪水灾害十分频繁。据统计,从先秦时期到民国年间的2500多年中,黄河下游决口1600多次,改道26次,基本上是三年两决口,百年一改道,每次决口和改道都给中华民族带来了极其深重的灾难。

新中国成立以来,人民治黄事业取得了举世瞩目的成就,确保了黄河的岁岁安澜,但是由于黄河流域自然地理环境脆弱,黄河的洪水仍是国家的心腹之患,治理开发任务仍十分艰巨。全国人大七届四次会议通过的《国民经济和社会发展的“八五”计划和十年规划纲要》,把黄河治理开发和防洪列为重点,体现了中共中央和国务院对治黄的重视。

当前我国改革开放和社会主义现代化建设已进入一个新的发展阶段。黄河的治理开发,事关我国经济发展的大局。为使我国经济发展实现三步走的目标,治黄作为水利工作的重要组成部分,就必须贯彻落实好“科教兴国”、“科教兴水”和可持续发展战略。黄河的出路在于科技进步。

“黄河治理与水资源开发利用”被列为“八五”国家重点科技攻关项目,既表明了国家对治黄工作的高度重视,也显示出黄河问题的高难度和复杂性。这次科技攻关中广大科研人员深入黄河两岸调查研究,收集了大量的实测资料,在认真汲取以往成果和经验的基础上开展科研试验工作,取得了新的进展和突破,科研成果为黄河的治理与开发提供了大量的科学依据和决策支持。应该说这些成果是集此次科技攻关之大成,是治黄几十年经验总结的集中体现,是广大治黄科技工作者智慧的结晶。

这次出版的项目和专题的系列专著,其目的就是把这些成果推荐给读者,并期望得以推广应用,以提高治黄工作的整体水平,加速流域治理和经济发展的步伐,取得更大的经济、社会和环境效益。

毋庸置疑,黄河问题是很复杂的。黄河自身因水沙的变化而处于不断的变化之中,在其发展过程中还会不断出现新情况和新问题,现已取得的成果只是人们现阶段的认识,要彻底解决黄河问题,还有一段很长的路要走,可以说是任重而道远。我们应当继续加强现场观测、试验和研究工作,探索黄河的规律,不断提高科技水平,充分推广应用新的科技成果,使黄河的治理开发工作不断取得新成就。

严 克 强

1997年7月17日

总 前 言

新中国成立以来,对黄河治理开发进行了大量的科学研究工作。50年代,曾组织各方面力量对全流域进行了大规模综合考察和科学试验研究,在此基础上编制了“黄河综合利用规划技术经济报告”,为黄河的全面治理开发做出了贡献。60年代,围绕三门峡水利枢纽工程改建和改变运用方式,开展了水库淤积、河道演变规律、河道整治工程和防洪等方面的试验研究。70年代,开展了三门峡水库运用泥沙问题基本经验总结、高含沙水流特性研究和水坠坝技术试验推广。80年代,开展了黄土高原地区综合治理、黄河流域环境变迁和水沙变化、水资源利用、引黄灌区泥沙处理和黄河防洪工程技术等方面的试验研究工作。几十年来的治黄研究工作,取得了一大批具有国际先进水平的成果,形成了一支多学科、高水平的科研队伍,并广泛开展了国际合作交流。

“七五”后期,水利部和中国科学院提出的关于加强黄河综合治理与开发研究工作的建议,得到国务院主要领导的高度重视,在各方面专家充分论证的基础上,国家科委把“黄河治理与水资源开发利用”列为“八五”国家重点科技攻关项目,由水利部、中国科学院和地质矿产部作为项目主持部门,组织有关科技人员进行跨部门、多学科联合攻关。经过充分论证,项目分解为7个课题、22个专题和92个子专题分别开展工作。经过近4年的卓越工作,取得了辉煌的成绩,经专家鉴定委员会对成果的全面鉴定,22个专题中有2个专题成果总体达到国际领先水平,8个专题成果总体达到国际先进水平、部分达到国际领先水平,9个专题成果总体达到国际先进水平,3个专题成果总体达到国内领先水平、部分达到国际先进水平,项目通过了国家科委组织的验收。攻关成果应用所创造的经济、社会和环境效益是长期的和巨大的,其影响也将是深远的。

为了使已取得的成果在黄河治理和开发中发挥更大的作用,并在实践中不断深化,给后人留下一份宝贵的科学财富,水利部有关部门决定编辑出版这套系列专著,其中包括20册专题专著和1册项目综合专著。专题专著由原专题负责人组织编写,对原专题报告进行提炼和深化,其主要编写人员与专题研究人员不尽相同。综合专著由“黄河治理与水资源开发利用”系列专著编审委员会组织专人编写。本丛书因篇幅较大,编审委员会难以逐篇审定,故责成专著主要编写人分别请部分顾问和委员审稿。

由于编辑出版整个过程时间仓促,加之水平有限,难免有不足和错误之处,敬请批评指正。

**“黄河治理与水资源开发利用”
系列专著编审委员会
1997年9月**

本研究专题承担单位及人员

专 题 名 称	防洪防凌决策支持系统					
承 担 单 位	黄河水利委员会防汛自动化测报计算中心					
专 题 负 责 人	辛国荣	崔家骏	张红月	黄自强		
主要完成人员	崔家骏	辛国荣	张丰敏	赵卫民	蔡琳	
	王来顺	李良年	黄自强	张红月	王怀柏	
	彭梅香	刘同	李胜阳	朱辰华	滕阳	
参 加 人 员	防汛自动化测报计算中心：					
	刘学工	孙建奇	马晓	王益民	杨华	任廷照
	翟家瑞	刘瑞虹	赵乐	张洪模	刘建明	洪跃枫
	牛大庆	杨之岭	贺禄南	冯立亚	崔庆	冯耕中
	田军	谭浩	于英波	戴明谦		
	水文局：					
	李一寰	刘龙庆	冯相明	李振喜	任齐	张克家
	王庆斋	李根峰	温丽叶	刘萍	陶新	许珂燕
	杜学胜	戴东	王茂本	马骏	王春青	杨特群
	刘晓伟	霍世青	车振学	陈晓东	金丽娜	陈静
	张勇	焦敏辉	赵蕾	齐瑛		
	河务局：					
	魏向阳	郝守英	孙肇初	段建立	张素平	祝杰
	孙振谦	王晓东	李旭东	刘晓岩	邢芳	蔡彬
	赵永凯					
报 告 执 笔 人	崔家骏	辛国荣	李良年	张丰敏	赵卫民	
	蔡琳	王来顺	张红月	李胜阳	崔庆	

本书编著人员

第一章	李良年				
第二章	李良年				
第三章	辛国荣				
第四章	崔家骏				
第五章	崔家骏				
第六章	赵卫民	王怀柏	张红月		
第七章	李胜阳	张素平	孙建奇	刘学工	
第八章	滕 阳	蔡 琳	郝守英	马 晓	刘学工
第九章	王来顺	刘 同			
第十章	蔡 琳	朱辰华	魏向阳	李振喜	

目 录

第一章 黄河洪水与灾害	(1)
第一节 黄河洪水	(1)
第二节 黄河的洪水灾害与防洪方略	(4)
第二章 黄河防洪防凌现状分析	(6)
第一节 黄河下游防洪目标和任务	(6)
第二节 防洪措施与问题	(7)
第三节 黄河下游的凌汛特点与防凌对策	(14)
第四节 建设决策支持系统是黄河防洪防凌的迫切需要	(16)
第三章 江河防洪决策支持模式的研究	(17)
第一节 综述	(17)
第二节 防洪决策的过程和模式分析	(18)
第三节 关于决策支持系统的结构	(21)
第四节 决策支持系统在防洪防凌中的位置和作用	(22)
第五节 国内外的 DSS 应用简况	(23)
第四章 开发防洪决策支持系统的工作步骤与策略	(25)
第一节 综述	(25)
第二节 建立防洪决策支持系统的工作步骤	(26)
第三节 开发黄河防洪防凌决策支持系统面临的难题	(27)
第四节 建设系统的策略	(27)
第五章 “黄河防洪防凌决策支持系统” 总体情况概述	(29)
第一节 建立系统的总体要求	(29)
第二节 系统的逻辑结构和功能	(29)
第三节 各子系统间的关系和接口安排	(31)
第四节 系统的运行机制	(34)
第五节 开发运行环境	(35)
第六章 暴雨洪水情报预报系统的研究与开发	(38)
第一节 概述	(38)
第二节 暴雨洪水情报预报系统的功能与逻辑结构	(40)
第三节 系统的运行环境和运行控制	(45)
第四节 暴雨预报模型研究	(47)
第五节 洪水预报模型的研究	(58)
第七章 防洪调度系统的研究与开发	(67)
第一节 概述	(67)
第二节 建设防洪调度系统的目标和策略	(70)

第三节	调度决策支持环境和系统功能	(72)
第四节	系统开发中的关键技术研究	(74)
第五节	系统的实现	(82)
第六节	调度方案评估方法初探	(90)
第八章	灾情估计和减灾对策系统的研究与开发	(96)
第一节	概述	(96)
第二节	研究与开发的目标和内容	(98)
第三节	系统结构及功能实现	(100)
第四节	地理社会经济数据库	(112)
第五节	研究成果综述	(116)
第九章	信息查询系统的研究与开发	(119)
第一节	信息查询在防洪决策中的作用	(119)
第二节	系统的开发目标和策略	(120)
第三节	关键技术的研究与解决	(120)
第四节	信息查询子系统的功能与实现	(125)
第十章	黄河防凌技术的研究	(130)
第一节	黄河防凌工作概述	(130)
第二节	研究目标和开发策略	(131)
第三节	防凌关键技术研究	(133)
回顾与展望		(153)

第一章 黄河洪水与灾害

黄河洪水,按其成因可分为暴雨洪水和冰凌洪水两大类。按季节不同,又可分为“桃”、“伏”、“秋”、“凌”四汛。暴雨洪水发生在夏秋季,又称为伏秋大汛;冰凌洪水多发生在1月和2月份,称为凌汛。黄河下游的洪水灾害,主要是由伏秋大汛的暴雨洪水和冬季的冰凌洪水造成的。

第一节 黄河洪水

黄河流域地处我国北中部,东西横跨23个经度,南北纵越10个纬距,幅员辽阔,地形复杂,东临海洋,西属内陆高原,因此各区气候差异十分明显。黄河上游兰州以上地区属青藏高原季风区,其余地区为温带和副热带季风区。

黄河流域的气候主要受季风环流支配,冬季盛行北风,降水稀少;夏季多偏南风,它从海洋带来大量水汽,雨水增多。就降水而言,黄河流域可分为三个气候带:上、中游大部地区和下游为半湿润带,流域偏北部分为半干旱和干旱带,上游的南部部分地区和中游秦岭地区为湿润带。

一、流域的暴雨洪水特性

黄河流域的暴雨直接受大气环流变化的影响。形成黄河流域暴雨的天气系统,地面多为冷锋或气旋,高空多为切变线、低槽和低涡等。从暴雨资料的统计看,黄河较大暴雨多由切变线配合低涡或台风等低纬系统综合形成;在三花(三门峡至花园口。下同)区间,台风也可造成大暴雨。按形成暴雨的环流型和天气系统的不同,黄河的暴雨可分为纬向型切变暴雨、经向型台风暴雨、转折型低槽冷锋暴雨等主要类型。

黄河的暴雨多发生在中、下游地区,上游兰州以上特别是龙羊峡以上地区,多持续时间长的强连阴雨,降雨特点是历时长、强度较小、面积大、降雨总量也大。

黄河中、下游暴雨具有季节性强、时间集中、历时短、强度大、分布不均等我国北方暴雨的典型特征。

盛夏七八月份,是西太平洋副热带高压和热带季风在我国北方活动的盛期,若遇台风、低空急流等低纬区的影响系统深入黄河流域中、下游,并与中纬度系统相互作用,便可形成大面积暴雨和大暴雨。据统计,黄河流域笼罩面积超过1万 km^2 的区域性暴雨,有85%~90%均发生在七八月份,而最大的暴雨则更集中发生在7月中旬到8月上旬这一段时间内。一次暴雨过程的持续时间一般是1天~3天;对一个站点而言,一次暴雨的历时一般不超过1天,其中70%以上的暴雨量又集中在3小时~12小时内。

强度大是黄河流域暴雨的又一突出特点。如1977年8月发生在内蒙古乌审旗的一场特大暴雨,暴雨中心木多才当站9小时雨量达1400mm(调查值),不仅是我国的第

二大暴雨，而且为世界沙漠区暴雨之最。又如 1982 年七八月间三花区间的一次降雨，暴雨中心石碛站 3 日总雨量 904mm，最大 3 小时降雨达 229.5mm，亦为我国北方同时段雨量的最大值。

黄河流域暴雨的分布很不均衡，地形对暴雨有较大影响，一般说来，平原降雨量多于高原，山区多于盆地，山脉的迎风坡多于背风坡。一场暴雨的空间分布也极不均匀，雨量梯度大，暴雨中心与相距 50km~100km 处的雨量通常可相差 5 倍~10 倍。

由于黄河流域地域辽阔，上、中、下游分属不同的季风区，各地形成暴雨的天气条件不同，所以难以同时出现较大暴雨；同处黄河中游的三门峡以上地区和三花区间的暴雨，分别为西南-东北向切变线和南北向切变线所形成，两种不同的天气系统同时出现在该两地区的机遇极少，所以暴雨遭遇的机会也不多；惟有山（西）陕（西）区间和泾渭河上中游的暴雨多为西南-东北向切变线形成，所以雨区常常同时笼罩两地区，暴雨极易遭遇。

由于黄河伏秋大汛的洪水均系较强降水形成，所以洪水特征与暴雨非常相似。

从发生时间看，黄河洪水多发生在 6 月~10 月，较大洪水多出现在 7 月~9 月，其中上游地区的洪水以 7 月和 9 月居多，中游地区则多发生在 7、8 两个月；三花区间的较大洪水一般比三门峡以上发生得早，中游地区洪水一般又较上游来得早，上游地区 9 月份还可能发生较大洪水。

从洪水的来源与组成看，黄河下游洪水有上游兰州以上、中游山陕区间、泾洛渭河、三花区间四大主要来源区。但是，黄河下游的大洪水和特大洪水都是由中游的山陕区间、泾洛渭河和三花区间三个地区来水为主形成的。三个地区来水的不同组合，构成花园口站三种类型的洪水：

(1) 以三门峡以上的山陕区间和泾洛渭河来水为主，三花间来水较少的上大型洪水，1843 年、1933 年洪水属此类型。由于山陕区间的暴雨机遇频繁、强度大、历时短、雨区面积小，黄土高塬和丘陵沟壑区侵蚀严重，所以其洪水具有涨落迅猛、峰高量小、含沙量大的特点；渭河是黄河的最大支流，暴雨强度相对较小、历时较长，加上渭河南岸植被较好，所以洪水过程线形状比山陕区间要矮胖。

(2) 三门峡以下的三花间干支流来水为主，三门峡以上来水较小的下大型洪水。由于三花区间暴雨多由切变线加上低涡或台风形成，暴雨强度大、面积广，加上区间产、汇流条件好，所以洪水发生的机遇较多，可形成涨势猛、洪峰高、含沙量小的较大洪水。

(3) 以三门峡以上的泾洛渭河和三花区间共同来水组成，称上下较大型洪水，1957 年、1964 年的洪水属于这一类型。此类洪水的特点是洪峰低、洪水历时较长、携带泥沙较少。

来自上游兰州以上的洪水，由于多由历时较长、面积较大、强度较小的降雨所形成，加上流域的调蓄能力强，所以具有涨落平缓、洪水历时长、峰型矮胖等特点。上游洪水与沿途洪水一般不相遭遇，所以仅构成下游洪水的基流。少数强连阴雨产生的上游大洪水在向下传播过程中与中游的小洪水遭遇，也能形成下游的洪水，但这种洪水的洪峰流量尚无超过 $8\,000\text{m}^3/\text{s}$ 的记载，在具有多年调节能力的龙羊峡水库下闸蓄水以后，

此类洪水的洪峰流量将更加减小。黄河下游虽属暴雨多发区，但集流面积较小，仅有大汶河一条较大支流汇入，对黄河下游洪水的量级无大的影响。

根据实测和调查分析，近 300 年来黄河花园口站发生过的几场上大、下大两种类型的大洪水的组成如表 1-1 所示。

表 1-1 花园口站各种类型大洪水来水组成简况表

洪水类型	年份	花园口			三门峡站				三门峡占 花园口来 水比例	
		洪峰		12 天 洪量 ($\times 10^8\text{m}^3$)	洪峰		相应 花园口 12 天 洪量 ($\times 10^8\text{m}^3$)			
		发生日期 (月·日)	流量 (m^3/s)		本站最大			组成花 园口洪 峰流量 (m^3/s)		
					日期 (月·日)	流量 (m^3/s)				
									洪峰 流量 (%)	12 天 洪量 (%)
上大型	1843	8.10	33 000	136	8.9	36 000	30 800	119	93.3	87.6
	1933	8.11	20 400	101	8.10	22 000	18 500	91.8	90.7	91.4
下大型	1761	8.18	32 000	120			6 000	50.5	18.8	41.6
	1958	7.17	22 300	86.8			6 400	51.5	28.7	59.3
上下较大型	1957	7.19	13 000	66.3			5 700	43.1	43.8	64.0

二、冰凌洪水

黄河流域的冬季盛行西北季风，受变性的极地大陆气团影响，气候干燥寒冷，气温一般都在 0°C 以下，加之河流主要靠地下水补给，流量较小，因此许多河段都结冰封河。河道封冻后，阻滞了部分上游来水，使河槽蓄水量增加、水位上涨；待到解冻开河期，这部分水量急剧释放并向下游推移，沿程冰水越聚越多，就形成了黄河的冰凌洪水。

黄河的宁夏、内蒙古河段（简称宁蒙河段）和下游河段，由于河道由低纬度流向高纬度，河道上宽下窄特定的地理位置和河道形态，在凌汛期常因冰凌受阻形成冰塞、冰坝，导致黄河的冰凌灾害。封河期，由于未封河段产生的大量冰花、冰块在向下游流动的过程中，局部河段形成冰塞，堵塞部分或大部分过水断面，引起冰塞上游壅水漫滩，可造成淹地围村等灾害。开河期，封冻河段的上游因温度较高而先行开河，此时上游来水、河槽蓄水和融冰水挟带着大量冰块向下游流动，当冰凌洪水流至弯曲、狭窄河段或冰厚质硬的封冻河段时，便可因冰凌卡塞而结成冰坝。冰坝形成后，其上游水位将迅猛上升，轻者漫滩淹地，重者造成大堤漫溢决口的冰凌灾害。

黄河的凌汛灾害，是历史上长期没有解决的问题。黄河下游河段自 1883 年～1938 年的 55 年间，有 27 年发生了凌汛决口。凌汛历代被认为是人力不可抗拒的灾害，所以有“凌汛决口，河官无罪”和“伏汛好抢，凌汛难防”之说。新中国成立之初，1951 年和 1955 年凌汛开河期，曾分别在利津王庄和五庄两地弯窄河段发生决口。黄河凌汛

对两岸人民群众生命财产的安全有很大威胁,防御冰凌灾害是黄河防洪的另一重要任务。

第二节 黄河的洪水灾害与防洪方略

一、洪水灾害

历史上,黄河的洪水灾害曾给中华民族带来过深重的灾难。据记载,自西汉以来的2 000多年中,黄河下游发生决溢泛滥洪水总数多达1 500多次,平均“三年两决口”;黄河下游还有善淤、善徙的特点,有史以来还发生过多规模不同的改道,其中较大的改道26次。在西起孟津、北至天津、南到江淮约25万 km^2 的黄淮海平原广大地区,均留有黄河洪水泛滥的痕迹。

黄河下游现有防洪保护区面积约12万 km^2 ,有耕地700多万公顷,人口近8 000万,县级以上城市110个,工农业生产总值960多亿元,区内除有比较发达的农业之外,还拥有占全国1/3以上产量的石油和煤炭资源,以及占全国1/10以上的电力资源,有京广、津浦、陇海、京九等重要铁路干线和四通八达的公路交通网,还有引黄济青、京津、济京等水利工程,是我国人口稠密、国土开发程度较高、交通干线密布的“心脏”地带。由于黄河是一条多泥沙河流,泥沙淤积使黄河下游成为著称于世的“地上悬河”,河道高于两岸地面,堤防的临背差一般3m~5m,最大近10m;黄河滩面分别比新乡、开封、济南地面高出20m、13m和5m,洪水全凭两岸大堤约束。

新中国成立以来,党和政府十分重视黄河防洪工作,取得了黄河50年伏秋大汛大堤不决口的重大胜利。但是,由于黄河的洪水泥沙尚未得到有效控制,下游河道不断淤积抬高,洪水威胁依然存在。黄河一旦发生决口,洪水向北可达渤海,南岸向东南可过徐州、蚌埠、淮南,洪水冲毁耕地,使土地贫瘠或盐碱化,水冲沙压,河渠淤塞,现有的水系被打乱,生态环境恶化,铁路、公路交通中断,中原、胜利两大油田严重受损,工农业等基础设施遭到严重破坏,将造成巨大的经济损失和社会政治影响,打乱国民经济整体部署,影响现代化建设第二步战略目标的顺利实现。

二、现代黄河防洪方略

根治黄河水害开发黄河水利,是治黄的长期奋斗目标。根据下游河道的自然特点,社会经济条件,以及近些年来水资源严重短缺、河道萎缩、过洪能力锐减等实际情况,结合治黄的实践经验和治理基础,黄河下游现代防洪治理方略是:在积极强化堤防、河道工程,确保堤防安全和稳定下游河道的前提下,采取“拦”、“调”、“排”、“放”多种途径进行综合治理,统筹解决防洪防凌问题。

拦,主要是在上中游地区开展水土保持,特别是集中治理粗泥沙主要来源地区的重要支流。修建拦泥库、淤地坝、大搞坡地改梯田,蓄水兴利、拦泥淤地、发展生产。在干流峡谷段修建大型水库,集中控制洪水和泥沙,对削峰减淤可起到明显作用。

调,主要是利用干流水库调节水沙过程,使之能适应下游河道的输沙特性,有效地

减少河道淤积或适当刷深河道。

排，就是充分利用现行河道的输沙能力排沙入海，促使现行河道有较长的使用周期。

放，包括山丘区引洪漫地、平原区淤灌、放淤改土等利用泥沙的措施，特别是利用黄河泥沙逐步淤宽淤高堤防、淤高背河地面，使下游逐渐变成一条相对地下河。

第二章 黄河防洪防凌现状分析

第一节 黄河下游防洪目标和任务

一、设计洪水

采用古洪水考证、数理统计法和可能最大洪水（PMP）等三种方法，进行综合分析，提出了黄河下游特大洪水（不同频率）的分析计算成果（见表 2-1），1976 年经原水电部审定同意暂作为黄河下游防洪规划的依据。

表 2-1 黄河下游设计洪水计算成果

站名	洪峰流量 (m^3/s)			5 天洪量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)			12 天洪量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)			45 天洪量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)		
	$P = 0.01$	$P = 0.1$	$P = 1.0$	$P = 0.01$	$P = 0.1$	$P = 1.0$	$P = 0.01$	$P = 0.1$	$P = 1.0$	$P = 0.01$	$P = 0.1$	$P = 1.0$
花园口	55 000	42 300	29 300				200	164	125	420	358	294
三花间	45 000	35 100	23 000	95.0	64.7	42.8	120	91.1	61.0	165	132	96.5
三门峡	52 300	40 000	27 500	109.9	85.6	61.2	168	136	103.5	360	306	251

二、防洪目标和任务

按照国务院国发〔1985〕79 号文批转黄河等江河防御特大洪水方案报告的通知规定：“近期黄河下游的防洪任务是以防御花园口站出现 $22\,000\text{m}^3/\text{s}$ 洪水（1958 年型）为目标，确保大堤不决口。遇特大洪水时，尽最大努力，采取一切办法，缩小灾害。”防洪调度的具体任务，是遵照黄河防总制定的各级洪水处理原则，依据中下游雨水情、工情实况和对变化发展趋势的预测预报，从全局出发，审时度势，提出可供选择的调度方案，供防洪决策选用。以有效地运用防洪工程体系，保证防洪安全，减小灾害损失。

为实现这一防洪减灾目标，需进行的工作主要包括：天气形势分析和暴雨预报；洪水预报，防洪工程调度，工程的防守与抢险，防灾减灾和防汛的组织管理，以及冬季防御凌汛灾害等工作内容。

（1）天气形势分析和暴雨预报。主要是依据天气形势的发展，预报黄河山陕间、泾洛渭河、三花间等洪水来源地区可能出现暴雨的时间、落区和量级，为洪水报警、判断水情发展趋势提供依据。

（2）洪水预报。主要是依据实测降雨量、流量、防洪工程运用实况等信息，作出三

门峡、故县、陆浑三座水库的进出库流量和三花间、黄河下游花园口等控制站的洪水过程预报，为黄河防洪决策提供依据。

(3) 防洪调度，是防汛工作的核心。主要是依据水、雨、工情实况和暴雨洪水预报，从黄河防洪全局出发，设计和优选防洪调度方案，保证不出现决口、改道等严重灾害，努力减小灾害损失。

(4) 工程抢护、防灾减灾，主要包括：

一是，通过对河势流向、堤防安全、漫滩情况的监测，及时发现险情，采取应急措施进行抢护。还要创造条件预测河势变化与工程出险位置，及早调集人力、料物进行预防。

二是，当确定使用分滞洪区或预测洪水将要进滩、危及滩区村镇时，通过报警系统向群众发布警报，实施预定的迁安方案。

三是，利用航空、航天遥感，监测洪水漫滩范围、决堤实况，在社会经济地理信息库的支持下预测其发展趋势，估计灾害损失，为救灾决策提供依据。

四是，掌握防汛料物的存放位置、品类、数量，防汛抢险队伍的驻地、人数、装备等资料，及时组织人力、料物，抢护出险工程。

第二节 防洪措施与问题

黄河下游的防洪措施，包括防洪工程体系和非工程防洪体系两部分。人民治黄 50 年来，黄河下游逐步建成了由干支流水库、堤防、河道整治工程和分滞洪区组成的“上拦下排，两岸分滞”的防洪工程体系（见图 2-1），它是防洪措施的主体。非工程防洪体系主要包括：防洪工程管理、防洪信息管理、防汛通信、水情测报和预报、滩区分滞洪区管理、防洪的调度决策与指挥、防洪的宣传与执法等。非工程防洪体系是充分发挥防洪工程作用，保证防洪安全，减小洪灾损失必不可少的手段。

一、防洪工程体系

（一）堤防与河道整治工程

黄河下游两岸临黄大堤总长 1 323.6km，加上贯孟堤、太行堤以及沁河、大清河的堤防，下游的堤防共长 1 814.6km，是束范洪水的主要屏障。临黄大堤的设防标准以流量控制，并随着河道淤高而相应加高，1950 年以来进行了三次加高。现大堤的设防标准为防御花园口 $22\,000\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水，艾山以下河段设防流量为 $10\,000\text{m}^3/\text{s}$ 。考虑河道槽蓄对洪水的削减和各河段风浪高等不同条件，各段堤防的防御标准和堤防的安全超高有所不同（详见表 2-2）。

为控制主流游荡保护堤防，在加强大堤险工防护的同时，黄河下游还兴建了大量的控导工程以稳定河势，护滩保堤。先后改建和新建险工和护滩控导工程 318 处，护砌长共计 474km，占河道长的 65%。目前，高村以下长达 500km 的河道已基本得到控制，流路趋于稳定，东坝头到高村河段也建立了一些控制点，河势开始有了控制，在历年的防洪中发挥了控导河势、减少险情、护滩保堤的显著作用。