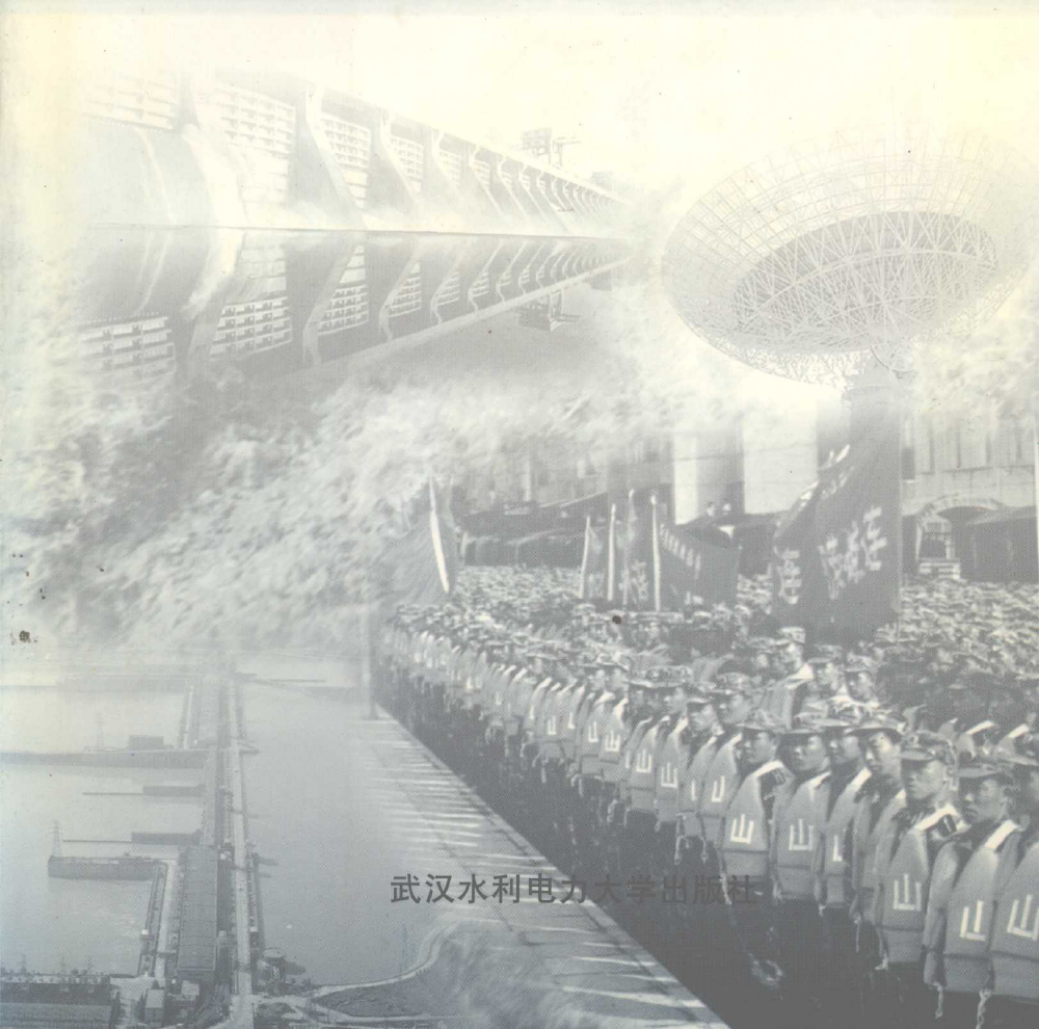


《江河防汛》丛书

江河防洪调度与决策

陈惠源 主编



武汉水利电力大学出版社

江河防汛丛书

江河防洪调度与决策

陈惠源 主编

武汉水利电力大学出版社

·武汉·

(鄂) 新登字 15 号

图书在版编目 (CIP) 数据

江河防洪调度与决策 / 陈惠源主编. — 武汉: 武汉水利电力大学出版社, 1999.6

(江河防汛丛书; 4)

ISBN 7 - 81063 - 038 - 5

I. 江… II. 陈… III. ①防洪-调度②河流-防洪工程 IV. TV87

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 14082 号

责任编辑: 瞿扬清 陶洪蕴 谢文涛 封面设计: 涂驰

武汉水利电力大学出版社出版发行

(武汉市武昌东湖南路 8 号, 邮编: 430072)

湖北省京山金美印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 5.375 字数: 145 千字

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷 印数: 0 001 — 4 500 册

ISBN 7-81063-038-5/TV·6 定价: 12.00 元

序

我国处于季风气候区，暴雨洪水十分频繁，洪涝灾害造成的损失和影响十分严重；自古以来，洪涝灾害就是中华民族的心腹之患。自西汉至中华人民共和国成立的二千多年中，我国发生可考证的洪水灾害有 1 092 次，黄河决溢 1 000 余次，重大改道 26 次，长江较大洪灾平均 10 年一次。一旦洪水泛滥，几乎都带来“人为鱼鳖”、“赤地千里”、“灾民遍野”的惨剧。因此，历代都将防治洪水作为治国安邦的大事。中华人民共和国成立后，对主要江河进行了大规模的治理，逐步形成了拦、蓄、分、泄相结合的防洪工程体系，以及通过法令、政策、经济等相结合的防洪非工程措施，构成了我国较完整的现代防洪系统。

尽管我国在水利建设方面取得了很大的成就，防洪减灾成效显著，但是由于气候的异常变化，人类活动的频繁和环境的影响，我国防洪形势仍十分严峻，洪水灾害仍时有发生，如 1954 年长江、1963 年海河、1975 年淮河、1991 年江、淮、1994 年珠江、1995 ~ 1996 年湘、资、沅水及赣江、1998 年长江及松花江等相继发生大洪水，经济损失均以千亿计。特别是 1998 年的特大洪水，全国人民在党中央坚强领导下，进行了气壮山河的抗洪斗争，振奋了国威，锻炼了人民，取得了伟大胜利。这场洪水也造成了巨大损失，受淹面积 6 610 km²，受灾人口 2.3 亿，直接经济损失达 2 600 多亿元。由此可见，防洪减灾仍是我国一项长期而艰巨的任务。广大水利技术干部和基层领导都迫切需要提高防汛抢险技能和防洪理论知识水平，以利今后更有效地从事防洪工作。

为适应这一形势，1998年汛后，武汉水利电力大学组织校内防洪有关学科的专家教授，在总结前人研究成果与工程实际经验的基础上，吸取了大量国内、外先进的新技术和新方法，及时编写了“江河防汛丛书”。该丛书共分六册，包含气象与洪水、江河防洪工程、防汛抢险技术、防洪调度与决策、洪灾风险与经济分析及灾后重建等六个方面，内容丰富新颖，图文并茂，深入浅出，既保持了理论系统的完整性，先进性，又密切联系我国当前实际，突出实用性和可读性。此书可作为各级防洪部门进行技术培训的教材，也可供从事防洪工程的技术人员和各级管理人员业务参考，以及满足大专院校有关专业的教学需要。可以相信，此丛书的出版，对提高防治洪水的科技水平和增强防洪减灾能力，将起到积极促进作用。

刘吉臻

1999.6.5.

前 言

洪水灾害是世界上许多国家都发生的严重自然灾害，也是中华民族的心腹之患。江河防洪调度决策关系到人民生命财产、社会安定、经济发展，特别是发生特大洪水时，其关键时刻的调度决策更是一发千钧，事关全局。本书论述了防洪工作不同阶段所涉及的决策问题，并以防洪调度决策为重点内容，较系统地介绍了水库防洪调度和江河防洪系统洪水调度的基本原理、方法、实时调度的决策过程及防洪调度决策的实施等。本书在编写过程中作者收集和参考了与防洪有关的国家法规、政策、条例，防汛机构和有关单位编制的手册、文件、研究报告、调度计划和总结，力求更好地反映防洪调度的指导思想、决策原则和实际经验。书中引用了一些防洪调度的工程实例，其目的只是为了便于说明防洪调度的方法，例中涉及的情况和数据可能与实际有些差别。

本书是《江河防汛丛书》中的一册。全书由陈惠源教授编写和统稿，高似春副教授参加了第四章第三、五节的部分编写工作。本书的编写得到武汉水利电力大学水资源教研室全体老师的关心和支持，特此致谢。

江河防洪调度是一项十分重要和极其复杂的工作。我国大江大河防洪斗争实践已积累了很丰富的洪水调度工作经验，现代高新科学技术在我国防洪领域的应用堪称日新月异，限于本书篇幅，难以做到全面反映我国江河防洪工作的情况，书中也难免存在缺点和错误，衷心希望专家和读者批评指正。

本书内容包括：江河防洪与决策分析，江河防洪规划，水库防洪调度，江河防洪系统洪水调度，江河防洪调度组织与实施。书中较系统地介绍了水库和江河防洪系统防洪调度的原理和方法，特

别是防洪实时调度的具体程序和操作方法，并列举了一些防洪调度实例。书中含有水情自动测报系统、防汛通信系统、防洪决策支持系统和国家防汛指挥系统框架的简介。

本书可作为从事防汛工作的领导和技术人员的参考书或干部培训教材，也可供高等院校有关专业师生及水利规划设计人员参考。

编 者

1999年7月10日

目 录

序

前言

第一章 江河防洪与决策分析	(1)
第一节 中国防洪问题概述	(1)
第二节 防洪问题决策分析	(7)
第三节 防洪决策支持系统与防汛指挥系统	(14)
第二章 江河防洪规划	(21)
第一节 防洪规划概述	(21)
第二节 防洪措施	(23)
第三节 江河防洪规划的编制	(29)
第四节 多目标决策基本原理和方法	(36)
第三章 水库防洪调度	(45)
第一节 水库防洪调度概述	(45)
第二节 水库调洪计算	(50)
第三节 水库调洪方式与防洪调度规则	(56)
第四节 分期洪水调度	(71)
第五节 水库防洪预报调度	(76)
第四章 江河防洪系统洪水调度	(81)
第一节 江河防洪调度概述	(81)
第二节 水库群防洪调度	(83)
第三节 水库群防洪调度数学模型	(90)
第四节 水库(群)与分(蓄)洪区联合运用	(103)
第五节 水库群与分蓄洪区防洪联合调度数学模型	(109)
第六节 江河防洪系统实时调度	(117)
第五章 江河防洪调度组织与实施	(126)

第一节	防洪调度指挥机构及其职责	(126)
第二节	防汛通信系统建设	(130)
第三节	江河防洪调度方案的实施	(138)
第四节	防洪调度工作的总结与考评	(151)
参考文献		(160)

第一章 江河防洪与决策分析

第一节 中国防洪问题概述

我国是世界上洪水灾害最严重的国家之一，防洪是我国政府和人民的一项长期的、艰巨的任务。认识我国洪水的特点及洪灾的严重性，对于增强全民的防洪意识，搞好防洪工作，有着十分重要的意义。

一、洪水及其成因

洪水一般是指由暴雨、急剧融冰化雪、风暴潮等自然因素引起的江河、湖、海水量迅速增加，水位迅猛上涨的自然现象。若洪水超过江河、湖、海、水库等水体的承受或容纳能力而泛滥成灾，则形成灾害性洪水。

我国幅员辽阔，形成洪水的气候和自然地理条件千差万别。按洪水成因的不同，可大致分为暴雨洪水、融雪洪水、冰凌洪水、风暴潮、山洪、泥石流、溃坝洪水等。在我国，上述各类洪水中发生最频繁、影响最大的是暴雨洪水。

我国暴雨洪水的量级之大居世界前列。根据实测降雨记录，我国最大 1 h 降雨量达 401 mm (发生在内蒙古上地)；最大 6 h 降雨量达 803 mm (发生在河南林庄)；1975 年 8 月河南省林庄最大 24 h 降雨 1 060 mm；1963 年 8 月河北省漳弘最大 7 天降雨 2 050 mm。高强度、大范围的降雨形成特大洪水，造成严重的洪水灾害。

气象条件是形成暴雨洪水的主要因素。我国位于欧亚大陆东南部，具有明显的季风气候特点。每年 4~9 月，大兴安岭、阴山、贺兰山、巴颜喀拉山、冈底斯山一线以东与以南的广大地区，

受海洋上输送的暖湿气流影响，形成高温多雨天气。7~8月份为季风最盛的多雨季节。来自太平洋的东南季风主要影响我国东部；来自印度洋的西南季风主要影响我国西南和南部地区。

我国各地暴雨洪水出现时序有一定规律。夏季出现的降雨带一般呈东西向，且雨带南北来回移动。集中的雨带常出现在西太平洋副热带高压的西北侧，雨带的移动与副热带高压脊线的位置变动密切相关。一般年份4月初至6月初，副热带高压脊线位于北纬 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，暴雨洪水多出现在珠江流域，在此期间南岭以南进入前汛期。6月中旬至7月初，副热带高压脊第一次北跳至北纬 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，雨带北移至江淮流域，南岭以南前汛期结束，江淮梅雨期开始。7月中下旬，副热带高压脊第二次北跳至北纬 30° 附近，雨带移至黄河流域，江淮梅雨结束，黄河两岸雨季开始。7月下旬至8月中旬，副热带高压脊第三次北跳，跃过北纬 30° ，雨带移至海滦流域、河套地区和东北一带；此时，华南受副热带高压脊以南的东风带影响，热带风暴和台风不断登陆，酿成第二个降水主峰期；与此同时，副热带高压脊控制下的地区则出现伏旱。8月下旬，副热带高压脊开始南撤，华北、华中雨季相继结束。

以上所述的时序规律，反映了我国汛期暴雨洪水较集中地出现的原因及其南北移动的一般正常过程。如果副热带高压脊在某一位置上迟到、早退或停滞不前，则会产生严重的洪涝灾害或旱灾。特别是副热带高压脊停留在华南的时间过长，则会形成江淮流域过长的梅雨期，而且可能出现强度大的连续暴雨及大面积的洪水灾害，如长江流域1931年、1954年、1991年和1998年的特大洪水灾害都具有这种气象特点。少数台风深入内地与西风带低值系统（包括锋、气旋、切变线、低涡和槽等）相结合则可能形成强度大的局部流域特大暴雨，如1935年7月鄂西大暴雨，1963年8月海河南系大暴雨和1975年8月淮河上游特大暴雨都具有这种特点。

我国的地形特性对暴雨洪水的形成也有重大影响。由于青藏

高原的存在，抑制了西部地区南北冷暖气流的交换，加强了东部季风的强度，造成暴雨集中，降雨强度增大。另外我国自西向东三个阶梯形的地貌，对西南暖湿气流向大陆输入的途径和热带风暴登陆后的影响范围都有明显的制约作用，从而形成了特大暴雨多集中分布于第二阶梯与第三阶梯的接壤地带。

二、我国洪涝灾害概况

据国外统计，全世界每年因自然灾害而死亡的人数中，约有75%是由洪灾造成的。暴雨洪水产生的灾害是对我国国民经济及人民的生命财产威胁最严重，影响最广的自然灾害。

洪涝灾害一般泛指洪灾与涝灾。汛期江河发生大洪水时，河流水位将迅速上涨而淹没河流滩地，甚至于大水漫溢泛滥或造成堤防溃决。由河川径流形成的自然灾害，称为洪灾。地表径流排泄入河，上级河道径流注入下一级河道，这是地表径流汇流的途径。汛期若某一级河道水位高涨，则可能造成某一区域的地表径流及该区河川径流排泄不畅。沿河平原地区由于河岸筑堤而改变排水条件，不利于当地径流的自由排泄。由于降雨过多，地表径流不能及时排出形成的地面积水，影响作物正常生长而形成的自然灾害，称为涝灾。实际情况往往很难严格区分洪灾与涝灾，我国的洪灾统计资料常见有洪涝灾害的统称，即不将二种灾害作分别统计。

据统计，自公元前206年至公元1949年的2155年间，我国共发生较大洪水灾害1029次，平均每两年发生一次。黄河自公元前602年至公元1938年花园口扒口的2540年间，决口泛滥的年份有543年，决溢次数1590余次，重要改道26次。长江中下游自公元前185年至公元1911年的2096年中，共发生洪灾214次。平均约十年一次。淮河自1400年至1900年的500年中，发生大水灾350次。海河自1368年至1948年580年间共发生洪灾387次，17世纪以来，曾有5次洪水波及北京，8次洪水殃及天津。辽河近百年来共发生洪水灾害50多次。松花江自1856年至

1949年共发生11次大洪水。珠江自汉代以来的2000年中，粗略统计发生较大洪水灾害约408次。

新中国成立以来，经过大量修建堤防、水库以及河道整治，使江河防洪标准有了很大提高，但是从全国范围讲，每年都发生过损失程度不同的洪涝灾害。据统计，全国多年平均受洪涝灾害面积813.7万 hm^2 （12205万亩），其中成灾448.1 hm^2 （6721万亩），每年直接经济损失不少于人民币百亿元。

表1.1列出了我国大江大河发生大洪水年份（1954年、1956年、1963年、1985年、1991年）全国洪涝灾害的情况。表中数字表明，这几年全国洪涝灾害受灾面积均突破1333.3万 hm^2 （2亿亩），成灾面积均超过666.7万 hm^2 （1亿亩）。

表 1.1 大江大河发生大水年份的洪涝灾害情况

年份	受灾面积 (万亩)	成灾面积 (万亩)	发生大水的江河
1954	24 197	16 958	长江、淮河
1956	21 566	16 358	海河、淮河
1963	21 107	15 719	海河、淮河
1985	21 296	13 424	辽河
1991	36 894	21 921	江淮

注：1亩=1/15 hm^2

我国受洪水威胁的地区范围很广，其中对我国社会和经济发
展影响重大的地区主要集中在黄河、长江、淮河、海河、松花江、
辽河和珠江七大江河的中下游平原地区以及滨海诸河及黄河、长
江、珠江等江河上游局部河谷平原。这些受洪水威胁的重点地区

总土地为 73.8 万 km^2 ，耕地约 3 333.4 万 hm^2 (5 亿亩)，占全国总耕地面积的 35%；有人口 4.2 亿，占全国总人口的 40%；工农业产值约占全国总产值的 60%。保证这些地区的防洪安全，对于我国国民经济的发展和社会安定，有举足轻重的影响。

新中国成立以来，特别是改革开放以来，我国经济发展迅速。为了保障人民生命财产的安全，为了社会稳定和国民经济持续发展，我国正面临着越来越繁重的防洪任务。不容忽视的事实是，在发展经济的过程中还存在一些对防洪产生负效应的生产活动。如野蛮伐木毁林等人为破坏流域地表植被，造成水土流失；盲目围湖造田，侵占河滩地，减小河道的行洪能力。今后我国防洪减灾的形势依然会很严峻，必须将防洪建设纳入国民经济发展的长期总体规划之中，作为经济持续发展的重要组成部分。

三、我国的防洪形势

1. 防洪工程建设的成就

新中国成立以来，我国进行了一系列大规模的防洪工程建设，防洪事业成绩巨大，防洪减灾效益显著。目前各主要江河基本上形成了以水库、堤防、蓄滞洪区或分洪河道为主体的拦、排、滞、分相结合的防洪工程体系，防洪非工程措施也得到重视和加强。这些成就主要体现在

(1) 加修加固堤防。全国江河堤防总长由解放前的 4.2 万 km 增加至 21.6 万 km ，共保护耕地 3 220.0 万 hm^2 (4.83 亿亩)，保护人口 3.22 亿。

(2) 修建了大量的水库工程。解放前，全国只有十几座水库，目前已有大中小型水库 86 000 多座，总库容 4 500 亿 m^3 ，其中大型水库 358 座，总库容 3 357 亿 m^3 。这些水库在防洪中发挥了重要作用。

(3) 在主要江河上开辟了分蓄洪区 100 多处。其中长江、黄河、淮河、海河四大流域共有蓄滞洪区 98 处，总蓄洪量 970 多亿 m^3 。

(4) 疏浚整治河道及开辟排洪入海出路。如海河流域扩建、开辟子牙新河、滏阳新河、独流减河、永定新河、漳卫新河等，开挖疏浚了各河分流入海的河道，改变了各河洪水汇集于天津入海的局面。淮河流域扩大了入江水道，开挖了苏北灌溉总渠和淮沭新河等，增大了排水入海的能力。

(5) 大力开展水土保持工作，初步治理了水土流失面积约 50 万 km²。

(6) 逐步建立和完善防洪非工程措施。如建立健全流域机构及重点省、市防汛指挥调度中心，重点河段和重要水库建立水文自动测报系统，加强全国防汛通信干线，在大流域蓄滞洪区建立报警系统，开展洪水预报，研究制定和完善洪水调度方案等。这些防洪非工程措施正逐步在我国的防洪斗争中取得显著的减灾效果。

2. 我国江河防洪面临的问题

新中国成立以来，我国人口增长快，经济发展也很快。为了保障人民生命财产的安全，为了社会的稳定和国民经济的持续发展，当前我国面临的防洪任务越来越繁重。如前所述，建国以来我国的防洪设施的建设已取得显著的成就，但是从近年来的抗洪实践看，特别是从 1998 年嫩江、松花江和长江抗御特大洪水的斗争实践看，目前我国的防洪工作还存在如下的一些弱点和问题。

(1) 江河防洪标准偏低。我国大江大河一般只能控制常遇洪水，尚难抵御建国以来出现的最大洪水，更不能抗御历史曾经出现的特大洪水。中小河流防洪标准更低。对于经济发展迅速的我国东南沿海地区而言，如长江三角洲、珠江三角洲、太湖流域等，江河和海堤的防洪标准与经济发展极不相适应。还必须看到，约占我国已建成的水库总数 1/3 的水库仍属于病险水库，它们无疑将加大洪灾风险。

(2) 河道行洪能力和湖泊调蓄能力普遍下降。河道人为设障，盲目围垦湖泊洼地，与水争地；野蛮伐木毁林，破坏地表植被，

造成水土流失，泥沙淤积。这些破坏自然生态环境的生产活动，势必导致加重洪灾损失的严重后果。淮河 1991 年洪水与 20 世纪 50 年代相比，同等流量的水位高 1 m 左右，同等水位下的泄流能力约减小 20%。近 30 年来，湖南、湖北、江西、安徽、江苏 5 省被围垦的湖泊面积超出 12 000 km²，其中湖北省的湖泊面积损失了约 70%。1998 年大水之后，洞庭湖、鄱阳湖已开始有计划地退田还湖，长江上中游水土保持工作正在有力开展，伐木毁林已下令禁止。

(3) 蓄滞洪区安全运用存在问题。目前我国江河依靠堤防、河道、水库所形成的防洪能力仍然较低，分蓄洪区能否安全有效地运用，仍是发生大洪水时避免和降低洪水灾害的重要环节。但是蓄滞洪区的运用面临着一些困难。分蓄洪区人口和经济发展过快，如荆江分洪区 1954 年仅 17 万人，而目前已超过 48 万人，势必大大地增加了一次分洪运用的经济损失和安全撤离工作的难度。

(4) 城市防洪标准较低。全国 30 个重点防洪城市，除北京、上海、沈阳、长春、哈尔滨、广州等达到百年一遇以上防洪标准外，其余城市只有 10 ~ 60 年一遇的防洪标准。全国 300 多个有防洪任务的城市，防洪标准低于 20 年一遇的占 2/3。

(5) 防洪非工程措施有待加强。做好气象与洪水预报及洪水调度工作，完善分蓄洪区通信报警系统，制定城乡安全建设条例与分蓄洪区管理法规，试行防洪基金与防洪保险制度等，是今后应抓紧逐步实施和完善的非工程措施。

第二节 防洪问题决策分析

一、关于决策的初步知识

决策是指人们为所要从事的活动选择行动方案的行为，它包括行动前对目标与手段的探索、判断与抉择的全过程。决策是人

类的基本活动之一，人类在政治、经济、生产、技术和日常生活等诸多方面的活动中，遇到各种不同的问题，都必须分别作出相应的决策。

信息是决策的基础。决策过程要求不失时机地提供必要的，可以满足要求的，系统、真实的高质量信息。例如气象、水文和工程的信息是防汛决策的耳目，正确的洪水调度决策不可能离开及时的、可靠的、必要的相关信息。

人们在社会实践活动中常常需要作出决策，但是并非每一个人都善于决策。正确的决策指导正确的行动，正确的行动产生良好的效果；反之，错误的决策可能导致出现不可挽回的损失和危害。为了保证决策的正确性，决策者必须深入调查研究，充分搜集和分析相关信息，抓住问题的实质，准确地揭示矛盾，正确运用系统分析方法以及现代决策理论和方法，力争在环境信息不完全确定的条件下作出合理的决策。

我国长期的防洪斗争实践表明，江河防洪的方针、策略、方案是逐步形成和不断完善的，它是汲取长期以来防洪斗争的正、反面经验，凝聚人民的智慧以及有效采用现代科学技术的产物。鉴于防洪问题决策环境的复杂性，目前已形成的江河防洪的方针、策略还必须经受社会经济发展和自然环境演变的考验，并要求在不断变化的环境中作出相应的调整和修正。

从不同的角度出发，可对决策作出不同的分类。从防洪问题的决策实践看，一般可认为存在三类性质有所区别的防洪决策。其一是防洪方略的研究、讨论和制定。它主要是探讨对江河治理具有全局性和长远意义的主导思想，提出指导编制江河防洪规划及防洪工程建设的方针。其二是江河流域防洪规划的编制，包括作出选择流域防洪规划方案的决策。防洪方略与防洪规划是一脉相承的，规划方案是体现防洪方略主导思想的行动计划。其三是江河防洪调度决策。它包括江河防洪系统或一些具体的防洪工程(如水库、分蓄洪区等)调度方案的制定，以及一场洪水的防汛调