

防汛抗旱 专业干部培训教材

国家防汛抗旱总指挥部办公室 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

防汛抗旱 专业干部培训教材

国家防汛抗旱总指挥部办公室 编著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书在全面总结我国防汛抗旱方面的成功经验的基础上,系统地阐述防汛抗旱基本知识和技术要素,供从事防汛抗旱工作人员学习和培训,旨在提高其工作能力和水平。全书共十五章,其中防汛部分十章,主要介绍洪水与洪涝灾害、防洪规划和防洪标准、防洪工程措施、防洪非工程措施、雨水情预报、防洪指挥调度、防汛抢险、防汛经费与物资、洪涝灾害统计与评估、防洪效益;抗旱部分五章,主要介绍干旱灾害、抗旱减灾体系、抗旱工程措施、抗旱非工程措施、旱情统计与评估。

本书可作为各地防汛抗旱专业人员、参加抗洪抢险的解放军指战员,以及各级从事防汛抗旱减灾工作的人员培训和了解相关知识的教材,也可供大专院校相关专业的师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

防汛抗旱专业干部培训教材/国家防汛抗旱总指挥部
办公室编著. —北京:中国水利水电出版社, 2010.2 (2015.5 重印)
ISBN 978-7-5084-7228-7

I. ①防… II. ①国… III. ①防洪-干部教育-教材
②抗旱-干部教育-教材 IV. ①TV87②S423

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 025504 号

书 名	防汛抗旱专业干部培训教材
作 者	国家防汛抗旱总指挥部办公室 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市北中印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 28 印张 664 千字
版 次	2010 年 2 月第 1 版 2015 年 5 月第 4 次印刷
印 数	10001—12000 册
定 价	68.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《防汛抗旱专业干部培训教材》

编写委员会

主	任	张志彤					
副	主	廖义伟	田以堂	程殿龙	邱瑞田	李坤刚	
委	员	张旭	束庆鹏	周一敏	翟家瑞	史光前	
		张金良	王震宇	李明	巨安祥	万海斌	
		尚全民	刘玉忠	王翔	王章立	张家团	
		刘学峰	姚文广	徐宪彪			

主	编	周一敏	王章立		
副	主	编	陈银太	刘学峰	和瑞茹

参加编写人员 (以姓氏笔画为序)

万海斌	万群志	马骏	王剑	王威
王庆斋	王俊宽	王春青	兰华林	刘玉忠
刘龙庆	刘志雨	吕娟	孙振谦	成福云
许珂艳	郭虹霞	张永	张长青	张希玉
张宝森	张荣刚	张素平	李世明	李旭东
李胜阳	杨扬	杨昆	杨特群	杨敏哲
苏志诚	陈敏	周景芍	尚全民	屈艳萍
岳瑜素	金东春	姚文广	赵咸榕	饶素秋
徐宪彪	秦鸿儒	贾汀	陶新	章四龙
黄思平	黄淑阁	彭梅香	温丽叶	程艳红
韩东平	蔡彬	魏向阳		

前 言

洪涝和干旱灾害是我国危害最大、造成损失最严重的自然灾害之一，是我国国民经济和社会持续发展的心腹之患。防御水旱灾害，减少灾害损失，关系到社会安定、经济发展和生态与环境的改善。

中华人民共和国成立以来，中国共产党和政府领导全国人民进行了大规模的水利建设，在防洪抗旱减灾方面成绩斐然。各主要江河基本形成了以水库、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和水文预测预报等防洪非工程体系，防洪减灾效果明显。同时，兴建了大量的蓄水、引水、提水工程，形成了比较完善的供水保障体系，提高了抗御旱灾的能力。

尽管我国在防御洪涝和干旱灾害方面做出了很大努力，并取得巨大成就，但由于自然、社会和经济条件的限制，我国现在的防洪抗旱减灾能力仍然较低，不能适应社会、经济迅速发展的要求，防减灾仍是一项长期而艰巨的任务。

本书旨在全面总结我国防汛抗旱方面的成功经验，系统地阐述防汛抗旱知识，供从事防汛抗旱工作人员培训学习，以期提高工作能力和水平。全书共十五章，其中防汛部分十章，主要介绍洪水与洪涝灾害、防洪规划和防洪标准、防洪工程措施、防洪非工程措施、雨水情预报、防洪指挥调度、防汛抢险、防汛经费与物资、洪涝灾害统计与评估、防洪效益；抗旱部分五章，主要介绍干旱灾害、抗旱减灾体系、抗旱工程措施、抗旱非工程措施、旱情统计与评估。本书可作为各级防汛抗旱专业干部的培训教材，也可供各级相关部门的工程技术人员和有关高等院校的师生参阅。

本书编写过程中参考了国家防汛抗旱总指挥部办公室编写的《防汛手册》、《中国防汛抗洪指南》、《中国江河防洪丛书》、《防汛抢险技术》等专著，水利部组织编制的流域防洪规划，以及长江水利委员会、黄河水利委员会、松辽水利委员会、陕西省防汛抗旱指挥部办公室编写的有关技术手册和基本资料。本书第一章至第十章由王章立统稿，第十一章至第十五章由刘学峰统稿，全书由周一敏、王章立主编，由国家防汛抗旱总指挥部办公室常务副主任、教授级高级工程师张志彤审定。在编写过程中赵春明、李宪文、赵宝玉、翟家瑞、宋玉杰、刘贵芝、罗启民、张红月、李跃伦等专家、教授参与了审查和修改，提出了许多宝贵意见，在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，书中不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2009年12月

目 录

前言

第一章 洪水与洪涝灾害	1
第一节 主要洪水类型	1
第二节 主要江河洪水特性	6
第三节 洪涝灾害	12
第二章 防洪规划和防洪标准	28
第一节 防洪减灾体系及现状	28
第二节 防洪规划原则及标准	36
第三节 防洪规划方案	41
第三章 防洪工程措施	70
第一节 概述	70
第二节 堤防工程	71
第三节 水库工程	80
第四节 蓄滞洪工程	88
第五节 河道整治工程	96
第六节 水闸工程	112
第四章 防洪非工程措施	118
第一节 概述	118
第二节 防汛法规和制度建设	118
第三节 防汛抗旱组织与责任制	120
第四节 防洪方案	128
第五节 防洪区管理	131
第六节 水情监测	133
第七节 防汛通信	139
第八节 防汛抗旱指挥决策系统	143
第五章 雨水情预报	146
第一节 概述	146
第二节 暴雨预报	146
第三节 洪水预报	161

第四节	冰情预报	186
第六章	防洪指挥调度	192
第一节	防洪调度工作程序	192
第二节	水库防洪调度与管理	195
第三节	蓄滞洪区调度运用	201
第四节	防汛物资调度	202
第七章	防汛抢险	204
第一节	概述	204
第二节	巡堤检查与工程检查	210
第三节	主要险情及抢险方法	221
第八章	防汛经费与物资	250
第一节	防汛经费	250
第二节	防汛物资	255
第九章	洪涝灾害统计与评估	274
第一节	洪涝灾害统计与上报	274
第二节	洪涝灾情的核灾与评估	285
第十章	防洪效益	288
第一节	防洪效益的分类	288
第二节	防洪经济效益的分析	289
第三节	致灾洪水及其淹没范围的确定	292
第四节	洪灾调查及洪灾量的确定	296
第五节	防洪经济效益计算	301
第十一章	干旱灾害	305
第一节	基本概念	305
第二节	干旱灾害成因及特点	308
第三节	干旱灾害影响	311
第四节	典型干旱灾害	315
第十二章	抗旱减灾体系	321
第一节	抗旱减灾体系现状	321
第二节	抗旱减灾工作存在的问题	323
第三节	抗旱减灾的目标与任务	326
第十三章	抗旱工程措施	330
第一节	蓄水工程	330
第二节	引水工程	343

第三节	提水工程	348
第四节	调水工程	359
第五节	节水灌溉工程	367
第六节	抗旱应急（备用）水源工程	375
第七节	其他工程	378
第十四章	抗旱非工程措施	384
第一节	抗旱组织机构	384
第二节	抗旱法规和制度	385
第三节	抗旱规划	390
第四节	抗旱预案	395
第五节	抗旱信息管理	398
第六节	抗旱经费及物资保障	403
第七节	抗旱服务组织	407
第八节	抗旱水量调度	412
第九节	农业抗旱节水技术	420
第十五章	旱情统计与评估	423
第一节	旱情统计	423
第二节	旱情评估	431
参考文献		439

第一章 洪水与洪涝灾害

第一节 主要洪水类型

一、洪水基本概念

洪水是指由于暴雨、冰雪融化、水库垮坝、风暴潮等原因，使得江河、湖泊水量迅速增加及水位急剧上涨的现象。一般可分为暴雨洪水、融雪洪水、冰川洪水、冰凌洪水、雨雪混合洪水、溃坝洪水等。我国河流的主要洪水大都是暴雨洪水，多发生在夏、秋季节，一些地区春季也可能发生。以地区划分，我国中东部地区以暴雨洪水为主，西北部地区多融雪洪水和雨雪混合洪水。

洪水的形成和特性主要决定于所在流域的气候和下垫面等自然地理条件。此外，人类活动对洪水形成过程也有一定影响。我国地域辽阔，洪水在时间和地区的分布上千差万别。有些地区洪水频繁发生，有些地区较少发生洪水；有的季节洪水严重，有些季节较少发生洪水。

（一）影响洪水发生的气候因素

影响洪水形成及洪水特性的气候要素中，最重要、最直接的是降水。对于冰凌洪水、融雪洪水、冰川洪水来说，气温是重要要素；其他气候要素，如蒸发、风等也有一定影响。降水、气温情况，又都受季风活动的影响。

1. 季风气候的影响

由于我国所处中纬度和大陆东岸的地理位置，加上青藏高原的影响，季风气候异常明显，成为中国气候的一个基本特点。季风气候的特征，主要表现为冬夏盛行风向有显著变化，随着季风的进退，降雨有明显的季节性。在我国，冬季盛行来自大陆的偏北气流，水汽不足，气候干冷，降水很少，形成旱季；夏季盛行来自海洋的偏南气流，水汽充沛，气候湿热多雨，形成雨季。我国气候总的特征是冬干夏湿，降雨主要集中在夏季。季风气候的另一重要特征是，随着季风进退，雨带出现和雨量的大小有明显的季节变化。

随着季风的进退，盛行的气团在不同季节中产生了各种天气现象。其中与洪水关系最密切的是梅雨和台风。梅雨是长江中下游和淮河流域每年6月上中旬至7月上中旬一段时间的大范围降水天气。一般是连续性降水间有暴雨，形成持久的阴雨天气。台风是发展强盛的热带低压气旋。台风所挟带的狂风暴雨，一方面会造成江河洪水暴涨；另一方面，在沿海地区还会引起风暴潮灾害。

2. 降水

我国是一个暴雨洪水多发的国家。降水是形成洪水的要素，尤其是暴雨和连续性降水对于灾害性洪水的形成尤为重要。我国境内降水的水汽主要来自太平洋和印度洋，所以夏季风（包括东南季风和西南季风）的强弱对我国降水量的地区分布和季节变化有着重要影

响。自北冰洋输入我国的水汽，仅对新疆北部降水有一定作用。我国多年平均年降水量地区分布的总趋势是，从东南沿海向西北内陆递减。400mm 雨量等值线由大兴安岭西侧向西南延伸至我国与尼泊尔边境。以此线为界，东部明显受季风影响，降水量多，属湿润地区；西部不受或受季风影响较小，降水稀少，属干旱地区。

降水对洪水的影响主要表现在降雨历时和降水强度。我国各地大强度降水一般发生在雨季，往往一个月的降水量可占全年降水量的 $1/3$ ，甚至超过一半，而一个月的降水量又往往由几次或一次大的降水过程所决定。各地历年最大年降水量与最小年降水量相差悬殊，而且年降水量越小的地区，二者相差越大。据统计，西北地区（除新疆西北山地）二者比值大于 8；华北一般为 4~6；南方较小，一般为 2~3。如河北保定 1954 年降水量 1316.8mm，为 1975 年降水量 202.4mm 的 6.5 倍；甘肃敦煌 1979 年降水量 105.5mm，是 1956 年 6.4mm 的 16.5 倍；新疆托克逊站 1979 年降水量 23.8mm，为 1968 年降水量 0.5mm 的 47.6 倍。

3. 气温

气温对洪水最明显的影响主要表现在融雪洪水、冰凌洪水和冰川洪水的形成、分布和特性方面。另外，气温对蒸发影响很大，间接影响着暴雨洪水的产流量。

（二）影响洪水发生的下垫面因素

影响洪水发生及洪水大小的第二大因素是流域的下垫面条件。流域的下垫面因素包括地形、地质、土壤、植被以及流域大小、形状等。下垫面因素可能直接对径流产生影响，也可能通过影响气候因素间接地影响流域的径流。

流域地形主要通过影响气候因素对年径流量发生影响。比如，山地对于水汽运动有阻滞和抬升作用，使山脉的迎风坡降水量和径流量大于背风坡。

植物覆被（如树木、森林、草地、农作物等）能阻滞地表水流，同时植物根系使地表土壤更容易透水，加大了水的下渗。植物还能截留降水，加大陆面蒸发。植被增加会使年际和年内径流差别减少，延缓径流过程，使径流变化趋于平缓，使枯水期径流量增加。

流域的土壤岩石状况和地质构造对径流下渗具有直接影响。如流域土壤岩石透水性强，降水下渗容易，会使地下水补给量加大，地面径流减少。同时因为土壤和透水层起到地下水库的作用，会使径流变化趋于平缓。当地质构造裂隙发育，甚至有溶洞的时候，除了会使下渗量增大，还可能形成不闭合流域，影响流域的年径流量和年内分配。

流域大小和形状也会影响年径流量。流域面积大，地面和地下径流的调蓄作用强，而且由于大河的河槽下切深，地下水补给量大，加上流域内部各部分径流状况不容易同步，使得大流域径流年际和年内差别相对较小，径流变化比较平缓。流域的形状会影响汇流状况，比如流域形状狭长时，汇流时间长，相应径流过程线较为平缓，而支流呈扇形分布的河流，汇流时间短，相应径流过程线则比较陡峻。

流域内的湖泊和沼泽相当于天然水库，具有调节径流的作用，会使径流过程的变化趋于平缓。在干旱地区，由于蒸发量增大，会使径流量减少。

二、洪水基本特征

洪水从发生到消退往往体现为一个具体的过程。定量描述洪水过程的指标有洪峰流量、洪峰水位、洪水过程线、洪水总量（洪量）、洪水频率（或重现期）等。

(一) 洪峰流量和洪峰水位

降雨产生径流并陆续汇入河道,使流量和水位不断增长,我们将洪水通过河川某断面的瞬时最大流量值称为洪峰流量,以立方米每秒 (m^3/s) 为单位;其最高水位,称为洪峰水位,以米 (m) 为单位。

(二) 洪水过程线和洪水总量

洪水流量由起涨到达洪峰流量,此后逐渐下降,到暴雨停止后的一定时间,河水流量及水位回落到接近原始状态。以时间为横坐标,以江河的水位或流量为纵坐标,可以绘出洪水从起涨至峰顶再回落到接近原来状态的整个过程曲线,称为洪水过程线;一次洪水过程通过河川某断面的总水量,称之为该次洪水的洪量,其单位常为亿 m^3 ;水文上也常以一次洪水过程中,一定时段通过的水量最大值来比较洪水的大小,如最大 3 天、7 天、15 天、30 天、60 天等不同时段的洪量。

(三) 洪水频率

根据洪水的统计特性,利用现有实测和调查洪水资料,分析洪水变量(水位、流量、洪量等)值出现的频率(或重现期)之间的定量关系,称洪水频率分析。

1. 经验频率

在实测洪水样本系列中某洪水变量 X 大于或等于一定数值 X_m (即 $X \geq X_m$) 的可能性的 大小即为频率。用数学符号可写成 $P_m \{X \geq X_m\}$, 其值在 0~1 之间。经验频率计算公式为

$$P_m = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中: n 为全部实测洪水系列长度(样本系列长度); P_m 为全部实测洪水系列中按大小顺序排位的第 m 项的经验频率。

2. 重现期

重现期是指某洪水变量大于或等于一定数值 X_m (即 $X \geq X_m$) 在很长时期内平均多少年出现一次的概念,这是洪水频率的另一种表示方法。重现期 T 与频率 P 的关系为 $T = 1/P$, 单位为年。

3. 频率曲线

把洪水变量和频率表达成一定的数学关系式并将其绘成图形,即为频率曲线。其线形一般采用皮尔逊Ⅲ型分布曲线。频率曲线常绘在频率格纸上,横坐标表示频率,纵坐标为洪水变量。

(四) 统计参数

绘制频率曲线,除需要掌握洪水系列的经验以外,还应确定系列的统计参数。一般用均值 $\bar{X}$ 、变差系数 C_v 和偏差系数 C_s 三个统计参数表示。 $\bar{X}$ 是集中表现系列数量级大小或水平高低的指标; C_v 表示系列中各项数值对其均值相对离散程度的指标,为系列均方差与均值之比; C_s 表示系列中各项数值偏于均值左右的情况的相对指标。

三、主要洪水类型

我国江河众多,流域面积在 1000km^2 以上的河流约 1500 多条,按照河流洪水的成因条件可以分为暴雨洪水、融雪洪水、冰凌洪水、冰川洪水、风暴潮、泥石流、溃坝洪水等,各

种类型的洪水都可以造成灾害。在我国，绝大多数河流发生的洪水以暴雨洪水为主。

（一）暴雨洪水

暴雨洪水多发生在夏秋季节，发生的时间自南向北逐渐推迟。大范围暴雨主要由两种天气系统形成：一是西风带低值系统，包括锋、气旋、切变线、低涡和槽等，影响全国大部分地区。这类暴雨一般持续时间长、覆盖面广、降水总量大，在大流域内往往形成组合型的暴雨洪水，常可造成大面积严重的洪水灾害。二是低纬度热带天气系统，主要是热带风暴、强热带风暴和台风，常见于东南沿海和华南各省。台风带来的暴雨洪水峰高量大，能在较大范围造成洪水威胁。此外，在干旱或半干旱地区，因强对流天气作用，也可以形成局地性雷暴雨，常在小流域上形成来势猛、涨落快、峰高量小的洪水，造成小范围的严重灾害。

暴雨洪水的特点决定于暴雨，也受流域下垫面条件的影响。同一流域不同的暴雨要素，如暴雨笼罩面积、过程历时、降水总量及其强度以及暴雨中心位置、移动的路径等，可以形成大小和峰形不同的洪水。暴雨洪水一般特点是，洪水涨落较快，起伏较大，具有很大破坏力，特大暴雨形成的洪水常可造成严重洪灾，导致巨大的经济损失、人员伤亡以及对生态环境的破坏；洪水年际变化很大，经常出现的洪水与偶尔出现的特大洪水其量级相差悬殊，给江河治理带来很大困难。

（二）融雪洪水

融雪洪水是由冰融水和积雪融水为主要补给来源的洪水。融雪洪水主要分布在我国东北和西北高纬度山区，经漫长的冬季积雪到翌年春夏气温升高，积雪融化，形成融雪洪水，若遇急剧升温，大面积积雪迅速融化会形成较大洪水。融雪洪水一般发生在4~5月，洪水历时长、涨落缓慢，受气温影响，洪水过程呈锯齿形，具有明显的日变化规律。洪水大小取决于积雪面积、雪深、气温和融雪率。西北高寒山区的积雪，因春夏强烈降雨和雨催雪化可以形成雨雪混合型洪水，在融雪径流之上，再加上陡涨陡落的暴雨洪水，可以产生更大的洪峰流量。

（三）冰凌洪水

冰凌洪水是由大量冰凌阻塞，形成冰塞或冰坝，使上游水位显著壅高，当冰塞融解，冰坝突然破坏时，槽蓄水量下泄所形成的洪水过程。冰塞、冰坝的形成或破坏常常造成严重灾害，例如1969年2月黄河下游冻口以上形成长20余km的冰坝，冰坝上游水位壅高，超过了1958年特大洪水位，大堤出现渗水、管涌、漏洞等险情。危害较大的冰凌洪水，主要发生在黄河干流上游宁蒙河段和下游山东省河段，以及松花江哈尔滨以下河段。

（四）冰川洪水

冰川洪水（高山冰雪融冰洪水）是由冰川和永久积雪融水为主要补给而形成的洪水。这种洪水发生在拥有冰川和永久积雪的高寒山区河流。

我国有永久积雪区即现代冰川5870km²，主要分布在西藏和新疆境内，占全国冰川面积的91%，其余分布在青海、甘肃等省区。冰川洪水一般发生在7~8月，洪水峰、量的变化取决于冰川消融的面积和气温上升的梯度，一般无暴涨暴落现象，但有明显日变化。突发性冰川洪水，往往由冰湖溃坝形成，洪峰陡涨陡落，具有很大的破坏力。冰川洪水主要分布在天山中段北坡的玛纳斯地区，天山西段南坡的木札特河、台兰河，昆仑山喀喇喀什河，喀喇

昆仑山叶尔羌河，祁连山西部昌马河、党河，喜马拉雅山北坡雅鲁藏布江部分支流。

(五) 风暴潮

风暴潮是沿海地区一种严重的洪水灾害，是由强风和/或气压骤降等剧烈大气扰动引起的沿海或河口水面异常升高的现象，又称风暴增水。风暴增水与天文高潮或江河洪水遭遇，水位陡涨，漫溢堤岸，则造成风暴潮洪水灾害。

通常把风暴潮分为热带风暴（台风、飓风）引起的热带风暴潮和温带气旋引起的温带风暴潮两类。在我国，热带风暴潮即通称的台风风暴潮，温带风暴潮则是在北部海区由寒潮大风引起的风暴潮。

台风风暴潮主要是由台风域的气压降低和强风作用所引起。这种风暴潮在我国沿海从南到北都有发生，在东南沿海发生频次更多，增水量值更大。其发生的季节与台风同步，一年四季都有可能，而以台风盛行的7月、8月、9月最为频繁。

温带风暴潮主要出现在莱州湾和渤海湾沿岸一带，与寒潮大风季节同步，主要发生在春秋和冬季。

(六) 泥石流

泥石流是一种发生在山区河流沟谷中的包含泥、石、水的液固两相流，是一种破坏力很大的突发性特殊洪流。暴雨和/或冰雪融水是其发生的诱因。泥石流按其固体物质构成不同，可分为泥石流、泥流和水石流等3类。

1. 泥石流形成的基本条件

泥石流形成的基本条件是：沟谷内有丰富的松散固体堆积物；沟谷地形陡峻、比降很大，有暴雨或/和冰川积雪融水等足够的水源补给。乱垦滥牧、弃土堆渣不当等人类活动也会促成或加剧泥石流的发生。

2. 泥石流的特点

泥石流发生的时间和地区有以下特点：

(1) 在时间方面，泥石流往往发生在暴雨季节，或者冰川和高山积雪强烈融化的时期。

(2) 在地区方面，泥石流主要发生在断裂褶皱发育、新构造运动活跃、地震活动强烈，植被不良、水土流失严重的山区及有现代冰川分布的高山地区。

(七) 溃坝洪水

溃坝洪水包括：堵江堰溃决、水库垮坝和堤防决口所形成的3类洪水。堵江堰溃决主要是地质或地震原因引起的，水库垮坝和堤防决口则与气象、人为因素有关。地震破坏坝体结构也可能导致水库垮坝。垮坝洪水很少发生，但往往是毁灭性的。

1. 堵江堰溃决洪水

由于地质或地震原因引起的山体滑坡，堵江断流，经过一段时间后，壅水漫坝，导致溃决，河槽蓄水突然释放形成骤发洪水。这类洪水在我国主要发生在人烟稀少的西南高原山区。

2. 水库溃坝洪水

我国已建成各类水库8万余座，遍布全国，为防洪和综合利用水资源，促进经济发展和保障人民生命财产安全发挥了重要作用。但也曾多次发生垮坝事故，造成人员伤亡和经

济损失。

水库溃坝洪水的突出特点是洪峰高、历时短、流速大，往往造成下游毁灭性灾害，特别是人员伤亡。如“75.8”淮河上游洪水，板桥及石漫滩水库垮坝。我国水库数量多，防止水库垮坝是防洪工作的重中之重。

3. 堤防决口洪水

堤防决口洪水是指洪水超过堤防设计标准，或堤防质量差，主流直冲堤防而抢护不及，或者因人为设障壅高水位而造成的漫决、冲决或溃决洪水。

四、设计洪水

水利水电工程的规划设计和运行中，往往需要将一定标准的洪水过程作为依据，某一防洪标准所依据的洪水称为设计洪水。首先，设计洪水是指符合一定设计标准的洪水，它包括设计洪峰流量、一定时段的设计洪水总量和设计洪水过程线 3 个要素；其次，防洪设计标准是指防洪保护对象和防洪工程本身的防洪安全标准。防洪设计标准是衡量水利工程防御标准的指标，通常采用洪水的重现期作为洪水的设计标准。

设计洪水是水利水电工程规划设计的基本依据，合理分析计算设计洪水是正确解决工程规划设计中安全和经济矛盾的重要环节。如果设计洪水定得过大，就会使工程造价增加很多，但工程安全上承担的风险要小些；反之，如果设计洪水定得过小，虽然工程造价降低，但工程遭受破坏的风险却增大了。

设计洪峰、洪量和洪水过程线的确定，一般根据工程的性质和洪水资料采取多种方法计算，综合分析论证，合理选用成果。常用的计算方法有：

(1) 根据流量资料计算设计洪水。当工程所在地或附近有较长而且可靠的洪水观测资料时采用。

(2) 根据雨量资料计算设计洪水。一般用于洪水流量观测资料系列过短，但流域内有较长系列雨量观测资料的地区。

(3) 地区综合计算设计洪水。当工程所在地流量、雨量资料均短缺，可在自然地理条件相似的地区，对有资料流域的洪水流量、雨量和历史洪水资料进行综合分析，通过建立经验关系推求设计地点的设计洪水。

第二节 主要江河洪水特性

一、我国江河分布情况

我国江河众多，流域面积在 100km^2 以上的河流约 5 万条，流域面积在 1000km^2 以上的河流约 1500 条，超过 1万 km^2 的河流有 79 条。河流是气候的产物，又受地形、地貌等因素的影响，绝大多数河流分布在气候较为湿润和多雨的东部与南部地区，西北地区气候干旱，河流稀少，并有较大范围的无流区。我国主要河流特征见表 1-1。

(一) 外流河与内陆河

我国的河流按其归宿不同，可分为外流河和内陆河（或内流河）两大类。外流河最终流入海洋，内陆河则注入陆地封闭的湖沼或消失于沙漠。外流河流域面积较大，约占国土面积的 65.2%；内陆河流域面积较小，约占国土面积的 34.8%。与世界河流比较，我国

内陆河流域面积比重则高于世界平均数 (21.5%)。

表 1-1 中国主要河流特征表

河 名	河长 (km)	流域面积 (km ²)	注 入
长江	6300	1808500	东海
黄河	5464	752443	渤海
淮河	1000	269283	黄海
海河	1090	263631	渤海湾
滦河	877	44100	渤海湾
珠江	2214	453690	南海
黑龙江	3420	1620170 ^①	鞑靼海峡 (经俄罗斯)
松花江	2308	557180	黑龙江
辽河	1390	228960	渤海湾
闽江	541	60992	东海
钱塘江	428	42156	东海
南渡江	311	7176	琼州海峡
韩江	285	30000	南海
雅鲁藏布江	2057	240480	孟加拉湾 (经印度)
浊水溪	186	3155	台湾海峡
澜沧江	1826	167486	南海 (经老挝、柬埔寨)
怒江	1659	137818	安达曼海 (经缅甸)
元江	565	39768	北部湾 (经越南)
鸭绿江	790	61889 ^①	黄海 (中朝界河)
额尔齐斯河	633	57290	喀拉海 (经俄罗斯)
伊犁河	601	61640	巴尔喀什湖 (经俄罗斯)
塔里木河	2046	194210	台特马湖 (内陆河)

① 流域面积包括我国境外部分。在我国境内：黑龙江为 903418 km²，鸭绿江为 32466 km²。

我国内、外流域的主要分界线，北起大兴安岭西麓，向西南经阴山山脉、贺兰山、祁连山、巴颜喀拉山、念青唐古拉山和冈底斯山，至西端国境。在此线以东、以南，除松嫩平原、鄂尔多斯高原及西藏山南羊卓雍湖地区有零星内流区外，均属外流河流域；在此线以西、以北，除新疆额尔齐斯河为外流河以外，其他均属内陆河。

外流河中，注入太平洋的流域面积最大，约占国土面积 58.2%。主要河流包括长江、黄河、珠江、淮河、海河、辽河、流经俄罗斯入海的国际河流黑龙江以及流出境外人海改称湄公河的澜沧江等大江河。注入印度洋的河流流域面积占国土面积的 6.4%，主要河流有怒江（流入邻国缅甸后，改称萨尔温江，最后注入印度洋的安达曼海）、雅鲁藏布江（由我国流入印度，改称布拉马普特拉河，再流经孟加拉国，最后注入印度洋的孟加拉湾）以及印度河上游的朗钦藏布和森格藏布等。注入北冰洋的流域面积最小，约占国土面积的 0.6%，它所包括的唯一河流额尔齐斯河是鄂毕河上游，出国境后，流经哈萨克斯坦、俄

罗斯注入北冰洋的喀拉海。

我国内陆河主要分布在西北干旱地区和青藏高原内部，深居内陆，海洋水汽不易到达。这里干燥少雨，水网很不发育，河流稀少，存在大片的无流区。区内河流主要依靠高山冰雪融水补给，主要河流如新疆的塔里木河、伊犁河、甘肃的黑河、青海湖及西藏众多的内陆湖泊。

（二）水系分布

受气候和地形条件的制约，我国水系分布很不均衡，外流河流域处于东南季风和西南季风影响范围之内，降水丰沛，水源充足，而且大部地表起伏显著，极少封闭地形，因而河流众多，形成许多庞大水系。内流河流域距海较远，又受山地和高原环绕，湿润气流难以深入，降水稀少，蒸发旺盛，故水系不发育，河流稀少。

河网密度的地区差别很大，它受降水量、径流量、地质和地貌条件的制约和人类活动的影响。河网密度总的情况是外流区大，内流区小。在外流区域内，南方大于北方，东部大于西部。与降水量、径流量的地区分布大致相适应。在外流区，秦岭、淮河以南和武陵山、雪峰山以东地区河网密度较大（长江三角洲和珠江三角洲河网密度最高，其中杭嘉湖平原尤高，对人类活动有一定影响）；秦岭、淮河以北的外流区域内，河网密度山区大于平原，而松辽平原、华北平原河网稀疏；武陵山、雪峰山以西的外流区内，滇东、贵州、广西一些岩溶发育地区，地表河网密度较小。内流区域河网稀少，其中上游山区支流多，密度较大。中游无支流加入，密度最小。出山口后，河流在洪积冲积扇上分汊，加以人工开挖引水渠道，使得河网密度亦较大。塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地和内蒙古高原是我国河网密度最小的区域，西藏内流区河网密度也很小，有大片无流区，无洪水问题。

地形特点对河流发育（源地、流向、分布）影响深远。我国三个地形阶梯之间的交接地带，是现代突出的三个隆起带，也是我国外流河的三个主要发源地带。第一级阶梯，青藏高原东、南边缘，是我国最大的一些江河，如长江、黄河、澜沧江、怒江、雅鲁藏布江等的发源地。第二级阶梯，东缘，即大兴安岭—冀晋山地—豫西山地—云贵高原一线，是黑龙江、辽河、滦河、海河、淮河、珠江和元江的发源地。第三级阶梯，即长白山—山东丘陵—东南沿海山地，则是我国较次一级河流，如图们江、鸭绿江、沂河、沭河、钱塘江、甬江、闽江、九龙江、韩江以及珠江支流东江和北江等的发源地，这些河流虽然长度和流域面积较以上河流为小，但因降水量丰沛，水量很大，洪水发生频繁。

我国外流河流的流向，除西南地区部分河流外，受我国地形西高东低总趋势的控制，干流大都自西向东流。由于我国夏季风所形成的雨带往往近于东西向，且雨区移动也多系自西向东，与干流洪水汇流方向基本一致，因此往往造成同一流域上、下游洪水遭遇和叠加，洪峰流量很大。河流走向对洪水形成具有密切关系。

我国内陆河发育在封闭的盆地内，绝大多数河流均单独流入盆地。因地理位置、地形、水源补给的不同，内陆河之间也有差异。

（三）河川径流量

我国多年平均河川年径流总量为 27115 亿 m^3 ，年径流深为 284mm，地区分布和年际变化都很大。