

74

175-1
078

城镇防汛工程

顾慰慈 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城镇防汛工程 / 顾慰慈编著 .—北京: 中国建材工业出版社, 2002.4

ISBN 7-80159-187-9

I. 城… II. 顾… III. 城镇—防洪工程 IV. TV87

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 003203 号

城 镇 防 汛 工 程

顾慰慈 编著

*

中国建材工业出版社出版

(北京海淀区三里河路 11 号 邮编: 100831)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京丽源印刷厂印刷

*

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 25 字数: 636 千字

2002 年 5 月第一版 2002 年 5 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 49.00 元

ISBN 7-80159-187-9/TU·089

前 言

水灾是在一系列自然因素的影响下发生的，它是我国和世界上多数国家常见的灾害之一。世界上几乎每年都会发生水灾，而且在有些年份，例如 1955 年，水灾在各地频繁发生，1 月份，法国的马恩河和塞纳河发生水灾，淹没大片居民点，并使公路和铁路中断；2 月份，印度尼西亚的苏门答腊、爪哇、加里曼丹等地发生水灾，受灾人数达 35 万，澳大利亚杭特河河水漫溢，使新格尔顿城遭到淹没；3 月份，法国南部地区由于倾盆大雨而酿成严重水灾；8 月末，巴基斯坦东部发生水灾，冲毁许多居民点；9 月初，墨西哥由于暴雨造成水灾，淹没了首都墨西哥市的许多地方，造成很大损失；10 月份，印度北部旁遮普、彼普、德里发生严重水灾；11 月末，希腊的许多地区发生水灾，其中灾情最严重的是沃洛斯城，同月，哥斯达黎加也发生水灾，造成人员伤亡和破坏；12 月份，黎巴嫩西部阿布—阿利河泛滥而使特里波利城遭受水灾，美国加利福尼亚州及俄勒岗州由于暴雨使许多河流漫溢，通讯中断，并造成人员伤亡。

我国历史上是一个水灾频繁的国家，从公元前 206 年到 1949 年的 2155 年中，发生较大洪水 1062 次，平均约两年发生一次。黄河在历史上曾发生决口泛滥达 1500 多次，较大的改道 36 次，给沿岸人民造成巨大灾难。近年来我国修建了大量的水利工程，提高了江河的防洪能力，对缓减洪水灾害起到了重要作用。

水灾使国民经济和人民生命财产遭受巨大损失。例如 1954 年的长江大水，使国家遭受损失达 100 亿元；1963 年的海河大水，则造成了约 60 亿元的损失；1975 年的淮河大水也造成了约 100 亿元的损失。因此必须采取有效的措施来控制洪水，防止水灾的发生。

水灾的防治方法是多种多样的，常常需要结合具体的情况采取综合性的措施。首先在大面积上做好水土保持，控制水土流失，进行中小河流的治理，清除河道行洪障碍，加强河道堤防建设，提高河道的行洪能力，在有条件的山区修建水库，调节洪水；并且在沿河地带利用洼地、湖泊、坑塘进行分洪及临时性的滞蓄洪水，对低洼易涝地区做好排水工作，防止土地的渍涝和浸没。

本书讲述了城镇防汛工程的基本原理和方法，主要包括水库工程、防护工程、分洪工程、排水工程的规划布置和设计，以及冰凌和泥石流的防治措施等。本书是在总结了国内外有关防汛工程的经验、资料和文献的基础上编写而成的，内容力求简明和实用，书中附有必要的实例，可供参考。由于作者水平有限，不足之处在所难免，希望读者指正。

编 者

2002 年 3 月 10 日

目 录

第一章 城镇防汛	(1)
第一节 洪水和水灾.....	(1)
第二节 城镇防洪措施.....	(4)
第三节 综合防汛措施	(11)
第四节 水库库区的防护	(15)
第二章 设计洪水	(22)
第一节 防洪工程的洪水设计标准	(22)
第二节 历史洪水调查	(23)
第三节 由实测流量资料推求设计洪水	(26)
第四节 由暴雨资料推求设计洪水	(38)
第三章 水库工程	(45)
第一节 概述	(45)
第二节 重力坝	(56)
第三节 土石坝	(89)
第四节 河岸溢洪道.....	(125)
第五节 水工隧洞.....	(147)
第四章 分洪工程	(178)
第一节 概述.....	(178)
第二节 水闸的构造.....	(182)
第三节 水闸的渗流、稳定性和强度计算.....	(191)
第四节 水闸的孔口尺寸和下游消能.....	(208)
第五节 分洪道.....	(227)
第六节 分洪工程的水力计算.....	(241)
第五章 防护工程	(252)
第一节 防护工程的布置.....	(252)
第二节 防护堤.....	(254)
第三节 防洪墙.....	(264)
第六章 排水工程	(268)
第一节 城市排水工程.....	(268)
第二节 排(截)洪渠.....	(293)
第三节 地下水排水工程.....	(298)
第四节 抽水站.....	(312)
第七章 河道整治工程	(336)
第一节 河道的清理(清障).....	(336)

第二节	河滩的整治·····	(338)
第三节	河岸的防护·····	(339)
第四节	弯曲河道的整治·····	(343)
第五节	游荡性河道的整治·····	(346)
第八章	利用水库进行洪水调节·····	(348)
第一节	水库的防洪调节·····	(348)
第二节	水库的防洪调度·····	(358)
第三节	利用水文预报进行洪水调度·····	(360)
第四节	利用水库群进行防洪调度·····	(364)
第九章	冰凌和泥石流的防治·····	(368)
第一节	冰凌防治·····	(368)
第二节	泥石流·····	(373)
第十章	汛期的防汛抢险·····	(383)
第一节	概述·····	(383)
第二节	防止堤坝漫顶的措施·····	(384)
第三节	防护堤险情的抢护·····	(387)
参考文献 ·····		(392)

第一章 城镇防汛

第一节 洪水和水灾

一、洪水

我国地处东亚大陆，面积辽阔，地形复杂，气候差异较大。东部和东南部面临大海，气候受太平洋季风影响，湿润多雨；西部和北部地区受西风带东移气旋影响，气候干旱少雨，全国的雨量从东南向西北递减。东南沿海在正常年份的降雨量大于 1600mm，淮河、秦岭以南大于 1000mm，华北和东北为 400~800mm 之间，西北地区少于 250mm；地区之间雨量分布极不均匀，长江、珠江、东南沿海和西南的河流，年径流量占全国总径流量的 80%，流域内耕地面积占全国面积的 38%；而淮河、黄河、海河及东北、西北地区的河流，年径流量只占全国总径流量的 18%，流域内耕地面积却占全国耕地面积的 62%，其中黄、淮、海三大流域的地表径流量仅占全国径流量的 5.25%，而耕地面积却占全国耕地面积的 35.92%。

我国南方一带河流的主汛期一般在 3 月至 6 月或 4 月至 7 月，这 4 个月的降水量约占全年降水量的 50%~60%，在这期间，暴雨多，历时长，范围广，一般可持续 1~2 d，有时达 5~6 d，梅雨季节甚至可连续发生多次暴雨，历时可长达 1~2 个月，覆盖面积可达上万 km^2 ，甚至十几万 km^2 ，这种强度高，覆盖面大的暴雨，常常使江河形成极大的洪水，以致河槽容纳不下泛滥成灾。如 1935 年 7 月上旬湖北西南部和四川东部所发生的特大暴雨，暴雨中心 5 d 的降雨量达 1200mm，降雨面积超过 12 万 km^2 ，使长江中游的澧水和汉江发生特大洪水，洪灾造成 14 万余人死亡；又如 1991 年 6 月中旬至 7 月中旬，太湖和淮河流域连续发生 3~5 次大暴雨，造成了巨大的洪水灾害。北方和西部地区，河流汛期多集中在 6 月至 9 月，这 4 个月的降雨量约占全年降雨量的 70%~80%，冬春季降水量很少，而且多集中以暴雨的形式出现，强度大，历时短，一般只有不足 1 d 到数小时，如内蒙古上地实测的最大 1h 降雨达 401mm。这种暴雨常常在小流域内形成猛涨猛落、峰高量小的洪水，在小范围内形成破坏力较大的洪水灾害。又如 1963 年 8 月海河南系 24h 暴雨，暴雨中心雨量达 950mm，造成海河流域很大的洪水灾害。

我国历史上是一个洪涝灾害频繁的国家，从公元前 206 年至 1949 年的 2155 年间，发生的较大洪水有 1062 次，平均约两年一次。黄河在历史上决口泛滥 1500 多次，重大改道 36 次，平均三年就有两次决口，一百年就改道一次。1801 年海河北系发生大洪水；1930 年 8 月辽西暴雨引起大凌河的大洪水；1931 年长江中下游和淮河流域发生大洪水；1935 年鄂西地区大暴雨引起澧水和汉江特大洪水；1939 年海河北系再次发生大洪水；1954 年长江中下游与淮河流域再次发生大洪水；1963 年海河南系发生特大洪水；1975 年 8 月淮河上游发生特大暴雨洪水；1991 年淮河中游、长江中下游和松花江中下游均发生大洪水。

在北方地区，河道在春季及秋季流冰时期，由于冰凌的漂流受到阻塞，如河槽缩窄、河道急剧转弯、桥墩阻水等原因，河道产生冰凌堆积，形成冰坝或冰塞，使河道水位猛涨而造

成水灾。如 1955 年春季,黄河下游利津河段由于冰凌阻塞,形成冰坝,使水位急剧上升,造成洪水威胁。又如黄河刘家峡河段几乎每年都会产生严重的冰塞现象,冰塞使冰凌堆积的厚度达 10m 以上,使上游水位抬高 9m 以上,给沿岸居民安全造成威胁,经济遭受损失。

在山区,由于林木和草皮遭到破坏,在暴雨时坡地的地表径流迅速汇集,造成地面土壤的严重冲蚀和堆积物的崩塌,而形成泥石流。如 2000 年 7 月 11 日至 14 日,陕西安康地区普降大到暴雨,地处暴雨中心的紫阳县 24h 降雨量达 210mm,最集中的 6h 内降雨 180mm,由于这一地区山高、坡陡,暴雨造成山洪暴发,因而引起山体滑坡和泥石流。2000 年四川省邛崃县银杏乡纸和村发生暴雨,在暴雨中发生山体滑坡,约 100m 宽的山体顺山坡下滑,滑坡体积近 15 万 m^3 ,给该村造成了严重损失。

二、水灾和水灾造成的损失

我国的东部地区,主要是平原、盆地和河川谷地,居住着全国 90% 以上的人口,经济比较发达,但这一地区是我国暴雨洪水的主要分布地区,洪涝灾害严重,据估计,全国 1/3 的耕地、2/5 的人口和 3/5 的工业受到洪水的威胁,给社会经济造成很大损失。

1935 年汉江流域大水,汉江中下游决口 14 处,受灾人口 370 万人,淹没耕地 670 万亩,死亡 8 万余人。

据估计,从 1950 年到 1980 年的 30 年中,平均每年水灾面积达 1.12 亿亩,占全国总耕地的 7%。1954 年长江发生大水,水灾损失达 100 亿元;1957 年松花江大水,造成巨大经济损失;1963 年海河大水,水灾损失约 60 亿元;1975 年河南省淮河大水,水灾损失也达 100 亿元;1985 年辽河大水损失 47 亿元。

太湖地区由于地势低洼,极易产生洪涝灾害,例如 1983 年、1984 年和 1985 年连续三年遭遇 3~5 年一遇的小洪水,就造成经济损失 7~8 亿元,大洪水的损失就更大,如 1954 年洪水,使全区 1/4 的平原面积受淹;1991 年洪水,沿湖的五座城市受淹,全区的经济损失达 103 亿元,其中仅城市的经济损失即达 60 余亿元。

1955 年春季黄河下游利津河段凌汛期,洪峰流量仅为 $1900\text{m}^3/\text{s}$,但由于河道形成冰坝,使洪水位上升到 15.31m,超过该河段 1958 年伏汛时的洪峰流量 $10400\text{m}^3/\text{s}$ 时的相应洪水位 13.76m,给沿岸安全造成极大威胁。

1961 年新疆玛纳斯河产生冰塞,使该河上的四级水电站停止发电 72d。

淮河中游 1963 年洪水的受灾面积达 6000 万亩,受灾面积是淮河中游面积的 86%。

1975 年 8 月河南大水,使驻马店地区和许昌地区遭受洪水袭击,仅许昌地区受灾面积就有 296.4 万亩,经济损失为 14.1 亿元。

1975 年 8 月安徽省临泉县的洪河、泉河发生洪水,受灾耕地为 109.7 万亩,占全县耕地的 61.6%,受灾人口 77.46 万人,占全县人口的 64.1%,县城全部被淹,淹没水深最深处达 5m,一般为 1~3m,淹没历时约 28d,全县经济损失为 3.04 亿元,约合受灾人口人均 392 元。

1983 年安徽省阳江发生洪水,宣城、郎溪等县大片土地遭受洪涝灾害,仅宣城县受灾面积就有 41.59 万亩,其中 30.1 万亩为洪灾面积,11.49 万亩为涝灾面积,全县经济损失达 2.3 亿元,其中农林、水产损失 0.73 亿元,居民家庭损失 1.11 亿元,工商业损失 0.46 亿元。

松花江、嫩江平原,由于自然环境的影响,春季多风少雨,夏秋多暴雨,洪涝灾害严重,沿河和低洼易涝面积达 1100 万亩,洪泛面积为 820 万亩,盐碱化面积 1200 万亩。

2000 年 7 月 11 日陕西安康地区遭受特大暴雨袭击,造成山洪暴发,引起多处山体滑坡

和泥石流，造成 213 人死亡，4000 余间房屋倒塌，交通、通讯、水利设施被毁。

2000 年 7 月 14 日陕西省户县突降暴雨，40min 内降雨量达 93mm，在涝峪镇山区形成泥石流，泥石流顺山坡直下，冲毁距涝峪山口 5km 处涝峪乡教场村山腰的 3 间房屋，导致 8 人死亡，4 人失踪，8 人受伤。

1934 年在乌拉尔河上，许多地方形成冰塞，阻塞水流，使河道水流停止流动达 4 昼夜，以致沿河地区大面积遭到淹没。

1945 年 4 月叶尼塞河克兹尔城下游，由于冰凌堆积形成冰坝，使河水上涨 3m，造成防护堤决口，河水淹没克兹尔城 2 天半，城市经济受到很大损失。

三、洪水和水灾的成因

洪水和水灾是在一系列自然因素和人为因素特定的条件下形成的，影响洪水和水灾形成的因素主要有：流域的地形条件、气候条件、地质条件、植物覆盖、水文因素和人为因素等。

1. 地形条件

流域的地形特点对洪水的形成起着重要作用，流域内地面坡度陡峻，则汇流速度快，因此洪水涨落快，洪峰流量大，水位高。

我国的大江大河，如长江、黄河、淮河、海河、辽河、松花江、珠江等七大河流，流域面积的 60%~80% 为山区和丘陵区，这些地区暴雨引发的山洪来势凶猛，河水陡涨陡落，常常造成洪水灾害，给社会经济造成极大损失。

这些河流由于山区及丘陵区面积较大，因此汇集的水量较大，流速较高，形成峰高量大的洪水；而这些洪水进入平原地区后，由于平原地区河道的坡度缓，流速小，致使河槽容纳不下，造成洪水灾害。例如 1761 年黄河花园口站发生特大洪水，洪峰流量达 $32000\text{m}^3/\text{s}$ ，而河槽的过水能力仅为 $22000\text{m}^3/\text{s}$ ；又如 1870 年长江出三峡后的荆江河段，发生特大洪水，洪峰流量达 $110000\text{m}^3/\text{s}$ ，而荆江河段的河槽只能容纳 $60000\text{m}^3/\text{s}$ 。

2. 气候条件

气候条件是形成洪水和造成洪灾的另一重要因素，我国大部分河流都是雨型河流，河流径流的补给主要来自降雨，因此每当流域内发生暴雨，就会引起河道产生洪水，而且洪水的大小与暴雨的强度、历时和覆盖面积有直接关系。例如 1935 年 7 月上旬湖北西南部和四川东部发生特大暴雨，暴雨中心 5d 内降雨 1200mm，降雨量在 200mm 以上面积达 12 万 km^2 ，使澧水和汉江形成特大洪水。又如 1963 年 8 月海河南系的暴雨洪水和 1975 年 8 月淮河上游暴雨洪水等。

我国的降雨受太平洋副热带高压的影响，一般年份 4 月初至 6 月初，副热带高压脊在北纬 $15^\circ\sim 20^\circ$ ，故珠江流域和沿海地带发生暴雨洪水；6 月中旬至 7 月初，副热带高压脊线移至北纬 $20^\circ\sim 25^\circ$ ，江淮一带产生梅雨，引起河道水位上涨；7 月下旬至 8 月中旬，副热带高压脊线移至北纬 30° ，则降雨带也移至海河流域、河套地区和东北一带，这也是这一带河道的主汛期，而此时热带风暴和台风不断登陆，使华南一带产生暴雨洪水；8 月下旬副热带高压脊南移，故华北、华中地区雨季就结束。由此可见，我国江河洪水与气候条件的关系。

3. 地质条件

我国西北、华北和东北的西部地区，为一望无际的黄土区，土质均匀，缺乏团粒结构，土粒主要靠极易溶解于水的碳酸钙聚在一起，抗冲能力极差，如遇暴雨，地表的冲刷很大，表土的侵蚀模数很高。同时在暴雨时大量泥沙的冲蚀和山坡的坍塌和崩塌，也极易产生泥石流。黄河中游流经黄土高原，水土流失面积达 43 万 km^2 ，大量泥沙随地表径流进入河道，

使黄河河水的含沙量很高，居世界首位，以致河流的中下游河床淤积严重，由于河床淤积使得河底高出两岸地面达 5~10m，而且这种多沙河流的河床冲淤变化剧烈，河床极不稳定，如遇特大洪水，河堤极易漫溢和溃决，泛滥成灾。

4. 植物覆盖

植物覆盖可以保护地表土壤免受雨滴的冲击和减少雨水的冲刷，截流大量水分，减少地表径流，同时植物根系还能增加土壤的有机质，提高土壤的肥力，改善土壤结构，增强土壤的抗冲能力。根据永定河流域的实测资料，当地面植物覆盖率为 20% 时，每年每亩土地的土壤流失量为 7.4m^3 ；当植物覆盖率为 40% 时，流失量为 3.6m^3 ；当覆盖率为 60% 时，流失量为 1.3m^3 。反之，植物覆盖少，降雨后坡面雨水的流速大，入渗少，汇流速度快，因此暴雨后河道的洪峰高，洪量大。根据 1971 年到 1974 年陕北地区的观测资料，植物覆盖可以减少地表径流 60%~80%，减少土壤冲刷 70%。

5. 人为因素

人类活动对流域内洪水的形成和洪水灾害的产生影响也很大，人类活动的不利因素主要包括：

- (1) 林木的滥伐，不合理的耕作和放牧，使植被减少；
- (2) 在河湖内围垦或筑围养殖，致使湖泊面积减少，调蓄洪水的能力下降，河道的行洪发生障碍；
- (3) 在河滩擅自围堤，占地建房，修建建筑物，甚至发展城镇；
- (4) 在河滩上修建阻水道路、桥梁、码头、抽水站、灌溉渠道，影响河道正常行洪；
- (5) 擅自向河道排渣，倾倒垃圾，修筑梯田，种植高杆作物，使河道过水断面减小。

人类的上述不合理活动，将使流域内的洪水增大，使河道的行洪能力降低，增加了发生洪水灾害的几率。例如松花江哈尔滨段的行洪能力原为 $12000\text{m}^3/\text{s}$ ，而 1986 年汛期通过 $8500\text{m}^3/\text{s}$ 时，哈尔滨市就出现了险情。

第二节 城镇防洪措施

汛期防止洪水灾害，保护城镇安全的措施通常有下列几种。

一、利用水库调蓄洪水，削减洪峰

1. 修建水库调节洪水

在被保护城镇的河道上游适当地点修建水库，调蓄洪水，削减洪峰，保护城镇的安全。同时还可利用水库拦蓄的水量满足灌溉、发电、供水等发展经济的需要，达到兴利除害的目的。永定河在历史上称为无定河，由于泥沙淤积，河床不断抬高，河道宣泄洪水的能力不断减小，因此常常造成下游堤防漫溢和溃决，从而造成水灾。自 1912 年到 1949 年的 37 年中，卢沟桥以上的堤防就有 7 次发生大决口，其中最严重的是 1917 年和 1939 年的两次大水，由于和大清河的洪水同时发生，致使洪水入侵天津市区，京津之间的交通受阻，海河航道淤塞，给人民生命财产造成很大损失。1951 年修建官厅水库后，使永定河百年一遇的洪峰流量 $7020\text{m}^3/\text{s}$ 经水库调节后削减到 $600\text{m}^3/\text{s}$ ，消除了洪水对京、津及下游地区的威胁，保障了工农业生产、交通运输和人民生命财产的安全，同时还利用水库的蓄水年平均发电 7000 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，年供水 7.6 亿 m^3 ，且利用水库水面养鱼，年平均产鱼 31.46 万 kg 。

2. 利用已建水库调节洪水

利用河道上游已建水库调蓄洪水，削减洪峰，保护城镇安全。例如利用位于丹江和汉江

入汇口处的丹江口水库的调节，可削减汉江洪水近 50%，保证了汉江中下游广大地区和城镇免受洪水的威胁。

3. 利用相邻水库调蓄洪水

如图 1-1 所示，若相邻两河流 A 和 B 各有一座水库 A 和 B，位置相距不远，高程相差也不大。水库 A 的库容较小，调蓄洪水的能力较低，下游有防护区，而水库 B 的容积较大，调蓄洪水的能力较高，则可在两水库之间修筑渠道或隧洞，将两座水库相互联通，当 A 河道发生洪水时，通过 A 水库调蓄后的部分洪水可通过联通的渠道或隧洞流入 B 水库，通过水库 B 调蓄后泄入 B 河下游，从而确保水库 A 下泄 A 河下游河道的洪水是在河道安全泄洪范围之内，以保证防护区的安全。

4. 利用流域内干、支流上的水库群联合调蓄洪水

利用流域内干、支流上已建的水库群（图 1-2）对洪水进行联合调蓄，以削减洪峰和洪量，保证下游防护区的安全；同时利用水库群的联合调度，合理利用流域内的水资源。

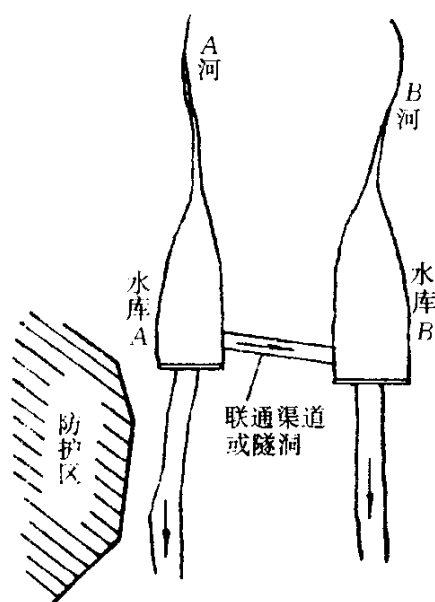


图 1-1 相邻水库联通调蓄洪水

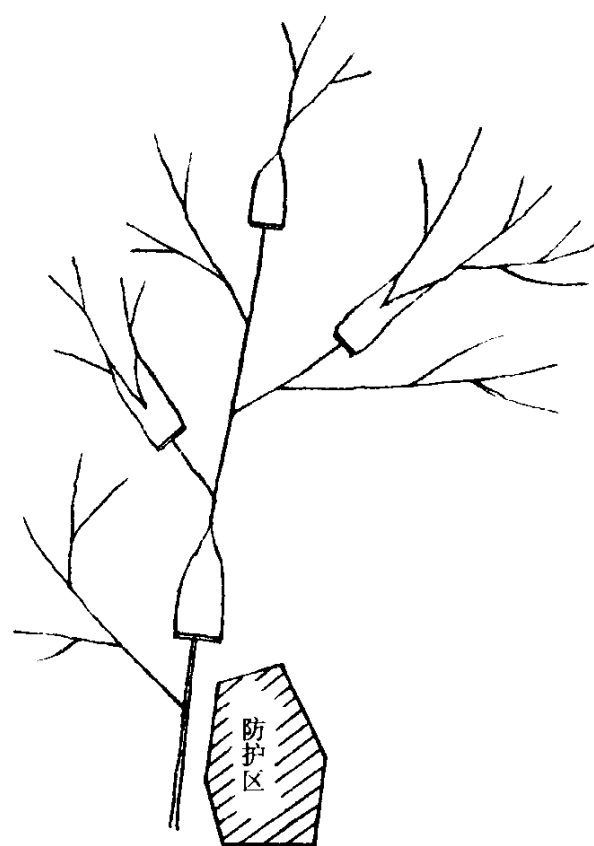


图 1-2 干、支流水库群联合调蓄洪水

二、修筑防护堤

1. 沿河修建防护堤

沿河修建防护堤（图 1-3），提高河道的行洪能力，防止汛期洪水漫溢，引起水灾，这是我国大小江河防洪工程中常用的一种措施。我国的长江、黄河、淮河、海河、辽河、松花江、珠江等七大江河，沿江都修筑有防护堤，防护堤的总长度达到 16.8 万 km，保护着全国一半以上人口的生命和财产安全及工农业经济的发展，抗拒了 1954、1980、1981 年长江的洪水，1957 年松花江的洪水，1958 年黄河中下游的洪水，1963 年海河的洪水，保障了武汉、哈尔滨、兰州、郑州、天津等城市的安全和经济的发展。

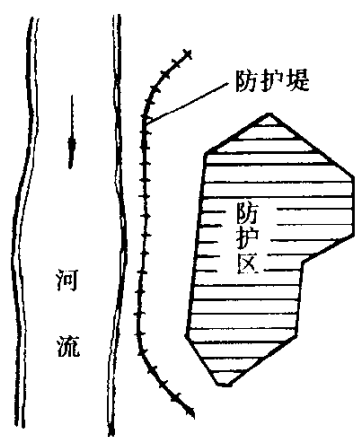


图 1-3 沿防护区河段修建防护堤

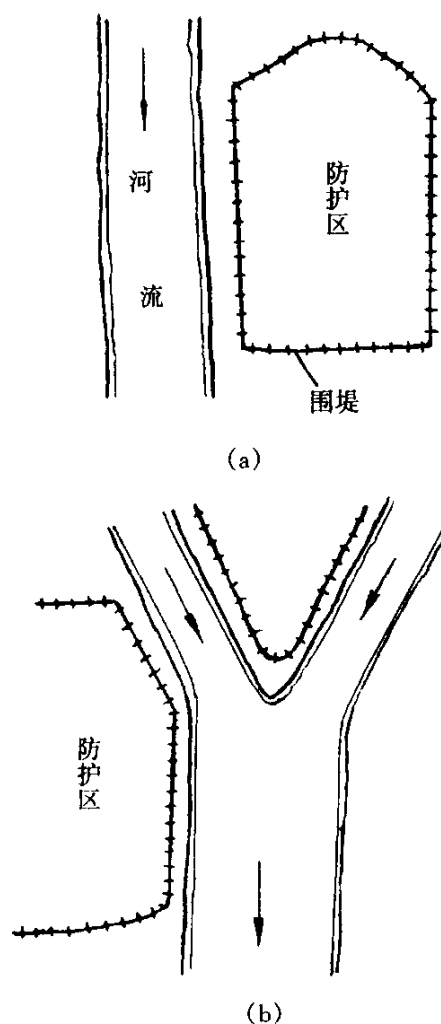


图 1-4 沿防护区修筑围堤

2. 沿防护区修筑围堤

当防护区位于地势比较低洼平坦的地区时，为了缩短防护堤的长度或有效地保护防护区免遭洪水的侵袭，可以在保护区的四周修筑围堤，如图 1-4 所示，以保证防护区的安全。

三、进行分洪

1. 向下游河道分洪

在防护区上游河道适当地点修建分洪口和分洪道，从防护区上游将河道中超过防护区河段安全泄量的部分洪水，通过分洪道直接输送到下游河道，以减轻防护区河段的行洪压力，保证防护区汛期的安全，如图 1-5 所示。

2. 向海洋分洪

对位于滨海地区的防护区，可在防护区上游河道适当地点修建分洪口和开挖分洪道（减河）直达大海，将河道中超过防护区河段安全泄量的部分洪水（超标准洪水）排入大海（如图 1-6 所示），以保证防护区的安全。例如，天津市东部的独流减河工程，就是将洪水直接排入大海，以保护天津市的安全。

3. 跨流域分洪

如果流域 A 内河道 A 的行洪能力较低，无法容纳超标准洪水，而相邻流域 B 内河道 B 的行洪能力较高，两河相距又不远，则可在河道 A 的防护区上游适当地点开挖分洪道（或泄洪洞），将河道 A 和河道 B 联通，洪水时将河道 A 超过防护区河段安全泄量的部分洪水泄入河道 B，以减轻河道 A 的防洪压力，保证防护区的安全，如图 1-7 所示。

4. 利用洼地、民坑、坑塘分洪

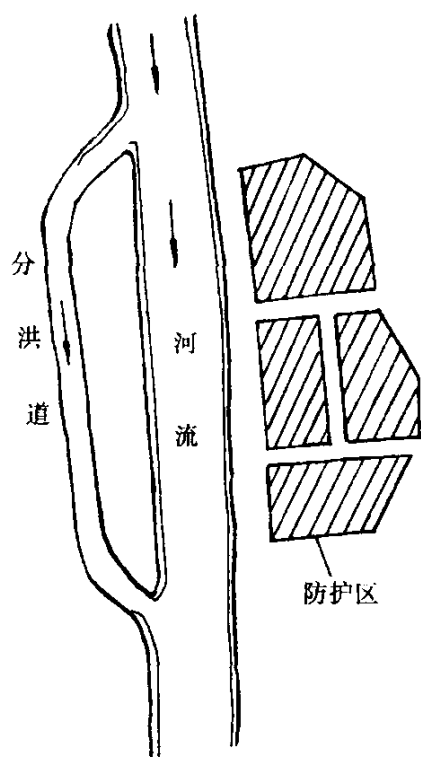


图 1-5 利用分洪道向下游河道分洪

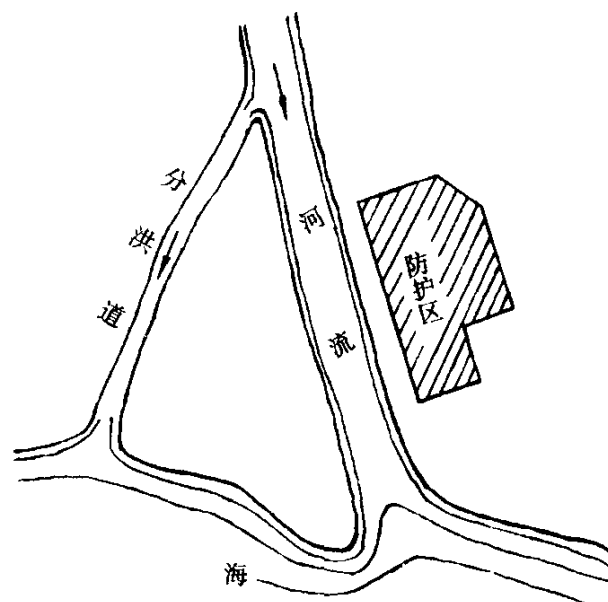


图 1-6 利用分洪道向海洋分洪

如果防护区附近有洼地、民垸、坑塘可以临时蓄水滞洪，则可在防护区上游河道适当地点修建分洪口和分洪道，并从洼地、民垸和坑塘的适当地点修建泄水渠，直达下游河道，汛期将超过防护区河段安全泄量的洪水通过分洪道泄入洼地、民垸和坑塘滞蓄，等到河道洪峰通过后，再将洼地、民垸和坑塘中的洪水排入下游河道（如图 1-8 所示），例如荆江分洪工程、汉江分洪工程均为此种防洪方式。

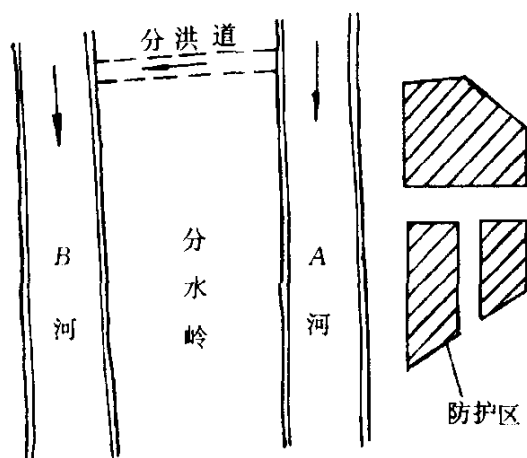


图 1-7 跨流域分洪

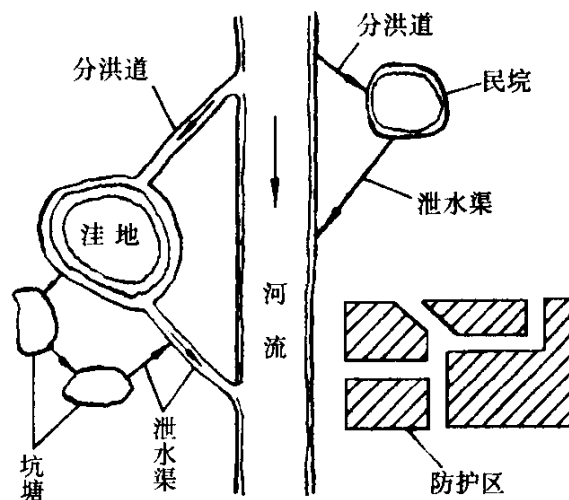


图 1-8 利用洼地、民垸和坑塘分洪

5. 利用湖泊滞蓄洪水

如果防护区上游河道附近有天然湖泊，则可利用天然湖泊调蓄洪水，削减洪峰，延缓洪水通过的时间，等到河道洪峰通过后，再逐渐地将湖泊中滞蓄的洪水排入河道中。如长江中游的洞庭湖对长江的洪水就起着调蓄作用，对保证长江中下游的防洪安全有着重要作用。

6. 利用河槽调蓄洪水

如果防护区上游河道有宽阔的滩地，或河槽两侧岸坡较高，则可在防护区上游河道修建节制闸，汛期当河道发生超标准洪水时，可利用节制闸将超过防护区河段安全泄量的洪水临时拦蓄在河槽内，利用河槽的容积滞蓄洪水，延缓洪水通过的时间，等到洪峰通过后，再陆续将滞蓄的洪水排入下游河道，如图 1-9 所示。

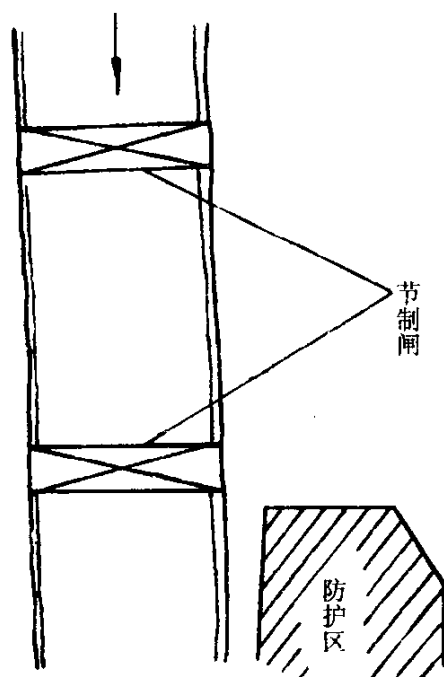


图 1-9 利用河槽滞蓄洪水

四、修建排水工程

在平原或低洼地区，汛期由于连续降雨或降暴雨，排水不畅，地面积水，地下水位升高，将会出现涝渍灾害，土地盐碱化和沼泽化，致使农作物减产、树木枯萎、建筑物沉陷开裂、地下水水质恶化、蚊蝇孳生、地面湿陷坍塌等现象。防治浸没和涝渍的措施，就是修建排水工程。

1. 修建排水沟渠

如果涝渍区附近有排水出路，如附近有河道、湖泊、天然洼地、坑塘等容泄区，则可修建排水沟、排水渠进行排水，排除渍水和降低地下水位，这是防治涝渍和浸没的重要措施。根据排水沟渠位置的不同又可分为：

(1) 地面排水沟渠。排水沟渠敷设在地面，用以排除地表水。根据排水沟渠结构的不同，这种排水沟渠又可分为：

①排水明沟（渠），排水沟（渠）表面无遮盖，是开敞的。

②排水暗沟（渠），排水沟（渠）是封闭的，表面有盖板遮盖。

(2) 地下排水沟渠。排水沟渠设在地面以下，做成暗沟（渠）的形式。

2. 修建排水井

如果地下水位较高，为了除涝和防止发生浸没，降低地下水位，可以修建排水井进行排水。根据排水井排水方式的不同，排水井排水又可分为下列两种：

(1) 自流排水井。当地下水位较高，高于地面高程，或地下水为承压水时，则地下水可通过排水井自流排出地面，再结合地面排水沟渠将地下水排入承泄区。

(2) 非自流排水井。当地下水为非承压水，地下水位低于地表面时，则地下水不可能通过排水井自流排出地面，此时必须通过向井内抽水来降低地下水位。

3. 修建抽水站

对于低洼地区的积水，容泄区内的水和通过防护区河沟中的水，无法自流排出防护区，则应选择适当地点修建抽水站，将水抽出防护区。

五、挖高填低

如果防护区为一坡地或地形起伏较大，高低不平的场地，此时可以坡地一侧地势较高处

挖土将低处填高。或者采用水力冲填的方法，用水将高坡上的土冲成泥浆，然后用渠道或管道引到低处或低洼处，进行淤填，使防护区的地面高于河道洪水位，以保证防护区不致被洪水淹没，如图 1-10 所示。

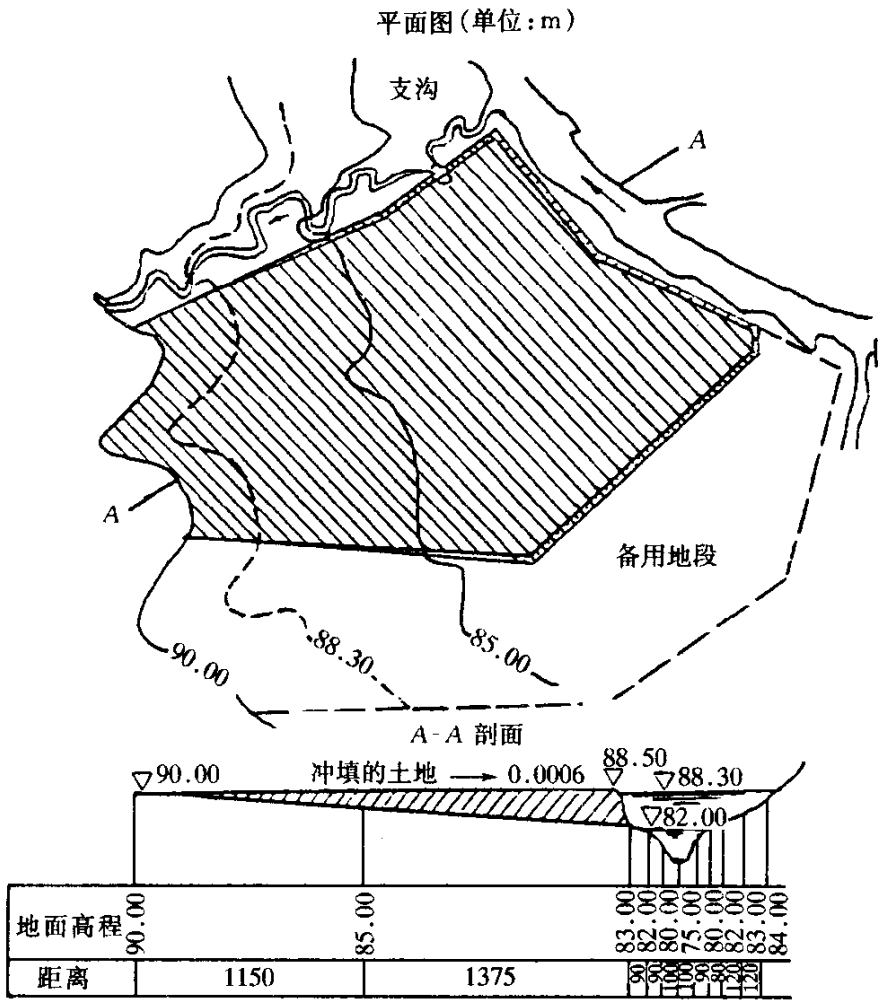


图 1-10 挖高填低

六、整治河道

整治河道，提高局部河段的泄洪能力，使上下河段行洪顺畅，可以避免因下游河段行洪不畅，致使上游河段产生壅水，而对上游河段造成洪水威胁。因此河道整治是河道防洪的重要措施之一。河道整治的内容包括下列几项。

1. 河道清障

清理河道中的阻水障碍物称为河道清障，河道清障的内容包括：

- (1) 清理河道中的淤积物和冲积物。
- (2) 清理开山、修路和其他活动抛弃在河道中的碴土、废弃物、垃圾等。
- (3) 清理种植在行洪河滩上的树木和杂草。
- (4) 清理在行洪河滩上的建筑物、围堤、围墙等障碍物。
- (5) 清理在河道上修建的阻水桥梁和道路。

2. 扩宽和疏浚河道

扩宽河道和疏浚河道可以加大河道的过水能力，使河道上下水流顺畅，因而可避免因水流不顺畅而产生壅水，故对提高河道的防洪能力，确保防护区的安全，起着重要的作用。河道扩宽和疏浚的内容包括：

- (1) 加宽局部束窄处的河床，使上下河段行洪顺畅。
- (2) 清除伸向河中的局部岸角，如图 1-11 所示。
- (3) 清除河道两岸岸坡上局部突起的坡角，如图 1-12 所示。

- (4) 清除河道中的浅滩。
- (5) 疏浚河道中淤积的泥沙，加深和扩宽河槽。

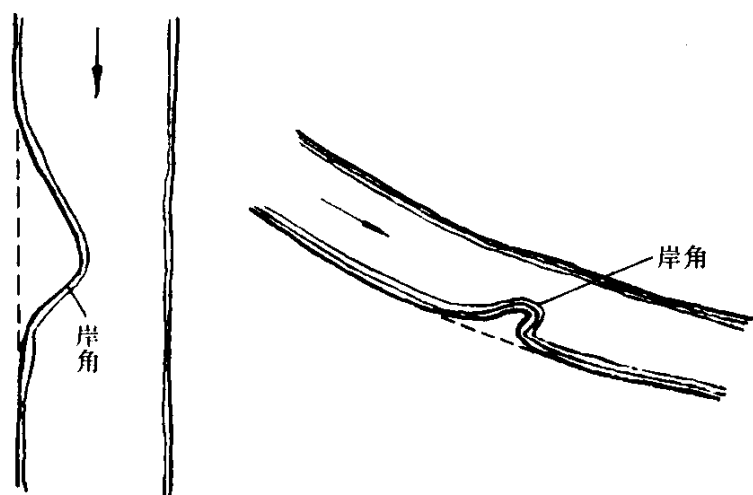


图 1-11 清除岸角

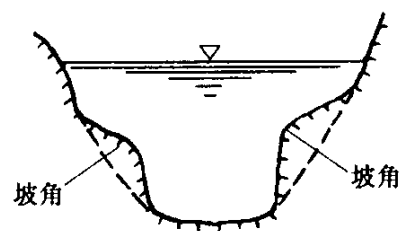


图 1-12 清除坡角

3. 裁弯取直

弯曲河道凸岸往往淤积，凹岸常常冲刷，河槽极不稳定。同时由于河道弯曲，行洪不畅，上游河道将会产生壅水，对防洪造成威胁。为了使河道水流顺畅，提高其行洪能力，应对弯曲河道进行裁弯取直，如图 1-13 所示。

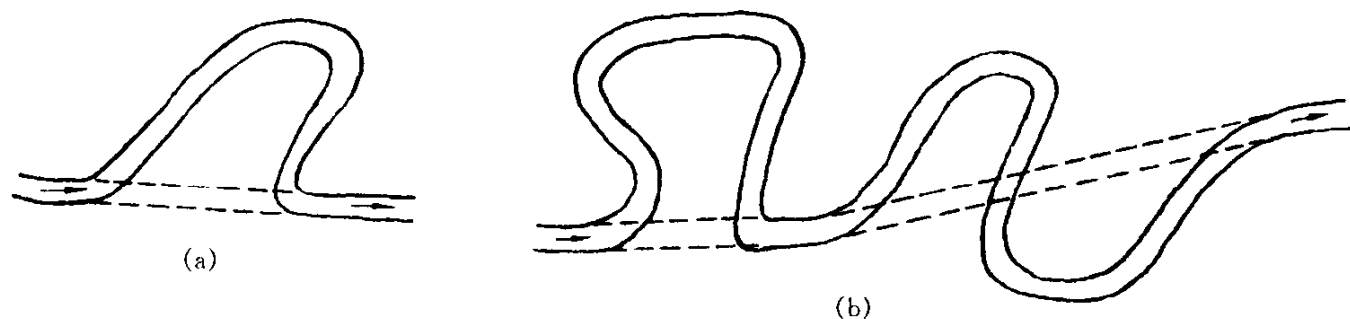


图 1-13 裁弯取直

4. 稳定河床

对于游荡性河道，冲淤严重，河宽水浅，主流极不稳定，河床变化迅速，汛期河岸极易冲决，造成水灾。游荡性河道的治理措施就是稳定河床，具体措施如下：

- (1) 在河滩上植树，加固滩地。
- (2) 对河岸进行加固，防止洪水时受到冲刷，甚至被冲决。
- (3) 在河滩上修建防护堤，防止汛期时洪水漫溢。
- (4) 在河道中受冲刷的一岸修建丁坝、顺坝、格坝等工程，稳定河床。

5. 加固岸坡和堤防

为了防止岸坡和堤防在洪水时被冲决，应对岸坡和堤防进行加固，加固的措施有护岸，修建丁坝和顺坝等。

七、小流域综合治理

在小流域内植树种草，封山育林，进行沟壑治理；在山沟上修筑谷坊、拦沙坝，拦截泥沙，保持水土，防止汛期暴雨时山洪暴发，引起山坡崩塌和坍塌，形成泥石流。

八、防止河道上形成冰坝和冰塞

在北方地区，河道在冬季常常封冻，春季解冻后则产生流冰，流冰受阻，极易产生冰坝和冰塞，堵塞河水，造成水位上涨，引起河岸漫溢，泛滥成灾。为了防止冰坝和冰塞引起水

灾，应在形成冰坝和冰塞的河段，及时进行爆破，炸开冰坝和冰塞，使水流顺畅。爆破时应从下游向上游分段进行，以便使炸开的冰块和水流及时下排。

第三节 综合防汛措施

对于某些防护区，造成水灾的因素往往不是单一的，而是多方面的，因此采取的防护措施也就必须是多方面的。例如为了保护防护区不被河道洪水淹没，需要修建防护工程，而为了防止防护区在汛期不致产生渍涝，或为了防止地下水位升高造成浸没，又必须修建排水工程，也就是说必须同时采用 2~3 种以上的防护措施，才能真正达到防护的目的。此外，在有些情况下，造成水灾的因素虽然比较单一，但是由于某些条件的限制，采取一种防护措施的效果有限，为了提高防护的效果，有时也需要采取综合的防护措施，为了防止河水漫溢，可修建防护堤，但是由于经济上的原因，防护堤又不可能修得很高，因此防洪的标准达不到设计要求的标准，所以还必须配合采用洼地分洪的措施，以达到要求的防洪标准。

一、水库与防护堤联合防护

例如，为了防止永定河的洪水泛滥，确保京津地区的安全，在永定河三家店以下，沿河修建了防洪大堤，以稳定河道，防止洪水漫溢；而在永定河上游官厅山峡，修建了官厅水库，利用官厅水库调节官厅以上的河道洪水，削减洪峰，延缓洪水通过的时间。通过官厅水库对洪水的调节和沿河防洪大堤的防护，确保了京津地区的安全。

二、水库群与防护堤联合防护

某城位于河流下游，流域面积为 2.53 万 km^2 ，为了确保该城市的防汛安全，在城市的沿河地带修建了防护堤和防洪墙，在河流上游的两个支流上，分别修建了 A、B 两座水库（如图 1-14 所示），水库 A 控制流域面积 0.57 万 km^2 ，水库 B 控制流域面积 0.52 万 km^2 ，两水库控制整个流域面积的 43%。汛期如遇百年一遇洪水，该城市处河道的洪峰流量原为 $1.44 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ ，通过 A、B 两座水库的调蓄，可将洪峰流量削减至 $1.04 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ 。因此通过两座水库对洪水的调蓄，再加上防护堤的保护，确保了该城市的防洪安全。

三、水库与防护堤及分洪工程联合防护

汉口市位于汉江入长江口处，汉江全长 1542 km ，流域面积为 15.9 万 km^2 ，多年平均雨量约为 $700 \sim 1000 \text{ mm}$ ，历史上洪水灾害频繁。为了确保汉江中下游工农业和重要城市的安全，除在汉江沿岸修建了防护堤外，还在汉江上游丹江口处修建了丹江口水库，在汉江下游修建了荆东河分流工程和杜家台分洪工程。根据沿江防护堤抗洪能力、历史洪灾的分析和对国民经济及人民生命财产的危害程度，确定汉江在襄阳以上通过丹江口水库的调蓄可确保安全，襄阳至宣城段也可通过丹江口水库和沿江防护堤来确保安全；在宣城至新城段，当洪峰流量达 $1.84 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ 以上，超过防护堤的抗洪能力时，则利用沿江民垸扒口分洪；新城以下，当泽口流量达 $1.43 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ 时，则通过荆东河分流 $0.42 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ ，直接泄入长江下游；泽口以下，当仙桃流量在 $0.83 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ 以上时，即通过杜家台分洪工程（分洪闸）分洪，将部分洪水直接排入长江，以确保汉川、新沟和汉口的安全，如图 1-15 所示。

四、防护堤与排水工程联合防护

（一）防护堤与排水渠、抽水站联合防护

图 1-16 为桦甸县防护工程措施图，桦甸县位于辉发河左岸，地势西北高、东南低，历史上多次遭受洪水灾害，防护区包括县城和 38200 亩 农田。为了保护县城和农田，沿辉发河修建了高 10 m 、长 12.7 km 的防护堤。由于辉发河的分支流经防护区内，故在支河与防护堤

相交处修建水闸，以便汛期控制流经支河流量。在防护区的内侧修建排水沟，排水沟的末端设立抽水站，以便汇集防护区内的雨水后通过抽水站排出堤外。

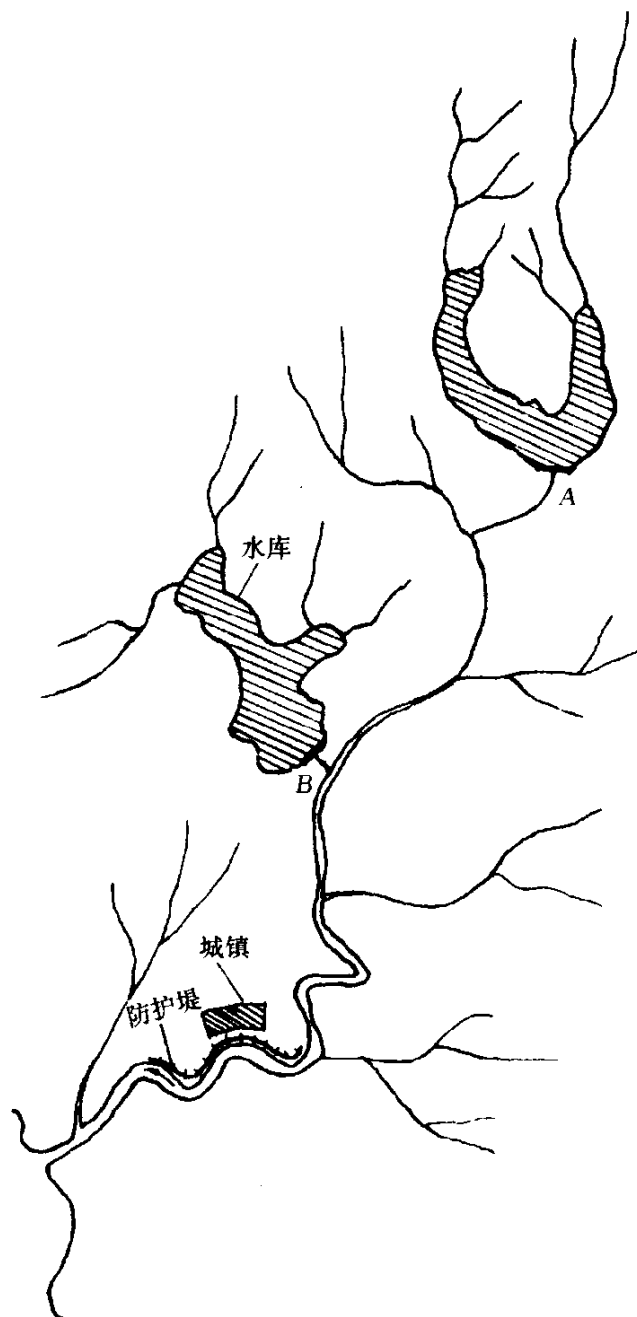


图 1-14 水库群与防护堤联合防护

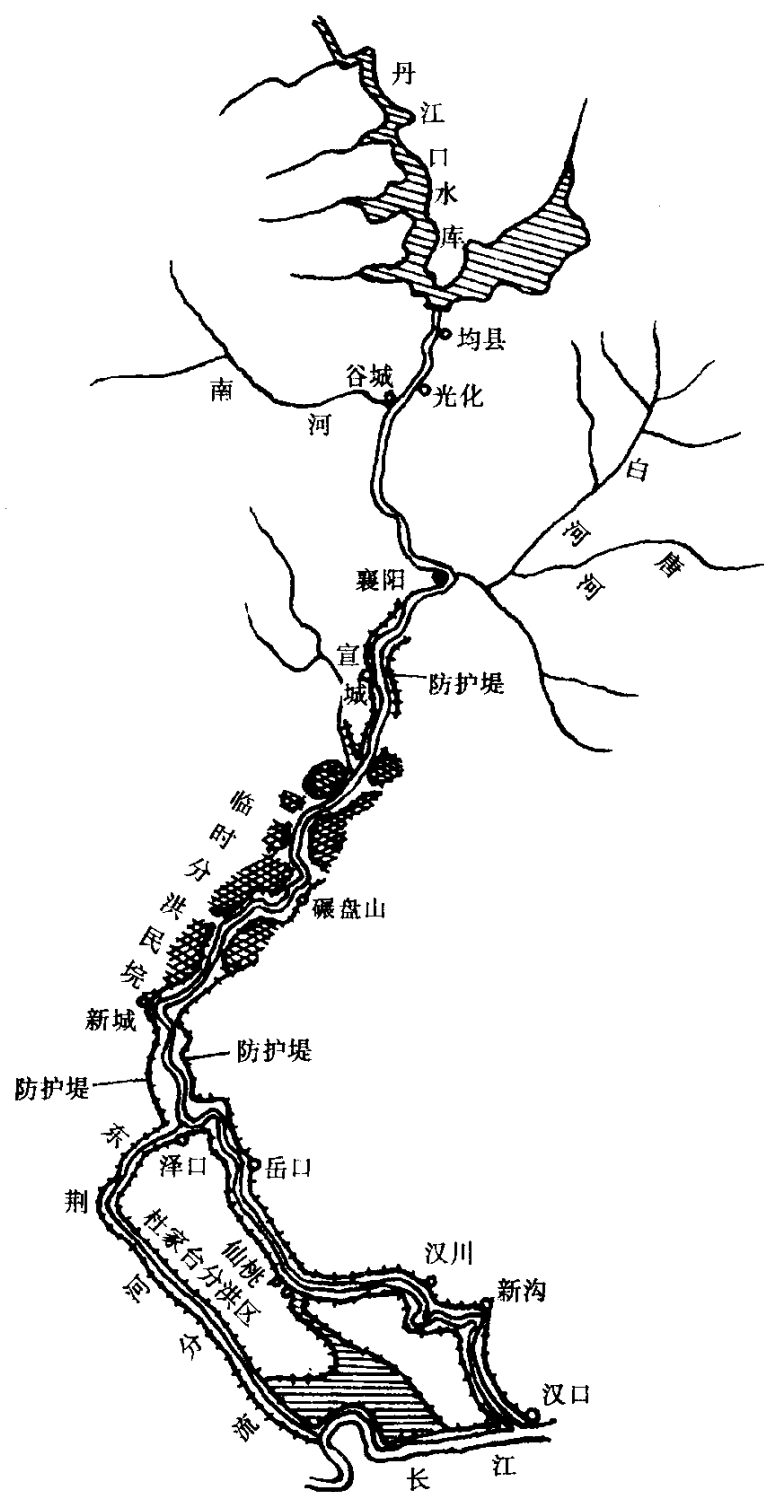


图 1-15 汉江联合防护工程

图 1-17 为某城防护工程的布置图，该城位于河流的第一级河滩台地上，此河滩从北向南延伸，高程在 32m 以下，河流在洪水时期将使该城的大部分土地淹没。为了保护该城不被洪水淹没，利用从城区东边通过的公路路堤作为防护堤，路堤用草皮和块石进行护面。因为河水能通过路堤下的钢筋混凝土桥孔进入城区，故在路堤外面再修建一条半月形（马蹄形）的防护堤，在该防护堤与河道相交处建抽水站，通过抽水站将河水抽入堤外河道中。为了减小抽水站的排水量，在河流上游修建一条排水渠，将部分河水通过排水渠直接排入堤外河道中。

（二）防护堤与容泄区、抽水站联合防护

图 1-18 为滨城的防护工程图，该城大部分地区位于河流第一级河滩台地上，一小部分位于第二级河滩台地上，城市被数条河沟、古河道和湖泊所分割。滩地是由厚度为 10~12m