



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国水利水电高职教研会推荐教材

城市防洪

王金亭 主编



黄河水利出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国水利水电高职教研会推荐教材

城市防洪

主 编	王金亭	
副主编	高兴利	史传文
主 审	李宗尧	董千里

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是按照国家对高职高专人才培养的规格要求及高职高专教学特点编写完成的。全书共分10章,主要内容包括城市暴雨与洪水、城市防洪工程、城市河道整治、水库防洪、城市防洪规划、城市防洪组织与实施、防汛抢险技术、城市雨洪利用、城市防洪新技术等内容。

本书为城市水利专业、水务管理专业、市政工程专业教材,也可作为其他水利类、城建类专业教材,同时可供从事防洪防汛工作的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市防洪/王金亭主编. —郑州:黄河水利出版社,
2008.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978 - 7 - 80734 - 351 - 6

I. 城… II. 王… III. 城市 - 防洪工程 - 高等学校 - 教材 IV. TU998.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 015428 号

组稿编辑:王路平 电话:0371 - 66022212 E-mail: wlp@yrcp.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路11号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail: hhsclbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13.75

字数:320千字

印数:1—1 000

版次:2008年1月第1版

印次:2008年1月第1次印刷

书号:ISBN 978 - 7 - 80734 - 351 - 6

定价:25.00元

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》、教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神,以及教育部对普通高等教育“十一五”国家级规划教材建设的具体要求组织编写的。

本书是在总结国内外有关防汛工程的经验、资料和文献的基础上,根据城市水利专业教学计划要求,按照《城市防洪》教学大纲编写而成的。全书共分 10 章,包括绪论、城市暴雨与洪水、城市防洪工程、城市河道整治、水库防洪、城市防洪规划、城市防洪组织与实施、防汛抢险技术、城市雨洪利用、城市防洪新技术等内容。

本教材力求概念清晰,计算方法步骤清楚,深入浅出,理论上以适度够用为度,不苟求学科的系统性和完整性,力求结合专业培养技能,突出实用性,体现高等职业技术教育的特点,以学生为本,以培养学生的应用能力为主线。每章有教学要求和小结,并附以一定量的复习题,以期能方便学生学习。

本书编写分工如下:绪论及第一、三章由山东水利职业学院王金亭编写,第二、九章由山西水利职业技术学院杜玉柱编写,第四章由安徽水利水电职业技术学院奚立平编写,第五章由山东水利职业学院赵德远编写,第六、十章由黄河水利职业技术学院史传文编写,第七、八章由河南黄河河务局高兴利编写。全书由王金亭任主编并统稿,史传文、高兴利任副主编。

本书由安徽水利水电职业技术学院李宗尧、四川水利职业技术学院董千里主审。

本书可作为城市水利专业、水务管理专业、市政工程专业教材,也可作为其他水利类、城建类专业教材,同时可供从事防洪防汛工作的技术人员参考使用。

在本书的编写过程中,有关领导给予了大力支持,部分同志给予了极大帮助,还参考引用了有关院校编写的教材和生产、科研单位的技术文献资料,除部分已列出外,其余未能一一注明,在此一并致谢。

由于作者水平有限,不足之处在所难免,我们恳切地希望各学院的广大师生及其他读者对本书存在的缺点和错误提出批评和指正。

编 者

2007 年 11 月

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 城市洪水问题	(1)
第二节 城市防洪工程措施	(1)
第三节 城市防洪非工程措施	(6)
第四节 防洪发展趋势	(7)
第五节 本课程主要内容	(8)
小 结	(9)
复习题	(9)
第二章 城市暴雨与洪水	(10)
第一节 城市雨洪研究方法	(10)
第二节 城市化对降雨和雨洪径流的影响	(12)
第三节 城市设计暴雨和暴雨径流的计算	(17)
小 结	(21)
复习题	(21)
第三章 城市防洪工程	(22)
第一节 分洪工程	(22)
第二节 防护工程	(30)
第三节 排水工程	(38)
小 结	(57)
复习题	(58)
第四章 城市河道整治	(60)
第一节 城市河道整治规划	(60)
第二节 城市河道整治措施	(63)
第三节 城市河道整治多功能化	(72)
小 结	(73)
复习题	(74)
第五章 水库防洪	(75)
第一节 利用水库进行防洪调度	(75)
第二节 利用水库群进行防洪调度	(93)
第三节 利用水文预报进行防洪调度	(96)
小 结	(100)
复习题	(101)

第六章 城市防洪排涝工程体系的规划建设管理	(102)
第一节 城市防洪排涝工程体系的规划	(102)
第二节 城市防洪排涝工程体系建设	(108)
第三节 城市防洪排涝工程体系管理	(123)
小 结	(127)
复习题	(128)
第七章 城市防洪的组织与实施	(129)
第一节 城市防洪排涝的管理体制与机构	(129)
第二节 制定防洪排涝预案	(134)
第三节 水情测报与洪水预报	(137)
第四节 行洪及排涝河道清障与管理	(138)
第五节 政策法规措施	(139)
第六节 其他非工程措施	(140)
小 结	(141)
复习题	(141)
第八章 防汛抢险技术	(142)
第一节 查险报险	(142)
第二节 防漫溢抢险	(144)
第三节 渗水抢险	(149)
第四节 管涌抢险	(156)
第五节 漏洞抢险	(163)
第六节 滑坡抢险	(168)
第七节 风浪抢险	(173)
小 结	(178)
复习题	(179)
第九章 城市雨洪利用	(180)
第一节 城市雨洪利用的必要性与可行性	(180)
第二节 城市雨洪利用的途径与措施	(186)
小 结	(193)
复习题	(193)
第十章 城市防洪新技术	(194)
第一节 城市雨水径流模拟模型	(194)
第二节 城市防洪决策支持系统概念与实例	(201)
小 结	(209)
复习题	(210)
参考文献	(211)

第一章 绪 论

学习指导

目标:1. 了解城市发展面临的洪水问题和防洪的发展趋势;

2. 掌握城市防洪的工程措施和非工程措施。

重点:城市防洪的工程措施和非工程措施。

第一节 城市洪水问题

由于城市地区人口密集,建筑物众多而集中,工商业和交通发达,所以城市面临的雨洪问题比天然复杂,遭遇洪水后的损失也更为严重。因此,城市地区防洪和排水是一个较为突出的问题,它主要包括如下三个方面:

第一,城市本身暴雨引起的洪水。如前所述,由于城市不断扩张,这一问题会变得愈加尖锐。这是城市排水面临的问题。

第二,城市上游洪水对城区的威胁。这部分洪水可能来自城市上游江河洪水泛滥、山区洪水、上游区域排水,或来自水库的下泄流量,解决这类问题属城市防洪范畴。

第三,城市本身洪水下泄造成的下游地区洪水问题。城区不透水面积增加、排水系统管网化、河道治理等使得城市下泄洪峰成数倍至十几倍增长,对下游洪水威胁是逐年增加的,构成了城市下游地区的防洪问题。

第二节 城市防洪工程措施

一、利用水库调蓄洪水,削减洪峰

(一) 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可调蓄洪水,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,河道宣泄洪水的力量不断减小,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,洪水入侵天津市区,京津之间的交通受阻,海河航道淤塞,给人民的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 $7\,020\text{ m}^3/\text{s}$ 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 7 000 万 kWh, 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。

(二) 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。

(三) 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 I 和 II, 位置相距不远, 高程相差不大。水库 I 的库容较小, 调蓄洪水的能力较低, 下游有防护区, 而水库 II 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, 将两座水库相互连通, 当河道发生洪水时, 通过水库 I 调蓄后的部分洪水可通过连通的渠道或隧洞流入水库 II, 通过水库 II 调蓄后泄入 B 河下游, 从而确保水库 I 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。

(四) 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(见图 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。

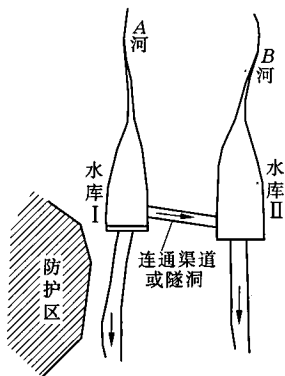


图 1-1 相邻水库连通调蓄洪水

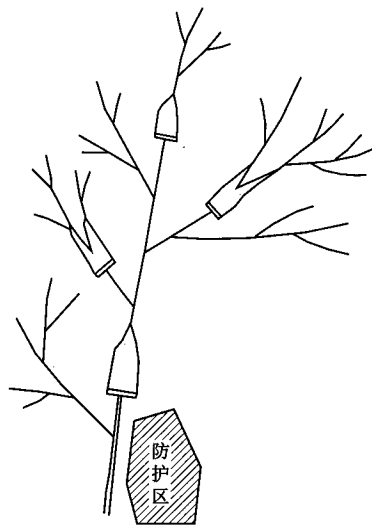


图 1-2 干、支流水库群联合调蓄洪水

(五) 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。

(六) 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。

二、修筑防护堤

(一) 沿河修建防护堤

沿河修建防护堤(见图 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。

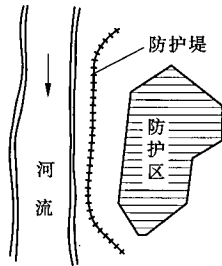


图 1-3 沿防护区河段修建防护堤

(二) 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,可以在防护区的四周修筑围堤(见图 1-4),以保证防护区的安全。

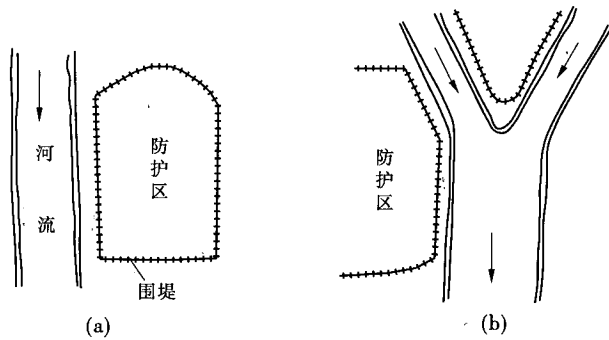


图 1-4 沿防护区修筑围堤

三、分洪

(一) 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。

(二) 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

(见图 1-6), 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。

(三) 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 连通, 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。

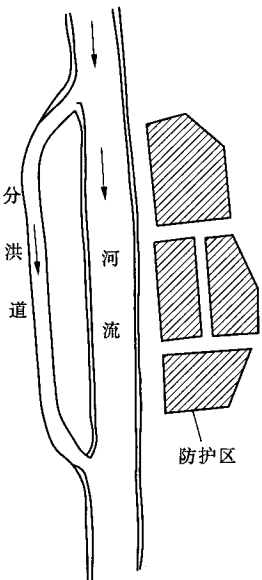


图 1-5 利用分洪道向下游河道分洪

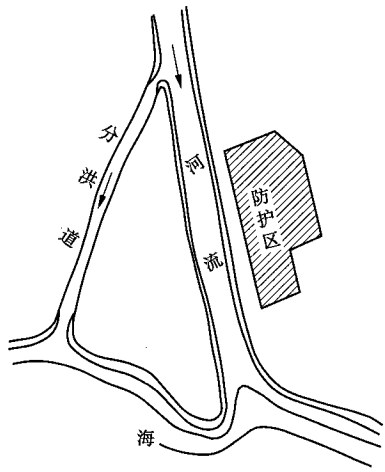


图 1-6 利用分洪道向海洋分洪

(四) 利用洼地、民垸、坑塘分洪

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(见图 1-8)。荆江分洪工程、

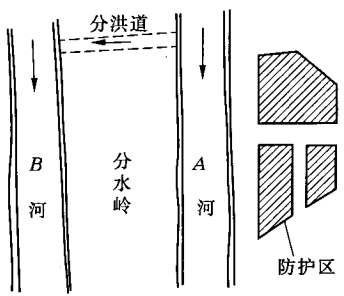


图 1-7 跨流域分洪

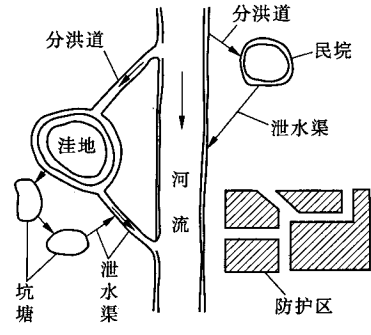


图 1-8 利用洼地、民垸和坑塘分洪

汉江分洪工程均为此种防洪方式。

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、地下水质恶化、蚊蝇孳生、地面湿陷坍塌等。防治浸没和涝渍的措施,就是修建排水工程。

(一)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(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地面排水沟(渠)和地下排水沟(渠)。

(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。

(二)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。根据排水方式的不同,排水井又可分为下列两种:

(1)自流排水井。当地下水位高于地面高程,或地下水为承压水时,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,地下水位低于地面高程时,地下水不可能通过排水井自流排出地面,此时必须通过从井内抽水来降低地下水位。

(三)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,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,此时可在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。

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,上游河段产生壅水,而对上游河段造成洪水威胁。因此,整治河道是河道防洪的重要措施之一。

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,以便使炸开的冰块随水流及时下排。

第三节 城市防洪非工程措施

通过法令、政策、经济和防洪工程以外的技术手段,以减轻洪水灾害损失的措施,统称为防洪非工程措施。防洪非工程措施一般包括洪水预报、洪水警报、蓄滞洪区管理、河道清障、洪水保险、河道管理、超标准洪水防御措施、灾后救济等。新中国成立以来,我国建成投产的防洪非工程设施如下:

(1)防汛指挥调度通信系统。目前可供水利部门使用的微波通信干线有 15 000 km,微波站 500 个。这个通信网以国家防汛抗旱总指挥部办公室为中心,连接七大流域机构,21 个重点省、市防汛指挥部,先后在长江的荆江分洪区和洞庭湖区,黄河的三花(三门峡至花园口)区间和北金堤滞洪区,淮河正阳关以上蓄滞洪区等,建成了融防汛信息收集传输、水情预报、调度决策为一体的通信系统。此外,在全国多处重点蓄滞洪区都建有通信报警系统和信息反馈系统等。

(2)水文站网和预报系统。1949 年,全国仅有水文站 148 个、水位站 203 个、雨量站 2 个。经过多年的建设,目前有水文站 2 万余处。建成了黄河三花区间、长江荆江河段等 20 多处水文自动测报系统和 150 多座水库水文自动测报系统,共有遥测站点 1 700 多个。

(3)洪水预报和警报系统。在洪水到来之前,利用过去的资料和卫星、雷达、计算机遥测收集到的实时水文气象数据,进行综合处理,作出洪峰、洪量、洪水位、流速、洪水到达时间、洪水历时等洪水特征值的预报,及时提供给防汛指挥部门,必要时对洪泛区发出警报,组织居民撤离,以减少洪灾损失。

(4)洪水保险和灾后救济。依靠社会筹措资金、国家拨款或国际援助对灾民进行救济,凡是参加洪水保险的要定期缴纳保险费,在遭受江水灾害后按规定得到赔偿,以迅速恢复生产,保障正常生活。

(5)蓄滞洪区管理。通过政府颁布法令或条例,对蓄滞洪区土地开发、产业结构、工农业布局、人口等进行管理,为蓄滞洪区运用创造条件,制定撤离计划,就是事先建立救护组织、抢救设备,确定撤退路线、方式、次序以及安置等预案,并在蓄滞洪区内设立各类洪水标志。在紧急情况时,根据发布的洪水警报,将处于洪水威胁地区的人员的主要财产安全撤出。

(6)河道管理。根据有关法令、条例保障行洪通畅,依法对河道范围内修建建筑物、地面开挖、土石搬迁、土地利用等进行管理,对违反规定的,要按照“谁设障,谁清除”的原则处理。

在防御“98”长江大洪水中,为减轻洪水威胁和可能分洪造成的损失,湖北、湖南两省组织荆江分洪区、洞庭湖蓄江垸及低洼地区近百万人,在洪峰到来之前有计划地进行了转移,这也是有效地减轻灾害损失的措施。

第四节 防洪发展趋势

20 世纪以来,人类虽然兴建了大量的防洪设施,防洪标准有所提高,但是洪水灾害仍然是对人类的主要威胁。今后防洪的发展趋势如下。

一、防洪将更为重要

随着社会经济的不断发展,今后如再发生洪灾,同样的淹没范围,其洪灾损失将越来越大。例如日本在 1960 年洪泛区的财富密度每平方公里为 200 万美元,1965 年为 360 万美元,1970 年为 660 万美元;在 1945 年以前,年均损失为 0.92 亿美元,1945 年以后则增到 3.39 亿美元。美国水资源理事会估计,近 10 多年来年平均洪灾损失为 10 亿美元,预计到 2020 年洪灾年平均损失将增加到 50 亿美元。因此,为了减少洪灾损失,今后对防洪必将更为重视。

二、防洪与水资源综合利用相结合

水资源的开发工作,已由单目标发展到多目标,由单纯的经济考虑发展到经济、社会、环境等多方面研究,而防洪在世界上很多国家都是作为流域综合治理的一个重要组成部分,它与发电、灌溉、排水、供水、环境和生态改善等相结合,是今后的发展方向。

三、非工程防洪措施将更多为人重视

如洪水预报的预见期增长,预报精度提高,信息传递加速,防洪问题将能更有效地得到经济合理的突破。研究利用新技术、新设备提高洪水预报警报的水平,已成为一个重要而紧迫的课题。又如洪泛区管理,也是研究防洪非工程措施的重要途径。

四、城市防洪日益重要

世界上许多城市都是沿江河、海岸修建的,人口和财富的不断集中,将导致在城市周围及上游地区采取大规模的防洪措施。

随着社会的发展,城市数量和规模越来越大,城市中积聚的人口和财富也越来越多。在我国的城市中人口总数占全国总人口的 10%,固定资产占全国的 70% 以上,工业总产值及上缴利税占 80% 以上,科技力量占 90% 以上。城市发展又往往离不开河流和湖泊。在我国现有的 450 座大中城市中,300 多座都有防洪任务,其中与大江大河有密切关系的重要城市有 25 座。因此,城市的防洪安全是至关重要的。在这 300 多座城市中,80% 的防洪标准低于 50 年一遇,65% 的防洪标准低于 20 年一遇,一般县城的防洪标准更低。

城市防洪除了和外部江河以及上游水库和蓄滞洪区的密切关系外,也有其自身的特点。首先,城市中房屋密集,道路硬化,改变了洪水汇流规律。城市化的结果也造成了

“热岛效应”,气温上升,增加了暴雨出现的几率和强度。其次,在城市建设中,为了发展公路交通,往往把原来河沟堵塞,排洪断面缩小,加上早期修建的桥涵孔径较小,造成排洪的困难。

城市防洪标准的制定,除应和江河总体防洪规划统一考虑外,同时还要把防洪纳入城市的总体规划。

第五节 本课程主要内容

探索城市雨洪研究方法,分析城市化对降雨、雨洪径流的影响机制,介绍城市设计暴雨和设计洪水的计算方法。

介绍城市的防洪工程设施,包括分洪工程、排水工程、防护工程等内容。利用水库防洪与库区防护,包括利用水库、水库群进行防洪调度,利用水文预报进行水库调度等内容。

对城市河道进行整治,包括弯曲型河道的演变与整治、游荡型河道的演变与整治、河道清理、河滩整治、河岸防护及城市河道景观化和多功能化建设等内容。

城市防洪排涝规划方案制定,包括城市防洪排涝标准,城市防洪排涝规划、建设与管理等内容。

介绍城市防洪应急响应方面的内容,主要包括:

(1)建设和培训防洪抢险队伍。①专业防洪抢险队伍由国家、省、市防汛指挥部临时指派的专家组与各基层河道管理单位的工程技术人员及技术工人组成,是防洪抢险的技术骨干力量,应逐步建立具有较高抢险技术水平、先进的抢险机械装备、较强的全天候和全路况下的快速开进能力的灵活、高效的抗洪抢险队伍;②群众防洪抢险队伍是江河防洪抢险的基础力量,以青壮年劳力为主,吸收有防洪抢险经验的人员参加,组成不同类别(常备队、预备队)的防洪抢险队伍;③解放军和武警部队是防汛抢险的主力军和突击力量。

(2)介绍防洪抢险技术,包括防汛抢险的前期工作,巡堤查险方法,各种险情的成因、发展及抢险措施。

(3)其他应急响应,包括群众疏散、灾情评估、灾后救济、洪水保险等内容。

介绍城市防洪管理方面的内容,主要包括:

(1)健全城市防洪机构,明确防洪职责。

(2)城市防洪数字化管理,包括国内外城市雨水径流模拟模型、城市防洪系统(决策系统、支持系统)及其构成等内容。

(3)制定城市防洪预案,结合目前城区防汛的实际情况,拟订防洪预案,使防洪排涝工作主动、有序地进行。

(4)城市雨洪管理与利用,包括政策法规、水情测报与洪水预报、城市雨洪利用等内容。

城市防洪包含内容广,涉及科学领域范围大,与水力学、水文学、水泵站、施工与建材、气象学、水工建筑物、排水工程、生物技术等众多学科有密切联系,是多学科在城市防洪领域的综合应用。城市防洪体系的构建随着我国经济发展与科技进步必然会更加完善、更

趋合理,城市防洪在我国防洪减灾中会更加重要,完善的城市防洪体系在应对未来洪水中所产生的作用将会愈加明显。

小 结

城市地区防洪和排水是一个较为突出的问题,它主要包括如下三个方面:第一,城市本身暴雨引起的洪水;第二,城市上游洪水对城区的威胁;第三,城市本身洪水下泄造成的下游地区洪水问题。

城市防洪工程措施主要有:利用水库调蓄洪水,削减洪峰;修筑防护堤;分洪;修建排水工程;挖高填低;整治河道;小流域综合治理;防止河道上形成冰坝和冰塞。

城市防洪非工程措施主要有:防汛指挥调度通信系统、水文站网和预报系统、洪水预报和警报系统、洪水保险和灾后救济、蓄滞洪区管理、河道管理等。

防洪发展趋势:防洪工作越来越重要;防洪应与水资源综合利用相结合;非工程防洪措施将更为人重视;城市防洪日益重要。

复习题

1. 城市发展面临的洪水主要来自于哪几方面?
2. 我国防洪工作的发展趋势是怎样的?
3. 简述城市防洪工程措施。
4. 简述城市防洪非工程措施。

第二章 城市暴雨与洪水

学习指导

目标:1. 了解城市雨洪研究方法,特别是雨洪径流模型的研究;

2. 掌握城市化对降雨和雨洪径流的影响。

重点:掌握城市设计暴雨和暴雨径流的计算,特别是暴雨公式和等流时线法的应用。

第一节 城市雨洪研究方法

一、城市化的水文效应

人口向城市地区集中致使城市不断扩张的过程称为城市化。城市化的发展直接或间接地改变着水环境,从水文学的观点,表现为三个城市水文问题,即城市水资源短缺、城市水资源污染和城市雨洪灾害。具体地说,城市化地区径流过程的变化,是由两项基本因素造成的。第一,城市化流域内不透水面积(如屋顶、停车场、街道、人行道等)的增加,导致这些面积内的下渗量基本为零,洼地蓄量也大为减小,使得整个流域内洪量、洪峰增大,径流系数提高。第二,在城市化流域,为使市区免遭淹泡,往往设置边沟、雨水管网和排水沟,同时,对天然河道整治疏浚,并裁弯取直,这些措施增加了汇流的水力效率,加快了汇流速度,增大了洪水总量,使洪峰增高和峰现时间提前,加剧了洪水的威胁。

城市化带来的这些影响往往是相当大的,并且对城市防洪和水质保护都是不利的。例如,城市雨洪径流的增加、流速的加快及水位的提高,常会冲毁道路、桥梁,导致市内低洼地区的淹泡和交通运输及邮电通信的中断,由此而造成的经济和社会损失很大,污水中挟带的大量难以降解的污染物质逐年积存下来,使水环境日趋恶化,并对城市居民的健康构成威胁。

为解决以上城市化引起的诸多问题,就必须首先了解城市化前后产流、汇流机制的变化,并给以定性定量描述,从而提出合理的防治措施。因此,必须采用合理的计算方法,以满足城市地区防洪和环保的要求。

二、常用城市雨洪计算方法研究

(一)推理公式法

在城市雨水径流计算方法中,推理公式(合理化)法是世界上应用最广泛的方法,它本质上是推求洪峰流量的方法。其基本形式为:

$$Q_m = \varphi i F \quad (2-1)$$

式中 Q_m ——最大洪峰流量, m^3/s ;

φ ——洪峰径流系数;

F ——流域面积, km^2 ;

i ——平均降雨强度, mm/h 。

设计雨强 i 可由暴雨公式计算, 如我国天津市的暴雨公式为:

$$i = \frac{3\,833.34(1 + 0.85\lg p)}{(t + 17)^{0.85}} \quad (2-2)$$

式中 p ——设计重现期, a ;

t ——降雨历时, h 。

由式(2-1)可知, 推理方法的基本原理是在稳定降雨强度下, 当汇水面积最大、最远点的雨水流到设计断面时, 将出现最大流量 Q_m 。或者说, 当降雨历时等于集水时间(就是汇水面积上最远点的水流到设计断面的时间)时, 会出现最大流量。

由于推理公式法比较简单, 所需资料不多, 而且对于较小的城市流域, 往往是能满足精度要求的, 因而一直是雨水径流计算的主要方法, 但也存在很多问题:

(1) 仅采用径流系数描述流域产流状况, 不能与产流的空间和时间分布相符, 未能反映雨强和雨量的影响过程, 方法过于粗糙。

(2) 地面汇流时间取值任意性较大, 这往往是造成洪峰误差的主要原因。

(3) 无法得出合乎实际的径流过程线。

(二) 单位线法

单位线法包括经验单位线法和瞬时单位线法两种方法。它的主要问题在于:

(1) 单位线法是个“黑箱”模型, 并不联系流域上实际的水力状态, 使用时必须有水文实测资料。要处理汇流非线性变化及降雨面上不均匀, 都不能通过成因分析的途径解决。

(2) 若想在无资料地区使用, 必须有相当数量的资料综合成经验公式。但目前我国城市管网的实测径流资料很少, 难以综合。因此, 该法在城市流域的应用具有较大的局限性。

(三) 等流时线法

等流时线法根据出流量是由流域上的降雨形成的概念, 把汇流过程与流域形态相联系, 并可处理降雨空间分布的不均匀性, 做法是对各块等流时面积按实际的净雨计算。而且等流时线法中的参数可根据流域状况直接估算, 不一定需要实测径流资料。但由于等流时线实际上并不存在, 尤其对城市地面汇流来说, 由于各子区域形状复杂, 局部分水岭很多, 流域汇流速度在一次洪水过程中随坡地、河网的特性而变, 因此等流时面积实际上是很难划分的, 从而使该法在城区的应用受到很大限制。

由以上研究分析可以看出, 常见的几种城市雨洪计算方法基本上是集总型的“黑箱”模型, 用以计算出口断面的洪峰或流量过程。这些方法一般适用于具有以下特性的简单城市排水系统: ①流域面积在 $2 \sim 3 \text{ km}^2$ 以下; ②具有树枝状管网系统; ③具有简单的出水口。随着城市化水平的不断提高、下垫面条件的日趋复杂, 城市防洪和水环境保护的问题更加突出。城市地区空间和时间的尺度都较小, 要求城市水文研究更精细, 且须考虑过程中所涉及的各项影响要素及其相互之间的作用。而且, 城市化的过程是一个不断发展的过程, 水及其环境都处在动态变化中, 分析城市地区的径流量、水质及雨洪过程都需要考