

《《 “十二五”国家重点图书出版规划项目
市政工程创新建设系列丛书

城市防洪防涝规划与 设计

杨庆华 等 编著

CHENGSHI FANGHONG
FANGLAO GUIHUA YU SHEJI



《《“十二五”国家重点图书出版规划项目
市政工程创新建设系列丛书

城市防洪防涝规划与 设计



杨庆华 等◎编著

西南交通大学出版社
·成都·

图书在版编目 (C I P) 数据

城市防洪防涝规划与设计 / 杨庆华等编著. —成都:
西南交通大学出版社, 2016.11

(市政工程创新建设系列丛书)

“十二五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-5643-4478-8

I. ①城… II. ①杨… III. ①城市-防洪工程-城市
规划②城市-防洪工程-设计 IV. ①TU998.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 318403 号

市政工程创新建设系列丛书

“十二五”国家重点图书出版规划项目

城市防洪防涝规划与设计

杨庆华 等 编著

*

责任编辑 柳堰龙

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼

邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

*

成品尺寸: 170 mm × 230 mm 印张: 18.75

字数: 337 千

2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-4478-8

定价: 68.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言



近年来,随着全球气候变化和极端气象事件的频繁发生,城市洪涝灾害显现出日趋增多和严重的态势;同时,随着我国城镇化的快速发展,城镇人口的快速增长,城镇基础设施建设密度不断增加,短时高强度暴雨造成的城市洪涝灾害已经成为城镇化进程中影响人居环境改善的一大因素。北京、上海、重庆、武汉、广州、南京等大城市都曾遭遇过不同程度的暴雨洪涝灾害,这些灾害造成了极为严重的经济损失和人员伤亡。因此,城市洪涝灾害问题正逐渐成为全社会关注的焦点。

2013年,国家下发《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》,要求在全面普查、摸清现状的基础上,编制城市排水防涝设施规划。加快雨污分流管网改造与排水防涝设施建设,解决城市积水内涝问题。积极推行低影响开发建设模式,将建筑、小区雨水收集利用、可渗透面积、蓝线划定与保护等要求作为城市规划许可和项目建设的前置条件,因地制宜配套建设雨水滞渗、收集利用等削峰调蓄设施。加强城市河湖水系保护和管理,强化城市蓝线保护,坚决制止因城市建设非法侵占河湖水系的行为,维护其生态、排水防涝和防洪功能。完善城市防洪设施,健全预报预警、指挥调度、应急抢险等措施,到2015年,重要防洪城市达到国家规定的防洪标准。全面提高城市排水防涝、防洪减灾能力,用10年左右时间建成较完善的城市排水防涝、防洪工程体系。

“海绵城市”能充分发挥城市绿地、道路、水系等对雨水吸纳、蓄渗和缓释作用,有效缓解城市内涝,削减城市径流污染负荷,节约水资源,保护和改善城市生态环境,促进生态文明建设。目前,为贯彻落实习近平总书记讲话及中央城镇化工作会议精神,大力推进建设

自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”，全国已有首批 16 个城市试点“海绵城市”建设，为城市防洪防涝探索新途径。

为了系统地了解城市防洪防涝规划理论和工程设计，本书从城市降雨规律和雨洪水径流的理论出发，以国家规范为准则，阐述城市防洪系统的规划设计和工程实施管理。内容主要包括设计洪水、堤防工程、河道治理、山洪防治、防洪闸与交叉构筑物、泥石流防治、“海绵城市”低影响开发技术、防洪工程经济评价、防洪工程管理等。

本书是一本集理论基础、规划、设计、施工与管理于一体的综合城市防洪防涝规划设计类图书；注重专业性、实用性、可操作性，可帮助读者直观、系统地了解雨洪水形成机理、地面径流和防洪防涝规划设计与治理等的理论与技术方法。本书可作为市政工程专业本科生、研究生，市政设计院设计人员，防洪工程的管理者和政府部门的决策者的参考书和学习用书。

本书由杨庆华等编著并由杨庆华统稿，其中：第 1 章、第 2 章由杨庆华、翟龙编写；第 3 章、第 4 章由陈春光、罗欢编写；第 5 章、第 6 章由郭瑞、罗欢编写；第 7 章、第 8 章由郭瑞、杨庆华编写；第 9 章、第 10 章由杨庆华、陈春光编写；第 11 章、第 12 章由陈春光、唐雪芹编写。书中还引用了部分国内外同行学者的一些研究成果，在此一并致谢。

本书的组织和撰写，得到了西南交通大学土木工程学院的大力支持和帮助，在此谨表谢意。同时，特别感谢西南交通大学出版社在本书出版过程中的大力支持和无私帮助。

城市防洪防涝工程是一个庞大的系统，涉及面广，内容多，由于编者水平所限，书中难免存在疏漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

2015 年 9 月

目 录



第1章 绪论	1
1.1 我国城市防洪防涝现状	1
1.2 洪涝灾害	2
1.3 洪涝灾害特点及成因	10
1.4 洪涝灾害防治的主要措施	14
第2章 城市防洪防涝总体规划	16
2.1 城市防洪防涝规划的基础资料	16
2.2 城市防洪设计标准	20
2.3 总体规划基本原则	26
2.4 规划内容	27
2.5 城市防洪与总体规划	28
第3章 城市防洪设计洪水计算	32
3.1 根据流量资料推求设计洪水	32
3.2 根据暴雨资料推求设计洪水	41
3.3 根据推理公式和地区经验公式推求设计洪水	50
3.4 历史洪水调查和计算	60
3.5 城市排涝工程设计流量计算	66
3.6 城市雨洪模拟技术研究进展	68
第4章 城市防洪堤防工程设计	74
4.1 堤防的种类及作用	74
4.2 堤防工程规划设计	77
4.3 堤防工程加固、改建与扩建	79

4.4	河道水面曲线的计算	85
4.5	防洪堤安全检查	93
第 5 章	堤岸防护与河道整治	96
5.1	护岸整治线和护岸类型	96
5.2	重力式护岸	98
5.3	坡式护岸	102
5.4	丁坝与顺坝护岸	110
5.5	板桩护岸	117
5.6	河道整治	121
5.7	城市水环境综合整治	128
第 6 章	山洪防治与城市排涝	134
6.1	山坡水土保持	134
6.2	跌水和陡坡	136
6.3	排洪渠道设计	139
6.4	截洪沟	149
6.5	城市排涝规划	151
6.6	城市排涝与城市防洪	152
6.7	市政排水的关系	156
6.8	排涝系统设计	158
第 7 章	防洪闸	170
7.1	总体布置	170
7.2	水力计算与消能防冲	178
第 8 章	交叉构筑物	192
8.1	桥 梁	192
8.2	涵洞及涵闸	197
8.3	引道及通行闸	218
第 9 章	城市泥石流防治	223
9.1	泥石流及其危害	223
9.2	一般规定	224
9.3	泥石流防治原则	225
9.4	泥石流防治工程安全等级及设计标准	226

9.5 泥石流计算	227
9.6 泥石流防治工程措施	232
第 10 章 “海绵城市”低影响开发 (LID) 技术	235
10.1 海绵城市	235
10.2 基本原则	236
10.3 低影响开发雨水系统	237
10.4 海绵城市——低影响开发雨水系统构建途径	238
10.5 低影响开发雨水系统规划	238
10.6 低影响开发技术	244
10.7 设施规模计算	257
第 11 章 防洪工程经济评价	262
11.1 特点、计算原则和步骤	262
11.2 致灾洪水淹没范围的确定	264
11.3 致灾年国民经济价值量的确定	265
11.4 经济效益计算	272
11.5 费用计算、评价指标与准则	273
第 12 章 城市防洪排涝工程管理	276
12.1 概 述	276
12.2 河道设施现代化管理	278
12.3 水库设施管理	283
12.4 城市防洪指挥决策系统	287
参考文献	291

第 I 章

绪 论

城市洪水是当前国际上自然灾害研究的重大课题之一,当代世界正处在一个城市化的时代,先进工业化国家的经济发展,多以城市建设为中心。自 20 世纪 80 年代以来,我国也开始实行由大城市及其周围若干个县城组成的城市系统政策,由此引起了城市和周围地区水文情势的一系列变化,产生了排水、防洪、环境污染等亟待研究和解决的城市水文问题。

1.1 我国城市防洪防涝现状

1.1.1 基本现状

1995 年,我国进行首次城市市政公用基础设施普查,摸清了我国城市防洪及排涝设施的基本情况。截至 1995 年年底,据 633 个城市的普查资料,其中设防(洪)城市 509 个,占城市总数的 90.4%。全国城市防洪堤总长 18 885 km,其中:防洪能力 100 年及以上一遇的有 2 403 km,占 12.7%;50 年一遇的有 5 209 km,占 27.6%;20 年一遇的有 7 113 km,占 37.7%;20 年以下一遇的有 4 160 km,占 22%。

全国城市排水管道长度为 110 293 km。其中,按排水性质分:雨水管道 22 364 km,占 20.28%;污水管道 26 226 km,占 23.78%;合流管道 61 703 km,占 55.94%。按管径分:700 mm 以上管道 17 376 km,占 15.75%;500~700 mm 管道 18 096 km,占 16.40%;300~500 mm 管道 31 024 km,占 28.13%;150~300 mm 管道 17 914 km,占 16.24%;150 mm 以下管道 25 883 km,占 23.48%。

“八五”时期是我国城市防洪排涝取得很大进展的时期,防洪堤长度 1995 年比 1990 年增长了 21.8%,年平均增长 4%;排水管道长度增长了 90.9%,年平均增长 13.8%。“八五”期间用于城市防洪的固定资产投资总额 28.39 亿元,

比“七五”期间增长 302.12%；排水投资 160.18 亿元，比“七五”期间增长 263.3%。这一期间，上海市投资 8 亿多元，完成了防御千年一遇洪水的外滩黄浦江一、二期防汛墙和苏州河挡潮闸等工程，城市排水能力达到 $900 \text{ m}^3/\text{s}$ 。成都市“八五”期间开始了新中国成立以来最大的一项防洪工程，计划投资 20 亿元完成市内两条主要排洪河道的综合整治，“八五”期间已经完成了工程的一半。

1.1.2 主要问题

1) 城市防洪排涝设施严重不足，标准低

据有关资料，国外城市的防洪能力一般在 100 年到 500 年一遇的水平，个别高的达到 1 000 年一遇。如：澳大利亚为 150 年一遇；日本重要河川沿岸城市为 100 年一遇；波兰（大城市）为 1000 年一遇；印度为 100 年一遇；美国密西西比河为 100~500 年一遇。而我国目前还远远达不到这个标准。

2) 城市防洪排涝设施规划、建设的起点不高，综合效益低

长期以来，由于受资金渠道不畅的制约，我国城市防洪排涝设施的规划设计思想受到束缚，主张因陋就简、量力而行的多，坚持尽力而为、高标准规划建设防洪排涝设施的少。加之有些城市防洪排涝设施的规划建设与流域性防洪设施的规划建设脱节，甚至在同一城市中，已建设起来的各种设施之间能力不配套，导致综合效益低。

3) 城市遭受洪涝灾害后，建设部门抗洪救灾的能力有限

“八五”期间我国发生了几起大的洪水，有些城市严重受灾。从承担具体防洪责任的各级建设部门来看，没有稳定可靠的抗洪救灾资金，唯一可用的城市维护建设税又因税率低，总额少，使用方向多且纳入财政预算实行计划管理而难以适应抗洪救灾的应急要求。

1.2 洪涝灾害

1.2.1 洪涝定义

当洪水、涝渍威胁到人类安全，影响到社会经济活动并造成损失时，通常就说发生了洪涝灾害。

洪涝灾害是自然界的一种异常现象,一般包括洪灾和涝渍灾,目前中外文献还没有严格的“洪灾”和“涝渍灾”定义,一般把气象学上所说的年(或一定时段)降雨量超过多年同期平均值的现象称之为涝。

洪灾一般是指河流上游的降雨量或降雨强度过大、急骤融化冰雪或水库垮坝等导致的河流突然水位上涨和径流量增大,超过河道正常行水能力,在短时间内排泄不畅,或暴雨引起山洪暴发、河流暴涨漫溢或堤防溃决,形成洪水泛滥造成的灾害。洪水可以破坏各种基础设施,造成人畜死伤,对农业和工业生产会造成毁灭性破坏,破坏性强。防洪对策措施主要依靠防洪工程措施(包括水库、堤防和蓄滞洪区等)。

涝灾一般是指本地降雨过多,或受沥水、上游洪水的侵袭,河道排水能力降低、排水动力不足或受大江大河洪水、海潮顶托,不能及时向外排泄,造成地表积水而形成的灾害,多表现为地面受淹,农作物歉收。涝灾一般只影响农作物,造成农作物的减产。治涝对策措施主要通过开挖沟渠并动用动力设备排除地面积水。

渍灾主要是指当地地表积水排出后,因地下水位过高,造成土壤含水量过多,土壤长时间空气不畅而形成的灾害,多表现为地下水位过高,土壤水长时间处于饱和状态,导致作物根系活动层水分过多,不利于作物生长,使农作物减产。实际上涝灾和渍灾在大多数地区是相互共存的,如水网圩区、沼泽地带、平原洼地等既易涝又易渍。山区谷地以渍为主,平原坡地则易涝,因此不易把它们截然分清,一般把易涝易渍形成的灾害统称涝渍灾害。

洪涝灾害可分为直接灾害和次生灾害。

在灾害链中,最早发生的灾害称原生灾害,即直接灾害。洪涝直接灾害主要是洪水直接冲击破坏、淹没所造成的危害。如:人口伤亡、土地淹没、房屋冲毁、堤防溃决、水库垮塌;交通、电信、供水、供电、供油(气)中断;工矿企业、商业、学校、卫生、行政、事业单位停课停工停业以及农林牧副渔减产减收等等。

次生灾害是指在某一原发性自然灾害或人为灾害直接作用下,连锁反应所引发的间接灾害。如暴雨、台风引起的建筑物倒塌、山体滑坡,风暴潮等间接造成的灾害都属于次生灾害。次生灾害对灾害本身有放大作用,它使灾害不断扩大延续,如一场大洪灾来临,首先是低洼地区被淹,建筑物浸没、倒塌,然后是交通、通信中断,接着是疾病流行、生态环境的恶化,而灾后生活生产资料的短缺常常造成大量人口的流徙,增加了社会的动荡不安,甚至严重影响国民经济的发展。

1.2.2 洪涝灾害分类

(1) 按照地貌特征, 城市洪涝灾害可分为 5 种类型:

① 傍山型。城市建于山口冲积扇或山麓。在降水量较大或大量融雪时, 易形成冲击力极大的山洪和泥石流、滑坡等地质灾害, 导致重大人员伤亡和财产损失。

② 沿江型。城市靠近大江大河, 一旦决堤会被淹没。特别是上游的危险水库一旦垮坝, 城市就非常危险。有些江河泥沙淤积造成堤内河床高于两岸而成为悬河, 如黄河下游与永定河中下游。沿江城在外河水位高于内河时排水困难, 遇雨容易内涝。北方由南向北的河流下游早春融冰在下游冰塞或形成冰坝容易形成凌汛。

③ 滨湖型。城市位于湖滨, 汛期水位高涨时低洼地遭受水灾, 下风侧湖面水位壅高不利于城市排水, 易加重内涝。

④ 滨海型。城市位于海滨, 地势低平。如因城市建筑布局不当或超采地下水造成地面沉降, 内涝更加严重。受到台风、温带气旋或强冷空气影响时, 海面出现向岸强风, 若再遇天文大潮顶托, 容易引发严重的风暴潮与洪涝灾害。地震引起的海啸对沿岸的冲击更为强烈, 但时间较短, 范围较窄。

⑤ 洼地型。城市建于平原低洼或排水困难地区, 雨后积水不能及时排泄形成涝。可分为点状涝灾、片状涝灾和线状涝灾 3 种类型。

(2) 按照城市洪涝的灾害特点可分为 4 种类型:

① 洪水袭击型。城市因暴雨、风暴潮、山洪、融雪、冰凌等不同类型洪水形成的灾害, 共同特点是冲击力强。

② 城区沥水型。降雨产生的积水排泄不畅和不及时, 使城市受到浸泡造成的灾害。其中: 点状涝灾范围不大, 积水不深但治理分散; 片状涝灾受淹面积较大, 已由点连成片; 线状涝灾主要分布在河道沿岸。

③ 洪涝并发型。城市同时受到洪水冲方和地面积水浸泡。

④ 洪涝发生灾害型。即洪涝灾害对城市工程设施、建筑物、桥梁道路、通信设施以及人民生命财产造成损害, 特别是造成城市生命线事件、交通事故、斜坡地质灾害、公共卫生事件及环境污染。

1.2.3 洪涝判别标准

我国洪水可分为跨流域洪水、流域性洪水、区域性洪水和局部性洪水。

跨流域洪水一般是指相邻流域多个河流水系内, 降雨范围广, 持续时间长,

主要干支流均发生的不同量级的洪水；流域性洪水一般是指本流域内降雨范围广，持续时间长，主要干支流均发生的不同量级的洪水；区域性洪水是指降雨范围较广，持续时间较长，致使部分干支流发生的较大量级的洪水；局部性洪水是指局部地区发生的短历时强降雨过程而形成的洪水。

七大江河的流域性洪水、区域性洪水和局部性洪水的定义和量化指标，是以七大江河水系分区划分及洪水量级划分标准为基础形成的，与几十年来人们对历史洪水的研究习惯基本一致。

七大江河流域的水系分区一般划分为：

松花江流域：嫩江、第二松花江、松花江三个水系分区。

辽河流域：西辽河、辽河干流、浑太河三个水系分区。

海河流域：滦河、北三河（潮白河、北运河、蓟运河）、永定河、大清河、子牙河（包括黑龙港及运东地区）、漳卫河、徒骇马颊河七个水系分区。

黄河流域：黄河上游干流（头道拐水文站以上）、黄河中游干流（头道拐水文站至花园口水文站）、黄河下游干流（花园口水文站以下）三个水系分区。

淮河流域：淮河上游（正阳关水文站以上）、淮河中游（正阳关水文站至洪泽湖）、淮河下游及里下河、沂沭泗河四个水系分区。

长江流域：长江上游（宜昌水文站以上）、长江中游（宜昌水文站至湖口水文站）、长江下游（湖口水文站以下）三个一级水系分区。长江上游分金沙江、岷沱江、嘉陵江、乌江四个二级水系分区；长江中游分汉江、洞庭湖四水、鄱阳湖五河三个二级水系分区；下游不分二级水系分区。

太湖流域：太湖流域一个水系分区。

珠江流域：西江、北江、东江、珠江三角洲四个水系分区。

依据《水文情报预报规范》（SL 250—2000）的规定，七大江河流域洪水量级的判别标准有四个等级，即：洪水重现期 ≥ 50 年为特大洪水；20~50年为大洪水；5~20年为较大洪水；低于5年为一般洪水。

跨流域洪水是指相邻流域2个或2个以上水系分区内，连续发生多场大范围降雨过程，发生洪水的水系分区主要干支流均发生不同量级的洪水。跨流域洪水的判别以七大江河水系分区的洪水判别标准为基础。跨流域洪水不设置区域性洪水和局部性洪水的判别标准。

跨流域特大洪水是指相邻流域2个或2个以上水系分区，至少有1个以上水系分区发生的洪水重现期 ≥ 50 年，其他水系分区的洪水重现期为20~50年。跨流域大洪水是指相邻流域2个或2个以上水系分区，至少有1个以上水系分区发生的洪水重现期为20~50年，其他水系分区的洪水重现期为5~20年。

1.2.4 洪水类型

洪水是由于暴雨、融雪、融冰等引起河川、湖泊及海洋在较短时间内流量急剧增加、水位明显上升的一种水流自然现象,其形成和特征主要取决于所在流域的气候与下垫面情况等自然地理条件,此外人类活动对洪水的形成过程也有一定的影响。洪水的发生是每条河流的自然现象,它具有两面性:一方面,当洪水超过一定的限度,给人类正常的生活、生产活动带来损失与祸患时,称为洪水灾害;另一方面,洪水也有有益的一面,如补充地下水源、冲刷河道、改良土壤、维持湖沼、为鱼类提供大量繁殖温床等。

我国洪水灾害的地域分布范围很广,除荒无人烟的高寒山区和戈壁沙漠外,全国各地都存在不同程度的洪水灾害。由于受地面条件及气候等多种因素的影响,灾情的性质和特点在地区上有很大差别。一般来说,山地丘陵区洪灾,由于洪水来势凶猛,历时短暂,破坏力很大,常常导致建筑物被毁,人畜伤亡,但受灾范围一般不大;平原地区洪灾,主要是漫溢或堤防溃决所造成,积涝时间长,灾区范围广。此外,东部地区灾害发生的频率大于西部地区,尤其是从辽东半岛、辽河中下游平原,并沿燕山、太行山、伏牛山、巫山至雪峰山等一系列山脉以东地区以及南岭以南西江中下游,这些地区处于我国主要江河中下游,受西风带、热带气旋等气象因素影响,暴风雨频繁且强度大,常发生大面积洪涝灾害。

我国位于欧亚大陆东部,太平洋西岸,西南距印度洋很近,地势西高东低,大部处于中高纬地带,受地理位置、地形因素及气候的影响,导致全国大部分地区存在洪水灾害威胁,一年四季水灾皆可发生。在冬季,北方地区冰凌洪水引发的灾害主要发生在黄河干流宁蒙以下河段以及松花江哈尔滨以下河段。在封冻和解冻期,大量冰凌阻塞,形成冰塞或冰坝,致使水位壅高,漫溢堤防,形成洪灾。在南方有些地区也可能发生洪灾。如1982年11月下旬,浙江东部沿海地区发生了严重的洪灾,但这种情况较为少见。春季主要是华南前汛期暴雨引发的洪灾,西部地区则会出现融雪洪水造成的洪灾。夏秋季是一年之中发生洪灾最多的季节,并且洪灾范围广,历时长,灾情重,七大江河重大洪涝灾害均发生在这一时期。

按照江河洪水的成因条件,我国洪水通常分为暴雨洪水、山洪泥石流、冰凌洪水、融冰融雪洪水、风暴潮洪水和垮坝(堤)洪水等不同类型的洪水都可能造成洪涝灾害,但暴雨洪水发生最为频繁、量级最大、影响范围最广。

1) 暴雨洪水型

我国的灾害性洪水主要由暴雨形成。洪水多发生在夏秋季节,发生的时间

自南往北逐渐推迟。暴雨洪水为降落到地面上的暴雨,经过产流和汇流在河道中形成的洪水。我国绝大多数河流的洪水都是由暴雨产生的,特别是历年最大洪水,往往是由暴雨形成的。淮河以南的南方河流洪水都是由暴雨形成的;西北干旱半干旱地区河流的最大洪峰主要由暴雨或暴雨与融雪混合形成,但小流域的最大洪水仍为暴雨洪水,即使高寒地区河流有些年份最大洪水可能由融雪形成,但历年最大洪水一般仍由暴雨形成。

2) 山洪泥石流型

山洪泥石流是指含有大量泥沙、黏土、砾石、岩石等固体物质与雨水、地表水、地下水混合后,使沟谷地带产生移动或流动,并向沟谷坡下缓慢滑动或位移的洪流。与其他洪灾相比,泥石流暴发时,来势异常凶猛,造成的水土流失历时较短,具有强大的破坏力,对山区工农业生产、水利、交通、通信等设施的危害更为严重,对人口密集的城镇和工矿区造成的危害更大。山洪泥石流的发生除与地形和地质条件有关外,暴雨是诱发的重要因素。凡是山高坡陡,沟壑纵横,植被较差、土层薄,没有高大森林,也没有灌木丛林的山地,当遇有暴雨或大暴雨时,最容易发生泥石流。

3) 冰凌洪水型

冰凌洪水指河流中因冰凌阻塞和河道内蓄冰、蓄水量的突然释放而产生的洪水,主要发生在西北、华北、东北地区。它是热力、动力、河道形态等因素综合作用下的结果。热力因素包括太阳辐射、气温、水温等,其中气温是热力因素中影响凌汛变化的集中表现。气温的高低是影响河道结冰、封冻、解冻开河的主要因素。动力因素包括流量、水位、流速等,其中流速大小直接影响结冰条件和冰凌的输移、下潜、卡塞等,水位的升降与开河形势关系比较密切。水位平稳时大部分冰凌就地消融,形成“文开河”形势;水位急剧上涨,能使水鼓冰裂,形成“武开河”形势。而水位与流速的变化取决于流量的变化,它们之间具有一定的关系,一般来说,流量大则流速大、水位高。河道形态包括河道的平面位置、走向及河道边界条件等,高纬度河流的气温低于低纬度的气温,由南向北流向的河流则易产生冰凌洪水,河道的弯曲度、缩窄、分叉、比降突变等对凌情都会有影响。此外,人类活动如在河道上修建水库、分蓄滞洪区、引水渠和控导工程等,都会改变河道流量分配过程及水温,从而影响冰凌洪水。

4) 融雪洪水型

融雪洪水指流域内积雪(冰)融化形成的洪水。在高山区雪线以上降雪,形成冰川和永久积雪以及雪线以下季节积雪,当气温回升至 0°C 以上时积雪融化,若遇大幅度升温,则大面积积雪迅速融化,可形成融雪洪水,若此时有降雨发生,

则形成雨雪混合洪水。我国融雪洪水主要分布在东北和西北高纬度山区。

5) 垮坝(堤)洪水型

垮(坝)洪水指水坝、堤防等挡水建筑物或挡水物体突然溃决造成的洪水。垮坝洪水包括堵江堰塞湖溃决、水库垮坝和堤防决口所形成的三类洪水。

6) 风暴潮型

风暴潮是由气压、大风等气象因素急剧变化造成的沿海海面或河口水位的异常升降现象,由热带气旋或温带气旋及寒潮大风引起,常使潮位大范围增高并伴随强浪,造成人员伤亡及财产的损失,当风暴增水适逢天文大潮时危害更为严重。我国风暴潮主要是热带气旋带来的。热带风暴常引起风暴潮,使潮位陡升,伴随大暴雨,造成水灾。

1.2.5 渍涝类型

形成涝渍灾害的自然因素主要有天气条件、土壤条件及地形地貌。天气条件是发生涝渍灾害的主要原因。灾害的严重程度往往与降雨强度、持续时间、一次降雨总量和分布范围有关。我国涝渍灾害主要分布于各大流域的中下游平原。这些区域处于季风暴雨区,由于降雨量年际年内分布不均匀,有些时期雨量大、强度高,造成洪涝灾害;有些时候阴雨连绵、低温高湿,造成土壤过湿和地下水位过高引发渍害。

农田渍害与土壤质地、土层结构和水文地质条件有密切关系。土质粒重的土壤渗透系数小,土壤中的水分难以排出,形成过高的地下水位与浅层滞水,土壤地下水易升不易降则易形成涝渍灾害。

地表径流能否及时宣泄,直接影响涝渍灾害的轻重,地表径流的大小和滞留时间长短与地形地貌关系十分密切。如南方地区,沿江、沿河或滨湖平原、洼地和圩区,地势低洼,受河流洪水顶托,排泄不畅,排降地下水则更为困难,因而易产生涝渍灾害。在东北一些地区,地形复杂,无尾河道众多,为闭流的浅平洼地,形成诸多沼泽,雨后积水排泄不出,则形成涝渍灾害。在黄淮海平原地区,由于黄河经常泛滥,破坏了原有水系,泛滥两岸泥沙堆积成岗,岗地之间则为洼地,排水出路不畅,涝渍灾害容易发生。

涝渍灾害不仅受自然因素影响,人类活动对其也有较大影响。如盲目围垦和过度开发大大增加了涝渍灾害。以东北三江平原为例,1949年易涝易渍面积为 $3.25 \times 10^5 \text{ hm}^2$,在围垦时,垦区排水标准过低,1965年增加到 $5.21 \times 10^5 \text{ hm}^2$,至1990年高达 $2.215 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。

在人类活动比较密集地区和城市化地区,由于水资源短缺,常常出现过度

开采地下水造成地面沉降状况,涝渍灾害加剧。如江苏苏锡常地区超量开采地下水引起地面沉降,形成了多个沉降中心,累计最大沉降量在1 m以上。在1991年洪涝灾害中,积水深度、淹没时间都超过邻近地区。

涝渍包含涝和渍两部分:涝是雨后农田积水,超过农作物耐淹能力而形成的;而渍主要由于地下水位过高,导致土壤水分经常处于饱水状态,农作物根系活动层水分过多,不利于农作物生长,而形成渍灾。但涝和渍灾害在多数地区是共存的,有时难以截然分开,故而统称为涝渍灾害。

涝渍灾害的形成与地形、地貌、排水条件有密切的关系,可划分为平原坡地、平原洼地、水网圩区、山区谷地、沼泽地等几种类型。

1) 平原坡地型

平原坡地主要分布在大江大河中下游的冲积或洪积平原,地域广阔,地势平坦,虽有排水系统和一定的排水能力,但在较大降雨情况下,往往因坡面漫流或洼地积水而形成灾害。

属于平原坡地类型的易涝易渍地区,主要是淮河流域的淮北平原,东北地区的松嫩平原、三江平原与辽河平原,海滦河流域的中下游平原,长江流域的江汉平原,等;其余零星分布在长江、黄河及太湖流域。

2) 平原洼地型

平原洼地主要分布在沿江、河、湖、海周边的低洼地区,其地貌特点近似于平原坡地,但因受河、湖或海洋高水位的顶托,丧失自排能力或排水受阻,或排水动力不足而形成灾害。

沿江洼地如长江流域的江汉平原,受长江高水位顶托,湖北省平原洼地总面积达 $1.272 \times 10^6 \text{ hm}^2$;沿湖洼地如洪泽湖上游滨湖地区,自三河闸建成以后由于湖泊蓄水而形成洼地;沿河洼地如海河流域的清南清北地区,处于两侧洪水河道堤防的包围之中,易涝耕地达 $6.43 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。

3) 水网圩区型

在江河下游三角洲或滨湖冲积、沉积平原,由于人类长期开发而形成水网,水网水位全年或汛期超出耕地地面,因此必须筑圩(垸)防御,并依靠人力或动力排除圩内积水。当排水动力不足或遇超标降雨时,则形成涝渍灾害,如太湖流域的阳澄、濠渚地区,淮河下游的里下河地区,珠江三角洲,长江流域的洞庭湖、鄱阳湖滨湖地区等,均属这一类型。水网圩区型涝渍灾害主要发生在淮河、长江和珠江流域。

4) 山区谷地型

山区谷地型涝渍灾害分布在丘陵山区的冲谷地带。其特点是山区谷地地势相对低下,遇大雨或淫雨,土壤含水量大,受周围山丘下坡地侧向地下水的侵