

# 城市洪水风险管理 与灾害补偿研究

裴宏志 曹淑敏 王慧敏 编著

CHENGSHI HONGSHUI FENGXIAN GUANLI  
YU ZAIHAI BUCHANG YANJIU



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 城市洪水风险管理 与灾害补偿研究

裴宏志 曹淑敏 王慧敏 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

### 图书在版编目 (CIP) 数据

城市洪水风险管理与灾害补偿研究/裴宏志, 曹淑敏, 王慧敏编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2008  
ISBN 978 - 7 - 5084 - 5595 - 2

I. 城… II. ①裴…②曹…③王… III. ①城市—洪水—水灾—风险管理—研究②城市—洪水—水灾—补偿—研究 IV. P426.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 071787 号

|      |                                                                                                                                                                                                                           |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 城市洪水风险管理与灾害补偿研究                                                                                                                                                                                                           |
| 作 者  | 裴宏志 曹淑敏 王慧敏 编著                                                                                                                                                                                                            |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a><br>电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心) |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心 (零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643<br>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  | 北京市兴怀印刷厂                                                                                                                                                                                                                  |
| 规 格  | 140mm×203mm 32 开本 6.25 印张 168 千字                                                                                                                                                                                          |
| 版 次  | 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷                                                                                                                                                                                         |
| 印 数  | 0001—2000 册                                                                                                                                                                                                               |
| 定 价  | 19.00 元                                                                                                                                                                                                                   |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 《城市洪水风险管理与灾害补偿研究》

## 编委会名单

主 任 王文珂

副主任 裴宏志 郭 潇

委 员 曹淑敏 王慧敏 许 峰 李光辉  
李明太 刘朝辉 金旭浩 孙淑云  
江培福 李国芳 仇 蕾 朱庆平  
欧阳晓红 詹红丽

项目完成单位 水利部综合事业局

项目协作单位 河海大学水文水资源与  
水利工程科学国家重点实验室

中水新华国际工程咨询有限公司

# 前言

---

洪水一直是困扰世界的重要问题，每年均给不同国家或地区的财产和人民的生产和生活带来非常严重的影响，并阻碍了国民经济的持续发展。对经济和人口密集的城市，洪水带来的威胁更大，洪灾造成的损失也可能更严重。因此，如何减轻洪水灾害带来的巨大损失，形成稳定协调的洪水与社会经济系统之间的良性关系，一直是各国政府及水利工作者努力解决的重大问题。人类在与洪水的长期斗争中，越来越清楚地认识到仅仅依靠工程设施来避免洪水灾害是不现实的，因而各国的城市防洪对策也由过去单纯重视工程措施转向工程措施与非工程措施相结合的策略。

我国防治洪水灾害的经验教训反复证明：人类对水的约束越大，洪水对人类的破坏越强；洪水是客观存在，洪灾不可避免。我国不少城市在洪水面前暴露出严重的脆弱性，由局部暴雨引起的城市交通、市政设施的瘫痪更是频频发生，给社会经济生活带来严重不便和重大损失。随着我国城市化进程的加快，经济和人口在城市的相对聚集，使得城市面临的各类灾害风险在不断地增加，寻求有效的城市灾害综合风险管理途径成为减轻城市灾害的重要任务。

近年来，我国政府开始将风险管理的理念引入防洪工作中，力求通过建立健全洪水风险控制，同时妥善解决好城市洪水的灾害补偿问题，借以分担、承受和化解洪水风险，将洪水风险控制在经济社会发展可承受的限度以内。

2003年初，水利部就明确提出，我国的“防洪要从控制洪水向洪水管理转变”。国家防汛抗旱指挥系统得到广泛应用，洪水预警预报、洪水风险图编制工作得到全面展开，学术界也在洪水灾害风险管理和灾害补偿方面作了重点研究。

洪水风险管理是一个连续的、循环的、动态的过程，包括洪灾预防、预警、抗灾、救灾、恢复重建、洪灾教学、立法、保险等有关减轻洪灾损失的人类活动及其过程。由于我国城市洪水风险管理工作起步较晚，有关理论和政策研究还很缺乏。为加强城市洪水风险管理的基础研究工作，在财政部、水利部等有关部门的支持下，水利部综合事业局开展了城市洪水风险管理与灾害补偿项目研究工作。本书则是在城市洪水风险管理与灾害补偿项目研究成果的基础上编写而成的。

本研究项目的目标是：根据人与自然和谐发展的要求，研究洪水风险管理与灾害补偿的基本理论与方法，在对国内外城市洪水风险管理与灾害补偿模式对比研究的基础上，提出科学可行的适应我国国情的城市洪水风险管理与灾害补偿模式，并建立相应的保障体系，为科学实施洪水风险管理与灾害补偿提供借鉴和指导。

为了掌握我国城市洪水风险管理实践的情况，提高研究成果与实践的契合度，针对我国地域辽阔、自然地理条件和社会经济状况差异大，从而导致防洪减灾形势复杂的特点，本次项目研究选择哈尔滨、杭州和济南三个南北各具防洪特色的典型城市开展了调研工作。通过对典型城市的实地调查，搜集国内外有关城市风险管理和灾害补偿资料，分析目前城市洪水风险管理与灾害补偿的成功经验和

存在不足，把握洪水风险管理的发展趋势；认真吸取国内外先进理念及成熟的管理经验，积极咨询专家意见，分析城市洪水风险管理和灾害补偿的主要因素；在促进城市发展、人与自然和谐发展的前提下，研究城市洪水管理的特点，初步提出了符合“人与自然和谐发展”方针的洪水风险管理及灾害补偿模式。

在本项目的研究过程中，水利部有关司局、国家防汛抗旱总指挥部办公室、民政部国家减灾中心、浙江省水利厅、黑龙江省水利厅、哈尔滨市水务局、济南市水务局为本项目研究提供了大量宝贵资料。在此，我们谨向对本项目研究工作给予关心、支持和帮助的所有领导、专家和同行朋友们，表示衷心的感谢。

城市洪水风险管理与灾害补偿的研究是一个非常复杂的课题，涉及水资源、经济学、管理工程、系统工程等多个方面。尽管我们在研究工作中作了很大努力，但由于该问题的复杂性，以及时间、资料的限制，项目研究中还存在一些不足之处，需要通过实践不断完善。书中不当之处，敬请广大读者赐教指正。

**编著者**

2008年4月

# 目 录

---

## 前 言

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 1 绪论 .....                          | 1  |
| 1.1 研究背景与意义 .....                   | 2  |
| 1.1.1 我国城市洪水灾害概况 .....              | 2  |
| 1.1.2 我国城市防洪面临的挑战 .....             | 7  |
| 1.1.3 我国城市防洪的发展趋势——洪水风险管理 .....     | 12 |
| 1.2 国内外洪水风险管理 with 灾害补偿理论研究进展 ..... | 14 |
| 1.2.1 国外理论研究进展 .....                | 14 |
| 1.2.2 国内理论研究进展 .....                | 16 |
| 1.3 国内外洪水风险管理 with 灾害补偿实践 .....     | 21 |
| 1.3.1 国外实践 .....                    | 21 |
| 1.3.2 国内实践 .....                    | 33 |
| 1.4 洪水风险管理 with 灾害补偿研究难点分析 .....    | 43 |
| 1.5 本课题主要研究内容 .....                 | 46 |
| 2 城市洪水风险的特点与内涵 .....                | 48 |
| 2.1 城市洪水灾害的形成和特点 .....              | 48 |
| 2.1.1 城市洪水灾害的形成 .....               | 48 |
| 2.1.2 城市洪水灾害的特点 .....               | 51 |
| 2.2 基于洪灾形成机制的城市分类 .....             | 53 |
| 2.2.1 滨河城市 .....                    | 54 |
| 2.2.2 山丘城市 .....                    | 55 |
| 2.2.3 平原城市 .....                    | 55 |
| 2.2.4 沿海城市 .....                    | 56 |
| 2.3 城市洪水风险的概念及分类 .....              | 57 |



|          |                                  |            |
|----------|----------------------------------|------------|
| 2.3.1    | 城市洪水风险的概念 .....                  | 57         |
| 2.3.2    | 城市洪水风险的分类 .....                  | 58         |
| 2.4      | 本章小结 .....                       | 62         |
| <b>3</b> | <b>城市洪水风险与灾害补偿的基本理论</b> .....    | <b>63</b>  |
| 3.1      | 城市洪水风险管理的概念及内涵 .....             | 63         |
| 3.2      | 城市洪水风险管理的方法 .....                | 65         |
| 3.2.1    | 洪水风险管理基本方法 .....                 | 65         |
| 3.2.2    | 洪水风险管理方法评析 .....                 | 69         |
| 3.3      | 城市洪水灾害的补偿理论及方法 .....             | 71         |
| 3.3.1    | 灾害补偿的基本理论 .....                  | 71         |
| 3.3.2    | 城市洪水灾害的补偿方法 .....                | 72         |
| 3.4      | 本章小结 .....                       | 74         |
| <b>4</b> | <b>城市洪水风险管理的 GMPP 模式</b> .....   | <b>75</b>  |
| 4.1      | 洪水风险管理产品性质研究 .....               | 75         |
| 4.1.1    | 洪水风险管理是准公共产品 .....               | 75         |
| 4.1.2    | 洪水风险管理是非市场产品 .....               | 77         |
| 4.2      | 洪水风险管理的 GMPP 模式 .....            | 82         |
| 4.2.1    | GMPP 的立方体决策模型 .....              | 83         |
| 4.2.2    | 政府参与的必要性分析 .....                 | 84         |
| 4.2.3    | 公众参与的必要性分析 .....                 | 85         |
| 4.2.4    | 市场参与的必要性：体现效率 .....              | 87         |
| 4.3      | GMPP 合作机制分析 .....                | 87         |
| 4.3.1    | 非市场产品提供概述 .....                  | 87         |
| 4.3.2    | GMPP 中政府角色：制度政府与经营政府 .....       | 88         |
| 4.3.3    | GMPP 公众合作机制：公众参与 .....           | 91         |
| 4.3.4    | GMPP 市场参与机制：公私合作 .....           | 101        |
| 4.4      | 本章小结 .....                       | 108        |
| <b>5</b> | <b>基于 GMPP 的城市洪水风险管理系统</b> ..... | <b>109</b> |
| 5.1      | 基于 GMPP 的城市洪水风险管理框架 .....        | 109        |

|       |                                     |     |
|-------|-------------------------------------|-----|
| 5.1.1 | 基于 GMPP 的城市洪水风险管理的多目标多属性的群体决策 ..... | 110 |
| 5.1.2 | 基于 GMPP 的洪水风险管理决策框架 .....           | 114 |
| 5.2   | 城市洪水风险管理技术——灾害识别和估计 .....           | 117 |
| 5.2.1 | 城市洪水灾害危险性分析 .....                   | 117 |
| 5.2.2 | 城市洪水灾害易损性分析 .....                   | 120 |
| 5.2.3 | 城市洪水灾害灾情评估 .....                    | 123 |
| 5.2.4 | 城市洪水灾害风险图 .....                     | 126 |
| 5.3   | 基于 GMPP 的城市洪水风险管理预警系统 .....         | 127 |
| 5.3.1 | 基于 GMPP 的城市洪水风险管理预警系统的理论体系 .....    | 127 |
| 5.3.2 | 基于 GMPP 的城市洪水风险管理预警系统设计 .....       | 129 |
| 5.3.3 | 基于 GMPP 的城市洪水风险管理动态预警系统 .....       | 131 |
| 5.4   | 本章小结 .....                          | 132 |
| 6     | 基于 GMPP 的城市洪水灾害补偿模式 .....           | 134 |
| 6.1   | 城市洪水灾害补偿模式设计依据 .....                | 134 |
| 6.1.1 | 理论依据 .....                          | 134 |
| 6.1.2 | 实践需要 .....                          | 137 |
| 6.1.3 | 洪水风险可保性分析 .....                     | 139 |
| 6.2   | GMPP 城市洪水灾害补偿模式的设计 .....            | 143 |
| 6.2.1 | GMPP 城市洪水灾害补偿的原则和目标 .....           | 143 |
| 6.2.2 | GMPP 城市洪水灾害补偿模式 .....               | 147 |
| 6.2.3 | GMPP 城市洪水灾害补偿运作流程 .....             | 150 |
| 6.3   | 本章小结 .....                          | 153 |
| 7     | GMPP 城市洪水灾害补偿计划及保障体系 .....          | 154 |
| 7.1   | GMPP 城市洪水灾害补偿计划 .....               | 154 |
| 7.1.1 | GMPP 城市洪水灾害补偿计划成本的确定 .....          | 155 |
| 7.1.2 | GMPP 城市洪水灾害补偿计划风险 .....             |     |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 控制与分担 .....                       | 161 |
| 7.1.3 不同城市 GMPP 洪水灾害补偿计划的扩展 ..... | 165 |
| 7.2 GMPP 城市洪水灾害补偿计划基金 .....       | 166 |
| 7.2.1 GMPP 城市洪水灾害补偿计划基金的来源 .....  | 166 |
| 7.2.2 GMPP 城市洪水灾害补偿计划基金的特征 .....  | 171 |
| 7.2.3 GMPP 城市洪水灾害补偿计划基金的运作 .....  | 172 |
| 7.3 GMPP 城市洪水灾害补偿计划的保障措施 .....    | 173 |
| 7.3.1 加强政策扶持 .....                | 174 |
| 7.3.2 健全法律法规 .....                | 175 |
| 7.3.3 提高公众参与意识 .....              | 177 |
| 7.4 本章小结 .....                    | 178 |
| 8 结论与建议 .....                     | 179 |
| 8.1 主要结论 .....                    | 179 |
| 8.2 建议 .....                      | 181 |
| 参考文献 .....                        | 183 |

洪水灾害是自然灾害中对人类影响和危害较为严重的一种。20 世纪以来,自然变异突出地表现在以全球变暖为主的全球天气气候变化上,现代人类经济社会活动以城市化最为显著,上述两者都对自然灾害尤其是洪水灾害产生了巨大的影响。而我们人类要能够真正地实现人与水的和谐发展,应该如何面对全球气候变化下的城市洪水风险,这是一个关系到社会的可持续发展的重大问题,也是一个迫切需要去研究和解决的问题。

近年来,人类在总结经济发展与洪水灾害相互竞争的历史经验中逐步提出了新的防洪减灾策略,这就是:对洪水灾害进行管理,调整人与水的关系,由原来的“防御洪水”转变为“洪水管理”,实现人与水的协调发展。而在洪水管理中,洪水风险管理是其中的重要工作之一,它是分析、评价、预防和处理洪水灾害的一项复杂的系统工程。天气气候的变化,极端事件频繁的发生、强度的不断加强,这些都对洪水风险管理提出了更高的要求。

2003 年初,水利部就明确提出,我国的“防洪要从控制洪水向洪水管理转变”,这是我国新时期治水方略调整的重要标志与必然趋向。近年来,政府和学术界对洪水管理给予了充分的关注,取得了不少研究成果。但是,将新的防洪理念应用于实践并取得实效还有相当长的一段路要走,需要研究的问题还很多。比如:要探讨什么是“洪水管理”,它与“控制洪水”到底有什么不同;要明确洪水风险管理的内涵和洪水风险管理的措施;还要针对措施制定便于操作和推行的洪水风险管理模式等。

## 1.1 研究背景与意义

### 1.1.1 我国城市洪水灾害概况

#### 1.1.1.1 全国洪灾损失概况

洪水灾害历来是我国最严重的自然灾害之一,历史上有关水灾的文字记载可追溯到 4000 多年前。20 世纪上半叶,我国七大江河洪水频发。长江中下游 1931~1949 年仅 19 年间,荆州地区被淹 5 次,汉江中下游被淹 11 次;黄河下游 1900~1951 年间决口 13 次;淮河中下游是两年一小水,三年一大水,其中 1921 年、1931 年洪水尤其严重;松辽流域平均 2~3 年发生一次洪水;海河 1910~1949 年间发生较大洪水 7 次,平均 5.5 年一次。

20 世纪后半叶,我国主要发生的较大洪灾有:1950 年淮河大洪灾;1954 年长江大洪灾;1963 年海河大洪灾;1975 年河南特大暴雨洪灾;1981 年四川暴雨洪灾;1983 年安康城特大洪灾;1985 年辽河洪灾;1988 年嫩江、柳江、洞庭湖洪灾;1991 年淮河流域和太湖发生大洪水,长江下游支流滁河两次发生有资料记载以来的最大洪水;1994 年长江支流湘江、赣江,珠江流域的西江、北江发生了 3 次大洪水,海河流域的滦河、蓟运河、北运河,黄河支流北洛河,松花江支流辉发河、伊通河和饮马河,辽河干流及支流东辽河均发生大洪水;1995 年我国发生了严重洪涝灾害,多地区普遍受灾;1996 年全国普遍受灾,长江中下游的湖南省受灾最重;1998 年我国经历了一场长江、松花江、嫩江全流域性特大洪涝灾害,全国直接经济损失达 2500 多亿元。

进入 21 世纪以来,洪灾损失较严重的年份及受灾情况为:2003 年,全国受灾人口 2.26 亿,因灾死亡 1551 人,倒塌房屋 245 万间,农作物受灾面积 2036 万  $\text{hm}^2$ ,成灾 1300 万  $\text{hm}^2$ ,因灾造成各类直接损失达 1300 多亿元;2005 年,全国受灾人口 2 亿,因灾死亡 1660 人,倒塌房屋 153 万间,农作物受灾面积 1545.7 万  $\text{hm}^2$ ,成灾 919.1 万  $\text{hm}^2$ ,因灾造成各类直接损失达

1600 多亿元；2006 年，全国 30 个省（自治区、直辖市）以及新疆生产建设兵团均发生不同程度的洪涝灾害，受灾人口 13882 万人，因灾死亡 2276 人，倒塌房屋 105.8 万间，农作物受灾面积 1053.33 万  $\text{hm}^2$ ，成灾 372.8 万  $\text{hm}^2$ ，直接经济损失 1332.6 亿元，其中水利工程损失 208.5 亿元；2007 年，全国 31 个省（自治区、直辖市）都不同程度遭受洪涝灾害，农作物受灾面积 1200 万  $\text{hm}^2$ ，成灾 648.9 万  $\text{hm}^2$ ，受灾人口 1.8 亿，因灾死亡 1203 人，倒塌房屋 103 万间，直接经济损失 1071 亿元。

据统计，1950~2000 年全国因洪涝灾害累计受灾 47800 万  $\text{hm}^2$ ，倒塌房屋 1.1 亿间，死亡 26.3 万人（1950~1990 年数据来自《中国水旱灾害》，1990 年后数据来自国家防汛抗旱指挥部办公室）。1990~2006 年洪灾造成的经济损失见表 1.1，年平均直接经济损失 1136.7 亿元，约占同期 GDP 的 1.7%，远远高于西方发达国家的水平（例如，美国 1990~1998 年平均洪灾经济损失为同期 GDP 的 0.07%）。另据 1990~2000 年资料统计，我国水灾直接经济损失约占全国自然灾害损失的 67%，为同期 GDP 的 2.24%。

表 1.1 1990~2006 年我国洪水灾害损失统计表

| 年 份             | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 直接经济<br>损失 (亿元) | 239.0 | 779.1 | 412.8 | 641.7 | 1796.6 | 1653.3 | 2208.4 | 930.1  | 2550.9 |
| 占 GDP (%)       | 1.29  | 3.61  | 1.55  | 1.85  | 3.84   | 2.83   | 3.25   | 1.25   | 3.26   |
| 年 份             | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 平均     |
| 直接经济<br>损失 (亿元) | 930.2 | 711.6 | 623.0 | 838.0 | 1300.5 | 713.5  | 1662.0 | 1332.6 | 1136.7 |
| 占 GDP (%)       | 1.13  | 0.72  | 0.57  | 0.70  | 0.96   | 0.45   | 0.90   | 0.63   | 1.70   |

注 表中 1999 年之前的数据来自《中国水旱灾害》一书；2000 年之后的洪灾损失数据来自国家防汛抗旱指挥部办公室，GDP 数据来自中国统计年鉴。

### 1.1.1.2 我国城市发展概况

城市是人类社会经济活动的中心。城市通过自身的政治、经

济、科技、信息与文化教育的中心职能，对地区、国家乃至世界的经济发展与进步产生巨大影响。

1978 年，我国仅有设市城市 193 座。改革开放以来，我国城市化进程加快。截止到 1998 年，全国设市城市数达到 668 座，城市人口 3.80 亿，城市化率 30.4%，其中 232 座地级及以上城市（不包括市辖县）共实现 GDP 为 36567 亿元，占全国 GDP 值的 47%，从区域看，东、中部地区地级及以上城市 GDP 为 30913 亿元，为西部地区城市的 5.5 倍。

至 2006 年，全国设市城市数为 661 座，城市人口 5.77 亿，城市化率 43.9%。从区域看，东、中、西部城市化水平分别为 54.6%、40.4% 和 35.7%。从城市看，城市化水平最高的是上海，为 88.7%；其次为北京和天津，分别为 84.3% 和 75.7%；城市化水平较低的是贵州和西藏，分别为 27.5% 和 28.2%。287 座地级及以上城市（不包括市辖县）共实现 GDP 为 132272 亿元，占全国 GDP 值的 63.2%（661 座城市总计的 GDP 占全国 GDP 的比例更大于此值），地级及以上城市（不包括市辖县）地区生产总值超过 1000 亿元的城市有 30 座，其中超 2000 亿元的 12 座城市依次为上海、北京、深圳、广州、天津、佛山、杭州、东莞、南京、重庆、沈阳和武汉。城市化率的不断提高和城市 GDP 占全国 GDP 比重的不断增加说明城市在我国社会经济发展中的作用越来越显著。

自古以来人类都是临水而居，临水而聚，逐渐形成城镇，发展为城市。相当多的城市坐落在江河湖畔或海滨，依靠堤防保护，因而经常受到洪涝和风暴潮灾害的严重威胁。随着我国城市化进程步伐加快，城市防洪任务将更加艰巨。

#### 1.1.1.3 我国城市洪灾概况

历史上，我国各大江河洪水泛滥时给沿岸城市带来过灭顶之灾。1870 年武汉市被洪水沦为泽国；1915 年珠江大水，广州市街道行船；1931 年长江大洪水，汉口被淹没 100 天，市区最大水深 6m，78 万人受灾，3.26 万人死亡；1932 年松花江大水，

哈尔滨市陆沉 1 个多月；1917 年、1939 年天津两次进水。

1949 年新中国成立后，经过不断的江河治理，主要江河常遇洪水基本得到控制。但由于人口集中、资产密度高、城区扩大、基础设施建设滞后于城市发展等原因，又产生了许多新的问题，遇到特大洪水，城市洪灾依然十分严重。例如，1960 年太子河洪水，本溪市淹水面积  $7.9\text{km}^2$ ，死亡 1064 人，全市停水停电，交通中断，直接经济损失 3 亿元，相当于该市全年工业产值的  $1/4$ 。1983 年汉江上游发生大洪水，洪水位高出安康城堤 1.5m，安康市老城主要街道水深 7~8m，9 万人受灾，死亡 870 余人，直接经济损失 5.1 亿元。1998 年长江大洪水，九江市城区因长江干堤溃口而部分被淹，全市直接经济损失 114 亿元。1999 年太湖流域发生特大洪水，全流域洪灾损失 131 亿元，其中城市洪灾损失占 50% 以上。浙江省 20 世纪 90 年代城市洪灾损失总额达 600 亿元，占到全省洪灾损失总量的 60%，相当于浙江省国内生产总值的  $1/10$  左右。2007 年，重庆市和济南市相继发生了大洪水。7 月 17 日，重庆市主城区降雨量达 266.6mm，创造了重庆市主城区有气象记录 115 年来降雨量的最高记录，重庆市 34 个区县 423 个乡镇的 646.44 万人受灾。因灾倒塌房屋 3.07 万间，死亡 42 人、失踪 12 人，造成直接经济损失 27.03 亿元。7 月 18 日，济南市遭遇有气象记录以来的最大暴雨，市区 1h、2h 和 3h 最大降雨量分别为 151.0mm、167.5mm 和 180.0mm。到 18 日晚 22 时，小清河达到最大洪峰水位 23.58m，超警戒水位 1.04m，实测流量  $202\text{m}^3/\text{s}$ ，比 1987 年“8.26”特大暴雨灾害时的流量多出  $79\text{m}^3/\text{s}$ 。市区内积水 1m 以上的路段多达 51 处，部分低洼地段最深积水 4m 以上，城市交通一度陷入瘫痪。由于正值交通高峰期，突如其来的暴雨和洪水造成 42 人死亡。初步核实，全市受灾人口 33.3 万人，紧急转移安置 11.2 万人；受淹居民 8713 户，倒塌房屋 2105 间，损坏房屋 5297 间；市区内受损车辆 802 辆，毁坏道路  $1.4\text{万 m}^2$ ，冲失井盖 500 多套，26 条线路停电，两处水厂停止供水，140 多家工商



企业进水受淹,其中银座地下商城进水 1.5m;农作物受灾面积 27422hm<sup>2</sup>,其中绝收面积 7410hm<sup>2</sup>;灾害造成直接经济损失约 12.3 亿元。

由于城市洪涝灾害损失统计的不完整以及定量精度不高,目前还不能对城市洪涝灾害损失作出全面而精确的估计,只能根据对典型城市的调查,来获得对城市洪水灾害的定量认识,供城市洪水风险管理参考。

根据《中国水利统计年鉴》不完全统计,在 1991~1998 年间,全国约有 700 座(次)县级及以上城市因洪水进城受淹,其中地级及以上城市 28 座(次)。洪水进城的主要原因是江河洪水或山洪过大,超过城市设防能力;或城市堤防因质量问题而溃决(如 1998 年长江干流沿岸的九江市),或因不设防所致(如 1994 年前的梧州、柳州)。据国家防办专家抽样估计,在 1994~1998 年间,全国城市洪涝灾害年均直接经济损失为 296 亿元,占同期全国总洪涝灾害损失的 16%。据浙江、湖北、湖南、广西、广东省地市级及以上城市中的 38 座城市洪涝灾害直接经济损失资料统计分析,市区损失占地区损失的百分比,平原水网地区城市(如嘉兴、湖州)为 21.1%;洞庭湖区支流尾闾城市(如长沙、常德、岳阳、益阳)为 24.5%;沿海地区城市(如宁波、温州、舟山、台州)为 25.9%;长江干流沿岸城市(如宜昌、武汉、黄石、荆州、黄冈)为 11.2%。

城市洪灾损失占同期全国总洪涝灾害损失的比值,一直备受大家的关注,但因灾害统计上的困难以及损失值定量存在许多不确定因素,迄今尚无一个大家都能接受的损失比值,上面提供的只是少数城市的典型值,其值还缺乏代表性。今后应更多收集有关资料,以便逐步求得各类城市损失比重的评估值。

总之,我国是一个洪灾损失严重的国家(根据 1990~2000 年的资料统计,我国洪涝灾害直接经济损失占全国国内生产总值的 2.24%,洪涝灾害直接经济损失约占全国自然灾害损失的 67%);城市洪灾损失在全国总洪涝灾害损失中占有相当比重