



普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高等学校给排水科学与工程学科专业指导委员会规划推荐教材

城镇防洪与雨水利用

(第二版)

张 智 主编
吴济华 主审

中国建筑工业出版社

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材

高等学校给排水科学与工程学科专业指导委员会规划推荐教材

城镇防洪与雨水利用

(第二版)

张 智 主编

吴济华 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城镇防洪与雨水利用/张智主编. —2 版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2016. 9.

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材 高
等学校给排水科学与工程学科专业指导委员会规划推荐
教材

ISBN 978-7-112-19824-5

I. ①城… II. ①张… III. ①城镇-防洪工程-高等
学校-教材 IV. ①TU998. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 217177 号

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高等学校给排水科学与工程学科专业指导委员会规划推荐教材

城镇防洪与雨水利用

(第二版)

张 智 主编

吴济华 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京佳捷真科技发展有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 27 字数: 541 千字

2016 年 11 月第二版 2016 年 11 月第三次印刷

定价: 52.00 元

ISBN 978-7-112-19824-5

(29190)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书是普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材，共分8章，主要内容有城镇防洪概论，设计洪水流量，城镇防洪总体规划，城镇防洪工程措施，防洪工程评价与管理，城镇雨水管理模型、城镇雨水管理、城镇雨水利用。本书针对给排水科学与工程专业的特点，结合实例系统地阐述了基本理论与原理，使学生更易理解和掌握。

本书可作为给排水科学与工程、环境工程、城市交通和水利工程等相关专业的教材，也可作为政府管理人员及专业工程技术人员的参考书。

* * *

责任编辑：王美玲

责任校对：李欣慰 张 颖

第二版前言

《城镇防洪与雨洪利用》（第一版）出版以来，已历时七年，其间，自然世事变化极大。

其一，近年来，我国城镇化的快速发展，地貌变化极大；全球气候变化诡（奇）异，降雨无常，两相叠加，致内涝成“海”为“常景”，伤人毁物频发。据人民日报披露，2008~2010年间，全国62%的城市发生过城市内涝，内涝灾害超过3次以上的城市有137个，人员伤亡财产损失极大，引起国家高度重视。2013年3月25日，国务院办公厅发布《关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23号），要求“2014年底前，编制完成城市排水防涝设施建设工程规划，力争用5年时间完成排水管网的雨污分流改造，用10年左右的时间，建成较为完善的城市排水防涝工程体系。”2013年6月18日，住房城乡建设部关于印发城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲的通知（建城〔2013〕98号）；2013年9月18日，颁布《城镇排水与污水处理条例》（中华人民共和国国务院令 第641号），要求：“易发生内涝的城市、镇，还应当编制城镇内涝防治专项规划，并纳入本行政区域的城镇排水与污水处理规划。”2014年10月22日，住房城乡建设部关于印发海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）的通知（建城函〔2014〕275号），推进海绵城市建设：控制降雨径流、防治城市内涝；改善径流水质，降低面源污染；利用雨水资源，缓解缺水矛盾；2015年4月2日，《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17号）；2015年8月28日，住房和城乡建设部和环境保护部颁布《城市黑臭水体整治工作指南》；2015年9月23日，中共中央 国务院印发《生态文明体制改革总体方案》，要求：“坚持节约资源和保护环境基本国策，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主方针，以正确处理人与自然关系为核心，以解决生态环境领域突出问题为导向，保障国家生态安全，改善环境质量，提高资源利用效率，推动形成人与自然和谐发展的现代化建设新格局。”生态文明建设以“生态环境、生态安全、资源利用”为核心内容，已是国家重大举措。

其二，我国城镇防洪与排水事业发展迅速，我国许多城市发生内涝，原城市雨水管道设计标准已不适应，与之相关的规范、标准几经修订。修编并发布《防洪标准》GB 50201—2014；故《室外排水设计规范》GB 50014—2006于2011年

和 2014 年两次进行了修订。

这些方针、政策和标准的颁布,将指导和规范我国的雨水管理工作,因此,《城镇防洪与雨洪利用》的修编适逢其时,甚为必要。

本书由重庆大学张智担任主编,与华中科技大学陶涛,湖南科技大学任伯帜,重庆大学阳春、曾晓岚、柴宏祥,北京建筑大学许萍,上海城建设计研究院张显忠和南华大学凌辉等共同修编完成。修编主要内容及分工如下:书名由《城镇防洪与雨洪利用》改为《城镇防洪与雨水利用》;第一版的第 4 章防洪工程措施和第 7 章防洪非工程措施,删减合并为第二版的第 4 章城镇防洪措施;第一版的第 5 章防洪工程管理和第 6 章防洪工程评价,删减合并为第二版的第 5 章防洪工程评价与管理;新增第 6 章城镇雨水管理模型、第 7 章城镇雨水管理;补充第 8 章雨洪利用更名为城镇雨水利用,并充实部分案例。第二版编写分工如后:第 1 章由张智、阳春编写,第 5 章 5.1 节由阳春编写;第 2 章和第 4 章 4.2 节由任伯帜编写;第 3 章和第 5 章 5.2 节由陶涛编写;第 4 章 4.1 节由曾晓岚编写;第 6 章由阳春编写;第 7 章由凌辉、张智编写;第 8 章 8.2~8.4 节、8.1.1、8.5.1、8.5.2 由许萍编写,8.5.4 由柴宏祥编写,8.1.2、8.5.3、8.5.4 由张显忠编写。全书由张智统稿。

中国市政工程西南设计研究总院吴济华教授级高工担任本书主审。

在教材修编过程中,许多专家给予了极大的帮助,感谢重庆大学王畅参与了校核工作。教材修编中参考了许多文献资料,不能一一列出,对此深表歉意和谢意。

由于本教材涉及学科多、内容广,限于编者的水平,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正,以促不断完善。

第一版前言

我国幅员辽阔，江河众多，洪水灾害频繁。全国约有 35% 的耕地、40% 的人口和 70% 的工农业生产受到江河洪水的威胁。全国每年的洪灾造成直接经济损失，少则数百亿元，多则数千亿元。1998 年，长江、松花江、闽江、珠江水系的西江均发生了特大洪水，触目惊心，当年洪灾造成直接经济损失 2551 亿元，占当年自然灾害总损失的 85%。洪水灾害作为威胁人类生命财产的主要自然灾害之一，其发生频率之高、灾害范围之广及其对社会影响之大，在人类遭受的十五种自然灾害中均居首位。因此，防洪治水历来是各级政府的为政之首、安民之策和发展之要。

自 1949 年中华人民共和国成立以来，我国主要江河进行了大规模的防洪工程建设，共修建江河堤防 27.8 万 km；建成水库 8.5 万座，总库容 5184 亿 m^3 ；水闸 2.5 万座；疏浚河道 10 万 km；开辟蓄滞洪区 97 处，总面积达 3.4 万 km^2 ，总蓄洪容量近 1000 亿 m^3 ；治理水土流失面积 86 万 km^2 。在全国范围内初步形成了科学合理的防洪布局和较完整的防洪体系，初步控制了大江大河的常遇洪水。所有这些防洪措施，有效地减少了洪水的酿灾机会及其致灾损失，为国家经济发展、人民安居乐业、社会稳定和生态环境改善提供了基本保障。但是，我们应当清醒地看到，洪水是一种不以人的意志为转移的自然现象，彻底根除洪水和期望洪灾不再发生的想法都是不现实的。因此，经济社会愈是发展与进步，防洪治水工作愈是要加强，防洪减灾将是一项长期而艰巨的任务。

近些年来，随着社会经济的发展，生产力水平的提高，社会财富和人口不断向城市集中，城市洪水灾害的损失呈不断增长的趋势。城市是国家和地区的政治、文化、经济中心和重要的交通枢纽，在整个国民经济中具有举足轻重的地位，其影响自然比一般地区重要，因此城镇的防洪历来是防洪的重点。搞好城镇防洪，不仅对于城镇具有重要意义，而且对于地区和国家经济发展具有重要作用。城镇的特点决定了一旦发生洪灾，可能造成的经济财产等损失要远远超过非城镇地区。历次较大的洪水灾害，城市的灾害损失都占有相当大的比例。因此，进行城镇防洪建设具有重要意义。

我国绝大多数城市都是分布在沿江河、滨湖滨海地区，经常受到洪水的威胁。历史上经常遭受洪水灾害。到 2000 年，中国有城市 668 座，其中有防洪任

务的城市 620 座。1949 年以来,我国在进行江河治理的同时,对一些沿江河湖海的重要城市进行了防洪工程建设和大规模的河道整治。20 世纪 80 年代起,全面开展城市防洪规划,把城市防洪规划逐步纳入江河治理规划和城市建设总体规划,1990 年制定了《城市防洪规划编制大纲》在全国各地试行。目前已有 80% 的城市完成了城市防洪规划。目前已建成城市防洪堤 1.6 万余 km,已有 236 座城市达到国家规定的防洪标准,还有很多城市没有达标,依然需要加强对防洪工程的建设。2006 年 11 月 20 日,“水利部关于加强城市水利工作的若干意见”(水政法[2006]510 号)指出长期以来由于对城市发展中的城市水问题认识滞后和重视不够,涉水规划与水利建设滞后于城市发展,综合功能提升滞后于规模发展,环境改善滞后于经济增长,出现了很多城市水利问题,迫切需要加强城市水利工作。城镇防洪是城市水利工作的重要组成部分,任重道远。

由于城镇防洪与一般的水利工程有共性,但其针对主题不同,两者存在一定的差异。水资源的短缺已成为共识,雨洪的资源化利用是节约水资源的发展趋势。目前还缺乏这类专门针对城镇防洪与雨洪利用的教材,该方向作为构成给水排水工程(给排水科学与工程)专业完整课程体系的一部分,教材的缺失不利于给排水科学与工程专业的发展。因此,亟需一本系统性、专业性的教材来指导实践,以满足社会的发展对专业人才培养的需要。

因此,《城镇防洪与雨水利用》被列入全国高等学校给水排水工程专业指导委员会规划教材、普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材。在对国内外相关教材全面调研,并参阅了大量的文献资料以及工程实例的基础上完成了该教材的编著工作。教材内容注重理论性和实用性相结合,着力于基本概念、基本知识和基本技术的归纳性介绍。在介绍传统的、常规的、惯用的防洪治水方法与技术的同时,注意凸显近些年来在这方面的新思想、新方法和新技术,使本教材既继承传统,保留科学合理和行之有效的技术与经验,又与时俱进,注意吸纳国内外最新的思想与方法,做到言简意赅、通俗易懂、简明实用。较全面地概括了我国城镇防洪的现状和特点以及防洪的意义;全面系统地介绍了设计洪水流量的推求、城镇防洪的总体规划、防洪的工程措施和非工程措施以及防洪工程的评价和管理;最后结合工程实际介绍了城市雨洪利用方面的内容。

本书由重庆大学张智担任主编,与华中科技大学陶涛、湖南科技大学任伯帜、重庆大学阳春、曾晓岚和北京建筑工程学院许萍共同编写完成。其中:第 1 章由张智、阳春编写,第 2、7 章由任伯帜编写,第 3、5 章由陶涛编写,第 4 章由曾晓岚编写,第 6 章由阳春、张智编写,第 8 章由许萍编写。书中部分资料的收集以及文字、图表编辑工作由陈杰云完成。全书由张智统稿。

中国市政工程西南设计研究院吴济华教授级高工担任本书主审。

本教材得到了重庆大学教材建设资金资助。

在教材编写过程中,许多专家给予了极大的帮助,对教材中的主要章节的内容提出很多宝贵的意见和建议。教材编写中参考了众多的文献资料,因疏漏可能未一一列全,对此深表歉意。对为教材编写提供帮助和支持的所有人员和所有参考文献的作者表示诚挚的谢意,教材编写的顺利完成,与他们的贡献与支持是分不开的。

由于本教材内容涉及学科多,内容广泛,并限于编者的水平,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正,以促不断完善。

目 录

第1章 城镇防洪概论	1
1.1 概述	1
1.1.1 降雨特征与分类	1
1.1.2 降雨的分级及暴雨预警信号	2
1.1.3 降雨频率与重现期	4
1.2 洪灾及其防治	4
1.2.1 城镇洪水分类	5
1.2.2 洪水来源	10
1.2.3 城镇洪灾成因	11
1.2.4 洪水的危害	12
1.2.5 城镇的降水排出与防洪	13
1.2.6 城镇洪灾防治措施及防洪体系	14
1.3 城镇雨水管理概要	21
1.3.1 城镇洪涝灾害日益严重	21
1.3.2 城镇雨水径流污染加重	21
1.3.3 水资源短缺	22
1.3.4 城镇雨水管理模式概要	22
1.4 城镇防洪和雨水利用的重要意义	22
1.4.1 我国城镇防洪设施建设现状	22
1.4.2 现代城镇防洪的重点和特点	24
1.4.3 现代城镇防洪的发展趋势	25
1.4.4 城镇洪涝灾害防治的重要意义	27
思考题	27
第2章 设计洪水流量	28
2.1 设计洪水概述	28
2.1.1 设计洪水	28
2.1.2 水文频率计算基本方法	29
2.2 利用实测流量资料推求设计洪水流量	36
2.2.1 洪水选样	36

2.2.2	资料的审查	37
2.2.3	洪水资料的插补延长及特大洪水资料的处理	38
2.2.4	设计洪水量及洪水过程线的推求	43
2.3	洪水调查与推算设计洪水流量	50
2.3.1	洪水调查的方法与步骤	50
2.3.2	洪水调查的主要内容	54
2.3.3	历史洪水重现期的确定	55
2.3.4	设计洪水流量的推求	55
2.4	由暴雨资料推求设计洪水流量	56
2.4.1	由暴雨资料推求设计洪水的主要内容	56
2.4.2	样本系列	56
2.4.3	推求方法	58
2.5	推算小流域面积设计洪水流量	65
2.5.1	小流域设计暴雨	65
2.5.2	雨量和降雨历时与频率关系曲线	66
2.5.3	短历时暴雨公式	68
2.5.4	经验公式	70
2.5.5	全国中小流域设计洪水（洪峰流量）计算成果 汇总	73
思考题		77
第3章 城镇防洪总体规划		78
3.1	城镇防洪总体规划概述	78
3.1.1	主要任务	78
3.1.2	基本原则	78
3.1.3	主要依据	83
3.1.4	主要内容	84
3.1.5	方法与步骤	85
3.2	城镇防洪总体规划设计的基础资料	86
3.2.1	自然条件	86
3.2.2	防洪工程沿革	87
3.2.3	社会经济	87
3.2.4	城镇规划与相关规划	88
3.2.5	历次洪水灾害调查	88
3.3	城镇防洪能力	88
3.3.1	保护范围确定	88

3.3.2 防洪能力论证	89
3.4 城镇防洪设计防洪标准	90
3.4.1 防洪标准的含义	90
3.4.2 城镇等级、洪灾类型与防洪标准的关系	91
3.4.3 防洪标准的确定	92
3.4.4 防洪建筑物的防洪标准、级别、安全超高、稳定安全 系数	96
思考题	108
第4章 城镇防洪措施	109
4.1 城镇防洪的工程措施	109
4.1.1 堤防	109
4.1.2 护岸与河道整治	120
4.1.3 城镇山洪防治与排涝	131
4.1.4 防洪闸与交叉构筑物	138
4.1.5 泥石流防治	144
4.2 城镇防洪的非工程措施	149
4.2.1 概述	149
4.2.2 洪泛区管理	152
4.2.3 洪水保险	155
4.2.4 洪水预警管理	158
4.2.5 洪水抢险	160
4.2.6 善后救灾与灾后重建	165
思考题	166
第5章 防洪工程评价与管理	168
5.1 防洪工程评价	168
5.1.1 城镇防洪工程环境影响评价	168
5.1.2 城镇防洪工程经济评价	171
5.1.3 防洪工程综合评价	182
5.2 防洪工程管理	190
5.2.1 防洪工程管理原则及内容	191
5.2.2 防洪工程管理组织与措施	192
思考题	202
第6章 城镇雨水管理模型	203
6.1 城镇雨水管理基本模型	204
6.1.1 暴雨量的预测	204

6.1.2	暴雨水质的预测	214
6.2	城镇雨水管理模型特征	217
6.2.1	SWMM	218
6.2.2	DR3M-QUAL	218
6.2.3	HSPF	218
6.2.4	MIKE-SWMM	219
6.2.5	QQS	220
6.2.6	STORM	220
6.2.7	SWMM Level 1	220
6.2.8	Wallingford Model	221
6.2.9	BRASS	221
6.2.10	HEC-5Q	221
6.2.11	QUAL2E-UNCAS	222
6.2.12	WQRRS	223
6.3	城镇雨水管理模型常用软件	226
6.3.1	SWMM 模型	227
6.3.2	InfoWorks CS	237
6.3.3	MIKE URBAN 模型	245
6.3.4	ArcGIS	255
6.4	城镇雨水管理的未来发展方向	261
6.4.1	建模	261
6.4.2	对过程的理解	262
6.4.3	数据管理	262
	思考题	263
第7章	城镇雨水管理	264
7.1	概述	264
7.1.1	城镇化及其影响	264
7.1.2	城镇雨水管理发展历程	281
7.2	城镇雨水综合管理模式	283
7.2.1	概述	283
7.2.2	最佳管理措施	286
7.2.3	低影响开发	291
7.2.4	可持续城镇排水	293
7.2.5	水敏感性城镇设计	295
7.3	城镇雨水管理系统	296

7.3.1	概述	296
7.3.2	城镇径流控制	297
7.3.3	城镇非点源污染控制	302
7.3.4	城镇雨水利用	304
7.3.5	山地城镇的雨水控制系统	308
7.4	中国城镇雨水管理与实践	309
7.4.1	中国古代城镇的洪涝防治	309
7.4.2	中国城镇雨水管理体系建设	311
7.4.3	城镇雨水控制与利用系统设计	315
7.4.4	我国海绵城市建设	330
	思考题	340
第8章	城镇雨水利用	341
8.1	城镇雨水利用规划	341
8.1.1	城镇雨水利用规划概念	341
8.1.2	城镇雨水利用规划案例——以深圳市雨水利用规划为例	343
8.2	城镇雨水利用设施	347
8.2.1	直接利用（回用）设施	347
8.2.2	间接利用设施	349
8.2.3	调蓄排放设施	353
8.2.4	雨水综合利用设施	354
8.3	城镇雨水利用工程设计	355
8.3.1	雨水量与水质	355
8.3.2	雨水收集系统	360
8.3.3	雨水渗透系统	373
8.3.4	雨水回用系统	376
8.3.5	调蓄排放系统	378
8.4	城镇雨水利用管理	381
8.4.1	城镇雨水利用管理的内容	381
8.4.2	城镇雨水利用项目的建设管理原则	381
8.4.3	城镇雨水利用项目的运行维护和用水管理	382
8.5	城镇雨水利用工程实例	385
8.5.1	北京奥林匹克公园中区雨水利用	385
8.5.2	国家体育场雨水利用	389
8.5.3	上海世博园雨水利用	392
8.5.4	无锡市某住宅小区雨水利用	396

8.5.5 深圳市××区雨水控制与利用	399
思考题	408
附录	409
参考文献	414

第 1 章 城镇防洪概论

据有关部门研究,我国到 21 世纪中叶人口将达到零增长,届时人口总数可达 16 亿左右,经济发展将达到中等发达国家的水平,城镇人口占全国人口的 70%左右,国内生产总值的 90%可能集中于城镇。因此,城镇的安全将是整个社会经济持续稳定发展的关键因素。我国大中城镇约 90%濒临江河海洋,都受到一定程度洪水的威胁,可能造成巨大的经济损失。随着城镇化进程的加快,大批中小城镇蓬勃兴起,其中大多数城镇在进行城镇规划建设时没有充分考虑防洪要求,存在很大的洪灾风险。因此,有关城镇防洪减灾已经成为我国 21 世纪可持续发展的重大课题,越来越引起人们的重视。

1.1 概 述

1.1.1 降雨特征与分类

降雨的特性取决于上升气流、水汽供应和云的物理特征,其中尤以上升运动最为重要。因此通常按上升气流的特性将降水分为对流雨、锋面雨、地形雨和台风雨四种主要类型。

(1) 对流雨

热带及温带夏季午后,因高温使得蒸发旺盛,富含水汽的气流剧烈上升,至高空因减压膨胀冷却而成云致雨,称为对流雨。它多从积雨云中下降,是强度大、雨量多、雨时短、雨区小的阵性降雨。发展强烈的还伴有暴雨、大风、雷电,甚至冰雹。这种降水大多发生在终年高温、大气层结不稳定的低纬度热带地区中纬度地区的夏季。地处赤道低压带的热带雨林气候,因太阳辐射强,空气对流运动显著,主要为对流雨。

一般清晨时天空经常无云,日出后随着太阳高度角的增大,气温迅速升高,水汽蒸发后上升,天空积云逐渐增厚。到了午后,积雨云势如山峰,电闪雷鸣,下起倾盆大雨。傍晚雨停,大自然又恢复了宁静。一年中每一天几乎都是如此,没有季节的变化。我国夏季午后到傍晚也有对流雨出现。

(2) 锋面雨

冷暖性质不同的气团相遇,其接触面称为锋面。暖湿空气因密度小,较干冷空气轻,会沿着锋面爬升,而致水汽凝结降雨,称为锋面雨。锋面雨多发生于温

带气旋的天气系统内,故又称气旋雨。因为锋面或气旋水平尺度大、持续时间长、上升速度慢,易形成层状云系,产生大范围的连续性降水。降水均匀,降水强度没有急剧变化,这是中高纬度地区最重要的降水类型。我国北方大部分地区夏季的暴雨都是锋面雨。锋面雨是我国主要的降雨类型,主要由夏季风的进退所决定,雨带随锋面的移动而移动。每年5月,南部沿海进入雨季;6月移至长江中下游,形成一个月左右的梅雨;7~8月雨带移至华北、东北,长江中下游出现伏旱;9月雨带南撤;10月雨季结束。我国南方雨季开始早,结束晚,雨季长;北方雨季开始晚,结束早,雨季短。为了解决我国降水量地区分配不均的问题,我国修建了“南水北调工程”。有些年份因夏季风进退反常,易引发水旱灾害,可修建水库进行调节。

(3) 地形雨

温湿空气运行中遇到山地等地形阻挡被迫抬升,气温降低,空气中的水汽凝结而产生的降雨,称为地形雨。一般形成在山地的迎风坡,而且随着高度的升高,降水量逐渐增多,到达一定高度时降水量达到最大。再向高空去,降水量又逐渐减少。地形雨的强度和大小除同山地的高度有关外,还同气流的含水量、稳定性和运动速度相关,如果山体足够高,气流水汽充沛,运行稳定,常常成为多雨中心。如喜马拉雅山南坡的乞拉朋齐,位于西南季风的迎风坡,年平均降水量达到12000mm左右,成为世界的“雨极”。气流越过山顶,沿背风坡向下流动,则形成增温、干燥等现象,有些地方还出现干热的焚风,降水量很少或没有降水,成为“雨影区”。如澳大利亚东海岸的大分水岭,东侧为东南信风的迎风坡,多地形雨;西侧的墨累—达令盆地形成雨影效应,降水稀少,气候干燥,严重影响了该地混合农业的生产。为了解决灌溉水源问题,澳大利亚修建了“东水西调”工程。

(4) 台风雨

在热带洋面出现的热带气旋,其降雨主要是由于海上潮湿空气的强烈辐合上升作用而形成,称为台风雨。台风是形成于热带或亚热带海洋上的强大的热带气旋,中心附近风力达到12级或12级以上。热带气旋的范围虽比温带气旋小,但云层浓密,且环绕在低气压中心的气流强盛,带来狂风暴雨,会造成河堤决口、水库崩溃、洪水泛滥。这种热带气旋在亚洲东部和我国沿海地区称为台风,在亚洲南部及北美洲东海岸则称为飓风。我国夏秋季节经常发生的台风属于强烈发展的热带气旋,带来狂风暴雨,给人民群众生命财产造成巨大损失。

1.1.2 降雨的分级及暴雨预警信号

降水根据其不同的物理特征可分为液态降水和固态降水。降水量是指在一定时间内降落到地面的水层深度,单位用毫米表示。