

气象灾害丛书

BAOYU HONGLAO

暴雨洪涝

丁一汇 张建云 等 编著



气象出版社
China Meteorological Press



BAOYU HONGGUAO

暴雨洪涝

王世杰 王世杰 王世杰



气象灾害丛书

李里奇

暴雨洪涝

丁一汇 张建云 等 编著

 气象出版社
China Meteorological Press

内 容 提 要

本书包括中国暴雨和中国洪涝两个大部分,暴雨部分主要介绍了中国暴雨和雨季的关系,暴雨的时空分布特征,影响中国暴雨产生的物理条件,大尺度环流条件和天气系统,暴雨灾害的监测、预警、影响评估及历史重大暴雨两个例分析;洪涝部分对洪涝灾害的定义、标准、发生发展规律、影响评估等内容进行了详细阐述,并对历史重大洪涝灾害进行了介绍。本书内容丰富充实,不仅全方位地对有关暴雨和洪涝的基本知识进行了介绍,而且对涉及到的原因、机理等理论知识进行了深入浅出的剖析,更重要的是其涵盖了至今最新的科研成果。

本书作为一本高级科普读物,不仅适合决策者和一般公众阅读,而且适合各类气象专业技术人员的教学和研究参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

暴雨洪涝/丁一汇,张建云等编著. —北京:气象出版社,2009.3

(气象灾害丛书)

ISBN 978-7-5029-4700-2

I. 暴… II. ①丁… ②张… III. 暴雨洪水—气象灾害—
灾害防治 IV. P333.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 025690 号

Baoyu Honglao

暴雨洪涝

丁一汇 张建云 等编著

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

总 策 划:陈云峰 成秀虎

责任编辑:俞卫平

封面设计:燕彤

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:700 mm×1000 mm 1/16

字 数:341 千字

版 次:2009 年 4 月第 1 版

印 数:1~6000

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:章澄昌

责任技编:吴庭芳

印 张:19

印 次:2009 年 4 月第 1 次印刷

定 价:44.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

丛书编辑委员会成员（按姓氏笔画排列）

主 任：秦大河

副 主 任：许小峰 丁一汇

成 员：马克平 马宗晋 王昂生 王绍武 卢乃锰 卢耀如
刘燕辉 陈联寿 宋连春 林而达 张人禾 李文华
陈志恺 黄荣辉 董文杰 端义宏

编写组长：丁一汇

副 组 长：宋连春 矫梅燕

评审专家组成员（按姓氏笔画排列）

丁一汇	马宗晋	毛节泰	王昂生	王春乙	王绍武	王根绪
王锦贵	王馥棠	卢乃锰	任阵海	任国玉	伍光和	刘燕辉
吴 兑	宋连春	张小曳	张庆红	张纪淮	张建云	张 强
李吉顺	李维京	杜榕桓	杨修群	言穆弘	陆均天	陈志恺
林而达	周广胜	周自江	徐文耀	陶诗言	梁建茵	黄荣辉
琚建华	廉 毅	端义宏				

丛书编委会办公室成员

主 任：董文杰

副 主 任：翟盘茂 陈云峰

成 员：周朝东 张淑月 成秀虎 顾万龙 张 锦
王遵娅 宋亚芳

《暴雨洪涝》分册编写人员

主 编 丁一汇 张建云

撰稿人 王遵娅 沈国昌 姚惠明 刘九夫
贺瑞敏 宋亚芳 张 锦

序

据世界气象组织统计，全球气象灾害占自然灾害的 86%。我国幅员辽阔，东部位于东亚季风区，西部地处内陆，地形地貌多样，加之青藏高原大地形作用，影响我国的天气和气候系统复杂，我国成为世界上受气象灾害影响最为严重的国家之一。我国气象灾害具有灾害种类多，影响范围广，发生频率高，持续时间长，且时空分布不均匀等特点，平均每年造成的经济损失占全部自然灾害损失的 70% 以上。随着全球气候变暖，一些极端天气气候事件发生的频率越来越高，强度越来越大，对经济社会发展和人民福祉安康的威胁也日益加剧。近十几年来，我国每年受台风、暴雨、冰雹、寒潮、大风、暴风雪、沙尘暴、雷暴、浓雾、干旱、洪涝、高温等气象灾害和森林草原火灾、山体滑坡、泥石流、山洪、病虫害等气象次生和衍生灾害影响的人口达 4 亿人次，造成的经济损失平均达 2000 多亿元。2008 年，我国南方出现的历史罕见低温雨雪冰冻灾害，以及“5·12”汶川大地震发生后气象衍生灾害给地震灾区造成的严重人员伤亡和财产损失，都说明进一步加强气象防灾减灾工作的极端重要性和紧迫性。

党中央国务院和地方各级党委政府对气象防灾减灾工作高度重视。“强化防灾减灾”和“加强应对气候变化能力建设”首次写入党的十七大报告。胡锦涛总书记在 2008 年“两院”院士大会上强调，“我们必须把自然灾害预报、防灾减灾工作作为事关经济社会发展全局的一项重大工作进一步抓紧抓好”。在中央政治局第六次集体学习时，胡锦涛总书记再次强调，“要提高应对极端气象灾害综合监测预警能力、抵御能力和减灾能力”。国务院已经分别就加强气象灾害防御、应对气候变化工作做出重大部署。在 2008 年全国重大气象服务总结表彰大会上，回良玉副总理指出，“强化防灾减灾工作，是党的十七大的战略部署。气象防灾减灾，关系千家万户安康，关系社会和谐稳定，关系经济发展全局。气象工作从来没有像今天这样受到各级党政领导的高度重视，

从来没有像今天这样受到社会各界的高度关切，从来没有像今天这样受到广大人民群众的高度关心，从来没有像今天这样受到国际社会的高度关注。这既给气象工作带来很大的机遇，也带来很大的挑战；既面临很大压力，也赋予很大动力，应该说为提高气象工作水平创造了良好条件”。

我们一定要十分珍惜当前气象事业发展的好环境，紧紧抓住气象事业发展的难得机遇，深入贯彻落实科学发展观，牢固树立“公共气象、安全气象、资源气象”的发展理念，始终把防御和减轻气象灾害、切实提高灾害性天气预报预测准确率作为提升气象服务水平的首要任务。面对国家和经济社会发展对加强气象防灾减灾工作的迫切需求，推进防灾减灾工作快速发展，做到“预防为主，防治结合”，很有必要编写一套《气象灾害丛书》，从不同视角吸收科学、社会以及管理各方面的研究成果，就气象灾害的发生、发展、监测、预报和预防措施，普及防灾减灾知识，提高防灾减灾的效益，为我国防灾减灾事业、构建社会主义和谐社会做出贡献。

2003年中国气象局组织编写出版了《全球变化热门话题丛书》，主要立足宣传和普及天气、气候与气候变化所带来的各方面影响以及适应、减缓和应对的措施。这套书的出版引起了很大反响，拥有广大的读者群。《气象灾害丛书》是继《全球变化热门话题丛书》之后，中国气象局组织了有关部委、中科院和高校的气象业务科研人员及相关行业领域的灾害研究专家，编写的又一套全面阐述当今国内外气象灾害监测、预警与防御方面最新技术成果、最新发展动态的科学普及读物。《气象灾害丛书》分21分册，在内容上开放地吸收了不同部门、不同地区和不同行业在气象灾害和防御方面的研究成果，体现了丛书的系统性、多学科交叉性和新颖性。这对于进一步提高社会公众对气象灾害的科学认识，进一步强化减灾防灾意识，指导各级部门和人民群众提高防灾减灾能力、有效地为各行业从业人员和防灾减灾决策者提供参考和建议都具有重要意义。同时，根据我国和全球安全减灾应急体系建设这一大学科的要求，“安全减灾应急体系”共有100多部应写作的书籍，《气象灾害丛书》的出版为逐步完善这一科学体系做出了贡献。

在本套丛书即将出版之际，谨向来自气象、农业、生态、水文、地质、城乡建设、交通、空间物理等多方面的作者、专家以及工作人员表示诚挚的感谢！感谢他们参与科学普及工作的高度热忱以及辛勤工作。

郑国光

编著者的话

通过两年的努力,《气象灾害丛书》终于编写完毕。丛书由 21 册组成,每一册主要介绍一个重要的灾种,整个丛书基本上将绝大部分气象以及相关的衍生灾害都作了介绍,因而是一套关于气象灾害的系统性丛书。参加此丛书编写的专家有 200 位左右,他们来自中国气象局、中国科学院、林业部和有关高等院校等部门。他们在所编写的领域中不但具有丰硕的研究成果,而且也具有丰富的实践经验,因而,丛书无论是从内容的选材,还是从描述和写作方式等方面都能保证其准确性和适用性。编写组在编写过程中先后召开了六次编写工作会议,各分册主编和撰稿人以高度负责的态度和使命感热烈研讨,认真听取意见和修改,使各册编写水平不断提高,从而保证了丛书的质量。另外,值得提及的是,丛书交稿之前,又请了 46 位国内著名的院士、专家和学者进行了评审。专家们一致认为,《气象灾害丛书》是一套十分有用、有益和十分必要的防灾减灾丛书。它的出版有助于政府、社会各部门和人民群众对气象灾害有一个全面、深入的了解与认识,必将大大提高全民的防灾减灾意识。丛书的内容丰富、全面、系统、新颖,基本上反映了国内外气象灾害的监测、预警和防御方面的最新研究成果和发展动态,可以作为各有关部门指导防灾减灾工作的科学依据。

在丛书包括的 21 个灾种中,除干旱、暴雨洪涝、台风、寒潮、低温冷害、冰雪等过去常见的气象灾害外,丛书还包括了近一二十年新出现的或日益受到重视的新灾种,如霾、生态气象灾害、城市气象灾害、交通气象灾害、大气成分灾害、山地灾害、空间气象灾害等。这些灾害对于我国迅速发展的国民经济已越来越显示出它的重大影响。把这些灾害包括在丛书中不但是必要的,而且也是迫切的。另外,通过编写这些书,对这些灾种作系统性总结,对今后的研究进展也有推动作用。

为了让读者对每一种灾害都获得系统而正确的科学知识以及了解目前最

新的防灾减灾技术、能力和水平,编写组要求每一册书都要做到:(1)对灾害的观测事实要做全面、正确和实事求是的介绍,主要依据近 50 年的观测结果。在此基础上概括出该灾种的主要特征和演变过程;(2)对灾害的成因,要根据大多数研究成果做科学的说明和解释,在表达上要深入浅出,文字浅显易懂,避免太过专业化的用语和用词;(3)对于灾害影响的评估要客观,尽可能有代表性与定量化;(4)灾害的监测和预警部分在内容上要反映目前的水平和能力,以及新的成就。同时要加强实用性,使防灾减灾部门和人员读后真正有所受益和启发;(5)对每一灾种,都编写出近 50 年(有些近百年)国内重大灾害事件的年表,简略描述出所选重大灾害事件发生的时间、地点、影响程度和可能原因。这个重大灾害年表对实际工作会有重要参考价值。

在丛书编写过程中,所有编写者亲历了 1 月发生在我国南方罕见的低温雨雪冰冻灾害和“5·12”汶川大地震。在全国可歌可泣的抗灾救灾精神的感召下,全体编写人员激发了更高的热情,从防大灾、防巨灾的观念重新审视了原来的编写内容,充分认识到防灾减灾任务的重要性、迫切性和复杂性。并谨以此丛书作为对我国防灾减灾事业的微薄贡献。

丛书编写办公室与编写组专家密切配合,从多方面保证了编写组工作的顺利完成,在此也表示衷心感谢。另外,由于这是一套科普丛书,受篇幅所限,各册文中所引文献未全部列入主要参考文献表中,敬请相关作者谅解。

编写组长 丁一江

2008 年 10 月 21 日于北京

前 言

暴雨洪涝是气象灾害中最严重、最常发生的灾害之一，对于我国这样一个季风国家，尤其如此。季风的爆发、活跃与中断及其与冷空气的相互作用都会显著地影响暴雨的发生和持续。其中，持续性大暴雨是我国暴雨的主要特点，无论从持续时间、降水强度和总量上都是同一气候区的暴雨所不能比拟的。因而它们造成的洪涝十分严重，这在我国灾害史上屡见不鲜。由于暴雨与洪涝密不可分，所以，本书由气象和水文两方面的专家共同撰写，内容几乎涵盖了暴雨与洪涝中的主要问题，读者可以从中较全面地了解这方面的基本知识、主要问题和重大历史暴雨洪涝个例。

在写作过程中，两部分已做了多次协调，但即使如此，仍会有不一致之处。另外，对于书中所给出的数据，虽经多次校准，也难免有误，敬请读者批评指正。本书由丁一汇和张建云主要编著。在写作过程中，各位撰稿人以十分敬业的精神积极完成所承担的部分，对此我们表示深切的谢意。张锦、宋亚芳和黎晨对本书的文字编辑和图表绘制做了许多工作，在此一并表示感谢。

丁一汇 张建云
2008年7月

目 录

序

编著者的话

前 言

第 1 章 我国的雨季与暴雨	1
1.1 我国暴雨的定义和分类	1
1.2 我国雨季的定义和划分标准	2
1.3 我国雨季的开始和结束	5
1.4 我国雨季的环流和水汽特征	9
1.5 区域性暴雨概况	13
第 2 章 我国暴雨的气候特点	16
2.1 我国暴雨的主要特征与世界暴雨特征的比较	16
2.2 我国暴雨的地理分布	23
2.3 我国暴雨不同时间尺度的变化	26
2.4 全球气候变化对我国暴雨的影响	34
第 3 章 我国暴雨发生的大尺度环流条件和天气系统	37
3.1 影响我国暴雨的主要环流系统和环流型	37
3.2 造成区域暴雨的主要环流型	42
3.3 亚洲夏季风对我国暴雨形成的影响	52
3.4 中纬度环流系统对我国暴雨的影响	57
3.5 高低空急流与我国暴雨的关系	58

3.6	造成暴雨的天气系统	68
第4章	我国暴雨形成的物理条件	74
4.1	暴雨发生的基本条件	74
4.2	持久大暴雨发生的物理条件	83
4.3	突发性暴雨发生的物理条件	84
4.4	暴雨的反馈作用和突然增强的机制	85
4.5	地形对我国暴雨的增幅作用	88
4.6	暴雨与其他强对流天气形成条件的比较	92
4.7	暴雨形成条件的诊断分析	94
第5章	暴雨灾害的影响和评估	99
5.1	暴雨洪涝灾情分析	99
5.2	暴雨灾害成灾因素分析	102
5.3	暴雨灾害的社会和经济影响评估	105
5.4	减轻暴雨洪涝灾害的对策	108
第6章	暴雨的监测、预报和应急服务系统	113
6.1	暴雨的监测	113
6.2	暴雨的应急服务系统	121
6.3	暴雨的分析和预报	126
第7章	历史重大暴雨个例剖析	139
7.1	华北地区的暴雨	139
7.2	东北地区的暴雨	147
7.3	西北地区的暴雨	152
7.4	江淮地区的梅雨暴雨	157
7.5	华南地区的暴雨	174
第8章	洪涝灾害综述	183
第9章	洪涝灾害的定义及标准	191
9.1	洪涝灾害的定义	191
9.2	洪涝判别标准	192

第 10 章	洪涝的发生与发展规律	196
10.1	我国主要洪水类型	197
10.2	我国主要渍涝灾害类型	206
10.3	洪涝灾害成因	211
10.4	次生灾害演变	216
第 11 章	洪涝灾害监测和预报	219
11.1	洪涝灾害的监测	219
11.2	洪水预报技术及其发展	226
第 12 章	洪涝灾害影响与评估	235
12.1	洪涝灾害影响	235
12.2	洪涝灾害评估	237
第 13 章	我国历史重大洪涝灾害	240
13.1	我国重大洪涝灾害发生基本规律	240
13.2	松辽流域历史重大洪涝灾例	254
13.3	海河流域历史重大洪涝灾例	259
13.4	黄河流域历史重大洪涝灾例	263
13.5	淮河流域历史重大洪涝灾例	265
13.6	长江流域历史重大洪涝灾例	270
13.7	太湖流域历史重大洪涝灾例	275
13.8	珠江流域历史重大洪涝灾例	281
13.9	风暴潮、山洪历史灾例	285
主要参考文献		288

第1章

我国的雨季与暴雨

我国是世界上洪涝灾害频繁而严重的国家之一。洪涝灾害可造成粮食减产，导致巨额的经济损失，破坏土地资源和生态环境，对社会经济和环境具有多方面的影响。洪涝灾害可由很多原因造成，如暴雨、融雪和融冰、风暴潮等。在各种致灾原因中，暴雨是最常见和最具威胁性的。同时，暴雨自身也是危害最严重的气象灾害之一，暴雨天气出现时，多伴随雷电和狂风，常导致平地积水、河道漫溢、农田毁坏、房屋倒塌、雷击建筑物等。

我国面积广大，幅员辽阔，地处欧亚大陆的东岸和太平洋的西岸，同时还受到印度洋的影响，由此在东部和西部形成了显著不同的气候特征。东部地区受季风影响显著，一年之内东亚夏季风的北进南退对东部季风雨带的维持和移动具有重要作用。西部内陆为干燥的大陆性气候。虽然气候特征迥异，但我国的降水都主要集中在夏季，尤其是雨季。雨季不仅是降雨丰沛的时期，也是暴雨发生的集中期和洪水出现的主汛期。

1.1 我国暴雨的定义和分类

我国暴雨具有强度大和持续时间长的特点。气象部门规定：24小时降水量达50~99 mm为暴雨，100~199 mm为大暴雨，200 mm及其以上为特大暴雨。

在业务实践中，又可按照发生和影响范围的大小将暴雨划分为：局地暴雨，区域性暴雨，大范围暴雨，特大范围暴雨。局地暴雨历时仅几个小时或几十个小时左右，一般会影响几十至几千平方千米，造成的危害较轻。但当降雨强度极大时，也可造成严重的人员伤亡和财产损失，如1958年8月新疆库车暴雨、1967年5月内蒙古包头市郊暴雨、1977年7月陕西安塞、延安暴雨、1988年7月浙江绍兴、宁波、台州一带暴雨等。区域性暴雨一般可持续

3~7天,影响范围可达10~20万平方千米或更大,灾情为一般,但有时因降雨强度极强,可能造成区域性的严重暴雨洪涝灾害,如1963年8月海河流域暴雨、1975年8月河南暴雨、1981年7月四川暴雨等。特大范围暴雨历时最长,一般都是多个地区内连续多次暴雨组合,降雨可断断续续地持续1~3个月左右,雨带长时期维持。如1954、1998年长江全流域性地暴雨及1991年江淮及太湖地区的暴雨。

1.2 我国雨季的定义和划分标准

我国地形复杂,气候多样,各地的年总雨量分布得极不均匀。东南沿海地区年总降水量可达2000 mm以上,而西北地区普遍在200 mm以下。总体而言,降水自东南向西北逐渐减少,但各地的降水特点又有明显差异。图1.1表现了我国各地区的降雨量在一年中的变化情况。从图中可以看到两个显著的特征。首先,无论年总降雨量的多寡,我国的降水主要集中在夏季,并且越往西和北,降雨就越集中。所谓雨季,就是指降水集中的时期,因而夏季是我国最主要的雨季发生时期。其次,全国大部地区的年降水表现为单峰型分布,峰值出现在夏季;但华南地区、长江中下游和华西地区的年降水量表现出了多峰型分布,除夏季外,春季和秋季的降水也非常显著,在不同地区造成了雨季的持续。其中,华南地区为典型的双峰型降水,主峰值出现在6月中旬,峰值雨量平均超过50 mm,被称为华南前汛期雨季。随后,雨量迅速减小,并于7月中下旬降到谷值。到8月中旬,降雨会再次活跃而出现次峰值,称为华南后汛期雨季,该雨季主要由热带气旋的活动影响造成。两次降雨峰值之间大约间隔一个月。虽然华南的春雨和主峰值之间并没有出现明显的中断,但该地区的春雨是非常显著的,春季降雨量(3—5月)可占年总雨量的35%,与夏季(6—8月)的38%基本持平。长江中下游的降水在一年中出现了三个峰值,对应的时间依次为:5月中上旬,6月下旬和8月下旬,分别代表了春、夏和秋三个季节的降雨盛期。长江中下游的春雨非常显著,整个春季的降水能占年总降水的32%,且降水在长江三角洲尤其明显,雨量仅略小于夏季峰值。其夏季主峰值为梅雨雨季。而第三峰值同样由台风或季风雨带南退时在长江流域停滞造成,平均雨量较小。华西地区也为双峰雨型,降水的两峰值分别出现在7月初和9月初。两次峰值之间的间隔较短且雨量差别小,降雨次峰值反映出非常显著的秋雨现象,一般认为秋雨由冷空气活动造成,雨量不大,但雨日多。

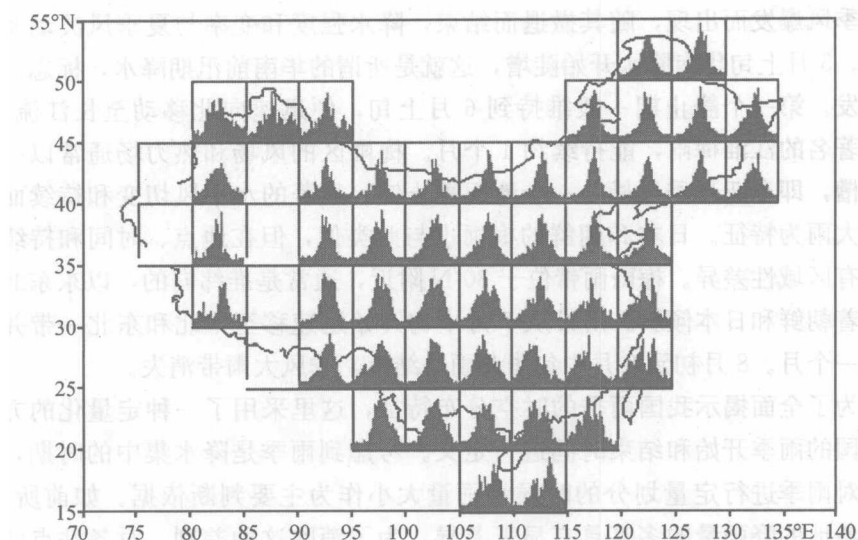


图 1.1 我国各格点 ($5^{\circ} \times 5^{\circ}$) 平均气候逐候降水量年变程 (王遵娅, 丁一汇, 2006)

粗略地看, 我国的雨季主要集中在夏季, 且春季和秋季对某些地区来说也是重要的雨季。但若详细讨论我国雨季的特征和影响, 那么就需要对不同的雨季进行划分。很多学者为此利用各种方法对我国雨季的开始和结束进行了定义。虽然方法各有不同, 但总的来说可以分为两大类: 定量划分和定性划分。对定量型而言, 主要是根据雨量和雨带位置等要素, 对雨季的开始和结束日期进行主观判断。如将 4—9 月作为雨季期; 根据华南降水的特点, 将 4—6 月作为华南雨季等。这种划分带有一定的主观性, 由于我国地域宽广, 各地的集中降雨期又不尽相同, 因此不能确切地反映不同区域的雨季特点。但定性地划分雨季简单易行, 直观而容易理解, 因而是常用的划分手段。而最近二三十年来, 对雨季的研究有一个从定性到定量的变化过程。为了详细了解雨季的时空分布特征, 其起始、结束和持续时间等的年际和年代际变化等, 必须采用量化的标准来对雨季进行描述。例如, 以 5 mm 的气候候平均降雨量作为东亚季风雨季的开始和结束的标准; 采用气候相对候降雨量对亚洲季风雨季进行定义; 计算降水相对系数来定义我国雨季的开始和结束等。定量划分比较客观、科学, 具有说服力, 并且能更为细致地表现雨季的特征。

由于我国东部地区受东亚季风影响显著, 降雨量丰沛, 因而东部雨季历来都是研究者和公众关注的焦点。一般来说, 东亚夏季风以阶段性的而非连续的方式进行季节推进和撤退, 北进经历了两次突然北跳和三次静止阶段。