

强对流天气预报的 基本原理与技术方法

——中国强对流天气预报手册

孙继松 戴建华 何立富
郑媛媛 俞小鼎 许爱华

编著


Qiangduiliu Tianqi Yubao de
Jiben Yuanli yu Jishu fangfa
—Zhongguo Qiangduiliu Tianqi
Yubao Shouce

强对流天气预报的 基本原理与技术方法

——中国强对流天气预报手册

孙继松 戴建华 何立富 著
郑媛媛 俞小鼎 许爱华



 气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

本书从形成强对流的基本条件入手,较为详细地介绍了与强对流天气有关的基础理论和基本概念,包括热力不稳定理论、动力不稳定理论及其分析应用方法,提示了不同强对流天气现象对应的典型探空特征以及风暴尺度上热力、动力学结构上的差异等,既有物理概念模型,也有大量的天气实例分析。本书还从业务应用角度,系统性地介绍了中国强对流天气的主要气候特征、强对流天气的形成机理、不同尺度天气系统在强对流天气演变过程中的作用、中短期预报和短时临近预报的基本原理和分析方法,提炼出中国不同区域强对流天气系统的配置结构和预报着眼点。本书不仅对现有的强对流理论进行了认真梳理,同时也是编撰者们近年来研究成果和预报经验的再升华,是一本值得各级预报员仔细研读的实用手册。本书也可以作为高等院校的中尺度天气学教学和相关研究的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

强对流天气预报的基本原理与技术方法:中国强对流
天气预报手册/孙继松等著. —北京:气象出版社,2014.4
ISBN 978-7-5029-5917-3

I. ①强… II. ①孙… III. ①强对流天气-中国-手册
IV. ①P425.8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 068322 号

Qiangduliutianqi Yubao de Jiben Yuanli yu Jishu Fangfa——Zhongguo Qiangduliutianqi Yubao Shouce
强对流天气预报的基本原理与技术方法——中国强对流天气预报手册

孙继松 戴建华 何立富 郑媛媛 俞小鼎 许爱华 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>

责任编辑:李太宇

封面设计:博雅思企划

责任校对:华鲁

印刷:北京中新伟业印刷有限公司

开本:787 mm×1092 mm 1/16

字数:480千字

版次:2014年7月第1版

定价:95.00元

邮政编码:100081

发行部:010-68406961

E-mail: qxcbs@263.net

终审:章澄昌

责任技编:吴庭芳

印张:18.5

印次:2014年7月第1次印刷

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。

序 一

强对流天气一直是天气预报中的重点和难点。尽管以数值预报模式及资料同化技术为标志的现代天气预报技术的发展极大地提高了天气预报的预报可用时效和气象要素预报的精细化水平,但是,对以突发性、局地性为特征的强对流天气的预报能力依然十分有限。近年来,由突发性暴雨、雷电、大风所导致的次生灾害及严重人员伤亡事件的多发频发,成为气象防灾减灾关注的重点问题之一,提高强对流天气监测预警能力面临新的要求和挑战。

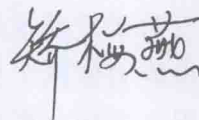
天气预报是一项实践性科学。天气预报技术要得到发展,就必须将气象科学理论与预报技术实践紧密结合。尽管过去数十年来,中外气象学家和预报专家针对强对流天气及其预报技术,从科学理论和预报实践的不同角度开展了大量深入细致的研究,取得了不少成果,但是针对不同地域特征下各类强对流天气发生发展的机理及其可监测预报性的认识依然十分有限。在目前对强对流天气理论认识仍有局限的情况下,对预报实践经验的深入总结和系统提炼,无论对理论研究还是业务实践都具有重要意义。2010年中国气象局成立的由部分气象科研专家和部分中国气象局首席预报员组成的国家级强对流预报专家型创新团队,其中一项重点任务就是在业务实践的基础上,开展典型强对流天气事件的科学分析和技术总结,在深化对强对流天气发生发展规律认识的基础上,提高监测预警的技术水平和预报准确率。在中国气象局预报网络司的组织下,以孙继松同志为首席专家的强对流预报专家型创新团队承担了编撰强对流天气预报手册的任务。三年多来,专家团队梳理总结了近年来强对流天气预报理论和方法的科研成果,系统地归纳提炼了典型强对流天气个例技术总结和预报业务实践总结的成果,完成了《强对流天气预报的基本原理与技术方法——中国强对流天气预报手册》一书。在此,我对创新团队付出的努力和取得的成果表示感谢和祝贺。

粗略通读此书,我认为该书既有理论基础又有较强的实用性,是一本面向预报员的实用手册。该书系统地介绍了中国强对流天气的主要气候特征、强对流天气的形成机理、不同尺度天气系统在强对流天气演变过程中的作用,以及中短期天气预报和短时临近天气预报的基本原理和分析方法,并总结提炼了中国不同区域强对流发展过程天气系统的配置特征和预报着眼点。该书也是这些专家在近

年来研究成果和预报经验系统梳理基础上的再提升,体现了他们扎实的气象科学理论功底和对业务实践的总结提炼能力。

提高天气预报的准确率,归根到底需要依靠气象科学的进步和预报技术的发展。因此,提高各级预报员的科学素养和应用水平对于强对流天气的预报工作显得尤为重要。希望本书的出版能激励和促进各级预报员开展更加活跃的强对流天气技术总结和应用研究工作。这不仅对强对流天气预报预警业务的发展有益,也能对强对流天气的研究、教育培训和预报员的成长起到促进作用。

中国气象局副局长



2014年4月

序 二

《强对流天气预报的基本原理与技术方法——中国强对流天气预报手册》是以孙继松为首的国家级预报员团队三年工作成果的结晶。从更长的时间尺度看,本书的出版是我国气象事业中一件具有标志性的事情,因为强对流天气预报业务是中国气象现代化的主要组成部分之一。从20世纪80年代开始的改革开放30年,就是实现现代化的30年,强对流天气预报业务也是从20世纪80年代中期“七五”科技攻关中尺度气象试验基地的建设起步的。当时,总共建设了“一个中央(京津冀)、三个地方(长江三角洲(上海)、长江中游(武汉)和珠江三角洲(广州))”共四个中尺度试验基地。因为强对流预报处于探索阶段,还没有成为预报业务,所以称为试验基地。基地的核心是以雷达和地面观测站网等为主要观测手段,属于空间分辨率为数千米至数十千米、时间分辨率为数十分钟至数分钟的中尺度气象观测。90年代随着国产多普勒天气雷达的迅速布网,中尺度气象观测在全国各省普遍开展。进入21世纪,随着中国“申奥”成功,从2002年开始开展了针对奥运会气象保障的短时预报和临近预报技术研究。2010年上海世界博览会的筹备和举行,又一次推动了强对流预报业务的建设。期间,2009年国家强对流预报中心成立,标志中国强对流预报业务的成形。与此同时,中国气象局启动了全国预报员的轮训,强对流和短时临近预报是轮训的重点内容。2010年国家强对流预报员专家团队成立,则标志着我国强对流天气人才队伍建设基本成形。

本书的六位作者——孙继松、何立富、俞小鼎、郑媛媛、许爱华、戴建华,就是在上述气象事业现代化过程中成长起来的强对流专家。故此,本书的出版一方面是他们数十年工作的结晶,也是中国强对流天气预报业务在设备—人员—技术三个方面全面初步建成的标志,值得庆贺。

强对流预报是一个全新的领域。我自己也是在参与京津冀中尺度试验基地建设时首次接触多普勒天气雷达、闪电、风廓线等资料,虽然也曾编写过简单的使用手册,但当时对国外强对流研究方面的了解是相当缺乏的。2000年后,我在北京城市气象研究所、国家强对流预报中心和中国气象局气象干部培训学院预报员轮训等多个场合,与本书的6位作者有过比较多的机会在一起工作、学习、交流、讨论。特别是在预报员轮训中,从主讲老师俞小鼎那里学到许多强对流和中尺度系统方面的新知识、新概念。在全国各省预报员带来的数百个个例的研讨中,弥补了实践经验的不足,同时也对涉及的一些新知识、新概念的理解和本书的作者

们有过深入的讨论,甚至争论。正如作者前言中所说,经历了很多次的“思想交流和头脑风暴的碰撞”,不断地修正错误、坚持真理、去伪存真,才有了现在的本书版本。例如第2章中关于对流有效位能(CAPE)的代表性、计算方法和使用中问题,第3章中关于湿球温度和雷暴大风及冰雹的关系,第4章中大陆型和热带型两类短时强降水的差异和脉冲对流等概念都曾经进行过反复的讨论和争辩。在这个意义上,本书的出版也可以说是预报员轮训的一个成果。

内容严谨,是此书的第一个显著特色,紧密联系中国天气实际和预报实践是此书的另一个显著特色。例如,第3章强对流天气高低空环流形势的五种基本配置,就是对全国各地形形色色分型的科学凝练,具有清晰和比较完整的天气动力学意义。第5章新型观测资料的应用(自动站资料和闪电资料)、第6章不同强对流天气预报思路的差异等内容,也都是经过反复的质疑和预报实践的考验后才保留下来。因此,在阅读此书时也需要本着严谨的科学态度,确实弄清楚每一个概念的来源和其真实含义,还要仔细分辨不同概念之间的差异以及概念之间的内在联系,切不可粗枝大叶、浅尝辄止,只学一些名词。同时,还应联系本地的天气特点和预报应用情况,对书中的知识进行实事求是的考察,切不可拿一些名词到处随意套用。

如前所述,中国的强对流预报在最近的10年到15年虽然发展非常迅速,但与国外相比,无论是技术还是人员素质,都还有相当大的距离。虽然本书的作者在预报员轮训期间都听过国外专家的讲课,但也还有不少地方需要学习、切磋、琢磨、提高。究其原因,一方面是强对流的科学认识,原创大多在国外,真正消化、吸收并非易事;另一方面,强对流本身在科学上也远不如对大尺度环流系统的认识那样成熟。例如,目前强对流只能按天气现象来分类,如冰雹、雷雨大风、短时强降水、龙卷等;但强对流系统本身(或中尺度对流系统(MCS))还没有一个明确的分类或名称,如多单体、超级单体、飚线、线状MCS、弓形回波等。国外文献上的各种分类和名称,需要我们去仔细考察,有选择地吸收。又如,虽然有些对流的触发必须通过边界层的辐合,但是否一定能找到边界层辐合线尚存疑问。

总之,需要我们始终抱着谦虚谨慎的学习态度和实事求是的工作态度,使强对流预报业务健康稳定地向前发展。

是以为序!

陶祖钰^①

于北京大学物理楼

2014年3月10日

^① 陶祖钰,北京大学教授。

前 言

2010年中国气象局成立的国家级预报员专家团队,是首批成立的国家级预报创新团队之一。团队的初期成员虽然仅有孙继松、何立富、俞小鼎、郑媛媛、许爱华和戴建华六人,但是这支以国家级首席预报员为主的队伍长期从事强对流预报、研究和培训工作,对我国强对流预报的研究进展、实际预报技术水平和预报员队伍中存在的问题等,有着深刻的认识。因此,在创新团队成立的初期,我们提出了“三个一”的目标,即:一支队伍、一批成果、一本教材。经过三年多的努力,这一预期目标基本达成。这本《强对流天气预报的基本原理与技术方法——中国强对流天气预报手册》,不仅是对近20年来国内外强对流预报研究成果的整理和重新编撰,而且其中的大部分内容是团队成员近年来研究成果和预报经验的再升华。三年来,随着工作的展开,许东蓓、万雪丽等首席预报员先后加入到这个团队中,雷蕾、陶岚、时少英、湛芸、王国荣、金米娜、章丽娜等一批年轻人的成长为强对流团队建设做出了重要贡献。

在酝酿这本书的初期,编撰者们希望写一本主要面向预报员的《强对流天气预报手册》,随着思想交流和头脑风暴的碰撞,我们逐渐认识到,“手册”的本质是一种“操作指南”。我国幅员辽阔,气候带差异很大,地形环境复杂,水汽条件和冷空气影响方式不同,造成各地主要的强对流灾害存在明显差异。此外,各地基于自身条件形成的预报方法和平台也不尽相同,要完成一本通用性很强的操作手册,难度极大,实用性很差。作为国家级创新团队,其核心任务应该是从各类强对流天气现象背后所包含的物理机制入手,认识强对流天气过程不同生命史阶段的物理本质,理解这些物理过程与不同尺度天气系统演变之间的关系以及如何从各种观测资料中去挖掘预报着眼点。

应该承认,气象学界对强对流天气过程中不同天气现象(如雷暴大风、冰雹、极端短时强降水和龙卷等)的酝酿、发生、发展、传播和消亡等物理过程的认识程度远不如其他灾害性天气过程(如区域性暴雨、暴雪、台风、寒潮等)那样清晰,这是造成强对流分类预报准确率相对较低和有效预警能力不足的根本原因。至今,国内外还没有一本包涵强对流天气预报基本原理、中短期潜势预报基础、短时临近预报技术、不同探测原理的中尺度观测资料综合应用等内容的学术专著或强对

流天气教材。有鉴于此,我们希望本书不仅可以作为预报员的培训教材,也可以作为高校中尺度天气学方向的研究生和科研人员的参考书。

本书共分6章。其中,第1章“强对流天气事件的主要气候学特征”主要由何立富、俞小鼎编撰;第2章“强对流天气的形成机制与预报基础”由孙继松编撰;第3章“强对流天气的潜势预报”由许爱华、孙继松、许东蓓和万雪丽共同编撰;第4章“强对流天气系统的结构特征与临近预报”由戴建华、俞小鼎编撰;第5章“新型探测资料在强对流天气预报分析中的应用”由戴建华、孙继松编撰;第6章“中国典型强对流天气个例预报分析”由郑媛媛编写。全书由孙继松多次修改后最终成册。

对强对流天气过程的认识,主要依赖于中小尺度天气动力学理论的不断完善和观测研究的持续进步。目前在这两方面都还存在一些理论瓶颈和认识上的不足。因此,本书中的内容只能反映出到目前为止的一些科学认识和预报方法。另外,由于编著者的水平有限,书中可能存在一些容易引发争议的地方。我们有理由相信,随着时间的推移,强对流的预报理论和技术方法将不断进步,本书也将有必要适时进行修订。希望读者不吝赐教,以便再版时进行修改。

强对流动力学研究方面的权威专家陶祖钰教授、许焕斌研究员审阅了初稿。中国气象局矫梅燕副局长在百忙中审读了全书,提出了大量宝贵修改建议,在此深表谢意,并感谢矫梅燕副局长和陶祖钰教授在百忙中拨冗为本书作序。

作者

2014年3月

目 录

序一

序二

前言

第 1 章 强对流天气事件的主要气候学特征	(1)
1.1 基本概念与资料	(1)
1.1.1 强对流分类	(1)
1.1.2 资料和方法	(1)
1.2 对流性短时强降水的气候学特征	(1)
1.2.1 短时强降水的时空分布特征	(2)
1.2.2 短时强降水的趋势变化特征	(5)
1.2.3 短时强降水分区域季节分布特征	(5)
1.2.4 小结	(6)
1.3 冰雹的气候学特征	(7)
1.3.1 冰雹的时空分布特征	(7)
1.3.2 冰雹的趋势变化特征	(11)
1.3.3 冰雹分区域季节分布特征	(11)
1.3.4 小结	(12)
1.4 雷暴大风的气候学特征	(13)
1.4.1 雷暴大风的时空分布特征	(13)
1.4.2 雷暴大风的趋势变化特征	(17)
1.4.3 雷暴大风分区域季节分布特征	(17)
1.4.4 小结	(18)
1.5 龙卷的分布特征	(18)
1.6 结语与讨论	(20)
参考文献	(21)
第 2 章 强对流天气的形成机制与预报基础	(22)
2.1 不稳定理论及其应用	(22)
2.1.1 热力不稳定	(22)
2.1.2 动力不稳定	(25)
2.2 不同尺度天气系统在强对流天气过程中的作用	(27)

2.2.1	天气尺度系统的作用	(28)
2.2.2	中尺度天气系统与强对流	(31)
2.3	强对流风暴的移动与传播机制	(39)
2.3.1	雷暴单体的移动与传播	(40)
2.3.2	多单体雷暴的移动与传播	(40)
2.3.3	“列车效应”中的单体传播	(44)
2.4	强对流天气现象的形成机制与对流风暴的结构	(48)
2.4.1	对流单体的一般结构	(48)
2.4.2	短时强降水的形成机制与风暴结构	(49)
2.4.3	冰雹的形成机制与雹云的结构	(51)
2.4.4	雷暴大风的形成机制与风暴结构	(52)
2.4.5	龙卷的风暴结构	(58)
2.5	小结	(60)
	参考文献	(61)
第 3 章	强对流天气的潜势预报	(64)
3.1	探空资料的分析与应用	(64)
3.1.1	探空资料分析与对流参数的物理意义	(64)
3.1.2	不同类型强对流天气的探空曲线特征	(70)
3.1.3	小结	(82)
3.2	中国强对流天气的五种基本配置特征	(83)
3.2.1	高空冷平流强迫类	(83)
3.2.2	低层暖平流强迫类	(85)
3.2.3	斜压锋生类	(86)
3.2.4	准正压类	(89)
3.2.5	高架雷暴类	(93)
3.3	中国不同区域各类强对流天气的形势配置表现形式及特殊性	(95)
3.3.1	华东、华中地区各类天气形势配置表现形式及特殊性	(95)
3.3.2	华南地区各类天气形势配置表现形式及特殊性	(109)
3.3.3	西南地区各类天气形势配置表现形式及特殊性	(122)
3.3.4	西北地区各类天气形势配置表现形式及特殊性	(133)
3.3.5	华北、东北地区各类天气形势配置表现形式及特殊性	(139)
3.4	强对流天气的分类概率预报	(145)
3.4.1	基于常规实况探空资料判别强对流天气类别	(146)
3.4.2	基于中尺度数值模式的强对流天气分类概率预报	(149)
3.4.3	小结	(158)
	参考文献	(158)

第 4 章 强对流天气系统的结构特征与临近预报	(162)
4.1 强对流天气的雷达观测特征与临近预报着眼点	(162)
4.1.1 大冰雹	(162)
4.1.2 短时强降水	(168)
4.1.3 雷暴大风	(171)
4.1.4 龙卷	(181)
4.1.5 小结	(184)
4.2 临近预报基本原理与预报预警技术	(185)
4.2.1 临近预报的定义	(185)
4.2.2 自动外推方法	(185)
4.2.3 小结	(186)
4.3 基于观测和数值预报的临近预报融合技术	(186)
4.4 临近预报系统简介	(189)
4.4.1 临近预报业务系统的发展	(189)
4.4.2 灾害天气短时临近预报系统(SWAN)	(189)
参考文献	(192)
第 5 章 新型探测资料在强对流天气预报分析中的应用	(196)
5.1 气象卫星观测资料在强对流天气预报分析中的应用	(196)
5.1.1 气象卫星分类	(196)
5.1.2 中尺度对流系统的监测与分析	(197)
5.1.3 强对流天气现象的监测与识别	(200)
5.1.4 强对流云团的统计特征	(205)
5.1.5 基于卫星观测资料的强对流天气诊断分析	(205)
5.1.6 强对流天气的云型分类	(205)
5.1.7 水汽图上雷暴的发生和发展分析	(206)
5.2 地面自动站网观测资料在强对流天气分析和预报中的应用	(207)
5.2.1 强对流天气过程中的要素变化特征	(207)
5.2.2 边界层辐合线、温湿度锋区的识别与追踪	(208)
5.2.3 强对流天气系统的发展与消亡过程的监测分析	(211)
5.2.4 自动站网资料在其他方面的应用	(215)
5.2.5 自动站网资料应用的注意事项	(215)
5.3 闪电观测资料在强对流天气预报分析中的应用	(216)
5.3.1 闪电的分类与定位探测原理	(216)
5.3.2 闪电定位资料的分析应用	(217)
5.3.3 强对流天气临近预报过程中的闪电资料分析	(220)
5.4 风廓线雷达与微波辐射计探测资料在强对流预报分析中的应用	(223)

5.4.1	风廓线雷达资料的应用	(223)
5.4.2	微波辐射计资料的应用	(227)
5.4.3	风廓线雷达与微波辐射计资料的综合应用	(229)
	参考文献	(231)
第6章	中国典型强对流天气个例预报分析	(235)
6.1	强对流天气预报思路	(235)
6.2	短时强降水的分析预报	(236)
6.2.1	2007年7月18日山东短时强降水天气过程	(236)
6.3	冰雹的分析预报	(243)
6.3.1	2005年5月30日西北、华北的冰雹天气过程	(243)
6.3.2	2005年6月14日江淮地区的冰雹天气过程	(248)
6.4	雷暴大风的分析预报	(253)
6.4.1	2009年6月3—4日黄淮地区的雷暴大风天气过程	(253)
6.4.2	2005年3月22日华南地区的雷暴大风天气过程	(258)
6.4.3	2007年8月3日上海地区下击暴流天气过程	(262)
6.5	龙卷的分析预报	(267)
6.5.1	2007年8月18日“圣帕”台风外围温州强龙卷天气过程	(267)
6.5.2	2005年7月30日安徽灵璧F3级强烈龙卷天气过程	(272)
	参考文献	(282)

第1章 强对流天气事件的主要气候学特征

1.1 基本概念与资料

1.1.1 强对流分类

强对流是一种深对流天气过程,在我国天气预报业务中,强对流天气主要包括冰雹、雷暴大风、短时强降水和龙卷等四类强对流现象。

1)冰雹:是强烈发展的雷雨云中出现固体降水的现象;

2)雷暴大风:是指伴随强雷暴天气而出现的强烈短时大风,即在电闪雷鸣时出现风力大于17.2 m/s的瞬时大风;

3)短时强降水:又称短历时强降水,主要指发生时间短、降水效率高的对流性降雨,一小时降水量达到或超过20 mm;

4)龙卷风:是强烈发展的雷雨云底部高速旋转的空气涡旋,龙卷风的水平直径几米到几十米,移动距离几百米到几千米,持续时间几分钟到几十分钟。

1.1.2 资料和方法

本章对冰雹、雷暴大风、短时强降水这三类强对流天气时空分布特征的分析采用中国气象局国家气象信息中心提供的全国范围地面观测资料中的天气现象日数据,资料包括基本站、基准站和一般站,共计756个(图略),数据长度为1981—2010年。本资料记录的天气现象包括:雷暴、冰雹、龙卷、降水、大风,但没有记录冰雹直径、小时雨量和大风量级;由于龙卷现象在我国基本和基准站中很少被观测到,我们将单独讨论。对于天气现象的数据处理我们采用了以下原则:计算雷暴(冰雹)的总次数,若某日任意时刻出现了雷暴(冰雹),则记为一个雷暴(冰雹)日,该时刻计为雷暴(冰雹)发生时间;计算雷暴大风发生的次数时,根据逐小时的雷暴和大风观测数据,当本小时内雷暴天气和大于17.2 m/s的大风同时被观测到时,则认定此大风数据为雷暴大风数据(作者注:目前的数据中尚未对高山站进行处理)。

本章对短时强降水时空分布特征的分析则采用中国气象局国家气象信息中心提供的1991—2009年全国基本基准站(566站)的小时降水资料。

1.2 对流性短时强降水的气候学特征

短时强降水,主要指发生时间短、降水效率高的对流性降雨,一小时降水量达到或超过20 mm。短时强降水有时伴有雷暴大风,在短时间内易形成局地洪水,甚至引发山洪、滑坡或

泥石流等次生地质灾害,严重威胁人类生命财产安全。

1.2.1 短时强降水的时空分布特征

短时强降水的地理分布、季节分布与我国季风活动和主要雨带的移动密切相关。从全国年平均短时强降水日数的地区分布可知,短时强降水主要分布在西南地区东部、西北地区东南部及我国中东部大部地区,从东北地区、华北、黄淮、江淮、江汉到长江以南地区短时强降水日数逐渐增多,其中华南沿海是短时强降水最多发的地区。一般来说,南方短时强降水日数多于北方,短时强降水多发区主要集中在华南、江南和云贵高原南部、四川盆地,每个观测站的年平均短时强降水日数在3~8 d,其中华南地区达到6~20 d;而西北地区东部、华北北部、东北地区中北部年短时强降水日数每个观测站一般不足2 d(图1.2.1)。

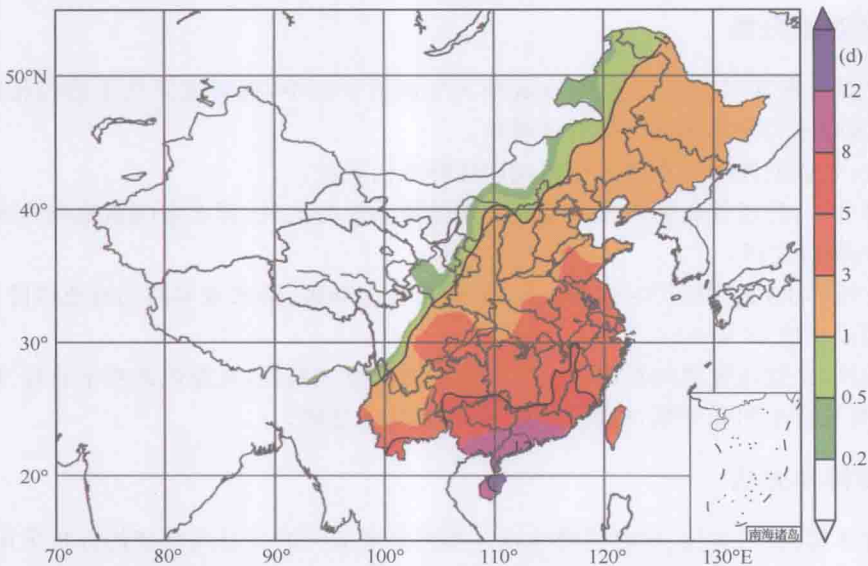


图 1.2.1 1991—2009 年中国年平均短时强降水日数空间分布

我国短时强降水主要发生在春、夏、秋三季,春季在长江以南,夏季向北推进到东北地区,占总数的70%,并且有规律地随时间由南向北推移。3—5月期间(春季),我国短时强降水年平均日数高值区主要在长江以南地区,一般在1~2 d,其中广东中西部春季短时强降水日数有3 d左右;西南地区东部、秦岭及黄淮大部到长江沿线有0.2~0.5 d(图1.2.2)。

6—8月(夏季)是全年短时强降水日数最多的季节。除新疆、青藏高原大部、西北沙漠和戈壁滩在0.2 d以下外,我国其余大部地区夏季短时强降水年平均日数在0.5 d以上,陕西南部、西南地区东部、华北中南部、东北大部、黄淮及其以南地区超过1 d,其中华北东部、云贵高原南部、黄淮、江淮、江汉、江南、华南有2~4 d,华南大部达4~6 d(图1.2.3)。

9—11月(秋季),短时强降水日数明显减少。我国大部地区秋季短时强降水年平均日数在0.5 d以下;华南、江南南部、云贵高原等地有0.5~2 d,雷州半岛、海南超过3 d(图1.2.4)。

冬季是四季中短时强降水日数最少的季节,淮河以北地区几乎都不出现短时强降水,江南、华南、贵州东部等地也仅有0.2 d左右(图略)。

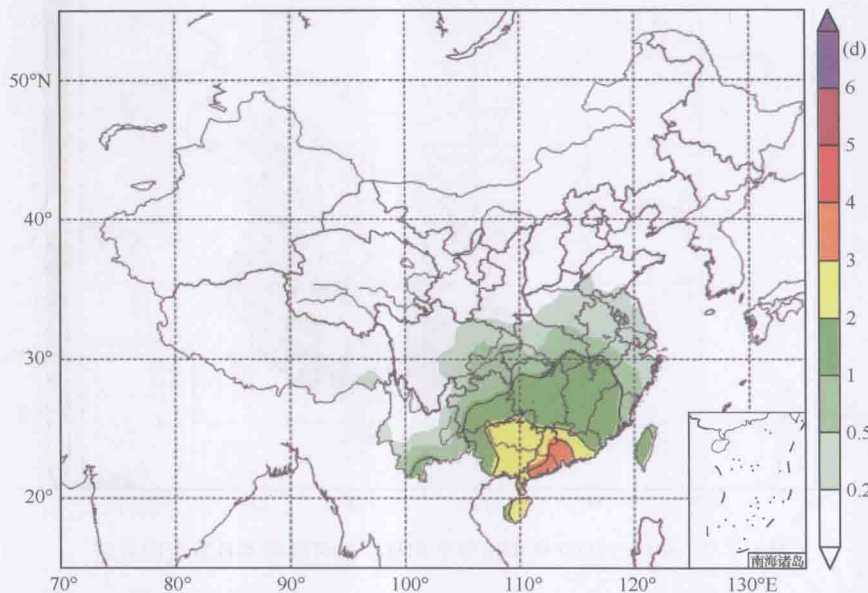


图 1.2.2 1991—2009 年中国年平均 3—5 月短时强降水日数空间分布

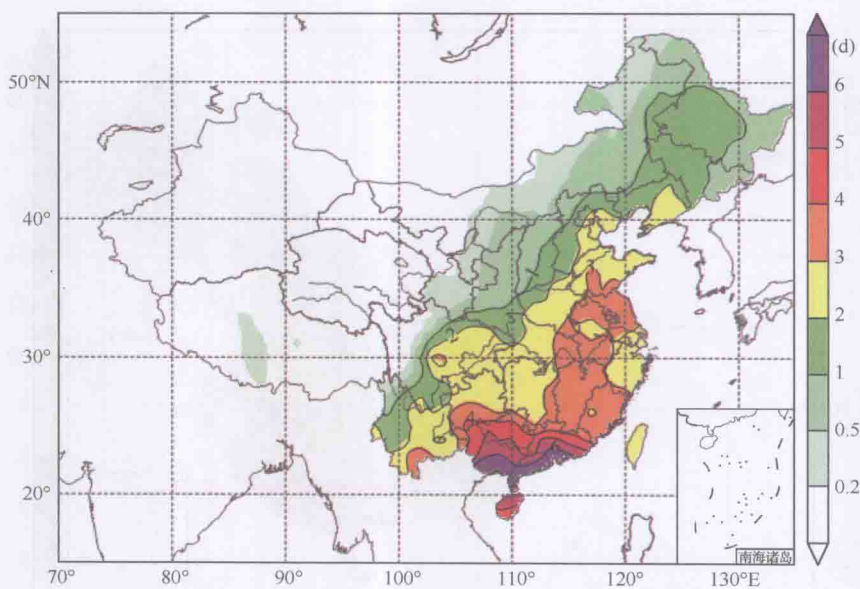


图 1.2.3 1991—2009 年中国年平均 6—8 月短时强降水日数空间分布

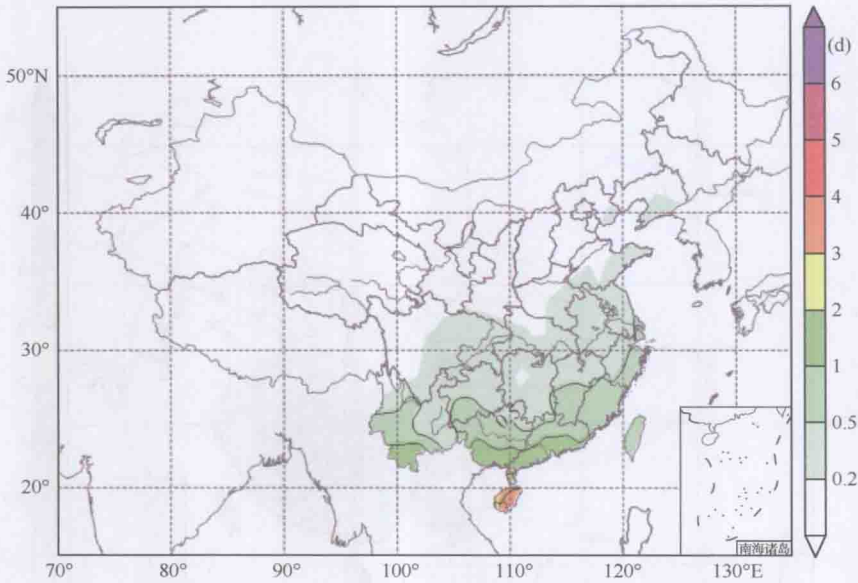


图 1.2.4 1991—2009 年中国年平均秋季短时强降水日数空间分布

年短时强降水日数极大值在我国的分布表明,我国短时强降水日数自北向南逐渐增多。西北地区东部、华北北部一般为 2 天左右;华北东部、东北地区南部和西部、黄淮以及淮河以南地区为 4~8 d,其中江汉、江南、华南、贵州南部的部分地区短时强降水日数有 10~12 日,华南大部可达 14~20 d;(图 1.2.5)。

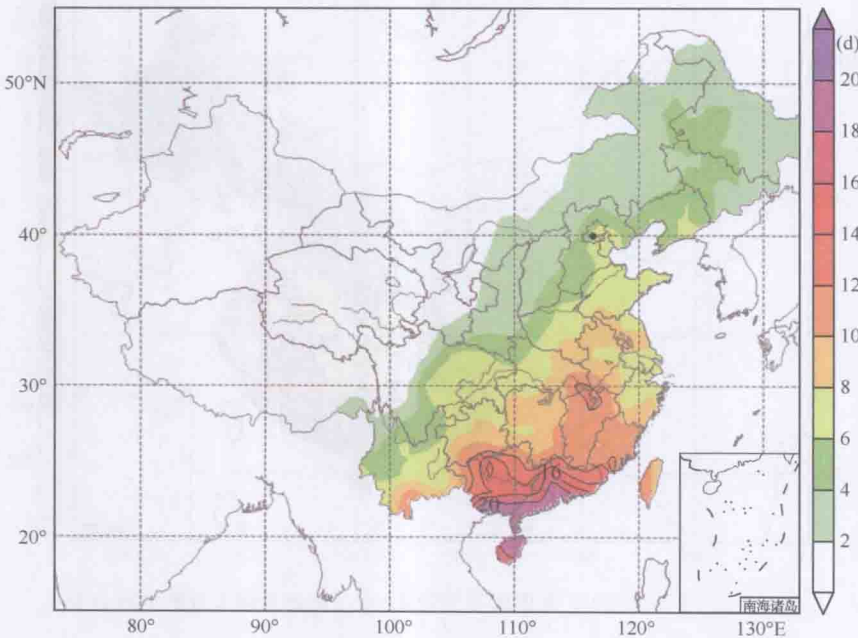


图 1.2.5 1991—2009 年期间中国年短时强降水日数极大值