

李邦宪 沈水根 王政 蒋天麟 吴春泽 著

金华地区 汛期暴雨诊断分析 和预报研究



气象出版社

金华地区汛期暴雨 诊断分析和预报研究

李邦宪 沈水根 王 政 蒋天麟 吴春泽 著

气象出版社

(京) 新登字046号

内 容 简 介

本书详细地阐述了金华地区汛期暴雨的时空分布规律,暴雨发生前的大尺度环流形势和物理量场的分布特征,各类暴雨的发生发展条件及诊断预报模式,汛期暴雨短期预报的天气学模式以及暴雨预报微机业务系统等。

全书内容充实,分析细致,方法具体,可以作为地方台站预报科研人员参考。

金华地区汛期暴雨诊断分析和预报研究

李邦宪 沈水根 吴春泽 著

王 政 蒋天麟

责任编辑:吴向东 终审:顾仁俭

封面设计:严瑜仲 责任技编:都平 责任校对:刘祥玉

气象出版社出版

(北京海淀白石桥路46号,100081)

*

北京市环球科技印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:3.875 字数:79千字

1993年9月第一版 1993年9月第一次印刷

印数:1—600 定价:3.10元

ISBN 7-5029-1328-9/P·0581

序

暴雨是我国长江中下游地区最严重的灾害性天气之一，对国计民生影响很大，历来为广大天气预报工作者所关注。自70年代中期以来，我国加强了对暴雨预报的研究，通过对暴雨成因及其发展规律的进一步揭示，提出了不少暴雨预报方法，取得了显著的进展。但暴雨作为一种中尺度天气过程，落时落点离散，局地性和骤发性强，具有明显的地方性特点，其预报难度很大。因此，只有在对当地暴雨的发生发展规律有比较全面系统认识的基础上，建立具有地方特色的预报方法，才可望真正有效地提高暴雨落时落点的预报水平。

本书的作者是地方台站的气象工作者。他们直接从事天气预报工作，经常同暴雨天气打交道，对暴雨具有丰富的感性知识和预报经验。他们边从事预报业务，边从事科研工作，本书即是从预报实践通过科研提炼出来的结晶。全书内容充实，资料丰富，分析细致，方法具体，颇有特色，无疑可以作为地方气象台站预报、科研工作者的参考和借鉴。

我很高兴看到这本地方暴雨专著的出版，它将给基层气象台站的天气预报工作者以很大的鼓励，同时，也为广大科技工作者提供有价值的文献资料，期望今后能有更多的具有地方特色的气象专著问世！

伍荣生

一九九二年七月于南京大学

前 言

金华地区位于浙江中部，东经 $119^{\circ}41'$ — $120^{\circ}46'$ ，北纬 $28^{\circ}32'$ — $29^{\circ}41'$ ，东西长约51km，南北宽约129km，总面积为1.09万 km^2 。境内地貌以丘陵山地为主，东、西、北三面环山，中部和西北部为宽谷平原。地势自东南向西北倾斜，境内河流绝大部分属钱塘江水系，其中集雨面积在 100km^2 以上的河流有40多条， 1000km^2 以上的江河有兰江、金华江、东阳江和武义江。由于境内河流大多流经丘陵山地，上游河床比降大，源短流急，水位受降水影响暴涨暴落；下游地势平坦开阔，落差小，因而一旦连降暴雨或大暴雨，极易引起大范围的洪涝灾害，严重地制约着该地区的农业生产和经济的发展。因此，暴雨是金华地区汛期最严重的灾害性天气之一，历来是各级气象台站汛期预报服务工作的重点。暴雨预报是整个天气动力学中最为困难的问题之一，而随着工农业生产的发展，对解决暴雨预报准确率低的要求更为迫切，为此广大气象人员进行了大量的研究和探索，做了许多有意义的工作。

为了全面系统地了解金华地区汛期暴雨天气的发生发展规律，切实有效地提高汛期暴雨预报的准确率，金华市气象局于1988—1991年组织科技人员对汛期暴雨进行攻关研究，并得到了浙江省气象局的大力支持。“金华地区汛期暴雨诊断预报系统研究”课题于1989年被列为浙江省气象局计划科研项目。经过四年的艰苦工作，使我们对这一地区的汛期暴雨有了一个更为深刻的认识，在暴雨预报方面取得了显著的进展。

《金华地区汛期暴雨诊断分析和预报研究》一书是我们四年来所进行的汛期暴雨研究工作的较为系统全面的总结。全书共分八章，详细地阐述了金华地区汛期暴雨的时空分布规律，暴雨发生前的大尺度环流形势和物理量场分布特征，连续暴雨、大暴雨和局地强对流性暴雨的发生发展条件；对各类暴雨的诊断预报模式、汛期暴雨短期预报的天气学模式以及暴雨预报微机业务系统等也作了较为详尽的介绍。

本书由李邦宪主编，参加编著的还有沈水根、王政、蒋天麟、吴春泽，全书经多次集体研讨，由李邦宪、王政最后修改定稿，因此它是课题组全体同志几年潜心研究的集体智慧的结晶。另外，张行才协助完成了微机业务系统的程序设计，季致建提供了物理量诊断分析软件，吴剑强、盛承乐、陈榴香等抄录了部分气象资料，陈秀莲承担了本书大部分图表的绘制工作，王建新、骆光勤、钱靖等同志也参加了部分工作。

本书得到了杭州大学斯公望、李毓芳教授和北京市气象局吴高任高级工程师的热情指导并审阅书稿，南京大学大气科学系主任伍荣生教授欣然为本书作序。在编纂和出版过程中，还得到了浙江省气象局、金华、武义、义乌、兰溪等县（市）气象局领导和同志们的大力支持和帮助。正是因为受到了气象界这么多专家、领导和同行们的热情鼓励和支持，才使我们有勇气编著和出版这个小册子。在本书出版之际，我们谨向上述单位和同志们一并致以真诚的谢意。

由于作者学识水平所限，书中错误和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

作者

1992年7月

于浙江金华

绪 论

暴雨是我国常见、多发和影响广泛的一种重要灾害性天气。每年都有数以万计的人民生命财产受到暴雨的严重威胁，给人们带来不可估量的损失。金华地区位于浙江中部，境内丘陵山地起伏连绵，河流纵横交错，每年一到汛期，暴雨频繁发生，尤其是大范围持续性的暴雨和大暴雨天气，常引起江河横溢，洪水泛滥，严重地阻碍了工农业生产和发展。例如1989年全地区暴雨成灾，先后发生七次洪涝，累计受灾面积200多万亩，受灾人口284万人，倒塌房屋近5万间，减产粮食30余万吨，直接经济损失高达11.4亿元！暴雨同时又是一种重要的水资源，特别是梅汛后期，若能及时地加以预报与调蓄，就能化害为利，使之造福于社会和人民。因此，研究暴雨的发生发展规律，进而做好它的预报具有重要的实际意义。

暴雨作为一种中尺度天气过程，具有强度大、骤发性强、先兆特征不明显、落区与落点离散、时空分布很不均匀等特点，其形成原因和物理机制极其复杂，因此长期以来对暴雨的预报不理想。直到目前为止，暴雨预报仍然是整个天气动力学中有待解决的最为困难的问题之一。暴雨过程受局地具体的地理条件影响很大，具有明显的地方特色，对于一个地区的这种灾害性天气的认识和预报，不可能依靠上级科研和业务部门来代替。长期以来，我区广大气象工作者经过不断探索和实践，建立了一些暴雨预报方法，取得了明显的进展。但由于多方面的原因，对该地区汛期暴雨的物理成因、

发生发展规律、物理量场的三维空间配置等方面缺乏全面、系统、完整的分析研究。我们认为：只有对当地暴雨有一个比较全面的认识，才能为提高暴雨的预报能力和服务水平打下一个良好的基础。

基于以上认识，我们用了四年时间对金华地区汛期暴雨的发生发展规律进行了系统地分析研究，主要完成了下列几个方面的工作：

1. 对全地区 7 个气象台站、20 个水文（雨量）站的 1965—1988 年的暴雨资料进行了全面的收集和整理，揭示了金华地区汛期暴雨的时空分布演变规律，为汛期暴雨预报提供了一个时空尺度较大的气候背景。并对暴雨时空分布特征的气候成因作了初步探讨，为暴雨气候区划提供了依据。

2. 选取 1973—1989 年期间发生的 69 次汛期暴雨过程，对暴雨发生前的大尺度环流特征进行了分析研究，剖析了暴雨过程的基本特点，包括暴雨的主要影响系统，暴雨环流形势的基本特征和不同影响系统下的形势特征，为暴雨短期预报提供了一个大尺度环流背景。

3. 分别选取 1973—1989 年间发生的 7 次连续暴雨过程和 7 次大暴雨过程，对其大尺度环流背景、物理成因、物理量场分布特征进行了分析研究。在此基础上，建立了两类暴雨过程的诊断预报概念模式。

4. 选取一次典型的局地强对流性暴雨过程进行个例剖析。对其大尺度环流背景和物理机制作了探讨，并在此基础上选取不同类型的天气过程进行对比分析，提出了汛期局地强对流暴雨过程的预报思路。

5. 选取部分典型暴雨个例，对物理量场进行了诊断计算，对暴雨的物理成因和三维空间图象进行了分析研究，揭

示了暴雨发生前的物理量场特征，建立了汛期暴雨的物理量诊断预报模式。

6. 在前述工作的基础上，建立了以大尺度天气形势场作为一级过滤条件、以物理量和气象要素指标作为二级过滤条件的金华地区汛期暴雨短期预报的天气学模式和微机业务系统。

由于我们对暴雨发生发展规律的认识还很不够，加上探测手段、分析技术和研究经费等方面条件的限制，目前的这一总结还是相当粗浅的，有待于今后作进一步研究和探讨。

目 录

序

前言

绪论 (I)

第一章 汛期暴雨的气候特征 (1)

第一节 资料来源及说明 (1)

第二节 汛期暴雨的一般气候概况 (3)

第三节 暴雨天气的时间分布 (3)

第四节 汛期暴雨的地理分布 (7)

第五节 汛期暴雨的强度分布 (14)

第六节 汛期暴雨的路径 (18)

第七节 小结 (21)

第二章 汛期暴雨的大尺度环流特征 (23)

第一节 汛期暴雨系统概况 (24)

第二节 汛期暴雨形势的基本特点 (26)

第三节 各类暴雨的天气形势特征 (30)

第四节 小结 (35)

第三章 汛期连续性暴雨过程的诊断分析及概念

模式 (36)

第一节 汛期连续性暴雨过程概况 (36)

第二节 汛期连续性暴雨过程的环流特征分析 (37)

第三节 一次连续暴雨天气过程的物理量场分析 (40)

第四节 汛期连续暴雨的大尺度概念模式 (52)

第四章 汛期大暴雨过程的诊断分析及概念模式 ... (54)

第一节	大暴雨过程概况·····	(54)
第二节	大暴雨过程发生前的形势特征·····	(55)
第三节	物理量场的诊断分析·····	(58)
第四节	大暴雨的概念模式·····	(65)
第五章	汛期局地强对流暴雨过程的诊断及 预报探讨 ·····	(66)
第一节	大尺度环流形势·····	(67)
第二节	物理量场的诊断分析·····	(68)
第三节	物理成因分析·····	(72)
第四节	预报着眼点及单站预报方法探讨·····	(75)
第六章	汛期暴雨的动力学和热力学特征及其诊 断预报模式 ·····	(79)
第一节	汛期暴雨的水汽条件·····	(79)
第二节	汛期暴雨的能量条件·····	(84)
第三节	汛期暴雨的动力条件·····	(86)
第四节	汛期暴雨的诊断预报模式·····	(88)
第七章	汛期暴雨预报的天气学模式 ·····	(90)
第一节	模式的基本思路·····	(90)
第二节	前汛期暴雨预报模式·····	(92)
第三节	后汛期暴雨预报模式·····	(95)
第四节	暴雨落区落点预报方案·····	(99)
第五节	天气学模式预报工作流程·····	(102)
第八章	汛期暴雨预报微机业务系统 ·····	(104)
第一节	设计目的与系统特点·····	(104)
第二节	系统框架结构与工作流程·····	(105)
第三节	系统功能简介·····	(105)
结束语	·····	(111)
参考文献	·····	(112)

第一章 汛期暴雨的气候特征

第一节 资料来源及说明

为了全面了解和掌握金华地区汛期暴雨天气的活动规律，给暴雨短期短时预报提供一个时空尺度较大的气候背景概念，也为暴雨预报方法研究打下一个良好的基础，以利进一步做好汛期天气的预报服务工作。我们有必要首先从气候角度对该地区的汛期降水，特别是暴雨天气的时空分布特征进行细致深入的分析。

基于上述目的，我们收集了记录比较准确完整的全地区7个气象台站和20个水文（雨量）站的20余年汛期降水资料，进行了较为系统全面的分析，得出了金华地区汛期暴雨天气时空分布的气候特征。

根据气象学中对暴雨的定义，参照浙江省气象局《短时、短期预报质量评定办法》规定，结合金华地区实际情况，本书所取的暴雨天气标准为：

（1）暴雨：12小时（指20—08时和08—20时两个时段，下同）降水量 $\geq 30.0\text{mm}$ ；24小时（指20—20时和08—08时两个时段，下同）降水量 $\geq 50.0\text{mm}$ 。

（2）大暴雨：12小时降水量 $\geq 70.0\text{mm}$ ；24小时降水量 $\geq 100.0\text{mm}$ 。

（3）特大暴雨：12小时降水量 $\geq 140.0\text{mm}$ ；24小时降水量 $\geq 200.0\text{mm}$ 。

由于全地区各气象台站、水文（雨量）站的建站时间参

差不齐，且考虑到水文（雨量）站近期资料收集比较困难等原因，为便于统计分析，我们统一收集了气象台站1967—1988年共22年4个降水时段和水文（雨量）站1965—1984年共20年08—08时的降水资料。

为使气候分析既具有较好的代表性，又考虑到资料整理和统计工作上的方便，本文特作如下规定：

（1）参照浙江省气象局天气预报质量评定办法规定，汛期起止时间统一规定为5月1日至7月10日。

（2）凡全地区7个气象台站中，有 ≥ 1 个站雨量达到暴雨天气标准，则统计为一个暴雨日；在同一暴雨日出现暴雨的站数，统称站次数。

（3）按同一暴雨日中出现暴雨站次的多少， ≥ 4 站次为全区性暴雨；2—3站次为区域性暴雨； < 2 站次为局地性暴雨。

（4）未特别说明者，均为7个气象台站资料统计的24小时暴雨，考虑到20—20时和08—08时暴雨资料有一部分在时间上是重迭的，为避免24小时暴雨资料重复统计，此处定义为： ≥ 1 个站20—20时雨量 $\geq 50.0\text{mm}$ ，统计为一个暴雨日；若20—20时达不到，而08—08时达到暴雨标准，且与前后一天暴雨资料在时间上不重迭时，也统计为一个暴雨日。当20—20时和08—08时都达到暴雨标准时，只算一个暴雨日，而降水量取较大者。

（5）分析暴雨的时间分布时，一般仅取气象台站资料进行统计；而在分析地理分布时，则以27个气象、水文（雨量）站的08—08时一个时段的资料统计为主，这样处理既不会影响气候分析的代表性，又可减少统计工作量。

第二节 汛期暴雨的一般气候概况

在22年汛期,全区共出现暴雨日108个,计269个站次,平均每年出现4.9个暴雨日,气候概率为6.9%,是一种小概率天气事件。其中大暴雨日10个,共17个站次,全区未出现过特大暴雨;局地性暴雨日46个,占暴雨日总数的42.6%;区域性暴雨日34个,占暴雨日总数的31.5%;全区性暴雨日28个,占暴雨日总数的25.9%。从上述统计结果看,局地性暴雨和区域性暴雨加在一起,占了暴雨总数的近3/4。这表明,汛期暴雨是一种中尺度天气现象,出现全区性大范围暴雨的机率并不多,气候概率仅为1.8%,平均每年还不到1.3次。由此可见,中小尺度天气系统的发生发展和该地区复杂的地貌形态,对暴雨的发生和落区是至关重要的。

统计结果表明,汛期是该地区全年降水最集中的时期,汛期平均降水量约占年平均降水量的34.7%;汛期又是一年暴雨最集中的时期,汛期暴雨约占全年暴雨日总数的63.0%;该季节的暴雨量,约占同期总降水量的25.1%。

第三节 暴雨天气的时间分布

暴雨是在一定的环流背景和天气系统影响下产生的。因此,它们具有明显的季节变化规律,在年、月、旬、候及日际分布中,都存在着显著的不均匀性,波动特征十分明显。

一、汛期暴雨的年际分布

图1.1是汛期暴雨频次的年际变化曲线。可以看出,汛期暴雨发生频次年际变化很大,其变率达0.502,最多的年份达9次(1968年、1971年和1973年),最少的年份甚至无暴雨天气发生(如1978年)。进一步分析可以发现,暴雨的

年际变化具有一定的阶段性，如1967—1971年为暴雨多发阶段；1972—1977年存在隔年变化的趋势，即单年多，双年少的特征；1978—1982年为暴雨少发阶段；1983—1988年又转为隔年变化阶段，为单年少，双年多。因此，暴雨的年际变化波动特征是很明显的。年际暴雨活动次数的差异，同东亚大气环流的逐年变化相联系。显然，当梅雨锋在该地区一带停留时间长，对应该区汛期多雨涝，暴雨活动就频繁；反之，对应该区汛期降水偏少，暴雨次数也减少。

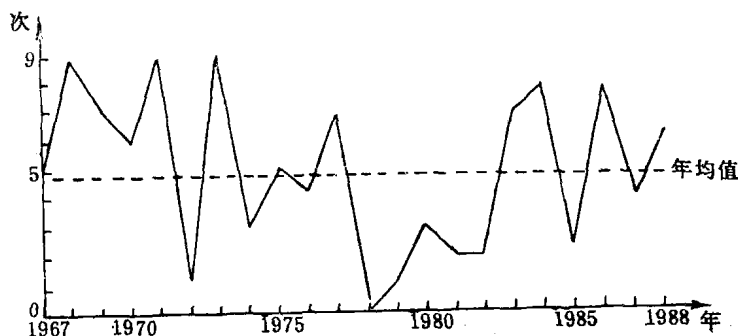


图1.1 汛期暴雨频次的年际变化曲线

另外，统计表明，汛期暴雨的年际变化与汛期总降水量的年际变化在趋势上是基本一致的。汛期暴雨多的年份降水量也偏多；而汛期暴雨少发年降水量也偏少。如汛期暴雨出现最多的1968年、1971年和1973年，汛期平均降水量达662 mm（22年汛期平均降水量为481mm）；而暴雨发生次数最少的三年（1972年、1978年和1979年）汛期平均降水量仅为250mm。因此，可以认为，汛期降水量的多寡主要决定于汛期暴雨发生的频次。

二、全年暴雨的月际分布

从暴雨站次数的月际和各月平均降水量分布情况看（见

图1.2)，全年除1月份无暴雨发生外，其余各月均有出现。暴雨的月际变化呈正态分布，6月份以前是逐月递增，6月份以后呈递减趋势。5月和6月是该地区暴雨天气的高峰期，分别占年暴雨总数的15.9%和28.8%。暴雨的这种月际变化特点，是由我国特有的季风气候所决定的。由图1.2不难看出，暴雨的月际分布与降水量的月际变化在趋势上基本上是一致的。这表明5—6月份既是该地区全年降水最集中的时期，也是暴雨发生最频繁的季节，同时该时期也是农业生产的关键季节。因此，深入研讨该季节的暴雨活动规律，在气象工作中有着特别重要的意义。

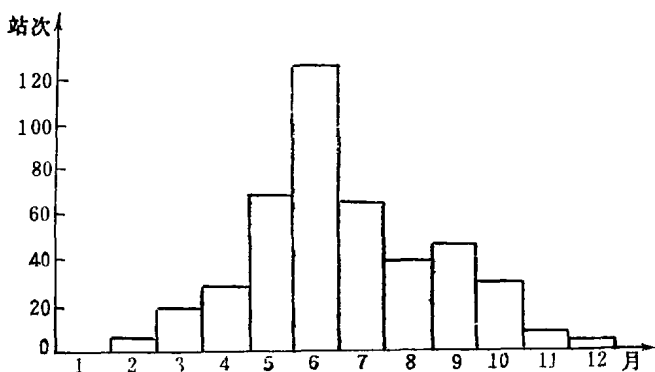


图1.2 累年暴雨站次数月际变化和每月平均降水量分布图

三、汛期暴雨的旬、候分布

图1.3、图1.4分别为累年汛期暴雨站次数旬际分布和暴雨日数候分布情况，由图可见，无论从暴雨日数还是站次数来看，6月中旬以前差别不明显，6月中旬至7月上旬暴雨较为集中。显然，这段时期正是长江中下游的梅雨季节，副热带高压稳定在20—25°N，金华地区受高空切变线和地面静止锋的影响，常有大到暴雨天气出现，连续性暴雨也主要发

生在这段时间。所以，从候分布图可以清晰地知道，金华地区汛期明显入梅期约在6月第三候。

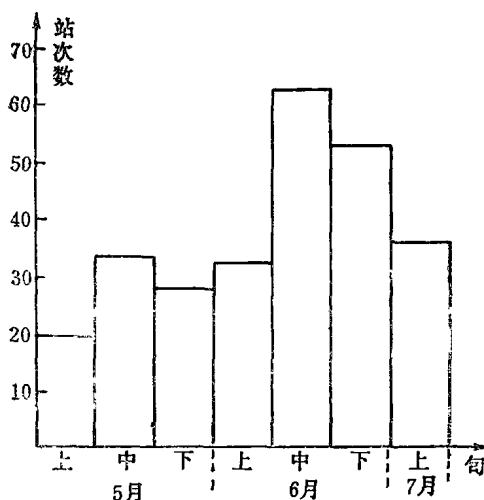


图1.3 累年汛期暴雨站次数旬际分布

四、汛期暴雨的日际分布

为了说明汛期暴雨的日际分布情况，这里采用12小时两个时段的暴雨资料进行统计。由表1.1可见，5月份暴雨，夜间发生的机率比白天大；而6月份则正好相反。局地性暴雨大部分出现在白天，区域性暴雨夜间稍多。

表1.1 累年汛期暴雨日际分布情况

项 目 时 段	暴雨站次效 (次)			暴雨日数 (日)		
	5 月	6 月	7 月上旬	局地性	区域性	全区性
夜间 (20—08时)	108	120	33	45	40	24
白天 (08—20时)	75	161	33	69	34	24