

强对流天气的分析 及短时预报

王晓明 谢静芳 王侠飞 编著

气象出版社

强对流天气的分析 及短时预报

王晓明 谢静芳 王侠飞 编著

气象出版社

(京)新登字046号

内 容 介 绍

本书是建立在对吉林省强对流天气的分析和预报基础上编写而成的，其中包括强对流天气的气候规律、环流背景、物理量场特征、中尺度系统分析、卫星云图和雷达回波特征以及短时预报专家系统等内容，并吸收了国内部分有关强对流方面的研究成果，可供气象台站的预报人员、研究人员及大专院校的师生阅读参考。

强对流天气的分析及短时预报

王小明 谢静芳 王侠飞 编著
责任编辑 李如彬

*

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路46号)

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销
国防科工委印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 7.75 字数: 170千字
1992年4月第一版 1992年4月第一次印刷
印数: 1-1000 定价: 6.05元
ISBN7-5029-0879-X/P.0437

前 言

强对流天气的短时预报（0—12小时）问题是目前国内
外气象工作者研究的主要课题之一。1980年吉林省气象台开
始以天气雷达为基础，开展强对流天气的短时预报工作。近
十余年来，国内各省、地台站相继开展了强对流天气的短时
预报，并逐步走向正规化和业务化。天气实时资料库的建立
以及雷达、卫星等设备的应用，为进一步开展这方面的研究
奠定了基础，而且近年来，针对这一工作开展了一些课题研
究。本书侧重吉林省强对流天气的分析和预报，并吸收了部
分国内有关强对流方面的研究成果。全书共分十章。第一
章：强对流天气的气候统计特征，分析了该天气的时空分布
规律及地形对这种分布的影响；第二章：强对流天气的特征
分析，主要分析了风和温、湿等要素的垂直分布特征，指出
了一般暴雨和强对流某些要素垂直分布的差异；第三章：强
对流天气形势特征分析，对强对流天气发生前的高空、地面
形势特征进行了分析；第四章：强对流天气的物理量场特
征，主要分析强对流天气的物理量场特征及其在强对流天气
分析预报中的应用，并指出了冰雹与暴雨在物理量场上的差
异；第五章：强对流天气的中尺度分析，从网格较密的区域
地面流场、物理量场等方面进行了分析；第六章：强对流天
气的卫星云图特征，着重分析了产生强对流天气的中尺度云
团发生发展与降水量关系及云团不同云顶温度与降水量关系

分析等，还对冰雹、暴雨的云图特征进行了分析；第七章：强对流天气的雷达回波分析，该章首先对雷达的探测能力进行了分析，之后侧重分析了这类天气的雷达回波识别、类型、演变等特征；第八章：台风暴雨*，简要介绍了台风暴雨的中尺度结构，其雷达回波与强对流回波的区别和不同类型台风的物理量分布特征等；第九章：强对流天气的短时预报专家系统，简要介绍了专家系统的主要组成部分及其功能，并通过一个短时天气预报专家系统的实例，侧重介绍了它的整体结构及特点和特有的知识表达及其实现；第十章：强对流天气的短时预报方法，本章在综合前面分析结果的基础上，结合实际预报业务工作，对强对流天气的短时预报方法给以简要概述。

在本书的编写过程中，陈永枢高级工程师给予很大的支持和指导，章少卿研究员审阅了全书，提出了宝贵意见并为此书写了序，在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，时间比较仓促，本书难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

* 本书中的台风指中央气象台在1988年以前所用的分类标准，即气旋中心附近最大风速达17.2—32.6米/秒(风力8—11级)为台风， ≥ 32.7 米/秒为强台风。从1989年开始，我国使用国际统一分类，即风力 < 8 级为热带低压，8—9级为热带风暴，10—11级为强热带风暴， ≥ 12 级为台风或飓风。

序

强对流天气常与突发性暴雨、冰雹和雷雨大风等剧烈天气现象相联系，常给国民经济建设和人民生命财产带来重大损失。近年来，国内省级台站相继开展了强对流短时预报方面的业务试验和研究工作，这些成果在短时预报业务化方面起到了积极的作用。吉林省气象台是国内开展短时预报较早的省份之一，并结合现代化的雷达和卫星设备开展了这方面的研究和业务工作，近十余年来，积累了一些经验，在此基础上，作者编写了这本书。

《强对流天气的分析及短时预报》一书共分十章，它包括：吉林省强对流天气的气候规律、环流背景、各物理量场的特征、卫星云图和雷达回波的中尺度分析，影响吉林省的台风暴雨及短时预报方法和专家系统等内容。它们虽基于吉林省情况的经验总结，但有所深化，因此对邻省台站人员用于实际业务，具有一定的参考价值。对从事中纬度强对流天气研究的同志及大专院校的师生和其他科技人员均有实用意义。

章少卿

一九九一年八月二十六日于长春

目 录

前 言 序

第一章	强对流天气的气候统计特征	(1)
第一节	强对流天气概况	(1)
第二节	强对流天气的时间分布	(2)
第三节	强对流天气的空间分布	(9)
第四节	强对流天气强度变化的时空分布特征	(11)
第五节	地形对强对流天气的影响	(14)
第二章	强对流天气的特征分析	(17)
第一节	强对流天气的降水特征	(17)
第二节	强对流天气的要素分布特征	(19)
第三章	强对流天气形势特征分析	(28)
第一节	强对流暴雨的影响系统及天气形势特征分析	(28)
第二节	大范围冰雹的天气形势特征分析	(30)
第三节	局地冰雹的天气形势特征分析	(35)
第四章	强对流天气的物理量场特征	(44)
第一节	物理量场在强对流天气分析和预报中的作用	(44)
第二节	物理量场在强对流天气分析和预报中的应用	(45)
第五章	强对流天气的中尺度分析	(67)
第一节	强对流天气的中尺度特征	(67)
第二节	强对流天气的中尺度分析	(68)
第六章	强对流天气的卫星云图特征	(87)
第一节	中尺度云团的基本特征	(87)

第二节	中尺度云团与降水量关系分析	(95)
第三节	中尺度云团的发展、演变特征	(109)
第四节	中尺度云团的移动	(124)
第五节	强对流天气的卫星云图特征	(131)
第七章	强对流天气的雷达回波分析	(142)
第一节	强对流天气的雷达回波特征	(142)
第二节	天气系统对强对流回波的影响	(167)
第三节	物理量对强对流回波演变的作用	(170)
第八章	台风暴雨	(179)
第一节	台风影响类型及一般降水特征	(179)
第二节	台风的中尺度系统	(182)
第三节	台风暴雨与强对流暴雨的雷达回波区别	(190)
第四节	台风暴雨的物理量场特征	(192)
第五节	台风暴雨的卫星云图特征	(198)
第九章	强对流天气的短时预报专家系统	(200)
第一节	气象预报专家系统概述	(200)
第二节	短时天气预报专家系统的一个实例	(210)
第十章	强对流天气的短时预报方法	(221)
第一节	概述	(221)
第二节	强对流天气的短时预报方法	(222)
参考文献		(238)

第一章 强对流天气的气候统计特征

强对流暴雨和冰雹是最常见的极易造成灾害的天气，对其天气气候特征进行统计和分析，一方面有助于我们了解这些强对流天气发生的气候规律，同时也有助于进一步研究和探讨强对流天气的发生发展机制，为做好强对流天气的分析和预报打下基础。

本章利用吉林省1955—1988年的强对流暴雨资料和1960—1989年的冰雹资料，对上述两类强对流天气的时空分布、强度变化等气候特征进行了较详细的统计和分析，揭示了强对流天气发生的一般规律及其成因。

第一节 强对流天气概况

一、强对流天气定义

强对流天气种类很多，如：冰雹、飑线、雷暴大风、强对流暴雨等。这里我们所分析和讨论的强对流天气主要包括两类：第一类是短时强对流局地暴雨，第二类是冰雹。

短时强对流局地暴雨（以下简称强对流暴雨）是指降水量 $\geq 50\text{mm}$ ，相邻站数 ≤ 2 ，且1小时最大降水量 $\geq 10\text{mm}$ ，整个降水过程中降水持续时间 ≤ 6 小时并伴有雷暴活动的暴雨过程。

冰雹以气象站观测记录及气象灾害调查记录为准，一日有 ≥ 1 个站出现冰雹，则为一个降雹日或一次冰雹天气过程。

二、强对流天气概况

强对流暴雨在吉林省每年均有发生，其主要发生期为6—8月，多数年份每年出现3—5次，据资料记载，强对流暴雨的最大降水量为139mm，最大降水强度可达74mm/h。这类暴雨具有降水时间短、强度大等特点，同时由于其大尺度环流背景特征不明显，预报难度较大，因此极易造成灾害。

冰雹是吉林省春、夏、秋三季主要强对流天气之一。吉林省地处大兴安岭山脉的东侧、长白山北麓，境内既有平原又有丘陵和山区，年降雹日数为3—5日，是我国多冰雹地区之一。冰雹的主要发生期为5—9月，其中又以5、6、9三个月为最多。春末秋初，冷暖空气活动频繁，常有大范围冰雹出现甚至造成区域性或大范围雹灾，对农牧业生产危害很大。

第二节 强对流天气的时间分布

一、强对流暴雨的时间分布

1. 年分布

1955年至1988年强对流暴雨共出现141天168次，年平均4.2天4.9次。此类天气各年均有发生。出现最多的年份是1987和1988年，分别为9天11次和9天10次，最少的年份只有一天。

2. 月分布

强对流暴雨主要出现在6—8月，其中7月份发生的次数

最多，年平均2.6次，占年强对流暴雨总数的一半以上。其次为8月，年平均1.6次。6月强对流暴雨出现次数最少，只占总数的16%，年均不到一次（见表1.2.1）。

表1.2.1 强对流暴雨的月分布(1955—1988年)

项 目 \ 月 份	6	7	8	合计
暴雨日数	26	88	54	168
年 平 均	0.76	2.59	1.59	4.94
百分比(%)	16	52	32	—

3. 强对流暴雨的起止日期

图1.2.1和图1.2.2分别是强对流暴雨的起始和终止日期的空间分布图。起始日期绝大部分地区在6月下旬至7月上

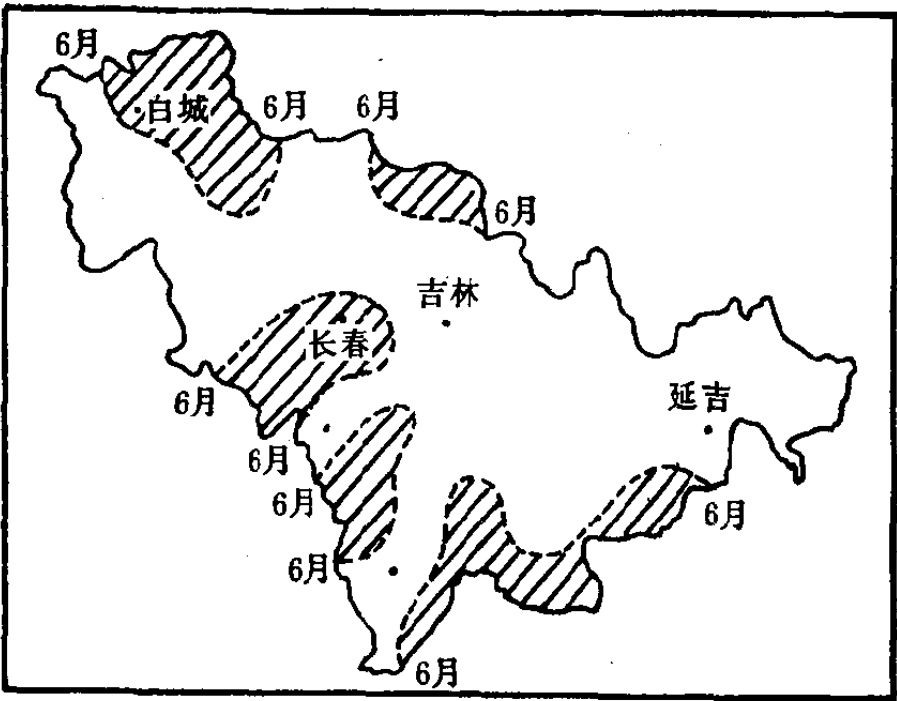


图1.2.1 强对流暴雨的起始日期

旬，即6月20日至7月10日之间，其中北部、中南部和东南部地区的起始日期比其它地区早（见图1.2.1中的阴影部分）。终止日期绝大多数在8月初至8月15日之间（见图1.2.2中阴影部分）。

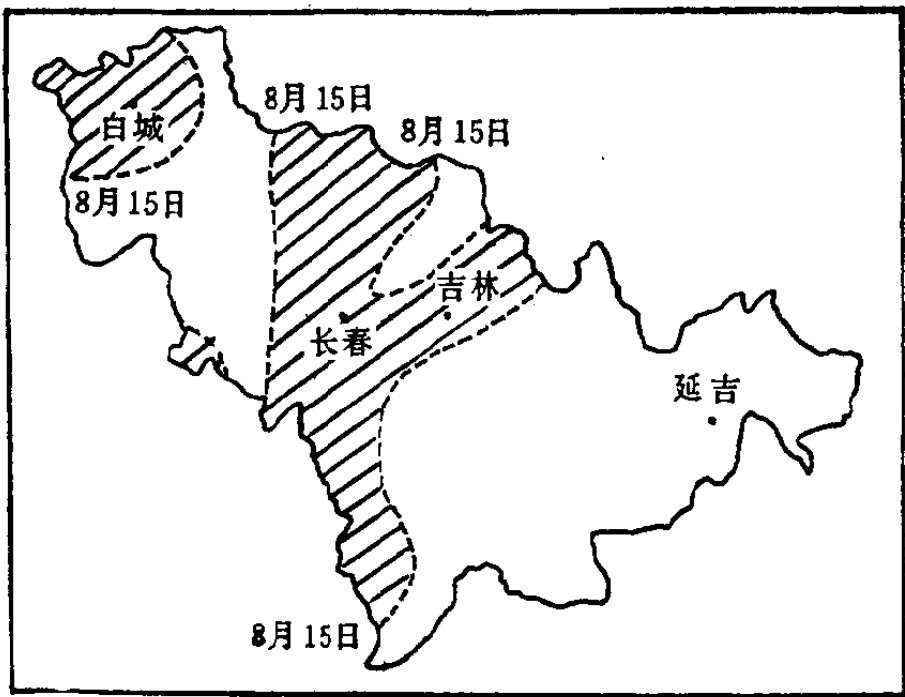


图1.2.2 强对流暴雨的终止日期

强对流暴雨最早出现在6月10日（1985年，三岔河），最晚出现在8月29日（1986年，九站）。

4. 强对流暴雨的日变化特征

强对流暴雨在一天中各时次都有可能发生，但绝大多数发生在午后至前半夜，即在12点以后。其降水的起始时间峰值分布在14—18时之间，结束时间峰值分布在18—23时之间（见图1.2.3和图1.2.4）。

在强对流暴雨的降水过程中，强降水多发生在15—22时之间。降水持续时间最短的约1小时，最长的6小时，绝大

部分为3—5小时，约占总数的72%。

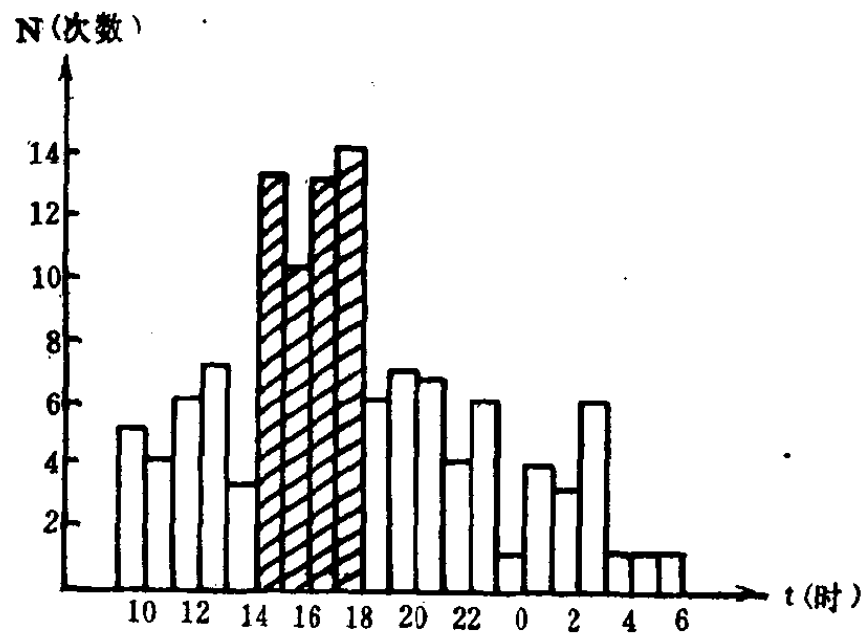


图1.2.3 强对流暴雨开始时间频数分布

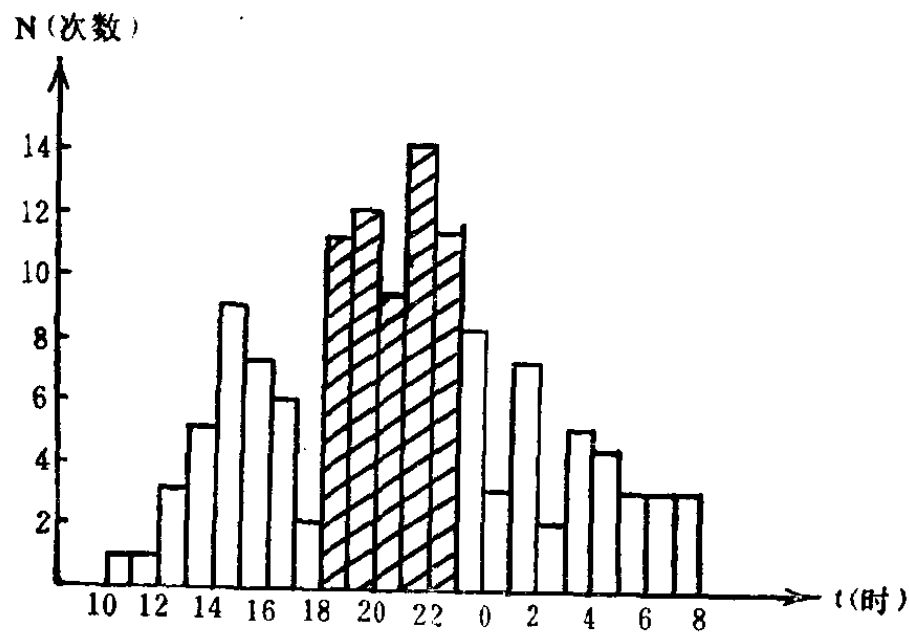


图1.2.4 强对流暴雨结束时间频数分布

二、冰雹天气的时间分布

1. 降雹次数的年分布

根据对49个站共计三十年资料的统计结果，平均每年出

现冰雹89.4次。出现冰雹次数最多的年份为1980年,152次;其次为1984年和1982年,分别为140次和134次。出现冰雹最少的为1970年, 31次。

从三十年的年降雹次数变化情况来看, 六十年代和八十年代后期降雹次数明显少于七十年代和八十年代前期 (见图 1.2.5), 这种分布与历年降雹期的主要影响天气系统的变化有很大关系。

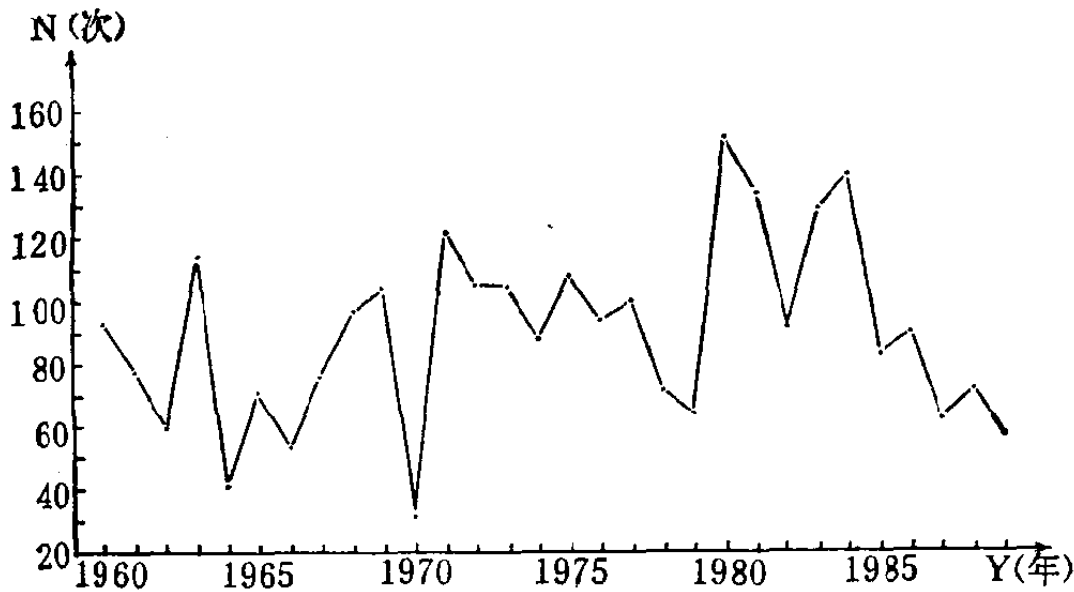


图1.2.5 吉林省降雹次数的年分布

三十年中共出现大范围降雹(即日降雹站数 ≥ 10)38次, 平均每年1.3次, 最多为1980年, 共5次。约有1/3的年份无大范围冰雹出现。

降雹次数的年变化与大范围降雹次数的年变化有很大关系, 二者变化曲线十分吻合。降雹次数少于50次的年份均无大范围冰雹 (如1970、1964、1966年), 而降雹次数多于100次的年份均出现多次大范围降雹 (1980年5次、1984年2

次、1981年2次…)。由于大范围冰雹是由特定的几类天气形势和影响系统造成的，因此，冰雹发生期主要影响系统的变化是造成降雹次数年分布变化的主要原因。

2. 降雹次数的旬、月分布

从旬和月降雹次数统计情况看，月降雹次数最多的是6月，年平均31次。其次为5月，年平均26次，二者分别占年降雹总数的34%和29%。

旬降雹次数最多的是6月上旬，年平均14次。其次为5月下旬，年平均11次。降雹最集中的时段为5月中旬至6月下旬（见表1.2.2），而且有87%的大范围降雹出现在这段时间内。

表1.2.2 降雹次数的旬、月分布

月份	5月			6月			7月			8月			9月		
总次数	789			922			330			219			423		
月平均	26.3			30.7			11.0			7.3			14.1		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
总次数	180	288	321	411	280	231	149	124	57	55	59	105	126	183	114
旬平均	6.0	9.6	10.7	13.7	9.3	7.7	5.0	4.1	1.9	1.8	2.0	3.5	4.2	6.1	3.8

3. 降雹的时间分布特征

(1) 降雹开始时间

冰雹在一天24小时内的任何时间均可发生，但绝大部分冰雹发生在白天，其中86%发生在11—19时之间。冰雹发生的高峰期在13—18时，约占总数的63%（见图1.2.6）。

由于降雹的持续时间很短，一般只有几分钟至十几分

钟，因此降雹开始时间分布特征也基本上反映了降雹过程的时间分布特征。

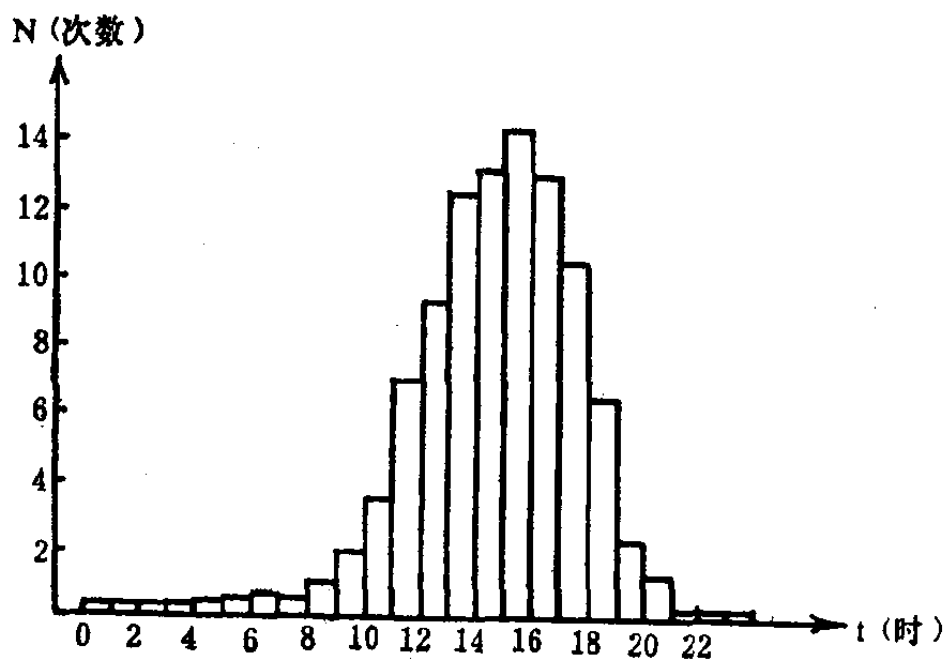


图1.2.6 降雹开始时间分布图

(2)降雹持续时间

降雹的持续时间与暴雨相比要短得多，持续时间最短的不足一分钟，最长的无灾害降雹约为30分钟，有灾降雹约为90分钟，但持续时间较长的多为间歇性降雹。

无灾降雹平均持续时间为4.7分钟，有灾降雹平均持续时间为15.1分钟，比无灾冰雹持续时间长2倍多。

(3)降雹时间的日变化及其与地形和季节的关系

我们对各地区一日中降雹集中时段的变化与地形及季节的关系进行了统计分析，发现降雹集中出现时段主要在中午至傍晚。在不同地区，由于地形地理特征不同，降雹的集中时段也不同。

① 由平原到半山区，降雹集中时段逐渐推迟。

② 在平原和半山区7、8月降雹集中时段比5、6、9月推迟2—3小时。

③ 在山区5、6月降雹集中时段比7、8、9月推迟1—3小时。

第三节 强对流天气的空间分布

一、强对流暴雨的空间分布

此类天气主要发生在吉林省的中西部地区，即图1.3.1中的点划线以西。中西部地区的各站均有发生，而东南部地区出现的次数极少，有的站最近三十多年未发生过这种天气。从6—8月强对流暴雨频数分布图来看，有三个分布高频区，一是白城地区的北部，二是长春地区及吉林地区的舒兰、九站，三是四平地区的双辽、四平以及辽源、东丰、海龙。强对流暴雨与短期（24小时）暴雨频数的空间分布有所

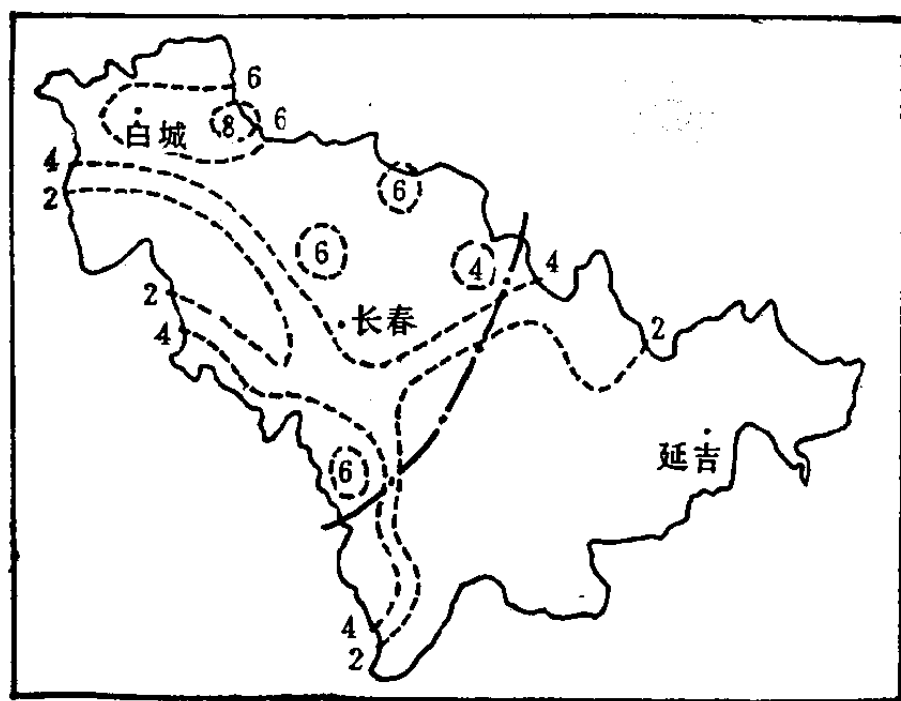


图1.3.1 1956—1985年各站强对流暴雨的次数地理分布