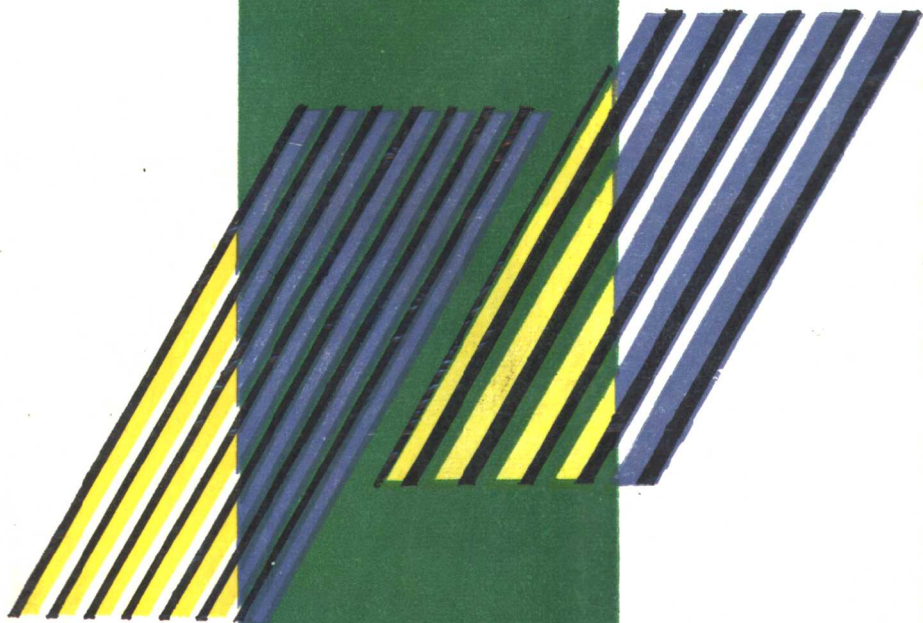


华北暴雨

中国北方暴雨丛书

《华北暴雨》编写组



气象出版社

中国北方暴雨丛书

华北暴雨

《华北暴雨》编写组 编著

气象出版社

(京)新登字046号

内 容 简 介

这套书分华北、西北、东北暴雨三分册，本册为华北暴雨。

“75.8”河南特大暴雨后，国家对于暴雨科研和预报极为重视，组织了有科研（研究单位）、教学（院校）、生产（预报台）三结合的北方暴雨科研协作，15年来进行了有组织的卓有成效的科研活动及成果推广工作。这套书正是15年来北方暴雨科研协作的研究成果和实践经验的总结。

本书共分七章：第一章，华北暴雨的气候特征；第二章，华北大暴雨的环流背景；第三章，中低纬度系统相互作用和特大暴雨；第四章，低空急流与暴雨；第五章，华北暴雨的中尺度系统；第六章，区域性暴雨的预报思路和预报流程；第七章，暴雨预报。本书资料新、内容丰富、重点突出，且理论联系实际，对暴雨研究和预报均有指导作用。可供天气预报和研究人员、水文工作者及有关大专院校师生参考。

中国北方暴雨丛书

华 北 暴 雨

《华北暴雨》编写组 编著

责任编辑 徐昭

*

高 等 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

北京昌平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：850×1168 1/32 印张：5.875 字数：151千字

1992年4月第一版 1992年4月第一次印刷

印数：1—1800

ISBN 7-5029-0858-7/P·0425

定价：5.60元

序

北方暴雨科研组是“75.8”河南大水后，一批中年气象科技人员自发的科研协作组织，在工作过程中逐步定型，并争取到各方领导的支持。

十余年来成果丰硕，经济和社会效益难于准确估计。人民群众满意，领导满意，实际预报工作人员满意，是协作组人员的最大宽慰。实际预报人员说：“现在，在暴雨来临前，我们不慌了！”是对协作组工作的高度赞扬。

协作组成绩的取得，除了参加人员的责任感外，协作组内部的科学民主作风也是重要因素。有了保证人民群众安全以及促进经济和社会发展的责任感，并了解我们这支科学的局限性及其可能的发展前景，才能在内部协调不同意见，并坚持下来。自重者人重，重人者自重。协作组是贯彻了这一思想的。

现在，协作者委托几位成员，将历年来成果汇编成中国北方暴雨预报专著。这是一曲集体主义的凯歌。专著作者不是学究式的科研人员，行文引经据典者少，却带有一定的粗犷地方色彩。人类文明却正是这一类地方人民性智慧的积累。

雷雨顺、陆一强同志都是协作组主要成员，不幸积劳成疾，先后去世，谨在此寄予无限的哀思。

我个人有幸参加了协作组，留下了美好的回忆。

谢义炳

1974/10/7

前 言

《中国北方暴雨》分东北、华北、西北暴雨三册出版,《华北暴雨》是该书的一个组成部分。

华北暴雨时间集中、强度大,特别是短历时降水的强度在我国大陆是罕见的。华北地区60分钟到12小时的降水量极值都十分接近世界极值,其中6小时降水量极值(830mm,1975年8月7日,河南林庄)可称达到世界纪录。建国以来,著名的1963年8月河北特大暴雨和1975年8月河南特大暴雨均出现在华北地区。特大暴雨引起洪水给人民生命财产带来重大的灾害。

自1975年以来,国家对暴雨的科研和预报极为重视,组织了有科研、高校和业务部门参加的科研与业务相结合的队伍。经过15年的科研与实践活动,取得了大量的具有国内领先水平的技术成果。这些成果已逐步转化为业务部门适用的暴雨预报技术,预报准确率明显提高,社会效益和经济效益显著。

参加本书编写的都是长期从事暴雨科研和预报实践,具有扎实理论基础和丰富预报经验的气象科技人员。编写内容既有来自本人的科研成果,也有来自广大预报人员的技术总结和科研成果。

《华北暴雨》包括7个专题和1篇附录。编写分工:第一章、第二章,吴正华;第三章,蒋尚城;第四章,孙淑清;第五章,游景炎;第六章,陶祖钰;第七章,席国耀、马瑞隽、吴高任;附录,周鸣盛。游景炎、吴正华负责全书统一工作。

本书编写工作承谢义炳教授指导,以及各有关省、市、自治区气象局的大力支持,谨表感谢。

由于水平所限,收集资料不全,如有不妥之处,祈望指正。

游景炎

目 录

序

前言

第一章 华北暴雨的气候特征	(1)
§1 暴雨的时空分布.....	(1)
§2 降水强度.....	(9)
§3 降水笼罩面积和持续性.....	(11)
§4 结语.....	(11)
第二章 华北大暴雨的环流背景	(13)
§1 西风带与热带辐合带相互作用的环流模型.....	(14)
§2 以副热带高压为主的中纬度西风带和低纬 度东风带相结合的环流模型.....	(17)
§3 经向型持续性特大暴雨的环流特征.....	(18)
§4 登陆台风与华北暴雨.....	(21)
第三章 中低纬度系统的相互作用和特大暴雨	(24)
§1 历史的回顾及问题的提出.....	(24)
§2 中低纬系统相互作用的研究进展.....	(26)
§3 中低纬系统相互作用的观点在预报 实践中的应用.....	(54)
第四章 低空急流与暴雨	(60)
§1 华北暴雨与不同尺度的低空急流.....	(60)
§2 北方暴雨期低空急流的背景流场.....	(68)
§3 低空急流的不稳定特性.....	(73)
§4 湿空气活动对急流风场的作用.....	(82)
§5 结语.....	(84)

第五章 华北暴雨的中尺度系统	(87)
§1 引言	(87)
§2 中尺度系统	(88)
§3 中尺度系统的发生发展和移动与地形作用	(103)
§4 理论研究	(105)
第六章 区域性暴雨的预报思路和预报流程	(112)
§1 产生区域性暴雨的物理条件	(112)
§2 华北雨季的天气学特征——湿斜压性	(114)
§3 华北区域性暴雨的预报思路	(118)
§4 华北区域性暴雨的预报流程	(138)
第七章 暴雨预报	(147)
§1 影响华北暴雨的主要天气系统	(147)
§2 诊断分析在暴雨预报中的应用	(162)
§3 暴雨 MOS 预报中的若干问题	(164)
§4 暴雨预报专家系统	(169)
附录	(179)

第一章 华北暴雨的气候特征

华北地区位于北纬 43° — 32° 、东经 105° — 124° 之间，即位于阴山以南、秦岭淮河以北，西接陇中高原，东临黄海渤海。华北西部为海拔 1000 — 2000m 的黄土高原，个别山峰高度达 2000 — 3000m 。东部是黄河、淮河、海河流域的广阔平原地区（华北大平原），海拔高度在 200m 以下。紧靠黄海和渤海的是分散分布的海拔高度为 500 — 1000m 的丘陵地带。

从北半球的大气环流看，华北位于副热带北部的暖温带，是冬季风和夏季风交替活动的地区。既有温带半湿润区（华北平原、渭河流域和山东半岛）；也有温带半干旱区（黄土高原和河套地区），属于大陆季风型气候。在夏季风活动的季节，来自海洋的水汽输送，经常受到南北走向的太行山山脉和东西走向的燕山山脉的阻滞，使华北地区的降水强度及其时空分布具有一定的特殊性。

§1 暴雨的时空分布

一、暴雨标准

暴雨，一般是指可能产生灾害的强烈降水。日本的二宫洸三提出日雨量达到当地年平均雨量的十分之一到二十分之一时，可引起灾害。雷雨顺也提出日雨量达到当地年平均雨量的十六分之一，为暴雨最低标准。这样，目前我国日常气象观测和预报业务中使用的降水等级标准，对华北地区（年平均雨量 400 — 800mm ）是适宜的。

二、年暴雨日数的空间分布

根据1951—1980年气象站资料统计，华北区域多年平均的年

暴雨日数呈西北向东西递增的趋势(图1.1)。除山东半岛东部、鲁南和苏北的年暴雨日数在3日以上外,其他地区均少于3日。其中,北京、天津、河北省的唐山及沧州和保定地区、山东省中部和西南部的年暴雨日数为2—3日,黄土高原(山西省)、内蒙古中部、河北省西北部和北部的年暴雨日数在1日以下。

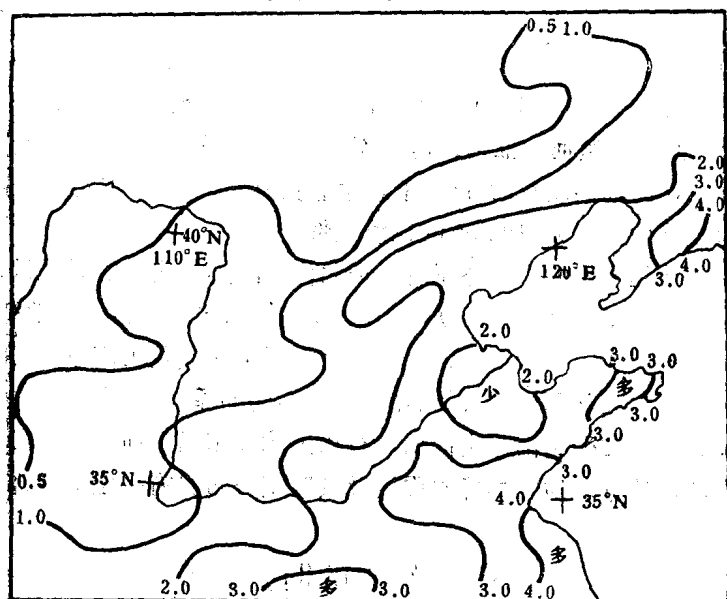


图1.1 华北区域1951—1980年
平均年暴雨日数分布

图1.1表明,华北地区年暴雨日数等值线大致与地形等高线走向一致,并具有以下几个特点:

- ① 燕山南坡及山前平原、沿海地区的多暴雨区与山脉走向基本一致,这和山脉与偏南暖湿气流的相互作用有关;
- ② 山东省西北部的少暴雨区,是与其南侧沂蒙山区对偏南暖湿气流的阻挡有关;
- ③ 河套地区南侧,位于东胜、鄂托克和榆林之间的沙漠地区,由于阴山、贺兰山、吕梁山和六盘山等山脉环绕,在一定的

大尺度天气形势背景下，偏南暖湿气流能沿地势相对较低的黄河和洛河（陕西）河谷北上，使这里的年暴雨日数相对较多（0.5—0.9日）。在地球上众多的沙漠中，这里是强对流降水最多的沙漠。

④ 河北省中、南部的平原区，年暴雨日数相对较少，这可能与西风带气流的背风坡效应有关。但是，这里的年大暴雨日数却是一个相对较多的地区，这与大暴雨过程多是由西南涡、台风或台风倒槽造成的有关。当然，从数值大小来讲，年大暴雨日数（约0.4日）是远小于年暴雨日数（1.3—1.7日）。

华北地区的特大暴雨很少。根据河北省1953—1983年的气象站降水资料统计，在日雨量超过100mm的降水过程中，特大暴雨（日雨量 ≥ 200 mm）只占13%。在半干旱的山西省只有4%。

三、日最大降水量的空间分布

根据1951—1980年气象站资料给出的图1.2表明，华北地区，特别是平原和沿海地区的日最大降水量并不次于我国南方多雨地区。与图1.1比较，年暴雨日数多的地区，同时也是日降水量较强的地区。明显不同的是，河北省中、南部年暴雨日数较少区，却是日降水量较强的中心之一，这是著名“63.8”暴雨留下的气候痕迹。

根据我国最大24小时点雨量值 ≥ 500 mm分布图（图1.3），我国的24小时雨量极值超过500mm的特强降水有两个相对集中的地区：一个在华东和华南沿海地区和台湾省；另一个在华北平原与豫西山地、山西高原、燕山山脉的过渡地带和辽宁省的山区。而在降水充沛，年暴雨日数较多的长江流域和南岭地区，则很少有日雨量大于500mm的强降水。从造成这种特强降水的天气系统来看，华北特强降水集中区，主要是由西南涡、西北涡、西风槽和低空切变造成的（占80%），而热带天气系统（台风、东风波等）造成的特强降水较少，这与华东和华南沿海地区的特强降水有90%是由热带天气系统造成的情况完全不同。因此，华北

地区在某种特定的环流形势（例如，中低纬度天气系统相互作用）下，由于水汽充分输送、降水天气系统停滞和地形的明显地增幅作用，即使是西风带上的扰动，也会在单点上造成不逊于热带和湿润气候区的特强降水。当然，华北特强降水具有明显的局地性特点。

四、暴雨的时间变化

1. 年变化

华北地区年暴雨日数的年际变化明显，且直接与东亚夏季风雨带的强弱和进退有关。以北京单站资料为例，从1940年到1990年的50年中，逐年的年暴雨日数变化范围是0—6天。其中，10年是全年无暴雨日（不排除北京的水文雨量站有局地暴雨的可能），另有10年的年暴雨日数则为4—6日。资料还表明，年暴雨日数的变化受降水气候背景制约。在40年代，有16个暴雨日，

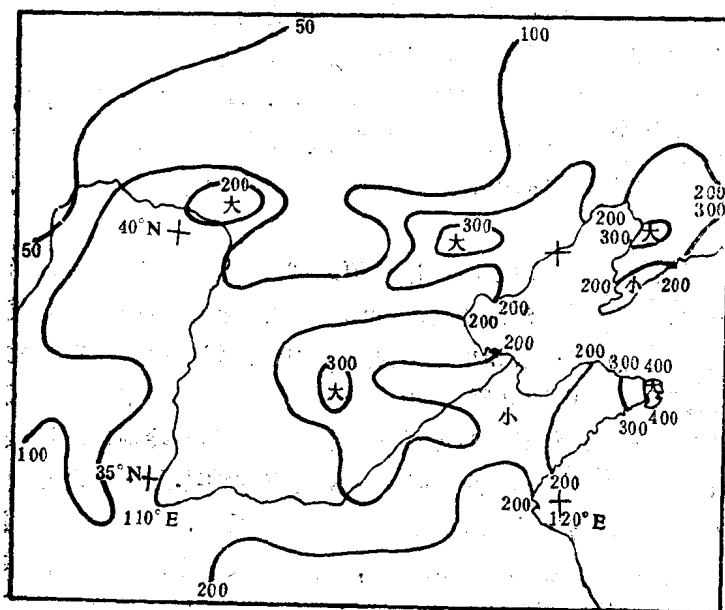


图1.2 华北地区日最大降水量分布图

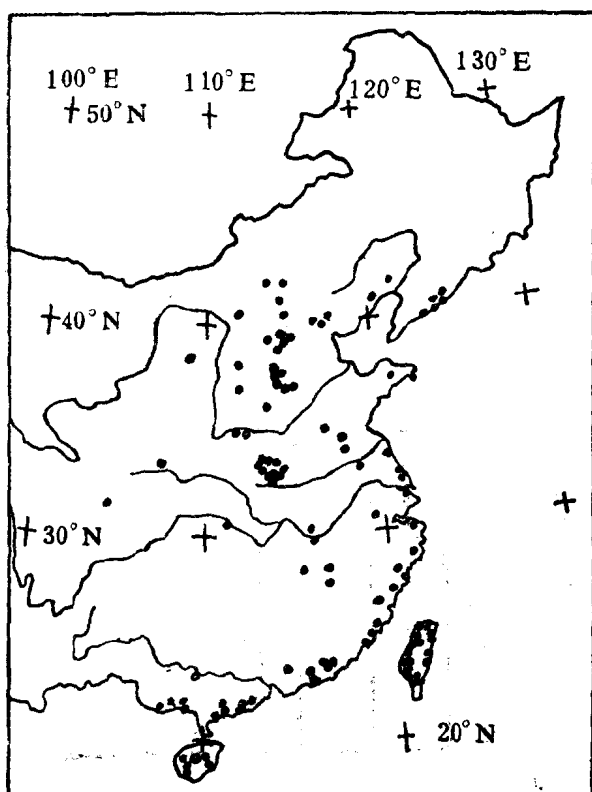


图1.3 我国实测或调查的最大24小时
点雨量 $\geq 500\text{mm}$ 的站点分布图
(根据《中国最大24小时点雨量记录》)

其中有4年是全年无暴雨日；而50年代是年年有暴雨，共有33个暴雨日；到60年代、70年代和80年代，年暴雨日数连续偏少，每10年的暴雨日数分别为21、19和18。

最大24小时点雨量的年际变差分析表明，华北平原、内蒙古中部地区都在60%以上，河套以南的沙漠地区高达80%以上，均明显超过长江流域和华南地区。

2. 月变化

华北暴雨集中出现在盛夏。京、津、冀、晋四省市36个气象

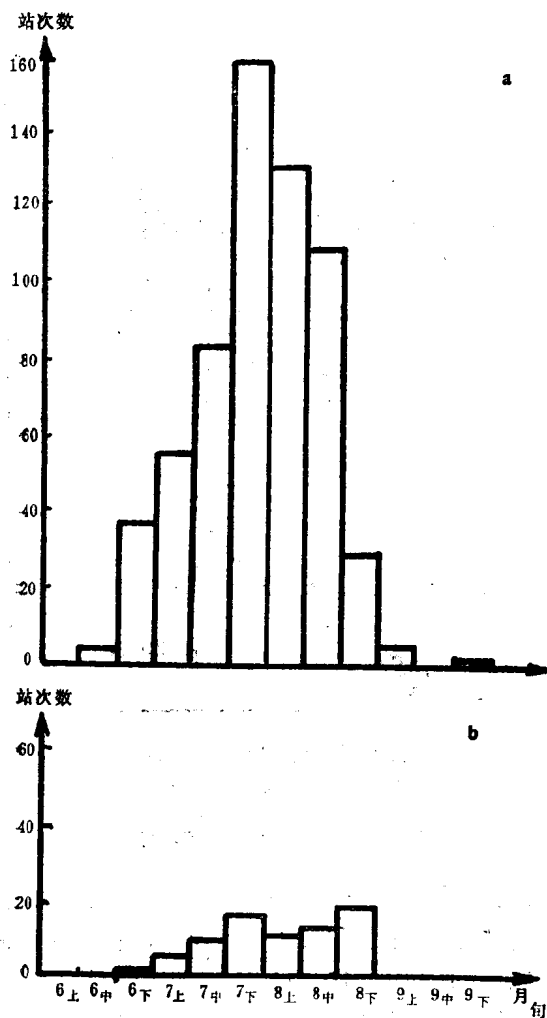


图1.4 1963—1984年各月、旬的大暴雨日站次数频数分布
(a.京、津、冀地区, b.山西省)

站30年(1951—1980年)资料表明, 7—8月份的暴雨日数占全年的85.7%。

在半湿润气候区的华北平原与半干旱气候区的黄土高原大暴雨日数月分布有些不同。例如, 京津冀地区的大暴雨日集中出现在7月下旬到8月上旬, 占全年的66%(图1.4a), 而山西省, 在7—8月各旬出现大暴雨日的站次数比较均匀, “7下8上”的大暴雨日站次数只占全年的39%(图1.4b)。

华北的每次大暴雨过程, 是由若干个中尺度云团造成的短历时强降水组合成的。因此, 短历时强降水出现的月份也大体上与大暴雨日数的月分布相类似。表1.1给出一些地区历时1小时的强降水的月分布情况。

表1.1 一小时强降水的月分布

地 区	降水强度 ^{mm/h}	出现时间	在7—8月发生的频率(%)
北京市	≥50	6月下旬—8月下旬	90
河北省	≥100	6月中旬—8月中旬	89
河南省	≥80	5—9月	79

3. 日变化

在不同地形条件下, 不同强度的降水的日变化具有不同的特征。在京津冀地区, 选取张家口、北京和塘沽3个测站(分别代表山区、平原和沿海), 计算它们6—8月逐时不同降水强度的平均气候概率值, 并给出它们的日变化曲线(图1.5)。表明, 对降水强度为 $\geq 0.1\text{mm/h}$ 的6—8月平均气候概率, 其日变化规律是, 在山区(张家口(和平原(北京)呈现双峰型, 即午后一傍晚和清晨的气候概率较大, 中午前后最小, 且山区的平均气候概率最小值和最大值均比平原提前2小时。在沿海(塘沽), 由于海陆风的影响, 其午后出现降水的气候概率最小, 而夜雨较明显,

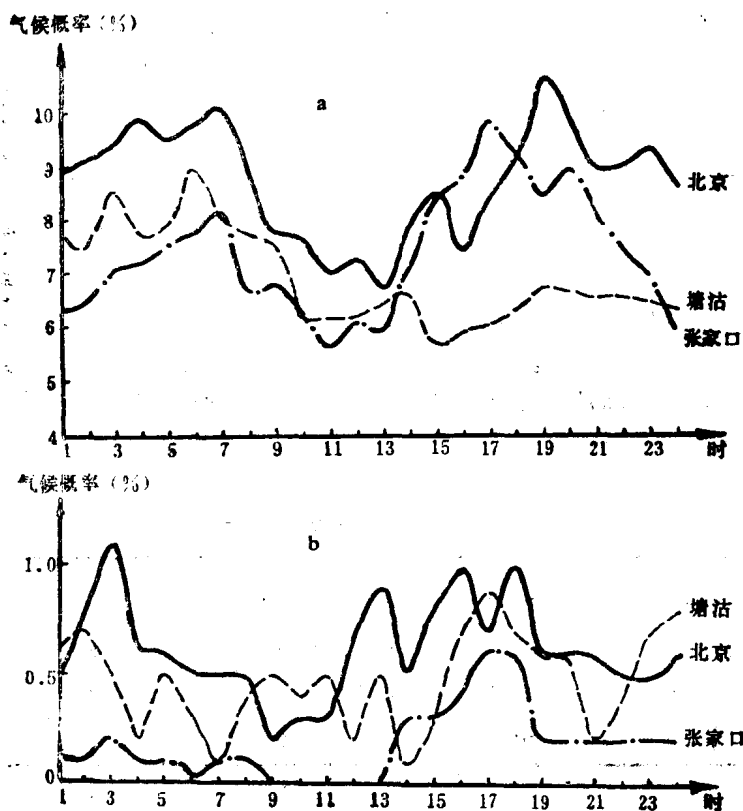


图1.5 6—8月平均降水气

候概率日变化曲线

(a.降水强度 $\geq 0.1 \text{ mm/h}$, b.降水强度 $\geq 10.0 \text{ mm/h}$)

最大值出现在凌晨06时(北京时间,下同)左右。当降水强度增大到1小时超过10mm时(图1.5b),平原(北京)地区在下午和夜间的气候概率较大,但有多峰值时段。山区(张家口)的气候概率峰值只出现在午后,上午基本不出现强降水。沿海(塘沽)尽管夜雨较多,但较强的降水易发生在傍晚前后。

§2 降水强度

一、降水极值

华北暴雨的次数虽少，但降水强度，特别是短历时降水的强度却在我国大陆是罕见的〔1〕。表1.2表明，华北地区60分钟到12小时的降水量极值都十分接近世界极值〔2〕，其中6小时降水量极值可以说就是世界记录。表1.2中的地点都是水文雨量站，局地地形对降水增幅作用十分明显。从1小时到5天的降水极值均是由登陆台风造成的，但出现在黄土高原上历时更短的降水极值，却与热带天气系统没有直接联系。如，1971年7月1日在山西省太原市西郊梅洞沟出现5分钟降水53.1mm的极值，是发生在变性极地气团内的局地阵性降水。从上午06:30时到17:00时，共有6次阵性降水，除13:55—14:00降水53.1mm外，其他五次降水量只有0.0—2.7mm。

表1.2 华北地区各历时的降水极值

历 时	降水极值 (mm)	时 间	地 点
5 分钟	53.1	19710701	山西、梅洞沟
1 小时	189.5	19750807	河南、老君
3 小时	494.6	19750807	河南、林庄
6 小时	830.0	19750807	河南、林庄
12小时	954.4	19750807	河南、林庄
24小时	1060.0	19750807	河南、林庄
1 日	1005.4	19750807	河南、林庄
3 日	1605.0	19750805—07	河南、林庄
5 日	1631.1	19750804—08	河南、林庄
7 日	2051.0	19630802—08	河北、犇弘

二、一日最大降水量与平均年降水量

在华北，一次降水过程的24小时降水量多少，对本地年降水量丰欠有重要影响。图1.6是根据1951—1980年资料求得的各气象站一日最大降水量与多年平均年降水量的比值分布。可见，华北大部分地区在0.20以上，特别是太行山东侧、燕山南侧、山东半岛以及河套南侧的沙漠地区，可达0.40以上，与我国南方地区普遍小于0.20的情况不同。因此，华北地区自然降水的利用率比南方低，容易发生干旱和局地洪涝，而成功地预报好一次强烈降水的落区，所产生的社会效益和经济效益也是较为明显的。

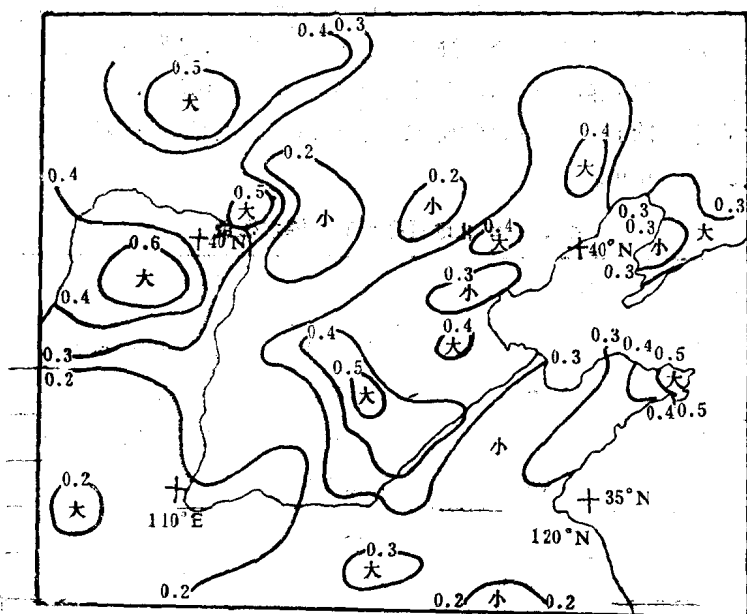


图1.6 一日最大降水量与平均年降水量的比值分布 (1951—1980年)