

北方暴雨分析及预报研究进展

丁士晟

(吉林省气象科学研究所)

暴雨是我国北方主要灾害性天气之一,1957年松花江大水、1958年黄河大水、1963年海河大水、1975年淮河大水都给人民生命财产带来了严重的损失。五十年代到六十年代中期我国气象工作者已经对北方暴雨进行了许多研究工作^[1-23],通过上述研究对我国东北、华北、西北暴雨有了一些初步的认识。在这些研究中的“63.8”河北大暴雨的分析比较仔细^{[14-16][4][5][8]},对以后暴雨的研究有一定的影响。

七十年代以来,特别是“75.8”河南特大暴雨以后,引起人们对暴雨研究的重视,当年成立了北方暴雨协作组,并在1976年开展了规模较大的“75.8”,河南特大暴雨科研会战^[33-39],写出一些报告,其中以个例分析最多^[24-101],同时对历史上的暴雨也进行了一些比较深入的个例分析^[102-118]。通过大量个例分析^[24-118],使得我们对北方暴雨的认识比较深入,为暴雨成因及其预报方法的研究奠定了比较坚实的基础。

一、北方暴雨的气候特征

近年来,随着科研的深入,对北方暴雨的气候特征认识较清楚了^[114-121]。归纳起来是:暴雨次数少,强度大,时间集中,地形影响大。

1. 暴雨次数少

我国北方暴雨(指日雨量大于50毫米)东部多、西部少,南部多、北部少,华北区多、西北区少。新疆、青海有 $\frac{3}{4}$ 以上的站无暴雨,新疆、青海、甘肃、宁夏各站平均约十年出现一次暴雨,内蒙平均每年0.3次暴雨,黑龙江平均每年0.6次暴雨,陕西、山西、吉林平均每年有1次左右暴雨,北京、天津、河北、辽宁、山东、河南平均每年有2次左右暴雨。而我国南方除了西藏以外,每年暴雨大多在3次以上,所以我国北方暴雨少是一个气候特征。

2. 暴雨强度大

北方暴雨次数少,但强度大,我国大陆5分钟到7天暴雨极值均出现在北方:

5分钟暴雨极值53.1毫米(1971年7月1日山西梅桐沟)^[114],
1小时暴雨极值189.5毫米(1975年8月7日河南老河)^[33],
60分钟暴雨极值218.1毫米(1975年8月5日河南下陈)^[38],
6小时暴雨极值830毫米(1975年8月7日河南林庄)^[121],
12小时暴雨极值954.4毫米(1975年8月7日河南林庄)^[121],
1天暴雨极值1005.4毫米(1975年8月7日河南林庄)^[33],
24小时暴雨极值1060毫米(1975年8月7日河南林庄)^[121],
3天暴雨极值1605毫米(1975年8月5—7日河南林庄)^[102],
5天暴雨极值1631毫米(1975年8月4—8日河南林庄)^[33],
7天暴雨极值2050毫米(1975年8月上旬河北獐犴)^[102]。

不仅我国大陆上的暴雨极值出现在北方,并且暴雨和多年平均年雨量之比值大的也都在北方,例如1981年7月5日若羌日降水量73.5毫米,是多年平均年雨量17.4毫米的4.22倍,1981年7月19日20—21时吐鲁番的葡萄沟50分钟下了25.1毫米,是当地年雨量的2倍,这些记录在我国南方都是不可能出现的。

3. 暴雨时间集中

根据《中国地面气候资料》^[122](1951—1970年)统计,我国北方301站大于50毫米日数,大约有 $\frac{3}{4}$ 集中在7、8月,大于100毫米日数,80%以上集中在7、8月。

北方大于50毫米的极值有45%以上的站集中在7月下旬到8月上旬,北京、天津、河北、内蒙则70%以上的站集中在这20天。

4. 地形对暴雨影响大

据河北省统计大暴雨中心分布,山脉迎风坡占64.4%,平原占34.2%,高原及山脉背风区只占5.4%。据影响北方22个台风57次大暴雨统计,大暴雨中心都集中在几个有利地形,这主要是迎风坡和喇叭形山口、马蹄形地形以及山区^[123]。“63.8”河北大暴雨暴雨中心在太行山东麓,“75.8”河南大暴雨的暴雨中心发生在伏牛山东侧^[38]。

经分析,地形对暴雨的增幅作用有6方面,(1)迎风坡的抬升,(2)喇叭口地形辐合,(3)地形对云微物理增幅,(4)对雷暴等对流系统的组织和增强,(5)地形中尺度,(6)地形切变线、涡旋等^[123-129]。

据统计,历时长的暴雨与地形关系密切,历时短的暴雨与地形关系较小^[129],据平陆县统计,小于12小时暴雨在山坡两侧差别很大^[130]。

二、北方暴雨的天气特征

北方各省、市、区的台站大多对本省、市、区暴雨的天气特征进行了分析^[131-145],综合起来,北方暴雨有以下共同的天气特征。

1. 暴雨可分为大范围暴雨和局地暴雨

近年来研究表明,大范围大暴雨和局地大暴雨是有明显差异的^{[114][120][146-149]}。大范围大暴雨是指大暴雨区在1万平方公里以上,它不仅范围大,历时也长,属于次天气尺度。局地大暴雨是指大暴雨面积小于1万平方公里,它不仅范围小,历时也短,属于中尺度。两者有许多差异之处^[120],形成机制也不一样,预报方法也不能一样^[146]。

2. 台风、西南涡是造成北方大范围大暴雨的主要天气系统

东北预报员在六十年代已重视台风的影响^[9,10],七十年代以来,特别“75.8”暴雨以后,北方对台风暴雨的研究大大加强了^[150-172],个例分析也表明这些暴雨都与台风活动有关。辽宁省13次特大暴雨中有11次与台风活动有关^[154],吉林省最大9次大范围大暴雨都是台风造成的^{[148][151]},天津21次大于100毫米的大暴雨有73%与台风有关^[154],地处内陆的宁夏有一半的暴雨也与台风有关。“75.8”河南特大暴雨就是台风造成的^[38-44],著名的“63.8”河北特大暴雨也与台风活动有关^[15,16]。

西南涡则是北方暴雨另一个重要影响系统,江淮气旋北上,对北方造成大范围大暴雨的华北气旋多与西南涡北上有关。北京市气象台统计有一半以

上的暴雨是西南涡造成的。“63.8”河北特大暴雨^[15,16],1975年7月末华北、东北大范围大暴雨^[25-31],1981年7月2—5日北方大范围大暴雨^{[84][89-92]}都是西南涡造成的。

台风和西南涡都是低纬系统,它们北上带来了充沛的水汽和强烈的上升运动。

3. 副热带高压是影响北方暴雨的重要系统

副热带高压与北方暴雨关系非常密切,北方暴雨经常出现在西太平洋高压西北侧^{[114][166][188,184]}。西北暴雨经常发生在“东高西低”形势下,也就是副高西伸时期^{[40][67]},华北、东北暴雨多半发生在副高偏北、其中心在日本附近^[148]。

还有一种副高边缘大暴雨^[188-190],它往往没有明显的地面和高空低值系统,这类暴雨面积不大,但强度大,突发性强。

4. 弱冷空气影响是北方暴雨触发机制

“75.8”河南特大暴雨成因的研究,明确提出弱冷空气的作用,指出盛夏西风带冷空气活动很弱,但它的作用很重要,可触发、加强暴雨^[38],这看法被以后的研究所证实^{[91][94]}。

过去认为冷空气侵入台风,使台风结构破坏变成温带气旋,近年来研究指出弱冷空气侵入台风有时会使台风加强,恢复其本性^{[85][97,98]},有时台风会变成半热带气旋^{[150][170]}。弱冷空气侵入台风倒槽后能造成湿斜压锋生,其锋区具有半热带特性,有利于产生大暴雨^[170]。

浅薄的东移弱冷空气能使原来雨区附近的次天气尺度系统的辐合加强,从而使暴雨突然增大^{[54][105]}。中层西来弱冷空气有时会绕过暖湿舌形成次天气尺度,产生较强暴雨^[180,190]。当中层弱冷空气移到低层暖湿空气上空,能使不稳定加强和维持,使对流暴雨维持和加强^{[54][190]}。

5. 特大暴雨的夜间多发性

据统计,特大暴雨有明显的夜间多发性,雨量曲线表明凌晨4时最大^[161]。1975年8月5—7日河南下了三场大暴雨,其雨峰都在23时到4时之间。特大暴雨的夜间多发性,可以用低空急流的日变化来解释^[161]。

三、暴雨分析

在五十年代和六十年代对暴雨进行过许多研究,但大多仅是天气学分析,七十年代以来各省配备了卫星云图接收机、雷达及计算机,在暴雨分析中有新的内容。

1. 静力能量分析

近年来在北方暴雨分析和预报中应用静力能量分析取得了较突出的成果^[192-225]。

夏季由于气温差异小,天气图上温度锋一般不清楚,而能量锋却很明显^[192],暴雨一般发生在能量锋附近^{[35-41][195-199]},暴雨锋强度与能量锋强度有关^[197,198]。计算变形率得到能量锋锋上最大处与暴雨区配合较好^[199]。

用平面能量图发现,多数大暴雨和强对流天气,和对流层低层大气中事先出现次天气尺度 Ω 型的锢囚高能舌相联系^[200-204]。暴雨多半发生在 Ω 型能量系统高能轴线下风方^{[200][206]},虽然暴雨和强雹暴都有 Ω 型能量系统,但两者结构不一样^[202],并指出 Ω 系统是一种湿斜压不稳定扰动,研究了它的发生、发展^[203,204]。

大范围大暴雨常发生在高能级、准饱和的深厚湿层内^[205-222],局地大暴雨或初生大暴雨则和干暖盖相联系^{[44][208][224]}。

还有人用压能场^[225]、湿有效位能^[97]来讨论暴雨,这两者在暴雨前都有先兆性。

通过静力能量分析,使我们对暴雨的热力结构有了比较清楚的认识,并且暴雨前6—12小时能量场有较明显的征兆,这可提供暴雨预报报警讯号,这种讯号愈明显,暴雨愈强,因此,静力能量分析方法还可以成为暴雨短时预报的一种辅助工具。

2. 卫星云图及雷达分析

卫星云图可以比较直观地看到冷锋低槽云系、高空冷涡云系,从云系可以判断高空急流位置,可以直观看到明显的水汽输送带^[226-228]。白亮云团是高而厚密的对流云,往往对应着强降水中心,如形势稳定可外推24小时暴雨位置^{[228][229]},用副高北侧强对流云团可以预报难报的副高边缘暴雨^[188]。由于卫星云图出图快,有时降水早于气旋生成,这样预报可以争取时效。

两支云系相结合,往往会使降水加强形成大暴雨^{[188][190][227,228]}。

暴雨从本质上来讲是一种中尺度现象,雷达可以用于对暴雨加以监视和追踪^{[210-219][230][235]}。

据1976年北京实测大于50毫米暴雨的回波都是“巨型回波”,其水平尺度大于20公里,垂直尺度大于13公里,回波强度大于40 db^[221]。在冷锋低槽暴雨中雷达回波可以观测到有组织的积雨云群,它有三种类型,复合单体系统、涡旋(或逗号)回波系统、带状回波系统,其中以复合单体最重要^[236]。

雷达回波观测到的中尺度雨带、雨团合并,以及它们和边界层辐合区相重,都可以触发强降水和强对流天气^{[121][230-234]}。

3. 中尺度分析

1963年预报员就用中尺度分析方法分析了“63.8”河北特大暴雨^[15,16]。1975年以来北方各省、市、区台站都不同程度开展了中尺度分析^[241-250],“75.8”河南特大暴雨中尺度分析^{[36][41]}和京津冀暴雨中尺度试验搞得比较深入,在分析方法上有较大进展。

通过对比分析,认为中尺度分析风场比气压场重要^{[61][240]},能量场(T_e 或 θ_{se})比温度场或露点场好^{[36][246]}。为了揭示中尺度现象,采用了各种滤波方法^[252],在中尺度分析中除了分析常规气象要素外,还注意分析物理量^{[36][41]}。

北方中尺度系统可分为5类:暖区中尺度切变线、中尺度辐合线、东风切变线、浅薄冷空气、低空中尺度急流^[241]。北方一次大暴雨往往有多个强降雨团在同一地区活动,雨团合并使暴雨加强,雨团移动大致与中层气流方向一致,并且与山地有关^{[36][41][249]}。

“75.8”中分析发现中低压、中辐合和雨团三者并不重合,它们相距几十公里^[36],这为以后的研究所证实^[249],并可以用重力波理论解释^[258],这三者

必然不重合,相差 $\frac{\pi}{2}$ 位相。观测证实雨团有明显重力波特征^[259]。

近年来暴雨中分析另一个突出点,是愈来愈重视行星边界层的分析研究。经分析研究得到行星边界层与暴雨对应关系比其它各层都好,如边界层辐合增强,暴雨将加强^{[255,256][259]}。边界层中300~600米的超低空急流和超低空涡旋的形成是造成暴雨的重要动力条件^[256,257]。边界层的逆温现象、边界层顶的干暖盖起着积聚能量的作用,这是产生暴雨的一种热力条件^[257,258]。边界层是暴雨水汽和能量的主要供应层,而且是各种气象要素和物理量场变化的活动层^[259]。

边界层的理论工作指出,边界层中最优发展尺度约为100公里^[261],边界层顶如有一个定常气旋涡旋,仅靠内摩擦就可有较大垂直运动和水汽向上输送造成暴雨^[260]。

由于行星边界层对于暴雨、强对流天气十分重要,应及早恢复边界层测风或增发925 mb探空测风,以便业务中使用,提高暴雨和强对流天气的分

析和预报能力。

4. 动力学分析

“75.8”河南特大暴雨会战中开展了较深入的
动力分析研究,这在全国来讲是较早的^{[37][38][262]}
^[264]。

对关键物理量——垂直速度几种计算方案进行
比较^[265-272],得到计算垂直速度以连续性修正方案
最好,这与国外结论相似。比较早将有限元法引到
动力分析,并设计了各种计算方案^[273-276],经比较
用有限元计算可以较好反映次天气尺度系统。在推
广普及动力分析方面做了些工作^[275-283]。

经过大量个例计算^{[28-31][37][63]...},得到水汽反
馈可以使垂直速度加大1—4倍,雨愈大水汽反馈的
贡献愈大^{[29,30][37]},水汽收支平衡与暴雨关系密
切^[284-286],通过气流分析^[289-291]和垂直环流计算对
暴雨三维结构有了比较清楚的了解。同时得到强烈
上升运动和充沛的水汽是产生暴雨的两个必要条
件,而不稳定是重要条件^[292]。

1979年起天津、甘肃、河南、吉林、辽宁先后将
动力分析投入业务使用,对做好暴雨和强对流预报
有一定参考价值,并得到一些有用的指标^[294-299]。
1982年东北利用传真广播12个物理量,这将使八
个省、市受益,动力分析将成为广大台站日常预报工
具之一^[292,293]。

动力分析除了三大项之外,增加了一些新的量
和倾向^{[279-283][304-306]},并进行一些能量、动能平衡
的研究^[300-303],得到暴雨是热能和位能的汇,位能
和热能向动能转换,其中一部份输送给环境大气^[284]
^[300-303]。

由于动力分析的推广和普及,提高了台站技术
水平,缩短了台站和院校间的差距,并使天气工作者
和动力工作者有了共同语言。

5. 暴雨数值试验

经过几年努力,北大、大气所分别研制成可用于
暴雨数值试验的数值预报模式^{[307-309][313]}。并首先
将测风资料用于数值预报,研究了涡度对数参数化
方案和积云对流参数化方案^[311]。

通过数值试验得到用实测风为初值预报雨区更
为接近实况^[312],没有实测地面气压场,就无法很好
复制出次天气尺度扰动^[314]。水汽潜热释放的反馈
是重要的,它可导致地面气压下降,气旋生成,低空
急流加强和雨量加大^{[315,316][319,320]}。湿模式比干模
式垂直速度大几倍到十几倍^[316,317]。

四、理论研究

1. 湿斜压大气动力学理论

气象学中水汽在小尺度运动的作用是众所周知
的,在大尺度运动中水汽的作用被忽略,仅作为被动
的输送对象来看待。强调水汽在大气运动和天气系
统的发生发展过程中的主动作用的湿斜压大气的天
气动力学理论^[321],给出了湿空气能量守恒定律、湿
力管、湿有效位能、湿急流、湿斜压不稳定性、湿
位涡守恒定律、湿倾向方程、湿 ω 方程、对流性降水、
湿斜压大气中的重力波、行星波等概念和理论。这
理论对暴雨科研和预报起积极推动作用。

根据理论提出了湿急流并给出了其可能形成过
程,这个理论预见很快被观测事实所证实^[322],并观
测到这个湿急流在对流层顶附近和副热带急流合并
加强了副热带急流,它对副热带急流的形成和维持
可能起重要作用,这说明了湿空气对大气环流的作
用。经理论推导湿斜压大气最大不稳定波长只有干
斜压大气的一半或更小^[321],这可能揭示导致大范围
暴雨的次天气尺度系统发生的机制。

在湿斜压大气动力学的带动下,开展了一系列
大气湿空气动力学研究^[323-329],并取得一些有用
的结果。

2. 以低空急流为主建立我国大暴雨模型

“75.8”河南特大暴雨的研究强调了低空急流对
暴雨的作用^[33],以后北方对低空急流研究增多
了。低空急流可分三种,大尺度低空急流、次天气尺
度低空急流和超低空急流^[330,331]。在西太平洋副高
西侧如有低涡或深槽,在它们之间往往会有长约一
千余公里、宽为一、二百公里的低空急流,这是大尺
度低空急流与北方暴雨关系密切的缘故。据统计华
北1970—1976年7、8月有57次低空急流,其中
55次有暴雨,这一时期有8次暴雨无低空急流^[332],
吉林省20次大范围大暴雨均有低空急流^[146],辽宁
29次大范围大暴雨28次有低空急流,西北区暴雨与
低空急流关系也很密切^[333-336]。进一步研究指出暴
雨与低空急流轴上的风速脉动有关^[330],与超地转
风强度有关^{[330][340]},也与急流的干湿有关^[337-339]。

许多分析研究都证明低空急流与暴雨关系密
切,低空急流的前方是辐合区,其左侧是正涡度区,
低空急流是向暴雨区输送水汽和热量的主要通道,
这些都有利于暴雨产生。这样可以建立以低空急流
为主导的我国大范围大暴雨模型^[341],该模型给出了
较为详细的流程图。但必须指出局地暴雨并非一定

有低空急流。

3. 中低纬环流系统的相互作用

在五十年代、六十年代北方气象工作者已注意到台风、西南涡等低纬系统对北方暴雨的影响^{[4][9][18][282]}。1977年后更多的研究指出中低纬系统间相互的作用^[342-345],强调指出我国北方大范围大暴雨是中低纬系统相互作用的结果,并归纳了相互作用的六种类型^[345]。中低纬系统相互作用,可以分为印度洋热带辐合带(包括热带风暴、西南涡、夏季风)和西太平洋热带辐合带(包括台风和东风扰动)与西风槽的相互作用两大类。对北方大范围大暴雨以台风与西风槽的相互作用为主要典型^[342]。

经过五年的实践证明中低纬相互作用的观点是符合大气实际情况的,为广大预报员所接受,并且形成了暴雨分析和预报的基本观点^[343,344]。

用它指导暴雨分析应着重分析台风与中纬度低值系统和冷空气之间的相互作用^[343]。

用它指导暴雨预报应立足低纬度,强调中、低纬系统的相互作用,着重大范围大暴雨^[344]。

不同尺度天气系统的相互作用,高低层系统的相互制约也是重要课题,取得一定进展。

五、暴雨预报

暴雨的预报是天气预报最困难的问题之一,预报水平低,“75.8”河南特大暴雨后,加强了暴雨科研工作。经过六年左右的研究,已经取得可喜的进展,这主要表现在1981年我国几场特大暴雨的预报报得比较成功。但是还要看到我们对暴雨,特别对局地暴雨的预报能力还不高,预报方法不成熟^[347]。一些理论研究,一些科研成果广大预报员还不很熟悉,这还需要我们做普及工作,将科研成果变成生产力。

1. 天气学预报方法

着眼于中低纬系统的相互作用,在大量个例分析基础上,对暴雨进行分型,概括出各类暴雨出现时和出现前各种天气系统的配置及演变特点,这种模式图称作暴雨天气—气候模型,在这基础上找一些预报指标。这种模式直观,预报员易于接受,但也有不够客观的缺点。这是一项基础工作,不少气象台已完成此项工作^[348-353]。天气学方法搞暴雨中期预报也作了尝试^[350,351]。

2. 落区法

“75.8”暴雨会战中引进落区法^[354],比较成功给出华北台风暴雨落区模型,落区法主要在暴雨热

力、动力条件分析基础上选用较好物理量,在天气图上围出暴雨落区。落区法有简便的优点,但时效较短,一般仅6—12小时,暴雨区预报大于实况,近年来使用部份预报物理量可延伸时效^[354-375]。

3. 卫星、雷达资料的应用

不论天气学方法还是落区法,只能判断某一区域有无暴雨,而落点、落时很难解决。卫星云图和雷达资料的应用可以做好暴雨短时预报,一些台站已将它用于短时业务预报^[229]。

4. 天气统计方法

经对比得到天气统计方法优于纯统计预报^[374]。所谓天气统计是指预报因子从预报员经验出发,符合天气学原理,经得起严格统计检验,用这些因子建立的方程称谓天气统计方法^[376]。天气统计一般采用分型建立统计方程^[377],如台风^{[384][378,379]}、西南涡^[176,177]、东北冷涡^[380]、低槽^[381]、江淮气旋^[382]、华北气旋^[383]、蒙古气旋^[376]、副高后部^{[185][187,188]}等。所采用的模型有概率回归^[376]、聚类分析^[384]、判别分析、布尔函数^[384]、0-1权重回归^[385-389]等。

天气统计方法比较客观,效果稳定,但预报时效短,不是所有问题都能建立天气统计预报方程。

5. 动力统计预报方程

在数值预报基础上建立的动力统计预报近年来得到较快的发展,已成为国外要素预报的主要方法。1979年起北方开始将动力统计预报用于业务^[392],近年来又将完全预报、模式输出用于大雨、暴雨的预报^{[169][392,393]},并取得一定成效。在建立动力统计预报方程时注意吸取预报员经验,将预报经验经统计检验作为因子,归纳出的因子如低空急流、暖平流等,对于提高预报质量的作用是很明显的。在数学模型方面一般采用0、1权重回归,这样简便易于推广。用动力统计方法做暴雨预报刚刚开始,对于特大暴雨预报和局地暴雨预报还比较困难,还要结合动力分析计算的物理量和卫星云图、雷达回波以及我们对暴雨的物理了解加以解决。

6. 县站预报方法

近年来县站暴雨预报方法也取得一些进展,它们的特点是在大形势背景下,立足于本站资料,选用指标站的资料找出预报指标,建立预报方程^[394-399],还有的县站搞了大中小结合的县站暴雨预报方法^[400]。

7. 预报程序

一些气象台建立了预报程序^{[152][157][162][374]},使科研成果、预报总结成果业务化、正规化,这样就可

以不断总结经验教训改进预报方法,提高预报质量。

结 束 语

此文是在北方暴雨技术组 1982 年 3 月 丹东会议总结北方暴雨近年来科研成果和我们收到“暴雨文摘”投稿的摘要和全文的基础上整理归纳而成。

参 考 文 献

- [1] 吴俊明(1954), 对东北区暴雨移动的初步认识, 天气月刊, 1954 年 8 期。
- [2] 吴俊明(1955), 1954 年东北区暴雨研究, 1955 年全国灾害性天气分析预报经验讨论会文集。
- [3] 兰州中心气象台(1955), 1954 年西北夏季的暴雨, 同[2]。
- [4] 谢义炳等(1956), 中国夏半年几种降水天气系统的分析研究, 中央气象局气象论文集第一期。
- [5] 谢义炳, 曾庆存(1957), 盛夏亚洲及西太平洋大型天气与中国降水, 中央气象科学研究所气象论文集第 3 号。
- [6] 兰州中心气象台(1957), 兰州夏半年降水预报经验综合介绍, 天气月刊, 1957 年 7 月。
- [7] 兰州中心气象台(1957), 1955 年西北区东部大雨分析, 天气月刊, 1957 年 9 月。
- [8] 谢义炳, 戴武杰(1959), 中国东部地区夏季水汽输送个例计算, 气象学报, 30 卷 2 期。
- [9] 穆家修(1960), 从 56 年 8 月上旬第二松花江流域特大暴雨谈起——台风间接暴雨——, 吉林省气象局天气预报改革经验汇编第一集。
- [10] 吴仪芳, 丁士晟(1963), 吉林省气候分析之一, 吉林省预报改革经验汇编第二集。
- [11] 丁士晟(1963), 冷涡连雨 3—5 天模式初步小结, 同[10]。
- [12] 夏建平(1963), 青海雨区东移消散的一种方式, 气象通讯, 1963 年 5 期。
- [13] 兰州中心气象台(1963), 甘肃省 1962 年秋季连雨雨的讨论, 气象通讯, 1963 年 8 期。
- [14] 胡永辉(1963), 1963 年 8 月上旬石家庄地区特大暴雨的初步分析, 河北气象学会通讯。
- [15] 河北省气象局(1963), 1963 年 8 月上旬河北省特大暴雨过程分析, 华北第一届气象技术经验交流会议论文集。
- [16] 游景炎(1963), “63.8”河北特大暴雨过程的水汽输送及水份平衡, 华北第一届气象技术经验交流会议材料。
- [17] 穆家修、董洪年(1964), 对影响吉林省几次特大暴雨的分析, 兰州全国天气动力学术会议材料。
- [18] 王凤歧(1964), 夏季副高偏北短期活动条件及影响辽宁两类暴雨过程分析, 同[17]。
- [19] 陈寿荣(1964), 1963 年 7 月 15 日一次暴雨天气的个例分析, 辽宁气象文集第一集。
- [20] 陈慎康(1964), 西南生低型南来气旋, 同[19]。
- [21] 宗士豪(1964), 一次黄海切变线暴雨过程的探讨, 同[19]。
- [22] 游景炎(1965), 华北暖性切变线结构的一些特征, 气

象学报, 35 卷 1 期。

- [23] 游景炎(1965), 暴雨带内的中尺度系统, 气象学报, 35 卷 3 期。
- [24] 杨大升、游景炎等(1976), 一次高空暖锋降水过程的分析, 河北省《1976 暴雨分析》专集。
- [25] 北大气象专业、河北省台(1976), 一次黄河气旋特大暴雨过程分析, 大气科学, 1976 年 1 期。
- [26] 张庭治、郝巨生(1978), “75.7”辽宁特大暴雨成因的初步分析, 《沈阳中心气象台技术材料汇编》。
- [27] 丁士晟等(1977), 1975 年 7 月 29 日到 8 月 1 日华北气旋大暴雨两个例分析, 吉林省气科所《科研报告》, 1977 年 1 期。
- [28] 李长立、丁士晟等(1977), 关于 75.7.29—8.1 伊通县暴雨两个例分析, 同[27], 1977 年 1 期。
- [29] “75.7”暴雨会战组(1977), 75 年 7 月末华北气旋大暴雨动力学分析之一, 同[27], 1977 年 4 期。
- [30] “75.5”暴雨会战组(1977), 75 年 7 月末华北气旋大暴雨动力学分析之二, 同[27], 1977 年 4 期。
- [31] 刘盎然、仇永炎等(1979), 关于“75.8”华北暴雨的水汽问题, 气象学报, 37 卷 3 期。
- [32] 谢义炳、张鐸、谢安(1977), 关于 7503 号台风与河南特大暴雨, 气象科技, 1977 年 8 期。
- [33] “75.8”暴雨会战组(1977), “75.8”河南特大暴雨雨情, 《1975 年 8 月河南特大暴雨研究报告》。
- [34] “75.8”暴雨会战组(1977), “75.8”暴雨的环流形势的特征和演变, 同[33]。
- [35] “75.8”暴雨会战组(1977), “75.8”暴雨的主要天气系统, 同[33]。
- [36] “75.8”暴雨会战组(1977), “75.8”暴雨的中分析, 同[33]。
- [37] “75.8”暴雨会战组(1977), “75.8”暴雨的动力学分析, 同[33]。
- [38] “75.8”暴雨会战组(1977), “75.8”暴雨成因, 同[33]。
- [39] “75.8”暴雨北京会战组(1979), “75.8”河南特大暴雨的动力学分析, 气象学报, 37 卷 4 期。
- [40] 丁一汇、蔡则怡、李吉顺(1980), “75.8”暴雨发生发展条件的分析, 《大气物理所集刊》, № 9。
- [41] 李吉顺、丁一汇、蔡则怡(1980), “75.8”暴雨的中尺度分析, 同[40], № 9。
- [42] 蔡则怡、丁一汇、李吉顺(1980), “75.8”暴雨的反馈作用和维持, 同[40], № 9。
- [43] 吴正华(1981), “75.8”河南特大暴雨的不稳定分析, 《气象科学技术集刊》, (1)。
- [44] 雷雨顺(1982), 一个登陆台风的等能管结构, 气象学报, 39 卷 1 期。
- [45] 刘景涛(1976), 内蒙古西部地区一次切变线特大暴雨过程的初步分析, 《北方灾害性天气科研协作经验交流会技术报告汇编》。
- [46] 张鐸等(1976), 河北东北部盛夏一次暴雨过程初步分析, 同[24]。
- [47] 杨大升、田胜培等(1976), 一次华北大暴雨过程分析, 同[45]。
- [48] 丁一汇、陈国棉等(1980), 一次河套气旋暴雨的初步分析, 同[40], № 9。
- [49] 陈 乾(1980), 甘肃省倒槽暴雨的个例分析, 气象

学报, 38卷4期。

- [50] 宁夏76.8暴雨会战组(1978), 宁夏76.8暴雨过程的分析研究,《暴雨文集》(1978)。
- [51] 张庆云、孙淑清、赵思雄(1980), 华北地区切变线的对比分析, 同[40], №9。
- [52] 77.7延河暴雨会战组(1978), 1977年4—6月延河流域大暴雨两个例分析,《陕西气象》, 1978年5期。
- [53] 孙寿全(1980), 试用湿斜压大气不稳定理论对一次西南低涡迅速发展的分析和探讨, 气象, 1980年1期。
- [54] 河南省气象台(1978), 一次切变线低涡大暴雨过程分析, 同[50]。
- [55] 刘家珍、刘佩兰、赵德本(1979), 1977年7月下旬锦州暴雨的能量分析, 哈尔滨东北三省经验交流会材料。
- [56] 刘景涛、刘天适等(1979), 77.8乌审旗特大暴雨初步分析,《陕西气象》, 1979年10期。
- [57] 周晓平、谷淑梅(1978), 一次华北暖切变暴雨的分析, 北大暴雨班《暴雨成果汇编》。
- [58] 张庭治、杨杨、蒋尚城(1982), 7704号台风与北方特大暴雨,《北方天气文集》, (2)。
- [59] 谢安、李仙皎、苍蕴琦等(1979), 两次降水过程的对比分析, 气象, 1979年6期。
- [60] 谢安等(1977), 7613号台风对华北暴雨的影响, 同[45]。
- [61] 丁一汇、张庆云等(1980), 1977年影响北京地区几次暴雨的中尺度分析, 同[40], №9。
- [62] 田生春、曾昭美(1982), 夏季华北地区高空槽前有无暴雨的对比分析, 大气科学, 6卷2期。
- [63] 陶祖钰、曹钢锋等(1978), 一次黄河气旋强烈发展的天气动力学分析, 同[57]。
- [64] 宋仲义(1979), 一次西北涡大暴雨的分析和预报,《河南气象》, 1979年1期。
- [65] 辛宝恒、张桂荣(1982), 1978年7月一次华北台风暴雨的诊断分析, 海洋通报, 1982年3期。
- [66] 丁德刚、邓务胜(1981), 关于冷空气内部的一次强对流性天气过程的分析, 全国强对流天气会议材料。
- [67] 兰州中心气象台(1979), 北槽南涡型暴雨——兰州市78年8月6日暴雨分析,《甘肃气象简讯》, 79年15期。
- [68] 蒋尚城、周鸣盛等(1981), 登陆北上减弱的台风所导致的暴雨—半热带系统暴雨, 气象学报, 39卷1期。
- [69] 余志敏、王慕维(1981), 一次暴雨过程的中尺度系统活动,《气象科学技术集刊》, (1)。
- [70] 汪源正(1981), 1978年8月下旬后期雁北暴雨过程的分析,《山西气象科技》, 1981年3期。
- [71] 韩海珍、裴青连、李桂敏(1980), “8.27”暴雨两个例分析,《河北气象科技》, 1980年3期。
- [72] 游景炎、赵亚民、马桂英(1980), 北上江淮气旋暴雨两个例分析,《京津冀暴雨中尺度试验1979年研究报告》。
- [73] 赵景忠(1980), 一次次天气尺度气旋性风场扰动的特大暴雨过程, 气象学报, 38卷2期。
- [74] 赵亚民、马桂英(1980), 次尺度锋的活动与河北暴雨, 同[72]。
- [75] 赵景忠(1981), 预报1979年7月28日冀东特大暴雨体会, 同[66]。
- [76] 邵云飞、俞晓林、周宏亮(1981), 一次强对流暴雨分析, 同[66]。
- [77] 卢至、陈哲彰、张桂荣(1980), 1979年8月10日至12日华北东部暴雨的中尺度分析, 武汉全国能量天气学术会议材料。
- [78] 赵亚民(1981), 80.7河北赵县暴雨的中尺度分析,《河北气象科技》1981年2—3期。
- [79] 米季德、高玉霞、赵景忠(1981), 1980年8月15日北京附近低压暴雨分析, 青岛北方暴雨学术会议材料。
- [80] 陈哲彰、丁昭欣、卢至(1981), 一次持久华北冷涡的雨团分析, 同[79]。
- [81] 李家林(1981), “80.6”暴雨分析,《河南气象》, 1981年4期。
- [82] 马桂英、赵亚民(1981), 1980年初夏河北南部一次暴雨的天气分析,《河北气象科技》, 1981年2—3期。
- [83] 赵亚民(1981), 盛夏一次冷空气活动所引起的暴雨,《京津冀暴雨中尺度试验1980年研究报告》。
- [84] 吕志远(1982), 1981年7月4日吉林省暴雨动力学分析, 同[27], 1982年3期。
- [85] 张家宝、邓子凤(1982), 塔克拉玛干沙漠边缘的一次特大暴雨的分析, 1982年全国灾害性天气预报会议材料。
- [86] 慕福智(1981), 吐鲁番的一次暴雨分析,《新疆气象》, 1981年9期。
- [87] 河北省气象局(1982), 1981年8月15—16日河北南部的低涡特大暴雨, 同[85]。
- [88] 任振球(1982), 8108号台风及类似路径台风在辽宁造成特大暴雨的天文成因分析, 81.7辽宁特大暴雨讨论会。
- [89] 许永和(1982), 1981年“7.3”暴雨能量分析, 同[85]。
- [90] 王同庆(1982), 初夏一次大暴雨的中期过程分析, 同[85]。
- [91] 马瑞隽(1982), 一次与低空急流相联系的黄河气旋暴雨过程的初步分析, 同[85]。
- [92] 金瑜(1982), 黑龙江省81年7月3—5日暴雨两个例分析, 同[85]。
- [93] 曹汝洁、滕学常(1982), 辽南“81.7”特大暴雨过程分析, 同[85]。
- [94] 陈向东、张其芳、刘桂琴(1982), “81.7”辽南特大暴雨成因分析, 同[85]。
- [95] 马建民(1982), 一次典型的夏季南疆大降水形势分析, 同[85]。
- [96] 夏建平、徐建芳(1982), 一次伏旱结束时的暴雨分析, 同[85]。
- [97] 刘延英、吴宝俊(1982), 陕南暴雨湿有效位能分析, 同[85]。
- [98] 洪澄、黄荣凯(1982), “81.8”辽南大暴雨动力学机制的初步分析, 同[85]。
- [99] 朱正义、夏建平、于桂华(1982), 高原东侧一次连续性暴雨分析, 同[85]。

- [100] 尤传欣(1982), 1981年8月14至24日连续阴雨中的大暴雨天气过程分析, 同[85]。
- [101] 王景昌、赵从兰(1982), 山东省1981年暴雨小结, 同[85]。
- [102] 陶诗言等(1980), 我国历史上的几次特大暴雨,《中国之暴雨》第八章, 科学出版社。
- [103] 李华珍(1979), “30.8”暴雨天气形势的初浅分析, 同[55]。
- [104] 丁士晟等(1977), 1956年8月6—7日特大暴雨的分析, 同[27], 1977年1期。
- [105] 黄河中游暴雨协作组(1978), 黄河中游“58.7”大暴雨的分析研究, 邯郸全国气象学会年会材料。
- [106] 河北省气象局暴雨会战小组(1977), 1959年7月21日至22日的暖切变暴雨过程分析, 大气科学, 1977年1期。
- [107] 丁士晟等(1977), 1960年8月21—23日暴雨两个例分析, 同[27], 1977年1期。
- [108] 游景炎(1981), 一次台风倒槽暴雨分析, 南京全国台风会议材料。
- [109] 河北省气象局暴雨会战小组(1977), 一次台风倒槽暴雨分析, 大气科学, 1977年1期。
- [110] 赵思雄、孙淑清(1980), “66.8”大暴雨的中尺度分析, 同[40], №9。
- [111] 丁德刚(1974), 关于1972年7月19日一次局地特大暴雨的分析,《河北省气象局天气预报汇编》。
- [112] 兰州中心气象台(1973), 73年4月27日甘肃河东暴雨分析, 兰州高原气象会议材料。
- [113] 杨景兰(1981), 宁夏“74.8”强对流天气过程的分析,《宁夏气象》, 1981年3期。
- [114] 陶诗言、方宗义(1980), 中国暴雨的气候特点,《中国之暴雨》, 第一章。
- [115] 陶诗言(1977), 有关暴雨分析预报的一些问题, 大气科学, 1977年1期。
- [116] 陶诗言、丁一汇、周晓平(1979), 暴雨和强对流天气的研究, 大气科学, 3卷3期。
- [117] 陶祖钰、陈瑞生等(1978), 北方暴雨分析和预报的技术报告, 同[105]。
- [118] 章旻(1979), 我国暴雨研究和预报的进展, 气象, 1979年11期。
- [119] 黄文根(1979), 我国暴雨研究进展, 气象科技, 1979年3期。
- [120] 丁士晟(1981), 北方暴雨预报科研近年来的进展,《北方灾害性天气文集》。
- [121] 包澄瀚、王德瀚等(1981), 暴雨的分析与预报, 农业出版社。
- [122] 中央气象局, 中国地面气候资料(1951—1970)。
- [123] 章名立、蔡则怡等(1980), 我国主要暴雨区的特征,《中国之暴雨》, 第七章。
- [124] 章名立(1978), 地形对暴雨的影响, 同[50]。
- [125] 章名立(1980), 北京地区暴雨与地形的关系, 同[40], №9。
- [126] 辽宁省PMP会战组(1978), 蒲石河流域地形雨量定量估算及分析,《辽宁省天气预报技术经验选编》(3)。
- [127] 孟齐辉(1980), 南疆盆地地形作用下涡度源汇的若干研究, 新疆气象, 1980年增刊。
- [128] 丁一汇、蔡则怡、李吉顺(1978), 中尺度对流系统发生发展, 同[40]。
- [129] 林敬凡、胡秀英(1981), 地形对不同历时暴雨的影响, 气象, 1981年5期。
- [130] 赵宾怀(1979), 地形在短历时暴雨中的作用, 气象, 1979年7期。
- [131] 兰州中心台、兰大气象专业(1974), 甘肃省大暴雨的季节变化, 昆明高原气象会议材料。
- [132] 兰州中心台、兰大气象专业(1974), 甘肃省大雨、暴雨的分析, 高原气象论文选编(1974)。
- [133] 吉林省气象科学研究所(1976), 吉林省暴雨预报科研小结, 同[27], 1976年2期。
- [134] 刘景涛(1978), 内蒙古盛夏冷性切变线大一暴雨的初步研究, 同[50]。
- [135] 银川气象台研究组(1978), 初论宁夏暴雨形成的原因, 同[105]。
- [136] 黄孔恕(1979), 青海省的暴雨, 气象, 1979年11期。
- [137] 王明华等(1980), 陕西省大范围暴雨天气分析,《陕西气象》, 1980年6期。
- [138] 陕西气研所、兰大、兰州中心台(1981), 黄河中游暴雨分析预报的若干问题, 同[120]。
- [139] 王式功(1981), 高原东北侧边坡地区暴雨系统的结构分析, 同[79]。
- [140] 夏建平、侯亦如(1981), 高原东北部暴雨系统剖析, 同[79]。
- [141] 王德生、王爱新(1981), 武都县大暴雨的一些规律,《甘肃气象简讯》, 1981年增刊二期。
- [142] 李志楠、米季德等(1981), 北京地区大暴雨分析和预报, 同[79]。
- [143] 黎清才(1981), 豫南汛期首场大一暴雨的初步探讨,《河南气象》, 1981年2期。
- [144] 高云中(1980), 伊春地区大一暴雨的初步研究,《黑龙江气象科技》, 1980年5期。
- [145] 孟齐辉(1982), 夏季南疆降水环流形势预报的初步研究,《新疆气象》, 1982年1月。
- [146] 丁士晟(1981), 吉林省大暴雨的初步研究, 同[27], 1981年5期。
- [147] 雷雨顺(1982), 关于特大暴雨的几个问题,《北方天气文集》, (4)。
- [148] 刘天适(1978), 陕西大暴雨过程的天气成因,《陕西气象》, 1978年7期。
- [149] 陶诗言、蔡则怡、章名立(1980), 暴雨过程的宏观物理条件,《中国之暴雨》, 第二章。
- [150] 蒋尚城、刘西礼(1974), 孟加拉湾风暴的活动及其对我国天气的影响,《热带天气会议文集》(1974)。
- [151] 丁士晟等(1975), 吉林省区域大雨、暴雨天气气候若干统计分析, 同[27], 1975年7期。
- [152] 丁士晟等(1975), 台风路径预报程序, 同[27], 1975年7期。
- [153] 丁士晟等(1975) 影响吉林省台风警戒线、台风分类及日历, 同[27], 1975年7期。
- [154] 王凤岐、葛良玉(1976), 辽宁省大暴雨的天气成因分析, 全国最大降水会议材料。
- [155] 辽宁省暴雨会战组(1978), 台风与副高特定形势副高后部暴雨预报方法, 同[126]。
- [156] 张鐸、游景炎(1976), 对河北暴雨过程的几点认识,

气象科技资料,1976年9期。

- [157] 张庭治、王景乾(1978),北上台风与西风槽相结合暴雨过程预报程序,台风会议文集(1978)。
- [158] 张庭治、王景乾、李福龙(1978),北上台风与西风槽结合暴雨预报,同[157]。
- [159] 蒋尚城(1978),我国的台风暴雨,同[157]。
- [160] 毛贤敏(1978),影响辽宁省台风的西折条件,同[157]。
- [161] 赵德本、牛能贵、周远明(1978),县站台风暴雨“大中小”结合的预报方法,1978年上海台风会议材料。
- [162] 谢世俊、卢盛鹞(1978),北上台风中短期预报程序,同[161]。
- [163] 符长锋(1979),估算台风暴雨24小时最大点雨量的一个初步试验,《河南气象》,1979年2期。
- [164] 卢至(1979)天津地区100毫米以上降水的初步分析,西宁北方灾害性天气预报科研学术会议材料。
- [165] 丁一汇(1980)暴雨发生时的大尺度环流背景,《中国之暴雨》,第四章。
- [166] 丁一汇、李吉顺等(1980),影响华北区夏季的几类天气尺度系统的分析,同[40],No. 9。
- [167] 蒋尚城(1981),远离台风影响北方特大暴雨的过程模式,同[79]。
- [168] 马瑞隽(1981),登陆台风前部的低空急流,同[79]。
- [169] 张庭治、王达文(1981),台风暴雨的模式输出统计预报方法,同[108]。
- [170] 蒋尚城、谢安(1981),西太平洋台风和北方暴雨,同[120]。
- [171] 李玉兰(1981),利用卫星云图分析台风暴雨,同[79]。
- [172] 赵玉清(1981),台风或台风倒槽造成邯郸地区大一暴雨简析,《河北气象科技》,1981年1期。
- [173] 牛德贵、刘家珍(1974),锦州地区犬一暴雨与七、八月南来气旋关系的初步探讨,《辽宁省天气预报技术经验选编》,(1)。
- [174] 丁士晟等(1975),七、八月影响吉林省的气旋分类及日历,同[27],1975年7期。
- [175] 山西省暴雨会战组(1978),山西省夏季低涡型大一暴雨的分析与预报,同[50]。
- [176] 张淑芬、曹爱玲(1976),六一九月北京地区西南低涡过程大一暴雨的预报,同[45]。
- [177] 河南省“低涡暴雨”会战组(1979),西南低涡的预报,《河南气象》,1979年2期。
- [178] 劳定波(1981),江淮气旋波成因探讨,《河南气象》,1981年4期。
- [179] 王凤岐、陆一强(1981),江淮气旋与冷涡合併的暴雨过程分析,同[79]。
- [180] 张庭治、吴达三(1981),北槽南涡类气旋大暴雨的分析和预报,同[79]。
- [181] 杨大升、王永中(1981),暴雨和低涡流场的位涡,北大研究生论文。
- [182] 谢安(1978),台风与北方的气旋暴雨,同[157]。
- [183] 符长锋(1980)副热带能量锋与副热带高压季节性北跳,同[77]。
- [184] 张英(1981),伊朗副高北进与新疆夏季大降水关系,《新疆气象》1981年6期。
- [185] 李仁遥、孙云等(1975),盛夏副高后部暴雨预报,《东北地区1975年预报经验交流会议技术材料汇编》。
- [186] 王凤岐(1979),盛夏一种特定形势下的暴雨预报,同[164]。
- [187] 游景炎(1981),副高北侧暖区强暴雨分析,《北方天气文集》,(1)。
- [188] 陆一强(1981),副高北侧的强对流云团及其发生发展的条件,同[66]。
- [189] 陶祖钰、孟广礼、陆光明(1981),副热带高压脊线附近的强对流降水带的初步分析,同[66]。
- [190] 陆一强(1981),副高北侧的强对流云团和局地雨暴,同[79]。
- [191] 雷雨顺(1980),特大暴雨的夜间多发性,自然杂志,1980年10期。
- [192] 雷雨顺等(1975),能量天气学研究,中央气象科学研究所油印文集。
- [193] 雷雨顺、吴正华(1981),能量天气分析方法在我国的发展,气象科技,1981年2期。
- [194] 雷雨顺(1980),特大暴雨的静力能量分析,气象科技,1980年附刊(二)。
- [195] 吴正华(1981),华北冷涡连续雷雨的大尺度环境条件分析,同[66]。
- [196] 陶祖钰、陆光明等(1980),暴雨预报中能量形势的天气学意义,同[77]。
- [197] 雷雨顺、吴正华、张兰香(1981),产生暴雨的三种能量锋,《北方天气文集》,(1)。
- [198] 雷雨顺、吴正华(1981),能量锋及其实用意义,《北方灾害性天气文集》。
- [199] 张元箴(1980),变形率与能量锋锋生,同[77]。
- [200] 马鹤年(1978),次天气尺度 Ω 系统和暴雨落区,同[50]。
- [201] 陈光明、陶祖钰(1978),盛夏暴雨天气系统的能量分析,同[105]。
- [202] 吴正华、白玉荣(1981),强雹暴和暴雨 Ω 形能量系统对比分析,同[77]。
- [203] 马鹤年、刘子巨、徐达生(1981),次天气尺度 Ω 形暴雨系统发展和消亡的诊断分析,《北方天气文集》,(1)。
- [204] 马鹤年(1981),一种湿斜压不稳定能量——次天气尺度 Ω 系统的研究,同[79]。
- [205] 吴正华、张兰香等(1981),能量分析在华北暴雨落区预报中的应用,《气象科学技术集刊》,(1)。
- [206] 吴正华、雷雨顺等(1978),对中尺度能量场与暴雨落区关系的几点看法,《航空气象》1978年4期。
- [207] 丁德刚(1978),总能量简化计算及其在局地暴雨预报中的应用,气象科技,1978年1期。
- [208] 雷雨顺、吴正华(1978),能量天气学方法在雨暴分析和预报中的应用,同[50]。
- [209] 张其芳、王世兰(1978),能量和动力因子结合的暴雨预报方法,同[50]。
- [210] 孙业福(1979),深厚能量激增层对暴雨的预兆性,气象,1979年4期。
- [211] 雷雨顺(1980),盛夏特大暴雨前兆的综合分析,气象,1980年6期。
- [212] 吴俊明、魏国新、杨景兰(1981),地面能量图在我区暴雨预报中的应用,《宁夏气象》,1981年1期。
- [213] 雷雨顺(1980),强对流天气的几个问题,大气科学,

4卷1期。

- [214] 雷雨顺(1981), 强对流的局地合成对比分析, 同[66]。
- [215] 杨红梅、雷雨顺(1981), 梅雨期特大暴雨的合成分析, 同[66]。
- [216] 雷雨顺(1981), 短期天气过程的热力距平分析, 同[66]。
- [217] 李刚、廉德华(1981), 郑州地区两类暴雨的能量分析, 河南省1981年气象学会材料。
- [218] 雷雨顺(1981), 经向型持续性特大暴雨的合成分析, 气象学报, 38卷2期。
- [219] 周一鹤、王义等(1981), 用强湿斜压和加权压能场预报高后横切暴雨, 《山西气象科技》, 1981年2期。
- [220] 张庭治(1981), 气旋大暴雨稳定度因子分析, 《辽宁气象科技情报》, 1981。
- [221] 雷雨顺、吴宝俊、吴正华(1978), 用不稳定能量理论分析和预报夏季强风暴的一种方法, 大气科学, 2卷4期。
- [222] 张兰香(1980), 北京单站测风垂直时间剖面在夏季降水预报中的应用, 同[77]。
- [223] 张兰香(1981), 用实测风作短期对流降水落区, 同[66]。
- [224] 杨红梅、雷雨顺(1982), 暖盖型特强雨暴发生的局地条件, 《北方天气文集》, (2)。
- [225] 朱乾根、郑昌圣、潘旭光(1982), 用压能场分析预报川陕暴雨, 同[85]。
- [226] 蒋尚城(1978), 卫星云图在暴雨分析预报中的应用, 同[50]。
- [227] 兰州中心气象台(1974), 73年夏季甘肃省区域性大雨的云图分析, 同[131]。
- [228] 邓子凤、张凤庭(1978), 中亚气旋、云团与北疆大降水, 《新疆气象》, 1978年1期。
- [229] 秦元明、穆家修(1981), 强对流天气短时预报的初步尝试, 同[79]。
- [230] 余志敏、王慕维(1977), 北京地区一次低涡暴雨的雷达回波分析, 《雷达气象文集》, 1977。
- [231] 许梓秀等(1977), 夏季低阻高型京津冀地区中尺度天气过程分析研究, 同[230]。
- [232] 仇永炎(1953), 夏季西太平洋及东亚热带波动的运行及结构, 气象学报23卷1—2期。
- [233] 赵景忠、米季德(1981), 结合雷达回波对地面中尺度风场扰动暴雨过程的客观分析, 同[66]。
- [234] 许梓秀等(1981), 中尺度雨带与京津冀边界层辐合区相互作用的分析, 《雷达气象文集》, 1981。
- [235] 王慕维、余志敏(1977), 雷达对一次暴雨过程的观测分析, 同[230]。
- [236] 许梓秀(1981), 低槽冷锋暴雨中尺度系统及其触发条件分析, 同[66]。
- [237] 余志敏、江超伟(1982)盛夏冷锋雨带和暖区雨带的雷达探测, 《气象科学技术集刊》, 4。
- [238] 李浩(1981), 华北平原中尺度暴雨系统的雷达诊断分析, 同[83]。
- [239] 北京市气象科学研究所(1978), 北京地区局地暴雨的初步分析, 同[50]。
- [240] 游景炎(1981), 北方暴雨中尺度分析研究的进展, 《河北气象科技》1980年2—3期。
- [241] 游景炎(1982), 北方暴雨中尺度分析研究的进展, 《北方天气文集》, (4)。
- [242] 丁一汇(1980), 各种尺度天气系统与暴雨的关系, 《中国之暴雨》, 第三章。
- [243] 丁一汇、周晓平(1980), 中小尺度天气系统同暴雨的关系, 《中国之暴雨》, 第六章。
- [244] 米季德、李修池、宋润田(1980), 盛夏冷锋前暴雨的中分析, 同[72]。
- [245] 赵景忠、孟广礼、米季德(1980), 1979年8月份北京地区连续36小时预报, 同[72]。
- [246] 丁昭发、周友元等(1981), 强对流雷暴天气的中尺度气压场、能量场的一些特征, 北戴河冰雹学术会议材料。
- [247] 吴俊明、杨景兰(1981), 宁夏银川平原中尺度系统与暴雨的关系, 同[79]。
- [248] 丁昭欣、陈哲彰、卢至(1981), 局地暴雨的重力波特征, 同[79]。
- [249] 丁德刚(1963), 局地暴雨的中尺度分析与定量计算, 河北省气象学会印。
- [250] 赵景忠、米季德(1981), 中尺度低能辐合线, 《北方天气文集》, (1)。
- [251] 丁一汇(1978), 中尺度气象学, 北师大油印讲义。
- [252] 卢至、丁昭欣、陈哲彰(1981), 强对流天气的中尺度过滤方法, 同[66]。
- [253] 李麦村(1978), 重力波对特大暴雨的触发作用, 大气科学, 3卷2期。
- [254] 卢至、丁昭欣、陈哲彰(1981), 中尺度“锢囚”切变线对强对流的作用, 同[66]。
- [255] 陶祖钰、成秋影(1981), 行星边界层流场和暴雨预报, 《北方天气文集》, (1)。
- [256] 周友元、陈哲彰(1981), 强对流天气形成的动力条件分析, 同[246]。
- [257] 雷雨顺(1979), 略论行星边界层和暴雨, 《宁夏气象》, 1979年增刊。
- [258] 雷雨顺(1981), 关于行星边界层顶现象, 气象科技, 1981年1期。
- [259] 陈哲彰、卢至、丁昭欣(1981), 行星边界层条件对暴雨的作用, 同[79]。
- [260] 杨大升(1978), 行星边界层对低涡降水过程的作用, 同[50]。
- [261] 周晓平(1981), 行星边界层在形成暴雨及强对流中尺度系统中的作用, 《北方天气文集》, (1)。
- [262] 谢义炳、谢安等(1978), 动力分析及其天气预报中的应用, 《北京大学学报》, 1978年3期。
- [263] 谢安(1978), 暴雨动力分析方法和应用, 同[50]。
- [264] 丁士晟(1982), 动力分析在北方暴雨分析预报中的应用, 《北方天气文集》, (4)。
- [265] 丁士晟、谢安、吕志远(1978), 计算垂直速度的几个问题, 同[50]。
- [266] 吕志远、丁士晟、安平杰(1978), 计算垂直速度时风的误差造成的影响, 同[27], 1978年4期。
- [267] 丁士晟、谢安、吕志远(1978), 比较几种计算垂直速度的方法, 同[27], 1978年4期。
- [268] 丁士晟、吕志远、谢安(1978), 用不同网格计算垂直速度的比较, 同[27], 1978年4期。

- [269] 丁士晟、吕志远(1981), 连续性方程修正方案计算垂直速度的探讨, 同[27], 1981年5期。
- [270] 丁士晟、吕志远(1981), 诊断分析中插值问题的研究, 同[27], 1981年5期。
- [271] 赵景忠、孙朝庠(1979), 假相当位温 θ_e 的新涵义及其计算方法,《冰雹预报文集》。
- [272] 程麟生、白肇烨、侯亦如(1979), 地形摩擦和加热作用在 ω 方程中数值贡献的计算方案,《兰州大学学报》,1979年1期。
- [273] 丁士晟、仲雅琴、杨自植(1979), 用有限元法进行定量天气分析,同[27],1979年4期。
- [274] 丁德刚、邓务胜(1980), 用有限元法计算垂直速度与暴雨,《河北科技》,1980年3期。
- [275] 仲雅琴、丁士晟、吕志远(1979), “7821”程序——用有限元法计算九层物理量,同[27],1979年4期。
- [276] 仲雅琴、丁士晟、吕志远(1979), “7825”程序——用有限元法计算三层物理量,同[27],1979年4期。
- [277] 谢安、丁士晟、吕志远(1978), “7701”程序计算方案,同[27],1978年1期。
- [278] 丁士晟、吕志远、谢安(1978), “7701”程序及其说明,同[27],1978年1期。
- [279] 丁士晟(1981), 暴雨动力分析计算方法(一), 新疆气象, 1981年7—8期。
- [280] 丁士晟(1981), 暴雨动力分析计算方法(二), 新疆气象, 1981年9期。
- [281] 丁士晟(1981), 暴雨动力分析计算方法(三), 新疆气象, 1981年10期。
- [282] 丁士晟(1981), 暴雨动力分析计算方法(四), 新疆气象, 1981年11期。
- [283] 丁士晟(1981), 暴雨动力分析计算方法(五), 新疆气象, 1981年12期。
- [284] 侯亦如、白肇烨(1982), 黄河中游暴雨系统的能量平衡, 高原气象, 1卷1期。
- [285] 兰州中心气象台、天水地区气象台(1975), 盛夏西北区东部暴雨盛期的水汽输送及水份平衡问题个例分析, 青藏高原气象论文集, 1975—1976。
- [286] 兰州中心气象台、南气院实习生(1976), 高原东北部大暴雨过程的分布及预报方法的初步探讨, 同[45]。
- [287] 甘肃省暴雨会战组(1978), 高原东北部大雨日水汽输送的若干特征, 同[50]。
- [288] 程麟生(1978), 水汽净辐合及垂直运动和暴雨落区的关系, 大连全国暴雨学术讨论会材料。
- [289] 白肇烨、侯亦如(1978), 黄河中游暴雨三维气流结构, 同[50]。
- [290] 兰州中心气象台暴雨会战组(1978), 大雨期间气流分析, 同[288]。
- [291] 雷雨顺(1982), 强降水系统三维运动的分析方法, 气象科学技术集刊。
- [292] 丁士晟(1982), 东北区传真广播物理量的意义及其计算, 东、华北诊断分析讲座会油印讲义。
- [293] 陆一强(1982), 东北区传真广播物理量在暴雨和强对流天气预报中的应用, 同[292]。
- [294] 天津市气象台(1980), 物理量分析在暴雨预报中的应用, 郑州北方暴雨诊断分析会材料。
- [295] 孟齐辉、董官臣等(1980), 一次新疆暴雨的动力分析, 新疆气象, 1980年3期。
- [296] 张志银(1981), 暴雨天气的物理量特征及其在天气预报中的应用, 同[79]。
- [297] 兰州中心气象台夏季预报组(1980), 局地物理量参数在业务预报中的应用, 同[79]。
- [298] 张绍本、李志欣、冯承金(1981), 暴雨的动力分析对比分析及降水量计算试验, 河南气象, 1981年2期。
- [299] 席国耀、廉德华等(1981), 暴雨诊断分析的初步试验, 河南气象, 1981年3期。
- [300] 卢敬华(1980), 一次大暴雨过程的物理量平衡分析, 1980年北大五四科学报告会材料。
- [301] 谢安、肖文俊、陈受钧(1980), 梅雨期间次天气尺度扰动的动量平衡, 气象学报, 38卷4期。
- [302] 陈受钧、谢安(1981), 次天气尺度与天气尺度系统间动能交换的诊断分析, 气象学报, 39卷4期。
- [303] 谢安、肖文俊、陈受钧(1982), 登陆台风的能量分析, 气象学报, 40卷。
- [304] 张元箴(1981), 一种暴雨过程的非热风分布, 同[79]。
- [305] 吴正华、支德先等(1981), 500毫巴湿位势倾向诊断分析, 同[79]。
- [306] 赵景忠、蔡晓云(1980), 一个地面要素场的客观分析, 同[72]。
- [307] 周晓平(1978), 短期暴雨数值预报的若干问题, 同[50]。
- [308] 北大地物系数数值预报协作组(1980), 一个用于降水预报的五层原始方程模式, 第二次全国数值天气预报会议论文集。
- [309] 卢敬华、张玉玲、阎书源(1981), 不等距五层原始方程模式降水预报试验, 北京大学学报, 1981年4期。
- [310] 陈受钧、郑良杰、张兴旺(1980), 应用实测风资料形成原始方程初值的一个方法, 气象学报, 38卷2期。
- [311] 陈受钧、郑良杰(1979), 梅雨暴雨的涡度平衡与积云对流, 气象学报, 37卷2期。
- [312] 赵思雄、周晓平(1982), 风场在预报暴雨中的作用, 大气科学(待发表)。
- [313] 郑良杰、陈受钧(1980), 一个诊断对流性暴雨的小网格式, 大气科学, 4卷2期。
- [314] 陈受钧、谢安、肖文俊(1981), 暴雨系统数值预报中气象变量的相对重要性, 同[79]。
- [315] 陈嘉滨、季仲贞、朱抱真(1978), 一次降水气旋生成的数值试验, 同[50]。
- [316] 王晓林、阎秉耀(1982), 次天气尺度系统个例的数值试验, 气象学报, 40卷1期。
- [317] 谢安、肖文俊(1981), 登陆台风影响北方暴雨的数值试验, 同[79]。
- [318] 张玉玲(1982), 暴雨与次天气尺度系统的气压场和风场变化, 北方天气文集, (2)。
- [319] 张玉玲(1981), 暴雨与次天气尺度扰动和低空急流的加强, 气象学报, 39卷3期。
- [320] 王晓林、阎秉耀、谢安(1981), 数值预报模式中次天气尺度系统动能平衡的个例分析, 北方天气文集, (1)。
- [321] 谢义炳(1978), 湿斜压天气的动力学问题, 同[50]。
- [322] 陶祖钊(1980), 湿急流的结构及形成过程, 气象学

- 报, 38卷4期。
- [323] 张学文(1981), 广义湿绝热过程, 同[79]。
- [324] 张学文(1981), 暴雨的时面深的理论关系, 新疆气象, 1981年12期。
- [325] 张学文(1979), 湿绝热大气及其降水模型, 北方中期天气预报研究文集。
- [326] 程麟生(1979), 关于湿斜压大气中某些能量关系的分析和应用, 兰州大学学报, 1979年4期。
- [327] 程麟生(1982), 普遍化位涡度方程及其对湿斜压大气的应用, 北方天气文集, (3)。
- [328] 程麟生(1982), 湿斜压不稳定的条件判据和临界波长, 北方天气文集, (4)。
- [329] 陈秋士(1982), 重力惯性波的不稳定和低空急流和暴雨的关系, 新疆气象, 1982年3期。
- [330] 孙淑清(1980), 低空急流及其与暴雨的关系, 中国之暴雨, 第五章。
- [331] 孙淑清(1978), 低空急流及其与暴雨的关系, 同[50]。
- [332] 孙淑清、赵思雄(1980), 盛夏大尺度低空急流及其与华北暴雨的关系, 同[40], N0.9。
- [333] 周琴南(1979), 偏东气流在新疆大降水中的作用, 新疆气象, 1979年7期。
- [334] 蔺春英(1980), 乌鲁木齐700毫巴上的东南风与降水的关系, 新疆气象, 1980年3期。
- [335] 张丙午(1980), 暖湿东风过程及其与新疆暴雨的关系, 新疆气象, 1980年10期。
- [336] 邓子凤、王扣兰、王政字(1981), 塔里木东风低空急流与南疆降水, 同[79]。
- [337] 孙淑清、马廷标、孙纪改(1979), 低空急流与暴雨相互关系的对比分析, 气象学报, 37卷4期。
- [338] 孙纪改(1980), 两次低空急流过程的对比分析, 宁夏气象, 1980年5、6期。
- [339] 席国耀(1980), 两类低空急流的天气尺度特征, 河南气象, 1980年3期。
- [340] 席国耀(1981), 关于低空西南急流的“超地转”及其对暴雨作用的分析研究, 同[79]。
- [341] 周晓平(1981), 关于建立我国大暴雨的天气动力学模型的初步看法, 同[79]。
- [342] 谢义炳、张锺、蒋尚城(1977), 初论西风带和热带辐合带环流系统的相互作用, 大气科学, 1977年2期。
- [343] 谢义炳、张锺(1978), 暴雨分析工作中的基本观点和一些看法, 同[50]。
- [344] 谢义炳、张锺、蒋尚城(1979), 暴雨中短期预报的观点和思路, 气象科技, 1979年2期。
- [345] 王景毅、张锺(1979), 北方盛夏暴雨期低纬海平面环流形势初步分析, 昆明热带天气会议材料。
- [346] 陶诗言、周晓平等(1980), 暴雨的分析和预报方法, 中国之暴雨, 第九章。
- [347] 纪乃晋(1979), 我国暴雨预报存在问题及改进途径, 气象科技, 1979年3期。
- [348] 张家宝、郑祖光(1964), 欧亚大陆中低涡的初步研究, 同[17]。
- [349] 甘南州气象局(1973), 甘南大一暴雨短期预报, 甘肃省预报经验交流会议材料。
- [350] 天水地区气象局预报组(1975), 天水地区夏季(6—8月)大暴雨降水分型短期预报, 甘肃气象简讯, 1975年5期。
- [351] 丁士晟等(1975), 普查影响吉林省气旋大雨预报指标, 同[27], 1975年7期。
- [352] 丁士晟等(1975), 华北气旋大一暴雨模式和指标, 同[27], 1975年7期。
- [353] 丁士晟等(1975), 江淮气旋模式和指标, 同[27], 1975年7期。
- [354] 黄清标、王瑞泉(1978), 影响丹东地区大暴雨天气形势分析和预报方法, 同[126]。
- [355] 银川气象台(1976), 宁夏盛夏雨和暴雨分析预报, 同[45]。
- [356] 黄河“三花间”暴雨会战组(1979), 黄河“三花间”暴雨预报探讨, 同[164]。
- [357] 雁北气象台(1979), 大同地区6—8月大到暴雨中短期预报模式, 山西气象科技, 1979年2期。
- [358] 周琴南(1980), 夏季南亚大于或等于10毫米的降水系统的分析和预报, 新疆气象, 1980年6期。
- [359] 叶于路(1980), 塔什干低涡及其与南疆降水的关系, 新疆气象, 1980年增刊。
- [360] 谢世俊、丛安佐(1981), 丹东的爬线及其预报问题, 同[66]。
- [361] 李一寰(1978), 黄河“三花间”暴雨分类及其天气尺度条件配置, 同[79]。
- [362] 李一寰、车振学(1980), 黄河“三花间”经向型暴雨初步分析研究, 同[164]。
- [363] 李一寰(1981), 黄河“三花间”台风暴雨基本特征的初步研究, 同[66]。
- [364] “75.8”暴雨会战组(1977), 台风暴雨预报, 同[33]。
- [365] 甘肃省暴雨试点会战组(1977), 武都地区东片和康县盛夏大到暴雨的短期预报, 甘肃气象简讯, 1977年1期。
- [366] 薛碧清、吴竞浅(1979), 八月份我省中南部地区大一暴雨预报的一种方法, 山西气象科技, 1979年1期。
- [367] 李开秀、陈观秀等(1980), 南阳地区汛雨阶段大一暴雨分析与预报, 河南气象, 1980年2期。
- [368] 赵景忠(1980), 1980年8月北京地区逐日有无暴雨预报, 同[77]。
- [369] 孙纪改(1981), 宁夏两次暴雨过程的对比分析, 宁夏气象, 1981年3期。
- [370] 谢世俊、丛安佐(1981), 丹东暴雨落点与地面流场的关系, 同[79]。
- [371] 邓子凤、马健民、张英(1981), 500毫巴急流附近能量分布与新疆大降水的关系, 新疆气象, 1981年4月。
- [372] 施友功、王义、栗惠玲(1982), 湿辐合与暴雨落区预报的探讨, 北方天气文集, (4)。
- [373] 胡中联(1980), 秦巴之间中间尺度低压与暴雨, 1980年全国异常天气分析预报技术交流会材料。
- [374] 丁士晟(1975), 从江淮气旋北上与否的两组统计预报方程来看短期预报因子的选择, 同[27], 1975年1期。
- [375] 张武缝(1982), 天津暴雨预报程序, 同[85]。
- [376] 丁士晟等(1975), 影响吉林省气旋的大雨、暴雨天气统计预报, 同[27], 1975年7期。
- [377] 游景炎(1978), 客观分型与暴雨的统计预报, 同[50]。

- [378] “75.8”暴雨会战组(1977), 台风登陆后的路径预报, 同[33]。
- [379] “75.8”暴雨会战组(1977), 估计台风登陆后环流维持时间长短的一些条件, 同[33]。
- [380] 东北冷涡会战组(1976), 东北冷涡会战总结, 同[27], 1976年1期。
- [381] 杜育芝、吴高任(1976), 北涡南槽型暴雨的统计预报, 气象, 1976年6期。
- [382] 丁士晟等(1975), 江淮气旋路径和雨量统计预报, 同[27], 1975年7期。
- [383] 丁士晟等(1975), 华北气旋路径及雨量统计预报, 同[27], 1975年7期。
- [384] 丁士晟等(1975), 影响吉林省气旋大雨的群落分析, 同[27], 1975年7期。
- [385] 丁士晟等(1975), 用布尔结构筛选因子做大雨预报, 同[27], 1975年7期。
- [386] 丁士晟等(1975), 0、1回归权重法预报方程, 同[27], 1975年7期。
- [387] 吴鼎容、赵德本、周远明(1976), 双指数综合预报方法, 同[45]。
- [388] 王明华(1979), 陕西省前汛期连续暴雨统计预报, 同[164]。
- [389] 杨大升、王永中、林校(1978), 估算降水量的一种简便方法, 同[57]。
- [390] 汤俊侃(1981), 定西地区夏季大暴雨的阶段特性, 甘肃气象简讯, 1981年增刊二期。
- [391] 王同庆(1980), 盛夏暴雨中期预报方法, 河北气象科技, 1980年1期。
- [392] 丁士晟等(1981), 试用传真图作短期降水动力统计预报, 北方天气文集, (1)。
- [393] 苏福庆、白魁安(1981), 数值预报结果在暴雨形势预报中的应用, 同[79]。
- [394] 汪景秀(1975), 气压发展时间剖面图的分析与运用, 同[185]。
- [395] “75.8”暴雨会战组(1977), 河南台风暴雨的单站预报方法, 同[33]。
- [396] 甘肃省气象局预报会战办公室(1977), 提高县站预报的一项有效措施, 气象, 1977年12期。
- [397] 李开秀(1979), 6—8月大—暴雨短时趋势预报方法, 河南气象, 1979年1期。
- [398] 丁勇新(1979), 汛期阶段大暴雨的分析和预报, 河南气象, 1979年2期。
- [399] 冯纪秀(1980), 县站大—暴雨预报经验总结, 山西气象科技, 1980年3期。
- [400] 张治本、李惠欣(1980), 地县结合暴雨预报方法的探讨, 河南气象, 1980年2期。
- [401] 蒋尚城(1981), 中低纬系统的相互作用和大范围暴雨, 同[79]。