北京2008奥运开幕式日消(减)雨过程降水响应分析

董鹏捷 康玉霞 刘建忠

(北京市人工影响天气办公室, 100089)

提 要: 应用北京地区中尺度加密自动气象站逐5分钟降水量资料对奥运开幕式日火箭消(减)雨作业过程进行了分析。结果表明:在火箭作业相对集中的时间和区域,对应降水量出现低值区。说明作业对延迟和削弱降水具有一定的作用,使降水出现时空再分布,实现保护区——奥体中心无降水的目的。

关键词: 北京地区 人工消雨 降水分布

引 言

人工影响天气是一项发展中的、具有巨大应用潜力的科学技术,尚存在许多科学问题有待进一步探索研究和解决,特别是人工消(减)雨技术尚属于气象科学前沿。从前苏联在1980年代开展的防止核泄漏扩散的播云作业,以及最近几年俄罗斯水文气象部门在一些重大的节庆活动时进行的人工消雨服务说明,过量播撒催化剂的方法在一定条件下可以取得一些比较明显的效果。我国此前也进行过多次人工消(减)雨的尝试。为确保奥运会开幕式成功举办,北京市人工影响天气办公室在理论和试验基础上,开展了专项研究,并针对不同类型的降水过程进行了多次消(减)雨试验,在8月8日奥运会开幕式举办期间开展了有历史意义的一次消(减)雨保障。

1 天气背景

8月8日北京位于副热带高压西北的暖湿气流中,在北京的西北方向有一槽线,槽后有明显的冷平流,低层(850hPa)从河套到北京有一条切变线,在北京和张家口的表现为风向辐合,地面图上有冷锋与高空槽相对应,如图1。在冷暖空气的共同影响下北京在奥运会开幕式进行期间部分地区出现了雷阵雨天气。

2 雷达特征

8月8日傍晚从多普勒雷达径向速度场显示在河北保定以北有一逆风区,到19:29北京西南边界在也出现了一小块正速度区被负速度区所包围——逆风区,如图2(见彩图第16页)。该逆风区形成后迅速发展,20:01正速度区被补充过来的大范围负速度区所包围,20:16—20:22此逆风区消失,在回波带的北边缘又有速度零线出现,20:32逆风区再次形成,并向北运动,21:04北京门头沟区内呈现一个典型的逆风区。根据张沛源等的研究,这是一个很好的暴雨判据,并且在逆风区附近及其移动路径上将出现和正在出

基金项目:"十一五"国家科技支撑计划重点项目"人工影响天气关键技术及装备研发"(2006BAC12B00)资助。

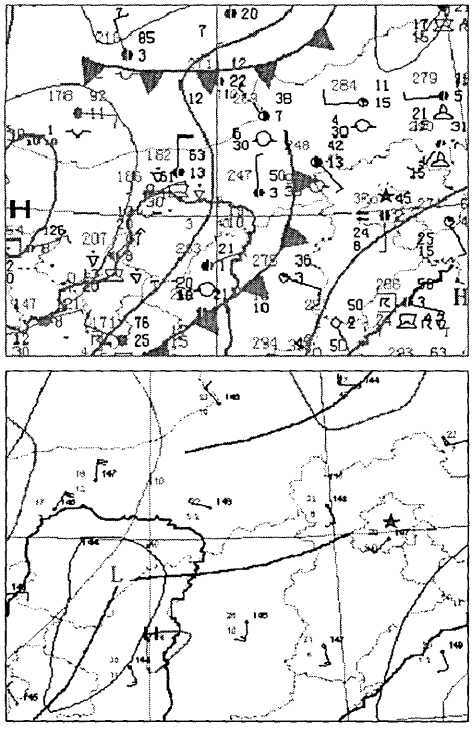


图1 2008年8月8日20时天气图
(a) 地面；(b)850hPa

现暴雨。因此这块回波就是奥运开幕式消(减)雨保障的一个预警。

逆风区通常与暴雨相伴是由于逆风区附近存在有明显的水平风向垂直切变，并且在本次过程中还伴有明显的风速垂直切变，反映了强对流内的上升气流引起的水平动量交换过程，这种动量交换影响了水平辐散辐合的强弱和分布，造成了中尺度垂直环流的形成。

3 作业过程及降水响应

3.1 作业过程

强对流在北京的西南象限形成，在高空西南气流引导下强对流极有可能向城区以致奥体中心移动，从而影响奥运会开幕式演出。北京市人工影响天气办公室针对此云团在20:00指挥房山区10个作业点从20:05—20:12向其西北方向进行火箭集中过量播撒(增雨作业的6～10倍)以使云中过冷水大量冰晶化并释放其潜热，从而达到延迟和削弱降水的目的。在20:53—21:05房山岳各庄作业点再次作业，从21:15—23:30针对不断涌入北京地区的降水回波房山、门头沟、海淀三个区县又进行了9轮火箭过量播撒作业。

3.2 降水响应分析

实况显示北京8月8日从下午开始，延庆、昌平、房山、门头沟、海淀、丰台、石景山、怀柔、密云、大兴都有测站出现降水(含微量)。图3为18—24时累计6小时降水量分布，其降水主要分布在北京西南房山和北部及东北的怀柔和密云一带，最大降水出现在密云县溪翁庄，降水量达到38.5 mm，房山作业区西南降水偏大，张坊降水量最大，是15.2mm。由此可见这是一次强对流性降水过程。下面以房山区20:05—20:12第一轮10点次集中作业为例，分析降水响应情况。

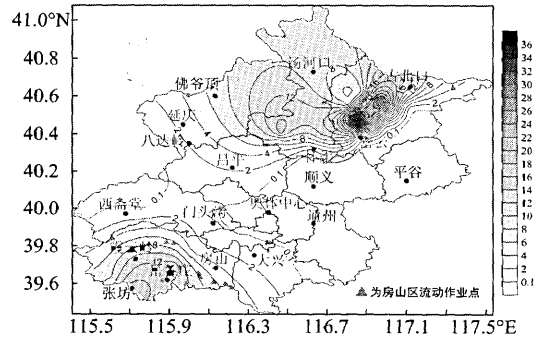


图3 2008年8月8日18—24时北京地区累计6小时降水量分布

3.2.1 作业前后逐5分钟降水分布

19:50—19:55房山区张坊自动气象站5分钟雨量达到0.5mm，19:55—20:00时增加到0.7mm，有量降水边界(0.1mm)略向北扩，岳各庄作业点也开始降水，到20:05开始作业时5分钟累计降水量向东北扩展，并在岳各庄西出现弱脊，房山东南也出现了有量降水，说明降水云团在西南引导气流的作用下向东偏北方向移动。20:05—20:12这一

轮作业过程中到作业8分钟后降水区没有明显变化,即没有进一步北推东进。

20:30作业结束后18分钟,房山区内的降水范围减小,雨区西退,雨量中心值急速降低,28分钟后(20:40)岳各庄处的弱脊消失,雨量脊线向霞云岭伸展,此时的张坊5分钟累计降水量从2.2 mm的强降水降至0.2 mm。在随后的5分钟内对应雷达速度场逆风区北进,降水强度增强,降水区沿作业区西侧向门头沟区推进,并在门头沟区内向东西两侧辐射,如图4所示。

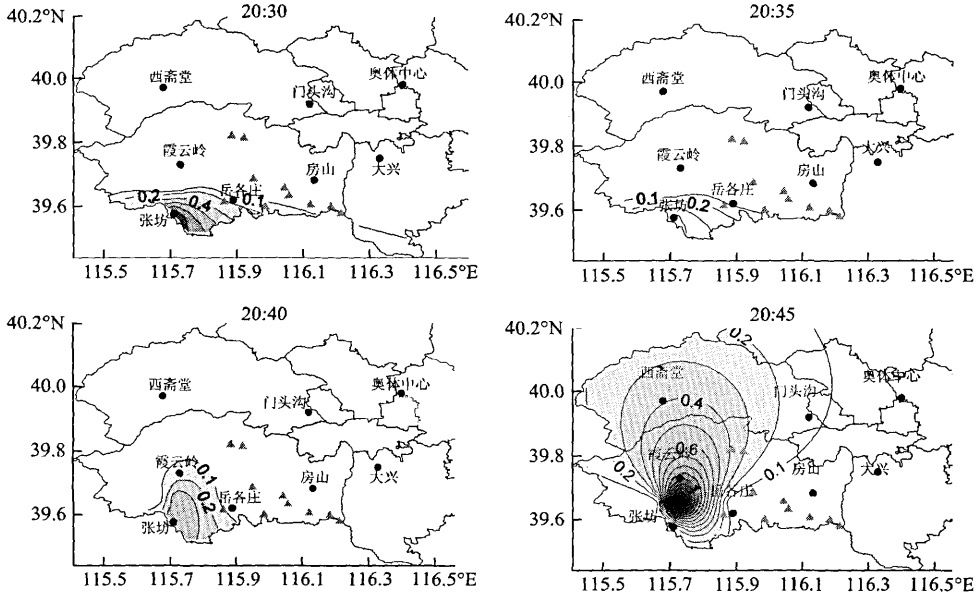


图4　作业25～40分钟逐5分钟西南降水区雨量分布

3.2.2　作业影响区单站降水时间演变

根据自动气象站分布,由于岳各庄站邻近作业点,并且距东南方向周口作业点10km以内(约9km),周口站的射击方位角是西偏北(安全射界290°～350°)。因此选取岳各庄站作为作业区及影响区代表站;选取张坊站作为非作业区的代表站,虽然岳各庄单站在18:45—19:06开展了两次作业,但是张坊站在其作业方位的上风方向,可以认为作业对张坊站不构成影响;另外结合多普勒雷达回波动态和引导气流方向可以确定岳各庄站和北部的霞云岭还处于影响张坊的降水云团移动过程中将影响的两个测站,距离张坊站距离相近。因此以这三个测站为例来看作业影响区与非作业区域单站降水随时间变化趋势,时间截取19:35—21:25,如图5。

从图5可以看出,张坊站在这一阶段5分钟累计降水从出现到受对流云影响降水达到峰值2.2 mm经历了30分钟,持续10分钟后雨强开始减弱,到降水趋近于微量又经过了35分钟,从雨强增加到下降整个过程比较平缓,这次过程非作业区受对流云团影响出现降水时的特征,即自然雷暴云单体对应下垫面降水特征。而作业影响区的岳各庄站,其降水出现了双峰结构,并且持续时间较张坊站明显短暂,在35分钟内出现两次骤增和突降,降水开始的5分钟雨强就达到了4.8mm,然后降至0.7mm,20:53—21:05岳各庄单站再次实施作业的12分钟雨强再次增加到4.0mm,随后的15分钟降至0.1 mm,至到23:30累计5分钟降水都维持在0.1～

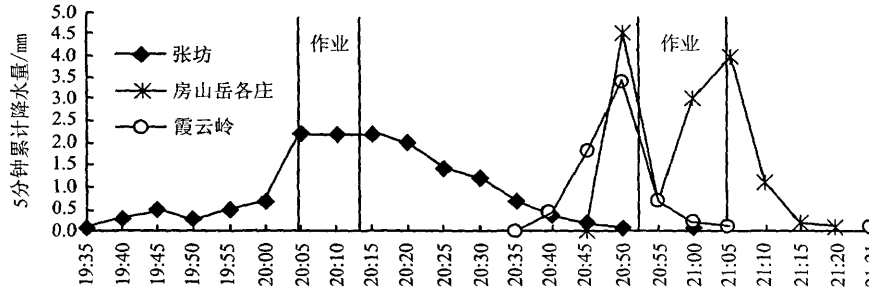


图5 张坊、岳各庄及霞云岭三站逐5分钟累计降水量-时间分布

0.2mm,没有强降水出现;霞云岭站与岳各庄作业点距离超出了10km,基本不在作业影响区中,是雷暴云移动路径的下游站,其降水特征与张坊站相似,为单峰结构,但是降水开始时间比岳各庄站提前10分钟,峰值出现时间与岳各庄站第一峰值同时出现,虽然受到逆风区影响,雨强增加趋势依然比岳各庄平缓,主要影响时间为30分钟,以后与岳各庄相似维持在0.1~0.2 mm,雨强最大值为3.4mm,低于岳各庄站,比张坊站峰值要强。

由此可见,降水云团北进过程中强度是发展增强的,而作业对延缓降水具有一定的作用,但是由于是发展云团延缓时间有限,在延缓降水过程中又促成云团能量的进一步累积,最终导致能量突然释放,形成短时强降水,而强降水所产生的拖曳下沉气流破坏上升气流,加速了云体溃散,使降水迅速减弱。

4 小结与讨论

(1)西南引导气流中房山区是保护区的上游,所以逆风区的出现起到了作业预警作用,是组织保障的前提。

(2)从雨量响应来看开展作业后作业区出现了显著的降水低值区,作业影响区出现了延迟降水。说明集中过量播撒作业对抑制云团的进一步发展、改变降水云团的前进方向起到了积极的作用,从而实现了奥体中心作为保护区没有降水的目的。

(3)从作业引发的动力机制来看延缓降水过程中也促成了云团能量的进一步累积,最终导致能量突然释放,形成短时强降水,使下沉气流加剧,从而导致和加剧了云体溃散。

(4)由于自动站数量有限,用内插的方法来反应降水分布的方法具有一定的局限性,对流性降水本身也存在一些不确定因素,对降水时空分布有一定影响。

参考文献

[1] 张沛源,余志敏. 多普勒天气雷达资料在强天气短时预报中的应用[M]. 第十一届亚运会气象保障研究论文集. 北京. 气象出版社,1992:68-74.

[2] 张沛源,陈荣林. 多普勒速度图上暴雨判据研究[J]. 应用气象学报,6(3):371-374.

[3] 蔡晓云,焦热光. 多普勒速度图暴雨判据和短时预报工具研究[J]. 气象,2001,27(7):13-15.

[4] 郑学山,山义昌,李连银. 一次人工消雨作业试验与效果分析[J]. 山东气象,2001,21(2):35-36.

[5] 黄先香,炎利军,张小霞. 从一次强对流天气探讨自动站和雷达资料的应用[J]. 广东气象,2005.1:17-18.