

2008年残奥会期间北京地区的一次雷电过程分析

于波 张明英

(北京市气象台, 100089)

提 要: 2008年9月16日06时至09时出现在北京地区的雷电天气,特点是突发性和局地性明显,出现在早晨大气相对稳定的时段,这一时段热力条件较差,热对流很难形成;结合TBB资料发现北京上空云系在短时间内迅速发展,并且在对流不稳定、水汽具备的条件下,系统的动力抬升起关键作用,是导致此次天气过程发生的主要原因。

关键词: 对流 TBB 水汽 动力抬升

引 言

雷电是一种不利于室外比赛项目的高影响天气现象,尤其在2008年北京奥运会和残奥会期间,对高影响天气的预报就更加重要。对北京地区的夏季降水已有很多研究成果^[1-4],值得我们在预报实践中加以检验和应用。但2008年9月16日出现在北京地区雷电天气过程有所不同,特征是:雷雨出现在早晨,是一天中大气相对稳定的时段;雷雨的突发性和局地性明显,并且降雨量不大。本文将采用常规天气资料、NCEP的 $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料、每小时的TBB资料、自动站雨量和加密探空资料进行讨论、分析,并对此次过程的形成机理加以研究。

1 过程特征

2008年9月16日6:00—9:00(北京时,下同),北京市大部分地区出现了雷电天气,图1中黑色三角为观测到雷电的测站,黑色阴影为地形高度,不难看出,雷电主要出现在

山区和山前地区。降水主要出现在7:00—8:00,自动站测得的1小时最大降水量为4.4mm(图2),位于北京西南部;降水在8:00之后结束(图略),总的降水量平均为2~3mm。

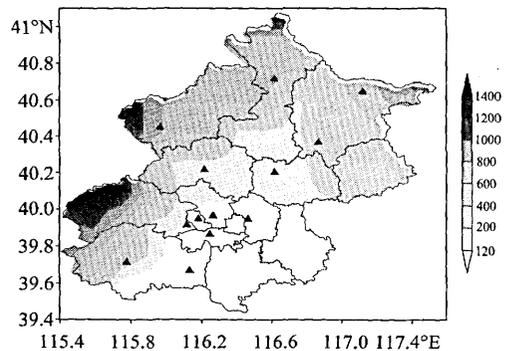


图1 2008年9月16日06:00—9:00
观测到雷电的站点(▲)
阴影为地形高度(单位:m)

2 天气背景分析

2.1 天气形势分析

从2008年9月16日08:00的500hPa

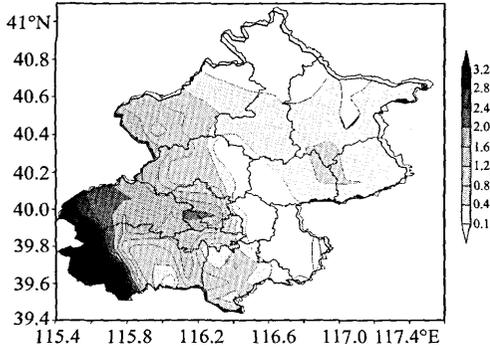


图2 2008年9月16日07:00—08:00的1小时雨量
(单位:mm)

形势图(图略)分析,沿 40°N 一带华北上空是平直偏西气流的控制,没有明显的辐合系统。而700hPa(图略)北京地区为西南偏西气流,在河套—河北南部地区,是一高压脊。

500hPa和700hPa高度场和温度场都不利于在北京地区出现雷暴等对流天气。然而,850hPa(图3)北京上空有明显的短波槽活动,并配合切变线,这种配置可以提供较强烈的上升运动。另外,这个短波槽和切变线的位置与图1中出现雷电现象的位置和走向基本一致,可以说明造成雷电的主要影响系统就是这个短波槽。由于常规天气图资料的时间间隔较长,为了能更详细分析系统的发展过程,我们将重点分析与这个槽对应的TBB变化情况。

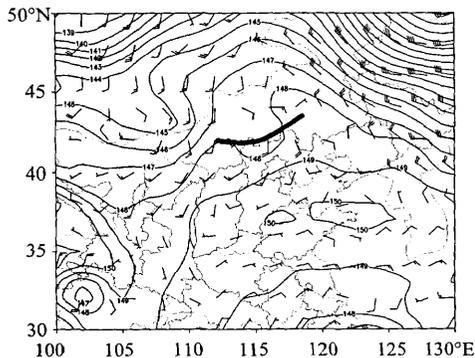


图3 2008年9月16日08时850hPa形势图

2.2 TBB 资料分析

利用时间分辨率为1小时的TBB资料

进行分析。可以看到,在16日04:00(图4),北京以北的河北北部地区已经有一个直径约200km的中 β 尺度的云团存在,中心最低温度在 -36°C 左右。此后,云团不断向东移动,到16日06:00(图5)进入北京地区,强度有所增强(中心最低温度达 -40°C),但云团主体在北京东北部,对北京没有造成直接影响。同时,在河北—山西一线也有一条云系在发展,但两个云系还没有结合起来。

在之后的演变中,两个云系逐渐发展连接成一个东北—西南向的云带(图6),并且云带主要向东北方向移动,略向南压。北京受云带西部影响产生了这次雷雨天气,到08:00后过程结束。在两个云带结合后,北京上空的TBB从 -12°C 降低到 -24°C ,经简单换算,其云顶高度在两个小时的时间里迅速上升了1200m左右,如此大的上升速率只有在对流条件下才能形成,而单纯的系统上升运动很难达到这一速率。此时由于热力条件差,不会形成由热力作用导致的热对流天气。那么是什么原因造成云带的强烈发展而使北京在早晨出现雷阵雨呢?

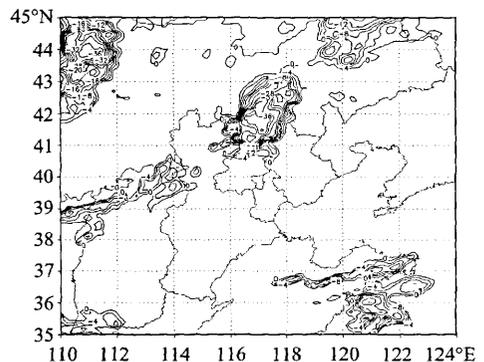


图4 2008年9月16日04:00 TBB(单位: $^{\circ}\text{C}$)

3 对流天气的成因分析

从TBB资料来看,云带是从山西北部延伸至河北东北部的一条东北西南向云带。在这条云带上不断有对流单体(一个个强TBB中心)沿云带发展移动,这些对流单体造成

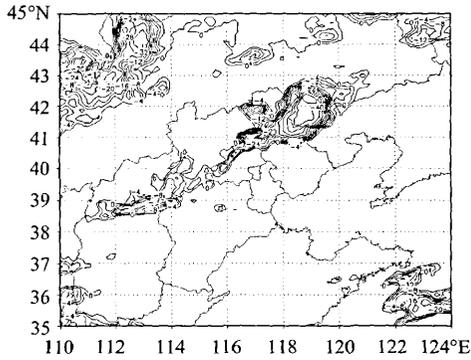


图5 2008年9月16日06:00 TBB(单位:°C)

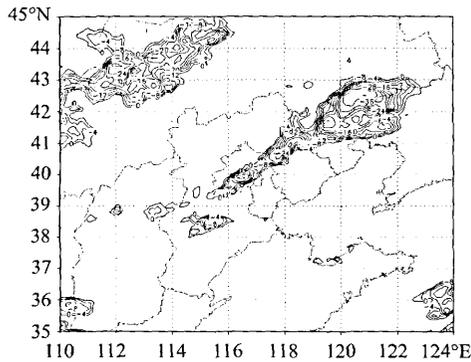


图6 2008年9月16日08:00 TBB(单位:°C)

了北京的雷阵雨天气,下面我们从北京上空的湿度、大气层结和上升运动变化等方面分析一下产生对流天气的原因。

3.1 对流不稳定条件

对北京气象台(54511站)的假相当位温做剖面分析发现(图7),低空600~900hPa有一个明显的 θ_{se} 随高度减小层($\partial\theta_{se}/\partial z < 0$),这说明有潜在的对流性不稳定条件,有利于对流天气的出现。

3.2 大气层结

分析雷电天气出现之前和出现时的探空资料发现,在雷电天气出现之前(图8),大气上冷下暖的结构已经出现,可以说,此时大气具有一定的不稳定条件,但距离对流天气发生还有几个小时,这说明缺少某种触发(抬升)作用,形成较强的上升气流。对于“对流

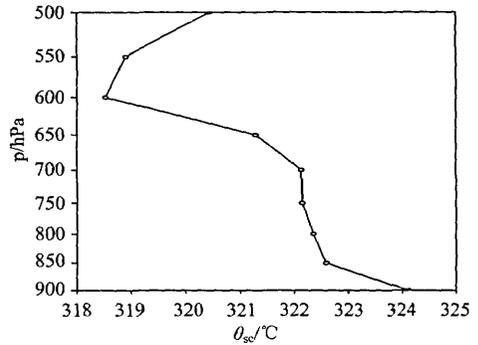


图7 2008年9月16日08时116.47°E、39.80°N剖面的假相当位温曲线

性不稳定”的气层则更需要一种较强的抬升力,使气层整层抬升起来,然后爆发上升气流^[5]。

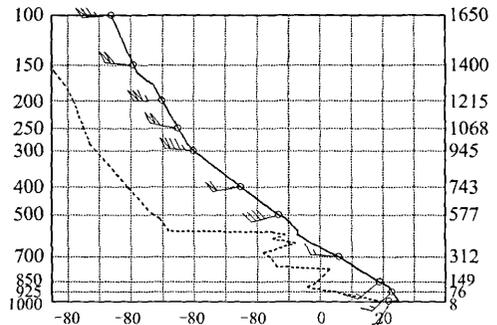


图8 54511站2008年9月16日02:00探空实线为温压曲线,虚线为露压曲线

3.3 动力抬升作用

沿116.47°E(图9)和39.80°N(图10)的垂直剖面可以很清楚地看到,从地面到800hPa北京地区都存在很明显的上升运动,

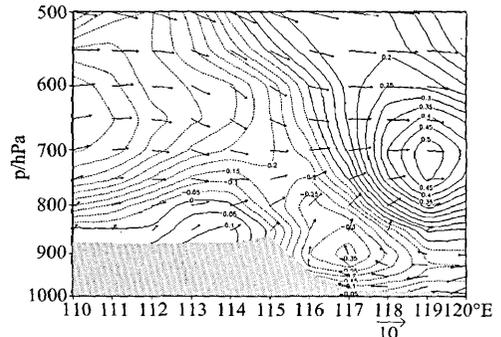


图9 2008年9月16日08:00沿116.47°E剖面的 ω (单位: $\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$)和流场
黑色阴影为地形

并且的大值中心也基本位于北京上空。3.1 和 3.2 对水汽及稳定度的分析都满足对流发展的条件,那么这种系统性抬升运动就能触发不稳定能量释放,能够为对流的发展提供较好的动力作用,造成对流天气。

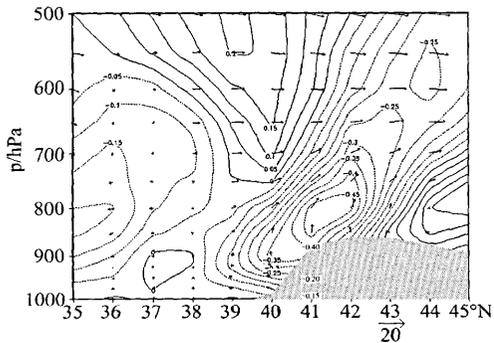


图10 2008年9月16日08:00沿39.80°E剖面的 ω (单位: $\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$)和流场
黑色阴影为地形

综合以上分析,由于空中存在对流性不稳定条件,在 850hPa 短波槽和切变线的作用下,该气层产生了系统性上升运动,该层的抬升使湿度大的低层先达到饱和,沿湿绝热递减率上升,而湿度小的高层沿干绝热递减率上升。在上升过程中,该气层上冷下暖的热力不稳定结构,产生强烈对流。这就是我们在 TBB 上分析出的对流上升变化,也是造成北京在早上大气相对最稳定的时候,出现雷阵雨的主要成因。

4 结语

2008年9月16日06:00—09:00出现在

北京地区的雷电天气,特点是雷电局地性明显、突发性强、过程降水量少,出现在早晨大气相对稳定的时段,这一时段热力条件较差,热对流很难形成。从天气形势分析,500hPa、700hPa 没有明显天气系统,只有 850hPa 有一短波槽配合,结合 TBB 资料,与短波槽相应的云系在这段时间内云顶高度上升 1200 多 m,如此大的上升速率只有系统性抬升作用才能形成,可以说系统性抬升作用对此次对流天气的形成起到了关键作用。

这次对流天气过程的特点可以为今后的强对流预报提供经验,当大气的不稳定条件和水汽条件都具备时,那么在早晨大气相对稳定的时段,需要特别关注对流的触发机制,特别是系统性的动力抬升作用。

参考文献

- [1] 矫梅燕,毕宝贵. 夏季北京地区强地形雨中尺度结构分析[J]. 气象,2005,31(6):9-14.
- [2] 毕宝贵,李泽椿,李晓莉,等. 北京地区降水的特殊性及其预报方法[J]. 南京气象学院学报,2004,27(1):79-89.
- [3] 陶祖钰,葛国庆,郑永光,等. 2004年7月北京和上海两次重大气象事件的异同及其科学问题[J]. 气象学报,2004,62(6):882-887.
- [4] 刘丽英. 北京地区夏季中间尺度云团形成的环境特征[J]. 中山大学学报(自然科学版),1998,37(3):108-111.
- [5] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理与方法(第三版)[M]. 北京:气象出版社,2000:423-425.