

苏永玲,何立富,巩远发,等. 京津冀地区强对流时空分布与天气学特征分析[J]. 气象,2011,37(2):177-184.

京津冀地区强对流时空分布与天气学特征分析^{*1}

苏永玲^{1,2} 何立富² 巩远发¹ 李泽椿² 郁珍艳^{1,2}

¹ 成都信息工程学院, 成都 610225

² 国家气象中心, 北京 100081

提 要: 利用 2001—2008 年 5—9 月京津冀地区 175 站危险天气报和灾情报告资料以及 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料, 采用统计分析等方法, 对京津冀地区雷雨大风、冰雹和短时暴雨 3 类强对流天气的时空分布以及环流特征进行了分析。结果表明: (1) 雷雨大风多为 7~8 级, 主要盛行偏北或偏西风, 京津冀中南部、西北部和京津风速较大; 冰雹以中雹为主, 京津冀西北部、北部和京津冰雹直径较大; 短时暴雨突发性强, 10~60 分钟内, 降水量 ≥ 20 mm 且 < 25 mm 出现站次较多, 而 130~180 分钟内, 降水量 ≥ 50 mm 且 < 100 mm 出现站次较多。 (2) 2001—2008 年, 雷雨大风多发生在 5—6 月, 而冰雹的多发期集中在 6 月份, 7—8 月则是短时暴雨的频发时期。 (3) 除短时暴雨外, 强对流高频区与太行山、阴山山脉走向较为一致, 从京津冀西北部向东南方向递减, 并有明显日变化特征, 62% 的强对流发生在午后到傍晚 14:00—20:00 时段。 (4) 京津冀强对流环流形势主要有 3 类: 以冰雹天气为主伴随雷雨大风和短时暴雨的冷涡型, 雷雨大风为主并伴随短时暴雨的冷槽型以及短时暴雨为主的低槽副高型。通过典型个例的系统配置建立的天气学概念模型对业务预报有较好参考价值。

关键词: 强对流, 时空分布, 概念模型

A Study of Temporal-Spatial Distribution and Synoptic Characteristics of Severe Convective Weather in Beijing, Tianjin and Hebei

SU Yongling^{1,2} HE Lifu² GONG Yuanfa¹ LI Zechun² YU Zhenyan^{1,2}

¹ Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225

² National Meteorological Center, Beijing 100081

Abstract: Based on the hazardous weather report, disaster telegraph data and NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ reanalysis data from 175 stations in Beijing, Tianjin and Hebei from May to September during 2001—2008, the statistical analyses are used to explore the temporal-spatial distribution and synoptic characteristics of severe convective weather there. The analysis results indicate that: (1) In this period, the wind force always reaches 7—8 scales with prevailing northerly and westerly winds, the south-central and northwest of Hebei area, and Beijing and Tianjin have strong winds; Larger hails often occur in Beijing, Tianjin and the northwest and north of Hebei; Within 10—60 minutes, the precipitation easily reaches 20—25 mm, while during 130—180 minutes, the precipitation can reach 50—100 mm. (2) During 2001—2008, the winds often occur in May and June, the hails occur in June, but the short-time rainstorms occur in July and August; (3) Except for short-time rainstorms, winds and hails approach to the Taihang and Yinshan Mountains and reduce gradually from northwest to southeast. The severe convective weather has the obvious characteristics of daily variation, a majority of severe convective weathers (62%) occur in the afternoon and early evening (14:00—20:00 BT). (4) There are three main weather circulations; the cold vortex pattern in which mainly appear hails accompanied by gales or short-time rainstorms, the cold trough pattern in which mainly

* 公益性行业科研专项(GYHY200706042)资助

2009 年 10 月 28 日收稿; 2010 年 3 月 24 日收修定稿

第一作者: 苏永玲, 主要从事强对流天气方面的研究. Email: tracy0532@yahoo. cn

appear strong winds with short-time rainstorm, and the trough and subtropical anticyclone pattern which always brings short-time rainstorms. A weather conceptual model which is established through the typical case has a good significance for weather forecasting.

Key words: severe convective weather, temporal-spatial distribution, conceptual model

引言

华北地区北部有燕山山脉,西部为太行山山脉,东部是华北平原,地势由西北向东南倾斜,其特殊的地形条件导致京津冀地区强对流天气频发,常常给人们生产生活带来严重的影响^[1]。许多学者对本地区强对流天气的气候特征做过统计分析,并得到了一些有益的结论^[2-4]。秦丽等^[2]研究了北京地区雷暴大风天气气候学特征,指出低层暖湿、中高层冷干,不稳定能量较大,风垂直切变也较大有利于雷暴大风产生。丁德平等^[5]分析了北京奥运期间短时暴雨特征,结果表明降水负闪比例高,观象台日最大降雨量 ≥ 25 mm 的概率高达 68%。对强对流天气气候特征的分析多集中在冰雹方面,例如,Zhang 等^[6]对中国区域 1961—2005 年冰雹的气候特征作了分析,指出高山地区、北部平原以及青藏高原是中国冰雹多发地区,且北部冰雹多于南部地区;杨贵名等^[1]对华北地区降雹的时空分布特征进行了分析,指出阴山山脉以及太行山脉降雹高频区组成了“T”型分布,且冰雹年变化具有三峰型;李建华等^[7]指出降雹天气正闪比例较大。

除了强对流气候特征统计分析,一些学者也对京津冀地区强对流天气的环流特征进行了分析^[11-13]。秦丽等^[2]对冷涡型强对流天气形势进行了归纳,指出高空冷涡“上冷下暖”的热力结构,有利于冰雹雷暴强对流的发生。金永利等^[8]指出蒙古国东部深厚的冷涡系统北部有冷中心相配合,槽线呈东北—西南向位于内蒙古地区,冷涡后部在西北气流控制下不断有冷空气向东南方向移动,地面冷锋东移可影响北京地区。刘还珠等^[9]对副高边缘型强对流天气环流特征的动力热力特征进行了深入分析,认为副高与西风槽之间形成较强的能量锋区,在湿位涡的斜压扰动作用下转化为动能,导致倾斜垂直涡度发展,激发出强烈的上升运动,这种条件极易造成短时暴雨,有时还会伴随大风、闪电等强天气现象。

以上研究从不同方面加强了人们对京津冀地区

强对流天气气候特征的认识,但大多只针对某一类型强对流天气,难以全面反映京津冀地区 3 类强对流天气(雷雨大风、冰雹和短时暴雨)时空分布特征,对环流特征的分析仍停留在简单分型上,缺乏有实际物理意义的概念模型,本文通过 2001—2008 年 5—9 月京津冀地区 3 类强对流天气时空分布和环流特征的研究,试图揭示该地区强对流天气气候特征并提炼出对业务预报有参考意义的强对流天气概念模型。

1 资料和方法

利用京津冀地区 175 个测站(河北省 142 站、北京 20 站、天津 13 站)2001—2008 年 5—9 月地面危险报和灾情报告资料以及天津 13 站 2001—2008 年 5—9 月冰雹和短时暴雨地面气象记录月报表,对雷雨大风、冰雹和短时暴雨 3 类强对流天气(龙卷发生的站次极少)进行筛选和计算。大风 911fxfx 915dd 组:fxfx——极大瞬间风速,dd——极大瞬间风速的风向;冰雹 939nn 组:nn——最大冰雹的最大直径(mm)和短时暴雨 XttrRR 组:tt——暴雨积累的时间(百位十位)(min),RR——暴雨积累的降雨量(mm),筛选的结果制作成数据集,对 3 类强对流天气的时空分布特征进行统计分析。并选取近 5 年强对流典型个例,利用 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料对典型个例进行系统配置,提炼出对业务预报有指示意义的天气学概念模型。

2 强对流天气典型特征

2.1 雷雨大风风向频率与风速频率

2001—2008 年京津冀地区 5—9 月雷雨大风平均风向频率玫瑰图 1a 表明京津冀主要盛行偏北风和偏西风,其中偏北风(N、NNE、NE、NNW)和偏西风(WSW、W、WNW、NW)占有所有风向的比例分别为 55%和 27%,而偏东风(ENE、E、ESE、SSE)和偏南风(SSE、S、SSW、SW)出现的频率较少,分别占 7%和 12%,中心值为静风的比例基本为 0%。

图 1b 给出了 2001—2008 年京津冀地区 5—9 月各站雷雨大风风速极值地理分布^[10]。由图可见, 阜城最大风速为 $34\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 风力达到 12 级; 北京出现了 $29\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的站点, 风力为 11 级; 京津冀西部、东南部和天津出现了 $26\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的站次, 风力达到 10 级; 京津冀南部、东北部风速 $22\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 风力达到 9 级; 京津冀北部和东部分别出现了 $17\sim 18\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的站次, 风力为 7~8 级。

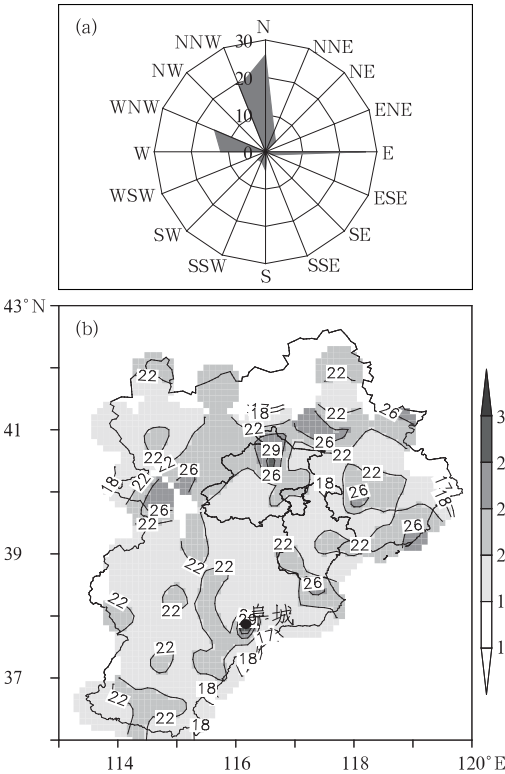


图 1 2001—2008 年京津冀 5—9 月平均风向频率玫瑰图(a, 单位: %)和各站雷雨大风风速极值地理分布(b, 单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Fig. 1 The statistical winds during May to September in 2001—2008 in Beijing, Tianjin and Hebei:

- (a) average wind rose frequency (unit: %);
- (b) the geographical distribution of maximum wind speed at different stations (unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

表 1 列出了京津冀主要盛行风风力情况, 可见 7 级疾风和 8 级大风出现的频率较高, 分别出现 (1789 站次、50%), (1629 站次、45%), 9 级狂风频率为 4%, 10 级以上风力共出现 34 站次。

2.2 冰雹直径

将冰雹直径分为 3 类, 小雹直径 $< 5\text{ mm}$, 中雹

表 1 京津冀 2001—2008 年 5—9 月主要风速平均出现频率
Table 1 The mean frequency of main wind speed during May to September in 2001—2008 in Beijing, Tianjin and Hebei

级别	风速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	频率/%	站次
7 级疾风	13.9~17.1	50	1789
8 级大风	17.2~20.7	45	1629
9 级烈风	20.8~24.4	4	139
10 级狂风	24.5~28.4	1	30
11 级暴风	28.5~32.6	0	3
12 级飓风	32.7~36.9	0	1

直径 $\geq 5\text{ mm}$ 且 $< 20\text{ mm}$, 大雹直径 $\geq 20\text{ mm}$ 。统计结果表明(图 2a), 冰雹以中雹为主, 直径在 $5\sim 20\text{ mm}$ 多发(539 站次, 69%), 其次是小雹, 直径小于 5 mm (185 站次, 24%), 此类造成危害较小, 可以忽略。直径大于等于 20 mm 的大雹发生(58 站次, 7%)较少。其中又以 6 月中、下旬和 7 月上旬高发冰雹, 尤其是 6 月下旬直径在 $5\sim 20\text{ mm}$ 之间站次居多(106 站次), 7 月上旬大于 2 cm 的站次相对较高(15 站次)。

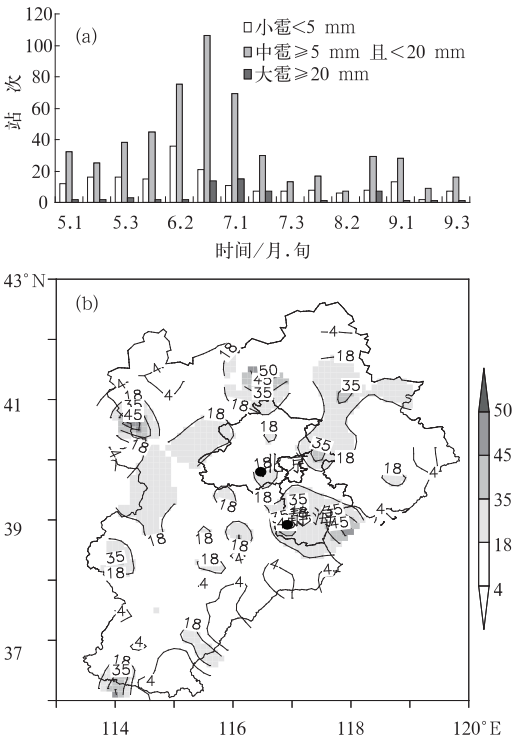


图 2 2001—2008 年京津冀 5—9 月冰雹直径旬变化(a)和各站冰雹直径极值地理分布(b)(单位: mm)
Fig. 2 The statistical hails during May to September in 2001—2008 in Beijing, Tianjin and Hebei:
(a) occurrence frequency of hails with different diameters against the time of month-dekad;
(b) the geographical distribution of maximum hail diameter at different stations (unit: mm)

图 2b 给出 2001—2008 年京津冀 5—9 月各站冰雹直径极值地理分布。京津冀西北部、北部、北京和天津地区冰雹直径较大。北京站和静海站冰雹直径达到 50 mm,京津冀西北部和北部大值中心冰雹直径高达 45 mm,以大雹为主;北京东北部和天津大部分地区冰雹直径达到 35 mm,以大雹为主;京津冀南部和东部冰雹直径达到 18 mm,以中雹为主;而京津冀西南部、西北部和东北部零散出现冰雹直径 4 mm 的站次,仅为小雹。

2.3 短时暴雨降水量与时间变化

2001—2008 年京津冀 5—9 月短时暴雨降水量三个等级随累计分钟数的变化特征(图 3a)表明:降水量 ≥ 20 mm 且 < 25 mm,10~60 分钟内出现站次最多(1071 站次),其次是 130~180 分钟出现(814 站次),而在 70~120 分钟内出现较少(633 站次);

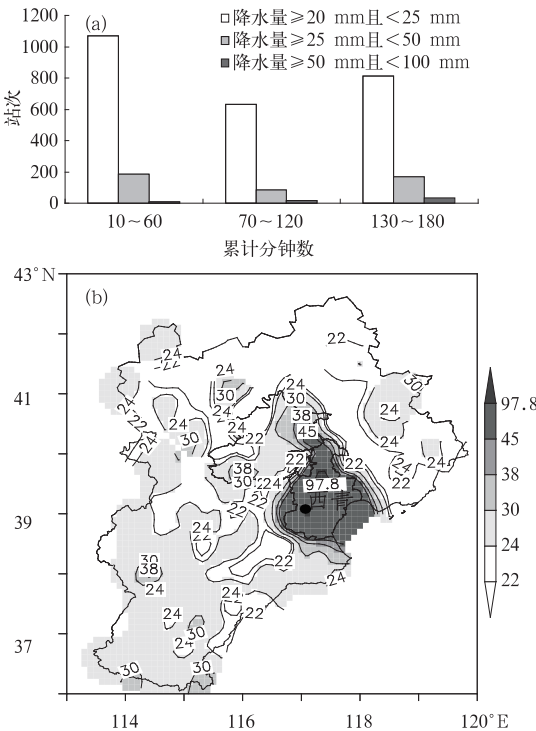


图 3 2001—2008 年京津冀 5—9 月短时暴雨降水量三个等级随累计分钟数的变化特征(a)和各站极值地理分布(b)(单位 mm)

Fig. 3 The statistical short-time rainstorm precipitation during May to September in 2001—2008 in Beijing, Tianjin and Hebei: (a) the characteristics of three-level precipitation against the cumulative minutes; (b) the geographical distribution of maximum precipitation at different stations (unit: mm)

降水量 ≥ 25 mm 且 < 50 mm,10~60 分钟内出现站次最多(187 站次),其次是 130~180 分钟出现(170 站次),而在 70~120 分钟内出现较少(85 站次);降水量 ≥ 50 mm 且 < 100 mm,130~180 分钟内出现站次最多(35 站次),其次是 70~120 分钟出现 16 站次,而在 10~60 分钟内出现最少 7 站次。

2001—2008 年京津冀 5—9 月各站短时暴雨极值地理分布(图 3b)表明,天津和北京短时强降水降水量较大,西青 3 小时降水量达到 97.8 mm,北京降水量出现 45 mm 以上的站次,而河北大部分地区短时暴雨降水量为 24~30 mm。

3 时间分布特征

依据地面灾情报告资料,对 3 类强对流天气定义如下:(1)雷雨大风:将电闪雷鸣时出现风力 > 7 级的瞬时大风称之为雷雨大风。(2)冰雹:直径 > 5 mm 的固体降水物。(3)短时暴雨:3 小时降水量 ≥ 20 mm 的短时强降雨。

3.1 月变化和旬变化

对照图 4a 和 4b,2001—2008 年京津冀 5—9 月雷雨大风 5—6 月多发,特别发生在 5 月中旬(508 站次,14%)和 6 月中旬(415 站次,12%);冰雹 6 月高发,以 6 月下旬发生最多(141 站次,18%);而 7、8 月是短时暴雨频发时期,其中 7 月共发生 1142 站次,

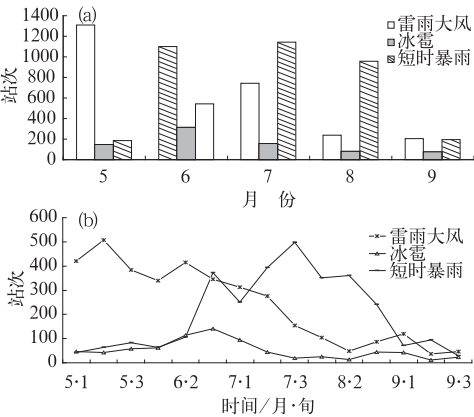


图 4 2001—2008 年京津冀 5—9 月强对流天气月变化(a)和旬变化(b,横坐标数字 1、2、3 代表上、中、下旬)

Fig. 4 The statistical severe convective weathers during May to September in 2001—2008 in Beijing, Tianjin and Hebei: (a) monthly change; (b) dekad change

占 38%,8 月(955 站次,32%),短时暴雨 7 月下旬最频繁(497 站次,16%)。在京津冀,冰雹开始于 5 月,6 月和 7 月达到高峰,8 月开始缓慢减少,9 月减少到最小,短时暴雨 7 月和 8 月达到高峰,9 月减少,而雷雨大风 5 月就达到高峰,然后逐月减少,9 月达到最小。

3.2 日变化

3 类强对流频繁地发生在午后(14:00—18:00 BT)和傍晚(18:00—20:00 BT)(图 5a),大约 62% 的站次均发生在 14:00—20:00 BT,其中 BT 为北京时。冰雹和短时暴雨高峰期都出现在 16 时,冰雹为(124 站次,16%),短时暴雨为(283 站次,9%),冰雹次高峰出现在 14 时(91 站次,12%),短时暴雨次高峰位于 10 时(156 站次,5%),而雷雨大风高峰出现在 17 时(467 站次,13%),次高峰出现在 10 时(144 站次,4%),京津冀强对流日变化的分布与 Zhang 等^[6] 研究结果较为一致。

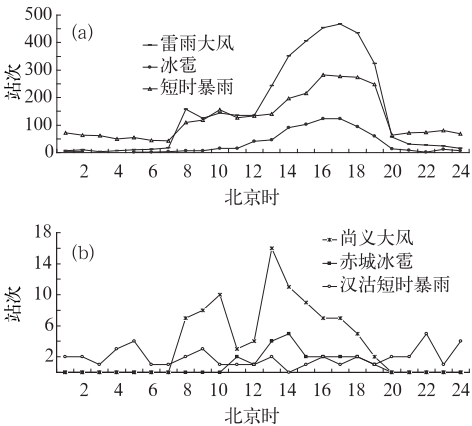


图 5 2001—2008 年京津冀 5—9 月 3 类强对流:日变化(a)和峰值站点日变化(b)

Fig. 5 The three kinds of severe convective weathers during May to September in 2001—2008 in Beijing, Tianjin and Hebei: (a) daily change; (b) the daily change at peak stations

2001—2008 年京津冀 5—9 月峰值站点日变化图 5b 显示,尚义大风(89 站次),集中出现在上午和午后,13 时出现高峰(16 站次),10 时出现次高峰(10 站次),其余时间发生 10 站次以下;赤城冰雹(21 站次)多出现在午后,14 时最多出现了 5 次,其余时间为 2 次或不发生;汉沽短时暴雨(45 站次)日分布较为均匀,凌晨和上半夜出现几率较大,具有夜发性的特点,05 时、24 时都分别出现了 4 次,22 时

出现了 5 次。

4 空间分布特征

4.1 京津冀各地区 3 类强对流发生比例

表 2 分地区列出了 3 类强对流分布情况,河北地区强对流以雷雨大风为主,出现比例为 53%,其次是短时暴雨,占 37%,而冰雹发生较少,比例为 10%;北京地区雷雨大风和短时暴雨都出现比较频繁,所占比例都相对较大,分别为 43%和 42%,而冰雹发生较少,比例为 15%;天津地区强对流以短时暴雨为主,出现比例高达 69%,其次是雷雨大风,占 23%,而冰雹发生较少,比例仅为 8%。

表 2 2001—2008 年 5—9 月河北、北京和天津 3 类强对流发生比例

Table 2 The distribution of three kinds of severe convective weathers during May to September in 2001—2008 in Beijing, Tianjin and Hebei

省市	类型		
	雷雨大风比例(站次)	冰雹比例(站次)	短时暴雨比例(站次)
河北	53%(3062)	10%(598)	37%(2174)
北京	43%(369)	15%(124)	42%(362)
天津	23%(160)	8%(60)	69%(487)

4.2 地域分布特征

3 类强对流天气具有明显的地域分布特征(图 6):雷雨大风有些分散的大值中心主要分布在京津冀西北部、北部、西南部和北京西北部,其中京津冀西北部雷雨大风都在 25 站次以上,极值中心位于尚义,出现了 89 站次,京津冀北部雷雨大风有 40 站次的高值中心,北京和京津冀西南部雷雨大风出现 36 站次的高值中心,天津出现了 29 站次的大值中心,其余地区如河北东北部雷雨大风出现很少,只有 6~12 站次左右。冰雹大值中心主要集中在京津冀西北部以及京津地区,西北部冰雹发生大于 10 站次,极值点出现在赤城为 21 站次,北京冰雹站次基本在 10 站次左右,天津也有 10 站次的大值中心,而京津冀中南部少发冰雹。雷雨大风和冰雹高频区存在于紧邻阴山和太行山的高海拔地区,海拔基本在 700 m 以上,并随地势高低从京津冀西北部向东南方向递减,与杨贵名等^[1] 研究结果一致。但是短时暴雨大值中心出现在天津、北京和京津冀东部地区,

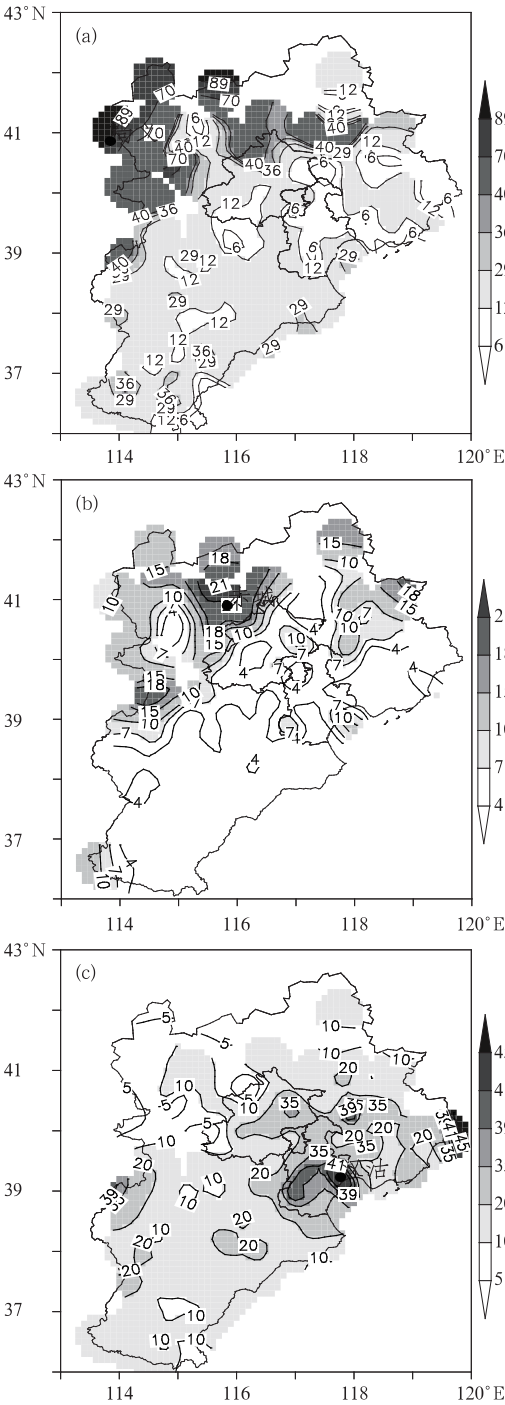


图 6 2001—2008 年 5—9 月京津冀 3 类强对流
(a) 雷雨大风, (b) 冰雹, (c) 短时暴雨地域分布
Fig. 6 The distribution of three kinds of severe convective
weathers during May to September in 2001—2008 in Beijing,
Tianjin and Hebei:
(a) the thunderstorm wind; (b) the hail;
(c) the short-time rainstroms

短时暴雨极值中心位于天津汉沽,出现了 45 站次,天津和北京短时暴雨都发生 35 站次以上,京津冀东

部短时暴雨基本在 20 站次以上,中南部短时暴雨达到 10~20 站次,而京津冀西北部短时暴雨则很少发生,5 站次左右,海拔 100 m 以下,短时暴雨频发,短时暴雨分布平原多于高山。

5 天气环流形势

5.1 个例筛选

3 类强对流往往相伴发生,雷雨大风、冰雹往往同时发生或同时伴随短时暴雨发生,如图 7 所示,3 类强对流同时发生 54 站次,雷雨大风和短时暴雨相伴发生 260 站次,雷雨大风和冰雹相伴发生 128 站次,冰雹和雷雨大风相伴发生 120 站次,雷雨大风单独出现了 3149 站次,而短时暴雨单独出现 2589 站次,冰雹单独出现较少,为 480 站次。

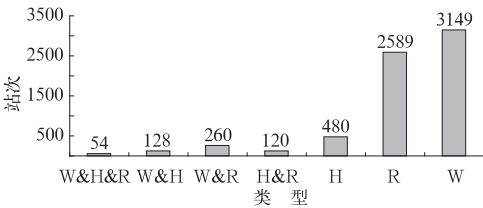


图 7 2001—2008 年京津冀 5—9 月
3 类强对流相伴发生分布图
(W:雷雨大风; H:冰雹; R:短时暴雨)

Fig. 7 The distribution of three kinds of
severe convective weathers during May
to September in 2001—2008 in Beijing,
Tianjin and Hebei
(W: wind, H: hail, R: rain)

为了进一步分析雷雨大风、冰雹和短时暴雨 3 类强对流天气发生的特殊背景条件,分别选取冰雹(伴随雷雨大风、短时暴雨)、雷雨大风(伴随短时暴雨)及短时暴雨为主的天气过程各 4 例进行分析并且分别计算个例发生时一些有指示意义的对流参数(表 3),京津冀冷涡型个例 1~3 km 风切变、最大抬升指数、0~3 km 温度随高度变化值较大,这些指数对冰雹的产生有较好的指示意义;抬升凝结高度较高有利于雷雨大风的产生;比湿较大,所含水汽较多,易产生短时暴雨。

5.2 概念模型

尽管针对京津冀强对流天气环流形势的研究工作已有不少^[2,8-9],但多数是关于冰雹天气的。华北

表 3 京津冀 3 类典型天气形势个例发生时对流参数值

Table 3 The convection parameter values of three kinds of weather patterns in Beijing, Tianjin and Hebei

天气类型	个例/ 年/月/日	雷雨大风/ 站次	冰雹/ 站次	短时暴雨/ 站次	比湿/ kg · kg ⁻¹	0~3 km 温度随高 度变化/℃ · km ⁻¹	1~3 km 风切变/ m · s ⁻¹ · km ⁻¹	抬升凝结 高度/m	最大抬 升指数
冷涡型	2005/5/31	28	21	10	10	6	4.5	857	10
	2005/6/14	31	6		8	7.2	4.5	859	11
	2008/6/23	20	12	11	10	6.3	4.5	830	9
	2008/6/25	25	7	18	15	6	5.1	860	8.5
冷槽型	2004/7/29	12		29	24	4.8	2	900	3.5
	2007/6/29	17		12	24	6	2	860	3.5
	2007/7/18	8		32	16	5.4	5	900	2
	2008/7/11	25		24	19	5.4	3.3	890	5.5
低槽副高型	2006/7/14			37	26	5.1	4	860	5.5
	2006/7/31	1		36	24	6	2	880	4
	2006/8/25	1		34	20	6	3.6	858	5
	2006/8/28			34	14	5.2	2	820	7.5

地区降雹环流型主要有 4 类:高空冷涡型(东蒙冷涡、东北冷涡、华北冷涡)、高空冷槽型(前倾槽)、西北气流型和横槽型。而针对京津冀雷雨大风和短时暴雨天气,很少有具体的分型。已有的概念模型多以 500 hPa 环流形势为主,较少考虑高低层天气系统的有效合理配置。下文针对京津冀 3 类强对流天气分别选取典型个例在分析高低层系统配置、动力、热力环流条件及强对流天气落区基础上提炼出概念模型:产生冰雹天气(并伴有雷雨大风、短时暴雨)的冷涡型;产生雷雨大风(并伴有短时暴雨)的冷槽型;以及产生短时暴雨的低槽副高型。

2008 年 6 月 23 日 08 时产生冰雹为主的冷涡型概念模型图 8a,高空 500 hPa 45°N、110°E 地区有一冷涡,冷涡中心有两条闭合曲线,中心强度为 5600 gpm,有一-12℃的冷中心相配合,冷涡中有干冷空气周期性下摆到京津冀地区,引发强对流天气。200 hPa 急流风速达到 70 m · s⁻¹,500 hPa 急流与 200 hPa 急流相交为京津冀强天气区提供了干冷空气,京津冀处于 700 hPa 干线湿区一侧,形成了“上冷下暖”的不稳定结构。冷涡型天气形势易产生冰雹同时伴随雷雨大风和短时暴雨常出现在 6 月。

2008 年 7 月 11 日 08 时产生雷雨大风为主的冷槽型概念模型图 8b,极地不断分裂低槽向中高纬地区,在 40°N、112°E 有一冷槽,有一-12℃冷中心配合,温度槽落后高度槽。200 hPa 急流风速达到 60 m · s⁻¹,强天气区位于急流右侧,500 hPa 冷空气入侵京津冀,京津冀位于 700 hPa 干线湿区一侧,850 hPa 切变线影响京津冀,850 hPa 低空急流输送水汽,地面冷锋将会影响京津冀地区。形成了上干冷,下暖湿的不稳定层结。冷槽型天气形势易产生雷雨大风并伴有短时暴雨,常发生在 6—7 月。

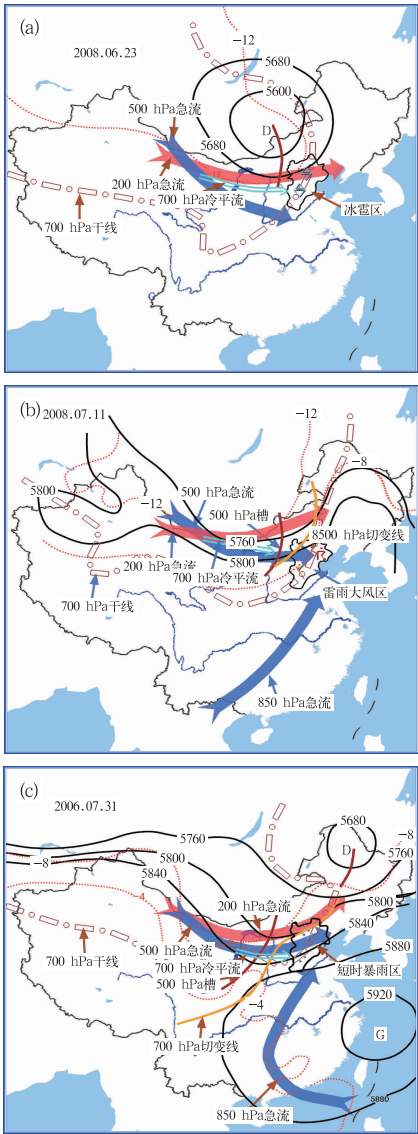


图 8 典型个例概念模型(a)冷涡型; (b)冷槽型; (c)低槽副高型

Fig. 8 The conceptual model of typical examples (a) cold vortex pattern, (b) cold trough pattern, (c) vortex and subtropical high pattern

2006 年 7 月 31 日 08 时产生短时暴雨为主的低槽副高型概念模型图 8c, 高空 500 hPa 45°N 、 115°E 地区和河套以南分别有一低槽, 200 hPa 急流风速达到 $60\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 500 hPa 急流轴穿过京津冀地区, 京津冀受 700 hPa 切变线影响, 并处于 700 hPa 干线湿区一侧, 副高西伸北抬明显, 副高主体停留在我国大部分地区, 850 hPa 东南低空急流为短时暴雨区提供了丰富的水汽, 且高低空急流耦合加剧了对流不稳定层结。低槽副高型天气形势易产生短时暴雨, 多发生在 7—8 月。

6 结 论

本文重点研究分析了 2001—2008 年京津冀地区 5—9 月 3 类强对流天气的时空分布和环流特征, 得出下面几点结论:

(1) 京津冀雷雨大风多为 7~8 级, 主要盛行偏北风和偏西风, 京津冀中南部、西北部和京津风速较大。冰雹以中雹为主, 6 月下旬高发冰雹, 京津冀西北部、北部和京津冰雹直径都较大。短时暴雨突发性强, 10~60 分钟内, 降水量 $\geq 20\text{ mm}$ 且 $< 25\text{ mm}$ 出现站次最多, 130~180 分钟内, 降水量 $\geq 50\text{ mm}$ 且 $< 100\text{ mm}$ 出现站次最多。

(2) 2001—2008 年, 雷雨大风发生较早, 5 月中旬出现最多, 冰雹 6 月下旬频发, 而短时暴雨 7 月下旬最频繁; 河北以雷雨大风为主(53%), 北京雷雨大风(43%)和短时暴雨(42%)发生较多, 天津以雷雨大风(69%)为主; 由于京津冀特殊的地形影响, 除短时暴雨外强对流高频区多集中在山脉附近并从京津冀西北部向东南方向递减, 并有显著的日变化特征, 62%左右的强对流容易发在 14:00~20:00 BT。

(3) 典型个例系统配置发现冷涡型天气形势容易产生冰雹, 强对流落区出现在冷涡下游, 200 hPa 高空急流和 500 hPa 急流交叉区, 700 hPa 干线湿区一侧, 总指数和 1~3 km 风切变、850 hPa 与 500

hPa 假相当位温都较大, -20°C 高度较低; 冷槽型天气形势容易产生雷雨大风, 强对流落区存在于高空急流轴右方, 低空急流左方, 700 hPa 干线湿区一侧, 700 hPa 切变线以东, 抬升凝结高度较高。而低槽副高型天气形势则以短时暴雨天气为主, 强对流落区位于 200 hPa 高空急流右方, 低空东南急流左方, 700 hPa 干线湿区一侧, 露点温度较高。

本文由于京津冀地区危险报资料时间较短, 长期的年际变化特征等方面没作研究, 对于强对流机理方面还有待进一步分析研究。

参考文献

- [1] 杨贵名, 马学款, 宗志平. 华北地区降雹时空分布特征[J]. 气象, 2003, 29(8): 31-34.
- [2] 秦丽, 李耀东, 高守亭, 等. 北京地区雷暴大风的天气—气候学特征研究[J]. 气候与环境研究, 2006, 11(6): 754-762.
- [3] 梁爱民, 张庆红, 申红喜, 等. 北京地区雷暴大风预报研究[J]. 气象, 2006, 32(11): 73-80.
- [4] 叶殿秀, 陈峪, 张强, 等. 北京奥运期间极端天气气候事件背景分析[J]. 气象, 2004, 30(8): 31-35.
- [5] 丁德平, 王春华, 李迅, 等. 北京奥运会期间极端天气的气候统计分析[J]. 气象, 2008, 34(7): 61-67.
- [6] Zhang Chunxi, Zhang Qinghong and Wang Yuqing. Climatology of Hail in China: 1961—2005[J]. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 2007: 795-805.
- [7] 李建华, 郭学良, 肖稳安. 北京强雷暴的地闪活动与雷达回波和降水的关系[J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(2): 228-234.
- [8] 金永利, 张蕾. 北京地区一次降雹过程和冰雹微物理特征[J]. 气象, 2002, 28(1): 18-25.
- [9] 刘还珠, 王维国, 邵明轩, 等. 西太平洋副热带高压影响下北京区域性暴雨的个例分析[J]. 大气科学, 2007, 31(4): 727-734.
- [10] 姚莉, 李小泉, 张立梅. 我国 1 小时雨强的时空分布特征[J]. 气象, 2009, 35(2): 80-87.
- [11] 史印山, 谷永利, 林艳. 京津冀高温天气的时空分布及环流特征分析[J]. 气象, 2009, 35(6): 63-69.
- [12] 代刊, 何立富, 金荣花. 加密观测资料在北京 2008 年 9 月 7 日雷暴过程分析中的综合应用[J]. 气象, 2010, 36(7): 160-167.
- [13] 樊利强, 王迎春, 陈明轩. 利用雷达资料反演方法对北京地区一次强对流天气过程的分析[J]. 气象, 2009, 35(11): 9-16.