

宋薇, 靳瑞军, 孟辉, 等. 2012. 近年天津地区冰雹和雷暴天气特征研究 [J]. 气候与环境研究, 17 (6): 919–924, doi:10.3878/j.issn.1006-9585.2012.06.29.
Song Wei, Jin Ruijun, Meng Hui, et al. 2012. Analysis of hailstone and thunderstorm characteristics in Tianjin during recent years [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 17 (6): 919–924.

近年天津地区冰雹和雷暴天气特征研究

宋薇^{1,2} 靳瑞军¹ 孟辉¹ 郭晓军¹

¹ 天津市人工影响天气办公室, 天津 300074

² 兰州大学半干旱气候变化教育部重点实验室, 兰州 730000

摘 要 基于天津地区 13 个观测站的 1990~2009 年冰雹资料和 2000~2009 年雷暴资料, 分析了近年来天津地区降雹、雷暴的时空分布特点, 并总结出当前雷暴云移动路径, 以及引发此类天气的主要影响系统。主要结论为:

(1) 近 20 年天津地区年平均雹日是 12.6 d, 北部蓟县为冰雹天气多发区, 冰雹天气常出现在春夏秋季节, 集中出现在每年 3~9 月; (2) 全市 13 个测站在 13:00 (北京时间, 下同) 到 20:00 之间雷暴的发生概率较大, 且西北路径, 西南路径的雷暴云出现频率较高, 占到了 65.2%; (3) 引发天津地区冰雹及雷暴天气的主要影响系统为高空冷涡和高空槽, 所占比例为 49.54% 和 43.12%。

关键词 冰雹 雷暴 移动路径 影响系统

文章编号 1006-9585 (2012) 06-0919-06

中图分类号 P468

文献标识码 A

doi:10.3878/j.issn.1006-9585.2012.06.29

Analysis of Hailstone and Thunderstorm Characteristics in Tianjin during Recent Years

SONG Wei^{1,2}, JIN Ruijun¹, MENG Hui¹, and GUO Xiaojun¹

¹ Tianjin Weather Modification Office, Tianjin 300074

² Key Laboratory for Semi-Arid Climate Change of the Ministry of Education, Lanzhou University, Lanzhou 730000

Abstract Using hailstone and thunderstorm data from 13 meteorological observation stations, this article analyzes the spatial and temporal distribution characteristics of hailstones and thunderstorms in Tianjin and determines the routes of thunderstorm clouds and influence systems. The results showed that: (1) The annual mean number of hailstone-days was 12.6 d during the most recent 20 years, and Jixian district had the most hailstone-days. Hailstone weather often appeared in spring, summer, and autumn, and was concentrated from March to September. (2) The thunderstorm emergence probability was high from 1300 LST to 2000 LST. Those thunderclouds which emerged in the northwest and southwest had the highest frequency, with a total proportion of 65.2%. (3) The primary influence systems that could cause hailstones and thunderstorms in Tianjin were high-level vortices and upper troughs, with proportions of 49.54% and 43.12%, respectively.

Keywords Hailstone, Thunderstorm, Moving routes, Influence system

收稿日期 2012-08-10 收到, 2012-09-20 收到修定稿

资助项目 中国气象局中国云雾物理重点开放实验室开放课题 2009Z00310, 公益性行业 (气象) 科研专项经费 GYHY200806001, 兰州大学半干旱气候变化教育部重点实验室开放基金, 兰州大学中央高校基本科研业务费专项资金

作者简介 宋薇, 女, 1982 年出生, 工程师, 研究方向为大气遥感。E-mail: weisong812547@yahoo.com.cn

1 引言

雷暴指积雨云中所发生的雷电交作的激烈的放电现象,同时也指产生这种现象的天气系统,雷暴一般伴有阵雨,而强雷暴则可能伴有暴雨、大风、冰雹、龙卷等天气现象,属于一种常见的灾害性天气现象。而冰雹由强对流天气系统引发,是指坚硬的球状、锥状或形状不规则的固态降水,由透明层和不透明层相间组成,冰雹天气一般出现在对流活动较强的季节。两类天气具有一定的地域性特征,常给工农业生产、航空安全等带来不利的影响。天津地处中纬度的西风带影响区,距冷空气源地较近,常受极地变性气团影响,又东临渤海,与海上的暖湿空气相遇,在夏秋季特别容易引发雷暴、冰雹(温克刚和王宗信,2008),并时常伴有闪电雷鸣、短时大风等剧烈天气,不仅危害农林业,给工业、通讯、交通等方面也会带来巨大灾害,经济损失明显。国内学者在冰雹、雷暴天气的临近预报及识别(张春,2006;王丽荣等,2009)、天气诊断分析(陈晓红等,2007;刘一玮等,2011)、强对流的数值模拟(胡朝霞等,2003;周志敏和郭学良,2009)等方面做过大量的分析工作,以便揭示其形成的物理机制,而研究某个地区的冰雹雷暴天气的天气气候特征、发展变化及时空分布特点(王永中等,2005;廖晓农,2009),有助于理解其发生规律,为人工防雹及灾害预警工作的开展提供一定依据。

本文主要利用天津地区 13 个观测站的冰雹和雷暴资料,分析了天津地区降雹、雷暴的时空分布特点,并总结出当前雷暴云的移动路径,以及引发此类天气的主要影响系统,有利于科学合理的布设人影作业点,提高防雹作业效果。

2 资料介绍

冰雹资料选取 1990~2009 年全市 13 个测站地面定时观测资料,雷暴资料样本为 2000~2009 年累积 10 年的资料(统计雷暴资料时已将降雹日剔除),资料内容包括了冰雹及雷暴发生时段、雷暴方向等要素。通过对所有资料进行统计分析,总结出近年来天津地区冰雹、雷暴天气的时空分布特点、雷暴云主要移动路径及主要影响系统。

3 天津地区 1990~2009 年降雹特征

3.1 冰雹的时空分布特征

1990~2009 年全市冰雹资料统计结果显示,近 20 年天津地区年平均雹日为 12.6 d。其中 20 世纪 90 年代冰雹天气发生较频繁,年平均雹日是 15.9 d,降雹较多的年份为 1990、1991、1998 年(图 1a),分别为 29、26、25 d。2000 年以后,年均雹日较前期有所减少,为 9.4 d,2009 年的雹日为 3 d。天津地区降雹日数空间分布图 1b 显示,近 20 年雹日最多的地区是北部蓟县,为 105 d,静海和宝坻也为冰雹天气多发区,累计雹日分别为 50 d 和 49 d,偏

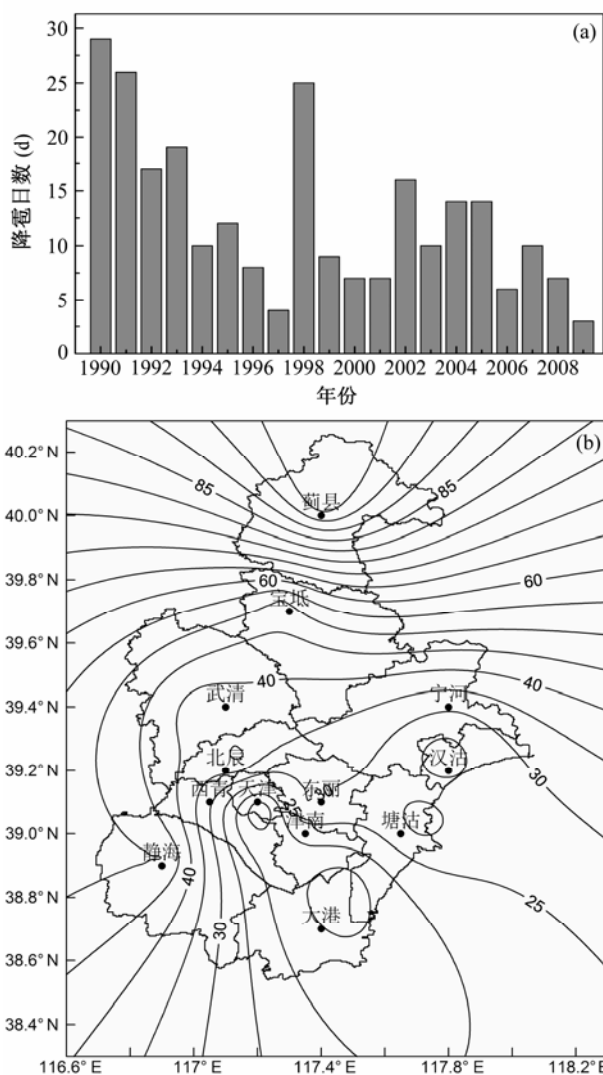


图 1 1990~2009 年天津地区(a)降雹日数年变化特征和(b)降雹日数空间分布

Fig. 1 The (a) annual change characteristics and (b) spatial distribution of hail days in Tianjin from 1990 to 2009

南部的大港冰雹天气较少（11 d），市区的降雹日最少，为 10 d。

3.2 1990~2009 年月累计雹日特征

根据 1990~2009 年的逐月累计雹日分布图(图 2)，可以看出冰雹的发生具有明显的季节特征，呈单峰分布。冰雹天气基本出现在春季到秋季，集中出现在 3~9 月，出现频率高达 98.4%，降雹次数最多的月份是 6 月，占到了全年冰雹日的 29.5%，可能原因是入夏后大气环流不断调整，日气温升高，引发大气热力不稳定的因子增加，导致强对流性天气频发。11 月降雹仅 1 次（即 1990 年 11 月 5 日东丽、西青、北辰 3 区县降雹），而 1 月、2 月、12 月无雹，这可能与该时段大气层结比较稳定有关。

3.3 1990~2009 年天津市降雹持续时间及降雹时段的统计特征

由于引发冰雹天气的天气系统，大气层结稳定性条件以及对流云结构等因素的差异，导致各次降雹的持续时间长短也有所不同。对照 1990~1999 年、2000~2009 年降雹维持时间时间统计表（表 1 和表 2），可以发现两表差异明显，1990~1999 年降雹持续时间超过 30 min 所占的比例最高，达到 49.2%，其次为降雹持续时间介于 10~30 min 之间，所占比例是 30.3%；对于 2000~2009 年的冰雹资料，降雹持续时间在 1~10 min 的出现频率最高，占 64.5%，超过 30 min 的情况偏少，只占 7.9%，持续时间在 1~2 min 和 10~20 min 的占 18.8%，也属于高频持续时间，而持续时间在 2~4 min、4~6 min、6~8 min、8~10 min 所占的比例呈依次递减趋势。

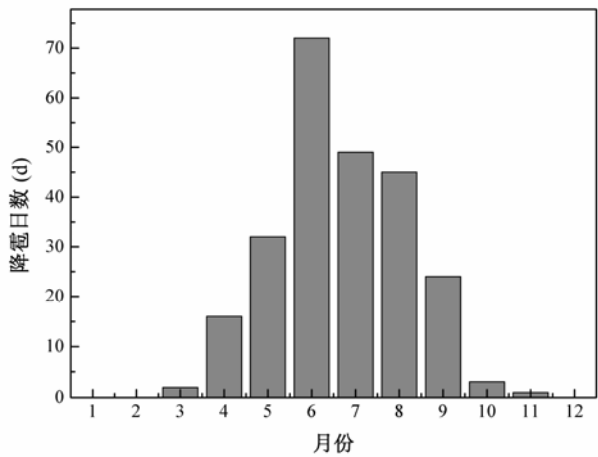


图 2 1990~2009 年月累计雹日分布图
Fig. 2 The chart of monthly cumulative hail days from 1990 to 2009

表 1 1990~1999 年降雹持续时间统计
Table 1 The statistics of hail duration from 1990 to 1999

降雹持续时间（min）	出现频率
1~2	1.6%
2~4	4.1%
4~6	7.4%
6~8	4.1%
8~10	3.3%
1~10	20.5%
10~20	21.3%
20~30	9.0%
10~30	30.3%
>30	49.2%

表 2 2000~2009 年降雹持续时间统计
Table 2 The statistics of hail duration from 2000 to 2009

降雹持续时间（min）	出现频率
1~2	18.8%
2~4	17.4%
4~6	13.8%
6~8	7.9%
8~10	6.5%
1~10	64.5%
10~20	18.8%
20~30	8.7%
10~30	27.5%
>30	7.9%

根据 1990~2009 年降雹时段的分布图 3，天津地区降雹时间具有出比较明显的日变化特征。冰雹天气的出现时间主要集中在午后 13:00（北京时间，下同）到夜间 23:00 之间，占到了 79.7%，23:00 以后到次日早晨也有降雹发生，占到 18.9%，而 04:00~06:00 与 09:00~11:00 出现冰雹的概率较小，只占到了 1.4%。

4 天津地区近 10 年雷暴天气特征

4.1 天津地区雷暴天气空间分布

天津地处中纬度西风带，北靠燕山，南有山东丘陵，地形北高南低，位于华北平原最低之处，濒临渤海，主要具备暖温带大陆性季风气候特征，从近 10 年雷暴累计发生次数的分布图 4 来看，海拔最高处的蓟县年累计发生雷暴的次数最多，为 333

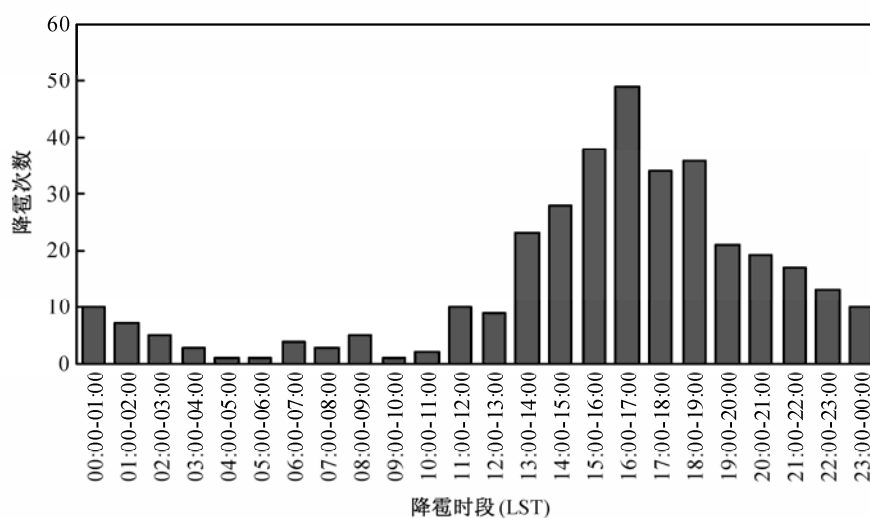


图3 1990~2009年天津地区降雹时段统计

Fig. 3 The chart of hail-falling time in Tianjin between 1990 and 2009

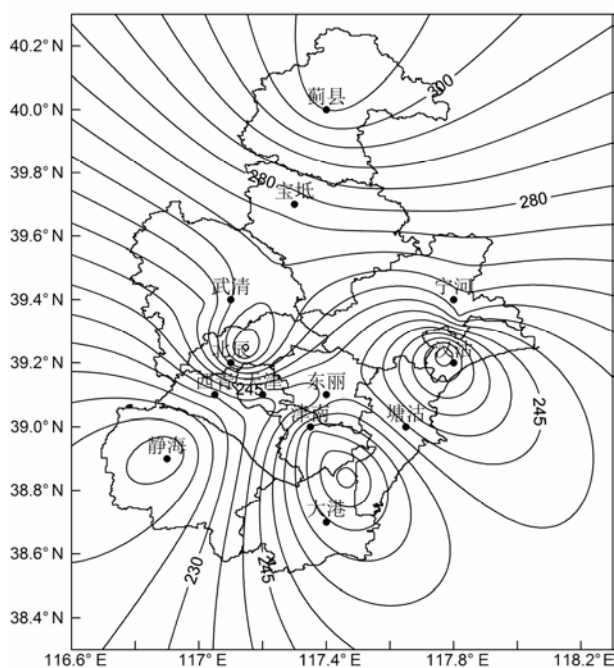


图4 2000~2009年天津地区雷暴发生频次空间分布图

Fig. 4 The spatial distribution of thunderstorm emergence frequency in Tianjin

次, 静海及汉沽等地也为雷暴多发区, 累计发生频数为 301 次和 287 次, 而南部的大港发生雷暴的次数略偏少。分析原因可能与夏秋季影响天津的天气系统有关, 据统计引发天津地区雷暴、冰雹等强对流天气的主要天气系统有蒙古高空冷涡、冷性西风浅低压槽和西北气流等。另外, 北部的山区地形及一些区县特殊的下垫面条件也可对雷暴等强对流活动产生一定影响, 蓟县山区地形起伏, 易造成流

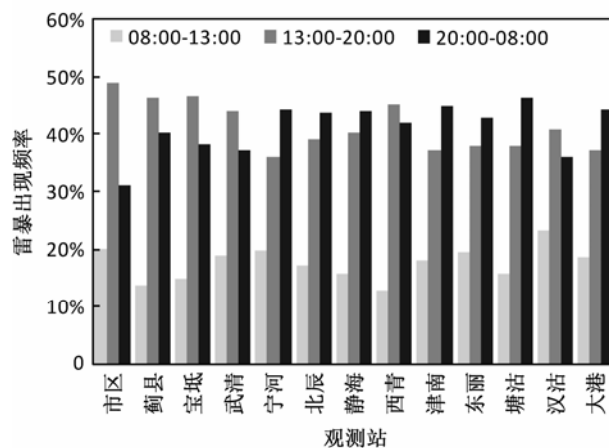


图5 2000~2009年天津地区13个测站雷暴发生时段统计

Fig. 5 The chart of thunderstorm emergence time from 2000 to 2009 in Tianjin

动在其上的空气对流加强, 而下垫面吸热不均也增加了大气的不稳定性, 如果有其他天气系统配合, 还可能出现冰雹。而对于静海、汉沽等雷暴多发区域, 其主要影响因子不尽相同, 还需进行深入分析。

4.2 雷暴天气出现时间特征

对全市 13 个观测站的雷暴发生时段进行统计 (图 5), 各测站在 08:00 到 13:00 内发生雷暴的概率略小, 13:00 到 20:00 之间雷暴的出现概率有所增加; 宁河、静海、塘沽、北辰、东丽、津南、大港等测站 20:00 至次日 08:00 发生雷暴的次数要略多于 13:00 至 20:00 时段雷暴次数。

4.3 雷暴云的移动路径特点

通过对 2000~2009 年影响天津地区的雷暴云路径统计发现, 主要有以下几个影响路径 (表 3)。

表 3 影响天津地区的雷暴云路径统计

Table 3 The statistics of thunderclouds moving routes

主要路径	源地	出现频率	主要移向	影响地区
西北	通县、大兴	38.0%	东、南、东南	中、北部区县
西南	文安、大城	27.2%	东北、东南	西南、中部地区
北	兴隆	12.6%	东南、东北	蓟县等北部地区
西	固安、定兴	11.8%	偏东	武清、西青等地
东北	唐山附近	10.4%	西、南	天津东部地区

上表中西北路径的雷暴云出现频率最高，达到 38.0%，其源地主要位于北京的通县、大兴附近，沿东、南、东南方向移动，会对天津中部、北部区县产生影响；西南路径的雷暴云对天津地区的影响逐年增加，出现频率达 27.2%，主要影响天津西南、中部地区；正西和正北路径雷暴云出现频率相当，累计为 24.4%；而东北来向的雷暴云略偏少，主要生成于河北唐山一带，会对天津东部地区产生较大的影响。

5 引发冰雹及雷暴天气的主要影响系统

对近 10 年引发天津地区冰雹及雷暴天气的主要影响系统进行统计，发现产生此类强对流过程主要受到 4 类天气系统的影响（图 6）。从图中可以看出，受高空冷涡、高空槽、低层切变线、槽后西北气流等因素的影响，容易引发天津地区冰雹及雷暴天气，且地面形势多为低压冷锋。统计数据显示，冷涡系统是造成天津地区强对流天气出现的最主要系统，所占比例为 49.54%，根据其生成位置不同，又分为东北冷涡，华北冷涡和蒙古冷涡，其中

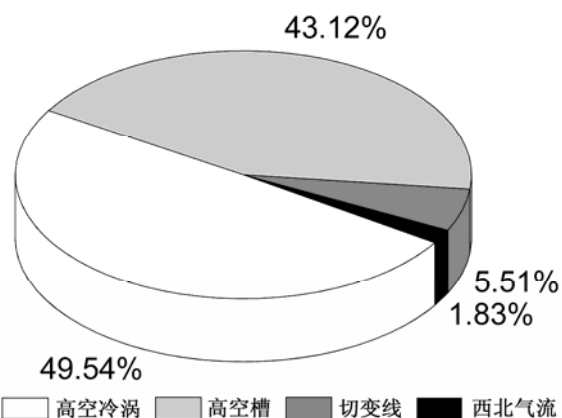


图 6 引发天津地区雷暴、冰雹天气的主要影响系统

Fig. 6 The main influence systems of hailstone and thunderstorm weather in Tianjin

以东北冷涡的影响居多；高空槽也是引发天津地区雷暴冰雹天气的主要影响系统，所占比例为 43.12%，而切变线及槽后西北气流所引发的冰雹、雷暴天气略偏少，占到了 7.34%。

6 主要结论

（1）1990~2009 年，天津地区年平均雹日是 12.6 d，其中 20 世纪 90 年代冰雹天气的发生较为频繁，降雹较多的年份为 1990、1991、1998 年，2000 年以后，雹日较前期略有减少，2009 年的雹日仅 3 d；冰雹天气的多发区为北部蓟县，累计雹日为 105 d；冰雹的出现具有明显的季节特征，集中出现在每年 3~9 月，出现频率高达 98.4%；对于降雹的持续时间，1990~1999 年降雹持续时间超过 30 min 所占的比例最高，达到 49.2%，而 2000~2009 年降雹持续时间在 1~10 min 的出现频率最高，占 64.5%，且主要集中在 13:00 到 23:00 之间。

（2）全市 13 个测站在 08:00 到 13:00 时段发生雷暴的概率较小，13:00 到 20:00 之间雷暴的发生概率增加；北部蓟县、西南部静海，以及汉沽等地均为雷暴天气的多发区。西北路径的雷暴云出现频率最多，达到 38.0%；西南路径的雷暴云对天津地区的影响逐年增加，出现频率达到 27.2%，主要影响天津西南、中部地区；正西和正北路径雷暴云出现频率相当，累计为 24.4%；而东北方向雷暴云略偏少，主要生成于河北唐山一带，会对天津东部地区产生较大的影响。

（3）引发天津地区冰雹及雷暴天气的主要系统是高空冷涡、高空槽、切变线及槽后西北气流，其中高空冷涡所引起的冰雹雷暴天气最多，比例占到了 49.54%，其次为高空槽，而切变线和槽后西北气流的影响略小。

参考文献（References）

- 陈晓红, 郝莹, 周后福, 等. 2007. 一次罕见冰雹天气过程的对流参数分析 [J]. 气象科技, 27 (3): 335-341. Chen Xiaohong, Hao Ying, Zhou Houfu, et al. 2007. Using convection parameters to analyze a peculiar hail weather process [J]. Scientia Meteorologica Sinica (in Chinese), 27 (3): 335-341.
- 胡朝霞, 李宏宇, 肖辉, 等. 2003. 旬邑冰雹云的数值模拟及累积带特征 [J]. 气候与环境研究, 8 (2): 196-208. Hu Zhaoxia, Li Hongyu, Xiao Hui, et al. 2003. Numerical simulation of hailstorms and the characteristics of

- accumulation zone of supercooled raindrops in Xunyi county [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 8 (2): 196–208.
- 廖晓农. 2009. 北京雷暴大风日环境特征分析 [J]. 气候与环境研究, 14 (1): 54–62. Liao Xiaonong. 2009. Analysis on environmental condition for wind gust in Beijing area [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 14 (1): 54–62.
- 刘一玮, 寿绍文, 解以扬, 等. 2011. 热力不均匀场对一次冰雹天气影响的诊断分析 [J]. 高原气象, 30 (1): 226–233. Liu Yiwei, Shou Shaowen, Xie Yiyang, et al. 2011. Diagnostic analysis of the effect of thermal inhomogeneous field on the hail [J]. Plateau Meteorology (in Chinese), 30 (1): 226–233.
- 王丽荣, 杨荣珍, 李朝华, 等. 2009. 多普勒雷达三维拼图资料在强对流天气监测中的应用 [J]. 气象与环境学报, 25 (5): 18–23. Wang Lirong, Yang Rongzhen, Li Zhaozhua, et al. 2009. Application of CINRAD 3D mosaic products in strong convective weather [J]. Journal of Meteorology and Environment (in Chinese), 25 (5): 18–23.
- 王永中, 段练, 陈会芝, 等. 2005. 成都地区雷暴的天气气候特征 [J]. 成都信息工程学院学报, 20 (3): 341–346. Wang Yongzhong, Duan Lian, Chen Huizhi, et al. 2005. Climatic and synoptic characteristics of thunderstorms in Chengdu area [J]. Journal of Chengdu University of Information Technology (in Chinese), 20 (3): 341–346.
- 温克刚, 王宗信. 2008. 中国气象灾害大典—天津卷 [M]. 北京: 气象出版社, 142pp. Wen Kegang, Wang Zongxin. 2008. China Meteorological Disasters—Tianjin (in Chinese) [M]. Beijing: China Meteorological Press, 142pp.
- 张春. 2006. 基于多普勒雷达图像的中气旋识别 [D]. 天津大学硕士学位论文, 23pp. Zhang Chun. 2006. Mesocyclone Recognition Based on Doppler Radar Image [D]. Master dissertation (in Chinese), Tianjin University, 23pp.
- 周志敏, 郭学良. 2009. 强雷暴个例云内闪电与上升气流及液水含量关系的三维数值模拟 [J]. 气候与环境研究, 14 (1): 31–43. Zhou Zhimin, Guo Xueliang. 2009. 3D modeling on relationships among intracloud lightning, updraft, and liquid water content in a severe thunderstorm case [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 14 (1): 31–43.