

五台山及邻近地区强对流天气分析^①

李云川 田利庆 赵亚民

(河北省人工影响天气办公室, 石家庄 050021)

提 要

讨论了五台山和邻近平原地区雷暴和冰雹的时空分布。指出五台山是强对流天气的多发区。提出了对流风暴越过山脉的4种情况:(1)在太行山脉的西侧停滞、减弱或消失。(2)对流云团的中上部越过山脉演变为中高云。(3)原有的对流云团越山后冲击出新的对流云团。(4)对流云团正面越过山脉,形成下坡风暴。

关键词: 雷暴 冰雹 山地 平原

前 言

五台山位于太行山脉的中段,是华北地区的群峰之首,顶峰海拔3058m,虽位于山西省境内,但距河北省边界仅20km。五台山对周边地区的天气、气候有着重要的影响。五台山气象站原设在中台顶(39°02'N、113°32'E, 2895.8m),自1956年开始气象观测,1998年迁址至南台。从多年观测结果得知其高山气候有着特殊性,年平均降水量达913.3mm(1956~1980),为华北地区最多的降水中心之一,其云雨的变化对周边地区有着多方面的影响,是滹沱河、大沙河等河流的发源地。五台山地区的强对流天气,特别是冰雹的情况如何,我们过去研究的较少。下面首先分析五台山强对流天气发生的基本情况,其次讨论对周边地区天气的影响。

1 五台山地区强对流天气的基本情况

五台山地区是华北强对流天气比较活跃的地区之一,五台之一的中台顶,初雷暴最早出现在3月31日(1963年),最晚结束在10月28日(1956年),年平均雷暴日数为39.6天,最多年为53天,最少年为26天。周边地

区初雷暴最早出现在2月10日(1962年,山西省阳泉),最晚结束在11月22日(1957年,河北省蔚县),与五台山测站相比,雷暴来的早,结束的也晚。周边山区的年平均雷暴日数为40天左右,雷暴最多中心位于五台山的东麓——河北省的阜平县,为45.8天。再往东的河北平原,雷暴日数逐步减少。高阳仅为25天。年平均雷暴日数的分布如图1中的断线所示。

1.2 冰雹

五台山顶的冰雹与山下的冰雹则有较大差别。山顶出现冰雹的次数较多,据1956~1980年冰雹记录年平均达15.6天。1956年冰雹日最多,达32天;1997年冰雹日最少,仅1天。位于五台山西南方35km的五台县豆村气象站(1096.2m)年平均冰雹日为2.7天,最多为9天(1965年)。位于五台山东南方55km的阜平县气象站(282.1km)年平均冰雹日为1.8天,最多为5天。图1中的实线为气象站观测的年平均冰雹日数的分布,实际降雹日数约为观测值的2~3倍^[1,2]。

① 本课题受河北省“九六”重大攻关课题95-96-12项目资助

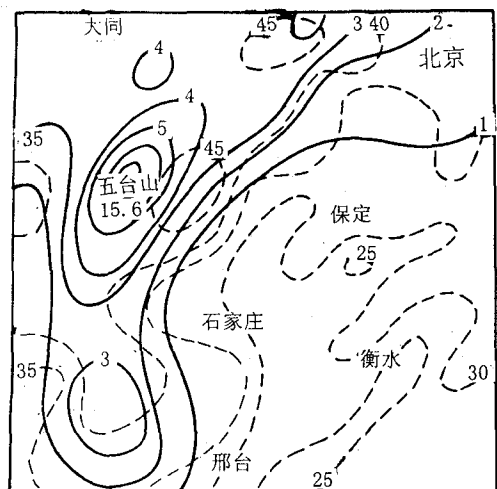


图1 五台山及邻近地雷暴(断线)、冰雹(实线)年平均日数分布

呈一致性。说明五台山地区夏季的降水,主要是对流性降水。在丘陵和平原地区冰雹的年日数,近年来也呈减少趋势。以1956~1960年的年平均代表50年代的冰雹出现状况,1990~1997年的年平均代表90年代的冰雹出现状况,五台山由20.2天减至6.25天;阜平由3天减至1天;石家庄则由0.67天减至0.25天。

2 对流风暴过山的情况

根据卫星云图和气候资料统计。山西省发生的对流云团比河北省多,年平均雷暴日数比河北省多10天左右。但是,预报员的实际体验对流云团越过太行山脉的机会并不多。这是因为太行山为连绵的群山,没有较为宽阔直通的峡谷,其地貌特征与张家口地区东南部的洋河河谷有很大的差别。特别是像五台山这样高耸的群峰,对流云团越过后会有很大的变化。对流云团向东移近或移过太行山脉时,至少有如下四种情况:

(1) 在太行山脉的西侧停滞、减弱或消散。由于对流云团的爬坡运动,云体移动速度减慢,在山的西侧降水量增加,能量耗散,而不能越过山脉。

(2) 对流云团的中上部越过山脉,演变为中高云,向东伸展,其降水强度也大为减弱,多为小雨或小阵雨。

(3) 原有的对流云团,越山后冲击出新的对流云团。如1982年7月3日的事例。该日有一条冷锋自山西的吕梁山脉东移,越过太行山脉入侵到河北平原。伴随着冷锋的移动,山西省的大部分地区发生对流性降水,降水量一般为30~50mm,并有冰雹。河北省西部的降水一般在10mm以下。在分散的降水区中唯独位于太行山区的井陘县西部,降水急促而量大。城关在18:00降雨一小时即达110mm。由于降雨强度大,山洪爆发,冲毁、沙压土地1000hm²,许多水利设施遭受破坏。

图3是石家庄雷达探测的回波综合图,

五台山与周边地区出现冰雹的年变化和日变化基本相同。即冰雹最多的季节大多集中在6月中、下旬;冰雹日的高峰期在14~18时。即在同一天气条件下,出现强对流天气时,山顶为固、液态混合降水,山下为液态降水。五台山顶6月份平均气温为6.7℃,7月份为9.5℃,上距0℃层高度约为1000~1500m,当有积雨云过境时,恰处于积雨云的中上部,降落固态降水的几率比较多。

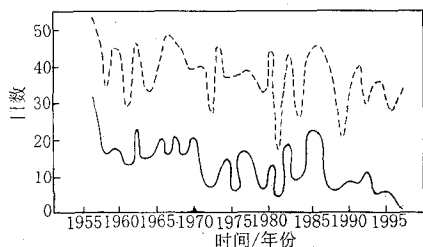


图2 五台山冰雹和雷暴日数的逐年变化图
实线:冰雹 虚线:雷暴

图2中的实线为五台山气象站1956~1997年冰雹日数的逐年变化的情形。五台山顶冰雹的年际变化比较大,最多为32天(1956年),最少为1天(1997年),有记录年代呈减少趋势。逐年的冰雹日数与雷暴日数(虚线)、年降水量(图略)的演变趋势,基本上

15:00 一条东北~西南向带状回波,位于五台山区。这个回波带宽 5~10km,长 120km,最强回波在其东北部,顶高 12.5km。从形态上看,这无疑为冷锋云系。它以每小时 20km 的速度,向 120° 的方向推进。至 16:00 带状回波发展到旺盛阶段,强回波 A 的顶发展到 13.4km,位于阜平上空,有雷阵雨。至 17:15 带状回波断裂,北部最强的回波 A,由于能量的耗损迅速减弱,回波顶降至 7.5km,而南端的那块回波 B 进入井陘境内却得到了迅速发展。回波顶由 17:15 的不足 7.5km,到 18:00 增至 9.3km。B 回波的云体即为造成井陘局地特大暴雨的云体。B 对流云体的云顶不算高,云顶温度在 -30°C 左右,没有降落冰雹,到了盆地由于低层能量和水汽的不断补充,对局地暴雨的形成做出了贡献。

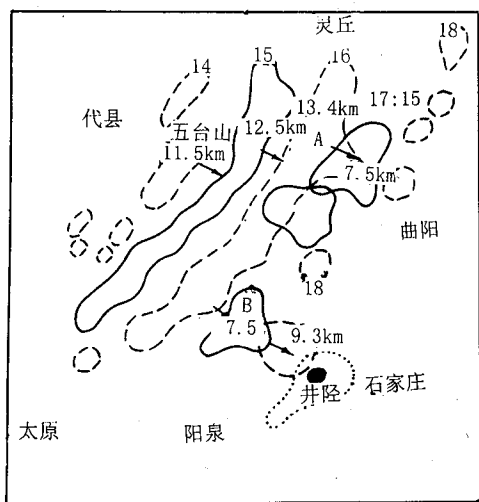


图 3 1982 年 7 月 3 日雷达回波演变与局地暴雨综合图
黑区为 $\geq 100\text{mm}$ 的降水区

井陘西部的地形为山形小盆地,这是常定的条件,而形成降水的地形作用,必须是在一定的天气形势下才能显现出来。此次井陘特大暴雨,至少有以下局地的原因:

① “漏洞”晴空区。由 14:00 的区域天

气图(图略)可以看出,在石家庄地区的东南部有一条切变线,沿线为阴雨天气;山西省一侧,由于冷锋的接近亦为对流性阴雨,唯独平山、井陘山区为少云区。这种漏洞型的晴空区静风、高温(井陘最高气温 32°C,较四周高 2~4°C),十分有利于近地面层不稳定能量的储备。

② 冷空气入侵盆地。由于冷锋的影响,山西省的降水较大,特别是许多地点下了冰雹,下午的地面气温低于 20°C。这种冷空气冲入丘陵区的盆地,将激起盆地暖湿空气的对流,类似热气泡的运动过程,如图 4 所示。

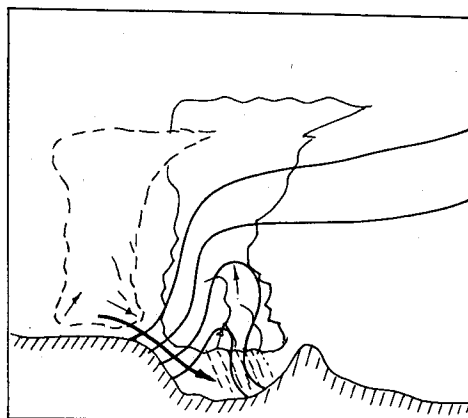


图 4 积雨云的下冲气流进入盆地激起新的对流运动示意图
细实线表示 θ_{se} 线

③ 积雨云在盆地上空很少移动,就地耗散。

④ 对流云团正面越过太行山脉,形成的下坡风暴。所谓正面越过,即有对流云团自西向东越过群山高耸的太行山脉,且强度不减,甚至出现下坡风暴。1990 年 8 月 11 日 20 时左右,有一次典型的太行山脉下坡风暴袭击了石家庄地区,风暴与强降水、强降温相伴。追踪此对流风暴的源地,在 14 时一个由多对流单体组成的中尺度天气系统在晋西南地区发展起来,从总体上看该系统是向东北方向移动,但其中的一个主要云团移至五台山西

麓,却得到加强。至18时以每小时80km的速度开始下坡,向偏东方向移动。在一小时内,气温下降 10°C 以上,降水量超过50mm,

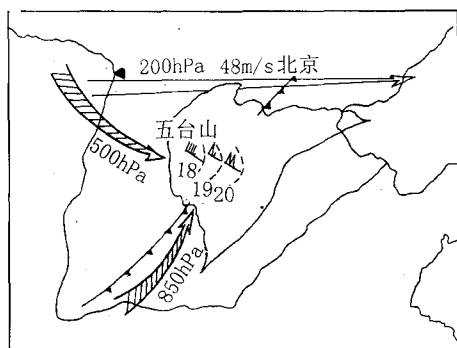


图5 1990年8月11日卫星云图、地面风暴、高空形势示意图

大风自山脉东侧的丘陵地开始(平山18:39 $18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),下坡入平原后风速逐步加大,至无极县达 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (19:47)。正定,宁晋,无极均有冰雹降落,使几万公顷农作物受到损失。此次天气过程,高空有强劲的西风急流($48\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),有利于动量下传。中空太行山脉的西侧为冷平流,东侧为暖平流。850hPa

沿太行山脉恰有一个准静止的南北向的切变线。因此,从动力条件和热力条件看,在太行山脉的中段有利于对流风暴的发展和加强。而推动对流风暴下坡的则是地面冷锋的东移,见图5。

3 结束语

(1) 研究高山天气气候的变化有着现实的意义。五台山及邻近地区自80年代中期以来,冰雹日数减少的趋势值得我们注意。

(2) 了解强对流天气在山地的发展和运动的规律,对于做好平原的灾害性天气预报和警报有重要的作用。

(3) 由于夏季大气环流的多样性,五台山的强对流天气同样对山西省内地也有重要的影响,这将是下一步研究的课题。

参考文献

- 1 赵亚民. 在地形背景下华北对流性天气的气候特征. 中小尺度天气的若干研究,北京:气象出版社,1995: 11~18.
- 2 李清森. 张家口台站平均降雹日数的代表性分析. 河北气象,1998,(3):1~2.

The Analysis of Convective Storms in Wutai Mountain Area

Li Yunchuan Tian Liqing Zhao Yamin

(Hebei Provincial Weather Modification Office, Shijiazhuang 050021)

Abstract

The temporal and spatial distribution of hail and thunderstorm in Wutai mountain and nearby plain region were discussed. Results show that it is in the Wutai mountain area that convective storms happened frequently. There were four possible cases of convective storms crossing over the mountain, e. g. ① convective storms stagnate, decrease and disappear over western Taihang Mountain; ② the upper of convective cloud cluster across over the mountain turns into medium and high cloud; ③ the initial cloud cluster across over the mountain generates new convective cloud cluster; and ④ convective cloud cluster across over the mountain formates downslope storm.

Key Words: thunderstorm hailstorm mountains plain