

河西走廊东部强雷暴天气分析与预报

张星辰 陈 雷 把多辉 刘 贤

(甘肃省武威市气象局, 武威 733000)

摘要 根据 1961 ~ 2000 年武威站雷暴天气实况资料分析了河西走廊东部 40 年强雷暴天气发生的气候规律, 并研究了河西走廊东部强雷暴天气发生的 4 种环流背景及 4 种主要天气条件, 归纳总结出其短期预报着眼点, 为雷暴天气预报业务系统的研制奠定了基础。

关键词 强雷暴天气 环流背景 天气条件 短期预报着眼点

引言

河西走廊东部地处青藏高原北坡的中纬度地带, 南靠祁连山脉, 北邻腾格里沙漠, 东接黄土高原西缘, 西为走廊平川, 是季风性气候与大陆性气候、高原气候与沙漠气候的交汇之处, 是较典型的气候过渡带。由于这种特殊性, 该区夏季各种天气更具独特的气候特征, 雷暴天气也不例外, 该区是强雷暴天气多发地区之一^[1~3]。雷暴是一种强对流性天气, 也是一种危险的天气现象, 它不仅干扰通讯、输电、计算机网络等的安全运行, 有时还经常击毁建筑、击毙人畜、引发火灾等, 而且常伴有局地阵性暴雨^[4]、大风、冰雹、下击暴流、强飑等灾害性天气, 给人民生命财产造成巨大的损失。因而加强对该区雷暴天气的分析与研究, 提高雷暴天气的监测预报能力, 对防灾减灾和服务工农业生产有十分重要的意义。

1 河西走廊东部雷暴天气的时空分布特征

1.1 时间分布特点

以 1961 ~ 2000 年武威站 40 年的雷暴天气实况资料为代表, 分析河西走廊东部雷暴天气的时间分布。

(1) 年际变化。武威年平均雷暴日为 13 天, 最多年 29 天(1973 年), 最少年 5 天(1975 年)(图 1), 通过周期分析和方差分析发现: 年雷暴日数的时间序列明显存在着 5 年和 13 年的周期变化; 初雷日最

早在 4 月 11 日(1984 年), 最晚在 7 月 10 日(1976 年); 终雷日最早结束于 8 月 2 日(1974 年), 最迟结束于 10 月 26 日(1962 年); 全年雷暴期平均为 118 天, 最长为 166 天(1964 年), 最短为 66 天(1976 年), 年际变率较大。

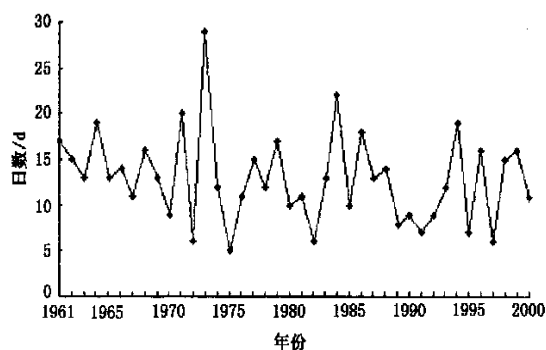


图 1 1961 ~ 2000 年武威雷暴日数的年际变化曲线

(2) 月际变化。武威地处内陆, 暖湿空气主要活动于夏半年, 冬半年(11 月至次年 2 月)基本无雷暴天气发生, 3 月份也只有个别年份在山区偶有发生。4 ~ 10 月是武威雷暴天气发生的主要时段, 其中 7 月最多, 占全年雷暴日数的 28%; 8 月、6 月次之, 分别占 25% 和 22%; 6 ~ 8 月 3 个月占全年雷暴日数的 75%; 5 月、9 月均占 11%, 4 月、10 月只占全年雷暴日的 1% ~ 2%。各月平均雷暴日数, 6 ~ 8 月为 3 ~ 4 天, 5 月、9 月为 1 ~ 2 天, 4 月、10 月只有

0.1~0.2 天(表 1)。

表 1 1961~2000 年武威雷暴日数

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
平均日数/d	0.2	1.4	2.9	3.7	3.3	1.5	0.1
平均频率/%	2	11	22	28	25	11	1
最多日数/d	1	6	9	9	10	5	1
对应年份		1988	1973	1979	1974	1962	

(3) 日变化及持续时间。经统计发现,5~9 月武威雷暴的日变化特征较明显,表现为单峰型,一天内 12:00~23:00(北京时,下同)为多发时段,约占全天发生频率的 92%,其中以对流旺盛的 14:00~18:00 最多,约占全天发生频率的 57%。24:00~11:00 为少发时段,约占全天发生频率的 8%,其中以 04:00~05:00 发生频率最低,几乎为 0(图 2)。

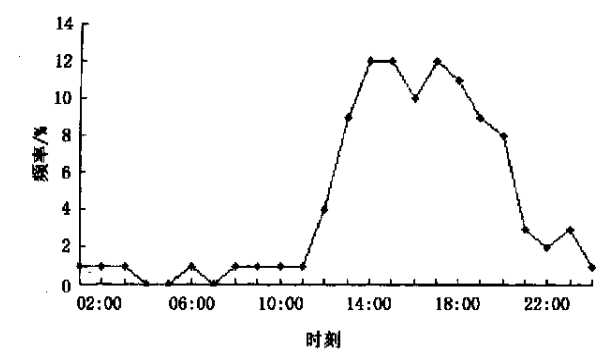


图 2 1961~2000 年 5~9 月武威雷暴各时段出现频率

武威雷暴持续时间长短变化较大,据不完全统计,持续时间最长为 154 min,持续时间最短不足 1 min,多数持续时间为 10~40 min。

1.2 地理分布特点

河西走廊东部,东西长约 240 km,南北宽约 300 km,地势南高北低,自东南向西北倾斜,海拔高度由 2500~4000 m 下降到 1400~2000 m,该区有民勤、永昌、武威、古浪、天祝 5 县市,其中民勤位于东北部,靠近腾格里大沙漠,永昌、武威、古浪、天祝沿祁连山一线排开。由于海拔高度和地形的影响,各县市雷暴天气发生日数不尽相同(表 2)。全年雷暴天气发生日数民勤最少,武威次之,古浪、永昌较多,天祝最多。分月统计雷暴天气发生日数,民勤、武威 7~8 月发生次数最多,6 月次之;古浪、永昌、天祝 3 县 8 月、6 月发生次数最多,7 月次之;全区 3 月发生雷暴的机率很小,个别年份个别县偶有发生,11 月

至次年 2 月则无雷暴天气发生。由此可见,地形地势影响了水汽的分布和对流的强弱,从而也影响着该区雷暴天气的地理分布。

表 2 河西走廊东部 5 站 1961~2000 年各月平均雷暴日数

	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	年平均
民勤	0	0.1	0.9	1.4	2.7	2.4	0.9	0.1	8.5
武威	0	0.2	1.4	2.9	3.7	3.3	1.5	0.1	13.1
永昌	0	0.3	1.9	4.9	4.2	5.5	1.8	0.2	18.8
古浪	0.1	0.4	2.1	5.2	4.9	5.8	2.2	0.4	21.1
天祝	0.1	0.8	4.3	9.5	8.7	9.8	5.6	1.0	39.8

2 河西走廊东部雷暴天气的环流特征

2.1 强雷暴天气标准

为了便于分析、研究和表述河西走廊东部的雷暴天气,规定:有 3 站或以上发生雷暴天气,则定为一个区域性强雷暴天气日;若持续 3 天或以上的区域性强雷暴,则定为持续性强雷暴天气过程;有 1~2 站发生雷暴天气,则定为一个局地雷暴天气日;若持续 3 天或以上的局地雷暴天气,则定为持续性局地雷暴天气过程;有 1 站以上发生对流性天气,则定为一个局地阵性天气日。

对 1991~2000 年 5~8 月河西走廊东部 5 县市雷暴天气进行统计,强雷暴天气 103 例,气候概率 8%,属小概率事件,其中连续性强雷暴天气过程 9 例,局地雷暴日 317 例,气候概率为 26%,纯局地持续性雷暴天气过程 31 例。多数持续 3 天以上的雷暴天气过程为强雷暴日和局地雷暴日交替出现的混合型。

2.2 强雷暴天气的环流特征

通过对 1991~2000 年 5~8 月 103 例强雷暴天气发生的当天和前一天 08:00 500 hPa 高空环流演变特点的分析发现,河西走廊东部强雷暴天气发生的环流背景可归纳为:蒙古低槽南压型、哈密小槽东移型、新疆脊前西北气流型、新疆冷槽分裂东移型 4 类。在一次持续的雷暴天气过程中,可出现其中一型,也可以几类交替出现。

(1) 蒙古低槽南压型。在 40°~50°N、80°~105°E 范围内,蒙古中部到新疆哈密有明显的闭合冷低压或冷槽,槽后偏北气流明显,在低压槽东移南压过程中,槽底部的冷空气一次或多次影响本区,往往造成连续性雷阵雨天气(图 3)。如 1992 年 8 月 2~5 日、1994 年 8 月 21~23 日。此型占强雷暴天气个

例的34%。

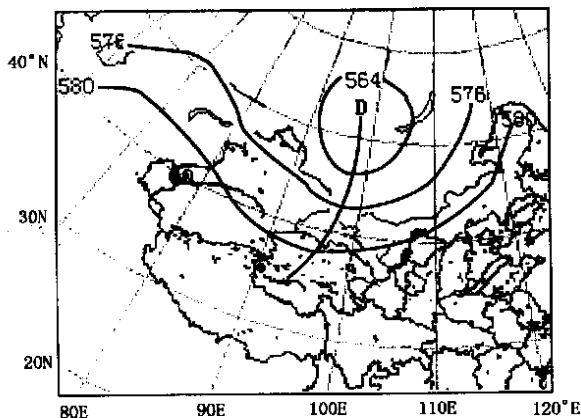


图3 蒙古低槽型(1992年8月3日08:00 500hPa)

(2) 哈密小槽东移型。在 $40^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{N}$ 、 $70^{\circ} \sim 105^{\circ} \text{E}$ 范围内,气流经向度较小,多为西风波动气流,在哈密附近有一明显的小冷槽或切变,冷槽快速东移影响本区,多造成雷阵雨天气(图4)。如1992年8月14~15日,1992年7月19~20日。此型占强雷暴天气个例的38%。

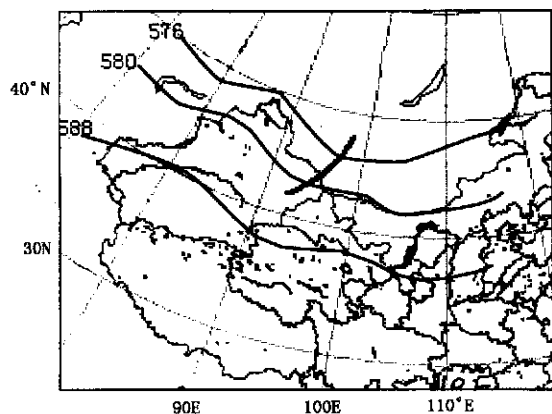


图4 哈密小槽型(1994年8月14日08:00 500hPa)

(3) 新疆脊前西北气流型。在 $35^{\circ} \sim 50^{\circ} \text{N}$ 、 $80^{\circ} \sim 105^{\circ} \text{E}$ 范围内,新疆为明显的高压脊,整个河西走廊处在脊前西北气流控制之下,当西北气流中有冷温度槽或切变沿西北气流下滑影响本区时,则造成雷阵雨天气(图略)。如1993年5月24~25日,1994年6月20~22日。此型占强雷暴天气个例的16%。

(4) 新疆冷槽分裂东移型。在 $40^{\circ} \sim 50^{\circ} \text{N}$ 、 $70^{\circ} \sim 105^{\circ} \text{E}$ 范围内,新疆到中亚一带有一明显深厚的冷槽,槽前锋区明显,河西走廊处在槽前西南或西风气流中,当从大槽中分裂小股冷空气东移影响本区时,

有时造成雷阵雨天气(图略)。如1992年6月17~18日,1991年8月17~19日。此型占强雷暴天气个例的12%。

3 河西走廊东部雷暴发生的基本天气条件

通过对发生强雷暴天气的4类环流形势及对应气象条件的分析发现,河西走廊东部雷暴天气发生的基本条件有4个。

(1) 较好的中低空水汽条件。河西走廊地处内陆,平时中低空水汽条件差,发生雷雨天气,就要有中低云系配合,上游及附近地区的湿度条件要符合对流性中低空云的生成和发展。研究发现,用上游及附近地区的52203(哈密)、52323(马鬃山)、52533(酒泉)、52267(额济纳旗)、52652(张掖)、52418(敦煌)、52681(民勤)7站08:00 500hPa温度露点差($T - T_d$) $\leq 7^{\circ} \text{C}$ 的站数,能较好指示水汽条件。

(2) 较明显的冷空气入侵。对雷暴天气环流背景分析发现,河西走廊东部雷暴天气绝大多数是由西北方入侵的冷空气影响造成。用08:00 500hPa 52681(民勤)与52203(哈密)、52323(马鬃山)、52267(额济纳旗)、44288(阿尔拜赫雷,蒙古国)、44277(尤松布拉克,蒙古国)的温度差来反映西北方高空冷锋的强弱;用52203(哈密)、52323(马鬃山)、52418(敦煌)、52533(酒泉)、52652(张掖)、52267(额济纳旗)、52681(民勤)、52818(格尔林)、52836(都兰)、52866(西宁)10站08:00 500hPa 24h变温来反映相关区域高空降温的强弱。

(3) 层结不稳定。理论和实践都证明不稳定的层结有利于强对流性天气的发生^[2,4],河西走廊东部强雷暴天气的发生发展也不例外,52681(民勤)和52652(张掖)的理查逊数 R_i 、沙氏指数 S_i 、对流不稳定度和潜在对流不稳定度等参数可从不同的角度反映本区高空层结的不稳定程度。

(4) 有适当的触发因子。河西走廊东部雷暴天气绝大多数有高空槽线或地面冷锋切变或强对流不稳定天气区东移配合,表明当本区高空环流形势、水汽条件、对流稳定度3条件适合的情况下,一旦有切变、冷锋、强对流天气区等触发因子入侵启动,则非常有利于该区雷暴天气的发生。用部分关键指标站08:00 500hPa高度差、24h变高、08:00地面图上部分指标站的变压、短期内有无切变、冷锋、强对流天气区入侵等能较好反映触发因子的强弱。

4 河西走廊东部强雷暴天气短期预报着眼点

上面分析了河西走廊东部强雷暴天气发生的环流背景和基本天气条件,而它的发生发展还有一些特定的条件。

(1) 前期层结稳定。强雷暴天气发生前的2~3天,一般层结稳定,低空暖湿,高空干冷,不利于热量和水汽的垂直交换,有利于不稳定能量的积蓄。在强雷暴发生前24h内,层结不稳定,对流不稳定度、潜在对流不稳定度、沙氏指数、K指数、理查逊数均有良好的反映。

(2) 冷空气入侵。在强雷暴发生前24h内,有冷空气入侵,出现高层冷空气与低层暖湿空气的垂直配置,增强了层结的不稳定性。

(3) 低层辐合高层辐散。在蒙古低槽南压型和新疆冷槽分裂东移型(即西低东高)的环流背景下,强雷暴发生前的24h内,河西走廊东部是来自新疆干冷的偏西气流与来自低纬暖湿的偏南气流的辐合区,柴达木低涡或高原切变线也经常存在,低层700hPa该区常有风场辐合。

(4) 垂直风速切变明显。在哈密小槽东移型和新疆脊前西北气流型(即西高东低)的环流背景下,强雷暴发生前的24h内,500hPa天气图上,新疆至河西走廊为大于等于16m/s的NW-W向的强风速带,700hPa该区风速较小,低层辐合高层辐散不明显,风速垂直切变较大。

根据河西走廊东部强雷暴天气发生的条件,归纳总结出其短期预报着眼点。

基本条件:①上游及附近地区有良好的水汽条件,哈密、马鬃山、酒泉、额济纳旗、张掖、敦煌、民勤7站08:00 500hPa和700hPa的 $T - T_d \leq 5^\circ\text{C}$ 的站

数 ≥ 2 ;②有冷空气入侵,民勤和张掖700hPa与500hPa的温度差 $\geq 18^\circ\text{C}$,上游及附近地区7站500hPa的24h变温 ΔT_{24} 最小值 $\leq -2.0^\circ\text{C}$;③层结不稳定,民勤和张掖的对流不稳定度 ≤ 1.0 ,沙氏指数 $\leq 2.0^\circ\text{C}$,理查逊数 ≤ 5.0 ,潜在对流不稳定度 ≤ 7.0 ;④有适当的触发因子。

增强条件:①前期层结稳定时间长;②低层辐合,高空辐散;③垂直风速切变明显。

5 小结

(1) 河西走廊东部强雷暴天气短时性和局地性较强,天气背景较复杂,伴生的气象灾害较多较重。

(2) 河西走廊东部雷暴天气日数的年际变化明显存在5年和13年周期;季节变化明显,多发生在5~8月;日变化特征为多出现在午后至傍晚。

(3) 河西走廊东部雷暴天气的地理分布与海拔高度及地形因素有较大关系。

(4) 河西走廊东部雷暴天气产生的环流背景有4类,主要背景为蒙古低槽南压型和哈密小槽东移型,两者占70%以上。

(5) 河西走廊东部雷暴天气发生的基本条件和增强条件均有较好的预报指示作用。

参考文献

- 1 李岩瑛,薛新玲.武威地区夏季强雷暴与大降水天气对比分析.甘肃气象,1997,15(3):5-7
- 2 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法.北京:气象出版社,1983.310-318
- 3 张敏锋,冯霞.我国雷暴天气的气候特征.热带气象学报,1998,14(2):156-162
- 4 中国气象局预测减灾司.省地气象台短期预报岗位培训教材.北京:气象出版社,2000.240-243

Analysis and Forecast of Severe Thunderstorms in Eastern Hexi Area

Zhang Xingchen Chen Lei Ba Duohui Liu Xian

(Wuwei Meteorological Bureau, Gansu Province 733000, China)

Abstract: The analysis of severe thunderstorms is made based on the observation data from 1961 to 2000 in the eastern Hexi Area. The temporal and spatial distribution of severe thunderstorms in the eastern Hexi area is discussed. The results show that there are four weather patterns and four weather conditions favorable to severe thunderstorms, which can be used as essentials for forecasting severe thunderstorms in the eastern Hexi area.

Key words: severe thunderstorm, weather pattern, forecasting essentials