

张春松,杨晓玲,刘蓉,等.甘肃武威市雷暴天气时空分布特征[J].干旱气象,2015,33(4):659-665, [ZHANG Chunsong, YANG Xiaoling, LIU Rong, et al. Temporal and Spatial Distribution of Thunderstorm in Wuwei of Gansu Province[J]. Journal of Arid Meteorology, 2015, 33(4):659-665], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-04-0659

甘肃武威市雷暴天气时空分布特征

张春松¹,杨晓玲²,刘蓉¹,周华³,胡津革²

(1. 甘肃省民勤县气象局,甘肃 民勤 733300;2. 甘肃省武威市气象局,
甘肃 武威 733099;3. 甘肃省古浪县气象局,甘肃 古浪 733400)

摘要:雷暴天气是甘肃武威市多发的灾害性天气之一。利用1961~2010年武威市5个气象站雷暴资料,以及2001~2010年4~10月逐日NCEP再分析资料,分析了武威市雷暴天气的时空分布特征及变化趋势,并依据气流的南北配置方法对雷暴天气进行了环流分型。结果表明:受海拔高度和地形地势的影响,武威市雷暴具有明显的地域特征,南部天祝山区雷暴日数远大于其他各地,占雷暴总日数的40.6%。年际、年代际雷暴日数总体呈减少趋势,其中,天祝的减少趋势尤为显著,其递减率为-5.819 d/10 a,年雷暴日数的时间序列存在着7~8 a的准周期变化。一年内,6~8月是雷暴的高发期,雷暴日数占全年总日数的70.8%~78.6%。雷暴的日变化特征明显,12~22时为其多发时段,集中发生时段为13~17时,雷暴的平均持续时间为10~40 min。武威市雷暴天气环流形势可分为西北气流型、西南气流型和西风气流型3类。其中,西北气流型,高空冷平流深厚且移速缓慢,最有利于强对流天气发生,雷暴发生比例最高;西南气流型,系统过境后无残余的冷空气滞留,不利于强对流天气发生,雷暴发生比例最低;西风气流型,高空低涡位置较偏北,冷空气较强,较利于强对流天气发生,雷暴发生比例相对较高。

关键词:雷暴;时空分布;变化趋势;环流形势;武威市

文章编号:1006-7639(2015)-04-0659-07 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-04-0659

中图分类号:P446

文献标识码:A

引言

雷暴以其强大的电流、炙热的高温、巨变的电磁场以及强烈的电磁辐射等物理效应使其在瞬间产生巨大的破坏作用,是一种对流性小尺度天气,局地性和短时性很强,有时伴有局地暴雨、冰雹、强风和龙卷等天气,是一种危害性很大的天气现象^[1]。雷暴致灾范围非常广,常对国民经济建设造成较大危害,它不仅可破坏高压输电线路、引起森林火灾、影响现代通讯和计算机的使用,还造成飞行事故、建筑物破坏、人畜伤亡等^[2-4],特别是伴随着社会经济的快速发展,人们生活水平不断提高,高层建筑日益增多,各种高科技电子设备广泛应用,雷暴灾害给国民经济建设和人民生命财产造成的损失和危害剧增。雷暴已被列为重大气象灾害性天气(中国气象局2007

年第16号令),气象部门应根据其危害程度向社会公众发布不同级别预警信号,并提出合理的防御措施和建议。

甘肃武威市地处青藏高原北坡,南靠祁连山脉,北邻腾格里和巴丹吉林两大沙漠,东接黄土高坡西缘,东西长约240 km,南北宽约300 km,地理位置大致在36°45'N~39°27'N、101°27'E~104°12'E之间,总面积约3.3万km²。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1300~2000 m,从北向南有民勤、永昌、凉州、古浪、天祝5县市,其中民勤位于东北部,靠近腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠,永昌、武威、古浪、天祝4县沿祁连山一线排开。该区域是高原气候和沙漠气候的交汇处,冷暖气流活动频繁,是雷暴天气的多发地带^[5],年平均雷暴日数在20 d左右,特别是南部天祝县海拔

收稿日期:2014-06-16;改回日期:2014-08-17

基金项目:科技部行业(气象)专项“农田水分利用效率对气候变化的响应与适应技术”(GYHY201106029)和干旱气象科学研究基金项目“石羊河流域干旱灾害风险评估及防御对策研究”(IAM201205)共同资助

作者简介:张春松(1971-),女,甘肃武威市人,工程师,主要从气象探测工作. E-mail: wwqxj6150343@163.com

高,地形复杂,山多林少,气候变化无常,夏季雷暴频繁发生,年平均雷暴日数高达 40 d。21 世纪以来,随着经济的飞速发展和城市化进程的加快,社会公众对灾害性天气的监测和预报预警服务的准确性需求越来越高,因此,提高雷暴等灾害性天气监测和预报预警技术水平迫在眉睫。本文利用武威市各地雷暴资料和 NCEP 再分析资料,系统研究分析了当地雷暴天气的时空分布和环流特征,以期进一步提高武威市雷暴灾害的预报预警能力,为有效地开展防雷避雷及为地方政府部门决策提供技术依据。

1 资料

所用雷暴资料均来源于甘肃武威市的永昌、民勤、凉州、古浪、天祝的乌鞘岭 5 个气象站逐日观测资料,时间序列为 1961~2010 年,共 50 a。在此期间 5 个气象站均未曾迁移,观测数据完整性和连续性较好,能够满足本研究需要。NCEP 再分析数值预报资料由国家气候中心气候诊断预测室提供,资料长度为 2001~2010 年,其水平分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$,时间间隔为 6 h(02:00、08:00、14:00、20:00)。

2 方法

利用日雷暴资料,求得年、年代和月雷暴日数,分析其总日数的变化趋势以及日变化和持续时间。气候趋势计算方法^[6]:用 x_i 表示样本量为 n 的气候变量,用 t_i 表示 x_i 所对应的时间,建立 x_i 和 t_i 之间的一元线性回归方程,即 $x_i = a + bt_i (i = 1, 2, 3 \cdots n)$,其中 b 为气候变量的倾向率, $b > 0$ 表示直线递增, $b < 0$ 表示直线递减,表示每 10 a 的变化率。采用时间 t 与序列变量 x 之间的相关系数 R 即气候趋势系数进行显著性检验^[7]。根据蒙特卡罗模拟方法^[8-9]:通过信度 $\alpha = 0.1$ 、 $\alpha = 0.05$ 、 $\alpha = 0.01$ 显著性水平检验所对应的相关系数临界值依次为:0.3058、0.3653、0.4430,当气候趋势系数绝对值大于上述临界值时,分别认为气候趋势系数较显著、显著、很显著。

运用方差分析方法进行周期分析^[10-11]。

确定雷暴个例时,将 1 站或以上同时出现雷暴定义为 1 个全市雷暴日。以 2001~2010 年发生在武威市的 116 个雷暴个例为基础,采用气流的南北配置方法^[12],对 NCEP 再分析资料 500 hPa 环流形势进行雷暴天气分型,具体公式如下:

$$\Delta H_1 = h_1 + h_2 - 2h_3 \quad (1)$$

$$\Delta H_2 = h_4 + h_5 - 2h_6 \quad (2)$$

式(1)、(2)中, h_i 为各格点位置上 500 hPa 位势高

度,其中 h_1 的格点位置为 40°N 、 97.5°E ; h_2 为 40°N 、 100°E 格点; h_3 为 40°N 、 102.5°E 格点; h_4 为 37.5°N 、 95°E 格点; h_5 为 37.5°N 、 97.5°E 格点; h_6 为 37.5°N 、 100°E 格点。由于式(1)中的 3 个格点纬度相同,经度不同,式(2)中的 3 个格点与式(1)类似,当 $\Delta H_1 > 0$ 、 $\Delta H_2 > 0$ 时,为西高东低,即为西北气流型;当 $\Delta H_1 < 0$ 、 $\Delta H_2 < 0$ 时,为西低东高,即为西南气流型,当 $\Delta H_1 > 0$ 、 $\Delta H_2 < 0$ 或者 $\Delta H_1 < 0$ 、 $\Delta H_2 > 0$ 时,不属于西高东低或西低东高,即为西风气流型。故武威市雷暴天气类型可分为西北气流型、西风气流型和西南气流型 3 大类。

3 结果分析

3.1 雷暴空间分布

统计分析武威市各地近 50 a 雷暴日数资料发现:武威市年平均雷暴日数从北向南迅速增多,其中北部沙漠区民勤最少,为 9.6 d,占全市雷暴总日数的 9.8%;南部山区天祝最多,为 39.6 d,占 40.6%;古浪次多,为 18.9 d,占 19.5%;永昌 17.3 d,占 17.8%;凉州 12.0 d,占 12.3%(图 1a)。结合图 1b 可知,武威市雷暴日数的分布具有明显的地域特征,与海拔高度呈明显的正相关,相关系数达 0.990(通过 $\alpha = 0.001$ 的显著性水平检验),即海拔越高,雷暴日数越多,海拔相近的地区雷暴日数相差不大。此外,天祝雷暴日数远多于其他 4 站,主要是由于天祝海拔高,易发生“高原效应”,上升运动和水汽输送明显,水汽在高原上堆积冷却凝结,再加上白天谷风作用,在山顶辐合上升,极易形成强烈的对流^[13],雷暴天气容易发生。可见,地形地势影响了水汽的分布和对流的强弱,从而影响了该市区雷暴天气的地理分布。

3.2 雷暴时间变化

3.2.1 年、年代际变化

图 2 是 1961~2010 年武威市各地区年雷暴日数的年变化。可以看出,各地雷暴日数均呈递减趋势,其气候倾向率永昌为 $-1.341 \text{ d}/10 \text{ a}$ ($R = -0.289$)、民勤为 $-0.775 \text{ d}/10 \text{ a}$ ($R = -0.267$)、凉州为 $-1.736 \text{ d}/10 \text{ a}$ ($R = -0.475$)、古浪为 $-2.182 \text{ d}/10 \text{ a}$ ($R = -0.456$)、天祝为 $-5.819 \text{ d}/10 \text{ a}$ ($R = -0.739$),其中仅凉州、古浪、天祝 3 站通过了 $\alpha = 0.01$ 的显著性水平检验,递减趋势显著。

1990 年代以来,随着全球气候的变暖,冷空气活动频次相对减少,强度也有所减弱,强对流天气也相应的减少,这可能是该区域雷暴发生次数减少的主要原因之一。全市年平均雷暴日数为 19.5 d,雷

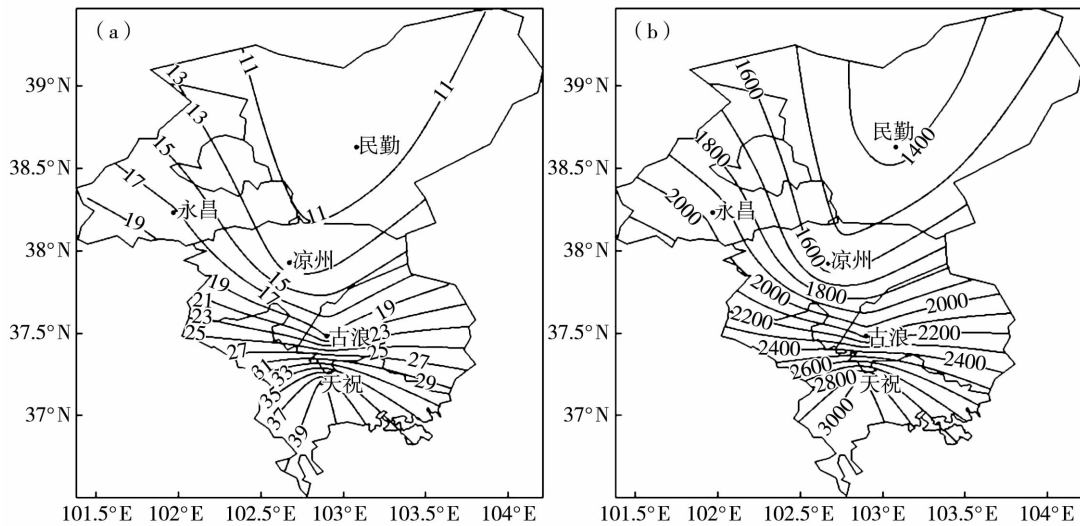


图1 武威市各地年平均雷暴日数(a,单位:d)及海拔高度(b,单位:m)分布

Fig.1 Distribution of thunderstorm days (a, Unit:d) and elevation (b, Unit:m) in Wuwei of Gansu Province

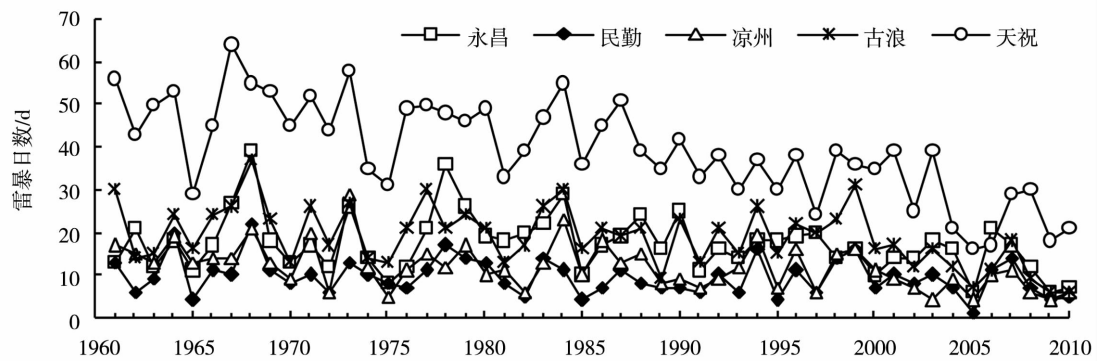


图2 武威市各地雷暴日数的年变化

Fig.2 Annual variations of thunderstorm days in Wuwei of Gansu Province

暴日数最多的年份永昌、民勤、古浪为1968年(分别为39 d、22 d、37 d),凉州1973年(29 d),天祝1967年(64 d);最少的年份永昌2005年(6 d),凉州2009年(4 d),民勤、天祝2005年(分别为1 d、16 d),古浪2009年和2010年(6 d)。由图2可知,各地雷暴日数的逐年变化步调比较一致。运用方差分析雷暴日数周期发现,年雷暴日数的时间序列存在着7~8 a的准周期变化,经F检验,通过了 $\alpha=0.05$ 的显著性水平检验。

表1为武威市各地初、终雷日及雷暴期。初雷日最早发生在1990年3月22日(永昌),最迟发生在1995年8月2日(民勤);终雷日最早结束于2003年6月4日(凉州),最迟结束于1983年10月27日(古浪、天祝)。全市雷暴期(雷暴期是指年内第一次雷暴出现到最后一次雷暴结束间隔的日数)年际变率较大,平均雷暴期在100.4~171.3 d,各地雷暴期最长在天祝204 d(1997年),最短在民勤156 d(1999年)。

表1 武威市各地雷暴初、终日及雷暴期

Tab.1 Starting and ending date of thunderstorm and its duration in Wuwei of Gansu Province

	永昌	民勤	凉州	古浪	天祝
初雷日	03-22(1990)	04-09(1976)	04-11(1984)	04-02(1988)	04-02(1977,1988)
终雷日	10-11(1994)	10-26(1962)	10-26(1962)	10-27(1983)	10-27(1983)
平均雷暴期/d	124.8	100.4	112.0	131.5	171.3
最长雷暴期/d	181(1989)	156(1999)	175(1962)	179(1961,1972)	204(1977)

表 2 为 1961 ~ 2010 年武威市各地雷暴日数的年代际距平。可知,各地雷暴日数的年代际差异比较明显,近 50 a 来总体上呈逐年代减少趋势。其中 1960 ~ 1970 年代各地雷暴日均偏多,1980 年代永昌和天祝偏多、民勤偏少、凉州和古浪持平,1990 年代永昌和天祝偏少、民勤和凉州持平、古浪偏多,2000 年代各地均偏少。

表 2 武威市各地逐年代雷暴日数距平(单位:d)

Tab. 2 Decadal anomaly of thunderstorm days in Wuwei of Gansu Province (Unit:d)

年代	永昌	民勤	凉州	古浪	天祝
1960	1.6	1.8	2.8	3.3	9.9
1970	1.8	1.3	1.7	2.5	6.8
1980	2.7	-1.4	0.6	0.6	2.8
1990	-1.7	0.0	-0.2	1.3	-5.4
2000	-4.2	-1.9	-5.0	-7.5	-13.9

3.2.2 月际变化

武威市雷暴天气主要发生在 4 ~ 10 月(表 3),5 ~ 9 月是雷暴的多发时段,其中 7 月最多,占全年雷暴日数的 24.8% ~ 31.1%,依次向两端递减,8 月、6 月次之,分别占 22.5% ~ 25.6%、21.3% ~ 24.3%,6 ~ 8 月共占全年雷暴总日数的 70.8% ~ 78.6%,5 月占 8.4% ~ 9.3%、9 月占 9.6% ~ 13.6%,4 月和 10 月共占 2.8% ~ 6.1%。除永昌 3 月出现过雷暴 1 d 外,其它地区 11 月至次年 3 月均未出现雷暴。由此可知,夏半年是武威市雷暴的多发期,冬半年发生雷暴的几率很小。其原因主要是武威市位于青藏高原的东北部,夏半年地面升温快,高空盛行西北气流,冷空气活动频繁,层结极不稳定,容易发生对流性天气^[14]。

表 3 武威市各地月平均雷暴日数(单位:d)

Tab. 3 Monthly average thunderstorm days in Wuwei city (Unit:d)

地名	4	5	6	7	8	9	10
永昌	0.4	1.6	4.1	5.4	3.9	1.8	0.1
民勤	0.1	0.9	2.0	3.0	2.5	0.9	0.2
凉州	0.3	1.1	2.6	3.4	3.0	1.3	0.1
古浪	0.4	1.6	4.6	5.6	4.6	2.0	0.2
天祝	1.3	3.6	9.1	9.8	9.0	5.4	1.1

3.2.3 日变化及持续时间

武威市地域范围小,通常受同一天气系统的影

响,天气气候特征大致相同,各地气象因素的日变化比较一致。由于雷暴天气多发生在天祝(占该市雷暴总日数的 40.6%),故以天祝为例分析其日变化及持续时间特征(图 3)。可见,天祝雷暴的日变化特征非常明显,为明显的单峰型,12 ~ 22 时为多发时段,约占全天雷暴发生频率的 94.0%,对流最旺盛的时段在 13 ~ 17 时,共占总频率的 72.0%,其中 15 时发生频率最高,占 21.0%;而其他时段变化波动不大。由此可知:该地区的雷暴天气主要发生在下午到傍晚,这可能与高原上对流云活动的日变化特征相对应^[15]。天祝雷暴持续时间长短变化较大,持续时间最长为 154 min,最短时间不足 1 min,平均持续时间为 10 ~ 40 min。

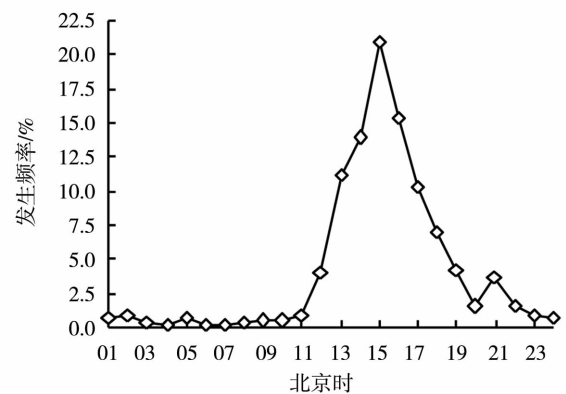


图 3 天祝雷暴发生频率的逐小时演变

Fig. 3 Hourly evolution of thunderstorm frequency in Tianzhu county of Wuwei

3.3 雷暴区域性特征

武威市雷暴天气具有明显的区域性特征(图 4),近 50 a 来,同时 2 站及以上出现雷暴的日数 140 d,占全市雷暴日数的 41.5%,其中同时 2 站出现雷暴的日数 539 d,占 19.6%;同时 3 站出现雷暴

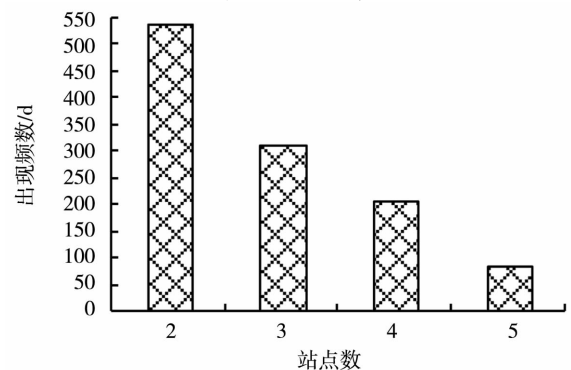


图 4 武威市区域性雷暴出现频数

Fig. 4 Frequency of regional thunderstorms in Wuwei of Gansu Province

的日数310 d,占11.3%;同时4站出现雷暴的日数207 d,占7.5%;同时5站出现雷暴的日数84 d,占3.1%。可见,随着雷暴出现范围的增加,雷暴日数迅速减少。

3.4 雷暴天气的环流形势

3.4.1 西北气流型

在500 hPa(图5)强西北气流的控制下,新疆东北部哈密至河西走廊为深厚的冷温槽或强冷平流,西太平洋副热带高压偏南偏东;700 hPa上(图略),河西走廊为西北偏北气流,有暖平流配合,河西走廊东部有明显的湿舌,水汽条件一般,相对湿度60%左右。高低空风速垂直切变大,下游无阻挡作用,高空为明显的冷平流,低空为暖平流,湿度为上干下湿,层结极不稳定,有利于强对流天气发生^[16-17],此类型雷暴所占比例最多,2001~2010年期间该类型占雷暴总数的57.7%。这种雷暴天气形势由于水汽条件不太好,雷暴持续时间较短,常伴有短时阵性大风和降水或只有雷暴无降水,但由于高空冷平流深厚且移速缓慢,往往会接连出现多日。

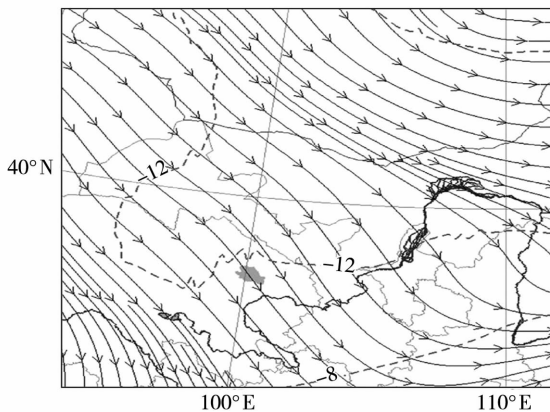


图5 河西地区西北气流型雷暴天气500 hPa环流形势
(箭头实线为流场;虚线为温度场,单位:℃;下同)
Fig. 5 The circulation situation on 500 hPa under northwest airflow type thunderstorm weather condition in Hexi corridor
(Solid lines with arrow for flow field, dashed lines for temperature field, Unit:℃)

3.4.2 西南气流型

500 hPa上(图6),河西中西部有一低槽,温度槽与高度槽位置重合或超前于高度槽,在高度槽区或槽前有冷平流,西太平洋副热带高压西伸北抬,河西走廊东部处于槽前和副高边缘的西南气流中;700 hPa上(图略),河西走廊东部处在副高边缘的东南暖湿气流中,水汽输送充足。由于高低空均处于暖

湿气流中,相对湿度在80%左右,然而高空冷平流较弱,受槽区或槽前正涡度平流以及低空暖湿气流的影响,产生较弱的上升运动,不利于强对流天气的发生,故雷暴发生比例最少,2001~2010年期间仅占雷暴总数的5.2%。这种雷暴天气形势往往产生在冷锋过境前后,水汽条件好,雷暴持续时间较长,常伴有强降水,有时会出现阵性大风,但由于温度槽与高度槽重合或超前于高度槽,系统过境后无残余的冷空气滞留,雷暴一般出现1日或最多2日。

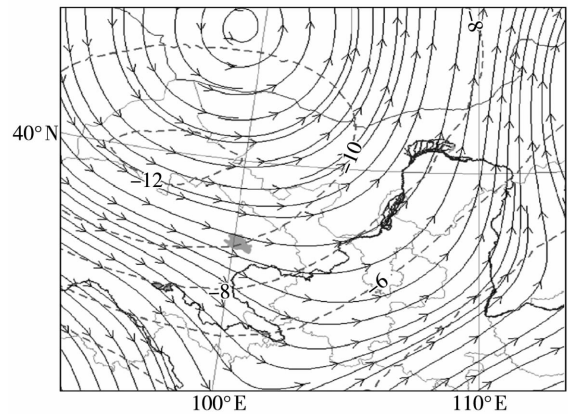


图6 河西地区西南气流型雷暴天气500 hPa环流形势
Fig. 6 The circulation situation on 500 hPa under southwest airflow type thunderstorm weather condition in Hexi corridor

3.4.3 西风气流型

500 hPa上(图7),河西走廊东部处于高空低涡底部的平直西风气流中,气流经向度较小,多为西风

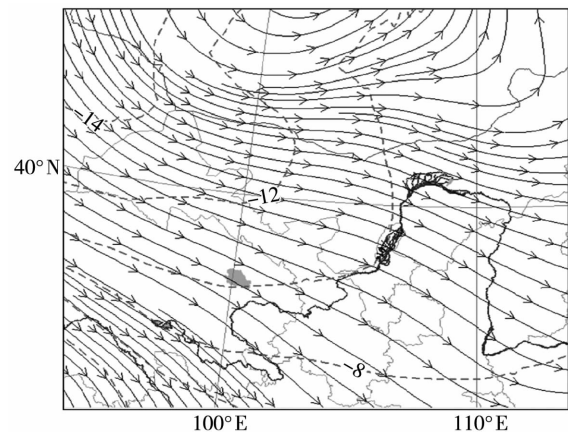


图7 河西地区西风气流型雷暴天气500 hPa环流形势
Fig. 7 The circulation situation on 500 hPa under westerly airflow type thunderstorm weather condition in Hexi corridor

波动气流,有明显的温度槽配合,锋区明显,西太平洋副热带高压东退;700 hPa 上(图略),河西走廊东部有低涡、倒槽或鞍型场,且有明显的湿舌,水汽条件较好,相对湿度在 70% 左右。高空平直西风气流中的扰动引起高原上切变线或低涡的发展,河西走廊东部为偏南风与偏西风的辐合,利于上升运动的发展,加之上下干下湿,也有利于强对流天气的发生^[18],此类雷暴天气相对较多,2001~2010 年期间占总数的 37.1%。此类天气形势高空低涡底部不断有冷空气分裂南下,且水汽条件相对较好,雷暴持续时间较长,常伴有阵性大风和较强降水,但由于高空低涡位置较偏北,影响河西走廊东部的冷空气较强,故雷暴出现日数介于西北气流型和西南气流型之间。

4 结 论

(1) 受海拔高度和地形地势的影响,甘肃武威市雷暴日数的空间分布具有明显的地域性特征,北部沙漠区民勤雷暴日数最少,南部山区天祝雷暴日数最多,占雷暴总日数的 40.6%,是武威市雷暴天气的多发地带。

(2) 武威市年、年代际雷暴日数总体呈减少趋势,且存在 7~8 a 的准周期变化。4~10 月是该市雷暴天气发生的主要季节,其中 6~8 月是高发期。雷暴的日变化特征明显,12~22 时为多发时段,最集中的时段为 13~17 时,雷暴平均持续时间为 10~40 min。

(3) 雷暴天气区域性特征非常明显,2 站及以上同时出现雷暴的日数达 1 140 d,占全市雷暴总日数的 41.5%,且随着雷暴出现范围的增大,其日数迅速减少。

(4) 武威市雷暴天气发生的典型环流形势可归纳为西北气流型、西风气流型和西南气流型 3 类,其中西北气流型最多。西北气流型有利于强对流天气发生,这种形势高空冷平流深厚且移速缓慢,雷暴出现日数最多;西南气流型,高空冷平流较弱,系统过境后无残余的冷空气滞留,雷暴出现日数最少;西风气流型也利于强对流天气发生,但由于高空低涡位

置偏北,影响武威市的冷空气不是很强,雷暴出现日数相对较多。

参考文献:

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 北京:气象出版社,1992. 635-641.
- [2] 孟青,吕伟涛,姚雯,等. 地面电场资料在雷暴预警技术中的应用[J]. 气象,2005,31(9):30-33.
- [3] Tobias J M. The basis of conventional lightning protection systems [J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 2004,40(4): 958-962.
- [4] Elahi H, Sublich M, Anderson M E, et al. Lightning over voltage protection of the paddock 362-145 kV gas-insulated substation [J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1990,5(1):144-150.
- [5] 白肇焯,徐国昌,孙学筠,等. 中国西北天气[M]. 北京:气象出版社,1991. 258-357.
- [6] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术(第二版)[M]. 北京:气象出版社,2007. 37-41.
- [7] 施能,陈家其,屠其璞. 中国近 100 年来 4 个年代际的气候变化特征[J]. 气象学报,1995,53(4):431-439.
- [8] 施能,马丽,袁晓玉,等. 近 50a 浙江省气候变化特征分析[J]. 南京气象学院学报,2001,24(2):207-213.
- [9] Livezey R E, Chen W Y. Statistical field significance and its determination by Monte Carlo techniques[J]. Monthly Weather Review, 1983,111(1):46-59.
- [10] 周石清,陈建江,耿峻岭. 单因素方差分析法对三屯河年均流量序列的周期分析[J]. 新疆水利,2001,(3):25-29.
- [11] 王媛媛,张勃. 陇东地区近 51a 气温时空变化特征[J]. 中国沙漠,2012,32(5):1402-1407.
- [12] 丁文魁,杨晓玲. 石羊河流域面雨量预报方法研究[J]. 水资源与水工程学报,2011,22(5):69-73.
- [13] 王旭,马禹. 新疆中尺度对流系统的地理分布和生命史[J]. 干旱区地理,2012,35(6):857-864.
- [14] 李栋梁,刘德祥. 甘肃气候[M]. 北京:气象出版社,2000. 253-265.
- [15] 江吉喜,范梅珠. 夏季青藏高原上的对流云和中尺度对流系统[J]. 大气科学,2002,26(2):263-270.
- [16] 王洁,杨洋,曹继军,等. 一次强雷暴天气与大气环境场的关系分析[J]. 干旱气象,2014,32(1):70-74.
- [17] 魏勇,彭军,热苏力·阿不拉,等. 新疆天山北坡中部一次冰雹天气成因分析[J]. 干旱气象,2013,31(4):771-777.
- [18] 马思敏,刘晓莉,杨侃,等. 宁夏固原市一次对流性天气的数值模拟[J]. 干旱气象,2015,33(2):278-290.

Temporal and Spatial Distribution of Thunderstorm in Wuwei of Gansu Province

ZHANG Chunsong¹, YANG Xiaoling², LIU Rong¹, ZHOU Hua³, HU Jinge²

(1. Minqin Meteorological Station of Gansu Province, Minqin 733300, China; 2. Wuwei Meteorological Bureau of Gansu Province, Wuwei 733099, China; 3. Gulang Meteorological Station of Gansu Province, Gulang 733400, China)

Abstract: Thunderstorm is one of the most frequently disastrous weather in Wuwei of Gansu Province. The temporal and spatial distribution characteristics and changed trend of thunderstorm weather were analyzed by using the statistical methods based on thunderstorm data from 5 meteorological stations in Wuwei city during 1961–2010, firstly. Combined the daily NCEP reanalysis data with 6 h temporal and $1^\circ \times 1^\circ$ spatial resolution from April to October during 2001–2010, the circulation pattern of thunderstorm weather were summarized through north–south airflow configuration. Results showed that the spatial distribution of thunderstorm weather in Wuwei was regionally obvious due to the altitude and topography, and the thunderstorm days in Tianzhu of southern mountain area was far more than those in other parts, which accounted for 40.6% of the total thunderstorm days during 1961–2010. The annual and decadal changes of thunderstorm days appeared declining trends on the whole, the declining trend in Tianzhu was most significant, and the climatic linear tendency was $-5.819 \text{ d}/10 \text{ a}$. The quasi–period of thunderstorm days in Wuwei was seven to eight years. The thunderstorm in Wuwei mainly occurred from June to August, which accounted for 70.8% to 78.6% of the annual total thunderstorm days. Additionally, the daily changes of thunderstorm weather in Wuwei were significant, mainly occurred from 12:00 to 22:00, especially from 13:00 to 17:00, and the average durations were 10 to 40 minutes. Regional characteristic of thunderstorm weather was very obvious, and the thunderstorm days reduced rapidly with the increase of thunderstorm station numbers. The circulation pattern of thunderstorm weather was divided into three categories in Wuwei city, i. e. northwest airflow, southwest airflow and westerly airflow types. To the thunderstorm with northwest airflow type, the cold advection on upper level was deep and slow–moving, which was beneficial to the occurrence of strong convective weather, the proportion of thunderstorm was the most. The cold air didn't remain after the weather system passed through Wuwei for the southwest airflow type, which wasn't conducive to the occurrence of strong convective, the proportion of thunderstorm was the least. The location of the upper vortex was to the north and the cold air was stronger for the westerly airflow type, which was more advantageous to strong convective weather occurrence, the proportion of thunderstorm was relatively higher.

Key words: thunderstorm; temporal and spatial distribution; change trend; circulation situation; Wuwei city