

河西走廊中部2010年春季异常低温 雨雪天气特征及其防御

殷雪莲^{1,2}, 郭萍萍², 修韶宇²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省张掖市气象局, 甘肃 张掖 734000)

摘要:利用河西走廊中部6县(区)历年降水及温度等常规资料、国家气候中心提供的74个大气环流因子中西太平洋副热带高压强度、面积、西伸脊点指数及极涡强度、经向环流指数等历史资料,分析河西走廊中部2010年春季异常低温阴雨雪天气特点及其成因,结果表明:2010年春季此区域降水偏多幅度之大、低温持续时间之长为40 a来罕见;2010年春季河西走廊中部天气气候异常是极涡中心指数及亚洲经向环流指数偏强、高纬度强冷空气大幅南下等因素引起的;2009年厄尔尼诺现象的出现及2010年春季副热带高压异常西伸偏强,也是低温阴雨雪天气形成的原因。此外,还分析了2010年春季低温阴雨雪天气对河西走廊中部春耕春播生产的影响,并提出防御措施及建议。

关键词:春季低温阴雨(雪);天气特征;成因分析;灾害防御;河西走廊中部

中图分类号:P426.61⁺4

文献标识码:A

引言

河西走廊地处青藏高原东北侧,在大地形边缘下沉气流和亚洲东岸西北气流控制之下,是世界上同纬度最干旱的地区之一,尤其春季,仍受冬季风影响,水汽稀少,造成春旱发生率高,影响地域广^[1]。而2010年春季,河西走廊中部阴雨低温持续时段为近40 a罕见,造成农业损失达2亿多元。相关研究表明^[2]甘肃省低温冷害天气主要发生于春、秋季,大部地区发生频率为17%~35%,河西走廊约为3~5 a一遇,2007~2010年,河西中部有2 a出现了春季低温阴雨雪灾害天气,发生频率逐年增大。

魏锋^[3]等研究了祁连山近45 a 5~9月日降水气候特征,刘德祥^[4]等分析了甘肃省近50 a春季连阴雨的气候特征,李耀辉^[5]等对中国西北春季降水与太平洋秋季海温的异常特征进行了分析,宋连春^[6]等对甘肃气象灾害与气候变化问题进行了初步研究,以上研究成果得出了诸多有益的结论,但目前相关河西走廊春季低温雨雪天气特征及防御等方面的研究尚少。本文根据近40 a河西走廊中部春季气温及降水的演变特点,分析了2010年春季低温

阴雨天气的异常性,并结合大气环流特征、海温及副热带高压的演变,阐述了其成因及对农业生产的影响,归纳了切实可行的防御措施,旨在为河西走廊中部春季低温阴雨雪天气的预测及防御提供参考依据。

1 资料及方法

利用河西走廊中部张掖市6县(区)1971~2010年温度、降水等气象要素实时资料及1971~2000年30 a气象要素平均值,统计分析了川区和山区历年春季温度、降水的距平变化及2010年春季低温阴雨时段气温和降水的变化幅度;利用国家气候中心提供的1971~2010年74个大气环流因子中极涡中心强度、西太平洋副高强度、面积及西伸脊点指数、经向环流指数等资料,分析了2010年春季异常大气环流演变特征;应用1971~2010年秋季海温异常偏暖事件,分析了对河西走廊中部春季降水天气的影响。

2 2010年春季气候特征

2010年春季河西走廊中部低温雨雪天气频繁,

收稿日期:2012-02-13;改回日期:2012-07-12

作者简介:殷雪莲(1967-),女,甘肃高台人,高级工程师,主要从事气象服务及应用研究。E-mail: yxl-bn@163.com

影响范围广、低温寡照持续时间长,旬、月气温异常偏低,为历年罕见。

2.1 温度特征

分析河西走廊中部 1971~2009 年川区(以甘州区为代表)、山区(以民乐为代表)春季平均气温距平序列(图 1),1970 年代后期至 1990 年代前期,以负距平为主;1996 年至 2009 年,均为正距平,而 2010 年春季河西走廊中部气温偏低 0.6~1.5℃,偏低幅度之大,为近 40 a 罕见。尤其 4 月,川区、山区平均气温较历年同期偏低 1.5~2.7℃,均创历史同期次低值。统计分析各地不同年代际 4 月平均气温距平的最低值(表 1),甘州区、民乐 1970~1990 年代 4 月气温距平的最低值在 -1.43~-2.2℃ 间,其中 1983 年为历年最低值;2010 年川区、山区 4 月气温距平均为自 1983 年以来的最低值。

2010 年春季,各地平均最高气温偏低幅度均大于最低气温。3 月、5 月各地平均最高气温较历年同

期偏低 0.1~0.8℃,4 月偏低幅度达 2.7~2.8℃;3 月、5 月各地平均最低气温高于历年同期 0.5~1.0℃,4 月平均最低温度低于历年同期 1.1~1.3℃,说明 2010 年春季气温异常偏低,表现最明显的是平均最高气温的持续偏低。

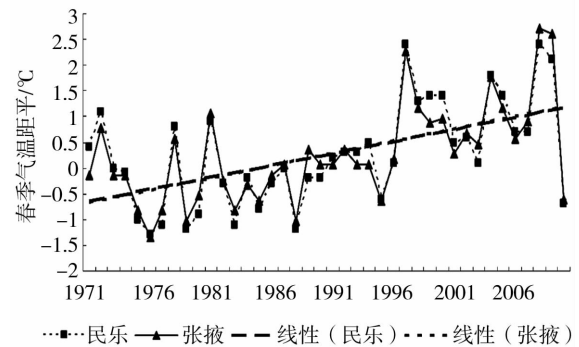


图 1 张掖市代表站历年春季气温距平曲线

Fig. 1 The spring mean temperature anomaly during 1971-2009 in Zhangye

表 1 张掖市代表站各年代际 4 月气温距平最小值(单位:℃)

Tab. 1 Minimum value of interdecadal temperature departure in April in Zhangye (Unit:℃)

	1971~1980 年	1981~1990 年	1991~2000 年	2001~2009 年	2010 年
甘州区	-1.45(1976 年)	-2.2(1983 年)	-1.43(1995 年)	-0.3(2002 年)	-1.7
民乐	-1.7(1976 年)	-2.2(1983 年)	-1.6(1995 年)	-0.5(2001 年)	-2.0

2.2 降水特征

2010 年春季,河西走廊中部出现 7 次连阴雨雪过程,降水量 45.3~128.6 mm,是 1971 年以来同期次多值(少于 2007 年),降水持续偏多的状况为 40 a 来罕见。4 月山区降水为历史同期次多值;5 月川区降水创历史同期最多值。分析近 40 a 春季降水距平百分率变化(图 2),1971~2010 年间,山区、川区降水偏多(距平百分率 $\geq 20\%$,以下同)的年份达 36%,其中 1970 年代出现 1~2 a,1980 年代至 2001~2009 年各年代出现 3~5 a。各年代际山区、川区降水偏多年份的最大距平百分率:1970 年代分别为 30% 和 62%,1980 年代分别为 79% 和 95%,1990 年代分别为 60% 和 128%,2001~2009 年为 110% 和 207%,2010 年为 91% 和 150%。以上分析看出,近 40 a 来河西走廊中部春季降水变率逐渐加大,振幅逐年增大,降水呈增加态势。

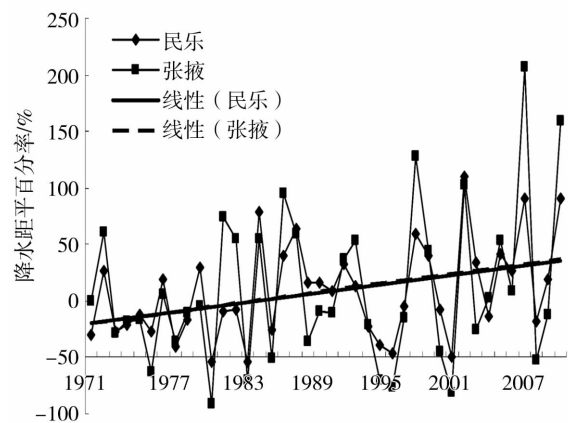


图 2 张掖市代表站历年春季降水距平曲线

Fig. 2 The spring precipitation anomaly percentage during 1971-2009 in Zhangye

3 低温阴雨天气成因

连阴雨是大气环流相对稳定、长波系统在一定地区停滞的产物,是中高纬西风带系统和低纬副热带系统共同作用而形成的^[7]。2010年河西中部春季低温阴雨天气过程与欧亚大气环流异常有关,春季北半球极涡中心强度偏强,冷空气活动异常频繁,西太平洋副热带高压面积较常年同期偏大,强度较常年同期偏强,且其西伸脊点偏西,同时2009年秋季厄尔尼诺的出现也是造成2010年河西走廊中部春季降水偏多、气温异常偏低的原因之一。

3.1 中高纬度环流异常

3.1.1 极涡偏强

极涡体现了中、高纬大气环流的形势,在很大程度上反映了冷空气的堆积,堆积的冷空气不仅对同期气温有影响,且它们的耗散和移动也影响着后期气温,尤其是冬、春季极涡^[8]。通过1971~2010年3到5月极涡中心强度指数分析(图3),历年3月、4月、5月平均值分别为1.2、11.8和25.1,而2010年3月达到了7,4月递增至17,5月中心强度指数达到了32,强度明显偏强。2010年3月极涡位于160°E、60°N处,4月移于180°W、60°N,5月位于90°W、70°N,从仲春偏南的Ⅱ区逐渐偏移到了Ⅲ区^[9],春末逐渐回归极区附近(70°N以北)。2010年春季极涡明显偏强且偏向东北亚地区,有利于极地强冷空气南下影响我国,致使西北地区西部春季降水异常偏多,气温异常偏低,这与相关研究相符^[1]。

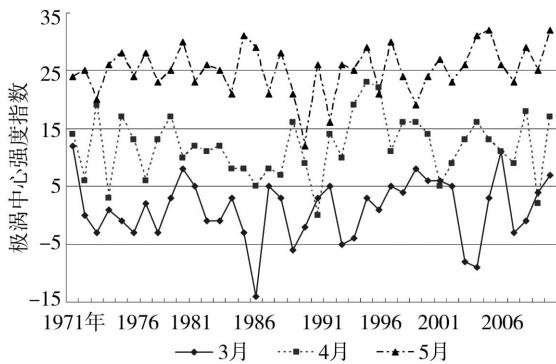


图3 1971~2010年北半球3~5月极涡中心强度
Fig. 3 Polar vortex intensity index from March to May over Northern Hemisphere from 1971 to 2010

3.1.2 经向环流明显,冷空气较强

2010年春季,北半球高纬度地区环流异常,持续了冬季以来的AO负位相特征^[10],中纬度欧亚地区乌拉尔山附近高度场偏高,贝加尔湖附近的亚洲

北部地区高度场异常偏低(图4),且经向环流明显。分析1971~2010年亚洲地区3~5月经向环流指数变化(图5),看出2010年春季经向环流指数较历年同期偏低,尤其是4~5月偏低明显,表明亚洲地区盛行经向环流,北极冷空气不断分裂南下。2010年春季平均冷空气指数为4.5,较常年平均的2.89偏强,表明2010年3~5月冷空气强于常年同期,冷空气活动频繁^[11],我国大部分地区温度较常年偏低,尤其是北方地区温度偏低明显。

上述分析表明2010年春季极涡位置较常年偏强偏南,分裂南下的冷空气势力较强,是造成2010年东北、华北、内蒙古、西北西部(包括河西走廊)等地发生罕见的冬春持续低温灾害的原因之一。

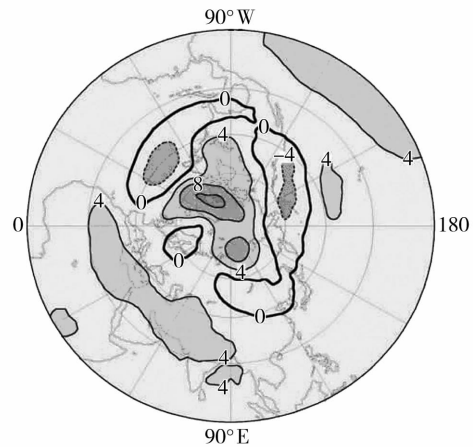


图4 2010年春季北半球500 hPa
高度场距平(单位:dagpm)

Fig. 4 The 500 hPa geopotential height anomaly field over Northern Hemisphere in spring 2010 (Unit: dagpm)

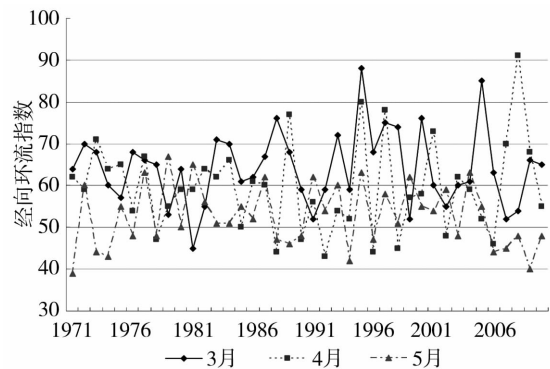


图5 1971~2010年欧亚地区3~5月经向环流指数
Fig. 5 The zonal circulation index from March to May over the Eurasian region from 1971 to 2010

3.2 副热带高压特征

2010年春季,西太平洋副热带高压(以下简称

副高)的面积和强度(环流指数定义见文献[12])均较常年同期异常偏强(图6),副高强度指数为51.7,较常年平均的18.06偏强;面积指数为22.0,较常年平均的11.07偏大;西伸脊点为90,较常年平均的115.5偏西。副高偏强偏西利于引导西侧来自低纬度地区水汽向我国大陆的输送,为西北地区降水的产生提供有利的水汽条件^[10]。统计分析1971~2010年春季副高的面积、强度、西伸脊点指数与河西中部春季降水的关系,40 a中副高面积、强度,西伸脊点同时偏大、偏强、偏西的年份共有18 a,对应降水偏多的年份为12 a,概率达68%,表明春季副高偏强、偏西与河西中部降水的偏多有很好的相关性。副高偏强,加之中高纬度地区经向环流明显,冷空气活动频繁,这种环流的配置造成了2010年春季西北地区河西走廊冷暖气流交汇频繁,降水偏多,气温明显偏低。

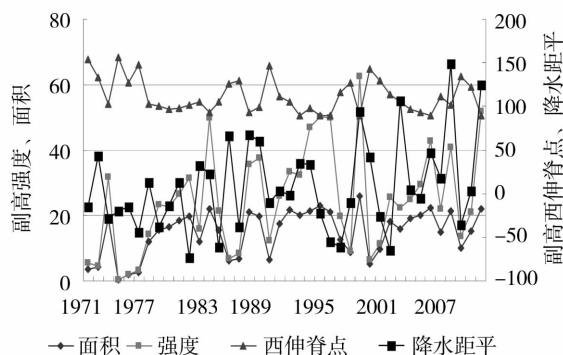


图6 1971~2010年春季副高强度、面积、西伸脊点指数与河西走廊中部降水变化曲线

Fig. 6 The variation of the intensity, the area and the west ridge point of Subtropical high index and the precipitation in central Hexi Corridor in spring from 1971 to 2010

3.3 海温异常的影响

许多研究证实,厄尔尼诺事件的发生,从太平洋至印度洋广大地区的海洋上,气象要素会产生强烈的异常,造成许多地区的气候异常。厄尔尼诺事件一般从春季开始,11~12月达到最盛,翌年春季减弱消失^[13]。2009年6月,赤道中、东太平洋进入偏暖状态,发生厄尔尼诺事件,12月,赤道中、东太平洋海表温度偏高0.5℃以上,中心值超过2.5℃,厄尔尼诺事件达到峰值,此后,厄尔尼诺事件明显减弱(图7)。厄尔尼诺年引起大气环流的异常会影响到西北的降水变化^[14],研究指出^[5]西北地区的

春季降水与前期秋季赤道中东太平洋海温异常之间有着比较清晰的遥相关,当秋季海温异常偏高,次年春季西北大部降水以异常偏多为主,也即当黑潮区海温偏低,而北太平洋中部海温高和西风漂流区海温较高时,则西北地区的新疆北部地区和河西走廊区降水偏多。

根据文献^[15]和国家气候中心《ENSO监测简报》(18—30期),可得到依据Nino Z区的海温距平指数划分的ENSO事件序列列表^[15-16](表2),1971~2009年共发生10次跨越秋季的厄尔尼诺现象,根据其持续时间、平均海表温度距平SSTA、海温强度等特征值,分析厄尔尼诺事件次年河西中部春季降水距平百分率的变化,看出:无论是单站还是川区、山区平均,厄尔尼诺事件的次年春季,降水偏多的几率均为8/11(此处8/11表示11个ENSO事件的次年,有8年春季降水偏多,其它类推),降水异常偏多(距平百分率 $\geq 60\%$)的几率为5/11。由此表明:当秋季海温异常偏高,次年春季河西降水以偏多为主^[17]。

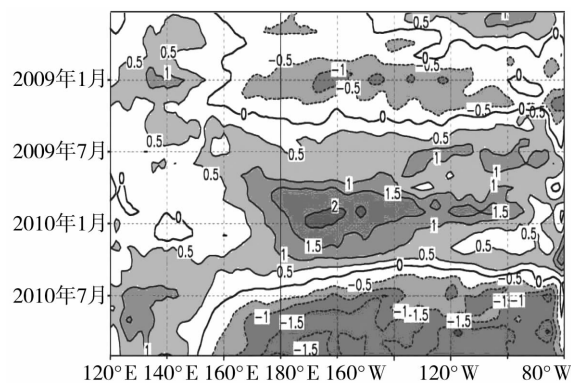


图7 赤道太平洋海面温度距平时间—经度剖面(单位:℃)

Fig. 7 Time - longitude section of Tropical Pacific SSTA (Unit:℃)

4 综合防御措施

3~5月是河西走廊农作物播种及幼苗生长期,该季节低温阴雨天气对农作物生长影响较大。2010年春季持续低温阴雨雪天气对作物的播种、发芽、出苗、温室蔬菜的生长等产生了较大影响(表3)。

河西走廊中部是西北地区最主要的商品粮基地和经济作物集中产区,研究春季低温阴雨雪天气的发生规律,科学防范,减轻其危害,是春耕春播期农业生产的关键。

表2 1971年以来的 ENSO 事件与河西走廊次年春季降水距平

Tab.2 ENSO events since 1971 and precipitation anomaly in spring of next year in Hexi Corridor

起止年月	SSTA 峰/谷值/℃	海温强度	次年春季川区/山区降水距平/%	
1972-04 至 1973-02	1.8	中等	1973年	-29 -28
1982-05 至 1983-08	2.3	极强	1983年	55 -8
1986-09 至 1988-01	1.4	强	1987年	95 40
			1988年	59 63
1991-05 至 1992-06	1.3	中等	1992年	36 33
1994-10 至 1995-02	1.0	极弱	1995年	-70 -39
1997-05 至 1998-04	2.6	极强	1998年	128 60
2002-05 至 2003-02	1.4	弱	2003年	-26 35
2004-07 至 2005-02	0.9	弱	2005年	53 41
2006-08 至 2007-01	1.2	弱	2007年	207 91
2009-06 至 2010-04	1.4	中等	2010年	159 91

表3 2010年春季低温阴雨天气对农业生产的影响

Tab.3 The effect on agricultural production of the low temperature and rain-snow weather in 2010

影响分类	具体影响
土壤湿度偏大	3~5月甘州区及民乐县作物观测地段逐日土壤湿度分别达89%和92%以上,较历年同期偏大2~13个百分点,耕地普遍过湿,不利于作物种植及生长。
春耕春种进度推迟	春小麦播期较往年推迟7~10d,春玉米播期偏晚7~15d;马铃薯、油菜、大蒜等的播种期偏晚15~20d,适播期缩短,与2009年同期相比,春播面积减幅达29.2%,进度明显趋缓。
作物生育期延迟	苹果、酿造葡萄等经济作物花芽萌动期及杏树花序形成期均较往年推迟了近10d;春小麦三叶到分蘖期比常年偏晚3~10d,幼苗生长缓慢,长势偏弱,部分地区有效穗数明显减少。
影响作物正常生长	低温雨雪冰冻灾害使沿山小麦、大麦、马铃薯发芽受到严重影响;露地瓜果、油菜、马铃薯、胡麻、豆类出现明显冻害,川区部分玉米、棉花、瓜类、蔬菜等喜温作物幼苗冻伤甚至死亡。
设施农业损失严重	低温、高湿、弱光的小气候环境,导致植株生长发育缓慢;蔬菜灰霉病、白粉病、低温沤根现象明显,影响产量;温室蔬菜遭受冻害,农业保温增温成本增加,造成一定的经济损失。

(1) 掌握低温气候规律,合理种植,科学栽培

河西中部春季低温阴雨时段年际变化大,最早(川区3月下旬)和最晚(山区5月上旬)相差近40d,要合理利用农业气候资源,减少其危害,首先必须选用耐寒高产品种,采取早播、育苗移栽、地膜覆盖、科学浇水等科学栽培技术,增强作物的抗逆性、抗寒性、抗病性;其次要合理确定夏、秋作物的种植比例,掌握、分析适播期、安全期和关键生育期及其迟早的影响,及时催芽、播种,实行安全栽培。

(2) 提高天气预报准确率,做好春播期精细化预报预警服务及研究

释用先进的数值天气预报模式和 GRAPES 灾害预报模式,应用天气学原理和方法,得出本地低温阴雨过程的环流形势和经验指标,分析其结束期

早、晚趋势,建立低温阴雨天气预测概念模型,提高春季低温雨雪灾害预报准确率。研究春季低温阴雨灾害对作物生长发育及产量形成的关系,建立灾害指标体系,建立风险评估模型,利用 GIS 技术开展其风险区划,为防御及减轻危害提供科学依据。

(3) 及时开展低温雨雪灾害临近防御及灾后补救措施

防御春季低温阴雨灾害,温室蔬菜要加强秧苗管理,采取保暖、补光、控制浇水、稳定室温、合理增施磷钾肥、喷洒保护剂和防病药剂及中耕松土等措施,提高秧苗的抗寒能力;对已受冻的棚室,要放风降温并搭棚遮荫,避免因温度急剧上升使蔬菜受冻组织坏死,要及时剪去受冻器官,以免组织发霉病变,引发病害。耕地积雪积水,应及时清除,并耙耩

散墒,加快土壤水分蒸发,同时采取免耕播种的方式,抢时播种;采取耙耩、镇压等措施,破除尚未出苗地块的板结,以利出苗;采取修复设施、重新覆膜、增温保温、补栽补种、及时放苗、加强水肥管理和病虫害防治等措施,确保损失降到最低程度。

5 结 论

(1)2010 年春季河西走廊中部低温持续时段之长、降水偏多幅度之大为近 40 a 罕见,其中平均最高气温的偏低是造成气温异常偏低的原因之一。

(2)2010 年春季极涡明显偏强,位置偏南,加之亚洲地区盛行经向环流,聚集于西西伯利亚的强冷空气不断分裂南下,造成了河西走廊中部乃至西北地区大部罕见的春季持续低温雨雪灾害。

(3)春季副高偏强及其西伸与河西走廊中部降水的偏多有很好的相关性。2010 年春季副高的面积和强度均较常年同期偏强,副高西伸脊点较常年同期偏西,有利于西北太平洋和南海地区的水汽向东亚大陆输送,同时强冷空气活动频繁,造成了河西冷暖气流交汇频繁,降水偏多,气温明显偏低。

(4)秋季海温异常偏高,次年春季河西走廊降水以异常偏多为主。即 2009 年 6~12 月发生在赤道中、东太平洋的厄尔尼诺现象,是造成 2010 年春季河西走廊中部罕见的低温雨雪天气持续的原因之一。

(5)研究河西走廊中部春季强低温阴雨天气发生规律,提高预报预测水平,并利用农业气候资源,合理种植,科学栽培,有效防范,对减少或避免春季阴雨及低温冷害的危害具有重要意义。

参考文献:

- [1] 李栋梁. 甘肃气候[M]. 北京:气象出版社,2000.
- [2] 张建明,尚清芳,祁永安,等. 甘肃省农业生产风险因素分析[J]. 自然灾害学报,2006,15(1):144-148.
- [3] 魏锋,王劲松,李宝梓,等. 祁连山近 45a5~9 月日降水气候特征[J]. 干旱气象,2010,28(3):285-290.
- [4] 刘德祥,白虎志,陆登荣. 甘肃省近五十年春季连阴雨的气候特征[J]. 甘肃科技,2002,26(2):121.
- [5] 李耀辉,李栋梁,赵庆云. 中国西北春季降水与太平洋秋季海温的异常特征及其相关分析[J]. 高原气象,2000,19(1):100-110.
- [6] 宋连春,杨兴国,韩永翔,等. 甘肃气象灾害与气候变化问题的初步研究[J]. 干旱气象,2006,24(2):63-69.
- [7] 张建海,曹艳艳. 2010 年早春浙江罕见连阴雨天气环流特征及成因分析[J]. 高原气象,2011,30(6):1543-1553.
- [8] 刘传凤,高波. 我国南方春季低温冻害气候及其大气环流特征[J]. 热带气象学报,2001,17(2):179-187.
- [9] 张恒德. 夏季北极涡与副热带高压的联系及对华北降水的影响[J]. 热带气象学报,2008,24(2):417-422.
- [10] 贾小龙,陈丽娟,龚振淞,等. 2010 年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响[J]. 气象,2011,37(4):446-453.
- [11] 段海霞,王素萍,冯建英. 2010 年春季全国干旱状况及其影响与成因[J]. 干旱气象,2010,28(2):18-22.
- [12] 赵振国. 中国夏季旱涝及环境场[M]. 北京:气象出版社,1999.
- [13] 唐佑民,刘书华. 两类厄尔尼诺事件对我国气候的影响[J]. 成都气象学院学报,1994,9(2):58-63.
- [14] 刘引鸽. 西北干旱灾害影响因子分析[J]. 灾害学,2003,16(2):18-22.
- [15] 李晓燕,翟盘茂,任福民. 气候标准值改变对 ENSO 事件划分的影响[J]. 热带气象学报,2005,21(1):72-78.
- [16] 李晓燕,翟盘茂. ENSO 事件指数与指标研究[J]. 气象学报,2000,58(1):102-109.
- [17] 王澄海,王式功,杨德保,等. 中国西北春季降水与太平洋海温相关特征的研究[J]. 热带气象学报,2002,18(4):374-382.

Characteristics of Exceptional Rain – snow Events and Causes analysis in Spring of 2011 in the Middle of Hexi Corridor

YIN Xuelian^{1,2}, GUO Pingping², XIU Shaoyu²

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Open Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster, CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou 730020, China; 2. Zhangye Meteorological Bureau of Gansu Province, Zhangye 734000, China)

Abstract: Based on yearly temperature, precipitation data in central Hexi Corridor, and the historical data of the intensity, area and the west ridge point of Subtropical High and Polar vortex intensity, meridional circulation provided by national climate center, the characteristics and the courses of the anomalous rain – snow weather event in central Hexi Corridor which was happened in 2010 spring were analyzed. Results show that the increasing magnitude of precipitation and long duration of lower temperature in spring of 2011 in central Hexi Corridor were rare in recent 40 years, which caused by the stronger Polar vortex intensity and Asian meridional circulation, and the cold air over high latitude region moving strongly to south. Another factors were the phenomenon of El Nino in 2009, and the abnormally extending westwards and stronger intensity of Subtropical High. In addition, the effect of this weather event on the spring sowing was analyzed also, and the defense measures and some suggestions were provided.

Key words: rain – snow events in spring; weather features; causes analysis; disaster prevention; middle of Hexi Corridor