

胡玲,汪青春,刘宝康,等. 2014. 青海高原干热风的分布特征及其对气候变化的响应. 气象, 40(4): 450-457.

青海高原干热风的分布特征及其对气候变化的响应^{*}

胡 玲¹ 汪青春² 刘宝康¹ 苏文将¹ 周万福¹

1 青海省气象科学研究所, 西宁 810001

2 青海省气候中心, 西宁 810001

提 要: 基于青海省 56 个气象站 1961—2010 年 50 年气象资料对干热风的发生日数、空间分布及其变化特征分析表明: 青海高原干热风主要分布在柴达木盆地且以小灶火为高发地, 其次为东部农业区且以循化为高发地; 近 50 年来干热风日数、强度均呈逐年上升趋势, 2001—2010 年年平均达到 29 站次, 分别较 20 世纪 60 和 70 年代偏多 17 和 11 站次; 近年来平均最高气温的明显升高与相对湿度逐年减小是干热风日数增多的主要原因。

关键词: 干热风, 气候变化, 响应

中图分类号: P467

文献标志码: A

doi: 10. 7519/j. issn. 1000-0526. 2014. 04. 007

Distribution Characteristics of Dry Hot Wind and Its Response to Climate Change in Qinghai Plateau

HU Ling¹ WANG Qingchun² LIU Baokang¹ SU Wenjiang¹ ZHOU Wanfu¹

1 Qinghai Meteorological Research Institute, Xining 810001

2 Qinghai Climate Centre, Xining 810001

Abstract: Based on 50 years' meteorological data from 56 meteorological stations in Qinghai Province from 1961 to 2010, the spatial distribution, basic climate characteristics and occurrence days of dry hot wind are analyzed. The results show that the Qaidam Basin is the main region for dry hot wind over Qinghai Plateau where Xiaozahuo and Xunhua are the stations that frequently see the dry hot wind followed by Haidong Area. In the past 50 years, the number of dry hot wind days and its intensity have showed a rising trend. During 2001—2010, the annual average dry hot wind events were 29 times, and respectively 17 times and 11 times more than in 1960s and 1970s. In recent years, the dry hot wind days increased, which result from the obvious increase of average maximum temperature and the gradual decrease of the relative humidity.

Key words: dry hot wind, climat change, response

引 言

气候变化既是当今国际社会普遍关注的全球性问题,也是关系到环境保护和社会可持续发展的重大现实问题。青海省作为青藏高原的主体部分是我国乃至东亚气候与环境变化的“敏感区”和“脆弱带”,气候条件及其变化对水资源、生态环境、农牧业生产、交通、能源和重大工程建设等敏感行业具有十

分显著的影响。研究表明,1961—2010 年青海省年平均气温呈明显升高趋势。年平均气温的阶段变化极其明显,20 世纪 60 年代至 80 年代中期为冷期,80 年代后期至 21 世纪 10 年代为暖期,尤其是 20 世纪 90 年代末期至 21 世纪 10 年代增温尤为明显。近 50 年来,青海省年平均气温升温率为 $0.37^{\circ}\text{C} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ 。明显高于近 50 年全球和中国每 10 a 分别增长 0.13 和 0.22°C 的水平。其中,东部农业区、三江源区、柴达木盆地及环青海湖区气温

^{*} 国家自然科学基金项目(41165008)资助

2012 年 12 月 20 日收稿; 2013 年 6 月 8 日收修定稿

第一作者: 胡玲,主要从事农业气象服务与研究. Email: huling3665717@sina. com

变化率分别为 0.27、0.36、0.42 和 0.36℃·(10 a)⁻¹,柴达木盆地是青海省年平均气温升温率最大的地区(《青海省气候变化评估报告》编写委员会,2012)。

气候变暖使中国经济面临四大挑战,挑战之首是极端气候事件趋强趋多(秦大河,2007)。干热风是一种农业气象灾害。可分两种类型,一种是作物在生长发育期间,因同时受高温、低湿和一定风力影响而减产称为高温低湿型干热风;另一种是由于雨后高温,使小麦青枯称为雨后热枯型干热风。干热风等气象灾害对全球变暖的响应表现更为突出和敏感,已成为气候变化研究中的重点和热点问题之一(邓振镛等,2009a)。干热风危害的实质是高温、低湿引起农作物生理干旱,风加重了危害的程度(邓振镛等,2009b;2009c;柳芳等,2007;张书余等,2008;北方小麦干热风科研协作组,1988)。青海高原农业区主要分布在西部的柴达木地区及东部地区,是青海高原作物受干热风灾害最严重的地区。随着气候变暖干热风气象灾害逐步增加,其主要发生在 7 和 8 月,此时正是小麦抽穗、灌浆和乳熟的关键时期。干热风的发生可强烈破坏小麦的水分平衡和光合作用,使小麦灌浆过程受阻,青枯逼熟,影响小麦灌浆成熟,千粒重明显下降,导致小麦严重减产。本文利用青海省现有的 56 个气象站 1961—2010 年 50 年气象资料,统计分析了干热风气象灾害发生发展的日、月、季动态和空间分布以及频次和强度变化特征,探讨了近年来干热风发生频次和强度变化的主导因子,对趋利避害和防灾减灾具有十分重要意义。

1 资料与统计方法

1.1 资料及处理

青海省地方气象灾害标准(DB63)规定(青海省质量技术监督局,2001),作物受害的干热风分轻、中、重三级指标(表 1 和表 2)。本文统计了青海省现有的 56 个气象观测站 1961—2010 年日极端最高气温、14 时相对湿度和 14 时风速等资料,在资料统计处理时遵循以下原则:(1)根据《青海省气象灾害标准》(DB63)规定的干热风日气象指标,即满足日最高气温≥30℃,14 时相对湿度≤30%以及 14 时风速≥3 m·s⁻¹为一个干热风气象日数;(2)干热风的统计以一次满足干热风气象条件的日数为一次进

行计算(祁贵明等,2007)。

表 1 青海省地方气象灾害标准(DB63)
作物受害的干热风分级指标

Table 1 The dry-hot wind grade index of damaged crops according to the local meteorological disaster standard of Qinghai (DB63)	
分级指标	作物受害症状
轻	叶子轻度凋萎、变色、灌浆轻度受阻
中	叶片及茎黄或青枯,颖壳变白、灌浆受阻,千粒重下降
重	茎秆和叶片青枯,种子不能正常灌浆、秕粒,千粒重很低

表 2 干热风日气象分级指标
Table 2 The meteorological grade index of daily dry-hot winds

干热风日 气象指标	日最高 气温/℃	14 时相对 湿度/%	14 时风速 /m·s ⁻¹
轻日	≥30	≤30	≥3
重日	≥33	≤25	≥4

1.2 统计分析方法

1.2.1 气候趋势系数和倾向率

引入气候趋势系数和气候倾向率来研究干热风日的线性倾向趋势和变化幅度(胡玲等,2009)。气候趋势系数表示为:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(i - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (i - \bar{t})^2}}$$

(1)

式中, R 为 n 个时间(单位:a)的气候要素序列与自然数列 1,2,3,⋯, n 的相关系数; n 为年数; x_i 为第 i 年的气候要素值, $\bar{x}$ 为其平均值, $\bar{t}$ 为气候要素值时间序列号或年份的平均值; R 值的符号反映干热风日增多或减少的变化趋势, $R<0$ 表示干热风日在计算时段内呈减少趋势, $R>0$ 表示呈增加趋势。其变化趋势的显著程度用相关系数检验法,确定趋势是显著的,还是随机振动(汪青春等,2007;许小峰,2004)。将气候要素的趋势变化用一元线性方程表示为:

$$w_i = a_0 + a_1 t_i$$

(2)

式中, w_i 为干热风要素, t_i 为时间(本文为 1961—2010 年), a_1 为线性趋势项, $a_1 \times 10$ 表示干热风要素的气候倾向率,反映气候要素每 10 a 的变化率(时兴合等,2008)。

1.2.2 干热风强度指数

引入干热风强度指数来研究干热风日气象指标的强度变化。干热风指数越大表示干热风强度越

重;反之,越轻。干热风指数表达式为:

$$ZS = (T - 30) + (30 - H) + F \tag{3}$$

式中,ZS为干热风指数,T为日最高气温,H为14时相对湿度,F为14时风速。

文中的描述性统计、气候趋势系数、气候倾向率,以及统计检验分析利用 EXCEL 电子表格的数据分析工具完成(汪青春等,2004)。

2 结果与分析

2.1 干热风日数的空间分布特征

表 3 是满足日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$,14 时相对湿度 $\leq 30\%$ 以及 14 时风速 $\geq 3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的干热风气象条件的各站出现日数。通过对青海省 56 个台站观测资料的统计分析,1961—2010 年 50 年间全省出现干热风的台站只有 25 个,共出现干热风 1000 站次。

图 1 是青海高原 1961—2010 年干热风日空间分布。全省干热风气象灾害日数呈现明显的区域性,主要集中在青海高原西北部(含盖整个柴达木盆

地)和青海高原东部农业区。柴达木盆地西部及东部地区的东南部是干热风灾害的易发区,属于重灾区;尤其以海东地区的循化、海西地区的小灶火最为严重,50 年来循化出现了 150 次,占有干热风日的 15%,为干热风灾害最多的地区;其次是海西的小灶火、冷湖分别为 127 和 113 次,分别占全省所有统计干热风灾害日数的 12.7%及 11.3%;尖扎、民和、乐都、格尔木、诺木洪和贵德 6 站出现次数在 72~84 次,占全省所有统计干热风灾害日数的 7.2%~8.4%。盆地东部及海东地区的西北部干热风气象灾害发生的几率最小,在 33 次以下,占全省所有统计干热风灾害日数的 3.3%以下,干热风不易发生;其他地区 50 年来没有出现过干热风。其中,出现重度干热风的只有小灶火、冷湖、格尔木、诺木洪、循化、乐都、贵德 7 个台站,共出现 29 站次,出现次数分别为 8、7、2、1、5、1 和 5 次,可见小灶火、冷湖、循化和贵德也是重度干热风的高发地。

图 2 是青海高原 1971—2000 年 30 年平均气温空间分布。比较图 1 和图 2 可以看出,干热风出现的分界与年平均气温 $\geq 2^{\circ}\text{C}$ 的区域基本吻合。

表 3 青海省各地干热风灾害日数及占有日数的百分比
Table 3 The number of dry-hot wind days and its percentage in Qinghai

	小灶火	格尔木	诺木洪	都兰	乌兰	德令哈	大柴旦	茫崖	冷湖	茶卡	循化	化隆	民和
干热风灾害日数/d	127	73	72	9	4	19	24	11	113	1	150	2	75
占有日数百分比/%	12.7	7.3	7.2	0.9	0.4	1.9	2.4	1.1	11.3	0.1	15	0.2	7.5
	平安	乐都	西宁	大通	湟源	祁连	海晏	同仁	尖扎	贵南	贵德	共和	合计
干热风灾害日数/d	33	74	9	1	2	5	1	25	84	2	72	12	1000
占有日数百分比/%	3.3	7.4	0.9	0.1	0.2	0.5	0.1	2.5	8.4	0.2	7.2	1.2	100

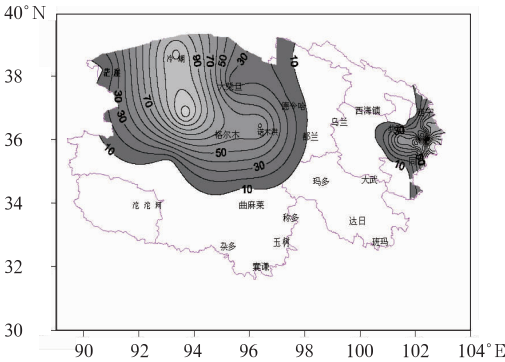


图 1 青海省 1961—2010 年干热风出现站次分布
Fig.1 The appearance times distribution of the dry-hot wind days from 1961 to 2010 in Qinghai

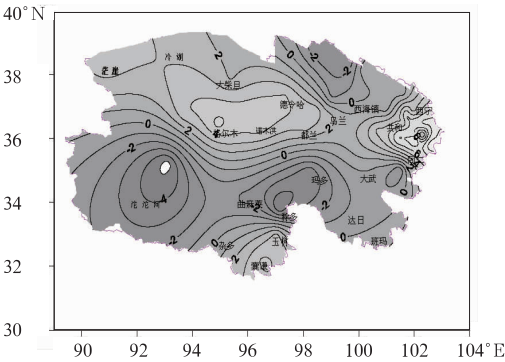


图 2 青海省 1971—2010 年年平均气温分布
Fig.2 Distribution of annual average temperature from 1971 to 2010 in Qinghai

2.2 干热风日数的年代际变化特征

青海高原干热风具有十分明显的年代际差异,总的变化趋势是干热风气象灾害随年代际变化有所增加。表 4 为各站干热风日数年代际分布。青海省 50 年来年均出现干热风灾害的次数为 20 站次。20 世纪 60 年代比 70 年代少 5.4 站次,70 年代比 80

年代多 1.1 站次,80 年代比 90 年代少 7 站次,90 年代比 2001—2010 年少 6.2 站次。除 80 年代比 70 年代减少外,干热风年际变化表现为明显的增加趋势,湟源最为明显:历史上从没出现过干热风日,而 2010 年就出现了 2 次。2001—2010 年干热风灾害发生日数超出历年平均值 9.8 站次。

图3是青海省1961—2010年干热风日的年际

表 4 各站干热风日数年代际分布 (单位: d)
Table 4 The decadal distribution of dry-hot winds at each station (unit: d)

	小灶火	格尔木	诺木洪	都兰	乌兰	德令哈	大柴旦	茫崖	冷湖
1961—1970	3	18	12	1	0	1	0	1	14
1971—1980	20	18	16	1	0	2	0	0	23
1981—1990	31	18	10	2	2	5	3	2	24
1991—2000	32	9	22	4	1	6	12	6	32
2001—2010	41	10	12	1	1	5	9	2	20
1961—2010	127	73	72	9	4	19	24	11	113
平均	2.5	1.5	1.4	0.2	0.1	0.4	0.5	0.2	2.3

	茶卡	循化	化隆	民和	平安	乐都	西宁	大通	湟源
1961—1970	0	22	0	19	0	11	1	0	0
1971—1980	0	30	0	11	0	7	3	0	0
1981—1990	0	18	0	11	1	14	5	0	0
1991—2000	1	24	2	12	11	9	0	0	0
2001—2010	0	56	0	22	21	33	0	1	2
1961—2010	1	150	2	75	33	74	9	1	2
平均	0	3	0	2	0.7	1.5	0	0	0

	祁连	海晏	同仁	尖扎	贵南	贵德	共和	合计	次/a
1961—1970	1	0	1	10	0	8	0	123	12.3
1971—1980	1	0	3	28	0	11	3	177	17.7
1981—1990	0	0	3	11	0	6	0	166	16.6
1991—2000	1	1	10	16	2	16	7	236	23.6
2001—2010	2	0	8	19	0	31	2	298	29.8
1961—2010	5	1	25	84	2	72	12	1000	20.0
平均	0.1	0	0.5	1.7	0	1.4	0.2	20	20.0

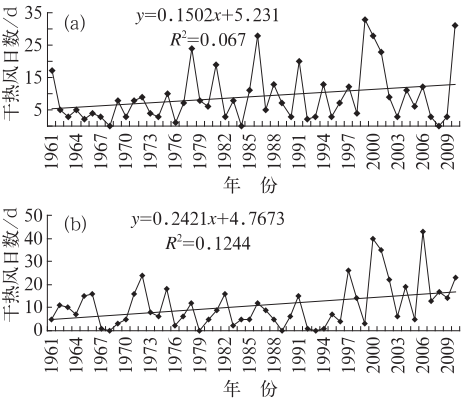


图 3 青海省 1961—2010 年干热风日的年际变化趋势

(a)柴达木盆地, (b)东部农业区

Fig. 3 Annual trend of dry-hot wind days from 1961 to 2010 in Qinghai

(a) the Qaidam Basin, (b) the eastern agricultural regions

变化趋势。年干热风日数总的趋势逐年上升,柴达木盆地 1999 年达到最高值,其次是 2010、2000 和 1986 年;东部农业区 2006 年达到最高值,其次是 2000 和 2001 年。青海省而言(图略),2000 年达到最高值,2001 年次之,随后是 2006 和 2010 年。统计分析表明,1961—2010 年年平均干热风发生次数为 20 站次,20 世纪 90 年代中期以后出现次数明显增加,1961—1970 平均每年为 12 站次,1971—1980 平均为 18 站次,1981—1990 平均为 17 站次,1991—2000 平均为 24 站次,2001—2010 平均达到 29 站次,增加幅度较大,比年平均值高出 9 站次。气候倾斜率为:3.9 d · (10 a)⁻¹,即青海高原干热风平均每 10 a 增加约 4 站次;东部农业区比柴达木盆地干热风日增加速度快,气候倾斜率分别为:2.4 和

$1.5 \text{ d} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$;柴达木盆地干热风日数的气候趋势系数 R 通过 0.10 显著性水平检验,东部农业区及全省干热风日数的气候趋势系数 R 均通过 0.01 显著性水平检验(表 5),说明近 50 年来干热风日数的增加趋势是显著的。

图 4 为青海省 1961—2010 年重度干热风日的年际变化趋势。年重度干热风日数总的趋势逐年上升,2000 年达到最高值,其次是 2010、1999 和 1986

年。统计分析表明,1961—2010 年年平均重度干热风发生次数为 0.58 站次,20 世纪 60 年代没有出现重度干热风日,70 年代平均每年为 0.3 站次,80 年代平均为 0.4 站次,90 年代后期出现次数大幅增加,1991—2010 平均每年出现 1.1 站次。气候倾向率为: $0.3 \text{ d} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,即青海高原重度干热风平均每 10 a 增加约 0.3 站次。青海省重度干热风日数的气候趋势系数 R 通过 0.01 显著性水平检验,说

表 5 干热风日(次)数的年代际特征及变化趋势
Table 5 The decadal characteristics and trend of dry-hot wind days times

区域	20 世纪				2001— 2010 年	合计	趋势系数	倾向率 / $\text{d} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$	绝对变率
	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代					
柴达木盆地	50	80	97	125	101	453	0.2588^*	1.5	8.46
东部农业区	73	97	69	111	197	547	0.3527^{**}	2.4	10.01
青海省	123	177	166	236	298	1000	0.371^{**}	3.9	15.39

注: *、** 分别表示趋势系数达到 0.10 和 0.01 的显著性水平检验。

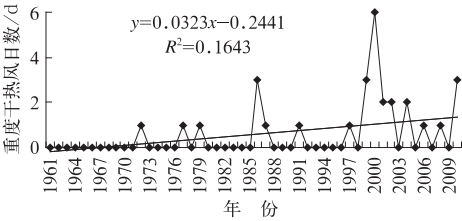


图 4 青海省 1961—2010 年重度干热风日的年际变化趋势
Fig. 4 Decadal trend of serious dry-hot wind days from 1961 to 2010 in Qinghai

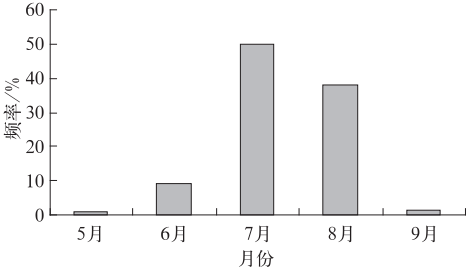


图 5 青海省 1961—2010 年各月发生干热风日频率分布
Fig. 5 Frequency distribution of dry-hot wind days from 1961 to 2010 in Qinghai Province

明近 50 年来重度干热风日数的增加趋势是显著的。

2.3 干热风日数的月变化特征

图 5 给出了青海省 1961—2010 年各月干热风出现日数的频率分布。青海省干热风灾害分布在每年 5—9 月,主要集中在 7—8 月,7 月是干热风灾害高峰期。具体为:5 月出现的频次仅占总次数的 0.9% ,6 月占 9.3% ,7 月占 50.1% ,8 月占 38.1% ,9 月占 1.6% 。

表 6 为青海省 1961—2010 年出现干热风天数。大多地区干热风出现在 7 或 8 月,少数地区 5 或 9 月也可出现。最早出现在 5 月的地区只有格尔木、循化、乐都、同仁、尖扎 5 站;最晚出现在 9 月的也只有循化、民和、同仁、尖扎、贵德 5 站。可见发生时段最长的地区是循化、同仁、尖扎 5—9 月均有出现。

2.4 干热风强度指数的变化特征

图 6 是 1961—2010 年青海省干热风强度指数

变化。干热风强度有逐年增大的趋势,但盆地和东部农业区近 50 年变化的阶段性特征不尽相同。柴达木盆地 1961—2010 年年平均干热风强度指数为 21 ,20 世纪 80 年代最高为 25.5 ,60 年代最小为 12.5 。干热风强度指数最大的 3 年,分别是 1986 (71.1)、1999 (67.5) 和 2010 年 (80.8)。东部农业区 1961—2010 年年平均干热风强度指数为 15.5 ,21 世纪前 10 年最高为 28.8 ,20 世纪 80 年代最小只有 8.6 。干热风强度指数最大的 3 年,分别是 2006 (71.1)、2001 (67.5) 和 2000 年 (47.4)。近 50 年干热风强度指数逐年增大的趋势东部农业区要大于柴达木盆地。柴达木盆地干热风强度指数的气候趋势系数 $R=0.189$,未通过 0.1 的显著性水平检验,东部农业区干热风强度指数的气候趋势系数 $R=0.288$,通过 0.05 的显著性水平检验,说明近 50 年来柴达木盆地干热风强度的变化趋势并不显著,而东部农业区干热风强度的增强是显著的。

表 6 青海各站干热风日数的年内分布 (单位: d)

Table 6 Annual distribution of dry-hot wind days at the meteorological stations in Qinghai (unit: d)

	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	灾害主要时段	
						≥10 d	≥50 d
小灶火	0	12	70	45	0	6—8 月	7 月
格尔木	1	6	36	30	0	7—8 月	
诺木洪	0	9	39	24	0	7—8 月	
都 兰	0	1	5	3	0		
乌 兰	0	0	2	2	0		
德令哈	0	1	12	6	0	7 月	
大柴旦	0	0	18	6	0	7 月	
茫 崖	0	1	10	0	0	7 月	
冷 湖	0	6	64	43	0	7—8 月	7 月
茶 卡	0	0	1	0	0		
循化	2	9	53	80	6	7—8 月	7—8 月
化隆	0	0	2	0	0		
民和	2	17	34	21	1	6—8 月	
平安	0	3	22	8	0	7 月	
乐都	2	13	34	25	0	6—8 月	
西宁	0	3	2	4	0		
大通	0	0	1	0	0		
湟源	0	0	2	0	0		
尖扎	1	8	42	31	2	7—8 月	
贵德	0	2	29	38	3	7—8 月	
共和	0	0	10	2	0	7 月	
海晏	0	0	1	0	0		
同仁	1	1	6	13	4	8 月	
祁连	0	1	4	0	0		
贵南	0	0	2	0	0		

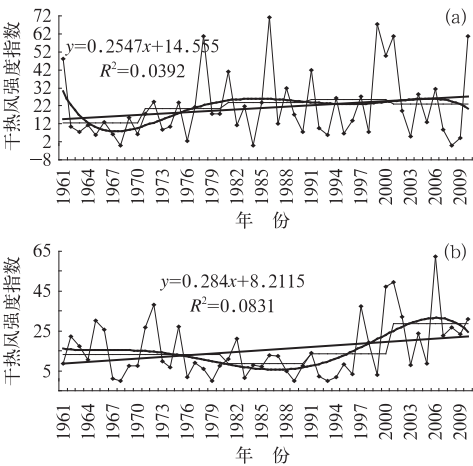


图 6 同图 3, 但为干热风强度指数
Fig. 6 Same as Fig. 3, but for intensity index of dry-hot winds

2.5 干热风出现日数对气候变化的响应

图 7 为 1961—2010 年青海省 6—8 月平均最高气温年际变化趋势图。两地均在 20 世纪 90 年代中

期以后气温明显升高,6—8 月平均最高气温柴达木盆地出现的极值,是在 2001 年,次高值出现在 2006 年;而东部农业区极值出现在 2006 年,次高值出现在 2010 年。柴达木盆地 1961—2010 年 6—8 月平均最高气温变化气候倾向率为 $0.35\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$,气候趋势系数 R 为 0.592,通过 0.001 的显著性水平检验。东部农业区气候倾向率为 $0.31\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$,气候趋势系数 R 为 0.497,通过 0.001 的显著性水平检验。青海省 1961—2010 年 6—8 月平均气温年际变化趋势(图略),升高也是明显的,柴达木盆地气候倾向率为 $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$,气候趋势系数 R 为 0.667,通过 0.001 的显著性水平检验;东部农业区气候倾向率为 $0.22\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$,气候趋势系数 R 为 0.415,通过 0.01 的显著性水平检验。这说明,近 50 年来柴达木盆地和东部农业区气温的逐年升高是极显著的。

干热风出现日数与平均气温变化具有一致性。即随着平均气温的升高,干热风发生的几率增大。随着气候变暖,日最高气温 $\geq 33\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的日数呈增加趋

势,重度干热风发生的几率大大增加且强度加重,整个 20 世纪 60 年代没有发生重度干热风、70 年代发生 3 次,80 年代发生 4 次,90 年代和 21 世纪 10 年代均发生了 11 次重度干热风。

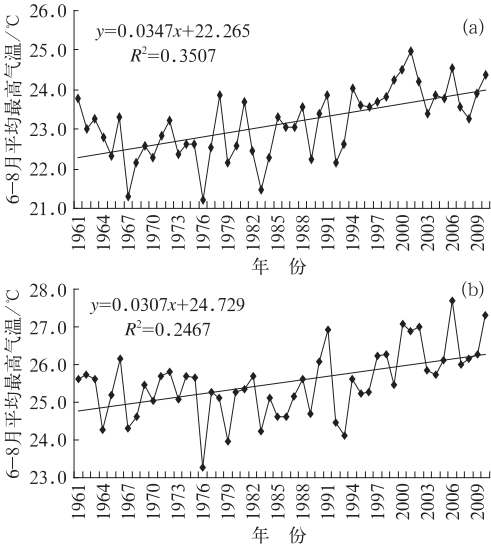


图 7 青海省 1961—2010 年 6—8 月平均最高气温年际变化趋势
(a)柴达木盆地,(b)东部农业区

Fig. 7 The annual trend of the average highest temperature in June to August, 1961—2010 in Qinghai
(a) Qaidam Basin, (b) eastern agricultural regions

图 8 为青海省 1961—2010 年 6—8 月降水量年际变化趋势。柴达木盆地近 50 年来 6—8 月降水量出现稳定增加的趋势。柴达木盆地 6—8 月降水与干热风出现日数具有较好的正相关关系。其中 20 世纪 80 年代为降水偏多时期,也是干热风发生最为严重时期。统计表明,6—8 月降水量每增加 10 mm 干热风日数增加 2~5 d。这似乎与降水形成的空气湿度增加相矛盾,但由于柴达木盆地四周高山,地形闭塞,越山后的气流下沉作用明显,是青海省年降水量最少的地区,其中,中、西部大部在 50 mm 以下,察尔汗至冷湖间平均年降水量不到 25 mm,冷湖只有 16.2 mm,是青海省降水量最少的地区,东部地区,西来气流容易受这一带地形的抬升作用,年降水量相对较多,德令哈、茶卡、香日德等地为 150 mm 左右。统计分析表明,盆地夏季气温越高其降水过程强度越大,降水过程降水量增加,但盆地蒸发量是降水量的约 50 多倍,降水结束后其过程降水在极短的时间内被蒸发,地表湿度和空气相对湿度常维持在 10%~40%之间,使形成干热风的空气相对湿度条件

仍然容易满足。而青海省东部农业区 6—8 月降水量变化不明显或略呈减少的趋势,同时年际变化较大,干热风出现日数与 6—8 月降水呈负相关关系。

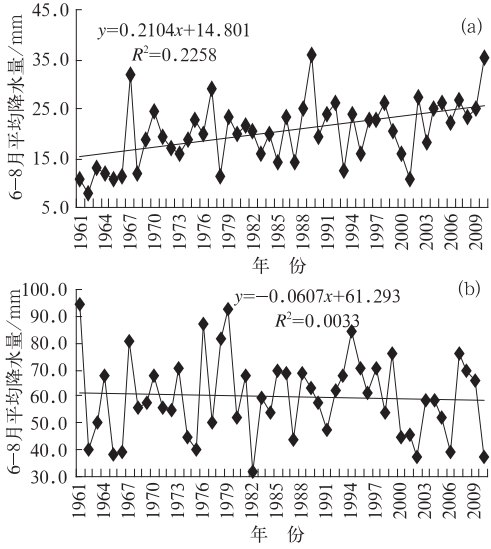


图 8 同图 7,但为降水量

Fig. 8 Same as Fig. 7, but for precipitation

图 9 为青海省 1961—2010 年 6—8 月空气相对湿度年际变化趋势。柴达木盆地、东部农业区近 50 年 6—8 月空气相对湿度无明显变化,只有青海东部农业区 20 世纪 90 年代中期以来相对湿度呈较明显的减少趋势,说明东部农业区近年来干热风日数的增加与空气相对湿度的减小有一定的关系。

图 10 为青海省 1961—2010 年 6—8 月平均风

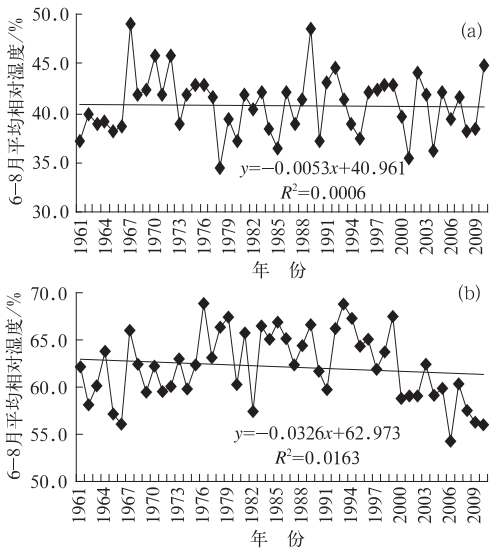


图 9 同图 7,但为相对湿度

Fig. 9 Same as Fig. 7, but for the average relative humidity

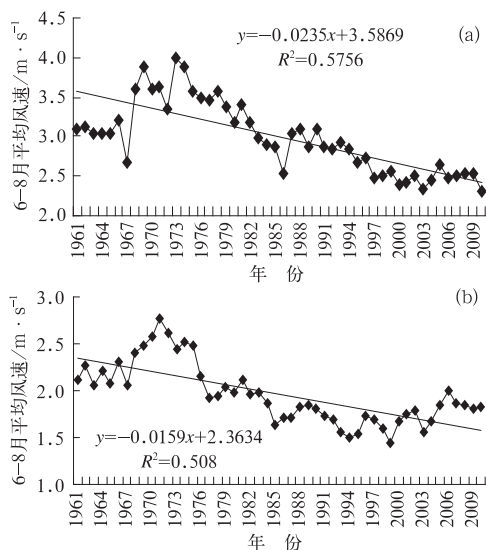


图10 同图7, 但为平均风速

Fig. 10 Same as Fig. 7, but for the average wind speed

速年际变化趋势。青海柴达木盆地、东部农业区6—8月平均风速呈明显的减小趋势,这与干热风变化形正好相反,即干热风日数明显增加而平均风速明显减小。同时,两地6—8月平均风速绝大多数情况下均为 $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,说明风速的变化不是近年来干热风日数增多的原因。但是,这种相反的变化说明,由于风速的明显减小,造成统计的满足干热风的日数比实际发生的干热风灾害的日数少,而由于气温的升高实际发生干热灾害的几率可能更大,因为有时高温、低湿天气出现的时候,14时处于静风状态,小麦同样也会受到伤害(孔德胤等,2002)。

3 结 论

(1) 青海高原干热风气象灾害的发生具有明显的地域性。西部主要分布在柴达木盆地,小灶火为灾害高发区;东部主要分布在海东地区,循化为灾害高发区。

(2) 近50年青海干热风日数总的趋势逐年上升,特别是20世纪90年代中期以后出现次数明显增加。2001—2010年年平均达到29站次,较20世纪60、70、80和90年代,分别偏多了17、11、12和5站次。全省平均而言,干热风平均每10a增加约4站次。东部农业区比柴达木盆地干热风日数增加速度更快。

(3) 干热风日数与6—8月平均气温变化具有一致性,近年来平均最高气温的明显升高是干热风日数增加的主要原因,但20世纪90年代中期以来东部农业区干热风日数增加也与相对湿度逐年减小有一定的关系。

(4) 柴达木盆地和海东青海的主要农业区,6—8月干热风高发的时段平均风速多在 $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以下,且呈明显的逐年减小趋势,说明风速的变化不是近年来干热风日数增多的原因。本文是根据气象资料统计的满足干热风标准的干热风出现日数,结果可能比实际发生的干热风灾害的日数少,而由于气温的升高实际发生干热灾害的几率可能更大。

参考文献

- 北方小麦干热风科研协作组. 1988. 小麦干热风. 北京:气象出版社.
- 邓振镭,徐金芳,黄蕾诺等. 2009a. 我国北方小麦干热风危害特征研究. 安徽农业科学, 37(20): 9575-9577.
- 邓振镭,张强,倾继祖,等. 2009b. 气候暖化对中国北方干热风的影响. 冰川冻土, 31(4): 664-671.
- 邓振镭,张强,徐金芳,等. 2009c. 高温热浪与干热风的危害特征比较研究. 地球科学进展, 24(8): 866-873.
- 胡玲,郭卫东,王振宇. 2009. 青海高原雷暴气候特征及其变化分析. 气象, 35(11): 64-70.
- 孔德胤,张喜林,李金田,等. 2002. 利用海温与环流因子制作干热风危害指数预报. 内蒙古气象, (1): 11-13.
- 柳芳,刘淑梅,王宝山. 2007. 天津市干热风发生规律与特点探讨. 天津农业科学, (1): 52-55.
- 祁贵明,汪青春. 2007. 柴达木盆地干热风气象灾害分布规律及对气候变化的响应. 青海气象, (2): 20-24.
- 秦大河. 2007. 气候变暖中国经济面临严峻挑战. 中国气象报, 03. 18 (1).
- 《青海省气候变化评估报告》编写委员会. 2012. 青海省气候变化评估报告. 北京:气象出版社, 4.
- 青海省质量技术监督局. 2001. 青海省地方标准(BD63). 气象灾害标准, 12.
- 时兴合,李生辰,李栋梁,等. 2008. 青海湖周边年代际气候振动及其对青海高原气候变化的响应. 中国沙漠, 28(5): 931-939.
- 汪青春,张国胜,李林,等. 2004. 柴达木盆地近40a气候变化及其对农业影响的研究. 干旱气象, 22(4): 29-33.
- 汪青春,秦宁生,唐红玉,等. 2007. 青海高原近44年来气候变化的事实及其特征. 干旱区研究, 24(2): 234-239.
- 许小峰. 2004. 雷电灾害与监测预报. 气象, 30(12): 17-21.
- 张书余,等. 2008. 干旱气象学. 北京:气象出版社, 1-27, 73-81, 185-190, 237-246.