

苗运玲,张林梅,卓世新. 哈密绿洲近 55 年日照和风速变化特征[J]. 陕西气象,2017(1):14-19.

文章编号:1006-4354(2017)01-14-06

# 哈密绿洲近 55 年日照和风速变化特征

苗运玲<sup>1</sup>,张林梅<sup>2</sup>,卓世新<sup>1</sup>

(1. 哈密地区气象局,新疆哈密 839000;2. 阿勒泰地区气象局,新疆阿勒泰 836500)

**摘要:**利用哈密绿洲 1961—2015 年 6 个国家气象站逐日日照时数和风速观测资料,采用线性趋势、Mann-Kendall 突变检验、Morlet 小波分析等方法研究该地区近 55 a 日照时数和风速的年际、年代际、季和月的变化特征。结果表明:近 55 a 哈密绿洲日照时数和风速年际、年代际变化幅度都较大,最小值均出现在 20 世纪 90 年代,最大值出现时间明显不同,日照时数出现在 2011 年,风速在 1966 年。哈密绿洲日照时数呈显著增加趋势,气候倾向率为 6.5 h/10 a,以红柳河增加最突出,气候倾向率达 22.0 h/10 a;年平均风速呈明显的减少趋势,气候倾向率为 -0.06(m/s)/10 a,以哈密减小的趋势最明显,气候倾向率达到 -3.5(m/s)/10 a。日照时数没有明显突变,1975 年为风速明显减小的突变年。日照时数存在准 9 a 的年际振荡周期和准 20 a 的年代际振荡周期,风速存在准 10 a、18 a 年代际振荡周期。

**关键词:**哈密绿洲;日照;风速;变化特征

**中图分类号:**P467

**文献标识码:**A

为了减少环境污染,太阳能和风能等绿色资源作为可再生能源引起社会各界的高度关注,太阳能和风能不仅是近年来人类社会可持续发展的主要能源,也是气候研究的主要因子<sup>[1-2]</sup>。太阳辐

射是地球上一切能量的主要来源,是气候形成的重要因素,而日照是太阳辐射最直观的表现,研究日照时数的分布规律,对农业生产布局、城市建设规划、太阳能电站设计等具有重要的现实意义<sup>[3]</sup>;

**收稿日期:**2016-07-29

**作者简介:**苗运玲(1976—),女,汉族,新疆哈密人,学士,高级工程师,从事灾害性天气研究。

**基金项目:**新疆维吾尔自治区人民政府“新疆吐鲁番哈密地区空中云水资源开发利用”项目子课题(TUHA201508)

到大暴雪,明显大于北部地区。

## 8 结论

(1)深厚的高空低槽、700 hPa 切变线、200 hPa 西南急流、蒙古地面冷高压和河套地面倒槽等是本次暴雪天气的影响系统。

(2)降雪前期河套地区具有高空辐散、低空辐合的特征,为强降雪天气提供了动力条件;500 hPa 及以下西南气流水汽输送通道的建立,为本次强降雪提供了充足的水汽条件。

(3)卫星云图上卷云盾发展旺盛,密实明亮的盾状云与内蒙古中部的暖高脊对应,其北部为高空急流,南部是对流层的偏南低空急流,强降雪主要发生在偏南低空急流的暖湿区中。

(4)强降雪时段雷达反射率因子最大值达 40 dBZ,回波顶高度为 3~5 km,局地 6~8 km,径向速度线呈“S”型,低空有“牛眼”结构特征,风廓线上表现为低空风速较大且有暖平流进入。水汽主要集中在阴山以南地区,南部降雪量大于北部,这与阴山的迎风坡作用有关。

## 参考文献:

- [1] 孟雪峰,孙永刚,云静波,等. 内蒙古大雪的时空分布特征[J]. 内蒙古气象,2011(1):3-6.
- [2] 张翼超,张占清,王展智. 2009 年初冬鄂尔多斯市一次暴雪低温天气[J]. 内蒙古气象,2010(1):11-13.

风速是影响蒸发的主要因素之一,可通过增强地面和空气的热量交换来影响农田乱流交换强度<sup>[4]</sup>。近年来,众多学者对日照和风速研究工作逐渐开展起来。李慧群等<sup>[5]</sup>指出中国绝大部分地区近 50 a 来日照时数总量呈减少的趋势。任国玉等<sup>[6]</sup>指出近 50 a 中国平均日照时数、平均风速、水面蒸发等气候要素均呈显著下降趋势。陈少勇等<sup>[7-8]</sup>研究表明中国西北地区大部分地区日照时数、风速均呈明显的减少趋势。热孜瓦古·孜比布拉等<sup>[9]</sup>指出近 51 a 阿图什日照时数呈减少趋势。

从地理位置来看,哈密绿洲位于中纬度亚欧大陆腹地,呈北高南低、由东北向西南倾斜,多丘陵、荒漠、戈壁,空气干燥,大气透明度好,云量遮蔽少,光能资源丰富,为全国光能资源优越地区之一。该地区同时又是瓜果和粮棉重要产地,在经济发展中占有举足轻重的地位,而二者的产量和品质与日照变化关系密切。风力发电又是该地区的新型产业,因此研究本地区日照和风速的变化特点和趋势特征,对调整当地农牧业生产、合理利用气候资源具有十分重要的现实意义。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 研究区概况

哈密绿洲位于新疆的最东端,地跨天山南北,属典型的温带大陆性干旱半干旱气候,温差大、干燥少雨、日照充足、蒸发大等特点。哈密南部(哈密市、淖毛湖、十三间房、红柳河)年平均气温 9.7℃,年降水量 23~50 mm,年蒸发量 2 400~4 500 mm,年均日照 3 300~3 400 h,平均无霜期 246 d,≥10℃积温达到 3 000~4 500℃·d;哈密北部(巴里坤和伊吾)年平均气温 3.5℃,年降水量 100~230 mm,年蒸发量 1 700~2 100 mm,年均日照 3 000~3 200 h,平均无霜期 200 d,≥10℃积温达到 2 000~2 100℃·d。境内的十三间房作为全国有名的百里风区,年平均大风日数 118 d<sup>[10]</sup>(极大风速≥17.0 m/s),东部的星星峡(红柳河)为全国日照时数最高的地区之一,年平均 3 456.5 h,有“日光峡”之称。因此该地区光热资源和风能十分丰富,可利用率高。

### 1.2 资料和方法

(1)利用哈密绿洲 6 个国家气象站(哈密、巴

里坤、伊吾、淖毛湖、红柳河、十三间房)1961—2015 年所观测的逐日日照时数和风速资料,用常规的统计分析方法,分析日照时数和风速的年代际、年际、月际的变化规律,并分别统计历年春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12 月至翌年 2 月)、作物主要生长期(4—10 月)以及全年(1—12 月)共 6 个时段的平均值。气候平均值时段取 1981—2010 年。

(2)采用线性趋势、距平值、Mann-Kendall 突变检验法、Morlet 小波分析等方法来研究哈密绿洲日照时数和风速的气候变化。

## 2 日照变化特征

### 2.1 年际、年代际趋势分析

由图 1 可知,1961—2015 年哈密绿洲日照时数多年平均为 3 299.7 h,最多为 3 433.8 h(2011 年),最少为 3 111.1 h(1998 年),极差达 322.7 h,说明年日照时数变幅较大。日照时数呈波动增加趋势,气候倾向率为 6.5 h/10 a。从图 1 可看出,在整个时段内哈密绿洲年平均日照时数分别在 20 世纪 60 年代和 21 世纪近 10 a 形成两个波峰,以 1967 年和 2011 年最高。从距平可以看出,60 年代中期到 80 年代,21 世纪近 12 a 呈线性上升趋势,以正距平为主,为日照偏多年;90 年代到 2003 年呈线性下降趋势,以负距平为主,为日照偏少年,1998 年降到历年最低值,较历年平均值偏少 188.6 h,为异常偏少年。

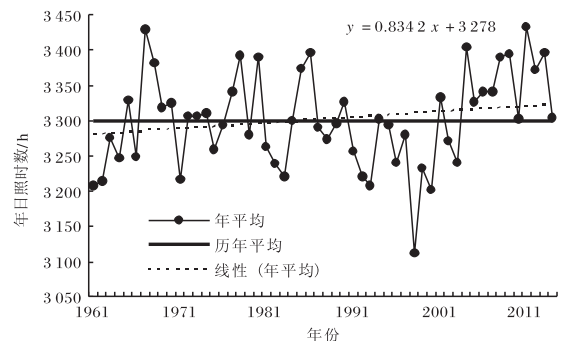


图 1 1961—2015 年哈密绿洲年日照时数年际变化

四季和生长季的日照时数变化趋势也存在明显的年际变化(图略)。春季、夏季和生长季的日照时数呈增加趋势,气候倾向率分别为 8.8 h/10 a、0.4 h/10 a、3.6 h/10 a,其中春季日照时数增

加趋势较明显,可能与哈密绿洲春季的云量变化<sup>[11]</sup>、降水量变化<sup>[12]</sup>等有一定的关系。秋季和冬季日照时数呈微弱减少趋势,气候倾向率分别为 $-1.8 \text{ h}/10 \text{ a}$ 、 $-0.2 \text{ h}/10 \text{ a}$ 。可见,春季日照时数的变化对年日照时数变化的贡献最大,而夏、冬季变化趋势不明显,贡献较小。

哈密绿洲各地日照时数气候变化趋势也不尽相同:大部分地区日照时数呈增加趋势,增加最明显的是有“日光峡”之称的红柳河,气候倾向率为 $22.0 \text{ h}/10 \text{ a}$ ,其次是哈密市和伊吾为 $14.9 \text{ h}/10 \text{ a}$ ;哈密北部巴里坤却以减小为主,并且减小趋势

明显,气候倾向率为 $-38.3 \text{ h}/10 \text{ a}$ ,这可能与该地区城市发展和降水增多有一定的关系,其原因有待于进一步研究。

从哈密绿洲年、生长季和四季日照时数的不同年代变化规律可知(表1),春季最小日照时数出现在20世纪60年代,其它5个时段日照时数的最小值均出现在90年代,说明90年代是日照偏少期;秋季日照时数最大值出现在70年代,冬季出现在近5a,其它4个时段均出现在21世纪初的10年,说明在此时段是日照偏多期。

表1 1961—2015年哈密绿洲年、生长季及四季平均日照时数年代际变化 h

年代	年	生长季	春季	夏季	秋季	冬季
1961—1970	3 297.6	2 168.6	878.4	977.0	793.3	644.8
1971—1980	3 309.5	2 161.7	898.3	964.4	796.7	648.9
1981—1990	3 298.1	2 152.9	901.9	960.5	791.8	644.9
1991—2000	3 234.7	2 124.9	887.2	936.6	780.9	633.9
2001—2010	3 334.6	2 188.1	912.7	988.3	794.3	635.9
2011—2015	3 347.3	2 182.1	941.0	965.6	777.5	660.7

## 2.2 月变化分析

哈密绿洲各站近55a平均日照时数月变化有两种类型(图2):哈密南部4站为单峰型,最大峰值出现在5月,6—8月日照时数相对较大;哈密北部2站偏双峰型,第一峰值大于第二峰值,第一峰值均出现在5月,第二峰值在8月。哈密绿洲属于干旱、半干旱气候,雨量主要集中在夏季<sup>[13]</sup>,因此月最大日照时数出现在雨季来临前的5月,随着降水的增多,日照开始减少,9月以后减少明显,12月最小。

## 2.3 突变与小波分析

对哈密绿洲近55a日照时数序列进行Mann-Kendall突变检验(图3),发现哈密绿洲日照时数不存在突变年。分别对各站日照时数进行突变检验(图略),发现哈密、伊吾、淖毛湖和十三间房不存在气候突变;巴里坤在1984年发生突变,1984年后日照时数明显减小;红柳河在1982年出现突变,1982年后日照时数明显增加。

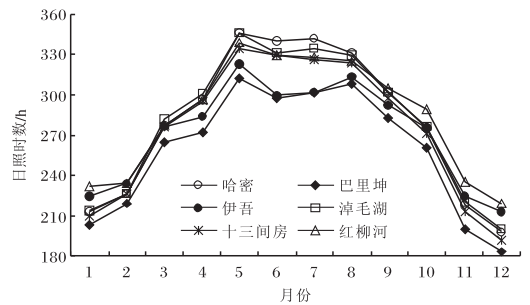


图2 1961—2015年哈密绿洲平均日照时数月变化

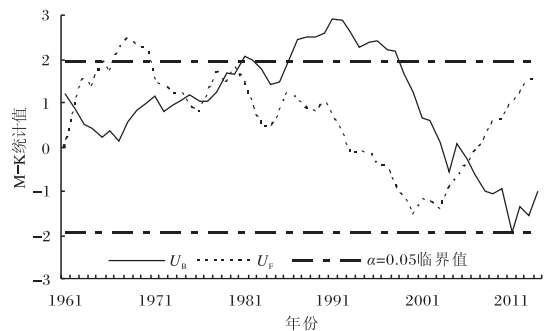


图3 1961—2015年哈密绿洲年日照时数突变分析

利用 Morlet 小波分析法对哈密绿洲近 55 a 日照时数进行周期分析,小波指数正值(实线)表示处于日照时数偏多期,反之(负值,虚线)处于日照时数偏少期。由图 4 可见,年日照时数存在明显的周期变化,全区近 55 a 存在准 20 a 的振荡周期,振荡信号较强,表现为 4 个偏少期和 3 个偏多期(“少—多—少—多—少—多—少”)的演变过

程,其中 4 个偏少时段分别为 1965 年以前、1975—1983 年、1994—2003 年和 2012 年以后,其它时段为偏多期,目前哈密绿洲正处于日照时数的偏少时段。准 9 a 左右的振荡周期贯穿始终,而在 1968—2002 年之间存在准 6 a 左右的振荡周期。因此哈密绿洲近 55 a 日照时数主要存在准 9 a 的年际振荡周期和准 20 a 的年代际振荡周期。

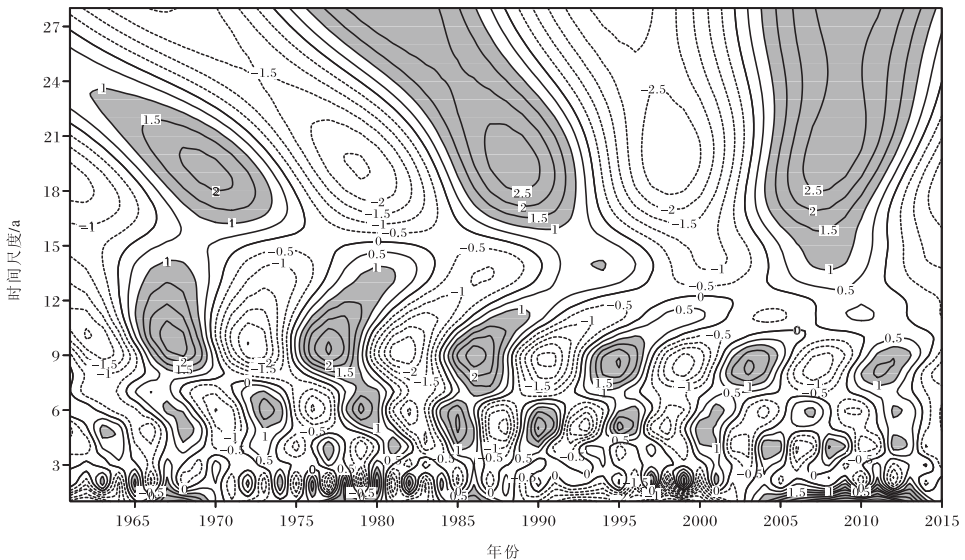


图 4 1961—2015 年哈密绿洲日照时数的小波分析

### 3 风速变化特征

#### 3.1 年际、年代际趋势分析

哈密绿洲近 55 a 年平均风速为 3.70 m/s,最大风速为 4.32 m/s(1966 年),最小为 3.16 m/s(1993 年),极差达 1.16 m/s,说明哈密绿洲年平均风速变化显著。由图 5 可看出,年平均风速呈明显的减小趋势,气候倾向率为  $-0.06(\text{m/s})/10 \text{ a}$ ,比全国年平均风速减小的气候倾向率偏小<sup>[14]</sup>。在整个时段内呈现明显“双峰双谷”型,1961—1983 年、1995—2010 年年平均风速基本高于历年平均值,1966 年和 2006 年达到峰顶,为异常偏大年;1984—1994 年、21 世纪近 4 a 年平均风速基本低于平均值,1993 年和 2012 年达到峰谷,为异常偏小年。

各季和生长季风速年际变化均呈下降趋势(图略),春、夏、秋、冬四季和生长季的气候倾向率分别为:  $-0.08(\text{m/s})/10 \text{ a}$ 、 $-0.07(\text{m/s})/10 \text{ a}$ 、

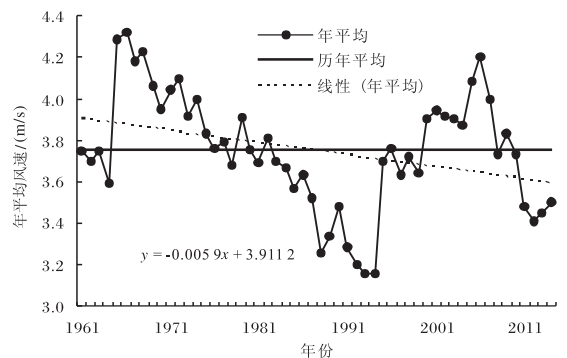


图 5 1961—2015 年哈密绿洲年平均风速年际变化

$-0.03(\text{m/s})/10 \text{ a}$ 、 $-0.02(\text{m/s})/10 \text{ a}$ 、 $-0.07(\text{m/s})/10 \text{ a}$ ,且与年平均风速变化趋势一致,均在 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期减小最明显。春季风速的变化对哈密绿洲年风速变化的贡献最大,其次是夏季,而秋、冬季贡献较小。

哈密绿洲各地风速变化趋势空间分布也有显著差异:大部分地区年平均风速呈减小趋势,哈密

南部减小趋势明显大于北部,其中哈密减小趋势最明显,气候倾向率为 $-0.35$  (m/s)/10 a,其次是淖毛湖为 $-0.26$  (m/s)/10 a,而哈密北部仅为 $-0.08\sim-0.09$  (m/s)/10 a。有“百里风区”之称的十三间房年平均风速却呈显著增加趋势,气候倾向率为 $0.64$  (m/s)/10 a,这可能与该站迁站和所处的地理位置有关系,其原因有待于进一步研究。

统计哈密绿洲不同年代的平均风速(表 2)可知,春季、夏季最大平均风速出现在 20 世纪 60 年代,秋季和冬季出现在 21 世纪初 10 年,表明 20 世纪 60 年代和 21 世纪初 10 年是风速偏大期;最小风速除了秋季均出现在 90 年代,说明该时段是风速偏小期。

表 2 哈密绿洲年、生长季及四季平均风速年代际变化  
m/s

年代	年平均	生长季	春季	夏季	秋季	冬季
1961—1970	3.98	4.14	3.56	4.26	4.41	3.60
1971—1980	3.88	4.02	3.49	4.12	4.29	3.62
1981—1990	3.57	3.74	3.14	3.86	4.01	3.28
1991—2000	3.52	3.66	3.01	3.79	4.07	3.18
2001—2010	3.92	4.00	3.21	4.12	4.58	3.77
2011—2015	3.77	3.91	3.28	4.03	4.27	3.49

### 3.2 月变化分析

哈密绿洲风速月变化有两种类型(图 6):①哈密、巴里坤、伊吾为单峰型,4—5 月风速较大,最大峰值出现在 5 月,这与该地区春季多沙尘天气有一定的关系。②淖毛湖、十三间房和红柳河呈明显的“峰谷”型,最大值出现在 9 月,最小值出现在 4 月。

### 3.3 突变与小波分析

对哈密绿洲近 55 a 年平均风速进行 Mann-Kendall 突变检验(图 7),发现  $U_F$  和  $U_B$  线分别在 1975、2007 年相交于信度为 0.05( $\pm 1.96$ )临界值之间,2005 年交点出现在临界线之外,2007 年通过分析不是气候突变,因此认定 1975 年是哈密绿洲风速明显减小的突变点。对各站风速进行突变检验(图略),发现淖毛湖、十三间房气候突变均发生在 1984 年,该年是淖毛湖风速明显减小的突变

年,也是十三间房风速明显增加的突变年;巴里坤、伊吾在 1991 年发生突变,该年是两站风速明显减小的突变年。

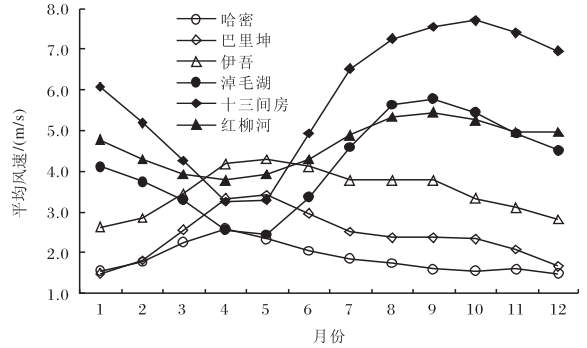


图 6 1961—2015 年哈密绿洲平均风速月变化

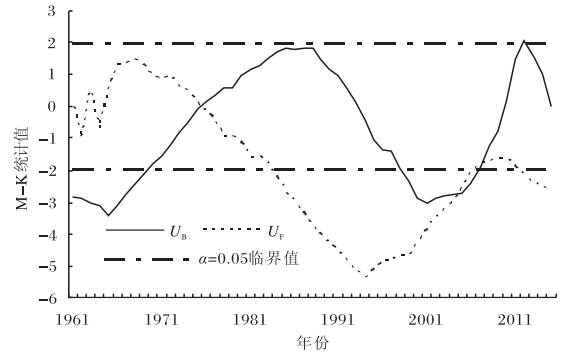


图 7 1961—2015 年哈密绿洲年平均风速突变分析

对全地区年平均风速做 Morlet 小波分析,由图 8 可知,1961—2015 年哈密绿洲存在准 10 a、18 a 的振荡周期,准 18 a 周期振荡最强,与日照时数变化相同,表现为 4 个偏小期和 3 个偏大期,其中 3 个偏大期分别:1963—1972 年、1980—1989 年和 1998—2008 年,其它时段为偏小期,目前哈密绿洲正处于风速的偏小时段。在 1985 年之前存在准 7 a 左右的振荡周期,之后存在准 5 a 左右的振荡周期。因此哈密绿洲近 55 a 平均风速主要存在准 10 a、18 a 年代际振荡周期。

## 4 结论

(1)哈密绿洲近 55 a 日照时数呈增加趋势,气候倾向率为  $6.5$  h/10 a,年际变化持续性较好,没有出现显著性突变,存在准 9 a 的年际振荡周期和较强的准 20 a 年代际振荡周期;全区除巴里坤日照时数明显减小以外,其他各站均以增加为



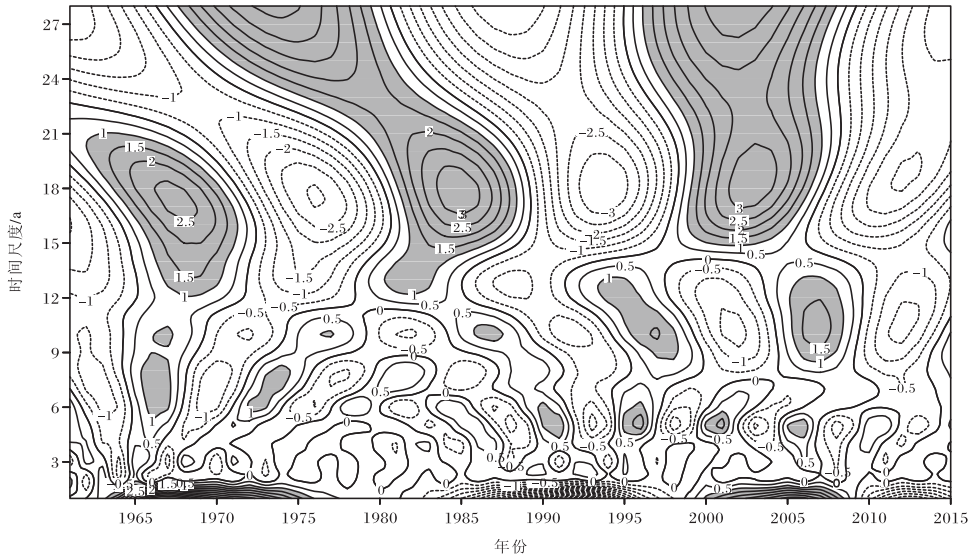


图 8 哈密绿洲近 55 a 年平均风速的小波分析

主,其中红柳河增加趋势最明显,气候倾向率达到 22.0 h/10 a。

(2)从四季和生长季变化而言,春季、夏季和生长季日照时数呈增加趋势,其中春季增加最明显,气候倾向率为 8.8 h/10 a,对年日照时数变化的贡献最大。

(3)全区近 55 a 平均风速呈明显的下降趋势,气候倾向率为  $-0.06(\text{m/s})/10 \text{ a}$ ,1975 年发生突变,存在准 10 a 和较强的准 18 a 年代际振荡周期;全区大部年平均风速呈减小趋势,南部减小趋势明显大于北部,其中哈密减小趋势最明显,气候倾向率达到  $-0.35(\text{m/s})/10 \text{ a}$ 。

(4)哈密绿洲近 55 a 四季和生长季平均风速均呈减小趋势,且与年平均风速的变化趋势相同,均在 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期下降最明显。春季风速的变化对年及生长季风速变化的贡献最大,其次是夏季。

#### 参考文献:

- [1] 顾本文,王明,施晓晖. 云南风能资源的特点[J]. 太阳能学报,2000,21(1):45-49.
- [2] 李柯,何凡能. 中国陆地太阳能资源开发潜力区域分析[J]. 地理科学进展,2010,29(9):1049-1054.
- [3] 马淑红,雄建国,杨新才,等. 太阳能电站日照时数推算[J]. 气象,2000,26(2):45-49.
- [4] 龚宇,邢开成,王璞. 近 30 年来沧州地区日照时数与风速变化特征[J]. 中国农业气象,2007,28(3):263-267.
- [5] 李慧群,付遵涛,闻新宇,等. 中国地区日照时数近 50 年来的变化特征[J]. 气候与环境研究,2013,18(2):203-209.
- [6] 任国玉,郭军,徐铭志,等. 近 50 年中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报,2005,63(6):942-956.
- [7] 陈少勇,张康林,邢晓宾,等. 中国西北地区近 47 a 日照时数的气候变化特征[J]. 自然资源学报,2010,25(7):1142-1152.
- [8] 黄小燕,张明军,王圣杰,等. 西北地区近 55 年日照时数和风速变化特征 [J]. 自然资源学报,2011,26(5):825-835.
- [9] 热孜瓦古·孜比布拉,阿依谢姆古丽·孜比布拉,阿吉买买提·吐尔逊. 近 51 年阿图什市日照变化特征及其影响因子[J]. 陕西气象,2014(4):33-36.
- [10] 纪晓建. 十三间房大风气候特征分析[J]. 科技风,2010(3):269.
- [11] 陈少勇,董安祥,王丽萍. 中国西北地区总云量的气候变化特征[J]. 成都信息工程学院学报,2006,21(3):171-174.
- [12] 郭慕萍,王志伟,秦爱民,等. 54 年来中国西北地区降水量的变化[J]. 干旱区研究,2009,26(1):120-125.
- [13] 郭江勇,李耀辉. 中国西北地区夏季降水的气候特征[J]. 干旱区研究,2006,23(3):489-494.
- [14] 任国玉,郭军,徐铭志,等. 近 50 年中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报,2005,63(6):942-956.