

渭河流域近 52 年日照时数和风速时空变化特征

蒋冲¹, 王飞^{1,2}, 张仁慧³, 穆兴民^{1,2}, 李锐^{1,2}

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;
3. 西北大学城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘要: 利用渭河流域 1959—2010 年 23 个气象站的风速和日照时数观测数据, 通过线性拟合、Mann-Kendall 突变检验等方法分析了该地区近 52 a 日照时数和风速的年、季、月的时空变化以及突变特征。结果表明: 近 52 a 来渭河流域大部分地区日照时数表现为减少趋势, 平均每 10 a 减少 10.13 h, 1973 年前后发生突变; 空间分布上以关中平原减少最为突出, 季节上以夏季和冬季的减少趋势最显著; 流域年平均风速也呈明显减少趋势, 平均每 10 a 减少 0.05 m/s, 1981 年左右发生突变, 4 个季节的风速变化都是以关中平原和黄土高原丘陵沟壑区减少趋势最为显著; 风速的年内变化表现为偏双峰型, 4 月最大, 形成年内的第一峰值, 最低值出现在每年的 10 月, 第二峰值出现在每年的 11 月。

关键词: 渭河流域; 日照时数; 风速; 气候变化

中图分类号: S162.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-7601(2012)05-0228-07

多年来, 许多学者就我国西北地区的气候变化从不同的角度开展了一系列的研究, 并且在许多方面取得了突破性的进展^[1-3]。由于日照和风速也是表征气候变化以及气候形成的重要因素, 近年来在这方面的研究工作逐渐展开。张智^[4]、刘艳艳^[5]等研究了黄河流域、黑河流域日照时数的变化特征, 发现日照在 20 世纪 70 年代、80 年代初期发生突变。杜军^[6]、刘卫平^[7]、何彬方^[8]、焦建丽^[9]、华维^[10]等研究发现日照时数呈减少趋势, 汤丽莎^[11]研究了日照减少的原因。关于风速的变化也已有不少研究成果, 研究表明从全球范围来看, 位于中纬度的中国、欧洲和北美在过去的 30~50 a 间风速表现出 0.004~0.017 m/(s·a) 的递减率; 而高纬度地区则表现出相反的趋势, 风速的年平均增速约为 0.005 m/(s·a)^[12]。对我国 1956—2002 年的资料分析研究表明, 全国平均风速递减率为 0.012 m/(s·a), 在 1969 年附近有突变点, 此前变化不明显, 仅有微弱减少, 此后持续下降^[13]; 全国风速仅云南西部有少量增加, 其它地方均减少, 塔里木盆地、吐鲁番及柴达木盆地减小最大, 达 -0.03 m/(s·a)。虽然目前的研究重点已转向分辨人类活动和自然变化对风速变化的贡献^[14], 但更加细致地揭示区域风速和日照的变异特征, 特别是各地风速和日照的突变点信息对于揭示

变化趋势仍很有意义。日照的变化直接影响着农、林、牧生产, 并与人类的日常生活密切相关。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^[15], 风速还对参考作物蒸散量有很大影响^[16]。国内学者对渭河流域气候变化的研究主要是围绕温度、降水、蒸散量几个方面展开, 得到很多有价值的结论。而本文是对气候变化的另外两个重要因素—日照时数、风速进行分析, 利用渭河流域及其周围 1959—2010 年共计 52 a 23 个气象观测站的实测数据分析各站风速和日照时数的空间分布特征, 逐年代、年际变化特征和突变现象。从区域平均和空间变异的角度, 通过线性拟合、Mann-Kendall 突变检验等统计分析手段进一步揭示区域尺度上的风速和日照变化规律。这项工作对于区域性的农林牧业生产布局、城市规划、太阳能电站设计乃至风能发电等方面具有重要的现实意义。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况

渭河流域位于东经 103.5°~110.5°, 北纬 33.5°~37.5°。渭河发源于甘肃省渭源县西南的鸟鼠山北侧, 自西向东流经甘肃、宁夏、陕西三省(自治区)

收稿日期: 2012-02-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目“基于相同气候条件的人类活动对河流水沙影响定量评价——以黄土高原延河流域为例”(41171420); 中国科学院水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金项目“北方旱区表层土壤水分遥感监测试验研究”(10502-Z12-9); 中荷联合主题研究项目“渭河流域水环境问题综合治理对策研究”(GJHZ1018)

作者简介: 蒋冲(1987—), 男, 黑龙江哈尔滨人, 硕士研究生, 主要研究方向: GIS 和遥感技术在土地资源管理中的应用。E-mail: cba8702@126.com。

通讯作者: 王飞(1971—), 男, 陕西户县人, 副研究员, 硕士生导师, 主要研究方向为水土保持环境效应评价。E-mail: wangfe@ms.

13 个地区的 84 个县,干流全长 818 km。流域面积 $13.48 \times 10^5 \text{ km}^2$,由北洛河、泾河 2 大支流和渭河干流组成。渭河流域地处干旱地区与湿润地区的过渡地带,属大陆季风性气候,流域多年平均降水量 572 mm,水面蒸发量 660~1 600 mm,陆地蒸发量 500 mm 左右,平均天然径流量 100.40 亿 m^3 [17]。该地区地貌特征空间差异较大,流域北部为黄土高原,南部为秦岭山区,地貌主要有黄土丘陵区、黄土塬区、土石山区、黄土阶地区、河谷冲积平原区等。流域内土地利用类型主要有耕地、草地和林地,所占比例分别为 28.3%、30.2% 和 29.4%。

1.2 数据来源及研究方法

本研究所采用的气象数据来源于中国气象局气象数据共享网(<http://cdc.cma.gov.cn/>)的《中国地面气候资料月值数据集》。为保证资料的统一性和完整性,选取渭河流域及其周边地区气象要素比较完备,建站时间比较长,分布在流域内部及其周围的 23 个气象站,并剔除时间序列小于 35 a 的站点。曾有极少数站点的观测中断,本文运用线性回归法插补了缺测的部分数据。从统计意义上讲,这样长的时间序列能够获得比较可信的分析结果。

按照 12 月至次年 2 月为冬季,3—5 月为春季,6—8 月为夏季和 9—11 月为秋季的标准通过算术平均法建立了渭河地区年、季、月日照时数和风速的变化序列。气象要素的气候倾向率用下式进行估计: $Y_i = a_0 + a_1 t_i$, 式中: Y_i 为气象要素, t_i 为时间 (1959—2010 年), a_1 为线性趋势项 (即每年的气候倾向率), a_0 为常数。在 ArcGIS 软件下通过样条曲线插值法 (Spline) 绘制该地区日照时数和风速变化

的空间分布图,对其空间差异进行分析,并采用 Mann-Kendall 突变检验对流域内所有站点的日照时数和风速变化进行突变分析。Mann-Kendall 突变检验为气象学诊断分析中的常用方法,具体原理参考文献 [18]。

2 日照时数变化特征

2.1 年际时空变化

图 1(a) 为 1959—2010 年间渭河流域年日照时数变化图,图中折线表示各年份日照时数值,斜线为趋势线,点线表示多年平均值。由图 1(a) 可知,该区多年平均日照时数为 2 260.8 h, 最高为 2 612.0 h (1965 年), 最低为 1 887.7 h (1988 年), 极差达 724.3 h, 说明年日照变幅较大。气候倾向率表现为微弱的减少趋势, 平均每 10 a 减少 10.13 h, 并呈现出明显的阶段性变化。1981 年以前大部分为正距平, 而 1981 年以来以负距平为主, 1988 年降至历年最低值, 较多年平均值偏少 373.1 h, 为异常偏少年份。2000 年以来减少的趋势更明显, 平均每 10 a 减少 25.82 h。日照的年际变化也表现出了明显的空间差异, 如图 1(b)。总体来看, 大部分地区是呈减少趋势的, 关中减少最为突出, 西安、佛坪、武功 3 站点气候倾向率分别达到了 -1.8、-5.8、-0.70 h/a。递减趋势由南向北有所减弱, 到达华家岭、平凉、铜川一线时, 气候倾向率已经降为 -1.0 h/a 左右。流域东部地区日照有增加趋势, 较为突出的华山和洛川增速分别达到 2.2 h/a 和 2.1 h/a。流域北部黄土高原丘陵沟壑区吴旗、环县以及固原、西吉等地也呈现出增加趋势。

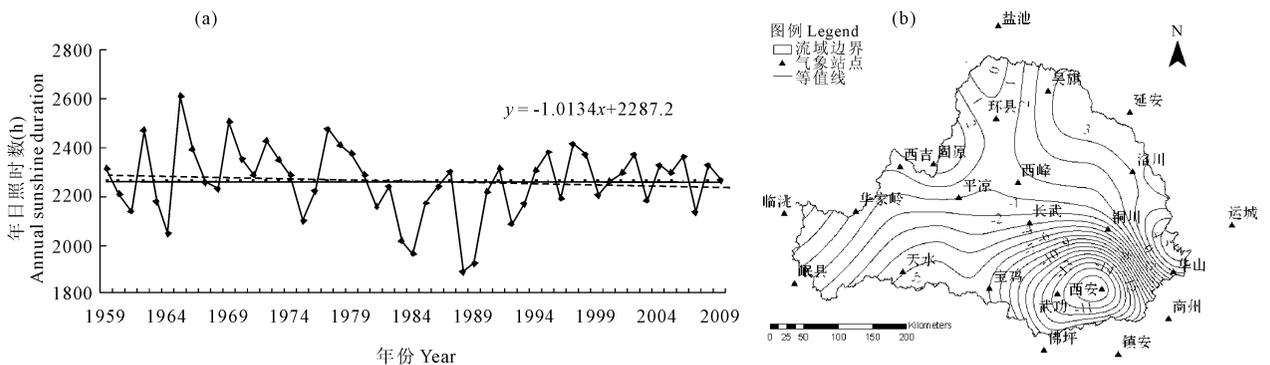


图 1 1959—2010 年年日照时数变化

Fig. 1 Annual sunshine duration change in Wei River Basin from 1959 to 2010

图 2 为各季节的日照时数变化倾向率, 可以看出该区各季节日照年际变化也呈现出明显的空间差异。总体上看, 除春季外其它各个季节流域大部分地区均表现为减少趋势, 以夏季和冬季减少趋势最

为显著, 气候倾向率分别为 -1.6 h/a 和 -0.7 h/a。春季大部分地区表现为增加趋势, 临洮、华山、洛川、西峰、环县、固原等站点的气候倾向率均已超过 1

h/a, 这种变化趋势可能与该区春季的云量变化^[19]、降水量变化^[20]等有一定的关系; 夏季以关中和流域北部吴旗、环县一带减少趋势最为突出; 秋季除吴

旗、环县等部分地区呈增加趋势外, 其它大部地区也都表现为减少趋势, 以关中减少面积最大; 冬季也以关中减少最为明显。

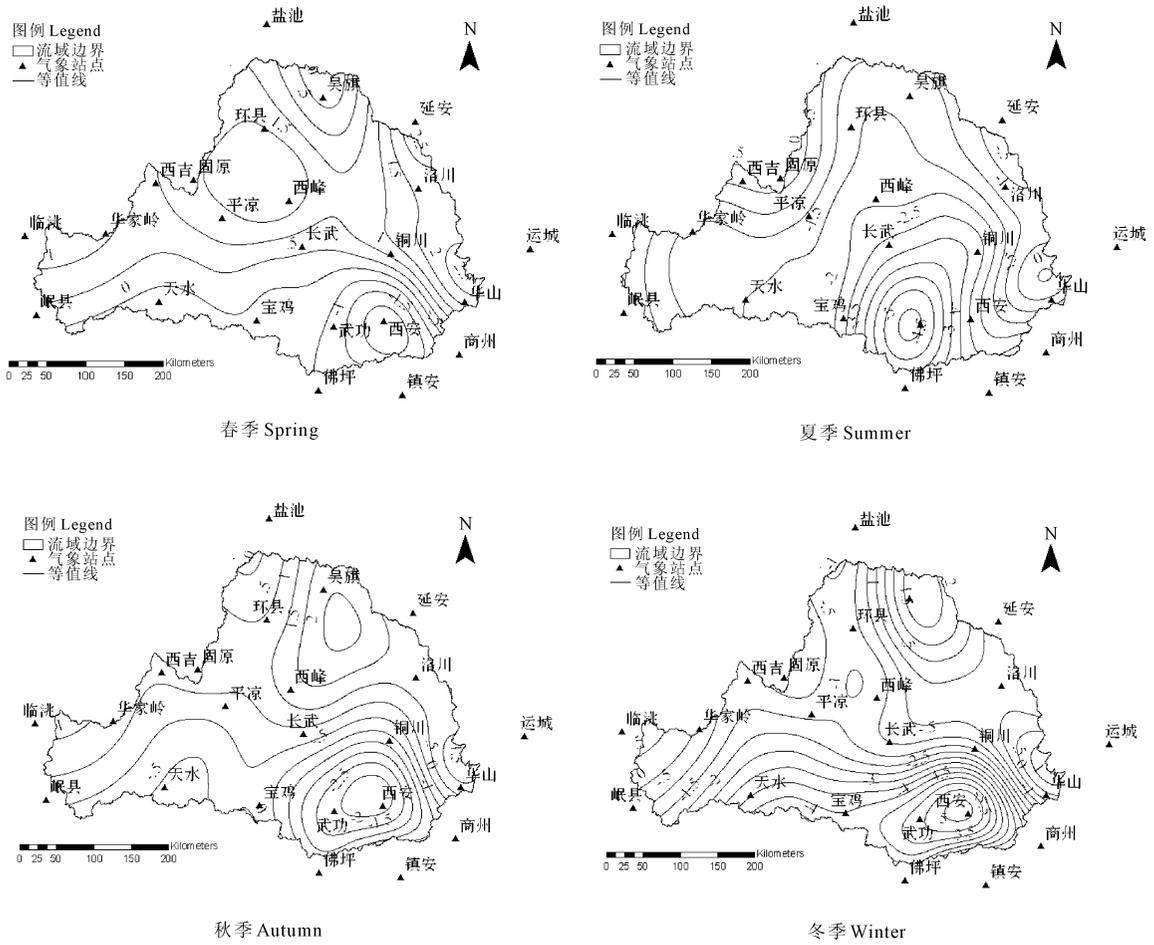


图 2 1959—2010 年日照时数气候倾向率分布

Fig. 2 Distribution of the linear trend of seasonal sunshine duration in Wei River Basin from 1959 to 2010

2.2 突变检验

表 1 为日照时数 Mann-Kendall 突变检验结果, 由表 1 可见流域西北部站点近 52 a 日照时数并没有发生突变。当给定显著性水平 $\alpha = 0.05$ 时, 临界线 $U = \pm 1.96$, 当 $\alpha = 0.001$ 时, 临界线 $U =$

± 3.291 ^[18]。长武、洛川、铜川、宝鸡和西安共计 5 个站点的突变年份均位于 1973—1977 年间, 流域整体的突变年份也在 1973 年, 从 1973 年开始日照逐渐减少, 流域整体的突变时间与流域内其它各站点突变时间基本一致。

表 1 渭河流域各气象站年日照时数突变检验结果

Table 1 Abupt detection for annual sunshine duration at different meteorological stations in the Wei River Basin

站名 Name	变点年份 Abrupt year	显著性 Significance	站名 Name	变点年份 Abrupt year	显著性 Significance
吴旗 Wuqi	—	—	铜川 Tongchuan	1974	0.01
环县 Huanxian	—	—	天水 Tianshui	1980	0.05
西吉 Xiji	—	—	宝鸡 Baoji	1973	0.01
平凉 Pingliang	—	—	武功 Wugong	1981	0.01
西峰 Xifeng	—	—	西安 Xian	1977	0.01
长武 Changwu	1973	0.01	华山 Huashan	—	—
洛川 Luochuan	1974	0.01	渭河流域 Wei River Basin	1973	0.01

2.3 年代距平变化

如表 2 所示, 1959—1969 和 1970—1979 年间全

流域各季节日照时数以正距平居多, 1980—1989 年代主要为负距平, 进入 90 年代以后各季节也以负距平为主。这说明在 20 世纪 80 年代以前日照较多, 之后日照相对较少。从季节来看, 春季的日照时数距平值在各个年代是波动变化的, 2000 年以后日照较多, 距平值达到 56.7 h; 夏季和冬季基本相同, 都是 80 年代以前以正距平居多, 而其后以负距平为主, 说明夏季和冬季日照从 80 年代初(1981 年)以后减少较为显著; 虽然日照时数变化在各季节有所差异, 但总体上从 80 年代开始减少趋势较为明显。

表 2 季节、年日照时数的年代际距平 (h)

Table 2 Inter-decadal departure of the seasonal and annual sunshine duration in Wei River Basin

年代 Period	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	全年 Year
1959—1969	- 10.3	42.8	- 14.2	25.8	44.1
1970—1979	7.7	35.0	21.4	3.6	67.8
1980—1989	- 33.9	- 62.9	- 21.8	- 23.3	- 141.9
1990—1999	- 19.2	- 1.0	22.8	1.5	4.0
2000—2009	56.7	- 18.3	- 6.7	- 10.2	21.6

3 风速变化特征

3.1 年际时空变化

1959—2010 年间渭河流域年平均风速为 2.1 m/s, 最大为 2.5 m/s (1969 年), 最小为 1.9 m/s (2002 年和 1988 年), 极差 0.6 m/s。统计分析表明, 该地区年风速呈明显的下降趋势。如图 3(a), 平均每 10 a 减少 0.05 m/s, 并呈现出阶段性变化, 与日照时数变化相同, 1981 年以前以正距平为主, 而 1981 年以来以负距平为主。这与西北地区沙尘暴减少的总体趋势是一致的^[21-23], 风速减小也直接导致沙尘天气发生的频率减少和风能资源蕴藏量的

降低。全流域风速变化趋势基本相同, 都表现出减少趋势(如图 3(b)), 以关中和丘陵沟壑区下降较为明显。图 4 为各季节的风速变化倾向率, 可以看出大部分地区各季节的风速变化都是降低的, 而且 4 个季节的风速变化空间分布都是以关中平原和流域北部吴旗、环县等地减少趋势最为显著, 其变化倾向率都在 - 0.0034~ - 0.0255 m/(s·a) 之间。各季节减幅最大的都是武功站, 变化倾向率都达到了 - 0.0216 m/(s·a) 以上; 风速增加的区域主要集中在岷县附近, 该站四季风速增速均超过 0.01 m/(s·a), 临洮、华山等地区也有增加趋势。

3.2 突变检验

表 3 为流域内部 13 个气象站及流域整体(各站点算术平均值) 风速 Mann-Kendall 突变检验结果。给定显著性水平 $\alpha=0.05$ 时, 临界线 $U= \pm 1.96$, 当 $\alpha=0.001$ 时, 临界线 $U= \pm 3.291$ ^[18]。从表 3 可以看出, 各个站点风速突变发生年份并不一致, 其中西吉、华山 2 个站点(图略) 虽然 UF 与 UB 线有交点, 但是交点在临界线之外, 通过改变时间序列长度反复检验后发现这 2 个站点的风速变化没有明显的突变点。但是流域内其它气象站的风速突变还是比较明显的: 环县、平凉、洛川、天水、武功 5 个站点的突变年份较为一致, 都发生在 1981—1982 年间; 西峰、西安、宝鸡 3 个站点发生在 1975—1977 年间, 流域整体风速也于 1981 年发生了减少的突变, 这与环县、平凉等站点的突变时间基本一致。

3.3 年内变化

流域年内风速变化表现为偏双峰型(图略), 第一峰值远大于第二峰值。近 52 a 来, 每年 3—5 月(春季) 平均风速为 2.43 m/s, 4 月最大, 平均风速达到 3.21 m/s, 形成年内的第一峰值, 这与该地区春季多沙尘暴有密切的关系。最低值出现在每年的 10 月, 第二峰值出现在每年的 11 月。

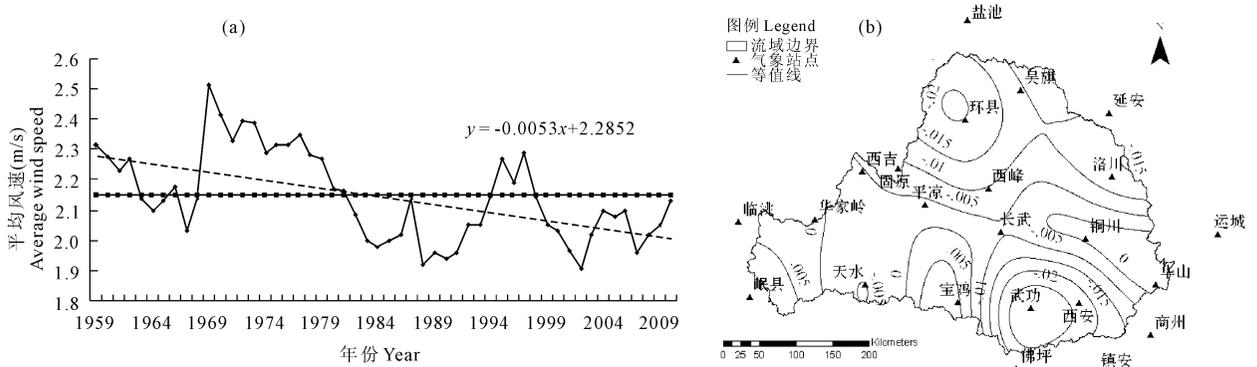


图 3 1959—2010 年年平均风速变化

Fig. 3 Annual average wind speed change in Wei River Basin from 1959 to 2010

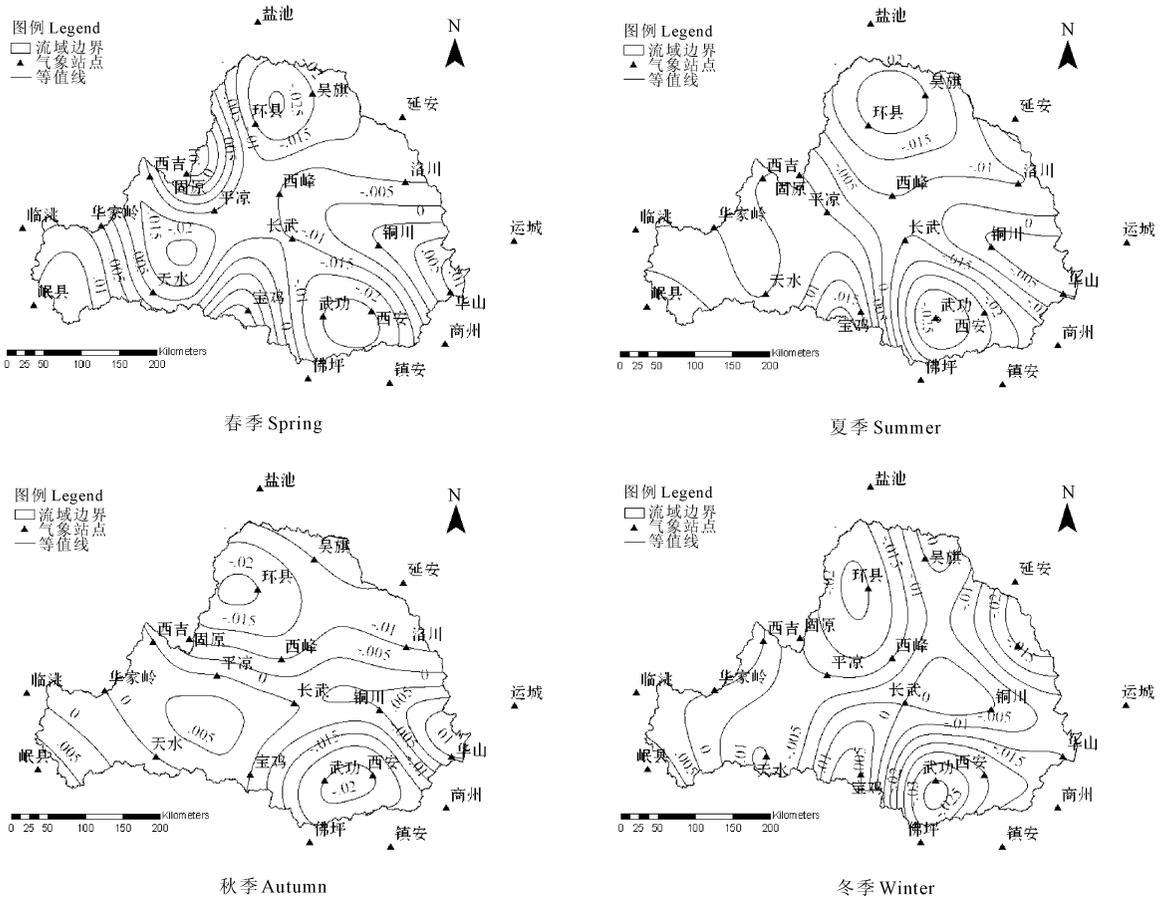


图 4 1959—2010 年风速气候倾向率分布

Fig. 4 Distribution of the linear trend of average wind speed in Wei River Basin from 1959 to 2010

表 3 渭河流域各气象站年平均风速突变检验结果

Table 3 Abrupt detection for annual average wind speed at different meteorological stations in the Wei River Basin

站名 Name	变点年份 Abrupt year	显著性 Significance	站名 Name	变点年份 Abrupt year	显著性 Significance
吴旗 Wuqi	1982	0.05	铜川 Tongchuan	1967	0.10
环县 Huanxian	1982	0.05	天水 Tianshui	1981	0.05
西吉 Xiji	—	—	宝鸡 Baoji	1975	0.01
平凉 Pingliang	1982	0.05	武功 Wugong	1982	0.05
西峰 Xifeng	1977	0.05	西安 Xi'an	1975	0.05
长武 Changwu	1994	0.10	华山 Huashan	—	—
洛川 Luochuan	1982	0.05	渭河流域 Wei River Basin	1981	0.05

4 结论与讨论

1) 渭河流域近 52 a 来日照时数呈减少趋势, 平均每 10 a 减少 10.1 h, 1981 年以前大部分为正距平, 而 1981 年以来以负距平为主, 1973 年前后发生突变, 突变年份分析与徐宗学^[24]和陈少勇^[25]的分析结论趋势上基本一致; 空间分布上, 流域大部分地区日照变化呈减少趋势, 以关中地区减少最为突出。本文得出日照呈减少趋势的结论与其他学者得出的

研究结论趋势上基本相同^[7, 24-26], 有学者对黄河流域^[24]、西北地区^[25]的日照时数变化特征进行了研究, 结果发现这些地区日照变化总体上都是呈减小趋势;

2) 春季, 华山、洛川、西峰、环县地区减少较为显著; 夏季, 以关中地区和流域北部吴旗、环县一带减少趋势最为突出; 秋季除流域北部呈增加趋势外, 其它大部地区也都表现为减少趋势, 以关中地区减少面积最大; 冬季以关中一带减少趋势最为明显。

日照减少的原因是多方面的,到达地表的太阳辐射量变化与大气成分、云量、大气中水汽的含量以及大气悬浮物含量等密切相关^[27]。20世纪80年代,包括渭河流域在内的我国大部地区太阳辐射量发生由多到少剧烈突变,除了气候本身的变化外,还有可能与工业化进展加快有关。尤其是工厂、汽车排放到空气中的烟尘、废气、微粒等逐渐增多,大气中气溶胶逐渐增加,对太阳光线削弱作用增强,导致日照时数的下降^[28]。渭河下游地区(关中一带特别是西安、铜川等市县)发展较迅速,气象观测站的环境发生变化,如被建筑物遮盖,影响日照时数等,都将对太阳辐射量的分布产生影响。像西安、铜川这样的大城市日照时间除纬度、高度和太阳赤纬等因素外,还受大气透明度的影响。城市中由于空气污染,大气透明度减小,云雾多,市区的日照小于郊区。

3) 风速方面,近52 a 风速呈明显的下降趋势,平均每10 a 减少0.05 m/s,并呈现出阶段性变化,与日照时数变化相同,1981年以前以正距平为主,而1981年以来以负距平为主;平均风速的年内变化表现为偏双峰型,4月最大,形成年内的第一峰值,最低值出现在每年的10月,第二峰值出现在每年的11月。本文得出风速呈减少趋势的结论与其他学者的研究结论趋势上基本相同,王毅荣等^[29]研究了河西走廊区域近地面风速及风能的演变和分布,发现河西走廊绿洲内风速下降十分明显;

4) 流域大部分地区各季节的风速变化都是呈减小趋势的,而且4个季节的风速变化都是以关中平原和流域北部吴旗、环县等地减少趋势最为明显,各季节风速减幅最大的都是武功气象站。风速增加的区域主要集中在甘肃岷县,四季风速增速均超过0.01 m/(s·a),临洮、华山等地区也有增加趋势。造成风速下降的原因也是多方面的,气候自然变化与人类活动引起的温室气体排放的增加以及城市化进程加快、工业化逐步发达、高层建筑的大量兴建等均是不可忽视的因素。

由于研究资料的限制,本文只局限于对渭河流域日照和风速时空格局变化特征的研究,并未对该变化可能导致的农作物种植带调整、生育期变化、城市布局等相关方面展开,所以区域内很多有关气候资源变化及其环境效应的问题都是值得进一步深入研究的课题。

参考文献:

[1] 施雅风,沈永平,胡汝骥.西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J].冰川冻土,2002,24(3):219-226.

[2] 秦大河,丁一汇,王绍武,等.中国西部环境演变及其影响研究[J].地学前缘,2002,9(2):321-328.

[3] 秦大河,丁一汇,王绍武,等.中国西部生态环境变化与对策建议[J].地球科学进展,2002,17(3):314-319.

[4] 张智,林莉,孙银川,等.银川市日照时数气候变化特征分析[J].干旱区研究,2007,23(2):344-348.

[5] 刘艳艳,张勃,张耀宗,等.黑河流域近46年日照时数的气候变化特征及其影响因素[J].干旱区资源与环境,2009,23(6):72-77.

[6] 杜军,周明君,罗布次仁,等.近50a拉萨日照时数的变化特征[J].气象科技,2007,35(6):818-821.

[7] 刘卫平,魏文寿,唐湘玲,等.阿克苏地区近45年日照时数变化特征[J].干旱区地理,2008,31(2):197-202.

[8] 何彬方,冯妍,荀尚培,等.安徽省50年日照时数的变化特征及影响因素[J].自然资源学报,2009,24(7):1275-1285.

[9] 焦建丽,康雯瑛,王军,等.河南省日照时数时空变化分析[J].气象与环境科学,2008,31(B09):4-6.

[10] 华维,范广洲,陈权亮,等.青藏高原年日照时数的年代际变化趋势[J].长江流域资源与环境,2009,18(12):1149-1155.

[11] 汤丽莎,张健挺.日照时数减少的原因分析及应对措施[J].气象研究与应用,2009,30(A01):108-109.

[12] McVicar T R, Van Niel T G, Li L T, et al. Donohue, Wind speed climatology and trends for Australia, 1975—2006: Capturing the stilling phenomenon and comparison with near-surface reanalysis output[J]. Geophysical Research Letters, 2008, 35(20):204-213.

[13] 任国玉,郭军,徐铭志,等.近50a中国地面气候变化基本特征[J].气象学报,2005,63(6):948-952.

[14] 刘学锋,江滢,任国玉,等.河北城市化和观测环境改变对地面风速观测资料序列的影响[J].高原气象,2009,28(2):433-439.

[15] 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.

[16] 孙静,阮本清,蒋任飞.宁夏引黄灌区参考作物蒸发蒸腾量及其气候影响因子的研究[J].灌溉排水学报,2006,15(1):53-57.

[17] 张钰娴,王飞,穆兴民.地理环境要素与渭河流域水沙关系的定量研究[J].西北农林科技大学学报,2009,37(1):64-65.

[18] 符凉斌,王强.气候突变的定义和检测方法[J].大气科学,1992,16(4):482-493.

[19] 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.

[20] 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.

[21] 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.

[22] 周自江,章国材.中国北方典型的强沙尘暴事件(1954—2002年)[J].科学通报,2003,48(11):12-18.

[23] 周自江,王锡稳,牛若芸.近47年中国沙尘暴气候特征研究[J].应用气象学报,2002,13(2):193-200.

[24] 徐宗学,赵芳芳.黄河流域日照时数变化趋势分析[J].资源科学,2005,27(5):153-159.

[25] 陈少勇,张康林,邢晓宾,等.中国西北地区近47a日照时数的气候变化特征[J].自然资源学报,2010,25(7):1142-1152.

- [26] 吕宁, 刘荣高, 刘纪远. 1998—2002 年中国地表太阳辐射的时空变化分析[J]. 地球信息科学学报, 2009, 11(5): 623-630.
- [27] 申彦波, 赵宗慈, 石广玉. 地面太阳辐射的变化、影响因子及其可能的气候效应最新研究进展[J]. 地球科学进展, 2008, 23(9): 915-923.
- [28] 郭军, 任国玉. 天津地区近 40 年日照时数变化特征及其影响因素[J]. 气象科技, 2006, 34(4): 415-420.
- [29] 王毅荣, 张存杰. 河西走廊风速变化及风能资源研究[J]. 高原气象, 2006, 25(6): 1196-1202.

Variation characteristics of sunshine duration and wind speed in the last 52 years in Wei River Basin

JIANG Chong¹, WANG Fei^{1,2}, ZHANG Ren-hui³, MU Xing-min^{1,2}, LI Rui^{1,2}

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. College of Urban and Environmental Sciences, North West University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: Based on the data of sunshine duration, wind speed collected at 23 stations from 1959 to 2010 in Wei River Basin, spatial and temporal (for annual, seasonal and monthly) variations of sunshine duration and wind speed, as well as the abrupt change characteristic were analyzed. The result showed that the sunshine duration displayed a decreasing tendency in the last 52 years with a decreasing rate of 10.13 h/10 a, while a sudden change was found in about 1973. A distinct decrease occurred in Guanzhong Plain in spatial distribution, and the decrease was most prominent in summer and winter in seasonal distribution. The annual average wind speed decreased at a rate of 0.05 m/s per 10 years, while a sudden change was found in about 1981. The decrement rate in the Guanzhong Plain and loess hilly-gully region was higher than that of other parts. The change characteristic of wind speed was double peak type. The first peak appeared usually at April and the lowest wind speed appeared usually at October. The second peak appeared usually at November.

Keywords: Wei River Basin; sunshine duration; wind speed; climate change

(上接第 227 页)

Analysis of the climate change of Yuncheng in recent 40 years

PEI Xiu-miao¹, ZHOU Yun-li¹, XU Yun², TAN Jiang-rui¹, JIANG Hu-min³, BAI Li³

(1. Yuncheng Meteorological Bureau, Yuncheng, Shanxi 044000, China;

2. Climate Center of Shanxi Province, Taiyuan, Shanxi 030006, China;

3. Yuncheng Agricultural Committee, Yuncheng, Shanxi 04000, China)

Abstract: Based on the data of temperature, precipitation and sunshine hours in Yuncheng during 1971—2010 and using the linear regression analysis, the climate change of Yuncheng in recent 40 years was studied. The results showed that the annual mean temperature had a fluctuating upward trend. The temperature increased significantly in winter and spring and slowly in summer and autumn. The annual precipitation tended to decrease slowly overall. But precipitation in winter had a slight increase tendency. Precipitation in the other seasons decreased, especially in spring and autumn. It was found that the annual sunshine had a significant increase tendency in spring and a decrease tendency in the other 3 seasons. The reduction rate of sunshine in summer and autumn is more obvious than that in winter.

Keywords: Climate change; Yuncheng; temperature; precipitation; sunshine