

陈玲丽,郑西,周小涵,等. 贵州普定县人居环境气候条件分析[J]. 中低纬山地气象,2023,47(4):60-69.

贵州普定县人居环境气候条件分析

陈玲丽¹,郑 西¹,周小涵²,刘思洋³,罗 煜¹,王凤仙¹

(1. 贵州省普定县气象局,贵州 普定 562100;2. 湖北省嘉鱼县气象局,
湖北 嘉鱼 437200;3. 贵州省安顺市气象局,贵州 安顺 561000)

摘 要:利用普定国家气象观测站 1971 年 1 月 1 日—2022 年 2 月 28 日逐日平均气压、平均气温、平均相对湿度、平均风速、降水量等气象资料以及普定县空气污染物日均浓度、空气质量指数(AQI)等资料,运用人体舒适度指数、气象要素与污染物浓度的相关性、人体舒适度与空气质量相关性分析方法,分析普定县近 50 a 的人居环境气候条件。结果表明:普定县平均气温、平均风速以及日照时数呈增加趋势,相对湿度、降水量以及气压呈降低趋势。常年体感主要为凉(3 级)—最舒适(5 级)之间,全年体感无寒冷及酷热等级,且体感舒适(含凉舒适及最舒适)月份主要为 4—10 月,占全年 58%。普定县气温上升、风速增大、气压下降的趋势有利于污染物浓度降低,空气质量好;而相对湿度降低、降水量减少的趋势不利于污染物浓度降低,影响空气质量。普定县空气质量以 4—5 月、7—11 月为优,且其四季空气质量均为优,表明空气质量好,人体舒适度高,适宜人居。

关键词:人体舒适度指数;空气污染物浓度;空气质量指数;相关性分析

中图分类号:X321 **文献标识码:**B

Analysis of Climatic Conditions of Human Settlements in Puding County of Guizhou Province

CHEN Lingli¹, ZHENG Xi¹, ZHOU Xiaohan², LIU Siyang³, LUO Yu¹, WANG Fengxian¹

(1. Puding Meteorological Bureau of Guizhou Province, Puding 562100, China;

2. Jiayu Meteorological Bureau of Hubei Province, Jiayu 437200, China;

3. Anshun Meteorological Bureau of Guizhou Province, Anshun 561000, China)

Abstract: Using the meteorological data of daily average atmospheric pressure, average temperature, average relative humidity, average wind speed, precipitation of Puding National Meteorological Observation Station from January 1, 1971 to February 28, 2022, and the daily average concentration of air pollutants and air quality index (AQI) in Puding County, through the analysis methods of human comfort index, correlation between meteorological elements and pollutant concentration, correlation between human comfort and air quality were used to analyze the living environment and climate conditions of nearly 50 a in Puding County. The results show that the average temperature, average wind speed and sunshine hours of Puding County showed an increasing trend, while the relative humidity, precipitation and air pressure showed a decreasing trend. The perennial physical feeling is mainly between cool (level 3) – the most comfortable (level 5), and there is no cold and heat level throughout the year, and the comfortable month (including cool comfort and most comfortable) is mainly from April to October, accounting for 58% of the year. The trend of rising temperature, increasing wind speed and decreasing air pressure in Puding County is conducive to reducing pollutant concentration and good air quality, while the trend of decreasing relative humidity and decreasing precipitation is not conducive to reducing pollutant concentration and affecting air quality. The air quality in Puding County is excellent from April to May and July to November, and the

收稿日期:2023-01-06

第一作者简介:陈玲丽(1993—),女,助工,主要从事县级综合气象业务工作,E-mail:695909128@qq.com.

air quality in all seasons is excellent, indicating that the air quality is good, the human comfort is high, and it is suitable for human habitation.

Key words: human comfort index; air pollutant concentration; air quality index; correlation analysis

0 引言

在全球气候变暖的趋势下,人居环境气候舒适度已是大家热议的话题。国内许多学者已对相关气候适宜度进行了相关研究^[1-6],刘恒等^[7]利用温湿指数和风效指数以及人体舒适度指数对济源市人居环境气候适宜性进行了研究;尹文娟等^[8]通过人居环境舒适度研究为人居环境建设提供了科学依据;吕拉昌等^[9]通过人居环境气候舒适度评价对城市的创新影响进行深入分析。

普定县地处长江水系和珠江水系分水岭地带,属亚热带高原季风湿润气候,全年气候温和,但目前针对该县人居环境气候适宜度的分析尚不多见。本文研究基于谢亚玲等^[10]引用的人体舒适度指数评价指标,同时引入气象要素与污染物浓度的相关性以及人体舒适度指数与空气质量指数 AQI 的相关性研究^[11-12]概念,对普定县的人人居环境气候条件进行了分析,为公众养生休闲规划提供参考。

1 材料和方法

1.1 资料来源

1971 年 1 月 1 日—2022 年 2 月 28 日逐日平均气压、平均气温、平均相对湿度、平均风速、降水量、日照时数等气象资料来源于普定国家气象观测站。2021 年 1 月 1 日—2022 年 2 月 28 日 SO₂、NO₂、PM₁₀、CO、O₃、PM_{2.5}日均浓度以及每日空气质量指数(AQI)等资料来源于安顺市生态环境局普定分局。季节划分以 3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季,12 月—次年 2 月为冬季。

1.2 研究方法

利用线性趋势方程分析普定县地面观测气象要素的年际、逐月变化特征,采用人体舒适度指数指标进行气候舒适度分析,同时利用皮尔逊相关系数显著性检验^[13]分析普定县 2021 年气象要素日值与空气污染物浓度的相关性以及人体舒适度与空气质量的逐月、季节变化特征。

1.2.1 人体舒适度指数计算公式^[10]:

$$BCMI = (1.8T + 32) - 0.55(1 - RH)(1.8T - 26) - 3.2\sqrt{v}$$
 (1)

式中,BCMI 为人体舒适度指数(表 1);T 为平均气温(单位:℃);RH 为平均相对湿度(单位:%);V 为风速(单位:m·s⁻¹)。

表 1 人体舒适度指数(BCMI)的分级标准

Tab. 1 Human comfort index grading standard(BCMI)

等级	BCMI	人体感觉程度
10	> 89	酷热
9	86 ~ 88	暑热
8	80 ~ 85	炎热
7	76 ~ 79	闷热
6	71 ~ 75	暖舒适
5	59 ~ 70	最舒适
4	51 ~ 58	凉舒适
3	39 ~ 50	清凉
2	26 ~ 38	较冷
1	0 ~ 25	寒冷

1.2.2 皮尔逊相关系数公式^[13]:

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$
 (2)

式中,R_{xy}为相关系数,n 为本文研究时段的样本长度,x_i 为第 i 天的气温、湿度、风速、降水、气压日值, $\bar{x}$ 为统计时段气温、湿度、风速、降水、气压的均值,y_i 为第 i 天的 SO₂、NO₂、PM₁₀、CO、O₃、PM_{2.5}浓度以及 AQI 日值, $\bar{y}$ 为统计时段 SO₂、NO₂、PM₁₀、CO、O₃、PM_{2.5}平均浓度以及 AQI 均值。对计算出的结果进行 0.05 和 0.01 显著性检验。

2 结果与分析

2.1 普定县气候特征分析

2.1.1 气温 图 1a 显示了普定县 1971—2020 年平均气温的年际变化特征。在全球变暖的大背景下,普定县近 50 a 平均气温在 14.3 ~ 16.2 ℃之间,总体呈显著上升趋势,气候倾向率为 0.2 ℃/10 a,并通过 α = 0.01 的显著性检验。常年月平均气温最高为 23.0 ℃,出现在 7 月;月平均气温最低为 5.5 ℃,出现在 1 月。由此可见,普定县近 50 a 平均气温呈增暖趋势。

2.1.2 相对湿度 由图 1b 看出,普定县近 50 a 年平均相对湿度在 70.0% ~ 83.0%之间,呈显著降低趋势,气候倾向率为 -1%/10 a,并通过 α = 0.01 的显著性检验。普定县常年逐月平均相对湿度在 73.6% ~ 81.6%之间波动,全年平均相对湿度最大值为 81.6%,出现在 1 月;最小值为 73.6%,出现在

4 月。由此可见,普定县近 50 a 平均相对湿度呈降

低趋势。

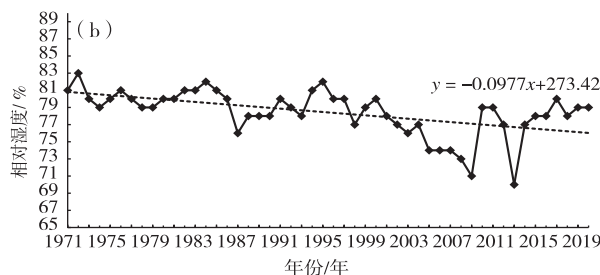
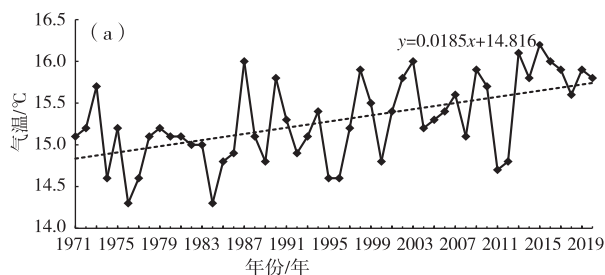


图 1 普定县 1971—2020 年平均气温(a)、平均相对湿度(b)年际变化趋势

Fig. 1 The trend of average temperature(a)、relative humidity(b) interannual variation in Puding County from 1971 to 2020

2.1.3 风速 由图 2a 看出,普定县 1971—2020 年的年平均风速在 $1.1 \sim 3.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间波动,整体呈弱上升趋势,未通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,气候倾向率为 $0.04 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}/10 \text{ a}$ 。普定县常年逐月平均风速在 $1.7 \sim 2.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间波动,风速小,变化

幅度不大。由此可见,普定县近 50 a 平均风速呈增大趋势;且风速年际变化趋势与平均湿度年际变化趋势基本一致,但其月变化呈反相位,风速在 1993—2003 年波动最大,而湿度在 2009—2014 年间变化幅度最大。

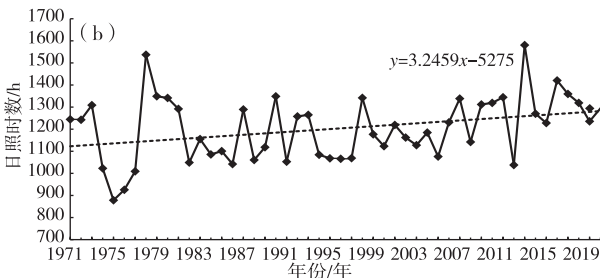
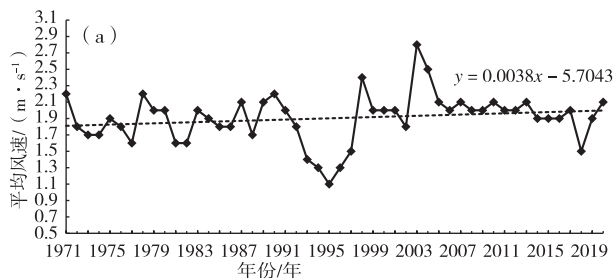


图 2 普定县 1971—2020 年平均风速年际变化趋势(a)、日照时数年际变化趋势(b)

Fig. 2 The trend of average wind speed(a)、sunshine hours(b) interannual variation in Puding County from 1971 to 2020

2.1.4 日照 由图 2b 可以看出,普定县近 50 a 年日照时数在 $878.3 \sim 1580.7 \text{ h}$ 之间,整体呈显著上升趋势,气候倾向率为 $32.5 \text{ h}/10 \text{ a}$,并通过了 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验。普定县常年逐月日照时数最多达到 161.3 h ,出现在 8 月;最少值为 44.9 h ,出现在 1 月。由此可见,普定县近 50 a 日照时数呈增加趋势。

2.1.5 降水 由图 3a 可以看出,普定县 1971—2020 年逐年降水量总体呈弱减少趋势,但变化不明

显,未通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,气候倾向率为 $-26.8 \text{ mm}/10 \text{ a}$;且年降水量最多为 1769.3 mm ,出现在 2008 年;年降水量最少为 758.3 mm ,出现在 2013 年。普定县常年逐月降水量最多 294.2 mm ,出现在 6 月;降水量最少仅 16.9 mm ,出现在 12 月。由此可知,普定县近 50 a 降水量呈减少趋势;降水年际变化与气温的年际变化呈反位相,但其月变化基本一致。

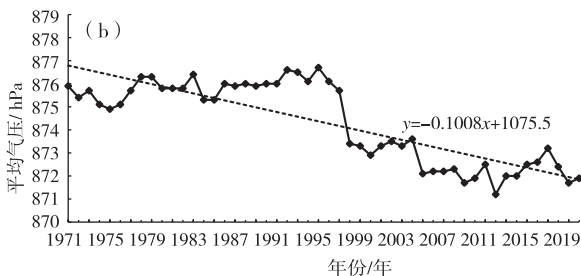
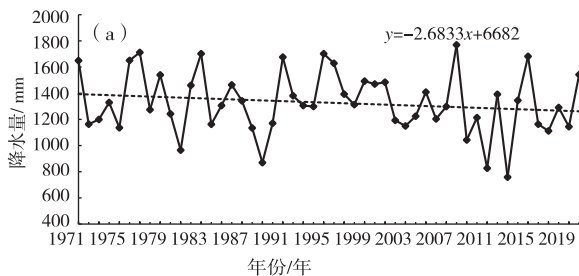


图 3 普定县 1971—2020 年降水量年际变化趋势(a)、平均气压年际变化趋势(b)

Fig. 3 The trend of precipitation(a)、average atmospheric pressure(b) interannual variation in Puding County from 1971 to 2020

2.1.6 气压 从图 3b 看出,普定县 1971—2020 年平均气压在 871.2~876.7 hPa 之间,呈显著降低趋势,气候倾向率为 $-1.0\text{ hPa}/10\text{ a}$,并通过 $\alpha=0.01$ 的显著性检验。普定县常年逐月平均气压以 7 月份 868.9 hPa 为最低,以 12 月 879.3 hPa 为最高。由此可见,普定县近 50 a 平均气压呈降低趋势;气压月变化与日照月变化呈明显相反态势,虽然两者年际变化无明显相似性,但气压在 20 世纪 90 年代末有一次明显的降幅后年际变化趋于平缓,而日照时数间隔 30 a 左右会出现比较明显的波动。

2.2 人体舒适度指数分析

利用公式(1)计算普定县 1971—2020 年逐年逐月人体舒适度指数(图 4)。由图 4a 看出,普定县

近 50 a 来的人体舒适度呈显著上升趋势,通过 $\alpha=0.01$ 的显著性检验,气候倾向率为 $0.24/10\text{ a}$,人体舒适度指数年平均值在 53~57 之间,体感处于凉舒适(4 级)。由图 4b 可以看出,普定县常年逐月体感为清凉(3 级)的月份主要出现在 1—3 月、11—12 月,即处于冬季、初春、晚秋季节,人体舒适度指数月平均值在 39.2~49.7 之间;体感为凉舒适(4 级)的月份主要出现在 4 月和 10 月,处于春中、秋中,人体舒适度指数月平均值在 56.4~56.5 之间;体感为最舒适(5 级)的月份主要出现在 5—9 月,处于春末、夏季、秋初,人体舒适度指数月平均值在 61.4~67.1 之间,即普定县体感舒适(含凉舒适及最舒适)月份占全年 58%。

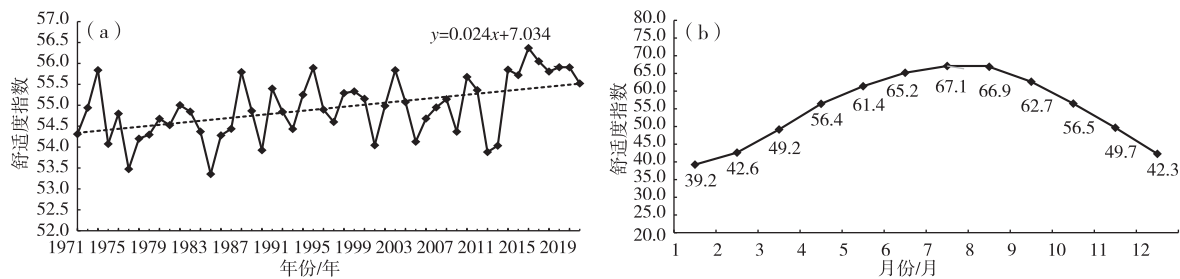


图 4 普定县 1971—2020 年人体舒适度指数年际变化(a)和月变化(b)趋势
Fig. 4 The trend of the human comfort index interannual variation (a) and monthly variation (b) in Puding County from 1971 to 2020(unit: %)

利用公式(1)计算出普定县 1971—2020 年逐日人体舒适度指数,并结合人体舒适度指数的分级标准,得到普定县人体舒适度不同等级逐月日数(表 2)。由表 2 看出,普定县常年体感较冷(2 级)有 15 d,人体舒适度指数在 38.0~38.9 之间,占全年日数 4%;体感清凉(3 级)有 117 d,人体舒适度指数在 39.1~50.9 之间,占全年日数 32%;体感凉

舒适(4 级)有 74 d,人体舒适度指数在 51.0~58.9 之间,占全年日数 20%;体感最舒适(5 级)有 159 d,人体舒适度指数在 59.0~68.1 之间,占全年日数 44%。由此可知,普定县常年人体舒适度主要在清凉(3 级)—最舒适(5 级)之间,且体感舒适(含凉舒适及最舒适)日数占全年总日数的 64%。

表 2 1971—2020 年普定县人体舒适度等级逐月日数统计表(单位:d)

Tab. 2 Statistical table of monthly days of human comfort level in Puding County from 1971 to 2020(unit:d)

月份	寒冷	较冷	清凉	凉舒适	最舒适	暖舒适	闷热	炎热	暑热	酷热
1 月	0	13	18	0	0	0	0	0	0	0
2 月	0	2	26	0	0	0	0	0	0	0
3 月	0	0	23	8	0	0	0	0	0	0
4 月	0	0	0	27	3	0	0	0	0	0
5 月	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0
6 月	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
7 月	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0
8 月	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0
9 月	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
10 月	0	0	0	28	3	0	0	0	0	0
11 月	0	0	19	11	0	0	0	0	0	0
12 月	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0

2.3 普定县气象条件与空气质量的相关性分析

2.3.1 气温与污染物浓度、AQI 的相关性分析 利用公式(2) 计算了气温与 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 O_3 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 以及 AQI 的相关关系,结果见图 5、表 3。由图可知,气温与 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 的浓度呈负相关性,并通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验,即气温越高,上述污染物浓度越小,表明空气质量越好;气温

与 SO_2 、 NO_2 、 CO 的负相关性较强,相关系数分别为 -0.593 、 -0.695 、 -0.582 (表 3)。气温与 O_3 浓度、AQI 呈正相关性,且气温与 O_3 存在较强的正相关性,并通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验,而与 AQI 仅为弱正相关,未通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验,表明 O_3 的浓度、AQI 随着气温升高而上升,空气质量降低。

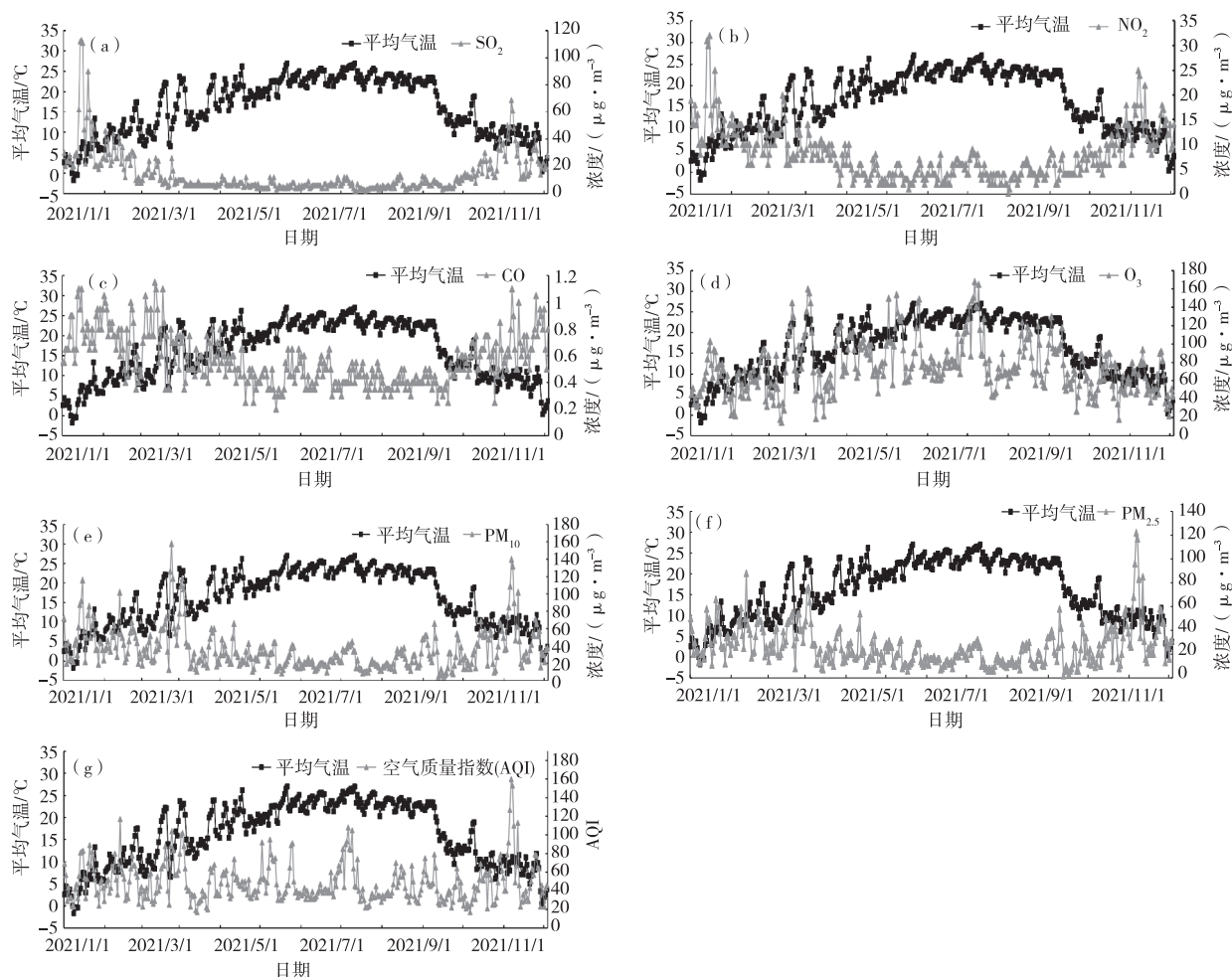


图 5 普定县平均气温与 SO_2 (a)、 NO_2 (b)、 CO (c)、 O_3 (d)、 PM_{10} (e)、 $\text{PM}_{2.5}$ (f) 浓度及 AQI(g) 的相关性

Fig. 5 Correlation between average temperature and the concentration of SO_2 (a), NO_2 (b), CO (c), O_3 (d), PM_{10} (e), $\text{PM}_{2.5}$ (f) and AQI(g) in Puding County

表 3 平均气温与污染物浓度、AQI 的相关性系数

Tab. 3 Correlation coefficient between average temperature and pollutant concentration and AQI

	SO_2	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$\text{PM}_{2.5}$	AQI
相关系数	-0.593^{**}	-0.695^{**}	-0.582^{**}	0.569^{**}	-0.284^{**}	-0.293^{**}	0.029

注:**表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

2.3.2 湿度与污染物浓度、AQI 的相关性分析 利用公式(2) 计算了相对湿度与 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 O_3 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 以及 AQI 的相关关系,结果见图 6、表 4。由图可知相对湿度与 SO_2 、 O_3 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 的浓度以及 AQI 存在负相关性,且除 SO_2 之外其余 5 种要素

均通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验(表 4),表明相对湿度越大,越有利于 SO_2 、 O_3 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 的浓度以及 AQI 降低,空气质量越好;相对湿度与 O_3 浓度负相关性最强,相关系数为 -0.666 (表 4);负相关性最弱为 SO_2 ,其相关系数为 -0.091 。而相对湿度与

NO₂、CO 呈弱正相关性,相关系数分别为 0.017、0.083,未通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验,表明高湿条

件下会导致 NO₂、CO 的浓度升高,不利于空气质量的提升。

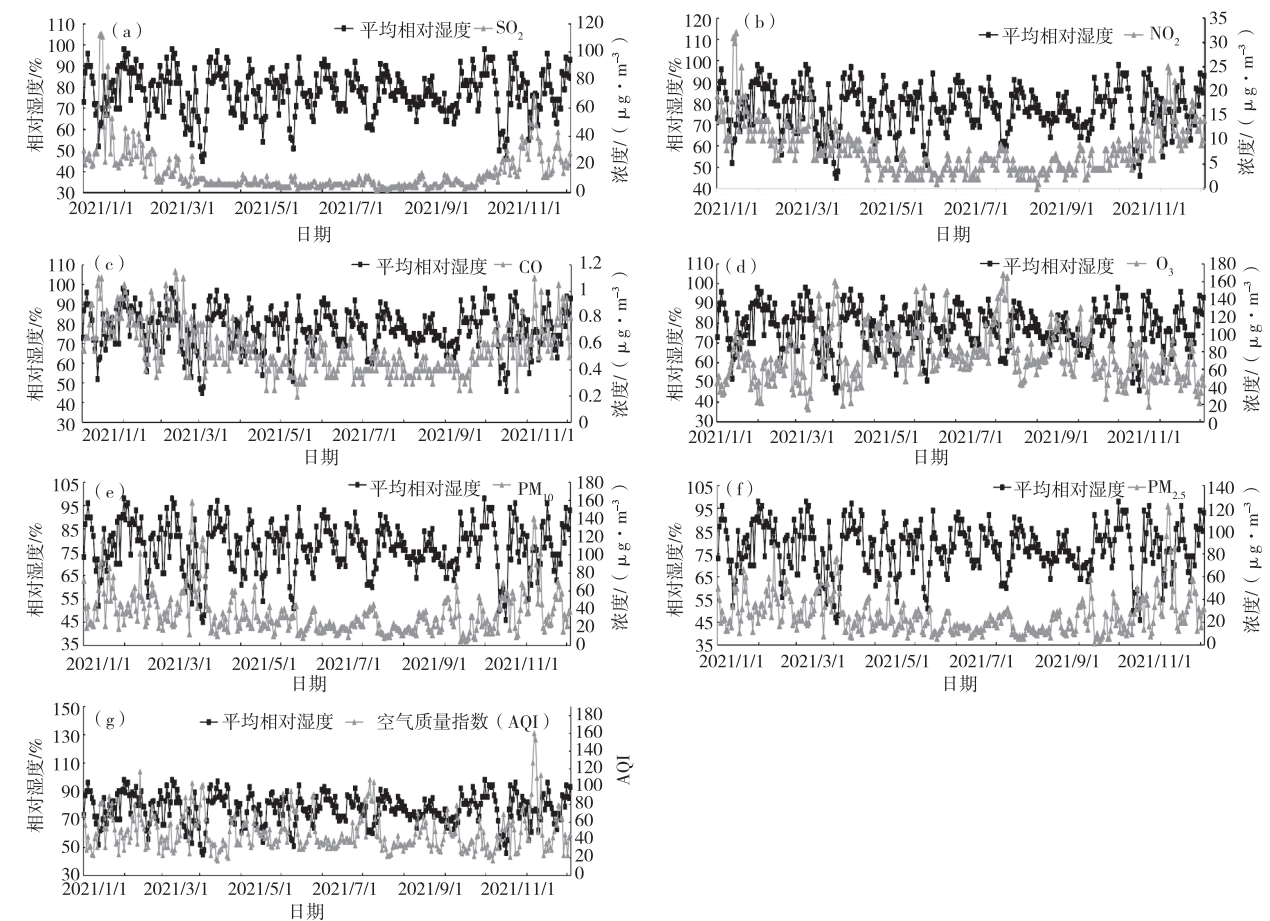


图 6 普定县平均相对湿度与 SO₂(a)、NO₂(b)、CO(c)、O₃(d)、PM₁₀(e)、PM_{2.5}(f) 浓度及 AQI(g) 的相关性

Fig.6 Correlation between average relative humidity and the concentration of SO₂(a), NO₂(b), CO(c), O₃(d), PM₁₀(e), PM_{2.5}(f) and AQI(g) in Puding County

表 4 平均相对湿度与污染物浓度、AQI 的相关性系数

Tab.4 Correlation coefficient between average relative humidity and pollutant concentration and AQI

	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	AQI
相关系数	-0.091	0.017	0.083	-0.666 **	-0.385 **	-0.256 **	-0.476 **

注: ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

2.3.3 风速与污染物浓度、AQI 的相关性分析 由公式(2)计算了风速与 SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀、PM_{2.5}以及 AQI 的相关关系,结果见图 7、表 5。由图可知,风速与污染物 SO₂、NO₂、CO、PM₁₀、PM_{2.5}的浓度及 AQI 存在负相关性,并通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验,表明风速越大,越有利于以上污染物浓度的稀释和扩散,空气质量越好;负相关性较明显的是 NO₂,其相关系数为 -0.359;负相关性最弱的是 CO,其相关系数为 -0.158;而风速与 O₃ 呈弱正相关性,其相关系数为 0.024,未通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验,表明随着风速的增大,O₃ 浓度也会相应升高,不利于改善空气质量。

2.3.4 降水与污染因子浓度、AQI 的相关性分析 通过公式(2)计算了降水与 SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀、PM_{2.5}以及 AQI 的相关关系,结果见图 8、表 6。由图可知,降水与 SO₂、NO₂、CO、PM₁₀、PM_{2.5} 浓度存在负相关性,并通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验,负相关性较明显的是 PM₁₀,其相关系数为 -0.223;负相关性最弱的是 AQI,其相关系数为 -0.122,通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,即降水量越大,越有利于上述 5 种污染物浓度及 AQI 降低,空气质量越好。而降水与 O₃ 呈弱正相关性,其相关系数为 0.027,未通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,即降水量的增大会导致 O₃ 浓度升高,空气质量降低。

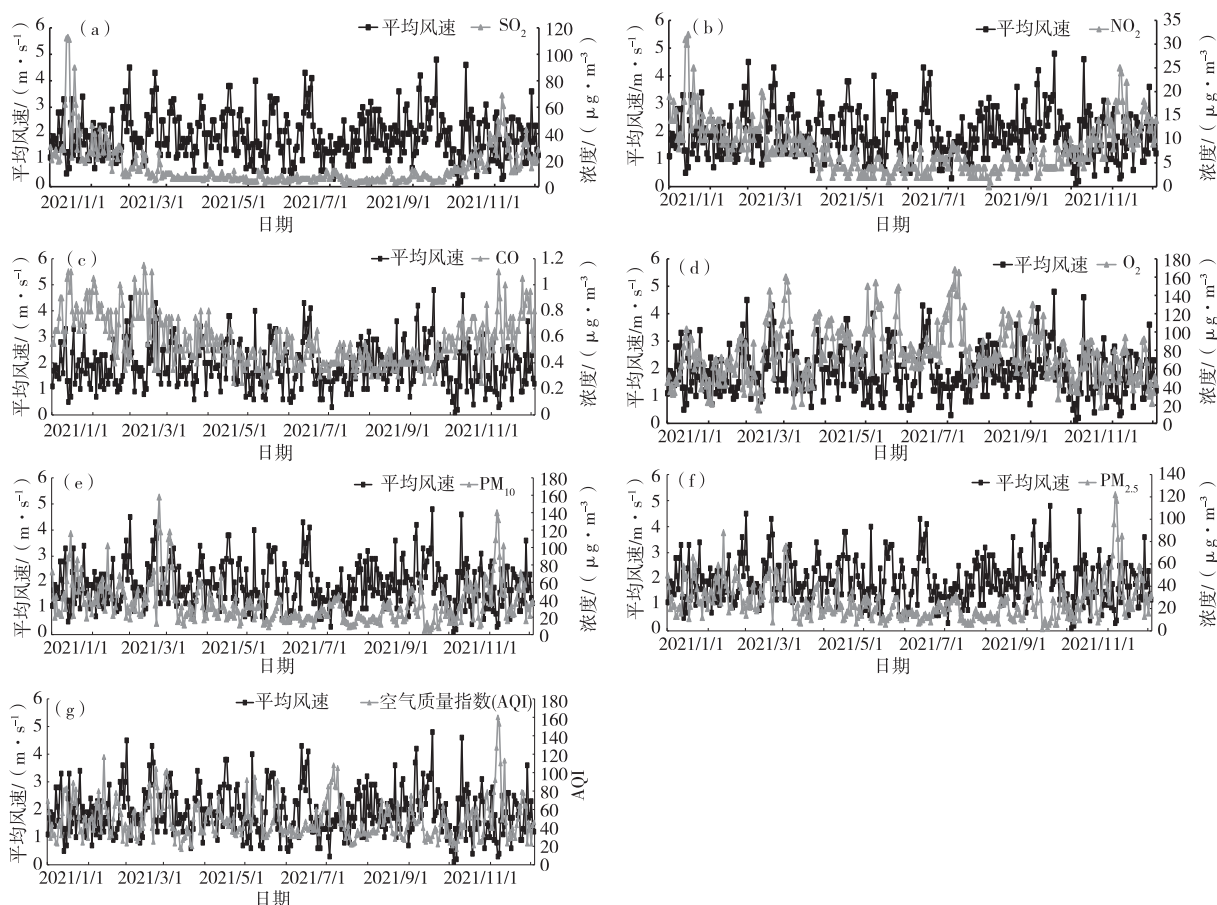


图 7 普定县平均风速与 SO_2 (a)、 NO_2 (b)、 CO (c)、 O_3 (d)、 PM_{10} (e)、 $\text{PM}_{2.5}$ (f) 浓度及 AQI (g) 的相关性

Fig. 7 Correlation between average speed and the concentration of SO_2 (a), NO_2 (b), CO (c), O_3 (d), PM_{10} (e), $\text{PM}_{2.5}$ (f) and AQI (g) in Puding County

表 5 平均风速与污染物浓度、AQI 的相关性系数表

Tab. 5 Correlation coefficient between average speed and pollutant concentration and AQI

	SO_2	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$\text{PM}_{2.5}$	AQI
相关系数	-0.282 **	-0.359 **	-0.158 **	0.024	-0.236 **	-0.271 **	-0.243 **

注：**表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

2.3.5 气压与污染因子浓度、AQI 的相关性分析
利用公式(2)计算了气压与 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 O_3 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 以及 AQI 的相关关系,结果见图 9,表 7。由图可见,气压与 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 $\text{PM}_{2.5}$ 的浓度呈显著性正相关,通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验;气压与 NO_2 正相关性较强,其相关系数为 0.437;与 PM_{10} 正相关性最弱,通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,表明随着气压升高,不利于上述污染物的扩散,空气质量降低。而气压与 O_3 浓度、AQI 则呈负相关性,气压与 O_3 浓度负相关性较强,其相关系数为 -0.521,通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验;气压与 AQI 负相关性较弱,其相关系数为 -0.1,通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,即随着气压升高, O_3 浓度降低,且 AQI 下降,空气质量得到改善。

2.4 普定县人体舒适度指数与空气质量指数相关性分析

由图 10 可看出,普定县 2021 年人体舒适度指数 BCMI 与空气质量指数 AQI 的逐月变化、季节变化均呈负相关,其相关系数分别为 -0.561、-0.211,均未通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,表明当空气质量指数 AQI 越高,空气质量越差,人体舒适度越低;反之则空气污染较小,AQI 越小,空气质量越好,人体舒适度越高。且从 AQI 逐月变化(图 10a)来看,普定县 4—5 月(AQI 为 41~48)、7—11 月(AQI 为 40~47)空气质量优,其余月份空气质量为良,表明普定县空气质量优的月份在全年占比最多;从季节变化(图 10b)来看普定县 4 个季节 AQI 均值在 43~49 之间,空气质量均为优。

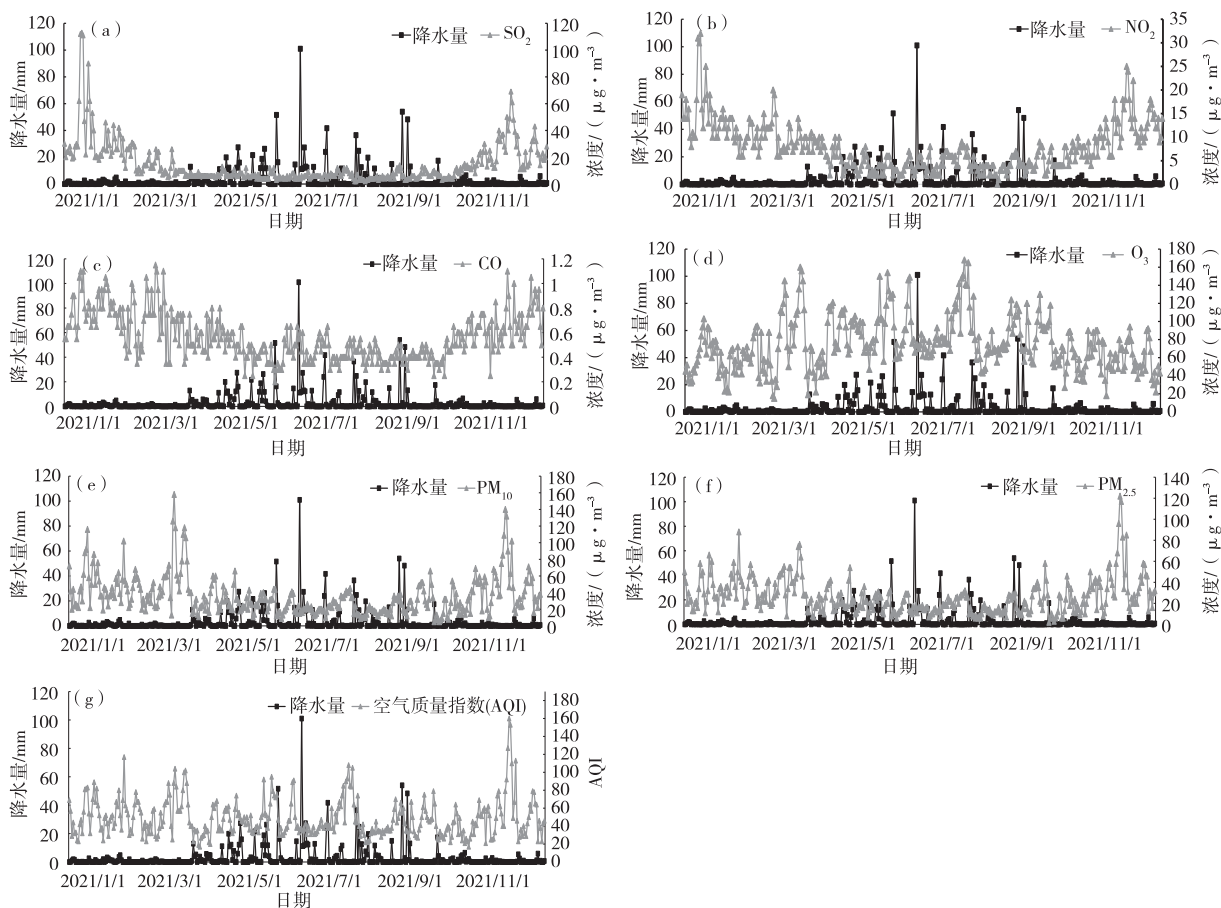


图8 普定县降水量与SO₂(a)、NO₂(b)、CO(c)、O₃(d)、PM₁₀(e)、PM_{2.5}(f)浓度及AQI(g)的相关性
Fig. 8 Correlation between precipitation and the concentration of SO₂(a), NO₂(b), CO(c), O₃(d), PM₁₀(e), PM_{2.5}(f) and AQI(g) in Puding County

表6 降水量与污染物浓度、AQI 的相关性系数表
Tab. 6 Correlation coefficient between precipitation and pollutant concentration and AQI

	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	AQI
相关系数	-0.180 **	-0.218 **	-0.161 **	0.027	-0.223 **	-0.216 **	-0.122 *

注: **表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关; *表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

3 结论

(1) 普定县近 50 a 平均气温、平均风速以及日照时数呈增加趋势,相对湿度、降水量以及气压呈降低趋势。风速年际变化与相对湿度变化趋势基本一致,但其月变化呈反相位,且风速在 1993—2003 年波动最大,湿度在 2009—2014 年变化幅度最大;降水年际变化与平均气温变化呈反位相,但其月变化趋势基本一致;气压月变化与日照变化为明显的反位相态势,虽然两者年际变化无明显相似性,但可看出日照时数间隔 30 a 左右会出现比较明显的波动,而气压在 20 世纪 90 年代末有 1 次明显的降幅后年际变化趋于平缓。

(2) 近 50 a 来,普定县人体舒适度指数常年体

感处于凉舒适(4 级);逐月体感主要为凉(3 级)~最舒适(5 级)之间,全年体感无寒冷及酷热等级;体感为最舒适(5 级)的月份为 5—9 月,体感为凉舒适(4 级)的月份为 4 月、10 月,体感为清凉(3 级)的月份主要为 1—3 月、11—12 月。因此,普定县常年气候宜人,且体感舒适(含凉舒适及最舒适)月份有 7 个月,占全年 58%,适宜居住。

(3) 近 50 a 来,普定县平均气温与大部分污染物因子浓度呈负相关性,与 O₃ 浓度以及 AQI 呈正相关,即平均气温越高,污染物浓度越低,空气质量越好;平均相对湿度与大部分污染物因子浓度及 AQI 呈负相关性,与 NO₂、CO 呈正相关性,即平均相对湿度越大,污染物因子浓度越小,空气质量越好;平均风速、降水量与大部分污染物因子浓度及 AQI

呈负相关性,仅与 O_3 呈正相关性,表明平均风速越大,降水量越多,空气中污染物浓度越小,空气质量越好;气压与大部分污染物因子浓度及 AQI 呈正相

关性,仅与 O_3 呈负相关性,表明气压越高,污染物浓度越大,空气质量越差。

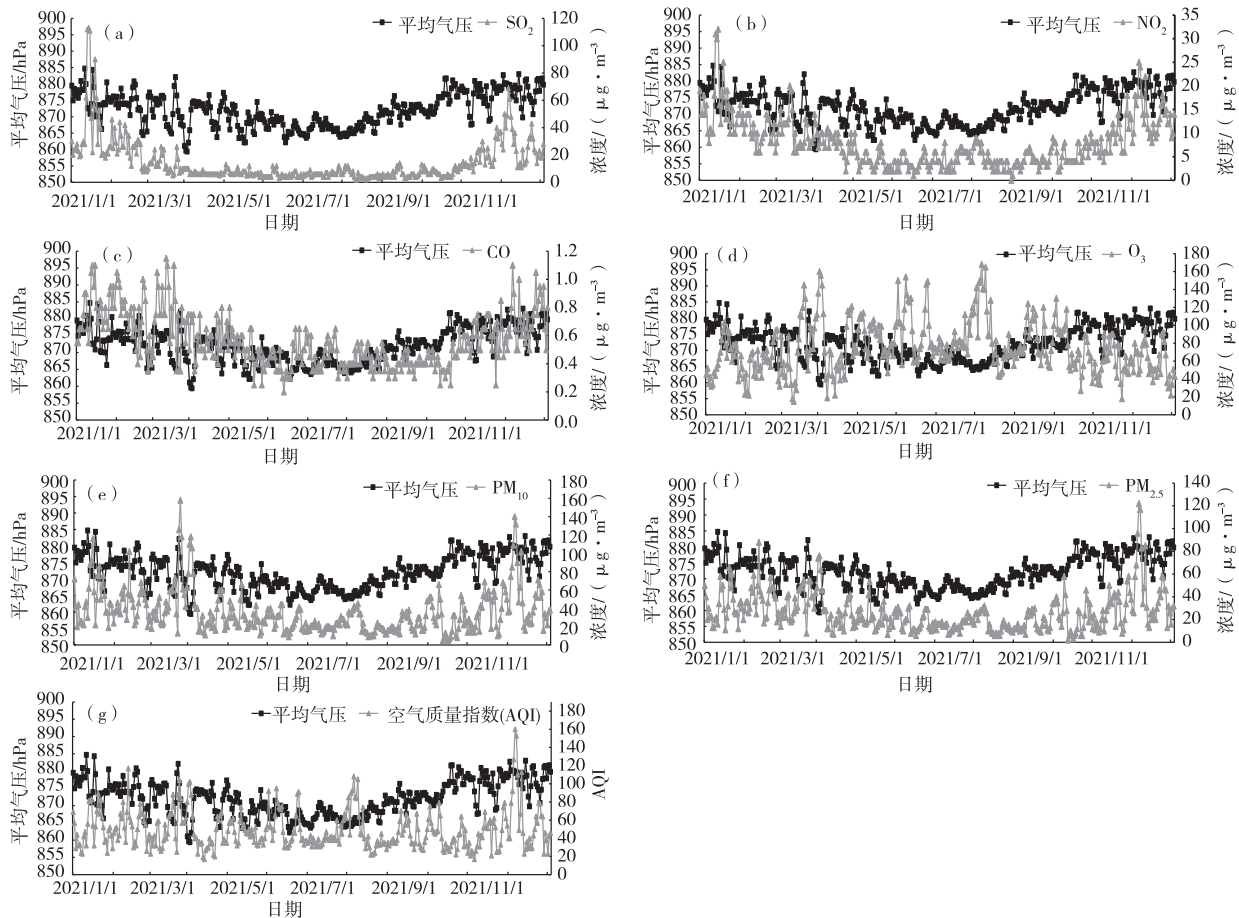


图 9 普定县平均气压与 SO_2 (a)、 NO_2 (b)、 CO (c)、 O_3 (d)、 PM_{10} (e)、 $PM_{2.5}$ (f) 浓度及 AQI (g) 的相关性

Fig. 9 Correlation between average atmospheric pressure and the concentration of SO_2 (a), NO_2 (b), CO (c), O_3 (d), PM_{10} (e), $PM_{2.5}$ (f) and AQI (g) in Puding County

表 7 平均气压与污染物浓度、AQI 的相关性系数表

Tab. 7 Correlation coefficient between average atmospheric pressur and pollutant concentration and AQI

	SO_2	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$PM_{2.5}$	AQI
相关系数	0.378**	0.437**	0.309**	-0.521**	0.110*	0.143**	-0.103*

注: **表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关; *表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

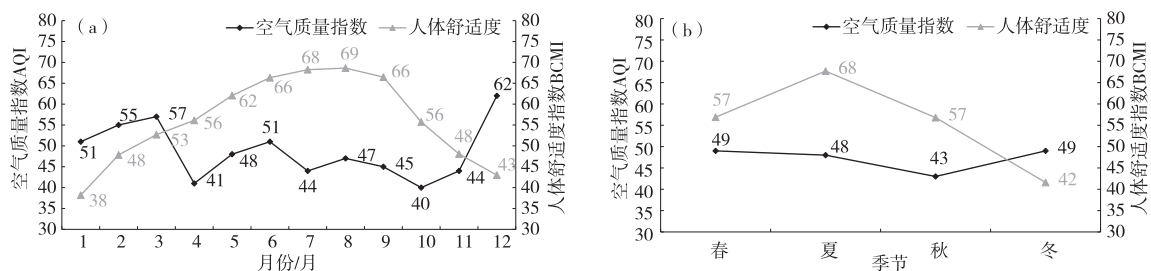


图 10 普定县 AQI 与 BCMI 月变化(a)和季节变化(b)趋势

Fig. 10 Trends of AQI and BCMI monthly variation (a) and seasonal variation (b) in Puding County

(4)近50 a来,普定县BCMI与AQI的逐月、季节变化均呈负相关性,表明当空气质量指数AQI越高,空气质量越差,人体舒适度越低,反之则空气污染较小,空气质量越好,人体舒适度越高。普定县空气质量以4—5月、7—11月为优,表明空气质量为优的时段最多;且普定县四季空气质量均为优,适宜居住。

参考文献

- [1] 金昭贵,李娟,吴智凤,等. 贵州清镇人居环境气候舒适度评价分析[J]. 贵州科学,2021,39(2):65-39.
- [2] 皮小雯,吴明,徐大红,等. 铜仁市碧江区旅游气象舒适度与客流量关系分析[J]. 中低纬山地气象,2020,44(6):76-79.
- [3] 张波,谭文,古书鸿,等. 1961—2015年贵州省夏季旅游气候舒适度评价[J]. 干旱气象,2017,35(3):420-426.
- [4] 吕玉嫦,谭晗凌,汤晶晶. 生物舒适度指数分级模型的对比与改进[J]. 气象水文海洋仪器,2021,38(2):45-47.
- [5] 袁小康,古晓平. 旅游气候舒适度指数比较分析[J]. 贵州气象,2013,37(3):7-9.
- [6] 姜磊. 龙虎山旅游气象服务保障系统设计与实现[J]. 气象水文海洋仪器,2020,37(1):63-67.
- [7] 刘恒,胡玉梅,张鹏飞,等. 济源市人居环境气候适宜性评价[J]. 广东蚕业,2020,54(7):37-41.
- [8] 尹文娟,潘志华,潘宇鹰,等. 中国大陆人居环境气候舒适度变化特征研究[J]. 中国人口·资源与环境,2018,28(增刊):5-8.
- [9] 吕拉昌,陈东霞. 人居环境气候舒适度对城市创新的影响分析[J]. 地域研究与开发,2021,40(2):45-49.
- [10] 谢亚玲,姜苇,苟杨,等. 平塘县甲茶旅游气候舒适度分析[J]. 绿色科技,2021,23(16):139-143.
- [11] 郑西. 安顺市环境气象要素分析及综合评估[D]. 成都:成都信息工程大学,2015.
- [12] 王晨. 北京市空气质量与气象条件的关系及其预测研究[D]. 兰州:兰州大学,2019.
- [13] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社,1999:20.