

郑玉萍.乌鲁木齐市北部农区近 53 a 日照时数变化分析[J].沙漠与绿洲气象,2017,11(6):40-45.

doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2017.06.006

乌鲁木齐市北部农区近 53 a 日照时数变化分析

郑玉萍

(乌鲁木齐市气象局,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:基于 1964—2016 年乌鲁木齐市米东区日照时数资料,使用线性回归方法,分析乌鲁木齐市北部农区日照时数的时空变化特征,并用偏最小二乘法(PLS)分析日照时数与各气象要素之间的相关性。结果表明:(1)年日照时数平均每 10 a 递减 95.5 h,1998 年后日照时数急剧减少,连续 19 a 均为负距平。(2)3—10 月日照时数变化不明显,11 月—次年 2 月日照时数显著减少。(3)4—10 月大田作物生长季光照条件稳定,冬季设施农业生产季 11 月—次年 3 月的日照时数显著减少、寡照日数增多,光照不足严重影响设施农业生产。(4)近 53 a 雾日增加、低能见度发生频率增大、低云量增多是造成米东区日照时数剧烈减少的主要气象原因,米东区和主城区相比,局地气候特征更为突出。

关键词:乌鲁木齐;北部农区;日照时数;变化趋势;偏最小二乘回归

中图分类号:P422.11

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2017)06-0040-06

日照时数是表征气候变化的重要因子之一,是太阳辐射最直接的表现之一^[1],它与人类生产生活及动植物的生长发育密切相关。研究日照时数的分布规律及变化趋势,对于农业生产的发展、城市建设及人们的日常生活具有重要的意义^[2]。近年来,不少学者对日照的气候变化特征进行了相关研究,李慧群等^[3]研究表明,中国绝大部分地区 1956—2005 年日照时数总量呈减少的趋势,在 1980 年前后大部分观测站显示有突变;胡汝骥^[4]认为与全球和全国气候变化趋势一致,新疆气候存在着变暖增湿的趋势,随着气候的暖湿化过程,新疆各地区日照时数也随之发生了变化;刘卫平^[5]、杨霞^[6]的研究表明,南疆阿克苏、喀什年日照时数均呈增多趋势,其中春季和夏季日照时数呈增多趋势,而秋季和冬季呈减少或增加趋势较弱;陈勇、崔彩霞等^[7]对 1961—2008 年新疆天山地区日照时数时空变化进行了分析,结果表

明:天山区域平均日照时数呈减少趋势,冬季和夏季日照时数的较快减少与近 20 a 来污染加重及云量增多有关;而杜红^[8]的研究表明:北疆石河子垦区 1961—2009 年日照时数总体呈增加趋势,年日照时数以 7 h/10 a 的速度增加;龙海丽^[9]、禹朴家^[10]研究则表明,北疆奎屯垦区、天山北坡一线的日照时数均呈减少的趋势,年日照时数在 20 世纪 80 年代中期发生了由多变少的突变。由以上分析结果可见,南北疆的日照时数变化存在差异,北疆各地的日照时数变化特征也不尽相同。

米东区位于乌鲁木齐市北部,距主城区 20 km,是乌鲁木齐市的主要农区及绿色食品基地,主要作物有水稻、蔬菜等。近年来,乌鲁木齐市政府提出了以都市需求为导向,大力发展高效节水的设施农业,积极发展蔬菜种植等高附加值农产品,米东区也积极调整农业产业结构,大力发展反季节,即春提早、秋延晚蔬菜,据统计,米东区至 2016 年蔬菜生产规模达到 4000 hm²,设施农业规模稳定在 933 hm²,建成百亩以上设施基地 13 个。在全球气候变暖的背景下,乌鲁木齐市的冬半年呈现出气温上升、风速减小、寒潮天气减少^[11]的气候特点,对设施农业生产较

收稿日期:2017-04-08;修回日期:2017-06-03

基金项目:国家重大科学研究计划项目(2012CB956204-2):干旱区绿洲农田生态系统脆弱性评估。

作者简介:郑玉萍(1973-),女,工程师,研究方向为农业气象与应用气象。E-mail:425459843@qq.com

为有利。但是,米东区的日照时数也出现了日益减少的趋势,严重制约着设施农业生产发展。经统计,米东区 2015 年冬季日照时数仅有 62.2 h, 平均每天光照时长仅为 0.7 h, 已经不能满足温室蔬菜生长需求,对设施农业生产十分不利。为了进一步做好当地农业生产服务,很有必要对米东区日照时数的变化特征及引起日照变化的主要气象因素进行详细分析,以揭示其气候变化的事实,从而为当地科学地开发利用光能资源、合理调整农业产业结构提供科学参考依据。

1 资料及方法

1.1 资料来源

资料采用米东区国家气象站 1964—2016 年逐日日照时数资料,按照米东区的农业生产实际,将 4—10 月作为大田作物生长季、11 月—次年 3 月为冬半年设施农业生产季,主要分析了这 2 个阶段的日照时数变化对农业生产的影响;并利用低云量、能见度、降水量、天气现象等气象资料,进一步分析了影响米东区日照时数变化的主要气象因素,同时利用乌鲁木齐市气象站的相应资料,对米东区和主城区日照变化差异及原因进行了对比分析。

1.2 分析方法

主要利用 SPSS 软件进行数据分析。用线性回归方法^[2]分析近 53 a 来米东区日照时数的时空变化特征;利用偏最小二乘法(PLS)分析日照时数与各气象因素之间的相关性,找出影响米东区日照时数变化的气象原因。

偏最小二乘法(PLS)是一种新型的多元统计数据分析方法,该方法集主成分分析、典型相关分析以及多元线性回归的功能于一体,既能解决自变量的多重相关性问题的,同时对自变量与因变量进行相关分析,既考虑到成分对自变量的概括性,也实现了对因变量的解释意义。近年来,该方法在我国诸多领域开展很多应用研究,并取得了较好效果^[13-21]。

单变量的 PLS 方法的基本原理如下:设因变量 Y 和由 P 维自变量构成的集合 $X=(x_1, x_2, \cdots, x_p)$, PLS 方法首先在矩阵 X 中提取成分 t_1 , 要求尽可能携带 X 中的变异信息,且与 Y 的相关程度尽可能大,如果回归方程已经达到满意的精度,则算法终止,否则,将利用 X 被 t_1 解释后的残余信息以及 Y 被 t_1 解释后的残余信息进行第二轮的成分提取,如此往复,直到能够达到一个满意的精度为止。设最终对 X 共提取了 m 个成分: $t_1, t_2, \cdots, t_m$, 偏最小二乘回归将实

施 Y 对 m 个成分的回归,然后再表示成 Y 关于原变量 X 的回归方程。

本文主要采用了 PLS 分析结果中的变量投影重要性(VIP)和方差贡献率 2 个参数来进行影响日照时数的主要气象因子的选取。

2 分析结果

2.1 年日照时数变化

米东区多年平均日照时数为 2 713.3 h,近 53 a 来年日照时数随着时间的推移呈显著减少的趋势 ($R=-0.657, P<0.001$),年日照时数平均每 10 a 递减 95.5 h。从历年日照时数变化来看(图 1),1997 年以前日照以偏多为主,34 a 中仅出现了 4 a 负距平,而 1998 年之后日照时数急剧减少,连续 19 a 均呈负距平,特别是 2016 年出现了近 53 a 来的最少日照时数,仅 2 104.3 h,距平达 -609 h。

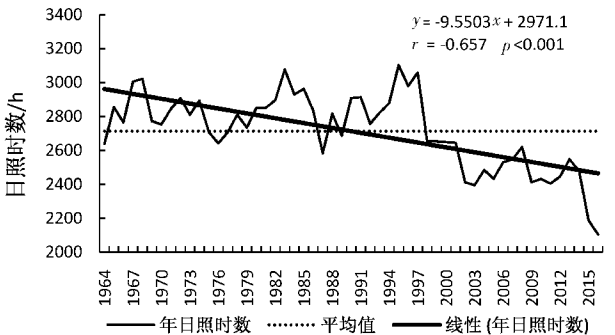


图 1 历年日照时数变化

从日照时数的年代际变化来看(表 1),米东区 20 世纪 60—90 年代日照时数均偏多,其中 80 年代、90 年代是日照时数最多阶段,日照距平达 133.6~141.0 h,而进入 21 世纪以来,日照时数转为明显偏少,2001—2010 年日照偏少 222.4 h、2011—2016 年偏少 352.0 h。

表 1 日照时数年代际变化

年 代	年日照时数(h)	距平(h)
1964—1970 年	2 829.9	116.6
1971—1980 年	2 790.6	77.3
1981—1990 年	2 854.3	141.0
1991—2000 年	2 846.9	133.6
2001—2010 年	2 490.9	-222.4
2011—2016 年	2 361.3	-352.0

2.2 日照时数的年变化

从近 53 a 来各月日照时数的变化趋势来看(表 2),米东区 3—10 月日照时数变化趋势不明显,各月相关系数均未通过信度为 0.05 的显著性检验,日照时数气候倾向率仅为 $-4.4\sim 4.1$ h/10 a;11 月至次年 2 月日照时数则呈显著减少趋势,相关系数 R 为 $-0.718\sim -0.830$, P 值均小于 0.001,日照时数的递减率为 $18.6\sim 28.6$ h/10 a,其中以 1 月减少最显著。

表 2 各月日照时数变化趋势

	相关系数(R)	P 值	倾向率/(h/10 a)
1 月	-0.830	< 0.001	-28.6
2 月	-0.770	< 0.001	-23.9
3 月	-0.102	0.236	-2.2
4 月	0.089	0.532	3.1
5 月	0.070	0.620	1.5
6 月	0.270	0.053	4.1
7 月	-0.214	0.128	-3.0
8 月	-0.195	0.166	-2.6
9 月	0.066	0.641	0.9
10 月	-0.253	0.071	-4.4
11 月	-0.718	< 0.001	-18.6
12 月	-0.794	< 0.001	-21.7

从近 53 a 各月日照时数的年际变化来看,3—10 月日照时数年际间变化比较稳定,历年日照距平百分率在 $\pm 40\%$ 之间;而冬季 11 月、12 月、1 月、2 月的年际间变幅大,月最多日照时数可比常年偏多

50%~115%,月最少日照时数偏少可达 60%以上,其中 2015 年 12 月日照时数仅为 7.2 h,不到历年同期平均日照时数的 10%,2016 年 1 月日照时数为 2.2 h,仅为历年同期平均值的 2%,均为近 53a 来的同期最少。

2.3 日照时数变化对农业生产的影响

进一步分析了近 53 a 米东区 4—10 月大田作物生长季和 11 月—次年 3 月冬季设施农业生产季的日照时数变化趋势(图 2)。从图 2a 中可以明显看出,4—10 月暖季作物生长光照条件比较稳定,日照时数随时间的变化趋势不明显,日照时数最多年份为 2 245.3 h,最少年份为 1 810.2 h,经统计大田作物生长季期间平均每天日照时长可达 7~10 h,可以满足作物生长对光照的需求;但冬季设施农业生产季 11 月—次年 3 月期间日照时数减少趋势非常显著,日照时数与年代间的相关系数高达 -0.829 ,递减率为 98.0 h/10 a,1964—1996 年日照时数以偏多为主,平均日照时数为 791.9 h,比多年平均值偏多 115 h,而 1997 年以后日照时数呈逐年剧烈减少的趋势,1997—2015 年平均日照时数仅为 477.3 h,比 1996 年之前减少了 314.6 h,比多年平均值偏少了 199.6 h(图 2b)。

光照不足即寡照天气往往造成设施作物无法有效获得必须的光照环境,致使设施作物出现生长缓慢、长势弱、病害多等症状。据研究,当日照持续不足 3 h 时,则可能发生不同程度的寡照灾害,因此将日照时数 < 3 h 作为临界值计为一个寡照日^[22],进一步统计设施农业生产季寡照日数的变化。米东区近 53 a 11 月—次年 3 月寡照日数呈增加趋势,平均每 10 a 增加 13.4 d,近 15 a 增加尤为显著(图 3)。近

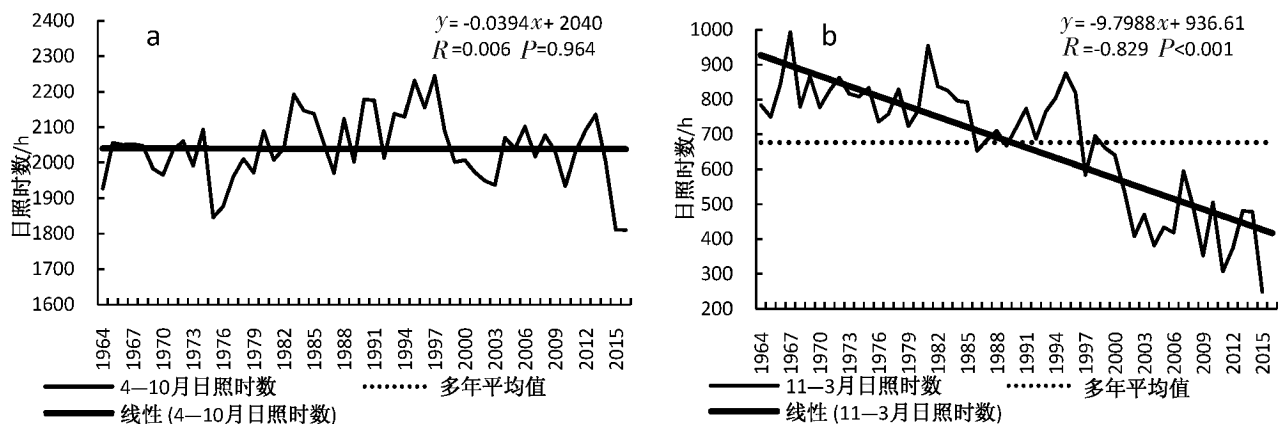


图 2 历年大田作物生长季(a)和设施农业生产季(b)日照时数变化

53 a 平均寡照天数为 60 d,2001—2015 年 15 a 间平均寡照日数达 88 d,是 1964—2000 年平均天数 43 d 的 2 倍,特别是 2015 年寡照天数多达 120 d,占整个设施农业生产季总天数的 4/5。近 15 a 来日照严重不足主要出现在 11 月、12 月、1 月和 2 月,各月平均每天光照时长依次为 3.1 h、0.9 h、1.0 h、2.5 h,3 月份光照条件逐渐好转,平均每天光照时长可达 6.5 h。

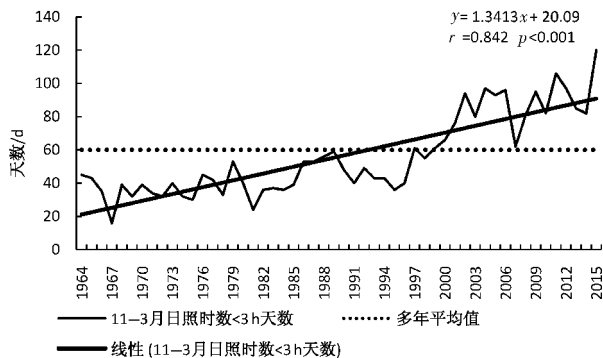


图3 历年11—3月的日照时数<3 h 天数变化

由以上分析结果可以看出,随着设施农业生产季光照条件的恶化,米东区已不宜大力发展冬季设施农业生产,仅在远离城区、日照不受影响的东部山区逆温带可以开展冬季温室生产;而春提早蔬菜一般为1月下旬—2月初开始温室育苗,4月下旬开始陆续大田定植,由于1—2月光照条件较差,不能满足温室蔬菜生长的需求,因此应该建立具有补光、保温等多项功能的现代温室育苗基地进行集中育苗,以弥补光照不足的突出问题,减少经济损失,以达到集约、高效的生产效益。

2.4 影响日照变化的气象因素分析

从以上分析可以看出,米东区日照时数显著减少主要出现在11月—次年2月,因此,重点分析此段时间内造成日照时数剧减的气象原因。选取对日照时数有影响的6个气象因子:08—20时≤1.0 km的低能见度出现频率、雾日、低云量、降水量、≥0.1 mm的降水日数和相对湿度,采用PLS分析,通过变量投影重要性指标(VIP)来评价日照时数与各因子之间的相关性,VIP值越大,自变量对因变量的解释能力越大,一般认为,VIP值>1的自变量比较重要。

从表3分析结果来看,低能见度出现频率、雾日、低云量的VIP值均>1,表明与日照时数之间具有较大的相关性,是影响日照变化的重要因素,其中低能见度出现频率的VIP值最大,达到了1.531,依次是雾日数和低云量,VIP分别为1.266和1.209,

表3 米东区11月至次年2月各气象要素与日照时数的PLS分析结果

气象因子	VIP	累积方差	累积方差贡献率
低能见度频率	1.531	0.429	0.798
雾日	1.266	0.646	0.806
低云量	1.209	0.727	0.820
降水量	0.826	0.828	0.822
降水日数	0.224	0.918	0.822
相对湿度	0.119		

而降水量、降水量日数和相对湿度的VIP值均<1,说明与日照时数的相关性不明显,对日照时数影响不大。另外,从方差贡献率来看,低能见度出现频率、雾日、低云量3个因子72.7%的方差和所对应的累积方差贡献率达82.2%,基本可以代表影响日照时数变化的大部分气象因子信息。

经分析,近53 a米东区低能见度发生频率递增率为3.2%/10 a,雾日平均每10 a增加9.0 d,低云量每10 a增加0.4成(表4)。近53 a来受雾日增加、低能见度发生频率增大、低云量增加的影响,造成米东区日照时数剧烈减小。

表4 各气象要素近53 a变化趋势

气象要素	R	P值	趋势系数
低能见度频率	0.664	<0.001	3.2%/10a
雾日数	0.74	<0.001	9.0 d/10a
低云量	0.563	<0.001	0.4 成/10a

从表3的PLS分析结果可知,米东区低能见度出现频率的VIP值最大,且42.9%的方差所对应的方差贡献率即达到了79.8%,这说明低能见度天气是影响米东区日照时数变化的主要因子。从图4a可以看出,米东区低能见度出现频率和日照时数之间的对应关系非常明显,1964—2000年低能见度出现频率递增较为缓慢,平均出现频率为2.1%,2001—2015年增加到14.1%,对应此时间段日照时数剧烈减少,平均日照时数仅为230 h,与1964—2000年平均值552 h相比,减少了58%。同样分析了距米东区20 km的主城区低能见度与日照时数之间的对应关系(图4b),主城区低能见度发生频率2001—2015年平均值为10.3%,比1964—2000年平均值4.7%增加了1倍多,但2001—2015年的日照时数平均值为713.4 h,比1964—2000年平均值687.6 h

增加了 25.8 h,由此可见,主城区低能见度并不是影响日照变化的主要因子。

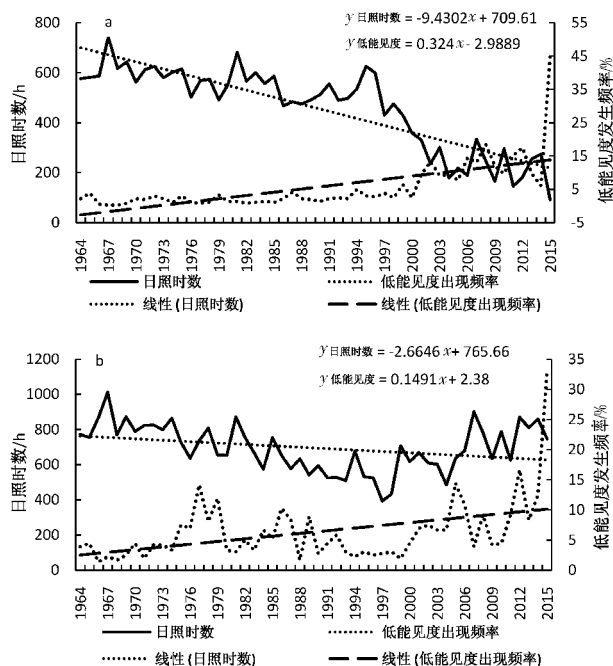


图4 米东区(a)、主城区(b)历年11月—次年2月日照时数、低能见度出现频率变化

经与主城区对比分析,近 53 a 米东区 11 月—次年 2 月日照时数减少趋势更显著,递减率为 94.3 h/10 a,而主城区为 26.6 h/10 a。主城区低能见度发生频率递增率为 1.5%/10 a,雾日为 3.7 d/10 a,低云量为 0.1 成/10 a,近 53 a 各要素变化趋势与米东区一致,虽然各要素的趋势系数均小于米东区,但可以判定二者属于同一个气候区域,气候变化背景相同。同样用 PLS 法分析了主城区日照时数与低能见度出现频率、雾日、低云量、降水量、 ≥ 0.1 mm 的降水日数和相对湿度之间的相关性,其中雾日数的 VIP 值为 1.294,说明雾日与日照时数之间存在较大的相关性,低能见度出现频率和低云量的 VIP 值分别为 0.953 和 1.0,和日照时数之间也存在一定的弱相关性。但从方差贡献率来看,这 3 个因子 87.3% 的方差和所对应的累积方差贡献率只有 23.1%,说明用这 3 个要素变化只能解释主城区日照时数变化的一小部分气象原因,影响日照变化的主要成因还需进一步研究。由此可见,在相同的气候变化背景下,米东区和主城区的日照时数变化及其影响因素之间存在着明显的差异性,米东区的局地气候特征更为突出。

3 结论

(1)近 53 a 米东区年日照时数随着时间的推移呈显著减少的趋势,平均每 10 a 递减 95.5 h。1998 年后日照时数急剧减少,连续 19 a 均呈负距平,2016 年出现了近 53 a 来的最少日照时数。从年代际变化来看,米东区 20 世纪 60—90 年代日照时数偏多,进入 21 世纪以来,日照时数转为明显偏少趋势。

(2)从近 53 a 各月日照时数的变化趋势来看,米东区 3—10 月日照时数变化趋势不明显,年际间变化比较稳定;11 月至次年 2 月日照时数呈显著减少趋势,日照时数递减率为 18.6~28.6 h/10 a,且年际间变幅大。

(3)米东区 4—10 月大田作物生长季光照条件比较稳定,可以满足作物生长需求;11 月—次年 3 月设施农业生产季日照时数显著减少,平均每 10 a 减少 98.0 h,53 a 寡照日数平均每 10 a 增加 13.4 d,近 15 a 增加尤为显著,平均寡照日数多达 88 d,光照不足已严重影响设施农业生产的发展。

(4)近 53 a 造成米东区日照时数剧烈减少的主要气象原因为雾日增加、低能见度发生频率增大、低云量增多,其中低能见度天气是造成日照时数变化的主要因子。在相同气候变化背景下,米东区和主城区的日照时数变化及影响因素存在着明显差异,局地气候特征更为突出。

参考文献:

- [1] 黄向荣,葛红卫,合肥市近 55 年日照时数气候变化特征分析[J].安徽农业科学,2008,36(20):8723-8725.
- [2] 孙卫国.气候资源学[M].北京:气象出版社,2008:28-83.
- [3] 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.
- [4] 胡汝骥,樊自立,王亚俊,等.近 50a 新疆气候变化对环境的影响评估[J].干旱区地理,2001,24(2):97-103.
- [5] 刘卫平,魏文寿,唐湘玲,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.
- [6] 杨霞,蔡梅,赵逸舟,等.近 39 年喀什日照时数变化分析[J].干旱区研究,2011,28(1):158-162.
- [7] 赵勇,崔彩霞,李扬.新疆天山地区日照时数的气候特征[J].干旱区研究,2011,28(4):688-693.
- [8] 杜红,杜峰.石河子垦区日照时数变化及对农作物的影响[J].沙漠与绿洲气象,2011,5(1):49-52.
- [9] 龙海丽,王爱辉,彭健,等.新疆奎屯垦区近 50a 日照时数的变化特征研究[J].新疆农业科学,2015,52(2):300-305.

- [10] 禹朴家,徐海量,张青青,等.新疆天山北坡日照时数变化特征—以玛纳斯—石河子—沙湾线为例[J].山地学报,2011,29(1):43-49.
- [11] 郑玉萍,宫恒瑞.乌鲁木齐市寒潮气候特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2015,9(6):56-61.
- [12] 丁裕国,江志红.气象数据时间序列信号处理[M].北京:气象出版社,1998:194-201.
- [13] 陈云坪,马伟基,王秀,等.基于 PLS 的土壤养分与小麦产量空间相关关系研究[J].农业机械学报,2012,43(2):159-164.
- [14] 朱学玲,李红卫.洛阳地区太阳能资源分析与评估[J].气象与环境科学,2015,38(1):67-72.
- [15] 赵中军,刘善亮,游大鸣,等.偏最小二乘回归模型在辽宁汛期降水预测中的应用[J].干旱气象,2015,33(6):1038-1044.
- [16] 蒋国兴,江志红,金龙,等.偏最小二乘回归方法(PLS)在短期气候预测中的应用[J].数学的实践与认识,2016,38(8):266-273.
- [17] 董慧慧,上官冬辉.基于 PLS 回归模型的石羊河流域降水空间分布[J].山地学报,2016,34(5):591-598.
- [18] 王建兵,敖泽建,陈洋.近 40 a 甘南高原日照时数变化趋势及影响因子[J].干旱气象,2014,32(1):93-98.
- [19] 李彤霄.河南省气候变化对大豆生育期的影响研究[J].气象与环境科学,2015,38(2):24-28.
- [20] 马涛,樊风,张万诚,等.近 50 a 低纬高原地区日照时数的变化趋势分析[J].干旱气象,2015,33(5):790-795.
- [21] 田宏伟.黄淮海地区玉米生育期农业气候资源分析[J].气象与环境科学,2016,39(4):56-61.
- [22] 张欣,杨再强,魏瑞江,等.河北省设施农业寡照概率时空分布规律的研究[J].北方园艺,2015,01:53-57.

Analysis of the Sunshine Time Change in the Northern Agricultural Area of Urumqi in Recent 53a

ZHENG Yuping

(Urumqi Meteorological Bureau, Urumqi 830002, China)

Abstract This paper analyzed the mutation characteristics of sunshine duration in northern rural section of Urumqi, based on the materials of sunshine duration of Midong District in Urumqi from 1964 to 2016, with the method of linear regression. The correlation between the number of hours of sunshine and the elements of the meteorological elements was analyzed by the means of Partial Least Squares regression (PLS). The results show that: (1) The average annual sunshine rate decreased by 95.5 h/10a, and the number of hours of sunshine continuous 19a is a negative distance and fell sharply Since 1998. (2) The Changes of sunshine hours in the period From March to October were not significant, and the changes was significantly reduced from the November to February of the next year. (3)The change in the number of sunshine hours was not evident from April to October in every year. This is the season when crop growing in the field. From November to March of the next year, which is the time of the facility agriculture production, the sunshine hours have significantly decreased which have influences on the agriculture production. (4) The main reasons which make sunshine duration decrease are increasing fog days, high frequency of low visibility, increasing low cloud cover, high amount of snowfall in winter. Compared with the main part of the city, the northern agricultural area local climate is more prominent.

Key words Urumqi; The northern rural section; sunshine duration; mutation trend; Partial Least Squares regression.