

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

禹朴家^{1,2}, 徐海量¹, 张青青^{1,2}, 侯亮³, 安红燕^{1,2}, 龚君君⁴

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;
3. 乌鲁木齐市公安局, 新疆 乌鲁木齐 830054; 4. 新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘 要: 运用线性趋势估计、距平与累积距平、滑动 t 检验、小波分析、灰色预测等方法, 对天山北坡中部日照时数的变化趋势、周期特征、突变特征及未来趋势进行了分析。结果表明: 1. 近 47 年来, 天山北坡一线日照时数呈减少的趋势, 其变化倾向率为 $21.6 \text{ h}/(10 \text{ a})$, 相关系数为 0.26。累积距平曲线的变化趋势显示, 年日照时数以 1986 年为转折点, 前期偏多, 后期偏少。2. 年日照时数在 1986 年发生了由多到少的突变, 其突变类型比较复杂, 是均值突变和转折突变两种突变类型的组合。3. 日照时数在近 47 a 的时间序列中存在 8 a 和 19 a 的周期。在 8 a 的时间尺度上, 年日数序列经历了 7 个偏多期和 6 个偏少期; 在 19 a 的时间尺度上, 经历了 2 个偏少期和 2 个偏多期。4. 利用建立的灰色预测 $\text{GM}(1, 1)$ 模型对天山北坡的日照时数进行了预测, 发现模型的可靠性高, 预测结果准确, 年日照时数在 2010 年达到 2 970.8 h, 为近 10 年来的最高值。

关键词: 日照时数; 变化趋势; 小波分析; 灰色预测; 天山北坡

中图分类号: P412.14

文献标识码: A

近半个世纪以来, 全球性气候变化引起广泛的关注, 许多学者利用多种方法从不同的时空尺度, 对气候要素的变化趋势及影响因素做了大量的相关研究^[1-4]。日照时数是表示一个地区接受太阳辐射的时间数, 是太阳辐射最直接的表现之一^[5], 也是地球上一切自然现象的主要能源, 对各地天气和气候的变化具有重要的作用, 受云、雾、沙尘等多种因素的影响较大。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^[6]。因此, 很多学者对其变化趋势^[6]、区域分布^[7]以及影响因素^[8]进行过研究。徐宗学等利用非参数统计检验方法对黄河流域 77 个气象站近 45 a 的日照时数变化趋势进行分析^[7]; 刘卫平等利用阿克苏地区 8 个气象站近 45 a 的逐月日照时数资料, 对年日照时数的变化趋势特征进行

了分析^[9]; 王华等运用气候突变理论对新疆阿克苏市日照时数序列进行检测, 结果发现近 50 a 阿克苏地区日照时数总体呈增加趋势, 在 1980 年代初和 1990 年代初存在两次突变^[10]。胡汝骥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^[11]。因此, 新疆各地日照时数变化趋势的研究具有重要的意义。

天山北坡中部的玛纳斯-石河子-沙湾一线是一个以农为主的地区, 现已成为新疆北部最重要的农业绿洲之一。随着新疆气候的日益暖湿^[11], 人们对天山北坡绿洲的关注越来越多。本文利用天山北坡一线 3 个气象站 1961—2007 年的逐月日照时数资料, 在运用线性趋势估计、距平与累积距平、滑动 t 检验、小波分析等方法, 对天山北坡中部日照时数的

收稿日期(Received date): 2010-03-21; 改回日期(Accepted): 2010-08-01。

基金项目(Foundation item): 国家科技支撑计划项目(2007BAC17B01)和新疆社科基金项目(075YB012)资助。[National Key Technology Program(2007BAC17B01); the Ministry of Xinjiang (075YB012).]

作者简介(Biography): 禹朴家(1986-), 男, 汉族, 山东省泰安人, 硕士, 主要从事干旱区生态环境研究。[Yu Pujia, (1986-), male, born in Taian, Shandong, master, research direction: the environment in arid region.] E-mail: yupujia@126.com

变化趋势、周期特征、突变特征进行分析的基础上,利用以往资料建立灰色预测模型,对未来几年的日照时数进行了预测,以期能对当地居民的生产生活有所帮助,并对进一步研究该区气候变化提供依据和借鉴。

1 研究区概况

玛纳斯-石河子-沙湾一线位于天山北坡中部,是全国主要优质棉生产基地,是天山北坡经济带的重点,也是国家重点经济建设的开发区^[12];地貌类型属于河流形成的冲击扇或淤积平原,地形南高北低,海拔400~1200 m,属于玛纳斯河流域绿洲的一部分。所辖的区域除玛纳斯、沙湾、石河子3个县(市)外,还包括兵团农八师的152团、143团等。

由于深居内陆,地形相对复杂,大气环流较难进入。区域内年均气温为4.7~5.7℃,年均降水量为100~200 mm,潜在蒸发量为1500~2100 mm,属典型的温带大陆性干旱半干旱气候。区内光热资源十分丰富,有效性高,年日照时数可达到2750 h,无霜期达160 d,有利于作物的生长。

2 资料和方法

2.1 研究资料及统计分析方法

研究资料来源于天山北坡一线3个气象站点(玛纳斯、石河子、沙湾)的气象观测资料,考虑到资料的完整性和可比性,本文选取1961—2007年的逐月日照时数来分析其变化。对资料的统计分析采用的方法主要为:1. 用线性倾向估计法分析日照时数的变化趋势,线性方程的斜率 $b < 0$,则为下降趋势, $b > 0$,则为上升趋势, $b \times 10$ 为其变化倾向率。以距平曲线的波动来反映沙尘暴的变化幅度,累积距平曲线的上升段和下降段反映了要素随时间变化的增加和降低。2. 用滑动 t 检验来确定日照时数序列的突变年份, t 值超过显著水平线的年份即为突变年份。3. 用小波分析法来识别沙尘暴序列的周期性变化,小波方差出现极值的时间尺度即为序列的周期尺度。

2.2 GM(1,1)模型的建立及诊断

利用1961—2007年的日照时数资料,建立灰色预测GM(1,1)模型,对研究区的日照数变化进行预测。设原始时间数据序列为

$X^{(0)} = [X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n)]$, 对原序列做一次累加处理,生成一组新的序列

$$X^{(1)} = [X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)] \quad (1)$$

其中

$$X^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k X^{(0)}(i) \quad (2)$$

其相应的GM(1,1)模型的微分方程为

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = u \quad (3)$$

设 $b = (a, u)^T$, 按最小二乘法得到

$$b = (B^T B)^{-1} B^T Y_1 \quad (4)$$

其中

$$B^T = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)) & 1 \\ \dots & \dots \\ -\frac{1}{2}(X^{(1)}(n-1) + X^{(1)}(n)) & 1 \end{bmatrix}, \quad Y_1 = \begin{bmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ \dots \\ X^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad (5)$$

得到微分方程的解为

$$X^{(1)}(t+1) = (X^{(0)}(1) - \frac{u}{a})e^{-at} + \frac{u}{a} \quad (6)$$

还求得

$$X^{(0)}(t+1) = X^{(1)}(t+1) - X^{(1)}(t) \quad (7)$$

为分析模型的可靠性,必须对模型进行诊断。目前较为通用的诊断方法是对模型进行后验差检验,即先计算观察数据离差 S_1 及残差的离差 S_2

$$S_1^2 = \sum (X^{(0)}(t) - \bar{X}^{(0)}(t))^2, \quad S_2^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^{m-1} (q^{(0)}(t) - \bar{q}^{(0)}(t))^2 \quad (8)$$

再计算后验比 c 和 p

$$c = \frac{S_1}{S_2}, P = \{ |q^{(0)}(t) - \bar{q}^{(0)}(t)| < 0.6745S_1 \} \quad (9)$$

3 结果分析

3.1 日照时数的趋势分析

由图1日照时数的变化曲线可知,玛纳斯-石河子-沙湾一线年日照时数呈现波动变化,主要为高低值交替出现。整个时间序列来看,大致可以分

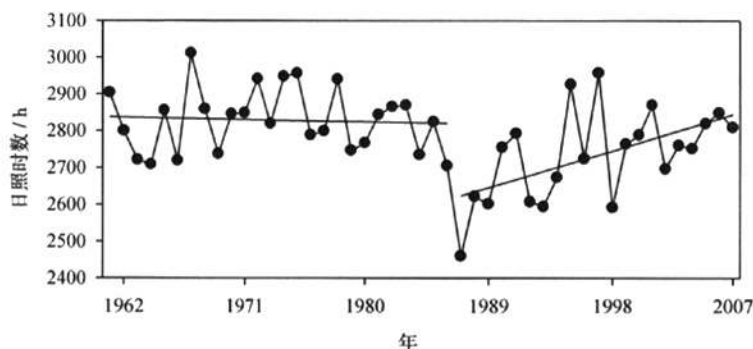


图1 日照时数的变化趋势

Fig.1 Yearly change and trend of annum sunshine hour in the north of Tianshan Mountain

为两个阶段:前期,年日照时数变化不明显,且处于日照时数偏多期,平均为 2 829 h/a;后期呈显著上升趋势,但年日照时数处于偏少期,为 2 733 h/a。1961—2007 年天山北坡年日照日数的线性倾向估计分析表明(表 1),各个时段年日照时数的变化趋势有所不同。从总体趋势来看,天山北坡一线日照时数呈减少的趋势,其变化倾向率为 21.6 h/(10 a),相关系数为 0.26,通过了 $\alpha=0.10$ 的显著性检验,说明减少趋势较显著。从不同的时间段来看,1961—1986 年间,年日照时数有轻微下降的趋势,其日照时数倾向率为 7.15 h/(10 a),变化趋势不明显;1987—2007 年间,日照时数上升趋势显著,通过了 $\alpha=0.01$ 的显著性检验,且上升幅度比较大,其变化倾向率为 110 h/(10 a)。

表1 天山北坡日照时数的变化特征

Table 1 The regress equations of annum sunshine hour in the north of Tianshan Mountain

年代	均值	方程	相关系数
1961—2007 年	2 786	$y = -2.16x + 2838$	0.260
1961—1986 年	2 829	$y = -0.715x + 2838$	0.064
1987—2007 年	2 733	$y = 11.0x + 2612$	0.553

累积距平曲线可以反映气候要素的长期变化趋势。历年日照时数累积距平曲线的变化显示(图 2),近 47 a 的基本特征是,前期年日照时数偏多,后期年日照时数偏少,1986 年为变化的转折点。1986 年以前,年日照时数处于较高水平,持续时间较长,变化幅度较小,正距平年为 18 a,占到前期年数的近 70%;其中,1967 年的距平值为 224.1,年日照时数

为 3 010.1 h,为近 47 a 的最高值。1987 年为近 47 年来的最低值,年日照时数只有 2 460.1 h,其距平值为 -325.9;1987 年以后,年日照时数不断增加,但负距平年仍占主导地位,21 a 中有 62% 的年份低于 47 a 的平均水平。虽然 1987 年以后,年日照时数不断增加,但其变化仍然可以分为两个阶段:1987—1994 年间,年日照时数累积距平线变化剧烈,9 a 间累积距平值从 1987 年的 1 109.4 急剧下降到 1994 年的 -75.8;而 1995 年以后,累积距平值变化比较平稳。

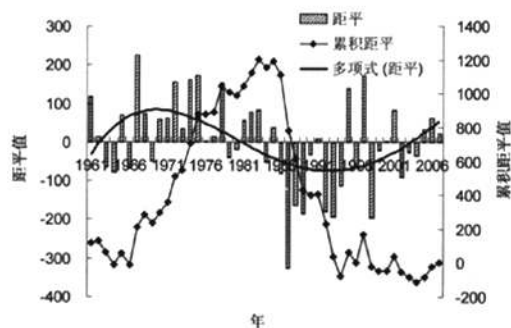


图2 日照时数的距平、累积距平变化趋势

Fig.2 Yearly change and trend of annum sunshine hour anomalies and annual anomalies

3.2 日照时数的突变分析

气候突变是普遍存在于气候变化中的一个重要现象,是指气候要素从一种分布状态转到另一种分布状态突然而持久的变动^[13]。由前面的分析可知,近 47 年来,天山北坡年日照时数的变化大致可以分为 2 个阶段。这种变化趋势是否导致了年日照时数

的突变,这种突变是否真的存在,是否可以达到显著水平,需要做进一步的分析。检验突变的方法有很多种,主要为线性趋势法、Cramer 法、Mann-Kendall 法、滑动 t 检验等。其中,滑动 t 检验法能够简单直观的确定趋势的突变点。因此,本文运用滑动 t 检验法对天山北坡的年日照时数进行突变检验。

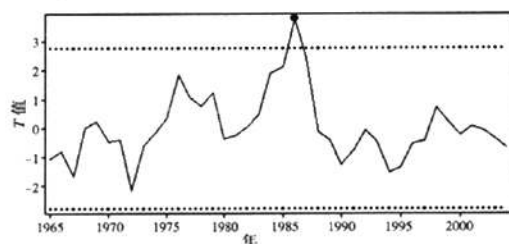


图3 年日照时数的突变特征

Fig. 3 Abrupt change test of annum sunshine hour in the north of Tianshan mountain

图3给出了滑动 t 检验法的检验结果,由曲线的变化趋势来看,天山北坡年日照时数有减少的趋势,滑动 t 检验的 T 值在整个时间序列上经历了“负-正-负”的转变,1961—1974 年间,年日照时数几乎全部处于负趋势,1975—1987 年变为正趋势,1988 年后又转变为负趋势;其中, T 值分别在 1972 年和 1986 年取得最小值和最大值,但只有 1986 年的 T 值超过了显著水平线,达到了突变的水平,说明年日照时数在 1986 年发生了由多到少的突变。滑动 t 检验得出的突变年份与累积距平线得到的变化年份一致,表明研究区内年日照时数的变化趋势确实存在 1986 年的突变年份。

天山北坡日照时数序列在 1986 年发生了突变,这种突变属于哪种类型的突变?是均值突变、跷跷板突变还是转折突变?还需要对突变类型进行检验。为弄清日照时数突变的类型,以 1986 年为分界点对年日照时数进行了阶段趋势检验。两个时段均值检验的 $\text{sig.} = 0.003 < 0.01$,说明 1961—1986 年间和 1987—2007 年间的日照时数均值存在极显著的差异,年日照时数在 1986 年发生了均值突变。图 1 中日照时数的变化趋势明显的分为 2 个阶段,1986 年前,年日照时数变化比较平稳,变化幅度不大,而 1986 年后,年日照时数逐渐上升,说明天山北坡日照时数以 1986 年为分界点,发生了转折突变。总的看来,1986 年天山北坡年日照时数的突变类型

比较复杂,同时发生了均值突变和转折突变两种类型。

3.3 日照时数的周期分析

年日照时数的变化与气候变化有关,而气候变化遵循一定的周期性规律^[14],从而使得年日照时数的变化也表现为一定的周期性。小波分析具有多分辨率分析的特点,可以得到每一时刻在各周期中所处的位置,能够更好地分析序列随时间的变化情况,借助小波变换的时频局部化优势可以准确地找到时间序列的大小时间尺度(周期)和突变点所在的位置,从而为气候系统分析、预测提供重要依据^[15]。

由图 4,天山北坡近 47 a 日照时数变化的小波分析表明,年日照时数的变化是由不同长度周期震荡的叠加而形成的,其变化趋势中存在较长周期,长周期中包含短周期。年日照时数小波系数等值线在 8 a 和 19 a 左右的时间尺度附近分布比较密集,存在明显的小波系数高低值中心震荡,并且小波系数的方差值在 8 a 和 19 a 的时间尺度上分别达到极值,故最终确定天山北坡日照时数在近 47 a 的时间序列中存在 8 a 的年际和 19 a 的年代际周期。其中,8 a 的周期分布并不稳定,在 20 世纪 60 年代和 80 年代中期以后比较显著,在 1970—1980 年代中期,5 a 的周期比较显著;而 19 a 的周期在整个时间序列上都比较显著。在 10 a 以下的时间尺度上,日照时数的波动比较大,经历了 10 个偏少期和 11 个偏多期;在 10~20 a 的时间尺度上,日照时数经历了“偏少-偏多-偏少-偏多”的交替变化,每一时期持续的时间大都在 10 a 左右;在 20 a 以上的时间尺度上,日照时数发生了由多到少的转变。

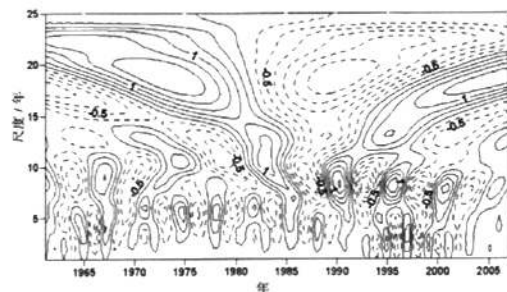


图4 年日照时数的小波系数等值线

Fig. 4 Wavelet coefficients of annum sunshine hour

由以上分析可知,天山北坡日照时数变化的主要周期为 8 a 和 19 a。图 5 给出了天山北坡年日照

时数的主周期小波系数曲线变化图,从图中可以看出,在8 a的时间尺度上,1961—1970年和1985—2007年间,曲线的波动比较明显,年日数序列经历了7个日照时数的偏多期和6个偏少期。在19 a的时间尺度上,年日照时数序列经历了1961—1964年、1982—1999年2个偏少期和1965—1981年、2000—2007年2个偏多期,发生变化的年份是1964年、1981年、1999年。

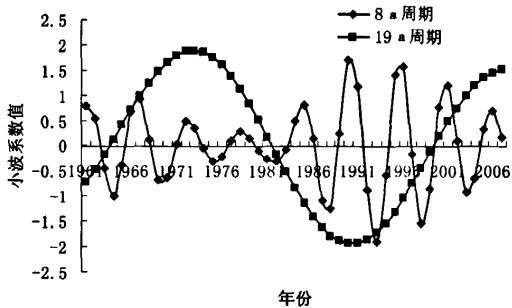


图5 日照时数的主周期小波系数曲线
Fig.5 Wavelet coefficients lines in principal period scales of annum sunshine hour

综合图4和图5,可以看出,天山北坡日照时数序列在8 a和19 a的时间尺度上,小波系数等值线或小波系数曲线都没有闭合,且都处于高值区,日照时数正处于局部的偏多期。由此可以推断,不论是从年际尺度还是年代际尺度上来看,天山北坡一线未来几年日照时数的偏多期仍将持续下去。

3.4 日照时数的灰色预测

1. 构建GM(1,1)模型 以2001—2007年日照时数的历史数据为样本,建立天山北坡日照时数的GM(1,1)模型

$$X^{(0)} = [2868.4, 2695.5, 2759.3, 2750.7, 2818.8, 2847.8, 2808.3]$$
$$X^{(1)} = [2868.4, 5563.9, 8323.2, 11073.9, 13892.8, 16740.5, 19548.8]$$

由式(4)解得

$$a = 0.126, u = 12.86$$

则预测模型为

$$X^{(1)}(t+1) = (X^{(0)}(1) - \frac{u}{a}e^{-at} + \frac{u}{a})$$
$$= -93.15e^{-0.126t} + 101.8$$

令 $t = 1, 2, \dots, 6$,解得年日照时数的模型值,再由(7)式还原得出模型的预测值,见表2。

表2中列出了天山北坡日照时数的实际值、模型预测值、误差及相对误差。从表中可以看出,模型拟合值和实际观测值之间极其接近,其误差和相对误差的绝对值全部分布在0.53~7.57和0.097%~0.26%间,说明模型的拟合效果较好,模型符合预测要求。

表2 灰色模型预测日照时数结果

Table 2 Predicted amount of sunshine hour from grey dynamic model				
$X(t)$	实际值	拟合值	误差	相对误差/%
$X(2)$	2 695.5	2 698.3	-2.76	0.102 4
$X(3)$	2 759.3	2 754.0	5.29	0.191 6
$X(4)$	2 750.7	2 748.0	2.69	0.097 7
$X(5)$	2 818.8	2 826.4	-7.57	0.268 6
$X(6)$	2 847.8	2 848.3	-0.53	0.018 4
$X(7)$	2 808.3	2 805.3	2.97	0.105 9

2. 日照时数的诊断及预报 虽然模型预测的结果与实际结果之间的拟合效果很好,但其可靠性仍不能确定,因此必须对模型的可靠性做进一步的诊断。根据式(8)和式(9)对模型的可靠性进行诊断。结果表明,利用2001—2007年日照时数构建的模型的后验差比值为 $c = 0.0761 < 0.35$,小误差概率 $p = 1.0 > 0.95$,达到邓聚龙^[16]所确定的最高精度档“GOOD”级,其可靠性比较高,可以用来进行年日照时数的预测。利用建立的模型和公式(7),可以得到未来3 a的年日照时数为:

当 $t = 7, X^{(0)}(8) = 2882.01$,即2008年的年日照时数为2 882.01 h。

当 $t = 8, X^{(0)}(9) = 2923.6$,即2009年的年日照时数为2 923.6 h。

当 $t = 9, X^{(0)}(10) = 2970.8$,即2010年的年日照时数为2 970.8 h。

4 结论

日照时数表示一个地区接受太阳光照射时间的长短,是重要的气候资源,也是影响各种植物分布的原因之一^[7]。日照时数变化特征的分析,对当地农业生产的发展具有重要的意义。本文首先利用线性趋势估计、距平与累积距平、滑动 t 检验、小波分析等方法,对天山北坡中部日照时数的趋势变化、周期、突变特征进行了分析,然后利用灰色预测模型对

未来几年的日照时数进行了分析,得出以下结论:

1. 1961—2007 年间,天山北坡一线日照时数呈减少的趋势,其变化倾向率为 $21.6 \text{ h}/(10 \text{ a})$ 。历年日照时数累积距平曲线的变化显示,前期年日照时数偏多,后期年日照时数偏少,变化的转折点在 1986 年。

2. 运用滑动 t 检验法对天山北坡中部近 47 年来的年日照时数进行突变分析,发现年日照时数在 1986 年发生了由多到少的突变。均值检验和趋势检验的结果表明,1986 年的突变类型并不是简单的均值突变或转折突变,而是这两种突变的组合。

3. 日照时数变化的小波分析表明,天山北坡日照时数在近 47 a 的时间序列中存在 8 a 的年际和 19 a 的年代际周期,在 8 a 的时间尺度上,年日数序列经历了 7 个偏多期和 6 个偏少期;在 19 a 的时间尺度上,经历了 2 个偏少期和 2 个偏多期。

4. 利用 2001—2007 年日照时数的资料,建立了灰色 GM(1,1)模型,并对天山北坡未来几年的日照时数进行了预测。建立模型的诊断结果表明,模型的可靠性高,预测结果能够反映实际状况,其相对误差的绝对值在 $0.097\% \sim 0.26\%$ 间,其后验差比值和小误差概率值均达到了最高精度档“GOOD”级。模型对天山北坡中部日照时数的预测结果表明,未来 3 a 的日照时数将出现增加的趋势,2010 年的年日照时数可以达到 2 970.8 h,达到近 10 a 的最高值,这对当地农业生产将是有利的。

参考文献 (References)

- [1] Jiang Dabang, Su Mingfeng, Wei Rongqing, et al. Variation and projection of drought and wet conditions in Xinjiang[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 33(1): 90–98 [姜大膀, 苏明峰, 魏荣庆. 新疆气候的干湿变化及其趋势预估[J]. 大气科学, 2009, 33(1): 90–98]
- [2] Liu Yang, Zhang Yiping, Liu Yuhong, et al. Climate change from 1980 to 2005 in the Ailao Mountains, Southwest China[J]. Journal of Mountain Science, 2009, 27(2): 203–210 [刘洋, 张一平, 刘玉洪, 等. 哀牢山北段地区气候特征及变化趋势[J]. 山地学报, 2009, 27(2): 203–210]
- [3] Shi Yafeng, Shen Yongping, Hu Ruji. Preliminary study on signal, impact and foreground of climatic shift from warm-dry to warm-humid in Northwest China[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2002, 24(3): 219–226 [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]
- [4] Shi Zhiwen, Xu Junron, Chen Zhongshen, et al. Analysis on climatic changes under global climatic change: A case study of Tianshan Snow and Avalanche Research Station[J]. Journal of Mountain Science, 2009, 27(1): 41–48 [史志文, 徐俊荣, 陈忠升, 等. 天山西部寒区山地生态系统近 40 年来气候变化特征: 以中国科学院天山积雪雪崩研究站为例[J]. 山地学报, 2009, 27(1): 41–48]
- [5] Huang Xiangrong, Ge Hongwei. Analysis of climate change characteristics of sunshine duration in hefei city in recent 55 years[J]. Journal of Agricultural Sciences, 2008, 36(20): 8723–8725 [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]
- [6] Li Yueqing. Analyses of Cloudiness, Sunshine, temperature and daily range on the eastern side of Qinghai—Xizang plateau in recent 40 years[J]. Plateau Meteorology, 2002, 21(3): 327–332 [李跃清. 近 40 年青藏高原东侧地区云、日照、温度及日较差的分析[J]. 高原气象, 2002, 21(3): 327–332]
- [7] Xu Zongxue, Zhao Fangfang. Variation of sunlight radiation duration in the Yellow River Basin[J]. Resources Sciences, 2005, 27(5): 153–159 [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]
- [8] Du Jun, Bian Duo, Hu Jun, et al. Climatic change of sunshine duration and its influencing factors over Tibet during the last 35 years[J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(5): 492–500 [杜军, 边多, 胡军, 等. 西藏近 35 年日照时数的变化特征及影响因素[J]. 地理学报, 2007, 62(5): 492–500]
- [9] Liu Weiping, Wei Wenshou, Tang Xiangling. Variation of sunshine hour in recent 45 years in Aksu Prefecture[J]. Journal of Arid Land, 2008(3): 197–202 [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(3): 197–202]
- [10] Wang Hhua, Niu Qingming. Detection and analysis of the sunshine duration catastrophes in Akesu city[J]. Bimonthly of Xinjiang Meteorology, 2002, 25(3): 14–15 [王华, 牛清明. 阿克苏市日照时数的突变检测分析[J]. 新疆气象, 2002, 25(3): 14–15]
- [11] Hu Ruji, Fan Zili, Wang Yajun, et al. Assessment about the impact of climate change on environment in Xinjiang since recent 50 years[J]. Journal of Arid Land, 2001, 24(2): 97–103 [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]
- [12] Tang Yan, Li Xiaodong, Hu Shikai. Evaluation land intensive use of the cities and counties in the northern economic zone of Tianshan Mountains[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2009, 46(2): 388–393 [唐艳, 李晓东, 胡石开. 新疆天山北坡经济带市县土地集约利用综合评价[J]. 新疆农业科学, 2009, 46(2): 388–393]
- [13] Zhang Jiabao, Shi Yuguang. The study of climate forecast of Xinjiang in short time[M]. Beijing: Meteorologic Press, 2002: 29 [张家宝, 史玉光. 新疆气候变化短期气候预测研究[M]. 北京: 气象出版社, 2002: 29]
- [14] Li Hongjun, Li Jun, He Qin. Study on sandstorm trend and abrupt change in Xinjiang[J]. Journal of Desert Research, 2008, 28(5): 915–919 [李红军, 李军, 何清. 新疆沙尘暴的趋势和突变研究[J]. 中国沙漠, 2008, 28(5): 915–919]
- [15] Yang Zhifeng, Li Chunhui. Abrupt and periodic changes of the an-

nual natural runoff in the subregions of the Yellow River[J]. Journal of Mountain Science, 2004, 22(2): 140 - 146 [杨志峰, 李春晖. 黄河流域天然径流量突变性与周期性特征[J]. 山地学报, 2004, 22(2): 140 - 146]

[16] Deng Julong. Gray forecast and decision[M]. Wuhan: The Press of Huazhong University of Science and Technology, 1986 [邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 1986]

Variation of Sunshine Hour in the Northern Slope of Tianshan Mountains, Xinjiang

——A Case Study of Manasi-Shihezi-Shawan

YU Pujia^{1,2}, XU Hailiang¹, ZHANG Qingqing^{1,2}, HOU Liang³, AN Hongyan^{1,2}, GONG Junjun⁴

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Science, Urumqi 83001, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Urumqi Municipal Forestry Bureau, Urumqi 8300543, China;

4. Geography Science and Tourism Department of Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

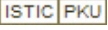
Abstract: The trend, periods and abrupt change of annual sunshine hour were analyzed in the northern zone of Tianshan Mountains with methods of line analyze, annual anomalies, abrupt t test, wavelet analyze and grey forecasting. The results indicate that: the annual sunshine hour trend is decreased in the northern zone of Tianshan Mountains during 47 years. The average trend is 21.6 h/(10 years) and the correlation coefficient is 0.26, which passed the significance test at 0.10 level. The trend of annual anomalies show that the annual sunshine hour changes in 1986, which are the high frequency period before 1986 and latent period after 1986. The annual sunshine hour changes from many to few. The change type is complex, which include the mean change and the transition change. There is an obvious periodic of 8 and 19 years for the annual sunshine hour series during 47 years in the northern zone of Tianshan Mountains. At the scale of 8 years, there are 7 high frequency periods and 6 latent periods for the annual sunshine hour series; At the scale of 19 years, there are 2 high frequency periods and 2 latent periods for the annual sunshine hour series; The predicted amount of sunshine hours from the established grey dynamic model indicates that the dependability of the established grey dynamic model is very high and the predict result is nicety. The annual sunshine hour is reach the 2 970.8 hours in 2010, which is top during the recent 10 years.

Key words: sunshine hour; change trend; wavelet analysis; grey forecasting; northern of Tianshan Mountains

线为例

作者：[禹朴家](#), [徐海量](#), [张青青](#), [侯亮](#), [安红燕](#), [龚君君](#), [YU Pujia](#), [XU Hailiang](#),
[ZHANG Qingqing](#), [HOU Liang](#), [AN Hongyan](#), [GNG Junjun](#)

作者单位：[禹朴家, 张青青, 安红燕, YU Pujia, ZHANG Qingqing, AN Hongyan\(中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐830011; 中国科学院研究生院, 北京100049\)](#), [徐海量, XU Hailiang\(中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐, 830011\)](#), [侯亮, HOU Liang\(乌鲁木齐市林业局, 新疆乌鲁木齐, 8300543\)](#), [龚君君, GNG Junjun\(新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆乌鲁木齐, 830054\)](#)

刊名：[山地学报](#) 

英文刊名：[JOURNAL OF MOUNTAIN SCIENCE](#)

年, 卷(期): 2011, 29(1)

参考文献(16条)

1. [姜大膀; 苏明峰; 魏荣庆](#) 新疆气候的干湿变化及其趋势预估[期刊论文]-[大气科学](#) 2009(01)
2. [刘洋; 张一平; 刘玉洪](#) 哀牢山北段地区气候特征及变化趋势[期刊论文]-[山地学报](#) 2009(02)
3. [施雅风; 沈永平; 胡汝骥](#) 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前进初步探讨[期刊论文]-[冰川冻土](#) 2002(03)
4. [史志文; 徐俊荣; 陈忠升](#) 天山西部寒区山地生态系统近40年来气候变化特征: 以中国科学院天山积雪雪崩研究站为例[期刊论文]-[山地学报](#) 2009(01)
5. [黄向荣; 葛红卫](#) 合肥市近55年日照时数气候变化特征分析[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2008(20)
6. [李跃清](#) 近40年青藏高原东侧地区云、日照、温度及日较差的分析[期刊论文]-[高原气象](#) 2002(03)
7. [徐宗学; 赵芳芳](#) 黄河流域日照时数变化趋势分析[期刊论文]-[资源科学](#) 2005(05)
8. [杜军; 边多; 胡军](#) 西藏近35年日照时数的变化特征及影响因素[期刊论文]-[地理学报](#) 2007(05)
9. [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[期刊论文]-[干旱区地理](#) 2008(03)
10. [王华; 牛清明](#) 阿克苏市日照时数的突变检测分析[期刊论文]-[新疆气象](#) 2002(03)
11. [胡汝骥; 樊自立; 王亚俊](#) 近50a新疆气候变化对环境影响评估[期刊论文]-[干旱区地理](#) 2001(02)
12. [唐艳; 李晓东; 胡石开](#) 新疆天山北坡经济带市县土地集约利用综合评价[期刊论文]-[新疆农业科学](#) 2009(02)
13. [张家宝; 史玉光](#) 新疆气候变化短期气候预测研究 2002
14. [李红军; 李军; 何清](#) 新疆沙尘暴的趋势和突变研究[期刊论文]-[中国沙漠](#) 2008(05)
15. [杨志峰; 李春晖](#) 黄河流域天然径流量突变性与周期性特征[期刊论文]-[山地学报](#) 2004(02)
16. [邓聚龙](#) 灰色预测与决策 1986

引证文献(1条)

1. [李雪; 郑新江; 咸迪; 崔小平; 王军](#) 中国黑戈壁地区日照时数时空变化及影响因素[期刊论文]-[干旱气象](#) 2013(3)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdx201101007.aspx