

玉树站太阳总辐射变化特征及对气候变化的影响

张焕平¹ 张占峰² 汪青春¹

摘要

对玉树站 1961—2010 年实测太阳总辐射资料分析表明,玉树太阳总辐射 50 年来呈逐渐减少的趋势.方差分析表明,玉树站的太阳总辐射突变点出现在 1978 年,此前总辐射量呈增加趋势,1978 年以后,总体呈减少趋势,太阳总辐射处于相对偏少的时段,突变年后比突变年前平均年总辐射量减少了 583.89 MJ/m².玉树各月总辐射减少幅度各不同,8 月减少幅度最大,6 月减少幅度最小.日照时数的变化趋势与太阳总辐射的变化趋势一致.分析其对气候的影响可知,玉树站总辐射和年平均气温、夏季降水量、年蒸发量均呈负相关.若总辐射减少 100 MJ/(m²·a),年平均气温将升高 0.03 ℃,5—9 月降水量将增加 3.0 mm,年蒸发量将增加 21.0 mm.

关键词

太阳辐射;气候变化;方差分析

中图分类号 TH71;TG803

文献标志码 A

收稿日期 2011-09-24

资助项目 国家自然科学基金(41075066)

作者简介

张焕平,女,工程师,主要从事地面、辐射资料审核和分析.zhanghuanping0@163.com

¹ 青海省气候中心,西宁,810001

² 中国大气本底基准观象台,西宁,810001

0 引言

2010 年 4 月 14 日玉树地区遭受了 7.1 级的强烈地震,地震造成上万人员伤亡,大量建筑物损毁,也使玉树州各类基础设施遭受重创,给玉树州经济社会发展带来重大影响.目前灾后恢复重建工作正在全面开展,青海省政府计划利用 5 年时间把玉树州首府建成高原生态型商贸旅游城市,并且强调在重建工作中要把握以人为本、科学规划、生态优先、城乡统筹的原则.根据玉树地区独特的气候特点,开展高原生态型商贸旅游城市建设是贯彻落实以人为本、科学规划原则的重要体现.玉树地区地处高原,海拔较高,日照时间长,大气透明度高,太阳能资源十分丰富.本文利用玉树站近 50 年的实测太阳总辐射资料,初步分析了太阳辐射特征及变化情况.太阳辐射是气候形成的最主要因素,火山爆发输送到平流层的气溶胶和随着城市建设规模的扩大及工业的迅速发展造成了地理环境的改变以及产生的人工气溶胶,都会引起到达地面的太阳辐射量发生变化^[1],揭示不同区域太阳辐射量变化特征,对于研究区域和全球气候变化具有重要的意义.国内外对城市和区域的太阳辐射量变化进行了许多研究^[1-9],但对于青藏高原腹地的专门研究较少见.本文通过分析玉树站的辐射资料,揭示近 50 年来玉树站的辐射变化特征及其对气候的影响,有利于太阳能资源的科学利用和应对气候变化具有重要的现实意义.

1 资料来源

本文所用资料来自于玉树(玉树州结古镇)国家基本站 1961—2010 年各月实测总辐射、总云量、日照时数、气温、蒸发量、降水量.

2 玉树站太阳辐射资料的插补方法

2.1 玉树地区辐射资料基本情况

玉树辐射观测站在全省属于三级站,目前观测项目只有总辐射.玉树站位于青海省西南部的玉树州玉树县结古镇,其地理位置为 97.01°E,33.01°N,海拔高度 3 681.2 m.辐射观测始于 1960 年 4 月,至今已积累 50 多年的资料.在这期间站址虽无迁移,但因历史原因和仪器故障,于 1973 年 3 月—1978 年 7 月停止观测长达 5 年零 5 个月,造成资料断层,这给分析太阳辐射的变化带来不利影响.因此,首先要解决资料的插补问题.

2.2 玉树站辐射资料的插补

玉树站虽因各种原因造成部分辐射资料缺测,太阳总辐射量(Q)可根据王炳忠经验^[10] $Q = Q_0(a + bS)$ 计算插补,式中 Q 为总辐射量, Q_0 为计算站所在地等压面理想大气中的总辐射量, a, b 为计算系数. 由公式得 $Q/Q_0 = a + bS$. 根据玉树站 1960 年 4 月—1973 年 2 月, 1978 年 8 月—1996 年 12 月共 31 年零 4 个月的实测资料^[11], 依据最小二乘法原理求得 a, b 值列于表 1. 用以上经验公式计算出相应缺测月的总辐射资料, 从而与实测资料一起形成各月、年的太阳辐射资料序列.

表 1 玉树站总辐射量推算 a, b 系数值

Table 1 Value of coefficient a and b in total solar radiation calculation at Yushu station

月份	a	b	Q_0
1	0.596	0.001	556.9
2	0.387	0.004	629.8
3	0.610	0	879.3
4	0.429	0.003	1 012.9
5	0.390	0.003	1 153.6
6	0.403	0.003	1 156.7
7	0.114	0.009	1 173.3
8	0.026	0.011	1 087.9
9	0.183	0.008	914.5
10	0.401	0.004	765.0
11	0.540	0.002	580.2
12	0.433	0.003	516.0

2.3 辐射资料单位的换算

1961—1992 年总辐射使用前苏联的 DYP2 型辐射表资料, 1993 年 1 月以后使用国产的 DYP4 型辐射表资料. 按中国气象局规定, 1981 年 1 月 1 日以前, 太阳辐射测量使用太阳辐射标尺, 以后使用世界辐射测量基准, 为保证资料的一致及可比性, 1981 年以前的资料乘以 1.022, 并进行了单位换算, 即对 1992 年 12 月以前的资料乘以 0.041 868^[12].

3 玉树站太阳总辐射量变化特征

3.1 太阳总辐射量的年变化

图 1 为玉树太阳总辐射量年变化曲线. 由图可知, Q 年变化曲线呈双峰态, 5、7 月为峰值, 2、3 月 Q 递增最快, 到 7 月达到 655.21 MJ/m², 为全年最高值, 5 月为次高值, 为 651.71 MJ/m². 7 月以后 Q 开始下降, 8 月下降最快, 12 月出现全年最低值, Q 值

张焕平, 等. 玉树站太阳总辐射变化特征及对气候变化的影响.

为 341.09 MJ/m². 7 月出现最大值, 主要是因为该月太阳高度角较高, 日照时间较长, 云雨天气少. 在 5—7 月之间, 6 月出现相对的低谷, 这主要是因为该月云雨天气多, 日照时数少.

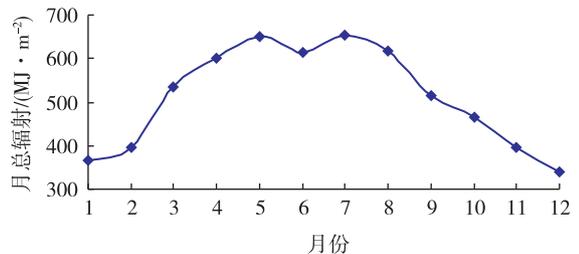


图 1 玉树站总辐射年变化曲线

Fig. 1 Monthly changing curve of total solar radiation at Yushu station

3.2 太阳总辐射量的年际变化

玉树站 20 世纪 60—70 年代后期太阳 Q 较大, 1968 年出现历史最大值, 为 7 114.46 MJ/m², 70 年代末至 90 年代初太阳 Q 都呈下降状态, 1986 年达到最低值, 其值为 5 336.92 MJ/m², 比 1968 年少 1 777.54 MJ/m². 由图 2 可见, 玉树站 60—70 年代 Q 大多数年份为正距平, 仅有 3 年为负距平且绝对值较小, 70 年代后期至 90 年代初 Q 均为负距平, 90 年代初期至 20 世纪后期又多为正距平, 只有 2000 年、2001 年、2003 年、2009 年为负距平. 从累计距平曲线看, 1978 年以前, 曲线呈上升趋势, 总辐射以正距平为主, 玉树总辐射处于相对偏多的时段, 1978 年以后, 曲线呈下降趋势, 总辐射以负距平为主, 玉树处于相对偏少的时段.

根据相关研究^[13], 近 43 年来“三江源”地区四季及年平均气温普遍升高, 年平均气温的升高主要是由于秋、冬季平均气温的升高引起的; 年及夏、秋季降水量的变化呈微弱减少趋势, 而冬、春季降水量呈现出显著增加趋势, 气候暖湿变化表现出季节性; 年平均气温在 1987 年出现了突变, 与西北地区气温的突变年份一致, 但较北半球的突变早; 冬、春季降水量在 20 世纪 70 年代中期和 80 年代出现了由少向多的明显突变; 年蒸发量存在明显的阶段性变化, 20 世纪 60、70 年代由少变多, 70 年代末开始由多变少. 三江源地区太阳总辐射量的突变与其他气候要素的突变点大体一致.

对玉树站逐年的年太阳总辐射按时段采用单因素不等重复试验方法进行方差分析^[14], 设太阳辐射为 2 个水平(上升和下降趋势或下降和上升趋势),

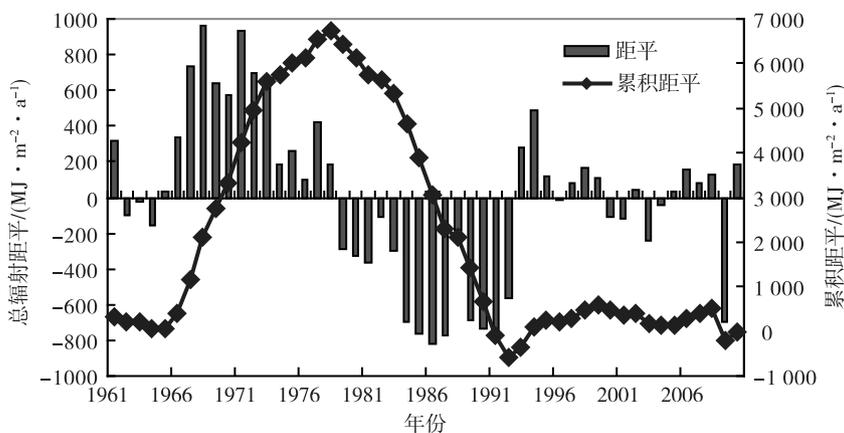


图2 玉树总辐射距平及累积距平曲线

Fig.2 Total solar radiation anomaly and cumulative anomaly curve at Yushu station

每个水平重复次数分别为 n_1, n_2 , 试验总次数为 N ,

有 $N = \sum_{i=1}^2 n_i$. 各水平各次试验值为 x_{ij} ; i 为试验水平 $i=1, 2$; j 为每个试验重复序号, $j=1, 2, \dots, n_i$.

取服从分子自由度 $2-1$ 和分母自由度 $n-2$ 的 F 分布统计量:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^2 n_i \frac{(x_i - \bar{x})^2}{(2-1)}}{\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 / (n-2)}$$

其中: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}, \bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$.

以年为滑动点, 计算逐年的 F 值, 最后优选最大 F 对应的年份为趋势变化的转折年, 在显著性水平 $\alpha=0.05$ 时, 进行 F 检验, 若 $F > F_{0.05}$, 则认为差异是显著的, 否则反之. 根据计算结果, 玉树站总辐射变化的突变点在 1978 年, 通过了显著性水平 0.05 的检验. 采用信噪比统计方法确定的突变点也是 1978 年. 突变前 1961—1978 年总辐射平均为 $6\,528.69 \text{ MJ/m}^2$, 突变后 1979—2010 年总辐射平均为 $5\,944.80 \text{ MJ/m}^2$, 突变年后比突变年前平均年总辐射量减少了 583.89 MJ/m^2 . 这种变化趋势与其他研究的变化趋势一致^[3-4, 11, 18-19].

3.3 太阳总辐射量的月际变化趋势

根据玉树站太阳辐射的时间序列计算该月气候倾向率^[3,4]. 由图 3 可以看出, 玉树站各月太阳总辐射倾向率均小于 0, 即 50 年来玉树站的各月总辐射均在逐年减少, 只有 2 月、3 月、6 月、9 月的倾向率绝对值低于 $10 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot 10 \text{ a})$, 其余各月均高于 $10 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot 10 \text{ a})$, 8 月减少幅度最大, 达 $18.88 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot 10 \text{ a})$.

10 a) 6 月减少幅度最小, 达 $6.39 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot 10 \text{ a})$.

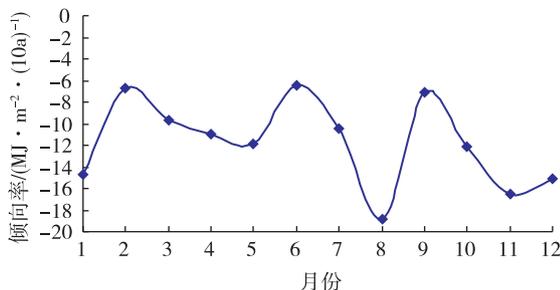


图3 玉树总辐射倾向率逐月变化曲线

Fig.3 Monthly changing curve of total solar radiation tendency rate at Yushu station

3.4 太阳辐射与总云量和日照的关系及其变化

年晴天日数、年日照时数也是反映一地太阳辐射的重要参数, 年平均总云量的大小能反映云对太阳辐射的削弱程度. 对玉树站的年太阳总辐射与年晴天日数、年日照时数、年平均总云量资料进行相关分析, 与日照时数的 r 为 $+0.327$, 达 0.02 的显著水平 ($P < 0.02$), 与年晴天日数、年平均总云量的趋势系数分别为 $+0.655$ 、 -0.739 , 均达 0.001 的显著水平 ($P < 0.001$). 根据年太阳总辐射与各气候要素的相关分析和最优子集回归分析, 太阳总辐射与年晴天日数、年日照时数、年平均总云量方程拟合率最高. 玉树站年太阳总辐射与年晴天日数、年日照时数、年平均总云量线性拟合方程为

$$Q = 6\,462.3 + 1.12X_1 - 2.265X_2 - 0.033X_3.$$

式中 X_1, X_2, X_3 分别代表年晴天日数、年日照时数、年平均总云量, 方程的 $R^2 = 0.4469$. 通过了 $F_{0.01}, F_{0.01}, F_{0.10}$ 的检验. 由此可见, 年晴天日数、年日照时

数、年平均总云量对太阳总辐射的影响较大。

分析年日照时数与年总辐射量年代际变化可知,日照时数的变化趋势与太阳总辐射的变化趋势基本一致(表2),20世纪70年代日照时数比60年代有所增加,70年代以后,呈减少的趋势,80年代减少幅度最大,80年代年平均总云量稍有减少,但与80年代年晴天日数增加是密切相关的。从年平均晴天日数来看,80年代晴天日数增加,但同期的辐射、日照却在减少,60—70年代为高值时段,80年代为低值时段。80年代出现低值时段,这与80年代降水丰沛以及火山喷发有关。据资料统计,80年代是全省年降水量最多的10年。此外,1982年墨西哥厄尔·奇冲火山喷发和1988年印尼克拉卡托火山喷发也是导致80年代总辐射量减少的重要原因^[15]。2001年以后,玉树站太阳总辐射量的减少与日照时数、年晴天日数的减少是一致的,与云量的增加和阴天日数的增加相吻合。

4 玉树站太阳辐射变化对气候的影响

4.1 与气温的关系

通常认为,热量是光能转化的直接产物。太阳辐射收入多,热量多,环境温度高,获得的太阳辐射少,热量少,温度就低。分析玉树站总辐射和年平均气温的关系(图略)可知,气温和总辐射呈负相关, r 为 -0.194 ,达 0.10 的显著性水平($P < 0.10$)。这与邱新法等^[16]探讨的全球太阳辐射下降而温度却在升高的结论一致。气温与总辐射的关系可表示为直线关系: $y = -0.0003x + 5.4651$ 。对直线求一次导数可知,年总辐射减少 $100 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,年平均气温将升高 $0.03 \text{ }^\circ\text{C}$ 。造成这种现象的原因可能有两方面,一是对20世纪80年代以来全球气候变暖的响应,二是和玉树站周边环境变化有关。

4.2 与降水的关系

有关研究表明^[17],近年来火山活动频繁和大气污染加剧,导致我国晴空太阳直接辐射减少,引起北

半球副热带高压南移,导致我国华北地区夏季雨量减少。玉树气候属于典型的高原高寒气候,玉树站地

处青藏高原腹地,降水年变率大。根据玉树站总辐射与夏半年(5—9月)降水量的变化曲线(图4)可以看出,总辐射与降水量呈相反的趋势,趋势系数为 -0.1879 ,达 0.10 的显著性水平($P < 0.10$)。总辐射与降水量的关系可表示为直线关系: $y = -0.0296x + 665.72$ 。对直线求一次导数可知,总辐射减少 $100 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,5—9月降水量将会增加 3.0 mm 。

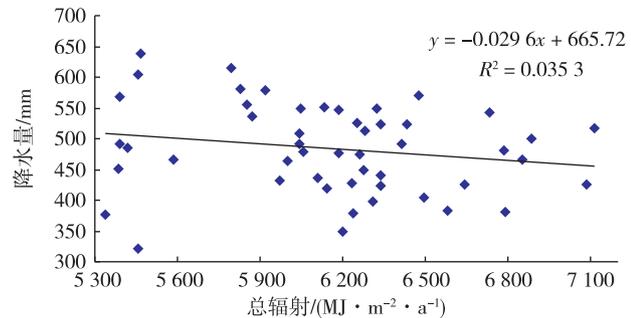


图4 玉树站降水量与总辐射的关系

Fig. 4 Relationship between precipitation and total solar radiation at Yushu station

4.3 与蒸发的关系

蒸发量的大小,不仅决定于辐射、气温、风速、水汽压等气象要素,还与下垫面的结构有关,同时城市建设、水利工程等也对蒸发有影响。从玉树站总辐射与蒸发量的变化曲线(图5)来看,蒸发量与总辐射呈负相关,趋势系数为 -0.5633 ,达 0.001 的显著性水平($P < 0.001$)。蒸发量与总辐射的直线关系为 $y = -0.2093x + 2561.4$ 。对直线求一次导数可知,总辐射减少 $100 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,蒸发量将会增加 21.0 mm 。

5 结论与讨论

1) 应用王炳忠经验公式 $Q = Q_0(a + bS)$ 对玉树

表2 玉树站总辐射、日照时数等各年代平均值

Table 2 Decadal averages of total solar radiation, sunshine hours, total cloud cover, sunny days, and overcast days at Yushu station

时间段	$Q/(\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$	日照时数/h	年平均总云量	年晴天日数/d	年阴天日数/d
1961—1970年	6 486.93	2 476.6	6.3	44.1	132.2
1971—1980年	6 434.49	2 520.3	6.3	49.4	129.3
1981—1990年	5 612.22	2 485.3	6.2	50.5	125.6
1991—2000年	6 133.78	2 483.6	6.2	49.6	127.6
2001—2010年	5 949.26	2 470.1	6.4	42.8	132.9

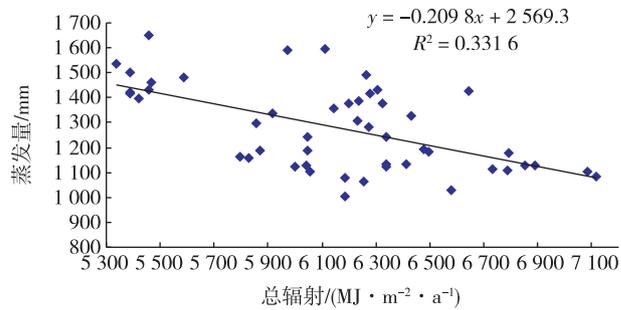


图5 玉树站总辐射与蒸发量的变化曲线

Fig. 5 Relationship between evaporation capacity and total solar radiation at Yushu station

地区太阳辐射资料序列进行插补是可行的,根据相关研究,三江源地区太阳总辐射量的突变与其他气候要素的突变点大体一致。 Q 的年变化呈双峰态,其变化与太阳高度角、云量和大气气溶胶等物质有关。

2) 玉树站的太阳辐射 50 年来呈逐渐减少趋势,20 世纪 60 年代至 70 年代后期太阳 Q 较大,1968 年出现历史最大值,70 年代末至 90 年代初 Q 呈减小状态,1986 年达到最小值。分析表明玉树站总辐射变化的突变点在 1978 年,突变前 1961—1978 年总辐射平均为 $6\,528.69\text{ MJ/m}^2$,突变后 1979—2010 年总辐射平均为 $5\,944.80\text{ MJ/m}^2$,突变年后比突变年前平均年总辐射量减少了 583.89 MJ/m^2 。这种变化趋势与其他研究的变化趋势一致。

3) 玉树站各月太阳总辐射倾向率均小于 0,即 50 年来玉树站的各月总辐射均在逐年减少,只有 2 月、3 月、6 月、9 月的倾向率绝对值低于 $10\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot 10\text{ a})$,其余各月均高于 $10\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot 10\text{ a})$,8 月减少幅度最大,达 $18.88\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot 10\text{ a})$,6 月减少幅度最小,达 $6.39\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot 10\text{ a})$ 。

4) 日照时数的变化趋势与太阳总辐射的变化趋势一致。从年平均晴天日数来看,80 年代晴天日数增加,但同期的辐射、日照却在减少。2001 年以后,玉树站太阳辐射的减少与日照时数、年晴天日数的减少是一致的,与云量的增加和阴天日数的增加相吻合。

5) 玉树站总辐射和年平均气温、夏季降水量、年蒸发量均呈负相关。若总辐射减少 $100\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,年平均气温将升高 $0.03\text{ }^\circ\text{C}$,5—9 月降水量将增加 3.0 mm ,蒸发量将增加 21.0 mm 。

6) 太阳辐射量的减少趋势,无疑是地面和大气对流层中一个重要的致冷因素,在很大程度上起到

抵消由于温室气体增多而引起地面温度升高的作用。影响太阳辐射变化的因素很多,太阳活动、天文活动、人类活动都会影响到达地面的太阳辐射,从而引起气候变化,有关到达地面的太阳辐射量减少引起的气候变化的定量关系有待进一步研究。

参考文献

References

- [1] 林正云,刘孟珠,黄燕平. 福州城市发展对太阳辐射的影响[J]. 太阳能学报,1997,18(1):41-45
LIN Zhengyun, LIU Mengzhu, HUANG Yanping. The impact of urban development on solar radiation in Fuzhou city [J]. Acta Energetica Solaris Sinica, 1997, 18(1): 41-45
- [2] 桑建人,刘玉兰,林莉. 银川市太阳总辐射对气候变化的影响分析[J]. 气象科技,2006,34(4):421-425
SANG Jianren, LIU Yulan, LIN Li. Impact analysis of solar global radiation variation on climate in Yinchuan [J]. Meteorological Science and Technology, 2006, 34(4): 421-425
- [3] 查良松,丁祖荣. 我国太阳辐射量时间序列分析[J]. 中国科学技术大学学报,1996,26(1):131-136
ZHA Liangsong, DING Zurong. Time series analysis for solar radiation in China [J]. Journal of China University of Science and Technology, 1996, 26(1): 131-136
- [4] 查良松. 西北地区太阳辐射量变化的研究[J]. 干旱区地理,1995,18(1):8-13
ZHA Liangsong. Research on the variation of solar radiation in Northwest China [J]. Arid Land Geography, 1995, 18(1): 8-13
- [5] 查良松,丁祖荣,周右河,等. 合肥市太阳辐射量变化的初步分析[J]. 安徽师范大学学报,1996,19(4):355-360
ZHA Liangsong, DING Zurong, ZHOU Youhe, et al. A preliminary analysis on variation of the solar radiation in Hefei [J]. Journal Anhui Normal University: Natural Science, 1996, 19(4): 355-360
- [6] Peterson T C, Golubev V S, Groisman P Y. Evaporation losing its strength [J]. Nature, 1995, 377(6551): 687-688
- [7] Cohen S, Ianetz A, Stanhill G. Evaporative climate changes at Bet-Dagan, Israel, 1964-1998 [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2002, 111(2): 83-91
- [8] Chattopadhyay N, Hulme M. Evaporation and potential evapotranspiration in India under conditions of recent and future climate change [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1997, 87(1): 55-73
- [9] Thomas A. Spatial and temporal characteristics of potential evapotranspiration trends over China [J]. International Journal of Climatology, 2000, 20(4): 381-396
- [10] 王炳忠,张富国. 青藏高原及同纬度地区太阳辐射计算初步分析 [M] // 青藏高原气象学论文选编, 1974: 173-184
WANG Bingzhong, ZHANG Fuguo. Preliminary discussion on calculating solar radiation in Qinghai-Tibet Plat-

- eau and areas with same latitude [M] // Selected Papers on Qinghai-Tibet Plateau Meteorology, 1974; 173-184
- [11] 陈芳,周陆生.玉树地区太阳总辐射量变化的气候特征[J].青海环境,2002,12(2):47-49
CHEN Fang, ZHOU Lusheng. Climatic features of the variaton of total solar radiation in Yushu region [J]. Journal of Qinghai Environment, 2002, 12(2): 47-49
- [12] 中国气象局.气象辐射观测方法[M].北京:气象出版社,1996:4-5
China Meteorological Administration. Meteorological radiation observation methods [M]. Beijing: China Meteorological Press, 1996: 4-5
- [13] 李林,李凤霞,郭安红,等.近43年来“三江源”地区气候变化趋势及其突变研究[J].自然资源学报,2006,2(1):79-85
LI Lin, LI Fengxia, GUO Anhong, et al. Study on the climate change trend and its catastrophe over “Sanjiangyuan” region in recent 43 years [J]. Journal of Natural Resources, 2006, 2(1): 79-85
- [14] 丁士晟.多元分析方法及其应用[M].长春:吉林人民出版社,1981:88-100
DING Shisheng. Multivariate analysis methods and its application [M]. Changchun: Jilin People's Publishing House, 1981: 88-100
- [15] 陈芳,马英芳,李维强.青海高原太阳辐射时空分布特征[J].气象科技,2005,33(3):232-234
CHEN Fang, MA Yingfang, LI Weiqiang. Distribution characteristics of solar radiation over Qinghai plateau [J]. Meteorological Science and Technology, 2005, 33(3): 232-234
- [16] 邱新法,刘昌明,曾燕.黄河流域近40年蒸发皿蒸发量的气候变化特征[J].自然资源学报,2003,18(4):437-442
QIU Xinfu, LIU Changming, ZENG Yan. Changes of pan evaporation in the recent 40 years over the Yellow River Basin [J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(4): 437-442
- [17] 徐群,王冰梅.太阳辐射变化对我国中东部和西非夏季风雨量的影响[J].应用气象学报,1993,4(1):38-44
XU Qun, WANG Bingmei. Influence of the change in solar radiation on summer monsoon rainfall in mid-eastern China and west Africa [J]. Quarterly Journal of Applied Meteorology, 1993, 4(1): 38-44
- [18] 李晓文,李维亮,周秀骥.中国近30年太阳辐射状况研究[J].应用气象学报,1998,9(1):24-31
LI Xiaowen, LI Weiliang, ZHOU Xiuji. Analysis of the solar radiation variation of China in recent 30 years [J]. Quarterly Journal of Applied Meteorology, 1998, 9(1): 24-31
- [19] 查良松.我国太阳辐射量区域性变化特征研究[J].地理研究,1996,15(2):21-27
ZHA Liangsong. Regional variations of solar radiation in China [J]. Geographical Research, 1996, 15(2): 21-27

Research on the characteristics of total solar radiation change at Yushu Meteorological Station and its influence on climate change

ZHANG Huanping¹ ZHANG Zhanfeng² WANG Qingchun¹

¹ Qinghai Climate Centre, Xining 810001

² China Global Atmosphere Watch Baseline Observatory, Xining 810001

Abstract The meteorological observation data analysis showed that the total solar radiation at Yushu Meteorological Station from 1961 to 2011 presented a decreasing trend in recent 50 years. Analysis of variance showed that the mutation point of total solar radiation at Yushu Meteorological Station appeared in 1978. Before 1978, the total solar radiation was in an increasing trend, then it decreased and presented a decreasing trend after 1978. During years after 1978, the total solar radiation was relatively low, and the annual average value was reduced by 583.89 MJ/m² compared with that of years before 1978. At the same time, the reduced range of the total solar radiation was different for each month, which was maximum in August and minimum in June. The annual sunshine hours changed in accordance with the total solar radiation. Negative correlations existed between total solar radiation and the annual average temperature, the precipitation of summer and the annual evaporation. Analyzing results show that if the total solar radiation reduces by 100 MJ/(m²·a), then the annual average temperature will rise by 0.03 °C, the precipitation from May to September will increase by 3.0 mm, and the annual evaporation will increase by 21.0 mm.

Key words solar radiation; climate change; analysis of variance