Evaluation of Solar Energy Resource in Hami

Zhehua Wei, Guanglin Feng

Meteorological Bureau of Hami, Hami Xinjiang

Email: 1248763272@qq.com

Received: Feb. 16th, 2019; accepted: Mar. 1st, 2019; published: Mar. 8th, 2019

Abstract

Based on the meteorological data of total solar radiation and sunshine duration from 1998 to 2017 from Hami National Reference Climatological Station, the temporal and spatial distribution characteristics of solar radiation in Hami are analyzed by various statistical methods, and the solar energy resources in Hami are evaluated from the aspects of solar energy resource abundance, stability, available value and optimal utilization period. The results show that the average solar radiation in Hami in the past 20 years is 6105.47 MJ/m², which varies greatly from year to year. The average sunshine duration was 3424.5 h, showing a significant growth trend. The total radiation and sunshine duration are the maximum in May and the minimum in December. Hami has good solar energy resource and belongs to abundance belt in resource. The solar energy resource is stable, the average number of daily sunshine duration more than 6 hours is 326 d, and the solar energy utilization value is very high. The best utilization period is 9~17 o'clock every day. Except for the relatively short sunshine hours in the morning of November-December, the rest time is the best utilization period throughout the year.

Keywords

Hami, Solar Radiation, Sunshine Duration, Solar Energy Resource

哈密市太阳能资源评估

魏哲花,冯广麟

哈密市气象局,新疆 哈密 Email: 1248763272@gq.com

收稿日期: 2019年2月16日; 录用日期: 2019年3月1日; 发布日期: 2019年3月8日

摘 要

利用哈密市国家基准气候观测站1998~2017年太阳总辐射和日照时数气象资料,通过采用多种统计方法,

文章引用: 魏哲花, 冯广麟. 哈密市太阳能资源评估[J]. 气候变化研究快报, 2019, 8(2): 168-174. DOI: 10.12677/ccrl.2019.82019

对哈密市太阳辐射时空分布特征进行了分析,并从太阳能资源丰富度、稳定性、可利用价值、最佳利用时段等方面对哈密市太阳能资源情况进行评估。结果表明:哈密市近20 a年平均太阳辐射量为6105.47 MJ/m²,年际变化较大;平均日照时数为3424.5 h,呈显著增长趋势。总辐射和日照时数均为5月份最大,12月份最小;哈密市具有较好的太阳能资源,属于资源很丰富带;太阳能资源稳定;年日照时数大于6小时天数平均为326 d,太阳能利用价值很高;每日9~17时为最佳利用时段,全年中除了11~12月上午日照时数相对偏短之外,其它时间均为最佳利用时段。

关键词

哈密,太阳辐射,日照时数,太阳能资源

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



Open Access

1. 引言

新疆太阳能资源十分丰富,年日照时间较长,日照百分率为 60%~80%,全疆日照 6 h 以上的天数在 250~325 天。新疆水平表面年太阳辐射总量为 5000.7 MJ/m²~6500.7 MJ/m²,年平均值为 5800.7 MJ/m²,年总辐射量比同纬度地区高 10%~15%。哈密市地处新疆维吾尔自治区最东部,地跨天山南北。地理坐标为东经 91°06′33″~96°23′00″,北纬 40°52′47″~45°05′33″,平均海拔 2692.1 m。哈密市属典型的温带大陆性干旱气候,干燥少雨,晴天多,日照充足,为全国光能资源丰富地区之一。近年来,新疆气象工作者对太阳能资源有较多论述,如阿帕尔等[1]对昌吉市太阳总辐射进行了气候学计算,杨勇等[2]对博州地区太阳能资源进行了分析评估,杜军剑[3]分析了和静县山区及平原地区太阳总辐射变化特征等。但针对哈密市太阳能资源评估方面的研究较少。由于哈密市太阳能资源丰富,现已成为国家级重要能源基地,大力发展光热发电,将有效地改善能源结构,增加可再生能源的比例,优化电力系统电源结构,对实现该区域经济的可持续发展,具有重要作用。因此,研究哈密区域太阳辐射强度变化特征,分析、评估太阳能资源利用价值,为光热发电设计提供科学的数据支撑,对太阳能资源充分利用具有重要意义。

2. 资料来源和方法

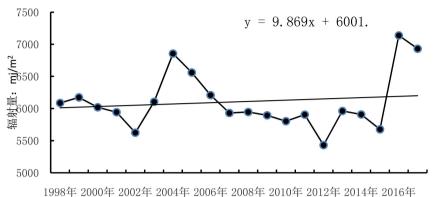
哈密市现有太阳辐射观测项目的气象站是哈密市国家基准气候观测站,为二级站,观测项目有太阳总辐射、净辐射。此站建站时间长,气象条件无根本变化,气象资料经过气象业务主管部门严格质量控制,数据完整,符合一致性和可靠性要求。本文选取 1998~2017 年近 20 a 逐年、月、日太阳辐射和日照观测资料进行统计,分析时空分布特征;同时利用线性气候倾向率,分析总辐射量和日照时数变化趋势及空间分布特征;用 Mann-Kendall 方法[4]对近 20a 总辐射量和日照时数时间序列进行突变检验。

3. 太阳辐射和日照时数分析

3.1. 太阳辐射年际变化

哈密市近 20 a 年平均太阳总辐射量为 $6105.47~\text{MJ/m}^2$,年际变化如图 1 所示。其数值 $5431.6~\text{MJ/m}^2 \sim 7138.6~\text{MJ/m}^2 \sim 7138.6~\text{MJ/m}^2 \sim 7138.6~\text{MJ/m}^2$,最大值出现在 $2006~\text{年,达到 }7138.63~\text{MJ/m}^2$;最小值出现在 $2012~\text{年,为 }5431.6~\text{MJ/m}^2$ 。由图 2 可以看出,太阳总辐射自 $2006~\text{年起呈现显著下降趋势,下降$

趋势的突变年份为2006年,2010年下降趋势突破0.05的显著性检验。



1990 + 2000 + 2002 + 2004 + 2000 + 2000 + 2010 + 2012 + 2014 + 2010

Figure 1. Variation curve of total solar radiation in Hami 图 1. 哈密市太阳总辐射变化曲线

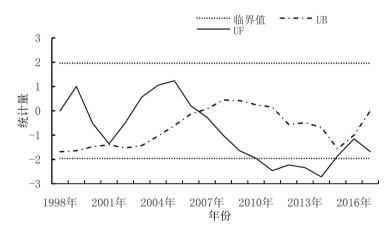


Figure 2. M-K test of total solar radiation in Hami
■ 2. 哈密市太阳总辐射 M-K 检验

3.2. 太阳辐射月际变化

20a 间哈密太阳辐射的月际变化较大(如图 3 所示),其数值在 158.85 $MJ/m^2 \sim 986.78 \, MJ/m^2 \sim 10$ 值出现在 2016 年 6 月,为 986.78 MJ/m^2 ,最小值出现在 2000 年 12 月,为 158.85 MJ/m^2 ;多数时间(3 月 ~ 9 月)处于高值区,均在 470 MJ/m^2 以上;1 月、2 月、11 月和 12 月较小,其值均在 300 MJ/m^2 以下。如图 3 所示,月均总辐射年内分布呈单峰式分布,月总辐射量从 3 月份开始快速增加,至 5 月达最大,为 769.75 MJ/m^2 ;8 月以后开始迅速下降,到冬季的 12 月达到最小值,为 199.44 MJ/m^2 。

3.3. 日照时数年际变化分析

近 20 a 年来哈密市平均日照时数为 3424.6 h, 1998 年日照最少为 3154.4 h, 2009 年最多为 3672.9 h, 极差(最多与最少年之差)为 518.5 h。从近 20 a 日照时数年际变化趋势来看(如图 4 所示),哈密市年日照时数呈增长趋势,增速为 13.391/10a。由图 5 可知,从 2000 年起,日照时数有明显的增长趋势,到 2002 年增长趋势超过了 0.05 显著性临界线,直到 2006 年这种增长趋势甚至已经超过了 0.001 显著性水平,这充分表明哈密市日照时数的增长趋势是十分显著的。根据 UF 和 UB 的交点位置可以看出,哈密市日照时数增长突变发生在 2000 年,此后一直保持增多趋势。

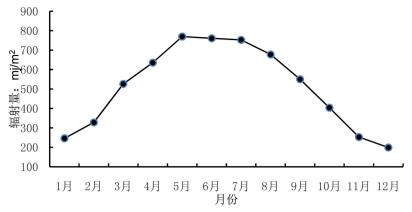


Figure 3. Variation curve of monthly mean solar total radiation variation in Hami (MJ/m²) 图 3. 哈密市逐月平均太阳总辐射变化情况(MJ/m²)

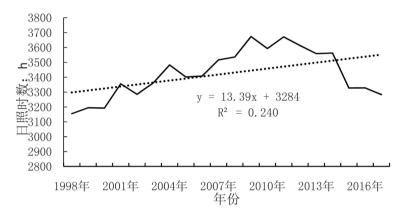


Figure 4. Variation curve of sunshine duration in Hami 图 4. 哈密日照时数变化曲线(h)

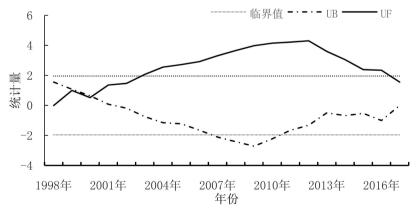


Figure 5. M-K test of sunshine duration in Hami 图 5. 哈密市日照时数 M-K 检验

3.4. 日照时数月际变化和季节变化分析

从近 20a 的日照时数月平均值来看,最大值为 5 月,日照时数 356.6 h;最小值为 12 月,日照时数 195.2 h。由图 6 可见,月变化呈单峰型分布。从日照时数的四季分布来看,夏季日照时数占全年比例的 30.4%,冬季最少,占 18.3%;春秋两季所占比例相差不大,分别为 24.5%和 26.8%。

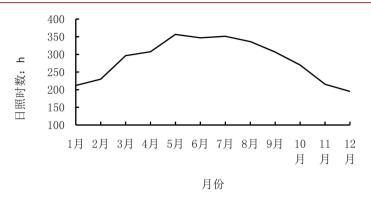


Figure 6. Variation curve of monthly sunshine duration in Hami 图 6. 哈密市日照时数月变化曲线

4. 太阳能资源评估

4.1. 太阳能资源丰富度评估

根据 1998~2017 年太阳辐射观测资料统计,哈密市近 20a 平均总辐射量为 6105.47 MJ/m²。根据《太阳能资源等级——总辐射》等级划分标准(表 1) [5],当地太阳能资源属于 B 类"很丰富带"。

Table 1. Richness grade of solar resources

恚	1	大阳	能答:	原主	宣师	度等级
1X	1.	ANPH	日じ シミル	ルー	8 1	ᆽᆉᇖ

名称	等级符号	年辐射总量指标(MJ/m²)	年辐射总量指标(kWh/m²)
最丰富带	A	≥6300	≥1750
很丰富带	В	5040~6300	1400~1750
较丰富带	C	3780~5040	1050~1400
一般带	D	<3780	<1050

4.2. 太阳能资源稳定程度评估

太阳能资源稳定程度用各月的日照时数大于 6 小时的最大值与最小值的比值表示,见下面公式,其等级见表 2。

$$K = \frac{\max(Day_1, Day_2, \dots, Day_{12})}{\min(Day_1, Day_2, \dots, Day_{12})}$$

式中,K 为太阳能资源稳定指标,无量纲数; $Day_1, Day_2, \cdots, Day_{12}$ 为 1 至 12 月各月日照时数大于 6 小时天数,单位为天(d); max()、min()分别是求最大值和最小值的函数。该项指标是太阳能资源评估的重要指标之一,该值越小说明该地区日照越充裕、越稳定,受天气变化影响越小,越有利于太阳能资源的开发利用。

Table 2. The grade of solar energy stability **表 2.** 太阳能资源稳定程度等级

太阳能资源稳定程度指标	稳定程度
<2	稳定
2~4	较稳定
>4	不稳定

根据以上公式计算得出哈密各月太阳稳定度 K 值(表 3),哈密市平均 K 值为 1.4,各月的 K 值均<2,这表明哈密市太阳能资源稳定,非常适宜太阳能资源开发利用。

Table 3. Hami K value per month 表 3. 哈密市各月 K 值

月份	1月	2 月	3 月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10 月	11月	12 月	平均
K值	1.8	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.5	1.8	1.4

4.3. 太阳能利用价值的评估

在太阳能利用价值的评估中,一般认为若单日日照时数小于 6 h,太阳能就不具有利用价值。经统计得出(如图 7 所示),近 20 a 来哈密市年日照时数大于 6 小时天数平均为 326 天,在 305~349 d 区间变化,呈增加趋势;2011年日照时数大于 6 小时天数最多,为 349 d;1998年天数最少,为 305 d。因此,太阳能可利用天数多,有很高的利于价值。

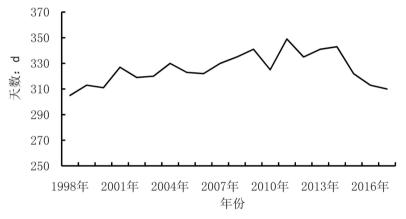


Figure 7. Variation curve of the annual sunshine duration are more than 6 hours in Hami 图 7. 哈密市年日照时数大于 6 小时天数变化曲线

4.4. 太阳能资源日最佳利用时段评估

根据太阳能资源评估行标,利用太阳能日变化的特征作为指标,评估太阳能资源日变化规律。以当地正太阳时 9~10 时的年平均日照时数作为上午日照情况的代表,以正太阳时 11~13 时的年平均日照时数作为中午日照情况的代表,以正太阳时 14~15 时的年平均日照时数作为下午日照情况的代表。哪一段时期的年平均日照时数长,则表示该段时间是一天中最有利太阳能资源利用的时段。

统计近 20a 哈密市各月逐时日照时数,哈密市正太阳时年平均日照时数上午时段为 0.79 h,中午时段和下午时段平均日照时数均为 0.89 h。如图 8 所示,全天中 9 时~17 时均为可利用最佳时段。从各月分布来看(如图 9),除 11~12 月上午日照时数相对偏少之外,其它月份白天太阳能资源均为最佳利用时段。

5. 结论和讨论

1) 哈密市近 20 a 年平均太阳辐射量为 6105.47 MJ/m², 年际变化较大, 自 2006 年起出现突变性下降趋势, 2010 年下降趋势达到显著。平均日照时数为 3424.5 h, 2000 年起出现突变性增长趋势, 2002 年增长趋势达到显著。太阳总辐射和日照时数在月际变化中均呈单峰型分布, 其值均为 5 月份最大, 12 月份最小。

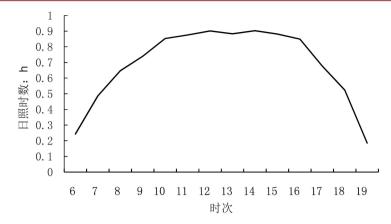


Figure 8. Variation curve of hourly mean sunshine duration in Hami 图 8. 哈密市平均逐时日照时数变化曲线

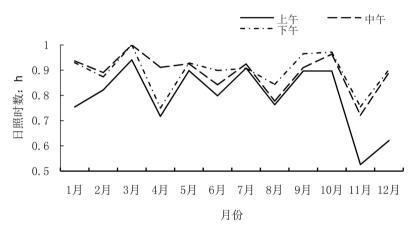


Figure 9. Variation curve of per hour sunshine duration monthly in Hami 图 9. 哈密市各月逐时日照时数变化曲线

2) 哈密市具有较好的太阳能资源,属于资源很丰富带;各月太阳稳定度 K 值均小于 2,为稳定级别;年日照时数大于 6 小时天数平均为 326 d,太阳能利用价值很高;全天中 9~17 时为最佳利用时段,全年中除了 11~12 月上午日照时数相对偏少之外,其它月份白天太阳能资源均为最佳利用时段。

哈密市的太阳年总辐射量高于新疆平均值。从地形来看,因自西向东移动的气流到达哈密区域后,受东部祁连山所阻分为两股,一股进河西走廊,另一股经库鲁克塔克格低山区倒灌塔里木盆地,因此,哈密区域低层气流减弱,高层气流下沉,导致哈密气候干旱,晴天日数多,降水、雾、沙尘日数相对较少,云量较少,空气中水分少,以上条件保证了大气较好的透光性,能够有更多的太阳直射到达地面。因此,哈密市太阳能资源利用价值高,具有开发利用价值。

参考文献

- [1] 阿帕尔, 叶尔克江. 昌吉市太阳总辐射的气候学计算及其变化特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2007, 1(2): 36-39.
- [2] 杨勇, 普宗朝, 黄杰, 等. 博州地区 1961-2006 年太阳能资源的分析评估[J]. 沙漠与绿洲气象, 2008(5): 41-45.
- [3] 杜军剑, 等. 和静县太阳总辐射计算及太阳能资源评估[J]. 沙漠与绿洲气象, 2013, 7(4): 45-50.
- [4] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1996.
- [5] 中国气象局. 太阳能资源评估方法 QX/TQX/T89-2008 [M]. 北京: 气象出版社, 2008: 1-7.



知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询

2. 打开知网首页 http://cnki.net/ 左侧"国际文献总库"进入,输入文章标题,即可查询

投稿请点击: http://www.hanspub.org/Submission.aspx

期刊邮箱: ccrl@hanspub.org