

大连市太阳能资源评估分析

宋军, 刘莉 (辽宁省大连市气象局业务处, 辽宁大连 116001)

摘要 利用大连市 1971~2004 年太阳能总辐射及日照资料对大连太阳能资源进行评估分析, 结果表明, 大连太阳能资源分布在全国属于资源丰富、稳定的地区, 而且 34 年来总辐射值无明显变化, 线性趋势呈微弱上升。大连市的太阳能可作为资源利用, 以缓解当今能源短缺。

关键词 大连市; 太阳能; 资源; 评估分析

中图分类号 S161 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611 (2009) 08 - 03666 - 02

Evaluation Analysis on Solar Energy Resources in Dalian City

SONG Jun et al (Services Department of Dalian Meteorological Bureau of Liaoning Province, Dalian, Liaoning 116001)

Abstract By using the data of global solar radiation and sunshine duration from 1971 to 2004 in Dalian City, the solar energy resource evaluation analysis was carried out. The results showed that the solar energy resources of Dalian was rich and steady in China; the solar total radiation of Dalian City has slight uptrend, but no obvious change was observed. The solar energy resource in Dalian City should be properly applied to dealing with energy shortage nowadays.

Key words Dalian City; Solar energy; Resource; Evaluation analysis

近年来, 能源短缺问题日益严重。随着我国社会经济的快速发展, 能源需求缺口将不断加大, 为促进经济社会的可持续发展, 合理开发利用可再生能源是缓解能源短缺问题的有效途径。太阳能作为永久性能源, 具有无污染、清洁可再生、自然界普遍存在、无须运输等优点, 被国际公认为未来最有竞争力的能源之一^[1]。分析评估太阳能资源状况, 是开发利用太阳能的基础。由于我国的太阳能总辐射观测站较少, 很多学者曾利用气候学计算方法对无测站地区太阳总辐射进行计算和分布特征分析^[2-4], 但与直接使用观测资料相比, 该法误差较大^[5], 计算结果不准确。大连市自 1963 年开始进行太阳能总辐射观测, 拥有 1970 年 3 月之后较连续的观测资料。故笔者利用总辐射和日照时数等观测资料对大连市的太阳能资源进行分析评估, 以了解大连太阳能资源状况, 为合理开发利用大连太阳能资源提供依据。

1 资料来源及处理

1.1 资料来源 文中所用的总辐射资料, 由大连总辐射日值资料统计加工而得。其中 1971~2000 年资料来源于中国气象局气象信息中心气候资料室, 2001~2004 年资料来源于大连气象档案馆。大连市从 1963 年开始有总辐射观测资料, 由于 1963 年后有几年资料中断, 连续资料始于 1970 年 3 月 1 日, 而自 2005 年大连开始采用自动总辐射观测, 为保证资料的连续性和分析方便, 笔者选取 1971~2004 年的辐射资料。我国在 1981 年之前使用的是国际直接日射表标尺 (IPS), 1981 年 1 月 1 日开始使用世界辐射测量基准 (WRR), 两者关系为:

$$\frac{WRR}{IPS} = 1.022$$

文中使用的资料已对 1981 年 1 月 1 日以前的资料作了系数订正, 对不同时期单位也都进行了换算, 将单位统一为 MJ/m²。

1.2 缺测资料处理方法 采用均值订正法对月总辐射值有

缺测的月份进行插补, 即月总量 = 月平均 × 该月全部天数 (该月应有天数)。多年月平均总辐射值采用实有年进行统计, 即月平均 = 实际总和 / 实际观测天数 (缺测天数除外), 34 年中最多缺测 2 年。月总辐射缺测的年份涉及 1971、1980、1996 年。

2 太阳能资源评估

2.1 太阳能资源分布特征

2.1.1 年际分布特征。 太阳能一般以总辐射量来表示^[6], 对大连 1971~2004 年太阳总辐射资料进行分析 (图 1) 表明, 大连多年平均总辐射量为 4 996.30 MJ/(m²·a), 根据太阳能资源丰富程度等级评估标准 (表 1), 大连属于资源丰富区, 34 年中有 12 年总辐射超过平均值, 其中有 10 年总辐射值达到资源很丰富的年总辐射评估标准, 它们分别是 1971、1972、1988、1989、1991、1992、1994、1997、2001、2002 年; 所有年份的总辐射值均超过了资源丰富的评估标准, 最大值出现在 1997 年 [为 6 965.54 MJ/(m²·a)], 最小值出现在 1985 年, [为 4 418.37 MJ/(m²·a)]。从线性趋势看, 大连市太阳总辐射略有增加趋势, 与大连市 34 年的日照线性变化趋势相反 (图 2)。

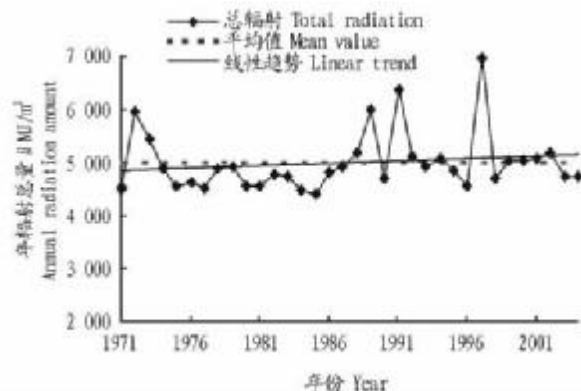


图 1 1971~2004 年大连市总辐射年总量变化

Fig. 1 Annual variations of global solar radiation in Dalian City from 1971 to 2004

2.1.2 月季分布特征。 图 3 为大连市 1971~2004 年月平均总辐射与月平均日照时数分布情况。图 3 表明, 总辐射的

基金项目 大连市科技局科学技术研究计划项目 (2006E21SF083)。
作者简介 宋军 (1967 -), 女, 辽宁大连人, 在读硕士, 工程师, 从事气候资料分析研究。
收稿日期 2008-12-31

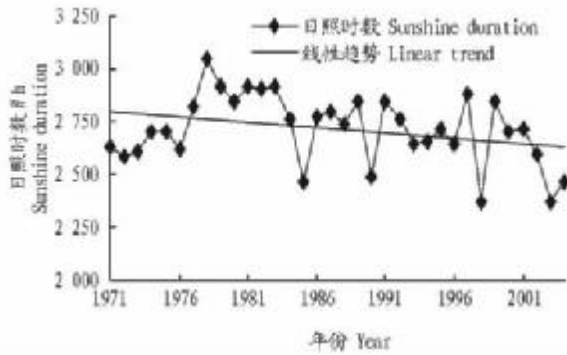


图 2 1971~2004 年大连市年日照时数变化

Fig.2 Annual variations of sunshine duration in Dalian City from 1971 to 2004

表 1 太阳能资源丰富程度等级

Table 1 Richness grade of solar energy resources

等级	太阳总辐射年总量//MJ/(m ² ·a)	资源丰富程度
Grade	Annual global solar radiation	Extent
1	6 300	资源最丰富
2	5 040~6 300	资源很丰富
3	3 780~5 040	资源丰富
4	<3 780	资源一般

月季分布为单峰型,最大值出现在汛期前的 5 月份(其值为 629.36 MJ/m²),延峰顶向两边减少(6 月次之,4、7、8 月也较多),最小值出现在 12 月(其值为 194.62 MJ/m²);就季节而言,由多到少的季节为春、夏、秋、冬,季节变化较大,春季总辐射量是冬季的 2 倍以上,夏季仅次于春季。多年月平均日照时数最大出现在 5 月份(为 276.6 h),最小值出现在 11 月(为 181.4 h);由多到少季节次序依次为春、夏、秋、冬。在月季分布上,日照时数分布与总辐射分布基本一致。

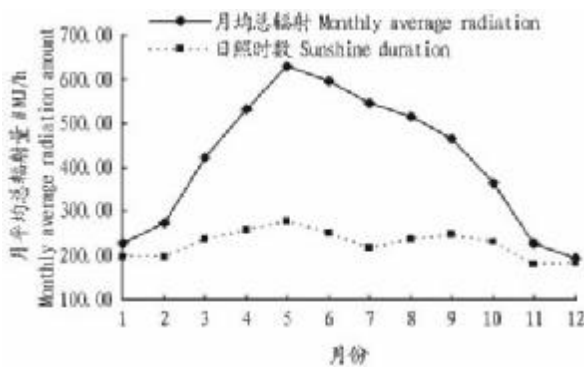


图 3 大连多年月平均总辐射、日照时数分布

Fig.3 Distribution of monthly global solar radiation and sunshine duration in Dalian City

2.1.3 日分布特征。因时值资料没有信息化,仅以 2003 年大连市太阳能日分布为例,进行说明。图 4 表明,大连市总辐射时平均值近似于正态分布,最大值出现在正午 11:00~13:00 时,依次向两边减少。

2.2 太阳能资源利用价值评估 通常认为,每天日照时间低于 6 h,太阳能利用价值不大^[6]。故笔者利用各月日照时数 > 6 h 的天数为指标,反映太阳能资源的利用价值。统计发现,大连一年中每天日照时数 ≥ 6 h 的天数为 226~293 d,1971~2004 年 34 年平均天数为 259 d,日照时数 ≥ 6 h 且

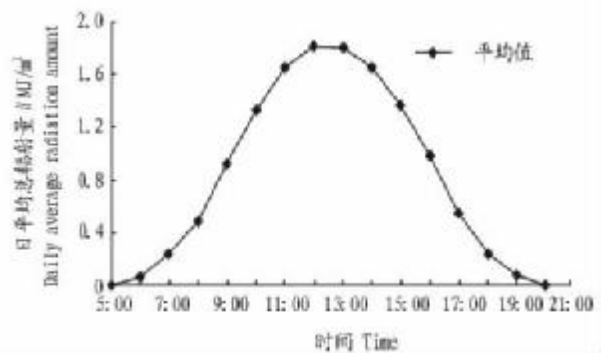


图 4 2003 年大连总辐射逐时分布情况

Fig.4 Hourly changing of global solar radiation of Dalian City in 2003

月平均气温 ≥ 10 °C 的天数为 200~300 d,属于太阳能可利用区域。

2.3 太阳能资源稳定程度评估 太阳能资源稳定程度用 1 年中各月日照时数 > 6 h 的天数最大值与最小值的比值表示^[1],可以反映当地太阳能资源全年变幅。比值越小,说明太阳能资源全年变化越稳定,就越利于太阳能资源的利用(表 2)。

太阳能资源稳定程度计算公式如下:

$$K = \frac{\max(Day_1, Day_2 \Delta Day_{12})}{\min(Day_1, Day_2 \Delta Day_{12})} \quad (1)$$

式中, K 为太阳能资源稳定程度指标,无量纲数; Day₁, Day₂ Δ Day₁₂ 为 1 至 12 月各月日照时数 > 6 h 天数, d; max() 为求最大值的标准函数; min() 为求最小值的标准函数。

利用大连历年各月日照时数 > 6 h 天数的平均值进行分析发现,大连市各月日照时数 > 6 h 的天数最大值出现在 4 月(34 年平均为 24 d),最小值出现在 11 月(34 年平均为 19 d),最大与最小值间仅相差 5 d, K 值约为 1.3,说明大连的太阳能资源比较稳定,适于进行太阳能资源的开发利用。

表 2 太阳能资源稳定程度等级

Table 2 Steady grade of solar energy resources

太阳能资源稳定程度指标	稳定程度
Solar energy resources stability indicator	Stability degree
<2	稳定
2~4	较稳定
>4	不稳定

3 小结

(1) 从太阳能历年变化来看,大连太阳能资源的变化趋势不明显,有微弱的上升趋势;太阳能的季节变化较大,春夏季较大,秋季次之,冬季最小。日变化明显,最大值集中在 11:00~13:00。

(2) 大连市属于太阳能资源丰富区,且太阳能资源稳定,在资源短缺的当前,应重点对当地的清洁能源太阳能进行合理的开发利用。

参考文献

[1] 温敏, 张人禾, 杨振斌, 气候资源的合理开发利用, 地球科学进展 [J]. 2004, 19 (6): 896-902.
 [2] 刘新安, 范辽生, 王艳华, 等. 辽宁省太阳辐射的计算方法及其分布特征 [J]. 资源科学, 2002, 24 (1): 82-87.

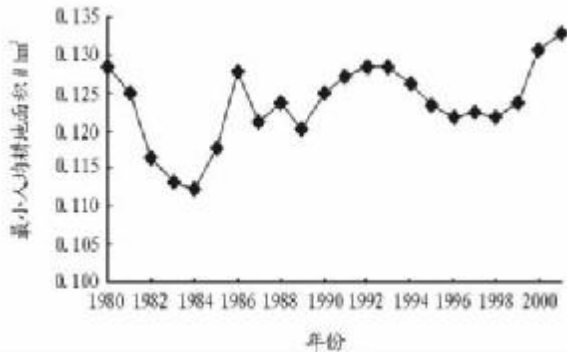


图1 福建省1980~2000年最小人均耕地面积变化图

从1963年起,各种主要粮食作物的单产都有较大提高。福建稻谷产量从1963年的2 325 kg/hm²上升到2001年的6 002 kg/hm²,为原来的2.58倍。建国以来,全省各地开展了单改双、间改连、旱改水等一系列耕作制度改革以及中低产田改造,使耕地利用率和生产率有了较大的提高。从1987年起,全省耕地复种指数就达到200.0%以上,20世纪90年代后期均在230.0%以上,最高达242.5%,2001年全省复种指数达到236.0%。

而与此相反,福建耕地面积主要呈下降趋势。2001年福建耕地面积为117.263 3 × 10⁴ hm² [7],较1956年减少31.53 × 10⁴ hm²,年均递减7 006.67 hm²,年均递减率为0.53%。福建耕地面积比上一年增加的年份仅有11 a,占24.4%,主要为1950~1956年及1962~1964年两个时期,其余时期绝大部分处于不断减小的状态。1978年以后是福建经济进入工业化初期并获得高速增长阶段,耕地几乎是持续减少,其间无大的波动(表1、图1~3)。



图2 福建省1980~2000年耕地压力指数变化

从上述分析来看,福建省在耕地面积不断减少的同时,

粮食产量、主要粮食单产和复种指数不断提高,最小人均耕地面积并无多大变化,表明耕地生产力是影响福建最小人均耕地面积的主导因素,耕地生产力和实际人均耕地面积是耕地压力指数增加的主导因素。

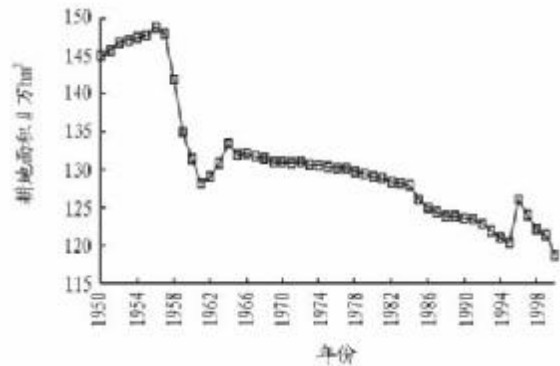


图3 福建省1950~2000年耕地面积变化

4 结论

耕地压力指数给出了耕地保护的阈值,可作为耕地保护的调控指标。不同时空截面上的耕地压力指数大小反映了此时此处耕地资源所承受的压力水平。而实际人均耕地面积仅仅反映耕地数量与人口数量的对比关系,并未涉及耕地生产力、人均粮食消费水平和粮食自给率等关键因素。因此,学术界和决策界应从仅关注实际人均耕地面积转向同时关注实际人均耕地面积和最小人均耕地面积这个更为科学的指标 [4]。

保护一定量的耕地资源数量,保证粮食安全是耕地保护的最基本要求,我国经济建设用地需求旺盛,耕地日益减少的趋势仍然不能逆转,如何有效的控制耕地的流失是当前土地管理的关键问题之一。因此,为了实现耕地资源的可持续利用,必须站在粮食安全的高度,看待耕地的保护问题 [1]。

参考文献

[1] 赵其国,周生路,吴绍华,等.中国耕地资源变化及其可持续利用与保护对策[J].土壤学报,2006,43(4):662-672.
 [2] 陈百明,周小萍.全国及区域性人均耕地阈值的探讨[J].自然资源学报,2002,17(5):622-628.
 [3] 黄广宇,蔡运龙.福建省耕地资源态势与粮食安全对策[J].资源科学,2002,24(1):45-50.
 [4] 蔡运龙,傅泽强,戴尔阜.区域最小人均耕地面积与耕地资源调控[J].地理学报,2002,57(2):127-134.
 [5] 陈百明,周小萍.全国及区域性人均耕地阈值的探讨[J].自然资源学报,2002,17(5):622-628.
 [6] 宋乃平,陈忠祥.地貌与土地利用关系之探讨[J].宁夏大学学报:自然科学版,1993,14(3):27-31.
 [7] 福建省统计局.福建统计年鉴[Z].北京:中国统计出版社,1979-2002.

(上接第3667页)

[3] 杜尧东,毛慧琴,刘爱君,等.广东省太阳总辐射的气候学计算及其分布特征[J].资源科学,2003,25(6):66-70.
 [4] 张运林,秦伯强,陈伟民,等.太湖无锡地区太阳总辐射的气候学计算

及特征分析[J].应用气象学报,2003,14(3):340-346.
 [5] 高绍凤,陈万隆,朱超群,等.应用气候学[M].北京:气象出版社,2001.
 [6] 刘海山,林仲平,林碧珍.福州市太阳能资源分析[J].福建气象,2007(5):29-31.