

巴州太阳能资源状况研究

宋建新^{1,2}, 吴华峰¹, 胡卫¹, 刘润藻¹, 梁汀^{1,2}, 李士琦¹

1. 北京科技大学冶金与生态工程学院, 北京 100083

2. 新疆巴音郭楞蒙古自治州计委, 库尔勒 841000

[摘要] 对新疆巴音郭楞蒙古自治州(简称巴州)的太阳能资源分布状况和利用现状进行了较为详细的调查和研究,得到了巴州日照和太阳能辐射情况。在此基础上,对巴州常规能源与太阳能进行了比较,结果显示:巴州太阳能十分丰富,远大于其常规能源的总储量。

[关键词] 新疆巴州;太阳能资源;太阳能利用

[中图分类号] X382

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)05-0021-04

A Study on Xinjiang Bazhou Solar Energy Resources

SONG Jianxin^{1,2}, WU Huafeng¹, HU Wei¹, LIU Runzao¹, LIANG Ting^{1,2}, LI Shiqi¹

1. School of Metallurgical and Ecological Engineering, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083, China

2. Planning Commission of Ba Yin Guo Leng Mongolia Autonomous Prefecture 841000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Abstract: The solar energy resources of Ba Yin Guo Leng Mongolia Autonomous prefecture in Xinjiang Uygur Autonomous Region are analysed in this paper. Comparing the conventional energy and solar energy, it is shown that Bazhou is abundant in the solar energy resources, which is much richer than the fossil energy.

Key Words: Bazhou in Xinjiang province; solar energy resources; utilization of solar energy

CLC Number: X382

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)05-0021-04

0 引言

新疆巴音郭楞蒙古自治州(简称巴州)位于天山南麓,总面积约 48.27 万 km²,约占全国面积的 1/20。现辖库尔勒市和若羌等一市八县(表 1,图 1)。巴州地域广阔,地形地貌复杂,石油、天然气资源丰富,是我国重要的能源基地。

中国的能源消费总量已接近 20 亿 tce, 占世界能源消费总量的 10%以上,居世界第 2 位。中国的人均能源消费水平仍然很低,人均商品能源消费量仅为世界平均水平的 42%。中国还是世界上迄今尚未完成能源结构优质化的国家之一:煤炭消费占一次能源消费的 2/3;能源消费产生的污染物造成了严重的城市大气污染;温室气体排放量占全世界总排放量的 10%以上,居世界第 2^[1-2]。

表 1 巴州所辖各县市
Table 1 The counties of Bazhou

地区	面积/km ²
库尔勒市	7 116.9
尉犁县	59 526
焉耆县	2 570.88
和硕县	12 892
和静县	36 976
轮台县	14 789
若羌县	208 200
且末县	140 250

注:博湖县数据未列表内。

收稿日期: 2007-01-23

作者简介: 宋建新,男,北京海淀区学院路 30 号北京科技大学冶金与生态工程学院,博士研究生,主要研究方向为钢铁冶金;

E-mail: liangting7353@126.com

李士琦(通讯作者),男,北京海淀区学院路 30 号北京科技大学冶金与生态工程学院,教授,主要研究方向为系统工程、钢铁冶金;E-mail: lishiqi@metall.ustb.edu.cn



图1 新疆巴州地图

Fig. 1 A map of Bazhou, Xinjiang

能源的可持续发展既要解决人口高度密集、人均资源相对匮乏、自然生态环境比较脆弱等问题,又要实现经济的持续稳定发展。为了巴州经济的远景发展,特别是不仅仅将巴州建设成为我国化石能源的基地,更要建设成为清洁能源的基地,受巴州政府委托,本课题组开展了“巴州非常规能源状况”的研究。

1 研究方案和数据构成

1.1 研究方案和研究过程

本课题的研究方案和研究过程见图2。

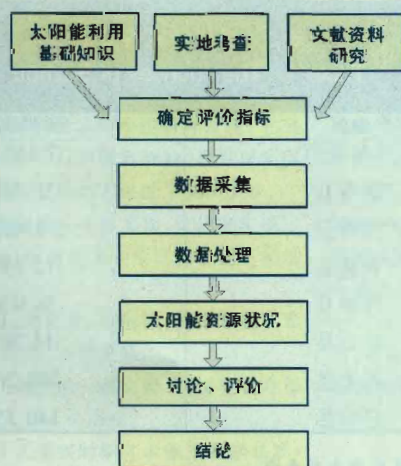


图2 研究方案和研究过程

Fig. 2 The flow chart of the research

1.2 资料和数据

2005年7月至10月,本课题组在巴州计委的协调帮助下,对巴州非常规能源资源状况进行了系统的实地考察和资料的收集、整理。主要包括以下内容。

1) 巴州1995-2004年10年间的气象数据:最高气温、最低气温、降水情况、日照情况、沙尘暴情况、气压情况、水气压情况、平均风速、极大风速和雷暴日。

2) 巴州2000-2006年7年间的农村经济发展各指标数据:种植业、林果业、畜牧业、渔业。

3) 巴州2003-2006年各县市沼气建设情况。

1.3 数据处理的原则和方法

太阳辐射采用半理论半经验公式

$$H' = H(a + bs_1) \quad (1)$$

式中, H' 为到达地表水平面太阳辐射能量; H 为理想辐射(水平表面); a, b 为回归系数; s_1 为日照百分率。

大气光学质量为 m 时的理想大气太阳辐射为

$$Q_i = \int_0^\infty S_{0,\lambda} \bar{P}_{\lambda,0}^m \bar{P}_{\lambda,F}^m d\lambda - \varphi(m) \quad (2)$$

式中, Q_i 为理想大气辐射; $S_{0,\lambda}$ 为波长为 λ 时的太阳常数; $\bar{P}_{\lambda,0}$ 为臭氧的光谱透光度; $\bar{P}_{\lambda,F}$ 为分子散射的光谱透光度; $\varphi(m)$ 为考虑其他气体选择性吸收的订正值。

为了用于离散计算,式(2)可以改写为

$$Q_i = \sum_{\Delta\lambda=1}^n \bar{S}_{0,\Delta\lambda} \bar{P}_{\Delta\lambda,0}^m \bar{P}_{\Delta\lambda,F}^m - \varphi(m) \quad (3)$$

根据式(3)计算理想大气辐射,其步骤如下。

1) 确定计算地区的经度、纬度,并且计算日出日落时角。

$$\omega_0 = \arccos(-\tan\varphi \tan\delta) \quad (4)$$

式中, ω 为太阳时角, φ 为地理纬度, δ 为太阳赤纬。

2) 从1月1日起,取1 min为计算时间间隔,从日出开始,每隔1 min计算一次太阳高度角。

$$\sin h = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\omega \quad (5)$$

式中, h 为太阳高度角。

3) 求不同时刻的大气光学质量 m 。

当 $h \geq 20^\circ$ 时, 大气光学质量 m 近似等于太阳高度角正弦的倒数,用下式计算:

$$m = \frac{1}{\sin h} = \frac{1}{\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\omega} \quad (6)$$

当 $h < 20^\circ$ 时,用下式计算

$$m = \frac{1}{\sin h} = \frac{1}{\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\omega} \quad (7)$$

4) $\varphi(m)$ 是 $m=1, 2, \dots, 10$ 时的值,可利用国际标准辐射表查找。

水平表面理想大气辐射值是根据垂直入射表面每分钟(或其他间隔时间)的理想表面辐射 Q_i ,乘以该时刻太阳高度角的正弦,即

$$H = Q_i \sin h = \sum_{\Delta\lambda=1}^n \left[\bar{S}_{0,\Delta\lambda} \bar{P}_{\Delta\lambda,0}^m \bar{P}_{\Delta\lambda,F}^m - \varphi(m) \right] \sin h \quad (8)$$

2 巴州地区的日照时数

巴州各地区2002年的日照小时数均在2500 h以

上,属于太阳能资源次丰带。库尔勒、若羌、焉耆三县市的1995-2004年10年间的平均年日照小时数分别为:2 749 h,2 953 h,2 951 h^[3-4]。

巴州2002年按月份平均的日照小时数分布,如图3所示。可以看出巴州日照全年比较均匀,峰值出现在5月,6月,全年日照时数大于200 h的月份占到2/3,有利于太阳能资源的采集开发。

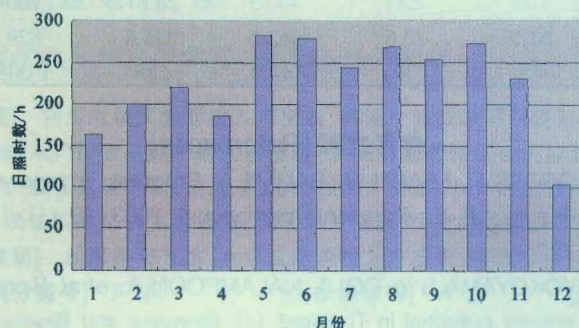


图3 巴州2002年日照分布

Fig. 3 Distribution of Bazhou sunshine in 2002

3 巴州太阳辐射情况

太阳总辐射是指水平面上单位时间、单位面积上接收到的太阳辐射,它包括直接辐射和散射辐射两部分^[5-7]。

巴州太阳能资源丰富,单位面积上年太阳总辐射量为5 752~6 287 MJ/m²,年平均值为6 023 MJ/m²,属于太阳能资源较富带,比同纬度的华北地区偏多。各县太阳能总辐射分布情况见表3,峰值出现在焉耆县和若羌县,分别为6 119 MJ/m²和6 287 MJ/m²。

太阳能总辐射按月的分布规律,各地的最大值均出现在5-8月,这4个月的太阳能总辐射占全年的48.2%;低谷是12月份,12月至次年4月的8个月总辐射占全年的40.2%。

4 巴州太阳能利用现状

巴州太阳能利用形式有4种^[7-9]:太阳灶、太阳能热水器、太阳能采暖房和光伏电池。

4.1 太阳灶

1) 类型:水泥薄壳,塑料碟形灶,抛物柱面太阳能烤馕灶,多功能灶。

2) 目前存在的问题:反光材料寿命太短,玻璃镜片容易破碎,更换不易;缺少行业标准。

4.2 太阳能热水器

1) 类型:铝翼式,扁盒式,家用闷晒式,管板式,真空管式。

2) 目前存在的问题:管理不善,缺乏维护、保养而影响热水系统的正常运行和使用寿命。

4.3 太阳能采暖房

1) 类型:被动式太阳能采暖房,太阳能温室。

2) 目前存在的问题:太阳房还没有成熟的标准设计,没有引起设计建筑部门的重视。

4.4 光伏电池

1) 类型:单晶硅光伏电池;多晶硅光伏电池;非晶硅光伏电池。

2) 目前存在的问题:成本和售价较高;非晶电池质量不稳定、老化和衰减较快;太阳电池的应用中还存在着蓄电池的选择、合理匹配以及寿命和维护问题。

5 分析讨论

巴州太阳能资源十分丰富(表3,图4),全境年太阳辐射总能量为1 000亿 tce,折合电量为820万亿度。其中以若羌、且末两县最多,分别占有44%和约29%。

巴州太阳能资源丰富,但是分布不均匀,应该有重点、有步骤地开发^[8-9]。若羌、且末两地的太阳能资源最具开发潜力。巴州的石化能源储量虽居国内先进水平,

表2 巴州太阳能资源总辐射分布表(单位: MJ/m²)Table 2 Distribution of Bazhou solar energy resources (unit: MJ/m²)

地区 月份	库尔勒市	尉犁县	焉耆县	和硕县	和静县	轮台县	若羌县	且末县
1月	267.7	272.6	263.7	264.0	259.7	265.4	288.4	290.8
2月	333.2	335.3	341.1	341.9	334.1	325.7	355.5	347.9
3月	471.5	471.8	487.5	489.6	484.4	450.4	499.9	486.0
4月	566.7	558.5	595.2	598.5	588.0	528.6	577.7	562.5
5月	710.9	707.8	739.8	732.5	724.3	673.7	712.0	665.2
6月	726.2	726.7	741.4	739.8	726.8	691.2	741.0	674.1
7月	724.4	727.5	744.7	737.9	727.0	701.4	735.8	685.0
8月	671.0	667.3	683.4	669.7	667.8	645.7	684.8	658.7
9月	545.6	546.0	558.6	548.4	544.1	528.5	586.4	566.6
10月	430.4	434.9	439.6	434.5	375.5	418.3	493.3	475.6
11月	294.4	299.4	298.1	294.9	293.7	289.6	339.7	339.7
12月	235.9	240.3	225.6	231.3	228.9	233.1	272.1	268.7
合计	5 977.9	5 988.1	6 118.7	6 083	5 954.3	5 751.6	6 286.6	6 020.8

表3 巴州太阳能资源总辐照汇总表
Table 3 Summary of Bazhou solar energy resources

地区	库尔勒市	尉犁县	焉耆县	和硕县	和静县	轮台县	若羌县	且末县	合计
面积/km ²	7 116.9	59 526	2 570.88	12 892	36 976	14 789	208 200	140 250	482 320.78
太阳辐射/MJ·m ⁻²	5 977.9	5 988.1	6 118.7	6 083	5 954.3	5 751.6	6 286.6	6 020.8	48 181
总辐射/10 ¹⁰ J·a ⁻¹	4.25	35.64	1.57	7.84	22.02	8.51	130.89	84.44	295.16
所占比例/%	1.44	12.07	0.53	2.66	7.46	2.88	44.35	28.61	100
折算为电/万亿度	11.8	99	4.4	21.8	61.2	23.6	363.6	234.6	820
折算为标煤/亿t	15	122	5.3	27	75	29	447	288	1 008

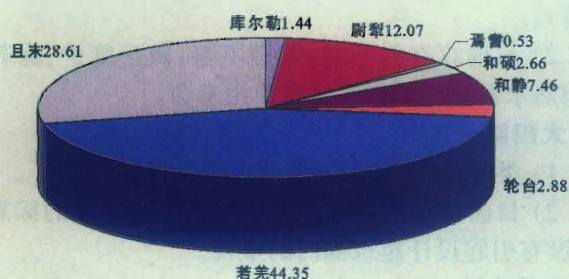


图4 巴州各县市太阳能资源比例图
Fig. 4 The distribution of solar energy resources in counties

相比之下,已探明的石化能源的储量总计折合约 300 亿 tce,但尚不足每年太阳能资源的 30%(表4)。

表4 巴州化石能源与太阳能对比
Table 4 Comparison of the fossil energy and the solar energy in Bzahou

能源	储量	折合电 /万亿度	折合标煤 /亿t	总计 /亿 tce
煤炭	10/亿 t	5.8	7.14	
石油	108/亿 t	125	154	272
天然气	83 000/亿 m ³	89.8	110.4	
太阳能 (每年)	48 181/MJ·m ⁻²	820	1 008	1 008

6 结论

1) 巴州太阳能资源十分丰富,利用太阳能最有利的季节是夏、秋两季。

2) 巴州在太阳能热水器和太阳能光电源领域发展比较迅速,但是由于技术、财政等问题,利用程度还不高,部分太阳能利用领域没有形成成熟的产业标准。

3) 太阳能利用的深远意义不能仅根据目前单纯经济效益来概括,应当从社会的发展和人类的未来看待能源新技术的发展。

4) 应该结合巴州的实际情况,坚持“因地制宜”,加大太阳能利用的力度。建议有关部门在财政、税收等方面给予必要的扶持,与先进国家进行太阳能利用的技术交流,增强巴州太阳能利用能力。

参考文献 (References)

- [1] GROSS R, LEACH M, BAUEN A. Progress in renewable energy [J]. Environment International, 2003, 29 (1): 105-122.
- [2] YOKOYAMA S Y, OGI T, NALAMPOON A, et al. Biomass energy potential in Thailand [J]. Biomass and Bioenergy, 2000, 18(5): 405-410.
- [3] 吕绍勤. 新疆能源手册 [M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1995: 319-343.
LV Shaoqin. Xinjiang energy handbook [M]. Urumqi: Xinjiang People's Press, 1995: 319-343.
- [4] 吕绍勤, 张华, 冯刚. 新疆太阳能资源及经济评价 [M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1991.
LV Shaoqin, ZHANG Hua, FENG Gang. Xinjiang solar energy resources and economic evaluation [M]. Urumqi: Xinjiang People's Press, 1991.
- [5] 房剑, 彭振林, 等. 太阳总辐射气候学计算及其特征分析[J]. 辽宁气象, 2004: 25-27.
FANG Jian, PENG Zhenlin, et al. Calculation and characteristic analysis of solar gross radialization climatology [J]. Liaoning Meteorological Quarterly, 2004: 25-27.
- [6] 夏日. 新疆能源[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1983.
XIA Ri. Xinjiang energy [M]. Urumqi: Xinjiang People's Press, 1983.
- [7] 王炳忠. 太阳能辐射资源[M]//太阳能应用. 北京: 人民教育出版社, 1995: 27-53.
WANG Bingzhong. Solar energy radialization application of solar energy [M] //Application of solar energy. Beijing: People's Education Press, 1995: 27-53.
- [8] 朱亚杰, 李锦堂. 太阳能与可再生能源 [J]. 太阳能, 1995(4): 2-6.
ZHU Yajie, Li Jintang. Solar energy and reproducible energy[J]. Solar Energy, 1995(4): 2-6.
- [9] 朱俊全. 中国新能源和可再生能源发展状况[J]. 可再生能源, 2003(2): 3-8.
ZHU Junsheng. Development of China new energy and reproducible energy[J]. Reproducible Energy, 2003(2): 3-8.

(责任编辑 代丽)