

# 泰州大桥施工营地太阳能利用综合效益分析

丁志群<sup>1</sup>, 徐俊<sup>2</sup>, 李明<sup>2</sup>

(1. 江苏省长江公路大桥建设指挥部, 江苏泰州 225321; 2. 南京展盟环保科技有限公司, 南京 210018)

[摘要] 以泰州大桥北塔、北锚施工营地为对象, 从粉尘、SO<sub>2</sub> 排放以及能源消耗等方面, 分析了太阳能利用相比于普通燃煤锅炉对环境的影响, 发现太阳能利用能明显地改善营地的环境。

[关键词] 泰州大桥施工营地; 太阳能; 综合效益(环境效益、经济效益)

[中图分类号] TK519 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2010)04-0100-74

## 1 前言

太阳能是一种清洁、高效和永不衰竭的新能源。它资源丰富, 既可免费使用, 又无需运输, 对环境无任何污染, 为人类创造了一种新的生活形态, 使社会及人类进入一个节约能源减少污染的时代。在新世纪中, 各国政府都将太阳能资源利用作为国家可持续发展战略的重要内容。太阳能集热器及光伏发电等具有安全可靠、无噪声、无污染、制约少、故障率低、维护简便等优点, 对于具有地形多样和居住偏远特点的建筑施工营地有着非常独特的作用。在泰州长江公路大桥的建设中, 很多方面正是利用了太阳能的这些独特作用发挥了很大的经济、环保和社会效益, 为工程建设节省了大量的资源和能源, 并很大程度上减少了污染保护了环境, 为建设和谐社会树立了榜样。

## 2 营地概况

泰州大桥位于江苏省的泰州市和镇江、常州市之间, 东距江阴长江公路大桥 57 km, 西距润扬长江公路大桥 66 km。泰州大桥北塔、北锚营地位于泰州市高港区口岸镇沿江地带。营地前有人工湖, 湖水清洁, 伴有人工喷泉。宿舍区整洁卫生, 绿草鲜花点缀其中, 生活环境非常好。营地使用太阳能新型能源, 节省用电, 环保经济。图 1~图 4 分别为营地

宿舍、人工湖、太阳能方阵和营地平面图。



图 1 施工营地照片

Fig. 1 Photo of construction camp



图 2 人工湖

Fig. 2 The artificial lake

[收稿日期] 2010-01-06

[作者简介] 丁志群(1975-), 男, 江苏泰州市人, 工程师, 主要研究方向为特大型交通工程项目建设管理; E-mail: rydzq@126.com



图3 太阳能热水器  
Fig.3 The solar water heater

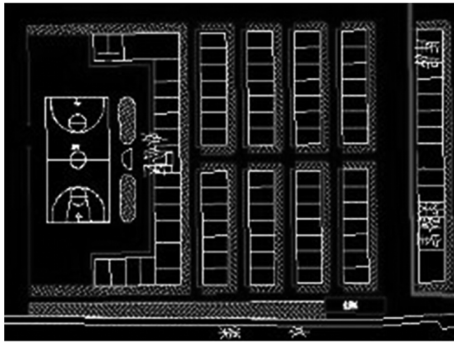


图4 营区平面布置图  
Fig.4 The plane figure of construction camp

### 3 用水量分析

北塔、北锚施工营地共 400 余名员工(女职工 30 名)常驻泰州,其中项目部管理人员 98 人,作业队 300 人。根据《建筑给水排水设计规范(GB50015-2003)》<sup>[1]</sup>,施工期每人每天生活用水 150 L,其中需要用热水 40~60 L。取男职工 40 L/d,女职工 60 L/d,这样推算每天需用热水  $370 \times 40 \text{ L} \times 1 \text{ kg/L} + 30 \times 60 \text{ L} \times 1 \text{ kg/L} = 16.6 \text{ t}$ 。实际用水情况,可以参见彭城晚报调查表(见表 1)。

表 1 居民生活人均日用水量调查统计表

Table 1 Daily water consumption of residents per capita  
L/(人·d)

| 分类 | 拘谨型   | 节约型 | 一般型 |
|----|-------|-----|-----|
| 冲厕 | 10    | 15  | 20  |
| 淋浴 | 30    | 30  | 48  |
| 洗衣 | 35    | 40  | 52  |
| 厨用 | 21    | 25  | 29  |
| 饮用 | 1.8   | 2   | 3   |
| 浇花 | 2     | 3   | 8   |
| 卫生 | 2     | 3   | 8   |
| 合计 | 101.8 | 118 | 168 |

## 4 效益对比

选取燃煤锅炉,电锅炉以及太阳能热水器三者,对其环境效益以及经济效益做类比,研究各能源的优缺点。

### 4.1 使用燃煤锅炉所产生的主要污染物

#### 4.1.1 粉尘污染

粉尘是指粒径  $1 \sim 75 \mu\text{m}$  的颗粒物,主要来自烧煤。《粉体加工技术》中提到:“大气中  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  和  $\text{CO}$  等污染物的含量与人类死亡率并没有紧密的联系,而可吸入颗粒物则成为导致人类死亡率上升的主要原因<sup>[2]</sup>。”在我国各大城市的污染物监测中发现,总悬浮颗粒物(TSP) 70% 以上的来源是燃烧过程,目前我国工业锅炉每年的烟尘排放量约  $6 \sim 8 \text{ Mt}$ ,占全国烟尘总排放量的 33%~35%,可见减少锅炉燃烧烟尘排放对改善大气质量有着举足轻重的作用。

#### 4.1.2 $\text{SO}_2$ 污染

$\text{SO}_2$  是无色有刺激性气味的有毒气体,密度比空气大,易液化(沸点是  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ ),易溶于水(常温常压下一体积水能溶解 40 体积的  $\text{SO}_2$ ),易被湿润的黏膜表面吸收生成亚硫酸、硫酸。对眼及呼吸道黏膜有强烈的刺激作用。大量吸入可引起肺水肿、喉水肿、声带痉挛而致窒息。急性中毒:轻度中毒时,发生流泪、畏光、咳嗽、咽喉灼痛等;严重中毒可在数小时内发生肺水肿;极高浓度吸入可引起反射性声门痉挛而致窒息。皮肤或眼接触发生炎症或灼伤。慢性影响:长期低浓度接触可有头痛、头昏、乏力等全身症状以及慢性鼻炎、咽喉炎、支气管炎、嗅觉及味觉减退等。少数工人有牙齿酸蚀症。

#### 4.1.3 氮氧化物污染

$\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  等氮氧化物是常见的大气污染物质,能刺激呼吸器官,引起急性和慢性中毒,影响和危害人体健康。氮氧化物中的  $\text{NO}_2$  毒性最大,它比  $\text{NO}$  毒性高 4~5 倍。大气中氮氧化物主要来自汽车废气以及煤和石油燃烧的废气。氮氧化物主要对呼吸器官有刺激作用。由于氮氧化物较难溶于水,因而能侵入呼吸道深部细支气管及肺泡,并缓慢地溶于肺泡表面的水分中,形成亚硝酸、硝酸,对肺组织产生强烈的刺激及腐蚀作用,引起肺水肿。

#### 4.1.4 $\text{CO}_2$ 污染

$\text{CO}_2$  通常是一种气体,在低温高压下,可收缩成液体。无味、无色、无毒,是看不见摸不着的气体。

CO<sub>2</sub> 危害主要是温室效应。由环境污染引起的温室效应是指地球表面变热的现象。它会带来以下几种严重恶果:

- 1) 地球上的病虫害增加;
- 2) 海平面上升;
- 3) 气候反常,海洋风暴增多;
- 4) 土地干旱,沙漠化面积增大。

科学家预测,如果地球表面温度按现在的速度继续升高,到 2050 年全球温度将上升 2~4 °C,南北极地冰山将大幅度融化,导致海平面大大上升,一些岛屿国家和沿海城市将淹没于水中,其中包括几个著名的国际大城市:纽约,上海,东京和悉尼。

## 4.2 环境效益

### 4.2.1 燃煤锅炉环境效益

一般来说煤炭燃烧值是  $3.4 \times 10^7$  J/kg,煤的燃烧率为 40%,水的比热是  $4.2 \times 10^3$  J/(kg·°C)(即 1 kg 的水温度升高 1 °C 需要 4 200 J 的热量)。那么 1 t 水从 20 °C 升高到 80 °C 需要热量  $1\ 000\ \text{kg} \times 4\ 200\ \text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times (80\ ^\circ\text{C} - 20\ ^\circ\text{C}) = 2.52 \times 10^8$  J,要用的煤炭

$$\frac{2.52 \times 10^8\ \text{J}}{3.4 \times 10^7\ \text{J}/\text{kg} \times 0.4} \approx 18.529\ \text{kg} \quad (1)$$

则根据之前计算的每日营地用水量,可以推算出北塔、北锚营地若采用燃煤锅炉则每年需要燃煤:

$$\frac{18.529 \times 16.6\ \text{t}/\text{d} \times 365\ \text{d}}{1\ 000} \approx 112\ \text{t} \quad (2)$$

根据《锅炉大气污染物排放标准(GB13271-2001)》<sup>[3]</sup>,当燃煤(散煤)锅炉(含手烧锅炉) < 1 t 时,污染物排放量核算如下:烟尘约 23 kg/t;SO<sub>2</sub> 约 16 kg/t;氮氧化物约 10.1 kg/t;CO<sub>2</sub> 约 2 600 kg/t。表 2 为使用燃煤锅炉的污染物排放情况。

表 2 使用燃煤锅炉的污染物排放表

Table 2 Contamination emissions of coal-fired boiler utilization

| 污染物             | 每吨煤<br>排放量/(kg·t <sup>-1</sup> ) | 每年<br>耗煤量/t | 年排<br>放量/t |
|-----------------|----------------------------------|-------------|------------|
| 烟尘              | 23                               | 112         | 2.6        |
| SO <sub>2</sub> | 16                               | 112         | 1.8        |
| 氮氧化物            | 10.1                             | 112         | 1.13       |
| CO <sub>2</sub> | 2.6                              | 112         | 292.2      |

### 4.2.2 电锅炉

电锅炉只消耗电能,并不会对外排放任何污染物。

### 4.2.3 太阳能热水器

利用太阳能有 3 个途径:光热转换,光电转换以及光化转换。

光热转换即依靠各种集热器把太阳能收集起来,用收集到的热能为人类服务,泰州大桥北塔、北锚施工营地洗澡用水正属于这种利用;光电转换即将太阳能转换成电能,泰州大桥北塔、北锚施工现场信号灯的供电采用即为此种途径;光化转换即先将太阳能转换成化学能,再转换为电能等其他能量。由此可见,太阳能的利用,完全可以做到零排放,是真正的绿色能源。

### 4.2.4 小结

可以清楚地看见,使用常规的燃煤锅炉,产生的粉尘,SO<sub>2</sub>,CO<sub>2</sub> 等污染物对环境的影响是严重的;使用电锅炉,对电能的消耗是非常巨大的。与此同时,采用的太阳能新型环保系统,可以实现实际意义上的零排放,低消耗,切实做到了环保,循环利用,符合泰州大桥的环保原则。

## 4.3 经济效益

对比经济效益,实际就是比较全寿命周期内使用锅炉与使用太阳能所消耗的资金投入。合理全面的经济比较,便于投资者做出正确的投资选择。全寿命周期投资一般分为一次性投资和定期投资。所谓一次性投资,即购置以及安装设备所花费的代价。定期投资即使用设备过程中专人定期保养,维护所投入的资金。

### 4.3.1 太阳能热水器投资计算

首先,来研究泰州大桥北塔、北锚营地太阳能全寿命周期的投资。泰州大桥北塔、北锚营地采用了其中的两种途径。施工项目部安装了 HB-1.5, HB-1.8 太阳能共计 53 块,每块售价 4 500 元,发电量 1 500 W/块。目前提供营地的洗澡用水加热以及工地路灯和信号灯的供电,可以算出一次性投资  $4\ 500 \times 53 = 23.85$  万元。该营地长期雇用一名维护人员,每月进行保养维护,工资 2 000 元,即 5 年的定期投资为  $2\ 000 \times 12 \times 5 = 12$  万元。总投资即  $12 + 23.85 = 35.85$  万元。

### 4.3.2 燃煤锅炉投资计算

根据前文计算数据,营地每年耗煤约 112 t,按每吨 800 元计算,若营地采用燃煤锅炉,5 年内耗煤的投资为  $112 \times 800 \times 5 = 44.8$  万元。仅燃煤的投资就将远远超出太阳能热水器的使用。

### 4.3.3 电锅炉投资计算

在具体计算前,引入式(3)。

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J} \quad (3)$$

依据式(3),施工营地每年耗电为:

$$\frac{2.52 \times 10^8 \text{ J/t} \times 16.6 \text{ t/d} \times 365 \text{ d}}{3.6 \times 10^6 \text{ J}} = 424 \text{ 130 kW} \cdot \text{h}(\text{度}) \quad (4)$$

由于泰州市采用分时电价政策,峰时电价为0.55元/度,谷时电价为0.3元/度。每晚10时至清晨6时为谷时,其余为峰时。营地一般洗漱为傍晚6时至夜间11时,即5h按峰时电价算,1h按谷时电价算。将每年的用电1:5分开,若营地采用电锅炉,则可以得出5年的耗电投资:

$$424 \text{ 130 度} \times \frac{5}{6} \times 0.55 \text{ 元/度} \times 5 + 424 \text{ 130 度} \times \frac{1}{6} \times 0.3 \text{ 元/度} \approx 97.20 \text{ 万元} + 10.60 \text{ 万元} = 107.80 \text{ 万元} \quad (5)$$

#### 4.3.4 小结

很显然,选用太阳能热水器大大节省了经济开销,在经济实用性上,也远远胜出。

#### 4.4 社会效益

在国家重点工程建设中采用新能源有三大社会效益。a. 对于建设施工单位来说,新能源节省了大

笔投资,节约了成本,加快了工程的建设;b. 对于整个工程来说,新能源以其高效环保,深得民意,提升了工程的品牌和形象;c. 对于发展趋势来说,新能源必将取代污染大,消耗大的旧能源,尽早地使用新能源,才能在发展趋势中占得先机。

## 5 结语

对比3种锅炉,在环保方面:太阳能热水器环保低耗;燃煤锅炉产生大量有害气体和粉尘,污染环境;电锅炉耗能严重。在经济实用性方面:太阳能热水器的设备最昂贵;燃煤锅炉占地大,设备耗价居中;电锅炉最简便廉价。可是在运营方面:在长期的,大型的施工营地利用中,太阳能以其节能稳居鳌头。综上所述,太阳能的利用,在现代节约型营地的建设中,是具有环保性和经济性的。

#### 参考文献

- [1] 上海市建设和管理委员会. 建筑给排水设计规范(GB50015-2003)[S]. 北京:中国计划出版社,2003
- [2] 卢寿慈. 粉体加工技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,1999
- [3] 国家环境保护总局. 锅炉大气污染物排放标准(GB 13271-2001)[S]. 北京:中国计划出版社,2001

## Comprehensive benefits analysis with solar energy utilization in the construction station of Taizhou Bridge

Ding Zhiqun<sup>1</sup>, Xu Jun<sup>2</sup>, Li Ming<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Provincial Yangtze River Highway Bridge Construction Commanding Department, Taizhou, Jiangsu 225321, China; 2. NanJing ZhangMeng Environmental Protection Technology Co., Ltd., Nanjing 210018, China)

[Abstract] Take construction station of north tower and north anchor of Taizhou Bridge for example, the environmental impact of solar energy utilization compared to the ordinary coal-fired boiler was analyzed from the aspects such as dust, sulfur dioxide emissions and energy consumption. The results show that the solar energy utilization can improve the camp environment significantly.

[Key words] construction camp of Taizhou Bridge; solar energy; comprehensive benefit (environmental and economic benefit)