

黑色不锈钢太阳能集热板的研究

梁海东 黄清海 杨滨

(哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所)

〔摘要〕介绍黑色不锈钢工艺、性能及其用作太阳能集热板的特点。

关键词 黑色不锈钢 太阳能 集热板

分类号 TK511.5

1 前言

太阳能是一种巨大的能源,每天到达地表面的太阳辐射能大约相当于2.5亿万桶石油;太阳能可以再生,取之不尽、用之不竭;在工业发达带来的污染越来越严重的今天,太阳能却是非常洁净的能源;太阳能可以在当地取得,大大节省了使用矿物燃料时所需的运输费用。太阳能集热器关键部件是太阳能集热板。目前常用的太阳能集热板,受其材料的限制往往集热效率较低,而且耐腐蚀性差。针对这种情况,我们研究了新型高效的太阳能集热板材料——黑色不锈钢。

2 黑色不锈钢工艺技术

黑色不锈钢即表面有一层黑色氧化膜的不锈钢。将不锈钢板在着色液(含一定成分的水溶液)中浸渍处理,其表面即被氧化,生成一种黑色的氧化膜。氧化膜厚度约为 $0.2\mu\text{m}$;其主要成分是铁和铬的氧化物。经多年研究发现几种可以将不锈钢变成黑色的着色液,并从中选出了最理想的一种,运用正交实验法得出了其成分的最佳配比。该着色液以

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (50g/l — 90g/l) 和 H_2SO_4 (400g/l — 600g/l) 为主,另外含一种特殊的添加剂312B(2g/l ~ 5g/l)。实验表明,适于着色的不锈钢内铬的含量在(17—19)%范围内。可供选择的材料有18Cr—2Mo,19Cr—2Mo,0Cr 18 Ni 9,1 Cr 18 Ni 9等。

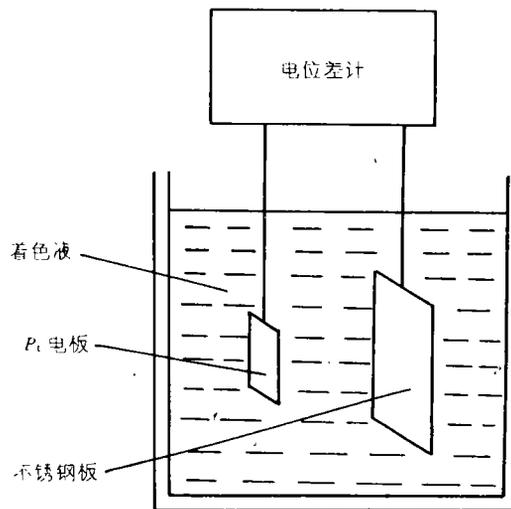


图1 实验装置示意图

将不锈钢板置于上述着色液中,在适宜的温度($70^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$)下,其表面即被氧化生成黑色氧化膜,同时在钢板表面和溶液参考电极(Pt电极)之间形成一个电位差。电位差和氧化膜厚度相对应。图1给出了黑色不锈

① 收稿日期 1994-01-20

② 本文联系人 梁海东 男 27 助工 150036 哈尔滨 77 信箱

钢实验装置示意图。黑色不锈钢表面氧化膜的厚度取决于浸渍时间的长短。图 2 给出了电位差和时间的关系曲线。在该曲线上设定电位差,即可控制时间得到一定膜厚的黑色不锈钢。

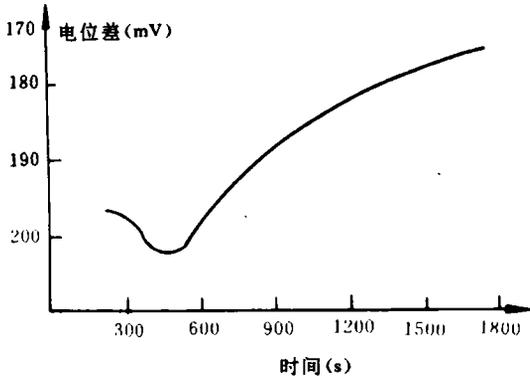


图 2 电位差——时间关系曲线

3 黑色不锈钢集热板性能的研究

为了提高太阳能转换成热能的效率,国内外许多人从事吸收太阳能强而辐射能量弱的选择性吸收面的研究。所谓选择性吸收面就是对太阳的短波辐射具有良好的吸收面,而本身只有少量长波辐射的表面。由于太阳能辐射到地面波长在 $0.3 \sim 3 \mu\text{m}$,而温度在 70°C 左右的表面辐射波长在 $5 \sim 40 \mu\text{m}$,所以具有选择性吸收面的太阳能集热板,能够提高太阳辐射吸收能力,并减少本身热辐射损失,提高集热效率。倘若不考虑对流,吸热面达到热平衡时,吸收的太阳能辐射量等于吸收面的热辐射量,即

$$HA\alpha_s = \epsilon_T \sigma AT^4$$

从而
$$T^4 = \left(\frac{\alpha_s}{\epsilon_T}\right) \left(\frac{H}{\sigma}\right)$$

式中: H — 太阳能辐射能量;

A — 吸收面面积;

α_s — 吸收面对太阳能辐射吸收率;

ϵ_T — 吸收面的辐射率;

σ — 史蒂芬·波兹曼常数。

由上式可见,吸收面的热平衡温度 T 与 $\left(\frac{\alpha_s}{\epsilon_T}\right)$ 有关,在一定的太阳能辐射强度时, T 与 $\left(\frac{\alpha_s}{\epsilon_T}\right)$ 成正比。选择性吸收面 $\left(\frac{\alpha_s}{\epsilon_T}\right) > 1$,甚至可达 $10 \sim 20$ 。黑色不锈钢集热板的吸收率可达到 90% 左右,而发射率只有 15% 左右,所以 $\left(\frac{\alpha_s}{\epsilon_T}\right)$ 约为 $6 \sim 8$,具有较好的选择吸收特性。图 3 示出了理想选择性吸收面、黑色不锈钢选择性吸收面和不锈钢板的反射率曲线。

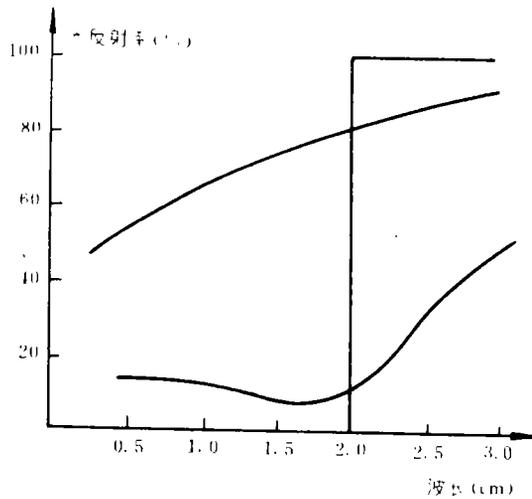


图 3 反射率——波长曲线

- 1 理想选择性吸收面;
- 2 黑色不锈钢选择性吸收面;
- 3 不锈钢吸热面

本工艺方法生成的黑色不锈钢,其氧化膜成分是铁氧化物、铬氧化物,金属铁和金属铬。该膜同不锈钢基材之间具有良好的结合性。经测定,它能保留不锈钢良好的物理、化学性能,比不锈钢更耐腐蚀,而且无毒性。

4 黑色不锈钢太阳能集热板的优点及应用前景

太阳能热水装置的外表面受强烈阳光的照射和大气的腐蚀,而内表面则与含有氯离子的流动热水相接触。因此,太阳能热水器一

方面要尽量提高效率,另一方面要保证材料及涂层的耐腐蚀性能。利用黑色不锈钢特有的性能,将其制成太阳能集热板能具备许多优点:1) 具有选择吸收特性、集热效率高;2) 耐腐蚀性能好、经久耐用,0.5 mm 厚的黑色不锈钢板据估计能用 10~15 年;3) 无毒性,水路清洁,可将自来水加热直接食用;4) 机械性能好,便于加工。

由此可见,黑色不锈钢太阳能集热板可用于家庭热水器、采暖和太阳灶及工农业生产需要的各种干燥室。如果在潮湿、腐蚀性、高温等恶劣的环境更能体现出黑色不锈钢优良的性能。

5 结束语

虽然我们对黑色不锈钢工艺技术、性能及其用于太阳能集热板作了大量研究,但因实验条件和测试手段的限制,还不十分成熟。要使这种材料实用化,仍需作更深入细致的研究。但无论从现在的试验情况看,还是从国内外有关资料看,黑色不锈钢具有独特的优点,因此是一种很有前途的太阳能集热材料。

参 考 文 献

- 1 王林芝,于玲. 太阳能选择性吸收面简介. 能源研究与利用,1993,(4)
- 2 方荣生,项立成,李亭寒,陈小霓. 太阳能应用技术,北京:中国农业机械出版社,1985,9
- 3 郭廷玮,刘鉴民,M. Daguene. 太阳能的利用,北京:科学技术文献出版社,1987,2

V84.3 型燃气轮机

据“Gas Turbine World”1993 年 7-8 月号报道,德国 Siemens/KWU(西门子/电站设备联合制造公司)制造的 V84.3 燃气轮机是供驱动发电机的 60Hz 燃机。它是西门子公司‘3’V 系列先进发动机家族的成员,V84.3 是从 60MW 的 V64.3 型燃机使用 1.5 比例因数放大得到的。全部 V-系列机组均保持基本的设计特点,包括装有 Hirth 联轴节的单轴 2 轴承转子、具有轴向排气的冷端驱动、大的筒式燃烧室。‘3’型机具有水平的,而不是立式的燃烧室、前二级压气机级是超音速叶型、高的涡轮进口温度、多级变几何压气机。

V84.3 是 1990 年研制的,1992 年造出第一台样机,1994 年将造出第一台生产机。

V84.3 的设计特点

压气机

型式:轴流式 级数:17
 变几何导叶级数:4 压比:16.0:1
 空气流量:424kg/s 设计速度:3600r/min

涡轮

型式:轴流式 级数:4
 冷却:全部静子叶片,第 1、第 2 和第 3 级转子叶片

燃烧室

型式:筒式,水平的 燃烧室数目:2
 点火:电火花 点火器数目:12

燃料喷嘴数目:12

多燃料能力:天然气、中等发热值煤气、馏出油

控制系统

型式:微处理机,三重冗余配置
 制造者:西门子公司 型号:Teleperm

轴承

一个径向轴承和一个径向推力联合轴承

起动机

基本的:静态启动(发电机)

尺寸

裸装燃机干重:210t 带罩壳体积:2730m³

ISO 条件下不包括进气/排气损失,发电机端子处的基本性能

	基本负荷 天然气	基本负荷 馏出油
输出	152 000kW	148 300kW
低位发热值热耗率	9975kJ/kW·h	10065kJ/kW·h
效率	36.1%	35.8%
排气流量	432.6kg/s	434kg/s
涡轮进口温度	1288℃	1288℃
排气温度	550℃	551℃

(学牛 供稿)

In this paper are discussed the real-time simulation model of a three-shaft gas turbine and some technical issued of full digital real-time emulation with the help of a MIRAGE real-time simulation workstation. To ensure the real-time simulation, the step length of the parallel digital computer must be related not only to the complexity of the object but also to the number of the bigital computers selected. The selection of a relatively small step length will necessitate the employment of more computers. **Key words:** *gas turbine, real-time simulation, parallel digital computer*

- (362) **STD Microcomputer Monitoring System for Use on Boilers**.....Wang Jingyi, Huang Qian, (Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

Described in this paper is a STD standard bus computer for industrial control (designated as STD industrial control machine for short) used for monitoring the thermotechnical parameters of a 20t/h or 35t/h power station travelling-grate boiler. the related hardware, software and control principle as well as the system functions and software development process have also been dealt with briefly. **Key words:** *STD, boiler, microcomputer monitoring*

- (366) **A Study on the Solar Energy Heat-Collection Plates Made of Black-colored Stainless Steels**.....Liang Haidong, Huang Qinghai, et al (Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

This paper focuses on the manufacturing tichnology and properties of black-colored stainless steels as will as well as their sprcific features when used as solar energy heat-collection plates. **Key words:** *black-colored stainless steel, solar energy, heat-collection plate*

- (369) **Irreversible Carnot Heat Engines in Finite-time Thermodynamics**.....Yan Zijun (Xi'an University)

Several kinds of irreversible Carnot heat engine models are reviewed and a new irreversible Carnot heat engine model is proposed. In addition, the author emphasizes that during the study of irreversible heat engines within the framework of finite-time thermodynamics the effect of irreversibility on power output must be taken into account. **Key words:** *finite-time thermodynamics, Carnot cycle, irreversibility*

- (374) **The Ecological Quality Factor for Thermodynamic Cycles**.....Chen Lingen, Sun Fengrui, Chen Wenchen (Naval Academy of Engineering)

The putting forward of an ecological objective or target represents a sign of progress in the analysis of thermodynamic cycles. The ecological objective may be set up based on the viewpoints of energy or exergy, but the two viewpoints should not be confused in the analysis. The maximum value of the ecological objective function and its corresponding performance boundary may be taken as a defining relation for the evaluation of ecological objective function of thermodynamic cycles and their quality factor. **Key words:** *finite-time thermodynamics, quality factor, ecolgy, optimization criterion*