

# 喷射强化传热的试验研究

方彬 尚希禹 (哈尔滨工业大学)

〔摘要〕 本文介绍了一种喷射元件,通过气流的喷射来提高气体的流速,以达到增强传热的目的,同时通过试验来验证喷射元件的可靠性。

关键词 喷射 强化传热 试验 元件 研究

## 前言

强化传热的措施能增加扩展表面和换热流体的流动速度。一般由于流速不能增加太高,从而使强化传热受到限制。为了提高换热流体的速度,本文提出一种喷射元件,通过气体的喷射来提高气体的流速,以达到增强传热的目的,同时通过试验来验证所提出的喷射元件工作的可靠性。

试验段主要是一试验元件,这一试验元件是由导管和光管组成,导管壁面上开有若干个喷口,被加热的空气经过导管由喷口喷出,产生高速气流,喷射到光管的内表面上进行换热,以实现强化传热。光管外面由电加热模拟热流体的传热。试验件的结构如图2所示。

## 一、试验装置

试验研究采用单管吸风式传热风洞(图1),该风洞包括双扭曲线进风口、测试段、试验段和测速段等部分。

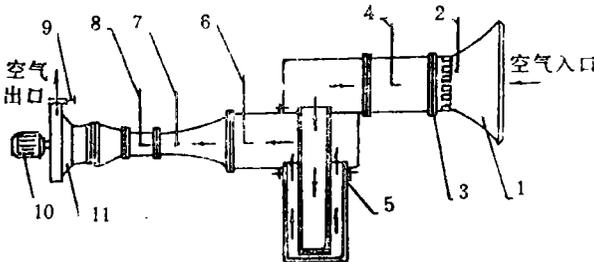


图1 喷射强化传热风洞试验系统图

- 1. 双扭曲线进风口
- 2. 水银温度计
- 3. 整流纱网
- 4. 静压探针
- 5. 试验件
- 6. 静压探针
- 7. 水银温度计
- 8. 毕托管
- 9. 风量控制阀
- 10. 电动机
- 11. 风机

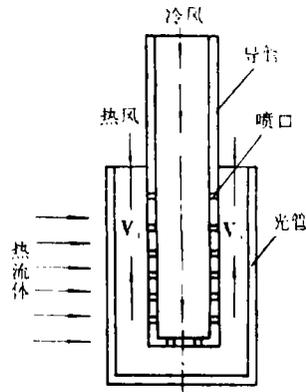


图2 光管喷射强化传热

试验件尺寸是根据试验段横截面积来确定的。试验段截面积为 320×70mm。光管长度要超过导管在风洞中的长度。导管和光管的直径要根据风量和风速的大小来确定。喷口的尺寸和数量要根据喷射速度的大小来确定。空气以不同流速流过试验件,

收稿日期 1989-11-27 收修改稿 1990-02-19

空气流速由毕托管测量。气流流过试验件的  
压力降由两支静压探针测量。光管外表面温  
度由六支镍铬—镍硅热电偶测量。

## 二、喷射强化传热的传热系数

以光管内表面为基准的传热系数

$$K_0 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} \frac{F_0}{F_i} + R_s} \quad (1)$$

式中  $K_0$ ——传热系数

$$K_0 = \frac{Q}{F_0 \cdot \Delta t_m}$$

其中  $Q$ ——空气吸收热量与烟气放出热  
量的平均值

$\Delta t_m$ ——对数平均温差

$F_0$ ——光管的外表面积

$\alpha_i$ ——以光管内表面积为基准的放  
热系数

$F_i$ ——光管内表面积

$R_s$ ——光管管壁导热热阻

式(1)中 $\alpha_i$ 为

$$\alpha_i = 0.023 \frac{\lambda_i}{d_i} \left( \frac{v_i d_i}{\nu_i} \right)^{0.8} Pr_i^{0.4} \quad (2)$$

式(2)中

$\lambda_i$ ——冷气体的导热系数

$d_i$ ——光管内径

$v_i$ ——冷气体在光管内的速度

$\nu_i$ ——冷气体的运动粘性系数

$Pr_i$ ——冷气体的普朗特数

为了与试验得到的结果进行比较, 首先  
作无喷射时的传热系数关系曲线(这时图2  
中的导管是不带喷射孔的)。在做试验时,  
通过风量控制阀9调节风速, 取式(2)中  
光管内的流速 $V_i = 9、12、15、18$ 和 $21 \text{ m/s}$   
五个速度值进行试验, 再通过(1)与(2)

进行计算, 得到了传热系数(如图3中的曲  
线所示)。计算时的物理温度, 取试验件的  
平均温度。其二做有喷射时的传热系数实  
验关系曲线(这时图2中导管换上带有喷射孔  
的导管)。通过试验装置9进行调节速度, 并  
通过导管上喷射孔加大速度, 使导管流速  
 $V_i$ 分别为 $90、120、150、180$ 和 $210 \text{ m/s}$ , 以  
此数据进行了试验, 经过整理所得到的传热  
系数关系曲线(如图4所示)。

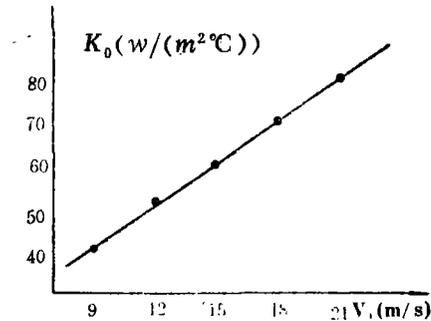


图3 无喷射时不同速度下的传热系数

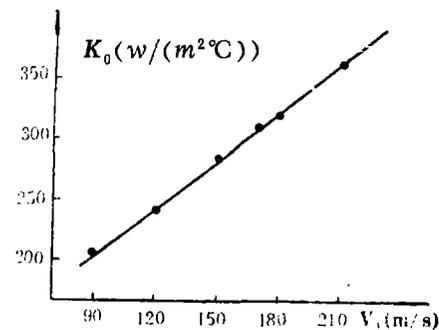


图4 有喷射时不同速度下的传热系数

从图3曲线得到的传热系数是41、52、  
61、71和82  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。从图4曲线查  
得的传热系数是205、240、270、320和  
370  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。通过计算和试验得出,  
增加喷射速度进行强化传热可以大大提高传  
热系数。这也证实了图2中所示的喷射元件  
是可行的, 而且这个喷射元件的结构非常简  
单, 以此喷射元件组成的换热器, 一定是高  
效的热交换器。

### 三、结 束 语

1. 通过计算和试验得到图2所示的喷射元件能产生很高的速度,进行强化传热,可以使传热系数大幅度的增加。

2. 这种喷射强化传热元件结构简单,容易加工制造,成本低、耐高温,通过试验证明能耐800℃的高温。

3. 喷射强化传热对管内流动为低温气体,而光管外为高温气体的这种换热模式是较理想的方案。

### 参 考 文 献

- [1] 方彬,白文彬. 锅炉和窑炉节能热管换热器. 哈尔滨工业大学出版社,1985年7月
- [2] 方彬,马义伟等. 热管换热器倾斜翅片管管外流动阻力的实验研究. 节能,1986(7)

(孙显辉 编辑)

## Experimental Study of Intensified Heat Transfer by Use of a Jet stream Element

Fang Bin, Shang Xiyu

(Harbin Institute of Technology)

### Abstract

In this paper is described a jet-stream element, which by way of a gas stream spray can enhance the gas speed in order to achieve an intensified heat transfer. Tests were performed to verify the reliability of the said jet-stream elements.

**Key words:** *jetstream, intensified heat transfer, test, element, study*

### 新产品新技术信息

№.R88—35 **LH—X型全自动供水装置**是理想的供水设备。该产品通过了部、省联合鉴定,产品性能达到了国内先进水平,实现了无人管理、连续供水。该产品采用最佳控制,运行安全可靠;水质清洁卫生;噪音

低于国家规定标准;旁通供水、运行稳定。该产品可代替高位水箱、水塔,为高层建筑、工矿企业、农村饮水、喷灌等场所的理想供水设备。可按用户要求设计和加工。