

# 关于直管阻力系数的研究

吴大伟, 张建华, 张成林

(黑龙江八一农垦大学食品学院, 黑龙江 大庆 163319)

**摘要:** 采用不锈钢直管为实验管路, 以  $\pi$  定理确定的准数方程为数学模型, 通过实验建立了  $\lambda$  与  $Re$  之间的系列公式。

**关键词:** 直管;  $\lambda$ ;  $Re$

中图分类号: TS201.1; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)05-0028-02

## Study on Friction Resistance Coefficient of Straight Tube

WU da-wei, ZHANG jian-hua, ZHANG Cheng-lin

(College of food science, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, China)

**Abstract:** A series of formulas about  $\lambda$  and  $Re$  were derived from experimental data using straight stainless steel tube as experimental object and the dimensionless equation determined by the  $\pi$  theorem as mathematics model.

**Key words:** straight tube;  $\lambda$ ;  $Re$

直管摩擦阻力系数在食品、轻工、化工等工业管路的设计中具有重要的意义, 在目前的食品、轻工、化工等专业的高校教材以及化工设计手册中关于直管摩擦阻力系数的计算公式通常应用的  $Re$  范围较宽, 这样对于具体应用来讲会带来较大的误差, 针对这一问题我们对  $\lambda$  与  $Re$  的关系进行了较深入的研究, 获

得  $\lambda$  与  $Re$  之间的系列公式。

### 1 设备与方法

#### 1.1 设备

实验系统流程示意图, 见图 1。

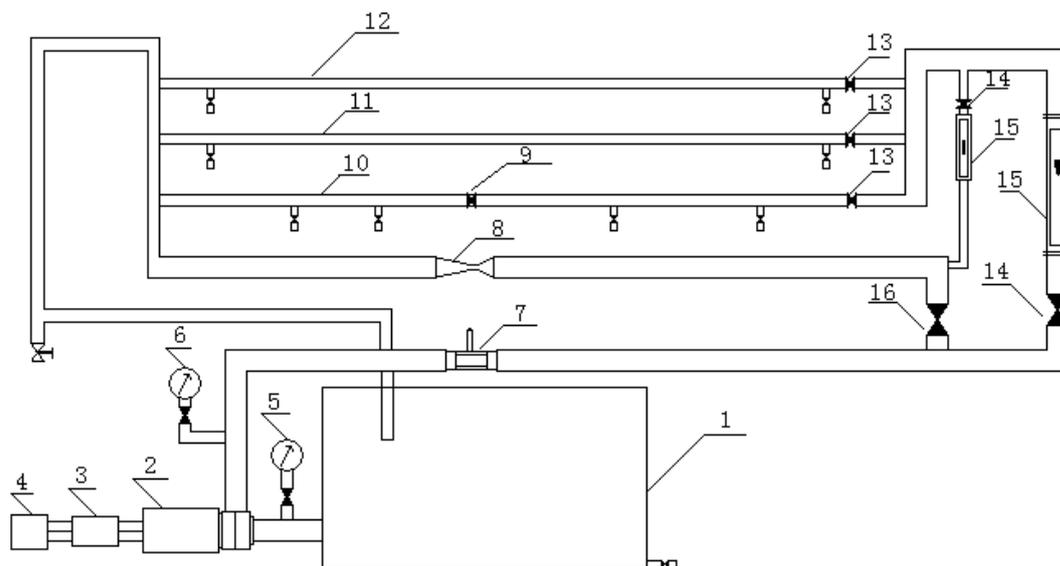


图 1 实验装置流程图

Fig.1 The figure of technological process of the experiment

1-水箱; 2-电机及水泵; 3-功率表; 4-变频器; 5-真空表; 6-压力表; 7-涡轮流量计; 8-文丘里流量计; 9-局部阻力被测阀门; 10-局部阻力测量段; 11-直管阻力粗糙测量管; 12-直管阻力光滑测量管; 13-切换阀; 14-流量调节阀; 15 转子流量计; 16-流量调节阀

收稿日期: 2007-03-06

作者简介: 吴大伟 (1971-), 男, 讲师, 主要从事食品工程方向的教学和科研工作

实验中被测直管段,采用不锈钢光滑管;压差传感器,型号:LXWY;数显表,型号:PD139;离心泵,型号:WB70/055;流量测量,采用涡轮流量计,仪表常数为78.275 S/L。

## 1.2 实验方法

水泵将储水箱中的水抽出,送入实验系统,经7(涡轮流量计)、15(玻璃转子流量计)测量流量,然后送入12(被测直管段)测量流体流动的阻力,经回流管流回储水槽。12(被测直管段)流体流动阻力 $\Delta P$ 可根据其数值大小分别采用差压变送器(图中没有标出)或空气—水倒置U型管(图中没有标出)来测量。

## 2 结果与分析

应用 $\pi$ 定理可得: $\lambda = k Re^a$

方程中的 $\lambda$ 和 $Re$ 的计算采用如下方法:

在被测直管段的两取压口之间列柏努利方程式,可得:

$$\Delta P_f = \Delta P \quad (1)$$

$$h_f = \frac{\Delta P_f}{\rho} = \lambda \frac{L u^2}{d 2} \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{2d}{L\rho} \frac{\Delta P_f}{u^2} \quad (3)$$

$$Re = \frac{du\rho}{\mu} \quad (4)$$

$d$ -管径(m);  $L$ -管长(m);  $u$ -流体速度(m/s);  $\mu$ -流体密度(Pa·s);  $\lambda$ -摩擦阻力系数;  $\rho$ -流体密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  $Re$ -雷诺准数。 $\Delta P_f$ -直管阻力引起的压降( $\text{N}/\text{m}^2$ )

测得一系列流量下的 $\Delta P_f$ 之后,根据式(1),(3)计算出不同流速下的 $\lambda$ 值。用式(4)计算出 $Re$ 值,从而整理出 $\lambda$ - $Re$ 之间的关系。实验结果见表1。

## 3 结论

利用对数坐标建立曲线方程,得如下方程:

当 $0 < Re < 2 \times 10^3$ 时,得: $\lambda = 0.7834 Re^{-0.3548}$

当 $2.5 \times 10^3 < Re < 2.5 \times 10^4$ 时,得:

$$\lambda = 0.3715 Re^{-0.2375}$$

当 $2.5 \times 10^4 < Re < 3.0 \times 10^5$ 时,得:

$$\lambda = 0.5028 Re^{-0.2986}$$

上述公式适用于内壁较为光滑的不锈钢管,应用以上公式对直管摩擦阻力系数的计算较为准确,公式的形式较为简捷,在食品、轻工、化工等工业管路的设计中具有重要的意义。

表1 直管摩擦阻力实验数据及相关计算结果

Table 1 Data processing of the experiment of friction resistance coefficient of straight tube

HZ/s <sup>-1</sup>	$\Delta p/\text{kPa}$	$\lambda$	Re	lg $\lambda$	lgRe
170.10	2152.6	0.01152	$2.992 \times 10^5$	-1.939	5.476
160.20	1973.0	0.01192	$2.816 \times 10^5$	-1.924	5.450
150.00	1757.4	0.01208	$2.640 \times 10^5$	-1.918	5.422
140.10	1568.9	0.01238	$2.464 \times 10^5$	-1.907	5.392
130.10	1378.9	0.01262	$2.288 \times 10^5$	-1.899	5.359
120.30	1201.0	0.01290	$2.112 \times 10^5$	-1.889	5.325
110.40	1036.6	0.01325	$1.936 \times 10^5$	-1.888	5.287
100.30	880.6	0.01362	$1.760 \times 10^5$	-1.866	5.246
90.02	733.2	0.01400	$1.584 \times 10^5$	-1.854	5.200
80.04	603.3	0.01458	$1.408 \times 10^5$	-1.836	5.149
70.10	480.9	0.01518	$1.232 \times 10^5$	-1.818	5.091
60.31	349.6	0.01502	$1.056 \times 10^5$	-1.807	5.024
50.04	259.4	0.01605	$8.800 \times 10^4$	-1.795	4.944
40.30	197.1	0.01895	$7.040 \times 10^4$	-1.722	4.848
30.21	170.9	0.02012	$5.280 \times 10^4$	-1.696	4.723
27.08	161.2	0.02223	$4.752 \times 10^4$	-1.653	4.677
24.07	126.6	0.02506	$4.312 \times 10^4$	-1.601	4.635
21.13	96.55	0.02715	$3.740 \times 10^4$	-1.566	4.573
18.03	65.95	0.02986	$3.168 \times 10^4$	-1.525	4.501
15.14	47.70	0.03293	$2.640 \times 10^4$	-1.482	4.422
12.17	31.00	0.03344	$2.112 \times 10^4$	-1.476	4.325
8.75	18.00	0.03696	$1.531 \times 10^4$	-1.432	4.185
6.54	12.00	0.04381	$1.048 \times 10^4$	-1.358	4.020
4.40	5.400	0.04435	$7.653 \times 10^3$	-1.353	3.884
2.24	1.500	0.04928	$3.826 \times 10^3$	-1.307	3.583
1.87	0.9114	0.04679	$3.061 \times 10^3$	-1.330	3.486
1.55	0.6860	0.04600	$2.679 \times 10^3$	-1.337	3.428
1.33	0.4900	0.04472	$2.296 \times 10^3$	-1.350	3.361
1.12	0.3626	0.05475	$1.913 \times 10^3$	-1.262	3.282
0.88	0.2548	0.05712	$1.531 \times 10^3$	-1.243	3.185
0.66	0.1764	0.06432	$1.148 \times 10^3$	-1.192	3.060
0.44	0.1078	0.07427	$7.653 \times 10^2$	-1.129	2.884
0.22	0.0392	0.09500	$3.826 \times 10^2$	-1.022	2.583

参考文献(略)