空气横掠单圆管时强迫对流换热实验-实验报告

姓名: 吴晨聪 学号: 2022010311 实验日期: 2024年12月6日

# 实验目的

1. 了解对流放热实验装置，熟悉管壁温度及电加热功率的测量技术，掌握利用毕托管-微

压差变送器测量空气流速的方法。

2. 通过实验测定空气横掠单管时的对流换热平均表面传热系数h。

3. 通过实验数据的整理，掌握强迫对流换热实验数据整理的方法。

4. 在Nu-Re 对数坐标图上给出空气强迫对流横掠单圆管时换热的实验点，结合与已有关系

式的比较，给出对本实验结果的讨论。

# 实验原理

根据相似理论，空气横掠单圆管强迫对流的换热规律可用下列准则关系式来表示：

式中，努谢尔特准则数为：

雷诺准则数为：

这里， 为空气的导热系数， 为空气的运动粘度，是平均温度 的函数，其中 为管外壁温， 为空气温度； 为实验管的外径， 为空气的流速。关键的是对流换热平均表面传热系数的确定。

由对流换热平均表面传热系数 的定义：

式中， 为管外表面与周围空气之间的对流换热量，管的外表面积 为横管的有效长度。考虑到管外表面在与周围空气对流换热同时，与周围环境间存在辐射换热。即管的实际传出热量为：   
其中， 为实验管外表面的黑度，黑体辐射系数 。这里，假定环境温度即空气温度。因此，横管外表面对流换热平均表面传热系数就可以由下式确定：

因此，对给定实验管，通过测量管的实际传出热量 、管外壁温 、来流空气的温度 ，就可通过实验确定管外表面与周围空气之间对流换热平均表面传热系数 。由式（2）和（3），通过改变气流速度或实验管直径，就可得到一系列 对应数据。在数据足够多、 变化范围足够大的条件下，就可确定式（1）中的 和 的值。

# 数据整理

1. 壁面强迫对流平均放热系数 的计算。电加热器所产生的总热量 按式 (5) 计算。放热系数 按式(6)计算，取实验管表面黑度 。

2. 空气流速的计算。空气速度按式（10）（11）计算。

3. 准则方程中两个常数的确定。将计算得到的数据代入相应公式, 得到准则数后, 以 Nu数为纵坐标, 以 数为横坐标, 将这两组数据画在以 10 为底的对数坐标上, 并对实验点进行线性拟合，由于

因此, 拟合得到的直线截距为 , 直线的斜率为 。由此即可计算出准则方程式中的常数 和 。

可以求出 如下表:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.028761 | 2.00E-05 | 0.0292357 | 330.32 | 298.43 | 14.0737 | 9.6888 | 2579.3521 |
| 0.0284056 | 1.97E-05 | 0.0292357 | 325. 23 | 298.4 | 16.8788 | 11.7653 | 3969.2448 |
| 0.0280339 | 1.94E-05 | 0.0292357 | 319. 92 | 298.59 | 21.4259 | 15.1329 | 6641.2531 |
| 0.0277112 | 1.92E-05 | 0.0292357 | 315. 31 | 298.23 | 26.9408 | 19.2495 | 10555.601 |
| 0.0276433 | 1.92E-05 | 0.0292357 | 314. 34 | 298.91 | 29.8928 | 21.4112 | 12287.481 |

可得:

空气横掠单管时强迫对流换热经验准则方程式:

与实验结果进行比较

分析实验偏差及其产生原因:

实验结果与经验公式有一定偏差，但已十分接近，初步分析出现误差的主要原因为管内有阻力，导致风速不准 ，同时本实验不是严格的等壁温条件，导致 与 测量出现误差。

思考题:

1. **流体横掠圆管的平均表面传热系数关联式，本实验中为何采用关联式进行拟合，依据是什么？**

实验中由于 ， 接近1，因此可以近似忽略，直接用进行拟合。

**(2) 请解释用于测流速的毕托管为什么要放置在实验段圆管后较远距离收缩的流道里？**

空气掠过圆管形成典型的圆柱绕流，在圆管后可能产生分离涡流、尾流区以及湍流，导致流场复杂和速度分布不均匀，从而使测量结果不准确。然而，在圆管后较远距离处，由于涡流逐渐衰减，尾流区的影响减弱，流动重新发展并趋于稳定，使得测量更加准确和可靠。这种稳定的流动状态有利于毕托管捕捉到均匀的流速分布，避免因局部紊动或不稳定流动导致的测量误差。

# 原始数据

一張含有 文字, 數字, 字型, 筆跡 的圖片

自動產生的描述