

成果应用于乳胶圆丝工艺的酸雾控制工程中效果良好,经卫生防疫站测定,控制酸雾的扩散是成功的。

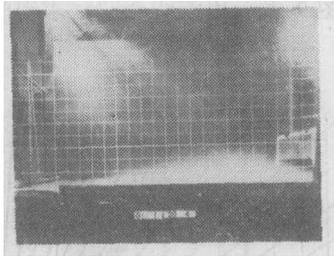


图 10 冷态时的流态

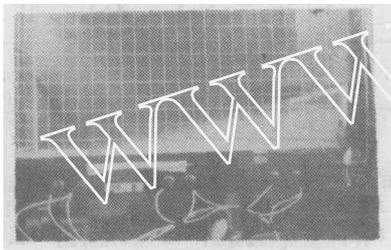


图 11 热态时的流态

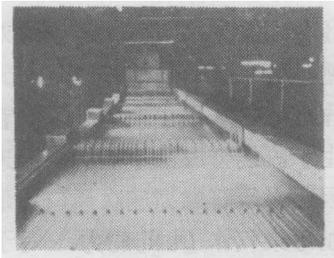


图 12 实际工程时的流态

近年来美国、日本等国进一步研究气流合流时的内部情况。日本秋山光庸用示踪法^[9]研

究矩形房间的穿流现象时成功地显示出气流内部的情况并取得了定量数据。

三、结 论

气流显示技术在通风气流的理论研究和实验研究中已展示出强大的生命力。在研究气流流域特性方面已取得了成果,实践表明该研究方法是成功的。随着气流显示技术的发展预计在通风学科的研究中将发挥更大的作用。

参 考 文 献

- [1] 林太郎等,关于吹吸式吸气罩的特性及其设计的研究,空气调节,卫生工学论文集,9(1979)。
- [2] Hemeon, W. C. L., *Plant and Process Ventilation*, Industrial Press (1963)。
- [3] Шепелев, И. А., Взаимодействие приточной струи и Местного отсоса, В. С. Т. 3 (1965)。
- [4] Eichhorn R., An analytical investigation of Combined free and forced convection and a new method to measure free convection Velocity profiles, Ph. D. Thesis, University of Minnesota (1959)。
- [5] 李强民,许邦令;小型可移动式吹吸罩,建筑技术通讯(暖通空调),3(1980)。
- [6] 林太郎等;工场换气,空气调节,卫生工学(1982)。
- [7] 郎四维;激光风速标定装置及其精度分析,中国建筑科学研究院 建筑科学研究报告,8(1981)。
- [8] Shibata, M., Howell, R. H., Hayashi, T., Characteristics and Design Method for Push-Pull Hoods Partz—Streamline Analyses of Push-Pull Flows, *ASHRAE TRANSACTIONS*, 88, 1(1982)。
- [9] Akigama, M., Suzuki, M. and Nishiwaki, I., Transport phenomena of Ventilating Flows In A Rectangular Room, *International Symposium On Flow Visualization*, Tokyo, Japan (1977)。

(本文于 1982 年 5 月 3 日收到)

激光测速在结晶器流场测量中的应用

韩克礼 刘玉民 张钟梅 乐凤荣

(中国科学院力学研究所)

一、前言

氯化钾是农业生产的重要钾肥,氯化钾结

晶器的流场状况直接影响氯化钾结晶的生长好坏和提取的效率。为此,首先需解决结晶器内

的循环速度分布的测量问题。我们采用了非接触式的激光测速法，测得了大量数据，得到了较满意的结果。

二、测量仪器及装置

用自行研制（开封仪表厂已生产）的“后向及反射式后向激光多普勒测速仪”，光路原理如图 1。后向激光测速仪可测量流场中有阻挡物体的流场，最大弱点是所接收的后向散射光的

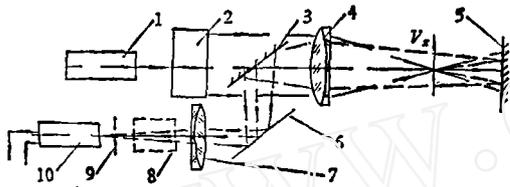


图 1

1. He-Ne 激光器
2. 光分束器
- 3, 6. 接收平面反射镜
4. 发射透镜
5. 前向散射光平面反射镜
7. 接收透镜
8. 伸缩调焦筒
9. 接收针孔光阑
10. 光电倍增管

强度较前向散射光的强度约小三个数量级。为解决这一问题，我们设计了反射式后向接收装置。将前向散射光反射回来加以接收（简称反射式）或将两直射光反射回来相交接收散射光（简称反直式）。此次测量用 15mw 左右的 He-Ne 激光器。

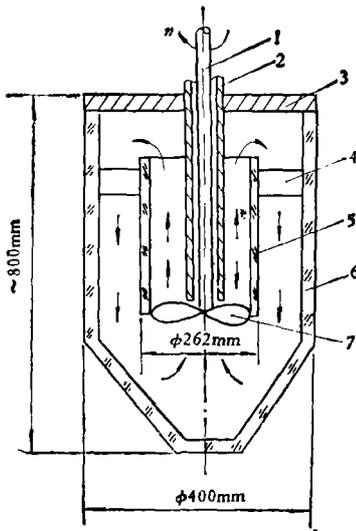


图 2

- 1 搅拌轴
- 2 轴套
- 3 顶板
- 4 挡板
- 5 内筒
- 6 外筒
- 7 船用螺旋桨

氯化钾结晶器模型装置简图示于图 2。结晶器模型体分内筒、外筒、底锥，均用有机玻璃制成。搅拌轴由伺服电机带动，轴的外面装有固定不动的轴套，轴套外面的上部和下部装有测量用的平面反射镜，轴的下端装有四个叶片的船用螺旋桨。内筒外面两挡板之间和挡板下部装有测量用的平面反射镜。内筒和外筒用互成 90° 的四个挡板固定连接，将内筒吊在中间。当搅拌轴转动时，螺旋桨将外筒内的液体经内筒向上提升，至内筒上端向外翻出，然后再流入外筒内。如此，液体便不断地在内、外筒之间循环。用 PYIA 转矩测速仪控制伺服电机的转数，保持实验工况的稳定。用 SR62 二线示波器监视激光测速仪所测得的多普勒信号的质量和频率跟踪器跟踪多普勒信号情况。用交流稳压器保证仪器的正常工作。

如图 2 所示，内筒和外筒上方通大气，液体经内筒向外翻出时，因上面为自由表面，所以是翻滚流动。

三、测量工况与分析

1. 自来水的流速分布测量

(1) 内筒的流速分布测量：搅拌轴转数 $n = 50\text{rpm}$ ，发射透镜焦距 $f' = 500\text{mm}$ ，两光束夹角的 $\theta_0 = 7.99^\circ$ 。接收型式为反散式，沿内筒的半径方向测量同一点不同时间的轴向和切向速度，测量位置距顶端 174mm，由内筒内壁面向内测量见图 3。速度分布见图 4，可看出，

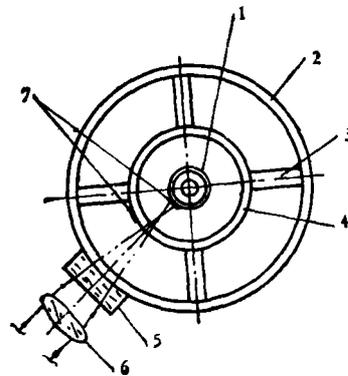


图 3

- 1 轴套
- 2 外筒
- 3 挡板
- 4 内筒
- 5 万水盒
- 6 发射镜
- 7 平面反射镜

轴向速度最大值在距壁面 10mm 处, 切向速度比轴向速度大, 速度分布规律大致相似。图 3 所示为测量切向速度的进光图, 测量轴向速度时将光束旋转 90°。在进光窗口处加一充满水的方水盒, 以消除或改善光的柱面效应影响, 使接收透镜能更有效的接收信号光至针孔光阑。

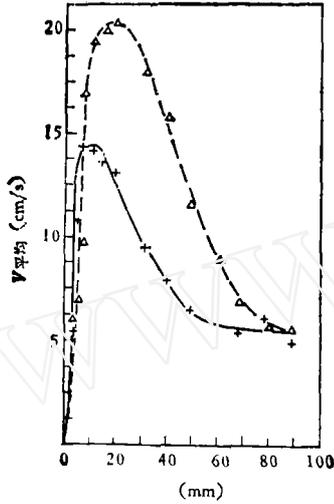


图 4
△ 切面速度 + 轴向速度

(2) 外筒与内筒环间流分布测量: 搅拌轴转数 $n = 50\text{rpm}$, 发射透镜焦距 $f' = 280\text{mm}$ 两光速夹角 $\theta_0 = 14.36^\circ$, 接收型式为反散式。轴向速度是沿外筒的半径方向, 由外筒的内壁面向内测量。测量位置有两处, 一处是在挡板的正下方并距顶端 300mm, 一处是在两挡板之间并距顶端 310mm。速度分布见图 5。可以看出挡板下方流速大, 且速度沿半径方向变化大, 两挡板之间流速小, 速度变化亦小, 前者最大速度距壁面 10mm 至 20mm 之间, 后者距壁面 20mm 至 30mm 之间。挡板尾部产生涡旋, 形成倒流, 使挡板间轴向速度降低。

(3) 改变搅拌轴的转数 n 定点测量流速: 一般采用改变搅拌轴的转数来改变循环速度, 希望 n 与轴向速度成正比, 同时也可检查螺旋桨的轴向推力。为此在靠挡板下方, 距壁面 10mm 处, 测量 $V_{\text{轴向}} = f(n)$ (见图 5)。当 n 小于 110rpm 时, $V_{\text{轴向}}$ 基本是线性变化, 在 n 接近 110rpm 时, 轴向速度突然下降(有拐点), 切向

速度变大。这一失速现象(螺旋桨叶片的液体分离引起的)在设计螺旋桨叶片和使用中必须注意。

2. 氯化钾饱和液与过饱和液的流速分布测量。光路同 1。

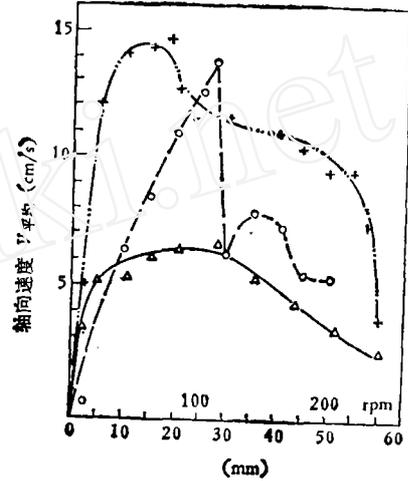


图 5

(1) 用蒸馏水加入氯化钾(比重为 1.98), 使其成氯化钾饱和液 (30°C)。用蒸馏水的目的是为了除去水中之杂质微粒, 这样所测量的粒子运动速度就是氯化钾饱和液的粒子运动速度。取 n 为 50rpm, 不同点的轴向速度是在挡板正下方沿外筒的半径方向, 由外筒的内壁面

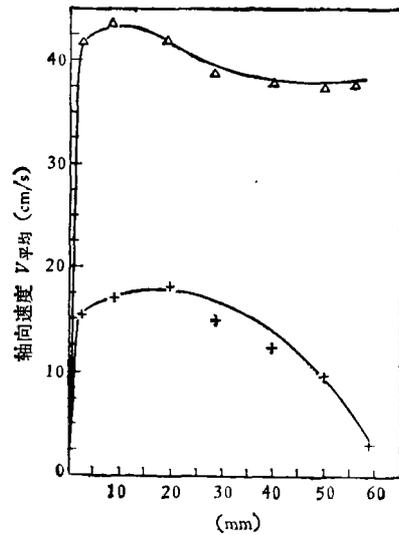


图 6

+ KCl 饱和液 △ KCl 过饱和液

向内测量所得到的。速度分布见图 6。

(2) 在氯化钾饱和液中继续加入氯化钾,使其成为浓度为 2.5% 的过饱和液,取 $n = 120\text{rpm}$ (因为 $n = 50\text{rpm}$ 不能有效的将氯化钾过饱和液中的氯化钾结晶体全部搅拌起来),其它测量条件同上。速度分布见图 6。可看出,介质不同,搅拌速度不同,速度分布图不同。

3. 聚苯乙烯塑料小球流速分布测量。光路为后向接收。

(1) 在蒸馏水中加入 0.75kg 比重为 1.05g/cm^3 的聚苯乙烯塑料小球 ($\phi 0.3\text{mm}$ 至 $\phi 0.8\text{mm}$), 浓度为 1%, 取 $n = 50\text{rpm}$, 其它测量条件同前,速度分布见图 7。

(2) 在蒸馏水中加入聚苯乙烯塑料小球 2kg, 浓度为 2.5% ($\phi 0.3\text{mm} - \phi 0.8\text{mm}$)。光路为后向接收型式(因为浓度大,小球挡光,反射式后向不能用)。

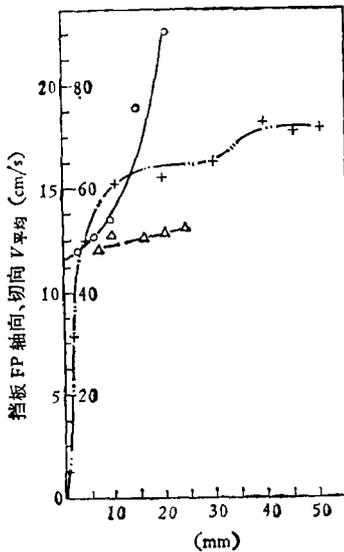


图 7

+ 轴向 Δ 切向 ○ 锥体

测量工况同(1),测量切向速度(在水平面内垂直于半径方向),速度分布见图 7。

锥体上端,距直筒 100mm 处,取 $n = 100\text{rpm}$,沿半径方向测量切向速度,速度分布见图 7。

由图 7 看出,锥体上端靠近螺旋桨叶片处

切向速度以及速度的变化都很大。在内、外筒之间,轴向速度与切向速度的分布规律不同。

相同测量工况的自来水、氯化钾饱和液、聚苯乙烯塑料球 ($\phi 0.3\text{mm} - \phi 0.8\text{mm}$, 浓度 1%) 的轴向速度分布 ($n = 50\text{rpm}$, 挡板下方)见图 8,可看出,自来水与氯化钾饱和液的速度分布曲线的形状大致相似,而聚苯乙烯塑料小球的速度分布曲线前段相似,后段则不同。氯化钾饱和液比自来水的速度分布曲线高,有两方面原因:(1)可能与半径方向差别有关(因为用的平面反射镜为 10mm 宽,高 25mm)。(2)可能有减阻作用,这方面尚待仔细的测量。聚苯乙烯塑料小球沿半径方向内速度增高,而不是降低,可能是由于加入了塑料小球后流场状况发生变化所致。总之,介质不同,工况相同,流场速度分布状况不同。

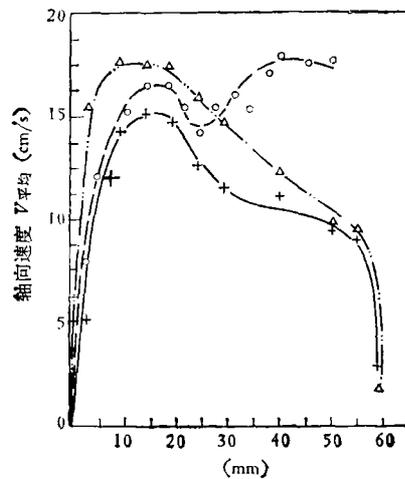


图 8

+ 自来水 Δ KCl 饱和液 ○ 塑料球

四、结论

通过以上对不同工况的测量,可得出:

1. 新研制的“后向及反射式后向激光测速仪”适用于化工工程研究中结晶器内复杂流场的测量。用传统的皮托管、热膜等接触式的方法对结晶器的流场是无法进行测量的(皮托管会因结晶而被堵死,热膜因表面结晶而失效),它为结晶器的流场研究提供了新的测量手段。

2. 根据激光测速原理,用激光测速所测得

的速度是颗粒运动的真正速度。

3. 激光测速为固液两相流动的测量研究创造了有利条件。

4. 在使用激光测速仪时, 需根据试验设备的具体情况, 在测试技术方面需采取一定的措施, 如对圆柱面、锥面等在进光处加一方水盒, 对消除或减弱光的柱面、锥面效应很有效, 对避开靠近壁面测点的窗口影响也很有效。

5. 工况基本相同, 介质不同, 速度分布不同; 工况不同, 介质相同, 速度分布不同。

6. 通过对氯化钾结晶器(模型)流场的速度分布测量所给出的速度分布图对结晶器的设计和改进以及结晶的理论分布提供了一定的依据。

参加测量工作的还有天津大学化工系统工

程研究室陈力、王淑珍、王玉德, 开封仪表厂研究所周子仲、李振中同志。此项工作是在张远谋教授亲自指导下完成的。

马宗魁同志对本文提了宝贵的意见, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 刘玉民、韩克礼, 一维后向激光测速仪光机系统的研制, 激光与红外, 12(1980)。
- [2] 刘玉民、张钟梅、韩克礼, 激光多普勒测速与光的干涉, 激光与红外, 12(1980)。
- [3] 刘玉民、韩克礼、张钟梅、乐凤荣, 双光束后向激光多普勒干涉测速仪对固体转盘表面切向速度测量研究, 应用激光联刊, 2, 1(1981)。
- [4] Boutier, A. and Lefevre, J., Some applications of laser anemometry in wind-tunnels, the accuracy of flow measurements, Laser Doppler Methods (1975)。

(本文于 1982 年 1 月 22 日收到)

C 型试样应力强度因子的计算

朱 苹 王志群 亓 超 季京玮

(华东工程学院)

一、引言

C 型试样应力强度因子 K_I 的标定公式如本文中的(A)式所示。ASTM-E399-78 认为适用于该标定公式的 a/W 值为 $0.45 \leq a/W \leq 0.55$, 误差在 $\pm 1\%$ 之内。文献[2]认为当 $0.3 < a/W < 0.7$, 该标定公式的误差在 2% 以内。超出这个范围的标定公式目前尚未见到。为了给工程设计提供方便, 在 $0 \leq a/W \leq 0.6$ 范围内, 我们用退化三角形 1/4 中点奇性元对 C_0 、 $C_{0.5}$ 两种试样的 K_I 值进行了计算, 得出了两条 $K_I B W^{3/2} / p - \frac{a}{W}$ 曲线, 最后用最小二乘法得到了这二条曲线的拟合公式。

二、C 型试样的几何形状、原始数据和单元布置

1. 几何形状和原始数据

C_0 、 $C_{0.5}$ 试样的几何尺寸如图 1 所示。两

种试样的主要区别在于加载孔的位置不同, C_0 试样的 $x/W = 0$, $C_{0.5}$ 试样的 $x/W = 0.5$ 。

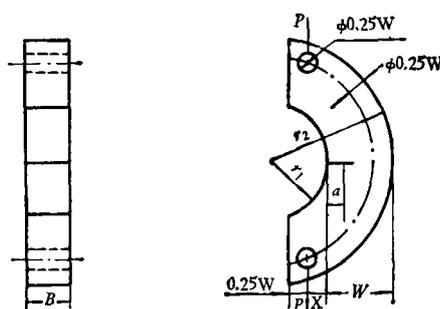


图 1

r_1 圆环内径 r_2 圆环外径 B 试样厚度
 W 试样高度 a 裂纹长度 x 加载孔中
心线的平面与内表面相切的平行平面间的
垂直距离

我们计算的 C_0 、 $C_{0.5}$ 两种试样的内外半径均为 $r_1 = 5\text{cm}$, $r_2 = 11\text{cm}$, 厚度 $B = 1\text{cm}$, 载