



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201732497 U

(45) 授权公告日 2011. 02. 02

(21) 申请号 201020215878. 4

(22) 申请日 2010. 06. 04

(73) 专利权人 西安理工大学

地址 710048 陕西省西安市金花南路 5 号

(72) 发明人 张志昌 刘亚菲 汪学昌

(74) 专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 罗笛

(51) Int. Cl.

G09B 23/12 (2006. 01)

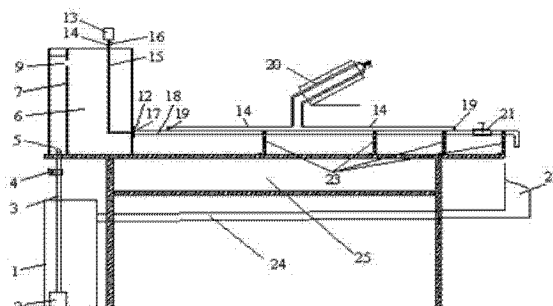
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

雷诺实验仪

(57) 摘要

本实用新型公开了一种雷诺实验仪,在实验台下方设有供水箱,在实验台上方设有稳水箱,稳水箱上方设有盛颜色水的小水箱,供水箱中的水泵与上水管道相连,在上水管道上装有上水阀门;稳水箱中设置有分水三通,上水阀门通过管道与分水三通连接,稳水箱中设置垂直相交的侧隔板 I 和侧隔板 II,在侧隔板 I 上开有稳水孔,侧隔板 II 的另一侧与溢流道连接,在稳水箱的下段侧壁安装有喇叭形进口,喇叭形进口与实验管道相连接,在实验管道上间隔安装有两个测压嘴,两个测压嘴与比压计相连接,实验管道末端设有尾水阀门;小水箱通过颜色水管道及针头伸入喇叭形进口中。本实用新型使雷诺实验得到了准确的验证。



1. 一种雷诺实验仪,其特征在于,包括在实验台(25)下方设置有供水箱(1),在实验台(25)的上方设置有稳水箱(6),在稳水箱(6)的上方设置有盛颜色水的小水箱(13),

所述供水箱(1)中装有水泵(2),水泵(2)与上水管道(3)相连,在上水管道(3)上装有上水阀门(4);

所述稳水箱(6)中设置有分水三通(5),上水阀门(4)通过管道与分水三通(5)连接,稳水箱(6)中设置垂直相交的侧隔板 I (7)和侧隔板 II (8),在侧隔板 I (7)上开有稳水孔(9),侧隔板 II (8)一侧为进水,另一侧与溢流道(10)连接,在稳水箱(6)的下段侧壁安装有喇叭形进口(12),喇叭形进口(12)与等直径的实验管道(18)相连接,实验管道(18)通过支撑(23)设置在实验台(25)上表面,在实验管道(18)上间隔安装有两个测压嘴(19),该两个测压嘴(19)分别与测量压差的斜置的比压计(20)相连接,实验管道(18)末端设有调节流量的尾水阀门(21);

所述小水箱(13)通过软管(14)与颜色水管道(15)连通,软管(14)上设一止水夹(16),颜色水管道(15)通过针头(17)伸入喇叭形进口(12)中。

2. 根据权利要求 1 所述的雷诺实验仪,其特征在于,所述供水箱(1)通过回水管(24)与接水盒(22)相连接,接水盒(22)与上方的尾水阀门(21)的出水口相对应。

雷诺实验仪

技术领域

[0001] 本实用新型属于流体力学实验设备技术领域,涉及一种雷诺实验仪。

背景技术

[0002] 雷诺实验是流体力学(水力学)教学中必须的实验之一。最早由英国力学家、物理学家和工程师雷诺所研制,1885年,雷诺(Reynolds)曾用实验揭示了实际液体运动中层流和紊流的不同本质,已有100多年的历史。目前,国内外的雷诺实验仪器较多,有平放的,也有立放的。例如中国湘潭金凯化工装备技术有限公司生产的JK-LN雷诺实验仪,仪器长1.2m,高0.45m;LNS-B雷诺实验装置,长仅仅0.6m,内径2.35cm,属于较短的一种仪器;中国浙江大学研制的H-1型雷诺实验仪,试验桌长1.5m,水箱高0.55m;上述仪器均为水平放置。中国浙江中控科教仪器设备有限公司生产LN100Y型雷诺演示实验装置,该装置为立放。

[0003] 以上仪器的一个共同点是在判断层流和紊流时,均通过管道中的颜色水目估什么时候是层流,什么时候是紊流。如果颜色水是一条着色的直线,即为层流,如果颜色水颤动即为层流到紊流的过渡区,如果颜色水完全混掺在水里即为紊流。通过目估测量出下临界雷诺数($Re=2320$),即为层流转变为紊流时的雷诺数。

[0004] 以上实验在操作上是不严格的,这是因为雷诺实验是经典的验证性实验,雷诺通过实验已给出了下临界雷诺数($Re=2320$)。而在雷诺数小于2320时颜色水一直都是直线,这样在实验时就不知道哪一条着色直线是下临界雷诺数所需的着色直线,学生只能根据已知的雷诺数和着色直线不断的调试流量而达到实验的要求。但实验表明,不同的仪器雷诺数稍有不同,对于非常光滑、均匀一致的直圆管,下临界雷诺数 $Re_{kf}=2320$,但对于一般程度的粗糙壁管, Re_{kf} 值稍小,约为2000。因此,这种目估的实验方法存在着严重的缺陷。而雷诺实验本身是需要测量出两个参数,即流速(或雷诺数)和沿程水头损失,通过点绘流速(或雷诺数)与沿程水头损失的关系,求出下临界流速或下临界雷诺数,这样作避免了目估的局限性,保证了下临界雷诺数的唯一性。

[0005] 雷诺实验仪的研究也经过了一个漫长的变化过程。过去(上世纪70年代以前)的雷诺实验仪长度较长,一般约有数米长,例如一种原来用的雷诺实验仪管道长度为6m,近几十年来,雷诺实验仪向小型化发展,管道长度骤然减短,目前市场上用得较多的是中国浙江大学研制的雷诺实验仪,实验桌仅有1.5m长,除去水箱长度,实验管段就更短了。管段从过去的数米长骤然减短到小于1米,客观地讲,实验精度要受到一定的影响。这也是许多雷诺实验不测量沿程水头损失的原因,因为管道短了压差较小,测量精度不高。

[0006] 多年来,通过对雷诺实验仪进行研制,通过教学实验认为,过去的雷诺实验仪管段长度太长,而目前用的实验仪管段长度又过短,而且用目估的方法测量下临界雷诺数不严谨,精度不够。

发明内容

[0007] 本实用新型的目的是提供一种雷诺实验仪,通过颜色水的演示定性的判断层流和紊流现象,进而通过测量沿程水头损失和流量来计算雷诺数,通过点绘雷诺数与沿程水头损失的关系求出下临界雷诺数。

[0008] 本实用新型所采用的技术方案是,一种雷诺实验仪,包括在实验台下方设置有供水箱,在实验台的上方设置有稳水箱,在稳水箱的上方设置有盛颜色水的小水箱,所述供水箱中装有水泵,水泵与上水管道相连,在上水管道上装有上水阀门;所述稳水箱中设置有分水三通,上水阀门通过管道与分水三通连接,稳水箱中设置垂直相交的侧隔板 I 和侧隔板 II,在侧隔板 I 上开有稳水孔,侧隔板 II 一侧为进水,另一侧与溢流道连接,在稳水箱的下段侧壁安装有喇叭形进口,喇叭形进口与等直径的实验管道相连接,实验管道通过支撑设置在实验台上表面,在实验管道上间隔安装有两个测压嘴,该两个测压嘴分别与测量压差的斜置的比压计相连接,实验管道末端设有调节流量的尾水阀门;所述小水箱通过软管与颜色水管道连通,软管上设一止水夹,颜色水管道通过针头伸入喇叭形进口中。

[0009] 本实用新型的雷诺实验仪,其特征还在于,所述供水箱通过回水管与接水盒相连接,接水盒与上方的尾水阀门的出水口相对应。

[0010] 本实用新型的有益效果是,将雷诺数和沿程水头损失的测量融为一体,供水箱、稳水箱、实验管道等结构布置合理,整体体积较小、管道长度适中,有效地解决了下临界雷诺数的测量问题,功能多、精度高,结构简单,便于操作,制造容易。

附图说明

[0011] 图 1 是本实用新型雷诺实验仪的主视图;

[0012] 图 2 是本实用新型雷诺实验仪的侧视图;

[0013] 图 3 是本实用新型雷诺实验仪的俯视图;

[0014] 图 4 是沿程水头损失与流速的关系图;

[0015] 图 5 是沿程水头损失的计算原理图。

[0016] 图中,1. 供水箱,2. 水泵,3. 上水管道,4. 上水阀门,5. 分水三通,6. 稳水箱,7. 侧隔板 I,8. 侧隔板 II,9. 稳水孔,10. 溢流道,11. 溢流管,12. 喇叭形进口,13. 小水箱,14. 软管,15. 颜色水管道,16. 止水夹,17. 针头,18. 实验管道,19. 测压嘴,20. 比压计,21. 尾水阀门,22. 接水盒,23. 支撑,24. 回水管,25. 实验台。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型进行详细说明。

[0018] 参照图 1、图 2、图 3,本实用新型的雷诺实验仪的结构是,包括设置在实验台 25 下方的供水箱 1 和接水盒 22,接水盒 22 通过回水管 24 与供水箱 1 相连接,供水箱 1 中装有水泵 2,水泵 2 与上水管道 3 相连,在上水管道 3 上装有上水阀门 4;在实验台 25 的上方设置有稳水箱 6,稳水箱 6 中设置有分水三通 5,上水阀门 4 通过管道与分水三通 5 连接,稳水箱 6 中设置垂直相交的侧隔板 I 7 和侧隔板 II 8,分水三通 5 位于侧隔板 I 7 和侧隔板 II 8 隔成的小空间内,在侧隔板 I 7 上开有稳水孔 9,稳水孔 9 用于将供水箱 1 的来水输入稳水箱 6 的大空间中,侧隔板 II 8 一侧为进水,另一侧与溢流道 10 连接,侧隔板 II 8 的顶端用于溢

流,溢流道 10 下端设有溢流管 11,溢流管 11 与供水箱 1 连接,在稳水箱 6 的大空间下段侧壁安装有喇叭形进口 12,喇叭形进口 12 与等直径的实验管道 18 相连接,实验管道 18 通过支撑 23 设置在实验台 25 上表面,在实验管道 18 上间隔安装有两个测压嘴 19,两个测压嘴 19 通过软管 14 与测量压差的斜置的比压计 20 相连接,实验管道 18 末端设有调节流量的尾水阀门 21,尾水阀门 21 与下方的接水盒 22 相对应;在稳水箱 6 的上方设置有盛颜色水的小水箱 13,所述小水箱 13 通过软管 14 与颜色水管道 15 连通,软管 14 上设一止水夹 16,颜色水管道 15 通过针头 17 伸入喇叭形进口 12 中。

[0019] 实验管道 18 设置为相对较长的管道,长 185cm。

[0020] 采用比压计 20 可以直观的显示液面和精确的测量沿程水头损失。

[0021] 本实用新型的雷诺实验仪的工作原理是:

[0022] 实际流体中存在着两种不同的流动型态,即层流和紊流。层流的特点是当流速较小时流体的质点互不混掺成线状运动,没有脉动现象。紊流的特点是液体中的质点互相混掺,其运动轨迹曲折混乱,运动要素发生脉动现象。介于之间的是层流向紊流的过渡流动状态,称为层流向紊流的过渡。

[0023] 为了定性的区分层流和紊流两种不同的流动形态,在稳水箱 6 上部设置一盛有颜色水的小水箱 13,在小水箱 13 中装入颜色水。试验时,打开颜色水管道 15 上的止水夹 16,使颜色水通过针头 17 进入实验管道 18 中,调节实验管道 18 上的尾水阀门 21 至最大,使尾水阀门 21 从大到小逐渐关闭,可以看到一开始颜色水完全混掺在水流中,这就是紊流,当尾水阀门 21 开小到某一程度时,可以看到颜色水在管道中开始颤动,这便是紊流向层流的过渡,再关小尾水阀门 21,可以看到颜色水成一条着色的直线,这就是层流。如果将尾水阀门 21 从小逐渐开大,可以看到颜色水的演变规律为,当流量较小时为一条着色的直线,这就是层流,当尾水阀门 21 开大到某一值时,颜色水开始颤动,为层流向紊流的过渡,当尾水阀门 21 再开大到某一值时,颜色水完全混掺到水里,这就是紊流现象。

[0024] 如图 4 所示,雷诺实验还证实了层流与紊流的沿程水头损失规律也不同。层流时沿程水头损失与流速的一次方成比例,紊流时沿程水头损失与流速的 n 次方成比例,用公式表示:

$$[0025] \quad h_f = kv^n \quad (1)$$

[0026] 式中 h_f 为沿程水头损失; v 为流速; n 为指数; k 为比例系数。层流时 $n=1.0$,紊流时 $n=1.75 \sim 2.0$ 。可见,要确定水头损失必须先确定流动型态。

[0027] 如图 5 所示,沿程水头损失的计算原理是,在实验管道 18 的两个断面 1-1 和 2-2 上各安装一根测压管,可测量出断面 1-1 至断面 2-2 间的水头损失。由能量方程得:

$$[0028] \quad z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f \quad (2)$$

[0029] 式中, $v_1 = v_2$, 取 $\alpha_1 = \alpha_2$, 则:

$$[0030] \quad h_f = \left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}\right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma}\right) \quad (3)$$

[0031] 由上式可以看出,1-1 断面和 2-2 断面两根测压管的水头差即为沿程水头损失。

[0032] 为了测量沿程水头损失,在所取的 1-1 和 2-2 断面上各设置一个测压嘴 19,测压嘴

19 用软管与比压计 20 相连接,采用比压计 20 的目的是提高测量沿程水头损失的精度。

[0033] 流动型态的判别标准是雷诺数,对于圆管流动,雷诺数用下式计算

$$[0034] \quad R_e = \frac{v d}{\nu} \quad (4)$$

[0035] 式中, R_e 为雷诺数; v 为圆管断面水流的平均流速; ν 为水流的运动粘滞系数,计算式为:

$$[0036] \quad \nu = \frac{0.01775}{1 + 0.0337t + 0.000221t^2} \quad (5)$$

[0037] 实验证明,当雷诺数小于 2320 时,管道中的水流流动型态为层流,当雷诺数大于 2320 时,管道中的水流流动型态为紊流。所以用雷诺数可以判别水流的流动型态。

[0038] 本实用新型装置的操作步骤是:

[0039] 1) 记录管道直径 d 和两个测压断面之间的距离 L 。

[0040] 2) 打开水泵 2,使稳水箱 6 充满水,并保持溢流状态。然后调节尾水阀门 21,待水流稳定后,打开颜色水阀门,观察颜色水的变化。当颜色水在实验管道 18 中呈一条稳定而明显的直线时,管内即为层流流动型态。逐渐调节尾水阀门 21,使流量增大,这时颜色水开始颤动、弯曲、具有波形轮廓,并逐渐扩散,当扩散至全管时,水流紊流到已看不清着色流线时,即为紊流流动型态。

[0041] 3) 测定下临界雷诺数。第 2 步骤完成后,关闭颜色水管道 15 上的止水夹 16,同时关闭尾水阀门 21,打开比压计 20 上的放气嘴,将比压计 20 中的空气排出,空气是否排完的检验方法是管道不过流时比压计上的两根测压管的水面应齐平。

[0042] 4) 打开尾水阀门 21,并将尾水阀门 21 调至最大,待水流稳定后,用钢板尺测量比压计上两根测压管读数 L_1 和 L_2 ,则两根测压管的水面差为 $\Delta L = L_1 - L_2$ 。用量筒和秒表测量流量。

[0043] 5) 逐渐关闭尾水阀门 21,重复第 4 步 N 次。

[0044] 6) 用温度计测量水温。

[0045] 7) 实验结束后将仪器恢复原状。

[0046] 8) 在对数纸上点绘水头损失 $h_f = \Delta L \sin \alpha$ (α 为比压计斜面与水平面的夹角)与雷诺数 R_e 的关系,求出下临界雷诺数 R_{ex} 。

[0047] 本实用新型的有益效果是:将测量雷诺数与测量沿程水头损失紧密的结合起来,通过点绘沿程水头损失与雷诺数的关系得出下临界雷诺数,使实验结果保持唯一性,实验结果一目了然,避免了人为估读带来的误差,使雷诺实验回到了雷诺最初的方法。该仪器也可以测量沿程水头损失系数,属多功能仪器。该仪器体积较小、结构简单,功能多、精度高,便于操作,制造容易。

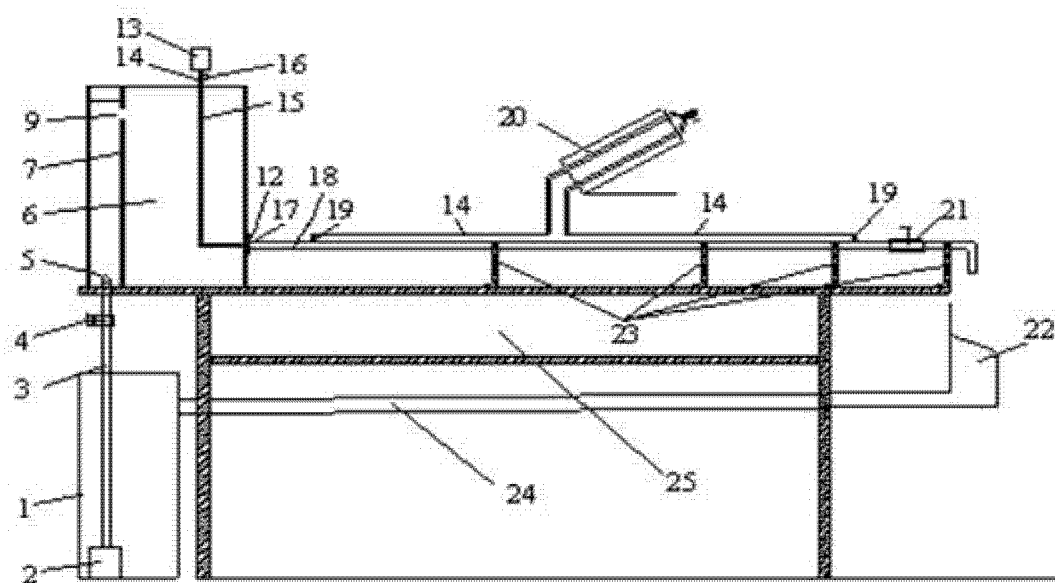


图 1

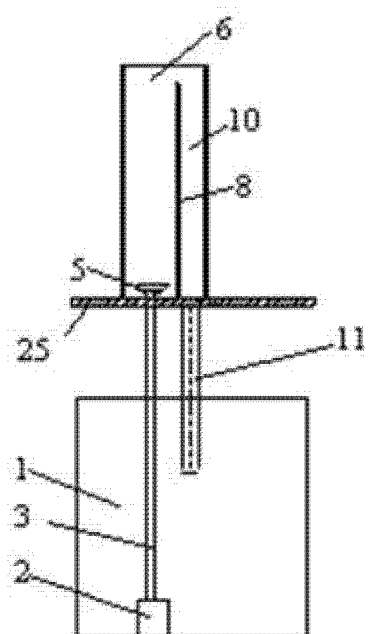


图 2

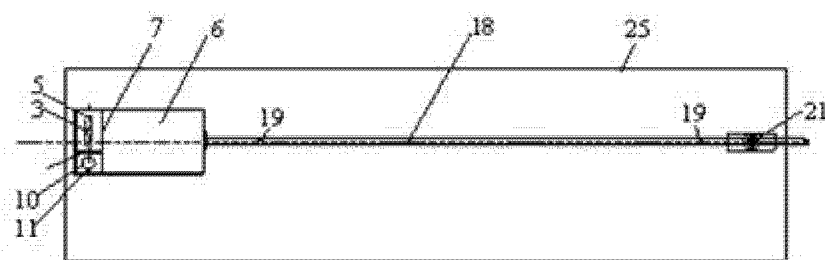


图 3

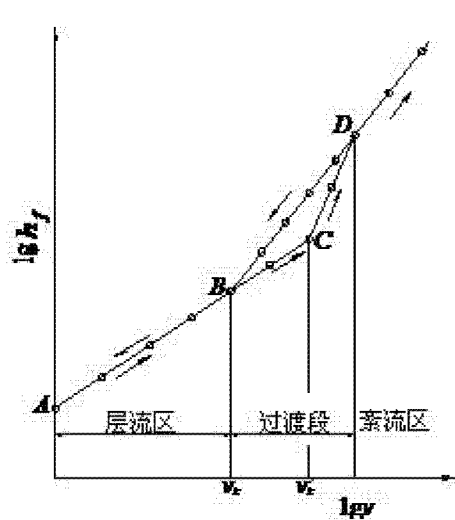


图 4

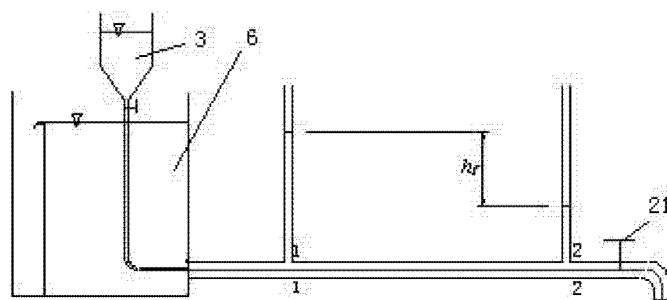


图 5