



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208187686 U

(45)授权公告日 2018.12.04

(21)申请号 201820824675.1

(22)申请日 2018.05.30

(73)专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 姜羽泽 叶晓明 朱世新 徐继旺
聂富成

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 周磊 曹葆青

(51)Int.Cl.

G01M 10/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

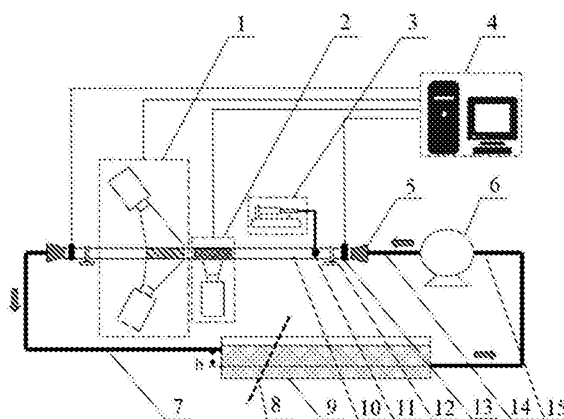
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种探究表面减阻机理的试验装置

(57)摘要

本实用新型属于减阻测试技术领域,并公开了一种探究表面减阻机理的试验装置,包括储水槽、蠕动泵、空气注射泵、压力传感器、PIV测量仪、Micro-PIV测量仪和计算机,储水槽具有流体入口和流体出口;流体出口通过第一输送管道连接蠕动泵的入口,蠕动泵的出口连接第二输送管道;储水槽的流体入口连接第三输送管道;压力传感器设有两个,每个压力传感器分别用于安装到待测试管道的一端;PIV测量仪和Micro-PIV测量仪用于测量待测试管道内流体的速度场。本实用新型可利用较小的试样对减阻表面的减阻效果进行测试,有利于减小减阻技术的研发成本,而且本实用新型的试验装置结构简单,待测试管道的更换也比较方便。



1. 一种探究表面减阻机理的试验装置,其特征在于,包括储水槽、蠕动泵、空气注射泵、压力传感器、PIV测量仪、Micro-PIV测量仪和计算机,其中,

所述储水槽具有流体入口和流体出口;

所述流体出口通过第一输送管道连接所述蠕动泵的入口,所述蠕动泵的出口连接第二输送管道,所述第二输送管道用于连接待测试管道的一端;

所述储水槽的流体入口连接第三输送管道,所述第三输送管道用于所述待测试管道的另一端;

所述压力传感器设置有两个,每个所述压力传感器分别用于安装到所述待测试管道的一端;

所述PIV测量仪和Micro-PIV测量仪安装在测量台架上;

所述PIV测量仪、Micro-PIV测量仪和每个所述压力传感器分别与所述计算机连接。

2. 根据权利要求1所述的一种探究表面减阻机理的试验装置,其特征在于,所述第二输送管道通过接头与所述待测试管道连接,所述第二输送管道为圆管,所述待测试管道为方管,并且所述第二输送管道内腔的横截面积大于所述待测试管道内腔的横截面积。

3. 根据权利要求1所述的一种探究表面减阻机理的试验装置,其特征在于,所述待测试管道由一块上壁、两块侧壁和一块下壁围成,并且上壁与两个侧壁为可拆卸连接,下壁与两个侧壁也为可拆卸连接。

4. 根据权利要求1所述的一种探究表面减阻机理的试验装置,其特征在于,所述第三输送管道通过接头与所述待测试管道连接,所述第三输送管道为圆管,所述待测试管道为方管,并且所述第三输送管道内腔的横截面积大于所述待测试管道内腔的横截面积。

5. 根据权利要求1所述的一种探究表面减阻机理的试验装置,其特征在于,还包括用于向待测试管道内注入空气的空气注射泵和用于拍摄气泡的高速摄像机。

6. 根据权利要求5所述的一种探究表面减阻机理的试验装置,其特征在于,所述流体入口和所述流体出口分别设置在储水槽上相对的两个侧壁上,并且所述流体入口的高度大于所述流体出口的高度;

所述储水槽内设置有气泡隔离网。

一种探究表面减阻机理的试验装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于减阻测试技术领域,更具体地,涉及一种探究表面减阻机理的试验装置。

背景技术

[0002] 流体由于自身粘性在流动过程中会与周围界面存在阻力,例如船舶阻力、水下航行体阻力和运输管道阻力等。

[0003] 伴随能源危机的不断加剧,研究应用于不同场景的流体流动减阻技术成为国内外的热点,其研究方法主要包括理论分析、数值模拟和试验等。其中,试验方法因其准确性和真实性,被认为是研究表面减阻技术最为重要的手段。

[0004] 但是,现有的试验方法具有一定缺陷,主要如下:

[0005] 1) 当前的减阻试验研究大多在大型水洞、水槽中进行,且以评估减阻效果为主,因整体设备体积庞大,将产生巨大的设备维护和测试表面制备成本。

[0006] 2) 若在实验室水平进行减阻效果测量,阻力的直接检测因平面过小而具有较大的数值误差。

[0007] 3) 在减阻机理的研究方面,当前的试验研究方式多关注宏观速度场,而对减阻引起的微观速度场观测较少,相比于数值仿真忽视大量细节。

[0008] 4) 当前的管道减阻试验研究多数不具有可替换性结构,难以加工,造成测试不便捷。

实用新型内容

[0009] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本实用新型提供了一种探究表面减阻机理的试验装置,可针对多种不同减阻方式的测试,从而在减阻表面的研制过程中探究表面减阻的机理,同时节约研发成本。

[0010] 为实现上述目的,按照本实用新型,提供了一种探究表面减阻机理的试验装置,其特征在于,包括储水槽、蠕动泵、空气注射泵、压力传感器、PIV测量仪、Micro-PIV测量仪和计算机,其中,

[0011] 所述储水槽具有流体入口和流体出口;

[0012] 所述流体出口通过第一输送管道连接所述蠕动泵的入口,所述蠕动泵的出口连接第二输送管道,所述第二输送管道用于连接待测试管道的一端;

[0013] 所述储水槽的流体入口连接第三输送管道,所述第三输送管道用于所述待测试管道的另一端;

[0014] 所述压力传感器设置有两个,每个所述压力传感器分别用于安装到所述待测试管道的一端;

[0015] 所述PIV测量仪和Micro-PIV测量仪安装在测量台架上;

[0016] 所述PIV测量仪、Micro-PIV测量仪和每个所述压力传感器分别与所述计算机连

接。

[0017] 优选地,所述第二输送管道通过接头与所述待测试管道连接,所述第二输送管道为圆管,所述待测试管道为方管,并且所述第二输送管道内腔的横截面积大于所述待测试管道内腔的横截面积。

[0018] 优选地,所述待测试管道由一块上壁、两块侧壁和一块下壁围成,并且上壁与两个侧壁为可拆卸连接,下壁与两个侧壁也为可拆卸连接。

[0019] 优选地,所述第三输送管道通过接头与所述待测试管道连接,所述第三输送管道为圆管,所述待测试管道为方管,并且所述第三输送管道内腔的横截面积大于所述待测试管道内腔的横截面积。

[0020] 优选地,还包括用于向待测试管道内注入空气的空气注射泵和用于拍摄气泡的高速摄像机。

[0021] 优选地,所述流体入口和所述流体出口分别设置在储水槽上相对的两个侧壁上,并且所述流体入口的高度大于所述流体出口的高度;

[0022] 所述储水槽内设置有气泡隔离网。

[0023] 总体而言,通过本实用新型所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0024] (1) 本实用新型可利用较小的试样(待测试管道)对减阻表面的减阻效果进行测试,有利于减小减阻技术的研发成本,而且本实用新型的试验装置结构简单,待测试管道的更换也比较方便;

[0025] (2) 本实用新型通过测试管道的上壁、下壁均可更换,则上壁的内壁面、下壁的内壁面均可以进行减阻处理,有利于对不同减阻处理方式的减阻效果、减阻机理进行对比;

[0026] (3) PIV测量仪的测试和Micro-PIV测量仪的测试在本试验装置中可同时进行,有利于测量不同尺度的速度场,更加精确地探究待测试管道内壁面的减阻机理。

附图说明

[0027] 图1是本实用新型的结构图;

[0028] 图2是本实用新型中测试管道的示意图。

具体实施方式

[0029] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。此外,下面所描述的本实用新型各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0030] 参照图1、图2,一种探究表面减阻机理的试验装置,包括储水槽9、蠕动泵6、空气注射泵3、压力传感器13、PIV测量仪1、Micro-PIV测量仪2和计算机4,其中,

[0031] 所述储水槽9具有流体入口和流体出口;

[0032] 所述流体出口通过第一输送管道15连接所述蠕动泵6的入口,所述蠕动泵6的出口连接第二输送管道14,所述第二输送管道14用于连接待测试管道10的一端;

[0033] 所述储水槽9的流体入口连接第三输送管道7,所述第三输送管道7用于所述待测

试管道10的另一端；

[0034] 所述压力传感器13设置有两个,每个所述压力传感器13分别用于安装到所述待测试管道10的一端,以用于在待测试管道10内通入流体后来测量压力,从而获得所述待测试管道10两端的压力差,进而获得所述待测试管道10的阻力；

[0035] 所述PIV测量仪1和Micro-PIV测量仪2用于测量所述待测试管道10内流体的速度场；

[0036] 所述PIV测量仪1、Micro-PIV测量仪2和每个所述压力传感器13分别与所述计算机4连接。

[0037] 进一步,所述第二输送管道14通过接头5与所述待测试管道10连接,所述第二输送管道14为圆管,所述待测试管道10为方管,并且所述第二输送管道14内腔的横截面积大于所述待测试管道10内腔的横截面积。

[0038] 进一步,所述第三输送管道7通过接头5与所述待测试管道10连接,所述第三输送管道7为圆管,所述待测试管道10为方管,并且所述第三输送管道7内腔的横截面积大于所述待测试管道10内腔的横截面积。

[0039] 进一步,还包括空气注射泵3和高速摄像机,以用于从所述待测试管道10上设置的空气注射孔11向待测试管道10内部注入空气,从而产生气泡,再通过所述高速摄像机进行拍摄,以记录气泡在待测试管道10的内壁面附近的形态和速度。

[0040] 进一步,所述流体入口和所述流体出口分别设置在储水槽9上相对的两个侧壁上,并且所述流体入口的高度大于所述流体出口的高度,两者具有高度差h；

[0041] 所述储水槽内设置有气泡隔离网8,以用于去除流入储水槽9内的气泡。

[0042] 探究表面减阻机理的试验方法具体步骤为：

[0043] a、选取未经减阻处理的待测试管道10与第二输送管道14和第三输送管道7连接；

[0044] b、开启蠕动泵6,调节流体流速,使待测试管道10中的流体流动平稳、均匀；

[0045] c、开启PIV测量仪1,测量待测试管道10内的流体的速度场,并将该速度场数据传输至计算机4；

[0046] d、开启Micro-PIV测量仪2,测量接近待测试管道10内壁面的流体的速度场,并将该速度场数据传输至计算机4；

[0047] e、使用两个压力传感器13测量待测试管道10两端的压力,并将数据传输至计算机4；

[0048] f、利用计算机4对所接收的数据进行处理,得到当前流体流速下的减阻效果、流场速度分布和涡结构；

[0049] g、对步骤a的待测试管道10进行减阻处理,然后再与第二输送管道14和第三输送管道7连接；

[0050] h、重复步骤b~步骤f；

[0051] i、获得减阻率DR：

$$[0052] \quad DR = \frac{\Delta P_{none} - \Delta P}{\Delta P_{none}} \times 100\%$$

[0053] 其中, ΔP_{none} 为未采用减阻处理的待测试管道10两端的压力差, ΔP 为采用减阻处理的待测试管道10两端的压力差。减阻率DR越大,证明所采用的减阻措施具有更好的减阻

效果。

[0054] j、关闭蠕动泵6,排空待测试管道10和各输送管内的流体,结束试验。

[0055] 本实用新型的流体由蠕动泵6驱动,其从储水槽9中将流体吸出,经过第一输送管道15流入待测试管道;第一输送管道15和待测试管道10之间需实用管道连接接头5串联,第一输送管道~第三输送管道均为无缝管,第一输送管道15的较大的圆形结构和待测试管道10的较小的方形结构,使待测试管道内的流体流动更加均匀;待测试管道10利用测试管道支架12 固定于测量台架底面;在待测试管道10两端向内侧一段距离位置布置一对压力传感器13,利用管道前后压力差描述管道的阻力;在待测试管道中段布置PIV测量仪1和 Micro-PIV测量仪2,可通过不同平面布置测量同一轴向位置待测试管道10内部、内壁面附近的流场;若对气泡减阻的减阻效果进行测试,可在所测试壁面的上游(靠近第一输送管道的位置)布置空气注射孔11,并利用空气注射泵3向壁面附近注射空气,并使用高速摄像机记录气泡形态;流体流过待测试管道10后,沿第三输送管道7重新流入储水槽9;储水槽9的流体入口和流体出口间具有高度差,利用此高度差和布置的气泡隔离网8去除流体中的气泡;压力传感器13、PIV测量仪1和 Micro-PIV测量仪2所得到的数据最终传递到计算机4,并做数据处理和分析。

[0056] 参照图2,本实用新型测量装置的待测试管道10设计为可拆卸、可组装,其包括上壁16、两侧壁17和下壁18,材料为透明亚克力板;上壁16 和下壁18为主要测试表面,可通过拆卸替换对所需测试的减阻方式进行更换;压力传感器13布置在侧壁17的固定位置;为保证可拆卸性,在壁面外部使用防水胶带进行固定。

[0057] 本实用新型可测量不同流速、不同减阻方式的壁面的管道摩擦阻力,并通过减阻率评估所测试减阻方式的减阻效果;同时,利用PIV测试和 Micro-PIV测试对流体壁面附近结构进行测量,经计算机处理,探究所测试减阻方式的减阻机理。该试验装置结构简单,操作方便;可根据需要进行不同减阻方式的测试,包括表面微织构、表面高分子涂层、柔性表面、输入气泡等。本实用新型测试原理直观,结果准确,有广泛的适用范围。

[0058] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

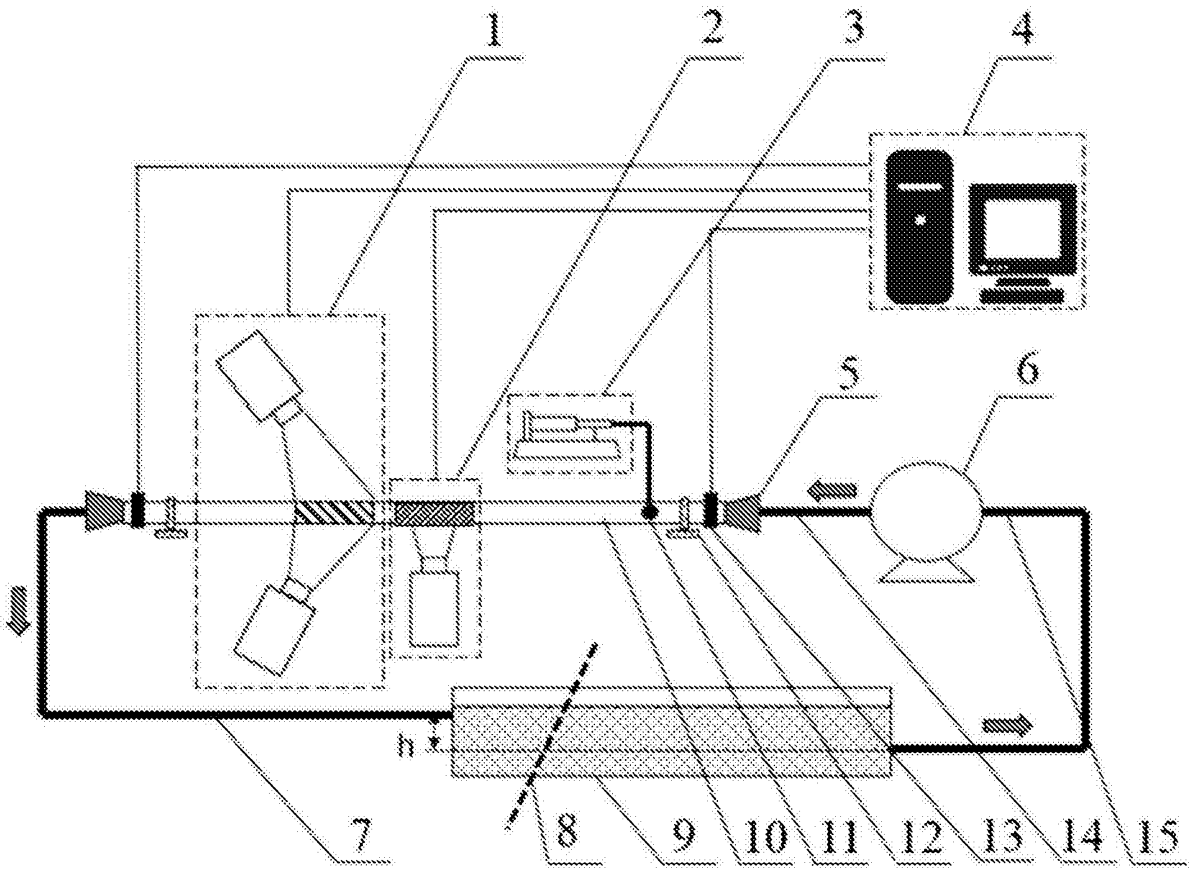


图1

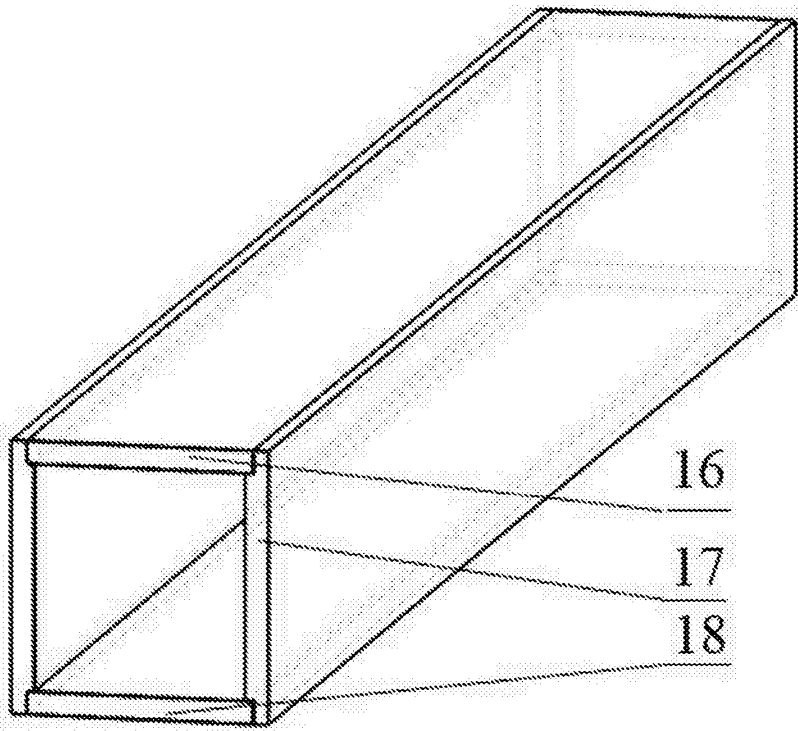


图2