



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103645030 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201310697578. 2

(22) 申请日 2013. 12. 18

(71) 申请人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街 145 号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72) 发明人 赵刚 李芳 刘维新 刘明明 张殊 赵健英 孙壮志 饶宇

(51) Int. Cl.

G01M 10/00(2006. 01)

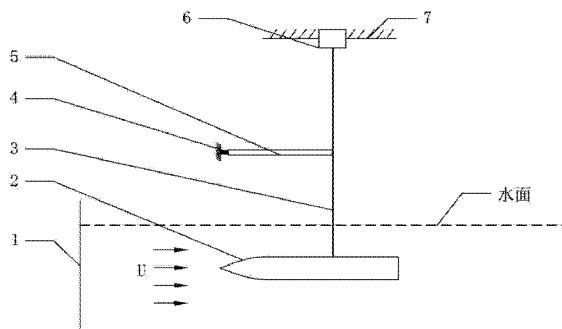
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置及试验方法

(57) 摘要

本发明的目的在于提供评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置及试验方法,包括水池、滑块、导轨、连杆、测力元件,导轨设置在水池的上方,滑块安装在导轨上并通过滚轮可沿导轨滚动,水池里设置旋成体壁面测试模型,旋成体壁面测试模型通过连杆连接滑块,连杆上设置传力杆,测力元件安装在传力杆上。本发明采用悬挂式阻力测试法测量仿生非光滑表面和光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力,通过减阻率来衡量仿生非光滑表面的减阻效果,本发明测试原理简单、评价方法直观、测试结果可靠,操作方便。



1. 评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置,其特征是:包括水池、滑块、导轨、连杆、测力元件,导轨设置在水池的上方,滑块安装在导轨上并通过滚轮可沿导轨滚动,水池里设置旋成体壁面测试模型,旋成体壁面测试模型通过连杆连接滑块,连杆上设置传力杆,测力元件安装在传力杆上。

2. 根据权利要求1所述的评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置,其特征是:所述的旋成体壁面测试模型包括光滑表面旋成体壁面测试模型和仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型。

3. 根据权利要求1或2所述的评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置,其特征是:旋成体壁面测试模型与连杆之间所成角度可变。

4. 评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验方法,其特征是:采用如下试验装置:包括水池、滑块、导轨、连杆、测力元件,导轨设置在水池的上方,滑块安装在导轨上并通过滚轮可沿导轨滚动,水池里设置旋成体壁面测试模型,旋成体壁面测试模型通过连杆连接滑块,连杆上设置传力杆,测力元件安装在传力杆上;所述的旋成体壁面测试模型包括光滑表面旋成体壁面测试模型和仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型;

(1) 将光滑表面旋成体壁面测试模型与连杆固连,通过传力杆和测力元件测出光滑表面旋成体壁面测试模型的流体摩擦阻力  $f_s$ ;

(2) 将光滑表面旋成体壁面测试模型换成仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型,重复上一步继续测量出仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型的流体摩擦阻力  $f_n$ ;

(3) 仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型的减阻效果用减阻率 DR 来表示,则:  
 $DR=100\% \times (f_s - f_n) / f_s$ 。

5. 根据权利要求4所述的评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验方法,其特征是:改变水流速度以及旋成体壁面模型与连杆之间的联接角度,重复步骤(1)~(3),得到测量不同流速、不同攻角时仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型的减阻效果用减阻率。

## 评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置及试验方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种试验装置及试验方法,具体地说是旋成体壁面的流体摩擦阻力。

### 背景技术

[0002] 水下航行体在水中行进时的主要能耗是用来克服行进阻力,因此进行阻力分析和减小阻力,对于节约能源、改善工作状况、提高工作效能具有重要意义。凹坑、凸包、沟槽等仿生非光滑具有显著的减阻效果已得到了充分的证明,对仿生非光滑表面的减阻效果进行评价和分析是进一步应用仿生非光滑表面技术的关键。

[0003] 目前,评估仿生非光滑表面减阻效果的试验装置主要集中在旋转测量法,如专利申请号为:201110089369.0,名称为“评估仿生非光滑表面及仿生射流表面减阻效果的试验装置”和专利申请号为:201120070969.8,名称为“一种对流体摩擦阻力测试的试验装置”,主要适用于对平板非光滑表面的摩擦阻力进行测量,而不适用于旋成体壁面流体摩擦阻力的测量。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供能够实现减阻效果测试、表面涂覆涂层减阻效果测试的评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置及试验方法。

[0005] 本发明的目的是这样实现的:

[0006] 本发明评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置,其特征是:包括水池、滑块、导轨、连杆、测力元件,导轨设置在水池的上方,滑块安装在导轨上并通过滚轮可沿导轨滚动,水池里设置旋成体壁面测试模型,旋成体壁面测试模型通过连杆连接滑块,连杆上设置传力杆,测力元件安装在传力杆上。

[0007] 本发明评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验装置还可以包括:

[0008] 1、所述的旋成体壁面测试模型包括光滑表面旋成体壁面测试模型和仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型。

[0009] 2、旋成体壁面测试模型与连杆之间所成角度可变。

[0010] 本发明评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验方法,其特征是:采用如下试验装置:包括水池、滑块、导轨、连杆、测力元件,导轨设置在水池的上方,滑块安装在导轨上并通过滚轮可沿导轨滚动,水池里设置旋成体壁面测试模型,旋成体壁面测试模型通过连杆连接滑块,连杆上设置传力杆,测力元件安装在传力杆上;所述的旋成体壁面测试模型包括光滑表面旋成体壁面测试模型和仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型;

[0011] (1) 将光滑表面旋成体壁面测试模型与连杆固连,通过传力杆和测力元件测出光滑表面旋成体壁面测试模型的流体摩擦阻力  $f_s$ ;

[0012] (2) 将光滑表面旋成体壁面测试模型换成仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型,

重复上一步继续测量出仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型的流体摩擦阻力  $f_n$ ；

[0013] (3) 仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型的减阻效果用减阻率 DR 来表示, 则： $DR=100\% \times (f_s - f_n) / f_s$ 。

[0014] 本发明评估仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的试验方法还可以包括：

[0015] 1、改变水流速度以及旋成体壁面模型与连杆之间的联接角度, 重复步骤(1)～(3), 得到测量不同流速、不同攻角时仿生非光滑表面旋成体壁面测试模型的减阻效果用减阻率。

[0016] 本发明的优势在于：本发明采用悬挂式阻力测试法测量仿生非光滑表面和光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力, 通过减阻率来衡量仿生非光滑表面的减阻效果。能够实现仿生非光滑表面旋成体壁面结构及表面涂层结构流体摩擦阻力的测试及减阻效果的评价, 该装置结构简单, 操作容易, 测试准确；仿生非光滑表面旋成体壁面可根据需要加工出不同的非光滑表面结构（如 V 型、U 型、凹坑、凸包或涂覆表面涂层等）, 本发明还适用于聚合物添加剂溶液的减阻效果测试。本发明测试原理简单、直观, 不同于其它评估仿生非光滑表面旋成体壁面结构减阻效果的装置, 可以直接给出仿生非光滑表面的流体摩擦阻力, 测试结果可靠。

#### 附图说明

[0017] 图 1 为本发明的结构示意图。

#### 具体实施方式

[0018] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述：

[0019] 结合图 1, 本发明包括水池 1、旋成体壁面测试模型 2、连杆 3 传力杆 5、测力元件 4、滑块 6 和导轨 7, 旋成体壁面测试模型 2 通过连杆 3 与滑块 6 相连接, 主要承担旋成体壁面测试模型 2 在水中的重力；在滑块 6 与导轨 7 之间装有滚轮, 将滑块 6 与导轨 7 之间的滑动摩擦阻力变为滚动摩擦, 相对于流体摩擦阻力而言滚动摩擦可以忽略不计, 使得测试结果更准确。其中, 旋成体测试模型 2 深入水池 1 液面以下, 且远离水池壁面和底面, 减小甚至消除水池壁面和自由液面对旋成体测试模型 2 流体摩擦阻力测试结果的影响；滑块 6、连杆 3、传力杆 5、测力元件 4、旋成体测试模型 2 在同一竖直平面上, 旋成体测试模型 2 壁面受到的流体摩擦阻力可以通过测力元件 4 直接测出；通过对比光滑表面和仿生非光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力来评估仿生非光滑表面的减阻效果。

[0020] 本发明可以测量不同流速、不同倾角时仿生非光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力, 通过与光滑表面流体摩擦阻力进行对比来评估仿生非光滑表面旋成体壁面的减阻效果。

[0021] 所述的仿生非光滑表面旋成体壁面减阻效果的评价方法具体步骤为：

[0022] a、首先测量光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力, 先将光滑表面旋成体壁面测试模型 2 与连杆 3 固连, 通过传力杆 5 和测力元件 4 测出光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力  $f_s$ ；

[0023] b、将光滑表面旋成体壁面模型换成仿生非光滑表面旋成体壁面模型, 重复上一步继续测量出仿生非光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力  $f_n$ ；

[0024] c、改变水流速度,重复步骤 a 和 b 可以测量不同流速时光滑表面和仿生非光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力;

[0025] d、改变旋成体壁面模型 2 与连杆 3 之间的联接角度,重复步骤 a 和 b 可以测量不同攻角时光滑表面和仿生非光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力;

[0026] e、仿生非光滑表面旋成体壁面的减阻效果用减阻率 DR 来表示,计算方法为

$$[0027] \quad DR=100\% \times (f_s - f_n) / f_s$$

[0028] 减阻率 DR 越大,非光滑表面旋成体壁面的减阻效果越好。

[0029] 本发明的工作原理为:

[0030] 本发明一方面通过与传力杆 5 相连接的测力元件 4 测量出仿生非光滑表面旋成体壁面的流体摩擦阻力,改变流体流速和旋成体倾角,测量不同流速和不同倾角时的流体摩擦阻力,并与相同条件下的光滑表面流体摩擦阻力进行对比来评估仿生非光滑表面旋成体壁面的减阻效果。该装置结构简单,操作容易,测试准确;仿生非光滑表面旋成体壁面可根据需要加工出不同的非光滑表面结构如 V 型、U 型、凹坑、凸包或涂覆表面涂层等,本发明还适用于聚合物添加剂溶液的减阻效果测试。本发明测试原理简单、直观,测试结果准确,应用范围广。

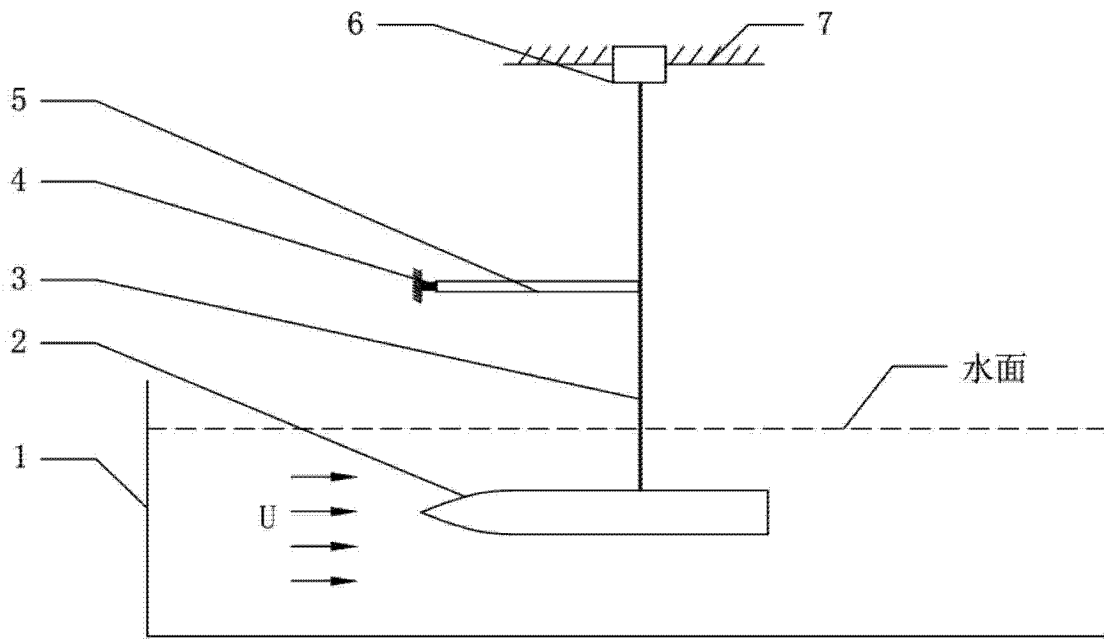


图 1