



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114923667 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 26

(21) 申请号 202210687027.7

G09B 23/24 (2006.01)

(22) 申请日 2022.06.16

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114923667 A

- CN 106596041 A, 2017.04.26
- KR 20170043028 A, 2017.04.20
- CN 107621433 A, 2018.01.23
- CN 112798225 A, 2021.05.14
- CN 107179388 A, 2017.09.19
- JP 2007333566 A, 2007.12.27
- CN 103485305 A, 2014.01.01
- CN 109540734 A, 2019.03.29
- CN 105536424 A, 2016.05.04

(43) 申请公布日 2022.08.19

(66) 本国优先权数据
202110664924.1 2021.06.16 CN

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

王一伟 等. 高速航行体水下发射水动力学研究进展. 力学进展. 2018, 48:259-298.

(72) 发明人 王静竹 王广航 岳杰顺 王一伟

蔡超 等. 鼓泡结晶塔内脱除磷酸中Mg~(2+)的研究. 化工矿物与加工. 2016, (12), 15-17+20.

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

专利代理师 胡剑辉

审查员 高川

(51) Int. Cl.

G01M 10/00 (2006.01)

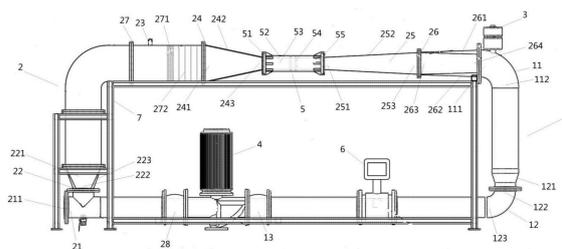
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

一种实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,包括依次连接的真空泵、第一传输单元、离心泵和第二传输单元,第二传输单元连接真空泵以形成封闭式循环水槽,在第二传输单元上设置有通气阀和溶解氧测量设备;通气阀用于向封闭式循环水槽内通入待溶解气体,溶解氧测量设备用于实时监控封闭式循环水槽内实际溶解量,并据此判断是否达到当前温度下的饱和度,通过调节通气阀控制通入封闭循环水槽内待溶解气体的体积,直至溶解氧测量设备测量的实际溶解量达到当前实验条件下的理论溶解量。本发明提出在封闭式循环水槽内形成稳定溶液循环,在改溶液循环中通过改变通入待溶解气体的量来达到改变溶液饱和度,以实现再实验中溶液饱和度的调控。



CN 114923667 B

1. 一种实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,其特征在于,

包括依次连接的真空泵(3)、第一传输单元(1)、离心泵(4)和第二传输单元(2),所述第二传输单元(2)连接所述真空泵(3)以形成封闭式循环水槽,所述真空泵(3)用于将所述封闭式循环水槽内抽真空,所述离心泵(4)用于驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,在所述第二传输单元(2)上设置有通气阀(23)和溶解氧测量设备(54);

其中,所述通气阀(23)用于向封闭式循环水槽内通入待溶解气体,所述溶解氧测量设备用于实时监控封闭式循环水槽内溶液溶解氧气的量以反推得到待溶解气体在溶液中的实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的饱和度,并通过反复调节所述通气阀(23)控制通入封闭循环水槽内待溶解气体的体积,直至所述溶解氧测量设备(54)测量的所述实际溶解量达到当前实验条件下的理论溶解量;

在所述第二传输单元(2)上设置有温控单元,所述温控单元用于调控所述封闭式循环水槽内的溶液的温度以微调所述溶液的浓度并使其所述溶解氧测量设备(54)测量的所述实际溶解量达到当前实验条件下的理论溶解量。

2. 根据权利要求1所述实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,其特征在于,所述通气阀(23)设置在所述溶解氧测量设备(54)下游的所述第二传输单元(2)上。

3. 根据权利要求2所述实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,其特征在于,所述第二传输单元(2)包括依次连接的整流段(27)、第一渐变管(24)、观测段(5)、第二渐变管(25)和异型段(26),所述整流段(27)靠近所述离心泵(4)设置,所述异型段(26)靠近所述真空泵(3)设置,所述溶解氧测量设备(54)设置在所述观测段(5)内;

所述第一渐变管(24)用于使从所述观测段(5)内流出的水流通道的通道变大,以减小所述观测段(5)内的溶液压力;

所述第二渐变管(25)使进入所述观测段(5)内的水流缓慢;

所述异型段(26)用于过渡所述第二渐变管(25)内的来流流场;

所述整流段(27)用于调整流场。

4. 根据权利要求3所述实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,其特征在于,所述溶解氧测量设备设置在所述观测段(5)内部,所述通气阀(23)设置在所述整流段(27)上。

5. 根据权利要求3所述实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,其特征在于,

所述温控单元包括设置在所述整流段(27)内的调温管路,以及设置在水槽实验装置外部的冷水循环系统和热水循环系统,所述冷水循环系统和所述热水循环系统均与所述调温管路形成闭环循环水路;且所述冷水循环系统和所述热水循环系统均能够调控其供应水的温度。

6. 根据权利要求3所述实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,其特征在于,

所述温控单元包括设置在所述整流段(27)内的调温管路,以及设置在水槽实验装置外部的冷水机和热水机,所述冷水机和所述热水机连接外恒温循环管路,所述外恒温循环管路与所述调温管路连接形成能够始终保持设定温度的恒温水循环,所述设定温度通过所述冷水机和所述热水机配合调控实现。

7. 根据权利要求4所述实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,其特征在于,

所述观测段包括观测架,所述观测架上设置有透明观测窗,所述溶解氧测量设备连接设置在所述观测架内;

所述观测段上分别设置有第一观测段口和第二观测段口。

8. 一种基于权利要求5所述实验装置的实现溶液饱和度可控的循环水槽实验方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤100、依据水槽实验目的所需溶液的目标溶解量和当前温度,粗略计算所需通入待溶解气体的目标含量;

步骤200、通过试验建立所述溶液的饱和度与温度的相关关系;

步骤300、启动真空泵抽真空,然后启动离心泵驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,同时打开通气阀向第二传输单元中通入目标含量的待溶解气体;

步骤400、溶解氧测量设备实时监测经过的溶液以获得所述实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的目标溶解量;

当所述实际溶解量低于当前温度下的所述目标溶解量时,继续通过所述通气阀向所述第二传输单元内补充通入所述待溶解气体以提高所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过所述冷水循环系统反复调控降低所述封闭式循环水槽内溶液的温度以使其达到所述目标溶解量;

当所述实际溶解量超过当前温度下的所述目标溶解量时,通过所述真空泵排出所述待溶解气体以降低所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过所述热水循环系统反复调节提高所述封闭式循环水槽内溶液的温度以使其达到所述目标溶解量;

步骤500、直至所述封闭式循环水槽内形成稳定条件的溶液循环流,以为结构物模型的应用模拟测试提供稳定的模拟环境。

9. 一种基于权利要求6所述实验装置的实现溶液饱和度可控的循环水槽实验方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤100、依据水槽实验目的所需溶液的目标溶解量和当前温度,粗略计算所需通入待溶解气体的目标含量;

步骤200、通过试验建立所述溶液的饱和度与温度的相关关系;

步骤300、启动真空泵抽真空,然后启动离心泵驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,同时打开通气阀向第二传输单元中通入目标含量的待溶解气体;

步骤400、溶解氧测量设备实时监测经过的溶液以获得所述实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的目标溶解量;

当所述实际溶解量低于当前温度下的所述目标溶解量时,继续通过所述通气阀向所述第二传输单元内补充通入所述待溶解气体以提高所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过启动所述冷水机和所述热水机反复调节降低所述恒温水循环中的温度直至达到所述目标溶解量并保持温度;

当所述实际溶解量超过当前温度下的所述目标溶解量时,通过所述真空泵排出所述待溶解气体以降低所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过启动所述冷水机和所述热水机反复调节提高所述恒温水循环中的温度直至达到所述目标溶解量并保持温度;

步骤500、直至所述封闭式循环水槽内形成稳定条件的溶液循环流,以为结构物模型的应用模拟测试提供稳定的模拟环境。

一种实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及流体力学实验装置技术领域,具体涉及一种实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置及方法。

背景技术

[0002] 特定温度和压力情况下,在一定量的溶剂里溶质溶解已经达到了最大限度,不能再溶解了,这样得到的溶液叫做饱和溶液。在溶质溶解量没有达到最大限度之前所形成的溶液,即为不饱和溶液。当溶液中溶质的浓度已超过该温度、压力下溶质的溶解度,而溶质仍未析出的溶液,成为过饱和溶液。

[0003] 制备气体不同饱和度溶液是一种较为常见的实验,它主要是在溶液中通入一定体积的气体,使气体和溶液充分溶解,从而使溶液达到不同饱和状态。为了探究在流体流动中,溶液中不同气体含量对流体流动所带来的影响,因此,需要制备得到能够用于探究该影响的不同饱和状态的溶液的模拟环境。

[0004] 现有技术中主要是通过依据试验需要提前制备好特定饱和度(溶解量)的饱和溶液,再进一步放入实验装置中进行试验,这样在实验过程中由于外界因素的影响,溶液在实验中的溶解度会发生变化,尤其是针对敞开式的水槽实验装置,这种问题尤其突出。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置及方法,以解决现有技术中的技术问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明具体提供下述技术方案:

[0007] 在本发明的第一个方面,提供了一种实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,包括依次连接的真空泵、第一传输单元、离心泵和第二传输单元,所述第二传输单元连接所述真空泵以形成封闭式循环水槽,所述真空泵用于将所述封闭式循环水槽内抽真空,所述离心泵用于驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,在所述第二传输单元上设置有通气阀和溶解氧测量设备;

[0008] 其中,所述通气阀用于向封闭式循环水槽内通入待溶解气体,所述溶解氧测量设备用于实时监控封闭式循环水槽内溶液溶解氧气的量以反推得到待溶解气体在溶液中的实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的饱和度,并通过反复调节所述通气阀控制通入封闭循环水槽内待溶解气体的体积,直至所述溶解氧测量设备测量的所述实际溶解量达到当前实验条件下的理论溶解量。

[0009] 作为本发明一种优选地方案,所述通气阀设置在所述溶解氧测量设备下游的所述第二传输单元上。

[0010] 作为本发明一种优选地方案,所述第二传输单元包括依次连接的整流段、第一渐变管、观测段、第二渐变管和异型段,所述整流段靠近所述离心泵设置,所述异型段靠近所述真空泵设置,所述溶解氧测量设备设置在所述观测段内;

[0011] 所述第一渐变管用于使从所述观测段内流出的水流通道的通道变大,以减小所述观测段内的溶液压力;

[0012] 所述第二渐变管使进入所述观测段内的水流缓慢;

[0013] 所述异型段用于过渡所述第二渐变管内的来流流场;

[0014] 所述整流段用于调整流场。

[0015] 作为本发明一种优选地方案,所述溶解氧测量设备设置在所述观测段内部,所述通气阀设置在所述整流段上。

[0016] 作为本发明一种优选地方案,在所述第二传输单元上设置有温控单元,所述温控单元用于调控所述封闭式循环水槽内的溶液的温度以微调所述溶液的浓度并使其所述溶解氧测量设备测量的所述实际溶解量达到当前实验条件下的理论溶解量。

[0017] 作为本发明一种优选地方案,所述温控单元包括设置在所述整流段内的调温管路,以及设置在水槽实验装置外部的冷水循环系统和热水循环系统,所述冷水循环系统和所述热水循环系统均与所述调温管路形成闭环循环水路;且所述冷水循环系统和所述热水循环系统均能够调控其供应水的温度。

[0018] 作为本发明一种优选地方案,所述温控单元包括设置在所述整流段内的调温管路,以及设置在水槽实验装置外部的冷水机和热水机,所述冷水机和所述热水机连接外恒温循环管路,所述外恒温循环管路与所述调温管路连接形成能够始终保持设定温度的恒温水循环,所述设定温度通过所述冷水机和所述热水机配合调控实现。

[0019] 作为本发明一种优选地方案,所述观测段包括观测架,所述观测架上设置有透明观测窗,所述溶解氧测量设备连接设置在所述观测架内;

[0020] 所述观测段上分别设置有第一观测段口和第二观测段口。

[0021] 在本发明第二个方面,提供了一种基于上述实验装置的实现溶液饱和度可控的循环水槽实验方法,包括如下步骤:

[0022] 步骤100、依据水槽实验目的所需溶液的目标溶解量和当前温度,粗略计算所需通入待溶解气体的目标含量;

[0023] 步骤200、通过试验建立所述溶液的饱和度与温度的相关关系;

[0024] 步骤300、启动真空泵抽真空,然后启动离心泵驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,同时打开通气阀向第二传输单元中通入目标含量的待溶解气体;

[0025] 步骤400、溶解氧测量设备实时监测经过的溶液以获得所述实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的目标溶解量;

[0026] 当所述实际溶解量低于当前温度下的所述目标溶解量时,继续通过所述通气阀向所述第二传输单元内补充通入所述待溶解气体以提高所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过所述冷水循环系统反复调控降低所述封闭式循环水槽内溶液的温度以使其达到所述目标溶解量;

[0027] 当所述实际溶解量超过当前温度下的所述目标溶解量时,通过所述真空泵排出所述待溶解气体以降低所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过所述热水循环系统反复调节提高所述封闭式循环水槽内溶液的温度以使其达到所述目标溶解量;

[0028] 步骤500、直至所述封闭式循环水槽内形成稳定条件的溶液循环流,以为结构物模型的应用模拟测试提供稳定的模拟环境。

[0029] 在本发明第三个方面,提供了一种基于上述实验装置的实现溶液饱和度可控的循环水槽实验方法,包括如下步骤:

[0030] 步骤100、依据水槽实验目的所需溶液的目标溶解量和当前温度,粗略计算所需通入待溶解气体的目标含量;

[0031] 步骤200、通过试验建立所述溶液的饱和度与温度的相关关系;

[0032] 步骤300、启动真空泵抽真空,然后启动离心泵驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,同时打开通气阀向第二传输单元中通入目标含量的待溶解气体;

[0033] 步骤400、溶解氧测量设备实时监测经过的溶液以获得所述实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的目标溶解量;

[0034] 当所述实际溶解量低于当前温度下的所述目标溶解量时,继续通过所述通气阀向所述第二传输单元内补充通入所述待溶解气体以提高所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过启动所述冷水机和所述热水机反复调节降低所述恒温水循环中的温度直至达到所述目标溶解量并保持温度;

[0035] 当所述实际溶解量超过当前温度下的所述目标溶解量时,通过所述真空泵排出所述待溶解气体以降低所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过启动所述冷水机和所述热水机反复调节提高所述恒温水循环中的温度直至达到所述目标溶解量并保持温度;

[0036] 步骤500、直至所述封闭式循环水槽内形成稳定条件的溶液循环流,以为结构物模型的应用模拟测试提供稳定的模拟环境。

[0037] 本发明与现有技术相比较具有如下有益效果:

[0038] 本发明提出在特定的封闭式循环水槽内形成稳定的溶液循环,并在改溶液循环中通过改变增减通入待溶解气体的量来达到改变溶液饱和度,采用的封闭式循环水槽受环境影响较小,内溶液环境稳定,最重要的是温度和压强可控,以实现再实验中溶液饱和度的调控。

[0039] 本发明进一步提供的方法综合考虑和压强和温度对溶液饱和度的影响,并提出调控方案,且考虑了温度的变化对压强的影响,在实际中通过反复实验来达到调节目的,采用本发明的方案,能够非常精准的调控溶液饱和度使其达到稳定的目标状态。

[0040] 除此之外,本发明的试验方法和装置,还能够在线通过调控压强和温度,来实现不同目标溶液饱和度的需求,在同一个实验下依据需求改变为其他的目标饱和度,以模拟待测对象不同环境下的情况,适应性更强。

附图说明

[0041] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0042] 图1为本发明的循环水槽实验装置的结构示意图;

[0043] 图2为本发明通过通气阀和真空泵调节溶液保护度的示意图。

[0044] 图中的标号:

[0045] 1、第一传输单元;2、第二传输单元;3、真空泵;4、离心泵;5、观测段;6、流量计量单

元;7、支撑架;

[0046] 11、第一弯曲部;111、第五传输口;112、第六传输口;12、第二弯曲部;121、第一倾斜部;122、第七传输口;123、第八传输口;13、第一揉接部;

[0047] 21、延伸部;211、封闭件;22、第三渐变管;221、第九传输口;222、第十传输口;223、第三管壁;23、通气阀;24、第一渐变管;241、第二传输口;242、第一管壁;243、第一传输口;25、第二渐变管;251、第三传输口;252、第二管壁;253、第四传输口;26、异型段;261、第四管壁;262、第五管壁;263、第一管口;264、第二管口;27、整流段;271、蜂窝器;272、阻尼网;28、第二揉接部;

[0048] 51、第一观测单元口;52、观测架;53、透明观测窗;54、溶解氧测量设备;55、第二观测单元口。

具体实施方式

[0049] 下面将结合本发明实施例中的附图1,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0050] 如图1和图2所示,本发明首先提供了一种实现溶液饱和度可控的循环水槽实验装置,实质上是新提出封闭式循环水槽和待溶解气体通入量的组合,或者说新提出一种能够实际调控实验中溶液饱和度发生的误差,以及依据实验中不同的需求调控不同溶液饱和度的方案,而现有技术中还主要是简单的一个实验一种溶液饱和度的方案,且对误差的问题也主要是通过尽量优化外界环境使其降低对试验装置的影响,或通过优化实验仪器以降低影响的方案。

[0051] 本实施方式具体的方案为:包括依次连接的真空泵3、第一传输单元1、离心泵4和第二传输单元2,所述第二传输单元2连接所述真空泵3以形成封闭式循环水槽,所述真空泵3用于将所述封闭式循环水槽内抽真空,所述离心泵4用于驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,在所述第二传输单元2上设置有通气阀23和溶解氧测量设备54;

[0052] 其中,所述通气阀23用于向封闭式循环水槽内通入待溶解气体,所述溶解氧测量设备用于实时监控封闭式循环水槽内溶液溶解氧气的量以反推得到待溶解气体在溶液中的实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的饱和度,并通过反复调节所述通气阀23控制通入封闭循环水槽内待溶解气体的体积,直至所述溶解氧测量设备54测量的所述实际溶解量达到当前实验条件下的理论溶解量。

[0053] 本发明首先提出压强与溶液饱和度的匹配方案,其中温度的控制可以是在恒温环境下或通过外部设备控制为恒温。通过实时监测实际溶解量采用反复调节的方式来达到理论溶解量。其中,通气阀23增加气体,真空泵用于抽气,真空可以使上述抽真空的,也可以独立设置的真空泵。

[0054] 由于溶液体积相对较大,仅仅改变压强对环境温度影响很小或者可以忽略,即通过增减气体调节实验装置内部气压,来实现指定温度下的不同饱和度控制,故溶液压强变化可控性较强,相当于通过改变溶液周围压强是一个单变量问题。

[0055] 其中,所述通气阀23设置在所述溶解氧测量设备54下游的所述第二传输单元2上,这样通入的气体会经过较长的路径才到溶解氧测量设备54处,溶解氧测量设备54所测的数据会更为准确。

[0056] 所述第二传输单元2包括依次连接的整流段27、第一渐变管24、观测段5、第二渐变管25和异型段26,所述整流段27靠近所述离心泵4设置,所述异型段26靠近所述真空泵3设置,所述溶解氧测量设备54设置在所述观测段5内;

[0057] 所述第一渐变管24用于使从所述观测段5(试验段)内流出的水流通道的通道变大,以减小所述观测段5内的溶液压力;所述第二渐变管25使进入所述观测段5内的水流缓慢;所述异型段26用于过渡所述第二渐变管25内的来流流场;所述整流段27用于调整流场。所述溶解氧测量设备设置在所述观测段5内部,所述通气阀23设置在所述整流段27上。

[0058] 虽然从表面来看,本实施例只是将增减气体的方案与封闭式循环水槽结合,但其并不是较为容易获得的,实际实验的实现过程中,技术问题的提出本身就具备一定的困难,因为要实现本案,具备的难点包括:实验过程中环境的变化是比较复杂的,进而导致调控误差和目标饱和度变得比较复杂,本领域技术人员一般难以去考虑到采用这种组合的方案,是需要通过大量实验论证获取的。

[0059] 进一步的,在实验过程中随着液体流动速度加快和实验时间增长,液体温度波动范围较大,而液体中溶解气体含量随温度变化比较明显,需要保证在实验过程中气体含量保持不变才能获得较为精确的实验结果,因此,本发明进一步在所述第二传输单元2上设置有温控单元,所述温控单元用于调控所述封闭式循环水槽内的溶液的温度以微调所述溶液的浓度并使其所述溶解氧测量设备54测量的所述实际溶解量达到当前实验条件下的理论溶解量。

[0060] 且由气体状态方程可知,在温度变化过程中,溶解气体的压力又会发生变化,压力变化又继续影响到了溶解气体的含量,因此控制参数较多,即改变温度条件来实现饱和度控制较为难控,不便于实验的正常进行。因此,实际中,温控单元需要结合气体增减(压强)共同调控以达到目的,压强可以大幅度调节饱和度,温度主要用于微调饱和度,具体调控思路(多种情况)如下:

[0061] 其一,对于调节误差而言,可以单选择压强反复调控和温度反复调控;

[0062] 其二,对于调控溶液的目标饱和度,若差值比较大,先通过压强调控使其接近或相等,当未达到最终目的时,可通过温度反复调控。

[0063] 以下提供两种温控的方案,从不同的角度实现对溶液温度的调控。

[0064] 温控方案一,所述温控单元包括设置在所述整流段27内的调温管路(整流段的流场比较稳定),以及设置在水槽实验装置外部的冷水循环系统和热水循环系统,所述冷水循环系统和所述热水循环系统均与所述调温管路形成闭环循环水路;且所述冷水循环系统和所述热水循环系统均能够调控其供应水的温度。

[0065] 该方案主要是通过纯粹独立的进行升温和降温的操作,来实现调温管路中水循环的温度,从而与溶液进行热交换,从而调控溶液的温度,直至满足目标饱和度(溶解量)。

[0066] 但该方案需要依靠水温监测来确保调控结束的节点,而且容易存在一点微弱的误差。但已然足够满足条件,且其误差基本可以忽略。主要适用小项测试,或者说历时比较短的测试,这样溶液的温度的再次发生变化的程度不明显。

[0067] 当然也可以在调温后,让其中一个循环在外形成稳定温度的水循环,始终保持。

[0068] 温控方案二,所述温控单元包括设置在所述整流段27内的调温管路,以及设置在水槽实验装置外部的冷水机和热水机,所述冷水机和所述热水机连接外恒温循环管路,所述外恒温循环管路与所述调温管路连接形成能够始终保持设定温度的恒温水循环,所述设定温度通过所述冷水机和所述热水机配合调控实现。

[0069] 该方案主要是通过建立一个外恒温水循环,让其始终保持与预设温度相同的循环,或者保持与计算获取应当调控的目标温度相同的循环。

[0070] 上述方案的目标温度多通过反复调节,以目标饱和度为标准而定。

[0071] 所述观测段包括观测架,所述观测架上设置有透明观测窗,所述溶解氧测量设备连接设置在所述观测架内;所述观测段上分别设置有第一观测段口和第二观测段口。

[0072] 观测架52既起到支撑观测单元5的作用,又可支撑其它测量装置放置在观测单元5上。其中,观测架52可采用高硼硅玻璃材质,透明观测窗53采用现有技术中的有机玻璃材质,除观测单元5以外,其他部分均为不锈钢材质,以保证装置整体的稳定性与安全性。

[0073] 本实施方式还包括温度监测,用于实现对溶液的温度。

[0074] 针对温控方案一,本实施方式提供了一种基于上述实验装置的实现溶液饱和度可控的循环水槽实验方法,包括如下步骤:

[0075] 步骤100、依据水槽实验目的所需溶液的目标溶解量和当前温度,粗略计算所需通入待溶解气体的目标含量;

[0076] 步骤200、通过试验建立所述溶液的饱和度与温度的相关关系;

[0077] 步骤300、启动真空泵抽真空,然后启动离心泵驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,同时打开通气阀向第二传输单元中通入目标含量的待溶解气体;

[0078] 步骤400、溶解氧测量设备实时监测经过的溶液以获得所述实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的目标溶解量;

[0079] 当所述实际溶解量低于当前温度下的所述目标溶解量时,继续通过所述通气阀向所述第二传输单元内补充通入所述待溶解气体以提高所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过所述冷水循环系统反复调控降低所述封闭式循环水槽内溶液的温度以使其达到所述目标溶解量;

[0080] 当所述实际溶解量超过当前温度下的所述目标溶解量时,通过所述真空泵排出所述待溶解气体以降低所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过所述热水循环系统反复调节提高所述封闭式循环水槽内溶液的温度以使其达到所述目标溶解量;

[0081] 步骤500、直至所述封闭式循环水槽内形成稳定条件的溶液循环流,以为结构物模型的应用模拟测试提供稳定的模拟环境。

[0082] 针对温控方案二,本实施方式提供了一种基于上述实验装置的实现溶液饱和度可控的循环水槽实验方法,包括如下步骤:

[0083] 步骤100、依据水槽实验目的所需溶液的目标溶解量和当前温度,粗略计算所需通入待溶解气体的目标含量;

[0084] 步骤200、通过试验建立所述溶液的饱和度与温度的相关关系;

[0085] 步骤300、启动真空泵抽真空,然后启动离心泵驱动封闭式循环水槽内的溶液进行循环流动,同时打开通气阀向第二传输单元中通入目标含量的待溶解气体;

[0086] 步骤400、溶解氧测量设备实时监测经过的溶液以获得所述实际溶解量,将所述实际溶解量与相同温度下的理论溶解量进行对比以判断是否达到当前温度下的目标溶解量;

[0087] 当所述实际溶解量低于当前温度下的所述目标溶解量时,继续通过所述通气阀向所述第二传输单元内补充通入所述待溶解气体以提高所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过启动所述冷水机和所述热水机反复调节降低所述恒温水循环中的温度直至达到所述目标溶解量并保持温度;

[0088] 当所述实际溶解量超过当前温度下的所述目标溶解量时,通过所述真空泵排出所述待溶解气体以降低所述封闭式循环水槽内溶液周围的压强,或通过启动所述冷水机和所述热水机反复调节提高所述恒温水循环中的温度直至达到所述目标溶解量并保持温度;

[0089] 步骤500、直至所述封闭式循环水槽内形成稳定条件的溶液循环流,以为结构物模型的应用模拟测试提供稳定的模拟环境。

[0090] 本发明提供的方法综合考虑和压强和温度对溶液饱和度的影响,并提出调控方案,且考虑了温度的变化对压强的影响,在实际中通过反复实验来达到调节目的,采用本发明的方案,能够非常精准的调控溶液饱和度使其达到稳定的目标状态。

[0091] 除此之外,本发明的试验方法和装置,还能够在线通过调控压强和温度,来实现不同目标溶液饱和度的需求,在同一个实验下依据需求改变为其他的目标饱和度,以模拟待测对象不同环境下的情况,适应性更强。

[0092] 本发明的试验装置及方法可用来研究在极端情况下流体中气泡生长、发展与溃灭过程,可用于研究不同饱和度溶液中不同阵型圆柱绕流问题。

[0093] 以下对循环水槽实验装置的其他部分进行说明:

[0094] 在第一传输单元1上设置有流量计量单元6,用于具体实验的测试需要。

[0095] 观测段5适宜流场的观察和试验模型的观察,借助于PIV技术即可通过观测段5来捕捉和测量封闭式循环水槽内的流场绕流现象等细节信息。

[0096] 为了控制离心泵的转速,实现调节溶液的流量与流速,离心泵还可以连接有变频器。。

[0097] 溶解氧测量设备54采用现有技术中的溶解氧测量仪,用于测量观测段5内溶液中溶解氧含量。

[0098] 整流段27内的调温管路后设置蜂窝器271,在蜂窝器271后设置多张阻尼网272,蜂窝器271进一步消除水洞自身循环产生的大尺度紊动结构引起的横向脉动。阻尼网272将大尺度涡旋分割为小尺度涡旋,减少涡对观测单元内的流场影响。

[0099] 第一渐变管24包括第一管壁242,靠近离心泵口55侧的第一管壁242上设置有第一传输口243,第一传输口243与第一观测单元口51相连接,远离第一观测单元口51侧的第一管壁242上设置有第二传输口241;

[0100] 第一传输口243小于第二传输口241。

[0101] 第一管壁242、第一传输口243及第二传输口241共同组成第一渐变管24。第一传输口243小于第二传输口241,使第一管壁242从观测单元5侧向真空泵3侧倾斜。

[0102] 第二渐变管25包括第二管壁252,靠近离心泵口55侧的第二管壁252上设置有第三传输口251,远离离心泵口55侧的第二管壁252上设置有第四传输口253,第三传输口251与离心泵口55相连接,第四传输口253与异型段26相连接;

- [0103] 第三传输口251小于第四传输253口。
- [0104] 第二管壁252、第三传输口251及第四传输口253共同组成第二渐变管25。第三传输口251小于第四传输口253,使第二管壁252从离心泵4侧向观测单元5侧倾斜。
- [0105] 第一传输单元1上分别设置有第一弯曲部11和第二弯曲部12;第一弯曲部11使经过第二渐变管25的溶液改变方向,实现减少溶液压力,辅助实现封闭式循环水槽的压力稳定。
- [0106] 第一弯曲部11包括第五传输口111和第六传输口112,第五传输口111与第六传输口112的大小相同;
- [0107] 第二弯曲部12包括第七传输口122和第八传输口123,第七传输口122与第八传输口123的大小相同且小于第五传输口111;
- [0108] 第七传输口122小于靠近第七传输口122侧的第一传输单元1的径向,第七传输口122与靠近第七传输口122侧的第一传输单元1之间设置有第一倾斜部121。
- [0109] 第五传输口111与第六传输口112的大小相同,使溶液流经第一弯曲部11时的管径相同。第七传输口122与第八传输口123的大小相同且小于第五传输口111,实现了第一传输单元1的管径变化,从而使流经第一倾斜部121的流体增加了压力,辅助离心泵4的运行。
- [0110] 异型段26包括异型管,异型管包括第四管壁261,第四管壁261的外部设置有第五管壁262,靠近观测段5侧的第四管壁261的端部与靠近观测段5侧的第五管壁262的端部相连接,远离观测段5侧的第四管壁261的端部与远离观测段5侧的第五管壁262的端部不连接。
- [0111] 靠近观测段5侧的第四管壁261的端部设置有第一管口263,远离观测段5侧的第四管壁261的端部设置有第二管口264,远离观测段5侧的第五管壁262的端部设置有第三管口,第一管口263大于第二管口264,第二管口264与第一传输单元1相连接,第三管口与第一弯曲部11的外表面相连接。
- [0112] 在本实施例中,靠近观测段5侧的第四管壁261的端部与靠近观测段5侧的第五管壁262的端部共同使用第一管口263,并且第二管口264小于第三管口,使溶液流过异型管的管径不同,增加异型管内溶液的压力,有利于观测单元5内的溶液的流态稳定。
- [0113] 第二传输单元2上设置有第三渐变管22,第三渐变管22包括第三管壁223,靠近观测单元5侧的第三管壁223上设置有第九传输口221,靠近第一传输单元1侧的第三管壁223上设置有第十传输口222;
- [0114] 第九传输口221大于第十传输口222。
- [0115] 在本实施例中,第三渐变管22实现突扩效能密度,减小水泵对流态的影响。
- [0116] 本发明提供的又一实施例,如图1所示,靠近第三渐变管22处的第二传输单元2上还设置有延伸部21,远离离心泵4侧的延伸部21的端部设置有可拆卸的封闭件211。
- [0117] 在本实施例中,延伸部21可连接至其它试验设备或试验装置。
- [0118] 靠近第一渐变管24的第二传输单元2上也设置有真空泵。
- [0119] 靠近离心泵4侧的第一传输单元1上设置有第一揉接部13,靠近离心泵4侧的第二传输单元2上设置有第二揉接部28。第一揉接部13和第二揉接部28缓冲了离心泵4转动带来的振动,减轻机械振动对观测单元5内流场的扰动。
- [0120] 以上实施例仅为本申请的示例性实施例,不用于限制本申请,本申请的保护范围

由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本申请的实质和保护范围内,对本申请做出各种修改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本申请的保护范围内。

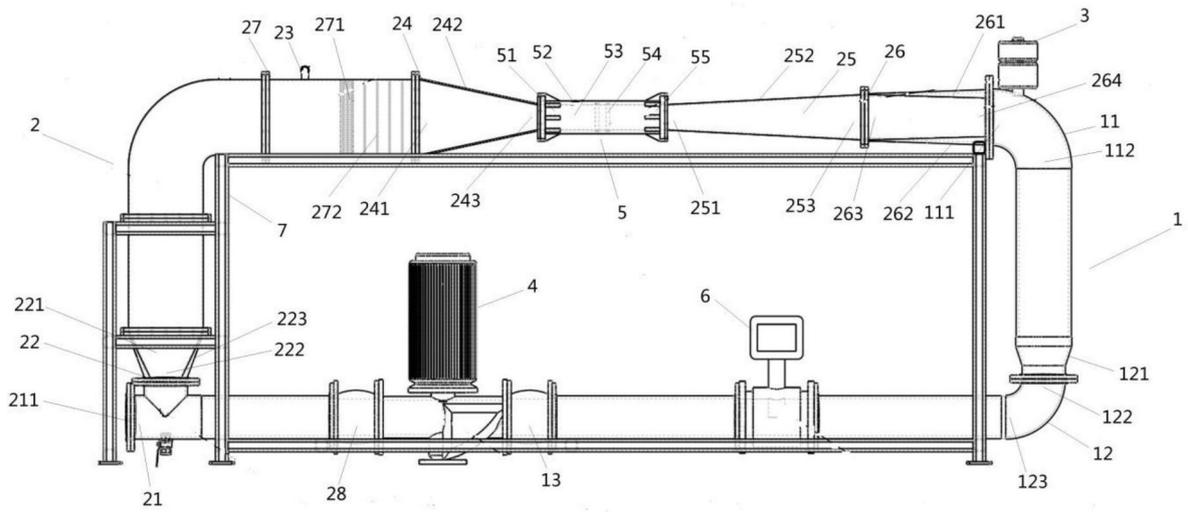


图1

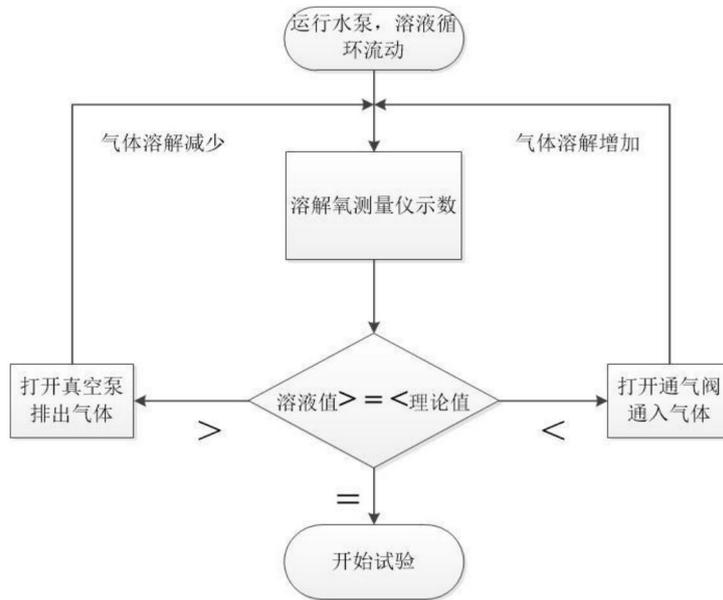


图2