



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113686685 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 10

(21) 申请号 202110962365.2

(22) 申请日 2021.08.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113686685 A

(43) 申请公布日 2021.11.23

(73) 专利权人 中国海洋石油集团有限公司
地址 100027 北京市东城区朝阳门北大街
25号

专利权人 中海石油(中国)有限公司海南分
公司
天津大学

(72) 发明人 张秀林 余杨 李振眠 尤学刚
赵明仁 余建星 张西亮

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

专利代理师 刘瑶云

(51) Int.Cl.
G01N 3/10 (2006.01)
G01N 3/12 (2006.01)
G01N 3/303 (2006.01)
G01N 3/06 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 112146831 A, 2020.12.29
CN 113237766 A, 2021.08.10

审查员 聂凯

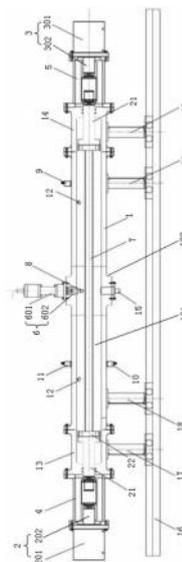
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种高压水环境下落物作用海底管道试验方法

(57) 摘要

本发明涉及深海管道试验技术领域,公开了一种高压水环境下落物作用海底管道试验系统,包括压力舱、左加载装置、右加载装置、左传动装置、右传动装置和侧向加载装置,左加载装置和左传动装置连接在压力舱的左端,右加载装置和右传动装置连接在压力舱的右端,左加载装置和右加载装置可对试件施加轴向拉/压力且能带动试件左右移动,左传动装置和右传动装置可对试件施加弯矩/扭矩载荷且能带动试件转动,侧向加载装置可对试件进行碰触和接触,通过左加载装置、右加载装置、左传动装置、右传动装置和侧向加载装置的配合,可模拟三维撞击、摩擦刮蹭等落物与管道作用的复杂工况。本发明还提供一种高压水环境下落物作用海底管道试验方法。



1. 一种高压水环境下落物作用海底管道试验方法,基于一种高压水环境下落物作用海底管道试验系统,包括压力舱(1)、左加载装置(2)、右加载装置(3)、左传动装置(4)、右传动装置(5)和侧向加载装置(6),所述压力舱(1)设有用于沿其轴向放置试件(7)的容置腔(101),所述侧向加载装置(6)包括侧向加载箱(601)和侧向加载杆(602),所述压力舱(1)的侧壁设有侧向加载孔,所述侧向加载杆(602)可沿所述压力舱(1)的径向移动地穿设于所述侧向加载孔中,所述侧向加载杆(602)靠近所述压力舱(1)的一端设有接触压头(8),所述左加载装置(2)和所述右加载装置(3)分别位于所述压力舱(1)的两端,所述左加载装置(2)包括左加载箱(201)和左加载杆(202),所述左加载杆(202)可沿所述压力舱(1)的轴向移动地连接在所述左加载箱(201)上,所述右加载装置(3)包括右加载箱(301)和右加载杆(302),所述右加载杆(302)可沿所述压力舱(1)的轴向移动地连接在所述右加载箱(301)上,所述左传动装置(4)和所述右传动装置(5)分别连接在所述左加载杆(202)和所述右加载杆(302)靠近所述压力舱(1)的一端,所述左传动装置(4)和所述右传动装置(5)分别用于连接试件(7)的两端且用于带动试件(7)转动,其特征在于,包括:

在试件的侧壁上贴附多个沿其轴向间隔均匀分布的应变片;

将试件放置在压力舱内,在试件的左端依次连接左传动装置和左加载装置,所述试件的右端依次连接右传动装置和右加载装置;

对压力舱进行注水;

左加载装置的左加载杆和右加载装置的右加载杆朝相同/相反方向移动,对试件加载初始轴向拉/压力;左传动装置和右传动装置朝相同/相反方向移动,对试件加载初始弯矩/扭矩;

左加载装置的左加载杆和右加载装置的右加载杆朝相同方向且以相同速度移动,带动试件沿其轴向移动;左传动装置和右传动装置朝相同方向转动,带动试件转动;同时,压力舱侧壁连接的侧向加载装置的侧向加载杆沿试件的径向移动以伸入压力舱内与试件接触。

2. 根据权利要求1所述的高压水环境下落物作用海底管道试验方法,其特征在于,包括:

模拟落物三维撞击:侧向加载装置的侧向加载杆撞击试件后立刻往相反方向移动离开试件;

模拟船锚摩擦刮蹭:侧向加载装置的侧向加载杆与试件接触一段时间后才离开试件,且通过改变侧向加载杆的移动量可改变其与试件的接触压力。

3. 根据权利要求1所述的高压水环境下落物作用海底管道试验方法,其特征在于,所述压力舱(1)的侧壁设有与所述容置腔(101)相通的进水孔、排水孔和排气孔,所述进水孔处设有进水阀(9),所述排水孔处设有排水阀(10),所述排气孔处设有排气阀(11)。

4. 根据权利要求1所述的高压水环境下落物作用海底管道试验方法,其特征在于,所述容置腔(101)的腔壁上连接有深水摄像头(12)。

5. 根据权利要求1所述的高压水环境下落物作用海底管道试验方法,其特征在于,所述左传动装置(4)和所述右传动装置(5)内均安装有轴力传感器、扭矩传感器和位移传感器。

6. 根据权利要求1所述的高压水环境下落物作用海底管道试验方法,其特征在于,还包括左密封轴承箱(13)和右密封轴承箱(14),所述左传动装置(4)通过所述左密封轴承箱(13)与试件(7)连接,所述右传动装置(5)通过所述右密封轴承箱(14)与试件(7)连接。

7. 根据权利要求1所述的高压水环境下落物作用海底管道试验方法,其特征在於,还包括多个应变片,所述应变片用于贴设在试件(7)上。

8. 根据权利要求1所述的高压水环境下落物作用海底管道试验方法,其特征在於,所述压力舱(1)具有增厚部(102),所述增厚部(102)位于所述压力舱(1)的中部,所述侧向加载装置(6)连接于所述增厚部(102)处。

9. 根据权利要求1所述的高压水环境下落物作用海底管道试验方法,其特征在於,还包括水密接头(15),所述压力舱(1)的侧壁上设有与所述容置腔(101)相通的电气连接孔,所述水密接头(15)安装于所述电气连接孔处。

一种高压水环境下落物作用海底管道试验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及深海管道试验技术领域,特别是涉及一种高压水环境下落物作用海底管道试验方法。

背景技术

[0002] 水下落物干扰是引发海底管道事故的主要原因之一,常见的有船锚的撞击和刮拉等。深水环境下的落物作用是外水压联合落物冲击、碰撞、摩擦等载荷作用下的结构响应过程,海底管道不仅发生局部变形损伤,更有可能在外水压作用下发生屈曲失稳的严重后果。此外,海底管道所受载荷复杂,常见有预应力等情况,对落物作用海底管道力学行为产生重要影响。因此,考虑高压水环境和预应力等复杂条件对落物作用海底管道力学行为分析和防护设计具有非常重要的实际工程应用价值。目前,在落物对海底管道影响方面的研究主要集中在理论分析和数值模拟,而实验研究较少。

[0003] 目前,中国专利CN201510428375.2(公开日为2015年12月09日)提出一种落物模拟试验装置,中国专利CN201810338825.2(公开日为2018年09月04日)提出一种海底管道落物撞击模拟试验系统,中国专利CN202021306152.1(公开日为2021年02月02日)提出一种模拟高空坠落物冲击油气管道实验平台。上述三个专利的思路均是通过提升落物然后通过自由落体实现落物和管道结构的撞击,不具备模拟海底管道周围高压水环境,无法模拟碰撞变形引起海底管道局部压溃和屈曲传播行为,而且需要较大试验场地。

[0004] 中国专利CN201910186473.8(公开日为2019年09月03日)公开了一种深海管线复杂荷载联合加载试验方法,用于对试验管件进行荷载加载,所采用的试验系统包括多种荷载加载装置:扭力加载装置、轴向拉压加载装置;前端静压弯矩加载装置和尾端静压弯矩加载装置;侧向振动加载装置。试验方法如下:试验管件安装;水密性和气密性检验;舱体水密加压;高温高压内流外部高水压复杂荷载联合加载试验:根据试验的目的性,单独施加五种不同的载荷,水压、轴力、弯矩、振动、扭转载荷或进行联合施加。该专利虽然可以模拟深海环境,但是仅能对管线模型施加载荷,且其振动加载装置仅能模拟落物侧向垂直撞击管道,无法模拟摩擦刮蹭和三维撞击等落物作用海底管道的复杂工况。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种可模拟落物干扰复杂工况的高压水环境下落物作用海底管道试验方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供了一种高压水环境下落物作用海底管道试验系统,包括压力舱、左加载装置、右加载装置、左传动装置、右传动装置和侧向加载装置,

[0007] 所述压力舱设有用于沿其轴向放置试件的容置腔,

[0008] 所述侧向加载装置包括侧向加载箱和侧向加载杆,所述压力舱的侧壁设有侧向加载孔,所述侧向加载杆可沿所述压力舱的径向移动地穿设于所述侧向加载孔中,所述侧向加载杆靠近所述压力舱的一端设有接触压头,

[0009] 所述左加载装置和所述右加载装置分别位于所述压力舱的两端,所述左加载装置包括左加载箱和左加载杆,所述左加载杆可沿所述压力舱的轴向移动地连接在所述左加载箱上,所述右加载装置包括右加载箱和右加载杆,所述右加载杆可沿所述压力舱的轴向移动地连接在所述右加载箱上,

[0010] 所述左传动装置和所述右传动装置分别连接在所述左加载杆和所述右加载杆靠近所述压力舱的一端,所述左传动装置和所述右传动装置分别用于连接试件的两端且用于带动试件转动。

[0011] 作为优选方案,所述压力舱的侧壁设有与所述容置腔相通的进水孔、排水孔和排气孔,所述进水孔处设有进水阀,所述排水孔处设有排水阀,所述排气孔处设有排气阀。

[0012] 作为优选方案,所述容置腔的腔壁上连接有深水摄像头。

[0013] 作为优选方案,所述左传动装置和所述右传动装置内均安装有轴力传感器、扭矩传感器和位移传感器。

[0014] 作为优选方案,还包括左密封轴承箱和右密封轴承箱,所述左传动装置通过所述左密封轴承箱与试件连接,所述右传动装置通过所述右密封轴承箱与所述试件连接。

[0015] 作为优选方案,还包括多个应变片,所述应变片用于贴设在试件上。

[0016] 作为优选方案,所述压力舱具有增厚部,所述增厚部位于所述压力舱的中部,所述侧向加载装置连接于所述增厚部处。

[0017] 作为优选方案,还包括水密接头,所述压力舱的侧壁上设有与所述容置腔相通的电气连接孔,所述水密接头安装于所述电气连接孔处。

[0018] 本发明还提供一种高压水环境下落物作用海底管道试验方法,包括:

[0019] 在试件的侧壁上贴附多个沿其轴向间隔均匀分布的应变片;

[0020] 将试件放置在压力舱内,在试件的左端依次连接左传动装置和左加载装置,所述试件的右端依次连接右传动装置和右加载装置;

[0021] 对压力舱进行注水;

[0022] 左加载装置的左加载杆和右加载装置的右加载杆朝相同/相反方向移动,对试件加载初始轴向拉/压力;左传动装置和右传动装置朝相同/相反方向移动,对试件加载初始弯矩/扭矩;

[0023] 左加载装置的左加载杆和右加载装置的右加载杆朝相同方向且以相同速度移动,带动试件沿其轴向移动;左传动装置和右传动装置朝相同方向转动,带动试件转动;同时,压力舱侧壁连接的侧向加载装置的侧向加载杆沿试件的径向移动以伸入压力舱内与试件接触。

[0024] 作为优选方案,试验方法包括:

[0025] 模拟落物三维撞击:侧向加载装置的侧向加载杆撞击试件后立刻往相反方向移动离开试件;

[0026] 模拟船锚摩擦刮蹭:侧向加载装置的侧向加载杆与试件接触一段时间后才离开试件,且通过改变侧向加载杆的移动量可改变其与试件的接触压力。

[0027] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0028] 本发明通过设置压力舱,可在压力舱中注水营造深海环境,且在压力舱的左端依次设置左传动装置和左加载装置,在压力舱的右端依次设置右传动装置和右加载装置,左

加载装置和右加载装置可对试件施加轴向拉/压力且能带动试件左右移动,左传动装置和右传动装置可对试件施加弯矩/扭矩载荷且能带动试件转动,落物与管道撞击或接触时,落物对管道的作用力可分解为沿管道轴向的轴向分量、沿管道径向的径向分量和沿管道切向的切向分量,使侧向加载装置垂直撞击或接触试件来模拟径向分量,使左加载装置和右加载装置带动试件左右移动模拟落物撞击或接触时的轴向分量,使左传动装置和右传动装置带动试件转动模拟切向分量,实现了落物三维撞击管道的工况模拟;并且,侧向加载装置的接触压头与试件接触的同时通过左加载装置和右加载装置带动试件左右移动,实现船锚等对管道摩擦刮蹭工况的模拟;因此,本发明可模拟更多复杂工况,且更符合管道在深海环境受到的真实工况,有利于深海管道力学分析和防护设计。

附图说明

[0029] 图1是本发明实施例的高压水环境下落物作用海底管道试验系统的结构示意图。

[0030] 图2是本发明实施例的落物三维撞击海底管道受力分析图。

[0031] 图中,1-压力舱;101-容置腔;102-增厚部;2-左加载装置;201-左加载箱;202-左加载杆;3-右加载装置;301-右加载箱;302-右加载杆;4-左传动装置;5-右传动装置;6-侧向加载装置;601-侧向加载箱;602-侧向加载杆;7-试件;8-接触压头;9-进水阀;10-排水阀;11-排气阀;12-深水摄像头;13-左密封轴承箱;14-右密封轴承箱;15-水密接头;16-安装基座;17-左轴承支撑;18-左舱体支撑;19-右轴承支撑;20-右舱体支撑;21-传动轴承;22-法兰盘。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0033] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0034] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0035] 如图1所示,本发明优选实施例的一种高压水环境下落物作用海底管道试验系统,包括压力舱1、左加载装置2、右加载装置3、左传动装置4、右传动装置5和侧向加载装置6,压力舱1设有用于沿其轴向放置试件7的容置腔101,侧向加载装置6包括侧向加载箱601和侧向加载杆602,压力舱1的侧壁设有侧向加载孔,侧向加载杆602可沿压力舱1的径向移动地穿设于侧向加载孔中,侧向加载杆602靠近压力舱1的一端设有接触压头8,左加载装置2和

右加载装置3分别位于压力舱1的两端,左加载装置2包括左加载箱201和左加载杆202,左加载杆202可沿压力舱1的轴向移动地连接在左加载箱201上,右加载装置2包括右加载箱301和右加载杆302,右加载杆302可沿压力舱1的轴向移动地连接在右加载箱301上,左传动装置4和右传动装置5分别连接在左加载杆202和右加载杆302靠近压力舱1的一端,左传动装置4和右传动装置5分别用于连接试件7的两端且用于带动试件7转动。本实施例通过设置压力舱1,可在压力舱1中注水营造深海环境,且在压力舱1的左端依次设置左传动装置4和左加载装置2,在压力舱1的右端依次设置右传动装置5和右加载装置3,左加载装置2和右加载装置3可对试件7施加轴向拉/压力且能带动试件7左右移动,左传动装置4和右传动装置5可对试件7施加弯矩/扭矩载荷且能带动试件7转动,落物与管道撞击或接触时,落物对管道的作用力可分解为沿管道轴向的轴向分量、沿管道径向的径向分量和沿管道切向的切向分量,使侧向加载装置6垂直撞击或接触试件7来模拟径向分量,使左加载装置2和右加载装置3带动试件7左右移动模拟落物撞击或接触时的轴向分量,使左传动装置4和右传动装置5带动试件7转动模拟切向分量,实现了落物三维撞击管道的工况模拟;并且,侧向加载装置6的接触压头8与试件7接触的同时通过左加载装置2和右加载装置3带动试件7左右移动,实现船锚等对管道摩擦刮蹭工况的模拟;因此,本实施例可模拟更多复杂工况,且更符合管道在深海环境受到的真实工况,有利于深海管道力学分析和防护设计。

[0036] 在本实施例中,压力舱1的侧壁设有与容置腔101相通的进水孔、排水孔和排气孔,进水孔处设有进水阀9,排水孔处设有排水阀10,排气孔处设有排气阀11。进水阀9通过进水管连接水箱,用于注水入压力舱1内;排水阀10在试验完成后打开,排水压力舱1内的水;排气阀11在注水时打开,用于注水过程中排出压力舱1内气体,避免注水受阻。进水阀9和排水阀11分别设于压力舱1的上方和下方,方便注水和排水。

[0037] 进一步地,容置腔101的腔壁上连接有深水摄像头12,深水摄像头12用于拍摄试验时压力舱1内部的影像,可监测和记录试件7的力学行为。本实施例的深水摄像头12设置为两个,且分别靠近压力舱1的两端设置。另外,左传动装置和右传动装置内均安装有轴力传感器、扭矩传感器和位移传感器,轴力传感器用于测量试件7受到的轴向拉力/压力,扭矩传感器用于测量试件7受到的扭矩和扭转角度,位移传感器用于测量试件7的位移。本实施例的左传动装置4和右传动装置5具有与试件7位于同一直线且联接的输出轴,轴力传感器、扭矩传感器和位移传感器安装在左传动装置4和右传动装置5内,通过测量该输出轴的受到的轴向拉力/压力、扭矩、扭转角度和位移以得到试件的轴向拉力/压力、扭矩、扭转角度和位移。本实施例的左传动装置4和右传动装置5为齿轮传动箱,左传动装置4和右传动装置5具有输入轴,输入轴与外设电机连接,输入轴通过齿轮组与输出轴传动连接。

[0038] 进一步地,本实施例的试验系统还包括左密封轴承箱13和右密封轴承箱14,左传动装置4通过左密封轴承箱13与试件7连接,右传动装置5通过右密封轴承箱14与试件7连接。压力舱1的两端设置有与容置腔101相同的开口,将试件7通过开口放置于压力舱1内后,在试件7的两端连接左密封轴承箱13和右密封轴承箱14,并将左密封轴承箱13和右密封轴承箱14与压力舱1的两端连接,可使压力舱1内的水不泄漏,且能够带动试件7进行左右移动和转动。左密封轴承箱13和右密封轴承箱14包括轴承箱体和传动轴承21,传动轴承21设于轴承箱体内,试件7的两端连接有法兰盘22,传动轴承21靠近压力舱1的一端设置有螺纹法兰帽,传动轴承21通过法兰盘22和螺纹法兰帽配合来与试件7连接。

[0039] 本实施例的试验系统还包括多个应变片,应变片用于贴设在试件7上,可测量试件7在试验过程中的形变。本实施例的应变片粘贴在试件7后涂抹一层蜜月胶进行水密。另外,本实施例的试验系统还包括控制装置,控制装置与左加载装置2、右加载装置3、左传动装置4连接的外设电机、右传动装置5连接的外设电机、侧向加载装置6、进水阀9、排水阀10、深水摄像头12和应变片通讯连接。控制装置用于控制左加载装置2、右加载装置3、左传动装置4连接的外设电机、右传动装置5连接的外设电机、侧向加载装置6、进水阀9和排水阀10,同时接收深水摄像头12和应变片的信息。

[0040] 可选地,压力舱1具有增厚部102,增厚部102位于压力舱1的中部,侧向加载装置6连接于增厚部102处,可避免侧向加载装置6工作时破坏压力舱1。本实施例的系统还包括水密接头15,压力舱1的侧壁上设有与容置腔101相通的电气连接孔,水密接头15安装于电气连接孔处,通过水密接头15可连接压力舱1内外的电气设备。深水摄像头13和应变片与水密接头15连接,水密接头15与控制装置连接。此外,本实施例的系统还包括安装基座16、左轴承支撑17、左舱体支撑18、右轴承支撑19和右舱体支撑20,压力舱1的两端分别通过左舱体支撑18和右舱体支撑20与安装基座16连接,左密封轴承箱13通过左轴承支撑17与安装基座16连接,右密封轴承箱14通过右轴承支撑19与安装基座16连接,使压力舱1、左加载装置2、右加载装置3、左传动装置4、右传动装置5、左密封轴承箱13和右密封轴承箱14架空设置。

[0041] 本实施例的左加载装置2、右加载装置3和侧向加载装置6为液压控制的油缸。接触压头8与侧向加载杆602可拆卸连接,可更换不同的接触压头。此外,本实施例的试件7的长度和外径的比值大于60,可有效避免端部边界条件对试件7中间区域的局部受力的影响。

[0042] 本发明实施例还提供一种高压水环境下落物作用海底管道试验方法,包括:

[0043] (1) 在试件的侧壁上贴附多个沿其轴向间隔均匀分布的应变片;本实施例将应变片粘贴在试件上后涂抹一层蜜月胶进行水密;

[0044] (2) 将试件放置在压力舱内,在试件的左端依次连接左传动装置和左加载装置,试件的右端依次连接右传动装置和右加载装置;

[0045] (3) 对压力舱进行注水;

[0046] (4) 左加载装置的左加载杆和右加载装置的右加载杆朝相同/相反方向移动,对试件加载初始轴向拉/压力;左传动装置和右传动装置朝相同/相反方向移动,对试件加载初始弯矩/扭矩;使试件在受到撞击、刮擦等工况前具备初始载荷,符合管道在深海中的情况;本实施例的左加载装置和右加载装置、左传动装置和右传动装置同时启动,可增大加载范围和缩短加载时间,应当指出的是,可采用左加载装置或右加载装置、左传动装置或右传动装置进行初始载荷的加载;

[0047] (5) 左加载装置的左加载杆和右加载装置的右加载杆朝相同方向且以相同速度移动,带动试件沿其轴向移动;左传动装置和右传动装置朝相同方向转动,带动试件转动;同时,压力舱侧壁连接的侧向加载装置的侧向加载杆沿试件的径向移动以伸入压力舱内与试件接触。

[0048] 进一步地,本实施例的方法在模拟落物三维撞击时:侧向加载装置的侧向加载杆撞击试件后立刻往相反方向移动离开试件。如图2所示,当落物侧向撞击管道时,其对管道的作用力可分解为沿管道轴向的轴向分量、沿管道径向的径向分量和沿管道切向的切向分量。本实施例的方法在模拟时,侧向加载装置垂直撞击触试件来模拟径向分量,使左加载装

置和右加载装置带动试件左右移动模拟落物撞击时的轴向分量,使左传动装置和右传动装置带动试件转动模拟切向分量,实现了落物三维撞击管道的工况模拟。

[0049] 进一步地,本实施例的方法在模拟船锚摩擦刮蹭时:侧向加载装置的侧向加载杆与试件接触一段时间后才离开试件,且通过改变侧向加载杆的移动量可改变其与试件的接触压力。侧向加载杆的移动量越大,作用在侧向加载杆的作用力越大,而试件与侧向加载杆接触时不移动,作用在试件上的压力就会越大。

[0050] 综上,本发明实施例提供一种高压水环境下落物作用海底管道试验系统,其包括压力舱1、左加载装置2、右加载装置3、左传动装置4、右传动装置5和侧向加载装置6,通过设置压力舱1,可在压力舱1中注水营造深海环境,且在压力舱1的左端依次设置左传动装置4和左加载装置2,在压力舱1的右端依次设置右传动装置5和右加载装置3,左加载装置2和右加载装置3可对试件7施加轴向拉/压力且能带动试件7左右移动,左传动装置4和右传动装置5可对试件7施加弯矩/扭矩载荷且能带动试件7转动,落物与管道撞击或接触时,落物对管道的作用力可分解为沿管道轴向的轴向分量、沿管道径向的径向分量和沿管道切向的切向分量,使侧向加载装置6垂直撞击或接触试件7来模拟径向分量,使左加载装置2和右加载装置3带动试件7左右移动模拟落物撞击或接触时的轴向分量,使左传动装置4和右传动装置5带动试件7转动模拟切向分量,实现了落物三维撞击管道的工况模拟;并且,侧向加载装置6的接触压头8与试件7接触的同时通过左加载装置2和右加载装置3带动试件7左右移动,实现船锚等对管道摩擦刮蹭工况的模拟;因此,本实施例可模拟更多复杂工况,且更符合管道在深海环境受到的真实工况,有利于深海管道力学分析和防护设计。本实施例还提供了一种模拟高压水环境下落物作用工况的试验方法。

[0051] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和替换,这些改进和替换也应视为本发明的保护范围。

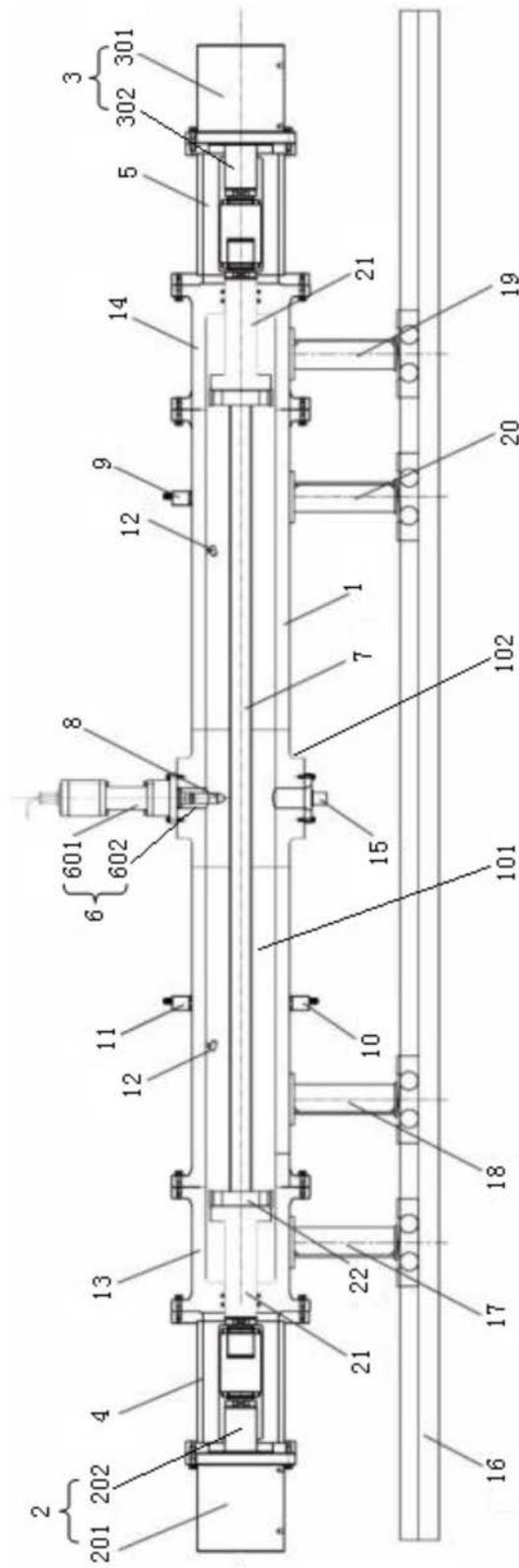


图1

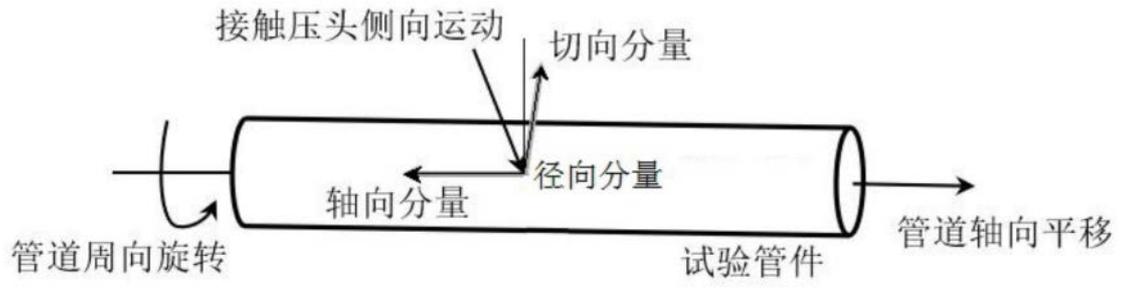


图2