



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109029910 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 20

(21) 申请号 201810629267.5

(22) 申请日 2018.06.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109029910 A

(43) 申请公布日 2018.12.18

(73) 专利权人 国网浙江省电力有限公司  
地址 310007 浙江省杭州市西湖区黄龙路8号

专利权人 国网浙江省电力有限公司舟山供电公司  
浙江舟山海洋输电研究院有限公司  
杭州国海海洋工程勘测设计研究院

(72) 发明人 沈佩琦 何旭涛 张秀峰 胡伟东  
李世强 沈耀军 彭维龙 郑健  
张引贤

(74) 专利代理机构 浙江翔隆专利事务所(普通合伙) 33206

专利代理师 王晓燕

(51) Int.Cl.  
G01M 10/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101879477 A, 2010.11.10

CN 102721525 A, 2012.10.10

CN 2737500 Y, 2005.11.02

US 2017322121 A1, 2017.11.09

US 2018087945 A1, 2018.03.29

US 4458626 A, 1984.07.10

王磊; 杨永印; 戴源; 冯丰; 李海鲸; 钟诗民.  
旋转射流应用于海底挖沟的数值模拟及冲蚀试验研究. 节能技术. 2018, (第03期), 全文.

审查员 欧鑫磊

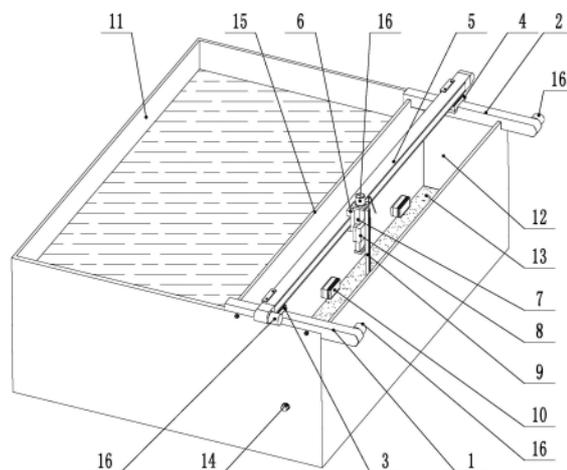
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

## (54) 发明名称

海底水力开沟模拟实验系统

## (57) 摘要

海底水力开沟模拟实验系统, 涉及海底开沟实验领域。目前, 针对海底水力开沟的模拟比较复杂和庞大, 观察及携带均不方便。本发明包括水箱、冲槽、X轴滑台、Y轴滑台、Z轴滑台、射流装置、驱动装置, X轴滑台包括X轴前滑台和X轴后滑台, Y轴滑台的两端分别通过X轴前滑块和X轴后滑块连接于X轴前滑台和X轴后滑台上, Z轴滑台通过Y轴滑块连接于Y轴滑台上, 射流装置包括喷枪, 喷枪通过Z轴滑块与Z轴滑台连接, 射流装置包括设于Z轴滑台上的喷枪, 喷枪设有角度调节机构, 冲槽里面设实验用土; 驱动装置包括驱动电机、驱动器、控制器和控制主机。本技术方案结构简单、紧凑, 操作方便, 实现成本低; 观察及携带方便, 实现全面的模拟观察。



1. 海底水力开沟模拟实验系统,其特征在於:包括水箱(11)、冲槽(12)、设于冲槽(12)顶部的X轴滑台、可X向滑动的Y轴滑台(5)、可Y向滑动的Z轴滑台(7)、用于实现可控水压喷水的射流装置、用于实现装置工作的驱动装置,所述的X轴滑台包括设于冲槽(12)前后两侧顶部的X轴前滑台(1)和X轴后滑台(2),所述的Y轴滑台(5)的两端分别通过X轴前滑块(3)和X轴后滑块(4)连接于X轴前滑台(1)和X轴后滑台(2)上,所述的Z轴滑台(7)通过Y轴滑块(6)连接于Y轴滑台(5)上,所述的射流装置包括设于Z轴滑台(7)上的喷枪(9),所述的喷枪(9)通过Z轴滑块(8)与Z轴滑台(7)连接以实现Z向滑动调节喷射靶距,所述的喷枪(9)设有角度调节机构,所述的冲槽(12)里面填有可更换的实验用土(13);所述的驱动装置包括驱动电机(16)、驱动器、控制器和控制主机,所述的X轴前滑台(1)和X轴后滑台(2)上各设有一个所述的驱动电机(16),以实现X轴前滑块(3)和X轴后滑块(4)Y向同步移动,所述的Y轴滑台(5)同样设有一个所述的驱动电机(16)以实现Y轴滑台(5)的驱动,所述的Z轴滑台(7)上设有一个所述的驱动电机(16)以实现Z轴滑台(7)的驱动,驱动电机(16)连接到驱动器,驱动器和射流装置连接到控制器,控制器连接到控制主机以实现装置的操作控制;射流装置通过从水箱(11)吸水,由喷枪(9)喷出冲刷实验用土,实现对海底管线铺设水力喷射开沟的过程的模拟,通过驱动电机移动Y轴滑台和Z轴滑台,实现对喷枪(9)的移动,通过调节喷枪(9)的位置高低以实现喷射靶距调节,通过角度调节机构实现对喷枪角度的调节;实验开始前,等待喷射泵(17)增压到预定的压力,并等一段时间,射流压力、速度达到平稳状态,此时关闭闸阀(20),喷枪(9)移动到指定的位置,之后打开闸阀(20),操控控制主机上控制按钮,按照方案制订的移动速度、距离等条件进行实验,并使用高速相机拍下冲坑发展过程;试验完成后,关闭闸阀(20)和喷射泵(17),打开泄流孔(14),将冲槽(12)内的水排出。

2. 根据权利要求1所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在於:所述的水箱(11)和冲槽(12)由同一箱体通过中间设置挡板(15)分隔而成。

3. 根据权利要求1所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在於:所述的冲槽(12)的槽底板为可开合式结构。

4. 根据权利要求1所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在於:冲槽(12)的前侧壁上设有泄流孔(14),泄流孔(14)与冲槽(12)里的实验用土(13)表面平齐,泄流孔(14)设有可拆卸塞子。

5. 根据权利要求1所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在於:所述的水箱(11)和冲槽(12)为无色透明材料制成,冲槽(12)的右侧壁贴有无色透明网格贴纸。

6. 根据权利要求1所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在於:所述的X轴前滑台(1)和X轴后滑台(2)的中下部各设有2个Y向的贯穿定位槽,以分别卡入挡板(15)和冲槽(12)的右侧壁。

7. 根据权利要求1所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在於:所述的射流装置还包括喷射泵(17)、压力表(19)、闸阀(20)、减压阀(21)和溢流阀(18),所述的喷射泵(17)的进水口连接水箱(11),出水口通过管道连接到闸阀(20),闸阀(20)连接到减压阀(21),减压阀(21)通过软管(22)连接到喷枪(9),所述的喷射泵(17)和闸阀(20)之间连接有压力表(19)和溢流阀(18),溢流阀(18)与水箱(11)连通。

8. 根据权利要求1或7所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在於:所述的喷枪(9)包括设有竖向凹槽的竖轨(901),软管(22)嵌入竖轨(901)的凹槽中,凹槽宽度尺寸与软管

(22) 外径相同。

9. 根据权利要求8所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在于:所述的竖轨(901)的下端设有球形喷嘴(902),软管(22)与球形喷嘴(902)连接,球形喷嘴(902)包括可替换的多种规格。

10. 根据权利要求2所述的海底水力开沟模拟实验系统,其特征在于:所述的挡板(15)上位于冲槽(12)的一侧设有若干个水下补光灯(10)。

## 海底水力开沟模拟实验系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及海底开沟实验领域,尤其涉及海底水力开沟模拟实验系统。

### 背景技术

[0002] 海底土质不同,情况复杂,为获取更好的海底水力开沟技术参数,最好经过模拟和计算,以实现既满足技术要求又经济合理的开沟作业,目前,针对海底水力开沟的模拟相对比较复杂和庞大,观察及携带均不方便,也不能很好的实现全面的模拟观察。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题和提出的技术任务是对现有技术进行完善与改进,提供海底水力开沟小型模拟实验装置,以模拟海底管线铺设水力喷射开沟的过程为目的。为此,本发明采取以下技术方案。

[0004] 海底水力开沟模拟实验系统,包括水箱、冲槽、设于冲槽顶部的X轴滑台、可X向滑动的Y轴滑台、可Y向滑动的Z轴滑台、用于实现在可控水压喷水的射流装置、用于实现装置工作的驱动装置,所述的X轴滑台包括设于冲槽前后两侧顶部的X轴前滑台和X轴后滑台,所述的Y轴滑台的两端分别通过X轴前滑块和X轴后滑块连接于X轴前滑台和X轴后滑台上,所述的Z轴滑台通过Y轴滑块连接于Y轴滑台上,所述的射流装置包括喷枪,所述的喷枪通过Z轴滑块与Z轴滑台连接以实现Z向滑动调节喷射靶距,所述的射流装置包括设于Z轴滑台上的喷枪,所述的喷枪设有角度调节机构,所述的冲槽里面设有可更换的实验用土;所述的驱动装置包括驱动电机、驱动器、控制器和控制主机,所述的X轴前滑台和X轴后滑台上各设有一个所述的驱动电机以实现X轴前滑块和X轴后滑块Y向同步移动,所述的Y轴滑台的一端设有一个所述的驱动电机以实现Y轴滑台的驱动,所述的Z轴滑台上设有一个所述的驱动电机以实现Z轴滑台的驱动,驱动电机连接到驱动器,驱动器和射流装置连接到控制器,控制器连接到控制主机以实现对装置的操作控制;射流装置通过从水箱吸水,由喷枪喷出冲刷实验用土,实现对海底管线铺设水力喷射开沟的过程的模拟,通过驱动电机移动Y轴滑台和Z轴滑台,实现对喷枪的移动,通过调节喷枪的位置高低以实现喷射靶距调节,通过角度调节机构实现对喷枪角度的调节;实验开始前,等待喷射泵增压到预定的压力,并等一段时间,射流压力、速度达到平稳状态,此时关闭闸阀,喷枪移动到指定的位置,之后打开闸阀,操控控制主机上控制按钮,按照方案制订的移动速度、距离等条件进行实验,并使用高速相机拍下冲坑发展过程;试验完成后,关闭闸阀和喷射泵,打开泄流孔,将冲槽内的水排出。整体结构简单、紧凑,操作方便。

[0005] 作为对上述技术方案的进一步完善和补充,本发明还包括以下附加技术特征。

[0006] 所述的水箱和冲槽由同一箱体通过中间设置挡板分隔而成。结构简单、紧凑,便于携带,减少了材料使用,降低了成本。

[0007] 所述的冲槽的槽底板为可开合式结构。通过可开合式结构的槽底板,便于更换试验用实验用土。

[0008] 冲槽的前侧壁上设有泄流孔,泄流孔与冲槽里的实验用土表面平齐,泄流孔设有可拆卸塞子。实验时塞子塞住泄流孔,实验完成后拿掉塞子便于冲槽内水体的泄流。

[0009] 所述的水箱和冲槽为无色透明材料制成,冲槽的右侧壁贴有无色透明网格贴纸。便于观察和监测,无色透明网格贴纸,便于直观测量冲坑截面尺寸。

[0010] 所述的X轴前滑台和X轴后滑台的中下部各设有2个Y向的贯穿定位槽以分别卡入挡板和冲槽的右侧壁。实现X轴前滑台和X轴后滑台的定位固定,结构简单,定位固定方便。

[0011] 所述的射流装置还包括喷射泵、压力表、闸阀、减压阀和溢流阀,所述的喷射泵的进水口连接水箱,出水口通过管道连接到闸阀,闸阀连接到减压阀,减压阀通过软管连接到喷枪,所述的喷射泵和闸阀之间连接有压力表和溢流阀,溢流阀与水箱连通。实验过程中使用喷射泵由水箱吸水,经由喷枪冲击实验用土面,压力可由减压阀、溢流阀的操作实现控制,需要使水淹没喷枪的喷嘴,达到淹没射流的实验要求,射流控制简单,操作方便。

[0012] 所述的喷枪包括设有竖向凹槽的竖轨,软管嵌入竖轨的凹槽中,凹槽宽度尺寸与软管外径相同。软管固定方便,便于喷枪的移动和高度位置的调节。

[0013] 所述的竖轨的下端设有球形喷嘴,软管与球形喷嘴连接,球形喷嘴包括可替换的多种规格。可方便根据实验需要更换不同的规格的喷嘴,以实现不同的模拟需求。

[0014] 所述的挡板上位于冲槽的一侧设有若干个水下补光灯。通过设置水下补光灯,方便观察实验用土冲沟形态,并便于使用高速相机拍下冲坑发展过程。

[0015] 实验装置设有档速度调节。能够更好地根据实验需要调节滑台的移动速度。

[0016] 有益效果:可方便地实现海底管线铺设水力喷射开沟的过程的模拟,通过调节不同的喷射压力级、喷嘴直径、喷射靶距、喷射角度、滑台传送速度、土的类型基本可以模拟出水力开沟的各种工况,为理论研究及工程运用提供帮助;装置整体结构简单、紧凑,操作方便,实现成本低;观察及携带方便,很好的实现全面的模拟观察。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明结构示意图。

[0018] 图2是本发明喷枪位置示意图。

[0019] 图3是本发明射流装置连接原理图。

[0020] 图中:1-X轴前滑台;2-X轴后滑台;3-X轴前滑块;4-X轴后滑块;5-Y轴滑台;6-Y轴滑块;7-Z轴滑台;8-Z轴滑块;9-喷枪;10-;11-水箱;12-冲槽;13-实验用土;14-泄流孔;15-挡板;16-驱动电机;17-喷射泵;18-溢流阀;19-压力表;20-闸阀;21-减压阀;22-软管;901-竖轨;902-球形喷嘴。

## 具体实施方式

[0021] 以下结合说明书附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明。

[0022] 如图1-3所示,海底水力开沟模拟实验系统,包括水箱11、冲槽12、设于冲槽12顶部的X轴滑台、可X向滑动的Y轴滑台5、可Y向滑动的Z轴滑台7、用于实现在可控水压喷水的射流装置、用于实现装置工作的驱动装置,X轴滑台包括设于冲槽12前后两侧顶部的X轴前滑台1和X轴后滑台2,Y轴滑台5的两端分别通过X轴前滑块3和X轴后滑块4连接于X轴前滑台1和X轴后滑台2上,Z轴滑台7通过Y轴滑块6连接于Y轴滑台5上,射流装置包括喷枪9,喷枪9通

过Z轴滑块8与Z轴滑台7连接以实现Z向滑动调节喷射靶距,射流装置包括设于Z轴滑台7上的喷枪9,喷枪9设有角度调节机构,冲槽12里面设有可更换的实验用土13;驱动装置包括驱动电机16、驱动器、控制器和控制主机,X轴前滑台1和X轴后滑台2上各设有一个驱动电机16以实现X轴前滑块3和X轴后滑块4Y向同步移动,Y轴滑台5的一端设有一个驱动电机16以实现Y轴滑台5的驱动,Z轴滑台7上设有一个驱动电机16以实现Z轴滑台7的驱动,驱动电机16连接到驱动器,驱动器和射流装置连接到控制器,控制器连接到控制主机以实现对该装置的操作控制。

[0023] 为了降低结构复杂度,水箱11和冲槽12由同一箱体通过中间设置挡板15分隔而成。结构简单、紧凑,便于携带,减少了材料使用,降低了成本。

[0024] 为了便于试验用土的更换,冲槽12的槽底板为可开合式结构。通过可开合式结构的槽底板,便于更换试验用实验用土13。

[0025] 为了便于试验完成后泄流放水,冲槽12的前侧壁上设有泄流孔14,泄流孔14与冲槽12里的实验用土13表面平齐,泄流孔14设有可拆卸塞子。实验时塞子塞住泄流孔14,实验完成后拿掉塞子便于冲槽12内水体的泄流。

[0026] 为了便于观察和测量,水箱11和冲槽12为无色透明材料制成,冲槽12的右侧壁贴有无色透明网格贴纸。便于观察和测量,无色透明网格贴纸,便于直观测量冲坑截面尺寸。

[0027] 为了方便定位,X轴前滑台1和X轴后滑台2的中下部各设有2个Y向的贯穿定位槽以分别卡入挡板15和冲槽12的右侧壁。实现X轴前滑台1和X轴后滑台2的定位固定,结构简单,定位固定方便。

[0028] 为了实现射流模拟,射流装置还包括喷射泵17、压力表19、闸阀20、减压阀21和溢流阀18,喷射泵17的进水口连接水箱11,出水口通过管道连接到闸阀20,闸阀20连接到减压阀21,减压阀21通过软管22连接到喷枪9,喷射泵17和闸阀20之间连接有压力表19和溢流阀18,溢流阀18与水箱11连通。实验过程中使用喷射泵17由水箱11吸水,经由喷枪9冲击实验用土13面,压力可由减压阀21、溢流阀18的操作实现控制,需要使水淹没喷枪9的喷嘴,达到淹没射流的实验要求,射流控制简单,操作方便。

[0029] 为了便于软管22的固定和喷枪9的移动,喷枪9包括设有竖向凹槽的竖轨901,软管22嵌入竖轨901的凹槽中,凹槽宽度尺寸与软管22外径相同。软管22固定方便,便于喷枪9的移动和高度位置的调节。

[0030] 为了实现不同的模拟需求,竖轨901的下端设有球形喷嘴902,软管22与球形喷嘴902连接,球形喷嘴902包括可替换的3mm、4mm、6mm、8mm等四种规格。可方便根据实验需要更换不同的规格的喷嘴,以实现不同的模拟需求。

[0031] 为了方便观察,挡板15上位于冲槽12的一侧设有2个水下补光灯10。因实验时,射流流速较大,实验用土13被水流扰动并激起,水体浑浊,通过设置水下补光灯10,方便观察实验用土13冲沟形态,并便于使用高速相机拍下冲坑发展过程。

[0032] 为了实现滑台移动速度的调节,实验装置设有9档速度调节。能够更好地根据实验需要调节滑台的移动速度。

[0033] 实验开始前,需要等待喷射泵17增压到预定的压力,并稍等一段时间,以便使射流压力、速度达到平稳状态,此时关闭闸阀20,喷枪9移动到指定的位置,之后打开闸阀20,操控控制主机上控制按钮,按照方案制订的移动速度、距离等条件进行实验,并使用高速相机

拍下冲坑发展过程;试验完成后,关闭闸阀20和喷射泵17,打开泄流孔14,将冲槽12内的水排出。整体结构简单、紧凑,操作方便。

[0034] 本实例中,无色透明材料为无色透明的有机玻璃;实验用土13为粘土;控制主机为单片机;驱动电机16为步进电机。

[0035] 以上图1-3所示的海底水力开沟模拟实验系统是本发明的具体实施例,已经体现出本发明实质性特点和进步,可根据实际的使用需要,在本发明的启示下,对其进行形状、结构等方面的等同修改,均在本方案的保护范围之列。

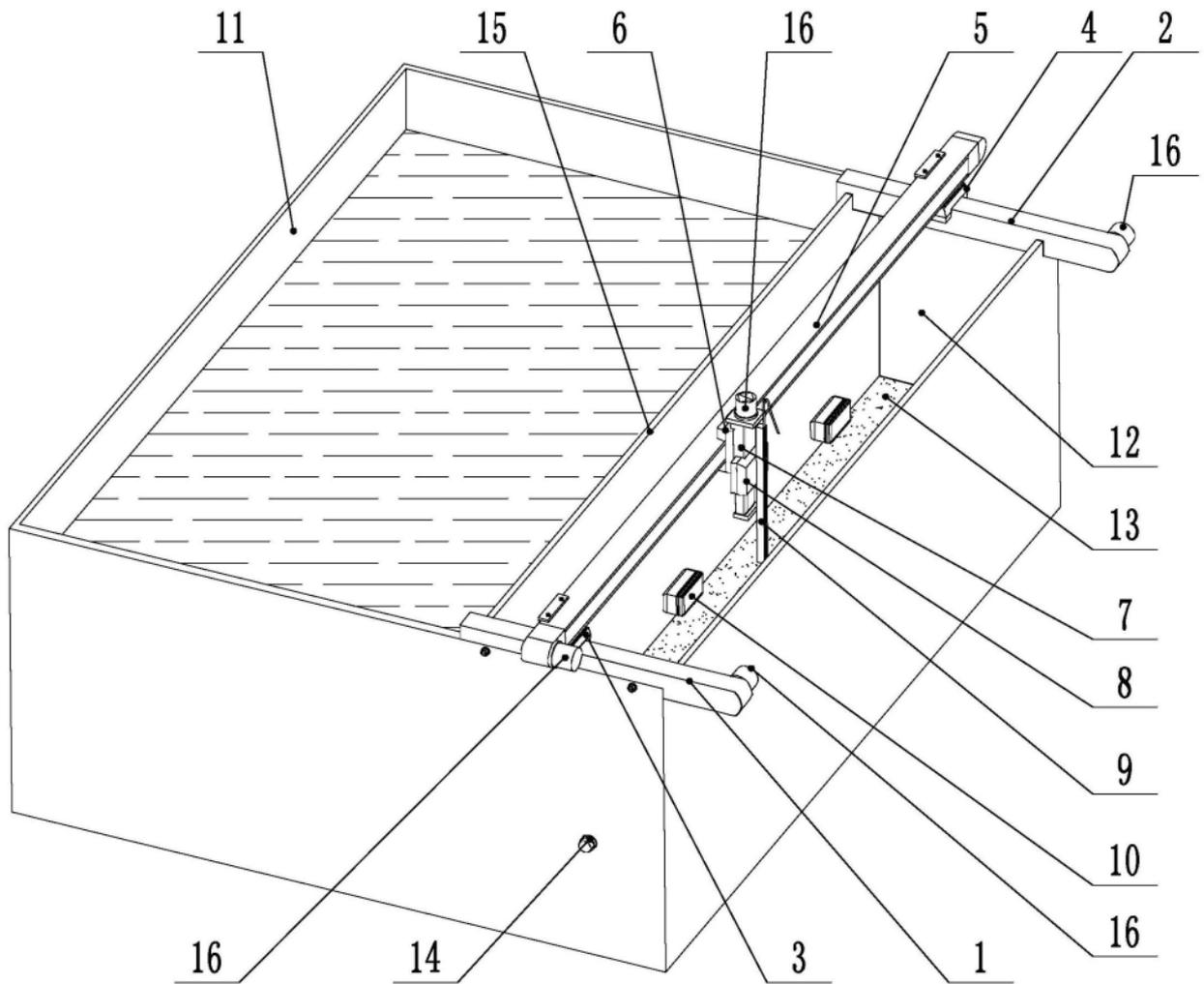


图1

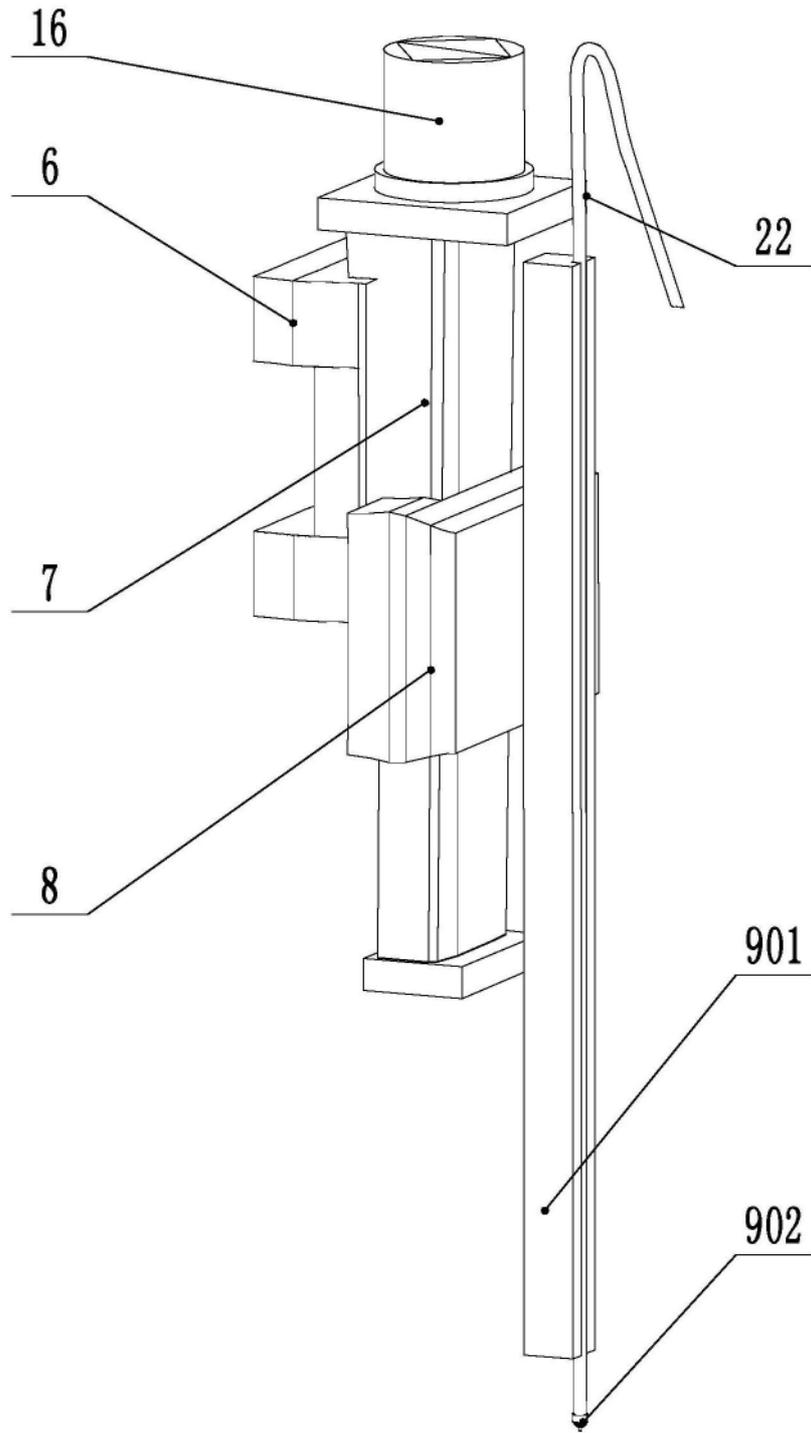


图2

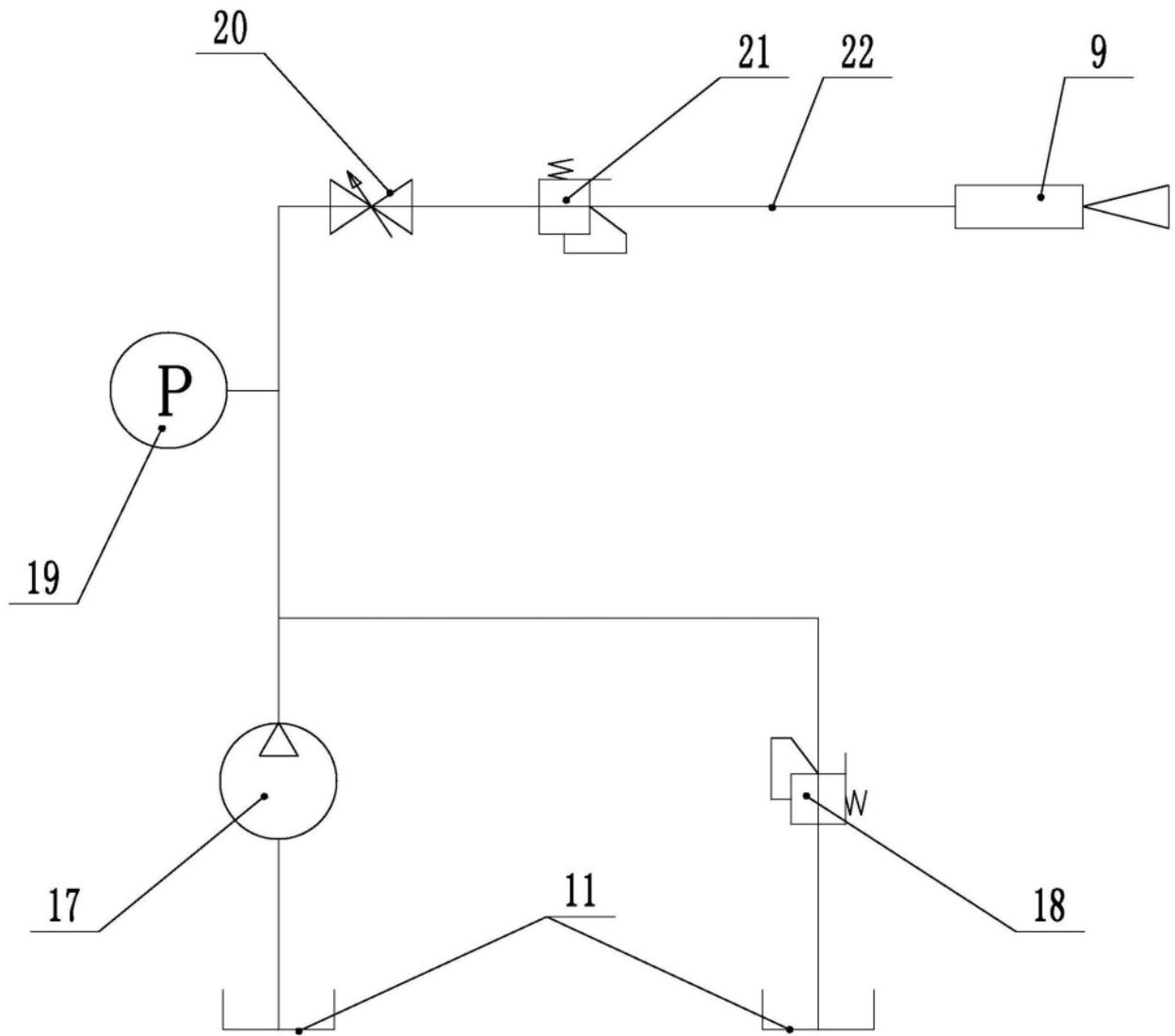


图3