



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102535386 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 11

(21) 申请号 201110434073. 8

(22) 申请日 2011. 12. 22

(73) 专利权人 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

地址 210029 江苏省南京市广州路 223 号

(72) 发明人 陈生水 徐光明 顾行文 茅加峰
夏有毅

(74) 专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 栗仲平

(51) Int. Cl.

E02B 1/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2008304419 A, 2008. 12. 18, 全文.

CN 1566916 A, 2005. 01. 19, 全文.

刘守华. 土工离心机的研制与应用. 《水利水电技术》. 1990, (第 05 期), 第一部分第三节
400gt 型大型离心机及附图 4、6.

陈生水等. 粘土心墙坝漫顶溃坝过程离心模型试验与数值模拟. 《水科学进展》. 2011, 第 22 卷 (第 05 期), 第 674 页倒数第 1、3 行.

高长胜等. 堤防边坡稳定离心模型试验技术. 《岩石力学与工程学报》. 2005, 第 24 卷 (第 23 期), 第 4310 页第 3.2 节水位变化模拟及附图 1.

审查员 姜海燕

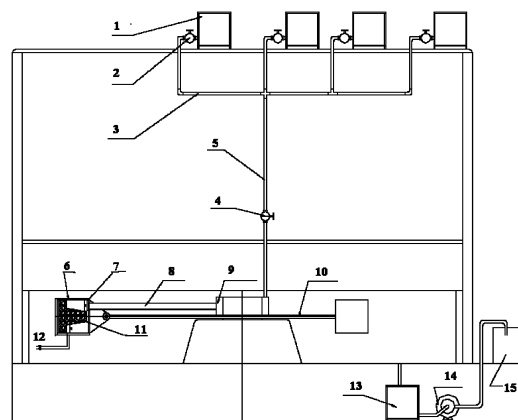
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

离心机大流量水流控制系统

(57) 摘要

离心机大流量水流控制系统,特征是储水箱采用室外、高置的大体积贮水箱;本系统中设有接水环,为一个环形水槽,安装于围绕离心机大臂转轴的位置,与离心机同心设置并一起旋转;大体积贮水箱中的水通过管道注入环形水槽;环形水槽出水口与离心模型的模型箱通过管道连接;大体积贮水箱向环形水槽的注水管道中设有控制阀门;环形水槽出水口与模型箱之间的连接管道中设有流量计,流量计的输出接控制电脑,控制电脑控制控制阀门的开启程度。本发明固定在地面上水管与高速旋转的接水环之间无硬件接触,不存在磨损和渗漏问题。控制阀门可释放出设定流量值的水流,并直接注入接水环。



1. 一种溃坝试验的离心模型中离心机大流量水流控制系统,其特征在于,所述的储水箱采用室外、高置的大体积贮水箱;本系统中设有接水环,该接水环为一个环形水槽,该环形水槽安装于围绕离心机大臂转轴的位置,与离心机同心设置,并一起旋转;所述的大体积贮水箱中的水通过管道注入该环形水槽;该环形水槽的出水口与所述离心模型中的模型箱通过管道连接;所述大体积贮水箱向环形水槽的注水管道中设有控制阀门;所述环形水槽出水口与模型箱之间的连接管道中设有流量计,该流量计的输出接控制电脑,控制电脑控制所述控制阀门的开启程度;

所述的室外、高置的大体积贮水箱是设置多个,通过管道并联后,通过一个大直径供水管注入所述环形水槽;

所述的控制阀门是指:所述的室外、高置的大体积贮水箱中并联的多个水箱,分别设有各自的控制球阀;所述大直径供水管设有控制蝶阀。

2. 根据权利要求1所述的溃坝试验的离心模型中离心机大流量水流控制系统,其特征在于,所述的室外、高置的大体积贮水箱是设置在离心机机室顶部。

3. 根据权利要求1所述的溃坝试验的离心模型中离心机大流量水流控制系统,其特征在于,在溃坝试验的离心模型中设有多角度的数据和图像采集系统,测量大坝溃决时溃口流量过程以及多角度捕捉和摄录土石坝的溃决全过程。

4. 根据权利要求1所述的溃坝试验的离心模型中离心机大流量水流控制系统,其特征在于,所述环形水槽的出水口处设有缓冲网。

5. 根据权利要求1-4之一所述的溃坝试验的离心模型中离心机大流量水流控制系统,其特征在于,溃坝试验离心模型的模型箱设有带流量计的泄水口;其中流量计的输出接控制电脑;所述泄水口接集水箱;该集水箱上设有低扬程水泵,该低扬程水泵由控制电脑控制,将集水箱中的水排到下水系统。

离心机大流量水流控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于离心机上的试验装置,具体涉及一种离心机大流量水流控制系统的装置,特别适用于土石坝溃坝离心模型试验系统,用于开展土石坝溃决破坏离心模型试验研究,即在离心机高速运转条件下提供持续的、大流量的水流让均质坝、心墙坝和面板坝模型遭遇水流漫顶或坝体管涌等恶劣事件,以研究它们的溃决过程和破坏机理。对于江河堤防等易遭遇水流冲蚀破坏的,或与水位升降相关的构筑物,也可以利用该系统装置模拟试验水流,开展离心模型试验研究。

背景技术

[0002] 水库大坝在给人类带来巨大经济效益的同时也存在着溃决的风险。无论何种致灾因子,大坝溃决的最终表现形式均为漫顶或管涌。据统计,全世界约 30% 的土石坝的溃决由于漫顶导致 [1],而我国已溃决土石坝由于漫顶而造成的比例高达 50% 以上 [2]。另外由于坝体、坝基本身的缺陷或者穿坝建筑物的影响,渗透破坏也是土石坝常见的一种破坏形式,而其中管涌破坏占有很大比例。无论是漫顶或管涌引发的溃坝破坏,都属于灾难性事故,由于它们的突发性,很难从现场获得完整的破坏过程和资料,因此,必须进行模型试验才能掌握它们的溃决机理和溃口发展过程,从而正确预测溃口流量过程线及溃坝致灾后果,为研究开发溃坝、决堤险情等重大自然灾害的监测预警技术以及重大自然灾害综合风险分析评估技术提供依据,以保障公共安全。

[0003] 土石坝溃坝试验研究最具代表性的应数 20 世纪 90 年代末欧共体的 IMPACT 项目 [1-2],该项目共进行了 5 次坝高 4~6m 实体坝现场试验及 22 组室内小比尺试验(模型比尺 1:10~1:7.5)。中国自 1975 年板桥水库溃坝后,也开展了大量土石坝溃坝试验 [3-4],最具代表性的应数南京水利科学研究院 2008 年进行的最大坝高达 9.7m 的实体坝溃坝试验和 34 组室内小比尺溃坝试验。实体坝溃坝试验无疑是最好的办法,但一般很难寻找到合适的试验场地,而且试验费用高、耗时较长,同时随着坝高的增加,试验的风险控制将变得十分困难。由于土石坝这类工程结构物自身的重力为其主要的作用力,同时筑坝材料的应力应变关系表现为非线性,而室内小比尺溃坝模型试验,不仅仅是模型尺寸小,更重要的是应力水平与原型比尺差距很大,其试验成果的合理性不能令人信服。但借助离心机高速运转所提供的高加速度,可以提升缩尺模型中的应力水平,使其与原型完全一致。换言之,在离心机高速运转条件下进行的模型试验,可以克服室内小比尺模型试验的缺陷。然而这时需要给高速运转的模型提供水流。

[0004] 离心机的高速旋转和巨大的离心力作用使得给模型提供水流尤其是大流量的水流变得非常困难。目前主要采用以下两种方式给运行中的离心机模型供水:

[0005] 第一种方式,是通过液压旋转接头,将外部水流提供给高速运行的离心模型,这是一种最简单的水流提供方法。液压旋转接头虽然解决了离心机高速旋转带来水流连接难题,但由于旋转接头过水后容易锈蚀,加上旋转接头中不动件和运动件之间的旋转磨损,最终导致旋转接头磨合不密,出现渗透滴漏等现象。由于上述原因,旋转接头使用寿命不长,

用不了多久就失效,因此,这种方法只在早期离心机建设中应用较广,如今较少使用。然而,旋转接头只能提供小流量的水流,通常在 $5\text{ l/min} \sim 10\text{ l/min}$ 左右,不能满足土石坝溃决破坏离心模型试验的水流条件。

[0006] 第二种方式,是在旋转的离心机内自带水箱贮存一定量的水,再接上电磁阀或一次性使用的热电融化开关阀,在需要时给模型提供水流。若在模型下游端再设置一个贮水箱和一台水泵,可收集试验水流,并将下水箱中的水再次提升至上水箱中,实现试验水流循环。这种方法的优点在于避开了离心机的高速旋转带来的水流转接困难,但水箱的体积总是有限的,而所附带的水泵因高速旋转需承受着巨大的离心力,其性能的发挥受到极大限制。同时,因为内部贮水箱中的水体重量的显著变化会严重影响离心机的平衡,对离心机的安全运行构成巨大威胁。

[0007] 例如,成都科技大学 [5] 于 1991 年在热电耦合效应基础上研制了一套水流控制系统,该系统通过电流调节,最大能够提供流量 25 l/min 的水流。中国水利科学研究院 [6] 于 2009 年研制了一套能够在模型箱内循环供水的水流控制系统,该系统由漩涡水泵、模型箱、消能槽等组成。漩涡水泵用潜水电机驱动,可以在 $30g$ 条件下正常工作,最大流量约为 50 l/min ,并开展了土石坝溃坝问题的离心模型试验研究。

[0008] 综上两种离心机水流装置,无论是安装离心机转轴中心处的商用旋转接头,还是安装在离心机旋转大臂上和吊篮中一次性供水装置或循环供水装置,它们所提供的水流量都在 50 l/min 以内。而中低高土石坝溃决离心模型试验时所要求的水流,其流量要求达到 $600\text{ l/min} \sim 3000\text{ l/min}$,因此,它们都不能满足实验的需要。

[0009] 换言之,现有土工离心机的水流装置存在以下不足:A. 在第一种供水方式中,从地面到高速旋转的模型之间的水流转接装置即旋转接头,其固定件与旋转件之间的磨损和渗漏问题难以得到彻底解决;B. 在第二种供水方式中,固定在离心机大臂上水箱贮水有限,安置在离心机吊篮中的水泵由于承受离心力而功能和效率低下;C. 无论哪种供水方式,所提供的水流流量都不足 50 l/min 以内,而土石坝溃决离心模型试验需要提供大流量的试验水流,两者相去甚远。

[0010] 参考文献

[0011] Morris M W. IMPACT, investigation of extreme flood processes and uncertainty, final technical report[EB/OL]. <http://www.samui.co.uk/impact-project/general-publications.htm>.

[0012] Morris M W, Hassan M, Vaskinn K A. Conclusions and recommendations from the IMPACT project WP2: Breach formation[EB/OL]. <http://www.sam ui.co.uk/impact-project/ wp2-technical.htm>.

[0013] Li Yun, Wang Xiao-gang, Xuan Guo-xiang et al. The effect of sediment size and face slope on breach formation of non-cohesive homogeneous embankments failed by overtopping[C] Cai Yuebo. International conference on dam safety management. Nanjing: Nanjing University Press. 2008: 221-232.

[0014] Zhang Jian-yun, Li Yun, Xuan Guo-xiang. et al. Overtopping breaching of cohesive homogeneous earth dam with different cohesive strength[J]. Science in China Series E: Technological Sciences, 2009, 52 (10): 3024-3029.

[0015] Limin Zhang & Ting Hu. Development of a water control facility for centrifugal model Tests. Centrifuge91. 1991. 527-530.

[0016] 王秋生,土石坝溃坝问题的离心模型试验研究,博士出站报告,中国水利水电科学研究院,2010年2月。

发明内容

[0017] 鉴于现有技术的上述缺陷,本发明的目的是提供一种离心机大流量水流控制系统,本发明在实现土石坝溃坝离心模型试验中能够提供大流量的水流,能够满足土石坝溃决破坏离心模型试验的水流条件。本发明的优化方案还将同时解决以下问题:(1)在原离心机系统中增设合适的水流控制系统,该系统在溃坝试验过程中应能持续提供足够的水量对坝体进行冲蚀;(2)设置先进的数据和图像采集系统,测量大坝溃决时溃口流量过程以及多角度捕捉和摄录土石坝的溃决全过程;(3)出水口流出的水流不能损坏离心机基坑,且能及时排出;(4)系统能够在高离心加速度条件及高速泥石流的作用下正常工作。

[0018] 完成上述发明任务的技术方案是:提供一种离心机大流量水流控制系统,其特征在于,所述的储水箱采用室外、高置的大体积贮水箱;本系统中设有接水环,该接水环为一个环形水槽,该环形水槽安装于围绕离心机大臂转轴的位置,与离心机大轴同心设置,并一起旋转;所述的大体积贮水箱中的水通过管道注入该环形水槽;该环形水槽的出水口与所述离心模型中的模型箱通过管道连接;所述大体积贮水箱与环形水槽进水口的连接管道中,设有控制阀门;所述环形水槽出水口与模型箱之间的连接管道中,设有流量计,该流量计的输出接控制电脑,控制电脑控制所述控制阀门的开启程度。

[0019] 本发明有以下优化方案;

[0020] 1、所述的室外、高置的大体积贮水箱是设置在离心机机室顶部;所述的“大体积”是相对于离心机内自带水箱而言的;由于本发明中的贮水箱不受空间与安装问题的限制,理论上该贮水箱可以做得非常大;实际实施中,是按照实验需要设置其体积的大小。

[0021] 2、所述的室外、高置的大体积贮水箱是设置多个,通过管道并联后,通过一个大直径供水管注入所述环形水槽;

[0022] 3、所述的控制阀门是指:所述的室外、高置的大体积贮水箱中并联的多个水箱,分别设有各自的控制球阀;所述总管道设有控制蝶阀;

[0023] 4、在溃坝试验的离心模型中设有多角度的数据和图像采集系统,测量大坝溃决时溃口流量过程以及多角度捕捉和摄录土石坝的溃决全过程;

[0024] 5、所述环形水槽的出水口处设有缓冲网;

[0025] 6、在溃坝试验离心模型的模型箱设有带流量计的泄水口;其中流量计的输出接控制电脑;所述泄水口接集水箱;该集水箱上设有低扬程水泵,该低扬程水泵由控制电脑控制将集水箱中的水排到下水系统。

[0026] 本发明采用了新的思路和结构设计,制造一种新型离心机水流装置,显著提升供水能力,增大了试验水流的流量值,从而满足中低土石坝溃决离心模型试验所要求的水流需要。目前,这套装置的水流可达到 $600\text{ l/min} \sim 3000\text{ l/min}$ 的流量,在高加速度的离心模型试验中,还可进一步调高试验水流的流量值。

[0027] 鉴于现有的各种离心模型水流装置仅能提供小流量的水流,不能满足土石坝溃坝

问题的离心模型对试验水流的要求,本发明提出了一种接水环概念的全新离心机水流装置。该装置由室外大体积贮水箱、安装于大臂围绕转轴的接水环、集水箱排水部分以及管路和流量计等组成。其中接水环是核心,它承接来自离心机机室外水流,输送传入到离心模型中,实现从地面水流到高速旋转的离心机水流的过渡连接。

[0028] 本发明的新水流装置有以下优点:

[0029] A. 为了让试验水流顺利输送到高速旋转的模型中,本方案大胆创新地提出了接水环思路:让水流从离心机机室顶部直接下注至高速旋转的接水环(即环形水槽)。由于固定在地面上水管与高速旋转的接水环之间无硬件接触,因此,不存在固定件与旋转件之间的磨损和渗漏问题。

[0030] B. 本方案的上游端采用室外屋顶多个大体积贮水箱串联供水,大直径供水管一直敷设至离心机机室顶。在此位置,安装有控制出口流量大小的蝶式阀门。打开此阀,控制开度,即可释放出设定流量值的水流,并直接注入接水环。

[0031] C. 由于接水环传递水流过程中无硬件接触,输水流量不受接触限制,而取决于接水环的过水能力。对于给定的离心机转速,接水环截面越大,过水能力也越大。

[0032] D. 本方案在下游端设置了集水和排水系统,模型下游出水可直接下泄至离心机机室地面,再通过地面设置槽口汇流至位于下层机坑中的集水箱内。集水箱内安装有多台大流量潜水泵,水位到达设定位置,潜水泵自动启动,将积水排出。

[0033] E. 由于在离心机机室外提供试验水源,因此,就无需在离心机大臂上另外设置贮水箱,这对离心机的安全运行极为有益。因为内部贮水箱中的水体重量的显著变化会严重影响离心机的平衡,对离心机的安全运行构成巨大威胁。

[0034] 利用本设计建造了南京水利科学研究所的离心机大流量水流控制系统,通过该系统提供大流量的水流,完成了3组均质坝、6组心墙坝和1组面板面板砂砾坝的溃决离心模型试验,最高离心加速度达100 g,最大输出模型501/s的水流,相当于原型500m³/s水流。

附图说明

[0035] 图1为系统的基本结构图。

[0036] 图2、图3分别为接水环结构的侧视图与俯视图。

具体实施方式

[0037] 实施例1:南京水利科学研究所400gt离心机大流量水流控制系统。

[0038] 请参见图1、图2、图3:系统主要包括:用作水源的室外水箱及相应管路、接水环、模型、将水流导入模型的管路、其他防水排水设施。系统的流量通过蝶阀和流量计进行控制。

[0039] 储水箱1采用室外、高置的大体积贮水箱;设置在离心机机室顶部;贮水箱1是设置多个,通过管道3并联后,通过一个大直径供水管5与注入接水环9。管道3中设有球阀2;大直径供水管5中设有蝶阀4。接水环9为一个环形水槽,安装于围绕离心机大臂10转轴的位置,与离心机同心设置,并一起旋转;环形水槽的出水口16与离心模型中的模型箱6通过管道连接;模型箱6中设置模型坝11。环形水槽出水口与模型箱之间的连接管道8中,设有流量计,该流量计的输出接控制电脑,控制电脑控制所述控制阀门的开启程度。环形水

槽的出水口 16 处设有缓冲网 7。在溃坝试验的离心模型中设有多角度的数据和图像采集系统,测量大坝溃决时溃口流量过程以及多角度捕捉和摄录土石坝的溃决全过程。溃坝试验离心模型的模型箱 6 设有带流量计的泄水口 12 ;其中流量计的输出接控制电脑 ;泄水口接集水箱 13 ;该集水箱上设有低扬程水泵 14,该低扬程水泵由控制电脑控制将集水箱中的水排到下水系统 15。

[0040] 请参见图 2、图 3,接水环 9 主体为环形,必须与离心机大轴同轴安装固定。顶部敞开,可以接住来自水源注水口 17 的水流。侧面制作一出水口 16,连接管路导出水流。接水环 9 用加强板 18 加固。并辅以厚橡胶板 19。其上盖有法兰盖 20。

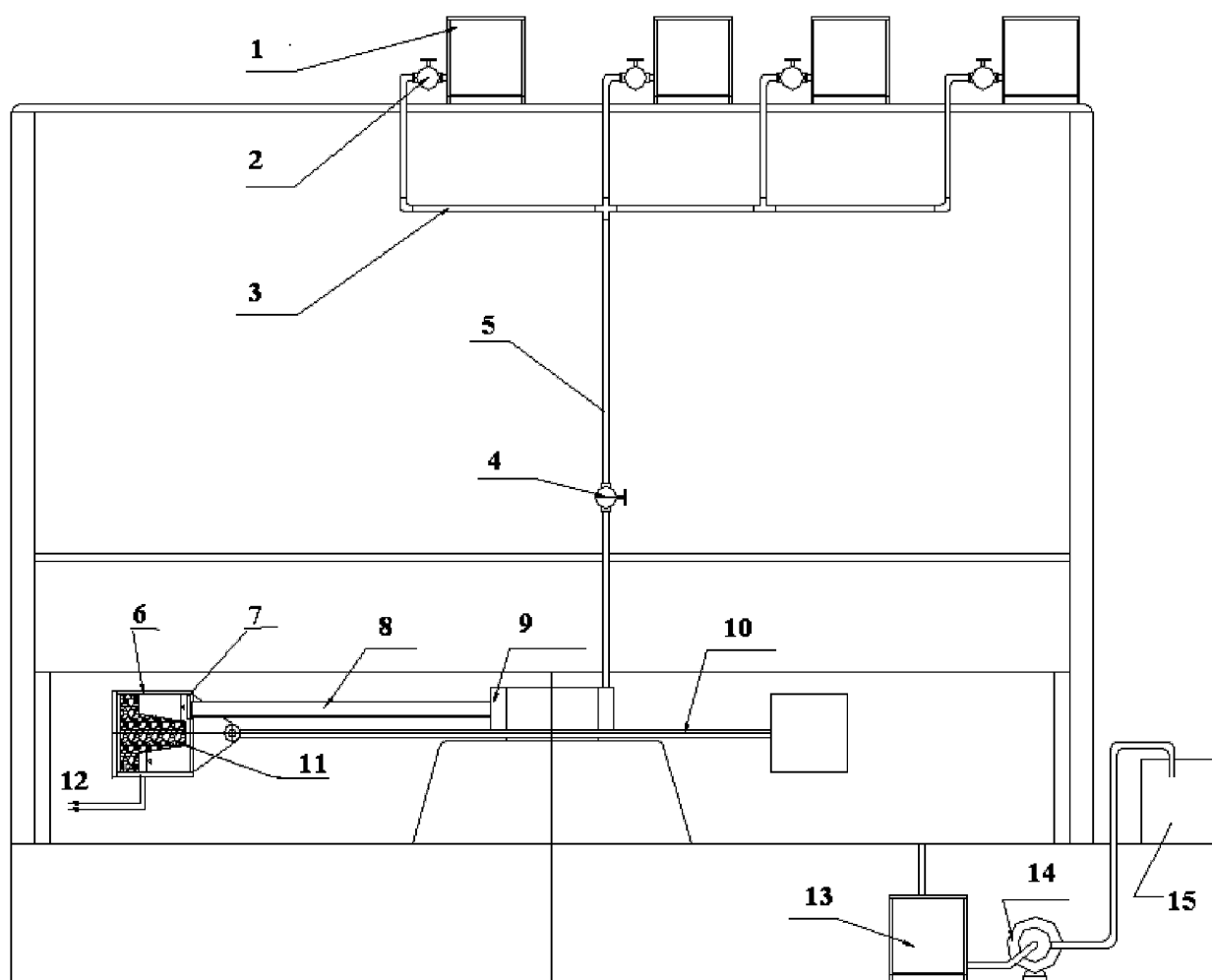


图 1

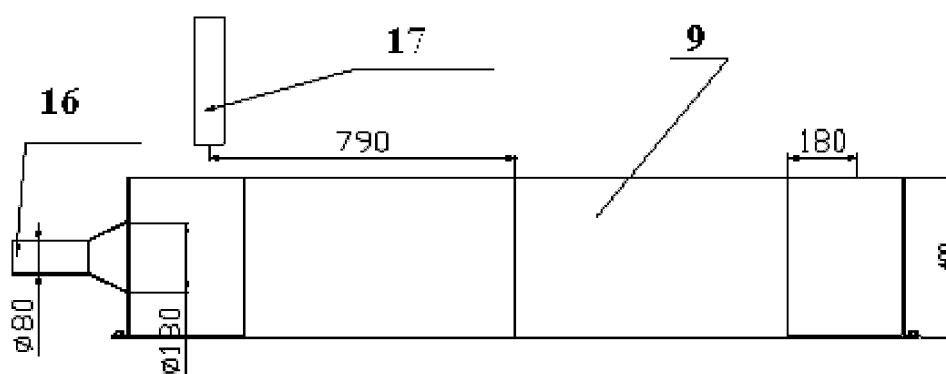


图 2

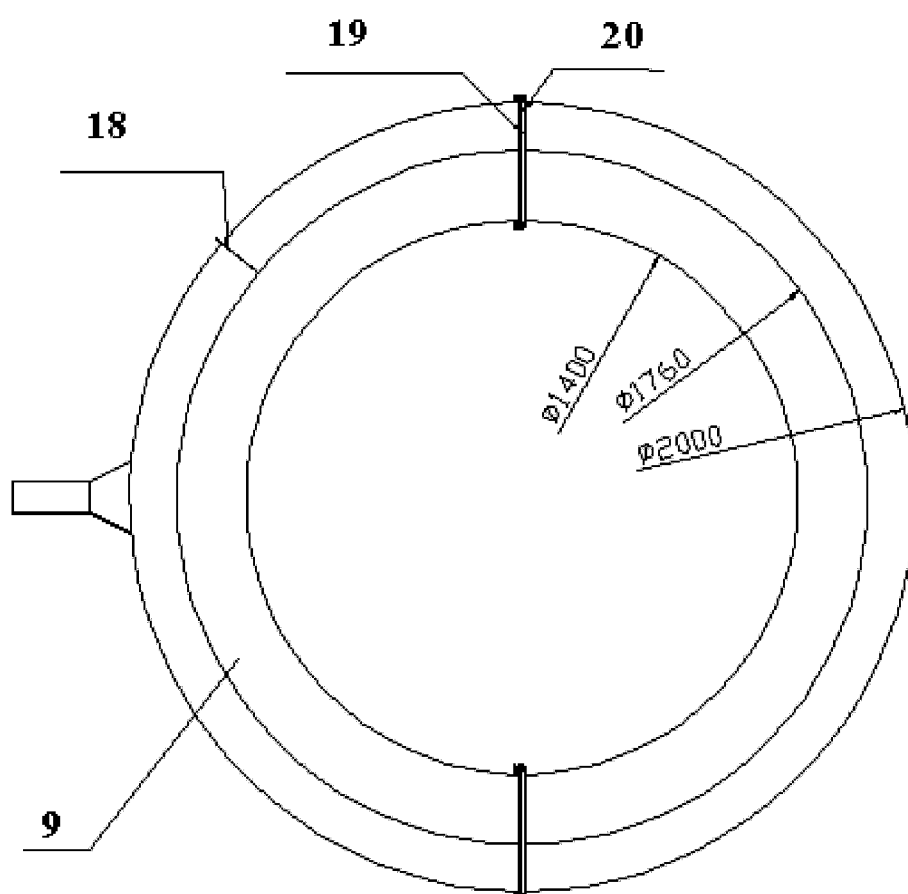


图 3