



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111650279 A

(43)申请公布日 2020.09.11

(21)申请号 202010563358.0

(22)申请日 2020.06.19

(71)申请人 禹班工程科技(上海)有限公司
地址 201400 上海市奉贤区南桥镇南桥路
377号1幢

(72)发明人 熊燕 冯少孔 冯源

(74)专利代理机构 上海恒慧知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 31317
代理人 刘翠

(51)Int.Cl.

G01N 29/04(2006.01)

G01N 29/22(2006.01)

G01N 29/265(2006.01)

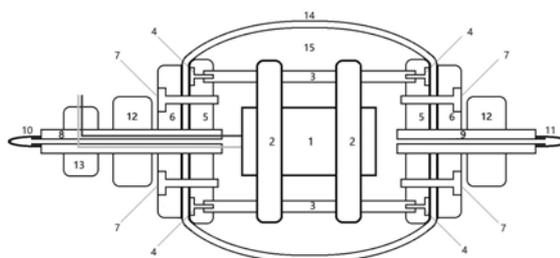
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种车轮式弹性波检波器及检波方法

(57)摘要

本发明提供了一种车轮式弹性波检波器及检波方法,其中:换能器固定在换能器固定片之间的轴心位置;换能器固定片的两侧设有内垫板,内垫板和换能器固定片通过换能器固定杆连接,形成轮辋;轮胎包覆于轮辋的外部;内垫板的外表面中心处分别设有轮轴;轮轴上分别套装有外压板,轮胎夹紧在外压板和内垫板之间;外压板的外侧轮轴上分别套装有轴承;轮轴的外端部分别设有充液阀和排放阀,充液阀和排放阀分别通过轴向贯穿轮轴的通道与轮辋内部连通;充液阀与轴承之间的轮轴上设有电滑环,电滑环与换能器之间信号连接;振动传递介质填充在轮胎内部。本发明不受移动过程中仪器晃动等影响,抗干扰好,能够边移动边采集数据,极大提高检测效率和数据质量。



1. 一种车轮式弹性波检波器,其特征在于,包括:换能器、换能器固定片、换能器固定杆、内垫板、外压板、轮轴、充液阀、排放阀、轴承、电滑环、轮胎以及振动传递介质;其中:

所述换能器固定在两片所述换能器固定片之间的轴心位置;所述换能器固定片的两侧分别设有一片所述内垫板,所述内垫板和所述换能器固定片之间通过所述换能器固定杆连接,形成笼状轮辋;所述轮胎包覆于所述笼状轮辋的外部;每一片所述内垫板的外表面中心处分别设有一个轮轴;每一个所述轮轴上分别套装有一片所述外压板,所述轮胎夹紧在所述外压板和所述内垫板之间形成密封结构;每一片所述外压板的外侧轮轴上分别套装有一个所述轴承;两个所述轮轴的两外端部上分别设有一个所述充液阀和一个所述排放阀,所述充液阀和所述排放阀分别通过一个轴向贯穿轮轴的通道与所述笼状轮辋内部连通;所述充液阀与其同侧的所述轴承之间的轮轴上设有所述电滑环,所述电滑环与所述换能器之间通过信号线连接;所述振动传递介质填充在所述轮胎的内部。

2. 根据权利要求1所述的车轮式弹性波检波器,其特征在于,所述换能器为压力波换能器。

3. 根据权利要求1所述的车轮式弹性波检波器,其特征在于,所述换能器固定片采用弹性橡胶圆片制备得到。

4. 根据权利要求1所述的车轮式弹性波检波器,其特征在于,所述换能器固定杆为6根,相应地,每一片圆片结构的所述换能器固定片和所述内垫板上分别沿圆周方向均匀地分布6个孔,6根所述换能器固定杆安装于6个所述孔内,使换能器悬挂在笼状轮辋的中心处。

5. 根据权利要求1所述的车轮式弹性波检波器,其特征在于,所述换能器固定杆与所述内垫板之间通过固定螺丝紧固;和/或

所述内垫板与所述外压板之间通过压紧螺丝紧固。

6. 根据权利要求1所述的车轮式弹性波检波器,其特征在于,所述电滑环与所述换能器之间的轮轴内部设有用于信号线走线的通口;和/或

所述信号线穿过轮轴上的另一条轴向贯穿轮轴的孔引出轮辋外,所述电滑环通过所述信号线与外部终端连接。

7. 根据权利要求1所述的车轮式弹性波检波器,其特征在于,所述振动传递介质采用不导电的重质凝胶状物质;其中:

所述重质凝胶状物质包括:石英粉与聚氨酯凝胶的混合物;其中,所述石英粉与聚氨酯凝胶的比例根据检测对象调配,以使密度和波速尽量接近检测对象。

8. 根据权利要求1所述的车轮式弹性波检波器,其特征在于,所述轮胎采用柔软材料制备得到。

9. 根据权利要求1至8任一项所述的车轮式弹性波检波器,其特征在于,所述车轮式弹性波检波器整体为车轮结构。

10. 一种车轮式弹性波检波器的检波方法,其特征在于,包括:

将车轮式弹性波检波器的轴承固定在检测设备上,并施加压力使车轮式弹性波检波器的轮胎与检测面压紧;

让车轮式弹性波检波器沿检测面滚动,当弹性波沿检测面或从待检物内部传来时,由于轮胎与检测面之间的耦合,弹性波通过轮胎内的振动传递介质施加到换能器上,转换成电信号;

将电信号通过信号线和电滑环输出至外部终端,实现车轮式弹性波检波器对弹性波的检波。

一种车轮式弹性波检波器及检波方法

技术领域

[0001] 本发明涉及岩土工程检测技术领域,具体地,涉及一种能够在移动状态下采集数据的车轮式弹性波检波器及检波方法。

背景技术

[0002] 近年来以高速铁路、高速公路为代表的交通基础建设和以大规模蓄水、调水为代表的水利工程不仅在国内,而且延伸到国外。首先,在高速铁路建设与养护方面,我国普遍采用了无砟轨道,无砟轨道安全性高,有利于高速化,但无砟轨道的轨道板与下部结构之间的缓冲层,随着运营时间的推移,会出现老化与破坏,造成轨道板脱空等病害;在高速公路建设与养护方面,我国普遍采用的半刚性基层路面,具有一定的抗拉强度、抗疲劳强度和良好的水稳定特性,但是抗过载能力较差,随着时间的推移,会普遍出现基层与路面病害;在长距离输水方面,大型地下洞室、输水隧洞、管道以及渡槽大坝等工程规模越来越大。除此以外,我国在大规模基础设施建设中,还不断采用钢壳混凝土以及装配式等新技术、新材料和新理念。所有这些,都对工程建设过程中的质量控制和运营期的安全检测提出了更高的要求。高速铁路、公路以及水利工程里程长,规模大,但检测作业时间窗口却很短,因此急需一种快速有效的检测手段。

[0003] 目前较为快速的检测手段是地质雷达法,但地质雷达法检测的是介质的电磁参数(介电常数)差异,且易受钢筋等金属物的屏蔽,完全不适合钢壳混凝土等结构物的检测。工程质量缺陷,归根结底是结构物的力学参数缺陷,而获取结构物力学参数的最有效的无损检测手段是弹性波法检测。弹性波穿透能力强、探测深度大,力学意义明确。然而弹性波检测所使用的检波器(传感器)从结构和原理上都要求把传感器紧密地设置于检测面上,有时甚至需要把传感器固定在构件上,然后在静止状态下激发和接收弹性波,检测效率极低,远远不能满足工程需要。

发明内容

[0004] 本发明针对现有技术中存在的上述不足,提供了一种检测效率高、抗干扰强、精度高的车轮式弹性波检波器及检波方法。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的。

[0006] 根据本发明的一个方面,提供了一种车轮式弹性波检波器,包括:换能器、换能器固定片、换能器固定杆、内垫板、外压板、轮轴、充液阀、排放阀、轴承、电滑环、轮胎以及振动传递介质;其中:

[0007] 所述换能器固定在两片所述换能器固定片之间的轴心位置;所述换能器固定片的两侧分别设有一片所述内垫板,所述内垫板和所述换能器固定片之间通过所述换能器固定杆连接,形成笼状轮辋;所述轮胎包覆于所述笼状轮辋的外部;每一片所述内垫板的外表面中心处分别设有一个轮轴;每一个所述轮轴上分别套装有一片所述外压板,所述轮胎夹紧在所述外压板和所述内垫板之间形成密封结构;每一片所述外压板的外侧轮轴上分

别套装有一个所述轴承；两个所述轮轴的两外端部上分别设有一个所述充液阀和一个所述排放阀，所述充液阀和所述排放阀分别通过一个轴向贯穿轮轴的通道与所述笼状轮辋内部连通；所述充液阀与其同侧的所述轴承之间的轮轴上设有所述电滑环，所述电滑环与所述换能器之间通过信号线连接；所述振动传递介质填充在所述轮胎的内部。

[0008] 优选地，所述换能器为压力波换能器。

[0009] 优选地，所述换能器固定片采用弹性橡胶圆片制备得到。

[0010] 优选地，所述换能器固定杆为6根，相应地，每一片圆片结构的所述换能器固定片和所述内垫板上分别沿圆周方向均匀地分布6个孔，6根所述换能器固定杆安装于6个所述孔内，使换能器悬挂在笼状轮辋的中心处。

[0011] 优选地，所述换能器固定杆与所述内垫板之间通过固定螺丝紧固。

[0012] 优选地，所述内垫板与所述外压板之间通过压紧螺丝紧固。

[0013] 优选地，所述电滑环与所述换能器之间的轮轴内部设有用于信号线走线的通口。

[0014] 优选地，所述信号线穿过轮轴上的另一条轴向贯穿轮轴的孔引出轮辋外。

[0015] 优选地，所述电滑环通过所述信号线与外部终端连接。

[0016] 优选地，所述振动传递介质采用不导电的重质凝胶状物质。

[0017] 优选地，所述重质凝胶状物质包括：石英粉与聚氨酯凝胶的混合物；其中，所述石英粉与聚氨酯凝胶的比例根据检测对象调配，以使密度和波速尽量接近检测对象。

[0018] 优选地，所述轮胎采用柔软材料制备得到。

[0019] 优选地，所述车轮式弹性波检波器整体为车轮结构。

[0020] 根据本发明的另一个方面，提供了一种车轮式弹性波检波器的检波方法，包括：

[0021] 将车轮式弹性波检波器的轴承固定在检测设备上，并施加压力使车轮式弹性波检波器的轮胎与检测面压紧；

[0022] 让车轮式弹性波检波器沿检测面滚动，当弹性波沿检测面或从待检物内部传来时，由于轮胎与检测面之间的耦合，弹性波通过轮胎内的振动传递介质施加到换能器上，转换成电信号；

[0023] 将电信号通过信号线和电滑环输出至外部终端，实现车轮式弹性波检波器对弹性波的快速检测。

[0024] 与现有技术相比，本发明具有如下至少一项有益效果：

[0025] 本发明提供的车轮式弹性波检波器及检波方法，将弹性波检波器做成车轮结构，可以在移动的同时接收弹性波信号，极大地提高了数据采集效率。

[0026] 本发明提供的车轮式弹性波检波器及检波方法，以压力波换能器替代传统的线圈式传感器，抗仪器晃动等干扰的能力强，即使在移动状态下仍能确保数据质量。

[0027] 本发明提供的车轮式弹性波检波器及检波方法，以石英粉和聚氨酯凝胶的混合物为振动传递介质，可根据检测对象的密度和弹性波速度调配，使振动传递介质的密度和波速尽量接近检测对象，可以极大地提高耦合效率，使得接收微弱信号成为可能。

[0028] 本发明提供的车轮式弹性波检波器及检波方法，实现了弹性波快速检测。

附图说明

[0029] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、

目的和优点将会变得更明显：

[0030] 图1为本发明一优选实施例中车轮式弹性波检波器的结构示意图；

[0031] 图2为本发明一优选实施例中换能器固定片、换能器固定杆以及内垫板之间的连接示意图；

[0032] 图3为本发明一应用实例中用于混凝土检测的工作示意图；

[0033] 图4为本发明另一应用实例中用于道路缺陷检测的工作示意图。

[0034] 图中,1为换能器;2为换能器固定片;3为换能器固定杆;4为固定螺丝;5 为内垫板;6为外压板;7为压紧螺丝;8为左侧轮轴;9为右侧轮轴;10为充液阀; 11为排放阀;12为轴承;13为电滑环;14为轮胎;15为振动传递介质。

具体实施方式

[0035] 下面对本发明的实施例作详细说明:本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

[0036] 图1为本发明一优选实施例中车轮式弹性波检波器的结构示意图,该车轮式弹性波检波器是一种检测效率高、抗干扰强、精度高的弹性波检测设备。

[0037] 如图1所示,该实施例的车轮式弹性波检波器,包括:换能器1、换能器固定片 2、换能器固定杆3、内垫板4、外压板6、轮轴、充液阀10、排放阀11、轴承12、电滑环13、轮胎14以及振动传递介质15;其中:换能器1固定在两片换能器固定片2之间的轴心位置;换能器固定片2的两侧分别设有一片内垫板5,内垫板5和换能器固定片2之间通过换能器固定杆3连接,形成笼状轮辋;轮胎14包覆于笼状轮辋的外部;每一片内垫板5的外表面中心处分别设有一个轮轴(即左侧轮轴8和右侧轮轴9);每一个轮轴上分别套装有一片外压板6,外压板6和内垫板5之间将轮胎14压紧形成密封结构;每一片外压板6的外侧的轮轴上分别设有一个轴承12;两个轮轴的两外端部上,分别设有一个充液阀10和一个排放阀11,充液阀10和排放阀11分别通过一个轴向贯穿轮轴的通道与笼状轮辋内部连通;充液阀10与其同侧的轴承12之间的轮轴设有电滑环 13,电滑环13与换能器1之间通过信号线连接;振动传递介质15填充在轮胎14的内部。

[0038] 作为一优选实施例,换能器1作为弹性波传感器,采用压力波换能器。

[0039] 作为一优选实施例,换能器固定片2采用弹性橡胶圆片制备得到。

[0040] 作为一优选实施例,换能器固定杆3为6根,相应地,每一片圆片结构的换能器固定片2和内垫板4上分别沿圆周方向均匀地分布6个孔,6根换能器固定杆安装于6个孔内,使换能器1悬挂在笼状轮辋的中心处。

[0041] 作为一优选实施例,换能器固定杆3与内垫板5之间通过固定螺丝4紧固。

[0042] 作为一优选实施例,内垫板5与外压板6之间通过压紧螺丝7紧固。

[0043] 作为一优选实施例,电滑环13与换能器1之间的轮轴内部设有用于信号线走线的通口。电滑环13通过信号线与外部终端信号连接。

[0044] 作为一优选实施例,振动传递介质15作为工作介质,采用不导电的重质凝胶状物质。具体的,重质凝胶状物质包括:石英粉与聚氨酯凝胶的混合物;其中,石英粉与聚 氨酯

凝胶的比例根据检测对象调配,以使密度和波速尽量接近检测对象。

[0045] 作为一优选实施例,轮胎14采用柔软材料制备得到。

[0046] 作为一优选实施例,车轮式弹性波检波器整体为车轮结构。

[0047] 作为一优选实施例,车轮结构的宽度为200mm,直径为200mm。需要说明的是,此处的车轮结构尺寸,将根据检测对象的不同而进行调整。例如,当应用于手持式检测仪器探头时,该车轮结构的尺寸需要调整为更小。

[0048] 如图2所示,为本发明一优选实施例中换能器固定片、换能器固定杆以及内垫板之间的连接示意图。在该具体实施例中,车轮式弹性波检波器包括如下结构:6根换能器固定杆3、2片内垫板5和2片换能器固定片2之间固定在一起构成一个鼠笼状的轮辋。换能器固定片2为高弹性橡胶做成的圆片,其上沿圆周方向均匀地分布6个孔,换能器1安装在换能器固定片2中心,6根换能器固定杆3穿过换能器固定片2上的6个孔,使换能器悬挂在鼠笼状轮辋的中心;鼠笼状轮辋和换能器1位于轮胎14内部。内垫板5和外压板6组成轮辐(盘),轮胎14被夹在内垫板5和外压板6之间并由其上的6个螺丝压紧形成密封结构;轮轴包括左、右2个即左侧轮轴8、右侧轮轴9,左侧轮轴8轴线方向有3个孔道,中心通孔用于向轮胎14内充填振动传递介质15,另外2个通口用于引出信号线;左侧轮轴8上在轮胎外装有轴承12、电滑环13和充液阀10,充液阀10为单向阀;右侧轮轴9的轴线方向仅有一个中心通孔,用于排出轮胎14内的空气,右侧轮轴9上在轮胎14外装有轴承12和排放阀11。车轮式弹性波检波器结构部分组装完毕后,打开排放阀11,并通过充液阀10向轮胎14内注入振动传递介质15,振动传递介质15选用不导电的重质凝胶状物质,当轮胎14内空气被工作介质完全置换出来并且轮胎14内充满工作介质后,关闭排放阀11并停止介质注入,至此,一个车轮式弹性波检波器组装完毕。

[0049] 上述实施例中,由内垫板5和外压板6构成圆盘状轮辐,轮胎14被夹紧在内垫板5和外压板6之间形成密封结构。6根换能器固定杆3构成轮辋,轮辋和轮胎14之间是连通的。左侧轮轴8、右侧轮轴9构成轮轴,左侧轮轴8、右侧轮轴9之间在2片轮辐(盘)间是断开的。换能器1安装在轮辐(盘)中间断开的轮轴的位置。换能器1是通过弹性材料悬挂于轮辋之间的,与轮轴、轮毂以及轮胎之间没有刚性接触。轮轴是中空的,通过轮轴上的孔可向车轮内注入工作介质或排出空气。振动通过轮胎14以及振动传递介质15(工作介质)施加到换能器1上。检测时车轮式检波器与检测面紧密接触并在检测面上滚动;车轮式检波器既可以在静止状态下接收弹性波,亦可以在滚动状态下边移动边接收弹性波。

[0050] 在本发明另一实施例中,提供一种车轮式弹性波检波器的检波方法,该方法采用上述实施例的车轮式弹性波检波器,包括:

[0051] S1,将车轮式弹性波检波器的轴承12固定在检测设备上,以一定压力让车轮式弹性波检波器的轮胎14与检测面压紧;

[0052] S2,让车轮式弹性波检波器沿检测面滚动,这时如果有弹性波沿检测面或从检测对象内部传播过来,由于轮胎14采用柔软材料,能够保证轮胎14与检测面之间很好地耦合,这时弹性波就可以通过轮胎内的振动传递介质15印加到换能器1上,换能器1把振动信号转换成电信号;

[0053] S3,将电信号通过轮轴12上的信号线和电滑环13传递给外部终端(例如记录仪器),实现车轮式弹性波检波器一边移动一边对弹性波进行检波。

[0054] 下面结合具体应用实例,对本发明上述实施例提供的技术方案进一步详细描述。

[0055] 具体应用实例1,将车轮式弹性波检波器应用于混凝土检测中,如图3所示,实施步骤如下:

[0056] (1) 车轮式弹性波检波器封装为一个宽100mm,直径80mm的车轮结构,以下称为检波轮;

[0057] (2) 将3个检波轮连同冲击震源封装在一个长500mm、宽300mm、高约150mm的壳体内,构成弹性波探头。探头内部各部件排列如下:以冲击震源为圆心,把3个检波轮布置在一个半径200mm的圆周上,其中弹性波探头前部1个检波轮,后部2个检波轮。后部2个检波轮中心间距150mm,前边一个检波轮的中心位于探头中轴线上,这种排列保证了检波轮在探头宽度方向等间隔(75mm)且对称排列,到震源的距离都是200mm;

[0058] (3) 把平板电脑镶嵌在探头背部(顶面);在探头背部两端各安装1个手柄以便于握紧探头并把探头压向检测面;冲击震源采用冲击电磁铁,并在击打头上装上力传感器;数据采集模块和电源模块做成便携式背在背包内,并通过电缆与探头内的3个检波轮和电磁铁震源上的力传感器连接;探头移动距离由测距轮计量并传给电脑作为冲击震源的激发控制信号;

[0059] (4) 检测时,双手握紧探头并压向检测面,然后使探头上的检波轮和测距轮在检测面上滚动,测距轮的数据被输入平板电脑,当测距轮测到的探头移动距离达到预先设定值时,所述平板电脑向电磁铁发出激发信号,电磁铁动作并带动击打头击打检测面,击打头上的力传感器向数据采集模块发出触发(开始采集数据)信号,同时将击打力度传给数据采集模块,数据采集模块开始采集力传感器传来的击打力度以及由3个检波轮接收到的待检结构物对击打的响应;设置激发点间距为200mm,即每前进200mm激发1次;数据采集模块把位置信息、震源强度信息(震源击打头上的力传感器的输出)以及检波轮输出的弹性波动信息编辑在一起,显示并记录在平板电脑中。

[0060] 具体应用实例2,将车轮式弹性波检波器应用于道路缺陷检测中,如图4所示,实施步骤如下:

[0061] (1) 将车轮式弹性波检波器封装成一个宽200mm,直径200mm的车轮结构,以下称为检波轮;

[0062] (2) 将检波轮按100cm间隔组成弹性波线性阵列,各检波轮之间采用柔性连接;震源位于阵列前方200cm处,即震源偏移距200cm;震源采用机械冲击震源,冲击锤头上装有力量传感器;位置信息由测距轮给出,并作为震源的激发控制信号;弹性波线性阵列和震源组成的系统由检测车牵引;数据采集模块、控制模块和数据处理模块以及电源模块都放在检测车内;

[0063] (3) 检测时,检测人员坐在检测车内,由检测车牵引整个系统以大约1千米的时速前进,测距轮的数据输入到控制模块,控制模块根据测距轮传来的距离数据每前进100cm,控制震源装置激发一次;激发时击打装置上的力传感器向数据采集模块发出触发(开始采集数据)信号,同时将击打力度传给数据采集模块,数据采集模块开始采集力传感器传来的击打力度以及由弹性波线性阵列接收到的路面对震源击打的响应;采集的弹性波数据既可以做高密度面波分析,又可以做冲击映像法处理。

[0064] 本发明上述实施例所提供的车轮式弹性波检波器及检波方法,将弹性波检波器

做成车轮结构,可以在移动的同时接收弹性波信号,极大地提高了数据采集效率。以压力波换能器替代传统的线圈式传感器,抗仪器晃动等干扰的能力强,即使在移动状态下仍能确保数据质量。以石英粉和聚氨酯凝胶的混合物为振动传递介质,可根据检测对象的密度和弹性波速度调配,使振动传递介质的密度和波速尽量接近检测对象,可以极大地提高耦合效率,使得接收微弱信号成为可能。这种检波器的设计,几乎不受移动过程中仪器晃动等影响,抗干扰好,使边移动边采集数据成为可能,能极大地提高检测效率和数据质量。本发明上述实施例所提供的车轮式弹性波检波器及检波方法,实现了弹性波快速检测。

[0065] 需要说明的是,本发明提供的方法中的步骤,可以利用系统中对应的模块、装置、单元等予以实现,本领域技术人员可以参照系统的技术方案实现方法的步骤流程,即,系统中的实施例可理解为实现方法的优选例,在此不予赘述。

[0066] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“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的简化描述,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。

[0067] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

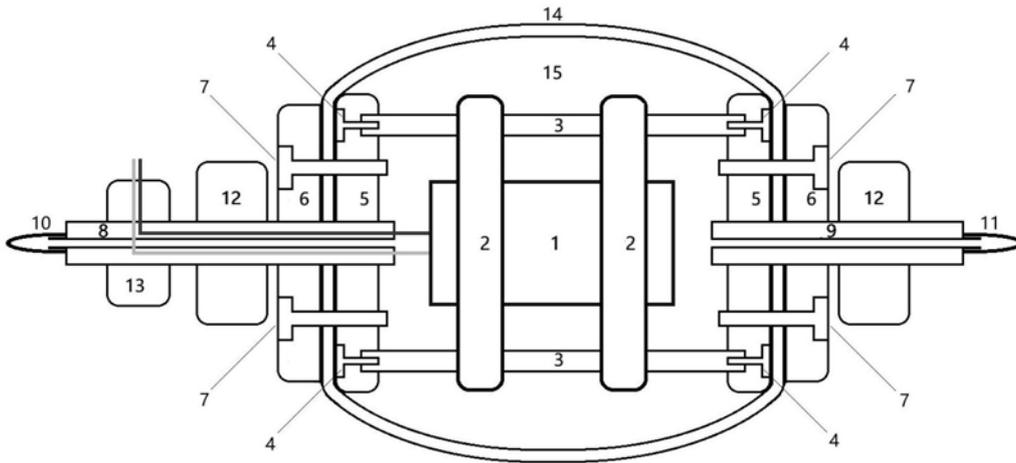


图1

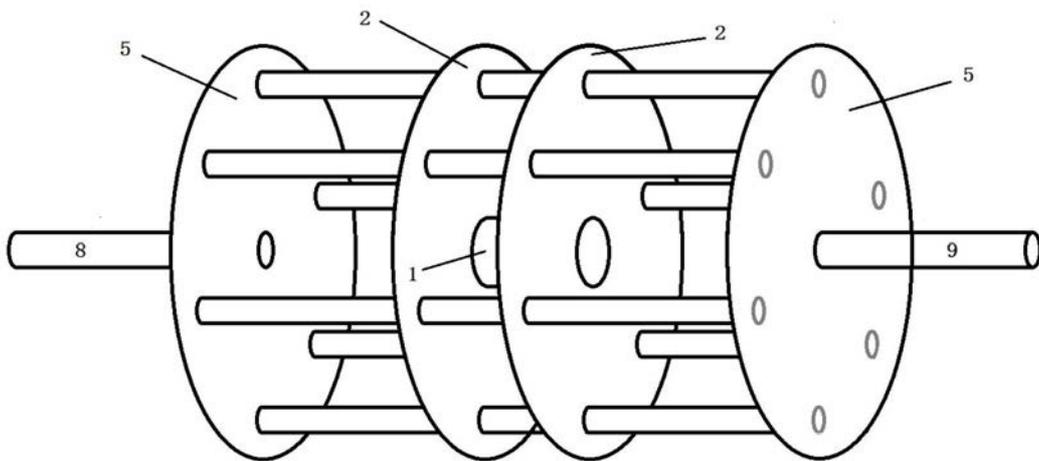


图2

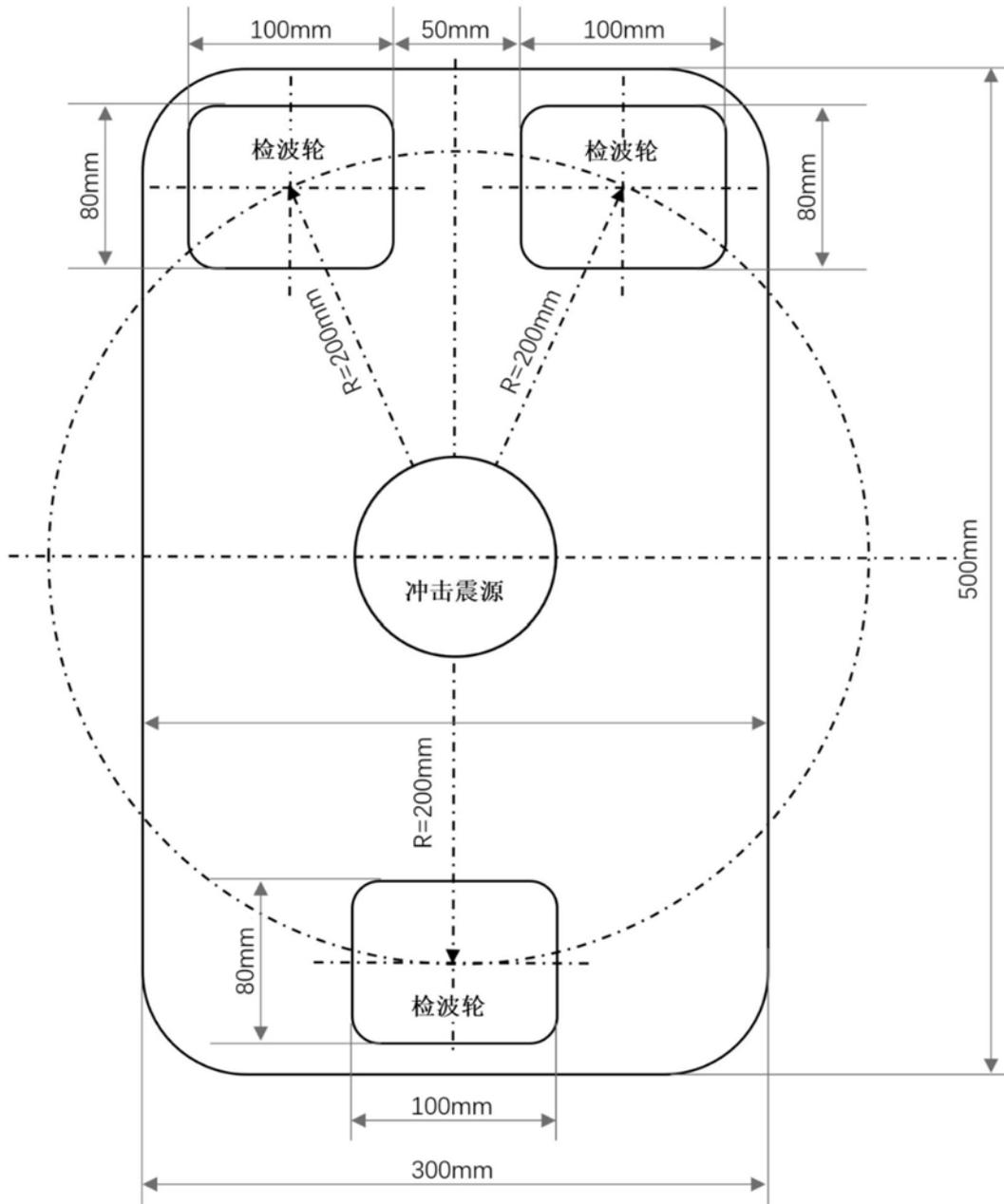


图3

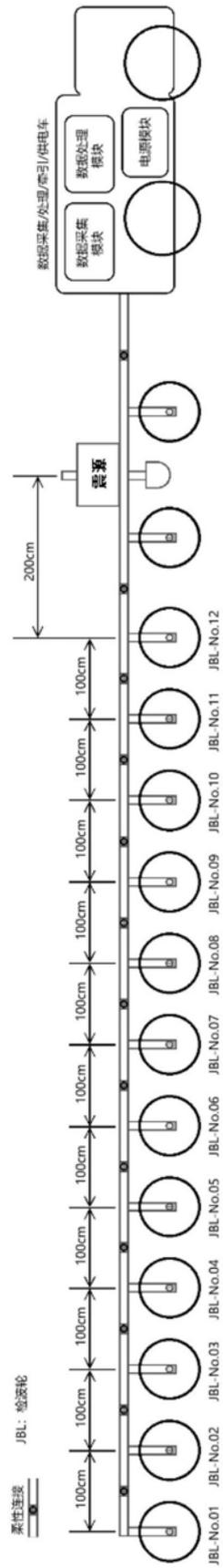


图4