



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111505024 B

(45) 授权公告日 2023.07.04

(21) 申请号 202010513548.1

(22) 申请日 2020.06.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111505024 A

(43) 申请公布日 2020.08.07

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司第四十八研究所
地址 410111 湖南省长沙市天心区新开铺路1025号

(72) 发明人 蒋超 何峰 张龙赐 李剑斌 王小浩

(74) 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所(普通合伙) 43008
专利代理师 廖元宝

(51) Int.Cl.
G01N 22/04 (2006.01)
G01N 27/22 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 101261236 A, 2008.09.10
CN 101509795 A, 2009.08.19
CN 101725334 A, 2010.06.09

CN 101852746 A, 2010.10.06
CN 102879410 A, 2013.01.16
CN 103498660 A, 2014.01.08
CN 106226330 A, 2016.12.14
CN 106840294 A, 2017.06.13
CN 109632834 A, 2019.04.16
CN 110702701 A, 2020.01.17
CN 110793980 A, 2020.02.14
CN 111175321 A, 2020.05.19
CN 1731105 A, 2006.02.08
CN 202013214 U, 2011.10.19
CN 2537960 Y, 2003.02.26
JP 2020080233 A, 2020.05.28
RU 2016100198 A, 2017.07.17
RU 2178881 C2, 2002.01.27
RU 2307328 C1, 2007.09.27
RU 2397479 C1, 2010.08.20
RU 2439128 C1, 2012.01.10
US 2009181126 A1, 2009.07.16
US 2019242733 A1, 2019.08.08 (续)

审查员 付林娜

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

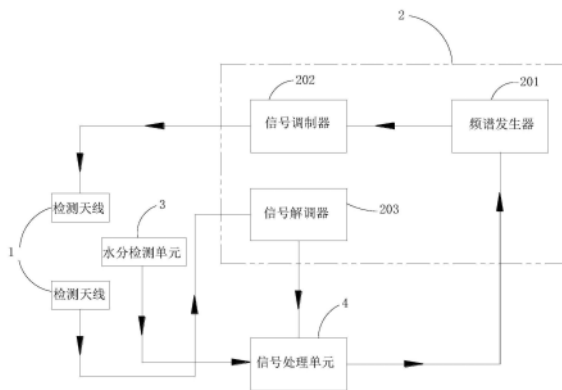
(54) 发明名称

一种基于微波技术的含水率复合检测装置及检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于微波技术的含水率复合检测装置及方法,此装置包括检测天线、微波发生单元、水分检测单元和信号处理单元;所述检测天线,与所述微波发生单元相连,用于向被测介质发射微波信号,并接收经过被测介质的微波信号;所述微波发生单元,用于产生微波信号并调制以发送至检测天线,以及对检测天线接收的微波信号进行解调,以得到初始含水率;所述水分检测单元,用于检测被测介质的水分含量;所述信号处理单元,用于综合微波发生单元得到的初始含水率和水分检测单元得到的水分

含量,得到最终含水率。本发明具有结构简单紧凑、集成度高、检测精度高等优点。



CN 111505024 B

[接上页]

(56) 对比文件

Hou QL等.Study on Gas-Liquid inclusion in Quartz Sand .Advance Materials Research.2012,第689-693页.

任亮;王颖;陈树仁;.基于电容法的原油含水率测量实验系统研究.管道技术与设备.2018,(第04期),第13-16+63页.

董鹏敏;肖艳鹏;管争荣;李晓辉;.矿化度对微波含水率传感器测量精度影响的研究.自动化仪表.2017,(第11期),第83-86页.

陆文华;.微波石油含水率测量传感器.计量技术.1988,(第09期),第10-12页.

陈伟;何峰;谢贵久;景涛;寻骈臻;.基于电

容原理的液气两相流检测技术.微处理机.2016,(第04期),第65-68+72页.

贺国强;党瑞荣;雷蕾;高国旺;.基于射频法的原油含水率在线测量系统.油气田地面工程.2016,(第08期),第84-87页.

吴佳欢;潘峰;吴刚;.油田工业多相流量计技术适用性分析.化工自动化及仪表.2016,(第04期),第10-15+114页.

古丽米热·吾甫尔;.辐射源在原油含水率自动监测技术上的应用及探讨.新疆石油天然气.2008,(第02期),第8-9+86-93页.

张国军 等.原油含水率测量技术现状与发展.《当代化工》.2012,第41卷(第1期),第59-72页.

1. 一种基于微波技术的含水率复合检测装置,用于天然气含水率检测,其特征在于,包括检测天线(1)、微波发生单元(2)、水分检测单元(3)和信号处理单元(4);

所述检测天线(1),与所述微波发生单元(2)相连,用于向被测介质发射微波信号,并接收经过被测介质的微波信号;

所述微波发生单元(2),用于产生微波信号并调制以发送至检测天线(1),以及对检测天线(1)接收的微波信号进行解调,以得到初始含水率;

所述水分检测单元(3),用于检测被测介质的水分含量;

所述信号处理单元(4),用于综合微波发生单元(2)得到的初始含水率和水分检测单元(3)得到的水分含量,得到最终含水率;所述信号处理单元(4)将初始含水率转换成初始含水率曲线;同时将水分含量转换成空间含水率曲线;然后在同一时间点上将检测数据进行比对和修正,以消除误测或漏测所产生错误数据,最后将初始含水率曲线与空间含水率曲线进行算术平均,得到最终含水率曲线;

所述检测天线(1)和水分检测单元(3)沿所述被测介质的流向方向依次布置;

所述水分检测单元(3)为耐油型电容式水分传感器。

2. 根据权利要求1所述的基于微波技术的含水率复合检测装置,其特征在于,所述检测天线(1)包括依次连接的圆形信号反射增强区(101)、窄区发射通道(102)和扇形微波信号接收结构(103);所述圆形信号反射增强区(101)用于提升微波发射信号的强度;所述窄区发射通道(102)用于提升微波信号发射的定向性;所述扇形微波信号接收结构(103)用于对微波信号进行汇聚,提升信号接收的强度。

3. 根据权利要求1或2所述的基于微波技术的含水率复合检测装置,其特征在于,所述微波发生单元(2)包括频谱发生器(201)、信号调制器(202)和信号解调器(203);

所述频谱发生器(201),用于产生微波信号,并对微波信号的幅度和相位进行调整;

所述信号调制器(202),输入端与所述频谱发生器(201)的输出端相连,输出端与所述检测天线(1)相连,用于调制所述频谱发生器(201)产生的微波信号,并传递至检测天线(1);

所述信号解调器(203),输入端与所述检测天线(1)相连,输出端与所述信号处理单元(4)相连,用于解调检测天线(1)接收的微波信号,并发送至所述信号处理单元(4)。

4. 根据权利要求1或2所述的基于微波技术的含水率复合检测装置,其特征在于,还包括温度采集单元,用于采集被测介质的温度;所述信号处理单元(4)与所述温度采集单元相连,用于根据温度信号对水分含量进行温度补偿。

5. 根据权利要求4所述的基于微波技术的含水率复合检测装置,其特征在于,所述温度采集单元集成于所述耐油型电容式水分传感器内。

6. 一种如权利要求1~5中任意一项所述的基于微波技术的含水率复合检测装置的检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 所述微波发生单元(2)产生微波信号并调制,发送至检测天线(1),所述检测天线(1)向被测介质发射微波信号;

2) 所述检测天线(1)检测经过被测介质的微波信号,并发送至微波发生单元(2),所述微波发生单元(2)接收微波信号并进行解调,以得到初始含水率;

所述水分检测单元(3)检测被测介质的水分含量;

3)所述信号处理单元(4)综合微波发生单元(2)得到的初始含水率和水分检测单元(3)得到的水分含量,得到最终含水率;

所述信号处理单元(4)将初始含水率转换成初始含水率曲线;同时将水分含量转换成空间含水率曲线;然后在同一时间点上将检测数据进行比对和修正,以消除误测或漏测所产生错误数据,最后将初始含水率曲线与空间含水率曲线进行算术平均,得到最终含水率曲线。

7.根据权利要求6所述的检测方法,其特征在于,在步骤2)中,所述水分检测单元(3)检测被测介质的水分含量的同时,检测被测介质的温度;并在步骤3)中,通过温度对空间含水率曲线进行温度补偿。

一种基于微波技术的含水率复合检测装置及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及天然气检测技术领域,具体涉及一种基于微波技术的含水率复合检测装置及检测方法。

背景技术

[0002] 天然气含水率检测是页岩气行业和石油行业一个多年未解决的问题,主要原因是开采的天然气成分复杂,存在油包气或水包气等多种形态,会对检测精度产生一定影响。目前采用的电容层析成像技术、电导率检测技术、射频检测技术等方法,都难以有效解决此问题。虽然微波检测技术是目前比较有效的一种含水率检测技术,但仍存在精度不高、易受干扰等问题。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题就在于:针对现有技术存在的技术问题,本发明提供一种结构简单、检测精度高的基于微波技术的含水率复合检测装置及检测方法。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:

[0005] 一种基于微波技术的含水率复合检测装置,包括检测天线、微波发生单元、水分检测单元和信号处理单元;

[0006] 所述检测天线,与所述微波发生单元相连,用于向被测介质发射微波信号,并接收经过被测介质的微波信号;

[0007] 所述微波发生单元,用于产生微波信号并调制以发送至检测天线,以及对检测天线接收的微波信号进行解调,以得到初始含水率;

[0008] 所述水分检测单元,用于检测被测介质的水分含量;

[0009] 所述信号处理单元,用于综合微波发生单元得到的初始含水率和水分检测单元得到的水分含量,得到最终含水率。

[0010] 作为上述技术方案的进一步改进:

[0011] 所述检测天线包括依次连接的圆形信号反射增强区、窄区发射通道和扇形微波信号接收结构;所述圆形信号反射增强区用于提升微波发射信号的强度;所述窄区发射通道用于提升微波信号发射的定向性;所述扇形微波信号接收结构用于对微波信号进行汇聚,提升信号接收的强度。

[0012] 所述检测天线和水分检测单元沿所述被测介质的流向方向依次布置。

[0013] 所述微波发生单元包括频谱发生器、信号调制器和信号解调器;

[0014] 所述频谱发生器,用于产生微波信号,并对微波信号的幅度和相位进行调整;

[0015] 所述信号调制器,输入端与所述频谱发生器的输出端相连,输出端与所述检测天线相连,用于调制所述频谱发生器产生的微波信号,并传递至检测天线;

[0016] 所述信号解调器,输入端与所述检测天线相连,输出端与所述信号处理单元相连,用于解调检测天线接收的微波信号,并发送至所述信号处理单元。

[0017] 还包括温度采集单元,用于采集被测介质的温度;所述信号处理单元与所述温度采集单元相连,用于根据温度信号对水分含量进行温度补偿。

[0018] 所述水分检测单元为耐油型电容式水分传感器;所述温度采集单元集成于所述耐油型电容式水分传感器内。

[0019] 本发明还公开了一种如上所述的基于微波技术的含水率复合检测装置的检测方法,包括以下步骤:

[0020] 1) 所述微波发生单元产生微波信号并调制,发送至检测天线,所述检测天线向被测介质发射微波信号;

[0021] 2) 所述检测天线检测经过被测介质的微波信号,并发送至微波发生单元,所述微波发生单元接收微波信号并进行解调,以得到初始含水率;

[0022] 所述水分检测单元检测被测介质的水分含量;

[0023] 3) 所述信号处理单元综合微波发生单元得到的初始含水率和水分检测单元得到的水分含量,得到最终含水率。

[0024] 作为上述技术方案的进一步改进:

[0025] 在步骤3)中,所述信号处理单元将初始含水率转换成初始含水率曲线;同时将水分含量转换成空间含水率曲线;最后将初始含水率曲线与空间含水率曲线进行算术平均,得到最终含水率曲线。

[0026] 在步骤2)中,所述水分检测单元检测被测介质的水分含量的同时,检测被测介质的温度;并在步骤3)中,通过温度对空间含水率曲线进行温度补偿。

[0027] 将初始含水率曲线与空间含水率曲线进行比对,消除误测或漏测所产生的错误数据。

[0028] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0029] 本发明的基于微波技术的含水率复合检测装置及检测方法,采用微波发生单元进行微波含水率检测,融合了微波定向发射和高灵敏度信号接收技术,能够缩短微波含水率检测的响应时间和准确性;同时通过水分检测单元采集水分含量数据,对微波发生单元检测的初始含水率进行补偿和修正,检测精度和准确度更高,检测结果更加真实有效;整个装置结构紧凑、集成度高、检测准确、性能稳定可靠。另外,还采集被测介质的温度,根据温度信号对水分检测单元检测的水分含量进行温度补偿,进一步提高最终的含水率检测精度。

[0030] 本发明的基于微波技术的含水率复合检测装置及检测方法,检测天线是经过仿真设计的异型微带天线,采用了圆形信号反射增强区、窄区发射通道和扇形微波信号接收结构相结合的设计;其中圆形信号反射增强区能够提升微波发射信号的强度;窄区发射通道能够提升微波信号发射的定向性;扇形微波信号接收结构能够对微波信号进行汇聚,提升信号接收的强度;通过上述特殊结构设计的检测天线,其信号发射的定向性或接收的灵敏度都强于传统天线结构(如平板天线或柱状天线或线式天线)。

附图说明

[0031] 图1为本发明的装置在实施例的方框结构图。

[0032] 图2为本发明的装置在实施例的安装结构示意图。

[0033] 图3为本发明的检测天线在实施例的结构示意图。

[0034] 图例说明:1、检测天线;101、圆形信号反射增强区;102、窄区发射通道;103、扇形微波信号接收结构;2、微波发生单元;201、频谱发生器;202、信号调制器;203、信号解调器;3、水分检测单元;4、信号处理单元;5、天线探头;6、安装座;7、天线基板。

具体实施方式

[0035] 以下结合说明书附图和具体实施例对本发明作进一步描述。

[0036] 如图1和图2所示,本实施例的基于微波技术的含水率复合检测装置,包括检测天线1、微波发生单元2、水分检测单元3和信号处理单元4;其中检测天线1与微波发生单元2相连,用于向被测介质(如天然气等)发射微波信号,并接收经过被测介质的微波信号;微波发生单元2用于产生微波信号并调制以发送至检测天线1,以及对检测天线1接收的微波信号进行解调,以得到初始含水率;水分检测单元3,用于检测被测介质的水分含量;信号处理单元4,用于综合微波发生单元2得到的初始含水率和水分检测单元3得到的水分含量,得到最终含水率。本发明的基于微波技术的含水率复合检测装置,采用微波发生单元2进行微波含水率检测,融合了微波定向发射和高灵敏度信号接收技术,能够缩短微波含水率检测的响应时间和准确性;同时通过水分检测单元3采集水分含量数据,对微波发生单元2检测的初始含水率进行补偿和修正,检测精度和准确度更高,检测结果更加真实有效;整个装置结构紧凑、集成度高、检测准确、性能稳定可靠。

[0037] 如图1和图2所示,本实施例中,检测天线1包括发射天线和接收天线,发射天线和接收天线安装于待测管道的两侧。如图3所示,其中检测天线1是经过仿真设计的异型微带天线,在天线基板7上设计圆形信号反射增强区101、窄区发射通道102和扇形微波信号接收结构103。其中,圆形信号反射增强区101能够提升微波发射信号的强度;窄区发射通道102能够提升微波信号发射的定向性;扇形微波信号接收结构103能够对微波信号进行汇聚,提升信号接收的强度。通过上述检测天线的特殊设计,其信号发射的定向性或接收的灵敏度都强于传统天线结构(如平板天线或柱状天线或线式天线)。在进行安装时,检测天线1通过安装座6紧固于待测管道上,检测天线1一侧的扇形微波信号接收结构103正对于待测管道,另一侧则通过天线探头5与微波发生单元2相连,整体结构简单紧凑、集成度高。

[0038] 本实施例中,检测天线1和水分检测单元3沿被测介质的流向方向(如图2中的箭头方向所示)依次布置,如图2所示,其中水分检测单元3则位于检测天线1的下游,保证水分检测单元3本身的结构不会对气体介质的流型产生影响。

[0039] 本实施例中,还包括温度采集单元,用于采集被测介质的温度;信号处理单元4与温度采集单元相连,用于根据温度信号对水分检测单元3检测的水分含量进行温度补偿,进一步提高含水率检测精度。具体地,在本实施例中,温度采集单元可以与上述的水分检测单元3进行集成,如采用带温度采集单元的耐油型电容式水分传感器,即在进行水分含量检测的同时对温度进行同步采集。当然,在其它实施例中,也可以采用其它独立的温度传感器对气体介质的温度进行检测。

[0040] 本实施例中,微波发生单元2包括频谱发生器201、信号调制器202和信号解调器203;其中频谱发生器201用于产生微波信号,并对微波信号的幅度和相位进行调整;信号调制器202的输入端与频谱发生器201的输出端相连,输出端与检测天线1相连,用于调制频谱发生器201产生的微波信号,并传递至检测天线1;信号解调器203的输入端与检测天线1相

连,输出端与信号处理单元4相连,用于解调检测天线1接收的微波信号,并发送至信号处理单元4。

[0041] 本发明还相应公开了一种如上所述的基于微波技术的含水率复合检测装置的检测方法,包括以下步骤:

[0042] 1)微波发生单元2产生微波信号并调制,发送至检测天线1,检测天线1向被测介质发射微波信号;

[0043] 2)检测天线1检测经过被测介质的微波信号,并发送至微波发生单元2,微波发生单元2接收微波信号并进行解调,以得到初始含水率;具体地,检测天线1中的发射天线向被测介质发射微波信号,电磁能在穿过被测介质时,介质中的水分子由于它的极性,会在电磁场中吸收能量,而被水分子吸收的这部分能量和水分子含量保持着线性关系,不同的电磁频段、在不同的含水率和介质间其特性都不同,通过同时发射多段不同频率的频谱,对接收后的微波频谱进行分析就能够确定被测介质的水分含量与密度;

[0044] 与此同时,水分检测单元3检测被测介质的水分含量;

[0045] 3)信号处理单元4综合微波发生单元2得到的初始含水率和水分检测单元3得到的水分含量,得到最终含水率。

[0046] 本发明的检测方法,采用微波发生单元2进行微波含水率检测,融合了微波定向发射和高灵敏度信号接收技术,能够缩短微波含水率检测的响应时间和准确性;同时通过水分检测单元3采集水分含量数据,对微波发生单元2检测的初始含水率进行补偿和修正,检测精度和准确度更高,检测结果更加真实有效。

[0047] 本实施例中,在步骤3)中,信号处理单元4将初始含水率转换成初始含水率曲线;同时将水分含量转换成空间含水率曲线;最后将初始含水率曲线与空间含水率曲线进行算术平均,得到最终含水率曲线。实际检测过程中,因被测气体介质中会含有气泡、油滴或其它物质,且因管道内壁会对流体输送产生流滞和冷凝水,会导致微波含水率检测误差较大,还存在误测或漏测的情况。因此,通过水分检测单元3采集管道中间被测气体介质的空间含水率,根据时间轴线绘制出空间含水率曲线;然后将初始含水率曲线与空间含水率曲线,在同一时间点上将检测数据进行比对和修正,消除误测或漏测所产生错误数据,并将两者曲线进行算数平均(或者其它相关综合手段)计算,以取得更为精确的含水率检测值。

[0048] 进一步地,在步骤2)中,在水分检测单元3检测被测介质的水分含量的同时,检测被测介质的温度;并在步骤3)中,通过温度对空间含水率曲线进行温度补偿,避免温度对上述检测数据的影响,提高最终的含水率检测精度。当然,在其它实施例中,上述温度补偿对象也可以为初始含水率曲线与空间含水率曲线综合后的含水率曲线,通过对此曲线进行温度补偿后,得到最终含水率曲线。

[0049] 以上仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,应视为本发明的保护范围。

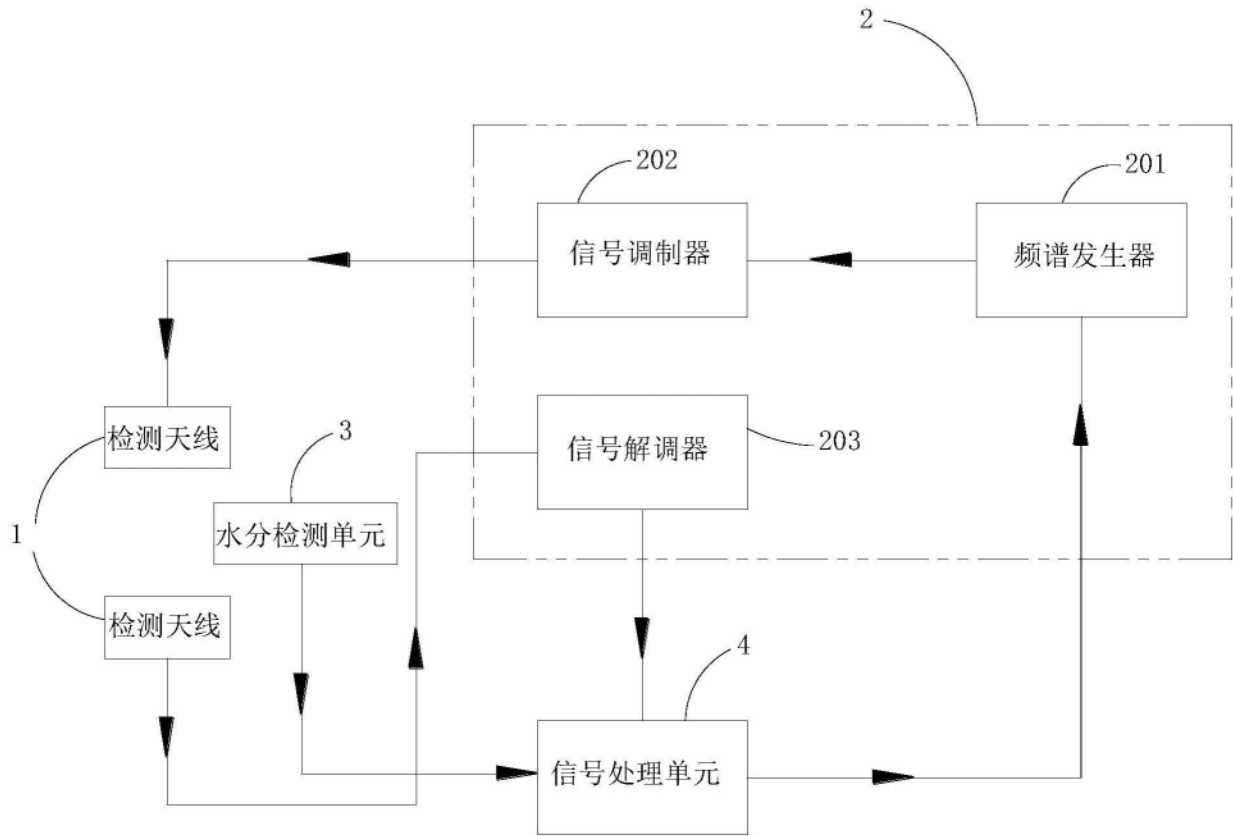


图1

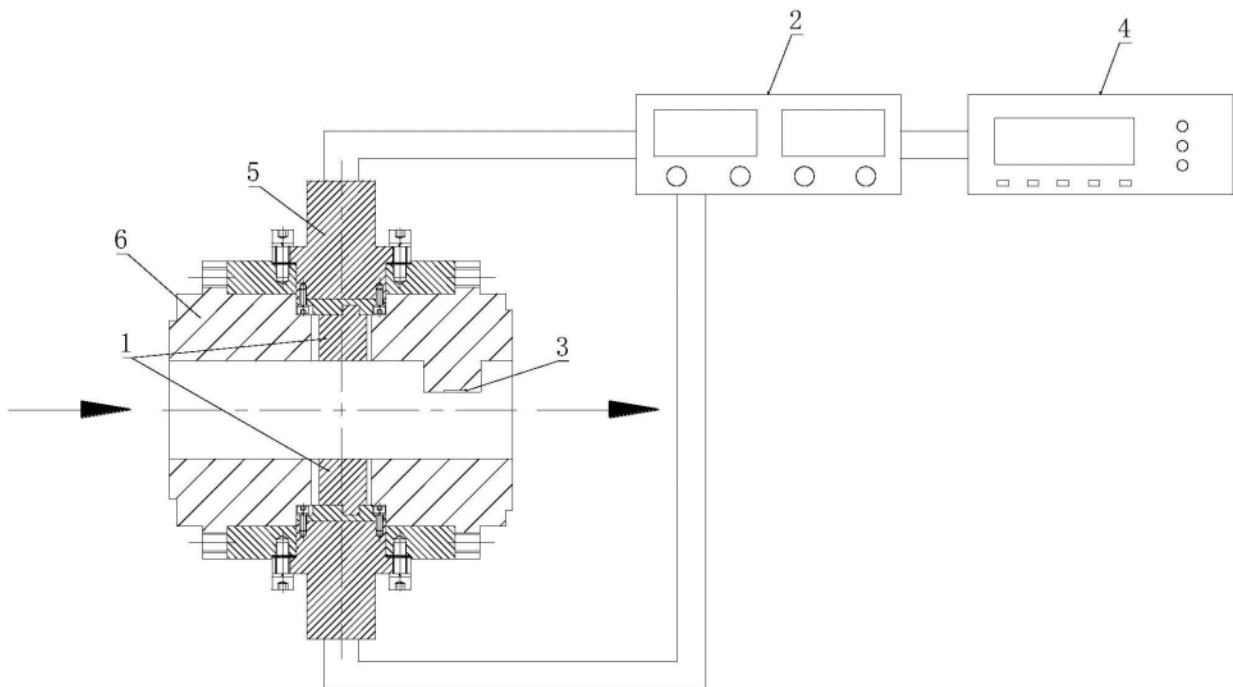


图2

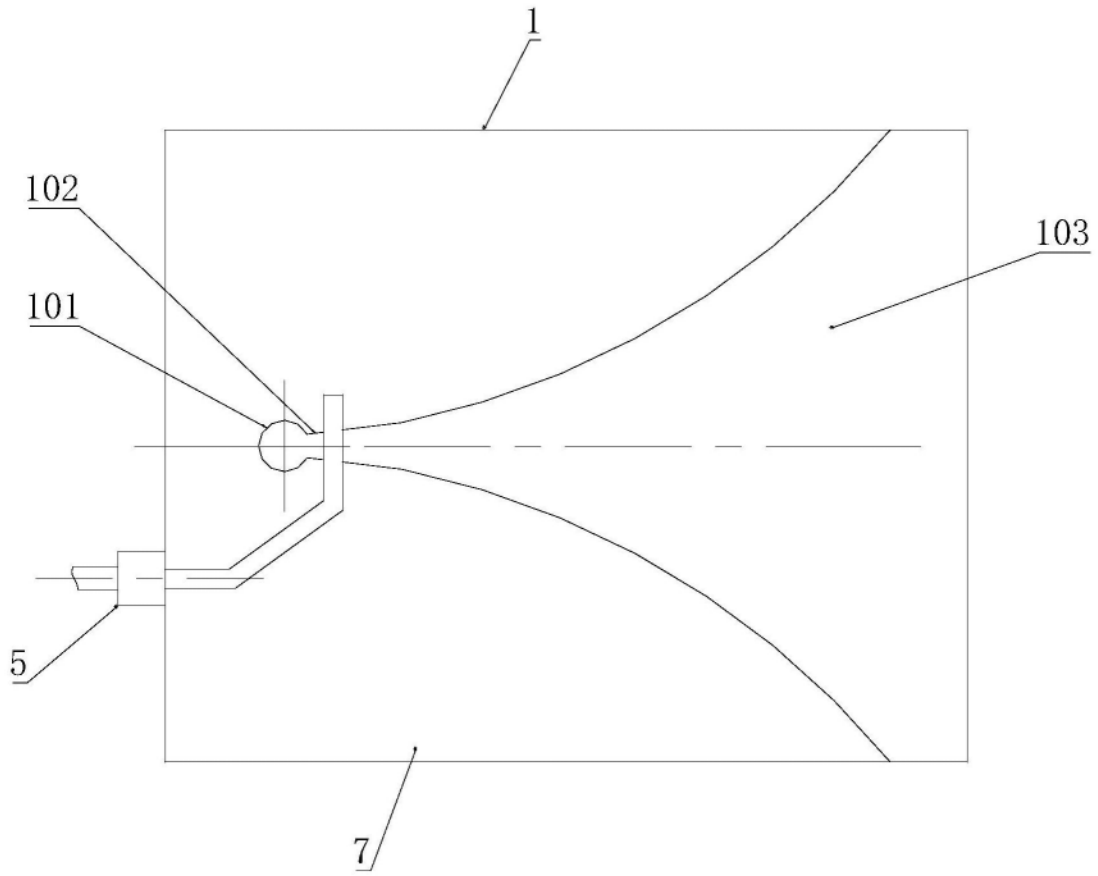


图3