



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107907455 B

(45) 授权公告日 2021.07.20

(21) 申请号 201711268483.3

审查员 张曼

(22) 申请日 2017.12.05

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107907455 A

(43) 申请公布日 2018.04.13

(73) 专利权人 西人马联合测控(泉州)科技有限公司

地址 362000 福建省泉州市洛江区双阳街道新南社区

(72) 发明人 聂泳忠 张中萍

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司 11258

代理人 赵秀芹

(51) Int. Cl.

G01N 15/06 (2006.01)

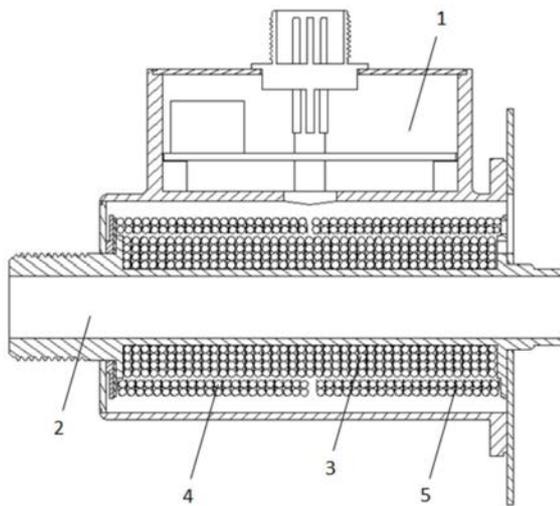
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种磁感应颗粒检测装置及浓度检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种磁感应颗粒检测装置及浓度检测方法,所述检测装置包括信号检测系统、检测管道、激励线圈,以及正偶数个感应线圈,所述激励线圈与所述信号检测系统连接并绕制于所述检测管道上;所述感应线圈均与所述信号检测系统连接,依次并彼此反向绕制于所述激励线圈上。通过该装置,能够方便制备安装、能够提高检测精度。所述方法包括以下步骤:S1:获取所述信号检测系统的输出信号,得到电压幅度变化情况;S2:根据所获得的电压幅度变化情况,检测金属颗粒浓度。通过该方法,可以提高计算的准确度。



1. 一种磁感应颗粒检测装置,其特征在于,所述检测装置包括信号检测系统、检测管道、激励线圈,以及正偶数个感应线圈,所述激励线圈与所述信号检测系统连接并绕制于所述检测管道上;所述感应线圈均与所述信号检测系统连接,依次并彼此反向绕制于所述激励线圈上;所述感应线圈的数量为四个或六个;

所述激励线圈为两个或多个,各个激励线圈同向绕制于所述检测管道上。

2. 如权利要求1所述的磁感应颗粒检测装置,其特征在于,所述激励线圈和/或感应线圈采用至少一层的方式进行绕制。

3. 如权利要求1所述的磁感应颗粒检测装置,其特征在于,所述检测管道的材质是非导磁材料。

4. 如权利要求3所述的磁感应颗粒检测装置,其特征在于,所述检测管道的材质是不锈钢材质。

5. 如权利要求1所述的磁感应颗粒检测装置,其特征在于,所述激励线圈和所述感应线圈之间还设置有隔环套筒。

6. 如权利要求5所述的磁感应颗粒检测装置,其特征在于,所述隔环套筒的材质是非导磁材料。

7. 如权利要求1所述的磁感应颗粒检测装置,其特征在于,所述感应线圈外还设有屏蔽环。

一种磁感应颗粒检测装置及浓度检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及检测设备领域,尤其涉及一种磁感应颗粒检测装置,进一步地,涉及一种利用该装置进行浓度检测的方法。

背景技术

[0002] 目前,检测金属颗粒所采用的方法有多种,其中利用电磁感应原理检测金属颗粒是一种较常用的方法。具体来说,通常的应用电磁感应原理检测金属颗粒的装置往往采用两反向绕制的励磁激励线圈作为激励源,产生两强度相同方向相反的磁场,在无磁场扰动,在无磁场扰动的情况下,两线圈中间的净磁场为零;在中间绕制一感应磁场变化的感应线圈,用于感应金属颗粒造成的磁场扰动。

[0003] 虽然这种装置能够实现金属颗粒的电磁检测,但是该装置仍存在以下缺陷:

[0004] (1) 为了建立磁场平衡和感应金属颗粒磁场信号,需要两个反向的激励线圈,一个感应线圈,其设计使传感器长度较长,不利于实际的设计制备和安装使用;

[0005] (2) 仅采用一个磁感线圈,在使用电磁感应进行磁场平衡时,激励线圈(励磁线圈)外部的磁场衰减比较明显,小颗粒物在激励线圈上产生的磁场扰动,反应在外部的感应线圈上时,往往已经衰减了很多,故对微小颗粒物的检测精度不足,影响检测效果。

[0006] 进一步地,利用现有技术装置测得的数据进行的检测的方法相应地精度不佳,难以准确检测流体内金属颗粒的浓度。

发明内容

[0007] 为了克服现有技术的不足,本发明所要实现的技术目的是(1)提供一种能够方便制备安装、能够提高检测精度的磁感应颗粒检测装置,以及(2)提供一种利用该检测装置金属颗粒进行浓度检测的方法。

[0008] 为实现上述第一个技术目的,本发明所采用的技术方案内容具体如下:

[0009] 一种磁感应颗粒检测装置,所述检测装置包括信号检测系统、检测管道、激励线圈,以及正偶数个感应线圈,所述激励线圈与所述信号检测系统连接并绕制于所述检测管道上;所述感应线圈均与所述信号检测系统连接,依次并彼此反向绕制于所述激励线圈上。

[0010] 在现有的电磁感应检测颗粒物的装置技术方案中,安装的方式通常是需要两个反向的励磁激励线圈,一个感应线圈,两个激励线圈反向外绕制在管道两端,感应线圈绕制在两激励线圈中间。而在本技术方案中,该装置的激励线圈外绕制感应线圈的设置方式,能够达到安装方便,并且使得传感器整体长度大大缩短的效果,便于制备和使用。

[0011] 激励线圈与信号检测系统连接,信号检测系统会在激励线圈两端输入一个正弦交变信号,产生一个交变磁场,驱动感应线圈。另外,将感应线圈绕制在所述检测管道上,能够检测颗粒物的情况,不需要将传感器直接接触管内的液体,使得测试更为方便。

[0012] 为实现提高检测精度的效果,发明人在本发明方案中采用了正偶数个磁感线圈的方案。在以往的技术方案中,磁感线圈通常情况下只采用一个进行绕制。虽然采用一个磁感

线圈看似节省了成本,但实际上由于感应线圈位于两个激励线圈的中间,感应颗粒物通过激励线圈产生的磁场扰动;而感应线圈在离激励线圈较远,往往造成磁场衰减较大,造成测得感应的颗粒物的大小精度不足。

[0013] 而在本技术方案中,采用了激励线圈,以及正偶数个的感应线圈进行对激励线圈的绕制,以确保检测精度。所述激励线圈用于产生磁场,因此优选用一个激励线圈进行绕制。而采用正偶数个感应线圈,例如两个,或者说一组感应线圈,可以适应于发明人随后设定的算法,依靠观测及输入通过两个感应线圈所得的磁场变化情况,计算金属颗粒的浓度。

[0014] 所述感应线圈依次绕制于所述激励线圈上。这种设置方式能够快速检测到颗粒物通过感应线圈时产生的磁场扰动,达到检测金属微粒物的功能。

[0015] 所述感应线圈反向绕制在所述激励线圈上。由于感应线圈距离较近,所处环境可认为一致,能够在复杂、恶劣的环境下抑制温度漂移、电磁干扰,提高信号稳定性,进一步提高系统性能。

[0016] 需要说明的是,一个线圈指的是一段两端与信号检测系统连接并绕制于检测管道的线圈。

[0017] 需要说明的是,所述依次绕制指的是在检测管道方向上,例如两个感应线圈其中一个绕制完成后,在该方向的下一个位置绕制另一个感应线圈,即感应线圈每个之间不互相重合绕制于检测管道,而是各自独立绕制于所述检测管道上。

[0018] 需要说明的是,所述反向绕制指的是两感应线圈在绕制时,彼此不重合地绕制于激励线圈外,方向上一个采用顺时针绕制,另一个采用逆时针绕制。需要说明的是,这里所指的检测颗粒物,是指通过电磁感应的方式将如金属颗粒物进行检测,检测其流动的情况,便于进一步分析液体中金属颗粒物的浓度等数据。

[0019] 需要说明的是,所述信号检测系统是用于检测电磁感应情况,在一种可选的实施方式中,其包括控制电路板、信号输出端口等。应当不限于信号检测系统的组成方式,只要能够检测感应线圈电磁变化的机构均应被视为属于信号检测系统。

[0020] 需要说明的是,两个相邻、依次反向对应的感应线圈为一组感应线圈。

[0021] 优选地,所述感应线圈的数量为两个或四个或六个。

[0022] 为使安装制造成本和确保检测精度达到最优的平衡,会优选将感应线圈的数量设置为两个。

[0023] 又或者,将感应线圈的数量设置为四个或六个等,可以在测量过程中进行多次测量求平均值,能提高检测的可靠性。

[0024] 优选地,所述激励线圈为两个或多个,各个激励线圈同向绕制于所述检测管道上。

[0025] 需要说明的是,所述同向绕制指的是各个激励线圈均顺时针或均逆时针绕制与所述检测管道之上。通过这种方式的设置,可以加大磁场强度,同时通过同向绕制的方式可以防止激励线圈之间的互相干扰,影响磁场的稳定性。

[0026] 优选地,所述激励线圈和/或感应线圈采用至少一层的方式进行绕制。

[0027] 激励线圈和/或感应线圈采用至少一层(即多层)绕制的方式,能进一步使激励线圈产生的磁场强度增强,感应线圈上产生的信号更加明显,有利于提高金属颗粒物的检测精度。

[0028] 优选地,所述检测管道的材质是非导磁材料;进一步优选地,所述检测管道的材质

是不锈钢材质。

[0029] 管道材质为不导磁材质,是为了更准确的测得金属颗粒物在激励线圈上产生的磁场扰动。在测试过程中需要尽量保证激励线圈产生的磁场从管道中间通过,提高管道中的磁场强度。更优选采用不导磁的不锈钢材质,可满足要求,但不限于此材质。

[0030] 优选地,所述激励线圈和所述感应线圈之间还设置有隔环套筒;进一步优选地,所述隔环套筒的材质是非导磁材料。

[0031] 在激励线圈与感应线圈之间加装一个隔环套筒,用于隔离激励线圈与感应线圈。这里选用不导磁材料,主要用于生产制作过程中激励线圈与感应线圈绕制的隔离,在感应金属微粒物产生磁场扰动的过程中,尽量减少感应线圈与激励线圈之间的磁场损耗,有利于提高金属颗粒物的检测精度,故在此处选用不导磁材质;同时作为感应线圈绕制的骨架,能够提高感应线圈绕制的平整度。

[0032] 优选地,所述感应线圈外还设有屏蔽环。

[0033] 在感应线圈之外设置有屏蔽环可以隔离外部的磁场,抗外部磁场的干扰,使得检测结果更准确,检测效果更好。

[0034] 为实现上述第二个技术目的,本发明所采用的技术方案内容具体如下:

[0035] 一种应用如上所述磁感应颗粒检测装置的浓度检测方法,包括以下步骤:

[0036] S1:获取所述信号检测系统的输出信号,得到电压幅度变化情况;

[0037] S2:根据所获得的电压幅度变化情况,检测金属颗粒浓度;

[0038] 其中,所述电压幅度变化情况包括电压幅值和时间的变化情况,即电压幅值变化与所在时刻的关系,例如电压幅值在某一点上其幅值及其所在的时刻。更具体地,可以是幅值最高点与零点其时刻情况。

[0039] 优选地,检测金属颗粒浓度包括以下步骤:

[0040] 获取金属颗粒经过感应线圈的流速 v ;

[0041] 获取金属颗粒的质量 m ;

[0042] 根据上述所得金属颗粒的流速 v 、质量 m ,经过时间 t ,并利用管道横截面积 S ,通过以下公式计算得出颗粒物的浓度 c :

[0043]
$$c = \frac{m}{v * t * S}$$

[0044] 在获取金属颗粒质量 m 的过程中,在单层密绕线圈中,金属颗粒物经过螺旋管感应线圈时引起的感应电压 E 与颗粒物的体积 V 、磁导率、通过的速度 v 成正比、线圈绕制的匝数密度的3次方成正比。通过对传感器的输出信号进行定量分析,即可换算出流过滑油管道的金属颗粒的体积、质量。

[0045] 需要说明的是,经过时间 t 指的是金属颗粒在管道中在某一段距离经过所需要的时间,可对应于在不同幅值之间所经过的时间,或者是经过不同幅值时刻的差值。

[0046] 优选地,获取所述金属颗粒流速 v 的方法包括以下步骤:

[0047] 分别记录信号处理系统测得金属颗粒经过一组感应线圈时电压幅值在正半周最高点与过零点的时刻,算得其时间差值 $\Delta T1$,以及相对应的感应线圈长度 $L1$;分别记录信号处理系统测得电压幅值在过零点与在负半周最高点的时刻,算得其时间差值 $\Delta T2$,以及相对应的感应线圈长度 $L2$;

[0048] 根据公式测得流速：

$$[0049] \quad v = \frac{\frac{k1 * L1}{\Delta T1} + \frac{k2 * L2}{\Delta T2}}{2}$$

[0050] 需要说明的是,所述L1指的是电压幅值在正半周最高点与过零点这一通过过程中感应线圈长度;所述L2指的是电压幅值在过零点与在负半周最高点这一通过过程中感应线圈长度。

[0051] k1指的是经过一个线圈时的修正系数;k2指的是经过另一个线圈时的修正系数。

[0052] 由于每个滑油传感器的线材(粗细、材质),绕线匝数,两感应线圈相互作用等不同因素,对输出信号产生影响,使其不再感应线圈的中间部分,故引入修正系数k1或k2,对其进行修正。

[0053] 更具体地说,在铁磁性颗粒物经过两感应线圈的过程中,依次通过感应线圈1和感应线圈2,在通过感应线圈1的时候,若不考虑感应线圈2对其产生的影响,输出信号最高点应该在感应线圈1的中间部分,而引入感应线圈2以后,感应线圈2产生的磁场会对输出信号的最高点产生影响,使其进行微小的偏移。

[0054] 优选地,若感应线圈有多组,则金属颗粒经过感应线圈的流速v为经过各组感应线圈流速的平均值。

[0055] 例如所述S1中分别计算金属颗粒经过第gn组感应线圈的流速vgn(其中n为正整数),所述流速v为各组感应线圈流速的平均值,即:

$$[0056] \quad v = \frac{vg1 + vg2 + \dots + vgn}{n}$$

[0057] 通过平均值计算的方法可以提高该流速的计算精度,使得计算结果更为准确。

[0058] 优选地,所述S1中获取所述信号检测系统的输出信号的频率为1μs一次。

[0059] 获取频率为1ms一次的有益效果在于:输出信号的频率为500Hz,根据采样定理,采样频率要大于信号最高频率的2倍,才能无失真的保留信号的完整信息,故在此选用1K的采样频率,即1s采1000个有效信号(1ms一个)进行分析。

[0060] 与现有技术相比,本发明的磁感应颗粒检测装置的有益效果在于:

[0061] 1、本装置的激励线圈外绕制有感应线圈,能够达到安装方便,并且使得传感器整体长度大大缩短的效果,便于制备和使用;

[0062] 2、本装置的感应线圈绕制在所述检测管道上,能够检测测量颗粒物的情况,不需要将传感器直接接触管内的液体,使得测试更为方便;

[0063] 3、本装置采用了至少两个的感应线圈进行对激励线圈的绕制,以确保检测精度;

[0064] 4、本装置采用在激励线圈与感应线圈之间加装一个隔环套筒,用于隔离激励线圈与感应线圈,减少感应线圈与激励线圈之间的磁场损耗;同时作为感应线圈绕制的骨架,能够提高感应线圈绕制的平整度;

[0065] 5、本装置在感应线圈之外设置有屏蔽环可以隔离外部的磁场,抗外部磁场的干扰,使得检测结果更准确,检测效果更好。

[0066] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够

更明显易懂,以下特举较佳实施例,并配合附图,详细说明如下。

附图说明

- [0067] 图1为本发明磁感应颗粒检测装置第一种较优选实施方式的剖面结构示意图;
[0068] 图2为本发明磁感应颗粒检测装置第二种较优选实施方式的剖面结构示意图;
[0069] 图3为图2中A区域的局部扩大示意图;
[0070] 图4为本发明磁感应颗粒检测装置进行电磁感应测试的原理示意图;
[0071] 图5为图4原理示意图对应的电压输出变化曲线图。

具体实施方式

[0072] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明的具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如下:

[0073] 实施例1(磁感应颗粒检测装置)

[0074] 如图1所示,是本发明磁感应颗粒检测装置第一种较优选实施方式的剖面结构示意图;该检测装置包括信号检测系统1、检测管道2、一个激励线圈3,以及两个感应线圈(分别为第一感应线圈4和第二感应线圈5),所述激励线圈与所述信号检测系统连接并绕制于所述检测管道上;所述感应线圈均与所述信号检测系统连接,依次并彼此反向绕制于所述激励线圈上。

[0075] 以上为本技术方案的其中一种优选实施方式。此基础实施方式中具有以下有益效果:

[0076] (1)该装置的激励线圈外绕制感应线圈的设置方式,能够达到安装方便,并且使得传感器整体长度大大缩短的效果,便于制备和使用;

[0077] (2)将感应线圈绕制在所述检测管道上,能够检测测量颗粒物的情况,不需要将传感器直接接触管内的液体,使得测试更为方便;

[0078] (3)感应线圈依次绕制于所述激励线圈上,能够快速检测到颗粒物通过感应线圈时产生的磁场扰动,达到检测金属微粒物的功能;

[0079] (4)感应线圈反向绕制在所述激励线圈上,由于两个感应线圈距离较近,所处环境可认为一致,能够在复杂、恶劣的环境下抑制温度漂移、电磁干扰,提高信号稳定性,进一步提高系统性能。

[0080] 在本实施例中,所述激励线圈的数量为一个,用于产生磁场。在其他实施方式中,激励线圈的个数也可以是两个或多个,但需要同向绕制,以防止磁场的相互干扰,影响测量效果。

[0081] 在本实施例中,所述感应线圈的数量为两个。通过这种设置方式,可以有效提高检测精度,使得检测效果更加良好。或者在其他实施方式中,所述感应线圈的数量为正偶数个,例如四个、六个或更多个,一方面能够达到同样检测的效果,另一方面可以通过进行多次测量求取平均值的方式提高检测的可靠性。

[0082] 在本实施例中,所述检测管道的材质采用的是非导磁材料;更具体地,所述检测管道的材质是不锈钢材质。管道材质采用不导磁材质,是为了更准确的测得金属颗粒物在激励线圈上产生的磁场扰动。在测试过程中需要尽量保证激励线圈产生的磁场从管道中间通

过,提高管道中的磁场强度。更优选采用不导磁的不锈钢材质,可满足要求,但不限于此材质。

[0083] 实施例2(磁感应颗粒检测装置)

[0084] 如图2所示是本发明磁感应颗粒检测装置第二种较优选实施方式的结构示意图;本实施例与上述实施例1的区别在于:如图3所示,该检测装置中所述激励线圈和所述感应线圈之间还设置有隔环套筒6,亦即,所述激励线圈外套有一隔环套筒,所述感应线圈绕制于所述隔环套筒之上。以及,所述感应线圈外还设有一屏蔽环7。

[0085] 上述两个技术方案可以一并实施,也可以只实施一个,视乎需要而定。在本实施例中两个方案均实施,即设有隔环套筒以及屏蔽环,为更加优选的实施方式。

[0086] 设有隔环套筒,一方面主要用于生产制作过程中激励线圈与感应线圈绕制的隔离;另一方面隔环套筒可以;同时作为感应线圈绕制的骨架,能够提高感应线圈绕制的平整度。作为更进一步的优选,所述隔环套筒选用不导磁材料,在感应金属微粒物产生磁场扰动的过程中,尽量减少感应线圈与激励线圈之间的磁场损耗,有利于提高金属颗粒物的检测精度,故在此处选用不导磁材质。

[0087] 设有屏蔽环,其作用在于在感应线圈之外设置有屏蔽环可以隔离外部的磁场,抗外部磁场的干扰,使得检测结果更准确,检测效果更好。

[0088] 下面结合图4和图5,以上述实施例中的设置方式为例,对本装置的实施原理说明如下:

[0089] 通过在激励线圈两端输入一个正弦交变信号,能产生一个交变磁场;在交变磁场的作用下,感应线圈两端能产生交变信号。

[0090] 根据材料的导磁性,可以将金属材料大致区分为抗磁质(< 1)、顺磁质(> 1)和铁磁质($>> 1$)。其中,抗磁材料使磁场变弱,顺磁材料使磁场变强,铁磁材料大大增加磁场强度。在电路上,将两感应线圈的反向输出端相连,测得另外两端的输出信号。当无金属颗粒经过激励线圈内部时,两感应线圈的感应信号反向抵消,系统整体输出为零。当金属颗粒(铁磁质材料)从左往右通过激励线圈内部时,分为如下几个过程:

[0091] (1) 金属颗粒物进入第一感应线圈的过程中,第一感应线圈变化较为敏感,电压值先升高,而第二感应线圈变化较为缓慢,此时感应线圈两端输出一个上升的正电压;

[0092] (2) 随着金属颗粒物向中间靠近,第二感应线圈也受到影响,此时第一感应线圈产生的电压慢慢被第二感应线圈产生的电压平衡,逐渐下降,在第一感应线圈与第二感应线圈中间时降为0;

[0093] (3) 金属颗粒物穿过第一感应线圈,进入到第二感应线圈,此时第二感应线圈的电压值高于第一感应线圈,出现一个负电压,且电压幅值不断变大;

[0094] (4) 当颗粒物经过第二感应线圈,流出的过程中,对第二感应线圈造成的影响慢慢减弱,电压幅值慢慢下降,再穿出第二感应线圈一定距离后趋近于0。

[0095] 依据电磁感应原理,当金属颗粒物从左往右经过滑油管道时,传感器设备能检测出一个类似正弦波的信号,其幅值正比于颗粒物的大小,周期正比于颗粒物的流速,从而计算出流速。

[0096] 实施例3(利用磁感应颗粒检测装置的浓度检测方法)

[0097] 本实施例提供的是利用上述实施例磁感应颗粒检测装置的检测方法,包括以下步

骤:

[0098] S1:获取所述信号检测系统的输出信号,得到电压幅度变化情况;

[0099] S2:根据所获得的电压幅度变化情况,检测金属颗粒浓度;

[0100] 其中,所述电压幅度变化情况包括电压幅值和时间的变化情况,即电压幅值变化与所在时刻的关系,例如电压幅值在某一点上其幅值及其所在的时刻。

[0101] 在其中一种优选的实施方式中,检测金属颗粒浓度包括以下步骤:

[0102] 获取金属颗粒经过感应线圈的流速 v ;

[0103] 获取金属颗粒的质量 m ;

[0104] 根据上述所得金属颗粒的流速 v 、质量 m ,经过时间 t ,并利用管道横截面积 S ,通过以下公式计算得出颗粒物的浓度 c :

$$[0105] \quad c = \frac{m}{v * t * S}$$

[0106] 在一种更优选的实施方式中,所述金属颗粒流速 v 的计算方法包括以下步骤:

[0107] 分别记录信号处理系统测得金属颗粒经过一组感应线圈时电压幅值在正半周最高点与过零点的时刻,算得其时间差值 ΔT_1 ,以及相对应的感应线圈长度 L_1 ;分别记录信号处理系统测得电压幅值在过零点与在负半周最高点的时刻,算得其时间差值 ΔT_2 ,以及相对应的感应线圈长度 L_2 ;

[0108] 根据公式测得流速:

$$[0109] \quad v = \frac{\frac{k_1 * L_1}{\Delta T_1} + \frac{k_2 * L_2}{\Delta T_2}}{2}$$

[0110] 由于输出信号中,过零点的检测点过多,在实际采样过程中,往往有可能造成误差;所以在本方法中,选取信号的正负半周最高点作为时间记录点,用于流速分析。

[0111] 在颗粒物流过滑油管道的过程中,管道的长度 L 是一定的,通过采样时间抽取, T_1 、 T_2 、 T_3 ,其中 T_1 为信号通过正半周最高点的时刻, T_2 为信号通过零点的时刻, T_3 为信号通过负半周最高点的时刻,如图5所示;可以得到流速:

$$[0112] \quad v = K * \frac{L}{\Delta T}$$

[0113] 由于每个滑油传感器的线材(粗细、材质),绕线匝数,两感应线圈相互作用等不同因素,对输出信号产生影响,使其不再感应线圈的中间部分,故引入修正系数 K ,对其进行修正。同时通过 T_1 到 T_2 , T_2 到 T_3 两个时间段进行分析,取平均流速,减少误差。

$$[0114] \quad v_1 = K * \frac{L}{2 * (T_2 - T_1)}$$

$$[0115] \quad v_2 = K * \frac{L}{2 * (T_3 - T_2)}$$

$$[0116] \quad v = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

[0117] 其中,L为通过感应线圈的总长度,L/2为分别通过两个半周期的线圈长度。

[0118] 上述为通过一组感应线圈时所计算得出的速度。

[0119] 在输出信号中,信号的幅值与金属颗粒物的大小有关。依据圆柱形金属颗粒物匀速的通过螺旋管内部时,产生的感应电动势有:

$$[0120] \quad E = -4k\mu_0\mu_r n^3 V I_0 v$$

[0121] 其中,k为系统修正系数,n为线圈匝数密度(单位长度的绕制匝数=总匝数/总长度),V为颗粒物体积,v为颗粒物流速。

[0122] 在单层密绕线圈中,金属颗粒物经过螺旋管感应线圈时引起的感应电压E与颗粒物的体积V、磁导率、通过的速度v成正比、线圈绕制的匝数密度的3次方成正比。通过对传感器的输出信号进行定量分析,即可换算出流过滑油管道的金属磨粒的体积、质量。在获取到滑油流速v的条件下,测得金属颗粒物的浓度,方法如下:

[0123] 已知管道横截面积S,一段时间t内,通过输出信号的幅值得到经过的金属颗粒数量、大小,转换成总质量m,即可获取到金属颗粒物浓度,即通过公式:

$$[0124] \quad c = \frac{m}{v * t * S} (ug / m^3)$$

[0125] 计算得出。

[0126] 在更进一步的一种优选实施方式中,所述S1中获取所述信号检测系统的输出信号的频率为1ms一次。

[0127] 实施例4(利用磁感应颗粒检测装置的浓度检测方法)

[0128] 本实施例与上述实施例3的区别在于,本实施例的流速采用了更优选的实施方式,即若感应线圈有多组,则金属颗粒经过感应线圈的流速v为各组感应线圈流速的平均值。

[0129] 例如所述S1中分别计算金属颗粒经过第n组感应线圈的流速vgn(其中n为正整数),所述流速v为各组感应线圈流速的平均值,即:

$$[0130] \quad v = \frac{vg1 + vg2 + \dots + vgn}{n}$$

[0131] 通过平均值计算的方法可以提高该流速的计算精度,使得检测结果更为准确。

[0132] 例如在该装置中,所述感应线圈总共有两组,第一组感应线圈所测得的流速为vg1,第二组感应线圈所测得的流速为vg2,则所述S1最终计算之流速可为通过公式:

$$[0133] \quad v = \frac{vg1 + vg2}{2}$$

[0134] 计算得出。

[0135] 上述实施方式仅为本发明的优选实施方式,不能以此来限定本发明保护的范围,本领域的技术人员在本发明的基础上所做的任何非实质性的变化及替换均属于本发明所要求保护的范畴。

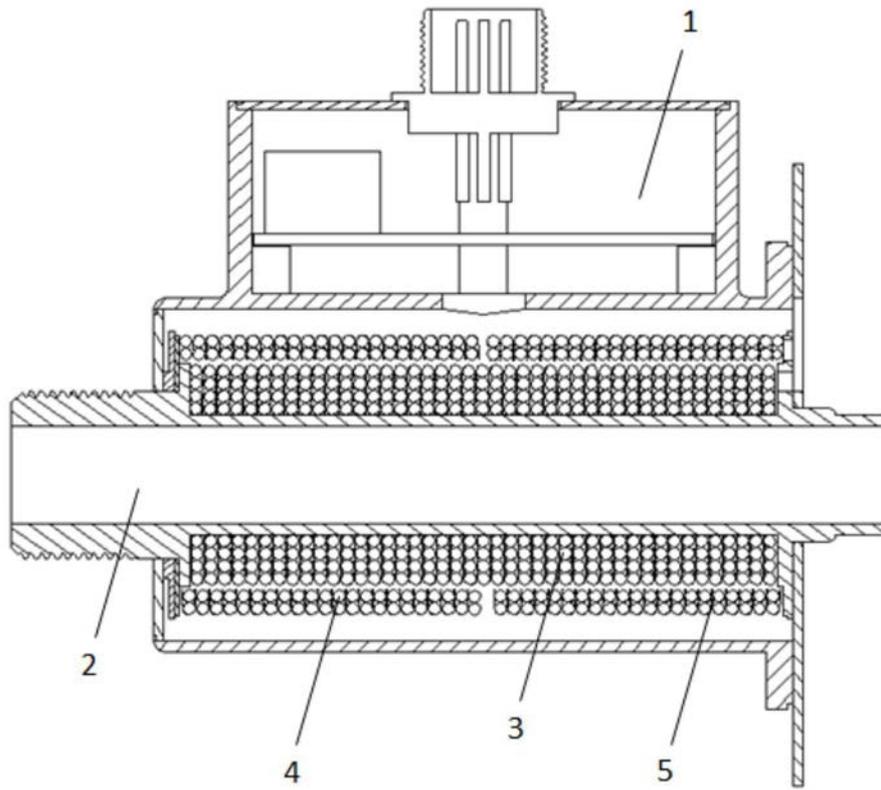


图1

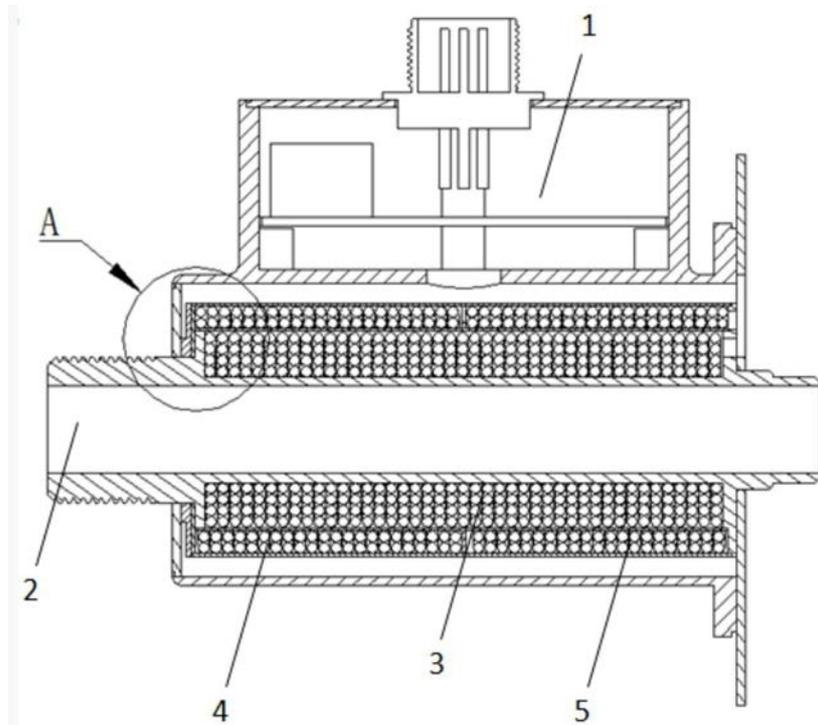


图2

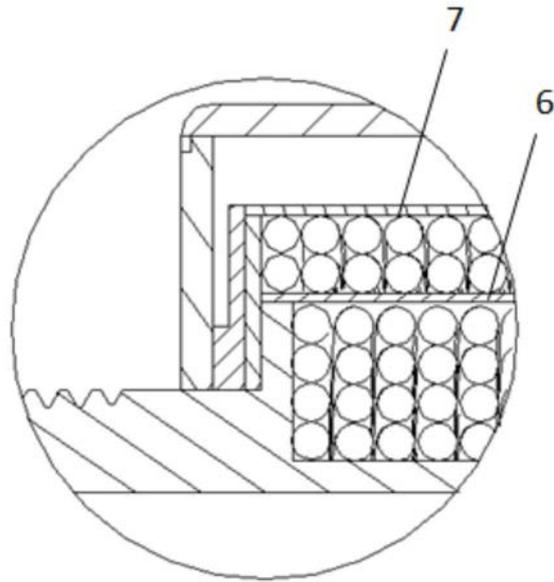


图3

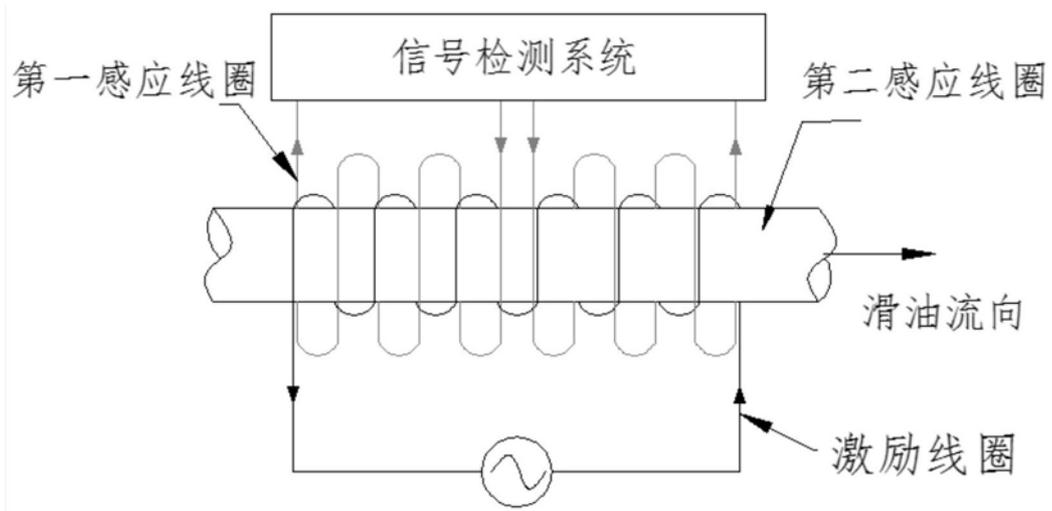


图4

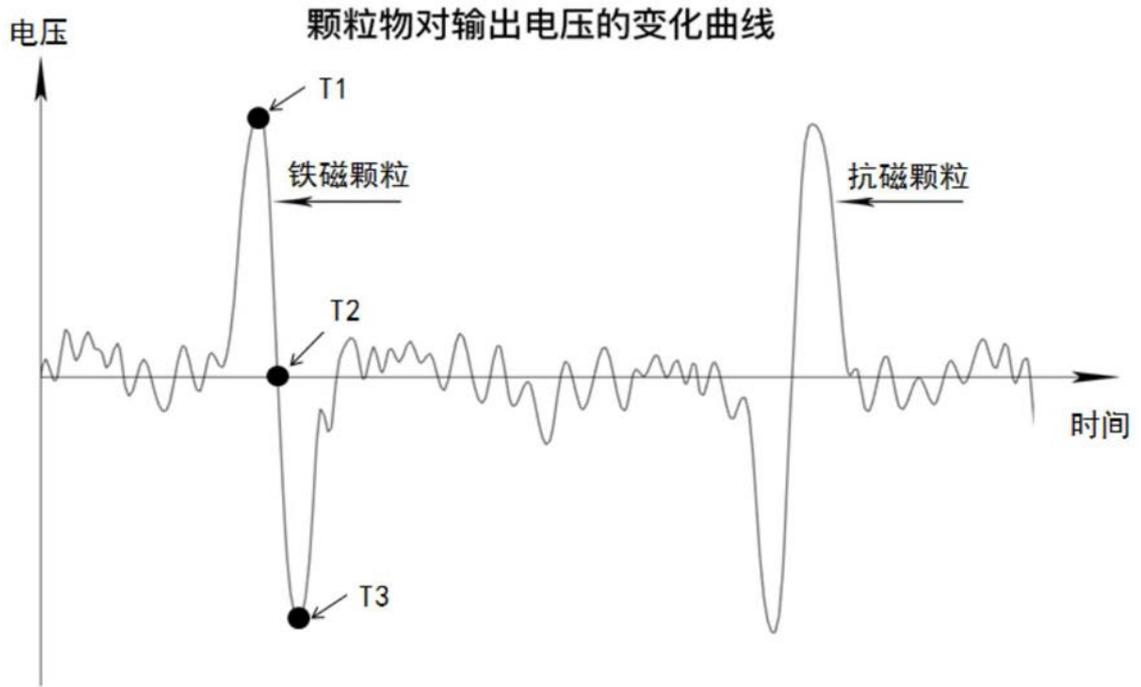


图5