



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103016851 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210518144. 7

(22) 申请日 2012. 12. 06

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 李素贞 赵鸣 王鑫鑫

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 吴林松

(51) Int. Cl.

F16L 9/00 (2006. 01)

F16L 11/00 (2006. 01)

B29D 23/00 (2006. 01)

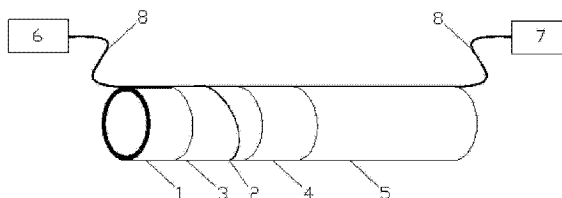
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54) 发明名称

具有光纤传感功能的智能管道及其制造方法

(57) 摘要

一种智能管道结构,包括管道,还包括传感光缆,3PE防腐层,管道被3PE防腐层所包覆,该传感光缆位于3PE防腐层中,侧向缠绕于管道周围。所述3PE防腐层从内向外由环氧粉末涂层、胶黏剂层、PE包覆层组成。上述智能管道的制造方法,包括:将除锈后的钢管通过中频加热;将环氧粉末经压缩空气推动,在静电场的作用下沉积在钢管表面并胶化;在保证环氧粉末涂层胶化状态下,进行传感光缆沿管道周围的侧缠绕;随后通过挤出机挤出胶黏剂,缠绕在胶化环氧粉末及传感光缆表面;最后通过挤出机挤出PE包覆层以同样方式与胶黏剂层帖附,并在水冷作用下冷却定型。采用本发明可实现管道泄漏、腐蚀、第三方干扰等实时在线监测。



1. 一种智能管道结构,包括管道,其特征在于:还包括传感光缆,3PE防腐层,管道被3PE防腐层所包覆,该传感光缆位于3PE防腐层中,侧向缠绕于管道周围。

2. 根据权利要求1所述的智能管道结构,其特征在于:所述3PE防腐层从内向外由环氧粉末涂层、胶黏剂层、PE包覆层组成。

3. 根据权利要求2所述的智能管道结构,其特征在于:传感光缆位于3PE防腐层的环氧粉末涂层与PE包覆层之间的胶黏剂层中,并通过胶化状态下的环氧粉末以及胶黏剂层牢固的黏贴在管道表面,最外层由PE层包覆。

4. 根据权利要求2所述的智能管道结构,其特征在于:还包括附加部件,附加部件与传感光缆之间、智能管道各管段之间通过管道两端的光缆预留熔接段进行连接;所述附加部件指光纤传感技术所需的组成元件。

5. 根据权利要求4所述的智能管道结构,其特征在于:所述附加部件包括光入射端的脉冲激光发生器及光信号输出端的光电转换解调仪。

6. 根据权利要求1所述的智能管道结构,其特征在于:所述传感光缆采用由一种或一种以上光纤构成的一缆单芯或一缆多芯光缆。

7. 根据权利要求6所述的智能管道结构,其特征在于:所述传感光缆内部的光纤包括:基于ROTDR温度分布测量技术的光纤;基于BOTDR温度/应变分布测量技术的光纤;以及基于Michelson干涉仪、Sagnac干涉仪、Mach-Zehnder干涉仪、Fabry-Perot干涉仪干涉原理的光纤。

8. 权利要求1-7中任一所述智能管道结构的制造方法,其特征在于:包括:

将除锈后的钢管通过中频加热;将环氧粉末经压缩空气推动,在静电场的作用下沉积在钢管表面并胶化;在保证环氧粉末涂层胶化状态下,进行传感光缆沿管道周围的侧缠绕;随后通过挤出机挤出胶黏剂,缠绕在胶化环氧粉末及传感光缆表面;最后通过挤出机挤出PE包覆层以同样方式与胶黏剂层帖附,并在水冷作用下冷却定型。

9. 根据权利要求8所述智能管道结构的制造方法,其特征在于:包括:

1) 对进入进管平台的钢管检查记录,清除钢管表面的油脂和污垢等附着物;

2) 对钢管进行预热后,外表面进行抛丸除锈,除锈质量应符合相关规范规定,钢管表面的焊渣、毛刺等应清除干净;

3) 在管端缠绕胶带纸,进行密封;

4) 对除锈质量检查后的钢管进行微尘处理,将钢管表面附着的灰尘及磨料清扫干净,钢管表面灰尘度及表面盐分含量应满足相关规范规定,并应在微尘处理后4小时内进行后续工艺;

5) 中频加热至环氧粉末要求的涂覆温度;

6) 喷涂环氧粉末,形成环氧粉末涂层;

7) 在保持环氧粉末涂层胶化状态下,将传感光缆侧缠绕于钢管周围,缠绕时需在管道两端分别预留光缆预留熔接段;

8) 随着光缆的侧缠绕,进行胶黏剂挤出机侧缠绕,形成聚合物胶黏剂层,包裹在环氧粉末涂层与传感光缆外层;

9) PE挤出机侧缠绕,形成PE包覆层;

10) 钢管进行水冷却,并确保环氧粉末涂层固化完全;

- 11) 剥离管端涂层及胶带 ;防腐层涂敷完成后,除去管端部位的 PE 包覆层 ;
- 12) 下管平台、堆垛待发运。

10. 根据权利要求 9 所述智能管道结构的制造方法,其特征在于:步骤 2) 中预热温度为 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$;步骤 6) 中环氧粉末涂层的厚度不小于 $80\ \mu\text{m}$;步骤 7) 中缠绕时预留熔接段的长度不小于 200mm ;缠绕时,光缆中心距保持在 $100\sim 150\text{mm}$ 范围 ;步骤 8) 中胶黏剂层厚度为 $170\sim 200\ \mu\text{m}$,挤出机加工长度为 $100\sim 150\text{mm}$;步骤 9) 中挤出机加工长度为 $100\sim 150\text{mm}$;步骤 10) 中进行水冷却至钢管温度不高于 60°C ;步骤 11) 中除去 PE 包覆层的管端预留长度为 150mm ,端面应形成不大于 30° 的倒角 ;PE 包覆层端部外保留不超过 20mm 的环氧粉末涂层。

具有光纤传感功能的智能管道及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于光纤传感、土木工程健康检测与监测方法技术领域,涉及可用于各类管道尤其是穿越、桥管的损伤以及第三方干扰的主动、在线、实时监测及预警的智能管道技术。

背景技术

[0002] 管道运输作为继铁路、公路、水路、航空运输后的第五大运输工具,在运输液体、气体、浆液等方面具有低成本、节能高效、安全稳定等优势,在石油、化工领域发挥着不可替代的作用;另一方面,随着市政管网的不断发展与建设,城市供水、燃气系统也构成极为庞大的管道网络,管网已然成为国民生产生活中至关重要的生命线工程。管网在长期使用中由于管道老化、周围环境作用以及第三方干扰等原因会发生腐蚀、泄漏、断裂以及爆裂等灾害事故。随着现代化城市的发展,城市管网增多,管道事故率提高,城市管网一旦发生灾害事故,不仅造成巨大的经济损失和资源浪费,甚至会造成环境污染、爆炸等次生灾害,严重威胁人类的正常生产和生活。随着城市建设高速发展,市政管道设施维护量急剧增加,为了确保管道的安全运营,保证人民的生命财产安全,对管道运行安全性检测与监测技术提出了更高的要求。

[0003] 目前,国内外主要是通过对管道实施定期检测来了解管道结构健康状况,主要技术手段大体上可以分为两大类:内部检测法和外部检测法。内部检测法包括:CCTV 内窥检测、漏磁检测、超声波检测、涡流检测等;外部检测法包括:巡线观察、空气采样、电缆检漏、放射物检测法等等。这些检测手段需要依靠人工携带或流动车载仪器沿管道内部或外部巡检。尽管上述检测手段技术纯熟,应用广泛,但其检测过程需要逐点扫描以进行管道检查,需要检测设备进入到结构中或者将待检测管道部分或全部开挖,而且损伤信息的获得依赖于复杂的数据处理工作以及大量的检测人员经验判定过程等,这些因素都表明现有检测技术难以满足对在役管道进行实时、在线监测的要求。

[0004] 光纤传感技术是在 20 世纪 70 年代,随着光导纤维及光纤测试技术的普及而迅速发展起来的。基于光纤传感的测试技术基本原理是:以光作为敏感信息载体,以光纤作为传递敏感信息的媒质。将光源发出的光信号经入射光纤送入调制区(即传感光纤的测试区域),入射光在光纤中传播时,被测物理量(如温度、应变、振动等)作用在光纤上,使得光纤中传输光发生反射、折射现象,或者是光的传输常数(如振幅、相位、波长、偏振态等)发生改变,上述过程成为光调制,调制后的光经终端解调装置进行光电转换后,再进行进一步的分析 and 处理,即可获得待测物理量的信息。光纤传感器以其抗电磁干扰、电绝缘、耐腐蚀、耐高温、体积小、重量轻、对被测介质影响小以及成本低等优良特点,得到了极大的发展。近年来,光纤传感技术开始应用于管道结构健康监测领域,主要涉及针对管道结构及其周围物理量,如温度、应变、振动等的测量为主。目前,可用于管道结构健康监测的光纤传感技术主要有:分布式光纤/光栅传感器、基于干涉原理的光纤振动传感器。分布式光纤/光栅传感技术提供了实现沿光纤长度每一点进行温度/应变测量的可能性,主要包括:分布式

光纤温度传感器和分布式光纤应变传感器。这类传感器主要是基于先进的光时域反射技术(Optical Time Domain Reflectometry, OTDR)开发的,在管道结构健康监测领域主要是通过测量管道泄漏产生的周围环境局部温度变化实现管道泄漏监测。最常见的是实现温度分布测量的 ROTDR (Raman OTDR),及同时实现温度 / 应变分布测量的 BOTDR (Brillouin OTDR)。基于干涉原理的光纤振动传感器的基本原理是:由于管道结构损伤、内部流体泄漏等引起的管道结构振动,以及由于第三方干扰等外界作用引起的管道结构振动,作用在传感光纤上,会使其折射率或传播常数发生变化,从而导致光波的相位被调制,通过检测光相位变化来测量待测物理量。由于目前的各类光探测器都不能直接感知光的相位变化,必须采用干涉技术将光的相位变化转换为强度变化才能实现对待测物理量的测量,故相位调制型传感器也称为干涉型传感器。目前采用的干涉仪原理有:光纤 Michelson (迈克尔逊)干涉仪、光纤 Sagnac (赛格耐克)干涉仪、光纤 Mach - Zehnder (马赫 - 曾德)干涉仪、光纤 Fabry-Perot (法珀)原理。

[0005] 对于管道监测而言,光纤的线形分布形式很适合管道结构,易构成长距离、分布式的传感网络;另一方面,分布式光纤传感器具有同时获取在光调制区域内被测物理量随时间和空间变化的分布信息的能力,利用这一特性,在管道周围铺设一条或几条光缆,利用光纤作为传感器,拾取管道周围的应变、温度和振动信号,并通过对信号的分析处理,可实现对管道泄漏、振动、附近机械施工和人为破坏等第三方干扰事件的迅速判断和精确定位,提高管道的运营安全监测水平。

[0006] 国内外基于光纤传感技术的管道监测理论和实验研究屡见不鲜。中国发明专利申请号 02145502.3 采用光时域反射技术进行油气管线泄漏检测,它是通过检测光纤中产生的瑞利散射和菲涅尔反射信号来判断光纤的故障点,主要应用于光缆的故障、光纤长度、光纤的损耗以及光纤接头损耗等检测。中国发明专利申请号 200410020046.6 采用干涉型分布式光纤微振动传感器进行管道泄漏检测,此传感器是由管道附近沿管道并排铺设的单模光缆及相应的光学元件构成,当管道发生泄漏时,产生的泄漏噪声使光缆中传输的光相位被调制,引起干涉光的输出发生变化,进而判断有无泄漏的发生。由于这种传感技术需要光缆中至少有三根单模光纤才能构成传感器,但在一些已经敷设好的管线中,沿途敷设的通信光缆只预留了一根光纤,不能形成干涉仪,因此无法利用该类检测技术对这些管线进行检测。

[0007] 国内外基于光纤传感技术的管道检测与监测技术的研究与应用大多侧重于光纤传感器以及相关传感网络、信号解调技术等方面。既有应用实例、技术方案和产品等都是通过将传感光缆敷设在新建管道或既有管道沿线(紧贴管道表面或敷设在管道周围一定范围内的土体中),敷设过程往往伴随着开挖、光缆的固定、保护以及现场测试等工序,敷设过程复杂,需大量人工参与,同时由于现场工作环境复杂容易造成传感光缆的损坏。上述因素都导致该技术的应用尚有很多问题有待解决,如传感光纤沿管道铺设困难、现场敷设的光缆耐久性差且易损坏、部分传感光缆在投入使用前已经损坏从而导致误报等。

发明内容

[0008] 本发明目的在于针对管道结构健康监测内容的不同要求,基于既有光纤传感技术,结合管道 3PE 防腐加工工艺,提出了一种具有光纤传感功能的智能管道及其制造方法。

[0009] 本发明的解决方案是：

[0010] 一种智能管道结构，包括管道，还包括传感光缆，3PE 防腐层，管道被 3PE 防腐层所包覆，该传感光缆位于 3PE 防腐层中，侧向缠绕于管道周围。

[0011] 进一步，所述 3PE 防腐层从内向外由环氧粉末涂层、胶黏剂层、PE 包覆层组成。

[0012] 传感光缆位于 3PE 防腐层的环氧粉末涂层与 PE 包覆层之间的胶黏剂层中，并通过胶化状态下的环氧粉末以及胶黏剂层牢固的黏贴在管道表面，最外层由 PE 层包覆。

[0013] 还包括附加部件，附加部件与传感光缆之间、智能管道各管段之间通过管道两端的光缆预留熔接段进行连接；所述附加部件指光纤传感技术所需的组成元件。

[0014] 所述附加部件包括光入射端的脉冲激光发生器及光信号输出端的光电转换解调仪。

[0015] 所述传感光缆采用由一种或一种以上光纤构成的一缆单芯或一缆多芯光缆。

[0016] 所述传感光缆内部的光纤包括：基于 ROTDR 温度分布测量技术的光纤；基于 BOTDR 温度 / 应变分布测量技术的光纤；以及基于 Michelson 干涉仪、Sagnac 干涉仪、Mach - Zehnder 干涉仪、Fabry-Perot 干涉仪干涉原理的光纤。

[0017] 上述智能管道的制造方法，包括：

[0018] 将除锈后的钢管通过中频加热；将环氧粉末经压缩空气推动，在静电场的作用下沉积在钢管表面并胶化；在保证环氧粉末涂层胶化状态下，进行传感光缆沿管道周围的侧缠绕；随后通过挤出机挤出胶黏剂，缠绕在胶化环氧粉末及传感光缆表面；最后通过挤出机挤出 PE 包覆层以同样方式与胶黏剂层帖附，并在水冷作用下冷却定型。

[0019] 进一步，包括：

[0020] 1) 对进入进管平台的钢管检查记录，清除钢管表面的油脂和污垢等附着物；

[0021] 2) 对钢管进行预热后，外表面进行抛丸除锈，除锈质量应符合相关规范规定，钢管表面的焊渣、毛刺等应清除干净；

[0022] 3) 在管端缠绕胶带纸，进行密封；

[0023] 4) 对除锈质量检查后的钢管进行微尘处理，将钢管表面附着的灰尘及磨料清扫干净，钢管表面灰尘度及表面盐分含量应满足相关规范规定，并应在微尘处理后 4 小时内进行后续工艺；

[0024] 5) 中频加热至环氧粉末要求的涂覆温度；

[0025] 6) 喷涂环氧粉末，形成环氧粉末涂层；

[0026] 7) 在保持环氧粉末涂层胶化状态下，将传感光缆侧缠绕于钢管周围，缠绕时需 在管道两端分别预留光缆预留熔接段；

[0027] 8) 随着光缆的侧缠绕，进行胶黏剂挤出机侧缠绕，形成聚合物胶黏剂层，包裹在环氧粉末涂层与传感光缆外层；

[0028] 9) PE 挤出机侧缠绕，形成 PE 包覆层；

[0029] 10) 钢管进行水冷却，并确保环氧粉末涂层固化完全；

[0030] 11) 剥离管端涂层及胶带；防腐层涂敷完成后，除去管端部位的 PE 包覆层；除；

[0031] 12) 下管平台、堆垛待发运。

[0032] 其中：步骤 2) 中预热温度为 40~60℃；步骤 6) 中环氧粉末涂层的厚度不小于 80 μ m；步骤 7) 中缠绕时预留熔接段的长度不小于 200mm；缠绕时，光缆中心距保持在

100~150mm 范围 ;步骤 8)中胶黏剂层厚度为 170~200 μ m,挤出机加工长度为 100~150mm ;步骤 9)中挤出机加工长度为 100~150mm ;步骤 10)中进行水冷却至钢管温度不高于 60℃ ;步骤 11)中除去 PE 包覆层的管端预留长度为 150mm,端面应形成不大于 30° 的倒角 ;PE 包覆层端部外保留不超过 20mm 的环氧粉末涂层。

[0033] 本发明的传感光缆可以采用可实现温度、应变、振动等一种或多种物理量测量的一缆单芯或一缆多芯光缆作为智能管道的传感元件,通过本发明提出的制造方法,在管道 3PE 防腐加工过程中,实现传感光缆与管道结构的连接,形成集管道结构与传感光缆为一体的智能管道。在管道投入使用后,与附加部件连接,通过传感光缆对管道结构本身或周围环境的温度、应变、振动等一种或多种物理量进行监测,从而实现管道泄漏、腐蚀、第三方干扰等实时在线监测,构成自感应,自传感的智能管道结构。

[0034] 本发明对比已有技术具有以下特点 :

[0035] 1)区别于现有的将传感光缆与管道分开、并行敷设的相关技术,本发明提出的“具有光纤传感功能的智能管道及其制造方法”,在管道进行 3PE 防腐加工过程中,将可以实现管道结构本身或周围环境温度、应变、振动等一种或多种物理量检测与监测的传感光缆侧缠绕于管道周围,形成集管道结构与传感光缆为一体的智能管道,无须管道开挖、光缆敷设等二次施工在智能管道投入使用后,只需要在前端配置附加部件(脉冲激光发生器)实现测试光信号输入,在终端配置附加部件(光电转换解调仪)实现信号解释、分析处理等,就可以实现管道泄漏、腐蚀、第三方干扰等实时在线监测 ;另外,附加部件与智能管道之间,智能管道管段与管段的传感光缆之间,通过光缆预留熔接段就可以方便简单的进行连接,并不影响管道正常施工过程 ;

[0036] 2)区别于传统方法的沿管道轴向并行敷设传感光缆的技术与方法,本发明所述的智能管道,其传感光缆直接侧缠绕于管道周围,与被测管道直接接触,使其沿管道的轴向与环向同时具有较高的灵敏度。同时,传感光缆通过环氧粉末涂层与胶黏剂层牢固的黏贴在管道表面,并通过 PE 包覆层进一步的固定和保护,不仅提高了传感光缆的耐久性,还可以避免传统方法在光缆铺设的二次施工过程中可能造成的管道结构和传感光缆的损坏,提高了检测 / 监测的可靠度。

[0037] 本发明对比已有技术具有以下显著优点 :

[0038] 1)本发明提出的“具有光纤传感功能的智能管道及其制造方法”,通过在管道生产加工过程中将传感光缆安装于管道周围,形成集管道结构与传感光缆为一体的智能管道,将大量的现场安装与敷设等二次施工工作转换为工厂预制工作。避免了现有技术将传感光缆与管道分开敷而设带来的各种问题,如敷设过程中的二次开挖、光缆的敷设、固定、保护以及现场测试等复杂工序,需大量人工参与,同时由于现场工作环境复杂容易造成传感光缆的损坏等。

[0039] 2)本发明提出的“具有光纤传感功能的智能管道及其制造方法”与现有技术相比,具有安装简便,现场调试时间短,维护成本低,性能稳定可靠,使用寿命长,沿管道周向和轴向都具有较高的灵敏度等优点。

[0040] 3)本发明提出的“具有光纤传感功能的智能管道及其制造方法”,只需在其两端预留光缆预留熔接段,在管道敷设施工现场管道接头的 3PE 防腐处理传感光缆的熔接可同步进行。采用本发明提出的智能管道,无论是在管道施工过程中还是管道敷设后都无须另外单

独进行光纤传感系统的敷设和施工,使其便于敷设和连接。另一方面,由于传感光缆与管道结构融为一体,在传统方法光缆敷设、固定和保护更为困难的桥管等各类穿越管道结构中,本发明具有更大的优势。

附图说明

[0041] 图 1 为本发明实施例智能管道结构示意图。

[0042] 图 2 为图 1 所示实施例智能管道的断面示意图。

[0043] 图中,1. 管道,2. 传感光缆,3. 环氧粉末涂层,4. 胶黏剂层,5. PE 包覆层,6. 脉冲激光发生器,7 光电转换解调仪,8 光缆预留熔接段。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0045] 本发明的基本思想是将满足不同监测与检测要求的传感光缆的敷设融入管道的 3PE 防腐加工工艺中,在管道进行 3PE 防腐加工过程中,将传感光缆侧缠绕于管道周围,形成集管道结构与传感光缆为一体的智能管道。在管道投入使用后,与附加部件连接,通过传感光缆对管道结构本身或周围环境的温度、应力、振动等一种或多种参量进行监测,从而实现管道泄漏、腐蚀、第三方干扰等实时在线监测。

[0046] 1. 具有光纤传感功能的智能管道结构

[0047] 1) 具有光纤传感功能的智能管道结构由以下基本组成部件构成:管道 1,传感光缆 2,3PE 防腐层(由环氧粉末涂层 3、胶黏剂层 4、PE 包覆层 5 组成),这三个基本组成部件是智能管道实现自感应、自传感智能监测功能的前提;在投入使用后,在该智能管道的两端还需连接附加部件才能完成预定功能,附加部件即光纤传感技术所需的光学元件,包括光入射端的脉冲激光发生器 6,光信号输出端的光电转换解调仪 7。其中基本组成部件是本发明提出的智能管道具备自感应、自传感功能的必要部件。附加部件为智能管道投入使用后实施检测/监测功能所需的附加部件,不一定包含在本发明的组成结构之内。

[0048] 2) 智能管道基本组成部件间的连接方式为:传感光缆位于 3PE 防腐层的环氧粉末涂层 3 与 PE 包覆层 5 之间的胶黏剂层 4 中,侧向缠绕于管道周围,并通过胶化状态下的环氧粉末以及胶黏剂层牢固的黏贴在管道表面。最外层再进行 PE 层包覆,组成智能管道结构。附加部件与智能管道基本组成部件之间、以及智能管道各管段之间通过管道两端的光缆预留熔接段 8 进行连接。

[0049] 3) 针对温度、应变、振动等不同监测对象,本发明基本组成部件中的传感光缆可以采用由一种或一种以上光纤构成的一缆单芯或一缆多芯光缆。光缆内部的光纤可采用:基于 ROTDR 温度分布测量技术的光纤;基于 BOTDR 温度/应变分布测量技术的光纤;以及基于 Michelson (迈克尔逊)干涉仪、Sagnac (赛格耐克)干涉仪、Mach-Zehnder (马赫-曾德)干涉仪、Fabry-Perot (法珀)干涉仪等干涉原理的光纤。根据传感光缆中光纤的组成,在光缆的前端、终端配置相应的附加光学元件,即可实现温度、应变、振动等一种或多种物理量的分布式测量。

[0050] 2. 具有光纤传感功能的智能管道的制造方法

[0051] 本发明提出的智能管道的制造方法主要包括以下基本步骤:将除锈后的钢管通过

中频加热后将环氧粉末经压缩空气推动,在静电场的作用下沉积在钢管表面并胶化;在保证环氧粉末涂层胶化状态下,进行传感光缆沿管道周围的侧缠绕;随后通过挤出机挤出胶黏剂(底胶),缠绕(包覆)在胶化环氧粉末及传感光缆表面;最后通过挤出机挤出 PE 包覆层以同样方式与胶黏剂层帖附,并在水冷作用下冷却定型。

[0052] 具体包括:

[0053] 对进入进管平台的钢管检查记录,清除钢管表面的油脂和污垢等附着物;

[0054] 对钢管进行预热后,外表面进行抛(喷)丸除锈,预热温度一般为 40~60℃,除锈质量应符合相关规范规定,钢管表面的焊渣、毛刺等应清除干净;

[0055] 在管端缠绕胶带纸,进行密封;

[0056] 对除锈质量检查后的钢管进行微尘处理,将钢管表面附着的灰尘及磨料清扫干净,钢管表面灰尘度及表面盐分含量应满足相关规范规定,并应在微尘处理后 4 小时内进行后续工艺;

[0057] 中频加热至环氧粉末要求的涂覆温度;

[0058] 喷涂环氧粉末,形成环氧粉末涂层,厚度不小于 80 μm;

[0059] 在保持环氧粉末涂层胶化状态下,将传感光缆侧缠绕于钢管周围,缠绕时需管道两端分别预留光缆预留熔接段,长度不小于 200mm。缠绕时,光缆中心距保持 100~150mm;

[0060] 随着光缆的侧缠绕,进行胶黏剂挤出机侧缠绕,形成聚合物胶黏剂层,包裹在环氧粉末涂层与传感光缆外层,胶黏剂层厚度为 170~200 μm。挤出机加工长度为 100~150mm;

[0061] PE 挤出机侧缠绕,形成 PE 包覆层。挤出机加工长度为 100~150mm;

[0062] 进行水冷却至钢管温度不高于 60℃,并确保环氧粉末涂层固化完全;

[0063] 剥离管端涂层及胶带。防腐层涂敷完成后,应除去管端部位的 PE 包覆层。除去 PE 包覆层的管端预留长度宜为 150mm,且端面应形成不大于 30° 的倒角;PE 包覆层端部外可保留不超过 20mm 的环氧粉末涂层;

[0064] 下管平台、堆垛待发运。

[0065] 以下实施例针对以管道结构损伤及第三方干扰等引起的振动信号监测为目标的智能管道及其制造方法进一步加以介绍。

[0066] 1) 传感光缆的选择:采用基于 Sagnac (赛格耐克)干涉仪原理的分布式振动测量,需要两根光纤,一根传输调制光、另一根传输参考光。传感光缆采用内部包含上述两根光纤的一缆多芯双缆。

[0067] 2) 智能管道的制造:将传感光缆 2 侧缠绕与管道 1 周围,通过环氧粉末涂层 3 与胶黏剂层 4 牢固的黏贴在管道 1 周围,再通过 PE 包覆层 5 进行进一步的固定与保护。并在管道两端预留光缆预留熔接段 8。

[0068] 3) 智能管道的测试:在上述智能管道加工完毕后,在智能管道两端通过光缆预留熔接段分别与附加部件:脉冲激光发生器 6 和光电转换解调仪 7 进行连接,通过人工施加振动源,本实施例采用在管道表面折断铅芯,对传感光缆进行标定与测试,确保其在敷设后能够正常工作。

[0069] 4) 智能管道两端光缆预留熔接段 8 的保护:在智能管道的存放、运输与敷设过程中,采取有效措施保证光缆两端的预留熔接段不被损坏。

[0070] 5)智能管道敷设施工与管段间的连接:智能管道的敷设施工过程与普通管道并无异处,在管段的焊接连接完成后,首先将待连接管段首尾端的光缆预留熔接段进行现场熔接,随后将连接后的传感光缆通过环氧粉末涂层与胶黏剂层牢固的黏贴在管道周围,再进行PE包覆层的包覆即可完成智能管道的敷设。

[0071] 6)附加部件的连接:在管道敷设完成后,在管线上选定光信号的输入与输出端,本实施例采用100m长管线。在两端分别通过光缆预留熔接段与脉冲激光发生器和基于Sagnac(赛格耐克)干涉仪原理的光电转换解调仪进行连接,即可实现智能管道对于振动信号的自感应、自传感实时监测。

[0072] 在上述装置中,基本组成部件传感光缆的选择可以有多种形式,并不局限于振动测试和一缆双芯光缆。可以采用实现温度、应变、振动测量的一种或多种光纤组成的一缆单芯或一缆多芯光缆。同时,上述光纤也可以是满足相应要求的单模或多模光纤。可根据实际情况和需求选用,此不赘述。

[0073] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

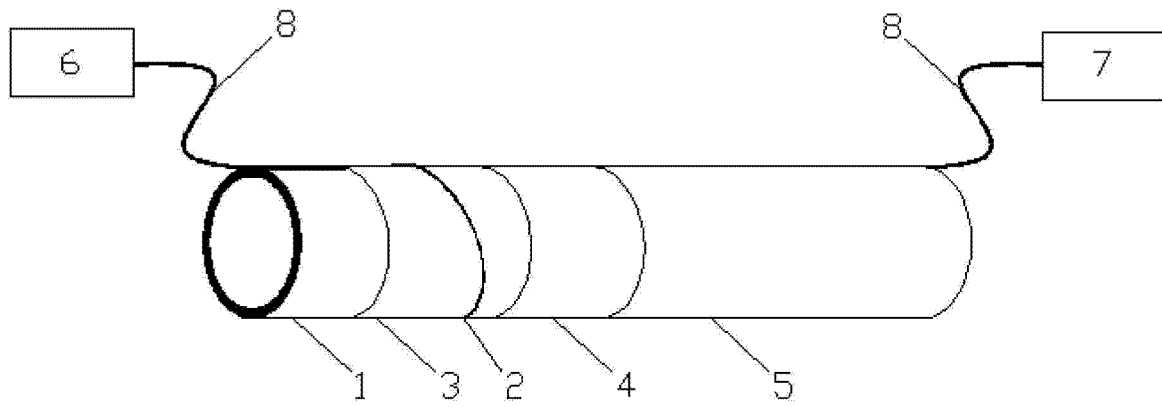


图 1

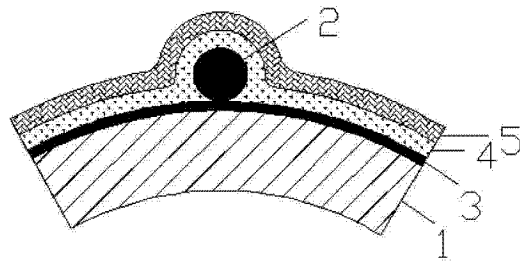


图 2