(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103629536 B
(45)授权公告日 2015.10.28

(21)申请号 201310566018.3

(22)申请日 2013.11.13

(73)专利权人 常州大学
地址 213164 江苏省常州市武进区滆湖中路1号

(72)发明人 王树立 孙少立 周诗崇 李恩田 张永飞 蒋伟 赵煜

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 卢亚丽

(51)Int.Cl.
F17D 5/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 101240874 A,2008.08.13,
CN 102635786 A,2012.08.15,
CN 102997060 A,2013.03.27,
CN 201273457 Y,2009.07.15,
CN 202469500 U,2012.10.03,
DE 19617359 A1,1997.11.06,

审查员 冯俊华

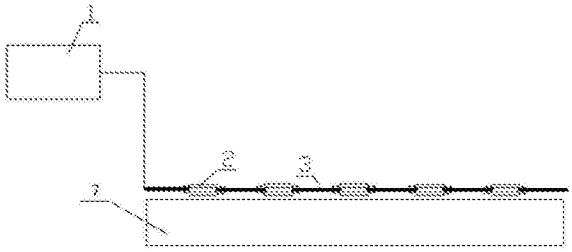
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种天然气管道泄漏监测的装置及方法

(57)摘要

本发明属于油气安全工程领域，特指一种通过传感电缆实现天然气管道泄漏实时在线监测的装置和方法，是目前使用传感电缆实现天然气管道泄漏监测和定位的新方法，也可以用于其他烃类介质管道泄漏监测和定位。本发明通过设置传感电缆5、电阻检测仪1、电缆连接器4、普通电缆3、半透膜检测管6、前端探头2，所述电阻检测仪与普通电缆相连，所述普通电缆与前端探头通过电缆连接器交替连接，所述前段探头包括若干传感电缆和若干半透膜检测管，所述传感电缆置于半透膜检测管内，有效地实现了在线实时监测天然气管道泄漏及定位的目的。因此本发明的优点是：结构简单，灵敏度高，无误报警，使用周期长，检修更换方便。



CN 103629536 B

1.一种天然气管道泄漏监测的装置,包括电阻检测仪(1)、前端探头(2)、普通电缆(3)、电缆连接器(4)、传感电缆(5)、半透膜检测管(6),其特征在于:所述电阻检测仪(1)与普通电缆(3)相连,所述普通电缆(3)与前端探头(2)通过电缆连接器(4)交替连接,所述前端探头(2)包括若干传感电缆(5)和若干半透膜检测管(6),所述传感电缆(5)置于半透膜检测管(6)内。

2.根据权利要求1所述的天然气管道泄漏监测的装置,其特征在于:所述前端探头(2)以正玄波的形式向两侧均匀分布,所述前端探头(2)固定在天然气管道(7)上。

3.根据权利要求1所述的天然气管道泄漏监测的装置,其特征在于:所述前端探头(2)的上方罩有带网眼的金属壳体,带网眼的金属壳固定在天然气管道(7)上。

4.根据权利要求1所述的天然气管道泄漏监测的装置,其特征在于:所述半透膜检测管(6)优选气体选着性渗透材料。

5.根据权利要求1所述的天然气管道泄漏监测的装置,其特征在于:每段传感电缆(5)的长度相同,长度在1～5m之间。

6.根据权利要求1所述的天然气管道泄漏监测的装置,其特征在于:每段普通电缆(3)长度相同,长度在10～20m之间。

7.一种采用权利要求1所述的监测的装置对天然气管道泄漏监测的方法,包括以下步骤:

(1)对由普通电缆和前端探头组成的电缆通电,测量电缆电阻,无天然气泄漏时,电缆电阻为无穷大;

(2)当发生天然气泄漏,由半透膜检测管和传感电缆组成的前端探头能让天然气透过而不能透过水,泄漏的天然气与传感电缆发生化学反应,电阻测量仪将检测出此时系统电阻R,根据设定程序进行声光报警,并将系统运行过程中记录的系统电阻值通过PLC控制器的分析程序分析处理,进行泄漏点定位;

(3)遇到发生管道泄漏,接触到泄漏燃气的传感电缆将失去监测功能,需进行传感电缆更换;

(4)重复进行步骤(1)到(3)。

8.如权利要求7所述的天然气管道泄漏监测的方法,其特征在于:当泄漏发生时,电缆的电阻值发生变化,其中单位长度为L_0的聚合物的等效导通电阻为R_{Leak},每一段传感电缆(5)的长度为1、截面积为S_S、单位长度的电阻率为ρ_S,每一段普通电缆(3)长度为l_D、截面积S_D、单位长度电阻率为ρ_D,电阻检测仪到泄漏点距离为X,电阻检测仪的电阻值R_X:

$$R_X = R_{Leak}/2+2X(\rho_S/S_S+l_D/\rho_D/S_D)/L_0$$

$$L_0=l_D+1。$$

一种天然气管道泄漏监测的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于油气安全工程领域，更确切地说是一种用于天然气管道泄漏监测的装置及方法。

背景技术

[0002] 天然气是危险化学品，具有易燃易爆的特性，爆炸极限为 5% ～ 15%。若天然气泄漏，则极易形成爆炸性气体，遇到明火就会引发爆炸。因此，天然气管道泄漏监测和定位技术作为确保管道安全运行的技术越来越受到重视。随着天然气管网逐步扩大，运行年限不断增加，因为腐蚀、老化、第三方破坏等原因引起的管道泄漏事故不断发生。管道泄漏不仅污染环境、浪费资源而且对人民的生命财产安全都是巨大的威胁。因此无论是从安全因素还是经济因素考虑，开发精度高、安全稳定的天然气管道泄漏监测和定位方法，维护管道的正常运行，保障人民生命财产安全，都有十分重要的意义。

[0003] 对天然气管道泄漏检测方法的研究已有几十年的历史，但由于问题的复杂性，如管道输送介质的多样性、管道所处环境的多样性、泄漏形式的多样性等原因，目前还没有一种方法能满足所有泄漏检测的要求。

[0004] 《仪器仪表学报》第 34 卷第 2 期的“基于分压补偿的传感电缆泄漏检测精确定位方法”公开了一种基于分压补偿的传感电缆泄漏检测精确定位方法，它是从传感电缆的电阻特性出发，分析影响传感电缆回路阻抗的诸多因素，讨论了传感电缆泄漏定位机理及存在的问题，并提出了引入分压电阻补偿传感电缆回路阻抗的波动，从而实现泄漏检测精确定位的方法，并在此基础上搭建了实验系统。在检测天然气泄漏时，因为天然气与传感电缆发生化学反应，被污染段电缆只能使用一次，且天然气泄漏扩散范围大，被污染传感电缆很长，且污染范围不好确定，更换成本高。传感电缆很细，铺设在天然气管道上方，容易受到外力的破坏，且容易受到雨水天气的影响，使传感电缆失灵，天然气泄漏检测灵敏度降低。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于准分布式传感电缆法的非开挖实时在线、检测灵敏度高、无误报警的天然气管道泄漏监测的装置和方法。

[0006] 一种天然气管道泄漏监测的装置，包括电阻检测仪、前端探头、普通电缆、电缆连接器、传感电缆和半透膜检测管，所述电阻检测仪与普通电缆相连，所述普通电缆与前端探头通过电缆连接器交替连接，所述前段探头包括若干传感电缆和若干半透膜检测管，所述传感电缆置于半透膜检测管内。

[0007] 上述方案中所述前端探头以正玄波的形势向两侧均匀分布，并将前端探头固定在天然气管道上。

[0008] 上述方案中所述前端探头上方罩有带网眼的金属壳体，将带网眼的金属壳体固定在天然气管道上。

[0009] 所述半透膜检测管优选气体选着性渗透材料。

[0010] 所述传感电缆每段的长度相同，长度在 1 ～ 5m 之间。

[0011] 所述普通电缆的每段的长度相同，长度在 10 ～ 20m 之间。

[0012] 本发明的发明人提出一种天然气管道泄漏监测的方法，包括以下步骤：

[0013] （1）测量由普通电缆和前端探头组成的监测系统电阻，无天然气泄漏时，电阻为无穷大；

[0014] （2）当发生天然气泄漏，由半透膜检测管和传感电缆组成的前端探头能让天然气透过而不能透过水，泄漏的天然气与传感电缆发生化学反应，电阻测量仪将检测出此时电缆电阻 R，根据设定程序进行声光报警，并将系统运行过程中记录的电缆电阻值通过 PLC 控制器分析处理及泄漏点定位；

[0015] （3）若发生管道泄漏，接触到泄漏燃气的传感电缆将失去监测功能，需进行传感电缆更换；

[0016] （4）重复进行步骤（1）到（3）。

[0017] 本发明的有益效果是：实现了天然气管道非开挖实时在线监测，采用基于准分布式传感电缆泄漏检测方法，提高了定位精度，且解决了被污染电缆过长，更换成本高的问题；改进传感电缆泄漏检测定位公式，提高定位精度；将传感电缆与半渗透膜检测管集成使用组成前端探头，半透膜检测管只能通过天然气不能通过水，避免了降雨降雪对传感电缆的干扰，大幅降低被污染电缆更换成本，提高泄漏检测系统维修速度；前端探头中的半透膜检测管和传感电缆采用正玄波的形状分布，这种结构设计使传感电缆更有效的和泄漏的天然气接触，提高检测灵敏度；带网眼的金属壳对前端探头有支撑和保护作用，避免设备被外力破坏，提高设备的可靠性。

附图说明

[0018] 以下结合附图对本发明作进一步的描述。

[0019] 图 1 为本发明的天然气管道泄漏监测的装置及方法的结构示意图；

[0020] 图 2 为本发明的前端探头结构示意图；

[0021] 图中：1 电阻检测仪、2 前端探头、3 普通电缆、4 电缆连接器、5 传感电缆、6 半透膜检测管。

具体实施方式

[0022] 本发明提供了一种天然气管道泄漏监测的装置，其中包括电阻检测仪 1、前端探头 2、普通电缆 3、电缆连接器 4、传感电缆 5、半透膜检测管 6，所述电阻检测仪 1 与普通电缆 3 相连，所述普通电缆 3 与前端探头 2 通过电缆连接器 4 交替连接，所述前端探头 2 包括若干半透膜检测管 6 和若干传感电缆 5，所述传感电缆 5 置入半透膜检测管 6 内，

[0023] 上述方案中所述前端探头 2 以正玄波的形势向两侧均匀分布，并将前端探头 2 固定在天然气管道 7 上。

[0024] 上述方案中所述前端探头 2 的上方罩有带网眼的金属壳体，并将带网眼的金属壳体固定在天然气管道 7 上，带网眼的金属壳的尺寸为 1*0.5*0.1m。

[0025] 所述半透膜检测管 6 优选气体选着性渗透材料。

[0026] 所述传感电缆 5 每段的长度相同，长度在 1 ～ 5m 之间。

[0027] 所述普通电缆 3 的每段的长度相同，长度在 10 ～ 20m 之间。

[0028] 本发明的发明人提出一种天然气管道泄漏监测的方法，步骤如下：对由普通电缆 3 和前端探头 2 组成的电缆通电，普通电缆 3 长 14m 配传感电缆 5 长 1m（即 l_0＝ 14，L_0＝ 15），测，量电缆电阻，无天然气泄漏时，电缆电阻为无穷大，当发生天然气泄漏，由半透膜检测管 6 和传感电缆 5 组成的，前端探头 2 能透过天然气而不能透过水，天然气与传感电缆 5 发生化学反应，电阻测量仪将检测出此时电缆电阻 R_X，当电阻值不再是无穷大时就进行声光报警，实现首次泄漏监测，随后将系统运行过程中记录的系统电阻值和已知的电缆参数（ρ_S、ρ_D、S_S、S_D、R_{Leak}）通过 $R_X = R_{Leak}/2+2X(\rho_S/S_S+l_D\rho_D/S_D)/L_0$，定位程序计算后即可得出泄漏位置 X，解决管道泄漏问题后，对用两根长度为 1m 的传感电缆替换被污染的两段传感电缆，此时电阻检测仪再次检测电缆阻值为无穷大，当电阻检测仪再次检测到系统电阻值非无穷大时，则重复进行此步骤。

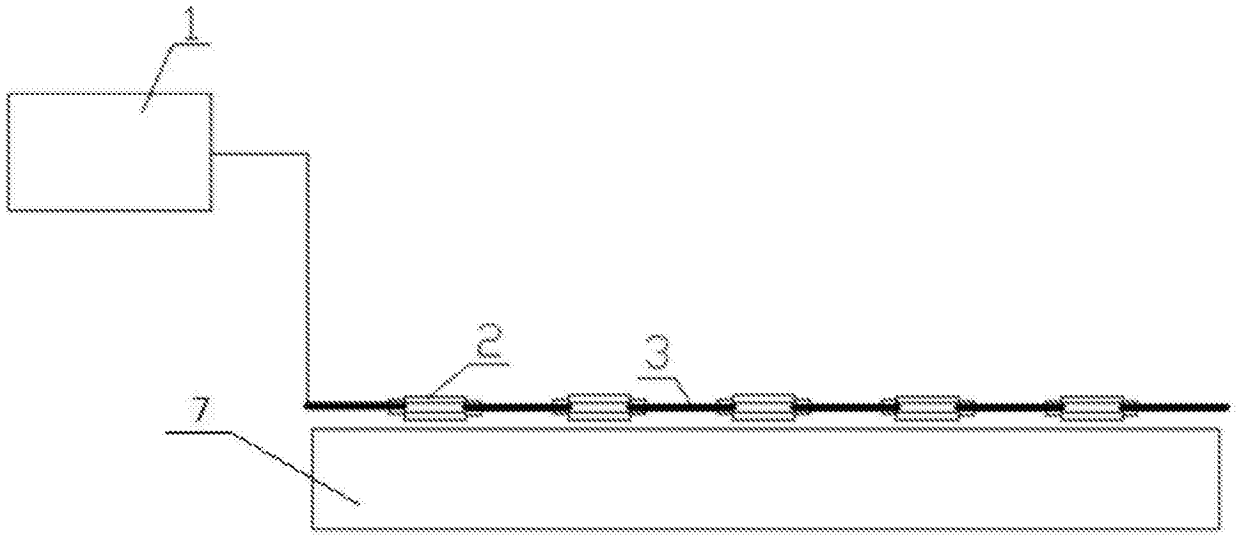


图 1



图 2