

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95115115.0

[45] 授权公告日 2001年3月7日

[11] 授权公告号 CN 1062946C

[22] 申请日 1995.8.18 [24] 颁证日 2001.1.13

[21] 申请号 95115115.0

[30] 优先权

[32] 1994.8.19 [33] US [31] 293,062

[73] 专利权人 美商卡登有限公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 霍华德·L·李登

罗伯特·J·布汀

卡尔文·R·黑斯廷斯

[56] 参考文献

US4428237 1984.1.31 G01N29/04

US5038614 1991.8.13 G01N29/04

审查员 24 52

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

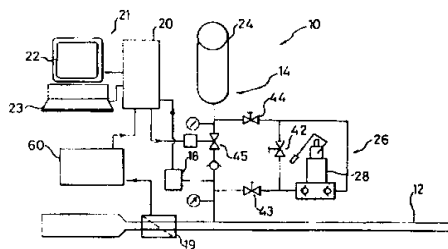
代理人 张民华

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图页数 5 页

[54] 发明名称 用于确定流体从管道中漏逸出来的位置的系统和方法

[57] 摘要

本发明是一种用于确定流体从管道中漏逸出来的位置的系统。它包括用于流体内表征有流体从管道中漏逸出来的压力波进行检测的装置或机构和用于在流体中产生一个试验压力波并接收该试验压力波的反射波来确定流体漏逸位置的装置或机构。该系统适用于管道中的任何流体,例如流体可以是但不限于气体或油类。



权 利 要 求 书

1. 一种用于确定流体从管道中漏逸的位置的系统,其特征是,包括:
 - 一用于对表征流体从所述管道中漏逸的流体中的一压力波进行检测或用于对一试验压力波进行检测的压力传感器,所述压力传感器与管道内部流体连接;
 - 一用于在与所述管道流体连接的管道流体内产生一试验压力波的机构;
 - 一用于对在靠近所述管道配置的流体中波的传播速度进行测试的机构;
 - 一用于根据试验压力波开始与反射检测之间经过的时间计算流体漏逸位置的控制和处理机构。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述试验压力波发生机构包括一个用于向管道提供一流体充量的蓄能器,所述蓄能器有一个阀门并与管道流体连通,所述阀门与控制和处理机构相连通。
3. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述试验压力波发生机构包括用于以流体给蓄能器加压的装置或机构。
4. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述控制和处理机构包括一台计算机。
5. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述控制和处理机构包括一个图象监视器和一个键盘。
6. 一种用于确定流体从管道中漏逸出来的位置的方法,其特征是,包括以下步骤:
 - 测取所述管道的一特征波形;
 - 对表征流体从所述管道中漏逸的流体中的一压力波进行检测;
 - 产生一试验压力波;
 - 对波在流体中的传播速度进行测量;以及
 - 根据试验压力波开始与收到试验压力波的反射之间经过的时间确定流体漏逸位置。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述试验压力波产生步骤包括一个将加压的流体流入管道的步骤。

8. 一种用于对管通进行测绘的系统,其特征是包括:

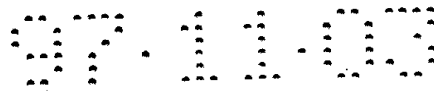
—用于在管道中产生一个试验压力波的机构,所述压力波产生机构设置成与管道内的流体相连通;

—用于对一试验压力波的反射波进行检测的压力传感器,所述压力传感器与管道内部连接;以及

—用于产生一个与管道测绘相对应的波信号的信号处理装置或机构,所述信号处理机构与所述压力传感器连接。

9. 如权利要求 8 所述的系统,其特征在于,试验压力波产生机构包括一个用于向管道提供一流体充量的蓄能器,所述蓄能器有一个阀门并与管道流体连通,所述阀门与控制和处理装置或机构相连通。

10. 如权利要求 8 所述的系统,其特征在于,所述信号处理机构包括一个图象监视器和一个键盘。



说明书

用于确定流体从管道中漏逸 出来的位置的系统及方法

本发明涉及管道，具体涉及一种用于确定流体从管道中漏逸出来的系统和方法。

众所周知，在把诸如原油、精炼油之类的流体从一处输送到另一处时要用管道。这些管道一般都敷设在地下，因此很难判断其泄漏和阻塞。迄今已经揭示了一些用于对管道泄漏进行检测和定位的系统。一种典型的系统是由得克萨斯州休斯敦市的 CRCethany 国际公司制造的。在这种检漏系统中，用检测器从管道的每一端对流体中表征管道破裂的波形进行监测。每个检测器进行检测的时间均予以记录。根据波在流体中的传播速度，可以用时间差来确定泄漏的位置。然而，这种系统的缺点在于泄漏处周围需要多个检测器。

本发明的目的在于提供一种用于确定流体从管道中漏逸的位置的系统。

本发明的目的还在于提供一种用于确定流体从管道中漏逸出来的位置的方法。

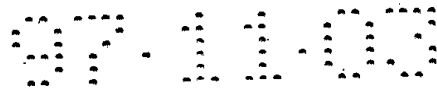
本发明的目的还在于提供一种用于对管道进行测绘的系统。

本发明提供一种用于确定流体从管道中漏逸的位置的系统，其特点是，包括：

一用于对表征流体从所述管道漏逸的流体中的一压力波进行检测或用于对一试验压力波进行检测的压力传感器，所述压力传感器与管道内部流体连接；

一用于在与所述管道流体连接的管道流体内产生一试验压力波的机构；

一用于对在靠近所述管道配置的流体中波的传播速度进行测试的机构；



—用于根据试验压力波开始与反射检测之间经过的时间计算流体漏逸位置的控制和处理机构。

本发明还提供一种用于确定流体从管道中漏逸出来的位置的方法，其特征是包括以下步骤：

测取所述管道的一特征波形；

对表征流体从所述管道中漏逸的流体中的一压力波进行检测；

产生一试验压力波；

对波在流体中的传播速度进行测量；以及

根据试验压力波开始与收到试验压力波的反射之间经过的时间确定流体漏逸位置。

本发明还提供一种用于对管道进行测绘的系统，其特点是，包括：

—用于在管道中产生一试验压力波的机构，所述压力波产生机构设置成与管道内的流体相连通；

—用于对一试验压力波的反射进行检测的压力传感器，所述压力传感器与管道内部连接；以及

—用于产生一个与管道测绘相对应的波信号的信号处理机构，所述信号处理机构与所述压力传感器连接。

本发明用于确定流体从管道中漏逸出来的位置的系统包括用于对作为一种状态变化而传播的压力波进行检测的装置或机构。这种传播是以音速在表征有流体从管道中漏逸如泄漏或未经批准的放出的流体介质中行进的一种平面波。该系统还包括用于通过产生一个作为一种状态变化传播的试验压力波来确定流体漏逸位置的。这种传播是以音速在流体介质中行进的一种平面波。本发明也用于确定管道阻塞(结块堵塞)的位置，在这种情况下，平面波从阻塞处反射。根据观察到的传输时间可以计算出至不连续点的实际距离。如果这个波遇到状态变化(泄漏)或一不连续点，则会向传播起始点发回一个反射波。流体可以是油类，但不限于此，因本系统可

适用于管道内的任何流体。

可取的是，位置确定装置或机构包括一个用于在管道内的流体中产生试验压力波的机构和一个用于检测试验压力波的反射波的机构。反射波检测机构和初始压力波感受装置或机构可以合用一个与信号处理及控制装置或机构如一台计算机相连接的压力传感器。从压力传感器来的压力信号被送入计算机中进行处理和分析。计算机可包括一个用于显示压力信号的图象显示器和一个用于与计算机对话的键盘。由于采用数字过滤技术所以能以很低的虚假报警率进行灵敏的检测。

本发明也是一种用于检测管道的系统。可以把到固定的不连续点、支管、弯头、接头和部分关闭的阀门的距离记录下来。该系统包括一个用于在管道内产生一个试验压力波的机构以及一个用于对试验压力波的反射波进行检测的机构。该检测机构可以是一个压力传感器和对压力信号进行全时处理的信号处理装置或机构。

以下结合附图说明本发明的较佳实施例和较佳实施例方法。对附图的简单说明。

图 1 是表示确定流体从管道中漏逸位置的系统的示意图。

图 2a - 2d 表示波在管道中的传播。

图 3 是管道内流体中的有效音速与温度的关系图。

图 4a 是表示管道特性测绘的一个波信号。

图 4b 是有一个管道中流体漏逸部位征兆的波信号。

图 5 是表示一个用于确定流体从管道中漏逸出来的位置的系统的实施例的示意图。

上述各附图中，相似或相同的部分采用相同的标号。图 1 示出了用于监测和确定流体从管道 12 中漏逸的位置的系统 10。系统 10 包括用于对流体内部表征出有流体从管道 12 中漏逸如泄漏的压力波进行检测的装置或机构。系统 10 还包括用于通过在管道 12 中的流体中产生一个试验压力波来确定流体漏逸位置的装置或机构。系统 10 适用于任何流体，故流体种类并无限制，可以是气体或油类，但

管道 12 内最好是气体。

流体从管道 12 中突然漏逸会产生一个间断的瞬态压力降，该压力降作为一个平面波在流体介质中沿管道 12 传播。管道壁起波导作用，而压力瞬态传播则是以波形式从漏逸处向两个方向上传去。这个波用诸如压力传感器 18 和信号处理和控制系统或机构 20 之类的检测装置或机构来检测。

可取的是，这种位置确定装置或机构包括一个用于在管道 12 内的流体中产生一个试验压力波的机构 14。这个试验压力波可以是一个正向压力波或一个负向压力波，可以是一个单一的波或多个波。位置确定装置或机构还包括一个用于对试验压力波的反射波进行检测的机构。这方面可参见美国专利申请 07/962524、07/962526 和 07/962457。反射波检测机构和原始压力波感受装置或机构均可以采用与信号处理和控制系统或机构 20 相连的一个压力传感器 18。

控制和处理装置或机构 20 最好包括一个计算机 21。从压力传感器 18 来的压力信号被馈入计算机 21 进行处理和分析。计算机 21 可以包括一个用于显示压力信号的显示器 22 和一个用于与计算机 21 对话的键盘 23。由于采用数字滤波技术所以能以很低的虚假警报率进行灵敏的检测。关于对从压力传感器 18 来的信号的信号处理的具体情况可参见美国机械工程师学会(ASME)出版物第 78 — PET — 54 号，M · T · Corington 著“管道破裂检测与控制”。

信号处理和控制系统或机构 20 根据对一个表征突然漏逸的波信号的识别控制试验波产生机构 14 向管道 12 内发出一个流体波。这个试验波沿管道 12 传播并最终被管道 12 内的流体分配器反射。反射波由反射波检测机构检测。

在一较佳实施例中，试验压力波产生机构 14 包括一个用于向管道 12 提供一流体充量的蓄能器 24。由处理和控制系统或机构 20 控制的阀门 65 一开启这一充量就放出来。最好是还有一个用于以流体给蓄能器 24 加压机构 26。加压装置或机构 26 可以包括一个

与管道 12 内的流体连通的泵 28。

应该理解到，试验波的反射代表了对管道 12 之内部的一种测绘。各种进口、出口和几何特性均可通过反射波来检测。这些特性中的每一个都部分地反映着一些试验波能量。通过将试验波反射与事前测取的管道 12 的特征反射波形进行比较，即可确定漏逸及其位置。

因此，本发明也是一个用于对管道 12 进行测绘的系统 100。系统 100 包括一个用于在管道 12 内产生一个试验压力波的机构 14。系统 100 还包括一个用于对试验压力波的反射波进行检测的机构。该检测机构可以是一个压力传感器 18 和对压力信号进行全时处理的信号处理装置或机构 20。

在系统 10 的运行过程中，信号处理和控制装置或机构 20 对管道压力进行连续监测来观察由诸如泄漏或放出之类的压力突然释放引起的管道压力中的不连续点，如图 2a 所示，当从管道 12 出现一个突然的压力释放 36 时，就有一个从某一压力稳态到一个较低状态的瞬态变化。如图 2b 所示，这种损坏产生一个负向的平面波 40。这个波 40 从释放点 36 向两个方向穿过管道 12 中的流体并以流体中的音速(波速)传播。系统 10 位于管道 12 或者严格地说是管道的一个管段的一端。将控制和处理装置或机构 20 设置成通过压力传感器 18 在负向压力波 40 通过监控点 38 时对其进行观察。

一俟观察到一个表征一个新的漏逸的负向压力波 40，系统 10 就启动控制和处理装置或机构 20 的一个数据记录程序。一个快速动作电磁阀 25 被打开。这个阀门的开启将一个高压充量从预先充注的蓄能器 24 充入管道 12 内。

蓄能器是通过打开阀门 41、42 和 43 来预充注，以平衡从管道 12 进入蓄能器 24 的压力(此时阀门 25 是关闭的)。然后关闭阀门 42 并用泵 28 使蓄能器 24 中的压力升高到比管道压力高 200—400 磅/平方英寸的程度。然后关闭阀 41 和 43。

如图 2c 所示，高压充量产生一个以流体波速在管道中从监控

点 38 传播出去的正向压力波 44。当该正向压力波 44 经过漏逸点 36 时，该正向压力波 44 的部分能量即被反向并产生一个可检测的负向波前反射 46。如图 2d 所示，这个负向波前 46 随后在流体内从漏逸点 36 向两个方向也以流体波速传播。

当这个负向波 46 经过监测点时，其幅值和到达时间由控制和处理装置或机构 20 记录。控制和处理装置或机构具有以前记录的正向波的起始时间，故可计算正向波的起始时刻和负向反射波的到达时刻之间的时间差($T_1 - T_2$)。

知道了这个时间差($T_1 - T_2$)和流体波速，即可得到从监测点 38 到漏逸处 36 的距离 L。系统 10 包括一个连续监测流体密度的超声波装置 19。根据测得的密度即可知道波 44 起始时的波速读数。超声波装置 19 的具体情况可参见美国专利申请 07/957, 411。

$$L = \text{波速} \times (T_1 - T_2) / 2$$

上式表示，如果知道从正向波 44 在监测点 38 处的起始到负向反射波 46 到达监测点 38 的时间差(秒)并把这个时间差乘以波速(英尺/秒)，即可知道两个波(正向波和负向反射波)传播的总距离。再把这个总距离除以 2，即可得到从监测点 38 到漏逸点的距离 L(英尺)。

图 4b 所示为试验波信号的反射波 30 之一例。用处理和装置或机构 20 对该反射波进行分析并将其图 4a 所示的试验波基准反射波 32 的特征进行比较。特征反射波 32 是一特定的管道 12 所特有的，它由管道 12 的几何参数以及特定的输出和输入连接点来表征。(管道 12 的测绘就是通过产生特征反射基准反射波 32 进行的。管道的每个特定的输出或输入连接点试验波产生一个反射波，试验波就能判别它和它的相对位置)。由于收积有特征试验波波形，任何对管道 12 来说是新的流出(或新的流进)均将表现为不同于特征试验波反射波 32 的波形的部分 34。波形部分 34 的检测可以是手动或自动的。波形部分 34 通过监测点 38 的时间用于计算至漏逸点的距离 L。

为了确定漏逸点的精确位置，必须测取实时波速的精确读数。例如，油作为一种不定介质在 60°F 时的波速约为 4100 英尺/秒。但由于管道的弹性，波速在管道 12 中有所降低。

$$C_p(T) = \frac{C(T)}{1 + \frac{CB}{tE}}$$

式中：

$C_p(T)$ = 管道内的流体波速

$C(T)$ = 一种不定介质中的流体波速

D = 管子外径

t = 管子壁厚

$B = C^2 \rho w/g$

ρw = 流体密度

g = 重力加速度

对于额定压力为 1200 磅/平方英寸的 6 英寸管子：

$D = 6.625$ 英寸

$t = 0.280$ 英寸

$E = 30 \times 10^6$ 磅/平方英寸

$\rho w = SG \times 62.4 = 50.88$ 磅/平方英寸

$g = 32.2$ 英尺/秒²

$B = 50.88/32.2 \times (4100)^2 = 26.57 \times 10^2 \times \#/FT^2 = 184500$ 磅/平方英

寸

因此：

$$C_p(T) = \frac{C(T)}{1 + \frac{6.625 \times 184500}{0.28 \times 30000000}}$$

$C_p = (0.934)C(t)$

$C_p=3830$ 英尺/秒

考虑到温度:

$C(\text{temp})=4502-6.7*T$

考虑到管道弹性, 有效音速为:

$C_p(\text{temp})=0.934*C(\text{temp})$

或 $C_p(\text{temp})=0.934*(4502-(6.7*t))=4205-(6.258*t)$

表 1

有效音速 C_p (英尺/秒)	温度 ($^{\circ}F$)
3955	40
3982	50
3830	60
3767	70
3704	80
3642	90
3579	100
3517	110
3454	120

表 1 中的数字绘制成图 3 的曲线。(对于适当的材料, 可采用查表法, 例如表 1, 来代表超声波装置 19)。

根据反射波的传递时间按下式确定到漏逸点的距离 L :

$L=(C_p*T_2-T_1/2)/5280$

式中: L =到漏逸点的距离(英里)

C_p =对于当时流体温度的有效音速(英尺/秒)

时间=反射压力波的总传递时间(从从试验压力波源到漏逸点并回到传感器 18)

例如:

给定:



1)80 度(华氏)的流体

2)反射时间为 35 秒

则 $L=(3704*35)/(2*5280)=12.26$ 英里

[$C_p(T)$ 也可由图 3 查得]

可取的是,系统 10 是一个用于确定流体从管道 12 或管道的一管段漏逸出来的位置的一个单点系统。在确定管道 12 上的漏逸点位置中,要在一段预定的时间内完成许多步骤。

在本发明的一个实施例中,系统 10 由若干相互连接的便携式部件组成,如图 5 所示。这些便携式部件是:单路外部传感器组件 19、压力发送器组件 15、监视器/处理器单元 20 和压力波发生器 14。

下面介绍每个部件。单路跨接传感器组件 19 包括一对超声波传感器 53、一个电阻温度检测器 54(RT)和一个安装夹具 55。压力传感器组件 15 包括一个要安装到一个永久安装的管道分支接头 80 上的压力传感器/发送器 18。压力传感器 18 还可包括三个截止阀 47、48、49、一个三通接头 51 和一个快速连接阀体 58。

监视器/处理器单元 20 可取地包括三个基本元件:一个 LEFM 电子单元 60、一个压力数据记录器 62 以及一个中央处理器和显示单元 21。LEFM 电子单元 60 是配置成用于接收和处理来自超声波传感器 53 和电阻温度检测器 54 的数据的一台工业质量的计算机。该电子单元 60 根据这些数据确定管道 12 内介质的音速(波速)以及建立为完成泄漏点位置确定步骤而设定的预定时间内的平均音速。有关 LEFM 电子单元 62 的使用方面的详细情况可参见美国专利申请号 07/957411。

压力数据记录器 62 是一台配置成用于接收和处理来自压力传感器 18 的数据的工业质量的计算机。数据记录器 62 以数字形式记录压力数据,记录并显示所有压力事件到达测量点处的时间。

中央处理器和显示单元 21 是一台工业质量的计算机,其配置成用于处理从 LEFM 电子单元 60 接收来的音速数据和从压力数据

记录器 62 来的压力事件和时间数据。计算机 21 对置于监视下的管段的任何泄漏或未经批准的放出的位置和大致数量进行计算并显示在一台一体化的 VGA 监视器 22 上。计算机 21 还包括一台打印机 64，用于提供管道监视结果的永久永录。

压力波发生器 14 包括一个通过释放阀 65、止回阀 66 和高压软管组件 68 连接到压力发送器组件 15 的预充注囊式蓄能器 24。与释放阀 65 并联的是一个由泵 28、二个隔离阀 44、44 和旁路阀 42 组成的装置或机构，用于把管道内的产品流体泵入蓄能器 24 内并使蓄能器 24 内的产品流体的压力升高至比管道压力高一个预定程度。

把系统 10 安装到管道 12 上的步骤如下。

将管道 12 的一个管段确定为需要对是否有正在发生的泄漏或未经批准的放出进行调查。选择该管段的一端作为测量位置。在该位置上将安装一个管道分支接头 80。管道分支接头 80 将包括一个带隔离阀 49 的焊接口或螺纹口以便允许管道介质进出。

将单路外部传感器组件 60 安装在管道 12 的外表面上靠近管道分支接头 80。每个传感器 53 通过传感器电缆 82 连接到装在监视器/处理器单元 20 内的 LEFM 电子单元 50 的适当接口。

关闭阀 49，把压力传感器组件 15 连接到管道分支接头 80 上。通过传感器电缆 83 把压力传感器 18 连接到压力数据记录器 62 的数据输入口并通过一根高压软管 68 和快速连接杆与压力波发生器 14 相连而形成压力连接。

系统的使用操作方法如下。

步骤 1

对位于压力波发生器 14 上的囊式蓄能器 24 进行预充注。为此请用一个装有压力调节器组件 88 的标准氮气瓶 86。卸去位于蓄压器 24 顶部的保护盖并把充注用具 90 连接到敞开的充注口。用高压软管 92 把压力调节器 88 的出口连接到充注用具 90 的进口。把充注用具上的放气阀 97 转半圈而打开。在确保调节器调整螺钉完全

退回(调节器关闭)的情况下打开氮气瓶隔离阀。向里拧压力调节器 88 的调整螺钉(氮气会从放气阀 97 逸出)直至调节器 88 上的出口压力表读数为 400 磅/平方英寸, 然后关闭充注用具的放气阀。向里拧充注用具上的提升阀直至将其一直拧到底。调节器出口压力表上的压力读数将下降, 表示出氮气正在瓶 86 和蓄能器 24 之间流动。当压力读数回升并稳定于 400 磅/平方英寸时充注即告完成。向回拧充注用具 90 的提升阀直至将其一直拧上来。关闭氮气瓶隔离阀并打开充注用具的放气阀 97, 以释放包含在充注用具 90 和氮气瓶 86 之间的任何压力。将高压软管 92 从注用具 90 和压力调节器 88 脱开并将保护盖重新装在蓄能器 24 上。至此, 蓄能器 24 就预充注完毕。

给监视器/处理器单元 20 通电。这一系统将在显示器 22 上显示出一个数据输入幕表。请根据显示器屏幕上显示出一个数据输入幕表。请根据显示器屏幕上显示出来的适当提示输入管道的数据(管通直径、壁厚等)。计算出的音速将被连续地显示出来(英尺/秒)。

打开压力发送器组件 15 的管道阀门 49 和阀门 48。快速打开释放阀 87 以放出积留在高压软管 68 内的任何空气。在打开阀 87 时会有管道内的产品流体流出来, 故应准备好适当的容器。当空气从系统流出时, 即关闭阀 87。

步骤 2

在确保阀 65 关闭的情况下打开阀 43、44 和 65 使泵 28 两边的压力均衡。管道压力将表示在两个压力表 92、94 上。关闭阀 (D)42 并使泵 28 运转, 直至压力表 94 上的读数比压力表 92 高一个预定值。管道 12 与蓄能器 24 之间的压力差应处于 200 到 400 磅/平方英寸。压力差越大, 系统 10 的作用越有效, 但应注意保证蓄能器 24 内的压力不要超过管道 12 的最大允许工作压力(MAP)。

输入适当的命令(logp)以访问数据记录器。输入一个适当的文件名称——最多 8 个字符+.dat(AC1234.dat)。通过把管道长度(英尺)除以显示的音速来选择足够使压力波以显示的音速在管段的整个

长度上传输的定位步骤所用的一段时间,把这段时间加倍(以允许任何反射波传回到监测点)再乘以一个允差系数.

举例:

管段长度=25 英里或 132, 000 英尺

计算音速=3600 英尺/秒

允差系数=3

$132000 \div 3600 = 36.666$ 秒(传输时间, 秒)

$36.66 \times 2 = 73.33 \times 3 = 219.99$ 秒

选择大于 219 秒的最接近整分单位即 4 分(240 秒).

一旦将选择的时间输入, 数据记录器 62 将开始接收管道压力数据. 在一适当的时间标记处(输入时间后约 30 秒)突然打开释放阀 65. 在所选择的时间结束时数据记录器 62 将自动停止接收压力数据.

选择数据记录器中的压力数据显示程序(algordsp). 见美国专利申请 07/962524、07/962526 和 07/962457. 选择文件名称(AC1234 . dat). 压力分布和时间基准将显示在监视器屏幕 22 上. 卷过压力分布数据直至正向波(被看作在大致 30 秒处开始)处在屏幕中央, 把光标对准波形最顶端(即显示在屏幕顶端的最高压力值处). 记录显示为时间“ A ”的时间.

当正向诱导波通过被查管段时, 波的能量因与止回阀、断流阀和控制阀等装置相关联的管道横截面的变化而改变. 这类装置的位置是已知的并应在一个泄漏点确定步骤开始之前就记录下来. 同时, 波的能量也因与产品流体进入放出点或通过泄漏点相关联的管道压力稳态的变化而改变. 由于压压波能量的改变, 因而产生了一个负向压力或反射波. 这些负向波反射同样以介质的音速传播过管道介质.

继续卷过压力分布数据并观察波反射, 把光标对准反射波形的最底端(即显示在屏幕底端的最低压力值处). 记录显示为时间“ B ”的时间. 如果观察到许多波反射, 则把它所记为“ 1 ”、“ 2 ”、

“3”等。

退出压力数据显示程序。系统将缺席于数据输入屏幕状态。按照适当的提示输入时间“A”即XXX·XXX秒。按照适当的提示输入时间“B”或时间“B1”、“B2”、“B3”等。在所有时间均输入后输入“Locationcalc(位置计算)”命令。将显示出每个反射波发生源的位置。

即“B1”=XX,XXX英尺

“B2”=X,XXXX英尺

“B3”=XXX,XXX英尺将这些位置已知装置的位置加以比较。如果有一种相关关系，则就知道反射波是由对应的装置发生的。记录到的没有一个对应的已知位置的任何位置都应作为泄漏点或未经批准的放出而加以调查。

重复步骤2至少两次以上并在开始调查之前确定泄漏点或未经批准的放出事件的平均位置。这些步骤重复得越多，平均位置也就越精确。

虽然为了说明的目的通过上述实施例对本发明做了详细的描述，但是应该理解，这些具体描述仅仅为了说明，熟悉本专业的人员可以在不偏离下述本发明的权利要求的精神和范围的情况下作出种种变型。

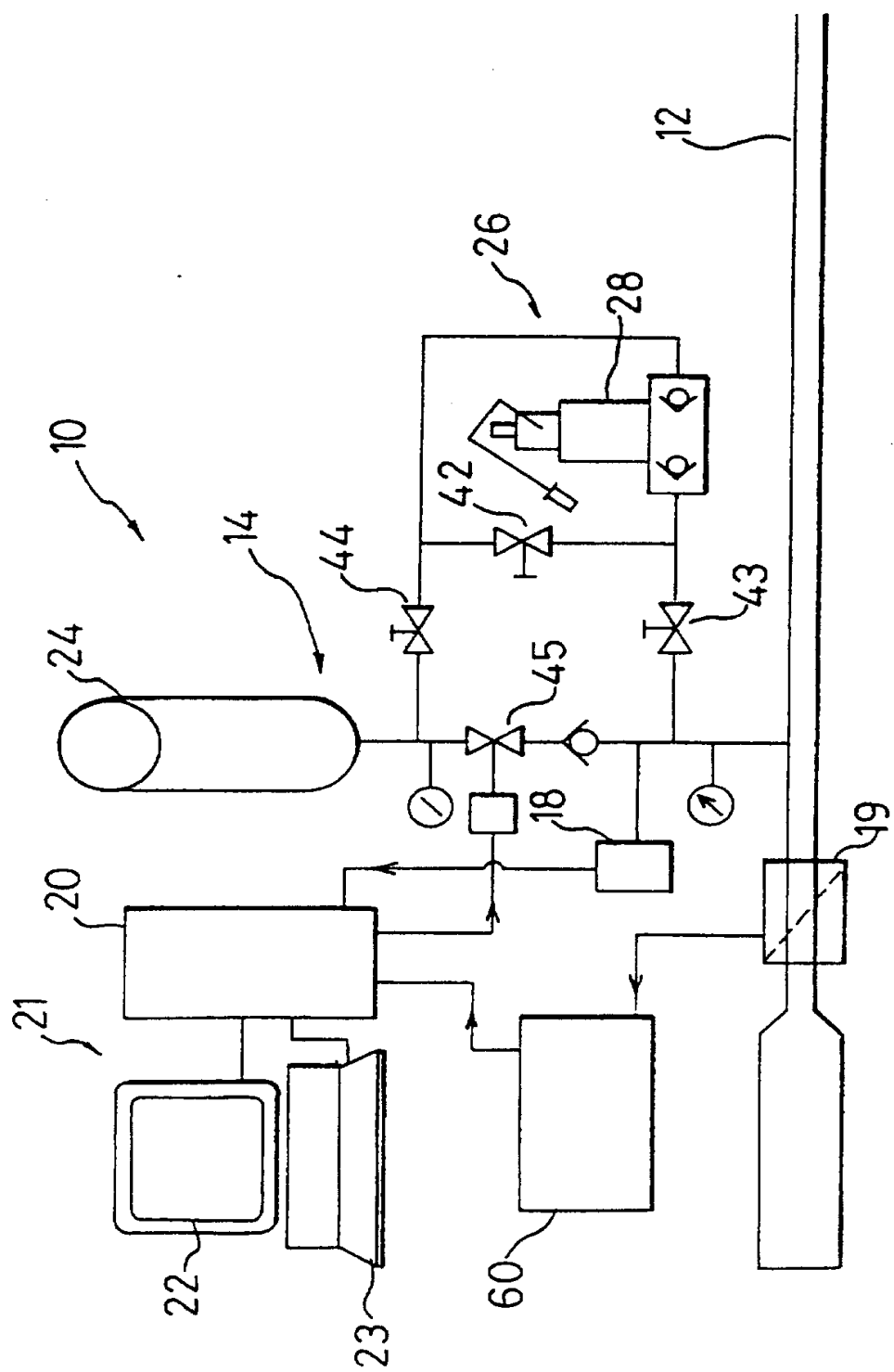


图 1

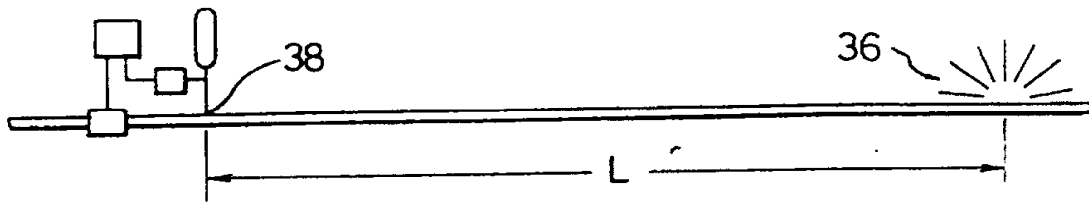


图 2a

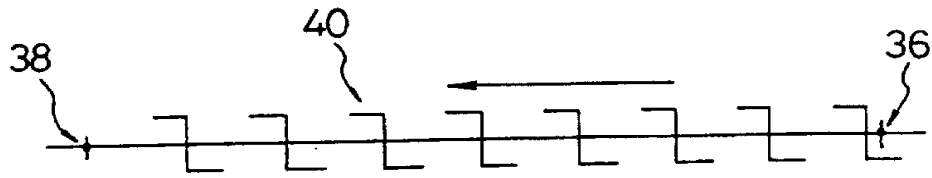


图 2b

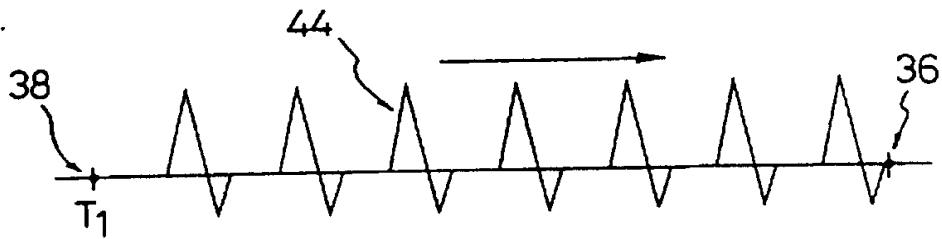


图 2c

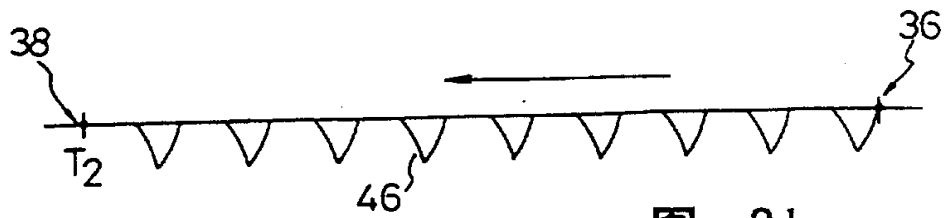


图 2d

有效音速与温度的关系

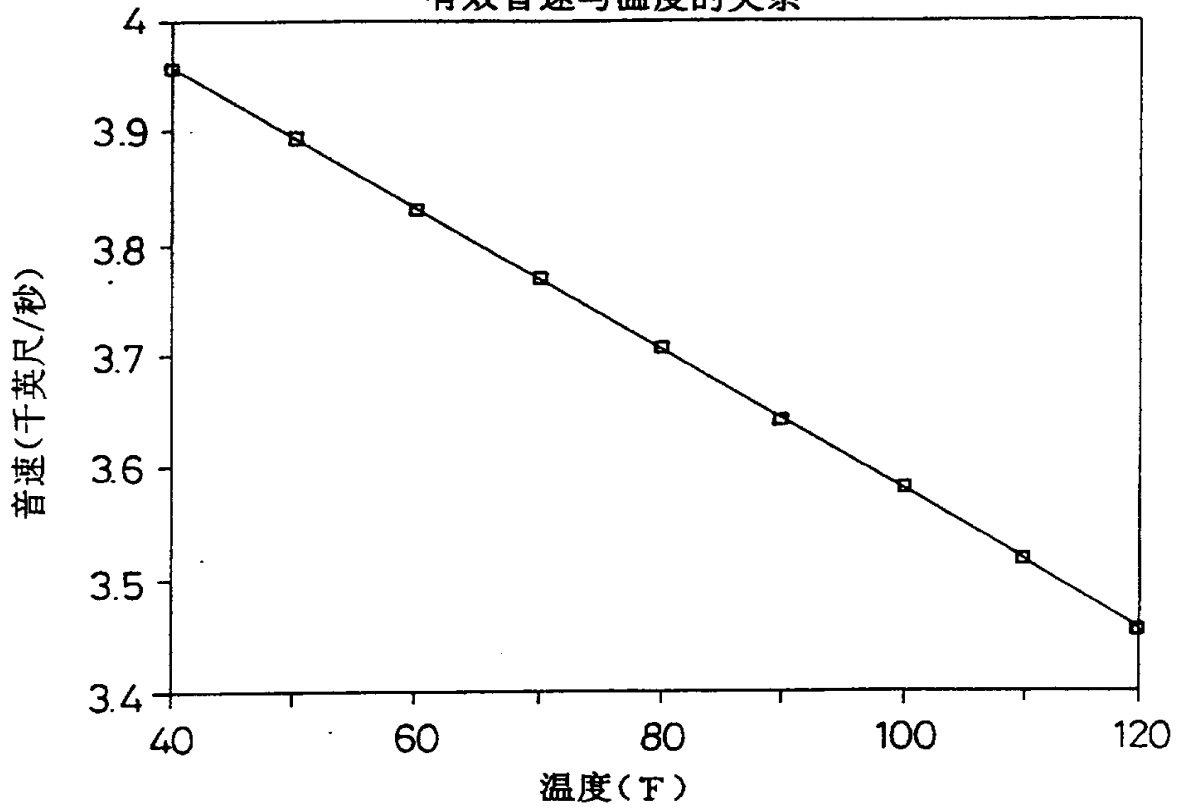


图 3

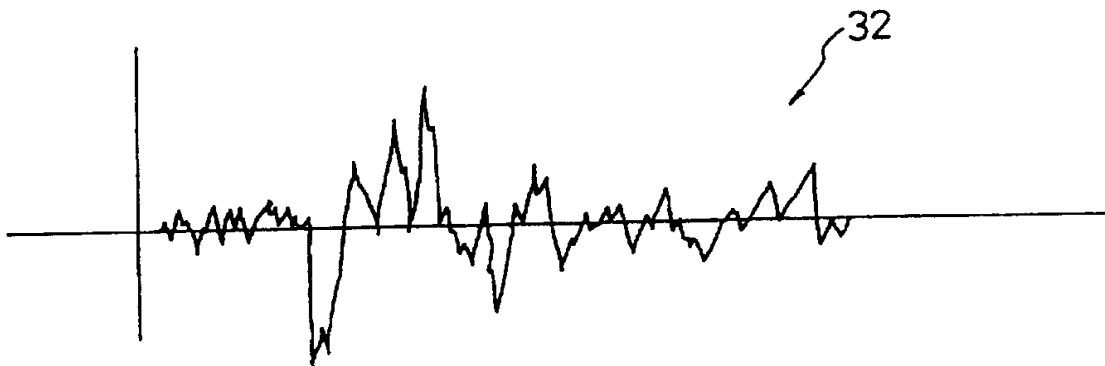


图 4a

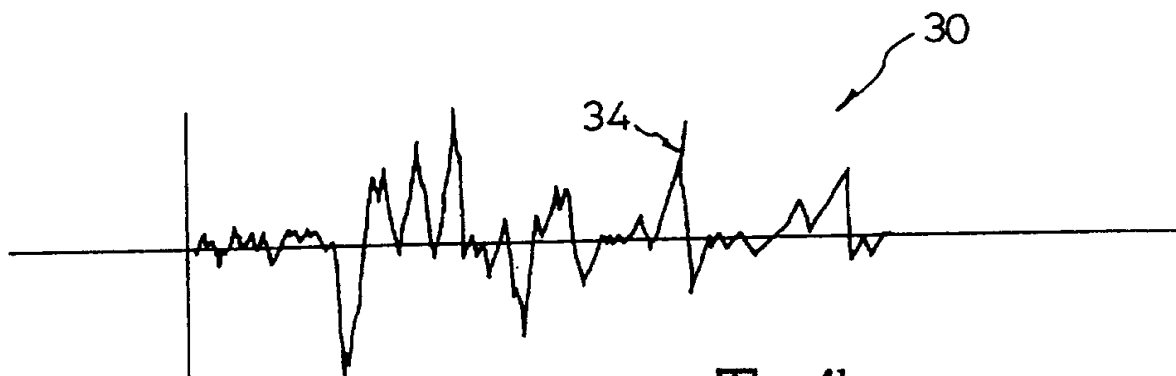


图 4b

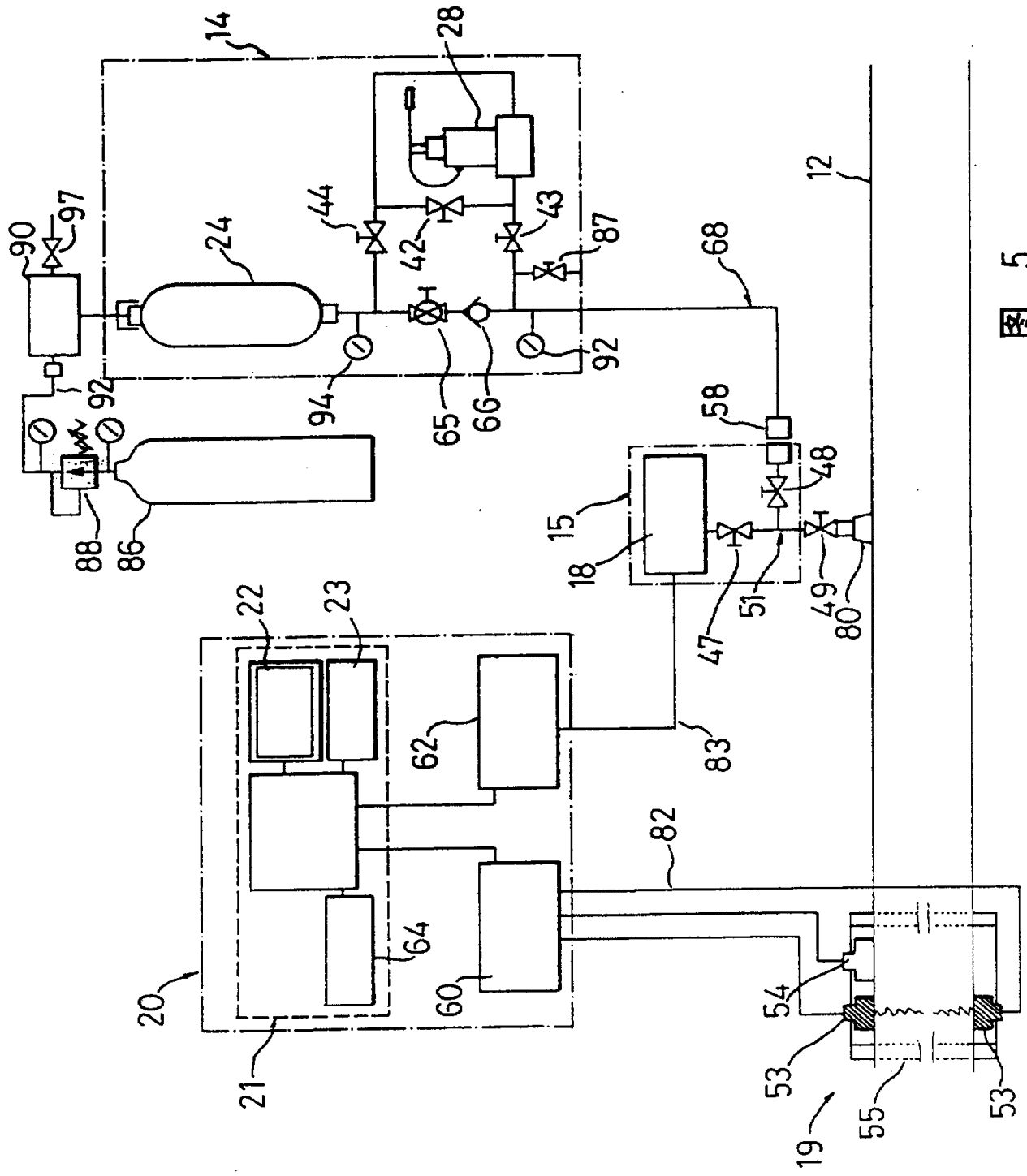


图 5