



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108572134 B

(45)授权公告日 2020.03.10

(21)申请号 201810194761.3

(22)申请日 2018.03.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108572134 A

(43)申请公布日 2018.09.25

(73)专利权人 广州特种承压设备检测研究院

地址 510663 广东省广州市黄埔区科研路9号

(72)发明人 杨波 王志刚 李茂东 翟伟

李仕平 黄国家 张双红 笪箐

丁金森 涂欣 伍振凌 何颖怡

(74)专利代理机构 北京市立方律师事务所

11330

代理人 刘延喜

(51)Int.Cl.

G01N 17/00(2006.01)

(56)对比文件

陈国华等.基于应变硬化和循环载荷的PE管材慢速裂纹增长试验新方法评述.《高分子通报》.2018,

L. Kurelec 等.Strain hardening modulus as a measure of environmental stress crack resistance of high density polyethylene.《Polymer》.2005,

审查员 王改英

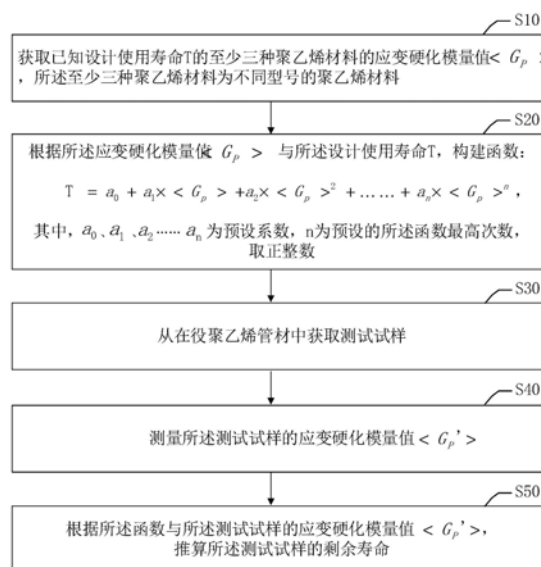
权利要求书3页 说明书12页 附图4页

(54)发明名称

管材剩余寿命的测试方法和测试系统

(57)摘要

本发明提供了一种管材剩余寿命的测试方法和测试系统,所述管材剩余寿命的测试方法包括:获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 G_p ,所述至少三种聚乙烯材料为不同型号的聚乙烯材料;根据所述应变硬化模量值 G_p 与所述设计使用寿命 T ,构建函数: $T = a_0 + a_1 \times \langle G_p \rangle + a_2 \times \langle G_p \rangle^2 + \dots + a_n \times \langle G_p \rangle^n$,其中, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ 为预设系数, n 为预设的所述函数最高次数,取正整数;从在役管材中获取测试试样;测量所述测试试样的应变硬化模量值 G_p' ;根据所述函数与所述测试试样的应变硬化模量值 G_p' ,推算所述测试试样的剩余寿命。本发明可得到所述测试试样的剩余寿命,以作为所述在役管材因慢速裂纹扩展而失效的剩余寿命参考数值,及时发现因慢速裂纹扩展而失效的风险。



1. 一种管材剩余寿命的测试方法,其特征在于,包括:

获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$,所述至少三种聚乙烯材料为不同型号的聚乙烯材料;

根据所述应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 与所述设计使用寿命 T ,构建函数:

$$T = a_0 + a_1 \times \langle G_p \rangle + a_2 \times \langle G_p \rangle^2 + \cdots + a_n \times \langle G_p \rangle^n,$$

其中, a_0 、 a_1 、 a_2 、 $\cdots$ 、 a_n 为预设系数, n 为预设的所述函数最高次数,取正整数;

从在役聚乙烯管材中获取测试试样,包括:从所述在役聚乙烯管材中截取部分管材作为所述测试试样;

测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$;

根据所述函数与所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$,推算所述测试试样的剩余寿命;

所述获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$,包括:

分别制作所述至少三种聚乙烯材料中每种聚乙烯材料的至少五片标准试样;

通过高温拉伸试验,得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{pi} \rangle$,其中, i 为所述标准试样的编号;

根据所述每片标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{pi} \rangle$,计算每种聚乙烯材料的应变硬化模量值的均方根平均值,将所述均方根平均值作为所述应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 。

2. 根据权利要求1所述的测试方法,其特征在于,所述推算所述测试试样的剩余寿命之后,还包括:

根据所述剩余寿命,判断是否更换所述在役聚乙烯管材。

3. 根据权利要求2所述的测试方法,其特征在于,所述判断是否更换在役聚乙烯管材,包括:

当所述剩余寿命不大于第一预设值,则更换所述在役聚乙烯管材;

当所述剩余寿命大于所述第一预设值、小于第二预设值,则监控所述在役聚乙烯管材。

4. 根据权利要求1所述的测试方法,其特征在于,所述分别制作所述至少三种聚乙烯材料中每种聚乙烯材料的至少五片标准试样,包括:

在压模设备中制备出每种聚乙烯材料的所述至少五片标准试样,所述标准试样为哑铃状薄片,所述哑铃状薄片包括中部测试部分和两端夹持部分,所述哑铃状薄片的厚度为0.3mm-1mm;

将所述至少五片标准试样置于115℃-125℃的环境下退火一小时后,以小于2℃/min的冷却速度使试样冷却至室温。

5. 根据权利要求4所述的测试方法,其特征在于,所述通过高温拉伸试验,得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{pi} \rangle$,包括:

将所述哑铃状薄片置于80℃的恒温箱中放置30min-60min;

将所述两端夹持部分夹持于高温拉伸试验机上,以5mm/min的应变率施加0.4Mpa的预应力;

以20mm/min的恒定移动速度拉伸所述哑铃状薄片,收集所述中部测试部分的拉伸比 λ 在8-12之间的数据值,所述拉伸比 $\lambda = \frac{L}{L_0}$,其中 L_0 为所述中部测试部分的初始长度,所述 L

为所述中部测试部分拉伸后的长度；

记录所述拉伸比 λ 和所述拉伸过程中真应力 σ_{true} 的对应关系： $\sigma_{\text{true}} = \lambda \times \frac{F}{A_0}$ ，其中，F

为与所述拉伸比的数据值对应的拉伸力， A_0 为所述哑铃状薄片中部测试部分的初始横截面积；

根据Neo-Hookean本构模型，以及 $\lambda=12$ 与 $\lambda=8$ 时，所述对应关系的斜率K，确定每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$ 为：

$$\langle G_{Pi} \rangle = 20K。$$

6. 根据权利要求4所述的测试方法，其特征在于，所述从在役聚乙烯管材中获取测试试样，包括：

从所述在役聚乙烯管材中获取测试材料，将所述测试材料在制样机中加工为所述测试试样；

所述测试试样为哑铃状薄片，所述哑铃状薄片包括中部测试部分和两端夹持部分的，所述哑铃状薄片的厚度为0.3mm-1mm。

7. 根据权利要求6所述的测试方法，其特征在于，所述测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ ，包括：

将所述测试试样置于80℃的恒温箱中放置30min-60min；

将所述测试试样的两端夹持部分夹持于高温拉伸试验机上，以5mm/min的应变率施加0.4Mpa的预应力；

以20mm/min的恒定移动速度拉伸所述测试试样，收集所述测试试样中部测试部分的拉伸比 λ' 在8-12之间的数据值，所述拉伸比 $\lambda' = \frac{L'}{L_0'}$ ，其中 L_0' 为所述测试试样中部测试部分的初始长度，所述 L' 为所述测试试样中部测试部分拉伸后的长度；

记录所述拉伸比 λ' 和所述拉伸过程中真应力 σ_{true}' 的对应关系： $\sigma_{\text{true}}' = \lambda' \times \frac{F'}{A_0'}$ ，其

中， F' 为与所述拉伸比 λ' 的数据值对应的拉伸力， A_0' 为所述测试试样中部测试部分的初始横截面积；

根据Neo-Hookean本构模型，以及 $\lambda'=12$ 与 $\lambda'=8$ 时，所述对应关系的斜率 K' ，确定所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ 为

$$\langle G_P' \rangle = 20K'。$$

8. 根据权利要求7所述的测试方法，其特征在于，所述测试试样至少为两片；所述根据Neo-Hookean本构模型，以及 $\lambda'=12$ 与 $\lambda'=8$ 时，所述对应关系的斜率 K' ，确定所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ ，包括：

确定每一片所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi}' \rangle$ ；

计算所述应变硬化模量值 $\langle G_{Pi}' \rangle$ 的均方根平均值，将所述均方根平均值作为所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ 。

9. 一种管材剩余寿命的测试系统，其特征在于，包括：

制样装置：用于从在役聚乙烯管材中获取测试试样，包括：从所述在役聚乙烯管材中截

取部分管材作为所述测试试样；

拉伸测试装置：用于测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ ；

中央处理器：用于获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ ，所述至少三种聚乙烯材料为不同型号的聚乙烯材料；根据所述应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 与所述设计使用寿命 T ，构建函数：

$T = a_0 + a_1 \times \langle G_P \rangle + a_2 \times \langle G_P \rangle^2 + \dots + a_n \times \langle G_P \rangle^n$ ，其中， a_0 、 a_1 、 a_2 …… a_n 为预设系数， n 为预设的函数最高次数，取正整数；根据所述函数与所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ ，推算所述测试试样的剩余寿命；

所述获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ ，包括：

分别制作所述至少三种聚乙烯材料中每种聚乙烯材料的至少五片标准试样；

通过高温拉伸试验，得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$ ，其中， i 为所述标准试样的编号；

根据所述每片标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$ ，计算每种聚乙烯材料的应变硬化模量值的均方根平均值，将所述均方根平均值作为所述应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 。

管材剩余寿命的测试方法和测试系统

技术领域

[0001] 本发明涉及材料测试技术,尤其是一种管材剩余寿命的测试方法和测试系统。

背景技术

[0002] 聚乙烯(PE)燃气管道由于其耐腐蚀性强、力学性能好、使用寿命长及环保等优势已逐步取代钢管,作为天然气输送的常用手段,在城市燃气管道网中广泛使用。目前,我国铺设的在役聚乙烯燃气管材主要为第三代PE100级管材,其设计寿命为58年,至今已经投入使用约20年左右;由于燃气管材常年深埋地底,持续受到土壤压力、热氧老化、点载荷及腐蚀等各种外界因素影响,随着服役时间的增加,管材自身容易形成局部应力集中,最终导致管材容易出现慢速裂纹失效,直接影响在役PE燃气管材的剩余寿命。在役PE燃气管材是承压特种设备,运输的都是易燃易爆品,一旦发生燃气泄漏,后果将是致命的;所以,在役PE燃气管材剩余寿命能否达到预先设计寿命,直接影响到城市燃气管道网的正常运行及人民的生命财产安全,是一项及其重要的技术指标。但到目前为止,国内外缺乏针对在役PE燃气管材剩余寿命的快速有效评价方法,不少城市的燃气管道网由于缺乏准确有效的剩余寿命有效预测方法,无法及时有效地对失效管材进行更换,导致燃气泄漏事故和质量安全事故时有发生,甚至还引发了爆炸事故,给城市公共安全造成了严重的隐患。

[0003] 因此,准确有效地对在役PE管材剩余寿命分析,以及时更换失效管材,可有效减少燃气泄露等事故;而且,提出一种试验周期短、试验条件简单、成本低的在役PE燃气管材剩余寿命预测加速评价方法,可为PE燃气管材的质量和成本控制提供强有力的安全保证,可缩短新型燃气管材专用树脂的开发周期,还可保障现有燃气管道系统的安全运行。

发明内容

[0004] 本发明的目的旨在至少解决上述技术缺陷之一,特别是针对管道系统的剩余寿命难以估算的问题。

[0005] 本发明提供了一种管材剩余寿命的测试方法,包括:

[0006] 获取已知设计使用寿命T的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$,所述至少三种聚乙烯材料为不同型号的聚乙烯材料;

[0007] 根据所述应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 与所述设计使用寿命T,构建函数:

[0008] $T = a_0 + a_1 \times \langle G_p \rangle + a_2 \times \langle G_p \rangle^2 + \dots + a_n \times \langle G_p \rangle^n$, 其中, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ 为预设系数, n 为预设的所述函数最高次数,取正整数;

[0009] 从在役聚乙烯管材中获取测试试样;

[0010] 测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$;

[0011] 根据所述函数与所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$,推算所述测试试样的剩余寿命。

[0012] 优选地,所述推算所述测试试样的剩余寿命之后,还包括:

[0013] 根据所述剩余寿命,判断是否更换所述在役聚乙烯管材。

- [0014] 优选地,所述判断是否更换在役聚乙烯管材,包括:
- [0015] 当所述剩余寿命不大于第一预设值,则更换所述在役聚乙烯管材;
- [0016] 当所述剩余寿命大于所述第一预设值、小于第二预设值,则监控所述在役聚乙烯管材。
- [0017] 优选地,所述获取已知设计使用寿命T的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$,包括:
- [0018] 分别制作所述至少三种聚乙烯材料中每种聚乙烯材料至少五片标准试样;
- [0019] 通过高温拉伸试验,得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$,其中,i为所述标准试样的编号;
- [0020] 根据所述每片标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$,计算每种聚乙烯材料的应变硬化模量值的均方根平均值,将所述均方根平均值作为所述应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 。
- [0021] 优选地,所述分别制作所述至少三种聚乙烯材料中每种聚乙烯材料的至少五片标准试样,包括:
- [0022] 在压模设备中制备出每种聚乙烯材料的所述至少五片标准试样,所述标准试样为包括中部测试部分和两端夹持部分的哑铃状薄片,所述哑铃状薄片的厚度为0.3mm-1mm;
- [0023] 将所述至少五片标准试样置于115℃-125℃的环境下退火一小时后,以小于2℃/min的冷却速度使试样冷却至室温。
- [0024] 优选地,所述通过高温拉伸试验,得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$,包括:
- [0025] 将所述哑铃状薄片置于80℃的恒温箱中放置30min-60min;
- [0026] 将所述两端夹持部分夹持于高温拉伸试验机上,以5mm/min的应变率施加0.4Mpa的预应力;
- [0027] 以20mm/min的恒定移动速度拉伸所述哑铃状薄片,收集所述中部测试部分的拉伸比 λ 在8-12之间的数据值,所述拉伸比 $\lambda = \frac{L}{L_0}$,其中 L_0 为所述中部测试部分的初始长度,所述L为所述中部测试部分拉伸后的长度;
- [0028] 记录所述拉伸比 λ 和所述拉伸过程中真应力 σ_{true} 的对应关系: $\sigma_{true} = \lambda \times \frac{F}{A_0}$,其中,F为与所述拉伸比的数据值对应的拉伸力, A_0 为所述哑铃状薄片中部测试部分的初始横截面积;
- [0029] 根据Neo-Hookean本构模型,以及 $\lambda=12$ 与 $\lambda=8$ 时,所述对应关系的斜率K,确定每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$ 为:
- [0030] $\langle G_{Pi} \rangle = 20K$ 。
- [0031] 优选地,所述从在役聚乙烯管材中获取测试试样,包括:
- [0032] 从所述在役聚乙烯管材中获取测试材料,将所述测试材料在制样机中加工为所述测试试样;
- [0033] 所述测试试样为包括中部测试部分和两端夹持部分的哑铃状薄片,所述哑铃状

薄片的厚度为0.3mm-1mm

[0034] 优选地,所述测量所述测试试样的应变硬化模量值 G_P' ,包括:

[0035] 将所述测试试样置于80℃的恒温箱中放置30min-60min;

[0036] 将所述测试试样的两端夹持部分夹持于高温拉伸试验机上,以5mm/min 的应变率施加0.4Mpa的预应力;

[0037] 以20mm/min的恒定移动速度拉伸所述测试试样,收集所述测试试样中部 测试部

分的拉伸比 λ' 在8-12之间的数据值,所述拉伸比 $\lambda' = \frac{L'}{L_0'}$,其中 L_0' 为所述测试试样中部测

试部分的初始长度,所述 L' 为所述测试试样中部测试 部分拉伸后的长度;

[0038] 记录所述拉伸比 λ' 和所述拉伸过程中真应力 σ_{true}' 的对应关系:

$\sigma_{true}' = \lambda' \times \frac{F'}{A_0'}$,其中, F' 为与所述拉伸比 λ' 的数据值对应的拉伸力, A_0' 为所述测试试

样中部测试部分的初始横截面积;

[0039] 根据Neo-Hookean本构模型,以及 $\lambda' = 12$ 与 $\lambda' = 8$ 时,所述对应关系 的斜率 K' ,确定所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ 为

[0040] $\langle G_P' \rangle = 20K'$ 。

[0041] 优选地,所述测试试样至少为两片;所述根据Neo-Hookean本构模型, 以及 $\lambda' = 12$ 与 $\lambda' = 8$ 时,所述对应关系的斜率 K' ,确定所述测试试样的 应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$,包括:

[0042] 确定每一片所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi}' \rangle$;

[0043] 计算所述应变硬化模量值 $\langle G_{Pi}' \rangle$ 的均方根平均值,将所述均方根平 均值作为所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ 。

[0044] 本发明还提出一种管材剩余寿命的测试系统,包括:

[0045] 制样装置:用于从在役聚乙烯管材中获取测试试样;

[0046] 拉伸测试装置:用于测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$;

[0047] 中央处理器:用于获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应 变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$,所述至少三种聚乙烯材料为不同型号的聚乙烯材料;根据所述应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 与所述设计使用寿命 T ,构建函数:

[0048] $T = a_0 + a_1 \times \langle G_P \rangle + a_2 \times \langle G_P \rangle^2 + \dots + a_n \times \langle G_P \rangle^n$,其中, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ 为预设系数, n 为预设的所述函数最高次数,取正整数;根据所述函数与所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$,推算所述测试试 样的剩余寿命。

[0049] 本发明的有益效果如下:

[0050] 1、本发明可先对已知设计使用寿命 T 的聚乙烯材料进行分析,以构建应 变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 与所述设计使用寿命 T 的函数;再从在役聚乙烯管材中 获取测试试样,测量所述在役聚乙烯管材的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$,最后 结合所述函数,得到所述测试试样的剩余寿命,以作为所述在役聚乙烯管材 因慢速裂纹扩展而失效的剩余寿命参考数值,可及时发现现在役聚乙烯管材因 慢速裂纹扩展而失效的风险;本发明可有效评估不同的在役聚乙烯 管材的剩 余寿命,以根据所述剩余寿命对所述在役聚乙烯管材采取不同处理措施。

[0051] 2、本发明可通过测量多个所述标准试样的应变硬化模量值,并取均方根 平均值,

以修正现有技术中已知聚乙烯材料的应变硬化模量值；并将所述标准试样的制作参数和测量参数作为后续测试试样的测量参数，可进一步提高所述剩余寿命的推算结果；本发明尤其适用于燃气管道的剩余寿命分析。

[0052] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，这些将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0053] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

[0054] 图1为本发明所述测试方法第一实施例的流程示意图。

[0055] 图2为本发明中拉伸测试装置一个实施例的结构示意图；

[0056] 图3为本发明中拉伸测试装置又一实施例的结构示意图；

[0057] 图4为本发明中拉伸测试装置另一实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0058] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能解释为对本发明的限制。

[0059] 本技术领域技术人员可以理解，除非特意声明，这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是，本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件，但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解，当我们称元件被“连接”到另一元件时，它可以直接连接到其他元件，或者也可以存在中间元件。此外，这里使用的“连接”可以包括无线连接。这里使用的措辞“和/或”包括一个或更多个相关联的列出项的全部或任一单元和全部组合。

[0060] 本技术领域技术人员可以理解，除非另外定义，这里使用的所有术语（包括技术术语和科学术语），具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是，诸如通用字典中定义的那些术语，应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义，并且除非像这里一样被特定定义，否则不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0061] 如图1所示的流程图，本发明提出一种管材剩余寿命的测试方法第一实施例，包括如下步骤：

[0062] 步骤S10：获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ ，所述至少三种聚乙烯材料为不同型号的聚乙烯材料；

[0063] 现有技术中已公开多种材料的性能参数，例如材料的弹性模量、泊松比、密度、热膨胀系数、屈服强度、抗拉强度、伸长率、应变硬化模量值等。在材料测试过程中，通过相关性分析，可发现所述性能参数中的应变硬化模量值与材料的慢速裂纹扩展高度相关，故可通过测试材料的应变硬化模量值推算材料的慢速裂纹扩展失效使用寿命。对已知设计使用寿命 T 的不同型号的聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ ，进行相关性分析，可获得所述

应变 硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 与所述设计使用寿命 T 之间的函数关系。所述不同型号 的聚乙烯材料包括各聚乙烯生厂商命名的不同牌号的聚乙烯材料制成的管 材,例如:采用100级高密度聚乙烯制成的管材,其设计寿命 T 为58年,或 采用耐开裂聚乙烯PE100-RC制作的管材,其设计寿命 T 为100年等。

[0064] 所述应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 与对应的设计使用寿命 T 可采用各厂商标 称的数值,亦可自行进行测试,以获得更准确的数值。

[0065] 步骤S20:根据所述应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 与所述设计使用寿命 T ,构 建函数:

[0066] $T = a_0 + a_1 \times \langle G_p \rangle + a_2 \times \langle G_p \rangle^2 + \dots + a_n \times \langle G_p \rangle^n$,其中, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ 为预设系数, n 为预设的所述函数最高次数,取正整数;

[0067] 在本发明中,已知至少三种不同型号聚乙烯材料的设计使用寿命 T 和应 变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$,可通过牛顿迭代法等分析方法求解方程,得到各预 设系数的数值,从而得到应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 与设计使用寿命 T 之间的 函数关系。将已知设计使用寿命的一种型号聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 与设计使用寿命 T 作为一个数组,当有两组数组时,可求得误差函 数为零的直线方程,但其误差较大;为提高迭代精度,本发明可取更多所述 数组,以获得一元 n 次的拟合方程,提高构建所述函数的准确性。所述数组 的个数可超过所述正整数 n ,再通过牛顿迭代法拟合出最小化误差的函数,以使拟合的函数误差进一步缩小;所述数组中的一部分数值可能位于拟合的 函数曲线上,另一部分则均匀地分布于所述函数曲线的两侧。所述数组的数 量越多,构建的函数误差率越低。

[0068] 步骤S30:从在役聚乙烯管材中获取测试试样;

[0069] 所述在役聚乙烯管材为正在使用中的管材,例如埋于地下的燃气管材等。在前一 步骤中拟合出所述应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 与所述设计使用寿命 T 的 函数后,只需得到在役聚 乙烯管材的应变硬化模量值即可直接得出在役聚乙 烯管材的使用寿命。所述从在役聚乙 烯管材中获取测试试样,可直接从在役 聚乙烯管材中截取部分管材样品,将该样品加工为 合适的测试试样形状。

[0070] 步骤S40:测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$;

[0071] 所述测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$ 可采用现有的拉伸实 验设备进行测量,亦可根据所述测试试样的具体条件设计或组装合适的拉伸 试验设备。测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$ 的参数优选地与测 量所述已知设计使用寿命的至少三种 聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$ 的参数一致;所述参数包括测试试样的尺寸、测试试样的 加热温度与时间、拉伸过程中的拉伸力与拉伸时间等。

[0072] 步骤S50:根据所述函数与所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$,推 算所述测试试样的剩余寿命。

[0073] 得到所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$ 后,将其代入步骤S20中构 建的函数,即可得到所述测试试样的剩余寿命。由于所述测试试样的材料取 自在役聚乙烯管材,其材料在使用环境中已发生变化,且变化与仍在使用中 的在役聚乙烯管材相同,故可通过该测试试样的剩余寿命推算在役聚乙烯管 材的剩余寿命。在役聚乙烯管材的剩余寿命可与所述测试试样的剩余寿命相 同,亦可存在一定的比例关系。

[0074] 现有的聚乙烯管材在生产、运输及施工等过程中可能造成的缺陷,并在 后续使用中,受到温度、压力和点载荷等外界因素的影响,可能存在蠕变、应力松弛、快速裂纹扩展、

慢速裂纹扩展及材料老化等多种失效模式;其中,慢速裂纹扩展是最主要的失效模式。虽然现有的聚乙烯管材在设计时已预估设计使用寿命,但由于实际使用参数的不同、使用环境的不同等因素影响,管材的实际使用寿命并不一定与设计使用寿命相符。如前所述,慢速裂纹扩展是管材最主要的失效模式,而慢速裂纹扩展失效使用寿命又与所述应变硬化模量值高度相关,故本发明可先通过分析构建应变硬化模量值与使用寿命的函数关系,再从在役聚乙烯管材中获取测试试样,以根据所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 推算所述测试试样的剩余寿命;根据所述测试试样的剩余寿命即可推算所述在役聚乙烯管材因慢速裂纹扩展而失效的剩余寿命。

[0075] 故本发明可及时发现所述在役聚乙烯管材因慢速裂纹扩展而失效的风险,避免了在役管道在设计使用寿命之前失效而引发的危险,例如聚乙烯燃气管道因慢速裂纹扩展引发燃气泄漏事故等;通过本发明,可有效评估在役的不同聚乙烯管材的剩余寿命,以根据所述剩余寿命对在役聚乙烯管材进行不同处理。

[0076] 基于前一实施例中所述测试试样的剩余寿命,本发明提出另一实施例:所述推算所述测试试样的剩余寿命之后,还包括:

[0077] 根据所述剩余寿命,判断是否更换所述在役聚乙烯管材。

[0078] 虽然所述测试试样取自于所述在役聚乙烯管材,但所述测试试样后续可能存在加工成型为适合测试的形状等工艺,故所述测试试样的剩余寿命与实际在役聚乙烯管材的剩余寿命可能存在差距,可参考所述在役聚乙烯管材的使用环境、安全系数、所述测试试样的加工工艺等具体情况,根据所述剩余寿命,判断是否需要更换所述在役聚乙烯管材。例如:由于使用环境恶劣,在役管材距离原设计使用寿命还有20年,但采用本发明的测试方法推算出的所述剩余寿命仅为3年,且该在役聚乙烯管材涉及环境污染物质的输送,用户可根据所述多种因素综合判断是否需要立即更换所述在役聚乙烯管材,或最迟于何时更换该在役聚乙烯管材,或将该在役聚乙烯管材替换为其它材质。

[0079] 基于上一实施例,本发明提出另一实施例:所述判断是否更换在役聚乙烯管材,包括:

[0080] 当所述剩余寿命不大于第一预设值,则更换所述在役聚乙烯管材;

[0081] 当所述剩余寿命大于所述第一预设值、小于第二预设值,则监控所述在役聚乙烯管材。

[0082] 在实际应用中,可根据所述剩余寿命的数值采取对应的措施,例如立即更换所述在役聚乙烯管材,或定期检测所述在役聚乙烯管材,以便为用户决策提供参考。还可根据所述在役聚乙烯管材的使用条件设置不同的参数。例如:对于给水管道,若所述剩余寿命大于5年,在继续正常使用;若所述剩余寿命大于2年小于5年,则每年定期检测一次,以监控该在役聚乙烯管材,防止水管爆裂;对于燃气管道,若所述剩余寿命大于5年小于8年,则每年定期检测一次,以监控该在役聚乙烯管材,防止燃气泄漏。

[0083] 基于第一实施例,本发明还提出第二实施例:所述获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$,包括:

[0084] 分别制作所述至少三种聚乙烯材料中每种聚乙烯材料的至少五片标准试样;

[0085] 通过高温拉伸试验,得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$,其中, i 为所述标准试样的编号;

[0086] 根据所述每片标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$, 计算每种聚乙烯材料的应变硬化模量值的均方根平均值, 将所述均方根平均值作为所述应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 。

[0087] 虽然现有技术中已知多种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 与设计使用寿命T, 但由于材料本身加工工艺的改进、测试环境、测试设备等改进, 为提高推算所述剩余寿命的精度, 可对已知应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 的数值重新进行测定。本实施例通过重新制作每种聚乙烯材料的至少五片标准试样, 以分别得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$, 再将每种聚乙烯材料的应变硬化模量的均方根平均值作为 $\langle G_P \rangle$, 可进一步提高应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 的精度。

[0088] 基于第二实施例, 本发明还提出另一实施例: 所述分别制作所述至少三种聚乙烯材料中每种聚乙烯材料的至少五片标准试样, 包括:

[0089] 在压模设备中制备出每种聚乙烯材料的所述至少五片标准试样, 所述标准试样为包括中部测试部分和两端夹持部分的哑铃状薄片, 所述哑铃状薄片的厚度为0.3mm-1mm;

[0090] 将所述至少五片标准试样置于115°C-125°C的环境下退火一小时后, 以小于2°C/min的冷却速度使试样冷却至室温。

[0091] 制作所述标准试样时, 预设的所述标准试样的数目可为实际目标数量的两倍或三倍, 以避免所述标准试样在制作过程中产生瑕疵或成为不良品而导致数量不足, 并为后续拉伸测试预留足够的测试数量, 以防止拉伸测试失败次数过多而需要更多的所述标准试样。所述标准试样的形状可参照现有拉伸测试的形状, 其厚度可根据在役聚乙烯管材的厚度确定。

[0092] 基于上一实施例, 本发明进一步提出如下实施例: 所述通过高温拉伸试验, 得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$, 包括:

[0093] 将所述哑铃状薄片置于80°C的恒温箱中放置30min-60min;

[0094] 将所述两端夹持部分夹持于高温拉伸试验机上, 以5mm/min的应变率施加0.4Mpa的预应力;

[0095] 以20mm/min的恒定移动速度拉伸所述哑铃状薄片, 收集所述中部测试部分的拉伸比 λ 在8-12之间的数据值, 所述拉伸比 $\lambda = \frac{L}{L_0}$, 其中 L_0 为所述中部测试部分的初始长度, 所述L为所述中部测试部分拉伸后的长度;

[0096] 记录所述拉伸比 λ 和所述拉伸过程中真应力 σ_{true} 的对应关系: $\sigma_{true} = \lambda \times \frac{F}{A_0}$,

其中, F为与所述拉伸比的数据值对应的拉伸力, A_0 为所述哑铃状薄片中部测试部分的初始横截面积;

[0097] 根据Neo-Hookean本构模型, 以及 $\lambda=12$ 与 $\lambda=8$ 时, 所述对应关系的斜率K, 确定每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi} \rangle$ 为:

[0098] $\langle G_{Pi} \rangle = 20K$ 。

[0099] 在本实施例中, 所述 $\langle G_{Pi} \rangle = 20K$ 的具体推算过程如下:

[0100] $\langle G_{pi} \rangle = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{\sigma_{j+1} - \sigma_j}{\lambda_{j+1} - \lambda_j}$, 其中j为拉伸测试中 λ 的取值编号, σ_j 为 λ 取第j个值时,对应的真应力 σ_{true} 的值, σ_{j+1} 为 λ 取第j+1个值时,对应的真应力 σ_{true} 的值,m为 λ 取值个数的数量上限;将 $\sigma_{true} = \lambda \times \frac{F}{A_0}$ 代入上述公式,根据Neo-Hookean本构模型,可推导出:

$$[0101] \quad \sigma_{true} = \frac{K}{20} \cdot \left(\lambda^2 - \frac{1}{\lambda} \right) + C$$

[0102] 其中,K为 $\lambda \in (\lambda_1, \lambda_2)$ 时所述对应关系的斜率,C为常数;当取 $\lambda_1=8$ 、 $\lambda_2=12$ 时, $\lambda^2 - \frac{1}{\lambda} \approx \lambda^2$,则有:

$$[0103] \quad \langle G_{pi} \rangle = \left[\frac{(12^2 - \frac{1}{12}) - (8^2 - \frac{1}{8})}{12 - 8} \right] \times K \approx 20K。$$

[0104] 得到每片所述标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{pi} \rangle$ 后,再根据所述每片标准试样的应变硬化模量值 $\langle G_{pi} \rangle$,计算每种聚乙烯材料的应变硬化模量的均方根平均值,将所述均方根平均值作为所述应变硬化模量值 $\langle G_p \rangle$,即:

$$[0105] \quad \langle G_p \rangle = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N X_i^2}, \text{ 其中,N为测量的所述标准试样的总数量。}$$

[0106] 基于第二实施例,本发明还提出另一实施例:所述从在役聚乙烯管材中获取测试试样,包括:

[0107] 从所述在役聚乙烯管材中获取测试材料,将所述测试材料在制样机中加工为所述测试试样;所述测试试样为包括中部测试部分和两端夹持部分的哑铃状薄片,所述哑铃状薄片的厚度为0.3mm-1mm。

[0108] 本实施例中的所述测试试样可从所述在役聚乙烯管材中获取材料,再将该材料置于制样机中进行切削加工,以加工为与所述标准试样形状一致的哑铃状薄片。

[0109] 进一步地,所述测量所述测试试样的应变硬化模量值 G_p' 的参数亦可与测量所述标准试样的参数相同,故所述测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_p' \rangle$,包括:

[0110] 将所述测试试样置于80℃的恒温箱中放置30min-60min;

[0111] 将所述测试试样的两端夹持部分夹持于高温拉伸试验机上,以5mm/min的应变率施加0.4Mpa的预应力;

[0112] 以20mm/min的恒定移动速度拉伸所述测试试样,收集所述测试试样中部测试部分的拉伸比 λ' 在8-12之间的数据值,所述拉伸比 $\lambda' = \frac{L'}{L_0'}$,其中 L_0' 为所述测试试样中部测

试部分的初始长度,所述 L' 为所述测试试样中部测试部分拉伸后的长度;

[0113] 记录所述拉伸比 λ' 和所述拉伸过程中真应力 σ_{true}' 的对应关系:

$\sigma_{true}' = \lambda' \times \frac{F'}{A_0'}$, 其中, F' 为与所述拉伸比 λ' 的数据值对应的拉伸力, A_0' 为所述测试试样中部测试部分的初始横截面积;

样中部测试部分的初始横截面积;

[0114] 根据Neo-Hookean本构模型,以及 $\lambda' = 12$ 与 $\lambda' = 8$ 时,所述对应关系的斜率 K' ,确定所述测试试样的应变硬化模量值 G_P' 为

[0115] $\langle G_P' \rangle = 20K'$ 。

[0116] 所述 $\langle G_P' \rangle = 20K'$ 的推算过程与所述标准试样中的推算过程相同,在此不再赘述。

[0117] 为提高测试的准确性,所述测试试样至少为两片;所述根据Neo-Hookean本构模型,以及 $\lambda' = 12$ 与 $\lambda' = 8$ 时,所述对应关系的斜率 K' ,确定所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$,包括:

[0118] 确定每一片所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi}' \rangle$;

[0119] 计算所述应变硬化模量值 $\langle G_{Pi}' \rangle$ 的均方根平均值,将所述均方根平均值作为所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ 。

[0120] 本实施例对多片所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi}' \rangle$ 取均方根平均值,可进一步提高所述应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$ 的可靠性。

[0121] 进一步地,所述测试试样可取自所述在役聚乙烯管材不同的位置,以得到不同位置的测试试样的剩余寿命,从而使用户了解在役聚乙烯管材在不同位置的剩余寿命差异,以进行不同处理;或将不同位置的测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_{Pi}' \rangle$ 取均方根平均值,作为所述测试试样所在位置的整体应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$,以减少单一测试试样带来的偶然性误差。当然,亦可在所述在役聚乙烯管材的同一位置取材,制作成多片测试试样,以作为一组测试试样;并在另一位置亦取材,制作成多片测试试样,以作为另一组测试试样,以进一步提高测试的准确性。

[0122] 根据所述测试方法,本发明还提出一种管材剩余寿命的测试系统,包括:

[0123] 制样装置:用于从在役聚乙烯管材中获取测试试样;

[0124] 拉伸测试装置:用于测量所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$;

[0125] 中央处理器:用于获取已知设计使用寿命 T 的至少三种聚乙烯材料的应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$,所述至少三种聚乙烯材料为不同型号的聚乙烯材料;根据所述应变硬化模量值 $\langle G_P \rangle$ 与所述设计使用寿命 T ,构建函数:

[0126] $T = a_0 + a_1 \times \langle G_P \rangle + a_2 \times \langle G_P \rangle^2 + \dots + a_n \times \langle G_P \rangle^n$, 其中, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ 为预设系数, n 为预设的所述函数最高次数,取正整数;根据所述函数与所述测试试样的应变硬化模量值 $\langle G_P' \rangle$,推算所述测试试样的剩余寿命。

[0127] 所述制样装置可以为现有的制样机,所述拉伸测试装置可为高温拉伸试验机。所述高温拉伸试验机可采用图2-图4所示的拉伸结构,包括:

[0128] 机架1;

[0129] 一对夹具2,即图中的夹具2A和夹具2B,夹具2A和夹具2B固定于机架1上,夹具2A和夹具2B上设置有用夹持试样9一端的夹持槽,夹具2A和夹具2B的夹持槽开口方向相

对,以分别夹持试样9的两端,将试样9固定;

[0130] 移动装置3,至少一个夹具2通过移动装置3固定于机架1上,以使该夹具2 在远离或靠近另一个夹具2的方向上移动;在图1中夹具2A通过移动装置3固 定,移动装置3可带动夹具2A朝向图示中的上方或下方运动,以使夹具2A与夹 具2B之间的距离增大或缩小,达到拉伸夹具2A与夹具2B之间的试样9的目的;

[0131] 辅助锁紧装置,固定于夹具2上,所述辅助锁紧装置包括锁紧工位和避让 工位,当所述辅助锁紧装置位于所述锁紧工位时,对所述夹持槽施加辅助夹 紧力,以增加对试样9的夹持力,使试样9在拉伸过程中不易滑动或移位,增 加拉伸测试的准确率;

[0132] 测力装置4,与至少一个所述夹具2连接,用于测量所述移动装置3移动时 产生的拉伸力;以图1为例,由于试样9被夹持于夹具2A与夹具2B之间,当移 动装置3带动夹具2A向上运动时,试样9将产生一定的阻力;当拉伸力超过所 述阻力时,夹具2A与夹具2B之间的距离增大,试样9被拉长;所述测力装置4 即用于测量试样9被拉长时的拉伸力;

[0133] 测长装置,固定于机架1上,包括测量头,所述测量头的测量范围大 于夹具2的移动范围,以测量夹具2移动过程中,试样9被拉长的实时长 度。

[0134] 使用时,所述辅助锁紧装置预先位于所述避让工位,以使试样9的两端 分别插入夹具2A的夹持槽和夹具2B的夹持槽内并夹紧;夹紧后,所述辅助 锁紧装置调整至所述锁紧 工位,以增加对试样9的夹持力;再启动移动装置 3,使移动装置3带动夹具2A朝远离夹具2B的方向移动,例如向图1中的上 方运动,使试样9拉伸;在拉伸过程中,测力装置4测量拉伸 试样9的拉伸 力,测长装置测量试样9的实时拉伸长度;根据所述拉伸力与实施拉伸长度 即可计算出前述的应变硬化模量值。本发明中的所述辅助锁紧装置可加强试 样9与夹具2之间的摩擦力,以使试样9在拉伸过程中不易滑动,从而提高 拉伸试验的精度,减少拉伸试 样的失败概率。

[0135] 参照图2和图3所示,每个所述夹具包括一对夹持面板21和中部开设 有定位槽的固定座22,所述一对夹持面板21固定于所述定位槽相对的两侧; 每个所述夹持面板21的一面为设有防滑纹的固定面,另一面为连接有螺杆的 调节面;所述一对夹持面板21的固定面之间形成所述夹持槽,所述螺杆一端 可转动地固定于所述调节面,另一端贯穿所述固定座 且连接有调节旋钮23, 所述螺杆的旋转轴与所述调节面垂直,以将调节旋钮23的转动转化 为夹持面 板21沿螺杆旋转轴方向的直线移动,以调整一对夹持面板21之间的距离, 从而 夹持不同厚度的试样9;试验完成后,通过调节旋钮23增大夹持面板21 之间的距离,也便于 取出试样9。

[0136] 所述两个夹具上的调节旋钮23可设置于同一侧,以调整两个夹具2同一 侧的夹持 面板21,避免造成所述夹持槽的错位,确保夹持的试样9保持垂直 或水平的位置,提高测试 准确度;而且,亦便于在测试设备的一侧预留调节 空间。

[0137] 结合图3所示,所述辅助锁紧装置包括第一锁紧机构和第二锁紧机构;

[0138] 每个夹持面板21的两侧分别设有卡槽211,所述锁第一锁紧机构和第二 锁紧机构 分别包括两条凸棱,所述两条凸棱分别与所述一对夹持面板21同侧 的卡槽211相匹配;当 所述辅助锁紧装置位于所述锁紧工位时,所述两条凸 棱分别插入所述一对夹持面板同侧 的卡槽211内。

[0139] 该实施例中的卡槽211和所述凸棱配合时,起到保持两个夹持面板21 之间夹持力

的作用;尤其是当所述锁第一锁紧机构和第二锁紧机构为可施加 辅助夹紧力的机构时,每个锁紧机构的两条凸棱之间的距离可调,通过缩小 所述两个凸棱之间的距离,可增加两个夹持面板21之间的夹持力,从而使夹 持于两个夹持面板21之间的试样9不会滑落。

[0140] 所述卡槽与所述凸棱的位置调换时,亦可起到同样的作用;即:所述辅 助锁紧装置包括第一锁紧机构和第二锁紧机构;每个所述夹持面板21的两侧 分别设有凸棱,所述锁第一锁紧机构和第二锁紧机构分别包括两条卡槽,所 述两条卡槽分别与所述一对夹持面板21同侧的凸棱相匹配;当所述辅助锁紧 装置位于所述锁紧工位时,所述一对夹持面板21同侧的凸棱分别插入所述两 条卡槽内。当所述锁第一锁紧机构和第二锁紧机构为可施加 辅助夹紧力的机 构时,每个锁紧机构的两条卡槽之间的距离可调,通过缩小所述两个卡槽之 间的距离,可增加两个夹持面板21之间的夹持力。

[0141] 一对夹持面板21中的至少一个可设有凹部,所述凹部的形状可与夹持的 试样9一端的形状一致,亦可局部形状的尺寸大于试样9一端的轮廓尺寸, 只需所述凹部可卡住试样9不易滑落即可。

[0142] 所述凹部可仅设于一个夹持面板21上;更佳地:所述一对夹持面板 21上均设有所 述凹部,所述凹部的深度小于试样9厚度的一半,即:所述试 样9的厚度大于两个凹部的深 度之和,以使两个夹持面板21的受力均衡,提 高夹持的可靠性与夹持面板21的使用寿命。当两个夹持面板21上的所述凹 部扣合并抵持于于试样9上时,两个夹持面板21之间仍有部分 间隙,以便对 所述试样9施加夹持力;而且该凹部还可对试样9起到定位作用,以使试样 9夹持于最佳位置。根据试样9的厚度,所述凹部的深度可为0.1mm-3mm。

[0143] 为进一步提升夹持效果,所述凹部表面设有防滑纹,以在拉伸试样9 时,增加试样 9与凹部之间的摩擦力,从而增大夹持力。

[0144] 为便于夹持试样9,所述每个所述夹具2还包括试样定位装置,如图3 所示,所述试 样定位装置包括固定组件51和定位组件52,固定组件51固定 于一个夹持面板21的侧面,定 位组件52与夹持面板21垂直,且朝向于另一 一个夹持面板21。夹持试样9时,如图2所示,试样 9的一侧可抵靠于定位组 件52上,以将定位组件52作为试样9定位的参照物,使试样9夹持 于合适 的位置。所述固定组件51上可设置滑槽,以使所述试样定位装置可沿滑槽滑 动,以 调整定位组件52的位置,从而调整试样9的定位参考位置。

[0145] 在另一实施例中,所述测长装置的测量头包括可与试样9待测长度一端 对齐的第一 测量杆61,与试样9待测长度另一端对齐的第二测量杆62;第一 测量杆61与一个所述夹 具2同步运动,第二测量杆62与另一个所述夹具同 步运动,以保证第一测量杆61与第二测 量杆62之间的距离与试样9的长度 同步。当然,所述夹具2中的一个或两个亦可为静止状 态,则对应的第一 测量杆61和/或第二测量杆62也是静止状态。本实施例中的两个测量杆 可 装设于机架1上,亦可装设于一滑轨8上,可随试样9的拉伸而分开,以 实时标识试样9的 拉伸长度。

[0146] 更佳地,所述测量头包括非接触视频光学测量组件。非接触视频光学测 量组件是 用光学的方法测量目标构件或物体两点之间线变形的一种仪器,通 常由照明场、相机和控制 芯片三部分组成。通过相机直接记录变形过程,无 需将测量的信号进行放大和数模转化 处理,提高了测量速度和准确度,测量 精度也较现有的伸长计高;而且,非接触式测量不会 对试样造成任何伤害, 从而避免了对拉伸测试的影响;测试过程中,也无需取下测量头,可

全程跟踪试样的应变;也避免了现有拉伸设备中试样断裂时,导致伸长计掉落而摔坏的危险。

[0147] 本发明中的一对夹具2,即图示的夹具2A和夹具2B,可上下设置,亦可左右设置,为避免重力对测试的影响,优选地夹具2A和夹具2B为上下设置。当所述一对夹具2为上下设置的上夹具与下夹具时,移动装置3固定于所述上夹具上方,如图2所示,所述测力装置4固定于所述下夹具底部,通过检测下夹具受到的拉伸力,得到拉伸试样9的拉伸力。

[0148] 本发明中的拉伸测试装置还可包括加热装置7,以对试样9进行加热,提高高分子材料的活性,以得到不同参数条件下的拉伸测试结果。

[0149] 以上所述仅是本发明的部分实施方式,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的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

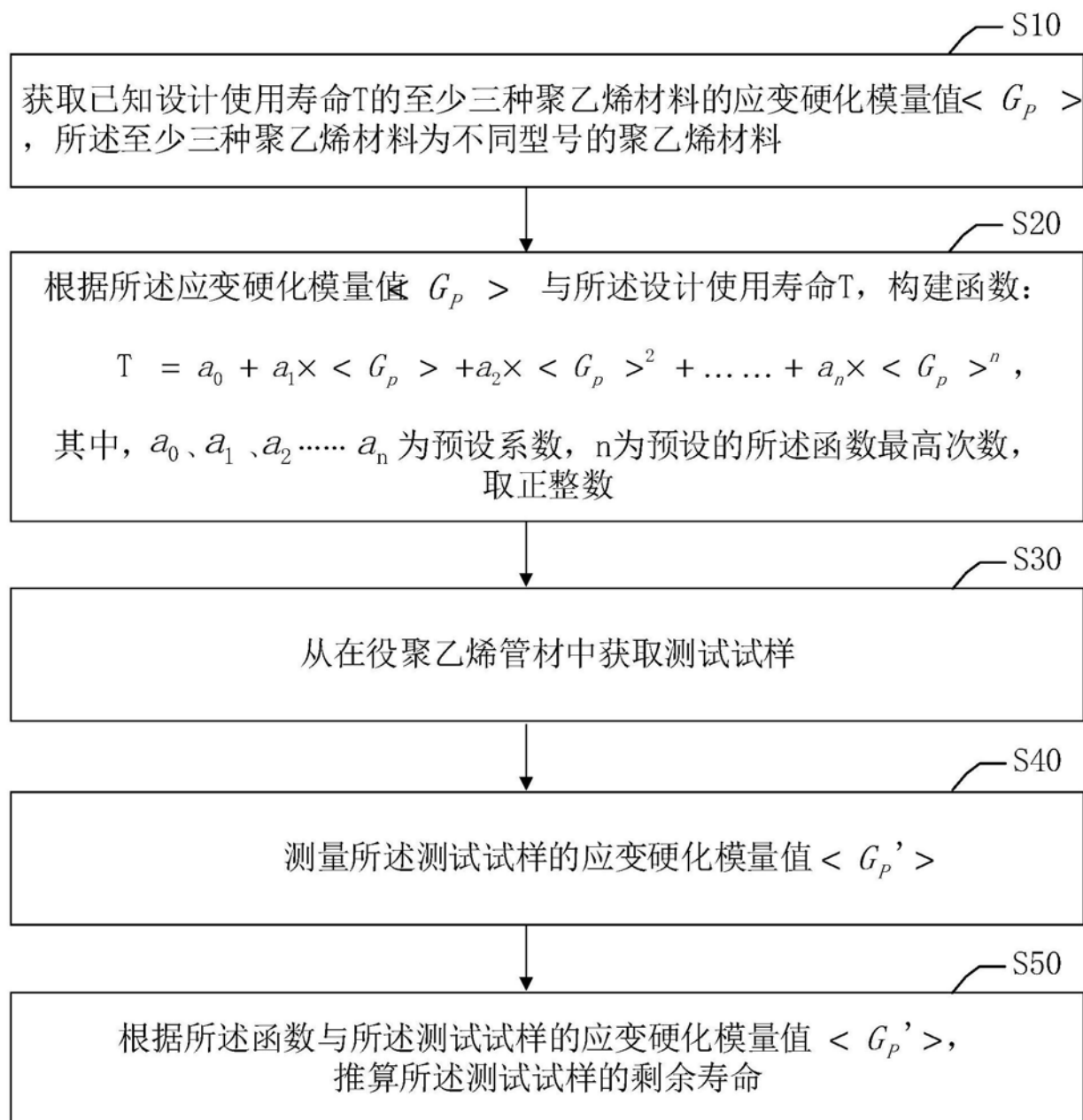


图1

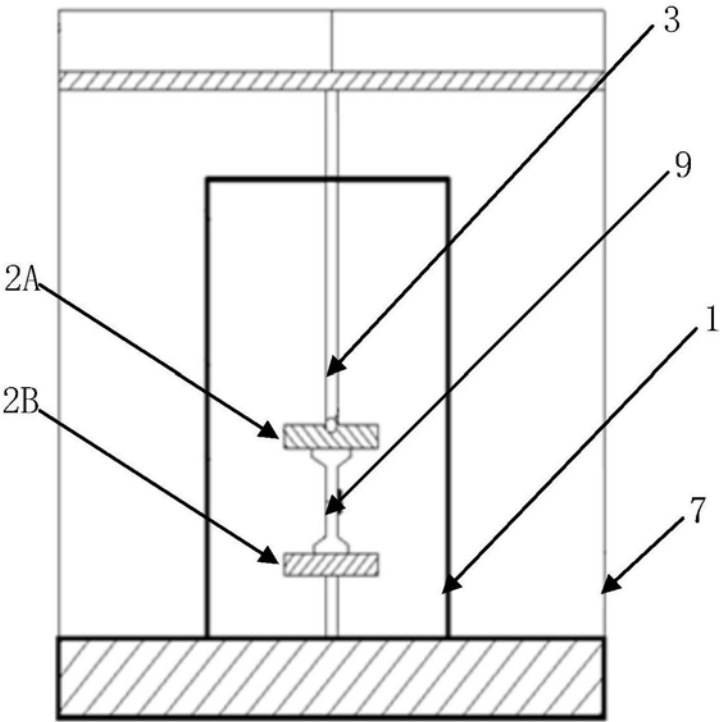


图2

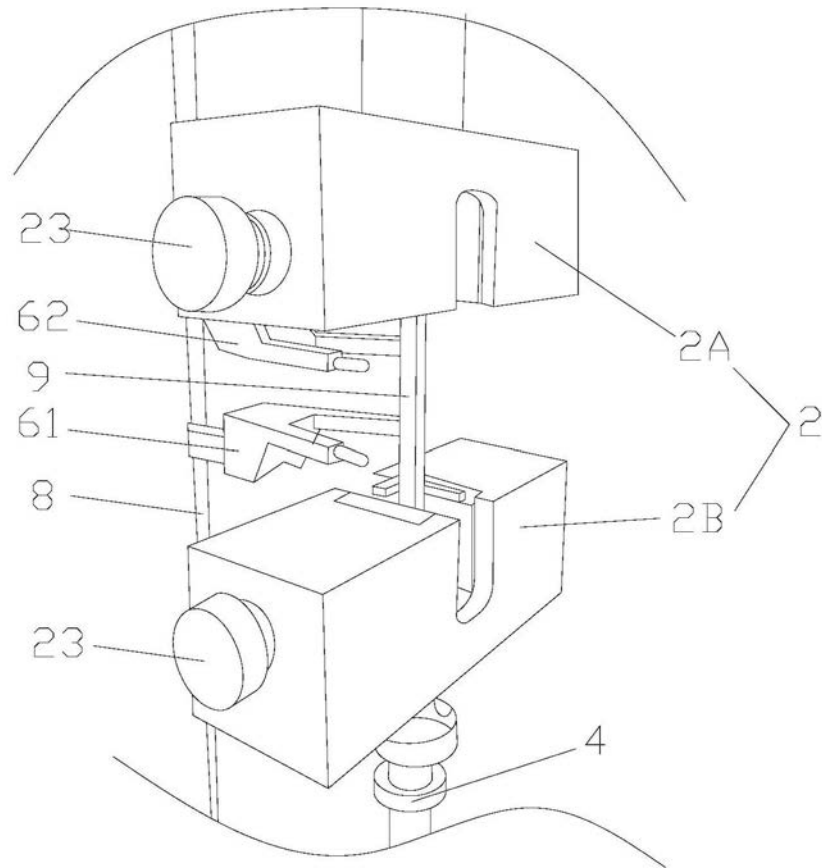


图3

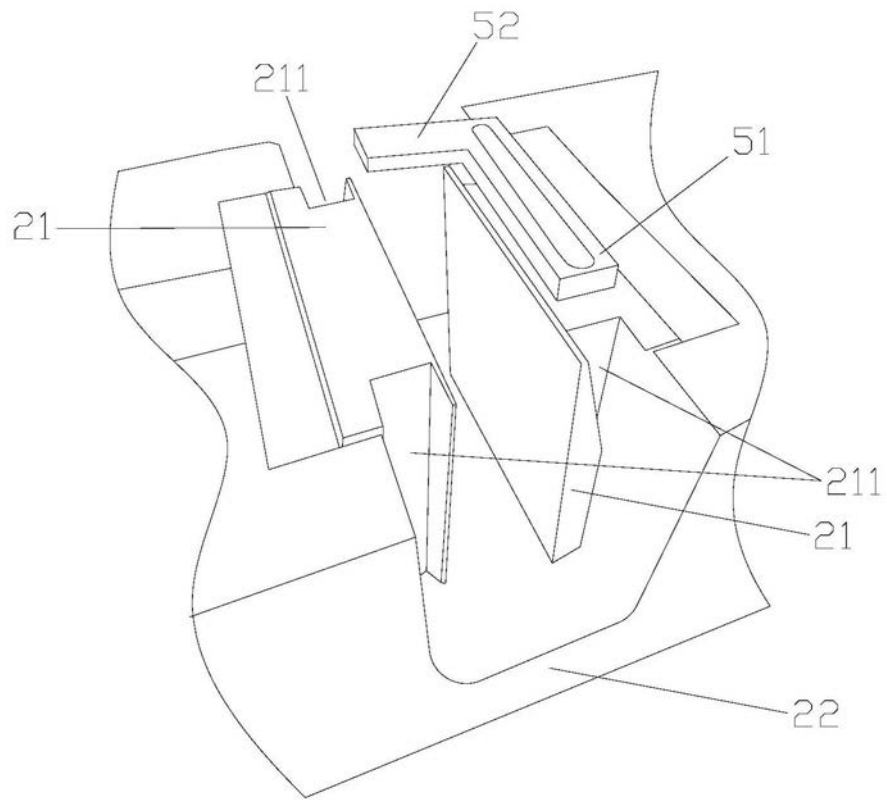


图4