(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118167939 A
(43)申请公布日 2024.06.11

(21)申请号 202410289573.4

(22)申请日 2024.03.14

(71)申请人 华电电力科学研究院有限公司
地址 310030 浙江省杭州市西湖区三墩镇西园一路10号

(72)发明人 李戈 李日照 原竟格 许辉 郭岩 朱海宝 王光乐 李海洋 熊宗群 王鲁 郦晓慧 冯可云

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 周念念

(51)Int.Cl.
F17D 5/00(2006.01)
G01N 3/08(2006.01)
G01N 3/06(2006.01)
G01B 21/32(2006.01)

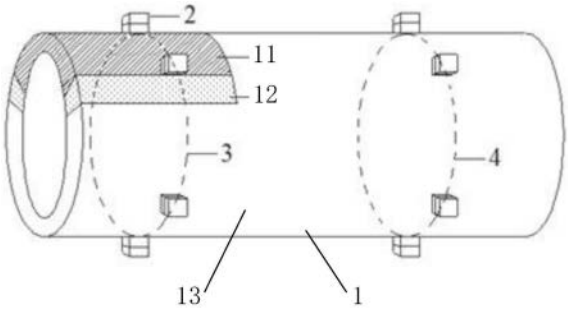
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构和评价方法

(57)摘要

本申请公开了一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,包括固定安装在含软区P91管道外壁的多个蠕变监督测点,所述蠕变监督测点包括叠在一起的蠕变监督测点上层和蠕变监督测点下层,其中,至少一个所述蠕变监督测点位于所述P91管道上的软区。上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构能够在蠕变性能最差的软区开展蠕变监督,监督对象更具针对性,可以准确反映管道软区的蠕变应变规律,无需频繁地进行硬度检验、金相检验等有损检测,不会对管道产生任何损伤,同时还可以为管道的监督评价和寿命评估提供更多的数据支撑。本申请还公开了一种适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法,具有与上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构相同的优点。



CN 118167939 A

1.一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,其特征在于,包括固定安装在含软区P91管道外壁的多个蠕变监督测点,所述蠕变监督测点包括叠在一起的蠕变监督测点上层和蠕变监督测点下层,其中,至少一个所述蠕变监督测点位于所述P91管道上的软区。

2.根据权利要求1所述的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,其特征在于,所述蠕变监督测点上层的材质为不锈钢,所述蠕变监督测点下层的材质为P91。

3.根据权利要求1所述的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,其特征在于,所述蠕变监督测点上层和所述蠕变监督测点下层之间利用焊接方式进行连接固定。

4.根据权利要求1所述的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,其特征在于,所述蠕变监督测点下层利用焊接方式固定安装在所述含软区P91管道的外壁。

5.根据权利要求1所述的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,其特征在于,所述蠕变监督测点的整体形状为长方体。

6.根据权利要求1-5任一项所述的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,其特征在于,所述蠕变监督测点分布在所述含软区P91管道的两个截面上;

其中,第一截面位于软区位置且设置有6个所述蠕变监督测点,所述软区的中心位置设置1个所述蠕变监督测点且所述软区两侧边缘位置均各自设置1个所述蠕变监督测点,所述第一截面的正常区设置3个所述蠕变监督测点;

第二截面全部位于正常区位置且设置6个所述蠕变监督测点,且在圆周上的位置均与所述第一截面上的相应的所述蠕变监督测点的连线与所述含软区P91管道的轴向平行。

7.根据权利要求6所述的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,其特征在于,所述第一截面的正常区的3个蠕变监督测点与所述软区内的3个蠕变监督测点的位置相对于所述含软区P91管道的圆心呈中心对称。

8.根据权利要求6所述的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,其特征在于,所述第一截面和所述第二截面之间的垂直距离范围为1000mm至1500mm。

9.一种适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法,其特征在于,利用如权利要求1-8任一项所述的适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,包括:

将所述蠕变监督测点固定安装在含软区P91管道的外壁,其中,至少一个所述蠕变监督测点固定安装于所述P91管道上的软区截面上,且至少一个所述蠕变监督测点固定于所述P91管道上的正常区截面上;

当机组停机时,测量位于所述软区截面上的蠕变监督测点的第一蠕变应变值和位于所述正常区截面上的蠕变监督测点的第二蠕变应变值;

当机组运行预设时间后,测量位于所述软区截面上的蠕变监督测点的第三蠕变应变值和位于所述正常区截面上的蠕变监督测点的第四蠕变应变值;

根据所述第一蠕变应变值、所述第二蠕变应变值、所述第三蠕变应变值、所述第四蠕变应变值和所述预设时间计算软区的第一相对蠕变应变和第一相对蠕变应变速度,以及正常区的第二相对蠕变应变和第二相对蠕变应变速度;

根据软区的所述第一相对蠕变应变和所述第一相对蠕变应变速度,对管道软区部位进行蠕变监督评价。

10.根据权利要求9所述的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法,其特征在于,还包括:

根据所述第一相对蠕变应变速度和所述第二相对蠕变应变速度计算软区的蠕变寿命剩余率和蠕变寿命损耗率；

根据所述软区的所述蠕变寿命剩余率和所述蠕变寿命损耗率对所述含软区P91管道进行寿命评估。

一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构和评价方法

技术领域

[0001] 本发明属于电厂含软区P91管道的蠕变监督技术领域,特别是涉及一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构和评价方法。

背景技术

[0002] 随着我国火力发电事业的迅速发展,大容量、高参数、高效率的超(超)临界火电机组逐渐成为火电设备发展的主流,这就对电站金属材料的性能(高温蠕变性能、持久性能和抗氧化性能)提出了更为苛刻的要求。其中,P91钢具有优异的高温性能,在593℃/10万h条件下持久强度可达100MPa,目前已广泛应用于温度高于566℃的主蒸汽管道、再热蒸汽管道及其旁路、高温联箱等高温部件。

[0003] 然而在对P91材料的检验过程中,发现很多电厂的P91管道运行时间远未到达寿命末期,有的机组刚投产几千小时甚至尚未投产,就已出现了低硬度现象,同时也发现这种低硬度现象又分为环向整体硬度低和环向局部硬度低两种情况,对于环向整体低硬度管道来说,按照DL/T654和DL/T940开展寿命评估工作即可,方法简单易行,但是对于环向局部低硬度管道,受低硬度区域尺寸、形状等因素的影响,其应力分布情况比较复杂,难以对其进行准确地安全性评价和寿命评估。

[0004] 早在2011年,美国电力研究研究协会(EPRI)在技术报告《Effect of Soft-Zone on the Creep Performance of Grade 91》中对P91管道的局部低硬度现象进行了深入分析,并提出了软区(soft-zone)的概念,顾名思义,软区即低硬度区域,通过对局部软区部位的应力重新分布情况进行有限元分析,可知软区的稳态应力水平总是低于周围正常区域的稳态应力水平,软区的蠕变应力相对较低,是由于蠕变应力从软区向周围正常材料重新分布的结果,而且,局部的软区不会直接导致管件报废,应考虑软区的尺寸、形状、方向以及管件中的应力条件,局部软区可能受到周围正常91材料的约束,其蠕变性能仍可提供长寿命,含有部分软区的管道寿命比全部软区的管道寿命长,而比全部正常硬度的管道寿命短得多,含有大量软区的管件将比含有少量软区区域的管件具有更短的蠕变寿命。近些年来,国内部分学者也对P91管道的局部低硬度现象进行了大量研究,得到了类似结论。

[0005] 在现有技术中,电厂一般按照DL/T441《火力发电厂高温高压蒸汽管道蠕变监督规程》,通过在管道上均匀设置蠕变测点获得管道服役期间的蠕变应变数据,进而对管道开展蠕变监督评价,但是测量结果代表的是管道整个环向截面的平均蠕变应变,无法反映蠕变性能最差的软区的蠕变应变情况,所以这种现有的监督测量方式没有针对性。目前,很多电厂在检验检测过程中发现P91管道存在局部软区的问题时,往往难以定夺,有的电厂采取直接割管更换的方式,有的电厂采取加强监督运行的方式。根据上述对低硬度P91的研究结论,割管更换可能并不是最佳选择,有可能造成管材的浪费及发电的损失,很多情况可能更适合采取加强监督运行,目前电厂采取加强监督运行的措施和方案比较固定,即利用检修时机对软区部位进行硬度和金相组织的检验,观察其硬度及微观组织的变化趋势。实际上,通过硬度检验和金相检验的手段进行监督仍存在一定的局限性,这表现在两个方面,其一,

硬度检验和金相检验虽然在狭义概念上属于无损检验,但仍属于有损检验的范畴,因为每次检验都会造成管道壁厚的减薄,减薄至少约2mm,尤其在同一位置,随着检验次数的增加,壁厚减薄效果更佳明显,这对于受监督部件来说,其安全性能和剩余寿命将会受到很大影响;其二,仅凭现场硬度检验和金相检验结果很难确定管道的安全运行状态,更难以开展寿命预测,支撑数据过于单薄。

[0006] 综上所述,对于局部含软区的P91管道,软区作为管道的一个弧形区域,难以通过传统的蠕变测点进行蠕变应变测量,因此,如何通过蠕变应变测量实现对软区的蠕变监督评价或寿命预测是一个亟待解决的问题。

发明内容

[0007] 为解决上述问题,本发明提供了一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构和评价方法,能够在蠕变性能最差的软区开展蠕变监督,监督对象更具针对性,可以准确反映管道软区的蠕变应变规律,无需频繁地进行硬度检验、金相检验等有损检测,不会对管道产生任何损伤,同时还可以为管道的监督评价和寿命评估提供更多的数据支撑。

[0008] 本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构包括固定安装在含软区P91管道外壁的多个蠕变监督测点,所述蠕变监督测点包括叠在一起的蠕变监督测点上层和蠕变监督测点下层,其中,至少一个所述蠕变监督测点位于所述P91管道上的软区。

[0009] 优选的,在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构中,所述蠕变监督测点上层的材质为不锈钢,所述蠕变监督测点下层的材质为P91。

[0010] 优选的,在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构中,所述蠕变监督测点上层和所述蠕变监督测点下层之间利用焊接方式进行连接固定。

[0011] 优选的,在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构中,所述蠕变监督测点下层利用焊接方式固定安装在所述含软区P91管道的外壁。

[0012] 优选的,在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构中,所述蠕变监督测点的整体形状为长方体。

[0013] 优选的,在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构中,所述蠕变监督测点分布在所述含软区P91管道的两个截面上;

[0014] 其中,第一截面位于软区位置且设置有6个所述蠕变监督测点,所述软区的中心位置设置1个所述蠕变监督测点且所述软区两侧边缘位置均各自设置1个所述蠕变监督测点,所述第一截面的正常区设置3个所述蠕变监督测点;

[0015] 第二截面全部位于正常区位置且设置6个所述蠕变监督测点,且在圆周上的位置均与所述第一截面上的相应的所述蠕变监督测点的连线与所述含软区P91管道的轴向平行。

[0016] 优选的,在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构中,所述第一截面的正常区的3个蠕变监督测点与所述软区内的3个蠕变监督测点的位置相对于所述含软区P91管道的圆心呈中心对称。

[0017] 优选的,在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构中,所述第一截面和所述第二截面之间的垂直距离范围为1000mm至1500mm。

[0018] 本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法,利用如上面任一

项所述的适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,包括:

[0019] 将所述蠕变监督测点固定安装在含软区P91管道的外壁,其中,至少一个所述蠕变监督测点固定安装于所述P91管道上的软区截面上,且至少一个所述蠕变监督测点固定于所述P91管道上的正常区截面上;

[0020] 当机组停机时,测量位于所述软区截面上的蠕变监督测点的第一蠕变应变值和位于所述正常区截面上的蠕变监督测点的第二蠕变应变值;

[0021] 当机组运行预设时间后,测量位于所述软区截面上的蠕变监督测点的第三蠕变应变值和位于所述正常区截面上的蠕变监督测点的第四蠕变应变值;

[0022] 根据所述第一蠕变应变值、所述第二蠕变应变值、所述第三蠕变应变值、所述第四蠕变应变值和所述预设时间计算软区的第一相对蠕变应变和第一相对蠕变应变速度,以及正常区的第二相对蠕变应变和第二相对蠕变应变速度;

[0023] 根据软区的所述第一相对蠕变应变和所述第一相对蠕变应变速度,对管道软区部位进行蠕变监督评价。

[0024] 优选的,在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法中,还包括:

[0025] 根据所述第一相对蠕变应变速度和所述第二相对蠕变应变速度计算软区的蠕变寿命剩余率和蠕变寿命损耗率;

[0026] 根据所述软区的所述蠕变寿命剩余率和所述蠕变寿命损耗率对所述含软区P91管道进行寿命评估。

[0027] 通过上述描述可知,本发明提供的上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,由于包括固定安装在含软区P91管道外壁的多个蠕变监督测点,所述蠕变监督测点包括叠在一起的蠕变监督测点上层和蠕变监督测点下层,其中,至少一个所述蠕变监督测点位于所述P91管道上的软区,因此能够在蠕变性能最差的软区开展蠕变监督,监督对象更具针对性,可以准确反映管道软区的蠕变应变规律,无需频繁地进行硬度检验、金相检验等有损检测,不会对管道产生任何损伤,同时还可以为管道的监督评价和寿命评估提供更多的数据支撑。本发明提供的上述适用于含软区P91管道蠕变监督的方法,具有与上述结构相同的优点。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0029] 图1为P91主蒸汽管道软区与正常区蠕变应变曲线的示意图;

[0030] 图2为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例的整体蠕变监督测点布置主视图;

[0031] 图3为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例的含软区截面的蠕变监督测点布置示意图;

[0032] 图4为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例的不含软区截面的蠕变监督测点布置示意图;

[0033] 图5为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例的蠕变监督测点本身的组成示意图;

[0034] 图6为第一截面上的蠕变监督测点的一个优选安装方式示意图;

[0035] 图7为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法的实施例的示意图。

具体实施方式

[0036] 本发明的核心是提供一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构和评价方法,能够在蠕变性能最差的软区开展蠕变监督,监督对象更具针对性,可以准确反映管道软区的蠕变应变规律,无需频繁地进行硬度检验、金相检验等有损检测,不会对管道产生任何损伤,同时可以为管道的监督评价和寿命评估提供更多的数据支撑。

[0037] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 对于正常的P91管道来说,管道的蠕变应变可以看作是环向均匀的,按照DL/T441-2004《火力发电厂高温高压蒸汽管道蠕变监督规程》进行蠕变应变的测量和蠕变应变速度的计算,即可实现对管道的蠕变监督评价或寿命预测。但是,对于含局部软区的P91管道,由于软区与正常区具有不同的蠕变性能,不同区域的蠕变应变曲线会有明显不同。参照图1,图1为P91主蒸汽管道软区与正常区蠕变应变曲线的示意图,其中,曲线I表示P91管道正常区的蠕变应变曲线,曲线II表示P91管道软区的蠕变应变曲线,由于软区的蠕变性能有所下降,因此软区具有较高的蠕变应变速度,这表现在蠕变应变曲线上就是蠕变第二阶段具有较大的斜率,可以看出,软区会率先到达极限蠕变应变,其蠕变寿命t_{r1}也短于正常区的蠕变寿命t_r,因此,对于含软区的P91管道,软区作为整个管道中蠕变性能最差的区域,应被视为蠕变监督的首要重点区域。软区作为管道的一个弧形区域,难以按照传统的蠕变测点的方式进行蠕变应变的测量,因此,如何通过蠕变应变测量实现对软区的蠕变监督评价或寿命预测是一个难题,因此,本发明基于“双面布置、同时测量”的原则,设计了如下针对软区进行蠕变监督的结构。

[0039] 本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例如图2、图3、图4和图5所示,图2为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例的整体蠕变监督测点布置主视图,图3为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例的含软区截面的蠕变监督测点布置示意图,图4为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例的不含软区截面的蠕变监督测点布置示意图,图5为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例的蠕变监督测点本身的组成示意图,上述含软区P91管道1上面包括三个区域:软区11、过渡区12和正常区13(未填充的白色区域),其中,软区11的硬度值范围最低,过渡区12的硬度值范围次之,正常区13的硬度值符合P91的硬度要求,该结构可以包括固定安装在含软区P91管道1外壁的多个蠕变监督测点2,这种蠕变监督测点2可以如图5那样,包括叠在一起的蠕变监督测点上层21和蠕变监督测点下层22,蠕变监督测点2的整体形状可以优选为长方体,这样更加有利于测量变

形量,而且可以采用两种不同的材质制成,例如蠕变监督测点上层21的材质可以优选为不锈钢,其具有足够高的强度和硬度,使用寿命更高,而且蠕变监督测点下层22的材质可以优选为P91,这样就能够与管道材质的兼容性更好,对于P91管道本身变形的表征就更加精确,而且,蠕变监督测点上层21和蠕变监督测点下层22之间可以利用焊接方式进行连接固定,蠕变监督测点下层22也可以利用焊接方式固定安装在含软区P91管道1的外壁,这种焊接方式可以保证连接的更加牢固,不容易出现脱落现象,从而保证监督测量过程的安全性,当然也可以根据实际需要选择其他类型的连接方式,例如粘接等等,此处并不限制,其中,至少一个蠕变监督测点2位于P91管道1上的软区11,也就是说,还有其他的蠕变监督测点2位于正常区,换句话说,至少一个测量截面位于软区,且至少一个测量截面位于正常区,这样就可以通过同时测量软区及正常区测量截面的蠕变应变的方式实现含软区P91管道的蠕变监督。

[0040] 通过上述描述可知,本发明提供的上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的实施例中,由于包括固定安装在含软区P91管道外壁的多个蠕变监督测点,蠕变监督测点包括叠在一起的蠕变监督测点上层和蠕变监督测点下层,其中,至少一个蠕变监督测点位于P91管道上的软区,因此能够在蠕变性能最差的软区开展蠕变监督,监督对象更具针对性,可以准确反映管道软区的蠕变应变规律,无需频繁地进行硬度检验、金相检验等有损检测,不会对管道产生任何损伤,同时还可以为管道的监督评价和寿命评估提供更多的数据支撑。

[0041] 在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的结构的一个具体实施例中,继续参考图2、图3和图4,蠕变监督测点2可以优选地分布在含软区P91管道1的两个截面上;

[0042] 其中,第一截面3位于软区位置且设置有6个蠕变监督测点2,软区的中心位置(顶部位置)设置1个蠕变监督测点2且软区两侧边缘位置均各自设置1个蠕变监督测点2,第一截面3的正常区(底部位置)设置3个蠕变监督测点2;

[0043] 第二截面4全部位于正常区位置且设置6个蠕变监督测点2,且在圆周上的位置均与第一截面3上的相应的蠕变监督测点2的连线与含软区P91管道1的轴向平行,这样的对应位置的布置关系可以排除其他不一致因素,让变形的差别仅仅是由软区和正常区蠕变不同造成的,从而更好的保证这种监督结构的测量结果的准确性。进一步的,第一截面3和第二截面4之间的垂直距离范围可以优选为1000mm至1500mm,需要说明的是,两个截面之间的这种距离不宜过大,以保证二者具有较强的可比性,也不能距离过小,以免蠕变差别不够明显而造成结果不准确。

[0044] 进一步的,参考图6,图6为第一截面上的蠕变监督测点的一个优选安装方式示意图,第一截面3的正常区的3个蠕变监督测点a、b和c与软区内的3个蠕变监督测点A、B和C的位置相对于含软区P91管道的圆心O呈中心对称,其中,在实际操作时,通过对P91主蒸汽管道1进行环向和径向多点“网格化”硬度检验,发现P91主蒸汽管道1在径向一定距离范围内,顶部弧DE区域硬度值低于180HB,硬度范围约140～180HB,存在局部低硬度现象;其中弧FG区域硬度值范围最低,约140～160HB,定义为软区11,弧DF和弧EG区域硬度值范围次之,约160～180HB,定义为过渡区12,剩余区域硬度值正常,定义为正常区13,也就是说,图6中的E和G之间为过渡区,F和D之间也是过渡区,当然也可以根据实际需要对每个区域的硬度范围值进行调整,此处并不限制,蠕变监督测点C布置在靠近G点的位置,蠕变监督测点B布置在

靠近F点的位置,这样就可以排除其他对于形变造成影响的因素,从而更好的保证蠕变监督结果的准确性。当然这是一个优选方案,还可以根据实际需要选择其他分布方式,此处并不限制。

[0045] 本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法的实施例如图7所示,图7为本发明提供的一种适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法的实施例的示意图,利用如上面任一项的适用于含软区P91管道蠕变监督的结构,包括如下步骤:

[0046] S1:将蠕变监督测点固定安装在含软区P91管道的外壁,其中,至少一个蠕变监督测点固定安装于P91管道上的软区截面上,且至少一个蠕变监督测点固定于P91管道上的正常区截面上;

[0047] 需要说明的是,可以优选采用上述图2、图3和图4所示的布置方式,共计采用12个蠕变监督测点,当然也可以根据实际需要进行调整,此处并不限制。

[0048] S2:当机组停机时,测量位于软区截面上的蠕变监督测点的第一蠕变应变值和位于正常区截面上的蠕变监督测点的第二蠕变应变值;

[0049] 其中,可以利用千分尺进行这种蠕变应变值的测量,第一蠕变应变值的测量结果可以记为ε_{10},第二蠕变应变值的测量结果可以记为ε_{20},此时的时间记为t_0。

[0050] S3:当机组运行预设时间后,测量位于软区截面上的蠕变监督测点的第三蠕变应变值和位于正常区截面上的蠕变监督测点的第四蠕变应变值;

[0051] 其中,可以利用千分尺进行这种蠕变应变值的测量,蠕变监督测点的第三蠕变应变值的测量结果可以记为ε_{11},蠕变监督测点的第四蠕变应变值的测量结果可以记为ε_{21},此时的时间记为t_1。

[0052] S4:根据第一蠕变应变值、第二蠕变应变值、第三蠕变应变值、第四蠕变应变值和预设时间计算软区的第一相对蠕变应变和第一相对蠕变应变速度,以及正常区的第二相对蠕变应变和第二相对蠕变应变速度;

[0053] 其中,软区的第一相对蠕变应变ε_1和第一相对蠕变应变速度$\dot{\varepsilon}_1$,正常区的第二相对蠕变应变ε_2和第二相对蠕变应变速度$\dot{\varepsilon}_2$的计算公式可以如下:

[0054]
$$\begin{cases} \varepsilon_1 = \dfrac{\varepsilon_{11} - \varepsilon_{10}}{\varepsilon_{10}} - \dfrac{\varepsilon_{21} - \varepsilon_{20}}{2 \cdot \varepsilon_{20}} \\ \dot{\varepsilon}_1 = \dfrac{\varepsilon_1}{t_1 - t_0} \\ \varepsilon_2 = \dfrac{\varepsilon_{21} - \varepsilon_{20}}{\varepsilon_{20}} \\ \dot{\varepsilon}_2 = \dfrac{\varepsilon_2}{t_1 - t_0} \end{cases},$$

[0055] S5:根据软区的第一相对蠕变应变ε_1和第一相对蠕变应变速度$\dot{\varepsilon}_1$,对管道软区部位进行蠕变监督评价。

[0056] 需要说明的是,开展这种蠕变监督评价的准则可以但不限于为软区部位恒速阶段的第一相对蠕变应变速度$\dot{\varepsilon}_1$不得大于0.5×10^{-5}%/h,总的第一相对蠕变应变ε_1达0.5%时应该进行试验鉴定,总的第一相对蠕变应变ε_1达到1%时进行更换管的操作,当然这种准则

也是可以根据实际需要来调整的,此处并不作出限制。

[0057] 可见,上述方法能够同时提供软区和正常区的蠕变应变数据,在有效降低现场试验次数的情况下,为监督运行和寿命评估提供更多的佐证。

[0058] 在上述适用于含软区P91管道蠕变监督的评价方法的一个具体实施例中,还可以包括如下步骤:

[0059] 根据第一相对蠕变应变速度$\dot{\varepsilon}_1$和第二相对蠕变应变速度$\dot{\varepsilon}_2$计算软区的蠕变寿命剩余率t_{r1}/t_r和蠕变寿命损耗率$1-t_{r1}/t_r$,;

[0060] 根据软区的蠕变寿命剩余率和蠕变寿命损耗率对含软区P91管道进行寿命评估。

[0061] 需要说明的是,其计算公式可以为:

[0062] $$\begin{cases} \dfrac{t_{r1}}{t_r} = \dfrac{\dot{\varepsilon}_2}{\dot{\varepsilon}_1} \\ 1 - \dfrac{t_{r1}}{t_r} = \dfrac{\dot{\varepsilon}_1 - \dot{\varepsilon}_2}{\dot{\varepsilon}_1} \end{cases},$$

[0063] 还需说明的是,软区的蠕变寿命剩余率可以表征软区相比正常区的蠕变寿命状态,软区的蠕变寿命损耗率可以表征软区由于蠕变性能的下降导致寿命的损耗比例,相关表达式可参考图1的蠕变应变曲线求解。

[0064] 参考图1,软区与正常区的蠕变应变关系有:

[0065] $$\begin{cases} \dot{\varepsilon}_1 \cdot t_{r1} = \varepsilon_{极} \\ \dot{\varepsilon}_2 \cdot t_r = \varepsilon_{极} \end{cases},$$

[0066] 根据上式即有:

[0067] $$\begin{cases} \dfrac{t_{r1}}{t_r} = \dfrac{\dot{\varepsilon}_2}{\dot{\varepsilon}_1} \\ 1 - \dfrac{t_{r1}}{t_r} = \dfrac{\dot{\varepsilon}_1 - \dot{\varepsilon}_2}{\dot{\varepsilon}_1} \end{cases},$$

[0068] 上式中,$\dot{\varepsilon}_1$和$\dot{\varepsilon}_2$分别表示软区和正常区的相对蠕变应变速度,t_{r1}/t_r表示软区的蠕变寿命剩余率,$1-t_{r1}/t_r$表示软区的蠕变寿命损耗率。在两个测量截面上设置蠕变监督测点,一个截面位于软区,另一个截面位于正常区,同时测量两个截面的蠕变应变,软区位置的截面的蠕变应变测量结果记为ε_1,正常区位置的截面的蠕变应变测量结果记为ε_2,那么软区部位的蠕变应变就可以用$\varepsilon_1-\varepsilon_2/2$表示。

[0069] 综上所述,上述管道蠕变监督的结构和评价方法是基于蠕变应变理论,在蠕变性能最差的软区开展蠕变监督,监督对象就更具有针对性,可以更加准确地反映管道软区的蠕变应变规律,而且基于蠕变寿命剩余率和蠕变寿命损耗率的概念,可以表征软区的蠕变寿命状态,无需频繁地进行硬度检验、金相检验等有损检测,这就不会对管道产生任何损伤,同时还可以为管道的监督评价和寿命评估提供更多的数据支撑,并且,上述结构和评价方法还适用于其它材质的高温高压蒸汽管道,比如亚临界机组或超临界机组的P22材质的管道或超超临界机组的P92材质的管道。

[0070] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。

对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

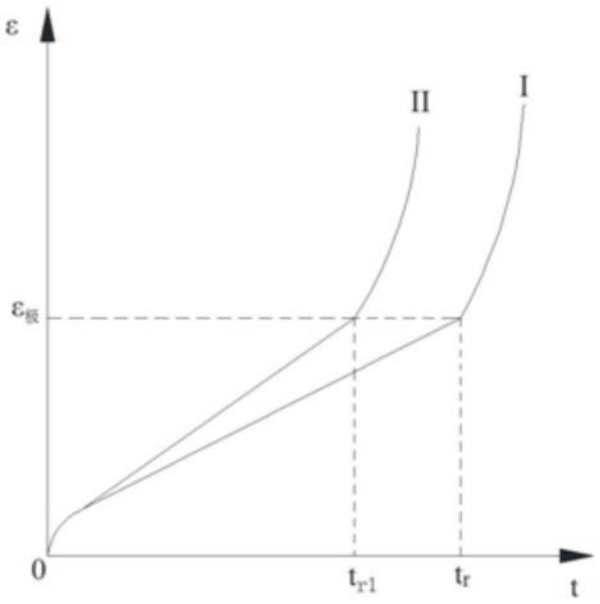


图1

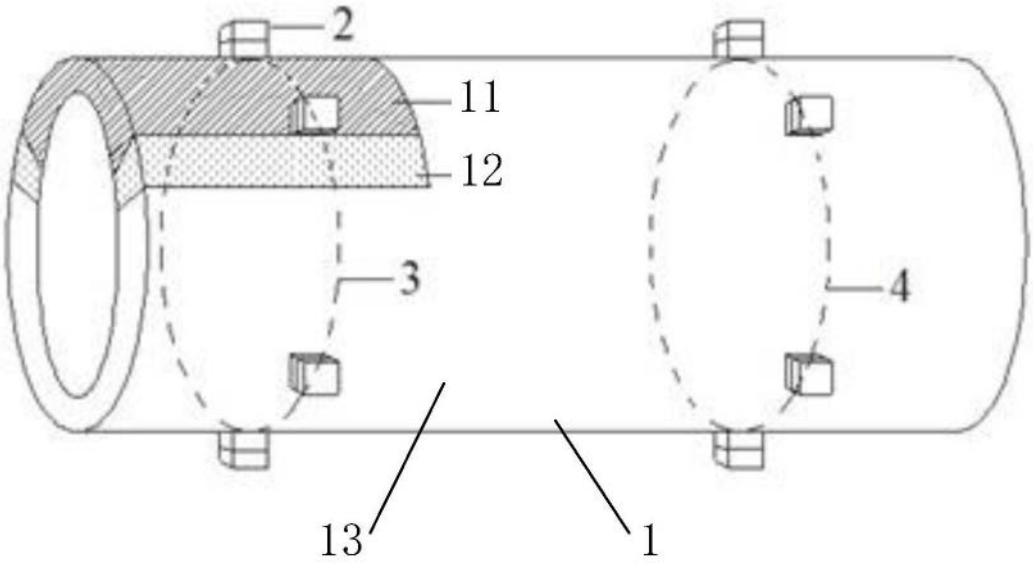


图2

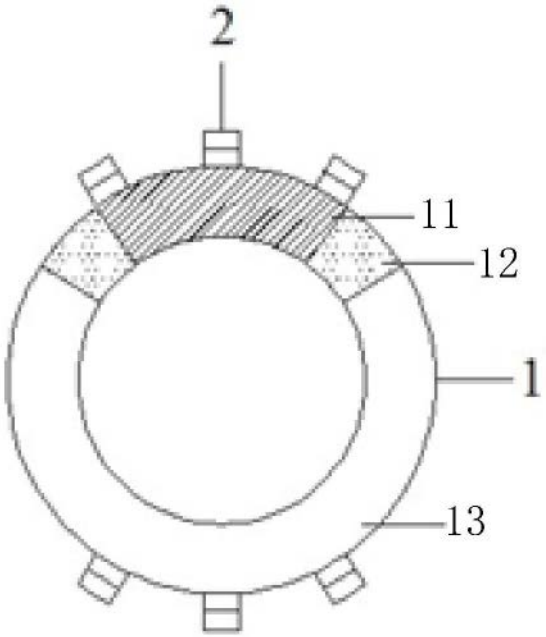


图3

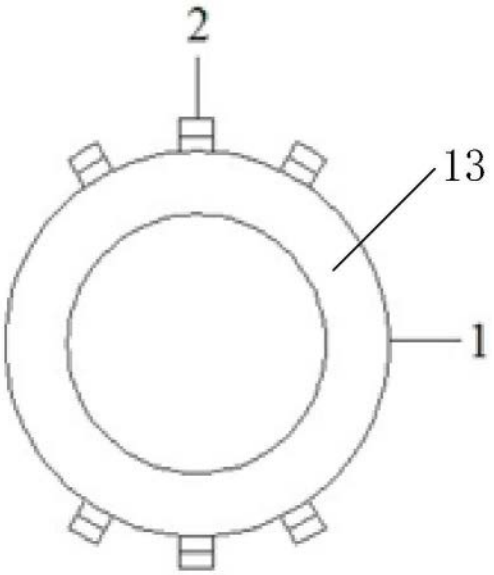


图4

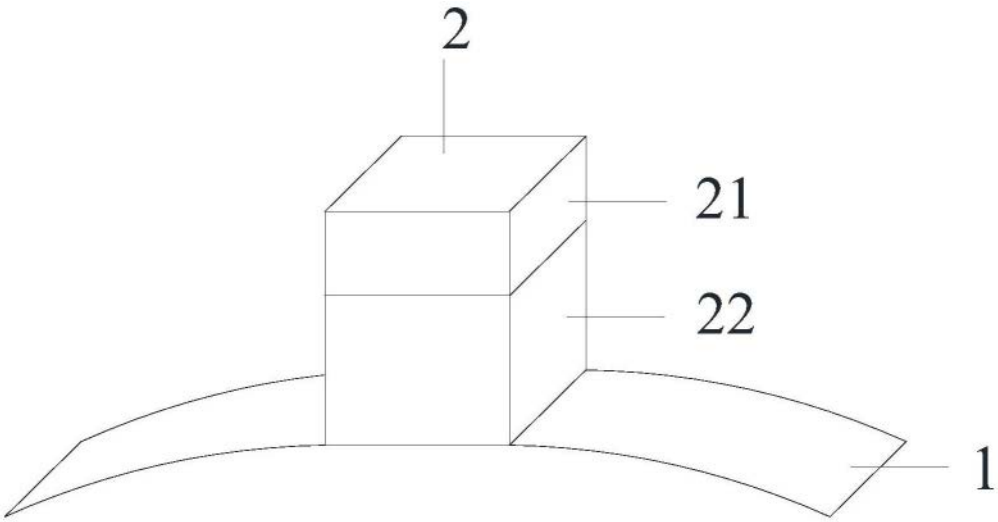


图5

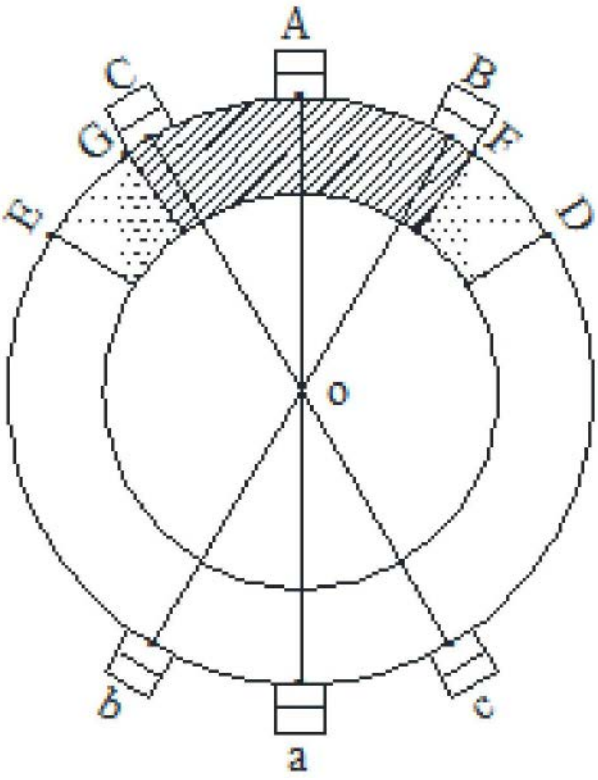


图6

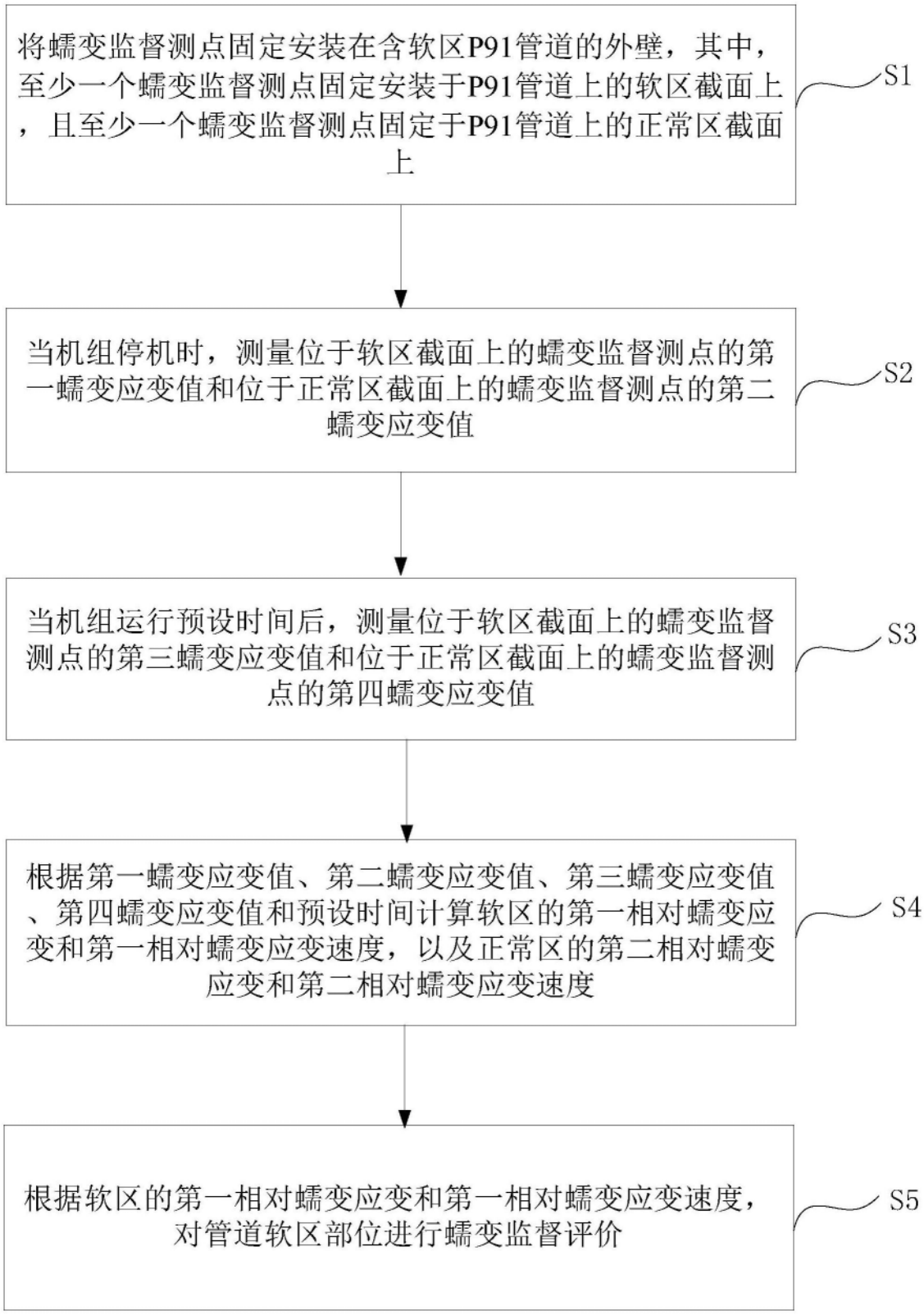

将蠕变监督测点固定安装在含软区P91管道的外壁，其中，至少一个蠕变监督测点固定安装于P91管道上的软区截面上，且至少一个蠕变监督测点固定于P91管道上的正常区截面上
S1
当机组停机时，测量位于软区截面上的蠕变监督测点的第一蠕变应变值和位于正常区截面上的蠕变监督测点的第二蠕变应变值
S2
当机组运行预设时间后，测量位于软区截面上的蠕变监督测点的第三蠕变应变值和位于正常区截面上的蠕变监督测点的第四蠕变应变值
S3
根据第一蠕变应变值、第二蠕变应变值、第三蠕变应变值、第四蠕变应变值和预设时间计算软区的第一相对蠕变应变和第一相对蠕变应变速度，以及正常区的第二相对蠕变应变和第二相对蠕变应变速度
S4
根据软区的第一相对蠕变应变和第一相对蠕变应变速度，对管道软区部位进行蠕变监督评价
S5

图7