



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112505058 A

(43) 申请公布日 2021.03.16

(21) 申请号 202011325372.3

(22) 申请日 2020.11.24

(71) 申请人 国电锅炉压力容器检验有限公司  
地址 102200 北京市昌平区未来科技城北  
区国电新能源技术研究309号楼6层  
9607室

(72) 发明人 张广兴

(74) 专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限  
公司 37252

代理人 刘文霞

(51) Int. Cl.

G01N 21/91 (2006.01)

G01N 27/84 (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页

(54) 发明名称

一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除  
检测方法

(57) 摘要

本发明公开一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,包括步骤:(1)预先配制磁粉渗透剂;(2)对裂纹表面及其周围进行预处理;(3)进行初步磁粉检测或着色渗透检测,根据初步检测结果对裂纹进行消除处理;(4)裂纹消除处理完成后,在裂纹表面施加磁粉渗透剂,通过磁粉检测方法确认裂纹是否完全消除。该检测方法采用磁粉渗透剂代替磁悬液,在发现裂纹进行裂纹消除处理时,无需重复施加磁悬液,避免磁悬液液体的滴落对工件产生影响,且最终检测采用磁粉检测,灵敏度高,保证裂纹完全被消除。

1. 一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,包括以下步骤:
  - (1) 预先配制磁粉渗透剂;
  - (2) 对裂纹表面及其周围进行预处理;
  - (3) 进行初步磁粉检测或着色渗透检测,根据初步检测结果对裂纹进行消除处理,当采用磁粉检测时,在裂纹消除处理过程中,需进行至少1次中间磁粉检测,当中间磁粉检测未见裂纹时,实施步骤(4);
  - (4) 裂纹消除处理完成后,在裂纹表面施加磁粉渗透剂,通过磁粉检测方法确认裂纹是否完全消除。
2. 根据权利要求1所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,所述步骤(1)中磁粉渗透剂包括非荧光磁粉渗透剂及荧光磁粉渗透剂,所述非荧光磁粉渗透剂用于光线亮的环境中,所述荧光磁粉渗透剂用于光线暗的环境中。
3. 根据权利要求2所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,所述非荧光磁粉渗透剂及荧光磁粉渗透剂的配制方法为分别将非荧光磁粉、荧光磁粉加入到无色渗透剂中,并搅拌均匀,所述非荧光磁粉及荧光磁粉的直径为30~40nm,所述非荧光磁粉渗透剂的浓度为10~20g/L,所述荧光磁粉渗透剂的浓度为0.5~1.5g/L。
4. 根据权利要求3所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,所述非荧光磁粉渗透剂的浓度为15g/L,所述荧光磁粉渗透剂的浓度为1g/L。
5. 根据权利要求1所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,所述步骤(2)中预处理的流程为:
  - (a) 采用砂纸清除裂纹表面及其周围25mm范围内的杂质以及防护层;
  - (b) 采用清洁剂去除表面的污垢,并用清水进行清洁处理;
  - (c) 擦拭裂纹表面及其周围的水分或采用其他方式使裂纹表面保持干燥。
6. 根据权利要求5所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,经步骤(2)预处理后,裂纹表面粗糙度 $Ra \leq 25\mu m$ 。
7. 根据权利要求1所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,所述步骤(3)中磁粉检测及裂纹消除的流程为:
  - (a) 采用喷涂或涂刷方式在裂纹表面及其周围施加磁粉渗透剂,磁粉渗透剂在渗透过程中,保持湿润,当环境温度在5~50℃时,渗透时间 $\geq 15\text{min}$ ;
  - (b) 采用磁轭探伤仪进行检测,将磁轭置于两磁极连线垂直于裂纹的方向进行磁化,同一位置至少磁化2次;
  - (c) 根据磁粉聚集形成的磁痕,进行裂纹消除处理。
8. 根据权利要求7所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,所述步骤(3)中中间磁粉检测时无需施加磁粉渗透剂。
9. 根据权利要求1所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征在于,所述步骤(3)中着色渗透检测及裂纹消除的流程为:
  - (a) 采用喷涂或涂刷方式在裂纹表面及其周围施加着色渗透剂,着色渗透剂采用黑色、红色渗透剂或荧光渗透剂;
  - (b) 在环境温度在5~50℃时,其渗透时间及干燥时间 $\geq 2\text{h}$ ,使着色渗透剂干燥且充满裂纹的整个空间后,根据形成的线状痕迹进行裂纹消除处理。

10. 根据权利要求9所述的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,其特征  
在于,所述步骤(b)中着色渗透剂干燥处理方法采用加热方式,即在着色渗透剂喷涂或涂刷  
后至少等待30min进行充分渗透,然后再进行加热处理,加热温度为60~70℃,加热时间为  
10~20min。

## 一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属裂纹检测技术领域,具体涉及一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法。

### 背景技术

[0002] 裂纹是金属工件中最常见的缺陷,多发生在金属间的焊缝或金属材料本身,且裂纹是金属材料各种缺陷中危害性最大的一种,需定期对工件进行检测,一旦某个部位发现裂纹缺陷,应立即消除。如果检测出来的表面裂纹是贯穿性的,可直接用专用工具在厚度方向全部消除,如果表面裂纹不是贯穿性的,则不必全部消除,但裂纹部分必须消除干净。

[0003] 目前,对于铁磁性金属材料,在发现裂纹后,一般采用渗透检测或磁粉检测的方法配合裂纹的消除,其中渗透检测较磁粉检测灵敏度低,而磁粉检测在检测过程中需喷洒较多的磁悬液,会产生过多的磁悬液液滴滴落的情况。对于某些设备(如电子设备、精密仪器等)上方的管道如果发现裂纹,消除时喷洒磁悬液发生滴落会损坏这些设备,因此,需研究一种裂纹消除检测方法,既可以保证检测灵敏度,又不会产生磁悬液滴落的情况。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,采用磁粉渗透剂代替磁悬液,在发现裂纹进行裂纹消除处理时,无需重复施加磁悬液,避免磁悬液液体的滴落对工件产生影响,且最终检测采用磁粉检测,灵敏度高,保证裂纹完全被消除。

[0005] 本发明为了实现上述目的,采用的技术解决方案是:

[0006] 一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,包括以下步骤:

[0007] (1) 预先配制磁粉渗透剂;

[0008] (2) 对裂纹表面及其周围进行预处理;

[0009] (3) 进行初步磁粉检测或着色渗透检测,根据初步检测结果对裂纹进行消除处理;

[0010] (4) 裂纹消除处理完成后,在裂纹表面施加磁粉渗透剂,通过磁粉检测方法确认裂纹是否完全消除。

[0011] 优选的,所述步骤(1)及步骤(4)中磁粉渗透剂包括非荧光磁粉渗透剂及荧光磁粉渗透剂,所述非荧光磁粉渗透剂用于光线亮的环境中,所述荧光磁粉渗透剂用于光线暗的环境中。

[0012] 优选的,所述非荧光磁粉渗透剂及荧光磁粉渗透剂的配制方法为分别将非荧光磁粉、荧光磁粉加入到无色渗透剂中,并搅拌均匀,所述非荧光磁粉及荧光磁粉的直径为30~40nm,所述非荧光磁粉渗透剂的浓度为10~20g/L,所述荧光磁粉渗透剂的浓度为0.5~1.5g/L。

[0013] 优选的,所述非荧光磁粉渗透剂的浓度为15g/L,所述荧光磁粉渗透剂的浓度为1g/L。

[0014] 优选的,所述步骤(2)中预处理的流程为:

[0015] (a) 采用砂纸清除裂纹表面及其周围25mm范围内的杂质以及防护层等;

[0016] (b) 采用清洁剂去除表面的污垢,并用清水进行清洁处理;

[0017] (c) 擦拭裂纹表面及其周围的水分或采用其他方式使裂纹表面保持干燥。

[0018] 优选的,经步骤(2)预处理后,裂纹表面粗糙度 $Ra \leq 25\mu m$ 。

[0019] 优选的,所述步骤(3)中磁粉检测及裂纹消除的流程为:

[0020] (a) 采用喷涂或涂刷方式在裂纹表面及其周围施加磁粉渗透剂,磁粉渗透剂在渗透过程中,保持湿润,环境温度在 $5 \sim 50^\circ C$ 时,渗透时间 $\geq 15min$ ;

[0021] (b) 采用磁轭探伤仪进行检测,将磁轭置于两磁极连线垂直于裂纹的方向进行磁化,同一位置至少磁化2次;

[0022] (c) 根据磁粉聚集形成的磁痕,进行裂纹消除处理。

[0023] 优选的,所述步骤(3)采用磁粉检测时,步骤(3)与步骤(4)之间还需进行至少1次中间磁粉检测,且中间磁粉检测时无需再次施加磁粉渗透剂,当中间磁粉检测未见裂纹时,实施步骤(4)。

[0024] 优选的,所述步骤(3)中着色渗透检测及裂纹消除的流程为:

[0025] (a) 采用喷涂或涂刷方式在裂纹表面及其周围施加着色渗透剂,着色渗透剂采用黑色、红色渗透剂或荧光渗透剂,在光线亮的环境中可选用黑色或红色渗透剂,在光线暗的环境中选用荧光渗透剂,与金属色形成较大反差;

[0026] (b) 在环境温度在 $5 \sim 50^\circ C$ 时,其渗透时间及干燥时间 $\geq 2h$ ,使着色渗透剂干燥且充满裂纹的整个空间后,根据形成的线状痕迹进行裂纹消除处理。

[0027] 优选的,所述步骤(b)中着色渗透剂干燥处理方法可采用加热方式,即在着色渗透剂喷涂或涂刷后至少等待30min进行充分渗透,然后再进行加热处理,加热温度为 $60 \sim 70^\circ C$ ,加热时间为 $10 \sim 20min$ 。

[0028] 本发明的有益效果是:

[0029] (1) 磁粉检测方法中的磁粉渗透剂是将纳米级磁粉与渗透剂相结合,由于渗透剂对金属表面有较强的润湿性能和渗透性能,通过将磁粉与渗透剂相结合,可使磁粉在磁力作用下以渗透剂为载体向裂纹处聚集,使磁粉充分渗入到裂纹内部空间,在检测过程中无需重复施加,采用该种磁粉渗透剂代替磁悬液,在发现裂纹进行裂纹消除处理时,无需重复施加磁悬液,避免磁悬液液体的滴落对工件产生影响;

[0030] (2) 本发明中采用了磁粉检测方法以及着色渗透检测与磁粉检测相结合的方法,这两种方法的最终确认均采用磁粉检测,磁粉检测灵敏度高,保证裂纹完全被消除;

[0031] (3) 采用着色渗透检测与磁粉检测相结合的方法时,可根据显现的线状痕迹对裂纹进行消除处理,裂纹消除处理过程中无需检测设备,只需最终检测确认时采用磁粉检测设备进行检测,提高了工作效率;

[0032] (4) 渗透剂对金属表面有较强的润湿性能和渗透性能,该方法适用于焊缝表面裂纹、材料本身裂纹及内部裂纹消除过程的检测。

## 具体实施方式

[0033] 本发明提供了一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,为使本发明的

目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

#### [0034] 实施例1

[0035] 金属工件使用过程中,会出现裂纹等缺陷,必须定期检测,一旦发现裂纹缺陷后,应立即进行消除。本实施例提供的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,采用磁粉检测方法,适用于光线亮的环境中,该方法包括以下步骤:

[0036] (1) 预先配制非荧光磁粉渗透剂:将直径为30nm的非荧光磁粉粉末15g加入到1L无色渗透剂中,并搅拌均匀,得到浓度为15g/L的非荧光磁粉渗透剂;

[0037] (2) 对裂纹表面及其周围进行预处理:首先采用砂纸清除裂纹表面及其周围25mm范围内的铁锈、氧化皮、铁屑、毛刺等杂质以及各种防护层等,然后采用清洁剂去除表面的污垢,并用清水进行清洁处理,最后擦拭裂纹表面及其周围的水分或采用热风风干等其他方式使裂纹表面保持清洁干燥,经过预处理后,裂纹表面粗糙度Ra为25 $\mu$ m;

[0038] (3) 进行初步磁粉检测,根据显示的磁痕对裂纹进行消除处理,具体操作如下:

[0039] (a) 采用喷涂或涂刷方式在裂纹表面及其周围施加非荧光磁粉渗透剂,保证裂纹表面完全被非荧光磁粉渗透剂覆盖,且需控制施加量,使非荧光磁粉渗透剂不产生液滴滴落,且非荧光磁粉渗透剂在渗透过程中,保持湿润,环境温度在5~50 $^{\circ}$ C时,渗透时间 $\geq$ 15min,温度低时,适当延长渗透时间;

[0040] (b) 采用磁轭探伤仪进行检测,将磁轭置于两磁极连线垂直于裂纹的方向进行磁化,通电时间1~3s,同一位置至少磁化2次,且磁极间距控制在100mm左右,如果裂纹较长,磁化区域每次应有至少10%的重叠;

[0041] (c) 非荧光磁粉渗透剂中的磁粉在磁力作用下,以渗透剂为载体向裂纹处聚集显示出磁痕,使裂纹宏观可见,根据磁粉聚集形成的磁痕,进行裂纹消除处理;

[0042] (4) 在裂纹消除处理过程中,进行中间磁粉检测,且中间磁粉检测时无需再次施加非荧光磁粉渗透剂,当中间磁粉检测未见裂纹时,实施步骤(5),即在裂纹消除处理过程中,随着裂纹的处理及裂纹深度的增加,显现的裂纹磁痕逐渐不明显,需要检测确认裂纹是否已消除,由于非荧光磁粉渗透剂已经渗入到裂纹中,故无需再次施加非荧光磁粉渗透剂,只需进行磁粉检测,如果裂纹未消除,渗透在裂纹里面的非荧光磁粉渗透剂中的纳米磁粉会在磁力作用下向裂纹处聚集,使裂纹宏观可见,然后根据显现的裂纹磁痕进行消除处理,并重复检测直至未发现裂纹时,实施步骤(5)进行最终确认;

[0043] (5) 裂纹消除处理完成后,在裂纹表面再次施加非荧光磁粉渗透剂,施加非荧光磁粉渗透剂采用喷涂方式,且喷涂少量非荧光磁粉渗透剂使其覆盖裂纹表面,进行最终磁粉检测,确认裂纹是否完全消除,若有磁粉聚集,则根据磁粉聚集产生的痕迹,进行裂纹清除处理,若无磁粉聚集,则说明裂纹已完全清除。

#### [0044] 实施例2

[0045] 本实施例提供的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,采用磁粉检测方法,适用于光线暗的环境中,本实施例与实施例1的区别为:实施例1采用非荧光磁粉渗透剂,本实施例中采用荧光磁粉渗透剂,其他步骤相同。

[0046] 本实施例中荧光磁粉渗透剂的制备方法为:将直径为30nm的荧光磁粉粉末1g加入到1L无色渗透剂中,并搅拌均匀,即得到浓度为1g/L的荧光磁粉渗透剂,且在实际操作过程

中,配合黑光灯使用,其效果更佳。

#### [0047] 实施例3

[0048] 本实施例提供的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,采用着色渗透检测与磁粉检测相结合的方式,适用于光线亮的环境中,该方法包括以下步骤:

[0049] (1) 预先配制非荧光磁粉渗透剂:将直径为40nm的非荧光磁粉粉末15g加入到1L无色渗透剂中,并搅拌均匀,得到浓度为15g/L的非荧光磁粉渗透剂;

[0050] (2) 对裂纹表面及其周围进行预处理:首先采用砂纸清除裂纹表面及其周围25mm范围内的铁锈、氧化皮、铁屑、毛刺等杂质以及各种防护层等,然后采用清洁剂去除表面的污垢,并用清水进行清洁处理,最后擦拭裂纹表面及其周围的水分或采用热风风干等其他方式使裂纹表面保持清洁干燥,经过预处理后,裂纹表面粗糙度Ra为20 $\mu$ m;

[0051] (3) 进行着色渗透检测,根据初步检测结果对裂纹进行消除处理,具体操作如下:

[0052] (a) 采用喷涂或涂刷方式在裂纹表面及其周围施加着色渗透剂,着色渗透剂采用黑色、红色渗透剂,与金属色形成较大反差,且需控制渗透剂施加量,不能喷涂太多,防止渗透剂液体沿工件往下流,形成液滴滴落,并在喷涂过程中注意观察,若有液滴往下流,要及时进行擦拭;

[0053] (b) 着色渗透剂在环境温度在5~50 $^{\circ}$ C时,其渗透时间及干燥时间 $\geq$ 2h,且温度越低,渗透时间及干燥时间越长,当着色渗透剂干燥且充满裂纹的整个空间后,根据形成的线状痕迹进行裂纹消除处理;

[0054] (4) 待渗透剂在裂纹中产生的线状痕迹消失后,在裂纹表面喷涂少量非荧光磁粉渗透剂使其覆盖裂纹表面,采用磁轭探伤仪进行磁粉检测,确认裂纹是否完全消除,若有磁粉聚集,则根据磁粉聚集产生的痕迹,进行裂纹清除处理,若无磁粉聚集,则说明裂纹已完全清除。

#### [0055] 实施例4

[0056] 本实施例提供的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,采用着色渗透检测与磁粉检测相结合的方式,适用于光线亮的环境中,本实施例与实施例3的区别在于:本实施例中着色渗透剂干燥处理方法采用加热方式,其他步骤相同。本实施例所采取的方法是在着色渗透剂喷涂或涂刷后等待30min进行充分渗透,然后再进行加热处理,加热温度为60~70 $^{\circ}$ C,加热时间为10~20min,可加速干燥,节约时间。

#### [0057] 实施例5

[0058] 本实施例提供的一种用于铁磁性金属工件裂纹的缺陷消除检测方法,采用着色渗透检测与磁粉检测相结合的方式,适用于光线暗的环境中,本实施例与实施例3的区别在于:实施例3采用非荧光磁粉渗透剂及黑色或红色着色渗透剂,本实施例中采用荧光磁粉渗透剂及荧光着色渗透剂,其他步骤相同。

[0059] 本实施例中荧光磁粉渗透剂的制备方法为:将直径为40nm的荧光磁粉粉末1g加入到1L无色渗透剂中,并搅拌均匀,即得到浓度为1g/L的荧光磁粉渗透剂,且在实际操作过程中,配合黑光灯使用,其效果更佳。

[0060] 本发明中未述及的部分,采用或借鉴已有技术即可实现,如裂纹消除处理方法,裂纹可挖补打磨方式消除。

[0061] 当然,上述说明并非是对本发明的限制,本发明也并不仅限于上述举例,本技术领

域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本发明的保护范围。