



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106053598 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(21)申请号 201610362730.5

(22)申请日 2016.05.26

(71)申请人 中国大唐集团科学技术研究院有限公司西北分公司

地址 710077 陕西省西安市雁塔区唐延路  
37号class公馆B座

(72)发明人 刘宝林 周宁 杨占君 孙兴新  
李梦阳

(74)专利代理机构 西安睿通知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 61218

代理人 惠文轩

(51)Int.Cl.

G01N 29/04(2006.01)

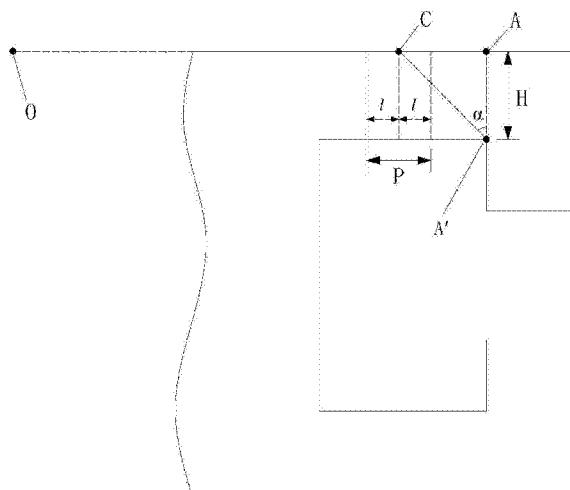
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法

(57)摘要

本发明属于无损检测技术领域,具体公开了一种汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,包括以下步骤:1,确定汽轮机叶轮轮缘的待检部位;2,用超声波测厚仪对所述待检部位的进行厚度测量,标记厚度差异点A,记录其所对应的厚度测量值H;3,确定超声波探头发射信号点C;4,确定超声波探头发射信号点C的移动区域P;5,对待检部位进行检测,并记录反射信号辐射强度G";当反射信号辐射强度G"大于所述裂纹反射信号辐射强度J时,则表示待检部位存在裂缝,且裂缝的位置为大于所述裂纹反射信号辐射强度J的反射信号辐射强度G"所对应的位置。本发明的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法简便、快捷、准确,可在汽轮机工作现场进行检测。



1. 一种汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,确定汽轮机叶轮轮缘的待检部位,对汽轮机叶轮轮缘待检部位的表面进行打磨,然后在所述待检部位涂抹超声波耦合剂,所述待检部位为汽轮机叶轮T型叶根槽的外侧壁;

步骤2,用超声波测厚仪对汽轮机叶轮轮缘所述待检部位进行厚度测量,标记厚度差异点A,记录厚度差异点A所对应的厚度测量值H;所述厚度差异点A与汽轮机叶轮T型叶根槽的内侧壁的槽角受力点A'对应;

步骤3,将超声波探伤仪与超声波探头相连接,并调校超声波探伤仪和超声波探头的发射超声波信号角度 $\alpha$ ,根据所述厚度差异点A及其对应的厚度测量值H,确定超声波探头发射信号点C;

步骤4,以所述超声波探头发射信号点C为中心,分别向其前端延伸距离1,即为检测过程中所述超声波探头发射信号点C的移动区域P;

步骤5,基于所述移动区域P,使用所述超声波探头在所述待测部位进行检测,根据所得到的反射信号强度,确定所述汽轮机叶轮T型叶根槽的内侧壁的槽角受力点A'附近是否出现裂纹以及所述裂纹的具体位置。

2. 根据权利要求1所述的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,其特征在于,所述步骤3包含以下子步骤:

子步骤3a,记录超声波探头发射超声波信号的角度 $\alpha$ 及其对应的转换值K;

子步骤3b,以所述厚度差异点A为零点,向汽轮机叶片转子中心的方向计算,所述厚度差异点A与所述超声波探头发射信号点C之间的距离通过下式计算

$$AC = K \times H$$

其中,K为超声波探头发射超声波信号的角度 $\alpha$ 所对应的换算值,H为所述A点对应的厚度测量值。

3. 根据权利要求1所述的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,其特征在于,步骤5包含以下子步骤:

子步骤5a,确定裂纹反射信号波幅强度J:以CSK-IIIA试块为超声波标准试块,使用所述超声波探头对所述CSK-IIIA试块上直径为1mm,深度为6mm的小孔M进行检测,得到反射信号辐射强度G,所述裂纹反射信号辐射强度通过下式计算

$$J = G + G'$$

其中,G为超声波探头对CSK-IIIA试块上直径为1mm、深度为6mm的小孔M检测所得到的反射信号辐射强度, $G'$ 为反射信号辐射强度的增益经验值;

子步骤5b,在超声波探头对所述待检测部位进行检测时,当所得到的反射信号辐射强度 $G''$ 大于所述裂纹反射信号辐射强度J时,则表示所述待检部位存在裂缝,且所述裂缝的位置为检测到的所述大于所述裂纹反射信号辐射强度J的反射信号辐射强度 $G''$ 所对应的位置。

4. 根据权利要求1或2所述的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,其特征在于,所述超声波探头的发射超声波信号的角度 $\alpha$ 为45°,其对应的转换值K为1。

5. 根据权利要求1所述的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,其特征在于,所述距离1为5mm。

6. 根据权利要求3所述的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,其特征在于,所述反射信号辐射强度的增益经验值G'用来判断所述待检测部位是否存在裂缝,通过以下步骤获得:选取N处存在裂纹的汽轮机叶轮轮缘,分别检测其反射信号辐射强度G<sub>i</sub>,采用下式计算反射信号辐射强度的增益经验值G'

$$G' = \frac{(G_1 - G) + (G_2 - G) + \cdots + (G_N - G)}{N}$$

式中,i=1,2,⋯,N,N为存在裂纹的汽轮机叶轮轮缘的检测个数,G<sub>i</sub>为第i处存在裂纹的汽轮机叶轮轮缘的反射信号辐射强度。

7. 根据权利要求3所述的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,其特征在于,所述反射信号辐射强度的增益经验值G'为12dB。

## 一种汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无损检测技术领域,具体涉及一种汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,用于测定汽轮机叶轮T型叶根槽的侧壁是否存在裂缝。

### 背景技术

[0002] 火力发电站汽轮机长期在高温高压环境中运行,汽轮机在运行中叶片主要受到汽流从进汽向出汽方向的推力作用、转子高速运转下叶片受到的离心力的作用、因汽流波动引起的震动所受力的作用、汽轮机启停机时叶片受交变应力的作用和热应力作用。汽轮机T型叶根叶片与汽轮机转子叶轮轮缘T型叶根槽形式的轮缘,叶片的受力通过T型叶根作用于轮缘T型叶根槽,经长时间运行,使叶根槽倒角部位容易产生裂纹。

[0003] 目前,为了预防汽轮机运行中轮缘裂纹导致的汽轮机损坏事故,国内外尚无规范的无损检测方法对在役机组轮缘进行检测。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种简便、准确率高的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,用于测定汽轮机叶轮T型叶根槽的侧壁是否存在裂缝。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案予以实现。

[0006] 一种汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0007] 步骤1,确定汽轮机叶轮轮缘的待检部位,对汽轮机叶轮轮缘待检部位的表面进行打磨,然后在所述待检部位涂抹超声波耦合剂,所述待检部位为汽轮机叶轮T型叶根槽的外侧壁;

[0008] 步骤2,用超声波测厚仪对汽轮机叶轮轮缘所述待检部位进行厚度测量,标记厚度差异点A,记录厚度差异点A所对应的厚度测量值H;所述厚度差异点A与汽轮机叶轮T型叶根槽的内侧壁的槽角受力点A'对应;

[0009] 步骤3,将超声波探伤仪与超声波探头相连接,并调校超声波探伤仪和超声波探头的发射超声波信号角度 $\alpha$ ,根据所述厚度差异点A及其对应的厚度测量值H,确定超声波探头发射信号点C;

[0010] 子步骤3a,记录超声波探头发射超声波信号的角度 $\alpha$ 及其对应的转换值K;

[0011] 子步骤3b,以所述厚度差异点A为零点,向汽轮机叶片转子中心的方向计算,所述厚度差异点A与所述超声波探头发射信号点C之间的距离通过下式计算

[0012]  $AC = K \times H$

[0013] 其中,K为超声波探头发射超声波信号的角度 $\alpha$ 所对应的换算值,H为所述A点对应的厚度测量值;

[0014] 步骤4,以所述超声波探头发射信号点C为中心,分别向其前端延伸距离f,即为检测过程中所述超声波探头发射信号点C的移动区域P;

[0015] 步骤5,基于所述移动区域P,使用所述超声波探头在所述待测部位进行检测,根据

所得到的反射信号辐射强度,确定所述汽轮机叶轮T型叶根槽的内侧壁的槽角受力点A'附近是否出现裂纹以及所述裂纹的具体位置。

[0016] 子步骤5a,确定裂纹反射信号识别强度J,以CSK-IIIA试块为超声波标准试块,使用所述超声波探头对所述CSK-IIIA试块上深30mm处的Φ1×6mm的小孔M进行检测,得到反射信号辐射强度G,所述裂纹反射信号识别强度通过下式计算

$$[0017] J = G + G'$$

[0018] 其中,G为超声波探头对CSK-IIIA试块上深30mm处的Φ1×6mm的小孔M检测所得到的反射信号辐射强度,G'为反射信号辐射强度的增益经验值;

[0019] 子步骤5b,在超声波探头对所述待检测部位进行检测时,当所得到的反射信号辐射强度G''大于所述裂纹反射信号识别强度J时,则表示所述待检部位存在裂缝,且所述裂缝的位置为检测到的所述大于所述裂纹反射信号识别强度J的反射信号辐射强度G''所对应的位置。

[0020] 所述超声波探头的发射超声波信号的角度α为45°,其对应的转换值K为1。

[0021] 所述距离l为5mm。

[0022] 所述反射信号辐射强度的增益经验值G'用来判断所述待检测部位是否存在裂缝,通过以下步骤获得:选取N处存在裂纹的汽轮机叶轮轮缘,分别检测其反射信号辐射强度G<sub>i</sub>,采用下式计算反射信号辐射强度的增益经验值G'

$$[0023] G' = \frac{(G_1 - G) + (G_2 - G) + \cdots + (G_N - G)}{N} \quad i=1, 2, \dots, N$$

[0024] 式中,i=1,2,⋯,N,N为存在裂纹的汽轮机叶轮轮缘的检测个数,G<sub>i</sub>为第i处存在裂纹的汽轮机叶轮轮缘的反射信号辐射强度。

[0025] 所述反射信号辐射强度的增益经验值G'为12dB。

[0026] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0027] 本发明所述的汽轮机叶轮轮缘超声波检测方法简便、快捷、准确,可在汽轮机工作现场对汽轮机叶轮轮缘进行无损检测,且所发射的超声波对人体无损害,为火电站汽轮机的正常运行提供了安全保障。

## 附图说明

[0028] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。

[0029] 图1为汽轮机叶轮轮缘超声波检测的示意图,其中,A为厚度差异点,H为A点所对应的厚度,A'为汽轮机叶轮T型叶根槽的内侧壁的槽角受力点,C为超声波探头发射信号点,P为超声波探头发射信号点的移动区域,α为超声波探头发射超声波信号的角度;

[0030] 图2为超声波探头对CSK-IIIA试块的检测示意图,其中,C为超声波探头发射信号点,M为距离CSK-IIIA试块上表面30mm、直径为1mm、深度为6mm的小孔,α为超声波探头发射超声波信号的角度。

## 具体实施方式

[0031] 下面将结合实施例对本发明的实施方案进行详细描述,但是本领域的技术人员将会理解,下列实施例仅用于说明本发明,而不应视为限制本发明的范围。

[0032] 参考图1,本实施例对西固电厂10号机组汽轮机叶轮T型叶根槽的侧壁进行超声波检测,以判断其是否存在裂缝以及裂缝所处的位置。

[0033] 在对待检部位进行超声波检测前,首先确定裂纹反射信号识别强度,参考图2,具体为:选择超声波探头,以CSK-IIIA试块为超声波标准试块,使用上述所选择的超声波探头对距离CSK-IIIA试块上表面30mm处的直径为1mm、深度为6mm的小孔M进行检测,C为超声波探头发射信号点,超声波探头发射超声波信号的角度为45°,检测得到反射信号辐射强度G为46.8dB,所述裂纹反射信号识别强度J通过下式计算

$$[0034] J = G + G'$$

[0035] 其中,G'为反射信号辐射强度的增益经验值,用来判断所述待检测部位是否存在裂缝,通过以下步骤获得:选取N处存在裂纹的汽轮机叶轮轮缘,分别检测其反射信号辐射强度G<sub>i</sub>,采用下式计算反射信号辐射强度的增益经验值G'

$$[0036] G' = \frac{(G_1 - G) + (G_2 - G) + \dots + (G_i - G)}{N} \quad i=1, 2, \dots, N.$$

[0037] 本发明选取300处存在裂纹的汽轮机叶轮轮缘,分别检测其反射信号辐射强度G<sub>1</sub>,G<sub>2</sub>,...,G<sub>300</sub>,检测方法同本发明的检测方法相同,所得到G<sub>1</sub>,G<sub>2</sub>,...,G<sub>300</sub>的值均在11.7dB至12.3dB之间,采用上式对反射信号辐射强度的增益经验值G'进行计算,得到G'为12dB。

[0038] 采用下述方法对反射信号辐射强度的增益经验值G'进行验算:根据上述计算得到的反射信号辐射强度的增益经验值G',采用本发明的方法对汽轮机叶轮轮缘进行检测,发现汽轮机叶轮轮缘存在裂缝,对该汽轮机叶轮轮缘进行切割解剖,进行宏观检查,发现确实存在裂缝,因此,可确认该反射信号辐射强度的增益经验值G'可用来对汽轮机叶轮轮缘进行检测,判断其是否存在裂缝。

[0039] 综合以上,可得裂纹反射信号识别强度为58.8dB。

[0040] 示例性地,

[0041] 对汽轮机叶轮轮缘的待检部位进行超声波检测,参考图1,包括以下步骤:

[0042] 步骤1,确定汽轮机21级轮缘的待检部位为T型叶根槽的外侧壁,对汽轮机轮缘待检部位的表面进行打磨,以消除汽轮机轮缘待检部位的氧化皮层,然后在汽轮机轮缘待检部位涂抹超声波耦合剂;

[0043] 步骤2,用超声波测厚仪对汽轮机叶轮轮缘待检部位进行厚度测量,标记环绕汽轮机叶轮轮缘的多个厚度差异点A,厚度差异点A与汽轮机叶轮T型叶根槽的内侧壁的槽角受力点A'对应,记录厚度差异点A所对应的厚度测量值H为25mm;

[0044] 步骤3,确定超声波探头发射信号点C:将超声波探伤仪与超声波探头相连接,并调校超声波探伤仪和超声波探头的发射超声波信号角度,记录超声波探头发射超声波信号的角度α为45°,其对应的转换值K为1,以厚度差异点A为零点,向汽轮机叶片转子中心的方向计算,厚度差异点A与超声波探头发射信号点C之间的距离通过下式

$$[0045] AC = K \times H$$

[0046] 计算,计算结果为25mm,即超声波探头发射信号点C为环绕汽轮机叶轮轮缘的分别距离多个厚度差异点A 25mm的多个超声波探头发射信号点C;

[0047] 按照《JB-T10062-1999超声探伤用探头性能测试方法》对超声波探伤仪和超声波探头的发射超声波信号角度进行调校。

[0048] 步骤4,以上述多个超声波探头发射信号点C为中心,分别沿汽轮机叶轮轮缘轴线方向向其前端延伸5mm,即为检测过程中超声波探头发射信号点C的移动区域P;

[0049] 步骤5,基于以上超声波探头发射信号点C的移动区域P,在待测部位移动超声波探头,使得超声波探头发射信号点C在其移动区域P内移动并进行检测,记录检测所得到的反射信号辐射强度G'',当反射信号辐射强度G''大于裂纹反射信号识别强度58.8dB时,表明该部位有裂缝,在裂缝处进行标记;

[0050] 对标记的部位进行割解剖检查,宏观检查发现10号机组汽轮机叶轮T型叶根槽的侧壁确实存在裂纹,与上述超声波检测结果相符,这表明本发明的检验方法具有准确性和实用性。

[0051] 虽然,本说明书中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

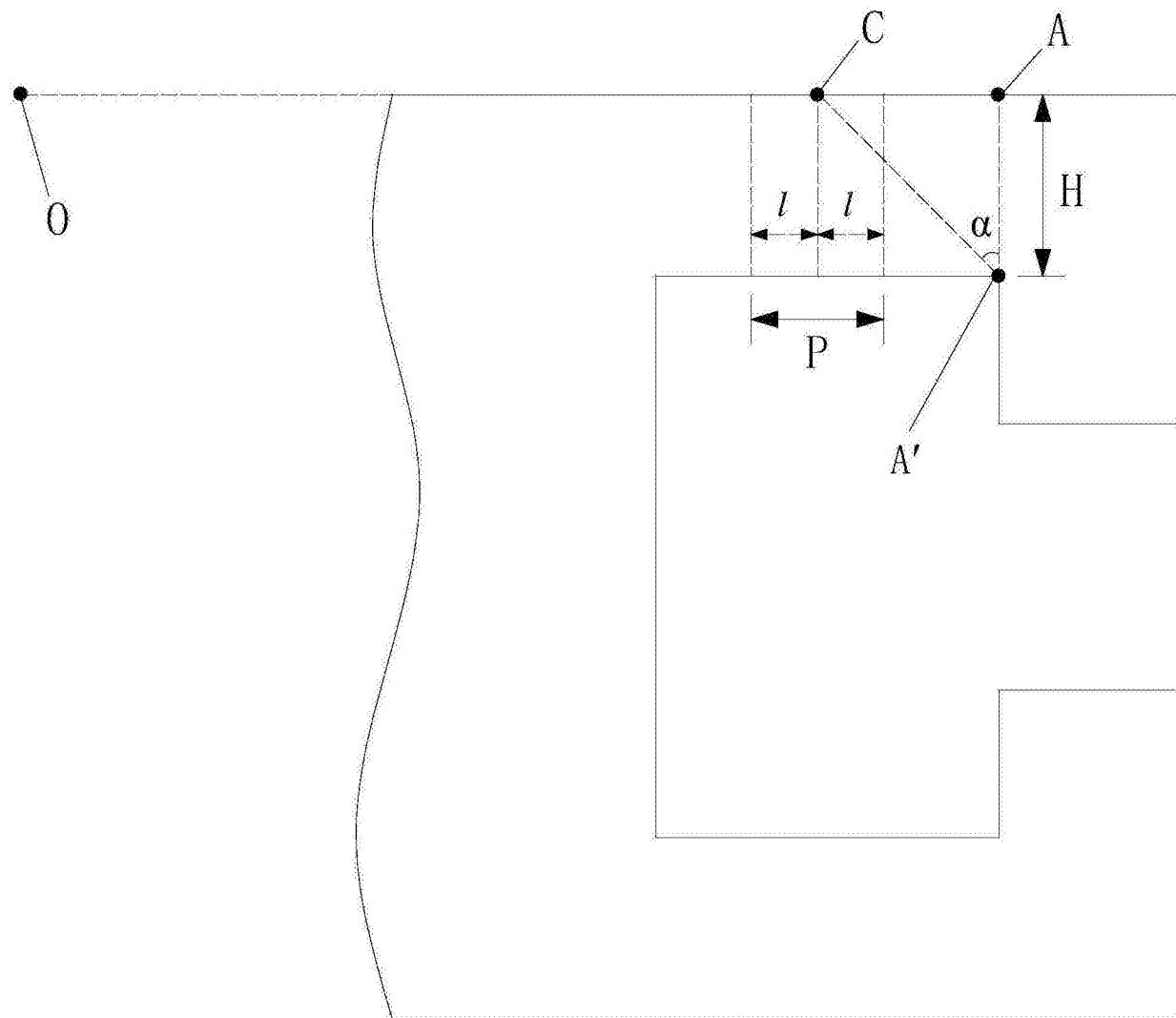


图1

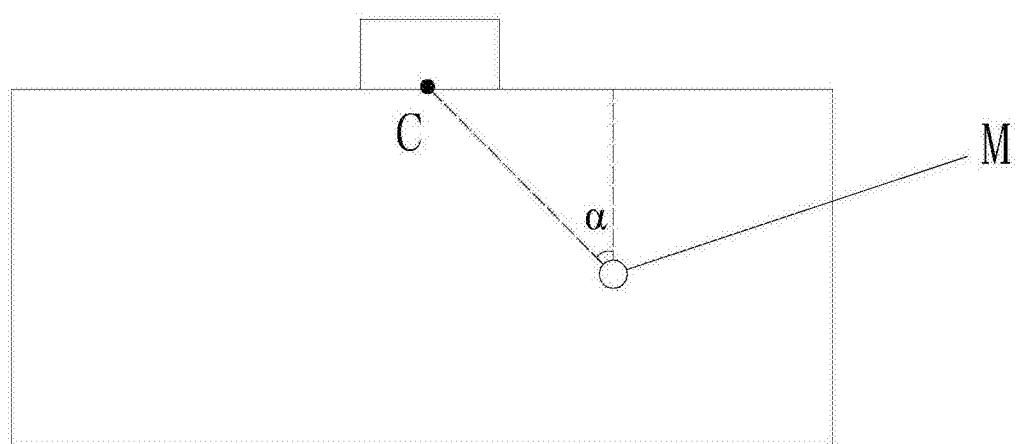


图2