



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104535648 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201410719317. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 12. 03

G01N 29/04(2006. 01)

(71) 申请人 国网河南省电力公司电力科学研究院

地址 450052 河南省郑州市二七区嵩山南路85号

申请人 河南省电力工业锅炉压力容器检验中心
河南恩湃高科集团有限公司
国家电网公司

(72) 发明人 李世涛 汪毅 蔡红生 靳峰
杨旭 张武能

(74) 专利代理机构 郑州联科专利事务所(普通合伙) 41104

代理人 刘建芳 李伊宁

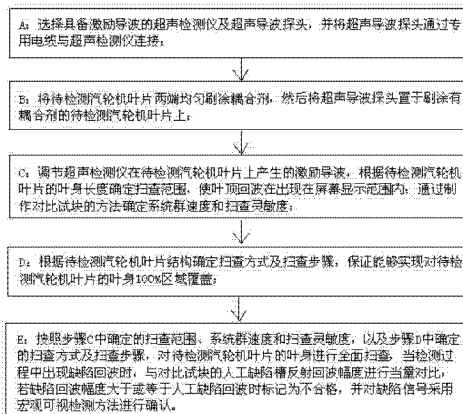
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种汽轮机叶片超声导波检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种汽轮机叶片超声导波检测方法,包括以下步骤:A:选择并连接具备激励导波的超声检测仪及超声导波探头;B:刷涂耦合剂后将超声导波探头置于待检测汽轮机叶片上;C:调节超声检测仪在待检测汽轮机叶片上产生的激励导波,通过制作对比试块的方法确定系统群速度和扫查灵敏度;D:确定扫查方式及扫查步骤;E:对待检测汽轮机叶片的叶身进行全面扫查,当检测过程中出现缺陷回波时,与对比试块的人工缺陷槽反射回波幅度进行当量对比,若缺陷回波幅度大于或等于人工缺陷回波时标记为不合格,并对缺陷信号采用宏观可视检测方法进行确认。本发明检测效率高、检测范围大的优点,能够快速可靠地完成叶片缺陷的无损检测。



1. 一种汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

A:选择具备激励导波的超声检测仪及超声导波探头,并将超声导波探头通过专用电缆与超声检测仪连接;

B:将待检测汽轮机叶片两端均匀刷涂耦合剂,然后将超声导波探头置于刷涂有耦合剂的待检测汽轮机叶片上;

C:调节超声检测仪在待检测汽轮机叶片上产生的激励导波,根据待检测汽轮机叶片的叶身长度确定扫查范围,使叶顶回波在出现在屏幕显示范围内;通过制作对比试块的方法确定系统群速度和扫查灵敏度;

D:根据待检测汽轮机叶片结构确定扫查方式及扫查步骤,保证能够实现对待检测汽轮机叶片的叶身 100% 区域覆盖;

E:按照步骤C中确定的扫查范围、系统群速度和扫查灵敏度,以及步骤D中确定的扫查方式及扫查步骤,对待检测汽轮机叶片的叶身进行全面扫查,当检测过程中出现缺陷回波时,与对比试块的人工缺陷槽反射回波幅度进行当量对比,若缺陷回波幅度大于或等于人工缺陷回波时标记为不合格,并对缺陷信号采用宏观可视检测方法进行确认。

2. 根据权利要求1所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于,所述的步骤C中,制作对比试块的方法为:首先选用与待检测汽轮机叶片相同规格、材质和热处理状态的对比试块,在对比试块进汽侧和出汽侧边缘表面横向切割一个槽深为0.5mm、长5mm的人工刻槽,然后在叶片的进汽面、背汽面上从边缘向内分别加工出横向模拟裂纹缺陷,横向模拟裂纹缺陷的长度为5mm,深度为0.5mm,横向模拟裂纹缺陷与对比试块叶根R弧位置或叶顶位置的距离大于等于100mm;

在确定系统群速度时,分别在距离对比试块上的横向模拟裂纹缺陷300mm和500mm处将反射波调到最强,并调节声速将两点距离差调为200mm,最后将此时的声速标定,即为确定的系统群速度;然后利用此方法分别对进汽侧和出汽侧进行标定;

在确定扫查灵敏度时,首先将超声导波探头置于待检测汽轮机叶片的叶根位置,找到叶顶回波,然后调节系统增益,将屏幕草状最大回波定于20%,再通过对比试块上对人工刻槽进行校核,保证人工刻槽的信噪比大于6dB;最后,在此灵敏度的基础上提高8dB,得出最终的系统扫查灵敏度。

3. 根据权利要求2所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于:所述步骤D中的扫查方式具体如下,

将超声导波探头依次置于待检测汽轮机叶片叶身表面,从叶身两端相向扫查;首先探头置于叶顶位置向叶根方向扫查,实现探头至叶根间的叶身检测;再将探头置于叶根与叶身连接位置的R弧处向叶顶方向扫查,实现探头与叶顶之间叶身检测,2次扫查完成叶身全长的100%覆盖;然后分别在进汽面、出汽面进行上述扫查,重点检测待检测汽轮机叶片的边缘位置,实现叶片叶身100%区域覆盖。

4. 根据权利要求3所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于:所述的步骤E中,当检测过程中出现反射波信噪比大于6dB时,记录此时反射波的位置、波幅和信噪比,并用记号笔进行范围标定。

5. 根据权利要求4所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于:所述的步骤A中,超声检测仪的工作频率范围为0.5MHz-10MHz,水平线性误差不大于2%,垂直线性误差

不大于 8% ;超声检测仪的激励信号采用宽脉冲窄频带的激励信号 ;超声检测仪采用所有能激励导波的数字 A 型超声波检测仪或数字超声相控阵检测仪。

6. 根据权利要求 5 所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于:所述的步骤 E 中,在测量对比试块的人工缺陷槽反射回波幅度时,人工刻槽与超声导波探头分别置于对比试块两个检测面,测量并记录不同距离处的反射强度,用于当量对比。

7. 根据权利要求 6 所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于:所述的步骤 A 中,超声导波探头采用单晶片或多晶片的导波探头,或者单晶片或多晶片的相控阵探头,超声导波探头的工作频率范围为 0.5 MHz-5 MHz,尺寸为 16mm×20mm。

8. 根据权利要求 7 所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于:所述的数字超声相控阵检测仪的检测通道大于等于 16 通道。

9. 根据权利要求 7 所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,其特征在于:所述的相控阵探头包括线阵探头和面阵探头,线阵探头阵元数大于等于 8 个,面阵探头阵元数大于 2×2 个 ;振动频率范围为 0.3-5.5MHz。

一种汽轮机叶片超声导波检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽轮机叶片检测领域,尤其涉及一种汽轮机叶片超声导波检测方法。

背景技术

[0002] 汽轮机叶片是火力发电机组的重要监检部件,汽轮机叶片在工作时,不仅承受高速转动时离心力所产生的静应力和汽流作用的动应力,还要承受高温、腐蚀和冲蚀作用。如果汽轮机叶片本身存在冶金制造缺陷或材料的机械性能达不到要求,就容易在外界运行工况发生变动时产生裂纹缺陷,进而发生叶片断裂事故。由于叶片的体积和质量较大,如果叶片根部或叶身断裂,不仅会损坏其它叶片,还可能导致由于断叶片卡阻破坏转子的动平衡,造成轴系失稳,最终引发重大安全事故。因此,汽轮机叶片的安全稳定运行直接影响到整台机组的安全性与经济性,加强对汽轮机叶片的检测显得尤为重要。

[0003] 在汽轮机叶片常规检测技术方面,国内标准 DL/T 714-2011《汽轮机叶片超声波检验技术导则》对汽轮机叶片(叶身)超声波检测作了详细规定,但这种超声波检测方法存在单次扫查距离短、不能覆盖整个叶片的缺点;同时进、出汽侧两面要分别检测,同一叶片还要分区域多次扫查,直接导致检测效率偏低、表面影响复杂。而现有的磁粉检测和渗透检测方法主要用于检测外表面开口缺陷,对于在役汽轮机转子叶片,受形状及安装位置影响不能实现 100% 检测,漏检区域较大。综上所述,现有的常规检测手段由于种种限制,采用单一方法很难实现快速、全面检测。

[0004] 因此,针对汽轮机叶片开发一种快速、全面的现场无损检测技术显得尤为重要。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种汽轮机叶片超声导波检测方法,具有检测效率高、检测范围大的优点,能够快速可靠地完成叶片缺陷的无损检测。

[0006] 本发明采用下述技术方案:

一种汽轮机叶片超声导波检测方法,包括以下步骤:

A:选择具备激励导波的超声检测仪及超声导波探头,并将超声导波探头通过专用电缆与超声检测仪连接;

B:将待检测汽轮机叶片两端均匀刷涂耦合剂,然后将超声导波探头置于刷涂有耦合剂的待检测汽轮机叶片上;

C:调节超声检测仪在待检测汽轮机叶片上产生的激励导波,根据待检测汽轮机叶片的叶身长度确定扫查范围,使叶顶回波在出现在屏幕显示范围内;通过制作对比试块的方法确定系统群速度和扫查灵敏度;

D:根据待检测汽轮机叶片结构确定扫查方式及扫查步骤,保证能够实现对待检测汽轮机叶片的叶身 100% 区域覆盖;

E:按照步骤 C 中确定的扫查范围、系统群速度和扫查灵敏度,以及步骤 D 中确定的扫查方式及扫查步骤,对待检测汽轮机叶片的叶身进行全面扫查,当检测过程中出现缺陷回波

时,与对比试块的人工缺陷槽反射回波幅度进行当量对比,若缺陷回波幅度大于或等于人工缺陷回波时标记为不合格,并对缺陷信号采用宏观可视检测方法进行确认。

[0007] 所述的步骤 C 中,制作对比试块的方法为:首先选用与待检测汽轮机叶片相同规格、材质和热处理状态的对比试块,在对比试块进汽侧和出汽侧边缘表面横向切割一个槽深为 0.5mm、长 5mm 的人工刻槽,然后在叶片的进汽面、背汽面上从边缘向内分别加工出横向模拟裂纹缺陷,横向模拟裂纹缺陷的长度为 5mm,深度为 0.5mm,横向模拟裂纹缺陷与对比试块叶根 R 弧位置或叶顶位置的距离大于等于 100mm;

在确定系统群速度时,分别在距离对比试块上的横向模拟裂纹缺陷 300mm 和 500mm 处将反射波调到最强,并调节声速将两点距离差调为 200mm,最后将此时的声速标定,即为确定的系统群速度;然后利用此方法分别对进汽侧和出汽侧进行标定;

在确定扫查灵敏度时,首先将超声导波探头置于待检测汽轮机叶片的叶根位置,找到叶顶回波,然后调节系统增益,将屏幕草状最大回波定于 20%,再通过对比试块上对人工刻槽进行校核,保证人工刻槽的信噪比大于 6dB;最后,在此灵敏度的基础上提高 8 dB,得出最终的系统扫查灵敏度。

[0008] 所述步骤 D 中的扫查方式具体如下,

将超声导波探头依次置于待检测汽轮机叶片叶身表面,从叶身两端相向扫查;首先探头置于叶顶位置向叶根方向扫查,实现探头至叶根间的叶身检测;再将探头置于叶根与叶身连接位置的 R 弧处向叶顶方向扫查,实现探头与叶顶之间叶身检测,2 次扫查完成叶身全长的 100% 覆盖;然后分别在进汽面、出汽面进行上述扫查,重点检测待检测汽轮机叶片的边缘位置,实现叶片叶身 100% 区域覆盖。

[0009] 所述的步骤 E 中,当检测过程中出现反射波信噪比大于 6dB 时,记录此时反射波的位置、波幅和信噪比,并用记号笔进行范围标定。

[0010] 所述的步骤 A 中,超声检测仪的工作频率范围为 0.5MHz-10MHz,水平线性误差不大于 2%,垂直线性误差不大于 8%;超声检测仪的激励信号采用宽脉冲窄频带的激励信号;超声检测仪采用所有能激励导波的数字 A 型超声波检测仪或数字超声相控阵检测仪。

[0011] 所述的步骤 E 中,在测量对比试块的人工缺陷槽反射回波幅度时,人工刻槽与超声导波探头分别置于对比试块两个检测面,测量并记录不同距离处的反射强度,用于当量对比。

[0012] 所述的步骤 A 中,超声导波探头采用单晶片或多晶片的导波探头,或者单晶片或多晶片的相控阵探头,超声导波探头的工作频率范围为 0.5 MHz-5 MHz,尺寸为 16mm×20mm。

[0013] 所述的数字超声相控阵检测仪的检测通道大于等于 16 通道。

[0014] 所述的相控阵探头包括线阵探头和面阵探头,线阵探头阵元数大于等于 8 个,面阵探头阵元数大于 2×2 个;振动频率范围为 0.3-5.5MHz。

[0015] 本发明利用具备激励导波的超声检测仪及超声导波探头,根据待检测汽轮机叶片的叶顶回波确定扫查灵敏度及扫查范围,在待检测汽轮机叶片的两端打磨出一平整的超声导波探头移动区域并涂抹耦合剂,使用超声导波探头沿该移动区域进行扫查,即可实现对整个待检测汽轮机叶片的叶身区域检测。本发明根据缺陷回波特征与对比试块上人工刻槽当量对比,判断被检叶片是否合格。本发明适用于不同容量机组、不同厂家的汽轮机叶片叶

身缺陷全面检测,尤其适用于超(超)临界机组的叶片叶身全面检测。本发明具有检测效率高、检测范围大的优点,能够快速可靠地完成叶片缺陷的无损检测,对保证发电机组安全稳定运行有着重大的意义。

附图说明

[0016] 图 1 为本发明的流程图;

图 2 为本发明中叶片叶身探头扫查位置示意图。

具体实施方式

[0017] 如图 1 所示,本发明所述的汽轮机叶片超声导波检测方法,包括以下步骤:

A:选择具备激励导波的超声检测仪及超声导波探头,并将超声导波探头通过专用电缆与超声检测仪连接;

超声检测仪的工作频率范围为 0.5MHz-10MHz,水平线性误差不大于 2%,垂直线性误差不大于 8%;超声检测仪的激励信号采用宽脉冲窄频带的激励信号。超声检测仪可采用所有能激励导波的数字 A 型超声波检测仪或数字超声相控阵检测仪,采用数字超声相控阵检测仪时,数字超声相控阵检测仪的检测通道大于等于 16 通道。

[0018] 超声导波探头采用单晶片或多晶片的导波探头,或者单晶片或多晶片的相控阵探头,超声导波探头的工作频率范围为 0.5 MHz-5 MHz,尺寸为 16mm×20mm。相控阵探头包括线阵探头和面阵探头,线阵探头阵元数大于等于 8 个,面阵探头阵元数大于 2×2 个;振动频率范围为 0.3-5.5MHz。

[0019] B:将待检测汽轮机叶片两端均匀刷涂耦合剂,然后将超声导波探头置于刷涂有耦合剂的待检测汽轮机叶片上;

C:调节超声检测仪在待检测汽轮机叶片上产生的激励导波,根据待检测汽轮机叶片的叶身长度确定扫查范围,使叶顶回波在出现在屏幕显示范围内;通过制作对比试块的方法确定系统群速度和扫查灵敏度。本实施例在,扫查范围为叶身 100% 区域。

[0020] 制作对比试块时,首先制作与待检测汽轮机叶片相同规格、材质和热处理状态的对比试块,在对比试块进汽侧和出汽侧边缘表面横向切割一个槽深为 0.5mm、长 5mm 的人工刻槽,然后在叶片的进汽面、背汽面上从边缘向内分别加工出横向模拟裂纹缺陷,横向模拟裂纹缺陷的长度为 5mm,深度为 0.5mm,横向模拟裂纹缺陷与对比试块叶根 R 弧位置或叶顶位置的距离大于等于 100mm。

[0021] 在确定系统群速度时,分别在距离对比试块上的横向模拟裂纹缺陷 300mm 和 500mm 处将反射波调到最强,并调节声速将两点距离差调为 200mm,最后将此时的声速标定,即为确定的系统群速度;本实施例中,分别利用此方法对进汽侧和出汽侧进行标定。

[0022] 在确定扫查灵敏度时,首先将超声导波探头置于待检测汽轮机叶片的叶根位置,找到叶顶回波,然后调节系统增益,将屏幕草状最大回波定于 20%,最后在对对比试块上对人工刻槽进行校核,保证人工刻槽的信噪比大于 6dB。在此灵敏度的基础上提高 8 dB 即确定为系统扫查灵敏度,该灵敏度先能及时发现最小约 1mm 长的裂纹。

[0023] D:根据待检测汽轮机叶片结构确定扫查方式及扫查步骤,保证能够实现对待检测汽轮机叶片的叶身 100% 区域覆盖;

本发明中,为了能够全面准确地对待检测汽轮机叶片进行检查,扫查方式如下:

将超声导波探头依次置于待检测汽轮机叶片叶身表面,从叶身两端相向扫查;首先探头置于叶顶B位置处向叶根A方向扫查,实现探头至叶根A间的叶身检测;再将探头置于叶根A与叶身连接位置的R弧处向叶顶B方向扫查,实现探头与叶顶B之间叶身检测,2次扫查完成叶身全长的100%覆盖;分别在进汽面、出汽面进行上述扫查,应重点检测待检测汽轮机叶片的边缘位置,实现叶片叶身100%区域覆盖。本发明中的扫查方式扫查效率高,每次扫查均能同时覆盖扫查范围内叶身全部区域,包括叶身进汽侧表面、叶身内部、叶身出汽侧表面。

[0024] E:按照步骤C中确定的扫查范围、系统群速度和扫查灵敏度,以及步骤D中确定的扫查方式及扫查步骤,对待检测汽轮机叶片的叶身进行全面扫查;当检测过程中出现缺陷回波时,与对比试块的人工缺陷槽反射回波幅度进行当量对比,若缺陷回波幅度大于或等于人工缺陷回波时标记为不合格,并对缺陷信号采用宏观可视检测方法进行确认。宏观可视检测方法包括采用常规无损检测方法(磁粉检测或着色渗透检测)。

[0025] 在测量对比试块的人工缺陷槽反射回波幅度时,人工刻槽与超声导波探头分别置于对比试块两个检测面,测量并记录不同距离处的反射强度,用于当量对比。

[0026] 为了保证本发明的检测准确度,当检测过程中出现反射波信噪比大于6dB时,记录此时反射波的位置、波幅和信噪比,并用记号笔进行范围标定,具有叶身裂纹缺陷反应灵敏,裂纹反射波特征明显、信噪比高的优点。

[0027] 本发明并不限于汽轮机叶片检测,凡是由本领域技术人员根据本发明的技术方案得出的其他实施方式,如使用本方法检测涡轮发动机叶片缺陷,或者采用超声相导波检测系统(超声相控阵检测仪、超声相控阵检测探头)激励导波开展汽轮机叶片、发动机涡轮叶片等板状结构部件缺陷的无损检测,同样属于本发明的保护范围。

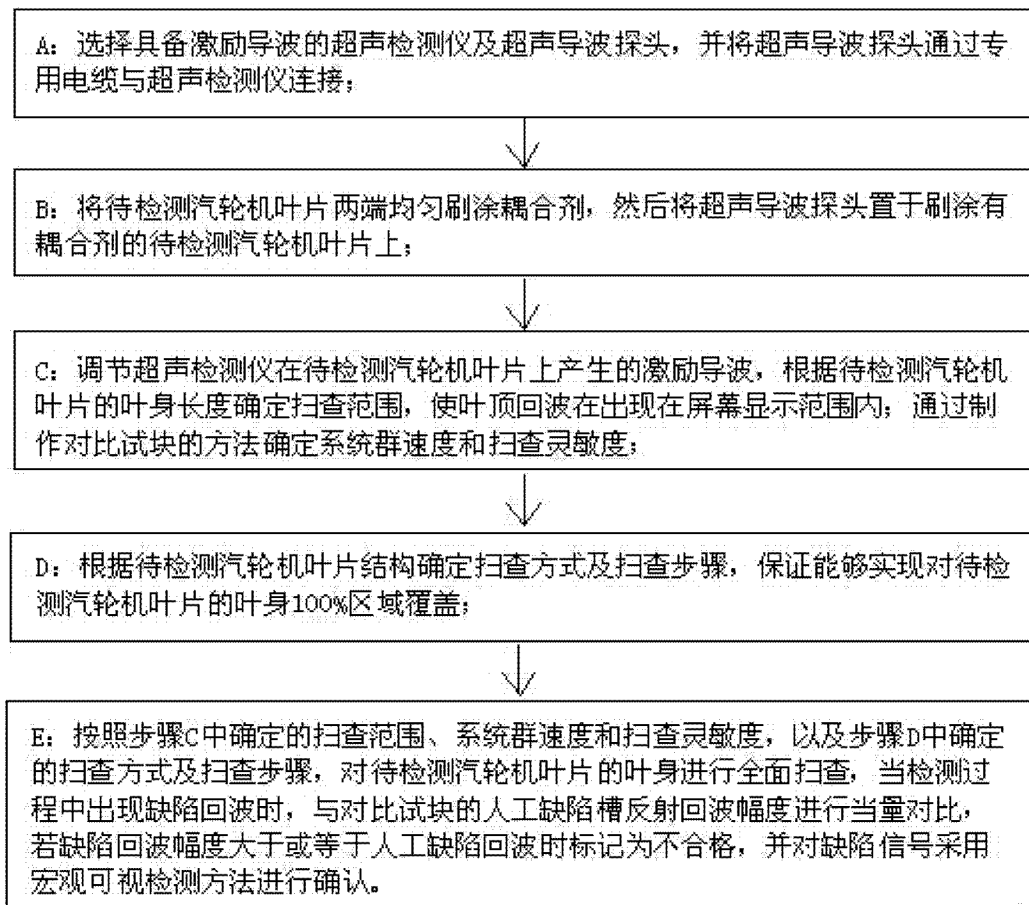


图 1

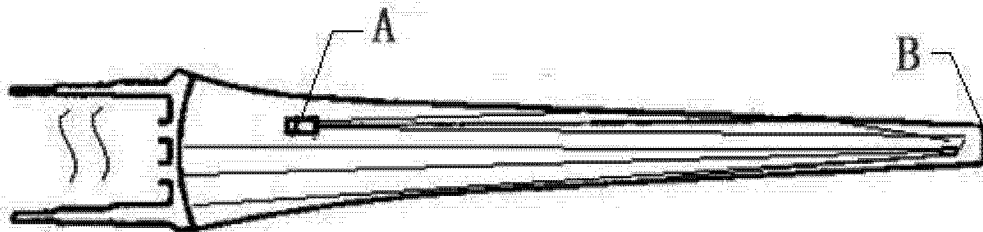


图 2