



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105571441 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201610045276.0

(22)申请日 2016.01.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105571441 A

(43)申请公布日 2016.05.11

(73)专利权人 哈尔滨汽轮机厂有限责任公司

地址 150046 黑龙江省哈尔滨市香坊区三
大动力路345号

(72)发明人 江鹏远 郭飞 王永刚 王君辉

杨彤 张利刚 马宏程

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事

务所 23109

代理人 杨立超

(51)Int.Cl.

G01B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 105180860 A,2015.12.23,

CN 104197874 A,2014.12.10,

CN 201993079 U,2011.09.28,

CN 202361962 U,2012.08.01,

CN 2814328 Y,2006.09.06,

审查员 李宏英

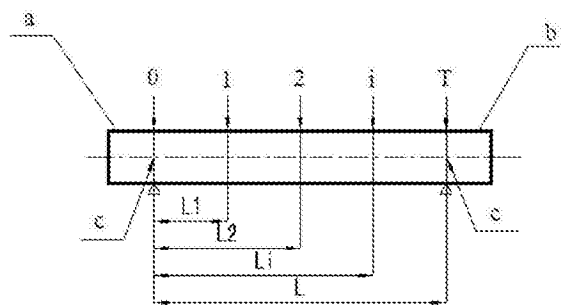
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种测量汽轮机转子跳动的方法

(57)摘要

一种测量汽轮机转子跳动的方法,本发明涉及测量汽轮机转子跳动的方法。本发明是为了解决传统方法测量转子跳动时转子回转中心与转子几何中心不同心,而带来误差较大的问题。具体是按照以下步骤进行的:一:将转子装夹在转子车床上;二:将千分表设置在被测截面上,转子两端轴颈各布置一只千分表;三:在转子端面对转子进行8等分;四:转子车以每分钟2转的速度匀速旋转,读取并记录8个相位的千分表读数;五:完成一个被测截面测试后,更换千分表的位置重复执行步骤三至步骤四,直至完成n个被测截面的测量;六:测量每个测点至调端轴颈测点的轴向距离;七:根据步骤六计算跳动值。本发明应用于汽轮机转子跳动测量领域。



1. 一种测量汽轮机转子跳动的方法,其特征在于,所述测量汽轮机转子跳动的方法包括以下步骤:

步骤一:将转子装夹在转子车床上;

步骤二:将千分表设置在被测截面上,转子两端轴颈各布置一只千分表,所述被测截面的数量为 n 个, $3 \leq n \leq 5$;

步骤三:在转子端面对转子进行8等分,得到8个相位,并标记为A、B、C、D、E、F、G、H;

步骤四:转子车以每分钟2转的速度匀速旋转,当A、B、C、D、E、F、G或H中的任意一个经过千分表时,读取并记录千分表读数,直至8个相位全部读取并记录完成;定义转子调端轴颈为0、电端轴颈为T、从调端至电端按1,2,3,...,i的顺序设置测点,定义调端轴颈A相位读数为 A_0 ,1号测点A相位读数为 A_1 ,2号测点A相位读数为 A_2 ,3号测点A相位读数为 A_3 ,i号测点的A相位读数值为 A_i ,电端轴颈A相位读数为 A_T ;

步骤五:完成一个被测截面测试后车床停止旋转,更换千分表的位置重复执行步骤三至步骤四,直至完成 n 个被测截面的测量;

步骤六:测量每个测点至调端轴颈测点的轴向距离,定义测点1至调端轴颈测点的距离为 L_1 ,定义测点2至调端轴颈测点的距离为 L_2 ,定义测点i至调端轴颈测点的距离为 L_i ,电端轴颈测点至调端轴颈测点的距离为 L ;

步骤七:根据步骤六计算跳动值,其过程具体为:

(1) 利用做差的方法将各被测截面的A相位读数调为0,即 $A_0' = A_0 - A_0 = 0$, $B_0' = B_0 - A_0$, $C_0' = C_0 - A_0$, ..., $X_i' = X_i - A_i$, ..., $F_T' = F_T - A_T$, $G_T' = G_T - A_T$, $H_T' = H_T - A_T$; X_i' 为测点i的X相位与A相位的差值;

(2) 计算消除由于转子旋转中心与转子中心不同心而带来的误差,两个轴颈的跳动值分别是 X'_0 和 X'_T ,转子中心线与旋转中心线的高度差为:

$$\Delta X_i = X'_0 + \frac{(X'_T - X'_0) \cdot L_i}{L}$$

(3) 消除误差后测点i在相位X的实际的跳动值为:

$$X_i^* = X_i' - \Delta X_i = X_i - A_i - X'_0 - \frac{(X'_T - X'_0) \cdot L_i}{L}$$

其中所述相位X指的是相位A、B、C、D、E、F、G和H中的任意一个, X_i 为i号测点的X相位度数;

(4) 测点i的跳动值为各相位测点中的最大值与最小值之差,即:

$$M_i = X_{i \max}^* - X_{i \min}^*$$

$X_{i \max}^*$ 为测点i实际跳动值的最大值, $X_{i \min}^*$ 为测点i实际跳动值的最小值。

2. 根据权利要求1所述的一种测量汽轮机转子跳动的方法,其特征在于所述步骤一中将转子装夹在转子车床上的定位基准为轴颈,定位精度小于等于0.05mm。

3. 根据权利要求2所述的一种测量汽轮机转子跳动的方法,其特征在于所述步骤四中千分表固定在机床的刀架上,调整支架,使千分表在水平方向与转子被测截面接触。

一种测量汽轮机转子跳动的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及测量汽轮机转子跳动的方法。

背景技术

[0002] 传统汽轮机转子跳动测量方法是將转子装夹在卧式车床(通常是转子车)上,以转子轴颈部位进行找正,要求找正精度在0.015mm以内,然后在各被测部位附近架设千分表,车床以某固定转速带动转子旋转,测量者通过读取被测部位千分表整圈数据的最大值与最小值的差计算出跳动值。但在实际操作中存在以下问题:

[0003] 随着汽轮机技术的不断发展,转子的结构尺寸越来越大,能装夹转子的转子车较大,机床的回转精度通常大于0.02mm,转子找正也很难控制在0.02mm以内,再加上转子支撑部位的回转误差,使得实际测量时转子的回转中心与转子的几何中心的不同心,误差在0.05mm以上,而被测试部位的跳动设计要求通常在0.05mm以内,因此该方法的测量精度无法满足测试要求。

发明内容

[0004] 本发明是为了解决传统方法测量转子跳动时转子回转中心与转子几何中心不同心,而带来误差较大的问题,而提出的一种测量汽轮机转子跳动的方法。

[0005] 一种测量汽轮机转子跳动的方法按以下步骤实现:

[0006] 步骤一:将转子装夹在转子车床上;

[0007] 步骤二:将千分表设置在被测截面上,转子两端轴颈各布置一只千分表,所述被测截面的数量为 n 个, $3 \leq n \leq 5$;

[0008] 步骤三:在转子端面对转子进行8等分,得到8个相位,并标记为A、B、C、D、E、F、G、H;

[0009] 步骤四:转子车以每分钟2转的速度匀速旋转,当A、B、C、D、E、F、G或H中的任意一个经过千分表时,读取并记录千分表读数,直至8个相位全部读取并记录完成;定义转子调端轴颈为0、电端轴颈为T、从调端至电端按1,2,3,...,i的顺序设置测点,定义调端轴颈A相位读数为 A_0 ,1号测点A相位读数为 A_1 ,2号测点A相位读数为 A_2 ,3号测点A相位读数为 A_3 ,i号测点的A相位读数值为 A_i ,电端轴颈A相位读数为 A_T ;

[0010] 步骤五:完成一个被测截面测试后车床停止旋转,更换千分表的位置重复执行步骤三至步骤四,直至完成 n 个被测截面的测量;

[0011] 步骤六:测量每个测点至调端轴颈测点的轴向距离,定义测点1至调端轴颈测点的距离为 L_1 ,定义测点2至调端轴颈测点的距离为 L_2 ,定义测点i至调端轴颈测点的距离为 L_i ,电端轴颈测点至调端轴颈测点的距离为 L ;

[0012] 步骤七:根据步骤六计算跳动值。

[0013] 发明效果:

[0014] 本发明在不增加常规测量设备的基础上通过人为计算得出,不增加额外的费用,因此有较好的经济性;过程中的计算公式可通过excel表格固话,因此只需进行测量工作后

快速计算出实际跳动值,测量效率与传统方法基本一致;本发明的误差主要来源于轴颈自身跳动误差及千分表测量误差,其中转子轴颈自身跳动误差不大于0.01mm,千分表测量误差不大于0.004mm,因此本发明方法误差不大于0.014mm,小于被测公差带的三分之一,精度满足测试需求。

附图说明

[0015] 图1为测量位置示意图;图中a为调端,b为电端,c为轴颈;

[0016] 图2为图1的左视图;

[0017] 图3为转子旋转至X相位处测点i的误差示意图,图中1为电端轴颈中心,2为调端轴颈中心,3为转子中心线,4为转子旋转中心线。

具体实施方式

[0018] 具体实施方式一:一种测量汽轮机转子跳动的方法包括以下步骤:

[0019] 步骤一:将转子装夹在转子车床上;

[0020] 步骤二:将千分表设置在被测截面上,转子两端轴颈各布置一只千分表,所述被测截面的数量为n个, $3 \leq n \leq 5$;

[0021] 步骤三:在转子端面对转子进行8等分,得到8个相位,并标记为A、B、C、D、E、F、G、H;

[0022] 步骤四:转子车以每分钟2转的速度匀速旋转,当A、B、C、D、E、F、G或H中的任意一个经过千分表时,读取并记录千分表读数,直至8个相位全部读取并记录完成;定义转子调端轴颈为0、电端轴颈为T、从调端至电端按1,2,3,...,i的顺序设置测点,定义调端轴颈A相位读数为A0,1号测点A相位读数为A₁,2号测点A相位读数为A₂,3号测点A相位读数为A₃,i号测点的A相位读数值为A_i,电端轴颈A相位读数为A_T;其他相位也按此种方法进行定义,例如调端轴颈B相位读数为B0,1号测点B相位读数为B₁,i号测点的X相位读数值为X_i;

[0023] 步骤五:完成一个被测截面测试后车床停止旋转,更换千分表的位置重复执行步骤三至步骤四,直至完成n个被测截面的测量;

[0024] 步骤六:测量每个测点至调端轴颈测点的轴向距离,定义测点1至调端轴颈测点的距离为L₁,定义测点2至调端轴颈测点的距离为L₂,定义测点i至调端轴颈测点的距离为L_i,电端轴颈测点至调端轴颈测点的距离为L;

[0025] 步骤七:根据步骤六计算跳动值。

[0026] 具体实施方式二:本实施方式与具体实施方式一不同的是:所述步骤一中将转子装夹在转子车床上的定位基准为轴颈,定位精度小于等于0.05mm。

[0027] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式一或二不同的是:所述步骤四中千分表固定在机床的刀架上,将刀架运行到被测试截面附近,调整支架,使千分表在水平方向与转子被测截面接触,并有一定的测量值。

[0028] 具体实施方式四:本实施方式与具体实施方式一至三之一不同的是:所述步骤七中根据步骤六计算跳动值的过程具体为:

[0029] (1) 初步处理,利用做差的方法将各被测截面A相位读数调为0,即 $A_0' = A_0 - A_0 = 0$, $B_0' = B_0 - A_0$, $C_0' = C_0 - A_0$,..., $X_i' = X_i - A_i$,..., $F_T' = F_T - A_T$, $G_T' = G_T - A_T$, $H_T' = H_T - A_T$,以此类推;X指的是X相位,X相位是指相位A、B、C、D、E、F、G和H中的任意一个,X_i是指i号测点

的X相位读数值;调端轴颈X相位读数为 X_0 ; X_i' 为测点i的X相位与A相位的差值;

[0030] (2) 计算消除由于转子旋转中心与转子中心不同心而带来的误差,经初步处理后,此时两个轴颈的跳动值分别是 X'_0 和 X'_T ,那么在某一相位上转子中心线与旋转中心线的高度差为:

$$[0031] \quad \Delta X_i = X'_0 + \frac{(X'_T - X'_0) \cdot L_i}{L}$$

[0032] (3) 由于轴颈跳动值在精加工时通常可以控制在0.01mm以内,因此轴颈各相位的实际跳动值可以忽略不计,那么消除误差后测点i在相位X的实际的跳动值为:

$$[0033] \quad X_i^* = X'_i - \Delta X_i = X'_i - A_i - X'_0 - \frac{(X'_T - X'_0) \cdot L_i}{L}$$

[0034] 其中所述相位X指的是相位A、B、C、D、E、F、G和H中的任意一个(即8个相位中的任意一个); X_i 为i号测点的X相位度数;

[0035] (4) 测点i的跳动值为各相位测点中的最大值与最小值之差,即:

$$[0036] \quad M_i = X_{i \max}^* - X_{i \min}^*$$

[0037] $X_{i \max}^*$ 为测点i实际跳动值的最大值, $X_{i \min}^*$ 为测点i实际跳动值的最小值。

[0038] 实施例一:

[0039] 哈尔滨汽轮机厂有限责任公司已对动平衡后各转子的跳动采用该方法进行测量计算,测量精度及重复性可以满足测量需求。

[0040] 测量工具:转子车床、千分表及磁力表座等。

[0041] 步骤一:将转子装夹在转子车床上;定位基准为轴颈,定位精度小于等于0.05mm。

[0042] 步骤二:将千分表设置在被测截面上,其中转子两端轴颈各布置一只千分表,所述被测截面的数量为3个;

[0043] 步骤三:在转子端面对转子进行8等分,得到8个相位,并标记为A、B、C、D、E、F、G、H(如图2所示);

[0044] 步骤四:转子车以每分钟2转的速度匀速旋转,当A、B、C、D、E、F、G或H中的任意一个经过千分表时,读取并记录千分表读数,直至8个相位全部读取并记录完成;定义转子调端轴颈为0、电端轴颈为T、从调端至电端按1,2,3,...,i的顺序设置测点,定义调端轴颈A相位读数为 A_0 ,1号测点A相位读数为 A_1 ,2号测点A相位读数为 A_2 ,3号测点A相位读数为 A_3 ,i号测点的A相位读数值为 A_i ,电端轴颈A相位读数为 A_T ;

[0045] 步骤五:完成一个被测截面测试后车床停止旋转,更换千分表的位置重复执行步骤三至步骤四,直至完成3个被测截面的测量;

[0046] 步骤六:测量每个测点至调端轴颈测点的轴向距离,定义测点1至调端轴颈测点的距离为 L_1 ,定义测点2至调端轴颈测点的距离为 L_2 ,定义测点i至调端轴颈测点的距离为 L_i ,电端轴颈测点至调端轴颈测点的距离为 L ;

[0047] 步骤七:根据步骤六计算跳动值;

[0048] (1) 以3个被测截面为例,被测位置如图1所示。初步处理,利用做差的方法将各测试截面A相位读数调为0,即 $A_0' = A_0 - A_0 = 0$, $B_0' = B_0 - A_0$, $C_0' = C_0 - A_0$, ..., $X_i' = X_i - A_i$, ..., $F_T' = F_T - A_T$, $G_T' = G_T - A_T$, $H_T' = H_T - A_T$,以此类推;

[0049] (2) 计算消除由于转子旋转中心与转子中心不同心而带来的误差,如图3所示。经初步处理后,此时两个轴颈的跳动值分别是 X'_0 和 X'_T ,那么在某一相位上转子中心线与旋转中心线的高度差为:

$$[0050] \quad \Delta X_i = X'_0 + \frac{(X'_T - X'_0) \cdot L_i}{L}$$

[0051] (3) 由于轴颈跳动值在精加工时通常可以控制在0.01mm以内,因此轴颈各相位的实际跳动值可以忽略不计,那么消除误差后测点i在相位X的实际的跳动值为:

$$[0052] \quad X_i^* = X'_i - \Delta X_i = X'_i - A_i - X'_0 - \frac{(X'_T - X'_0) \cdot L_i}{L}$$

[0053] 其中所述相位X指的是相位A、B、C、D、E、F、G和H中的任意一个;

[0054] (4) 测点i的跳动值为各相位测点中的最大值与最小值之差,即:

$$[0055] \quad M_i = X_{i \max}^* - X_{i \min}^*。$$

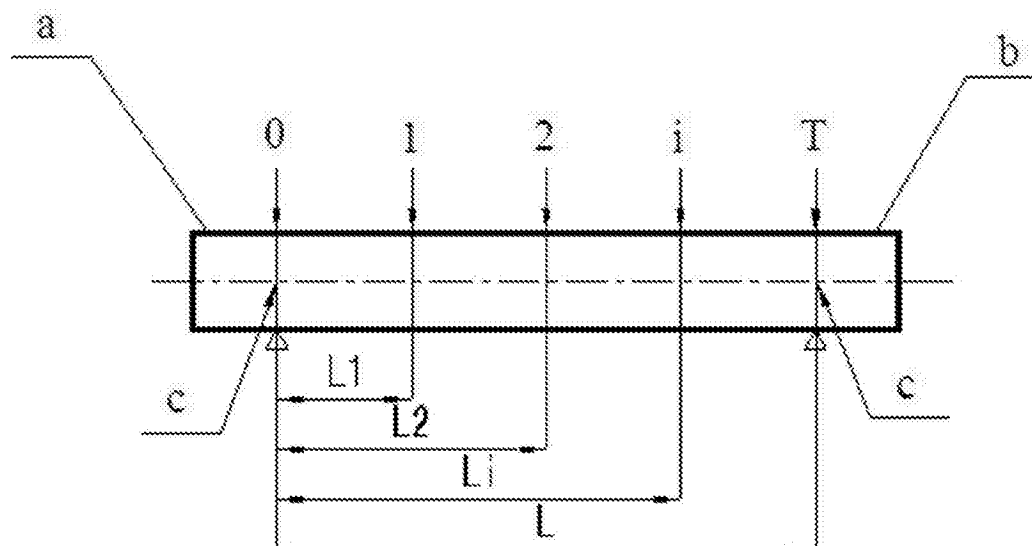


图1

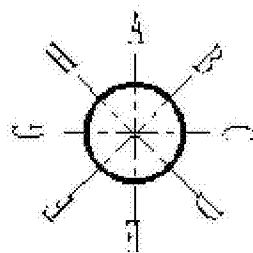


图2

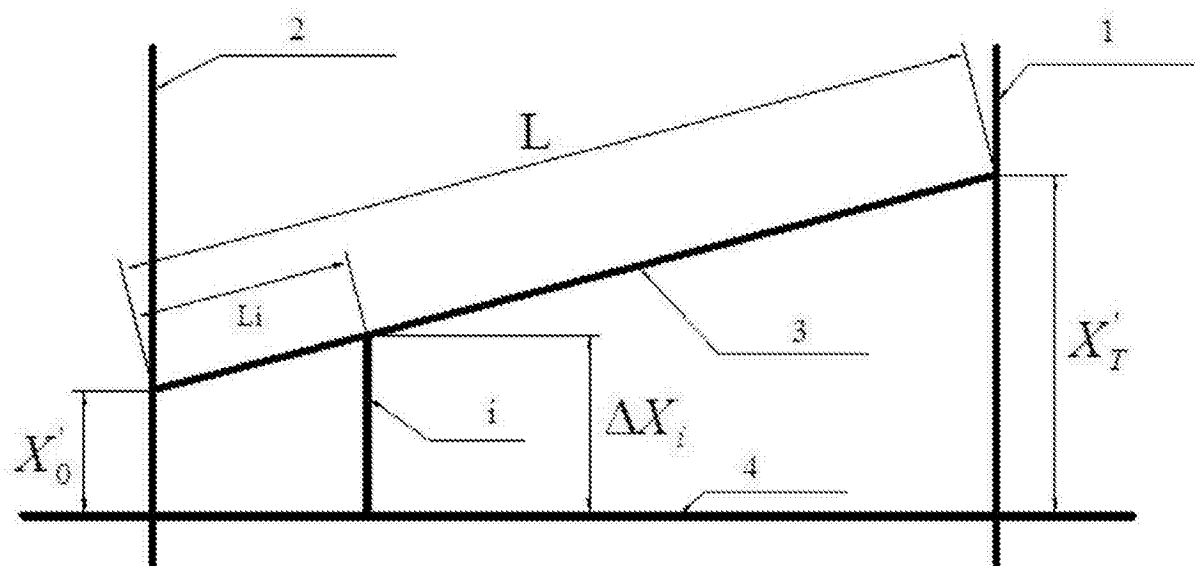


图3