



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105242635 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201510603095. 0

(22) 申请日 2015. 09. 21

(71) 申请人 山东电力建设第一工程公司

地址 250131 山东省济南市工业北路 244 号

(72) 发明人 邵德让 邵德川 邵明勇 王森

兰京成

(74) 专利代理机构 济南诚智商标专利事务所有

限公司 37105

代理人 李修杰

(51) Int. Cl.

G05B 19/19(2006. 01)

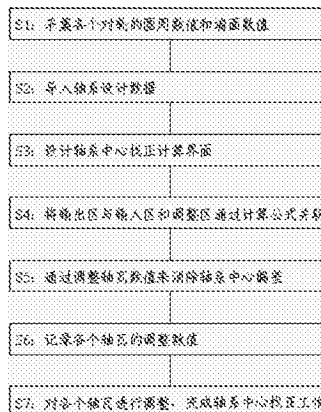
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

汽轮机轴系中心找正方法

(57) 摘要

一种汽轮机轴系中心找正方法,它包括以下步骤:S1:采集各个对轮的圆周数值和端面数值;S2:导入轴系设计数据;S3:设计轴系中心找正计算界面;S4:将输出区与输入区和调整区通过计算公式进行关联,结论区用以列出各个对轮张口和圆周对应输出区各个对轮数值的逻辑关系;S5:通过在调整区调整轴瓦数值来消除轴系中心偏差;S6:当轴系中心偏差数值小于轴系中心偏差临界值时记录各个轴瓦的调整数值;S7:根据记录的各个轴瓦的调整数值对各个轴瓦进行调整,从而完成轴系中心找正工作。本发明通过采用轴系中心找正计算软件,搭建一个新轴系中心找正平台来提高轴系找正效率,大大节省了人工和时间,本发明提供了一种高效、快捷的汽轮机轴系中心找正方法。



1. 汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,包括以下步骤:

S1:采集各个对轮的圆周数值和端面数值;

S2:导入轴系设计数据;

S3:设计轴系中心找正计算界面,所述轴系中心找正计算界面包括输入区、输出区、调整区和结论区四部分;

S4:将输出区与输入区和调整区通过计算公式进行关联,结论区用以列出各个对轮张口和圆周对应输出区各个对轮数值的逻辑关系;

S5:通过在调整区调整轴瓦数值来消除轴系中心偏差;

S6:当轴系中心偏差数值小于轴系中心偏差临界值时记录各个轴瓦的调整数值;

S7:根据记录的各个轴瓦的调整数值对各个轴瓦进行调整,从而完成轴系中心找正工作。

2. 根据权利要求1所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,在步骤S1中,所述各个对轮的圆周数值通过设置在对轮圆周方向上的第一电涡流位移传感器进行测量,第一电涡流位移传感器依次测量对轮的上、右、下、左四个位置的圆周数值并输入到轴系中心找正计算界面输入区的对应位置;所述各个对轮的端面数值通过设置在对轮端面方向上的第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器进行测量,所述第二电涡流位移传感器依次测量对轮的上、右、下、左四个位置的端面数值,所述第三电涡流位移传感器依次测量对轮的下、左、上、右四个位置的端面数值,将第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器测量的端面数值计算平均值后输入到轴系中心找正计算界面输入区的对应位置。

3. 根据权利要求2所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,所述的第一电涡流位移传感器、第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器均采用非接触式电涡流位移传感器。

4. 根据权利要求3所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,所述非接触式电涡流位移传感器包括由电感线圈组成的探头、高频连接电缆和前置电路,所述前置电路包括振荡电路、检波电路、滤波电路、校正电路和输出电路;所述电感线圈由温度系数为 $-10\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 到 $-80\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 的金导线绕制而成;所述校正电路由热电偶和放大器组成,热电偶位于电感线圈处,热电偶的测量端与电感线圈处于相同的温度环境;所述振荡电路采用激励信号的频率在 $1.5\text{MHz} \sim 3.5\text{MHz}$ ,所述电感线圈的合金导线的线径为 $0.1\text{mm} \sim 2.5\text{mm}$ ;所述高频连接电缆是呈正电阻温度系数特性。

5. 根据权利要求1所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,在步骤S2中,首先导入轴系设计图,然后读取轴系设计图的各个对轮的直径数值、各个轴承之间跨距数值以及各个轴瓦中心线到对轮的距离数值,最后将上述读取的各个数值输入到轴系中心找正计算界面输入区的对应位置。

6. 根据权利要求1所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,在步骤S3中,

轴系中心找正计算界面输入区的输入数值包括各个对轮的圆周数值、端面数值和直径数值,以及各个轴承之间跨距数值、各个轴瓦中心线到对轮的距离数值;

轴系中心找正计算界面输出区的各个对轮圆周数值和端面数值为对输入区对应输入的各个数值进行通过计算公式进行计算后的数值;

轴系中心找正计算界面调整区的数值包括各个轴瓦的上、右、下、左四个方向的调整数

值；

轴系中心找正计算界面结论区用以为调整区输入各个轴瓦的调整数值提供依据。

7. 根据权利要求 1 所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,在步骤 S4 中,假设轴系由四个转子和三个对轮联轴器组成,四个转子依次为转子 1、转子 2、转子 3 和转子 4,三个对轮联轴器依次为第一对轮 D1、第二对轮 D2 和第三对轮 D3,三个对轮联轴器的直径分别为  $d_1$ 、 $d_2$  和  $d_3$ ,四个转子上的轴瓦分别为 1 瓦、2 瓦、3 瓦、4 瓦、5 瓦、6 瓦、7 瓦和 8 瓦共八个轴瓦, $L_1$  为 1 瓦轴瓦中心线到转子 1 远离第一对轮 D1 一端的距离, $L_2$  为 1 瓦与 2 瓦两个轴瓦之间的跨距, $L_3$  为 2 瓦轴瓦中心线到第一对轮 D1 的距离, $L_4$  为 3 瓦轴瓦中心线到第一对轮 D1 的距离, $L_5$  为 3 瓦与 4 瓦两个轴瓦之间的跨距, $L_6$  为 4 瓦轴瓦中心线到第二对轮 D2 的距离, $L_7$  为 5 瓦轴瓦中心线到第二对轮 D2 的距离, $L_8$  为 5 瓦与 6 瓦两个轴瓦之间的跨距, $L_9$  为 6 瓦轴瓦中心线到第三对轮 D3 的距离, $L_{10}$  为 7 瓦轴瓦中心线到第三对轮 D3 的距离, $L_{11}$  为 7 瓦与 8 瓦两个轴瓦之间的跨距, $L_{12}$  为 8 瓦轴瓦中心线到转子 4 远离第三对轮 D3 一端的距离,所述的计算公式为:

如果 1 瓦数值的调整量为  $X$ , 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d_1/L_2)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $(L_3/L_2)X$ ;

如果 2 瓦数值的调整量为  $X$ , 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d_1/L_2)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $(L_3+L_2)X/L_2$ ;

如果 3 瓦数值的调整量为  $X$ , 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d_1/L_5)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $(L_4+L_5)X/L_5$ , 第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d_2/L_5)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $L_6X/L_5$ ;

如果 4 瓦数值的调整量为  $X$ , 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d_1/L_5)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $L_4X/L_5$ , 第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d_2/L_5)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $(L_5+L_6)X/L_5$ ;

如果 5 瓦数值的调整量为  $X$ , 则第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d_2/L_8)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $(L_7+L_8)X/L_8$ , 第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d_3/L_8)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $L_9X/L_8$ ;

如果 6 瓦数值的调整量为  $X$ , 则第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d_2/L_8)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $L_7X/L_8$ , 第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d_3/L_8)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $(L_8+L_9)X/L_8$ ;

如果 7 瓦数值的调整量为  $X$ , 则第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d_3/L_{11})X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $(L_{10}+L_{11})X/L_{11}$ ;

如果 8 瓦数值的调整量为  $X$ , 则第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d_3/L_{11})X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $L_{10}X/L_{11}$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,在步骤 S4 中,所述的逻辑关系为:如果对轮的上、下端数值为正则对轮为上开口,否则对轮为下开口,如果对轮的左、右端面数值为正则对轮为左开口,否则对轮为右开口,如果对轮的上、下圆周数值为正则对轮的前转子偏高,否则对轮的前转子偏低,如果对轮的左、右圆周数值为正则对轮的前转子偏左,否则对轮的前转子偏右。

9. 根据权利要求 1 所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,在步骤 S5 中,轴瓦数值

的调整跨度为 0.01mm,轴瓦调整时不能上下同时调整或者左右同时调整。

10. 根据权利要求 1 至 9 任一项所述的汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,所述轴系中心找正计算界面的输入区和调整区均设置有置零按钮,输入区的置零按钮用以将输入区输入的数值进行清零,以便重新进行轴系中心找正计算,调整区的置零按钮用以将调整区的调整数据进行清零,以便重新输入调整数据。

## 汽轮机轴系中心找正方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种找正方法,具体地说是一种汽轮机轴系中心找正方法。

### 背景技术

[0002] 随着百万汽轮机组更多的投产和检修,轴系找正工作更复杂,1000MW 机组整个轴系由 4 条汽轮机转子和 1 条发电机转子共 5 条转子 4 个对轮联轴器组成,轴系找正工作繁琐、复杂、耗时时间长。汽轮发轴系中心找正调整工作在整个检修过程中至关重要而且工作要求精细。轴系找正的准确性直接影响到轴系振动进而影响到机组的安全运行。

[0003] 在以往的检修过程中无论机组大小,轴系找正工作一般是先经过大量的手工计算,决定一个调整方案,然后一次次调整、测量,使调整结果逐渐达到对轮中心的偏差容许值,因而耗费大量的时间和人力。正常情况下需要三天的时间才能完成,如果计算不准确或者实际操作不精确可能耗时五天左右才能完成轴系找正工作。因此,迫切需要一种新的轴系找正方法来提高轴系找正的工作效率。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提出了一种汽轮机轴系中心找正方法,其能够快速进行轴系中心找正,有效提高轴系中心找正的工作效率。

[0005] 本发明解决其技术问题采取的技术方案是:一种汽轮机轴系中心找正方法,其特征是,包括以下步骤:

[0006] S1:采集各个对轮的圆周数值和端面数值;

[0007] S2:导入轴系设计数据;

[0008] S3:设计轴系中心找正计算界面,所述轴系中心找正计算界面包括输入区、输出区、调整区和结论区四部分;

[0009] S4:将输出区与输入区和调整区通过计算公式进行关联,结论区用以列出各个对轮张口和圆周对应输出区各个对轮数值的逻辑关系;

[0010] S5:通过在调整区调整轴瓦数值来消除轴系中心偏差;

[0011] S6:当轴系中心偏差数值小于轴系中心偏差临界值时记录各个轴瓦的调整数值;

[0012] S7:根据记录的各个轴瓦的调整数值对各个轴瓦进行调整,从而完成轴系中心找正工作。

[0013] 优选地,在步骤 S1 中,所述各个对轮的圆周数值通过设置在对轮圆周方向上的第一电涡流位移传感器进行测量,第一电涡流位移传感器依次测量对轮的上、右、下、左四个位置的圆周数值并输入到轴系中心找正计算界面输入区的对应位置;所述各个对轮的端面数值通过设置在对轮端面方向上的第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器进行测量,所述第二电涡流位移传感器依次测量对轮的上、右、下、左四个位置的端面数值,所述第三电涡流位移传感器依次测量对轮的下、左、上、右四个位置的端面数值,将第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器测量的端面数值计算平均值后输入到轴系中心找正

计算界面输入区的对应位置。

[0014] 优选地,所述的第一电涡流位移传感器、第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器均采用非接触式电涡流位移传感器。

[0015] 优选地,所述非接触式电涡流位移传感器包括由电感线圈组成的探头、高频连接电缆和前置电路,所述前置电路包括振荡电路、检波电路、滤波电路、校正电路和输出电路;所述电感线圈由温度系数为 $-10\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 到 $-80\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 的金导线绕制而成;所述校正电路由热电偶和放大器组成,热电偶位于电感线圈处,热电偶的测量端与电感线圈处于相同的温度环境,热电偶测量端的热电动势经由放大器后输出一个与探头的环境温度成一定关系的电压值(或电流值);所述振荡电路采用激励信号的频率在 $1.5\text{MHz}\sim 3.5\text{MHz}$ ,绕制电感线圈的合金导线的线径为 $0.1\text{mm}\sim 2.5\text{mm}$ ;高频连接电缆呈正电阻温度系数特性。由于采用温度系数合适的并加以保护措施的电感线圈,以及采用同温度环境热电偶组成的校正电路,最大范围地消除测量误差。该非接触式电涡流位移传感器可以在 $0^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ 温度范围内实现位移测量,特别是实现了 $220^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的精确位移测量,解决了现有技术中非接触式电涡流传感器不能在高温状态( $220^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ )下长期精确测量的技术,从而使得该传感器可以在大型旋转机械位移检测中得到更广泛的应用。

[0016] 优选地,在步骤 S2 中,首先导入轴系设计图,然后读取轴系设计图的各个对轮的直径数值、各个轴承之间跨距数值以及各个轴瓦中心线到对轮的距离数值,最后将上述读取的各个数值输入到轴系中心找正计算界面输入区的对应位置。

[0017] 优选地,在步骤 S3 中,轴系中心找正计算界面输入区的输入数值包括各个对轮的圆周数值、端面数值和直径数值,以及各个轴承之间跨距数值、各个轴瓦中心线到对轮的距离数值;轴系中心找正计算界面输出区的各个对轮圆周数值和端面数值为对输入区对应输入的各个数值进行通过计算公式进行计算后的数值;轴系中心找正计算界面调整区的数值包括各个轴瓦的上、右、下、左四个方向的调整数值;轴系中心找正计算界面结论区用以为调整区输入各个轴瓦的调整数值提供依据。

[0018] 优选地,在步骤 S4 中,假设轴系由四个转子和三个对轮联轴器组成,四个转子依次为转子 1、转子 2、转子 3 和转子 4,三个对轮联轴器依次为第一对轮 D1、第二对轮 D2 和第三对轮 D3,三个对轮联轴器的直径分别为  $d_1$ 、 $d_2$  和  $d_3$ ,四个转子上的轴瓦分别为 1 瓦、2 瓦、3 瓦、4 瓦、5 瓦、6 瓦、7 瓦和 8 瓦共八个轴瓦, $L_1$  为 1 瓦轴瓦中心线到转子 1 远离第一对轮 D1 一端的距离, $L_2$  为 1 瓦与 2 瓦两个轴瓦之间的跨距, $L_3$  为 2 瓦轴瓦中心线到第一对轮 D1 的距离, $L_4$  为 3 瓦轴瓦中心线到第一对轮 D1 的距离, $L_5$  为 3 瓦与 4 瓦两个轴瓦之间的跨距, $L_6$  为 4 瓦轴瓦中心线到第二对轮 D2 的距离, $L_7$  为 5 瓦轴瓦中心线到第二对轮 D2 的距离, $L_8$  为 5 瓦与 6 瓦两个轴瓦之间的跨距, $L_9$  为 6 瓦轴瓦中心线到第三对轮 D3 的距离, $L_{10}$  为 7 瓦轴瓦中心线到第三对轮 D3 的距离, $L_{11}$  为 7 瓦与 8 瓦两个轴瓦之间的跨距, $L_{12}$  为 8 瓦轴瓦中心线到转子 4 远离第三对轮 D3 一端的距离,所述的计算公式为:

[0019] 如果 1 瓦数值的调整量为  $X$ ,则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d_1/L_2)X$ ,第一对轮 D1 的圆周改变量为  $(L_3/L_2)X$ ;

[0020] 如果 2 瓦数值的调整量为  $X$ ,则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d_1/L_2)X$ ,第一对轮 D1 的圆周改变量为  $(L_3+L_2)X/L_2$ ;

[0021] 如果 3 瓦数值的调整量为  $X$ ,则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d_1/L_5)X$ ,第一对轮

D1 的圆周改变量为  $(L4+L5)X/L5$ , 第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d2/L5)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $L6X/L5$ ;

[0022] 如果 4 瓦数值的调整量为 X, 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d1/L5)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $L4X/L5$ , 第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d2/L5)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $(L5+L6)X/L5$ ;

[0023] 如果 5 瓦数值的调整量为 X, 则第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d2/L8)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $(L7+L8)X/L8$ , 第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d3/L8)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $L9X/L8$ ;

[0024] 如果 6 瓦数值的调整量为 X, 则第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d2/L8)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $L7X/L8$ , 第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d3/L8)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $(L8+L9)X/L8$ ;

[0025] 如果 7 瓦数值的调整量为 X, 则第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d3/L11)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $(L10+L11)X/L11$ ;

[0026] 如果 8 瓦数值的调整量为 X, 则第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d3/L11)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $L10X/L11$ 。

[0027] 优选地, 在步骤 S4 中, 所述的逻辑关系为: 如果对轮的上、下端面数值为正则对轮为上开口, 否则对轮为下开口, 如果对轮的左、右端面数值为正则对轮为左开口, 否则对轮为右开口, 如果对轮的上、下圆周数值为正则对轮的前转子偏高, 否则对轮的前转子偏低, 如果对轮的左、右圆周数值为正则对轮的前转子偏左, 否则对轮的前转子偏右。

[0028] 优选地, 在步骤 S5 中, 轴瓦数值的调整跨度为 0.01mm, 轴瓦调整时不能上下同时调整或者左右同时调整。

[0029] 优选地, 所述轴系中心找正计算界面的输入区和调整区均设置有置零按钮, 输入区的置零按钮用以将输入区输入的数值进行清零, 以便重新进行轴系中心找正计算, 调整区的置零按钮用以将调整区的调整数据进行清零, 以便重新输入调整数据。

[0030] 本发明的有益效果如下:

[0031] 本发明通过采用电涡流位移传感器来代替传统的百分表来采集各个对轮的圆周数值和端面数值, 不仅采集的数据精确度高, 各个对轮的端面数值通过两个电涡流位移传感器来测量并取其平均值, 进一步提高了测量数据的精确度, 而且将采集的数据直接输入的输入区避免了人工读数与输入不一致的人为错误的发生; 采用的非接触式电涡流位移传感器不仅测量准确, 而且可以在  $0^{\circ}\text{C}$  -  $400^{\circ}\text{C}$  温度范围内实现位移测量, 特别是实现了  $220^{\circ}\text{C}$  -  $400^{\circ}\text{C}$  温度范围内的精确位移测量, 解决了现有技术中非接触式电涡流传感器不能在高温状态 ( $220^{\circ}\text{C}$  -  $400^{\circ}\text{C}$ ) 下长期精确测量的技术, 从而使得该传感器可以在大型旋转机械位移检测中得到更广泛的应用。

[0032] 本发明通过设计轴系中心找正计算界面, 通过计算机软件进行轴系中心找正所需的各个数值, 能够快速准确的计算出各个轴瓦的调整量, 不仅计算简便, 计算出各个轴瓦的调整量清晰易懂, 而且方便找正工作操作, 使轴系中心找正工作操作简单明了, 提高了工作效率。

[0033] 本发明通过采用轴系中心找正计算机软件, 搭建一个新轴系中心找正平台来提高轴系找正效率, 大大节省了人工和时间, 本发明提供了一种高效、快捷的汽轮机轴系中心找正

方法。

## 附图说明

- [0034] 图 1 为本发明的方法流程图；  
[0035] 图 2 为本发明所述电涡流位移传感器的设置示意图；  
[0036] 图 3 为本发明所述非接触式电涡流位移传感器的原理框图；  
[0037] 图 4 为本发明所述轴系中心找正计算界面的示意图。

## 具体实施方式

[0038] 为能清楚说明本方案的技术特点,下面通过具体实施方式,并结合其附图,对本发明进行详细阐述。下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。此外,本发明可以在不同例子中重复参考数字和/或字母。这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施例和/或设置之间的关系。应当注意,在附图中所图示的部件不一定按比例绘制。本发明省略了对公知组件和处理技术及工艺的描述以避免不必要地限制本发明。

- [0039] 如图 1 所示,本发明的一种汽轮机轴系中心找正方法,它包括以下步骤:  
[0040] S1:采集各个对轮的圆周数值和端面数值;  
[0041] S2:导入轴系设计数据;  
[0042] S3:设计轴系中心找正计算界面,所述轴系中心找正计算界面包括输入区、输出区、调整区和结论区四部分;  
[0043] S4:将输出区与输入区和调整区通过计算公式进行关联,结论区用以列出各个对轮张口和圆周对应输出区各个对轮数值的逻辑关系;  
[0044] S5:通过在调整区调整轴瓦数值来消除轴系中心偏差;  
[0045] S6:当轴系中心偏差数值小于轴系中心偏差临界值时记录各个轴瓦的调整数值;  
[0046] S7:根据记录的各个轴瓦的调整数值对各个轴瓦进行调整,从而完成轴系中心找正工作。

[0047] 如图 2 所示,在步骤 S1 中,所述各个对轮的圆周数值通过设置在对轮圆周方向上的第一电涡流位移传感器进行测量,第一电涡流位移传感器依次测量对轮的上、右、下、左四个位置的圆周数值并输入到轴系中心找正计算界面输入区的对应位置;所述各个对轮的端面数值通过设置在对轮端面方向上的第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器进行测量,所述第二电涡流位移传感器依次测量对轮的上、右、下、左四个位置的端面数值,所述第三电涡流位移传感器依次测量对轮的下、左、上、右四个位置的端面数值,将第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器测量的端面数值计算平均值后输入到轴系中心找正计算界面输入区的对应位置。随着两个转子的同时缓慢转动(向右转动),第一电涡流位移传感器依次记录上、右、下、左四个数值,第二电涡流位移传感器依次测量上、右、下、左四个数值,第三电涡流位移传感器依次测量下、左、上、右四个数值。电涡流位移传感器的探头要求:精确度为 0.01mm,测量幅度为 0-5mm。传感器探头外壳必须小巧便捷。采用电涡流位移传感器来代替传统的百分表来采集各个对轮的圆周数值和端面数值,不仅采集的数据

精确度高,各个对轮的端面数值通过两个电涡流位移传感器来测量并取其平均值,进一步提高了测量数据的精确度,而且将采集的数据直接输入的输入区避免了人工读数与输入不一致的人为错误的发生。

[0048] 如图 3 所示,本发明所述的第一电涡流位移传感器、第二电涡流位移传感器和第三电涡流位移传感器均采用非接触式电涡流位移传感器。所述非接触式电涡流位移传感器包括由电感线圈组成的探头、高频连接电缆和前置电路,所述前置电路包括振荡电路、检波电路、滤波电路、校正电路和输出电路;所述电感线圈由温度系数为  $-10\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$  到  $-80\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$  的金导线绕制而成;所述校正电路由热电偶和放大器组成,热电偶位于电感线圈处,热电偶的测量端与电感线圈处于相同的温度环境,热电偶测量端的热电动势经由放大器后输出一个与探头的环境温度成一定关系的电压值(或电流值);所述振荡电路采用激励信号的频率在  $1.5\text{MHz} \sim 3.5\text{MHz}$ ,绕制电感线圈的合金导线的线径为  $0.1\text{mm} \sim 2.5\text{mm}$ ;高频连接电缆呈正电阻温度系数特性。由于采用温度系数合适的并加以保护措施的电感线圈,以及采用同温度环境热电偶组成的校正电路,最大范围地消除测量误差。该非接触式电涡流位移传感器可以在  $0^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$  温度范围内实现位移测量,特别是实现了  $220^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$  温度范围内的精确位移测量,解决了现有技术中非接触式电涡流传感器不能在高温状态( $220^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$ )下长期精确测量的技术,从而使得该传感器可以在大型旋转机械位移检测中得到更广泛的应用。

[0049] 在步骤 S2 中,首先导入轴系设计图,然后读取轴系设计图的各个对轮的直径数值、各个轴承之间跨距数值以及各个轴瓦中心线到对轮的距离数值,最后将上述读取的各个数值输入到轴系中心找正计算界面输入区的对应位置。本发明通过软件读取相关数据,不仅提高了数值输入效率,保证了输入数据的精确性,而且将采集的数据直接输入的输入区避免了人工录入数据导致人为错误现象的发生。

[0050] 如图 4 所示,本发明所述轴系中心找正计算界面输入区的输入数值包括各个对轮的圆周数值、端面数值和直径数值,以及各个轴承之间跨距数值、各个轴瓦中心线到对轮的距离数值;轴系中心找正计算界面输出区的各个对轮圆周数值和端面数值为对输入区对应输入的各个数值进行通过计算公式进行计算后的数值;轴系中心找正计算界面调整区的数值包括各个轴瓦的上、右、下、左四个方向的调整数值;轴系中心找正计算界面结论区用以为调整区输入各个轴瓦的调整数值提供依据。本发明通过设计轴系中心找正计算界面,通过计算软件进行轴系中心找正所需的各个数值,能够快速准确的计算出各个轴瓦的调整量,不仅计算简便,计算出各个轴瓦的调整量清晰易懂,而且方便找正工作操作,使轴系中心找正工作操作简单明了,提高了工作效率。

[0051] 在步骤 S4 中,假设轴系由四个转子和三个对轮联轴器组成,四个转子依次为转子 1、转子 2、转子 3 和转子 4,三个对轮联轴器依次为第一对轮 D1、第二对轮 D2 和第三对轮 D3,三个对轮联轴器的直径分别为  $d_1$ 、 $d_2$  和  $d_3$ ,四个转子上的轴瓦分别为 1 瓦、2 瓦、3 瓦、4 瓦、5 瓦、6 瓦、7 瓦和 8 瓦共八个轴瓦,  $L_1$  为 1 瓦轴瓦中心线到转子 1 远离第一对轮 D1 一端的距离,  $L_2$  为 1 瓦与 2 瓦两个轴瓦之间的跨距,  $L_3$  为 2 瓦轴瓦中心线到第一对轮 D1 的距离,  $L_4$  为 3 瓦轴瓦中心线到第一对轮 D1 的距离,  $L_5$  为 3 瓦与 4 瓦两个轴瓦之间的跨距,  $L_6$  为 4 瓦轴瓦中心线到第二对轮 D2 的距离,  $L_7$  为 5 瓦轴瓦中心线到第二对轮 D2 的距离,  $L_8$  为 5 瓦与 6 瓦两个轴瓦之间的跨距,  $L_9$  为 6 瓦轴瓦中心线到第三对轮 D3 的距离,  $L_{10}$  为 7 瓦

轴瓦中心线到第三对轮 D3 的距离, L11 为 7 瓦与 8 瓦两个轴瓦之间的跨距, L12 为 8 瓦轴瓦中心线到转子 4 远离第三对轮 D3 一端的距离, 所述的计算公式为:

[0052] 如果 1 瓦数值的调整量为 X, 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d1/L2)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $(L3/L2)X$ ;

[0053] 如果 2 瓦数值的调整量为 X, 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d1/L2)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $(L3+L2)X/L2$ ;

[0054] 如果 3 瓦数值的调整量为 X, 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d1/L5)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $(L4+L5)X/L5$ , 第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d2/L5)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $L6X/L5$ ;

[0055] 如果 4 瓦数值的调整量为 X, 则第一对轮 D1 的张口改变量为  $(d1/L5)X$ , 第一对轮 D1 的圆周改变量为  $L4X/L5$ , 第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d2/L5)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $(L5+L6)X/L5$ ;

[0056] 如果 5 瓦数值的调整量为 X, 则第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d2/L8)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $(L7+L8)X/L8$ , 第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d3/L8)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $L9X/L8$ ;

[0057] 如果 6 瓦数值的调整量为 X, 则第二对轮 D2 的张口改变量为  $(d2/L8)X$ , 第二对轮 D2 的圆周改变量为  $L7X/L8$ , 第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d3/L8)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $(L8+L9)X/L8$ ;

[0058] 如果 7 瓦数值的调整量为 X, 则第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d3/L11)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $(L10+L11)X/L11$ ;

[0059] 如果 8 瓦数值的调整量为 X, 则第三对轮 D3 的张口改变量为  $(d3/L11)X$ , 第三对轮 D3 的圆周改变量为  $L10X/L11$ 。

[0060] 在步骤 S4 中, 所述的逻辑关系为: 如果对轮的上、下端面数值为正则对轮为上开口, 否则对轮为下开口, 如果对轮的左、右端面数值为正则对轮为左开口, 否则对轮为右开口, 如果对轮的上、下圆周数值为正则对轮的前转子偏高, 否则对轮的前转子偏低, 如果对轮的左、右圆周数值为正则对轮的前转子偏左, 否则对轮的前转子偏右。

[0061] 在步骤 S5 中, 轴瓦数值的调整跨度为 0.01mm, 轴瓦调整时不能上下同时调整或者左右同时调整。轴瓦数值的调整量可以人工输入, 也可以通过调整按钮以 0.01mm 为跨度进行逐步调整。

[0062] 所述轴系中心找正计算界面的输入区和调整区均设置有置零按钮, 输入区的置零按钮用以将输入区输入的数值进行清零, 以便重新进行轴系中心找正计算, 调整区的置零按钮用以将调整区的调整数据进行清零, 以便重新输入调整数据。

[0063] 如图 4 所示, 输入区中 d1、d2、d3 为各个对轮的直径 (单位 mm) 输入框, L1—L12 为各个轴承之间跨距以及轴瓦中心线到对轮距离的数据输入框; D1 所在的圆内的 1-4 为第一对轮对轮 D1 的上右下左四个端面数值的输入框, 圆外的 5-8 为第一对轮对轮 D1 的上右下左四个圆周数值是输入框; 同理, D2 所在的圆内的 9-12 为第二对轮对轮 D2 的上右下左四个端面数值的输入框, 圆外的 13-16 为第二对轮对轮 D2 的上右下左四个圆周数值的输入框; D3 所在的圆内的 17-20 为第三对轮对轮 D3 的上右下左四个端面数值的输入框, 圆外的 21-24 为第三对轮对轮 D3 的上右下左四个圆周数值的输入框。

[0064] 输出区中 D1 所在的圆内的 1' -4' 为第一对轮对轮 D1 的上右下左四个端面数值的计算结果输出框,圆外的 5' -8' 为第一对轮对轮 D1 的上右下左四个圆周数值的计算结果输出框;同理, D2 所在的圆内的 9' -12' 为第二对轮对轮 D2 的上右下左四个端面数值的计算结果输出框,圆外的 13' -16' 为第二对轮对轮 D2 的上右下左四个圆周数值的计算结果输出框;D3 所在的圆内的 17' -20' 为第三对轮对轮 D3 的上右下左四个端面数值的计算结果输出框,圆外的 21' -24' 为第三对轮对轮 D3 的上右下左四个圆周数值的计算结果输出框。

[0065] 调整区中轴系由四个转子和三个对轮联轴器组成,四个转子依次为转子 1、转子 2、转子 3 和转子 4,三个对轮联轴器依次为第一对轮 D1、第二对轮 D2 和第三对轮 D3,四个转子上的轴瓦分别为 1 瓦、2 瓦、3 瓦、4 瓦、5 瓦、6 瓦、7 瓦和 8 瓦共八个轴瓦, L1 为 1 瓦轴瓦中心线到转子 1 远离第一对轮 D1 一端的距离, L2 为 1 瓦与 2 瓦两个轴瓦之间的跨距, L3 为 2 瓦轴瓦中心线到第一对轮 D1 的距离, L4 为 3 瓦轴瓦中心线到第一对轮 D1 的距离, L5 为 3 瓦与 4 瓦两个轴瓦之间的跨距, L6 为 4 瓦轴瓦中心线到第二对轮 D2 的距离, L7 为 5 瓦轴瓦中心线到第二对轮 D2 的距离, L8 为 5 瓦与 6 瓦两个轴瓦之间的跨距, L9 为 6 瓦轴瓦中心线到第三对轮 D3 的距离, L10 为 7 瓦轴瓦中心线到第三对轮 D3 的距离, L11 为 7 瓦与 8 瓦两个轴瓦之间的跨距, L12 为 8 瓦轴瓦中心线到转子 4 远离第三对轮 D3 一端的距离。1 瓦至 8 瓦下方的上下左右四个框分别为该轴瓦向上下左右四个调整的调整量输入框。

[0066] 将各个对轮的所有数据收集齐全后通过调整 1-8 瓦中的上下左右四个方向的调整量,经过计算软件计算后输出各个对轮中的各个对应数值。

[0067] 本发明所述的计算公式具体为:

[0068] 1 瓦调整量为 X,则 D1 张口改变量 =  $(d1/L2)X$ , 圆周改变量 =  $(L3/L2)X$ , 即:

[0069] 1 瓦向上调整 X, 输出区  $2' = 2 + (d1/L2)X$ ,  $6' = 6 + (L3/L2)X$ , 其余保持不变输出;

[0070] 1 瓦向下调整 X, 输出区  $1' = 1 + (d1/L2)X$ ,  $5' = 5 + (L3/L2)X$ , 其余保持不变输出;

[0071] 1 瓦向左调整 X, 输出区  $4' = 4 + (d1/L2)X$ ,  $8' = 8 + (L3/L2)X$ , 其余保持不变输出;

[0072] 1 瓦向右调整 X, 输出区  $3' = 3 + (d1/L2)X$ ,  $7' = 7 + (L3/L2)X$ , 其余保持不变输出。

[0073] 2 瓦调整量为 X,则 D1 张口改变量 =  $(d1/L2)X$ , 圆周改变量 =  $(L3+L2)X/L2$ , 即:

[0074] 2 瓦向上调整 X, 输出区  $1' = 1 + (d1/L2)X$ ,  $5' = 5 + (L3+L2)X/L2$  其余保持不变输出;

[0075] 2 瓦向下调整 X, 输出区  $2' = 2 + (d1/L2)X$ ,  $6' = 6 + (L3+L2)X/L2$  其余保持不变输出;

[0076] 2 瓦向左调整 X, 输出区  $3' = 3 + (d1/L2)X$ ,  $7' = 7 + (L3+L2)X/L2$ , 其余保持不变输出;

[0077] 2 瓦向右调整 X, 输出区  $4' = 4 + (d1/L2)X$ ,  $8' = 8 + (L3+L2)X/L2$ , 其余保持不变输出。

[0078] 3 瓦调整量为 X,则 D1 张口改变量 =  $(d1/L5)X$ , 圆周改变量 =  $(L4+L5)X/L5$ ; D2 张口改变量 =  $(d2/L5)X$ , 圆周改变量 =  $L6X/L5$ ; 即:

[0079] 3 瓦向上调整  $X$ , 输出区  $1' = 1+(d1/L5)X$ ,  $10' = 10+(d2/L5)X$ ,  $6' = 6+(L4+L5)X/L5$ ,  $14' = 14+L6X/L5$ , 其余保持不变输出;

[0080] 3 瓦向下调整  $X$ , 输出区  $2' = 2+(d1/L5)X$ ,  $9' = 9+(d2/L5)X$ ,  $5' = 5+(L4+L5)X/L5$ ,  $13' = 13+L6X/L5$ , 其余保持不变输出;

[0081] 3 瓦向左调整  $X$ , 输出区  $3' = 3+(d1/L5)X$ ,  $12' = 12+(d2/L5)X$ ,  $8' = 8+(L4+L5)X/L5$ ,  $16' = 16+L6X/L5$ , 其余保持不变输出;

[0082] 3 瓦向右调整  $X$ , 输出区  $4' = 4+(d1/L5)X$ ,  $11' = 11+(d2/L5)X$ ,  $7' = 7+(L4+L5)X/L5$ ,  $15' = 15+L6X/L5$ , 其余保持不变输出。

[0083] 4 瓦调整量为  $X$ , 则 D1 张口改变量 =  $(d1/L5)X$ , 圆周改变量 =  $L4X/L5$ ; D2 张口改变量 =  $(d2/L5)X$ , 圆周改变量 =  $(L5+L6)X/L5$ ; 即:

[0084] 4 瓦向上调整  $X$ , 输出区  $2' = 2+(d1/L5)X$ ,  $9' = 9+(d2/L5)X$ ,  $5' = 5+L4X/L5$ ,  $13' = 13+(L5+L6)X/L5$ , 其余保持不变输出;

[0085] 4 瓦向下调整  $X$ , 输出区  $1' = 1+(d1/L5)X$ ,  $10' = 10+(d2/L5)X$ ,  $6' = 6+L4X/L5$ ,  $14' = 14+(L5+L6)X/L5$ , 其余保持不变输出;

[0086] 4 瓦向左调整  $X$ , 输出区  $4' = 4+(d1/L5)X$ ,  $11' = 11+(d2/L5)X$ ,  $7' = 7+L4X/L5$ ,  $15' = 15+(L5+L6)X/L5$ , 其余保持不变输出;

[0087] 4 瓦向右调整  $X$ , 输出区  $3' = 3+(d1/L5)X$ ,  $12' = 12+(d2/L5)X$ ,  $8' = 8+L4X/L5$ ,  $16' = 16+(L5+L6)X/L5$ , 其余保持不变输出。

[0088] 5 瓦调整量为  $X$ , 则 D2 张口改变量 =  $(d2/L8)X$ , 圆周改变量 =  $(L7+L8)X/L8$ , D3 张口改变量 =  $(d3/L8)X$ , 圆周改变量 =  $L9X/L8$ ; 即:

[0089] 5 瓦向上调整  $X$ , 输出区  $9' = 9+(d2/L8)X$ ,  $18' = 18+(d3/L8)X$ ,  $14' = 14+(L7+L8)X/L8$ ,  $22' = 22+L9X/L8$ , 其余保持不变输出;

[0090] 5 瓦向下调整  $X$ , 输出区  $10' = 10+(d2/L8)X$ ,  $17' = 17+(d3/L8)X$ ,  $13' = 13+(L7+L8)X/L8$ ,  $21' = 21+L9X/L8$ , 其余保持不变输出;

[0091] 5 瓦向左调整  $X$ , 输出区  $11' = 11+(d2/L8)X$ ,  $20' = 20+(d3/L8)X$ ,  $16' = 16+(L7+L8)X/L8$ ,  $24' = 24+L9X/L8$ , 其余保持不变输出;

[0092] 5 瓦向右调整  $X$ , 输出区  $12' = 12+(d2/L8)X$ ,  $19' = 19+(d3/L8)X$ ,  $15' = 15+(L7+L8)X/L8$ ,  $23' = 23+L9X/L8$ , 其余保持不变输出。

[0093] 6 瓦调整量为  $X$ , 则 D2 张口改变量 =  $(d2/L8)X$ , 圆周改变量 =  $L7X/L8$ ; D3 张口改变量 =  $(d3/L8)X$ , 圆周改变量 =  $(L8+L9)X/L8$ ; 即:

[0094] 6 瓦向上调整  $X$ , 输出区  $10' = 10+(d2/L8)X$ ,  $17' = 17+(d3/L8)X$ ,  $13' = 13+L7X/L8$ ,  $21' = 21+(L8+L9)X/L8$ , 其余保持不变输出;

[0095] 6 瓦向下调整  $X$ , 输出区  $9' = 9+(d2/L8)X$ ,  $18' = 18+(d3/L8)X$ ,  $14' = 14+L7X/L8$ ,  $22' = 22+(L8+L9)X/L8$ , 其余保持不变输出;

[0096] 6 瓦向左调整  $X$ , 输出区  $12' = 12+(d2/L8)X$ ,  $19' = 19+(d3/L8)X$ ,  $15' = 15+L7X/L8$ ,  $23' = 23+(L8+L9)X/L8$ , 其余保持不变输出;

[0097] 6 瓦向右调整  $X$ , 输出区  $11' = 11+(d2/L8)X$ ,  $20' = 20+(d3/L8)X$ ,  $16' = 15+L7X/L8$ ,  $24' = 23+(L8+L9)X/L8$ , 其余保持不变输出。

[0098] 7 瓦调整量为  $X$ , 则, D3 张口改变量 =  $(d3/L11)X$ , 圆周改变量 =  $(L10+L11)X/L11$ ,

即：

[0099] 7瓦向上调整X,输出区 $17' = 17 + (d3/L11)X$ ,  $22' = 22 + (L10+L11)X/L11$ ,其余保持不变输出；

[0100] 7瓦向下调整X,输出区 $18' = 18 + (d3/L11)X$ ,  $21' = 21 + (L10+L11)X/L11$ ,其余保持不变输出；

[0101] 7瓦向左调整X,输出区 $19' = 19 + (d3/L11)X$ ,  $24' = 24 + (L10+L11)X/L11$ ,其余保持不变输出；

[0102] 7瓦向右调整X,输出区 $20' = 20 + (d3/L11)X$ ,  $23' = 23 + (L10+L11)X/L11$ ,其余保持不变输出。

[0103] 8瓦调整量为X,则D3张口改变量 $= (d3/L11)X$ ,圆周改变量 $= L10X/L11$ ,即：

[0104] 8瓦向上调整X,输出区 $18' = 18 + (d3/L11)X$ ,  $21' = 21 + L10X/L11$ ,其余保持不变输出；

[0105] 8瓦向下调整X,输出区 $17' = 17 + (d3/L11)X$ ,  $22' = 22 + L10X/L11$ 其余保持不变输出；

[0106] 8瓦向左调整X,输出区 $20' = 20 + (d3/L11)X$ ,  $23' = 23 + L10X/L11$ ,其余保持不变输出；

[0107] 8瓦向右调整X,输出区 $19' = 19 + (d3/L11)X$ ,  $24' = 24 + L10X/L11$ ,其余保持不变输出。

[0108] 本发明结论区的逻辑关系为：

[0109] 第一对轮D1:如果 $1' - 2'$ 为正则上开口,数值为相减值的一半, $3' - 4'$ 为正值左开口数值为相减值的一半,否则相反方向开口;如果 $5' - 6'$ 为正则前转子偏高,数值为相减值的一半, $7' - 8'$ 为正值前转子偏左,数值为相减值的一半,否则相反方向偏；

[0110] 第二对轮D2:如果 $9' - 10'$ 为正则上开口,数值为相减值的一半, $11' - 12'$ 为正值左开口,数值为相减值的一半,否则相反方向开口;如果 $13' - 14'$ 为正则前转子偏高,数值为相减值的一半, $15' - 16'$ 为前转子偏左,数值为相减值的一半,否则相反方向偏；

[0111] 第三对轮D3:如果 $17' - 18'$ 为正则上开口,数值为相减值的一半, $19' - 20'$ 为正值左开口,数值为相减值的一半,否则相反方向开口;如果 $21' - 22'$ 为正则前转子偏高,数值为相减值的一半, $23' - 24'$ 为前转子偏左,数值为相减值的一半,否则相反方向偏。

[0112] 传统的人工轴系中心调整时间一般大概需要5天左右,如果使用本发明则最多使用2天时间即可完成轴系中心找正工作,就人工而言节省一半时间、提前实现机组并网发电所赢得的效益将更加可观。将汽轮机轴系中心找正所需的各个数值输入新平台后通过软件自身计算功能快速准确的计算出各个轴瓦调整量清晰易懂。

[0113] 以上所述只是本发明的优选实施方式,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也被视为本发明的保护范围。

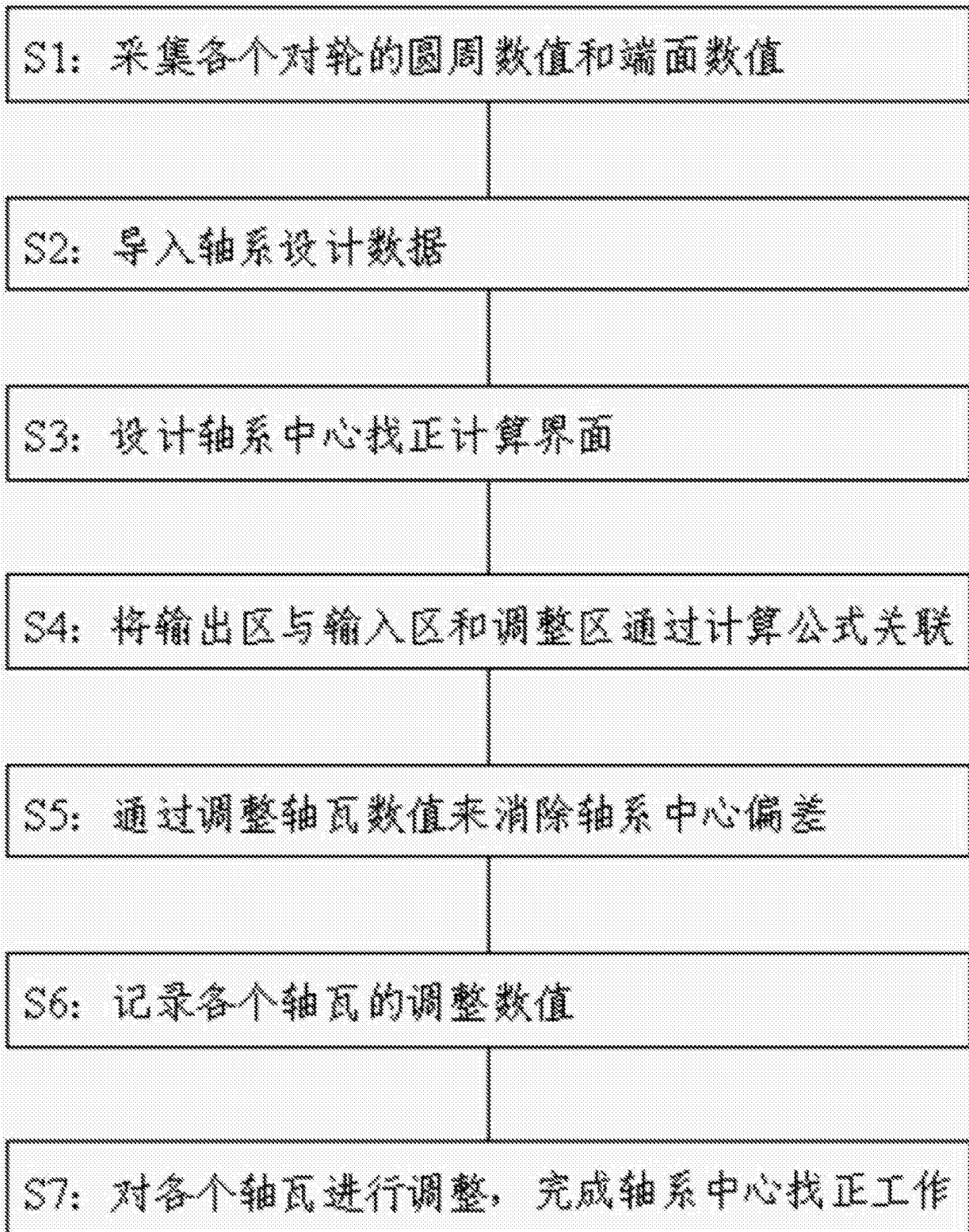


图 1

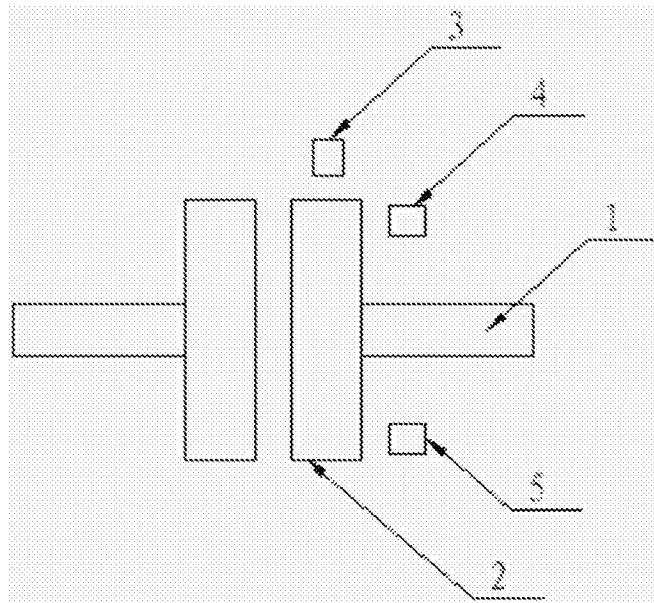


图 2

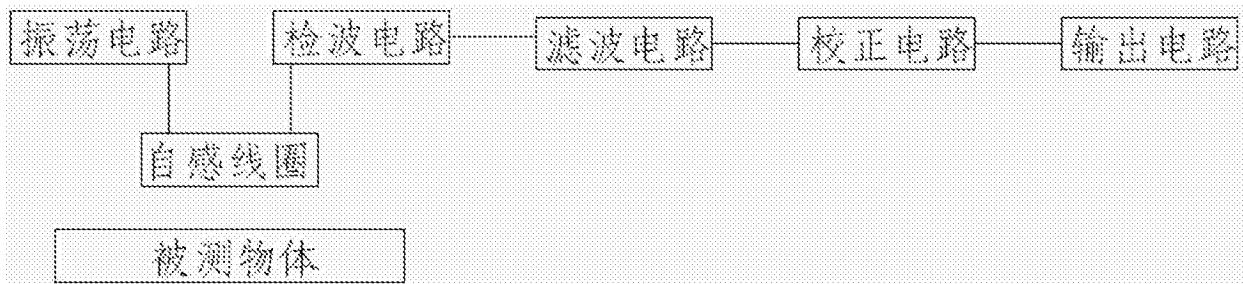


图 3

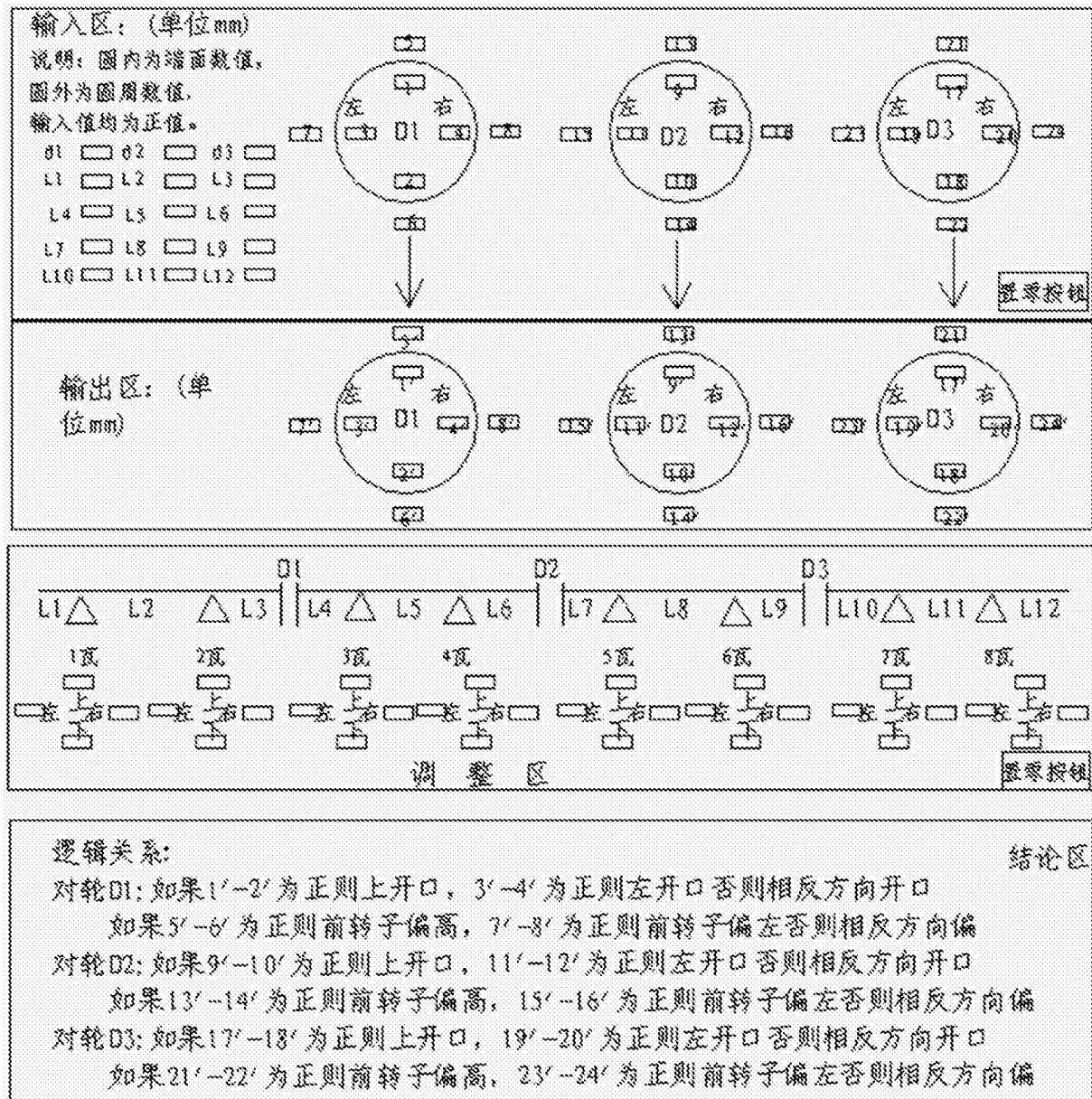


图 4