(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110355537 A
(43)申请公布日 2019.10.22

(21)申请号 201910702802.X

(22)申请日 2019.07.31

(71)申请人 德阳市德源机械制造合伙企业(有限合伙)
地址 618000 四川省德阳市旌阳区天山南路三段199号2栋

(72)发明人 文建飞

(74)专利代理机构 北京市领专知识产权代理有限公司 11590
代理人 林辉轮 张玲

(51)Int.Cl.
B23P 15/02(2006.01)

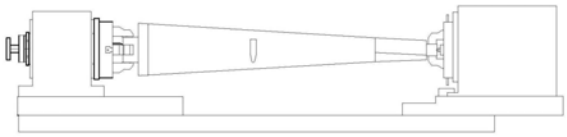
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法

(57)摘要

本发明公开了一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,包括寻找叶片毛坯件的三个中心定位孔,将叶片毛坯件通过三顶针孔定位的方法,配合叶片毛坯件上的三个中心定位孔将叶片毛坯件安装于四轴数控立式加工中心上,本发明根据叉型叶根叶片的加工方法的特点,尤其在权利要求中S2所述的将叶片的基准从毛坯基准三个中心孔转换为叶片的最终基准面,并与叶片汽道各部一次完成加工,后面工序减少了因转换基准误差造成叶片毛坯加工不出来的风险。合理选择不同加工工序中所使用的定位基准面,采用一次性装夹完成现有技术中叶片多个加工工序,减少了校模次数能有效地避免累积误差,提高加工精度,缩短产品加工周期,降低机床的需用数量,降低生产成本。



CN 110355537 A

1.一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,包括寻找出叶片毛坯件上的三个中心定位孔,将叶片毛坯件通过三顶针孔定位的方法,配合叶片毛坯件上的三个中心定位孔将叶片毛坯件安装于四轴数控立式加工中心上,其特征在于:

S1:所述铣二维码标识面、二维码标刻及叶冠工艺头;

S2:所述粗精铣叶片毛坯件内径向基准面;粗精铣叶片毛坯件进出气侧;粗精铣叶片毛坯件两定位肩部;粗铣叶片毛坯件汽道及叶冠各部位,为精铣汽道留单面2.5mm加工余量;

S3:以S2精加工后的基准面:叶片两侧、叶片两肩、叶片内径向面为定位基准,锯铣叶根端面;

S4:以S2精加工后的基准面:叶片两侧、叶片两肩、叶片内径向面为定位基准,粗精铣背凸面;

S5:以S2精加工后的基准面:叶片两侧、叶片两肩、叶片内径向面为定位基准,粗精铣叶片背装配面和斜面;

S6:以S4加工完成的背装配面和S2加工完成的叶片两侧、叶片两肩为基准面,加工叶片内凹面和内斜面;

S7:线切割叶片叶根部叉型;

S8:以叶片两肩和两侧背装配面为基准,精磨或以铣代磨精加工内径向面;

S9:校型,上量具检查汽道余量;

S10:以叶片内径向叶片两肩,叶片出气侧定位于五轴加工中心,精铣叶片汽道及叶冠形状;

S11:精铣叶片叶根叉型;

S12:通过锯铣或线切割确定叶片总长度;

S13:对加工后的叶片进行校型抛光。

2.根据权利要求1所述的一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,其特征在于:所述S1中铣二维码标识面及叶冠工艺头在四轴加工中心上装夹一次将工艺头和标识面加工完成。

3.根据权利要求1所述的一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,其特征在于:所述S2将叶片采用毛坯三个定位中心孔定位将刻好二维码标识的叶片模锻毛坯装夹于4轴加工中心上,将叶片基准面:内径向面,进出气侧,叶片两肩,汽道型线,叶冠型线全部粗加工完成后,并且再次将叶片基准面:内径向留0.3磨量、叶片进出气侧、叶片两肩进行精加工。

4.根据权利要求1或3所述的一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,其特征在于:所述后序加工采用S2所加工的基准面加工叶根部位端面、背凸面、背装配面,全部加工到位。

5.根据权利要求4所述的一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,其特征在于:所述背装配面加工完成后,以背装配面、叶片两侧两肩为基准加工内凹面、线切割叶根型线、修磨内径向。

6.根据权利要求1所述的一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,其特征在于:所述在5轴加工中心上以叶片内径向面、叶片两侧两肩为基准精加工汽道型线。

7.根据权利要求6所述的一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,其特征在于:所述叶片的两肩、叶片内径向、叶片背装配面、叶片两侧是叶片最终装配基准面。

一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽轮机叶片的加工技术领域。

[0002] 具体地说,是涉及一种五叉、七叉、八叉叶根自带冠动叶片的加工方法。

背景技术

[0003] 随着科技的进步,汽轮机的发展有了长足的进步,尤其是在大型汽轮机的生产和研究中有了重大的技术突破,汽轮机叶片的型面加工技术对汽轮机的使用寿命,动能的转化效率具有决定性的作用,特别汽轮机叶片次末级和末级叉型叶根叶片,汽道长度可达500mm至1100以上,加工工序多,基准面与汽道之间的位置度不好控制,加工过程还会变形,由于七叉或八叉汽轮机叶片结构更加复杂,叶片基准面叶根部位存在几个径向夹角和台阶面,加工和生产工序多。在专利名称:一种加工大型汽轮机组动叶片型面时的专用工装,申请号CN201210588540.7的专利中给出了一种五叉叶根自带冠动叶片加工方法的技术方案,这种五叉叶片的叶根部位只存在内平面和背平面两个平面。专利中指出在五叉叶根自带冠动叶片结构复杂,其叶根在汽轮机机组中起着重要作用,因此对叶片本身特别是叶根型线精加工精度要求高,现有的工艺方案是:基准面加工基本采用普通平铣及卧铣机床加工,并分序加工各道工序,即各基准定位面分序加工,每一个基准面需要一个工序来完成,分序加工的缺点在于容易产生积累误差,多次装夹积累误差与加工积累误差,普通机床加工出来的一致性也不是很好,效率及尺寸精度远远达不到要求,由此不可避免地对产品质量的影响较大,并且产品的一致性差,同时生产效率低,加工周期长,机床的需用数量大,生产成本高,随着人力资源成本的逐渐增加以及有数控机床的出现。

[0004] 因此申请人在发明专利中指出五叉叶根自带冠动叶片加工方法,步骤1装夹叶片;步骤2粗加工;步骤3半精加工,步骤4、精加工;步骤5、以叶根部出汽侧、叶冠出汽侧和叶根背径向面定位,选用刃口与五叉叶根型线相匹配的刀具,其转速为25-30r/min,进给速度为12.5mm/min,进刀量为0.5-0.8mm,沿直线方向对叶片的五叉叶根型线进行精铣加工。本发明五叉.七叉.八叉叶根自带冠动叶片叶根部位存在内径向面、内凹面、背装配面、背凸面比其形状复杂,加工难度大。发明人统一加工工序中定位基准面,采用一次性装夹完成多部位的加工,能有效地避免累积误差,提高加工精度,并优化集成加工,缩短产品加工周期,降低机床的需用数量,降低生产成本。

[0005] 如何对五叉叶根七叉叶根八叉叶根都带内背凹凸面的自带冠动叶片进行加工和生产是提高汽轮机组性能的关键。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服传统技术的不足之处,提供一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法。

[0007] 本发明的目的是通过以下技术措施来达到的:一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,包括寻找出叶片毛坯件上的三个中心定位孔,将叶片毛坯件通过三顶针孔定位

的方法，配合叶片毛坯件上的三个中心定位孔将叶片毛坯件安装于四轴的数控立式加工中心上，然后叶根和叶冠前后工艺头夹紧，其特征在于：

[0008] S1:所述铣二维码标识面、二维码标刻及叶冠工艺头，为确保叶片质量后期可追述。

[0009] S2:所述粗精铣叶片毛坯件内径向基准面;粗精铣叶片毛坯件进出气侧;粗精铣叶片毛坯件两定位肩部;粗铣叶片毛坯件汽道及叶冠各部位，为精铣步骤留单面加工余量2.5mm;

[0010] S3:以S2精加工后的基准面:叶片两侧、叶片两肩、叶片内径向面为定位基准，锯铣叶根端面;

[0011] S4:粗精铣背凸面，在普通大立铣X53机床上一次性加工。

[0012] S5:以S2精加工后的基准面:叶片两侧、叶片两肩、叶片内径向面为定位基准，粗精铣叶片背装配面和斜面;

[0013] S6:以S5加工完成的背装配面和S2加工完成的叶片两侧、叶片两肩为基准面，加工叶片内凹面和内斜面;

[0014] S7:线切割叶片叶根部叉型;给精铣叶片叉型和叶根两肩R槽单面留量0.3mm至0.5mm。

[0015] S8:以叶片两肩和两侧背装配面为基准，精磨或以铣代磨精加工内径向面;

[0016] S9:校型。

[0017] S10:以叶片内径向叶片两肩，叶片出气侧定位于五轴加工中心，精铣叶片汽道及叶冠形状;

[0018] S11:精铣叶片叶根叉型、两肩R槽。

[0019] S12:通过锯铣或线切割加工叶片总长度;

[0020] S13:对加工后的叶片进行校型抛光。

[0021] 作为上述技术方案的一种改进:所述S1中铣二维码标识面，采用叶片三个中心孔定位在4轴加工中心上，一次性装夹将叶片的叶冠工艺头四个面加工完成，然后采用激光刻号将叶片标刻二维码。

[0022] 作为上述技术方案的一种改进:所述S2中将叶片第二次采用三个定位中心孔定位，装夹于四轴加工中心上，将叶片的所有基准面进行精加工，并且将汽道进行粗铣。

[0023] 由于采用了上述技术方案，与现有技术相比，本发明的优点是:本发明根据叉型叶根大型叶片的加工方法的特点，合理选择所使用的定位基准，采用一次性装夹完成现有技术中叶片多个加工工序，减少了校模次数能有效地避免累积误差，提高加工精度，缩短产品加工周期，降低机床的需用数量，降低生产成本。其次，基准面与汽道一次加工到位，避免了传统加工中将基面加工完成后粗加工汽道型线，基面与原基准三中心孔之间转换时的误差造成叶片型线加工时余量偏甚至缺肉导致报废。该发明一次将各基面及汽道型线加工到位，精度得到了保证，提高了叶片的加工质量，避免了因基面改变而造成的的误差，既提高了加工精度，又节约了校模成本，提高了加工精度，保证了加工质量，减少了人工成本。

[0024] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

附图说明

[0025] 附图1是本发明一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工装夹图。

[0026] 附图2是本发明一种汽轮机次末级和末级动叶片的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 实施例:如附图1和2所示,一种汽轮机次末级和末级动叶片的加工方法,包括寻找出叶片毛坯件上的三个中心定位孔,将叶片毛坯件通过三顶针孔定位的方法,配合叶片毛坯件上的三个中心定位孔将叶片毛坯件安装于四轴的数控立式加工中心上,本发明根据叶片叶根带内背凹凸面的叉型叶根叶片加工。

[0028] S1:所述铣二维码标识面、二维码标刻及叶冠工艺头;

[0029] S2:所述粗精铣叶片毛坯件内径向基准面;锯铣叶根端面;粗精铣叶片毛坯件进出气侧;粗精铣叶片毛坯件两定位肩部;粗铣叶片毛坯件汽道及叶冠各部位,为精铣步骤留单面加工余量2.5mm。

[0030] S3:以S2精加工后的基准面:叶片两侧、叶片两肩、叶片内径向面为定位基准,锯铣叶片叶根工艺头;

[0031] S4:以S2精加工后的基准面:叶片两侧、叶片两肩、叶片内径向为定位基准面,粗精铣背凸面;

[0032] S5:以S2精加工后的基准面:叶片两侧、叶片两肩、叶片内径向为定位基准面,粗精铣叶片背装配面和斜面;

[0033] S6:S4加工完成的背装配面和S2加工完成的叶片两侧、叶片两肩为基准面,加工叶片内凹面和内斜面;

[0034] S7:线切割叶片叶根部叉型;

[0035] S8:以叶片两肩和两侧背装配面为基准,精磨或以铣代磨精加工内径向面;

[0036] S9:校型。

[0037] S10:以叶片内径向叶片两肩,叶片出气侧定位于五轴加工中心,精铣叶片汽道及叶冠形状;

[0038] S11:精铣叶片叉型和叶根;

[0039] S12:通过锯铣或线切割确定叶片总长度;

[0040] S13:对加工后的叶片进行校型抛光。

[0041] 所述S1和S2中需将旋转工作台上安装上带两个定位顶尖的夹具,旋转尾座中心有一个能前后伸缩的顶尖,旋转尾座的旋转中心与旋转工作台同心,并将三个顶尖打表找正,旋转工作台上两顶尖Y轴打正设为第四轴加工零点,也就是叶片背平面向上A轴为零。

[0042] 所述S1中,铣二维码标识面,在第四轴为零度时,将叶片毛坯背平面向上装夹于四轴加工中心上,采用加工一平面后,第四轴旋转90度再加工另一平面。一次可将工艺头上四个平面和二维码标识面加工完成,最后用激光刻号机将叶片的二维码标识号标刻于标识面上。

[0043] 所述S2中,将旋转尾座上装夹一个四爪卡盘或自制一个用螺钉顶紧的框架安装于旋转尾座上,将S1刻好标识的叶片装夹于三顶针孔夹具上,叶根背平面向上A轴为零,叶根部位两个中心孔定位于第四轴旋转工作台上两个带定位顶尖的夹具上,旋转尾座中心的顶

尖向前顶在叶冠中心孔上，转动转台上两个定位顶尖夹具，其中一个可转动的带螺纹的活顶尖，将叶片定位，由于叶片比较长而薄，所以在顶带螺纹的活顶尖时，叶片毛坯中心需架一个百分表。避免在顶紧时过于顶紧将叶片顶变形，最后夹紧叶根毛坯工艺头和叶冠工艺头。其三个顶针孔只起定位找正的作用，不得用于夹紧叶片，而采用带两个顶尖的夹具上的夹板夹紧叶根工艺头。尾座上的四爪卡盘或顶紧框架固定叶片。加工内径向数控四轴加工中心第四轴转为145度，用适合产品的牛鼻刀1.2MM一层将叶片内径向面粗加工，叶根进出气侧粗加工，叶根两肩部粗加工，汽道型线叶冠形状粗加工。第四轴转为145度以0.5MM一层精加工内径向面，给磨内径向面留0.3磨量，粗糙度在6.3即可。用D80面铣刀将叶片进出气侧加工到位，用D20合金铣刀将叶根两肩加工到位。

[0044] 传统这种大型叶片加工方法：步骤1铣工艺头二维码标识面，步骤2在三顶尖加工内径向工装上粗精内径向面留量0.3mm，步骤3用4轴加工中心以内径向面打表手动编程加工叶片两肩，加工两侧(由于叶片毛坯长而薄加工内径向时三顶尖顶时叶片可能变形导致内径向加工不一致)。步骤4以内径向面两侧两肩为基准加工端面，步骤5加工背凸面，步骤6加工背装配面，步骤7加工内凹面，步骤8加工线切割叶根，步骤9以内径向面两侧两肩为基准粗加工汽道各部及叶冠各部，步骤10修背装配面，步骤11修磨内径向面，步骤12校型，步骤13精铣汽道型线各部，步骤14精叶根及R槽，步骤15翻刻二维码标识面，步骤16锯铣或线切割总长，步骤17校型和抛光型线。

[0045] 由于传统加工中步骤2是采用毛坯三中心孔顶紧加工叶片内径向面。叶片毛坯长而薄加工内径向时三顶尖顶紧叶片可能变形造成内径向加工不一致。

[0046] 本发明人在S1中将铣二维码标识及叶冠工艺头在四轴加工中心上一次性加工完成。传统必须上四次普通设备加工完成，在S2中便将传统加工中步骤2、步骤3、步骤9全部加工完成。在装夹时中心孔只起定位，防止了将叶片顶变形后加工出来叶片变形大，由于基准面与汽道粗铣一次加工，使基准面与汽道位置度基本无差异，减少校型难度，大部分不用校型，只用上量具检查一下。

[0047] 传统加工内径向在顶紧叶片中心孔时会将叶片顶变形，加工出来的内径向面与汽道中心线会有角度误差，由于是手动顶紧并且会出现力大力小误差不一样。在步骤9粗铣汽道时会出现毛胚缺肉而加工不出来。由于此时已将毛坯基准孔去掉，已无法检测是否是毛坯来料缺肉，只有采用校型或叶冠顶偏尽量加工出来，但此种方法加工出来叶片相对于基准面变形相当大，精度差，影响叶片质量。个别差异大的甚至报废。

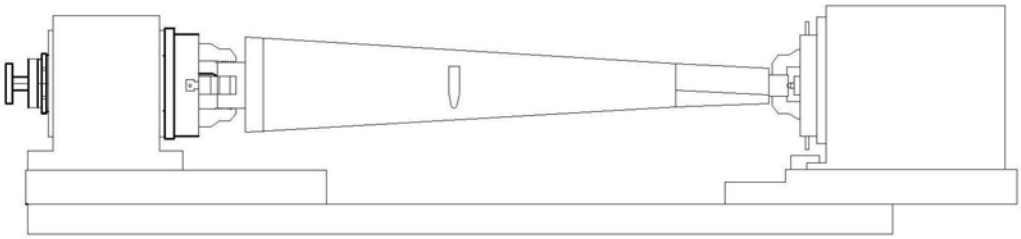


图1

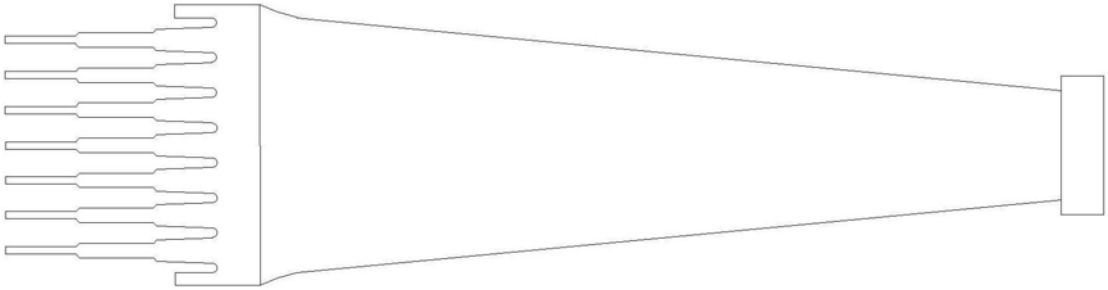


图2