



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103310106 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 18

(21) 申请号 201310249630. 8

(22) 申请日 2013. 06. 23

(71) 申请人 陈磊磊

地址 541004 广西壮族自治区桂林市七星区
金鸡路 1 号桂林电子科技大学研究生
院

(72) 发明人 黄美发 陈磊磊 钟艳茹 孙永厚
宫文峰

(51) Int. Cl.

G06F 19/00 (2011. 01)

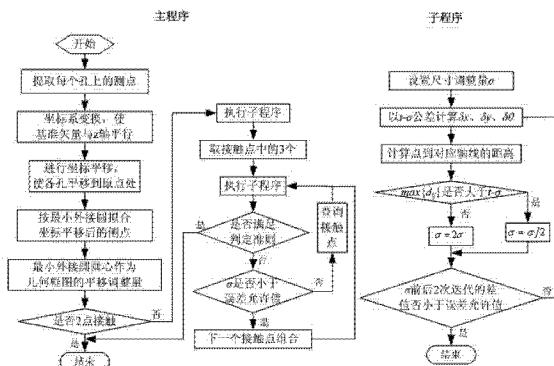
权利要求书4页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种零件孔系作用尺寸的计算方法

(57) 摘要

一种零件孔系作用尺寸的计算方法，该方法首先测量并获取各个被测孔上的测点坐标，根据图纸信息，获取孔的理想位置；然后通过坐标平移，转化为圆的作用尺寸计算；应用求解非线性方程组的方法，不断变动作用表面的直径，直到满足判别准则，输出孔系的作用尺寸以及各个孔的位置坐标。本发明可准确计算出满足判别准则的孔系的作用尺寸及各个孔位置坐标的最优值。



1. 一种零件孔系作用尺寸的计算方法,用于计算孔系最小外接尺寸时,其特征在于,具体步骤如下:

步骤 1: 将被测零件置于测量平台上,在各个孔上提取一系列的测点;根据图纸信息获取每个孔的设计理想位置——各孔轴线上定点的理论坐标;

步骤 2: 在基准面上,提取基准特征的测点,并应用最小区域法拟合基准平面,获得基准面的法向矢量;进行坐标变换,使坐标系 z 轴平行于基准平面的法向矢量;同时各孔上的测点也作相同的坐标变换,设坐标变换后各孔轴线上定点在 xoy 平面上的投影坐标为 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 各孔测点坐标在 xoy 平面上的投影为 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$, i 为孔的编号, j 为每个孔上的测点编号;所有孔的测点组成集合 $\{p_{ij}\}$;所有孔的 Q_i 坐标组成集合 $\{Q_i\}$;设定误差允许值 ξ ;

步骤 3: 应用下式,依次将各个孔的测点 p_{ij} 平移到原点处,

$$\begin{cases} x_{ij}' = x_{ij} - x_i^0 \\ y_{ij}' = y_{ij} - y_i^0 \end{cases}$$

所有的点坐标 (x_{ij}', y_{ij}') 构成集合 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 应用最小外接圆法拟合点集 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 得到最小外接圆的圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$, 将圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$ 叠加到各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 并将得到的坐标值赋值给各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$;

$$\begin{cases} x_i^0 + \delta x \Rightarrow x_i^0 \\ y_i^0 + \delta y \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

步骤 4: 依次计算各孔上的测点 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$ 到对应孔的定点 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij} , 并记录 $\max\{d_{ij}\}$, 所记录 $\max\{d_{ij}\}$ 对应的测点形成与作用表面接触的测点集合; $\max\{d_{ij}\}$ 为该次迭代中孔系的最小外接半径 t ;

步骤 5: 判断作用表面的接触点数量是否等于 2;

如果接触点的数量等于 2, 则跳转到步骤 10; 如果接触点的数量不等于 2, 执行下一步;

步骤 6: 判断接触点的数量是否等于 3;

如果接触点的数量不等于 3, 则跳转到步骤 9; 如果接触点的数量等于 3, 设置作用表面尺寸变动量 δ 的初始值;

步骤 7: 在保持作用表面与接触点接触的条件下, 计算半径为 $t - \delta$ 时的作用表面参数; 设接触点的坐标为 (x_{ij}^U, y_{ij}^U) , 根据每个接触点可以建立以下非线性方程,

$$\left[x_{ij}^U - x_i^0 \cos \delta \theta + y_i^0 \sin \delta \theta \right]^2 + \left[y_{ij}^U - x_i^0 \sin \delta \theta - y_i^0 \cos \delta \theta \right]^2 - (t - \delta)^2 = 0$$

由此可以建立三元非线性方程组, 可以计算 x_i^0 、 y_i^0 、 $\delta \theta$ 3 个变量; 然后应用下式重新

计算各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$,

$$\begin{cases} x_i^0 \cos \delta\theta - y_i^0 \sin \delta\theta \Rightarrow x_i^0 \\ x_i^0 \sin \delta\theta + y_i^0 \cos \delta\theta \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

依次计算各个非接触测点 (x_{ij}, y_{ij}) 到对应孔的 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij}' , 并计算 $\max\{d_{ij}'\}$; 如果 $\max\{d_{ij}'\} > t - \delta$, 表示变动量 δ 过大, 测点超出作用表面, δ 变为 $\delta/2$; 如果 $\max\{d_{ij}'\} \leq t - \delta$, 变动量 δ 过小, δ 变为 2δ ;

步骤 8 : 判断 δ 前后 2 次的迭代值之差是否小于设定的误差允许值 ξ ;

如果 δ 前后 2 次的迭代值之差小于设定的误差允许值 ξ , 说明找到第 4 个接触点, 跳转到步骤 4 ; 如果 δ 前后 2 次的迭代值之差大于等于设定的误差允许值 ξ , 重复第 7、8 步操作 ;

步骤 9 : 以 3 个接触点为 1 个组合, 以其中 1 个组合中的 3 个接触点为计算对象, 按照步骤 7、8 的方式进行尺寸变动, 得到尺寸变动量 δ ; 判断 δ 是否小于设定的 δ 误差允许值 ;

如果 δ 小于设定的误差允许值 ξ , 然后判断是否满足判别准则, 如果满足, 则跳转到步骤 9, 如果不满足, 则重新选择 1 个组合, 重复步骤 9 的操作 ; 如果 δ 大于等于设定的误差允许值 ξ , 则跳转到步骤 4 ;

步骤 10 : 输出孔系最小外接尺寸及各个孔位置坐标的最优值。

2. 一种零件孔系作用尺寸的计算方法, 用于计算孔系最大内接尺寸时, 其特征在于, 具体步骤如下 :

步骤 1 : 将被测零件置于测量平台上, 在各个孔上提取一系列的测点 ; 根据图纸信息获取每个孔的设计理想位置——各孔轴线上定点的理论坐标 ;

步骤 2 : 在基准面上, 提取基准特征的测点, 并应用最小区域法拟合基准平面, 获得基准面的法向矢量 ; 进行坐标变换, 使坐标系 z 轴平行于基准平面的法向矢量 ; 同时各孔上的测点也作相同的坐标变换, 设坐标变换后各孔轴线上定点在 xoy 平面上的投影坐标为 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 各孔测点坐标在 xoy 平面上的投影为 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$, i 为孔的编号, j 为每个孔上的测点编号 ; 所有孔的测点组成集合 $\{p_{ij}\}$; 所有孔的 Q_i 坐标组成集合 $\{Q_i\}$; 设定误差允许值 ξ ;

步骤 3 : 应用下式, 依次将各个孔的测点 p_{ij} 平移到原点处,

$$\begin{cases} x_{ij}' = x_{ij} - x_i^0 \\ y_{ij}' = y_{ij} - y_i^0 \end{cases}$$

所有的点坐标 (x_{ij}', y_{ij}') 构成集合 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 应用最大内接圆法拟合点集 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 得到最大内接圆的圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$, 将圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$ 叠加到各个孔的定点坐标

$Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 并将得到的坐标值赋值给各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$;

$$\begin{cases} x_i^0 + \delta x \Rightarrow x_i^0 \\ y_i^0 + \delta y \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

步骤 4: 依次计算各孔上的测点 $P_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$ 到对应孔的定点 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij} , 并记录 $\min\{d_{ij}\}$, 所记录 $\min\{d_{ij}\}$ 对应的测点形成与作用表面接触的测点集合; $\min\{d_{ij}\}$ 为该次迭代中孔系的最大内接半径 t ;

步骤 5: 判断作用表面的接触点数量是否等于 2;

如果接触点的数量等于 2, 则跳转到步骤 10; 如果接触点的数量不等于 2, 执行下一步;

步骤 6: 判断接触点的数量是否等于 3;

如果接触点的数量不等于 3, 则跳转到步骤 9; 如果接触点的数量等于 3, 设置作用表面尺寸变动量 δ 的初始值;

步骤 7: 在保持作用表面与接触点接触的条件下, 计算半径为 $t+\delta$ 时的作用表面参数; 设接触点的坐标为 (x_{ij}^v, y_{ij}^v) , 根据每个接触点可以建立以下非线性方程,

$$[(x_{ij}^v - x_i^0 \cos \delta\theta + y_i^0 \sin \delta\theta)^2 + (y_{ij}^v - x_i^0 \sin \delta\theta - y_i^0 \cos \delta\theta)^2 - (t+\delta)^2] = 0$$

由此可以建立三元非线性方程组, 可以计算 x_i^0 、 y_i^0 、 $\delta\theta$ 3 个变量; 然后应用下式重新计算各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$,

$$\begin{cases} x_i^0 \cos \delta\theta - y_i^0 \sin \delta\theta \Rightarrow x_i^0 \\ x_i^0 \sin \delta\theta + y_i^0 \cos \delta\theta \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

依次计算各个非接触测点 (x_{ij}, y_{ij}) 到对应孔的 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij}' , 并计算 $\min\{d_{ij}'\}$; 如果 $\min\{d_{ij}'\} < t+\delta$, 表示变动量 δ 过大, 测点超出作用表面, δ 变为 $\delta/2$; 如果 $\min\{d_{ij}'\} \geq t+\delta$, 变动量 δ 过小, δ 变为 2δ ;

步骤 8: 判断 δ 前后 2 次的迭代值之差是否小于设定的误差允许值 ξ ;

如果 δ 前后 2 次的迭代值之差小于设定的误差允许值 ξ , 说明找到第 4 个接触点, 跳转到步骤 4; 如果 δ 前后 2 次的迭代值之差大于等于设定的误差允许值 ξ , 重复第 7、8 步操作;

步骤 9: 以 3 个接触点为 1 个组合, 以其中 1 个组合中的 3 个接触点为计算对象, 按照步骤 7、8 的方式进行尺寸变动, 得到尺寸变动量 δ ; 判断 δ 是否小于设定的误差允许值 ξ ;

如果 δ 小于设定的误差允许值 ξ , 然后判断是否满足判别准则, 如果满足, 则跳转到步骤 9, 如果不满足, 则重新选择 1 个组合, 重复步骤 9 的操作; 如果 δ 大于等于设定的误差允许值 ξ , 则跳转到步骤 4;

步骤 10 :输出孔系最大内接尺寸及各个孔位置坐标的最优值。

一种零件孔系作用尺寸的计算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种零件孔系作用尺寸的计算方法,属于精密计量与计算机应用领域,可用于各种情况下几何产品中孔系作用尺寸以及位置度的合格性检测,并为加工过程以及加工工艺的改进提供指导。

背景技术

[0002] 在箱体零件装配中,经常应用位置度来控制孔系之间以及孔系与基准之间的误差,同时位置度是形位误差中评定难度最大、应用形式最多的项目之一。因此对位置度评定技术的研究,有重要的实际生产价值。另外,孔系的最大内接尺寸与最小外接尺寸统称为孔系的作用尺寸,孔系的最大内接尺寸与最小外接尺寸是根据光滑极限量规发展而来的算法,应用较为广泛。

[0003] 按孔系几何框图(孔系理想位置构成的几何位置框图)的变动情况可分为:几何框图固定的、几何框图可以平移调整的、几何框图可以旋转调整的、几何框图即可平移又可旋转调整的(复合运动)。其中几何框图可复合运动调整的情况具有一般性,同时评定过程也是最复杂的,前几种都是其特殊情况。如附图2所示,只有一个基准,允许几何框图绕基准A的法向矢量旋转,也可以在基准面A内平移。本发明主要针对孔系为复合运动的情况。

[0004] 目前孔系位置度、孔系的作用尺寸的检测方法主要分为以下几种:综合量规检验、坐标测量法。

[0005] 对于大批量生产,采用综合量规检验,效率较高,是一种较合理的检验方法,但是它不能测量出位置度误差或作用尺寸的具体数值;对于单件小批生产的零件,用综合量规检验时成本昂贵;综合量规的制造误差对检验结果影响较大,并且综合量规的制造误差如何评定至今还没有解决;若对孔系位置度精度或孔系的作用尺寸要求较高,综合量规甚至很难制造出来。

[0006] 对于坐标测量法,又分为图解法、数学分析法、几何图框法。这些方法的计算结果难以达到精确解,需要进一步深入研究。目前测量仪器配套软件一般都采用成熟的最小二乘法近似地计算零件孔系位置度误差与孔系的作用尺寸。

发明内容

[0007] 为了克服上述技术缺点,本发明的目的是提供一种零件孔系作用尺寸的计算方法。针对孔系位置度误差与孔系作用尺寸,本方法不仅提高了测量仪器的检测精度,而且算法稳定性好、计算效率高。

[0008] 本发明依据孔系自身的特征,在计算优化的方向上,给出了作用表面平移变动、尺寸变动的方式,并设计了计算方法。本发明所公布的方法,可计算出符合判别准则的孔系位置度误差或孔系的作用尺寸。

[0009] 本发明一种零件孔系作用尺寸的计算方法,用于计算孔系最小外接尺寸时,主要包括以下步骤,如附图1所示:

步骤 1 : 将被测零件置于测量平台上, 在各个孔上提取一系列的测点; 根据图纸信息获取每个孔的设计理想位置——各孔轴线上定点的理论坐标。

[0010] 步骤 2 : 在基准面上, 提取基准特征的测点, 并应用最小区域法拟合基准平面, 获得基准面的法向矢量; 进行坐标变换, 使坐标系 z 轴平行于基准平面的法向矢量; 同时各孔上的测点也作相同的坐标变换, 设坐标变换后各孔轴线上定点在 xoy 平面上的投影坐标为 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 各孔测点坐标在 xoy 平面上的投影为 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$, i 为孔的编号, j 为每个孔上的测点编号; 所有孔的测点组成集合 $\{p_{ij}\}$; 所有孔的 Q_i 坐标组成集合 $\{Q_i\}$; 设定误差允许值 ξ 。

[0011] 步骤 3 : 应用下式, 依次将各个孔的测点 p_{ij} 平移到原点处,

$$\begin{cases} x_{ij}' = x_{ij} - x_i^0 \\ y_{ij}' = y_{ij} - y_i^0 \end{cases}$$

所有的点坐标 (x_{ij}', y_{ij}') 构成集合 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 应用最小外接圆法拟合点集 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 得到最小外接圆的圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$, 将圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$ 叠加到各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 并将得到的坐标值赋值给各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 。

$$\begin{cases} x_i^0 + \delta x \Rightarrow x_i^0 \\ y_i^0 + \delta y \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

[0012] 步骤 4 : 依次计算各孔上的测点 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$ 到对应孔的定点 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij} , 并记录 $\max[d_{ij}]$, 所记录 $\max[d_{ij}]$ 对应的测点形成与作用表面接触的测点集合; $\max[d_{ij}]$ 为该次迭代中孔系的最小外接半径 t 。

[0013] 步骤 5 : 判断作用表面的接触点数量是否等于 2;

如果接触点的数量等于 2, 则跳转到步骤 10; 如果接触点的数量不等于 2, 执行下一步。

[0014] 步骤 6 : 判断接触点的数量是否等于 3;

如果接触点的数量不等于 3, 则跳转到步骤 9; 如果接触点的数量等于 3, 设置作用表面尺寸变动量 δ 的初始值。

[0015] 步骤 7 : 在保持作用表面与接触点接触的条件下, 计算半径为 $t-\delta$ 时的作用表面参数; 设接触点的坐标为 (x_{ij}^v, y_{ij}^v) , 根据每个接触点可以建立以下非线性方程,

$$[(x_{ij}^v - x_i^0 \cos \delta \theta + y_i^0 \sin \delta \theta)^2 + (y_{ij}^v - x_i^0 \sin \delta \theta - y_i^0 \cos \delta \theta)^2 - (t - \delta)^2] = 0$$

由此可以建立三元非线性方程组, 可以计算 x_i^0 、 y_i^0 、 $\delta \theta$ 3 个变量; 然后应用下式重新计算各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$,

$$\begin{cases} x_i^0 \cos \delta\theta - y_i^0 \sin \delta\theta \Rightarrow x_i' \\ x_i^0 \sin \delta\theta + y_i^0 \cos \delta\theta \Rightarrow y_i' \end{cases}$$

依次计算各个非接触测点 (x_{ij}, y_{ij}) 到对应孔的 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij}' ，并计算 $\max\{d_{ij}'\}$ ；如果 $\max\{d_{ij}'\} > t - \delta$ ，表示变动量 δ 过大，测点超出作用表面， δ 变为 $\delta/2$ ；如果 $\max\{d_{ij}'\} \leq t - \delta$ ，变动量 δ 过小， δ 变为 2δ 。

[0016] 步骤 8：判断 δ 前后 2 次的迭代值之差是否小于设定的误差允许值 ξ ；

如果 δ 前后 2 次的迭代值之差小于设定的误差允许值 ξ ，说明找到第 4 个接触点，跳转到步骤 4；如果 δ 前后 2 次的迭代值之差大于等于设定的误差允许值 ξ ，重复第 7、8 步操作。

[0017] 步骤 9：以 3 个接触点为 1 个组合，以其中 1 个组合中的 3 个接触点为计算对象，按照步骤 7、8 的方式进行尺寸变动，得到尺寸变动量 δ ；判断 δ 是否小于设定的 δ 误差允许值；

如果 δ 小于设定的误差允许值 ξ ，然后判断是否满足判别准则，如果满足，则跳转到步骤 9，如果不满足，则重新选择 1 个组合，重复步骤 9 的操作；如果 δ 大于等于设定的误差允许值 ξ ，则跳转到步骤 4。

[0018] 步骤 10：输出孔系最小外接尺寸及各个孔位置坐标的最优值。

[0019] 上述方法中，所述计算流程可以应用于孔系的位置度误差评定。

[0020] 本发明另一种零件孔系作用尺寸的计算方法，用于计算孔系最大内接尺寸时，主要包括以下步骤：

步骤 1：将被测零件置于测量平台上，在各个孔上提取一系列的测点；根据图纸信息获取每个孔的设计理想位置——各孔轴线上定点的理论坐标。

[0021] 步骤 2：在基准面上，提取基准特征的测点，并应用最小区域法拟合基准平面，获得基准面的法向矢量；进行坐标变换，使坐标系 z 轴平行于基准平面的法向矢量；同时各孔上的测点也作相同的坐标变换，设坐标变换后各孔轴线上定点在 xoy 平面上的投影坐标为 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ ，各孔测点坐标在 xoy 平面上的投影为 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$ ， i 为孔的编号， j 为每个孔上的测点编号；所有孔的测点组成集合 $\{p_{ij}\}$ ；所有孔的 Q_i 坐标组成集合 $\{Q_i\}$ ；设定误差允许值 ξ 。

[0022] 步骤 3：应用下式，依次将各个孔的测点 p_{ij} 平移到原点处，

$$\begin{cases} x_{ij}' = x_{ij} - x_i^0 \\ y_{ij}' = y_{ij} - y_i^0 \end{cases}$$

所有的点坐标 (x_{ij}', y_{ij}') 构成集合 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$ ，应用最大内接圆法拟合点集 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$ ，得到最大内接圆的圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$ ，将圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$ 叠加到各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ ，并将得到的坐标值赋值给各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 。

$$\begin{cases} x_i^0 + \delta x \Rightarrow x_i^0 \\ y_i^0 + \delta y \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

[0023] 步骤 4 :依次计算各孔上的测点 $P_i(x_i^0, y_i^0)$ 到对应孔的定点 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij} , 并记录 $\min[d_{ij}]$, 所记录 $\min[d_{ij}]$ 对应的测点形成与作用表面接触的测点集合 ; $\min[d_{ij}]$ 为该次迭代中孔系的最大内接半径 t 。

[0024] 步骤 5 :判断作用表面的接触点数量是否等于 2 ;

如果接触点的数量等于 2 , 则跳转到步骤 10 ; 如果接触点的数量不等于 2 , 执行下一步。

[0025] 步骤 6 :判断接触点的数量是否等于 3 ;

如果接触点的数量不等于 3 , 则跳转到步骤 9 ; 如果接触点的数量等于 3 , 设置作用表面尺寸变动量 δ 的初始值。

[0026] 步骤 7 :在保持作用表面与接触点接触的条件下, 计算半径为 $t+\delta$ 时的作用表面参数 ; 设接触点的坐标为 (x_i^0, y_i^0) , 根据每个接触点可以建立以下非线性方程,

$$[(x_i^0 - x_i^0 \cos \delta\theta + y_i^0 \sin \delta\theta)^2 + (y_i^0 - x_i^0 \sin \delta\theta - y_i^0 \cos \delta\theta)^2 - (t+\delta)^2 = 0]$$

由此可以建立三元非线性方程组, 可以计算 x_i^0 、 y_i^0 、 $\delta\theta$ 3 个变量 ; 然后应用下式重新计算各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$,

$$\begin{cases} x_i^0 \cos \delta\theta - y_i^0 \sin \delta\theta \Rightarrow x_i^0 \\ x_i^0 \sin \delta\theta + y_i^0 \cos \delta\theta \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

依次计算各个非接触测点 (x_i^0, y_i^0) 到对应孔的 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij}' , 并计算 $\min[d_{ij}']$; 如果 $\min[d_{ij}'] < t+\delta$, 表示变动量 δ 过大, 测点超出作用表面, δ 变为 $\delta/2$; 如果 $\min[d_{ij}'] \geq t+\delta$, 变动量 δ 过小, δ 变为 2δ 。

[0027] 步骤 8 :判断 δ 前后 2 次的迭代值之差是否小于设定的误差允许值 ξ ;

如果 δ 前后 2 次的迭代值之差小于设定的误差允许值 ξ , 说明找到第 4 个接触点, 跳转到步骤 4 ; 如果 δ 前后 2 次的迭代值之差大于等于设定的误差允许值 ξ , 重复第 7、8 步操作。

[0028] 步骤 9 :以 3 个接触点为 1 个组合, 以其中 1 个组合中的 3 个接触点为计算对象, 按照步骤 7、8 的方式进行尺寸变动, 得到尺寸变动量 δ ; 判断 δ 是否小于设定的误差允许值 ξ ;

如果 δ 小于设定的误差允许值 ξ , 然后判断是否满足判别准则, 如果满足, 则跳转到步骤 9 , 如果不满足, 则重新选择 1 个组合, 重复步骤 9 的操作 ; 如果 δ 大于等于设定的误差允许值 ξ , 则跳转到步骤 4 。

[0029] 步骤 10 :输出孔系最大内接尺寸及各个孔位置坐标的最优值。

[0030] 本发明的有益效果在于 : 本方法查询到的接触点相对位置满足判别准则, 计算得到的孔系参数、孔系位置度误差和孔系的作用尺寸均为最优值, 计算稳定性好、计算效率

高。

[0031] 对于本领域技术人员来说,根据和应用本发明公开的构思,能够容易地对本发明方案进行各种变形和改变,应当注意的是,所有这些变形和改变都应当属于本发明的范围。

附图说明

[0032] 图 1 为本发明的孔系最小外接尺寸的计算流程图。

[0033] 图 2 为本发明的位置度应用实例。

具体实施方式

[0034] 实施例 1 :

一种零件孔系作用尺寸的计算方法,用于计算孔系最小外接尺寸时,如附图 1 所示,主要包括以下步骤:

步骤 1 :将被测零件置于测量平台上,在各个孔上提取一系列的测点;根据图纸信息获取每个孔的设计理想位置——各孔轴线上定点的理论坐标。

[0035] 步骤 2 :在基准面上,提取基准特征的测点,并应用最小区域法拟合基准平面,获得基准面的法向矢量;进行坐标变换,使坐标系 z 轴平行于基准平面的法向矢量;同时各孔上的测点也作相同的坐标变换,设坐标变换后各孔轴线上定点在 xoy 平面上的投影坐标为 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$,各孔测点坐标在 xoy 平面上的投影为 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$, i 为孔的编号, j 为每个孔上的测点编号;所有孔的测点组成集合 $\{p_{ij}\}$;所有孔的 Q_i 坐标组成集合 $\{Q_i\}$;设定误差允许值 ξ 。

[0036] 步骤 3 :应用下式,依次将各个孔的测点 p_{ij} 平移到原点处,

$$\begin{cases} x_{ij}' = x_{ij} - x_i^0 \\ y_{ij}' = y_{ij} - y_i^0 \end{cases}$$

所有的点坐标 (x_{ij}', y_{ij}') 构成集合 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 应用最小外接圆法拟合点集 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 得到最小外接圆的圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$, 将圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$ 叠加到各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 并将得到的坐标值赋值给各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 。

$$\begin{cases} x_i^0 + \delta x \Rightarrow x_i^0 \\ y_i^0 + \delta y \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

[0037] 步骤 4 :依次计算各孔上的测点 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$ 到对应孔的定点 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij} , 并记录 $\max\{d_{ij}\}$, 所记录 $\max\{d_{ij}\}$ 对应的测点形成与作用表面接触的测点集合; $\max\{d_{ij}\}$ 为该次迭代中孔系的最小外接半径 t。

[0038] 步骤 5 :判断作用表面的接触点数量是否等于 2;

如果接触点的数量等于 2,则跳转到步骤 10;如果接触点的数量不等于 2,执行下一步。

[0039] 步骤 6 : 判断接触点的数量是否等于 3 ;

如果接触点的数量不等于 3 , 则跳转到步骤 9 ; 如果接触点的数量等于 3 , 设置作用表面尺寸变动量 δ 的初始值。

[0040] 步骤 7 : 在保持作用表面与接触点接触的条件下, 计算半径为 $t - \delta$ 时的作用表面参数; 设接触点的坐标为 (x_i^v, y_i^v) , 根据每个接触点可以建立以下非线性方程,

$$[x_i^v - x_i^0 \cos \delta\theta + y_i^0 \sin \delta\theta]^2 + [y_i^v - x_i^0 \sin \delta\theta - y_i^0 \cos \delta\theta]^2 - (t - \delta)^2 = 0$$

由此可以建立三元非线性方程组, 可以计算 x_i^0 、 y_i^0 、 $\delta\theta$ 3 个变量; 然后应用下式重新计算各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$,

$$\begin{cases} x_i^0 \cos \delta\theta - y_i^0 \sin \delta\theta \Rightarrow x_i^0 \\ x_i^0 \sin \delta\theta + y_i^0 \cos \delta\theta \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

依次计算各个非接触测点 (x_j^v, y_j^v) 到对应孔的 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij}^v , 并计算 $\max\{d_{ij}^v\}$; 如果 $\max\{d_{ij}^v\} > t - \delta$, 表示变动量 δ 过大, 测点超出作用表面, δ 变为 $\delta/2$; 如果 $\max\{d_{ij}^v\} \leq t - \delta$, 变动量 δ 过小, δ 变为 2δ 。

[0041] 步骤 8 : 判断 δ 前后 2 次的迭代值之差是否小于设定的误差允许值 ϵ ;

如果 δ 前后 2 次的迭代值之差小于设定的误差允许值 ϵ , 说明找到第 4 个接触点, 跳转到步骤 4 ; 如果 δ 前后 2 次的迭代值之差大于等于设定的误差允许值 ϵ , 重复第 7、8 步操作。

[0042] 步骤 9 : 以 3 个接触点为 1 个组合, 以其中 1 个组合中的 3 个接触点为计算对象, 按照步骤 7、8 的方式进行尺寸变动, 得到尺寸变动量 δ ; 判断 δ 是否小于设定的 δ 误差允许值;

如果 δ 小于设定的误差允许值 ϵ , 然后判断是否满足判别准则, 如果满足, 则跳转到步骤 9, 如果不满足, 则重新选择 1 个组合, 重复步骤 9 的操作; 如果 δ 大于等于设定的误差允许值 ϵ , 则跳转到步骤 4。

[0043] 步骤 10 : 输出孔系最小外接尺寸及各个孔位置坐标的最优值。

[0044] 上述方法中, 所述计算流程可以应用于孔系的位置度误差评定。

[0045] 实施例 2 :

一种零件孔系作用尺寸的计算方法, 用于计算孔系最大内接尺寸时, 如附图 1 所示, 主要包括以下步骤:

步骤 1 : 将被测零件置于测量平台上, 在各个孔上提取一系列的测点; 根据图纸信息获取每个孔的设计理想位置——各孔轴线上定点的理论坐标。

[0046] 步骤 2 : 在基准面上, 提取基准特征的测点, 并应用最小区域法拟合基准平面, 获得基准面的法向矢量; 进行坐标变换, 使坐标系 z 轴平行于基准平面的法向矢量; 同时各孔上的测点也作相同的坐标变换, 设坐标变换后各孔轴线上定点在 xoy 平面上的投影坐标为 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 各孔测点坐标在 xoy 平面上的投影为 $p_j(x_j^v, y_j^v)$, i 为孔的编号, j 为每个孔上

的测点编号 ;所有孔的测点组成集合 $\{p_{ij}\}$;所有孔的 Q_i 坐标组成集合 $\{Q_i\}$;设定误差允许值 ξ 。

[0047] 步骤 3 :应用下式,依次将各个孔的测点 p_{ij} 平移到原点处,

$$\begin{cases} x_{ij}' = x_{ij} - x_i^0 \\ y_{ij}' = y_{ij} - y_i^0 \end{cases}$$

所有的点坐标 (x_{ij}', y_{ij}') 构成集合 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 应用最大内接圆法拟合点集 $\{(x_{ij}', y_{ij}')\}$, 得到最大内接圆的圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$, 将圆心坐标 $(\delta x, \delta y)$ 叠加到各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$, 并将得到的坐标值赋值给各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 。

$$\begin{cases} x_i^0 + \delta x \Rightarrow x_i^0 \\ y_i^0 + \delta y \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

[0048] 步骤 4 :依次计算各孔上的测点 $p_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$ 到对应孔的定点 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij} , 并记录 $\min[d_{ij}]$, 所记录 $\min[d_{ij}]$ 对应的测点形成与作用表面接触的测点集合; $\min[d_{ij}]$ 为该次迭代中孔系的最大内接半径 t 。

[0049] 步骤 5 :判断作用表面的接触点数量是否等于 2;

如果接触点的数量等于 2, 则跳转到步骤 10; 如果接触点的数量不等于 2, 执行下一步。

[0050] 步骤 6 :判断接触点的数量是否等于 3;

如果接触点的数量不等于 3, 则跳转到步骤 9; 如果接触点的数量等于 3, 设置作用表面尺寸变动量 δ 的初始值。

[0051] 步骤 7 :在保持作用表面与接触点接触的条件下, 计算半径为 $t+\delta$ 时的作用表面参数; 设接触点的坐标为 (x_{ij}^v, y_{ij}^v) , 根据每个接触点可以建立以下非线性方程,

$$[x_{ij}^v - x_i^0 \cos \delta \theta + y_i^0 \sin \delta \theta]^2 + [y_{ij}^v - x_i^0 \sin \delta \theta - y_i^0 \cos \delta \theta]^2 - (t+\delta)^2 = 0$$

由此可以建立三元非线性方程组, 可以计算 x_i^0 、 y_i^0 、 $\delta \theta$ 3 个变量; 然后应用下式重新计算各个孔的定点坐标 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$,

$$\begin{cases} x_i^0 \cos \delta \theta - y_i^0 \sin \delta \theta \Rightarrow x_i^0 \\ x_i^0 \sin \delta \theta + y_i^0 \cos \delta \theta \Rightarrow y_i^0 \end{cases}$$

依次计算各个非接触测点 (x_{ij}, y_{ij}) 到对应孔的 $Q_i(x_i^0, y_i^0)$ 的距离 d_{ij}' , 并计算 $\min[d_{ij}']$; 如果 $\min[d_{ij}'] < t+\delta$, 表示变动量 δ 过大, 测点超出作用表面, δ 变为 $\delta/2$; 如果 $\min[d_{ij}'] \geq t+\delta$, 变动量 δ 过小, δ 变为 2δ 。

[0052] 步骤 8 :判断 δ 前后 2 次的迭代值之差是否小于设定的误差允许值 ξ ;

如果 δ 前后 2 次的迭代值之差小于设定的误差允许值 ε , 说明找到第 4 个接触点, 跳转到步骤 4; 如果 δ 前后 2 次的迭代值之差大于等于设定的误差允许值 ε , 重复第 7、8 步操作。

[0053] 步骤 9: 以 3 个接触点为 1 个组合, 以其中 1 个组合中的 3 个接触点为计算对象, 按照步骤 7、8 的方式进行尺寸变动, 得到尺寸变动量 δ ; 判断 δ 是否小于设定的误差允许值 ε ;

如果 δ 小于设定的误差允许值 ε , 然后判断是否满足判别准则, 如果满足, 则跳转到步骤 9, 如果不满足, 则重新选择 1 个组合, 重复步骤 9 的操作; 如果 δ 大于等于设定的误差允许值 ε , 则跳转到步骤 4。

[0054] 步骤 10: 输出孔系最大内接尺寸及各个孔位置坐标的最优值。

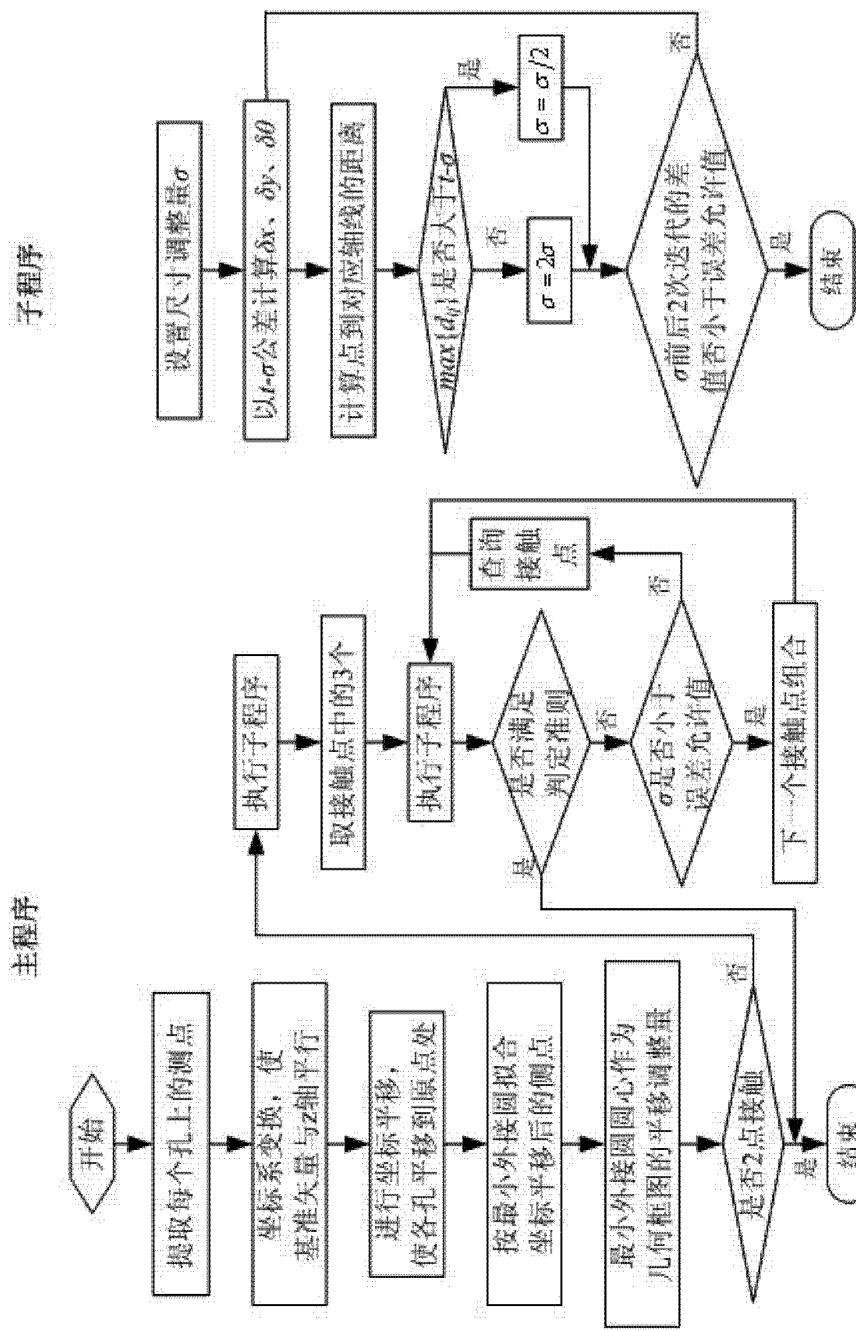


图 1

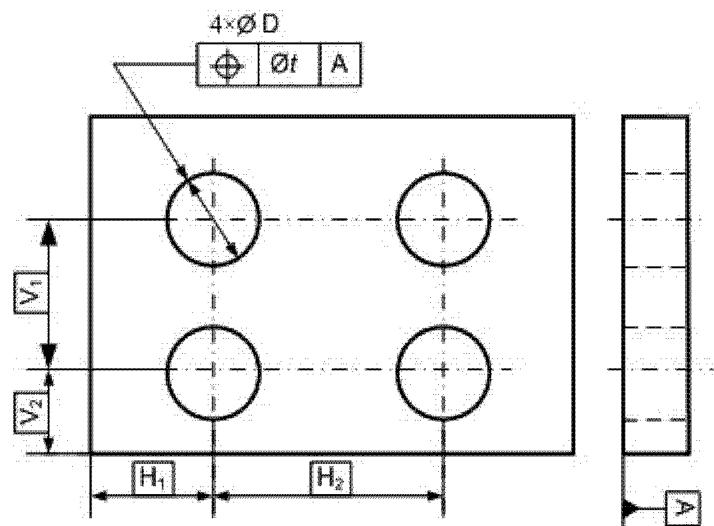


图 2