

CAGD在尺寸链计算上的应用

上海瑞纽机械装备制造有限公司 (201314) 宋正忠

计算机辅助几何设计CAGD (Computer Aided Geometric Design) 是以计算几何为理论基础, 以计算机软件为载体, 进行几何图形的表达、分析。在这一技术的支持下, 用户不必有高深的数学基础, 也能精确快速地完成与几何图形有关的数学计算。

1. 线性尺寸链应用

图1所示零件加工工艺为: 加工外圆→车K面、钻孔、切断→调头装夹、车L面、保证全长 $50_{-0.17}^{0}$ mm。由于测量 $10_{-0.36}^{0}$ mm比较困难, 所以总是用深度游标尺测量大孔深度, 这时 $10_{-0.36}^{0}$ mm成为间接保证的尺寸, 成为工艺尺寸链的封闭环 A_{Δ} , 这样就形成了图2所示的尺寸链, 所求值为 A_{Δ} 。本例实际是一个测量基准与设计基准不重合引起的尺寸换算。

用SolidWorks2010软件草图的尺寸驱动功能来求解 A_{Δ} : 绘制图3所示草图, 在标注封闭环 A_{Δ} 的尺寸10mm时, 会出现图4所示的对话框, 按图示选择即可。注意这一步是将封闭环 $A_{\Delta}=10$ mm作为从动尺寸, 为下一步增、减环判断服务。增环、减环的判定与标识如图5所示。

通过尺寸修改框增减尺寸40, 40增大闭环 A_{Δ} 减小, 很容易判断出尺寸40 (A_2) 为减环, 笔者

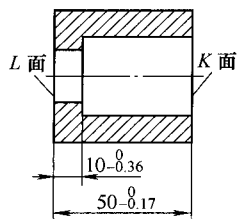


图 1

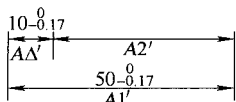


图 2

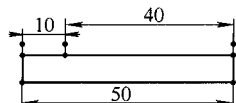


图 3

习惯将减环的尺寸箭头改为空心圆。同理尺寸50 (A_1) 为增环, 习惯将增环的尺寸箭头改为实心圆。

下面用极大极小法求 A_{Δ} 的极限尺寸。增环极小值、减环极大值, 封闭环极小值 (见图6), 重新标注 $A_1=49.83$ ($50_{-0.17}$) 与 $A_2=9.64$ ($10_{-0.36}$) 软件可自动生成 A_{Δ} 的极大值为40.19, 请注意在这一步组成环 A_2 为从动尺寸; 反之, 增环极大值、减环极小值, 封闭环极大值, 可求得封闭环 A_{Δ} 的极小值为40。

至此已得到了 $A_{\Delta}=40_{-0.19}^{0}$, 由于是电脑软件进行计算, 一般不需要进行验算。

2. 平面尺寸链的计算

关于“车床主轴箱端面镗孔坐标尺寸与公差换算”的问题。为了专用镗模与划线样板的设计制造, 需要对孔系坐标尺寸进行换算, 以便按换算结果在坐标镗床上调整精密的坐标读数, 也就是要求出 x_{IV-III} 、 y_{IV-III} 与 x_{IV-V} 、 y_{IV-V} 的基本尺寸并定出合理的公差。

绘制图8所示的草图, 把 x_{IV-III} 、 y_{IV-III} 与 x_{IV-V} 、 y_{IV-V} 作为从动尺寸, 可以很容易得到基本尺寸: $x_{IV-III}=84.229$, $y_{IV-III}=126.829$, $x_{IV-V}=14.676$, $y_{IV-V}=131.182$ 。

本例的孔系比较简单, 可直接绘制草图, 对

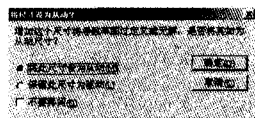


图 4

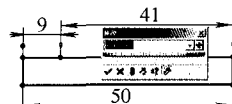


图 5

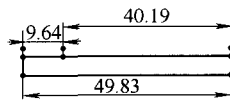


图 6

于复杂的孔系可按下述导入草图的方法直接导入dxf、dwg等格式的电子文档，可大大提高工作效率、减少差错。在SolidWorks2010软件中新建一个草图，如图9所示，插入绘有孔系平面图形的dxf或dwg文件，即可直接得到图8所示的草图。

分配 x_{IV-III} 、 y_{IV-III} 与 x_{IV-V} 、 y_{IV-V} 的公差：对草图8尺寸的驱动与从动属性进行修改，得到图10所示的草图。并将尺寸修改框的增量值修改为0.001mm，以方便后续的操作。

查表可知 $R152.25 \pm 0.05$ 相当于JS9， $R99 \pm 0.09$ 相当于JS10~11， $R132 \pm 0.105$ 相当于JS10~11。

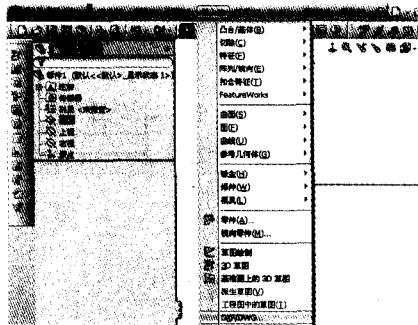


图 9

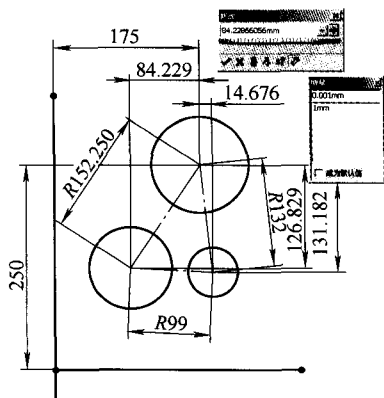


图 10

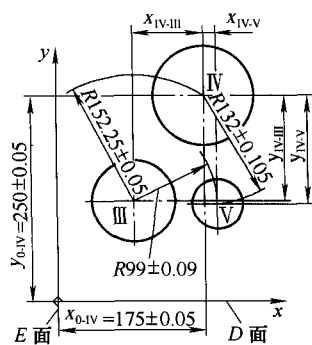


图 7

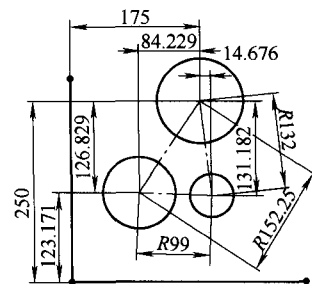


图 8

可初定： $x_{IV-III}=84.229$ JS9= 84.229 ± 0.043 ， $y_{IV-III}=126.829$ JS9= 126.829 ± 0.05 ， $x_{IV-V}=14.676$ JS10= 14.676 ± 0.04 ， $y_{IV-V}=131.182$ JS10= 131.182 ± 0.08 。

将草图10中的 x_{IV-III} 、 y_{IV-III} 与 x_{IV-V} 、 y_{IV-V} 分别调整到：

$$x_{IV-III}=84.229 \text{ JS9}=84.229+0.043=84.272$$

$$y_{IV-III}=126.829 \text{ JS9}=126.829+0.05=126.879$$

$$x_{IV-V}=14.676 \text{ JS10}=14.676+0.04=14.716$$

$$y_{IV-V}=131.182 \text{ JS10}=131.182+0.08=131.262$$

得到图11，很明显 $R152.332$ 已超差（要求为 $R152.25 \pm 0.05$ ），按图11所示方法进行调整可以得到一个很理想的结果，如图12所示。

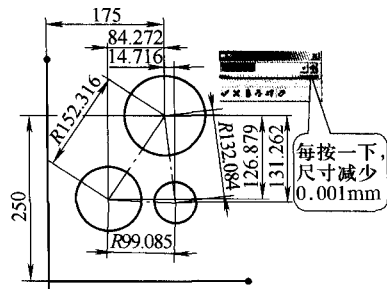


图 11

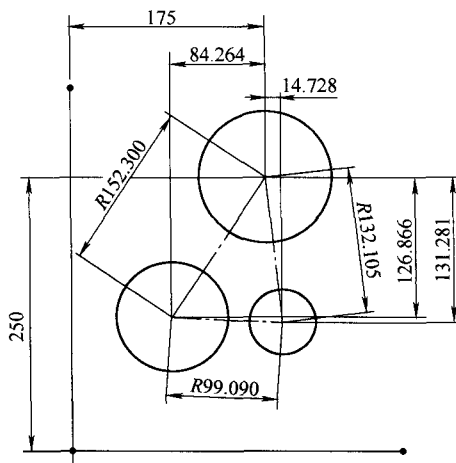


图 12

此时 $x_{IV-III}=84.264=84.229+0.035$ ， $y_{IV-III}=126.866=126.829+0.037$ ， $x_{IV-V}=14.728=14.676+0.052$ ， $y_{IV-V}=131.281=131.182+0.099$ 。

同理，按负公差的情况重复上述步骤，可得到： $x_{IV-III}=84.229 \pm 0.035$ ， $y_{IV-III}=126.829 \pm 0.037$ ， $x_{IV-V}=14.676 \pm 0.052$ ， $y_{IV-V}=131.182 \pm 0.099$ 。

负公差与正公差的数值相同，这不是偶然情况，由微积分可证得在该尺寸链计算中，公差值为

基本尺寸的高阶无穷小，故基本尺寸加或减公差值未影响三个R的基本尺寸。

上述结果与《机械制造工艺学》中的结果小有差异，但明显优于原结果，因为公差值的分配更合理，公差值更大了，这也是CAGD在尺寸链计算上的一个优点。此外三个R尺寸已精确由计算机计算出，不再需要验算环节。

3. 空间尺寸链的计算

如图13所示，设后轴承内环孔相对于它的滚道的同轴度误差的矢量模为 e_1 ，设前轴承内环孔相对于它的滚道的同轴度误差的矢量模为 e_2 ，设主轴锥孔轴线与主轴轴颈轴线同轴度误差的矢量模为 e_s ，设主轴轴线径向圆跳动在A、B面内误差的矢量模分别为 e_A 、 e_B 。

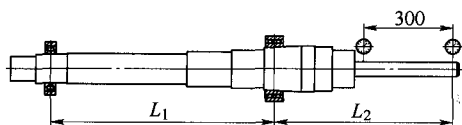


图 13

当 e_1 、 e_2 、 e_s 恰好处在同一个平面内时情况比较简单，绘制图14所示的草图，容易得到 e_A 和 e_B 。

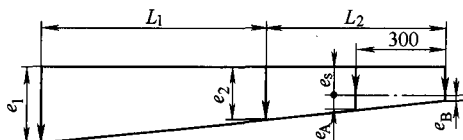


图 14

若这些矢量不处在同一平面上时，则合成情况就复杂得多，绘制如图15所示的草图，反复调整 θ_1 与 θ_2 的数值，一定可以得到一个尽可能小的 e_A 和 e_B 值， θ_1 与 θ_2 的数值就是调整前、后轴承内环相对于主轴颈的角向位置。

因 e_1 、 e_2 、 e_s 数值大小与 L_1 、 L_2 数值大小不是同一个数量级，按原值绘制该草图时会造成看图、绘图的困难，应将 e_1 、 e_2 、 e_s 数值大小放大 10^4 倍，这样看图、绘图都清晰得多，待调整到满意的 e_A 和 e_B 值后，固定 θ_1 与 θ_2 ，再将结果再缩小 10^4 倍，即可得到正确尺寸 e_A 和 e_B 。

图15的草图实际上就是在距离为 L_1 、 L_2 和300mm的四个平面上绘制的四个草图（各包含一

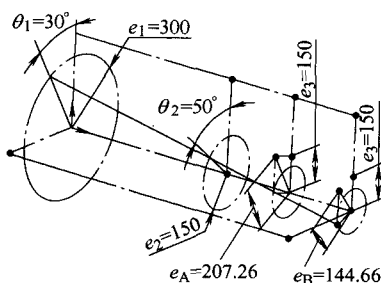


图 15

个构造线圆），再用一根3D草图所绘制的直线相连。**MW**

(收稿日期：20120311)

《金属加工（热加工）》 2012年第14期要目

外配水环焊接变形的分析与过程控制

厚壁弓形铝导体焊接变形的控制方法

超低碳不锈钢管TB316L与管板Q345管口焊工艺评定

AP1000汽轮机特殊静叶隔板汽封槽堆焊缺陷问题的探讨

浅谈消除管道磁性的方法

小容积钢瓶制造中的环焊工艺

超级双相钢复合板的焊接及质量控制

浅谈P91材质高压蒸汽管道的焊接

浅析H型钢的焊接变形及其控制和矫正方法

推土机松土器支角焊接修复

机遇薄板折弯件的焊接工装设计

提速转向架支撑座焊接机器人专用工艺装备的设计要点

冲压模具凹模焊接工艺的研究

铝合金车体用6005A—T6焊接气孔的防止

逆变器柜体螺栓焊工艺试验研究

CO₂焊用无镀铜实芯焊丝的工艺性能研究

空气等离子弧切割的质量控制及环境保护

提高管件火焰切割精度

整体除尘除湿空调系统小制冷量除湿技术的研究