



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115740621 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 07

(21) 申请号 202211353905.8

(22) 申请日 2022.11.01

(71) 申请人 凯控自动化设备(天津)有限公司
地址 300000 天津市北辰区小淀镇小淀工
业区(二酒厂北)七号厂房

(72) 发明人 姚远

(74) 专利代理机构 北京中企鸿阳知识产权代理
事务所(普通合伙) 11487
专利代理师 高向华

(51) Int.Cl.

B23D 45/18 (2006.01)

B23D 45/12 (2006.01)

B23D 47/12 (2006.01)

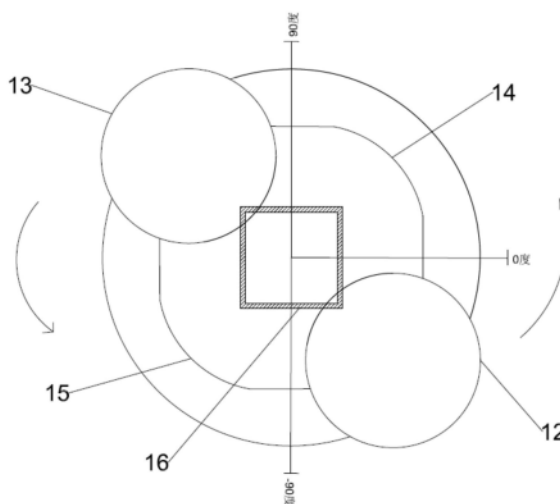
权利要求书4页 说明书14页 附图2页

(54) 发明名称

仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法

(57) 摘要

本发明提出了一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,包括:针对直角方矩管绘制两条进给电子凸轮曲线,两条进给电子凸轮曲线分别为第一进给凸轮曲线和第二进给凸轮曲线,第一进给凸轮曲线与第二进给凸轮曲线相拟合;再通过两个进给电机带动锯片分别沿着第一进给凸轮曲线和第二进给凸轮曲线对直角方矩管进行切割,从而达到仿形锯切的目的。本发明的方法可以绘制出两条进给凸轮曲线,将旋转运动变为直线运动,仅用3台电机解决直角方矩管锯切时的仿形运动问题,避免的设置更多台电机进行锯切,节省了更多的资源成本。



1. 一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,其特征在于,包括:

步骤S1:针对直角方矩管绘制两条进给电子凸轮曲线,两条所述进给电子凸轮曲线分别为第一进给凸轮曲线和第二进给凸轮曲线,所述第一进给凸轮曲线与所述第二进给凸轮曲线相拟合;

步骤S2:在直角方矩管的周围设置转盘,所述转盘的转轴与直角方矩管的中心轴重合;所述转盘由转动电机带动旋转;

步骤S21:在所述转盘上设置第一进给电机和第二进给电机,所述第一进给电机的进给轴上设置第一锯片,所述第二进给电机的进给轴上设置第二锯片,所述转盘带动所述第一进给电机和所述第二进给电机围绕转盘的转轴旋转,所述第一进给电机带动所述第一锯片沿着所述第一进给凸轮曲线的轨迹对直角方矩管进行锯切,所述第二进给电机带动所述第二锯片沿着所述第二进给凸轮曲线的轨迹对直角方矩管进行锯切,从而达到仿形锯切的目的。

2. 如权利要求1所述的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,其特征在于,在步骤S1后面,还包括步骤S11:将所述第一进给凸轮曲线划分为第一曲线、第二曲线、第三曲线和第四曲线;设所述转盘圆周上的第一进给电机处在待切割位置的中心点为进给原点,设所述第一进给电机锯切时的中心点的位置为切割位置点,设进给原点在水平位置的进给原点位置角度为零度,设直角方矩管与竖直方向平行的一个边为A边,直角方矩管与水平方向平行的一个边为B边;

所述第一曲线对应的进给原点位置角度为:

$$Ang_{STEP1-START} = \frac{-\tan^{-1} \frac{l_{A边}}{l_{B边}}}{2\pi} \times 360$$

$$Ang_{STEP1-END} = \frac{-\tan^{-1} \frac{l_{A内缘}}{l_{B内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

其中, $Ang_{STEP1-START}$ 为所述第一曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP1-END}$ 为所述第一曲线的末端对应的进给原点位置角度;

所述第二曲线对应的进给原点位置角度为:

$$Ang_{STEP2-START} = Ang_{STEP1-END}$$

$$Ang_{STEP2-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{A内缘}}{l_{B内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

其中, $Ang_{STEP2-START}$ 为所述第二曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP2-END}$ 为所述第二曲线的末端对应的进给原点位置角度;

所述第三曲线对应的进给原点位置角度为:

$$Ang_{STEP3-START} = Ang_{STEP2-END}$$

$$Ang_{STEP3-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{A内缘} + r_{锯片}}{l_{B内缘}}}{2\pi} \times 360$$

其中, $Ang_{STEP3-START}$ 为所述第三曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP3-END}$ 为所述第三曲线的末端对应的进给原点位置角度;

所述第四曲线对应进给原点位置角度为:

$$Ang_{STEP4-START} = Ang_{STEP3-END}$$

$$Ang_{STEP4-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{B内缘}}{l_{A内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

其中, $Ang_{STEP4-START}$ 为所述第四曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP4-END}$ 为所述第四曲线的末端对应的进给原点位置角度; $l_{A边}$ 为直角方矩管A边边长, $l_{B边}$ 为直角方矩管B边边长, $l_{A内缘}$ 为直角方矩管A边内缘到直角方矩管中心的距离, $l_{B内缘}$ 为直角方矩管B边内缘到直角方矩管中心的距离, $r_{锯片}$ 为第一锯片的半径。

3. 如权利要求2所述的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法, 其特征在于, 在步骤S11后面, 还包括:

步骤S12: 计算进给原点旋转总角度:

$$Ang_{TOTAL} = Ang_{STEP4-END} - Ang_{STEP1-START}$$

其中, Ang_{TOTAL} 为进给原点旋转总角度, 将所述第一进给凸轮曲线平均分为 n 个切割位置点, 其中 $n = \{1, 2, 3, \dots, 720\}$, 设切割位置点在水平位置的角度为零度, 每两个相邻的切割位置点分别与直角方矩管中心连线之间的夹角度数为:

$$Ang_{SPACING} = \frac{Ang_{TOTAL}}{720}$$

其中, $Ang_{SPACING}$ 为每两个相邻的切割位置点分别与直角方矩管中心连线之间的夹角度数;

进给原点到管中心的距离为 $l_{原点}$:

$$l_{原点} = \sqrt{\left(\frac{l_{A边}}{2}\right)^2 + \left(\frac{l_{B边}}{2}\right)^2} + l_{内余量} + r_{锯片}$$

分别对每个切割位置点的角度进行计算:

$$Ang_{当前} = Ang_{STEP1-START} + (n-1) \times Ang_{SPACING}$$

其中, $Ang_{当前}$ 为第 n 个切割位置点的角度。

4. 如权利要求3所述的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法, 其特征在于, 在步骤S12后面, 还包括:

步骤S13: 对每个切割位置点的角度进行判断, 如果 $Ang_{当前}$ 位于 $Ang_{STEP1-START}$ 与 $Ang_{STEP1-END}$ 之间, 计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{进给-原点}$, 并根据 $Ang_{当前}$ 和 $l_{进给-原点}$ 为参数标记切割位置点;

计算差值角 $Ang_{差值}$:

$$\text{Ang}_{\text{差值}} = \text{Ang}_{\text{当前}} - \text{Ang}_{\text{STEP1-START}}$$

$$l_{\text{转向}} = \frac{l_{\text{A 内缘}}}{\sin(|\text{Ang}_{\text{STEP1-START}}| * 2\pi / 360)}$$

$l_{\text{转向}}$ 为第一锯片的外缘对直角方矩管的切入点到管中心的距离,设定中间变量 b ,

$$b = 2 * \cos(|\text{Ang}_{\text{差值}}| * \frac{2\pi}{360}) * l_{\text{转向}}$$

计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$:

$$l_{\text{进给-管中心}} = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4 * (l_{\text{转向}}^2 - r_{\text{锯片}}^2)}}{2}$$

切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$:

$$l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

对标记的切割位置点进行拟合绘制第一曲线。

5.如权利要求4所述的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,其特征在于,在步骤S13后面,还包括:

步骤S14:对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 位于 $\text{Ang}_{\text{STEP2-START}}$ 与 $\text{Ang}_{\text{STEP2-END}}$ 之间,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$,并根据 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点;设:

$$l_{\text{临边}} = l_{\text{B内缘}} + r_{\text{锯片}}$$

计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$:

$$l_{\text{进给-管中心}} = \frac{l_{\text{临边}}}{\cos(\text{Ang}_{\text{当前}} * \pi / 180)}$$

切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$:

$$l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

对标记的切割位置点进行拟合绘制第二曲线。

6.如权利要求5所述的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,其特征在于,在步骤S14后面,还包括:

步骤S15:对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 位于 $\text{Ang}_{\text{STEP3-START}}$ 与 $\text{Ang}_{\text{STEP3-END}}$ 之间,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$,并根据 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点;

计算差值角 $\text{Ang}_{\text{差值}}$:

$$\text{Ang}_{\text{差值}} = \text{Ang}_{\text{当前}} - \text{Ang}_{\text{STEP3-START}}$$

$$l_{\text{转向}} = \frac{l_{\text{A 内缘}}}{\sin(|\text{Ang}_{\text{STEP1-START}}| * 2\pi / 360)}$$

$l_{\text{转向}}$ 为第一锯片的外缘对直角方矩管的切入点到管中心的距离,设定中间变量 b ,

$$b = 2 * \cos(|\text{Ang}_{\text{差值}}| * \frac{2\pi}{360}) * l_{\text{转向}}$$

计算切割位置点到管中心的距离为：

$$l_{\text{进给-管中心}} = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4 * (l_{\text{转向}}^2 - r_{\text{锯片}}^2)}}{2}$$

切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

对标记的切割位置点进行拟合绘制第三曲线。

7. 如权利要求6所述的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,其特征在于,在步骤S15后面,还包括:

步骤S16: 对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $Ang_{\text{当前}}$ 位于 $Ang_{\text{STEP4-START}}$ 与 $Ang_{\text{STEP4-END}}$ 之间,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$,并根据 $Ang_{\text{当前}}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点;

$$l_{\text{临边}} = l_{\text{B内缘}} + r_{\text{锯片}}$$

计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$ ：

$$l_{\text{进给-管中心}} = \frac{l_{\text{临边}}}{\cos((Ang_{\text{当前}} - 90^\circ) * \pi / 180)}$$

切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

对标记的切割位置点进行拟合绘制第四曲线。

8. 如权利要求1所述的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,其特征在于,所述第一锯片和所述第二锯片分别从所述直角方矩管的直角处切入。

9. 如权利要求1所述的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,其特征在于,所述第一锯片和所述第二锯片从所述直角方矩管的直角处切入,并从所述切入的直角的对角处移出。

仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法

技术领域

[0001] 本发明涉及仿形铣飞锯技术领域,特别涉及一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法。

背景技术

[0002] 飞锯机是焊管生产时的在线锯切设备,较小直径的焊管可以使用单锯片飞锯机进行锯切,而大直径的焊管则需要使用带有两张锯片的仿形铣飞锯进行锯切。仿形铣飞锯需要在锯切过程中使用两张锯片在切透管壁后,对焊管进行仿形运动。目前锯切方形焊管是多用直角坐标式仿形铣飞锯,这种方式使用的电机数量至少为4台或者更多台,且设备体型更大,在锯切圆形管或异型管时设计切割方法更加复杂。

发明内容

[0003] 本发明的目的旨在至少解决所述技术缺陷之一。

[0004] 为此,本发明的一个目的在于提出一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,以解决背景技术中所提到的问题,克服现有技术中存在的不足。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法,包括:

[0006] 步骤S1:针对直角方矩管绘制两条进给电子凸轮曲线,两条进给电子凸轮曲线分别为第一进给凸轮曲线和第二进给凸轮曲线,第一进给凸轮曲线与第二进给凸轮曲线相拟合;

[0007] 步骤S2:在直角方矩管的周围设置转盘,转盘的转轴与直角方矩管的中心轴重合;转盘由转动电机带动旋转;

[0008] 步骤S21:在转盘上设置第一进给电机和第二进给电机,第一进给电机的进给轴上设置第一锯片,第二进给电机的进给轴上设置第二锯片,转盘带动第一进给电机和第二进给电机围绕转盘的转轴旋转,第一进给电机带动第一锯片沿着第一进给凸轮曲线的轨迹对直角方矩管进行锯切,第二进给电机带动第二锯片沿着第二进给凸轮曲线的轨迹对直角方矩管进行锯切,从而达到仿形锯切的目的。

[0009] 优选的是,在步骤S1后面,还包括步骤S11:将第一进给凸轮曲线划分为第一曲线、第二曲线、第三曲线和第四曲线;设转盘圆周上的第一进给电机处在待切割位置的中心点为进给原点,设第一进给电机锯切时的中心点的位置为切割位置点,设进给原点在水平位置的进给原点位置角度为零度,设直角方矩管与竖直方向平行的一个边为A边,直角方矩管与水平方向平行的一个边为B边;

[0010] 第一曲线对应的进给原点位置角度为:

$$[0011] \quad Ang_{STEP1-START} = \frac{-\tan^{-1} \frac{l_{A边}}{l_{B边}}}{2\pi} \times 360$$

$$[0012] \quad Ang_{STEP1-END} = \frac{-\tan^{-1} \frac{l_{A内缘}}{l_{B内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

[0013] 其中, $Ang_{STEP1-START}$ 为第一曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP1-END}$ 为第一曲线的末端对应的进给原点位置角度;

[0014] 第二曲线对应的进给原点位置角度为:

$$[0015] \quad Ang_{STEP2-START} = Ang_{STEP1-END}$$

$$[0016] \quad Ang_{STEP2-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{A内缘}}{l_{B内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

[0017] 其中, $Ang_{STEP2-START}$ 为第二曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP2-END}$ 为第二曲线的末端对应的进给原点位置角度;

[0018] 第三曲线对应的进给原点位置角度为:

$$[0019] \quad Ang_{STEP3-START} = Ang_{STEP2-END}$$

$$[0020] \quad Ang_{STEP3-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{A内缘} + r_{锯片}}{l_{B内缘}}}{2\pi} \times 360$$

[0021] 其中, $Ang_{STEP3-START}$ 为第三曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP3-END}$ 为第三曲线的末端对应的进给原点位置角度;

[0022] 第四曲线对应进给原点位置角度为:

$$[0023] \quad Ang_{STEP4-START} = Ang_{STEP3-END}$$

$$[0024] \quad Ang_{STEP4-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{B内缘}}{l_{A内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

[0025] 其中, $Ang_{STEP4-START}$ 为第四曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP4-END}$ 为第四曲线的末端对应的进给原点位置角度; $l_{A边}$ 为直角方矩管A边边长, $l_{B边}$ 为直角方矩管B边边长, $l_{A内缘}$ 为直角方矩管A边内缘到直角方矩管中心的距离, $l_{B内缘}$ 为直角方矩管B边内缘到直角方矩管中心的距离, $r_{锯片}$ 为第一锯片的半径。

[0026] 在上述任一方案中优选的是, 在步骤S11后面, 还包括:

[0027] 步骤S12: 计算进给原点旋转总角度:

$$[0028] \quad Ang_{TOTAL} = Ang_{STEP4-END} - Ang_{STEP1-START}$$

[0029] 其中, Ang_{TOTAL} 为进给原点旋转总角度, 将第一进给凸轮曲线平均分为n个切割位置点, 其中 $n = \{1, 2, 3, \dots, 720\}$, 设切割位置点在水平位置的角度为零度, 每两个相邻的切割位置点分别与直角方矩管中心连线之间的夹角度数为:

$$[0030] \quad Ang_{SPACING} = \frac{Ang_{TOTAL}}{720}$$

[0031] 其中, $Ang_{SPACING}$ 为每两个相邻的切割位置点分别与直角方矩管中心连线之间的夹角度数;

[0032] 进给原点到管中心的距离为 $l_{\text{原点}}$:

$$[0033] \quad l_{\text{原点}} = \sqrt{\left(\frac{l_{A\text{边}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{l_{B\text{边}}}{2}\right)^2} + l_{\text{内余量}} + r_{\text{锯片}}$$

[0034] 分别对每个切割位置点的角度进行计算:

$$[0035] \quad Ang_{\text{当前}} = Ang_{\text{STEP1-START}} + (n-1) \times Ang_{\text{SPACING}}$$

[0036] 其中, $Ang_{\text{当前}}$ 为第 n 个切割位置点的角度。

[0037] 在上述任一方案中优选的是, 在步骤S12后面, 还包括:

[0038] 步骤S13: 对每个切割位置点的角度进行判断, 如果 $Ang_{\text{当前}}$ 位于 $Ang_{\text{STEP1-START}}$ 与 $Ang_{\text{STEP1-END}}$ 之间, 计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$, 并根据 $Ang_{\text{当前}}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点;

[0039] 计算差值角 $Ang_{\text{差值}}$:

$$[0040] \quad Ang_{\text{差值}} = Ang_{\text{当前}} - Ang_{\text{STEP1-START}}$$

$$[0041] \quad l_{\text{转向}} = \frac{l_{A\text{内缘}}}{\sin(|Ang_{\text{STEP1-START}}| * 2\pi / 360)}$$

[0042] $l_{\text{转向}}$ 为第一锯片的外缘对直角方矩管的切入点到管中心的距离, 设定中间变量 b ,

$$[0043] \quad b = 2 * \cos\left(|Ang_{\text{差值}}| * \frac{2\pi}{360}\right) * l_{\text{转向}}$$

[0044] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$:

$$[0045] \quad l_{\text{进给-管中心}} = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4 * (l_{\text{转向}}^2 - r_{\text{锯片}}^2)}}{2}$$

[0046] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$:

$$[0047] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0048] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第一曲线。

[0049] 在上述任一方案中优选的是, 在步骤S13后面, 还包括:

[0050] 步骤S14: 对每个切割位置点的角度进行判断, 如果 $Ang_{\text{当前}}$ 位于 $Ang_{\text{STEP2-START}}$ 与 $Ang_{\text{STEP2-END}}$ 之间, 计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$, 并根据 $Ang_{\text{当前}}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点; 设:

$$[0051] \quad l_{\text{临边}} = l_{B\text{内缘}} + r_{\text{锯片}}$$

[0052] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$:

$$[0053] \quad l_{\text{进给-管中心}} = \frac{l_{\text{临边}}}{\cos(Ang_{\text{当前}} * \pi / 180)}$$

[0054] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$:

$$[0055] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0056] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第二曲线。

[0057] 在上述任一方案中优选的是,在步骤S14后面,还包括:

[0058] 步骤S15:对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $Ang_{当前}$ 位于 $Ang_{STEP3-START}$ 与 $Ang_{STEP3-END}$ 之间,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{进给-原点}$,并根据 $Ang_{当前}$ 和 $l_{进给-原点}$ 为参数标记切割位置点;

[0059] 计算差值角 $Ang_{差值}$:

[0060] $Ang_{差值} = Ang_{当前} - Ang_{STEP3-START}$

[0061]
$$l_{转向} = \frac{l_{A内缘}}{\sin(|Ang_{STEP1-START}| * 2\pi / 360)}$$

[0062] $l_{转向}$ 为第一锯片的外缘对直角方矩管的切入点到管中心的距离,设定中间变量b,

[0063]
$$b = 2 * \cos\left(|Ang_{差值}| * \frac{2\pi}{360}\right) * l_{转向}$$

[0064] 计算切割位置点到管中心的距离为:

[0065]
$$l_{进给-管中心} = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4 * (l_{转向}^2 - r_{锯片}^2)}}{2}$$

[0066] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{进给-原点}$:

[0067] $l_{进给-原点} = l_{原点} - l_{进给-管中心}$

[0068] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第三曲线。

[0069] 在上述任一方案中优选的是,在步骤S15后面,还包括:

[0070] 步骤S16:对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $Ang_{当前}$ 位于 $Ang_{STEP4-START}$ 与 $Ang_{STEP4-END}$ 之间,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{进给-原点}$,并根据 $Ang_{当前}$ 和 $l_{进给-原点}$ 为参数标记切割位置点;

[0071] $l_{临边} = l_{B内缘} + r_{锯片}$

[0072] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{进给-管中心}$:

[0073]
$$l_{进给-管中心} = \frac{l_{临边}}{\cos((Ang_{当前} - 90^\circ) * \pi / 180)}$$

[0074] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{进给-原点}$:

[0075] $l_{进给-原点} = l_{原点} - l_{进给-管中心}$

[0076] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第四曲线。

[0077] 在上述任一方案中优选的是,第一锯片和第二锯片分别从直角方矩管的直角处切入。

[0078] 在上述任一方案中优选的是,第一锯片和第二锯片从直角方矩管的直角处切入,并从切入的直角的对角处移出。

[0079] 与现有技术相比,本发明所具有的优点和有益效果为:

[0080] 1、本发明的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法通过本发明中的方法可以绘制出两条进给凸轮曲线,将旋转运动变为直线运动,仅用3台电机解决直角方矩管锯切时的仿形运动问题,避免的设置更多台电机进行锯切,节省了更多的资源成本。

[0081] 2、本发明的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法通过计算并生成两条进给电子凸轮曲线。电子凸轮曲线中的主轴为转盘的中心旋转轴，两条曲线的从轴分别为第一进给轴和第二进给轴。凸轮曲线拟合后，转盘绕主轴旋转，带动第一进给电机和第二进给电机绕中心旋转轴旋转，第一进给电机带动第一锯片旋转并沿着第一进给凸轮曲线的轨迹进行切割，第二进给电机带动第二锯片旋转并沿着第二进给凸轮曲线的轨迹进行切割，第一锯片和第二锯片进行切割运动形成的轨迹是一个方形，从而达到仿形锯切的目的。

[0082] 3、本发明的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法能够简单快速的实现对直角方矩管进行切割，切割效率高，占用资源少。

[0083] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0084] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

[0085] 图1为根据本发明实施例的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法的切割轨迹示意图。

[0086] 图2为根据本发明实施例的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法的第一锯片切割轨迹示意图。

[0087] 其中，1-进给原点轨迹线；2-第一锯片开始锯切时的位置；3-第一锯片锯切完成时的位置；4-第一曲线；5-第二曲线；6-第三曲线；7-第四曲线；8-A边；81-A边内缘；9-B边；91-B边内缘；10-第一曲线的首端对应的进给原点位置；11-第四曲线的末端对应的进给原点位置，12-第一进给电机；13-第二进给电机；14-第一进给凸轮曲线；15-第二进给凸轮曲线；16-直角方矩管。

具体实施方式

[0088] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0089] 如图1和图2所示，本发明实施例的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法，包括：

[0090] 步骤S1：针对直角方矩管绘制两条进给电子凸轮曲线，两条进给电子凸轮曲线分别为第一进给凸轮曲线和第二进给凸轮曲线，第一进给凸轮曲线14与第二进给凸轮曲线15相拟合。

[0091] 步骤S2：在直角方矩管的周围设置转盘，转盘的转轴与直角方矩管的中心轴重合；转盘由转动电机带动旋转。

[0092] 步骤S21：在转盘上设置第一进给电机12和第二进给电机13，第一进给电机的进给轴上设置第一锯片，第二进给电机的进给轴上设置第二锯片，转盘带动第一进给电机和第二进给电机围绕转盘的中心轴旋转，第一进给电机带动第一锯片沿着第一进给凸轮曲线的轨迹对直角方矩管16进行锯切，第二进给电机带动第二锯片沿着第二进给凸轮曲线的轨迹

对直角方矩管进行锯切,从而达到仿形锯切的目的。

[0093] 第一进给凸轮曲线与第二进给凸轮曲线相拟合后形成封闭的方形,转盘带动第一进给电机和第二进给电机围绕中心轴旋转,由一台转动电机带动转盘的旋转。第一进给电机带动第一锯片旋转并对直角方矩管进行切割,第二进给电机带动第二锯片旋转并对直角方矩管进行切割。第一锯片和第二锯片同时进行切割作业,第一锯片和第二锯片分别沿着第一进给凸轮曲线与第二进给凸轮曲线进行切割完成时,直角方矩管被切断。本发明的方法可采用西门子SIMOTION系列运动控制器进行相关步骤的设置烧录并生成两条进给电子凸轮曲线,再对切割设备进行控制进行切割。

[0094] 本发明的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法可应用在极坐标仿形铣飞锯上,极坐标仿形铣飞锯是通过一个转盘旋转,转盘上带有两个进给电机带动锯片前后运动,可以实现圆形管、直角方矩管、圆角方矩管和D型管等各种管型的仿形锯切。通过本发明中可以绘制出两条进给凸轮曲线,将旋转运动变为直线运动,仅用3台电机解决直角方矩管锯切时的仿形运动问题,避免的设置更多台电机进行锯切,节省了更多的资源成本。

[0095] 具体的,在步骤S1后面,还包括步骤S11:将第一进给凸轮曲线划分为第一曲线4、第二曲线5、第三曲线6和第四曲线7;设转盘圆周上的第一进给电机12处在待切割位置的第一进给电机中心点为进给原点,设进给原点在水平位置的进给原点位置角度为零度,设所述第一进给电机锯切时的中心点的位置为切割位置点,设直角方矩管与竖直方向平行的一个边为A边8,直角方矩管与水平方向平行的一个边为B边9;第一曲线的末端与第二曲线的首端重合,第二曲线的末端与第三曲线的首端重合,第三曲线的末端与第四曲线的首端重合。转盘中心与直角方矩管的中心重合。进给原点轨迹1为第一进给凸轮曲线对应的第一进给电机待切割位置时的第一进给电机中心点运动的轨迹,进给原点轨迹为以直角方矩管为中心的弧形轨迹,其轨迹上的各个点到直角方矩管中心的距离相等,第一锯片开始锯切时的位置2为第一锯片第一次切入到直角方矩管中的位置,第一锯片锯切完成时的位置3为第一锯片对直角方矩管切割完成时候的位置,第一曲线的首端对应的进给原点位置10为第一曲线的首端位置对应的进给原点的位置,即第一锯片开始对直角方矩管进行切割时候的位置,第四曲线的末端对应的进给原点位置11为第一锯片切割完成时对应的进给原点的位置。

[0096] 计算第一锯片外缘分别切入到直角方矩管A、B边内的运动轨迹,即第一锯片外缘运动的轨迹线距离管中心的距离:

[0097] 直角方管A边内缘81到管中心距离为 $l_{A内缘}$:

$$[0098] \quad l_{A内缘} = \frac{l_{A边}}{2} - l_{内余量} - l_{壁厚}$$

[0099] 直角方管B边内缘91到管中心距离距离为 $l_{B内缘}$:

$$[0100] \quad l_{B内缘} = \frac{l_{B边}}{2} - l_{内余量} - l_{壁厚}$$

[0101] 计算锯片半径为 $r_{锯片}$:

$$[0102] \quad r_{锯片} = \frac{D_{锯片}}{2}$$

[0103] $D_{锯片}$ 为第一锯片直径, $r_{锯片}$ 为第一锯片半径, $l_{A内缘}$ 为直角方矩管A边内缘到直角方矩

管中心距离, $l_{B内缘}$ 为直角方矩管B边内缘到直角方矩管中心距离, $l_{A边}$ 为A边长度, $l_{内余量}$ 为锯片进给的内余量, 即锯片对方管进行切割时, 锯片外圆周切入到方管内部的余量。 $l_{壁厚}$ 直角方矩管的内壁厚度, $l_{B边}$ 为B边长度; $D_{锯片}$ 为锯片直径。第一锯片和第二锯片的直径相等。

[0104] 第一曲线对应的进给原点位置角度为:

$$[0105] \quad Ang_{STEP1-START} = \frac{-\tan^{-1} \frac{l_{A边}}{l_{B边}}}{2\pi} \times 360$$

$$[0106] \quad Ang_{STEP1-END} = \frac{-\tan^{-1} \frac{l_{A内缘}}{l_{B内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

[0107] 其中, $Ang_{STEP1-START}$ 为第一曲线的首端对应的进给原点位置角度, 此时第一锯片的进给原点的位置位于第一曲线的首端, $Ang_{STEP1-END}$ 为第一曲线的末端对应的进给原点位置角度; 此时第一锯片的进给原点的位置位于第一曲线的末端。

[0108] 第二曲线对应的进给原点位置角度为:

$$[0109] \quad Ang_{STEP2-START} = Ang_{STEP1-END}$$

$$[0110] \quad Ang_{STEP2-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{A内缘}}{l_{B内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

[0111] 其中, $Ang_{STEP2-START}$ 为第二曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP2-END}$ 为第二曲线的末端对应的进给原点位置角度; 此时第一锯片的进给原点的位置位于第二曲线的末端。

[0112] 第三曲线对应的进给原点位置角度为:

$$[0113] \quad Ang_{STEP3-START} = Ang_{STEP2-END}$$

$$[0114] \quad Ang_{STEP3-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{A内缘} + r_{锯片}}{l_{B内缘}}}{2\pi} \times 360$$

[0115] 其中, $Ang_{STEP3-START}$ 为第三曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP3-END}$ 为第三曲线的末端对应的进给原点位置角度; 此时第一锯片的进给原点的位置位于第三曲线的末端。

[0116] 第四曲线对应进给原点位置角度为:

$$[0117] \quad Ang_{STEP4-START} = Ang_{STEP3-END}$$

$$[0118] \quad Ang_{STEP4-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{B内缘}}{l_{A内缘} + r_{锯片}}}{2\pi} \times 360$$

[0119] 其中, $Ang_{STEP4-START}$ 为第四曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP4-END}$ 为第四曲线的末端对应的进给原点位置角度; 此时第一锯片的进给原点的位置位于第四曲线的末

端。

[0120] $l_{A边}$ 为直角方矩管A边边长, $l_{B边}$ 为直角方矩管B边边长, $l_{A内缘}$ 为直角方矩管A边内缘到直角方矩管中心的距离, $l_{B内缘}$ 为直角方矩管B边内缘到直角方矩管中心的距离, $r_{锯片}$ 为第一锯片的半径。

[0121] 具体的,在步骤S11后面,还包括:

[0122] 步骤S12:计算进给原点旋转总角度:

[0123] $Ang_{TOTAL} = Ang_{STEP4-END} - Ang_{STEP1-START}$

[0124] 其中, Ang_{TOTAL} 为进给原点旋转总角度,即第一电机沿着第一进给凸轮曲线首端切入时到第一进给凸轮曲线切出时的第一进给电机围绕管中心的旋转的角度,将第一进给凸轮曲线平均分为n个切割位置点,其中 $n = \{1, 2, 3, \dots, 720\}$, 分别为第1切割位置点,第2切割位置点, ..., 第720切割位置点,设切割位置点在水平位置的角度为零度,每两个相邻的切割位置点分别与直角方矩管中心连线之间的夹角度数为:

[0125] $Ang_{SPACING} = \frac{Ang_{TOTAL}}{720}$

[0126] 其中, $Ang_{SPACING}$ 为每两个相邻的切割位置点分别与直角方矩管中心连线之间的夹角度数;

[0127] 进给原点到管中心的距离为 $l_{原点}$:

[0128]
$$l_{原点} = \sqrt{\left(\frac{l_{A边}}{2}\right)^2 + \left(\frac{l_{B边}}{2}\right)^2} + l_{内余量} + r_{锯片}$$

[0129] 分别对每个切割位置点的角度进行计算:

[0130] $Ang_{当前} = Ang_{STEP1-START} + (n-1) \times Ang_{SPACING}$

[0131] 其中, $Ang_{当前}$ 为第n个切割位置点的角度。

[0132] 进一步的,在步骤S12后面,还包括:

[0133] 步骤S13:对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $Ang_{当前}$ 位于 $Ang_{STEP1-START}$ 与 $Ang_{STEP1-END}$ 之间,即在第一曲线上的切割位置点,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{进给-原点}$,并根据 $Ang_{当前}$ 和 $l_{进给-原点}$ 为参数标记切割位置点;

[0134] 计算差值角 $Ang_{差值}$:

[0135] $Ang_{差值} = Ang_{当前} - Ang_{STEP1-START}$

[0136]
$$l_{转向} = \frac{l_{A内缘}}{\sin(|Ang_{STEP1-START}| * 2\pi / 360)}$$

[0137] $l_{转向}$ 为第一锯片的外缘对直角方矩管的切入点到管中心的距离,设定中间变量b,

[0138]
$$b = 2 * \cos\left(|Ang_{差值}| * \frac{2\pi}{360}\right) * l_{转向}$$

[0139] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{进给-管中心}$:

[0140]
$$l_{进给-管中心} = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4 * (l_{转向}^2 - r_{锯片}^2)}}{2}$$

[0141] $l_{\text{进给-管中心}}$ 为切割位置点到管中心的距离。

[0142] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$[0143] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0144] $l_{\text{进给-原点}}$ 为切割位置点到与进给原点之间的距离。

[0145] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第一曲线。

[0146] 进一步的，在步骤S13后面，还包括：

[0147] 步骤S14：对每个切割位置点的角度进行判断，如果 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 位于 $\text{Ang}_{\text{STEP2-START}}$ 与 $\text{Ang}_{\text{STEP2-END}}$ 之间，计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$ ，并根据 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点；设：

$$[0148] \quad l_{\text{临边}} = l_{\text{B内缘}} + r_{\text{锯片}}$$

[0149] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$ ：

$$[0150] \quad l_{\text{进给-管中心}} = \frac{l_{\text{临边}}}{\cos(\text{Ang}_{\text{当前}} * \pi / 180)}$$

[0151] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$[0152] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0153] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第二曲线。

[0154] 具体的，在步骤S14后面，还包括：

[0155] 步骤S15：对每个切割位置点的角度进行判断，如果 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 位于 $\text{Ang}_{\text{STEP3-START}}$ 与 $\text{Ang}_{\text{STEP3-END}}$ 之间，计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$ ，并根据 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点；

[0156] 计算差值角 $\text{Ang}_{\text{差值}}$ ：

$$[0157] \quad \text{Ang}_{\text{差值}} = \text{Ang}_{\text{当前}} - \text{Ang}_{\text{STEP3-START}}$$

$$[0158] \quad l_{\text{转向}} = \frac{l_{\text{A内缘}}}{\sin(|\text{Ang}_{\text{STEP1-START}}| * 2\pi / 360)}$$

[0159] 设定中间变量 b ，

$$[0160] \quad b = 2 * \cos\left(|\text{Ang}_{\text{差值}}| * \frac{2\pi}{360}\right) * l_{\text{转向}}$$

[0161] 计算切割位置点到管中心的距离为：

$$[0162] \quad l_{\text{进给-管中心}} = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4 * (l_{\text{转向}}^2 - r_{\text{锯片}}^2)}}{2}$$

[0163] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$[0164] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0165] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第三曲线。

[0166] 进一步的，在步骤S15后面，还包括：

[0167] 步骤S16：对每个切割位置点的角度进行判断，如果 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 位于 $\text{Ang}_{\text{STEP4-START}}$ 与 $\text{Ang}_{\text{STEP4-END}}$ 之间，计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$ ，并根据 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点；

[0168] $l_{\text{临边}} = l_{\text{B内缘}} + r_{\text{锯片}}$

[0169] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$ ：

$$[0170] \quad l_{\text{进给-管中心}} = \frac{l_{\text{临边}}}{\cos(\text{Ang}_{\text{当前}} - 90^\circ) * \pi / 180}$$

[0171] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$[0172] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0173] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第四曲线。以上对切割位置点的标记采用类似极坐标形式的标记,即根据每个切割位置点到管中心的距离 $l_{\text{进给-管中心}}$ 或切割位置点到进给原点之间的距离 $l_{\text{进给-原点}}$,再根据切割位置点对应的唯一的角值 $\text{Ang}_{\text{当前}}$ 来对切割位置点进行标记,再将标记号的第1切割位置点到第n切割位置点通过曲线连接起来拟合,即绘制出了第一进给凸轮曲线。则第一进给电机绕中心轴旋转的角度为 $\text{Ang}_{\text{TOTAL}}$,通过第一进给电机控制第一锯片完成对直角方矩管的第一部分切割。第二进给电机控制第二锯片完成对直角方矩管的第二部分切割,第一部分切割与第二部分切割加起来是对直角方矩管的整个部分完成的切割。

[0174] 第二进给凸轮曲线与第一进给凸轮曲线绘制的方法相同。

[0175] 将第二进给凸轮曲线划分为第五曲线、第六曲线、第七曲线和第八曲线;计算第二锯片外缘分别切入到直角方矩管C、D边内的运动轨迹,即第二锯片外缘运动的轨迹线距离管中心的距离:

[0176] 直角方管C边内缘到管中心距离为 $l_{\text{C内缘}}$ ：

$$[0177] \quad l_{\text{C内缘}} = \frac{l_{\text{C边}}}{2} - l_{\text{内余量}} - l_{\text{壁厚}}$$

[0178] 直角方管D边内缘到管中心距离距离为 $l_{\text{D内缘}}$ ：

$$[0179] \quad l_{\text{D内缘}} = \frac{l_{\text{D边}}}{2} - l_{\text{内余量}} - l_{\text{壁厚}}$$

[0180] 计算锯片半径为 $r_{\text{锯片}}$ ：

$$[0181] \quad r_{\text{锯片2}} = \frac{D_{\text{锯片2}}}{2}$$

[0182] $D_{\text{锯片2}}$ 为第二锯片直径, $l_{\text{C内缘}}$ 为直角方矩管C边内缘到直角方矩管中心距离, $l_{\text{D内缘}}$ 为直角方矩管D边内缘到直角方矩管中心距离, $l_{\text{C边}}$ 为C边长度, $l_{\text{内余量}}$ 为锯片进给的内余量,即锯片对方管进行切割时,锯片外圆周切入到方管内部的余量。 $l_{\text{壁厚}}$ 为直角方矩管的内壁厚度, $l_{\text{C边}}$ 为D边长度; $D_{\text{锯片}}$ 为锯片直径。第二锯片和第一锯片的直径相等。

[0183] 第五曲线对应的进给原点位置角度为：

$$[0184] \quad \text{Ang}_{\text{STEP1C-START}} = \frac{-\tan^{-1} \frac{l_{\text{C边}}}{l_{\text{D边}}}}{2\pi} \times 360$$

$$[0185] \quad Ang_{STEP1C-END} = \frac{-\tan^{-1} \frac{l_{C内缘}}{l_{C内缘} + r_{锯片2}}}{2\pi} \times 360$$

[0186] 其中, $Ang_{STEP1C-START}$ 为第五曲线的首端对应的进给原点位置角度, 此时第二锯片的进给原点的位置位于第五曲线的首端, $Ang_{STEP1C-END}$ 为第五曲线的末端对应的进给原点位置角度; 此时第二锯片的进给原点的位置位于第五曲线的末端。

[0187] 第六曲线对应的进给原点位置角度为:

$$[0188] \quad Ang_{STEP2C-START} = Ang_{STEP1C-END}$$

$$[0189] \quad Ang_{STEP2C-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{C内缘}}{l_{B内缘} + r_{锯片2}}}{2\pi} \times 360$$

[0190] 其中, $Ang_{STEP2C-START}$ 为第六曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP2C-END}$ 为第六曲线的末端对应的进给原点位置角度; 此时第二锯片的进给原点的位置位于第六曲线的末端。

[0191] 第七曲线对应的进给原点位置角度为:

$$[0192] \quad Ang_{STEP3C-START} = Ang_{STEP2C-END}$$

$$[0193] \quad Ang_{STEP3C-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{C内缘} + r_{锯片2}}{l_{D内缘}}}{2\pi} \times 360$$

[0194] 其中, $Ang_{STEP3C-START}$ 为第七曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP3C-END}$ 为第七曲线的末端对应的进给原点位置角度; 此时第二锯片的进给原点的位置位于第七曲线的末端。

[0195] 第八曲线对应进给原点位置角度为:

$$[0196] \quad Ang_{STEP4C-START} = Ang_{STEP3C-END}$$

$$[0197] \quad Ang_{STEP4C-END} = \frac{\tan^{-1} \frac{l_{D内缘}}{l_{C内缘} + r_{锯片2}}}{2\pi} \times 360$$

[0198] 其中, $Ang_{STEP4C-START}$ 为第八曲线的首端对应的进给原点位置角度, $Ang_{STEP4C-END}$ 为第八曲线的末端对应的进给原点位置角度; 此时第二锯片的进给原点的位置位于第八曲线的末端。

[0199] $l_{C边}$ 为直角方矩管C边边长, $l_{D边}$ 为直角方矩管D边边长, $l_{C内缘}$ 为直角方矩管C边内缘到直角方矩管中心的距离, $l_{D内缘}$ 为直角方矩管D边内缘到直角方矩管中心的距离, $r_{锯片2}$ 为第二锯片的半径。

[0200] 计算进给原点旋转总角度:

$$[0201] \quad Ang_{TOTALC} = Ang_{STEP4C-END} - Ang_{STEP1C-START}$$

[0202] 其中, Ang_{TOTALC} 为进给原点旋转总角度, 即第二电机沿着第二进给凸轮曲线首端切

入时到第二进给凸轮曲线切出时的第二进给电机围绕管中心的旋转的角度,将第二进给凸轮曲线平均分为 z 个切割位置点,其中 $z = \{1, 2, 3, \dots, 720\}$,分别为第1切割位置点,第2切割位置点,……第720切割位置点,设切割位置点在水平位置的角度为零度,每两个相邻的切割位置点分别与直角矩管中心连线之间的夹角度数为:

$$[0203] \quad Ang_{SPACINGC} = \frac{Ang_{TOTALC}}{720}$$

[0204] 其中, $Ang_{SPACINGC}$ 为每两个相邻的切割位置点分别与直角矩管中心连线之间的夹角度数;

[0205] 进给原点到管中心的距离为 $l_{原点}$:

$$[0206] \quad l_{原点} = \sqrt{\left(\frac{l_{C边}}{2}\right)^2 + \left(\frac{l_{D边}}{2}\right)^2} + l_{内余量} + r_{锯片2}$$

[0207] 分别对每个切割位置点的角度进行计算:

$$[0208] \quad Ang_{当前C} = Ang_{STEP1C-START} + (n-1) \times Ang_{SPACINGC}$$

[0209] 其中, $Ang_{当前C}$ 为第 z 个切割位置点的角度。

[0210] 对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $Ang_{当前C}$ 位于 $Ang_{STEP1C-START}$ 与 $Ang_{STEP1C-END}$ 之间,即在第五曲线上的切割位置点,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{进给-原点}$,并根据 $Ang_{当前C}$ 和 $l_{进给-原点}$ 为参数标记切割位置点;

[0211] 计算差值角 $Ang_{差值}$:

$$[0212] \quad Ang_{差值} = Ang_{当前C} - Ang_{STEP1-START}$$

$$[0213] \quad l_{转向C} = \frac{l_{C内缘}}{\sin(|Ang_{STEP1C-START}| * 2\pi / 360)}$$

[0214] $l_{转向C}$ 为第二锯片的外缘对直角矩管的切入点到管中心的距离,设定中间变量 D ,

$$[0215] \quad b = 2 * \cos\left(|Ang_{差值}| * \frac{2\pi}{360}\right) * l_{转向C}$$

[0216] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{进给-管中心}$:

$$[0217] \quad l_{进给-管中心} = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4 * (l_{转向C}^2 - r_{锯片2}^2)}}{2}$$

[0218] $l_{进给-管中心}$ 为切割位置点到管中心的距离。

[0219] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{进给-原点}$:

$$[0220] \quad l_{进给-原点} = l_{原点} - l_{进给-管中心}$$

[0221] $l_{进给-原点}$ 为切割位置点到与进给原点之间的距离。

[0222] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第五曲线。

[0223] 对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $Ang_{当前C}$ 位于 $Ang_{STEP2C-START}$ 与 $Ang_{STEP2C-END}$ 之间,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{进给-原点}$,并根据 $Ang_{当前C}$ 和 $l_{进给-原点}$ 为参数标记切割位置点;设:

[0224] $l_{\text{临边}1} = l_{\text{D内缘}} + r_{\text{锯片}2}$

[0225] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$ ：

$$[0226] \quad l_{\text{进给-管中心}} = \frac{l_{\text{临边}1}}{\cos(\text{Ang}_{\text{当前}c} * \pi / 180)}$$

[0227] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$[0228] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0229] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第六曲线。

[0230] 对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $\text{Ang}_{\text{当前}c}$ 位于 $\text{Ang}_{\text{STEP3-START}}$ 与 $\text{Ang}_{\text{STEP3-END}}$ 之间,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$,并根据 $\text{Ang}_{\text{当前}c}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点；

[0231] 计算差值角 $\text{Ang}_{\text{差值}}$ ：

$$[0232] \quad \text{Ang}_{\text{差值}} = \text{Ang}_{\text{当前}c} - \text{Ang}_{\text{STEP3-START}}$$

$$[0233] \quad l_{\text{转向}c} = \frac{l_{\text{C内缘}}}{\sin(|\text{Ang}_{\text{STEP1C-START}}| * 2\pi / 360)}$$

[0234] 设定中间变量D,

$$[0235] \quad b = 2 * \cos\left(|\text{Ang}_{\text{差值}}| * \frac{2\pi}{360}\right) * l_{\text{转向}c}$$

[0236] 计算切割位置点到管中心的距离为：

$$[0237] \quad l_{\text{进给-管中心}} = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4 * (l_{\text{转向}c}^2 - r_{\text{锯片}2}^2)}}{2}$$

[0238] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$[0239] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0240] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第七曲线。

[0241] 对每个切割位置点的角度进行判断,如果 $\text{Ang}_{\text{当前}c}$ 位于 $\text{Ang}_{\text{STEP4C-START}}$ 与 $\text{Ang}_{\text{STEP4C-END}}$ 之间,计算切割位置点与进给原点之间距离 $l_{\text{进给-原点}}$,并根据 $\text{Ang}_{\text{当前}c}$ 和 $l_{\text{进给-原点}}$ 为参数标记切割位置点；

$$[0242] \quad l_{\text{临边}1} = l_{\text{D内缘}} + r_{\text{锯片}2}$$

[0243] 计算切割位置点到管中心的距离为 $l_{\text{进给-管中心}}$ ：

$$[0244] \quad l_{\text{进给-管中心}} = \frac{l_{\text{临边}1}}{\cos((\text{Ang}_{\text{当前}c} - 90^\circ) * \pi / 180)}$$

[0245] 切割位置点与进给原点之间距离为 $l_{\text{进给-原点}}$ ：

$$[0246] \quad l_{\text{进给-原点}} = l_{\text{原点}} - l_{\text{进给-管中心}}$$

[0247] 对标记的切割位置点进行拟合绘制第八曲线。以上对切割位置点的标记采用类似极坐标形式的标记,即根据每个切割位置点到管中心的距离 $l_{\text{进给-管中心}}$ 或切割位置点到进给原点之间的距离 $l_{\text{进给-原点}}$,再根据切割位置点对应的唯一的角度值 $\text{Ang}_{\text{当前}c}$ 来对切割位置点进行标记,再将标记号的第1切割位置点到第z切割位置点通过曲线连接起来拟合,即绘制出

了第二进给凸轮曲线。

[0248] 具体的,第一锯片和第二锯片分别从直角方矩管的直角处切入,为了降低入切时管子对锯片的扭矩,切割更加的省力方便。为了确保能够切断直角方矩管,需要第一锯片从一切入角切入,运动到直角方矩管与切入角的对角位置和锯片外缘轨迹垂直的位置。

[0249] 具体的,第一锯片和第二锯片从直角方矩管的直角处切入,并从切入的直角的对角处移出。

[0250] 本发明实施例的一种仿形铣飞锯在锯切直角方矩管的进给方法能够简单快速的实现对直角方矩管进行切割,切割效率高,占用资源少。

[0251] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0252] 本领域技术人员不难理解,本发明包括上述说明书的发明内容和具体实施方式部分以及附图所示出的各部分的任意组合,限于篇幅并为使说明书简明而没有将这些组合构成的各方案一一描述。凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0253] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。本发明的范围由所附权利要求及其等同限定。

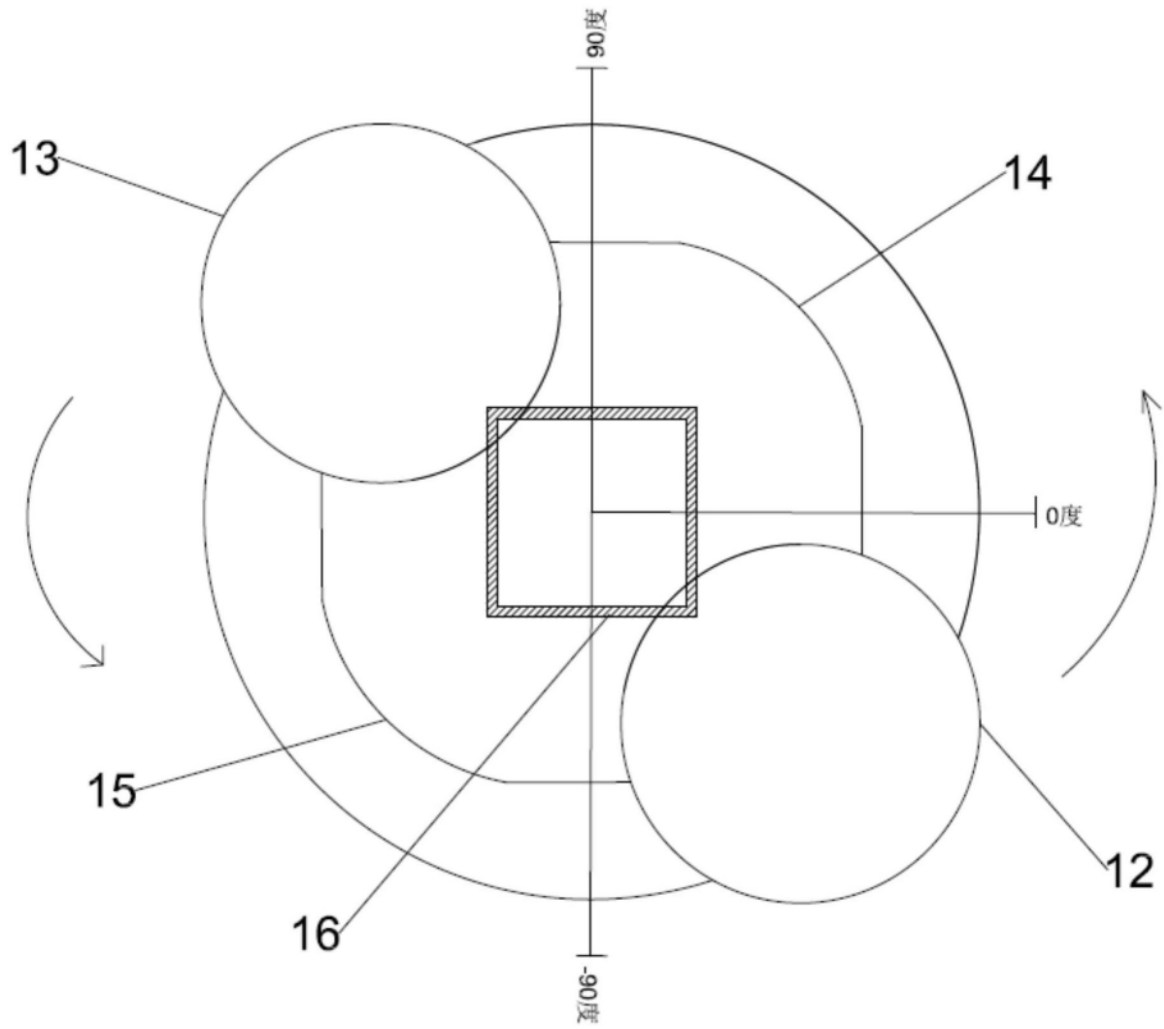


图1

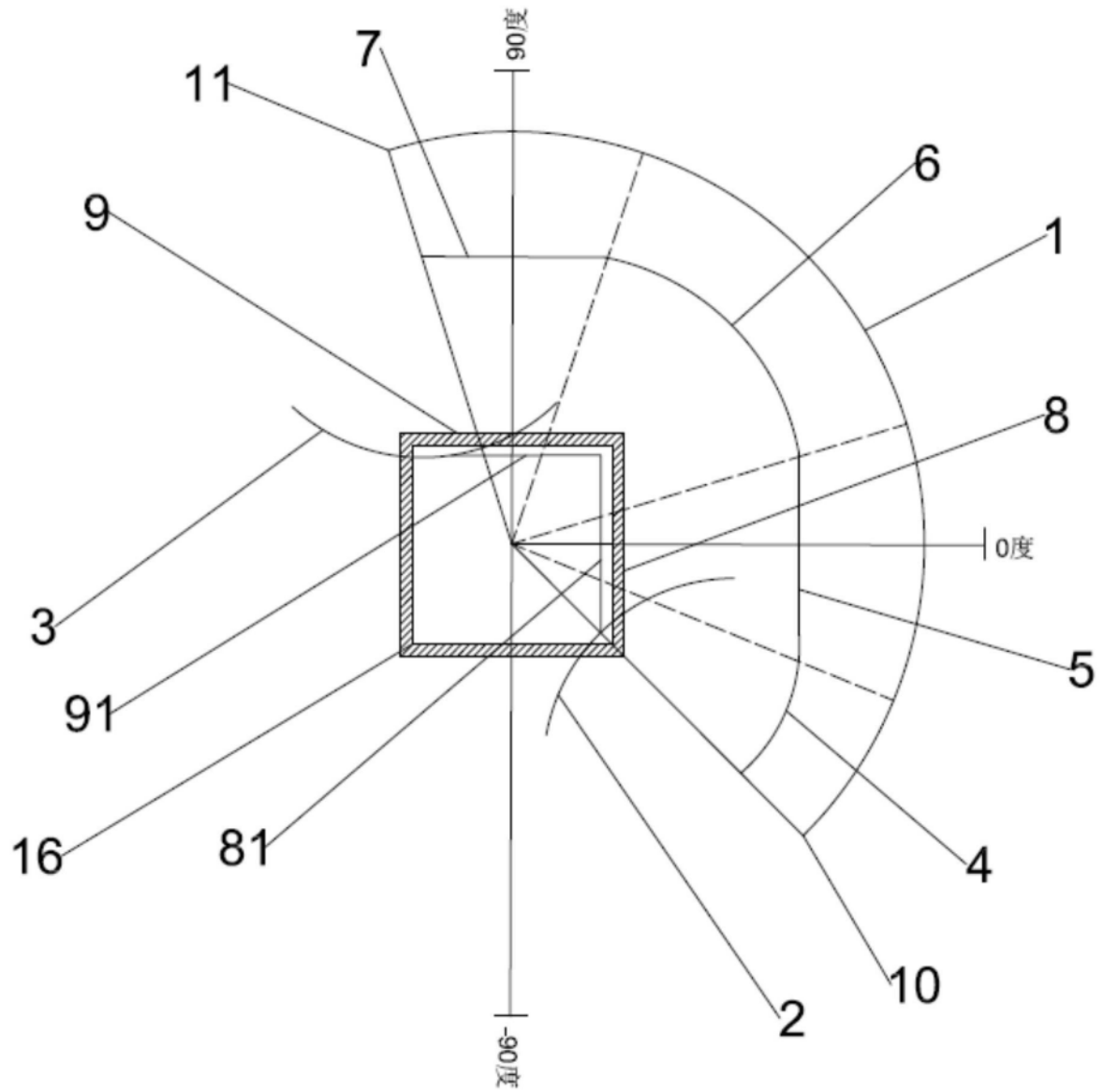


图2