

五轴石材切板机圆孔切割误差补偿与分析*

刘康 陈永明 游银涛 李睿敏

(厦门大学 航空航天学院, 福建 厦门 361005)

摘要:针对五轴石材切板机加工圆孔时的误差影响问题,对五轴石材切板机轴头的各偏置参数进行了研究,对圆孔加工的理论误差进行了分析,并与实际加工误差限制相结合,提出其在工业加工的可行性,在一定范围内控制理论误差以满足工业需求。

关键词:桥切机;偏置补偿;数控加工

中图分类号:TH161 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-4801(2016)02-012-03

随着社会的发展,石材得到广泛应用,为满足市场需求,石材加工趋于多元化和复杂化,需要通过先进的加工技术加以实现,其中石材加工装备的数控化已成为石材装备制造的重要研究课题^[1]。为了提高企业产品的技术水平及市场竞争力,福建省华隆机械有限公司与厦门大学合作开展了五轴数控石材切板机的研究与开发。

五轴数控机床的后置处理^[2,3]是数控加工自动编程过程中的一个重要环节,其核心任务是通过坐标变换将工件坐标系下的刀点位置数据转换成数控机床各运动轴的进给量。由于机械结构的偏差,不同规格机床的刀点位置与实际控制点位置存在不同偏差,必须对锯片偏置进行相应的补偿,减小加工误差。本文以由圆孔图形锯片加工为例,对偏置补偿后误差进行分析与研究,从而为控制实际加工误差提供了理论依据。

1 机床锯片偏置结构

本文中的机床为双摆头五轴机床,机床实物如图1所示。



图1 双摆头五轴机床

如图2所示,该机床的锯片存在5组偏置:A轴轴线与C轴轴线在Y方向上的偏置为 a ;锯片转动轴线与C轴在X方向上的偏置为 b ,与A轴在Z方向的偏置为 c ;锯片中心与A轴在Y方向的偏置为 d ;锯片半径为 e 。

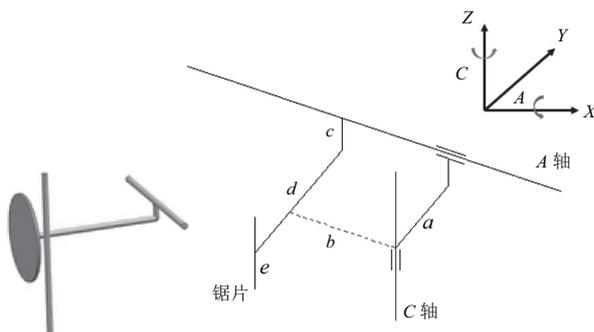


图2 锯片偏置结构简图

2 锯片偏置补偿

当用锯片切割机加工内圆时,若锯片直接竖直进行加工,虽能将圆内石料切除,但也会损坏圆孔侧面石料,出现过切现象,如图3所示。

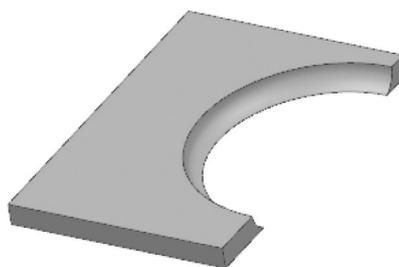


图3 不加锯片偏置时加工圆孔效果图

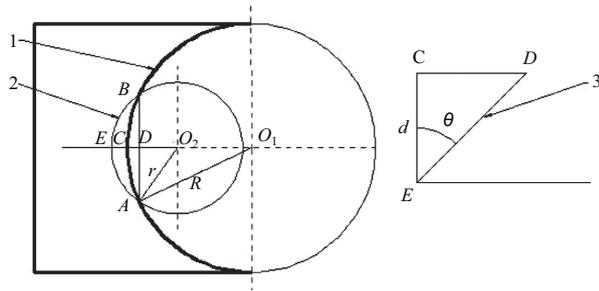
在工业上采用旋转A轴,调整一定角度 θ ,使上表面圆的半径与下表面的相同^[4]。当圆孔侧面

*2014年福建省发改委产业技术创新专项(闽发改高技[514]号)

作者简介:刘康(1991-),男,在读研究生,从事数控系统应用研究与开发。

通讯作者:陈永明(1962-),男,副教授,硕士生导师,研究方向:机电一体化、计算机图形处理、CAD/CAM/CAE。

是竖直的,锯片与圆有相同的弦长,如图4所示。



注:1——锯片简略图;2——加工的凹弧;3——沿A轴方向锯片旋转θ角后结构简图

图4 理论计算A轴旋转角度

根据几何关系,可得

$$\theta = \arctan \frac{2r}{\sqrt{4R^2 + d^2 - 4r^2}} - \arctan \frac{d}{2R}$$

式中:R为加工半径,r为锯片半径,d为加工深度。

3 误差分析

在实际加工时,即使通过A轴旋转消除表面过切误差,但加工平面仍然与理想平面有一定误差。内圆加工理论误差是在切板中挖出圆或扇形物时加工平面与理想平面之间的面形误差,在工程加工中通常用绝对误差e来度量,加工示意图如图5所示。



图5 圆孔加工示意图

加工过程中锯片圆周的轨迹是一个球面,证明如下:

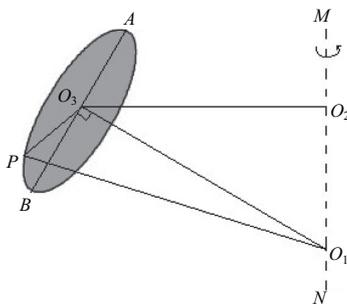


图6 锯片倾斜θ角度绕轴MN旋转示意图

锯片倾斜θ角度绕轴MN旋转时,如图6所示,O3为锯片的圆心,作O1O3垂直锯片所在平面

ABP,已知O1O3与旋转轴MN有交点O1,得:

$$O_2O_3 = R - r \sin \theta$$

$$O_1O_3 = O_2O_3 \sec \theta$$

取锯片弦上任意一点P,P到点O1的距离:

$$PO_1 = \sqrt{PO_3^2 + O_2O_3^2} = \sqrt{r^2 + (R - r \sin \theta)^2}$$

即在锯片倾斜θ角度情况下且当锯片半径、加工半径确定时,AB弦上任意一点到O1的距离为定值,弦AB的轨迹为球面。

要使上下表面圆的半径相等,则球面的球心必在中心位置O点,面形误差示意图如图7所示。

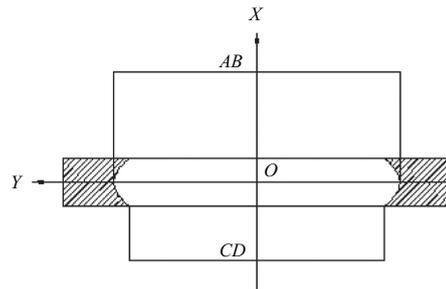


图7 面形误差示意图

建立坐标系XOY,截面图左侧轨迹方程为:

$$y = \sqrt{R^2 + \frac{d^2}{4} - x^2}, (-d/2 \leq x \leq d/2)$$

显然,当x取零值时y最大,如图AB所示;当x取d/2或-d/2时y最小,如图CD所示。

则最大绝对误差:

$$e = AB - CD = 2 \sqrt{R^2 + \frac{d^2}{4}} - 2R$$

可得最大误差与切深、圆孔加工半径之间数据关系如表1所示。

表1 最大误差与切深、圆孔加工半径之间数据关系 mm

切深d	最大误差e				
	R=500	R=600	R=700	R=800	R=1000
10	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02
15	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
20	0.20	0.17	0.14	0.12	0.10
25	0.31	0.26	0.22	0.20	0.16
30	0.45	0.37	0.32	0.28	0.22

4 结论

1)圆孔加工最大误差与切深成正相关,与加工半径成负相关;

2)为保证加工精度,当加工深度一定时,可确定圆孔最小加工半径;

(下转第31页)

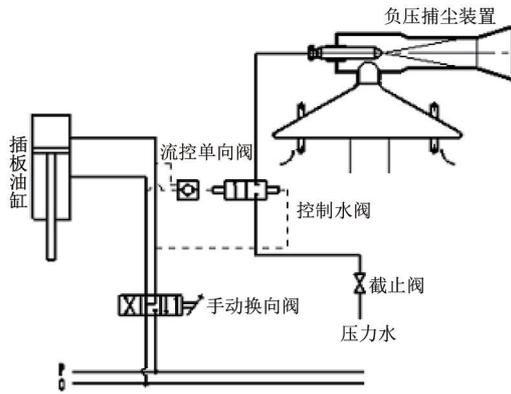


图5 系统液压原理

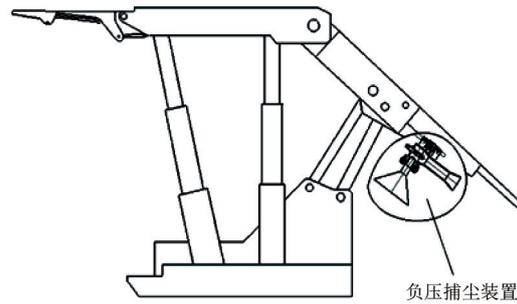


图6 安装位置示意图

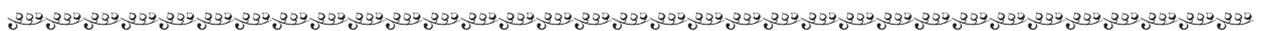
6 小结

针对目前我国矿井综放支架放煤口粉尘瞬时浓度大的问题,本文研究设计了一套结合负压和

喷雾两种方式,并且可以和液压支架配套使用的新型喷雾降尘装置。本装置的应用将会在矿井的粉尘治理和安全生产方面发挥重大作用。

参考文献:

- [1] 李高正.采煤机高压引流喷射降尘技术研究[J].河南理工大学学报(自然科学版).2008(1):80-86.
- [2] 张文平.综放支架放煤口负压捕尘装置技术研究[J].中国煤炭.2007(4):71-73.
- [3] 翟国栋,董志峰.放煤口引射除尘器的设计和优化研究[J].矿业安全与环保.2007(2):46-48.
- [4] 李奇.综放支架放煤口负压捕尘装置研究[D].太原:太原理工大学,2009.
- [5] 刘宝明,寇子明,寇保福.旋转喷雾降尘装置在掘进机上的应用研究[J].煤矿机械,2011(4):187-189.



(上接第13页)

3)当圆孔加工半径一定时,可确定最大加工深度。

本文通过对锯片加工圆孔时的误差及补偿分

析,研究其在工业加工的可行性,在一定范围内控制理论误差,为控制实际加工误差提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 谭金华.我国石材加工设备行业的发展现状及市场前景[J].石材,2013(12):23.
- [2] 谢晓亮.基于UG的五轴联动数控机床的后置处理系统研究[D].武汉:华中科技大学,2009:6-14.
- [3] 段春辉.五轴联动数控机床通用后置处理系统研制[D].成都:西南交通大学,2007:13-40.
- [4] 游银涛,陈永明,刘康.五轴石材切板机床刀具补偿算法的研究[J].机电工程,2016,33(1):63-67.