

碟形磨轮在光学零件成型数控加工中算法分析与研究

◆ 文 / 杨勇

【摘要】 介绍碟形磨轮在成型数控铣磨中算法分析与研究,主要运用数学建模方法,论述计算机控制加工轨迹,表现三轴连动轴的运动原理,为我们研究数控机床提供理论算法依据,为数控机床自由曲面加工提供有效的方法,从而提高加工的过程的研究方法和数据编程能力。

【关键词】 碟形磨轮 数控加工 数学建模 三轴连动轴

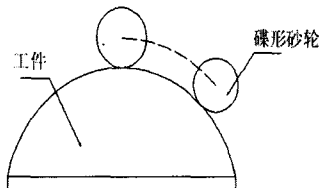
1 引言

在光学设计中,非球面光学零件是光学设计中经常用到的零件,非球面光学零件的优点:具有优良的光学性能、改善成像质量、简化光学系统、减轻仪器的质量。随着高新技术和国防建设的需要,非球面应用的领域不断扩大,需求的数量和品种也日益增多。但是,非球面在制造上比球面零件困难得多,主要是由于非球面光学零件的特性所决定:(1)非球面大多只有一个对称轴,表面比较复杂,只能单件加工;(2)非球面各点曲率不同,在抛光时表面难以用成型模具修正;(3)非球面对另一表面的偏差,不能用定心磨边的方法解决两光学表面的同轴性;(4)非球面的检验不像球面检验容易实现,一般不能用样板检验。本文就采用碟形磨轮在成型数控铣磨中加工光学非球面进行一点探讨。

2 加工原理介绍

非球面光学零件的加工方法按加工特点可分为:去除加工法、变形加工法、镀膜加工法等。去除加工法中,数控加工是较常用的一种,在数控加工中,不管是非球面成型、还是球面成型,或是依据一定方程的函数,他的加工原理都是一样,都是按照一定的轨迹加工,并且都是圆和切线的轨迹进行回转体加工,运用高等数学的算法,通过建立制造数学模型,最终计算出运动的轨迹。

运动轨迹如下图所示:



图例一

碟形磨轮从边缘沿着非球面工件的轮廓的每点的切线向中心运动(速度约10000转以上),工件轴按照一定的速度旋转(速度大约50转),工件轴在Z-axis方向螺旋上升,工具轴在x-axis方向上按照一定的进给速率向着零件的中心运动,最终加工出一个回转对称非球面。

3 算法分析研究

设y表示非球面的旋转对称轴,回转二次曲线的一般方程为:

$$X^2 = 2R_0y - (1 - e^2)y^2$$

$e^2 = 0$ 球面

$e^2 = 1$ 抛物面

$0 < e^2 < 1$ 椭圆面

$e^2 > 1$ 双曲面

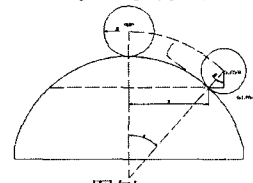
$e^2 < 0$ 扁椭圆面

同时也可用幂级数表示,假设自由曲面按照方程 $y = f(x)$,简单的非球面标准方程

$$y = f(x) = px^2(1 + \sqrt{1 - (k+1)p^2x^2}) + A_4x^4 + \dots + A_{2n}x^{2n}$$

其中($P=1/R$, R 为顶点曲率半径, K 为锥度系数, A_4, \dots, A_{2n} 为系数。

那么 $K=f'(x)$ 就是曲线上任一点切线的导数,在根据法线 T 和切线 k 的关系($K \cdot T = -1$) 求出每一点法线的正切值,根据现有的参数,变量 x 随着变化取得向应的 y 值,碟形磨轮中心的运动轨迹就是我们所求得得的轨迹,而工件中心加工坐标通常是(0,0)的,计算出碟形磨轮中心的运动轨迹。理论计算原理如图所示:



图例二

相对于 $y=f(x)$ 来说:弦切角 $a=B$,这样工件的中心坐标(0,0),磨轮运动到工件(0,0)的坐标时,磨轮中心轴的坐标是(0,R),我们只要找出磨轮中心轴运动的轨迹即可,如图二我们可以找出曲线上任意一点的夹角与 x, y 的关系,可以表示如下的关系:(其中 $a, B, x, R, f(x), f'(x)$ 如上图所示)

$$a = \arctg(f'(x)) \quad 1$$

$$X = x + R \sin(\arctg(f'(x))) \quad 2$$

$$Y = F(x) = f(x) + R \cos(\arctg(f'(x))) \quad 3$$

通过计算机编程循环计算,算出的坐标按照一定代码格式,如德国 XX 光学设备公司的机床生成的代码:

The z-axis fast federate

N1 x0.0000, R

N2 x0.005, F(0.005)

.

.

.

Nnx0.005*n, F(0.005*n)

4 结论

随着光电技术的发展,非球面光学零件在光学系统中的应用愈来愈广泛,非球面光学零件的加工工艺也更加成熟。通过大量的实践研究,同时也通过加工证明,此算法得到了充分验证,提出供大家探讨。数控机床碟形磨轮自由曲面(free form)的加工,是当今先进光学元件加工成熟发展方向。希望此算法能为加工自由光学曲面提供了一点算法理论依据,为非球面加工提供补偿,对控制加工面形提供一定帮助。

参考文献

- [1] 蔡立 光学零件加工技术,北京:兵器工业出版社,2006.
- [2] 潘若骅 光学非球面的设计、加工与检验,北京:科学出版社,1994.
- [3] 蔡立,田守信 光学零件加工技术 武汉:华中理工大学出版社,1987.

(作者单位系云南国防工业职业技术学院光电工程系)