

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.06.019

五坐标磨床加工球型旋转锉

张健¹, 唐迎佳²

(1. 中国兵器工业第五八研究所 数控事业部, 四川 绵阳 621000;
2. 中国兵器工业第五八研究所 信息中心, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为解决传统旋转锉手动靠模加工方法的不足问题, 分析了五坐标磨床的机械结构, 建立合适的数学模型, 并采用微分拟和的方法来加工球型旋转锉。导出了形成球面螺旋线的线性方程组, 在给出单个轴的运动坐标数据时, 计算出其它轴的合成运动坐标数据。然后把数据嵌入到系统内部, 通过数控系统的计算得出加工数据, 控制外部执行机构。实际应用表明, 该方法可以很好地解决球型旋转锉的加工问题。

关键词: 五坐标; 旋转锉; 数学模型; 球面螺旋

中图分类号: TH162 **文献标识码:** A

Machining Rotary Burrs on 5_Axis Grinding Machine

ZHANG Jian¹, TANG Ying-jia²

(1. Dept. of CNC Engineering, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;
2. Information Center, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: In order to solve the problem of the way for machining rotary burrs with handing mode, analyze the configuration of the 5_Axis grinding machine, establish appropriate math model, adopt differential technique to machining rotary burrs. Educe linear equation of sphere helix, if we have the movement axis data of one axis, we can calculate the movement axis data of other axes. Then we insert these data into the system, after calculate these data by the system, we can get the machining data and control the machine. Factual applications show that the way can solve the machining rotary burrs problem very well.

Keywords: 5_axis; Rotary burrs; Math model; Sphere helix

0 引言

旋转锉是手持式电动工具的一种常用的刀具, 广泛应用于模具加工及其它钳工作业, 其刀刃曲线复杂且规格品种繁多, 多是各种螺旋线, 其中以球型旋转锉的刀刃曲线最为复杂。传统旋转锉的加工方法主要依赖手动靠模方式, 不仅效率低, 而且不能保证加工产品的质量。故利用五坐标磨床, 建立合适的数学模型, 以实现旋转锉的高质量、高效率加工。

1 五坐标磨床结构

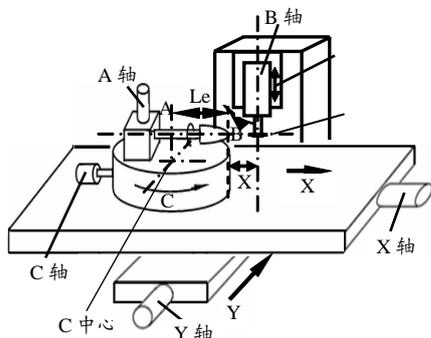


图1 五坐标磨床结构图

如图1, 五坐标磨床包括 X、Y 两个直线轴, A、B、C 三个旋转轴。其中, A 轴用于装夹工件, 并

在加工过程中带动工件旋转, 同时与 X 轴联动形成螺旋线; B 轴装配磨头, 用于装夹加工用的砂轮, 并在加工球头的过程中摆动以改变螺旋角; C 轴是旋转工作台, 在加工过程中旋转, 以形成刀刃曲线的廓形; X、Y 轴主要参与旋转过程中的平移以及进刀和退刀过程。

2 建立运动模型

建立合理的刃磨运动模型是实现旋转锉刀具数控刃磨的关键。以国家标准 GB/T 9217-2005 中规定的 C 型(圆柱球头型)旋转锉(如图2)为例, 说明五坐标刃磨运动模型的建立过程。通过分析该旋转锉的几何模型, 并根据五坐标磨床的机械结构, 利用合成运动原理分析出加工该类型旋转锉的运动轨迹, 再把该运动轨迹分解, 然后用拟和的方法得到各轴的运动数据, 最后, 通过数控系统的微直线算法平滑整合后把数据输出。

该类型旋转锉可分解为圆柱和球头 2 部分, 圆柱的直线和球头的圆弧是相切的。对圆柱部分, 根据圆柱螺旋线的定义可推导出其刃磨运动方程为:

$$A = X * \tan(B) / R \tag{1}$$

A 为旋转锉绕轴线旋转的角度(°);

(下转第 63 页)

收稿日期: 2010-01-22; 修回日期: 2010-03-22

作者简介: 张健(1981-), 男, 四川人, 2004年毕业于四川大学, 从事数控系统软件开发研究。

较 $\pi_2(\lambda)$ 而言, 由 0.759 607 增加到 0.882。

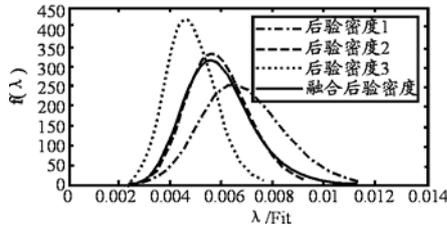


图 3 验后分布曲线

得到综合验后分布后, 在平方损失的条件下, 得失效率 λ 的点估计为 $\hat{\lambda} = E_{\pi(\lambda|X)}(\lambda)$, 即 $\hat{\lambda} = 0.005 883$ 。

$\hat{\lambda}$ 与 0.006 相比相差 0.000 117, 说明了该方法的精确性。此时, 除了得到失效率的点估计, 还可得到它的区间估计, 进一步得到其它可靠性指标的估计。

5 结论

(上接第 59 页)

- B 为螺旋线的螺旋角度 (rad);
- X 为水平方向的运动距离 (mm);
- R 为圆柱半径 (mm)。



图 2 圆柱球头型旋转锉

通过以上分析可知, 在 B 轴摆好角度的情况下, 只需要 X 轴和 A 轴联动便可形成圆柱部分的刀刃曲线, 且这 2 个轴的运动是线性关系。

对于旋转锉的球头部分, 其刀刃曲线是球面螺旋线, 通过分析其齿底曲线 (图 2 中虚线) 应为椭圆曲线。采用拟和的办法, 把齿底曲线近似分解为大圆和小圆两部分。故球面螺旋线的形成应该是在 XOY 平面内, 工件是绕圆弧的圆心转动和绕自身轴线转动的合成运动。如图 2, 以旋转锉的头部为圆点建立直角坐标系, 给出圆弧的起点坐标、终点坐标和圆心, 便可计算出圆弧的插补数据。由于拟和圆弧的圆心不一定和 C 轴的旋转中心重合, 所以需要直线轴的平移来配合。其数学关系推导如下:

$$\begin{aligned}
 cs &= \text{delta}C & (2) \\
 xs &= -(LenX * (1 - \cos(\text{delta}C)) - (r_b + LenY) * \sin(\text{delta}C)) & (3) \\
 ys &= -R - (LenY + LenX * \sin(\text{delta}C) - LenX * \cos(\text{delta}C)) & (4) \\
 a &= 180 * \text{tg} * \text{delta}X / \text{PI} / R0 & (5) \\
 \text{tg} &= \tan(B) & (6) \\
 \text{delta}X &= R * \cos(C + \text{delta}C) & (7) \\
 R0 &= R * \sin(C + \text{delta}C) & (8)
 \end{aligned}$$

其中: PI 为圆周率; xs、ys、cs、a 为各轴的运动

通过示例可以看出, 该方法能合理地融合不同的验前分布, 得到融合先验分布, 是合理的, 并且具有简便易行的特点。同时, 该方法直接与要评定的指标相联系, 从源头上减小了评定的误差。以指数分布为例, 该方法还可以推广到其它的分布, 在可靠性试验分析等工程研究领域具有良好的应用前景和推广价值。

参考文献:

- [1] 柴建, 师义民, 等. 多源验前信息下先验分布的融合方法[J]. 科学技术与工程, 2005, 5(20): 1479-1481.
- [2] Schabe H. Combining failure rate data from various sources[J]. Microelectron Reliability, 1996, 36(1): 47-54.
- [3] 柴建, 师义民, 等. 多源验前信息下的 Bayes 信息融合方法[J]. 数理统计与管理, 2007, 27(2): 308-311.
- [4] 方良海. 产品可靠性评估中的多源信息融合技术研究[D]. 合肥工业大学研究生院, 2006: 43-45.
- [5] 周源泉, 翁朝曦. 可靠性评定[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 58-61.

动坐标值 (mm); LenX、LenY 为旋转中心在坐标系中的坐标 (mm); tg、R0、deltaX 为计算坐标数据 a 的中间变量值。

在实际编程计算中, 计算出各段圆弧的插补数据, 手动给出 C 轴的旋转坐标值, 便可根据上述公式计算出各轴的运动坐标, 结合式 (1), 即可形成球型旋转锉的球头运动模型。通过计算得出的数据会自动嵌入到系统内部, 经过数控系统的解析, 便可同步输出, 达到控制五坐标联动, 形成刀刃轨迹。

3 结束语

根据刀具的几何模型, 并结合机床的实际坐标结构, 采用运动分析的方法确定形成刀具形面所需的机床坐标运动及各坐标之间的运动关系。该方法已成功应用于旋转锉数控系统, 且和五轴工具磨床配套成功。利用该方法加工出来的产品质量高, 使用寿命长, 可以很好地解决球型旋转锉的加工问题。

参考文献:

- [1] 张世昌, 李国勤. 旋转锉四坐标数控刃磨技术的研究[J]. 工具技术, 2001, 35(3): 16-18.
- [2] 张得礼, 周来水. 旋转锉四轴联动磨削运动模型和成型理论研究[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2003, 33(3): 324-327.
- [3] 刘杰华. 刀具精确设计理论与实践. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [4] 于峰, 夏广岚, 徐智. 球头旋转锉的几何建模和精确成型理论的研究[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 1999, 17(2): 110-114.
- [5] 张民惠, 朱沛洪. 旋转锉螺旋刃加工时机床运动的分析[J]. 机械科学与技术, 1994, 5(1): 101-104.