

刀尖圆弧半径对数控车床加工精度的研究*

黄晓峰

(盐城工学院 机械工程系 江苏 盐城 224003)

摘 要 数控加工作为一种先进的加工方法,被广泛应用于各行各业,其应用的经济效益与社会效益十分明显。但若某些因素控制不当,仍会影响数控机床的应用效率。针对数控车床在加工曲轴的生产过程中产生的误差,分析了刀具圆弧半径对零件加工精度的影响及采取的相应措施。

关键词 刀具圆弧半径;数控车床;加工精度

中图分类号 :TH161.1

文献标识码 :A

文章编号 :1671-532X(2002)01-0065-03

1 问题的提出

数控车床具有自动化程度高、加工精度好,能大幅提高生产率,降低生产成本和改善劳动条件等优点。加工时根据零件的工序要求,编制程序并输入计算机,通过计算机的指令控制刀具的运动,从而实现对零件的正确加工。理论上,只要编制、输入的程序正确,适当调整刀具在机床中的位置,就能加工出合格的零件^[1]。但是,笔者在负责校办实习厂曲轴生产线数控车床程序设计期间,发现按工序尺寸编制的程序加工出的曲轴(如图 1)圆柱面、圆弧面和锥面与工序要求存在偏差,有以下几种情况:(1)在加工零件圆柱面和锥面时出现轴向尺寸不合格;(2)在加工零件圆弧面时,圆弧半径误差较大;且偏差随刀具的磨损而发生变化。本文从刀具圆弧半径的影响入手,分析其产生原因。

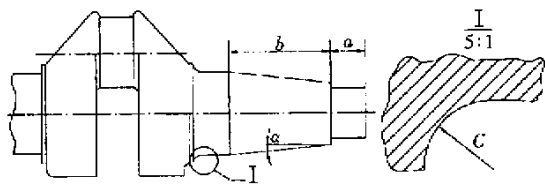


图 1 曲轴简图

Fig.1 Crankshaft simple chart

2 误差分析

数控车床加工零件是按照编制的程序控制刀具运动来完成的,而编制加工程序一般是以刀具的刀尖作为编程点,只有当车刀圆弧为零时,零件加工表面才与车刀的运行轨迹一致。但实际生产中,为了提高车刀尖的强度和耐磨性,车刀刀尖圆弧通常都不为零,这就导致刀具的行走轨迹与编程轨迹不相吻合,而有一偏差^[2]。随着刀具磨损,圆弧半径发生变化,所产生的偏差也将发生改变。

2.1 对加工零件圆柱面轴向尺寸的影响

加工曲轴圆柱面,使用车刀主偏角 $K_r = 90^\circ$,切削深度大于刀尖弧半径 r ,车刀与被加工零件的关系如图 2 所示。

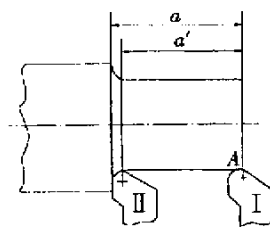


图 2 切削圆柱面加工简图

Fig.2 Cutting cylindrical surface simple chart

在车床上用车刀切削零件时,被加工表面与车刀刀尖圆弧的切点为车刀在被加工零件上的成形点。由图 2 知,被加工零件表面的轴向尺寸由

* 收稿日期 2001-04-12

作者简介:黄晓峰(1973-)男,江苏东台市人,盐城工学院助教。

刀尖圆弧顶点 A 保证。在计算机控制下,车刀轴向移动距离为 a' (车刀由位置 I 移向位置 II),由于刀尖圆弧的存在,车刀车出零件的轴向尺寸为 a 而非 a' 。由图可知,刀尖圆弧半径引起的轴向尺寸变化量 Δa 为:

$$\Delta a = a - a' = r \quad (1)$$

在实际生产中,常常根据已知待加工表面母线的几何参数编制机床的程序控制车刀的轨迹。由(1)式可得刀具实际轴向位移 a' 为:

$$a' = a - r \quad (92)$$

即加工零件轴向尺寸为 a 时,只要保证车刀轴向移动 a' 就能满足工序要求。

由此可得结论,对于圆柱类零件表面的加工,由于车刀刀尖圆弧半径的存在,使得被加工零件的轴向尺寸发生变化,且变化量随刀尖圆弧半径的增大而增大。在编制加工程序时,应相应改变其轴向位移长度。

2.2 对加工零件内圆弧面的影响

车削曲轴内圆弧面时,车刀刀尖与被加工零件的位置关系如图 3 所示。图中 ABC 为零件待加工内圆弧表面的母线, O 为车刀刀尖圆心。

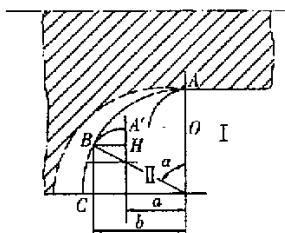


图 3 切削内圆弧面加工简图

Fig.3 Cutting inward-arc surface simple chart

设定车刀为逆时针走刀。刀尖处于位置 I 时,刀尖上 A 点与圆弧相切,即 A 是车刀成形点,当车刀处于位置 II 时,此时刀尖圆弧上 B 点而非 A 点与零件相切,由于加工是按刀具圆弧顶点 A 的轨迹运行的,所以加工中轴向尺寸的变化量 Δa 为:

$$\Delta a = b - a = r \sin \alpha \quad (3)$$

式中 α ——切削零件圆弧的角度。

此时刀具的实际轴向位移 a 为:

$$a = b - \Delta a = (R - r) \sin \alpha \quad (4)$$

式中 R ——零件圆弧半径。

径向尺寸变化量 Δr 为:

$$\Delta r = HA' = r - r \cos \alpha \quad (5)$$

通过分析可见加工零件内圆弧面时,由于车

刀刀尖圆弧的存在,使得被加工零件的轴向、径向尺寸都发生变化,且轴向尺寸和径向尺寸均随刀尖圆弧半径和加工圆弧角度的增大而增大。

2.3 对加工零件外锥体轴向尺寸的影响

车削加工单段外锥体时,车刀与被加工零件的位置关系如图 4 所示。

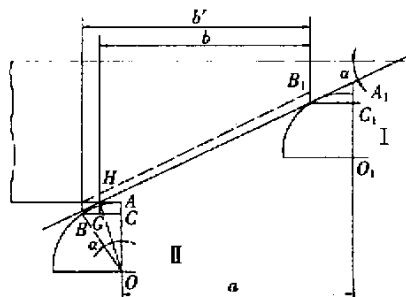


图 4 切削外锥体加工简图

Fig.4 Cutting outward-conic surface simple chart

车刀处于起始位置 I 时,刀尖圆弧上 B_1 点与锥体小端相切,因为编程时是按车刀刀尖圆弧顶点位置进行的,所以锥体小端部的轴向尺寸变化量为 B_1C_1 ,当完成锥体车削处于位置 II 时,刀尖圆弧上 B 点与锥体相切,而此时须使刀尖圆弧顶点处于圆柱体部要求的半径位置上,由此分析可知:当车刀位移 a 时,形成锥体轴向长度应为 b' ,而实际锥体长度为 b ,即锥体轴向缩短,所以锥轴向长度的变化量 Δb 为:

$$\Delta b = a - b$$

图中 B_1 和 B 为圆弧上同一点,即 $B_1C_1 = BC$ 所以 $a = b'$

$$\text{即 } \Delta b = b' - b = BC$$

因为刀尖圆弧同时相切于锥体和圆柱体的 A 、 B 两点,由几何关系可得 $BH = AH$

$$\angle BOH = \angle AOH = \frac{\alpha}{2}$$

式中 α ——锥体斜度

$$\text{在 } \triangle BOH \text{ 中, } BH = r \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\text{在 } \triangle BGH \text{ 中, } BG = BH \cos \alpha = \cos \alpha \cdot r \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\text{所以 } \Delta b = r \cos \alpha \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (6)$$

此时刀具的实际轴向位移长度 a 为

$$a = b + r \cos \alpha \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (7)$$

由此可见,数控车床加工单段外锥体零件时,由于车刀刀尖圆弧半径的存在,使得被加工零件的轴向尺寸发生变化,且轴向尺寸的变化量随刀

具圆弧半径的增大而增大 ,随被加工零件锥度的增大而增大。

3 实际应用

数控车床加工图 1 所示曲轴 ,工序尺寸 $a = 18\text{ mm}$, $b = 45\text{ mm}$, $\alpha = 30^\circ$, $c = 30\text{ mm}$,车刀刀尖圆弧半径 $r = 1\text{ mm}$,按上述分析结论 ,得出加工各段表面的尺寸误差和刀具的实际位移量(如表 1)。

重新修改程序中相应内容 ,经加工检验 ,得到的零件尺寸和工序尺寸一致。

表 1 误差分析表

Table 1 Error analysis chart			
加工尺寸/mm	尺寸误差/mm		实际位移/mm
$a = 18$	$\Delta a = 1$		$a' = 17$
$b = 45$	$\Delta b = 0.23$		$b' = 44.77$
$c = 3$	$\max\Delta c_{\text{轴}} = 1$	$\max\Delta c_{\text{径}} = 1$	$c'_{\text{轴}} = 2$

4 结束语

刀具圆弧半径的存在对数控车床的精度有着不容忽视的影响 ,实际生产中应分析具体的加工面 ,以采取措施消除误差 ,获得合格的加工零件。

参考文献 :

[1] 范俊广. 数控机床及其应用[M]. 北京 :机械工业出版社 ,1993.
[2] 《实用数控加工技术》编委会. 实用数控加工技术[M]. 北京 :兵器工业出版社 ,1995.
[3] 杨有亮. 刀具几何参数对数控车库加工精度的影响[J]. 机械制造 ,1994 (12) :15 - 17.

Influences of Corner Radius On Machining Accuracy
of Numerically-controlled Lathe

HUANG Xiao-feng

(Department of Mechanic Engineering of Yancheng Institute of Technology ,Jiangsu Yancheng 224003 ,China)

Abstract : Numerically-controlled processing is an advanced processing method , it has been used in various industries . however ,If some factors are not controlled accurately ,the economical and social effect will be influenced . The problems and solution methods on error of crankshaft are discussed in this paper .

Keywords : corner radius ; crankshaft ; numerically-controlled lathe ; machining accuracy