

数控车床切削速度对轴类零件表面粗糙度影响研究

刘书明

清远市职业技术学校

摘要:目的:探究数控车床切削速度对轴类零件表面粗糙度影响。方法:采用正交试验设计方法,研究轴体零件表面未处理切削速度下各参数的性能。根据操作员的切削经验和仪器制造商提供的切削参数范围来选择切削参数,使用切削参数的切削速度和表面粗糙度作为实验参数,对数控车床切削速度对轴类零件表面粗糙度影响进行探究。结果:切削速度对表面粗糙度的影响比其他参数大,为最大影响参数。在切削速度范围内,表面粗糙度通常会随着切削速率的增加而逐渐增加。因此,为了轴体部件的切削质量,可以选择较低的车削速度。

关键词:数控车削;轴类零件;表面粗糙度;切削速度

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.04.080

引言

近几十年来,数控车床的切削应用于空域工业、卫星通信、惯性导航系统和激光反射器等先进武器^[1]。各种生产技术都是由高质量的金属基体精确组成的,为了实现理想的表面质量和有效的装配尺寸公差,切削加工是不可替代的。由于金属基复合材料的切削量低,其机械性能高,存在切削力高、不易切削等问题^[2]。为此,一些科学家研究了金属基复合材料轴类零件的机械加工指标,深入研究了高速还原下不同的能量变化规律,并用固体合金切割SiC颗粒的合金。分析了降低固体颗粒合金表面损伤的机理。研究了不同体积分数的轴类零件对仪器覆盖率和表面失效的力学特性和加工参数。还研究了还原度的大小、体积分数和颗粒强化的参数、工具晶粒的大小、冷却条件和机器表面的热处理状态。已经在数百万种材料的切削速度上研究了切削形成机制^[3]。通常,轴类部件由低碳结构钢制成,具有高强度、良好强度、良好复杂性、去除过程中变形小、去除和温度后具有良好的综合力学特性、在高温工作环境中具有高强度和持久力强度。适用于制造具有一定强度和难度的机械部件,如机车齿轮、冰箱模具、高负载的连接线和弹簧压力容器、石油深钻杆和渔具、高温(530°C以下)下的化合物,金属丝化合物(低于510°C)等。轴类零件的各部分由于其高强度而难以减少材料^[4]。在过渡过程中,车间材料的强度越大,切割功率和容量越大,以及切割温度越高,都会影响轴类零件切割的难度。数控车床切削过程切削形成机理相当复杂,是在高温、高

压、快速的条件下进行的,转向数控机床,很容易构建长螺旋屑,这些屑很容易融入工作场所,影响切割过程的稳定性、操作安全、仪器的寿命、生产效率和加工表面的质量。因此,以前的大多数切削研究都集中在设备特定机制下的某些表面损伤上,而不是集中在设备表面损伤的机械环境规律上。本文将采用一种实验方法来探索切削速度对轴类零件表面粗糙度影响,并探索机械参数对机械表面损伤的影响规律。

一、实验部分

(一) 试验条件

实验设备为GENOS-L250E数控车床,最高转速3000r/min,主轴输出功率7.5kW。使用固体合金还原仪。表1为仪器供应商提供了相关工具信息^[5]。经过调质和温度处理,其化学成分如表2、表3所示,外部切口为160mm。30-35HRC表面坚硬,直径为38mm,工件的总长度为301mm。

表1 车刀刀具信息

项目	内容
刀片型号	WNMG080408-HQ
刀尖圆弧半径 r_{ϵ} /mm	0.8
切削速度范围 v_c / ($m \cdot \min^{-1}$)	140~300
背吃刀量范围 a_p /mm	0.5~2.5
进给量范围 f / ($mm \cdot r^{-1}$)	0.15~0.3
刀具商	京瓷

表2 轴类零件成分

元素	质量分数/%	元素	质量分数/%
C	0.16~0.21	S	≤0.035
Si	0.17~0.37	Cr	1~1.3
Mn	0.8~1.1	Ti	0.04~0.1
P	≤0.03	Cu	≤0.2

表3 零件的主要机械性能

参数名	参数值
抗拉强度 σ_b /MPa	1 080
屈服强度 σ_s /MPa	835
断后伸长率 δ /%	10
断面收缩率 ψ /%	45
布氏硬度	\leq HB217

工件材料，标准规格为30mm×360mm的侧面零件，工件为20CrMnTi线材，其成分和主要力学特性如表4

表4 工件材料的主要化学成分（质量分数%）

C	Mn	Si	P	Cu	Cr	Ni	Mo	Ti
0.42	0.57	0.26	0.022	0.04	0.96	0.04	0.17	0.01
调质42crMoA的主要机械性能:								
屈服强度 σ_s /MPa								1 050
抗拉强度 σ_b /MPa								1 150
弹性模量 E/GPa								210
伸长率 δ /%								14
断面收缩率 准/%								55
冲击功 A kV /J								90

(二) 试验方法

数控车床固体合金板材的建议切割精度范围为0.1~0.3mm深度切割，进给速度0.2~0.3mm/r，转速1300~1500r/min。加工件的直径范围应为16~30mm。

采用正交试验设计方法，研究了20CrMnTi钢表面未处理速度下各参数的性能^[6]。应根据操作员的切削经验和仪器制造商提供的切削参数范围来选择切削参数的水平，使用切削参数的影响因素和表面不确定性作为实验参数。因此，正交实验方案首先应根据正交实验设计的实验参数，对工件进行切削加工工作，应在GENOS-L250E数控车床进行清理和操作后进行加工^[7]。使用德国Round MarXCR20测量仪对工作区域的外表面进行测量^[8]。为了提高测量结果的可靠性，在工件表面的同一方向上取三个点，并分别测量不确定度值。这三点的平均值用作表面不确定度测试值。

表5 车削试验正交试验方案

水平	实验因素		
	切削速度 v / ($m \cdot min^{-1}$)	进给量 f / ($mm \cdot r^{-1}$)	背吃刀量 a_p /mm
1	130	0.16	0.3
2	160	0.2	0.4
3	190	0.24	0.5

二、试验结果及分析

(一) 车削表面粗糙度结果

20CrMnTi车削表面粗糙度结果如表5所示。

表6 试验结果

试验序号	试验因素			
	切削速度 v / ($m \cdot min^{-1}$)	进给量 f / ($mm \cdot r^{-1}$)	背吃刀量 a_p /mm	表面粗糙度 R_a / μm
1	130	0.16	0.5	1.16
2	130	0.2	0.4	1.17
3	130	0.24	0.3	1.19
4	160	0.16	0.4	1.21
5	160	0.2	0.3	1.22
6	160	0.24	0.5	1.24
7	190	0.16	0.3	1.34
8	190	0.2	0.5	1.42
9	190	0.24	0.4	1.44

从表5中的结果可以看出，试验范围内使用的还原率对表面失效的影响最大，其次是进给速度和背刀力量的影响最小。因此，研究了数控车床切削对轴类部件表面粗糙度的影响。在实验切割速度范围内，表面粗糙度在降低率方面呈现出渐进趋势。随着还原速率的增加，金属的去除速率增加，还原强度和还原温度每单位时间增加，从而导致表面粗糙度增加。另一方面，由于表面的粗糙度增加，机器仪器的振动也会增加。进给速率越高，表面处理的质量就越差。随着进料速率的增加，进料方向上切削剩余面积也会增加，刀具切削的载荷也会增大，导致表面粗糙度也增大。

(二) 极差分析结果

极差分析各影响因素，其结果如表7所示。

表7 极差分析结果

项目	切削速度 v / ($m \cdot min^{-1}$)	进给量 f / ($mm \cdot r^{-1}$)	背吃刀量 a_p /mm
T 1	3.52	3.71	3.75
T 2	3.67	3.81	3.82
T 3	4.2	3.87	3.82
X 2	1.22	1.27	1.27
极差	0.227	0.053	0.023
重要性排名	1	2	3
最优水平	130	0.16	0.3
影响因素排序	切削速度>进给量>背吃刀量		

影响因素分类：减速>进料速度>背刀力量

T_i 是每个组分*i*的表面争议的总和， X_i 是具有 $X_{i_{max}}-X_{i_{min}}$ 范围的每个组分*i*表面争议的平均值。因子的范围越大，通过改变实验范围，因子对不确定度指数值的影响就越大。内部切割工具数量对表面争议的影响相对较小，相应进行了理论分析。然而，切削深度小，金属的去除量小，切削力也小。因此，不会进行任何重大研究。本文主要考察数控加工的影响，以降低零件表面纠纷的速度，提高零件表面质量。

采用多种回归方法和二次多项式回归方法建立了表面失效与机构参数之间的定量关系。考虑到这些因素的较小影响，例如减少表面粗糙度的仪器数量，基于减少率建立了以下表面粗糙度预测模型：

$$R_a = b + b_1v + b_2f + b_3vf + b_4v^2 + b_5f^2 \quad (1)$$

在公式中， b_i 为计算系数， v 是进料速率（mm/r）， f 是还原速率（m/min）。

在MATLAB软件中开发了一个程序，利用回归函数实现了几个线性回归解，得到了表8，表中列出了解决方案的结果。

表8 表面粗糙度预测模型的系数拟合结果

系数	b	b1	b2	b3	b4	b5
估计值	2.5915	-0.0217	0	0.0146	0.00007	-4.1667
实际值	2.5654	-0.0232	0	0.0265	0.00007	-4.2355
误差	0.0261	0.0015	0	-0.0119	0	0.0688

通过表8可看出，构建的表面粗糙度预测模型得到的预测结果，与实际结果之间的误差在0~0.0261之间，误差不超过0.1。证明了表面粗糙度预测模型具有一定的可靠性，可为数控车床切削参数的设置提供一定参考。

三、实验结果讨论

根据上述实验结果，在研究数控车床切削速度对轴类零件表面粗糙度影响时，切削速度对表面粗糙度的影响比其他参数大，为最大影响参数。在切削速度范围内，表面粗糙度通常会随着切削速率的增加而逐渐增加。因此，为了轴体部件的切削质量，可以选择较低的车削速度。

结束语

采用固体合金仪器在数控车床上对金属轴类进行了精确的切削速度实验。采用正交实验方法研究了表面速度参数降低的影响。结果表明，切削速度对表面粗糙度的影响最大，其次是进给速度和刀背深度。表面的重量通过增加还原速率和进料速率而增加。根据实验数据，建立了表面粗糙度模型。与回归模型统计、配备数据的模型和实验测量结果相比，证明了表面粗糙度预测模型的可靠性，可以提供指导，为金属轴件精密安装过程，选择正确切削的参数。

参考文献

- [1]李镜悬, 邱述龙, 覃事鹏. 影响金属切削数控车床操作精度的因素及解决方法[J]. 世界有色金属, 2021(22): 184-185.
 - [2]王军歌. 表面粗糙度对机械零件使用性能的影响分析[J]. 冶金管理, 2021(15): 37-38.
 - [3]肖小平, 李晶晶, 张超等. 基于ANN的加工零件表面粗糙度和能耗预测方法[J]. 应用科技, 2021, 48(06): 63-69+84.
 - [4]朱玉娥. 数控车床切削过程稳定性分析研究[J]. 锻压装备与制造技术, 2020, 55(05): 145-148.
 - [5]吴开旭. 数控车床切削控制能力对机械加工精度的影响[J]. 中阿科技论坛(中英阿文), 2020(06): 124-125.
 - [6]张龙, 孟稳. 涂层硬质合金刀具磨损对零件表面粗糙度的影响试验分析[J]. 现代制造技术与装备, 2020(05): 123-124.
 - [7]王洋, 孟庆国, 杨喆等. 提高轴类零件表面粗糙度的方法探讨[J]. 内燃机与配件, 2020(08): 116-117.
 - [8]柏鹤. 高速切削技术在数控车床中的应用[J]. 机械制造, 2019, 57(12): 9-10.
- 作者简介：刘书明（1983.12）；广东省清远市人；汉；本科；机械讲师；研究方向：机械设计制造及其自动化。