

背吃刀量对车削42CrMoA钢表面粗糙度及切屑的影响

刘军壮, 邹艳, 宁宇

青岛工程职业学院 山东青岛 266112

摘要: 采用硬质合金涂层刀具, 利用单因素试验法进行了车削42CrMoA钢试验, 得到了改变背吃刀量对表面粗糙度及切屑长度影响的规律, 提供了车削42CrMoA钢精加工阶段的背吃刀量参考值。结果表明: 当切屑呈螺旋状规则形状时, 表面粗糙度值随着背吃刀量的增加而降低; 当切屑变为碎屑时, 表面粗糙度值呈现不规则的变化趋势; 当背吃刀量继续加大, 切屑堆积在前刀面上, 切削过程排屑不良导致表面粗糙度值升高。车削42CrMoA时, 背吃刀量对切屑长度的影响很大, 切屑长度随着背吃刀量的增加先增加后减小。

关键词: 车削; 42CrMoA钢; 背吃刀量; 表面粗糙度; 切屑长度

1 序言

42CrMoA钢是一种中碳低合金结构钢, 其强度高, 淬透性好, 韧性好, 淬火时变形小。调质后综合力学性能好, 在高温工作环境下有高的蠕变强度和持久强度^[1]。适宜要求具备一定强度和韧度的机械零件, 如机车大齿轮、折弯机的模具、压力容器受载荷极大的连杆和弹簧夹, 石油深井钻杆接头与打捞工具及高温条件下的连接件 ($\leq 530^{\circ}\text{C}$)、紧固件 ($< 510^{\circ}\text{C}$) 制造^[2]。

由于42CrMoA钢强度高, 属于难切削材料。切削过程中, 工件材料的强度越高, 切削力、切削功率就越大, 切削温度随之增高, 影响加工的表面粗糙度。由于金属切削过程是在高温、高压及高速状态下进行, 因此切屑的形成机理相当复杂, 车削42CrMoA钢时, 容易形成很长的螺卷屑, 螺卷屑过长容易缠绕在工件上, 影响切削过程的稳定性、操作安全、刀具寿命、生产效率和已加工表面的质量。本文采用硬质合金涂层刀具对调质处理的42CrMoA钢进行车削试验, 研究不同背吃刀量对表面粗糙度及断屑效果的影响^[3, 4]。

2 试验设备

(1) 机床 本试验采用数控车床CKD6150A (见图1), 机床主轴最高转速2200r/min, 最大车削长度750mm, 卡盘直径250mm。



图1 数控车床CKD6150A

(2) 刀具 35° V形硬质合金涂层刀片, 型号为VNMG160404FF, 直线形断屑槽, 槽形代号FF。刀柄为 93° 主偏角, 型号为MVJNR2525M16, 试验采用的切削液为较浓的乳化液, 型号为BC20-ART.1200-05。刀具几何参数见表1。

表1 试验用刀具几何参数

$\gamma_0/$ (°)	$\alpha_0/$ (°)	$\lambda_s/$ (°)	$\kappa_r/$ (°)	$\kappa_r'/$ (°)	$r_e/$ mm
20	0	3	93	52	0.4

表2 42CrMoA钢的主要化学成分 (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

表3 调质42CrMoA主要力学性能

屈服强度 σ_s /MPa	1050
抗拉强度 σ_b /MPa	1150
弹性模量 E /GPa	210
伸长率 δ (%)	14
断面收缩率 ϕ (%)	55
冲击功 A_{kv} /J	90

3 试验方案及结果分析

(1) 试验方案 硬质合金涂层刀具精车时推荐的切削用量范围：背吃刀量0.1~0.3mm，进给量0.1~0.3mm/r，转速1300~1500r/min。加工的工件直径范围16~30mm。

为了确定背吃刀量对表面粗糙度及断屑效果的影响规律，取不同的背吃刀量值进行单因素试验，

(3) 工件材料 42CrMoA钢，规格： $\phi 30\text{mm} \times 360\text{mm}$ ；热处理：调质；表面硬度：30~35 HRC；其化学成分与主要的力学性能分别见表2、表3^[5, 6]。

把进给量固定在0.15mm/r，从保证提高去除率和工艺刚度的角度考虑，把切削速度固定在110m/min。背吃刀量取0.15mm、0.20mm、0.25mm、0.30mm、0.35mm、0.4mm、0.5mm、1.00mm和1.50mm 9个数值，试验过程中工件从 $d=27\text{mm}$ 开始切，最终切至 $d=21\text{mm}$ ，试验中转速不超过1500r/min。

(2) 试验结果及分析 上述试验方案及试验数据见表4。在不同背吃刀量下表面粗糙度的测量结果如图2所示，当切屑呈螺旋状规则形状时， Ra 值随着背吃刀量的增加而降低，背吃刀量在0.35~1mm时 Ra 值较好，均在 $1.6\mu\text{m}$ 以下。当切屑变为碎屑时， Ra 值呈现不规则的变化趋势，当背吃刀量继续加大，切屑堆积在前刀面上，切削过程排屑不良导致 Ra 值升高^[7, 8]。

表4 试验数据

试验序号	a_p/mm	$f/(\text{mm/r})$	$v/(\text{m/min})$	$Ra/\mu\text{m}$	切屑形态及长度
1	0.15	0.15	110	1.85	螺旋状切屑，平均长度为53mm
2	0.20	0.15	110	1.77	螺旋状切屑，平均长度为182 mm
3	0.25	0.15	110	1.64	螺旋状切屑，平均长度为15 mm
4	0.30	0.15	110	1.28	螺旋状切屑，平均长度为15 mm
5	0.35	0.15	110	1.14	螺旋状切屑和碎屑的混合物
6	0.4	0.15	110	1.08	碎屑
7	0.50	0.15	110	1.49	碎屑
8	1.00	0.15	110	1.23	碎屑
9	1.50	0.15	110	1.81	粘刀，切屑呈大团螺旋状，断屑槽失去作用

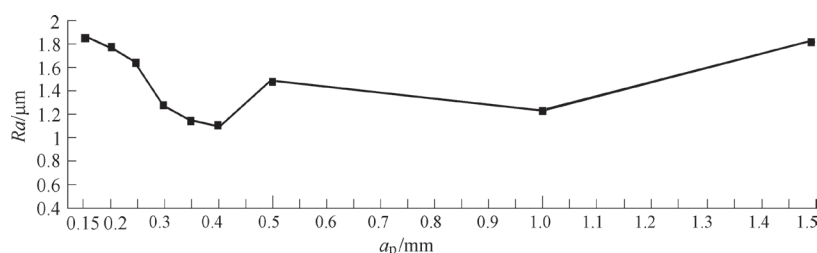


图2 背吃刀量 a_p 对 Ra 值的影响

在切削时发现，第9组试验的切屑堆积在前刀面上，切屑堆积到前刀面上不利于切削过程的进行，同时还会影响已加工表面质量和刀具寿命。此组试验与其他组的唯一差别是背吃刀量最大，第9组 $a_p=1.5\text{mm}$ 。从这一因素出发考虑就会发现，随着切屑宽度增大，一方面切屑太宽不能卷曲形成螺旋屑，另一方面，切屑宽度值超过刀尖圆弧处的断屑槽形在切削刃长度上的长度值，此时主切削刃处的断屑槽不起断屑作用。由于主切削刃处的断屑槽宽度小，切削刃前角大，切屑经过前刀面时受到断屑槽的阻碍而堆积在前刀面上，图3为堆积在前刀面上的切屑形态，切屑的小段弯曲说明断屑槽阻碍切屑的流动。



图3 堆积在前刀面上的切屑形态

进给量 $f=0.15\text{mm/r}$ 时，切削过程的切屑折断后的长度 L 值随背吃刀量 a_p 的变化情况如图4所示。切屑长度随着背吃刀量的增加先增加后减小，在 $a_p=0.2\text{mm}$ 时切屑最长，平均长度为182mm。

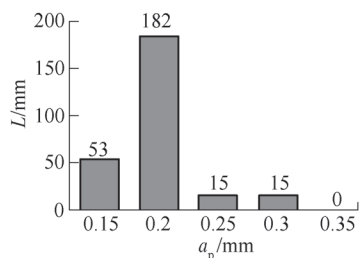


图4 $f=0.15\text{mm/r}$ 时切屑长度的变化

图5为进给量 $f=0.2\text{mm/r}$ 时的切屑长度变化，对比图4和图5，断屑槽的断屑效果存在一个不理想的背吃刀量范围，这个范围随着进给量的变化而变化，但变化不大，同时也可得出进给量对切屑长度有很大的影响。

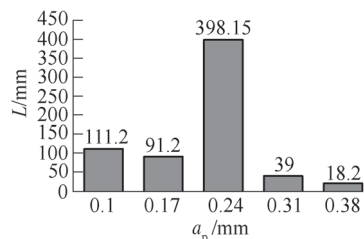


图5 $f=0.2\text{mm/r}$ 时切屑长度的变化

4 结束语

1) 当切屑呈螺旋状规则形状时， Ra 值随着背吃刀量的增加而降低，背吃刀量在 $0.3\sim 1\text{mm}$ 时， Ra 值较好，均在 $1.6\mu\text{m}$ 以下。当切屑变为碎屑时， Ra 值变化表现为不规则的变化趋势，当背吃刀量继续加大，切屑堆积在前刀面上，切削过程排屑不良导致 Ra 值升高。

2) 车削42CrMoA时，背吃刀量 a_p 对切屑长度的影响确实很大，进给量 f 对切屑长度也有一定的影响。进给量在 0.15mm/r 与 0.2mm/r 时切屑长度随着背吃刀量的增加先增加后减小，在 $a_p=0.2\text{mm}$ 左右时切屑最长，断屑效果差。

参考文献:

- [1] 赵松涛，梁军华. 涂层硬质合金刀具车削42CrMo钢切屑试验研究[J]. 组合机床与自动化加工技术，2015，(10)：45-47.
- [2] 李琴，梁军华，庞学慧. 切削用量对车削42CrMo切削力的影响[J]. 机床与液压，2016，44(3)：163-165.
- [3] 魏铁军. 基于正交试验的45钢车削表面粗糙度的研究[D]. 苏州：苏州大学，2016.
- [4] 高胜利，孙富建，屈盛官. 带断屑槽的硬质合金刀具干车削40Cr钢的切削性能[J]. 中北大学学报（自然科学版），2015，36(2)：150-155.
- [5] 李刚. 42CrMo钢的刀具材料匹配及切削性能分析[D]. 济南：山东大学，2018.
- [6] 庆振华. 高强度钢42CrMo硬态切削切屑形成机理的研究[D]. 南京：南京航空航天大学，2015.
- [7] 张法光. 高效车削42CrMo钢的工艺参数优化[D]. 贵阳：贵州大学，2015.
- [8] 朱建军，唐佳，赵中华. 车削刀片刀尖圆弧半径对加工的影响[J]. 实验室研究与探索，2012，21(10)：254-259.