

4Cr14Ni14W2Mo材料车削加工

漆嵘, 孙婷, 柴蓬林, 李群, 王帅

北方光电股份有限公司 陕西西安 710043

摘要: 选取典型的回转类零件为样件, 研究、分析4Cr14Ni14W2Mo高温不锈钢材料的特性和加工难点。通过车削试验, 确定了适合加工4Cr14Ni14W2Mo高温不锈钢的切削参数。

关键词: 高温不锈钢; 刀具; 切削参数

1 序言

高速切削加工技术作为一项先进制造技术, 具有切削力小、材料去除率高、加工精度高和零件表面质量好等显著优势, 为高温合金零件的高质、高效加工提供了有效服务。但高温合金高速切削机理和工艺技术的研究还不是很充分, 成为目前高温合金零件制造领域亟需解决的关键问题之一。

2 生产现状及存在问题

采用现有的合金刀具以及切削参数进行加工4Cr14Ni14W2Mo材料时, 仅加工一个面刀尖就严重磨损, 无法再进行后续的加工。零件的加工精度较难保证, 加工效率也很低。通过对前期加工存在问题的总结, 我们发现加工此类材料存在以下问题。

(1) 切削力大 材料硬度、强度高; 塑性、韧性好; 切削变形大。

(2) 切削刃接触应力增大 由于刀具切削接触长度短, 从而使切削刃接触应力增大。

(3) 切削温度高 主要由于切削时消耗的变形功多, 导热系数小, 切削热不易传出并集中在切削刃刀尖上。

(4) 加工硬化倾向大 材料的塑性与韧性大, 在切削力作用下, 产生的切削变形大, 晶格扭曲, 造成加工硬化。

(5) 刀具磨损严重 容易产生氧化与扩散磨损, 材料内的硬质点、渗碳体等组织将会产生摩擦

磨损, 且加工硬化层使刀具产生边界磨损。

3 车削高温不锈钢材料

由于在车削高温不锈钢材料过程中出现了加工效率低、刀具磨损严重、工件表面质量差等问题, 所以选取典型的回转类零件为样件, 研究、分析4Cr14Ni14W2Mo高温不锈钢材料的特性和加工难点。

(1) 典型零件 试验所用材料为4Cr14Ni14W2Mo圆棒料, 尺寸为 $\phi 170\text{ mm} \times 200\text{ mm}$, 选取了典型的轴类零件进行车削试验, 如图1所示。

(2) 选择设备 根据典型零件的尺寸和精度要求选择设备(见表1)。

(3) 切削刀具选择依据 刀具切削部分几何角度的合理选择, 对于高温不锈钢(4Cr14Ni14W2Mo)零件的加工效率、刀具的耐用度、零件加工的表面粗糙度、切削力以及加工硬化等方面都有很大的影响。合理选择刀具几何参数是保证加工质量、加工效率、降低成本的有效途径。参照ISO513标准编号M14选择刀具的各项结构参数。

(4) 切削参数的确定 试验根据机床设备的性能、功率、刚性等条件, 以及高温不锈钢(4Cr14Ni14W2Mo)切削仿真结论, 通过对前期切削加工中问题的总结, 在保证零件尺寸精度的前提下, 考虑刀具可承受的切削参数范围, 选取适用于切削4Cr14Ni14W2Mo高温不锈钢的刀具及试验参数(见表2)。

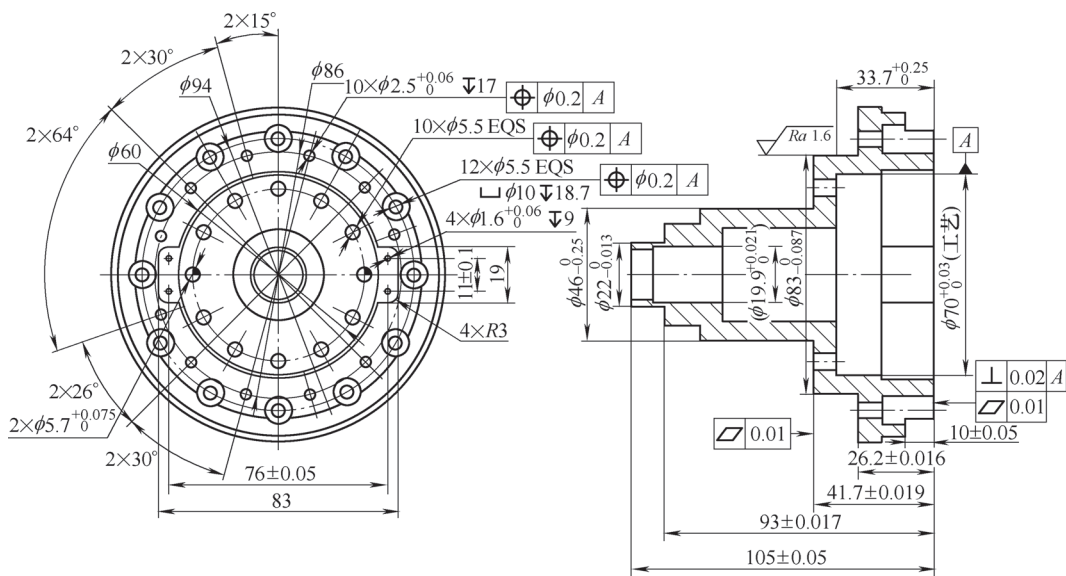


图1 典型的轴类零件

表1 试切削外圆的设备

设备	机床行程/mm	加工内容	表面粗糙度值 $Ra/\mu m$
CY6140	400 × 1000	粗、精加工	0.32

表2 试切削的试验参数

刀具种类	刀具牌号	切削速度 $v / (m/min)$	进给量 $f / (mm/r)$	背吃刀量 a_p/mm
外圆车刀	CCMG 120408-NR IC907	60	0.3	1
外圆车刀	CCMG 120408-NR IC907	80	0.5	1
外圆车刀	CCMG 120408-NR IC907	74	0.2	2.5
外圆车刀	CCMG 120404-TF IC907	98	0.5	1
外切槽刀	CCMG 120404-TF IC907	75	0.9	2.5
端面槽刀	HFPR 3003 IC808	69	0.15	2.5

(5) 试验过程 试验在CY6140车床上采用表2中所列刀具和切削参数进行试车, 对所加工工件的表面粗糙度、切屑形状进行观察, 切削的6组试验结果见表3。

(6) 试验过程分析 试验1车削外圆, 切屑成C形屑, 颜色为暗黄色, 表明按照设定的参数车削时, 产生的热量较高使切屑变色, 虽然刀具无变化但工件表面质量较差。C形屑对普通机床是一种较佳形式的切屑, 它不伤人, 也不缠绕在工件和刀具上, 由于C形屑是撞在车刀的后刀面或工件表面上

折断的, 所以对切削过程的平稳性及工件的表面质量有一定的影响。

试验2车削外圆, 机床主轴转速提高到260r/min, 刀尖变黑, 切屑成C形屑, 颜色为金色, 表明按照设定的参数车削时, 产生的热量集中在刀尖上, 虽然刀具无磨损, 但工件的表面质量较差。

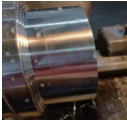
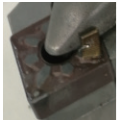
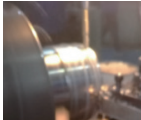
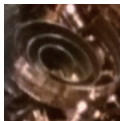
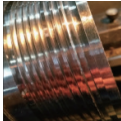
试验3车削外圆, 机床主轴转速降低到170r/min, 背吃刀量增加到2.5mm。车削时, 机床颤动、切屑四溅, 切屑为崩碎屑呈暗黄色。这表明切削过程很不平稳, 已加工的表面凹凸不平, 表面质量差, 刀尖磨损, 切削参数不适宜。应该减小背吃刀量, 适当提高切削速度, 以增加工件材料的塑性。

试验4车削外圆, 更换了另外一种外圆车刀, 提高了机床主轴的转速, 减小了背吃刀量。车削时, 机床运转平稳, 切屑呈发条屑状, 表明刀具的流屑角较小, 刀尖无变化, 表面粗糙度值 Ra 较小。

试验5外切槽刀车削, 机床运转平稳, 切屑呈螺旋屑。表明切削过程较为平稳, 切削力波动小, 已加工的表面粗糙度值 Ra 较小。另外, 为了检测刀具的切削性能, 连续切槽10余个后, 检查刀具无变化, 证明刀具耐磨性高。

试验6端面槽刀车削, 由于工件的直径为55mm, 为保证切削速度达到70r/min, 所以机床主轴的转速提高至400r/min, 机床运转平稳, 切屑呈塔状屑。机床运转平稳, 由于车刀三面受力, 表面粗糙度值 Ra 较大, 刀具呈五角星状利用率高。

表3 切削的6组试验结果

试验	机床主轴转速/ (r/min)	机床运转	表面粗糙度值 $Ra/\mu\text{m}$	刀具变化	切屑形状/切屑颜色
试验1外圆车刀	170	平稳	0.32 	无变化 	C形屑/暗黄色 
试验2外圆车刀	260	较平稳	0.32 	刀尖变黑 无磨损 	C形屑/金色 
试验3外圆车刀	170	颤动	0.64 	刀尖磨损 	崩碎屑/暗黄色 
试验4外圆车刀	260	平稳	0.16 	无变化 	发条屑/金色 
试验5外切槽刀	170	平稳	0.16 	无变化 	螺卷屑/金色 
试验6端面槽刀	400	平稳	0.32 	无变化 	塔状屑/金色 

4 切削参数的确定

经过对4Cr14Ni14W2Mo高温不锈钢零件的加工验证，刀片（CCMG 120408-NR IC907）和刀片（CCMG 120404-TF IC907）均有优点，合适的切削参数见表4。其中，刀片（CCMG 120408-NR IC907）的优点是强度好，切削刃前端有0.4mm的倒

棱，有效地增加了刀片的强度，适合于粗加工。刀片（CCMG 120404-TF IC907）有TF槽，优点是大的正前角有力地防止加工硬化，大圆弧断屑槽的设计有利于切屑排出，避免前刀面的月牙洼磨损，适合于精加工和半精加工。

5 结束语

通过理论分析和试验研究相结合的方法，总结出了适合4Cr14Ni14W2Mo高温不锈钢材料车削的切削参数和切削刀具，解决了车削该材料零件加工的困难，实现了对4Cr14Ni14W2Mo高温不锈钢材料的高质、高效加工。

参考文献：

- [1] 宁福达. 镍基高温合金高速铣削切屑形成机理与表面粗糙度[D]. 大连：大连理工大学，2015.

表4 4Cr14Ni14W2Mo高温不锈钢的切削参数

名称	刀片牌号	切削速度 $v/(m/min)$	进给量 $f/(mm/r)$	背吃刀量 a_p/mm
粗车外圆	CCMG 120408-NR IC907	65	0.5	1
精车外圆	CCMG 120404-TF IC907	70	0.3	0.3
外切槽刀	CCMG 120404-TF IC907	68	0.9	2.5
端面槽刀	HFPR 3003 IC808	70	0.15	2.5
内孔镗刀	CCMT 09T304-14 IC803	75	0.3	1

MW 20210303