

大规格机用丝锥热处理开裂原因分析

张振刚, 翟彦召, 张林, 常林威

河南一工钻业有限公司

摘要: 大规格机用丝锥的热处理比较复杂, 在生产中容易出现开裂现象。根据生产中遇到的大规格机丝开裂情况, 对机械加工工艺、热处理工艺、生产现场管理等方面进行深入分析, 找到产品开裂原因, 并提出预防措施。

关键词: 高速钢; 机丝; 热处理; 开裂原因分析

1 引言

机用丝锥是一种常见的内螺纹加工工具, 在切削过程中, 刀具要承受较高的温度和切削应力, 加上机用丝锥为多刃切削, 刃口多而薄, 对刀具的硬度、红硬性和强韧性都有较高要求。生产中, 机用丝锥普遍采用 6542 高速钢制作。高性能机用丝锥则采用 M35 和 M42 等高性能高速钢制作。大规格机用丝锥在生产中较为复杂, 淬火温度范围窄, 不仅要保证硬度和强韧性, 还要预防可能的开裂现象。

2 开裂原因及改进措施

在生产过程中发现, 热处理后的 G1 $\frac{7}{8}$ 机用丝锥出现了批量开裂事故, 开裂率高达 90% 以上, 造成很大经济损失, 因此有必要深入分析热处理开裂的原因。本文从原材料、机加工工艺、热处理工艺、淬火回火操作过程等方面进行了排查。

2.1 加工工艺及开裂现象

G1 $\frac{7}{8}$ 机用丝锥的原材料: 刃部采用 W6Mo5Cr4V2 高速钢, 柄部采用 45 钢, 通过对焊方式成型。

机加工工艺: 淬火前完成对焊、车柄、铣槽、铣方。

热处理工艺: 柄部和刃部分开淬火, 先对刃部进行淬、回火, 然后对柄部进行淬火。

收稿日期: 2018 年 10 月

3 改进效果

在钛合金梁的工艺方案改进过程中, 可以对零件进行快速定位, 提高了装夹效率, 减少了工装成本。采取有效的工艺方法可以防止零件变形, 采用先进的侧刃铣削、插铣加工转角编程方式, 保证了零件的加工质量, 进一步提高了加工效率。

刃部的热处理工艺: 预热 860℃ × 12min, 淬火 1215℃ × 6min, 分级 600℃ × 3min, 分级后空冷。回火 560℃ × 60min, 回火 3 次。

柄部的热处理工艺: 淬火 860℃ × 6min, 清水冷却。回火 400℃ × 90min。

柄部回火完成后, 发现产品出现大量开裂现象, 工件从 1m 高处自由落体到水泥地面就会开裂, 开裂形态如图 1 和图 2 所示。

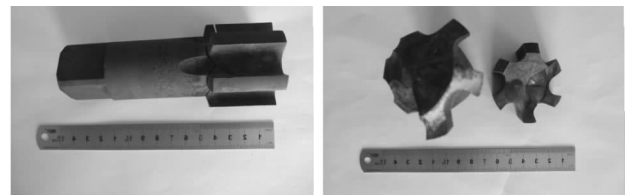


图 1 刀具开裂

图 2 刀具开裂面

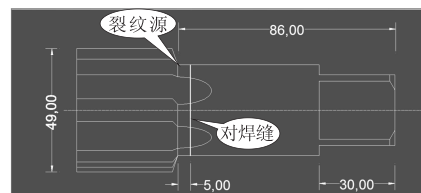


图 3 刀具结构

如图 3 所示, 裂纹主要集中在对焊下方与刃部过渡处的尖角处。裂纹普遍较长, 部分长度几乎达到了柄部周长的一半, 新断面表面光滑, 裂纹处的断面有锈迹。

2.2 开裂原因分析

(1) 对开裂后的工件进行淬、回火分析

刃部组织: 取刃部靠近断面处部位进行金相制

经实际加工验证, 改进后的工艺方案能够加工出合格产品, 且产品质量稳定, 表面粗糙度好。改进后的加工方案为生产钛合金薄壁梁类零件提供了借鉴。

第一作者: 卞伟宇, 工程师, 航空工业沈阳飞机工业(集团)有限公司数控加工厂, 110850 沈阳市

样,在 500 倍金相显微镜下观察,原材料结构优良(见图 4)。因为工件的尺寸较大,碳化物虽然有一部分堆积,但在合格范围内,碳化物形态还算良好。淬火晶粒度在 10 - 10.5 之间,淬火温度正常,碳化物溶解良好,没有出现过热现象,回火马氏体回火充分,基本上看不到奥氏体,回火达到一级^[1]。用线切割对失效部位取样,测试回火后的硬度为 64.5 - 65.0HRC,硬度符合要求。淬火和回火温度均没有出现明显的失误^[2]。

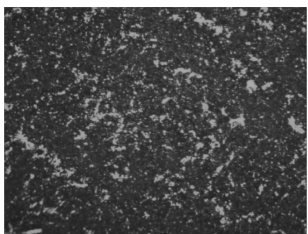


图 4 刀具的淬回火组织(500 ×)

柄部组织:取柄部靠方部位进行制样分析,没有发现明显的过热现象。对方部硬度进行分析,硬度为 40HRC 左右,刃部硬度在合格范围内。

为进一步验证开裂原因,重点分析硬度在柄部的分布规律。工艺要求:柄部的硬化长度为方部的 2 倍。该工件的淬火深度理论上在 60mm 左右,淬火时间 6min。检查时发现,失效的工件在离柄部 75mm 处硬度依然达到了 40HRC,说明淬火的深度超出了标准。

深入调查发现,由于淬火的疏忽造成柄部淬火深度较深,并且加热时间没有按要求严格控制,导致加热时间延长,热影响区范围向上扩展,截面过渡处温度急剧升高,在淬火时又急剧冷却,导致尖角处拉应力集中,超过材料的断裂强度,从而发生开裂现象^[3]。

(2) 加工工艺及过程分析

高速钢刀具的对焊工艺在生产中比较常用,一般要求焊缝部位不能超过退刀槽。该批次产品为了节省高速钢,刃部的高速钢下料长度比工艺要求至少缩短了 10mm,导致焊缝位置过于接近刃部。在热处理过程中,要求淬火线远离焊缝 5 - 10mm。

由于刃部的下料长度被大幅压缩,工人在操作时被迫贴近截面过渡处(即尖角部位)淬火。原本应该存在于柄部硬度过渡区,被强制移到截面过渡处,形成了强大的应力集中区,是开裂的应力基础^[4]。

高速钢回火后为一类高硬度、高强度钢。一般来说,钢材的强度越高,则硬度越高,对裂纹越敏感,

尖角处更易形成应力集中。因此,高速钢刀具的截面过渡处通常采用圆弧角过渡。而失效刀具开裂处没有圆弧角过渡,并且过渡处刀痕锐利,是产生裂纹的主要原因^[5]。

开裂原因总结如下:

①机加工时对焊处刃部过短,导致淬火线与截面过渡处重合,硬度过渡区恰好分布在尖角处,形成强大的组织应力集中区。截面过渡处没有形成圆弧过渡区,过渡处尖角太锐利,刀痕深,进一步加剧了应力集中。

②淬柄时没有按要求进行,加热深度过大,加热时间长,在淬火时快速冷却,形成了强大的热应力,在尖角处形成热应力和组织应力的叠加,使应力强度超过了材料断裂强度,导致工件开裂。

4 结语

大规格机用丝锥的热处理比较复杂,在生产中容易开裂。本文根据生产中遇到的大规格机用丝锥开裂情况,对机械加工工艺等方面进行深入分析,找到了产品开裂原因,并提出以下建议:①将高速钢的刃部长度恢复到工艺要求长度;②严格热处理操作规程,要严格控制淬柄的温度和时间;③过渡处加圆角,并且要光滑过渡;④将盐浴淬柄改为高频淬柄。

参考文献

- [1]李骞,童世合. W6Mo5Cr4V2 高速钢组织性能特点分析[J]. 青海师范大学学报,2007(1):56 - 58.
- [2]刘宗昌. 淬火开裂及防治方法[J]. 热处理,2010(3):73 - 75.
- [3]钢的热处理裂纹和变形编写组. 钢的热处理裂纹和变形[M]. 北京:机械工业出版社,1978.
- [4]张庆辉,王满社,申军辉. 高速钢焊接机用丝锥热处理裂纹分析[J]. 金属热处理,2003(5):68 - 70.
- [5]赖宏,刘天模. 45#钢零件淬火过程的温度场的 ANSYS 模拟[J]. 重庆大学学报,2003(3):81 - 83.

第一作者:张振刚,河南一工钻业有限公司,453000 河南省新乡市