

永磁电动机转轴在数控车削中心上试加工

■ 中车株洲电机有限公司 (湖南 412001) 文照辉

摘要: 本文主要介绍了一种永磁电动机转轴在数控车削中心上的试制加工过程, 分析车削加工过程中产品尺寸精度与表面粗糙度得不到稳定控制、车削刀具易磨损及攻螺纹过程中丝锥易断裂等一系列原因, 最终通过合理的改进, 达到保证产品质量稳定的目的。

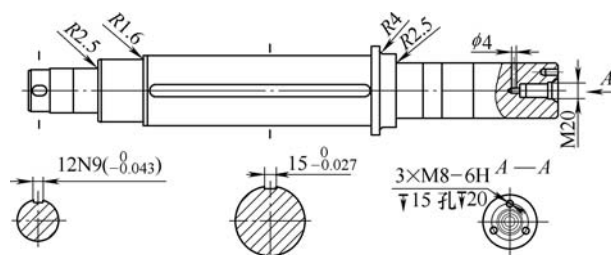
随着我国铁路现代化的快速发展, 永磁电动机因其体积小、噪声低、工作效率高与绿色环保等众多因素, 已经逐步取代传统的机车牵引电动机。高锰无磁钢具有强度高、韧性好以及低磁性(相对磁导率 $\mu \leq 1.02 \mu \text{m}$), 被广泛应用于永磁电动机上, 但由于其硬度高、韧性大等机械特性, 给车削加工带来了尺寸得不到稳定控制、刀具非正常磨损和不断屑等一系列困难。

1. 工件及机床的结构特点

从该工件的结构(见附图)来看, 这是一个典型的轴类零件, 材料为无磁锻造圆钢。作为后工序精磨外圆的定位基准, C型中心螺纹孔的加工质量直接影响转轴跳动与圆度等形位公差, 从而可能影响整机的性能。针对粗加工后所有外径与长度均留有2mm的加工余量, 如果采用数控车床精车外圆、卧式车床精车C型中心螺纹孔、加工中心或镗床钻3×M8端面孔及攻螺纹的传统

方式加工, 则需要在不同类型机床上装夹若干次, 这样不仅会产生重复定位误差, 加工效率低, 而且产品质量的一致性也得不到保证。在实际加工中, 我们选用数控车削中心, 一次装夹便可完成端面、外圆精车, 钻3×M8端面孔和车削M20中心螺纹孔。

机床配置: 单主轴, 主轴最大功率42kW, 单刀架带动力头, 动力刀功率11kW, 且每个刀位可安装径向或轴向动力刀具。C轴绕主轴旋转, 机床除具备一般的车削功能外, 还具备在零件的端面和外圆面上进行铣削、钻孔及攻螺纹等功能。



无磁钢转轴结构简图

2. 首件试制中异常问题及分析

(1) 工步说明: 加工工步如附表所述。

试制过程中出现了以下异常问题: ①过渡圆弧尺寸超差: 相比常规35CrMo转轴材料, 车削该产品的外圆时, 不但发出“叽叽”的切削噪声, 且精车出来的切屑具有发白且成团缠绕现象。程序结束后自检发现, 过渡圆弧R4mm实测值R3.6mm, R2.5mm实测值R2.2mm, 而R1.6mm实测值也只有R1.4mm, 产生过渡圆弧无规律超差现象。②已加工表面质量差, 部分位置有被切屑割伤的情况。③刀尖部分磨损严重, 切削刃出现细小缺口且颜色发白、发亮。④端面M8和M20螺纹底孔内的

附表

工步号	工步名称	工步号	工步名称
1	转轴吊装	8	3×M8端面螺纹孔攻螺纹
2	精车中心架夹持位	9	精车中心螺纹孔60°锥面
3	中心架夹持,退尾座至安全位置	10	车削M20中心螺纹孔
4	半精车端面	11	进尾座至有效行程,打开中心架
5	精车端面	12	半精车外圆
6	钻3×M8螺纹底孔	13	精车外圆
7	M8螺孔倒角及钻M20螺纹底孔	14	转轴卸装

表面粗糙度不符合要求。⑤在攻螺纹过程中,出现断丝锥的现象。

(2) 原因分析:①由于刀具刚性不足,在实际切削过程中因切削抗力大导致刀具产生发弹现象,且精车刀具受成团切屑挤压被排挤在材料实体外侧而产生无规律让刀,造成过渡圆弧无规律超差现象产生。②因该材料韧性好,导致不断屑,长条状切屑被高速旋转的主轴带动而缠绕在工件或刀尖上,造成转轴已加工表面被切屑割伤。③受被加工产品硬度太高的影响,无磁钢优异的耐磨性使得车削刀具在实际加工过程中,因刀尖局部温度过高,在切削过程中由于刀具中的碳元素发生扩散而导致刀片的耐磨性降低,造成刀具磨损严重。④由于加工螺纹底孔的钻头为普通高速钢材料,在实际加工中因为钻头不耐磨,造成条状切屑成团缠绕在钻头上,此时切削液受切屑影响而不能对钻尖进行充分冷却,导致加工温度不断上升,使钻头磨损严重,造成孔内表面质量较差。⑤因为所使用的丝锥为直槽丝锥,且加工位置为盲孔,在攻螺纹过程中由于无法及时将碎切屑排出来,造成丝锥在接近盲孔底部位置时受碎切屑挤压导致断丝锥现象。

3. 解决措施

(1) 车削刀具。重新安装精车外圆刀,将刀具尽可能缩短,以尽量提高刀具刚性,以避免车削过程中刀具发弹现象的产生。

(2) 精车刀片。鉴于P类硬质合金涂层刀片具有更好的耐磨性和耐热性,能承受较高的切削温度,且其表面具有更小的摩擦系数,故选择刀尖圆弧为R1.2mm的DNMG-150612-DM牌号刀片作为精车刀片。

(3) 切削液。人为夹瘪切削液出水口的水管,以尽量增大切削液的出水压力,达到将切屑冲离加工区域的目的。

(4) 钻头。针对机床带内冷的特点,将高速钢钻头换成带内冷的硬质合金钻头,以提高钻头的耐磨性。

(5) 丝锥。针对直槽丝锥在攻螺纹过程中不能及时将切屑排出来,造成丝锥因挤压导致断丝锥现象,将直槽丝锥更换为磨制螺旋槽丝锥。

(6) 切削参数。①背吃刀量:针对转轴毛坯的外圆单边余量为2mm,为尽可能在短时间内去除多余毛坯量,半精车背吃刀量选择

1.75mm,精车选择0.1mm,最终留直径0.3mm给后工序精磨。

②切削速度:鉴于切削速度对切削温度和刀具寿命的影响最大,综合考虑图样要求、工件材料与刀具材料等因素,半精车选择80m/min,精车选择120m/min。

③主轴转速:根据切削速度计算公式 $v_c = \pi DN/1000$,得出:半精车 v_c 约为350r/min,精车 v_c 约为420r/min。

④进给量:根据零件相关精度的要求、刀具和工件的材料,经不断验证得出:半精车 v_c 取0.25mm/r,精车 v_c 取0.1mm/r较为合适。⑤钻孔参数:针对硬质合金钻头的加工特征,结合该数控车削中心动力头的功率,最终将钻孔的切削参数设置为: $\phi 17.5$ mm钻头的转速为500r/min、进给量为75mm/min, $\phi 6.7$ mm钻头的转速为800r/min、进给量为50mm/min。

(7) 加工程序。①为解决钻孔过程中的排屑问题,在数控加工程序中使用CYCLE83深孔钻循环指令,以达到间歇进给的目的,使切屑得以从孔中排出。②为解决加工过程中的不断屑问题,在数控加工程序中适当加入G04延时指令进行断屑处理。

4. 结语

经过对上述措施的落实与生产验证,无磁钢转轴在该设备上的试制得以完成,在加工效率和刀具成本控制、产品质量等方面均取得了较好的效果。经过后续的批量加工,实践证明,此工艺方法不仅能满足设计要求,稳定产品质量,并可推广应用到其他同类型的产品加工中。MW

(收稿日期:20151028)