

创新性B轴刀架设计

■ 沈阳机床股份有限公司 (辽宁 110142) 郭秀英

摘要: 车铣复合加工中心机床多功能的实现, 主要是由B轴刀架完成, 如何摒弃B轴刀架传统结构的弊端, 强大B轴刀架功能, 是机床制造业的难题。本文推出一款创新性B轴刀架, 论述了其机构的高刚性、高性能, 旨在推广和倡导机床制造业的创新性技术。

车铣复合加工中心机床通常具有车、铣、钻、镗、攻螺纹、深孔加工及车铣内外螺纹等功能, 这些功能主要依靠具有B轴功能的刀架装置来实现。因此要求此类装置既能安装车削刀具又能安装各类旋转刀具。

目前, 国内外车铣复合加工中心的B轴刀架装置均设有一个装刀位, 所有刀具都是通过此接口与动力主轴联接的。这种结构形式存在两方面的弊端: ①由于车削刀具工作状态不同于旋转刀具, 它在加工过程中不转动, 就需要在旋转的动力主轴的前端或后端设有一套齿盘锁紧机构或插

销机构, 或离合器机构等; 前端设置机构加长了动力主轴轴承支撑至刀具刀尖的距离, 致使动态系统的刚性低, 后端设置机构易产生扭曲变形, 刀具主轴的定位精度低、刚性低。②旋转刀具需求高转速, 而大型回转体零件的粗车加工毛坯余量大、表面硬度高, 动力主轴需承载高负荷, 因此, 旋转刀具与车削刀具安装在同一刀位时, 如满足旋转刀具高转速的需求, 动力主轴就显得薄弱, 既无法满足车削时的刚性需求, 又会损伤刀具主轴的精度。基于上述原因, 设计了一款B轴刀架(见图1): 旋转刀具和车削

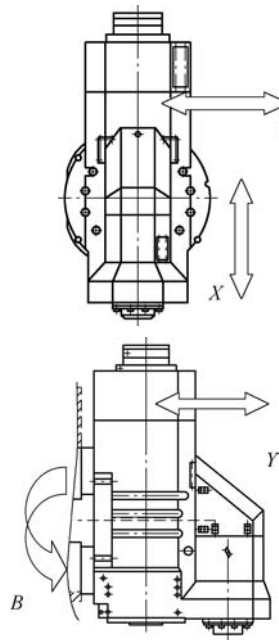


图1 创新性B轴刀架外观图

双切齿轮滚刀加工时, 在两端留有数个不完整齿, 这些齿中壁厚较小的齿在热处理前需要铣掉。根据建立的三维模型, 利用Solidcam软件在模型上直接进行模拟铣削, 生成铣削程序代码, 能够提高产品的加工质量和效率。

4. 结语

采用本文介绍的双切齿轮滚刀结构设计方法能够快速获得

较为合理的滚刀结构。对于建立的双切齿轮滚刀三维模型, 其前刃面为精确齿形, 齿侧后角和齿顶后角接近实际值, 在应用时可认为该模型为双切齿轮滚刀的精确模型, 可以利用建立的双切齿轮滚刀进行滚齿过程模拟, 查验刀具的受力和排屑过程, 使刀具的设计和加工精度进一步提高。

参考文献:

[1] 王小雷. 新结构高效双切齿轮

滚刀[J].航空制造技术, 2009(2): 45-47.

[2] 赵果, 王平. Solidworks2010快速入门与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.

[3] 四川省机械工业局. 复杂刀具设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1979.

MW (收稿日期: 20150403)

刀具各具备安装位置，且车削刀具可实现 180° 转位；每个刀位均可实现自动换刀，配有刀具内冷装置。

1. B轴刀架布局

(1) 创新性。图1为本文介绍的B轴刀架外观布局图（主视图和左视图），在伺服动力下可实现X、Y、Z及B轴方向运动。图2为图1所示B轴刀架结构剖视图，旋转刀具与车削刀具各具备安装位置。图3为国内旋转刀具与车削刀具安装在同一刀位的B轴刀架结构剖视图，动力主轴的前端设有一套锁紧齿盘，国外也是类似结构形式。

图2所示布局形式国内外均未见，它完全具备图3所示B轴刀架功能且性能更佳。

(2) 高刚性、高性能的动力主轴。从图2可见：沿Y轴方向另设置了车削刀具安装工位。与图3对比，动力主轴前端不再设有锁

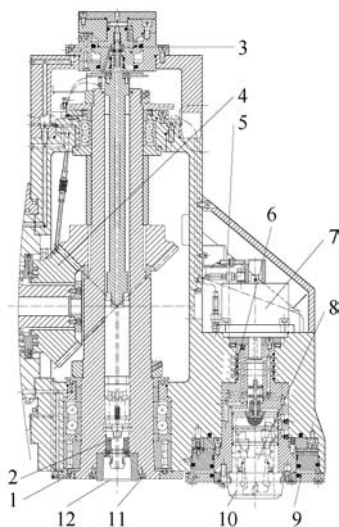


图2 创新性B轴刀架结构图

- 1.动力主轴 2.拉刀机构 3.旋转接头
- 4.主动齿轮 5.旋转油缸到位开关
- 6.配油套筒 7.旋转油缸
- 8.拉杆 9.锁紧齿盘
- 10.车削刀具自动夹紧单元车刀接口
- 11.动力主轴轴承 12.旋转刀具接口

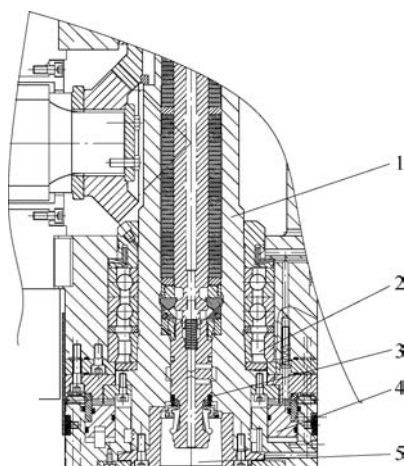


图3 一个装刀位B轴刀架结构图

- 1.动力主轴 2.动力主轴轴承
- 3.拉刀机构 4.锁紧齿盘 5.刀具接口

紧齿盘，旋转刀具接口在轴向位置上更多含在动力主轴轴承支撑内，B轴刀架的动态特性得以提高。主动齿轮负责将动力传递到动力主轴上，图2中刀架旋转刀具加工曲轴如图4所示。



图4 刀架旋转刀具加工曲轴

国外应用类似B轴刀架发展卓著的是奥地利WFL公司，其B轴刀架如图5所示，设有一个装刀位，结构类似图3。

WFL的B轴刀架与本文介绍的B轴刀架，两种结构形式主要性能指标对比如附表所示。可见图2所示刀架的刀具主轴性能既可满足高转速的需求，又可满足大转矩输出加工，具有高刚性、高

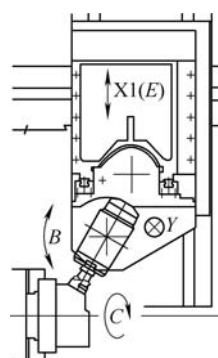


图5 WFL的B轴刀架

附表

项目	WFL B轴刀架	创新性 B轴刀架
动力主轴100%输出 最大转矩/(N·m)	730	2 400
动力主轴100%输出 最大功率/kW	55	52
动力主轴最高转速/ (r·min ⁻¹)	3 200	3 150

性能。

国内的B轴刀架结构是最具代表性的。加工船用曲轴时，此结构主要用于曲轴主轴颈、连杆颈的半精、精加工，用于粗加工时，动态系统振动明显。图1所示的B轴刀架极大地改善了动力主轴刚性，既可承担大型零件的半精、精加工，又可承担粗加工，缩短了工艺路线，实现了粗、精加工一次装卡完成，效率、精度均得以提高，是真正意义上的高刚性动力主轴。

以船用曲轴9L32/40主轴颈的粗铣加工为例（见图6），设备采用分别配置图2或图3所示B轴刀架的车铣复合加工中心，刀具选用SANDVIK的Capto C8立铣刀。曲轴绕主轴颈中心回转，受曲臂回转半径大的影响，使得选用刀具长度要在300mm以上。曲轴毛坯不均匀、硬度高，采用图3所示

B 轴刀架, 每齿进给量 0.1mm/z 、转进给 0.4mm/r 且切深 4mm 时就产生切削振动, 且刀具易破损。采用图2所示 B 轴刀架后, 上述其他切削参数不变情况下, 切深可达到 $6\sim 7\text{mm}$, 刀具寿命合理, 效率显著提高。

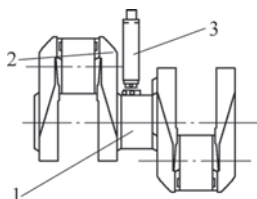


图6 粗铣主轴颈

1. 主轴颈 2. 曲臂 3. 铣刀

(3) 可转位的车削刀位。图2所示 B 轴刀架车削刀具安装工位采用SANDVIK的自动夹紧单元, 液压驱动拉杆的移动, 协助机械机构对刀具实现锁紧及脱离。转位油缸输出轴通过键联接带动自动夹紧单元支撑体配油套筒旋转, 实现刀具 180° 转位, 无需换刀即可对工件的另一侧面进行加工。转位油缸到位开关发出到位信号, 在液压的作用下, 锁紧齿盘将旋转齿盘固定在定齿盘上, 实现自动夹紧单元的定位锁紧, 图2中 B 轴刀架车削刀具加工曲轴如图7所示。

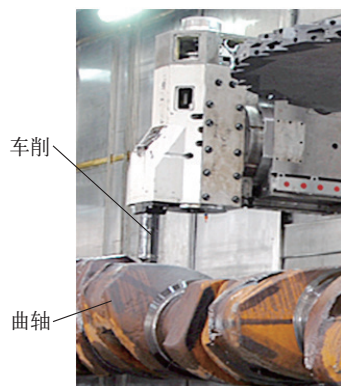


图7 B 轴刀架车削刀具加工曲轴

(4) 每个刀位均可实现自动换刀。图8为图2所示 B 轴刀架顺时针旋转 90° 后的换刀姿态。设计时, 两装刀位间距保证机械手换刀时互不干涉, 在车削刀具换刀时, 旋转刀具接口上安装标准刀堵, 以保证刀具接口清洁; 车削刀具接口在 X 轴方向设计高于旋转刀具接口上安装刀堵后高度, 以防旋转刀具接口与换刀机械手之间干涉。

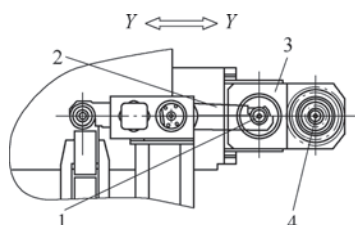


图8 B 轴刀架换刀姿态

1. 旋转刀具接口 2. 机械手 3. B 轴刀架
4. 车削刀具接口

(5) 刀具内冷、清洁。图2所示车削刀具刀位通过配油套筒将水及气配送到刀具接口, 旋转刀具刀位通过旋转接头将水及气配送到刀具接口, 实现每个刀位均可内冷和气体清洁刀具接口。

2. 社会效益

以加工船用曲轴为例, 曲轴材料为铸铁或锻钢, 外形为长轴带多处曲臂, 由于曲臂的回转轴即连杆颈和主轴颈不同心, 曲臂绕主轴颈的回转直径大, 致使加工主轴颈刀具长。曲臂轮廓为多段不同心圆弧组成, 曲轴的两端面又有很深的油孔, 曲臂上还有角度不规则的斜油孔等。曲轴从毛坯到磨削前加工, 因其规格的不同, 耗时数小时甚至数天。

传统的曲轴加工方案主要是采用多工序、多台设备来完成的。近年随着从国外将复合加工

设备的引入, 结合上文中介绍的曲轴特点, 开始采用配有类似图3所示 B 轴刀架的车铣复合加工中心参与加工。半精加工、精加工在此类设备上完成, 受其输出转矩及刚性的制约, 粗加工仍需配备设备。

图2所示 B 轴刀架研制成功后, 应用在国产车铣复合加工中心上, 可在一台设备上完成曲轴从毛坯到磨削前的所有加工。缩短了工艺流程, 减少了人力、物力。采用图2所示 B 轴刀架的车铣复合加工中心, 其售价是同规格进口设备的 $2/3\sim 3/4$ 。一方面可为用户节省外汇, 同时也可促进我国制造业的发展, 带来显著的社会经济效益。

3. 结语

近年来随着车铣复合加工中心高新技术的发展, 参与开发车铣复合加工中心机床的厂商也逐渐增多, 竞争加剧, 其关键技术之一就在于 B 轴刀架的性能。如何能提高 B 轴刀架性能, 使之一方面能促进国内同行业发展, 起到引领作用, 另一方面又可有效地抑制国外同类产品的进口。图2所示的 B 轴刀架已经应用于大型铣复合加工中心上。在用户现场的实际应用中验证了其高刚性、高性能, 彰显了更高的技术水平和更广泛的适应性。

参考文献:

- [1] 李海国. 曲轴加工技术走向高效复合化[J]. 现代零部件, 2006(2): 50-52.

MW (收稿日期: 20150405)