

地铁转向架构架横梁下盖板 制造技术优化

■ 中车唐山机车车辆有限公司 (河北 063035) 王伟 厉永泽 刘景才 杜永强

摘要: 针对弯形件二次机械加工的难题, 进行加工方案的优化, 从余量分配、加工设备的选择、零件装夹等方面进行改进。采用电磁吸盘工装来装夹工件, 不仅能够保证零件的加工精度, 还能提高零件的装夹速度, 提升批量生产效率。

1. 加工难点分析

转向架的构架是列车承载和传力的基体, 也是转向架众多部件连结的主体骨架, 是一个受力复杂的结构部件, 它不仅承载车体上部所有装备的重量, 而且承载并传递列车运行中产生的垂向、纵向和横向3个不同方向和大小的动作用力, 因此构架必须具备足够的强度和刚度, 所以其制造要求非常严格。

地铁转向架构架的横梁下盖板(见图1)作为构架横梁上的关键部件, 其加工质量的好坏至关重要。公司首次试制地铁转向架困难重重。为克服这些困难, 前期安排一部分技术人员到相关企业进行了学习。为确保下盖板折

弯精度, 在试制过程中工艺人员根据学习经验, 在此件下料时, 对两个折弯处的4个位置进行了大面积地留量, 以防止在折弯过程中产生变形而导致报废。在攻克折弯这一难题的同时, 又引入了板材机械加工的新问题, 将原来只需一次的加工调整成两次, 即板材在折弯后还需二次加工去除下料留量。因此, 虽然克服了折弯难题, 但同时又引入了二次加工的难题。折弯的制造如图2所示, 其中A、B两处边缘距折弯线(双点划线为折弯线)太近, 折

弯后无法保证产品质量, 需留量进行二次加工。

针对二次加工难题, 工艺人员进行了深入的研究和探索, 发现可借鉴的二次加工技术既废工时又无法保证产品质量, 且还要充分考虑公司新引进的先进设备、工装和工具等硬件。经过多次试制现场调研, 以及对横梁下盖板的一次加工和二次加工图的加工内容进行分析后, 决定优化二次加工技术, 以提高该工件的产品质量和批量生产效率。

2. 优化前的技术准备

(1) 设备选型: 二次加工设备选用杭州友佳精密机械有限公司生产的龙门加工中心, 该设备的数控操作系统是先进的FANUC 32i系统, 采用三轴联动控制加工, 各轴配置交流伺服电动机, 具有直线插补、圆弧插补等插补功能; 另外, 操作系统显示屏具有中文显示功能, CNC编程信息可自动、手动、点动和手轮控制功能, 通过手轮实现DRF功能, 可通过手动程序回基准点,

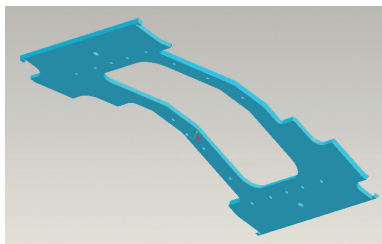


图1 转向架横梁下盖板三维图

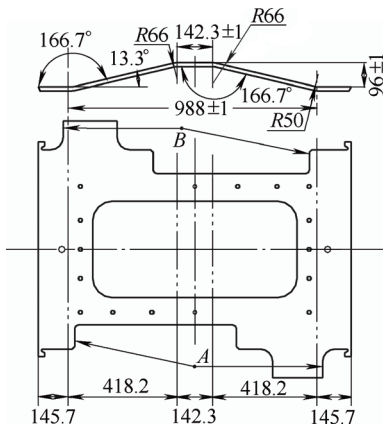


图2 转向架横梁下盖板折弯示意图

程序、子程序可互为调用，可有异步子程序；同时还具有间隙补偿、丝杠螺距误差补偿及测量系统误差补偿功能。

工作台上槽宽22mm、间距170mm的T形槽，主轴最大扭矩为382N·m，最小输入单位0.001mm，X、Y轴快速位移为12m/min。按照ISO 230-2-2006，定位精度为0.025mm，重复精度为0.015mm。主轴功率为18.5/15kW，主轴转速为4 000 r/min，ISO50主轴锥孔的锥度为7:24，经过分析完全能满足该件折弯后的二次加工需求。

(2) 加工工装：选用购买新设备时配置的通用的电磁吸盘工装，代替学习经验时配置的专用加工工装。专用工装成本高，同时采用专用工装每加工一处就需要装夹、找正一次，对于坡口处还得先用棒铣刀铣端面，后用坡口刀加工坡口，这样一个工件共需要4次找正、装夹和4次更换刀具加工，很费工时。若选用通用的电磁吸盘工装，通过最优排序加工就可以减少大量的工时浪费，同时还能大幅度提升产品质量。唯一的问题就是电磁吸盘工装吸附面积小，吸力能否满足加工使用要求还有待验证。后来通过试制验证，认为电磁吸盘工装的吸力能满足加工方案要求，解决了二次加工技术关键的装夹难题，为横梁下盖板的批量制造奠定了坚实的基础。

最终选取的吸盘为方形，磁盘通过T形螺栓、压板与工作台固定连接，外形尺寸精度满足H8级，可以对工件进行粗定位，吸紧力能保证机夹坡口铣刀加工

时夹紧稳定；充磁、消磁快速方便，每台磁盘循环时间控制在3s之内，剩磁率符合国家相关标准；控制简单，充磁、消磁通过按钮在机床外完成；该电磁吸盘能保证全天候在切屑、灰尘和加工切削液的环境中可靠安全地工作；单个磁极吸力 $\geq 7\ 600\text{N}$ ，可以承受2kW的加工功率，磁穿透深度为12~18mm（视材料而定），地铁转向架构架的横梁下盖板的板材厚度为16mm，能保证磁力穿透，满足加工要求。

3. 优化后的二次加工技术方案

对地铁转向架构架横梁下

盖板的二次加工方案进行优化，将专用的装夹、找正工装更换为通用的电磁吸盘工装，不但能节约工装制造成本，而且装夹、找正操作简单、方便，效率更高，同时通过优化一次和二次加工内容，以及优化二次加工内容的次序，就能大幅度提高加工效率和提升产品质量。优化后的一次和二次加工制造图如图3和图4所示。

工艺人员通过下料图、一次加工图、折弯图、二次加工图以及结合对折弯精度的考虑，最后给出了加工余量的去除精确值，即精确计算4个位置的加工余量

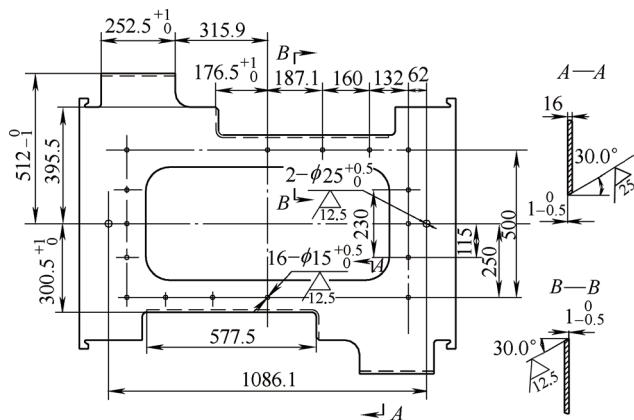


图3 转向架横梁下盖板一次加工示意图

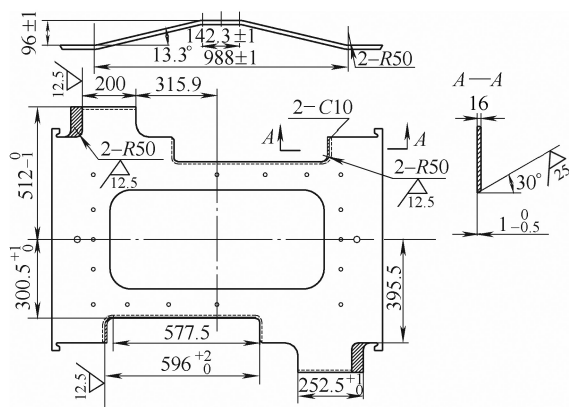


图4 转向架横梁下盖板二次加工示意图

去除值,按照横梁下盖板的一次加工图和二次加工图进行对比计算,得出二次加工的余量去除值(见图4)。此件根据图样为中心对称图形,4个去除余量的地方在如图4所示的阴影部分位置处,577.5mm尺寸单侧在去除余量的同时需要加工坡口和倒角,不加工坡口位置按照一次加工前下料留量去除45.3mm,需要加工坡口的地方按照折弯 13° 进行计算的去除余量为 $7.95 \times \cos 13^{\circ} \approx 7.75$ (mm),这样就可以为二次加工提供找正数据参考,同时还可以验证折弯质量,降低此件批量生产的废品率。

最佳的二次加工次序为:先将折弯后的转向架横梁下盖板按照其“U形”开口方向朝下的方式放置到尤佳龙门加工中心工作台安装的电磁吸盘上,用机床操作手轮带动百分表找正工件,开启电磁吸盘,按照制造图基准建立X、Y、Z零点,同时验证工艺人员精确计算的数值,确定4个位置处大余量去除量,用手移动工件检查工件是否吸紧,开启机床加工4处留量及2处倒角(见图4);然后将加工工件翻转,“U形”开口方向朝上,通过两次打表重复前面的装夹和找正工序来加工2处坡口,最终实现了3次装夹找正、2次换刀的工艺次序,同时还可以借助专用的定位块进行找正,可以大幅度提升生产效率,节省工时,更重要的是确保了产品质量。

4. 试制效果

采用此方案进行地铁转向架构架横梁下盖板的试制加工,加

工出了合格的产品,验证了此方案的可行性和合理性,不仅实现了转向架横梁下盖板二次加工的高质高效生产,还为今后板类件折弯后需要多次装夹找正而使得空间尺寸无法保证的产品加工提供了技术参考。二次加工试制过程如图5和图6所示。

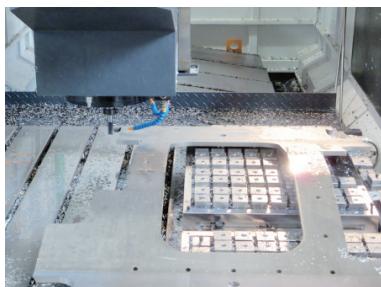


图5 4处余量及倒角加工示意图



图6 坡口加工示意图

另外,在加工过程中,由于工装本身的误差、定位装夹的误差等的累积,会造成工件在机床上的位置不正、产生偏差等问题,要结合生产实际具体问题具体分析。

5. 结语

在地铁转向架构架横梁下盖板的制造过程中,为克服折弯困难和提升产品质量,针对在板材下料时对两端靠近两条折弯线的4个边沿位置进行大面积留量而引入的折弯后二次加工难题,从产品结构、机床特性和加工工装以及工艺过程等方面进行了详细分析,优化了折弯后二次加工过

程,并通过成功的试制验证了二次加工工艺方案的可行性和合理性,保证了产品质量,提升了批量生产效率。

参考文献:

- [1] 严隽毫.车辆工程[M].北京:中国铁道出版社,1999.
- [2] 张曙光.CRH2型动车组[M].北京:中国铁道出版社,2008.
- [3] 郑建科,王伟,等.客车摇枕加工技术改进[J].制造技术与机床,2015(3):108-110.
- [4] 郑建科,王伟,等.轨道客车构架薄板类坡口铣削参数探讨[J].金属加工(冷加工),2015(2):55-58.
- [5] 孙凤池.机械加工工艺手册第2卷[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [6] 孟凡勇.动车组转向架构架加工工艺分析[J].机械研究与应用,2012(3):96-97.
- [7] 张海燕.客车转向架构架加工装备设计[J].机车车辆工艺,2010(2):28-29.

MW(收稿日期:20160517)

欢迎关注微信公众号: 机工刀具世界

“机工刀具世界”定位于指导制造企业一线技术员工如何合理选择和使用数控刀具,介绍数控刀具使用技巧。关注数控刀具行业进展,为广大制造企业推荐先进、实用数控刀具产品。

扫描二维码即可关注!

