

某型转向架构架八字槽加工

叶波, 任富明, 龙涛

中车株洲电力机车有限公司 湖南株洲 412000

摘要: 从工艺路线制定、刀具选型和切削参数等方面, 论述了某型转向架构架上轴箱定位座和牵引座八字槽的加工工艺及最终效果。

关键词: 轴箱定位座; 牵引座; 八字槽; 加工工艺

1 序言

某型转向架构架轴箱定位座和牵引座如图1所示, 重点讨论轴箱定位座八字槽和牵引座八字槽的加工。

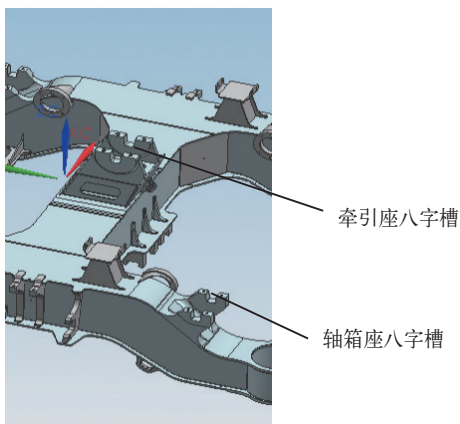
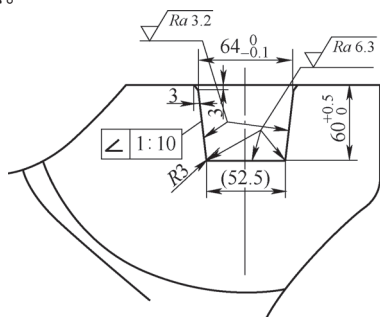


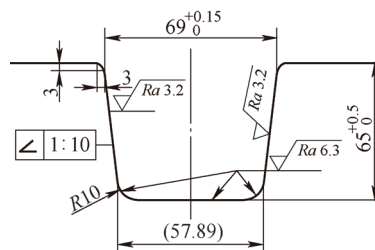
图1 转向架构架轴箱定位座和牵引座

2 传统加工工艺缺点

目前, 某型转向架构架轴箱定位座和牵引座八字槽结构如图2所示, 有2种传统的加工方式, 存在如下缺点。



a) 轴箱定位座八字槽



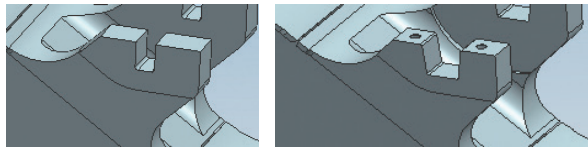
b) 牵引座八字槽

图2 轴箱定位座和牵引座八字槽

1) 在延伸附件头上安装玉米铣刀分层粗铣, 安装焊接或高速钢成形铣刀精铣。该方式精铣时间长, 且焊接或高速钢成形铣刀须先用试块试切, 试切完检查合格后方可加工产品。同时, 该成形铣刀属消耗件, 需经常更换, 频繁更换刀具增加了机床辅助作业时间, 进一步影响了加工效率。该方式加工1个轴箱定位座八字槽时间约为50min, 加工1个牵引座八字槽时间约为60min。

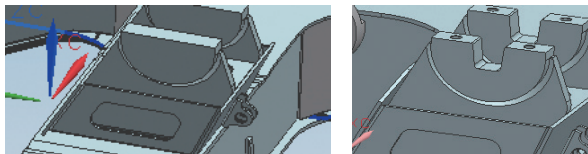
2) 在延伸附件头上安装玉米铣刀分层精铣到位。该加工方式在深度方向每层加工量很小(约0.35mm), 刀具须加工很多层方可加工完八字槽, 同样存在加工耗时长的缺点。同时, 由于该方式加工时只使用了玉米铣刀最前端的3片刀片, 玉米铣刀刀片利用率低, 且最前端的3片刀片极易磨损, 进而造成操作者需频繁地更换最前端刀片, 增加了操作者辅助作业时间。方式二的加工时间与方式一基本相同。

由于整个轴向定位座和牵引座毛坯是实心物料如图3和图4所示, 毛坯加工量较大, 增加了加工时间。



a) 轴箱定位座毛坯 b) 轴箱定位座成品

图3 轴向定位座



a) 牵引座毛坯 b) 牵引座成品

图4 牵引座

3 解决方案

3.1 减小毛坯加工余量可行性分析

能否减少毛坯加工余量，主要取决于轴箱定位座、牵引座焊接后，以及构架组焊后的变形是否会导致其变更后毛坯无加工量。

经分析，减少轴箱定位座和牵引座毛坯加工余量至侧壁单边留8mm、底部留10mm，且保证轴箱定位座和牵引座正常范围内的组装误差及焊接变形后有余量可以加工。因此，对轴箱定位座和牵引座八字槽毛坯尺寸进行设计变更。

3.2 优化加工工艺

采用在机床直角附件头上安装玉米铣刀粗铣，整体硬质合金铣刀精铣的思路进行加工。制定轴箱定位座八字槽加工工艺过程如下：

1) 用 $\phi 32\text{mm}$ 玉米铣刀粗铣，侧壁与底部单边留0.3mm精加工量。由于 $\phi 32\text{mm}$ 玉米铣刀加工至根部时，切削面陡然增加，导致刀具受到的阻力突然增大，因此加工至该部位时应注意减小切削进给率，如图5所示。

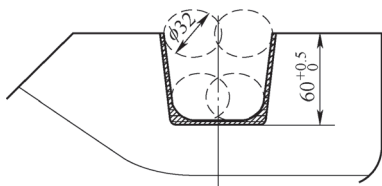


图5 $\phi 32\text{mm}$ 玉米铣刀粗铣

2) 用 $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀精加工拐角处的余量，以减少刀具磨损。用 $\phi 22\text{mm}$ 的U钻插铣根部，如图6所示。

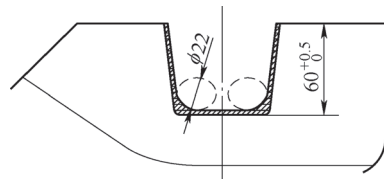


图6 $\phi 22\text{mm}$ U钻插铣根部

3) 用 $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀精铣，根部留有1.7mm高度余量待清根处理。同样， $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀在铣至八字槽根部时，由于切削面的增加导致刀具受力突然增大（虽然 $\phi 22\text{mm}$ U钻在前工步去除了拐角处的材料，但仍有少部分未去除），此时亦应注意减少切削进给率，以减少刀具磨损，如图7所示。

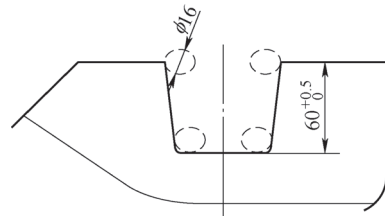


图7 $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀精铣

4) 用 $\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀清根，如图8所示。

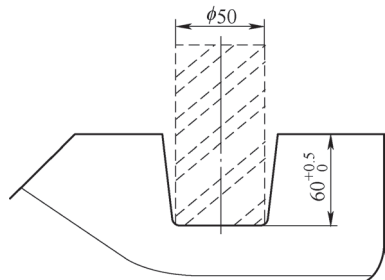


图8 $\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀清根

由于牵引座八字槽底部为 $R10$ 的圆弧，因此上述第3工步用 $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀精铣即能加工至成品尺寸，故牵引座八字槽通过第1、2和3步的加工即可完成。

3.3 现场验证

按照3.2所述的加工工艺，准备相关刀具。 $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀、 $\phi 22\text{mm}$ U钻、 $\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀和 $\phi 32\text{mm}$ 玉米铣刀，如图9所示。

1) 先将试件吊上机床压紧并调直，再将试件需要验证的部位加工为设计变更后的八字槽毛坯尺寸。



a) $\phi 32\text{mm}$ 玉米铣刀



b) $\phi 22\text{mm}$ 插铣刀



c) $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀



d) $\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀

图9 刀具

2) 用 $\phi 32\text{mm}$ 玉米铣刀粗铣，切削参数见表1。

表1 $\phi 32\text{mm}$ 玉米铣刀粗铣加工参数

转速/ (r/min)	进给速度/ (mm/min)	侧壁与底部单边留精加工量/mm
800	120	0.3

3) 用 $\phi 22\text{mm}$ U钻插铣根部，切削参数见表2。

表2 $\phi 22\text{mm}$ U钻插铣根部加工参数

转速/ (r/min)	进给速度/ (mm/min)
200	40

4) 用 $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀精铣，切削参数见表3。

表3 $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀精铣加工参数

转速/ (r/min)	进给速度/ (mm/min)	根部留精加工量/mm
1000	150	1.7

5) 用 $\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀清根，切削参数见表4。

表4 $\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀清根加工参数

转速/ (r/min)	进给速度/ (mm/min)
600	45

轴箱定位座八字槽加工，优化后工艺使用时间合计为11.8min。牵引座八字槽由于底部是R10mm圆弧，用 $\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀可直接精铣到位，即无需用 $\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀清根，耗时约9min。

最终加工完毕后检查各尺寸及粗糙度值均合格，比原工艺加工的尺寸精度及表面质量更好，用样板检查均合格，如图10所示。



图10 加工完毕的轴箱定位座八字槽

3.4 优化效果对比

1) 加工1处轴箱定位座八字槽改善前后对比见表5。

表5 轴箱定位座八字槽加工改善前后对比

改善前工步	改善前加工时间/min	改善后工步	改善后加工时间/min	节省时间/min
ϕ 50mm玉米铣刀分层粗、精铣	50	ϕ 32mm玉米铣刀粗铣	3.2	38.2
ϕ 50mm玉米铣刀粗铣		ϕ 22mmU钻插铣根部	2.7	
整体焊接或高速钢成形铣刀精铣		ϕ 16mm整体硬质合金铣刀精铣	3.0	
		ϕ 50mm玉米铣刀清根	2.9	

2) 加工1处牵引座八字槽改善前后对比见表6。

(下转第66页)

在改进工艺路线的基础上进一步优化深长孔的加工工艺,将改进的工艺路线:点孔→铣孔→钻孔→扩孔→三次镗孔→铰孔,改用内冷高速钻头,提高钻削能力和排屑能力。改进铰刀材质,优化铰刀选型。首先,对工件进行点孔,使用卡尺测量并确认孔的位置,再返修该孔,用直径小于孔径的立铣刀铣深孔,再用合适的钻头钻到图样尺寸,然后再用钻头扩钻到图样深度,检查孔的尺寸情况,再采用镗刀先后进行三次镗加工,精镗后测量尺寸精度,再用铰刀铰至符合公差要求尺寸。

选用刚性高的刀具对材料进行加工,在相同条件下刀具的阻尼系数越大,刀具所受应力越小,加工质量越好。引入镗刀纠正钻孔偏差,采用液压刀柄、减振刀杆进一步保证垂直度;改用内冷高速钻头提高钻削能力和排屑能力;改进铰刀材质,优化铰刀选型。最终该零件的深孔加工合格率 $\geq 92\%$,如图5所示。

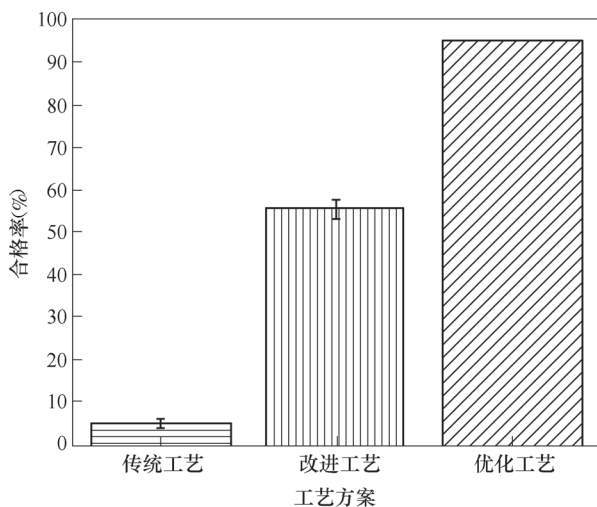


图5 合格率统计

5 结束语

通过显著分析复合材料结合界面处深孔钻削的影响因素,得出加工工艺路线对加工质量影响最大。通过改进工艺路线和优化加工工艺,使复合材料结合界面处深孔加工合格率由原来的5%提升至92%以上。

参考文献:

- [1] 毛明清. 机械加工的深孔加工技术[J]. 设备管理与维修, 2019 (20): 109-111.
- [2] 吴宏宝, 秦俊, 张毅, 等. 基于机械加工的深孔加工技术探析[J]. 中国金属通报, 2019 (8): 270-272.
- [3] 张勇. 深孔加工精度控制方法[J]. 金属加工(冷加工), 2018 (1): 67-68.
- [4] 龙军城, 荣强, 张文, 等. 深孔加工中冷却润滑液的作用分析[J]. 工具技术, 2019, 53 (3): 91-93.
- [5] 汪朝阳. 高精度深小孔的配钻加工[J]. 科技风, 2019 (5): 150.
- [6] 武鹏. Ti6Al4V钛合金枪钻小直径深孔钻削工艺改进研究[D]. 湖南工业大学, 2018.
- [7] 龙军城, 荣强, 梁佳佳, 等. BTA深孔加工中减振导向块的作用及位置[J]. 工具技术, 2020, 54 (9): 69-71.
- [8] 赵武, 霍博义, 黄丹. BTA深孔精密扩孔系统流体扰动的非线性横振[J]. 机械工程学报, 2020, 56 (17): 155-164.
- [9] 赵志勇, 李爱平, 张宝荣, 等. 高强度钢多角度大长径比细小孔系钻削精度控制分析[J]. 内燃机与配件, 2020 (23): 130-132.

MW 20201125

(上接第62页)

表6 牵引座八字槽加工改善前后对比

改善前工步	改善前加工时间/min	改善后工步	改善后加工时间/min	节省时间/min
$\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀分层粗、精铣	60	$\phi 32\text{mm}$ 玉米铣刀粗铣	3.2	51
$\phi 50\text{mm}$ 玉米铣刀粗铣		$\phi 22\text{mm}$ U钻插铣根部	2.7	
整体焊接或高速钢成形铣刀精铣		$\phi 16\text{mm}$ 整体硬质合金铣刀精铣	3.1	

4 结束语

通过采用新刀具及优化加工工艺,提高了某型转向架构架八字槽加工尺寸精度及表面质量,大幅提高了构架的加工效率,降低了生产制造成本,为加

工类似零部件提供了可借鉴的经验。

参考文献:

- [1] 傅水根. 机械制造工艺基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

MW 20201002