

高速列车轮对加工工艺优化

■ 中车南京浦镇车辆有限公司（江苏 210031） 李立华

摘要：对国内CRH型某动车组用测力轮对加工工艺进行分析，寻找工艺薄弱环节，制定合理的工艺方案和工艺措施，保证轮对加工质量并提高生产效率。



轮对承载车辆全部重量，且在轨道上高速运行，同时承受着从车体、钢轨两方面传递来的其他各种静、动载荷，受力极其复杂，是影响车辆运行安全性的关

键部件之一。随着近年来轨道交通行业的迅速发展，新型产品越来越多，轮对加工变得越来越复杂，难度加大。如何在现有资源下优化加工工艺，降低生产成本

显得尤为重要。本文通过对国内CRH型某动车组用测力轮对加工工艺进行分析，针对加工难点设计专用工装，通过现场工艺验证，不仅保证了产品质量，而且提高了生产效率。

1. 轮对加工难点分析

国内CRH型某动车组测力轮对结构如图1所示，主要由车

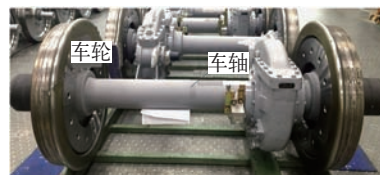


图1 测力轮对结构图

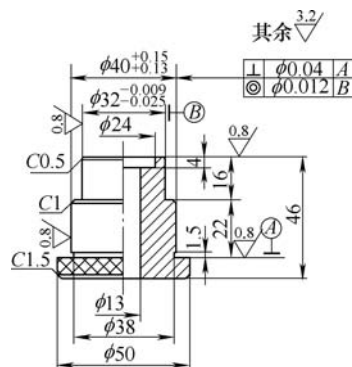


图8 对刀块

产效率得到提高。原来在数控车床加工一件阀芯约需30min，现在利用旋风铣工艺只需10min即

可完成，工效提高了三倍。②加工精度满足了使用要求。原来加工后的工件其表面加工纹理沿圆周分布，且沟槽较明显，表面粗糙度值 $R_a=6.3\mu\text{m}$ ，现在生产的工件加工纹理呈圆弧状，在阀芯处于关闭状态时，密封性良好，表面粗糙度值 $R_a=1.6\mu\text{m}$ ，确保了阀门的使用要求。③克服了不完整球面车削加工时断续切削和离心力引起的机床跳动、运转不平稳等弊端。该装置结构简单、操作方便、使用快捷及成本低廉，实

用性强，对同类产品的加工具有一定的借鉴作用。

参考文献：

- [1] 袁哲俊. 金属切削刀具[M]. 上海：科学技术出版社，1984.
- [2] 张耀宸. 机械加工工艺设计手册[M]. 北京：航空工业出版社，1987.
- [3] 上海柴油机厂工艺设备研究所. 金属切削机床夹具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，1984.

MW（截稿日期：20160725）

轴、车轮组成。加工难点为轮对穿线孔的加工。图2所示包括车轮4个 $\phi 12\text{mm}$ 斜孔及车轴阶梯深孔的加工。在机床没有自动分度万能头的情况下，加工难度大，孔角度及位置难于保证，且易使钻头断裂，造成轮对报废，加工效率低。通过工艺改进设计专用工装，使其能够满足测力轮对的装夹，并且使轮对穿线孔加工变得简单。

2. 工艺改进措施

针对测力轮对穿线孔加工难点，提出以下改进措施：①设计专用工装，将车轮穿线孔斜线加工转化为垂直加工。②根据孔加工精度，合理选用刀具；设计莫氏锥柄超长麻花钻，满足车轴 $\phi 30\text{mm}$ 深孔的加工。

(1) 工装设计。工装设计主要考虑使穿线孔斜孔与机床主轴平行，斜线加工转化为垂直加工。为了满足不同类型测力轮对穿线孔不同角度的问题，工装设计一个角度可调节装置，使不同角度穿线孔都可以转化为垂直加工。图3a所示为工装倾斜状态时的结构示意图，组成包括定位支撑装置5和角度调节装置10。其中定位支撑装置5具有一对支撑臂2和8，支撑臂具有容测力轮对4放入的V形槽以及用于压紧测力轮对4的压紧装置3和6，其中一端的支撑臂设有定位端面，另一端支撑臂设有轴向调节装置7，定位支撑装置5中部向下伸出，并通过圆销11与角度调节装置10转动联接，角度调节装置10的两侧分别设置有与定位支撑装置5联接的支撑顶镐1和9。定位支撑装置5与角度调节装置10的联接处设置有

与定位支撑装置5固定的下平面。角度调节装置上刻有等长的刻度线，定位支撑装置水平放置时，下平面与刻度线平行，如图3b所示。当需要加工穿线孔与车轴成 α 夹角的测力轮对时，调节支撑顶镐，使下平面在角度调节装置的刻度线上高低差 $a=b \times \text{arccot} \alpha$ 即可，其中， b 为调节装置上刻度线长度。

本工装角度调节装置可使不同型号测力轮对穿线孔不同角度斜线加工转化为垂直加工，采用V形块及一端端面定位方式，可满足

足轴径不同、轴长不同测力轮对定位，工装定位装夹极其简便。

(2) 刀具的选用。车轮 $\phi 12\text{mm}$ 穿线孔切深145mm，选用进口EX黄金钻头（型号为EX-GDXL 12 $\times$ 250），该钻头具有高刚性槽型，能将切屑分断得细小均匀，实现高效高精度加工，大大提高了可操作性和安全性。车轴 $\phi 30\text{mm}$ 底孔切深410mm，设计莫氏锥柄超长麻花钻，切削部分按照国标GB/T 1438.4—1996加工，切削部分长度不小于420mm（见图4）。

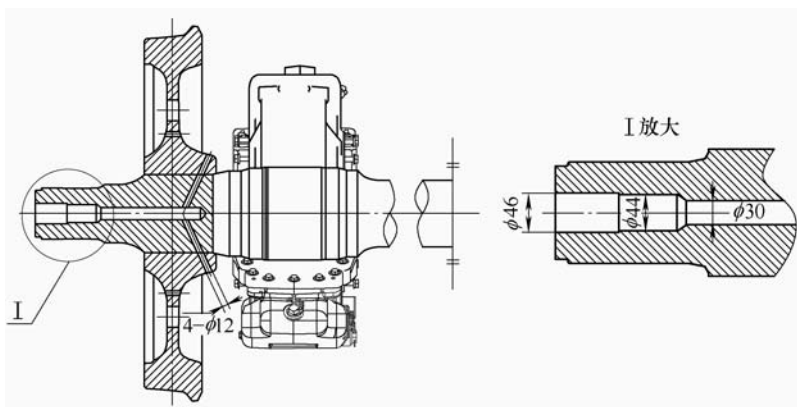


图2 测力轮对加工示意图

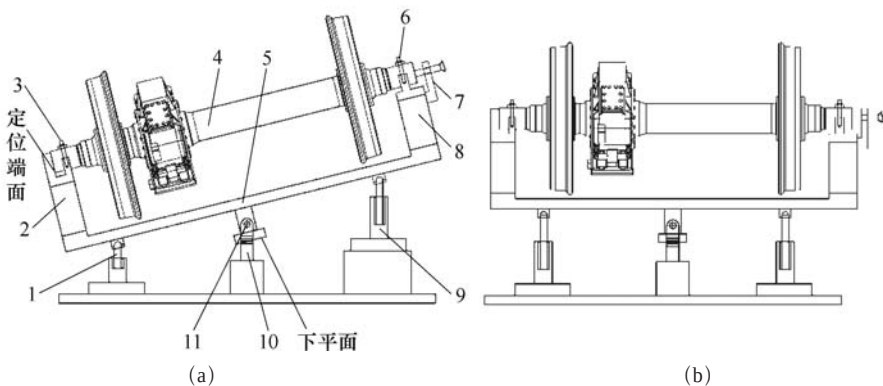


图3 测力轮对加工工装结构示意图

1、9.支撑顶镐 2、8.支撑臂 3、6.压紧装置 4.测力轮对 5.定位支撑装置 7.轴向调节装置 10.角度调节装置 11.圆销

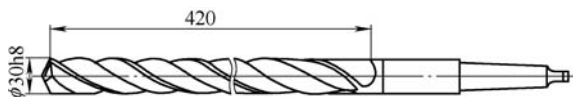


图4 莫氏锥柄超长麻花钻

3. 加工及效果验证

(1) 车轴阶梯穿线孔加工。
工装定位支撑装置水平放置，清除图5所示工装轴颈贴合面螺栓孔内杂物，按图6将吊带套住轴颈两端起吊轮对，同时在车轴与工装斜面间插入铜片进行防护，为防止压板对轴颈造成划伤，在车轴轴颈和压板间放入铜片防护后再锁紧压板螺母。将直角铣头旋转到0°，探头对车轴轴颈外圆和车轴端面进行采点，计算车轴轴颈外圆圆心和车轴端面坐标值，将坐标值输入机床原点坐标系中，按照表1所示加工参数完成0°端车轴穿线孔加工。180°端只将直角铣头旋转180°，重复上述加工步骤即可。

(2) 车轮 $\phi 12\text{mm}$ 穿线孔加工。由于车轮 $\phi 12\text{mm}$ 穿线孔与车



图5 清除工装轴颈贴合面螺栓孔杂物

轴中心夹角成60°，根据三角函数关系 $a = b \times \text{arccot}60^\circ$ ，计算出工装两支撑点高低差 a ，调节支撑点满足高低差要求，使穿线孔与机床主轴平行，斜线加工转化为垂直加工。用中心钻对车轮外端两边缘刻线进行对线，要求两边轮缘刻线、注油孔中心在同一Z向平面上，按照表2所示加工参数加工一个 $\phi 12\text{mm}$ 穿线孔，加工完成后将车轮旋转180°，重新对线后完成另一个 $\phi 12\text{mm}$ 孔的加工。另一端车轮两个 $\phi 12\text{mm}$ 穿线孔的加工，只需将轮对旋转180°重新落装，重复以上加工步骤即可。

(3) 效果验证。通过设计轮对穿线孔加工工装，很好地解决了轮对加工受机床附件头限制的影响，在没有万能铣头的情况下，将斜线加工转化为垂直加



图6 轮对吊装

表1 车轴阶梯穿线孔加工参数

加工部位	切削深度/mm	走刀次数	进给速度/(mm·min ⁻¹)	转速/(r·min ⁻¹)	切削速度/(m·min ⁻¹)	刀具
钻 $\phi 46\text{mm}$ 孔中心孔	14	1	30	500	31	$\phi 20\text{mm}$ 中心钻
钻 $\phi 46\text{mm}$ 孔底孔 $\phi 21\text{mm}$	50	1	40	350	23	$\phi 21\text{mm}$ 钻头
铣 $\phi 46\text{mm}$ 孔底孔 $\phi 44\text{mm}$	20	1	100	500	50	$\phi 32\text{mm}$ 铣刀
钻车轴底孔 $\phi 30\text{mm}$	410	1	20	150	14	$\phi 30\text{mm}$ 钻头
钻车轴台阶孔 $\phi 44\text{mm}$	150	1	30	100	13	$\phi 44\text{mm}$ 钻头
粗镗 $\phi 46\text{mm}$ 孔	76.2	1	40	400	57	$\phi 45.5\text{mm}$ 粗镗刀
精镗 $\phi 46\text{mm}$ 孔	76.1	1	60	500	72	$\phi 46\text{mm}$ 精镗刀

表2 车轮 $\phi 12\text{mm}$ 穿线孔加工参数

加工部位	切削深度/mm	走刀次数	进给速度/(mm·min ⁻¹)	转速/(r·min ⁻¹)	切削速度/(m·min ⁻¹)	刀具
钻 $\phi 12\text{mm}$ 孔中心孔	5	1	30	500	31	$\phi 20\text{mm}$ 中心钻
钻 $\phi 12\text{mm}$ 孔	145	1	30	500	18	$\phi 12\text{mm}$ 钻头

工，工装定位装夹极其简便；轴颈与工装V形块、压板间增加铜片进行防护，避免了轴颈在压紧过程中造成划伤；选用合适的刀具及加工参数，保证了穿线孔的尺寸及位置精度。通过工艺改进，在轮对加工质量得到保证的前提下，生产效率得到很大的提高。

4. 结语

在对轮对加工工艺进行整体分析后，找出工艺难点，在现有资源条件下，通过完善工艺手段，保证了产品质量，降低了生产成本。作为工艺人员，在工艺准备、工艺实施及工艺改善过程中，必须细致、谨慎地做好每一步工作，才能制定出严谨且合理的工艺流程。

参考文献：

- [1] 高恒忠. 准高速测力轮对加工工艺[J]. 机车车辆工艺, 1999 (1): 14-16.
- [2] 郭丽静. 孔加工技术综述[J]. 机械工程与自动化, 2011 (2): 212-214.
- [3] 王维明, 于大国, 孟晓华. 动车空心车轴中孔加工工艺与装备研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2014 (7): 132-135.
- [4] 关大伟. HXD3B机车车轴加工工艺研究[D]. 辽宁: 大连交通大学, 2010.
- [5] 刘胜勇. 车辆轮轴加工、组装工艺与过程分析[D]. 山东: 山东大学, 2009.
- [6] A.Heiman, 洪杰. 轮对加工新途径[J]. 国外机车车辆工艺, 1987 (6): 29-34.

MW (收稿日期: 20160719)