

高铁试验台一轴箱体加工工艺研究

史立峰* 朱可承 姚俊

中车戚墅堰机车有限公司, 江苏 213000

摘要: 高铁试验台研发项目中轴箱体是试验台轨道轮组成的关键零部件, 本文通过工艺研究, 探索了分体式轴箱体的机械加工技术, 确保轴箱体加工精度及重复组装精度达到设计标准, 满足高铁试验台的组装要求。

关键词: 高铁试验台; 轴箱体; 分体式; 加工技术

一、引言

完整的轴箱体由2个上轴箱体和1个下轴箱体组成(下文分别简称盖、体, 如图1所示), 是高铁转向架轴承综合试验台的关键零部件, 其采用分体式结构来满足轨道轮的组装及其高速转动, 轴箱体的精度对轨道轮组成的组装、使用和运行安全有直接影响。此次由于轴箱体在设计图纸后, 首次进行加工, 没有可借鉴的加工工艺, 因此轴箱体加工必须先进行工艺研究, 确保可行、可靠, 在加工精度符合要求的同时, 其重复组装精度变化量不能超过0.01 mm。

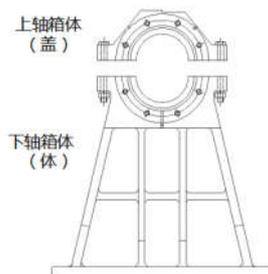


图1 轴箱体分体示意图

轴箱体关键部位的主要精度指标如表1所示。

表1 轴箱体关键精度指标(单位: mm)

部位	尺寸精度	形位精度	
前轴孔	$\phi 321_0^{+0.050} / \phi 320_0^{+0.057}$	$\phi 321$ 与 $\phi 320$ 同轴度	$\phi 0.05$
		端跳	0.035
		高度	930 ± 0.05
后轴孔	$\phi 320_0^{+0.057}$	前、后轴孔同轴度	$\phi 0.05$
		前、后端面间距	679 ± 0.05
		圆柱度	0.025
		端跳	0.035
		高度	930 ± 0.05

二、工艺分析

轴箱体为整体浇铸件, 加工余量多, 工序需分粗加工和半精加工, 在精加工前提前释放应力, 减少精加工变形^[1]。轴箱体为分体组装结构, 其定位可靠性差, 重复组装精度不稳定, 需对定位结构进行工艺性优化。无现有组装工艺, 组装工艺的好坏严重影响轴箱体在拆盖后重新组装的精度, 需对组装工艺进行研究。

底平面1000 mm × 800 mm范围的平面度0.05 mm, 间距679 mm的前、后两孔同轴度 $\phi 0.05$ mm, $\phi 320$ 孔圆柱度0.012 mm, 轴孔端面端跳0.035 mm, 精度要求高。前、后两个 $\phi 320$ 孔, 孔口背对朝向, 无法同向加工, 精度控制难度大。

*通讯作者: 史立峰, 1989年6月, 男, 汉族, 江苏常州人, 现任中车戚墅堰机车有限公司主管工艺师, 工程师, 本科。研究方向: 冷加工工艺。

三、工艺流程设计

通过对图纸深度分解,进行了精度评估、工艺性分析以及剖分结构精度控制,完成系统的全尺寸分析。

在半精加工和精加工工序,增加了精铣、粗镗、拆盖应力释放、2次三坐标测量、定位销自制等关键步骤,从工艺流程的安排上,确保科学、合理。经过对样件的研究,探索出合适的工艺流程,如图2所示。



图2 轴箱体工艺流程图

四、加工前准备工作

(一) 定位结构工艺优化

上、下轴箱体的组装靠2个 $\phi 16$ mm定位销来定位,为实现重复组装精度变化量不超过0.01 mm的要求,且各个定位销孔可互换使用,工艺要求销孔与定位销的间隙不能超过0.01 mm,定位孔孔径工艺孔径为 $\phi 16_{+0.01}^0$ mm,定位销直径为 $\phi 16_{-0.01}^0$ mm。通过查阅国标GB/T120.2-2000的要求,制作内螺纹圆柱销,在定位销的结构和规格符合国标的同时,控制定位销直径公差范围,将定位销直径均磨至工艺要求范围内,减少定位销对组装精度的影响,定位销如图3所示。

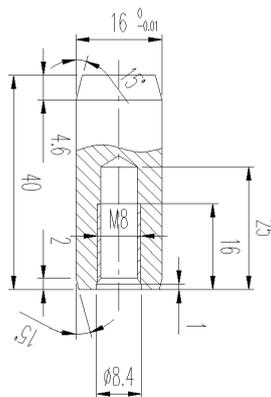


图3 $\phi 16$ 定位销

在工艺路线上,上、下轴箱体在第1次组装进行半精镗时,必须将定位孔加工到位。在第2次重新组装进行精镗时,定位销必须参与组装,确保加工组装与后期产品总组装状态一致,提高重复组装精度^[2]。

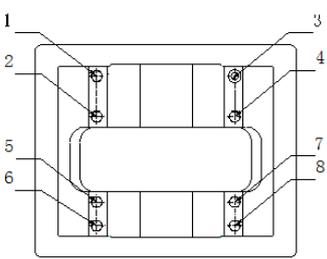
(二) 组装工艺的研究

轴箱体由2个上轴箱体和1个下轴箱体采用8根螺栓进行紧固组成,在满足最终1000 N·m的紧固力矩前提下,为减少组装过程对上、下轴箱体精度影响,对组装顺序、预计力矩等进行研究。

通过对样件轴箱体进行多次拆、装拉伸,并对内孔孔径、圆柱度等分段进行测量,比对前后尺寸差异,最终确定了较合适的组装工艺,并将该组装工艺与下工序的总组装进行交接,确保最终组装与加工组装的工艺一致。组装工

艺及要求如表2所示。合格的组装工艺是此次加工的基础，也是实现产品生产的工艺保障。

表2 轴承盖组装工艺及要求

 <p>技术要求： 1、紧固螺栓时，按1、4、2、3和5、8、6、7的顺序依次紧固 2、第一次按300N·M预紧，最终按1000N·M紧固</p> <p>紧固时，按螺栓1、4、2、3和5、8、6、7的顺序</p>	工艺项点	工艺要求
	组装方式	先预紧、再紧固到位
	组装顺序	“X”型交叉按序紧固
	预紧力	300 N·m
	最终紧固力	1000 N·m
	定位销孔径	$\phi 16 (0 \sim +0.01) \text{ mm}$
	定位销直径	$\phi 16 (-0.01 \sim 0) \text{ mm}$
	上、下工序组装要求	加工及最终组装必须工艺一致

五、加工工艺的实施

(一) 平面度控制

1. 粗铣轴箱体底平面时选用 $\phi 125 \text{ mm}$ 主偏角为 45° 的面铣刀，刀具 45° 的主偏角能够实现较好的切削，防止加工时震动较大，引起加工震纹等异常。刀盘直径选择 $\phi 125 \text{ mm}$ ，防止由于刀具直径过大引起加工震动。

2. 精铣时选用带修光刃的面铣刀，加工时切削参数采用低转速大进给加工， $S = 100 \text{ r/min}$ ， $F = 400 \text{ mm/min}$ ，可防止工件加工时产生震动，实现平面度要求。

3. 加工后进行机床打表自检，要求打表检测的平面变形量在 0.03 mm 以内，确保受工装松开以及后续加工引起的变形后，平面度在 0.05 mm 内^[3]。

(二) 端面间距尺寸控制

1. 基准面按照零点加工到位，并保证平面的平面度符合要求。

2. 附件铣头旋转 180° 后，先完成另一面的半精铣，平面留有 1 mm 加工余量，保证后续精加工时有足够的加工余量，同时减少后工序加工时的变形量。

3. 由于 679 mm 的外径千分尺笨重难以控制，无法有效测量前后端面间距，因此采用机床打表测量的方式为附件铣头不转向，刀具不拆装，即附件铣头和刀具补偿与原先加工的补偿数值保持不变，利用机床使用百分表检测实际余量。

4. 按照实际余量调整加工程序参数，完成端面的精铣，确保前后端面间距满足 $679 \pm 0.05 \text{ mm}$ 。

(三) 前、后轴孔同轴度控制

1. 在轴承孔加工工序设置粗镗、半精镗工序，控制精镗前轴孔的余量仅为 2 mm ，对精镗工序使用的半精镗刀进行改造，确保半精镗刀加工后只留 0.5 mm 。

2. 根据前期对样件的试加工研究，对精镗走刀进给和转速进行控制，加工时切削参数采用高转速低进给， $S = 600 \text{ r/min}$ ， $F = 60 \text{ mm/min}$ ，确保轴孔的表面粗糙度符合要求。

3. 为了保证铣头转向 180° 后的精度，增加了基准孔及转向后高精度标准棒校调，要求在 0.005 mm 以内，保证精镗孔 $\phi 0.03$ 的同轴度，如图4所示。



图4 基准校调

4. 同时在中心与底平面间距 930 ± 0.05 mm的要求上, 利用在线测量系统和打表测量, 避免了机床的定位精度误差。

六、精度检测及成果验证

轴箱体采用三坐标测量仪进行检测, 有效检测线性尺寸和形位尺寸, 如图5所示。



图5 三坐标检测

轴箱体精加工后, 先不拆盖, 在线进行检测; 检测合格后, 对轴箱体进行拆解、清理, 并重新组装, 三坐标复测轴箱体各尺寸精度, 比对拆前、拆后两次测量数据的变化。

经实际分析, 两次测量数据的变化量在 0.005 mm内, 符合图纸要求, 同时也验证了加工工艺正确性, 满足生产要求。

轴箱体经组装形成轨道轮, 高铁试验台实验效果良好, 该国产化项目获得圆满成功。

七、结束语

经过此次16台份轴箱体的加工, 形成了此类分体式箱体的较完善的加工流程和方案, 为后期此类零件加工进行了技术储备, 值得在同行业中推广和应用。

参考文献:

- [1]内螺纹圆柱销淬硬钢和马氏体不锈钢,GB/T120.2-2000.
- [2]闻邦椿.机械设计手册,机械工业出版社,2010.
- [3]宋放之.数控机床多轴加工技术实用教程[M],北京:清华大学出版社,2010.