

动车组车顶导流罩加工工艺优化

■ 中车唐山机车车辆有限公司（河北 063035） 万景元 王立夫 桑弘鹏

摘要：将动车组车顶导流罩的加工由车体总成加工工序调整到车顶组成加工工序中完成，从工装工具、刀具、加工工艺路线及质量控制等方面进行了阐述。通过对工艺的调整，不仅优化了车间生产工艺布局、释放了总成车间生产作业空间，而且使车体的生产制造周期缩短了24h，提高了生产效率。

随着轨道交通行业的快速发展，质量轻、强度高的铝合金车体得到了广泛应用，促使铝合金的生产迎来新的高峰，同时也要求在保证产品质量的同时，提高生产效率，缩短加工时间。在精益管理要求下，通过对车体导流罩加工工序、车体组焊及调修工序的长期调研，并制作样板检测、分析车体变形数据以及制作反变形加工工装等一系列措施，成功将总成车间车顶导流罩加工工序调整到车顶组成加工工序中，从而提升了车顶导流罩整体加工工艺质量，优化了车间生产工艺布局，取消了员工高空作业。

1. 工装设计

(1) 总成工序工艺方案。原车体总成加工工序中，完成车顶整体加工内容时，工装（见图1）需要跟着车体走，即车体在哪个位置加工，工装就必须先运到当前位置，然后用天车吊运工装到车体顶部，在安装、调整和固定后开始加工。此工艺方法的缺点是工装笨重、运输不便，需要反

复吊运工装及工装的调整固定困难。

(2) 车顶加工工序工艺方案。新的工艺方案使加工工装固定在机床工位上，工装不再跟着车体走，避免了工装运输、反复固定及调整造成的人力和时间的浪费。新制的加工工装（见图2），不仅满足同一胎位圆顶与车顶整体加工相互兼容的要求，而且工装部件结构简单、夹紧牢靠，不同产品之间可以迅速、准确地转换。具体方案如下。

工装横梁：采用12组横梁，加工圆顶时使用12组，加工导流罩时使用7组，根据不同的车型，放在横梁上不同位置。这可

以保证工装横梁位置相对机床是固定的，不需要调整移动，避免了工装横梁移动带来的定位误差。

工装支撑座：采用聚四氟乙烯材质制作，在加工中心上按照车顶截面尺寸加工完成，支撑座一侧加工有侧向定位，车顶安装时外侧面与定位靠齐，底部采用三个支撑块用来保证车顶同一截面位置在该处总有三个位置支撑，提高了工装刚性。横梁中间的定位块可以有效限制工件压夹变形，装夹时在其工件中央区域上方放一压铁，使工件与定位块紧密贴实，有效地保证工件的轮

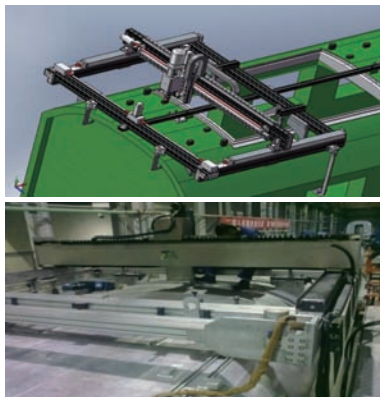


图1 总成工序导流罩加工设备工装

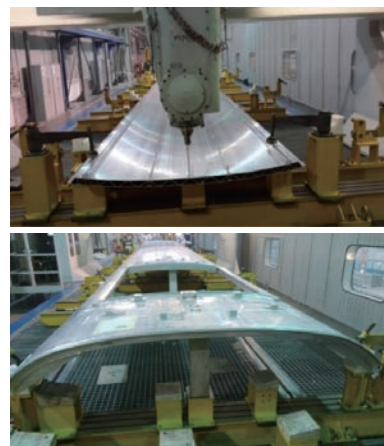


图2 改造后圆顶与车顶组成加工复合工装

廓度。

压臂：平顶处支撑面为平面，压臂垂直压卡，其余圆顶处用圆顶支撑横梁进行支撑，压臂结构为斜向压卡，垂直于压卡圆弧面。

车顶总成加工完成后，将中间的白色尼龙立柱撤掉，就可以进行圆顶加工，两种不同产品的专用加工工装互不干涉，在同一工位上实现了兼容。

2. 加工工艺路线

(1) 总成工序中车顶导流罩加工路线：吊运工装定位横梁至车体导流罩区域→调整横梁并将其固定在定位块上方→吊运专用加工设备至被加工车体车顶上→调整设备上的定位装置，保证设备的纵向轴线与车体轴线平行→找正调平加工设备→固定设备在车体上→手动对刀建立工件坐标系零点→按图样完成平面铣削及钻孔加工→用刮刀去除飞边毛刺→安装钢丝螺套→清理加工区域铝屑→加工完成后松开加工设备→设备吊运到指定位置存放。

(2) 车顶组成中车顶导流罩加工路线：吊运车顶至机床加工工位→吊运压铁至车顶一位端压实→工件找正装夹→吊走压铁→车顶加工部位变形测量→加工导流罩及空调框→刮刀去除飞边毛刺→清理加工部位铝屑→车顶工装松开→吊运车顶至存放架→安装钢丝螺套。

通过对工艺路线的改进，使得总成车间释放了3个车体胎位，实现了工序集中，释放了其他工序的作业空间；缩短了生产周期，使其由原来0.65个班次缩短

到0.25个班次，同时保证了车顶总成加工精度和质量；减少了操作者工作量，取消了高空作业，消除了安全隐患。

3. 刀具的使用

在加工车顶导流罩时，面对大量的 $\phi 8\text{mm}$ 、 $\phi 16\text{mm}$ 和 $\phi 18\text{mm}$ 通孔，以及 $\phi 19\text{mm}$ 、 $\phi 15.1\text{mm}$ 和 $\phi 13.1\text{mm}$ 钢丝螺套底孔，需要频繁钻削。在加工过程中，经常有大量的铝屑熔化粘附在钻头螺旋槽里，出现“糊刀”现象。

分析认为，由于铝型材的材料软、钻头的后角偏小，同时需要钻削的孔比较深等，致使排屑不顺畅，导致“糊刀”现象出现。针对该问题，采取重磨钻头后刀面来加大后角、并在磨完后用油石修整的方法，同时在钻孔时采用“啄钻”工艺。通过这一系列措施，使得钻头寿命明显提高，取得了良好的效果。

4. 质量控制

通过对车体总成工序、车顶组成工序中车顶导流罩锁紧块在高度、宽度方向上的位置变化来进行检测。导流罩锁紧块的加工公差为 $\pm 1\text{mm}$ ，采用FOOKE加工中心对导流罩进行加工，加工中心精度为 0.001mm ，若选取合理的尺寸基准，则不会产生尺寸公差，所以车顶在组装成车体并调修完成后的变形量不超过 2mm 即为合格。

(1) 高度方向测量。为了判断车体组焊与调修工序对导流罩锁紧块高度方向的影响，跟踪了16辆在制CRH380BL，分别对车体总成前后车顶导流罩相同位置锁紧块高度方向进行测量，选取

了车顶9个截面。使用工装样板，对截面进行测量，如图3所示。

(2) 宽度方向测量。为了判断车体组焊与调修工序对导流罩锁紧块宽度方向的影响，跟踪16辆在制CRH380BL，使用2m游标卡尺，分别对车体总成前后车顶导流罩相同位置锁紧块宽度方向进行测量，如图4所示。

(3) 导流罩安装。车顶导流罩顺利完成安装，导流罩和空调机组安装合格，如图5所示。

经过对一列380BL动车组进行试制，并测量加工后的车顶导流罩锁紧块位置在车体总成前后高度方向和宽度方向的变化，各测量点的差值均在 2mm 范围之内，满足加工要求。同时跟踪380BL动车组的导流罩安装，所有安装过程未有异常现象发生。得出对动车组车顶导流罩的

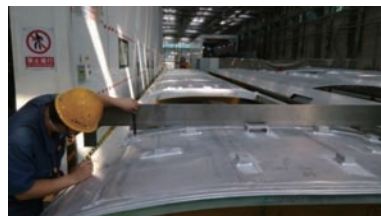


图3 导流罩锁紧块高度方向检测



图4 导流罩锁紧块宽度方向检测



图5 平顶受电弓区域导流罩安装

提高钛合金异形框架加工效率的方法

■ 西安北方光电科技防务有限公司（陕西 710043） 申 伟 张利军

摘要：分析钛合金异形框架零件结构，制定工艺流程，通过线切割工艺流程优化、设备功能的确定、加工程序的对比、工装的设计以及切削参数的确定，完成零件三个扇面窗口的加工，大幅提高了生产效率。

随着机械工业的发展，零件的加工形状趋于小型化、薄壁化和曲线化。这类零件的加工，尤其是钛合金异形框架零件的形状加工，受零件结构的限制，只能采用电脉冲设备加工。由于目前电脉冲设备没有与之匹配的钛合金材料生产加工方式的模块，致使零件的电脉冲切削缓慢，生产周期长、成本高。采用新的线切割工艺技术取代电脉冲方法，通

过选择合适的加工程序、切削参数和工装等，来提高钛合金异形框架零件加工的生产效率，达到节约生产成本的目的。

1. 零件结构分析

钛合金异形框架零件如图1所示。该零件材料为钛合金，属难加工材料。零件外形为喇叭状回转体，壁厚1.5mm。三个窗口为主次反射镜通光孔，形状为椭圆曲线。三个窗口由三段1.6mm

宽的筋联接，刚性极差，与窗口联接的孔为零件透镜配合孔，尺寸加工精度及同轴度均要求0.01mm，三个窗口平行于零件的主轴，窗口的后部直径大于窗口小端直径。

2. 零件加工分析

若采用机械加工的方法完成零件三个窗口的加工，受零件刚性差及结构的影响，在切削力的作用下，三段1.6mm宽的筋将会

加工，可以由车体总成加工工序调整到车顶组成加工工序中去完成。

5. 结语

综上所述，通过对工装工具、刀具和加工工艺路线等方面的优化，并对后续380BL车顶导流罩锁紧块在高度、宽度方向上位置变化的跟踪检测，可知工序调整后加工部位的尺寸符合图样要求，并能够顺利完成安装工作，故工序调整不会对导流罩安装产生影响。这不仅提高了导流罩的整体加工精度和加工效率，节省了作业场地，消除了高空作业的安全隐患，而且使铝合金车

体生产流程得到优化，对公司的精益生产具有重要意义。

参考文献：

- [1] 刘雄伟，张定华，王增强，等. 数控加工理论与编程技术[M]. 2版. 北京：机械工业出版社，2000.
- [2] 蔡兰，王霄. 数控加工工艺学[M]. 北京：化学工业出版社，2005.
- [3] 李正峰. 数控加工工艺[M]. 上海：上海交通大学出版社，2004.
- [4] 徐宏海. 数控加工工艺[M]. 北京：机械工业出版社，2003.

MW（收稿日期：20170919）

专家点评

以动车组车顶导流罩加工为例，通过对工艺路线的改进，实现了车顶总成的随机加工，节省了工装运输及反复固定的时间和费用。文章的亮点是整合工序内容，释放作业空间，取消了操作者的高空作业。后续的刀具改善和质量检测方法，使工序调整后的加工尺寸符合图样要求，不同产品之间可以迅速、准确地转换，并能够顺利完成安装。