轨道车辆50mm厚钢板火焰切割排料工艺优化

任志强　李树虎　张世欣　王明岩　赵永洲

1. 概述

随着我国铁路的飞速发展，激光切割、等离子切割、激光焊接等先进加工技术被引进到铁道车辆的制造生产线中，但是传统的火焰切割技术，仍被广泛应用。

某型轨道车辆16~50mm中厚板采用火焰切割技术进行备料，其中采用50mm板材的零部件包括定位臂座板及管座。定位臂座板是转向架构架关键承载零部件，传递轮对动载荷到构架本体，要求其V形口方向不能与钢板轧制方向平行；管座是转向架制动系统管路接口部件，要求其轴线与钢板轧制方向平行。这两种部件质量要求较高，均采用50mm进口钢板制成。由于进口材料采购价格约是国产材料的两倍，所以有必要通过下料工艺优化，提高钢板的利用率，达到降低转向架制造成本的目的。

2. 目前现状

工厂组织生产是按照每列为一个下料批量单元，可以降低较小用量规格材料的吊运、装夹时间，降低制造成本。该型轨道车辆共有三种部件使用进口50mm板材为原材料，如表1所示。

厚板在进行数控自动气割时往往存在切割面垂直度不够的质量问题。由于在切割尺寸较小、数量较多的零件时，预热次数较多，钢板热变形较大，切割到最后往往会出现钢板翘曲变形严重，会导致切割出的工件在尺寸和平面度方面都不符合图样的要求。在解决这个难题时，公司通常采取在排料时增大工件之间距离等措施。公司进行50mm厚钢板火焰切割的设备是梅塞尔数控火焰切割机，其可切割工件厚度为8~100mm。对于切割50mm厚钢板件，推荐的排料间隙为20~25mm，一般的引入点和引出点都是端部点位置，但允许任何位置引入和引出。根据管座加工工序要求，管座原材料按照420mm×50mm板条备料。其下料排料如图1所示。

采用图1方法排料切割，钢板成材率为0.563，每两张板材准备不出12台车的定位臂座板（欠10块），管座料足够多，且余量较大。

表1　某型轨道车辆50mm厚零部件明细

编号	名称	数量（个）	材料规格/mm×mm×mm
1	座板左	8	300×172×50
2	座板右	8	300×172×50
3	管座	4	ϕ37×44

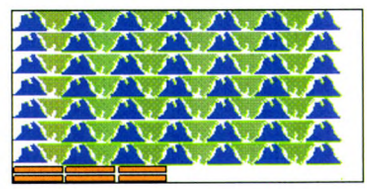

图1　原排料方案

3. 工艺改进

由于定位臂座板和管座这两种部件均有方向性要求，且其使用部位较为关键，因此要实现优化目的，做工艺优化时，必须保证：①工件的下料方向符合技术要求。②工件的外形尺寸留有足够的加工余量。③生产工序的可操作性和可实现性。④避免造成生产工序当中发生质量隐患的可能性。⑤可有效提高钢板的利用率。

经过分析，定位臂座板只给加工工序预留3mm的加工余量，不具备继续缩小加工余量的条件；管座现在加工工序要求备料规格为420mm×50mm，但实际可调整。钢板规格具有不可更改性，其宽度为1 524mm，现在只

能排7排定位臂座板，若要想提高钢材利用效率，关键在于减小排料间隙至15~16mm，将定位臂座板按照8排布料。为此，我们进行了相关技术验证，按照15mm排料间隙切割24块定位臂座板，对其表面质量进行检测，发现工件切割表面质量均满足JB/T10045.3—1999I级要求。

既然排料间隙15~16mm可以保证切割产品的表面质量满足技术要求，于是我们按照加工工序要求的管座备料尺寸和定位臂座板进行软件优化排料，获得改进排料方案一（见图2）。该方案仍有明显的余料区域。

方案一产生余料，其根本原因在于加工工序要求管座备料规格为420mm×50mm。由于管座本身尺寸并不大，所以其备料规格应该可以调整。我们与加工工序协商后，将管座的备料尺寸改为140mm×50mm，然后和定位臂座板进行软件优化排料，获得改进排料方案二（见图3）。该方案的余料区域不明显，钢板利用率极大提高。

4. 改进效果分析

原排料方案：按照420mm×50mm准备管座备料和套料切割定位臂座板，每批有图1所示一种排料方式。但切割完毕后，余料较多且没有明确的使用用途，一般当做废料处理。每两张钢板可切割出182块定位臂座板（相当于11台车多一点），成材率为0.563。

改进排料方案一：按照420mm×50mm准备管座备料和套料切割定位臂座板，每批有如图2所示两种排料方式。但切割完毕后，排料方式1与2下料均有余料。余料尺寸为170mm×1524mm，没有明确的使用用途，一般当做废料处理。每两张钢板可切割出192块定位臂座板（相当于12台车），成材率为0.592。

改进排料方案二：按照140mm×50mm准备管座备料和套料切割定位臂座板，每批仅有如图3所示一种排料方式。切割完毕后，余料尺寸为135mm×34mm，没有明确的使用用途，一般当做废料处理。每两张钢板可切割出208块定位臂座板（相当于13台车），成材率为0.641。

表2　试切割技术参数

钢板规格/mm ×mm	割嘴号	切割速度/mm·min^{-1}	切割损耗/mm	排料间隙/mm
3048×1524	3	200	3.5~4	15~16

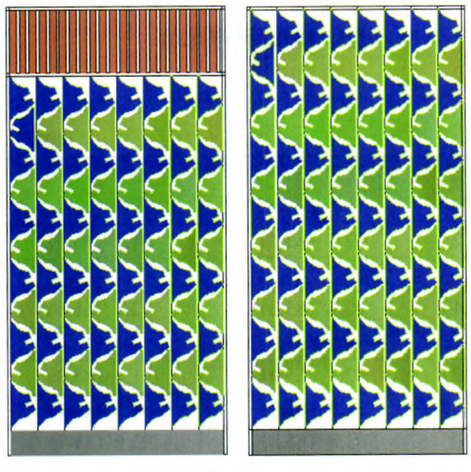

图2　改进排料方案一

两种改进方案均可获得足够多的管座用料，即改进方案二不仅提高了定位臂座板产出率，提高了钢板利用效率，而且排布料方式单一，减少生产失误的概率。

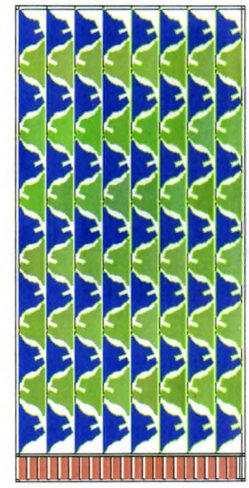

图3　改进排料方案二

5. 结语

（1）排料间隙15~16mm满足50mm钢板的火焰切割下料需求，能保证切割后的零件表面质量达到满足JB/T10045.3—1999标准规定的1级质量要求。

（2）该车型50mm厚板火焰切割排料工艺优化达到预期目标，提高了钢板成材率。每两张钢板多产出近2台车的产品件，成材率提高7.8%。

通过本次改进发现，前后工序的沟通也可以节省制造成本。本研究中沟通后的改进方案二与按照加工工序要求准备管座料的改进方案一相比，每两张钢板多产出定位臂座板1台车，成材率提高4.9%。

作者简介：任志强等，南车青岛四方机车车辆股份有限公司工程师。

MW 20140118