

# 60kg/m-12号重载合金钢辙叉加工工艺优化

刘大鑫

铁科(北京)轨道装备技术有限公司 北京 102200

**摘要:** 本文对60kg/m-12号重载合金钢辙叉加工工艺流程研究,通过对心轨和镶块数控加工、翼轨弯折、合金钢材料消磁等重难点工艺,从刀具、弯折实现方法、退磁手段方面进行优化,从影响组装质量、效率的因素,包括间隔铁装配和降低值,优化现有工艺和设计措施,保证工艺优化后质量更加稳定且极大的提高了生产效率,满足各项指标和市场需求。

**关键词:** 重载合金钢辙叉;加工工艺;优化

## Optimization of processing technology for 60kg/m-12 heavy-duty alloy steel frog

Liu Daxin

CARS(BEIJING) RAILWAY EQUIPMENT TECHNOLOGY CO., LTD., BEIJING 102200

**Abstract:** in this paper, the machining process of 60kg/M -12 heavy-duty alloy steel frog is studied, and the key technologies, such as CNC machining of center rail and insert, bending of wing rail, degaussing of alloy steel, are discussed, optimization of cutting tools, bending methods and demagnetization methods, optimization of existing processes and design measures from factors affecting assembly quality and efficiency, including assembly and reduction of interval iron, after the process optimization, the quality is more stable and the production efficiency is greatly improved to meet various targets and market demand.

**Keywords:** heavy-duty alloy steel frog; processing technology; optimization

### 1 概述

我国合金钢辙叉型式有锻制合金钢心轨组合辙叉、焊接式翼轨加强型合金钢组合辙叉、合金钢钢轨组合辙叉和镶嵌翼轨式合金钢组合辙叉4种类型。近年来,随着国家铁路重载化进程的加快,特别是铁路货运能力不断提升和重载铁路无缝化要求的提出,镶嵌翼轨式合金钢辙叉正逐步替代其他种类成为未来发展方向。

我国重载铁路建设主要用于煤炭和矿石运输,对推动我国经济高质量发展和保障国家安全具有十分重要的作用。重载合金钢辙叉因其线路运营复杂多变、工况运用差,加工过程中质量缺陷会加速辙叉寿命衰减,可能严重影响铁路运输

效率,甚至造成安全隐患。因此,研究合金钢辙叉加工工艺对重载铁路的安全运营有十分重要的意义。

60kg/m-12号重载合金钢辙叉是其代表性产品,该产品由心轨组件、镶块翼轨组件和扣件系统三部分组成。其中心轨组件由心轨、叉跟轨通过螺栓联结而成,镶块翼轨组件由镶嵌块、翼轨通过螺栓联结而成,最终通过间隔铁与扣件系统组装完整,形成两条轨道的接点。

某道岔厂家工艺流程如图1所示,对于道岔厂家工艺的重难点在合金钢材质的的心轨和镶嵌块曲线轮廓和翼轨弯折曲线。

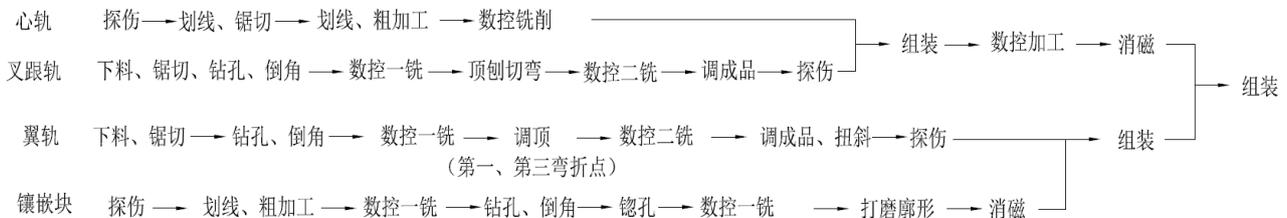


图1 加工工艺流程

### 2 重难点工艺

#### 2.1 心轨、镶块加工工艺

道岔厂家原有加工方式为委外使用球刀在数控加工中心加工,虽然该工艺加工稳定可靠,但心轨、镶嵌块材料为硬

度360-430HBW的合金钢,材料硬度高且加工量大,加工给量和背吃刀量均非常小,加工时长约为24h,无法满足市场和产能需求。因此,需要对原有工艺优化,实现非委外加工并提升产能。

按照加工量、加工轮廓以及加工方式,将原有加工中心加工进行工艺路线分解。

心轨可将原有工艺可以分解为铣削心轨两端头垂直度→铣削心轨前端两侧面→铣削心轨后端两侧面→铣削心轨叉尾两侧面→钻孔→镗孔→铣削心轨后端轨底→铣削心轨后端轨头→铣削心轨后端轨底台等步骤。

镶嵌块工艺分解为铣削镶嵌块工作边侧面→铣削工作边轨底R5圆弧→钻孔、倒角→镗孔→粗铣工作边侧轨头侧直+1:3→精铣工作边侧轨头→鱼尾空间、轨底→铣削工作边轨头→铣削轨顶X\Y轮廓及降低值→铣削非工作边轨顶R5圆弧→铣削两端R110圆弧→铣削两端10mm台、R15圆弧→打磨镶嵌块两端X\Y廓形。

该新工艺的难点在于保证软件加工轮廓,因此通过对

合金钢钢坯产品特性和铣削断面分析,并借鉴高锰钢道岔产品的生产制造工艺过程,对比外形尺寸,本着降低成本、高质量、高效率的原则。针对60标准断面轨头设计一款鱼尾空间上部、下部两种铣刀,负责心轨燕尾部分鱼尾空间铣削;心轨五刨的斜度与R15+R80搭接与国内道岔尖轨形式不同,设计新型心轨五刨铣刀;针对镶嵌块密贴侧轨头、鱼尾空间、轨底,该要求的轮廓影响后期组装密贴,因此设计专用一体式铣刀,通过8种刀片进行搭接,保证粗糙度和轮廓要求;针对镶嵌块需要X、Y两种不同轮廓搭接过渡的情况,分别设计廓形X:1:4+R13+R80+R300+1:40和廓形Y:1:20+R10+R80+R300+1:40,先加工使用廓形Y铣刀加工前部和过渡段,再使用轮廓X铣刀加工过渡段和候补,中间通过180mm过渡,保证XY轮廓间的圆顺过渡,以此来保证合金钢辙叉运行的轮轨关系。

通过以上刀具设计,并且进行数控编程和工艺实验,最终保证软件加工质量和轮廓的同时,保证钢轨产量,将加工时长由24h降低值8h。(如图2)

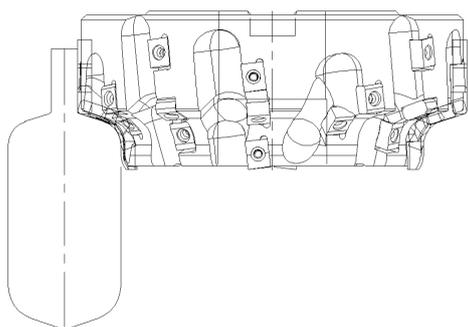


图2 心轨鱼尾空间铣削示意图和刀具

## 2.2 翼轨加工工艺

合金钢辙叉翼轨存在弯折点位多、有连续弯折、S弯弯

折矢量方向变化的特点,翼轨弯折模型如图3所示。



图3 翼轨弯折模型

道岔厂家原有加工方式为翼轨中间圆弧靠顶弯机顶调,镶嵌块该位置的圆弧是加工中心加工出来的,数控加工的圆弧比顶弯机顶弯的圆弧精准,这样造成两个圆弧无法完全密贴,密贴缝隙无法满足要求时,需要不断拆装翼轨对其进行修磨,才能满足密贴要求。

因此将原有工艺路线下料、锯切→钻孔、倒角→数控

铣削→调成品、扭斜→探伤,变更为下料、锯切→钻孔、倒角→数控一铣→调顶(第一和第三弯折点)→数控二铣(密贴段)→调成品、扭斜→探伤。

改变原有的翼轨顶弯工艺,先对翼轨第一和第三弯折点进行顶弯,顶弯后再对翼轨密贴段轨头进行数控加工,通过数控加工保证翼轨圆弧与图纸圆弧完全一致,从而保证镶嵌

块圆弧与翼轨密贴段圆弧完全匹配, 满足密贴缝隙要求。

除经过上述调整密贴段圆弧满足要求, 但其他弯折点位依然关系到镶嵌块与翼轨组装, 可通过定制专用检测样板对调成品弯折进行确认, 确保组装时一次装配成功。

根据装配合格率统计可以看出调整顶弯工艺及检验方法后, 组装一次合格率大幅提高, 提升效率13%, 效率提升百分之18%。

### 2.3 消磁工艺

合金钢心轨和镶嵌块因材料特性, 本身具有很强的磁性, 若果磁性过强可能干扰自动过机车分相装置, 导致LCU输出分主断信号, 造成造成机车发生跳主断故障。

前期工艺主要通过人工物理退磁法, 即人工手持强磁体从退磁体悬空面略过, 实现打乱剩磁方向以达到退磁的目的。

但是存在如下问题; 强磁体较重, 需要双人抬着强磁体工作; 通常双人操作时速度、空间距离及位置难以同步从而影响退磁效果, 需重复退磁, 且仅适用于单面退磁, 需要多次操作; 停留时间过长会导致增磁; 效率较低。

需要通过优化合金钢辙叉心轨工件退磁工艺技术, 解决传统退磁耗时费力, 退磁效果不理想等问题。再次优化中, 选择工频交流退磁工艺, 制作回字形通过式消磁器, 将合金钢组件和镶块翼轨组件置于交变磁场中, 产生磁滞回线, 当交变磁场的幅值逐渐递减时, 磁滞回线的轨迹也越来越小, 当磁场强度降为零时, 使组件中残留的剩磁也会Br接近于零。实现自动化退磁, 原有退磁约为15min/m, 优化工艺后达到1min/m。极大地提升消磁效率。消磁效果达到上表面小于20GS要求。(如图4)

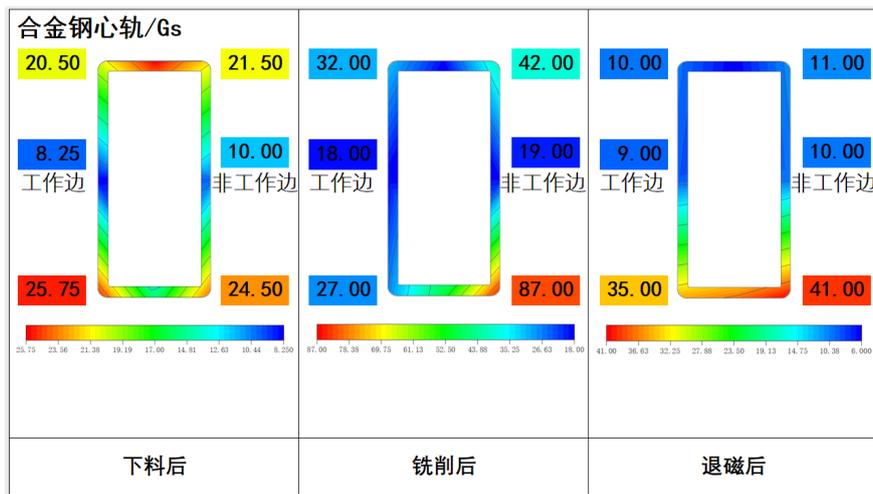


图4 工艺过程磁通量变化

## 3 其它工艺

### 3.1 间隔铁装配

间隔铁装配是影响合金钢辙叉组装质量、效率的重要因素。间隔铁一般为铸件, 通过浇筑、脱模、加工实现, 间隔铁断面的水平、垂直状态和装配位置圆弧直接影响了合金钢辙叉的安装质量。间隔铁与钢轨安装后如图5所示, 装配位置上下颚两圆弧接触不良时很容易造成间隔铁安装不进去, 导致钢轨侧翻或者是轮缘槽超差。除此之外, 间隔铁两个侧

板垂直度不达标, 与钢轨紧固后直接造成了两钢轨的侧翻, 钢轨侧翻会影响车轮与钢轨的接触状态, 进而影响辙叉的使用寿命。

优化一: 将原有间隔铁与钢轨上下颚接触改为全断面接触, 最大限度的与轨腰进行匹配, 消除上下颚圆弧, 同时控制机加工精度, 间隔铁与钢轨安装后如图5所示。

优化二: 调整间隔铁加工工艺, 增加间隔铁加工中间基准, 控制机加工精度, 保证间隔铁两个侧板的水平、垂直。



图5 间隔铁装配优化前后示意图

### 3.2 合金钢辙叉降低值

合金钢辙叉降低值是影响行车平顺的重要点, 心轨组件、镶块翼轨组件各个产品间均存在公差, 导致组装后

各个组件间降低值不合格, 还需要大量工作面抛光打磨匹配降低值。

心轨与叉跟轨、镶嵌块与翼轨的配合是通过鱼尾空间相

匹配镶嵌成一个整体, 主要依靠工字型钢轨上下颚的斜度将心轨、镶嵌块嵌入鱼尾空间内部, 然后通过间隔铁及水平螺栓进行紧固。心轨组件、镶块翼轨组件装配后如图6所示。

镶块翼轨组件(镶嵌块与翼轨)以及心轨组件(心轨与叉跟轨)需要在轨头侧面、轨头下颚、轨底上表面和轨腰平台相互贴合, 通过上下颚之间的高度进行限位, 防止镶块或心轨上下跳动。

目前采用加严各部件高度加工公差内控, 将公差带由1.0mm降低至0.2mm, 提高工件之间互相性同时保证降低值一次装配合格。

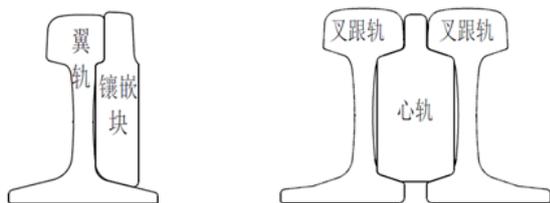


图6 心轨组件、镶块翼轨组件装配示意图

#### 4 结束语

60kg/m-12号重载合金钢辙叉生产制造过程中, 依据施

工图及产品技术标准的要求, 对每道工序都进行严格眼见, 重点控制辙叉全长、密贴、查照间隔、叉心轮廓、叉心加宽部位轨距、护背距离等各项技术参数, 产品质量得到有效的可控制。工艺优化后质量更加稳定, 而且极大的提高了生产效率, 满足各项指标和市场需求。

#### 参考文献

[1]李晓辉, 叶志仁, 数控机床及加工中心的编程与操作, 机械工业出版社, 2006年7月第1版第3次印刷

[2]王键石, 机械加工常用刀具数据速查手册, 机械工业出版社, 2009年9月第2版第1次印刷

[3]李志群, 常用道岔主要参数手册, 中国铁道出版社, 2007年10月第2版第2次印刷

[4]杨西, 铁路道岔参数手册, 中国铁道出版社, 2009年9月第1版第1次印刷

作者简介: 刘大鑫, 男, 工程师职称, 本科学历, 主要从事道岔的质量管理工作。