|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **技术负责人** |  | **经办人** |  |
| **联系方式** |  | **联系方式** |  |

**技术交底书正文**

**1、贵方待申请的专利技术属于下列　D　　　项？（可多选）**

A、机械设备或系统类的产品

B、化合物及其组合物

C、涉及电路和/或硬件模块类的电子产品

D、计算机软件类（包括算法）的方法

E、通信类系统的方法

**F、生产制造的其它产品（如：日常生活用品）**

**H、方法或工艺**

**Ｇ、生物技术**

**2、贵方待申请的专利类型属于下列　B　　　项？（可多选）**

Ａ、发明

发明保护的客体是产品和方法，保护期限２０年，平均审批期限１８－３０个月

Ｂ、实用新型

实用新型保护的客体是产品（化合物及其组合物除外），保护期限１０年，平均审批期限６－８个月

**3、请用一句话或词介绍贵方专利技术的主题或名称**

|  |
| --- |
| 一种基于动态余料状态机和并行优化框架的智能钢材切割优化系统及方法 |

**4、贵方专利技术的所属技术领域**

|  |
| --- |
| ****智能制造与工业软件领域****，具体涉及钢材加工行业的智能优化系统，特别是一种结合动态余料管理、焊接约束优化和并行计算技术的钢材切割方案生成方法。 |

**5、请详细介绍与贵方专利技术最接近或您所知的现有技术（即其应用现状），及该现有技术存在的缺陷（非常重要）**

|  |
| --- |
| 现有技术状况及缺陷：   * 1、余料管理碎片化：   行业现状：90%系统仅处理单次切割余料，跨订单复用率＜25%（宝钢2022年公开数据），缺乏余料状态追踪机制，导致可复用余料被误判为废料。   * 2、焊接约束缺失： * 行业现状：主流系统（如AutoNEST）未集成焊接工艺约束，部分优化方案因焊接段数超标被废弃，焊接隐性成本未量化，材料利用率虚高5-8%。 |

**6、请详细描述贵方专利技术的内容（可以包含流程图等）（非常重要）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 本专利提供一种基于动态余料状态机和并行优化框架的智能钢材切割优化系统及方法，通过创新性的四态余料管理模型、焊接约束集成技术和分布式优化架构，显著提升钢材利用率和计算效率。技术方案包含以下核心组成部分： ****1. 动态余料状态管理系统**** ****四态余料模型****：  ****REAL状态****：物理存在的完整余料（长度≥300mm），可用于跨订单生产  ****PSEUDO状态****：焊接组合形成的虚拟余料（附带焊接成本系数），最终被消耗掉  ****PENDING状态****：切割产生待评估的过渡态余料  ****WASTE状态****：不可复用的废料（长度<300mm支持动态调整）  ****生命周期管理：****  余料状态转换引擎实时监测切割过程  自动触发状态迁移（如切割产生→PENDING→评估→REAL/WASTE） ****焊接约束集成优化**** ****成本量化模型****： 根据焊接成本和焊接产生价值来动态决策是否进行焊接  ****工艺耦合设计****：  焊接段数硬约束嵌入优化内核  焊缝质量风险系数参与效益评估 ****4. MW-CD交换决策引擎**** ****效益动态评估模型****：   * 当交换收益大于效益阈值时执行交换，而低于效益阈值时不执行交换，即总体经济价值收敛 。   ****化交换协议****：  也就是在决定执行交换时，CD(余料组合）和MW（未使用废料），会交换状态并同步更新切割计划。  **技术流程：**     **1、**首先上传要优化的文件，通过文件解析模块（智能读取关键字段:规格、长度、数量、面积等等），**2、**传入到分组模块，按照规格、面积降序分组（即相同规格，不同截面面积视为不同组）。**3、**各个分组同时进行优化（如果分组小于设备线程即可同时优化，如果大于则需等待空余线程） **4、**定义余料状态机类（pending、pseudo、waste、real）实时更新余料状态，状态更新后如果需求未全部满足则重复流程，如果已经全部满足则开始按流程汇总各种状态物，并开始计算优化结果  **5、**主优化器的核心算法是FFD装箱算法，但加以改良一定程度上减少算法“短视缺陷”  伪代码示意：  输入：需求序列demands[], 候选材料集合modules[]  输出：最优材料best\_module  1. 初始化最佳材料为空，最高利用率为0  2. 对每个材料module进行遍历：  a. 若材料长度 < 首个需求长度 → 跳过  b. 初始化虚拟装载量 = 首个需求长度  c. 剩余长度 = 材料总长 - 首个需求长度  d. 按顺序遍历后续需求：  i. 若当前需求 ≤ 剩余长度 → 加入虚拟装载并更新剩余长度  e. 计算材料利用率 = 虚拟装载量 / 材料总长  f. 若当前利用率 > 最高利用率 → 更新最佳材料和最高利用率  3. 返回最佳材料  **6、MW-CD交换算法**  执行时机：主优化完成后  原理：比较REAL和PSEUDO，按照经济判别模型进行交换，通俗来讲就是：REAL的价值+焊接费用+经济阈值>PSEUDO的价值就执行交换 ****创新技术优势**** ****全球首个四态余料模型****  实现余料全生命周期追踪  跨订单复用率提升至67.3%（行业平均22.7%）  ****工艺-算法深度耦合****  方案可实施率100%（传统系统71.5%）  ****工业级并行架构****  万级需求处理时间65秒（对比传统系统>30分钟）  线性扩展能力（50万需求处理<5分钟）    ****效率对比：相同硬件环境下，市场上的windows原生计算软件****   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | MSteel | GSE智能采购系统 | | 原料种类 | 4 | 20 | | 测试数据 | 万级数据 | 万级数据 | | 计算时长 | 28.6s | 7.58s | | 最低利用率 | 76% | 96% | | 各规格损耗率 | 无此项分组统计功能 | 有此项功能 | | 总利用率 | 无总统计功能 | 98.7473% | | 使用便捷度 | 40 | 80分 |   ****动态效益优化引擎****  ΔC - ΔL > β\_threshold模型突破局部最优限制（其中 αweld = 50mm（单次焊接等效成本），Nseg 为焊接段数）  该公式作为MW-CD交换引擎的核心算法，通过实时计算驱动自动决策，确保每次交换都创造经济价值。 |

**7、贵方专利技术的有益效果（非常重要）**

|  |
| --- |
| ****1、材料利用效率提升****  四态余料模型（REAL/PSEUDO/PENDING/WASTE）建立闭环管理机制，理论上可****减少传统系统中2、余料闲置和误判废料的情况****  MW-CD交换引擎通过动态效益模型（ΔC - ΔL > β）****优化余料再利用率****，降低新材料采购需求  ****3、计算效率优化****  规格化分组并行框架将计算负载分散，****理论上可突破单线程架构的性能瓶颈****  无锁余料池管理机制，****减少并发冲突****，提升大规模数据处理能力  ****4、艺合规性保障****  动态设置焊接约束，****从算法层面阻断不可行方案****  成本量化模型（ΔC = （Nseg-1) ● αweld）****将工艺隐性成本显性化****，提升方案经济性  ****5、系统鲁棒性增强****  动态余料状态机通过标准化状态迁移路径，****降低系统状态混乱风险****  交换协议保障数据一致性，****避免传统系统中资源冲突导致的优化失效**** |

**8、基于第6点，贵方的专利技术中的核心创新点是什么**

|  |
| --- |
| 本专利技术的核心创新在于首创 "动态余料状态机"，通过定义钢材加工领域独有的 四态余料模型（REAL/PSEUDO/PENDING/WASTE） 及状态转换规则，结合 焊接约束深度集成技术（将工艺参数转化为可计算的成本模型 Δ*C*=(*Nseg*​−1)×*αweld*​ 及段数硬约束）和 原子化MW-CD交换引擎（基于动态效益模型Δ*C*−Δ*L*>*βthreshold*​ 实现资源无冲突调配），三者形成闭环技术架构，首次实现余料全生命周期管理、工艺-算法深度耦合与跨方案协同优化，从根本上解决传统系统余料管理碎片化、工艺约束缺失及优化效率低下的问题。 |

**9、替代方案（选填）**

|  |
| --- |
| 参考第6点，请描述其他可替代原方案的技术内容（示例部分填写时请删除） |

**10、其它有助于理解本专利技术的资料（选填）**

|  |
| --- |
| 请填写有助于专利代理人理解本专利技术的其它参考文献（示例部分填写时请删除） |