

棒材组合订单高效锯切优化

一、赛题背景

棒材锯切是钢铁生产线成品交付的核心工序，棒材是由加热钢坯通过多道轧辊从立方体变成圆柱体，类似“拉面条”把一块“方面团”拉成“超长细面条”。因为现场设备的限制，“超长细面条”无法直接上锯切辊道，需要将其分段，也就是把“细面条”分成多段“细面条”一起进行批量锯切，锯切方案设计（同时对几根“细面条”进行锯切，每根“细面条”有多长等等）直接决定产线产能释放与综合成材率。并且随着钢铁行业向多品种、小批量柔性生产转型，订单个性化、定制化趋势显著，大量非经济订单（倍尺长度、重量与锯切节奏不匹配）无法铺满锯切辊道，导致锯切产能闲置、设备利用率低下。

当前棒材锯切排产仍普遍依赖人工经验与固定规则，存在两大难以突破的核心痛点：其一，人工规则基于简化的经验公式，难以精准平衡倍尺长度、设备动作周期与生产节奏的复杂耦合关系，面对指数级增长的订单组合空间，无法找到全局最优解，导致小批量低效锯切频发，锯切刀数冗余度高；其二，订单繁杂度呈指数级上升，人工无法对海量同钢种、同规格订单进行系统性聚类与跨订单整合，只能按订单顺序依次排产，推高了锯切批次数量与单位产品生产成本。同时，不同操作人员的技能水平与操作习惯差异显著，导致排产结果波动大，产线运行稳定性不足。

然而，仅依靠简单的订单聚类与规则匹配远远不够，在实际生产中，棒材锯切排产需同时兼顾多重刚性约束：一是冷床承载约束，组合订单总长度与总重量必须严格控制在冷床上下限范围内；二是锯切工艺约束，倍尺长度必须为订单定尺长度的整数倍且预留合理加工余量。

本赛题旨在借助先进组合优化算法，突破传统人工排产的技术瓶颈，推动棒材锯切排产向数字化、智能化方向升级。参赛者需利用订单数据与设备工艺参数，构建高效的全局寻优模型，在满足冷床承载、锯切工艺等多重约束的前提下，设计最优的订单组合策略与锯切参数方案，明确各批次订单组成、倍尺长度设定与锯切批次划分，最终实现成材率最优、锯切刀数最少化与产线产能最大化。

二、赛题应用场景

以钢铁企业棒材生产线轧制后、锯切前订单排产为典型应用场景。该场景下，企业需从海量未排产订单池中筛选同钢种、同规格订单进行组合，使组合后的订单总长度适配冷床承载能力，且通过尽可能铺满锯切辊道实现高效批量锯切。

现场生产中，不同订单的定尺长度、重量需求差异显著，人工需逐一计算订单倍尺长度并尝试组合，不仅耗时费力，且极易出现组合不合理导致的锯切刀数过多、冷床空间浪费等问题。开发能够自动完成订单聚类、组合寻优与锯切方案生成的智能系

统，已成为棒材产线降本增效的共性技术需求。

三、赛题任务

参赛团队需根据订单、钢坯等输入，构建棒材组合订单经济锯切优化模型，实现同钢种、同规格订单的智能组合与锯切参数自动优化。系统需重点攻克大规模订单组合空间的高效寻优难题，在严格满足工艺与设备约束的前提下，输出最优订单匹配组合方案及相应的锯切参数设定。具体任务包括：

1. 开发订单数据预处理与校验模块，实现同钢种、同规格订单的自动聚类与异常数据过滤；
2. 设计高效的组合优化算法，在满足所有约束条件的前提下，达到组合订单总锯切刀数最小化、成材率最大化、组合订单覆盖率最大化、求解时间最小化的综合最优；
3. 生成可直接指导生产的锯切方案，包含组合订单编号、各订单倍尺长度、锯切批次划分等关键信息。

四、数据集及数据说明

模型输入：

（一）订单数据：

文件名称	主要说明
order_quarter.csv 初赛：5k 条订单数据 复赛：1w 条订单数据 决赛：2w 条订单数据	订单号，订单钢种，订单重量，订单规格（直径和定尺长度），密度

（二）钢坯数据：

文件名称	主要说明
blank_used.csv 初赛：2 种钢坯规格 复赛、决赛：5 种钢坯规格	钢坯规格（宽度、厚度和长度），密度

模型约束：

（三）约束条件：

文件名称	主要说明
constraint.txt	覆盖同质性，冷床长度等约束条件

模型输出：

（四）输出结果：

结果为 list<json>形式，以*.json 文件格式保存并上传。示例：

```
[
  {
    "orders": [
      "A20260103"
    ],
    "length_scheme": [
      {
        "A20260103": 83.2
      }
    ],
    "counts": [
      71
    ],
    "blank_type": 1,
    "blank_counts": [
      4
    ]
  },
  {
    "orders": [
      "A20260104",
      "A20260105"
    ],
    "length_scheme": [
      {
        "A20260105": 109.25,
        "A20260104": 25.6
      },
      {
        "A20260104": 70.4
      }
    ],
    "counts": [
      71,
      71
    ],
    "blank_type": 1,
    "blank_counts": [
      7,
      4
    ]
  }
]
```

list 中的每个 json 为一个订单组合方案。示例结果提供了 3 个订单的可行组合与

锯切方案，第一个组合方案为订单单独锯切，第二个组合方案为 2 个订单组合锯切。参赛选手上传的解提供的锯切方案应覆盖所有订单，并平衡成材率与组合订单覆盖率以提高得分。每个订单组合方案的详细参数介绍如下表所示：

字段与格式	主要说明
orders: list<string>	[订单编号 1, 订单编号 2, ...] 表示该方案组合了哪些订单。 例如：["A20260104", "A20260105"]表示编号为 A20260104, A20260105 的订单放在一起进行组合锯切，["A20260103"]表示编号为 A20260103 的订单单独锯切。
length_scheme: : list<json> 单位: m	[{订单编号 1: 分配长度 1, 订单编号 2: 分配长度 2, ...}, ...] 表示锯切方案，每个 json 表示每次冷床上的具体长度分配方案。 例如： [{"A20260105": 109.25, "A20260104": 25.6}, {"A20260104": 70.4}]表示本锯切方案下，第一轮上冷床的棒材有 109.25m 的长度用于完成订单 A20260105，25.6m 的长度用于完成订单 A20260104；第二轮上冷床的棒材有 70.4m 的长度用于完成订单 A20260104。
counts: list<int>	[辊道并列支数 1, 辊道并列支数 2, ...] 表示辊道上横向并列摆放的棒材支数，与锯切方案一一对应。 例如：[71, 65]表示本锯切方案下，第一轮在冷床辊道上横向并列摆放了 71 支棒材，第二轮在冷床辊道上横向并列摆放了 65 支棒材。
blank_type: int	钢坯类型 id 表示锯切方案使用的钢坯。 例如：1，表示本锯切方案使用 blank_used.csv 中的第一种钢坯。
blank_counts: list<int>	[钢坯数量 1, 钢坯数量 2, ...] 表示每轮上冷床消耗的钢坯数量，与锯切方案一一对应。 例如：[7, 4]，表示第一轮上冷床需要使用 7 支钢坯，第二轮上冷床需要使用 4 支钢坯。

五、算法设计要求

(一) 鼓励参赛者结合启发式策略提升大规模组合空间的寻优效率。可尝试融合

遗传算法、模拟退火、禁忌搜索等智能优化算法的优势，进一步提升求解质量。

(二) 算法需具备良好的泛化能力，能够动态适应订单规模、订单结构的波动，在订单数量从几十到几万的范围内均能保持稳定的求解性能。

(三) 算法设计应兼顾实时性与可靠性，单批次订单组合的求解时间应不大于 10 秒，能够满足工业现场排产的实时性要求。

(四) 建议核心算法模块由参赛队自主设计或基于开源框架进行合理扩展，若使用商业求解器，则仅限使用杉数求解器 COPT。

六、性能指标要求

本赛题以实际生产订单数据为基准测试集，构建标准化的性能评估体系，通过离线仿真评估算法性能。性能评价主要包括以下三个方面：

(一) 总锯切刀数

计算方法：总锯切刀数 = 定尺长度总锯切次数 + 切头切尾各一次

例如：棒材总长 50 m，定尺长度为 3 m。考虑两端切损共 2 m（每端 1 m），有效长度为 48 m，可切出 16 根定尺棒材，无剩余。锯切次数为：两端切头/尾 2 次 + 切分 16 根所需的 15 次 = 17 次。

(二) 成材率

计算方法：成材率 = 成材（定尺）总重量/钢坯总重量

(三) 组合订单覆盖率：组合锯切的订单数量占总订单数量的比例，仅统计**多订单组合方案**中的订单。

计算方法：组合覆盖率 = 组合订单总数量 / 测试集订单总数量 × 100%

(四) 平均求解时间：单批次订单组合的平均求解时间（初赛不涉及）

七、功能要求

本系统要求利用订单数据与设备工艺参数，构建高效的全局寻优模型，输出结果包括组合方案（哪些订单放在一起锯切）、锯切方案（几个锯切批次，每个锯切批次如何分配订单）和钢坯方案（使用哪种钢坯，使用几根）。

八、开发环境

(一) 软件环境

1. 参赛者开发过程的软件系统不限（Windows、Linux、Mac 等），最终代码应当保证在 Linux 系统下测试通过。开发工具（IDE）不限。

2. 开发语言应当以 Python 为主语言，核心控制算法模块可使用 C++ 进行性能优化。若采用其他语言，参赛者应当合理封装，并以 Python 作为胶水语言实现相关接口。

(二) 硬件环境

硬件开发环境不限。最终代码应当至少在标准机器（32 核心 CPU，32GB 内存，

显存 24G) 硬件资源下实现稳定运行。

九、成绩评价

1. 指标权重：总锯切刀数占 40%、成材率占 30%，组合订单覆盖率占 20%，平均求解时间占 10%（初赛不作为评价指标）

总得分 = $0.4 * (\text{基准锯切刀数} / \text{选手锯切总刀数}) + 0.3 * \text{成材率} + 0.2 * \text{组合订单覆盖率} + 0.1 * (\text{基准求解时间} / \text{选手求解时间})$

2. 其他评分因素：

a. 代码规范性与可部署性（占附加分的 50%）：代码结构模块化、注释完整、可直接部署于工业现场，无平台依赖，得满分；耦合度高、可移植性差或存在明显缺陷，酌情扣分。

b. 技术报告与答辩表现（占附加分的 50%）：技术方案完整、逻辑清晰，包含算法设计、仿真验证、创新点说明及工程价值分析，答辩能准确回应技术问题，得满分；报告内容不完整、逻辑混乱或答辩表现差，酌情扣分。

十、解题思路

构建基于组合优化的棒材组合订单经济锯切排产系统，以总锯切刀数最少化、成材率最大化为目标，综合考虑冷床承载约束、锯切工艺约束与生产节奏约束，自动生成最优的订单组合方案与锯切参数设定。针对大规模订单组合空间的寻优难题，融合遗传算法、模拟退火等元启发式算法平衡求解质量与速度。同时增强算法的鲁棒性与工程实用性。

并非所有订单都需要进行组合锯切，锯切方案中也可给出单订单进行锯切的锯切方案。赛题目标包括锯切刀数、成材率、组合覆盖率与求解时间，不同的目标具有不同权重，选手应在解满足约束的基础上尽可能达到解的综合最优。

十一、赛题约束条件

（一）算法约束

允许使用开源库与框架：NumPy/Pandas（数据处理）、Matplotlib（数据可视化）、Geatpy（开源群智能优化算法）等等，禁止使用封装式 API 直接输出结果。

（二）求解器使用约束

允许使用自研求解器或开源求解器。评分环境仅具备 COPT 的商业授权，若使用商业求解器，则必须使用 COPT，不得使用其他商业求解器或任何破解版商业求解器。

（三）数据使用约束

1. 数据来源限定：仅允许使用赛方提供的，严禁使用其他公开 / 私有数据集。
2. 数据保密要求：赛事提供的所有数据集仅可用于本次赛事相关研究与参赛，禁止泄露、传播或用于非赛事相关的商业用途，违反者取消参赛资格。

十二、参考资源

1. 张峰, 魏洪云, 刘浩, 等。一种棒材锯切组合模型: CN113238529B [P]. 2022-09-13.

2. 组合优化相关技术

十三、提交要求

(一) 初赛提交内容

1. 结果文件: 结果以 json 格式保存, 按 “初赛结果_团队名.json” 命名, 压缩为 “初赛结果_团队名.zip” (压缩包内无嵌套文件夹);

2. 技术摘要: PDF 格式 (≤ 2 页), 简述算法思路、核心逻辑;

3. 提交限制: 每天最多提交 5 次, 排行榜实时更新, 以最后一次提交为准。

(二) 复赛提交内容

1. 结果文件: 结果以 json 格式保存, 按 “复赛结果_团队名.json” 命名, 压缩为 “复赛结果_团队名.zip” (压缩包内无嵌套文件夹);

2. 完整代码: 含模型脚本, 需提供详细注释及运行说明 (README.md);

3. 技术报告: PDF 格式 (≥ 3000 字), 详述算法架构、创新点等情况;

4. 算法实现: 提交求解算法的完整代码 (需支持完整复现最终求解结果);

5. 提交限制: 每天最多提交 5 次, 以最后一次提交为准。

(三) 半决赛提交内容

1. 结果文件: 结果以 json 格式保存, 按 “复赛结果_团队名.json” 命名, 压缩为 “半决赛结果_团队名.zip” (压缩包内无嵌套文件夹);

2. 完整代码: 含模型脚本, 需提供详细注释及运行说明 (README.md);

3. 技术报告: PDF 格式 (≥ 3000 字), 详述算法架构、创新点等情况;

4. 算法实现: 提交求解算法的完整代码 (需支持完整复现最终求解结果);

5. 提交限制: 复赛期间共 5 次提交机会, 以最后一次提交为准。

(四) 决赛提交内容

1. 全流程工程包: 含代码、模型、一键运行脚本;

2. 技术报告升级版: 补充决赛测试集实验分析、泛化能力验证;

3. 演示视频: ≤ 10 分钟, 展示算法运行流程与求解结果;

4. 答辩 PPT: ≤ 20 页, 提炼核心技术与成果;

5. 作品海报: 尺寸为 A1 (841mmx594mm), 电子版分辨率为 300dpi, 文件统一保存为 PNG 格式。

十四、奖金设置

为了鼓励参赛选手参赛积极性, 激发在复杂制造场景下的技术创新潜能, 本赛题不仅设立了丰厚的现金奖励, 更针对优秀的青年算法人才开辟了专属的职业发展绿色

通道。具体激励设置如下:

(一) 赛事奖金设置

本赛题将根据总决赛的最终综合成绩(含线上客观评测与线下答辩),对全国总决赛一等奖前六名参赛团队按照如下标准颁发奖金:

1. 冠军奖:第 1 名,奖金 8000 元/每团队
2. 亚军奖:第 2-3 名,奖金 6500 元/每团队
3. 季军奖:第 4-6 名,奖金 3000 元/每团队

(二) 人才招聘专属特权

为加速“人工智能+”创新成果向新质生产力的转化,切实打通产学研用链路,针对在本赛题中展现出卓越代码能力与工程落地思维的优秀参赛选手(不限于前六名获奖团队成员),出题方还将额外提供以下极具含金量的职业发展激励:

● 核心岗位面试直通卡:

在复赛或总决赛中表现突出的核心算法选手,将获得人工智能研究院算法研发岗位的“校招面试直通卡”。凭此卡可直接免除在线笔试与简历初筛环节,直通终审技术面,优先锁定高潜算法人才核心席位。

● 专项精英实习计划:

定向开放工业计算机视觉、大模型前沿应用等核心研发方向的为优质实习岗位。受邀实习生将直接参与真实的高级别产线视觉项目,享有充足的算力资源支持与资深算法研究员的 1v1 业务指导,积累宝贵的工业界实战经验,实习期间表现优异者可获全职 Offer 提前转正机会。

十五、其他说明

公平性: 严禁任何形式的作弊行为,包括但不限于数据泄露、模型预训练数据与测试数据重叠、抄袭他人代码等。一经发现,立即取消参赛资格,并追究相关责任。

知识产权: 参赛者提交的作品必须为原创,未在其他比赛中获奖或公开发表。比赛主办方有权对参赛作品进行展示、宣传等相关活动,但知识产权仍归参赛者所有。

十六、联系方式

赛题交流 QQ 群: 1092742972

邮箱: aicomp2026_cut@163.com

报名官网: www.aicomp.cn