

## 冷轧辅助排程甘特图模型研究

田靖 郭月

北京首钢冷轧薄板有限公司, 北京 101300

[摘要]介绍了冷轧辅助排程甘特图模型的设计思路和方案、模型原理、模型构成和实施过程。甘特图模型应用后实现了多工序优化协作,保证了内部库存物流平衡、高效的周转,最大化地降低了合同结转。

[关键词]冷轧;辅助排程;甘特图;产销衔接;结转量

DOI: 10.33142/ec.v6i11.9924

中图分类号: TH18

文献标识码: A

### Research on Gantt Chart Model for Cold Rolling Auxiliary Scheduling

TIAN Jing, GUO Yue

Beijing Shougang Cold Rolled Sheet Co., Ltd., Beijing, 101300, China

**Abstract:** Introduced the design concept and scheme, model principle, model composition, and implementation process of the Gantt chart model for cold rolling auxiliary scheduling. After the application of the Gantt chart model, multi process optimization and collaboration were achieved, ensuring internal inventory and logistics balance, efficient turnover, and maximizing the reduction of contract carryover.

**Keywords:** cold rolling; auxiliary scheduling; Gantt chart; production and sales linkage; carryover amount

在冷轧板材行业竞争高度激烈的市场环境下,客户订货提前期越来越短、批量越来越小、个性化越来越突出,同时对准时交货也提出了很高的要求。要满足这些要求,同时又要将成本控制合理的水平以下,对全流程生产组织提出了很高的要求。生产组织包括生产计划、库存管理和运输管理等,既要考虑关键工序的排产规则需求,又要确保全流程多工序的集成优化和协同运作,还要实现销售计划和生产的有效衔接,最终确保每个合同保质、保量和按期完成。由此可见,在市场环境千变万化的冲击下,生产组织的优劣直接影响到公司的合同完成率、经济效益和公司口碑。

钢铁行业在生产组织相关的能力计划、合同排程等方面,国外,以PSI、坤帝科公司为代表,以优化算法为核心,合同履约为目标,对合同进行排程优化的模式,以提升交付周期、库存水平和客户服务的可靠性为目标,在国内实施单位有唐钢、太钢;国内,以宝钢为代表,对面向生产组织的合同排程本身进行设计,以将其看作是面向生产全局的生产决策问题的模式,一切功能设计均服务于管理思想,实现整体产能、物流的协同与平衡,从而保证和提高合同兑现率,合理控制库存,增产增效。

目前首钢股份有限公司两个生产基地计划管理仍存在短板,主要体现在,冷轧排产以两条镀锌线沉没辊期为导向,拉动热轧、酸轧和连退全流程的生产节奏。目前冷轧镀锌线沉没辊期的安排主要依靠人工经验,两个生产基地之间的衔接主要以会议和表格形式,效率不高,并暴露出预排程时间短、计划安排不直观、衔接情况不明朗、变化反应不及时等问题。通过对国外标准套装产品和对标企业的研究,结合北京首钢股份有限公司的实施经验来看:北京首钢股份有限公

司有其独特的生产组织特点,参考国内外的生产组织模式,结合业务系统特点,建立一套生产组织模型,将公司现有的生产管理思想和模式充分融入,强调整体统筹与协调机制,构建面向全流程的生产组织系统是可行的路线<sup>[1-2]</sup>。

#### 1 模型方案设计

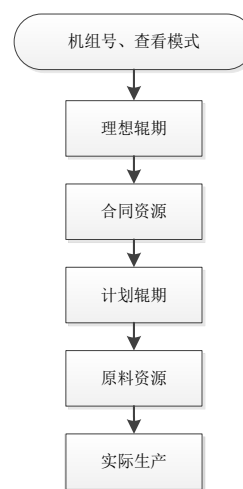


图1 模型方案设计

建立冷轧辅助排程甘特图模型,集成业务规则,即通过统计分析、数学建模等方法,形成长周期、多维度的辊期资源图模型,用以指导首钢股份有限公司的生产组织,同时给营销中心的合同计划提供支撑,实现多工序优化协作,保证内部库存物流平衡和高效周转,最大化降低合同结转率,降低总体结转量。第1步,实现辊期安排可视化,对于辊期日历、辊期内部排产计划进行预排。第2步,实

现生产实绩与辊期预排的对比,找出差距并分析和排查原因,以作为工作的重点突破方向。第3步,进行物料资源、合同资源与辊期预排比较,其中,物料资源差距用以指导首钢股份公司生产计划管理人员和物流人员进行工序计划和物流计划的协调与调整。此外,合同资源差距用以指导产销衔接<sup>[3-4]</sup>。模型方案设计流程图如图1所示。

## 2 模型原理

对股份公司一体化生产组织进行研究,包含冷轧辊期预排、资源衔接、物流发运等,并形成相关解决方案和配套模型。受制于工艺条件,顺义冷轧生产组织,以镀锌两条线的沉没辊期为主线,酸轧和热轧配合镀锌线辊期进行生产备料。合理预排镀锌辊期,就能把控顺义的整体生产节奏,因此将结合近一年的生产情况,首先摸清镀锌两条线的辊期安排规律,根据辊期排产规律指导计划按期发布,作为后续排产工作的基础。

根据历史规律和现有排产规则,制定镀锌的辊期日历;将合同分类打包为模块并制定辊期内计划预排,以镀锌一号产线为例,辊期定义部分细分排产大类分为1#镀锌GA、1#镀锌GI和1#镀锌其他,排产小类分为GA外板、GA拉带、GA其他、GI外板、GI拉带和GI其他。辊期周期为2~3个月,以用于与销售部门衔接合同资源计划。同时,采集生产实绩日历,与辊期日历进行对比,用于分析查找差距和原因,进行重点突破<sup>[5]</sup>。

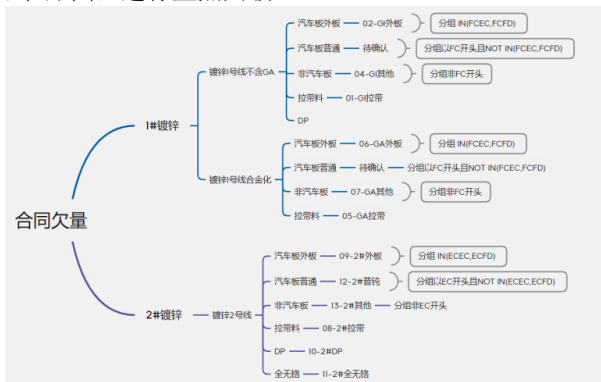


图2 合同资源分类统计示例

在现有的物料资源及合同资源条件下,将各类资源分类整理,以合同资源为例,镀锌1号线合同可分为镀锌1号线不含GA和镀锌1号线合金化(含GA),镀锌1号线不含GA细分为汽车板外板、汽车板普通、非汽车板、拉带料和DP类别,镀锌1号线合金化细分为汽车板外板、汽车板普通、非汽车板和拉带料。为镀锌2号线因产线类型特点不生产合金化产品,细分为汽车板外板、汽车板普通、非汽车板、拉带料、DP和全无铬,合同资源分类统计示例如图2所示。进行后续辊期资源预排产,合同到位情况从理想辊期、计划量和镀锌工序欠量分析统计;原料到位情况从计划辊期、计划量和原料量分析统计。镀锌辊期原料资源统计可从库存角度,细分为轧后库、顺义原料库、顺义在途、沙河驿库、热轧销售库和热轧生产库分析

每日各排产小类对应的原料资源分布情况。对物料资源和合同资源进行汇总统计展示后,与辊期日历进行对比分析,以查找差距和原因,指导冷轧上下游工序排程和物流运输。

关键技术:镀锌沉没辊期日历、镀锌资源分类打包规则、镀锌资源预排产规则。

## 3 模型的构成及应用

### 3.1 模型构成

冷轧辅助排程甘特图模型包括甘特图展示、模块辊期拖拽、合同资源汇总和备忘录调整四大主要模块功能。模型架构图如图3所示<sup>[6-7]</sup>。

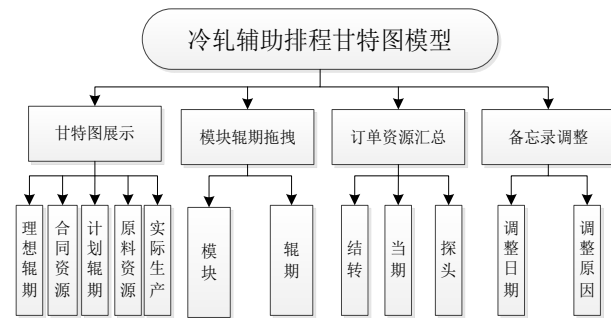


图3 甘特图模型构成

甘特图模型各部分功能:

(1) 甘特图展示。定制化展示理想辊期、合同资源、计划辊期、原料资源和实际生产情况。其中,理想辊期。一般每月10号左右确定下月情况,由计划管理人员手动进行模块拖拽,完成后保存;合同资源。可显示所选机组对应工序的生产欠量,与理想辊期比对,模型自动填入;计划辊期。可进行实际计划的调整,每月五次修改机会;原料资源。可显示各个状态中的原料量,根据激活的计划辊期比对,系模型自动填入。实际生产。可按日汇总镀锌机组的生产实绩,生成甘特图任务项,并自动填入至甘特图中,显示图形结果。

(2) 模块辊期拖拽。根据业务特点将全月资源分类成不同模块。计划管理人员可手动拖拽每个模块进甘特图,在拖拽时,计划管理人员手动填入时间或数量。其中,时间可以细化到小时,时间和数量可以按照维护的日产能互相转化计算。

(3) 合同资源汇总。可汇总展示订货量、热轧工序欠量、冷轧工序生产量、成品准发量和准发欠量明细数据。

(4) 备忘录调整。可点击按钮“调整原因”并输入内容后,即显示结果。调整原因归类设置为可选择项,包括合同原因、热轧原料原因、冷轧排产原因、冷轧生产原因和其他原因等,支持多选。

### 3.2 应用过程

甘特图模型应用过程:

(1) 设置保存按钮。保存甘特图展示模块中的理想辊期和计划辊期的辊期计划。

(2) 设置刷新按钮。理想辊期和计划辊期保存完成后，刷新甘特图展示模块中的合同资源、原料资源和实际生产内容。刷新前，需先点保存按钮，否则刷新会将修改的计划返回原样。保存和刷新按钮所在功能菜单如图 4 所示。



图 4 功能菜单

发布计划辊期。辊期确认发布前，要对辊期进行定义，以镀锌产线为例，辊期定义界面如图 5 所示。计划辊期确认后需要应用时，需点击功能菜单中的计划发布按钮，弹窗确认提示，选择需要发布的月计划，完成计划辊期发布后，不能再进行计划辊期内容的修改，只能重新从下一行开始发布新的计划辊期；次月可以从第一行重新开始。计划辊期设置界面如图 6 所示。

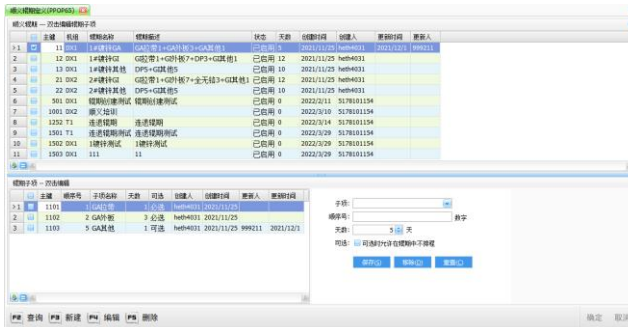


图 5 辊期定义界面



图 6 计划辊期设置界面

设置调整原因。点击功能菜单中的调整原因按钮，弹窗提示，需选择调整日期和调整原因，根据需要添加备注内容。调整备忘设置界面如图 7 所示。

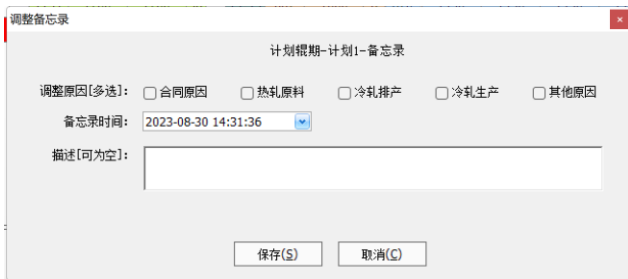


图 7 调整备忘设置界面

设置合同资源和原料资源选项。点击功能菜单中的配置管理按钮，弹窗提示，选择结转顺延、本月顺延或探头前提，这三个条件勾选项，可支持多选。合同资源和原料资源配置管理界面如图 8 所示，合同资源和原料资源结果

展示界面如图 9 所示。

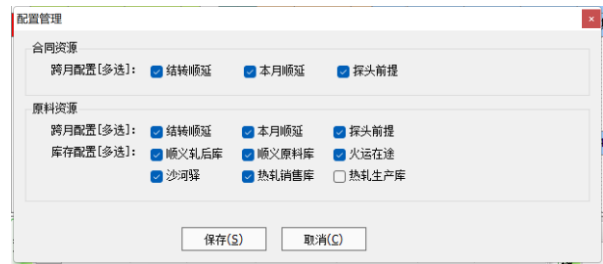


图 8 合同资源和原料资源配置管理界面

模块名称	订单量	热轧欠量	酸轧生产量	镀锌生产量	准发量	准发欠量
1 G拉带	3492	29	0	935	2245	1255
2 G外板	1885	78	0	234	1466	389
3 G其他	3395	249	0	944	953	2445
4 GA拉带	1463	0	0	47	1315	105
5 GA外板	1496	0	0	310	1088	430
6 GA其他	11338	241	0	317	9989	1333

图 9 合同资源和原料资源结果展示界面

设置原料资源库区选项。点击功能菜单中的配置管理按钮，弹窗提示，根据展示需要选择顺义轧后库、顺义原料库、火运在途、沙河驿、热轧销售库或热轧生产库，可支持多选。原料资源库区设置界面如图 8 所示。

至此，完成了甘特图模型应用界面基础配置，以镀锌辊期为例，甘特图模型应用效果图如图 10 所示。



图 10 甘特图模型应用效果图

## 4 实施效果

在建立冷轧辅助排程甘特图模型的过程中，通过集成业务规则，借助统计分析、数学建模等方法，形成了长周期、多维度的辊期资源图模型，借助甘特图模型指导首钢股份公司的生产组织，同时为营销中心的合同计划制定提供支撑。甘特图模型应用后，实现了多工序优化协作，保证了基地间物流平衡、实现了库存的高效周转，最大化降低合同结转量，总体结转量由 2022 年月均 7485 吨降至 2023 年月均 6592 吨，降低 11.93%。具体体现在：

(1) 实现了理想辊期与合同资源的对比。理想辊期实现计划管理人员手工拖拽可视化，直观反映两条镀锌机组辊期日历和辊期内部排产计划，为制造管理人员和销售

管理人员提供清晰可见的计划安排。合同资源为模型根据合同数据自动获取,与理想辊期进行对比,可直观反映合同资源与理想辊期的差异,属于事前预测功能,用以指导产销衔接,在产销会议中针对差异进行讨论,以调整合同下达节奏,或调整次月辊期计划。

(2) 实现了计划辊期与原料资源的对比。计划辊期是次月合同全部下达后,更接近实际情况的辊期安排。计划辊期根据合同总量和各类不同类型合同数量,结合冷轧生产工艺特点,制定能够指导生产的辊期安排。为供应链管理人员和制造管理人员提供清晰可见的计划安排,各部门按照计划辊期进行原料备料、物流运输、物料处置等工作。原料资源为模型根据库存和物料自动获取,与计划辊期对比,可直观反映原料资源与计划辊期的区别,属于事前预测功能,用以指导计划管理人员和物流管理人员进行工序计划和物流计划的协调与调整,以保证产线的顺稳运行。当原料资源与计划辊期出入较大,且上游工序无法做出调整时,计划管理人员需调整计划辊期;当产线出现重大问题,导致原计划无法执行时,也需要计划管理人员调整计划辊期,以保证模型与实际业务趋势一致。

(3) 实现了计划辊期与生产实绩的对比。生产实绩与计划辊期的对比,属于事后分析,在全月生产完成后,找出实际生产顺序与计划辊期顺序的差别,并分析和查找原因,统计和总结规律,作为后续工作的重点优化方向。

## 5 结语

为了拓展首钢股份公司计划管理人员的视野,强化整体统筹与协调的机制,依托算法开发的辊期甘特图模型,对全月辊期安排、生产实绩完成情况、当前原料资源与合同资源等信息,进行了图形集成展示。甘特图模型由生产计划管理人员参与调整,协助生产组织人员高效完成计划排程、库存管理。同时,为上游营销中心提供了有力的支撑,为下游产线生产提供了足够的保障<sup>[8]</sup>。

顺义冷轧的计划编制人员经过多年的工作实践和知识积累,也形成了一整套行之有效的制造过程计划编制的经验和工作方法,顺义冷轧工序具备自动排产的条件,模型的应用为辊期排程方法提供了一次有益的尝试,为后续冷轧智能排程等工作提供了宝贵经验。此外,将计划员的业务知识、排产经验进行有效传承和不断完善发展,通过人工智能与运筹优化技术建立自动排产模型,尝试将人机交互机制同自动排产模型结合起来构建智能化的排产系统,对有效地发挥机组产能、协调工序物流、提升生产效率将起到积极的推动作用。科学指导产销协同,尽速发挥企业经营潜能,提升顺义冷轧内部企业内数字化、智能化能力,满足复杂场景下的自动化排程需求,值得今后进一步研究。

## [参考文献]

- [1]CHEN Z X. The design and implementation of scheduling system of manufacturing enterprise production line based on APS [D]. Shandong: Shandong University,2015.
- [2]XIAO Y Y,WANG M,GUO L Q,ET AL. Intelligent manufacture-ING plan management based on digital twins [J]. Journal of System Simulation,2019,31(11):2323-2334.
- [3]GUO K,YANG M,ZHU H. Application research of improved genetic algorithm based on machine learning in production scheduling [J]. Neural network Computing and Applications,2020,32(1):1857-1868.
- [4]JIANG P,DING J L,GUO Y. Application and dynamic simulacra-Dion of improved genetic algorithm in production workshop scheduling [J]. International Journal of Simulation Modeling,2018,17(1):159-169.
- [5]JIANG Y Q,PAN F C. Improved heuristic algorithm for modern industrial production scheduling [C]. 2017 9th International Conference on Modelling: Identification and Control (ICMIC). IEEE,2017.
- [6]MENG S,PAN R R,GAO W D,ET AL. Research on weaving schedule using main objective evolutionary genetic algorithm [J]. Journal of Textile,2019,40(8):169-174.
- [7]LUO M F. Study on scheduling optimization of automatic production line in production shop based on multi-objective optimization algorithm(Article)[J]. Academic Journal of Manufacturing Engineering,2018,16(3):147-154.
- [8]CUI Z P. Model research and application of order management and production scheduling for multi-variety variable green manufacturing [D]. Nanjing:Nanjing University of Aeronautics and Astronautics ,2019.

作者简介:田靖(1983.8—),女,毕业院校:对外经贸大学(北京化工大学),学历:在职硕士(本科),所学专业:供应链管理(环境工程),目前就职单位北京首钢冷轧薄板有限公司,职位:主管员,所在职务的年限:5年,职称:工程师。