

板材下料优化排样CAD系统的研究

□叶军君 □殷国富

摘要 从管理和技术相结合的角度,提出从生产作业管理和材料管理着手,利用计算机技术实现生产过程的综合化管理,并进行下料零件的集中排样的求解策略,实践证明,这是提高材料利用率的有效途径。

关键词: 金属板材 优化排样 管理信息系统

中图分类号: TH16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671—3133(2004)10—0028—03

The CAD optimal layout system for metal sheet cutting

□Ye Junjun □Yin Guofu

Abstract Combining with production management and material planning, using the computer aided techniques, utilized the optimal management of production process and gived the effient methods for material layout. It has been proved that those described methods were useful ways to effiently utilize material.

Key words: Metal sheet Optimal layout MIS

一、前言

决定板材利用率的主要因素有三个:1)生产组织上由企业管理水平决定;2)技术上由下料排样的科学性决定;3)生产上由加工手段决定。对管理而言,“集中下料”是提高效率、降低生产管理成本的最佳方案,但集中下料模式的实施必须采用排样CAD软件。另外,下料生产中薄板一般采用剪板机和数控切割机,中板只能采用数控切割机或手工气割下料,而国内的切割机床几乎都没有配备优化排样的功能。带有优化排样功能的进口机床价格几乎是国内同类机床的10倍以上。因此提高企业管理水平、采用计算机优化排样和集中下料生产模式、采用数控切割下料加工手段是提高发电设备生产企业板材利用率的有效途径。

本文提出“从生产作业管理和材料管理着手,利用计算机技术实现生产过程的综合优化管理,并进行下料零件的集中排样”的求解策略,通过建设车间生产作业信息化系统,由管理保证集中下料的实施,由排样优化算法和集成化数控编程确保优化排样下料,即管理与技术双管齐下,为发电设备的下料生产提供高效实用的技术解决方案。

二、下料车间的生产作业信息系统

1. 实现生产作业规划与管理的综合优化

首先对下料车间的各种生产任务进行管理,合理制订以月为单位的生产任务计划,统计反馈生产任务的完成情况;其次,根据月生产计划进行详细的生产过程规划,对生产过程实施有效控制与管理,保证实施“集中下料”;对在任务计划和生产过程中使用及产生的信息,包括产品设计与工艺数据、生产资源数据、车

间人员数据、派工信息、排样零件统计信息以及生产设备与在制品的实时跟踪信息等,建立有效的管理机制。

2. 实现下料车间原材料和生产物资管理自动化

将目前大量繁琐的一级库管理工作信息化,对库存及出、入库管理实现一定程度的优化,核算原材料和设备配件及消耗品的生产消耗,根据生产需求准备和发放原材料及设备配件。

3. 实现零件毛坯的优化排样下料

以消耗最少原材料为目标,将零件进行集中下料优化排样,将排样结果返回生产调度部门。对需要切割机的零件,自动生成对应切割机的NC代码。

执行下料请求后,下料排样CAD/CAM系统根据下料零件基本信息表,读取零件材料信息、工艺信息和设计图样,从材料组获取相关材料库存信息,通过优化排样计算模块,计算最节约材料的下料方案,产生排样工艺图。在优化排样计算完成后,下料排样任务管理Agent通知材料组原材料的使用计划,用于发料校核,同时为制定材料需求计划提供决策信息。对需要数控气割机下料的零件,由于下料车间的数控切割机的型号各不相同、数控代码格式不同,集成化数控编程模块与调度Agent通讯,为每张板材生成特定机床的NC代码,最终生成气割机下料零件的NC程序。

三、下料优化排样CAD/CAM系统

1. 下料优化排样CAD/CAM系统的框架结构

基于“集中下料”模式实现下料生产过程整体化的基本思想,下料排样CAD/CAM系统与生产作业信息化系统密切相关,信息化系统是集中下料得以实施的保证,下料排样CAD/CAM系统是实现“集中下料”的技术环节,完成优化排样计算、排样图绘制和NC代

码输出,同时对生产调度安排、车间生产能力评估、库存计划制定提供决策信息。作为下料车间管理信息系统的有机组成部分,下料排样 CAD/CAM 系统具有图 1 所示的框架结构。

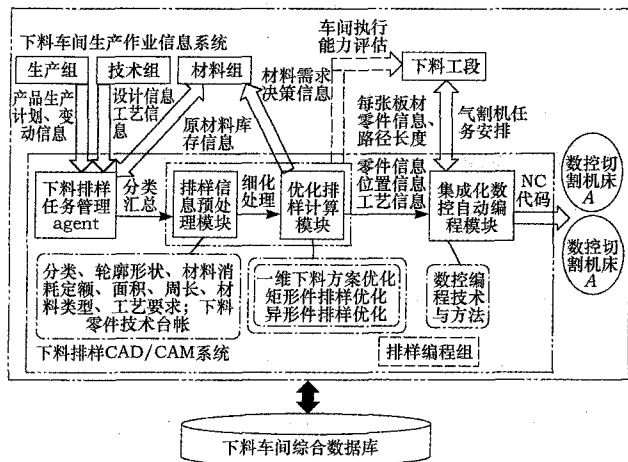


图 1 下料排样 CAD/CAM 系统框图

排样信息预处理模块、优化排样计算模块和集成化数控编程模块构成下料排样 CAD/CAM 系统的主体,其中优化排样计算模块针对一维下料方案优化、矩形件排样、异形件优化排样进行研究,是系统成败的核心和关键。下料排样 CAD/CAM 系统作为下料车间信息化系统的一个有机组成部分,与生产计划管理、材料库存管理、生产作业管理各模块之间是相辅相成的关系。其余模块是实施集中下料的基础和保证;而下料排样 CAD/CAM 系统不只是局部地对原材料的利用率有提高作用,而且为其他模块提供决策支持信息,根据排样结果可以对设备加工能力进行评估,为生产作业的调度、库存规模规划的制定提供决策支持信息。例如,针对矩形件排样设计的各种算法服务于两个目的:一是进行矩形零件优化排样,同时将其作为异形件排样综合算法中自动排样的一个步骤;二是为物料准备计划服务,根据产品图的最小包络矩形或产品明细表上提供的长、宽值将异形零件排样转化为矩形件排样,对所排零件需要的板材数量提供一个客观、合理的上限预计值,从而为材料组制定计划、备料提供依据。针对一维下料方案的优化求解方法既可用于型材、棒材的下料,也可通过提取矩形件、异形件的面积进行一维规划,结果是所需板材数量的下限值。

2. 优化排样计算的求解原则

1) 多求解原则。由于下料排样问题归属于 NP 完全问题,以目前的理论还没有精确的最优求解方法,因此针对同一种下料问题采用

多种方法分别求解,从多个解中选取最优的。如对于矩形件下料问题,采用启发式算法、遗传算法、模拟退火算法分别求解。

2) 分解原则。针对下料优化问题进行分类和分解,从一维下料方案优化、矩形件下料优化和异形零件下料优化三个相互联系的问题分别求解。

3) 协同原则。NPC 类问题求解方法的显著特点是没有一种方法能保证一定找到最优解。不能指望一种策略、一种模型和一种方法来优化所有种类、任意数量的零件集合、板材集合及任意特殊要求的排样优化问题。协同策略包含的技术思想包括:(1)基于不同数学模型的各种求解方法相互协同。各种方法协同,相互启发,找到比任何单独一种方法更好的解;(2)操作人员与排样优化系统之间紧密协同。NPC 类问题的优化算法不能保证得到最优结果,优化数学模型本身也是一种近似,所以需要操作人员的主动参与,才能保证优化结果的可行性,并可能满足一些复杂特殊的要求。

3. 下料优化排样 CAD/CAM 系统的求解过程(见图 2)

1) 技术资料预处理。技术资料包括三个方面。(1)接受来自设计部门的零件图样(AutoCAD 图形格式,其余软件的设计结果通过 IGS 文件转换)并将其转换成排样需要的格式;(2)按照维数为一维(型材、棒材)、二维(矩形件、异形件)以及同材质、板厚、完工期限等信息进行分类,读取材料库存信息,查询所需材料板材的数量、尺寸、有效面积、材质特征等信息;(3)获取板材添加支撑信息、气割机床信息以及切割余量信息。这些信息的获取是为零件轮廓缩放处理、优化下料顺序、生成 NC 代码做准备。

2) 下料排样优化计算。应用多种算法并行求解。采用自动或交互式排样方法生成下料排样工艺图。这部分是排样优化成功与否的核心和关键。

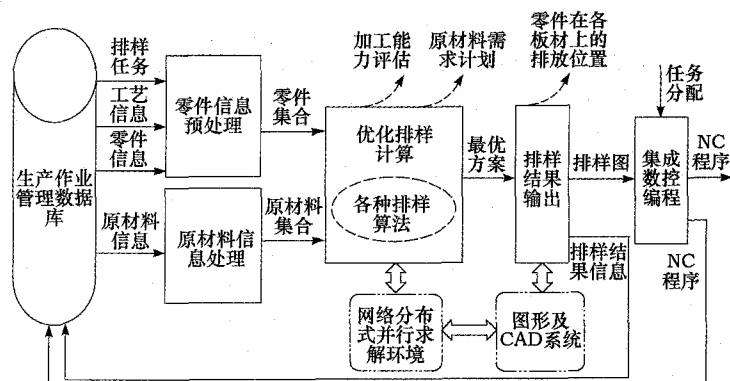


图 2 下料优化排样 CAD/CAM 系统的计算过程

遗传算法在产品优化设计中的实现步骤和约束处理

□袁林忠

摘要 通过对遗传算法基本原理的叙述及运行过程中相应控制参数的选择,提出了遗传算法在产品优化设计应用中的关键步骤,同时对在设计过程中出现的约束问题作了相应的处理。

关键词: 遗传算法 优化设计 适应度函数 约束

中图分类号: TH122 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671—3133(2004)10—0030—04

Basic principle of GA and realization step and restriction disposal in the production optimize design

□Yuan Linzhong

Abstract By recounting the basic principle of GA and choosing the corresponding controls parameter in the course of moving, putting forward the key step in production optimize design application, at the same time disposing the problem of restriction in the process of design.

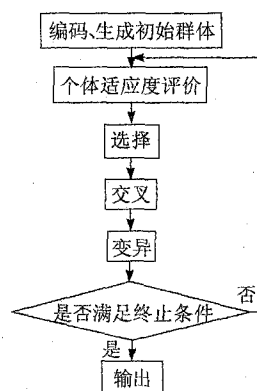
Key words: GA Optimize design Fit degree function Restriction

一、遗传算法的基本原理

遗传算法 (Genetic Algorithm, GA) 是一种基于生物自然选择与遗传机理的随机搜索算法,利用遗传算子能启发式地自适应搜索到具有全局最优的较小区域。它从一组随机产生的初始解,称为“种群”(Population),开始搜索过程,种群中的每个个体是问题的一个解,称为“染色体”(Chromosome)。这些染色体在后续的迭代中不断进化,称为“遗传”。在每一代中用“适应度值”(Fitness)来评价染色体的优劣,生成的下一代染色体,称为“后代”(Offspring)。后代是由前一代染色体通过交叉 (Crossover) 或变异 (Mutation) 运算形成。在新一代形成的个体中,根据适应度值的大小选择后代,淘汰一部分后代,以便保持种群的大小。其中在选择过程中,适应度值大的染色体被选中的机会较大。这样经过若干代次的运算和选择以后,算法收敛于最好的染色体,它可能就是所求问题的最优解。

二、遗传算法的基本概念及组成

遗传算法一般由以下几个部分组成:编码、初始群体的设定、适应度函数的设计、遗传算子及控制参数的选择等。遗传算法流程如图1所示。



1. 编码

GA 通过某种编码机制为对象统一赋予有特定符号并且按一定顺序排列的串,就像生物的遗传,是从研究染色体开始。染色体是由基因排成的串,串的集合就构成了群体。一个个体就是一个串。在优化设计中,一个串对应了一个可能的解,目前比较常见的编码方式有:二进制编码、

实数编码、结构编码以及为了提高局部搜索能力和运

3) 排样工艺图绘制与信息反馈。根据多种排样结果,选取最优的下料方案绘制排样图,同时将排样结果信息反馈给管理信息系统的其他模块,见图3。

4) 生成数控程序。根据下料排样图和工艺信息,按照生产作业管理的调度安排,生成特定气割机数控程序,提供切割路径仿真、NC 代码仿真功能,并对数控程序进行归档管理。

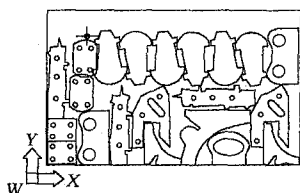


图3 交互编辑排样图

参考文献

- 1 李健,张鸿梁,王计斌等. 基于网络的协同设计方法研究. 清华大学学报(自然科学版),2000,(9)
- 2 王经卓,殷国富. Web 技术在网络 CAD 系统中的应用[J]. 四川大学学报(工程科学版),2000,32(5)

作者简介:叶军君,博士,厦门大学机电工程系副主任,讲师,研究方向为 CAD/CAM, CIMS, 先进制造技术等。

殷国富,博士,教授,四川大学制造科学与工程学院院长,研究方向为 CIMS, 协同设计等。

作者通讯地址:福建厦门东渡路 59 号 1605 室(361012)

四川大学制造科学与工程学院(成都 610065)

收稿日期:20040408