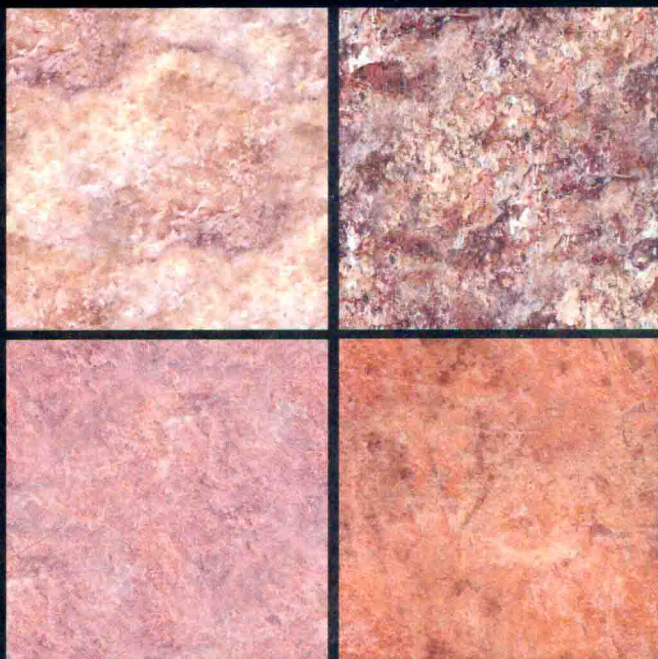


袁 哲/著

石材优化排样 技术与实现



科学出版社

石材优化排样技术与实现

袁 哲 著

科 学 出 版 社

北 京

TU754
08

内 容 简 介

本书依托于住房和城乡建设部项目“石材大板轮廓测量及优化排样研究”，针对石材企业粗放型的排样加工现状和面临的问题，系统阐述石材大板的计算机优化排样算法和程序设计，解决了一系列制约我国石材企业板材排样加工的瓶颈，提出了基于优化算法的板材排样设计理论。本书主要内容包括：矩形石板单一优化排样和程序设计；矩形石板混合优化排样和程序设计；带有缺陷石材大板的优化排样，不规则石材大板的最大内接矩形提取技术；总体石材排样计算机优化设计系统；石材板材数据库和数据传输系统；优化结果的计算机 GDI 绘图和 AutoCAD 二次开发模拟绘图等技术。

本书适合石材加工企业的车间、工艺、计算机应用设计、供应部门的管理、技术、下料工作人员，软件公司的开发人员，高校相关专业的教师阅读，也可作为大学本科生和研究生的教学参考书，还可作为石材加工企业员工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

石材优化排样技术与实现/袁哲著. —北京：科学出版社，2015.1

ISBN 978-7-03-042846-2

I. ①石… II. ①袁… III. ①建筑材料—石料—加工—计算机辅助设计 IV. ①TU754.4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 306305 号

责任编辑：田 雪 张 震 / 责任校对：桂伟利

责任印制：徐晓晨 / 封面设计：无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 1 月第 一 版 开本：B5 (720 × 1000)

2015 年 1 月第一次印刷 印张：9 5/8

字数：192 000

定价：66.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

前 言

天然石材是从天然岩体中开采出来的,并经加工成块状或板状材料的总称。因其具有天然色彩、花纹和耐腐蚀、耐磨损、抗老化等特性,而被广泛应用于建筑装饰行业。建筑装饰用的天然石材主要有花岗岩和大理石两种,其中矩形板材用量最大,许多学校和机关办公楼的大厅和走廊都铺设花岗岩和大理石地砖,一些高档的酒店的外墙也都镶嵌大理石,甚至现在的家庭装修也都用大理石地砖。

近几年,随着我国城市建设和建筑行业的不断发展,天然石材装饰材料被越来越多地使用,但是国内与之相应的石材的设计和加工手段却比较落后。即使在大型的石材企业中,石材加工中的许多工序也是靠传统的手工完成的,特别是石材大板的排样设计和编号,完全靠人工完成,耗时长、效率低、材料浪费现象严重。目前国外的石材排样和加工已经完全实现了智能化,意大利等国家已经出现了集排样和加工于一体的自动数控加工中心。这促使我国的石材排样和加工技术必须向着计算机智能化方向发展,以此来提高石材资源的利用率。

优化排样是石材排样在智能化发展方向上的一大进步,它不仅可以提高工作效率,减少排样工作量,将工人从繁重的排样工作中解放出来,而且可以得到高利用率的排样方案。石材利用率的提高既可以提高企业的经济效益,又可以节约大量不可再生的石材资源,符合我国政府提出的可持续发展的和谐社会的要求,所以我国石材加工企业必须发展优化排样技术。

本书的研究正是基于我国建筑石材行业的现状,针对实际生产需要讨论石材排样的几种情况和相应的优化排样方法。为了使读者全面了解二维排样的其他方法和最新进展,书中还扼要介绍不规则图形最大内部矩形求解算法等。本书以工程应用为目的,因此以讲述二维切割排样方法为重点,介绍如何应用这些方法,并列举一些排样应用实例,给出例子。本书力从以下几方面突出它的特点:①从工程实际出发,讨论各种排样问题的求解方法;②针对每种优化方法给出工程应用实例和程序;③提出缺陷石板的优化排样求解方法;④研究工程中常见的不规则图形最大内部矩形求解算法。

本书共分为6章,第1章是石材优化排样的概述,论述工程中石材排样问题的分类和常用的优化算法;第2章讲述如何运用线性规划和动态规划算法进行矩形石板单一优化排样和程序设计;第3章讨论矩形石板混合优化排样和程序设计,主要包括无数量约束的矩形石板混合排样和有数量约束的混合排样两种情况;第4章介绍利用遗传算法对带有缺陷的石材大板进行优化排样;第5

章讨论不规则石材大板的最大内接矩形提取技术；第 6 章介绍总体石材排样优化设计系统软件。

作者在编写本书的过程中，得到了张丽秀、费烨、安冬等的大力帮助，他们对本书的内容提出了不少宝贵的修改意见。在完成书稿的过程中还得到了秦自放、赵汉驰、王永振等的热情帮助，在此一并向他们致以衷心的感谢。

作 者

2014 年 8 月 30 日

目 录

前言

第1章 概述	1
1.1 石材的优化排样技术	1
1.2 石材排样问题分类	2
1.3 石材优化排样方法	3
1.3.1 最优化问题的数学模型	3
1.3.2 矩形排样优化方法	6
1.4 本书主要内容	8
参考文献	9
第2章 矩形工程板单一优化排样问题	10
2.1 矩形单一排样问题的几个概念	10
2.1.1 毛坯的方向、条带和级	10
2.1.2 规范多级方式	11
2.2 基于线性规划方法的单一矩形排样	12
2.2.1 单一矩形排样线性规划算法基础	12
2.2.2 单一矩形排样线性规划数学模型	16
2.2.3 线性规划方法的程序设计	24
2.3 基于动态规划算法的单一矩形排样	28
2.3.1 单一矩形排样动态规划算法基础	28
2.3.2 单一矩形排样动态规划数学模型	30
2.3.3 动态规划算法的程序设计	34
2.4 矩形单一排样模块的程序设计	36
2.4.1 排样模块的界面及功能	37
2.4.2 模块绘图功能的程序编制	37
2.4.3 单一排样的工程计算实例	43
参考文献	45
第3章 矩形工程板混合优化排样问题	46
3.1 矩形工程板的混合排样问题简述	46
3.1.1 矩形工程板的无约束混合排样问题	46

3.1.2 矩形工程板的有约束混合排样问题	47
3.1.3 矩形工程板混合排样方式	47
3.2 矩形工程板混合优化排样数学模型	50
3.2.1 矩形工程板无约束混合优化排样算法的数学模型	50
3.2.2 矩形工程板有约束混合优化排样算法的数学模型	51
3.3 矩形工程板混合排样数学模型的求解	53
3.3.1 混合优化排样数学模型求解算法	53
3.3.2 遗传算法求解矩形工程板混合排样	60
3.4 矩形工程板混合优化排样程序设计	64
3.4.1 矩形工程板混合优化排样模块的界面编制	64
3.4.2 遗传算法求解模块的程序编制	75
3.4.3 绘图功能模块的编制	81
3.4.4 混合排样的工程计算实例	85
参考文献	87
第4章 缺陷石板的单一优化排样问题	88
4.1 缺陷石板排样问题	88
4.2 缺陷石板优化排样的数学模型	89
4.3 遗传算法求解缺陷石板优化排样	92
4.3.1 基因编码	92
4.3.2 初始化群体	92
4.3.3 评价群体	92
4.3.4 应用遗传算子	93
4.4 缺陷石板优化排样程序设计	93
4.4.1 矩形缺陷优化排样模块主程序及界面的编制	94
4.4.2 缺陷排样模块功能的程序编制	101
4.4.3 绘图功能模块的程序编制	102
4.4.4 缺陷石板优化排样工程实例	107
参考文献	108
第5章 不规则石材大板最大内部矩形问题	109
5.1 最大内部矩形问题的描述	109
5.2 最大内部矩形问题的数学模型	110
5.2.1 最大内部矩形数学建模	110
5.2.2 问题的性质及常见的求解方法	112
5.3 遗传算法求解最大内部矩形	113

5.3.1 编码方式的选择与设计	113
5.3.2 初始种群生成方法的设计	114
5.3.3 带有惩罚项的个体适应度评价	116
5.3.4 遗传操作算子	117
5.3.5 精英保存及竞争策略	118
5.3.6 遗传算法的执行流程	118
5.4 遗传算法求解 MER 问题实例应用	120
5.4.1 遗传算法中参数的设定	120
5.4.2 遗传算法的求解程序	121
5.4.3 数值试验及结果分析	131
参考文献	133
第 6 章 石材矩形工程板优化排样设计软件	134
6.1 软件介绍	134
6.2 安装及系统基本说明	134
6.3 软件功能与操作	135
6.3.1 石材大板数据库	135
6.3.2 优化排样	138
6.4 工程实例排样说明	139
6.5 软件优点	145

第 1 章 概 述

天然石材色彩艳丽、耐腐蚀、耐磨损，具有稳定的物理和化学性质，是建筑装饰行业的主要原材料。随着石材行业的不断发展，石材排样设计也由原始的手工排样向现代的优化排样过渡。本章将简述石材优化排样的一些基本概念，介绍工程中石材排样问题的分类和常用的优化算法。

1.1 石材的优化排样技术

优化排样在各个领域都有广泛的发展和研究。因为其可以最大限度地节约材料，从而提高材料利用率，而且计算机运算速度的提高增加了优化排样的可行性，所以优化排样是现在设计生产的一个重要手段。

优化排样的目的在于寻求某种优化的布局方式，使平面区域的面积利用率较高。凡是需要进行材料分割的行业，都可以应用优化排样。其意义可以归纳为通过节约材料、减少排样工作量和化简切割工艺，最终达到降低产品成本、提高企业经济效益的目的。

石材行业的排样问题又称下料问题，通常是指在一定数量的石材大板形状和尺寸给定的区域上，尽可能多地排放所需要的石材工程板。由于提高原材料利用率对于降低成本有至关重要的意义，所以优化排样问题受到了广泛关注。下料生产中，优化排样是一个典型的智能决策任务。在优化排样的过程中，要解决的问题就是在许多排样方案中选择最优或接近最优的方案，并要求其满足“一刀切”约束。“一刀切”约束就是直线切割，这种切割方式是指对板材的每一次分割都必须从板材的这一端沿直线到另一端^[1]，对切割下的材料继续这样切割，直到切割完毕。如图 1-1 所示，图 1-1 (a) 满足“一刀切”约束，而图 1-1 (b) 不满足。

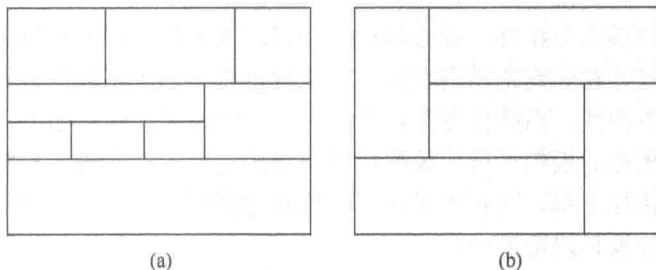


图 1-1 “一刀切”约束示例

由于石材排样问题的广泛存在,需要在可以接受的时间里得到问题的最优解或近似最优解,所以石材优化排样问题的研究具有深远的理论意义和现实意义。

1.2 石材排样问题分类

对石材排样问题的科学分类和标识是全面了解和解决排样问题的基础。根据不同的分类标准,排样问题可以分为很多类:按形状分为矩形、凸多边形、规则多边形、任意多边形等;按单元排列方式分为固定方向、可旋转等;按排样要求分为在定宽无限长板材上求最小排样高度、在无限多定宽定高板材上求最少板材个数和在不规则材料上求最大材料利用率等;还有其他多种分类方式,形成各式各样的排样问题。

本书通过以下石材排样分类进行讲述。

1) 一维排样问题

一维排样问题,就是原料和工程所需为棒料、管材和型材时,在已知其尺寸和数量等情况下如何优化切割排样,使得材料利用率提高的问题。一维优化排样问题都比较简单,而且天然石材极少出现棒料等一维排样情况,所以本书并未对其进行阐述。

2) 二维排样问题

二维排样问题,就是原料石材大板和工程所需的石板都是二维平面时,在已知其尺寸和数量等情况下如何优化切割排样,提高材料利用率的问题。这种问题的原料石材大板可以是矩形、圆形、扇形等规则形状,也可以是不规则形状。因为实际形状的复杂性和计算上的烦琐性,二维优化问题求解十分困难。从数学计算复杂性理论来看,它属于具有高计算复杂性的一类问题。石材二维优化下料问题根据石材大板表面质量和工程板尺寸及是否缺损又可分为以下几种不同的下料类型。

(1) 矩形石板单一排样。单一排样是指工程板材尺寸固定,而大板尺寸在一定范围内,使工程板在大板上排列最多。但是排样方案必须满足一刀切约束,便于在桥式切割机上加工。

(2) 矩形石板混合排样。混合排样是指石材大板的不同方向排列不同尺寸的工程板。大板尺寸在一定范围内变化,而工程板具有几种不同的尺寸规格,同时排列方式没有方向性,但排样方案必须满足一刀切约束,便于加工。

(3) 缺陷矩形石板的排样。缺陷排样是指在有空洞和大斑的石材大板上进行单一排样方式优化下料,石材大板和工程板尺寸都固定,排样的目的是绕过缺陷进行下料,并使板材浪费最少。

(4) 不规则石板上的最大内接矩形排样。因为石材大板的边缘都是凹凸不

平的,有时还有缺角的情况发生,所以必须将其切割成矩形然后再下料。在一块不规则石板上寻找最大的内接矩形就是求解最大的利用面积,可以提高板材的利用率。

3) 三维排样问题

在三维排样问题中,石材原料和工程料都是立体的,在石材加工中应用不是很广泛。

1.3 石材优化排样方法

排样问题是一个经典的 NP (nondeterministic problem) 完全问题。NP 完全问题是 NP 类中最困难的问题,至今还没有找到多项式算法。对于这类问题,以目前的计算理论和算法,或者根本无法求解,或者求其解的计算量所导致的计算时间和费用是人们不能接受的^[2]。因此,石板排样结合最优化原理求其有效近似最优解是必由之路。

最优化问题是以最优化原理和方法为基础,在满足相关要求的前提下,借助计算机技术计算,以尽可能高的效率,求得工程问题尽可能优的解决方案的过程。最优化方法就是解决最优化问题的方法。在现代科学技术中,最优化越来越成为解决科学和工程技术问题的一个原则。

1.3.1 最优化问题的数学模型

数学模型是对实际问题的数学描述和概括,是进行优化设计的基础。因此,根据设计问题的具体要求和条件建立完备的数学模型是关系优化设计成败的关键^[3]。优化问题的计算求解完全是围绕数学模型进行的。也就是说,优化计算所得的最优解实际上只是数学模型的最优解。此解是否满足实际问题的要求,是否就是实际问题的最优解,完全取决于数学模型与实际问题的符合程度。

由于排样问题十分复杂,想要建立便于求解且相对准确的数学模型,必须对实际问题加以适当的抽象和简化。不同的抽象与简化的结果会带来不同的数学模型,从而得出不同的结果。不恰当的数学处理可能导致计算结果偏离实际问题,使得数学模型的结果在一定程度上偏离最优解甚至得出相反的结果。所以一个恰当数学模型的建立需要设计者在计算求解的过程中反复修改和协调,从而得到一个既能精确地反映实际排样问题又尽可能简单方便计算的数学模型。

下面简要介绍最优化问题数学模型的构成和求解方法。

1. 最优化问题数学模型的构成

最优化问题数学模型, 可以认为有三个基本构成要素, 即设计变量、约束条件和目标函数。

1) 设计变量

设计变量就是指设计中可以独立改变的基本参数, 它泛指 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 。设计变量的每一个确定的取值对应着一个设计方案。对应于最优设计方案的设计变量取值称为最优点或最优解。与最优点相对应的目标函数值称为最优值。设计变量用 X 表示

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = [x_1 \quad x_2 \quad \cdots \quad x_n]^T \quad (1-1)$$

式中, X 为 n 维列向量; x_i 为 n 维列向量的第 i 个变量, $i=1, 2, \dots, n$ 。

2) 约束条件

求目标函数极值时的某些限制称为约束条件, 简称约束。它也是对设计变量取值范围的限制。列出来的约束条件式越接近实际系统, 则所求得的最优化问题的解, 也越接近于实际情况的最优解。约束函数式可以是等于零、大于等于零或小于等于零的等式约束和不等式约束。即

$$h_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \quad (1-2)$$

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0 \quad (1-3)$$

其中, 式 (1-2) 为等式约束, 式 (1-3) 为不等式约束。

3) 目标函数

目标函数是评价设计方案优劣的数学表达式, 它是设计变量的函数, 也称评价函数。其数学描述为

$$f(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1-4)$$

式中, X 为设计变量。

综上所述, 最优化问题的数学模型就是要对具体的实际问题进行抽象, 得出一个在设计变量 X ($X \in E^n$) 满足约束条件 $g_u(X) \leq 0$ 或 $h_v(X) = 0$ 的条件下, 求目标函数 $f(X)$ 极值的数学表达式。这样的数学模型为

$$\begin{cases} \min & f(X), \quad X \in E^n \\ \text{s.t.} & g_u(X) \leq 0, \quad u=1, 2, \dots, m \\ & h_v(X) \geq 0, \quad v=1, 2, \dots, p \end{cases} \quad (1-5)$$

式中, $\mathbf{X}$ 为设计变量; $f(\mathbf{X})$ 为目标函数; $g_u(\mathbf{X})$ 为不等式约束条件; $h_v(\mathbf{X})$ 为等式约束条件。

2. 最优化问题的求解方法

最优化处理各种数学规划问题的方法, 一般可以分为以下几步。

1) 分析待优化的问题, 建立最优化问题的数学模型

对于一个待最优化的实际问题, 要进行全面了解和分析, 明确设计要求, 掌握已知条件, 明白设计准则。在此基础上, 确定设计变量、性能指标, 构造目标函数和约束条件的关系式, 并选定计算精度等。然后, 将待最优化的具体问题加以正确抽象, 建立其最优化方法的数学模型。

2) 分析数学模型, 选用最优化方法

具体而言, 选用的方法一般希望能做到如下几点。

- (1) 求解的成功率或可靠性高。
- (2) 逻辑结构简单, 计算程序不太复杂。
- (3) 数值稳定性好, 计算精度较高。
- (4) 计算工作量小, 求解速度较快等。

3) 编制计算程序、上机计算、求出最优解

对于简单的或小型的最优化问题, 可以在普通的计算机上进行编程和求解。根据目前计算机的能力, 一般可以把最优化问题划分为以下 3 类: 设计变量和约束条件均不超过 10 个的, 属于小型最优化问题; 设计变量和约束条件为 10~50 个的, 属于中型最优化问题; 设计变量和约束条件均已超过 50 个的, 属于大型最优化问题。20 世纪 80 年代初, 对于非线性有约束的最优化问题, 已经达到了能够解决 200 个设计变量和 200 个约束条件的复杂设计问题的水平, 这是数学工作者和工程技术研究工作者共同努力取得的成果。

4) 结果检验与最后决策

对计算出的最优解、最优值进行检验, 对算法的收敛性、通用性、简便性、效率和精度等进行评价, 最后确认最优方案。其间, 有时还需要对最优解进行合理的调整, 以合乎或更方便于实际应用。当出现计算结果与最优化预想的结果相差甚远的情况时, 需要对结果进行检讨, 甚至要对原设计方案进行修改与重算, 直至获得最优方案。

综上所述, 可将最优化方法处理问题的一般步骤概括为如图 1-2 所示的流程。

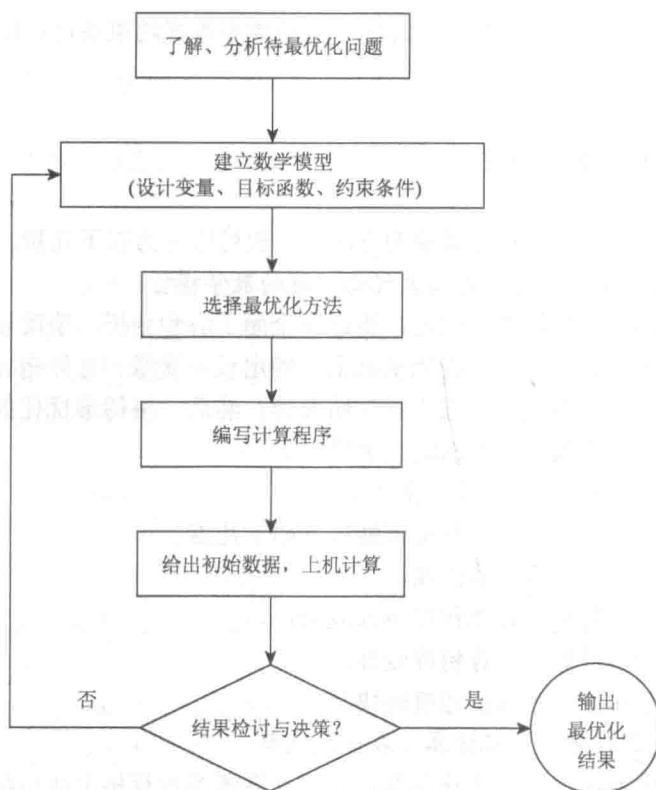


图 1-2 最优化方法处理问题流程图

1.3.2 矩形排样优化方法

1. 矩形排样优化方法介绍

排样的目的是尽可能节约材料, 提高材料的利用率, 因此排样实质上可以归结为优化问题。计算机求解优化问题的主要手段就是对待优化问题的可行解空间进行搜索, 直至求解出最优的解。按照搜索策略的不同, 常可以将主要的搜索方法分为如下几种。

(1) 枚举法。枚举法对整个可行的解空间的所有点的性能进行比较并找出最优的点作为问题的最终解。枚举法的策略最简单, 但计算工作量极大, 而且枚举法只能应用于可行解空间是有限集合的情况, 因此枚举法只能应用于简单问题, 而且问题的可行解空间小的情况。

(2) 解析法。解析法在搜索过程中主要使用目标函数的解析性质, 如一阶导数、二阶导数等, 常用的解析搜索法有牛顿法、共轭梯度法、爬山法等。解析法

根据目标函数的梯度方向来确定下一步的搜索方向, 所以又称为梯度法。解析法采用的是“最速下山(上山)”的策略, 即沿着最陡的方向爬向一个最优点。但是当问题可能具有多个极值点时, 解析法找到的可能只是一个局部极值点而不是整个可行解空间内的最优点。

(3) 随机法。随机法在搜索过程中对搜索方向引入随机的变化, 使得算法在搜索的过程中可以以较大的概率跳出局部极值点。随机法可分为盲目随机法和导向随机法。盲目随机法在可行解空间内随机地选择不同的点进行检测; 导向随机法则以一定的概率(与当前搜索到的最优解的好坏程度和搜索时间有关)改变当前的搜索方向, 转而在其他方向进行搜索。由于导向随机法在搜索的过程中不会陷入局部极值点, 所以特别适合求解具有多极值点的问题, 目前使用最广泛的导向随机搜索法就是遗传算法。

(4) 贪心算法。贪心算法是一种改进了的分级处理方法。贪心算法的特点是一步一步地进行, 根据某个优化测度(可能是目标函数, 也可能不是目标函数), 每一步都要保证能获得局部最优解。每一步只考虑一个数据, 它的选取应满足局部优化条件。若下一个数据与部分最优解连在一起不再是可行解, 就不将该数据添加到部分解中, 直到把所有数据枚举完, 或者不能再添加。这种能够得到某种度量意义下的最优解的分级处理方法称为贪心法。

2. 常用的矩形优化排样算法

矩形排样算法主要包括最基本的背包算法、动态规划算法、线性规划算法, 还有近十几年来流行的模拟退火算法和遗传算法等。其中背包算法、动态规划和线性规划算法经常用来解在矩形大板中排样一种矩形工程板的问题, 但是在实际工程中面临的问题更加复杂, 随着计算机的运算速度越来越快, 模拟退火算法、蚁群算法和遗传算法等大型的全局优化方法逐渐发展起来, 使得矩形件排样技术向着智能化和可视化发展, 当计算机运算速度非常快的时候, 这些方法完全可以取代传统的数学规划算法。

3. 矩形排样优化算法需求分析

在提出矩形件优化排样算法时, 一般有如下一些问题应该加以考虑。

(1) 板材尺寸与矩形件尺寸的比例不确定之间的矛盾。不同的排样问题, 有的问题的板材尺寸与矩形件尺寸的比例相差很大, 有的则相差不大; 有的问题矩形件之间的尺寸相差很大, 有的则相差很小。这些问题影响算法的适应性, 不同的矩形件排样问题的排样情况并不完全相同。有的算法可能适应于这类问题, 有

的算法则可能适应于那类问题。这类问题应根据工程板尺寸逆推大板尺寸,再寻找该尺寸大板进行优化排样查看利用率,选择利用率最高的大板进行排样。

(2) 矩形件种类与数量之间的矛盾。有的排样问题矩形件种类不多,而每类矩形件要排样数量很多,批量生产往往属于这种情况;而有的排样问题矩形件种类很多,每类矩形件要排的数量却很少,非批量生产即属于这种情况。为了适应这两种情况,一般应建立带有数量约束的混合排样优化数学模型。

(3) 优化排样的效率与计算速度和计算时间之间的矛盾。一般情况下,如果一个优化算法可以获得很高的材料利用率,但需要很长的计算时间,则不能说它是一个好的算法,因为人们一般不会接受耗用很长时间去等待一个近似的最优结果。实际上,人们更愿意花费不多的时间,先得到一个较好的近似最优解,然后再通过人机交互的方式,对排样的结果进行少量适当调整,所以算法的计算时间也很重要。

(4) 下料工艺问题。矩形件板材下料工艺可分为一刀切和混合切割,在排样算法中必须进行考虑。一刀切只允许一条直线切割,混合切割允许刀具在板材上任意纵横行走,可以节约材料,但混合切割的成本很高,例如,最近兴起的石板高压水切割的设备价格就非常昂贵;因此算法必须根据工厂现有设备的实际情况和板材种类进行编排。一般材料在满足要求的情况下优先按照一刀切进行排样,对贵重材料考虑用混合切割。

1.4 本书主要内容

本书研究的主要内容有以下几点。

(1) 从理论上研究石材几种排样的优化算法,并建立数学模型,对动态规划算法和遗传算法进行较为详细的介绍和研究。

(2) 采用动态规划算法对矩形石板单一排样问题进行系统研究,建立针对矩形石板单一排样问题的动态规划数学模型,并采用 C# 语言开发出石板矩形单一排样模块。

(3) 研究矩形石板混合排样问题,定义矩形石板混合排样模型和符号标志,研究排样的设计原理,并建立其数学模型。基于遗传算法的基本原理和方法对组合排样问题进行了计算机建模,最后用遗传算法对此数学模型进行求解。并采用 C# 语言开发出无约束矩形石板混合排样模块和有约束矩形石板混合排样模块。

(4) 研究具有缺陷石材大板的优化排样问题,就此问题进行分析给出设计方案并建立数学模型。采用遗传算法对此模型进行求解,并寻求一种新的约束条件处理方案使计算时间相对较短,而且能有效地寻找最优解。采用 C# 语言开发出缺陷石材大板的矩形单一排样模块。

(5) 对于不规则石材大板研究石板的最大内接矩形问题, 建立其数学模型, 并基于遗传算法对数学模型进行求解, 得到最大的内接矩形。

(6) 研究总体石材排样计算机设计系统, 建立石材板材数据库和数据传输系统, 同时进行软件模块设计和程序开发。采用 C#语言对排样系统进行总体设计, 同时对每个排样模型进行开发和计算, 并采用计算机图形设备接口(Graphics Device Interface, GDI) 绘图和 AutoCAD 二次开发技术对优化结果进行模拟和绘图。

本书的脉络图如图 1-3 所示。



图 1-3 本书的脉络图

参考文献

- [1] 刘倩. “一刀切”约束下的矩形件优化排样算法比较与整合研究. 天津: 河北工业大学, 2012.
- [2] 贾丹, 董方敏. 二维优化排样问题研究. 计算机系统应用, 2008 (7): 22-24.
- [3] 孙靖民, 梁迎春. 机械优化设计. 北京: 机械工业出版社, 2011.