

刘伟钢 刘越生 著

冶金优化配料的 计算机应用



北京科学技术
出版社

冶金优化配料的 计算机应用

刘伟钢 刘越生 著

北京科学技术出版社

(京)新登字207号

内 容 提 要

本书应用系统论的方法对冶金优化配料进行了研究。着重介绍了冶金优化配料的图解法、赋值穷举法、解联立方程法和线性最优化法及优化配料的计算机应用实例。论述了冶金优化配料不仅有利于实现工艺操作的最优化,还可给企业带来较大的经济效益,更可为合理地利用自然资源提供可靠的依据。全书由浅入深,密切联系冶金生产实际,有很强的实用性。书中所介绍的优化配料方法和主要计算程序,也适用于化工、农业、玻璃、医药、纺织及饮食等行业。

冶金优化配料的计算机应用

刘伟钢 刘越生 著

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街16号)

邮政编码 100035

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销
国防科工委印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 9印张 202千字

1993年1月第1版 1993年1月第1次印刷

印数 1—900册

ISBN 7—5304—1154—3/T·246 定价: 5.10元

前 言

配料计算是冶金生产的一项基本工作。传统的配料计算，一般是由手工来完成的，这不仅要花费大量人力进行繁琐的计算，而且还很难找出既符合工艺条件，又使产品的单位原料消耗及成本最低的配比。因此，如何实现最佳炉料配比以获得最大的经济效益，这是冶金生产厂家期待已久的目标。优化配料已成为世界各国冶金工作者研究的课题之一。美国和日本等国在优化配料方面已取得了较好的成果，我国的冶金工作者也在这方面取得了一些成绩。

优化配料的计算原理已从简单的加减乘除四则运算，发展到运筹学的线性最优化理论的应用。因为用传统的手工计算很难适用于线性最优化的配料计算，而电子计算机的介入，为冶金优化配料提供了可靠的手段。在冶金优化配料的推广应用中，其主要的两个难点是：计算机的使用和最优化原理的应用。为此，我们编写了本书，全书共分五章，在第一章绪论中提出了应用系统论的观点进行优化配料的研究，也就是说应用系统的观点研究优化配料，不是仅仅局限在原材料本身的优化配比问题上，而是同冶金生产过程中诸多因素联系起来，把它们作为一个系统来研究，以达到降低成本、提高产品质量、合理利用自然资源的目的。第二、三、四章主要介绍了冶金优化配料的计算机应用及实例。第五章

则介绍了回归分析的应用,设备参数的选择,以及模糊数学、灰色系统在冶金中的应用等相关技术。

优化配料的计算机应用,不仅适用于冶金行业,而且也适用于需要进行配料的其他行业。书中的所有程序都是在sharp PC-1500 计算机上运行通过的,若工作需要,只需将程序稍作修改就可在IBM PC/XT,长城0520, Appl-Ⅱ等微机上使用。

在本书的编写过程中,得到了冶金部科技司和冶金部钢铁研究总院等单位许多领导和同志们的帮助。在本书的修改过程中,冶金部钢铁研究总院22室主任杨志忠高级工程师提出了许多宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢。

由于种种原因,书中存在着缺点和错误,欢迎批评指正。

作 者

1991年11月

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 用计算机进行配料计算	(6)
第一节 BASIC 语言	(6)
第二节 程序设计的原则	(18)
第三节 配料计算的程序设计	(25)
第三章 优化配料方法	(46)
第一节 图解法	(46)
第二节 赋值穷举法	(53)
第三节 解联立方程法	(63)
第四节 线性最优化配料	(90)
第四章 冶金优化配料实例	(115)
第一节 生产 Mn-Si 合金的优化配料	(115)
第二节 高碳铬铁配料计算的计算机模拟	(126)
第三节 优选冶炼 Fe-Si 的碳质还原剂	(157)
第四节 CAC 技术	(166)
第五章 “TU” 软件的应用	(176)
第一节 不稳态传热计算	(176)
第二节 回归分析在转炉炼钢中的应用	(214)
第三节 矿热炉参数选择	(223)
第四节 模糊数学与冶金生产	(256)
第五节 用灰色 GM(1.1) 模型预测钢产量	(265)
第六节 灰色线性规划的冶金配料	(275)

第一章 绪 论

配料计算是冶金生产中的一项基本工作。优化配料不仅有利于实现工艺操作的最优化，并能给企业带来经济效益，更可以为合理地利用自然资源提供可靠的依据。因此，优化配料已成为世界各国冶金工作者研究的课题之一。美国 MILLTEH HOH 公司研制的电炉废钢装料和补加合金的配料系统，所应用的是线性最优化原理；中国宝山钢铁公司在 300 吨转炉炼钢中，引进了以线性最优化模型为核心的软件系统；美国的 LTV 钢铁公司也采用了炼焦配煤的最优化方法。据我国钢铁企业的现有水平，全面采用这些先进技术一时尚有困难。但是，应用最优化原理取代落后的手工计算，在工业生产中实现离线的优化配料计算机辅助计算 (CAC) 或计算机辅助操作 (CAO) 是符合我国目前的生产实际的，同时也是符合“用电子技术改造传统工业”这一方针的。

一、优化配料的计算方法

冶金配料计算的方法是多种多样的，但概括起来大致可分为两大类(如图 1-1 所示)。

(1) 按计算工具来分：传统的手工计算和现代化的电子

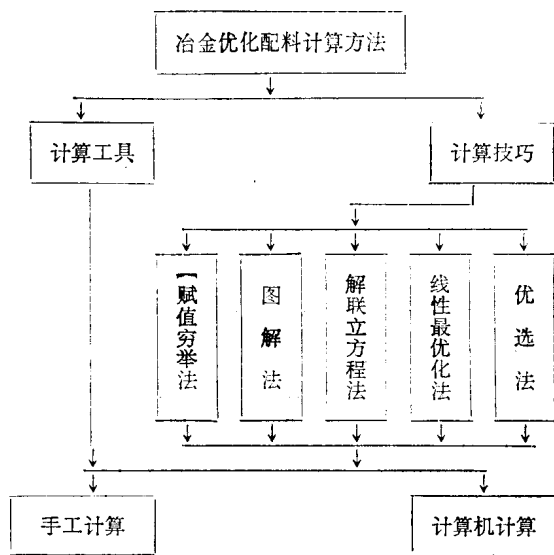


图 1-1 优化配料的计算方法分类

计算机计算。

(2)按计算技巧来分：有赋值穷举法、图解法、解联立方程法、优选法和线性最优化法等。此外，用于优化配料的优选法还包括：0.618法，分数法、陡度法、爬山法和多峰值法等(如图 1-2 所示)。著名数学家华罗庚教授倡导的优选法已有多种专著，本书不再对上述方法进行赘述。

总之，冶金优化配料的计算方法应当根据生产的具体情况选择运用。当然，随着科学技术的不断发展，计算工具的不断更新，计算技巧的不断提高，冶金优化配料的计算方法也将不断地丰富和完善，使之更适合冶金生产的实际需要，

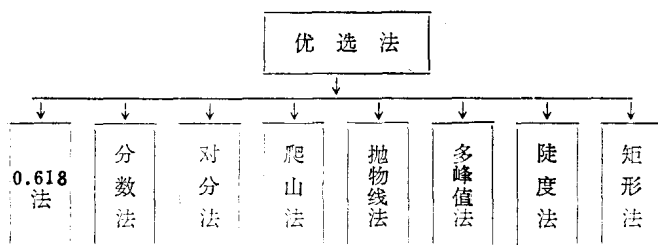


图 1-2 配料计算的优选法

达到合理使用原材料，节约能源，降低成本和提高产品质量的目的，以获得良好的综合经济效益和社会效益。

二、用系统论的观点研究优化配料

应用系统论的观点来进行优化配料的研究，就是说把优化配料放在冶金生产的某个具体生产环节中进行研究，即从原料的成分、价格、生产工艺、设备参数、产品质量、质量控制、产量预报等多方面地进行优化配料的综合研究。图 1-3 给出了研究优化配料的几种方法，说明它可以用多种数学方法来进行计算，特别是应用新兴的数学方法，如模糊聚类分析，模糊综合评判和灰色系统预测理论等，对冶金生产的原料、工艺、产量等进行综合分析，并在此基础上更好地发挥优化配料的作用。总之，应用系统论的观点研究优化配料，不仅仅只局限在原材料本身的优化配料上，而是同冶金生产过程中许多生产因素联系起来，把它们作为一个系统来研究。

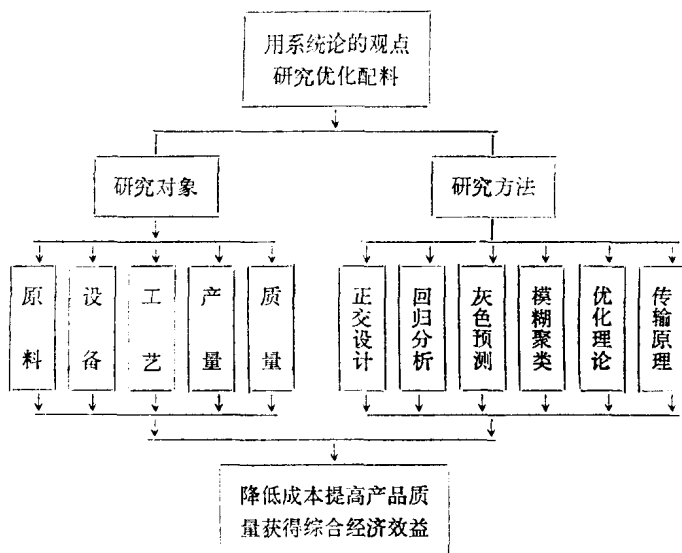


图 1-3 研究优化配料的几种方法

三、优化配料应用的范围

优化配料的应用范围愈来愈广，优化配料技术在部分行业中的应用如下：

优化配料的 应用范围	}	冶金行业：电炉炼钢，转炉炼钢和铁合金冶炼的优化配料；冲天炉、炼焦煤、烧结矿配比的优化配料以及焊剂、焊药的优化配制等 其他行业：化工配料，玻璃生产，医药配制，营养配比、纺织配棉，化肥生产等
---------------	---	--

四、本书特点

本书的一个突出特点是“三线归一”。所谓“三线”就是指本书在写作方法上注重三线并进，即在传授计算机知识的同时注重培养程序设计的能力；在进行优化配料的同时注重引入新兴学科的内容；在本书的写作内容上注重冶金生产的实际。所谓“归一”就是希望本书能为用“电子技术改造传统工业”尽微薄之力。

正是基于以上考虑，全书贯穿着“三线归一”的写作方法，由浅入深，从优化配料入手，介绍了计算机的知识和程序设计的方法，并列举了冶金生产中优化配料的实例，最后涉及到一些新兴的相关技术，希望能使优化配料技术不仅仅只是原材料优化配比的单一问题，而是把它作为受诸多因素影响的一个系统来进行研究，从而更好地发挥出优化配料的综合作用。

第二章 用计算机进行 配料计算

应用计算机进行配料计算就要会使用计算机语言进行程序设计。

第一节 BASIC 语言

一、BASIC语言概述

BASIC语言是英文Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code 的缩写，可译成“初学者通用符号指令代码”。它是由美国人 J.G.Kemeny 和 T.E.Kurtz 于1964年创立的，其后不断地作了修改和补充。目前，可分为基本BASIC和扩展BASIC，还可分为单用户BASIC和多用户BASIC；现在又出现了 True BASIC。

(一)BASIC语言的特点

BASIC语言主要有三个特点：

(1)BASIC语言简单易学，它是由一些语句行组成的，每一个语句都让计算机执行某一方面的功能和操作，基本语句一共 20 多种。而规定的这些基本语句又是一些常用的英语单词。如：INPUT表示“输入”；END 表示“结束”等等。

(2) BASIC 语言是一种交换式语言，易于实现人机对话。用 BASIC 语言编写的程序，可在计算机上边输入，边运行，边修改，直到得出满意的结果。

(3) BASIC 语言适用于微机和袖珍计算机，易于推广和普及，有利于电子技术在传统工业中的推广和应用。

(二) BASIC 语言的程序结构

BASIC 语言的程序是由一系列的行组成的。具体地说，有行号、语句串、[ENTER]等组成。例如：

行号	语句串	回车号
10	S=0:INPUT A	[ENTER]
20	S=S+A:PRINT S	[ENTER]
30	END	[ENTER]

几点说明：

(1) 行号必须取 1~65279 范围内的整数，习惯上取 10 的整数倍，这是因为行号允许范围较大，一般来说没有那么长的程序；另一方面，相邻的两行号相差 10，便于修改时插入一些程序。

(2) 程序的核心是语句串，它由一串 BASIC 语句组成，语句串中相邻语句必须用冒号隔开。如：10:PRINT A:INPUT B。

(3) [ENTER] 是每行的结尾，也叫回车号。只有按下该键，这行程序才被输入计算机。

(4) 程序中各行除了有行号作为标记外，还可以有标号，如：360:“A” B=C[ENTER] 设置标号“A”的目的是为了用标号方式启动程序。可以作为标号的符号有：

A, S, D, F, G, H, J, K, L, Z, X, C, V, B, N, M, 二、

[SPACE], 共 18 个。

二、赋值语句和输入输出语句

(一)赋值语句(LET)

LET 语句的功能是给变量赋值。一个赋值语句可以同时给几个变量赋值，但要注意在两个赋值变量之间应用逗号。如：

10:LET A=5, B=A+6, F\$="LW-4" 在有的 BASIC 语言中，表示赋值语句的 LET 可以省略，但在判断语句中 LET 不能省略。特别应当指出的是程序语句中几种经常应用的形式，其含意与一般数学上的含意不同，如 $A = A + B$ ，其含意是将变量 A 与 B 中的内容调出并相加，然后将其和存入变量 A 中。同样的道理，可以有 $A = A - B$ ， $A = A \times B$ ， $A = A / B$ 等形式。

(二)输入语句

输入语句主要有 READ, DATA 和 INPUT。

1. 键盘输入语句(INPUT)

INPUT 语句的形式是：

INPUT 变量[, 变量]

这里的变量可以是算术标量变量、字符标量变量或带下标的数组变量。INPUT 语句放在程序中需要数据的地方。当执行到 INPUT 语句时，屏幕上显示出一个问号“？”，这时程序暂停执行，直到输入所需要的所有数据后，程序才继续运行。一个程序中可以有多个 INPUT 语句，也可在 INPUT

语句前加上 PRINT 语句, 以显示要输入的数据。

2. 读数、置数语句(READ—DATA)

读数语句的一般形式为:

READ 变量, 变量

置数语句的一般形式为

DATA 数据, 数据

这里的数据可以是任何常数, 也可以是表达式。

DATA 语句是非执行语句, 它只是为 READ 语句准备数据; READ 语句的功能是依次读出 DATA 语句中的数据。READ 语句与 DATA 语句必须联合使用, 并且 DATA 语句中的数据类型必须与 READ 语句中相应变量的类型相一致。

(三) 三种赋值语句的比较

从表 2-1 中可以看出, 上述三种给变量赋值的语句各有特点。LET 语句除了可用来给变量赋数值之外, 其主要优点是能进行算术运算。当需要输入的数据较多时, 可采用 READ/DATA 语句。在程序中参数发生变化或要进行不同参数的比较时, 往往使用 INPUT 语句。总之, 在程序设计中, 应灵活运用上述三种赋值语句, 以得到比较好的运行结果。

(四) 输出语句

计算机的输出语句主要有 PRINT(显示)和 LPRINT(打印)。

1. 显示语句(PRINT)。

PRINT 的功能是通过显示屏对表达式的值进行显示。

表2-1 三种赋值语句的比较

LET	READ/DATA	INPUT
1. 三种语句都能给程序中的变量赋值		
2. 每一个 LET 语句只能给一个变量赋值	一对 READ/DATA 语句可以给多个变量赋值	一个 INPUT 语句可以给多个变量赋值
3. 如要赋值的变量多, 则程序较长	程序较短	程序短
4. 一个程序可以使一组变量多次赋值(例如用 GOTO 语句)	一个程序可以给一组变量赋予多个数值(用 GOTO 语句, 使变量多次读数)	一个程序可以多次从键盘输入不同的数值(用 GOTO 语句使程序多次读数)
5. 运行后立即出结果占机器时间少	运行后立即出结果, 占机器时间少	运行后要等待键盘输入, 占机器时间多
6. 可以进行算术运算(即可用表达式给变量赋值)	不可以进行运算。DATA 语句中只能写具体数值, 不能写表达式	不可以进行运算。只能从键盘输入具体数值, 不能输入表达式
7. 适合于①需要赋值的变量少、不需反复计算和比较简单的程序。 ②进行运算必须用 LET 语句	适合于输入数据较多(而且都有确定的数值)的程序	适合于参数变化、需要进行多组数据运算和比较的程序

例如:

10 A\$="B>": C=9

20 PRINT A\$, Y

运行结果, 显示屏显示: B>9

2. 打印语句(LPRINT)

LPRINT 的功能是将表达式的值通过打印机打印出来。
例如：

```
10 A=3
```

```
20 LPRINT "A+4="; A+4
```

打印结果：A+4=7

应当说明一点，不少微型机使用的 BASIC 语言中没有 LPRINT 语句，只有 PRINT 语句，这时 PRINT 语句兼有显示和打印的功能。

三、程序控制语句和循环语句

(一) 程序控制语句

程序中的语句一般都是顺序执行的，只有遇到下列六种语句才改变执行顺序。这六种语句是：GOTO, IF, END, STOP, FOR 及 NEXT。

1. GOTO 语句。

GOTO 语句的形式为：

GOTO 语句标号

这里的“语句标号”必须是程序中确有的语句标号，如果在程序中不存在 GOTO 语句所指示的语句标号，程序将不继续运行。

2. IF 语句。

有条件地改变程序运行的顺序，才可用 IF 语句，其形式为：