

# 组合秤组合计算的研究与仿真

陈羽锋, 吕浩杰, 胡国清, 吴灿云, 何鼎顺

(厦门大学, 厦门 361005)

**摘要:** 分析了组合秤的基本结构, 详细阐述了组合秤的两种不同工作原理。进行了基于 Visual Basic 的组合计算仿真程序设计, 对组合秤不同组合计算模型进行了仿真, 并对仿真结果进行了分析。

**关键词:** 组合秤; 工作原理; 组合计算; 仿真

中图分类号: TB486; TP391.9 文献标识码: A 文章编号: 1001- 3563(2009)12- 0074- 03

## Research and Simulation of Combinatorial Calculation of Combined Balance

CHEN Yu2f eng, LUH ao2j ie, H U Guo2qing, WU Can2yun, H E D ing2shun

(Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** The basic structure and working principle of combined balance was introduced and analyzed. The simulation program of combinatorial calculation was programmed with Visual Basic; simulation of different combinatorial calculation model of combined balance was carried out; and the simulation result was analyzed.

**Key words:** combined balance; working principle; combinatorial calculation; simulation

基于组合称量技术的电脑组合秤始于 20 世纪 70 年代, 是国际上公认的民用称重领域的高新技术产品, 代表这种产品的组合称重技术以其高精度、高速度代表了当今称重技术的最高水平及发展方向<sup>[1]</sup>。

目前, 如何提高组合秤的称量精度和速度越来越多的依赖于专用测量硬件的开发, 依赖于控制方式的提高, 如主从分布式控制系统<sup>[2]</sup>等。但这些都建立在对组合计算原理的透彻研究基础之上, 只有这样, 才能更好的研发新的硬件和新的控制方式来提高组合秤的性能。目前国内多数理论研究资料显示的工作原理依然采用 90 年代的研究成果, 而未能结合新的工作原理进行研究。因此, 本文较全面的分析了组合秤的两种不同工作原理, 并对组合计算进行了基于 Visual Basic 的仿真软件设计和分析。

## 1 组合秤工作原理

### 1.1 系统构成

组合秤结构见图 1。组合秤对物料组合称重包装时一般速度可达 60 包 /min 以上, 定量误差可达  $\pm 0.5\%$ <sup>[3]</sup>。分离加料器先把物料送入备料斗, 备料斗和称重斗组成称重单元, 称重传感器把信号传入主处理器进行组合计算, 然后选出最佳组合料斗进行放料。

### 1.2 工作原理

唐志祥<sup>[4]</sup>在 20 世纪 90 年代, 对组合秤工作原理进行了初

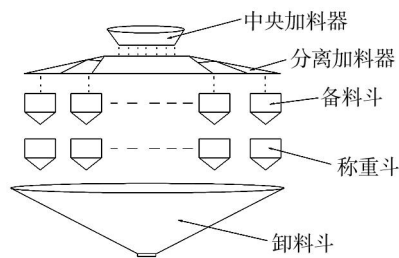


图 1 组合秤结构示意图

Fig. 1 Sketch map of structure of combined balance

步研究。后来多数研究所表述的工作原理仍然参照他的结论。随着技术的发展, 对组合秤的要求越来越高, 现在工作原理已经和以前略有不同, 分析如下。

唐志祥等所表述的工作原理: 参与计算的物料数据经计算分析得出合格的组合, 进行 A 组合, 料斗开门卸料, 接着同号备料斗打开料门给卸空的称量料斗加料, 称量后, 计算机再进行下一轮 A 组合计算, 同时电磁振动给料器给卸空的备料斗加料, 这样循环下去。可以看出, 每次参与组合运算的料斗总数都是所有料斗数, 例如 8 料斗的组合秤, 参与组合的料斗设置为 3, 那么每次组合计算都是  $C_8^3$ , 简称这种工作原理为组合秤工作原理 1。

由于称量头数的增多已经有了一定的变化, 组合算法相应有了有一定变化: 当 12 称量头以上时, 参与计算的物料数据经计算分析得出合格的组合, 进行 A 组合, 料斗开门卸料; 接着在

收稿日期: 200909017

作者简介: 陈羽锋(1984- ), 男, 四川人, 厦门大学硕士生, 主攻计算机辅助设计、机电一体化等。

备料斗向卸空料斗加料的同时,其余的称重斗同时又开始了组合运算,得到最接近目标重量的 B 组合;然后新加满料的料斗和未选料斗重复地连续进行 B 组合,这与组合秤工作原理 1 是不同的,简称为组合秤工作原理 2。两种原理对比见表 1。

表 1 组合秤两种工作原理的比较

Tab. 1 A comparison of two working principles of combined balance

工作 原理	适用范围	相同称量次数 的速度比较	组合计算 的合格率	总料斗 n, 组合单元 m 的组合计算方式
原理 1	12 称量头以下	相对较慢	相对较高	始终 $C_n^m$
原理 2	12 称量头以上	相对较快	相对较低	先 $C_n^m$ , 接着 $C_{n-1}^{m-1}$

## 2 组合计算的仿真

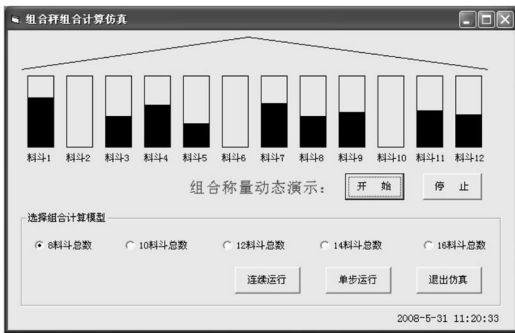
为了进一步研究组合秤的不同工作原理,更直观展示组合计算的过程和结果,分析研究影响组合计算精度和速度的因素,本文对组合计算进行了仿真程序的设计,通过仿真进一步研究分析。

由于 Visual Basic 语言具有程序编写简单、图形界面丰富、程序代码容易修改等特点,所以仿真程序运用 Visual Basic 语言进行编写。

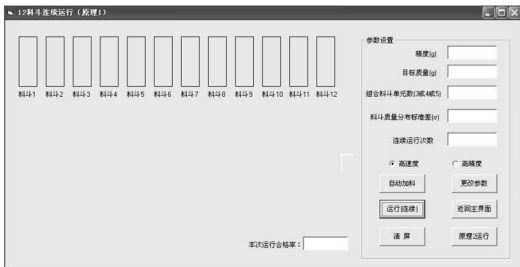
### 2.1 仿真程序界面

仿真总体构成包括了参数设定、组合运算、结果显示 3 部分,主要由一个主界面和若干个子界面组成。

仿真主界面见图 2a,称重单元的总数分别设定了 8, 10, 12,



a 主界面



b 子界面

图 2 仿真程序界面图

Fig. 2 The main interface of simulation program

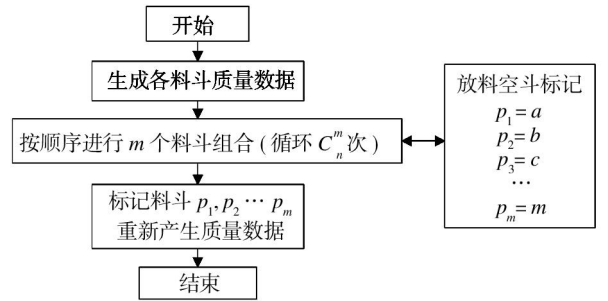
14, 16 五种,同时,有单步运行和连续运行两种运行模式仿真。

参数设置居各子界面的右面,包括精度设定、目标质量、组

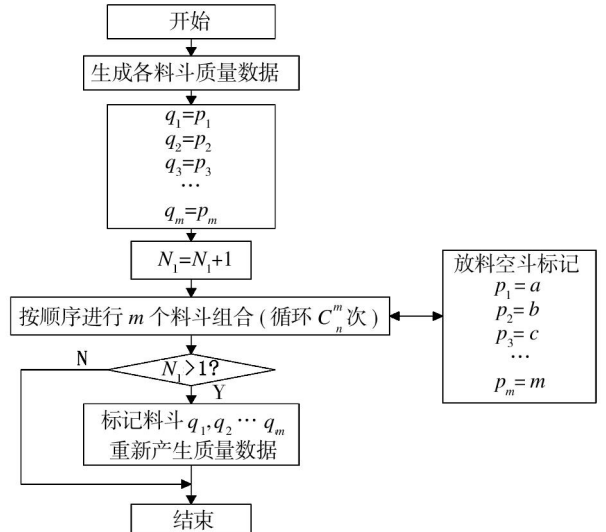
合料斗单元数、料斗质量分布标准差及高速度和高准确度方式选择,另外,连续运行模式的参数设置里还有连续运行次数,运算结果显示在子界面的左边,见图 2b。

### 2.2 两种工作原理的仿真

原理 1 始终循环进行 A 组合,原理 2 先进行 A 组合接着循环进行 B 组合,其软件设计框图见图 3。其中,  $N_1, p_1, p_2, p_3, \dots, p_m$  为全局变量。



a 工作原理 1



b 工作原理 2

图 3 两种工作原理软件设计框图

Fig. 3 The software design block diagram for the two working principles

### 2.3 组合计算的主程序

根据生产中对精度的要求不同,组合计算分为高精度和高速度两种类型<sup>[5]</sup>。

高精度型组合计算程序开始运行后,按顺序进行组合运算,等所有的组合计算完成后,选择最接近目标值的一组作为组合结果。而高速度型在组合重量第一次出现在允许误差区间内时,就视为已满足要求,自动停止本次组合,并开始下一次组合,从而节省了组合运算时间,大大提高速度。

为了更清楚的说明程序具体设计过程,以  $C_{12}^3$  组合计算为例。假定在 12 总料斗的组合称量计算中,3 个料斗单元进行组合,目标质量为 100 g,误差为 0.1 g。从 12 个数据中选 3 个

进行组合计算, 对应的组合编号为 a, b, c, m 为目标质量, x, y, z 代表选中的一组称量值, 与编号 a, b, c 相对应, s 代表组合后相加的和值, 组合计算的程序框图见图 4。

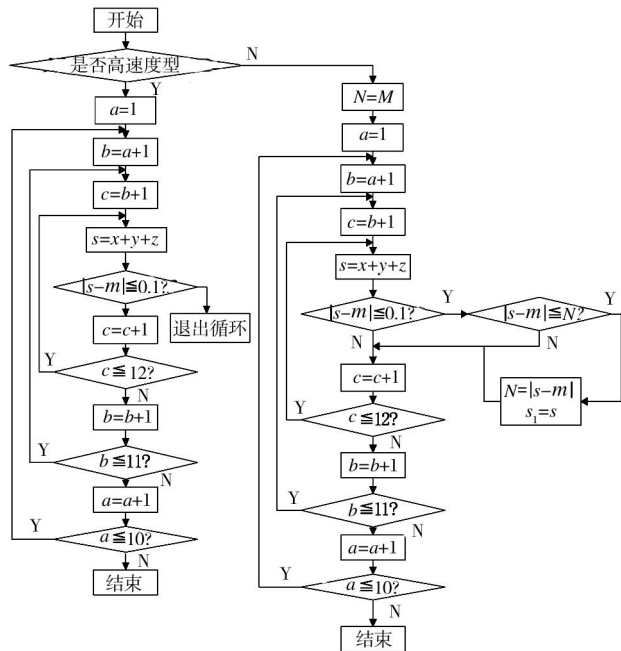


图 4  $C_{12}^3$  组合计算的程序流程图

Fig. 4 The program flow chart of  $C_{12}^3$  combinatorial calculation

### 3 仿真结果分析研究

由于有不同料斗数、不同组合方式、高速度和高精度不同方式以及不同工作原理等影响因素, 需要通过建立不同组合模型仿真, 分别进行对比分析。本文仅就不同组合方式和不同工作原理仿真结果为例进行分析。

#### 3.1 不同组合方式对组合计算影响仿真结果分析

不同组合方式会对组合计算结果产生不同影响, 针对总料斗数、组合单元数因素的不同组合方式进行仿真。

总料斗数相同, 而不同组合单元参与组合计算, 其结果也不同。16 料斗总数组合秤, 参数设定为目标质量 500 g, 误差  $\pm 1$  g, 采用工作原理 1, 分别当组合单元数为 3, 4, 5, 6 时, 进行高速度和高精度的组合计算, 运行 10000 次, 得出的仿真数据见表 2。

表 2  $C_{16}^m$  不同组合方式的仿真数据

Tab. 2 The simulation data of different combination patterns of  $C_{16}^m$  %

R= 1	计算方式	组合单元数			
		3	4	5	6
单元总数 16	高速度	96.37	99.13	98.35	94.96
	高精度	98.98	99.59	99.14	98.85

从仿真数据进行分析, 可以看出, 当料斗总数相同时, 组合单元数并不是越多其得到的合格率就越大, 而是有一个最佳组

合单元数, 其后随着组合单元数增加, 合格率反而降低。这和每个料斗的误差有关, 料斗越多, 累积的误差越大, 所以组合单元数增加, 组合计算的合格率降低。

而相同组合单元数时, 如果其称量斗总数不同, 那么组合计算的合格率也是不同的, 见表 3。组合单元数为 4, 料斗总数

表 3  $C_{16}^4$  不同组合方式的仿真数据

Tab. 3 The simulation data of different combination patterns of  $C_{16}^4$  %

R= 1	单元总数				
	8	10	12	14	16
组合单元数 4	96.57	97.64	98.43	99.24	99.55

分别为 8, 10, 12, 14, 16 时进行组合计算的仿真数据。仿真结果见表 3, 可以看出当组合单元数相同时, 料斗总数越多, 其得到的合格率越大。

#### 3.2 不同工作原理仿真结果分析

组合秤两种工作原理导致组合计算出现了两种情况, 组合计算工作原理 1 和 2 两种情况下的仿真数据见表 4。

表 4 组合计算仿真数据

Tab. 4 The simulation data of combinatorial calculation %

R= 1		组合单元数		
		3	4	5
12	原理 1	98.41	98.51	97.92
	原理 2	97.65	96.27	84.30
14	原理 1	98.75	99.00	98.60
	原理 2	98.18	98.22	94.05
16	原理 1	98.96	99.12	99.04
	原理 2	98.52	98.60	98.04

根据数据分析, 可以发现, 在其他参数都相同的情况下, 进行原理 1 工作模式的组合计算得到的合格率比原理 2 模式下的合格率高。这和理论分析原理 1 下始终进行  $C_m^n$  循环, 原理 2 下先是  $C_m^n$  组合, 接着循环  $C_{m-m}^m$  组合计算的结果相同。但是由于原理 1 每次组合完成时, 要等空料斗全加完料再进行下一次组合, 所以没有原理 2 的工作速度快。

### 4 结语

本文对组合秤两种工作原理进行了理论对比分析, 并使用 Visual Basic 语言进行了仿真, 可以发现, 在其他参数都相同的情况下, 进行原理 1 工作模式的工作速度慢于原理 2, 但是其组合计算得到的合格率比原理 2 模式下的合格率高。同时, 仿真软件的设计可以应用于研究其他各种影响组合计算精度和速度的因素, 在硬件研发前根据实际情况仿真分析出最佳组

(下转第 90 页)

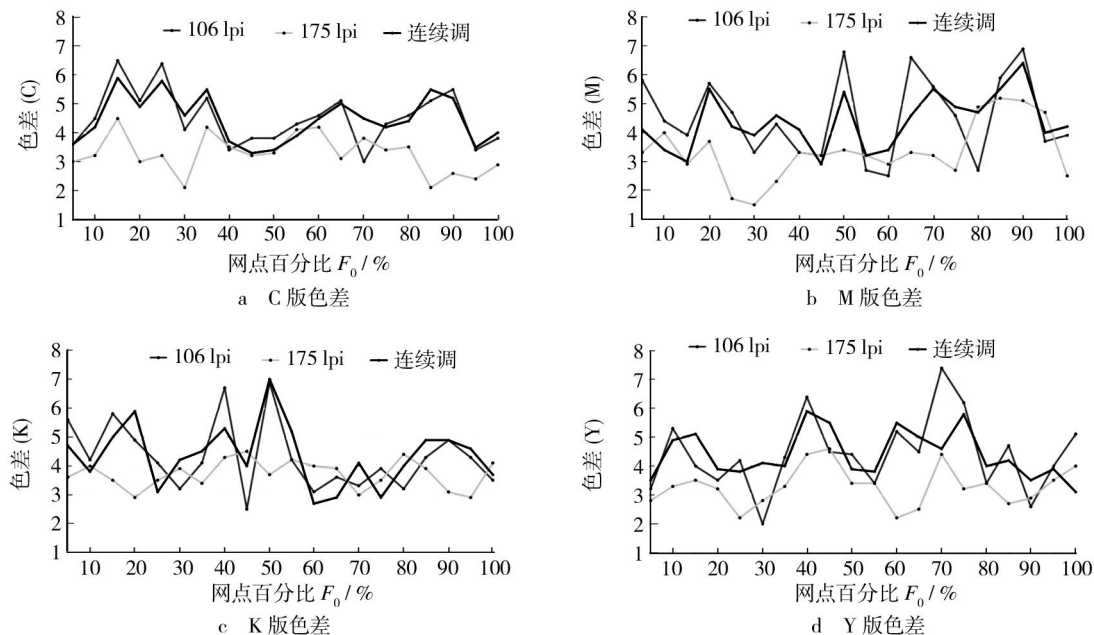


图2 4种样张色差对比图

Fig. 2 Comparison of color difference of four kinds of sample sheet

## 4 结论

从图2可以得出下列结论:

1) 绝大多数采样点的色差小于6,且4种样张的各分色版与印刷标准样之间色差均值均小于5,其中,175 lpi的网点数码样张各分色版与印刷标准样之间色差均值小于4,200 lpi的网点数码样张各分色版与印刷标准样之间色差均值小于3,这说明4种样张均能较理想地描述印刷标准样。

2) 比较106, 175, 133和106 lpi的网点数码样张,在与印刷标准样在颜色再现方面,200 lpi的网点数码样张最佳,其次是175 lpi和133 lpi,最后是106 lpi网点数码样张。

3) 比较106, 175, 133和106 lpi的网点数码样张的各个分色版的颜色还原能力,没有明显差异性。

## 参考文献:

- [1] 胡维友. 数字印刷及计算机直接制版技术[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2006.
- [2] 范锦文. 关于数字印刷标准技术参数选择的探讨[J]. 印刷质量与标准化, 2006, (11): 32- 34.
- [3] 李文育. 基于Best专业打样系统的数码打样仿真技术[J]. 包装工程, 2006, 27(2): 105- 107.
- [4] 车永华, 等. 数码打样技术研究[J]. 包装工程, 2006, 27(6): 157- 159.
- [5] 刘世昌. 印刷品质检测与控制[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2000.
- [6] 胡成发. 印刷色彩与色度学[M]. 北京: 印刷工业出版社, 1993.
- [7] 王强. 数字打样系统色彩基准的设置[J]. 印刷杂志, 2003, (2): 23 - 24.
- [8] 胡维友. 喷墨数码印刷品网点扩大值和标定点面积率间关系之研究[J]. 包装工程, 2009, 30(3): 74- 75.

(上接第76页)

合计算模型,全面了解组合秤的性能,节约研发成本,为组合秤的研制提供了很好的参考应用价值。

我国于20世纪90年代开始经历了进口- 引进- 合资- 自主研发的各个阶段<sup>[6]</sup>,组合称量技术的发展取得了很大进步,但是与国外的先进水平相比仍有一定的差距,进一步提高自主研发能力仍是一个长期的过程。

## 参考文献:

- [1] 彭福红,任作新. 高精度电脑组合秤控制系统的设计[J]. 机械工程与自动化, 2007, (6): 127- 129.

- [2] 余勃,宋迎法,等. 组合称包装机分布式控制系统的总体设计[J]. 包装工程, 2009, 30(1): 78- 80.
- [3] 刘方全. 定量包装技术的发展方向[J]. 中国计量, 1999, 40(3): 37 - 38.
- [4] 唐志祥. 包装计量组合秤工作原理初探[J]. 广东工学院学报, 1994, (1): 45- 52.
- [5] 邓志辉. 基于Visual Basic组合秤仿真程序的设计[J]. 常州信息职业技术学院学报, 2007, (4): 15- 17.
- [6] 陈士祥,郭飞,等. 电子组合称量技术的应用研究[J]. 包装与食品机械, 2007, (3): 5- 8.