

基于速度控制配料的称量数学模型的建立

高彦臣¹, 姜丽娟², 杨殿才¹, 于明进¹

(1. 青岛高校软控股份有限公司, 山东 青岛 266045; 2. 青岛科技大学 信息与控制工程学院, 山东 青岛 266042)

摘要: 在配料系统中基于振动给料装置采用连续给料速度控制方法建立了数学模型。给料速度控制方法以给料速度为控制参数采用闭环控制。在称量初期, 基于速度给定是一个定值调节系统; 当称量接近设定值时速度的设定值减小, 是一个随动调节系统。解决了配料过程中称量速度和精度的矛盾。

关键词: 配料; 称量; 速度控制; 数学模型

中图分类号: TQ330.1⁺1 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2002)11-0689-02

在橡胶、食品、医药、化妆品等行业的生产中, 按设定的质量准确配料是保证产品质量的关键工序之一。产品生产过程中除主料外, 往往还有各种化学药品作辅料(俗称小料)。这些小料的配比精度对产品的特性影响很大。

在实验室中可由人工称量配料, 但在工业化批量生产过程中, 由于各种人为因素的随机影响, 人工配料无法保证各批次产品的均一性, 因此现代生产技术均采用自动配料称量系统以保证产品质量的均一性、稳定性。

优良的自动配料称量系统应达到下述性能^[1]: ①系统总体要求是配料速度快而且称量精度高; ②对于微细粉料, 由于其粘连性随温度升高、湿度变大而增大, 物料因此易粘团结团、起拱, 要求料仓及给料通道能有效地防止粘连、起拱, 使物料保持良好的流动性, 以满足控制系统自动调节给料速度的要求, 保证称量精度; ③要有良好的除尘系统, 减少粉尘对环境的污染, 保障工作人员的身心健康, 且能使回收的物料再利用, 无三废排放; ④控制系统不仅能完成配料称量过程的自动控制, 而且能对生产配方、生产数据、生产过程进行管理、监控, 实现管理与控制的一体化。根据自动配料称量系统的要求, 实现高精度、快速称量配料是该系统的关键技术之一, 本文就这个问题着

重在理论方面进行分析研究。

1 基于给料速度控制方案

通过对物料称量过程的分析和试验, 确认影响称量的主要因素主要有以下 4 种^[2]:

(1) 物料的粘连性。在相同的环境和同一给料装置的情况下, 不同物料给料速度不同, 造成调试困难, 称量精度难以控制。

(2) 物料的密度。采用同一装置, 物料的密度不同, 给料速度也不同。

(3) 环境的影响。环境的温度、湿度变化将导致物料的粘连性变化, 且其随温度、湿度的提高而增大, 导致物料易起拱、结块, 对称量不利。

(4) 由于给料装置的控制系统的非线性, 即使在相同的控制方法和控制量下, 各给料装置的振动力和给料速度也不相同。

由于上述因素的影响, 在传统的双速给料中, 每种物料均要调整到相应的状态, 才能达到预期的称量精度。然而, 随着环境温度的变化或物料批号的不同, 原给料状态往往保证不了称量精度, 需重新调整, 从而降低了生产效率。由此可见, 保证称量的准确、快速是很复杂的。在以往的双速给料中, 振动力大给料快, 但精度难以控制; 振动力小给料慢, 精度可以控制, 但称量时间长, 效率低。

基于上述分析, 提出了给料速度控制方案, 如图 1 所示。这种控制方法采用闭环控制, 以给料速度为控制参数, 克服了上述各因素对称量精度

作者简介: 高彦臣(1964-) 男, 吉林松原人, 青岛高校软控股份有限公司讲师, 硕士, 主要从事橡胶行业机电一体化设备的研制及自控网络系统的开发。

和生产效率的影响。上述各因素的变化均采用自适应控制方法加以克服,以前人工进行调节的工作现在由配料控制器完成。

基于速度给定,在称量初期,给料速度稳定在 V_0 ,是一个定值调节系统;当称量值接近设定值时,速度的设定值减小,从而变为随动调节系统。将传统的分段控制改为连续控制。

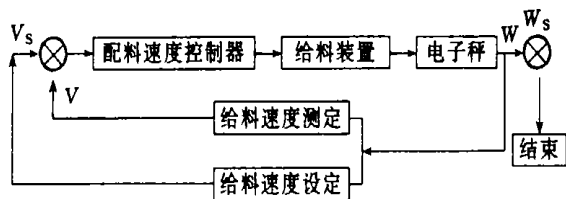


图1 给料速度控制方法示意图

2 基于给料速度控制方法数学模型的建立

根据配料的要求,物料的称量是在指定的时间内完成的,并保证称量的精度。称量物料的过程是对物料质量的累计过程^[3]。设已称物料的质量为 W ,给料速度为 V ,称量时间为 t ,总给料时间为 T , W' 为单位时间称料量,则有以下关系:

$$W = \int_0^T V dt \quad (1)$$

$$V = W' \quad (2)$$

设称量物料的设定值为 W_s ,距设定值的量为 W_x ,开始以 V_0 速度给料,当物料称量到 $W_s - W_x$ 时,时间为 t_1 ,称量速度 V 开始降低,并随着质量 W 的增大,称量速度 V 逐渐降低,直至趋于零。设

$$V = \frac{W_s - W}{n} \quad (3)$$

式中, n 为速度的下降速率,也就是说给料速度 V 根据所称质量是分段的,有:

$$V = \begin{cases} V_0(\text{常量}) & W < W_s - W_x \\ \frac{W_s - W}{n} & W \geq W_s - W_x \end{cases} \quad (4)$$

当所称物料累计量 W 未达到 $W_s - W_x$ 时,速度控制为定值调节系统;当物料的累计量超过 $W_s - W_x$ 时,速度控制为随动调节系统。定值调节易于实现,不作深入的探讨。对于变速部分,由式(2),(3)和(4)得

$$W' + \frac{W}{n} = \frac{W_s}{n} \quad (5)$$

解得

$$W = W_s - W_x e^{-\frac{t-t_1}{n}} \quad (6)$$

$$V = W' = \frac{W_x}{n} e^{-\frac{t-t_1}{n}} \quad (7)$$

根据式(6)和(7)可以得出称量物料的累计量 W 、给料速度 V 与称量时间 t 的关系曲线,如图2所示。

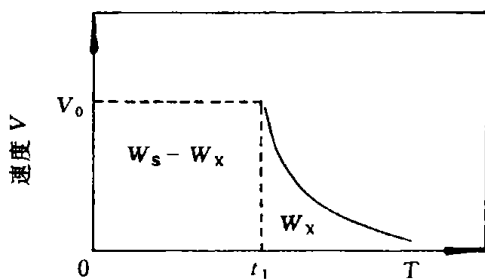


图2 称量过程曲线

W_x 和 n 是根据称量物料特性而选定的,称量速度 V 在 $0 \sim V_0$ 之间是连续变化的,且可以确定得很小,从而保证了称量精度。适当的选择 W_x 和 n 可以保证称量速度。称量速度 V 根据称量精度而定,不宜选得过小,否则会延长称量时间。

3 结语

连续给料速度控制方法通过实际应用,效果良好,克服了传统控制方法难以解决的问题——称量精度和称量速度之间的矛盾,适应性强。由该控制方法设计的配料系统已通过了由原国家石油和化学工业局组织的部级鉴定,并已在轮胎等橡胶企业中得到广泛推广应用。

参考文献:

- [1] 袁仲雪,杭柏林,张文军,等.小料自动配料称量系统的研制[J].世界橡胶工业,2000,27(4):20-23.
- [2] 杭柏林,袁仲雪,高彦臣.配料系统给料速度的自动控制[J].橡塑技术与装备,2001,27(2):35-36.
- [3] 姜丽娟,高彦臣,杭柏林.配料控制显示器的研制[J].自动化与仪器仪表,2002(1):33-35.

收稿日期:2002-05-31