

一种微机配料混合自动控制系统¹⁾

刘英杰 任眷西

(中国科学院空间科学与应用研究中心)

关键词: 微机, 配料, 控制系统.

一、前言

目前,一般饲料厂所用的微机配料混合自控系统,普遍存在配料动态准确性不高(一般在1%F.S左右)、称量不准等问题。配方的含量成份比不准确,将影响牲畜、家禽和鱼类的生长率、繁殖率、催肥率和产蛋率,称量不准将使饲料生产厂消耗原料多而产品的合格率低。对此本文提出一种新的自动配料方法,这种方法对冶金、水泥、石墨、玻璃、奶粉、医药配方或其它需要自动配料称重的场合,具有普遍意义。

二、ZK-1型控制系统

所谓自动配料混合系统,即计算机根据配方对若干种不同物料和添加剂等,自动按要求进行配料称重,再进行混合加工。这类系统是大时滞、变参数系统,用一般控制方法,难以做到动态准确称重。本文给出采用自学习方法的ZK-1型控制系统。其系统框图如图1所示。

ZK-1系统除具有传统反馈系统的功能外,还利用初始“提前量” G_{foi} 对每种物料的理论给定值进行修正,并在物料称量的给定基准量中考虑了累计值 ΔG_{i-1} 。运行过程中,计算机不断地测出上一秤该物料的动态误差 $\delta G_{(K-1)i}$,根据其值的大小和相邻两秤动态误差的极性,自动改变反回系数 K_0 ,保证称量过程中不产生振荡,且自动调节误差的收敛速度,使动态误差的收敛过程处于最佳状态;同时根据不同物料的种类 G_{Mi} ,选择控制电机的运转速度,提高系统的动态控制精度这是一种在线实时自学习的控制过程^[1]。

可以证明,在自学习控制过程中,动态误差的集合表示为

$$G_{(K-1)i} = (1 - K_0)^{(K-2)} \delta G_{(1)i}. \quad (1)$$

式中 $\delta G_{(1)i}$ 是当 $K=2$ 时 $\delta G_{(K-1)i} = \delta G_{(1)i}$,即第一秤后测得第 i 种物料的最大起始误差值。假定取 $K_0 = \frac{1}{2}$,且 K 由2变化到 $m+3$ (m 为正整数),则(1)式展开成如下的级数:

本文于1989年8月7日收到。

1) 参加该控制系统工作的还有:俞娟、蒋远大、欧听孝、赵军、邵一行和李怀义等。

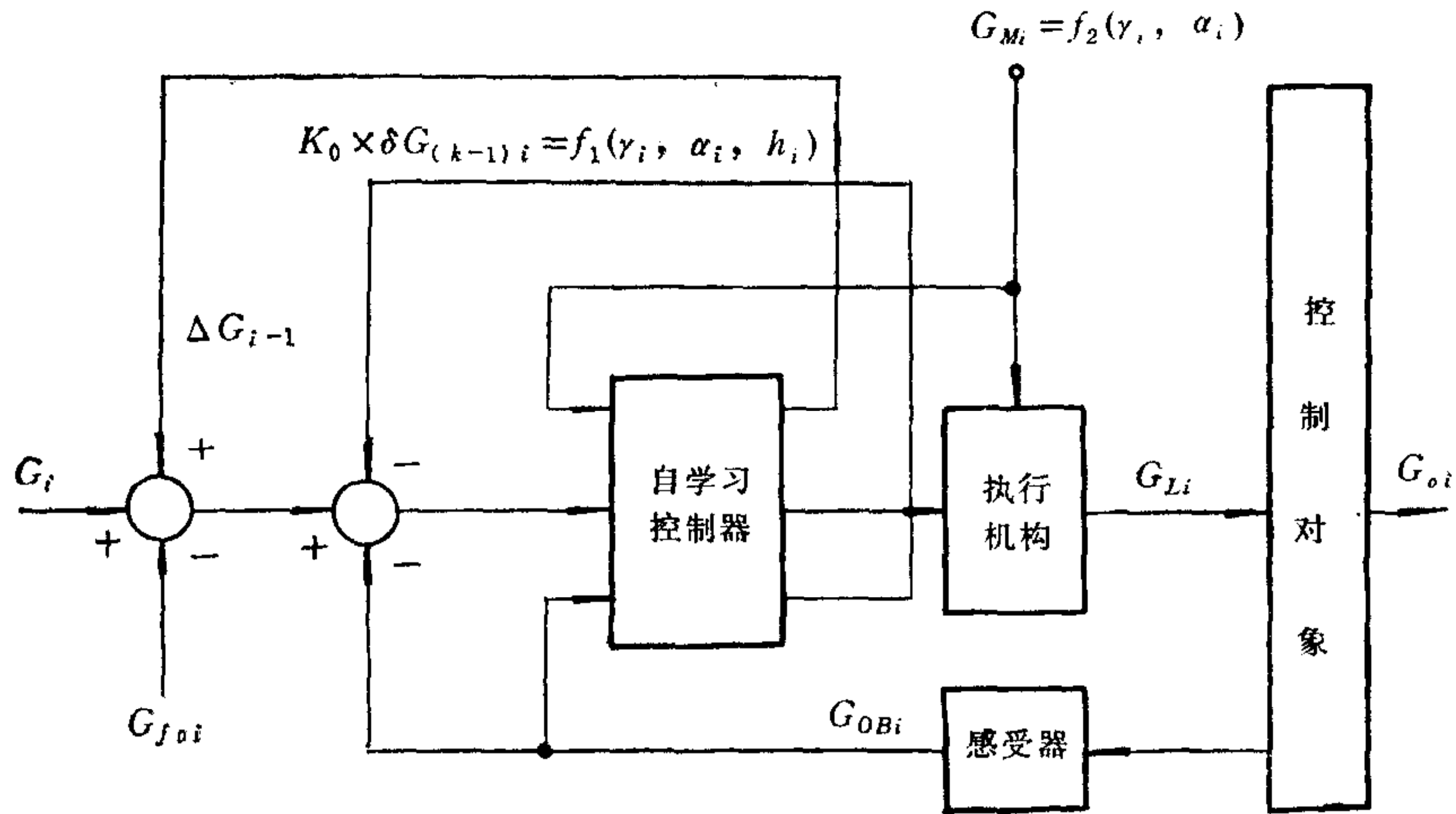


图 1 ZK-1 配料自学习系统框图

- G_i : 第 i 种物料的理论给定值;
- G_{oi} : 第 i 种物料的输出值;
- G_{f0i} : 第 i 种物料的初始“提前量”;
- G'_{f0i} : 第 i 种物料“落差”的初始“提前量”;
- G''_{f0i} : 由调速引入,第 i 种物料的初始“提前量”;
- ΔG_{i-1} : 第 i 种物料前的累计值;
- $\delta G_{(K-1)i}$: 第 K 秤第 i 种物料,前一秤的动态误差;
- G_{0Bi} : 实测第 i 种物料重量的反馈值;
- G_{Li} : 被秤物料的重量;
- G_{Mi} : 不同比重及不同粘度的负荷;
- K_0 : 返回系数;
- γ_i : 第 i 种物料的比重;
- α_i : 第 i 种物料的粘度;
- h_i : 第 i 种物料下料绞笼出口处至秤斗内物料表面的高度.

$$\delta G_{(1)i}, \frac{1}{2} \delta G_{(1)i}, \frac{1}{4} \delta G_{(1)i}, \dots, \frac{1}{2^m} \delta G_{(1)i}, \frac{1}{2^{m+1}} \delta G_{(1)i}, \dots.$$

根据达朗贝尔收敛检验法

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{U_{m+1}}{U_m} = \frac{\frac{1}{2^{m+1}} \delta G_{(1)i}}{\frac{1}{2^m} \delta G_{(1)i}} = \rho = 0.5. \tag{2}$$

式中 ρ 表示收敛系数。当 $\rho < 1$ 时,该级数是收敛的,其极限为

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{1}{2^m} \delta G_{(1)i} = 0. \tag{3}$$

只要使 K_0 满足 $0 < K_0 < 1$,以上结论对(1)式表达的级数都是正确的, K_0 越接近 1,系统的动态称量误差收敛到零的速度就越快。

从上面的讨论可以看到,当秤数 $K = N + 1$ 足够大时,总可做到第 N 秤的动态误差 $\delta G_{(N)i}$ 小于等于某一给定小数值 Δ 。由计算机打印的配秤合计表(表 1)可见,各种物料

表 1 配秤合计表

		配方: 02	配秤: 30		
配 料	理论值	实际值		误差	
玉米	20280.0	20280.8		+0.8	
麸皮	7350.0	7349.6		-0.4	
棉仁饼	1500.0	1499.2		-0.8	
肉骨粉	570.0	570.4		+0.4	
肥猪添加	150.0	149.6		-0.4	
合 计	29850.0	29849.6		-0.4	

共下料 29850 公斤,其理论值与实测值只差 -0.4 公斤。

三、“提前量” G''_{foi} 的计算方法

如图 2 所示,采用无级调速技术控制下料^[2],将使理想的下料曲线 $G_{Li}Bt_1$,变成调速下料曲线 $G_{Li}B't'_1$ 。希望的第 i 种物料理论给定下料值等于长方形 $\square G_{Li}Bt_1O$ 包围的面积,而调速下料值等于梯形 $\square G_{Li}B't'_1O$ 所包围的面积。只要做到这两个面积相等,则实际下料值等于理论给定值。利用计算机可精确地控制开始减速点 B' 和 $B't'_1$ 的斜率,由于电机能无级变速,执行机构可跟踪上述曲线轨迹运动,能较理想地做到实际下料值等于理论给定值。

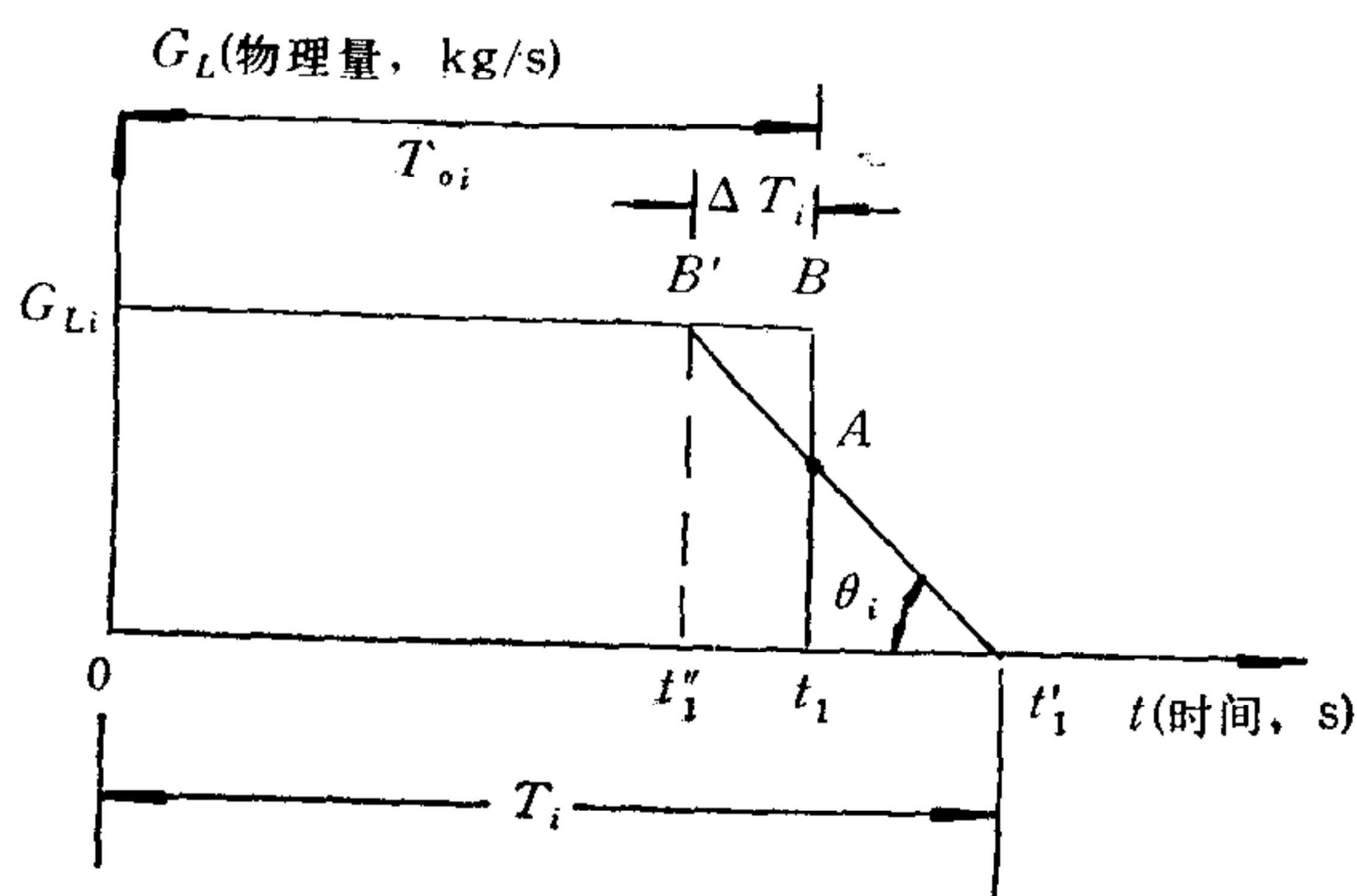


图 2 无级调速控制曲线图

转折点 B' 的求取。由图 2 可知,只要 $\triangle B'BA = \triangle t'_1t_1A$, 就能保证 $\square G_{Li}Bt_1O = \square G_{Li}B't'_1O$ 。

如果 $\triangle B'BA = \triangle t'_1t_1A$,
则

$$B'B = \Delta T_i = \frac{1}{2} t'_1 t_1 \quad (4)$$

而

$$i_1 i_1'' = G_{Li} 0 / \tan \theta_i, \quad (5)$$

所以

$$\Delta T_i = \frac{G_{Li} 0}{2 \tan \theta_i}. \quad (6)$$

式中 $G_{Li} 0$ 为第 i 种物料高速时的流量, 可由实验测定; ΔT_i 为调速情况下相对理想下料曲线 B 点提前开始转入减速的时间; $\tan \theta_i$ 为减速直线的斜率, 可由设计者确定。

在计算机控制中, 关心的是对第 i 种物料全部下完前, 应该在剩下多少重量时转入减速, 这个值 G_{foi}'' 为

$$G_{foi}'' = G_{Li} 0 \times \Delta T_i. \quad (7)$$

总“提前量”

$$G_{foi} = G_{foi}' + G_{foi}''. \quad (8)$$

在无级调速情况下, G_{foi}' 项几乎可以忽略。即

$$G_{foi} \doteq G_{foi}''. \quad (9)$$

四、结 束 语

ZK-1 系统已于 1989 年 4 月在北京顺义饲料站投入生产运行。实践表明, ZK-1 系统配料称量精度高、功能完善、运行稳定可靠、操作简单。由表 2 计算出动态称量精度 K_E 为

$$K_E = \frac{\text{测得的最大误差}}{\text{秤的满量程值}} \% = \frac{0.4}{1000} \% = 0.04 \% . \quad (10)$$

ZK-1 系统在动态称量精度上比普通配料自控系统提高了一个数量级, 证实了本文所提出的配料控制方法的有效性和实用性。

表 2 配 秤 表

配方: 02		配秤: 802		时间: 19:18
仓号	配料	理论值	实际值	误差
01	玉米	676.0	676.0	+0.0
08	麸皮	245.0	244.6	-0.4
02	棉仁饼	50.0	50.0	+0.0
04	肉骨粉	19.0	19.0	+0.0
11	肥猪添加	5.0	5.0	+0.0

参 考 文 献

- [1] 涂序彦,人工智能及其应用,电子工业出版社,1988年。
[2] SANKEN 高性能马达变频调速器, SANKEN 电气株式会社。

**A MICROCOMPUTER CONTROL SYSTEM WITH SELF-
LEARNING ABILITY FOR MATERIAL BURDEN
PRODUCTION**

LIU YINGJIE REN JUANXI

(Center for Space Science and Applied Research Chinese Academy of Sciences, Beijing)

Key words: Microcomputer; material burden; control system.