

核子秤定量给料系统的智能控制*

陈益飞

陈军

(盐城工学院电气工程系,江苏盐城 224003 盐城工学院科技处,江苏盐城 224003)

摘要 探索采用第三代控制理论——智能控制对核子秤输送皮带上的颗粒散装物料实行定量给料控制的可行性。系统地介绍了智能控制器的设计并给出其系统仿真特性,同时对整机系统各部分功能也作了剖析。

关键词 定量给料; 核子检测; 智能控制; 变频调速

分类号 TP273+.5 **文献标识码** B **文章编号** 1008-5092(2000)01-0044-03

散装物料计量秤已有许多种,其中包括电子皮带秤、核子皮带秤等连续计量秤。电子皮带秤采用接触式测量,因其机械磨损严重,应用受到限制。而核子皮带秤采用非接触式测量,几乎没有机械磨损,被广泛应用于矿山、港口、化工、水泥、冶金、电力、食品等行业。由于其核放射源放射 γ 射线时,涨落起伏不定,这样PID控制算法很难得到真正的信息,同时精确的数学模型难以建立,因受到这些主、客观条件的限制,核子皮带机采用古典控制理论和现代控制理论难以实现自动控制,

采用人工在线控制误差较大。目前,各焦化厂和设计院正在围绕这一问题进行探索。本文主要根据矿用核子皮带秤进行设计,采用所谓的第三代控制理论(智能控制)可避免建立复杂的数学模型,对非线性时变系统控制尤为适宜。

1 系统工作原理

核子检测定量给料智能控制系统工作原理框图如图1所示。由图1可看出,本系统由检测装置、控制器和伺服执行机构等几部分组成。

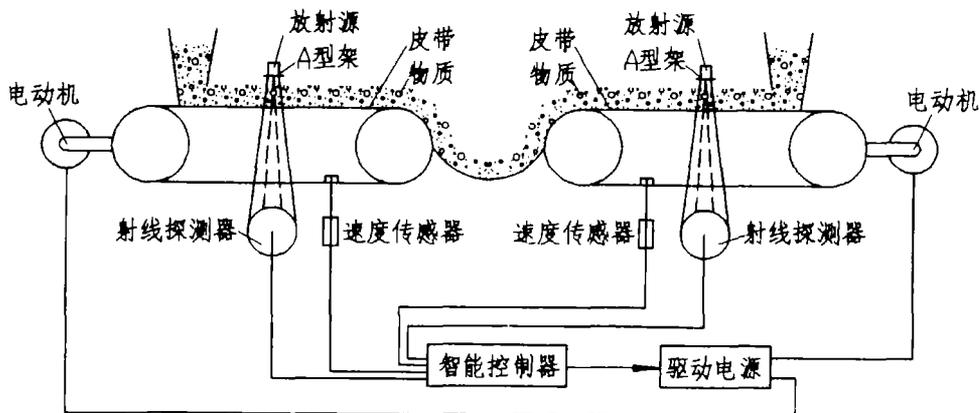


图1 核子检测定量给料智能控制系统框图

Fig.1 System function chart of intelligent controller of quantitative given substance system by nucleon detection

1.1 检测装置

* 收稿日期:1999-04-08

第一作者简介:陈益飞(1968-),男,江苏盐城市人,讲师,硕士,从事自动控制研究。

1.1.1 截面流量核子检测

当核放射出的 γ 射线通过具有一定厚度的物料时,射线被物料吸收其中的一部分,剩余部分穿透物料,照射到 γ 射线探测器上,因此,探测器上输出的电信号大小直接反映了输送机物料的多少(截面流量)。 γ 射线通过物料后,射线辐射强度的减弱呈指数衰减规律^[1]。由于射线探测器输出信号与 γ 射线强度成正比。因而即可推导出截面流量与输出信号 U 之间的关系式:

$$W_L = - (b/\mu_m) \times [Ln(U/U_0) - LnB]$$

其中, U_0 ——空载时探测器输出的电压信号;

U ——负载时探测器输出的电压信号;

B ——积累因子 B 大于等于 1;

b ——皮带机宽度;

μ_m ——质量衰减系数;

W_L ——输送机上单位长度载荷量。

1.1.2 电磁码盘速度检测

由霍尔效应原理制成电磁码盘用作速度检测元件。它是一种旋转式测量元件,通常码盘装在被检测轴上,随被测轴一起转动,可将被测轴的角位移转换成增量脉冲形式的代码形式,并输入到控制器中。

1.2 控制器

控制器将由核子秤检测得到截面流量信号与由速度传感器测得的速度信号相积分(对时间积分)即可求得一段时间内流量。其公式如下:

$$W = \int W_L V dt$$

其中, V ——输送带瞬时速度;

W ——在一段时间内的累积量。

智能控制器将其与设定值相比,并求出流量误差。依据流量误差由控制决策作出判断,并发出相应的控制指令,输送到伺服执行机构。

1.3 伺服执行机构

在交流传动系统中应用最广的异步电动机(感应电动机),根据感应电动机的同步转速 n_s 公式:

$$n_s = 60f_1/P$$

式中 f_1 为激磁电源的频率; P 为绕组的极对数。通过改变供电电源频率来调速。变频调速是异步电动机的一种较理想和合理的调速方法^[2]。所以这里伺服执行机构采用交流异步电动机的变频调速装置。

概括地讲,就是通过改变皮带机传送速度来

实现以恒定流量方式输送固体颗粒散装物料。

2 智能控制器设计

智能控制器的设计关键是控制决策,控制决策归根到底是模拟人脑的思维决策方式。

由智能采样得到的流量信号与设定流量比较得到流量误差。依据这个条件,人的思维作出判断速度是增加还是减少,其增加和减少程度由流量误差的大小来决定。具体地讲,根据流量误差范围将其分成大、中、小不同的几个等级,依据等级由控制决策选择相应等级的速度控制量。将这一系列的推理规则通过编程输入计算机,那么,计算机就获得了控制决策能力。这就是智能控制器设计的基本思想。

首先,根据人通常采用的推理规则来确定模糊控制规则。当采样值比设定值小得多时,速度变化控制量频率增量就应该很大;采样值比设定值大得多时,那么速度变化控制量频率降低就应该很大等等,根据这一系列控制规则就可以建立模糊控制表。再根据这个控制表中的每一条控制规则用模糊语言写出其相应的表达式,进一步写出其相应的数学表达式。

IF NB_e THEN PB_f

$$R_i = NB_e \times PB_f$$

$$\text{即: } R_i = NB_e(X) \wedge PB_f(Y)$$

通过各条控制规则分别建立各自的控制器 R_i ,最后由各自的控制器 R_i 合成总的控制器 R ,即 $R = \bigcup_{i=1}^n R_i$ 。这样,每输入一个采样值经过模糊化处理后,与控制器 R 合成:即求出控制量 $F = E \cdot R$ 。再经精确化、比例化处理即可得到实际输出控制量^[3]。

通过上面的理论推导就可以进一步优化,直接推出控制响应表即等级表,如表 1 所示。

表 1 模糊控制等级响应表

Table 1 Reaction degree of indistinct control

模糊量词	正大	正中	正小	零	负小	负中	负大												
流量误差	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
频率变化	8	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-8

在使用控制响应表时,只需要将输入量进行量化处理转变等级量,然后通过查表的方法得到输出控制量精确量,再经过比例化处理即可得到实际输出量。在自调整和自适应情况下,为弥补控制响应表的不足,采用量化处理时修改量化因

子和比例因子的方法(把所谓小偏差分为几段,偏差较小时,量化因子和比例因子较大)来获得高精度的控制特性。

3 仿真实际数据处理及其动态特性分析

找出除控制器以外系统各环节的传递函数。仿真系统框图如图 2 所示。

图中 P 为极对数, S_1 为转差率, W_L 为截面

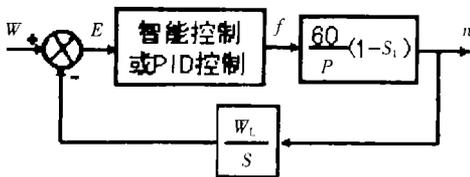


图 2 仿真系统框图

Fig.2 Phantom quality frame chart

流量扰动量。由传递函数通过龙格库塔法编程进入仿真程序^[4]。得到其动态特性曲线如图 3 中曲线 A 所示。

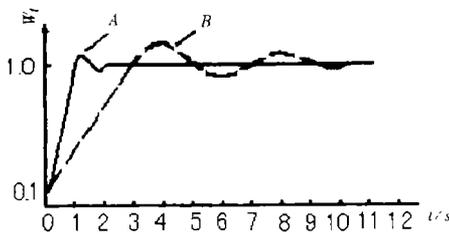


图 3 动态特性曲线

Fig.3 Curve of dynamic characteristic

通过下面几个动态指标来与一般 PID 调节器动态特性曲线 B 相比,参见表 2。

(1)超调量 $\sigma\%$, W_L 表示输出量,则:

$$\sigma\% = (W_{\max} - W_{(\infty)}) / W_{(\infty)}$$

(2)峰值时间 T_p , 定义为过渡过程达到第一个峰值时所需的时间。

(3)上升时间 T_r , 定义为输出响应从稳态值的 10% 上升到 90% 所需要的时间。

(4)调节时间 T_s , 定义为输出响应最后进入误差带并不再超过误差带的最小时间。

表 2 动态特征对比表

Table 2 Contrast of dynamic characteristic

控制器名称	超调量	峰值时间	上升时间	调节时间
PID 控制	> 10%	3.8	2.5	10.5
智能控制	< 8%	1.4	1	1.6

由以上可以证明,该智能控制器实现最少拍无纹波控制。

4 结论

实验证明,在核子皮带机上使用智能控制器实现自动定量给料的设想是可行的。该控制器操作简单、性能好,在可调节围内实现了最少无纹波控制。避免因调节不当,引起振荡导致的机械磨损。该控制器采用的硬件核心是 8098 单片机,再加上变频调速电机调速全部依赖于软件支持,因此,比一般的 PID 控制器特性好。整机采用这种多级仿人智能控制开关型控制器效率比自适应控制器高得多,又采用调节量化因子的方法获得精度与之媲美。这样可减少控制延迟时间,采样周期可足够短,为 0.1 s。所以在调节范围内,控制精度为设定给料量的 0.4%。

参 考 文 献

- 1 欧绪贵.核辐射式检测仪表[M].北京:机械工业出版社,1992.
- 2 刘竞成.交流调速系统[M].上海:上海交通大学出版社,1992.
- 3 李士勇.模糊控制和智能控制理论与应用[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1990.
- 4 熊光楞.连续系统仿真与离散事件系统仿真[M].北京:清华大学出版社,1986.

Intelligent Controller of Quantitative Given Substance System by Nucleon Belt Scale

Chen Yifei¹⁾ Chen Jun²⁾

- (1)Department of Electric Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC
- (2)Department of Science and technology of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC

Abstract The probability of the third age of control theory——intelligent control used to control quantitative given substance of the granular random substance on nucleon belt device is researched in this article. The design of the intelligent controller, the phantom quality and the functions of every part of the system are theoretically analyzed.

Keywords quantitative given substance; nucleon detection; intelligent control; converter speed-adjusting