



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106325312 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201610402316.2

(22)申请日 2016.06.08

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106325312 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(73)专利权人 武汉科技大学  
地址 430081 湖北省武汉市青山区和平大道947号

(72)发明人 廖雪超 刘振兴 沈丹丹

(74)专利代理机构 杭州宇信知识产权代理事务所(普通合伙) 33231

代理人 张宇娟

(51)Int.Cl.  
G05D 7/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 1217465 A,1999.05.26,说明书第1页22-32行.

CN 1217465 A,1999.05.26,说明书第1页22-32行.

CN 105136265 A,2015.12.09,全文.

CN 103968924 A,2014.08.06,全文.

CN 203381799 U,2014.01.08,全文.

US 6170540 B1,2001.01.09,全文.

李鹏.动态定量称重系统的研究与实现.《中国优秀博士学位论文全文数据库信息科技辑》.2006,第1140-588页.

审查员 陈杰

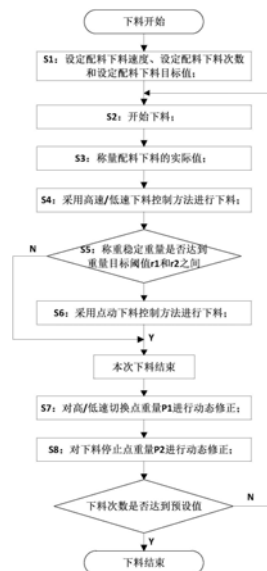
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法及系统

(57)摘要

本发明公开的多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法,首先设定配料下料速度、设定配料下料次数和设定配料下料目标值;开始下料;称量配料下料的实际值 $W_{Act}$ ;采用高速/低速下料控制方法进行下料;高速/低速下料结束后,如果称重稳定重量 $W_R$ 达到重量目标阈值 $r_1$ 和 $r_2$ 之间,则本次下料结束;如果没有达到,则采用点动下料控制方法进行下料,并继续称量配料下料的实际值 $W_{Act}$ ;最后本次下料结束,对高/低速切换点重量 $P_1$ 和下料停止点重量 $P_2$ 进行动态修正;循环重复,直到达到预设下料次数。本发明实现了配料称量过程的高精度自动控制,提高了生产效率和配料称量的精度,降低了劳动强度,提高了系统自动化水平。



1. 一种多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 设定配料下料速度、设定配料下料次数和设定配料下料目标值;

S2: 开始下料;

S3: 称量配料下料的实际值 $W_{Act}$ ;

S4: 采用高速/低速下料控制方法进行下料;

S5: 高速/低速下料结束后,如果称重稳定重量 $W_R$ 达到重量目标阈值 $r_1$ 和 $r_2$ 之间,则本次下料结束;

S6: 高速/低速下料结束后,如果称重稳定重量 $W_R$ 没有达到重量目标阈值 $r_1$ 和 $r_2$ 之间,则采用点动下料控制方法进行下料,并继续称量配料下料的实际值 $W_{Act}$ ;

S7: 本次下料结束,对高/低速切换点重量 $P_1$ 进行动态修正;

S8: 本次下料结束,对下料停止点重量 $P_2$ 进行动态修正;

S9: 返回步骤S2循环重复,直到达到预设下料次数;

所述高速/低速下料控制方法的具体步骤如下:

S41: 当下料的实际值 $W_{Act}$ 小于高/低速切换点重量 $P_1$ 时,采用高速振动下料模式,高速振动速度为 $V_1$ ;

S42: 当下料的实际值 $W_{Act}$ 大于或等于高/低速切换点重量 $P_1$ 且小于下料停止点重量 $P_2$ 时,下料振动速度以线性方式从 $V_2$ 降为 $V_1$ ,线性斜率由时间 $t_2-t_1$ 和速度 $V_1$ 和 $V_2$ 定义;

S43: 此后进入低速振动下料模式,低速振动速度为 $V_2$ ;

S44: 当下料的实际值 $W_{Act}$ 等于低速下料称重阈值 $P_2$ 时,则停止振动;

S44: 计算下料稳定时间 $t_4$ 和称重稳定重量 $W_R$ ;

S45: 计算高/低速切换重量差值 $\Delta W_1$ 和下料停止-稳定重量差值 $\Delta W_2$ ;

$$\Delta W_1 = W_R - P_1, \Delta W_2 = W_R - P_2;$$

S46: 比较低速下料时间与目标时间,对高/低速切换点重量 $P_1$ 进行动态修正;

S47: 根据实际重量与目标重量,对下料停止点重量 $P_2$ 进行动态修正。

2. 根据权利要求1所述的多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法,其特征在于,所述点动下料控制方法具体步骤如下:

S61: 以低速 $V_1$ 进行下料,下料持续时间长度为 $t_6$ ;

S62: 停止低速下料,停止时间长度 $t_3$ ;

S63: 计算称重稳定重量 $W_R$ ,如果 $W_R < r_1$ ,则重复以上点动下料过程,且重复点动次数 $\leq c_1$ 。

3. 根据权利要求1所述的多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法,其特征在于,所述高/低速切换点重量 $P_1$ 动态修正方法具体包括以下步骤:

S71: 如果低速下料时间 $t_7$ 不等于低速下料设定时间 $t_3-t_1$ ,则需对高/低速切换点 $P_1$ 行动态修正;具体步骤如下:

S72: 如果低速下料时间 $t_7$ 小于低速下料设定时间 $t_3-t_1/4$ ,则根据以下的“平均下料流量”来修正 $P_1$ :

$$W_{c1} = k_1 \times (t_3 - t_1 - t_7) \times \frac{W_{Act}}{t_7}, \text{修正量 } W_{c1} \text{ 不大于 } P_1 \text{ 修正最大值 } c_2;$$

其中, $W_{Act}$ 表示重量实际值; $k_1$ 表示修正因子最大值; $t_3$ 表示低速下料时间; $t_1$ 表示高速

下料时间; $t_7$ 表示高/低速切换时间; $c_2$ 表示P1修正最大值;

S73:如果低速下料时间 $t_7$ 大于目标时间 $t_3-t_1/4$ ,则根据以下公式来修正P1:

$$W_{c1} = \times \frac{\Delta W_1 \times k_1 \times (t_3 - t_1 - t_7)}{t_7}, \text{修正量 } W_{c1} \text{ 不大于 P1 修正最大值 } c_2;$$

其中, $\Delta W_1$ 表示高/低速切换重量差值; $k_1$ 表示修正因子最大值; $t_3$ 表示低速下料时间; $t_1$ 表示高速下料时间; $t_7$ 表示高/低速切换时间; $c_2$ 表示P1修正最大值。

4.根据权利要求1所述的多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法,其特征在于,所述下料停止点P2动态修正方法具体包括以下步骤:

S81:如果下料的实际值 $W_{Act}$ 不等于称重稳定重量 $W_R$ ,则按照以下方式对高/低速切换点重量P1和下料停止点P2重量同时进行修正:

$$S82: \text{计算平均修正因子最大值: } k_1 = \frac{P2 \text{ 最大修正量}}{W_R - W_{Act}} \times 100\%;$$

S83:计算高/低速切换点P1修正量: $W_{c1} = f_1 \times (W_R - P_1)$ ,P1修正量不大于 $P_{1max}$ , $P_{1max}$ 表示P1修正量最大值;

S84:下料停止点P2修正量: $W_{c1} = f_1 \times (W_R - P_2)$ ,P2修正量不大于 $P_{2max}$ , $P_{2max}$ 表示P2修正量最大值。

5.根据权利要求1所述的多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法,其特征在于,所述步骤S4至步骤S6的高速/低速下料控制方法和点动下料控制方法,采用两级下料控制方法,所述两级下料控制方法具体步骤如下:

SA1:将高/低速切换时间设定为0,即高速下料后立即切换为低速下料;

SA2:高速下料切换至低速下料过程后,设置一个暂停时间 $t_1$ 。

## 一种多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及精细化工厂自动配料生产工艺技术领域,尤其涉及一种多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法。

### 背景技术

[0002] 自动配料称量系统是精细化工厂生产工艺过程中一道非常重要的工序,配料称量的速度和精度对整个生产线的效率和产品质量举足轻重。自动配料控制过程是一个多输入、多输出系统,各条配料输送线按照事先设定的配方比协调控制,控制系统需对料位、流量及时准确地进行监测和调节。现实的生产过程中配料控制存在如下不足:传统的自动配料控制方法,配料称量的过程是一个比较繁琐的过程,下料速度慢、配料精度低。而且料仓下料的提前量不易控制,容易产生超差,影响配料精度。

[0003] 因此,需要一种在配料称量过程可以进行高精度自动控制的方法及系统。

### 发明内容

[0004] (一)要解决的技术问题是提供一种在配料称量过程可以进行高精度自动控制的方法及系统;该方法在高/低速下实现配料称量的精确控制和提前进行动态修正预估下一次下料称量目标值。

[0005] (二)技术方案

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0007] 本发明提供的多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法,包括以下步骤:

[0008] S1:设定配料下料速度、设定配料下料次数和设定配料下料目标值;

[0009] S2:开始下料;

[0010] S3:称量配料下料的实际值 $W_{Act}$ ;

[0011] S4:采用高速/低速下料控制方法进行下料;

[0012] S5:高速/低速下料结束后,如果称重稳定重量 $W_R$ 达到重量目标阈值 $r_1$ 和 $r_2$ 之间,则本次下料结束;

[0013] S6:高速/低速下料结束后,如果称重稳定重量 $W_R$ 没有达到重量目标阈值 $r_1$ 和 $r_2$ 之间,则采用点动下料控制方法进行下料,并继续称量配料下料的实际值 $W_{Act}$ ;

[0014] S7:本次下料结束,对高/低速切换点重量 $P_1$ 进行动态修正;

[0015] S8:本次下料结束,对下料停止点重量 $P_2$ 进行动态修正;

[0016] S9:返回步骤S2循环重复,直到达到预设下料次数。

[0017] 进一步,所述高速/低速下料控制方法的具体步骤如下:

[0018] S41:当下料的实际值 $W_{Act}$ 小于高/低速切换点重量 $P_1$ 时,采用高速振动下料模式,高速振动速度为 $V_1$ ;

[0019] S42:当下料的实际值 $W_{Act}$ 大于或等于高/低速切换点重量 $P_1$ 且小于下料停止点重量 $P_2$ 时,下料振动速度以线性方式从 $V_2$ 降为 $V_1$ ,线性斜率由时间 $t_2-t_1$ 和速度 $V_1$ 和 $V_2$ 定义;

- [0020] S43:此后进入低速振动下料模式,低速振动速度为V2;
- [0021] S44:当下料的实际值 $W_{Act}$ 等于低速下料称重阈值P2时,则停止振动;
- [0022] S44:计算下料稳定时间 $t_4$ 和称重稳定重量 $W_R$ ;
- [0023] S45:计算高/低速切换重量差值 $\Delta W_1$ 和下料停止-稳定重量差值 $\Delta W_2$ ;
- [0024]  $\Delta W_1 = W_R - P1$ ,  $\Delta W_2 = W_R - P2$ ;
- [0025] S46:比较低速下料时间与目标时间,对高/低速切换点重量P1进行动态修正;
- [0026] S47:根据实际重量与目标重量,对下料停止点重量P2进行动态修正。
- [0027] 进一步,所述点动下料控制方法具体步骤如下:
- [0028] S61:以低速V1进行下料,下料持续时间长度为 $t_6$ ;
- [0029] S62:停止低速下料,停止时间长度 $t_3$ ;
- [0030] S63:计算称重稳定重量 $W_R$ ,如果 $W_R < r1$ ,则重复以上点动下料过程,且重复点动次数 $<= c1$ 。
- [0031] 进一步,所述高/低速切换点重量P1动态修正方法具体包括以下步骤:
- [0032] S71:如果低速下料时间 $t_7$ 不等于低速下料设定时间 $t_3 - t_1$ ,则需对高/低速切换点P1行动态修正;具体步骤如下:
- [0033] S72:如果低速下料时间 $t_7$ 小于低速下料设定时间 $t_3 - t_1/4$ ,则根据以下的“平均下料流量”来修正P1:
- [0034]  $W_{c1} = k1 \times (t_3 - t_1 - t_7) \times \frac{W_{Act}}{t_7}$ ,修正量 $W_{c1}$ 不大于P1修正最大值 $c_2$ ;
- [0035] 其中, $W_{Act}$ 表示重量实际值; $k1$ 表示修正因子最大值; $t_3$ 表示低速下料时间; $t_1$ 表示高速下料时间; $t_7$ 表示高/低速切换时间; $c_2$ 表示P1修正最大值;
- [0036] S73:如果低速下料时间 $t_7$ 大于目标时间 $t_3 - t_1/4$ ,则根据以下公式来修正P1:
- [0037]  $W_{c1} = \frac{\Delta W_1 \times k1 \times (t_3 - t_1 - t_7)}{t_7}$ ,修正量 $W_{c1}$ 不大于P1修正最大值 $c_2$ ;
- [0038] 其中, $\Delta W_1$ 表示高/低速切换重量差值; $k1$ 表示修正因子最大值; $t_3$ 表示低速下料时间; $t_1$ 表示高速下料时间; $t_7$ 表示高/低速切换时间; $c_2$ 表示P1修正最大值。
- [0039] 进一步,所述下料停止点P2动态修正方法具体包括以下步骤:
- [0040] S81:如果下料的实际值 $W_{Act}$ 不等于称重稳定重量 $W_R$ ,则按照以下方式对高/低速切换点重量P1和下料停止点P2重量同时进行修正:
- [0041] S82:计算平均修正因子最大值: $k1 = \frac{P2\text{最大修正量}}{W_R - W_{Act}} \times 100\%$ ;
- [0042] S83:计算高/低速切换点P1修正量: $W_{c1} = f1 \times (W_R - P1)$ ,P1修正量不大于 $P1_{max}$ , $P1_{max}$ 表示P1修正量最大值;
- [0043] S84:下料停止点P2修正量: $W_{c1} = f1 \times (W_R - P2)$ ,P2修正量不大于 $P2_{max}$ , $P2_{max}$ 表示P2修正量最大值。
- [0044] 进一步,所述步骤S4至步骤S6的高速/低速下料控制方法和点动下料控制方法,采用两级下料控制方法,所述两级下料控制方法具体步骤如下:
- [0045] SA1:将高/低速切换时间设定为0,即高速下料后立即切换为低速下料;
- [0046] SA2:高速下料切换至低速下料过程后,设置一个暂停时间 $t_1$ 。

[0047] 本发明还提供了一种多级下料和动态修正监测的自动配料控制系统,包括料仓、振动给料器、给料器驱动电机、称重斗、称重仪、振动筛、振动筛驱动电机和控制器;

[0048] 所述料仓用于装载物料颗粒;

[0049] 所述振动给料器安装在料仓底部;

[0050] 所述振动给料器,用于将物料从料仓下落到称重斗中;

[0051] 所述给料器驱动电机与振动给料器连接,用于调节振动给料器的振动频率;

[0052] 所述称重斗安装在振动给料器下方,用于装载从料仓中落下来的物料;

[0053] 所述称重仪与称重斗连接,用于测量称重斗内物料的实际下料值;

[0054] 所述振动筛安装在称重斗下方,用于将物料从称重斗中下落至后续加工生产线;

[0055] 所述振动筛驱动电机与振动筛连接,用于调节振动筛的振动频率;

[0056] 所述控制器分别与给料器驱动电机、称重仪和振动筛驱动电机连接,用于控制下料过程。

[0057] 进一步,所述控制器包括下料参数设置单元、下料实际值处理单元、下料模式转换单元、高速/低速下料控制单元、点动下料控制单元和配料称量提前量计算单元;

[0058] 所述下料参数设置单元,用于设定配料下料速度、设定配料下料次数和设定配料下料目标值;

[0059] 所述下料实际值处理单元,用于存储和处理配料下料的实际值;

[0060] 所述下料模式转换单元,用于通过判断实际值是否达到重量目标阈值来选择下料方法,所述下料方法包括高速/低速下料控制方法和点动下料控制方法;

[0061] 所述高速/低速下料控制单元,用于控制高速/低速下料及动态修正;

[0062] 所述点动下料控制单元,用于控制点动下料及动态修正;

[0063] 所述配料称量提前量计算单元,用于计算配料称量提前量。

[0064] 进一步,所述高速/低速下料控制单元按照多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法的步骤进行控制过程。

[0065] (三)有益效果

[0066] 与现有技术和产品相比,本发明有如下优点:

[0067] 本发明提供的一种多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法;采用高/低速下料控制模型实现配料称量的精确控制,当高速下料时,使物料重量接近目标值;当低速下料时,实现配料称量的精确控制。并采用点动下料方式对低速下料称量精度进行补偿。每次下料结束后,对下一次下料高/低速切换点提前量和下料停止点提前量进行动态修正。本发明实施实现了配料称量过程的高精度自动控制,提高了生产效率和配料称量的精度,降低了劳动强度,提高了系统自动化水平。

## 附图说明

[0068] 图1为系统工艺流程。

[0069] 图2为系统控制流程。

[0070] 图3为高/低速下料控制模型示意图。

[0071] 图4为点动下料控制模型示意图。

[0072] 图5为高/低速切换点P1动态修正示意图。

- [0073] 图6为高/低速切换点P1和下料停止点P2动态修正示意图。
- [0074] 图7为两级下料示意图。
- [0075] 图8为下料过程动态监视示意图。
- [0076] 图9为连续称量20批的误差和提前量变化趋势图。
- [0077] 图10为配料称量自动控制系统图。
- [0078] 图中,1为料仓、2为振动给料器、3为给料器驱动电机、4为称重斗、5为称重仪、6为振动筛、7为振动筛驱动电机。

### 具体实施方式

[0079] 为了便于本领域普通技术人员理解和实施本发明,下面结合附图及具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。

[0080] 实施例1

[0081] 如图1所示,本实施例提供的多级下料和动态修正监测的自动配料控制系统,采用自动配料称量控制设备来实现配料称量自动控制,该设备包括料仓1、振动给料器2、给料器驱动电机3、称重斗4、称重仪5、振动筛6及振动筛驱动电机7和控制器;

[0082] 其中,料仓1用于装载物料颗粒,料仓1内部安装有料位计,用于检测料仓内的物料料位高度。

[0083] 振动给料器2安装在料仓1底部,启动振动给料器2,物料即从料仓1下落到称重斗4中。

[0084] 给料器驱动电机3安装在振动给料器2旁边,调节给料器驱动电机3的转速可实时改变振动给料器2的振动频率,从而调节下料速度。

[0085] 称重斗4安装在振动给料器2下方,用于装载从料仓1中落下来的物料。

[0086] 称重仪5安装在称重斗4旁边,用于对称重斗4内的物料进行称重。

[0087] 振动筛6安装在称重斗4下方,启动振动筛6,物料即从称重斗4下落至后续加工生产线。

[0088] 振动筛驱动电机7安装在振动筛6旁边,调节振动筛驱动电机7的转速可实时改变振动筛6的振动频率,从而调节下料速度。

[0089] 由于料仓1底部与称重斗4之间有一定的距离,则振动给料器2在开始给料后,物料会在空中经过一段时间才落入称重斗4,称重斗4内物料重量才会发生变化。当振动给料器2停止下料时,经过一段时间延迟,空中余料才会全部落入称重斗4,称重斗4内物料重量才会达到稳定值。这种因物料滞后而产生的超差,称为“下料落差”。并且,由于物料形状不规则,粒径差异较大,加上生产过程中不定期的向料仓加料,使得料仓的料位变化不定,因此,每一瞬间物料流的流速随机变化,使每次下料因“下料落差”所造成的物料称量偏差都不相同。

[0090] 所述控制器分别与给料器驱动电机、称重仪和振动筛驱动电机连接,用于控制下料过程。

[0091] 所述控制器包括下料参数设置单元、下料实际值处理单元、下料模式转换单元、高速/低速下料控制单元、点动下料控制单元和配料称量提前量计算单元;

[0092] 所述下料参数设置单元,用于设定配料下料速度、设定配料下料次数和设定配料

下料目标值；

[0093] 所述下料实际值处理单元,用于存储和处理配料下料的实际值；

[0094] 所述下料模式转换单元,用于通过判断实际值是否达到重量目标阈值来选择下料方法,所述下料方法包括高速/低速下料控制方法和点动下料控制方法；

[0095] 所述高速/低速下料控制单元,用于控制高速/低速下料及动态修正；

[0096] 所述点动下料控制单元,用于控制点动下料及动态修正；

[0097] 所述配料称量提前量计算单元,用于计算配料称量提前量。

[0098] 所述高速/低速下料控制单元按照多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法的步骤进行控制过程。

[0099] 实施例2

[0100] 本实施例提供多级下料和动态修正监测的自动配料控制方法,包括以下步骤：

[0101] S1:设定配料下料速度、设定配料下料次数和设定配料下料目标值；

[0102] S2:开始下料；

[0103] S3:称量配料下料的实际值 $W_{Act}$ ；

[0104] S4:采用高速/低速下料控制方法进行下料；

[0105] S5:高速/低速下料结束后,如果称重稳定重量 $W_R$ 达到重量目标阈值 $r_1$ 和 $r_2$ 之间,则本次下料结束；

[0106] S6:高速/低速下料结束后,如果称重稳定重量 $W_R$ 没有达到重量目标阈值 $r_1$ 和 $r_2$ 之间,则采用点动下料控制方法进行下料,并继续称量配料下料的实际值 $W_{Act}$ ；

[0107] S7:本次下料结束,对高/低速切换点重量 $P_1$ 进行动态修正；

[0108] S8:本次下料结束,对下料停止点重量 $P_2$ 进行动态修正；

[0109] S9:返回步骤S2循环重复,直到达到预设下料次数。

[0110] 所述高速/低速下料控制方法的具体步骤如下：

[0111] S41:当下料的实际值 $W_{Act}$ 小于高/低速切换点重量 $P_1$ 时,采用高速振动下料模式,高速振动速度为 $V_1$ ；

[0112] S42:当下料的实际值 $W_{Act}$ 大于或等于高/低速切换点重量 $P_1$ 且小于下料停止点重量 $P_2$ 时,下料振动速度以线性方式从 $V_2$ 降为 $V_1$ ,线性斜率由时间 $t_2-t_1$ 和速度 $V_1$ 和 $V_2$ 定义；

[0113] S43:此后进入低速振动下料模式,低速振动速度为 $V_2$ ；

[0114] S44:当下料的实际值 $W_{Act}$ 等于低速下料称重阈值 $P_2$ 时,则停止振动；

[0115] S44:计算下料稳定时间 $t_4$ 和称重稳定重量 $W_R$ ；

[0116] S45:计算高/低速切换重量差值 $\Delta W_1$ 和下料停止-稳定重量差值 $\Delta W_2$ ；

[0117]  $\Delta W_1 = W_R - P_1$ ,  $\Delta W_2 = W_R - P_2$ ；

[0118] S46:比较低速下料时间与目标时间,对高/低速切换点重量 $P_1$ 进行动态修正；

[0119] S47:根据实际重量与目标重量,对下料停止点重量 $P_2$ 进行动态修正。

[0120] 所述点动下料控制方法具体步骤如下：

[0121] S61:以低速 $V_1$ 进行下料,下料持续时间长度为 $t_6$ ；

[0122] S62:停止低速下料,停止时间长度 $t_3$ ；

[0123] S63:计算称重稳定重量 $W_R$ ,如果 $W_R < r_1$ ,则重复以上点动下料过程,且重复点动次数 $<= c_1$  (一般取 $c_1 = 3$ )；



[0124] 所述高/低速切换点重量P1动态修正方法具体包括以下步骤:

[0125] S71:如果低速下料时间 $t_7$ 不等于低速下料设定时间 $t_3-t_1$ ,则需对高/低速切换点P1行动态修正;具体步骤如下:

[0126] S72:如果低速下料时间 $t_7$ 小于低速下料设定时间 $t_3-t_1/4$ ,则根据以下的“平均下料流量”来修正P1:

[0127]  $W_{c1} = k1 \times (t3 - t1 - t7) \times \frac{W_{Act}}{t7}$ ,修正量 $W_{c1}$ 不大于P1修正最大值 $c2$ ;

[0128] 其中, $W_{Act}$ 表示重量实际值; $k1$ 表示修正因子最大值; $t3$ 表示低速下料时间; $t1$ 表示高速下料时间; $t7$ 表示高/低速切换时间; $c2$ 表示P1修正最大值;

[0129] S73:如果低速下料时间 $t_7$ 大于目标时间 $t_3-t_1/4$ ,则根据以下公式来修正P1:

[0130]  $W_{c1} = \frac{\Delta W1 \times k1 \times (t3 - t1 - t7)}{t7}$ ,修正量 $W_{c1}$ 不大于P1修正最大值 $c2$ ;

[0131] 其中, $\Delta W1$ 表示高/低速切换重量差值; $k1$ 表示修正因子最大值; $t3$ 表示低速下料时间; $t1$ 表示高速下料时间; $t7$ 表示高/低速切换时间; $c2$ 表示P1修正最大值。

[0132] 所述下料停止点P2动态修正方法具体包括以下步骤:

[0133] S81:如果下料的实际值 $W_{Act}$ 不等于称重稳定重量 $W_R$ ,则按照以下方式对高/低速切换点重量P1和下料停止点P2重量同时进行修正:

[0134] S82:计算平均修正因子最大值: $k1 = \frac{P2最大修正量}{W_R - W_{Act}} \times 100\%$ ;

[0135] S83:计算高/低速切换点P1修正量: $W_{c1} = f1 \times (W_R - P1)$ ,P1修正量不大于 $P1_{max}$ , $P1_{max}$ 表示P1修正量最大值;

[0136] S84:下料停止点P2修正量: $W_{c1} = f1 \times (W_R - P2)$ ,P2修正量不大于 $P2_{max}$ , $P2_{max}$ 表示P2修正量最大值。

[0137] 为了简化步骤S4至步骤S6所述的高速/低速下料控制方法和点动下料控制方法,可采用两级下料控制方法代替,所述两级下料控制方法具体步骤如下:

[0138] SA1:将高/低速切换时间设定为0,即高速下料后立即切换为低速下料;

[0139] SA2:高速下料切换至低速下料过程后,设置一个暂停时间 $t_1$ 。

[0140] 实施例3

[0141] 本实施例采用高/低速下料控制模型实现配料称量的精确控制:高速下料时,使物料重量接近目标值;低速下料时,实现配料称量的精确控制。在高/低速切换点P1和下料停止点P2时进行动态修正;采用点动下料方式对低速下料称量精度进行补偿,如图5和图6所示,图5为高/低速切换点P1动态修正示意图;图6为高/低速切换点P1和下料停止点P2动态修正示意图;其中,图中参数的含义分别如下:

[0142]  $t_1$ :高速下料时间; $t_2$ :高/低速转换时间; $t_3$ :低速下料时间; $t_4$ :下料停止稳定时间; $t_6$ :实际下料时间; $t_7$ :高/低速切换时间; $r_1, r_2$ :重量目标阈值(-), (+); $W_R$ :重量目标值; $W_{Act}$ :重量实际值; $\Delta W1$ :高速下料-停止稳定阶段重量差值; $\Delta W2$ :下料停止-停止稳定阶段重量差值; $v_1$ :低速下料速度; $v_2$ :高速下料速度; $k1$ :修正因子最大值; $c2$ :P1修正最大值。

[0143] 如图所示,下料停止点P2动态修正方法如下:

[0144] 如果“实际重量( $W_{Act}$ ) $\neq$ 目标重量( $W_R$ )”,高/低速切换点P1和下料停止点P2都需进

行修正,每次下料仅需修正大约50%的偏差。

[0145] 平均修正因子最大值:  $k1 = \frac{P2\text{最大修正量}}{W_R - W_{Act}} \times 100\%$ ;

[0146] 下料停止点P2平均修正量=每次下料的最大修正量;

[0147] 高/低速切换点P1修正量:  $W_{c1} = f1 \times (W_R - P1)$ , 不大于c2。

[0148] 下料停止点P2修正量:  $W_{c1} = f1 \times (W_R - P2)$ , 不大于c2。

[0149] 如图7所示,图7为两级下料示意图,本实施例采用两级下料,具体如下:

[0150] 在两级下料过程中,系统将高/低速切换时间设定为0,即高速下料后立即切换为低速下料;而高速切换至低速过程,可设置一个暂停时间t1;其中,图中参数的含义分别如下:

[0151] t1:高速至低速过程暂停时间;t2:低速下料时间;t3:停止稳定时间;t4:最大下料时间;t6:点动下料时间;r1,r2:重量目标阈值(-),(+); $W_R$ :重量目标值; $W_{Act}$ :重量实际值; $\Delta W1$ :高速下料-停止稳定阶段重量差值; $\Delta W2$ :下料停止-停止稳定阶段重量差值;v1:低速下料速度;v2:高速下料速度。

[0152] 如图8所示,图8为下料过程动态监视示意图;本实施例提供的下料过程动态监视通过监视如下方式进行,可检测下料量偏差;其中,图中参数如下:

[0153] t0:下料监视延时时间;t1:高/低速转换时间;t2:低速下料时间;t3:停止稳定时间;t4:最大下料时间;t5:点动下料时间;t6:下料监视时间;r1,r2:重量目标阈值(-),(+); $W_R$ :重量目标值;v1:低速下料速度;v2:高速下料速度;w3:高速下料监视重量;w4:低速下料监视重量;c1:点动下料次数最大值;d1:快速下料最小流速;d2:低速下料最小流速。

[0154] 本实施例采用高/低速下料控制模型实现配料称量的精确控制:高速下料时,使物料重量接近目标值;低速下料时,实现配料称量的精确控制。并采用点动下料方式对低速下料称量精度进行补偿,如表2所示,表2为连续称量20批的过程数据。

[0155] 表2

No	实际值 $W_i(N)$	下料停止点 $P_i(N)$	提前量 $\Delta E_i(N)$	误差 $\Delta E(N)$
0	40.0000		0.0000	0.0000
1	38.2520	40.0000	-0.8740	-1.7480
3	40.6780	39.2625	0.3390	-2.5450
5	40.1530	40.6410	0.0765	-1.1100
7	40.5580	40.0420	0.2790	-0.4680
[0156] 9	39.9250	40.3875	-0.0375	0.2320
11	39.8250	40.0290	-0.0875	0.1150
13	39.8060	39.9980	-0.0970	-0.0830
15	40.0110	40.0020	0.0055	-0.0680
17	40.0650	39.9990	0.0325	-0.0050
19	39.9990	40.0085	-0.0005	0.0110
20	40.0020	39.9995	0.0010	0.0130

[0157] 如图9所示,图9为连续称量20批的误差和提前量变化趋势图,从图9中误差和提前量变化趋势可知,连续20次称量后的称量精度可控制在接近 $\pm 0.01\text{Kg}$ ,而且称量次数的增多并不会对累计误差和提前量造成影响。可见,新算法有效地调和了称量速度和精度的矛盾,完全满足了整个工艺的生产需要。并且,本控制模型设计合理,实现简单,可实现配料称

量过程的快速、精确控制,具有很好的控制性和可靠性。

[0158] 以上实施例仅为本发明的一种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。其具体结构和尺寸可根据实际需要进行相应的调整。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

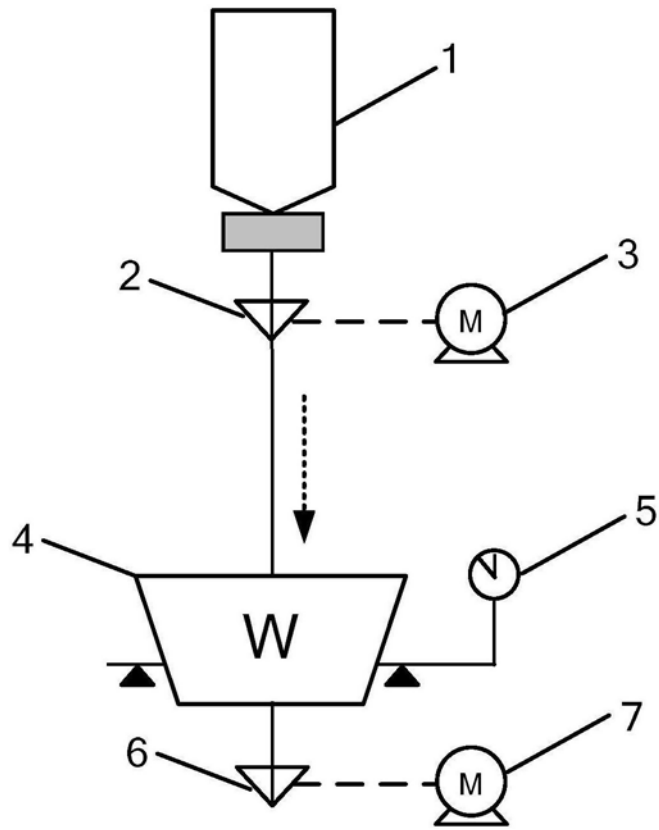


图1

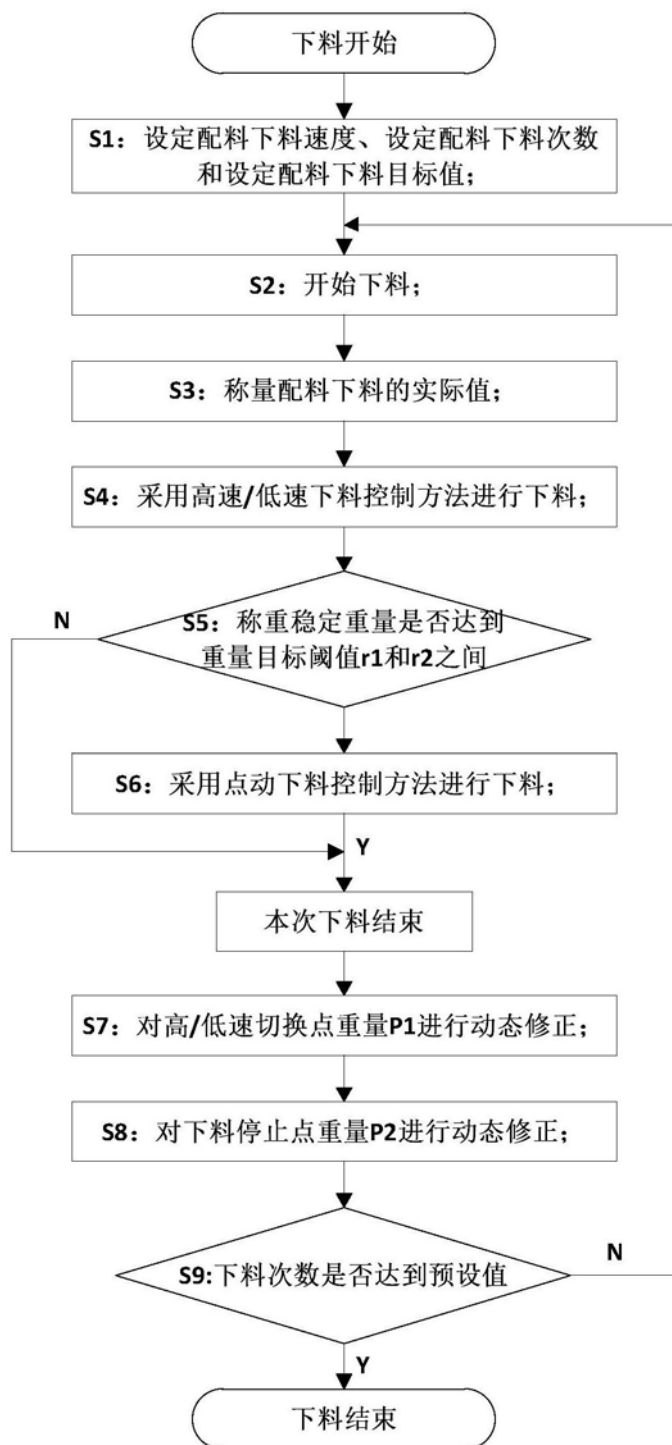


图2

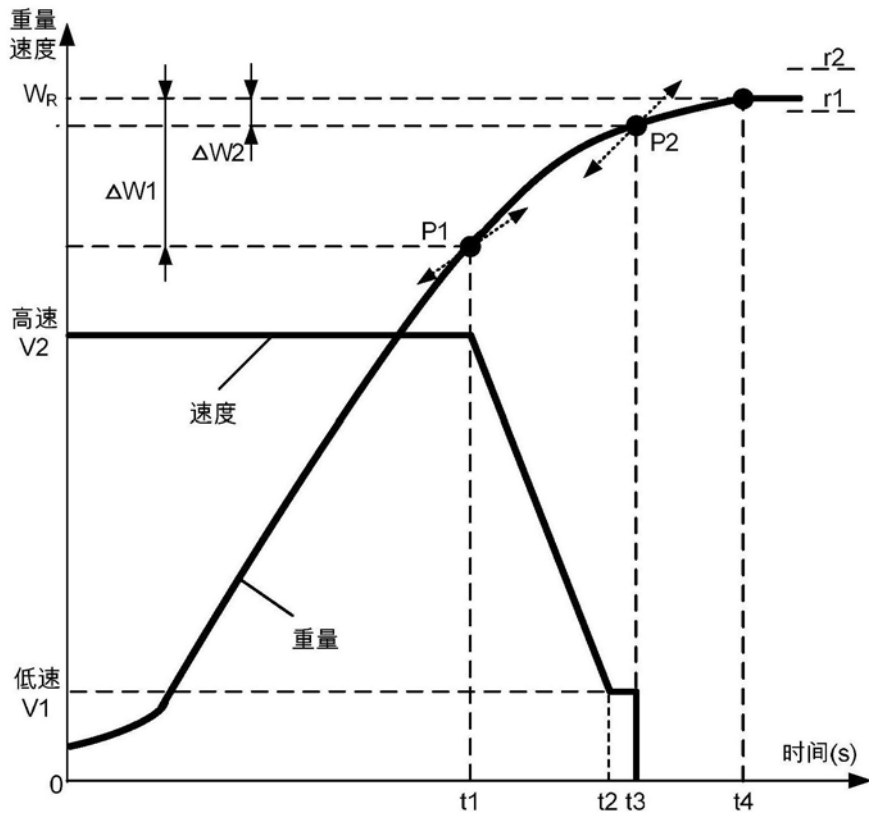


图3

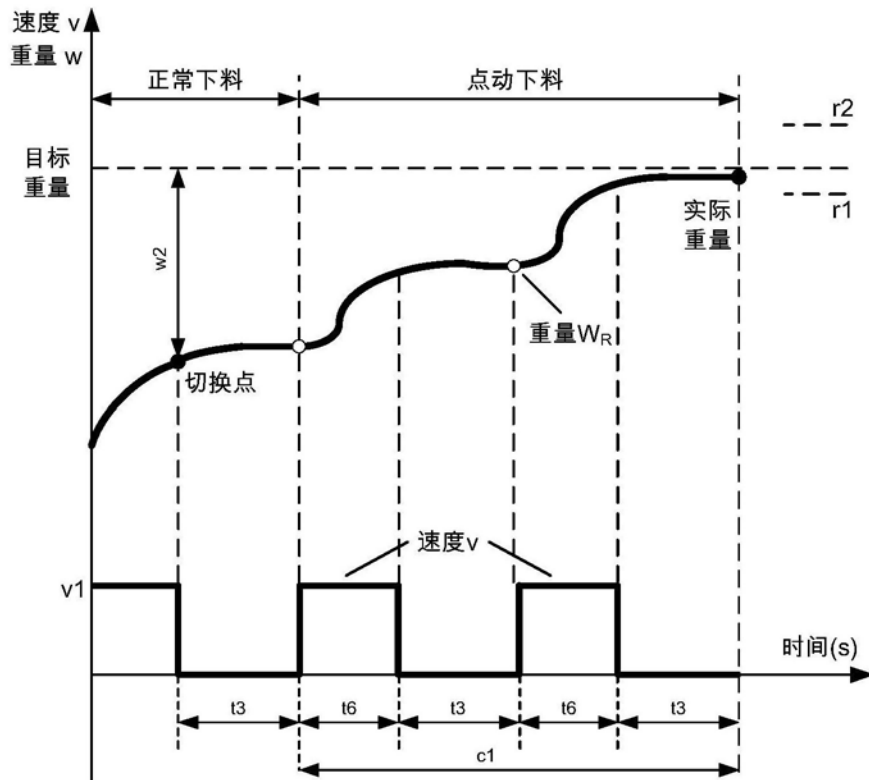


图4

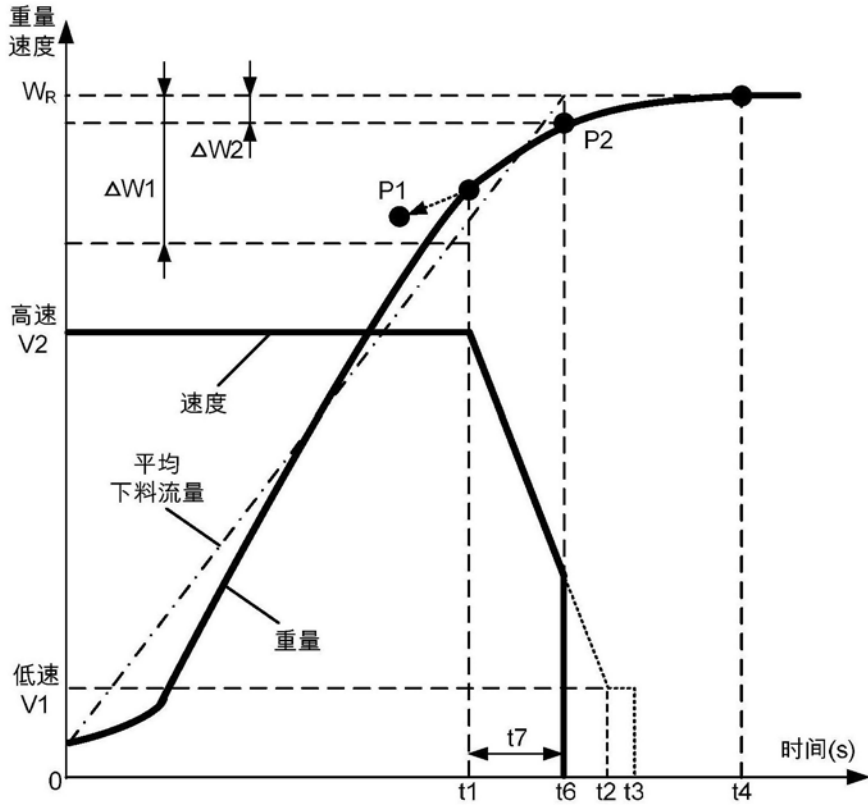


图5

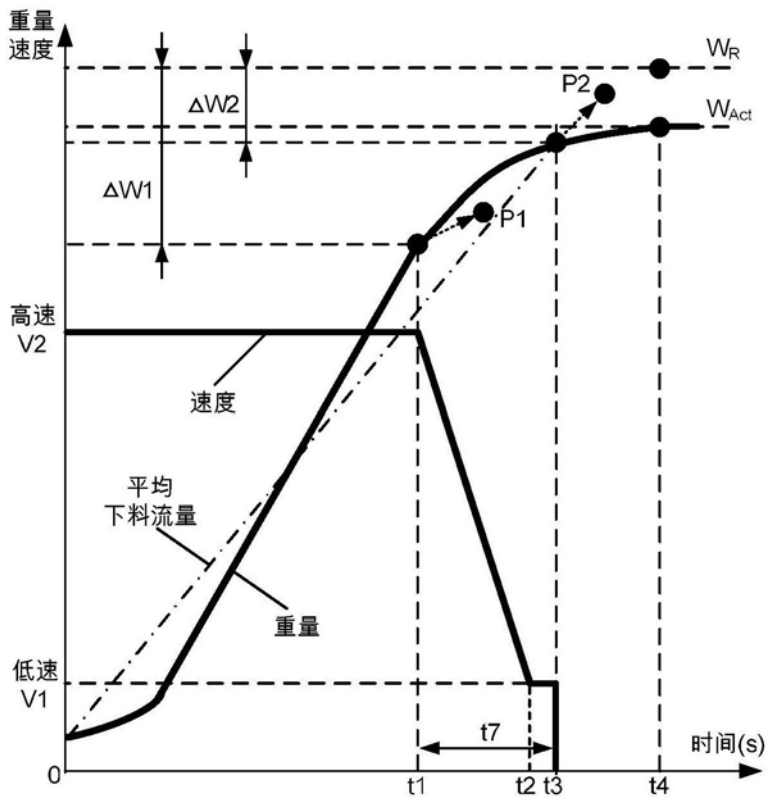


图6

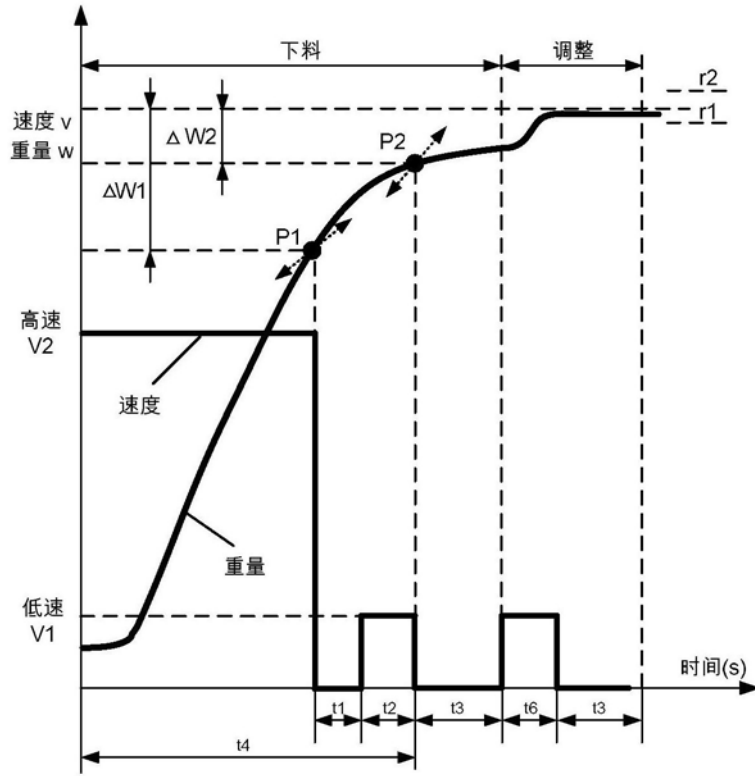


图7

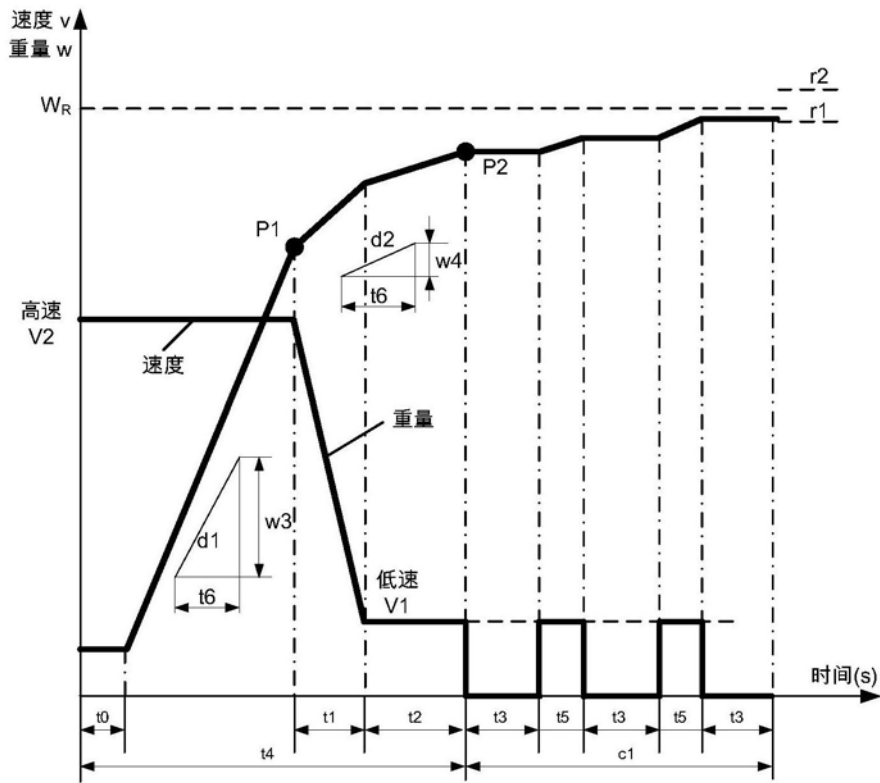


图8



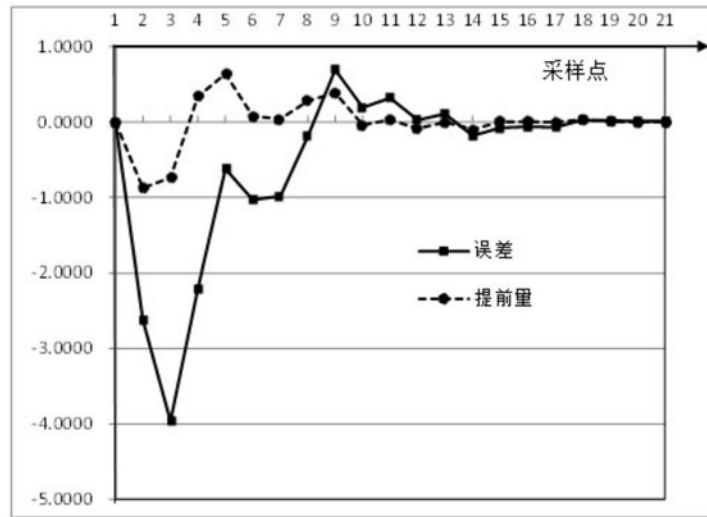


图9

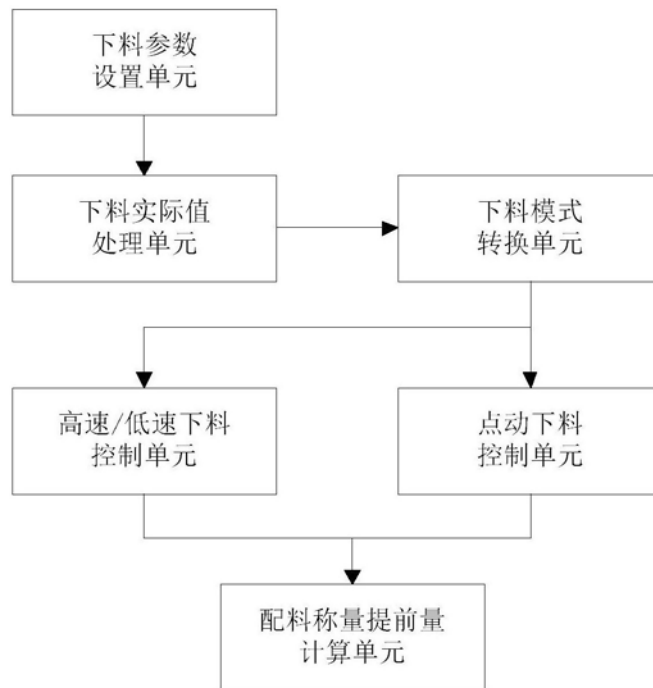


图10