



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117289640 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 26

(21) 申请号 202311579786.2

(22) 申请日 2023.11.24

(71) 申请人 华能吉林发电有限公司长春热电厂
地址 130114 吉林省长春市农安县合隆镇
迎新村

(72) 发明人 孟欣 李全杰 杨理智 王蓬
蒋赫 魏福军 刘庆杰 周祥辉

(74) 专利代理机构 北京华清迪源知识产权代理
有限公司 11577
专利代理师 朱芳

(51) Int. Cl.

G05B 19/042 (2006.01)

G06F 17/10 (2006.01)

B65G 65/20 (2006.01)

B65G 65/00 (2006.01)

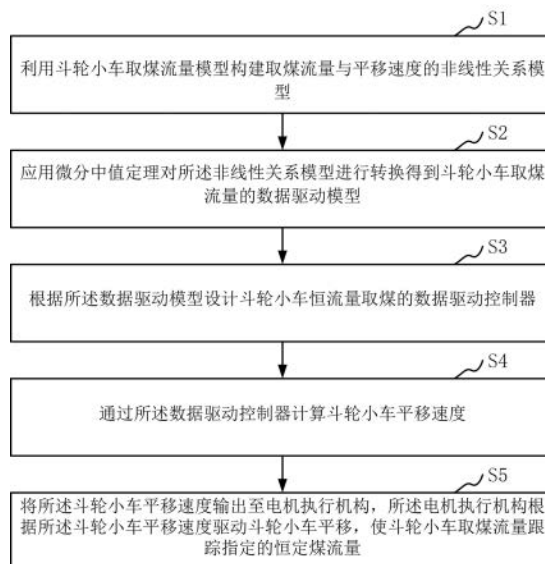
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法及装置

(57) 摘要

本申请公开了一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法及装置,涉及门式斗轮机控制技术领域,利用斗轮小车取煤流量模型构建取煤流量与平移速度的非线性关系模型,并应用微分中值定理对非线性关系模型进行转换得到斗轮小车取煤流量的数据驱动模型,然后设计斗轮小车恒流量取煤的数据驱动控制器,通过数据驱动控制器计算斗轮小车平移速度,将斗轮小车平移速度输出至电机执行机构,电机执行机构根据斗轮小车平移速度驱动斗轮小车平移,使斗轮小车取煤流量跟踪指定的恒定煤流量,解决了门式斗轮机恒流量取煤问题,提高了斗轮小车的控制精度,保障了门式斗轮机的恒流量取煤。



1. 一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法,其特征在于,包括:

步骤1:利用斗轮小车取煤流量模型构建取煤流量与平移速度的非线性关系模型;

步骤2:应用微分中值定理对所述非线性关系模型进行转换得到斗轮小车取煤流量的数据驱动模型;

步骤3:根据所述数据驱动模型设计斗轮小车恒流量取煤的数据驱动控制器;

步骤4:通过所述数据驱动控制器计算斗轮小车平移速度;

步骤5:将所述斗轮小车平移速度输出至电机执行机构,所述电机执行机构根据所述斗轮小车平移速度驱动斗轮小车平移,使斗轮小车取煤流量跟踪指定的恒定煤流量。

2. 根据权利要求1所述的门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法,其特征在于,所述步骤1中,所述斗轮小车取煤流量模型为:

$$f = \rho \cdot h \cdot v \cdot L$$

其中, ρ 表示煤密度, h 表示一个行程中某一位置处取煤层高, v 表示斗轮小车的平移速度, L 表示每次斗轮大车步进长度。

3. 根据权利要求2所述的门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法,其特征在于,所述步骤1中,所述取煤流量与平移速度的非线性关系模型为:

$f(k+1) = \mathcal{G}(f(k), \dots, f(k-n_v), v(k), \dots, v(k-n_u))$ 其中, $f(k)$ 表示斗轮小车在 k 时刻的取煤流量, $v(k)$ 表示斗轮小车在 k 时刻的平移速度, $\mathcal{G}(\cdot)$ 是未知的非线性函数, n_v 和 n_u 表示给定的正整数。

4. 根据权利要求3所述的门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法,其特征在于,所述步骤2中,所述斗轮小车取煤流量的数据驱动模型为:

$f(k+1) = f(k) + \hat{\phi}(k)\Delta v(k)$ 其中, $\Delta v(k)$ 表示斗轮小车 k 时刻和 $k-1$ 时刻的平移速度误差, $\hat{\phi}(k) = \phi(k)$, $\hat{\phi}(k)$ 表示 $\phi(k)$ 的估计值, $\phi(k)$ 表示变量;

$$\hat{\phi}(k) = \hat{\phi}(k-1) + \frac{\mu_1(f(k) - f(k-1) - \hat{\phi}(k-1)\Delta v(k-1))\Delta v(k-1)}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2}$$
 其中, μ_1 和 λ_1 表示可调参数。

示可调参数。

5. 根据权利要求4所述的门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法,其特征在于,所述步骤3中,所述数据驱动控制器为:

$$v(k) = v(k-1) + \frac{\mu_2 \hat{\phi}(k)}{\lambda_2 |p(k)| + |\hat{\phi}(k)|^2} (f^* - f(k))$$
 其中, $0 < \mu_2 < 1$ 表示调节参数, $\lambda_2 > 0$ 表示调节参数, f^* 表示指定的煤的恒流量, $p(k)$ 表示取煤点的位置。

数, $\lambda_2 > 0$ 表示调节参数, f^* 表示指定的煤的恒流量, $p(k)$ 表示取煤点的位置。

6. 一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制装置,其特征在于,包括:

非线性关系模型构建模块,用于利用斗轮小车取煤流量模型构建取煤流量与平移速度的非线性关系模型;

数据驱动模型构建模块,用于应用微分中值定理对所述非线性关系模型进行转换得到

斗轮小车取煤流量的数据驱动模型；

数据驱动控制器构建模块,用于根据所述数据驱动模型设计斗轮小车恒流量取煤的数据驱动控制器；

计算模块,用于通过所述数据驱动控制器计算斗轮小车平移速度；

数据输出模块,用于将所述斗轮小车平移速度输出至电机执行机构,电机执行机构根据所述斗轮小车平移速度驱动斗轮小车平移,使斗轮小车取煤流量跟踪指定的恒定煤流量。

7.一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至5中任一项所述的方法的步骤。

8.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至5中任一项所述的方法的步骤。

一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及门式斗轮机控制技术领域,具体涉及一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法及装置。

背景技术

[0002] 斗轮机是燃煤电厂和大型钢铁厂堆取料的主要设备,随着大机组火电厂的上马及散料港口的不断扩建,国内对大型斗轮机的需求量不断增加。特别是门式斗轮机,由于其具有出力大、回取率高等优点,是高效连续堆取散状物料的理想设备,在煤场得到了广泛应用。目前,门式斗轮机的取煤方式大多数采用司机手动操作斗轮小车,并固定斗轮小车的平移速度进行取煤。由于司机工作经验的差别以及同一层的取煤形状近似梯形,导致斗轮小车往复移动取煤过程中上煤不稳定并且煤流量波动大,无法实现自动化恒流量取煤,从而造成取料胶带机空跑或者超载,使取料胶带机工作效率低,影响上煤效率。到目前为止,还没有关于门式斗轮机恒流量取煤的控制方法。

发明内容

[0003] 为此,本申请提供一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法及装置,以解决现有技术存在的斗轮小车在往复移动取煤过程中由于上煤不稳定且煤流量波动大,导致无法实现自动化恒流量取煤的问题。

[0004] 为了实现上述目的,本申请提供如下技术方案:

[0005] 第一方面,一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法,包括:

[0006] 步骤1:利用斗轮小车取煤流量模型构建取煤流量与平移速度的非线性关系模型;

[0007] 步骤2:应用微分中值定理对所述非线性关系模型进行转换得到斗轮小车取煤流量的数据驱动模型;

[0008] 步骤3:根据所述数据驱动模型设计斗轮小车恒流量取煤的数据驱动控制器;

[0009] 步骤4:通过所述数据驱动控制器计算斗轮小车平移速度;

[0010] 步骤5:将所述斗轮小车平移速度输出至电机执行机构,所述电机执行机构根据所述斗轮小车平移速度驱动斗轮小车平移,使斗轮小车取煤流量跟踪指定的恒定煤流量。

[0011] 作为优选,所述步骤1中,所述斗轮小车取煤流量模型为:

$$[0012] \quad f = \rho \cdot h \cdot v \cdot L$$

[0013] 其中, ρ 表示煤密度, h 表示一个行程中某一位置处取煤层高, v 表示斗轮小车的平移速度, L 表示每次斗轮大车步进长度。

[0014] 作为优选,所述步骤1中,所述取煤流量与平移速度的非线性关系模型为:

$$[0015] \quad f(k+1) = \mathcal{G}(f(k), \dots, f(k-n_f), v(k), \dots, v(k-n_v))$$

[0016] 其中, $f(k)$ 表示斗轮小车在k时刻的取煤流量, $v(k)$ 表示斗轮小车在k时刻的平

移速度, $\mathcal{G}(\cdot)$ 是未知的非线性函数, n_v 和 n_u 表示给定的正整数。

[0017] 作为优选, 所述步骤2中, 所述斗轮小车取煤流量的数据驱动模型为:

$$[0018] \quad f(k+1) = f(k) + \hat{\varphi}(k)\Delta v(k)$$

[0019] 其中, $\Delta v(k)$ 表示斗轮小车k时刻和k-1时刻的平移速度误差, $\hat{\varphi}(k) = \varphi(k)$, $\hat{\varphi}(k)$ 表示 $\varphi(k)$ 的估计值, $\varphi(k)$ 表示变量;

$$[0020] \quad \hat{\varphi}(k) = \hat{\varphi}(k-1) + \frac{\mu_1(f(k) - f(k-1) - \hat{\varphi}(k-1)\Delta v(k-1))\Delta v(k-1)}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2}$$

[0021] 其中, μ_1 和 λ_1 表示可调参数。

[0022] 作为优选, 所述步骤3中, 所述数据驱动控制器为:

$$[0023] \quad v(k) = v(k-1) + \frac{\mu_2 \hat{\varphi}(k)}{\lambda_2 |p(k)| + |\hat{\varphi}(k)|^2} (f^* - f(k))$$

[0024] 其中, $0 < \mu_2 < 1$ 表示调节参数, $\lambda_2 > 0$ 表示调节参数, f^* 表示指定的煤的恒流量, $p(k)$ 表示取煤点的位置。

[0025] 第二方面, 一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制装置, 包括:

[0026] 非线性关系模型构建模块, 用于利用斗轮小车取煤流量模型构建取煤流量与平移速度的非线性关系模型;

[0027] 数据驱动模型构建模块, 用于应用微分中值定理对所述非线性关系模型进行转换得到斗轮小车取煤流量的数据驱动模型;

[0028] 数据驱动控制器构建模块, 用于根据所述数据驱动模型设计斗轮小车恒流量取煤的数据驱动控制器;

[0029] 计算模块, 用于通过所述数据驱动控制器计算斗轮小车平移速度;

[0030] 数据输出模块, 用于将所述斗轮小车平移速度输出至电机执行机构, 电机执行机构根据所述斗轮小车平移速度驱动斗轮小车平移, 使斗轮小车取煤流量跟踪指定的恒定煤流量。

[0031] 第三方面, 一种计算机设备, 包括存储器和处理器, 所述存储器存储有计算机程序, 所述处理器执行所述计算机程序时实现一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法的步骤。

[0032] 第四方面, 一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 所述计算机程序被处理器执行时实现一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法的步骤。

[0033] 相比现有技术, 本申请至少具有以下有益效果:

[0034] 本申请提供了一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法及装置, 通过利用斗轮小车取煤流量模型构建取煤流量与平移速度的非线性关系模型, 应用微分中值定理对非线性关系模型进行转换得到斗轮小车取煤流量的数据驱动模型, 根据数据驱动模型设计斗轮小车恒流量取煤的数据驱动控制器, 通过数据驱动控制器计算斗轮小车平移速度, 将

斗轮小车平移速度输出至电机执行机构,电机执行机构根据斗轮小车平移速度驱动斗轮小车平移,使斗轮小车取煤流量跟踪指定的恒定煤流量,解决了门式斗轮机恒流量取煤问题,而且整个控制方法不依赖于门式斗轮机的数学模型,仅使用了斗轮小车取煤流量和平移速度的数据信息,提高了斗轮小车的控制精度,保障了门式斗轮机的恒流量取煤。

附图说明

[0035] 为了更直观地说明现有技术以及本申请,下面给出示例性的附图。应当理解,附图中所示的具体形状、构造,通常不应视为实现本申请时的限定条件;例如,本领域技术人员基于本申请揭示的技术构思和示例性的附图,有能力对某些单元(部件)的增/减/归属划分、具体形状、位置关系、连接方式、尺寸比例关系等容易作出常规的调整或进一步的优化。

[0036] 图1为本申请实施例一提供的一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法流程图;

[0037] 图2为本申请实施例一提供的一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法工作框图;

[0038] 图3为本申请实施例一提供的门式斗轮机往复运动取煤示意图;

[0039] 图4为本申请实施例一提供的通信接口电路原理图。

具体实施方式

[0040] 以下结合附图,通过具体实施例对本申请作进一步详述。

[0041] 在本申请的描述中:除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。本申请中的术语“第一”、“第二”、“第三”等旨在区别指代的对象,而不具有技术内涵方面的特别意义(例如,不应理解为对重要程度或次序等的强调)。“包括”、“包含”、“具有”等表述方式,同时还意味着“不限于”(某些单元、部件、材料、步骤等)。

[0042] 本申请中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”等的用语,通常是为了便于对照附图直观理解而就大体的相对位置关系所作的指示,并非对实际产品中位置关系的绝对限定。

[0043] 实施例一

[0044] 请参阅图1和图2,本实施例提供了一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法,包括:

[0045] S1:利用斗轮小车取煤流量模型构建取煤流量与平移速度的非线性关系模型;

[0046] 具体的,斗轮小车取煤流量模型为:

$$[0047] \quad f = \rho \cdot h \cdot v \cdot L \quad (1)$$

[0048] 其中, ρ 表示煤密度, h 表示一个行程中某一位置处取煤层高, v 表示斗轮小车的平移速度, L 表示每次斗轮大车步进长度。

[0049] 由式(1)可以得到,取煤流量与斗轮小车的平移速度有关,于是建立斗轮小车取煤流量与平移速度的非线性关系模型如下:

$$[0050] \quad f(k+1) = \mathcal{G}(f(k), \dots, f(k-n_f), v(k), \dots, v(k-n_v)) \quad (2)$$

[0051] 其中, $f(k)$ 表示斗轮小车在 k 时刻的取煤流量, $v(k)$ 表示斗轮小车在 k 时刻的平移速度, $\mathcal{G}(\cdot)$ 是未知的非线性函数, n_v 和 n_u 表示给定的正整数。

[0052] S2:应用微分中值定理对非线性关系模型进行转换得到斗轮小车取煤流量的数据驱动模型;

[0053] 具体的,令取煤流量的变化量 $\Delta f(k+1) = f(k+1) - f(k)$, 根据式(2)可得:

$$\begin{aligned} \Delta f(k+1) = & \mathcal{G}(f(k), \dots, f(k-n_v), v(k), \dots, v(k-n_u)) \\ & - \mathcal{G}(f(k-1), \dots, f(k-n_v-1), v(k-1), \dots, v(k-n_u-1)) \\ & + \mathcal{G}(f(k), \dots, f(k-n_v), v(k-1), v(k-1), \dots, v(k-n_u)) \\ & - \mathcal{G}(f(k), \dots, f(k-n_v), v(k-1), v(k-1), \dots, v(k-n_u)) \end{aligned} \quad (3)$$

[0055] 根据微分中值定理,将式(3)写成如下形式:

$$\Delta f(k+1) = \frac{\partial \mathcal{G}^*}{\partial v(k)} \Delta v(k) + r(k) \quad (4)$$

[0057] 式(4)中,

$$\Delta v(k) = v(k) - v(k-1) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} r(k) = & \mathcal{G}(f(k), \dots, f(k-n_v), v(k-1), v(k-1), \dots, v(k-n_u)) \\ & - \mathcal{G}(f(k-1), \dots, f(k-n_v-1), v(k-1), \dots, v(k-n_u-1)) \end{aligned} \quad (6)$$

[0060] 其中, $\Delta v(k)$ 表示斗轮小车 k 时刻和 $k-1$ 时刻的平移速度误差, $\frac{\partial \mathcal{G}^*}{\partial v(k)}$ 表示 $\mathcal{G}(\cdot)$ 关于 $v(k)$ 的偏导数值, $r(k)$ 表示式(3)利用微分中值定理后的剩余项。

[0061] 对于每一个固定的取煤时刻 k , 存在表达式 $g(k)$, 可将式(6)写成如下的方程形式:

$$r(k) = g(k) \Delta v(k) \quad (7)$$

[0063] 由于斗轮小车每一时刻的平移速度不同, 可得 $|\Delta v(k)| \neq 0$, 这样至少存在一个解 $g^*(k)$ 使方程(7)成立, 于是结合式(4)和式(7)可得:

$$\Delta f(k+1) = \frac{\partial \mathcal{G}^*}{\partial v(k)} \Delta v(k) + g^*(k) \Delta v(k) \quad (8)$$

[0065] 令变量 $\varphi(k) = \frac{\partial \mathcal{G}^*}{\partial v(k)} + g^*(k)$, 进一步由式(8)可得:

$$f(k+1) = f(k) + \varphi(k) \Delta v(k) \quad (9)$$

[0067] 为了获得取煤流量的数据驱动模型, 需要对式(9)中的变量 $\varphi(k)$ 进行估计。令 $\hat{\varphi}(k)$ 表示 $\varphi(k)$ 的估计值, 定义估计误差 $\bar{\varphi}(k) = \hat{\varphi}(k) - \varphi(k)$ 。设计具有递推形

式 $\hat{\varphi}(k)$ 估计的表达形式如下:

$$[0068] \quad \hat{\varphi}(k) = \hat{\varphi}(k-1) + \frac{\mu_1(f(k) - f(k-1) - \hat{\varphi}(k-1)\Delta v(k-1))\Delta v(k-1)}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2} \quad (10)$$

[0069] 其中, $0 < \mu_1 \leq 1$ 和 $\lambda_1 > 0$ 为可调参数, $\hat{\varphi}(k)$ 的重置算法如下:

$$[0070] \quad \hat{\varphi}(k) = \hat{\varphi}(1),$$

$$[0071] \quad \text{如果 } |\hat{\varphi}(k)| < b \text{ 或者 } |\hat{\varphi}(k)| > ab \text{ 或者 } \text{sign}(\hat{\varphi}(k)) \neq \text{sign}(\hat{\varphi}(1)) \quad (11)$$

[0072] 其中, $a \geq 1$ 和 $b \geq 0$ 表示给定的常数。

[0073] 式(10)中等式两边同时减去 $\varphi(k)$ 可得:

$$[0074] \quad \tilde{\varphi}(k) = \tilde{\varphi}(k-1) - \varphi(k) + \varphi(k-1) + \frac{\mu_1(f(k) - f(k-1) - \hat{\varphi}(k-1)\Delta v(k-1))\Delta v(k-1)}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2} \quad (12)$$

[0075] 将式(9)代入式(12)可得:

$$\begin{aligned} \tilde{\varphi}(k) &= \tilde{\varphi}(k-1) - \varphi(k) + \varphi(k-1) \\ &\quad + \frac{\mu_1(f(k-1) + \varphi(k-1)\Delta v(k-1) - f(k-1) - \hat{\varphi}(k-1)\Delta v(k-1))\Delta v(k-1)}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2} \\ [0076] \quad &= \tilde{\varphi}(k-1) - \frac{\mu_1 \tilde{\varphi}(k-1) |\Delta v(k-1)|^2}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2} - \varphi(k) + \varphi(k-1) \\ &= \left(1 - \frac{\mu_1 |\Delta v(k-1)|^2}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2} \right) \tilde{\varphi}(k-1) - \varphi(k) + \varphi(k-1) \end{aligned} \quad (13)$$

[0077] 为了保证斗轮小车恒流量取煤,需要随时观测斗轮小车实际的取煤流量,于是门式斗轮机系统的采样时间通常设置的较短,由此可知利用系统输入输出采样数据构成的变量 $\varphi(k)$ 是慢时变的,因此可以近似得到 $\varphi(k) - \varphi(k-1) = 0$,这样由式(13)可得:

$$[0078] \quad \tilde{\varphi}(k) = \left(1 - \frac{\mu_1 |\Delta v(k-1)|^2}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2} \right) \tilde{\varphi}(k-1) \quad (14)$$

[0079] 由式(14)进一步可得:

$$[0080] \quad |\tilde{\varphi}(k)| \leq \left(1 - \frac{\mu_1 |\Delta v(k-1)|^2}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2} \right) |\tilde{\varphi}(k-1)| \quad (15)$$

[0081] 由可调参数 μ_1 和 λ_1 的调节范围可知,存在常数 $0 < d_1 < 1$ 使如下不等式成立:

$$[0082] \quad 0 \leq \left(1 - \frac{\mu_1 |\Delta v(k-1)|^2}{\lambda_1 + |\Delta v(k-1)|^2} \right) \leq d_1 < 1 \quad (16)$$

[0083] 根据式(15)和式(16)得到如下不等式:

$$[0084] \quad |\tilde{\varphi}(k)| \leq d_1 |\tilde{\varphi}(k-1)| \leq \dots \leq d_1^{k-1} |\tilde{\varphi}(1)| \quad (17)$$

[0085] 由于 $\varphi(k)$ 的初始估计误差 $|\tilde{\varphi}(1)|$ 是有界的,因此随着斗轮小车取煤次数的增加, $|\tilde{\varphi}(1)|$ 逐渐收敛到零,由此可得 $\hat{\varphi}(k) = \varphi(k)$,这样由式(10)获得了方程(9)中变量 $\varphi(k)$ 的估计值 $\hat{\varphi}(k)$,于是建立了斗轮小车取煤流量的数据驱动模型如下:

$$[0086] \quad f(k+1) = f(k) + \hat{\varphi}(k) \Delta v(k) \quad (18)$$

[0087] S3:根据数据驱动模型设计斗轮小车恒流量取煤的数据驱动控制器;

[0088] 具体的,请参阅图3,在斗轮小车取煤的一个行程中,斗轮大车步进长度L保持不变。由于煤堆通常成锥形,某一层取煤形状近似梯形,h随着斗轮小车取煤时位置的变化而发生变化,在两侧时,h较小,中部较大,导致取煤流量在两侧较小,中部较大,造成了取煤流量的不均,因此需要控制斗轮小车的平移速度实现恒流量取煤。于是设计平移速度 $v(k)$ 的性能指标函数如下:

$$[0089] \quad J(v(k)) = |f^* - f(k) - \hat{\varphi}(k) \Delta v(k)|^2 + \lambda_2 |p(k)| |v(k) - v(k-1)|^2 \quad (19)$$

[0090] 其中, f^* 表示指定的煤的恒流量, $\lambda_2 > 0$ 为调节参数, $p(k)$ 表示取煤点的位置。

对式(19)关于 $v(k)$ 极小化计算可得:

$$[0091] \quad -2\hat{\varphi}^T(k)(f^* - f(k) - \hat{\varphi}(k) \Delta v(k)) + 2\lambda_2 |p(k)| (v(k) - v(k-1)) = 0 \quad (20)$$

[0092] 根据式(20),设计具有参数 μ_2 的斗轮小车平移速度 $v(k)$ 的数据驱动控制器如下:

$$[0093] \quad v(k) = v(k-1) + \frac{\mu_2 \hat{\varphi}(k)}{\lambda_2 |p(k)| + |\hat{\varphi}(k)|^2} (f^* - f(k)) \quad (21)$$

[0094] 其中, $0 < \mu_2 < 1$ 表示调节参数。

[0095] S4:通过数据驱动控制器计算斗轮小车平移速度;

[0096] 具体的,数据驱动控制器能够对指定的恒定煤流量进行跟踪,并使取煤流量跟踪误差趋向于零,从而实现门式斗轮机的恒流量取煤。

[0097] 定义斗轮小车在 $k+1$ 时刻的取煤流量 $f(k+1)$ 与指定的恒定煤流量 f^* 的跟踪误差为:

$$[0098] \quad e(k+1) = f^* - f(k+1) \quad (22)$$

[0099] 将数据驱动模型(18)代入式(22),可得如下表达式:

$$\begin{aligned} |e(k+1)| &= |f^* - f(k+1)| = |f^* - f(k) - \hat{\phi}(k)\Delta v(k)| \\ [0100] \quad &\leq \left| 1 - \frac{\mu_2 |\hat{\phi}(k)|^2}{\lambda_2 |p(k)| + |\hat{\phi}(k)|^2} \right| |e(k)| \end{aligned} \quad (23)$$

[0101] 由于 $|\hat{\phi}(k)|^2 \geq 0$,并且根据参数 $0 < \mu_2 < 1$ 和 $\lambda_2 > 0$ 的调节范围可得:

$$[0102] \quad \left| \frac{\mu_2 |\hat{\phi}(k)|^2}{\lambda_2 |p(k)| + |\hat{\phi}(k)|^2} \right| < 1 \quad (24)$$

[0103] 进一步,存在常数 $0 < d_2 < 1$,得到:

$$[0104] \quad \left| 1 - \frac{\mu_2 |\hat{\phi}(k)|^2}{\lambda_2 |p(k)| + |\hat{\phi}(k)|^2} \right| = d_2 < 1 \quad (25)$$

[0105] 结合式(23)和式(25),可得取煤流量跟踪误差满足:

$$[0106] \quad |e(k+1)| \leq d_2 |e(k)| \leq d_2^2 |e(k-1)| \leq \dots \leq d_2^k |e(1)| \quad (26)$$

[0107] 由式(26)可知,随着斗轮小车取煤次数的增加,取煤流量跟踪误差 $\lim_{k \rightarrow \infty} |e(k)| = 0$ 成立,即 $\lim_{k \rightarrow \infty} |f^* - f(k)| = 0$ 。这样在数据驱动控制器(21)的作用下,通过控制斗轮小车的平移速度实现了恒流量取煤。

[0108] S5:将斗轮小车平移速度输出至电机执行机构,电机执行机构根据斗轮小车平移速度驱动斗轮小车平移,使斗轮小车取煤流量跟踪指定的恒定煤流量。

[0109] 具体的,请参阅图4,以STM32H7系列单片机为主控制器,依据斗轮小车指定的恒定取煤流量 f^* 与实际取煤流量 $f(k)$ 的误差,主控制器按照预定的控制算法计算出斗轮小车的平移速度,并通过通信接口提供给电机执行机构,电机执行机构驱动斗轮小车平移,进而实现门式斗轮机的恒流量取煤。

[0110] 本实施例提供的一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法解决了门式斗轮机恒流量取煤问题,并且从控制斗轮小车平移速度以及考虑取煤点位置的新视角实现了恒流量取煤,整个控制方案不依赖于门式斗轮机的数学模型,仅使用了斗轮小车取煤流量和平移速度的数据信息,提高了斗轮小车的控制精度,保障了门式斗轮机的恒流量取煤,对满足煤场精细化管理,提升煤场作业效率具有重要意义。

[0111] 实施例二

[0112] 本实施例提供了一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制装置,包括:

[0113] 非线性关系模型构建模块,用于利用斗轮小车取煤流量模型构建取煤流量与平移速度的非线性关系模型;

[0114] 数据驱动模型构建模块,用于应用微分中值定理对所述非线性关系模型进行转换得到斗轮小车取煤流量的数据驱动模型;

[0115] 数据驱动控制器构建模块,用于根据所述数据驱动模型设计斗轮小车恒流量取煤的数据驱动控制器;

[0116] 计算模块,用于通过所述数据驱动控制器计算斗轮小车平移速度;

[0117] 数据输出模块,用于将所述斗轮小车平移速度输出至电机执行机构,电机执行机构根据所述斗轮小车平移速度驱动斗轮小车平移,使斗轮小车取煤流量跟踪指定的恒定煤流量。

[0118] 关于一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制装置中各个模块的具体实现内容可以参见上文中对于一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法的限定,在此不再赘述。

[0119] 实施例三

[0120] 本实施例提供了一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法的步骤。

[0121] 实施例四

[0122] 本实施例提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现一种门式斗轮机恒流量取煤的数据驱动控制方法的步骤。

[0123] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合(只要这些技术特征的组合不存在矛盾),为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述;这些未明确写出的实施例,也都应当认为是本说明书记载的范围。

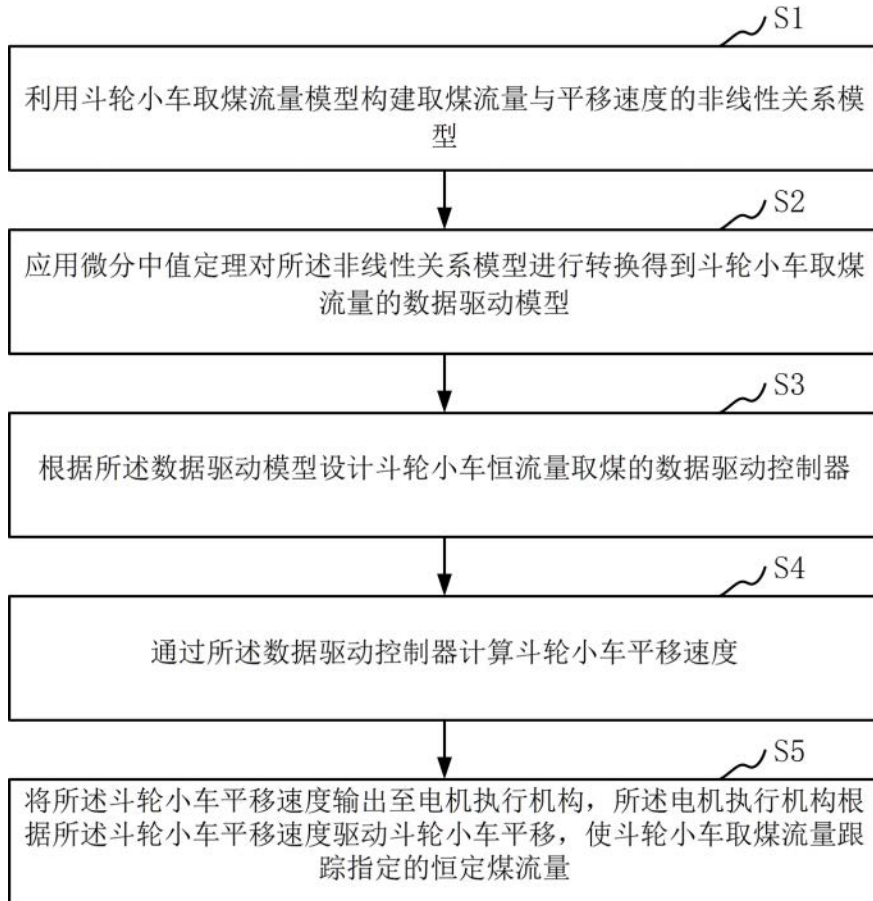


图 1

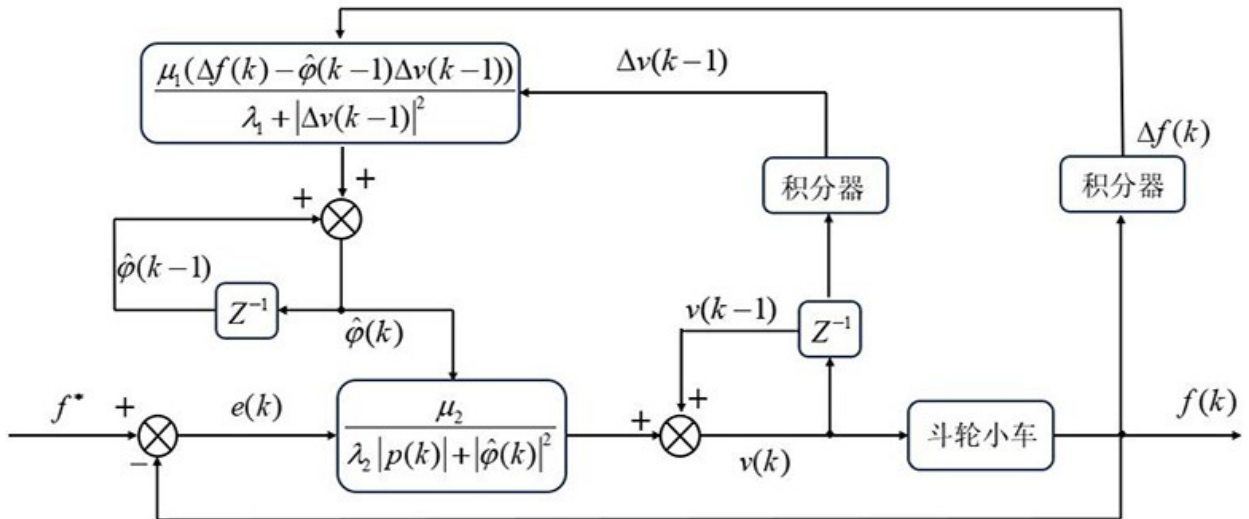


图 2

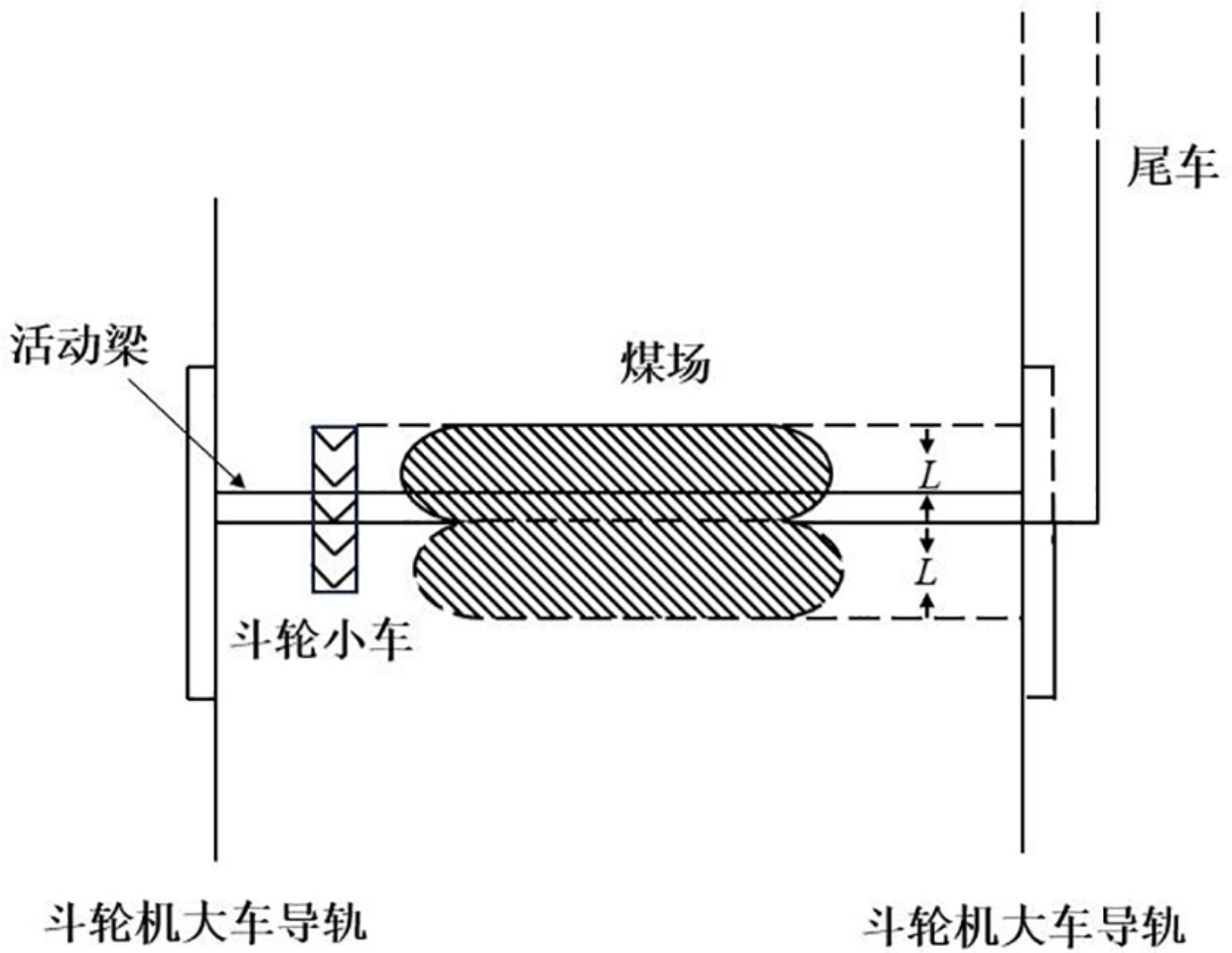


图 3

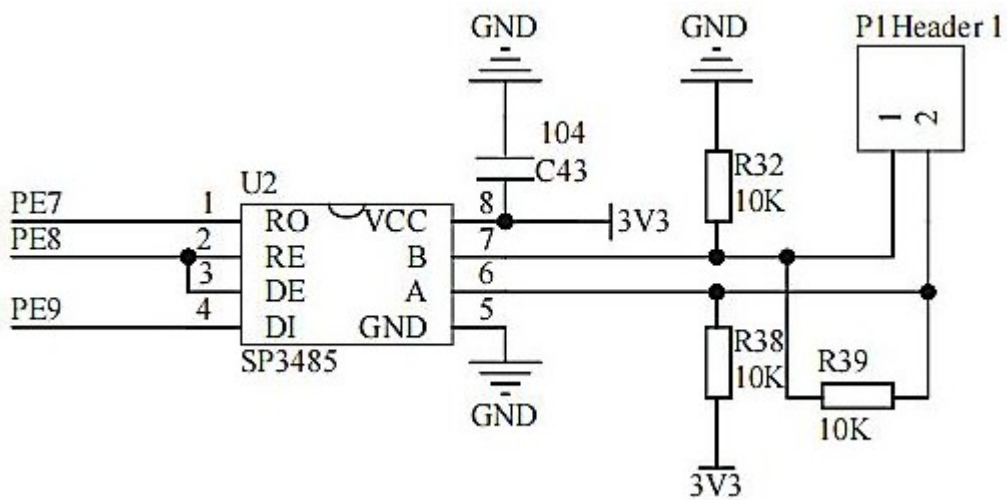


图 4