



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111302084 B

(45) 授权公告日 2021.08.03

(21) 申请号 202010167100.9

B65G 65/16 (2006.01)

(22) 申请日 2020.03.11

B65G 65/28 (2006.01)

B65G 65/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111302084 A

(56) 对比文件

CN 102642721 A, 2012.08.22

CN 105404318 A, 2016.03.16

JP H11278678 A, 1999.10.12

CN 109132592 A, 2019.01.04

CN 105417197 A, 2016.03.23

(43) 申请公布日 2020.06.19

(73) 专利权人 华能国际电力股份有限公司大连电厂

地址 116000 辽宁省大连市甘井子区大连湾村883-33号

审查员 章华

(72) 发明人 邸大禹 徐德勤 徐享南

(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任公司 21212

代理人 徐华燊 李洪福

(51) Int. Cl.

B65G 65/04 (2006.01)

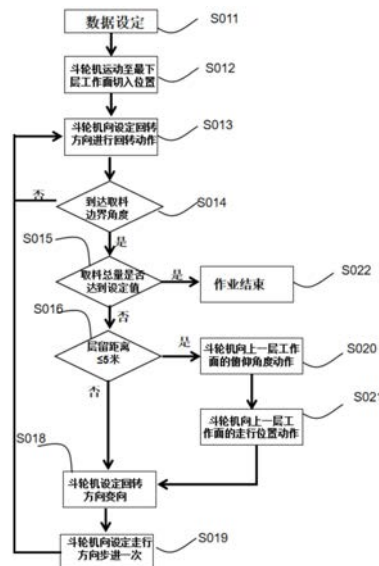
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种斗轮式取料机恒流量取料控制系统及方法

(57) 摘要

本发明提供一种斗轮式取料机恒流量取料控制方法及系统。本发明包括：采集数据，基于斗轮机步进距离确定单次进车所能获得取料的最大流量，基于该最大流量调整不同的回转方向所需的斗轮电流设定值，基于输入的斗轮机的运行参数控制斗轮机从下至上逐层回转取煤，此过程中，判断悬臂回转方向及回转范围是否在调速区间内，若在调速区间内，回转变频器的输出指令根据斗轮电流设定值自动调节，完成恒流量取煤。本发明能够确保取料的步进方向与换层走行方向一致，提高了换层效率。俯仰向上动作屏蔽了在俯仰动作过程种悬臂、斗轮与煤堆发生碰撞的风险。通过规定允许调速的区间，回转变频器的输出指令根据设定电流的情况自动调节，达到恒流取煤的控制效果。



1. 一种斗轮机恒流量取料控制方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1、采集煤场数据及斗轮机运行数据,基于斗轮机步进距离确定单次进车所能获得取料的最大流量,基于该最大流量调整不同的回转方向所需的斗轮电流设定值;

步骤2、PLC系统基于输入的斗轮机的运行参数控制斗轮机取煤,斗轮机运动至所选择的最下层工作面的切入位置;

步骤3、斗轮机达到第一次切入位置后,向设定回转方向进行回转动作,斗轮机从下至上逐层回转取煤,直至达到预设取煤指标;

其中,步骤3的取煤过程中,判断悬臂回转方向及判断悬臂回转范围是否在调速区间内,若在调速区间内,悬臂回转变频器的输出指令根据所述斗轮电流设定值自动调节;若在非调速区间内,悬臂回转变频器以固定频率的指令输出,完成恒流量取煤;

所述取煤过程具体包括如下步骤:

S012,斗轮机运动至所选择的最下层工作面的切入位置,准备进行回转动作让斗轮带煤作业;

S013,当斗轮机达到第一次切入位置后,向设定回转方向进行回转动作;

S014,判断斗轮机回转是否到达边界,如果未到达边界则继续在设定方向上进行回转动作;

如果到达边界则进入S015,判断当前取煤量是否达到用户需求,如果满足则执行S022结束取煤作业,斗轮机停止在当前位置;如果不满足条件则进入S016;

S016,判断当前取料层与上一层取料层的层留距离是否小于等于预设距离,如果不满足条件则进行S018,改变斗轮机的设定回转方向,然后执行S019斗轮机向设定走行方向步进一次设定距离,返回S013直至取煤量达到用户需求;

如果满足条件则执行步骤S020,斗轮机向上一层工作面的俯仰角度动作;

S021,当S020俯仰动作完成后,斗轮机向上一层工作面的走行位置动作,走行动作完成后继续进行S018、S019步骤。

2. 根据权利要求1所述的斗轮机恒流量取料控制方法,其特征在于,所述步骤1中,采集煤场数据及斗轮机运行数据包括获取煤场中的煤堆的位置信息,即煤场工作面的层数信息、每层工作面之间的层留距离、工作面的煤层厚度和斗轮机每次取料的步进距离,之后,将煤场中的煤堆的位置信息与斗轮机的姿态信息对应,即将煤堆的三维位置信息转换为斗轮机走行、回转和俯仰数据,具体地,将所述工作面的煤层厚度转化为斗轮机在各个工作面位置作业的差值,将每层工作面之间的层留距离转换成斗轮机的走行数据的差值。

3. 根据权利要求1所述的斗轮机恒流量取料控制方法,其特征在于,所述步骤2中,还预先通过采集的煤场数据对煤堆工作位置设定,包括:按照工作面位置对煤堆进行分层,每一层执行第一刀的走行位置、俯仰角度及工作回转范围;

所述斗轮机的运行参数包括:自动取料模式的选择:正常工作面作业及新开工作面作业两种方式;首次取料的回转方向选择:从左至右和从右至左两种方式;边界检测手段选择:依靠设定角度确定边界和依靠雷达检测仪确定边界两种方式;取煤走行的最终距离、每次进车的步进距离、取料流量设定、取料总量设定及作业层号的选择。

4. 根据权利要求1所述的斗轮机恒流量取料控制方法,其特征在于,所述悬臂回转变频器以固定频率的指令输出,具体的PID调节策略见公式1:

$$u(t) = \begin{cases} 10 & (\theta \geq \alpha_1 \cup \theta \leq \alpha_2) \\ kp(e(t) + 1/TI \int e(t)dt + TD * de(t)/dt) & (\alpha_2 < \theta < \alpha_1) \end{cases} \quad (\text{公式 1})$$

式中 $u(t)$ 表示回转变频器的输出频率, $e(t)$ 表示电流实际值与设定值的偏差,TI表示积分时间,TD表示微分时间, θ 表示悬臂的回转角度, α_1 表示回转范围最大角度减去预设角度, α_2 表示回转范围最小角度加上预设角度。

5. 根据权利要求1所述的斗轮机恒流量取料控制方法,其特征在于,所述步骤S014中,判断斗轮机回转是否到达边界具体通过图像采集装置及数字图像处理技术进行判断,具体地,

S31、在接收到第一信号后,对图像采集装置逐帧采集的图片进行切割,获取兴趣区域;

S32、通过掩膜法将兴趣区域图像进行二值化转换,完成图像特征的增强;

S33、对增强后的图像通过中值滤波模板进行优化;

S34、对优化后的图像进行轮廓识别;

S35、判断轮廓数量是否大于设定的阈值,若是,则将仍处于第一信号状态予以反馈;若否,则将改变为第二信号状态予以反馈,同时,停止图片切割操作;

所述第一信号为斗轮带煤信号,所述第二信号为斗轮到达边界信号。

6. 根据权利要求5所述的斗轮机恒流量取料控制方法,其特征在于,所述S34具体包括如下步骤:

S341、对优化后的图像进行4-邻域的轮廓识别并进行计数统计,具体包括:

S3411、记录每一行中连续的白色像素组成的一个序列,将其命名为团,记录信息包括起点、终点和行号;

S3412、逐一判断除第一行外的团与前一行中的所有团是否有重合区域,若没有,则对其赋予新的标号;若它仅与上一行中一个团有重合区域,则将上一行的该团的标号赋予给它;如果它与上一行的2个以上的团有重叠区域,则给此团赋予一个相连序列的最小标号,并将上一行的这几个团的标记写入等价对,说明它们属于一类;

S3413、将等价对转换为等价序列,每一个序列需要给一相同的标号,从1开始,给每个等价序列一个标号;

S3414、遍历开始团的标记,查找等价序列,给予它们新的标记;

S3415、将每个团的标号填入标记图像中,由此完成了图像中连通域的个数统计工作;

S342、对当前斗轮运行状态的判断,具体地,

S3421、设置数组 A_n 和 B_n ,所述 A_n 用于存放当前帧中统计出的连通域的个数, B_n 用于存放最近30帧的连通域统计状况;

S3422、数组索引依靠一个整型变量count决定,count用来确定当前是第几帧图像,需要初始化为0,每接收并检测一张图片之后+1,数组 A_n 表达式为:

$$\text{index_1} = \text{mod}(\text{count}, 30) \quad (3)$$

其中整型变量index_1表示数组 A_n 的索引,mod为取余数运算,将count/30的余数作为 A_n 数组的索引;

B_n 属于BOOL型变量,该数组中元素的取值按照表达式(4)来进行确定:

$$B_i = \begin{cases} 1 & \left(\sum_{j=0}^{29} A_{[j]} \geq 500 \right) \\ 0 & \left(\sum_{j=0}^{29} A_{[j]} \leq 499 \right) \end{cases} \quad (4)$$

式中 B_i 的取值为当前最近的30帧图片的连通域个数,总和大于等于500则给其赋值1,若小于499则给其赋值为0;

S3423、斗轮机工作状态的判断按照表达式(5)执行:

$$\text{State} = \begin{cases} 1 & \left(\sum_{i=0}^{79} B_{[i]} \geq 80 * \text{rate} \right) \\ 0 & \left(\sum_{i=0}^{79} B_{[i]} < 80 * \text{rate} \right) \end{cases} \quad (5)$$

式中State表示斗轮当前状态,1表示带煤工作斗轮未到达边界,0表示斗轮空转已到达取料边界,rate表示 B_n 数组中有大于比例rate的元素是带煤工作状态则整体返回带煤状态。

7.一种权利要求1~6任一项所述斗轮机恒流量取料控制方法的控制系统,其特征在于,包括:

数据采集单元,其用于采集煤场中煤堆的数据信息,具体包括煤场工作面的层数信息、每层工作面之间的层留距离、工作面的煤层厚度和斗轮机每次取料的步进距离;

斗轮机姿态转换单元,用于将数据采集单元采集的数据转换为斗轮机走行、回转和俯仰数据;

数据输入单元,用于输入斗轮机的运行参数;

斗轮机图像采集单元,用于采集斗轮机运行过程图像;

PLC控制单元,用于根据输入的斗轮机的运行参数、边界检测单元传输数据控制斗轮机运行轨迹及运行状态,其包括:

数据判断模块,用于判断当前取料层与上一层取料层的层留距离是否小于等于预设距离;

悬臂回转范围判断模块,用于判断悬臂回转范围是否在调速区间内;

边界检测单元,其用于检测斗轮机回转是否到达边界,具体包括:

图像预处理模块,用于对图像采集装置逐帧采集的图片进行切割,获取兴趣区域;

图像处理模块,用于将兴趣区域图像进行二值化转换,并通过中值滤波模板进行优化;

边界判断模块,用于对优化后的图像进行轮廓识别并判断轮廓数量是否大于设定的阈值,基于此判断斗轮处于带煤状态或是斗轮到达边界。

一种斗轮式取料机恒流量取料控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及控制工程领域,尤其涉及一种斗轮式取料机恒流量取料控制系统及方法。

背景技术

[0002] 斗轮式取料机是用于将煤堆取到皮带机上的火电领域的重要设备。通常情况下,斗轮式取料机受控于操作司机,司机通过调整操作杆来控制取料机的走行、回转和俯仰动作。通过眼睛观察煤堆的形状,首先对煤堆进行分层(受限于斗轮的直径,一般来说每层的作业高度不超过斗轮直径的2/3),判断出取料机斗轮对煤堆的第几层,然后手动控制取料机的行走、回转、俯仰等动作,使取料机斗轮对准到煤堆的作业面上,启动斗轮和悬臂皮带机,以开始取料;斗轮式取料机采用回转取料的方式,当斗轮对准作业面后向一个方向进行回转动作,斗轮将煤堆上燃料取出放在悬臂皮带上,传送至发电单元的制粉系统中,当斗轮在该回转方向到达作业面边界时取料机前行一段距离(一般0.5—1.5米)再向反方向进行回转,如此反复。当前层取料结束后,向后退车寻找下一层工作面位置继续重复上述动作。

[0003] 近年来,随着国家宏观经济调控的加强,燃煤市场由买方市场转向卖方市场转变,发电厂几乎不可能依靠设计煤种进行生产经营,并且经济煤种(多数为褐煤)市场价格优势巨大,在发电企业进行非常规调峰运行时能够给火电企业带来可观的经济收益。众所周知,火力发电厂锅炉选型有相对应的设计煤种,当煤质超出设定适应范围,将会给锅炉的安全、环保、经济性带来很大的影响。对于大型火力发电厂而言多数采用长条形煤场进行燃料存储,一般会布置2台以上的斗轮式取料机,基本能满足配煤掺烧的技术条件,精细化的配煤掺烧成了火力发电厂降本增效的经营思路,通过配煤满足锅炉对发热量、硫分和挥发分等燃料指标的要求从而增加企业效益。斗轮机取料的恒流量控制成为了发电企业效益配烧的技术基础。

发明内容

[0004] 根据上述提出的技术问题,而提供一种斗轮式取料机恒流量取料控制系统及方法。本发明采用的技术手段如下:

[0005] 一种斗轮式取料机恒流量取料控制方法,包括如下步骤:

[0006] 步骤1、采集煤场数据及斗轮机运行数据,基于斗轮机步进距离确定单次进车所能获得取料的最大流量,基于该最大流量调整不同的回转方向所需的斗轮电流设定值;

[0007] 步骤2、PLC系统基于输入的斗轮机的运行参数控制斗轮机取煤,斗轮机运动至所选择的最下层工作面的切入位置;

[0008] 步骤3、斗轮机达到第一次切入位置后,向设定回转方向进行回转动作,斗轮机从下至上逐层回转取煤,直至达到预设取煤指标;

[0009] 其中,步骤3的取煤过程中,判断悬臂回转方向及判断悬臂回转范围是否在调速区间内,若在调速区间内,悬臂回转变频器的输出指令根据所述斗轮电流设定值自动调节;若

在非调速区间内,悬臂回转变频器以固定频率的指令输出,完成恒流量取煤。

[0010] 进一步地,所述步骤1中,采集煤场数据及斗轮机运行数据包括获取煤场中的煤堆的位置信息,即煤场工作面的层数信息、每层工作面之间的层留距离、工作面的煤层厚度和斗轮机每次取料的步进距离,之后,将煤场中的煤堆的位置信息与斗轮机的姿态信息对应,即将煤堆的三维位置信息转换为斗轮机走行、回转和俯仰数据,具体地,将所述工作面的煤层厚度转化为斗轮机在各个工作面位置作业的差值,将每层工作面之间的层留距离转换成斗轮机的走行数据的差值。

[0011] 进一步地,所述步骤2中,还预先通过采集的煤场数据对煤堆工作位置设定,包括:按照工作面位置对煤堆进行了分层,每一层执行第一刀的走行位置、俯仰角度及工作回转范围;

[0012] 所述斗轮机的运行参数包括:自动取料模式的选择:正常工作面作业(取煤)及新开工作面作业(开层)两种方式;首次取料的回转方向选择:从左至右和从右至左两种方式;边界检测手段选择:依靠设定角度确定边界和依靠雷达检测仪确定边界两种方式;取煤走行的最终距离、每次进车的步进距离、取料流量设定、取料总量设定及作业层号的选择。

[0013] 进一步地,所述取煤过程具体包括如下步骤:

[0014] S012,斗轮机运动至所选择的最下层工作面的切入位置,准备进行回转动作让斗轮带煤作业;

[0015] S013,当斗轮机达到第一次切入位置后,向设定回转方向进行回转动作;

[0016] S014,判断斗轮机回转是否到达边界,如果未到达边界则继续在设定方向上进行回转动作;

[0017] 如果到达边界则进入S015,判断当前取煤量是否达到用户需求,如果满足则执行S022结束取煤作业,斗轮机停止在当前位置;如果不满足条件则进入S016;

[0018] S016,判断当前取料层与上一层取料层的层留距离是否小于等于预设距离,如果不满足条件则改变斗轮机的设定回转方向,然后执行S019斗轮机向设定走行方向步进一次设定距离,返回S013直至取煤量达到用户需求;

[0019] 如果满足条件则执行步骤S020,斗轮机向上一层工作面的俯仰角度动作;

[0020] S021,当S020俯仰动作完成后,斗轮机向上一层工作面的走行位置动作,走行动作完成后继续进行S018、S019步骤。

[0021] 进一步地,所述悬臂回转变频器以固定频率的指令输出,具体的PID 调节策略见公式1:

$$[0022] \quad u(t) = \begin{cases} 10 & (\theta \geq \alpha_1 \cup \theta \leq \alpha_2) \\ kp(e(t) + 1/TI \int e(t)dt + TD * de(t)/dt) & (\alpha_2 < \theta < \alpha_1) \end{cases} \quad (\text{公式 1})$$

[0023] 式中 $u(t)$ 表示回转变频器的输出频率, $e(t)$ 表示电流实际值与设定值的偏差, TI 表示积分时间, TD 表示微分时间, θ 表示悬臂的回转角度, α_1 表示回转范围最大角度减去预设角度, α_2 表示回转范围最小角度加上预设角度。

[0024] 一种斗轮式取料机恒流量取料控制系统,包括:

[0025] 数据采集单元,其用于采集煤场中煤堆的数据信息,具体包括煤场工作面的层数信息、每层工作面之间的层留距离、工作面的煤层厚度和斗轮机每次取料的步进距离;

[0026] 斗轮机姿态转换单元,用于将数据采集单元采集的数据转换为斗轮机走行、回转

和俯仰数据；

[0027] 数据输入单元,用于输入斗轮机的运行参数；

[0028] 斗轮机图像采集单元,用于采集斗轮机运行过程图像；

[0029] PLC控制单元,用于根据输入的斗轮机的运行参数、边界检测单元传输数据控制斗轮机运行轨迹及运行状态,其包括：

[0030] 数据判断模块,用于判断当前取料层与上一层取料层的层留距离是否小于等于预设距离；

[0031] 悬臂回转范围判断模块,用于判断悬臂回转范围是否在调速区间内；

[0032] 边界检测单元,其用于检测斗轮机回转是否到达边界,具体包括；

[0033] 图像预处理模块,用于对图像采集装置逐帧采集的图片进行切割,获取兴趣区域；

[0034] 图像处理模块,用于将兴趣区域图像进行二值化转换,并通过中值滤波模板进行优化；

[0035] 边界判断模块,用于对优化后的图像进行轮廓识别并判断轮廓数量是否大于设定的阈值,基于此判断斗轮处于带煤状态或是斗轮到达边界。

[0036] 本发明能够完成斗轮机取煤的自动控制,通过了从下至上的取煤策略,确保取料的步进方向与换层走行方向一致,提高了换层效率,在换层过程中,由于工作面下层的回转范围比上一层的回转范围大,俯仰向上动作屏蔽了在俯仰动作过程中悬臂、斗轮与煤堆发生碰撞的风险。同时,通过设置允许调速的区间,在调速区间内回转变频器的输出指令根据设定电流的情况自动调节,在非调速区间内悬臂回转变频器以固定频率的指令输出,有效防止了传统的PID调节在边界进刀过程中出现较大超调量的问题,从而达到恒流取煤的控制效果；同时,本发明利用数字图像处理技术直接对取料机斗轮运行状态进行判断,能够第一时间判断出斗轮空转进而向PLC控制器发出下一步的回转指令,在取料机无人值守系统中为斗轮回转边界做出精准判断。根据现场实际检测数据得出结论,本发明将斗轮驶出取料边界时造成空转的时间缩减至5~10秒,起到了高效节能的控制效果。

[0037] 基于上述理由本发明可在控制工程领域广泛推广。

附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做以简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0039] 图1为本发明实施例中斗轮机在标准工作面取料的纵向切面示意图。

[0040] 图2为本发明实施例中煤堆与斗轮式取料机的相对位置关系。

[0041] 图3为本发明斗轮机自动控制工艺流程图。

[0042] 图4为本发明斗轮机恒流量控制工艺流程图。

[0043] 图5为本发明实施例中恒流量控制系统的控制效果示意图。

具体实施方式

[0044] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例

中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0045] 本实施例中,取料机斗轮尺寸为直径5.6米,8个挖斗,转速6.5r/min,驱动形式电驱动,其额定电压380V,额定电流90A;取料机悬臂长度53.7米,悬臂皮带额定出力1200t/h;取料机回转台直径43米,回转幅度 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$,驱动方式为电驱动无级变速,最大回转速度0.224r/min。

[0046] 如图1所示,为斗轮机在标准工作面取料的纵向切面示意图,图中 ΔL 为每层工作面之间的层留距离,其用于防止作业过程中上层作业面塌垛,在下层煤堆作业时应该保留一定的安全距离。 ΔH 为工作面的煤层厚度,实施例中标准作业时的煤层厚度一般为3至3.5米,煤层厚度也决定了每次回转取料的最大流量。 ΔS 为斗轮机每次取料的步进距离,步进距离的大小决定了单次进车所能获得取料的最大流量,在本实施例中步进距离0.5米所对应的最大流量约为800t/h(煤层高度为标准层高),步进距离0.6米所对应的最大流量约为1100t/h,步进距离0.7米所对应的最大流量约为1300t/h。在确定了每一次回转时所能产生的最大流量后,斗轮机依靠悬臂的回转速度控制取煤量。

[0047] 在本实施例中,将储煤场中的煤堆的位置信息与斗轮机的姿态信息进行了一一对应,煤堆的三维位置信息将转换为斗轮机走行、回转和俯仰数据。如图2所示为煤场中一个4层工作面的三维模型,煤堆的边界数据转换成了一个三维向量,其中, L 表示斗轮机的走行数据、 α 表示斗轮机的回转角数据、 β 表示斗轮机的俯仰角数据,工作面的煤层厚度则转化为斗轮机在各个工作面位置作业的差值($\beta_2-\beta_1$),每层工作面之间的层留距离则转换成斗轮机的走行数据的差值(L_2-L_1)。

[0048] 如图3所示为斗轮机自动控制系统的工艺流程。首先步骤S011,运行人员需要将斗轮机的运行参数输入给PLC系统,本次输入包括,自动取料模式的选择:正常工作面作业(取煤)及新开工作面作业(开层)两种方式;首次取料的回转方向选择:从左至右和从右至左两种方式;边界检测手段选择:依靠设定角度确定边界和依靠雷达检测仪确定边界两种方式;取煤走行的最终距离、每次进车的步进距离、取料流量设定、取料总量设定及作业层号的选择。

[0049] 步骤S011的数据设定还包括煤堆工作位置设定,其中包括:按照工作面位置对煤堆进行了分层,每一层执行第一刀的走行位置、俯仰角度及工作回转范围;数据获取有两种途径,一种是根据上一次的工作结束数据进行自动保存,一种是利用激光盘煤仪对工作煤堆进行一次局部盘点建模来更新工作面数据。

[0050] S012,斗轮机运动至所选择的最下层工作面的切入位置,准备进行回转动作让斗轮带煤作业。

[0051] S013,当斗轮机达到第一次切入位置后,向设定回转方向进行回转动作。

[0052] S014,判断斗轮机回转是否到达边界,如果未到达边界则继续在设定方向上进行回转动作。

[0053] 如果S014到达边界则进入S015,判断当前取煤量是否达到用户需求,如果满足则执行S022结束取煤作业,斗轮机停止在当前位置。

[0054] 如果S015不满足条件则进行S016的判断,当前取料层与上一层取料层的层留距离

是否小于等于5m,如果不满足条件则改变斗轮机的设定回转方向,然后执行S019斗轮机向设定走行方向步进一次设定距离。

[0055] 如果S016满足条件则执行步骤S020,斗轮机向上一层工作面的俯仰角度动作。

[0056] S021,当俯仰动作完成后,斗轮机向上一层工作面的走行位置动作。走行动作完成后继续进行S018、S019步骤。

[0057] 根据以上工艺流程完成了取料机全部的自动控制过程,本发明的这种控制工艺采用了从下至上的取煤策略,确保取料的步进方向与换层走行方向一致,提高了换层效率,在换层过程中,由于工作面下层的回转范围比上一层的回转范围大,俯仰向上动作屏蔽了在俯仰动作过程中悬臂、斗轮与煤堆发生碰撞的风险。

[0058] 其中,所述步骤S014的边界检测可选用雷达、激光扫描仪等方法进行检测,或是通过本实施例提供的边界检测方法进行检测,具体如下:

[0059] 基于视频图像检测结果判断斗轮空转过程中斗轮轮齿处的取煤情况,若取到煤,判断此时检测到的斗轮电流与空转电流之间的数值关系,若斗轮电流大于空转电流且在预设时间内保持该状态,则将第一信号发送至主处理器,本实施例中,通过电流互感器来检测斗轮电机的电流,选用的预设时间是保持2秒;主处理器接收到第一信号后执行边界检测;接收到第二信号后,判断此时检测到的斗轮电流与空转电流之间的数值关系,若斗轮电流小于预设值并在预设时间内保持该状态,则将第三信号发送至主处理器,所述第三信号为斗轮空转信号;

[0060] 对图像处理完成边界检测包括:S31、在接收到第一信号后,对图像采集装置逐帧采集的图片进行切割,获取兴趣区域;

[0061] S32、通过掩膜法将兴趣区域图像进行二值化转换,完成图像特征的增强;在本实施例中原始RGB图像进行了三个颜色通道的均值处理,三个颜色通道的像素均值为[14, 9, 11],设置了像素高限upper[49, 44, 46]和低限lower[9, 4, 6] 这两个通道,lower指的是图像中低于这个lower的值,图像值变为0,upper 指的是图像中高于这个upper值,图像值变为0,而在lower~upper之间的值变成255,由此RGB彩色图像转换二值化图像操作完成。

[0062] S33、对增强后的图像通过中值滤波模板进行优化;采用一个3*3的中值滤波模板对图像进行优化,将该模板内的各像素值进行排序,生成单调上升或单调下降的二维数据序列,二维中值滤波输出如式(2):

$$[0063] \quad g(x, y) = \text{medf} \{f(x-k, y-l), (k, l \in w)\} \quad (2)$$

[0064] 其中 $f(x, y)$ 和 $g(x, y)$ 分别是原图像和处理后图像, w 为输入的二维模板,能够在整幅图像上滑动。另外,为了不失通用性做中值滤波前对原始图像的外边框进行了“0”填充处理。

[0065] S34、对优化后的图像进行轮廓识别;

[0066] S35、判断轮廓数量是否大于设定的阈值,若是,则将仍处于第一信号状态予以反馈;若否,则将改变为第二信号状态予以反馈,同时,停止图片切割操作;

[0067] 所述第一信号为斗轮带煤信号,所述第二信号为斗轮到达边界信号。

[0068] 所述S34具体包括如下步骤:

[0069] S341、对优化后的图像进行4-邻域的轮廓识别并进行计数统计,具体包括:

[0070] S3411、记录每一行中连续的白色像素组成的一个序列,将其命名为团(run),记

录信息包括起点start、终点end和行号；

[0071] S3412、逐一判断除第一行外的团与前一行中的所有团是否有重合区域，若没有，则对其赋予新的标号；若它仅与上一行中一个团有重合区域，则将上一行的该团的标号赋予给它；如果它与上一行的2个以上的团有重叠区域，则给此团赋予一个相连序列的最小标号，并将上一行的这几个团的标记写入等价对，说明它们属于一类；

[0072] S3413、将等价对转换为等价序列，每一个序列需要给一相同的标号，从 1 开始，给每个等价序列一个标号；

[0073] S3414、遍历开始团的标记，查找等价序列，给予它们新的标记；

[0074] S3415、将每个团的标号填入标记图像中，由此完成了图像中连通域的个数统计工作；

[0075] S342、对当前斗轮运行状态的判断，具体地，

[0076] S3421、设置数组 A_n 和 B_n ，所述 A_n 用于存放当前帧中统计出的连通域的个数， B_n 用于存放最近30帧的连通域统计状况；

[0077] S3422、数组索引依靠一个整型变量count决定，count用来确定当前是第几帧图像，需要初始化为0，每接收并检测一张图片之后+1，数组 A_n 表达式为：

$$[0078] \quad \text{index_1} = \text{mod}(\text{count}, 30) \quad (3)$$

[0079] 其中整型变量index_1表示数组 A_n 的索引，mod为取余数运算，将 count/30的余数作为 A_n 数组的索引；

[0080] B_n 属于BOOL型变量，该数组中元素的取值按照表达式(4)来进行确定：

$$[0081] \quad B_i = \begin{cases} 1 & \left(\sum_{j=0}^{29} A_{[j]} \geq 500 \right) \\ 0 & \left(\sum_{j=0}^{29} A_{[j]} \leq 499 \right) \end{cases} \quad (4)$$

[0082] 式中 B_i 的取值为当前最近的30帧图片的连通域个数，总和大于等于500 则给其赋值1，若小于499则给其赋值为0；

[0083] S3423、斗轮机工作状态的判断按照表达式(5)执行：

$$[0084] \quad \text{State} = \begin{cases} 1 & \left(\sum_{i=0}^{79} B_{[i]} \geq 80 * \text{rate} \right) \\ 0 & \left(\sum_{i=0}^{79} B_{[i]} < 80 * \text{rate} \right) \end{cases} \quad (5)$$

[0085] 式中State表示斗轮当前状态，1表示带煤工作斗轮未到达边界，0表示斗轮空转已到达取料边界，rate表示 B_n 数组中有大于比例rate的元素是带煤工作状态则整体返回带煤状态。在本实施例中rate的取值为0.75。

[0086] 本实施例中，通过网络高清电动变焦枪式摄像机采集视频图像，像素800 万，防护等级：IP67，最大图像尺寸：4096x2160。

[0087] 如图4所示，为取料机恒流量取煤控制工艺流程图。首先进行步骤S101，在进行完S011后可以在系统的“自动预设值”一栏中检查自动设定数据是否正确。

[0088] S102，对预设值核对无误后，点击“取料机自动准备接通”按钮检测取料机各个保

护正常,否则指示灯不显示红色;点击“取料机自动启动”按钮,取料机自动投入工作。

[0089] S103,判断悬臂回转方向,根据流量设定,给出PID调节相应的斗轮电流,这里规定煤堆靠近取料机走行轨道的一侧为煤堆内侧,与此相对的称为煤堆外侧。在调试过程中发现如下规律,由于煤堆内侧较外侧的工作层厚,所以在设定电流一定的情况下,由内侧向外侧回转取得的煤量比由外侧向内侧回转取得的煤量值要大。为了解决这一问题,本发明规定了在各个煤量设定范围内根据不同的回转方向设定不同的斗轮电流设定值如表1所示,通过这样的数字关系设定可以在不同回转方向的工况下得到一致的流量结果。

[0090] 表1

		由内至外 电流设定值	由外至内 电流设定值
[0091]	500T/H	38.5A	39.5A
	600T/H	39.7A	40.7A
	700T/H	40.9A	41.9A
[0092]	800T/H	42.3A	43.3A
	900T/H	43.7A	44.7A
	1000T/H	44.8A	45.8A

[0093] S104,判断悬臂回转范围是否在调速区间内。煤量调整如果用传统的PID 调节进行会在边界进刀过程中出现一个较大的超调量,为了解决这个问题,本发明规定了一个允许调速的区间,在调速区间内执行步骤S105,悬臂回转变频器的输出指令根据设定电流的情况自动调节,在非调速区间内执行步骤 S106,悬臂回转变频器以固定频率10Hz的指令输出,具体的PID调节策略见公式1。

$$[0094] \quad u(t) = \begin{cases} 10 & (\theta \geq \alpha_1 \cup \theta \leq \alpha_2) \\ k_p(e(t) + 1/TI \int e(t)dt + TD * de(t)/dt) & (\alpha_2 < \theta < \alpha_1) \end{cases} \quad (\text{公式 1})$$

[0095] 式中 $u(t)$ 表示回转变频器的输出频率, $e(t)$ 表示电流实际值与设定值的偏差,TI表示积分时间,TD表示微分时间, θ 表示悬臂的回转角度, α_1 表示回转范围最大角度减去 2.5° , α_2 表示回转范围最小角度加上 2.5° 。

[0096] S108,判断悬臂回转是否到达边界。

[0097] 如果S108到达边界则进入S109步骤判断当前取煤是否达到结束条件,如果达到条件则结束取煤动作,如果没有达到作业结束条件则执行步骤S110,根据设定参数进车,重复S103以下的步骤。

[0098] 根据上述的工艺流程可以将恒流量的组内偏差控制在5%以内,如图5 所示为实施例斗轮式取料机恒流取煤的控制效果。从控制曲线中可以看出设定流量800T/H的工况下,斗轮机的出力在840T/H至760T/H之间波动,在曲线中几乎没有超调量,控制效果稳定。

[0099] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术

方案的范围。

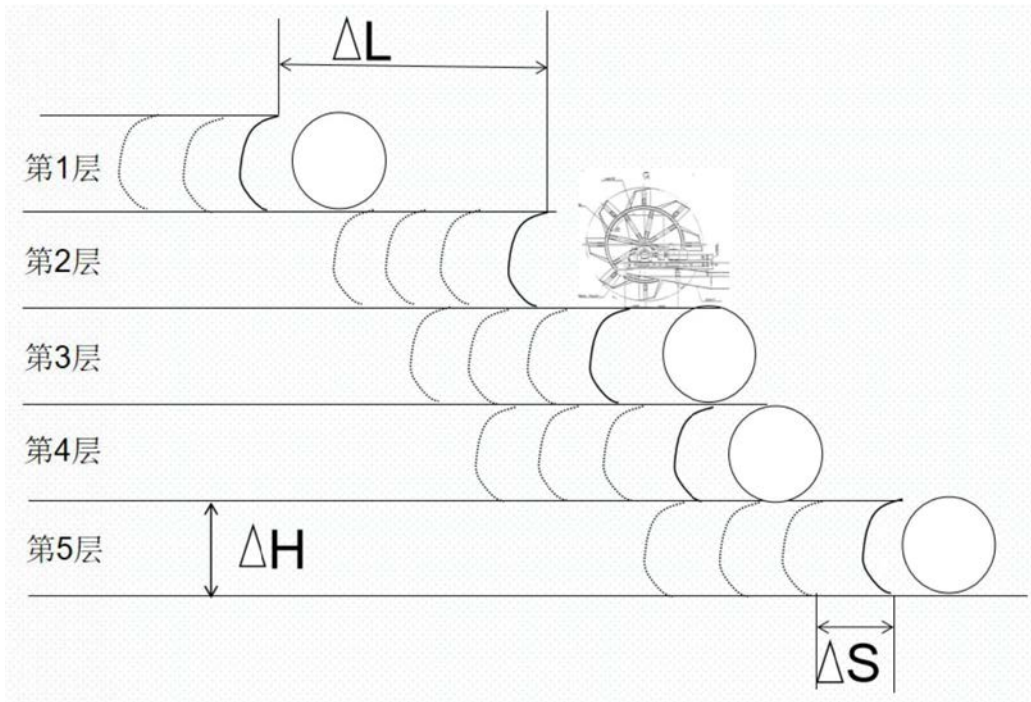


图1

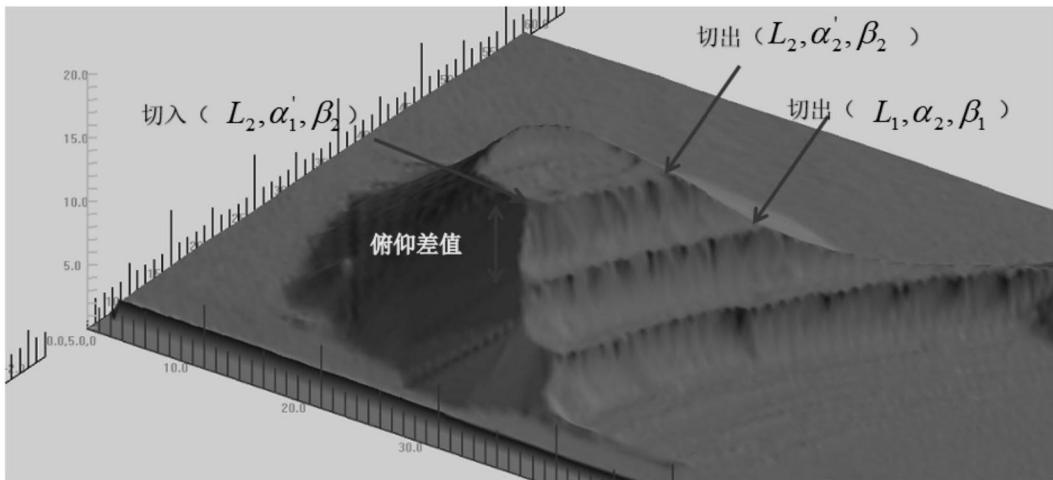


图2

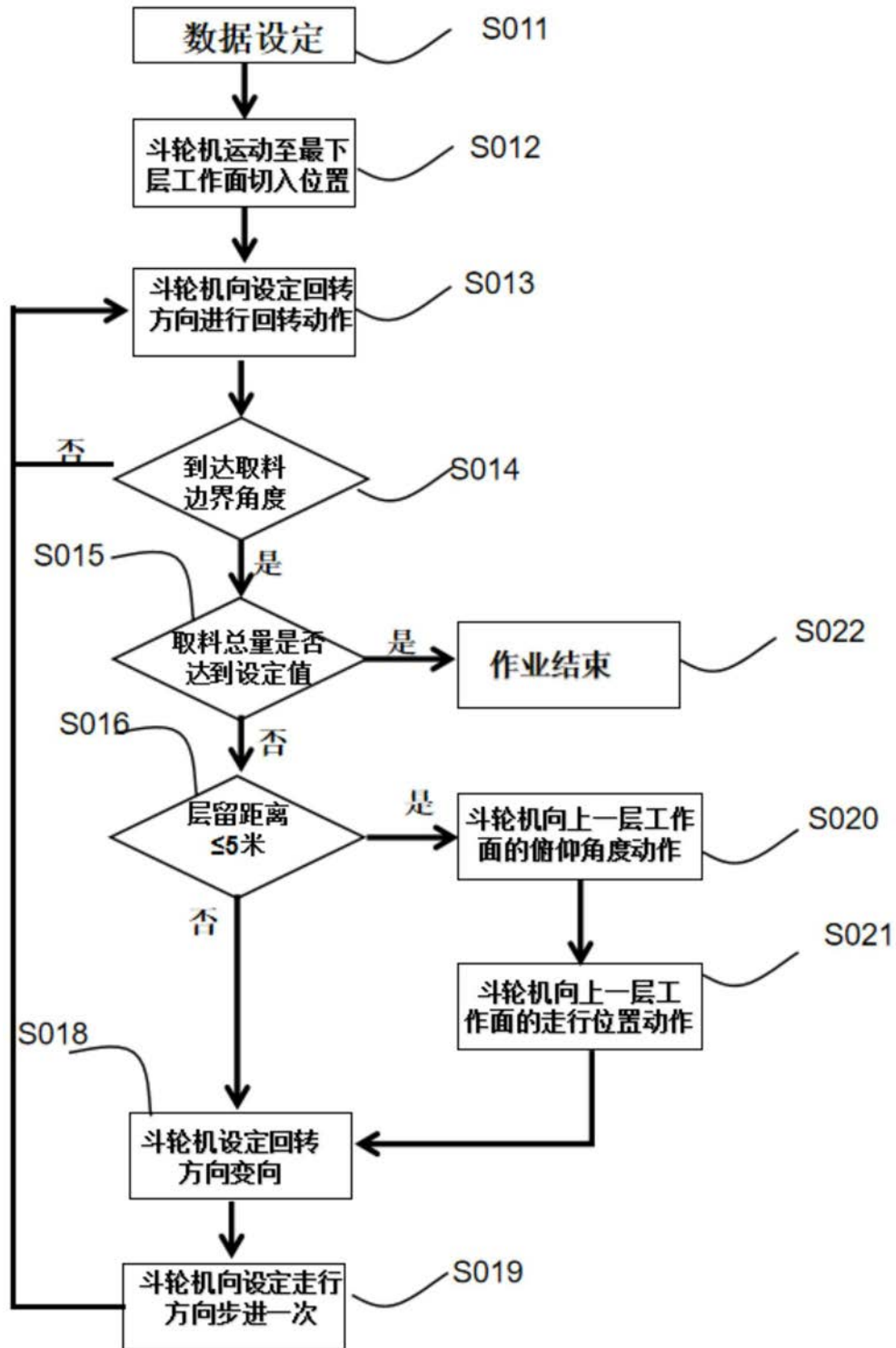


图3

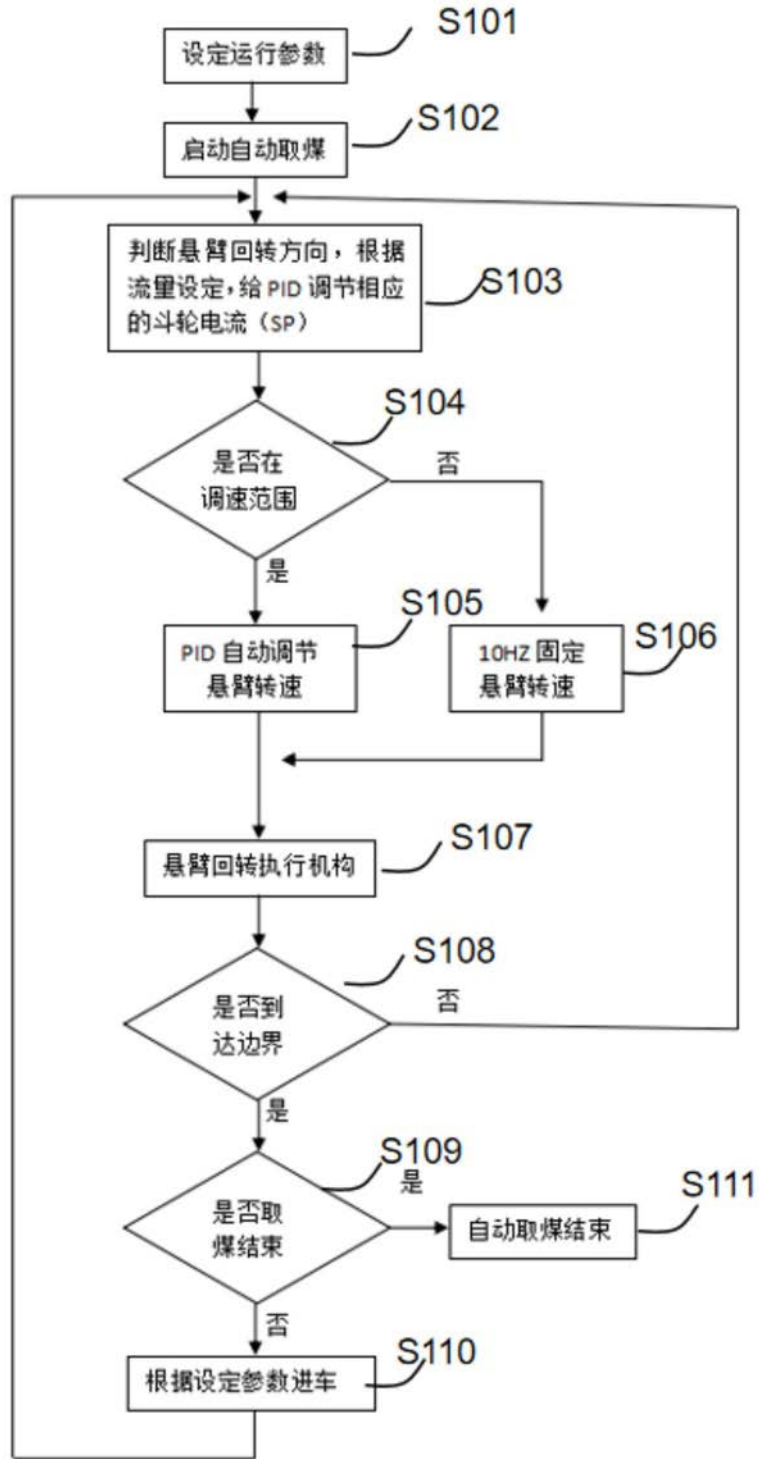


图4

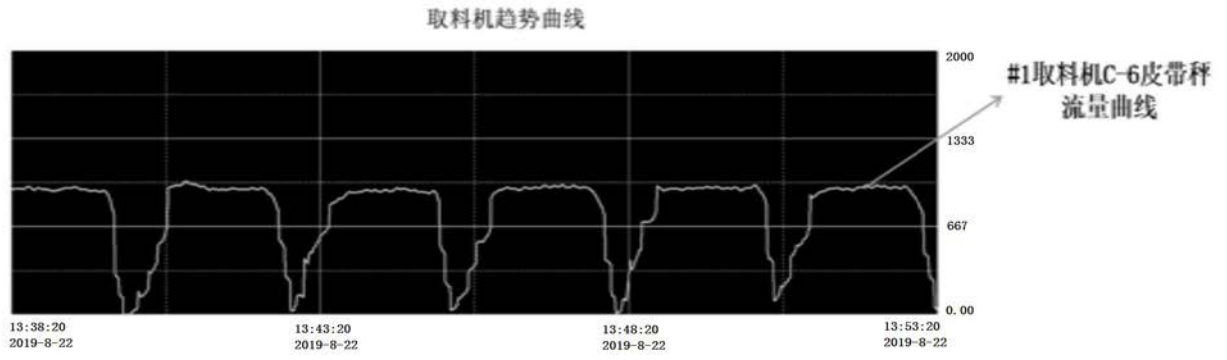


图5