



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103309257 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 18

(21) 申请号 201310233020. 9

(22) 申请日 2013. 06. 13

(71) 申请人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2  
号大街

(72) 发明人 曾毓 高明煜

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公  
司 33200

代理人 杜军

(51) Int. Cl.

G05B 19/04 (2006. 01)

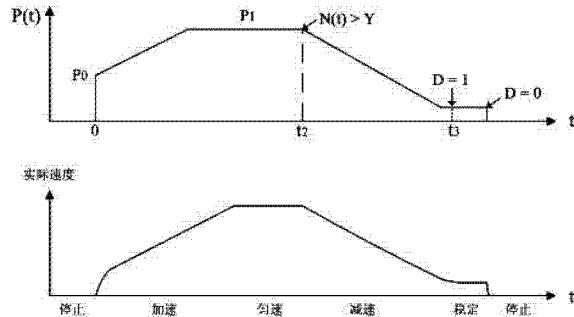
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种蓄电池自动包片机板链速度控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于蓄电池自动包片机的板链控制方法。现有技术在追求板链运输效率的同时容易造成板链运输极板倾倒和过量滑动的情况，本发明在调试模式下连续转动板链，根据挡杆信号 D 来测量 Y 值；根据  $\rho$ 、 $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $K_1$ 、 $K_2$  这几个参数的默认初始值，在调试模式下步进方式转动板链，观察板链运行效果；根据板链加速、减速时极板倾倒滑动情况对  $\rho$ 、 $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $K_1$ 、 $K_2$  参数进行手动调整；当板链加、减速过程中极板不出现倾倒及滑动幅度较小时即完成控制参数的调整。退出调试模式时参数自动保存，在正常工作模式下即按照已调整过的控制参数进行板链速度控制。本发明提出的控制方法，可以适用于大多数步进电机和极板规格，且该方法应用调试简单、高效。



1. 一种蓄电池自动包片机板链速度控制方法,其特征在于,该方法包括以下步骤是:

步骤(1):设备调试模式下,连续移动板链时,测量移动一个挡杆间隔距离 $\Delta L$ 时步进电机所需的脉冲数Y;

步骤(2):设备正常运行模式,板链输送集群组时,用多段状态方程和观测方程表示步进电机的各个时刻的速度状态:

$$\text{观测方程: } N(t) = l(t) \div \rho$$

$$\text{状态方程: } P(t) = P_0 + K_1 \times t \quad \text{加速阶段 } (P(t) < P_1, N(t) < Y)$$

$$P(t) = P_1 \quad \text{匀速阶段 } (P(t) \geq P_1, N(t) < Y)$$

$$P(t) = P_1 - K_2 \times (t - t_2) \quad \text{减速阶段 } (N(t) \geq Y, D = 0)$$

$$P(t) = P_2 \quad \text{稳定阶段 } (N(t) \geq Y, D = 1)$$

其中 $l(t)$ 为t时刻控制器已发送给步进电机的脉冲数, $t_2$ 为减速开始时间; $\rho$ 为预减速百分比, $\rho > 0$ 且 $\rho < 1$ ; $P_0$ 为启动速度, $P_1$ 为最大速度, $P_2$ 为稳定速度, $K_1$ 为加速比率, $K_2$ 为减速比率,D为挡杆信号;

启动电机时设置电机转速为启动速度 $P_0$ ;时间参数t值初始为0,然后每隔10ms时间t值向上累加;t值每次变化时将根据状态方程重设电机转速 $P(t)$ ;观测方程中,脉冲计数 $l(t)$ 值初始为0,t每次变化时刷新计数值,当 $N(t)$ 值超过Y时电机进入减速阶段;在加速阶段,当电机转速 $P(t)$ 大于 $P_1$ 时,转速限定为 $P_1$ ;在减速阶段,电机转速 $P(t)$ 小于稳定值 $P_2$ 时,转速定为 $P_2$ 稳定值;在减速阶段,当位置传感器检测到挡杆信号,即D=1时,电机状态进入稳定阶段,转速定为 $P_2$ 稳定值;在稳定阶段,当挡杆信号消失,即D=0时,停止向电机发送脉冲,链板停止;

所述的挡杆信号D的确定方法为:设备调试模式下调整挡杆传感器位置,当传感器接近挡杆时,指示灯亮,信号D=1,传感器离开挡杆时,指示灯灭,信号D=0;

所述的单位 $\Delta L$ 对应电机脉冲数Y的确定方法为:

1)、设备调试模式下设置电机按照 $P_2$ 稳定速度连续转动;

2)、每检测到挡杆信号时脉冲计数l清零,挡杆信号消失时l开始计数;

3)、每次l清零前,先用l计算Y值:  $Y = (l \div 100) \times 100$ ,这里用l对100取整,主

要考虑到每两个挡杆位置间隔距离 $\Delta L$ 并不精确恒定,有一定微小浮动存在;若 $L$ 值较小,也可以对 10 取整;

此处 Y 值只需确定一次,确定后可作为已知常数直接用于设备工作时的观测方程结果判断;

所述的 $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $K_1$ 、 $K_2$ 五个参数确定方法为:

$P_0$ 、 $P_1$ 、 $K_1$ 为电机启动速度、最大速度和加速比例,设备调试模式下,板链步进一个单位 $\Delta L$ ,若发现板链上集群组有极片后倾现象明显时 $P_0$ 、 $K_1$ 过大,发现电机有失步现象时 $P_1$ 过大,减小 $P_0$ 、 $K_1$ 、 $P_1$ 参数值观察设备运行效果,直到不出现极片后倾和电机失步现象为止;

$K_2$ 、 $P_2$ 为减速比例和板链稳定状态下电机速度,设备调试模式下,板链步进一个单位 $\Delta L$ ,若发现板链停止时,其上集群组有倾倒或明显的前倾位移现象,减小 $K_2$ 、 $P_2$ 参数值观察设备运行效果,直到不出现集群组倾倒和极板前倾位移现象为止;

所述的参数 $P$ 预减速百分比确定方法为:

参数 $P$ 取默认值 50%,设备调试模式下观察板链步进效果,若在挡杆信号检测出之前板链已经明显进入稳定阶段,说明 $P$ 值过小,加大 $P$ 值直到挡杆信号检测出之前板链刚刚进入稳定阶段为止;若 $P$ 值过大,则板链进入稳定阶段时速度过大,板链停止时容易出现集群组倾倒或极片前倾位移现象,减小 $P$ 值直到挡杆信号检测出之前板链刚刚进入稳定阶段为止;

对同一型号设备,电机、板链、集群都相同时,这些参数只需确定一次,确定后可作为已知常数直接用于观测方程和状态方程计算和结果判断。

## 一种蓄电池自动包片机板链速度控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于工业自动化控制领域,具体涉及蓄电池自动包片流水线上电机卷动板链的速度控制方法。

### 背景技术

[0002] 蓄电池作为一种绿色能源,属于国家《产业结构调整指导目录》的鼓励类产业,国家工业和信息化部颁布的《新能源汽车生产企业及产品准入管理规则》,将使用新型蓄电池(铅酸蓄电池、镍氢动力蓄电池、锂离子动力蓄电池)的混合动力乘用车、纯电动乘用车、纯电动商用车列为成熟期产品和发展期产品,这必将进一步刺激绿色新型蓄电池在该领域的消费,促进蓄电池及配套领域的科技和产业的快速发展。

[0003] 蓄电池极群全自动装配流水线(简称包片机)主要是基于以上的产业需求和环境背景下展开的,其主要功能是实现蓄电池极板包片生产自动化、清洁化,减少敏感岗位用工,可带动蓄电池制造装备产业的全面升级,增加产品附加值,进一步增强蓄电池产业的市场竞争力和提高行业知名度。

[0004] 如附图 1、2 所示:蓄电池生产过程中,需要将多个正极片、负极片采用隔膜纸包覆后交替叠放,然后将叠放整齐的极群组再装配到蓄电池中。而每一次正负极片交叠后,承载极群组的板链将向后移动一个位置间隔(位置传感器检测到挡杆时板链停止移动)。板链的卷动速度越快,流水线传输效率就越高;考虑到惯性原因,加减速率越小,板链上的集群组就越不容易倾倒。因此,板链的速度控制方法将直接影响包片机整体工作效率和成品质量。

[0005] 目前常用的板链卷动方法有步进电机、伺服电机、变频器等等。考虑到成本原因,步进电机驱动板链的方法比较常见。链板每传输一次,传动电机需要经历启动→加速→匀速→减速→稳定→停止这样一个过程。因此,板链的输送速度控制其实就是传动电机的转速控制,如何用最优方法加快电机转速、保证集群组稳定是电机转速控制的关键。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的就是克服现有技术的不足,提出一种蓄电池自动包片机板链速度控制方法。

[0007] 本发明一种蓄电池自动包片机板链速度控制方法,具体步骤是:

步骤(1):设备调试模式下,连续移动板链时,测量移动一个挡杆间隔距离 $\Delta L$ 时步进电机所需的脉冲数 Y。

[0008] 步骤(2):设备正常运行模式,板链输送集群组时,用多段状态方程和观测方程表示步进电机的各个时刻的速度状态:

$$\text{观测方程: } N(t) = l(t) \div \rho$$

$$\text{状态方程: } P(t) = P_0 + K_1 \times t \quad \text{加速阶段 } (P(t) < P_1, N(t) < Y)$$

$$P(t) = P_1 \quad \text{匀速阶段} (P(t) \geq P_1, N(t) < Y)$$

$$P(t) = P_1 - K_2 \times (t - t_2) \quad \text{减速阶段} (N(t) \geq Y, D = 0)$$

$$P(t) = P_2 \quad \text{稳定阶段} (N(t) \geq Y, D = 1)$$

其中  $l(t)$  为  $t$  时刻控制器已发送给步进电机的脉冲数,  $t_2$  为减速开始时间。 $\rho$  为预减速百分比,  $\rho > 0$  且  $\rho < 1$ ,  $\rho$  值越大, 减速时机越早;  $P_0$  为启动速度,  $P_1$  为最大速度,  $P_2$  为稳定速度,  $K_1$  为加速比率,  $K_2$  为减速比率,  $D$  为挡杆信号。

[0009] 启动电机时设置电机转速为启动速度  $P_0$ 。时间参数  $t$  值初始为 0, 然后每隔 10ms 时间  $t$  值向上累加。 $t$  值每次变化时将根据状态方程重设电机转速  $P(t)$ 。观测方程中, 脉冲计数  $l(t)$  值初始为 0,  $t$  每次变化时刷新计数值, 当  $N(t)$  值超过  $Y$  时电机进入减速阶段。在加速阶段, 当电机转速  $P(t)$  大于  $P_1$  时, 转速限定为  $P_1$ ; 在减速阶段, 电机转速  $P(t)$  小于稳定值  $P_2$  时, 转速定为  $P_2$  稳定值。在减速阶段, 当位置传感器检测到挡杆信号, 即  $D=1$  时, 电机状态进入稳定阶段, 转速定为  $P_2$  稳定值。在稳定阶段, 当挡杆信号消失, 即  $D=0$  时, 停止向电机发送脉冲, 链板停止。

[0010] 所述的挡杆信号  $D$  的确定方法为: 设备调试模式下调整挡杆传感器位置, 当传感器接近挡杆时, 指示灯亮, 信号  $D=1$ , 传感器离开挡杆时, 指示灯灭, 信号  $D=0$ 。

[0011] 所述的单位  $\Delta L$  对应电机脉冲数  $Y$  的确定方法为:

1)、设备调试模式下设置电机按照  $P_2$  稳定速度连续转动。

[0012] 2)、每检测到挡杆信号时脉冲计数  $l$  清零, 挡杆信号消失时  $l$  开始计数。

[0013] 3)、每次  $l$  清零前, 先用  $l$  计算  $Y$  值:  $Y = (l \div 100) \times 100$ , 这里用  $l$  对 100 取整, 主要考虑到每两个挡杆位置间隔距离  $\Delta L$  并不精确恒定, 有一定微小浮动存在。若  $l$  值较小, 则对 10 取整。

[0014] 此处  $Y$  值只需确定一次, 确定后可作为已知常数直接用于设备工作时的观测方程结果判断。

[0015] 所述的  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $K_1$ 、 $K_2$  五个参数确定方法为:

$P_0$ 、 $P_1$ 、 $K_1$  为电机启动速度、最大速度和加速比例, 设备调试模式下, 板链步进一个单位  $\Delta L$ , 若发现板链上集群组有极片后倾现象明显时  $P_0$ 、 $K_1$  过大, 发现电机有失步现象时

$P_1$ 过大,减小 $P_0$ 、 $K_1$ 、 $P_1$ 参数值观察设备运行效果,直到不出现极片后倾和电机失步现象为止;

$K_2$ 、 $P_2$ 为减速比例和板链稳定状态下电机速度,设备调试模式下,板链步进一个单位 $\Delta L$ ,若发现板链停止时,其上集群组有倾倒或明显的前倾位移现象,减小 $K_2$ 、 $P_2$ 参数值观察设备运行效果,直到不出现集群组倾倒和极板前倾位移现象为止;

所述的参数 $P$ 预减速百分比确定方法为:

参数 $P$ 取默认值50%,设备调试模式下观察板链步进效果,若在挡杆信号检测出之前板链已经明显进入稳定阶段,说明 $P$ 值过小,加大 $P$ 值直到挡杆信号检测出之前板链刚刚进入稳定阶段为止。若 $P$ 值过大,则板链进入稳定阶段时速度过大,板链停止时容易出现集群组倾倒或极片前倾位移现象,减小 $P$ 值直到挡杆信号检测出之前板链刚刚进入稳定阶段为止。

[0016] 对同一型号设备,电机、板链、集群都相同时,这些参数只需确定一次,确定后可作为已知常数直接用于观测方程和状态方程计算和结果判断。

[0017] 本发明的有益效果:本发明可以方便地对包片机设备的传输板链进行速度控制,提出的控制方法实现简单,调试方便,在提高板链传输效率的同时也保证了传输集群组质量,而且适用于各种嵌入式平台和包片机型。

## 附图说明

[0018] 图1为板链结构示意图;

图2为板链运输极板示意图;

图3为正常运行时板链速度控制曲线与实际速度的对比图。

## 具体实施方式

[0019] 步骤(1):设备调试模式下,连续移动板链时,测量移动一个挡杆间隔距离 $\Delta L$ 时步进电机所需的脉冲数Y。

[0020] 步骤(2):设备正常运行模式,板链输送集群组时,用多段状态方程和观测方程表示步进电机的各个时刻的速度状态:

观测方程:  $N(t) = l(t) \div \rho$

状态方程:  $P(t) = P_0 + K_1 \times t$  加速阶段( $P(t) < P_1$ ,  $N(t) < Y$ )

$P(t) = P_1$  匀速阶段( $P(t) \geq P_1$ ,  $N(t) < Y$ )

$P(t) = P_1 - K_2 \times (t - t_2)$  减速阶段( $N(t) \geq Y$ ,  $D = 0$ )

$$P(t) = P_2 \quad \text{稳定阶段} (N(t) \geq Y, D = 1)$$

其中  $l(t)$  为 t 时刻控制器已发送给步进电机的脉冲数,  $t_2$  为减速开始时间。  $\rho$  为预减速百分比 ( $\rho > 0$  且  $\rho < 1$ ),  $\rho$  值越大, 减速时机越早;  $P_0$  为启动速度,  $P_1$  为最大速度,  $P_2$  为稳定速度,  $K_1$  为加速比率,  $K_2$  为减速比率, D 为挡杆信号。

[0021] 如附图 3 所示, 启动电机时设置电机转速为启动速度  $P_0$ 。时间参数 t 值初始为 0, 然后每隔 10ms 时间 t 值向上累加。t 值每次变化时将根据状态方程重设电机转速  $P(t)$ 。观测方程中, 脉冲计数  $l(t)$  值初始为 0, t 每次变化时刷新计数值, 当  $N(t)$  值超过 Y 时电机进入减速阶段。在加速阶段, 当电机转速  $P(t)$  大于  $P_1$  时, 转速限定为  $P_1$ ; 在减速阶段, 电机转速  $P(t)$  小于稳定值  $P_2$  时, 转速定为  $P_2$  稳定值。在减速阶段, 当位置传感器检测到挡杆信号 (D=1) 时, 电机状态进入稳定阶段, 转速定为  $P_2$  稳定值。在稳定阶段, 当挡杆信号消失 (D=0) 时, 停止向电机发送脉冲, 链板停止。

[0022] 所述的挡杆信号 D 的确定方法为: 设备调试模式下调整挡杆传感器位置, 当传感器接近挡杆时, 指示灯亮, 信号 D=1, 传感器离开挡杆时, 指示灯灭, 信号 D=0。

[0023] 所述的单位  $\Delta L$  对应电机脉冲数 Y 的确定方法为:

1)、设备调试模式下设置电机按照  $P_2$  稳定速度连续转动。

[0024] 2)、每检测到挡杆信号 (D=1) 时脉冲计数 l 清零, 挡杆信号消失 (D=0) 时 l 开始计数。

[0025] 3)、每次 l 清零前, 先用 l 计算 Y 值:  $Y = (l \div 100) \times 100$ , 这里用 l 对 100 取整, 主要考虑到每两个挡杆位置间隔距离  $\Delta L$  并不精确恒定, 有一定微小浮动存在。

[0026] 此处 Y 值只需确定一次, 确定后可作为已知常数直接用于设备工作时的观测方程结果判断。

[0027] 所述的  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $K_1$ 、 $K_2$  五个参数确定方法为:

$P_0$ 、 $P_1$ 、 $K_1$  为电机启动速度、最大速度和加速比例, 设备调试模式下, 板链步进一个单位  $\Delta L$ , 若发现板链上集群组有极片后倾现象明显时  $P_0$ 、 $K_1$  过大, 发现电机有失步现象时  $P_1$  过大, 减小  $P_0$ 、 $K_1$ 、 $P_1$  参数值观察设备运行效果, 直到不出现极片后倾和电机失步现象为止;

$K_2$ 、 $P_2$ 为减速比例和板链稳定状态下电机速度,设备调试模式下,板链步进一个单位 $\Delta L$ ,若发现板链停止时,其上集群组有倾倒或明显的前倾位移现象,减小 $K_2$ 、 $P_2$ 参数值观察设备运行效果,直到不出现集群组倾倒和极板前倾位移现象为止;

所述的参数 $P$ 预减速百分比确定方法为:

参数 $P$ 取默认值 50%,设备调试模式下观察板链步进效果,若在挡杆信号检测出(D=1)之前板链已经明显进入稳定阶段,说明 $P$ 值过小,加大 $P$ 值直到挡杆信号检测出之前板链刚刚进入稳定阶段为止。若 $P$ 值过大,则板链进入稳定阶段时速度过大,板链停止时容易出现集群组倾倒或极片前倾位移现象,减小 $P$ 值直到挡杆信号检测出之前板链刚刚进入稳定阶段为止。

[0028] 对同一型号设备,电机、板链、集群都相同时,这些参数只需确定一次,确定后可作为已知常数直接用于观测方程和状态方程计算和结果判断。

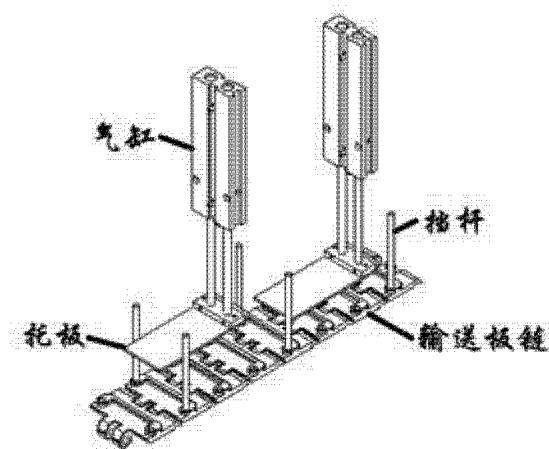


图 1

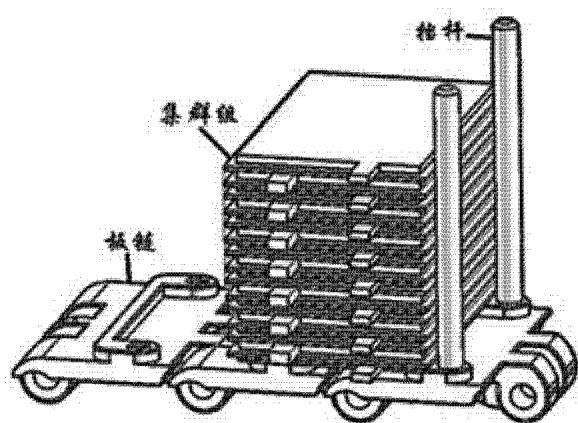


图 2

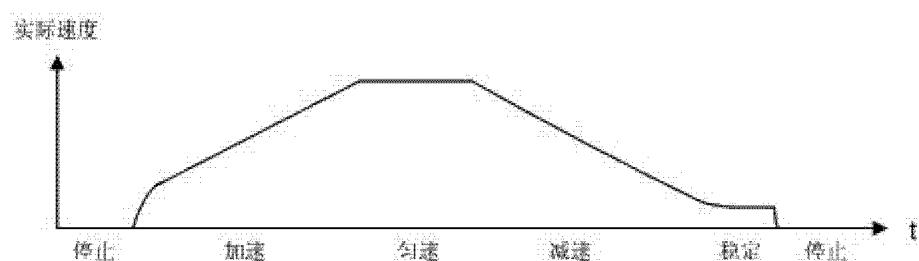
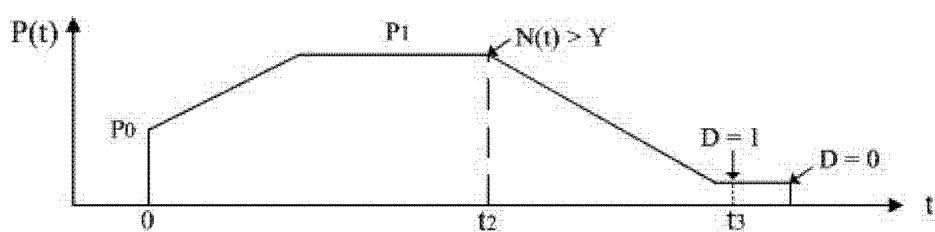


图 3