

快速称重传感器在电池极板称重分拣系统中的应用

徐 亮, 李 超, 陈 玲

(南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 针对电动自行车用蓄电池生产中需要根据其极板重量进行分拣的工艺要求, 提出了一种极板快速称重分拣的方法, 该方法利用无刚性冲击的间歇运动机构、快速数字式称重传感器、PLC 控制器、气动上下料系统等手段, 实现极板的自动化快速称重分选。重点讨论了该方法中最主要的部件: 智能快速数字式称重传感器的工作原理、参数设置、滤波方式的选择、称重数据采集的触发方式与震荡时间的计算与设置等, 有效地去除了由于分选机构的机械动作引起的机械振动以及工作现场的外界干扰对实际重量信号的淹没。以 PLC 作为智能传感器的上位控制器, 完成了 PLC 与智能传感器的通讯, 介绍了 PLC 对智能传感器的命令方式以及与控制器之间的数据交换、系统调试使用方法。

[关键词] 传感器, 极板, 称重, 分拣

[中图分类号] TP 212.1 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2009)02-0013-05

Application of Fast Weight-check Sensor in Accumulator Electrode Pads Weight Checking and Sorting System

Xu Liang, Li Chao, Chen Ling

(School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

Abstract In the production of accumulators used in electromotion bicycles pads are needed to be sorted by weight. Aimed at this work procedure, this paper gives a method of fast weight-check and sorting for pads. This auto fast weight-check and sorting method for pads makes use of non-rigidity-in-pact intermittent motion structure, fast digital sensor, PLC, and pneumatic material sending system to realize the fast weight-check and sorting for pads. The primary parts discussed here are the intelligent fast digital weight-check sensor, its work principle, parameters setting, choosing of filtering mode, spring mode of data-collecting, and the calculation and setting of the concussion time. The sensor avoids effectively the actual weight signal flooded by mechanical vibrations caused by sorting motion, and the interference from environment. The last part of this paper discussed the communication mode between the sensor and the upper controller (PLC), the command mode and data exchange mode of PLC with the sensor, and the debugging of the system.

Key words sensor, pads, weight-check, sorting

目前市场上销售的电动助力自行车几乎全部是用铅酸蓄电池作为驱动电源。铅制极板是蓄电池的主要构成部分, 占整个蓄电池重量的 80% 以上。蓄电池的充放电就发生在正负极板之间, 所以极板的重量一致性直接决定了电池质量的一致性。生产厂家在装配前普遍采用称重分选的方法把极板按重量分选出若干个等级。目前为止, 大部分蓄电池生产企业是利用人工进行极板分选。人工分选的缺点在于: (1) 效率低, 熟练工人尽全力才能达到 20~30 片/min 的速度; (2) 污染重, 蓄电池铅制极板中含铅物质呈粉末状, 且质地疏松, 开放式手工操作会导致较严重的粉尘飞扬; (3) 分选产品的精度低且不稳定, 主要原因是用于称量的普通电子秤需要一定的稳定时间, 且受到工人的体力和情绪影响。采用自动化称重分选是该项工艺的发展方向。自动化称重方法和系统已有不少研究^[1-4], 但由于应用系统的要求不同, 使用场合不同, 各系统差异很大, 不能够互用。经过调查研究认为, 蓄电池极板机械化自动分选设备必须要满足以下两个基本要求: (1) 要求机械化分选的精度要稳定在人工分选之上。(2) 分选的效率、经济性要好于人工分选。后一项是目前最关键也是最难达到的技术指标, 还由于受到成本的制约, 厂家没有采用机械化分选的积极

收稿日期: 2008-10-06

通讯联系人: 李 超, 教授, 研究方向: 机电一体化工程。E-mail: lichao@njnu.edu.cn

性. 现有方法^[2-3]就是因为效率不高而得不到生产厂家的认可. 因此, 没能研制出高效率的电池极板分选机械是制约机械化分选的原因.

本文提出了电池极板快速称重分选方法, 利用无刚性冲击的间歇运动机构、快速数字式称重传感器、PLC 控制器、气动上下料系统等手段, 实现极板的自动化快速称重分选, 以期解决企业快速安全分选极板的生产需求.

1 快速称重分选方法原理及系统组成

手工极板称重分选的过程是: 将极板放在称重仪器上, 称出其重量值, 与规定值进行比较, 得出其所属规格类别, 然后将极板放入相应规格的容器内. 再取第二片极板, 重复上述动作. 这样的方法效率极低, 主要是称重仪器的利用率很低, 而且手工操作, 偏差较大.

要实现快速称重分选需要从几方面入手: 要完成称重并分选的工作, 经过取料—移动—放料—称重—去料—移动—归类—收料等一系列动作. 首先, 单个串联动作的快慢直接影响工作效率, 虽然可以从提高动作速度来提高称重分选效率, 但由于这些动作都是机械运动, 提速受到各种因素的影响, 从而受到一定限制; 其次, 机械动作要在快速的前提下运行平稳, 加速度的突变会给系统造成刚性冲击, 要求设计运动部件的加速度值连续变化, 严重影响系统稳定性; 再则普通的称重器件(电子秤等)由于其机械和电气系统特性所限, 其响应时间较长, 需要一个响应速度快, 并能迅速稳定的传感器快速测得准确的数据并在适当的时机实时传送给控制系统, 与其它动作配合完成快速分选.

本文提出了快速称重分选的思想及其具体实现方法: 首先把传统称重分选动作由顺序进行(串行)改进为并列进行(并行), 即: 取料、放料、称重、分选、收料等系列动作并列完成, 如图 1 所示. 当第一片极板称重时, 第二片在等待; 当第一片在分选时, 第二片在称重, 第三片在等待, 以此类推.

设备运行时, 3 个工位均保持工作状态. 只有工位转换时, 传感器才空闲, 大大提高了利用率. 随着工位转换速度的提高, 也大大提高了生产效率. 研制成功的间歇式机械运动装置, 机构在间歇运动中加速度平稳变化, 做到在提高动作速度的前提下运动件的加速度平稳变化^[5].

整个系统主要由控制单元(PLC)、检测单元(称重传感器)和输出单元(电磁气动系统与机械装置^[5])构成, 如图 2 所示.

- 检测单元: 主要由称重传感器和一系列接近开关组成, 用以获取称重数据和设备运行状况信号.
- 输出单元: 包括了间歇式旋转称重平台和闸门式出料口, 以及一系列电磁阀、继电器和接触器、气缸等组成, 进行电路、气路的接通和关断, 实现控制信号的動作.
- 控制单元: 整个系统的控制器, 负责处理传感器数据以及各种控制信号的处理, 同时输出各个执行机构的控制信号.

2 数字式快速称重传感器

快速称重传感器是称重系统能否提高工作效率的关键部件. 在快速称重实施过程中被称重物体在称重平台上的时间很短, 一系列把物体快速送上和快速退下以及把其输送到指定位置等机械动作会带来较大的机械冲击力和震动. 普通的称重器件由于其固有频率、系统阻尼、滤波特性、抗干扰特性等一系列技术问题使得其不能胜任快速称重的任务. 因此, 必须选择精度和速度能够适应这种工况要求的传感器^[9]. 经过对比试验, 选用德国 HBM 公司生产的 F11/1 型数字式称重传感器. 这是一种动态快速传感器, 可设置的参数很多, 适应范围较广, 在具体应用时, 需要根据使用的场合正确设置参数和通讯命令才能使其发挥应



图 1 工序流程图
Fig.1 Working procedure flow chart

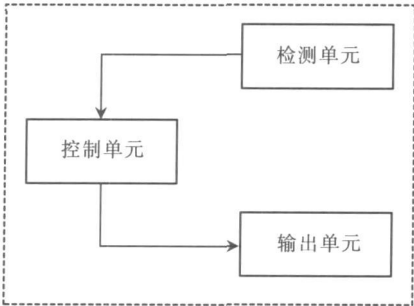


图 2 系统构成图
Fig.2 System composing chart

有的作用.

2.1 传感器的原理与系统调试

FIT/1型传感器内部设有快速采样单元, 在 A/D 转换的时候进行离散化采样, 这种离散化不仅在时间上, 也在测量值上. 如果将测量范围保持在默认量程 (如 5 kg), 系统就将测量量程分为 100 000 格, 测量精度就是 0.05 g 为了得到更为准确的测量值, FIT/1型传感器允许用户自定义量程^[6]. 测量单位的选择对测量精度影响很大, 单位越小精度越高. 实验中实际测量的物品只有 50 g 左右, 所以测量单位就应该选择 g 在 Parameter- > Legal for trade- > Unit 位置, 输入重量, 然后写入 EEPROM, 就设定了传感器的测量单位. 其次, 选择测量值的范围. 在 AED- Panel 界面上可以设置的测量值长度为 7 位数, 根据小数点的不同位置, 决定以 0.000001~9999999 为测量值范围. 实验中只需要 100 的测量值范围, 所以通过设置 Parameter- > Legal for trade- > Decimal point 参数为 XXX.XXXX, 就可以使测量值在 0~999 之间, 小数点后保留 4 位. 不但测量范围足够, 还保证了测量精度. 最后, 选择测量量程. 如果直接使用默认量程, 就会浪费测量范围, 增加滤波复杂度, 降低测量精度. 因此需要把测量量程设置在合适的范围内. 由于实验中所需要的测量范围大约在 50 g 左右, 因此把测量量程设置在 0~100 g 最为适宜.

通过以上一系列的设置, 就将 FIT/1 型数字式传感器的量程设置为 0~100 g 精度为 0.001 g 的范围. 并且 FIT/1 型数字式传感器已经能够准确地测量待测物的重量, 并通过 AED- Panel 软件显示跳动的测量数值.

FIT 系列数字式传感器较其它传感器最大的优点在于, 它内部包含了一个较为强大的能够设置滤波模式的数字滤波器, 可以将测得的数字信号经过适当滤波后, 再传输出去, 这给不同的使用工况提供了极大的方便. 例如, 要使该滤波器滤除特定的谐波, 首先需要分析实际测量到的数据波形包含哪些主要的谐波. 利用 AED- Panel 软件, 可以绘出使用现场实际物品称重时测量波形曲线, 如图 3 所示:

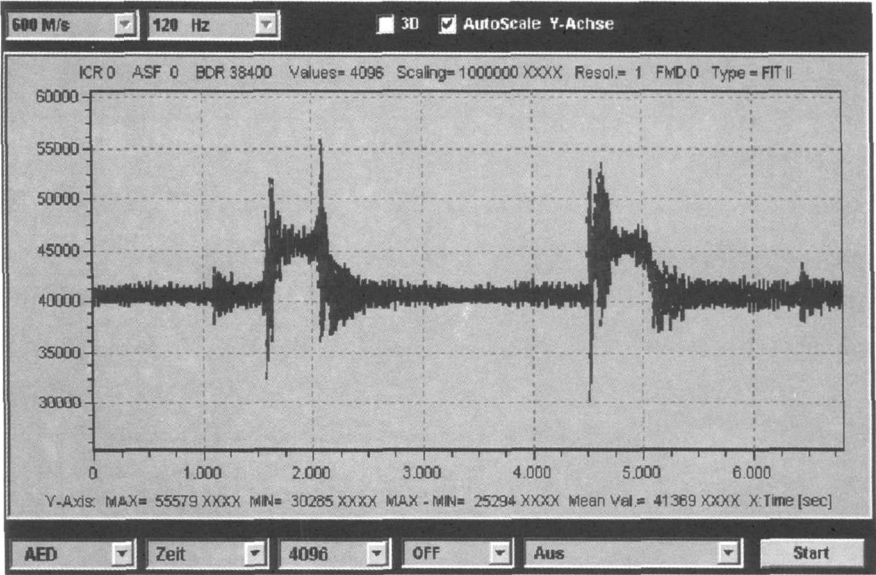


图 3 实测称重运动特性曲线

Fig.3 Actual measure weight-check motion diagnostic curve

由图 3 可知, 显示信号特点是: 瞬间产生, 典型的阻尼振荡之后, 急剧减小消失. AED- Panel 软件提供了 IIR2、IIR8、IIR32 等多种滤波模式, 其中 IIR2、IIR32 等针对动态滤波方式, 而 IIR8 等针对静态. 实验中经过反复的对比试验分析, 选择了 IIR8 滤波模式, 并确定主频率在 0.7~0.9 之间, 故选择滤波频率为 0.85 Hz, 其它的都作为谐波滤除掉. 经过设置滤波参数, 软件上显示的测量数值已经比较平稳, 不再大幅度跳动了, 但距离理想的运动特性曲线, 如图 4 所示, 还是有一定距离, 仍会有少量谐波.

FIT/1 型数字式传感器有内部上升沿触发; 内部下降沿触发; 外部上升沿触发; 外部下降沿触发 4 种测量方式. 由于实验中无法预测信号触发的正确时机, 为了及时捕捉信号上升沿, 选择内部上升沿触发, 由此要设置触发幅值、震荡时间等参数.

FIT/1 型称重传感器设置这些参数并不是实际时间值, 而是根据换算公式来折算, 具体公式如下:

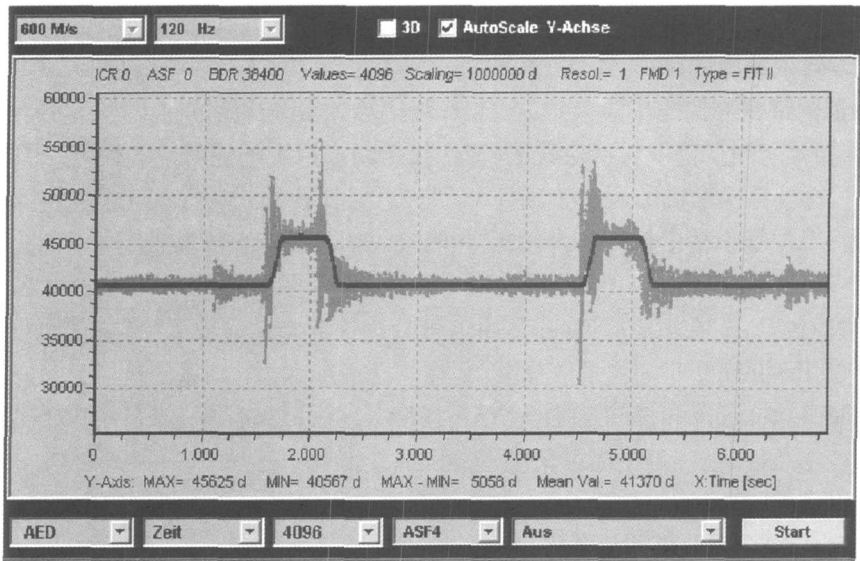


图 4 滤波后的理想特性曲线

Fig.4 Perfect diagnostic curve after filtering

震荡时间参数公式: $D = T / (1.6 \text{ ms} \times 2 \times \text{ICR})$, (1)

其中, D 为换算值; T 为震荡时间; ICR 为内部变换率, 默认值为 2

测量时间参数公式: $D = T / (1.6 \text{ ms} \times 2 \times \text{ICR})$, (2)

其中, D 为换算值; T 为测量时间; ICR 为内部变换率, 默认值为 2

经过实际测试, 当设备正常运转时, 波形的周期为 0.67 s 上升沿和下降沿宽度均为 0.07~0.1 s 左右, 信号震荡时间约为 0.12~0.18 s 信号稳定期间的幅值波动范围为 +0.5~-0.5 g 测得以上数据后, 结合厂家给出的计算公式, 得出主要设定值. 为避免因环境干扰、机械振动或摩擦造成的误动作; 震荡时间取最大值 0.2 s 折算成设置值: $D_1 = 0.2 \text{ s} / (1.6 \text{ ms} \times 2^2) \approx 35$ 在震荡时间内, 传感器不采集数据, 以避免相应曲线的超调部分; 测量时间取最小值 0.3 s 折算成设置值: $D_2 = 0.3 \text{ s} / (1.6 \text{ ms} \times 2^2) \approx 50$

在测量时间, 传感器可以根据实际需要设置多种采样频率来采集数据, 待测量时间结束, 求出算术平均值, 存放在 EEPROM 里, 等待传输. 为了得到尽量准确的数据, 实验中将采样率设置为 10 000 输出的数据是这些采样数据的算术平均值, 这将大大提高测量数据的精确度和可靠性.

2.2 传感器与 PLC 的通讯调试

由于内部采用了嵌入式系统, FIT 系列传感器兼容多种通讯协议. 如 FIT/1 型数字式传感器就可以通用 RS232 RS485 CANOpen 和 DeviceNet 总线标准, 并根据不同的总线标准分为不同的扩展型号. 在本系统应用中, 采用的是比较常见的 RS232 串口总线及其通讯协议, 且其 185KB/S 的传输能力也达到了设计要求. 具体接线图如图 5 所示.

图 5 中, 传感器引出线中的红线为电源线, 需要 10~30VDC 电源供电; 白线为信号与电源公用地线; 蓝线和绿线分别为数据读入、读出线; 银色线实际是屏蔽网的延伸, 已与传感器内壁相接, 起到隔离外界电磁波干扰的作用. 所有接线都应该以 RS232 接口制作的标准做成插头.

RS232 通讯协议不仅包括上述硬件协议, 还包括软件协议——数据传输的参数设置. 其中包括了波特率, 校验方式和串口编号. 如果不能准确地知道这些参数, 就无法将传感器与其它数字设备连接. 利用 HBM 公司随产品附赠测试软件 AED_Panel 使 PC 串口与传感器通讯. 在 AED_Panel 软件通讯模式选项中, 选择 PC-COM port(main channel RS232 or RS485), 软件即跳转到串口通讯设置页面. 在该页面的串

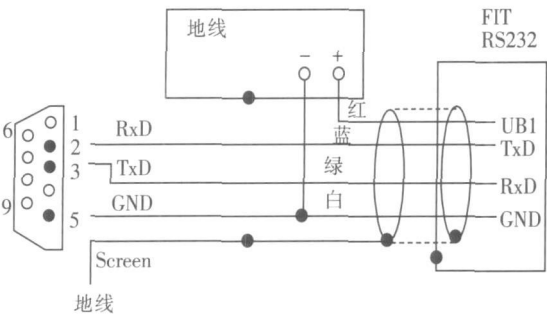


图 5 RS-232 通讯接线图

Fig.5 RS-232 protocol wiring diagram

口设置框, 有传感器默认的波特率、校验方式和串口编号等界面参数框. 尝试用默认设置搜索传感器, 若成功, 则表明传感器的串口设置值即为默认值; 否则, 可以通过改变串口设置框内的设值, 尝试与传感器通讯, 直到测试软件与传感器通讯成功. 如与三菱 FX-2N 型 PLC 进行通讯, 而 PLC 的串口通讯设置为波特率 9600 偶校验方式, 使用默认 1 号串口^[6], 在 AED-Panel 的串口设置框内根据 PLC 的这些参数逐个选定, 并利用软件上的确认命令将这些参数写进传感器内部 EEPROM 里, 以后传感器就会按照设置的参数进行通讯了.

系统工作时, 按照 PLC 的串口通讯规则^[7], 在相邻 5 个数据格内分别存放 MSV?; 这 5 个字符的 ASCII 码, 如图 6 所示并在 PLC 程序中编写语句:

```
RS D10 D1 D21 K10
MOV D1 K5
```

传感器接收到这些数据后, 就会把测量值数据传输到 PLC 中以 D21 起始的 10 个数据格内, 同时将 M8123 置位.

3 结 论

要实现蓄电池极板自动化快速称重分选, 除了有机构的创新设计和机、电系统的密切协同以外, 快速称重传感器合理正确的使用是非常重要的因素. 通过大量的现场实验, 对数字式称重传感器进行了合理地系统调试和通讯命令调试, 实现了数据的快速准确的传递, 大大提高了分选系统的效率和准确性. 系统试验表明, 原本 4 人一班的工组, 现在只需一人操作, 产量增加了 1 倍以上, 同时还有效率提升的空间. 此设备只需工人上料和装箱, 中间过程全部实现了自动化, 易于实现污染封闭, 减轻对工人的伤害.

D 10	H 004D
D 11	H 0054
D 12	H 0056
D 13	H 003F
D 14	H 003B

图 6 “MSV?”在 PLC 内的表示方法
Fig 6 Express means of “MSV?” in PLC

[参考文献] (References)

[1] 赵忠芳, 黄开胜. 基于 PLC 的充电电池负极片自动称重分拣系统 [J]. 机电工程技术, 2008 37(3): 78-80
Zhao Zhongfang, Huang Kaisheng. Electrification battery cathode pads auto weight-check and sorting system based on PLC [J]. Mechanical and Electrical Engineering Technology, 2008, 37(3): 78-80 (in Chinese)

[2] 彭正雄. 自动称片机中极板的分类收集方法: 中国, 200510041004. 5[P]. 2006-01-11.
Peng Zhengxiong. Pads sorting and collecting method in auto pads-check machine. China No 200510041004. 5[P]. 2006-01-11. (in Chinese)

[3] 李晓里. 称重分拣机: 中国, 200520020843. 4[P]. 2006-07-26
Li Xiaoli. Weight-check and sorting machine. China No 200520020843. 4[P]. 2006-07-26 (in Chinese)

[4] 朱子健. 基于先进数据处理技术的智能称重传感器研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2005
Zhu Zijian. Research of aptitude weight-check sensor based on advanced data processing technology [D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2005. (in Chinese)

[5] 李超. 电池极板并行快速称重分拣方法: 中国, 200710021154. 9[P]. 2007-08-29
Li Chao. Battery pads parallel fast weight-check and sorting method. China No 200710021154. 9[P]. 2007-08-29. (in Chinese)

[6] 史国生. 电气控制与可编程控制器技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004
Shi Guosheng. Electric Control and Programmable Controller Technology [M]. Beijing: Chemistry Industry Press, 2004 (in Chinese)

[7] 孙耀庭. 关于如何选用称重传感器的几点建议 [J]. 计量技术, 2001(1): 53-54
Sun Yaoting. Some advises about how to select weight-check sensor [J]. Measurement Technique, 2001(1): 53-54 (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]