

PLC Automatic Control of High Nickel Ternary Cathode Material Washing and Coating Medium Vertical Filter Press

Fengping Wen Jianguo Deng

Ningxia Sinochem Lithium Battery Material Co., Ltd., Zhongwei, Ningxia, 755000, China

Abstract

When $\text{LiNi}_{0.90}\text{Co}_{0.055}\text{Mn}_{0.045}\text{O}_2$ high nickel terpolymer has more lithium alkaline substances remaining on the surface of the material after a single sintering, it will have adverse effects on electrode preparation, material storage and electrochemical performance. The residual lithium on the surface of the material is usually dissolved by washing process, and the surface is repaired by secondary sintering to improve the electrochemical performance of the material. In this paper, the vertical filter press, the key equipment of the process, is selected as the research object, combined with the special requirements of the lithium battery industry for equipment and equipment, and the selection of equipment, materials, process flow and automatic control are comprehensively considered. The electrical system adopts Siemens smart200PLC and its Kunlun on-state HMI touch screen control, and reserves DCS remote communication interface to realize remote control and monitoring of the filter press.

Keywords

solid-liquid separation; filter press; PLC; PID automatic control; three-state control

高镍三元正极材料水洗包覆中立式压滤机 PLC 自动控制

文风平 邓建国

宁夏中化锂电池材料有限公司, 中国·宁夏 中卫 755000

摘要

$\text{LiNi}_{0.90}\text{Co}_{0.055}\text{Mn}_{0.045}\text{O}_2$ 高镍三元材料在完成一次烧结后材料表面残存较多的含锂碱性物质时,会对电极制备、材料的储存和电化学性能产生不利影响,通常采用水洗工艺溶解去除材料的表面残锂,并结合二次烧结修复其表面,改善材料电化学性能。本文选取工艺流程关键设备立式压滤机做为研究对象,结合锂电行业对装置设备的特殊要求,在设备选型、材料用料、工艺流程及自动化控制中加以综合考虑。该电气系统采用西门子smart200PLC及其昆仑通态HMI触摸屏控制,预留DCS远程通信接口,可实现压滤机远程控制与监测。

关键词

固液分离; 压滤机; PLC; PID自动控制; 三态控制

1 引言

压滤机是固液分离设备的一种,其中立式压滤机由于具有占地面积小、过滤面积大、过滤能力可调节以及对物料的适应能力较强等诸多优点,被广泛应用于矿山、冶金、化工、医药和食品等行业中。为了适应锂电工艺要求,需对笔者所在公司一台立式压滤机,进行自动化系统改造工作,需要根据工艺流程的设定,调整部分输入输出,重新编写PLC控制程序及触摸屏人机交互界面,实现立式压滤机的自动控制及远程控制。经过对此立式压滤机的改造,满足了三元正极材料在水洗压滤工艺中的特殊要求,产生了很好的经济效益。

工艺流程: 板层关闭加压→进料过滤→压榨滤饼→风

吹滤饼→板层打开→卸饼。

高镍三元正极材料水洗压滤工艺流程图见图1。

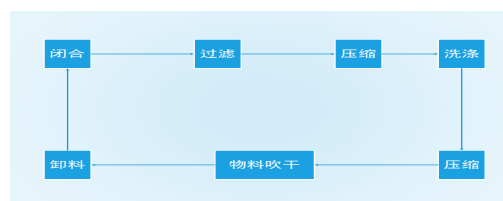


图1 高镍三元正极材料水洗压滤工艺流程图

2 工作流程

压滤机的工作原理是靠固液的重力及外力(气压或水压)的作用,在过滤介质(滤布)两次产生压差,实现固液分离。根据生产需要,工艺流程分为两种模式,一次挤压模式和二次挤压模式,根据工艺的不同,两种模式之间可以进

【作者简介】文风平(1975-),男,中国山东临沂人,本科,工程师,从事电气工程研究。

行切换。控制工作模式有六个过程,即过滤、一次压缩、洗涤、二次压缩、卸料、吹干等工艺过程,①过滤。当过滤板框关闭后,料浆同时通过料浆管进入每个滤腔。滤液通过滤布进入滤液腔,然后进入滤液软管,最后达到滤液管。②一次隔膜挤压。高压水通过高压水软管进入隔膜上方,隔膜向滤布表面挤压滤饼,从而将滤液挤出滤饼。③滤饼洗涤。洗涤液经与料浆相同的路径被泵送到过滤腔;由于液体注满滤腔,隔膜被抬起,水从隔膜上方挤出。洗涤液在通过滤饼和滤布后流入排放管。④二次隔膜挤压。在洗涤阶段之后留在滤腔里的洗涤液重复第二步,将滤液挤出。⑤滤饼吹干。滤饼的最后干燥是由压缩空气完成的,通过分配管进入的空气充满了过滤腔,抬起隔膜,使隔膜上的高压水排出过滤器。通过滤饼的气流减少水分含量到最佳程度,同时排空滤液腔。⑥滤饼的排出与滤布洗涤,当干燥过程完成后,板框组件打开,滤布驱动机构开始运行,滤布上的滤饼从过滤机两边排出。同时,安装在压滤机里的洗涤装置冲洗滤布的两面,以确保过滤效果前后一致,而不需添加任何装置。

3 工艺及设备要求

工艺及设备要求见表1、表2。

4 自控要求

4.1 自动控制要求

全自动压滤机控制系统的主要功能包括测试、手动、自动、参数设定、显示和报警故障诊断等。测试功能要求转换开关置位在测试位时,通过触摸屏按钮开关选择要测试的

执行机构(如水泵、阀门等),可以单独测试选择的设备动作是否正常。手动功能要求当转换开关置位在手动位时,按压闭合、过滤、洗涤、挤压、吹干、卸料按钮启动相应的生产工序。自动功能要求转换开关置位在自动位时,按压程序启动按钮,压滤机从初始位置开始运行并自动连续工作。参数设定功能要求由操作人员控制的各个工艺时间,可以通过触摸屏进行调整,程序内部的时间控制,技术人员在授权的情况下可以进行调整。显示功能要求在压滤机闭合、过滤、洗涤、挤压、吹干、卸料等工序过程中,显示屏上显示相应的工作状态和工艺参数^[1]。报警、故障诊断功能要求在压滤机操作、运行过程中,当出现故障时发出报警信号并防止过滤机及其附属设备受到损坏,同时在显示屏上显示具体的故障点。

4.2 控制系统硬件组成

全自动压滤机控制系统主要由PLC与触摸屏HMI组成,配备以太网接口模块,可以方便地接入工厂控制网络。本系统西门子PLC系列,触摸屏采用国产昆仑通态系列人机界面产品。全自动压滤机控制系统的输入信号包括操作选择、接触器和热继电器状态、阀门状态、接近开关、保护等开关量信号,输出信号包括报警输出、阀门开闭、电机控制、指示输出等开关量信号,多个温度、压力、流量等模拟量信号。通过对检测、控制对象的分析和统计,系统硬件选择见表3。

4.3 控制系统软件设计

4.3.1 主程序设计

根据全自动压滤机的控制要求,按照不同的功能要求把程序分为多个子程序,在主程序中加以调用。

表1 工艺要求

用途:用于水洗后物料除水,满足干燥前的物料含水要求			
台/套数	工艺要求		
	压滤前	压滤后	其他
1台套	1)物料:三元正极材料浆料 2)颗粒D50:3.0~20.0μm 3)物料批次处理量:大于1000kg/次(浆料中干料1000kg,水2000kg,浆料中液固质量比为1:2) 4)料温≤80℃	1)物料:三元正极材料块状滤饼 2)颗粒D50:3.0~20.0μm 3)密度:1.5~3.0g/cm³ 4)滤饼含水率:满足工艺要求 5)磁性异物防护满足要求	1)从进料至出料满足工艺要求 2)设备禁铜、锌 3)压滤过程中的粉尘处理需进行防护,提供除尘接口 4)设备满足自动化满足工艺技术要求

表2 设备要求

序号	项目	技术性能数据	备注
1	过滤面积	满足工艺要求	
2	滤框高度	根据设备选型确定	
3	进料压力	0.3~0.6MPa	
4	隔膜挤压	0~1.5MPa	
5	高压空气(风干空气)	0.4~0.8MPa	
6	滤布	满足工艺要求	耐碱腐蚀

模块化设计使程序的调试和维护简单方便，并使软件具有良好的可移植性和可扩展性。更重要的是，由于只有选中子程序时，才激活子程序，这样就可以减少扫描时间，提高程序运行效率。根据控制要求，压滤机控制包含手动/自动运行模式，是一个典型的三态控制系统，通过控制柜面上的选择开关可以选中手动/自动/测试 3 种运行模式^[2]。控制柜面上设置了 7 个带灯按钮，用来选中短程序/长程序模式包含的各工作流程阶段并指示其运行状态。长短程序可以通过触摸屏上的按钮进行切换，程序中通过有条件的跳过清洗、二次压缩阶段来实现这一功能。关于三态控制，手动控制就是将自动控制的每一工艺流程分开来操作，手动操作的顺序是从左到右，自上而下。测试机构也是试验操作，一方面单独调试每一个阀门，电机及液压站的动作正确与否，及时做出调整，另一方面统计试验数据，为后续的手动和自动控制提供数据支持，再确定整套系统的工艺流程。

4.3.2 初始化流程。

初始化流程图如图 2 所示。

4.3.3 HMI 显示系统

昆仑通态触摸屏是一款高性能嵌入式触摸屏，具有耐用性，响应速度快，节省空间，便于通信等诸多优点，支持 Activex 和 OPC 技术。用它可以建立动态显示窗口。在画面窗口中，通过对多种图形对象的组态设置建立相应的动画连接，用清晰生动的画面反映机器控制过程^[3]。

监控系统主要实现的功能：

①显示功能：工艺流程、测量值、设备运行状态、操作模式、报警等显示、画面调用。

②报警处理与故障诊断功能：记录报警发生时间、故障内容等信息，并直观地显示在画面上，方便设备维护与故障排除。

③画面系统对系统料位参数进行修改，实现对系统自动，手动切换。

④管理权限：实现不同级别的系统管理权限，普通操作员可以选择操作模式，控制机器运行，设置工艺参数等，管理员在身份确认后可以对特殊参数进行修改。

⑤操作控制功能：根据界面上的按钮可以对各条皮带进行操作，比如启动、停止，对料位按工艺要求进行设定并对其进行选择。

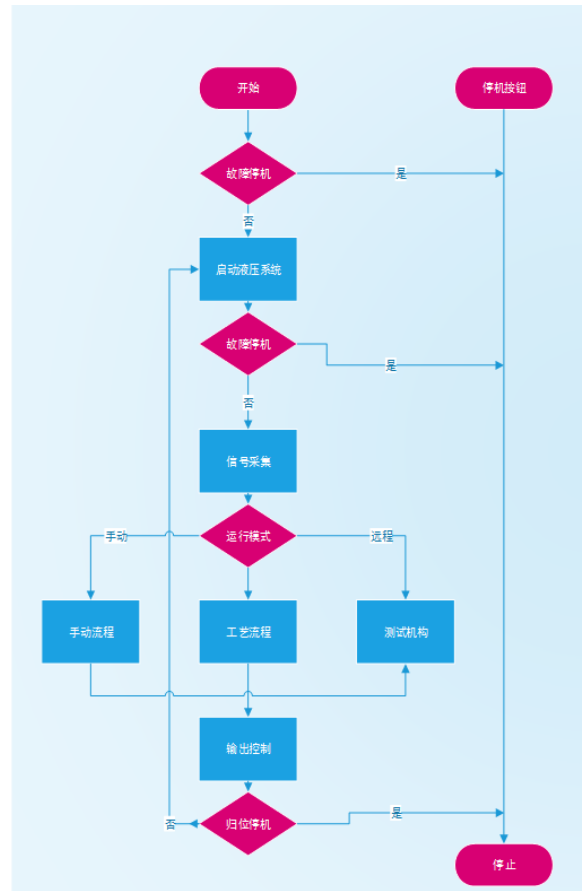


图 2 主程序控制流程图

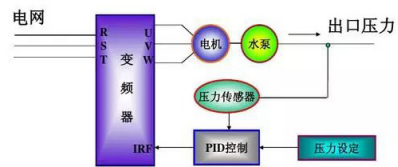


图 3 水压控制流程图

表 3 系统硬件列表

名称	型号	数量
电源	明纬 SP100-24	1 块
CPU	Smart200-SR60	1 块
开关量输入 / 输出	DI16 6ES7288-2DE6-0AA0	16 路 (DI)
模拟量输入 / 输出	EMAM06	6 路 (4AI/2AQ)
触摸屏	MCGS-TPC7022Ex (带网口)	1 块
工业交换机 5 口	TP-LINK	1 块

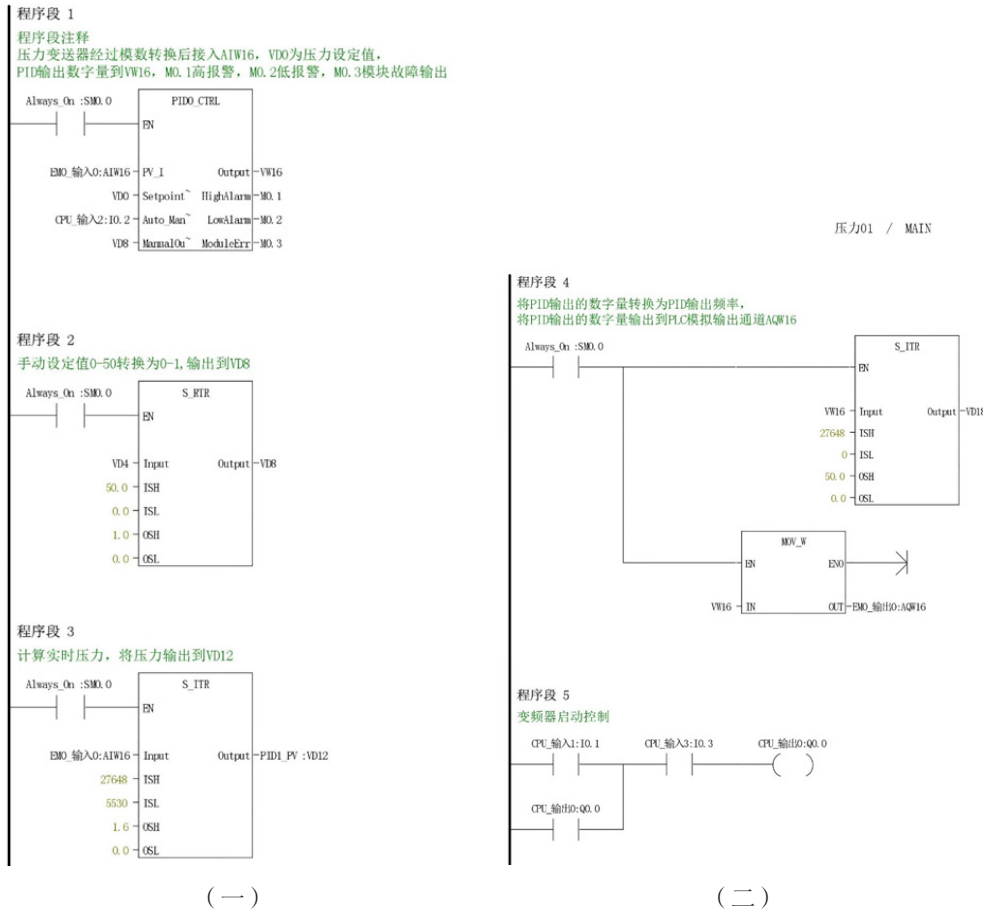


图 4 部分参考程序

5 部分参考程序

部分参考程序见图 4。

6 结语

论文使用 smart200PLC 及昆仑通态 HMI 等主要控制硬件来实现立式压滤机的自动控制系统的设计，使压滤机整个运行过程连续、稳定、可靠。在对电池三元正极材料的碱残留清洗过程中，比卧式压滤机表现出占地面积小，效率高等特点，在设计过程中更加注重物料的跑冒滴漏，提高回收利用率。在接触材料的设备材料选用上，充分考虑三元正极材料烧结后的特性，避免其他金属异物和非金属异物的引入。在压力控制上采用 PID 控制，充分达到不破坏物料结构的

效果，又能压滤出多余的水分，在滤布的选择上进行了多次试验，考虑物料的充分回收与利用，并且考虑运行成本和维护成本，通过预留网口及 RS-485 通信接口，为将来实现远程控制，联机运行提供可能。笔者阐述了立式压滤机在锂电行业的具体工艺要求和控制要求，对同类产品的开发有一定的借鉴作用。

参考文献

- [1] 何军. BLZG38型全自动立式压滤机的开发设计[J]. 过滤与分离, 2007(2).
- [2] 胡启峰. 全自动立式压滤机的机构探讨[J]. 金川科技, 2007(4): 54-56.
- [3] David A. Geller. 可编程控制器原理与设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.