

锂电正极材料正压输送与负压输送系统的研究

熊 伟 唐 进

(1. 北京矿冶科技集团有限公司, 北京 100160)

(2. 北京当升材料科技股份有限公司, 北京 100160)

(3. 江苏当升材料科技有限公司, 江苏 南通 226100)

摘 要: 随着我国新能源产业的发展, 锂电池逐渐成为新能源汽车的核心零部件, 在日益发展进程中锂电池正极材料需求不断扩大。锂电池正极材料工艺流程主要为: 配混-烧结-破碎-包覆-干燥-烧结-包装, 这一系列过程中因物料流转需求主要使用正压输送系统和负压输送系统两种。通过对两者输送状态进行分析对比, 得出在系统标准配置下设备的使用状态对物料的影响。为建设安全可靠、绿色高效的自动化工厂奠定了基础。

关键词: 锂电池正极材料; 正压输送; 负压输送

1 现状

锂电池中正极材料是制造锂离子电池的关键材料, 其性能水平直接决定了锂电池的各项性能和指标, 就目前市场中的锂电池正极材料主要为: 锰酸锂、钴酸锂、磷酸铁锂和三元材料等等。相比其他锂电池其他材料而言, 正极材料的品列更加多样, 其中生产工艺越来越复杂、品质管控风险大、产线联动性要求高、物料输送环境温度湿度要求高, 因此, 其质量管控要求非常严格。

如正极三元材料, 不同系列的产品生产工序不同, 其制造过程中物料流转会出现金属异物引入、温湿度变化、粒度变化等风险, 造成产品超出相关质量管控标准, 这就对其设备自动化程序和现场质量管控水平提出了更高的要求。在物料转运过程中, 从上世纪 90 年代人工搬运发展到螺旋输送、气流输送(正压输送、负压输送), 气流输送得到了广泛应用。大多数粉末输送主要由气动输送控制, 气动输送是通过气体能量输送固体粉末或颗粒的技术。随着技术创新技术的发展, 各种气力输送装置应运而生, 为粉末气力输送的发展奠定了良好的基础。通过优化控制系统自动化参数的控制和设置, 完善不同工况下的硬件状态、补气位置、弯头拐角, 使得粉体气力输送技术进一步优化, 表现出良好的优越性能, 扩大了应用范围。

2 正压输送与负压输送简介及优缺点分析

正压输送和负压输送在锂电池正负极材料应用均较为广泛, 其中正压输送相对应用较广。正压输送利用压缩空气压力使物料从原料仓压入目标料仓, 具有输送可靠、气流充足、物料质量管控(露点、杂质)风险引入较小。负压输送利用真空负压使得被吸的物料从原料仓吸到目标料仓, 具有节约压缩空气、维护简便、管道维护简便等特点。

正压输送一般为正压输送系统, 主要由正压输送发送罐、发送管道、接收仓、气固分离器组成, 正压输送方法分为稀相气力输送、浓相动压气力输送、浓相静压

气力输送, 通过利用管道起点和终点的压力差, 使得气体在管道内流动, 带动物料从输送起点运动至终点, 最终使得物料与气体分离。其中稀相气力输送系统输送气体的压力小, 输送速度大, 气流速度在 10~50m/s, 对机械系统的磨损大; 浓相动压气力输送系统适用于粉煤灰、食品及医药、化学工业材料的输送, 它具有稳定性好、维护量少、输送效率高、对整个机器管道磨损小、能耗低、性价比高的特点, 是目前应用比较广泛的气力输送系统。其特点主要在于输送距离较长(进行多点补气)、需确保压缩空气气源压力和干燥等要求、配置设备较多管理难度和成本较大、空间需求大、打料可靠气流较足、物料性能(露点、杂质)得到可靠的保障。

负压输送典型的设备为真空上料机, 其主要由真空泵组、上料机、料仓、管道组成, 其原理利用真空发生器或真空泵组作为真空源, 利用真空上料机将物料从容器中直接吸入至真空上料机系统内。为保障设备真空泵组的使用可靠性, 防止粉尘通过真空上料机滤芯进入泵组导致系统故障, 在真空系统中有大量的超细粉尘, 为了回收细粉尘防止环境污染, 配置了两级除尘装置。其特点主要在于以空气为主、节约压缩空气(经济)、设备简单价格便宜、维护简便、占用空间小、输送距离较长会导致管道内堵料、物料在管道内密闭输送, 不受环境、气候等条件影响, 物料漏损、飞扬量很少, 环境卫生较好、负压输送导致物料(特殊条件下)接触外部空气, 导致水分不受控, 使得物料质量方面不受控(导致水分高、总碱高、金杂高)。

3 正压输送与负压输送全流程运用建议

气流输送以气流为动力搬运粉体材料, 在工业生产中需确保物料的顺畅、稳定, 避免发生堵料, 冒料, 磨损等。从设计方面分析, 主要考虑以下因素有: 气源状态(干燥)、输送距离(水平, 垂直)、弯管半径、管道厚度(直管内衬陶瓷等, 弯管内衬陶瓷等)、输送速度、输送量、内部气压、过滤效率(过滤器, 料气分离

器)、过滤面积等等。在实际生产过程中质量管控粒度、水分和磁性杂质会因选择正负压输送系统不合理影响部分产品指标,严重时会导致产品不合格。

影响产品指标方面:①粒度:材料在管道内流转过程中,颗粒与颗粒之间、颗粒与弯管间会发生碰撞和摩擦,产生作用力和磨损,正常状态下不至于导致颗粒破碎,但会导致其颗粒与颗粒间的软团聚。某单晶正极材料由于前工序粉碎不充分而出现软团聚现象时,经过气流输送过后,粒径分布会发生明显变化,导致后端粒度不合格;②水分:气流输送过程中,物料与气体直接接触,气源的湿度和环境的温湿度严重影响物料的水分指标,严重导致总碱超高。对于正压输送的正常物料转移,需重点评估气源的湿度、露点,部分高系列产品还需要考虑其油分以及二氧化碳含量。负压输送一般使用室内空气作为气源,受环境影响较大,可行的解决方案为采用干燥压缩空气替代。正压输送可使用干燥气源,湿度 $-40^{\circ}\text{C} \sim -30^{\circ}\text{C}$;③磁性杂质的管控是正极材料生产过程中的重点也是难点,对于气流输送,外防输入,内防产生。对于负压输送,需要严格防范其负压抽料导致引入异物、水分和金杂。

一般工厂设计中,一次烧结完成后使用负压输送系统较好,在结合质量管控要求的同时可做到节约空间且经济实惠。成品输送使用正压输送较好,可较好的保障产品输送质量。

4 堵料检测与解决方案

正负压输送系统堵料清理和疏通是目前急需解决的一大难题。在堵料发生后第一时间掌握堵料位置,及时增加补气压力或者进行疏通可高效解决设备故障,提高生产效率。就锂电正极材料生产过程中,以正压输送系统为例,正压输送设备可实现100余米长距离物料输送,由适量压力的压缩空气带动物料在管道内输送,当输送颗粒较大或粘性较大、流动性差的物料时,容易发生堵料异常,而由于正压输送管道很长且管网布置往往在厂房较高位置,检查堵料点难度很大,往往需要很长的时间通过人工逐段通过敲击或者拆开管道查看的方式去查找堵料点,导致堵料异常处理时间很长,同时发生堵料时不能第一时间发觉,导致后端工序断线甚至停产,影响生产连续性,降低产能,对物料品质也会有一定影响。

正压输送堵料快速检测装置,主要在正压输送管道上分段设置压力传感器并通过信号传输到中控DCS系统,当发生堵料时,堵料点前侧管道内压力增大异常报警,并将信号反馈到中控同时报警,从而快速发现堵料并锁定堵料点及时维修解决。为生产过程中解决实际生产问题,使得物料在正压输送过程中发生堵料时能快速识别,同时锁定堵料点及时维修,大大提高了现场生产的顺畅性以及异常发生的快速反馈与响应,且安装和维护成本均不高,相关优点如下:①设计简便,通过传感

器压力报警即可快速准确判断出堵料位置;②相对于盲找会节省大量人力;③减少生产线故障断产时间;④与DCS连接,可实现可视化功能。

设备主要由:压力变送器、止回阀、气管组件、报警器组成。部件通过正压输送管路和DCS控制系统装置连接。正压输送管道上设置多段用气压力变送器取样点,管路压力变送器实时监测管路压力变化,当管路堵料时,堵料点前端压力升高,压力超过设定值就会报警,信号反馈到中控室,中控室电脑即可显示堵料位置。当正压输送物料过程中,发生堵料,中控室收到信号反馈报警,根据报警信息,维修工快速对报警位置对管道进行疏通,快速恢复正压输送堵料异常,管道疏通后压差恢复正常,报警解除,恢复生产。通过设置压力范围,堵料段压力升高报警,与DCS系统连接,精确检测到正压输送堵料位置,实现快速识别和解决。当压力传感器设定报警上限,物料堵塞管道时前端管道压力上升,超过设定压力报警,报警信号传输到DCS中控室,中控人员及时告知相关人员堵塞位置快速解决。

5 结论

通过对正压输送和负压输送系统结合实际生产现状和分析,在锂电正极材料制备过程中,气流输送已广泛应用于物料转移、粉尘收集,具有降低劳动强度,实现密闭生产的优势。当然,在设计和使用过程中也需要结合实际情况,配置设计产线的需求,高效率、降成本、节约能源消耗等方面考虑相关因素。制备结合工艺需求,一次烧结前后的物料输送可使用负压输送系统,对其达到使用需求且相对达到节能降耗的目标,二次烧前后物料输送考虑其关键工序建议使用正压输送,对其工艺要求和相对物料输送量及其成本占比不是很大,相对经济。但因输送距离和高度的限制,正压输送系统的设计中因充分考虑补气、堵管判断等功能,对后期生产检修、维护保障起着至关重要的作用,同时合理调整输送压力和补气压力对其输送粒度也有十分重要的影响。在生产过程中需逐步优化产线设备,提升设备使用效率和相关功能,为锂电行业发展走向新高度助力!

参考文献:

- [1] 叶远涛.粉体密相输送系统选型及设计研究[J].科技经济导刊,2019(23):79-79.
- [2] 全玉超.锂离子电池正负极材料气力输送系统研究[J].决策探索(中),2020,66(08):96-96.
- [3] 段慧杰,等.球形铝粉生产真空上料除尘系统改造[J].化工时刊,2017,08(17):26-27.
- [4] 杨全文,张宏,王杨.某原料药企业生产过程中粉体输送工艺的改进和优化[J].化工设计通讯,2020,46(06):125-126.
- [5] 黄金满.锂电池正极材料气流输送控制系统的研发[J].应用能源技术,2020,27(09):17-19.