

外热式炭化炉及其工艺在活性炭生产中的应用实践

樊程远 (大同煤业金鼎活性炭有限公司, 山西 大同 037000)

摘要: 活性炭作为优质清洁剂, 备受净化市场重视。炭化炉是整个工艺流程过程中使用较多的设备, 基于此, 笔者从外热式炭化炉的工作原理入手, 探讨在实际应用实践中, 如何把控工艺参数, 以及如何如何进行设备优化。

关键词: 活性炭; 炭化炉; 工艺因素

0 引言

炭化是煤基活性炭制备过程中, 非常重要的环节, 主要进行对活性炭原料的热处理。原料在炭化设备中, 在适宜温度的作用下发生反应, 原煤由固态变为气态, 经管道排出, 构成原煤的碳原子在化学作用下, 形成结晶, 称之为石墨微晶。可见, 炭化可以将原料中的水分排出, 使得炭化料的强度增加, 活性炭的孔隙初步形成。炭化的设备并不唯一, 根据炭化料的特点命名的包括: 炕式炉、蜂房式炉、耙式炉; 根据工作过程命名的包括: 立式移动床窑炉、回转炭化炉等, 其中外热式炭化炉是现阶段使用较多的炭化设备, 炭化得率较内热式炭化炉提高 10% 以上, 使得接下来的活化反应更容易, 活化反应速度更快, 活化后的单位重量活性炭拥有更多有效的孔隙结构。

1 外热式炭化炉原理

外热式炭化炉作为最常使用的一种设备, 其结构的最大特征是炭化炉内部独立分布的物料管。整个工作流程: 在每个独立物料管内部进行炭化分解, 当分解完成后, 经由物料管末端排出, 此过程是并流运行。炭化分解产物通过挥发分管道进入焚烧炉内燃烧, 经配分管充分配风, 挥发分气体进行过氧燃烧, 挥发分在焚烧室内充分燃烧后放出大量的热, 产生的高温废气再由高温废气管道排出; 经配风或蒸汽混合进入到炭化炉炉体中, 通过热辐射为物料加热提供热量, 经炭化炉炉体出来的低温废气经尾气排气管进入到尾气处理装置中。整个工作流程的另外一个好处在于有效实现能源再利用, 既可以作为动力热源输出, 还可以为蒸汽锅炉提供热量。

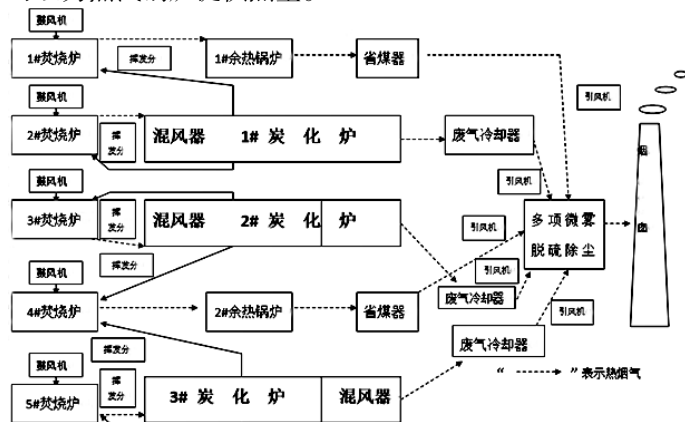


图1 炭化工段烟气工艺流程图

物料在炭化炉内首先经过温度为 200~250℃ 的预干燥阶段, 接着经过 300~400℃ 的热解、软化阶段, 最后进入 500~600℃ 的炭化阶段。在这个过程中, 该炭化炉通过热辐射加热物料使物料进行炭化, 排出挥发分, 最后经出料口流出。

2 外热式炭化炉的应用分析

外热式炭化炉之所以成为市场的主流设备, 是基于其独特的优势, 与内热式炭化炉相比, 外热式的方式使物料与氧气、明火进行分离, 间接的通过料管壁进行加热的方式, 使得管内物料的受热更加均匀。由于该炭化炉为外加热, 物料不与氧气接触, 物料表面没有烧蚀现象, 炭化料表面强度没有被破坏。所以, 外热式炭化炉生产出的物料品质更优, 不仅表面的光度好, 而且强度等很好的满足客户的要求。

鉴于外热式炭化炉以上优点, 外热式炉是山西地区活性炭生产公司用于炭化料的主要设备。由于煤基活性炭的原料不同, 在应用过程中, 参数应该根据实际情况进行调整。本公司采用炭化炉设备参数为:

规格型号: TH15000; 设备重量: 55t; 主轴转速: 0.5~3rpm; 电机型号: Y2-160L-4 (15kW); 总长: 21000mm; 外筒直径: Φ2560mm; 内筒为 14 根产品道; 产品道长度: 18000mm; 产品道厚度: 6mm; 炉体斜度约: 3.3°; 炉体设定转速: 0.5~3r/min; 保温材料: 耐火浇注料; 外筒材质: Q235A, Q235B; 内筒及产品道材质: 耐高温奥氏体不锈钢。

2.1 工艺参数

具体需要把控以下几个重要参数:

炭化温度: 通过对转炉温度参数进行调节 (见表 1), 针对厂家看重的指标: 强度和挥发分进行试验:

表 1 不同温度的影响

温度 / ℃	炭化料			活化料
	灰分 / %	挥发分 / %	耐压强度 / N	碘值 / mg · g ⁻¹
500	8.61	12.73	176.6	422
520	9.70	11.33	184.2	429
540	11.34	9.11	200.92	435
560	12.73	7.97	212.6	446
580	13.10	7.75	224.5	459
600	13.65	7.05	239.3	443

根据上表的结果, 从相关性方面可以看出, 炭化温度与强度之间存在正相关性, 即在一定范围内, 炭化料强度随着炭化温度的增加而增加, 但是或活性炭的碘值却不是完全的正相关。所以, 为了可以使得到的活性炭性能更加均匀, 本公司在参数控制上设置为: 炉头温度 550℃~650℃; 炉中温度 350℃~420℃; 炉尾温度 220℃~260℃, 原料变化时, 温度控制范围可根据炭化料质量指标化验结果进行调整, 到炭化料控制指标合格为止。

炭化时间: 从炭化炉的工作原理分析中, 可以得到, 炭化的时间与多个因素相关, 比如炭化炉的倾角与转速、炭化炉管道的长度等等, 即:

$$V_m = \frac{3.13D_n \sin \beta}{\sin \alpha} \quad (\text{下转第 127 页})$$

发生时供电系统同时发生风险而导致安全系统无法正常工作。最后安全仪表系统的传输器以及最终执行元件,在正常工作时应当处于带电状态,非正常工作时,则需要保持失电状态。系统的相应关联电闸,需要选取冗余装配时,应当选择以下两种方式,首先为并联连接,保证装置可靠性。其次为串联连接提高装置安全性。

4 安全仪表系统在大型化工装置的应用案例(以大型石化乙烯装置为例)

4.1 逻辑解算器的安装设计及使用

逻辑解算器对于安全仪表系统的功能主要为联锁保护功能,这样才能够保证系统整体符合 SIL3 级别认证标准,在该系统中拥有明确系统卡版和证书,采用双路供电以此来保证系统的安全稳定运行。在系统中还需要配备三重冗余 TMR,利用该设备将通信卡与 DCS 控制系统进行有效连接,并且能够保证系统优于 DCS 控制网,与该控制网的控制与操作相独立。这样 DCS 在实际化工生产工作中,仅拥有对安全仪表系统数据的检测与读取权限并没有对系统的实际操作权限,从而有效提高安全仪表系统的运行独立性,能够保证该系统发挥出其对大型化工装置的保护功能。

4.2 现场检测器的安装设计及使用

对于安全仪表系统来说,现场检测器使系统信号的收集处理原件,对于安全仪表系统是否能够正常工作具有至关重要的影响,所以现场检测器必须要选择独立设置的方

式,将信号单独传输至安全仪表系统中,以此来实现系统内部模拟量的三取二的表决,该方案可有效提高信号的准确性和可靠性。对于信号取样,为了保证现场检测装置的完善性则需要设置三个以上的检测元件,对检测信号采用三取二的表决方式来进行测算,从而有效防范数据信号的错误风险。

4.3 执行器的安装设计及使用

执行器作为安全仪表系统的工作单元,是该系统在风险发生时运作的最后一项工作步骤。对于执行器的安装配置仪表系统选择 SIL3 级回路,通过隔爆仪表进行实践工作安排,在实际工作中所有操作人员需要尽可能减少使用输出继电器,从而达到防止系统可靠性降低的风险发生。

5 结束语

安全仪表系统对于化工生产来说具有重要的安全保障作用,管理者必须要清晰认识到安全仪表系统的重要性,加强系统的安全性与可靠性,真正保证大型化工生产安全稳定的运行。

参考文献:

- [1] 王惠影.安全仪表系统在大型化工装置上的应用[J].石化技术,2017,24(09):148.
- [2] 申琳.SIS 安全仪表系统在大型乙烯装置上的应用[J].自动化博览,2013,30(02):102-105.
- [3] 李俊杰.安全仪表系统(SIS)在大型煤化工装置上的应用[J].数字技术与应用,2013(02):73-74.

(上接第 125 页)

从公式中可以看出炭化炉的转速是影响炭化时间的主要因素。所以炭化炉的转速至关重要,这一点从其工作原理来分析,具有一致性。倘若炭化炉的转速缓慢,就会影响产品的生产效率,无法满足生产的产量需求;反之,太快的转速,导致生料条内部的水分、挥发分、煤焦油等大量的挥发,短时间的挥发导致料条膨胀或是破损,直接影响炭化料的强度,不能满足生产的指标要求。相对而言,低温、长时间的炭化共有助于合格炭料的产生。

冷却器:炭化料的温度如果没有经过降温直接输出,可能将运输皮带烧毁,甚至自燃,所以冷却物料是必要的工艺流程。

由于使用物料冷却器与滚筒冷却器相结合的方法,并不能将出料温度控制在 70℃ 以下,所以在此基础上,用水冷出料器来代替物料冷却器,实践证明,改进后的降温效果显著,达到出料温度为 50℃ ~65℃。

此外,较为重要的因素还包括炉尾抽力、加料量以及炭化原料本身的影响。

2.2 技术改革

此次技术改造的重点是解决炭化炉燃烧过程中产生挥发分积累后,造成管道阻塞的问题。由于在设计之初挥发分是通过管道的两侧排出,大小为 Φ500mm,5mm 厚,之后进入焚烧炉。虽然燃烧后的气体得到充分利用,但是在挥发分气体中含有焦油、粉尘,这两种物质混合,久而久

之,会堵塞管道,且清理较为困难。

改造前的处理方式:人工携带疏通剂进入管道。管道内部空间狭小,工作记为不便,效率并不高。此外,还存在着严重的安全隐患,由于管道内含有焦油,所以在遇到明火的情况下,容易发生燃烧;不仅影响设备的寿命,还对工人的生命造成威胁。

改造后的处理方式:采用耐火材料,那么焦油类的物质进入管道后可以燃烧,不会产生较大影响。改用压缩空气对管道进行吹扫,将进风口的位置设计在管道的两端,并在管道的恰当位置,设置快开门进行操作。使用空压站供给的 0.5MPa 的压缩空气,每天进行吹扫,一台炭化炉每天的吹扫时间在半个小时作用,相比较之前人工清扫的方式,大大的提升了效率,降低了工人的专业难度。

3 结束语

综上所述,外热式炭化炉作为活性炭生产中,必不可少的炭化设备,严格把控工艺参数,是提高产品合格率的最有效途径。在应用过程中,需要根据实际情况,进行技术创新,是炭化炉发挥其最大的功效,同时促进企业效益的提高。

参考文献:

- [1] 田然,张少明,付兴国等.一种外热回转式炭化炉:中国,CN201920346288.6[P].2020.
- [2] 王娟.外热式炭化炉制备柱状活性炭炭化料的应用实践[J].同煤科技,2019,166(02):44-46.