

空心桨叶式烘干机的工艺优点及其升级改造初探

晁阳

(泰安路发节能环保设备有限公司 山东 泰安 271000)

摘要: 空心桨叶式烘干机作为脱硫石膏生产线烘干段工艺选型设备之一, 不仅满足当下“低温慢烧”工艺准则, 相对于其他类型烘干设备有着优秀的节能降耗表现, 并在使用性、可维护性上获得了行业内的广泛认可。针对下游产业发展的特点, 对其给与必要的升级改造, 可以适应复杂工艺、工况以及更大的产量要求。

关键词: 节能; 降耗; 维护性; 性价比高; 升级改造

1 脱硫石膏烘干设备选型范围及其原理

1.1 烘干设备选型范围

受益于环保政策以及市场需求双重利好因素的有力推动, 脱硫石膏产品生产及其下游产业制品(如轻质石膏砂浆、机喷砂浆等)获得了极大的推广与应用。以烘干、煅烧、冷却均化、改性四大段工艺路线生产的脱硫石膏产品可以满足以脱硫石膏作为原料的大部分下游产品的使用要求。

根据脱硫石膏物料特性, 烘干段工艺可选的设备类型可大致分为直接换热与间接换热两大类。区别于石膏砌块、石膏板等板材类制品, 石膏基抹灰砂浆对脱硫石膏初、终凝时间有着严格要求, 脱硫石膏的烘干、煅烧需要遵循“低温慢烧”工艺原则, 于是具有稳定压力的饱和蒸汽、有机导热油等高焓值介质成为换热首选, 但以上两种介质均无法与脱硫石膏原料直接接触, 继而使得采用间接换热设备进行脱硫石膏的烘干工艺成为必然。

1.2 烘干设备工作原理

国内脱硫石膏生产常用的间接换热式装备主要有换热管式回转烘干机(如管束机、蒸汽回转窑等)和空心桨叶式烘干机两大类, 其工作原理各有不同。

(1) 换热管式回转干燥机外形与常见的回转窑接近, 设备内部以换热管道为主, 设备主体结构按照一定斜度安装布置。烘干过程中, 换热管道结构旋转, 喂入设备内的原料在重力和辅助风机共同作用下向出料口处运动, 在移动过程中与换热管路接触实现预热、升温、烘干的功能。

(2) 空心桨叶式烘干机的核心是两根空心轴和焊在轴上的空心搅拌叶片, 桨叶外形为空心半圆形, 可以通入换热介质, 既起到搅拌作用又是设备换热体, 其换热面具备一定斜度, 随着桨叶轴的转动, 原料在叶片表面滑动传热, 实现原料的加热烘干。另外, 带有夹套的W形槽也充满换热介质, 为设备提供辅助换热, 提高余热利用率。

2 空心桨叶式烘干机优点

以上两种设备在实现烘干功能的方式上对比各有优势, 但如果以脱硫石膏原料作为处理对象, 空心桨叶式烘干机则具备以下优点。

2.1 电耗、能耗对比

空心桨叶式烘干机本质是一种大型螺旋换热输送装置,

设备在运转过程中即可推动物料前行, 换热管式回转类烘干设备则不具备此功能。换热管式回转类烘干设备若实现推动物料前行功能, 需要配套换热器、风机等设备, 而增加这些配套设备不仅增加了投资, 换热器本身还需要专设独立一路原汽管道提供热量, 这样就不可避免地造成了系统能耗与电耗的偏高。而空心桨叶式烘干系统则是整机全能, 不需要额外配套设备, 设备外形紧凑, 生产车间空间布置更加灵活。

桨叶式烘干机利用蒸汽在流化煅烧机做功后高压冷凝水二次曝汽产生的蒸汽作为热源, 实现了蒸汽的梯级利用, 无需设置单独一路原汽热源。

从换热方式角度, 由于空心桨叶式烘干机运行中, 叶片与叶片轴始终工作在料位平面以下, 属于埋入式换热, 是换热效能最高的一种换热方式。无论换热管式回转烘干机还是其他转筒类烘干设备, 均无法提供全部的换热填充率以及换热接触面积利用率。由于该类设备在运转过程中存在相当比例的空行程, 设备换热效率和节能降耗效果与空心桨叶式烘干机相比存在差距。

2.2 可维护性

由于换热管式回转烘干机所用换热管最大公称厚度不超过3.5mm, 在耐腐蚀、耐磨等关键指标上远远落后空心桨叶式烘干机12mm壁厚性能。同时, 桨叶干燥机的桨叶片属于开放性设计, 在桨叶机叶片发生罕见泄漏时, 检修人员可以方便地进行泄漏点的定位、焊补等工作, 更换叶片工作也可通过简单的切割焊接工艺来完成, 桨叶式烘干机的检修工作简单, 劳动强度小。而换热管式回转烘干机则不具备以上优点, 此类设备一旦发生管道泄漏, 其结构特点就决定了必须切割掉泄漏管道所在断面的所有管道, 工作量巨大, 导致检修效率低下。或者隔离泄漏管道, 但此举会造成换热效率的进一步下降, 增加能耗。

2.3 针对大产能生产线配置灵活, 性价比高

产业的发展必然伴随着必要的资源整合, 产品的规模化生产也需要大产能的生产线来迎合这一市场要求。对于空心桨叶式烘干机而言, 由于传动系统与运输装车条件等限制条件的存在, 该设备的产能规模基本在以上两个影响因素下达到上限, 为了满足年产20万吨规模以上生产线的需要, 通过理论论证和工程实践证明, 通过双路或者多路原料供给

的空心桨叶式烘干机系统可以满足大产能建筑石膏粉线的产能需求。多路空心桨叶式烘干机系统对输送设备和提升机系统提出了更高的性能要求,此现象在所有大产能生产线普遍存在。经生产实践表明,多路空心桨叶式烘干机设备配置在生产中有以下特点:

(1) 可以根据原料来源不同、原料指标差异进行有针对性的生产调度和工艺参数调整。

(2) 结合市场供需特点,灵活调整生产线产能,降低需求淡季给企业造成的成本压力。

(3) 一用一备,互为备份,保证生产的连续性,最大化降低检修周期与需求旺季重叠对企业效益造成的不利影响。

(4) 投资成本低,一套双路烘干配置系统投资成本仅仅相当于一套同等产能换热管式回转烘干机投资成本的1/2,且占地空间较小。

(5) 环境友好,无需额外配置换热风机,极大降低了噪音水平,改善了收尘系统的工作负荷。

(6) 技术具有前瞻性,可实现行业内先进的混烧工艺。

在一套脱硫石膏生产工艺流程当中,烘干段运行的连续性和可靠性,决定了整个工艺系统的经济性,与产能要求匹配的多路空心桨叶式烘干机机组配置满足了这一决定性要求。

3 空心桨叶式烘干机的升级改造方案初探

随着国家环保政策的制订与执行日趋严格,尤其对电厂用水外排要求的提高和限制,导致越来越多的电厂脱硫石膏原料呈现高附着水、高氯含量趋势,对目前市面上主流的脱硫石膏烘干设备提出了更高的性能要求,意味着无论间接性换热设备还是直接换热设备、管式烘干设备和空心叶片式烘干设备,都要在换热规模和耐原料化学腐蚀能力上有所提高,才能适应新原料特性对烘干设备造成的不利影响。

空心桨叶式烘干机虽然在绝对换热面积上与换热管式回转类烘干设备存在客观差距,但前者可以通过必要的升级改造和加强工艺设计来弥补以上差距,甚至总体性能比后者更有所加强。空心桨叶式烘干机可以在保持其固有优点的前提下采取以下升级措施。

3.1 系统硬件扩展

从工艺设计上采用2套烘干设备配置,每套烘干系统预设一级预混、二级主烘干。一级预混设备由一台高密度螺距的双轴混料设备承担,二级主烘干设备由空心桨叶式烘干机承担。预混设备可以解决原料附着水含量大的特点,不仅降低了主烘干机能耗,通过控制进入主烘干设备附着水含量继而控制氯离子活性,最终实现氯离子对设备腐蚀的抑制,提高烘干设备的使用寿命,完美解决了原料高湿、高氯对烘干设备腐蚀难题。目前,此项升级措施已经成为空心桨叶式烘干机部分生产厂家工艺设计的标准配置,以浙江台州顶冠年产10万吨建筑石膏粉生产线为例,该套系统在工程实践中达到了预想的效果。

3.2 升级改造传动系统

此类设备目前大部分采用的是变频器调速功能,变频器同时兼顾软启动功能。变频器调速虽然具有无极调速、调速曲线平滑的特点,但在实际运行过程中,由于原料来源复杂,其中的砖、石等杂质会对设备运转造成强烈的瞬时冲击,由于变频调速不具备隔绝冲击功能,导致设备瞬时过载,对设备寿命以及电网安全运行造成不利影响。通过在电动机与齿轮减速机之间加装液力耦合器,可以解决设备运转瞬时过载对设备和电网的冲击,实现对电机的保护和过载电流与电网之间的隔离。同时,液力耦合器除了具备安全离合器功能,还具有一定无极调速功能,这样在变频器无法正常工作的情况下,液力耦合器可以作为备份的调速手段,提高设备连续运转可靠性。另外,液力耦合器所用传动油的冷却管路,与烘干系统进料口接料板一体化集成,这样做的好处是不仅实现了传动油冷却功能,还可通过对冷却板的加热,杜绝高湿原料在接料板的粘团结块,防止原料在进料口由于投料不稳定造成堵料情况的发生。通过这样的设计,省略了振打电机的安装,简化了安装工作,也避免了振打电机持续工作对设备焊缝等连接结构的强度损害。

3.3 系统功能单元控制智能化

以返料功能单元为例,返料工艺是空心桨叶式烘干机在石膏烘干工艺应用中一大特色,在设备实际运行过程中,返料量的控制需要根据烘干出料端化验数据,由工艺管理人员人工现场控制。相对于立式煅烧设备而言,由于返料出口一般设置在设备高位,同时在流化煅烧机与烘干机之间有压缩空气管道或者蒸汽管道的布置,人员近距离操作存在安全隐患,而且人员到达操作位置也需要一定时间,使得工艺调整响应存在一定滞后,容易造成产品质量控制的波动。将工艺参数的调整以各个工艺节点化验参数作为依据,通过在出料口设置附着水自动测水传感器,与控制返料量的返料阀和电动卸料器形成形成PID闭环控制,同时将阀门开合度与卸料器转速等实时参数传输至主控画面。按照以上思路,在实现了各个工艺节点参数数字化采集后,为最终实现石膏生产线的智能化、集成化铺平了道路,并使无人值守车间实现成为可能。

4 结语

建筑石膏粉应用领域,无论是传统的石膏板、砌块类产品,还是目前新兴、主流的石膏基抹灰砂浆、石膏自流平类产品,随着应用的普及以及市场的认可,在可预见的未来都将有更大的需求和产值,而作为建筑石膏生产核心工艺的烘干工艺,必然随着行业的发展不断迭代升级,并为其他行业烘干设备的发展提供有价值的参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 赵云龙. 建筑石膏生产与应用技术[M]. 北京:中国建材工业出版社,2019.
- [2] 王磊. 动力软水站存在的问题及工艺改造[J]. 冶金动力,2001,000(006):41-43.