

石灰窑煅烧石灰石节能降耗研究

董 伟 王江云 (青海盐湖镁业有限公司, 青海 格尔木 816099)

摘 要: 本文对石灰窑体结构进行分析, 并对导致石灰窑煅烧石灰石时增加能源消耗的因素及节能降耗措施加以阐述, 希望能为实现石灰窑煅烧石灰石节能降耗目标提供有效建议。

关键词: 石灰窑; 煅烧; 石灰石; 节能降耗

石灰窑作为一种煅烧石灰的窑炉设备, 随着城市化进程加快, 建筑行业迅速发展, 对建筑物料石灰、砂石的需求日益提升, 石灰生产必须通过石灰窑煅烧来完成, 但目前石灰窑煅烧石灰石过程中, 在各方面因素影响下, 导致大量能源消耗同时, 也难以保证石灰石使用性能。如何采取有效措施来降低石灰窑煅烧石灰石时对能源的消耗, 是目前各相关人员需要考虑的问题。

1 石灰窑体结构分析

1.1 窑体内衬结构

通风效果是设计石灰窑时需要重点考虑的内容, 通过分析窑壁效应对窑体通风效果所产生的影响, 保持窑体良好的通风性, 在一定程度上不仅能够有效提升石灰活性度, 也能规避石灰石粘结问题。一般情况下, 为了降低窑壁效应对石灰窑煅烧过程的影响, 通常会选择改变窑体内衬结构的方法, 其目的保持石灰窑煅烧石灰石时, 始终保持良好的通风效果, 加快助燃风气流动, 确保杂质与分解的石灰石进行融合, 降低能源消耗, 并保证烟气与物料间热传导效果。

1.2 石灰窑高径比

由即预热带、煅烧带和冷却带组成石灰窑热工, 其中三带是否能够运行稳定, 直接关系到石灰窑热工状态, 同时也影响着高活性石灰生产, 而石灰窑高径比是确保三带正常稳定运行的前提。例如, 当石灰窑高径比过大, 则石灰窑内径缩小, 窑炉内通风效果降低, 煅烧带运行状态难以稳定维持, 冷却带极易出现火料; 当石灰窑高径比过小, 则石灰窑内径增大, 窑内通风效果提升, 但会导致煅烧带向上移, 持续升高的窑内温度造成热能损耗加大, 加上冷却不到位, 最终会影响二氧化碳气传输质量, 影响石灰窑煅烧效果。因此, 对石灰窑高径比合理控制非常关键, 是煅烧石灰石时需要主要考虑的因素。

2 石灰工段主要任务及工艺流程

2.1 主要任务

石灰工段的主要任务是把原料石灰石经过合理煅烧生成的 CO_2 和 CaO 与水反应生成的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 充分利用。二氧化碳经压缩除尘处理后去碳化工段, 使氨盐水碳酸化, 熟石灰主要送往蒸吸工段使预热母液中的结合氨转化为游离氨。

2.2 工艺流程

2.2.1 石灰窑工序

石灰石与焦炭由料场经过皮带分别输送到石仓和焦

仓, 再经过石焦给料器进入计量槽, 由 PLC 控制按比例计量的混合料倒入上料小车, 上料岗位将按一定的焦比配好的石灰石与焦炭的混合物经卷扬机提升到窑顶, 倒入料锅内, 经过布料器均匀的撒入窑内, 鼓风机从窑底把空气送入窑内, 混合料在窑内自上而下的过程中, 经过与窑气的热交换预热, 然后进入煅烧区, 利用燃料燃烧放出的热量, 石灰石分解为生石灰和 CO_2 , 生石灰经过冷却区, 经出灰转盘, 星型出灰机送至运灰皮带, 由斗提机提升进入灰仓供化灰使用。煅烧区生成的窑气经预热区冷却之后, 经过旋风分离器除去部分粉尘后送往压缩工段。

2.2.2 化灰工序

把来自石灰窑的生石灰经皮带输送到灰仓 (V0203A/B) 然后经过振动给料器进入化灰机进料器 (M0205A/B), 把来自 PVC 装置的电石渣经过一个浆液阀, 送进化灰机 (R0201A/B) (多余的电石渣送去蒸吸工段)。然后在一号化灰机 (R0201A) 内和来自杂水罐的杂水 (PS.DN125), 来自地下管网的新鲜水 (WO.DN200), 来自蒸吸工段的新鲜回水 (WR.DN400) 化灰。在二号化灰机 (R0201B) 内与来自杂水罐的杂水 (PS.DN125), 来自地下管网的新鲜水 (WO.DN200), 来自蒸吸工段的新鲜回水 (WR.DN400), 来自蒸吸工段的新鲜回水 (WR.DN400), 来自盐水工段的精盐水 (BP.DN150) 化灰。电石渣与 CaO 与水在化灰机内经过充分的反应, 未煅烧好的返石经化灰机的 N3 端口送至返石皮带卸到返石仓 (V0207) 回收再利用。而掺杂着废石废砂的石灰乳导入灰乳流槽送进灰乳转筛 (X0201A/B), 经灰乳转筛筛分过滤后废石废砂经过皮带 (L0205) 送至废石废砂仓 (V0206) 作废料处理, 而一号化灰机的灰乳经过灰乳分配槽 (V0209A) 进入灰乳罐 (V0204A/B)。二号化灰机的灰乳通过灰入分配槽 (V0209B) 进入灰乳罐 (V0204C), 灰乳罐 (V0209A/B) 的灰乳由 DN400 的灰乳总管道引出后转接 4 个 DN350 的管道再各经过一个 DN350 的浆液阀由流量 $420\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 65m 的蒸吸灰乳泵 (P0201A~D) 打出, 经过 DN150×350 的管道送至蒸吸工段使用, 灰乳罐 (V0204C) 的灰乳由 DN400 的管道引出转为 DN200 的管道, 在送至灰乳泵的途中经过一个浆液阀, 然后由盐水灰乳泵 (P0203AB) 打出经过 DN80×150 的管道送至盐水工段使用。

化灰过程中, 有大量热量以蒸汽形式排出, 排气中

含有石灰粉尘,用蒸吸工段来的一部分新鲜回水通过化灰机热回收器喷淋化灰排气,一方面使化灰产生的粉尘被洗涤下来,从而达到排放标准,另一方面新鲜回水的温度可提高到60~65℃。洗涤预热后的新鲜回水流进地下杂水罐,和所有地面杂水混合后,通过杂水泵送到化灰机化灰。切记对化灰水温度的控制,无特殊要求下,一般温度控制在60℃左右,针对灰水比例把控,则需要将灰乳浓度控制在150~170t之间,极差不超过10t。

3 导致石灰窑煅烧石灰石时增加能源消耗的因素及节能降耗措施

石灰窑煅烧石灰石过程中,窑顶排出的二氧化碳气、石灰窑筒体散热与窑底出灰带走的热量是导致热能消耗过多的主要因素,经相关数据统计,3项工序所消耗的热能占据整个石灰窑煅烧总热能消耗三分之一以上,下面将基于石灰工段主要任务及工艺流程,对导致石灰窑煅烧石灰石时增加能源消耗的因素进行阐述。

3.1 石灰窑筒体散热

燃料燃烧情况与耐火材料配置直接影响着石灰窑筒体表面温度,同时也能将石灰窑内部煅烧实际温度和筒体保温材料性能如实反映。在正常运用煅烧工艺时,筒体保温材料性能好可坏可直接通过石灰窑筒体表面温度来显示,利用红外测温仪分别对600t/d、800t/d以及1000t/d的石灰窑筒体表面温度进行量测,量测结果显示三者均符合石灰石煅烧工艺标准。其中外层隔热砖加内层煅烧砖是600t/d与1000t/d石灰窑筒体主要使用的耐火材料,石灰窑筒体最大温度可达350度,而800t/d石灰窑筒体所使用目前较为新颖的复合砖,这一种耐火材料可将石灰窑筒体最大温度控制在250~280度范围内。各项数据显示,当处于350度状态下的石灰窑筒体,其散热率明显提升,而处于250度的石灰窑筒体,其散热率较小,每小时能够有效减少热能消耗约4900kJ。

节能降耗措施:根据上述内容得知,相较于石灰窑窑顶排出的二氧化碳气预热方式基础上石灰窑出口温度对热能的消耗,石灰窑筒体散热损失占据总消耗比例相对较少,但同样需要给予充分关注。可采取以下几点措施:一是加强高性能耐磨、耐火以及良好隔热性材料的使用,选择具备上述耐火材料性能的石灰窑筒体,能够有效减少石灰窑筒体散热量;二是在原有运行效率基础上进一步进行提升,控制设备待机时间,降低热能消耗。

3.2 石灰窑煅烧石灰石过程中石焦配比

在实际石灰窑煅烧石灰石过程中,若操作人员并未既定规范标准来设置石焦配比,在一定程度上不仅难以保证窑气浓度,也会极大地影响石灰煅烧质量,进而增加石灰窑煅烧石灰石过程中能源消耗,生产效益降低。

节能降耗措施:在灰窑煅烧石灰石的过程中,需要对石焦配比问题给予充分关注,根据石灰煅烧质量标准要求,严格控制石焦配比与各项操作指标。例如,顶温参数设置,冬季期间,顶温控制在100~140℃;夏季期

间,顶温控制在120~160℃;其中灰温应控制在 $\leq 60^\circ\text{C}$;顶压则保持在100~400Pa范围区间内。以此来保证窑气的浓度得到提升,最大程度上保障石灰煅烧质量。

3.3 石灰石颗粒尺寸过大

石灰窑煅烧石灰石过程中,在既定温度条件下,由于石灰石颗粒尺寸过大,在煅烧时难以得到充分燃烧,在一定程度上也会降低石灰石的煅烧速率,其中物料含量越大,煅烧速度也会变慢。其主要原因石灰的导热系数小于煅烧石灰的导热系数,石灰层的厚度逐渐增加,热量越难进入石材,煅烧速度降低,所以,大颗粒石灰石在实际煅烧过程中是无法得到充分燃烧的,进而加剧能源消耗。

节能降耗措施:控制石灰石粒度,一般情况下可保持在40~80mm,若是石灰窑自身容量较大,可适当扩大石灰石粒度,控制在50~150mm范围区间内。为了节约石灰石煅烧成本,以及能源消耗降低,需要根据现场实际煅烧情况与煅烧工艺要求,对煅烧温度加以控制,保证石灰石充分燃烧同时,也能有效提升石灰煅烧质量。

4 其他降低石灰窑煅烧石灰石能源消耗的建议

因传统老式石灰窑对环境污染较为严重,其环境污染问题愈加凸显,与我国节能环保战略发展严重脱离,其中传统石灰窑对能源消耗也不容小觑,因此,改造石灰窑,一方面能够有效控制能源消耗,提升产量,另一方面通过使用节能环保性石灰窑,可减少石灰煅烧过程对周边环境带来的负面影响。

如何改造石灰窑,可参考以下几个方面:一是改造窑顶。炉顶增加旋转布料器,使用六点、九点、多点旋转布料器,以此来确保石料与燃料混合均匀,有效解决与调整生烧区、过烧区的料量、料面问题。布料时转速自动调节,可任意角度的定点、定位布料,进而达到石料和燃料大小块不同的布料效果,精准把控窑况。二是改造窑内。在窑内部加装计算机仿真风帽,可以使窑内的助燃风均压、均量的运行,使吹向窑底的助燃风很均匀分散到窑体四周并向上均匀的形成气流,使鼓风量走向更加合理,保证燃烧充分,有效解决因供风不均匀产生的偏烧问题。

5 结束语

降低石灰窑煅烧石灰石对能源消耗,不仅有利于提升石灰石使用性能,在一定程度上也能充分满足建筑行业、工业等其他领域对石灰石材料的需求,严格把控导致石灰窑煅烧石灰石时增加能源消耗的因素,在此基础上提出相应解决措施,实现节能降耗生产目标同时,也能为我国可持续发展战略实施与推行提供助力。

参考文献:

- [1] 张庆轩. 浅析石灰窑结构及性能的优化改进措施[J]. 科学与信息化, 2020(16):76-77.
- [2] 高宏亮. 石灰窑烟气治理技术探讨[J]. 工业安全与环保, 2021,47(03):87-89.