

钡盐生产煅烧工序余热利用技术探讨

吴健波（贵州东华工程股份有限公司，贵州 贵阳 550002）

摘要：目前国内钡盐生产，重晶石的还原大多都是在回转窑中进行的，回转窑是整个钡盐生产中的龙头设备。在钡盐生产中每煅烧1t重晶石需要约0.25t原料煤，产生尾气约4000Nm³，尾气温度约600-800℃左右。煅烧熟料，温度900-1000℃，本文结合钡盐行业及相关回转窑煅烧技术，主要针对以重晶石为原料的钡盐生产煅烧工序中的余热利用展开分析探讨。

关键词：回转窑煅烧；余热利用；节能环保

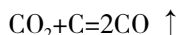
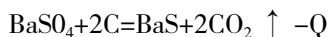
钡盐产品是无机盐行业的主要产品之一。钡盐主要产品有碳酸钡、硫酸钡、氯化钡、氢氧化钡、硝酸钡、钛酸钡等。自然界分布最广的含钡矿物是重晶石，它的主要成分是硫酸钡。重晶石和煤按照一定比例混合，经过破碎以后进入回转窑，在其内部完成化学反应，得到还原熔体，硫化钡熔体用水浸取，然后将浸取制得的硫化钡溶液经过精制以后，可以制取碳酸钡、硫酸钡、硝酸钡等钡盐产品。

近年来，钡盐市场竞争激烈，产能扩增比较明显，节能降耗、安全环保、降低生产成本、提高产品生产技术及质量，已成为各厂家着重解决的问题。能源消耗是成本构成的重要部分。回转窑煅烧耗能占了比较大的比例。回转窑每煅烧1t重晶石，排放的尾气约4000Nm³，600-800℃，煅烧所产生的熟料约0.75t，900-1000℃。目前国内厂家对于尾气的余热利用技术差距不大，对熟料的余热利用差距较大。主要集中在以下几个方面：

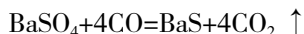
1 煅烧工序高温尾气余热回收

重晶石和煤在回转窑中主要进行以下反应：

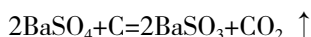
①还原反应，温度在600-800℃按下式反应：



②物料不断前移，温度在900-1200℃按下列反应进行：



③在煅烧过程中，还会产生下列副反应。重晶石首先还原成BaSO₃，然后再还原成BaS。



尾气的主要成分为：CO₂、SO₂、H₂O、O₂、N₂，粉尘。所以回转窑正常操作室烟气温度为600℃，当煅烧的重晶石硬度较大时，为了提高重晶石的转化率，就需要提高后部温度，这时煅烧尾气温度高达800℃，且尾气中含有SO₂，直接上除尘设备，对设备材质要求较高，难度较大，目前钡盐生产厂家基本都是利用沉降室重力作用初步除尘后，利用余热锅炉，将烟气温度降至200℃

左右，再通过高温布袋除尘器或者电除尘器，回收粉尘，粉尘回收后与重晶石及原料煤的混合料一起加入回转窑。余热锅炉产生的蒸汽用于厂区供暖及下游浸取工序水的加热。经过余热锅炉后的尾气进入脱硫系统，见图1。

目前国内有利用尾气余热加热导热油，控制尾气温度降至210℃以上，加热后的导热油再利用换热器将热量用于产生水蒸气，但导热油工质换热技术换热能力有限，换热器设备体积庞大。钡盐生产中的尾气，因为煅烧尾气温度很高，粉尘量较大，大多厂家均采用余热锅炉产蒸汽，不同的是余热锅炉设备、除尘设备的选型及除尘设备的选择。余热锅炉标准状态排烟温度一般不低于170℃，在余热锅炉安装省煤器，使烟气温度进一步降低，热量得到充分利用，防止余热锅炉尾部受热面腐蚀和堵灰，防止排放高温烟气造成大量热能浪费，同时污染环境。

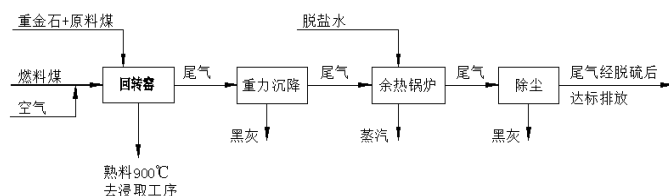


图1 回转窑煅烧热能利用工艺流程图

2 煅烧工序高温熟料余热利用

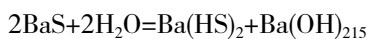
回转窑煅烧后的熟料温度高达900℃-1000℃，其带走的热量占煅烧总能耗的7%-8%，不可小觑。目前国内钡盐熟料大部分工艺都是通过卷扬机、吊车等固体转运设备进入入浸取工序，高温的熟料进入浸取槽内，产生大量水蒸气和其他有害气体，操作环境恶劣，工艺落后、劳动强度大，效率低、安全环保都存在比较大的问题。

综合本行业、钛白粉行业技术路线的相似性，以及回转窑煅烧后的冷却窑技术，回转窑煅烧后的熟料可以采用冷却窑技术，保证生产技术的先进性、安全环保、提高生产效率的同时还可以利用煅烧后熟料的余热。根

据目前国内钛白粉行业的冷却转筒使用情况, 钡盐煅烧熟料冷却可采用以下几种方式:

2.1 冷却窑采用水冷

冷却水与煅烧熟料间接换热, 加热后的冷却水去浸取工序。用 80℃ -90℃ 的热水对熟料进行浸泡浸取, 浸取的反应原理即为硫化钡在水中水解, 反应方程式如下:



既保证了安全、环保、高效的生, 也利用了熟料的余热, 见图 2。

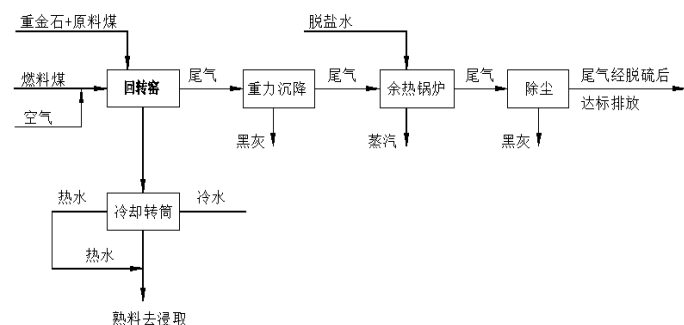


图 2 冷却窑采用水冷工艺流程图

2.2 冷却窑采用风冷

冷空气与灼热的物料热交换后可升至 90℃ 左右, 返回转窑做燃烧风使用。以前国内钛白企业的冷却窑大多采用水冷, 由于冷却筒内部设计不合理, 热交换效果不好, 加热后的水也未回收, 冷却窑大多数改为风冷, 被加热的冷空气既可以作为燃料煤的燃烧空气, 也可以作为的热空气供钡盐后续的烘干工序使用。目前国内回转窑的处理能力可以达到 15-20t/h 的重晶石。按照 15t/h 的处理能力估算, 出口熟料热能约为 $2 \times 10^6 \text{kcal}$, 可以加热 75000Nm³/h 冷空气至 120℃。

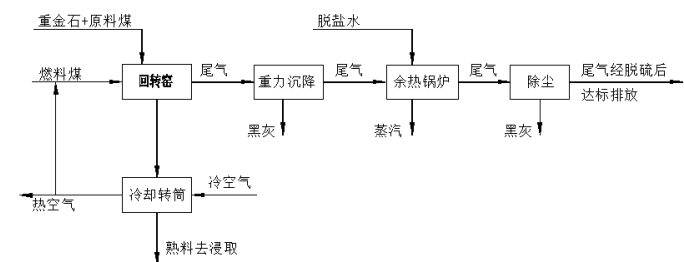


图 3 冷却窑采用风冷工艺流程图

2.3 冷却窑采用水冷加风冷

随着设备工艺的改进和技术的提升, 还可以采用水冷加风冷的方式, 更好的利用热能。根据工艺的需要, 选择相应区间的加热后的水及热空气 (见图 4)。

3 总结

综上所述, 在钡盐生产的煅烧工序中余热可以综合整个钡盐生产流程从回转窑的窑头煅烧物料和窑尾的煅烧尾气加以利用。回转煅烧窑中产生的高温烟气干法收

尘, 回收的物料返回转窑重新煅烧, 高温尾气利用余热锅炉产生一定品质的低压蒸汽。低压蒸汽可作为下游工序的热源也可以用于厂区供暖, 节能降耗。在余热锅炉安装省煤器, 使烟气温度进一步降低, 热量得到充分利用。回转窑煅烧熟料使用冷却窑技术, 循环利用煅烧熟料的显热。改进了工艺流程, 热能梯级利用, 生产环境更加安全、环保。采用水冷、风冷或者风冷 + 水冷均可以满足生产需要, 冷却转筒国内技术已经非常成熟, 在钛白行业应用非常广泛。钡盐煅烧工序可以借鉴此项技术, 提高钡盐煅烧与浸取的生产效率。

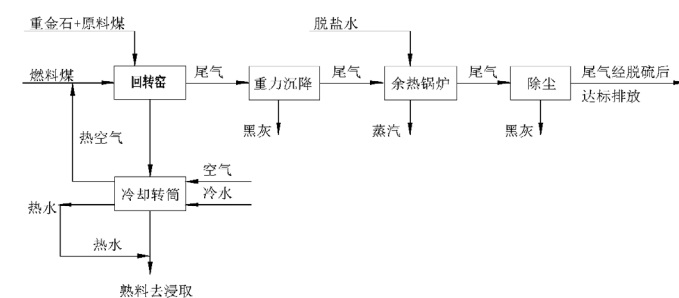


图 4 冷却窑采用风冷 + 水冷工艺流程图

参考文献:

- [1] 陈英军. 钡盐生产中粗钡尾气除尘的探讨 [J]. 无机盐工业, 2002, 034(002): 31-32.
- [2] 杜茂平. 钛白粉生产中煅烧尾气余热利用技术的研究 [J]. 聚合物与助剂, 2015(4 期): 26-28.
- [3] 林杰, 李有贵. 硫化钡生产工艺流程探讨 [J]. 化工矿物与加工, 1998, 027(001): 33-34.
- [4] 刘铁岩, 梁新义, 张学平. 钡盐产品的研究开发和展望 [J]. 化学世界, 2002.
- [5] 张海. 在项目设计及工艺技术改造中, 提高我国现有碳酸钡、碳酸锶工艺技术水平途径 [C]// 中国化工学会无机酸碱盐专业委员会 2005 年无机盐学术年会, 2005.
- [6] 冯冬梅, 王君, 戴佳佳, 汤升亮, 陈晶晶, 肖国先, 丁苏东, 蔡玉良. 以硫化钡黑灰为原料制备碳酸钡工艺研究 [J]. 山东化工, 2017: 28-30+32.
- [7] 李树梅. 一种利用风冷和水冷的固体废料冷却回收设备: 中国, CN205436586U[P]. 2016-3-14.
- [8] 肖利. 钛白煅烧回转窑熟料显热循环回收利用与研究 [C]// 第十一届全国余热回收再利用技术与产业发展研讨会, 2015.
- [9] 赵增军, 姜玉英, 陈英军. 碳酸钡回转窑大型化改造实现节能减排 [J]. 无机盐工业, 2010: 65-67.
- [10] 高增丽, 李秋红, 李化全, 毕红雨. 一种钛白粉转窑煅烧尾气余热利用新装置 [J]. 无机盐工业, 2020: 75-77.