

回转窑在北方稀土矿焙烧中的使用和维护

王 兵 (甘肃稀土新材料股份有限公司, 甘肃 白银 730922)

摘要: 内热式内衬回转窑是本厂(甘肃稀土新材料股份有限公司)用于北方矿(氟碳铈镧矿、独居矿)浓硫酸高温强化焙烧工艺的关键设备。其主要结构由窑筒体, 支承装置, 窑头、窑尾密封装置, 传动装置, 配酸混料进料装置及天然气焙烧系统组成; 结构相对复杂, 通过日常运行经验摸索, 使得回转窑连续稳定运行, 年度检修费用明显降低, 日常运行故障率明显下降, 公司稀土焙烧产能稳步提升, 经济效益显著。

关键词: 回转窑; 焙烧; 稀土; 结窑; 密封

0 前言

甘肃稀土集团有限责任公司现有 $\Phi 2.2 \times 29\text{m}$ 内衬式回转窑 5 台, 最新一台于 2011 年 10 月投产试车; 长期以来, 回转窑从原使用的内径: $\Phi 1300\text{mm}$, 全长: 25000m 光板窑到目前使用的内径: $\Phi 2200\text{mm}$, 全长: 29000mm 内衬窑, 实现了 5 台窑 30000t/a 氯化稀土处理能力, 并实现全年设备完好率 100%。几年来, 北方稀土焙烧经历了重油、煤、水煤气、天然气四个应用阶段, 在采用天然气焙烧系统后, 单台回转窑投矿量最大可提高到 24kg/min , 相比以前单台窑产能增加了 4kg/min , 大大提高水浸液产量, 保证了生产任务的完成, 其次天然气投入使用后, 焙烧系统矿浆液产品质量大幅提高, 保证了水浸液一次合格率达到 98% 以上, 取得了良好的经济效益。回转窑内衬通过几年来实践调整, 形成了一套较完整的内衬砌筑方案, 在生产实际中取得了良好的经济效益。现针对回转窑在运行过程中出现的问题, 谈谈对回转窑的使用与维护经验, 与同行共享。

1 工作原理

回转窑的筒体由钢板卷制而成, 筒内镶砌耐火砖及石墨砖(防腐内衬), 以低速回转, 物料预热烟气一般为逆流换热, 物料从窑的高端(窑尾)加入, 由于窑体倾斜安装, 在回转时(在带轮的支承装置附近窑体上用切向弹簧钢固定一个大齿轮, 其下有一个小齿轮与其啮合)窑内物料在沿周向移动, 燃烧器(天然气喷嘴)从窑头燃烧罩喷入燃料, 烟气由高端排出经过尾气处理系统排空。物料在移动过程中得到加热, 经过物理化学变化, 形成产品由低端排出。

2 结构特点

窑体采用碳素钢 20mm (GB7B-86)、Q235 钢、普通低合金钢 (16Mn)、等卷制, 采用自动焊焊接, 窑体壁厚, 一般窑体为 28mm , 烧成带为 32mm , 轮带下 $75/80\text{mm}$, 由轮带下到胯间有 $42/55\text{mm}$ 厚的过渡段节, 从而使窑体的设计更为合理, 既保证了截面的刚性又改善了支承装置的受力状态。轮带与窑体的垫板间的间隙由热膨胀量决定, 当窑正常运转时, 轮带能适度的套在窑体上, 以减少窑体径向变形, 起增加窑体刚性作用。

采用当轮装置承受的下滑力, 该装置可推动窑体向上移动。支承点间跨度的正确分配, 使各档轴承装置的设计更加合理每个轴承均设有测温装置。

传动系统用单传动, 由高启动转矩的会回转窑用交流调速电动机驱动二级硬齿面圆柱齿轮减速器, 再带动窑的开式齿轮副, 该传动装置采用挠性轴联接, 以增加传动的平稳性。设有连接电源的辅助传动装置, 可保证主电源中断时仍能盘窑操作, 防止窑体弯曲并便于检修。

3 常见问题

3.1 回转窑结窑

公司常用稀土精矿粒度较大, 一般在 100 目左右, 比表面积较小, 造成球表面光洁度差, 表面含粉较多, 通过与浓硫酸混合后进入回转窑, 形成粉末较多, 易于附着在内衬砖表层, 大量粘附烧结, 形成结窑。

由于工艺控制或混矿配酸岗位操作原因, 导致浓硫酸配比过大, 物料在与浓硫酸混合后, 经过混合段(低温区)、反应段(中温区)、进入高温区, 由于火力不够, 人为强增火力, 烘干后水分波动较大, 烧结粘于防腐层形结窑。

可以通过稳定焙烧后水分、稳定矿酸比、强化天然气焙烧操作, 合理调整回转窑温度分布及梯度等改善。

3.2 回转窑不平稳

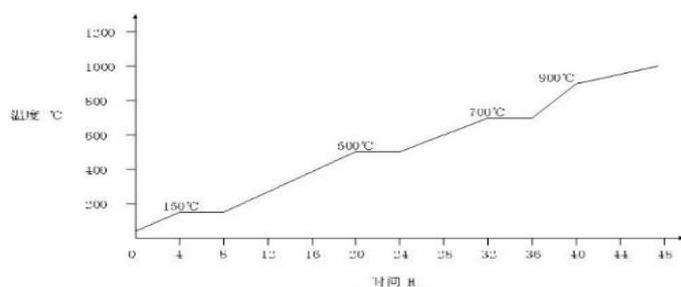


图 1 回转窑升温曲线图

由于回转窑是以筒体中心线与水平线呈 $1.5\% \sim 3\%$ 的斜度放在托轮上。在实际运转中。回转窑筒体在有限的范围按照一定规律, 上、下窜动, 并保持相对稳定,

这种上下窜动是正常的。窑体正常窜动，可以有效的防止轮带与托轮的局部磨损。但是，如果窑体只在一个方向上作较长时间的窜动，给轮带与托轮表面造成严重磨损，甚至托轮表面形成拉丝、掉渣甚至冒烟；长时间运行，造成托轮轴承、挡轮损坏，发现不及时，会造成齿圈及托轮脱轨；拖动电机电流增大，甚至烧毁等事故的发生。更有甚者导致回转窑窑体变形、内衬松动，造成严重的经济损失。

而回转窑径向跳动发生在回转窑窑体变形、传动系统啮合不良等情况下，由于回转窑长期停车，在开车过程中未严格按照回转窑升温曲线图进行缓慢升温，则可能造成窑体变形，形成径向跳动，常用升温曲线如图。

在回转窑正常运行过程中，出现突然停电等事故，由于回转窑温度较高，自重及物料重量大，如果不进行及时的盘车处理，会导致回转窑窑体变形，甚至危及内衬层，形成径向跳动。

由于轴向窜动未及时调整，导致托轮局部磨损不一致，长时间运行；或在进行更换托轮时，一组托轮仅更换一台，后由于托轮磨损情况不一等原因，也会造成窑体变形。

3.3 回转窑内衬维护与维修

原回转窑无内衬，虽然外包保温材料，但是窑体热损失严重，由于物料采用浓硫酸高温强化焙烧，浓硫酸在反应过程中稀释，对窑筒体腐蚀严重。

回转窑石墨砖及耐火砖均采用楔形砖，采用圆周方向砌筑，径向合缝技术，采用环氧防腐胶泥砌筑。

采取计划检修，做好回转窑技术档案的记录，针对上次检修时间及内容，组织进行；每次停产要组织进窑查看内衬情况，如果耐火砖磨损大于 100mm，则要组织进行更换；石墨砖有无松动、掉砖现象，对局部出现石墨砖被浸透，出现凹坑深度大于 100mm，要进行挖补。看圆周方向有无环缝，缝隙宽度是否均匀，环缝是否规则，对环缝均匀的，宽度较宽，深度较深或深及窑筒体的，要进行镶嵌，使用胶泥进行浇灌，对窑体钢板有破漏的，要进行补焊后进行镶嵌浇灌处理；对环缝不均匀，不规则有局部掉砖的，证明窑体扭劲严重，窑体严重变形，需要矫正窑体后拆除内衬重新进行砌筑。

3.4 回转窑窑头窑尾密封的正确使用

3.4.1 回转窑燃烧罩

回转窑燃烧装置，经历了燃烧室、燃烧罩两个阶段，当前使用燃烧罩是公司自我设计的迷宫型密封燃烧罩，主要由混合室、配风腔、折流板、下料斗及密封环构成，能够很好的引入自然风进入混合室，充分燃烧。

由于燃烧罩要求耐高温、腐蚀及磨损，在混合室内焊补毛爪浇筑捣鼓料，虽然解决了耐高温及磨损问题，但是密封环部位在回转窑正常运行中烟气上溢，长期燃

烧罩折流板及密封环腐蚀严重。现采用定期进行维修更换处理。

3.4.2 回转窑端面密封

根据目前回转窑工况，端面密封部位腐蚀最严重，端面密封的使用周期严重制约着生产，端面密封的作用：端面密封通过静环与窑体平面端板形成密封相连，通过下料装置与窑尾混矿配酸罐相连，起到输送物料进入窑体及输送烟气进行尾气喷淋吸收装置的作用。

先后采用文氏器装置、A3 钢自制端面密封、哈氏 C237、现用铸铁 + 镉 + 镍等合金元素端面密封装置，在使用不同浓度硫酸时的使用周期差距明显，先用性价比较高。

表 1 不同时期使用端面密封性价比比较

名称	指标	使用周期 (92.5% 硫酸)	使用周期 (98%+70% 硫酸)	价格 (元/台)	自重 kg/台
A3 钢自制端面密封		1-2 个月	< 1 个月	9000	800kg
哈氏 C237		12 个月	< 6 个月	100000	1000kg
铸铁 + 镉 + 镍等 合金元素端面密封		7-8 个月	4-5 个月	39000	1500kg

4 结束语

通过加强回转窑日常维护和做好计划检修，我们总结出如下维护操作经验：

①工艺参数要保持稳定，否则会造成回转窑温度波动；如：稳定焙烧后水分、矿酸比及强化天然气焙烧温度操作，合理调整回转窑温度分布及梯度，能够有效的控制回转窑结窑；

②不要让回转窑筒体只在一个方向上作长时间窜动，如果出现及时调整。可以有效减少回转窑托轮及挡轮的磨损；

③回转窑的操作要尽量保持连续性和稳定性，尽可能减少停开窑次数。有临时检修时，应在较短时间内完成。

通过经验摸索，加强回转窑日常维护保养，科学合理计划检修和使用，回转窑年维修费用得到大幅降低，设备工况良好，公司稀土焙烧产能稳步提升，经济效益显著。

参考文献：

- [1] 吴文远. 稀土冶金学 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [2] 张国成, 黄小卫. 氟碳铈矿冶炼工艺述评 [J]. 稀有金属, 1997(03):34-40.
- [3] 徐光宪. 稀土 (上册) [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1995