

# 棒线材步进加热炉耐火材料损坏原因分析及防护措施

李伟强

陕西龙门钢铁有限责任公司 陕西 韩城 715400

**【摘要】**传统的推钢式加热炉在运转的过程当中或多或少存在一些供钢、粘钢或者氧化烧损比较显著等方面的问题，对于实际生产应用存在着一定程度上的阻碍，而步进式的加热炉则较好地弥补了这些缺陷，虽然初期投入成本偏高，不过就近十几年的发展现状来看，其大型化发展、多功能延伸等方面的优势特征也令初期投入的性价比有了明显的提升。从整体上来看，尽管步进式的加热炉在应用中优势明显优于劣势，但是就其自身应用来说，其耐火材料发生的损坏也是不容忽视的问题，必须要结合实际情况分析其成因，并总结防范方案，以期能够更好地为生产工作提供坚实支持。

**【关键词】**步进式加热炉；耐火材料损坏成因；防护措施

就大多数轧制钢材的生产单位来说，步进式加热炉所应用的材料都是“轻重复合”型的绝热耐火材料，不同的生产阶段以及使用周期中都有面临损坏的风险，因为损坏需要停炉检修等原因的影响，在加热炉的顶部、墙侧等区域的水泥浇筑受到的损伤一般会对生产产生最为严重的负面作用。由此可以认为，必须要控制炉墙和炉顶水泥浇筑料的损伤问题，才能够令加热炉更好地投入应用。不过就目前情况来看，多数针对低水泥浇注料进行损伤研究的资料都是较为普适性的，针对不同类型的损伤原因却并未进行分类阐述。本次分析将立足于棒线材的步进式加热炉中耐火材料受到的损伤原因，尝试探究防护措施。

## 一、棒线材步进加热炉耐火材料损坏原因的分析

### （一）炉顶损伤成因

首先，拉应力。对于锚固砖来说，其承载的拉应力一般是“下→上”且分段增加的，同时，重质层内某段锚固砖承载拉应力的增长速度最快，但是轻质层当中增长比较缓慢，在生产中温度变化很容易会出现瞬时膨胀拉力，促成锚固砖的断裂。

其次，剪切力。保温层、工作层之间线膨胀的系数差异较大，两层之间的剪切力比较显著，作用于锚固砖，一般和材质膨胀系数挂钩。

最后，锚固砖的自身材质因素。界面温度达到 1100℃，锚固砖需要承载多数炉顶重量，令拉应力和抗拉强度有强力矛盾存在。另外，因为循环性剪应力的影响，锚固砖有断裂风险。

### （二）炉墙损伤成因

浇筑用料与锚固砖构成复合型结构，随着整炉的温度剧烈波动，如果炉墙锚固砖与轻质砖间缝隙较小或者没有合理

缝隙，势必会形成比较显著的剪应力，另外，锚固砖的断面一般不大，断裂之后很容易向内侧倾斜，浇注料厚度不够的情况下，造成稳定性不足，甚至出现严重损伤，无法顺利完成生产工作。

## 二、如何防护步进式加热炉的耐火材料损坏问题

### （一）施工技术

#### 1、炉顶的技术防护

首先，针对料面锚固砖所存在的一些不平整的位置，需要在浇筑施工开始之前适当包扎，取规格为  $\delta = 1mm$  的马粪纸配合透明胶带固定，避免马粪纸受损的情况影响包扎效果。

其次，在炉顶的浇筑面结合实际情况适当铺设高铝纤维毯， $\delta = 20mm$  规格即可，以期对工作层以及保温层之间由于膨胀系数上的差异产生的剪应力进行适当的缓冲和隔离，以期能适当保护锚固砖。

其三，在施工结束并确认合格之后进行烘炉操作，在温度提高到 850℃ 之后，令高铝毯和锚固砖之间预留大约 2mm 缝隙，以铺设炉顶保温层；在整炉的生产初期完成之后，确认炉顶完好，浇筑，规格为每立方米 0.5t、厚度在 80mm 左右即可，期间严格注意避免震动，且不予抹光。

其四，适当降低炉顶平焰烧嘴周边的砖悬臂大小，在 120mm 到 150mm 左右即可，同时适当铺设锚固砖。

最后，在整炉的施工环节均结束，且刚刚进行烘炉升温的过程当中，因此此时炉顶的下侧温度比较高，浇注料会在短时间内脱水，下侧出现收缩现象，进而令炉顶拱起，发生热应力，且发生膨胀缝的间距越大，产生的热应力自然也会更大。在常规生产的情况下，温度较为平稳，炉顶凹陷，增加拉力。因此，需要结合实际情况规划合理的膨胀缝，常规情况下，炉顶 2m 距离内需要预留大约 5mm 到 8mm 的膨胀

缝，有的情况下也需要 1.5m 距离设置膨胀缝隙，一般结合实际中各种客观因素进行调整即可。

## 2、炉墙的技术防护

在已经设计完毕的加热炉方案基础之上，适当扩张锚固砖的断面（在 120x120mm 以上），并配合耐热合金托板的加装设计，以期改善锚固砖所承载的热应力；为了确保炉墙稳定和坚固度，炉墙本身的浇注料的厚度超过 260mm；炉墙的锚固砖周边均应用和炉顶一致的包扎形式；锚固砖和轻质砖均在周围予以耐火纤维毯填充， $\delta = 20mm$  规格即可，以期能够在一定程度上对剪应力予以缓冲。

### （二）维护管理

#### 1、烘炉期的维护管理方案

通常来说，烘炉阶段属于加热炉正式运行的关键阶段，烘炉升温过程中，因为浇注料的表面温度略微偏高，浇注料本身的脱水速度比较快，且表面出现收缩的情况，同时内部有热应力出现；在浇筑料施工期间，结合实际情况适当加水（6%到 10%调整），并且保证其能够在温度提升超过 110 摄氏度时排出、结晶水则在 250 摄氏度之上排出。水蒸气的体积呈现膨胀。上述原因都会导致浇注料受损，因此有必要控制浇注料的升温速度，就当前情况来看，低温烘炉应用大气烧嘴进行烘炉，升温速度以每小时 5 摄氏度以下为宜；高温烘炉开启部分烧嘴，控制升温速度每小时 10 摄氏度以下为宜。尽管当前不同厂家均有不同的烘炉需求，但是整体来说，温度 110 摄氏度到 250 摄氏度之间均需要充分保温，且总烘炉时间要在 20 天以上，以改善料内的温度梯度。

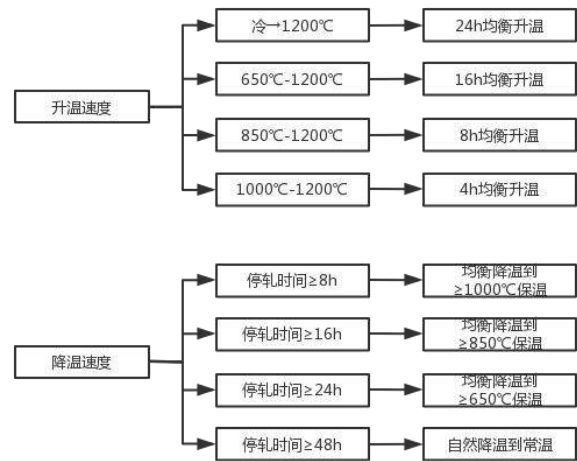
#### 2、生产维护期的管理方案

烘炉期结束后，耐火浇注料的炉衬一般需要两年左右才能够较好地完成任务变换，也就是烧结期，这一阶段必须要随时检测不同部位炉温并予以调控，特别是需要注意，绝对不能在正常开炉和停炉的时候温度变化过快，待烧结完毕之后，才能够适当提升升温 and 降温的速度。

首先，烧结期间，炉温控制参数如下：均热段在 1250

摄氏度以下；加热段则在 1300 摄氏度以下；预热段通常 1000 摄氏度以下。其中预热段因为不配备烧嘴，很难较好地完成烧结，浇注料的强度也要明显小于前两者，因此需要面对的损伤风险也更加严重，要予以炉温恒温处理，以期能够保持温度平稳。

其次，烧结期间，高温段温度变化速度如下（图 1）：



#### 3、烧结期结束后升降温方案

烧结期结束之后，炉内的升温 and 降温速度需要控制在烧结期间升降温情况一倍之内。因此，生产组织初期阶段就需要合理规划较为全面的岗位作业规范以及操作标准，同时，对于参与生产活动和运维工作的人员，均需要考核上岗资质，并定期进行考核，以期能够令烘炉和生产中升温 and 降温操作均有章可循，尽可能保证生产效率以及生产效果。

### 结语：

综上所述，想要针对棒线材的步进式加热炉进行耐火材料防护，以期能够令其使用周期延长、提升经济效益，必须要从技术以及管理两个方面同时入手予以强化和有效完善。尽管受到短期暂时性的经济效益所影响，很多错误操作很难在一段时间之内显出弊端，不过细微的量变势必会带来巨大的质变，因此作为生产单位，必须要加强生产维护和施工技术的完善，以期能够有效确保耐火材料为生产工作提供辅助。

### 参考文献：

- [1] 任树朋.步进式加热炉在棒线材生产线上的控制系统设计[J].山西冶金,2018(003):19-21.
- [2] 高争一.步进梁加热炉耐热垫块的改进[J].冶金设备,2020(01):46+82-84.
- [3] 郭红林.干熄炉斜道区耐火材料结构损坏的原因分析与改进措施[J].安装,2020(05):54-55.
- [4] 尹腾飞.步进式加热炉燃烧状态检测系统及其设备优化[J].冶金管理,2020(05):79-80.
- [5] 陈焕德,丁美良,胡磊,等.蓄热式步进梁轧钢加热炉保温性能分析及优化措施[J].上海金属,2018(002):69-73,82.