有效减少镀锌退火炉掉砖事故的实践*

孙海峰,苏广银

(内蒙古包钢钢联股份有限公司薄板坯连铸连轧厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 镀锌退火炉现使用的明火烧嘴,许多缺陷由于长时间的高温而显露出来。自投产以来,NOF 炉内出现多次掉砖,对炉体内部设备损坏严重,同时产生大量缺陷,严重时导致断带事故发生。文章通过加固砖体与盖板的连接方式、改变支撑砖的支撑方法以及耐材布局的优化,有效的减少并控制住退火炉掉砖事故的发生。

关键词: 热镀锌生产线; 烧嘴砖; 退火炉

中图分类号: TG155.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2017)05 - 0052 - 04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.05.015

Practice on Effectively Reducing the Brick Fall Accident of Galvanizing Annealing Furnace

SUN Hai - feng, SU Guang - yin

(*CSP Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: The open flame burner used in galvanizing furnace is now exposed to many defects as it is used for a long time. Since the production of building production line, there has been many times of brick falling in the NOF furnace, which seriously damaged the equipment in the furnace, and produced a lot of defects at the same time, which will lead to the strip breakage accident. Through reinforcing the connection between brick body and cover plate, changing the support method for supporting brick and optimizing refractory material layout, effectively reduce and control the occurrence of brick fall accident in annealing furnace.

Key words: hot - dip galvanizing line; burner block; annealing furnace

包钢薄板坯连铸连轧厂冷轧热镀锌生产线是包钢优化产品结构形成精品板材基地的重要项目,产线生产工艺稳定,性能优良,产品覆盖厚度 0.4 ~ 2.5 mm,宽度 1 000 ~ 1 500 mm 的全部规格。产品品种主要有普通一般用钢 SGCC、硬质钢 SGCH、高强镀锌钢 SGC400\440\490 等产品。生产的连续热镀锌钢板及钢带大量用于高档建材、普通家电板、汽车结构件及内衬板等,大部分产品远销国外,受到广大用户的好评。

1 工序简介及现状

连续退火工艺采用改良森吉米尔法,立式布置,占地面积小,分为明火加热、辐射加热、喷射循环冷却等几个区域。明火段使钢带实现无氧化燃烧。辐射段采用 W 型推拉式燃烧装置,实现带钢再结晶退火。喷射循环冷却最终让带钢达到合理的入锌锅温度。

小组首先搜集全年造成质量缺陷的各种原因及

* 收稿日期: 2017 - 06 - 30

作者简介: 孙海峰(1985 -),男,内蒙古包头市人,工程师,现从事热镀锌退火炉技术管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

缺陷量，单独找出由于炉内掉砖造成的停车时间及缺陷，缺陷量占全年总缺陷量的 8%。由于 NOF 掉砖导致断带事故平均每年达到 3 次，全年经济损失达到 500 万元以上。

2　可行性分析

通过与国内同行业厂家对标及技术交流，了解到其他生产厂家也存在掉砖缺陷，而且所占比例有过之而无不及，若对此方向进行攻关，能够提升产能及合格率，对产品的竞争实力也会有较大的提升。在指标折算上，每减少一次掉砖事故的发生，全年产品总的合格率就可以提升 0.02%。如果彻底解决掉砖事故发生，那么总合格率可以提升 0.06%，对于完成全年目标任务起到决定性作用。因此通过减少掉砖次数来达到任务目标是可行的。

3　原因分析及主要原因确认

3.1　原因分析[1]

(1) 造成炉内温度变化频繁及温变梯度过大关键是人为因素，如何控制升降温制度，避免炉膛内急冷急热，减少生产时的急减速停车次数，是以下要确定的方向。

(2) 空煤配比不得当，焦煤热值不稳定使得炉内气氛燃烧不充分，产生大量的 H_2O，水份对烧嘴砖体寿命的影响，也将是进一步讨论的话题。

(3) 对应于使用的烧嘴本身进行了解体分析，确定出导致烧嘴易脱落的多条末端因素。

(4) 所使用的原料缺陷，包括备件制造原料，成品原料以及介质原料等因素全部待查。

(5) 环境温度过高是否也会影响砖体寿命，也从各个方面进行了分析，包括厂房通风不良在内的各种因素。

3.2　原因确定

(1) 升温梯度较快，造成炉膛内急冷急热。操作工对炉区温度控制不一致，升温降温梯度过大，造成炉膛内温度极冷极热，会对硅酸铝及氧化锆材质的耐火材料造成影响。但是 2015 年炉区升温梯度已作出标准规范，在全年数据统计中整体升降温度曲线非常平稳(如图 1 所示)，但对于掉砖造成的缺陷没有明显减少，因此升温梯度不作为主要原因。

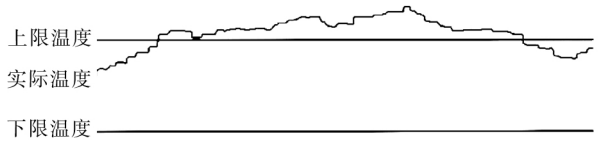


图 1　年全年退火炉温度变化曲线

(2) 水分较多，砖体氧化变质。空煤配比优化早在 2014 年进行了空气过剩系数的整体调整(如表 1 所示)，通过检测尾气内的 CO 含量、氧含量及露点，已找最优空气过剩系数，但在 2015 年，经过一年的观察，由掉砖造成的事故及缺陷量无明显变化。

表 1　调试各区空气过剩系数数据统计

调试次数	一区	二区	三区	四区	五区	结果
调试一	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	氧气过剩
调试二	0.98	0.98	0.96	0.96	0.92	氧气过剩
调试三	0.97	0.96	0.95	0.94	0.90	氧气过剩
调试四	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	CO 过剩
调试五	0.99	0.99	0.97	0.97	0.95	CO 过剩
调试六	0.97	0.95	0.93	0.91	0.90	良好
调试七	1.00	0.98	0.96	0.95	0.93	氧气过剩
调试八	0.98	0.96	0.97	0.93	0.91	氧气过剩
调试九	0.95	0.97	0.98	0.98	0.99	CO 过剩

(3) 烧嘴砖结构缺陷，本体质量过大。通过近两年对炉内砖体损坏情况的观察，发现所有掉砖的最前征兆就是砖体下方炉墙向外突起，然后是砖体中部开裂、砖体下沉，最终导致脱落。中部开裂是因为砖体铸造时是半成品粘接，目的是粘接部位可以作为砖体膨胀的间隙，却带来了砖体本体开裂的缺

中国知网　https://www.cnki.net

陷，另外 8 mm 厚的炉墙在加热时很难支撑质量如此之大的砖体，最终导致支撑倾斜，砖体滑落，造成事故。

(4) 支撑砖损坏，耐材布局有待优化。通过对砖体的调查，确认所有砖体脱落的烧嘴，支撑砖已经全部损坏，支撑砖本身强度不够，再加上烧嘴砖质量过大，势必造成支撑砖损坏(如图 2 所示)，损坏后上部砖体已无支撑势必向内倾斜，最终导致炉体变形烧嘴砖滑落。如果支撑不损坏，即使烧嘴砖开裂，也不会掉落，而在支撑砖下方的金属支撑没有起到作用。可以看出支撑砖的损坏脱落是导致烧嘴砖掉落的重要原因，想要改变支撑砖的结构形式，势必需要优化炉内耐材分布。

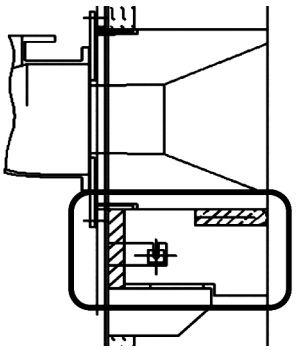


图 2 烧嘴砖及支撑砖侧视图

4 改善措施及实施方案

(1) 改变烧嘴砖的浇筑方式，重新设计烧嘴尺寸，减轻质量。通过与国内知名加热设备制造厂家进行技术交流，发现砖体开裂的主要原因就是合缝接口粘接问题，因此在初期利用原有材料制做了整体的成品砖体并放入加热炉内进行加热实验，通过 7 天的加热实验，可以看出，虽然是整体浇筑，但是砖体仍然出现不规则的开裂。

将重点转移到了砖体材料上，原有砖体成分全部为氧化锆成分，氧化锆的热膨胀系数较大，因此对于密度及体积如此之大的烧嘴砖来说必须要留有膨胀缝隙，这也是为什么原有设计会如此，并不全是考虑的制造成本。

通过资料[2]查找，一种用于耐材模块及马福科保温毯的的硅酸铝成分，可以替换，但是其可塑性较差，因此决定 40% 硅酸铝、60% 氧化锆混合制作整体烧嘴，此次试验得到了较好的效果。另一个原因，通过热成像仪对整体 NOF 炉烧嘴进行跟踪，及近一年的观察总结，发现在砖体脱落前期还有一个比较明显的特征，就是烧嘴的后盖板出现高温，如图 3 所示。

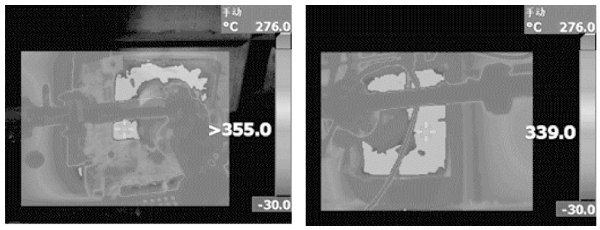


图 3 砖体脱落前期烧嘴热成像图

因此可以确定砖体与后盖板连接方式存在缺陷，通过多次讨论，最终确定保留原有的圆柱形拉紧螺栓，同时在砖体本体上增加四条预埋螺栓，该四条螺栓位于原来固定烧嘴与盖板的螺栓处，如图 4 所示，此种做法可以减少现有备件的改动，可将新砖体直接替换。预埋螺栓填充后需做隔热保护后在进行高温烧结，防止螺栓过度退火影响其强度。

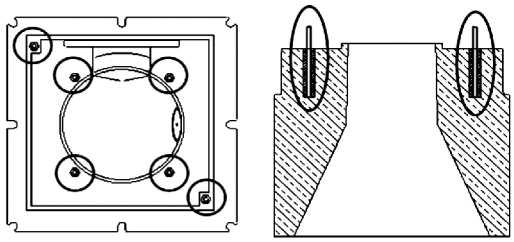


图 4 重新设计后的砖体草图

对于砖体质量过大的缺陷，则重新设计烧嘴砖结构，改变烧嘴砖尺寸由原来的 30.48 cm，改为 22.86 cm。再加上硅酸铝材料的替换，其整体质量减少近 15 kg。

(2) 去掉支撑砖，耐材布局重新优化。通过对炉内墙体的改造，已将烧嘴砖下方的支撑砖去掉(如图 5 所示)，让金属支撑直接贴合烧嘴砖体，彻底消除支撑砖脱落的可能性。支撑砖去掉之后，金属支撑需要提升并重新焊接，因此该区域的耐材模块需要重新布局填充。通过团队在图纸上的不断计算和优化，最终绘制出优化后的模块布局图如图 6 所示，并在中修时进行实施。

中国知网 https://www.cnki.net

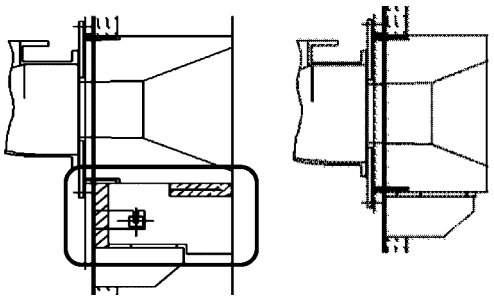


图 5　去掉支撑砖前后对比

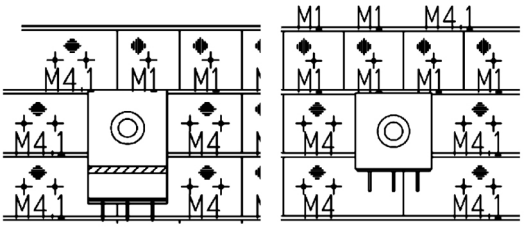


图 6　重新设计后的模块填充对比

5　结束语

综上所述，根据实际情况采用如上方法对减少炉内掉砖产生的事故及缺陷有良好的效果。另外，对于炉内已经调整好的工艺参数要经常校对，降低炉内露点，减少砖体粉化几率，同样也是该实施方案的基本前提。通过全年对部分砖体改善后的使用与观察，作出了以下统计：由于炉内掉砖产生的废次品较往年同期相比减少 76 t。烧嘴使用率达到 92%。炉内掉砖造成的停线时间减少 114 h。

参　考　文　献

[1]　李九龄. 带钢连续热镀锌 [M]. 北京：冶金工业出版社，2010.

[2]　张江涛. 连续热镀锌连续立式退火炉的设计 [J]. 工业技术，2012，(1)：8.

(上接第 51 页)

生产时，要合理安排堆垛摆放位置，将塔形卷、溢出边卷放置于钢垛上部；按照合理的退火制度进行退火，保证退火设备完整、检测仪表准确、热电偶插放到位等，能够随时检测退火温度曲线，确保炉内具有良好的气体循环条件。

4　结束语

通过理论分析和工业试验，确定了影响粘连产生的因素与冶炼时的化学成分，热轧时带钢板型，冷轧轧制时的卷取张力，罩式退火时的工艺控制及平整的开卷张力等方面，都有着密不可分的联系。想要真正彻底消除粘连缺陷，就必须从源头抓起，层层把关，做好各工序的质量把控。经过近一年的生产实践证明，冷轧带钢生产工艺改善效果明显，采用技术措施得当，产品质量稳定提高，各项技术指标达到标准及用户要求，得到了市场的认可。

参　考　文　献

[1]　孟静. 冷轧罩式炉退火带钢表面粘结缺陷影响因素研究 [J]. 热处理技术与装备，2016，37(2)：34.

[2]　黄皆捷，吴彬. 宝钢冷轧板粘结成因分析及消除对策探讨 [J]. 轧钢，1999，16(3)：13－16.

[3]　赵波. 冷轧带钢退火粘结缺陷原因分析及控制措施 [J]. 鞍钢技术，2010，(3)：53－54.

[4]　张向英. 冷轧产品质量缺陷图谱及解析 [M]. 北京：冶金工业出版社，2012.

[5]　王晓宇，耿勇. 冷轧带钢退火粘结缺陷的研究 [J]. 鞍钢技术，2001，(6)：42.

中国知网　https://www.cnki.net