

# 减少板坯边直裂纹缺陷率工艺实践

王要欣

(河钢邯钢矿业分公司 河北 邯郸 056000)

**摘要:** 根据板坯边部直裂纹的产生机理,采取了提高钢液洁净度,改善钢液成分和优化浇铸方式等措施,使板坯边部直裂纹缺陷得到有效控制,大大降低了铸坯裂纹率,产品质量明显改善。本文结合邯钢连铸线生产实践,对如何减少板坯边直裂纹缺陷率进行了探讨。

**关键词:** 连铸板坯;边部裂纹;缺陷率;工艺实践

连铸板坯边直裂纹是发生在板坯宽面边部与浇铸方向平行的表面裂纹,属于重大的产品质量缺陷问题,严重影响板坯的表面质量和机械加工性能。这种边直裂纹往往是成批次出现的,严重时会导致该批次产品大量报废。邯钢连铸生产线在生产不同规格铸坯时,曾出现板坯边直裂纹的质量问题。经过对连铸生产过程的分析认为,板坯边直裂纹的产生主要与结晶器内钢液的不均匀冷却有关,致使浇铸后的坯壳出现厚薄不均和边部薄弱部位裂纹有关。在铸坯出结晶器后,由于铸坯冷却收缩不均匀,致使铸坯直裂纹继续扩大,最终形成较为严重的裂纹缺陷。根据板坯边部直裂纹的产生机理,采取了提高钢液洁净度,改善钢液成分和优化浇铸方式等措施,使板坯边部直裂纹缺陷得到有效控制,大大降低了铸坯裂纹率,产品质量明显改善。本文结合邯钢连铸线生产实践,对如何减少板坯边直裂纹缺陷率进行了探讨。

## 1 板坯边部直裂纹产生的原因分析

板坯边直裂纹是严重影响连铸产品质量和产量的表面缺陷问题。2018年,邯钢连铸生产线浇铸的板坯曾出现大量边部直裂纹的情况,严重时直接导致铸坯作废,给企业造成了较大的经济损失。铸坯表面的质量问题绝大多数都与结晶器污染和钢液成分有关,经过分析认为导致板坯表面裂纹产生的原因主要有以下:

### 1.1 钢液成分与洁净度的影响

#### (1) 含碳量的影响

钢液中碳含量对于钢液的凝固收缩有一定的影响。当钢液中含碳量在0.08%~0.15%范围内时,钢液冷却凝固时会发生包晶反应并产生较为显著的体积收缩。此时,由于铸坯的体积收缩,结晶器内壁与铸坯之间就会形成较大的空隙。由于中间空隙处热量散失较慢,因而导致铸坯表面中间部位与边部冷却速度的不一致和不均匀,初生坯壳在中间与边部的厚度也不一样。在钢液静压力、热应力等多种作用力的影响下,铸坯边部就会形成裂纹,且随着冷却过程裂纹会逐渐加剧。根据不同含碳量的铸坯统计数据来看,含碳量在0.1%~0.13%时属于裂纹敏感区。

#### (2) 硫含量的影响

钢液中的硫会增加铸坯的热脆性。因此,钢液中硫含量越高,则越有可能使铸坯形成表面裂纹。硫在钢液中溶

解度很小,与Fe形成的FeS可在钢中形成热脆性共晶体,并在晶界析出。硫的存在会显著降低坯壳所能承受的应力,在钢液静压力和热应力的作用下易使铸坯表面形成裂纹。因此,降低钢液中的硫含量有利于改善板坯直裂纹。

### (3) 钢液洁净度的影响

钢液中的硅、锰、硫等夹杂物会在铸坯结晶的过程中富集或是析出,并使初生铸坯的热阻增加。铸坯在冷却的过程中,中部与边部也会因此而发生不均的冷却和形变,导致边部裂纹产生。此外,夹杂物在冷却时的收缩量也与铸坯其他部位不同。因此,夹杂物边缘部位也是裂纹产生的多发部位。取样分析可知,硅酸盐、金属氧化物、MnS等是钢液中最为常见的夹杂物。

#### 1.2 拉速变化的影响

由于生产节奏变化和钢液温度、成分波动,铸机拉速变化频繁,容易形成非稳态浇铸。拉速的不断变化会使保护渣流入速度、水口侧孔注流冲击强度等随之变化,继而导致铸坯坯壳各部位的非稳态、不均匀传热;特别是铸坯中心部位与边部,热量分部差异更加明显。继而导致铸坯边部直裂纹的发生。生产实践发现,边部直裂纹多发生在开浇炉。对此,需要通过稳定钢液温度和生产节奏等措施,尽量避免短时间内拉速的频繁波动。

#### 1.3 操作影响

密封水口氩气量较大时,虽然有足够的氩气密封,但也会导致钢水液面较大波动,并破坏液渣层的稳定性,致使液渣不均匀流入导致铸坯表面直裂纹的产生。根据生产数据统计,铸坯表面直裂纹随液面波动的加剧而增加,液面波动超过3mm时,裂纹发生率显著升高。其次是加渣、捞渣操作不当,经常性地挑渣壳或深度搅动渣面也容易使保护渣层受到破坏;水口对中不良,导致钢液注入结晶器时存在偏流,流场的偏离继而会导致钢液温度分布的不均匀,这也是造成铸坯表面直裂纹的重要原因。

## 2 减少板坯边直裂纹缺陷率工艺实践

从上述分析可知,结晶器内钢液中部与边部较大的温度差异是导致铸坯边直裂纹产生的根本原因,对此可采取以下解决措施:

### 2.1 优化钢液成分

(下转第41页)

查油冷却器是否堵塞,及时清理可避免润滑油油温过高导致结焦积碳等情况的发生。检查油过滤器前后压差是否符合要求,及时更换或清理油过滤器。

润滑油的选型要尽量避免使用代用品,若实在无法避免可以在推荐的润滑油品上提高一个等级。如果在维护保养过程中需要更换润滑油牌号,切忌不能在油箱没有清理干净时就加入新牌号的油,造成两种润滑油混合。当不同牌号的润滑油混兑时会造成油品的各项理化性质下降,严重影响润滑油质量。

### 2.3 保证检测点反馈数值在正常范围

在机组运行时要时刻注意检测点反馈的数值是否在正常范围内。对达到报警值的检测点进行重点观察。通过现场测量或其他同一位置检测点的数据综合分析报警值产生

的原因从而排除故障隐患,保证机组高效长周期运行。

### 3 结语

大型空气压缩机组是整个空分装置的“心脏”,它的平稳运行才能保障整个空分装置的安全高效生产。通过对故障进行处理会发现,有些问题是日积月累渐渐形成,但很多问题其实是在平时的操作和使用中埋下的隐患所致。所以,压缩机组日常的管理水平是设备能够长周期高效率运行的关键所在。压缩机的维护应从点滴入手,为企业创造更大价值。

### 参考文献:

[1] 赵阳.大型空分装置的空气透平压缩机自动控制[J].深冷技术,2003(1).

(上接第39页)

首先在钢液含碳量方面应合理控制,尽量避免含碳量在0.1%~0.13%范围的裂纹敏感区。再就是要从之前的钢包精炼环节入手,强化脱硫效果,尽可能地降低钢液中的S含量,降低铸坯的热脆性。为了提高钢液的洁净度,可采用钢包下渣自动检测技术,根据钢渣熔点高、粘度大、比重轻的特点,来进行下渣检测。通过对下渣量和下渣时间的监控,及时进行捞渣。

### 2.2 优化结晶器结构及工艺参数

快节奏、高拉速的连铸生产条件下,发生漏钢和铸坯表面直裂纹缺陷的可能性有所增加。生产中发现,中碳钢、低碳钢、薄板坯出现边部直裂纹的可能性更大。分析认为铸坯在结晶器内宽窄面冷却不均匀是造成铸坯鼓肚和边部直裂纹的主要原因。对此,我们对结晶器及冷却参数进行了调整。首先,改进了结晶器的夹紧装置,保证了结晶器在浇铸过程中能够稳定夹紧,锥度不发生变化;且在每次停浇后检查结晶器锥度变化,发生锥度小于允许值时即更换结晶器。二是调整结晶器冷却工艺参数。在原有的生产工艺中,并没有根据钢种特性的不同对结晶器宽面冷却水流量进行调整,导致结晶器铸坯冷却不均匀。技术部门通过对不同钢种结晶器热流的计算,结合铸坯冷却变形机理,优化了结晶器冷却工艺参数。低碳铝镇静钢增加宽面冷却水量为3260L/min;低合金钢、普碳钢窄面冷却水量调整为400L/min。三是加上了生产管理组织,通过采取恒温恒速浇钢和稳定供钢生产等措施,减少了连铸线拉速波动。使钢种性质、拉速、断面浇铸更加匹配。

### 2.3 保护渣的优化

保护渣具有润滑和控制传热的作用,在快节奏、高拉

速的生产条件下,保护渣性能也需要优化。通过生产研究发现,不同保护渣性能对于不同规格钢种直裂纹的产生具有不同的影响。比如薄规格板坯采用碱度1.1的A2保护渣效果最好;碱度为0.96的A4保护渣应用于常规规格低碳钢时效果较差。因此,对于结晶器传热较快、液面波动较大的薄规格板坯,宜采用低黏性、低熔点和低凝固温度的保护渣;而对于较厚规格的板坯,则较适用黏性和熔点较高的保护渣。在今后的生产中,还要继续对不同特性保护渣与各钢种产品质量之间的影响进行研究,以减少铸坯表面裂纹缺陷。

### 2.4 改进浸入式水口参数结构

通过适当缩小水口吐出孔面积,消除了两吐出孔上部的低压回流区;同时利用开孔面积和调整水口射流降低了钢液运动速度,使结晶器内钢液高温区显著上移。从而改善了熔渣效果和坯壳润滑效果。

### 3 结语

通过以上技术措施,有效提高了连铸坯产品质量,铸坯边部直裂纹缺陷得到显著改善。产品裂纹率下降了0.5个百分点。为后续的轧制生产提供了高质量的板坯原材料。

### 参考文献:

[1] 唐生斌.板坯边部纵裂纹产生的原因及解决措施[J].《炼钢》2008,(1).  
[2] 孙宝权,李志,张国新.板坯高拉速表面纵裂纹产生原因及解决措施[J].《连铸》2010,(5)16-19.  
[3] 王小峰,吕亚,刘磊.板坯表面纵裂纹的原因分析及预防措施[J].《金属材料与冶金工程》2013,(02).