

20 钢管内壁鼓泡原因分析与措施

朱平, 陈事, 刘从德, 蒋栋初

江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司炼钢厂, 江苏淮安 223002

Cause analysis and measures of bubbling on the inner wall of 20 steel pipe

Zhu ping, Chen shi, Liu Congde, Jiang Dongchu

Steelmaking Works, Huaigang Special Steel Co Ltd, Jiangsu Shasteel Group, Huaian 223002, China

1 前言

随着国民经济的快速增长, 钢管在工业生产中的地位越来越重要, 钢管的质量要求越来越高, 用来生产钢管的原材料管坯钢的质量很大程度上决定了钢管质量的优劣^[1-2]。某炼钢厂小方坯连铸机, 年生产方坯 60 万吨, 种类涵盖普通碳合结、齿轮钢、锚链钢、弹簧钢、轴承钢等 200 多个品种, 铸坯表面和内部质量一直比较稳定。用户在对某批次 20 管坯钢进行生产加工成型、内外磨削时均没有发现问题, 在碳氮共渗热处理加热时, 发现部分钢管存在内壁鼓泡缺陷, 影响钢管的正常使用。

本文通过对内壁鼓泡产生原因进行研究和分析, 找到了产生的原因, 通过采取措施解决了这一问题, 为低碳小方坯质量管理提供生产指导。

2 生产工艺

2.1 20 管坯钢的化学成分及生产工艺流程

某钢厂生产的 20 管坯钢主要化学成分如表 1 所示, 为生产出满足客户需求的产品, 采用“铁水脱硫→顶底复吹转炉→LF 精炼炉→连铸机”工艺流程。

表 1 20 化学成分 (质量分数) /%

Table 1 20 Chemical Composition (Mass fraction) /%

C	Si	Mn	P	S	Al
0.17~0.23	0.18~0.23	0.35~0.50	≤0.028	≤0.015	0.010~0.025

2.2 炼钢生产工艺

转炉选用经过脱硫处理的优质铁水和废钢, 吹炼过程采用恒压变枪操作, 达到早化渣, 化好渣, 减少喷溅的目的, 以便于快速的脱磷和控制终点碳、终点温度, 出钢采用铝强脱氧, 使用滑板挡渣无渣出钢。精炼过程使用 LF 精炼, 保证 30 分钟以上的精炼时间以及 18 分钟以上的软吹时间, 最大程度提高钢水纯净度; 连铸采用长水口, 浸入式水口全程保护浇铸。

2.3 钢管加工工艺

用户采购 20 钢热轧圆钢作为原料进行加工, 加工流程: 加热→穿孔→酸洗→磷化皂化→冷拔→热处理 (四个道次冷拔)→矫直→切断平头→酸洗→磷化皂化→精轧→切断→内外磨削 (-0.5mm)→碳氮共渗热处理。

3 原因分析与讨论

3.1 缺陷情况概述

用户在使用加工过程中直到内外磨削时均没有发现问题, 在进行最后一道工艺碳氮共渗热处理时, 发现部分钢管存在内壁鼓泡缺陷, 目前比例约 20%。钢管内孔壁上各有 1~2 个鼓泡缺陷如图 1 所示。



图 1 样品的内壁鼓泡缺陷

Fig. 1 Bubble defect of inner wall of sample

3.2 缺陷原因分析

将来样内孔壁上的鼓泡缺陷部分切取一块下来磨横向，检查鼓泡中及其附近的夹杂物情况，在鼓泡中及其附近发现有长条状夹杂物，将夹杂物放大后，经扫描电镜分析其中含有 Ca、Al、Si、Mg、Na、O 等元素。分析认为钢管内孔壁上的鼓泡缺陷是由原材存在的大颗粒夹杂物引起的，而大颗粒夹杂物是由于连铸坯浇铸过程中卷渣形成的。

3.3 夹杂物产生原因分析

通过对浇铸趋势钢液位趋势进行历史查询发现，在此炉次浇铸过程中各流均出现不同程度的液位波动。浇注过程的液位波动容易卷入结晶器保护渣，形成铸坯皮下夹渣或卷入钢水中形成大颗粒夹杂物。因此连铸浇铸过程中结瘤产生的液位波动是导致夹杂物的主要原因。

通过对精炼吊包样和连铸成品样进一步分析，本炉次吊包样和成品样之间存在明显的掉铝和增氮现象。见表 2。

表 2 吊包样与成品样铝、氮含量对比

Table 2 Comparison of Al and N contents between hanging bag sample and finished product sample

试样	铝含量/%	氮含量/ppm
吊包样	0.023	20
中包样	0.015	25

连铸使用内装水口中包，保护浇铸效果较好，常规炉次增氮量基本控制在 1ppm~3ppm，此炉为中包第一包，从吊包样和中包样氮含量分析增氮 5ppm，较正常炉次高，且铝含量由 0.023%降低至 0.015%，结合增氮情况综合分析，认为由于连铸头炉的保护浇铸情况控制不到位，导致开浇或浇铸过程发生二次氧化，影响了钢水纯净度，引起液位波动。

对中包置换管检查，发现由于氩气置换管为细吹氧管，在使用过程中由于温度较高会出现管路堵塞或变形等情况，在开浇前虽进行 12 分钟的氩气置换但置换效果可能不佳，不能将中包内空气置换干净。通过对中包包盖密封性进行检查发现包盖和包体之间存在较大缝隙也不利于保护浇铸。

因此由于生产前由于中包氩气置换效果差，中包包盖密封效果差，均会导致浇注头炉时钢水存在二次氧化现象，影响钢水纯净度，导致浇注过程结瘤和液位波动。

4 采取的措施

4.1 加强中包盖与中包密封

对现有的中包进行了优化，在中包包盖边沿进行焊加边框，并对包盖与中包接触处进行涂抹密封，增加中包的密闭性。

4.2 优化中包氩气置换系统管路

一是改变置换管材质，由普通吹氧管，更换为不锈钢管，增加管路的刚性防止变形和烧损。二是适当延长中包氩气置换时间，由原来的 5 分钟延长至 12 分钟，增加置换效果。

4.3 采取措施后的效果

4.3.1 浇铸情况的改善

通过两项措施的开展，中包密闭性更好，开浇前的氩气置换更加规范，适当延长置换时间后，连铸中包第一包浇铸更加稳定，浇铸过程更加平稳如图 2 所示。

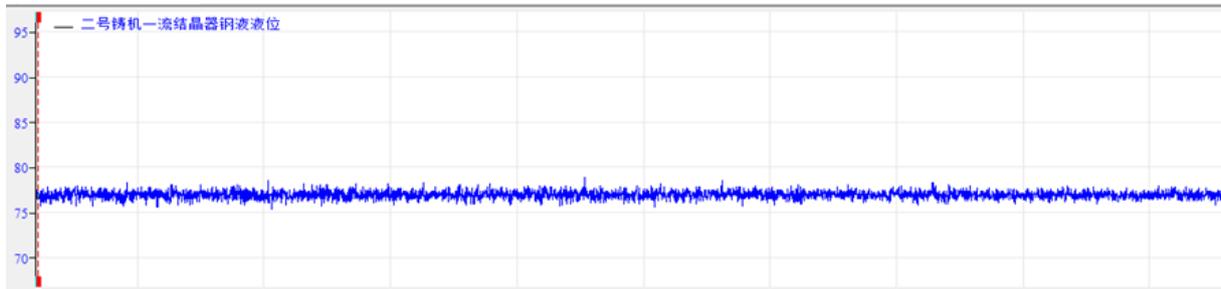


图 2 连铸浇铸结晶器液位趋势图

Fig. 2 Liquid level trend diagram of continuous casting mold

4.3.2 连铸增氮量的改善

由于保护浇铸的提高，连铸中包第一包浇注稳定的同时，中包头炉增氮量也有明显下降，可以稳定控制在 3ppm 左右。

5 结论

(1) 20 钢管加工过程鼓泡缺陷主要是由于铸坯中大颗粒夹杂物引起。

(2) 通过对大颗粒夹杂物进行分析，主要为浇铸过程液位波动导致的结晶器保护渣的卷入。

(3) 连铸浇铸中包第一炉保护浇注效果不理想导致的二次氧化影响钢水纯净度，导致浇铸不稳。采取中包包盖密封以及中包氩气置换的改进，可以有效提高中包置换效果，减少钢水二次氧化，降低增氮量的同时，提高了钢水纯净度，减少了液位波动，避免钢中出现大尺寸外来夹杂物，杜绝了钢管加工过程鼓泡缺陷。

参考文献

- [1] 杜义、王世业，碳素管坯钢表面缺陷成因探讨[J].山西冶金，1996，(2).
- [2] 董孟宪、杨小青、刘玉爱，等. 37Mn5 钢管内壁分层缺陷分析与改进[J].金属加工，2021，35(3).
- [3] 印传磊，翟万里，蒋栋初，等. 42CrMo 钢大尺寸夹杂物的来源与控制[J]. 中国冶金，2021，31(1): 36-41.