

试验研究

GCr15 成品轴表面缺陷成因分析

卢 栋,翟正龙,卢爱凤

(莱芜钢铁集团有限公司,山东 莱芜 271104)

摘 要:针对 GCr15 成品轴表面裂纹,采用金相、扫描电镜等手段进行了全面分析。结果表明,裂纹与钢材表面夹角很小,裂纹内存在铁的氧化物或者保护渣类夹杂物,裂纹两侧发生明显脱碳,裂纹为夹杂物和角部裂纹引起的折叠导致。采用合适的中间包水口、合理的二次冷却制度、性能优良的结晶器保护渣等是减少折叠缺陷的有效途径。

关键词:GCr15 成品轴;表面裂纹;折叠

中图分类号:TC142.1

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2012)02-0034-02

1 前 言

莱钢特钢事业部轴承钢生产已有 30 多 a 的历史,以生产高碳铬轴承钢的代表钢种 GCr15 为主,先后经历了电炉冶炼+模铸、电炉冶炼+LF 炉外精炼+模铸、电炉冶炼+LF 炉外精炼+VD 真空处理+模铸和电炉冶炼+LF 炉外精炼+VD 真空处理+连铸 4 个不同的工艺时期,产品先后经历了按 YB9-68、YJZ-84 两部协议要求生产、GB/T 18254-2000 和 GB/T 18254-2002 标准生产 4 个阶段,能够满足一般中高档用户质量要求。

用户在使用 $\phi 52$ mm GCr15 圆钢后续车削加工过程中,个别出现纵向裂纹,影响了正常使用。针对这一问题,本研究对 GCr15 成品轴表面缺陷成因进行分析,以期找出应对措施,进一步提高产品质量。

表 1 圆钢化学成分分析结果(质量分数) %

项目	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
1 号轴	1.01	0.22	0.35	1.44	0.01	0.01	0.004	0.010
2 号轴	1.00	0.20	0.32	1.56	0.03	0.05	0.003	0.013
标准要求	0.95 ~ 1.05	0.15 ~ 0.35	0.2 ~ 0.4	1.3 ~ 1.6	≤ 0.3	≤ 0.25	≤ 0.02	≤ 0.02

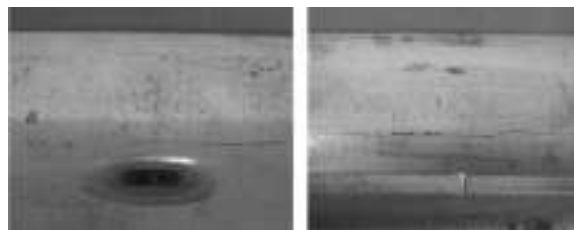
2.2 扫描电镜及能谱分析

试样裂纹处横截面组织形貌见图 2。由图 2a 可以看出,1 号试样裂纹距表面仅 0.2 ~ 0.3 mm,形态较直,与表面夹角较小,放大后裂纹附近有沿晶氧化(见图 2b),腐蚀后发现裂纹四周完全脱碳(见图 2c)。2 号试样裂纹同样距表面仅 0.2 ~ 0.3 mm(见图 2d),与表面夹角很小,放大后可看出裂纹内有灰黑色的块状物(见图 2e),腐蚀后裂纹周围脱碳(见图 2f),但其形态与 1 号试样裂纹明显不同,特别是裂纹接近表面处较细,中段较粗。

试样裂纹处的扫描电镜能谱分析结果见图 3。1 号试样裂纹内部主要成分为氧化铁(见图 3a);2 号

2 缺陷分析

典型轴表面裂纹缺陷形貌如图 1 所示。对 1 号和 2 号 GCr15 成品轴取样进行化学成分、高倍金相以及扫描电镜分析。



a 1 号轴 b 2 号轴

图 1 GCr15 成品轴表面缺陷及纵向裂纹形貌

2.1 化学成分分析

化学成分分析结果见表 1,产品化学成分符合 GB/T 18254-2002 标准规定。

试样裂纹内部主要为 Si、O、Al、Ca 等元素(见图 3b),为钢中夹杂。

3 综合分析

在热轧、热挤压等热加工过程中,由于多种原因将在钢材表面形成局部或者线形折叠缺陷。

1) 连铸钢坯表层金属存在的原始缺陷,在热加工过程中形成的折叠。

2) 钢坯表面的氧化皮或凸出部分,在压延过程中压入钢中形成的折叠。

3) 由于孔型设计不当或内部发生缺损时,在轧制过程中首先形成褶皱,进而形成折叠。

4) 钢坯表面形成的裂纹等缺陷在进一步轧制过程中演变成的折叠,其中,导致折叠的连铸钢坯表层金属存在原始缺陷包括非金属夹杂物、裂纹、

收稿日期:2011-09-06

作者简介:卢栋,男,1974 年生,1994 年毕业于辽宁科技大学钢铁冶金专业。现为莱钢特钢事业部工程师,从事工艺技术管理工作。

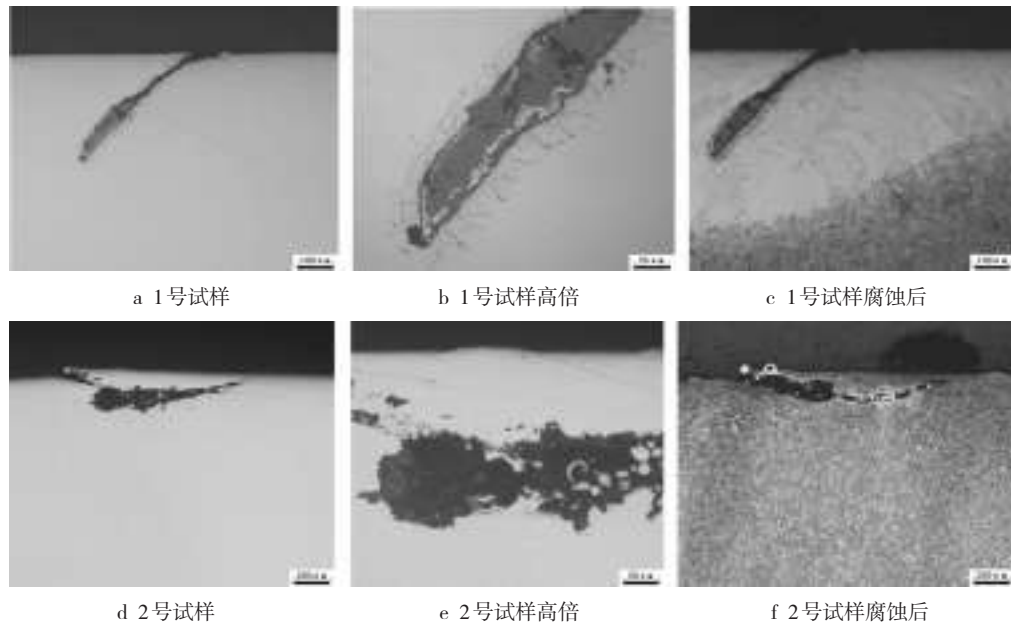


图2 试样裂纹处横截面组织形貌

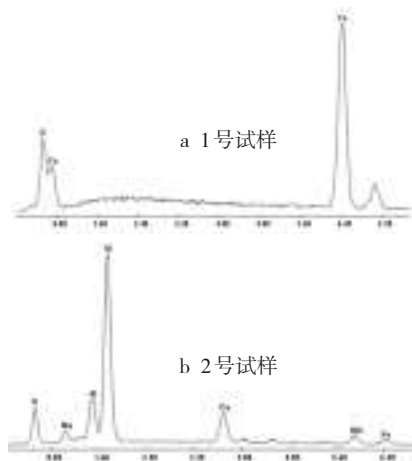


图3 试样裂纹扫描电镜能谱分析

气孔或气泡。

①夹杂物引起的折叠^[1]:聚集在连铸坯皮下25 mm以内的夹杂物是形成钢材表面“夹杂物型”折叠的主要原因。研究认为:折叠中夹杂物的主要来源有脱氧产物(簇状的 Al_2O_3 和 TiO_2 或 TiN 等)、结晶器保护渣或炉渣同钢水二次氧化物相互作用的产物及被卷入连铸坯的结晶器保护渣。这3种夹杂物产生的概率分别为19%、47%、34%。这些夹杂物经轧制后暴露于钢板表面,从而形成折叠。采用合理的脱氧工艺、降低大包渣中的 FeO 含量、优化中间包和结晶器流场、采用结晶器液面控制和性能优良的保护渣是防止夹杂物型折叠缺陷的有效措施。

②裂纹引起的折叠^[2]:铸坯表面裂纹、角部裂纹、皮下纵裂纹等是形成“裂纹型”折叠的主要诱因。连铸坯裂纹在经过热轧加热炉高温氧化后,细小的浅裂纹在轧制过程中渐渐消失。而深裂纹则演变成钢板表面的折叠缺陷。而且钢板表面裂纹的延伸长度与压下量成正比,裂纹深度与压下量成

反比。采用合适的中间包水口、合理的二次冷却制度、性能优良的结晶器保护渣以及对结晶器液面波动进行有效控制是减少“裂纹型”折叠缺陷的有效途径。

③气孔或气泡引起的折叠:连铸坯表面气泡、皮下气泡和气孔也会形成折叠缺陷。在加热炉内,连铸坯皮下气孔内表面被氧化形成脱碳层,轧制后不能焊合从而形成折叠缺陷。连铸坯皮下气泡在轧制过程中,形成带状“起皮”缺陷,微观分析发现缺陷内有氧化物夹杂。采取强化脱氧、降低钢中氧含量、加强保护浇铸、合理控制中包塞棒和滑动水口吹氩流量、严格中间包烘烤制度以及把好合金材料和中间包、结晶器保护渣水分关等措施,对减少“气泡、气孔型”线状缺陷有明显效果。

不管形成折叠的原因如何,所有折叠缺陷具有共同的宏观特征、金相低倍特征和显微组织特征。即裂纹与钢材表面夹角小,裂纹内存在铁的氧化物或保护渣类夹杂物,裂纹两侧发生明显脱碳。

对送检试样的检查结果表明,表面缺陷具有上述形态特征,属于轧制过程中形成的折叠。根据1号试样裂纹内为 FeO 夹杂,该表面缺陷系裂纹引起的折叠;根据裂纹两侧脱碳层范围较大,且脱碳层内铁素体晶粒较粗,分析认为,应是角部裂纹引起的折叠。2号试样裂纹内存在 Si 、 Ca 、 Mn 的复合氧化物,分析认为,2号试样的表面缺陷为夹杂物引起的折叠。

参考文献:

- [1] 逯登尧,王金海,刘蕾.连铸坯表面夹渣分析及预防措施[J].山东冶金,2008,30(1):49-51.
- [2] 高爱民,张虎成,李增玉,等.连铸方(矩形)坯表面裂纹成因与对策[J].天津冶金,2007(1):16.

(下转第45页)

使影响负荷的无关因素进一步减小,从而使预测精度进一步提高,并扩大了使用范围。

参考文献:

- [1] Chen Yaokai, Xue Rui. Grey Relational Analysis on Serum Markers of Liver Fibrosis[J]. The Journal of Grey System, 1995, 7(1): 63-68.
- [2] 邓聚龙. 灰色系统理论的GM模型[J]. 模糊数学, 1985(2):

23-32.

- [3] Deng Julong. Properties of Multivariable Grey Model GM(1, N), The Journal of Grey System[J]. 1989(1): 25-41.
- [4] Deng Julong. Introduction to Grey System Theory[J]. The Journal of Grey System, 1989(1): 1-24.
- [5] 朱常青, 王秀和, 张鑫, 等. 基于灰关联加权组合模型的电力负荷预测研究[J]. 电力系统及其自动化学报, 2006, 18(2): 79-81.

Gray Forecasting of Power Load

LIU Li-hua¹, ZHAO Qing-min², HOU Zhi-ping¹

(1 Jinan Southern Suburbs Thermal Power Plant, Jinan 250002, China;
2 Shandong Chen Ming Group Qihe Paper Mill, Dezhou 251100, China)

Abstract: If the primitive data sequence is not smooth, the forecasting error will be very big by using GM(1,1) model, so at first the primitive data sequence is processed by logarithm smoothing. At the same time, aim at the characteristic with gray forecasting interval for the model of different period, it presents a novel method of gray related weighted combination forecasting model with logarithm smoothing to forecasting the power load. The method can make a certain factors impacting power load relieve or weaken, which improves the forecasting precision and enlarge the forecasting scope.

Key words: power load; GM(1,1) model; gray system; logarithm smoothing; weighted combination

(上接第35页)

Surface Defects Analysis of GCr15 Shaft

LU Dong, ZHAI Zheng-long, LU Ai-feng

(Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

Abstract: The surface cracks of GCr15 axis were fully analyzed by means of metallographic and SEM etc. The results showed that the included angle between the crack and the surface is small, iron oxide or inclusions like protecting slag existed in crack and obvious decarburization occurred in the two sides of crack. The laps caused by inclusion and corner crack resulted in the cracks. Adopting appropriate tundish nozzle, reasonable secondary cooling system and the protecting slag with excellent performance and so on are effective ways of reducing lap defects.

Key words: GCr15 shaft; surface crack; folding

(上接第42页) 粉氢氧化铝分解中, 分解原液 A/S 在 200 左右能够保证微粉氢氧化铝指标合格。

参考文献:

- [1] 杨群太, 吕子剑. 烧结法生产氧化铝中粗液两段常压脱硅工艺研究[J]. 轻金属, 2004(4): 10-15.

- [2] 刘连利, 翟玉春. 铝酸钠溶液脱硅的研究现状及进展[J]. 锦州师范学院学报, 2003, 24(2): 1-4.

- [3] 王建方. 铝酸钠粗液常压脱硅新工艺及机理研究[J]. 河南冶金, 2001, 42(1): 24-26.

- [4] 杨长付. 粗液预脱硅技术研究及工业应用[J]. 轻金属, 2003(10): 13-17.

Study on Normal-pressure Desilication Process of Crude Sodium Aluminate Solution for Aluminium Hydroxide Micro-powder

DU Shan-guo, WANG Ke

(Shandong Branch of China Aluminum Co., Ltd., Zibo 255052, China)

Abstract: Desilication process of crude sodium aluminate solution was studied with lime milk and liquid desilication agents. The result showed that caustic ratio and alumina concentration of desilication process with liquid desilication agents kept stability and the A/S was 230 in the maximum. The aluminium hydroxide powder was obtained by decomposing coarse liquid desilication system. The result showed that crude sodium aluminate solution could generate aluminium hydroxide powder when the A/S of system was 200.

Key words: crude sodium aluminate solution; normal-pressure desilication; lime milk; liquid desilication agent

信息园地

济南冶金化工设备有限公司 1 500 万大卡导热油蒸氨装置投入运行

济南冶金化工设备有限公司为莱芜钢铁集团有限公司焦化厂设计、制造的 700 万大卡和 1 500 万大卡两套导热油蒸氨装置, 经过安装和调试于 2012 年 3 月 16 日一次点火成功, 投入正常运行, 各项技术指标都达到和超过了设计要求。

自 2002 年以来济南冶金化工设备有限公司围绕节能减排这个核心, 加大创新力度, 积极推动项目管理, 完成了一系列新产品的开发、市场推广和生产, 申请专利十多项, 极大地提高了企业的竞争力, 使企业发展跃上新的台阶。

(王利)