

冷轧板 SPCC 开裂分析及改进

郭冬青, 王少炳, 黄 利, 杨 雄

(内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: 2 250 mm 生产线生产的冷轧基料 SPCC 冷轧退火后的冷轧板, 用户反映其成品延伸率低, 在冲压成型过程中旋压部位不易成型, 开裂率较高。针对此种情况进行原因分析, 2 250 mm 生产线生产的冷轧钢带 SPCC Mn 元素含量高是造成钢带强度略高的原因之一, 钢带强度高, 延伸率低, 钢带易开裂; 两条生产线冷却模式不同, 2 250 mm 生产线采用前集中冷却模式, CSP 生产线采用前分散冷却模式, 采用前集中冷却模式会造成热轧钢带强度略高, 延伸率低, 钢带易开裂。对应 3.0~5.0 mm 厚原料 2 250 mm 生产线生产的热轧钢带延伸率低于 CSP 生产线生产的热轧钢带, 由于轧制的“遗传性”, 热轧钢带延伸率高一般经冷轧退火后冷轧钢带延伸率也略高。

关键词: CSP 生产线; 2 250 mm 生产线; 性能; 工艺

中图分类号: TG335.1

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2024)02-0032-04

Analysis and Improvement on Cracking of Cold Rolled Sheet SPCC

Guo Dong-qing, Wang Shao-bing, Huang Li, Yang Xiong

(Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: The feedback of user is that the elongation of cold rolled sheet with cold rolled base material SPCC manufactured by 2 250 mm production line after cold rolling and annealing is low, part of flow forming is not easily to form in punch forming process and cracking rate is higher. The cause analysis showed that its high Mn content was one of the causes for slightly higher strength of steel strip so that elongation was low and steel strip was easy to crack; cooling modes of the two production lines were different, the cooling mode of pre-concentration was adopted by 2 250 mm production line and the cooling mode of pre-dispersion was adopted by CSP production line so that the strength of hot rolled steel strip manufactured by 2 250 mm production line was slightly higher, elongation was low and steel strip was easy to crack. The elongation of hot rolled steel strip manufactured with raw materials with thickness of 3.0~5.0 mm by 2 250 mm production line is lower than that of hot rolled steel strip manufactured by CSP production line so that the elongation of cold rolled steel strip after cold rolling and annealing is also slightly higher due to the “heredity” of rolling.

Key words: CSP production line; 2 250 mm production line; property; technology

一般用冷轧碳钢钢板或钢带 SPCC 主要是通过热轧钢带经过冷轧工艺生产, 其表面光滑干净, 主要用在汽车零部件或家用电器。冷轧板 SPCC 要求具

有良好的冲压成型性能, 但是冲压过程中的开裂对用户生产效率带来不利的影 响, 因此冷轧板 SPCC 开裂研究很重要。

1 问题描述

2 250 mm 热轧生产线生产的冷轧基料 SPCC 经 1 750 mm 冷轧生产线罩式退火后冷轧板供用户使用过程中,用户反映钢板延伸率低,在冲压成型过程中旋压部位不易成型,开裂率高,短流程 CSP 生产线生产的冷轧基料 SPCC 经冷轧罩式退火后冷轧板开裂率低。开裂发生在旋压变形位置,此处钢带最薄,强度最高,本身是开裂风险最大的区域,所以要求塑性最低处金属必须具有高的延伸率。延伸率是影响成

型性能的关键因素,板带延伸率低容易开裂,开裂倾向明显。分别对供用户厚度规格为 0.8 mm、1.0 mm、1.2 mm、1.5 mm、1.8 mm、2.0 mm、2.5 mm、3.0 mm 的冷轧板抗拉强度、屈服强度、延伸率、屈强比数值经统计作平均值处理后对比图见图 1,可以看出 2 250 mm 生产线冷轧基料生产的 SPCC 冷轧板与 CSP 生产线冷轧基料生产的 SPCC 冷轧板抗拉强度、屈服强度相差明显,厚度规格为 0.8 mm、1.0 mm、1.5 mm、1.8 mm 2 250 mm 生产线生产的冷轧板延伸率比 CSP 生产线生产的冷轧板延伸率略低。

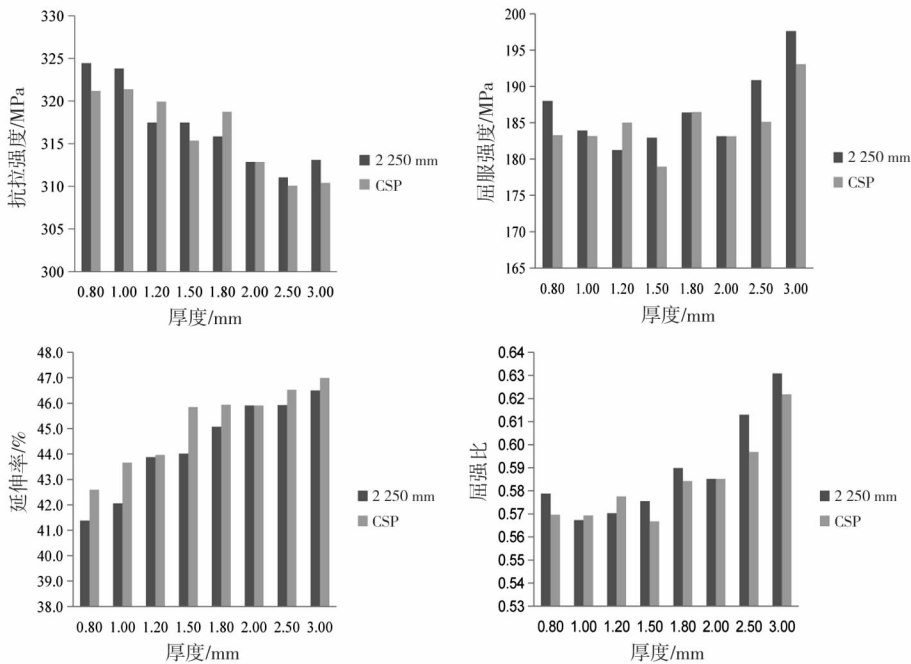


图 1 冷轧板力学性能对比图

2 原因分析

2.1 化学成分

2 250 mm 生产线生产的 SPCC 冷轧基料与 CSP

生产线生产的 SPCC 冷轧基料化学成分平均值见表 1。炼钢过程加强原料品质检查及严格控制化学成分,以减少夹杂物的产生^[1]。

表 1 化学成分平均值(质量分数)

料源	C	Si	Mn	P	S	Al _i	%
2 250 mm 生产线	0.03 ~ 0.06	≤0.03	0.15 ~ 0.25	≤0.015	≤0.015	0.020 ~ 0.033	
CSP 生产线	0.03 ~ 0.05	≤0.03	0.10 ~ 0.20	≤0.020	≤0.009	0.025 ~ 0.035	

对 2 250 mm 生产线生产的 SPCC 冷轧基料与 CSP 生产线生产的 SPCC 冷轧基料化学成分进行统计,其中对强度有贡献的元素 C、Si 含量平均值接

近,2 250 mm 生产线生产的 SPCC 冷轧基料 Mn 元素含量比 CSP 生产线约高 0.05 个百分点,Mn 具有固溶强化的作用,可以提高钢的强度,扩大奥氏体相

区,降低过冷奥氏体的相变温度,有利于细化铁素体晶粒^[2-3],所以 2 250 mm 生产线生产的冷轧基料 Mn 元素含量高是造成钢板强度略高的原因之一,一般钢板强度高,延伸率低,钢板易开裂。

2.2 热轧轧制工艺

为保证低碳钢冷轧成品的冲压性能,国内外的研究和生产实践都表明^[4-5]在热轧时应采用“三高一低”制度,即高的加热温度、开轧温度和终轧温度及低的卷取温度,避免进入两相区轧制,以得到均匀细小的热轧态晶粒,并且阻止 AlN 在卷取时析出,使 AlN 在退火时先析出,促使晶粒择优取向,形成强的 {111} 织构^[6]。

轧制冷却过程中要控制合适的终轧温度,加速

冷却以加速相变的过程,所以合理的终轧温度和冷却方式是热轧低碳钢得到理想铁素体组织的关键。2 250 mm 与 CSP 生产线热轧轧制工艺比较见表 2,2 250 mm 生产线与 CSP 生产线的主要工艺设计不同,其一是热轧温度控制精度不同,2 250 mm 生产线卷取温度薄规格为 600 ± 15 °C,厚规格为 580 ± 15 °C,而 CSP 生产线按厚度组距更细化,比 2 250 mm 生产线低 10 °C;其二是冷却模式不同,2 250 mm 生产线采用前集中冷却模式,CSP 生产线采用前分散冷却模式,采用前集中冷却模式会造成热轧钢带强度略高,延伸率略低,是造成 2 250 mm 生产线生产的冷轧钢板易于开裂的工艺因素之一。

表 2 实际工艺参数对比

2 250 mm 生产线				CSP 生产线			
厚度/mm	终轧温度/°C	卷取温度/°C	冷却模式	厚度/mm	终轧温度/°C	卷取温度/°C	冷却模式
> 1.2 ~ 3.0	900 ± 15	600 ± 15	前、集中	> 2.0 ~ 2.5	900 ± 10	590 ± 10	前、分散
> 3.0 ~ 6.0	890 ± 15	580 ± 15	前、集中	> 2.5 ~ 3.0	900 ± 10	580 ± 10	前、分散
				> 3.0 ~ 4.0	900 ± 10	570 ± 10	前、分散
				> 4.0 ~ 6.0	900 ± 10	570 ± 10	前、分散

2.3 冷轧基料力学性能

对供用户的 2 250 mm 生产线生产的 SPCC 冷轧基料与 CSP 生产线生产的 SPCC 冷轧基料抗拉强

度、屈服强度、延伸率、屈强比数值经统计作平均值处理后对比见图 2。

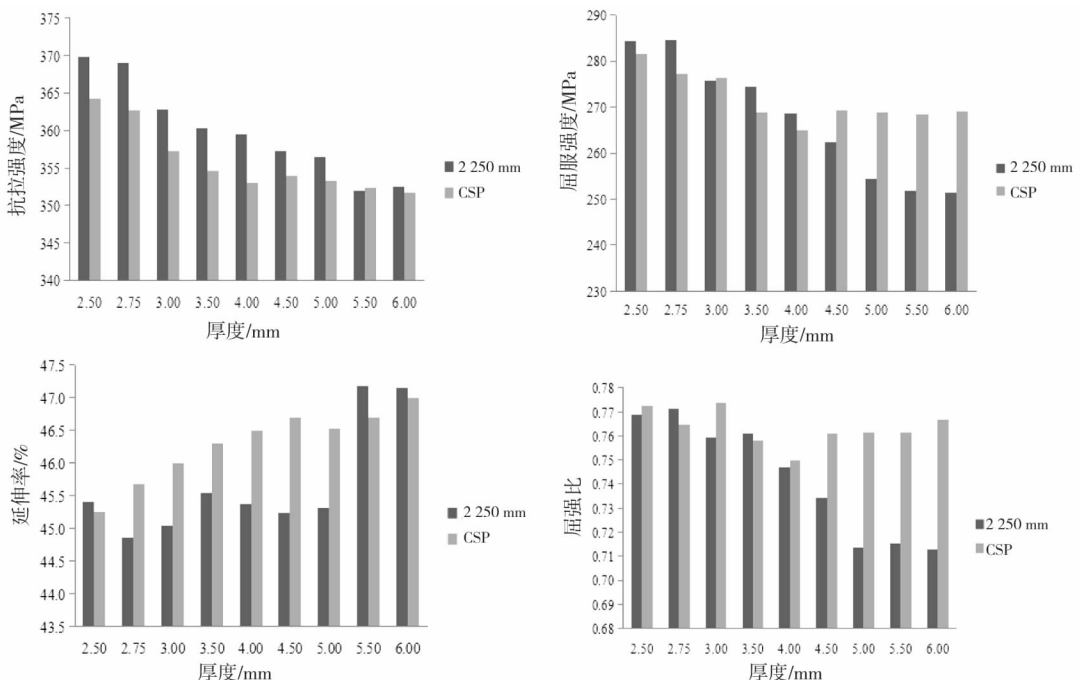


图 2 冷轧基料力学性能对比图

可以看出 2 250 mm 生产线生产的薄规格 SPCC 冷轧基料比 CSP 生产线生产的薄规格 SPCC 冷轧基料抗拉强度略高,高约 5~6 MPa;而 2 250 mm 生产线生产的规格为 3.0~5.0 mm 基料的延伸率均比 CSP 生产线生产的基料低,由于热轧“遗传性”,冷轧基料延伸率低,热轧钢带经后续冷轧、退火后冷轧钢板延伸率也偏低,这也是造成 2 250 mm 生产线生产的冷轧板在冲压过程中比 CSP 生产线生产的冷轧板延伸率偏低的原因。

3 改进措施

调整 2 250 mm 生产线生产冷轧基料 SPCC Mn 元素含量,Mn 含量控制在 0.10%~0.15%。降低轧制后冷却能力,热轧层流冷却方式采用隔一开一的前分散冷却模式。通过采取上述控制措施提高了薄规格冷轧钢带延伸率。

4 结束语

通过优化化学成分及降低轧后冷却能力提高了冷轧钢带 SPCC 延伸率,大大减小了钢带开裂率,为

下游用户深加工提供了良好的原材料,提高了用户的生产效率。

参 考 文 献

- [1] 汪凤,范玉然,尹长华,等. Q235B 钢板冷弯开裂原因分析[J]. 金属热处理,2011,34(S1): 158-160.
- [2] 张中平. 高强汽车大梁钢微观组织控制与 TMCP 工艺开发[D]. 沈阳:东北大学,2007.
- [3] 刘跃飞. Q345B 热轧钢板加工开裂的原因分析[J]. 金属材料与冶金工程,2015,43(1): 21-23.
- [4] 许洪新. 汽车用钢研究开发的现状和发展[J]. 太钢科技,1996(4):1-9.
- [5] 李明久. 08Al 冷板性能升级的开发研究[J]. 鞍钢技术,1991(3):13-16.
- [6] 常军,张开华,程兴德,等. 终轧温度和卷取温度对低碳铝镇静钢性能的影响[J]. 钢铁钒钛,1991(3):13-16.