

酸洗汽车钢 QStE500TM 的开发与应用

徐 龙, 刘 妍, 宿 成, 董 磊, 刘德勤, 张智刚

(内蒙古包钢稀土钢板材有限责任公司, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章主要介绍了 500 MPa 级低合金高强汽车钢的开发过程, 通过采用 Nb、Ti 复合微合金化处理技术, 结合控轧控冷工艺, 生产出的酸洗汽车结构用钢 QStE500TM 产品的力学性能、冷弯性能均满足标准要求, 金相组织以准多边形铁素体和珠光体组织为主, 晶粒尺寸均匀、细小, 表面质量好, 已实现批量稳定生产, 作为包钢酸洗汽车钢的代表产品, 受到用户的认可和肯定。

关键词: 汽车结构钢; QStE500TM; 控轧控冷

中图分类号: TG155.4⁺²

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2022)02-0060-03

Development and Applications of Pickled Automobile Steel QStE500TM

Xu Long, Liu Yan, Su Cheng, Dong Lei, Liu De-qin, Zhang Zhi-gang

*(Inner Mongolia Baotou Steel Rare Earth Steel Plate Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)*

Abstract: In the paper, the process of developing 500 MPa grade low alloy high strength automobile steel is mainly introduced. With the multi-microalloying treatment technology of Nb and Ti combining with controlled rolling and cooling process, the mechanical properties and cold bending property of manufactured pickled automobile structure steel QStE500TM could meet the standard requirements. Its metallographic structure is mainly quasi-polygonal ferrite and pearlite, grain size is uniform and fine, surface quality is good as well as the stable batch production has been realized. As the representative product of pickled automobile steel for Baotou Steel, it is recognized by users.

Key words: automobile structure steel; QStE500TM; controlled rolling and cooling

汽车工业在我国国民经济中已成为一个重要的支柱产业, 进入 21 世纪以来, 随着汽车用钢量不断提高, 为更好的满足节能、提高汽车的承载能力、延长汽车使用寿命以及安全行驶等要求, 用高强度薄规格产品生产汽车零件, 成为汽车行业的发展趋势^[1-3]。

包钢作为西北地区重要汽车用钢生产企业, 依托其先进的生产设备及优良的技术条件, 在汽车用

钢产品的研制和开发方面开展了大量工作, 其中热轧酸洗汽车钢 QStE500TM 因其具有高强度、良好的冲压成形性能及表面质量等优势, 已成为包钢的主打产品。产品主要应用于摩托车支架、前轮罩支撑板、座椅滑轨等高强度结构件。根据用户使用需求, 包钢开发的 QStE500TM 以碳锰钢为基础, 同时添加 Nb、Ti 等微合金化元素, 结合控轧控冷工艺, 生产的产品屈服强大不低于 500 MPa, 满足标准要求。

1 成分设计及工艺流程

1.1 化学成分设计

为保证生产的酸洗汽车钢 QStE500TM 钢带具

有较高的强度、良好的塑韧性、焊接性和表面质量,依据 Q/BG 560—2021《汽车结构用热连轧钢带和钢板》标准中成分要求,采用低碳+低硅+锰+铌+钛成分体系,成分设计方案如表 1 所示。

表 1 QStE500TM 化学成分设计(质量分数)

C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti
≤0.12	≤0.50	≤1.70	≤0.030	≤0.025	≤0.09	≤0.15

1.2 生产工艺流程

根据酸洗钢带在汽车钢上的应用特性及表面质量要求,结合现有生产装备和工艺情况,采用的生产工艺流程为:高炉铁水→KR 脱硫→转炉冶炼→LF 炉→板坯连铸→步进式加热炉→热轧机组→酸洗→包装→入库

在 25~30℃ 范围内,拉速控制为 1.0~1.6 m/min。连铸坯低倍抽检结果为中心偏析 C 类 1.0 级,中心疏松 0.5 级,低倍结果良好。

2.2 热轧工艺

2.2.1 热轧加热工艺

为保证 QStE500TM 细晶强化、析出强化和相变强化相结合的复合强化方式,要求设定板坯加热温度高于 1 240℃,碳化物、氮化物和碳氮化物可再次固溶,经轧制后充分析出。从高钛钢的冶炼和轧制经验来看,加热温度对力学性能指标影响较大,板坯在炉时间不足、加热温度及出炉温度偏低均会对产品质量及性能指标造成影响^[4-5]。加热过程中严格控制加热工艺参数,热轧生产过程中的加热制度见表 2。

2 生产工艺控制

2.1 炼钢工艺

转炉采用 260 t 顶底复吹冶炼工艺,出钢温度不低于 1 620℃,LF 精炼工序进行成分及温度调整,全程采用纯净钢冶炼技术,保证钢水洁净度,同时需要严格控制钢中的氧、氮、硫和磷含量,保证有效铌、钛含量的稳定。连铸坯厚度为 230 mm,过热度控制

表 2 加热工艺参数

成品厚度/mm	加热温度/℃	在炉时间/min	均热温度/℃	出炉温度/℃
2.0~8.0	≥1 240	180~240	≥1 240	≥1 240

2.2.2 热轧轧制工艺

轧制过程中,为保证厚度 2.0~8.0 mm 产品的性能指标,要求中间坯厚度控制在 38~45 mm,粗轧总压下率 85%,使奥氏体晶粒发生完全再结晶,细化奥氏体晶粒,避免出现混晶。粗轧采用 3+3(R1 机架 3 道次+R2 机架 3 道次)模式,精轧轧制后冷却模式采用前分散冷却工艺,以提高冷却速度,使钢卷快速冷却后进行卷取,促进第二相的析出,实现晶粒细化。具体热轧工艺参数要求见表 3。

表 3 轧制工艺参数

中间坯厚度 /mm	精轧终轧温度 /℃	卷取温度 /℃	冷却模式
38~45	850~890	580~620	前分散

2.3 酸洗工艺

冷轧酸洗工序目的是清除带钢表面的氧化铁皮、调节卷重、控制成品宽度,其试制过程中工艺参数控制关键点有酸液浓度、温度、圆盘剪切边宽度、酸洗线对中纠偏控制和涂油量等。

3 性能及组织分析

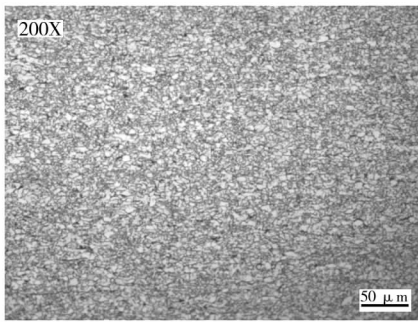
3.1 力学性能分析

根据标准规定 QStE500TM 钢带的屈服强度要求不低于 500 MPa,抗拉强度要求 550~700 MPa,断后延伸率要求:产品厚度小于 3.0 mm, $A \geq 12\%$,产品厚度不小于 3.0 mm, $A \geq 17\%$ 。经酸洗后,从钢带板宽 1/4 处取纵向拉伸试样,在室温下进行拉伸试验,经检验厚度为 2.0~5.0 mm 的 QStE500TM 产品屈服

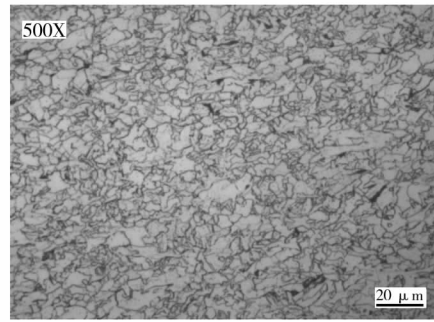
强度平均值为 550 MPa, 抗拉强度平均值为 646 MPa, 延伸率平均值为 26.8%, 力学性能稳定且富余量适中。利用冷弯试验机进行 180°冷弯试验, 均满足标准要求。QStE500TM 钢带力学性能检测结果分布情况见图 1。

3.2 显微组织分析

通过 Axio observer A1M 光学显微镜(OM)对酸洗后的钢带基体取样进行显微组织检测, 金相组织照片见图 2, 批量生产的酸洗 QStE500TM 汽车钢金相组织为准多边形铁素体和珠光体, 组织细小均匀, 晶粒度为 11.5~12 级。



(a) 200 ×



(b) 500 ×

图 2 QStE500TM 金相组织

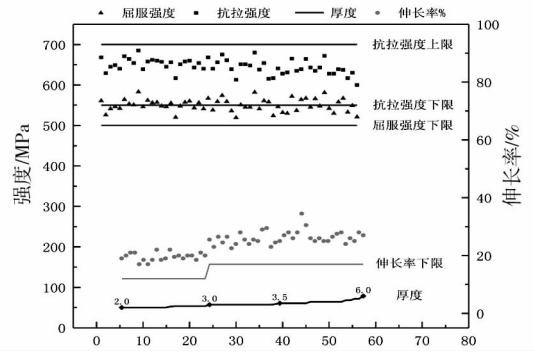


图 1 QStE500TM 力学性能

4 产品应用

酸洗汽车钢 QStE500TM 在客户端冲压及焊接过程中无开裂及焊接不良等情况, 均能满足客户的使用要求, 受到用户的认可及好评。图 3 为 QStE500TM 应用照片, 用于加工商用车横梁左右筋板。

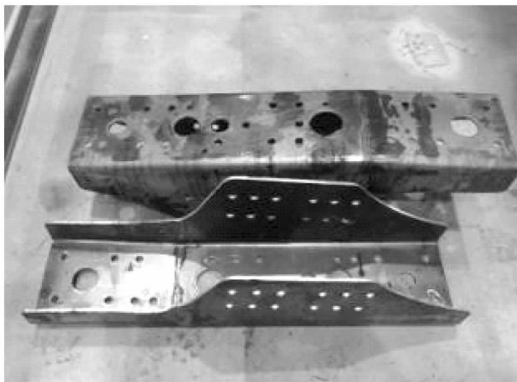


图 3 QStE500TM 客户端应用照片

5 结论

(1) 通过采用低碳加铌、钛成分设计思路, 结合控轧控冷工艺实现了 500 MPa 级酸洗高强汽车钢的以细晶强化、析出强化和相变强化相结合的复合强化。

(2) 包钢成功开发了 QStE500TM 酸洗高强汽车板, 产品力学性能满足用户使用要求。

参 考 文 献

- [1] 刘振宇, 王国栋. 热轧钢材氧化铁皮控制技术的最新进展[J]. 鞍钢技术, 2011, 40(2): 1-5.
- [2] 谭宁, 李俊. 热轧带钢免酸洗技术进展[J]. 轧钢, 2014, 31(1): 47-50.
- [3] 康永林. 现代汽车板工艺及形成理论与技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2009.
- [4] 刘宏亮, 刘承军, 王云盛, 等. 稀土对 X80 管线钢中铌元赋存状态的影响[J]. 稀土, 2011, 32(5): 6-11.
- [5] 齐俊杰, 黄运华, 张跃. 微合金化钢[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006.