20Mn2A 圆环链用盘条的研制*

赵晓敏,涛 雅,吕 刚

(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: 采用100 t转炉、LF精炼、连铸小方坯和摩根第五代高速线材轧机等设备,配合C、Mn窄成分控制以及制定合理的控轧控冷工艺,试制了20Mn2A圆环链用热轧盘条。试制结果表明,产品各项性能指标满足标准及技术协议要求,使用效果较好。

关键词: 20Mn2A; 圆环链; 研制

中图分类号: TG335.15 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)06-0061-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.06.016

Development of 20Mn2A Wire Rod for Round-link Chain

Zhao Xiao-min, Tao Ya, Lv Gang

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

Abstract: The 20Mn2A hot rolled wire rod for round-link chain is trial-produced with such equipment as the 100 converter, LF refining, continuous casting with billet and Morgan's fifth-generation high-speed wire rod mill as well as combining with narrow composition control of C and Mn, formulating reasonable controlled rolling and cooling process. The results showed that the performance indexes of product could meet the requirements of standard and technical agreement so that using effect was better.

Key words: 20Mn2A; round-link chain; development

20Mn2A矿用圆环链用盘条是制作矿用刮板输送机的关键材料,不仅承担着频繁的冲击负荷,而且还直接与物料接触,这就要求材料有一定的冲击韧性、高强度以及良好的耐磨性。随着世界经济对煤炭能源需求量的不断增长,煤矿机械发展很快,作为煤矿井下综合机械化采煤的主要设备刮板输送机上的传动部件矿用高强度圆环链也得到快速发展[1-4]。通过对20Mn2A产品市场调研、技术条件分析,包钢采用100 t转炉、LF精炼、小方坯连铸和摩根第五代高速线材轧机等设备,为用户提供了20Mn2A矿用圆环链用盘条,经过退火→拉拔→编链→焊接→淬火→回火→表面处理工序,使用效果较好,完全满足了GB/T 10560—2008[5]标准要求和技术条件要求。

1 产品技术要求

1.1 化学成分

化学成分应符合表1规定。

* 收稿日期: 2020-11-12

作者简介: 赵晓敏(1986-),女,内蒙古赤峰市人,硕士,高级工程师,现从事线棒材新产品研发工作。

表1 20Mn2A矿用圆环链用钢化学成分(质量分数) %

执行规范	C	Si	Mn	P	S	Al
GB/T 10560—2008[5]	0.18~0.24	0.17~0.37	1.50~1.80	≤0.035	≤0.035	0.020~0.050
内控要求	0.19~0.22	0.18~0.35	1.50~1.70	≤0.025	≤0.025	0.025~0.045
目标值	0.21	0.25	1.65	≤0.020	≤0.020	0.030

注:残余元素要求Ni、Cr、Cu、Mo≤0.10%。

1.2 尺寸和偏差

尺寸偏差执行GB/T 14981—2009[6]标准,满足B级精度要求。每卷盘条由一根线材组成,不得有多头,每盘重量为1 600~2 400 kg。

1.3 力学性能

盘条抗拉强度不超过670 MPa,伸长率不低于20%,盘条应进行180°冷弯试验,其弯心直径等于盘条直径。

1.4 表面质量

盘条表面应光滑,不得有裂纹、折叠、耳子、结疤等对使用有害的缺陷。允许有压痕及局部的凸块、凹坑、划痕、麻面、发纹,其深度或高度(从实际尺寸算起)不得大于0.10 mm。确保盘条性能稳定,除锈效果良好,能稳定拉拔到成品不会因盘条自身的原因而发生脆断。

2 产品试制工艺

工艺流程:高炉铁水→铁水预处理→转炉顶底复吹冶炼→LF精炼→小方坯连铸→钢坯加热→高压水除鳞→粗轧轧制→飞剪→中轧轧制→卡断剪→精轧轧制→控冷水箱→吐丝→斯太尔摩冷却→集卷→修剪→取样检验→收集打捆→称重→成品线材

2.1 冶炼工艺

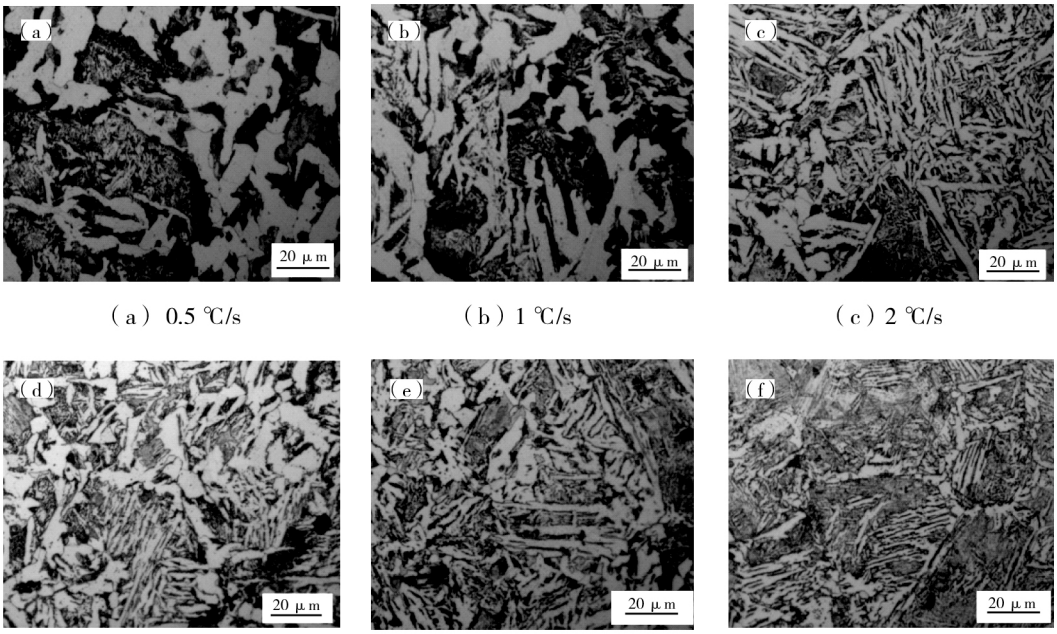
由于该钢种是中碳钢,Mn含量较高,为了保证用户拉拔和热处理后性能稳定,冶炼工艺必须围绕窄化学成分范围,较低P、S以及减少夹杂物等方面进行控制[7]。转炉严格要求入炉铁水质量,采用顶底复吹转炉冶炼,终渣碱度按3.0控制。终点控制目标w[C]≤0.06%,出钢温度不低于1 600 ℃。采用硅铁、低碳锰铁合金化,终脱氧采用有Al脱氧。

全程按精炼规程进行吹Ar操作;出钢挡渣,严格控制下渣,防止回磷;该钢种后续要经过热处理,化学成分的稳定性决定最终产品的稳定性,这就需要C、Mn元素控制稳定,波动较小,而且相邻炉次也要保证C、Mn元素的窄成分控制;使用铝铁或硅钙钡脱氧,精炼结束后进行软吹操作,要保证软吹操作时间不小于10 min;根据钢水处理情况,喂入硅钙线,改善钢水的流动性,保证浇注的顺行。

连铸大包到中间包、中间包到结晶器采取全程保护浇注,防止钢水二次氧化,保证钢水的纯净度。采用专用保护渣,连铸保证恒拉速操作,拉速控制目标2.4 m/min。过热度控制在20~30 ℃范围内。使用结晶器电磁搅拌,频率3.5 Hz,电流270 A。连铸二冷制度采用气雾强冷,二冷4个区K值分别为1.5、1.0、1.0、1.0。

2.2 轧制工艺

采用Formastor-FⅡ全自动相变仪测定20Mn2A圆环链用钢奥氏体转变产物、转变温度与时间的关系以及奥氏体化后不同冷却速度的转变开始和终了温度。将试样加热到900 ℃,保温10 min后分别以0.1 ℃/s、0.5 ℃/s、1 ℃/s、2 ℃/s、3 ℃/s、5 ℃/s、10 ℃/s冷速连续冷却至室温,得到的显微组织照片如图1所示。根据温度-膨胀量曲线测定不同冷速下20Mn2A的相变点,绘制CCT曲线,A_{C_1}温度697 ℃,A_{c_3}温度821 ℃,A_{r_1}温度563 ℃,A_{r_3}温度715 ℃,贝氏体转变的开始温度在595 ℃左右,终了温度在390 ℃左右。在中低碳钢线材生产技术的基础上,结合CCT曲线的测定结果及斯太尔摩控冷工艺可知,贝氏体组织的出现不可避免,所以轧制应采用缓慢冷却相变控制工艺,为尽可能避免贝氏体组织的出现,得到珠光体+铁素体理想组织,冷却速度要控制在1 ℃/s以内。制定的轧制工艺参数及辊道速度见表2和表3,通过公式(1)和(2)计算,盘条经过斯太尔摩辊道上冷却速度为0.90 ℃/s,满足设计预期。



(a) 0.5 ℃/s　(b) 1 ℃/s　(c) 2 ℃/s

(d) 3 ℃/s　(e) 5 ℃/s　(f) 10 ℃/s

图 1　20Mn2A 不同冷速下的显微组织照片

表 2　轧制工艺参数

钢种	规格/mm	轧制温度			斯太尔摩线设定	
		开轧温度/℃	精轧入口温度/℃	吐丝温度/℃	风机数量及开启度	保温罩
20Mn2A	Φ10 ~ Φ16	970 ± 20	900 ± 20	830 ± 15	全关	开第 1—4 个及倒数第 1—3 个保温罩，其余全关。

表 3　斯太尔摩冷却线辊道速度

规格/mm	辊道速度/(m·s^{-1})									
	入口	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	出口
Φ10 ~ Φ16	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.41

$$T = 3.8/0.23 + 9/0.25 + 9/0.27 + 9/0.29 + 9/0.31 + 9/0.33 + 9/0.35 = 198.9\ \text{s} \quad (1)$$

$$V = (830 - 650)/198.9 = 0.90\ ℃/\text{s} \quad (2)$$

式中，T—— 时间，s；

V—— 冷却速度，℃/s。

3　试制结果分析讨论

3.1　力学性能

对试制盘条力学性能统计，如图 2 所示，抗拉强度 590 ~ 640 MPa，延伸率 24.0% ~ 35.5%，不同批次、炉次抗拉强度波动范围在 50 MPa 以内，强度值主要集中在 601 ~ 630 MPa 之间，延伸率主要集中在 28.0% ~ 32.0% 之间，盘条波动范围较小，完全满足用户协议要求。按照用户要求盘条要进行 180°冷弯试验，其弯心直径等于盘条直径，检验结果都合格，盘条韧性较好。通过对盘条力学性能的统计发现轧制控冷工艺设计较为合理，保证了盘条各项性能指标。

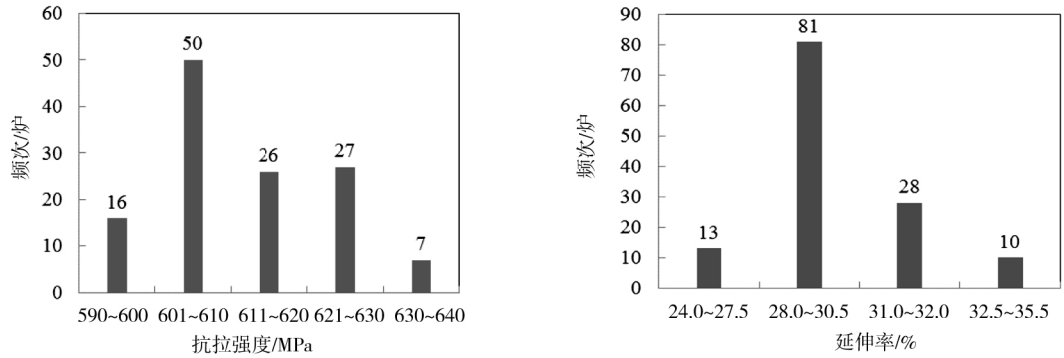


图2 20Mn2A盘条热轧态力学性能统计情况

3.2 显微组织

根据GB/T 13299[8]标准要求对成品盘条进行显微组织评定，腐蚀剂采用4%硝酸酒精溶液。腐蚀后，采用LEICA DMIRM型光学显微镜观察盘条母材显微组织，盘条100倍、200倍以及500倍下显微组织照片如图3所示。显微组织均匀、细小，为铁素体+珠光体+少量的贝氏体，晶粒度为9.5~10.0级。

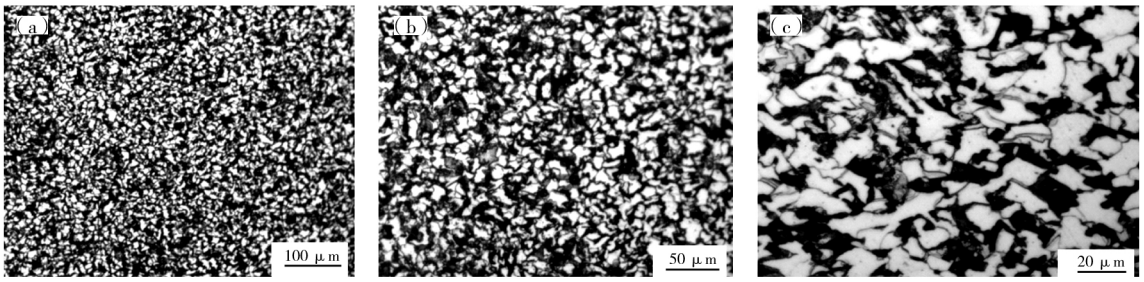


图3 20Mn2A盘条显微组织照片

4 结论

(1) 结合20Mn2A的CCT曲线制定了合理的轧制控冷工艺，成品盘条显微组织是均匀、细小的珠光体+铁素体+少量的贝氏体。

(2) 从圆环链用盘条试制结果可以看出，通过C、Mn窄成分控制、吐丝温度以及辊道速度与保温罩的匹配，性能满足技术协议要求，得到了用户的好评。

参 考 文 献

[1] 杨捷，范银平，何晓波. 圆环链用20Mn2A热轧盘条的研制与开发[J]. 金属制品，2010，36(3)：55－57.

[2] 樊晶. 20Mn2链用盘条的研制[J]. 河北冶金，2009，(6)：18－19.

[3] 梁云科，董天真. 20Mn2圆环链用盘条的研制[J]. 天津冶金，2009，(4)：13－15.

[4] 夏茂森，郭宏伟，蒋善玉. 圆环链用热轧圆20Mn2的开发与应用[J]. 山东冶金，2004，(3)：16－18.

[5] GB/T 10560—2008，矿用高强度圆环链用钢[S].

[6] GB/T 14981—2009，热轧圆盘条尺寸、外形、重量及允许偏差[S].

[7] 郭宝奇，包燕平，林路，等. 提高20Mn2钢洁净度的关键技术[J]. 炼钢，2015，31(2)：9－16.

[8] GB/T 13299—1991，钢的显微组织评定方法[S].