包钢22 mm X80管线钢热轧卷板研制

李人杰[1],袁 媛[2],袁晓鸣[2],王少柄[2]

(1. 包头(集团)公司办公室,内蒙古 包头 014010;
2. 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: 文章介绍了在包钢2 250 mm热连轧生产线试制的22 mm X80管线钢热轧板卷的生产情况。通过采用低碳、高w[Mn+Nb]、w[Mo+Cr+Cu]的合金化成分设计,应用包钢纯净钢冶炼技术,差异化加热技术、恒速轧制技术和高效加密层流冷却控制技术,生产出具有针状铁素体的高强度高韧性X80管线钢热轧卷板。板卷的强度和韧性指标达到要求。

关键词: 管线钢 X80; 针状铁素体; 热轧板卷
中图分类号: TG335.71 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)02-0038-03
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.02.013

Development for Hot Rolled Coil of 22 mm X80 Pipeline Steel in Baotou Steel

LI Ren-jie[1], *YUAN Yuan*[2], *YUAN Xiao-ming*[2], *WANG Shao-bing*[2]

(1. *General Office of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*;
2. *Technical Center of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: In the paper, it is introduced production status for hot rolled coil of 22 mm X80 pipeline steel which are trial produced in 2 250 mm hot rolling production line of Baotou Steel. High strength and toughness X80 pipeline steel hot rolled coil with acicular ferrite are produced by using the design of alloying composition of low carbon, high w[Mn + Nb], w[Mo + Cr + Cu], applying smelting technology of clean steel in Baotou Steel, heating technology of differentiation, constant speed rolling technology and cooling control technology of efficient encryption laminar flow. The strength and toughness index of the coil meets the requirements.

Key words: X80 pipeline steel; acicular ferrite; hot rolling coil

随着我国经济发展和能源战略的推进,大口径厚规格高钢级管线钢将拥有越来越多的应用空间。包钢根据大口径厚规格管线钢的技术特点,采用先进的装备及资源优势,开展管线钢冶炼、连铸、控制轧制、控制冷却技术开发,成功的开发了大口径厚规格高钢级管线钢热轧卷板,其中22 mm X80管线钢顺利的通过了中石油组织的千吨试制产品鉴定,并率先在国内实现批量供货3 500 t,成为国内第一家实现工程应用的钢厂。产品质量达到了国内同类产品的先进水平。

1 生产工艺方案设计

1.1 生产工艺流程

铁水预处理→转炉冶炼→炉外精炼(LF+RH)→连铸→加热→粗轧→精轧→层流冷却→卷取→检验→入库。

收稿日期: 2017-02-28
作者简介: 李人杰(1988-),男,内蒙古包头市人,助理工程师,现从事生产调研督查管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

1.2　生产工艺控制

冶炼过程：冶炼过程采用低 P、S 铁水，选用自产优质废钢，严格控制钢中 O、N、S、P 和夹杂物含量，保证钢质纯净[1]。

精炼过程：严格执行窄成分、窄温度工艺控制要求，减少精炼过程加热次数，避免加热增氮。真空处理后进行钙处理，软吹时间要求≥10 min。

连铸过程：全程保护浇铸、投入动态轻压下，采用低过热度、低拉速进行板坯浇铸。

加热过程：为补偿轧制过程板坯尾部温降，加热过程预制头尾温差。

轧制过程：为保证板坯心部变形量，粗轧阶段采用低温低速大压下控制工艺。精轧阶段采用恒速轧制，确保终轧温度的稳定性。

冷却过程：为获得理想的针状铁素体组织[2]，冷却过程采用前集中的冷却工艺[3]，保证厚度方向组织的一致性。

2　试制结果

2.1　化学成分

包钢试制的 22 mm X80 管线钢热轧卷板是按照《天然气输送管道 OD1219 X80 螺旋缝埋弧焊管用热轧板卷技术条件》要求进行成分设计，试制板卷的化学成分见表 1。

表 1　试制板卷化学成分(质量分数)　%

项目	C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti	Mo	Ni	Cr	Cu	N
要求 max	0.07	0.30	1.80	0.015	0.005	0.08	0.025	0.25	0.30	0.30	0.30	0.008
实测	0.05	0.20	1.70	0.010	0.001	0.06	0.012	0.15	0.15	0.20	0.12	0.004

2.2　拉伸试验

在板卷头部、中部、尾部板宽 1/2 位置取与轧制方向成 30°方向(以下简称“30°方向”)的拉伸试样，经检验，拉伸试验结果完全符合技术条件要求，具体数据见表 2。

表 2　板卷拉伸试验结果

取样位置	试样方向	抗拉强度 R_m/MPa	屈服强度 $R_{t0.5}$/MPa	伸长率 /%	屈强比 $R_{t0.5}/R_m$
头部	30°	661	562	50	0.85
中部	30°	646	564	50	0.87
尾部	30°	684	596	48	0.87
技术要求		625～825	555～690	≥20	≤0.93

2.3　夏比冲击试验

表 3　规定温度(－20 ℃)的冲击韧性试验结果

部位	冲击功/J				断口剪切面积 /%	
	单个值	单个值	单个值	平均值	单个值	平均值
头部	372	348	412	377.3	100	100.0
中部	319	323	319	320.3	100	100.0
尾部	320	324	301	315.0	100	100.0
技术要求	单个值≥160 平均值≥210				单个值≥70 平均值≥85	

在板卷头部、中部、尾部板宽 1/4 位置取与轧制方向成 30°方向夏比 V 型缺口冲击试样，经检验，所有检验数据完全符合技术条件要求，表 3 为规定温度(－20 ℃)下板卷冲击韧性试验结果。板卷系列温度 30°方向、横向、纵向冲击试验结果分别见表 4。由表可见，板卷低温冲击的脆转温度低于－60 ℃。

表 4　板卷系列温度夏比冲击试验结果

试验温度 /℃	冲击功/J		剪切面积平均值 /%
	范围值	平均值	
20	447～454	451	100
0	397～446	428	100
－10	409～421	416	100
－20	407～469	441	100
－40	414～434	425	100
－60	383～398	393	100
$FATT50_{CVN}$		＜－60℃	

2.4　落锤撕裂试验

在板卷头部、中部、尾部板宽 1/4 位置取与轧制方向成 30°方向 DWTT 试样。检验数据完全符合技术条件要求，表 5 为规定温度(－15 ℃)下板卷 DWTT 结果。系列温度落锤撕裂试验结果见表 6。由表可见，板卷 30°方向 FATT85 低于－31 ℃，横向 FATT85 低于－16 ℃，纵向 FATT85 低于－45 ℃。

表 5　规定温度(－15 ℃)下的 DWTT 试验结果

取样位置	试样位置及方向	断口剪切面积 /%		
		单个值	单个值	平均值
头部	板宽 1/4 处 30°方向	95	97	96.0
中部	板宽 1/4 处 30°方向	97	95	96.0
尾部	板宽 1/4 处 30°方向	98	90	94.0
技术要求	板宽 1/4 处 30°方向	≥70		≥85

中国知网　https://www.cnki.net

2.5 金相检验

在板卷宽度1/2处取全壁厚金相试样进行金相检验。经检验，板卷金相检验结果完全符合技术条件要求，部分检验数据见表7，板卷金相照片见图1。

表6 系列温度下板卷DWTT试验结果

试验温度/℃	剪切面积/%					
	30°方向		横向		板宽1/4处纵向	
	单个值	平均	单个值	平均	单个值	平均
20	100	100	100	100	100	100
	100		100		100	
0	100	100	87	86	100	100
	99		85		100	
-10	100	100	90	91	100	100
	100		92		100	
-15	100	100	88	85	100	99
	100		82		98	
-20	100	100	72	76	100	99
	100		80		97	
-40	75	75	75	65	98	88
	74		55		77	
-60	83	77	40	38	30	65
	70		35		100	
$FATT85_{DWTT}$/℃	-31		-16		-45	

表7 板卷金相检验结果

样品编号	位置	显微组织	晶粒度/级	夹杂物/级	带状组织/级
头部	板宽1/2处	$B_{粒}$	12.0	A0.5,B0.5,D0.5	0.5
中部		$B_{粒}$	12.0	A0.5,B0.5,D0.5e	0.5
尾部		$B_{粒}$	12.0	A0.5,B1.0,D0.5	0.5
Q/SY GJX 129—2014要求		针状铁素体	10级或更细	A、B、C、D薄、厚≤2.0级	≤3.0级

从试制结果可以看出：包钢研制的22 mm X80管线钢完全满足“天然气输送管道OD1219 mm×22.0 mm X80螺旋缝埋弧焊管用热轧板卷技术条件”的要求，且各项性能都有一定的富裕量。

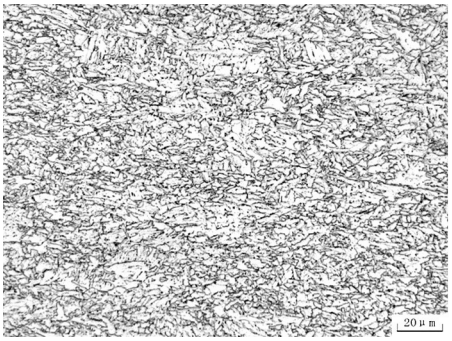


图1 板卷金相照片

3 结论

(1) 包钢经过合理的化学成分和轧制工艺的设计，研制的22 mm X80管线钢热轧卷板的化学成分、拉伸性能、夏比冲击、DWTT、金相等性能均满足天然气输送管道螺旋缝埋弧焊管用热轧板卷技术条件要求。

(2) 通过低C、低P、S和添加Cu、Ni、Mo、Cu等微合金元素的冶炼控制，使板卷的强韧性指标得到了保证。适当的合金加入量和合理的粗、精轧压下量分配，以及轧制过程中的严格的温度控制，得到了针状铁素体组织，使包钢生产的X80管线钢热轧卷板具有良好的强度和韧性。

参 考 文 献

[1] 黄开文. X80和X100钢级管线钢的合金化原理和生产要点[J]. 轧钢，2004(6). 55-58.

[2] 郑琳，孔君华，郭斌，等. 铌对X80高性能管线钢性能和组织的影响[J]. 焊管，2004，27(5)：13.

[3] 王有铭，李曼云，韦光. 钢材的控制轧制和控制冷却[M]. 北京：北京科技大学，1990.

中国知网 https://www.cnki.net