

油井用 N80 级 36Mn2V 非调质钢管坯的冶炼工艺实践

雷秀华 邓通武

(攀枝花钢铁有限责任公司钢铁研究院, 攀枝花 617000)

摘要 攀钢采用铁水预处理 120 t 转炉冶炼-主要成分为 CaC_2 的 P1 脱氧剂预脱氧、合金化-LF + RH 精炼-280 mm × 380 mm 方坯连铸工艺生产 36Mn2V 非调质钢(% : 0.34 ~ 0.38C, 1.45 ~ 1.70Mn, 0.11 ~ 0.16V, ≤ 0.020Als)。分析和检验结果表明, Si、Mn、V 合金元素的平均收得率分别为 85.8%、98.0% 和 96.0%; 140 mm 圆管坯的 T[O] 为 $(6.4 \sim 13.0) \times 10^{-6}$ (平均 9.1×10^{-6}), [N] 为 $(28.0 \sim 59.0) \times 10^{-6}$, 管坯的冶金质量均满足技术条件的要求。

关键词 N80 级非调质钢 管坯 转炉 LF + RH

Practice of Steelmaking Process for of N80 Grade Steel 36Mn2V for Oil well Tube Blank

Lei Xiuhua and Deng Tongwu

(Iron and Steel Research Institute, Panzhihua Iron and Steel Co Ltd, Panzhihua 617000)

Abstract The non- quenched and tempered steel 36Mn2V (0.34 ~ 0.38C, 1.45 ~ 1.70Mn, 0.11 ~ 0.16V, ≤ 0.020Als) was produced by hot metal pretreated - 120 t converter melting - predeoxidizing by P1 deoxidizing agent with main component CaC_2 , then alloying - LF + RH refining - 280 mm × 380 mm billet concasting process at Panzhihua Steel. The analysis and examination results showed that the average yield of alloy element Si, Mn and V was respectively 85.8%, 98.0% and 96.0%, and the T[O] of 140 mm round tube billet was $6.4 \times 10^{-6} \sim 13.0 \times 10^{-6}$ (average 9.1×10^{-6}), the [N] was $28.0 \times 10^{-6} \sim 59.0 \times 10^{-6}$, and the metallurgical quality of tube billet all met to the requirement of technical standard.

Material Index N80 Grade Non- Quenched and Tempered Steel, Tube Blank, Converter, LF + RH

N80 级石油管是我国目前油井管中使用量最大的品种, 占各类油井管总产量的 40% 以上^[1]。针对 N80 级非调质钢的使用要求及性能特点, 对 36Mn2V 非调质钢(表 1)的炼钢工艺技术进行了研究。

表 1 36Mn2V 钢的化学成分/%

Table 1 Chemical composition of steel 36Mn2V / %

C	Si	Mn	V	P	S	Als	Cu, Ni	Cr
0.34 ~ 0.25	0.25 ~ 1.45	0.11 ~ 0.16	≤ 0.025	≤ 0.025	≤ 0.020	≤ 0.20	≤ 0.25	

注: 要求钢中的残余有害元素 Sn、Sb 和 As 均 ≤ 0.030%, Pb ≤ 0.008 0%, [H] ≤ 2.5×10^{-6} 。

1 生产工艺

36Mn2V 非调质管坯生产工艺路线为: 脱硫铁水或半钢 → 120 t 转炉冶炼 → P1 预脱氧 → 合金化 → 吹氩 → LF 精炼 → RH 真空处理 → 方坯连铸。

1.1 铁水脱硫和挡渣出钢

采用脱硫撇渣铁水冶炼, 要求铁水硫含量 ≤ 0.020%。

转炉出钢时, 高氧化性的钢渣随钢流进入钢包,

悬在液态钢中的渣滴在上浮过程中会与液态钢中的铝、硅、锰等元素发生反应而生成夹杂物, 使加入的铁合金回收不稳定。因此, 转炉出钢时采用挡渣措施。

1.2 脱氧工艺和钢渣改性

攀钢目前的炼钢由于半钢(铁水)发热元素含量低、温度低, 造成终点钢渣氧化性强。高氧化性的钢渣进入钢包, 渣中的氧不断向钢液中扩散, 造成钢水的二次氧化, 污染了钢液。为对钢渣进行改性处理, 采用 P1 脱氧剂(主要成分 CaC_2) 和喂 Al 线对钢液进行预脱氧及终脱氧。P1 脱氧剂不仅具有较强的钢水脱氧能力, 同时还使渣中氧化铁、氧化锰还原, 生成的一氧化碳气体促使夹杂物随之上浮; 另外, 钙能使钢中的夹杂物球化变性^[2]。因此, 用 P1 脱氧剂脱氧能使钢中总氧含量大幅度降低, 同时钢水流动性好, 水口不易结瘤, 保证了钢的可浇性。

1.3 LF + RH 精炼

为了进一步控制钢中的硫化物夹杂, 在 LF 中加高碱度的顶渣(主要成分 CaO) 进行精炼处理, 充分吹氩(氩气流量 500 L/min) 及进行 RH 真空处理。

1.4 连铸工艺

钢包→中间包采用长水口保护;中间包→结晶器采用浸入式水口保护,并使用保护渣以隔绝空气与钢水接触。浇钢时严格控制中间包过热度及拉速使其匹配。确定合理的结晶器振动参数,减轻连铸坯振痕深度,以提高连铸坯的表面质量;采用结晶器电磁搅拌技术,提高连铸坯内部质量;采用合理的二次冷却制度,使二冷区连铸坯表面温度分布均匀;为了减轻连铸坯的中心偏析,浇铸时对连铸坯使用轻压下技术。

2 试验结果

2.1 脱氧情况

采用增碳法冶炼工艺,转炉出钢的终点碳通常在 0.05% ~ 0.15%,此时钢水氧活度高达 $(800 \sim 1200) \times 10^{-6}$ 。采用 P1 + 喂 Al 线脱氧工艺,钢液中氧活度低,平均为 30.6×10^{-6} , $[Als] < 0.005\%$,说明脱氧工艺合理可行,且提高了钢的清洁度和合金元素的收得率(表 2)。

2.2 低倍检验

36Mn2V 钢 280 mm × 380 mm 连铸坯低倍检验得出,中心疏松 ≤ 1.5 级,中心偏析 ≤ 0.5 级,没有发

现中心裂纹等其它缺陷。

140 mm 圆管坯酸浸蚀显示:未见不允许的低倍缺陷,如白点、缩孔残余、裂纹、夹杂等有害缺陷,中心疏松和一般疏松均 ≤ 1.5 级,满足技术条件低倍级别 ≤ 2.5 级的要求。

2.3 管坯组织和夹杂物

36Mn2V 非调质钢的组织为铁素体 + 珠光体(图 1),A、B、C、D 类夹杂物的级别均比较低,完全满足技术条件 ≤ 2.5 级要求(表 3)。夹杂物的数量及形态(呈断续分布的短棒状或球状)控制比较好,晶粒较细,A、B、C、D 类夹杂物粗系和细系的总和在 5 ~ 10 级之间,远低于技术条件总和 ≤ 16 级的要求。

2.4 气体含量及电解夹杂

检验结果表明,36Mn2V 钢脱氧良好,管坯中

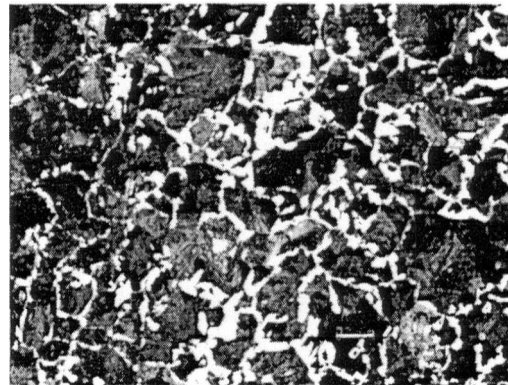


图 1 36Mn2V 钢方坯的金相组织 × 100
Fig. 1 Structure of tube blank of steel 36Mn2V × 100

表 2 合金元素平均收得率
Table 2 Average yield of alloying element

项目	Si	Mn	V
含量/%	0.28	1.51	0.12
收得率/%	85.8	98.0	96.0

表 3 36Mn2V 钢管坯的组织 and 夹杂物检验结果
Table 3 Examination results of structure and inclusion in steel 36Mn2V

非金属夹杂/级								总和	金相组织	晶粒度/级
A		B		C		D				
粗	细	粗	细	粗	细	粗	细			
0.5~2.0	1.0~2.5	0.5~2.0	0.5~1.0	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~1.5	5.0~10.0	F+P	3.0~6.0

T[O] 为 $(6.4 \sim 13.0) \times 10^{-6}$, [N] 为 $(28.0 \sim 59.0) \times 10^{-6}$; 电解夹杂总量在 $(19.0 \sim 35.0) \times 10^{-6}$ 之间,平均为 25×10^{-6} , Al₂O₃ 含量 $(11 \sim 19) \times 10^{-6}$,占夹杂物总量的 52%。

3 结论

(1) 采用 P1 脱氧剂脱氧、RH 精炼等工艺措施,20 炉统计得出,36Mn2V 非调质钢的 T[O] 为 $(6.4 \sim 13.0) \times 10^{-6}$, 平均值 9.1×10^{-6} ; [N] 为 $(28.0 \sim 59.0) \times 10^{-6}$, 平均值 42.0×10^{-6} ; 钢中电解夹杂总量在 35×10^{-6} 以下,平均为 25×10^{-6} 。

(2) 采用转炉 + 二次精炼 + 方坯连铸工艺所试制管坯的低倍组织级别均 ≤ 1.5 级;非金属夹杂物级别 ≤ 2.5 级。均满足技术条件的要求。

参考文献

- 1 严玲,王长顺. V-N 微合金化生产非调质 N80 石油管. 钢铁钎钛,2003(3):60
- 2 吴耀光,盘昌烈. 用钙质复合脱氧剂作炼钢终脱氧剂的效果及分析. 炼钢,1998,14(6):43

雷秀华(1965-),女,高级工程师,钢铁材料研究。

收稿日期:2007-04-29