

B级钢 Φ180 mm 连铸坯中心缩孔对 Accu-Roll 轧制的 168 mm × 7 mm 钢管质量的影响

王海兵 胡茂会

(攀钢集团成都钢钒有限公司, 成都 610303)

摘要 对 192.39 t 中心缩孔 ≤ 2 级的 B 级钢(0.20% C) Φ180 mm 铸坯进行了用 Accu-Roll 轧管机轧成 693 根 168 mm × 7 mm 钢管的工业性试验。结果表明,钢管成材率为 90%,内表面没有折叠、离层、裂纹等缺陷,15 MPa 5 s 水压试验后没有出现漏水,每根钢管通过 GB/T5777-1996 标准人工缺陷深度等级 C12.5 超声波探伤检验合格。

关键词 圆铸坯 中心缩孔 Accu-Roll 轧管机 钢管 表面质量

Effect of Center Line Shrinkage of Φ180 mm Casting Bloom of Steel Grade B on Quality of 168 mm × 7 mm Tube Rolled by Accu-Roll

Wang Haibing and Hu Maohui

(Chengdu Steel and Vanadium Co Ltd, Pansteel Group, Chengdu 610303)

Abstract The commercial pilot production for 693 pieces of 168 mm × 7 mm tube rolled by Accu-Roll mill from 192.39 t Φ180 mm round casting bloom of steel B grade (0.20% C) with center line shrinkage rating ≤ 2 has been carried out. Results show that the yield of rolled tube is 90%; there are not defects in internal surface of tube such as internal overlap, abscess layer and cracks; the tube isn't leaking water by water pressure test with 15 MPa for 5 s and each tube is passed and qualified by ultrasonic examination according to standard GB/T5777-1996 with artificial defect depth rating C12.5.

Material Index Round Casting Bloom, Center Line Shrinkage, Accu-Roll Tube Mill, Tube, Surface Quality

攀钢集团成都钢钒有限公司(简称攀成钢)80 t 转炉冶炼的初炼钢水经 LF 处理后,提供给四流圆坯连铸机铸成 Φ180 ~ 310 mm 等规格的铸坯。经检验,发现部分铸坯横断面中心存在尺寸大小不同的不规则孔洞即中心缩孔(图 1)。选取了 3 炉 Φ180 mm 的圆铸坯, Q/CG3S-2001C 标准的 B 级钢(表 1),在 Accu-Roll 轧管机上进行轧管试验。

3 炉连铸坯在生产时,中间包的钢水温度在 1 540 ~ 1 550 °C,拉坯速度偏快,同时铸机未配备有电磁搅拌装置,铸坯极易形成中心缩孔。

攀成钢公司的低倍评级按内控标准 CK143-2004 执行,CK143-2004 规定:1 级中心缩孔最大尺寸不大于公称直径的 2.5%;2 级中心缩孔为公称直径的 2.5% ~ 3.5%;3 级为 3.5% ~ 5.0%;4 级为 5.0% ~ 6.5%,同时规定,专用品种钢各种缺陷 ≤ 1 级。此类 B 级钢

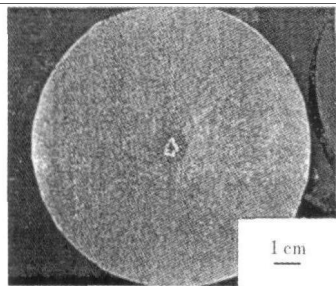


图 1 铸坯中心缩孔形貌
Fig.1 Morphology of center line shrinkage in round casting bloom

表 1 B 级钢的化学成分/%

Table 1 Chemical composition of steel grade B / %

炉号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
53-00171	0.21	0.25	0.54	0.014	0.009	0.03	0.02	0.06
53-00179	0.21	0.20	0.52	0.012	0.007	0.03	0.02	0.06
53-00180	0.20	0.24	0.55	0.018	0.011	0.03	0.02	0.05

要求铸坯各种缺陷 ≤ 1 级。

3 炉圆铸坯的中心疏松、残余缩孔为 1 级;中心裂纹、中间裂纹、近表面裂纹均为 0 级;中心缩孔达 1.5 ~ 2.0 级,属于 2 级铸坯。一般情况下,只对铸坯的表面质量及低倍评级进行检验,对铸坯轧制成的钢管再进行水压试验或无损检验。

1 轧管试验

1.1 Accu-Roll 轧管机轧制

Accu-Roll 轧管机(表 2)具有锥形辊、碾轧辊、旋转并限动芯棒、大直径主动式导盘以及封闭孔型等特点。咬入角、运行角、碾轧角三角并成轧制。即通过增加轧管的变形区的长度和增加金属在变形区的重轧次数,以达到表面质量好,壁厚精度高的目的。

将铸坯剪切成约 2.80 m 长的铸坯。其中 53-00171 炉 126 支 69.93 t,53-00180 炉 121 支 67.155 t,

表2 穿孔机和轧管机的主要工艺系数性能

Table 2 Main parameters of piercer and tube-rolling mill

名称	穿孔机	轧管机
毛管直径/mm	150 ~ 305	150 ~ 305
毛管长度/mm	4 600 ~ 10 000	4 600 ~ 10 000
轧辊喉部最大直径/mm	1 118	1 118
轧辊喉部最小直径/mm	1 016	1 016
轧辊长度/mm	750	750
可调喂入角/ $^{\circ}$	5 ~ 12	5 ~ 12
可调碾轧角/ $^{\circ}$	10 ~ 15	10 ~ 15
导盘最大直径/mm	2 540	2 540

53-00179 炉 100 支 55.60 t。所有的铸坯断面均存在中心缩孔,其中孔洞尺寸最大达 5 mm。将这些铸坯一并加入环形炉加热,在攀成钢原精密轧管厂 Accu-Roll 轧管机进行轧管试验(常规工艺)。

1.2 成品钢管质量检验

(1) 3 炉圆铸坯轧制成 168.3 mm \times 7.11 mm 的钢管,无内折、离层、裂纹(缝)、折叠等缺陷,钢管内外表面光洁。轧制后的合格钢管有 693 支,成材率达到 90%。其中 53-00171 炉 251 支 64.615 t, 53-00179 炉 207 支 51.763 t, 53-00180 炉 235 支 57.352 t。成品钢管的力学性能均合格(表 3)。

表3 成品钢管的力学性能

Table 3 Mechanical properties of finished steel tube

检验批号	炉号	试样方向	屈服强度/MPa	抗张强度/MPa	伸长率/%	压扁
Y145010383A	53-00179	Z	380	510	29.5	H
Y145010383B	53-00179	Z	370	505	32	H
Y115010387A	53-00180	Z	350	500	36	H
Y115010387B	53-00180	Z	350	515	35	H
Y115010388A	53-00171	Z	360	520	34.5	H
Y115010388B	53-00171	Z	360	515	38	H

注:标准规定屈服强度 ≥ 245 MPa,抗张强度 ≥ 420 MPa。

(2) 根据标准的规定,钢管逐根进行了水压试验,试验压力 15 MPa,稳压时间 5 s,在试验压力下钢管没有出现漏水(泄漏)。

试验压力的计算: $P = 2SR/D$

式中: P - 试验压力/MPa; S - 钢管的公称壁厚/mm; D - 钢管的公称外径/mm; R - 允许应力,标准规定为最小屈服强度的 60%,此钢种为 245 MPa。

(3) 一般情况下,进行了水压试验,可不进行无损检验。为确保产品质量,每支钢管进行了超声波探伤检验。按 GB/T5777-1996 标准中人工缺陷深度等级 C12.5 执行,探伤检验均合格。

2 结果分析和讨论

试验结果及生产实践表明,小于一定尺寸大小

的中心缩孔铸坯,穿孔轧制后,钢管不会出现内折、离层、裂纹(缝)等缺陷,成品钢管的力学性能符合标准要求。经分析有以下的原因:

(1) 形成圆铸坯中心缩孔的原因,可用“小钢锭”结构理论来解释^[1]。从圆连铸坯横断面上看,中心附近分布有一些小孔洞,即疏松,较大的空洞为缩孔。浇铸的温度过高或连铸拉坯速度过快,使铸坯的液芯长度增加,产生“搭桥”的机会就大一些,因而使钢水补缩困难而形成中心缩孔。由此可知,圆连铸坯中心缩孔的形态是不连续的,而是断断续续周期性存在的。

(2) 因为圆连铸坯的中心疏松和中心缩孔是由于柱状晶的“搭桥”,钢液来不及补充造成的,在穿管过程中,铸坯的中心区域由于受到反复应力的作用,柱状晶组织得到进一步破碎,铸坯的中心疏松和中心缩孔就被压实。

(3) 就 $\Phi 180$ mm 铸坯中心缩孔最大达 5 mm,约占整个铸坯横断面积的 0.077%,铸坯的中心缩孔周期性出现,中心缩孔尚未完全连接,故不会造成金属的连续性的破坏。轧制穿孔时,因内部中心缩孔处的金属未和外界空气接触,没有氧化,在高温、高压轧制下能够焊合,不会产生折叠缺陷。

(4) 在轧制时,不论顶头处于何种位置,圆连铸坯在穿孔过程中均出现有“隔离带”(“隔墙”)现象^[2]。由于“隔墙”的存在,防止了中心内部金属的氧化,避免了内折、离层、裂纹等缺陷。

(5) Accu-Roll 的轧辊为锥形辊,金属在变形区的重轧次数增加,使金属的组织更加致密。

3 结论

中心缩孔尺寸 ≤ 5 mm 的 $\Phi 180$ mm 圆连铸坯不会对钢管质量造成影响,在 Accu-Roll 轧管机上轧制钢管,钢管不会产生内折、离层、裂纹等缺陷,钢管力学性能检验符合标准要求。

参考文献

- 1 王雅贞,张岩,刘木国. 新编连续铸钢工艺及设备. 北京:冶金工业出版社,1999
- 2 朱景清,傅晨光,刘宏宇,等. 连铸圆管坯的质量与控制(下). 钢管,2003,32(2):13

王海兵(1965-),男,高级工程师,1987年重庆大学毕业,炼钢、连铸工艺技术研究。

收稿日期:2010-06-02