提高圆管坯质量的工艺实践及研究

董 军[1]，梁 晓[2]，何瑞芝[3]

（1. 攀钢集团攀枝花钢铁研究院，四川 攀枝花 617000；2. 攀钢集团成都无缝钢管有限责任公司，四川 成都 610069；3. 攀钢集团轧梁厂，四川 攀枝花 617000）

摘 要：针对攀钢生产的轧制无缝管用圆管坯存在的问题，通过取样分析，认为缺陷主要是管坯的表面裂纹，为此进行了针对性的研究。在炼钢方面提出了控制入炉原料硫含量、钢液终点碳含量及钢中酸溶铝等措施，在轧制管坯时优化轧制工艺，改进圆管坯的夹持装置，采用高压水除鳞等措施，使管坯质量大幅度改善，从而提高了圆管坯的轧管成材率。

关键词：圆管坯；表面缺陷；质量改进

中图分类号：TF71 **文献标识码**：B **文章编号**：1001－2311(2002)01－0020－04

Technological Practice for and Research on Improvement of Round Blooms for Tube －making

Dong Jun[1], Liang Xiao[2], He Ruizhi[3]

(1. Panzhihua I & S Research Institute, Pangang Group, Panzhihua City 617000, China;
2. Pangang Group Chengdu Seamless Steel Tube Co., Ltd., Chengdu 610069, China;
3. The Rail－beam Manufacturer, Pangang Group, Panzhihua City 617000, China)

Abstract: Addressing the defects relating to the Pangang－supplied round blooms for tube －rolling, it was identified by sample analysis that the major defect of the bloom is surface crack, based on which, follow－up studies were conducted. As a result, positive measures have been taken, including proper control of the sulfur content of the charges of the melting furnace, and final carbon content and content of acid－dissolved aluminium in the molten metal; optimization of the bloom－rolling process, improving the bloom clamping device and employment of a hi－pressure descaling system. Thanks to the a. m. measures, quality of the round bloom has been significantly improved, thus the yield of the tube rolling operation.

Key words: Round bloom for tube－making; Surface defect; Quality improvement

0 前 言

在钢管生产的轧制过程中，由于管坯承受频繁的交变拉应力作用，受力状态较为恶劣。加之20钢自身的浇铸裂纹敏感性，则很容易将钢坯的缺陷扩展，使钢管表面产生缺陷。

攀钢生产的20钢圆管坯，主要供应攀钢集团成都无缝钢管有限责任公司Φ180mm精密轧管机组轧制无缝钢管。在实际生产中，攀钢生产的圆管坯存在的主要质量问题是表面裂纹。管坯的表面裂纹会造成钢管外表面缺陷，如外折和裂纹等。1998年首批用Φ160mm 20钢圆管坯轧成的钢管，由于坯料表面裂纹造成的钢管外表面的大螺旋状外折较多，当期成材率仅为65.67%，较用成都无缝圆连铸坯生产的钢管成材率低约20个百分点。

因此，如何从炼钢工艺上开展工作，减少或消除圆管坯的表面裂纹，改善圆管坯的表面质量，提高圆管坯的成材率，成为本文研究的重点。

1 缺陷分析

针对圆管坯出现大量表面裂纹的情况，在圆管

董 军(1968－)，男，四川大竹人，工程师，主要从事型线钢品种开发工作。

坯表面裂纹处和钢管产生缺陷处分别取样，进行理化检验。

1.1 圆管坯缺陷分析

试样取自 Φ160mm 的 20 钢圆管坯，编号为 1－1、1－2、1－3 和 1－4。

低倍检验发现裂纹主要集中在管坯的表面，4 个样均有皮下缺陷存在。酸浸低倍试样上可以看见明显的线状缺陷和点状缺陷，金相检验发现这些缺陷均为成片的孔洞，电镜检验发现在孔洞内有大颗粒夹杂。电子探针分析的夹杂成分见表 1。

表 1 电子探针分析结果

编号	炉号	夹杂成分 %							
		Al	Si	Mn	Ca	Ti	S	K	Fe
1－1	P9810785	(微区)29.7	23.6		6.20	2.90	0.9	4.8	29.40
		(点状)90.6				3.80			5.20
			17.9	21.70					59.50
1－2	P9821124	(微区)53.0	16.4	15.85	2.89	2.15			8.87
		(点状)90.8							9.20
			89.8						10.20
1－3	P9821112	(点状)64.3				4.30			29.80
			88.3						10.40
1－4	P9810790	(点状)82.9				1.90			15.20
			54.3			1.30			43.80

从微区成分可见，夹杂物为 Al，Si，Mn 复合夹杂物，颗粒状夹杂为 Al，Si 夹杂。夹杂物中弱脱氧元素含量显著增加，表明弱脱氧元素参与钢液脱氧反应，即强脱氧元素含量不足，钢液存在脱氧不良现象，钢材中存在危害很大的硅酸盐复合夹杂。

1.2 钢管缺陷分析

钢管缺陷试样取自 Φ159mm×6mm 的 20 钢钢管，炉号为 P9826212，批号为 Y128110069。

Φ180mm 机组轧制的钢管，表面出现了较长的螺旋状外折缺陷，其宏观形貌见图 1(箭头所示。因弯曲度较大，只能表现部分)。

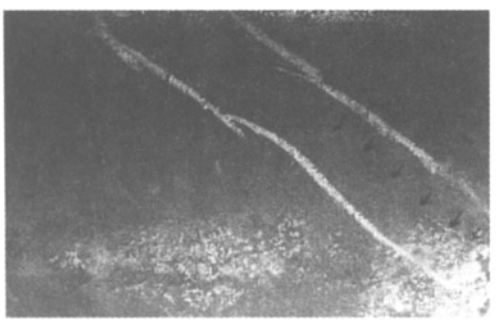


图 1 钢管螺旋状外折缺陷宏观形貌

于裂纹处取横向金相试样，试样上裂纹整体形貌如图 2 所示，裂纹最深处距表面 0.4mm，开口后段有大量的块状夹渣。开口端形貌见图 3，中间段放大形貌见图 4，尾段处组织及脱碳状况见图 5。管壁组织为正常的铁素体＋珠光体。

以上结果表明，钢管表面裂纹主要是由于管坯存在大量的皮下夹杂，而这些皮下夹杂物的存在，破坏了管坯基体组织的连续性，导致产生应力集中，使其在轧制过程中受外力作用而扩展所致。

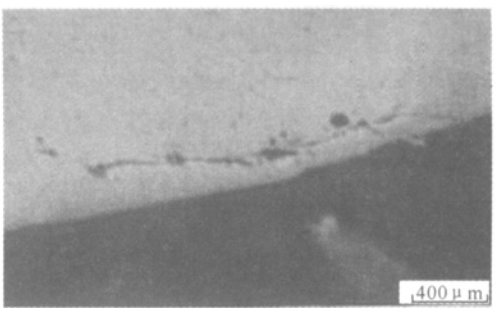


图 2 裂纹整体形貌

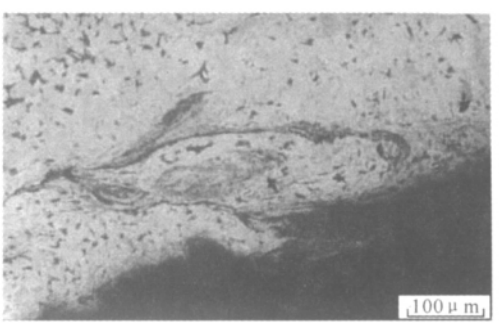


图 3 开口端形貌(堆积有夹渣)

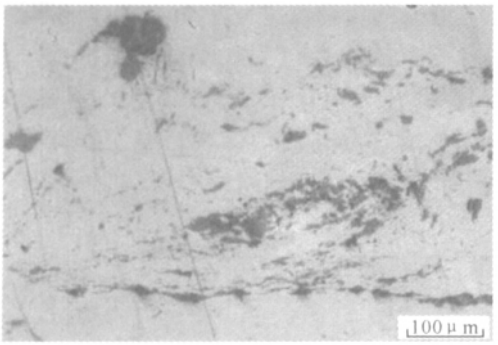


图 4 中间段放大形貌

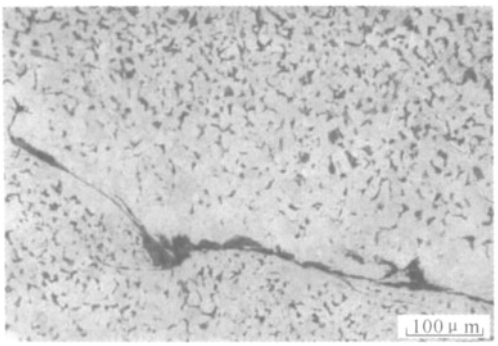


图 5 尾段处组织及脱碳状况

2 表面裂纹形成原因

2.1 钢种特性

钢水凝固时钢锭激冷层受到热应力、组织应力的作用，当某一部分受到的综合应力超过钢的高温热塑性变形能力时将产生开裂。由于 20 钢的含碳量为 0.17% ~0.23%，位于 Fe－C 相图的包晶反应区内，其液固两相共存区较窄，结晶速度快，钢水凝固时既有较大的热收缩，又有相变收缩，属裂纹敏感性极强的钢种，所以易产生裂纹。

2.2 皮下夹杂

从冶炼和浇注工序带入钢中的钢渣、脱氧产物、熔损后的耐材、硫化物、保护渣等在进入钢锭时来不及上浮而被捕捉，必然在皮下形成夹杂。

而皮下夹杂正是攀钢圆管坯出现表面裂纹的最主要因素。大量检测结果表明，在表面裂纹处常发现大量的氧化物夹杂甚至大型夹杂物。而这些皮下夹杂物的存在，破坏了管坯基体组织的连续性，产生应力集中，在后步工序中受到外力作用时，往往会扩展成较严重的裂纹而影响钢管质量，上述缺陷分析也证明了这一点。

2.3 其他因素的影响

不适当的加热工艺会诱发圆管坯表面产生裂纹，皮下气泡在轧制过程中未被焊合时也可能以裂纹的形式出现。

3 改进圆管坯表面质量的措施

3.1 优化炼钢工艺及严格控制成分

(1)控制终点碳含量≥0.14%。由于转炉钢终点氧含量主要受钢中碳含量的影响，即碳含量降低，氧含量升高。碳含量小于 0.08% 时，钢水氧含量增加迅速[1]。终点碳得到有效保证就可以避免钢中出现过剩的氧，可以减少增碳量，对减少皮下气泡和夹杂都有作用。成品钢碳含量控制在 0.19% ~0.21%，可在一定程度上减少因包晶反应产生的细裂纹。

(2)控制入炉硫含量≤0.065%。尽可能降低钢的 S 含量，可以降低钢的裂纹敏感性，对减少管坯夹杂也有较大作用。

(3) Als 值控制在 0.014% ~0.035%，钢液脱氧良好。

(4)控制吹氩时间≥6min。足够的吹氩时间有利于钢中气体和夹杂物的充分上浮，达到均匀成分、温度，净化钢液的目的。

(5)将吹氩后钢液温度控制在 1 550 ~1 580℃内。以此满足合适的浇注温度，保证浇注顺畅，避免因高温浇注产生裂纹以及气泡和夹杂的增多。

3.2 优化轧制工艺

(1)优化轧制规程，减少钢坯裂纹。为减少钢坯表面裂纹，对轧制压下规程进行了优化，增加了钢锭在Ⅰ孔的翻钢次数。由于变形不均匀及在钢锭表面形成的氧化铁皮压坑会在凹陷处形成中间裂纹带皱折[2]。增加翻钢次数，有利于改善不均匀变形，减少钢坯表面缺陷。

(2)对钢坯进行限收，初轧坯成坯率严格按 84.5% 控制，以确保管坯低倍合格率，减少由低倍组织缺陷导致的钢管内折现象。

(3)加强初轧坯表面质量的清理和检查，减少后步工序的缺陷。

(4)轧制圆管坯时采用高压水除鳞，减少氧化铁皮的压入，提高圆管坯的质量。

(5)改进圆管坯的夹持装置，加强对导位、辊道和轧制过程的检查，达到减少管坯表面的划伤、耳子和“错牙”的目的。

4 改进效果

通过采取以上措施，攀钢生产的圆管坯表面裂

纹大幅度减少，表面质量明显提高。将改进后和改进前的圆管坯分别取样检验，并进行了对比分析。

4.1 钢中∑[O]与酸溶铝

采用专用钢工艺及改进前工艺生产的20钢钢中∑[O]及酸溶铝的对比结果见表2。

表2 采用专用钢工艺及改进前工艺生产的20钢钢中∑[O]与酸溶铝对比结果

生产工艺	∑[O] %	Als %
改进前工艺	<0.003，0.003~0.004，0.004~0.005，>0.01 各1炉	分析8炉钢中<0.005(7炉)；0.006(1炉)
专用钢工艺	0.001 2~0.001 9(5炉)；0.002 1(1炉)	0.012~0.026(19炉)

钢中∑[O]是钢材中溶解氧和夹杂物中含氧量的总和，它是反映钢质量的一个重要指标，一方面它表征脱氧程度，另一方面则表征夹杂物去除情况。从表2看，专用钢工艺生产的钢中∑[O]比普碳钢工艺生产的钢中∑[O]明显降低。说明专用钢工艺生产的20钢脱氧效果好，钢的清洁度高，质量好。

4.2 高倍检验及电解夹杂

取样进行了圆管坯的高倍检验，检验结果见表3。两种工艺生产的钢中电解夹杂情况见表4。

表3 20钢圆管坯的高倍组织

炉号	金相组织	夹杂物评级/级			
		A类	B类	C类	D类
P0012076	F+P	2.0	2.0	0	1.0
P0032233	F+P	2.0	1.0	0	1.5
P0032172	F+P	1.5	1.5	0	1.0
P0012053	F+P	2.0	2.0	0	1.0
P0032191	F+P	1.5	1.5	0	1.0
P0032187	F+P	1.5	1.5	0	1.0

表4 两种工艺生产的钢中夹杂总量和分量

生产工艺	炉数	电解夹杂总量 $\times 10^{-4}$ %		电解夹杂分量 $\times 10^{-4}$ %							
				SiO_2		Al_2O_3		MnO		FeO	
		波动	平均	波动	平均	波动	平均	波动	平均	波动	平均
改进前工艺	6炉	35.3~147	70.6	5.2~38.3	13.2	17.0~71.0	32.0	0.3~7.4	1.5	1.0~5.9	2.7
专用钢工艺	6炉	27.5~40.7	34.1	4.8~9.1	7.0	17.1~26.5	21.8	<0.4	<0.4	0.6~7.7	2.2

夹杂物含量、形貌及其成分、夹杂物级别是评价钢质量的又一个依据。从表3可见，钢材的清洁度较高，A，B，C，D类夹杂均≤2级；从表4可以看出，采用专用钢工艺生产的钢中电解夹杂总量<0.004 1%，比普碳钢工艺生产的低。夹杂总量和分量均明显降低，说明采用的技术措施对提高20钢的内在质量是有益的。

4.3 轧管成材率

从成都无缝Φ180mm机组的轧制结果来看，本批Φ160mm管坯使用状况良好，综合成材率达82.94%，品种成材率81.08%，总体情况比以前使用同规格攀钢坯有显著提高，综合成材率提高了17.27%，钢坯和钢管缺陷明显减少。

综上所述，采用专用钢工艺生产的圆管坯比改进工艺前生产的圆管坯质量明显改善，轧管成材率显著提高。

5 结 语

(1)采用合理的技术措施后，攀钢完全能够生产表面质量优良的圆管坯，满足钢管生产的需要。

(2)减少圆管坯的表面裂纹，可以显著提高圆管坯的轧管成材率。因此优化管坯炼钢工艺，特别是减少钢中夹杂物是提高圆管坯质量的关键。

(3)影响圆管坯表面质量的因素很多，必须认真检查操作规程的执行情况，才能提高和稳定圆管坯的质量。

6 参考文献

1 Д.Дюдкин 等. 管坯质量的提高[J]. Сталь，1985，(5)：23~25.

2 杜 义. 改善碳素钢管坯质量[J]. 太钢科技，1996，(3)：14~17.

(收稿日期：2001-09-26)