无缝钢管屈服强度偏低原因分析

黄禄璐，张行刚，张建军

（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： 文章研究了在包钢钢管公司Φ460 mm PQF连轧机组生产的20优质碳素结构钢无缝钢管，针对轧态无缝管屈服强度偏低的情况，从材料的规格、化学成分、力学性能以及它们的相关性分析了屈服强度偏低的原因，并提出改进措施，保证钢管的质量。

关键词： 20钢；屈服强度；无缝钢管

中图分类号： TG113.25^{+}1 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2017)01－0058－04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.01.018

Cause Analysis for Low Yield Strength of Seamless Steel Tube

HUANG Lu－lu, ZHANG Xing－gang, ZHANG Jian－jun

(*Technical Center of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*)

Abstract: In the paper, seamless steel tube of No. 20 high quality carbon structural steel which produced by Φ460 mm PQF continuous rolling mill in Baotou Steel is studied. Aiming at the situation that the yield strength of rolled seamless tube is low, the causes of the low yield strength are analyzed from the material specification, chemical composition, mechanical properties and their correlation. And the improvement measures are put forward to ensure the quality of the steel tube.

Key words: No. 20 steel; yield strength; seamless steel tube

20钢属于优质碳素结构钢，该钢的强度低，韧性、塑性和焊接性均好，不经过热处理，轧态使用，被广泛运用于一般的机械制造业中不太重要的零部件以及建筑结构中，具有稳定的市场份额[1]，但包钢Φ460 mm机组在生产过程中，发现多个批次多种规格出现屈服强度低于GB/T 8163—2008，《输送流体用无缝钢管》标准下限的要求[2]，导致部分产品需经过正火后性能才能满足要求，造成了该钢的制造成本偏高，针对这种情况，从材料的规格、化学成分、组织等多个方面和材料性能影响关系进行检验分析，并提出了相应的改进措施和建议。

1 技术要求

1.1 GB/T 8163对20钢成分要求（见表1）[2]

表1 20钢化学成分要求（质量分数） %

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
0.17～0.23	0.17～0.37	0.35～0.65	≤0.25	≤0.30	≤0.25	≤0.03	≤0.035

收稿日期： 2016－12－28

作者简介： 黄禄璐（1981－），辽宁省辽阳县人，助理工程师，现从事金属材料物理检验工作。

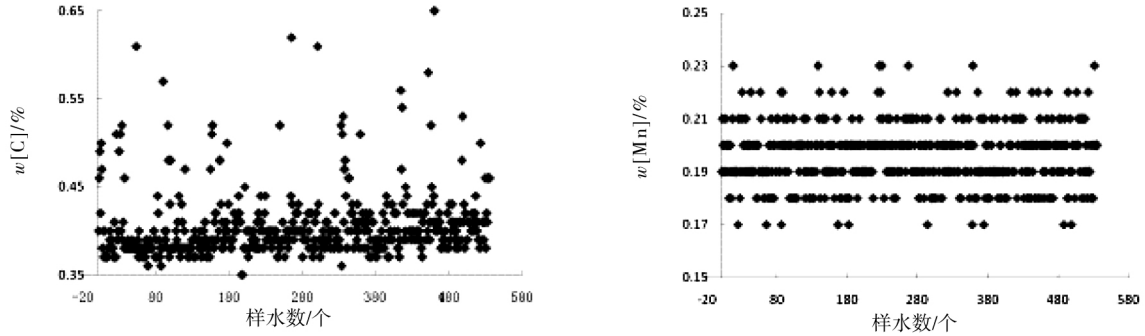
1.2　GB/T 8163 对 20 钢性能要求(见表 2)[2]

表 2　20 钢力学性能要求

壁厚	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	延伸率/%
≤16 mm	410 – 530	≥245	≥20
16 ~ 30 mm	410 – 530	≥235	≥20
>30 mm	410 – 530	≥225	≥20

2　化学成分统计

按照 GB/T 8163,《输送流体用无缝钢管》对 20 钢成分要求,包钢钢管公司 Φ460 mm 机组生产的 20 钢的主要元素为 C、Si、Mn,不含 Cr、Ni、Cu 等合金元素。因此,对其主要强化元素 C、Mn 成分进行统计分析,共计 536 个样本数据,结果见图 1。



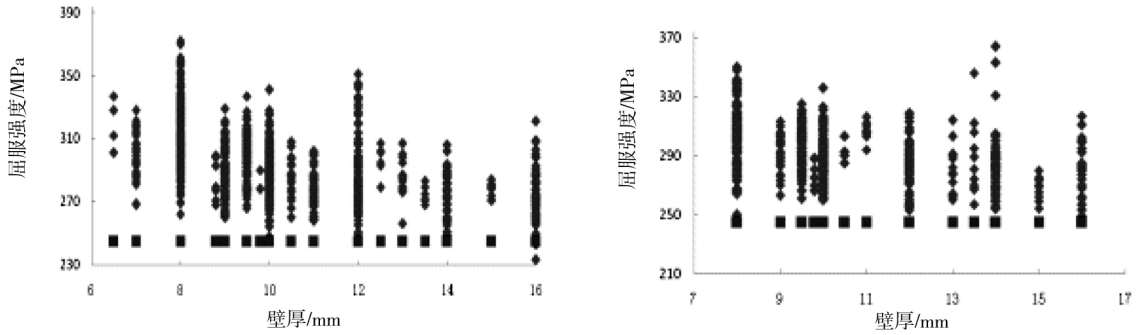
(a) w[C] 分布统计　　(b) w[Mn] 分布统计

图 1　20#钢 C、Mn 元素统计

从成分统计中可以看出,w[C] 集中分布在 0.18% ~ 0.21% 之间,w[Mn] 集中分布在 0.45% 以下,全部满足标准要求,出于成本考虑,w[Mn] 炼钢控制偏标准要求的下限。

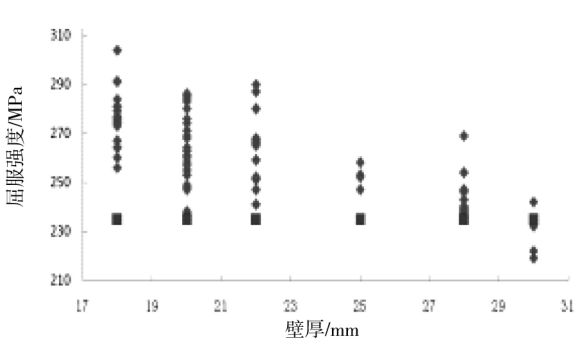
3　性能和壁厚影响关系统计

根据标准可知[2],对于不同的壁厚,标准对材料屈服强度要求不一样,而且北方冬天和夏天温差较大,冬天轧制和夏天轧制后的钢管冷速存在差别,可能会对材料性能有一定的影响,因此,分别对 Φ460 mm 机组冬天(11 月份)和夏天(8 月份)生产的 20 钢分壁厚≤16 mm,16 mm < 壁厚≤30 mm,壁厚 > 30 mm 的屈服强度进行了统计见图 2、图 3、图 4(图中方形表示国标数值,菱形表示实际检测数值)。Φ460 mm 机组生产的 20 钢所有的抗拉强度和延伸率都满足标准要求,在这里不做统计。

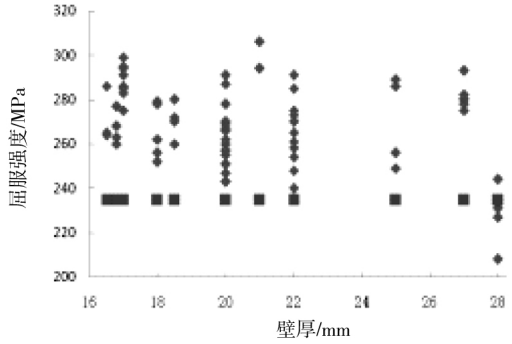


(a) 11 月份(冬天)　　(b) 8 月份(夏天)

图 2　Φ460 mm 机组壁厚≤16 mm 的 20 钢屈服强度统计

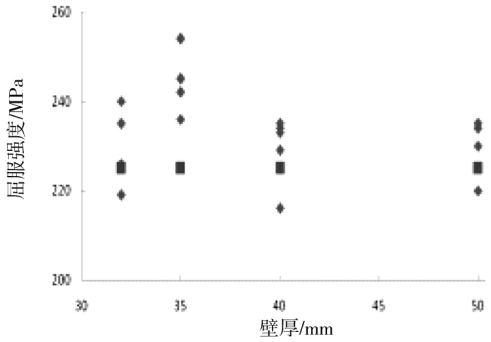


(a) 11 月份(冬天)

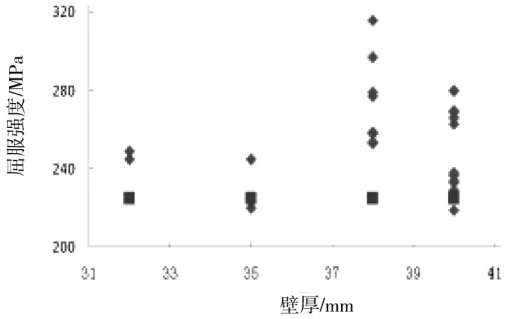


(b) 8 月份(夏天)

图 3 Φ460 mm 机组 16 mm < 壁厚≤30 mm 的 20#钢屈服强度统计



(a) 11 月份(冬天)



(b) 8 月份(夏天)

图 4 Φ460 mm 机组壁厚 > 30 mm 的 20#钢屈服强度统计

从冬天 Φ460 mm 机组生产 20 钢屈服强度统计可以看出,壁厚 < 30 mm 材料屈服强度有极个别低于标准下限要求的现象出现,概率约为 2‰(样本数 1 185 个)。但壁厚≥30 mm 材料的屈服强度低于下限要求的现象明显增多,检验不合的概率约为 17%(样本数相对少共计 25 个样本数据);从夏天生产 20 钢屈服强度统计可以看出,壁厚 < 30 mm 材料屈服强度有极个别低于标准要求下限的现象出现,概率约为 4‰(样本数 648)。但壁厚≥30 mm 材料的屈服强度低于下限要求的现象明显增多,检验不合的概率约为 12.5%(样本数相对少共计 26 个样本数据)。

总的来说 Φ460 mm 机组生产 20 钢夏天和冬天情况基本一致,随着壁厚的增加,屈服强度不合现象明显增多,壁厚 < 30 mm,屈服强度偏低的情况非常少见,属于个别现象,但也应当看到,材料的屈服强度都偏标准要求的下限。但壁厚≥30 mm 的 20 钢,屈服强度偏下限的现象增多,屈服强度不合概率达到了约 15%。

4 组织检验

包钢钢管公司 Φ159 mm 机组生产钢管以小规格薄壁为主,Φ460 mm 机组生产的钢管以大规格厚壁为主,从现场抽取化学成分 w[C] 在 0.18% ~ 0.21% 之间,Mn 含量在 0.45% 以下的炉号,分别从 Φ159 mm 机组和 Φ460 mm 机组取规格为 Φ76 mm × 4 mm 和 Φ406mm × 40 mm 对比样进行了组织性能检验对比。两个规格组织相片见图 5、图 6、图 7。

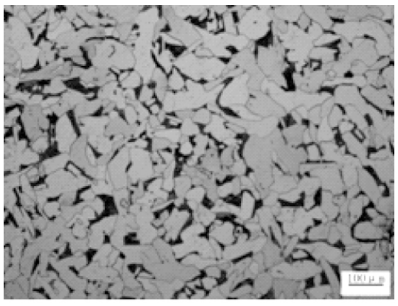


图 5 Φ460 mm 机组 20 钢组织相片

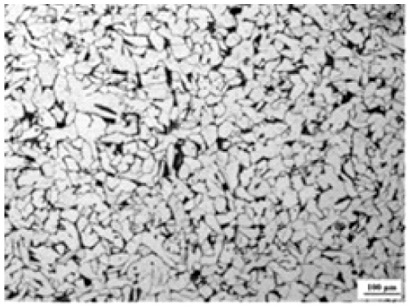


图 6　Φ460 mm 机组 20 钢组织相片

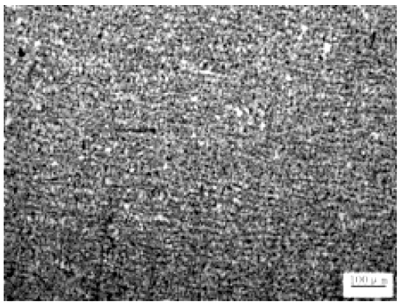


图 7　Φ159 mm 机组 20 钢组织相片

不同规格下 20 钢的性能和组织对比见表 3 和表 4，从材料性能可知，Φ159 mm 机组生产小规格 Φ76 mm × 4 mm 的 20 钢屈服强度比 Φ460 mm 机组生产的大规格 Φ406 mm × 40 mm 的 20 钢屈服强度高约 170 MPa，组织都为 F + P，Φ76mm × 4mm 钢管晶粒度为 10.5 级，Φ406 mm × 40 mm 钢管晶粒度为 4.5 级，两者相差 6 级，这是因为钢管规格小，壁厚薄，轧制过程中钢管的降温快，终轧温度低，同时 Φ76 mm × 4mm 钢管用 Φ180 mm 坯型轧制，压缩比为 28，Φ406 mm × 40 mm 钢管用 Φ460 mm 坯型轧制，压缩比为 3.6，因此轧制 Φ76 mm × 4 mm 钢管的压缩比轧制 Φ406 mm × 40 mm 钢管压缩比大的多，单道次轧制过程中压下量大使钢管发生动态再结晶[3]，两者导致 Φ76 mm × 4 mm 钢管比 Φ406 mm × 40 mm 钢管组织要细的多，从而使 Φ159 mm 机组轧制的 20 钢比 Φ460 mm 机组轧制的 20 钢屈服强度高得多。同类比较 Φ406 mm × 40 mm 钢管合格与不合格的力学性能及金相组织，也可以看出在这种由于晶粒细化提高屈服强度的规律。

表 3　不同规格下 20 钢的性能对比

机组	炉号	规格/(mm × mm)	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa
Φ460 机组	167006473	Φ406 × 40	216/229	411/418
Φ460 机组	167008216	Φ406 × 40	278/285	474/470
Φ159 机组	166007310	Φ76 × 4	401/394	524/529

表 4　不同规格下 20 钢的组织对比

机组	炉号	规格/mm	组织	晶粒度/级	备注
Φ460 机组	167006473	Φ406 × 40	F + P	4.5	不合格
Φ460 机组	167008216	Φ406 × 40	F + P	7.0	合格
Φ159 机组	166007310	Φ76 × 4	F + P	10.5	合格

5　结论

(1) 由于 Φ460 mm 机组壁厚 < 30 mm 的 20 钢出现屈服强度偏低的情况少，但也是偏标准要求的下限居多，从成本考虑起见，只将 w [C] 的范围改成 0.19% ~ 0.23% 按标准要求上限控制，Mn 的成分不变，成本无需增加还能提高钢的强度。

(2) Φ460 mm 机组生产壁厚≥30 mm 的 20 钢，将 w [C] 范围改为 0.19% ~ 0.23%，Mn 范围调整为 0.45% ~ 0.65%，按标准成分要求的上限控制，利用强化元素提高钢管的屈服强度。

(3) 加热炉不同区域加热温度尽可能控制在 1 230 ℃以下，降低钢管的终轧温度；轧制过程中，定径后水冷巷道全开，床上风机全开，提高轧制后的冷速，细化晶粒提高强度。

参　考　文　献

[1] 逯登尧，李娟. 20 号钢管外折叠研究 [J]. 特钢技术，2000，28(3)：18 - 20.

[2] GB/T 8163—2008，输送流体用无缝钢管 [S].

[3] 杨建平，李雪洁. Q345B 钢板拉伸性能不合格原因分析 [J]. 理化检验，2014，38(1)：26 - 29.