

低温加热工艺在Q345B钢板生产中的应用

宋绪轲

(山钢股份济南分公司 宽厚板厂,山东 济南 250101)

摘要:依据Q345B钢化学成分和经验公式,分析认为Q345B钢坯的加热温度可在常规工艺基础上降低约100℃,据此开发了低温加热工艺。应用表明,Q345B钢氧化烧损减少0.26%,煤气单耗降低约10%,轧后钢板表面呈黑色,氧化铁皮薄而均匀;钢板组织细化;屈服强度由358 MPa提高到363 MPa;20℃纵向冲击功均值由109 J提高到138 J。

关键词:Q345B钢;钢坯加热;低温加热;氧化烧损

中图分类号:TC335.5

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2016)06-0029-02

1 前言

加热是热轧生产线上的重要工序之一,加热质量的好坏直接影响钢产品质量。特别是在能源日益紧张的今天,如何进一步提高产品质量,同时又降低能耗具有更加重要的意义。济钢通过分析制定了Q345B钢的低温加热工艺,降低了钢坯的氧化烧损及燃耗成本,同时细化了钢板的组织晶粒,提高了钢板的性能,取得了明显的经济效益。

2 低温加热工艺的开发

钢坯加热的目的:1)降低钢的变形抗力,提高钢的塑性,满足轧制要求;2)改变钢坯内部组织,通常加热到奥氏体单相固溶组织;3)均匀钢坯的温度、成分及组织;4)不生成表面氧化物或生成容易去除的表面氧化物。加热温度过低,轧机无法顺利轧制;但加热温度过高,会使奥氏体晶粒过分长大,引起晶粒之间的结合力减弱,反而会降低钢的塑性,还会使钢中的偏析元素与夹杂物富集在晶界并发生氧化或熔化,在轧制时钢材会发生碎裂。故加热温度的选择应依据钢种的不同而不同。根据铁碳相图,加热温度范围为 A_{c3} (GS线)以上30~50℃与固相线NJE以下100~150℃^[1],同时还要考虑轧机及配套设备的能力。

本研究以生产量最大的Q345B钢为例探讨相关控制参数及试验对比。

2.1 低温加热工艺参数的确定

Q345B钢的内控化学成分见表1。厚度20 mm Q345B钢板现行工艺:出炉温度1 120~1 150℃,加热时间按8~10 min/cm控制,中间坯厚度75 mm,精轧开轧温度(860±10)℃,终轧温度(830±10)℃。

收稿日期:2016-08-08

作者简介:宋绪轲,男,1979年生,2003年毕业于佳木斯大学材料成型及其控制工程专业。现为山钢股份济南分公司宽厚板厂产品研发室工程师,从事新产品研发工作。

表1 Q345B钢化学成分(质量分数)%

C	Si	Mn	S	P
0.15~0.19	0.25~0.50	1.25~1.55	≤0.030	≤0.030

根据轧机二级监控数据,Q345B钢在1 000℃、道次压下量30 mm的情况下,毛宽2 200~2 800 mm的Q345系列钢坯轧制扭矩仅为4 000~4 500 kN,完全可满足轧制要求。但考虑轧制过程要避开950~1 000℃的混晶区,保证粗轧终轧温度>1 000℃,倒推钢坯加热出炉温度应控制在1 020~1 050℃。

依据经验公式^[2]:

$$A_{c3}=910-203C1/2-15.2Ni+44.7Si+104V+31.5Mo,$$

$$T_{\text{再}}=1\ 536-[267.761C+14.929Si+9.048Mn+581.437P+1\ 014.005S],$$

按表1中内控成分计算得到的Q345B钢坯的加热温度应为882~1 304℃。

由于Q345B钢不含Nb、Ti等需要高温固溶的元素,加之钢坯中P、S普遍控制较好($P\leq 0.020\%$, $S\leq 0.010\%$),1 000℃下按照8~10 min/cm加热,能够保证成分及组织均匀。温度越低,氧化铁皮生成速度越慢,生成量越少,越容易去除。因此,在满足轧制要求且保证加热后组织均匀的条件下,尽量减少Q345B钢坯的氧化烧损,其加热温度控制在1 020~1 050℃即可。

2.2 试验方案

选择同炉号2批次各10支Q345B坯料为试验对象,坯料断面尺寸为200 mm×1 700 mm×2 500 mm,下线48 h分别称重,连续冷装炉。为避免前后干扰,中间拉开4块钢坯的空档。成品规格为20 mm×2 500 mm。批次1按照1 120~1 150℃常规加热,批次2按照1 020~1 050℃低温工艺加热,其余工艺与现行工艺相同,同时分别计量煤气流量,粗轧最大负荷,钢板轧后只分段,不切头尾不切边,分别称重,逐支取样检验。

生产过程中严格确保各工序工艺按试验要求

执行,出炉温度如图1所示。

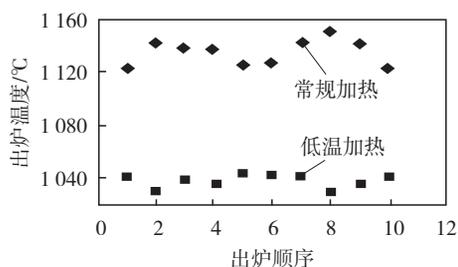


图1 Q345B钢坯常规加热与低温加热出炉温度对比

从图1可以看出,Q345B钢在生产过程中按照低温加热工艺生产时,出炉温度平均下降约100℃。

3 低温加热工艺应用效果分析

3.1 氧化烧损及煤气消耗对比

不同加热工艺加热Q345B钢氧化烧损及煤气消耗情况对比见表2。

表2 不同加热工艺Q345B钢烧损及煤气消耗对比

加热	钢坯重量/t	钢板重量/t	烧损/t	煤气总耗/m ³	煤气单耗/(m ³ ·t ⁻¹)
常规	87.12	86.07	1.21	8 914	102.32
低温	87.25	86.42	0.95	8 136	93.25

由表2可以看出,低温加热工艺加热Q345B钢坯烧损仅为正常加热工艺的79%,能提高普碳钢成材率0.26%。低温加热工艺煤气单耗较正常加热工艺降低9.07 m³/t(约10%)。

3.2 粗轧负荷对比

粗轧最大道次压下量均为28 mm。常规加热情况下,粗轧扭矩4 220 kN·m;低温加热情况下,粗轧扭矩4 486 kN·m。温度降低后粗轧阶段最大扭矩仅增加260 kN·m,在轧机可以承受的负荷以内。

3.3 组织与性能对比

正常加热工艺加热与低温加热工艺加热Q345B钢坯轧后钢板金相组织如图2所示。低温加热工艺加热钢坯轧后钢板的铁素体晶粒更细小。

统计不同加热温度的各10张钢板做力学性能测试,钢板的屈服强度对比见图3,20℃纵向冲击值对比见图4。采用低温加热工艺后,屈服强度均值由358 MPa提高到363 MPa,20℃纵向冲击功均值由109 J提高到138 J。而且常规加热轧后钢板表面

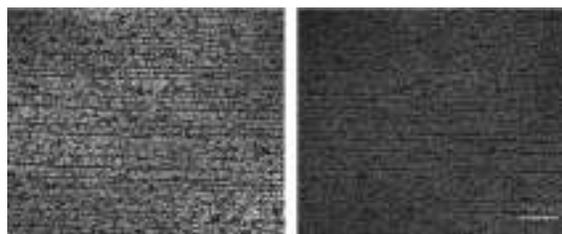


图2 不同加热工艺轧后Q345B钢板金相组织

呈红色,而低温加热工艺生产钢板表面呈黑色,表面氧化铁皮薄而均匀。

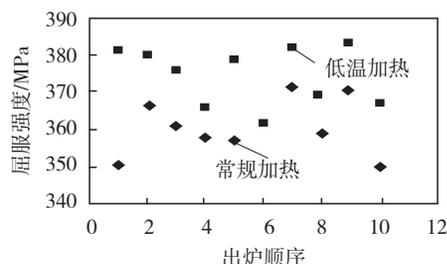


图3 不同加热工艺轧后Q345B钢板屈服强度对比

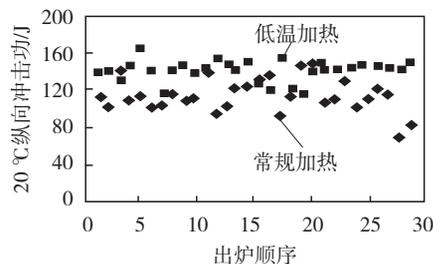


图4 不同加热工艺轧后Q345B钢板冲击值对比

4 结语

降低Q345B钢坯出炉温度100℃后,高温变形抗力增加不大,完全在粗轧机合理的轧制力范围内。Q345B钢采取低温加热工艺可降低氧化烧损及煤气单耗,提高成材率;而且低温加热钢坯轧后钢板组织晶粒更加细化,钢板强度、韧性提高,钢板表面呈黑色,表面氧化铁皮薄而均匀,表面质量良好。

参考文献:

- [1] 赵家骏. 热轧带钢生产知识问答[M]. 北京:冶金工业出版社, 2006.
- [2] 冯科,韩志伟,王勇,等. 碳钢实际固相线温度的理论预测及回归分析[J]. 铸造技术, 2007, 28(7): 937-939.

Low Temperature Heating Technology Used in Q345B Plate Production

SONG Xuke

(The Heavy Plate Plant of Jinan Branch of Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Jinan 250101, China)

Abstract: According to chemical composition of Q345B steel and empirical formula, it is analyzed that the temperature of heating Q345B slab can be reduced about 100℃ comparing to conventional process, and the low temperature slab heating technology was developed accordingly. The application shows that the ratio of burning melting loss for Q345B decreased 0.26%, and the coal gas consumption reduced about 10%. After rolling, the products surface appeared black, the scale was thin and uniformity and the grain was refined. At the same time the yield strength was increased from 358 MPa to 363 MPa, the average impact toughness at 20℃ was increased from 109 J to 138 J.

Key words: Q345B steel; slab heating; low temperature heating technology; burning melting loss