

HRB335 热轧带肋钢筋轧后双线穿水冷却技术的应用

焦国利¹ 刘霞² 何文萍²

(1 包钢西创机制公司, 包头 014010; 2 包头钢铁职业技术学院机械系, 包头 014010)

摘要 针对轧机产量提高后冷床冷却能力不足的问题, 安装了轧后棒材穿水冷却装置。生产结果表明, HRB335 Φ16 mm 热轧带肋钢筋(/% ; 0.20C、0.20~0.40Si、0.4~1.2Mn), 原终轧速度 10.5~11.0 m/s, 钢材至冷床温度 1 020~1 050 ℃, 钢筋的屈服、抗拉强度和伸长率分别为 342 MPa、520 MPa 和 16.5%; 使用穿水系统后终轧速度提高至 11.5~12.0 m/s, 钢材至冷床的温度降至 880~900 ℃, 通过冷床后降至 260 ℃, 钢筋的屈服、抗拉强度和伸长率分别为 360 MPa、556 MPa 和 16.9%, 生产率提高 3%~5%。

关键词 HRB335(20MnSi) 钢 热轧带肋钢筋 轧后穿水冷却 力学性能 冷床 生产效率

Application of Double Through-Water Cooling Technology for HRB335 Hot-Rolled Ribbed Steel Bar after Rolling

Jiao Guoli¹, Liu Xia² and He Wenping²

(1 Northwest Venture Machinery and Equipment Manufacturing Co Ltd, Baosteel, Baotou 014010;
2 Department of Mechanical Engineering, Baotou Iron and Steel Vocational Technology Institute, Baotou 014010)

Abstract In view of the problem of insufficient capacity of cooling bed with increasing output of rolling mill products, the through-water cooling unit for rolled bar is installed. Production results show that for HRB335 Φ16 mm hot-rolled ribbed steel bar (/% ; 0.20C, 0.20~0.40Si, 0.4~1.2Mn), with original finishing rolling speed 10.5~11.0 m/s, the beginning temperature of steel bar at cooling bed is 1 020~1 050 ℃, the yield, tensile strength and elongation of ribbed bar are respectively 342 MPa, 520 MPa and 16.5%; and after using through-water cooling system, the finishing rolling speed increases to 11.5~12.0 m/s, the beginning temperature of steel bar at cooling bed decreases to 880~900 ℃ and at outlet of cooling bed the temperature of bar is 260 ℃, the yield, tensile strength and elongation of ribbed bar increase respectively to 360 MPa, 556 MPa and 16.9%, and the productivity of mill increases by 3%~5%.

Material Index HRB335(20MnSi) Steel, Hot-rolled Ribbed Steel Bar, Through-Water Cooling after Rolling, Mechanical Properties, Cooling Bed, Productivity

针对轧机产量提高后冷床能力不足的问题, 安装了轧后 Φ12~Φ25 mm 螺纹钢或圆钢的穿水冷却装置。

由炼钢连铸送来的 HRB335(20MnSi) 钢(/% ; 0.20C、0.20~0.40Si、0.4~1.2Mn) 150 mm × 150 mm × 9 000 mm 热(冷)连铸坯用行车吊运到加热炉上料辊道, 定位挡板定位后由 260 t 液压推钢机推入 24.4 m × 9.6 m 蓄热连续推钢式加热炉内加热到 1 150~1 200 ℃, 由液压出钢机顶出加热炉。出炉辊道将钢坯送到 Φ520 mm × 3 + Φ400 mm × 2 粗轧机组轧制成断面为 65 mm × 65 mm 的中间轧件, 1# 启停式飞剪切头后, 由中间辊道送入 Φ400 mm × 4 + Φ365 mm × 2 中轧机组轧制(轧材尾部有劈尾、超差、低温的需要手动卡断剪剪尾), Φ800 mm 圆盘式飞剪切头后, 进入 Φ365 mm × 4 水平二辊 Φ365 mm × 4 短应力精轧机组轧制成 Φ12 mm~Φ25 mm 的螺纹钢或圆钢(根据成品规格不同, 选用不同架数的精轧机)。钢材通过 12 m 穿水冷却装置强制

冷却到 900~950 ℃, 由倍尺飞剪剪切成成品倍尺, 经冷床输入辊道送上 90 m 步进式冷床冷却到 400 ℃ 以下, 齐头辊道齐头, 由平托机构送入冷床输出辊道输出, 在成品冷剪处剪切成 9 m 或 12 m 定尺, 通过跨移钢台移到棒材成品跨的收集辊道上, 收集辊道收集成捆后, 在打包台架上由人工检验、打捆, 然后通过称重装置称重, 挂牌后吊运入库。各机架孔型控制见表 1~表 3。

1 穿水冷却系统

1.1 穿水冷却的前提

表 1 初轧机组技术参数和轧件尺寸

Table 1 Rolling stock size and technical parameters of blooming mill

道次	孔型	轧件高/mm	辊缝/mm	公差/mm
K19	扁	110	20	±4
K18	椭	81.8	20	±3
K17	方	90	20	±3
K16	椭	62	14	±2
K15	方	63.5	14	±2

表2 中轧机组轧件尺寸和技术参数

Table 2 Rolling stock size and technical parameters of medium section mill

道次	孔型	轧件高/mm	辊缝/mm	公差/mm
K14	椭	51 × 108	10	±2
K13	方	56.5 × 56.5	10	±2
K12	椭	36 × 81	8	±1
K11	方	41.5 × 41.5	6	±1
K10	椭	28 × 56	6	±1
K9	方	30.5 × 30.5	5	±1

表3 精轧机组轧件尺寸和技术参数(Φ12 mm 带肋钢筋)

Table 3 Rolling stock size and technical parameters of finishing mill (Φ12 mm ribbed steel bar)

道次	孔型	轧件高/mm	辊缝/mm	公差/mm
K8	椭	21	2.4	±0.4
K7	圆	27.3	2.3	±0.4
K6	椭	13	2.4	±0.4
K5	圆	20.3	1.7	±0.4
K4	椭	9.6	2.2	±0.3
K3	圆	15.3	1.8	±0.3
K2	椭	8.4	2.0	±0.3
K1	圆	11.5	1.0	±0.3

20世纪80年代初期棒材轧后穿水冷却技术开始在我国应用,其机理是利用钢筋的轧后余热进行淬火回火式热处理,即对奥氏体状态下热轧钢筋进行轧后快速冷却,使钢筋表面淬火形成马氏体,随后靠其芯部释放出的余热进行自回火(高温回火),使马氏体转变为晶粒细小均匀的索氏体,提高成品的强度和塑性。应用此技术,可使Ⅱ级钢筋基本达到Ⅲ级钢筋的强度要求,但焊接性能不够稳定。因此目前钢铁公司使用“双线轧后高效冷却系统”时确定了以解决冷床能力为前提,并重新细化和均匀微观组织,改善钢材性能的设计思想,确保系统的实用性^[1]。

1.2 双线穿水高效化冷却系统原理

细化铁素体晶粒可在提高强度的同时,不破坏材料的韧性。获得细小铁素体晶粒的用途除进行奥氏体未再结晶控制轧制外,在轧后采用加速冷却,抑制晶粒长大也是一种非常有效的方法^[2]。

从精轧机出口至上冷床前的加速冷却过程,可分为3个阶段:

- (1) 轧件由精轧机出口至冷却器入口的冷却过程;
- (2) 轧件在水冷器中的急剧冷却过程;
- (3) 轧件的出水冷却器后到上冷床前的自回火过程^[3]。

终轧温度为1 020 ~ 1 050 ℃的轧件,以10.5 ~ 13.0 m/s的速度,快速通过湍流水冷却装置。轧件

在通过水冷装置时,被2 ~ 5 kg/cm²压力的水流完全包裹,水和高温轧件之间形成无汽膜的强对流的热交换,轧件表面温度骤降,与芯部产生较大温差,轧件处于自身的“降温-回温”式的热传导过程,从而达到钢材快速降温的目的。

穿水冷却系统参数的设定,一方面取决于水冷系统的设计能力和钢材冷却前的温度及尺寸规格,另一方面则取决于对钢材性能的控制要求^[4]。在设定冷却参数时要充分考虑水冷速度对轧后高温钢材组织变化的影响,通过控制轧后金属内部变形能的释放,达到细化晶粒,减少珠光体的片层间距的目的,达到稳定和理想的金相组织结构,保证性能要求^[5]。

2 穿水冷却实施方案

棒材穿水冷却采用“轻穿水、低过冷、细晶化”的冷却方式,在精轧机与倍尺剪之间增设双线轧后高效穿水冷却系统,冷却水温度控制在45 ~ 50 ℃,只需对系统适当补水,水耗小,可降低运行成本。

该系统主要由在线冷却和供水设备两大部分构成。在线冷却设备总长8 m,入口侧距成品轧机4 m,包括两组长3.2 m的穿水冷却器,设计成两个带盖箱体,可在线整体快速更换。每组冷却器内设置多个双线环形水冷喷嘴、导管、水封、调整器和固定架;供水设备主要由水箱、变压水泵、过滤器、调节器以及新水补给、供水管、回水管、溢流排渣沉井等组成。系统主要技术参数为:

冷却水压力1.0 MPa;压缩空气压力0.4 ~ 0.6 MPa;最大降温能力-表面温降不低于200 ℃,平均温降大于120 ℃;冷却器组成-3个水喷嘴,1个气喷嘴;冷却器长度3.2 m;冷却器直径20 ~ 40 mm;冷却能力控制方式-由流量调节阀控制冷却效果,单线或双线冷却可随时切换。

通过对多个轧制规格的终轧温度、上冷床温度等数据进行现场实测和统计,根据不同规格产品对水冷系统降温的要求及各种钢种的CCT曲线,设定了适应不同钢种和规格产品的穿水冷却调节曲线。

3 应用效果

双线轧后高效冷却系统投用后显著降低了钢材上冷床温度及因控温对机时产量影响,彻底解决了热轧带肋钢筋性能偏低的问题,Ⅱ级热轧带肋钢筋基本杜绝了性能不合的质量异议,钢材的性能合格率由97.5%提高到99.6%。

以HRB335 Φ16 mm热轧带肋钢筋为例,常规

轧制时,终轧速度为 10.5 ~ 11.0 m/s,上冷床温度为 1 020 ~ 1 050 ℃;穿水系统投用后,终轧速度提升到 11.5 ~ 12.0 m/s,而上冷床温度为 880 ~ 900 ℃,降低了 95 ~ 110 ℃,钢材下冷床温度降至 260 ℃ 以下,使生产率平均提高 3% ~ 5%。

系统投用后对不同规格钢材的终轧温度、穿水冷却系统入/出口温度及上/下冷床温度进行了测量,并对 Φ18 mm 热轧带肋钢筋实施穿水冷却前后的表层组织和性能进行了比较,结果如图 1 及表 4、表 5。

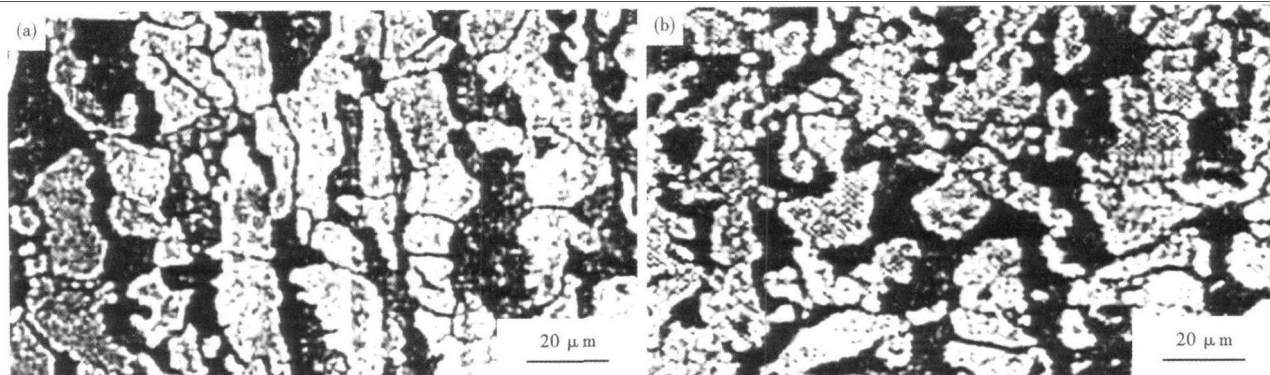


图 1 未使用(a)和使用(b)穿水冷却系统轧制的 Φ18 mm 热轧带肋钢筋的组织

Fig. 1 Structure morphology of Φ18 mm hot-rolled ribbed steel bar rolling without using (a) and with using (b) through-water cooling system

表 4 穿水冷却前后 Φ16 mm 热轧带肋钢筋力学性能对比
Table 4 Comparison of mechanical properties of Φ16 mm hot-rolled ribbed bar before and after using through-water cooling system

项目	屈服强度 σ_s /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /%
冷却前	342	520	16.5
冷却后	360	556	16.9

表 5 穿水冷却过程测试点钢材温度(夏天,35 ~ 38 ℃)

Table 5 Temperature of steel bar at various measured point during through-water cooling process (in summer, 35 ~ 38 ℃)

规格/mm	终轧	入口侧	出口侧	上冷床	下冷床
Φ20	1 050	1 042	940	935	265
Φ18	1 020	1 020	923	917	252
Φ16	1 000	993	916	910	235
Φ14	989	985	908	900	223

了明显改善,氧化铁皮致密,呈均匀的深蓝色,无气泡。通过轧后穿水冷却工艺技术设备的应用,生产率提高了 3% ~ 5%,产品尺寸精度和表面质量都得到全面改善,钢材性能合格率由 97.5% 提高到 99.6%,并取得良好的经济效益。

参考文献

[1] 刘 慧,齐志新,温华娟. 轧后穿水冷却工艺对棒材组织性能的影响[J]. 山东冶金,2003,25(6):59-61.
 [2] 崔忠圻. 金属学与热处理[M]. 北京:机械工业出版社,2000:51-53.
 [3] 袁志学,杨林浩. 高速线材生产[M]. 北京:冶金工业出版社,2010:28-32.
 [4] 方冠富. 棒材车间步进冷床冷却能力计算及设计[J]. 江苏冶金,2005,33(5):33-34.
 [5] 王占学. 塑性加工金属学[M]. 北京:冶金工业出版社,2006:32-34.

4 结论

穿水冷却后钢材的屈服强度平均提高 15 ~ 20 MPa、抗拉强度平均提高 30 ~ 40 MPa;钢材的金相组织表明热轧后的带肋钢筋经穿水冷却,晶粒有了明显细化,组织也更均匀。同时钢材的表面质量也有

焦国利(1966-),男,硕士,高级工程师,1988 年大连理工大学毕业,工艺材料研究。

收稿日期:2012-07-27

欢迎全国各冶金机械及相关行业
在《特殊钢》杂志上刊登宣传广告