

提高HRB400热轧带肋钢筋性能实践

刘 君, 郑松岩

(济南钢铁集团总公司, 山东 济南250101)

摘要: 针对济钢生产的HRB400钢筋存在强度偏低、质量不稳定等问题进行调查分析, 认为主要原因是碳当量偏低、终轧温度高、轧后冷却效果差及负偏差值过大等。通过采取适当调整化学成分、增加压缩比、降低开轧温度、控制终轧温度、强化穿水冷却等一系列改进措施, 保证了HRB400钢筋质量稳定, 抗拉强度平均提高35MPa, 屈服强度平均提高30MPa。

关键词: HRB400; 热轧带肋钢筋; 力学性能; 质量异议; 改进措施

中图分类号: TG335.6⁺4 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2005)06-0018-02

Practice of Improving the Mechanical Properties of HRB400 Hot Rolled Ribbed Steel Bar

LIU Jun, ZHENG Song-yan

(Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: Aiming at the problems that HRB400 reinforcing bar produced by Jigang has low intensity and unstable quality, the investigations and tests are put out. The results show that the main reasons are low carbon equivalent, high finish rolling temperature, poor cooling effect after rolling and over negative deviation. By adopting a series of improvement measures such as adjusting the chemical compositions properly, increasing the compression ratio, reducing the rolling temperature, controlling the finishing temperature and strengthening penetration cooling etc., the stable quality of HRB400 reinforcing bar is insured, the tensile intensity and yield intensity are improved respectively by 35MPa and 30MPa averagely.

Key words: HRB400; hot rolled ribbed steel bar; mechanical properties; quality objection; improving measures

1 前言

济南钢铁集团总公司(简称济钢)根据建筑业的发展和钢筋升级换代的要求, 研制开发了V(Nb)微合金化的HRB400热轧带肋钢筋。但在HRB400产量不断递增的同时, 出现了力学性能不稳定的问题, 2003年发生多起性能不合质量异议, 其主要不合格项目是抗拉强度低, 为此提出了改进措施。

2 影响带肋钢筋抗拉强度的因素

2.1 化学成分的影响

碳、锰是提高钢材抗拉强度有益的元素, 它们以间隙固溶形式和置换形式存在于奥氏体中和铁素体中, 能增加位错抗力, 使得钢材抗拉强度增加。适量增加V等合金元素, 能细化晶粒, 提高钢筋的综合力学性能。通过对HRB400钢筋抽样统计, 从性能复验和力学性能不合格的情况看, 碳当量普遍偏低, 平均0.44%, 而V含量平均在内控标准下限(见表1)。

表1 HRB400性能复验和力学性能不合格化学成分 %

项目	C	Si	Mn	P	S	Ceq	V
GB1499-98	≤0.25	≤0.80	≤1.60	≤0.045	≤0.045	≤0.54	0.04~0.12
内控	0.17~0.24	0.40~0.70	1.30~1.60	≤0.040	≤0.040	≤0.52	0.05~0.10
实际	0.21	0.47	1.43	0.30	0.27	0.44	0.05

2.2 工艺控制的影响

在再结晶区进行轧制可以得到细小晶粒。控制冷却除可以细化晶粒外，还可以得到饱和的晶粒，这些手段均可以提高钢材的屈服强度和抗拉强度。

2.2.1 终轧温度高 由于产量高，生产节奏快，加热温度1200~1300℃，开轧温度一般在1150℃，因而终轧温度均在1000℃以上。较高的终轧温度使钢筋内部组织粗大，晶粒度级别低。对力学性能不合格试样进行的化学成分分析及金相检验也证明了这种判断，钢筋的化学成分合格，但晶粒度平均6~7.5级。

2.2.2 冷却条件差 冷床宽64.5m，长8.5m，为齿条、棍棒组合式，钢筋密排。生产线中原有的穿水冷却设施效果差，冷床冷却能力严重不足。钢筋打捆堆垛后，温度仍然很高，特别是夏季气温高，大规格钢筋温度高达300~400℃，码垛后钢筋在缓冷过程中晶粒长大，以及时效损失等原因，导致钢筋力学性能下降。测试表明，由此造成的抗拉强度平均下降15~30MPa，屈服强度下降10~25 MPa。

2.3 钢筋内径尺寸对性能的影响

以典型品种25mm规格为例，理论计算：钢筋内径尺寸增加0.1mm，强度可提高3MPa左右，实际测试情况也如此。负偏差较大的钢筋力学性能，尤其是抗拉强度受影响比较明显。由于负偏差轧制是提高成材率的重要手段，因此，生产中推行负偏差轧制。实际生产中受钢种、成分变化、轧辊磨损不均、轧制温度波动、轧机设备精度和调整技术等的影响，都会产生不同程度的加工偏差，有时部分钢筋负偏差值过大，达到甚至超过下限极限值，使得钢筋抗拉强度偏低。所以，控制钢筋负偏差在适宜的范围内也是改进性能指标的重要因素之一。

3 改进措施

2003年12月，济钢对小型材生产线进行了准连轧改造，整体装备水平提高，这不仅使产能大幅度提高，也为提高小型材力学性能、改善产品质量奠定了基础。

3.1 增大坯料尺寸

所用原料由120mm方坯改为150mm方坯，提高了压缩比，使轧后小型材内部组织致密、晶粒细化，抗拉强度、屈服强度都有较大幅度提高。

3.2 改善钢坯的加热质量

加热炉由原来的推钢连续式改为蓄热烧嘴式步进加热炉后，消除了由于水冷管造成的钢坯黑印，大大改善了钢坯的加热质量。

3.3 改进温度制度，降低终轧温度

结合热送热装钢坯比例大于80%的有利条件，进一步优化温度制度，控制开轧温度不超过1050℃，与改造前相比，平均降低了100℃左右。随着开轧温度的降低，保证了终轧温度在不超过950℃的相变要求温度区域，促进了晶粒细化，改善了产品性能。

3.4 优化成分

根据化学成分与力学性能的关系并结合济钢牌带肋钢筋延伸率普遍偏高的实际情况，进行化学成分优化，适当提高碳当量，平均提高到0.48%。炼钢工序在冶炼过程中针对生产小规格带肋钢筋C、Mn、V或Nb含量按中限控制，而对大规格带肋钢筋的C、Mn、V或Nb含量则按中、上限控制限控制。优化后实际的化学成分平均值见表2。

表2 HRB400优化后的化学成分 %

项目	C	Mn	V	Ceq
内控	0.17~0.24	1.30~1.60	0.05~0.10	≤0.52
实际	0.23	1.46	0.08	0.48

在标准范围内，利用碳当量控制钢的化学成分组合，使钢筋的轧后组织既可保证钢筋的力学性能，又能得到良好的焊接性能。

3.5 加强穿水冷却的控制效果

改造湍流冷却装置，冷却箱由原来的两组增加到三组，强化穿水冷却的监督与维护，控制水量，保证钢在穿水冷却中水压适当，大大提高了钢筋的控制冷却效果，使钢的内部组织结构均匀、晶粒细小，并起到消除内应力的作用，使时效影响减小，提高了屈服强度和抗拉强度的保证能力。另外，由于降低了剪切温度，还杜绝了剪切弯头缺陷。

3.6 控制最小内径尺寸

严格控制带肋钢筋的最小内径尺寸在大于标准下限的0.01mm以内，在进行孔型设计时，同时对横肋的间距、宽度、高度和纵肋高度等参数的合理负偏差进行优化匹配，既保证负偏差轧制率稳定在3%以上，又可以消除由于尺寸小对带肋钢筋力学性能的影响。避免片面追求负偏差轧制率，出现内径偏下限或超下限的情况。

3.7 增加时效性检验

为避免因时效影响并确保钢筋质量，严格按照内控标准规定，对强度指标增加时效性验证，即：当常规检验屈服强度不大于410MPa，抗拉强度不大于580MPa时必须重新取双倍试样，自然冷却24h后进行时效验证，确保不因时效损失造成性能降低，导致用户质量异议。

4 改进效果

上述改进方案实施后，通过随机抽样200批检验统计表明，2004年钢筋的抗拉强度平均提高35MPa，屈服强度平均提高30MPa，在全年产量大幅度提高的情况下，力学性能复验率由2003年的0.59%降低到0.22%，全年没有发生因力学性能不合格而判废的情况（2003年因力学性能不合格判废7批），也没有发生一起性能质量异议（2003年性能质量异议10起），从根本上解决了质量异议的潜在隐患，为企业赢得了良好的信誉。

[返回上页](#)