

HRB400新Ⅲ级钢筋生产技术分析

徐守亮, 王启, 王学忠, 米丽丽

(济南钢铁集团总公司, 山东 济南 250101)

摘要: 从熔炼成分、成品成分、力学性能、加热温度、成材率、合格率、定尺率等几方面对济钢HRB400新Ⅲ级钢筋的生产技术指标进行分析, 计算得出C、Si、Mn、V与力学性能关系的回归方程式, 对不同规格的钢筋设计了不同的化学成分, 以提高力学性能的稳定性的。

关键词: HRB400新Ⅲ级钢筋; 技术指标; 化学成分; 回归方程式

中图分类号: TG142.1+4 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2002)02-0011-03

Production and Technology Analyses for HRB400 New Grade III Steel Bar

XU Shou-liang, WANG Qi, WANG Xue-zhong, MI Li-li

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

Abstract: The productive and technical indexes of HRB400 new grade III steel bars produced by Jigang were analyzed based on the smelting and finished product composition, mechanical properties, heating temperature, rolling yield, qualification rate and the rate of cut to length etc. The regressive equation between the mechanical properties and the content of C, Si, Mn, V was gotten by calculation. To improve the stability of mechanical properties, the different chemical composition are designed for bars with various dimension.

Key words: HRB400 new grade III steel bars; technical index; chemical composition; regressive equation

为进一步适应国内建筑行业的要求, 提高钢筋的技术含量, 济南钢铁集团总公司(简称济钢)于1999年7月成功研制开发了HRB400新Ⅲ级钢筋, 并批量生产合格钢筋11286t, 打开了国内市场, 客户使用后给予了较高的评价。下面根据试验和批量生产结果进行技术分析讨论。

1 技术指标分析

HRB400新Ⅲ级钢筋自生产以来, 累计生产合格钢筋11286t, 其中: 1999年生产合格钢筋2062t, 2000年生产合格钢筋9224t。分析如下:

(1)1999年成材率指标为97.26%(含试验数据), 比1999年三挡计划指标98.15%低0.89%。合格率完成100%, 比1999年三挡计划指标99.85%高0.15%。定尺率达到97.89%, 比1999年三挡计划指标97.90%提高0.01%。

(2)2000年成材率指标达到98.92%, 比2000年三挡平均计划指标99.17%低0.25%, 比1999年提高0.66%。合格率达到99.84%, 比2000年三挡计划指标99.85%低0.01%, 比1999年降低0.16%。定尺率达到97.97%, 比2000年三挡计划指标97.80%高0.17%, 比1999年提高0.08%。

(3)成材率累计完成98.61%，比2000年三挡平均计划指标低0.56%。合格率完成99.87%，比2000年三挡计划指标高0.02%。定尺率达到97.95%，比2000年三挡计划指标高0.15%。

2 技术分析

2.1 熔炼成分

熔炼成分分析结果如表1所示。

表1 熔炼成分分析 %

项 目	C	Si	Mn	P、S	V
GB1499-1998	≤0.25	≤0.80	≤1.60	≤0.045	
实际成分	$\frac{0.17\sim 0.25}{0.21}$	$\frac{0.40\sim 0.70}{0.53}$	$\frac{1.24\sim 1.54}{1.41}$	≤0.037	$\frac{0.048\sim 0.10}{0.06}$

2.2 成品成分

2.2.1 C含量分析 C含量直方图见图1。由图1看出，C含量在0.18%~0.26%范围内，集中分布在0.19%~0.24%，该范围有423批占95.92%；C含量0.20%~0.22%的有293批，占66.44%；C含量0.21%的有100批，占22.68%。分析认为，C含量的分布较集中，说明炼钢生产中对C含量控制准确，波动范围小，有利于力学性能稳定。

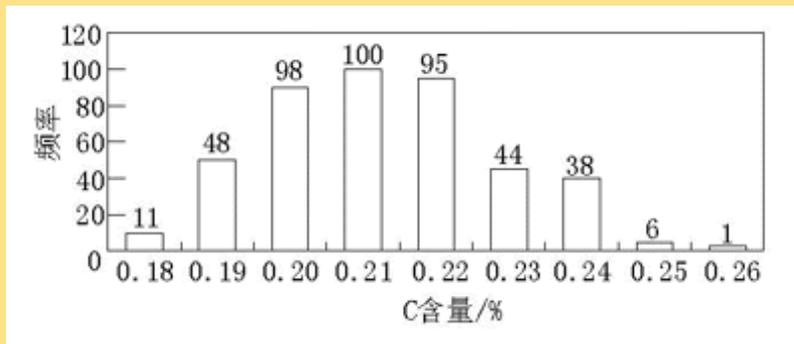


图1 HRB400C含量直方图

2.2.2 Si含量 Si含量直方图见图2。由图2看出，Si含量为0.42%~0.70%。分布在0.51%~0.66%范围的，占96.15%；Si含量在0.52%~0.60%的为327批，占74.15%；Si含量在0.55%~0.57%的为136批，占31.52%。分析认为，Si含量分布集中，说明对Si含量控制准确，但波动范围较大。

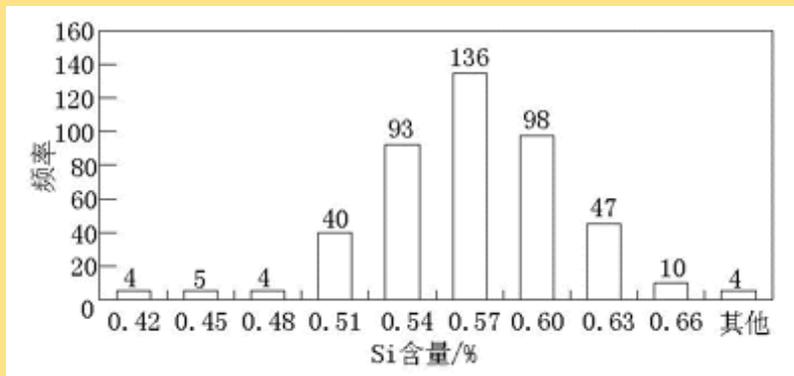


图2 HRB400Si含量直方图

2.2.3 Mn含量 Mn含量直方图见图3。由图3看出Mn含量范围在1.31%~1.55%，其中Mn含量在1.35%~1.49%之间的有382批，占87%；Mn含量为1.40%的有113批，占26%；Mn含量为1.43%的有107批，占24%。分析认为，炼钢生产中Mn含量控制比较集中，但控制范围较大，不利于力学性能的稳定。

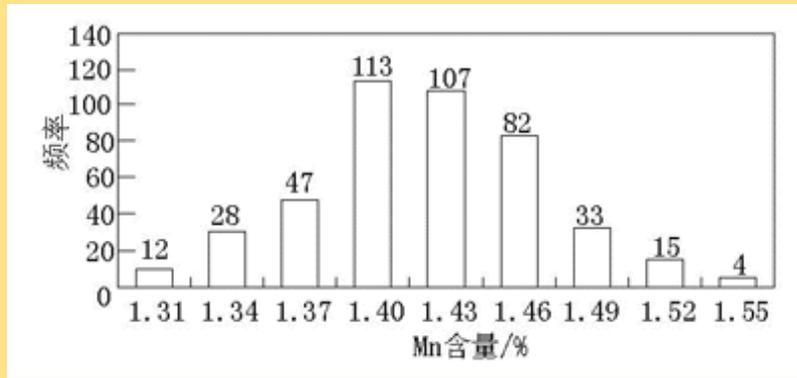


图3 HRB400Mn含量直方图

2.2.4 V含量 V含量直方图见图4。由图4看出，V含量范围分布在0.044%~0.107%，含量波动范围较大，无规律性。V含量集中在0.052%~0.058%的有235批，占53%；含量大于0.093%的有17批，占4%。分析认为，由于钢筋规格不同，对V含量的控制也不一样，小规格按下限控制，大规格按上限控制，一般规格按中限控制，所以该图出现不规则图形。

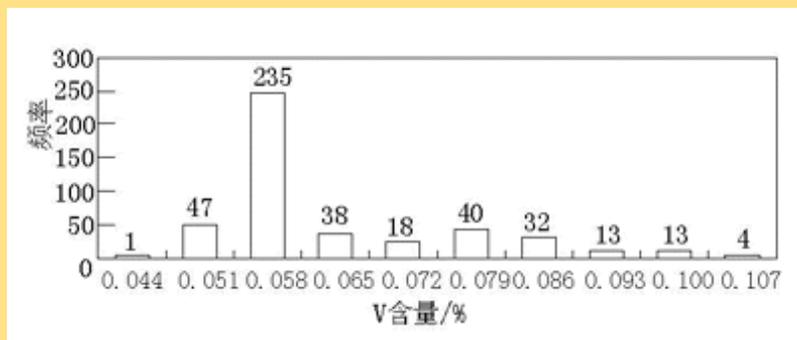


图4 HRB400V含量直方图

2.3 力学性能

2.3.1 屈服强度 屈服强度直方图见图5。由图5看出，屈服强度范围在415~565MPa之间。集中分布在435~520 MPa之间的占93%，屈服强度小于430MPa的有8炉，占2%。为确保钢筋交货后的强度，屈服强度最小值最好控制在430MPa以上；大于520MPa的有23批占5%，实际指标高于国标要求。分析认为国标要求屈服强度并非越高越好，因此认为屈服强度最好控制在430~520MPa之间。

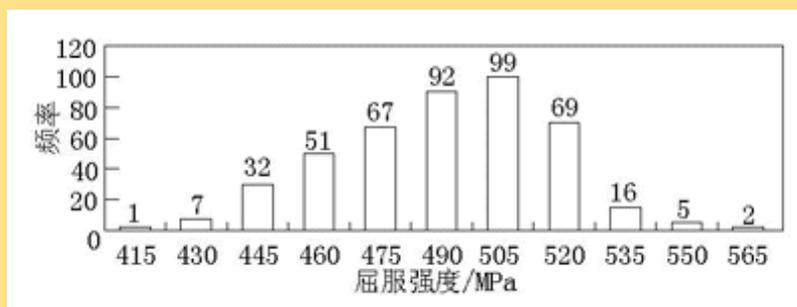


图5 HRB400 屈服强度直方图

2.3.2 抗拉强度直方图见图6。由图6看出，抗拉强度范围在515~725MPa之间。集中在595~680MPa的有418批，占94%；625~635MPa的有153批，占34%。分析认为，抗拉强度集中在635MPa符合屈强比的关系。

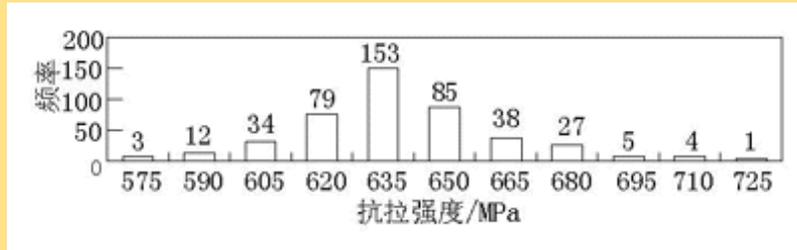


图6 HRB400抗拉强度直方图

2.4 加热温度

加热时间为100~150min，预热段650~750℃，加热段1240~1300℃，均热段1110~1210℃。

2.5 成分与性能的关系

为找出化学成分与力学性能的关系，取生产的φ14mm钢筋做回归分析，得出以下关系式：

$$\sigma_s = 116 + 690C + 120Mn + 1002V \quad (1)$$

$$\sigma_b = 171 + 616C + 188Mn + 1270V \quad (2)$$

由(1)式计算得，每增加0.01%的C，可提高钢筋屈服强度6.9MPa；每增加0.01%的Mn，可提高屈服强度1.2MPa；每提高0.01%V，可提高屈服强度10.02MPa。将C=0.24%，Mn=1.50%，V=0.065%代入式(1)，计算得出 σ_s 为506MPa。

由(2)式计算得，每增加0.01%的C，可提高钢筋抗拉强度6.16MPa；每增加0.01%的Mn，可提高抗拉强度1.88MPa；每增加0.01%的V，可提高抗拉强度12.7MPa。

3 生产中存在的问题

3.1 熔炼成分波动

根据统计结果及以上分析认为，由于生产规格不一样，对化学成分的控制也不一样。但同一规格的钢筋，成分波动较大，特别是Mn含量（1.25%~1.55%）。成分的波动不利于力学性能的稳定。

3.2 熔炼与成品成分差别

从统计的熔炼成分与成品成分看，个别批次的结果差别较大，C含量最大差0.08%，Si最大差0.16%，Mn最大差0.20%，V最大差0.01%，给生产带来不利因素。分析认为，Si、Mn偏差的原因主要是合金加入量不稳定造成，未按钢水量配加合金。

3.3 力学性能偏高

生产的441批钢筋，力学性能指标偏高40~60MPa。其中，屈服强度偏高40MPa，波动值150MPa；抗拉强度偏高30MPa，波动值180MPa，不利于力学性能的稳定。

3.4 生产中不足之处

(1)熔炼成分分析慢，不利于控制和调整成分。

(2)信息反馈慢，生产过程质量控制只是事后检验，发现问题后已出现大量不合格品，不利于质量的稳定和提高。

(3)钢筋的取送样时间到检测时间达不到4h，不能真实反映钢筋的力学性能指标。

4 措施

4.1 稳定终点成分

炼钢生产中，应进一步提高冶炼终点的命中率，稳定终点C、Mn含量。严格按钢筋规格要求配加合金，将熔炼成分控制在较小的范围，使成分更加集中，利于钢筋力学性能指标的稳定。

4.2 调整成分

根据钢筋的规格，调整化学成分控制范围，不同规格制定不同的化学成分范围。共分成四组：φ12～16、φ18～20、φ22～25、φ28～32mm。

4.3 专人负责

在生产中，各有关单位应设专人负责，便于工作联系，及时传递生产、技术、质量信息，并有助于发现问题，提高钢筋实物质量。

5 结论

5.1 根据计算得出φ14mm钢筋C、Mn、V与力学性能的关系式(1)、(2)符合生产规律，对炼钢生产起到了指导作用：

$$\sigma_s = 116 + 690C + 120Mn + 1002V \quad (1)$$

$$\sigma_b = 171 + 616C + 188Mn + 1270V \quad (2)$$

5.2 提高钢筋的C、Mn含量，降低V含量可满足力学性能指标的要求。最佳成分为：C：0.18%～0.25%、Si：0.40%～0.65%、Mn：1.30%～1.60%、V：0.03%～0.12%。同时增加价格低的合金用量，减少价格高的合金用量，以降低生产成本。

5.3 根据统计结果，HRB400新III级钢筋的生产技术指标确定为：成材率99%，合格率99.88%，定尺率98%。

5.4 在保证力学性能指标的前提下，减少价格高的合金用量，φ12～16mm减少钒铁用量0.3kg/t，φ18～20mm减少钒铁用量0.4kg/t，φ22～25mm减少钒铁用量0.5kg/t，φ28～32mm减少钒铁用量0.4kg/t。小规格钢筋成本降低30～50元/t，大规格钢筋成本降低50元/t。

[返回上页](#)