

Φ190 mm 和 Φ200 mm 不锈钢棒材轧制孔型系统的优化

于 莉

(本溪钢铁集团特钢厂科技处, 本溪 117001)

摘 要 本钢特钢 Φ190 mm 和 Φ200 mm 不锈钢棒材原轧制工艺为 800 轧机将 3.16 t 锭开坯和成材, 其轧制小时产量低, 钢材易出现扭转划伤。现采用的优化工艺为 800 轧机开坯成 206 mm 方和 217 mm 方, 并由 650 连轧机通过方-椭圆-圆孔型系统轧成 Φ190 mm 和 Φ200 mm 棒材, 提高了成品材质量, 并使产量由优化前的 35 t/h 提高到 55 t/h。

关键词 不锈钢 Φ190 mm 和 Φ200 mm 棒材 650 连轧机 孔型设计

Optimization of Pass Design Scheme for Φ190 and Φ200 mm Stainless Steel Bar Products

Yu Li

(Science and Technology Department, Special Steel Works, Benxi Iron and Steel Group, Benxi 117001)

Abstract The original rolling process for Φ190 and Φ200 mm stainless steel bars produced at Special Steel Co, Benxi Steel was by 800 primary mill blooming and finish-rolling from 3.16 t ingot, by which the output of rolling products per hour was lower and the bars were easy twisted and scratched. At present the optimization process is used by 800 primary mill blooming ingot to 206 mm and 217 mm billet then by 650 continuous rolling mill finish-rolling to Φ190 and Φ200 mm bar products with square-oval-round pass series, by which the quality of products increases and the output increases from original 35 t/h to 55 t/h.

Material Index Stainless Steel, Φ190 and Φ200 mm Bars, 650 Continuous Rolling Mill, Pass Design Scheme

1 生产设备及现状分析

本钢特钢厂 800 车间拥有 Φ800 初轧机、Φ650 立平交替四架连轧机各 1 套。生产的主要钢种为结构钢、不锈钢、工具钢等。原工艺流程为 3.16 t 钢锭-800 初轧机开坯和轧制成 Φ190、Φ200 mm 圆钢。Φ800 初轧机四孔辊、五孔辊各 1 套, 此 2 套辊主要为连轧开坯。另备有 Φ190、Φ200、Φ220、Φ230、Φ250 mm 等规格的专用辊。生产上述 5 种规格时

650 连轧为空过。连轧机主要生产的产品为 Φ130~180 mm 共 12 个规格棒材。孔型系统分为 2 套组距:

I 组成材规格 (mm): Φ130-Φ160-Φ180

II 组成材规格 (mm): Φ140-Φ150-Φ170 (Φ180)。

优化前 Φ190、Φ200 mm 规格配辊图, 见图 1。

优化前 Φ190、Φ200 mm 圆钢生产存在问题为:

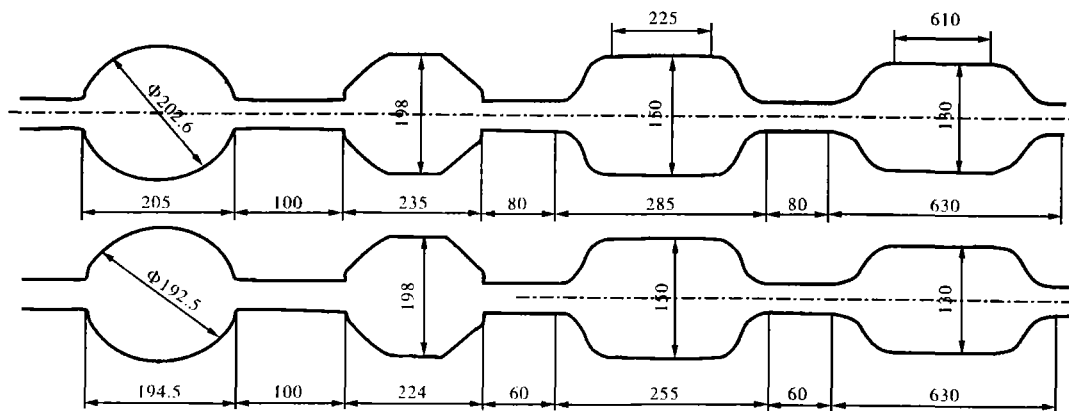


图 1 800 初轧机生产 Φ190、Φ200 mm 棒材的轧辊孔型

Fig. 1 Roll groove for 800 primary mill rolling Φ190 and Φ200 mm bars

(1) 生产过程中频繁换辊换槽, 轧机作业率偏低; (2) 钢材轧制的一次合格率相应降低; (3) 在轧制过程中易出现倒尾、扭转和钢材表面严重划伤; (4) 无法保证不锈钢成品尺寸; (5) Φ190、Φ200 mm 成前孔为八角孔, 轧制过程中翻钢困难, 轧机小时产量较低。

2 孔型系统的优化方案

2.1 Φ190 mm 和 Φ200 mm 孔型设计

由 800 轧机轧成 206 mm 方和 217 mm 方再经 650 连轧机轧成 Φ190 mm 和 Φ200 mm 圆钢。

Φ190、Φ200 mm 规格采用连轧机 V1、H2 两架成型(图 2), V3、H4 空过。成前孔 V1 为椭圆孔。采用方-椭圆-圆孔型系统, 优点是: (1) 变形比较均匀; (2) 轧件没有尖锐的棱角, 不易形成裂纹; (3) 有利于去除轧件上的二次氧化铁皮。

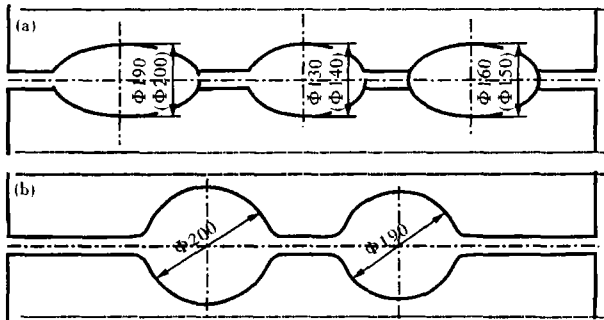


图 2 650 连轧机精轧 Φ190、Φ200 mm 棒材的轧辊孔型: (a) V1 机架; (b) H2 机架

Fig. 2 Roll groove for 650 continuous rolling mill finish-rolling Φ190 and Φ200 mm bars: (a) V1 stand; (b) H2 stand

2.2 初轧原料方的确定

原料方系数取 1.085, 原料方截面尺寸为:

$$d \times 1.085 = a$$

式中: d - 成品轧件公称尺寸; a - 原料方截面尺寸。

经计算得出, Φ190 mm 原料取 206 mm × 206 mm 方; Φ200 mm 原料取 217 mm × 217 mm 方。

2.3 650 连轧机成前椭圆孔设计

为减少换槽次数 Φ190、Φ200 mm 规格成前孔采用共用孔型, 孔型高度尺寸由收或放辊缝得到。

确定孔型高度尺寸 h 为: 大规格圆棒材双圆弧孔型高度尺寸系数一般为成品热尺寸的 0.96 ~ 0.98, 考虑 Φ190、Φ200 mm 两个规格共用一个成前孔, 高度尺寸应按小规格高度尺寸采取,

$$d_{\text{热}} \times (0.96 \sim 0.98) = h$$

式中: $d_{\text{热}}$ - 成品轧件热尺寸; h - 成品前椭圆孔型高度。

成品前椭圆孔型高度尺寸系数取 0.97, Φ190 mm 规格成品轧件热尺寸为 192 mm, $h = 186$ mm。

孔型宽度尺寸 b_k 的确定: 共用孔型宽度尺寸应根据红坯尺寸, 充分考虑大小规格轧件在孔型中充满程度, 以上限规格尺寸来设计孔型宽度尺寸。

轧件在双圆弧椭圆孔的绝对宽展系数一般为 0.4 ~ 0.6 (小规格取大值, 大规格取小值)。

计算红坯宽度尺寸: Φ200 mm 初轧原料方截面尺寸为 217 mm × 217 mm, 椭圆轧件高度尺寸 196 mm, 宽展系数取 0.47。

$$a - h_{\text{热}} = \Delta h$$

式中: a - 初轧原料方截面尺寸; $h_{\text{热}}$ - 上限规格轧件高度尺寸; Δh - 椭圆孔绝对压下量。

根据公式求: $a - h_{\text{热}} = 217 - 196 = 21$ (mm)

$$\Delta h \times (0.4 \sim 0.6) + a = b$$

式中: Δh - 椭圆孔绝对压下量; b - 椭圆孔红坯宽度尺寸; a - 初轧原料方截面尺寸。

$$\Delta h \times 0.47 + a = 21 \times 0.47 + 217 = 226.87 \text{ (mm)}$$

双圆弧孔型充满度一般为 0.86 ~ 0.95, 为考虑使大小规格轧件在成前孔型中造型合理, 取充满度系数为 0.94。

$$226.87 \div 0.94 = 241.35 \text{ (mm)} \text{ 取 } 241.4 \text{ mm}$$

双圆弧孔型由大圆弧 R , 小圆弧 R' 和辊缝组成, 大圆弧尺寸一般为成品公称直径的 1.0 倍, 小圆弧 R' 用画图法或按下式计算得到。

$$R' = [R \times h_k - 0.25 \times (B_k^2 + H_k^2)] / (2R - B_k) = 88.162 \text{ (mm)}$$

辊缝一般要考虑轧辊利用率 S 值取 20 mm, $r = 8$ mm。根据以上计算即可做出 Φ190、Φ200 mm 规格共用成前孔型图, 见图 3。

Φ190 mm 棒材初轧原料方为 206 mm × 206 mm, 轧件高度尺寸是 186 mm, 压下量 Δh 为 20 mm。

根据公式计算红坯宽度尺寸:

$$\Delta h \times 0.47 + a = 215.4 \text{ (mm)}$$

$$b/b_k = 215.4/241.4 = 89.23\%$$

通过验算轧制 Φ190 mm 棒材时, 成前孔型充满度为 89.23%, 作为共用孔型还是比较合理的。

2.4 650 连轧机成品孔型设计(Φ200 mm)

成品孔高度尺寸一般按成品轧件公称尺寸乘以

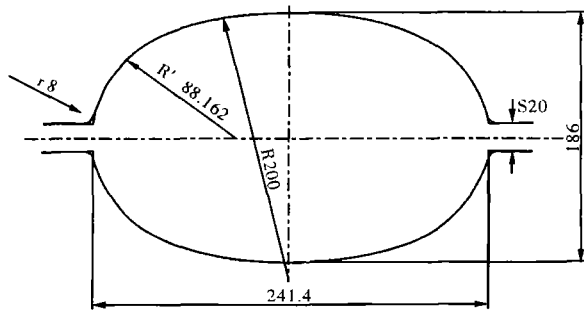


图 3 Φ190、Φ200 mm 成前孔型图

Fig. 3 Roll groove for Φ190 and Φ200 mm bars before finish pass

热系数得到。

$$h_k = d \times (1.011 \sim 1.014) \text{ 热系数取 } 1.013$$

式中： h_k - 成品孔型高度尺寸； d - 成品轧件公称尺寸。

$$h_k = 200 \times 1.013 = 202.6 \text{ (mm)}$$

成品孔型宽度尺寸的确定：

$$b_k = [d + (0.5 \sim 1.0)\Delta_+] (1.011 \sim 1.014)$$

式中： b_k - 成品孔宽度尺寸； d - 成品轧件公称尺寸； Δ_+ - 正偏差。

宽展余量取正偏差的 1.0 倍，热系数取 1.013。

$$b_k = (200 + 1.0 \times 2) \times 1.013 = 204.6 \text{ (mm)}$$

扩张角 α 一般为 $20^\circ \sim 30^\circ$ ，取 25° 。

$$R' = [b_k^2 + s^2 + 4R^2 - 4R(S \times \sin\alpha + b_k \cos\alpha)] / [8R - 4(S \times \sin\alpha + b_k \cos\alpha)] = 139.76 \text{ (mm)}$$

辊缝值考虑轧辊利用率等综合因素 S 值取 6 mm，通过计算， $R' = 139.76$ mm。

成品孔外圆角 r 取 4 mm，具体尺寸详见 Φ200 mm 成品圆孔型图（图 4）。

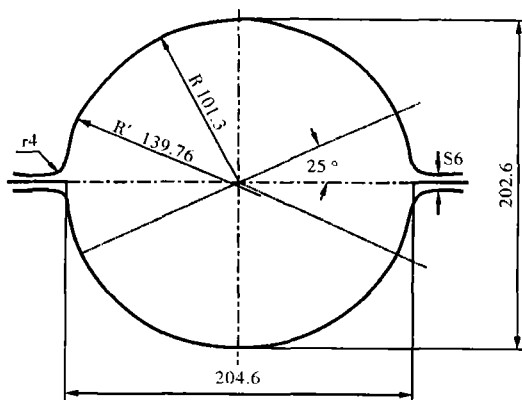


图 4 Φ200 mm 成品圆孔型图

Fig. 4 Roll groove of finish pass for Φ200 mm bar

3 孔型稳定性分析

孔型系统优化，主要是 800 初轧机直接轧制圆钢改变为利用后续 650 连轧机两道次成型工艺，型钢轧机轧制圆钢成品孔是最不稳定的，主要靠入口滚动导板夹持。把成品及成前孔配置在连轧机上，经负荷计算 4VH-650 电机能力允许条件下，既发挥连轧机能力，又保证利用成品轧机入口导卫夹持轧件的工艺条件，从而保证大规格圆钢在成品道次轧制的稳定性。

在型钢轧制过程中，轧件高宽比的大小直接影响轧件在孔型中的稳定性，如果轧件的高度比 $h/b > 1.2$ ，轧件就处于不稳定状态。在设计过程中应充分考虑到这一点，成前椭圆坯尺寸宽高比为 1.16，满足以上稳定轧制条件。

轧件在孔型内的充满度对稳定性也起着重要的影响，根据生产实践，双圆弧椭圆孔中充满度应达到 88% ~ 95%，以 V1（椭圆孔）为例，Φ200 mm 轧件在孔型内的充满度达到 94%，Φ190 mm 轧件在孔型内的充满度为 89.23%。

4 结论

(1) 优化后的孔型系统经 3 600 t 轧制试验，成品尺寸良好。满足国标 (GB) 二级尺寸精度，合格率 100%，比初轧直接成材合格率提高 1.3% 左右。

(2) 优化后缩短了轧制周期，使轧机小时产量由优化前的 35 t/h 提高到 55 t/h。连轧机成材表面质量良好，无划伤缺陷。

(3) 成品孔与成前孔在 650-4VH 前两架次轧制形成连轧。在轧制过程中，由于轧件截面积较大，采用微堆工艺，从而保证头尾尺寸及沿轧件长度方向、宽度尺寸波动。

(4) 采用连轧机生产大规格棒材，需用两架空过，后续轧制使电耗有所增加。

参考文献

- 1 白光润，栾瑰馥，朱殿强. 孔型设计. 沈阳：东北工学院出版社，1992
- 2 上海市冶金工业局孔型学习班编. 孔型设计（上册）. 北京：冶金工业出版社，1977

于 莉 (1971-)，女，1993 年东北大学毕业，轧钢工艺和新产品开发。

收稿日期：2006-10-10