

②
38-40

圆孔型张力减径管横向壁厚模拟

潘克云^{1,2)}王先进¹⁾秦国庆¹⁾

TG 335.71

1) 北京科技大学材料科学与工程学院, 北京 100083 2) 上海宝钢集团公司, 上海 201900

摘 要 通过对某钢管厂从德国引进的 152.5BR 圆孔型系统的半变形单机架轧制过程模拟, 结果为: 在圆周方向上管子的等效塑性应变分布不均匀, 存在着一定的附加变形, 在辊缝位置处的等效塑性应变最大; 经减径后管子沿圆周方向的壁厚分布不均匀, 在辊缝位置处的壁厚为最大值, 经叠加后产生内六方趋势, 实际生产轧制试验验证了有限元模拟结果的正确性。

关键词 张力减径; 有限元; 轧制过程模拟; 壁厚预测
分类号 TG 335 71

无缝钢管

无缝钢管的尺寸精度主要是指管子壁厚精度。多年来, 对张力减径的研究主要是对张力减径纵向壁厚分布不均匀的研究^[1-3], 而对张力减径产生横向壁厚分布不均匀的研究不多, 相关文献大都是对张力减径中产生内六方程度作定性讨论^[4-6], 但是, 在实际生产中张力减径对管子的横向壁厚精度产生重要的影响, 特别是生产厚壁管时容易产生内六方缺陷。

根据对近几年来某 $\phi 140$ mm 机组无缝钢管厂生产的规格统计, 目前最常用的孔型系统为: 152.5BO 孔型系统和 152.5BR 孔型系统。152.5BO 孔型系统用于生产薄壁管, 152.5BR 孔型系统用于生产厚壁管。本文针对生产厚壁管的 152.5BR 孔型系统, 采用 MARC 三维弹塑性有限元软件进行有限元模拟。

有限元模拟的原理就是: 把连续的实体离散成有限个小的单元体, 经集成和数值分析计算后, 求得有限个单元体的数值解, 从而得到整个问题的近似解。在本文中有限元模拟采用的是 MARC 三维弹塑性有限元软件。

1 轧制过程模拟的等效塑性应变分布

由于张力减径机组的相临机架间是呈 60° 交叉布置的, 因此, 只取 $1/6$ 的管子来模拟。目前 152.5BR 孔型系统所生产管子的壁厚规格范围为 4~16 mm, 在有限元模拟时选择 4.0, 5.0, 6.0,

7.0, 8.0, 10, 12, 16 mm 8 种规格的壁厚。

单机架轧制 4, 6, 8, 10, 16 mm 壁厚管子有限元模拟的等效塑性应变如图 1, 2, 3, 4, 5 所示。由图中可以看出: (1) 经减径后管子壁厚沿圆周方向的等效塑性应变分布非均匀性, 减径过程中管子产生一定程度的附加变形; 在辊缝位置处的等效塑性应变最大, 这是圆孔型的轧辊磨损分布不均匀的根源所在; (2) 随着管子壁厚的增加, 最大等效塑性应变的数值明显增大; (3) 管子的头部都有一段非稳定的变形区, 这就是孔型轧制的轧件头部无外区影响引起头部非稳态轧制的结果, 其长度约为孔型半径的 1.0~1.5 倍。

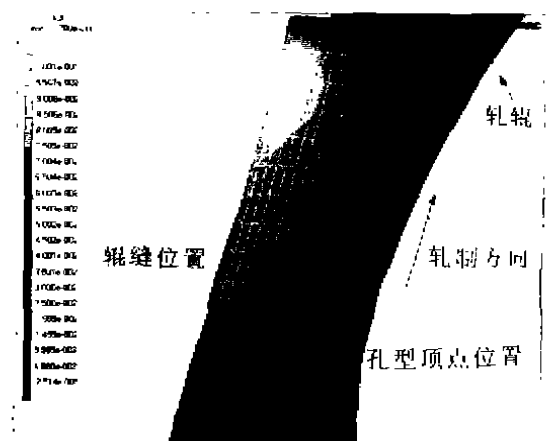


图 1 152.5BR 孔型轧制 4 mm 管子等效塑性应变图

Fig.1 Equivalent plastic strain of 4 mm wall thickness tube rolling with 152.5BR passes system

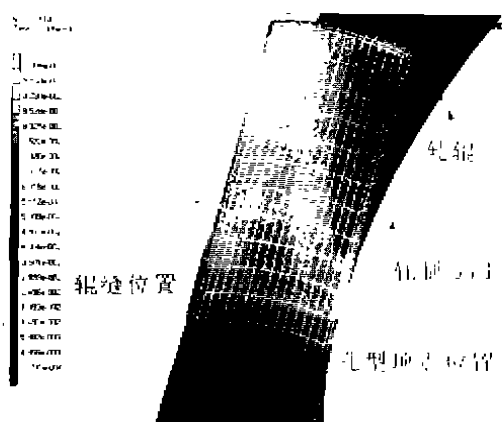


图2 152.5BR 孔型轧制 6 mm 管子等效塑性应变图
Fig.2 Equivalent plastic strain of 6 mm wall thickness tube rolling with 152.5BR passes system

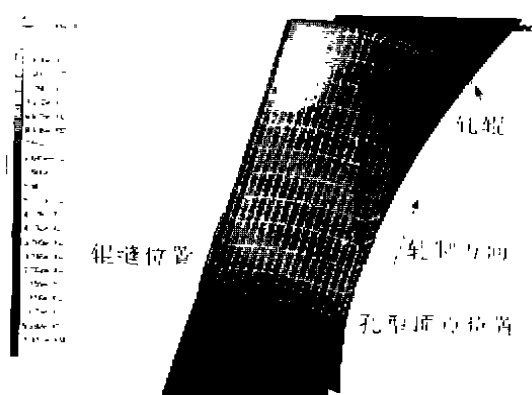


图3 152.5BR 孔型轧制 8 mm 管子等效塑性应变图
Fig.3 Equivalent plastic strain of 8 mm wall thickness tube rolling with 152.5BR passes system

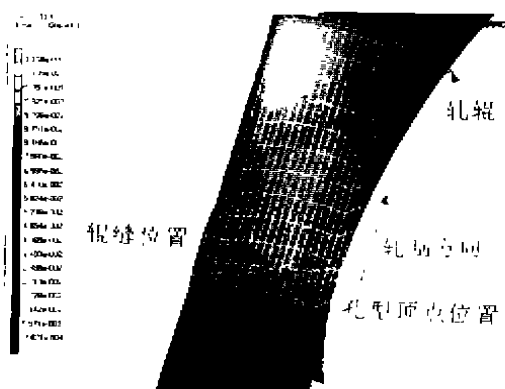


图4 152.5BR 孔型轧制 10 mm 管子等效塑性应变图
Fig.4 Equivalent plastic strain of 10 mm wall thickness tube rolling with 152.5BR passes system

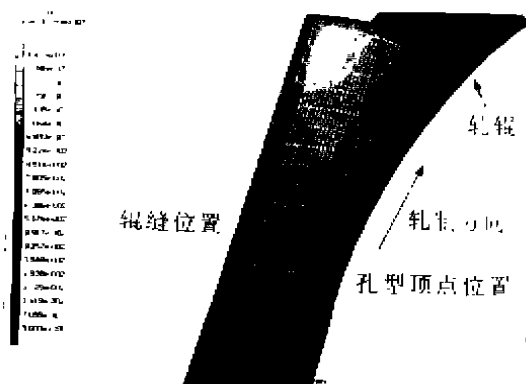


图5 152.5BR 孔型轧制 16 mm 管子等效塑性应变图
Fig.5 Equivalent plastic strain of 16 mm wall thickness tube rolling with 152.5BR passes system

2 张力减径后管子横向壁厚分布

152.5BR 孔型系统所生产各种壁厚规格管子经单机架减径后的横向相对壁厚分布如图 6 所示。

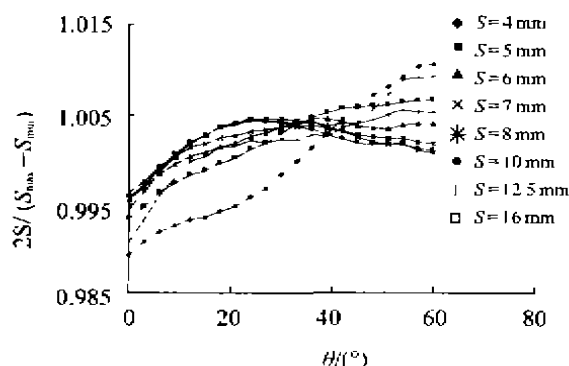


图6 单机架减径后管子的横向相对壁厚分布
Fig.6 The distribution of tube wall thickness along across-section after one stand rolling

由图 6 可以看出在轧缝位置处管子的壁厚大于孔型顶点处的壁厚。

由于张力减径的相邻机架间互呈 60° 布置, 前一机架的轧缝位置, 在下一机架即为孔型顶点, 因此把单机架减径后的壁厚分布的轧缝位置与孔型顶点处互换再与原来的壁厚分布叠加后便能得到各种规格管子产生内六方趋势的趋势, 152.5BR 孔型系统生产各种规格壁厚管子经叠加后产生内六方趋势趋势的相对壁厚分布如图 7 所示。

由图 7 可知: 当生产壁厚规格为 8~10 mm 左右中等壁厚管子时产生内六方趋势程度的相对壁厚偏差为最大。

3 实际生产验证

实际生产中用 152.5BR 孔型系统生产 ϕ

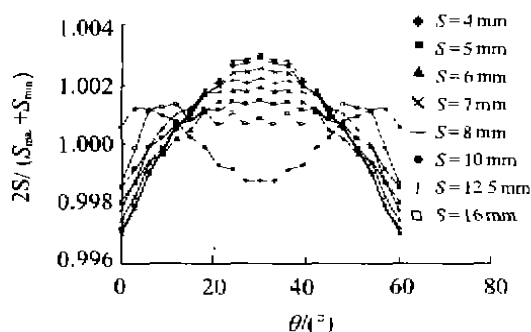


图 7 经辊缝位置与孔型顶点互换叠加后各规格产生内六方趋势的相对壁厚分布

Fig.7 The trends of polygonization after changing the position at top and root of roll and adding up.

70 mm×10 mm 管子的实物形状照片见图 8 所示。由图 8 可以看出管子的内表面存在明显的内多边形缺陷。

实际生产中用 152.5BR 孔型系统生产 ϕ 70 mm×10 mm 管子的实物批量取样, 经实际测

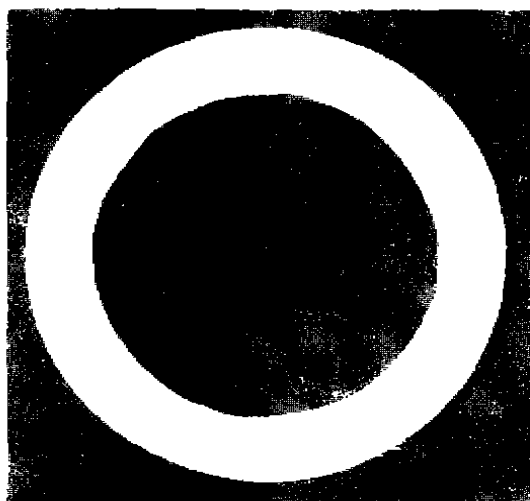


图 8 152.5BR 孔型系统生产 ϕ 70 mm×10 mm 管的实物形状照片

Fig.8 The photo of ϕ 70 mm×10 mm tube rolled by 152.5BR passes system

量和数据的统计分析得横向壁厚分布不均匀数值为: $S_{\max} - S_{\min} = 0.248$ mm.

实际生产的实测数据验证了以张力减径过程模拟结果是正确可信的。

4 结论

通过对某钢管厂的 152.5BR 圆孔型系统的主变形单机架轧制过程模拟得: 在圆周方向上管子的等效塑性应变分布非均匀性, 存在着一一定的附加变形, 在辊缝位置处的等效塑性应变最大; 经减径后管子沿圆周方向的壁厚分布不均匀, 在辊缝位置处的壁厚为最大值, 经叠加后产生内六方趋势。实际生产轧制试验验证了有限元模拟结果的正确性。

参考文献

- 1 Voswinckel K. Process Management for Stretch-Reducing Tube Rolling Mills. Tube Intern, 1995, 64 (14):75
- 2 Holmstrom A, Linder S. New Technology for In-Line Control. Tube Intern, 1992, 49 (11): 219
- 3 Mihara Y. Study on the Accuracy of Wall Thickness in Seamless Tube Rolling Process. Nippon Kokan Tech Rep, 1985, 106 (2): 21
- 4 Mihara Y, Hirakawa T, Sodani Y. Polygoning Formation in Stretch Reducing Mill. Nippon Kokan Tech Rep, 1985, 107(11):229
- 5 Sodani Y, Hirakawa T, Mihara Y. Mechanism Polygoning Formation of Tube Bore in Stretch Reducing. Advanced Technology of Plasticity, 1987, 2 (8):24
- 6 Yamada T, Yamada M, Matsukura S. Internal Polygon Formation of Stretch Reduced Tubes.—The Influence of Tension and Compression during Rolling on Internal Polygon Formation. Technology Plastic, 1993, 34 (12): 1326

Finite Element Simulation of Tube Stretch-Reducing Wall Thickness

Cross-section with Round Passes System

PAN Keyun^{1,2)}, WANG Xianjin¹⁾, QING Guoqin¹⁾

1)Material Science and Engineering School, UST Beijing, Beijing 100083, China 2)Baoshan Iron and Steel Group Corp, Shanghai 201900, China

ABSTRACT On the base of finite element simulation for one stand of 152.5BR passes system in stretch-reducing mill, the distribution of equivalent plastic strain and tube wall thickness along the section is uneven. The position of maximum is located at the gap of roll. After changing the position at gap and root of roll and adding up, it results in polygonization of the wall thickness. Rolling tests for 152.5BR passes systems validate the result of finite element simulation.

KEY WORDS stretch-reducing; FEM; tube rolling simulation; tube wall thickness