# 道岔轨 BD2 轧制变形分析*

李 强,梁正伟,贺晓瑞

(内蒙古包钢钢联股份有限公司轨梁轧钢厂,内蒙古 包头 014010)

**摘 要:** 文章利用有限元模拟了包钢轨梁厂铁路道岔轨 BD2 开坯轧制过程,分析了轧制过程中的金属流动变形。结果表明,B、C 孔轨腰变形量较大,A 孔变形均匀。BD2 各道次轨腰等效应变大于头底两侧。

**关键词:** 有限元模拟; 道岔轨; 应力 - 应变

**中图分类号:** TG335.4+3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2017)04 - 0020 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.04.005

## Analysis on BD2 Rolling Deformation of Turnout Rail

*LI Qiang, LIANG Zheng - wei, HE Xiao - rui*

(*Rail and Beam Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*)

**Abstract:** In this paper, the BD2 break down rolling process of railway turnout rail in Rail and Beam Plant of Baotou Steel is simulated through finite element modelling (FEM), and the metal flow deformation in rolling process is analyzed as well. The results indicate that the B and C grooves exhibit larger deformation zone in their rail waists, while uniform deformation could be seen in A groove. The equivalent strain of rail waist is larger than that of rail head and base in each pass of BD2.

**Key words:** FEM; turnout rail; stress - strain

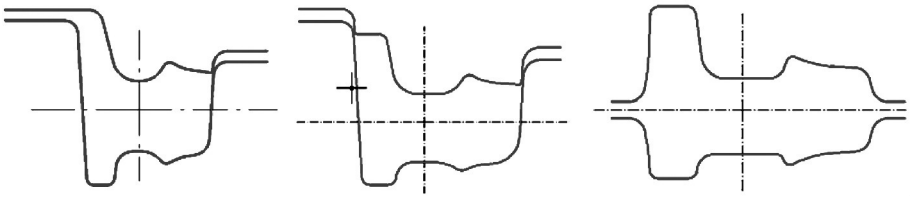
道岔轨是铁路运输的重要部件,也是铁路轨道的薄弱环节及限制列车车速的关键设施。因其结构复杂、技术难度大,与动车组、列车控制并列为我国高速铁路三大核心技术[1-2]。包钢轨梁厂采用万能轧制法生产道岔轨[3]。由于道岔轨断面的不对称,轧制变形过程中不可避免产生不均匀变形,容易出现上翘、扭转等现象并难以控制。尤其是 BD2 轧制过程中切深轨腰,加工长短腿,扭转力非常大,对孔型要求比较严格。利用计算机模拟,可以准确的分析轧件在 BD2 各道次轧制金属变形,为轧机调整提供理论指导。

## 1 模型建立

为了提高道岔轨的内在、表面质量,孔型设计强调了固定面轧制,即在轧制过程中要求钢坯阳面在轨腰上,阴面轧在轨头轨底上,以增加轨头轨底的压缩比,提高机械性能和表面质量。采用有限元对包钢轨梁厂道岔轨 BD2 轧制过程进行模拟。几何模型采用实际轧辊尺寸,BD2 孔型见图 1。轧制规程见表 1。材质为 U71Mn,在 Gleeble1500 热模拟测得 1 050 ℃下的应力 - 应变曲线。

* 收稿日期: 2017 - 05 - 08

作者简介: 李强(1979 - ),男,内蒙古乌兰察布市人,工程师,现从事轧钢技术管理工作。



(a) C 孔　　(b) B 孔　　(c) A 孔

图 1　BD2 各道次孔型

表 1　BD2 轧制规程

| 道次 | 孔型 | 辊缝 /mm | 轧辊直径 /mm | 轧制速度 /(m·s$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1/C | 13 | 795 | 2.0 |
| 2 | 1/B | 13 | 783 | 2.5 |
| 3 | 1/A | 13 | 792 | 2.8 |

道岔轨断面形状对头低两个垂直轴都是不对称的。一般来讲,轧制钢轨均采用矩形坯,形状都是对称的,用对称的钢坯轧制不对称形状的产品,不可避免地要产生不均匀变形,使金属在孔型中产生强制流动,导致金属拉缩和强迫展宽,同时产生轴向力和力偶。在轧制过程中会产生扭转和轧辊轴向串动。因此,在孔型设计时应力图使不均匀变形集中在处于高温状态的 C 孔、B 孔。相应地,对导卫装置设计要求也更加严格。

## 2　结果分析

### 2.1　应变分析



(a) C 孔　　(b) B 孔　　(c) A 孔

图 2　BD2 各道次断面应力分布

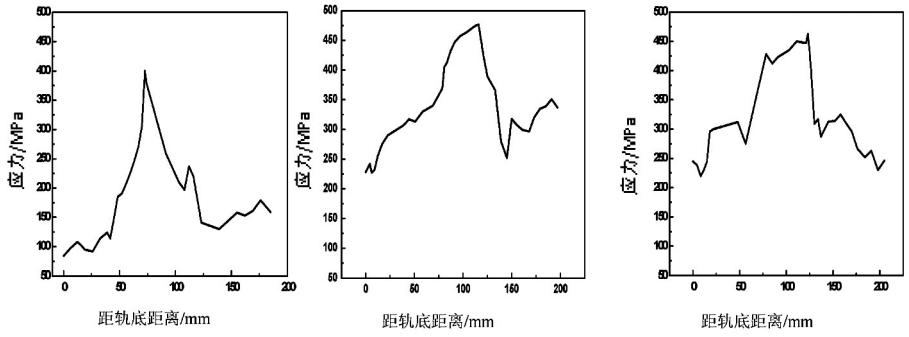
图 3 为 BD2 三个孔型轧制过程中沿钢轨表面提取的 Mises 应力分布图。从图中可知,BD2 开坯轧制过程中三个孔型的最大应力均在轨腰。说明 BD2 开坯轧制轨腰压下量较头底都要大,金属在轨腰部变形剧烈,应力集中也较大。BD2 轧制过程中,根据轧制情况和轧机的轧制能力,C、B 孔可适当增加压下量,以保证 A 孔正常轧制。

### 2.2　等效应变分析

图 4 为计算机模拟 BD2 A 孔轧制钢轨与实物对比照片。从图可以看出,计算机模拟结果与实际轧件相符合,A 孔轨腰等效应变较大,轨头中心和轨底长腿侧应变值较小。

图 2 为 BD2 各道次轧制钢轨断面 Mises 应力分布图。从图中可知,BD2 主要对轨腰进行切深轧制,同时对轨底和轨头进行加工。各道次轧制过程中轨腰应力大于头底两侧,轨底应力长腿侧应力值较小。由于孔型的不对称性,轧件在下辊孔型中变形主要为限制宽展。上辊孔型为开口孔型,自由宽展较限制宽展变形容易。因此,在各道次孔型中轨底金属易于向长腿侧流动。

BD2 上下两轧辊辊径不同,与轧制接触处线速度不同,造成轧件变形不同,应力分布不同。图 2 是轧件等效应力场,可以看出,应力主要集中在轨头,C 孔主要对 BD1 最后一道帽形孔进行切深轧制,轨腰变形量较大,轨底变形量最小。B 孔对轨腰进一步切深加工,同时轨头在 B 孔中受孔型限制变形量较大。B 孔轨头和轨腰应力值大于轨底。A 孔中各部分变形均匀,没有出现较大的应力集中,这种均匀变形能够减小轧制中的钢轨扭转,有利于下一道工序加工。




(a) C 孔 (b) B 孔 (c) A 孔

图 3 BD2 各道次的应力

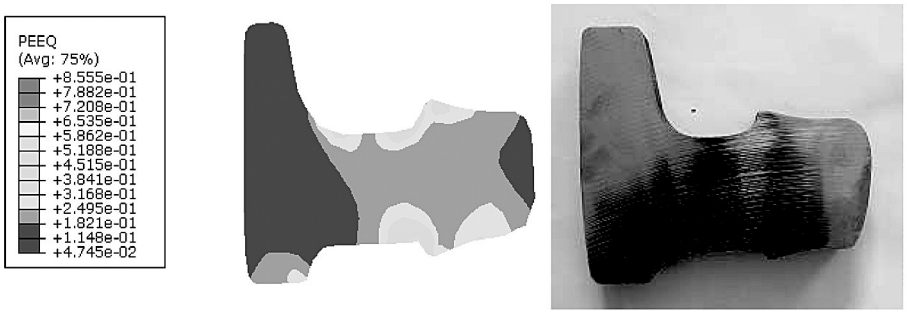



图 4 模拟结果与实物对比

BD2 各道次轧制变形中,轨底、轨腰和轨头均处于压应力状态,有利于钢轨质量的保障,可以得到较好的机械性能。BD2 各道次轨底、轨腰和轨头中心处各取一点测量应变值,结果见图 5。从图中可知,轨腰各道次应变值大于头底,应变随轧制道次增加而减小。B、C 孔轨头、轨底和轨腰应变值变化不大,说明轧件在 B、C 孔中头、底和腰变形量均匀。A 孔轨腰应变值大于头底,但要小于 B、C 孔应变值。说明 A 孔中轨腰变形大于轨头和轨底,但主要的变形在 B、C 孔。根据 AT60 轨的断面形状特点,将长腿向上、短腿向下设计配置。这样,轧出来的轧件重心下移且纵轴线与辊道面的夹角变小,使轧件由 B 孔向 C 孔移钢时不至于翻到,确保正常生产。

## 3 结论

(1) BD2 各道次轧制过程中轨腰应力大于头底两侧,轨底应力长腿侧应力值较小。

(2) BA2 A 孔中钢轨整体变形均匀,没有出现较大的应力集中,这种均匀变形能够减小轧制中的钢轨扭转有利于下一道工序加工。

(3) 计算机模拟结果与实际轧制相符合。BD2 各道次轨腰等效应变大于头底两侧。钢轨 B、C 孔中应变均匀,且大于 A 孔应变。

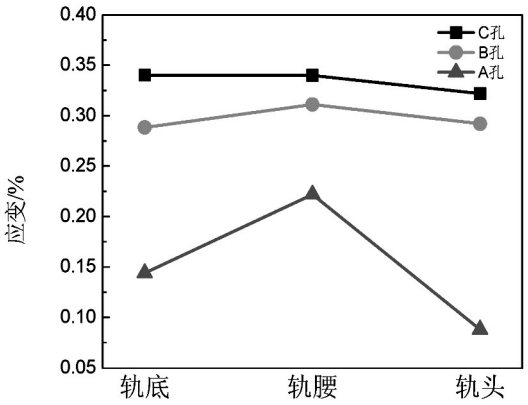



图 5 BD2 三道次等效应变

## 参 考 文 献

[1] 刘语冰. 我国高速铁路道岔技术标准探讨[J]. 铁道标准设计,2000,20(2):7 - 10.

[2] 王 平,陈 嵘,陈小平. 高速铁路道岔设计关键技术[J]. 西南交通大学学报,2010,45(1):28 - 33.

[3] 郭利宏,邹彦春,郝熙敏. AT60 道岔轨工艺及万能孔型设计[J]. 包钢科技. 2012,38(5):47 - 49.