

XGK20 辊精密冷轧机机架受力分析

郑州拓普轧制技术有限公司 (河南 450001) 苏宇锋 赵霄雯 翟小丽 王铭宗

多辊轧机在轧制高强度的金属和合金薄带材、轧制极薄带材以及轧制高精度带材等应用方面有着独特的优势。尤其是 20 辊冷轧机在轧制极薄带材方面可以得到厚度 1 mm 以下的精密带材。XGK 系列精密冷轧机在轧制薄带材方面有其优点, 可以轧制得到 0.2 mm 的薄板。冷轧机由于其工作特点, 在工作时下压力都比较大, 因此在工作过程中轧机机架的受力情况以及在受力情况下的变形对板带的质量有决定性影响, 尤其是对薄板带产品的影响更大, 分析轧机机架在受力情况下的变形分布, 有利于研究其误差来源并针对性的提出改进措施。

轧机系统是复杂的机电系统, 由机械、液压、电子等技术相互渗透、融合而成, 为了得到质量优良的板带产品, 需要从机械结构、液压控制和电气控制多方面进行优化。采用有限元法计算机架的应力和变形, 能比较符合实际地找出机架各部位的应力分布规律, 并能作出全机架的等主应力线图, 能在机架上应力变化剧烈的地方找出应力集中规律和静力条件下的应力集中数值, 能算出机架各部位的变形大小和作出受载后机架的变形图, 这就有利于对机架作出合理的强度和刚度设计。本文针对公司的 XGK-1400 型冷轧机机架受力进行分析, 研究其机架结构的受力与变形特性。

1. 结构模型

对于本分析中的 XGK-1400 不锈钢轧机, 轧制力 10 000 kN, 根据该轧机的辊系个层辊径结构方案, 计算得出轧制力与水平方向的夹角为 27°。轧制力合力为 5 610 kN, 在水平方向和竖直方向的分力分别为 5 000 kN 和 2 550 kN; 而两个下压油缸各自提供 5 000 kN 的下压力。XGK-1400 轧机机架三维模型如

图 1 所示。

在 Ansys Workbench 中对机架进行网格划分后得到有限元模型如图 2 所示。在划分网格时, 为了节省计算资源, 对各立柱和底座的主体部分采用较粗的网格, 而对立柱与底座交角和压下油缸安装处, 有可能存在应力集中的地方, 对有限元网格进行精细化 (refining), 得到较小的单元尺寸, 保证计算的精度。

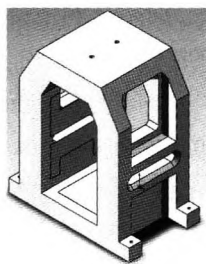


图 1 XGK-1400 冷轧机三维模型

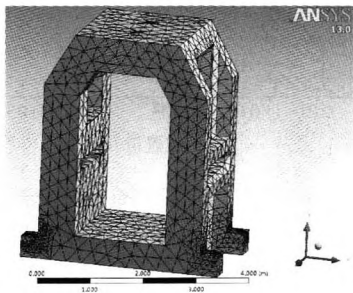


图 2 冷轧机机架有限元模型

由于 XGK 系列轧机的辊系结构特点, 在压下油缸施加压下力时, 辊架对机架两内侧施加侧向力, 该机架的静力载荷和边界条件如图 3 所示。

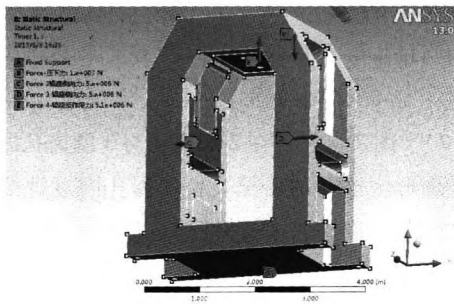


图 3 冷轧机机架有限元边界条件模型

2. 分析与讨论

本文主要从机架受静态载荷下的机架受力和变形情况来研究机架对板带质量的影响,我们侧重考虑无张轧制时的情况。在 Ansys Workbench 中利用图 2 所示的模型进行静力分析,得到该机架的等效应力分布如图 4 所示。从该等效应力分布图可以看出,无张轧制时机架应力分布呈对称分布。在进料口和出料口内外侧存在应力的极值,需要适当加强,立柱与底座的角点处也存在较大的应力分布,应该对该角点的结构与形状加以优化,同时底座中部与两端的应力值较小,在保证地脚螺栓孔处应力强度的前提下,可以适当减小结构尺寸,以减轻机架重量。

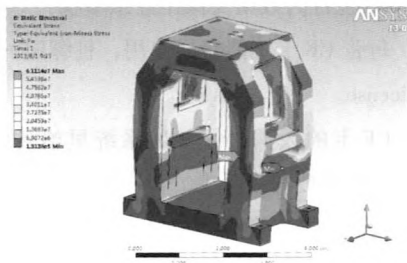


图4 冷轧机机架的等效应力分布

图 5 是机架的等效应变分布示意图,从无张轧制时的等效应变分布图可以看出,在进料口和出料口内外侧存在应变的极值,需要适当加强,立柱与底座的角点处也存在较大的应变分布,应该对该角点的结构与形状加以优化,同时底座中部与两端的应变值较小,在保证地脚螺栓孔处应变强度前提下可以适当减小结构尺寸,以减轻机架重量。在冷轧机工作过程中,带材在辊系作用下变形减薄,因此机架两内侧的变形对辊系的位置产生影响,从图 5 可以看出,机架内侧、进料口和出料口处的变形有待改善。

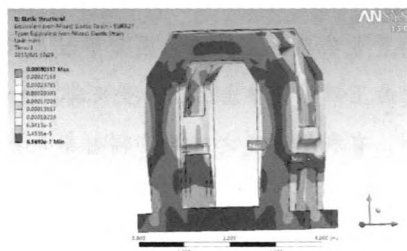


图5 冷轧机机架的等效应变分布

通过 ANSYS Workbench 的截面工具对地脚螺栓处进行剖切,观察地脚螺栓处的等效应力分布情况,

如图 6 所示,从图 6 中可以发现地脚螺栓孔处有小范围集中,但是其等效应力值相对较小,小于底座与立柱交点处的等效应力分布值。

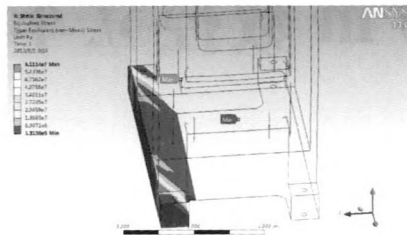


图6 地脚螺栓处剖切等效应力分布图

由于轧机工作时为多次循环,机架受载也为循环载荷,有必要研究机架在循环载荷下的疲劳寿命。下面通过 Ansys Workbench 中的 Fatigue 工具对机架进行疲劳分析,首先分析得到机架的机架整体安全因子 (Safety Infactor) 分布如图 7 所示,图中数值越小表示安全性越高。

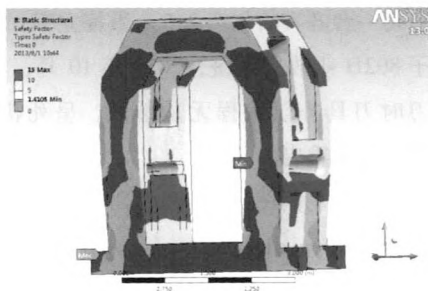


图7 冷轧机机架的安全疲劳分析图

不带张力轧机机架的安全系数分析,最大因子位于底座处,最小因子处于带材进出口处。从分析可以看出,机架的底座、立柱的上部和下部的安全系数较高,可以进行适当优化改进。

3. 结语

本文采用 ANSYS Workbench 有限元分析工具对 XGK—1400 不锈钢轧机的机架进行了静态分析,研究了机架的受力与变形特点。经过分析,我们发现,机架内侧的静态变形对带材的质量有较大影响;同时,立柱和底座交点处也存在应力集中,可以通过设置弧形、圆角或不等边楔形加以改善。通过对轧机机架的分析,对其静态受力和变形进行优化,有利于提高精密带材的质量。同时,ANSYS Workbench 可视化分析平台和 SolidWorks 三维设计平台可进行实时交互,便于实现 CAD 与 CAE 的集成和协同。MW

(收稿日期:20140314)