

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.02.010

基于有限元法的脱水压榨机强度校核

陆亚琳¹, 陈凯^{1,2}, 张健², 唐文献², 陈宏¹, 何丹²

(1. 江苏海狮机械集团, 江苏 张家港 215600; 2. 江苏科技大学 机械工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要:为了保证隧道洗衣机有良好的脱水性,根据相关规范,设计了符合隧道式洗衣机的脱水压榨机,综合运用实体单元和连接单元,建立了包括上下横梁、中间四根拉杆的有限元模型,并利用 ABAQUS 软件对于模型进行网格划分,施加材料属性以及必要的约束和静力载荷,最后进行了应力分析强度校核。结果表明在额定工况下,从应力云图以及位移云图验证了脱水压榨机主要部件应力均在安全范围内,其强度均满足要求。

关键词:脱水压榨机;有限元分析;强度分析;应力分析

中图分类号:TH122

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)02-0037-05

Strength Check of Dewatering Presser Based on FEA

LU Yalin¹, CHEN Kai^{1,2}, ZHANG Jian², TANG Wenxian², CHEN Hong¹, HE Dan²

(1. Jiangsu Sea-lion Machinery Group, Zhangjiagang, Jiangsu 215600, China;

2. School of Mechanical Engineering, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: In order to make sure for good dewatering of tunnel washer, according to related design rule, a pressing system was designed. With combination of separate unit and connected blocks, FEM model was established, including up and down beam and 4 pieces of middle bar. Adopting the software of ABAQUS, the model was divided in the way of gridding, and material characteristics and basic load was applied, and then stress intensity was proofread. The result indicates that, under the rated working condition, the stress of the main parts of the presser is within the safe scope, and intensity can meet the requirement.

Key words: dewatering presser; finite element analysis (FEA); intensity analysis; stress analysis

脱水压榨机是隧道式洗衣机上的一个独立部件,正是由于该脱水压榨机的使用,降低了整个隧道式洗衣机的洗涤循环时间。脱水压榨机都是和隧道式洗衣机配套生产的,是隧道式洗衣机专用的独立部件。它的研制成功将对整条隧道式洗衣机设备的研制起到重要的作用。为了脱水压榨机有良好的可靠性以及稳定性,在设计过程以及强度校核时应要考虑额定负载、自身重力和支持负载。

随着计算机技术的不断发展,有限元法提供了更快捷和低成本的方式评估设计概念和细节。因此,人们越来越多地应用有限元仿真的方法代替样品原型的试验。有限元法已经广泛应用于各种产品的设计分析

中^[1]。文章以脱水压榨机作为研究对象,参考以往研究成果,根据相关标准和规范,进行符合隧道式洗衣机脱水压榨机的结构设计,然后运用 Pro/E 进行几何建模,转化文件格式,利用 HyperMesh 和 ABAQUS 软件进行有限元建模、网格划分、额定工况求解以及应力分析强度校核,经过比较分析、修改设计,设计出符合要求的脱水压榨机。

1 脱水压榨机结构及其原理分析

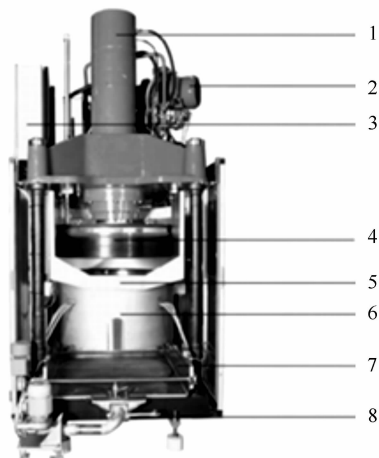
脱水压榨机实质是液压机。根据国标 JB1831-76K,并参考 JB—T1881-1999 液压机型式与基本参数、GB9166—88 四柱液压机精度以及液压机设计、制造新工艺新技术及质量检查标准规范实务全书和机械设计手册等资料,设计出压榨机的结构尺寸^[2],行程 900

收稿日期:2013-09-07;修回日期:2013-11-07

基金项目:国家科技支撑计划项目(2011BAF12B01)

作者简介:陆亚琳(1977),男,江苏张家港人,高级工程师,江苏海狮机械集团有限公司总师办主任、总经理助理,主要从事洗涤机械的设计与研究。E-mail:Lyl990@126.com

mm,工作台至上板的最大距离 1 500 mm,工作台尺寸左右前后均为 1 400 mm,主要结构,如图 1 所示。压榨机的工作流程是:洗涤完的布草通过图中的 5 与洗衣龙连接的滑槽进入 6 脱水篮内,然后由上方的液压系统驱动压榨头上的 4 压力垫下降来压榨布草,压力垫是由橡胶制成,里面装入水,使得压榨时布草受力均匀,不至于压坏。当压榨头到达最终位置,保压几十秒后上升,最后由 8 底盘上的 7 推吐器将压榨好的布草推出,由穿梭机运到烘干机烘干。主要部件的材料力学参数,如表 1 所示。



1—压头主液压缸;2—液压泵;3—开关柜;4—压力垫;5—与洗衣龙连接的滑槽;6—脱水篮;7—推吐器;8—底盘

图 1 脱水压榨机

Figure 1 Dewatering presser

表 1 脱水压榨机材料属性

Table 1 Mechanical properties of dewatering presser

部件	材料	密度/ ($t \cdot m^{-3}$)	弹性模量/ GPa	泊松比	σ_b / MPa	σ_s / MPa
上下梁	QT450-10	7.1	151 ~ 160	0.25 ~ 0.29	450	310
杆	45	7.8	196 ~ 206	0.24 ~ 0.28	600	355
排水盘	304	7.9	206	0.25 ~ 0.30	620	310

2 脱水压榨机有限元模型

脱水压榨机整体框架模型是由几大部分组成,包括上下横梁,中间的 4 根拉杆,以及下面的排水盘。其中上下横梁是铸铁,其他部分是由钢结构制成。由于在脱水压榨机的工作过程中脱水压榨机框架承受着压榨头的冲击,并且压力值是由小变大的。因此,在脱水压榨机的设计过程中进行有限元的应力分析是相当有必要的,可以对设计的结构强度进行校核以及优化,从而为后面的设计提供依据与参考,提高了设计的效率。运用三维软件 Pro/E 建立符合要求的三维模型,如图 2 所示。对脱水压榨机框架进行强度校核计算时,主

要考虑上下横梁和中间 4 根拉杆的强度,因此,可以对脱水压榨机框架模型进行必要的简化,以提高有限元计算的效率。为了获得较好的有限元网格,去掉了模型中过小的过渡圆角和倒角。由于脱水压榨机的框架几何模型是完全对称的,根据有限元的原理,可以取其四分之一的模型进行有限元的强度刚度校核计算,最终得到的符合要求的简化模型如图 3(a) 所示。通过有效的简化处理,转化文件格式把模型导入到 HeperMesh 软件中进行合理的网格划分,根据模型特点和分析需要,采用实体单元来模拟。图 3(b) 为最终的脱水压榨机网格模型图,网格数为 223 418,节点数为 86 962 个。根据脱水压榨机框架的工作情况,可以对其约束和载荷做出合理地判断,对脱水压榨机框架添加合适的边界条件,由于是 1/4 的简化模型,所以对模型分别施加 x 和 y 方向的对称边界条件,且下横梁底面固定。根据脱水压榨机的工作受力情况,在上横梁液压缸的位置通过力耦合约束 coupling,添加集中力,工作台上添加面力。最后经过简化后的模型边界条件和载荷的施加情况如图 4 所示。从而把建好的有限元模型转化为输入文件,进而运用 ABAQUS 求解分析,得出结果^[3-6]。

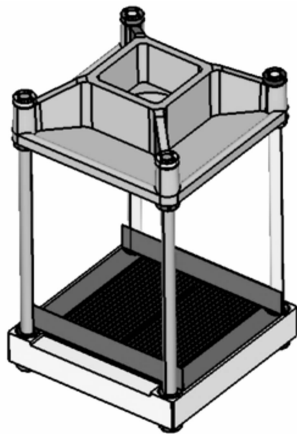


图 2 脱水压榨机三维模型

Figure 2 3D model of dewatering presser

3 结果分析

上下横梁的材料是球墨铸铁,由于球墨铸铁属于脆性材料,对于脆性材料的上下横梁应该采用第一强度理论(最大拉应力理论)进行强度校核检查较为合理。第一强度理论(最大拉应力理论)的基本假设:三大主应力中的最大拉应力 σ_1 到达材料的极限应力值 σ_b 时,材料便发生破坏。与之相应的极限条件为: $\sigma_1 = \sigma_b$,其相应的强度条件为 $\sigma_{\max} = \sigma_1 \leq [\sigma]$ 。计算完成后通过 ABAQUS/View 可以看到上下横梁的强度

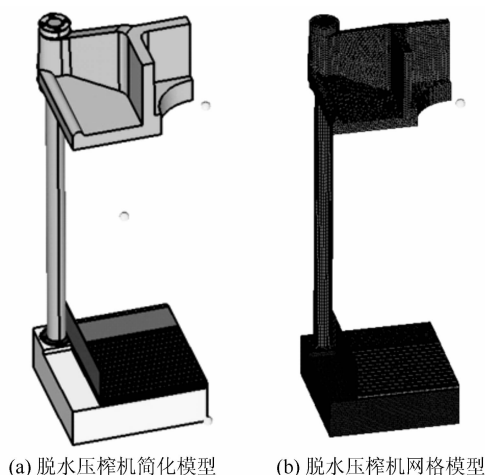


图3 脱水压榨机模型

Figure 3 Model of dewatering presser

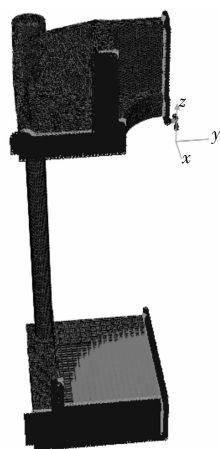


图4 脱水压榨机边界条件和载荷施加图

Figure 4 Surrounding condition and pressure exertion with loading of dewatering presser

值,由图5可看出上横梁的最大主应力为125.7 MPa,由图6可看出下横梁的最大主应力为42.9 MPa。上、下横梁材料为QT450,则最大主应力值 $\sigma_{\max} \leq 450$ MPa,在此取安全系数为2.8,则 $[\sigma_s] = 160.7$ MPa,根据第一强度理论(最大拉应力理论)的强度条件 $\sigma_{\max} = \sigma_1 \leq [\sigma]$ 判断,两个部件的强度均满足要求^[7-9]。

支撑横梁的拉杆的材料为45号钢,45号钢为塑性材料采用第四强度理论进行校核。这一理论也称为最大变形能理论,材料要发生屈服,只要形状改变比能达到材料有关的极限值,与应力状态无关,引起屈服的主要因素是形状改变比能。第四强度理论建立的强度条件为

$$\sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \leq [\sigma]$$

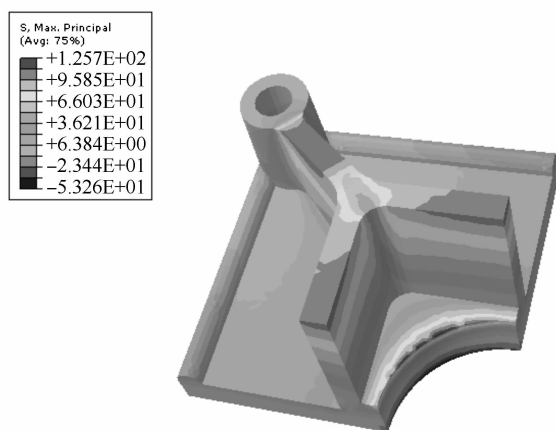


图5 上横梁主应力云图

Figure 5 Main stress nephogram of upper beam

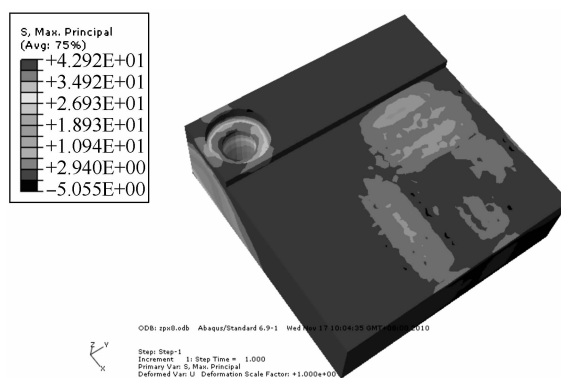


图6 下横梁主应力云图

Figure 6 Main stress nephogram of lower beam

第四强度理论在工程实践中得到了广泛的应用。

通过ABAQUS的后处理平台ABAQUS/View可以观察到拉杆的强度值,由图7可以看出拉杆所受最大等效应力为155 MPa。由于45号钢的屈服强度为不

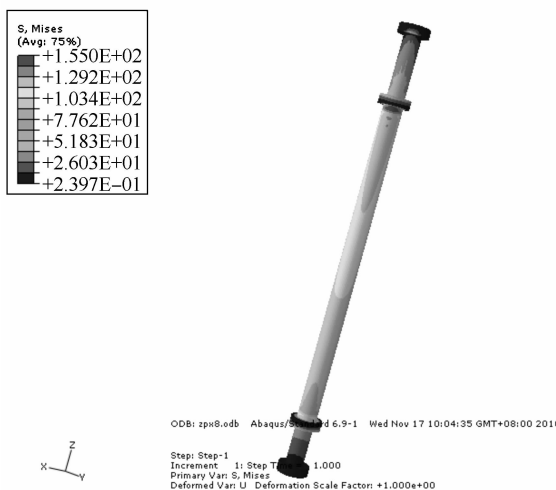


图7 拉杆的应力云图

Figure 7 Stress nephogram of the bar

小于 355 MPa,通过查阅手册,取安全系数为 2.0,则 $[\sigma_s] = 177.5 \text{ MPa}$,因此,零件的强度满足要求。其中应力最大值发生在拉杆与上横梁接触附近,也就是拉杆与螺母连接处,此处有一定的应力集中,但应力值在允许的范围内,该处的应力是可以接受的^[10]。

工作台上排水盘的材料为 304 不锈钢,同上面的分析,采用的是第四强度理论,其建立的强度条件同上述公式。

通过 ABAQUS 软件的后处理平台 ABAQUS/View

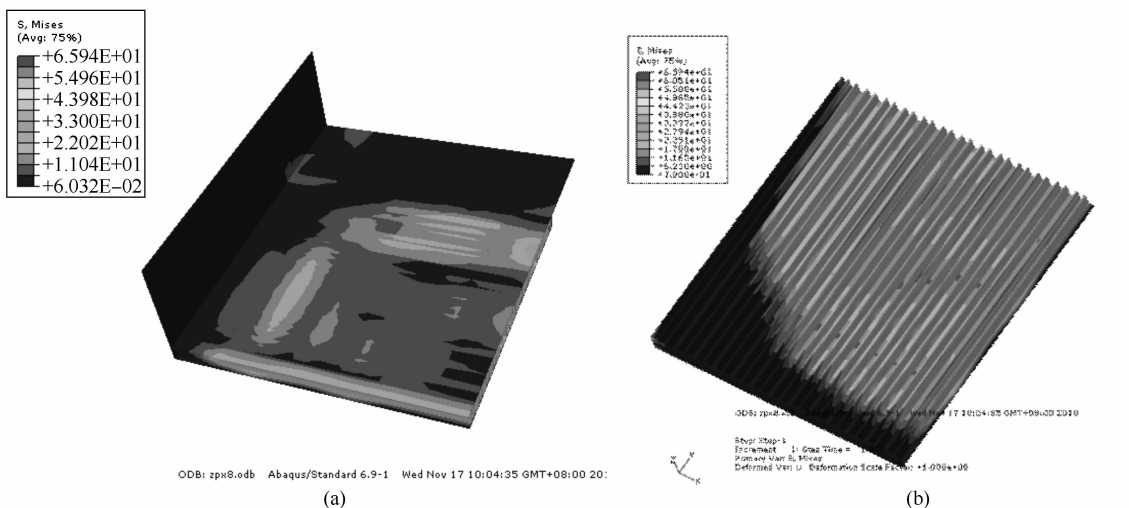


图 8 排水盘的应力云图

Figure 8 Stress nephogram of the drain pan

图 9 上横梁最大位移量为 1.473 3 mm,位移从中间向立柱孔逐渐变小;图 10 下横梁最大位移为 0.037 84 mm,最小为 -0.140 6 m;符合工况下位移变化,其位移是可以接受的。

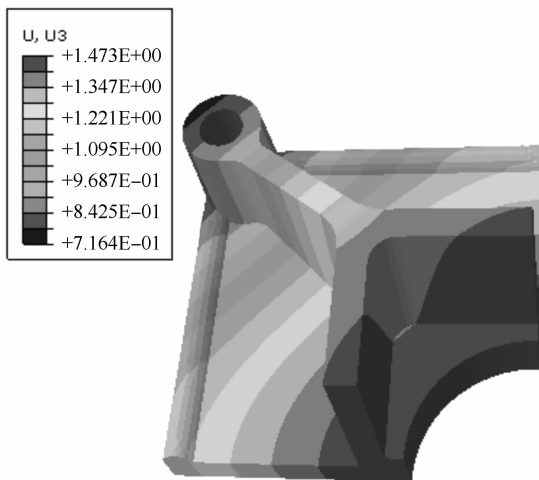


图 9 上横梁竖直方向位移云图

Figure 9 Shifting nephogram of the upper beam in vertical direction

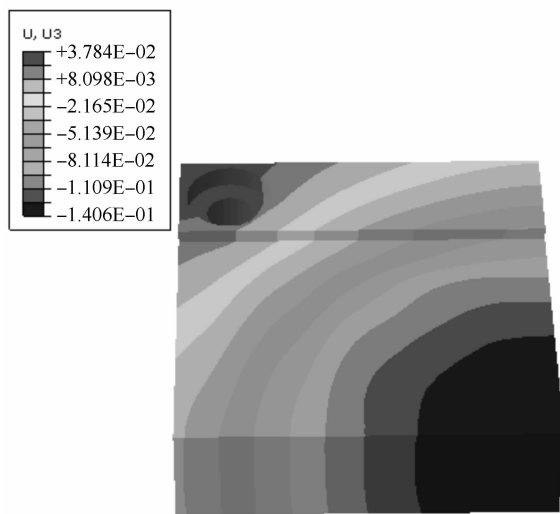


图 10 上横梁竖直方向位移云图

Figure 10 Shifting nephogram of the lower beam in vertical direction

4 结论

1) 通过 ABAQUS 分析可得上横梁的最大应力为 (下转第 45 页)