

双腔颚式破碎机机架的有限元分析

母福生 樊艳花
(中南大学)

摘 要 (以 2PE250 mm × 750 mm 双腔颚式破碎机为例,通过合理确定机架的边界条件和受力状况,运用有限元分析软件 ANSYS,建立了双腔颚式破碎机机架的有限元力学模型。分析了应力、应变、位移的变化规格,揭示了机架的力学行为,从而对双腔颚式破碎机机架的结构设计和结构优化具有重要指导意义。)

关键词 双腔颚式破碎机 有限元力学模型 有限元分析

Finite Element Analysis of Frame of Double - cavity Jaw Crusher

Mu Fusheng Fan Yanhua
(Central South University)

Abstract Taking 2PE250 mm × 750 mm double - cavity jaw crusher as an example, by simulating the boundary condition and mechanical conditions of its frame, and using the powerful software ANSYS, a finite element analyzing mechanical model of frame of double - cavity jaw crusher was set up. According to the analysis of finite element computing results, the mechanical action of the frame was exposed, which provides theoretic base for adjusting and optimizing the structure of the frame of double - cavity jaw crusher.

Keywords Frame of double - cavity jaw crusher, Finite element mechanical model, Finite element analysis

破碎机机架是整个破碎机零部件的安装基础,它在工作中承受很大的载荷,是破碎机的关键部件。机架的强度和刚度对整机性能和主要零部件寿命均有很大影响。而在传统的设计中,其结构参数一般根据经验确定,缺乏精确的强度计算,安全系数随位置不同大小变化悬殊,其质量分布极不合理,造成整机笨重浪费材料或强度不足的现象。因此利用有限元分析软件对机架进行有限元分析,找到其应力分布规律及变形特点对其进行结构设计和优化以达到合理的质量分布。

1 双腔颚式破碎机机架的结构特点

双腔颚式破碎机与传统复摆颚式破碎机结构的差异,如摇杆和偏心轴的位置及定颚的安装方式等的不同,导致了机架结构的相应变化。双腔颚式破碎机摇杆上置、偏心轴下置以及定颚可调的特点决定了该机架的结构不同于传统颚式破碎机的机架。该机架为上、下组合机架,上、下机架通过联结件固联在一起,定颚通过定颚轴悬挂在上机架的轴承座处。机架结构如图 1 所示。

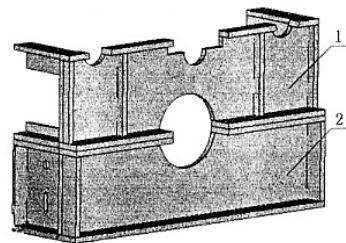


图 1 双腔颚式破碎机机架的三维实体模型(1 半)
1 - 上机架; 2 - 下机架

2 机架有限元模型的建立

2PE250 mm × 750 mm 破碎机机架的材料采用普通碳素结构钢 Q235 - A。该材料的弹性模量 $E = 2.068 \times 10^5$ MPa,泊松比 $\lambda = 0.29$,密度为 $\rho = 7.82$ g/mm³,屈服极限 $\sigma = 235$ MPa^[2]。机架主要结构尺寸:机架长 1 960 mm,宽 1 110 mm,下机架高 544 mm,上机架高 560 mm,上下机架侧墙及各筋板厚度均为 35 mm,下机架前墙厚 30 mm。

2.1 三维实体模型的建立

双腔颚式破碎机机架为对称结构,前后左右均

母福生(1961 -),男,中南大学机电工程学院机械设计及制造研究所,所长,副教授,410083 湖南省长沙市岳麓山。

对称,但机架在工作时所受的载荷左右不完全对称,但前后对称,故可以取前边一半进行分析,而不影响实际应力分布。利用结构的对称性可以大大地减少所需计算时间和存储容量。

由于双腔颚式破碎机机架的结构比较复杂,为了控制解题模型规模,简化建模。在保证分析精度的前提下,可略去对结构刚度和和强度影响甚小局部结构和局部形状,如焊接过渡部分可略去不计,对于下机架底板与地基联接的螺栓孔可略去。另外因为本文重点研究机架的整体受力,所以在此可将上下机架联接处的螺栓等省略,分析时将它们GLUE到一起,各轴承座下部的筋板也可略去。

利用 ANSYS 有限元分析软件的建模功能,建立 2PE250 mm × 750 mm 双腔颚式破碎机机架的三维实体模型,如图 1 所示。

2.2 有限元力学模型的建立

有限元力学模型是有限元计算的基础,该模型包括划分的单元和边界条件。

(1) 单元划分。单元的划分是有限元模型创建过程中比较重要的一环,单元的选定及划分都应视具体情况而定。首先是单元的选取,要看模型的种类(如杆件、板、壳体等)及其复杂程度、计算机的配置情况、算法的精度等。综合各种情况考虑,这里选用 SOLID92 实体单元,该单元为 10 节点四面体二次单元,其曲面边界能够较好地逼近结构的曲面边界,且高次插值函数可高精度地逼近复杂场函数。采用自由网格划分方式,最终整个模型被划分为 21 813 个单元,形成 42 523 个节点。

(2) 边界条件的处理^[4]。边界条件的施加与工程实际是否吻合直接影响到分析结果的正确性。在实际工作中,机架是固定在地基上不动的,故机架底板上需施加全约束;对称面上施加对称约束。

双腔颚式破碎机的破碎工作具有连续性,即左腔破碎时右腔排料,反之右腔破碎时左腔排料,此过程中破碎力是连续变化的,从零到最大值然后再逐渐减为零,而机架所承载荷就来源于破碎力,由此知机架的工况不是很复杂,在此只需分析最不利的工况即最大载荷的工况即可,所以本文只考虑它在破碎力最大时刻的静态应力。

破碎力的大小与物料的物理性质及破碎机的工作特点有关。本分析以致密的石灰石为破碎物料,其抗压强度为 $\sigma_B = 100 \text{ MPa}$ ^[5];以左腔破碎时产生的最大破碎力为机架载荷计算的基础。修正参考文

献[7]给出的最大破碎力计算公式并据此求出最大破碎力 $F_{\max} = 1\ 449 \text{ KN}$,然后逐步求出传递到机架上的载荷,见表 1。机架的主要受力部位在前墙及各轴承座孔上,前墙受力最大;为了更确切地模拟机架的实际受载状况,侧墙上的载荷施加到各轴承座的内表面上,呈余弦分布的压力^[8]。机架的有限元模型如图 2 所示。

表 1 机架各部位的受载情况 N/mm^2

| 机架受载部位 | 前墙支撑板 | 左定颚轴承座 | 摇杆轴承座 | 偏心轴承座 |
|--------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 载荷值 | 34.7 | $15.5 \sin(\theta + 3^\circ)$ | $15.4 \cos(\theta + 6^\circ)$ | $13.5 \cos(\theta + 6^\circ)$ |

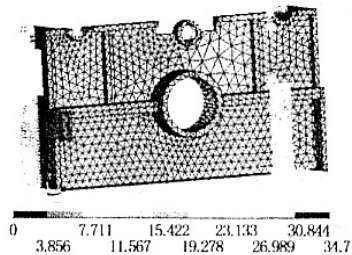


图 2 机架的三维有限元力学模型

3 计算结果与分析

3.1 计算结果

图 3 和图 4 分别为机架的应力分布变形图和位移分布。结果显示,在破碎机左腔完全破碎物料产生最大破碎力时,最大等效应力出现在下机架前墙中间的纵筋板与下边板焊接处,其值 $SMX = 531.991 \text{ MPa}$;前墙上应力较大,而其它部位的应力分布比较均匀,且应力值较小;前墙向外弯曲变形较为明显,侧墙有向机架内部弯曲变形的趋势。从图 4 可知,最大合位移出现在下机架前墙的上部 α 处,其值 $U_{\max} = 0.972\ 08 \text{ mm}$,另外上机架的侧墙 b 处由于弯曲也产生了较大的合位移,其值 $U = 0.432\ 036 \sim 0.648\ 054 \text{ mm}$ 。

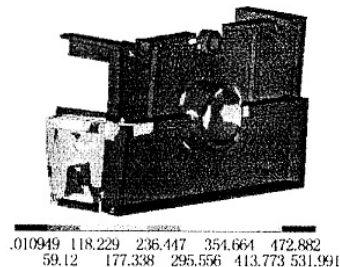


图 3 机架应力分布变形示意

(下转第 296 页)

之外,也考虑了不同粉体生产厂家,对不同粉体物料生产时所需要的不同机械速度,这消除了利用变速箱传动带来的麻烦。

4 结 论

(1) 龙岩亿丰粉碎机械有限公司生产的 GYM 系列亿丰磨,目前共有 5 个型号,该机可以广泛用于非金属矿中的碳酸钙、高岭土、煅烧高岭土、石墨、滑石、石灰石、硅灰石、硅藻土等莫氏硬度 6 以下的矿物粉体加工,对于莫氏硬度 7 以上的硬物料、如客户需要,本公司可配以专门的耐磨件。

(2) 本机利用了粉碎原理中的挤压、冲击、研磨、切割多种功能,特别是多磨轮、多磨道的独特设

计及内置高效分级机两次作业一次完成使得本机与相类似的设备相比,是高效率、高生产量、节省能源、节约基建费用的投资少,见效快的、高效粉碎机。

参 考 文 献

- 1 唐靖炎. 国内碳酸钙工业发展现状. 首届中国建筑材料及非金属矿物加工与检测技术交流大会. 北京, 2004
- 2 郑水林. 中国煤系煅烧高岭土加工利用现状与发展. 第五届全国非金属矿加工利用技术交流会. 呼和浩特, 2001
- 3 宋海兵. 煅烧高岭土的生产简述与全干法煅烧工艺制度. 中国非金属矿工业导刊, 2004(1): 19 ~ 23
- 4 李凤生, 等. 超细粉体技术. 北京: 国防工业出版社, 2001

(收稿日期 2005-06-15)

(上接第 278 页)

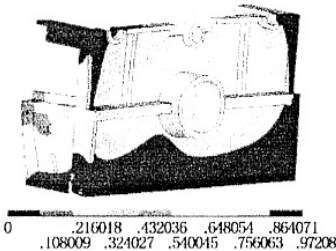


图 4 机架位移分布

3.2 结果分析

双腔颚式破碎机工作时,定颚上产生的破碎力通过肘板传递作用在下机架前墙的支撑板上,呈均匀分布,由于该力很大而支撑板的面积较小,故分布密度相对较大,所以机架前墙变形明显,最大合位移出现在前墙的上部与实际情况相吻合。由于机架底板固定在地基上,前后墙的变形使得其下部及其与侧墙焊接处受很大的拉力,因而最大应力出现在这两个部位。摇杆轴承座及偏心轴承座的内表面呈余弦分布的压力的作用,再加上前墙的变形,使得侧墙有向机架内部弯曲变形的趋势,这也与实际分析情况一致。综合上述分析,机架有限元模型的建立、计算结果是客观的,较为真实地反映了双腔颚式破碎机机架的受力情况和应力分布特点。

由图示 3 及分析结果可知,机架上的最大应力值 531.991 MPa 已远远超过了材料屈服极限 235 MPa,所以该机架的前墙需要加强,如增加前墙的厚度或添加加强筋等;根据机架结构的对称性,当右腔完全破碎物料时,其后墙产生的最大应力也会大于材料的屈服极限,所以后墙也需要采取同样的加强

措施。机架侧墙应力分布均匀且值很小,最大应力不超过 100 MPa,另外侧墙轴承座上下部的筋板还没有在分析中体现,加之则侧墙上的应力还会有所降低,所以此时侧墙的程度储备较大,可适当减薄。

4 结 论

(1) 通过利用 ANSYS 软件对机架进行的有限元分析,可以比较精确地掌握机架各部位的受力情况及变形趋势,为双腔颚式破碎机机架设计提供了准确的理论模型,并为其结构设计和优化改进提供了理论依据。

(2) 机架前墙中间的纵筋板与底板的焊接处和前墙与侧墙的焊接处产生的应力都很大,为满足工作要求并延长其使用寿命,应对焊接质量提出较高的要求。

(3) 机架前后墙应力较大,超过了材料的屈服应力,所以为了安全工作,前后墙需要加强。

(4) 由于侧墙工作时产生的应力远小于屈服应力,所以有必要减薄侧墙,以减轻机架的质量,节约成本。

参 考 文 献

- 1 母福生. 双腔颚式破碎机的研究. 矿冶工程, 1997(9): 24 ~ 26
- 2 刘鸿文. 材料力学(上册). 北京: 高等教育出版社, 1992
- 3 ANSYS help files, ANSYS8.0 Documentation, ANSYS Inc
- 4 龚曙光. ANSYS 基础应用及范例解析. 北京: 机械工业出版社, 2003
- 5 廖汉元, 孔建益, 等. 颞式破碎机. 北京: 机械工业出版社, 1998
- 6 Georg Unland, Piotr Szczelina. Coarse crushing of brittle rocks by compression. Int. J. Miner. Process. 74S (2004) S209 ~ S217
- 7 母福生, 龚姚腾. 双腔颚式破碎机破碎力的研究. 南方冶金学院学报, 2002(9): 13 ~ 16
- 8 王 俊, 卢 铿, 等. 径向滚珠轴承在工程分析中简化方法的研究. 光学精密工程, 1999(4): 111 ~ 115

(收稿日期 2005-07-08)