

基于 ANSYS 的塑料挤出机轴承座强度分析

吴俊功, 迟文强, 郭旭东

(大连橡胶塑料机械有限公司, 辽宁 大连 116036)

摘要: 轴承座的强度分析, 通常应用理论强度分析和经验类比法, 局限是对于几何结构相对复杂、受力负载多的零部件, 理论分析无法得到整体的精确计算和分析数值; 以 ANSYS 为代表的工程数值模拟软件, 将有限元分析、计算机图形学和优化技术相结合。利用 ANSYS 分析计算可求解轴承座的最大等效应力、最大变形等数值, 以此来验证塑料挤出机轴承座的设计是否满足强度要求。

关键词: ANSYS; 等效应力; 位移云图; 应力云图

中图分类号: TQ330.774

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)09-0036-05

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.09.008

ANSYS 是一种工程分析软件, 主要是在机械结构系统受到外力负载所出现的反应, 例如应力、扭转、位移、温度等, 根据该反应可知道机械结构系统受到外力负载后的状态, 进而判断是否符合设计要求。对于机械结构系统的几何结构相当复杂, 受力负载多的零部件, 理论分析往往无法进行。想要解答, 必须先简化结构, 采用数值模拟方法分析。

目前, 国际上较大型的面向工程的有限元通用软件主要有: ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, ADINA, SAP 等。以 ANSYS 为代表的工程数值模拟软件, 是一个多用途的有限元法分析软件, 将有限元分析、计算机图形学和优化技术相结合, 已成为现代工程学问题必不可少的有力工具。其中结构强度分析是 ANSYS 最早的功能部分, 也是最具有特色的功能之一。

基于 ANSYS 的轴承座强度分析主要涉及对轴承座的有限元分析, 这是一种通过数值方法对结构和机械部件进行分析的技术, 用于预测和评估其在特定条件下的物理行为。这种分析方法特别适用于形状复杂、难以通过传统解析法精确计算性能的部件, 如轴承座。

在轴承座的强度分析中, 首先需要建立一个准确的有限元模型。这包括创建三维实体模型、设置材料参数、进行网格划分以及施加正确的载荷和约束条件。这个过程需要考虑轴承座的实际工作条件和预期载荷, 以确保分析的准确性。例如, 轴承座通常受到轴传递的各种载荷, 包括径向推力和轴向压力, 这些都需要

在模型中准确模拟。

使用 ANSYS 软件, 可以对轴承座进行强度分析, 包括评估其应力分布、位移和变形情况。通过分析结果, 可以确定轴承座的结构强度是否满足设计要求, 以及是否存在潜在的破坏风险区域。如果发现强度不足或潜在问题, 设计师可以据此对设计进行优化, 以确保轴承座的安全性和可靠性。

此外, 结合 SolidWorks 等三维设计软件, 可以更方便地进行轴承座的建模和装配, 然后导入 ANSYS 中进行有限元分析, 这种联合使用的方法在机械设计和分析领域越来越受到重视。通过这种综合方法, 可以更有效地进行轴承座的强度分析和优化设计, 从而提高产品的性能和可靠性。本文采用有限元的 ANSYS 软件对轴承座强度进行分析, 通过计算结果, 验证塑料挤出机的轴承座的设计是否满足强度要求。本例中列举的轴承座是旋转主轴的零部件, 安装在轴承座中, 螺栓承担弯矩, 简介分析的过程。

分析条件: 轴承座材料钢材 Q345-B, 弹性模量为 $E=206$ GPa, 泊松比 $\nu=0.3$ 。

1 几何建模

采用 ANSYS 几何建模功能, 参考图 1 进行几何

作者简介: 吴俊功 (1970-), 男, 教授级高工, 主要从事传动装置的设计与研发工作, 已发表论文 10 余篇。

建模。

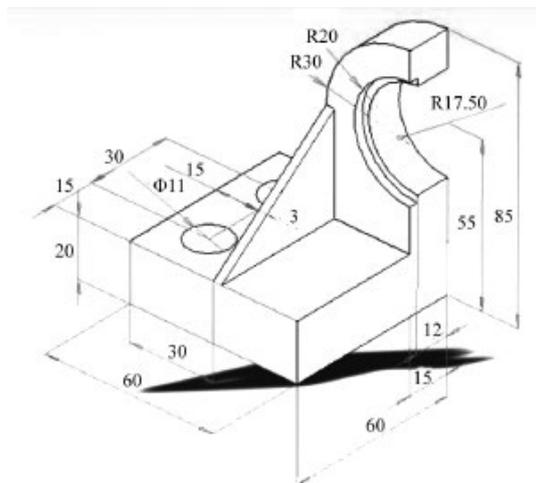


图1 轴承座几何尺寸

根据几何建模规则, 首先建立轴承座初始模型, 如图2所示, 首先在 ANSYS 中建立轴承底座的长方体部分, 同时在轴承底板上建立加强筋和轴承孔凸台。

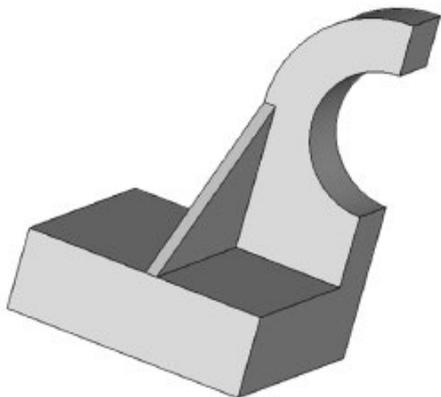


图2 初始几何模型

然后在上述模型的基础上进行孔和沉孔的建模, 通过布尔运算中的 Divide 功能进行螺栓孔切割, 和沉孔的切割, 最终如图3所示。在进行轴承座下法兰的模型建立, 可以通过轴承座下底的面进行拉伸得到。

最后进行轴和螺栓的建模, 其中螺栓不需详细分析螺栓的应力, 因此螺栓并不是分析的主要对象, 为简化分析过程和计算的资源, 对螺栓采用简化建模, 即螺栓两端采用两圆环体, 中间用圆柱体连接, 且圆柱体不露出两端的圆环体。对于中间的圆柱体, 其直径等于 10 mm 的螺栓, 其中径 9.026 mm, 计算直径为 7.077 mm。则计算得到中间圆柱体直径 8.051 5 mm, 建模时取 8 mm。圆环体的外径取六角头螺栓的内切圆直径 16 mm, 高度 6.4 mm。最终装配几何模

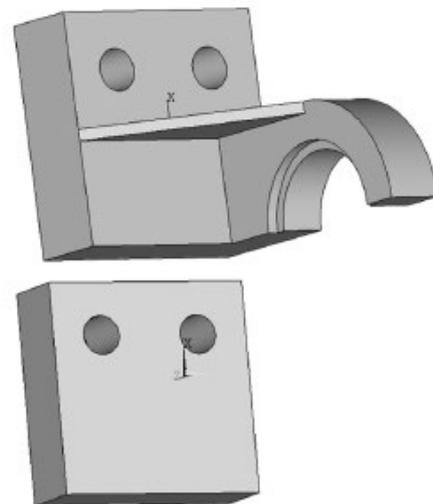


图3 添加螺栓孔和沉孔后几何模型下法兰几何体

型如图4所示。

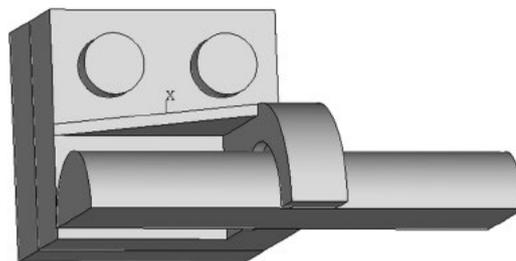


图4 最终装配模型

2 有限元分析

2.1 网格划分

首先设置单元类型, 选用单元类型为 solid185, 如图5所示。

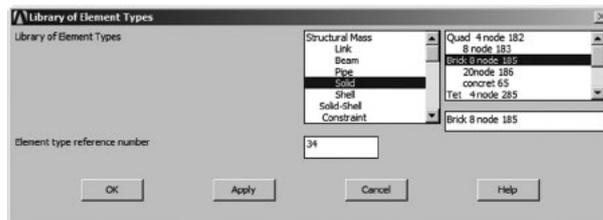


图5 单元类型设置

因为结构尺寸图中均为 mm 单位, 建模时候按照 mm 建模。轴承座材料为钢材, 其弹性模量为 2.06e5 MPa, 泊松比为 0.3, 材料参数设置如图6所示。

为保证进行六面体网格划分, 分别对轴承座进行切割, 然后采用 glue 命令, 使切割后的部件保证拓扑关系, 最终有限元网格模型如图7所示。节点总数为 48 264, 单元总数为 60 213。



图 6 材料设置

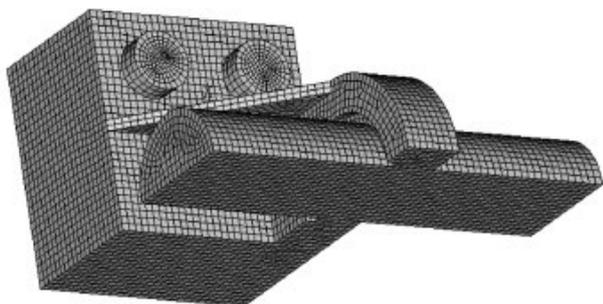


图 7 有限元网格模型

2.2 边界条件

垫片和轴承座、螺栓与轴承座以及底板之间的接触均设置为摩擦接触，摩擦系数设置为 0.1，如图 8 所示。其中接触算法采用 Augmented Langrange Method，其余设置默认即可。轴与轴承座内孔之间采用绑定接触来模拟力的传递，接触算法也采用 Augmented Langrange Method，其余默认设置。

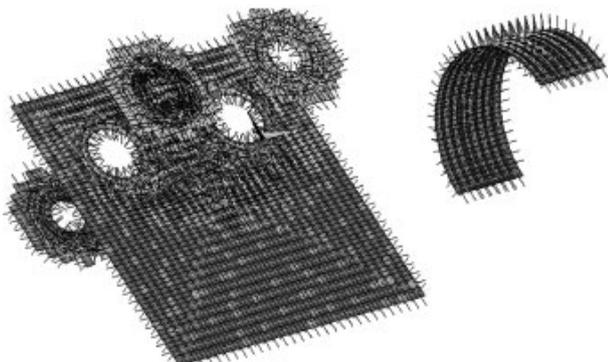


图 8 接触设置示意图

装配模型载荷为轴的两端载荷，和螺栓的预紧力，一半模型中在轴两端作用垂直向下的载荷 $P_1=3\ 410\text{ N}$ ，轴向载荷 $P_2=0.4P_1=1\ 364\text{ N}$ ，各螺栓预紧力 $T=2P_1=6\ 820\text{ N}$ 。轴端部共有 52 个节点，所以在轴两端分别加载 $F_z=3\ 410/52\text{ N}=65.57\text{ N}$ ， $F_y=1\ 364/52=26.23\text{ N}$ ，通过 Solution<Defined

Loads<Apply<Structural<Force/Moment 中对节点进行加载。加载完成如图 9 所示。

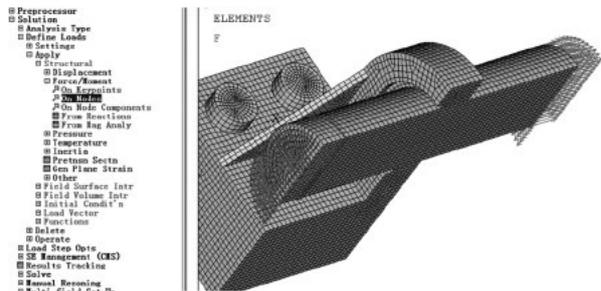


图 9 轴两端加载示意

施加螺栓预紧力，首先需要建立预紧单元，如图 10 所示建立预紧单元。

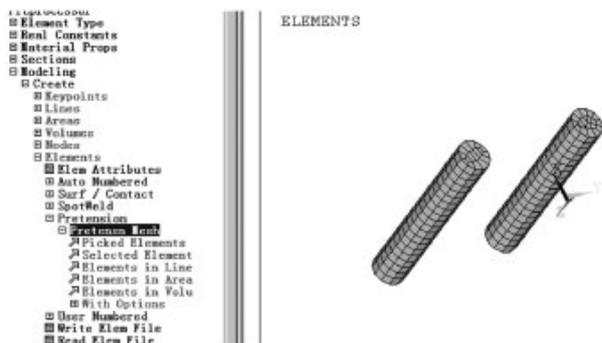


图 10 螺栓预紧网格划分

按照图 11 所示，进行预紧力加载，第一个载荷步加载预紧力 6 820 N，第二个载荷步 Lock 预紧力，进行外载荷加载分析。



图 11 螺栓预紧力加载

最后对结构进行约束设置，其中因为为对称结构，所以建立一半模型，在对称面上加载对称约束，同时约束垫板底部，如图 12 所示。

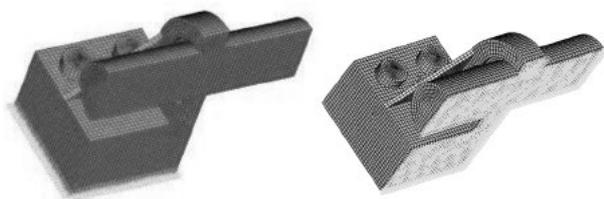


图 12 约束设置

3 求解和结果分析

进入 ANSYS 软件中，利用常规求解器进行求解。

结果如下：

(1) 装配图的位移云图如图 13 所示，其中最大位移为 0.046 787 mm，发生在轴的端部，与实际加载情况相吻合。

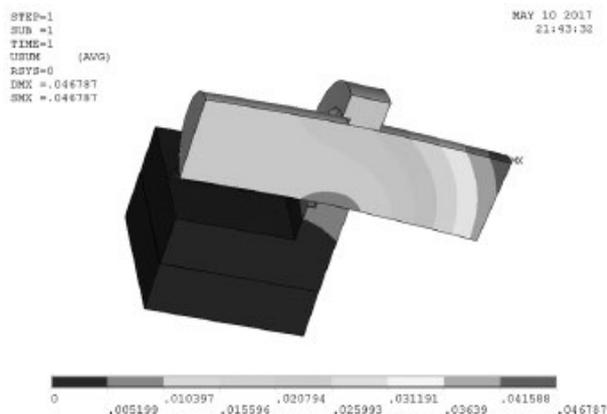


图 13 装配体位移云图

(2) 整体结构的最大等效应力为 214.02 MPa，其中最大等效应力发生在连接螺栓上，装配图的应力云图如图 14，因为螺栓上加载预紧力，所以其应力相对较大，而螺栓不是本文的研究对象，所以单独截图轴承座部件的应力云图如图 15 所示。

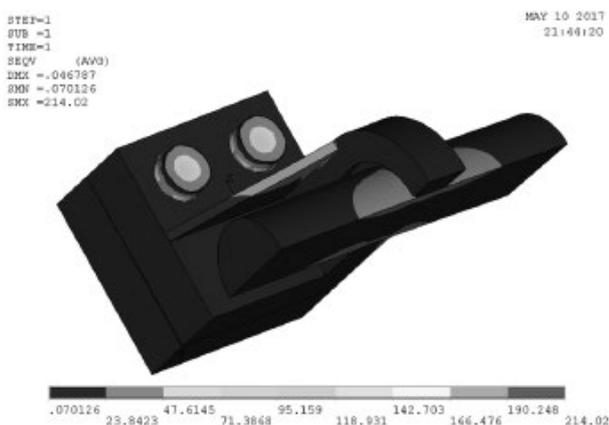


图 14 装配体应力云图

(3) 轴承座的最大等效应力为 78.196 1 MPa，发

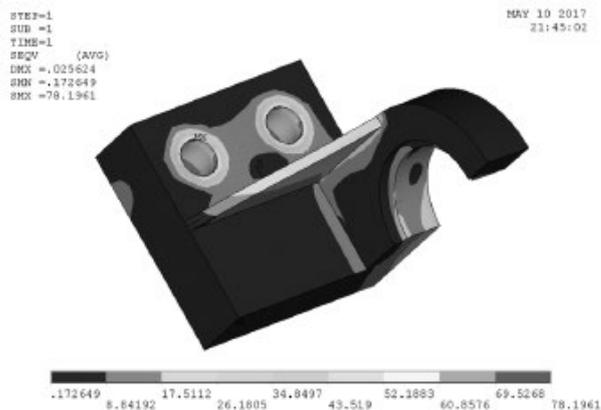


图 15 轴承座应力云图

生在螺栓孔的边缘，为预紧力造成，与实际情况吻合，而轴承座的屈服应力为 345 MPa。结构的安全系数为 4.4，所以认为结构满足强度要求。

(4) 轴承座的最大变形为 0.025 624 mm，发生于传动轴配合的位置。如图 16 所示。

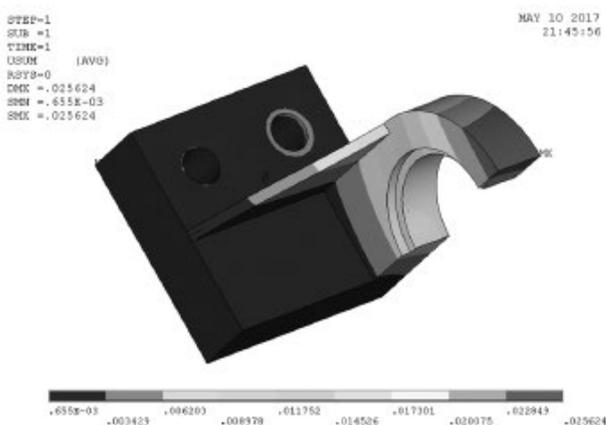


图 16 轴承座位移云图

4 结论

经过 ANSYS 分析可知：

(1) 轴承座最大等效应力为 78.196 1 MPa，轴承座的屈服强度应力为 345 MPa，结构受力安全系数为 $S_1=4.4$ ；

(2) 最大变形为 0.025 624 mm，理论允许值 0.10 mm。ANSYS 分析结果：验证轴承座的设计满足强度要求。

通过分析计算结果，查看轴承座的应力分布情况、位移大小等，利用 ANSYS 软件对轴承座强度进行分析，可以为塑料挤出机的轴承座设计提供科学依据，确保其在工作中的可靠性和安全性。将结果与设计要求进行对比，判断轴承座的设计是否满足强度要

求。如果不满足，需要对设计进行优化或改进。

综述，本文采用有限元的 ANSYS 软件对塑料挤出机的轴承座强度和刚度进行分析，经过多次优化和修改轴承座的设计结构和尺寸，几何建模，网格划分

和边界条件，求解和结果分析，迭代、优化轴承座的结构和尺寸，最终得到强度（等效力）和刚度（最大应变）都比较理想的轴承座。

Strength analysis of plastic extruder bearing seat based on ANSYS

Wu Jungong, Chi Wenqiang, Guo Xudong

(Dalian Rubber & Plastics Machinery Co. LTD., Dalian 116036, Liaoning, China)

Abstract: The strength analysis of bearing housings typically employs theoretical strength analysis and empirical analogy methods; however, these methods have limitations, particularly for components with complex geometric structures and high load capacities, where theoretical analysis struggles to provide accurate overall calculation and analysis results. Engineering numerical simulation software such as ANSYS, which integrates finite element analysis, computer graphics, and optimization techniques, can effectively address this issue. By using ANSYS for computational analysis, key values such as the maximum equivalent stress and maximum deformation of the bearing housing can be determined, thereby verifying whether the design of the plastic extruder bearing housing meets strength requirements.

Key words: ANSYS; equivalent stress; displacement cloud map; stress cloud map

(R-03)

中美新一轮关税谈判在即，轮胎业期待利好

A new round of tariff negotiations between China and the United States is imminent, and the tire industry is anticipating positive outcomes

美东时间周二（7月22日）早上，美国财政部长斯科特·贝森特表示，美国将于下周一周二在瑞典首都斯德哥尔摩与中国会谈。

中美双方于5月12日宣布暂停加征部分关税，这一休战协议将于8月12日到期。贝森特称，与中国的贸易谈判已经进入新阶段。此前，贝森特就曾表示，原定于下月（8月12日）到来的中美关税休战截止日期“具有灵活性”，市场参与者无需担心截止日期，当前中美之间的谈判“态势良好”。当天，瑞典首相克里斯特松发文证实，瑞典将于下周初主办中美贸易会谈。

另一方面，据彭博经济研究称，特朗普政府正通过施压贸易伙伴，实施针对中国的所谓“反转运战略”，此举可能对中国高达70%的对美出口产品构成威胁。

中国轮胎行业的发展，深受中美贸易局势的影响。特朗普政府推行的“反转运战略”，本质上是针对中国供应链外溢的系统性围堵，通过胁迫贸易伙伴签署双边协议、强化原产地核查、叠加高额关税，试图切断中国通过第三国对美出口的路径。

近年来，多家中国轮胎企业选择在东南亚等地设厂，这些海外工厂利用当地的原材料优势、较低用工成本，以及与欧美签订的自贸协定所带来的贸易优势，加快了我国轮胎企业全球化的步伐。

此前，中国轮胎企业对美直接出口，已因关税问题受到影响。期待此次中美在斯德哥尔摩的贸易会谈，能够取得更加积极的进展。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)