

温馨提示：今日，公众号案例文档“知识库”栏目已更新

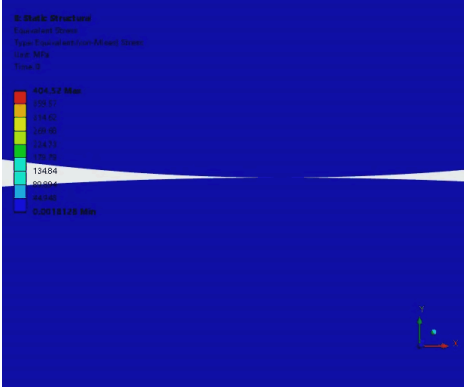


公开课、内训、项目合作、二次开发
The Phone: 010-81387990
官 网：http://www.zmfea.com

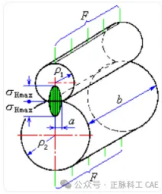
1. 概述

赫兹理论是接触力学中弹性体接触问题的基础理论，主要研究两个弹性物体接触时的应力分布与变形规律。

该理论基于弹性力学基本方程，通过假设接触区域为椭圆形，推导出接触压力与弹性趋近量的定量关系，并建立了接触区形状尺寸的计算模型。其结论被广泛应用于推力球轴承、渐开线齿轮、滚柱式离合器及弹性模具等机械部件的接触应力分析，同时与有限元法结合形成交叉验证方法。



本文介绍圆柱结构线接触赫兹应力计算方法。



2. 圆柱赫兹应力计算公式

在进行圆柱赫兹应力计算时，需要通过以下步骤进行计算。

• 等效半径R

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

符号规定：凸表面曲率半径为正，凹表面曲率半径为负。

• 等效弹性模量E*

$$\frac{1}{E^*} = \frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2}$$

• 接触半宽a

两圆柱接触后，理论接触区域是一个狭长的矩形（宽度为2a，长度与圆柱长度相同）

$$a = \sqrt{\frac{4FR}{\pi E^*}}$$

• F: 单位长度上的载荷 (N/mm)

• R: 等效半径 (mm)

• E*: 等效弹性模量 (MPa)

• a: 接触半宽 (mm)

• 最大接触压力p0

压力在接触区域呈半椭圆形分布，中心处的压力最大。

$$p_0 = \sqrt{\frac{FE^*}{\pi R}} = \frac{2F}{\pi a}$$

最大应力p0也称作赫兹接触应力。

• 次表面应力分布

最大应力并不在表面，而在接触面下方的内部。

3. 案例介绍

本文模型如下图所示，包含上下两个圆柱，上部圆柱半径为10mm，下部圆柱半径为20mm，材料均采用结构钢，计算采用平面应变模型，为了保证网格质量与接触收敛性，对模型沿接触点进行切分，如下图。

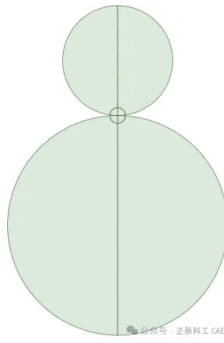


图1 模型示意图

4. 网格划分

网格基准尺寸设置为1mm，采用线性单元，接触区域采用局部尺寸控制进行网格加密，网格尺寸设置为0.01mm，网格示意图如下图所示。

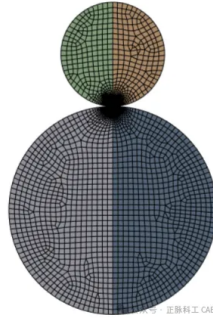


图2 整体网格

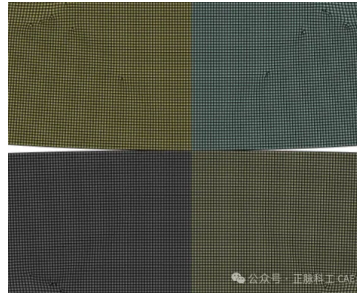


图3 接触区域网格

5. 接触定义

在基础区域定义摩擦接触，摩擦系数为0.15，接触法则采用罚函数（Pure Penalty），其他参数保持默认，不进行修改。

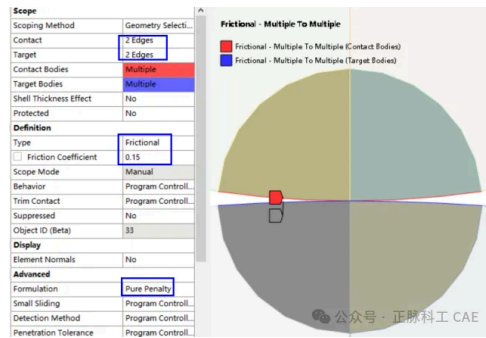


图4 接触设置

6. 分析设置

6.1 载荷步

采用一个载荷步，迭代步保持默认，打开弱弹簧、打开大变形。

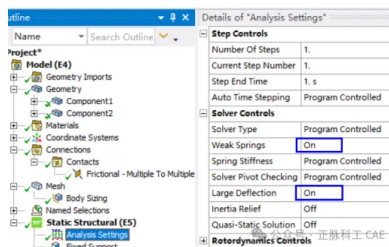


图5 分析步设置

6.1 边界与载荷

底部圆柱进行固定约束，在上部顶端施加100N向下的载荷，如下图所示。

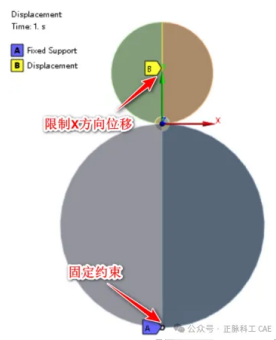


图6 约束示意图

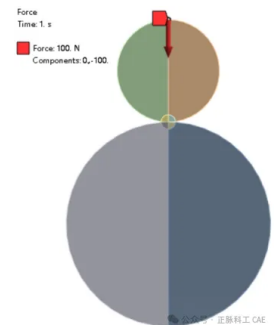


图7 载荷示意图

7. 结果后处理

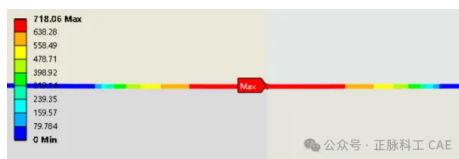
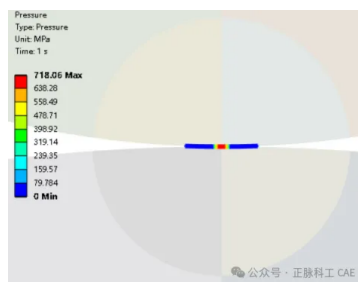
7.1 理论计算

上部半径 $R_1=10\text{mm}$ 、下部半径 $R_2=20\text{mm}$ ，弹性模量均为 $2.5\text{E}5\text{MPa}$ ，泊松比均为 0.3 ，按照上文公式，可计算：

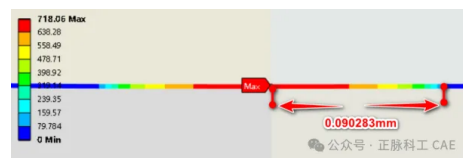
- 等效半径 $R=6.67\text{ (mm)}$
- 等效弹性模量 $E^*=1.10\text{E}+05\text{ (MPa)}$
- 接触半宽 $a=0.088\text{ (mm)}$
- 最大接触压力（接触应力） $p_0=724.35\text{ (MPa)}$

7.1 接触应力

通过仿真分析，在接触工具中得到接触压力，如下图所示，最大接触压力为 718.06MPa ，中间接触点最大，向两侧逐渐减小，变化趋势与理论分析一致，与理论公式计算的误差为 0.86% 。

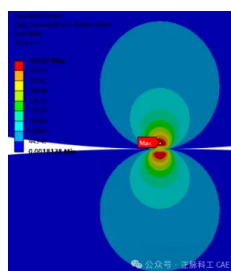


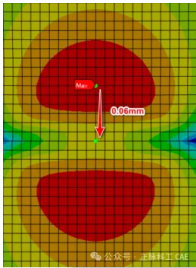
仿真结果中接触半宽的距离为 0.090283mm ，与理论计算绝对误差为 0.002394889mm ，相对误差为 2.7% 。



7.3 应力结果

等效应力最大值为 404.52MPa ，位于接触区域次表面，距离接触表面的距离为 0.06mm 。





最大剪切应力绝对值为1753.36MPa，位于±45°方向，这是引发塑性屈服与接触疲劳（如点蚀）的关键应力。

以上是本次分享的全部内容，如果觉得对你有一定的帮助，笔者不胜荣幸，烦请帮忙点赞、转发。由于笔者能力有限，文中难免纰漏，敬请指正。

END

找到我们

Find us

B站 技术深潜

抖音 实用技巧

视频号 干货分享

如二维码识别不便，可直接在各平台搜索“正脉科工CAE”关注我们哈！

→ 识别添加微信，获取专属支持与最新课程 -

公众号 · 正脉科工 CAE

联系人：李老師 18510898133（同微信）

| 声明：本公众号文章包括但不限于转载、分享的内容，我们对其陈述和观点保持中立，目的仅在于传递更多信息，并不代表本号赞同其观点或证实其描述。所有版权归原作者所有，已申明原创作品，转载需申请并获本号授权，否则后果自负。

正脉
CAE

正脉科工

“ 作者 ”

喜欢作者

作者提示: 个人观点, 仅供参考