

基于 ANSYS 的卧式加工中心静刚度分析

沈阳机床股份有限公司 毕岩 陈冉

机床整体静刚度是机床抵御恒定载荷的能力，是机床的重要性能指标之一。本文利用 ANSYS 有限元软件，分析研究 HMC50e 卧式加工中心整机刚度，寻找机床的薄弱环节，并对整机的结构改进提供理论基础。

一、引言

为了满足我国汽车、模具、航空航天及国防军工等行业的装备需要，我厂自主研发出一款卧式加工中心 HMC50e。此款机床具有高效率、高精度和高刚性的特点，静刚度是金属切削机床重要的性能指标之一，所以提升机床的静刚度更有利于提高机床的效率、加工精度和表面加工质量。

本文通过 ANSYS 有限元分析软件对 HMC50e 卧式加工中心进行静刚度分析，并寻找机床的薄弱环节。

二、建立有限元模型

有限元分析方法是简单有效的刚度分析方法，其基本思想是将结构进行有限元离散化，各个单元之间通过有限元节点连接，根据有限元基本理论建立有限元总体平衡方程，最后求解分析。

HMC50e 的有限元模型依据其三维 SolidWorks 模型建模，包括主要的基础大件和传动部件。首先对模型进行简化，去掉机床外围件，如水箱排屑器、气动液压润滑件；忽略机床内外防护件，刀库本体（因刀库本体有地脚支撑）；保留床身、立柱、主轴箱、转台及交换台站等；保留传动部组件。如图 1 和图 2 所示为简化前后机床结构对比图。

然后将简化好的三维模型传送到 ANSYS 中，开始进行

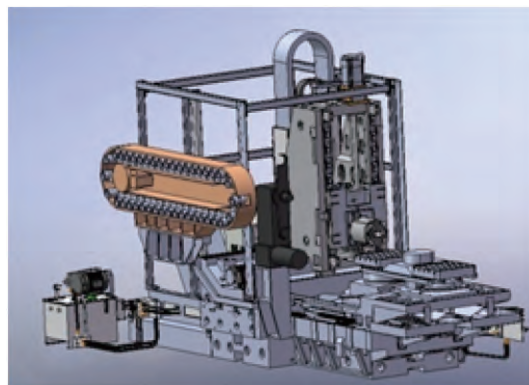


图 1 简化前的机床模型

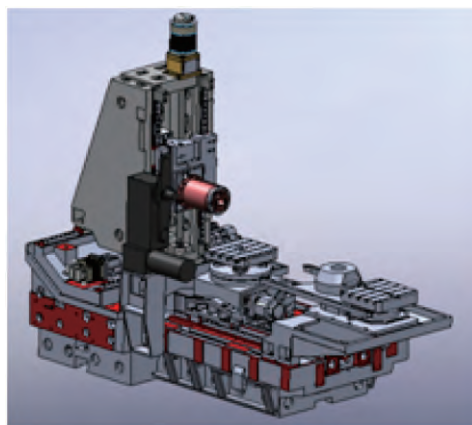


图 2 简化后的机床模型

单元的选择、实常数的确定、材料特性的确定、网格划分。最后划分的模型由 240596 个单元, 522713 个节点组成, 如图 3 所示。

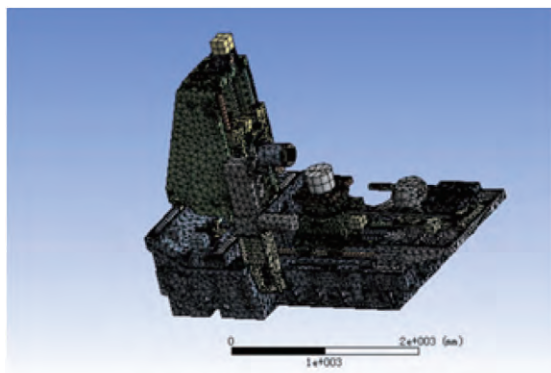


图 3 有限元模型

三、整机分析过程及结果

在做 HMC50e 卧式加工中心整机的刚度分析时, 需要确定主轴工作时刀具端在各个自由度方向的变形, 同时还要确定工件端各个自由度方向的变形, 从而确定整个机床的刚度。

首先进行只受重力状态下的整机变形情况, 然后分别在刀具端和工件端的对应面上施加 X、Y、Z 三个方向的模拟切削力观察机床整机的变形情况。

1. 重力作用下的变形

机床在自身重力作用下的变形情况, 如图 4 所示。刀具端的最大位移为 0.082mm, 工件端的最大位移为 0.036mm。

2. X 方向切削力作用下的变形

机床在 X 方向 10000N 切削力作用下的变形情况如图 5 所示, 刀具端的最大变形为 0.20854mm, 工件端的最大变形为 0.0946mm, 得到工艺系统的刚性为, $k_x = F_x / \Delta_x = 10000 / (0.20854 + 0.0946) = 3N / \mu m$ 。

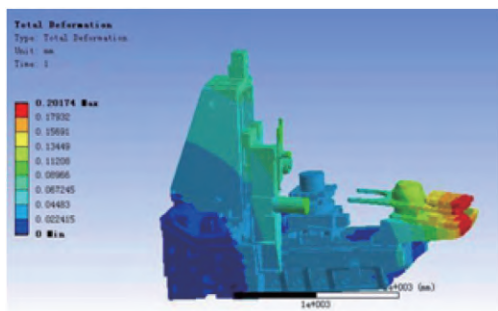


图 4 重力作用下的变形情况

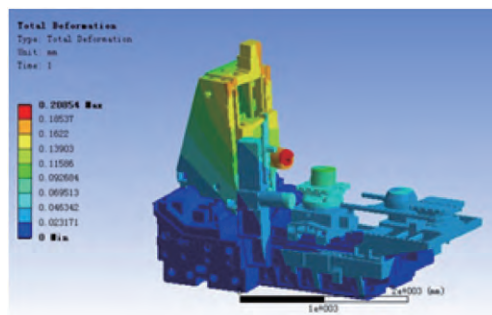


图 5 F_x 作用下的变形情况

3. Y 方向切削力作用下的变形

机床在 Y 方向 10000N 切削力作用下机床的变形情况如图 6 所示, 刀具端的最大变形为 0.173mm, 工件端的最大变形为 0.011mm, 得到工艺系统的刚性为, $k_y = F_y / \Delta_y = 10000 / (0.099 + 0.162) = 38N / \mu m$ 。

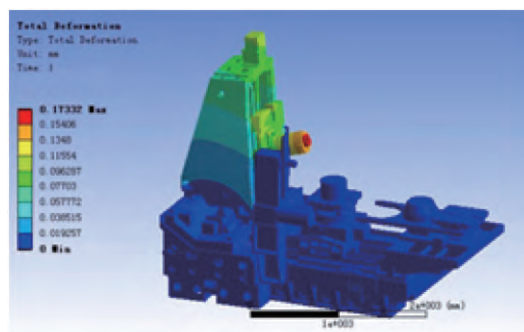


图 6 F_y 作用下的变形情况

4. Z 方向切削力作用下的变形

机床在 Z 方向 10000N 切削力作用下机床的变形情况如图 7 所示, 刀具端的最大变形为 0.099mm, 工件端的最大变形为 0.162mm, 得到工艺系统的刚性为: $k_z = F_z / \Delta_z = 10000 / (0.173 + 0.011) = 54N / \mu m$ 。

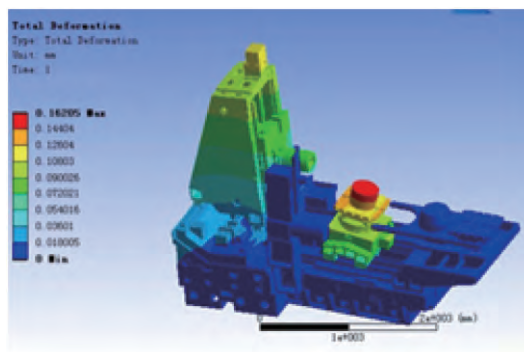


图 7 F_z 作用下的变形情况

大数据时代下深度学习理论综述

河南工业贸易职业学院信息工程系 邱俊玲

深度学习是机器学习的一个分支，是人工智能的一部分。深度学习通过模拟人的学习活动，达到获取新知识或技能的目的。本文首先论述了深度学习的理论及实现框架，重点介绍了卷积神经网络，然后分析了深度学习现阶段的应用，最后提出深度学习尚待解决的问题，以期该理论有更长远的发展。

一、引言

据 Domo 公司在 2016 年统计数据显示，全球每分钟在亚马逊上产生 222283 美元的交易，YouTube 上有 400 小时

的视频共享资源，谷歌翻译出 69500000 个字符，气象频道收到 13888889 次预报请求，Dropbox 上传 833333 个新文件等。面对如此海量的数据，如何处理这些日益膨胀的数据，

综上，情况如表 1 所示，Y 轴方向的刚度最大，X 轴和 Y 轴方向的刚度稍低。接下来再根据各个关键件的最大变形量以及所占比重来查找机床的薄弱环节。

表 1 卧式加工中心整机变形和刚度

力 (F_x, F_y, F_z) /N	刀具端最大变形 量 (mm)	工件端最大变形 量 (mm)	机床刚度 (106N/m)
(10000,0,0)	0.20854	0.0946	33
(0,10000,0)	0.173	0.011	54
(0,0,10000)	0.099	0.162	38

四、薄弱环节查找

数控机床工艺系统是一个机床、刀具、工件组成的串联系统，工艺系统刚性低于整机中刚性最低的部件，因此分析各部件对工艺系统刚性的影响，找出薄弱环节，提高机床刚度。

根据有限元分析的数据，总结 HMC50e 卧式加工中心各部件在 X、Y、Z 方向分别作用下所引起变形的影响，分析各部件引起机床的位移值，如图 8 所示；分析各部变形在整个系统中变形的比重，如图 9 所示。

通过图 8 和图 9 得知，床身对 X、Y 方向的变形影响较大。由此可通过改进床身件，可提高机床整体刚度。

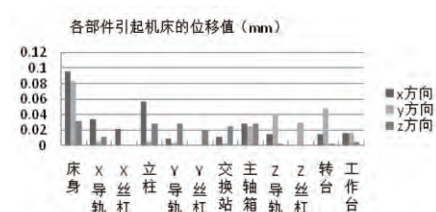


图 8 机床各部件变形引起工艺系统变形的真实值

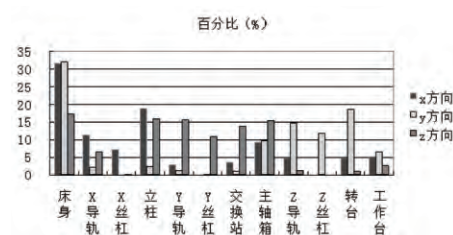


图 9 机床各部件变形在工艺系统变形的比重

五、结语

从上述分析可以看出，应用 ANSYS 软件对 HMC50e 卧式加工中心进行有限元分析，计算机床在三个方向切削力作用下的静刚度，找到机床床身件为整机的薄弱环节。这种有限元软件分析机床整机的刚度比较准确和简便，有利于快速修改设计缺陷，减少设计成本。这对于提高机床产品的质量和技术水平，具有重要的理论意义和实用价值。