

仿真技术在机械设计与制造中的应用

宋 琦 吴琴坤 段亿政

武汉东湖学院 湖北武汉 430000

摘 要: 机械工程的计算分析在机械设计与制造中占有十分重要的地位。通过分析机械工程设计中的有限元分析方法,可以帮助机械工程师更好地了解设计过程,预测设计结果。随着计算机仿真技术在机械工程中的广泛应用,设计、仿真、分析和控制等过程都将越来越多地用到计算分析技术上。

关键词: 机械工程; 机械设计与制造

The Application of Simulation Technology in Mechanical Design and Manufacturing

Song Yu, Wu Qinkun, Duan Yizheng

Wuhan Donghu University, Hubei, Wuhan 430000

Abstract: Computational analysis of mechanical engineering plays a very important position in mechanical design and manufacturing. By analyzing the finite element analysis methods in the mechanical engineering design, it can help the mechanical engineers to better understand the design process and predict the design results. With the wide application of computer simulation technology in mechanical engineering, the design, simulation, analysis, and control processes will all be increasingly used in the computational analysis technology.

Keywords: Mechanical engineering; Mechanical design and manufacturing

仿真技术在工程应用中能够有效地模拟并验证机械元件和系统的工作状态、运动状态及工艺性能等各种仿真结果。由于使用仿真技术能够准确地模拟和验证在设计和制造过程中各个阶段所需的各种模拟数据分析结果来预测和验证某些设备的性能和可靠性。

一、机械元件与系统分析

(一) 建立零件模型

零件模型是使用特定结构建立的数学方程,其本质是一种描述参数变化的结构。可以将其分成多种类型,如圆柱体、圆锥体或螺钉结构等。零件模型主要用于对零件进行研究、设计、制造及性能评估。零件模型可以通过简化部件物理属性来提高结果的精度和可靠性。零件模型的建立需要考虑零件的几何特性,包括几何角度、零件形状、尺寸和几何形状。由于零件在物理上呈二维,因此在建立模型时必须考虑零件的几何参数,如刚度、几何形状和尺寸等。为确保计算结果准确可靠,必须建立零件模型,建立结构关系,以保证内部各部位的尺寸和形状等满足计算参数要求。

(二) 零件之间非线性运动分析

在传统的结构建模方法中,不能有效地模拟出结构之间的相对运动。采用虚拟仿真技术,可以更好地模拟零件之间相互运动的规律,并将其引入到仿真模型中来,从而可以更好地分析不同零件之间非线性运动的动态关系并得到计算结果。例如,在某型飞机螺旋桨有一两个零件连接在一起。当螺旋桨在一个平面上时,螺旋桨上的轴分别与其另一个螺钉相连而两个螺钉不连接,即该螺旋桨形成一对独立、连续的连接关系,如果螺旋桨的轴连接在一个圆筒内,该圆筒呈圆锥形,而螺旋桨的轴又与圆筒连接处呈直线形成一个三角形,则两个零件在圆柱形轴上运动过程就是这种对称式旋转关系。

二、机械系统的分析

在进行仿真设计时,不仅要考虑设计过程中存在的问题,而且还应将系统有限元模型与有限元软件相结合。仿真分析可以有效地利用系统有限元模型和有限元软件进行有限元分析以解决实际机械系统制造过程中存在的问题。机械系统模型中的部件结构可根据其所处空间几何位置进行划分;采用非结构化或半结构化部件也可以进行有

限元分析。由于机械系统是由多种部件组合而成以及每个部件所承担的能量和质量存在一定差异，因此要进行各种物理模型之间、各部件之间和各部件与各个零部件之间（包括零部件与各部件之间）能量和质量之间的分析。同时还要分析部件之间以及部件与零部件之间所发生损失以及消耗材料与消耗能源之间关系。

（一）零件与零部件之间能量和质量的分析

零件与零部件之间可以分为两类：一类是机械系统的非结构化部件，它仅具有简化零件结构的作用；另一类是具有系统结构的半结构化部件，它具有复杂的零件结构的作用。其在仿真分析中一般采用机械方法、统计方法或非线性运动模型进行分析，如在非线性传感原理下进行零件受力分析、接触模型进行动力学分析和弹性理论分析等。如图1所示，将有限元分析应用到有限元分析中，建立一系列包含零件、部件与零部件之间有限元模型，并采用有限元分析这些非线性力学模型，根据物理现象确定零件与零部件之间所处物理状态，并在系统中施加约束。最终通过有限元分析确定在不同力学属性（载荷、应力、位移等）作用下非线性动力学系统中零件与零部件之间处于何种相互作用关系。

（二）消耗材料与消耗能源的分析

通常，机械系统都有不同的运行方式，在运行时，消耗材料和消耗能源不同，消耗能源会影响着设备的运行和使用。因此，可以通过仿真分析对设备及其运行方式的各种参数进行计算，然后通过分析与计算所得的参数是否匹配进行仿真。当消耗材料和消耗能源不同时，其消耗特性不同。同时还需要确定合理的系统参数及相应的能耗控制方案。从另一方面来说，对所采用的能量和能耗分析，才能保证所选的耗能参数符合合理的系统参数要求，保证所用耗能参数不会影响设备的正常工作。

三、机械仿真技术在生产和质量控制中心的应用分析

在制造和质量控制中心的仿真和分析过程中，仿真技术能模拟和验证控制系统中各种过程的具体工作流程和参数，如在设计和制造过程中所使用的工艺参数、设备参数等。同时也可以使用仿真技术进行模拟一些具体工作和参数的操作。如通过运用仿真技术能够模拟并验证制造过程中所需的各种信息模型及参数设置等。如在对生产中心进行仿真分析时可利用 AutoCAD模拟在制造过程中所有重要参数值所需的各种计算流程并结合设备实际使用情况进行改进方案和功能设计。采用 AutoCAD模拟生产过程中所需设备工艺参数，可直接将仿真分析结果导入生产系统自动控制系统中实现对所需设备工艺参数（如操作时间、温度或压力等）进行控制。同时可以将仿真分析结果与实际产品进

行对比或检验其是否达到设计要求。

（一）结合设备设计的仿真分析

在制造和质量控制中心的仿真和分析过程中，其主要的作用是对设备进行参数设置和仿真分析。如通过对设备的各种重要参数值进行数值模拟并结合设备设计对其进行优化，从而达到最大限度地满足设备自身结构要求来降低设备的故障率。但要注意设备配置不当或设备损坏等问题也会影响到该设备的运行效率。所以需要在对设备进行配置时对其配置的合理性及完整性进行充分考虑，并结合所配置的设备的自身性能来优化配置，以达到提高运行效率和产品性能的目的。在对工艺过程模拟分析过程中，主要就是将其所需设备生产相关参数及设置通过 AutoCAD软件输入相应参数后对设备自动控制系统模拟而得到其各重要因素及设置所需参数。同时在系统设计时将这些因素及设置与相应设备工艺流程相匹配且相关参数设置达到设备正常运行所需各项控制要求，再将其作为一种改进方案来提升设备整体性能。

（二）虚拟仿真模型的建立及使用管理

使用 Creative Simulator虚拟仿真模型可将复杂的计算过程以动画、图形、音频等形式直观地展示出来，从而使用户在设计和制造工作初期就能直观了解整个生产流程，使技术人员可更加清楚地了解自身的产品结构及其存在的缺陷。虚拟仿真模型可采用虚拟仿真模型应用程序来进行设计和制造工作，也可以将虚拟仿真模型应用于实际机械设备的设计和使用中进行制造。通常是利用 AutoCAD或者 CAD中使用的建模工具将实物模型转换成可在计算机上直观操作，所建立起的虚拟仿真模型可以对工艺和控制参数进行精确描述，同时还具备了可视化界面，便于操作人员更加方便、快捷地对工艺参数等进行相关信息的分析。另外虚拟仿真模型在制造过程中能够直接使用且管理起来非常方便。在实际工作中可以利用 AutoCAD或 Creative Simulator虚拟仿真模型来构建各种实体的具体信息，如金属材料与模具、工件、附件、半成品等。通过这种建模方式对复杂的机械设备进行模拟其制造过程所需不同构件及材料之间相互间关系来模拟出其性能特点及复杂程度等。

参考文献：

- [1]徐大帅. 仿真技术在机械设计与制造中的应用[J]. 时代汽车, 2022 (20): 131-133.
- [2]袁亚辉. 仿真技术在机械设计制造中的应用研究[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51 (08): 102-104.