

机械工程中的多体系统动力学问题

徐树广

淮北矿业相山水泥有限责任公司

摘要: 随着科学技术的不断发展, 现代生活方式的变得十分的智能与便捷。其中多体系统动力学的影响越来越大, 已成为机械工程快速发展技术的支撑。尤其是多体系统动力学理论应用在很多实际生活中, 包括: 汽车、航天、机器人、机械数控等。多体系统动力学可以对产品进行虚拟的设计来预测产品的特点及性能, 大幅度缩短产品研制时间, 对市场做出快速响应。因此, 展开对于机械工程中的多体系统动力学问题具有十分现实的价值。

关键词: 机械工程; 多体系统动力学; 问题

引言

多体系统是指由多个单体物质以某种特定的连接方式相互连接成整体而形成的系统, 而多体系统动力学是研究多体系统运动规律的学科, 物质有刚柔之分, 多体系统有多刚体和多柔体系统, 所以多体系统动力学包括多刚体系统动力学和多柔体系统动力学。多体系统动力学是由古典的刚体力学、分析力学和计算机技术结合形成的、为满足社会需要的学科, 涵盖了建模和求解两个阶段, 其中建模包括物理和数学模型两种。多体系统动力学目的是运用计算机仿真模拟技术来分析复杂的机械系统。经典的方法虽然也可以求解, 但现代技术飞速的发展对于经典力学的解决方法已不能够满足, 因此, 多体系统动力学应运而生。

一、多体系统动力学的实际应用

在实际的机械工程中, 多体系统动力学具有非常广泛的应用。这就比如说: 汽车、航天、机器人、机械数控等。随着社会的发展, 汽车、航天、机器人、机械数控在现实社会中的重要性越来越大, 其是现代社会能够较好运行的基础。而多体系统动力学对这些现实社会中实际应用而言也具有很强大的促进作用。例如: 在汽车设计的过程中, 设计者可以将汽车车身当作柔性体, 使用集中质量法对其进行离散化的处理。在此过程中, 其可以应用多体系统动力学上的知识对转动惯量的影响加以考虑。而在完成一些细节后, 其可以使用上文中提到的机械工程多体系统动力学模型建立的方法来建立完善模型、添加完善的约束条件。而使用这种方法所具有的好处是: 相关人员可以对汽车设计有更直观的认知, 可以更好地发现设计中存在的问题并及时对问题做出改善处理。

二、动力学分析

动力学分析是多体系统动力学中非常重要的一个方面。在很多情况下, 进行动力学分析的直接对象都为工业型机器人。当然, 与此同时工业型机器人也是较为经典的模型。在对动力学模型进行分析的过程中, 相关人员往往会通过较来实现动力模型中不同部分的联系。获取正确的参数也是进行动力学分析中非常重要的一个部分。在实际的应用中, 相关人员具有多种获取参数的方法, 例如: 利用高速摄像机进行信息的捕获。在应用多体系统动力学进行一系列的转换运算与处理之后, 技术人员就能够获得关于工业机器人的详细信息, 包括: 当量阻尼系数、刚度等。采取这种方式具有的好处为: 简化分析者的分析信息, 使之能够对其的质量做出较好的把控。

三、对机械臂进行分析

机械臂是机械工程中经常会应用到的一个设备, 其在很多不同的工业都有应用, 例如: 重载航空机械臂、工业制造机械臂。由于机械臂具有特殊的应用功能没想过人员需要对其精确度加以把控, 其要保证机械臂具有较好的稳定性。为了提高机械臂的稳定性, 相关人员可以采取的研究方法有: 模态法、有限段法。在应用这些方法的基础上, 相关人员需要采取一定的调查实践, 由此设计出最适宜的机械臂参数。

四、多体系统动力学问题

(一) 坐标系的选择问题

多体系统动力是一个非常庞大的动力系统, 在这个动力系统中存在很多细小的知识。而很多情况下, 细小的知识对多体系统动力模型的建立与使用都具有很重要的意义, 因此相关人员必须精益求精, 对其中细微的知识点加以应用。针对机械工程中多体系统建模问题, 首先要考虑的就是要采用什么样的坐标系, 合适的坐标系的建立往往能够改变问题的复杂性。坐标系建立的方法有两种, 分别是局部坐标方法和绝对左边方法。局部坐标法, 即在物体上建立局部坐标, 根据该坐标构建该无图的动力学模型。目前该方法仍然是比较常用的机械工程研究方法。绝对坐标法, 即采用统一的坐标系来表示整个系统。与局部坐标法相比, 这种方法更简单易行, 但是计算效率差, 因此并不常用。

(二) 对柔性系统进行离散问题

柔性系统与刚性系统不同, 柔性系统从本质上可以看作是自由度无限多的系统, 无法采用计算机进行计算, 因此, 必须对柔性系统进行离散操作。常用的方法包括有限元方法、模态分析法和有限段方法等。目前应用的较多的方法是前两种方法, 即有限元法和模态分析两种方法相结合, 它是把系统原来的物理坐标转化为模态坐标, 这样可以降低系统的自由度, 满足计算机计算的要求。刚性系统则不存在这一问题, 因此应用时更为方便。

(三) 多体系统模型的选择问题

针对复杂的机械系统动力学问题, 多体系统模型的选择也尤为重要。选择合适的模型在解决由多个物体组成的复杂机械系统动力学问题时会将问题简单化。选择模型时采用的主要方法有矢量力学法、隔离体分析、分析力学以及Lagrange方程等, 这几种方法均可以帮助对模型的正确选择, 每一种方法都各有利弊。根据上述方法建立系统的数学模型, 然后再借助计算机数值分析技术进行求解。

(四) 动力学方程数值算法问题

在多体系统的动力学方程中, 有很多的因素都会导致方程计算结果出错, 因为多体系统构成的系数矩阵是一个高度非线性矩阵, 所以不管是方程中的参数还是初始条件只要稍微有一点改动, 就会使结果不同, 导致极大的误差, 使仿真的结果不准确甚至完全无法仿真成功。计算误差的积累也会导致仿真结果的不准确。针对这些问题目前还没有找到合适的方法处理, 目前人们在仿真时还都是采用传统的数值积分方法, 如四阶Runge-Kutta法等

(五) 初值的相容性

初值的相容性问题是求解之前第一个要解决的问题, 因为初值的选择直接影响着整个问题能否解决。如果选错或者选择不合适将无法解开, 得到正确的数据。如果是比较简单的问题, 那么初值的选择准确性会高, 但对于复杂的机械工程中的多体系统动力学问题, 选择初值, 需要先进性初值相容性的检验。

五、结语

综上, 在机械工程中应用多体系统动力学理论之时, 相关人员不能够忽视动力学、对机械臂以及多体系统动力学问题的分析, 从而能够促进我国多体系统动力学的发展应用, 为我国机械制造业的发展也做出贡献。

参考文献

- [1] 郑明亮. 机械多体系统动力学非线性最优控制问题的Noether理论[J]. 应用数学和力学, 2018, 39(07): 776-784.
- [2] 吴春峰. 机械工程中的多体系统动力学问题研究[J]. 中华民居(下旬刊), 2014(02): 171+174.
- [3] 王相兵. 工程机械臂系统结构动力学及特性研究[D]. 浙江大学, 2014.