

# 浅谈多体动力学在机械工程领域的应用

张磊, 徐雷

西安航天动力试验技术研究所 陕西 西安 710100

【摘要】随着科学技术的发展,许多新的科学技术被开发和应用,并被广泛用作许多机构动力学的先进技术中。在机械工程中,机器制造设备,产品项目需要有关多粒子系统实施的知识。因此,需要专注于多体动力学在机械工程中的特定应用。

【关键词】多体动力学; 机械工程; 应用

大多数机械系统最完整、最全面的扩展摘要是多体动力学。研究和评估机械系统的最佳模型是多体系统。作为一个广泛的主题,多体动力学包括各个领域,例如机械力学和计算力学。这是机器发展最快的技术领域之一。经过长时间的发展,计算机技术已经进行了很长时间的集成。多体力学在机械工程中起着非常重要的作用,这种方法的应用也引起了人们的关注。如今,多功能机械创造了独特的成果,它主要用于航空航天工业,机械工程,机器人技术,车辆和许多其他技术领域。

## 1 多体动力学简述

具有多个主体的系统通常由多个相互连接的高密度部分或其柔性部分组成。通过更改速度和位移的参数,这些组件被设计为执行某些特殊的机械和速度功能。这还要在多个物体上进行动态研究和实验,其前提是必须创建一个模型。在这种情况下,必须确定相应坐标系的每个元素的模型以及其他几个参数。在许多情况下,该领域包括两种研究方法:动态系统和运动学。系统组件之间的相对运动是完全不同的,自由度也不同。因此,耦合的微分方程比普通方程更难以建立,因此必须使用计算机来执行相应的数据功能。

### 1.1 参考框架和坐标系

如果在机械系统的运行中,两点之间的距离保持恒定,则此现象称为具有强过载的实体。在固定物体上的任意地方选择一个点,将其定义为点C,然后将其用作固定物体以创建三角形的空间坐标系,作为确定对象位置的源。在某些情况下,机械系统所使用的每个元素的局部坐标系始终以一个速度变化,直到发生相应的位移为止。因此,就需要对每个元素的局部坐标系进行定义,还需要分别确定上面每个点的位置。局部坐标系通常使用地球作为参考坐标系。这为所有相对局部坐标系提供了理想的操作状态。在研究和计算多体系统时,通常选择静态坐标来确定稳定的对象,而柔性对象是公园的坐标。运动状态的变化会导致坐标系发生相应的变化,这适合于反映运动的局部类别。在该过程中,还需要建立通用的旋转坐标系以确定余弦矩阵的方向,同时显着减少计算所需的时间。在执行计算时,可以使用 Cardan 角或 Euler 角执行某些任务,但是空间矩阵的精度相对较高,

虽然精度有限,但是带有附加方程式会显着增加计算的数量和复杂性。

### 1.2 模型和模型元素

除了上述组件之外,多体动力学模式系统的模型还包括相同的限制。工程建设包括许多类型的元素,包括主要的功率元素和相关设备。可以管理这些组件模型,并且必须对各种属性进行分类。其中有三种回购模型,分析和强制组成部分模型<sup>[1]</sup>。

## 2 工业机器人动力学分析

工业机器人是常见的系统。典型的机器人由一个底座,一个手臂和三个腕部关节组成,每个关节均为圆柱形,一个分支具有6个自由度。动态估计系统可以直接应用于机械方程。

$$a_{lp}y_p = f_l l, \quad p = 1, \dots, 6N \quad (1)$$

式中,  $f_l = F_l - h_l$ ;

$$a_{lp} = m_k v_{klm} v_{kpm} + I_{kmn} k_{klm} k_{kpn};$$

$$h_l = m_k v_{klm} v_{kpm} y_p + I_{kmn} k_{klm} k_{kpn} y_p +$$

$$e_{rsn} I_{ksn} k_{klm} k_{kpr} k_{kqn} y_p y_q;$$

$$k = 1, \dots, 6; l, p = 1, \dots, 6,$$

$$\text{即 } N = 6, n_f = 6$$

多体系统,是一个简单的问题。如果直接使用直接程序,矩阵中将出现几个空元素。我们已经开发了一个特殊程序来简化程序并评估行业中的动态机器人。

### 2.1 时间域分析

以 PUMA760 为例,我们对其进行了动态计算和研究实验。组件的每次运动都由高速摄像机记录,加工后可获得相应的角加速度。将动臂的工作位置从垂直更改为水平。将测得的电枢电流转换为扭矩偏移,相应的扭矩为 7.1 Nm /A。图 2 显示了时间。①此处使用的振动可通过动态控制系统的配置获得。机器人的几何和物理参数以及高速射击的结果被上述程序所替代,并且 Torkuran 根据动态得到了解决,如图 2 所示。②显然,计算结果与实验结果的平均值相对应。

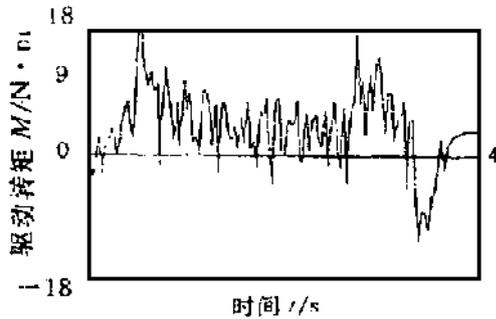


图1 驱动转矩实验的时间历程

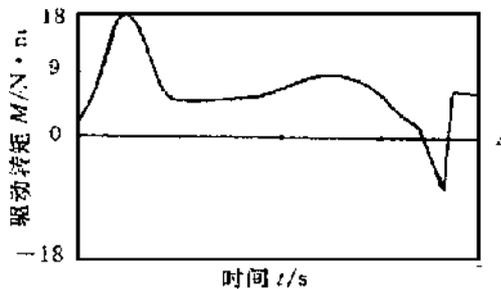


图2 驱动转矩计算结果

## 2.2 频率域分析

但是,使用上述程序在第一级力的影响下,例如工业机器人PUMA760,可以相应地求解每个标准化坐标的临时 $x_1(t)$ 的解。这是一个不断发展的问題,在获取并处理窗口之后,就可以获得本地时间功能。

$$x_1^*(t) = x_1(t)s(t)w(t) \quad (2)$$

式中, $s(t)$ 为脉冲序列; $w(t)$ 为窗函数,经富里埃变换,

频域函数 $x_1^*(f)$

$$x_1^*(f) = x_1(f) * s(f) * w(f) \quad (3)$$

其中F是频率。在水平位置使用钩子,在垂直方向使用臂。在上面的程序中,我们通过替换机器人的相应参数来解决时域中的响应,并通过分别执行窗口和FFT处理来计算该函数。如果合理就会成为一个大错误,这是因为源数据不准确或没有锤击脉冲。但是,以上结果不能解释该理论的有效性和该方法的适用性。

根据模态分析的结果,可以确定模态参数并将其转换为物理参数,以确定等效的K链系数和相应的装配分解系数。这些选项在检查重复功能时很有用。表1示出了湿模式f的频率比<sup>[2]</sup>。

表1 模态频率f和阻尼比a

参数	f	a	K	C
部件	(Hz)	(%)	(N.m.s/rad)	(N.m.s/rad)
大臂	10.67	2.33	$1.8485 \times 10^4$	$0.31 \times 10^2$
小臂	16.33	2.16	$0.885 \times 10^4$	$0.189 \times 10^2$

## 3 多体动力学在机械工程领域的具体应用

### 3.1 多体动力学在航空航天领域的应用

航空部门是中国科学发展的重要领域。近年来,其技术也在迅速发展,这使其成为航空技术领域的领先国家之一。动态体动力功能在航空领域具有广泛的应用。飞机就像一个精确的工具,其所有零件设备都经过科学设计,可以实现完全集成。飞机机身的设计和气动马达的生产需要使用多体力学。例如,飞机的形状主要分为流体动力测试,机械测试,多用途机械测试和控制系统等多个方面。在对多个物体进行动态分析时,可以将飞机模型正确安装在计算机上,以优化飞机模型的评估,从而大大减少人力和物力的损失,并且许多模型还可以防止其出现错误。诸如复杂的空域仪器之类的各种组件被应用于设计,其用于提供最佳可行解决方案的多体建模和分析系统的动力学。

### 3.2 多体动力学在机器人领域的应用

传统机器人的特点是其功能非常机械化且不灵敏。任何熟悉机器人领域的人都知道,机器人通常由机械零件,传感器零件和控制零件组成。机器零件主要由坚固的座椅,手臂,腕部,手臂和三个关节组成。这些组件也是强大的多粒子系统。由多个主体组成的强大系统会导致更多的机械运动,并在俯仰和自由度上有一些限制。现在,可以在包含多个主体的灵活的多系统中有效解决此问题。韩国的现代工程材料在不断发展,因此机器人使用适合于柔性多粒子系统的材料。通过求解灵活的多体模型和系统并优化机器人设计计划,大大提高了许多机器人的敏感性。

### 3.3 多体动力学在车辆工程领域的应用

随着汽车工业的发展,人们对汽车安全性指标,转向稳定性,驾驶稳定性和舒适性的需求不断增长。但是,车辆本身是一组具有多个组建的复杂系统。人与汽车与环境的相互作用是其中之一。经过反复的测试和建模,传统的设计方法满足了最基本的要求,而不能满足现代人群的需求。使用数字原型动态模拟计算机的性能,使用多体系统的动力学,可以在测试和解决方案后创建车辆模型。

### 3.4 多体动力学在机械数控机床领域的应用

工程要求所有领域有严格的精度。对于不能只生产高质量精密产品的设备尤其如此。CNC机器连接到这种类型的设备,并且制成成品时需要很高的精度才能满足要求。CNC电动工具由一个螺丝装置,一个用于旋转工具支撑的导向螺丝和一对滚珠组成。系统评估参数在计算机上记录和优化。该数控机床具有高静刚度和动刚度,高抗震性,高灵敏度,低热变形,有先进的自动化优点<sup>[3]</sup>。

## 4 结语

随着公司的不断发展和经济水平的不断提高,人们越来越关注许多产品。由于系统的动态性(包括许多实体),可以对产品进行虚拟化。这项技术一经产生就很

多人使用,特别是,在过去的几年中,它已被广泛用于许多物体的力学中,并为机械工程的发展做出了重要贡献。有兴趣的研究人员应该更多地关注几个物体的动力学研究,以便将来它们应用于许多领域。

### 【参考文献】

- [1] 李道力,于珈懿,高艮泽,刘浩,莫艳燕,宁今明.多体动力学在机械工程领域的应用[J].湖北农机化,2019(12):33.
- [2] 郭娟.多体动力学在机械工程领域的应用[J].山东工业技术,2016(03):88.
- [3] 郑旭浩.多体动力学在机械工程领域的应用[J].价值工程,2014(34):67-68.