

基于 NX MCD 的协同设计方法与应用技术研究

杨应虎 陈昶 吕洪杰

(武汉重型机床集团有限公司 湖北 武汉 430205)

摘要: NX MCD 是一套完整的机电一体化概念设计及虚拟验证解决方案, 基于系统级产品开发需求, 提供了针对产品概念模型进行功能设计、模拟仿真及虚拟调试的途径。将其理论和方法应用到机电产品开发过程中, 进行数字化设计与仿真分析, 并采用 SIEMENS 840Dsl 数控系统通过 SIMIT 和 MCD 通信, 搭建虚拟测试环境进行数字样机虚拟调试, 可为机电一体化协同设计提供新的思路和方法。本文在介绍相关技术背景的基础上, 对基于 NX MCD 的协同设计理论与方法进行研究, 并以数控机床关键功能部件数控摆角铣头的设计过程为例进行虚拟调试验证。

关键词: MCD; 机电概念设计; 协同设计; SIMIT; 虚拟调试

1 技术背景概述

我国机械行业在激烈的国际竞争环境下, 对相关设备产品的设计制造要求越来越高, 主要体现在产品功能、性能、可靠性以及设计制造周期等方面。在设备产品研制过程中, 一般都要经过复杂的研发流程, 尤其是新产品, 还要经过较长时间的调试验证流程, 迭代周期较长。因此, 对于数控机床这种典型机电一体化产品的制造企业而言, 必须加强过程研究与控制, 采用创新的机电设计理念和手段, 提高产品设计质量与更新速度。NX 软件提供的机电一体化概念设计模块 MCD (Mechatronics Concept Designer), 是一套完整的机电一体化概念设计及虚拟验证解决方案, 基于系统级产品开发需求, 提供了针对产品概念模型进行功能设计、模拟仿真及虚拟调试的途径。利用 NX MCD 进行机电产品设计, 可通过对数字样机运动关系模型的概念设计与控制使机构运动, 实现多学科协同设计和仿真模拟。SIEMENS 840Dsl 是集成多核处理器技术及高性能 NCU 为一体的数控系统, 采用 PROFINET 工业以太网标准进行通信。NX MCD 支持多种通信方式, 可通过 SIMIT 与数控系统实时数据交换, 控制概念模型机构执行仿真运动, 实现数字样机虚拟调试验证。

2 原理和方法

2.1 瀑布模型设计原理与方法

瀑布模型是一种经典的设计开发周期模型, 一般分为设计计划、需求分析、概要设计、详细设计、编码以及单元测试、集成测试、运行维护等阶段。瀑布模型周期环环相扣, 上一个周期结束需要输出工作结果作为下一个周期的输入。

2.2 V 模型设计原理与方法

V 模型是在瀑布模型基础上发展而来的过程设计模型, 效率更高, 能清晰的描述开发、测试阶段以及对应关系。基本过程是先提出设计开发需求, 然后进入设计过程对模块进行分解, 在机械、电气以及控制软件设计中建模分析并逐步测试, 最后完成系统整合与测试, 节省时间及成本。

2.3 FBS 模型设计原理与方法

FBS 模型被用于描述设计的认知过程, 一般分为功能、行为、状态三个层次, 各层之间通过关系描述相互联系, 以

计算机辅助系统为基础, 是一种基于知识的层次化的设计开发方法。该模型认为机电一体化系统的功能包含传感检测功能、执行机构功能、信息处理功能等, 其中行为是功能的动态呈现, 通过执行行为使用户获得直观体验。

2.4 基于 NX MCD 的设计原理和方法

本文提出的基于 NX MCD 的协同设计方法是一种系统工程方法。在设计前期对机电产品机构进行概念设计, 建立功能模型, 满足基本功能需求后对机械、电气以及自动化功能进行分解, 将功能概念模型分发给相关设计人员进行并行设计, 确保从研发最初阶段就能获得产品的行为和逻辑特性需求, 无需等到上一个环节详细设计完成后才能进行下一个环节的设计。NX MCD 系统提供易于使用的建模和仿真工具, 可在研发最初阶段迅速创建并验证备选概念。即在 NX 软件中可以很方便的在机械设计、电气及自动化控制设计模块之间切换, 设计完成后进入 MCD 系统中进行模拟仿真与虚拟调试, 对方案进行评估、修正及优化。该方法可将设计数据统一传递到数据管理平台进行集中管理及共享, 提高部门间的协同设计效率, 减少修正次数。同时, 易于对数字样机进行统一调试与优化, 达到要求后再进行实物制作, 大大减少实物样机调试时间, 提高机电产品研制效率与质量。

3 实例验证

以数控摆角铣头的研发过程为例, 采用该协同设计方法进行产品概念设计, 对功能概念模型进行模拟仿真与评估, 并搭建一个软硬件在环的虚拟调试平台实现虚拟调试。

首先, 进行概念设计, 建立基本机构单元, 定义机构及其运动关系的物理属性, 定义控制信号并设置参数, 定义仿真逻辑控制序列及相关传感器等, 进行摆动传动机构运动仿真, 达到基本要求后将功能模型分发给机械、电气以及自动化设计人员开展协同设计。

其次, 建立信号映射关系, 对内用于参数的控制和表达, 对外利于实现与外部变量的关联。导入电气及自动化设计成果, 进行仿真模拟, 输出结果用于评估修正与优化设计。

最后, 采用 SIEMENS 840Dsl、SIMULATION UNIT 硬件及 SIMIT、NX MCD 软件搭建虚拟调试平台, 如图所示进行软硬件连接。数控系统和 SIMULATION UNIT 之

间通过 Profinet 通信, SIMIT 和 SIMULATION UNIT 通过 SIMIT Unit coupling(TCP/IP) 通信。在 SIMIT 和 NX MCD 组成的软件环境中, 用 SIMIT 创建控制逻辑并创建和初始化 SHM, 通过内存共享的方式进行数据交换, NX MCD 从 SIMIT 初始化的内存地址读取信号, 实现概念模型的双电机驱动模拟仿真并反馈运动状态。利用数控系统根据运动要求进行 PLC 及 NC 编程和优化, 通过双电机主从耦合功能, 实现双电机速度同步及消除功能。即在数控系统内配置相关轴驱动参数, 采用 STEP7 进行 PLC 逻辑控制编程, 并在 SIMIT 里配置 I/O 传输区域, 然后在 MCP 操作面板上手动或自动控制, NX MCD 通过实时通信获取信号并及时响应, 最终实现在数控系统控制器的 HMI 显示及 NX MCD 软件界面下, 对数控摆角铣头进行同步运动控制与显示, 实现虚拟

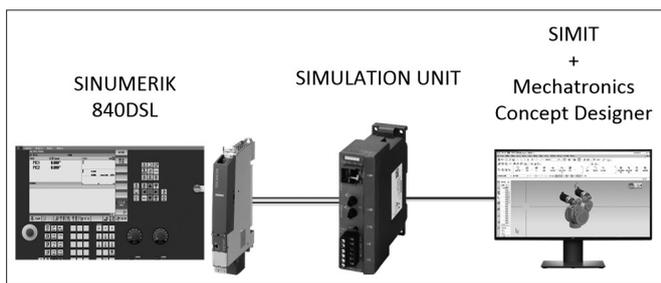


图 软硬件连接示意图

调试验证。

通过 NX MCD 系统可以很方便地进行多学科协同设计、模拟仿真与优化设计, 并在实物样机制造与调试之前进行虚拟调试验证, 为机电产品设计开发节约时间及成本, 同时利于提高产品的设计质量, 减少研制风险。

4 结语

综上所述, 本文基于 NX MCD 系统提出了一种机电一体化协同设计思路和方法, 并对数控摆角铣头产品的概念设计、模拟仿真与虚拟调试过程进行实例验证。实践证明, 利用该设计原理和方法, 一方面可以实现多学科协同设计, 利于更早地发现设计方案存在的问题并及时修改, 提高开发设计效率, 另一方面可以通过模拟仿真评估及虚拟调试, 优化功能、性能参数等, 利于提高产品设计质量, 同时也降低了产品设计开发的成本。

参考文献:

- [1] 熊雪平, 戴春祥, 史桂蓉. NX 机电一体化概念设计系统的研究与应用 [J]. 计量与测试技术, 2016 (12): 9-11.
- [2] 王俊杰, 戴春祥, 秦荣康, 熊雪平. 基于 NX MCD 的机电概念设计与虚拟验证协同的研究 [J]. 制造业自动化, 2018 (7): 31-33.
- [3] 杨旭. 基于 NX MCD 机电一体化概念设计在矿山机械行业中的研究 [J]. 中国高新区, 2019 (2): 39.

(上接第 19 页)

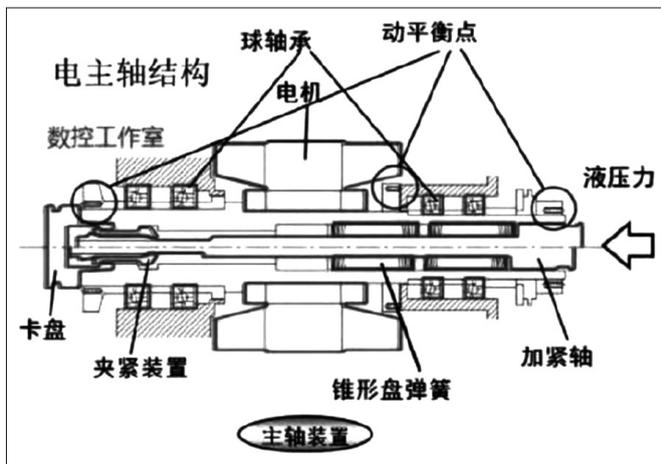


图 截面优化和几何

寸与机床下限都能够存在差异, 反映出在优化设计截面的时候难免会存在种种缺陷和局限性。集合优化主要是为了将机床之中的设计缺陷解决, 见图所示, 这样就可以实现机床有限元变量模型节点相对应的非线性坐标函数分量的处理, 从而直接作为集合优化设计变量之中相对应的有限元变量, 并且将其作为基本, 实现模型结构的优化设计。在通过几何优化设计之中, 界面的尺寸有了明显的减少, 并且能大幅度减轻重量。针对机床几何优化设计的有限元变量函数,

在相互之间的连接中不仅仅是体现出线性关系, 同时因为在优化设计之中需要考虑到其余几何优化设计方法变量的分析, 所以要考虑到实际使用过程中其余设计变量非线性关系分量函数。在进行梯度计算中, 需要做好其余坐标分量函数以及现行关系分量优化函数非线性关系的分析。此外, 在几何优化设计算法之中, 对于机床荷载的位移约束方向因为形状的差异可能出现相应的变化。

4 结语

随着数控机床在机械操作方面自动化程度的不断提高, 在相关生产实践中需要针对数控机床做好对应的系统化升级和优化处理, 只有如此才能促进数控机床的规范化操作, 实现稳定性与系统性的提升。所以数控机床结构设计显得至关重要, 在今后的设计中要重点关注数控机床的机械结构, 确保与工业发展、时代发展相互结合, 适应社会现代化发展。

参考文献:

- [1] 涂锡瑶, 薛家汉, 胡琦, 等. 数控机床机械结构设计和制造技术新动态的探讨 [J]. 南方农机, 2019 (21): 100.
- [2] 高爱松. 数控机床机械结构设计和制造技术新动态探讨 [J]. 湖北农机化, 2019 (10): 17.
- [3] 刘忠勇. 数控机床机械结构设计和制造技术新动态的探讨 [J]. 南方农机, 2019 (06): 116.