

基于 MCD 和 TIA 博途的伺服轴运动控制虚拟调试方法研究

李华川 陈晓云 黄华椿

(广西机电职业技术学院机械工程学院 广西 南宁 530007)

摘要: 对于伺服轴运动控制调试,传统做法是在 TIA 博途中创建伺服轴工艺对象或编写 PLC 顺控程序,但是都无法实现直观的离线仿真调试。基于数字孪生技术,本文提出了基于 MCD (机电概念设计模块) 和 TIA 博途软件联动的伺服轴运动控制虚拟调试方法。以数控机床伺服运动轴为例,通过在 MCD 建立基本机电对象及属性设置,创建信号适配器;然后在 TIA 博途中创建伺服轴工艺对象,将 PLC 程序下载到虚拟 PLC 与 MCD 信号进行连接,实现对伺服运动轴位置与速度的运动控制。该方法验证了基于 MCD 和 TIA Portal 结合的伺服轴运动控制虚拟调试的可行性,为相关机电一体化设备的设计及调试提供了新的解决方案。

关键词: MCD (机电概念设计模块); 伺服轴; 运动控制; 虚拟调试

0 引言

在制造业数字化转型的时代,西门子 NX MCD (机电一体化概念设计) 为机械设计提供了多学科方法,提供了端到端的解决方案,该解决方案能够从概念到生产评估实现多部门协同、重用现有知识、缩短上市时间,并做出较为合理的决策。

MCD 支撑的虚拟调试支持并行设计和数字化样机调试,使相关控制软 / 硬件在产品早期就能够与机构模型联调,从而降低创新风险,管理好产品设计过程信息和各个阶段的需求驱动设计。

传统的伺服轴控制调试需要连接相应的伺服电机硬件,同时利用运动控制指令编写 PLC 顺控程序,通过 PLC 输出控制脉冲输入到伺服电机的驱动器后,这些脉冲将转化为轴向运动。但是在仿真的模式下,PLC 的控制指令是无法仿真和运行的,也就是还不能实现面向三维模型的直观的离线调试。

本文以数控机床的运动轴为例,通过 MCD 进行机电对象定义、传感器与执行器定义,再创建 MCD 信号连接到执行器上,在 TIA 博途中进行虚拟伺服轴的工艺对象定义,编译及下载到虚拟 PLC 与 MCD 进行信号交互,实现基于 MCD 和 TIA 博途对数控机床运动轴的位置和速度控制,以达到实时调试直观呈现的效果。调试的基本方法见图 1。

1 MCD 仿真环境搭建

1.1 基本机电对象设置

NX MCD (机电概念设计) 中的基本机电对象包括刚体、碰撞体、对象源、对象变换器等。基本机电对象是 MCD 物理引擎的基础,其设置要在 NX 三维模型创建之后。在几何体三维模型没有被赋予需要的机电对象属性之前,它们并不具备质量、惯性、碰撞、摩擦等物理属性,只有赋予几何体三维模型需要的机电对象属性之后,才能够实现模型物理特性的运动仿真。

因此,将数控机床的两个运动轴进行刚体定义,如图 2 所示。

1.2 运动副和约束设置

两个构件之间可动的接触组成了运动副,运动副定义了对对象的运动方式,常见的运动副包括铰链副、固定副、滑动副等。很明显,两个运动轴之间发生的是相对滑动,由于模型较简单,且两个运动轴的虚拟控制方法是一样的,因此本文仅对 X 轴的运动控制进行说明,则需要把 X 轴

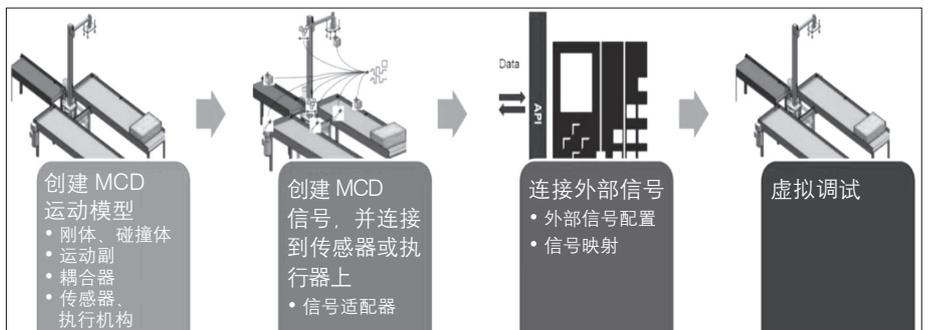


图 1 MCD 虚拟调试基本方法



图2 定义机电对象

设置为滑动副,同时 Y 轴必须设置为固定副,如图 3 所示。

1.3 传感器和执行器设置

传感器和执行器是 MCD 模块实现电气仿真的基础,它包括速度控制、位置控制、传输面与传感器等,传感器和执行器设置的机电对象是运动副。通过对运动副的进行位置和速度等定义,才能使运动组件按照定义的目标位置和指定速度执行并将信息反馈给 PLC。因此对 X 轴的滑动副进行 1 个位置控制定义。

1.4 信号与信号适配器设置

信号用于对 MCD 模型组件的运动控制和信息交互,分为输入和输出两种类型。从外部输入 MCD 模型的信号为输入信号,而 MCD 模型输出到外部设备的信号为输出信号。信号适配器是 MCD 模块为了解决复杂的逻辑运行和函数运算而提出的方法,其作用是通过对数据的判断或处理,为 MCD 对象提供新的信号,以支持运动或者行为的控制。

在信号适配器中选择 X 轴的位置控制作为机电对象,添加速度和定位两个参数,再创建 2 个输入信号,通过“公式”选项将速度和定位参数赋值给信号,如图 4 所示。

2 PLC 编程与虚拟调试

在 TIA 博途中添加设备西门子 S7-1500 系列 PLC 进行组态设计,PLC 型号为 CPU1512C-1PN。此处要注意,必须在 TIA 博途的项目树中,右击项目名称,单击“属性”,在保护选项勾选“块编译时支持仿真”,否则后续无法与虚拟 PLC 构建连接。

新增工艺对象,选择“运动控制”,添加 TO_Positioning Axis (定位轴),对工艺对象进行组态,选择“虚



图3 定义运动副



图4 信号适配器设置

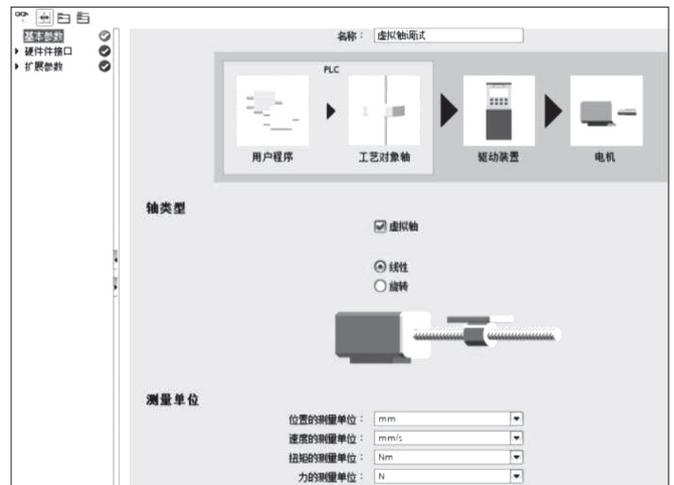


图5 虚拟轴设置

拟轴”,其他参数保持默认即可,如图 5 所示。

如果是与实际硬件进行连接,则取消虚拟轴的勾选,并需要进行硬件接口和扩展参数设置。

PLC S7-1500 运动控制的相关数据存储在工艺对象数据块中,但其数据类型为“Lreal”,由于 MCD 目前不支持数据类型 Lreal,需要新建程序块 OB1,用两个“CONV”指令分别对虚拟轴的速度和位置进行数据类型转换,并读取数据,如图 6 所示。

使用软件 S7-PLCSIM Advanced V2.0 创建虚拟

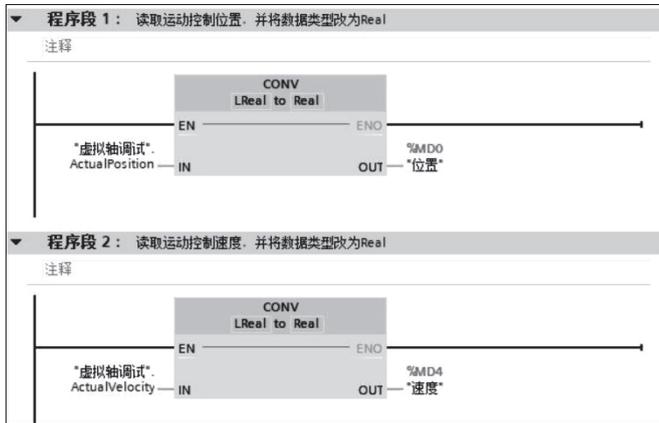


图6 运动控制数据类型转换与读取

PLC,接着对 PLC 程序编译,并下载到虚拟 PLC 中。

3 MCD-TIA 博途虚拟调试

在 MCD 中的外部信号配置中选择 PLCSIM Adv, 单击添加, 将扫描到已装载程序的 PLC 实例。更新标记, 获取需要通信的虚拟 PLC 的速度和位置输入信号, 然后将 MCD 信号和 PLC 信号建立映射, 如图 7 所示。

单击 TIA 博途工艺对象, 激活主控制、启用轴, 设



图7 外部信号配置与信号映射



图8 虚拟调试效果

置控件运动参数和操作模式, 操作模式包括: 设置起始位置、回零、点动、速度设置值、相对定位、绝对定位。

通过按下正向、反向控制按钮, 伺服运动轴便会进行实时运动, 仿真效果同步性好, 快速直观, 便于判断运动合理性, 如图 8 所示。

4 结语

基于数字孪生技术的发展, 依托于 NX MCD 平台, 以伺服运动轴运动控制的虚拟调试为主要研究内容, 搭建 TIA 博途的工艺对象和 PLC 组态, 利用虚拟 PLC 与 MCD 进行信号交互, 实现了数控机床伺服运动轴的虚拟调试。该方法解决了伺服轴传统调试方法无法实现离线虚拟调试的不足, 通过 MCD 仿真环境能够及时发现设备的设计缺陷和 PLC 程序异常并给予及时的改正, 降低现场调试风险, 为相关机电设备定位控制的虚拟调试提供了参考。

基金项目: 2020 年广西高校中青年教师基础能力提升项目《基于 MCD 平台的数控柔性生产单元机电概念设计与仿真》(2020KY32011)。

参考文献:

[1] 孟庆波. 生产线数字化设计与仿真[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020: 257-258.

[2] 林裕程, 韩勇. 基于 NX MCD 的数控机床虚拟调试[J]. 制造技术与机床, 2021(2): 151-152.

[3] 赵永信, 度国旭, 吴坚, 等. 基于 TCP 的气动手爪 MCD 模型虚拟调试的研究[J]. 机床与液压, 2022, 50(3): 71-72.

[4] 赵辉, 杨超, 宋洪洋. 基于 NXMCD 的全自动注塑机的虚拟调试[J]. 机电工程技术, 2022, 51(1): 120-121.

作者简介: 李华川 (1978-), 女, 壮族, 广西玉林人, 硕士研究生, 教授/工程师, 研究方向: 装备智能制造教学与科研。