**机械工程学院申请LMS多体动力学仿真平台购置项目单一来源采购公示**

机械工程学院申请LMS多体动力学仿真平台购置项目采用单一来源方式采购，该项目拟由西门子工业软件比利时有限公司提供。现将有关情况向潜在学校采购供应商征求意见。征求意见期限从2014年9月26日起至2014年10月9日止。

项目编号：DHDXSB2014038

项目名称：LMS多体动力学仿真平台

邀请采购供应商：西门子工业软件比利时有限公司

单一来源理由：

LMS多体动力学仿真平台可进行刚柔耦合多体动力学分析，满足纺织领域刚柔耦合教学与科学研究需要，并具有独特优势。

1. 具有对纺织品与纺织装备耦合系统动力学分析功能及大变形非线性系统仿真功能。
2. 具有理论分析结果与实验测试数据统一管理功能，数据相互引用，满足理论与试验相结合开展课题研究的需要，（机械学院目前已购置有LMS测试系统）
3. 具有对流体传动驱动下1D的柔性体3D耦合复杂系统分析功能。因此需要从西门子工业软件比利时有限公司采购。

潜在学校采购供应商对公示内容有异议的，请于公示期满后两个工作日内以实名书面（包括联系人、地址、联系电话）形式将意见反馈至以下单位：

采购人：东华大学

地址：上海市松江区人民北路2999号行政楼123办公室

联系人：林磊 联系电话：021-67792465

附：LMS多体动力学仿真平台 技术要求

西门子工业软件比利时有限公司专门为多体耦合系统仿真、振动测试、机－气－液－控多学科联合仿真提供一整套解决方案，可为我校机械学院进行多体动力学教学、科研，系统耦合仿真、研发高科技机械产品提供支撑。

本次拟采购的LMS多体动力学仿真平台由系列化多体动力学仿真模块组成，结合目前学院实际情况拟采购以下2大模块（功能）：

1. LMS Virtual.Lab Motion模块（多体动力学分析）
2. LMS Imagine.Lab AMESim模块（1D液压气动分析仿真）

并配合相关模块，具有以下分析功能：

## 多体动力学分析软件

* 1. 支持Windows 7操作系统。
  2. 支持64位浮动license文件授权方式；
  3. 基于CATIA V5平台，具有完备的基于特征的参数化CAD建模功能和装配功能，直接通过软件自身集成的CAD建模功能，可建立复杂的CAD模型并进一步建立多体动力学仿真模型。通过特征树管理CAD模型和仿真分析模型，能够在软件环境中直接修改其创建的CAD模型的参数和特征。能与CATIA V5平台直接集成，可以直接对CATIA V5的CAD模型进行编辑，多体动力学CAE软件与CATIA V5 CAD 软件的软件环境能直接合二为一。
  4. 软件能够直接转换用户基于CATIA V5建立的运动学模型，可以把CATIA V5中已创建好的构件、运动副、约束和运动驱动自动转换成对应的建模单元，无需重复建模。从而能够重用CATIA V5中建立的运动学模型。一旦完成模型转换，力元素如轮胎力、弹簧力和衬套力可以在软件中进行加载，从而进行动力学分析、逆运动学分析、预载荷分析和静力学分析，实现对CATIA V5的运动学分析功能的扩展。
  5. 基于特征树进行几何建模和CAE分析，支持分析流程的自动捕获和参数驱动，能够方便的修改输入数据、修改数据输入之后，所有相关分析结果能够实现自动更新。
  6. 软件具有可扩展性，将来可以进一步扩展其它学科分析模块，在同一软件中进行噪声，振动，疲劳，优化，结构分析。
  7. 提供与AMESim软件进行联合仿真的接口，提供coupled和Co-sim两种联合仿真方式。AMESim软件的仿真模型可集成到多体环境中，可在Motion中对AMESim控制作动系统模型参数进行调试和优化。
  8. 具有如下多体动力学分析功能：

1. 静力学与准静态分析：确定机构的静平衡位置和状态，分析和模拟准静态过程；
2. 运动学分析：对车辆等复杂机械系统的CAD设计方案和运动规律进行可视化研究；
3. 干涉检查：软件应具有专门的干涉检查功能，通过该功能可以检查并确定系统零部件在不同工况的操作过程中是否存在运动干涉，并可同时将分析结果以报告等形式输出；干涉检查既能够支持刚体部件，也能够支持柔性体部件；
4. 载荷分析：通过动力学计算确定系统内载荷，分析零部件的约束力和约束力矩等是否在设计准则所允许的范围之内，并可将载荷作为进一步强度和疲劳等分析的输入条件。
   1. 软件具有丰富的库元素(丰富的铰链及约束元素，力元素，控制单元，函数与表达式等)，具有用户自定义元素的功能。具有涵盖包括弹簧，摩擦力，接触力和广泛的运动副和约束功能的机械单元。
   2. 定义运动副时，可以同时定义装配约束。
   3. 支持子机构建模功能，方便不同子系统模型之间的拼装，用户可以自己建立子系统模型，并将各分系统作为子机构进行保存。各子机构能够通过拼装组合建立完整的动力学分析模型；
   4. 同时具有绝对坐标算法和递归算法，具有传统绝对坐标算法和自递归算法的综合优势，可以求解大规模和高频接触问题，保证精度的同时要提高复杂机械系统的求解速度。
   5. 能够将多体动力学模型中的所有数据，如刚度、阻尼、几何尺寸等，进行参数化，并且所有参数保存在Excel文件中，该文件作为参数设计表格同时与动力学模型建立关联关系，excel文件中参数的变化直接影响多体动力学的计算。最后Excel文件中参数支持多变量的选择，以方便不同设计方案之间的快速变更和比较。
   6. 能够方便地进行计算结果的后处理，可将仿真结果进行动画显示和图表显示。动画显示控制模块能够调节显示的亮度、视野、部件的颜色和纹理，动画显示还可以保存为.avi格式的文件，用于仿真结果的共享和发布。
   7. 接触计算能够支持刚体接触、刚柔接触和柔柔接触。具有专门的接触超单元技术，从而显著提高大量接触对问题的建模和计算效率，如绳索等。
   8. 具有通过VB语言方便的进行二次开发的功能，以进行过程化定制，捕捉重复的流程，开发新的常用流程，设计自己所需要的分析模板。
   9. 支持Fortran语言进行新算法的二次开发，生成用户化的求解器，满足用户的需求。
   10. 有实验数据的接口，把实测的线架模态模型，实测连接单元刚度阻尼，实测的载荷直接读入多体软件，提高仿真可信度。
   11. 提供描述结构柔性的高效方法，采用有限元计算或实验测试的模态自动计算柔性部件在运动中产生的结构变形和振动响应。在同一个软件平台中完成多体动力学建模和柔性体创建功能，可以在同一软件环境中自动完成刚体到柔性体的转换过程，包括网格划分、边界点定义、刚柔置换等，不需要复杂数据转换，刚柔混合分析结果可以输出位移，速度，加速度，约束反力，变形，应力和用户自定义的数据；
   12. 提供针对通用有限元求解器的数据接口：Nastran、ANSYS、ABAQUS等，允许输入由FE求解器计算得到的模态，从而建立柔性体。
   13. 柔性体无需通过中间格式文件，可直接应用NASTRAN或ANSYS的通用模态计算结果文件，如OP2文件或RST文件。
   14. 有限元柔性体模型必须支持Craig-Bampton模态和残余矢量模态两种方式，能够支持RBE2或RBE3等不同的边界处理方式。可以将仿真的多体动力学模型与试验所得模态综合起来进行分析，基于试验模态建立柔性体模型，提高仿真的精度和速度。
   15. 柔性体建模能够支持试验模态，能够将模态试验结果导入多体软件中建立柔性体；可以将仿真的刚性体与试验所得柔性体模态综合起来进行分析，提高仿真的精度和速度。
   16. 具有柔性体的模型缩减功能，基于原有柔性体模型，通过缩减的线框模型和柔性体模态信息建立缩减的柔性体模型，以提高分析效率，并支持柔性体的快速设计更改研究；
   17. 仿真中任意部件的柔性特征，均可以基于所选取的模态进行考虑。在建模阶段用户可以轻松在刚性和柔性体之间切换，整个系统的多体运动和柔性体的结构振动的仿真结果均能够进行动画显示，包括柔性体本身的变形、动应力变化等。同样，可以对柔性体进行干涉检查。
   18. 支持在软件中直接进行柔性体的应力恢复，输出任意节点或单元的应力应变、变形等，能够统计最大应力及其发生的时刻和位置。
   19. 能在同一软件环境进行柔性体建模，将Nastran、ANSYS等作为子程序调用，为进行刚柔混合分析做准备，能将Nastran、ANSYS进行调用作模态计算，计算完成后结果文件自动读入软件，进行相关的处理；
   20. 具有大型复杂柔性体的自动子结构化功能，考虑结构的几何非线性。
   21. 具有与柔性体相关的接触力模拟功能，例如刚体对柔性体接触和柔性体对柔性体的接触。
   22. 支持柔性体与刚体、柔性体与柔性体之间的点线约束功能，从而能够方便准确地处理柔性体的滑动约束和变支撑刚度问题。
   23. 具备非线性柔性体求解功能，支持非线线柔性体耦合仿真计算，能够通过耦合仿真的方法计算动力学模型中存在的局部构件存在非线性问题，使得计算结果更加精确。
   24. 提供控制和液压元素库，可直接利用进行控制系统和液压系统的建模。
   25. 通过耦合方法来同时求解机械系统方程与控制或作动系统方程。得到的结果可以同时在仿真系统和控制系统或作动系统仿真工具中进行后处理；
   26. 具有有限元模型与试验相关性分析功能，能够计算试验与仿真模型、仿真模型与仿真模型之间的相关性，评估有限元模型的准确性，并根据模态试验结果进行模型修正；
   27. 可以在有限元模型和试验结果之间进行基于模态和基于传递函数的相关性分析。如果是基于模态的相关性分析，可以得到仿真模态与试验模态之间的振型相关性值和模态频率的差异值；如果是基于传递函数的相关性分析，可以得到有限元模型的刚度与试验模型的刚度差异；

## 系统分析软件

1. 系统仿真软件平台用于建立电液/气伺服系统模型。软件平台必须具备多学科领域系统级建模、仿真和动态性能分析的图形化平台，实现机械、液压、气动、控制等多种物理领域系统工程的建模和仿真，不同领域的模块之间可以直接进行物理连接。
2. 软件平台支持Windows 7操作系统。
3. 支持64位浮动license文件授权方式；
4. 软件需包含控制信号库、机械库、液压系统库、液压元件设计库、气动库、气动元件设计库等，并且所有库之间均可相互调用，统一求解。
5. 须具备高级的元件二次开发功能和专用模块，可以直接访问软件中元件模型的源代码模板（C代码模板的直接访问），而且还可以把用户自己开发的新图标和模型集成到软件包中并自动生成相应的标准帮助文档。
6. 软件必须具备超级元件封装和加密功能和专用模块，可以基于基本元件模型组合封装而形成超级元件，并可以定制超级元件的用户界面和参数设置。此外，可以对超级元件进行加密以保护知识产权。
7. 软件本身必须具备智能化动态选择和切换算法和步长的功能，并且内置严格的不连续处理能力以解决数字层面的问题。求解器能够根据所建模型的数学特性自动选择最佳的积分算法，并根据在不同仿真时刻的系统特点动态地切换积分算法和调整积分步长以缩短仿真时间和提高仿真精度。显性微分方程组和隐性微分方程组均可求解。求解器要内嵌式自动的数学不连续性处理工具解决了数字仿真的间断点问题。
8. 软件平台必须具备时域和频域分析工具。软件应能够进行时域分析，包括可以作出系统中所有物理量在仿真过程中的变化曲线；应能够进行频域分析，包括模型线性化、模态分析、频响分析等，能够用Bode图、Nyquist图、Nicolse图等形式表达频响分析结果。
9. 软件平台必须具备专门的设计探索、优化分析工具。软件应具备内置的设计探索功能，分析影响液压系统或液压元件性能的主要参数，分析加工误差对阀性能的影响，并根据期望的阀特性曲线确定阀设计中的未知参数。设计探索功能包括用于进行液压模型的试验规划分析（DOE）、优化分析和蒙特卡洛分析（Monte Carlo）。
10. 软件平台必须具备专门的动画后处理显示模块。能够对计算结果（如阀门模型）在专门的后处理模块中进行三维动画显示。
11. 必须具备控制方面建模的应用库。该库可以用于建立线性，非线性，时间连续，时间离散，条件运行，复合信号以及混合控制系统的模型。并支持标量信号，矢量信号以及数值运算，逻辑运算；
12. 必须具备机械方面应用库可以独立地用于机械系统建模。该库可以考虑机械系统模型中的数字刚度问题，非线性的特性以及间断点（静/动摩擦，机械间隙间的反冲，摩擦迟滞，离合器缓冲，终端撞击）。该库必须具备航空液压元件中经常使用到的机械传动的模型，包括杠杆机构、凸轮机构、齿轮齿条机构、曲柄连杆机构、滑轮机构等；
13. 软件需具备常规液压库，具有各种标准液压元件模型，具备各种液压系统建模功能。该库必须包含各种常用液压元部件模型，包括压力和流量传感器模型、蓄能器模型（气囊式和弹簧式）、溢流安全阀模型、可控溢流安全阀模型、各种中位机能的液压操纵阀模型（2，3，4通）、单向阀模型、梭形阀模型、节流口模型、流量调节阀模型、滤清器模型、冷却器模型、液压泵模型、液压马达模型、液压缸模型、硬管模型和软管模型。能分析由多种不同工质（如液压油、冷却水、气体等）组成的复杂流体系统；能够分析系统的气蚀、流体内摩擦等现象；能够分析水锤瞬态特性（压力波动、管壁膨胀等）、流体通过管壁和外界的热交换现象。具备良好的仿真模型非线性和不连续性处理能力，并在计算过程中或者计算后输出系统中重要变量的计算结果（如流量、压力、流速等）。
14. 软件必须具有专门的独立的液压元件设计库。该库可以不通过编程直接根据CAD图纸建立各种特殊结构形式的液压元部件的仿真模型（包括阀套固定阀芯运动以及阀套和阀芯都可以运动的阀门模型）。该库必须包含机液系统的基本结构单元模块，例如柱塞、弹簧柱塞、动摩擦和泄漏、带环形槽的滑阀、带圆孔槽的滑阀、阀芯刻槽的滑阀、自定义开槽的滑阀、带尖角阀座的锥阀、带锥形阀座的锥阀、无阀座的锥阀、挡板阀、带尖角阀座的球阀、带锥形阀座的球阀、膜片阀等。能分析运动体的动态性能，考虑流体可压缩性、限位和饱和、可变容积、摩擦和泄漏、液动力、静压力等现象，计算压降、可变通流面积、可变水力直径、可变流量系数（雷诺数和气蚀数）。
15. 软件需具备常规气动库，具有各种标准气动元件模型。该库必须包含各种常用气动元部件模型，包括压力和流量传感器模型、气泵、马达模型、各种中位机能的气动操纵阀模型（2，3，4通）、单向阀模型、梭形阀模型、节流口模型、流量调节阀模型等常规阀模型。能分析由多种不同工质组成的复杂气动系统；具备良好的仿真模型非线性和不连续性处理能力，并在计算过程中或者计算后输出系统中重要变量的计算结果（如流量、压力、流速等）。
16. 软件必须具有专门的独立的气动元件设计库。该库可以不通过编程直接根据CAD图纸建立各种特殊结构形式的气动元部件的仿真模型（包括阀套固定阀芯运动以及阀套和阀芯都可以运动的阀门模型）。该库必须包含气动系统的基本结构单元模块，例如柱塞、弹簧柱塞、动摩擦和泄漏、带环形槽的滑阀、带圆孔槽的滑阀、阀芯刻槽的滑阀、自定义开槽的滑阀、带尖角阀座的锥阀、带锥形阀座的锥阀、无阀座的锥阀、挡板阀、带尖角阀座的球阀、带锥形阀座的球阀、膜片阀等。能分析运动体的动态性能，考虑气体可压缩性、可变容积、摩擦和泄漏、静压力等现象，计算压降、可变通流面积、可变流量系数（雷诺数和气蚀数）。
17. 软件必须具备与Matlab和Simulink的无缝集成接口，支持：通过Matlab脚本程序直接调用软件完成建模分析功能；将Matlab脚本程序集成到软件模型中；集成Simulink控制系统模型；将软件所建立的多领域系统模型集成到Simulink模型中；与Simulink进行联合仿真，等等。
18. 系统仿真软件平台与多体动力学仿真软件必须具备无缝集成接口，能够通过共仿真（Co-Simulation）、动态链接库集成等方式实现模型的集成和联合仿真。
19. 在通过共仿真方式将多体动力学软件与系统仿真软件集成时，需允许用户能够设置通讯步长、采样阶次、插值方法等，从而调整仿真的速度和精度；
20. 通过动态链接库方式实现集成时，需要能够将控制/液压/气动等伺服控制系统模型的参数和计算变量导入到多体软件中，并能够直接在多体软件中修改这些参数，从而进行统一的参数设计探索和优化；具有针对动态链接库方式而开发的专门求解算法，从而提高联合仿真计算效率和精度。
21. 系统仿真软件与多体动力学软件均支持最新的FMI/FMU协议，从而支持复杂的机、电、液系统集成。通过对FMI/FMU协议的支持，能够将基于不同软件所建立机、电、液系统模型进行集成，从而更好地支持机电液系统仿真。通过该协议，能够将基于系统仿真软件、多体动力学软件和Matlab/Simulink软件建立的电液系统模型、多体动力学模型和控制系统模型作为子系统进行集成，从而进行机电液联合仿真，并进一步支持模型在环、软件在环和硬件在环分析。

# 产品交付、安装及验收

1. 乙方按合同规定的日期将软件产品安全运抵合同指定地点。乙方在接到甲方通知后派工程师前往甲方所在地与甲方一起按合同清点软件产品，乙方应保证产品模块的完整性，如有缺损，乙方应按规定的数量及时补齐。
2. 产品清点完成后，在甲方具备了安装环境后，乙方保证在一周内完成软件产品的安装和调试工作。乙方负责组织和实施整个系统涉及的软件安装、调试、系统集成工作，负责与原厂商进行协调共同完成相关的工作。乙方向最终用户提供安装调试过程中的各种文档资料,以便使用方今后能掌握操作和维护方法。
3. 系统安装成功后，甲方对系统进行验收。验收通过后，由甲乙双方代表签署最终验收报告。

# 售后服务

1. 乙方负责承担甲方所购软件产品的技术服务和支持；
2. 提供的软件为产品交付时的最新版本，软件质量保证期为1年，软件质量保证期内乙方向甲方免费提供软件升级服务；
3. 软件安装后，乙方派出工程师在甲方所在地进行为期1周的入门培训，6个月后，再进行1次提高级培训和技术研讨；

乙方对甲方提供包括电话、传真、E-mail、Internet、现场等方式的技术支持服务；对用户的技术支持请求在24小时内予以响应。