



MTS AeroPro™试验控制与数据采集应用软件

be certain.

遍及全球的航空业者广泛使用**AEROPRO**试验控制与数据采集应用软件完成从试验设置到试验运行、数据采集和分析的完整过程，获取高质量的试验结果，加快试验运行的进程。简单易用的软件、功能强大的平台帮助用户快速完成试验任务。



功能全面的工程结构试验应用软件平台

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件基于MTS系统公司多年来在全尺寸工程结构试验应用的经验，集合业内顶级的专家和工程师，将载荷和位移控制与软件工程紧密结合，创建了功能全面的工程结构试验应用软件平台。不仅仅是航空结构，MTS AeroPro软件适用于各类复杂的工程结构试验应用，极大提高了试验室的能力，先进的工具可以有效协助试验工程师快速、可靠地开展试验任务，加快研发进度，将产品尽快推向市场。

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件不仅仅是简单的工具组合，还可以跟随客户试验需求的变化不断丰富和扩展其功能，让客户的试验能力始终保持领先。如果正在面临着工程结构试验任务的挑战，请选择MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件，作为通向未来之路的桥梁！



MTS AeroPro试验控制与数据采集软应用件针对工程结构试验应用进行了专门的开发与优化，满足各种需求和标准化要求。

上述图片来自加拿大国家研究委员会 (NRC, Canada)

工程试验控制与数据采集任务的无缝集成

MTS AeroPro试验控制与数据采集软件是将试验控制与数据采集任务无缝集成于同一软件平台下的解决方案，最多可以支持480控制通道，超过20,000点数据采集任务的同步运行。

试验加速与控制回路优化

强大的功能、先进的控制回路算法，功能全面的试验控制软件让试验任务获取最佳的控制品质。

流程化的试验设置

直观的图形界面，拖放式的操作，试验设置向导帮助用户一步一步完成试验创建与配置工作。

实时数据显示与共享

MTS AeroPro软件帮助用户从海量的试验数据中，准确隔离、分解并且查看试验数据，试验数据的传输可靠而且安全。

广泛的硬件兼容性

MTS AeroPro软件兼容所有MTS控制器家族，包括FlexTest®系列控制器、AeroST™系列控制器以及Aero-90™系列控制器以及不同类型的数据采集产品。

及时响应的技术支持与服务

选择AeroPro软件开展试验，相当于选择了具有丰富经验的技术专家团队，MTS系统公司拥有遍布全球的专业技术服务团队，帮助用户获取成功。

简化试验设置加快试验配置

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件适用于完成复杂的工程结构试验应用。试验工程师可以快速创建以及配置试验任务，将更多的时间和精力集中于试验的运行与数据分析，MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件包含若干特性，包括：

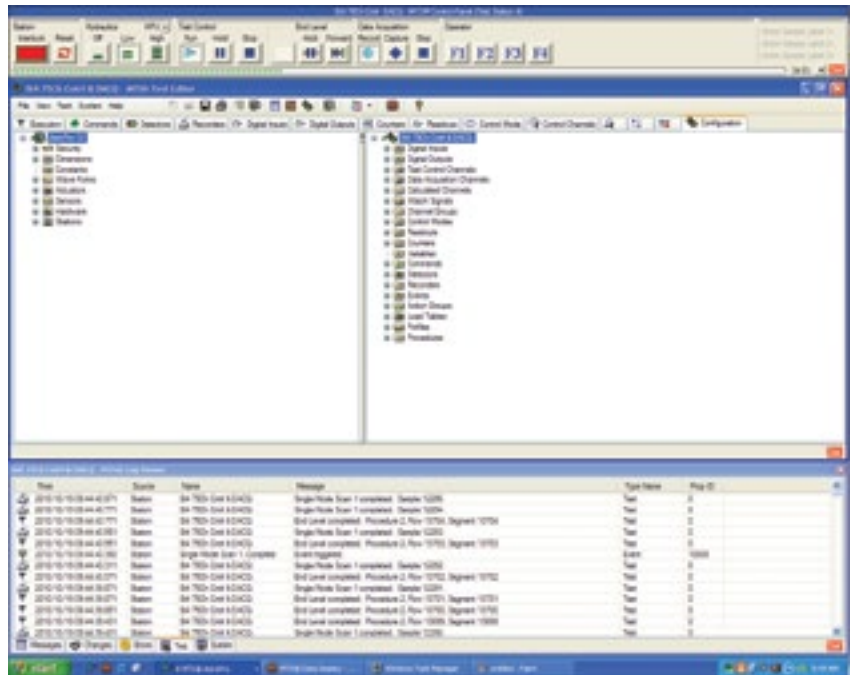
- » 直观友好的用户界面；
- » 向导式试验创建与设置过程；
- » 基于数据库的常量设置；
- » 灵活的导入导出功能；

直观友好的用户界面

充分发挥友好图形界面特性，拖放式操作的功能，树状结构的特性显示。让熟悉Windows®操作系统的用户快速直接掌握软件的基本操作。大多数的试验创建与设置过程均可在主界面访问完成，操作仅需点击一下鼠标。

用户界面也可以进行一定的定制，用户可以根据需要调整软件控制面板，软件向导帮助用户一步一步完成试验设置并且选择自己需要的主要功能。用户还可以创建自定义软件向导完成特别的试验任务。在MTS AeroPro中包含了预先设置的若干软件插件，也可以利用Visual Basic语言或者C#.net技术来开发自定义的插件，丰富软件的功能。

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件具有多层次安全设置，保护数据以及试验的安全，也可以允许用户通过网络远程访问试验与数据。



简单易用、拖放式操作的图形界面简化结构试验的创建、配置、运行过程，提高效率 and 速度。

自定义指令脚本

自定义指令脚本可以将一系列可执行的系统动作或者控制面板指令组合起来批量执行，仅需要单击一下鼠标或者利用事件动作响应机制就可以执行。利用这个功能，可以显示某些特殊的信息，或者增加相应的信息来显示试验的状态，也可以发送某些信息到智能终端设备中。MTS AeroPro试验控制与数据采集软件的控制面板提供了液压系统的操作功能。

自定义指令脚本功能强大，重复利用可以有效节约试验开发和运行的时间，例如：

- » 自动完成所有通道的分流校准和验证工作；
- » 将试验结果导出成为直观易读的格式；
- » 将控制通道分组，实现按组调试通道，无需从通道到通道之间来回切换，节约操作时间。

基于信号的指令功能(SBC)

基于信号的指令功能(SBC)提供了查表计算的加载控制能力，在进行诸如襟翼、缝翼、副翼等飞控部件的加载试验时，能够有效节约试验设置和运行的时间，显著提高工作效率。这些部件的载荷往往与被测对象所处的姿态有关系，需要通过一定的查表计算来获取实际应该加载的载荷大小。相关的计算完全自动化完成，确保加载计算与其余的飞机结构或者飞机的飞行状态完全同步。

如果没有基于信号的指令功能，试验工程师不得不自己编程实现载荷与被测对象的数学关系，这种编程让试验设置变得复杂，并且很难进行调试，大量的宝贵时间不得不消耗在反复的调试与代码纠错之中。基于信号的指令这个功能在图形界面下利用试验设置向导，帮助用户一步一步创建查表表格，导入数据，完成试验设置。

在开展下列试验时，可以充分发挥基于信号指令功能的强大能力：

- » 铁鸟试验；
- » 飞控系统传动系统认证试验；
- » 起落架收放试验；
- » 自动驾驶系统认证试验。

MTS主动式应急卸载技术

结构试验过程中保护被测对象足够安全，应对系统动力故障或者结构失效

在进行全尺寸结构试验过程中，很多事情只有一次机会，如果在试验过程中出现意外损坏，则相当于浪费了数月的试验准备时间，甚至高达几百万美元的经费花销。这就是MTS系统公司开发主动式应急卸载技术的主要原因。

MTS主动式应急卸载技术能够保护被测对象、试验系统和试验操作人员的安全，特别是当系统出现意外的状况，需要紧急卸载的时候，例如动力系统的意外故障或者系统触发应急停等。当类似的意外事件发生时，卸载系统能够准确接管软硬件工作，将所有加载作动缸同步、协调、可控地卸除载荷。完整的主动式应急卸载系统需要有独立的FlexTest®控制器，该卸载控制器与加载控制器并行工作，实时交换数据，时刻准备接管试验，处理意外的情况，来卸除液压压力，保护系统的安全。

在MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件中，提供了主动式应急卸载系统的设置向导。利用该向导，可以一步一步地完成主动式应急卸载系统的试验配置，节约大量的系统设置与调试时间。

自定义波形生成

自定义波形生成功能允许用户根据需要自由组合加载端值(End Level)和转移时间(Transition Time)，创建一系列加载波形或控制指令。在MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件中，每个试验可以创建两个自定义波形，该波形可以在加载谱中直接调用，也可以利用信号发生器直接使用。

试验参数导入/导出

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件可以将试验参数导出，然后再次不断重复利用。这种导入导出功能帮助试验工程师快速、重复创建类似的试验任务，避免出现反复设置试验参数而出现不必要的人为失误。在MTS AeroPro中可以快速导入导出不同的信息，例如：

- » 现有的试验载荷谱；
- » 加载条件表格；
- » 计算通道设置；
- » 历史标定信息；
- » 系统资源以及结果数据。

可扩展的事件/动作响应机制

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件包含了很多系统事件，并且允许用户自由配置如何响应类似的事件。这些事件包含了数字输入，当控制器中包含数字输入/输出板卡时，数字输入被当作系统事件来处理，利用数字输入可以完成快速的事件/动作响应设置。

常量数据库

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件具有丰富而且强大的计算功能，在计算过程中，可以利用常量数据库简化计算过程的开发。不仅可以利用预置的常量，也可以根据需要在常量数据库中增加自定义的常量，这些常量可以在任意试验中被灵活调用。

试验工程师可以利用这种功能实现复杂的公式计算，例如，在进行试验过程中需要同步计算结构件不同材料的应力与应变状态，可以将不同材料的基本力学参数保存在数据库之中，每次进行计算时，只需要直接调用常量就可以完成应力与应变关系的计算，而不需要重复改写公式。



所见即所得，实时且快速

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件的快速和效率不仅仅体现于试验设置阶段，在试验运行过程中也可以有效帮助用户提供效率。

例如随着过程结构试验变得越来越复杂，结构试验的数据采集通道数也变得越来越。MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件具有极佳的特性可以快速应对试验流程的日益复杂化。

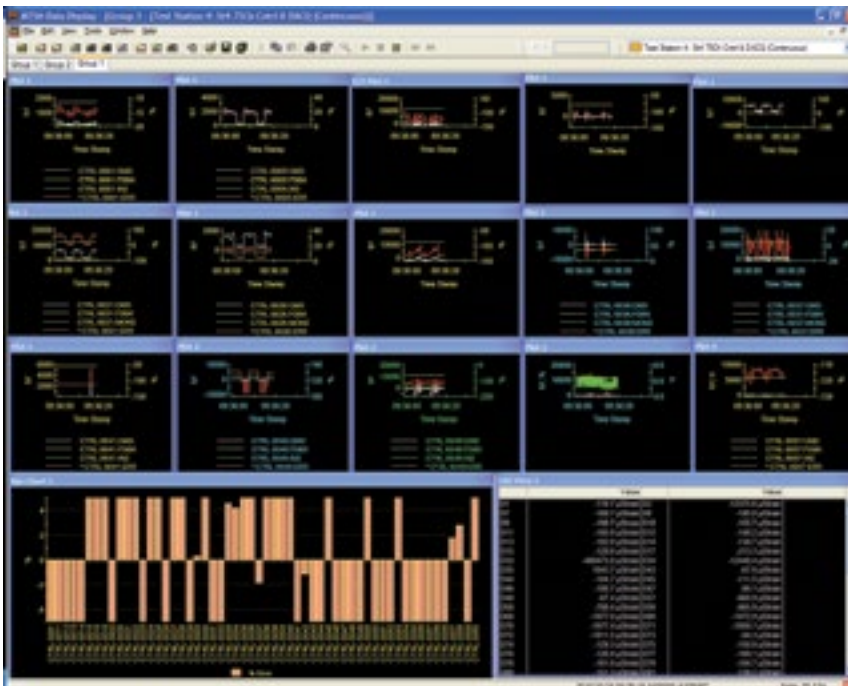
数据采集系统与控制加载系统的无缝集成

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件将工程结构试验的控制加载系统与数据采集系统无缝集成于同一个软件平台之内。该软件可以支持在同一个试验中集成最高480个控制通道以及超过20,000个数据采集通道。

采用同一种软件平台同时管理两种甚至多种硬件平台，试验工程师可以通过统一、直观的界面完成跨硬件平台的操作。不仅节约大量熟悉软件操作的时间，也获取了绝对的数据同步能

力。这种能力直观反映试验运行的细节，满足各行业，特别是航空工业试验规范以及认证的要求。

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件采用组式数据流(Combined Data Stream)的模式来管理控制系统和数据采集系统的数据，多种硬件系统的时钟不会完全同步，软件会自动叠加时戳数据，并且自动对中数据。如果使用MTS FlexDAC™数据采集产品则采用统一的硬件时钟，来实现控制加载系统与数据采集平台的毫秒级同步控制应用。



在试验过程中同步监控多个试验通道

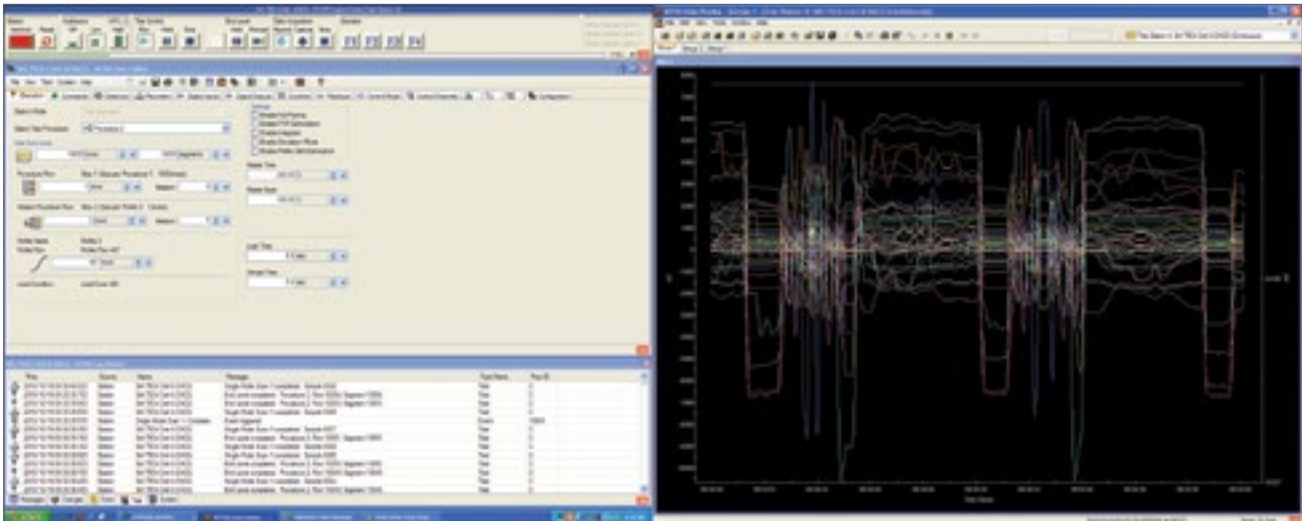
优化疲劳试验速度

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件包含了诸多特性可以优化控制回路，提升控制品质，并且加快疲劳试验的运行速度。

» **载荷谱自优化(PSO)**是MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件包含的标准功能之一，可以有效优化载荷谱中的转移时间，让试验运行得更加快速。该功能将实时监控误差，并且根据误差的情况来缩短转移时间，这样就可以在下一个循环过程中将试验速度加快。

» 由MTS系统公司与加拿大国家研究委员会(NRC Canada)联合开发，交叉耦合补偿(**Cross-Coupling Compensation, C3**)功能应对结构试验加载作动缸之间的相互影响，能够显著提高疲劳试验的运行速度。当进行结构加载疲劳试验时，直接连接在试验件上的作动缸彼此之间总是存在或多或少的交叉干扰，而交叉耦合补偿功能就可应对这类误差，在同等的精度要求情况下，逐步加快疲劳试验速度。交叉耦合补偿功能可以自动创建相关系数矩阵，利用这个相关系数矩阵自动调节施加载荷的指令，有效地提高试验效率。

载荷谱自优化(PSO)和交叉耦合补偿(CCC)功能需要组合起来应用。载荷谱自优化(PSO)也有可能延长载荷谱的转移时间，如果系统误差超过了一定的预设值，则载荷谱的转移时间会适度变长。载荷谱自优化(PSO)是一个不断循环迭代的过程，如果试验系统的硬件发生了变化，该自优化过程也会自动调整载荷谱的转移时间来适应系统的变化。



实时同步试验控制加载系统和数据采集系统的数据

控制回路优化工具

- » 前向通道优化(**Forward Loop Optimization, FLO**)主要用于改善闭环回路的控制品质, 该功能主要包含预先设置的控制算法, 能够有效改善通道的稳定性, 减少进行系统调参的时间。有效利用这个功能还可以提高试验的运行效率, 同时也能够保证试验精度不受影响。
- » 计算回路(**Calculations in the Loop**)功能允许用户创建自定义的控制算法, 实现某些特殊的计算功能来影响控制回路。计算回路功能可以用于处理反馈输入, 也可以生成回路输出, 所有的信号均来自当前的控制器内部。这种功能提供了打破传统控制回路结构的能力, 可以实现诸多复杂的功能。

混合仿真试验

混合仿真试验(Hybrid Simulation)是一种将数值分析与物理试验相结合的试验方法。其中, 试验子结构往往是相对比较难以建模, 亦或应用了全新材料或新结构的部件, 而数值子结构基于之前的成熟研究, 是经过验证的数值模型。这种试验方法可以分别发挥出数值分析与物理试验的优势, 减少试验数量, 加快试验进度。混合仿真试验的基础是试验

控制系统与数值分析软件之间的数据交互, 无论Ansys、Abacus、Adams、LS DANA、MATLAB等等, 都可以通过AeroPro试验控制与数据采集应用软件来实现混合仿真试验应用。在这些数值分析软件中运行的模型计算相应的试验加载指令, 而试验控制系统完成相应的加载, 再将反馈信号传输给数值分析软件, 来迭代计算下一步的控制指令。

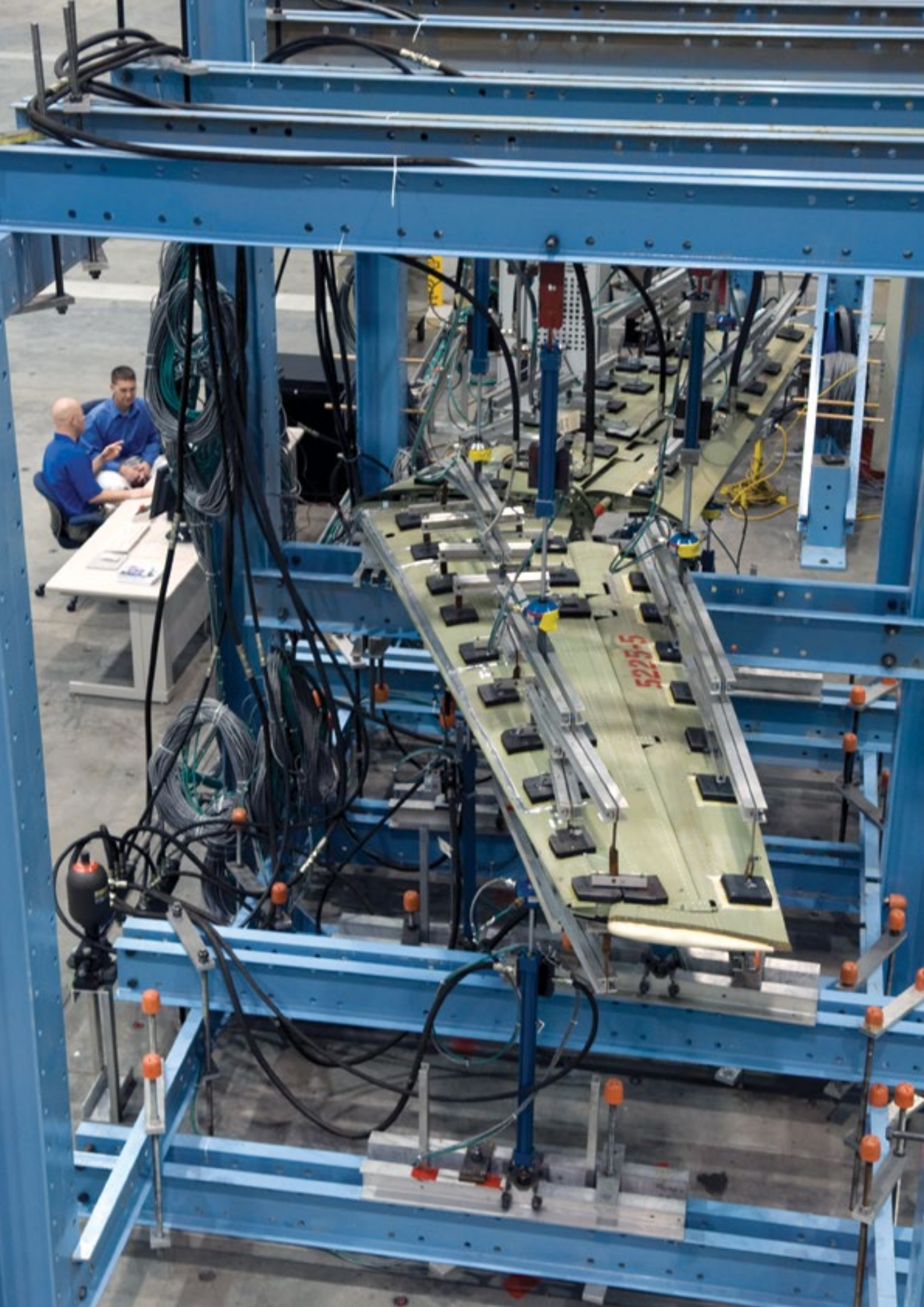
虚拟试验

所谓虚拟试验就是完全利用分析软件来模拟试验运行的方法。一般来说, 有两种虚拟试验应用。其中之一的目的是评估试验过程, 预估样件在试验过程中的表现, 例如应力分布、共振频率分析、屈曲模式、疲劳寿命等等。这样, 在运行实际试验之前, 就可以针对产品的设计进行第一轮的优化, 在开发阶段的早期就进行必要的修正。另外一种应用的目的是为了指导试验配置方法, 协助试验系统的调试。通过对物理试验的预演, 能够让试验人员充分认知试验系统, 加快试验设置与调试的进度。MTS系统公司可以协助用户完成有限元模型的降阶, 并且与MTS FlexTest 控制器、液压作动缸、AeroPro试验控制与数据采集软件的MATLAB/Simulink模型相结合, 完成虚拟试验应用。

模型辅助加速试验

通常情况下, 航空结构试验包含了若干控制加载通道来模拟飞机的载荷分布, 而由于被测样件与作动缸之间存在刚性连接, 因此不同通道之间存在交叉耦合的现象。也正是由于这种耦合现象的存在, 极度影响了疲劳试验的加载速度, 之前介绍了AeroPro试验控制与数据采集应用软件的交叉耦合补偿(CCC)能够解决此类问题, 但是也存在一些局限性。

现在, MTS系统公司引入虚拟试验技术, 开创了基于模型辅助的补偿算法。在进行疲劳试验时, 降阶模型实时运行于目标计算机, 为控制加载应用提供辅助计算。目标机与FlexTest控制器之间则利用共享内存来实时交换数据。降阶模型的计算解决了结构试验不同控制加载通道的交叉耦合问题, 加载试验运行于AeroPro试验控制与数据采集应用软件。控制软件来调节具体的补偿信号, 最终达到有效解决耦合问题, 提升试验速度以及试验精度的目的。



简单快速显示并共享数据

工程结构试验需要准确复现服役条件，不仅是为了验证结构设计的可靠性，也是全面评估结构完整性的手段。在试验过程中会产生海量的试验数据，如何有效地管理并且正确使用这些试验数据，日益成为试验工程师所面临的挑战。

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件具有强大的功能可以帮助用户有效管理海量的试验数据。用户可以从海量的数据中快速定位自己最感兴趣的部分。数据的访问也可以从不同的远程客户端进行，数据的传输在局域网或者广域网内，并且经过加密，保证数据传输的安全。

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件可以显示试验状态、查看扫描数据或者持续实时数据显示。所有数据显示都在统一的界面内，数据显示的方式灵活多样，包括时间轴曲线、柱状图、X-Y曲线、图表显示等等。

无缝的数据导出

从MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件中可以快速将试验数据导出，导出的数据可以直接被Microsoft Excel[®]读取，也可以导出成为其他的格式，例如XML格式。MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件采用了服务器-客户端工作模式，所有数据默认被保存在服务器内，可以通过网络登入服务器来查看试验数据。客户端可以处于现场局域网，也可以是广域网客户端。

数据预处理

可以通过增加数据预处理功能来扩展MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件的数据显示功能，在试验后处理工作空间内可以打开相应的数据包，预处理空间可以自动将数据转化为数据组合、试验状态树以及编辑数据采样。

与多种硬件平台兼容

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件与三种MTS数字控制器兼容，分别为FlexTest系列，Aero-90系列和Aero-ST系列。

其中MTS FlexTest系列数字控制器具有模块体系结构，可以现场升级处理器板卡，增加附属模块来扩展控制器的功能，以应对持续不断增长的试验控制与数据采集需求。采用通用的硬件产品、用户工具，简化的产品配置，MTS FlexTest控制器不断加快试验速度，提升通道密度，增强多机箱互联能力。



不断扩展的数据采集功能

MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件提供了业内先进的数据采集兼容能力，用户可以根据需要选择最佳性价比的解决方案，满足试验进度和预算的要求。其支持的硬件产品包括MTS FlexDAC数据采集硬件产品、HBM

MGC+数据采集硬件以及VTI EXI1629数据采集硬件产品。无论采用何种硬件产品，MTS AeroPro应用软件都提供了无缝集成功能，在统一的软件平台下完成控制系统与数据采集系统的管理和应用。

- » MTS FlexDAC 20系列数据采集系统主要针对力学性能试验过程中对应变信号的采集应用而开发。针对电桥应变片型传感器的信号调理和采集做了独特的优化，能够快速部署，完成试验任务，并且可以根据需要任意扩展通道数，是进行全尺寸结构试验过程中，高通道数应变数据采集的理想选择。
- » MTS FlexDAC 20数据采集系统可以将单个系统内的不同通道分配至不同的试验任务，单个系统最多支持八个不同的试验任务，并且互不干扰。如果试验室内开展多个低通道数的数据采集工作，就可以利用单一系统同步完成对应的试验工作，对于试验室来说，节约了采购成本。

另外，还可通过MTS AeroPro试验控制与数据采集应用软件的数字接口(DDI)和二次开发包(SDK)功能将更多的第三方硬件或者特殊的数据传输协议集成进来，用统一的数据采集软件完成多数据流的整合工作。

及时响应的全球服务与支持

MTS系统公司深耕结构试验数十年，拥有数量众多、经验丰富的技术支持与服务工程师团队，为全球各个工业门类的客户提供高效的本地化技术支持与服务工作，满足业内对快速、高效服务的要求。

与经验丰富的工程师团队密切合作，庞大的服务网络满足不同类型客户的需要，例如完整的系统检测、例行设备检查、系统全生命周期管理以及过程优化等等，极大延长了测试设备的持续工作时间，保护用户投资，提升试验室生产效率。

专业咨询和培训

MTS系统公司拥有了解工程结构测试的技术咨询团队，这个团队拥有丰富的工作经验，帮助用户应对标准或者定制的试验需求。利用这个具有高附加值的服务团队，帮助用户获取成功，充分发挥软硬件的功能，提升试验室的试验效率。

MTS系统公司的航空试验咨询服务团队不仅仅局限于航空测试应用，例如各类固定翼、旋翼飞行器的全尺寸静力与疲劳测试应用，还可以服务于不同类型的结构测试应用。获取必要的软件以及试验应用培训，充分发挥MTS试验系统的技术能力与优势。

响应及时的现场服务

MTS系统公司的现场服务工程师团队能够保证用户设备的持续工作时间，帮助试验室保持足够的生产效率。经过良好训练的MTS现场服务工程师遍及全球，在客户现场直接服务于客户，随时随地响应客户的服务需求。

充分的技术支持

MTS系统公司所能提供的技术服务类型众多，支持完整的试验全过程，可以通过邮件或者电话来回答各类技术问题，或者现场协助用户完成试验设置、运行的诸多工作，让试验室的运作更加顺畅。

便捷的软件支持计划

为了跟随持续不断发展的试验需求，MTS系统公司的软件也在不断地升级和更新。用户可以选择购买必要的软件支持计划，让试验系统软件保持在最新的状态。该软件支持计划是获取软件以及相应服务的最佳性价比手段，用较低的预算来获取更大的收益。

地区业务中心

美洲

MTS Systems Corporation

14000 Technology Drive
Eden Prairie, MN 55344-2290
USA
电话: 952-937-4000
免费电话: 800-328-2255
电子邮件: info@mts.com
网址: www.mts.com

欧洲

MTS Systems France

BAT EXA 16
16/18 rue Eugène Dupuis
94046 Créteil Cedex
France
电话: +33-(0)1-58 43 90 00
电子邮件: contact.france@mts.com

MTS Systems (Germany) GmbH

Hohentwielsteig 3
14163 Berlin
Germany
电话: +49-(0)30 81002-0
电子邮件: euroinfo@mts.com

MTS Systems S.R.L. socio unico

Strada Pianezza 289
10151 Torino
Italy
电话: +39-(0)11 45175 11 sel. pass.
电子邮件: mtstorino@mts.com

MTS Systems Norden AB

Datavägen 37b
SE-436 32 Askim
Sweden
电话: +46-(0)31-68 69 99
电子邮件: norden@mts.com

MTS Systems Limited

98 Church Street,
Hunslet,
Leeds
LS102AZ
United Kingdom
电话: +44-(0)1483-533731
电子邮件: mtsu-sales@mts.com

亚太区

MTS Japan Ltd.

Raiden Bldg. 3F 3-22-6,
Ryogoku, Sumida-ku,
Tokyo 130-0026
Japan
电话: +81 3 5638 0850
电子邮件: mtsj-info@mts.com

MTS Korea, Inc.

4th F., ATEC Tower, 289,
Pankyo-ro, Bundang-gu
Seongnam-si
Gyeonggi-do 463-400,
Korea
电话: +82-31-728-1600
电子邮件: mtsk-info@mts.com

MTS Systems (China) Co., Ltd.

Floor 34, Building B,
New Caohejing International
Business Center,
No. 391, Guiping Road,
Xuhui, Shanghai 200233
P.R.China
电话: +021-24151000
市场: +021-24151111
销售: +021-24151188
服务: +021-24151198
邮件: mtsc-info@mts.com

MTS Testing Solutions Pvt Ltd.

Unit No. 201 & 202, Second Floor
Donata Radiance,
Krishna Nagar Industrial Layout,
Koramangala, Bangalore - 560029
Karnataka, India
电话: + 91 80 46254100
电子邮件: mts.india@mts.com



美特斯工业系统(中国)有限公司
MTS Systems(China) Co., Ltd.

上海
电话: 021-24151000
传真: 021-24151199

北京
电话: 010-65876888
传真: 010-65876777

电邮: MTSC-Info@mts.com
http://www.mts.com
https://www.mtschina.com/

ISO 9001 Certified QMS

MTS、FlexTest是MTS系统该公司的注册标, AeroPro、Aero-ST、Aero-90以及FlexDAC 是MTS系统公司的商标。这些商标在美国境内注册, 在其他国家和地区也受到法律的保护。RTM No. 211177.

© 2020 MTS Systems Corporation
100-581-974b AeroPro_ZH 5/20