

# 智能系统设计

为了在竞争中保持技术优势，并开发价格更低且驾驶乐趣更高的尖端产品，世界各地的汽车制造商都面临压力。此外，政府条例和行业标准(例如ISO 26262)要求制造商生产更环保、更安全及更智能的产品。

为了实现这些目标，汽车制造商正在采用机电一体化解决方案来开发创新的、体现品牌差异化的产品。机电一体化解决方案可以充分发挥先进控制系统中的电子设备和软件的作用，优化机械系统的性能和效率。

机电一体化解决方案可以打造出既可适应驾驶员的操作模式又可适应操作环境和车辆状态的智能系统。此外，方案中还整合预测和诊断技术功能，以确保车辆在其性能包络线内运行良好，超出此性能包络线的任何偏差都会得到管理，以确保车内人员的安全。

开发成功的机电一体化解决方案需要将机械、电子和软件作为一个集成系统同时进行优化。可以利用基于模型的系统工程设计(MBSE)方法来实现这一目的，此方法可以让工程师在不具备实际硬件的条件下，快速且大范围的评估采用不同设计方案时系统的性能表现。

## 经验、技能以及技术的融合

LMS™工程服务在“智能”系统设计方面有着丰富的成功案例，即提供工具，服务并将测试和仿真集成在机械和控制系统开发流程中。作为欧盟委员会资助的研究项目的技术创新者和合作伙伴，LMS工程师设计并成功地实施了最先进的校核及验证的方法。LMS™依照ISO 26262标准规范的过程和方法来校核系统的功能，及相关的安全措施。在开发流程的任何阶段，LMS都有高度熟练的全球专家团队协助开发，并实施安全可靠的控制系统。

# 智能系统设计面临的挑战

LMS开发出了一套综合的MBSE方法，将仿真和测试技术集成在一起，帮助车辆制造商应对行业挑战并开发出最好的机电一体化解决方案。

## 如何用更少的时间开发出高质量的控制功能

若要在最短时间内，开发、实施和改善高品质的系统特定控制功能，势必要具备世界顶级的控制系统设计流程及方法。

凭借其在行业、工具及嵌入式软件方面的专业经验，LMS工程师开发了结构化的客户专用的开发流程，以确保有效地开发出高质量的控制软件。

LMS这一需求驱动的方法提供了一站式解决方案，用于机电一体化系统的开发，形成一个可实施的控制系统架构，该架构可用于自动控制代码生成。

LMS技术团队在控制开发流程中的所有环节，如需求定义，系统集成，代码测试及最终的标定工作，都具有丰富的经验。除了将最优方法应用于控制开发流程和软件工具外，LMS工程师也精通高级控制技术，如模型嵌入式控制MEC和模型预测控制MPC。LMS目前已在内燃机、混动发动机、传动系统、能源存储及车辆底盘方面积累了丰富的经验。

## 如何减少测试成本

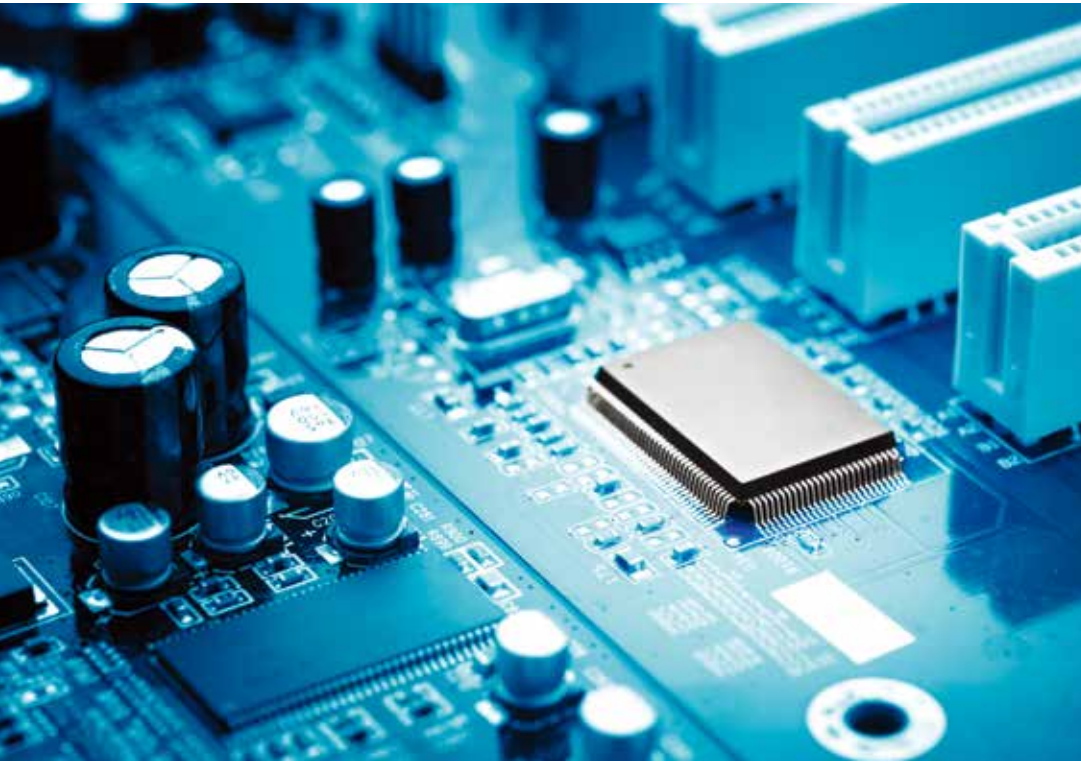
车辆制造商需要避免传统的既耗时又昂贵的，基于硬件的试制-测试-修改的流程。

LMS方法可以让工程师在有可用物理原型之前，在控制系统开发过程的早期就可做决策，识别出问题所在。凭借被控对象模型和可执行的控制据模型，LMS工程师和用户可以预先校核并验证控制系统的功能，这样既节约了成本，又提升了代码的质量、安全性及可靠性。

代码的测试工作也可以通过虚拟的基于模型的、耦合控制软件的闭环仿真来实现。在开发流程中的多个环节如果采用这种低成本基于软件的编译-测试-修改流程，可以大大降低昂贵的基于硬件的设计迭代过程。

## 如何管理系统复杂度

将纯机械系统转型为机电一体化系统，大大提高了系统的复杂程度。机电一体化



## ISO26262 — 汽车行业的功能安全性

功能安全特性是每个产品开发阶段(包括规格、设计、实施、集成、校核、验证和最后的产品发布)不可或缺的一部分。ISO26262定义了汽车设备的功能安全性,适用于所有和安全相关的汽车电子电气有关系统的整个生命周期。

解决方案的开发和实施需要谨慎管理,以避免出现车辆故障及保修索赔的问题。

作为多级复杂程度的建模平台, LMS Imagine.Lab Amesim为“智能”机电一体化解决方案提供了一条可行的路径。并且作为离线和实时建模的基础平台,它涵盖了从简单的数表图模型到详细的物理模型。可以帮助用户构建虚拟的测试平台和设计流程,支持在整车能量管理、底盘及动力传动方面控制软件的开发。

与全球化团队在多个产品项目中合作时,如何提高生产率

模型及其它信息的管理和共享,对于处在多重时区的全球化团队的协作是个挑战。

而当要面对支持同时开发面向多个不同市场的产品项目时,会更具挑战性。

LMS系统数据管理解决方案 LMS Imagine.Lab Sysdm提供了结构化的方法来管理分布式协同设计仿真模型。Sysdm平台可将模型的归档、共享、检索工作及相关数据和测试结果无缝集成。

LMS Imagine.Lab System Synthesis是一个架构驱动的开发工具,可以在全球化的团队之间管理、共享、同步、合并虚拟车辆原型模型。

# 开发控制策略

## 在最短的时间内设计高品质的控制策略

控制策略的设计包含了开发一种控制系统，使其能够通过有限的测试变量，在存在干扰、测量噪声和部分偏差因素的影响下，有效地驱动执行机构，获得预期的系统特性。

### 独特的控制开发过程

LMS基于模型的方法用于开发控制策略，提供了一个可实施的控制系统架构，可直接用来为目标应用程序自动生成代码。LMS帮助客户开发、运用并持续改进该组织专用的控制开发流程；从需求环节、系统集成、测试到最终的标定环节，LMS利用其MBSE的实际工程经验来帮助用户同步开发物理系统和相关的控制器。

### 经验证的代码生成策略

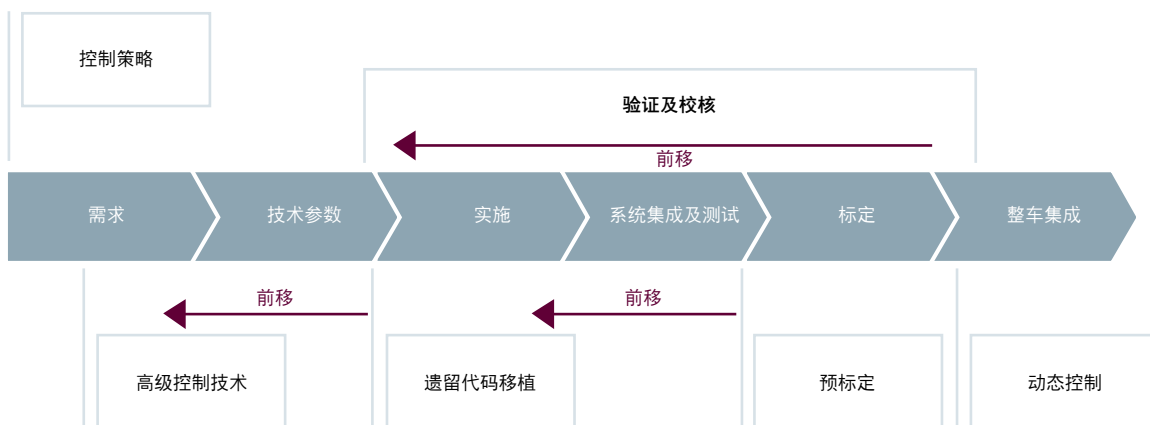
采用基于模型的方法开发控制器的优点之一，是能够直接从模型直接生成嵌入式软件所需要的C代码。LMS已开发出了结构化的专用于特定应用程序的模型和代码生成流程，依据此流程可以在最短的开发周期内获得高品质的控制代码。LMS工程师凭借他们在行业、工具及嵌入式软件方面的工程经验，遵照组织特定的标准来创建模型和代码生成流程，这样可保证生成的控制软件在功能上是100%正确的。

### 精通高级控制技术

控制策略的开发不只是创建逻辑流程图。一些控制功能是基于高级算法，需要深入掌握物理学和高等数学的知识。LMS工程师通过与学术界和行业内的顶级研究机构合作，将这些先进的研究理论应用到现实世界的问题中。

### 模型预测控制(MPC)

模型预测控制(MPC)提供了一个系统性的方法，用于设计高度复杂的、多变量的控制系统。从本质上讲，MPC方法是在通过设计被控对象的未来轨迹来优化一个控制目标，通过系统模型预测系统的响应。MPC的一个根本优势就是在控制器的描述中，可以明确地考虑系统的各种约束，即在优化问题中把他们作为系统的约束加入。因此，控制器就可以探索完整的系统性能。





#### LMS在控制策略开发上的优势:

- 熟知物理系统的特性
- 行业经验及开发能力，从概念设计到实施以及调试
- 对工程工具和方法学的深刻理解
- 发挥信息科学服务于数据管理的经验

MPC还提供了一个系统的标准化的工作流程: a)分析模型准确性和复杂度的等级; b)从高精度系统模型中直接创建紧凑的控制模型; c)结合高保真受控对象的模型进行闭环仿真, 分析控制器的性能和计算的复杂程度; d)通过调节控制目标来评估系统的性能包络线。

#### 模型嵌入式控制(MEC)

在早期的概念设计中, 工程师们会借助LMS Imagine.Lab Amesim来预测系统的性能。机电一体化系统需要设计控制器来对被控对象进行评估。探寻为何系统未能满足要求, 是因为被控对象自身固有的缺陷, 还是因为控制器设计的不尽合理导致的? 若要尝试回答这个问题, 由于控制工程师要尽量减少分析中的不确定性, 这将会导致项目成本逐步增长。

模型嵌入式控制(MEC)是一种数值技术, 可根据给定的被控对象自动生成最优控制轨迹。控制器使用被控对象模型的一个副本, 来评估可能出现的控制动作, 并返回可以实现用户指定目标的动作。MEC提供了一个系统的性能上限, 某些特定系统即便是在最理想的控制下也永远无

法满足需求。这种方法能够以快速归零的方式找到最佳的现实设计。由于关注的是控制器应该做什么, 而不是应该如何做, MEC还提供了更具体的对控制器要求, 以及对良好控制策略的深入理解。

# 在设计过程早期开发控制功能

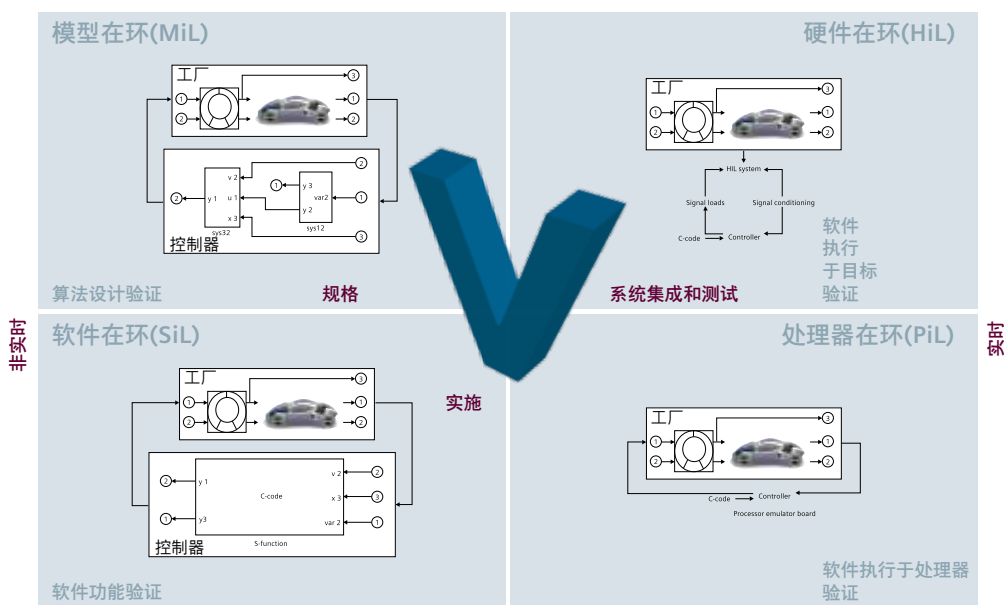
## 减少试验测试的成本

基于模型的控制系统的开发流程可显著提升控制系统的成熟度，得益于这一开发流程，在控制算法实施以及集成为软件之前，就可以在虚拟系统上把控制算法测试好。借助受控对象模型和控制算法的可执行模型，可以在设计流程的早期环节校核、验证控制系统是否满足全部期望的功能要求。这种方式在验证阶段就确保了控制软件功能具备高可信度。

### 虚拟校核与验证

传统的校核及验证(V&V)技术，是非常耗时且昂贵的，因为它们大多要依赖物理原型。而面向机电一体化产品的控制系统开发的LMS MBSE流程用控制器和受控对象模型，实现了在早期设计的多个关

键环节完成校核及验证(V&V)工作。这种方法可满足用于软件V&V的工程开发、测试流程开发及测试标准开发的关键需求。最终，它将帮助用户提升产品的质量、安全性、可靠性及效率。





#### 缩短控制系统开发过程:

- 流程和领域专业知识
- 各种测试平台开发和部署方面的专业知识: MiL、SiL、HiL
- 用于自动测试案例生成和执行的特定工具方面的丰富经验
- 通过虚拟测试集群测试和验证批量生产嵌入式系统的大型测试解决方案
- 快速且可靠的方法
- 硬件和软件的建模和协同仿真
- 节省时间和资金
- 总体质量保证

#### 需求工程

LMS将需求工程设计和分析作为V&V工作的基石。从设计意图和相关系统性能需求环节，LMS应用最先进的优化和设计权衡技术，协调子系统和元件级别的需求。此

外，LMS在组织和管理需求方面，以及使用可追溯性分析，将需求和设计功能及测试用例相关联的领域，具有丰富的经验。

#### 测试用例开发

LMS可以基于需求分析，或者采用结构化的基于覆盖率的分析，来开发测试用例，完全独立于控制器设计。借助此流程，无论是期望的、还是不可预期特性都可以进行测试。作为测试用例生成服务的部分，LMS提供了可自动生成及运行测试用例的定制化工具，该工具可以大大缩减测试工作的时间和精力。对于那些在测

试工作上只需要最小化支持的客户，会有详细的测试流程文档提供给独立的校核及验证(V&V)团队。由于测试流程与平台各自独立，因此可以在控制器校核及验证(V&V)工作的不同阶段重复使用。

#### 测试平台搭建

借助具有针对性的MBSE相关技术，LMS开发并实施了多种控制测试平台，例如模型在环(MiL)、软件在环(SiL)和硬件在环(HiL)。LMS可正确提取控制器软件架构，并创

建可执行的测试变量接口，这些变量接口可以提供测试输入并记录测试结果。

## 混合HiL(HyHiL)测试

LMS Imagine.Lab Amesim仿真平台可用于开发高精度的实时模型。但尽管如此，有些车辆系统很难构建其实时模型。为解决该难题，LMS提供了一种混合HiL(HyHiL)测试，在专用的测试台架中集成了物理的机械系统和虚拟的实时车辆模型。



## 虚拟测试平台

对于大规模的产品校核与验证，LMS提供了虚拟的测试平台，用来测试和验证批量生产的嵌入式系统，尤其是在目标硬件上运行的软件。这些虚拟测试平台可以模拟不同的测试工况下，车辆与ECU的闭环运行状况。LMS在测试平台方面有着丰富的经验，并且还在持续不断地根据客户的订单，提供建立并维护测试台架的服务。虚拟测试平台具备许多优势。比如：ECU的原型和产品的测试

版本的发布，可以采用由客户提出的产品需求生成的测试用例，来与虚拟车辆进行闭环测试校核。当要修正bug或加入新功能以满足新的需求时，可以通过回归测试来检验ECU功能的完整性，校核报告可用来评估ECU质量。因此，虚拟测试平台技术大大降低了机电一体化解决方案开发的成本。

## 测试执行、分析及报告

基于专用的XiL测试平台，LMS可以在开发阶段进行大量校核及验证(V&V)工作，并提供设计质量的评估报告。除了数字测试之外，LMS还提供定制化工具用于产品样式

检查，可以支持标准的或者定制化的样式指导，以确保在不同的工作流程中产品的设计样式保持一致。

## ECU逆向工程

凭借在嵌入式软件上的经验，LMS可从现有的ECU中生成高层控制策略。根据ECU硬件和I/O接口，LMS会配置专用的接口线束以测试ECU的特定负载特性，判定ECU中运

行的高层控制策略。这种嵌入式软件的功能描述可用于高层设计研究。



## 通过基于模型的预标定减少实际标定工作的时间

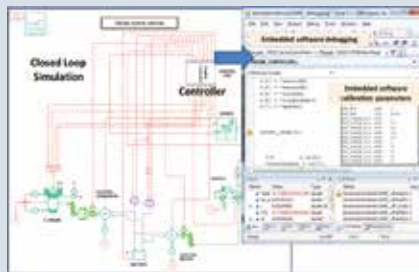
传统上，控制器是通过实际的被控物理硬件进行标定的。控制器软件的基于模型的预标定，提供了一个成本上更经济的途径，从而在开发的更早期阶段来进行这项工作，以提升产品质量。例如，传统上运行在发动机控制单元中的发动机管理系统，是在发动机测功机或配备该发动机的实车上进行标定的。这个标定工作需要等到物理样机试制出来后才能进行，这种方式大大拖延了开发流程。此外，嵌入式软件在开发后期的实际硬件上进行标定，而此时如需为提升性能做硬件变更，花费将极其昂贵。

通过基于模型的预标定技术，可以将嵌入式软件的标定工作放在一个虚拟的系统平台上，而非物理硬件上完成。控制器和系统动力学在闭环回路里进行仿真，标定过程就在这个虚拟的系统中执行。例如，如果控制器是以Simulink可执行文件形式存在的，那么在LMS Imagine.Lab Amesim中的被控对象模型就可以和这个控制器进行共仿真，基于MATLAB的专用工具就可以在桌面环境中标定控制器。

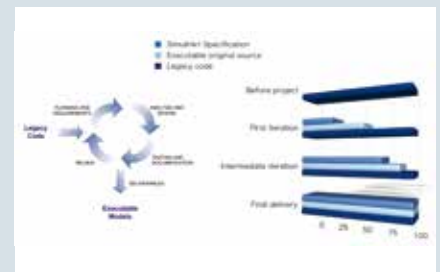
### 嵌入式C代码的准确移植

许多汽车厂商都积累了若干年的系统控制器方面的知识，这些知识都是以嵌入式C代码的形式存在。要利用这方面的知识，并同时过渡到MBSE的开发流程，需要将既有的C代码转换为其它模型，比如MATLAB/Simulink®和Stateflow®。

为此，LMS开发出了优化的、可定制化的流程及相关工具，用于ECU代码移植



嵌入式控制器软件在LMS Amesim中的虚拟车辆上的预先校准。



用于将旧C代码迁移到控制模型的LMS自定义解决方案。

为控制模型，这些模型遵循MBSE的规范。由此产生的MATLAB/Simulink®模型可确保和最初的C代码等效，而使其可读性得到大大的提高，并可自动生成代码。利用这些流程和工具，LMS提供了不同层次的代码移植服务，为ECU控制单元提供产品级代码。

由于软件和硬件都能够进行建模和共仿真，有利于在开发流程的前期进行测试和标定工作。虚拟集成技术可以在设计阶段早期就识别出设计缺陷，节省了大量的时间物质成本。LMS既支持逐字逐句的翻译，将遗留代码转换为底层的Simulink模块；又支持根据设计需求建立Simulink模块。LMS的MBSE方法可确保Simulink控制模型的功能表现和遗留代码一致，并依据原有遗留代码来校核自动生成的代码。

# 多层次的设计选择

## 在最短的时间内设计高质量的控制器

LMS Imagine.Lab Amesim是多物理领域系统仿真集成平台。用户可凭借其多层次的建模环境构建物理系统模型，用于非实时的桌面环境及实时HiL环境的控制器测试工作。LMS Imagine.Lab Amesim可以在流程的早期阶段对控制器进行闭环测试和验证:在MiL环节中采用控制器模型；在SiL环节中采用即将植入的嵌入式软件；以及最终在HiL环节中采用已经植入在目标机中运行的嵌入式代码。

LMS帮助用户开发具备一定详细程度的、面向控制的机电一体化系统模型；并建立适当的建模基础设施，虚拟测试平台和设计流程以支持控制开发工作。

## 整车能量管理

复杂控制策略的开发和测试是整车能量管理和整车热管理解决方案的组成部分。LMS Imagine.Lab整车能量管理方案帮助制造商将绿色工程集成到并行开发流程中，并同时机械、热、电气及控制工程集成到同一综合平台。凭借庞大的专业库及其和控制器建模工具的开放接口，对于那些正在寻找一次设计成功解决方案的车辆制造商而言，LMS提供了战略性的优势。

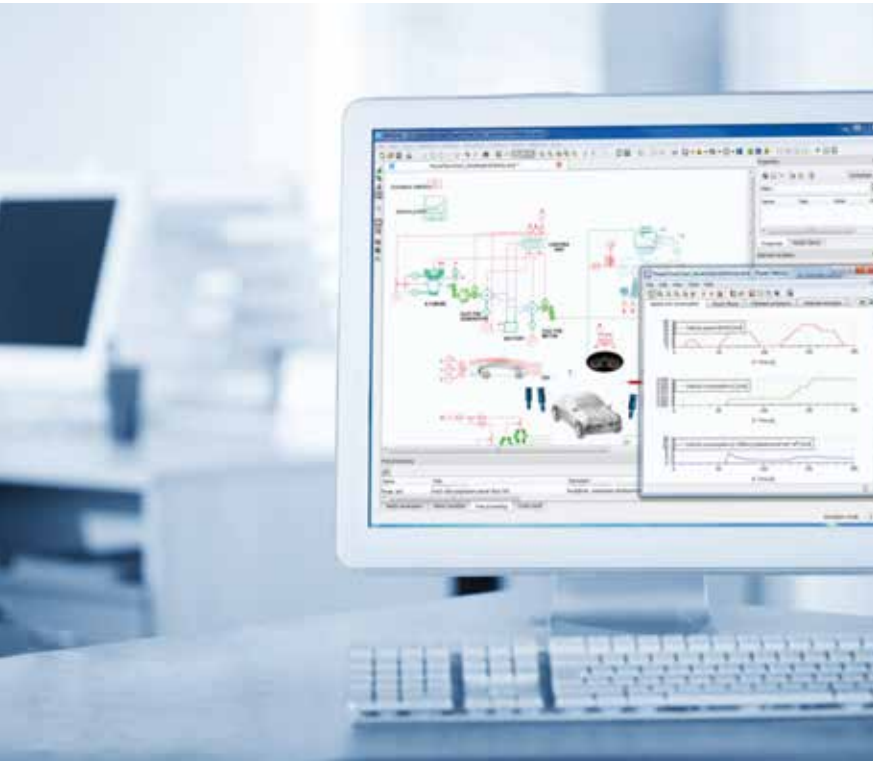
LMS探索出了一整套“整车测试”方法用于整车能量管理，作为对传统的整车评估方法的补充，即通过详细的测试设备布置来测量扭矩、温度、流量和电流。LMS的方案中还包含了一个优化过的机器人驾驶员，以最大限度地保证数据准确性和一致性。

这种方法可收集高质量的数据，由于无需通过独立的部件测试来收集子系统数据，从而减少了测试时间。可快速完成基准测试和竞争产品的深入调研。

## 车辆底盘控制器 — 实现行驶动力学性能的品牌差异化

基于LMS Imagine.Lab车辆动力学方案，可构建各个底盘系统元件模型，包括制动、悬置、转向、防翻滚系统等，并将它们集成到一个单独的系统模型中，以仿真并验证底盘系统的全局控制策略。此外，LMS Imagine.Lab Amesim提供丰富的测试场景，均是业内和政府机构使用的标准工况，可用来评估底盘控制系统。该方法可以用来建模和仿真不同执行器技术，以及不同建模详细程度的车辆模型。

最先进的系统如电子稳定系统、防翻滚稳定控制、主动悬架及主动后轮转向等的可靠性测试，现在可借助LMS Imagine.Lab Amesim的开放式架构，通过接口和嵌入式C代码以及控制系统建模工具，如Simulink相连接而得以实现。



#### LMS解决方案在管理系统复杂度方面的特点:

- 受控对象模型可同时用于专业和控制开发团队
- 准确性和执行时间的最佳折衷方案
- 设计流程的连续性: MiL、SiL、HiL及预标定
- 提升生产率并缩短上市时间
- 将多学科系统设计融合到实时回路中: 由离线跳转到在线设计
- 在整车能量, 行驶性和热舒适性指标间的平衡

#### 增强版动力总成控制可获得出色的驾驶体验

近年来, 随着动力总成控制系统的复杂性快速增加, 新型的发动机和传动系统执行机构出现, 并且在降低损失和能源回收技术方面有了重大突破。这些技术从根本上增加了控制系统的复杂程度。为了开发这些技术的最佳控制解决方案, 建模变得至关重要。

拥有涵盖热学、液压、电气和机械方面的庞大专业库和元件, LMS Imagine.Lab Amesim提供了一个功能强大的平台, 采用基于元件的建模方法来模拟仿真系统动态特性。新型执行机构以及它的控制对性能的影响, 可以在物理原型

之前, 通过Amesim的平台进行评估。在设计流程中更早地利用模型技术, 可以让物理系统的设计更容易受控, 这也提升了设计流程的质量和工作效率。LMS Imagine.Lab的专业库既支持传统动力总成系统的开发, 也支持新技术车辆如电池电动汽车BEV、混合动力汽车HEV、插电式混合动力汽车PHEV以及燃料电池汽车FCV。用于燃油经济性和排放预测的标准行驶工况也包含在内。

# 集成的基础平台

## 提升全球化团队面向多个特定市场、多个产品项目开发的效率

全球化工作的团队往往很难共享信息及管理多个项目。今后的发展趋势：在全球范围内提供特定市场或个性化的产品，为同时管理多条产品线带来一个额外的挑战。LMS在系统数据管理方面的解决方案，即LMS Imagine.Lab Sysdm提供了一种结构化方法来管理分布式协同设计模型，可以对模型及其相关数据、测试结果进行无缝归档、共享和检索。

LMS System Synthesis与Sysdm一起提供了一种集成环境。从而提升工程师在开发面向多个特定市场的个性化产品时的效率和创造性。这些新一代的工具在帮助用户理解、管理并共享不断变化的设计理念的同时。比如，架构及其变型，也结合建模工具，如LMS Amesim和Simulink，为机电一体化设计方案进行决策。

### 管理及分享协同设计方案

LMS Imagine.Lab Sysdm是一种中央数据库系统，用于管理元件级别和系统级别的模型，包括所有用于标定或使用配置的相关数据。它提供了一个用于MBSE数据的协作环境。工程师凭借这个数据库系统可以创建一种和组织机构相对应的数据结构，用于管理系统仿真数据，易于根据相关图式进行分类，数据查询和检索。

LMS Imagine.Lab Sysdm提供版本控制和变型系统模型的管理，用于贯穿于设计流程中的生命周期管理。它包括基于角色的访问控制，允许在系统模型开发人员，系统工程师及项目经理的部门团队间进行结构化协作。

### 管理多个变型架构

LMS Imagine.Lab System Synthesis是一个开放式的环境，可以集成多物理领域模型及其相关控制器模型，使得架构驱动的机电一体化系统开发成为可能。架构驱动的开发流程遵循由上至下的开发方式，先创建或导入与工具无关的架构，配置模型和专业库，比如LMS Imagine.Lab Amesim、Simulink、C代码等，并在目标平台上进行共仿真。依靠从大量实际应用中获得的模型和数据，LMS Imagine.Lab System Synthesis让系统工程师和系统架构师可以在概念设计和系统架构，系统集成和验证上无缝工作。最终结果是一个可执行系统模型，可用在不同测试场景下验证及优化完整系统方案。



#### LMS Imagine.Lab Sysdm优点:

- 易于更新和共享，以及结构化协同 workflows
- 提高仿真数据质量和可追溯性
- 提高生产效率
- 加快分布式决策
- 保障公司知识产权
- 集成到企业的产品生命周期管理PLM流程中

#### LMS Imagine.Lab System Synthesis优点:

- 显著减少系统集成的时间和精力
- 实现全球化协作及同步开发
- 显示参考架构，该架构可用来生成多个系统仿真模型
- 架构上的任何变化都可以很容易地传递到所有仿真模型

# LMS工程咨询服务

## 经验、技巧、知识与技术的结合

LMS工程服务提供独到的，将开发经验、工程技术和应用知识相结合的方案，来帮助用户构建可重复使用的、可重新配置的系统架构以用于控制开发。

### 融合经验、技能和技术

LMS对开展控制开发业务的单位，可以提供以下几种方式的技术支持：

- 全权负责(子)系统的开发工作，最终交付物为全功能的实际控制器
- 负责控制器开发流程中的某些特定环节的工作，例如，技术规格开发、集成及测试等；并与合作部门紧密工作，开发并实施嵌入式控制器
- 实现并运用专用的控制器开发环境，让客户能够在最短的开发周期内提供高品质的控制系统

### 分享最佳实践

凭借开放的工作方式，及将知识和最佳实践直接传授给客户，LMS提供的是一种持久的投资回报。借助专业强大的软件开发团队，LMS开发和实施了创新性的工具和方法学，以消除工作流程中的瓶颈。

凭借其在行业内实施MBSE流程的丰富的最佳实践经验，LMS工程服务团队和用户紧密工作在一起，确定客户开发流程当前的状态，并推荐合适的流程和工具的改变，以提高工作效率和质量。

### 车辆性能工程

LMS工程服务团队在如何实现将工程变更单整合到现有开发流程的同时，持续改进车辆性能，提升品牌形象方面，积累了丰富的经验。LMS工程师具备丰富的专业知识，范围横跨机械、热学、燃烧、电气及控制等。



选择LMS工程服务团队合作的优势:

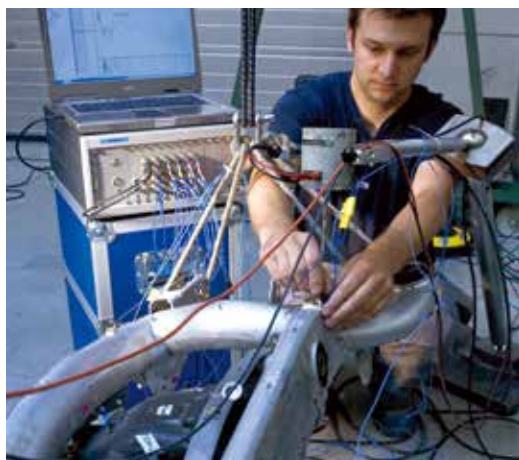
- 将测试和仿真手段结合
- 技术转让
- 实现并行开发流程
- 具备经验和技能的团队

#### 工程技能和全球化开发的技术支持

LMS工程服务具备全球项目管理的经验。在以结果为导向的理念推动下，LMS项目团队承诺在预算内和截止日期前实现客户的目标。

拥有超过30年的经验，成功完成7500余个项目，在三个大洲拥有超过200名专家，LMS工程服务在控制开发方面提供了最好的技术驱动型解决方案。

# 应用案例



## 底盘

LMS提供了专门的解决方案，可以在设计流程早期帮助工程师对底盘系统部件做决策，例如制动系统、悬架系统、转向系统和防侧倾系统。底盘部件可以集成到一个统一的系统模型中去仿真并验证底盘全局控制策略。LMS提供多层次的方法，可以对执行机构和车辆本身进行建模和仿真，覆盖从功能模型到考虑多体动力学模型。解决方案中还提供了和MiL、SiL和HiL验证流程的简易集成。



## 内燃机

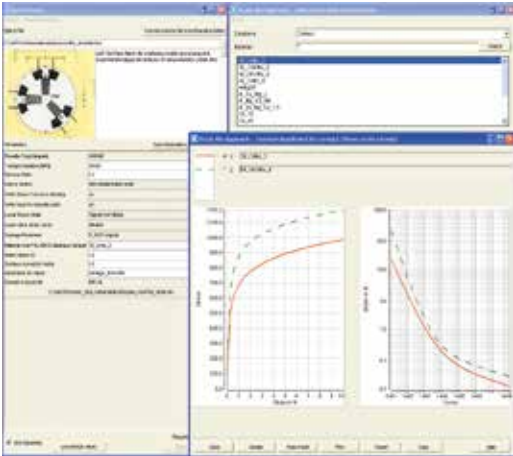
LMS帮助工程师设计综合的发动机系统如燃油喷射、空气管理、燃烧以及发动机控制策略。在元件控制和工艺要求上，LMS可提供精确的发动机模型和专业知识。LMS可分析创新型技术的选择对系统的影响，比如先进的配气机构、多次喷射和多级涡轮增压器。



## 传动链和变速器

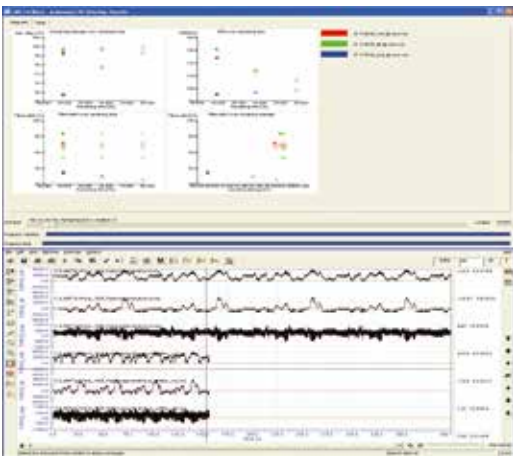
LMS促成新型传动系统设计和控制策略耦合仿真。LMS的解决方案提供了一个全面的、灵活的开发框架，从元件设计、系统集成到控制器验证。可以用于对于任意类型的变速器传动系统，如混合动力、双离合变速器、AMT、自动变速器和CVT变速器。该技术提供了一个多层次的技术方案，不但能解决驾驶性能，还可以解决抖动和高速传动系统的集成和舒适性问题。





### 电池和燃料电池管理

LMS提供电池及燃料电池被控对象建模技术，以及在电池管理系统开发方面的成功经验。LMS在电池管理系统策略中，诸如充电状态、功率状态以及健康状态等的估算方面和在MiL、SiL及HiL平台上进行测试方面有着经过实际考验的专业技术，可支持需求，实施和验证阶段的工作。



### 整车能量管理

LMS在应对集成革新并环保的动力总成方案挑战的同时，提升车辆的驾驶操控性，舒适度和车辆性能。LMS的方法学支持对HEV、EV以及内燃机和微混车辆的方案架构的设计迭代工作。该方案可用来在开发后期评估并优化子系统的性能。由于可以集成到现有车辆的开发流程中，LMS的方案中可以将机械、热、电气以及控制工程集成在同一个平台上。



### 工程机械

LMS提供的基于模型的解决方案，可对工程机械的液压或电力驱动的各项需求进行评估及平衡，如速度、精度、稳定性、驾驶员舒适性、负载悬挂以及电源规格确定。由于机械，液压子系统和控制元件间复杂的相互作用，只有对完整系统进行仿真才能得到有代表性的结果。基于几何尺寸的车辆建模功能，如轮式或履带式装载机、反铲挖掘机、起重机、滑移装载机或叉车等可用一维功能仿真来补充，可用于控制单元驱动的变速器系统分析。这种仿真还可以涵盖发动机的功率输出及液压回路。