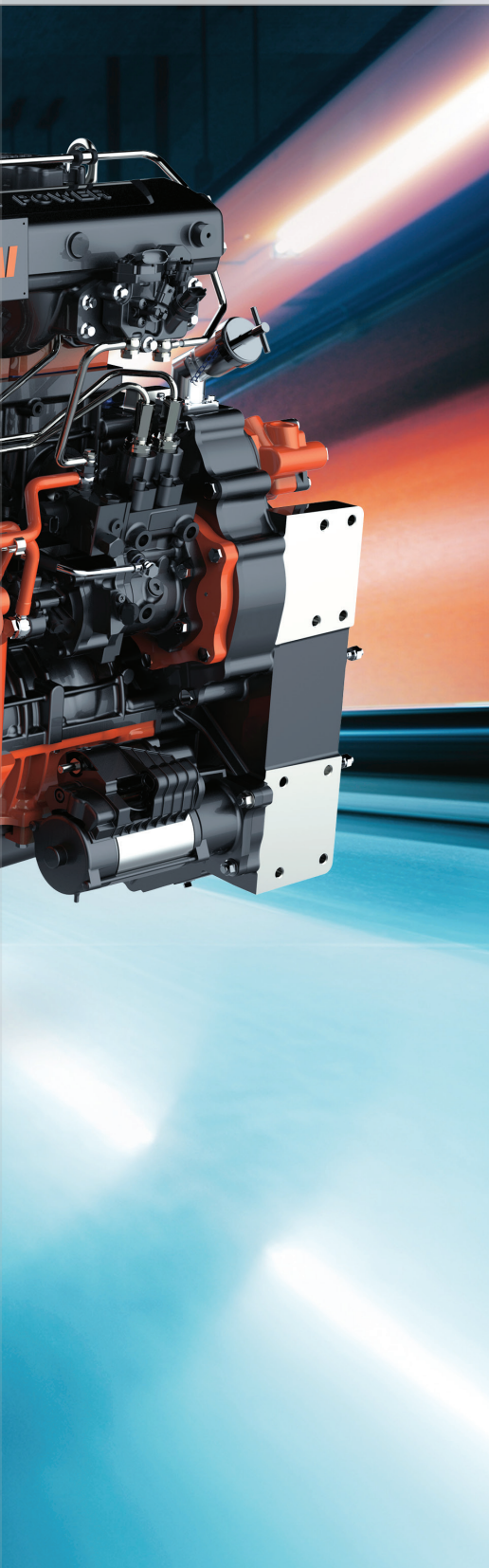


高效卡车发动机技术的
定制化仿真模型

建模 未来

为了满足内燃机排气性能的新要求，我们需要不断改善相应的开发试验环境。因此，潍柴将 dSPACE Automotive Simulation Models 和 dSPACE SYNECT 应用到新一代的发动机生产当中。



由于轿车和卡车的排放标准日益严格，柴油发动机的控制越来越复杂。

除了发动机转速和扭矩之外，还必须捕获和控制越来越多与排放相关的其它因素，比如喷射量、氮氧化物和颗粒物排放。为了遵守 Euro VI 标准的规定，中国发动机制造商潍柴公司为其现有的 Euro IV/V 发动机引入了众多创新技术（图 1）。为了在硬件在环 (HIL) 环境中精确地仿真这些创新技术，必须调整用于 ECU 验证的仿真器，以适应这些新功能。

模型和参数化

除了自己的模型之外，潍柴公司还使用 dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) 进行发动机建模，例如具有实时功能的 ASM InCylinder 模型。这些模型不仅可以用来仿真柴油机气缸内的压力和温度，还可以执行特定的燃油喷射计算，例如直接计算轨压（图 2）。由于 ASM 属于开放式模型库，dSPACE Engineering Services 能够根据潍柴最新一代发动机的技术要求进行有针对性的调整。ASM InCylinder 模型还可以进

行参数化，以仿真各种柴油机型号（图 3）。其中包括带有燃油系统、一个进气道和一个排气通道的直列式发动机，带有两个进气道和两个排气通道的 V 型发动机，以及带有两个进气道和一个排气通道的 V 型发动机。因此，潍柴对不同的发动机型号进行测试时，不再需要改变整个模型结构，只需要修改几个参数即可。

灵活性

除了柴油发动机 ECU 的 HIL 测试之外，潍柴还更改了 HIL 仿真器，以对替代驱动装置的 ECU 进行开发和测试，其中包括混合驱动发动机和压缩天然气 (CNG) 发动机。这些发动机符合中国国四和国五排放法规，但是生产数量较少。CNG 发动机所用的仿真模型基于 ASM InCylinder Gasoline 模型，其中燃料和点火系统以及空气通道根据潍柴发动机的真实特性进行了调整。只需稍微进行调试和参数化，即可使用这些模型进行 HIL 测试。对于混合驱动发动机 ECU 的 HIL 测试平台，其开发过程是类似的（图 4）。ASM 库和 dSPACE Real-Time Interface (RTI) 还能

>>

“通过使用 dSPACE SYNECT，我们在很大程度上简化了模型管理和测试管理。”

王裕鹏，潍柴发动机技术研究院

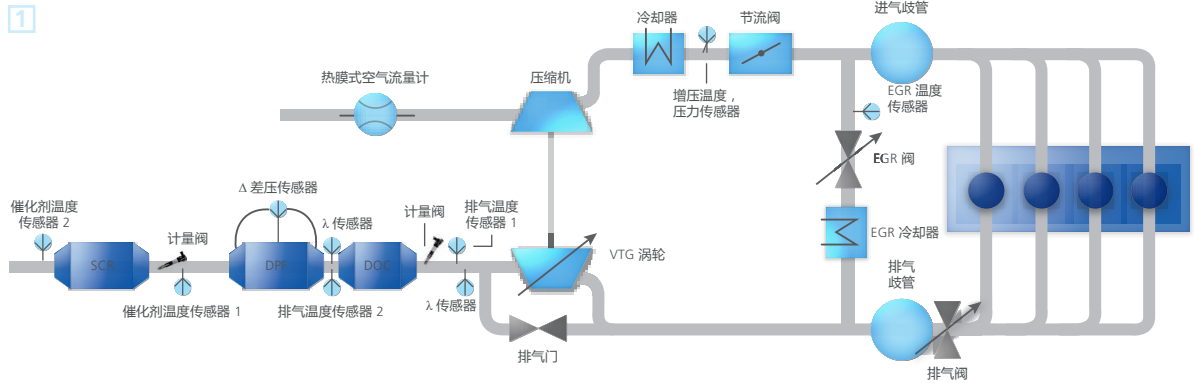


图 1：潍柴 Euro VI 柴油机技术图。如今必须精确控制各种组件，才能满足愈发严格的排放法规。这些组件包括节流阀、废气再循环阀 (EGR)，可变几何涡轮增压器 (VTG)、柴油氧化催化剂系统 (DOC)、柴油颗粒过滤器 (DPF) 和废气排放选择性催化还原系统 (SCR)。

“通过利用 dSPACE HIL 平台和 ASM 工具套件，我们能够为 Euro VI 发动机完成许多具有挑战性的 ECU 测试。”

于洪峰，潍柴发动机技术研究院

够帮助提高开发效率，从而缩短新产品的上市时间。

测试管理

在过去，各种各样的被控对象模型、测试案例和测试计划使潍柴难以管理 HIL 测试平台的数据。现在，通过 dSPACE SYNECT 对数据集中管理，极大地方便了开发人员的日常工作（图 5）。潍柴使用 SYNECT 管理所

有 HIL 被控对象模型，用于柴油发动机、CNG 发动机、并联式和功率分流式混合驱动以及重型施工设备驱动装置。即使相同 ECU 所进行的测试也可以根据测试要求、测试计划和测试案例在各个开发阶段进行更改。因此，潍柴为每项功能准备了专门的测试案例，并创建了有针对性的测试计划以实施高效的测试流程。在专门的测试项目中，从基本测试计划到

各种测试结果的最终报告，工程师均使用 SYNECT 来收集待开发 ECU 的所有必要数据。测试结果对于测试状态、进度和质量的评估很重要。潍柴将团队负责人和参与开发的所有工程师划分为不同的类别，以管理他们对 HIL 测试数据的访问。在 SYNECT 中，每个类别的工程师对 HIL 系统、测试案例和测试实施都有单独的读写权限。

王裕鹏

王裕鹏是中国潍坊潍柴发动机技术研究院电控技术部门测试实验室的主任。



于洪峰

于洪峰是中国潍坊潍柴发动机技术研究院电控技术部门测试实验室的工程师。

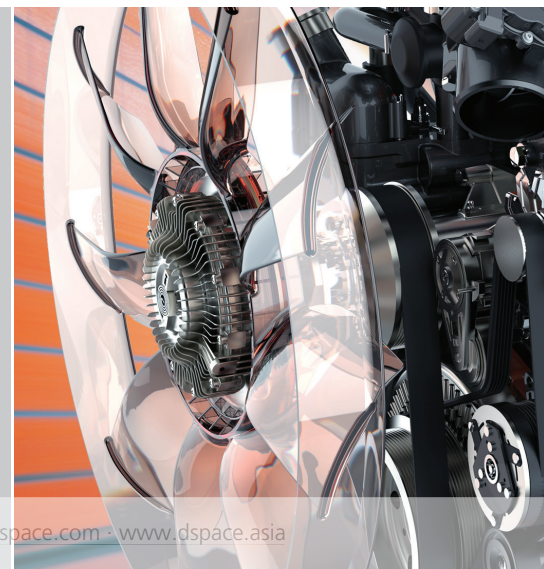
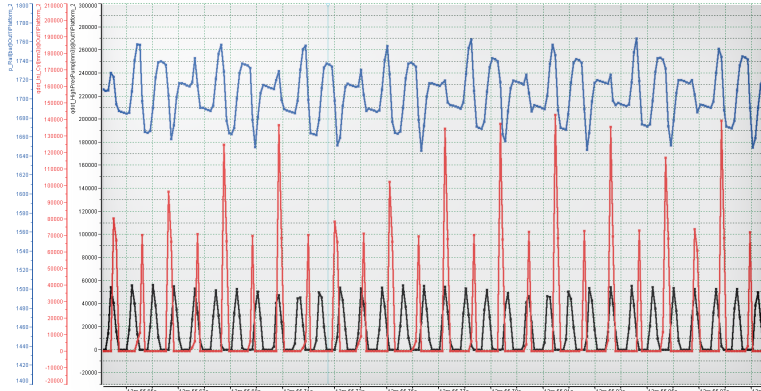


图 2 : dSPACE Engineering Services 为客户修改的模型已能够直接计算轨压等参数。

图 3 : ASM InCylinder 模型可以通过参数化表示不同的内燃机。

图 4 : 潍柴混合驱动 ECU HIL 测试平台的配置。

图 5 : dSPACE SYNECT 帮助潍柴开发人员管理大量的测试和模型数据集。

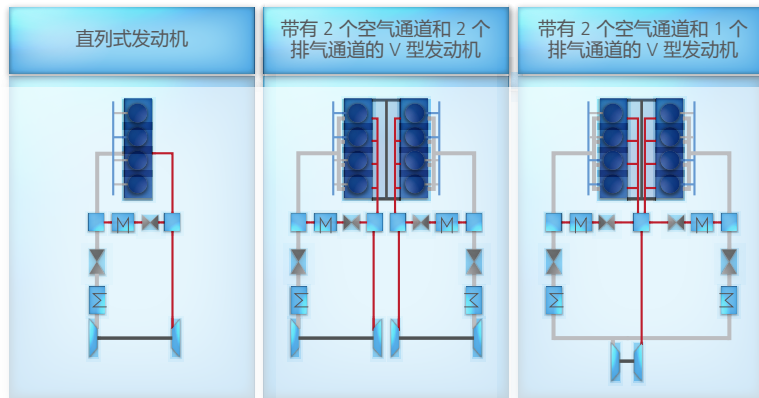


2

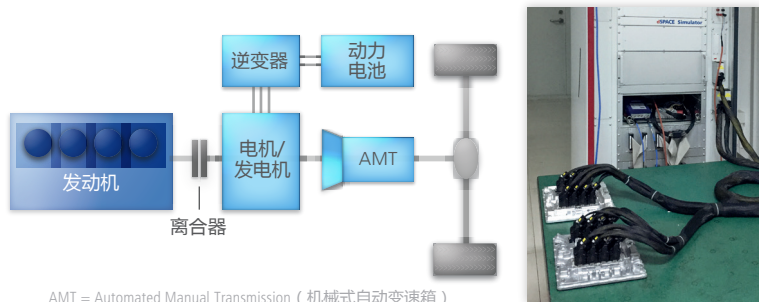
总结与展望

借助 dSPACE HIL 平台，潍柴能够满足 Euro VI 发动机 ECU 测试的所有要求。在 dSPACE Engineering Services 的支持下，客户可以在定制的模型中实现更具体的要求。dSPACE ASM 模型可以根据不同类型的模型进行调整，并轻松集成到潍柴开发的模型中。此外，dSPACE SYNECT 大大简化了模型管理和测试管理。因此，工程师能够使用 dSPACE 工具轻松建立被控对象模型开发和参数化流程。最后，dSPACE HIL 平台赋予了潍柴更多的灵活性，其不仅缩短了新型传统内燃机的上市时间，而且还适用于 CNG 和混合驱动等替代驱动。

王裕鹏, 于洪峰, 潍柴发动机技术研究院电控技术部门测试验证室



3



4

5