

进行 ECU 虚拟集成测试，以应对
越来越复杂的软件定义车辆

复合 测试

随着系统复杂性的增加，我们需要采取新措施来验证其功能正确性。
因此，大众汽车公司在验证流程中越来越多地使用虚拟化。

在 向市场推出新产品时，汽车制造商承担着重大责任。因此，大众汽车公司致力于呈现无懈可击的产品。毕竟，可靠的产品是确保客户满意度的关键，同时也是塑造品牌形象的一个重要因素。

软件定义车辆的整体复杂性

独特的新型软件定义汽车具有前所未有的复杂性，我们称之为整体复杂性。这就需要对车辆内部的流程以及外部环境和后端系统的基础设施进行全面评估。车辆功能不断增加，而且这些功能之间的通信越来越多，更增加了这种复杂性。

开发工具面临的新挑战

即使在开发一个相对较小的功能时，在测试层面也必须考虑测试整个系统，以获取关于该功能的行为和质量的信息，以及它对整个系统的影响。此外，必须尽快提供整个系统对于某一功能行为的反馈。

在整体系统中进行早期验证的挑战

但是，当众多系统组件仍处于开发阶段时，如何对一个功能进行测试？传统方法是先测试系统组件，之后在越来越全面的集成测试中与其它组件一起逐步验证。这种方法对具有一般复杂性的功能非常有效，但对于具有整体复杂性的功能而言，已经无法充分满足其要求。事实上，整个系统组件之间交互所产生的错误只有在开发的后期阶段才有可能首次被发现。

新方法：整个集成测试的虚拟化

我们需要采用一种全新的方法。我们可以将其称为“整个电子控制单元 (ECU) 集成测试的虚拟化”。通过全面的虚拟化（即**软件在环 [SIL]**测试），我们可以将所有的组件（无论其成熟度如何）整合到一个系统中。尽管这种早期 SIL 测试最初提供的结果对单个组件来说不算太真实，但是通过这一结果，仍然可以立即全面了解整个系统的情况。 >>

SIL



电动出行、车辆互联、自动驾驶和移动即时服务等大趋势催生了新的需求和功能。



将验证流程从单个组件扩展到整个车辆。

有了这一结果, 就可以评估某个组件在整个系统中的行为, 从而根据各自的情况尽可能详细地考虑整个开发流程中的整体复杂性。

通过虚拟化, 一开始就实现了最高的复杂性

特别是在早期阶段, 测试对象可能会随着开发的进行而发生变化。在硬件在环 (HiL) 测试中, 这些对象是 ECU。SIL 集成测试要求采用新思路。当然, 验证需要 ECU 软件, 我们将 ECU 软件打包成一种特定的形式, 我们称之为“**虚拟控制器(V-ECUs)**”。软件早期的组件和组件连接在开始阶

段也发挥了重要作用。这包括所有关键组件, 如规格、模型和粘合代码。此类集成的全面性能够凸显整个系统的必要特征, 特别是在早期阶段。当然, 为了统一对组件进行分配和整合, 需要制定规则 and 标准。例如, dSPACE 推出了 V-ECU 生成方法, 其描述了如何将软件和其它组件打包虚拟控制器成为当前或上游的交付工件。

多平台仿真

这将带来全新的仿真可能性, 十分振奋人心。除了传统的基于 PC 的方法外, 还提供基于容器的选项, 例如,

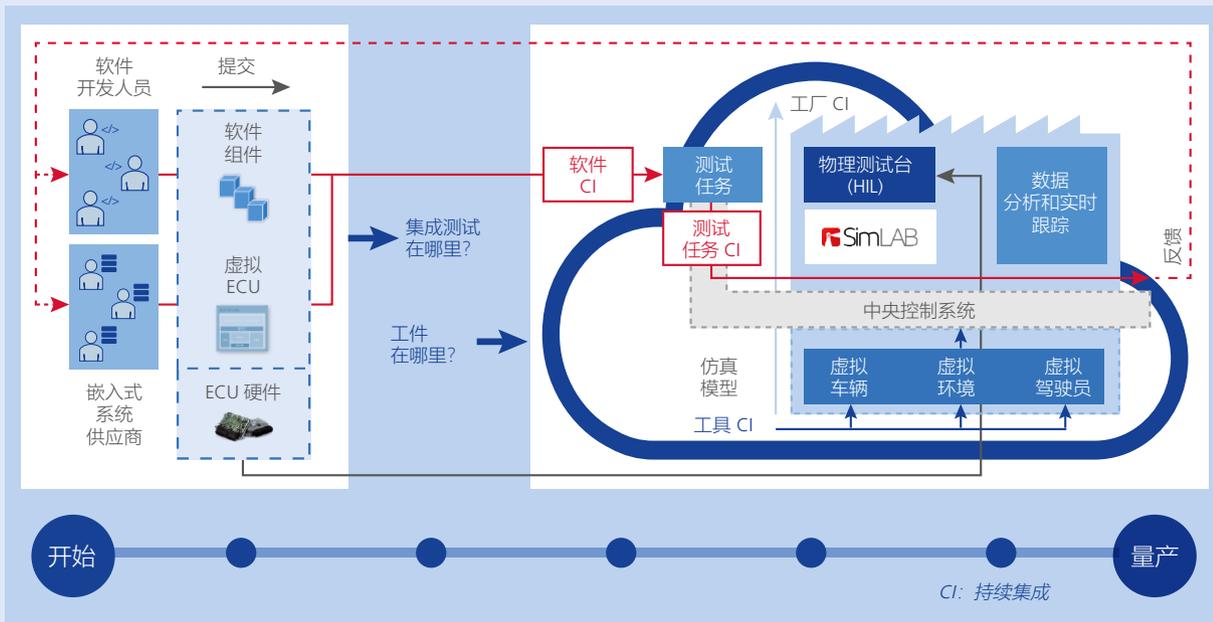
使用 dockers 在 PC 上创建多平台仿真, 甚至能在云端创建高度扩展的仿真。在这些情况下, V-ECU 通过 VEOS 等软件仿真平台执行。

敏捷开发加快工作进度

敏捷方法催生了新的协作方式。协同目标在各部门、分部甚至公司之间快速达成。在这种情况下, 需要及时分享信息。过去严格的职责划分现已逐渐演变成跨职能部门的通力协作, 旨在通过合作来高效地实现总体目标。这种敏捷方法需要确立新的角色和职责。例如, 产品经理指出并分析客户 (原始设备制造商) 的要求。

“敏捷方法有助于在各部门、分部甚至公司之间快速推进协同目标。过去严格的职责划分现已逐渐演变成跨职能部门的通力协作, 旨在通过合作来高效地实现总体目标。”

大众汽车公司 马晨博士



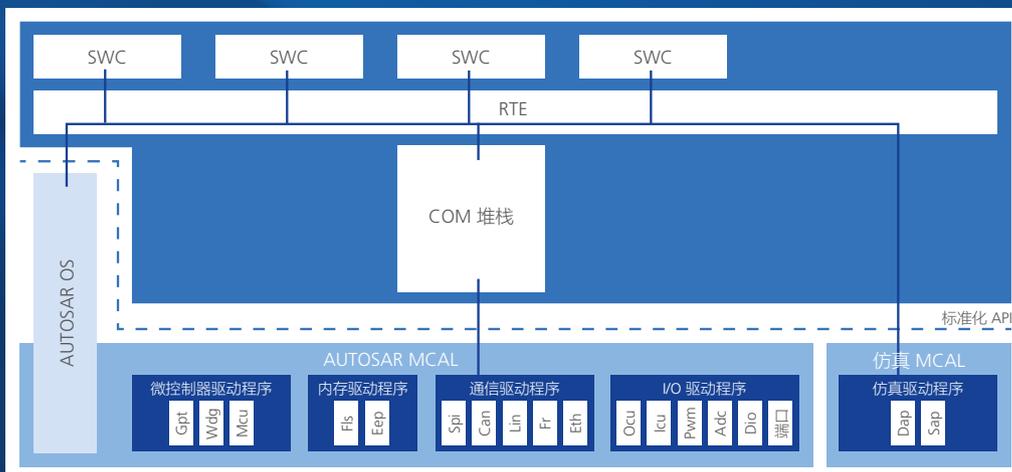
虚拟化 ECU 集成测试：敏捷开发。

他们决定了需要哪些功能以及何时需要这些功能。他们的目标是最大程度地提高运营的经济价值。接下来是流程经理。他们负责协调任务并优化所有工作人员之间的协作。

他们的目标是提高流程的效率。团队成员则根据其在公司的专业领域进行挑选，其中包括原始设备制造商、供应商、工具制造商、工程服务供应商等。

重塑验证项目

在当前的验证项目中，由大众汽车等几家公司的成员组建的敏捷团队正在努力实现虚拟整体网络的构想。这一构想的重点是在开发流程的早期阶段 >>



行业标准是虚拟化测试的重要前提条件。这包括根据 dSPACE V-ECU 方法定义组件，并将其与被控系统模型一起集成到 VEOS 仿真平台中。



敏捷开发推动了新型协作方式并加快工作进度。

利用所有相关的 ECU 验证整个系统中的功能。该方法首先设想将虚拟 ECU 逐渐整合到一个基于模型的网络中。dSPACE 的团队致力于实现项目落地，以及寻找合适的解决方案。dSPACE 团队在敏捷合作模型中担当开发职责。dSPACE 员工需要在项目中尽可能高效地使用自己的工具以及其它工具。因此，他们需要根据项目要求进行工具更新。

实现双赢

通过虚拟化 ECU 集成测试和协作方法，可为各方带来好处。工具制造商和供应商在早期获得信息，可以根据客户的要求调整他们的产品。客户（原始设备制造商）将获得精确定制的解决方案，这些解决方案十分高效，并最终提高了客户企业的经济效益。■

大众汽车公司 马晨博士

马晨博士

马晨博士是项目的产品负责人，负责对全面集成测试进行虚拟化，目前在沃尔夫斯堡的大众汽车公司担任 E/E 项目经理。



利用协同效应并发挥 虚拟化优势

大众汽车公司马晨博士专访

您的职业生涯很有趣。对于迎接汽车行业的挑战，您有哪些心得呢？

我是在中国出生的，现在已经在德国生活了 20 年。我生活在两种截然不同的文化中。我说的文化，指的是我们看人待物的方式。我们如何理解事物和人，以及如何对待的。事实上，汽车行业的许多挑战都与文化有关。许多问题实际上并非技术层面的挑战。我们需要克服其中的文化障碍。

这对验证软件定义汽车有哪些特殊意义呢？

在某种程度上，软件定义汽车几乎完全可以通过虚拟方式进行开发和测试。但我们总是要问自己，我们是否已经考虑到了整体复杂性。我们需要采用一种全面的方法。“全面”要求我们摒弃以往对职责、能力和流程的严格划分。首先，我们需要克服文化差异。

我们如何才能实现这一点？

我们需要更紧密地合作，并关注一个总体的合作目标。在我们的文化中，有太多的竞争思维。竞争破坏了实现共赢的可能。这就是进程如此缓慢的原因。例如，我们没有充分利用仿真的潜力。我们可能仅仅利用了 10%。

那么缺少什么呢？

在验证过程中，我们一般只专注于单个组件，因为从结构或技术角度来看，我们一直把自己看作是单个开发团队，而不是一个整体团队。未来，参与开发流程的所有人员，无论开发阶段和职能范围（部门、领域）如何，都必须发挥自己的作用，形成一个可以进行验证的整体网络。

人们参与协同合作有哪些阻碍？

除了知识产权保护外，我认为还有两个原因。一方面，大多数人都希望在每项活动中都能得到立竿见影的效果。而另一方面，每个人都希望只展示完美的最终结果以维护自己的形象，没有人愿意与其它领域的同事分享问题或短期进展。但事实是，在当前的产品和流程都具有很高的复杂度，只有从更大的总体回报中才能获得直接的个人利益，而这种回报只有在每个人都出力时才能产生。只有在大蛋糕都做好之后，你才能从中切走一块。我们所有人都必须勇敢地踏出这一步。由于担心声誉受损，我们错过了一些宝贵的机会来发现问题并将问题扼杀在萌芽状态。如果我们每个人能否克服这种心理，便离成功不远了。

感谢您接受我们的采访。



我们仅仅利用了
10%
的仿真潜力