



WABCO

智能软件， 智能卡车

安全性、效率和可用性是商用车辆的核心要求。技术供应商 WABCO 实施了一致的流程，优化安全关键型可靠系统的开发。该流程基于一个全面的工具链，其中 SystemDesk 和 TargetLink 为兼容 AUTOSAR 和 ISO 26262 标准的开发奠定了基础。



开发安全关键型驾驶辅助系统的有效流程和方法

当 卡车和公共汽车在正常的车道上以常规速度行驶、具有适当的轮胎压力并使用最智能的防撞系统时，会更加高效和安全。WABCO 提供的驾驶

辅助系统可确保实现这一点。众多制造商将这些系统集成在商用车辆复杂的电子电器 (E/E) 系统中。它们通过与车上的传感器和执行器通信来为驾驶员提供支持。但是，开发和实施

安全关键型系统涉及许多挑战，在工具链设计和开发流程时必须考虑这些挑战。兼容 ISO 26262 和 AUTOSAR 等重要标准不是开发人员要考虑的唯一关键因素。他们还必须优化开发时间和成本，使产品具有创新性和竞争力。因此，工具链必须满足以下条件：连续性、可追溯性、自动化、变更管理和测试前置。这就是 WABCO 使用双 V 模型设计流程的原因 (图 1)。这使开发人员能够随时在开发过程中快速执行测试。

开发 AUTOSAR 结构

AUTOSAR 结构的开发基于 PTC Integrity 中指定的要求。通过参考设计指南可确保需求足够详细并且正规化，以便使用自定义插件从中导出基本的 AUTOSAR 配置文件 (ARXML 文件)。配置文件将导入到架构工具 dSPACE SystemDesk 中。因此，软件结构中包含结构组件的名称。在 SystemDesk 中，开发人员将实现的详细信息、数据类型和 AUTOSAR 通信机制添加到架构中，并将其传递到 TargetLink Data Dictionary。TargetLink 可用于为 AUTOSAR 软件组件生成框架模型，开发人员可加入功能模型 (图 2)。这些流程直接关联，并可通过脚本自动执行，以确保实现更高的效率并防止出现错误。工具级联使开发人员可以对需求管理和开发环境之间的需求进行跟踪。我们还会将信息传递给模型。

基于模型的控件设计

WABCO 使用 Simulink/TargetLink 进行控制器开发。这些基于模型的工具将需求转换为功能模型。第一步，模型功能必须满足所有功能要求，但没有目标硬件的限制。通过 TargetLink

>>

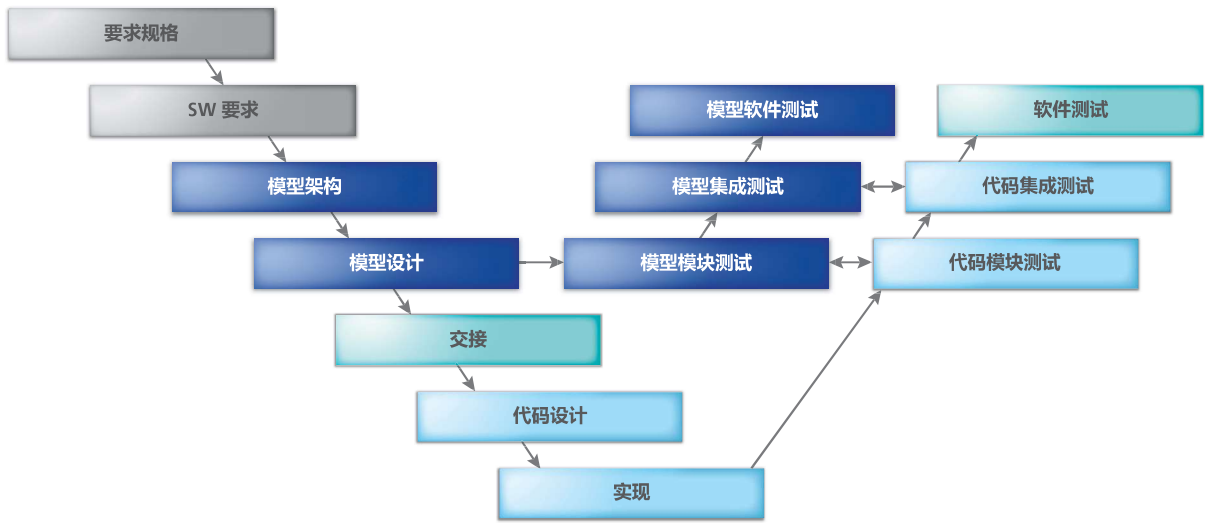


图 1：WABCO 中建立的流程以 V 模型（现已扩展为双 V 模型）为模板，因此即使在规范和设计阶段也可以执行软件在环 (SIL) 测试。其目标是在所有流程步骤之间实现无缝过渡，这可通过工具集成来实现。

中的模块在环 (MIL) 仿真功能来检查功能要求。运用 ISO 26262 的需求和方法之后会生成测试案例，用于对比功能测试。下一步，在使用 TargetLink 生成产品级代码之前，针对目标硬件优化功能和模型。然后，代码和模型在 BTC Embedded Systems 的 BTC EmbeddedTester 中通过背靠背测试验证代码。

软件实现

构成 WABCO 软件的 AUTOSAR 软件组件由多个包含各个功能的模块组成。通过 TargetLink 中的增量代码生

成可以分别为各个模型生成代码，从而可以进行分布式开发工作。还可确保将单个模块的已测试代码集成到 AUTOSAR 软件组件 (SWC) 中。增量代码生成对于复杂的 SWC 特别有帮助，因为不必每次都生成模块代码，从而显著减少了代码生成次数。组装好的 SWC 经过测试后，可集成到电子控制单元 (ECU) 的整个软件中。

高效的软件验证

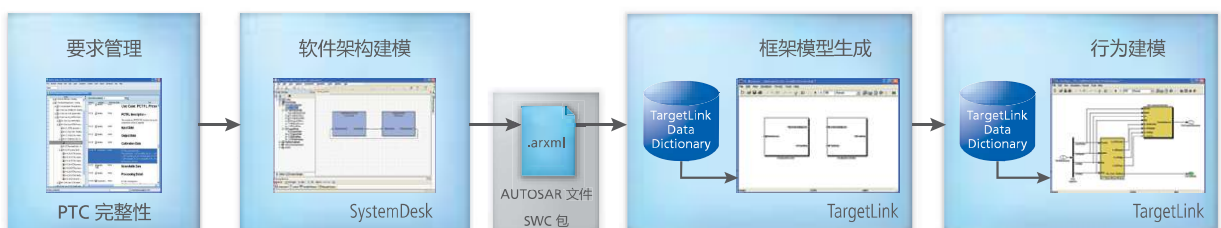
在整个开发过程中进行持续测试对软件质量起着决定性作用。早期全面的测试意味着能够更快、更有效地实

现高成熟度。WABCO 开发人员使用自己的工具进行一致性和合理性检查，以便从项目开始时检测和修复设计错误。在开发过程中，WABCO 还使用 TargetLink Ecosystem 中的以下工具进行软件验证：

BTC EmbeddedTester：智能测试案例生成，可用于经 ISO 26262 认证的全自动背靠背测试。

MES MXAM：自动检查以确定是否符合相关准则（建模准则、MISRA、TargetLink Modeling Guidelines）。该工具可在开发流程的早期阶段使用，以确保初始设计也

图 2：从需求到控件设计。工具之间的无缝过渡是高效开发复杂解决方案的基础，例如驾驶辅助系统。



“产品级代码生成工具 TargetLink 极为重要，因为它已通过软件开发认证，符合安全相关标准 ISO 26262 和 IEC 61508。”

WABCO, Holger Jakobs

符合准则要求。发布前对软件进行检查。

MES M-XRAY：分析模型结构和复杂性。该工具提供的指标可用于评估与软件安全相关的复杂性和潜在危险程度。因此，该工具可为兼容 ISO 26262 标准的开发提供支持。内部报告工具可支持测试启动、汇总结果并持续监控项目进度。

结果与展望

实施的工具链使其能够完成最前沿的 ADAS 项目 (图 3)。所有系统都已投入到批量生产中，用于众多制造商生产的卡车和公共汽车。WABCO 计划使用基于 PC 的仿真平台 dSPACE VEOS 以及现用于 ECU 验证的 dSPACE Simulator，以便及早发现错误。■

WABCO, Holger Jakobs

图 3：成功的 ADAS 项目示例：车道保持辅助系统 OnLaneASSIST™、转弯辅助系统 OnCity™ Urban Turning Assist 和自动紧急制动系统 (AEBS) OnGuardMAX™。



已完成的任务：无缝工具链

通过在连续的开发步骤和工具之间直接交换数据，工具链可实现无缝过渡。WABCO 通过以下标准工具及自带的自动化脚本实现了这一点：

- 需求管理：PTC Integrity™
- 架构设计：dSPACE SystemDesk
- 功能设计：Simulink®/dSPACE TargetLink
- 代码实现：TargetLink
- 软件验证：BTC EmbeddedTester、ES MXAM、MES MXRAY、自带的自定义工具

Holger Jakobs

Holger Jakobs 任职于德国汉诺威 WABCO 应用软件技术中心，是使用 Simulink 和 TargetLink 进行基于模型软件开发的专家。

