

符合标准的ASIL D 级工作流程
为自动驾驶铺平了道路

正确的 策略 至关重要

HELLA使用新的测试策略和系统来开发新一代电动助力转向系统。在开发转向系统的同时，HELLA和dSPACE Consulting正在制定一个创新的测试策略，以满足高标准的安全要求。该测试策略完全依赖于自动化测试序列，而这需要行业经验和专业知识。



“如果您致力于自动测试，并且不愿妥协，那么仿真和测试工具必须绝对可靠。借助于dSPACE的专家的经验，我们能够确保这一点。”

德国利普施塔特 HELLA GmbH & Co. KGaA 测试经理 Biju Kollody 负责转向ECU的所有测试管理。

在过去的几年中，HELLA 开发了多种电动助力转向 (EPS) 控制单元，并应用在全球数百万辆汽车中。市场对部分自动驾驶 (Level 2以上的自动驾驶车辆) 的ECU的需求正在不断增长，这是HELLA与 dSPACE Consulting合作建立自动化验证工具链的主要原因。该工具链必须符合道路车辆E/E系统的功能安全标准 (ISO 26262)，并且目前必须寻找机会来开发适合高度自动化驾驶 (达到Level 4) 的转向系统 (图 1)。为此，测试流程和工具链必须符合ISO 26262标准 (达到ASIL D) (图 2)。ISO 26262标准建议使用硬件在环 (HIL) 测试来测试安全关键型功能、组件、单个ECU和ECU网络，因为HIL测试多年来一直处于一流水平，且几乎一直用于测试安全相关关键功能。测试策略和测试环境必须无缝集成和协调，以便测试和认证安全关键型系统，并实现所需的测试覆盖范围。为了证明这种交互符合标准，有必要定期验证测试中涉及的所有组件和流程是否合适。验证的范围非常广泛，包括所用硬件的标定策略以及根据ISO 26262标准对软件工具链进行合格性检查。dSPACE专家快速确定了能够支持HELLA的四个方面：

- 建立技术安全概念
- 测试基础设施的概念设计和设置，包括多个HIL系统
- 开发自动化测试的工具链
- 兼容ISO 26262 标准

在dSPACE的帮助下，这些任务与ECU开发同时进行，测试系统在实际测试之前就已投入运行并进行了验证，包括与现有配置和需求管理工具的连接。“这种方法节省了大量时间，因为它避免了走弯路和死胡同。最后成功建立了一个易于理解的、符合标准的流程。因此新的客户项目在未来会变得更加容易，即

使要求完全不同。”来自HELLA的Andreas Brentrup 解释道。

自始至终的参与

“由于dSPACE咨询顾问从一开始就参与进来，他们可以在早期与HELLA合作制定测试目标。”HELLA的Biju Kollody补充说道。EPS控制单元在项目开始时仍处于原型开发阶段。测试计划是完全重新制定的，在这种情况下，需要详细了解功能安全和测试。为此，所有相关人员小组 (如测试人员、开发人员、系统架构师和测试工程师) 都参与到该流程中。联合开发的验证策略符合EPS >>

图 1: 自动驾驶等级符合 SAE J3016 标准 (国际汽车工程师学会发布)。





图 2: 根据汽车安全完整性等级 (ASIL) 的典型分类。ASIL 是 ISO 26262 标准的关键组成部分。ASIL 是在每个开发流程的开始阶段确定的。对系统功能进行分析, 并将其与可能的风险联系起来。

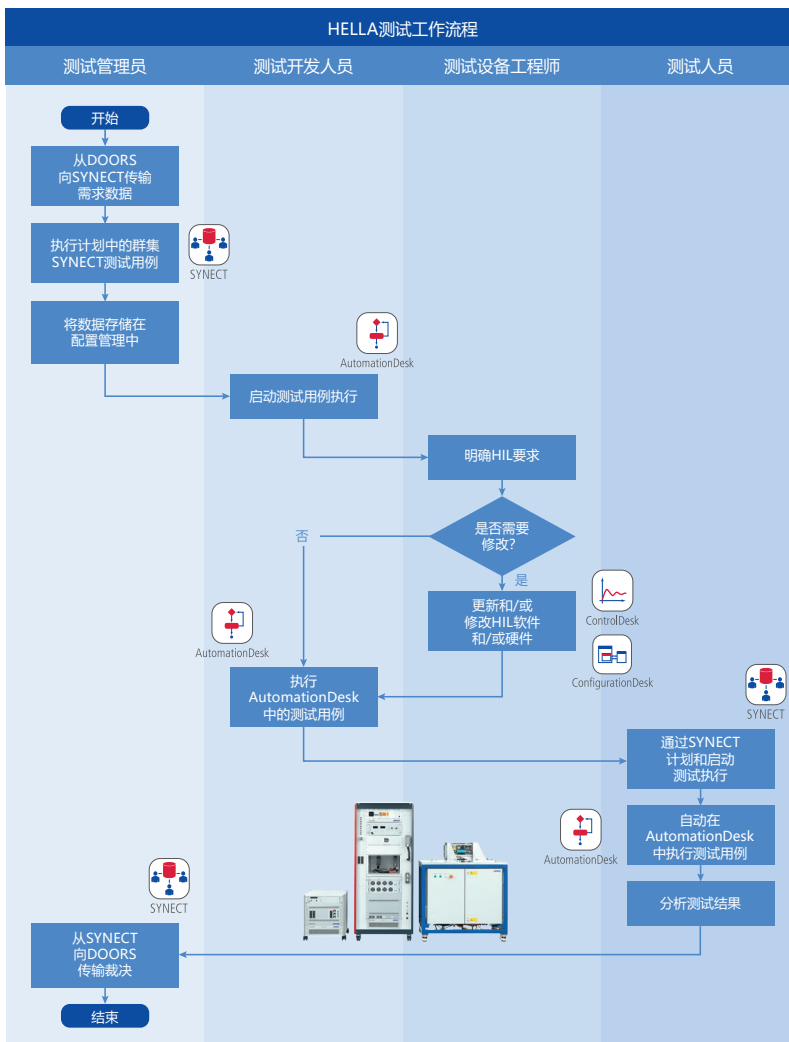


图 3: 安全手册中详述的工作流程和记录说明可确保结果始终可信以及整个工具链始终合格。

系统的所有功能安全要求, 其设计重点是易于测试 (图 3)。

适用的仿真器和测试台架

无论是在初始工作中, 还是在使用仿真器和测试台架进行的实际测试中, HELLA 都对 dSPACE 给予了充分的信任。测试硬件由两个仿真器组成: 一个 SCALEXIO 标准机架系统 (用于连接和测试专门信号级的 ECU) 和一个 SCALEXIO full-size 仿真器 (用于在功率级进行 ECU 激励)。仿真器还可以连接到 dSPACE 转向测试台架。作为第三个测试程序, 该测试台架可以对 EPS 控制单元的真实发动机进行激励。基于 FPGA 的 dSPACE 电机模型能够在信号和功率级的测试中进行逼真的电机仿真以及 ECU 的闭环操作。这种灵活的测试基础设施能够对不同的系统组件进行单独或组合测试, 从而高效地实现 ISO 26262 标准要求的集成和测试流程。ISO 26262 标准要求定期对测试系统进行标定。为此, dSPACE 编写了一本特定于项目的标定手册。

集成现有工具

“项目开始时的一个重要要求是软件工具链必须从 DOORS 到 DOORS 运行。这意味着, IBM® Rational DOORS 的测试规范可以通过 dSPACE 工具链进行验证, 结果可以导回到 DOORS 中。”Kollody 说道。为此, HELLA 将 dSPACE 数据管理软件 SYNECT 连接到了 DOORS。该连接能够将测试规范从 DOORS 自动传输到 dSPACE 测试自动化环境。因此测试开发人员和测试工程师能够实施和执行所需的测试, 同时持续保持对要求的可追溯性。这可确保需求、测试规范和测试结果始终联系在一起。



“制定验证策略需要与所有相关方进行讨论。无论是开发人员、系统架构师、安全工程师还是测试工程师，都有必要参与其中。在dSPACE专家的帮助下，我们得以让每个人都参与进来，并确保进行符合ISO 26262 标准的可靠验证。”

德国利普施塔特 HELLA GmbH & Co. KGaA 的测试实验室负责人 Andreas Brentrup 负责转向ECU的全球测试策略。

起。SYNECT随后会在 HIL 仿真器上全天候自动执行测试并显示结果。以这种高度自动化的方式测试 ECU 的效率特别高，我们需要对仿真和所用工具充满信心（图 4）。

功能安全

EPS系统的安全等级符合ASIL D (Automotive Safety Integrity Level D) 的要求，该等级是汽车 E/E系统目前可以达到的最高安全等

级。为满足ISO 26262标准的要求，dSPACE Consulting团队编写了一本安全手册，其中详细说明了验证流程的工作流程。软件和详述的工作流程（图 3）被确定为适用。

总结与展望

“在dSPACE咨询顾问的帮助下，HELLA能够在早期阶段应对安全相关项目给流程、工具链和测试设备所带来的挑战。”Brentrup肯定地说

道。dSPACE工具链已成功用于原型开发阶段中的故障排查工作。由于已经有了一个自动化测试系统，这极大地促进了HELLA向定制化开发的转型。在未来，dSPACE将支持HELLA调整工具链以适应客户项目的要求，确保工作方法继续兼容ISO 26262标准。 ■

文章已得到HELLA GmbH & Co. KGaA惠

图 4：HELLA工作流程的简单介绍：‘从DOORS到DOORS’：测试规范从DOORS (1) 导入dSPACE工作流程。因此，规范变化会立即显示在SYNECT Requirements Management(2) 中。使用SYNECT Test Management (3)创建、计划所需的测试，然后通过AutomationDesk (4) 自动执行。在最后一步中，测试结果将自动传回DOORS (5)。

