

# Lear 借助基于模型的设计加快交付优质车身控制电子系统

汽车 OEM 要求供应商在 ECU 软件中提供更多功能。为了降低成本，供应商往往会将多种车身电子控制功能（从雨刮器、车灯、车窗以及防盗系统到配电）集成到单个 ECU（通常称为车身控制模块 (BCM) 或智能接线盒）中。

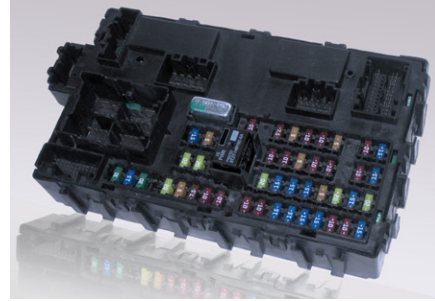
这种系统复杂性的急剧增加给全行业带来了需求界定不全面、不能按时交货以及质量等问题。Lear 公司的工程师们正在解决这些难题，他们使用基于模型的设计来开发、验证和实现车身控制电子系统。

Lear 系统工程部总监 Jason Bauman 说：“在基于模型的设计的帮助下，我们在实现之前即可识别并解决需求问题。产品级代码的生成和持续验证使我们能够在预算内及时、高质量地完成项目。”

## 挑战

汽车电子和配电系统越来越复杂，因此需求必须清晰、完整和一致。在传统的手工编码工作流程中，到了开发过程的后期通常会发现需求模棱两可或相互矛盾，从而导致延期或成本超支。

手写的控制器代码包含成百上千的输入输出和复杂的状态逻辑，因此对其进行维护和重复使用都非常困难。Lear 的首席工程师 Jinming Yang 回忆道：“过去，如果我们在某个环节实施了工程变更请求，很难预测会给系统的其他方面带来何种类型的问题。”



Lear 车身电子控制单元。

## 解决方案

Lear 采用基于模型的设计对几十个车身电子系统进行设计、验证和实现。

在一个 BCM 项目中，Lear 的工程师们分析了客户需求，并将整体系统分割为不同的组件，如内部和外部照明、电池管理以及汽车起动控制。

该团队使用 MATLAB®、Simulink® 以及 Stateflow® 开发了功能齐全的行为模型，其中包括各个组件所需的所有输入和输出。

为了开展早期单元测试，工程师们借助 Simulink 中的 Signal Builder（信号构建器）模块生成了测试激励，并将这些激励融入到模型中。该团队还使用 Simulink 开发出了用于功能性测试的对象模型。

团队使用 Simulink Verification and Validation™ 分析了模型覆盖率，并进一步完善了测试用例、设计和需求，直到它们达到满意的模型覆盖水平为止，包括决策覆盖和修改的条件/决策覆盖 (MC/DC)。

### 挑战

设计、验证和实现高质量的车身控制电子系统

### 解决方案

借助基于模型的设计，通过仿真和 SIL 及 HIL 测试实现早期持续验证

### 结果

- 需求在早期得到验证
- 开发时间节省 40%
- 保修问题零报告



我们采用基于模型的设计，不仅是为了能够更快地交付质量更好的系统，还因为我们相信这是明智的选择。最近，我们赢得了一个项目，而当时由于时限紧迫，我们的多家竞争对手不得不放弃投标。使用基于模型的设计，我们如期交付了该项目，并且没有出现任何问题。



Jason Bauman, Lear

在验证了近 400 个单元模型后，该团队使用 Real-Time Workshop Embedded Coder™ 生成了 C 代码。他们通过软件在环 (SIL) 测试验证这些代码，此类测试重复使用为单元模型测试生成的测试用例。

Lear 的工程师们将针对各个单元模型生成的代码集成到了 20-30 个功能级别的组件中，而这些组件反过来又集成为一个完整的系统模型。团队满足了客户的需求，并对组件和整个模型进行了仿真，以解决原始设计规范中模棱两可的部分。

该小组使用 MATLAB 脚本将测试用例自动转换成适用于硬件在环 (HIL) 和基于汽车测试的测试向量。他们还编写了其他一些 MATLAB 脚本，用于导入和分析硬件测试结果。

由于实现了模型共享，使 Lear 能够延长分散式团队的工作日。例如在某些情况下，对于北美的 Lear 工程师所做的设计变更，他们位于亚洲的同事在当晚就可以进行测试。

对于个别的国际客户项目，技术术语的翻译问题给 Lear 的工程师们在理解特定需求上带来了一定的挑战。Bauman 说：“我们使用包含 Signal Builder 模块的 Simulink 模型，使不同的时间选择变得形象直观，所以客户可以快速选择他们想要的那个。打开这扇沟通之门对于项目来说至关重要。”

## 结果

- **需求在早期得到验证。** Bauman 说：“对于 BCM 项目，我们使用 Simulink 所提供的带有可执行功能模块的虚拟集成和测试，在实现前找出了 95% 以上的需求问题，而我们在开始使用基于模型的设计之前，这个数字仅为 30%。同时，我们解决问题的时间也提前了很多，通常在项目开始后仅六周的时间内就可以解决问题，而不再是一年或更长的时间。”
- **开发时间节省 40%。** Yang 说：“我们为 BCM 项目生成了大约 700,000 行代码，并且我们在整个开发周期中对测试用例进行重复使用。这种方法使我们的整体开发时间缩短近 40%。”
- **保修问题零报告。** Bauman 说：“在整个行业内，随着软件复杂程度的提高，保修问题也越来越多。而在最近我们使用基于模型的设计完成的产品中，自开始生产 12 个月来，我们没有碰到任何与应用软件相关的保修问题。这个记录是我们和客户都乐意看到的结果。”

有关 Lear 的更多信息，请访问：

[www.lear.com](http://www.lear.com)

[www.PoweringIdeasThatDeliver.Lear.com](http://www.PoweringIdeasThatDeliver.Lear.com)

### 行业

- 汽车

### 应用领域

- 基于模型的设计
- 控制设计
- 代码生成
- 验证、确认与测试

### 使用的产品

- MATLAB®
- Simulink®
- Stateflow®
- Stateflow Coder™
- Simulink Verification and Validation™
- Real-Time Workshop Embedded Coder™

[www.mathworks.cn](http://www.mathworks.cn)



© 2010 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See [www.mathworks.com/trademarks](http://www.mathworks.com/trademarks) for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.