



远大的 空调控制目标

精确控制驾驶室温度是开发车辆空调控制系统的根本所在。Bergstrom 的目标是使这些系统的标定耗时减少 80%。为此，气候空调专家使用了基于模型的方法和各种 dSPACE 工具。

商

用和专用车辆必须始终可靠地执行严苛的任务，即使是在极端的气候条件下。为了让驾驶员保持舒适，能够专心工作，驾驶室必须提供最佳的工作环境。Bergstrom Inc. 旨在实现这种可靠的温度条件。

富有雄心的目标

Bergstrom 提供两款驾驶室空调系统商用产品，一款是经典的发动机驱动系统，另一款是停车空调用电池驱动系统（称为无空闲热环境 (NITE)）。Bergstrom 所有系统的一个核心部件是自动化电子温控单元 (ECU)，其测试和标定始终需要大

>>

Bergstrom 旨在虚拟开发 85% 的控制软件



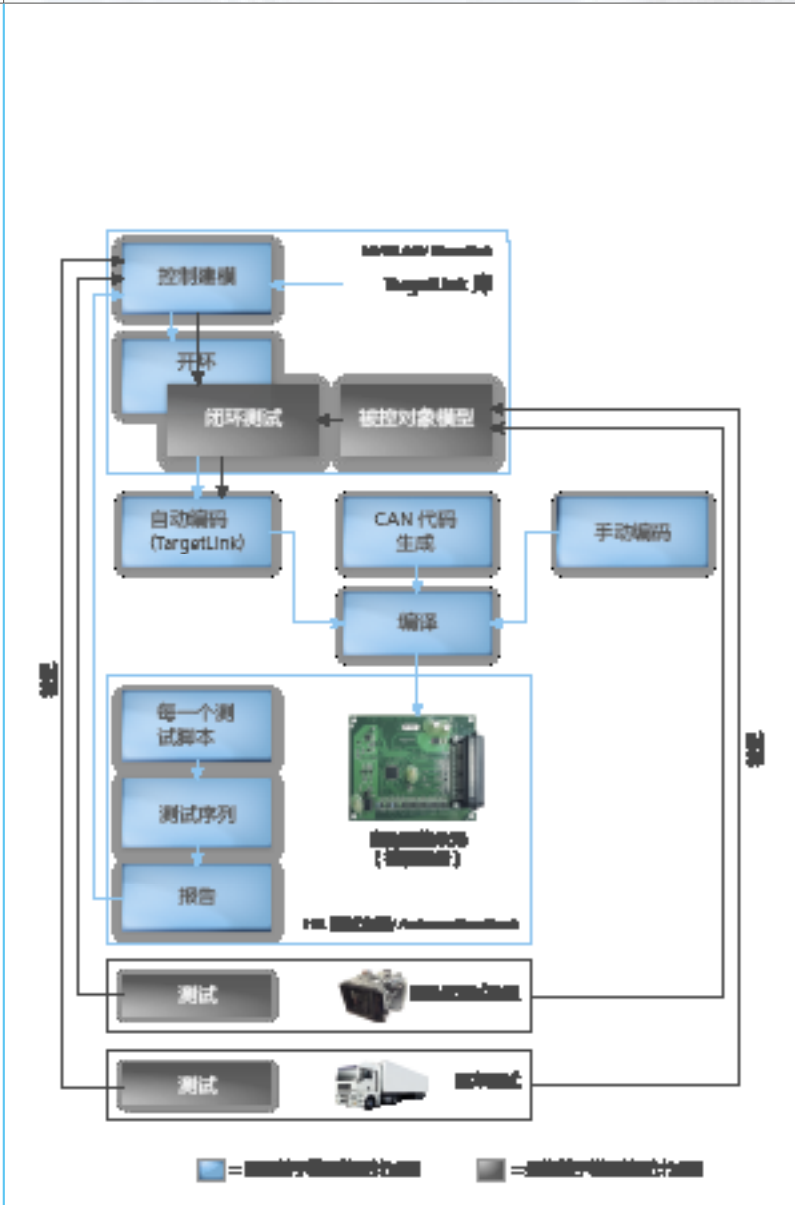


图 1 : Bergstrom 公司当前 (蓝色) 和最终 (灰色) 基于模型的开发过程。

量的迭代次数。这就是为什么 Bergstrom 致力于从长远角度加快 ECU 的开发，致力于在基于模型的新型开发过程中离线执行更多的标定步骤。该公司从一开始便雄心勃勃：在不久的将来，Bergstrom 想要虚拟开发 85% 的控制软件，并使标定时间减少 80%。

强大的工具链必不可少

确定基于模型的设计方向之后，Bergstrom 需要选择合适的工具。这些工具必须打造出十分高效的开发过程和行之有效的强大工具链。该公司选择了以下最先进的开发工具：

- 数据管理系统，用于组织和更新所有数据（模型、文档、规格、软件、数字、测试等），并将数据集中保存在一个便于全球所有开发团队访问的位置
- 软件版本控制系统，在产品的生命周期内提供可追溯性
- 需求管理系统，用于记录、分析、跟踪和优选各种需求
- 建模环境 (MATLAB®/Simulink®)，适合基于模型的开发
- 产品级代码生成器 dSPACE TargetLink®，自动由模型生成高效的产品级代码
- 测试自动化软件 dSPACE AutomationDesk，与 dSPACE 硬件在环 (HIL) 仿真系统结合使用，用于自动进行软件测试。

新的开发过程结构

首次将这些工具包含在基于模型的基本开发过程时 (图 1 蓝色框)，首要任务之一是通过逆向工程获取和记录现有产品的需求。获得的设计信息让 Bergstrom 开始在 MATLAB/Simulink 中对控制算法进行建模。Bergstrom 使用同一平台对建模的控制单元进行了直接的开环功能测试，让开发人员在设计阶段便能一览 ECU 算法的实际行为。如果测试成功，控制模型将通过 TargetLink 转换为产品级代码。产品级代码随后经过编译与附加通信接口 (CAN 代码)、标定协议 (XCP) 和附加手写代码一起在 ECU 上实施。

“我们使用 dSPACE 工具开启了基于模型的开发航程，因为作为市场领导者，dSPACE 公司拥有最先进的产品。”

Bjorn Hansson, Bergstrom Inc.



图 2：自动温控装置（中图）是 Bergstrom 经典的暖通空调系统（HVAC，左图）和 NITE（防空转热环境，右图）电池驱动 HVAC 系统的关键部件之一。

下一步是在 HIL 仿真器上深度测试 ECU。为了简化这些测试，Bergstrom 使用 AutomationDesk 创建了一系列自动化测试用例。开发人员能够使用测试报告校正和调整控制模型。

首次车载测试

在 HIL 仿真器上经过测试之后，原型被集成在真实卡车的驾驶室内。所以 TargetLink 将控制器和接口模型转换为产品级代码，以便随后在 ECU 上实施。开发人员使用标定系统通过 XCP 协议微调了车辆中的 ECU。整个原型在车辆中运行正常，所以集成测试取得成功。

初步成功

车载测试的成功表明软件控制器已满足事先制定的所有要求。但是获得可运行的模型只是第一步。还需要对模型进行标定，确保其正确运行。目前，Bergstrom 工程师的任务是将理念转化为模型。

通往终极开发过程之路

在未来，Bergstrom 将会微调所建立的基于模型的工作流程，并会添加其他的测试过程（图 1 灰色框）。例如，校正循环还将考虑量热仪测试台和车载测试的结果，从而进一步改进模型。因此，真实的量热仪和车辆也会在 MATLAB/Simulink 中建模，以便以后在控制器上执行闭环测试。随后可以更加广泛地、尽早地验证模型的功能。从长远来看，这些方法有助于 Bergstrom 在车载测试之前实现虚拟开发和验证 85% 控制软件的目标，从而使机械级标定时间减少 80%。因此 Bergstrom 期待节省大量时间和成本。受益的不仅仅是商用车辆驾驶员。在基于模型的开发过程结束时，Bergstrom 财务控制部门也会受益无穷。■

*Bjorn Hansson,
Bergstrom Inc.*

Bjorn Hansson

Bjorn Hansson 是美国伊利诺斯州罗克福德市 Bergstrom Inc. 公司的首席机电工程师。

