

# 高效的汽车电子测试—— 一种贯穿HIL仿真到诊断的测试环境

在当今的汽车电子开发过程中，测试扮演着十分重要的角色。然而，在使用正确的策略、思想和工具以使将来实现更为高效和自动化执行测试方面，业界仍然有许多潜力可挖。本文分析了测试技术的现状，阐明了在实践中所发生的交互作用疑难问题，并且证明了今天已经可以使用现成的工具以一种优雅而高效的方式解决与测试相关的具体项目任务。

## 1. 分析、仿真和测试工具

来自Vector Informatik公司的CANoe是一款被广泛用于分析、仿真和测试分布式、嵌入式系统的工具。它被广泛应用于残余总线仿真并且支持所有重要的总线系统——特别是CAN、LIN、MOST和FlexRay——Vector公司也提供适用于这些总线系统的PC接口。现有的商业接口卡可用于从CANoe访问ECU的I/O线路。除此之外，Vector还宣布将发布一种带有特定测试功能的I/O硬件产品。

**Thomas Riegraf**

全球生产线经理

**Siegfried Beeh**

Team Leader

**Dipl.-Inform. Stefan Krauß**

测试工具产品经理

Vector Informatik公司(斯图加特)

## 2. 测试与开发的集成

如今的开发模型在各个开发阶段都要求进行测试。通常，个体测试是独立的、分离的活动，是由专门的人使用专门的工具、语言和方法在有适当配置的专用工作站上完成的。这里，创建测试通常是一项独立的工作，与其他开发活动是分开。

这种分段式的工作方法源于将开发过程中众多不同的任务分配给专门的工作组。但是，如果对任务分割的要求太严格，那么不同开发和测试任务间的众多关联点将很有可能不能被优化利用。当使用兼容工具时，已开发出来的测试用例可作为其他不同领域的开发基础。避免冗余开发的做法释放了被占用的资源。全面的测试管理为协作提供了坚实的基础，共用相同的测试用例优化了测试的广度和深度。协调也有助于发现和填补测试缺口。

除了连接不同的测试阶段，开发和测试活动也必须相互联系且互相适应。应当将测试理解为开发的一个组成部分，它需要使用恰当的方法和工具来支持。除在程序和结构上得到保证之外，还必须保证这一点。在此，重要的是测试与开发一起进行，而不是只在要求的正式确认阶段进行。理想的情况是，可以直接在ECU开发者的工作地点利用现有的资源直接进行测试。

为此，CANoe提供了一个用来执行测试的运行环境，并可以与残余总线仿真和分析功能并行使用。该流程非常容易建立，尤其是在开发者已经使用CANoe进行残余总线仿真和总线通信分析的情况下。

## 3. 成熟度评估和误差分析

在开发过程中，为评估ECU的成熟度，需对所有执行过的测试进行全面评价。除要考虑单个测试结果在可靠性和

相关性方面的质量，更重要的是采用适当的测试来全面覆盖所要求的特性。因此，非正式的测试结果对成熟度分析也有帮助，前提条件是使用兼容的配置管理。从完成面向质量的、结构化的开发过程来说，这也是十分必要的。

无论在何时何地，无需用户或测试用例开发人员进行干涉，使用CANoe执行测试时都会生成一个测试记录。这样在进行伴有测试的开发时就不需要做额外的工作。用于测试记录的XML是一种开放格式，以使其他工具使用以对结果进行更深入的处理。

这项工作的本质是测试结果到测试用例、测试用例到需求的映射。使用唯一的标识符可很容易地实现这一点，测试用例开发者在单个测试用例中会引用它。CANoe会自动将该标识符复制到测试记录中，这样所有测试用例、测试结果和需求就可明确地关联起来。

分析实际发生错误的原因至少与记录和评估测试结果同样重要。大多数测试工具都不会提供这样的功能或者仅提供一些并不完善的功能。一个重要原因就是错误分析经常被当作开发者的一项完全独立的任务。首先，他们面临理解测试中检测到的错误并跟踪其原因的问题。尤其是当测试实验室报告错误时，开发者甚至时常无法使用测试中用到的系统。

基于上述原因，测试台上的测试步骤以及每一个与DUT间的交互动作都将被强制记录，特别是总线通信。在分析阶段，CANoe允许重放和分析任何需要的记录。从而有可能在开发场所使用与测试台上相同的测试系统以从中受益，这样开发者就可以独立地再现实生成错误的测试用例。在很多情况下，甚至是有必要进行简化时都可以执行相关测试用例。

### 4. 信号抽象和诊断

抽象是处理软件开发和系统设计中复杂度问题时普遍采用的重要方法。它也可用来处理测试。ECU中不断增多的功能不仅增加了系统的复杂度，还需要更广泛和复杂的测试。选择正确的抽象层组成测试不仅会影响创建测试用例所需要的工作量，进而影响成本，而且会影响测试用例的质量。就像所有其他软件组件一样，测试用例本身也可能存在错误，应该在使用之前进行检查。此外，还需要必要的维护。

信号层抽象是测试ECU功能的常用方法，这也是为何在ECU中实际的应用程序通常会基于信号抽象的原因。如在一个CAN系统中，ECU交互层提供信号抽象。这正是CANoe使用交互层的方式：利用网络描述中的信息，将自身参数化。网络描述同样可用于创建ECU软件。这保证ECU和测试环境使用相同的抽象层从而在两者间形成最佳的协调。

信号抽象也表示了一至少在协议层——残余总线仿真。比如，它保证周期性信号的确是按周期发送的。在测试

中，ECU是假定置于总线通信的真实环境下的。此外，当修改了系统通信矩阵时，通常可以继续使用保持不变的测试用例。对相同的应用程序，抽象使得相似项目中的测试用例得到复用。

在ECU测试中，重要的不只是信号接口。仅在对ECU进行较深层访问时，对许多ECU功能的测试才会有意义。这样的访问是由诊断和标定接口提供的，它们通过ECU现有总线接口接入。由于在通信进程下已有既定的协议，使用简单的消息序列对这些接口进行访问没有意义。而使用适当的诊断和标定抽象才会更方便、可靠。

在CANoe中，来自CANdela工具的描述文件或者ODX描述文件负责诊断访问层的参数化。如果没有对ECU实际诊断能力的描述，则可使用CANoe提供的针对KWP2000和UDS的一般描述。ECU专用的一般描述文件或者诊断描述文件都为方便地访问那里定义的诊断服务提供了便利，开发人员也许能够获得与上文信号抽象中同样的抽象数据和优点。

通过CANoe中的测试脚本就可以使用测量与标定协议CCP和XCP来访问ECU的内部变量。测量和标定工具CANape处理这些协议和需要的ECU描述文件(A2L)。CANoe通过COM接口控制CANape。这样就达到了与上文的信号抽象及诊断抽象中相同的目标。

汽车OEM和供应商应对增长的ECU测试需求的唯一途径是高效地创建测试和自动化执行测试。本文介绍的测试工具提供了一种已被证明的、使用信号抽象/诊断/标定/I/O的集成、测试模式概念以及测试用例生成器来实现测试任务的解决方案。CANoe是一个测试ECU和网络的高性能实时运行环境。测试开发者只需在自己的工作台就能在早期创建和执行测试，且仅需少量工作。CANoe的开放接口促进了全面的测试策略以及工具支持的测试管理的无缝集成。Vector正在持续地开发CANoe以适应上述领域的应用，并为用户提供现代而高效的测试平台支持。

(更详细的内容请访问[www.eetchina.com](http://www.eetchina.com)或[www.ed-china.com](http://www.ed-china.com))



敬请登录[www.ed-china.com](http://www.ed-china.com)  
免费订阅全年的《电子系统设计》  
杂志。

## 开发您的设计潜能

您可在一本杂志中找到您所需的深度资讯和技术信息，从而开发未来最热门的设计。

对于您来说，《电子系统设计》是一本必读月刊。您可以通过这本杂志及时了解最新信息并开发创新设计。

每期《电子系统设计》为您提供：

- 应用专题
- 设计常识
- 技术专题
- 技术观点
- 突破性技术

另外，通过杂志网站[ed-china.com](http://ed-china.com)开设的14个设计栏目，让您全天候接触到新技术和设计实现方法。

global sources

**电子系统设计**  
Electronic Design-China

[www.ed-china.com](http://www.ed-china.com)