

# 分布式控制系统 总线通信及诊断功能的开发与测试

Vector&恒润联合演示会 • 北京

2011-07-12

- 分布式控制总线系统概述
- 总线系统开发与测试流程
- 诊断功能开发及测试流程
- 应用案例及恒润服务

# 汽车的发展



机械及电器



需求不断增加：  
动力性、安全性、舒适性、经济性、环保性……

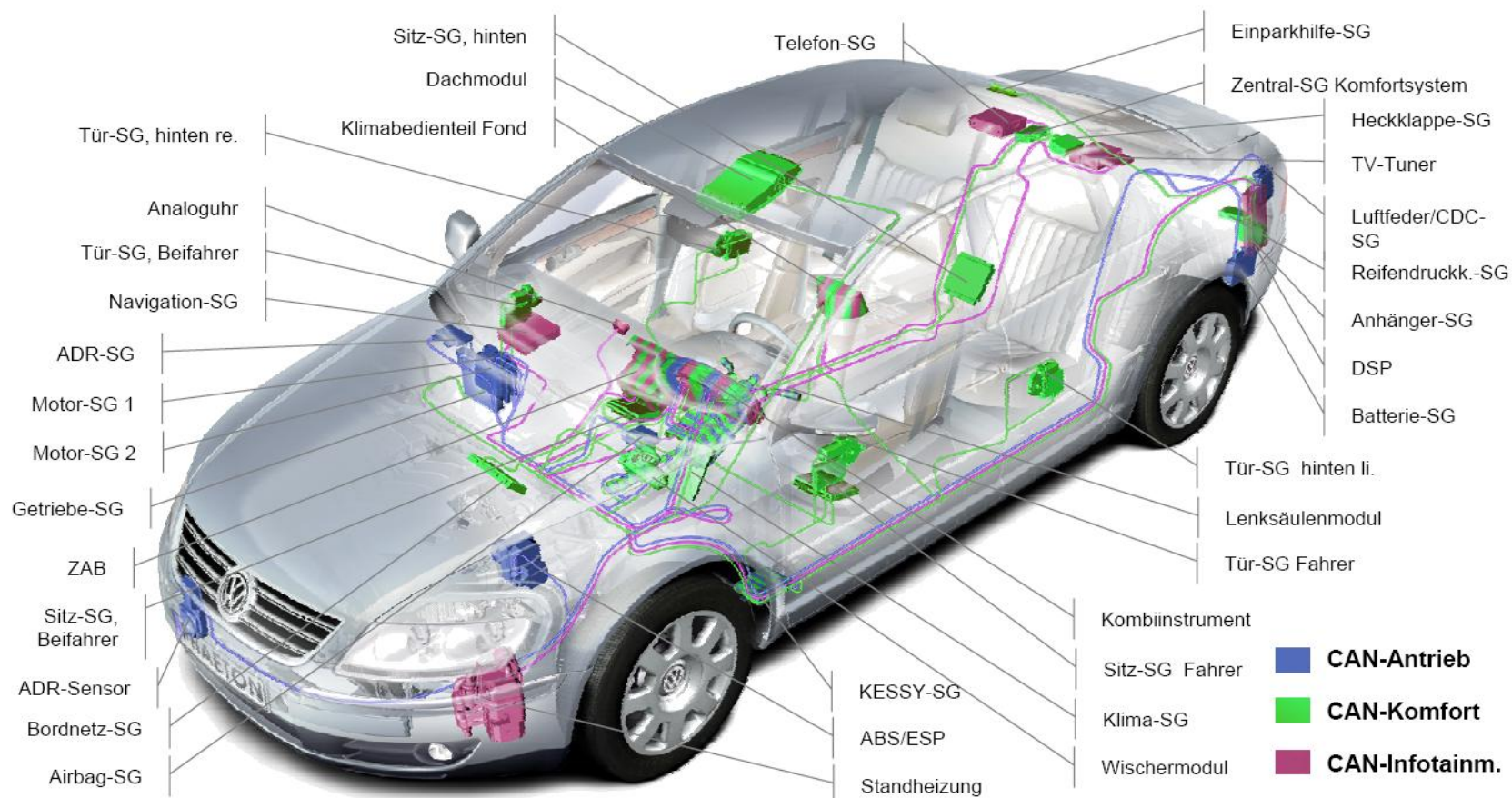


电子及网络



# 汽车电子的发展

- 乘用车：高级车80多个ECU，中级车30多个
- 商用车：5~30个ECU



# 节点间通信方式-点对点

□ 一个信号 = 一条导线 + 两个接口 (I/O)

□ 简单直接的解决方式

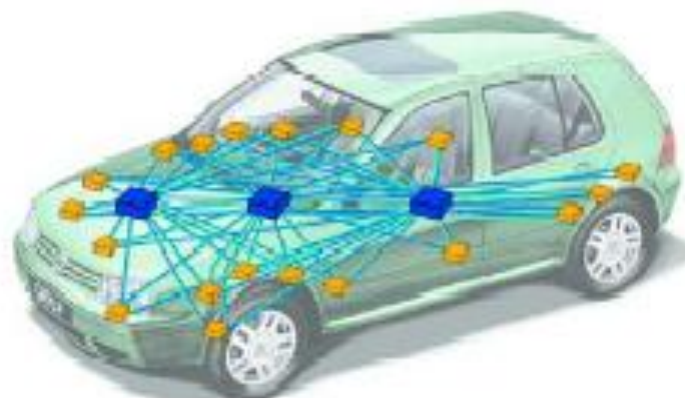
□ 缺点明显

□ 系统复杂，易于出错 → 降低了可靠性

□ 线束增加 → 空间、重量、成本上升

□ 有限的I/O数量 → 需求受限

□ 无法实现 标定、诊断等功能





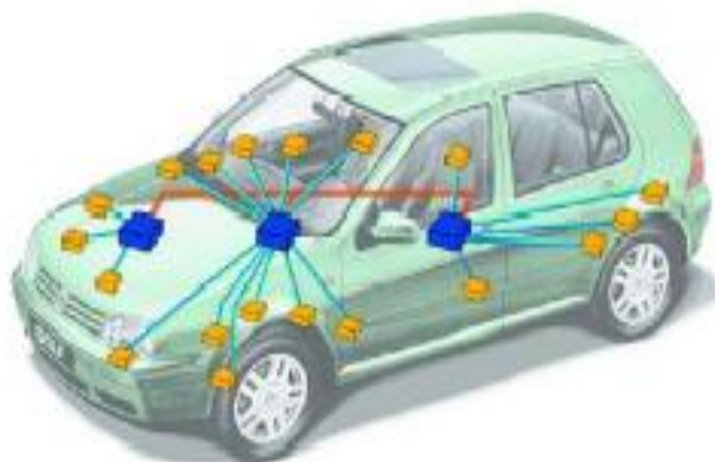
# 节点间通信方式-总线

## □ 所有ECU共享总线信息

- 广播发送
- 可选择性接收

## □ 优点明显

- 降低了成本
- 降低了空间需求和重量
- 降低了复杂度，提高了可靠性
- 可实现在线诊断、配置和重编程
- . . .



# CAN总线在车辆领域的应用

## □ 广泛应用于各种车辆

- 乘用车
- 商用车
- 特种车辆
- 工程机械

## □ 形成标准化的高层协议

- 商用车通信协议 J1939
- 诊断相关协议 ISO-15765/14229
- 网络管理协议 OSEK-NM
- 标定协议 CCP
- ...



# CAN总线在其它领域的应用



**cin**  
CANopen



**CAN**  
Aerospace

Arinc  
825/826



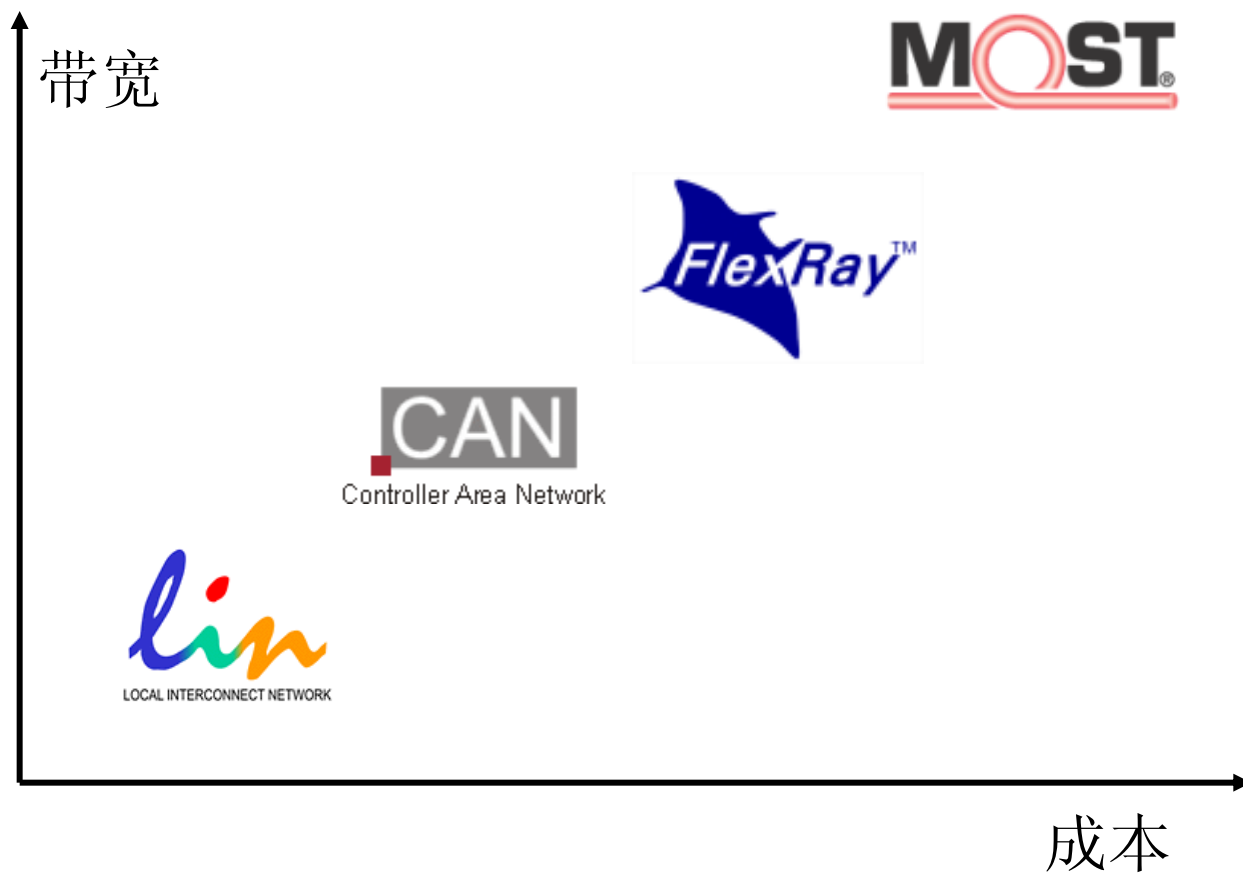
NMEA2000  
CANopen



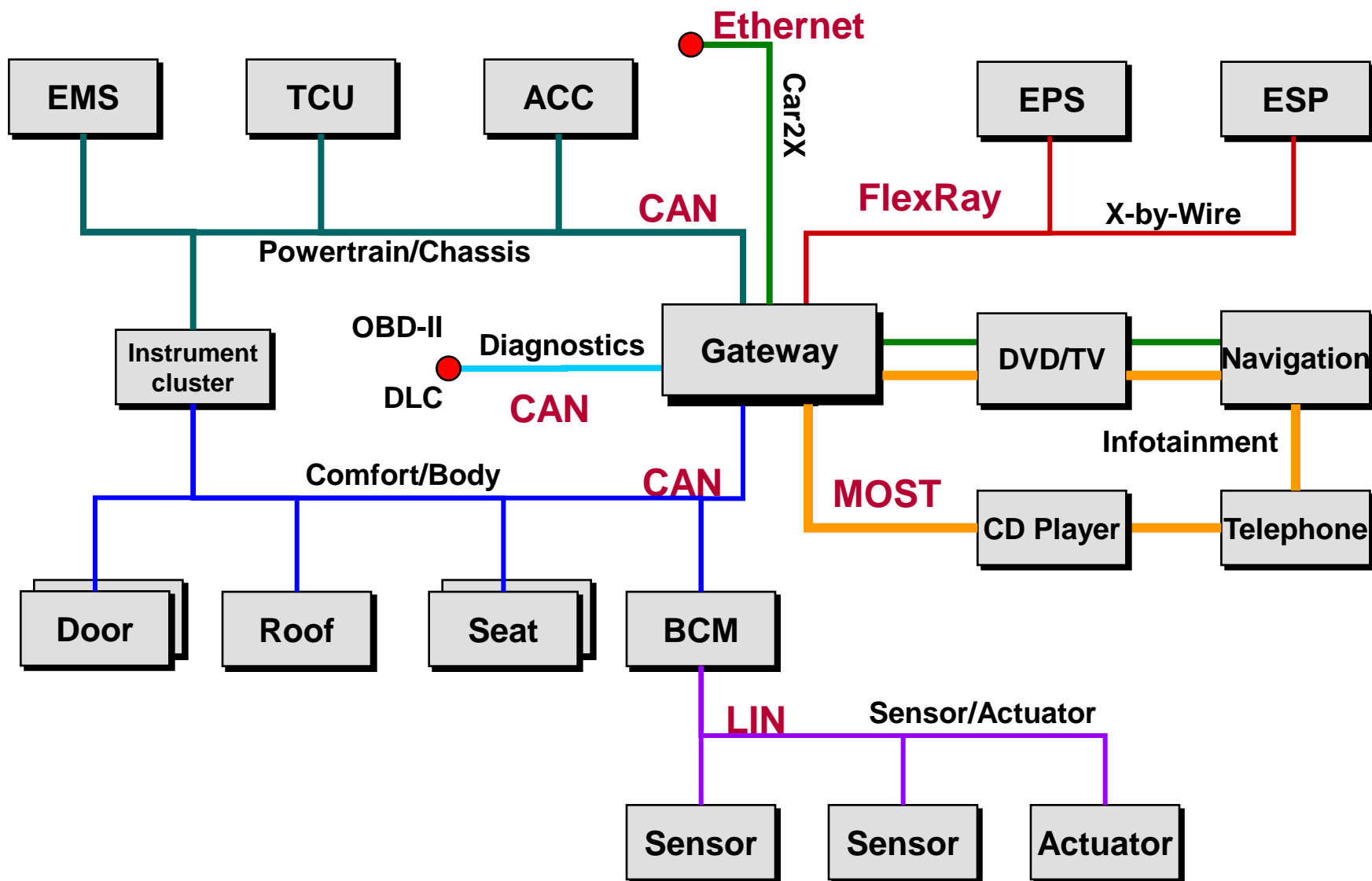
# 车辆网络发展现状

## □ 当前的车用总线

- CAN
- LIN
- FlexRay
- MOST
- Ethernet

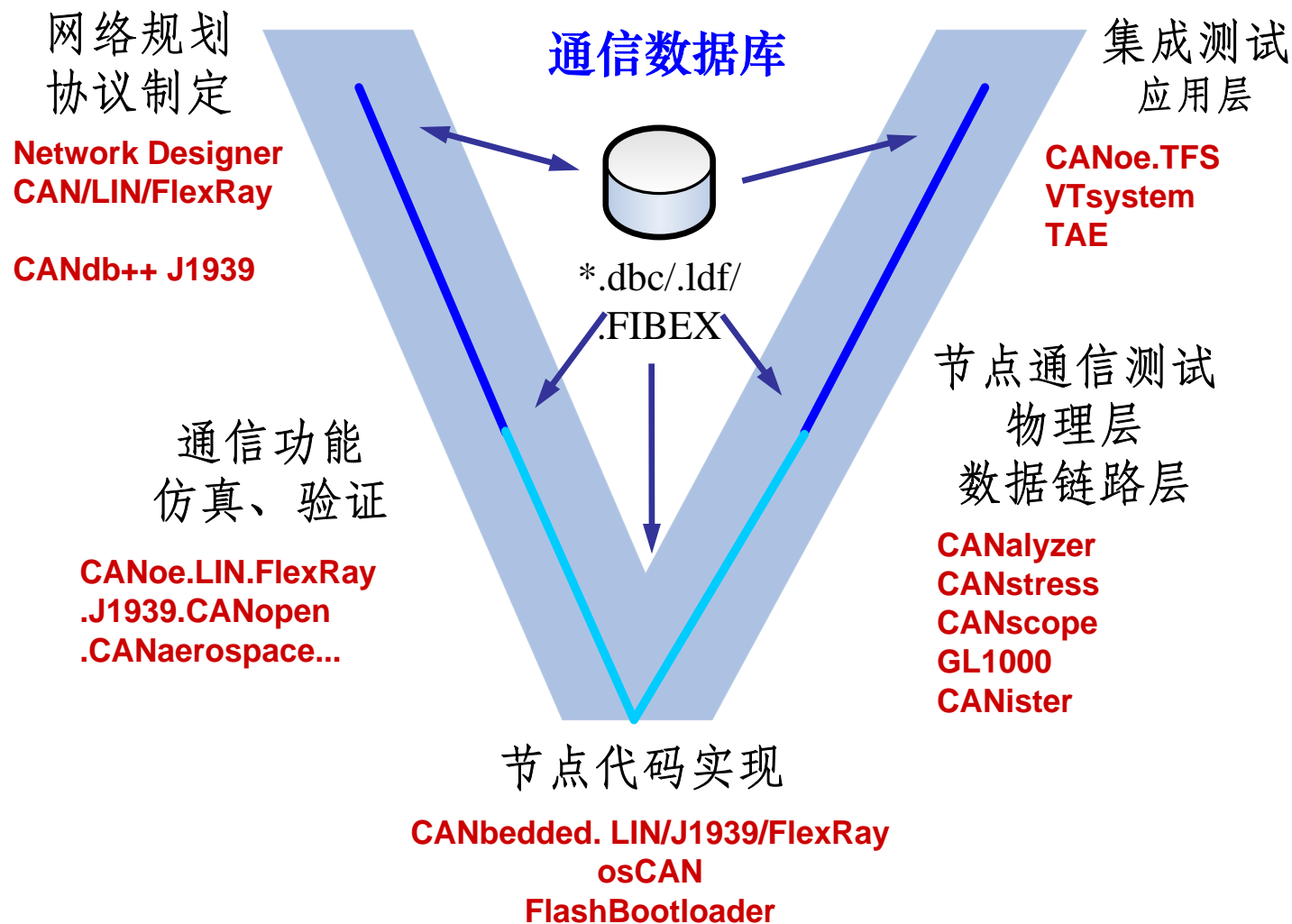


# 典型汽车网络拓扑结构



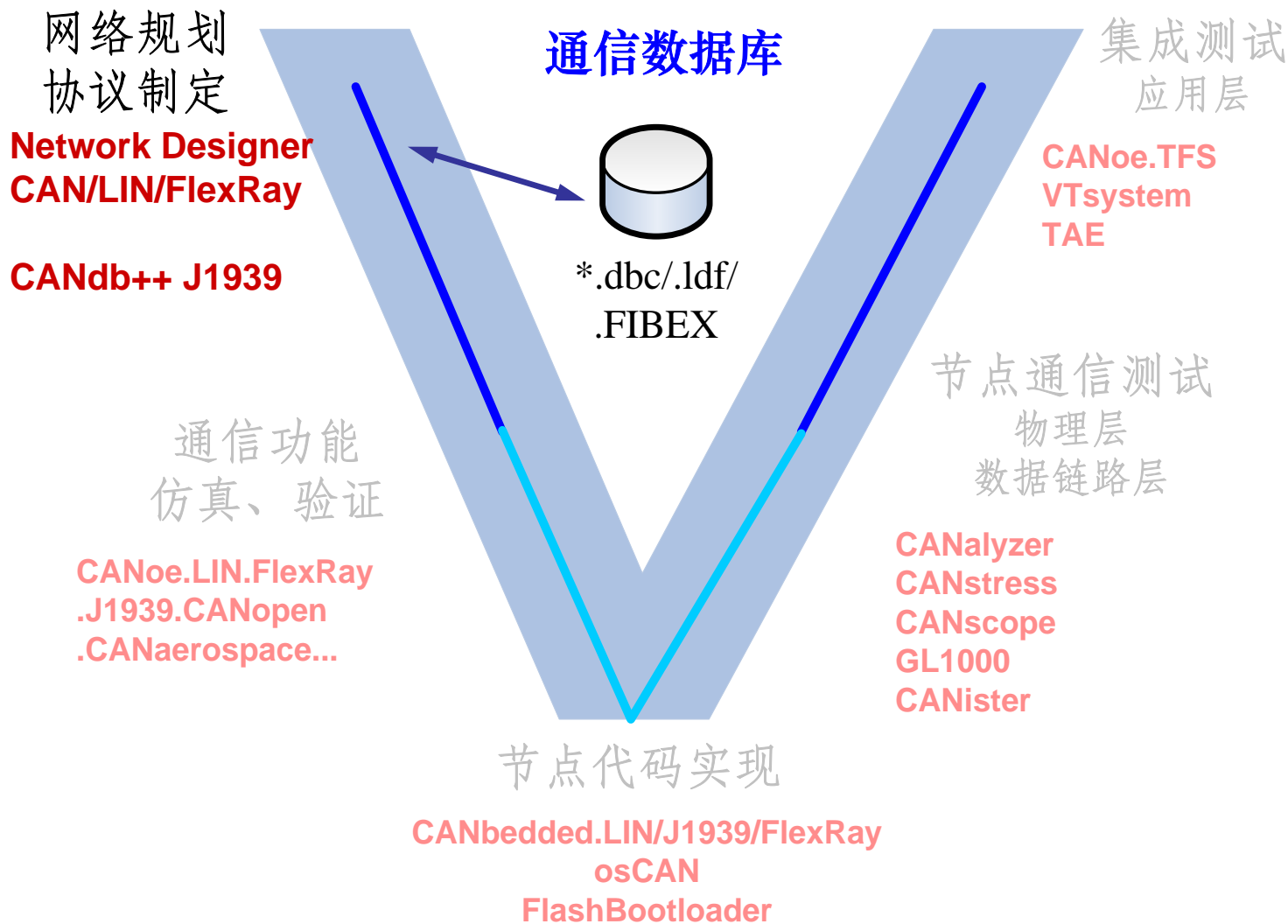
- 分布式控制总线系统概述
- 总线开发流程及工具平台
- 诊断功能开发及测试流程
- 应用案例及恒润服务

# 总线开发流程





# 总线开发流程



# 网络协议制定

## □ 通信协议定义工具

### □ Network Designer

### □ 定义网络拓扑

### □ 定义ECU属性

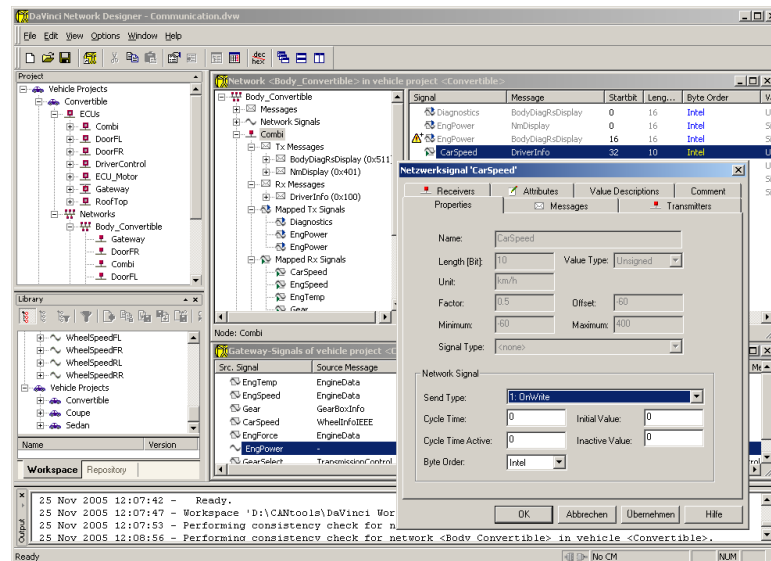
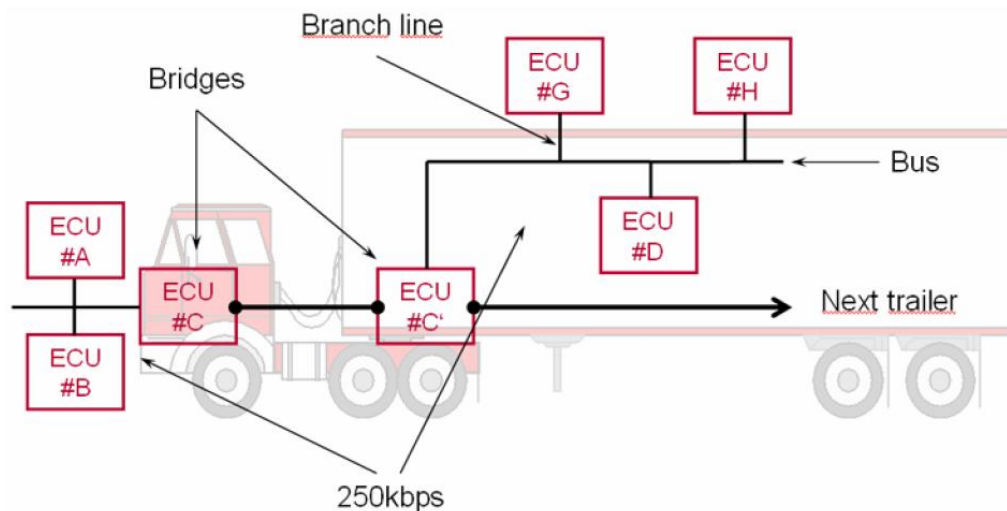
### □ 定义信号量

### □ 定义报文结构

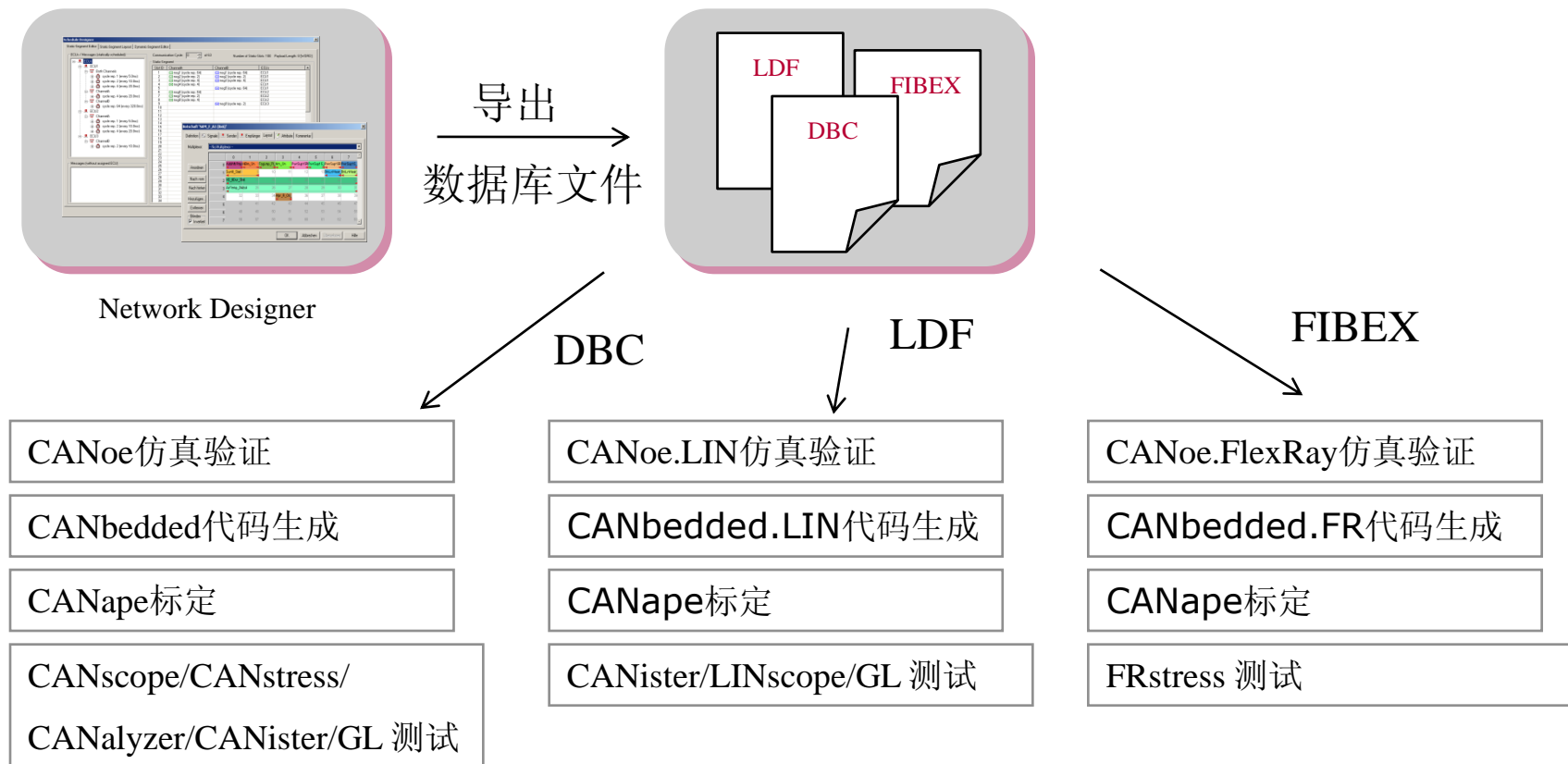
### □ 定义收发关系

### □ 定义时序

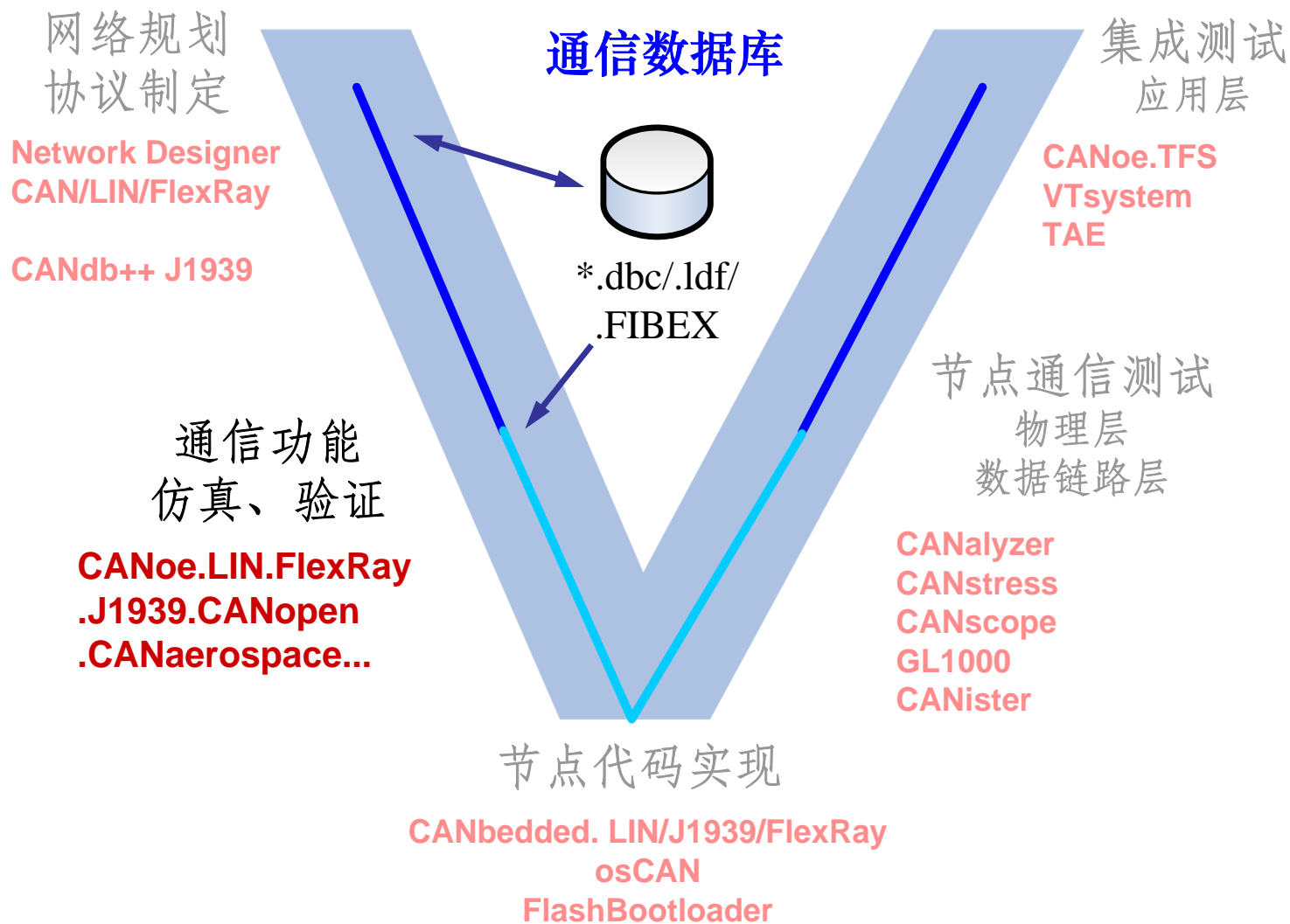
### □ 一致性检测



## □ 通信协议数据库，用于支持后续开发及测试工作



# 总线开发流程

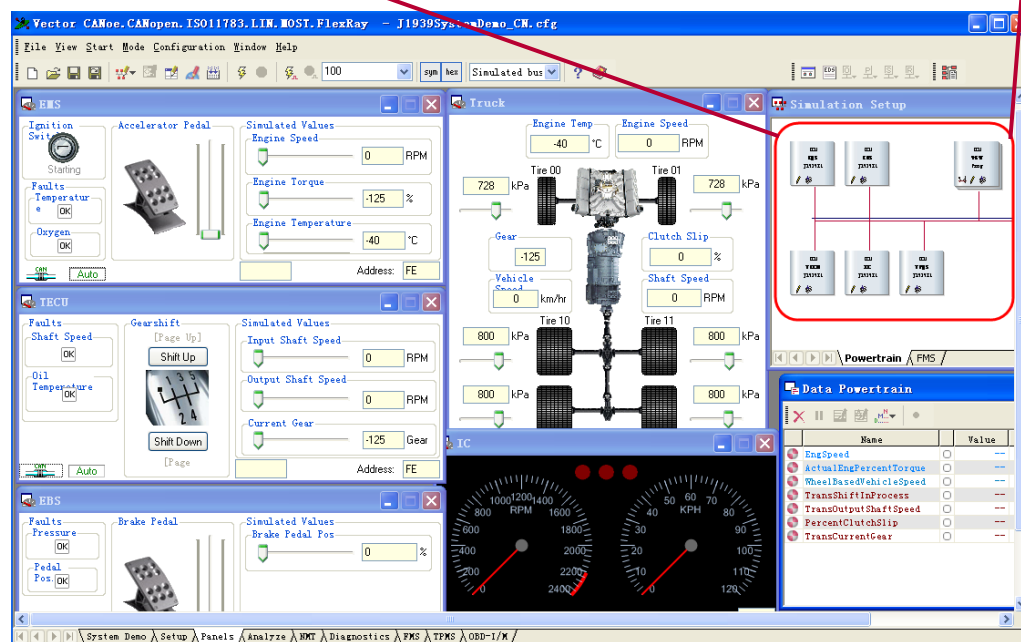
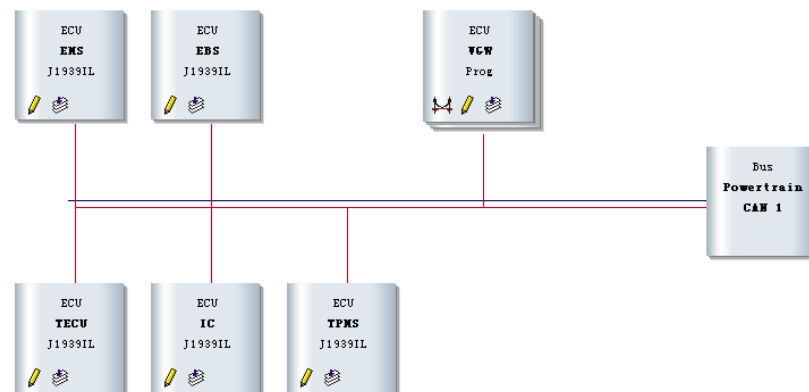




# 网络建模和仿真验证

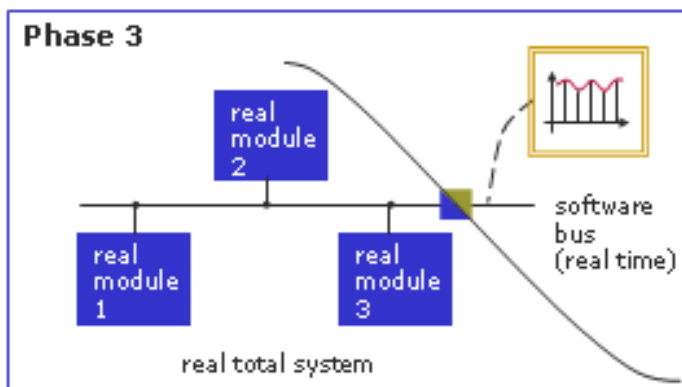
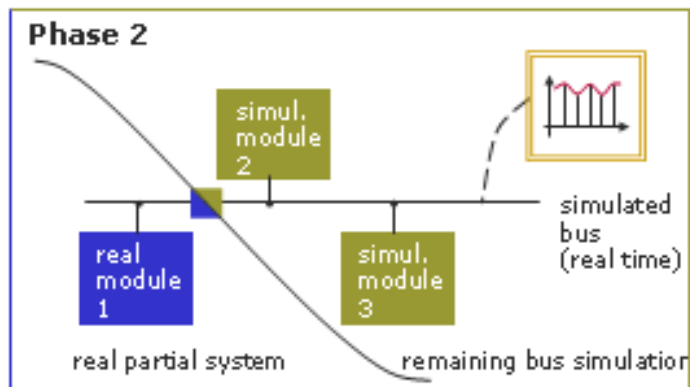
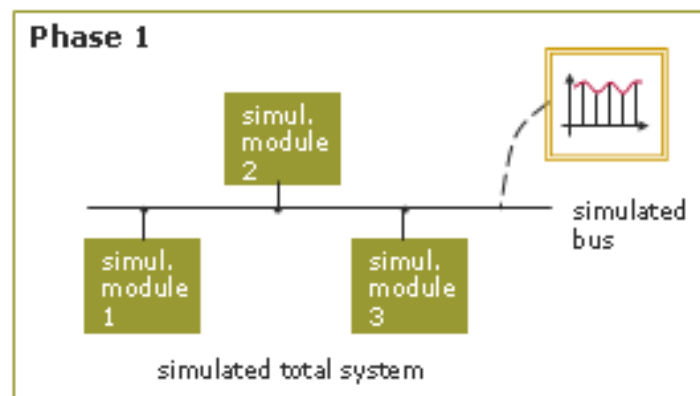
## 全网络仿真验证

- CANoe及各种插件
- 建立仿真环境
- Simulink联合仿真
- 报文记录、分析
- 总线负载、时间特性
- 节点功能特性
- 网关功能确定
- 系统验证、优化

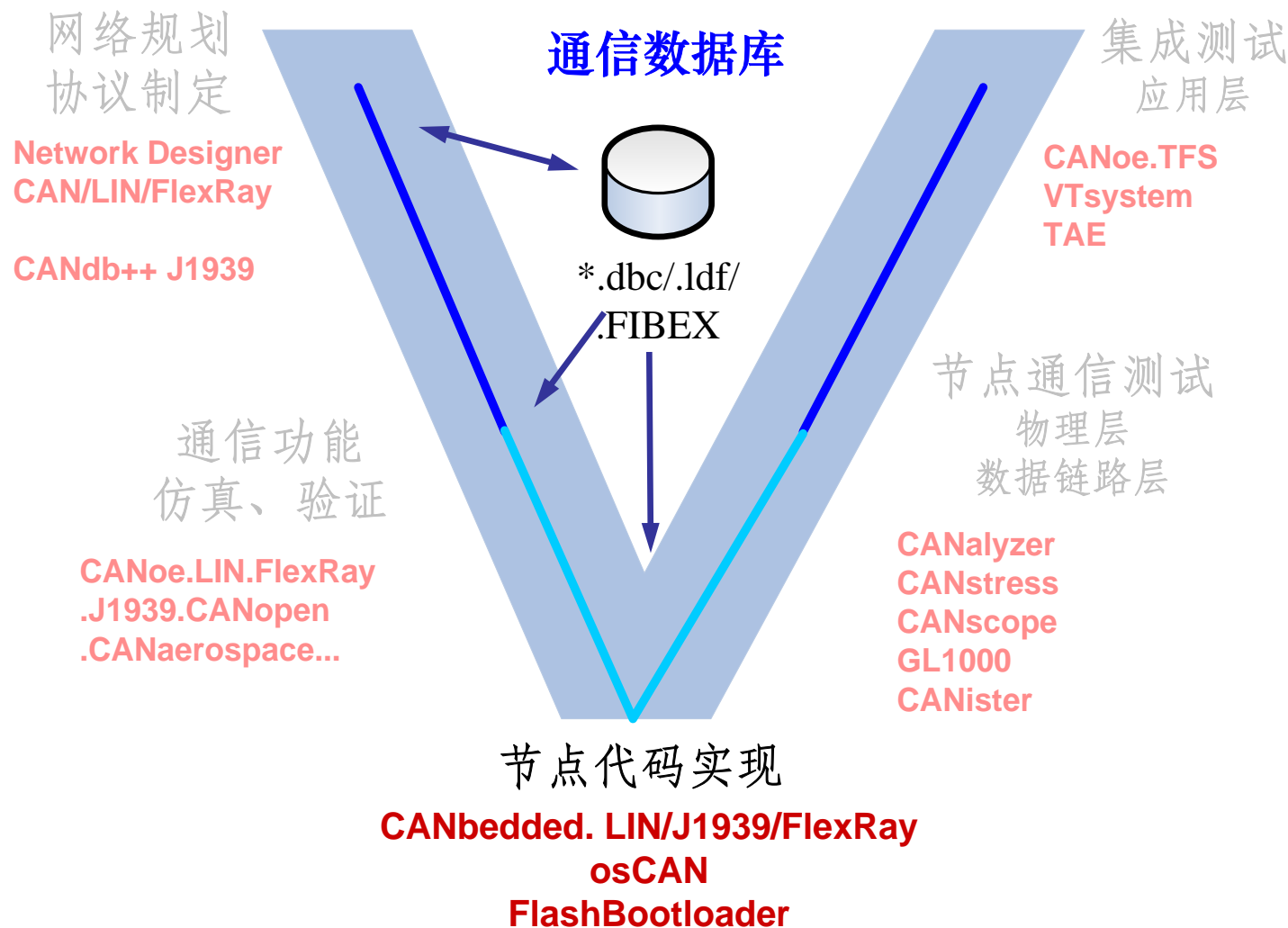


## □ 总线系统开发三阶段

- 建模+全软仿真
- 残余总线仿真、测试
- 真实总线验证



# 总线开发流程



# 基础软件代码实现

## □ osCAN

- 符合OSEK标准的嵌入式实时操作系统

## □ CANbedded

- CAN/J1939/LIN/FlexRay通信协议栈代码

## □ Flash Bootloader

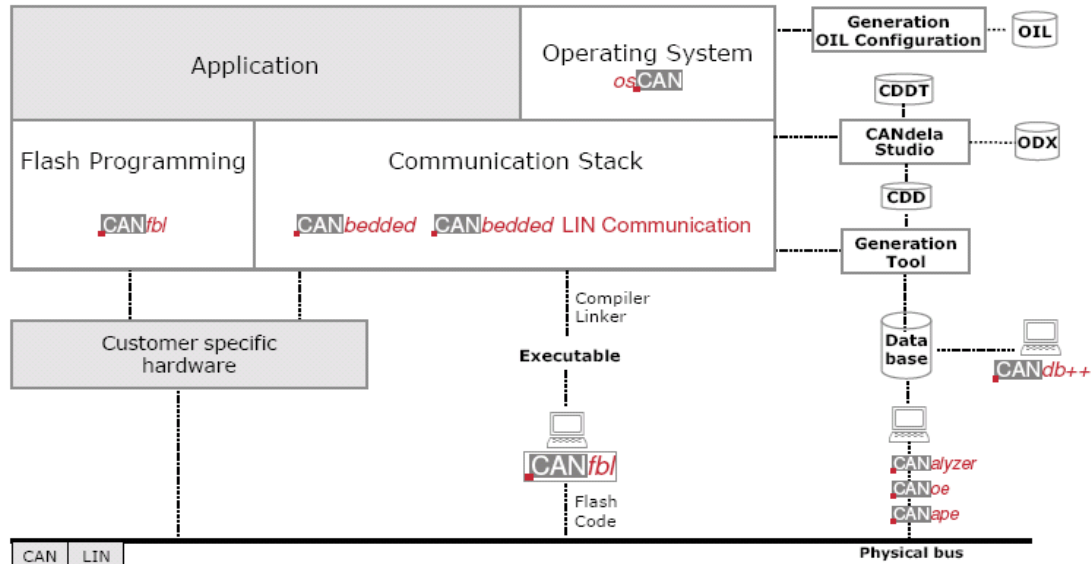
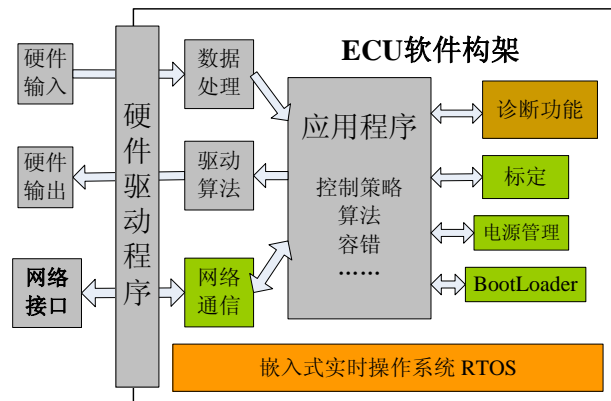
- 基于CAN/LIN/FR的节点在线编程服务程序

## □ MICROSAR

- AUTOSAR源代码

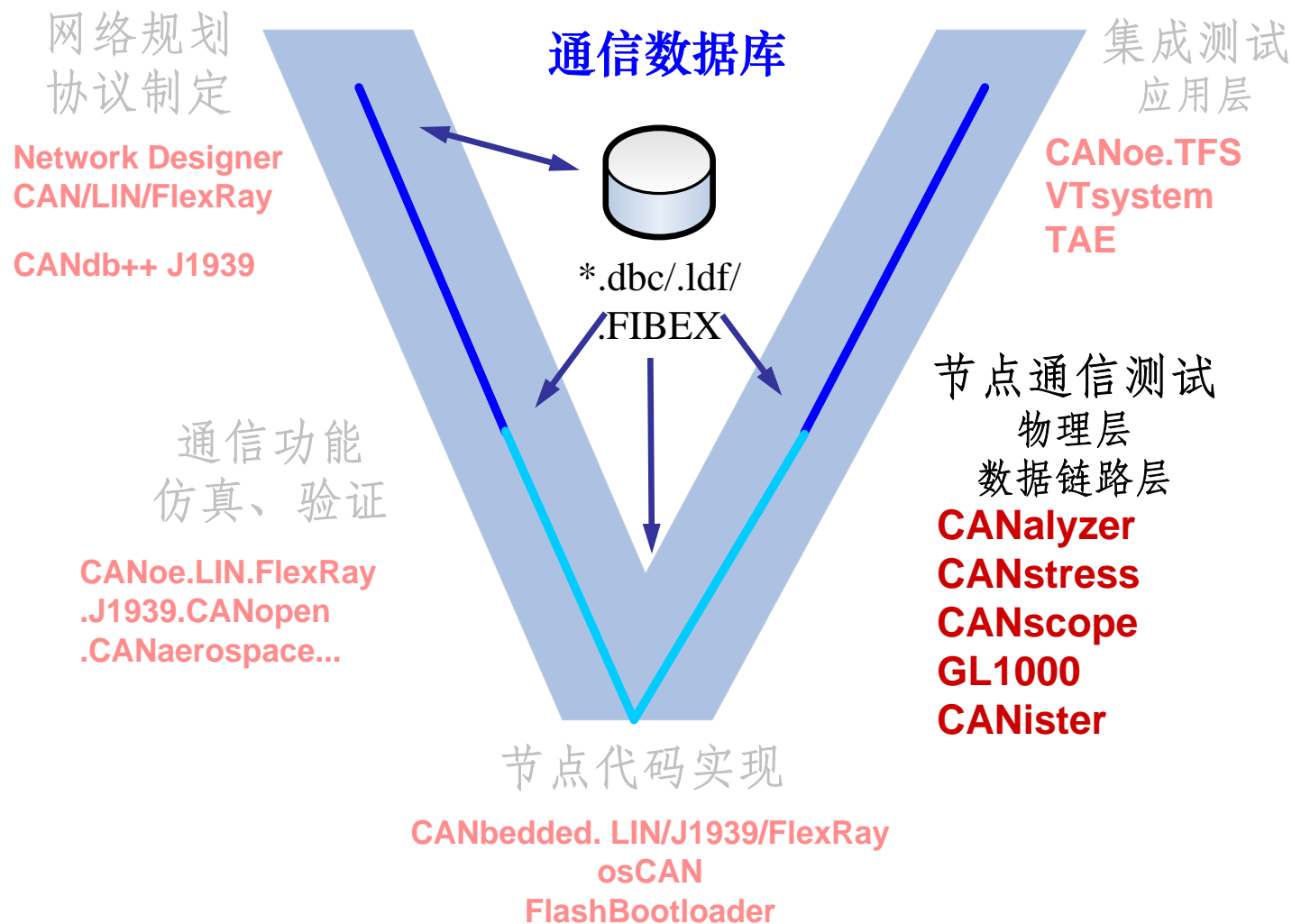
## □ CANopen Source Code

- CANopen源代码



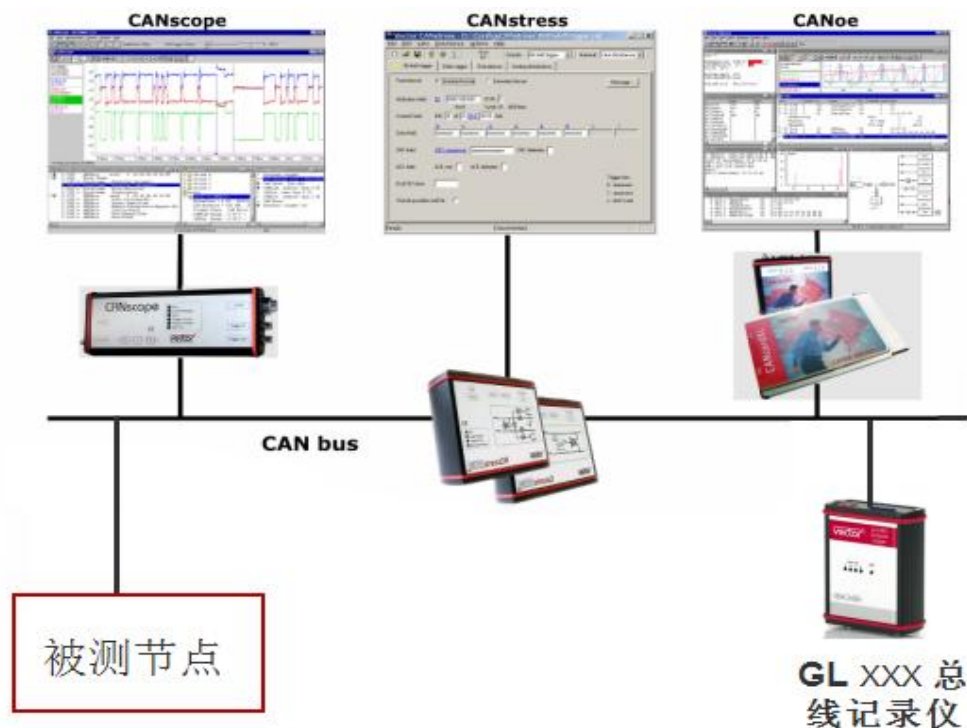


# 总线开发流程



# 节点通信测试

- 物理层测试
  - 总线接口卡、总线示波器
- 基本通信测试
  - CANoe、CANalyzer
- 通信容错测试
  - 总线干扰仪
- 测试过程及数据记录
  - 总线记录仪
- 通信及I/O信号一致性测试
  - I/O接口板卡



## □ 总线接口卡

- CAN/LIN接口卡

- FlexRay接口卡

- MOST接口卡

## □ 支持各种物理层接口

- CAN（高速、低速容错、单线）

- LIN（12V、24V）

- FlexRay（2.5M、5M、10M）

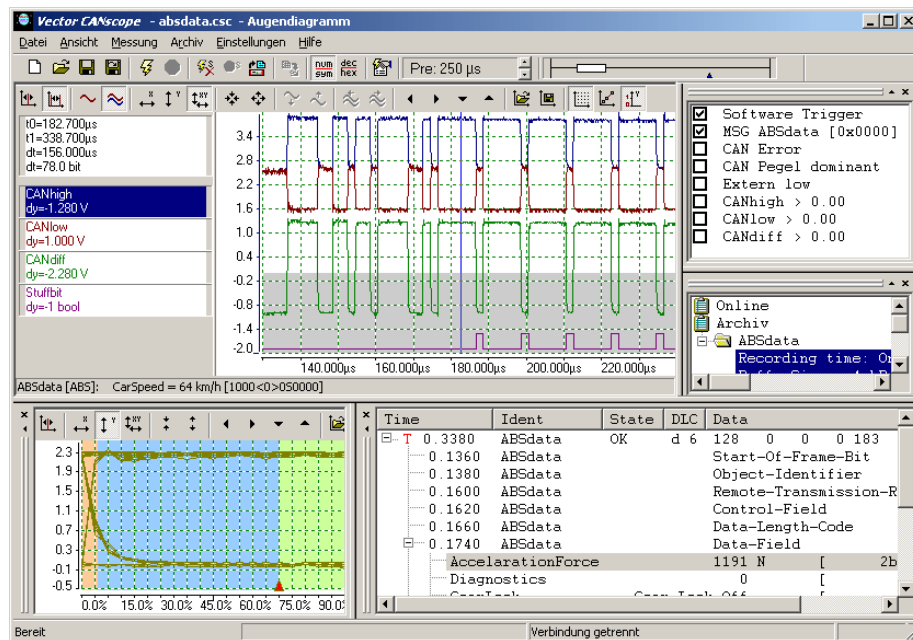
- MOST（25M、150M）



# 节点通信测试

## ❑ CAN总线示波器(CANscope)

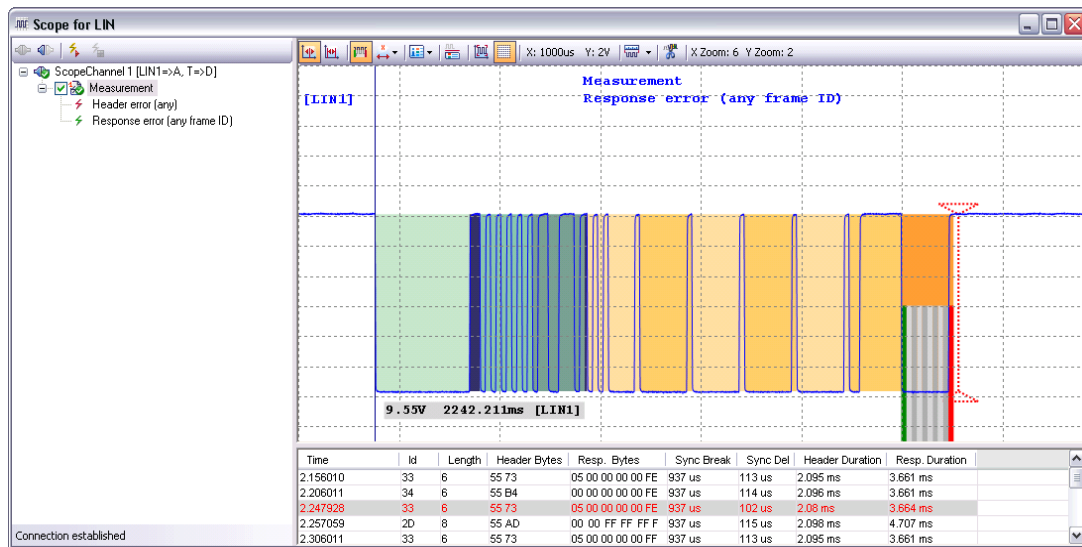
- ❑ 灵活的触发方式
- ❑ 图形显示电平序列
- ❑ 评价物理电平品质
- ❑ 支持CANdb数据库
- ❑ CAN报文位场解析
- ❑ 位时间眼图分析





# 节点通信测试

- ❑ LIN总线示波器(LINscope)
- ❑ 图形显示窗口集成在CANoe/CANalyzer
- ❑ 时钟同步的跟踪和图形窗口
- ❑ 灵活的触发条件和协议解码



# 节点通信测试

- ❑ CAN总线干扰仪(CANstress)
- ❑ FlexRay总线干扰仪 (FRstress)
- ❑ 灵活的干扰触发方式
- ❑ 数字干扰与模拟干扰
- ❑ 支持CANdb/Fibex数据库



# 节点通信测试

- ❑ CAN/LIN/FlexRay总线记录仪  
(GL1000/GL1010/GL3000/GL3100/GL3200/GL4000/GL4200)
- ❑ 最高8路CAN，2路LIN，1路FlexRay
- ❑ 数字输入/出，模拟输入
- ❑ 可以通过USB/EtherNet/WLAN/3G跟上位机通信
- ❑ 图形化配置界面
- ❑ 支持通信数据库
- ❑ IP65防护等级（GL1010）



Logging CAN, LIN and FlexRay buses with the GL4000 (supplement function keys for external triggers)

# I/O测试接口

## ❑ 硬件组成

- ❑ VT system
- ❑ 测量模块
- ❑ 激励模块
- ❑ 模拟负载
- ❑ 故障注入
- ❑ 电源管理模块
- ❑ 处理器模块

## ❑ 软件环境

- ❑ 与CANoe无缝集成
- ❑ TAE开发测试用例
- ❑ 可软件配置端口功能
- ❑ 实现柔性测试接口环境



VT2004



VT6050



VT8012



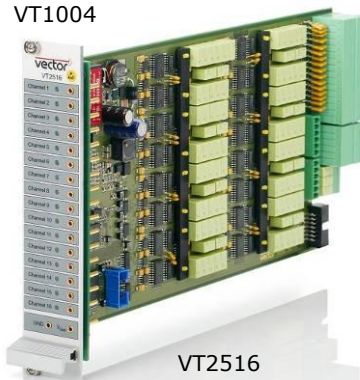
VT1004



VT6010



VT8006



VT2516



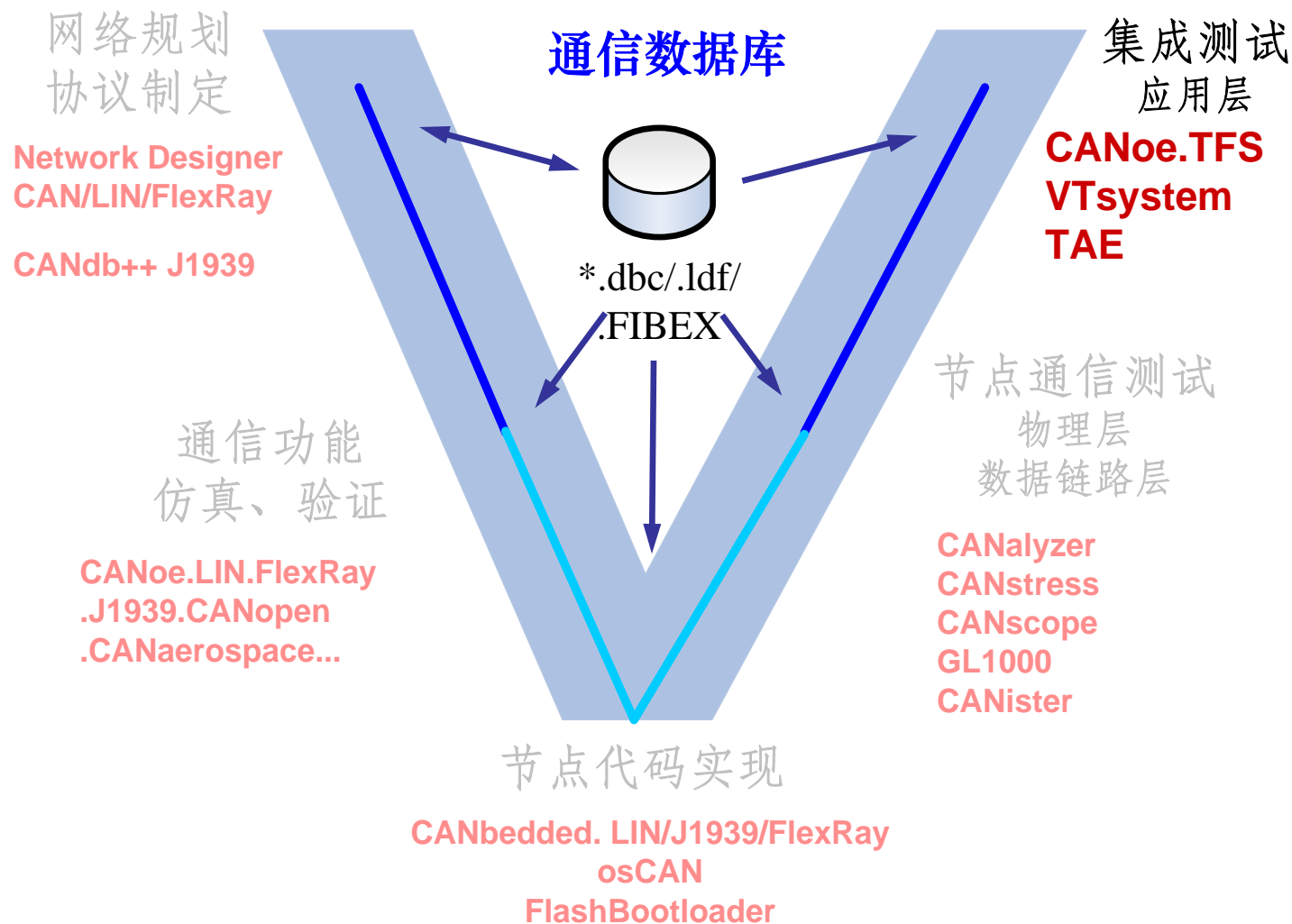
VT7001



VT6104

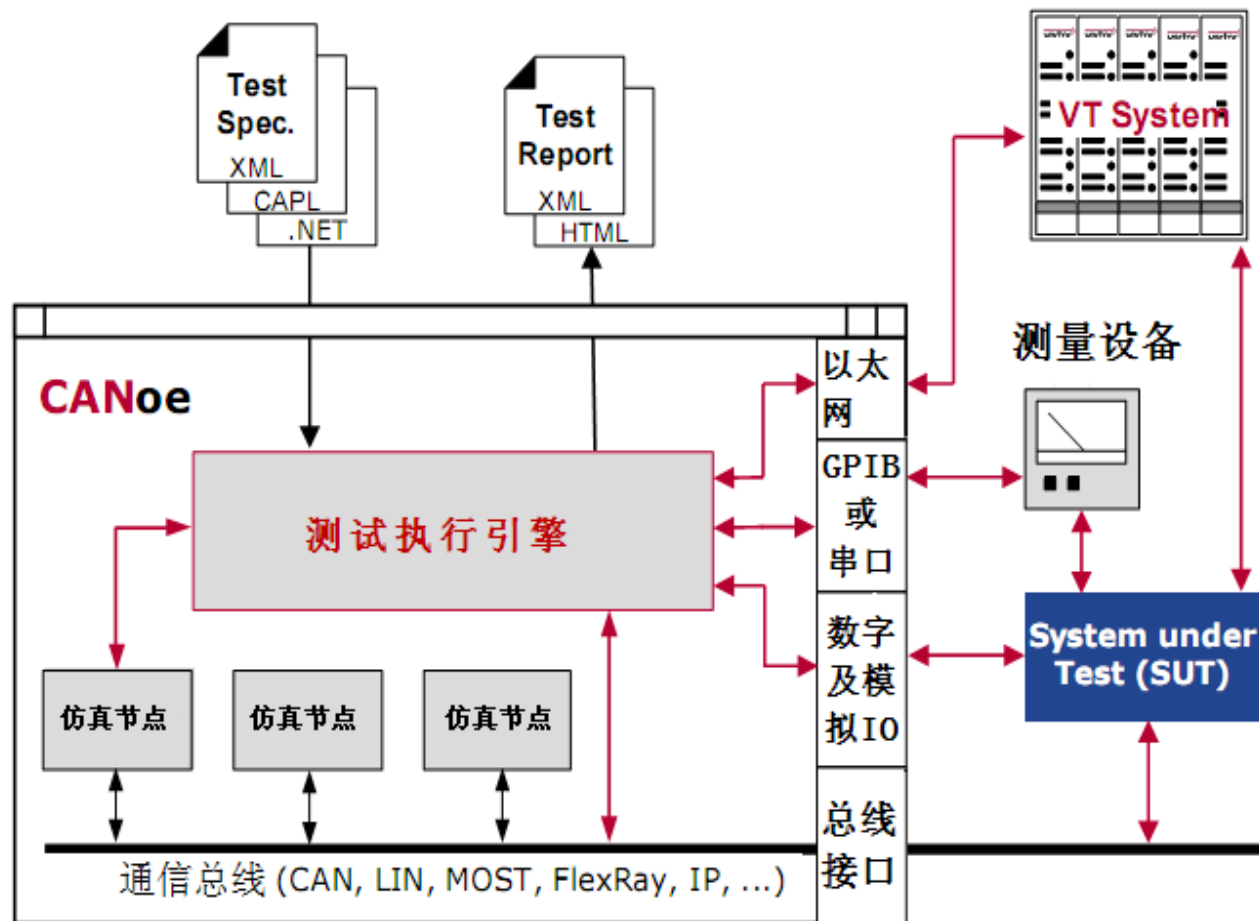


# 总线开发流程

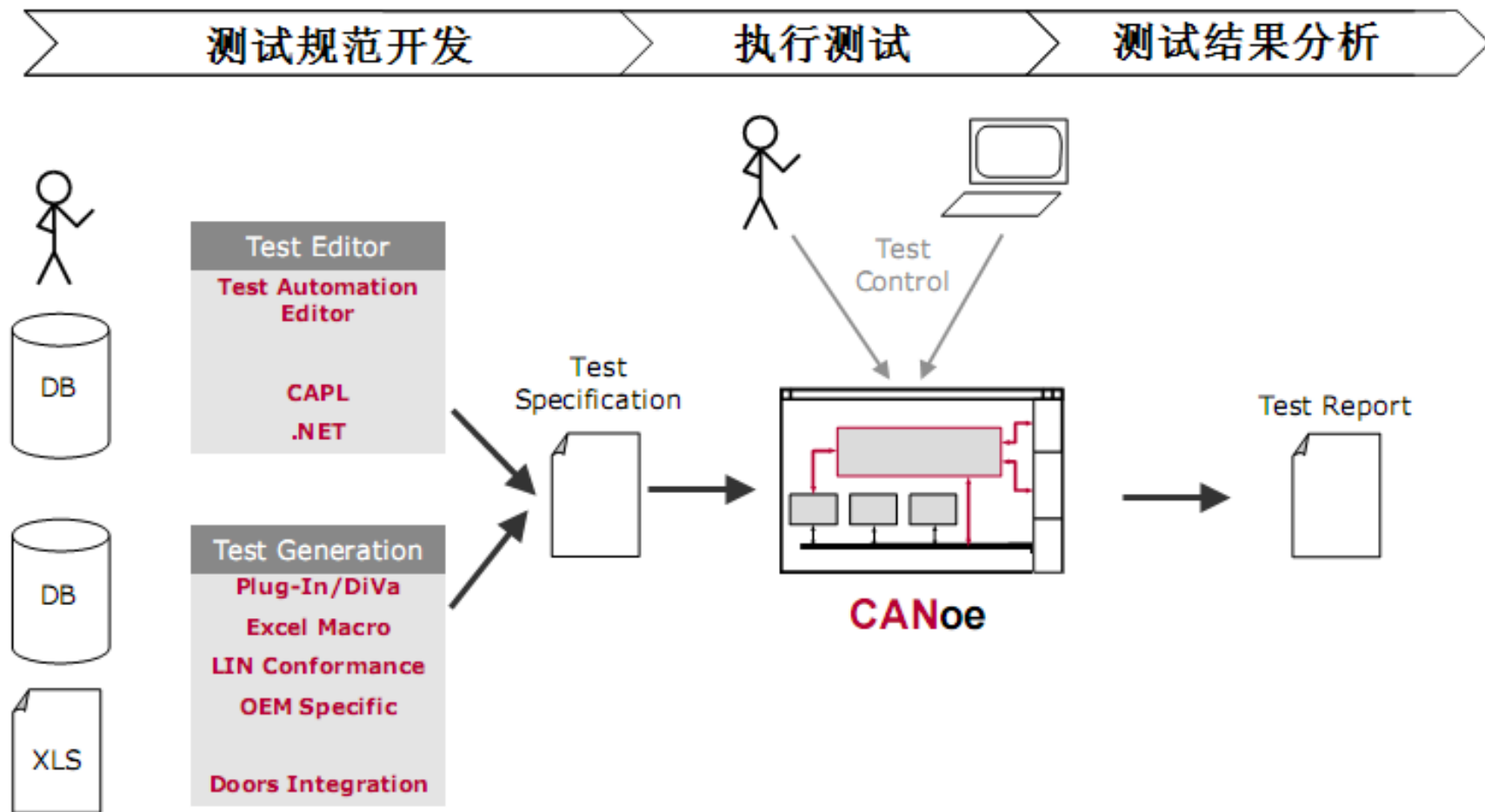


## 节点功能闭环测试系统

- I/O接口
- 总线接口
- 电源接口
- 仿真模型
- 测试用例
- 执行环境



## □ 测试工作流程



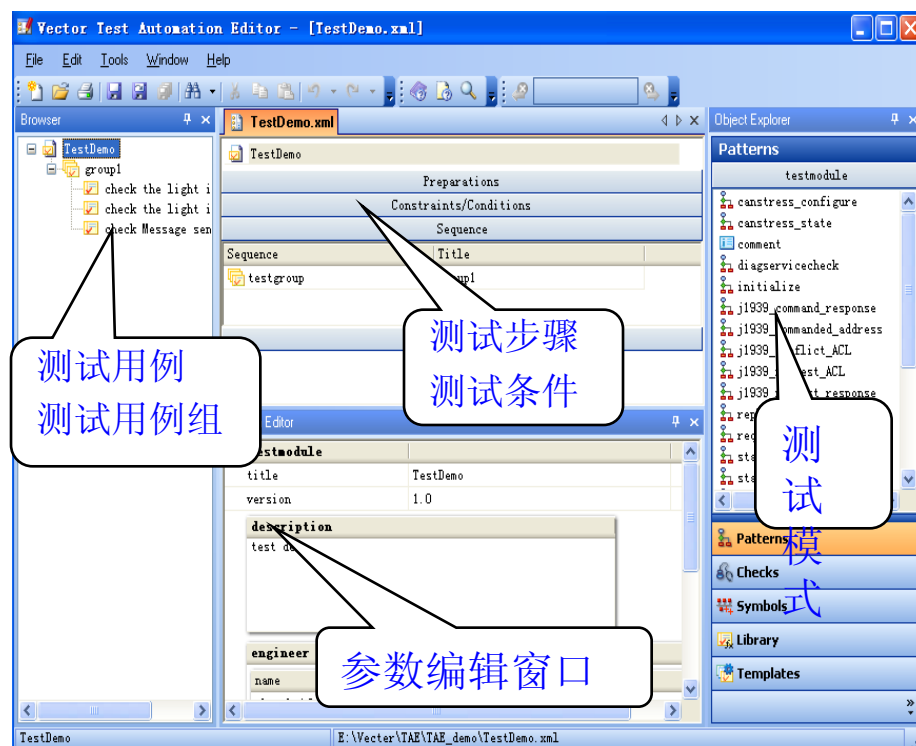


# 集成测试 – 测试流程 1

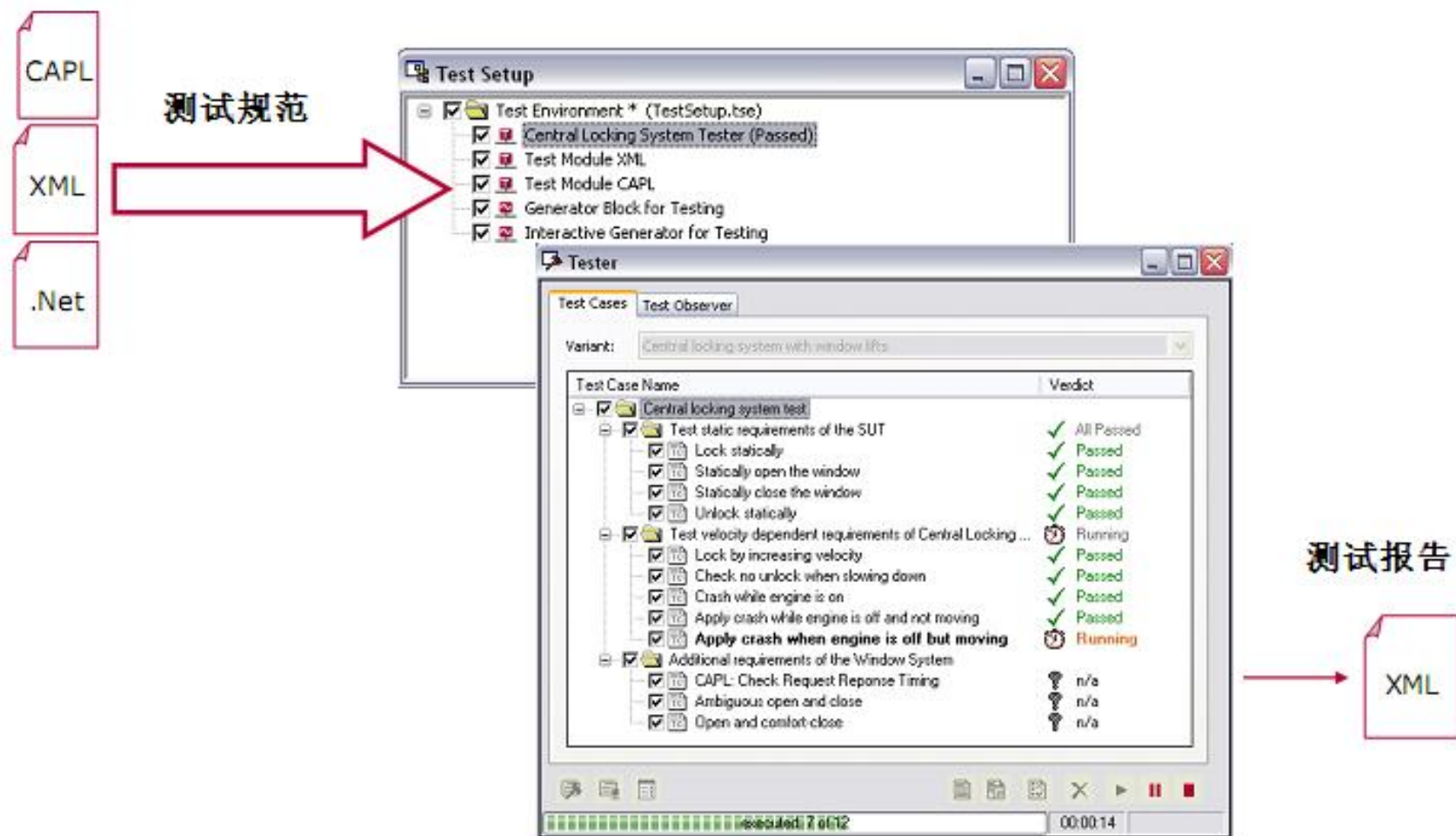
## □ 借助TAE，轻松制定测试规范

## □ 创建、编辑测试程序

- 自动生成测试规范
- 自动生成测试报告
- 图形化用户界面
- 无需了解XML
- 与CANoe无缝集成
- 支持CANdb数据库
- 生成CANoe测试环境



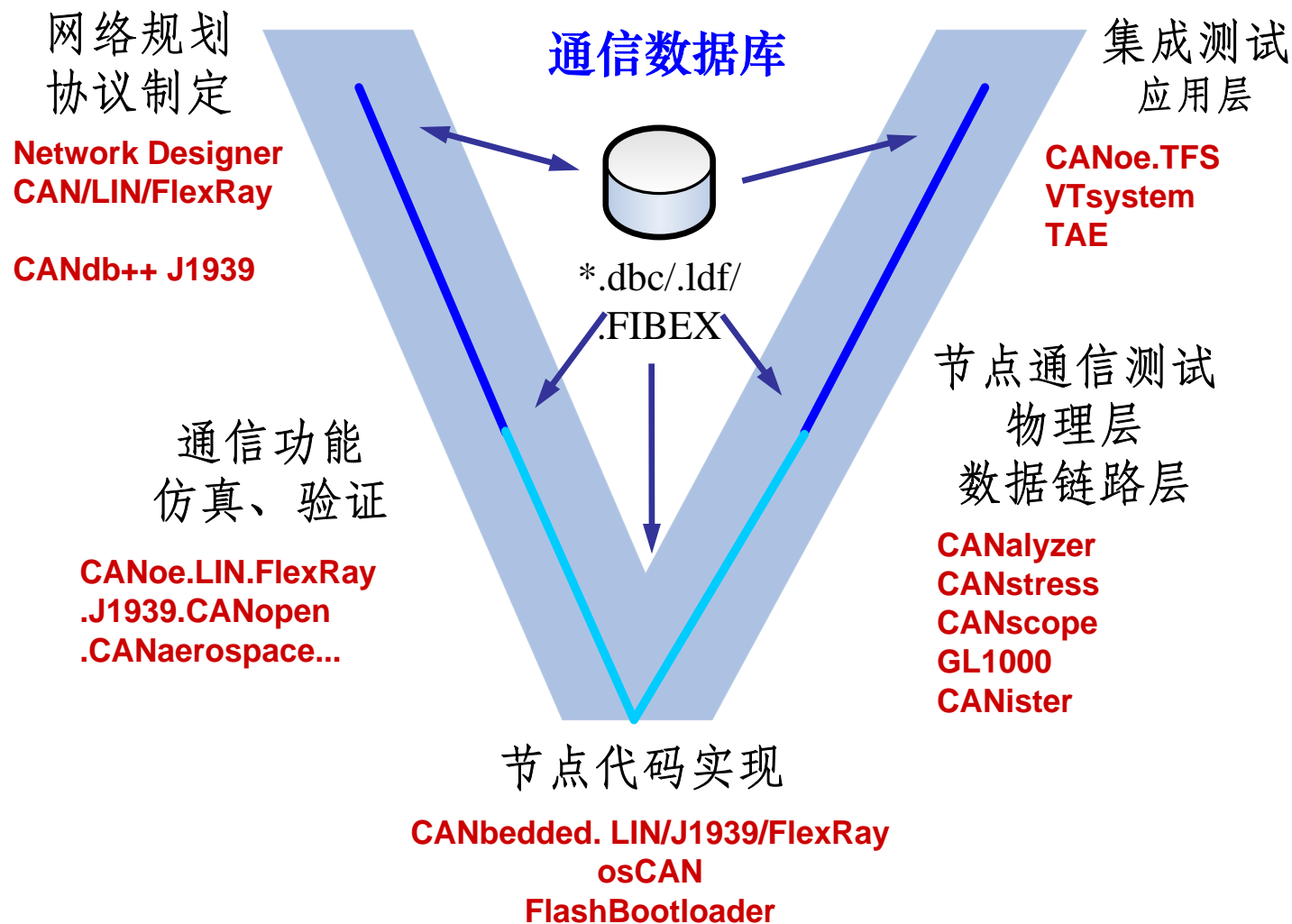
## □ 借助CANoe, 轻松完成测试(自动化测试)



## □ 自动生成测试报告

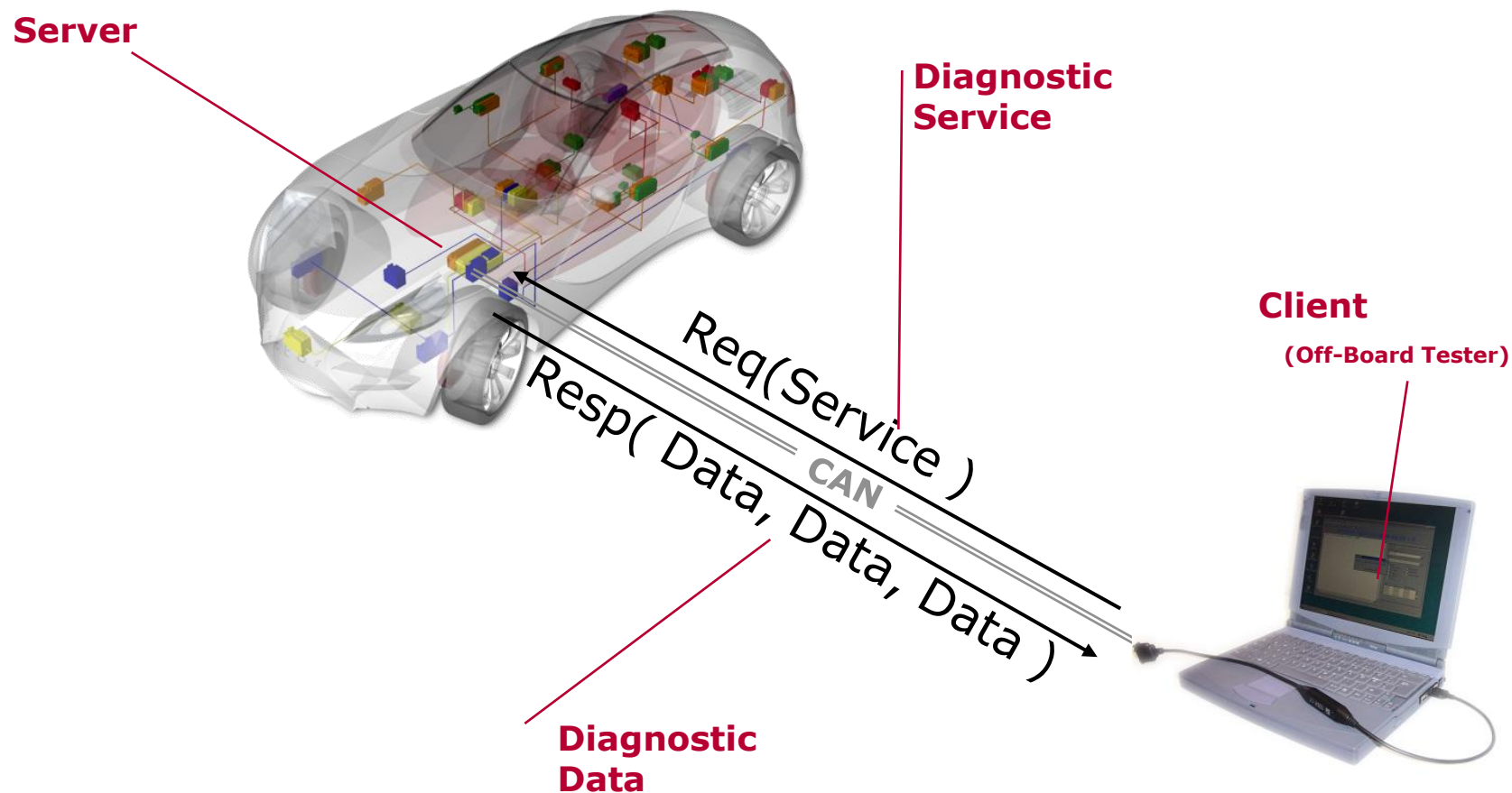
2.3.1	<u>T_type Test</u>	
2.3.1.1	<u>With Two real Nodes</u>	
2.3.1.1.1	<u>Normal Mode</u>	fail
2.3.1.1.2	<u>Single Wire mode</u>	pass
2.3.1.2	<u>With all nodes of the Bus</u>	
2.3.1.2.1	<u>Normal Mode</u>	pass
2.3.1.2.2	<u>Single Wire mode</u>	pass
2.3.2	<u>NM Parameter</u>	
2.3.2.1	<u>Time between alive message and ring message (Ttype)</u>	pass
2.3.2.2	<u>Time between ring message and alive message (Tmax)</u>	pass
2.3.2.3	<u>Time between alive message and limphome message (Terror)</u>	pass
2.3.2.4	<u>From Limphome to Bus Sleep</u>	fail
2.3.2.5	<u>Number of ring message Rnm</u>	pass
2.3.2.6	<u>During of wakeup to bus sleep</u>	pass
2.3.3	<u>Start of Sending After Wake-Up</u>	
2.3.3.1	<u>Only under test ECU</u>	
2.3.3.1.1	<u>Wake up by Message 0x400</u>	pass
2.3.3.1.2	<u>Wake up by Message 0x43f</u>	pass
2.3.3.1.3	<u>Wake up by Message 0x01</u>	pass
2.3.3.2	<u>With simulated Nodes</u>	
2.3.3.2.1	<u>Wake up by Message 0x400</u>	pass

# 总线开发流程



- 分布式控制总线系统概述
- 总线开发流程及工具平台
- 诊断功能开发及测试流程
- 应用案例及恒润服务

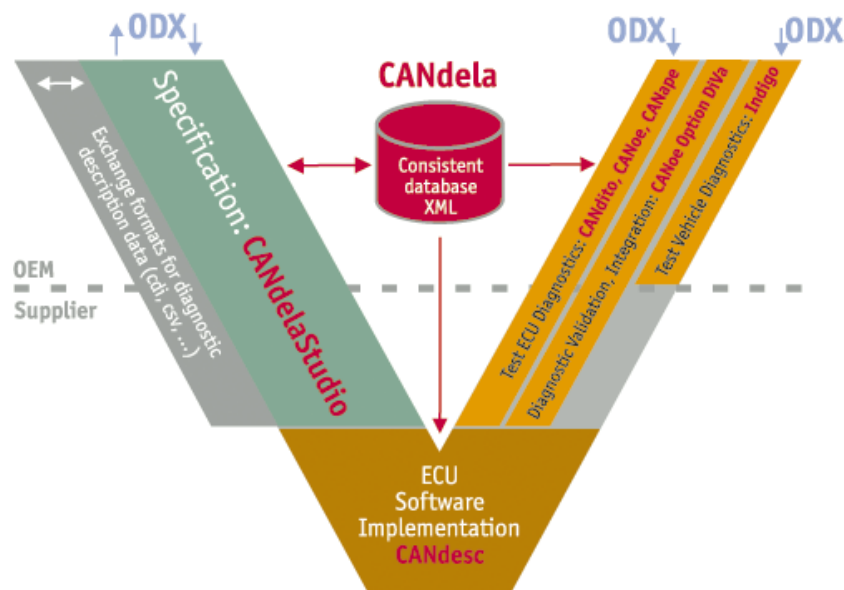
# 诊断的架构



# Vector诊断系统解决方案

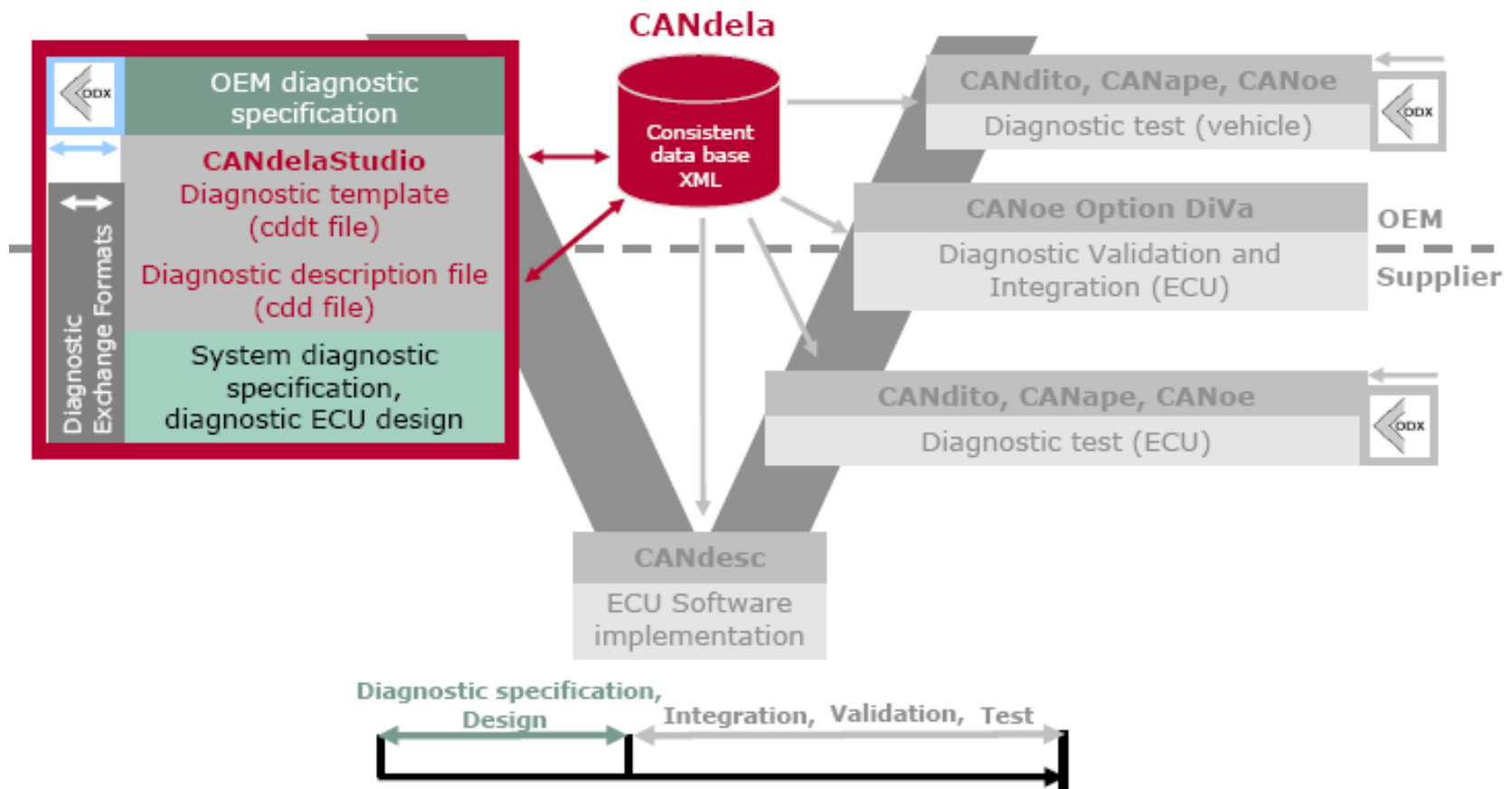
## □ 以诊断数据库为导向

- CANdelaStudio/ODXStudio  
将诊断规范转化为诊断数据库（CDD/ODX），该数据库是整个流程的核心
- 通过配置，由CANdesc将诊断数据库文件转化为诊断代码
- 使用CANoe, CANdito, CANape以及CANoe.DiVa进行诊断功能测试





# 制定诊断规范—CANdelaStudio



# 制定诊断规范—CANdelaStudio

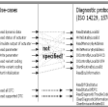
ISO-standards:  
ISO 14229, ISO 15765...



OEM specific  
diagnostic specifications



Diagnostic functions  
assigned to the protocol



General diagnostic data  
applicable to all ECUs

ECU-ID  
VIN  
Serial num

**ECU  
specific  
diagnostic  
data**

## Diagnostic template OEM X (\*.cddt)

```
<?xml version="1.0" ?>
<!DOCTYPE tmx SYSTEM "tmx12.dtd">
here -->
<tmx version="1.1">
<header
<body>
<tu>
<tuv lang="EN-US"><seg>source</seg></tuv>
<tuv lang="DE-DE"><seg>target</seg></tuv>
</tu>
</body>
</tmx>
<!-- Minimal TMX document -->
```

This template represents  
the diagnostic specification  
of the OEM and is valid for  
many ECUs

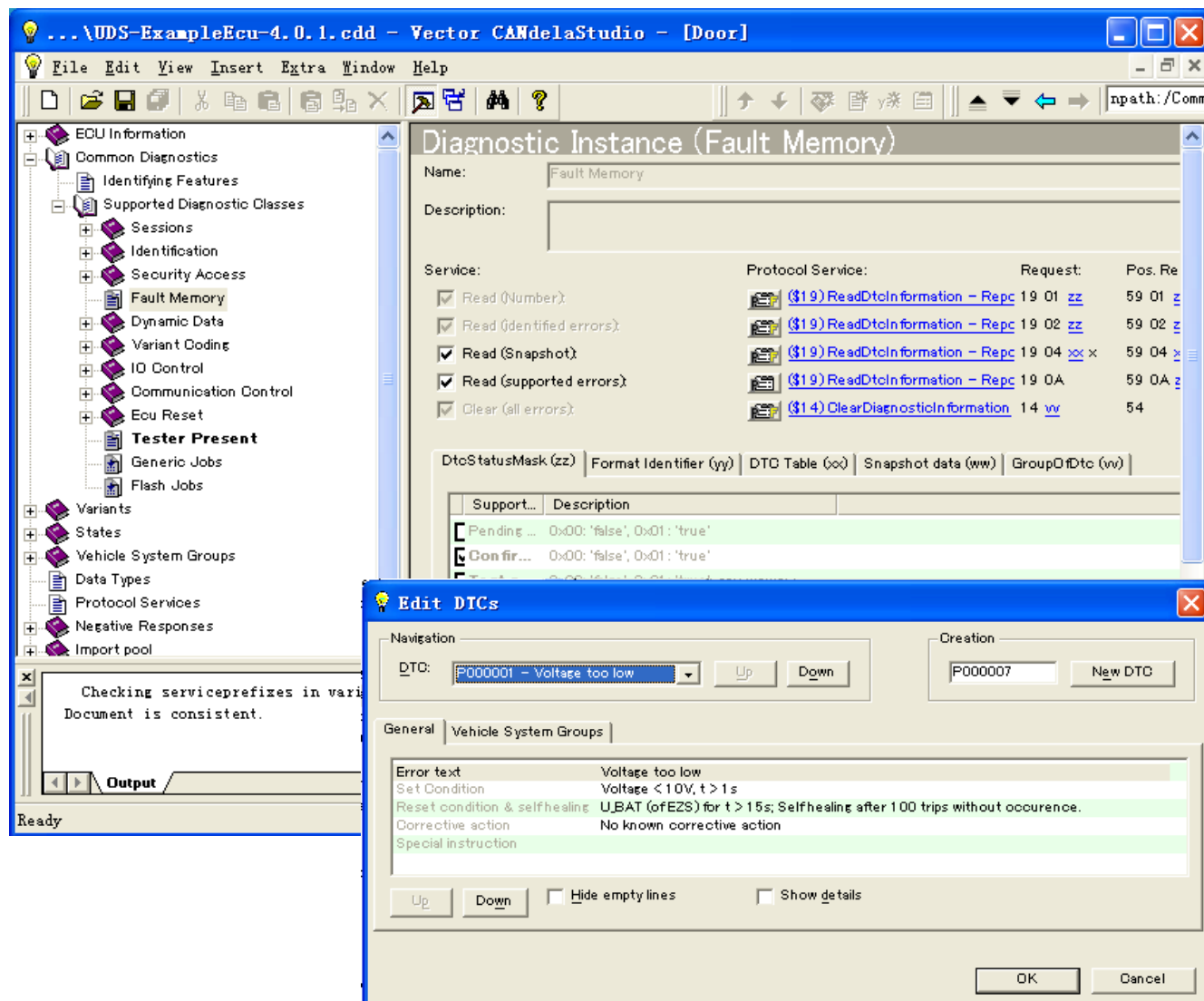
## ECU specific diagnostic description (\*.cdd)

```
<?xml version="1.0" ?>
<!DOCTYPE tmx SYSTEM "tmx12.dtd">
here -->
<tmx version="1.1">
<header
<body>
<tu>
<tuv lang="EN-US"><seg>source</seg></tuv>
<tuv lang="DE-DE"><seg>target</seg></tuv>
</tu>
</body>
</tmx>
<!-- Minimal TMX document -->
```

This document is valid  
for just one ECU and all  
its variants.

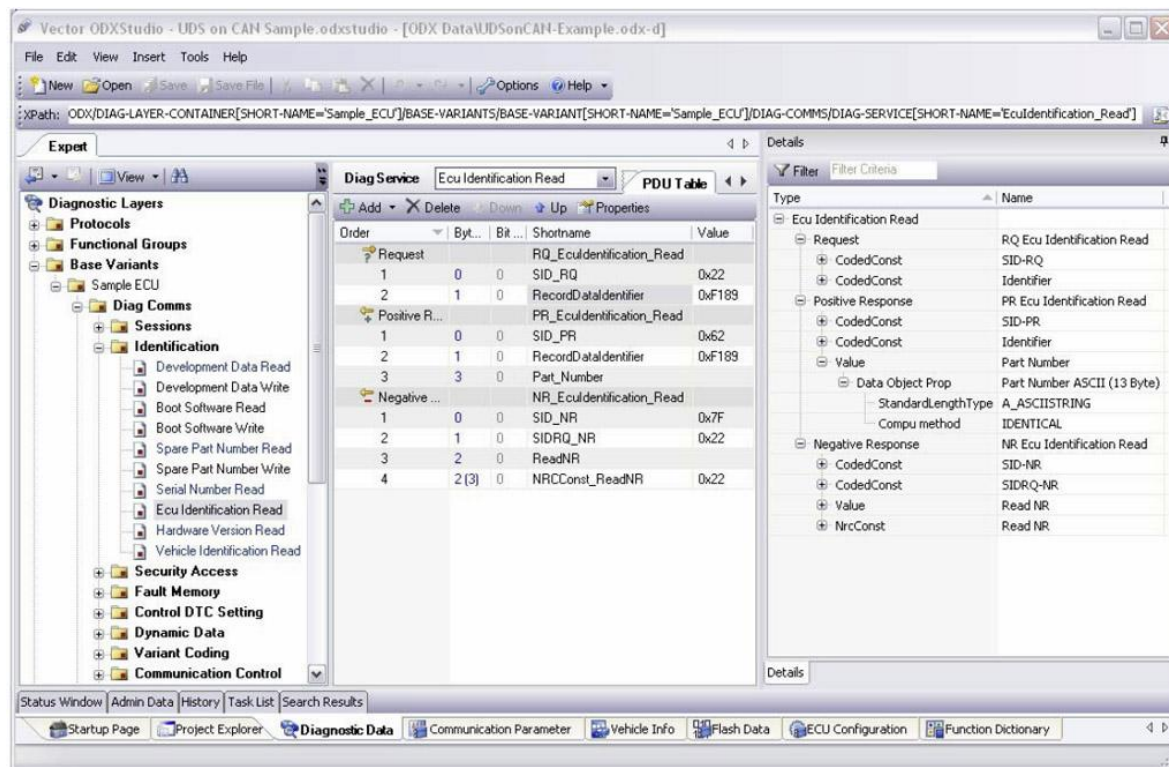
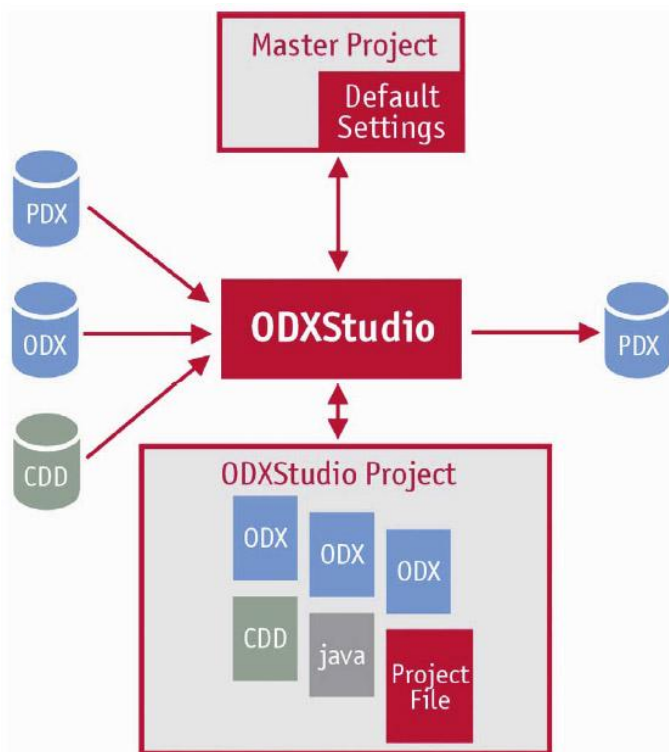
# 制定诊断规范—CANdelaStudio

- ❑ 交互式人机界面
- ❑ 模板的概念保证了开发的效率
- ❑ 支持ODX标准的文件格式转化
- ❑ 单源原则，避免二义性

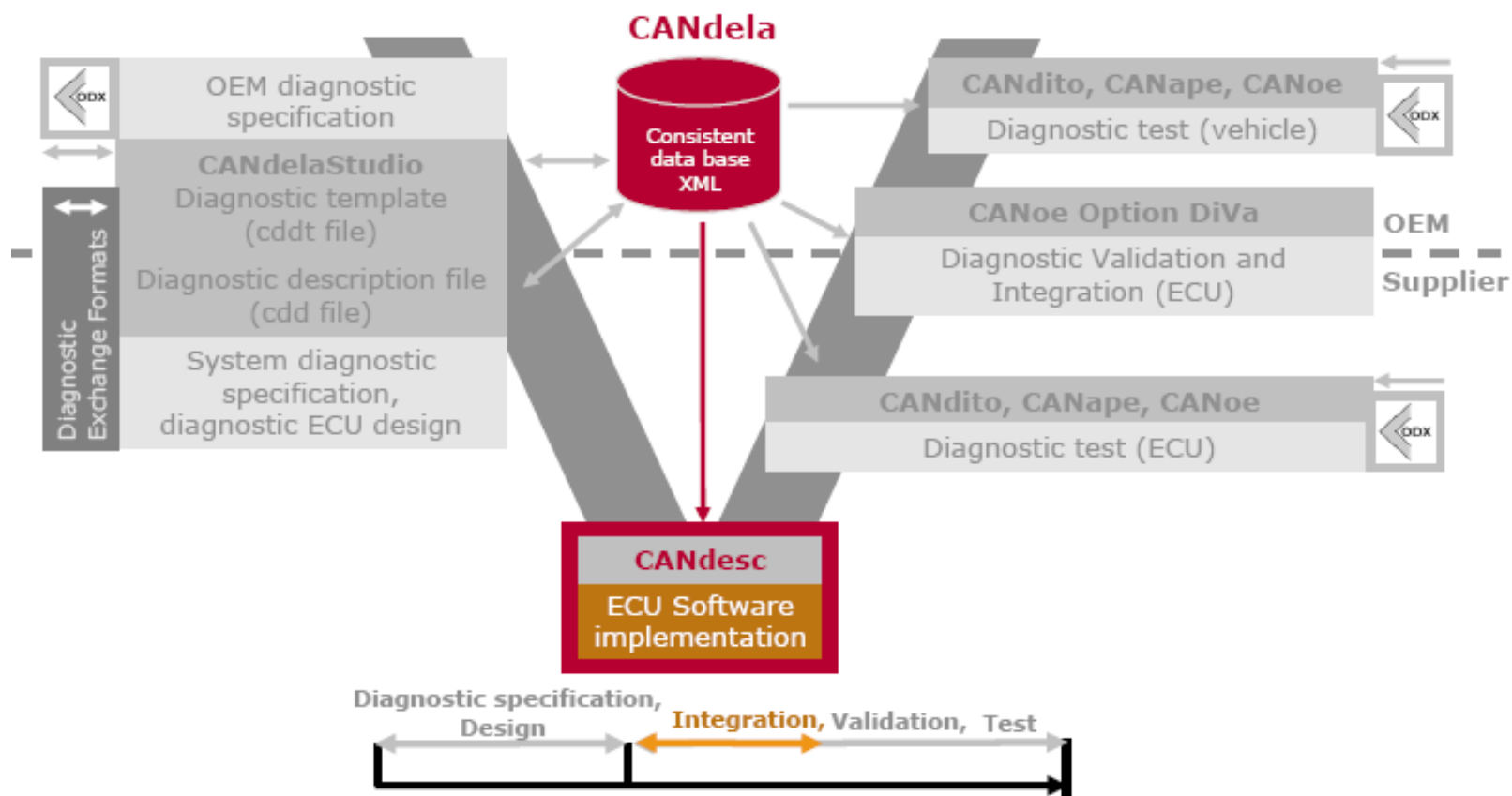


# 制定诊断规范—ODXStudio

- ❑ 友好的用户界面
- ❑ 支持所有的ODX格式（ODX-D、ODX-C、ODX-V、ODX-F、ODX-E、ODX-FD）

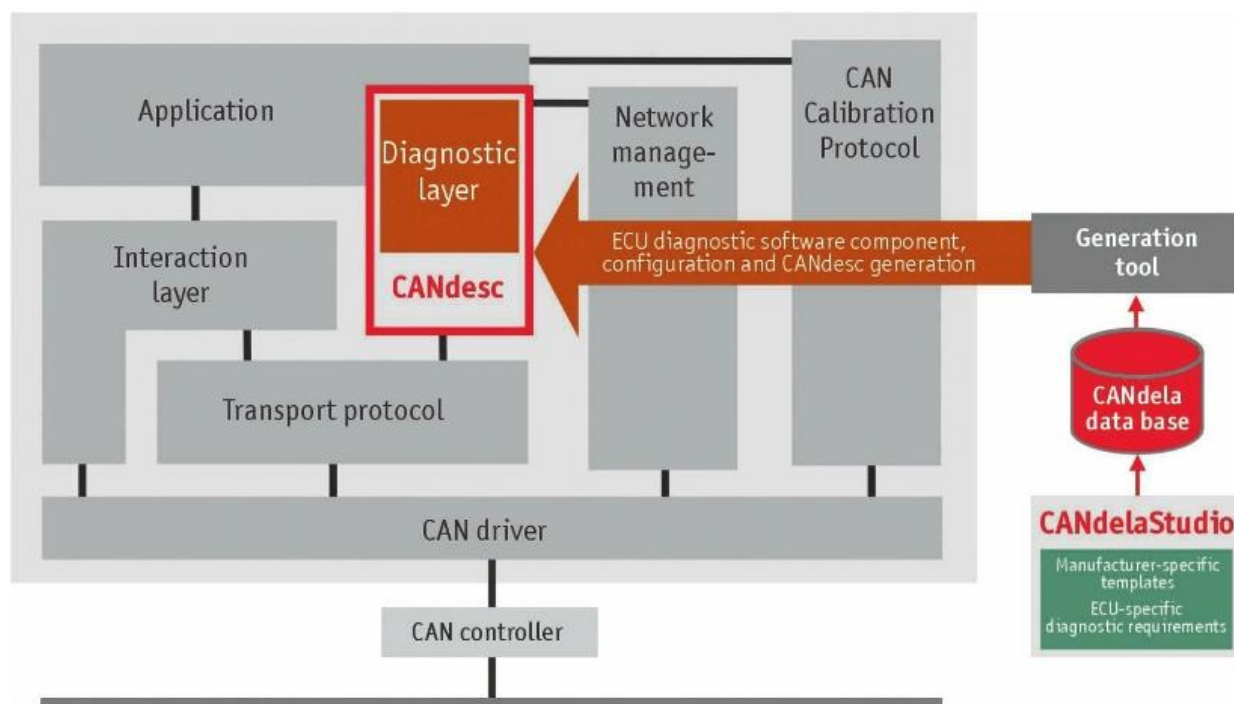


## ❑ CAN diagnostic embedded software component

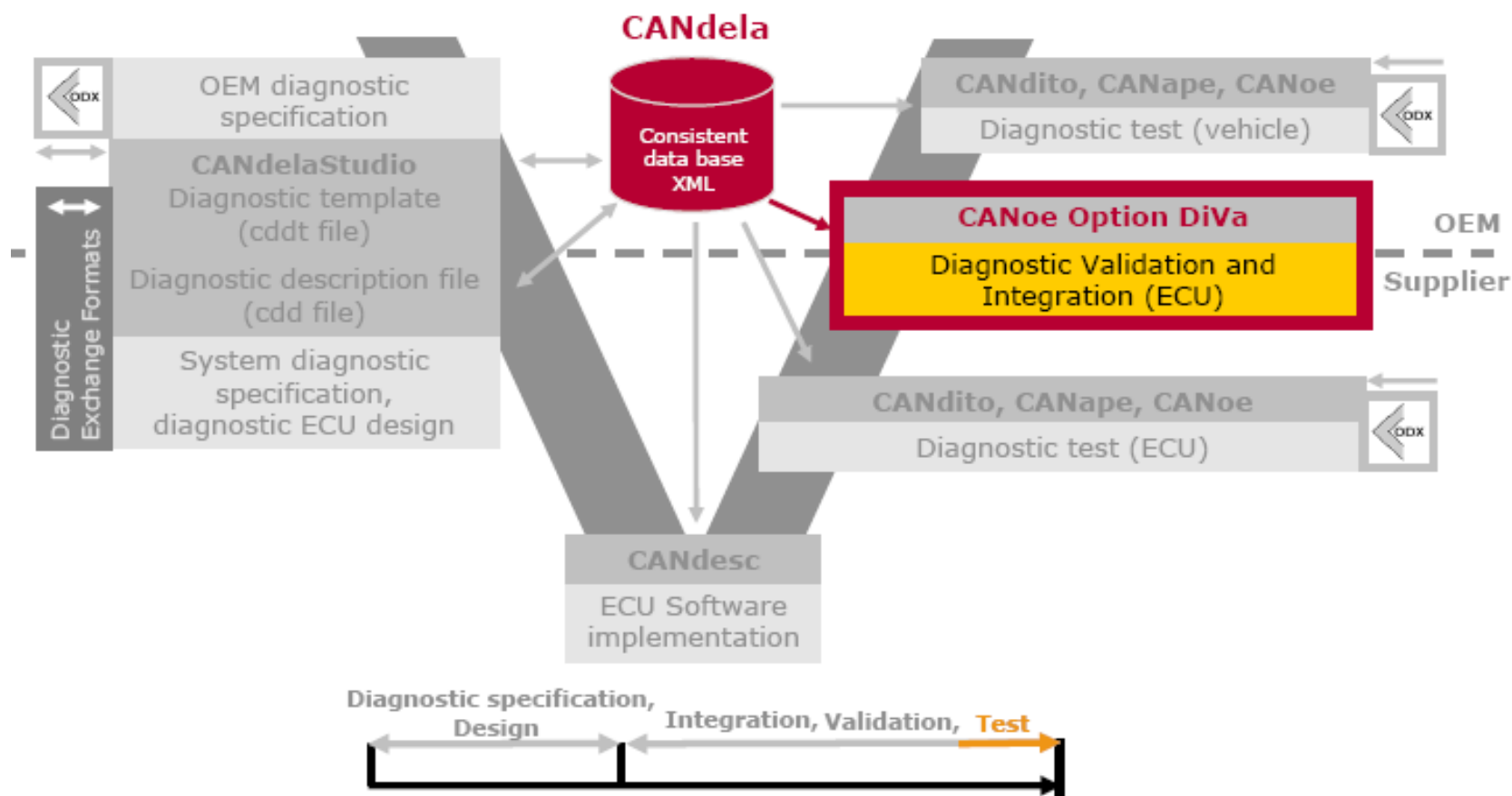


# 诊断代码实现—CANdesc

- ❑ 根据OEM需求准确快速生成诊断代码
- ❑ 给应用程序提供标准接口
- ❑ 与Vector嵌入式软件组件（CANbedded）完美集成
- ❑ 保证生成的代码与需求完全一致



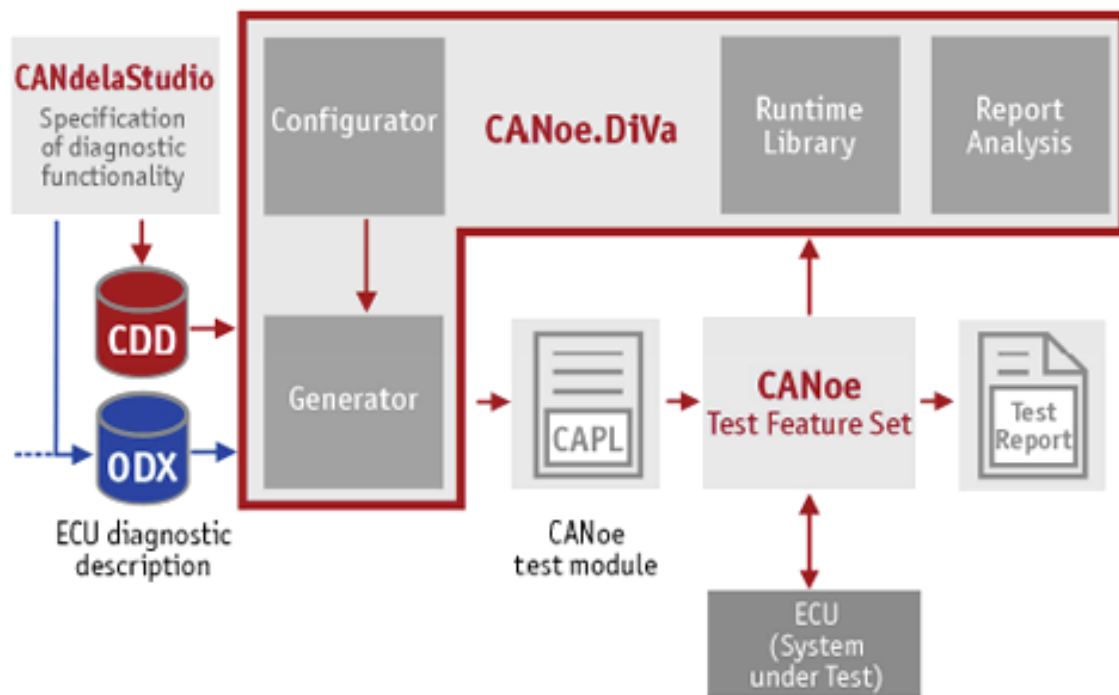
# 诊断功能验证及集成测试—CANoe.DiVa



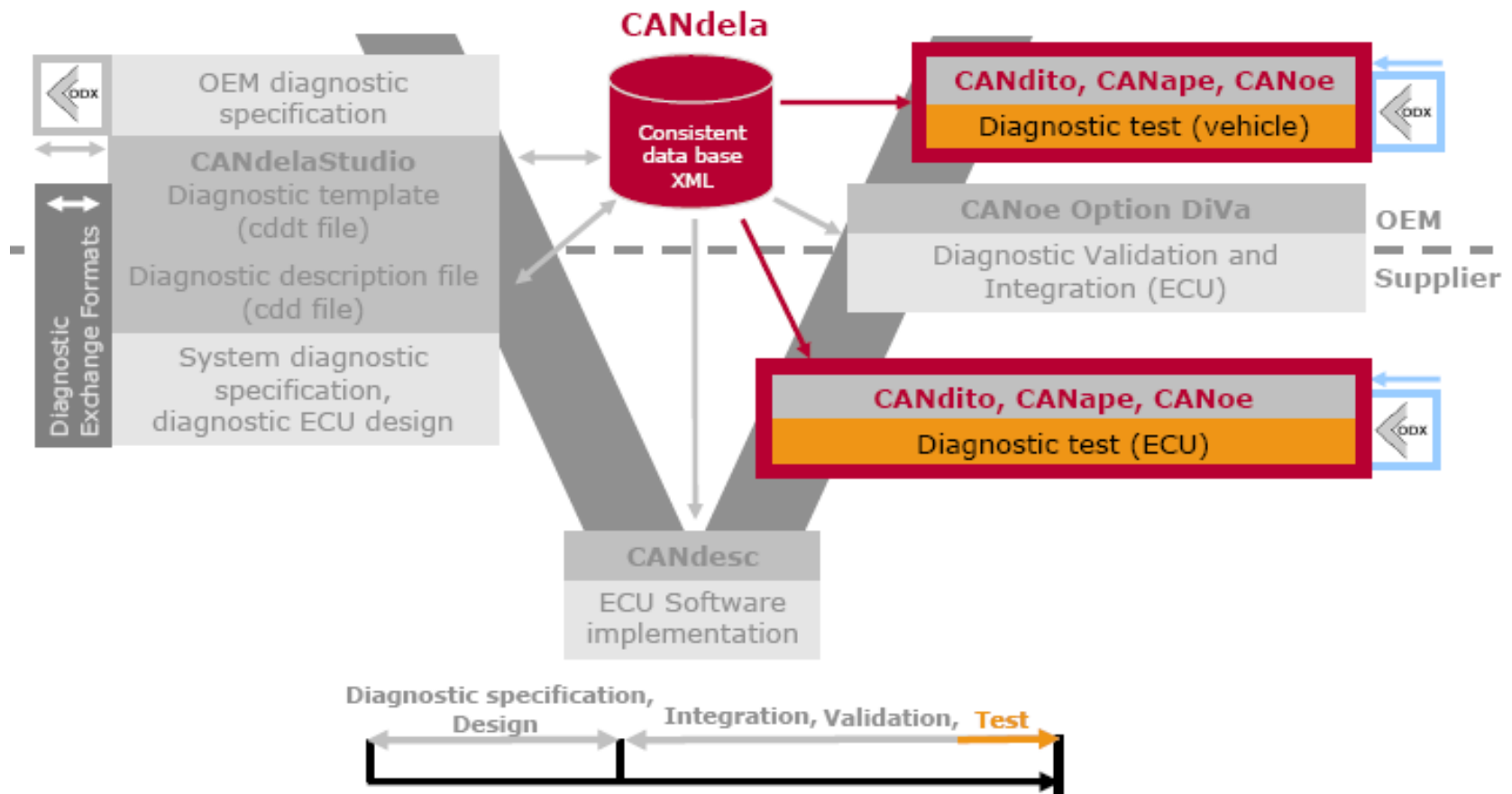


# 诊断功能验证及集成测试—CANoe.DiVa

- ❑ 根据诊断数据库规范 (\*.cdd/\*.odx) 自动生成CANoe诊断测试例程
- ❑ 方便配置，选择测试焦点（测试什么）
- ❑ 选择测试范围
- ❑ 生成测试规范
- ❑ 生成清楚详细的测试报告



# ECU诊断测试仪—CANdito, CANape, CANoe



# ECU诊断测试仪—CANdito, CANape, CANoe

- ❑ 通过诊断数据库（ \*.cdd/\*.odx ），方便诊断测试参数化
- ❑ 直观的故障码显示
- ❑ 读取，显示ECU信息
- ❑ 操作简便

The screenshot displays two windows from a diagnostic tool. The left window, titled '[8] Diagnostic Console', shows a tree view on the left with 'Sessions' and 'Identification' expanded. The main area shows a table of diagnostic data for '5: 22 00 92 - Serial Number Read'. The right window, titled '[9] Fault Memory', shows a table of DTCs (Diagnostic Trouble Codes) and their descriptions, along with additional information and environment parameters.

Byte:Bit	Name	Value	Unit	Type/Length	Qualifier	Comment
	PDU	22 00 92				

Type/Parameter	Service/Value
Type	(0x2) - 02
P3	200 [ms] - 00 c8
P3Ex	2000 [ms] - 00 c8
[09:15:44] - Tx	Serial Number Read
SID-RQ	(0x22) - 22
Identifier	(0x92) - 00 92
[09:15:44] - Rx	Positive response:
SID-PR	(0x62) - 62
Identifier	(0x92) - 00 92
Serial Number	66051 - 00 01 02 03

DTC	Description	Status
000001	Voltage too low	true : false : false : false : false
000003	Failure in door contact front left	false : true : false : false : false
000006	Failure in door contact rear right	true : true : false : false : false

Additional information	Description
Set Condition	Voltage < 10V, t > 1s
Reset condition & self healing	U_BAT (of EZS) for t > 15s; Self healing after 100 trips with...
Special instruction	

Environment Parameter	Value
DTC	Voltage too low
DTC Statusbyte.Test failed	true
DTC Statusbyte.Confirmed DTC	false
DTC Statusbyte.Test not completed since la...	false
DTC Statusbyte.Test failed since last clear	false
DTC Statusbyte.Test not completed this mo...	false
DTCsSnapshotRecordNumber	0x01
DTCsSnapshotRecordNumberOfIdentifiers	0x02
Operation Cycle Counter	1
Frequency Counter	2
Odometer Value	4128 km

- 分布式控制总线系统概述
- 总线开发流程及工具平台
- 诊断功能开发及测试流程
- 应用案例及恒润服务

# 应用案例-软件代码实现

国内多家**OEM**及**Supplier**:  
使用代码生成工具, 进行**ECU**代码实现

任务

各个子节点的产品实现

硬件实现

应用程序

过程

嵌入式  
实时操作系统

通用IO驱动

总线通信及服务

Boot loader

工具

Vector  
osCAN

SimuQuest  
Quant iPhi

Vector  
CANbedded

Vector  
Flash Bootloader

# 应用案例- 网络集成测试服务

## 国内多家OEM: 网络及车身控制系统测试

- ❑ 网络仿真及测试环境搭建
- ❑ 测试用例的设计与实现
- ❑ 自动执行测试过程
- ❑ 可根据测试对象不同，自动化选择测试环境及测试用例



数据库

1. 为客户检查数据库的完整性和正确性

配置工具

2. 为客户进行各个配置选项的指导

环境

3. 可以为客户定制相关编译器的最小运行环境

源代码

4. 各模块完整的代码集成流程以及API的编写

功能测试

5. 包括测试用例，测试环境和测试报告

培训

6. 包括协议培训，源代码培训，集成方法和测试方法培训

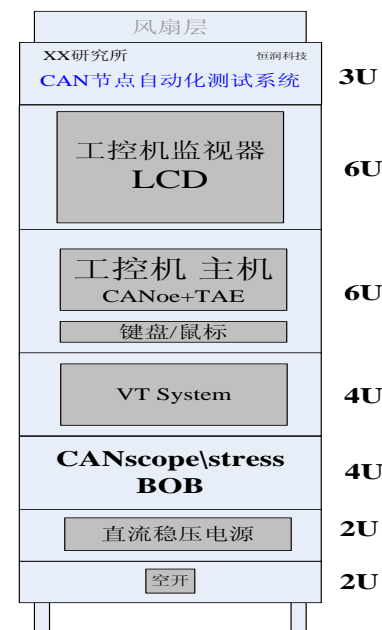
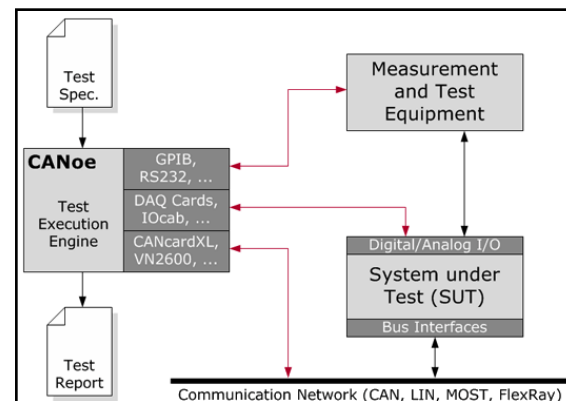
文档汇总

7. 集成流程笔记，问题记录，API列表，测试模板，培训教材



## ❑ 搭建测试环境，完成测试任务

- ❑ 提供适用的测试设备
- ❑ 协助开发的测试规范
- ❑ 实现测试流程及测试程序
- ❑ 完成对于节点/系统的测试
- ❑ 交付完整、系统的说明文档
- ❑ 帮助客户具备相关技术能力



- 分布式控制总线系统概述
- 总线系统开发与测试流程
- 诊断功能开发及测试流程
- 应用案例及恒润服务

# 谢 谢

# Q&A