

2020 MathWorks 中国汽车年会

符合ASPICE标准的汽车软件开发过程介绍

北京新能源汽车股份有限公司/工程研究院
梁海强



目录

Contents

1.ASPICE应用背景

2.符合ASPICE标准的软件开发流程介绍

3.满足ASPICE标准的MBD软件应用



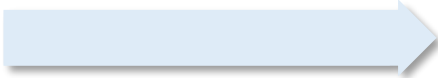
01

The First
Unit

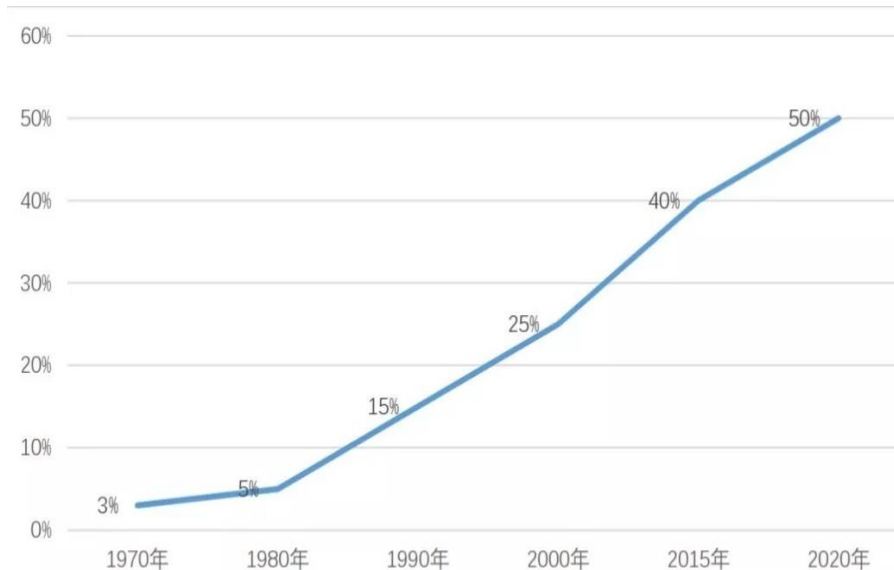
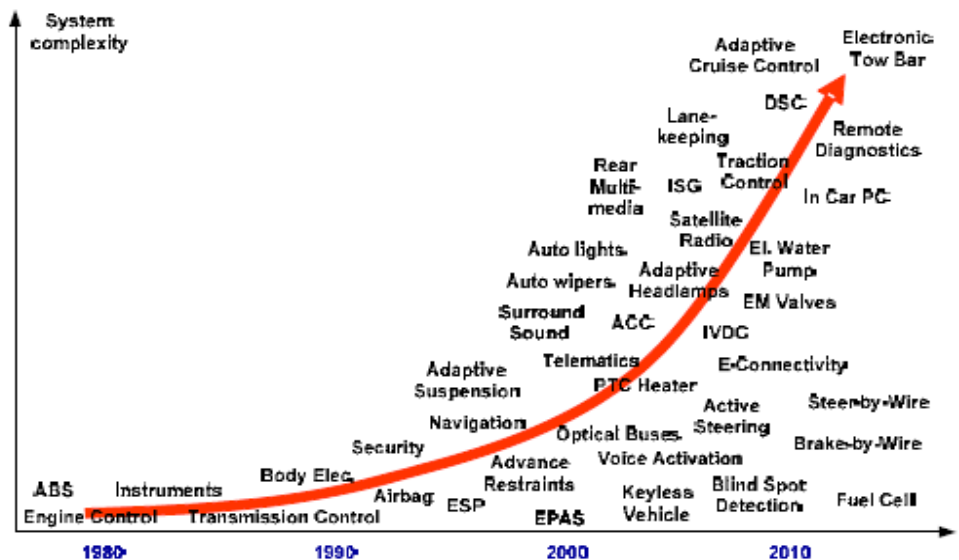
ASPICE应用背景

1.ASPICE应用背景

汽车电子系统日益复杂



汽车电子占汽车总成本比例急剧增加



“软件定义汽车”，决定未来汽车的是以人工智能为核心的软件技术。

1.ASPICE应用背景

北汽新能源

- ✓ 国内**首家**独立运营、**首个**获得新能源汽车生产资质的企业
- ✓ **连续七年蝉联中国纯电汽车市场的销量冠军**
- ✓ 国内**首家**通过ISO26262功能安全**ASILD**(最高级)流程认证和通过**ASPICE LEVEL2级**认证的企业

1.ASPICE应用背景

ASPICE与功能安全的关系

功能安全

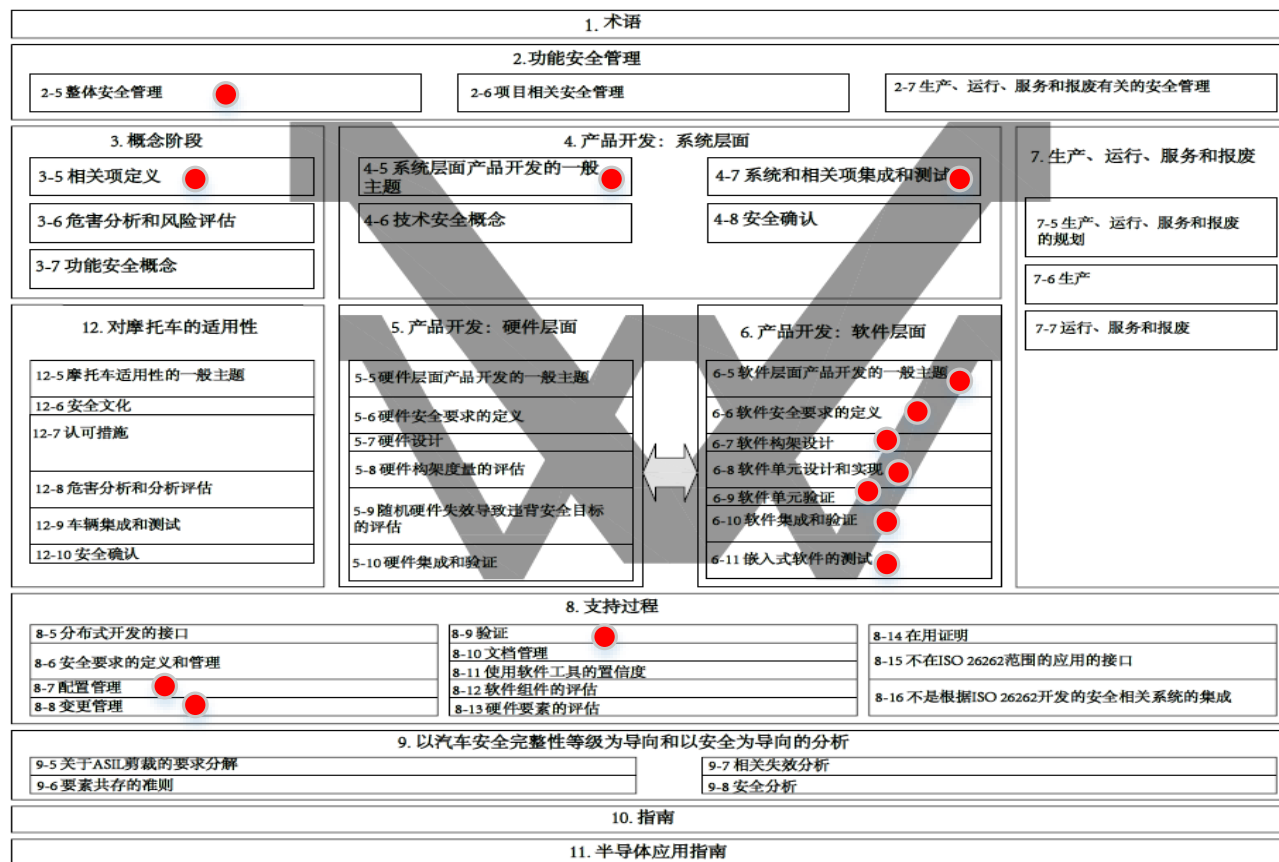
- ISO26262重在安全, 包含系统、硬件、软件、生产等, 提出怎么做

ASPICE

- ASPICE重在流程改进, 包含系统及软件, 但不包含硬件、生产等, 提出做什么

相同处

- ASIL等级的软件开发部分



● ASPICE与ISO26262重合部分

1.ASPICE应用背景

ASPICE国内外现状

国外

- 大众、宝马、奔驰、保时捷等汽车主机厂均具备ASPICE认证，公司内部也具备ASPICE审核人员及小组，同时要求其供应商具备ASPICE L3认证证书或具备同等能力。

国内

- 在国内，各大OEM及Tie1也开始引入ASPICE。上汽、吉利、长城等也已取得ASPICE L2的认证证书，其余各车厂也都已启动了ASPICE的取证工作。

北汽新能源

2019年6月，北汽新能源取得德国莱茵颁发的ASPICE L2等级认证证书。

- 成为国内首家由国际第三方认证机构TUV莱茵认可，同时具备ISO26262功能安全最高等级ASIL D流程体系认证证书、三电ASIL C产品认证证书及ASPICE LEVEL2流程认证证书的公司。





02

The Second
Unit

符合ASPICE标准的软件 开发流程介绍

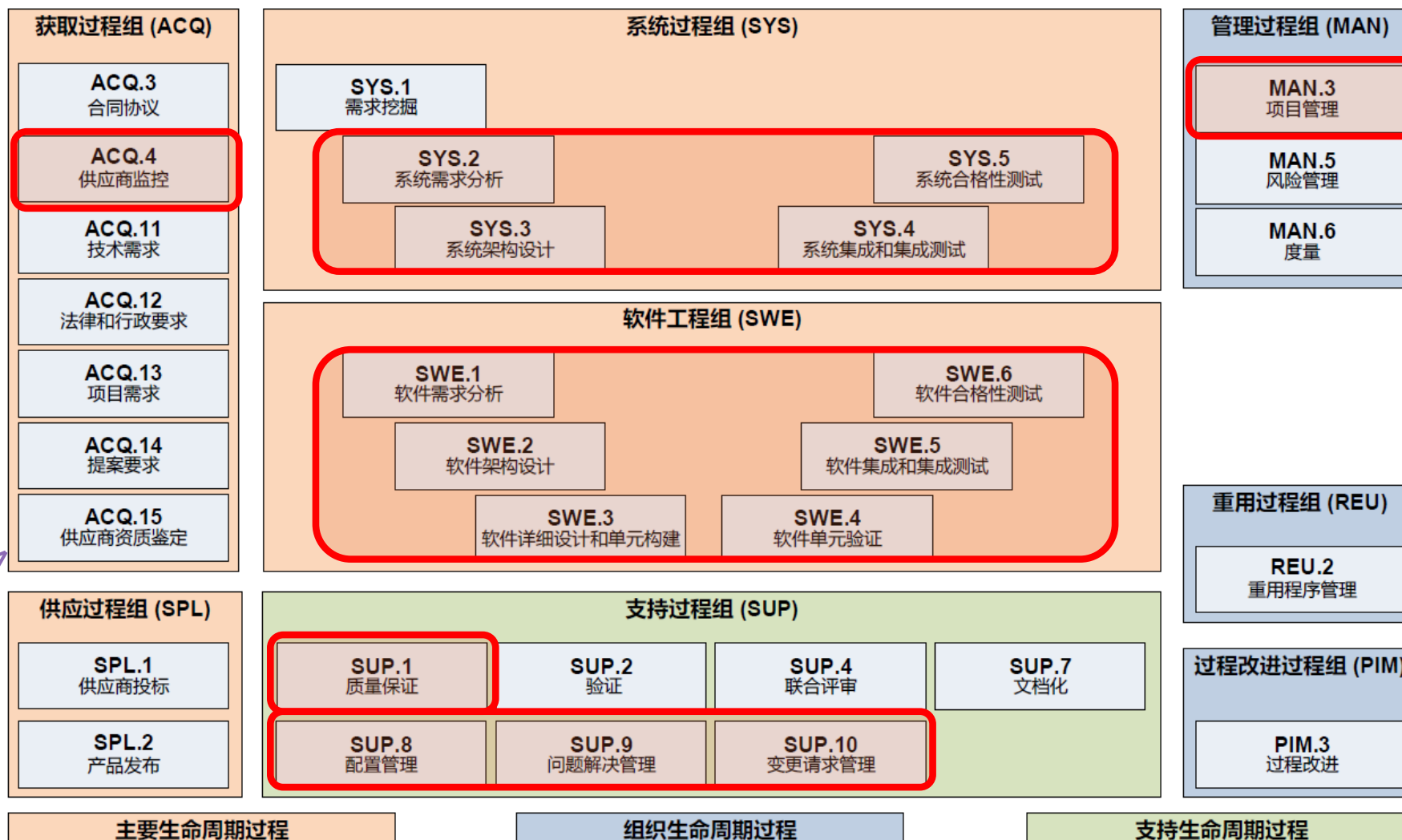
2. 满足ASPICE标准的软件开发流程介绍

ASPICE标准概览

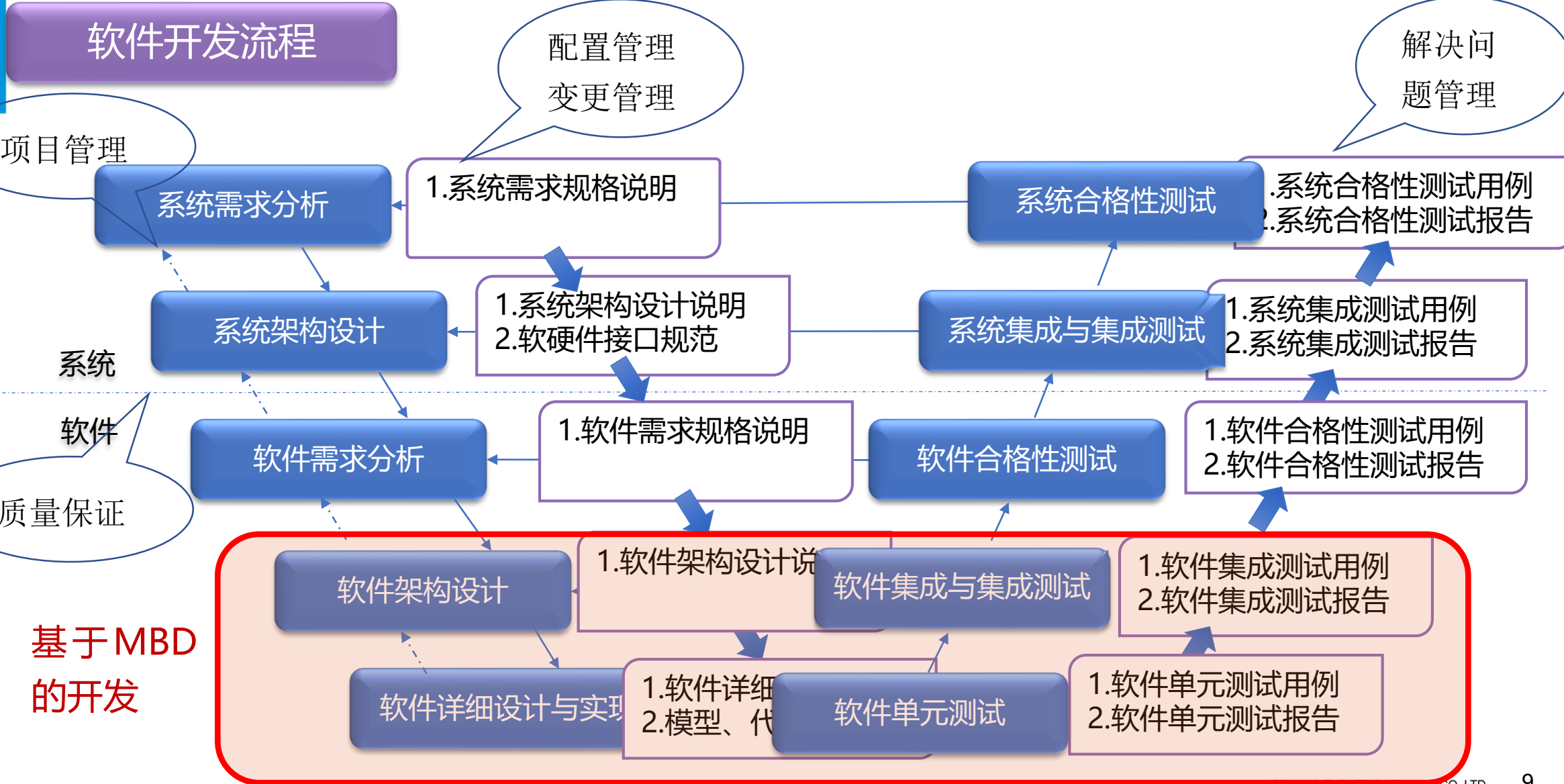
ASPICE涵盖了管理、系统、软件、采购、重用及过程改进和支持活动，总计32个过程域。

ASPICE 等级

- L5——创新级
- L4——可预测级
- L3——已建立级
- L2——已管理级
- L1——已执行级



2. 满足ASPICE标准的软件开发流程介绍





03

The Third
Unit

满足ASPICE标准的 MBD软件应用

3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

软件需求

- 软件需求包含**功能需求**、**非功能需求**、**限制条件**三部分。

常见评估问题:

- 非功能性需求不完整
- 非功能性需求及限制条件分析不完整
- 验证准则描述不清晰，无法与测试对应

解决办法

- 非功能性需求一般可考虑性能需求（响应时间、采样时间、启动时间、内存、CPU负载）、安全性需求、质量需求等
- 非功能性需求及限制条件也需进行可实现性、可验证性及正确性分析
- 验证准则包含验证方法、验证环境、先决条件/特殊条件/约束条件、成功标准，后续测试用例的编制基于验证准则编写。

ASPICE对软件需求的要求

结构化

正确性

可实现性

可验证性

环境影响

接口、环境、
性能、资源...

3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

软件架构设计

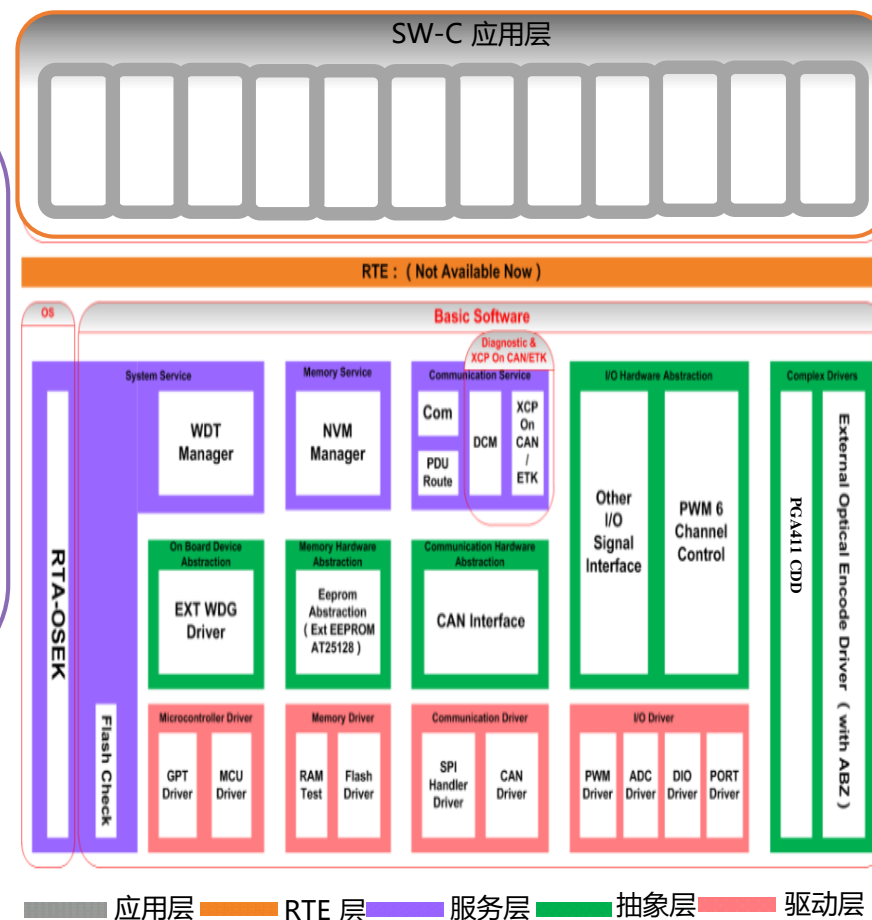
ASPICE对软件架构的要求

- 识别软件元素
- 分配软件需求（软件需求或需求群至少映射到一个软件元素）
- 定义软件元素接口（输入输出方向、类型、精度、范围、信息等）
- 定义软件动态架构（任务、中断等）及资源消耗目标（RAM、ROM、EEPROM等）
- 评估软件架构（可维护性、可扩展性、可靠性、安全性、易用性等）
- 双向可追溯性和一致性要求（与软件需求、软件详细设计、软件集成测试间）

平台衍生项目如何进行架构评估？

仅有一种架构，评估架构是否适用于本项目：

- 技术性因素：功能性能是否满足本项目；
- 非技术性因素：成本考虑、周期考虑、可移植性、可扩展性等考虑。



AUTOSAR标准的软件架构

3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

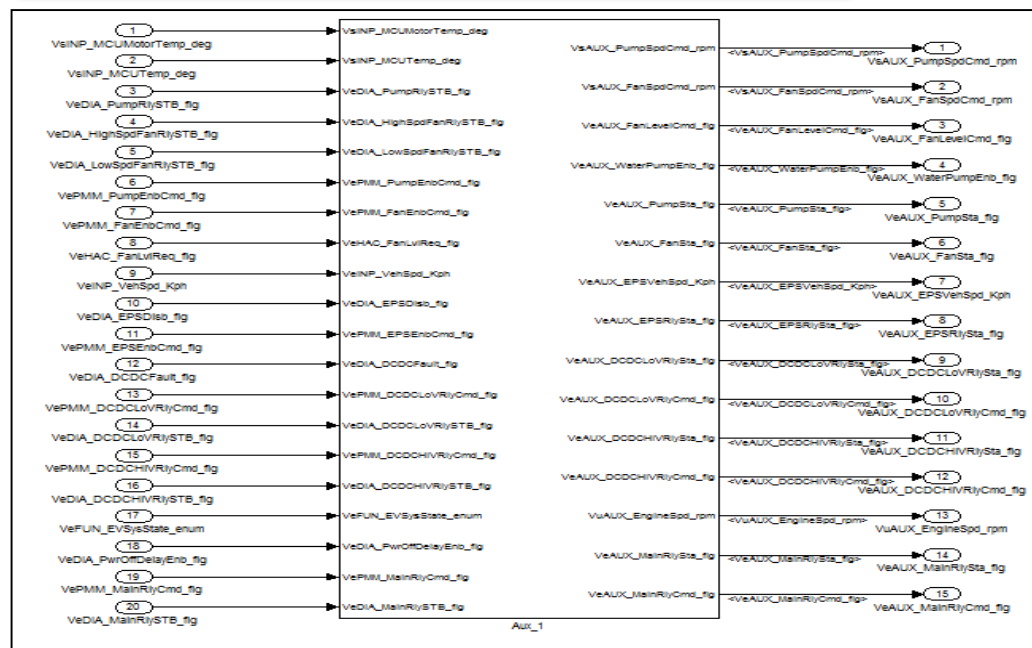
模型详细设计与实现

- MathWorks提供Simulink/Stateflow 建模工具。

开发模型详细设计

- 单元内部及单元间的动态行为设计，除状态跳转等逻辑关系外，还需包含响应时间等的设计；
- 软件单元接口设计，包含输入输出接口、格式、大小、分辨率、频率等信息；
- 评估软件单元的详细设计，评估目的是确定设计是否合理并通过评估给出各单元的单元测试要求。

用Simulink/Stateflow工具进行建模



3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

软件测试

各测试对比

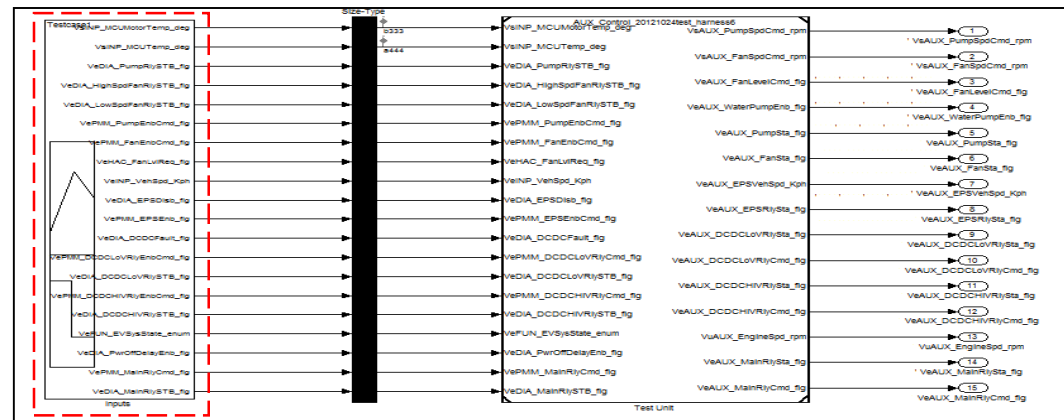
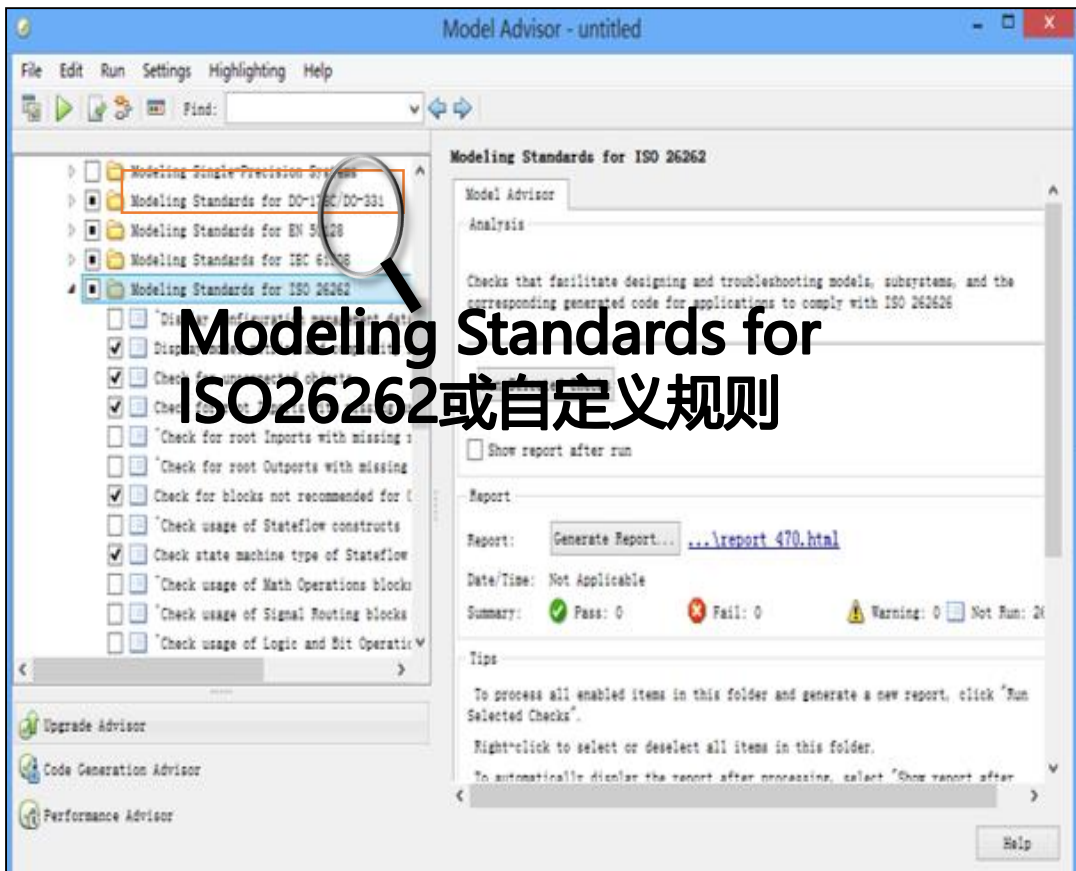
	软件单元测试	软件集成测试	软件合格性测试
测试依据	软件详细设计	软件架构设计	软件需求文档
测试对象	软件单元（函数或模型逻辑块）	软件组件	软件整体
测试关注点	单元内部逻辑及接口	单元间的接口	软件功能、性能、接口等
测试结果衡量方法	语句、分支、MC/DC覆盖率	函数、函数调用覆盖率	软件功能、性能、接口等覆盖率
测试工具或平台	QAC、PolySpace、Testbed、Tessy、BJEV_MBDUT等	Tessy、Silver、CTC++等	Hi1测试平台

3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

软件单元测试

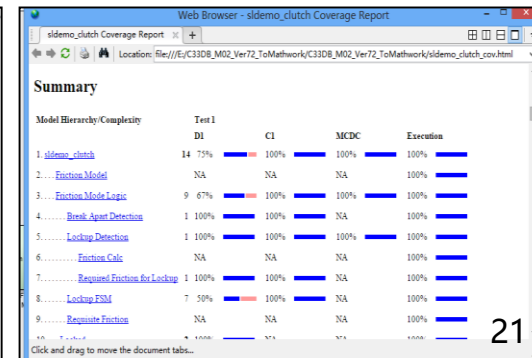
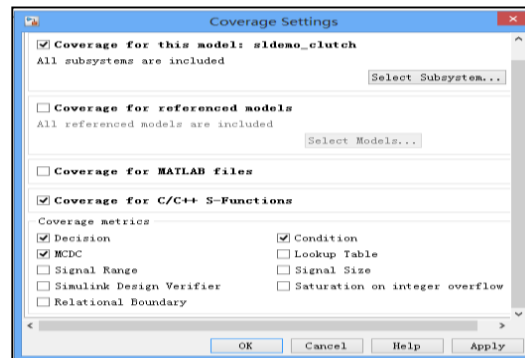
MathWorks的Model Advisor工具进行建模规范检查。

基于MATLAB V&V工具箱可以进行单元动态测试并能够生成测试覆盖度报告。



1.可以设置多项测试方法

2.生成测试覆盖度报告

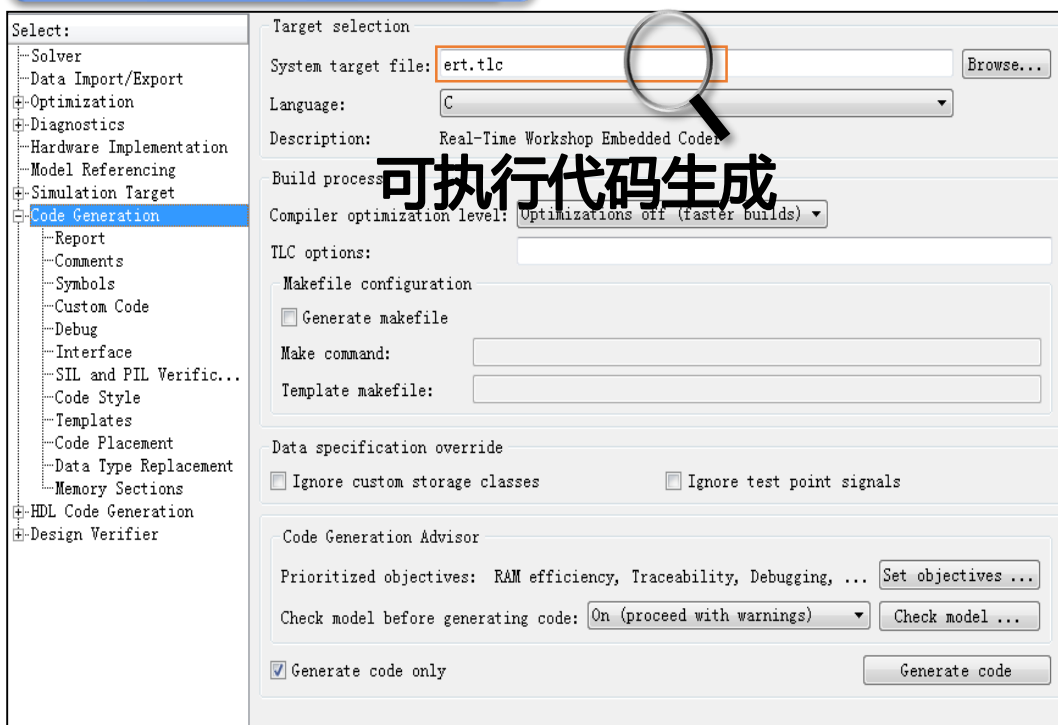


3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

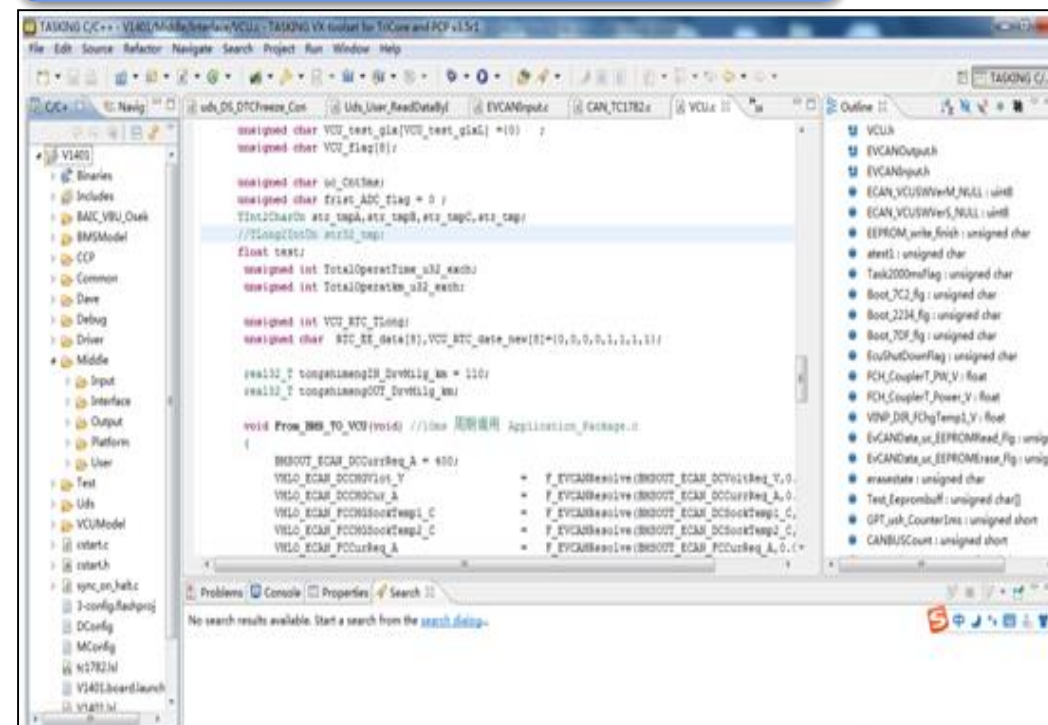
软件集成

- MathWorks提供Embedded Coder工具进行自动代码生成,生成.c, .h文件用于基于C代码的底层软件集成。

Embedded Coder



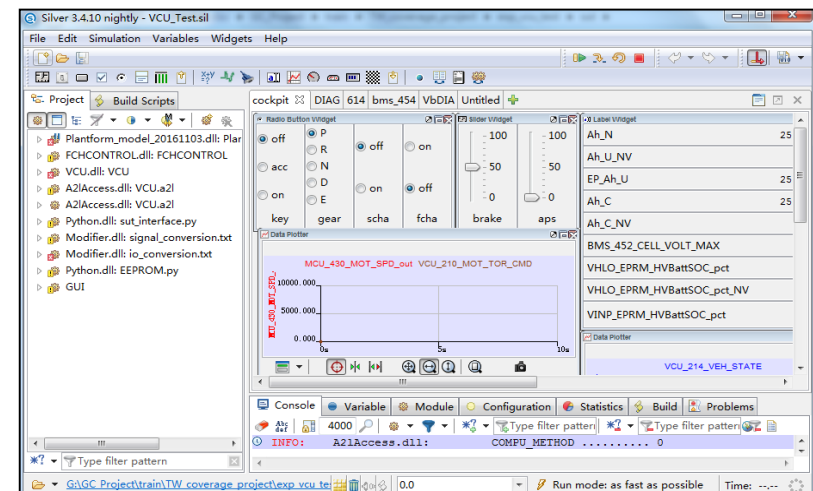
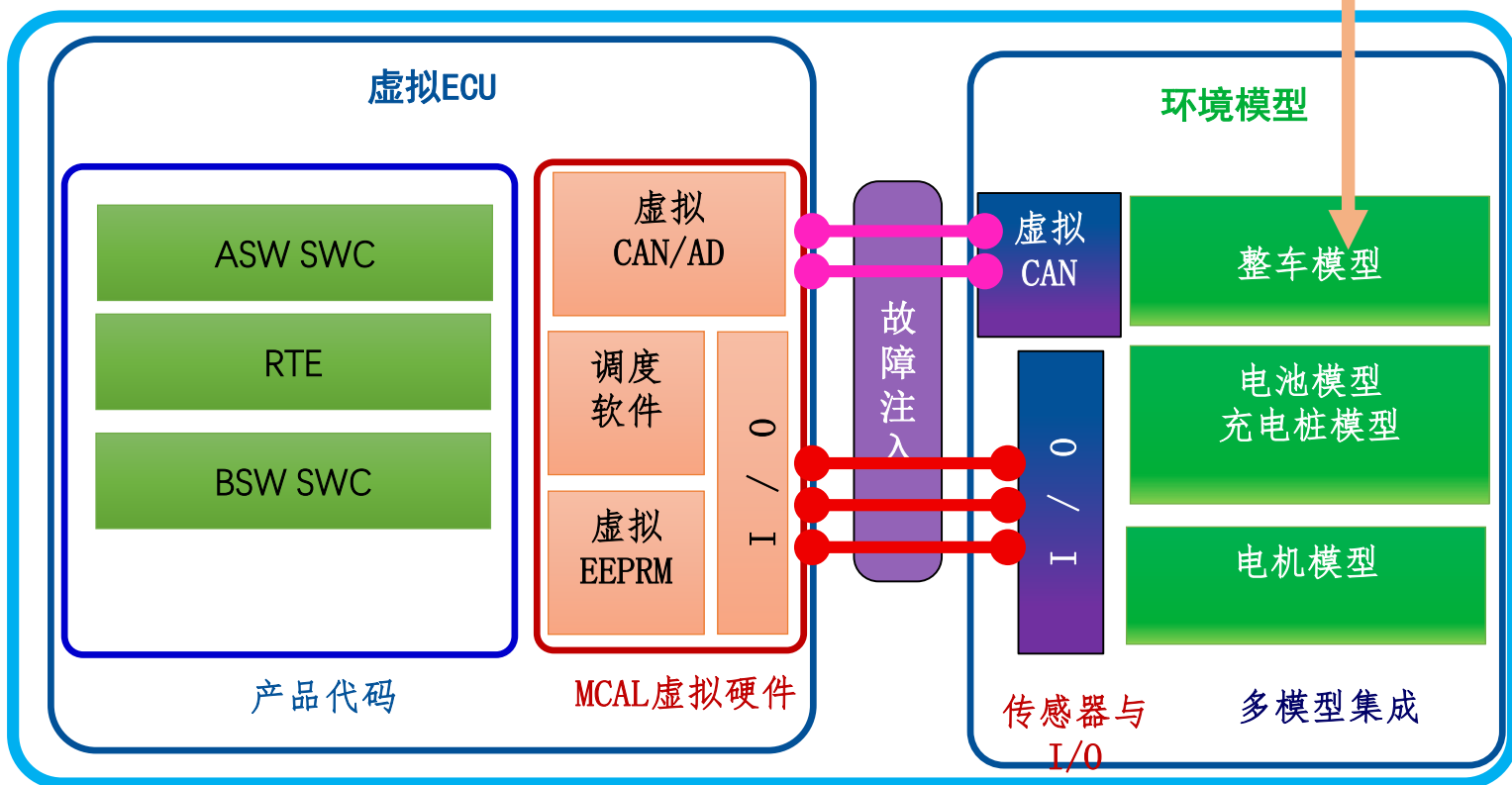
基于Tasking的C代码底层软件集成



3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

软件集成测试

- 基于Simulink的车辆模型，通过Simulink Coder编译到集成平台。



CTC++ Coverage Report - Directory Summary

Directory Summary | Files Summary | Functions Summary | Untested Code | Execution Profile

Symbol file(s) : MON.sym (Mon Feb 17 12:10:50 2014)
 Data file(s) : F:\ctcwork\Demos\cube\MON.sym (Fri Mar 14 09:46:50 2014)
 MON.dat (Mon Feb 17 12:13:18 2014)
 F:\ctcwork\Demos\cube\MON.dat (Fri Mar 14 09:47:13 2014)
 Listing produced at : Wed Mar 26 14:34:47 2014
 Coverage view : Reduced to MC/DC coverage

Input listing : STDIN
 HTML generated at : Wed Mar 26 16:34:47 2014
 ctc2html v3.5 options: -o webCTCHTML -t 75 -nsb
 Threshold percent : 75 %

(Click on header to sort)		TER % statement	Directory
75 %	(21/28)	88 %	(21/24)
66 %	(130/197)	77 %	(215/280) F:\ctcwork\demos\cube
67 %	(151/225)	78 %	(236/304) OVERALL

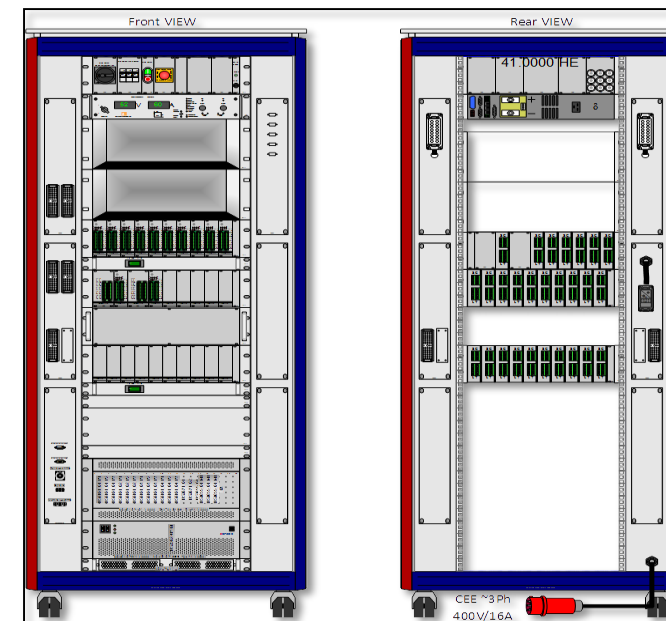
Directories : 2
 Source files : 7
 Functions : 64
 Source lines : 905
 Measurement points : 221
 TER structural : 67 % (151/225) MC/DC
 TER statement : 78 % (236/304)

Directory Summary | Files Summary | Functions Summary | Untested Code | Execution Profile

3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

软件合格性测试

	基础实践	对应产物
BP1	制定包含回归测试策略在内的软件合格性测试策略	软件合格性测试计划
BP2	开发软件合格性测试规范	软件合格性测试规范
BP3	选择测试用例	软件合格性测试用例
BP4	测试集成软件	软件合格性测试记录
BP5	建立双向可追溯性	测试用例与需求追溯表 测试结果与测试用例追溯表
BP6	确保一致性	双向追溯表、评审记录
BP7	总结和沟通结果	软件合格性测试报告、评审记录



3.满足ASPICE标准的MBD软件应用

应用意义

ASPICE 带来的 改变

流程标准化

ALM全生命周期管理工具

开发过程标准化

可持续集成平台

模板检查单标准化

自动化检查工具

- ✓ 自动化率提升
- ✓ 开发周期缩短
- ✓ 沟通成本降低
- ✓ 返工成本减低
- ✓ 开发问题减少
- ✓ 产品质量提升

