

ANSYS®



ANSYS中国技术大会  
中国·上海

# SCADE在平显开发中的应用

2016年8月

一、平视显示器介绍

二、基于模型的开发模式

三、SCADE的应用

四、下一步工作

## 平视显示器(HUD)

Head-Up Display ( HUD ) 是新一代民用飞机重要的驾驶舱设备之一，其显示信息聚焦于飞行员正前方无穷远处，飞行员保持平视姿态既可以获取显示信息又可以看到外部视景，可实现平视飞行、从容应对突发状况，将有效降低机组负荷、提升飞行安全性。HUD还可增强飞机低能见度运行能力、显著改善天气原因导致的航班延误、降低航空公司运营成本。根据中国民航局发布的《平视显示器应用发展路线图》，到2025年将在国内航空公司的所有航空器上推广应用HUD。



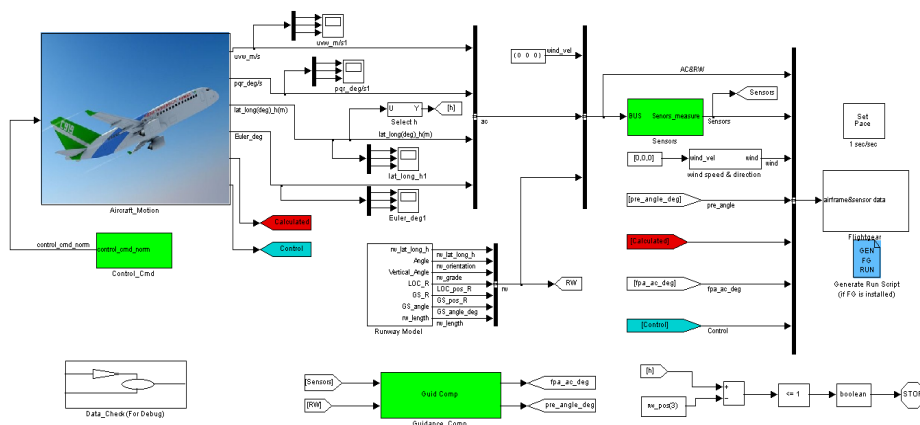
## 平视显示器(HUD)

中航工业光电所承担C919大型客机平视显示器的研制工作。该设备等级为A级，软件研制保证等级A级。

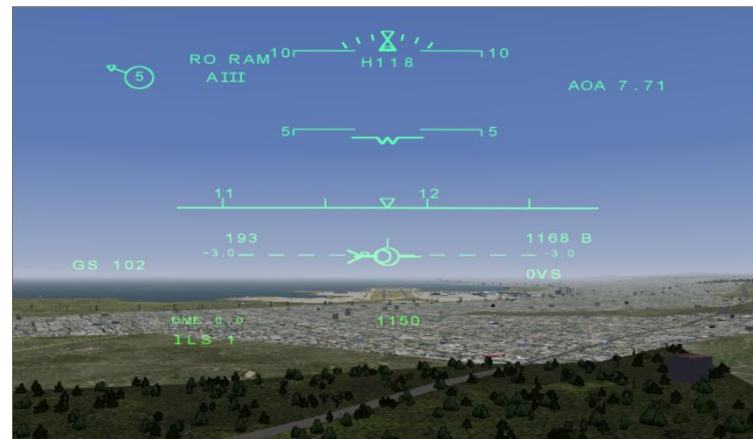


## 平视显示器(HUD)

平显的软件配置项有4个，其中符号绘制软件和导引逻辑软件属于复杂软件。先前曾采用Simulink和Vaps开发了软件原型。由于原型开发模式较难通过机载软件的适航认证，经国外的平显合作单位推荐和所内的调研评估，目前这两个软件已转向采用SCADE来开发、验证。



Simulink开发的软件原型



Vaps开发的原型



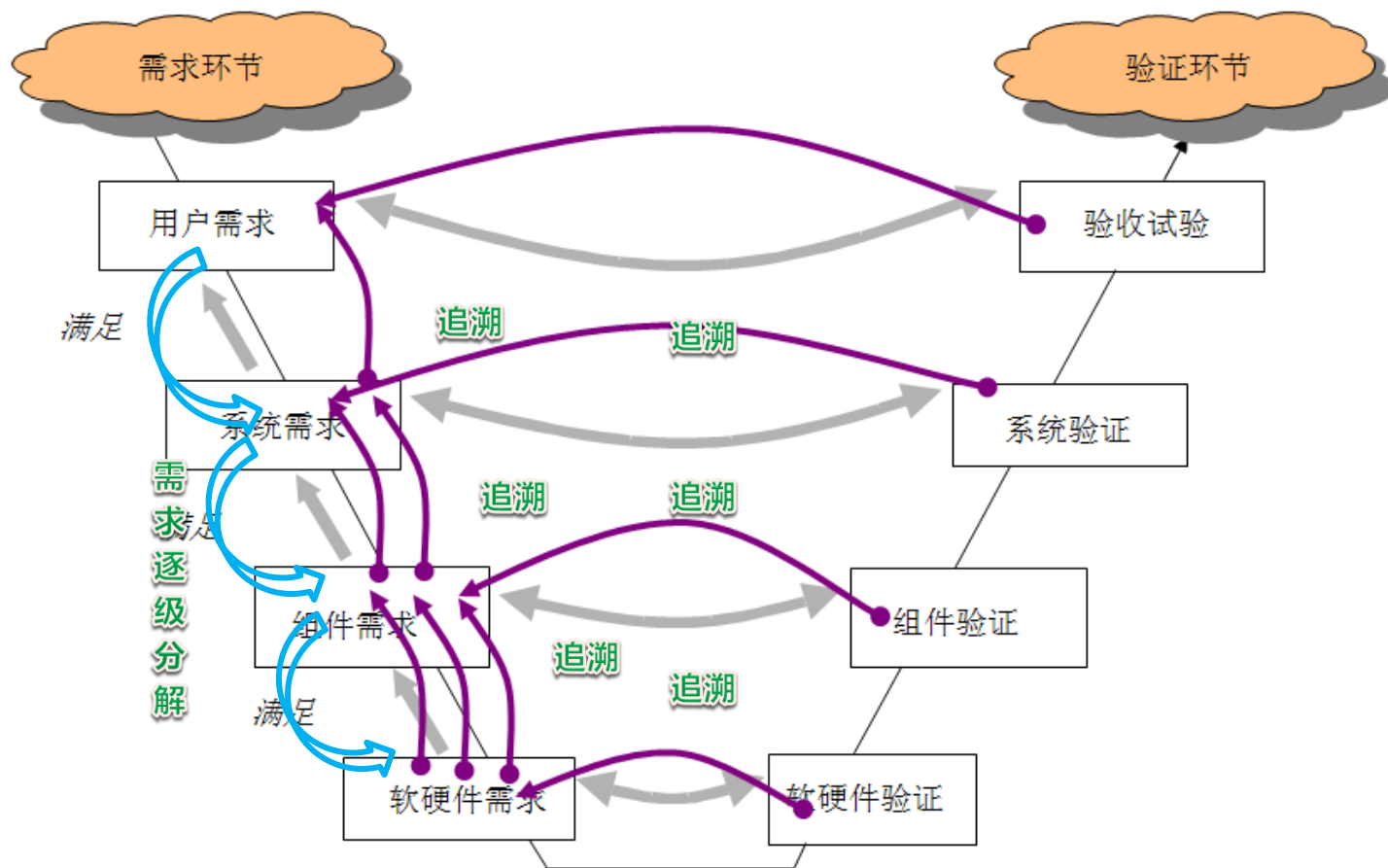
一、平视显示器介绍

二、基于模型的开发模式

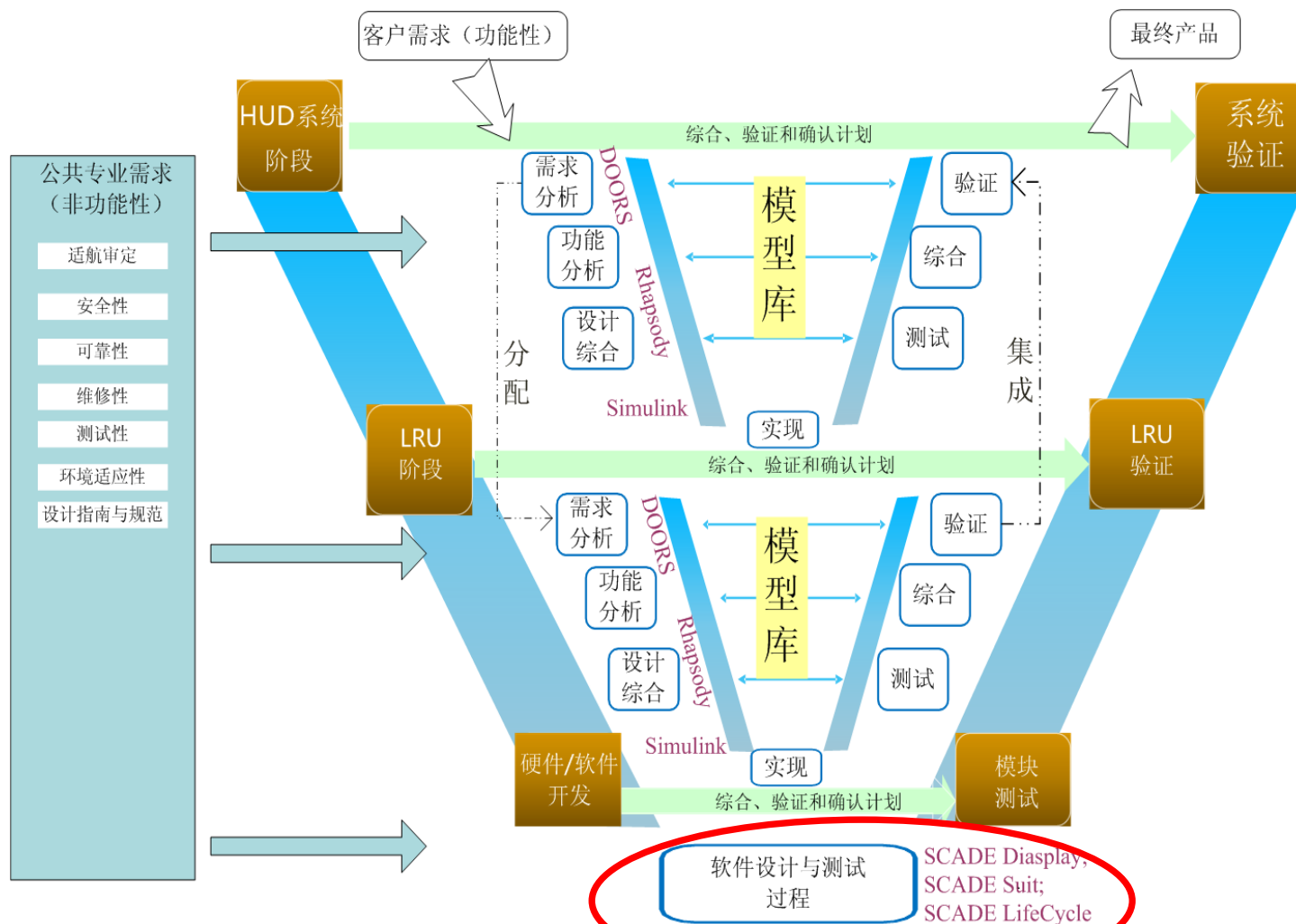
三、SCADE的应用

四、下一步工作

## 传统V模型



# 基于模型的平显生命周期（MBSE推进）

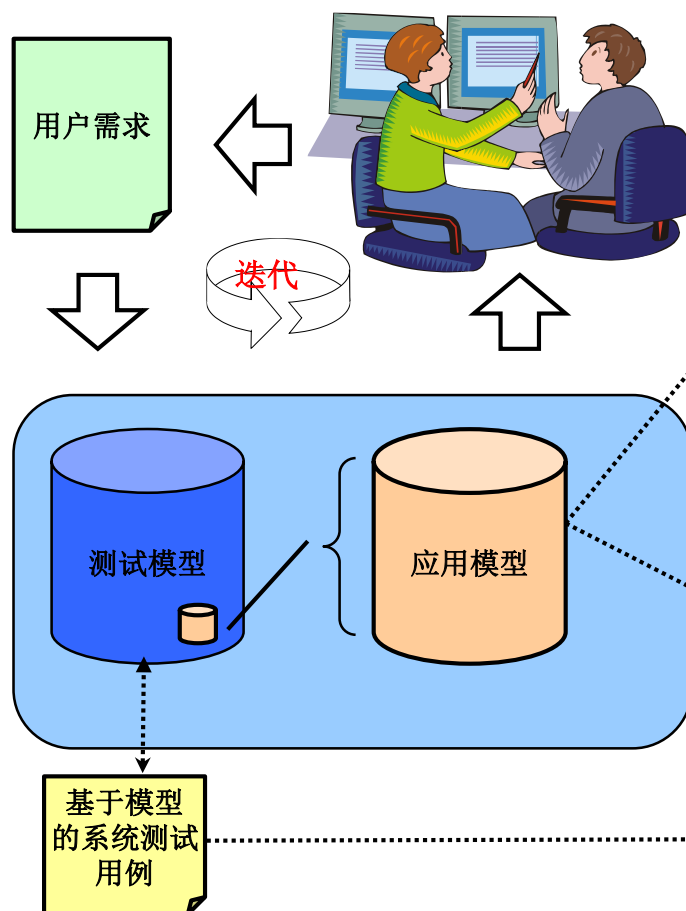


软件设计与测试过程  
SCADE Diasplay,  
SCADE Suit;  
SCADE LifeCycle

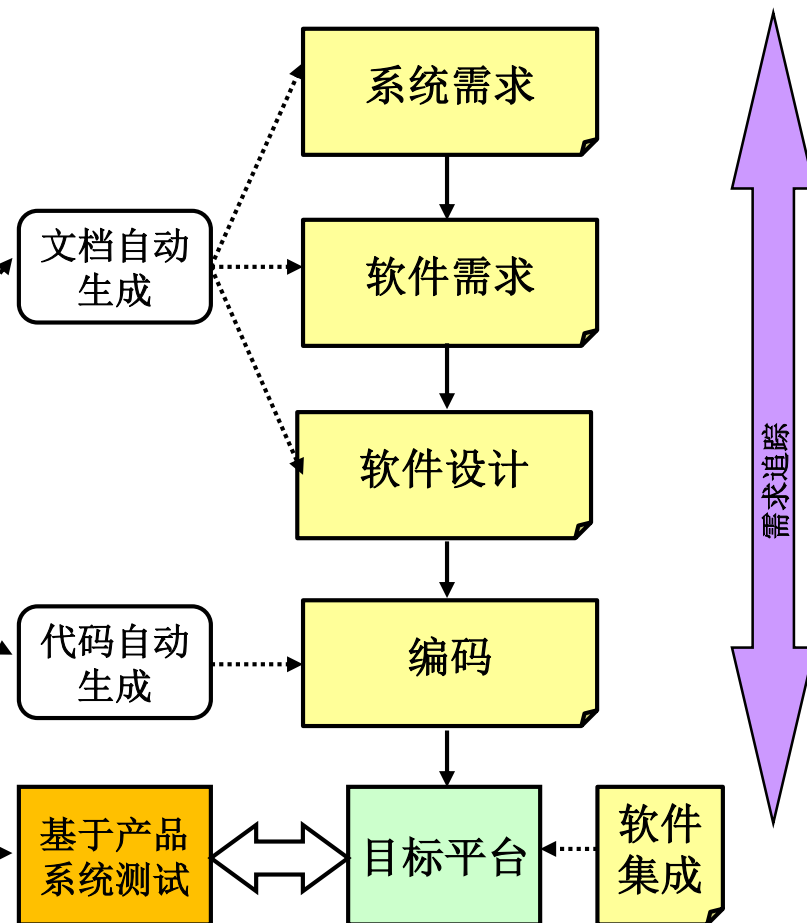


# 基于模型的开发过程设计

## Step 1 – 基于捕获的需求建立模型



## Step 2 – 基于模型实现产品化

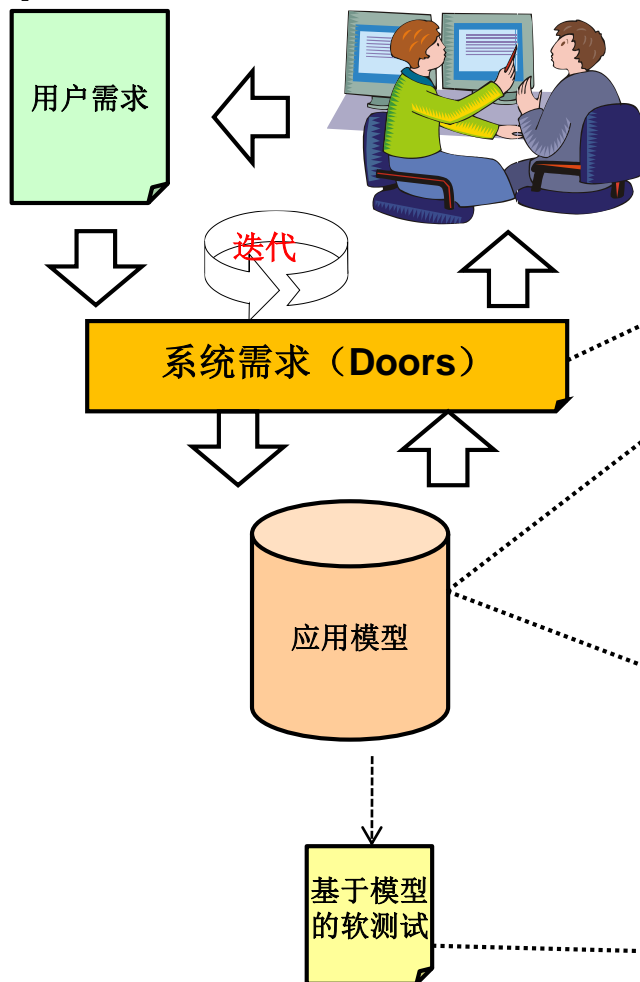


# 面临的挑战

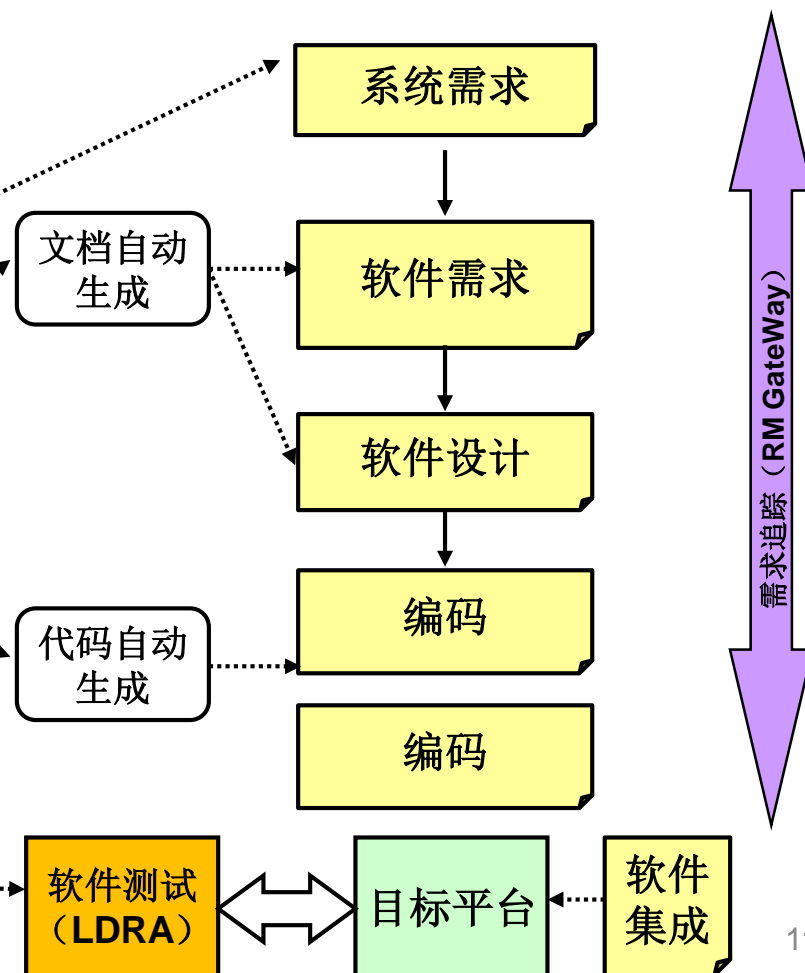
- 建模工具的选择
- 已有成果的继承
- 工具之间的桥接
- 工作产物的评审
- 软件工具的鉴定

# 平显开发工具

## Step 1 – 基于捕获的需求建立模型

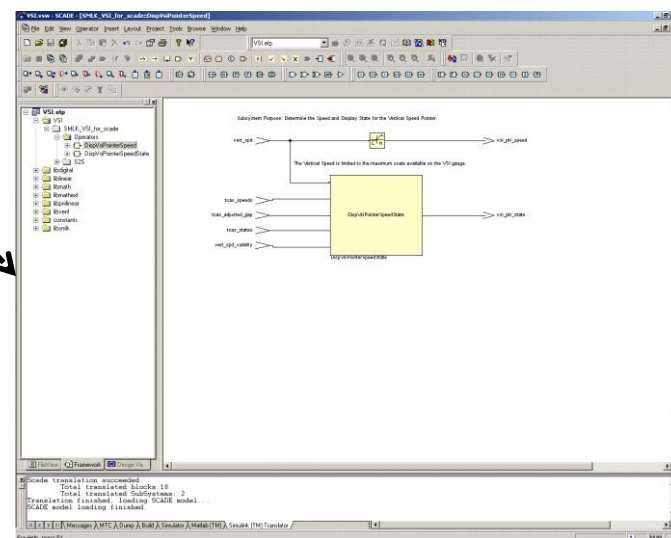
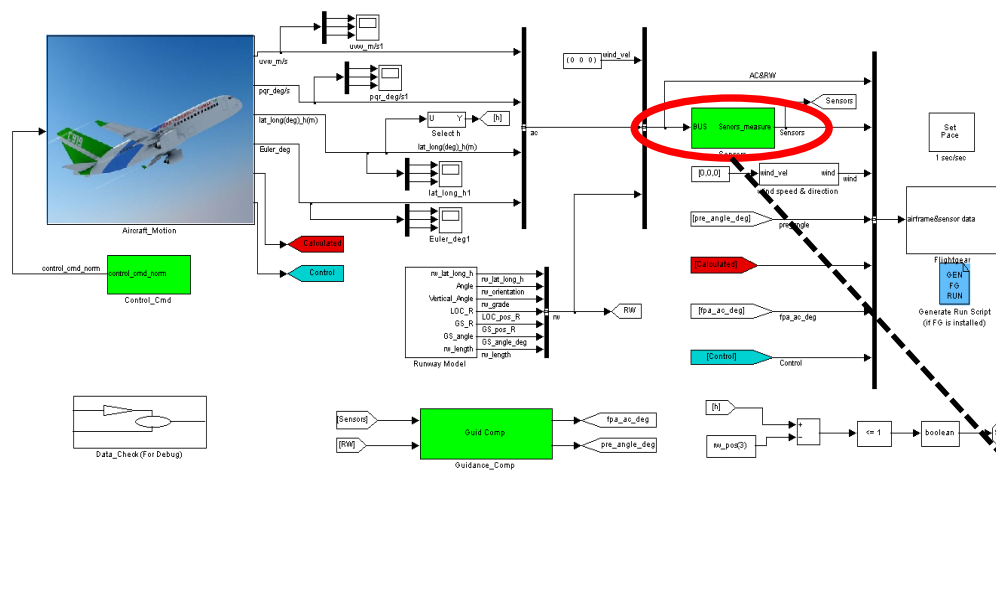


## Step 2 – 基于模型实现产品化



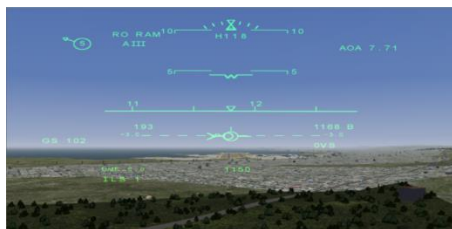
## 原有成果的继承

利用桥接器，把Simulink模型中关键的控制模块转化为SCADE suite模型。

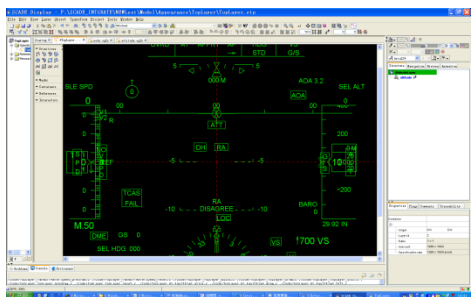
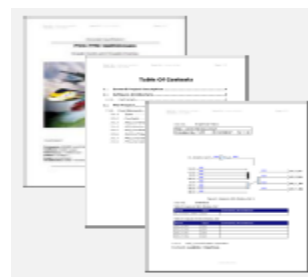


## 图形模型的迁移

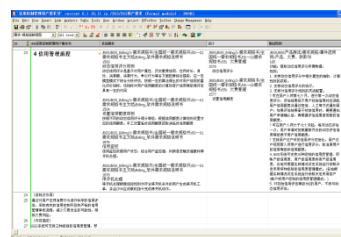
Vaps的模型不能被SCADE-Display复用。Vaps生成文档的部分图形内容，作为系统需求录入Doors,然后开发SCADE-Display模型。



Vaps开发的原型



SCADE-Display模型



Doors需求

## 工具之间的桥接

- 系统需求
- 软件需求
- 软件设计
- 软件测试





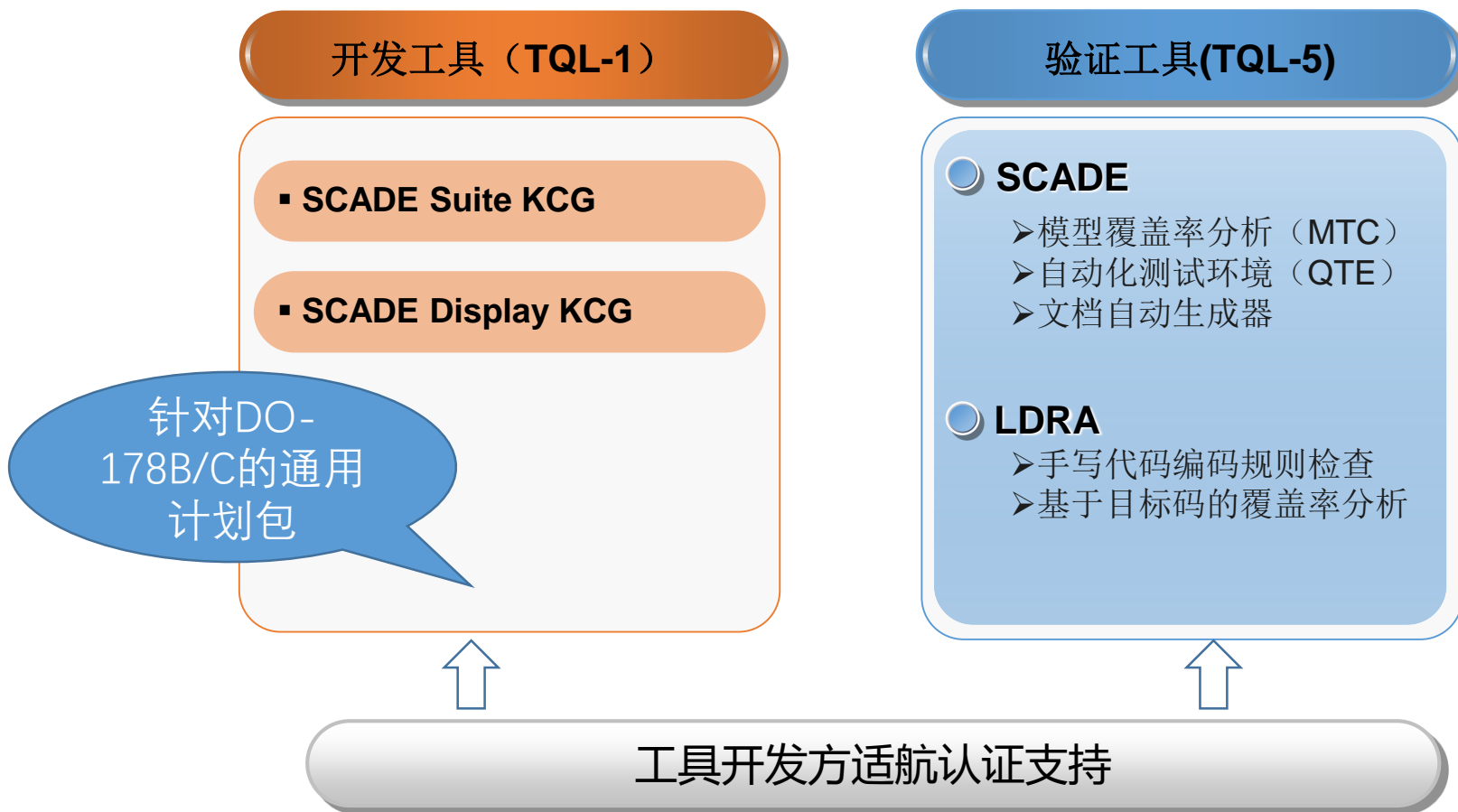
## 工作产物的评审

基于模型的评审很难开展，需要参与评审的人员都了解建模语言。

- 工具的推广培训
- 评审人员要学习建模规范手册
- 对模型全面的注释

## 工具鉴定

对工具进行分类评估，计划工具鉴定活动，有力的适航支持也是进行工具选择时要考虑的内容。



一、平视显示器介绍

二、基于模型的开发模式

三、SCADE的应用

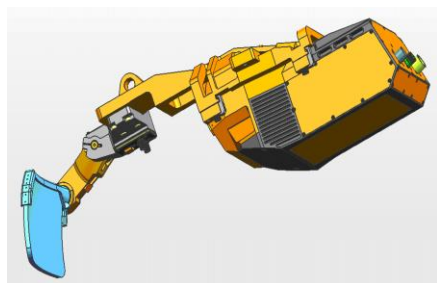
四、下一步工作

# 平显软件开发实践

- **原型开发**
  - 快速实现原理样机
  - 软件模型仿真帮助部分系统需求得到确认
- **工程开发**
  - 严格的建模规范
  - 逻辑模型/画面模型/联合仿真
  - 基于模型的测试（模型覆盖率）
  - 完整的追踪性（需求覆盖率）

# 原型开发

建立图形显示界面设计确认环境，快速开发，快速集成和评估。



电源

数据总线

视频总线A818



# 工程开发—建模规范

建模规范相当于软件的设计标准，在工程中基于模型的软件开发，应强制使用建模规范。

- 模型语法规范
- 注释内容规范
- 模型样式规范
- 。 。 。



# 逻辑模型/画面模型/联合仿真

The screenshot displays the SCADE software interface, which is used for developing logic models and simulating HMI (Human Machine Interface) screens.

**Left Window (MainBehavior):** This window shows the logic model. It includes a project tree on the left with folders like 'MainBehavior', 'Interface', and 'Simulation'. The main area contains a text box with the following information:

- 标题: 本节点是HUD主调节点
- 设计者: 马兵兵
- 版本号: 0.1
- 功能描述: 本节点产生调试数据, 激励符号画面, 进行
- 输入参数为: ii\_keycode 模拟按键
- 输出参数为: hud\_display\_mode hud模式, to\_hud\_all\_c
- ICD数据, to\_hud\_mode hud模式
- 示例:

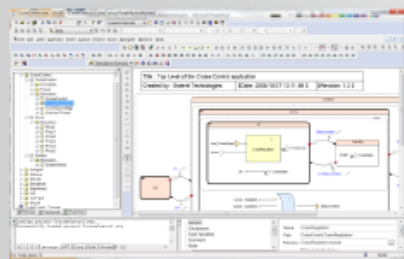
Below the text box is a logic diagram showing a 'ProcessInput' block connected to a 'GetAllSymbol' block. A 'Mathematical' block is also visible, containing a 'Multiplication' operation.

**Right Window (MainDisplay.sgfx):** This window shows the HMI screen simulation. It displays a green background with various symbols and text, including 'WINDSHEAR', 'APCH WARN', 'ATT', 'NOT CONFORM', and 'DH'. The screen is divided into sections with different symbols and text, representing different states or warnings.

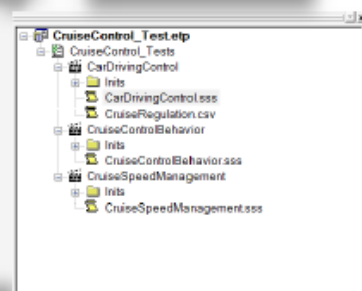
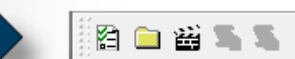
**Bottom Window:** This window shows the 'General' properties of the 'MainBehavior' node. It includes fields for 'Name', 'Path', 'Filename', and 'Visibility'. The 'Name' field is set to 'MainBehavior', the 'Path' is 'MainLogic::MainBehavior/', and the 'Filename' is 'MainLogic.xscade'.

# 基于模型的测试/覆盖率分析

## 1. 创建测试工程

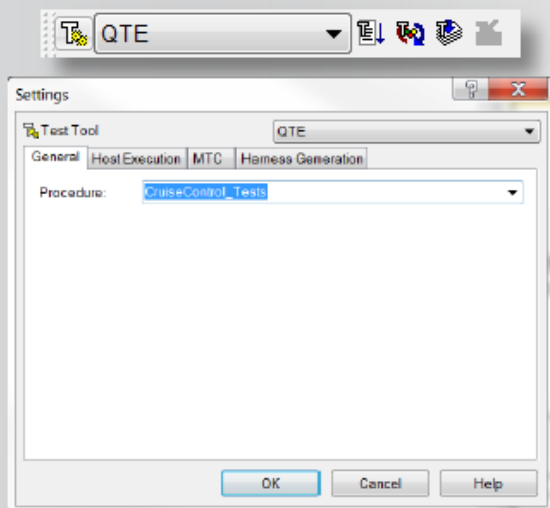


## 2. 创建测试过程



```
# Car Driving Control Tests Cases
# Test Reference: CC_TEST_CDC_01
# Test Case Objectives:
#   Verify the car is driven by the accelerator when
# Covered Requirements: CC_HLR_CDC_01
# Test Case Acceptance Criteria
#   check that Throttle equals accelerator at each c
# Test Case Description
SSM::set Accel 0.0
SSM::check ThrottleCmd 0.0
SSM::cycle
SSM::set Accel 51.2345
SSM::check ThrottleCmd 51.2345 sustain=5 real=0.0001
SSM::cycle
```

## 3. 配置测试选项



## 4. 生成测试结果

Qualified MTC Report	
1. General Information	
Generation Date	jeudi 13 décembre 20
Project	C:\Program Files\Est
Author	
Outputs path	C:\TestTool\Test_AB
2. Input Description	
2.1. Project Files	
1	ABC_N.l4
2	ABC_N.xscade
3	GraphicalPanel.rgfx
2.2. Coverage Criteria	

Qualified Test Conformance Report		
1. General Information		
Generated by	SCADE (TM) QTE Report 6.4 (build i1)	
Generation date	2012-12-13, 16:05:08	
Author		
Detail Level	full	
Exec. Directory	C:\TestTool	
2. Input Description		
ID	Filename	Project
01	C:\TestTool\Test_ABC_N\KOC_Test\Procedure1_RAW.txt	C:\Program Files\Estere SCAD\examples\ABC_N\ABC_N.etp

# 建立追踪性

The screenshot shows the 'Configuration' window with a 'Project editor' and a 'Details' tab. The project editor displays a hierarchical tree structure of project components. The 'Details' tab shows a table of project components with their respective types, file paths, and settings.

**项目文档** (Project Documents): Points to the 'Project editor' tree structure.

**项目拓扑图** (Project Topology Diagram): Points to the hierarchical tree structure in the 'Project editor'.

**文档详情** (Document Details): Points to the 'Details' tab table.

Name	Type of Analysis	File or Directory	Ignor...	Inter...	Bloc...	Variable	Value	Access
High Level Requirements	Word	..Requirements\CruiseControl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	With images	<input type="checkbox"/>	
SCADE Design	Scade 6	CruiseControl.atp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	With Images	<input type="checkbox"/>	
Test Scenario	Test Scenario	..TestScenarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Test Report	Test Report	..TestScenarios\Tes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Worksheet		

利用RM GateWay建立追踪性

# 使用SCADE研制软件的优势

- **基于模型的开发验证方式缩短了研制流程**
- **认证级的软件增强了产品的质量和安全性**
- **可配置化的工具提升了软件自动化能力:**
  - 代码自动生成 ( KCG )
  - 测试自动化 ( MTC/QTE )
  - 文档自动生成 ( Reporter )
  - 目标程序定制生成
- **节省了软件适航认证的成本和时间**

一、平视显示器介绍

二、基于模型的开发模式

三、SCADE的应用

四、下一步工作

## 下一步工作

- 完善建模规范
- 建立模型库
- 工具鉴定（D0-330）
- EFVS/HSVS/HVS的实现
- II、III a类HUD导引设备的实现
- 基于ARINC 661标准的平显实现
- 向系统人员推广





ANSYS中国技术大会  
中国·上海

感谢聆听