

测试的智能化时代

报告人：李 育

日 期：2019/5/29



上海汽车变速器有限公司是上汽集团全资子公司，是国内最具影响力的汽车变速器专业研发、制造企业。
Shanghai Automobile Gear Works is a wholly owned subsidiary of SAIC, the most influential domestic automobile gear works company specializing in designing and manufacturing.



●**销售收入：160亿元**

Sales revenue :16 billion RMB

●**总成销量：430万余台套**

Sales volume: 4.3 million sets

●**市场占有率：17.5%**

Market share : 17.5%

●**资产总额：138亿元**

Total assets : 13.8 billion RMB

●**占地面积：91万平方米**

Area covered : 910 thousand square meters

●**员工人数：7000余人**

Staffs: 7000

电气化产品规划

现有业务			规划业务		
手动	手动变速器 (全型谱)		电动化		
自动	液压机械自动变速器	电离合	电换挡	混合动力HEV/PHEV	纯电动BEV
		电控机械自动变速器		混动双离合变速器	平行轴构型电桥
	双离合自动变速器 (干/湿)	电驻车	专用混动变速器	同轴构型电桥	
		双离合自动变速器二代	电力电子单元	紧凑集成电驱系统	
	无级变速器				
新能源	混合动力HEV/PHEV&纯电动BEV		关键技术	逆变器软件 (底层+应用层)	逆变器软件 (应用层)
	电驱动单元一代	电驱动单元二代		逆变器硬件开发	系统集成
	纯电动减速箱	纯电动高速减速箱		电机设计开发	智能汽车支持软件技术

议程

汽车行业嵌入式软件测试的智能化时代



过去

现在

未来

议程

汽车行业嵌入式软件测试的智能化时代



过去

现在

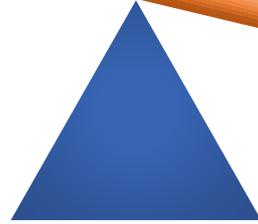
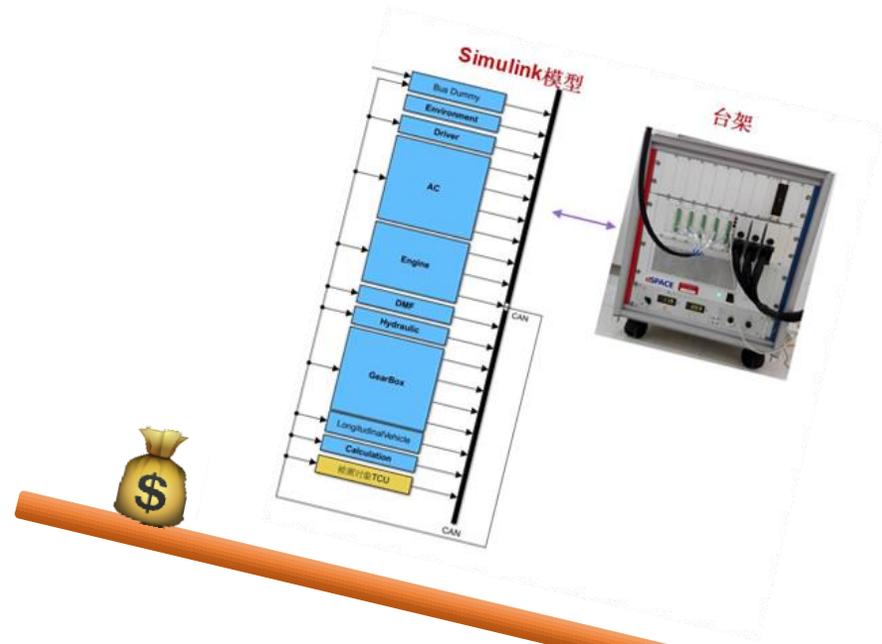
未来

过去的测试验证

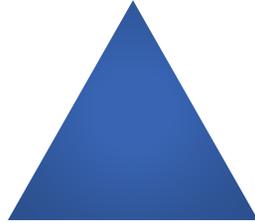
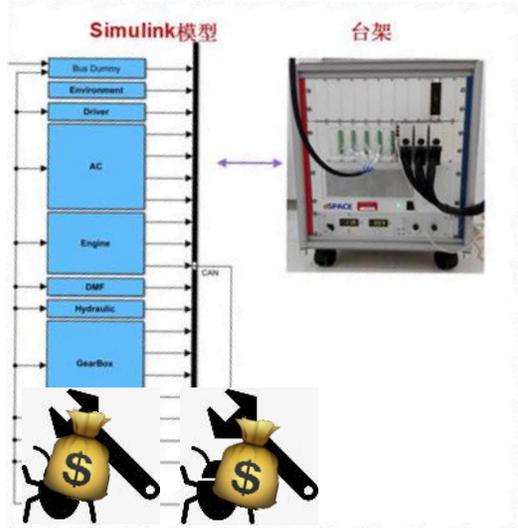


- 项目开发周期长, 测试时间长
- 以台架/实车测试为主
- 测试问题后段发现成本非常高





 成本



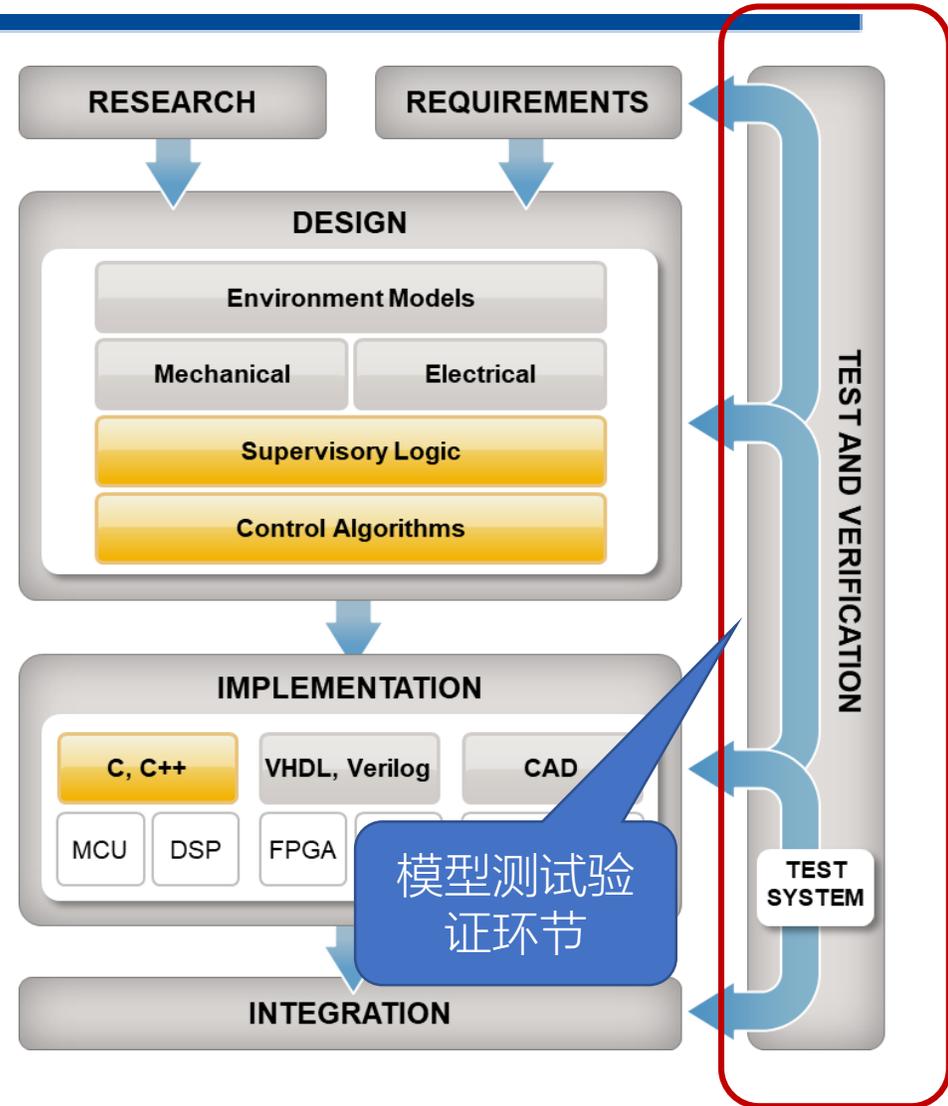
 成本

节约成本 

基于模型的设计与测试验证



- 客户增加
- 客户需求变更频繁
- 项目增多，周期缩短
- 回归测试大量增加
- 测试节点压缩
- 测试工作量大



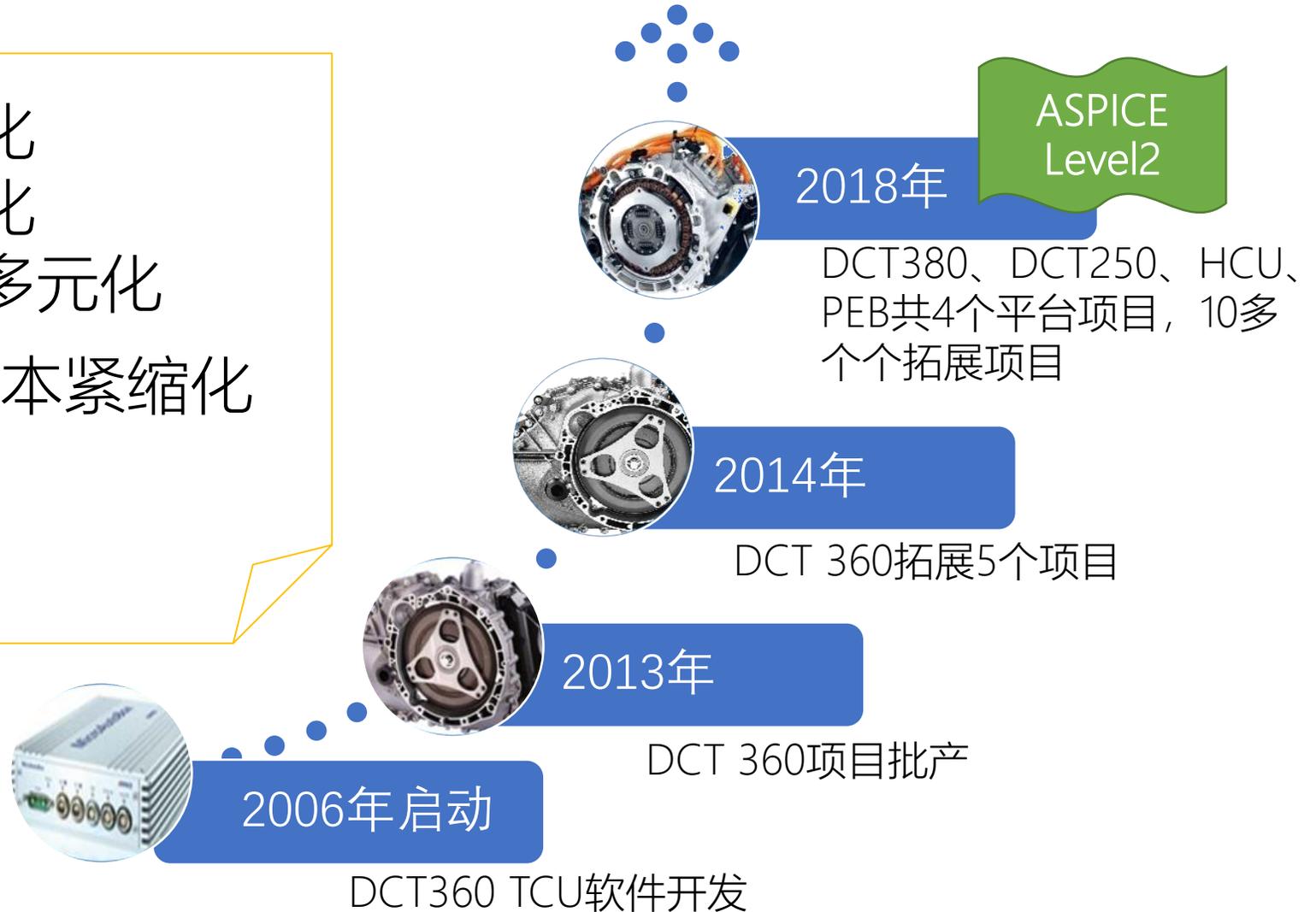
议程

汽车行业嵌入式软件测试的智能化时代



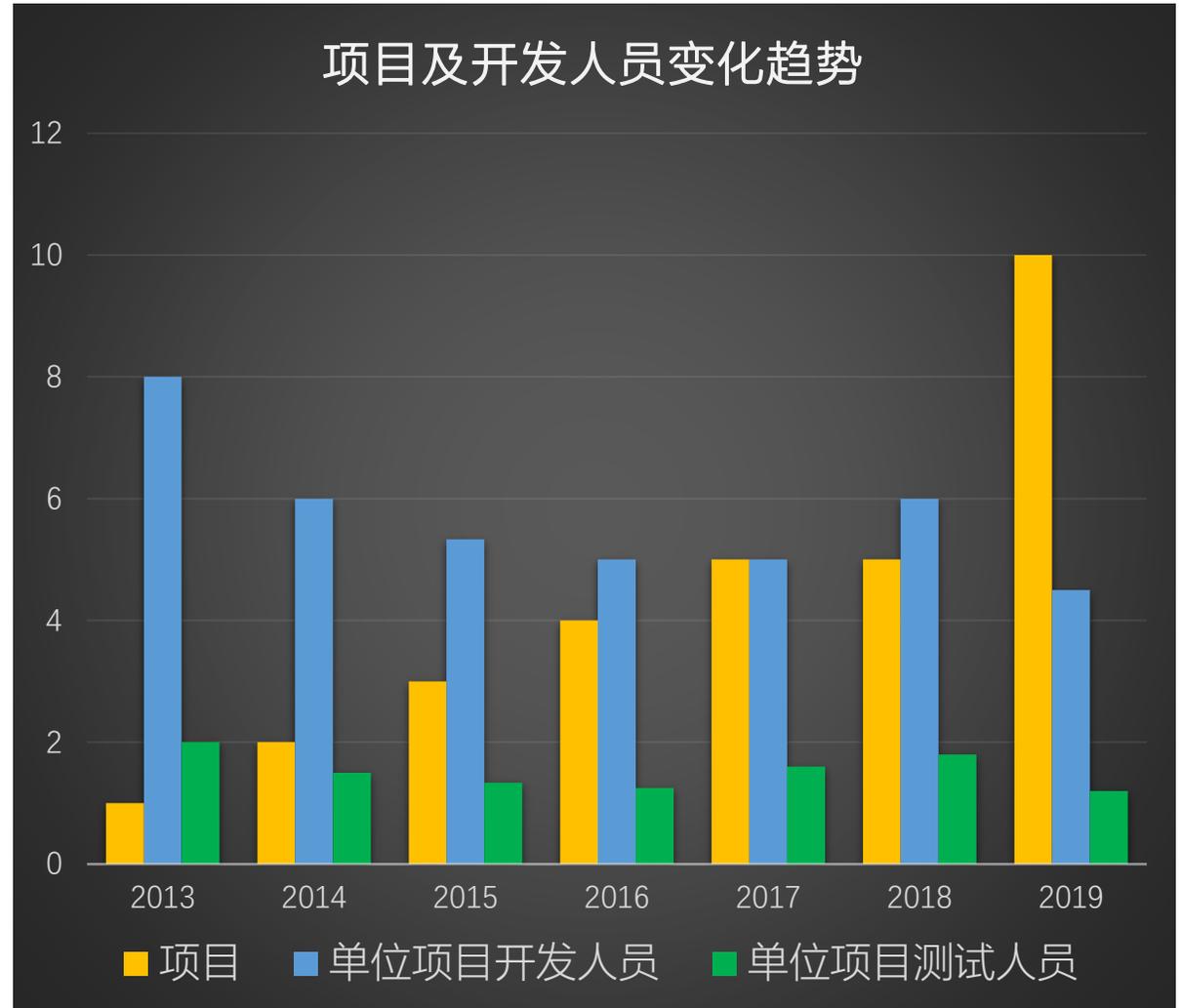
对测试验证提出了更高的要求

- 测试流程更规范化
- 测试内容更全面化
- 测试方法种类更多元化
- **但**测试周期、成本紧缩化



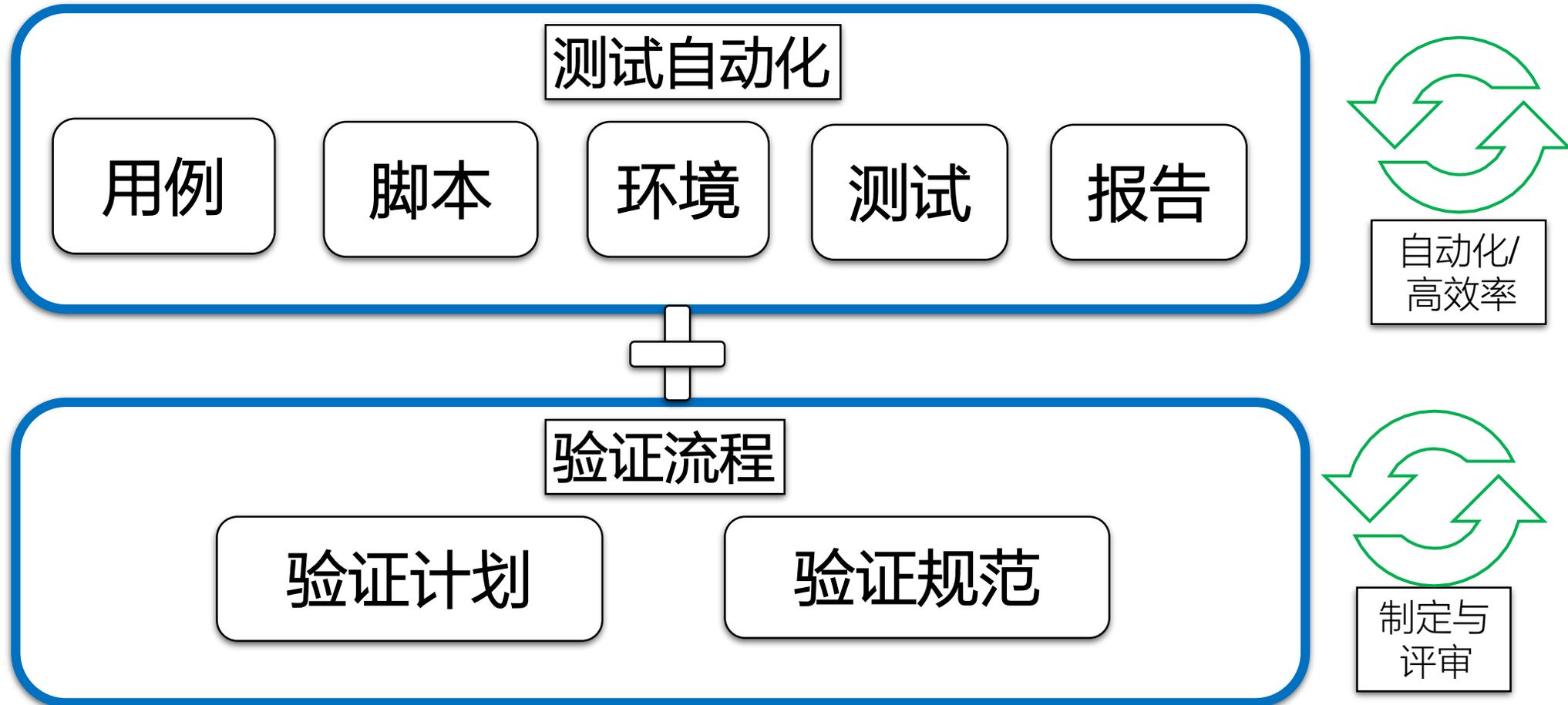
亟需提高模型开发及测试的效率

- ✓ 项目数量快速增长
- ✓ 符合功能安全和 ASPICE 的项目需要大量测试
- ✓ 单位项目的开发人员数量有限
- ✓ 单位项目的测试人员数量有限

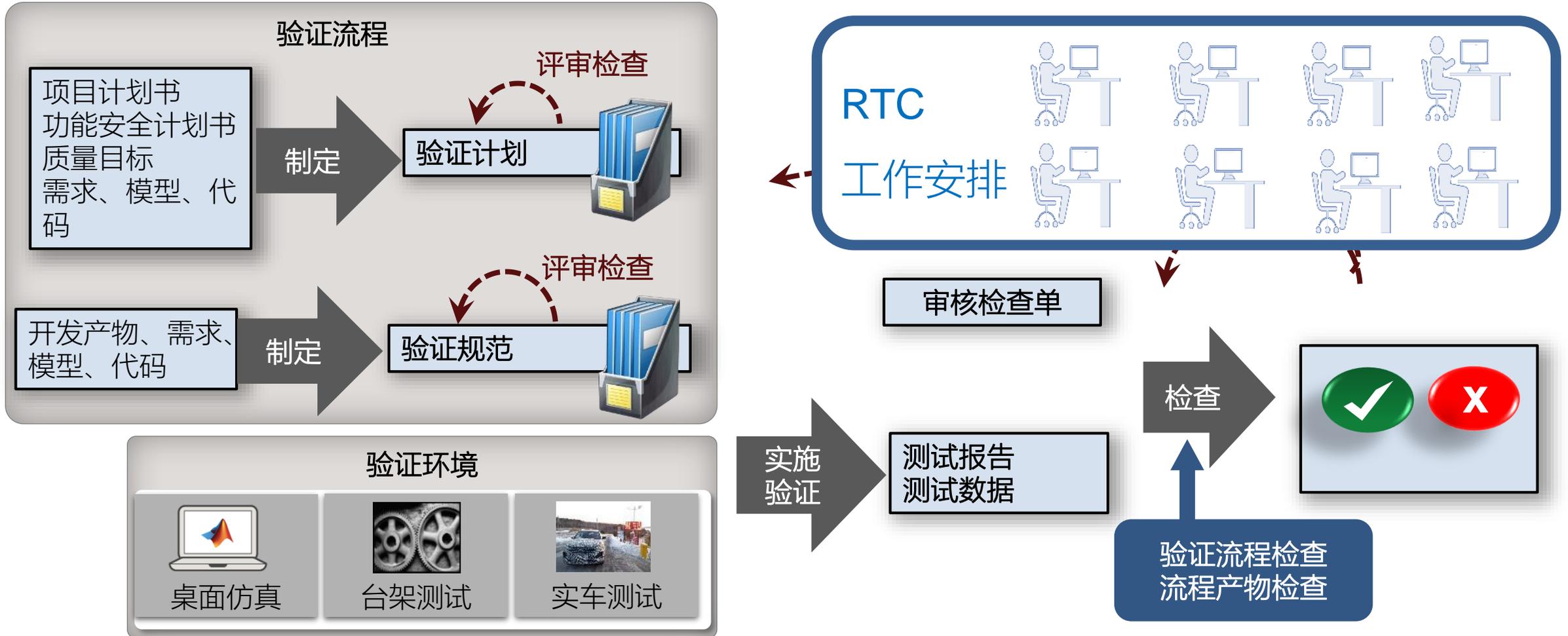


自动化测试实践

测试验证过程的自动化与规范化



测试验证过程的规范化



MATLAB 模型开发测试工具链

- ✓ 完整模型测试验证工具链
- ✓ 支持 Software in the Loop
- ✓ 统一平台，有助于自动化
- ✓ 支持用户二次开发 GUI



Requirement Capture & Traceability
Simulation



Simulation



Coverage Analysis
Simulink Coverage



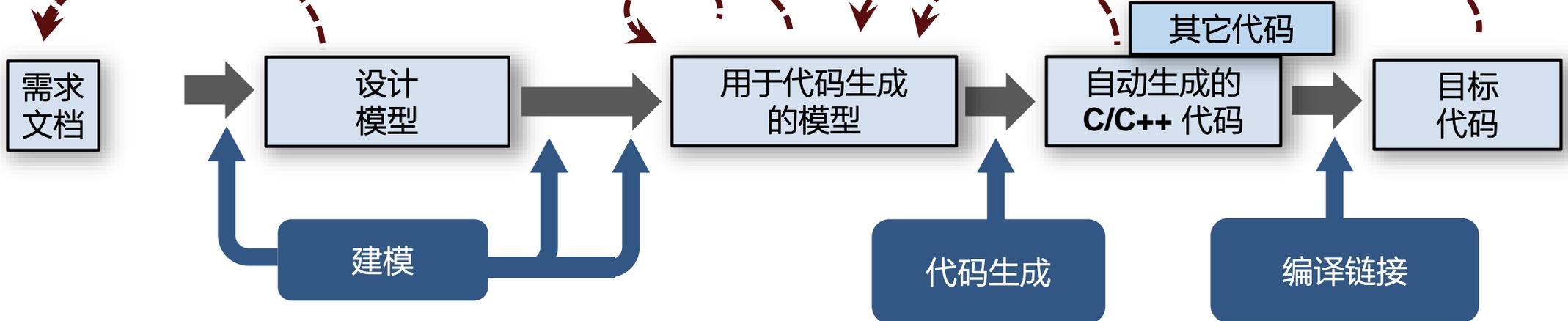
Static Code Analysis
Polyspace Bug Finder, Code Prover



Test Generation
Simulink Design Verifier



Equivalence Testing
Simulink Test

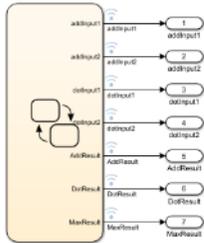


测试验证过程的自动化实践

动态测试用例



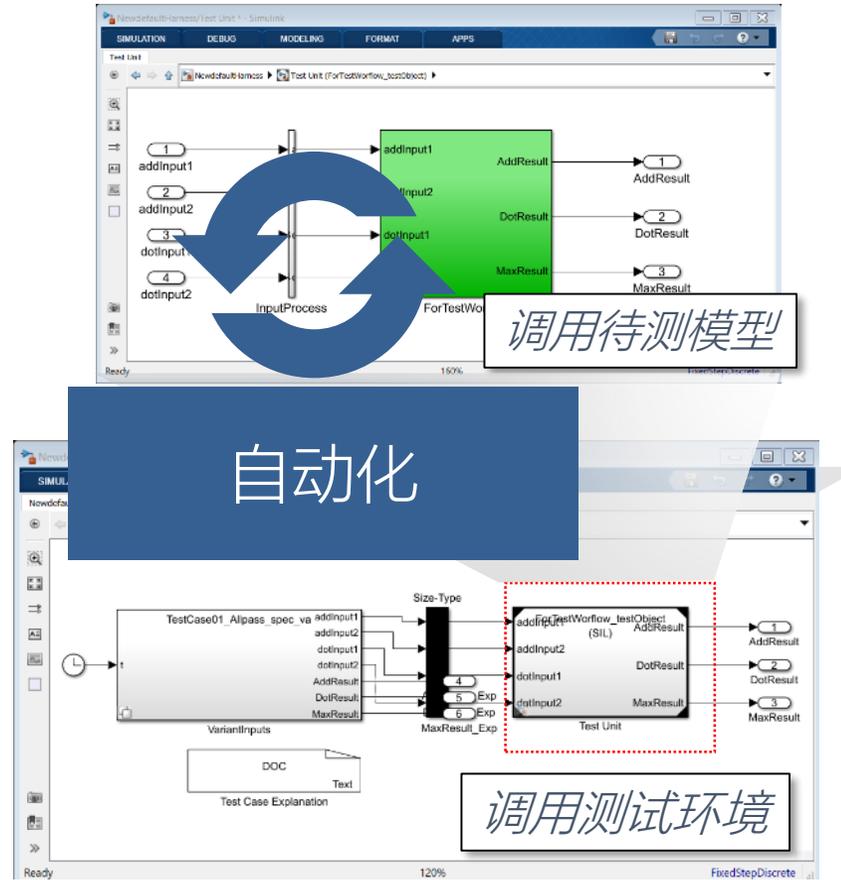
MAT file (input)



Test Source(Input)



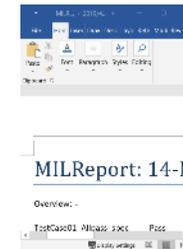
Excel file (input)



测试结果



MAT file



Report



Excel file

与 MathWorks 合作开发单元测试自动化程序

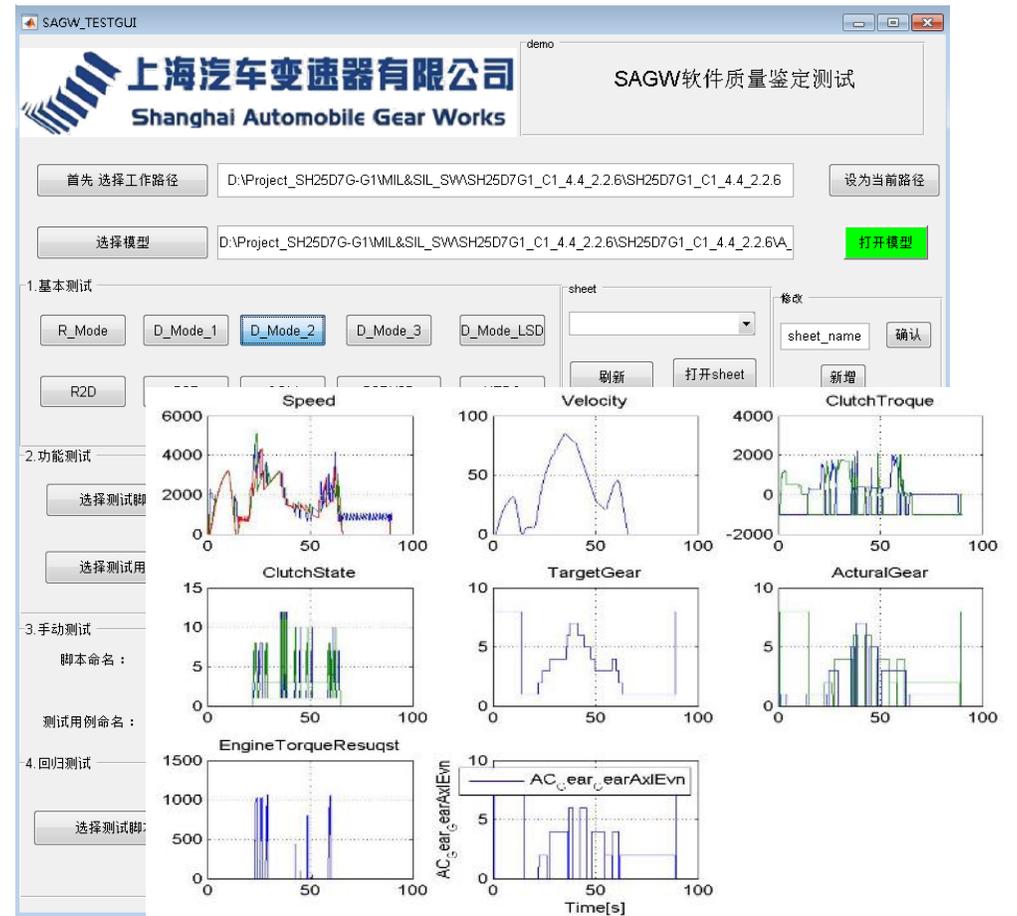
模型的单元验证工具

- ✓ 涵盖对单元模型的静态验证和动态验证
- ✓ 自动提出已有模型生成被测对象
- ✓ 自动运行MIL测试并输出测试报告
- ✓ 自动输出测试覆盖度结果
- ✓ 自动执行背靠背测试



模型的集成测试和软件认可测试

- ✓ 自动执行整车闭环仿真验证
- ✓ 有助于开发工程复现问题工况
- ✓ 自动执行回归测试



自动回归测试

- ✓ 回归测试重复性高
- ✓ 回归测试数量大
- ✓ 回归测试时间短
- ✓ 回归测试保证软件质量

```
%建立Regression文件夹
if ~exist('.\Regression','dir')
    mkdir('.\Regression');
end
addpath('.\Regression');
% 1. 构造 Source
% 所有 Stateflow 模型的名字
testCaseModelStruct = dir(['.\TestCase\','*.slx']);
for index = 1:length(testCaseModelStruct)
    testCaseModel{index} = testCaseModelStruct(index).name;
end
% 2. 构造普通 Test Harness
%待测单元模型
modelName=dir('*_testObject.slx');
testComponent = modelName.name;
modelpara=dir('*_BaseParam.mat');
testComponentData =modelpara.name;
% 基于以选择的 Stateflow 模型列表和待测单元模型, 构造 TestHarness
harnessModelName = CreateTestHarnessVariant(testCaseModel,testComponent,testComponentData);
open_system(harnessModelName);
timedisp(['=== 运行 TestHarness 模型:',harnessModelName,' 开始...===']);

baseParamFile = 'ForTestWorkflow_BaseParam.mat';
[MILtestOut,MILcovOut] = RunVaiantHarness(harnessModelName,4,'MIL',baseParamFile);
timedisp('=== 运行 TestHarness 模型结束 ===');
% 把仿真结果以及cov结果保存到MIL文件夹
saveMILSIL(MILtestOut,MILcovOut,'MIL');

% 生成 MIL 的对比报告
addpath('.\BaseLine');
MILdifference = CompareMILRegression(dir(['.\MIL\*_MILOut.mat']));
ReportRegression(MILdifference);
% 退出MATLAB
exit
```


议程

汽车行业嵌入式软件测试的智能化时代



智能化测试



智能化持续集成测试



自动单元测试



自动集成应用层软件，自动完成软件集成和软件认可测试



自动集成系统软件，自动完成系统集成和系统认可测试



自动提交每个过程测试报告

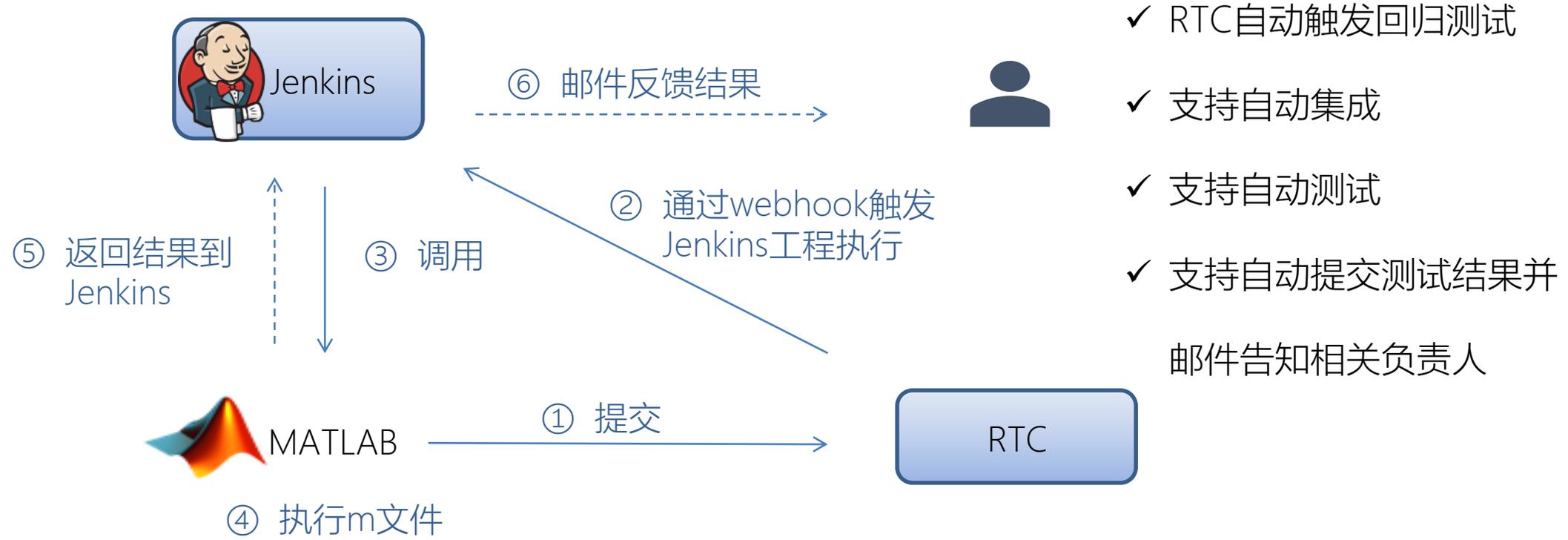


IBM Rational Team Concert

dSPACE

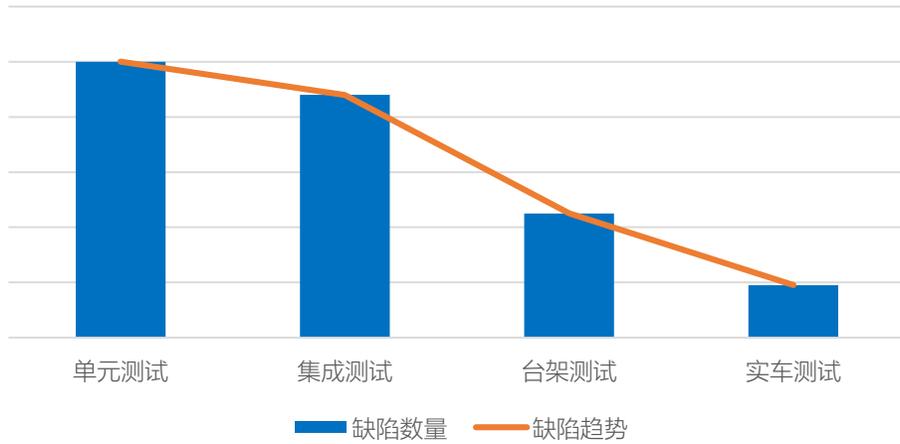
python

智能化测试的探索



测试质量提高

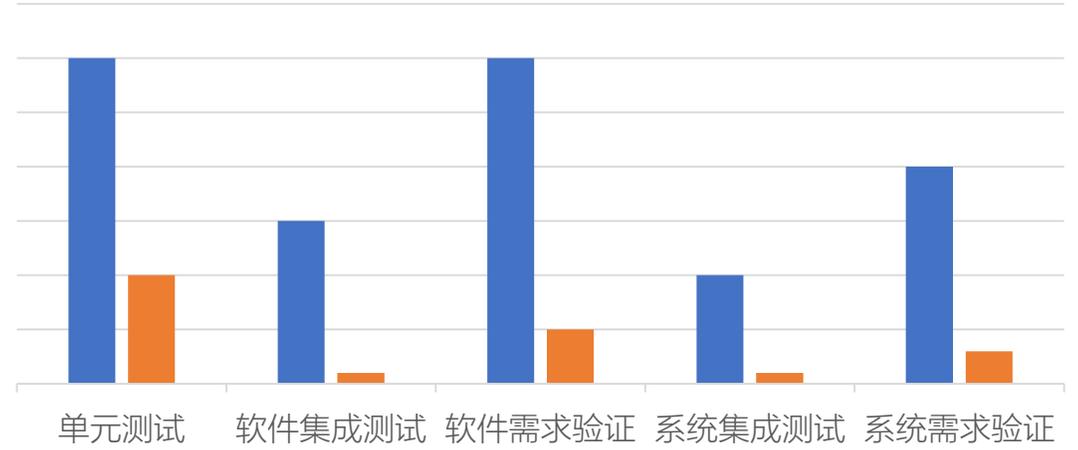
各开发阶段软件缺陷发现数量



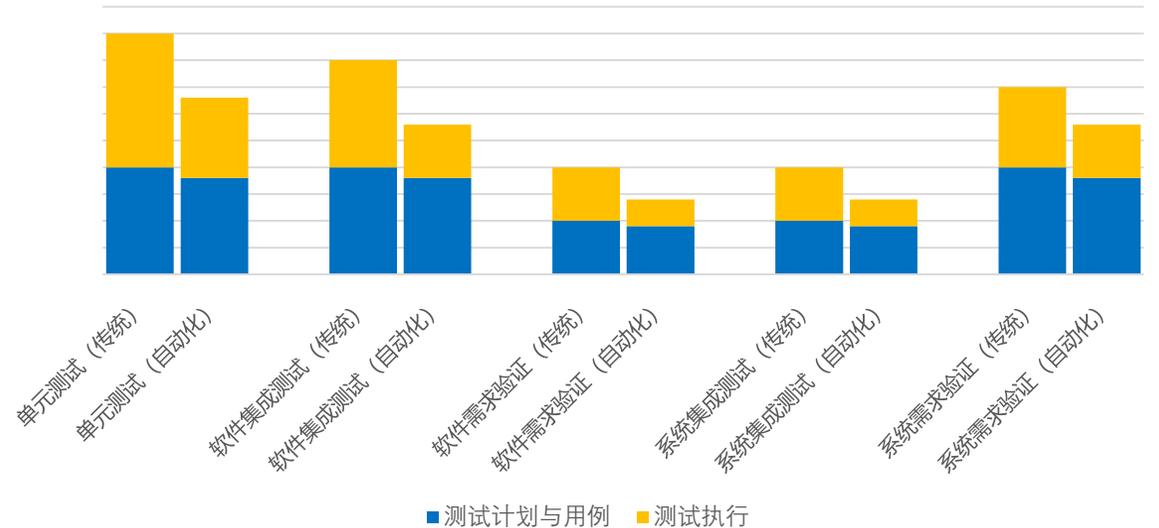
- ✓ 提高软件质量
- ✓ 缩短开发周期
- ✓ 降低开发成本

■ 传统测试 ■ 自动化测试

回归验证时间



测试验证时间



议程

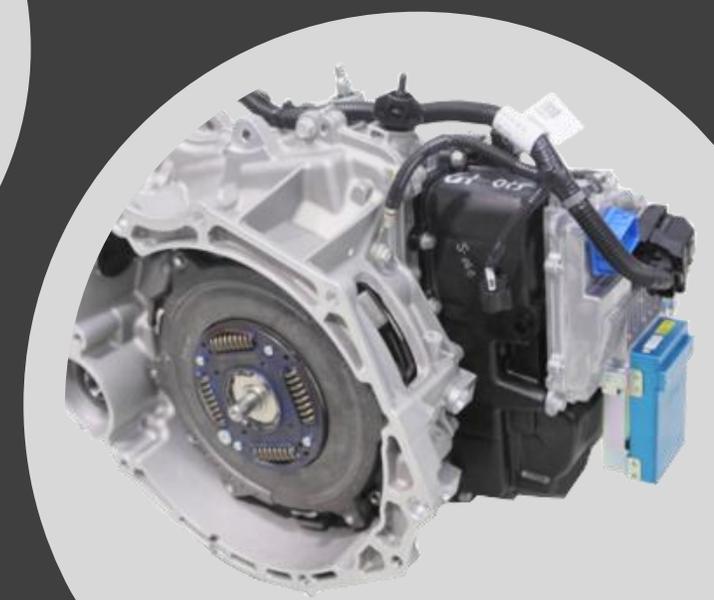
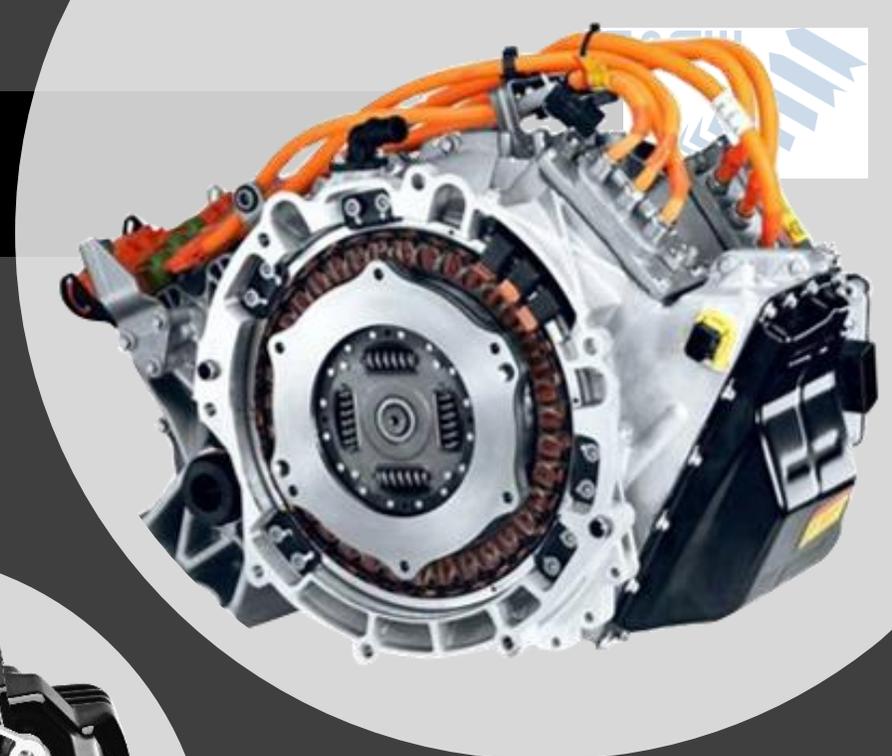
汽车行业嵌入式软件测试的智能化时代



谢谢!

报告人: 李 育

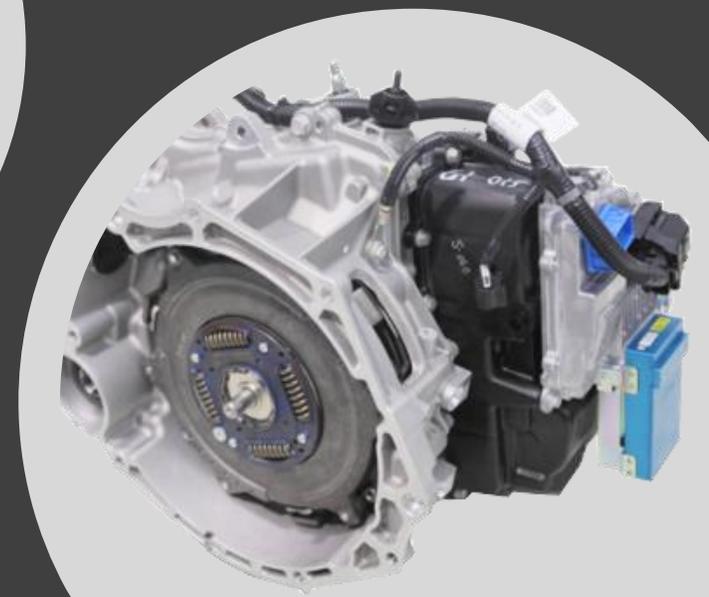
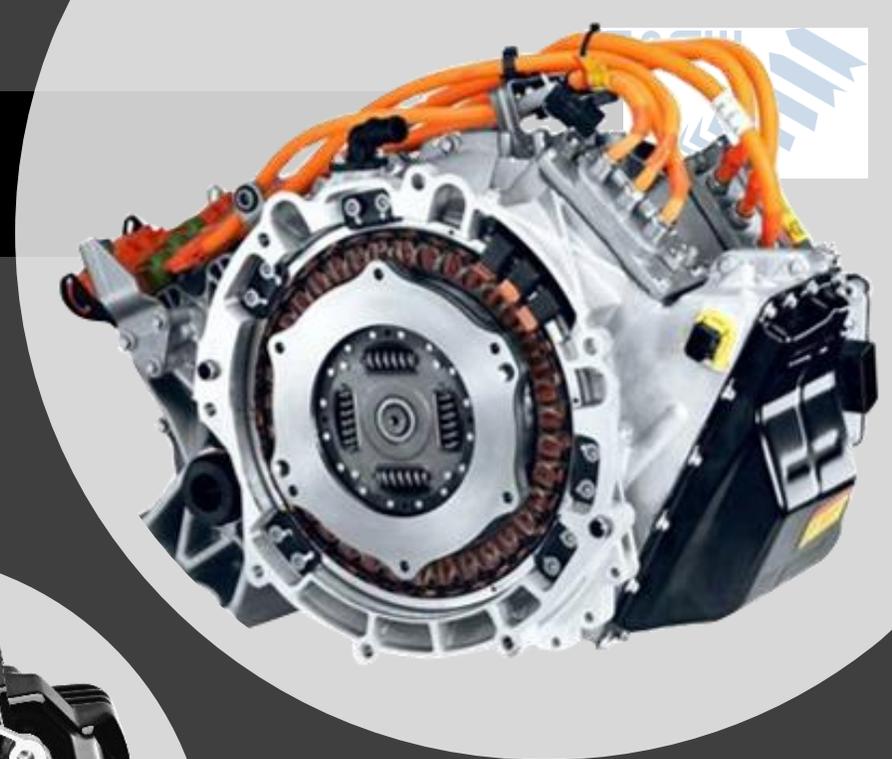
日期: 2019/5/29



谢谢!

报告人: 李 育

日期: 2019/5/29



谢谢!

报告人: 李 育

日期: 2019/5/29

