中国一汽

模型开发在DCT控制软件中的运用

庞学文

2015-06-18

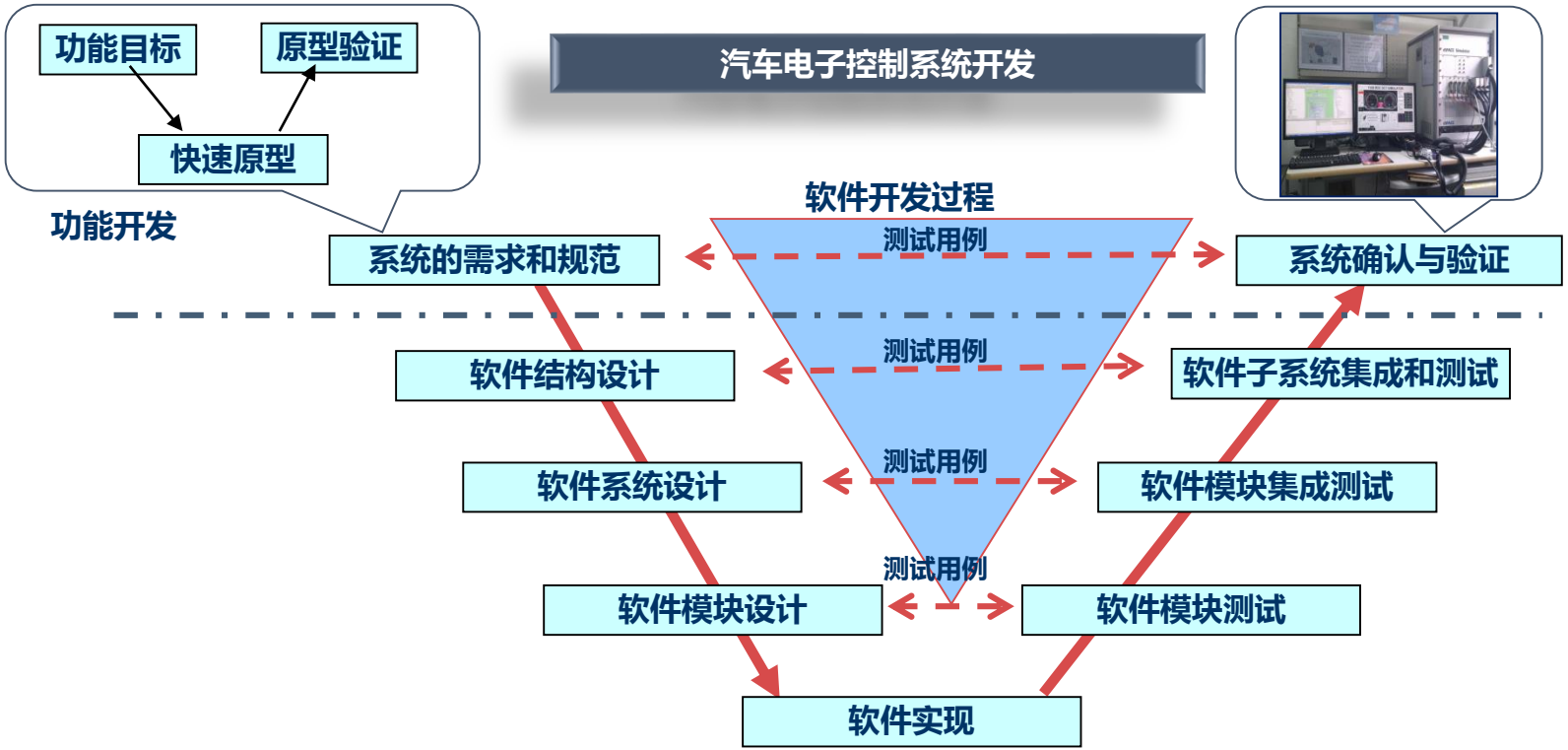
一汽基于模型开发的历史

十年历程

- 2003，引入MATLAB、Simulink工具，结合快速原型工具
- 2005，第一次使用自动代码工具进行产品代码生成
- 2009，第一次使用Embedded Coder生成产品代码
- 2010，开始关注建模规范化
- 2012，关注V&V
- 2013，开始工具定制
- 当前，理念统一，MBD是企业行为

生产力提高依靠生产方式的发展

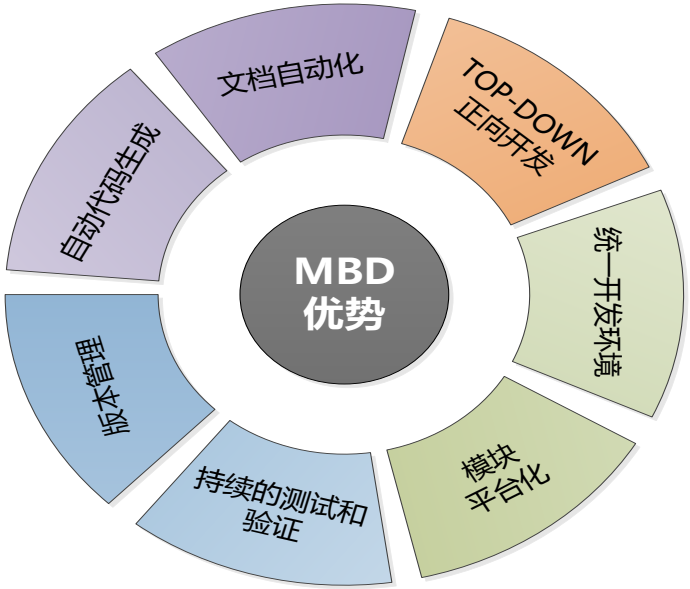
汽车电子V流程



流程优势通过什么样的开发方式发挥？

基于模型设计优势

MBD优势

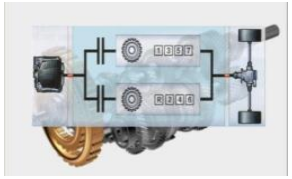


MBD，减少对硬件及实物的依赖，减少硬件成本，缩短开发周期，提高软件质量

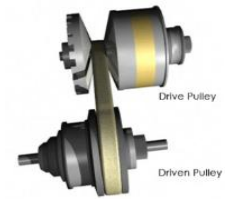
基于模型设计在DCT控制软件中的运用

双离合器自动变速器控制技术

DCT
自动变
速器

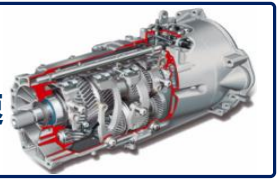


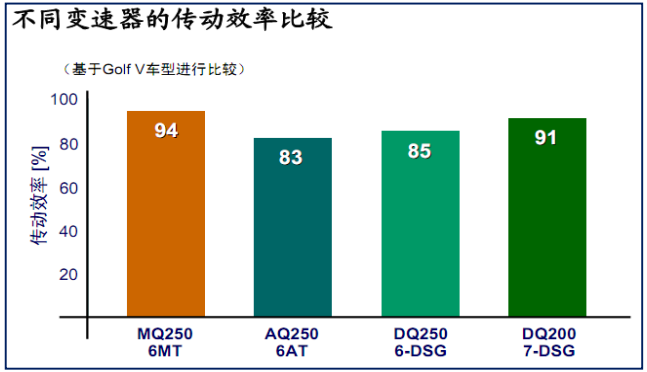
CVT
自动变
速器

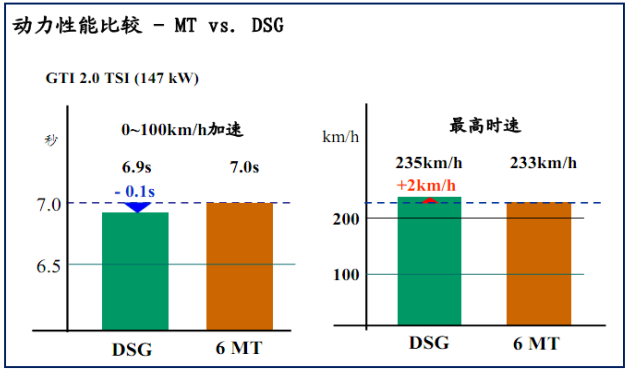


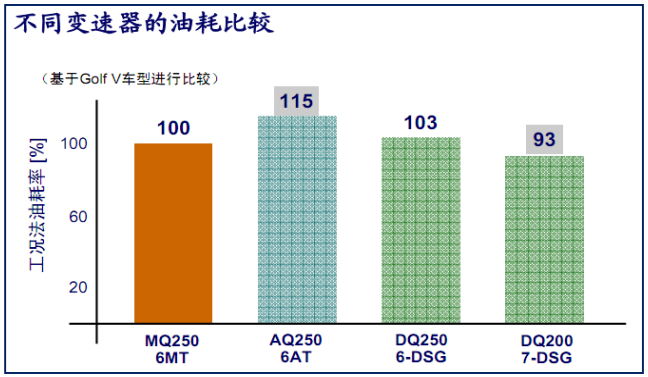
AT
自动变
速器

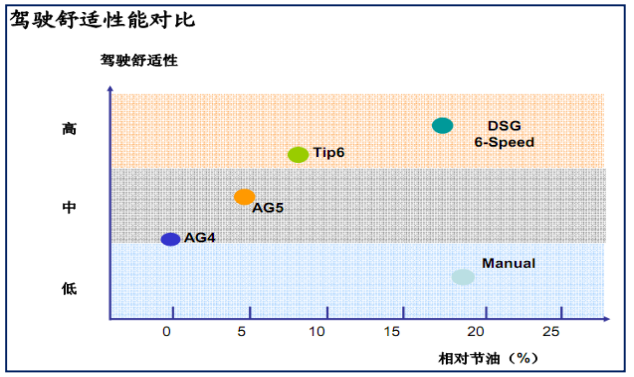
MT
机械变速
器











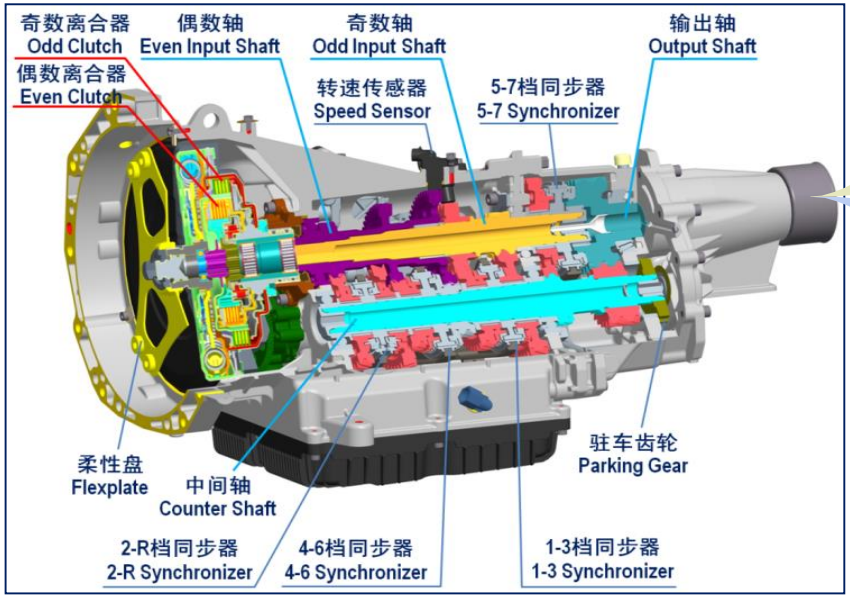
DCT双离合器变速器：同时具有AT的舒适性和MT的动力性

基于模型设计在DCT控制软件中的运用

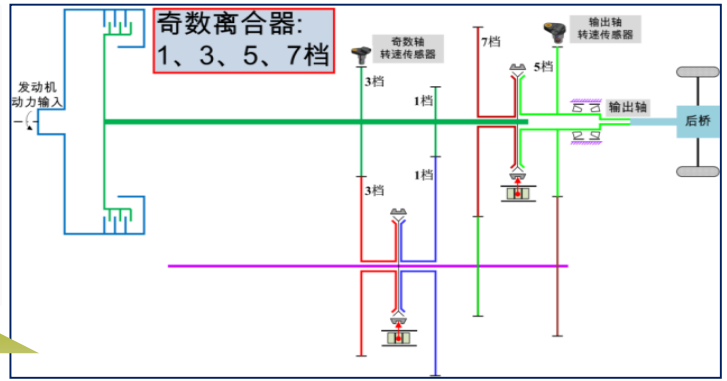
双离合器自动变速器控制技术

DCT控制软件：

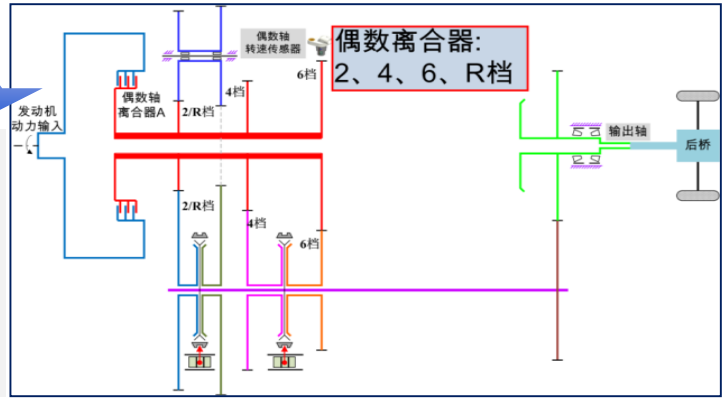
- DCT特有的预选档控制
- 多种行驶工况下的换档规律控制
- 奇偶离合器快速切换控制，动力输出不降低
- 实现两个“独立变速器”间的复杂逻辑控制



奇数I变速器



偶数I变速器

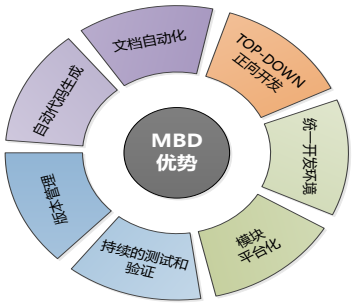


基于模型设计在DCT控制软件中的运用

TOP-DOWN正向开发

架构设计 → 详细设计 → 模块测试 → 集成测试

功能定义 → 接口定义 → 数据定义 → 模块设计



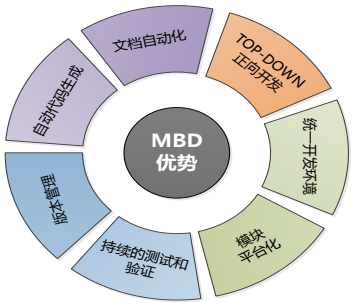
可测试性、可维护性、可扩展性

基于模型设计在DCT控制软件中的运用

TOP-DOWN正向开发

架构定义

- 结构设计原则
- 划分被控对象与软件的接口
- 底层软件与应用层软件的接口
- 根据需求划分功能
- 根据功能划分信号
- 确定模型配置项及软件编译过程



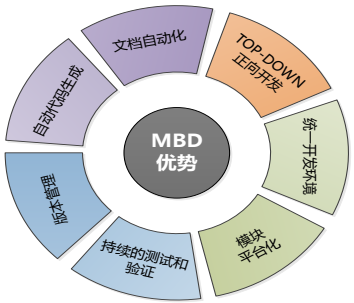
可测试性、可维护性、可扩展性

基于模型设计在DCT控制软件中的运用

统一开发环境

- MATLAB
- Simulink
- Stateflow
- Polypace

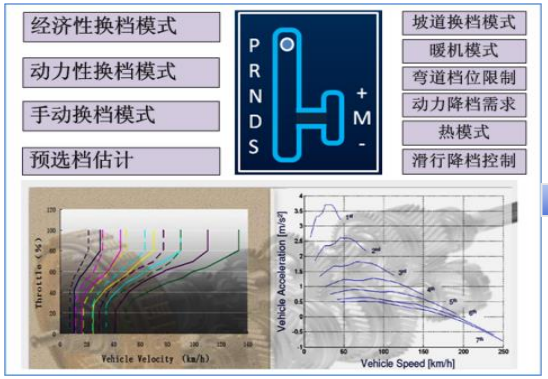
模型架构设计 → 建立建模规范 → 数据字典管理 → 通用模块库 → 模型测试与验证 → 基础软件集成



整个开发过程围绕统一的工具进行标准化作业

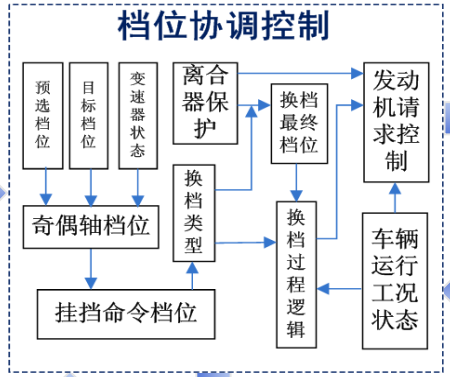
基于模型设计在DCT控制软件中的运用

双离合器自动变速器控制技术



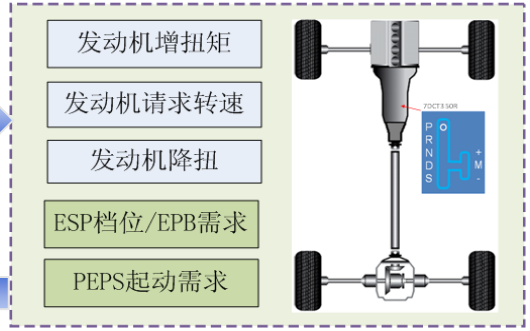
多工况换档规律控制

目标档位



扭矩请求

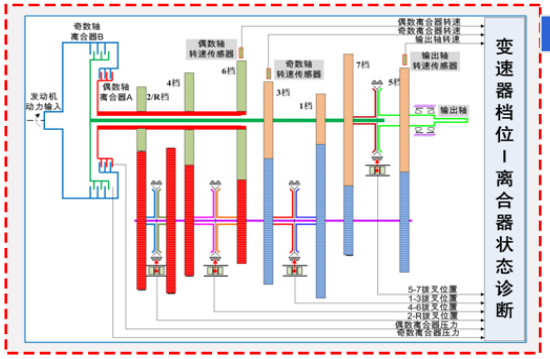
档位请求

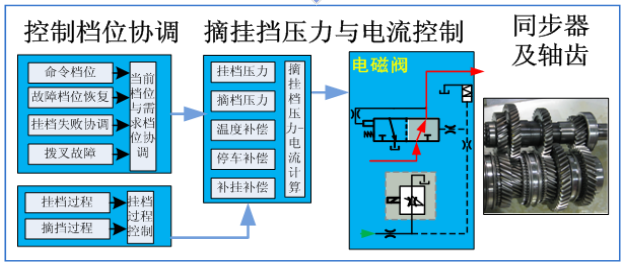


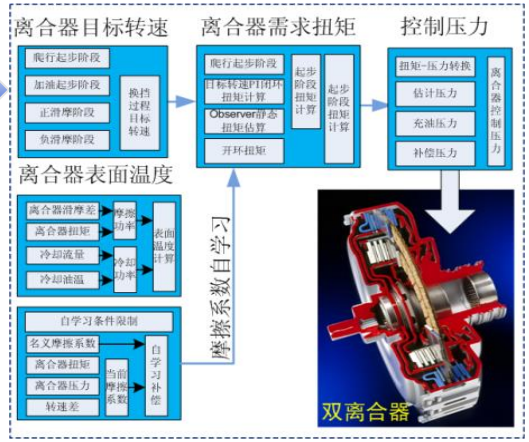
故障状态

档位控制

离合器控制

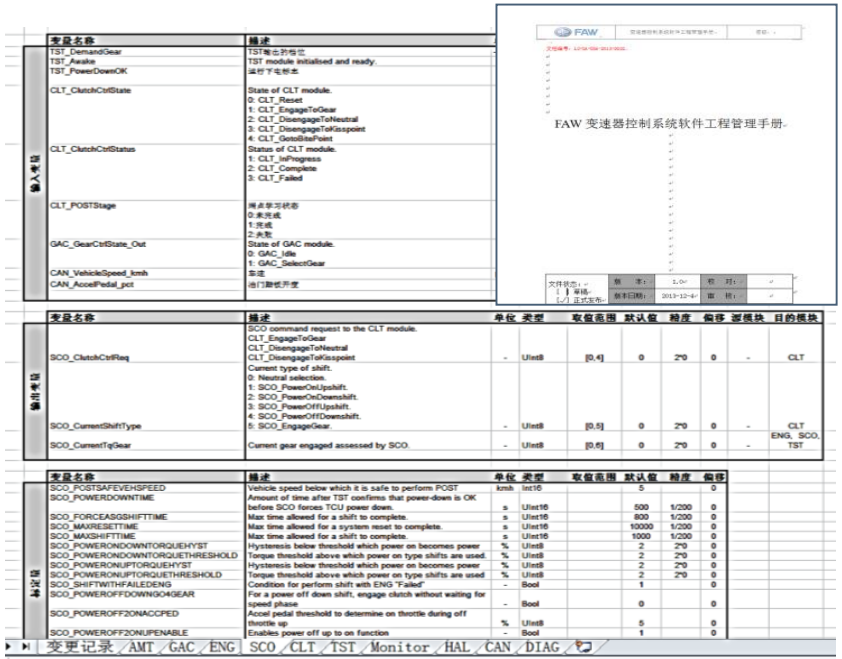




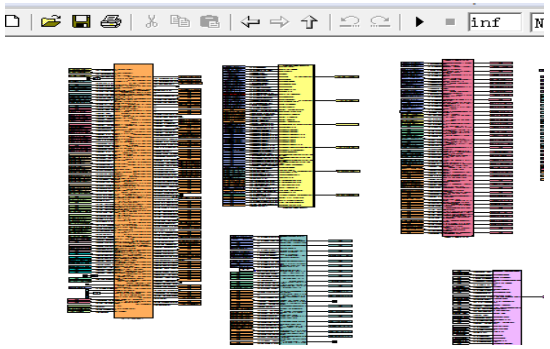


基于模型设计在DCT控制软件中的运用

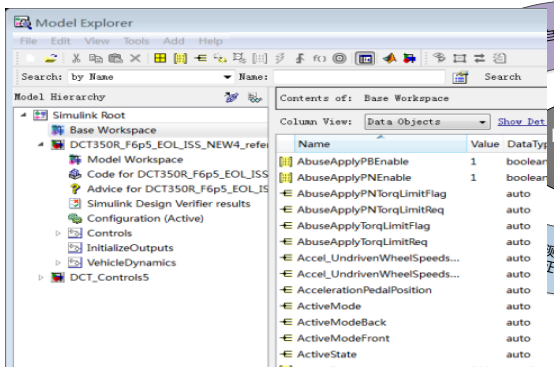
TOP-DOWN正向开发



结构设计、接口划分



模型



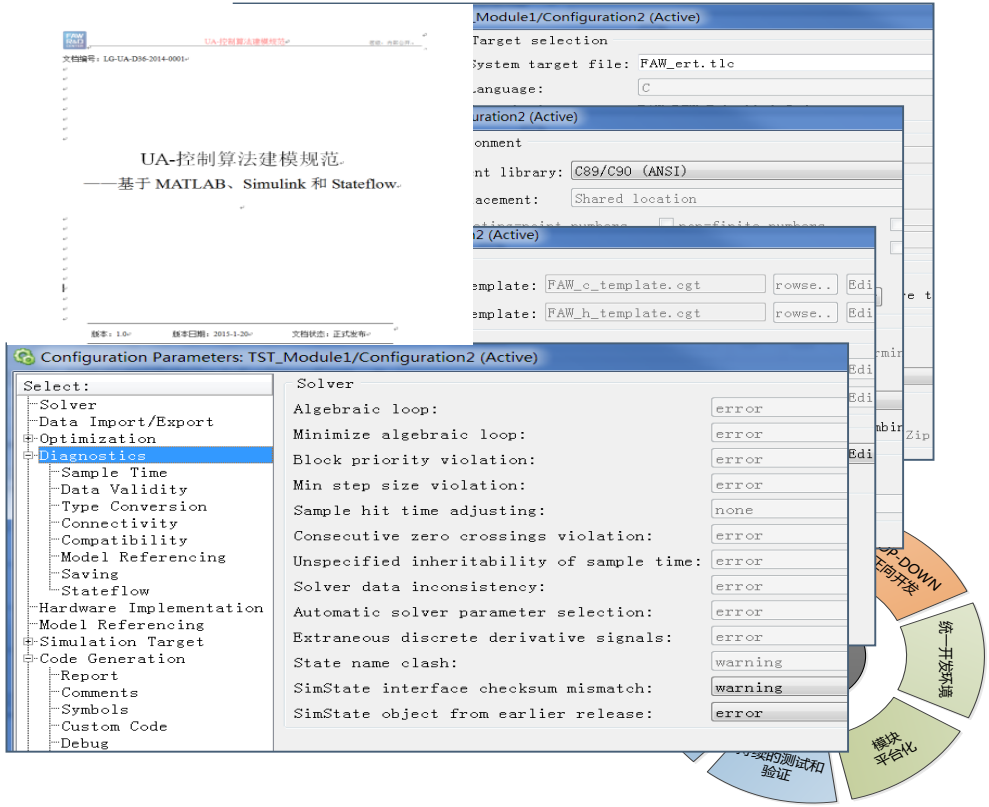
数据

基于模型设计在DCT控制软件中的运用

统一开发环境

- 模型规范

- 基本规则
- 模型配置
- Simulink规则
- Stateflow规则
- Polyspace规则



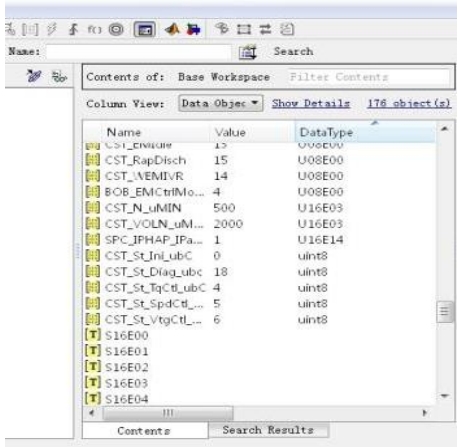
整个开发过程围绕统一的工具进行标准化作业

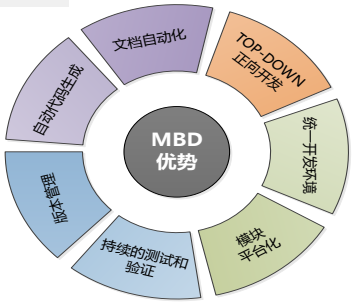
基于模型设计在DCT控制软件中的运用

统一开发环境

- 数据字典管理

1. 数据类型标准化
2. 数据对象类标准化
3. 约束关系定标
4. 减少非标准数据类型的使用
5. Model Explorer管理数据
6. 变量及模块属性自动化
7. 加载及保存数据自动化





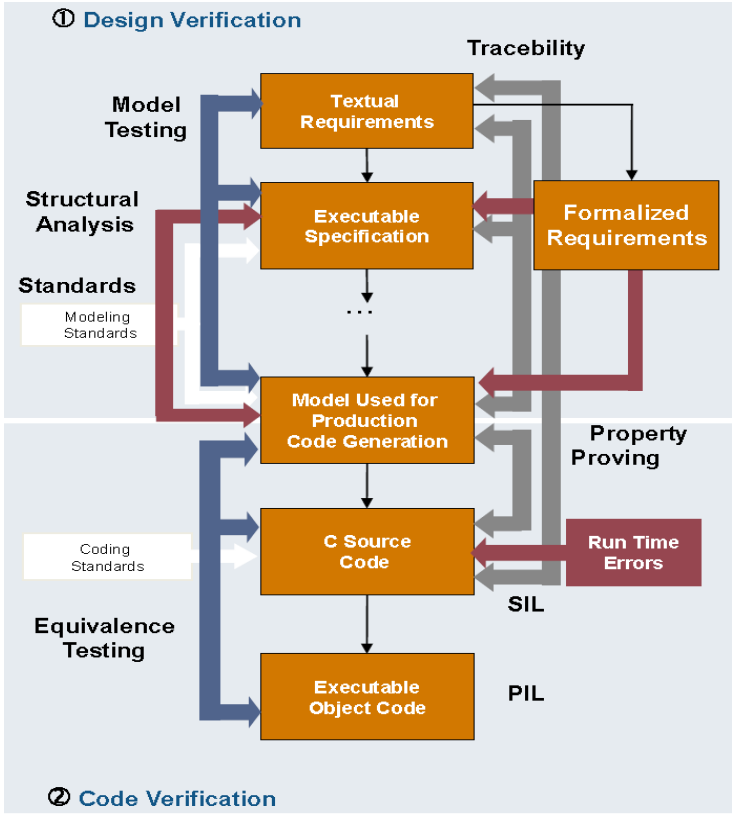
整个开发过程围绕统一的工具进行标准化作业

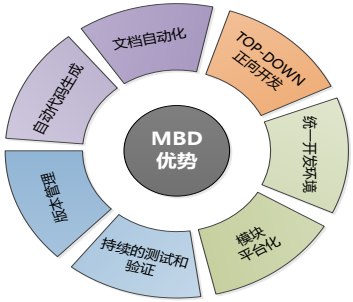
基于模型设计在DCT控制软件中的运用

持续的测试与验证

- 需求
- 模型
- 代码

- 功能测试
- 覆盖度测试
- 回归测试



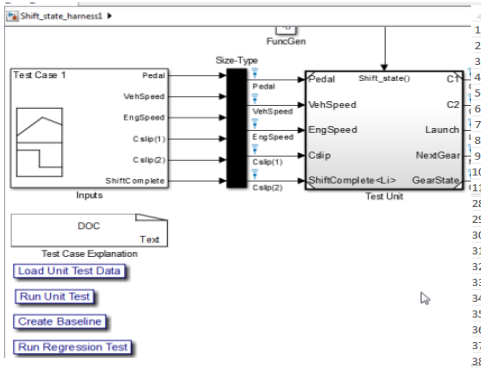


一切为了测试高效

基于模型设计在DCT控制软件中的运用

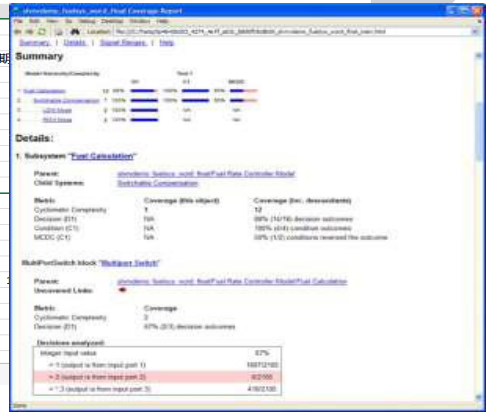
持续的测试与验证

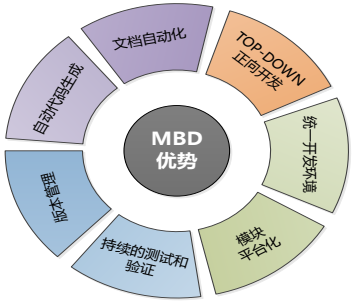
建立测试用例模板 → 设计测试用例 → 建立模型测试框架 → 测试用例导入 → 仿真模型 → 覆盖率分析 → 生成报告



	A	B	C	D	E	F
1	Enter Test Description	Ref: CTR_DTCControl-3.2.2 Current Gear Selection				
2	Steps	1	怠速			
3		2	加速踏板pedal 超过0.01%，发动机转速超过850. 期			
4		3	踩下加速踏板，pedal达到0.1，车速达到5			
5		4	车速达到1档升2档门槛值			
6		5	车速超过2档门槛值			
7		6	超过0.5秒延迟，进入2档			
8		7	车速达到2档升3档门槛值			
9		8	车速超过3档门槛值			
10		9	超过0.5秒延迟，进入3档			
11		10	车速达到3档升4档门槛值			
28		27	怠速			
29						
30	#### Data Starts Here #####					
31	Default					
32	Steps	Time	Pedal	VehSpeed	EngSpeed	Cslip(1)
33	1	0	0	0	850	
34	2	0.1	0.02	0	860	
35	3	0.5	0.1	5	900	
36	4	1	0.1	10	1000	
37	5	1.1	0.1	11	1000	
38	6	1.5	0.1	11	1000	

TC1 TC2 Cal





一切为了测试高效

基于模型设计在DCT控制软件中的运用

持续的测试与验证

集成级

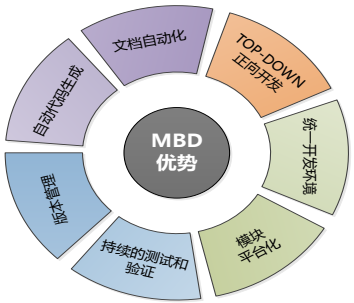
MIL(Model-In-the-Loop)验证是利用虚拟的总成和整车半物理模型来替代实物而进行的一种控制逻辑验证手段。

被控对象模型的建立是关键因素。

PC机上无硬件成本

可自由添加关注点

高效、安全复杂工况模拟

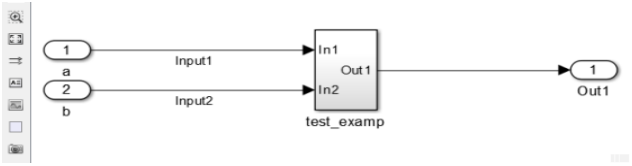


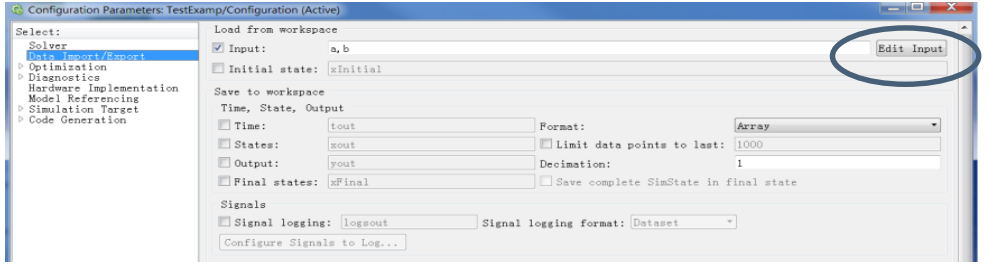
一切为了测试高效

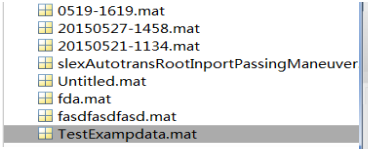
基于模型设计在DCT控制软件中的运用

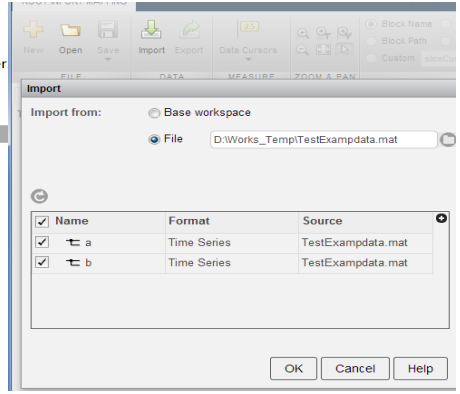
基于已有测试数据的模型测试

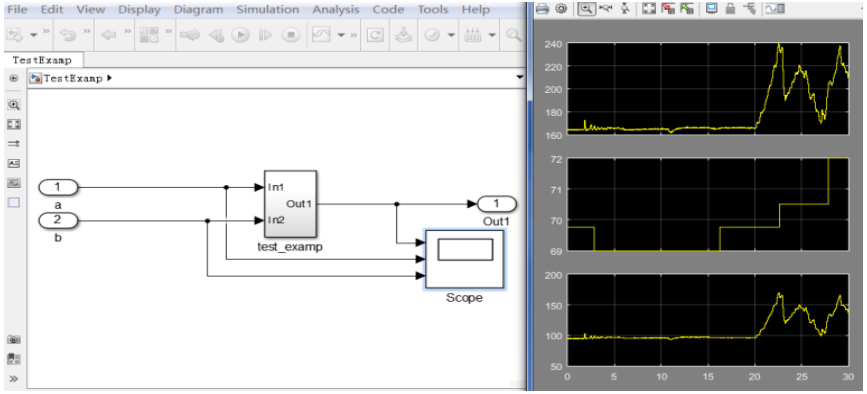
试验数据、模型快速重现软件行为









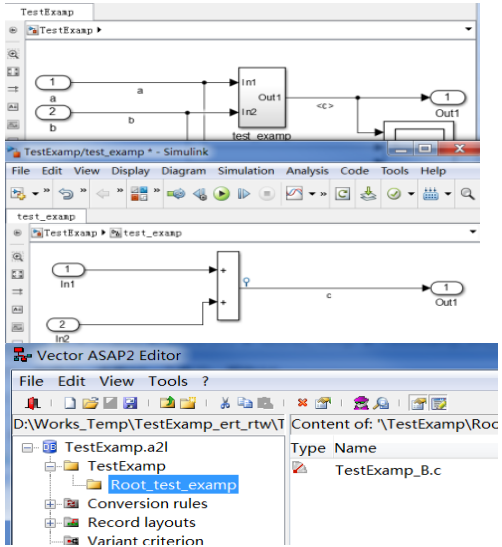


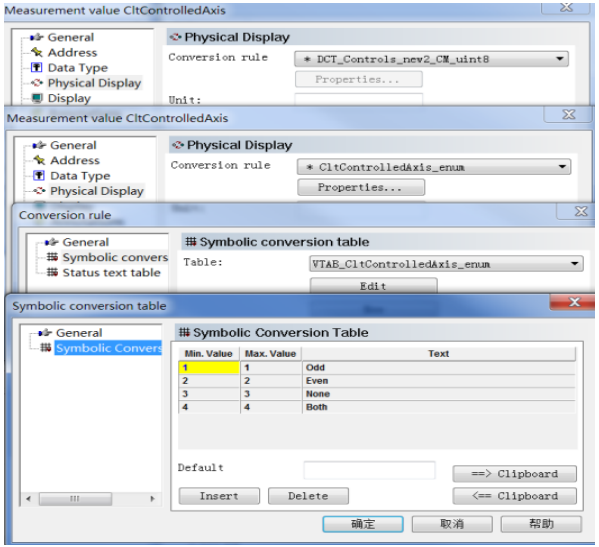
结合2015a能够自动实现对testcase的双向管理和跟踪

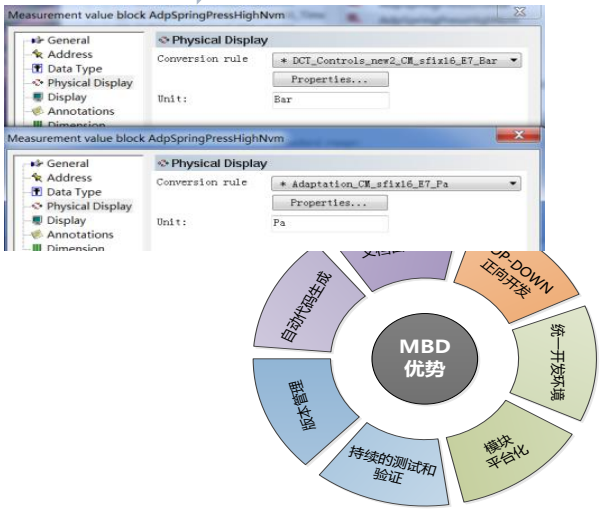
基于模型设计在DCT控制软件中的运用

自动代码/A2L生成

参数配置优化 → 配置环境统一 → 代码生成模板 → A2L文件生成



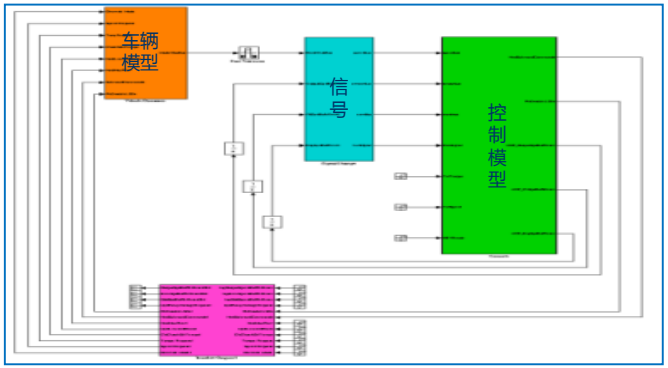




标准化、自动化作业

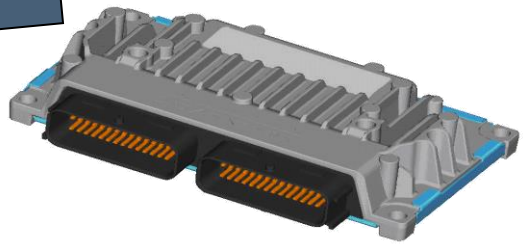
基于模型设计

软件集成编译自动化

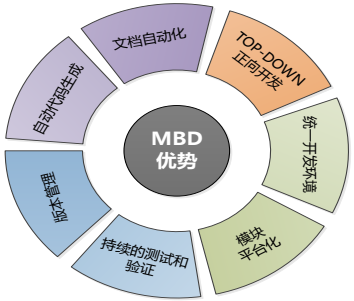


Build

Flash



自动化

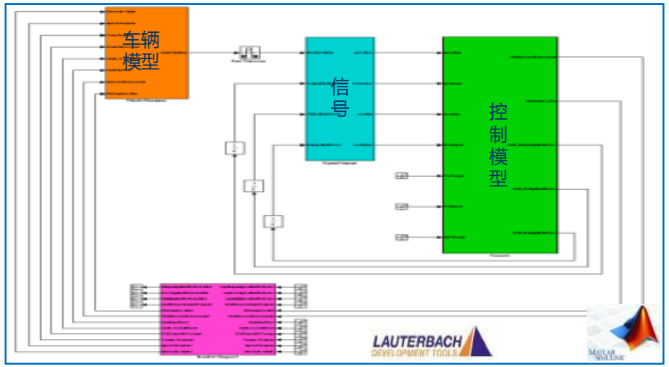


减少重复劳动、一切为了高效

双离合器自动变速器控制技术

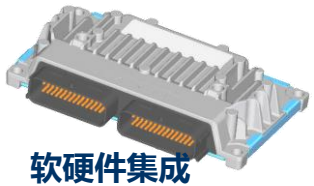
目前状态

模型



PolySpace TECHNOLOGIES

vector



软硬件集成

软件测试/验证

试验验证

HIL试验

台架试验

整车试验

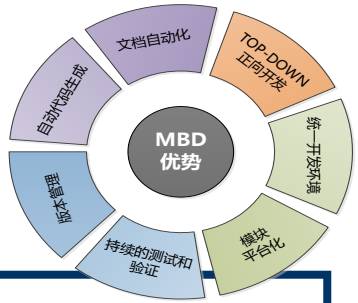
基于模型设计在DCT控制软件中的运用

自动化

- 模型架构自动化
- 建模环境自动化
- 模块变量生成自动化
- 模块变量保存自动化
- 建模规则检查自动化
- 测试过程自动化
- 代码生成自动化
- A2L生成自动化
- 文档生成自动化

总结

- 经过十余年的发展，一汽技术中心汽车电子MBD的理念已经是共识，自主软件开发也围绕着这一方式展开；
- 逐步完善可执行的、标准化的模型设计方式



建立标准、对标准实施自动化才能从根本上避免低级错误和提高效率
MBD是一个不断优化的过程，需要持续的投入和改进

中国一汽

关爱自然　服务社会

CARE THE NATURE AND SERVE THE SOCIETY

——让汽车更清洁 更节能

Contribute cleaner and more energy saving vehicle