



**CHERY**

**基于MATLAB/Simulink平台的汽油机**

**电控系统开发流程介绍**

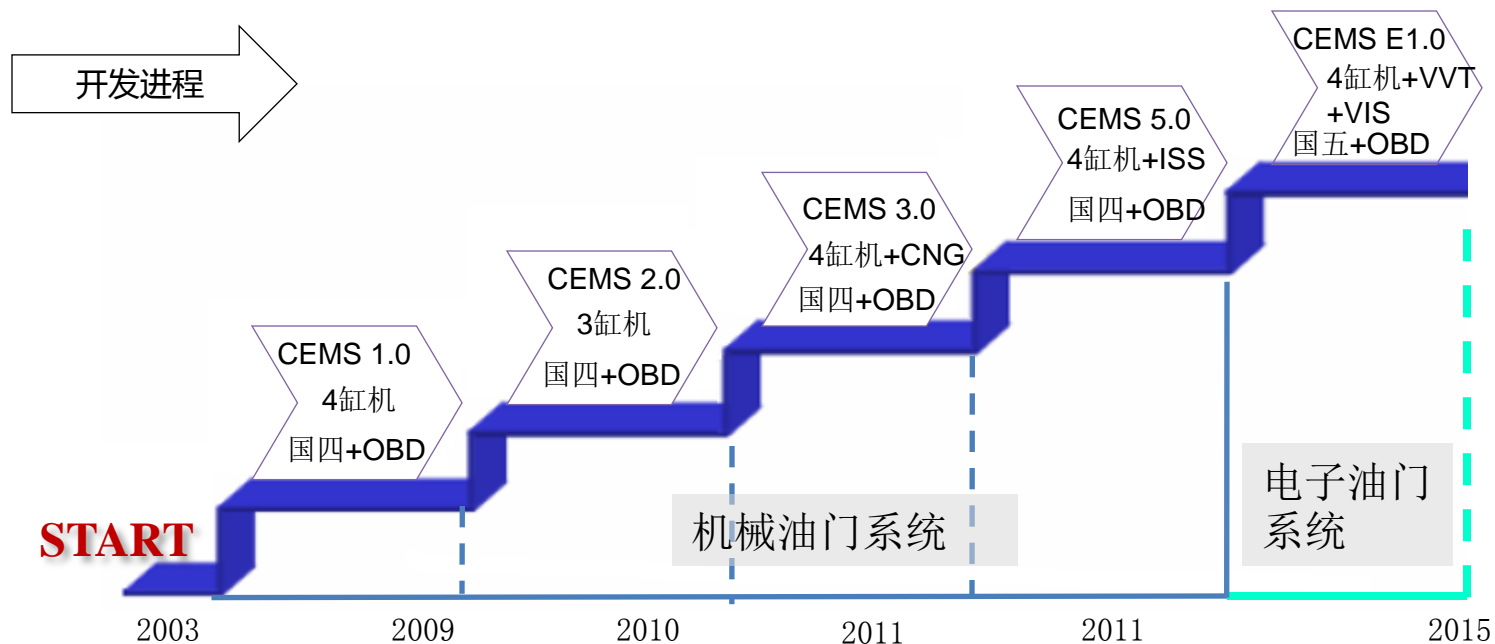
# 目 录

- 一、奇瑞汽油机电控系统(CEMS)介绍**
- 二、CEMS软件结构**
- 三、CEMS软件开发流程**
- 四、应用示例**

# 一、CEMS开发介绍



## ➔ CEMS开发进程



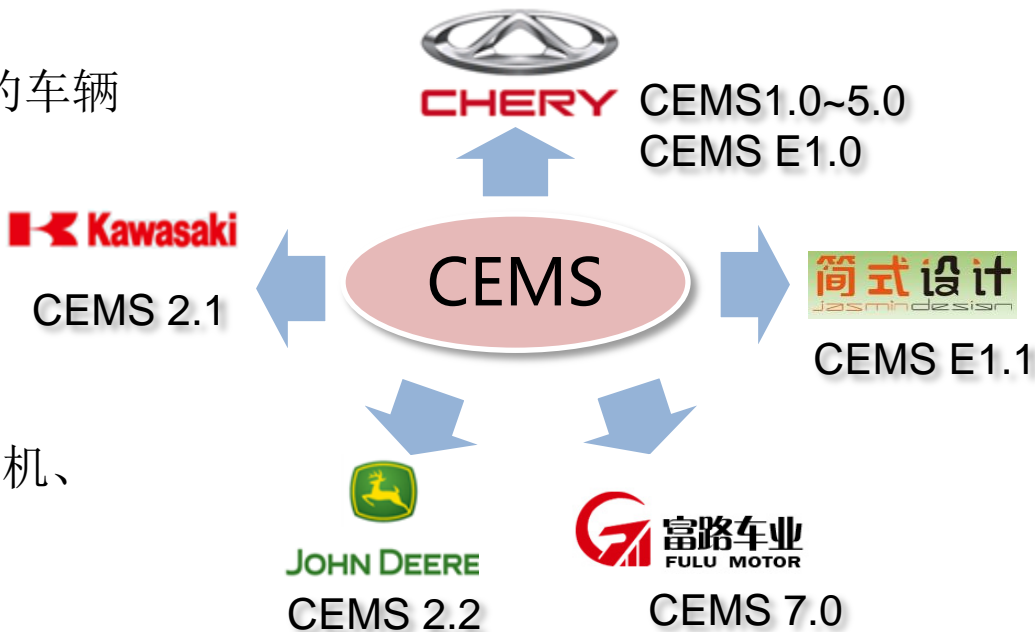
# 一、CEMS开发介绍

## ➔ CEMS应用情况

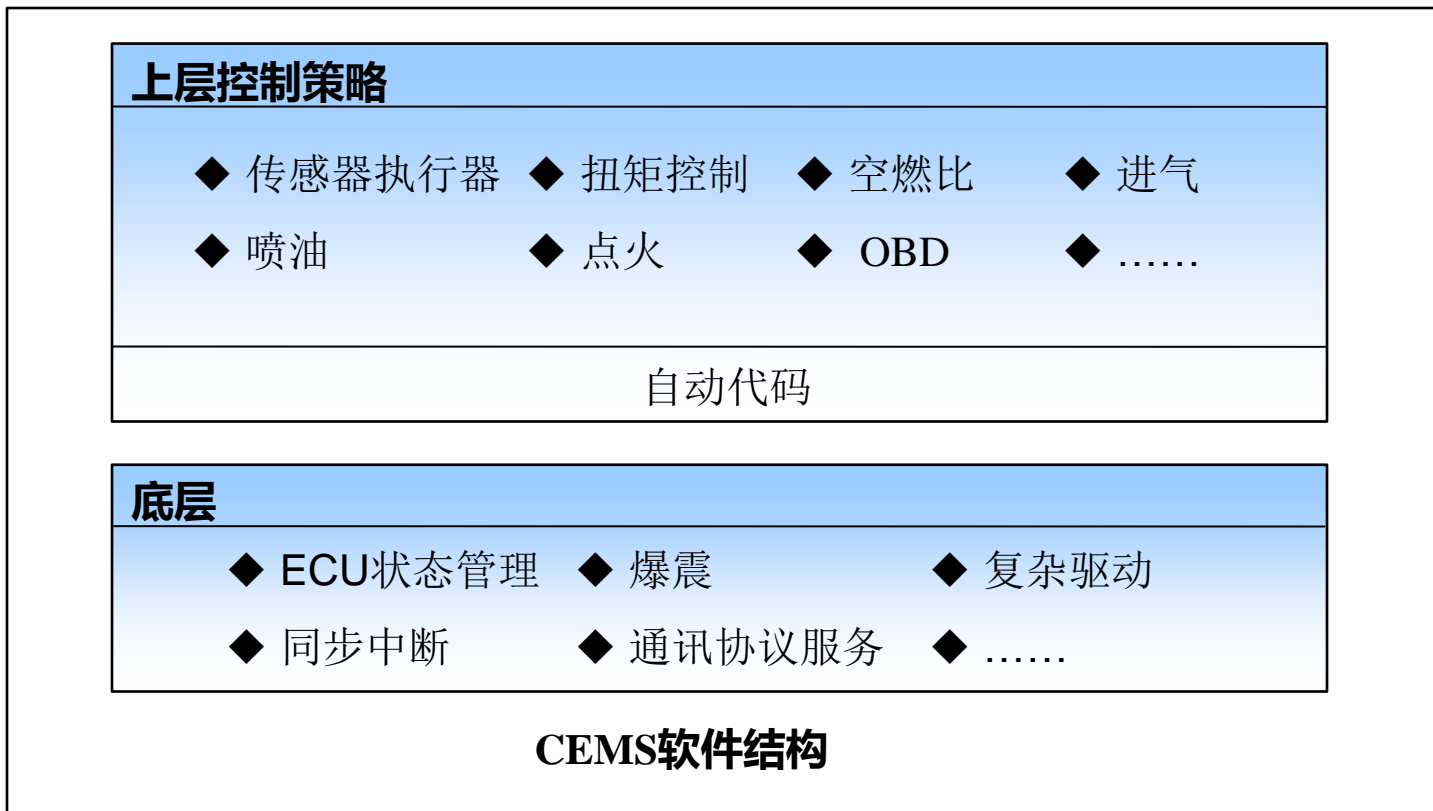
➔ 奇瑞配套自主机械CEMS系统的车辆  
已累计销售达到60万辆

➔ 实现技术出口

➔ 系统涉及机型包括2缸机、3缸机、  
4缸机

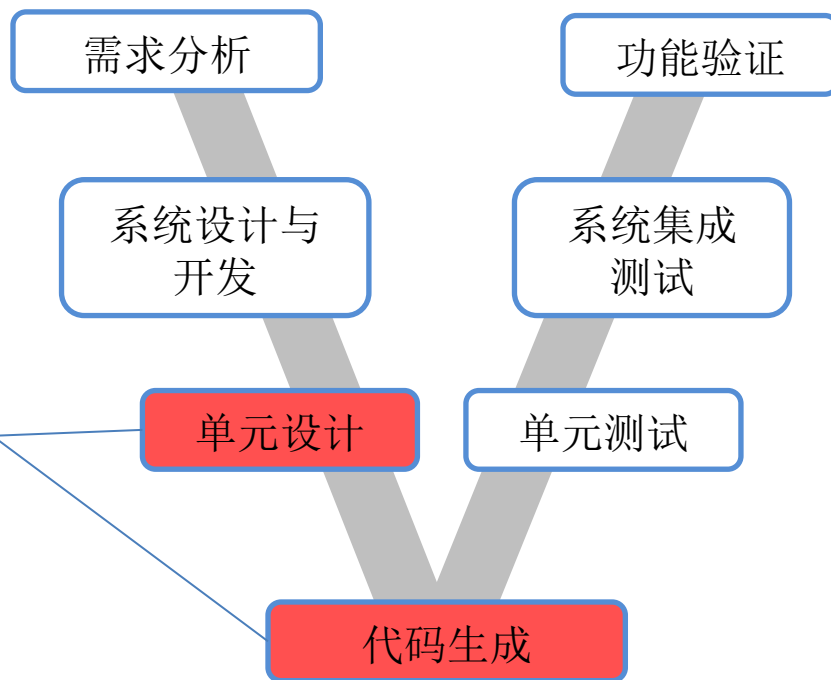


## 上层控制策略&底层



## 基于模型的软件开发流程

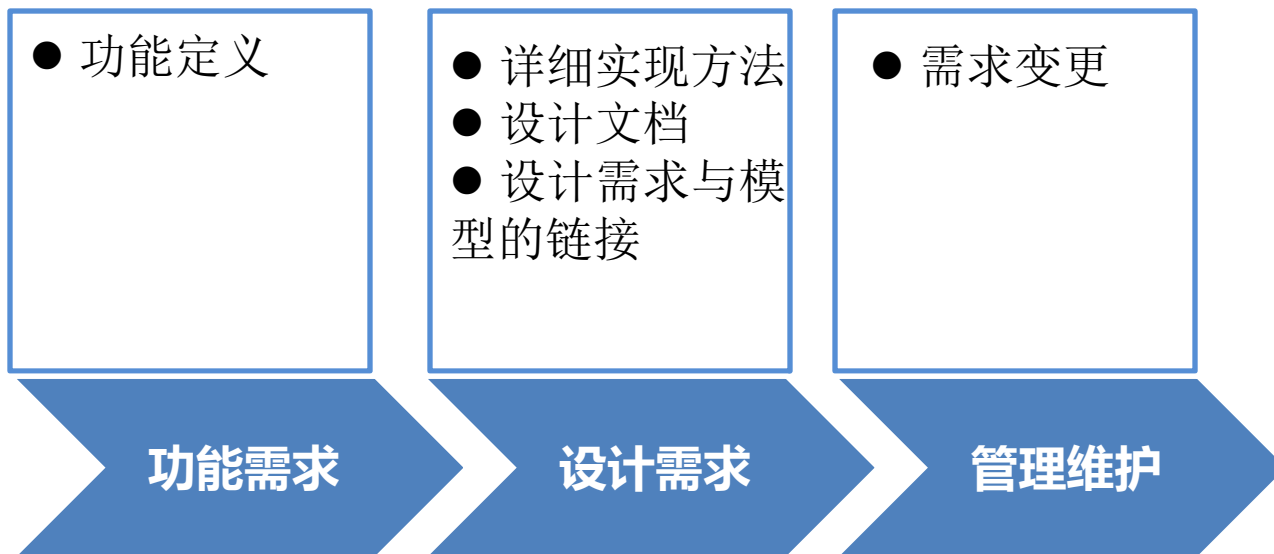
- 单元设计由Simulink模型实现
- 一个完整的CEMS系统包含两百多个Simulink模型
- 全部采用自动代码



## 开发过程

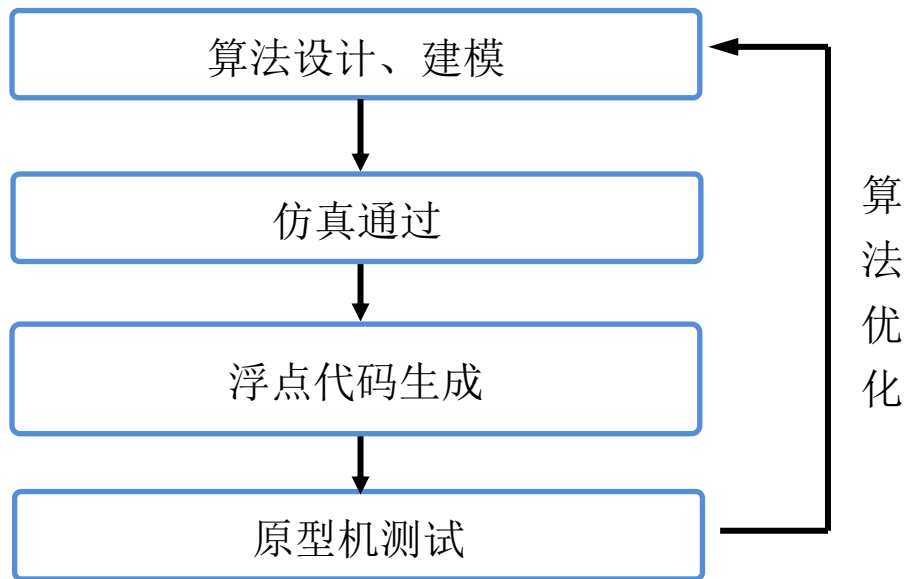
### 1. 需求分析与管理

功能需求&设计需求&管理维护



## 2. 快速原型

对控制算法进行建模，仿真通过后生成浮点代码，代码编译下载到快速原型硬件环境进行测试。










## 3. 定点化与定点代码生成

### ⇨ 定点化

- 生成环境配置的设计
  - 硬件配置
- 模型变量的定标
  - 精度
  - 范围
  - 数据类型

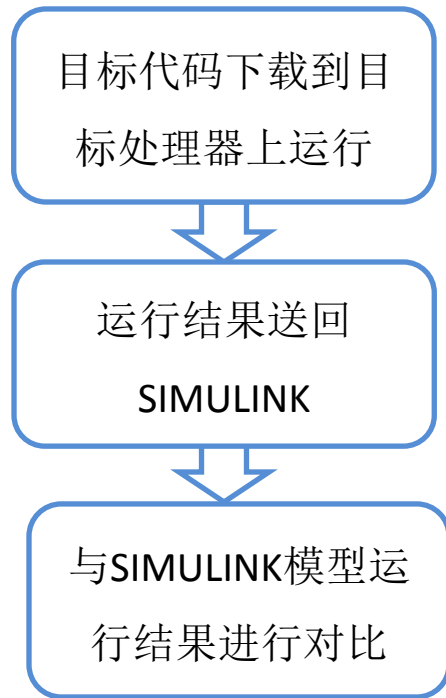
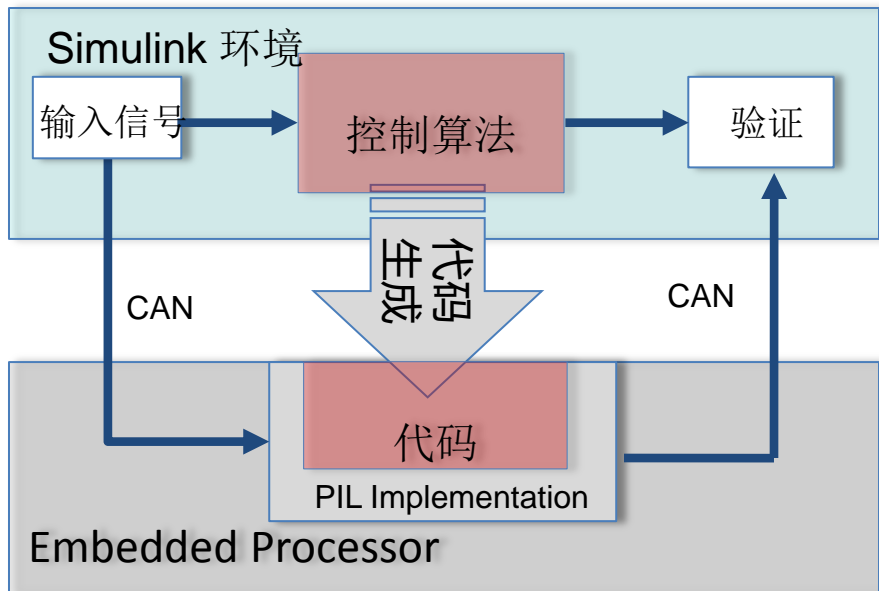
### ⇨ 自动C代码生成

- 提取有效代码

-  .c
-  .h
-  \_private.h
-  \_type.h
-  .a2l

#### 4. 代码单元测试 ( PIL )

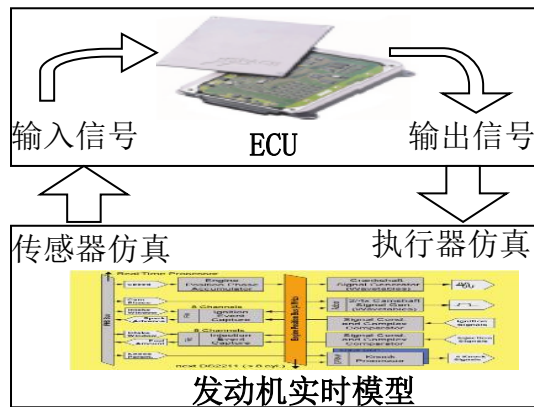
单元代码直接在目标处理器上测试，缩减产品开发时间。



## 5. 系统测试

### ⇨ 硬件在环仿真(HIL)

- dSPACE的实时控制仿真平台
- 发动机实时仿真模型



### ⇨ 系统标定

- 台架标定
- 整车基础标定
- 环境试验



# 四、应用示例

## 1. 需求定义与分析

以机械节气门系统步进电机失步修正为例

### 需求定义：

机械节气门的怠速控制执行器选用步进电机，快速起停能力强，精度高，转速容易控制，但因为步进电机响应慢，是开环控制，当发生较大失步的时候，怠速闭环PI控制并不能够完全修正发动机转速，当检测到步进电机失步时，进行失步修正。

### 需求分析：

失步条件判断

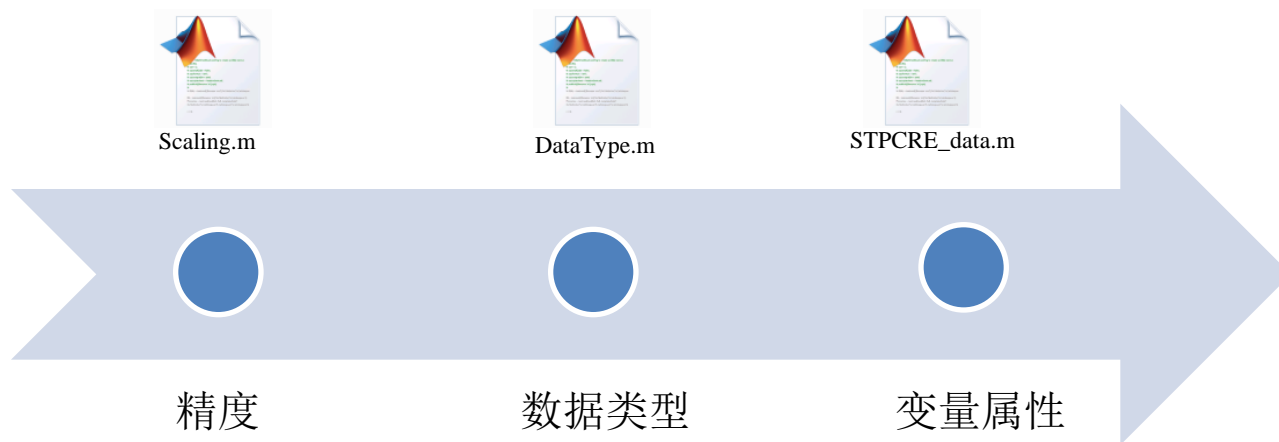
当前应走步数

当前实际步数



## 3. 定标与代码生成

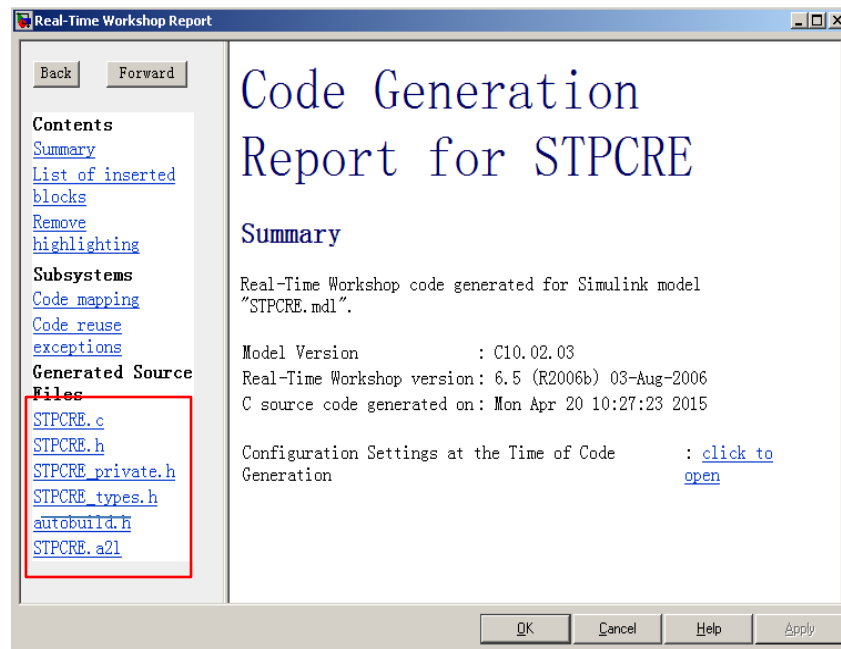
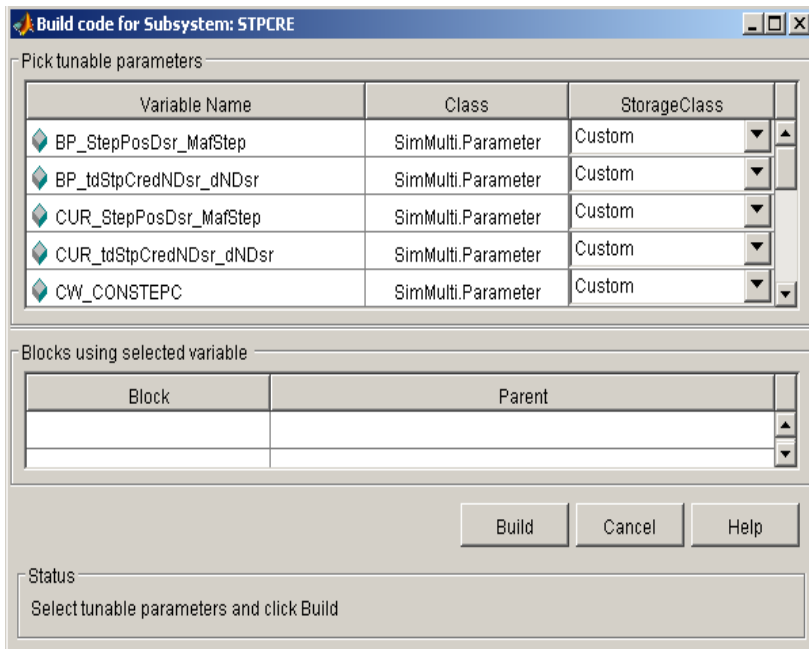
⇒ 定标



# 四、应用示例

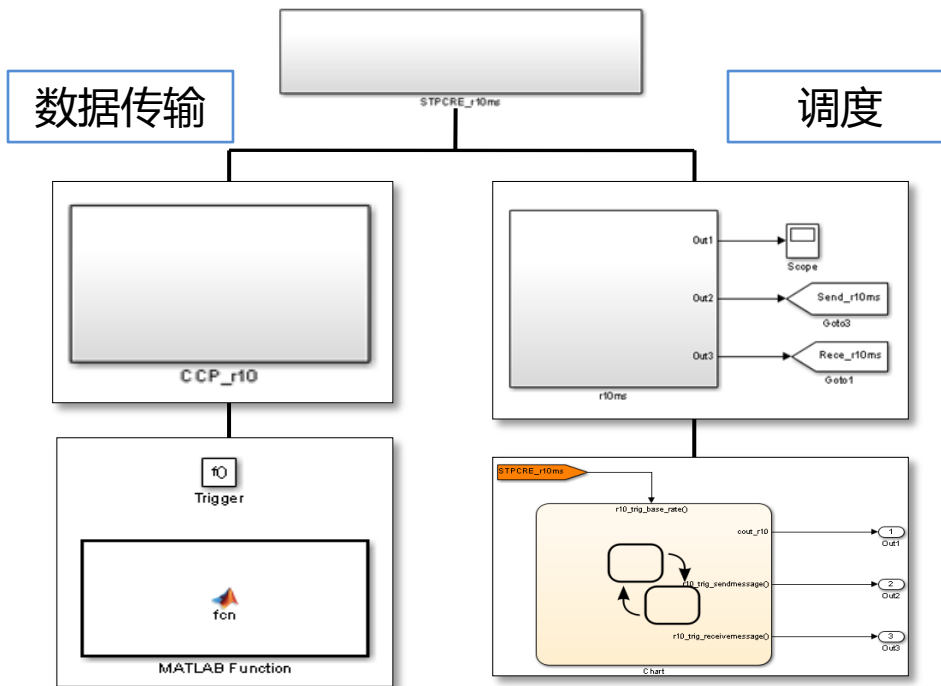
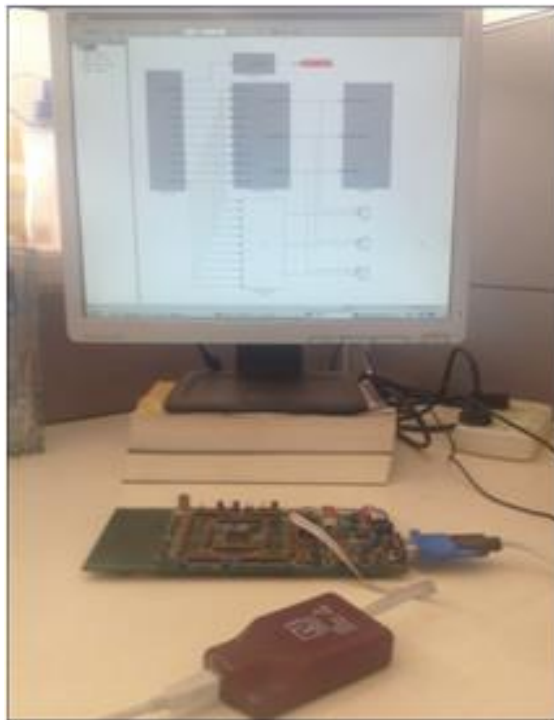
## ⇒ 代码生成

### 自动C代码生成



# 四、应用示例

## 4. PIL测试

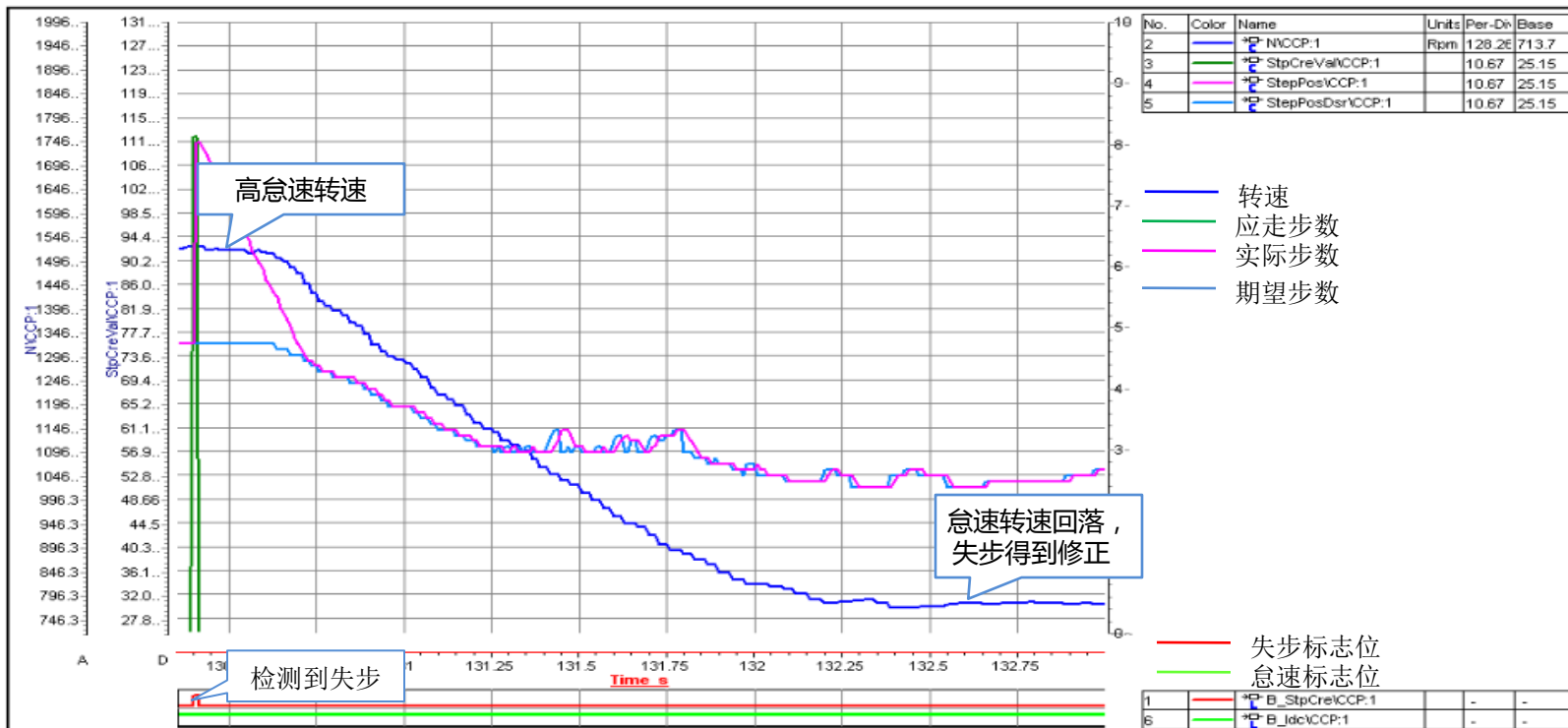




# 四、应用示例

## 5. 测试结果

### 高怠速失步修正测试



- MATLAB是CEMS软件开发过程中最基础最核心的开发工具。
- MATLAB代码转换功能强大，生成的代码质量高、可读性好。
- CEMS团队即将引入MATLAB自动检测和验证工具，进一步完善开发流程。

The background features several thin, dark red lines that create a sense of movement and depth. One line starts from the top left and curves downwards towards the center. Another line starts from the top right and curves downwards towards the center. A third line starts from the bottom right and curves upwards towards the center. These lines intersect and curve in a way that frames the central text.

**汇报结束，谢谢聆听**