

整车控制器快速开发解决方案

RapidECU Solutions for VCU

CONFIDENTIAL

更改记录

Change History

修订 Revision	更改记录 Change History	日期 Date	修改人 Initials
1	初稿版本	2015-8-31	R.D.

CONFIDENTIAL

目录

1	方案概述	4
1.1	背景概述	4
1.2	方案构成	4
1.3	系统架构	5
1.4	主要特点	5
2	设备性能指标	6
2.1	RapidECU 快速原型控制器	6
2.2	硬件性能指标	7
2.3	全自动代码生成工具——ECUCoder	9
2.4	C 编译器——CodeWarrior	14
2.5	标定与测量软件——MeCa	15
2.6	专用开发线束	16
2.7	USBCAN II 通信适配器	16
3	总结	18
	为什么选择 RapidECU	18
4	关于纯电动汽车整车控制器开发	20
	关于华海科技	21

1 方案概述

1.1 背景概述

随着人们对车辆舒适、安全、节能、环保等要求的日益提高，智能化和电子化成为未来车辆技术的主要趋势，由此对电子控制技术及开发者提出了更大的挑战。对于国内电控开发者而言，在 ECU 开发和产品化方面存在更大的困难，需要应对更多的挑战。

控制器快速原型的基本原理是用快速原型控制器硬件替代产品控制器硬件，通过自动代码生成技术将建模与仿真阶段所形成的控制算法模型下载到快速原型控制器硬件中，并连接实际被控对象，进行控制算法的实物验证。控制器快速原型可以在没有控制器硬件的情况下，提前进行控制算法的开发与验证，尤其适合于新产品、新型号的开发研究，快速原型的试验结果还可以为硬件设计提供参考。因此，控制器快速原型在进行软件快速验证的同时，也降低了硬件返工几率，从而缩短开发周期，降低开发成本，提高控制器设计质量。



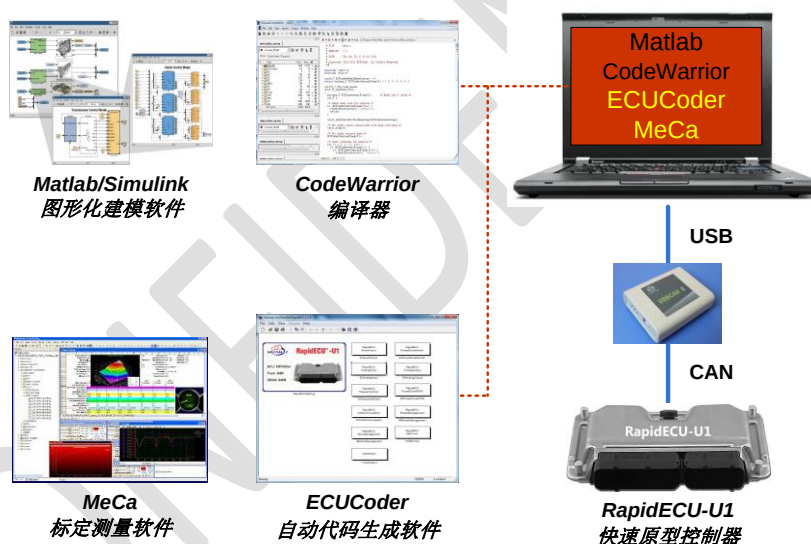
V 型开发流程

1.2 方案构成

本方案主要针对整车控制器（简称：VCU）开发需求，包括一整套 RapidECU 控制器快速开发平台，由以下部分组成：

- (一) 产品级快速原型控制器：RapidECU-U2 控制器及其配套开发线束，控制器资源丰富，搭载 Freescale MPC5554 高性能 32 位处理器芯片，满足汽车级产品标准，具备 3 路 CAN 通信接口，支持 CCP 实时在线标定；
- (二) 基于 Matlab/Simulink 的图形化建模与全自动代码生成工具 ECUCoder，用户可以轻松配置全部底层软件，提供 DBC 解析工具，可支持 UDS 诊断协议；
- (三) 可靠耐用的双通道 USB-CAN 通信适配器；
- (四) 专业友好的上位机测量标定软件 MeCa；
- (五) Freescale 官方指定的高可靠性编译器 CodeWarrior （可选免费版）；
- (六) 德国 VECTOR 公司专业标定软件 CANape 及标定通信模块 VN1630（可选）。

1.3 系统架构



开发系统架构图

1.4 主要特点

RapidECU 控制器快速原型系统的主要特点：

- ✓ 产品级原型，集成信号调理与功率驱动电路，硬件坚固耐用，性价比高
- ✓ 采用图形化建模与全自动代码生成技术，无需手工编程
- ✓ 硬件具有一定的通用性，适合常用电控系统的快速原型
- ✓ 适用于实验室、台架、批量装车等各个阶段

- ✓ 生成的源代码全开放，产品阶段与快速原型阶段代码复用
- ✓ 实用友好的测量标定软件，全图形化操作
- ✓ 与 INCA、CANape、Vision 等标定软件无缝兼容
- ✓ 高性价比

2 设备性能指标

2.1 RapidECU 快速原型控制器

RapidECU是一系列支持快速控制原型开发的产品控制器，可以在电控系统的开发过程中替代产品控制器硬件，通过自动代码生成技术，将建模与仿真阶段所形成的控制算法模型下载到快速原型控制器硬件中，并连接实际被控对象，进行控制算法的硬件在环仿真验证和实物验证，并在开发阶段早期实现标定。

使用RapidECU可以在没有控制器硬件的情况下，提前进行控制算法的开发与验证，尤其适合于新产品、新型号的开发研究，快速原型的试验结果还可以为硬件设计提供参考。因此，控制器快速原型在进行软件快速验证的同时，也降低了硬件返工几率，从而缩短开发周期，降低开发成本，提高控制器设计质量。

硬件核心采用极具性价比的最新主流芯片，包括 Freescale MPC55XX、MPC56XX、S12X/S12 等系列产品，硬件设计符合汽车级标准，坚固耐用，性能稳定可靠。

RapidECU 产品系列：

- RapidECU-S1：支持混合燃料发动机 ECU、GDI 缸内直喷汽油机 ECU、新能源汽车动力总成控制器、高级驾驶辅助系统、主动悬架等等
- RapidECU-U1 系列：支持自动变速器 TCU、混合动力汽车 HCU、纯电动汽车 VCU、蓄电池管理系统 BMS、整车控制器 VMS、防抱死制动系统 ABS 等
- RapidECU-E1：支持高压共轨柴油机 ECU
- RapidECU-E3：支持歧管喷射汽油机 ECU、LPG/CNG/LNG 发动机等
- RapidECU-B1：支持蓄电池监控子单元

RapidECU 支持如下电控单位的快速原型开发：

Engine Management System
Hybrid Delivery Truck
Construction Equipment

CNG/LPG EMS
HVAC
Common Rail Diesel

Battery Management System
Active Suspension Control
Hybrid Powertrain

Vehicle Controller
Central Body Controller
Telematics



主要应用范围

- ✓ 高压共轨柴油机 ECU
- ✓ 缸内直喷/歧管喷射汽油机 ECU
- ✓ 自动变速器 TCU
- ✓ 混合动力汽车 HCU
- ✓ 纯电动汽车 VCU
- ✓ 蓄电池管理系统 BMS
- ✓ LPG/CNG/LNG 发动机 ECU
- ✓ 整车控制器 VMS
- ✓ 防抱死制动系统 ABS
- ✓ 其他各种电子控制系统

2.2 硬件性能指标

- **RapidECU-U2 控制器硬件资源适用于新能源混合动力\纯电动汽车整车控制器 HCU\VCU 及电池管理系统 BMS 主控模块开发。**

基本参数	
供电电压	正常工作电压9V~32V，峰值电压40V
工作温度	-40℃~+85℃
电路保护	所有的输入、输出接口都有相对地和蓄电池正极的短路保护，电源接口采用主继电器保护
防护等级	防尘防水等级IP65，气候环境防护符合ISO16750-4，化学环境防护符合ISO16750-5
机械强度	振动、冲击、跌落试验符合ISO16750-3
外壳	材料铝，外部尺寸200mm×180mm×40mm
接插件	121针AMP接插件
重量	500g

主处理器	
主处理器	MPC5554，32位，主频80MHz，硬件浮点单元
安全处理器	S9S08QD4
存储器	Flash 2MB，SRAM 64KB
CAN	3路，符合CAN2.0B，ISO11898

程序刷写 基于CAN总线的Bootloader

电压量输入

通道数	15路
精度	12位
硬件配置	低通滤波，截止频率可配置
输入电压	9路0~5V 6路0~28V

电阻量输入

通道数	6路
精度	12位
硬件配置	低通滤波，截止频率可配置
输入电阻	10Ω~100kΩ

开关量输入

通道数	19路
硬件配置	低通滤波 10路配置为高有效 9路配置为低有效

频率量输入

通道数	12路
信号类型	4路磁电式传感器信号（正弦波信号） 8路霍尔式传感器信号（方波信号）
硬件配置	低通滤波
输入频率	0~10kHz

PWM输出

通道数	12路
硬件配置	4路高边额定2A，兼容开关工作模式与PWM工作模式 8路低边额定1.8A，兼容开关工作模式与PWM工作模式

继电器输出

通道数	最多17路
硬件配置	开关工作模式

电源输出

通道数	4路
硬件配置	4路5V，电流分别为50mA、50mA、300mA、300mA

通信

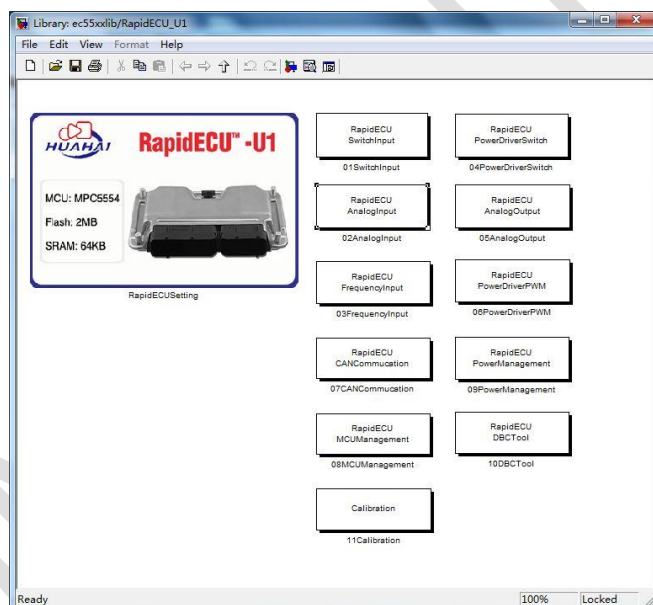
通道数	CAN 3路、LIN 1路
硬件配置	CAN, 3路, CAN2.0B, ISO11898 LIN, 1路, 1路主机工作模式

2.3 全自动代码生成工具——ECUCoder

ECUCoder 简介

ECUCoder 是基于 Simulink 的全自动代码生成工具，用于配置 ECU 控制算法模型与基础软件模型，并自动生成产品代码。支持飞思卡尔、英飞凌、意法等知名厂家的汽车电控系统主流芯片。

ECUCoder 提供了功能强大的基础软件 Simulink 模块库，可以通过友好的用户界面便捷、直观地配置基础软件参数并由 Simulink 模型自动生成基础软件代码。由于软件可以灵活、深层次地访问并配置基础软件参数，模型生成的基础软件代码可以支持控制器快速原型及产品开发两个阶段。



ECUCoder for RapidECU-U 系列

ECUCoder 的主要特点

- ✓ 自动代码同时生成基础软件与应用软件，无需手动集成；
- ✓ 模型自动优化配置，无需手动设置 Simulink 配置参数；
- ✓ 功能强大的 GUI 界面，可直接从模型访问并配置整个基础软件；
- ✓ 后台自动调用编译器，无需手动干预；
- ✓ 代码可靠，代码可读性与执行效率良好折中；
- ✓ 同时提供芯片级模块库与控制器级模块库，支持用户自主开发的控制器硬件。

- ✧ **ECUCoder for MPC5554 支持 RapidECU-U 系列快速原型控制器与 MPC5554 微控制器，同时包括以下 Simulink 模型库：**

控制器级模型库：

分类	项目
使用场合	RapidECU-U 系列通用型控制器
底层模型库	开关量输入
	模拟量输入
	频率量输入
	MCU 管理
	PWM 输出
	开关量输出
	模拟量输出
	电源管理
	CAN 通信
任务调度	基于时间片的实时任务调度
标定协议	CCP，基于 CAN 总线的标定协议
	自动生成 A2L 文件
CAN 高级功能	支持 dbc 文件解析
	基于 CAN 总线的 Bootloader 功能
可选的通信协议栈	SAE J1939 模块库
可选的诊断协议栈	ISO 15765 模块库

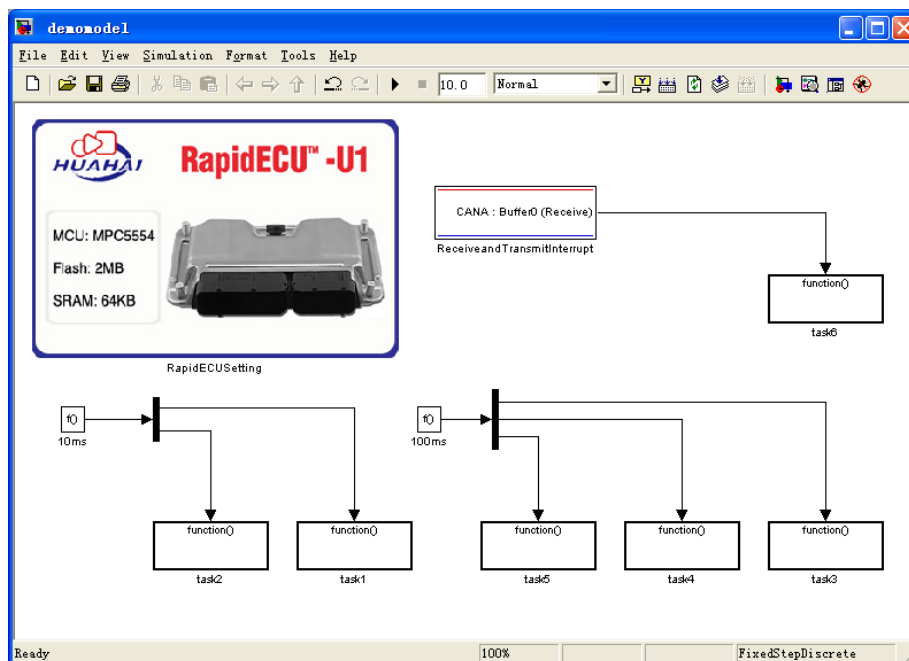
芯片级模型库：

分类	项目
概况	芯片型号：MPC5554
	使用场合：针对用户自主开发
底层驱动	FMPLL（频率调制锁相环）
	WDG（看门狗）
	INTC（中断控制器）

	ADC（模数转换器）
	SCI（串行通信接口）
	SPI（串行外设接口）
	CAN（控制器局域网）
	GPIO（通用输入输出）
	eMIOS（增强型组合式输入输出子系统）
	eTPU（增强型时间处理单元）
	Flash（闪存）
任务调度	基于时间片的实时任务调度
标定协议	CCP，基于 CAN 总线的标定协议
	自动生成 A2L 文件
CAN 高级功能	支持 dbc 文件解析
	基于 CAN 总线的 Bootloader 功能

➤ 示例 1：控制模型顶层

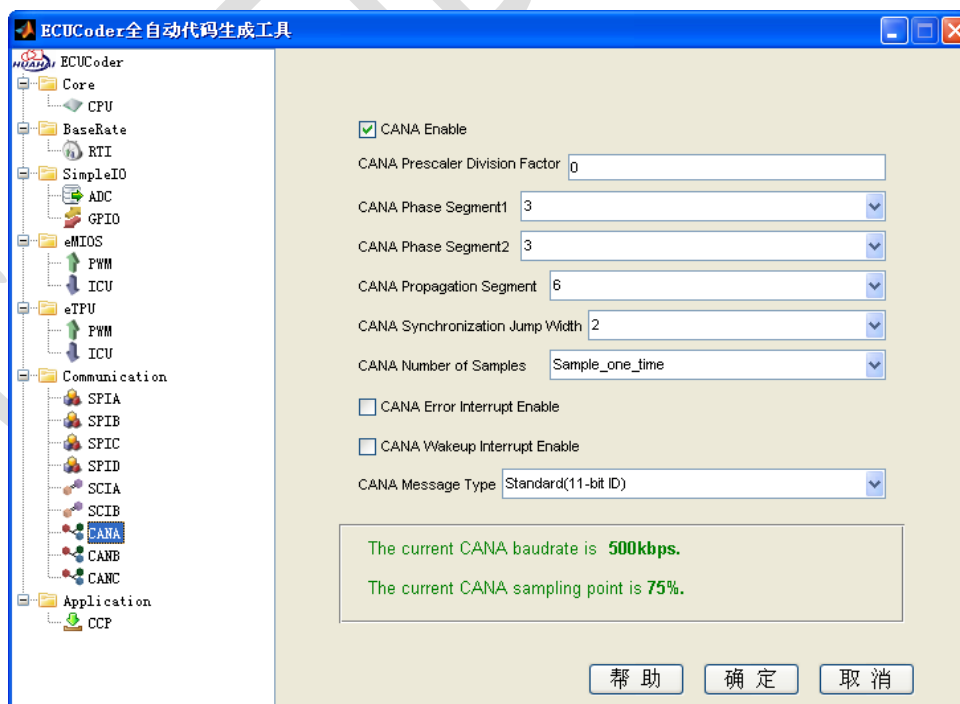
ECUCoder 是基于 Simulink 的全自动代码生成工具，利用 ECUCoder 开发控制器软件，用户不需要手动编程，也不需要手动代码集成，只需要利用 ECUCoder 提供的模块来搭建模型即可。下图为一个基于 ECUCoder 的控制模型顶层示意图，该控制模型需要执行多个任务，其中包含两个执行周期为 10ms 的任务，三个执行周期为 100ms 的任务以及一个 CAN 中断任务。



基于 ECUCoder 的控制模型顶层示意图

➤ 示例 2：软件界面

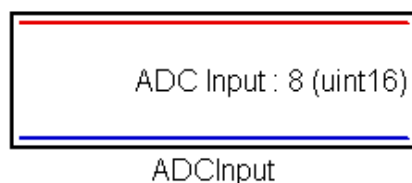
ECUCoder 提供功能强大的 GUI 界面，可直接从模型访问并配置整个基础软件，下图为控制器 CAN 模块图形化配置界面。



ECUCoder 软件 GUI 配置界面

➤ 示例 3：获取模拟输入

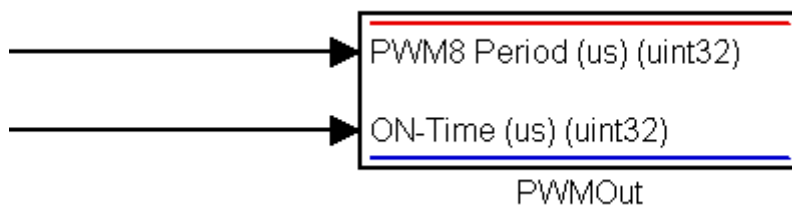
利用 ECUCoder 提供的模块库，可方便地获取进入到微控制器的信号。下图为利用 ADCInput 模块获取模拟输入的例子，将模块的输出与控制算法模型相连，控制算法模型就可获取 ADC 模块特定通道的输入值。



获取模拟输入

➤ 示例 4：控制电磁阀

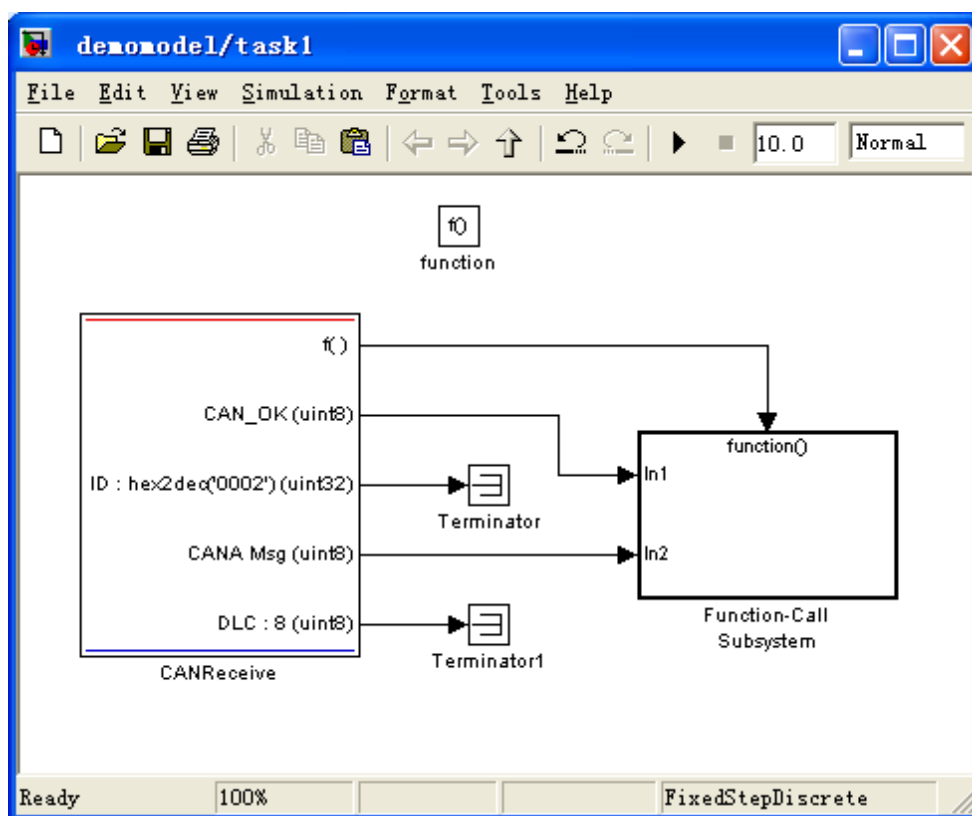
利用 ECUCoder 提供的模块库，可方便地控制与微控制器相连的执行器。下图为利用 PWMOut 模块控制电磁阀的例子，将模块的输入与控制算法模型相连，控制算法模型就可控制与微控制器 eMIOS 模块特定通道相连电磁阀的周期与占空比。



控制电磁阀

➤ 示例 5：接收 CAN 报文

利用 ECUCoder 提供的模块库，可方便地发送与接收 CAN 报文。下图为利用 CANReceive 模块接收 CAN 报文的例子，接收报文 ID 为 0x0002，数据长度为 8。



接收 CAN 报文

ECUCoder 全自动代码生成工具安装与使用要求:

硬件要求:

- ✓ PC 台式机及笔记本型电脑
- ✓ CPU: 双核及以上
- ✓ 内存: 1024M 及以上
- ✓ 硬盘空间: 1000M 及以上

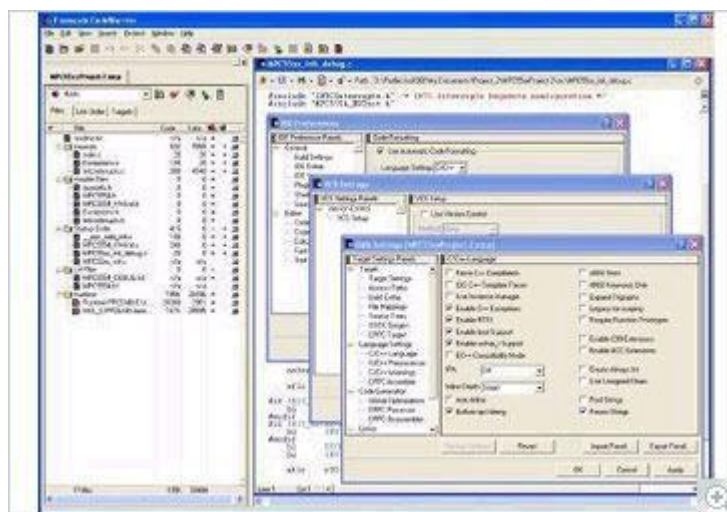
软件要求:

- ✓ 操作系统: Windows XP/Vista/7 32 位版本
- ✓ MATLAB 版本: R2010a 及以上 32 位 Windows 版本
- ✓ 编译器: CodeWarrior 2.10

2.4 C 编译器——CodeWarrior

飞思卡尔 CodeWarrior Development Studio for MPC55xx/MPC56xx v2.10 是一款全面的开发工具套件, 其设计宗旨为帮助嵌入式开发人员轻松应对项目周期越来越短的压力。CodeWarrior 包含针

对开发过程的每个阶段而设计的 IDE，从电路板构建到嵌入式应用开发无所不包，同时集成了最先进的调试技术、简单直观的开发环境和稳定的运行控制功能，将硬件电路板构建和 C/C++ 嵌入式应用开发提高到了新的水平，并充分利用了为您的设计精心挑选的飞思卡尔微控制器。



主要特性：

- ✓ Classic IDE
- ✓ 不限汇编器
- ✓ 不限 C/C++ 编译器和源代码级调试器
- ✓ P&E 闪存编程器和调试器
- ✓ 分析器
- ✓ OSEK 内核感知调试
- ✓ 支持 PC-lint 插件

2.5 标定与测量软件——MeCa

MeCa 是通用的 ECU 测量标定工具，可以实时采集和显示 ECU 内部数据，同时对 ECU 内部参数进行在线调整。此外，MeCa 还提供标定数据保存、ECU 程序刷写与升级功能等。

MeCa 通过 CAN 总线实现上下位机之间的通信，支持基于 CAN 的标定协议 CCP。MeCa 提供了全图形化的用户界面与种类丰富的图形控件，可以进行多种样式的测量数据显示与标定参数调整。

MeCa 的主要功能：

- ECU 内部数据采集和监控



北京九州华海科技有限公司

公司地址：北京市经济技术开发区凉水河一街 5 号超明园 · 电话：86

E-Mail: sales@ecucoder.com · URL: www.ecucoder.com

Copyright © 2011-2016 Huahai Technologies Co., Ltd.

提供一系列图形控件，可以方便地观察 ECU 内部数据的变化。

- ECU 实时标定

提供一系列标定控件，可访问和修改 ECU 内部数据进行实时在线标定。

- ECU 刷写

一键式完成 ECU 代码刷写和更新，方便快捷。

MeCa 的主要特点:

- 数据测量与参数标定并行进行
- 软件设计简洁，使用方便
- 提供种类丰富的图形控件，方便观察与修改
- ECU 程序刷写与升级



2.6 专用开发线束

专用开发线束主要用于连接 RapidECU 控制器和被控对象。

主要特征:

- 接插件: AMP 121PIN
- 线缆规格: 电源部分: 1.5mm² 绝缘线缆
输入输出部分: 0.75mm² 绝缘线缆
- 线号标示: 采用红蓝黄绿等颜色及阿拉伯数字标示



2.7 USBCAN II 通信适配器

USBCAN II通信适配器带有2路CAN接口，将PC通过USB总线连接到一个标准的CAN网络中，构建现场总线测试中数据处理,数据采集,数据通讯等功能应用。

主要用于使用MeCa上位机测量与标定软件进行RapidECU控制器实时标定、通信及程序下载。

- USB与CAN总线的协议转换;
- USB接口支持USB2.0;
- 支持2路独立CAN通道;
- 支持CAN2.0A和CAN2.0B协议，支持标准帧和扩展帧;
- 支持双向传输，CAN发送、CAN接收;
- 支持数据帧，远程帧格式;



- CAN收发器采用的是工业级磁耦芯片隔离，具有2500V/Minute 的隔离电压；
- CAN控制器带有1500 帧CAN信息接收缓冲器，每个通道最高接收能力可达8000帧/秒；
- USB总线直接供电；
- 工作温度：-40~85℃；
- 外壳尺寸：98*78*30mm；
- 支持MeCa测量与标定软件。

CONFIDENTIAL

3 总结

为什么选择 RapidECU

针对不同行业及不同被控对象，快速原型可以分为通用原型及产品原型。汽车（包括其它道路车辆、工程机械）电控系统由于应用环境恶劣，可靠性要求高，一般的通用原型难以满足汽车电控系统快速原型的要求，必须使用与最终产品控制器性能更接近的产品原型。另外，由于通用原型自动生成的代码无法移植到产品阶段，使用通用原型的实际意义较小。为提高开发效率，需要保证产品阶段能够复用快速原型阶段自动生成的代码，必须使用产品原型。

RapidECU 为客户创造的核心价值：

- 多款产品级控制器硬件平台，适用于各类电控系统的开发；
- 模块化硬件设计，符合汽车级标准，良好的环境适应性和可靠性；
- 基于模型开发，一键式全自动代码生成，无需手工编程与手工代码集成；
- 用户可获得内容开放、架构清晰的基础软件与应用软件源代码，可直接复用于产品阶段；
- 一套工具同时支持原型和产品开发，克服产品开发另起炉灶的高成本问题和技术壁垒；
- 测量标定软件采用友好的中文界面，全图形化操作，实用高效，使用简单；
- 帮助客户快速形成电控开发的能力，显著提高开发效率并大幅降低成本。

RapidECU 可帮助用户完成以下工作：

- 新型控制器或先进控制系统上层软件的快速开发研究；
- 新产品或新功能在真实环境下的测试与快速验证，如台架试验、装车试验等；
- 低成本，短时间内实现小批量装车运行；
- 完成从原型到批量产品的转化。

借助 RapidECU 实现中小批量生产的典型客户案例：

客户 LOGO	客户名称	应用
	东风股份	纯电动轻型客车整车控制器（VCU）
	一汽集团	自动变速器控制器（TCU）
	广汽长丰猎豹	混合动力 SUV 混动控制器（HCU）
	广汽长丰猎豹	纯电动小型 SUV 整车控制器（VCU）

 陕汽重卡 品质成就未来	陕汽兰德新能源	纯电动卡车整车控制器（VCU）
 神华集团 SHENHUA GROUP	神华集团	纯电动矿用指挥车整车控制器（VCU）
	山西文正卓越	发动机管理系统（EMS）
	上海惠太	纯电动汽车 CVT 自动变速器控制器（TCU）
	维艾迪	自动变速器控制器（TCU）
 北京理工大学	北京理工大学	军用混合动力车辆混合控制器（HCU）

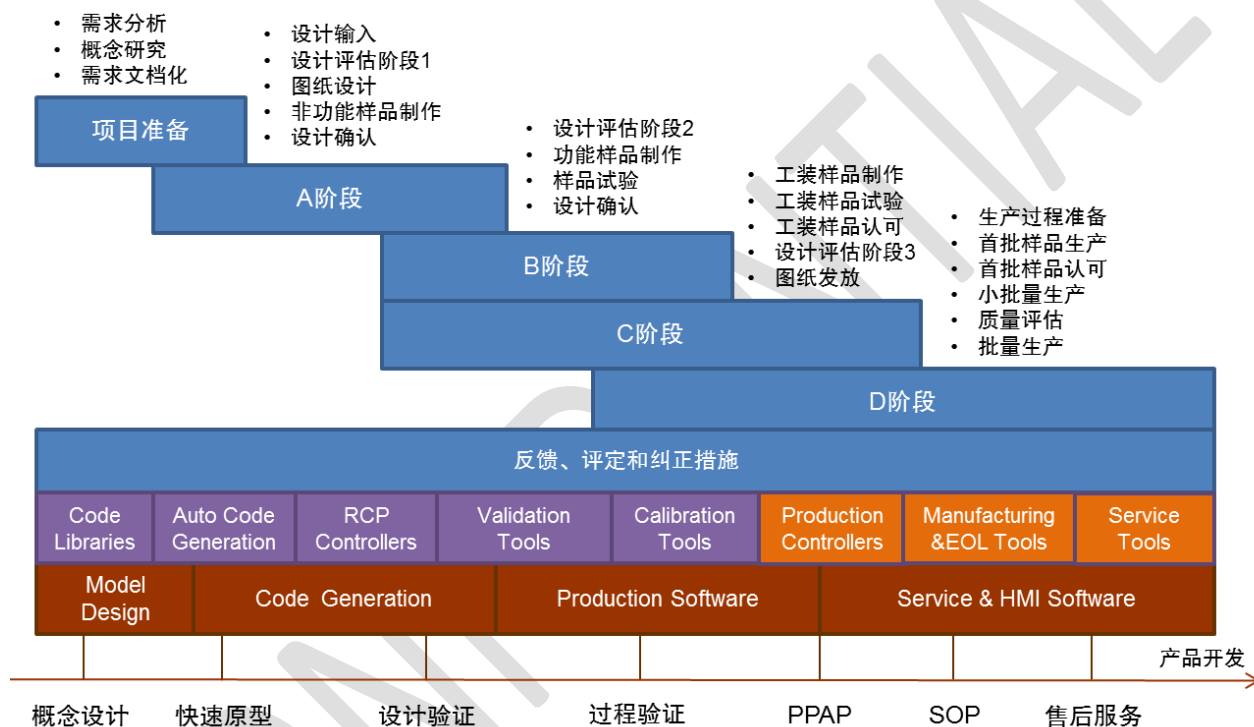
CONFIDENTIAL

4 纯电动汽车整车控制器开发

一般混合动力\纯电动汽车整车控制器开发需经历项目准备、A\B\C\D 四个阶段，包括概念设计、快速原型、设计验证、过程验证、PPAP 到 SOP 阶段

采用华海科技 RapidECU 开发平台，可以在同一平台实现产品开发和批量产业化，大幅缩短开发周期，降低开发成本。

通常可以在 1 个月内完成快速原型样车，2 个月内完成台架和道路试验，3 个月内完成产品试制验证，即半年内达到批量生产状态。



典型项目案例：

客户名称	车型	开发内容	开发目标和当前状态
陕汽兰德新能源	纯电动卡车	提供整车控制器、基础软件以及控制策略软件开发平台和技术服务。	已量产车型
广汽长丰	混合动力 SUV	提供开发平台、批量控制器、合作开发控制算法并协助客户完成匹配标定等工作	已量产车型，军方项目
广汽长丰	纯电动 SUV	提供开发平台、批量控制器、底层软件和技术服务	已量产车型

关于华海科技

【公司简介】

北京九州华海科技有限公司是一家专业提供电控系统解决方案的高科技公司，公司成立于 2011 年，地处国家级经济技术开发区——北京经济技术开发区（BDA）。公司致力于为汽车、机械、船舶、航空、教育等行业的用户提供适用于电控系统完整生命周期的解决方案。采用华海科技所提供的解决方案，用户可以快速形成电控开发的能力，显著提高开发效率并大幅降低成本。

公司立足于自主研发，在嵌入式开发系统、新能源汽车整车控制器、电池管理系统、电机控制器、代用燃料发动机控制器等领域拥有多项核心自主知识产权。公司拥有 10 年以上经验的技术研发团队，自成立以来，专注于世界领先的电控开发技术，与清华大学、北京工业大学等知名高校，以及美国 Realtime Technologies Inc. 等国际领先公司深入合作。公司自成立以来，专注于电控开发技术，秉承卓越和创新的精神，凭借不断提升的开发工具、全方位的技术服务与领先的解决方案，赢得了一汽、三一重工、麦格纳斯太尔等客户的一致好评，产品出口远销伊朗等国。



华海科技
Huahai Technologies

【技术能力】

通过技术团队多年来在电控系统开发工具、软硬件产品以及工程项目方面的经验和技術累积，能够为客户提供电子控制单元从开发到产品化过程中的开发工具、工程服务、技术咨询以及相关培训。

华海科技提供的交钥匙工程服务和技术咨询：

- ☆ 新能源汽车电控系统集成开发
- ☆ 发动机管理系统开发
- ☆ AMT\AT\DCT\CVT 自动变速器控制器开发
- ☆ 车载网络总线开发
- ☆ 嵌入式软件开发
- ☆ 硬件在环仿真系统开发
- ☆ 基于虚拟现实的驾驶模拟平台开发

【ECU 开发解决方案】

应用



工具



软件

- Real-Time OS
- Basic I/O System
- Memory management
- Networking
- CCP\XCP
- Bootloader
- J1939 protocol stack
- ISO15765 protocol stack
- Application Libraries
- Electric Vehicle Control
- Transmission Control
- Engine Management

硬件



【典型客户】



北京九州华海科技有限公司

公司地址：北京市经济技术开发区凉水河一街5号超明园 · 电话：86-10-84670398 · 传真：86-10-84670398

E-Mail: sales@ecucoder.com · URL: www.ecucoder.com

Copyright © 2011-2016 Huahai Technologies Co., Ltd.

【产学研合作】



背景：华海科技依托清华大学资源，开展新能源汽车电控技术相关领域的产品验证、科研项目等产学研结合的多方面紧密合作。

团队经验：

团队累计承担国家863重大专项，部署、市属纵向课题，企业横向课题，国际合作课题等共计40余项；累计获得省部级科技进步奖7项，汽车工业科技进步奖3项；拥有国家专利18项。

团队构成：

教授：1人
副教授/副研/高工：6人
助研/工程师：6人
博士生：2人
硕士生：10人



【公司资质】



软件著作权



高新技术企业



软件产品登记证书



发明专利



注册商标

【联系方式】

地址：中国·北京·亦庄

凉水河一街5号超明园

服务热线：400-685-6859

电话：86-10-84670398

传真：86-10-84670398

邮箱：sales@ecucoder.com

网址：www.ecucoder.com

CONFIDENTIAL