

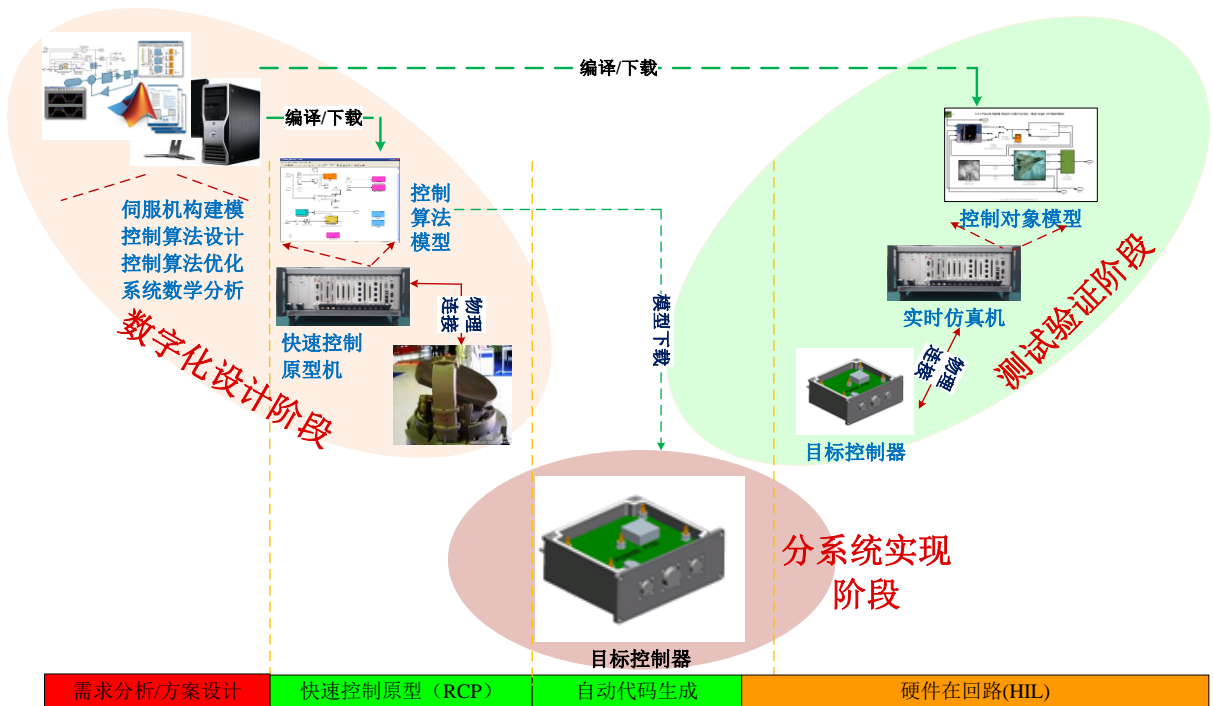
基于 V 模式的伺服系统研制流程

传统的伺服系统研制流程是串行开展，待伺服系统硬件和软件都准备好后才能够开展伺服系统性能验证，传统研制流程存在控制算法与伺服系统硬件衔接不顺畅、控制对象性能分析不充分、问题发现晚，从而导致项目周期长、费用高等风险。

恒润科技提出的基于 V 模式的伺服系统研制流程摒弃了传统开发流程的弊端，可确保控制算法与系统硬件衔接顺畅，能充分分析控制对象性能，在伺服系统研制过程中及时发现问题，解决问题，从而缩短系统研制周期，降低费用。

解决方案

基于 V 模式的伺服系统研制流程贯穿整个伺服系统研制过程，研制流程如下图所示：



基于 V 模式的伺服系统研制流程涵盖系统数字化设计阶段、系统实现阶段、系统测试验证阶段，共同支撑整个伺服系统研制过程。

基于 V 模式的伺服系统研制流程涉及的主要技术包括：

- 伺服系统模型辨识

基于系统参数辨识的建模方法可解决模型参数不明确或不精确的问题，建立高精度的伺服机构模型，为数字化设计阶段的工作打下坚实基础。

- 伺服系统建模、算法设计及调试

基于高精度的伺服机构模型及实物，设计及调试先进控制算法，实现伺服系统优越的性能。

- 快速控制原型（RCP）设计

研制快速控制原型机，与用户伺服机构构成快速控制原型系统，快速控制原型机运行控制算法，快速验证控制算法和伺服系统性能。

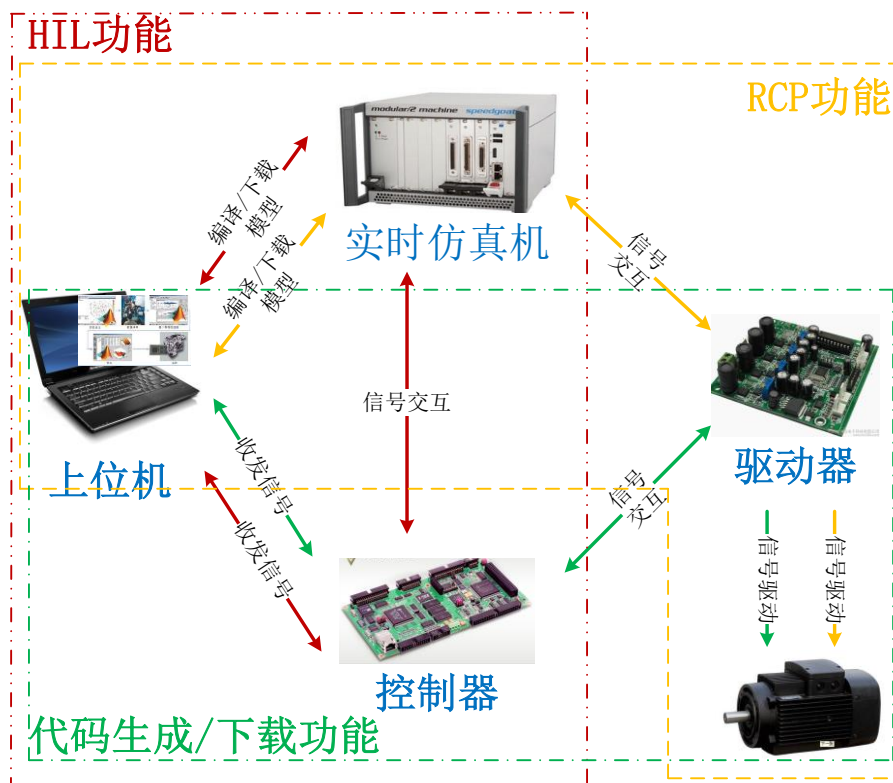
- 代码自动生成及下载

利用自动代码生成技术，将控制算法模型编译/下载到用户真实控制器，快速完成算法模型到控制器代码的实现过程。

- 硬件在回路（HIL）验证

研制半实物仿真平台，与用户真实控制器构建硬件在回路（HIL）仿真系统，半实物仿真平台运行伺服机构及环境模型，可以充分分析和验证伺服系统性能。

基于 V 模式的伺服系统研制流程，依赖于以恒润科技专业的面向电机的实时仿真系统和电机模型为核心的设计仿真验证平台，平台电气原理图如下图所示：



黄色箭头——平台RCP功能的信号关系

蓝色箭头——平台代码生成及下载功能的信号关系

红色箭头——平台HIL功能的信号关系

方案特点

- 解决方案支撑的伺服系统研制流程采用国际流行的基于 V 模式的系统研制流程；
- 解决方案的支撑工具（包括电机控制卡、电机仿真卡、仿真软件、高速高精度模型仿真工具等）专业性强，通用性好，集成度高，可以确保各阶段工作产品无缝继承；
- 解决方案采用的技术（包括 RCP 技术、HIL 技术、系统参数辨识技术等）既具有一定专业性，又具有相对通用性，可广泛适用于各类伺服系统的研制过程；
- 支撑工具和技术经过实际工程项目应用，体现了可行性和先进性的特点。

方案优势

- 支持伺服系统研制流程的并行开展，各阶段工作便于反复进行，利于及早和及时发现问題；
- 通过 RCP 技术和 HIL 技术可以快速验证控制算法性能和充分分析控制对象特性，可以大大缩短系统研制周期；
- 采用的 HIL 技术可有效模拟伺服系统的环境，解决传统方法无法构造复杂控制对象环境的不足；
- 基于 FPGA 处理器的电机仿真卡，能够解决传统 x86、PowerPC 仿真机随着模型复杂度增加仿真精度和仿真性能下降的问题。

应用&案例

航天某所卫星伺服控制控制律设计及自动代码生成

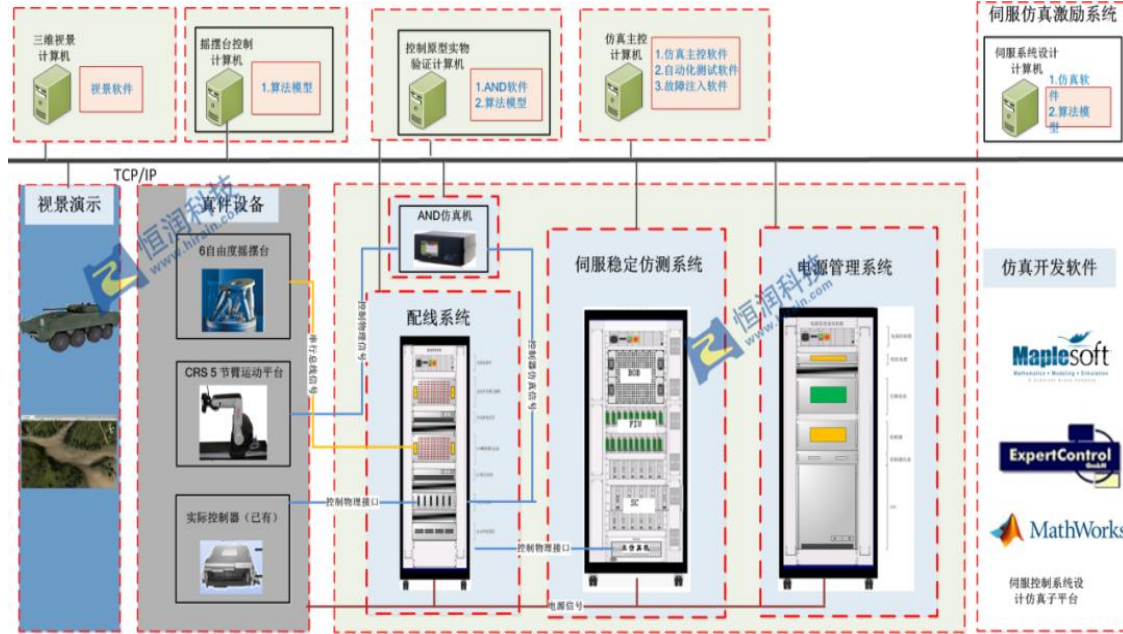
简介：航天某所的卫星伺服控制系统由于位置传感器精度较低，存在控速精度不足、动态性能较差等问题。恒润科技在与该单位的合作中，完成了伺服系统建模、参数辨识、控制律优化、面向 DSP 的自动代码生成等任务内容。并通过卡尔曼滤波+自抗扰的控制律设计解决了速度量化误差、摩擦扰动等问题，显著提高了控速精度和系统动态性能。

客户收益：

- 双方共同设计，提高了实际型号产品的控制性能；
- 掌握了基于模型的伺服控制系统开发方法；
- 掌握了面向 DSP 的自动代码生成技术。

兵器某所伺服稳定半实物仿真激励测试系统

简介: 恒润科技承担了兵器某所针对数字式全电炮控制系统的伺服系统实验室的建设和集成任务。该实验室包含先进仿真工具、快速控制原型系统、综合配线系统、硬件在回路仿真系统、6 自由度摇摆台、机械臂、控制系统真件、三维视景系统等子系统, 可以通过真假件切换实现不同的试验构型, 满足伺服控制系统设计、调试、测试等不同阶段的试验需求。

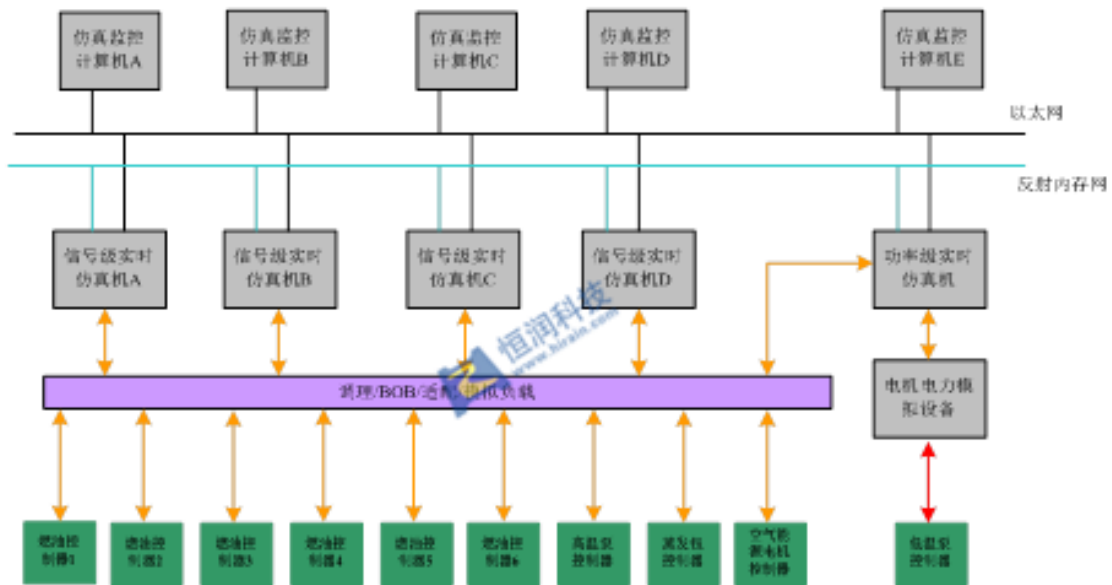


客户收益:

- 建设了可以覆盖基于模型伺服系统研制流程的高复杂度先进实验室, 为数字式全电炮控系统提供基于模型的开发、设计、测试环境;
- 可以实现控制律模型的快速原型仿真验证;
- 可以实现控制器的动态硬件在回路测试;
- 支持炮控系统级的地面实验和实车测试故障复现及定位。

航空某所电机模拟器

简介: 恒润科技承接的航空某所电机模拟器项目, 实现针对某重点型号机型中机电系统多套伺服控制器的硬件在回路测试。通过动态仿真测试技术, 实现该所对控制器供应商的控制器成品的测试验收。



客户收益：

- 可实现对供应商所供控制器的入场验收测试、总线和接口测试、控制功能性能测试；
- 可实现对各种极端工况、故障工况的模拟和测试；
- 该系统可集成于飞机机型大系统实验环境中，实现整机级测试验证。

作为国内领先的电子系统供应商，恒润科技立足于高精度伺服控制技术、大功率变流技术、复杂机电液系统建模技术、高性能实时仿真技术，提供面向电气、机电、动力系统的研制及测试验证环境等先进解决方案。在以上三个系统的仿真测试领域拥有丰富的工程经验，为用户提供高质量的产品和服务；其中，功率级HIL、复杂牵引控制系统测试、供配电系统测试等多个解决方案在国内具有技术领先性；赢得了客户的一致认可，为国防事业的发展贡献了自己的一份力量。