



基于模型的显示软件开发介绍

董勐 / 显示软件设计主管

航空工业洛阳电光设备研究所

目 录

航空工业光电所

- 1 民用光电产品介绍
- 2 基于模型的显示软件开发
- 3 总 结

1

民用光电产品介绍

民用光电产品

航空工业光电所



“智光”汽车平显



智能眼镜

“智光” 汽车平显

航空工业光电所

车载平显衍生至航空机载平显技术，利用一块“透明玻璃”或前风挡玻璃，将车速、转速、导航信息显示在驾驶员前方，解决了“抬头看路、低头看表”的问题；同时，还可加装红外摄像头，实现夜间视景增强，有效提高夜间驾驶安全性。



产品功能

航空工业光电所

平视显示

- 成像车前4m，像面为36寸，视觉效果极佳

路径导航

- 基于高德/百度导航体系开发，简洁/地图两种导航模式选择

深度语音交互

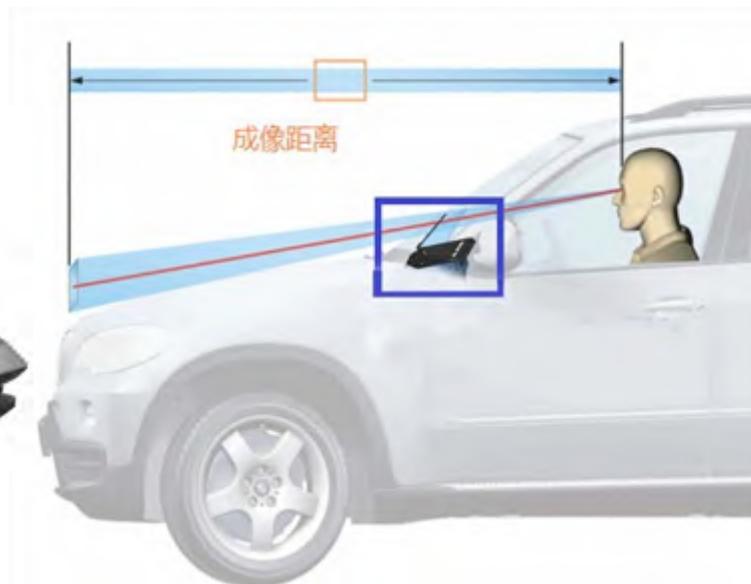
- 深度语义解析，彻底解放双手

OBD

- 准确获取车辆车速、油耗、发动机转速等信息，抬头显示

行车记录

- 1080P高清行车记录视频、音频



产品优势

航空工业光电所

光电所具有丰富的机载座舱瞄准显示设备研制经验，已研制了系列化的航空平显产品，现已成为国内机载平显的唯一供应商，拥有国内最先进的光学仿真、设计、测试验证环境。

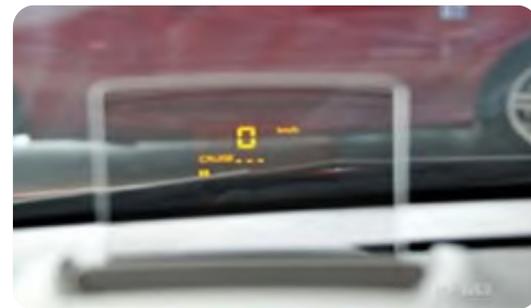
相比现在市面上种类繁多的各型汽车“平显”，我们产品的优势就在出色的光学设计：**视场、成像距离、眼盒远远优于市面竞争产品**。通俗一点讲，对于驾驶者观察HUD的显示画面，“智光”平显相当于在4m远的距离观察43英寸的投影画面，而市面其他产品相当于在1m远的距离观察十几英寸的画面，显示效果的差异可想而知。



淘宝爆款



日本先锋



标致

智能眼镜

航空工业光电所

智能眼镜源于军用头戴显示设备。士兵在观察战场的同时，能够结合显示器中的信息，对作战指令作出快速反应。随着人们在生活中对增强现实的需求增加，传统的军用头显逐渐衍生出眼镜式产品。



产品应用领域

航空工业光电所

头戴式智能眼镜在工业、医疗、社交、娱乐、商务等领域也有着广泛应用前景。

工业

数据分析
流程跟踪
图纸显示



医疗

手术导航
健康提醒
体征记录



社交

视频聊天
文件传输
视觉共享



娱乐

在线游戏
休闲健身
旅游导航



商务

文件审批
视频会议
信息发布



产品样机

航空工业光电所



便携式AR眼镜



沉浸式VR眼镜



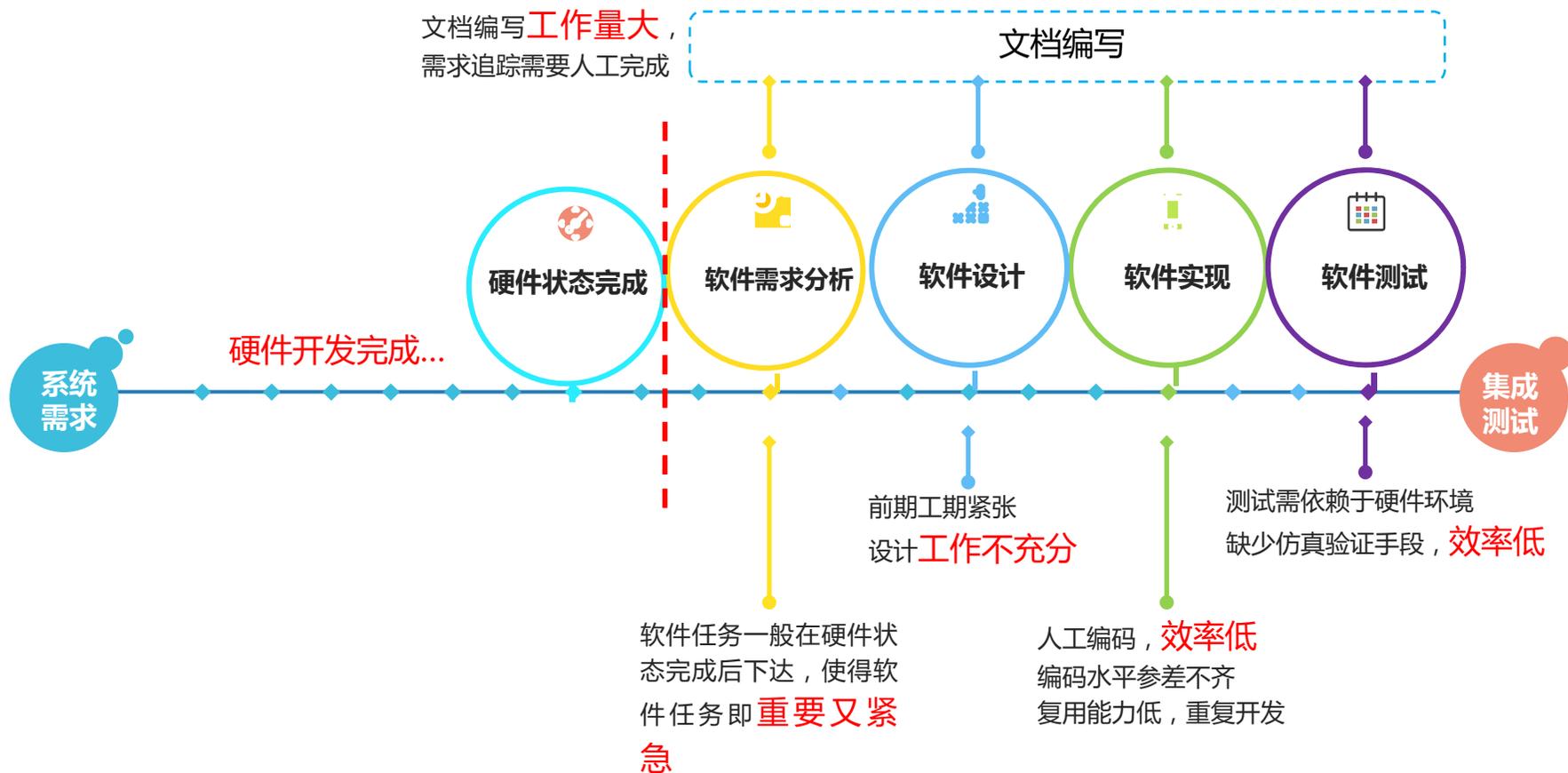
一体式AR眼镜

2

基于模型的显示软件开发

传统开发模式

航空工业光电所



解决思路

痛点

- 1 软件设计人员有限
- 2 软件设计依赖硬件
- 3 开发、测试效率低
- 4 文档编写耗时太长

现状

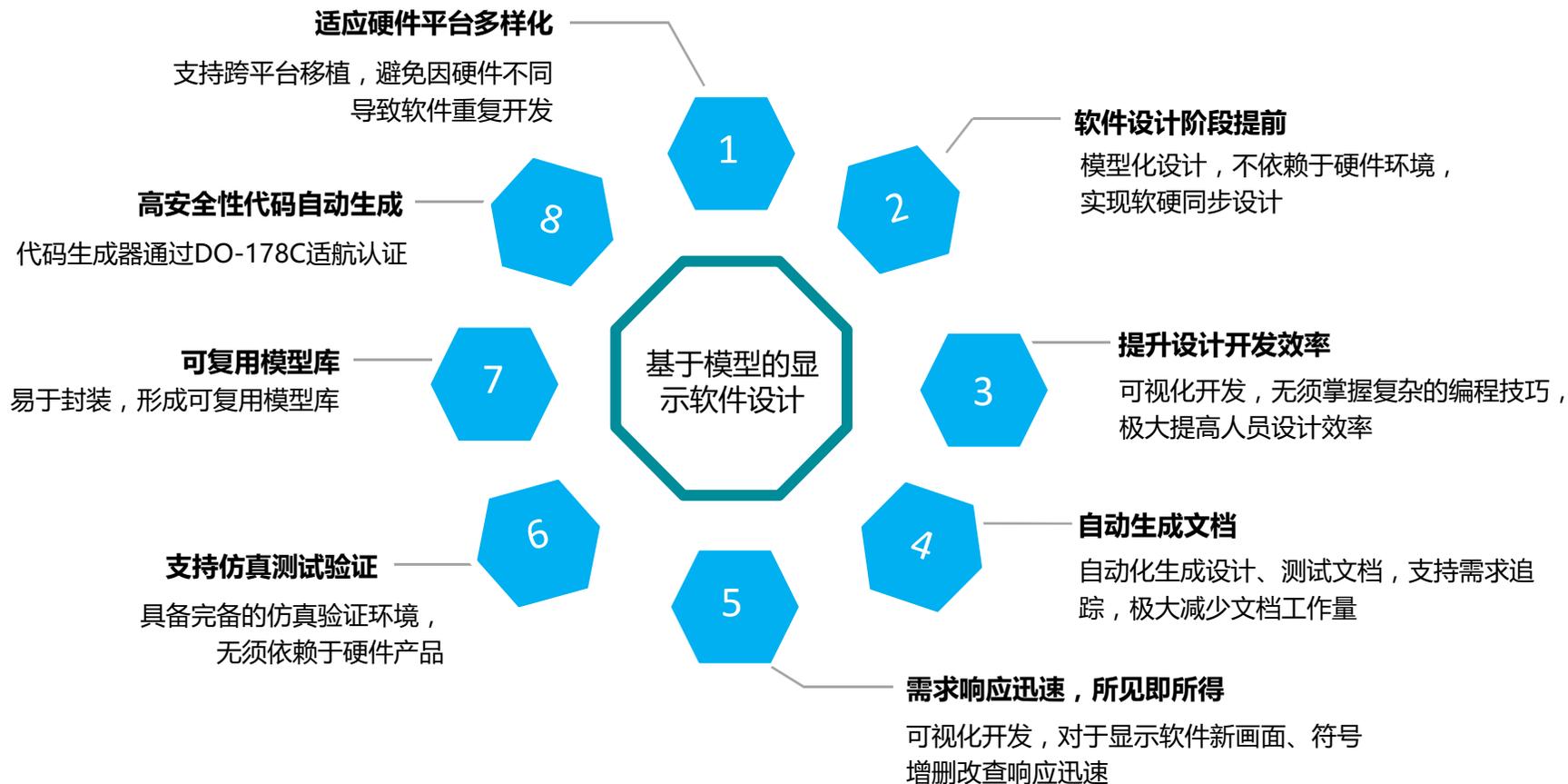
- 1 产品功能越来越复杂
- 2 软件设计越来越复杂
- 3 传统人工编码已不能适应
- 4 寻求新的开发方式已成必然

思路

- 1 探索基于模型的开发方式
- 2 利用图形化工具建模
- 3 提升软件开发验证效率
- 4 自动生成设计、测试报告

模型开发优势

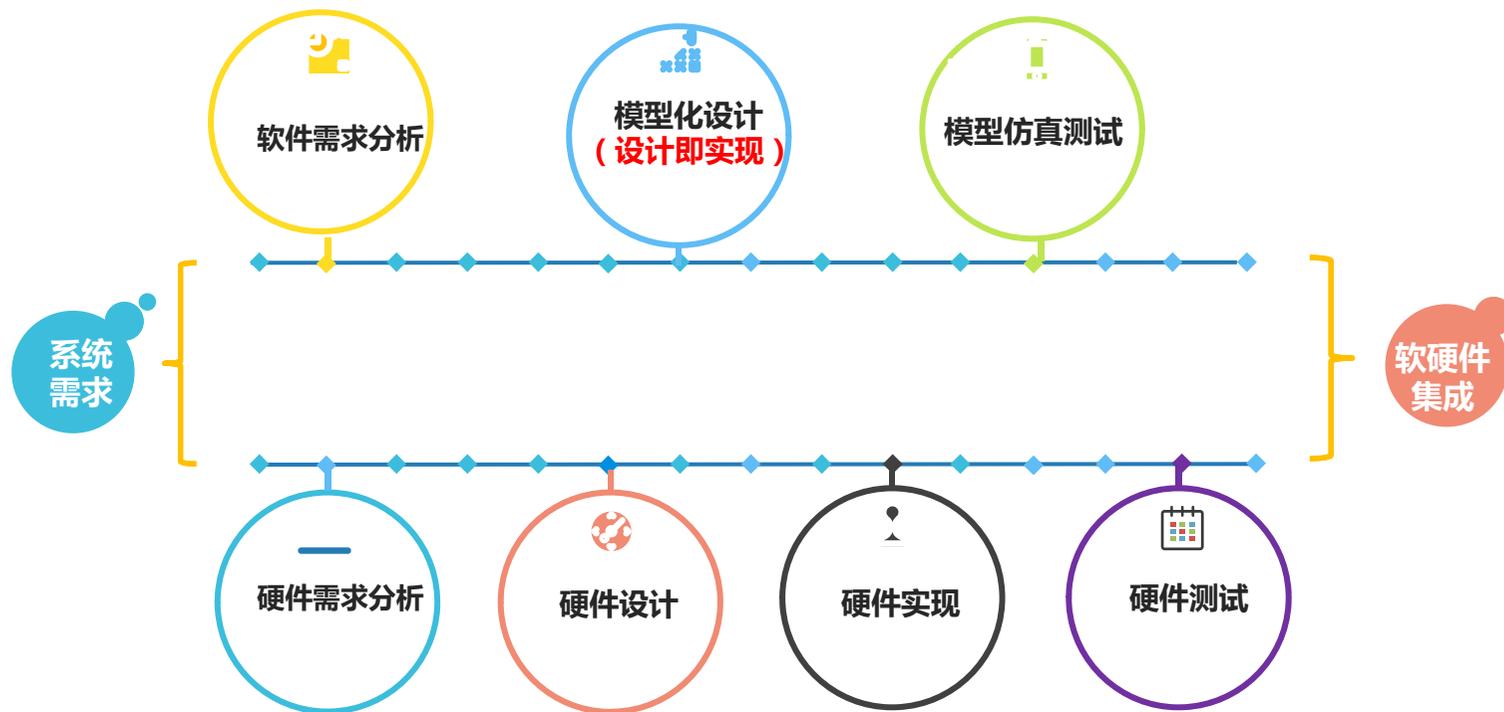
航空工业光电所



软硬件同步设计

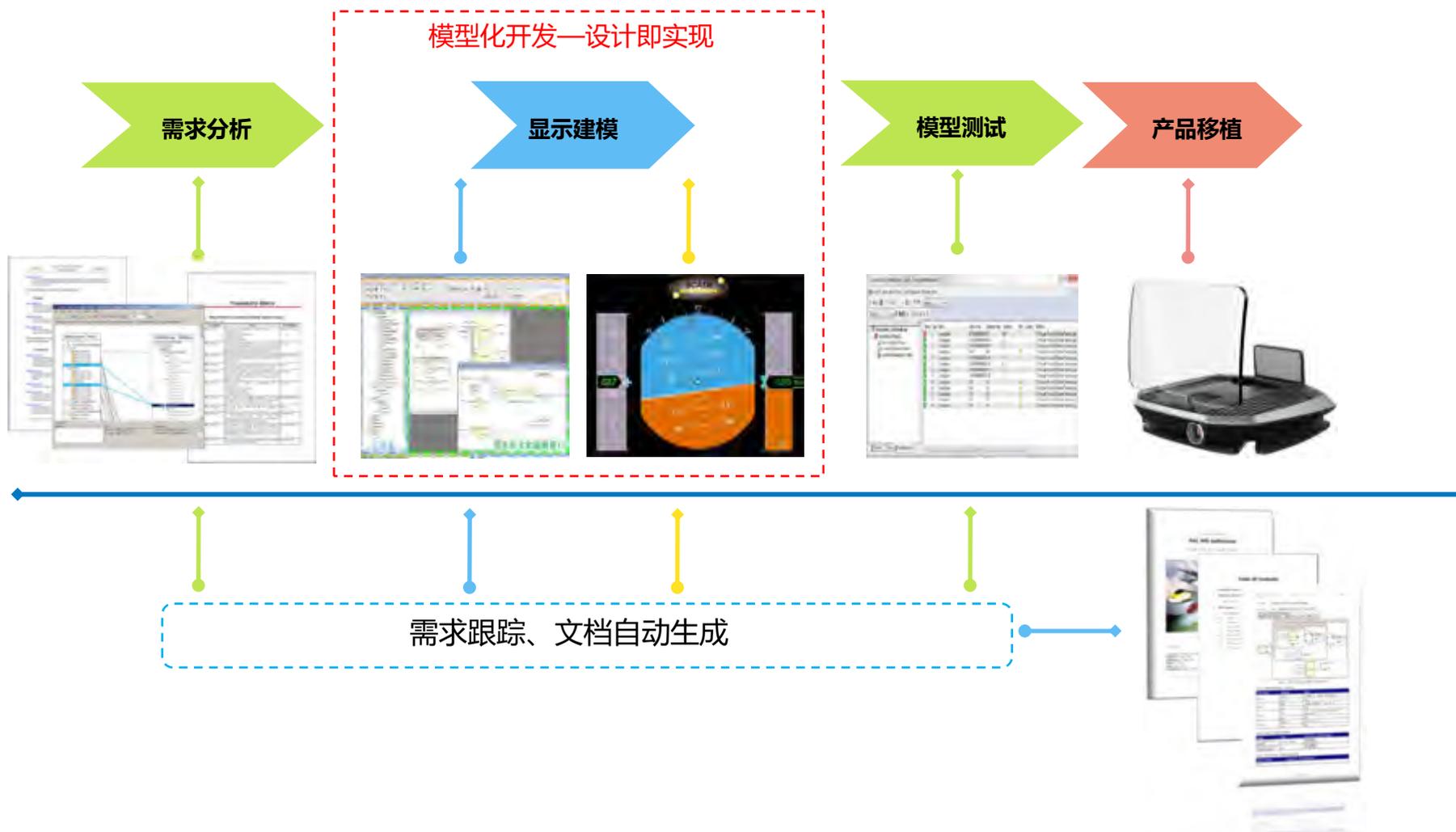
航空工业光电所

软件开发不再受限于硬件状态，软硬件可同步设计，使得软件项目有充足时间进行需求分析、设计和验证，同时，模型设计即实现，提升开发效率。



模型开发流程

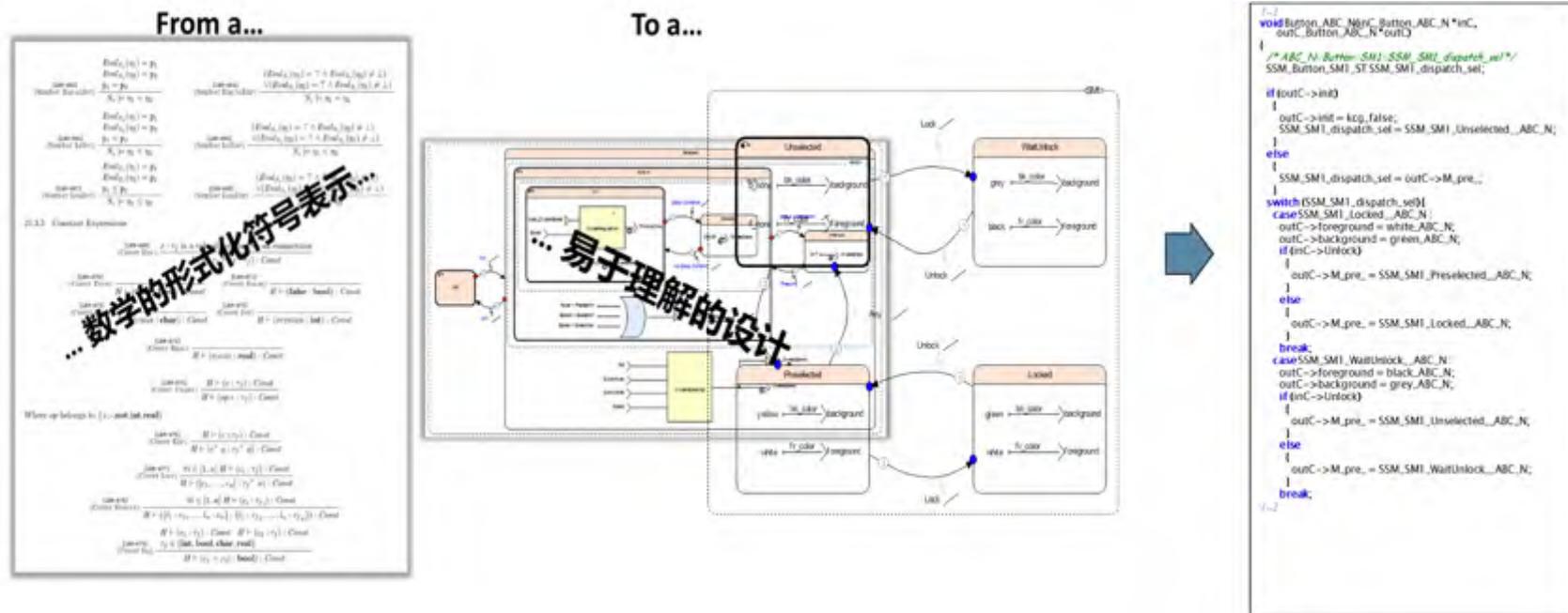
航空工业光电所



模型的工具化开发

航空工业光电所

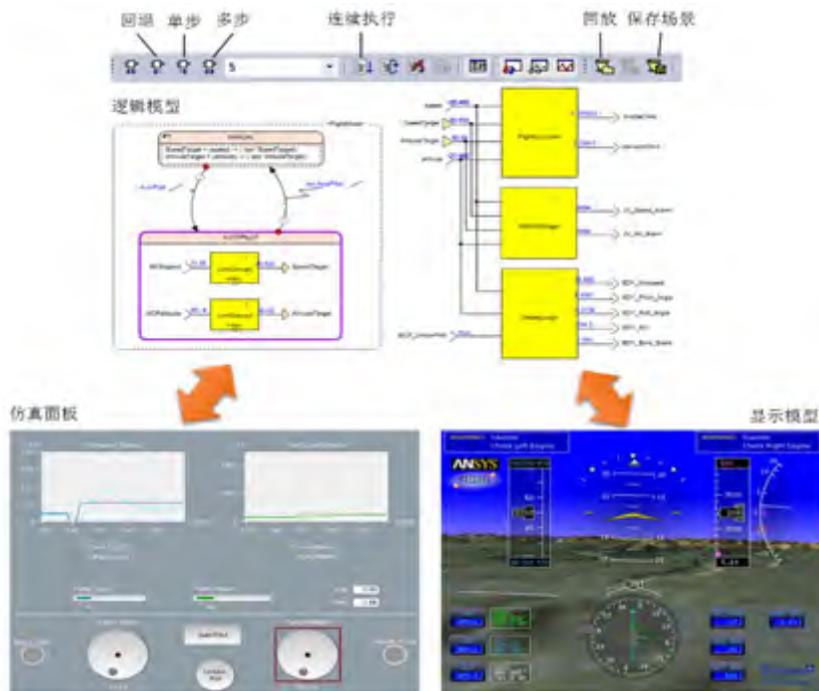
利用图形化建模工具，将数学形式的代码转化为易于理解的**可视化状态机或数据流**，通过代码生成器，保证软件模型、实现代码的**同步和一致性**。



模型的工具化测试

航空工业光电所

利用建模工具，模型调试支持单步、多步、连续运行，在图形上可以很方便观测模型的执行过程以及各数据流上的值，还支持和人机交互界面进行联合调试，支持仿真调试过程的场景录制和回放。



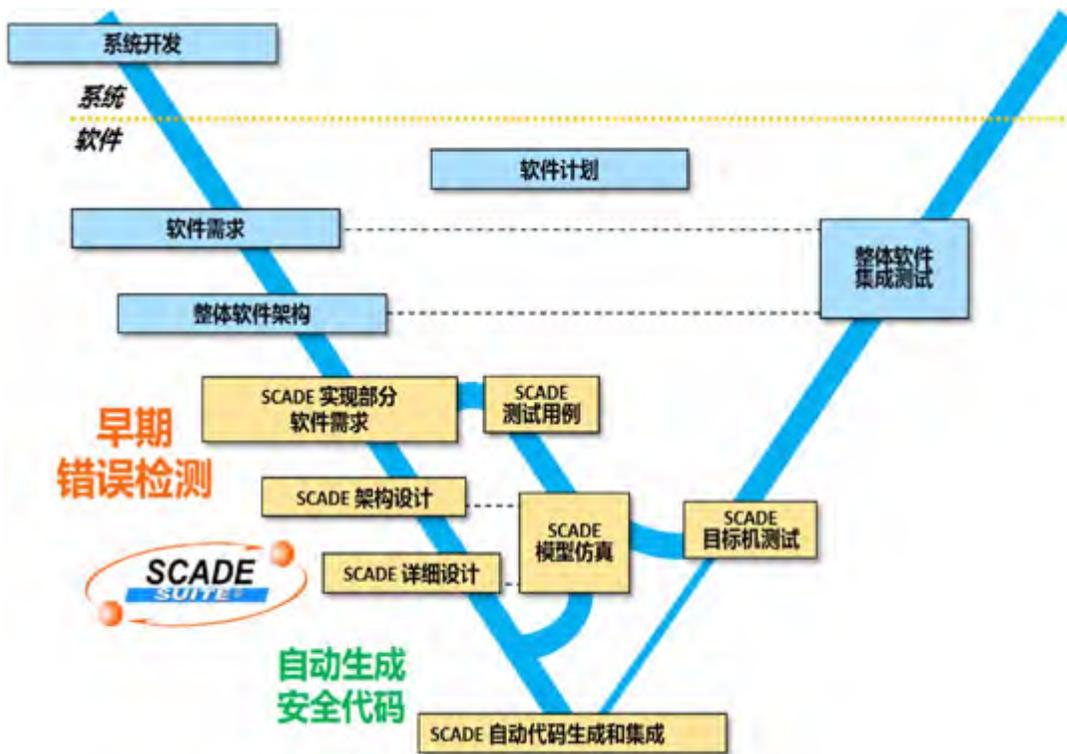
3

总结

最突出的优势

航空工业光电所

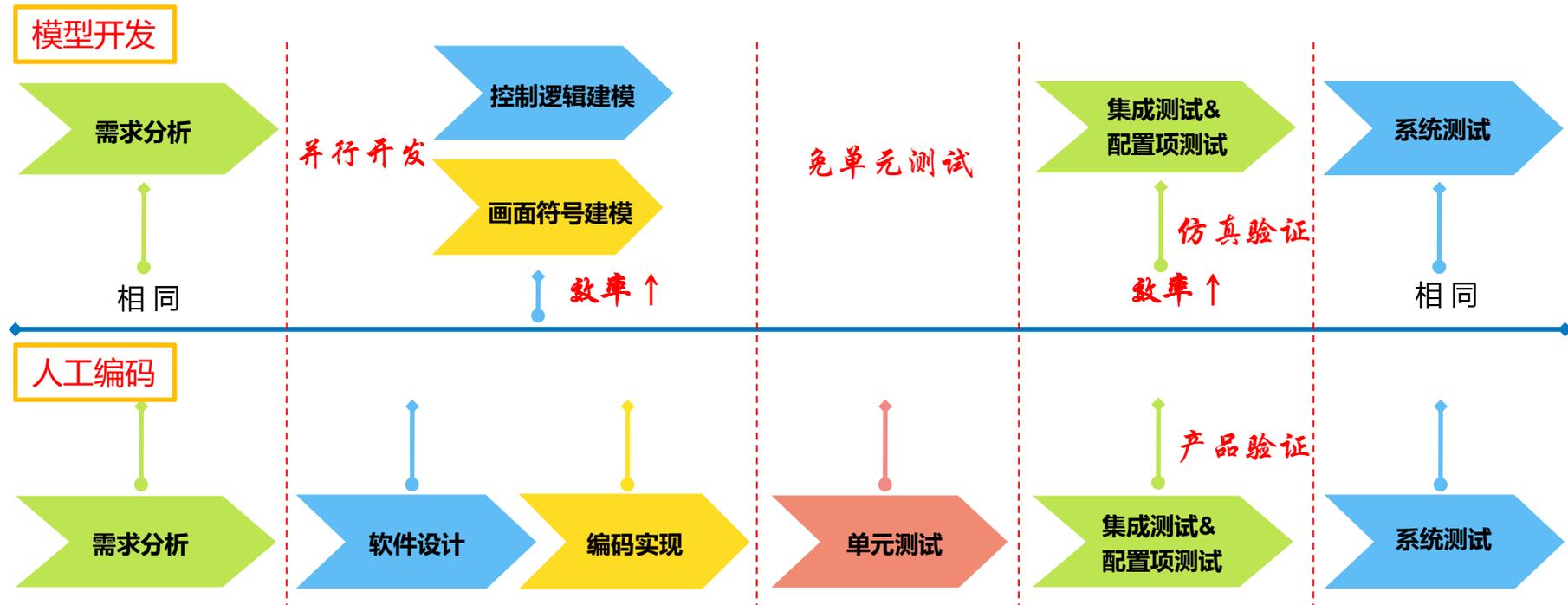
没错，代码生成是一个很大的好处，但，代码生成不是唯一的，也不是最大的好处。最大的好处是**早期验证**。
NASA有研究表明，开发初期引入的BUG，到晚期发现，修复BUG将产生巨大的费用。所以，我们期望能够尽早的发现开发过程中引入的BUG。



开发&验证效率提升

航空工业光电所

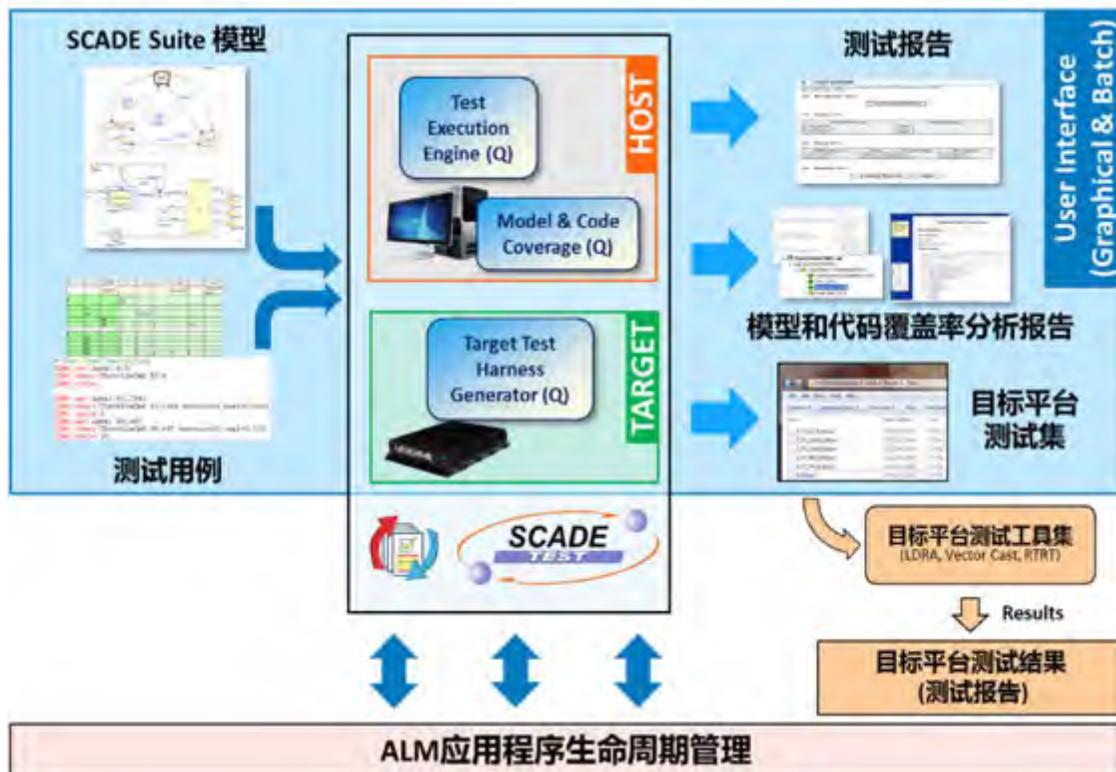
模型开发较传统人工编码方式，在**软件设计**、**编码实现**、**软件测试**3个环节上，利用可视化手段，实现设计与最终结果的所见即所得，提升了软件开发、验证效率。



文档自动生成

航空工业光电所

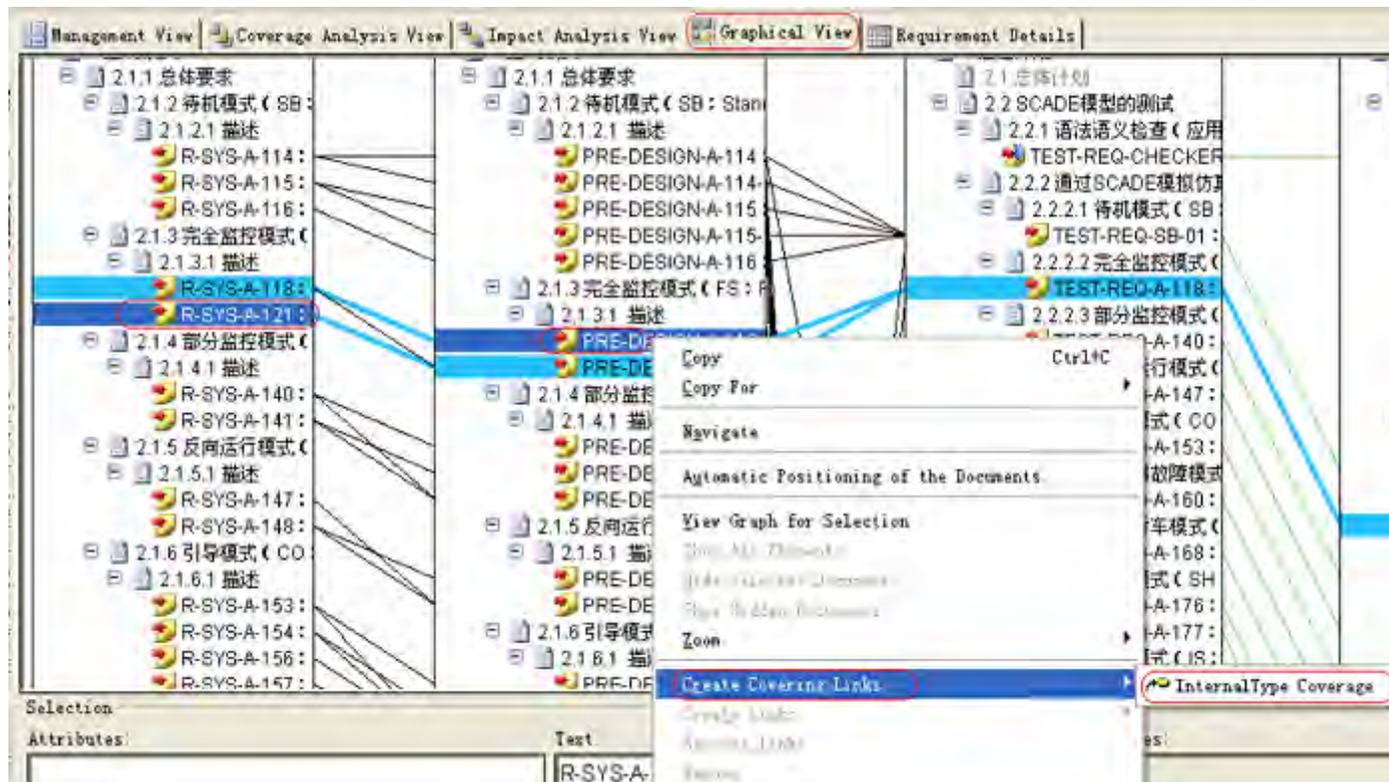
自动生成文档，把设计人员从耗时的设计文档编制和维护工作中解脱出来，同时保证了设计与文档的一致性；支持文档模板的定制，可以通过修改文档生成脚本定制设计文档。



需求可视化追踪

航空工业光电所

从需求条目 → 模型设计工程 → 符号模型对象，完成需求的可视化追踪，提高需求追踪效率，避免人为出错。



上手难易程度

传统人工编码

上手**困难**，对专业技术**要求较高**，要求掌握嵌入式C编程、图形学、OpenGL/ES编程等技能，培训周期**长**

VS

模型开发方式

上手**容易**，对专业技术**要求偏低**，不需要掌握嵌入式或OpenGL编程技能，培训内容**少**，培训周期**短**

HMI工具对比

声明：VAPS XT 3.2.1是我们目前使用的版本，最新的4.x版本增添了许多新特性。

对比项	SCADE更优	VAPS XT更优
技术支持	√	
实时性能	√	
跨平台移植效率	√	
跨平台移植技术难度	√	
画面显示能力	√	
模型验证效率	√	
软件集成调试		相同
开窗口功能		相同
闭塞区功能	√	
画面和符号设计效率		√
控制逻辑设计安全性	√	
系统集成能力		相同

SCADE
V16.2.1



VS

VAPS XT
V3.2.1

模型开发业界实践

Building a Wave Farm with Model-Based Design: Q&A with Carnegie Wave Energy



Jonathan Fiévez
Chief Technical Officer,
Carnegie Wave Energy

Headquartered in Western Australia, Carnegie Wave Energy Limited invented CETO, patented wave energy technology that converts ocean swell into zero-emission renewable power and desalinated freshwater.

What led you to look for a new way of working?

As a startup, we cannot afford a development cycle in which we build a system, test, make changes, and retest. It would cost too much and take too long to build even a scale model of our full system. We decided to put the engineering effort into virtual prototyping and simulation so that we get the design right first.



As engineering tools, MATLAB and Simulink provide **significant value**. They are just as valuable as innovation tools because they enable us to **quickly test ideas** that we would otherwise never try.

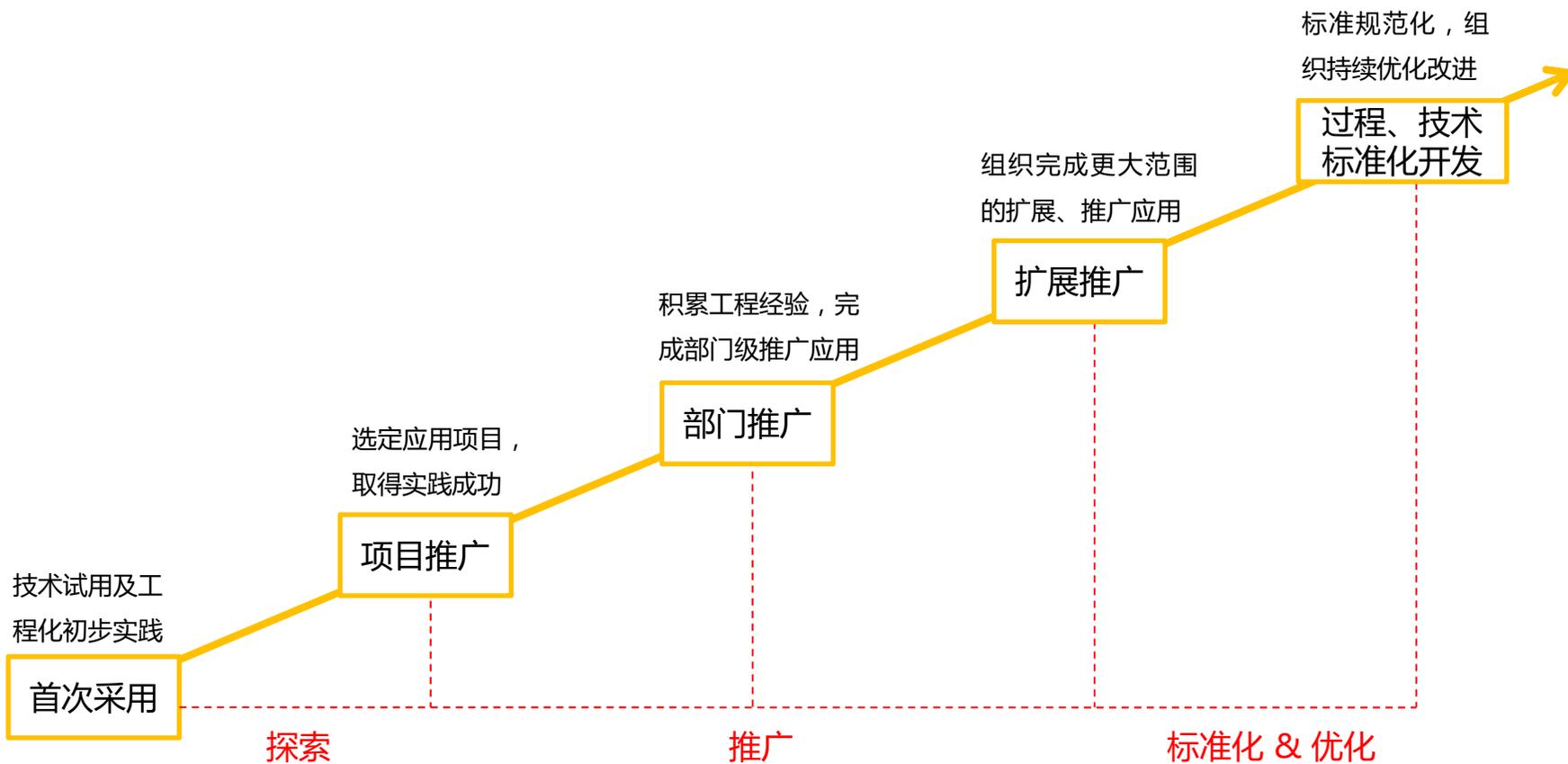
— Jonathan Fiévez, Carnegie Wave Energy

航空工业光电所

- 1 模型开发比人工编码快6倍
- 2 模型开发能够减少风险、节约时间、降低成本、提高效益
- 3 模型开发能够尽早的开展验证
- 4 在系统建立之前即修正了问题和错误
- 5 以往基于硬件环境的测试需要1周，而基于模型的仿真和验证只需30分钟
- 6 比计划的时间提早了40%完成
- 7 开发成本降低了10倍
- 8 更快产生知识，加速系统构建，投放市场
- 9 提供给我们快速验证idea的能力，否则我们可能永远也不会尝试

模型开发成熟度

航空工业光电所



结论

模型开发较传统人工编码方式，在**软件设计**、**编码实现**、**软件测试**3个环节上，利用可视化手段，实现设计与最终结果的所见即所得，提升了软件开发、验证效率。

对比项	传统人工编码	模型开发方式
专业要求	专业技能要求 高	可视化设计，技能要求 低
培训周期	周期较 长	周期较 短
开发效率	人工编码，效率 低	图形化建模，效率 高
测试验证	依赖硬件环境，效率 低	免单元测试，支持集成仿真，效率 高
文档生成	人工 编写，效率 低	自动 生成设计文档、测试报告
需求追踪	人工梳理，效率 低 ，易出 错	可视化 完成需求追踪
移植性	人工移植，工作量 大	自动生成平台 无关 代码
维护性	维护代码、 不 直观	维护可视化模型，直观 易 维护
安全性	跟编程 水平 相关	符合适航 DO-178C 认证
复用性	跟编程 水平 相关	易于创建可视化 图形 复用库



感谢聆听

