

ANSYS®



仿真
新时代

2017 ANSYS用户技术大会

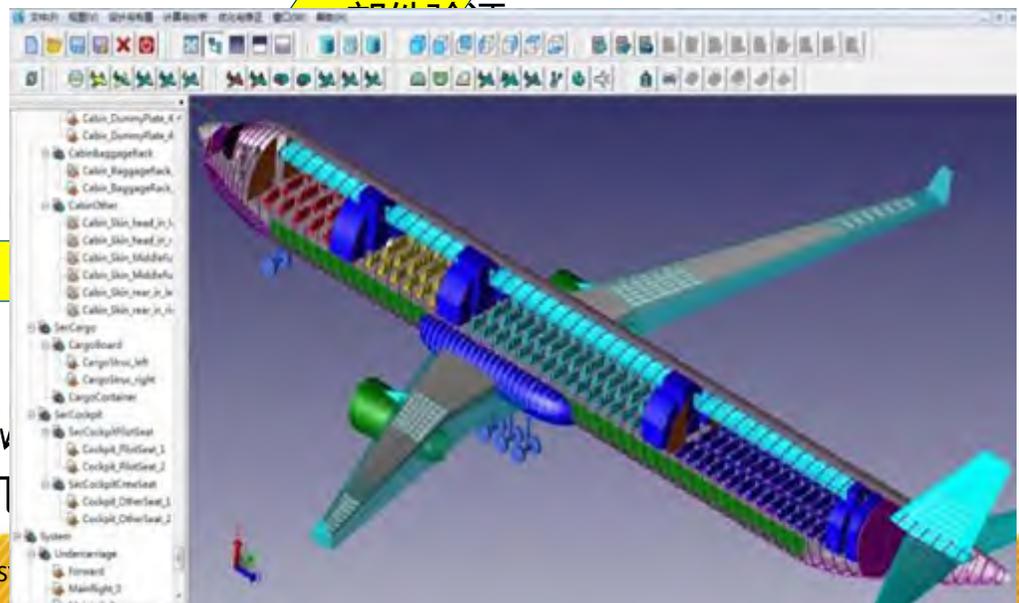
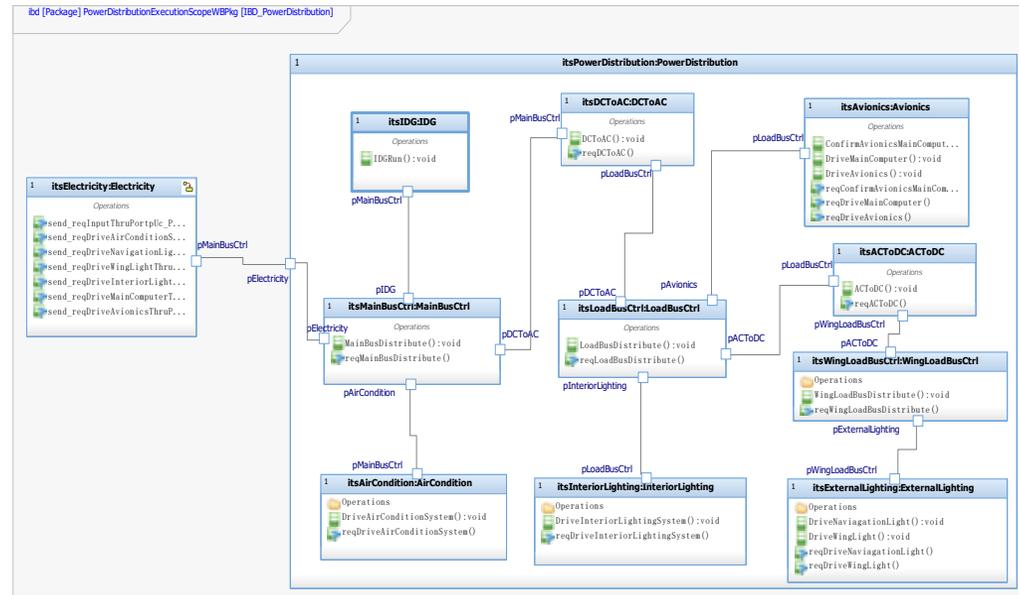
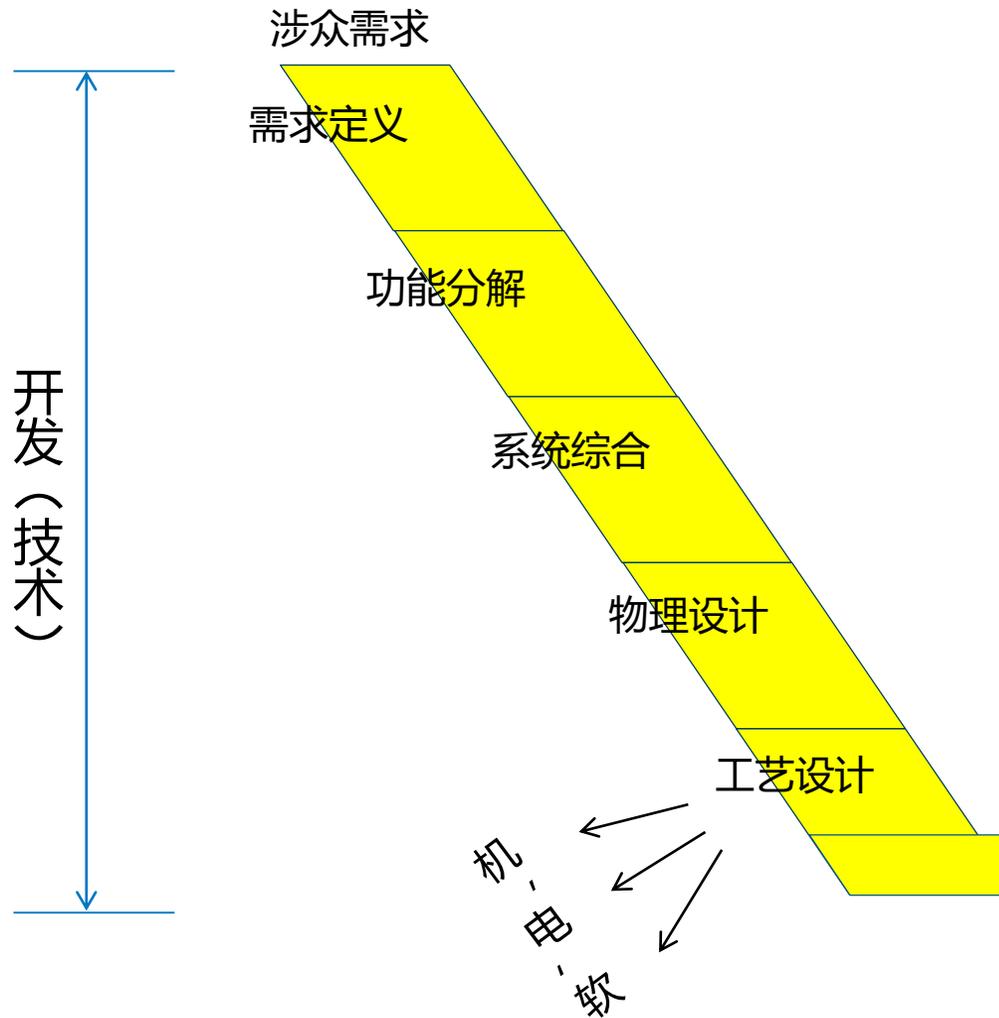
中国·烟台

要么仿真，要么被打败

田锋/ 高级副总裁

安世亚太

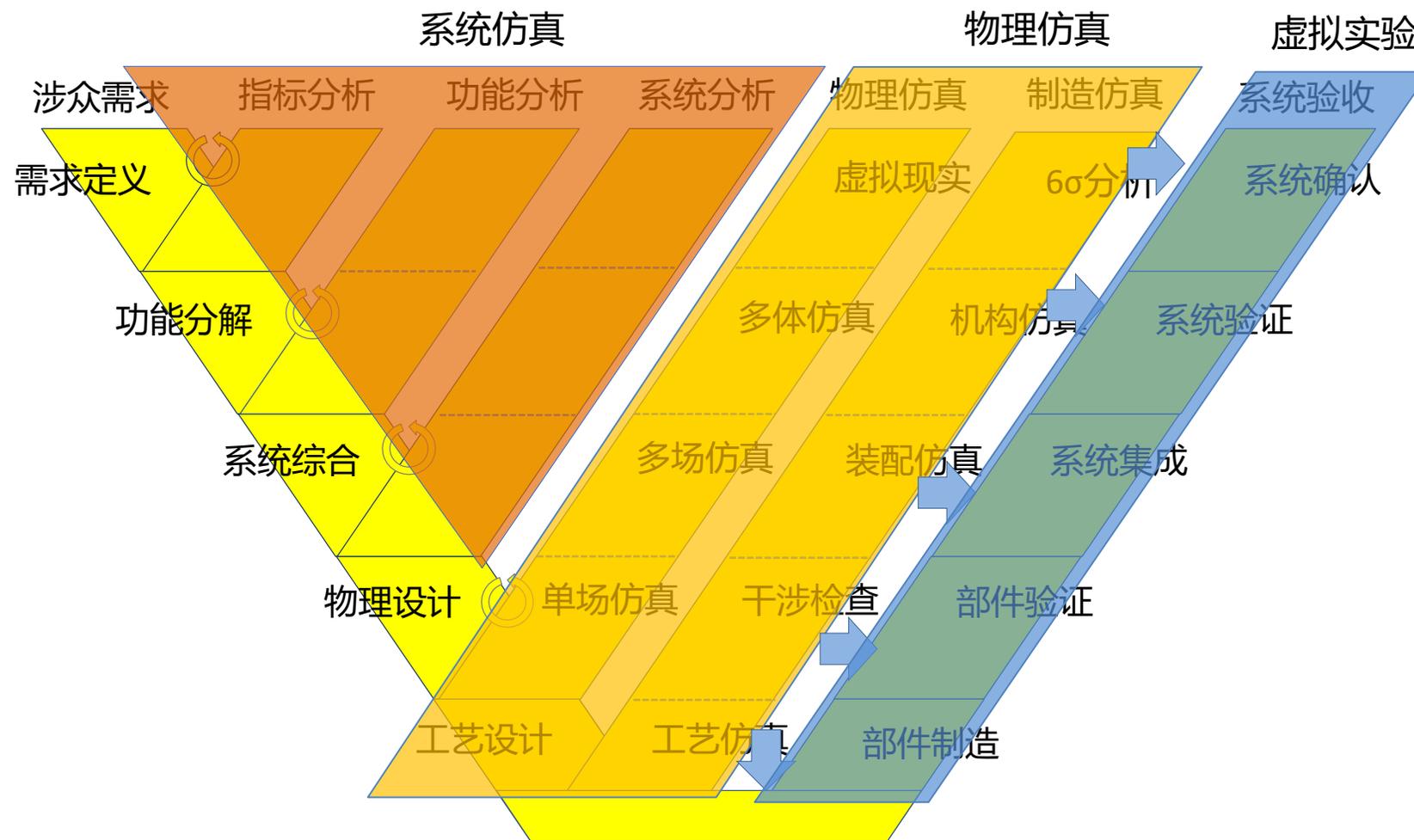
复杂工业产品研发体系的技术过程



系统开发

物理开发

工业仿真体系的构成与应用范围



仿真技术在中国工业的效能发挥未达到应有的水平！

仿真条件差别不大

- 使用的软硬件无差别，数量和版本甚至优于标杆企业
- 使用人员并无差别，标杆企业中国籍仿真人员比比皆是

标杆企业

- 仿真驱动研发
- 仿真是设计的必修课
- 仿真结果替代试验
- 研发全程的设计依据

仿真命运天壤之别

国内企业

- 仿真锦上添花
- 仿真是设计的选修课
- 仿真是试验的附属品
- 研发后期的设计校核

企业人士如是说：

高层说：中国企业人才断层，人员偏年轻，欠缺高水平人才

中层说：软件太多，使用太随意，谁想用哪个用哪个，没个规矩

专家说：年轻人太浮躁，都愿“学而优则仕”，坚守技术者寥寥

仿真者说：仿真与设计收入倒挂，画图比算题挣得多，吃的是草挤的是奶

设计者说：计算结果波动，和试验结果不符，不能作为设计依据

资深者说：缺少知识沉淀，缺乏工程经验，新人干不好

初学者说：软件应该客户化，工作过程应该模板化，老人不爱干

信息部说：软硬件选型随意，缺乏规划，资源不共享，重复购买

专业室说：不知道软件在何时用、在哪里用、用什么功能、怎么用才对

企业重设计轻仿真、重软件轻人才、重使用轻规范！

中国仿真缺什么？

不缺：软件培训手册、使用指南、使用技巧、使用案例

缺：与产品设计及研发流程相适应的仿真规范和标准

不缺：软件使用人员，软件培训课程，身怀绝技的毕业生

缺：有利于人才培养、考核与激励的组织体系和文化环境

不缺：软件需求部门、采购经费、招标流程

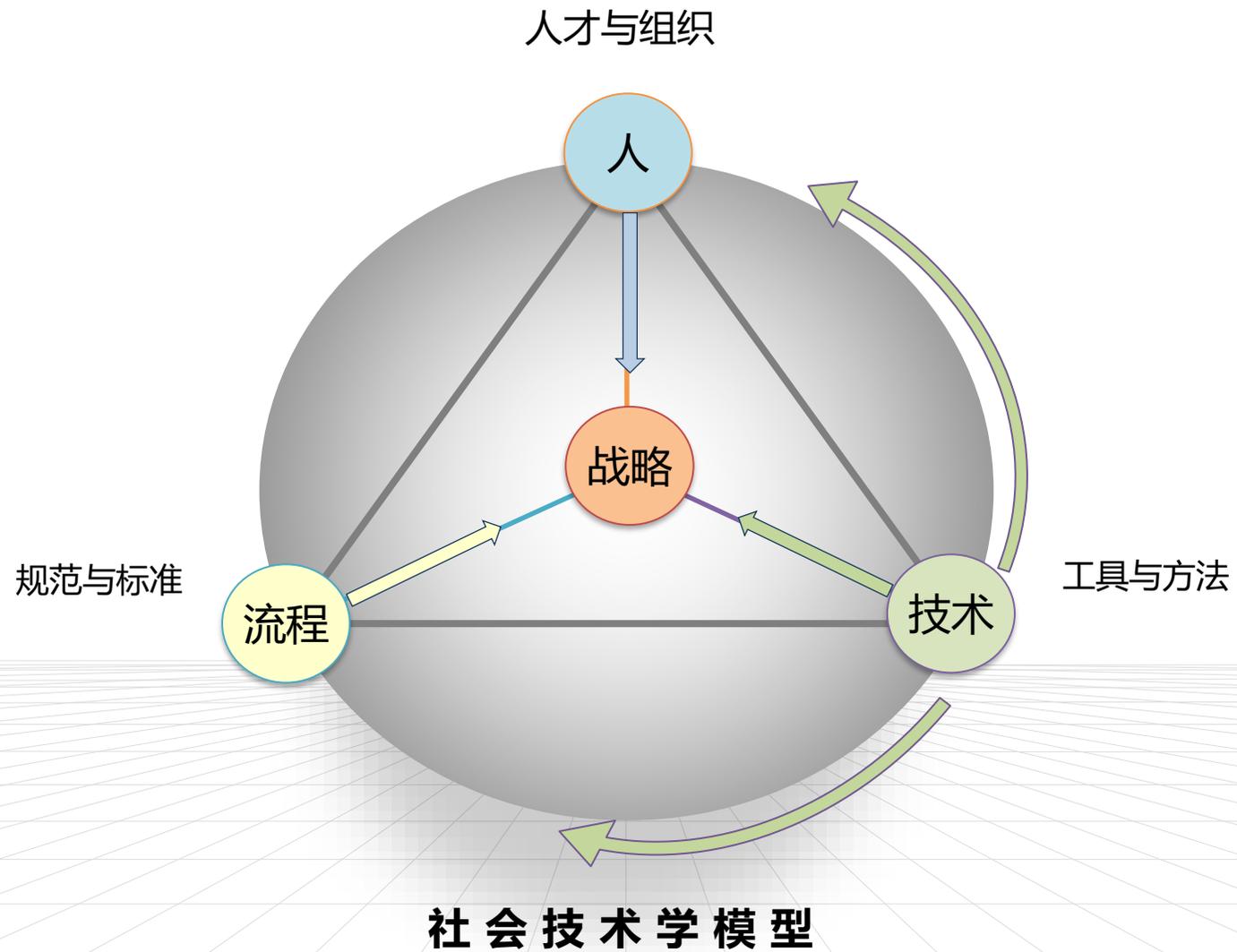
缺：仿真装备（软硬件）的体系规划和建设路径

缺：基于知识的仿真平台

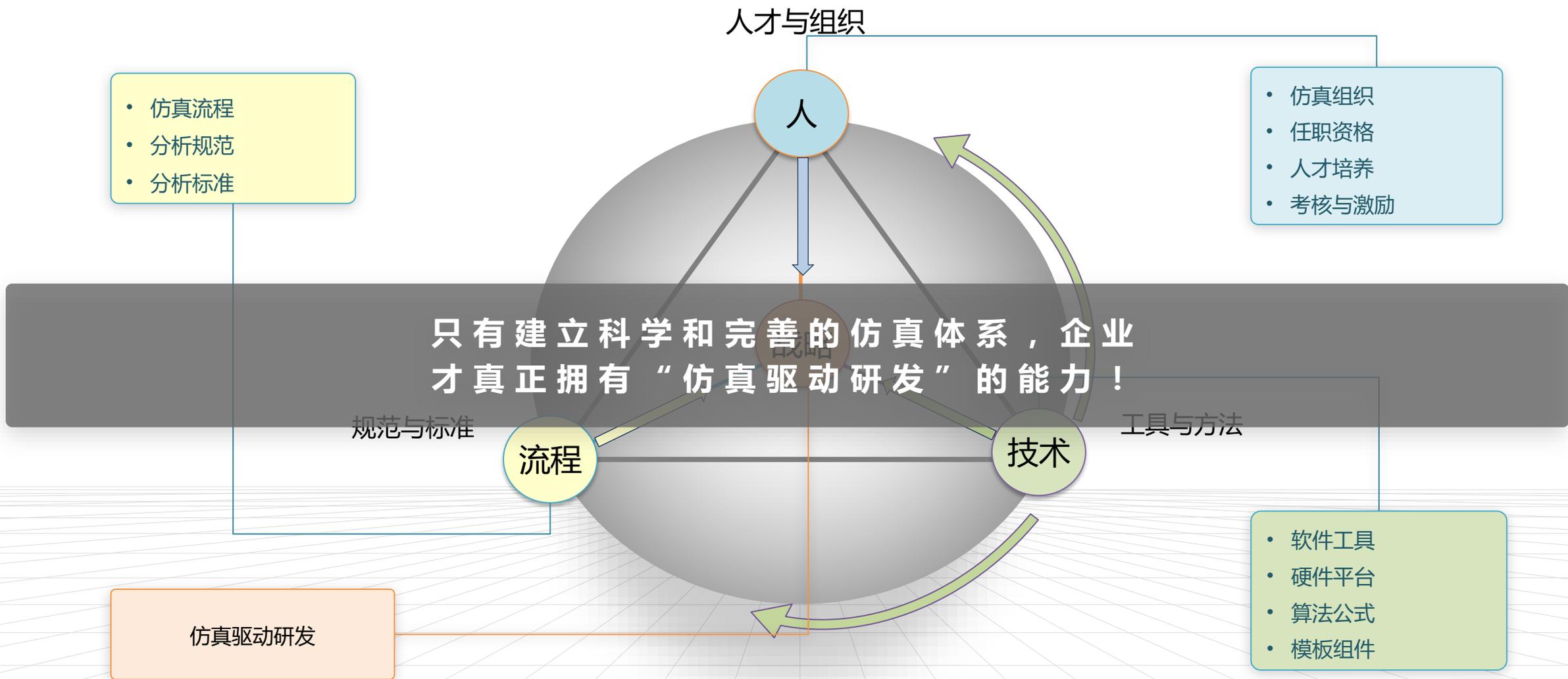
缺：恰当的仿真战略

中国企业的仿真发展需要体系化推动！

社会技术学模型



企业仿真体系模型



企业仿真体系模型

仿真战略：仿真驱动研发

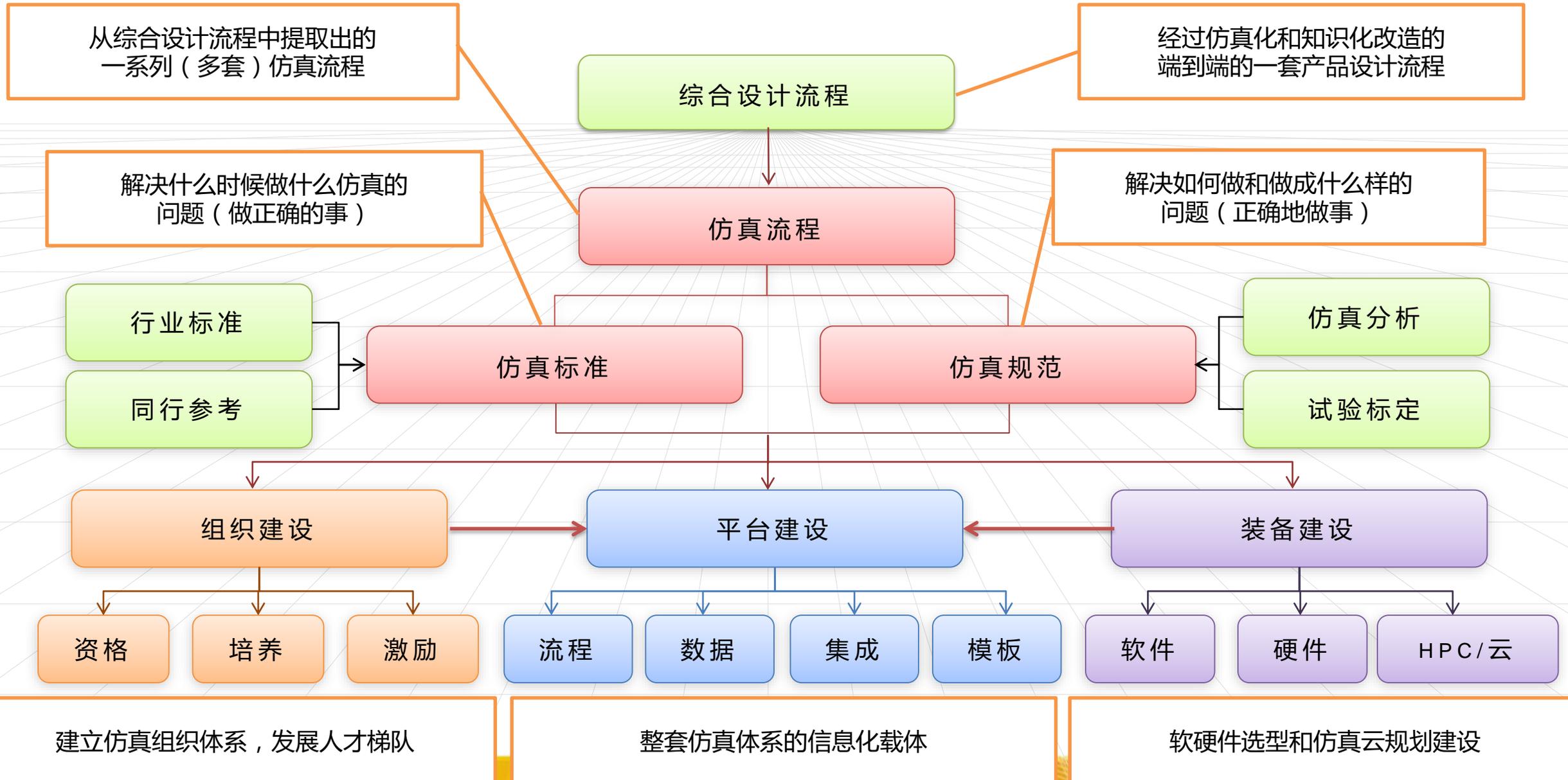
仿真驱动研发就是在正确的时候做正确的仿真，并且把仿真做正确

用不用仿真不再是竞争力要素，知道在哪里用仿真才是重要的，如何用好仿真更为重要

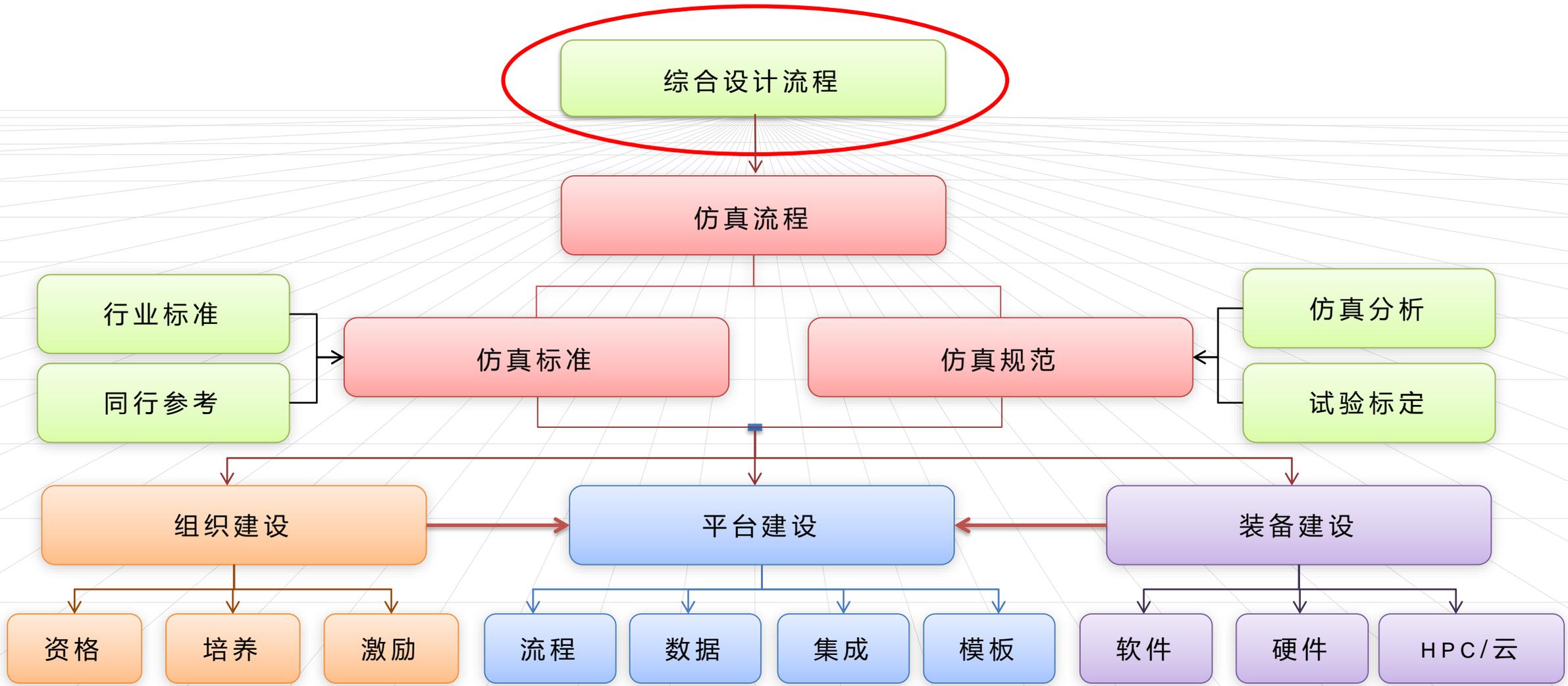
分析产品研发流程，找到研发流程中仿真价值最大的环节，在此凝聚正确的仿真资源

如何让仿真资源在这些环节高效正确应用，获得稳定仿真结果，成为设计依据

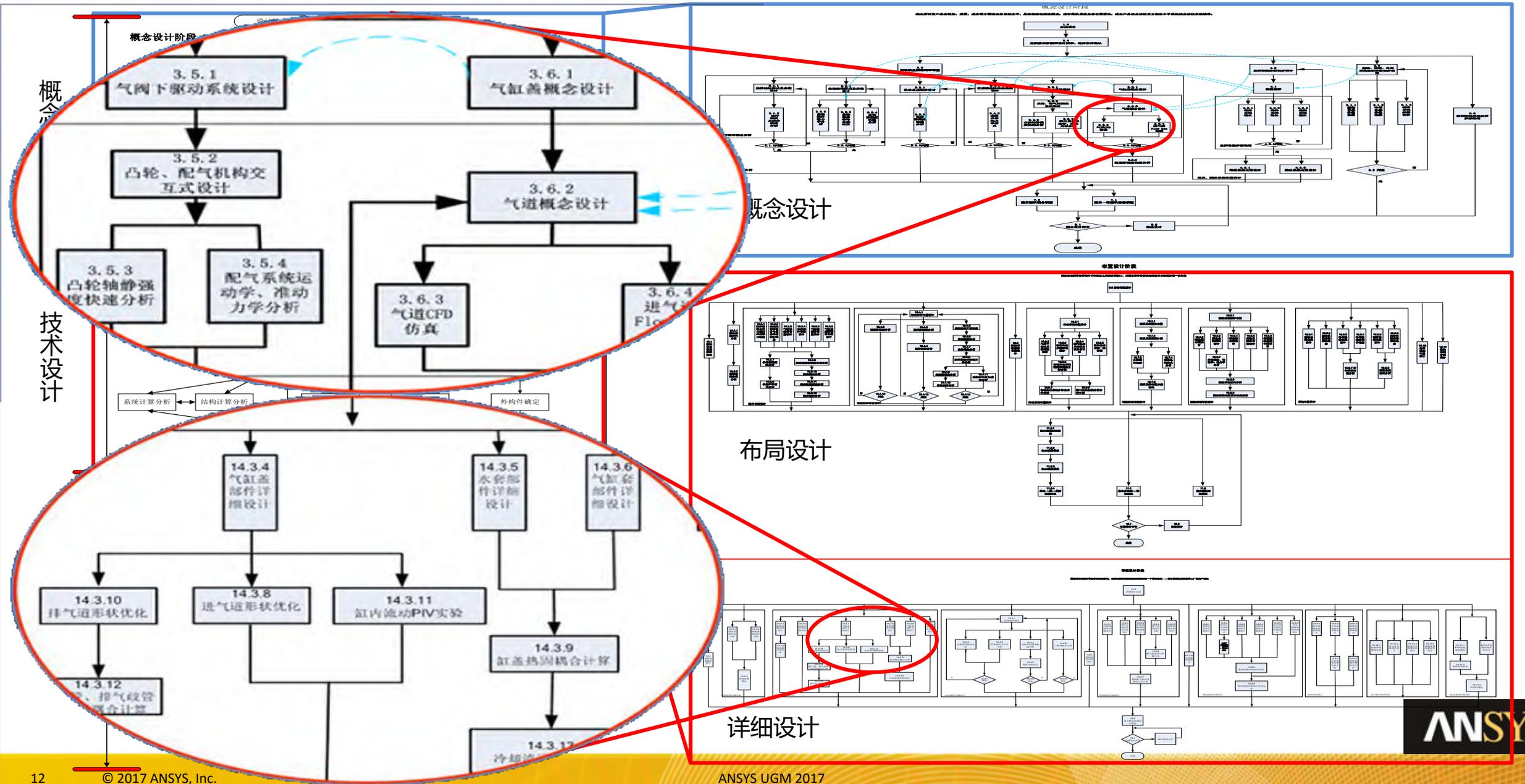
企业仿真体系建设路线图（企业仿真体系框架）



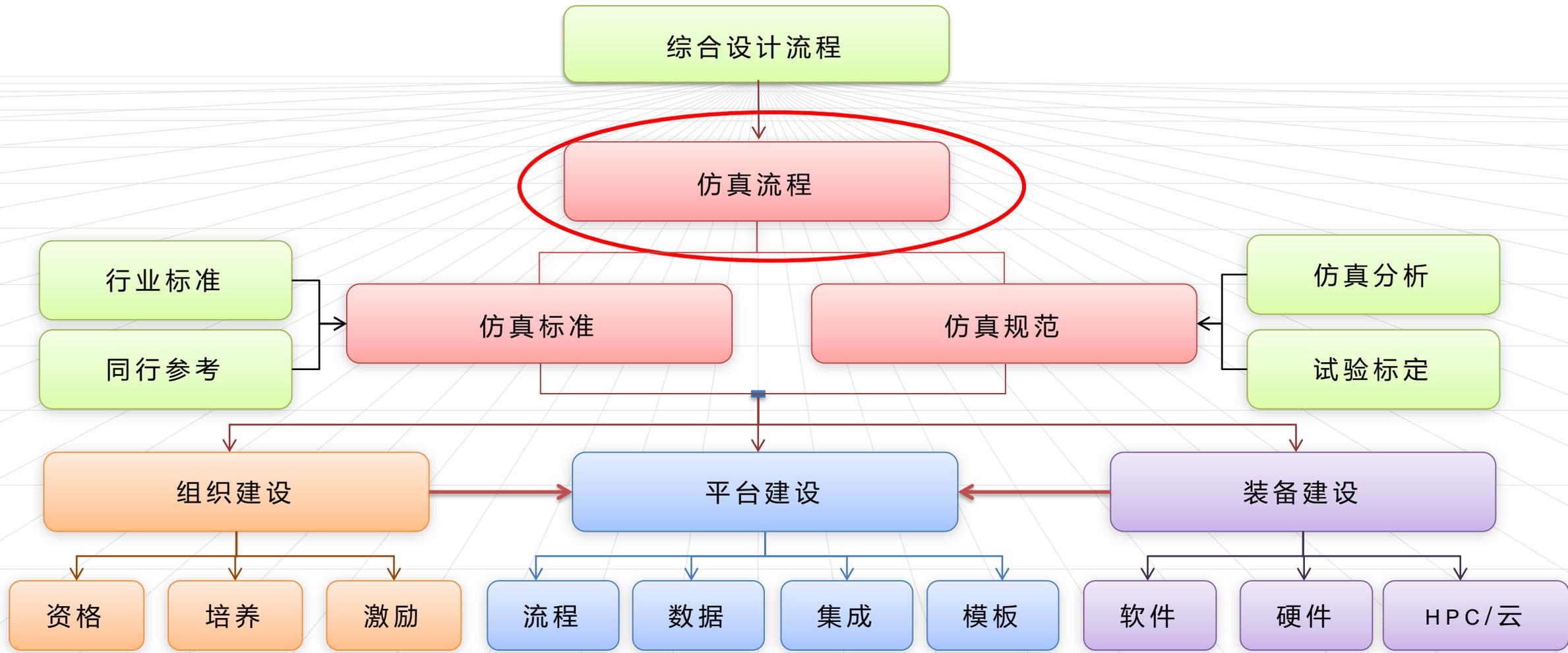
综合设计流程是知识化和仿真化的设计流程



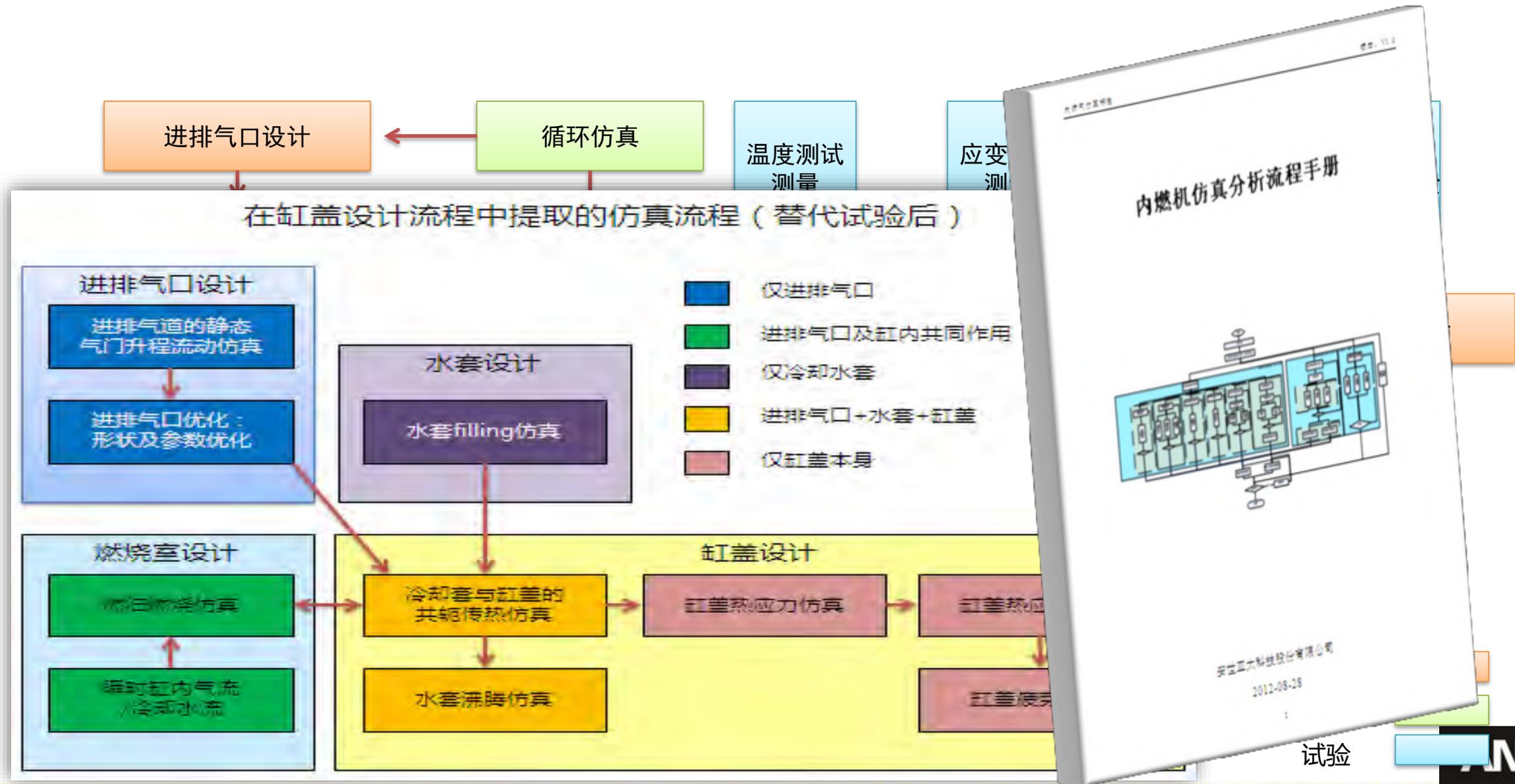
知识化和仿真化的设计流程（综合设计流程）



根据综合设计流程提取仿真流程

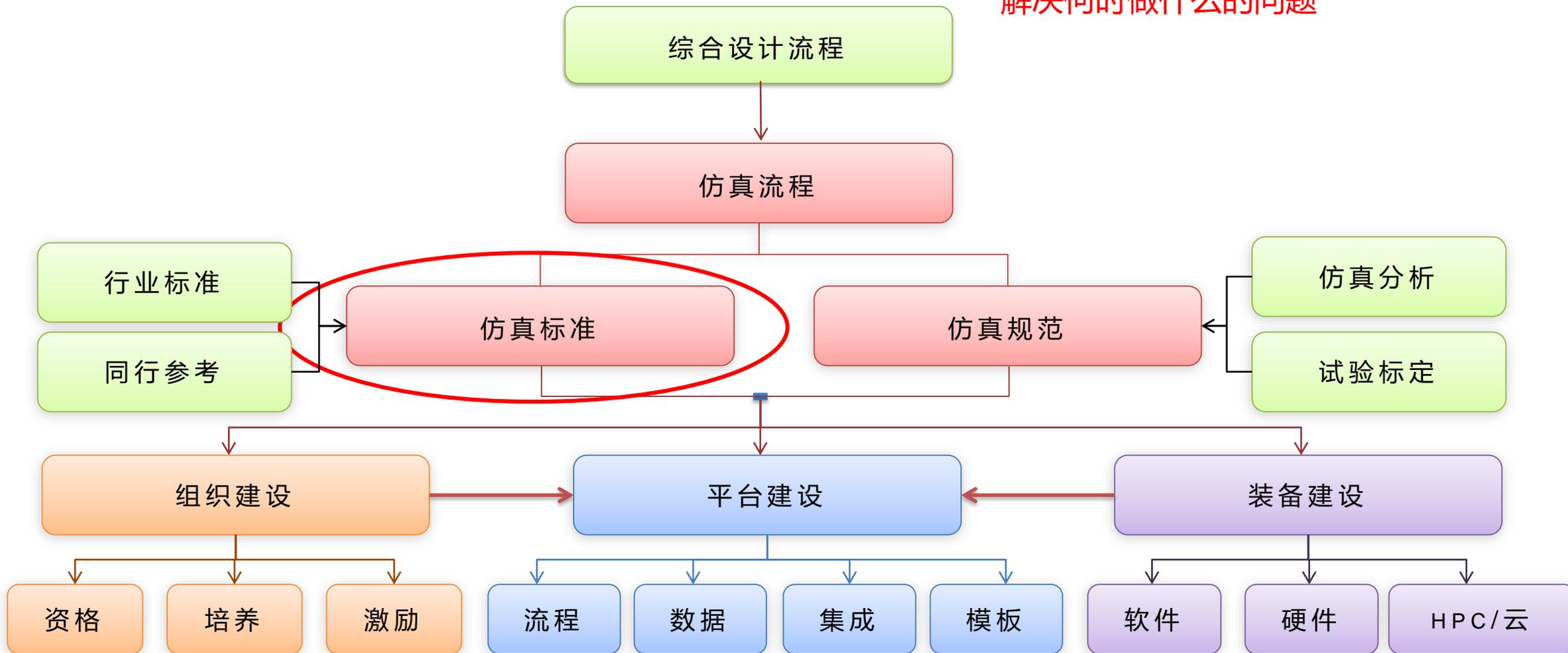


实例：缸盖综合设计过程提取仿真流程

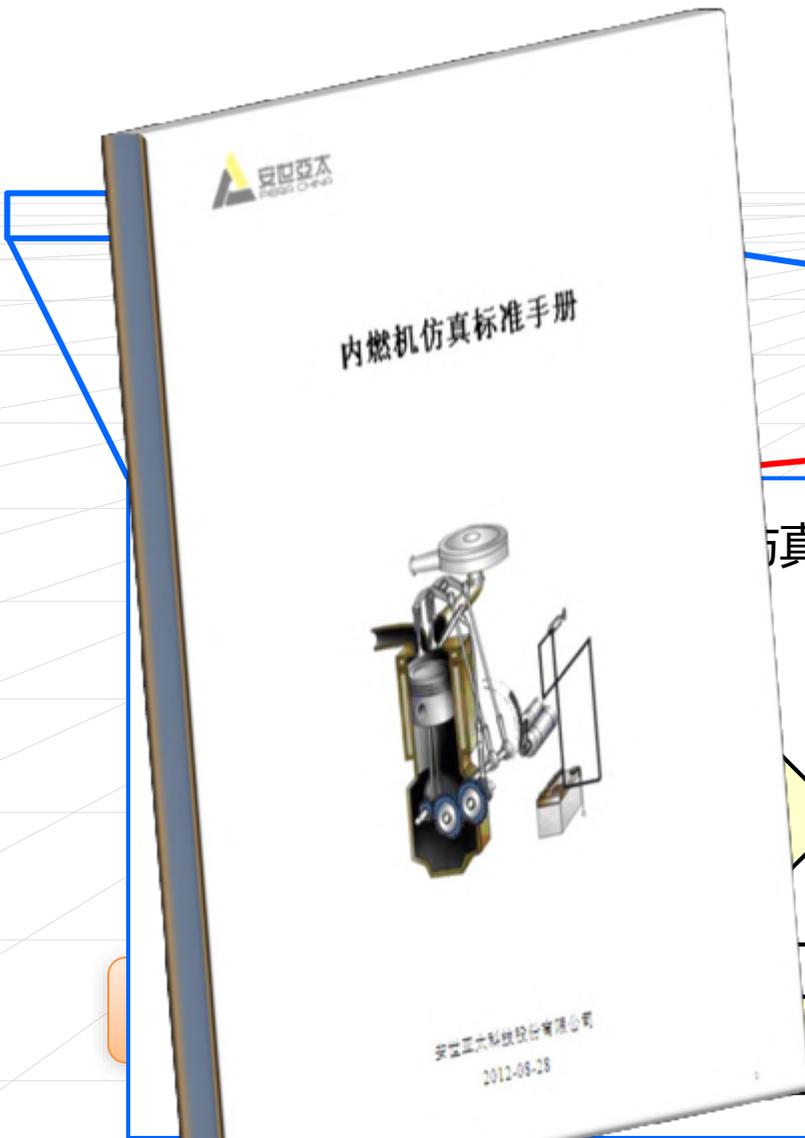


企业仿真标准建设

解决何时做什么的问题



企业仿真标准建设



仿真标准中仿真

执行人

10.4.5 曲轴刚体平衡分析	
参与此步骤的部门、角色	设计工程师

此步骤的	步骤 7.1 建立一维整机性能模型	
使用的工	参与此步骤的部门、角色	设计工程师
输入数据	此步骤的业务描述	在 4.1 的基础上，利用概念设计的结果，建立一维整机性能模型
使用的工具软件	ANSYS Workbench	

输出数据	输入数据	
10.4.6 曲	步骤 10.3.10 机体模态分析	
参与此步	参与此步骤的部门、角色	设计工程师
此步骤的	此步骤的业务描述	进行机体模态分析
使用的工	使用的工具软件	ANSYS Workbench
输入数据	输入数据及来源	10.3.1 机体 3D 模型
输出数据	输出数据及去向	机体模态仿真分析报告 (输出至 12.1)

输出数据	步骤 10.3.11 机体缸盖模态分析	
	参与此步骤的部门、角色	设计工程师
	此步骤的业务描述	进行机体缸盖模态仿真分析
	使用的工具软件	ANSYS Workbench
	输入数据及来源	10.3.1 机体 3D 模型 10.3.3 汽缸套 3D 模型
	输出数据及去向	机体缸盖模态仿真分析报告 (输出至 12.1)

解决怎么做、做成什么样的问题

01. 计算软件的选取

规范名称

模型处理

1. 为了确保精度，根据装配关系...
2. 由于与相邻零部件较小，可以...
3. 分析模型身、大端、螺钉外，可包含在模型中

几何简化原则

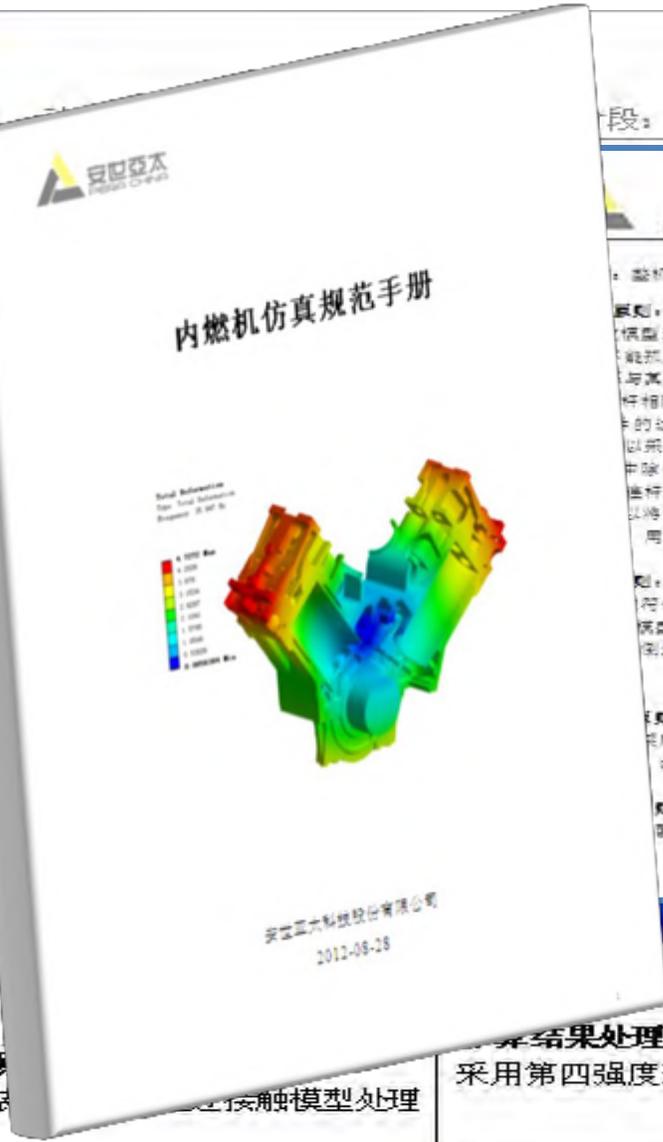
1. 几何模型
2. Pro/E几何
3. 简化所有

网格与单元

1. 分析模型
2. 单元尺寸

接触与装配

过盈配合的装配... 接触模型处理



阶段: 详细设计 **时间**

整机性能分析规范 **通用阶段: 详细设计** **时间: 2012年8月** **密级: 机密**

规范名称: 整机性能分析规范 **特征图片:**

模型处理原则:

1. 为了确定模型边界条件, 获得较高的计算精度, 不能孤立地对零件建模, 应该根据装配关系与其相邻零件一起建模。
2. 由于与连杆相隔较远, 根据连续介质假设, 相邻零件的边界及作用载荷对连杆影响较小, 可以采用忽略处理。
3. 分析模型中除包括连杆自身的小端、杆身、大端、连杆盖、衬套、连杆瓦和连杆螺钉外, 可以将曲轴连杆轴颈的一部分包含在模型中, 用以施加位移约束。

几何简化原则:

1. 几何模型应符合 2.2.3 的要求
2. Pro/E 几何模型和 UG 几何模型
3. 简化所有小倒角和小孔

网格与单元原则:

1. 分析模型采用完全体单元
2. 单元尺寸: 为他的 0.3 倍

接触与装配原则:

过盈配合的装配作用力通过接触模型处理

计算结果处理:

采用第四强度理论来进行简单的强度校核

规范编号: KN-KX-ZJ-005

载荷处理原则:

1. 装配作用力: 过盈配合通过接触计算获得; 惯性作用力通过基于伸长量或扭矩的经验公式获得

求解设置原则:

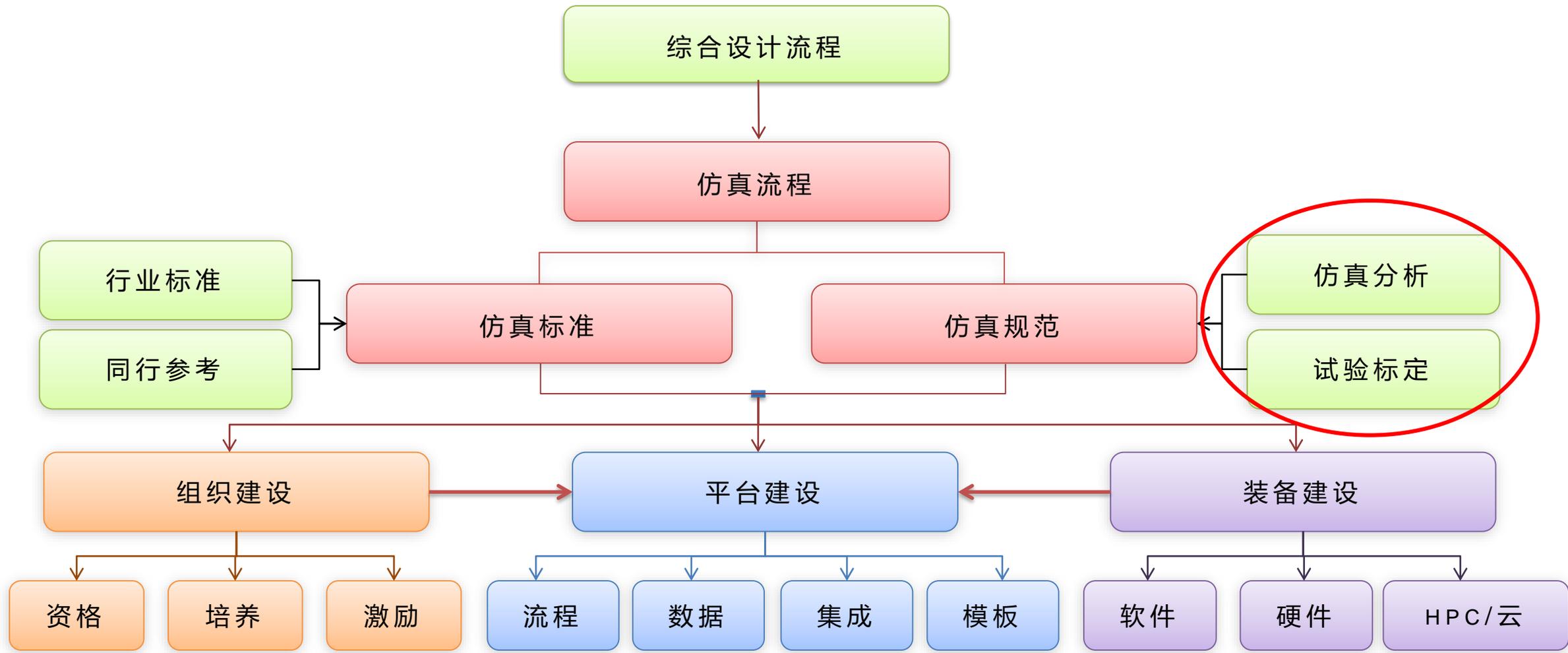
1. 静力分析选项作为求解模型
2. 不考虑材料非线性性和几何非线性问题

结果观测:

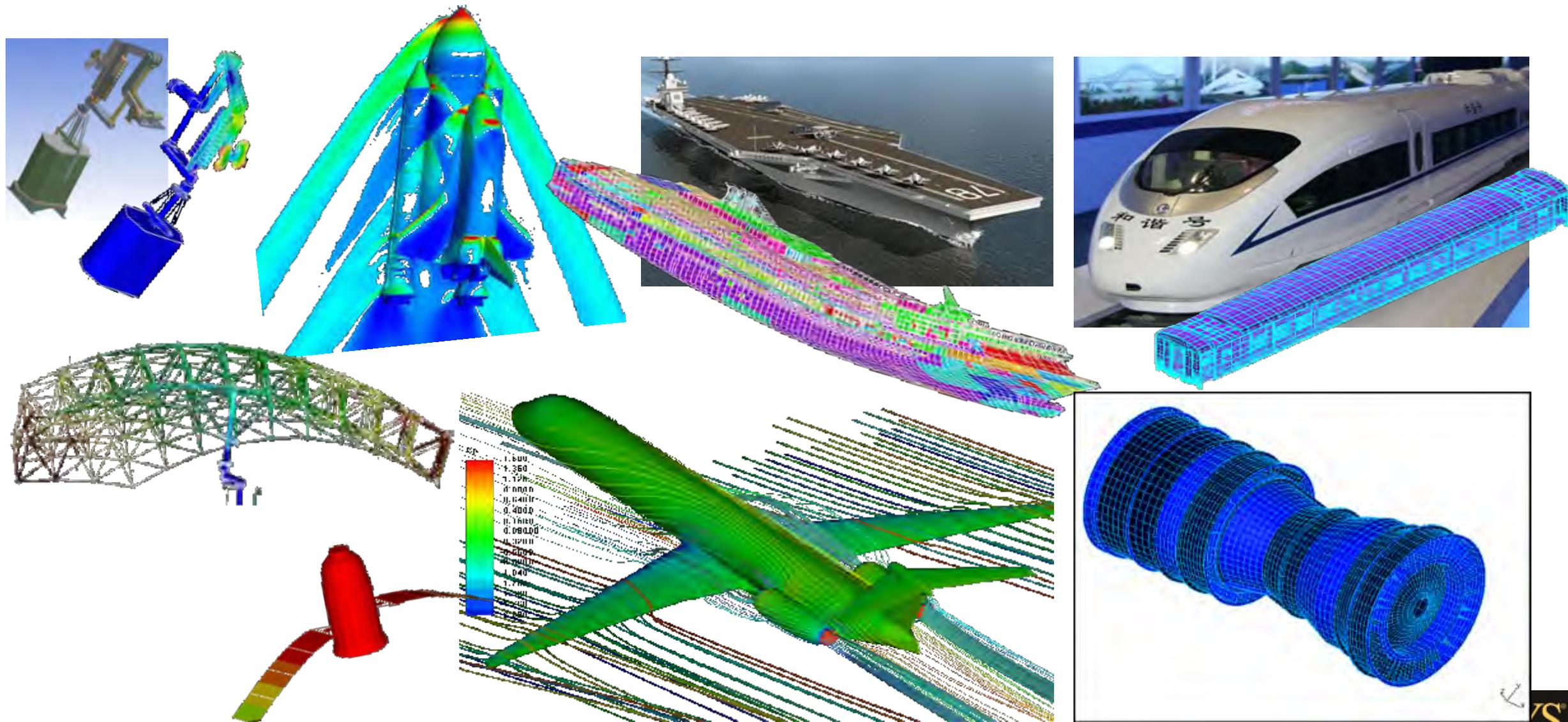
查看分析结果的等效应力图、数据列表、变形动画

形动画

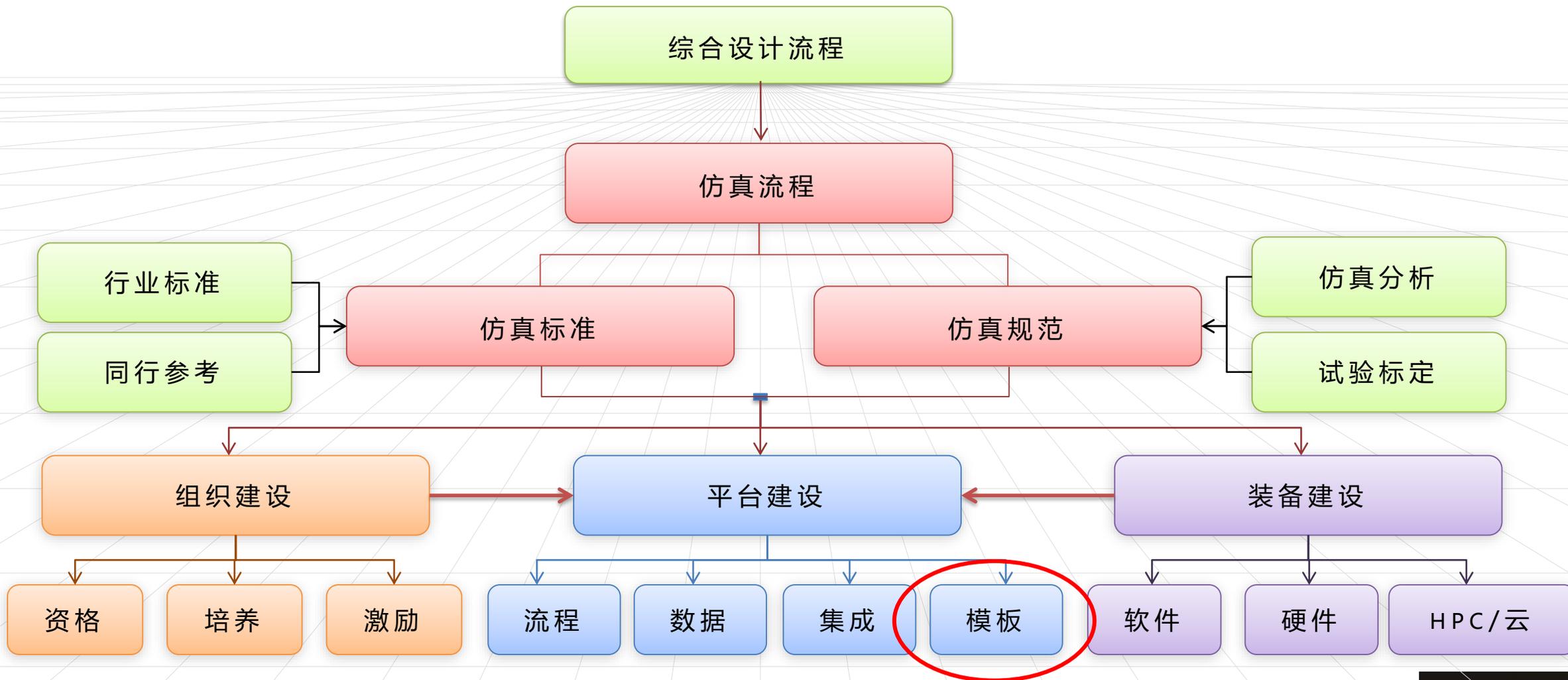
工程仿真咨询与实验标定结合进行规范制定



工程仿真咨询是进行仿真规范建设的重要手段



仿真模板（组件）是对仿真规范的知识化封装



仿真模板（组件）是对仿真规范的知识化封装

模板实例：转向架强度计算模板，把成功的仿真过程固化封装，多人高效使用

公式调用

知识名称: 弹性临界应力计算
知识类型: 公式

知识描述: b—加载边的宽度；δ—板的厚度；μ—材料的弹性泊松比；Kc—压缩临界应力系数；E—材料的弹性模量。

表达式: $C = K_c \frac{\pi^2 E}{12(1 - \mu_e^2)} \left(\frac{\delta}{b}\right)^2$

公式图片:
$$\sigma_{cr} = K_c \frac{\pi^2 E}{12(1 - \mu_e^2)} \left(\frac{\delta}{b}\right)^2$$

参数名	类型	参数值
b	输入	40.00000000
E		70.00000000
μ _e		0.33000000
σ _{cr}		30.00000000
δ	输入	3.00000000

公示调用

表格调用

知识名称: 矩形平板剪切临界应力系数表
知识类型: 表格

知识描述: (a/b—边界条件；K1—四边固定；K2—四边简支)

a/b	K1	K2
1.000000	9.340000	14.500000
1.100000	8.470000	13.290000
1.200000	7.960000	12.800000
1.300000	7.570000	12.340000
1.400000	7.280000	11.800000
1.500000	7.740000	11.450000
1.600000	6.900000	11.300000
1.800000	6.630000	10.700000
2.000000	6.470000	10.960000
2.500000	6.200000	10.850000
3.000000	6.040000	9.600000

表格调用

曲线调用

曲线调用 - 挤压型材临界应力曲线 (KCELL-000000005)

数据曲线: 原图图片

曲线调用

文档调用

型材的总体稳定性 (各向同性板)

对剖面没有发生局部失稳的型材，可按飞机设计手册——规范，强度篇第 20 章介绍的方法或按临界应力法计算总体失稳临界应力。用临界应力法计算，临界应力可按式计算：

$$\sigma_{cr} = \frac{C_n^2}{(L/\rho)^2} \quad (21-22)$$

参考：型材的总体稳定性临界应力法计算(公式)。

式中：L—型材的长度；ρ—型材剖面的最小回转半径；

C_n—系数，按图 21-22 确定。

文档调用

工程算法调用

知识名称: 矩形平板的弹性临界应力系数表
知识类型: 表格

知识描述: 矩形平板的弹性临界应力系数表 (系数表见表 21-22；X轴—a/b；Y轴—Kc；参数C—加载情况A=1；B=2；C=3；D=4)

工程算法调用

设计规程调用

设计规程调用

方案结构树

设计规程

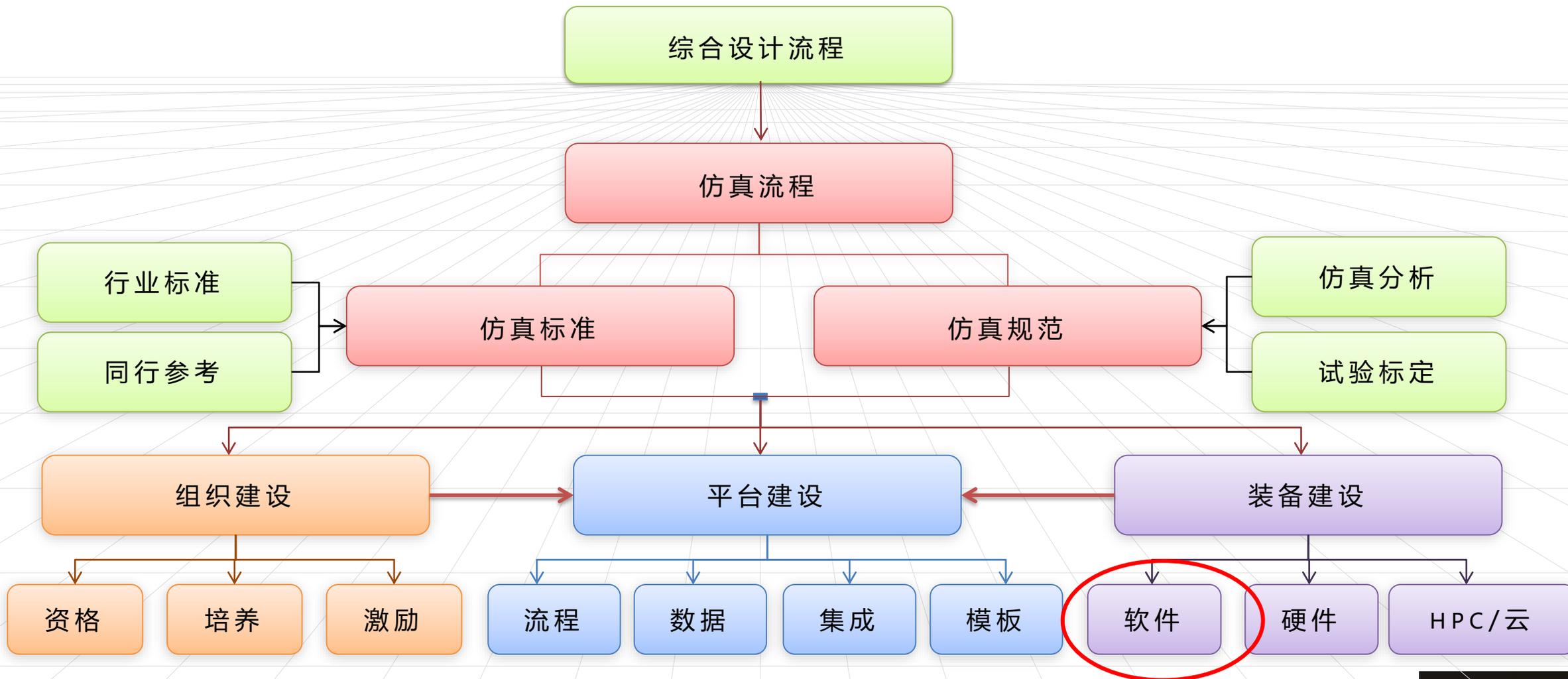
设计规程调用

根据仿真规范手册形成企业仿真模板（组件）规划

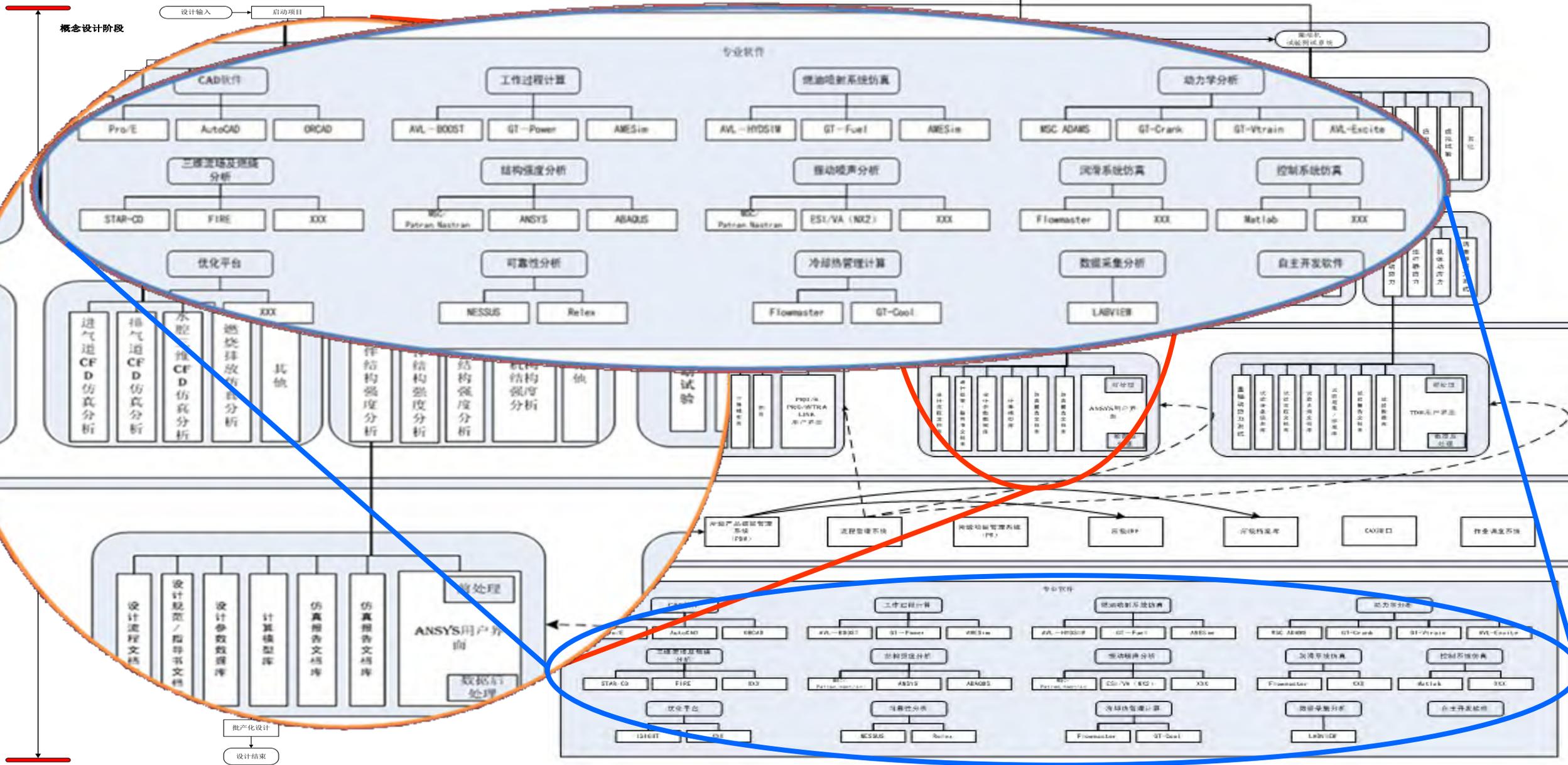


	柴油机仿真组件名称
总体性能	一维整机性能模拟组件
油喷射	凸轮强度、运动学、动力学仿真组件
	燃油系统详细仿真分析模拟仿真组件
燃烧分析	燃烧系统仿真组件
	缸内瞬态流场仿真组件
	缸内喷雾仿真计算组件
	缸内燃烧仿真计算组件
进排气	进排气三维流场仿真组件
	缸盖温度场分析过程模板及组件
	缸盖热固耦合分析过程模板及组件
	缸盖水腔三维流场分析过程模板及组件
	连杆强度、疲劳快速分析过程模板及组件
	连杆强度分析求解、后处理及疲劳详细分析模板及组件
	曲轴系刚体动力学分析过程模板及组件

仿真软件选型规划

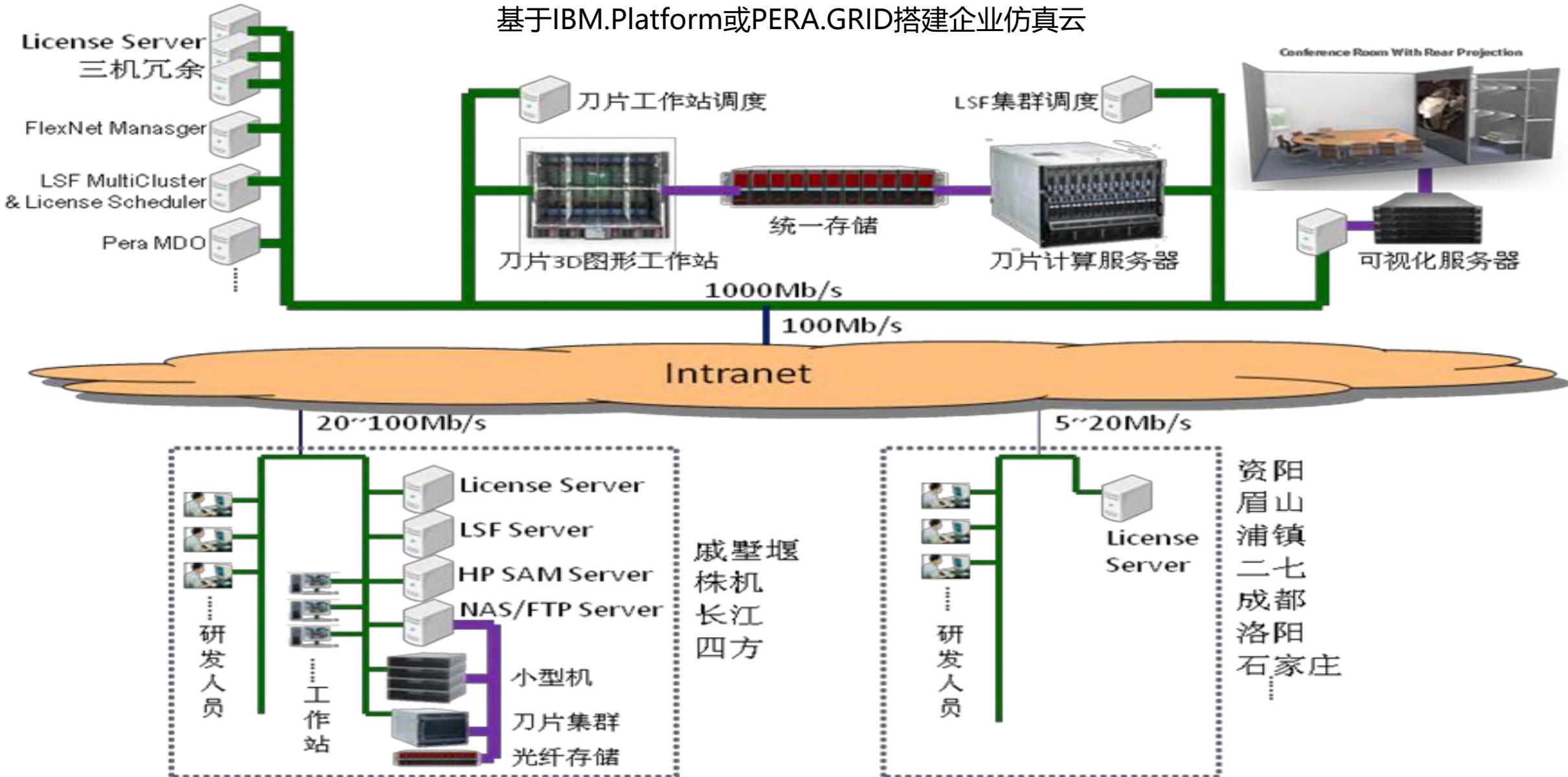


基于仿真流程梳理仿真软件需求，形成软件选型规划



企业仿真硬件选型与私有云平台建设

基于IBM.Platform或PERA.GRID搭建企业仿真云



仿真人才梯队建设

现状调查

招聘与定岗

任职资格体系

激励机制设计

能力发展规划

职业发展规划

输入

现状调查报告
蓝图与战略

任务

现状调查
序列设计
等级设计
标准设计
运行规范设计
沟通与反馈
资格申报
审批与评审

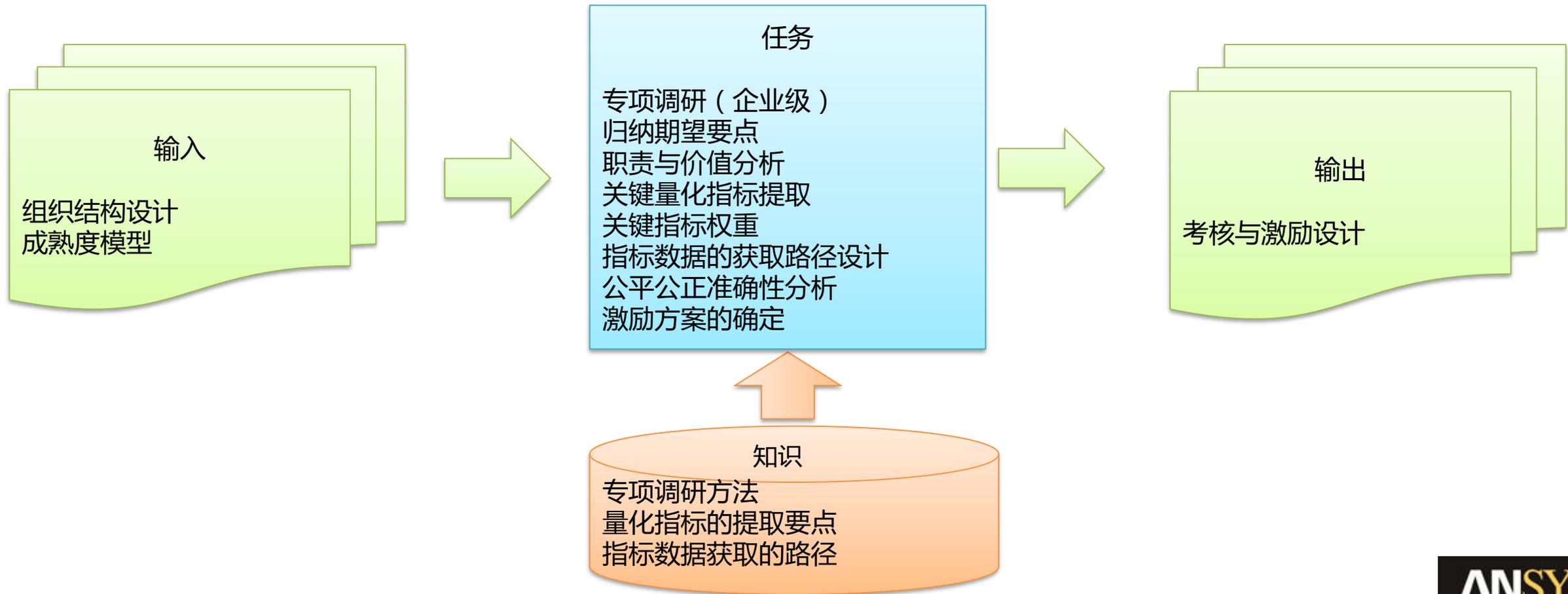
输出

序列及等级
各序列与等级资格标准
当前人员各入其位
任职资格运行规范

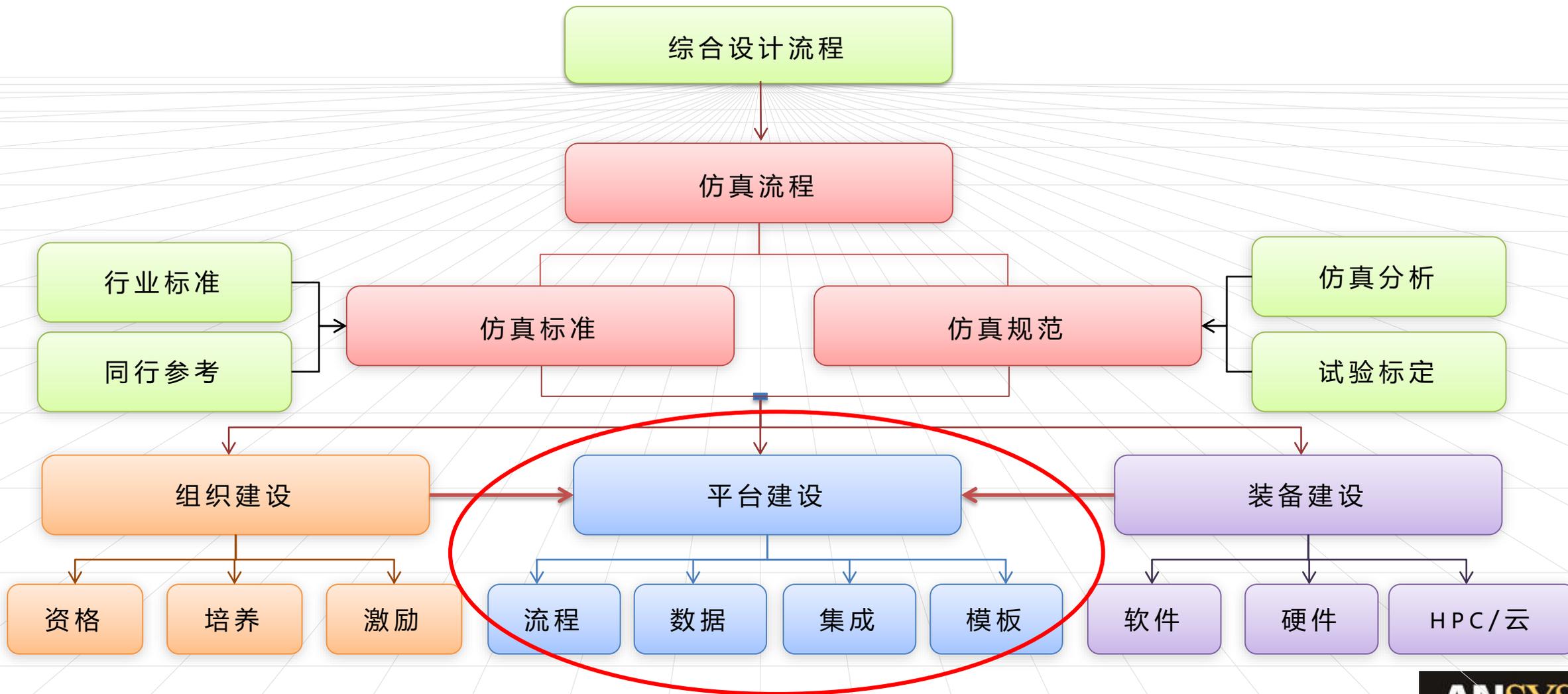
知识

现状调查要点
序列设计要点
等级设计要点
标准设计要点
运行规范设计要点
审批与评审要点

仿真组织发展规划



协同仿真平台是仿真体系的信息化载体



协同仿真平台是仿真体系的信息化载体

协同仿真平台

专业仿真能力单元

仿真能力单元1

仿真能力单元2

仿真能力单元3

仿真能力单元X

仿真能力单元Y

基础支撑软件

仿真管理

仿真流程管理

流程定义

流程执行

流程监控

应用集成

仿真任务管理

任务管理

任务执行

任务监控

任务统计

仿真资源管理

流程模板库

仿真模板库

优化模型库

仿真知识库

仿真组件与向导

仿真工具集成

仿真向导模板

仿真过程集成

资源任务调度

多学科仿真集成

优化流程定义

优化组件封装

多方案对比

多学科优化

仿真数据管理

元数据管理

数据可视化

数据对比

数据谱系

多视图管理

数据备份恢复

仿真调度

任务提交

报告生成

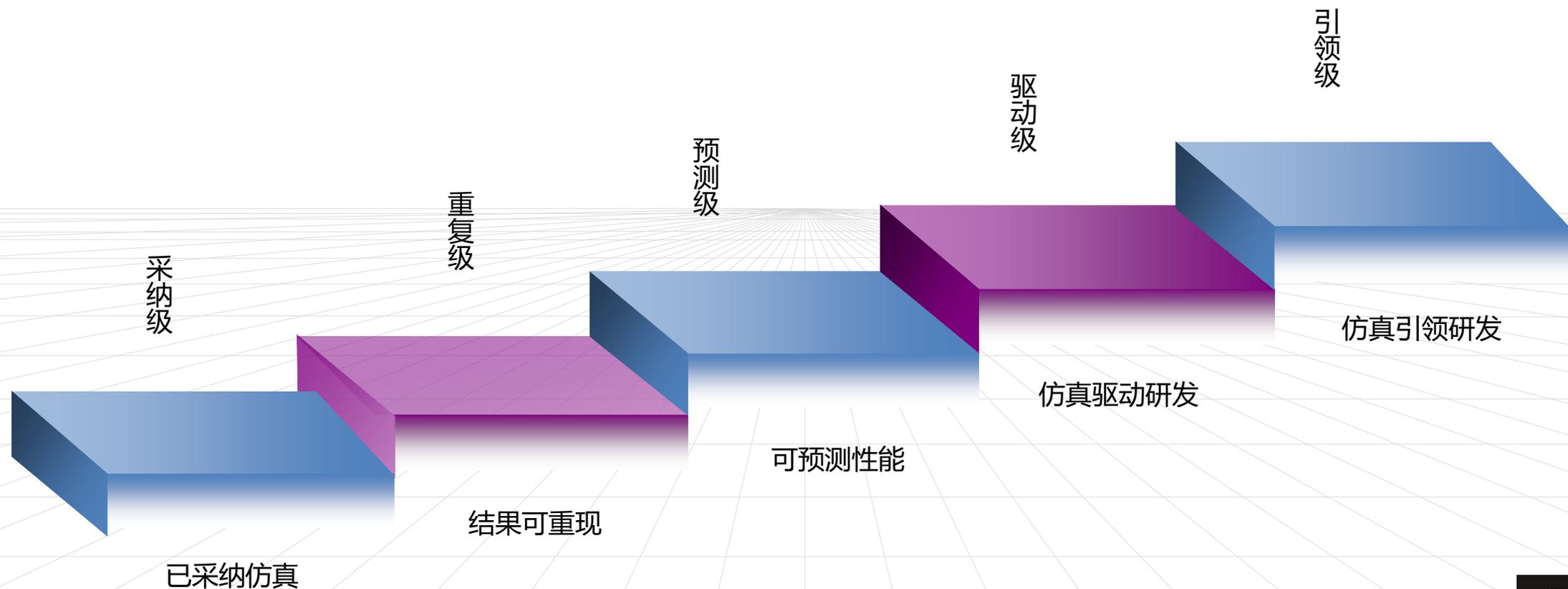
任务调度

License管理

资源监控

信息展示

企业仿真体系的成熟度模型



企业仿真体系的成熟度模型

典型中国企业



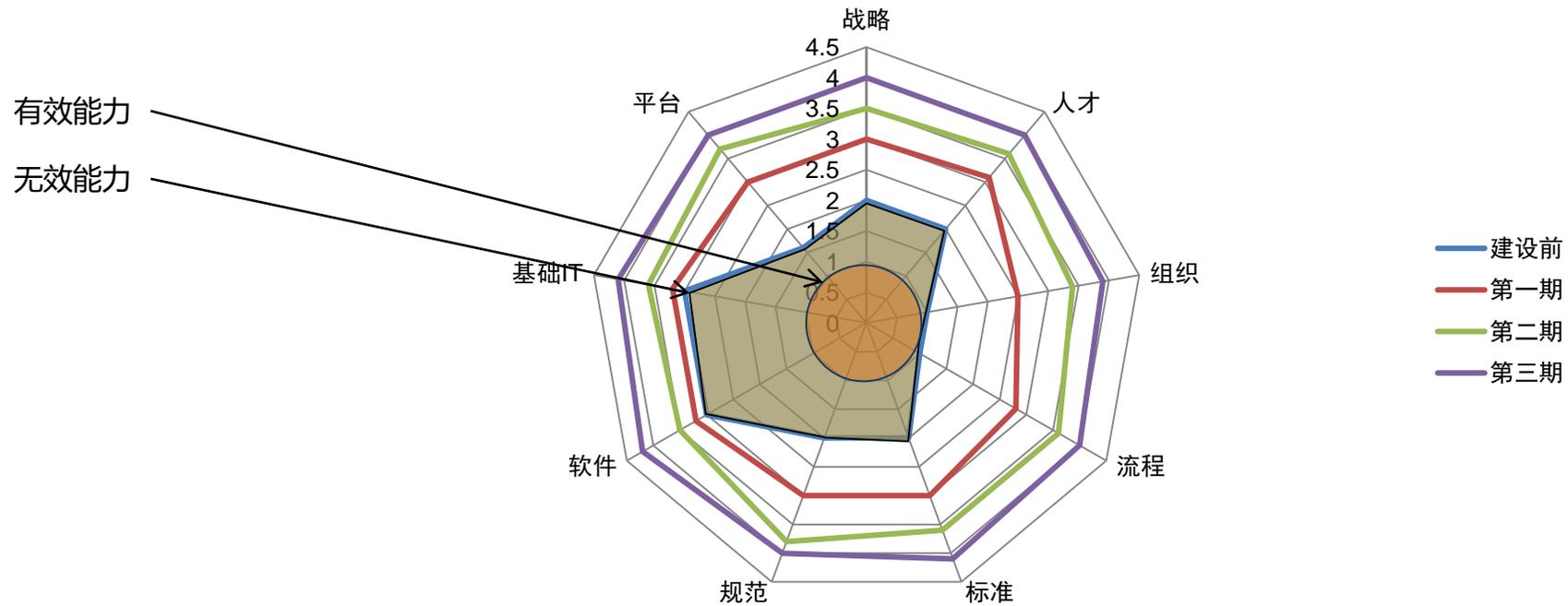
仿真体系应该多维度均衡建设!

维度	一级成熟度	二级成熟度	三级成熟度	四级成熟度	五级成熟度
名称	采纳级	重复级	预测级	驱动级	引领级
战略	已采纳仿真	仿真结果可重现	仿真预测产品性能	仿真驱动研发	仿真引领研发
人才	边缘化	人才训练和薪资体系建立	任职资格制度 (梯队)	仿真人员成为研发骨干	仿真人才成为核心
组织	个体化	团队工作	形成独立部门	与研发体系的融合	基于仿真的研发组织
流程	无流程	局部流程	完整流程	仿真优化研发流程	基于仿真的研发流程
规范	无规范	基于项目的规范	基于产品的规范	基于流程的规范	规范执行成为文化
标准	依赖大拿	标准梳理与固化	标准数字化与模板化	标准执行的制度化	标准执行成为文化
软件	单场/单学科	单场单学科优化	多场耦合与多学科集成	多场多学科优化	系统级/体系仿真
基础IT	个人机	HPC软硬件	部门级网格计算	企业资源级调度	企业仿真云
平台	无平台	仿真数据管理	协同仿真平台	综合设计平台	精益研发平台

从任何一个单维度切入并探底是无效甚至有害的!

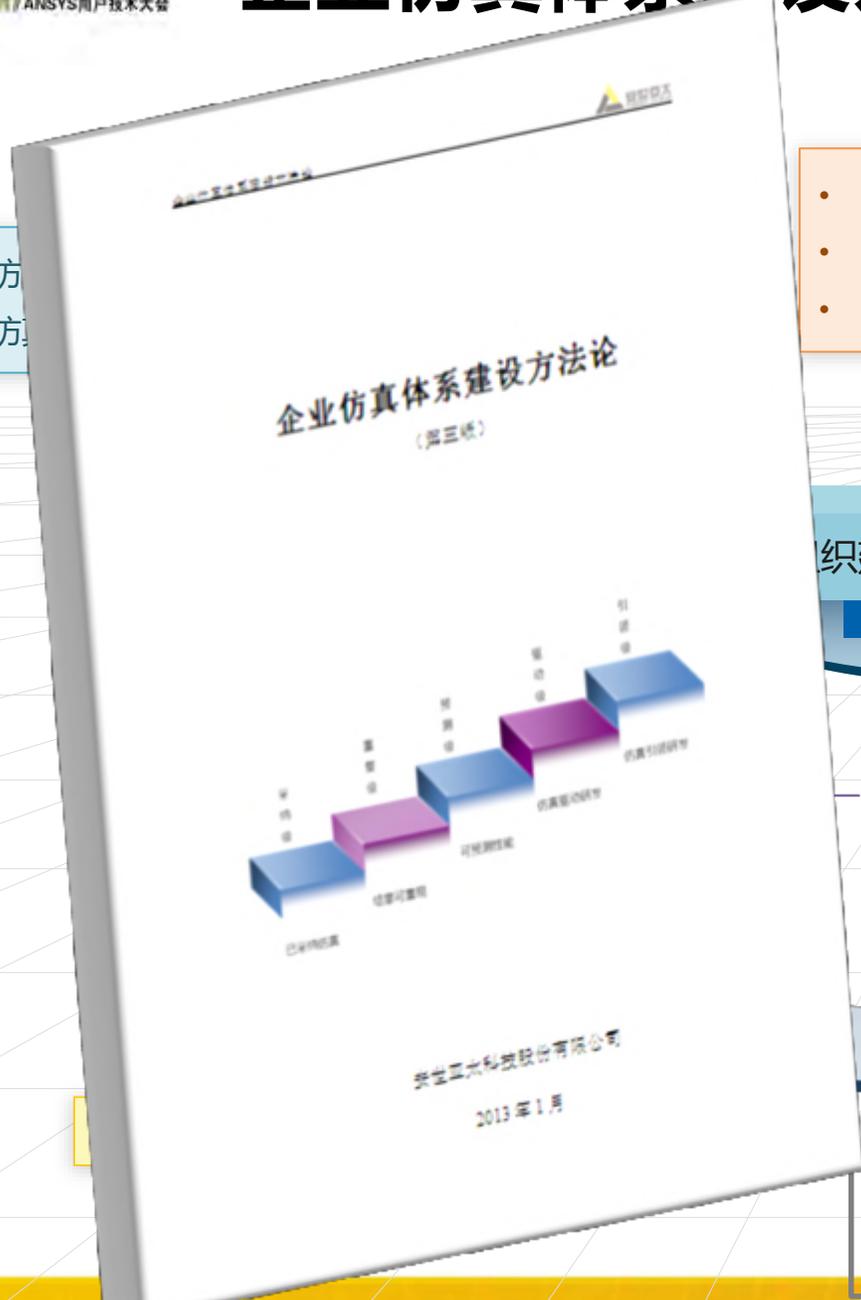
仿真体系成熟度评估

维度	战略	人才	组织	流程	标准	规范	软件	基础IT	平台
建设前	2	2	1	1	2	2	3	3	1.6
第一期	3	3.1	2.5	2.8	3	3	3.2	3.2	3
第二期	3.5	3.6	3.4	3.6	3.6	3.8	3.5	3.6	3.7
第三期	4	4	3.9	4	4.1	4	4.2	4.1	4



企业仿真体系建设方法论

- 仿
- 仿



- 仿真流程的梳理方法及模板
- 标准与规范建立方法与模板
- 仿真规范验证及模型标定原则

- 仿真软件的选型规范与标准
- 高性能计算设备的选型规范与标准



仿真体系建设方法学



- 仿真数据管理体系的建立方法与模板



仿真体系建设的成果

1. 一套综合设计流程
2. 一系列仿真流程
3. 一套仿真标准
4. 一套仿真规范
5. 一套仿真组件（模板）
6. 一个仿真组织体系
7. 一个仿真人才梯队
8. 一个软硬件体系规划
9. 一个仿真云平台
10. 一个协同仿真平台

1. 仿真标准建设	
1.1	研发流程梳理
1.2	仿真流程梳理
1.3	仿真任务描述 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 命名与编号体系 ▪ 计算目标 ▪ 输入数据
1.4	

2. 仿真规范建设	
2.1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 设备工作原理 ▪ 物化和力学机理 ▪ 任务过程说明
2.2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 单学科计算标准 <ol style="list-style-type: none"> 1. 计算软件的选取 2. 单位制与坐标系选取 3. 工况与分析类型确定 4. 几何模型简化规则 5. 物理（离散）模型建模原则 6. 载荷确定和等效原则 7. 边界条件确定和等效原则 8. 材料模型的选择与等效 9. 计算控制的设置原则 10. 预计的精度 11. 预计的计算时间 12. 结果处理与评价 13. 结果验证方法 14. 计算结果的修正 15. 前提假设与局限性 16. 计算模型修正原则

6. 仿真平台规划与实施	
5.1	仿真模板建设
5.2	多学科集成

3. 仿真组织规划与实施	
	组织结构规划与实施
	任职资格体系建立
	人员培养规划与实施
	组织激励制度建设
规划与实施	
	人员计划
	攻关行动
	仿真咨询
	仿真组件开发
规划、选型与实施	
	仿真工具软件体系
	性能硬件、网络、存储
	资源调度（网格计算）系统

总结：走出仿真误区，获取仿真价值

中国仿真的误区

误区一：搞仿真、搞CAE就是买软件

- 选择一个具有体系建设思路和能力的合作伙伴比买软件重要

误区二：好马配好鞍，软硬件要先进

- 仿真体系需均衡推进，不要在某些维度上盲目冒进。试图从一个维度切入并探底，结果都是无效甚至有害

误区三：能用起来的软件才是好软件

- 仿真体系才是一个可以让仿真真正用起来的路线，软件本身并不具有这个属性

误区四：仿真是工具，是基层人员自己的事

- 仿真是产品设计最核心的工具，需要体系化建设与保障，体系建设是组织的事

误区五：搞仿真平台是信息化部的事

- 体系建设是平台的基础，体系的欠债迟早是要还的



仿真
新时代

2017 ANSYS用户技术大会
中国·烟台

感谢聆听

