

## 目录

1. 仿真体系成熟度.....	2
2. 仿真体系建设路线.....	4
3. 企业仿真战略规划.....	5
4. 仿真人才梯队建设.....	6
5. 仿真组织规划.....	6
6. 仿真流程建设.....	7
7. 仿真标准建设.....	7
8. 仿真规范建设.....	8
9. 仿真软件选型.....	8
10. 仿真 IT 基础建设.....	9

# 仿真体系方法学

当前，“仿真驱动研发”战略已经成为仿真界最强的呼声，也被越来越多的国内外标杆企业引入成为可见未来的仿真战略。但目前对于多数企业来说，仿真技术仅作为产品设计的辅助验证和估算手段，仍停留在跟随仿制的能力水平，在仿真体系建设方面有所缺乏，重仿制设计、轻技术创新，重引进软件、轻人才培养，重使用成效、轻建立规范标准，仿真技术没有形成体系，没有将仿真流程纳入研发流程进行明确和规范，难以满足自主创新设计对仿真技术的要求。因此，要想真正实现“仿真驱动研发”，必须从仿真体系的整体规划开始。

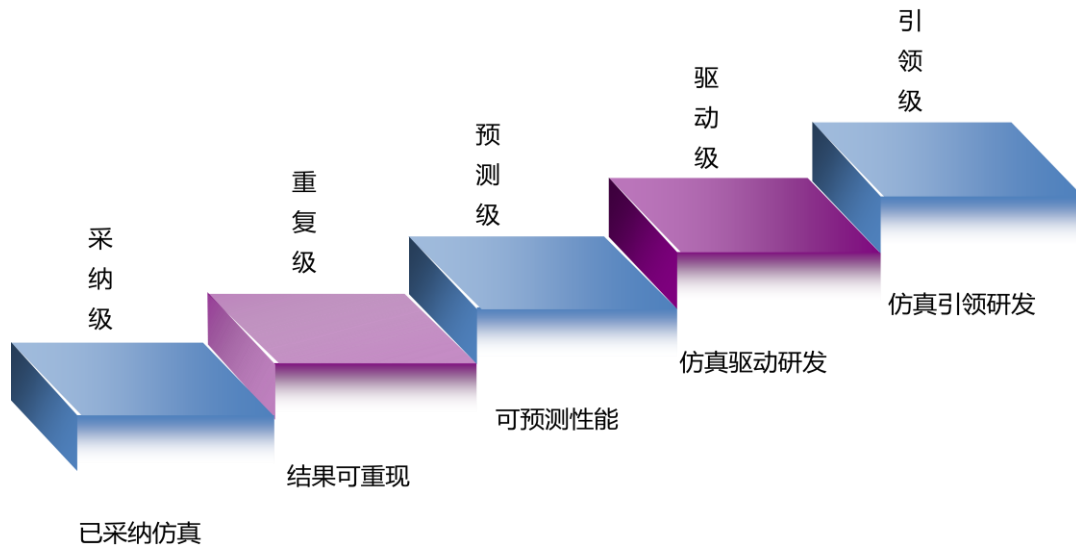
随着 CAE 技术的发展，企业引进的软件众多，但由于缺少整体规划，仿真体系的短板逐渐凸显，主要体现在：

- ◆ 仿真标准和规范缺失。不知道何时用什么软件做什么仿真，不知道如何做、做成什么样是对的，仿真结果一直波动，无法作为设计的参考。
- ◆ 组织体系和文化环境缺失。队伍不能稳定，人才不能持续进步。
- ◆ 仿真装备系统规划和建设路径缺失。没有系统规划和资源共享，各部门分别选型，形成软件的重复和空白。
- ◆ 基于知识的仿真平台缺失。体系不能建立一个信息化载体，将会减少一半以上的价值。
- ◆ 仿真战略缺失。选定符合一个企业产品战略和当前现实的仿真战略是第一重要的。

因此企业迫切需要围绕自主创新能力提升的目标，践行仿真驱动创新研发的思想，开展仿真体系建设，全面提升仿真技术对创新研发的驱动能力。

为了有效支撑企业仿真体系建设,安世亚太根据多年仿真咨询经验提炼了仿真体系建设的方法学，内容包含企业仿真体系成熟度评估、企业仿真战略选择、仿真流程梳理、标准建设、规范建设、组织建设、人才梯队建设、软件选型和装备建设、IT 支撑和云平台建设、仿真平台建设方法十个方面，同时仿真体系建设项目的管理规范和实施规范可以保障项目的规范高效进行。每个方面提供细分规范、标准和原则，以及与之配套的工具和模板。

## 1. 仿真体系成熟度

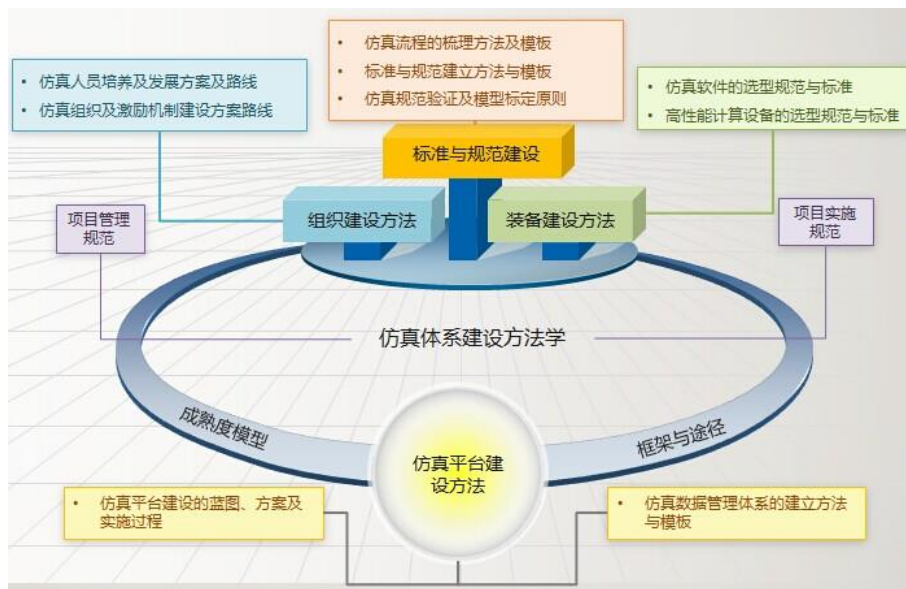


企业仿真体系的建立不能一蹴而就，需要先对企业进行成熟度评估，对当前企业仿真技术应用现状开展分析，科学地设立成熟度进化路线，并长远规划，分步实施。为此，我们提出仿真体系成熟度模型，以协助企业确定仿真体系建设的方向，各级的特征如下。

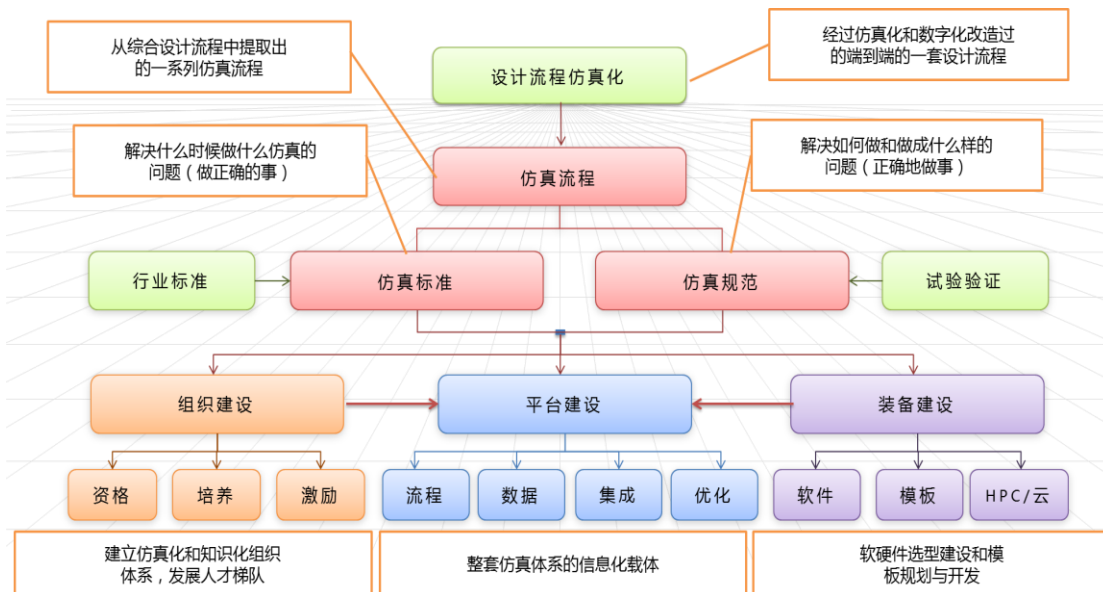
- ◆ 第一级采纳级，企业已经意识到仿真的价值，开始采用仿真技术和手段进行一定的产品分析工作，但是技术上基本依赖专家。
- ◆ 第二级重复级，仿真分析的结果可以重现，企业对仿真的原理和方法已经掌握，仿真团队开始出现，对规范和标准已经有所认知。这一级是多数中国制造业企业所处的级别。
- ◆ 第三级预测级，仿真结果可以预测产品的功能和性能，可替代大部分试验，成为设计依据。企业已经建立了仿真规范与标准，并得到的较好地执行。专职的仿真部门开始出现，部门级仿真平台开始建立。
- ◆ 第四级驱动级，企业已经实现“仿真驱动研发”愿景，仿真组织体系已经完整建立，仿真流程成为研发流程的重要流程，规范和标准已经得到制度化的执行；仿真软硬件的规划较为完备，选型也趋于科学，综合设计与仿真平台已经升级成为企业设计的主要平台。
- ◆ 第五级引领级，仿真体系已经成为研发体系的领导者，是企业差异化竞争的要点。仿真人才与组织是研发体系的核心，规范与标准的执行已经成为文化，企业的仿真装备的建设已经走向云端，仿真与设计平台已经引入更丰富的元素，升级为企业级研发平台的主体。这一级别是企业研发和仿真战略发展的最高级目标。

## 2. 仿真体系建设路线

企业仿真体系建设，首先需要评估企业当前的仿真成熟度级别，并根据企业研发类型和发展战略目标，确定企业要实现仿真体系成熟度目标和级别。以此为基础，开展企业仿真工具与方法、人才与组织、规范与标准等建设。



基于社会技术学模型，仿真体系的建设路线是：从企业现状出发，根据产品战略和产品研发战略选择适应的仿真战略；根据产品需求和研发流程，结合仿真战略建立仿真流程；通过对仿真流程的分析，结合行业标准形成仿真标准，结合实验验证建立仿真规范；这里，标准的作用是告知什么时候做什么仿真；规范的作用是告知一个仿真应该怎么做才能做好。在规范和标准的指导下，进行组织建设和装备建设。在组织建设方面，进行任职资格、人员培养和考核激励制度的建设；在装备建设方面，进行软硬件的规划与选型，搭建企业仿真云。在仿真体系建设的过程中，根据统一规划分步实施原则，逐步建设仿真平台。其中，每项建设内容都有相应的方法论支撑。



仿真体系的建设具体包括以下四个方面：

- 1) 仿真标准和规范梳理与建设，建立与企业设计流程相适应的仿真流程，找到设计过程中价值最大的仿真环节，并紧密结合到设计流程中，形成标准，凝聚专家力量进行仿真难点攻关，形成仿真规范，指导仿真过程。
- 2) 规划与建设协同设计与仿真平台，开展对仿真设计各类软件工具和方法的治理和整合，注重对先进技术手段的消化吸收和技术转化，注重知识经验的积累和重用，不断积累和固化自主创新的知识经验及研发能力。
- 3) 仿真体系组织规划，规划和建立一个有利于仿真人才培养、考核与激励的组织体系和文化环境。注重对仿真人才的培养、提高软实力。
- 4) 仿真装备建设规划。结合仿真体系成熟度模型，找到与企业适应的仿真体系发展路径，逐渐形成能力。

### 3. 企业仿真战略规划

企业的终极战略是用仿真技术作为企业和产品的核心竞争力，没有匹配的仿真战略支持，企业的产品战略难以达成，因此需要首先主要以对产品研发的支持程度为核心确定战略级别（成熟度级别），即根据企业的研发类型和发展战略目标，确定企业要实现仿真成熟度目标和级别。在此基础上，确定企业选择仿真战略的基本原则，包括战略匹配原则，循序渐进原则，适度原则，实用原则等。

企业必须树立正确的成本观和价值观，产品研发的各个阶段，仿真的价值是不同的，认

识到研发早期、中期、后期等各阶段的不同作用，才能正确发挥仿真的价值，也更能获得仿真的最大效益。同时，企业还需要确定产品的发展战略和当前的状态（创新性、模仿性、超越性），以及企业发展战略和当前的状态（高技术、低成本、混合型）等要素。之后依据企业设计模型、组织进化模型等理论模型，才能最终完成企业仿真战略规划。

#### 4. 仿真人才梯队建设

企业仿真体系建设的一个重要环节是人才建设，无论是软件的应用，还是流程的执行，最终都需要落实到企业每一位相关的人员身上，因此打造一支素质过硬的仿真人才队伍，建设适合企业业务发展的仿真人才梯队就显得非常迫切。本步骤将从人员构成与比例、能力要求（KCI）、招聘定岗、任职资格、能力发展、激励机制（KPI）、职业发展、关键要素、风险因素等多个方面综合衡量评估，并依据组织行为学、平衡计分卡（BSC）等多种管理学模型，协助企业构建仿真人才梯队。

#### 5. 仿真组织规划

仿真在研发体系中处于核心的地位，仿真人才与组织是研发体系的核心，规范与标准的执行已经成为文化。单独的仿真概念不会存在，产品设计的过程就是仿真的过程，仿真的水平决定了产品设计的水平，产品设计部门的大部分员工都是仿真人员，因此组织的规划就显得非常重要。

本步骤将首先按照调查结果和企业战略，编写企业中仿真组织的愿景，包括使命和价值观，确定组织的核心建设目标等。然后根据企业、产品和仿真战略，结合企业的组织结构和研发结构，设计与愿景使命价值观相匹配、可以支撑企业研发流程和仿真任务的仿真部门的仿真组织架构，包括企业其他组织与仿真组织的关系以及仿真组织内部的结构，并编写仿真组织的考核和激励机制，包括绩效考核，薪水构成，激励制度等等。同时还要分析仿真组织与其他部门的职责和配合关系，设计和编写仿真组织的工作流程以及跨部门的工作流程，以及规划近期（1年）和远期（3~5年）的发展目标和建设内容，最后给出分析仿真组织部门特征和目标，设计部门发展进化的路线图，包括人才建设、能力建设、职能建设等等。

## 6. 仿真流程建设

仿真流程建设是企业仿真标准与规范建设的基础与前提，企业仿真标准与仿真规范的编写以仿真流程为依据完成。通过分析企业研发模式、产品实验及仿真技术发展现状，梳理企业任务流程，并选取行业内标杆企业进行对标分析，从而完成基于仿真的研发流程优化与流程再造，并抽取出产品仿真流程，最终实现基于仿真的设计。

本步骤首先将根据企业产品设计及业务管理现状，进行企业设计流程的梳理，分析及搭建企业产品研发任务结构、任务间逻辑关系、工作任务的内部信息，明确企业产品设计分类、产品设计阶段划分以及产品设计的一般流程，并进行产品仿真问题的梳理，将产品在各设计阶段、各个部件（零件）、系统或专业仿真问题进行汇总，形成产品设计过程中的仿真问题汇总报告。根据不同的产品设计特点、要求、企业实验条件、产品实验情况，进行企业产品试验现状的梳理，分析产品实验的设备、实验目的、实验周期、实验频次、实验成本、实验结果评价，并以设计阶段为单位，汇总各阶段整机、各个部件（零件）、系统或专业实验情况。此后通过对标分析，进行研发流程的优化，突出仿真在产品设计中的作用，绘制基于仿真的研发流程图，对流程图中的仿真活动进行说明，从优化后的研发流程中抽取出各设计阶段的仿真流程，同时以基于仿真的设计为目标，进行企业的组织调整模式及仿真人才配套方案设计，最后在实践中不断调整完善。

## 7. 仿真标准建设

仿真标准是指导企业产品仿真工作的纲领性文件，企业应为不同的产品制订各自的仿真标准。仿真标准应站在产品设计全局的角度，规定产品在不同设计阶段、不同专业应开展的仿真以及各仿真任务应采用的理论及方法，仿真标准是产品仿真工作的通用准则。

本步骤首先根据企业产品设计开发实际，将产品设计分为不同的设计阶段，确定在不同的设计阶段，产品及其各个零部件或系统应开展的仿真分析。通过研究自适应的有限元分析法、灵敏度分析、实验校验法等方法，确认该产品所涉及的仿真系统应采用的校验与确认方法，进行企业产品仿真数据的定义、仿真数据的管理。依据产品仿真标准立项的具体要求，起草产品仿真标准，形成产品仿真标准草案。经过讨论修改后，开始在企业内试行，经过一段时间试行、完善后，即可稳定下来，形成正式的仿真标准文本，按照确定的范围和时间正式执行。

## 8. 仿真规范建设

仿真规范是针对具体仿真问题制定的标准化文件，是从计算软件的选择、模型处理、材料模型的选择与等效、边界条件确定及施加、计算控制、结果的处理、评价、验证、修正等方面对仿真问题做出规定的技术准则和标准。仿真规范的各项具体内容，应符合相应的国家标准、行业标准及企业标准，仿真规范涉及到的术语及符号，应符合相应标准或表述习惯。

本步骤将首先确定仿真规范中引用的术语及其术语定义，引用的其它标准及仿真规范。然后明确仿真内容，进行仿真对象的分析，建立分析模型，确定前提假设、边界条件、分析流程及前、后置任务，确定仿真过程，接着进行仿真结果处理与评价，确定仿真结果的验证方法及仿真结果的验证，根据仿真问题确定仿真问题的数字化方法，将仿真问题封装为模板，撰写仿真模板封装及应用说明。在前述工作正确完成的基础上，起草产品仿真规范，形成产品仿真规范草案，广泛征求相关各方的看法和意见并试行后，形成正式的仿真规范文本，按照确定的范围和时间正式执行。

## 9. 仿真软件选型

仿真软件是企业仿真体系建设落地的重要工具。建议企业首先依据自身的仿真战略、主要产品、核心研发业务等因素综合考虑，明确有哪些仿真软件以及辅助软件硬件等，也包括各专业的自编程序，并明确仿真软件的用途、归口部门，使用人数，软件使用状态，存在的不足等。

选型可以采取调研等形式开展，开展仿真软件工具专项调研，按照使用部门及下属专业组，梳理统计有哪些仿真软件以及辅助软件硬件等，也包括各专业的自编程序。基于统计结果，明确仿真软件的用途、已验证仿真成果、归口部门，使用人数，使用部门对软件不足的反馈等。基于调研的建议和要求，以及咨询经验，选定可以驱动或支撑企业核心业务的现有及应有的仿真任务或活动。必要时附带针对国内外仿真最佳实践及对标分析。

根据前文工作成果，明确提出哪些仿真任务及流程需要引进软件技术，引进的顺序和种类是什么，及其支撑哪些仿真活动及其对应的研发业务。同时考虑与硬件建设、服务配套等其他咨询报告的结合。从软件对人员效率和研发成本角度的影响分析经济效益，从企业研发能力提升，企业形象以及同业竞争力方面分析综合效益。最后整理关键仿真任务及流程，以



及对应的仿真软件列表，结合在调研中提出的软件技术需求反馈，按照各项仿真任务（复杂任务细化到流程各节点），分析并描述对应仿真工作的技术关键点，并作为选型技术要求。

## 10. 仿真 IT 基础建设

构建企业仿真体系需要一个坚实的 IT 硬件基础。建议根据企业、仿真业务需求，结合当前 IT 技术的最新发展，遵循企业 IT 管理和运营要求，调研企业内部现有硬件资源现状，通过分析仿真软件的类型、种类、数量，分析得到仿真硬件与软件的匹配程度的要求，并以此为依据开展仿真 IT 基础环境建设。