



华安证券
HUAAN SECURITIES



工业软件为何能强势崛起

从高维视角看工业软件投资机会：研发设计篇

分析师：尹沿技（执业证书号：S0010520020001）

联系人：夏瀛韬（执业证书号：S0010120050024）

联系人：赵 阳（执业证书号：S0010120050035）

2021年8月11日

核心观点

➤ 研发设计软件是工业软件的皇冠

- 研发设计软件既有CAD、CAE、CAM等传统专业化软件，也有PLM、EDA、BIM等新型系统级软件，凝结了制造业壁垒最高的多学科知识和机理，更像是工业智造的“皇冠”。

➤ CAD：设计基础应用广泛

- CAD是利用计算机进行工程设计的研发设计类工业软件，替代传统设计人员手动制图，解决工业产品的几何外形和结构设计问题，使得产品设计的结构形状所见即所得。2019年全球CAD市场空间为93亿美元，预计2020-2030年CAGR为6.6%。我们测算2018年国内CAD市场空间接近50亿人民币，未来十年CAGR保持在13%左右，高于全球市场增速。

➤ CAE：仿真世界潜力无限

- CAE软件仿真方法是与理论方法、实验方法并列的人类认识世界的三大方法。2018年全球CAE软件市场的规模为64亿美元，国内市场规模约为6亿美元，占比约为9%。未来十年全球CAE市场CAGR超过9%，中国市场CAGR接近18%。
CAE四大技术壁垒：数学基础、物理场景、计算机科学、工程知识。
- CAE三大难点：1) 技术维度——求解器；2) 产品维度——复杂系统工程化；3) 产业维度——人才培养和生态构建。

➤ EDA：半导体产业皇冠明珠

- IC设计包含诸多环节，前端设计和后端设计都离不开EDA工具。从全球范围来看，EDA市场规模呈现稳步上升的趋势，从2015年的79亿美元到2019年的105亿美元。2020年Synopsys, Cadence, Siemens EDA为我国前三大EDA工具供应商，前五大供应商占比达87%，行业集中度较高。

➤ 投资建议：研发设计软件价值巨大

- 重点推荐：中望软件、霍莱沃、盈建科；
- 建议关注：华大九天、概伦电子。



目录

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠



2 CAD：设计基础应用广泛

3 CAE：仿真世界潜力无限

4 EDA：半导体产业皇冠明珠

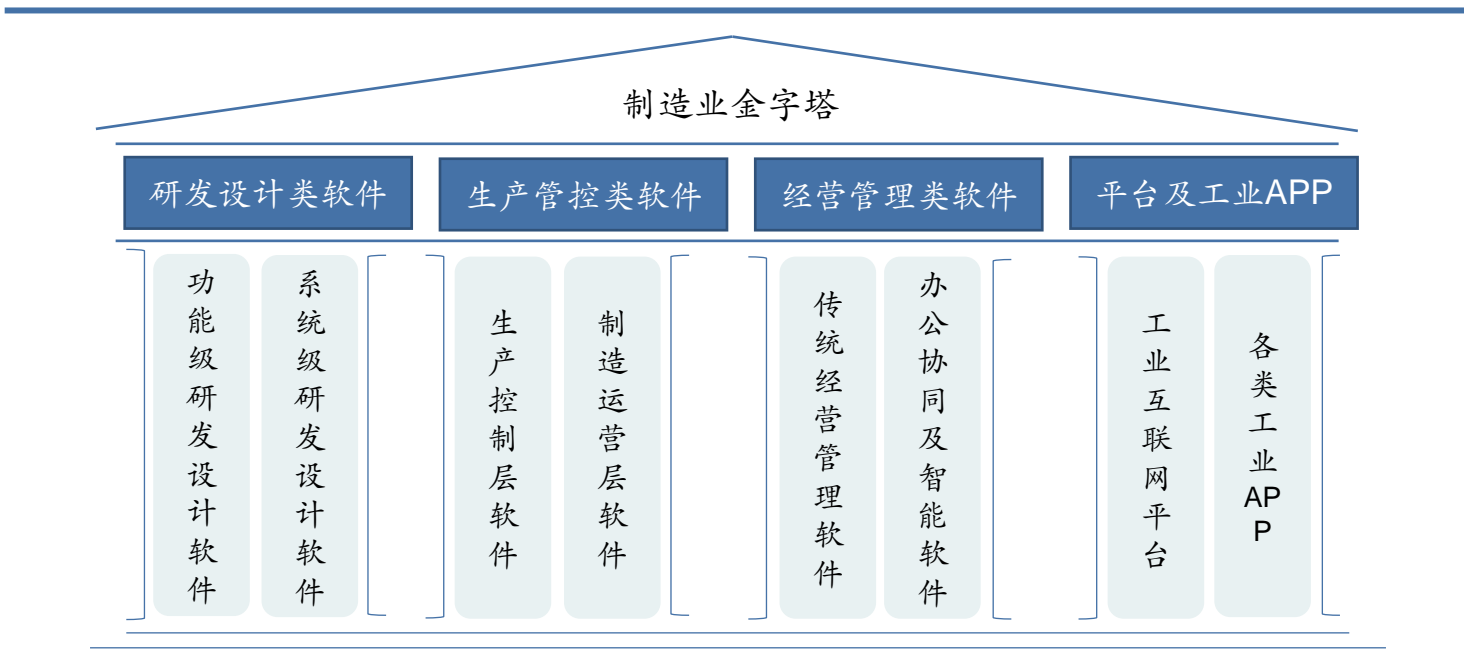
5 投资建议：研发设计软件价值巨大

6 风险提示

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

- 工业软件已形成四梁八柱的产业支撑体系，研发设计类软件是四梁之一。伴随着过去几十年工业信息化、数字化、智能化转型发展的进程，渗透到制造业各个环节的工业软件已经形成了“四梁八柱”的产业支撑体系。“四梁”包括四大类核心的工业软件，即研发设计类软件、生产管控类软件、经营管理类软件、平台及工业APP；“八柱”主要分布在四梁之下，是各类别工业软件中的八大核心软件群。

工业软件的四梁八柱支撑制造业金字塔



资料来源：华安证券研究所整理

资料来源：华安证券研究所整理

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

四大核心类别工业软件整理

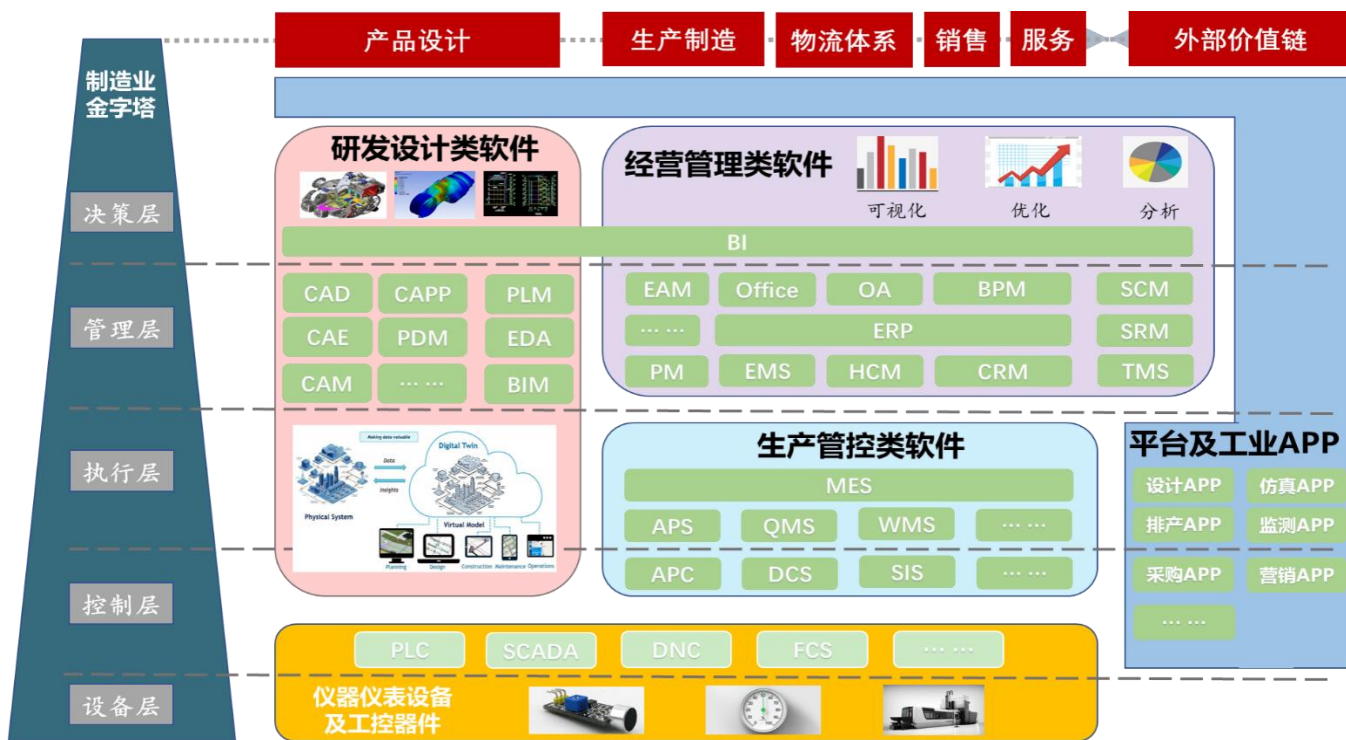
| 软件类别 | 研发设计软件 | 生产管控软件 | 经营管理软件 | 平台及工业APP |
|----------------------|--|---|--|---------------------------------|
| 主要产品 市场规模 | 3D CAD——全球约90亿美元，国内约7亿美元； CAE——全球约70亿美元，国内约6亿美元； EDA——全球近100亿美元，国内5亿美元 | DCS——全球约200亿美元，国内14亿美元； SCADA——全球约60亿美元，国内约16亿美元； MES——全球约150亿美元，国内约6亿美元； | ERP——全球539亿美元，国内276亿美元； CRM——全球482亿美元； SCM——全球139亿美元 办公软件——国内约85亿美元 | 2019年国内工业互联网平台与工业软件产业存量规模2486亿元 |
| 与国外差距 | 核心技术差距最大 | 产品深度和广度差距大 | 产品高端功能欠缺 | 底层核心技术依赖国外 |
| 国产化进度 | 5-10% | 中低端产品约50%，高端产品约30% | 中低端产品约70%，高端产品约40% | 通用产品超过60%，高端专用产品国产化率较低 |
| 政策投入方向 | * 新型举国体制技术攻关 * 专项工程 * 产教融合 | * 龙头企业带动 * 垂直行业落地 * 试点示范引领 | * 推动应用生态培育 * 鼓励高端产品突破 | * 推动融合技术创新 * 打造系统解决方案 |
| 国内代表企业 | 中望软件、霍莱沃、华大九天、概伦电子、盈建科、柏楚电子 | 中控技术、宝信软件、赛意信息、鼎捷软件、广联达、品茗软件、能科股份、柏楚电子 | 用友网络、金蝶国际、金山办公、泛微网络、致远互联、明源云、石基信息、福昕软件、万兴科技 | 用友网络、国联股份、宝信软件、工业富联、东方国信 |
| 国际代表企业 | Autodesk、Ansys、Dassault、PTC、Siemens、Synopsys、Cadence、Mentor、Bentley | Siemens、Honeywell、ABB、Aspen、Yokogawa、Emerson、Schneider | SAP、Oracle、Salesforce、Infor、Microsoft | GE、Siemens、PTC、ABB、Bosch、Fanuc |

资料来源：华安证券研究所整理

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

- 研发设计软件既有CAD、CAE、CAM等传统专业化软件，也有PLM、EDA、BIM等新型系统级软件，凝结了制造业壁垒最高的多学科知识和机理，更像是工业智慧的“皇冠”。

工业软件产业体系视图



资料来源：华安证券研究所整理

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

- 研发设计类工业软件是基础学科和工程知识的集大成者。其涵盖数学、物理、化学、生物、材料和计算机等方面知识，用于协助工程技术人员完成产品设计，提升开发效率、降低开发成本、缩短开发周期、提高产品质量，支撑整个工业体系。
- 研发设计软件的硬核，在于其庞杂而深奥的技术体系，以及与软件开发、工程实际的紧密耦合。从数学方程式出发，经过漫长的物理机理的冶炼、计算机科学与技术的萃取，最后还必须经过工程知识的淬火，才能成为一个成熟可用的工业软件产品。

研发设计类软件技术图谱



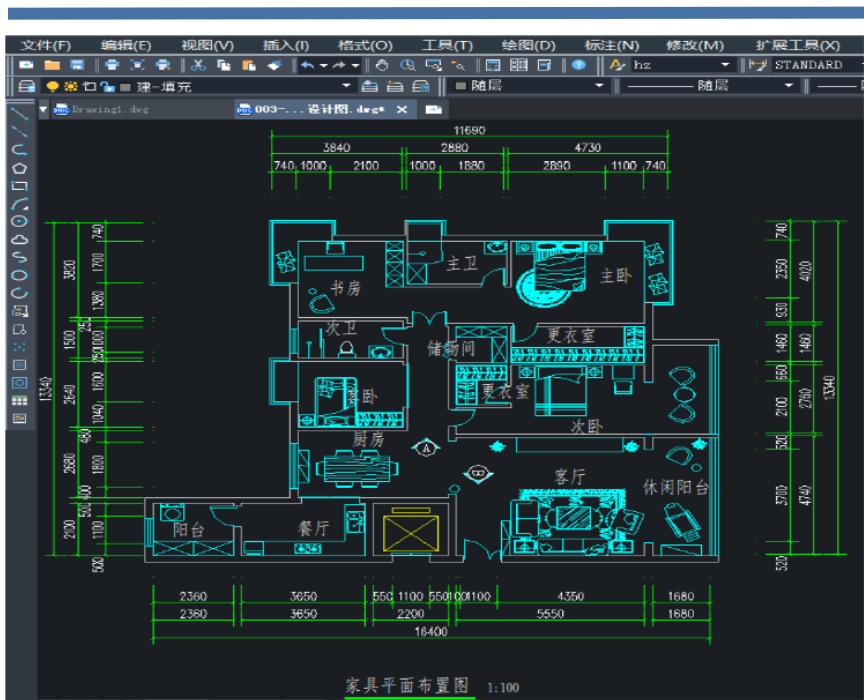
资料来源：知识自动化，华安证券研究所

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

➤ CAD —— Computer Aided Design 计算机辅助设计

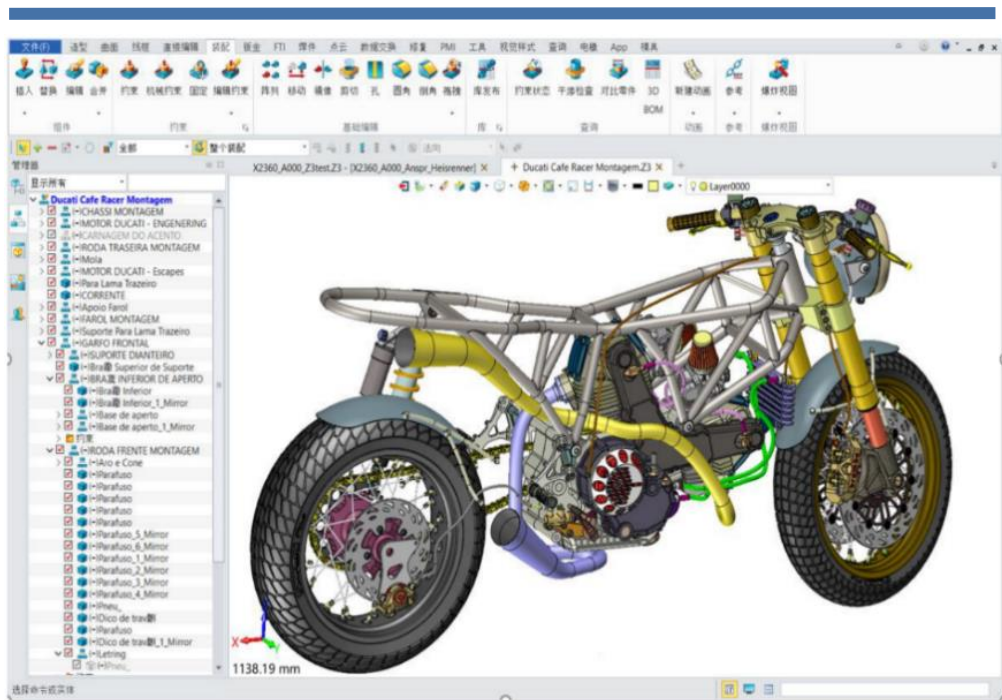
- CAD是利用计算机进行工程设计的研发设计类工业软件，可以替代传统设计人员手动制图，解决工业产品的几何外形和结构设计问题，使得产品设计的结构形状所见即所得。

2D CAD室内设计示例图



资料来源：中望软件官网，华安证券研究所

中望3D CAD机械配备设计示例图



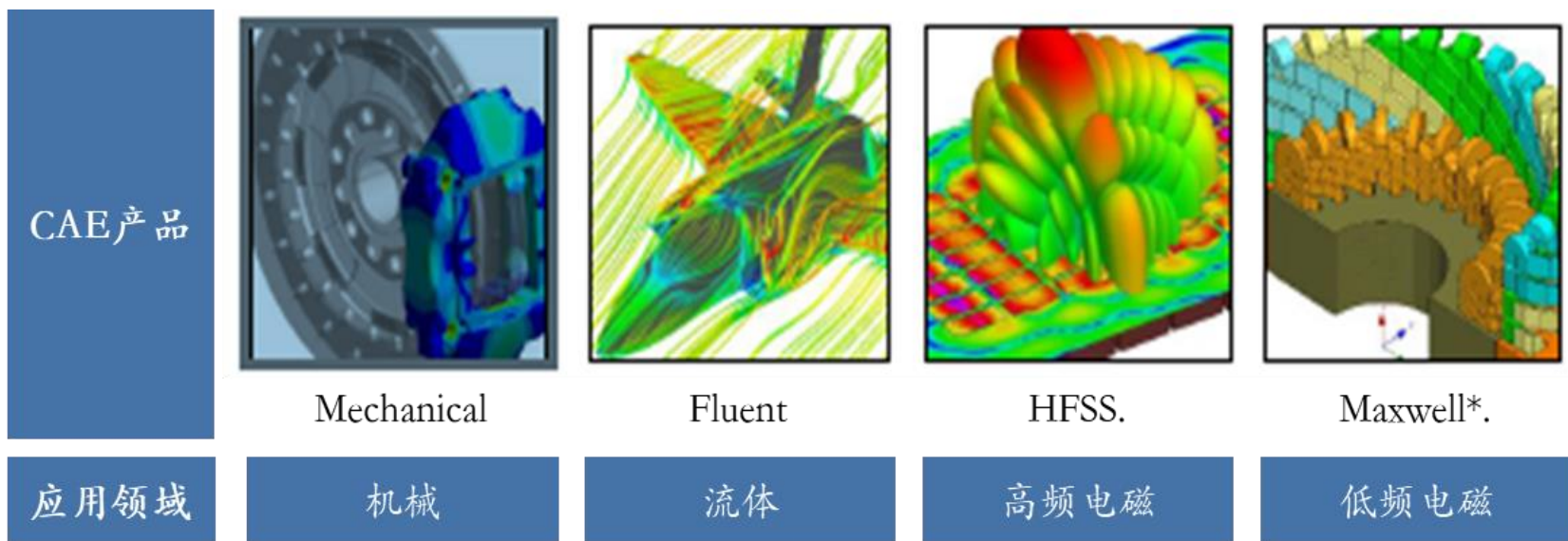
资料来源：中望软件官网，华安证券研究所

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

➤ CAE —— Computer Aided Engineering 计算机辅助工程

- CAE解决工业产品功能性能和机电热控等专业功能性能模拟仿真分析问题，使得产品设计的功能和性能所见即所得，包括网格切分、多物理场及相互耦合的描述与建模、三维云图等技术。

CAE部分典型产品示意图



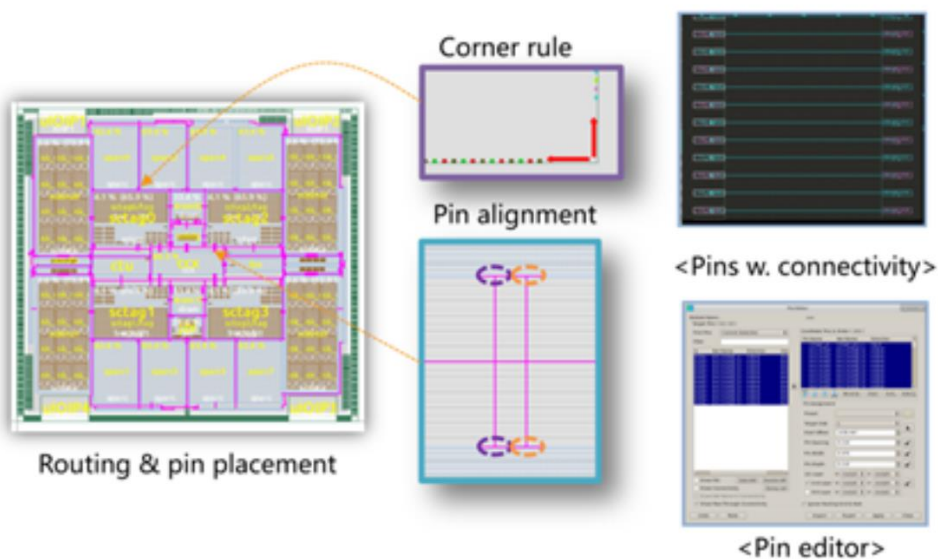
资料来源：ANSYS官网，华安证券研究所

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

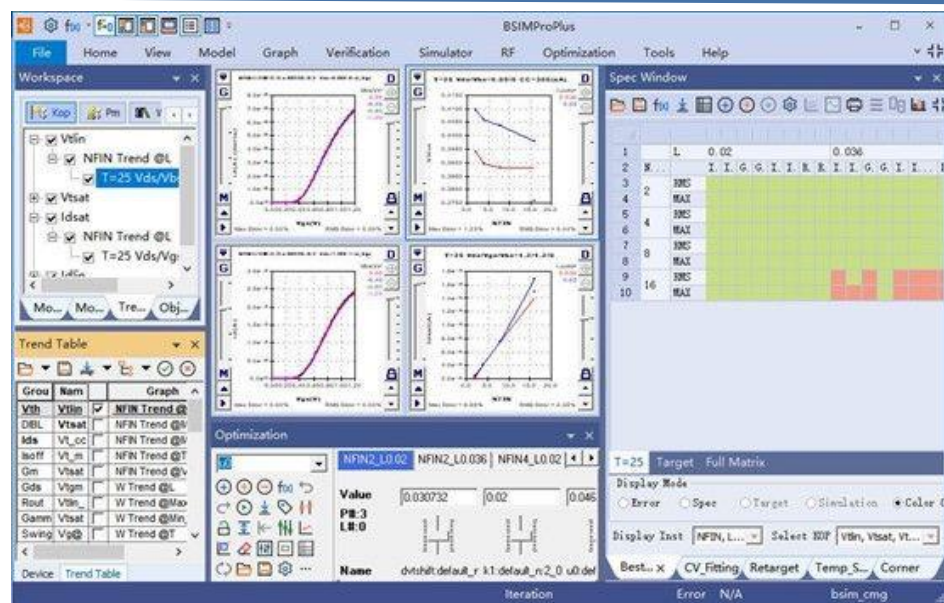
➤ EDA —— Electronic design automation 电子设计自动化

- EDA解决了超大规模集成电路（VLSI）芯片的功能设计、综合、验证、物理设计（包括布局、布线、版图、设计规则检查等）等设计问题，相当于电子设计领域CAD、CAE、CAM等软件的集成

EDA部分典型产品示意图1



EDA部分典型产品示意图2



资料来源：概伦电子官网，华安证券研究所



目录

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

2 CAD：设计基础应用广泛

3 CAE：仿真世界潜力无限

4 EDA：半导体产业皇冠明珠

5 投资建议：研发设计软件价值巨大

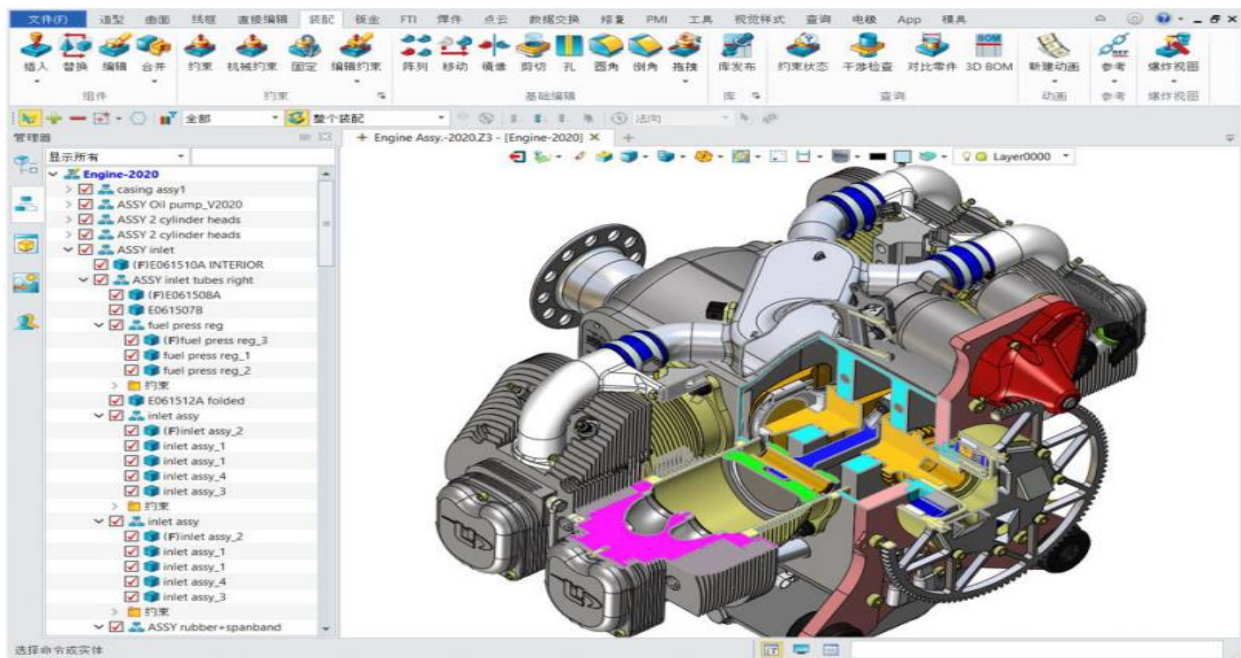
6 风险提示



2 CAD：设计基础应用广泛

- **CAD软件是设计能力的基础，下游应用广泛。** CAD是利用计算机进行工程设计的研发设计类工业软件，替代传统设计人员手动制图，解决工业产品的几何外形和结构设计问题，使得产品设计的结构形状所见即所得。CAD本质上是将工业设计知识和经验以数字化模型的方式沉淀，协助工程技术人员完成产品设计，进而提升产品开发效率、降低开发成本、缩短开发周期。

3D CAD机械配备设计示例图

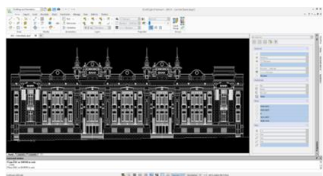


资料来源：中望软件官网，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

- **CAD软件是设计能力的基础，下游应用广泛。**2D CAD主要应用在工程机械/制造业领域，包括机械设计、电子电气设计、模具设计、汽车整车及零部件设计等；建筑行业也是CAD应用最广泛的行业之一，以2D CAD为平台的二次开发软件数量众多，贯穿了建筑设计、勘察规划设计、结构设计、强弱电设计、给排水暖通设计、工程概预算、施工图设计、室内装修设计等建筑全产业链。

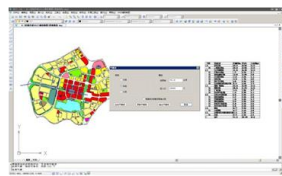
2D CAD示例图



建筑



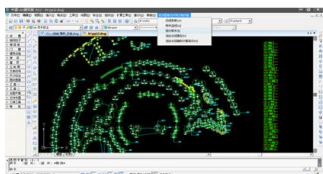
交通



城市规划



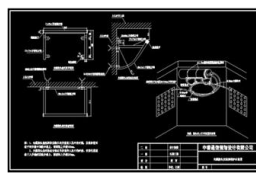
船舶



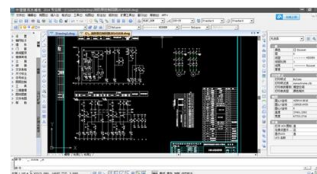
园林景观



化工



通信



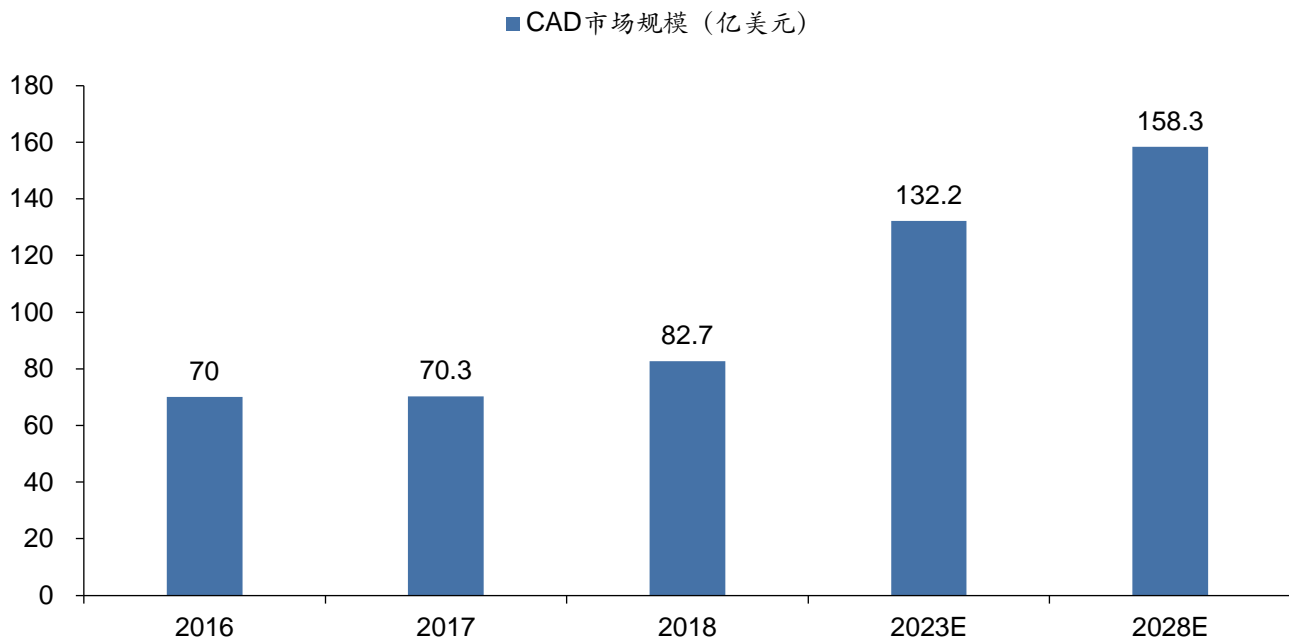
能源

资料来源：达索官网，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

► **市场规模：**全球CAD市场空间93亿美元，国内市场接近50亿人民币。海外咨询公司P&S Intelligence在2020年9月最新统计和测算显示，2019年全球CAD市场空间为93亿美元，预计2020-2030年CAGR为6.6%。具体到国内市场，综合工信部运行监测协调局、中国电子信息产业统计年鉴和赛迪顾问的相关数据，我们测算2018年国内CAD市场空间接近50亿人民币，未来十年CAGR保持在13%左右，高于全球市场增速。

CAD全球市场规模



资料来源：BIS Research, Statista, 华安证券研究所

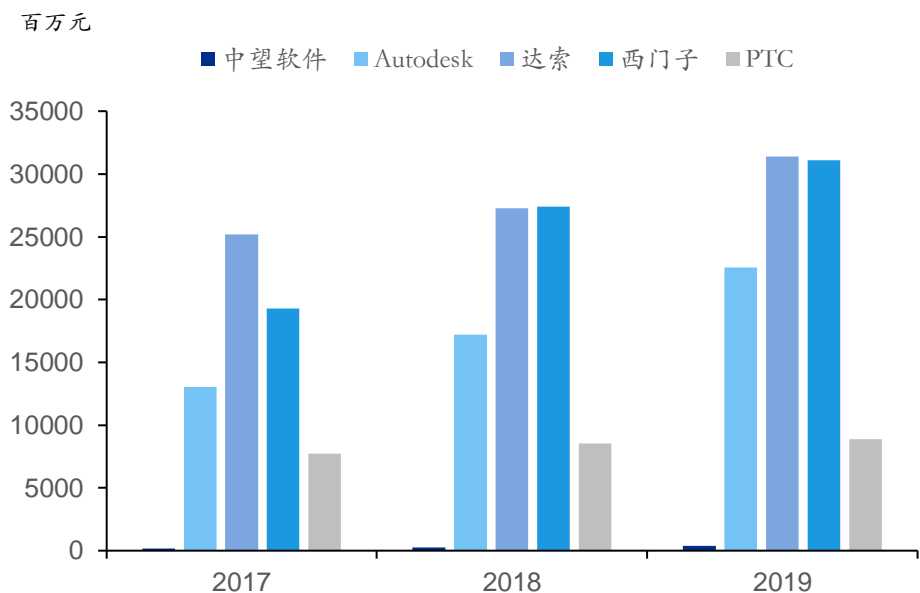
2 CAD：设计基础应用广泛

- **竞争格局：CAD市场格局集中，巨头优势显著。**国内外CAD市场竞争格局均为巨头垄断，其中Autodesk是2D CAD领域绝对龙头，达索、西门子、PTC等企业垄断3D CAD市场。国内CAD领域，既有中望软件、浩辰软件、数码大方等CAD平台型企业，也有大量基于CAD平台做二次开发的细分行业相关企业。随着自身不断技术积累、应用生产逐步形成和知识产权保护力度的加大，国内CAD企业正在与海外巨头的竞争中不断壮大。

全球CAD竞争格局

| 产品 | 市占率 |
|---------------------------|--------|
| Autodesk AutoCAD | 17.83% |
| 达索系统 | 7.78% |
| Autodesk | 5.03% |
| Autodesk Revit | 4.60% |
| 达索Solidworks | 2.86% |
| Autodesk Incentor | 1.62% |
| Autodesk AutoCAD Civil 3D | 1.17% |
| 西门子NX | 0.58% |
| 达索CATIA | 0.43% |

中外CAD企业营收对比



资料来源：Zion Market Research，华安证券研究所

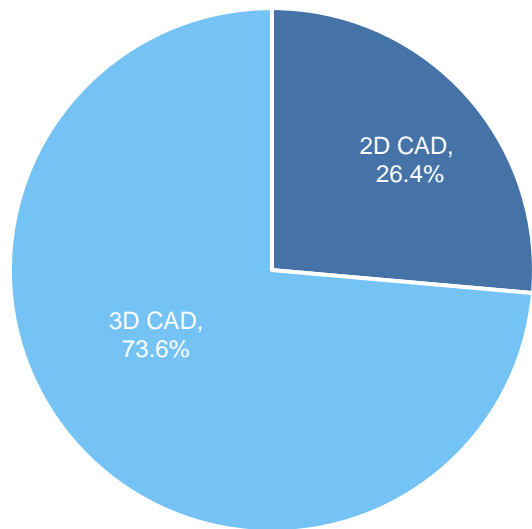
资料来源：赛迪顾问，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ **2D CAD：占比稳定在26%左右，有长期存在的基础**

- 根据BIS的统计，全球市场2D CAD在整个CAD中的占比，2016年是27%，2018年降到了26.4%，未来十年预计将会小幅下降，最终稳定在24%左右。我们认为国内市场2D和3D CAD的占比同国际市场保持一致，市场规模大概是1:3左右，未来也将长期维持这样的比例。之所以2D CAD不会被3D CAD取代，有长期存在的基础，是因为它还具备一些比较优势。

2018年CAD全球市场2D和3D的比例



资料来源：BIS Research，Statista，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 2D CAD：占比稳定在26%左右，有长期存在的基础

- 一是**2D CAD**文件体积小，上手快便于交互，特点与**3D**不同。更轻量级的2D受平台限制很小，即使是手机也可以打开，用来交流图纸最为方便，而且使用简便，简单培训后即可上手使用。而**3D**主要用来建模，运算处理数据量大，对基础设施要求更高，文件体积也更大，虽然直观但要上手和交互都有一定难度。
- 二是**2D CAD**性价比高，基础与**3D**不同。国内市场**2D CAD**产品单套价格一般在1万以内，国产更为便宜，**3D CAD**的售价要比**2D**贵好几个数量级，动辄就上十万，功能齐全的高端产品更是上千万；此外，**2D**产品经过上世纪80年代以来的甩图板进程，建立了深厚的使用基础，这也是**3D**不能比拟的。
- 三是**2D CAD**便于指导实际生产，场景与**3D**不同。**3D CAD**前期设计效果好，但是在从设计到制造的场景中目前还不合适，主要有四方面原因。1) 生产环境复杂多样，高热、油污、电磁等环境目前无法使用显示**3D CAD**的电脑或平板，**2D**图纸更有优势。2) **2D CAD**能更清晰直观的表示零件结构，给图纸标注详细尺寸，剖面、立面等细节一目了然。3) **3D**对设计对象的表达事无巨细，信息量成倍提升，无关信息也会增加，相关成本也大大增加。

2 CAD：设计基础应用广泛

➢ 2D CAD：全球远期空间超过300亿，国内企业有望实现快速增长

- **海外市场**2D CAD空间稳步增长，预计2030年或将达到250亿人民币，国内龙头如中望软件的海外2D CAD业务在技术产品持续提升的进程中稳步增长，在强化海外渠道后短期内将以0.2%的年均市占率增加值扩大市场份额，到2030年海外市占率或将达到5%。
- **国内市场**2D CAD增速高于全球，到2030年或将达到50亿人民币，受益于自身产品力和高性价比优势，软件正版化及国产替代东风，2D国内市场将迎来爆发式增长，国内龙头如中望软件三年内营收有望快速增长，中长期平稳增长，到2030年国内市占率有望接近50%。

2D CAD市场空间测算

| 产品线 | | 市场空间 (亿元) | | | |
|--------|------|-----------|-------|-------|---|
| | | 2019 | 2022E | 2030E | 测算依据 |
| 2D CAD | 海外市场 | 154 | 178 | 250 | P&S Intelligence测算2019年全球CAD空间93亿美元，CAGR=6%；BIS测算2D占比25%左右 |
| | 国内市场 | 14 | 19 | 50 | 根据工信部运行监测协调局、中国电子信息产业统计年鉴和赛迪顾问测算2019年国内CAD空间50亿，CAGR=15%；BIS测算2D占比25%左右 |
| 合计 | | 168 | 197 | 300 | - |

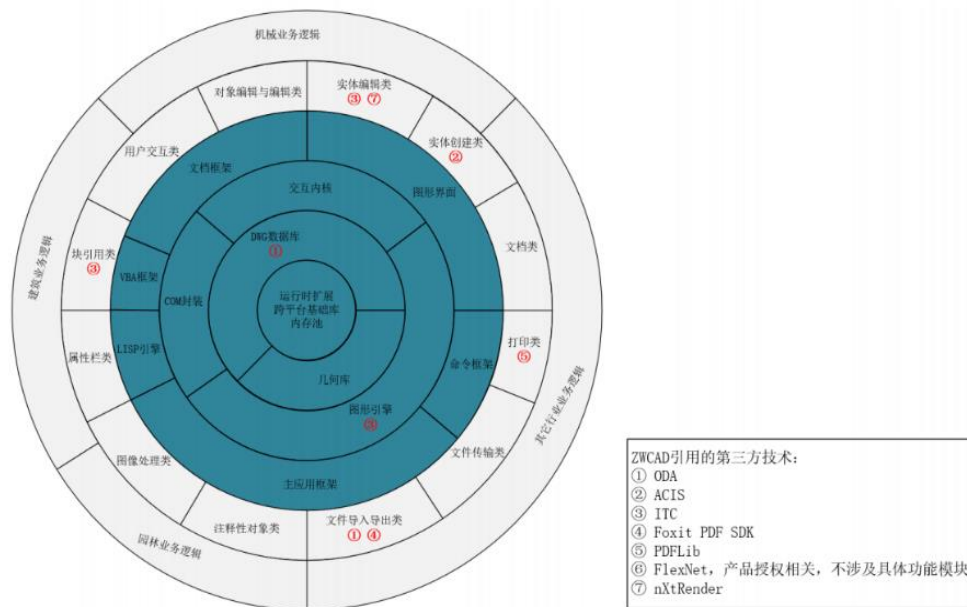
资料来源：华安证券研究所整理

2 CAD：设计基础应用广泛

➢ 2D CAD：国产龙头——中望软件技术实力

- 拥有完整2D CAD内核，以此构建出平台产品ZWCAD。内核是CAD产品的核心基础，中望2D CAD内核分为四个层次，最底层包括运行时扩展、跨平台基础库和内存池技术；第二层包括DWG数据库、几何库技术；第三层是服务层，它对外层提供图形交互，COM访问以及图形处理服务；最外层是应用程序框架层，它主要以MFC的多文档框架为基础实现了ZWCAD软件的图形界面。依托该完整内核，公司构建了能够广泛应用于各行业的平台级软件ZWCAD。

中望2D CAD平台产品构架



资料来源：中望招股书，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➢ 2D CAD：国产龙头——中望软件技术实力

- **2D产品性能接近国际巨头，二开数量国内领先。**从命令数量/可靠性/可扩展性/打开图纸速度/二开数量/支持的操作系统等维度分析，中望产品介于国际第一/第二阵营之间。公司2D CAD二次开发软件数量为230个，对比国内其他厂商百余种CAD应用程序有一定优势。

中望2D CAD实现技术指标对比

| 关键技术特征 | 第一阵营 | 第二阵营 | 第三阵营 | 中望2DCAD指标 |
|--------------|---|--------------------------|---------------------------|---|
| 支持的命令数量 | 710 | 515 | 279 | 639 |
| 可靠性 | 连续使用过程中，运行效率无下降 稳定性好 | 连续使用过程中，运行效率略微下降 稳定性好 | 连续使用过程中，运行效率大幅下降 稳定性较差 | 连续使用过程中，运行效率无明显下降 稳定性好 |
| 可扩展性 | 基础二维接口扩展； +多个扩展支持； Ribbon、OPM、三维 拓扑分析、图像处理 | 基础二维接口扩展 | 不支持 基础二维接口扩展 | 基础二维接口扩展； +多个扩展支持； Ribbon、OPM、三维 拓扑分析、图像处理 |
| 打开图纸速度 | 18秒 | 34秒 | 110秒 | 22.08秒 |
| 二次开发产品数 | 1000个以上 | 100个以上 | 无兼容性 | 230个 |
| 是否支持多个桌面操作系统 | 两种及以上 | 两种 | 仅支持 Windows 平台 | Windows + Linux |

资料来源：华安证券研究所整理

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 2D CAD：国产龙头——中望软件技术实力

- **2D部分技术已达到国际先进水平。**1) DWG文件并行读取技术，CPU多核并行读取技术可以极大提升DWG文件，尤其是拥有大量数据的DWG文件的读取速度。2) 图形并行生成技术，该技术充分利用CPU多核及GPU高并行能力，让图形生成计算由串行变为并行，有效缩短了图形生成和显示时间。对比目前国内外主要竞品，未发现其它2D CAD产品在DWG文件读取或图形显示生成过程中使用并行读取技术。3) 大图像插入技术已位居世界前列。

中望2D CAD技术先进性的具体表征

| 技术名称 | 行业标杆产品特征 | ZW CAD特征 |
|-------------|---|-----------------------|
| DWG文件并行读取技术 | 200MB的DWG文件，读取耗时超过45秒 | 200MB的DWG文件，读取耗时小于35秒 |
| 图形并行生成技术 | 400万条直线重生成耗时超过12秒 | 400万条直线重生成耗时小于10秒 |
| 大图像显示技术 | 插入1GB的光栅图像耗时超过5秒 | 插入1GB的光栅图像耗时小于2秒 |
| CAD二次开发平台技术 | 在2D CAD领域，均以国外主流产品的兼容性作为二次开发能力的重要评价指标：ZWCAD支持国外主流产品提供的4类API：LISP、VBA、ZRX和NET，对国外主流产品API的支持率分别达到了：99%、93%、87%、94.5%。ZWCAD的ZRXSDK还对国外主流产品的扩展接口进行了全面的支持，在API的完善度方面ZWCAD是同类产品中最接近行业标杆的产品。 | |

资料来源：华安证券研究所整理

2 CAD：设计基础应用广泛

► 2D CAD：国产龙头——中望软件技术实力

- 融入国际主流产业圈，在合作协同中消化成熟技术。2D CAD底层核心技术已经非常成熟，包括行业龙头企业Autodesk在内的软件企业均会在一定程度上使用第三方授权技术。中望软件早在2002年便加入ITC，目前是联盟董事会成员之一，对组织相关决策有投票权，同时公司成为ODA会员也已超过十年，期间合作关系良好。
- ITC和ODA组织成员合法使用相关代码，依存度逐渐降低。ZWCAD 2020 与 IntelliCAD6.3的总体代码相似比例仅为2.72%，并且ZWCAD内核中与IntelliCAD6.3相似源代码的占比仅为内核源代码总量的1.28%，比例极低，相似的源代码是一个小型几何库，功能重要性也不高，因此不构成对ITC技术的依赖。

中望2D CAD平台软件与ITC代码比对报告

| 模块层次 | ZWCADV2020 代码量 (行) | 与 IntelliCAD9.2 相似的代码量 (行) | 与 IntelliCAD9.2 相似百分比 | 与 IntelliCAD6.3 相似的代码量 (行) | 与 IntelliCAD6.3 相似百分比 |
|------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 内核 | 2,536,952 | 8,673 | 0.34% | 32,517 | 1.28% |
| 通用命令 | 1,672,561 | 37,653 | 2.25% | 45,737 | 2.73% |
| 组件 | 874,502 | 785 | 0.09% | 4,155 | 0.48% |
| 其它 | 162,494 | 49,447 | 30.43% | 60,547 | 37.26% |
| 合计 | 5,246,509 | 96,558 | 1.84% | 142,956 | 2.72% |

资料来源：中望招股书，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 2D CAD：国产龙头——中望软件三种打法

- **打法一：高性价比满足中小型客户IT支出痛点。**中望的2D CAD在功能上完全满足客户使用需求，一次性永久授权的价格甚至低于AutoCAD订阅一年的年费，产品性价比极高，颇受小型企业青睐。国内很大一部分中小型制造企业资金往往不够充裕、生产经营成本控制严苛，普遍面临IT支出不足的痛点，中望可以让中小企业以低廉的价格用上正版的2D CAD产品，这对于提升广大中小企业的创新设计能力至关重要。

国内2D CAD市场各厂商价格对照表

| 厂商 | 版本 | 定价（换算成人民币/元） |
|----------|------------------|----------------|
| 中望软件 | ZWCAD2020 | 4363-10702 |
| 苏州浩辰 | GStartCAD | 5695-7833 |
| 数码大方 | CAXA CAD电子图板2020 | 3680-5800 |
| Autodesk | AutoCAD | 8724-17692（年付） |

资料来源：中望招股书，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 2D CAD：国产龙头——中望软件三种打法

- **打法二：正版化+授权模式吸引Autodesk大中型客户。**软件正版化已成为我国软件行业发展的必然趋势，为包括中望在内的国内正版软件供应商带来了巨大的市场需求。另一方面，中望的2D产品主要通过永久授权模式向客户销售软件产品，相较国外CAD软件逐年收费的订阅模式，给企业的自主权更大，既可以终身使用，也能根据需要随时升级。
- 近几年Autodesk积极推进云化转型，进一步加大对盗版软件的打击力度。在按月订阅的情况下，仅在1.9年之内相较过去永久许可模式下对企业而言支出更低，而如果订阅时长超过这个年限，累计IT支出将会较之以往增加。因此许多企业或将放弃订阅制软件，转而选择中望等一次性授权的软件替代。

Autodesk部分CAD产品云化转型前后价格对比

| 产品名称 | 参考永久许可价格(\$) | 参考固定期限许可价格(\$) | 总费用达到永久授权模式售价时长(年) | | | |
|------------|--------------|----------------|--------------------|------|------|--|
| | | 按月订阅 | 按年订阅 | 按月订阅 | 按年订阅 | |
| AutoCAD | 4185 | 185 | 1470 | 1.9 | 2.9 | |
| AutoCAD LT | 1200 | 50 | 380 | 2 | 3.2 | |

资料来源：World CAD Access，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 2D CAD：国产龙头——中望软件三种打法

- **打法三：国产替代+系统适配服务大型国企央企。**随着中美贸易摩擦的加剧，核心技术国产化的重要性愈发突出，出于对技术创新能力和信息安全问题的考虑，国产研发设计类工业软件有望率先进入民用领域的国内大型国企央企，逐步进行国产替代的步伐将加快。
- **国产替代将是未来工业软件行业的长期确定性趋势，**而中望作为国内2D CAD领军企业，其产品更容易获得大型国有企业的青睐，从而进一步扩大市场。早在2010年4月，中望2D CAD软件就进入了中央企业正版软件集中采购清单，荣膺首款国资委推荐采购CAD软件；2019年9月，中网再次中标中央企业联合采购目录，全面匹配中央企业对工业设计软件的多样化应用需求，帮助企业更好地应对当前复杂形势下的新挑战。
- **兼容适配国产操作系统，满足国有企业自主可控需求。**中望与麒麟软件等厂商展开深度合作，研发团队在技术层面密切配合与交互，实现了中望CAD Linux与银河麒麟高级桌面操作系统V10（鲲鹏版、飞腾版）的兼容互适配，更好地助力Linux系统用户的“全国产化”进程。

中望软件与麒麟操作系统合作认证



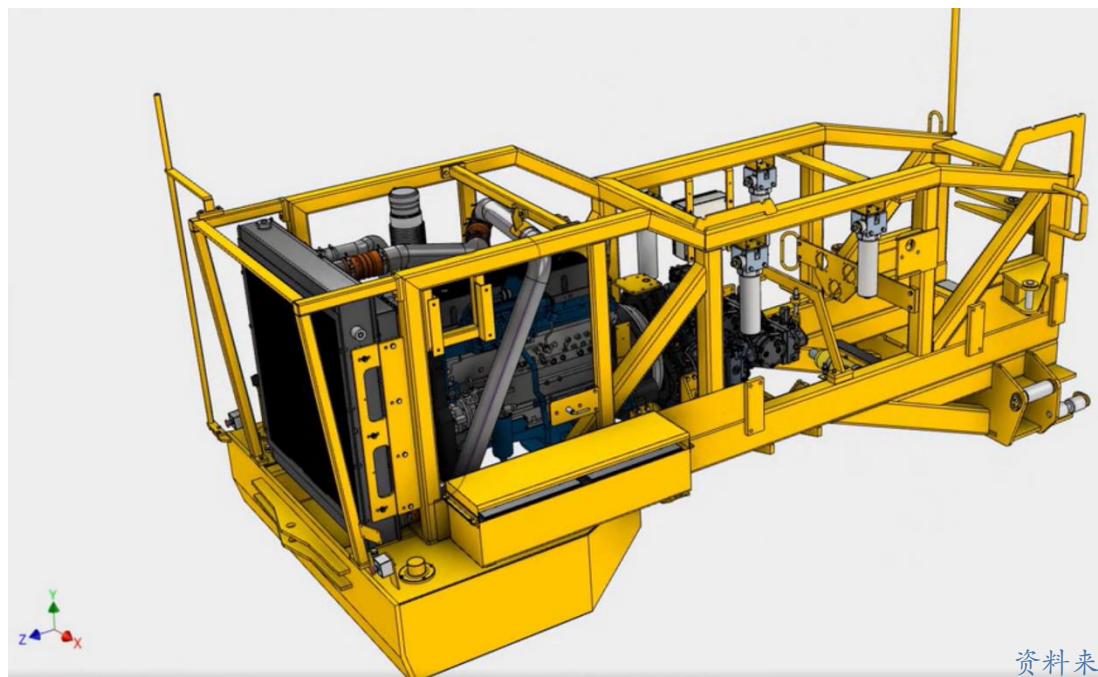
资料来源：中望官网，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：历史悠久，经历了五次技术革命

- 三维建模技术是研究在计算机上进行空间形体的表示、存储和处理的技术。在CAD技术发展初期，CAD仅限于平面上的计算机辅助绘图，随着三维建模技术的发展，CAD技术才从2D平面绘图发展到3D建模。在3D CAD中，设计人员可以通过坐标、角度设置及精度保存等手段提高部件精度，还可以借助立体空间图形帮助工程师和消费者更形象、直观的理解工业设计。

3D CAD在结构建设中的应用



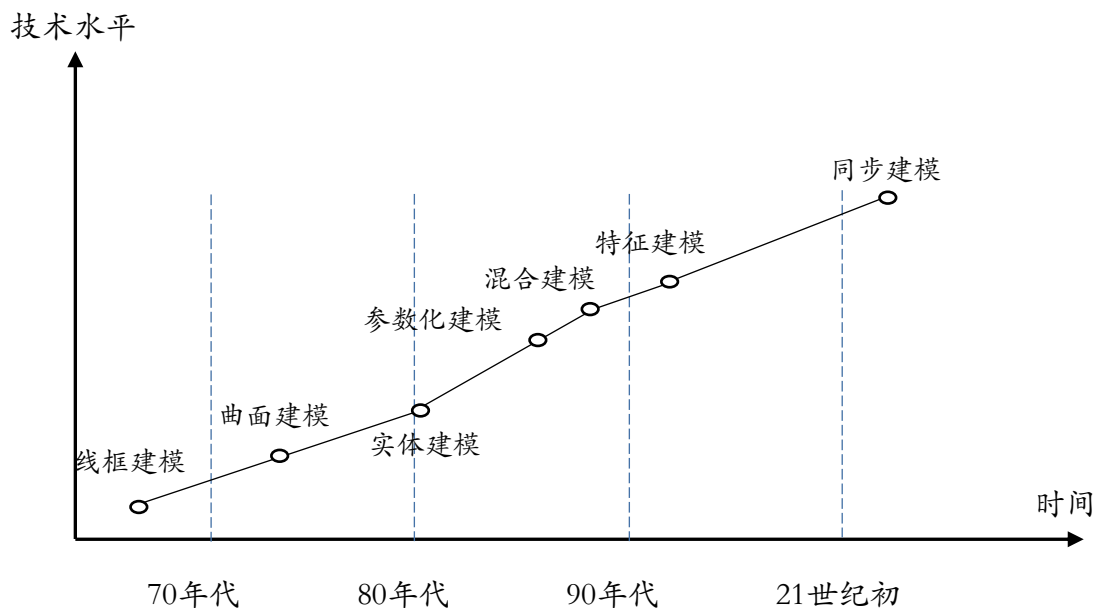
资料来源：AutoDesk官网，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：历史悠久，经历了五次技术革命

- 3D CAD诞生于上世纪60年代，起初只是极为简单的线框式系统，不能有效表达几何数据间的拓扑关系。法国达索公司利用解决曲线、曲面问题的贝塞尔算法，在二维绘图系统上开发出以表面模型为特点的自由曲面建模法，推出三维曲面造型系统CATIA，掀起了3D CAD的曲面造型系统革命。在此之后，3D建模先后经历了实体造型技术革命、特征参数化技术革命、变量化技术革命及同步技术革命，最终演进形成了目前的3D CAD产品技术形态。

3D建模发展史



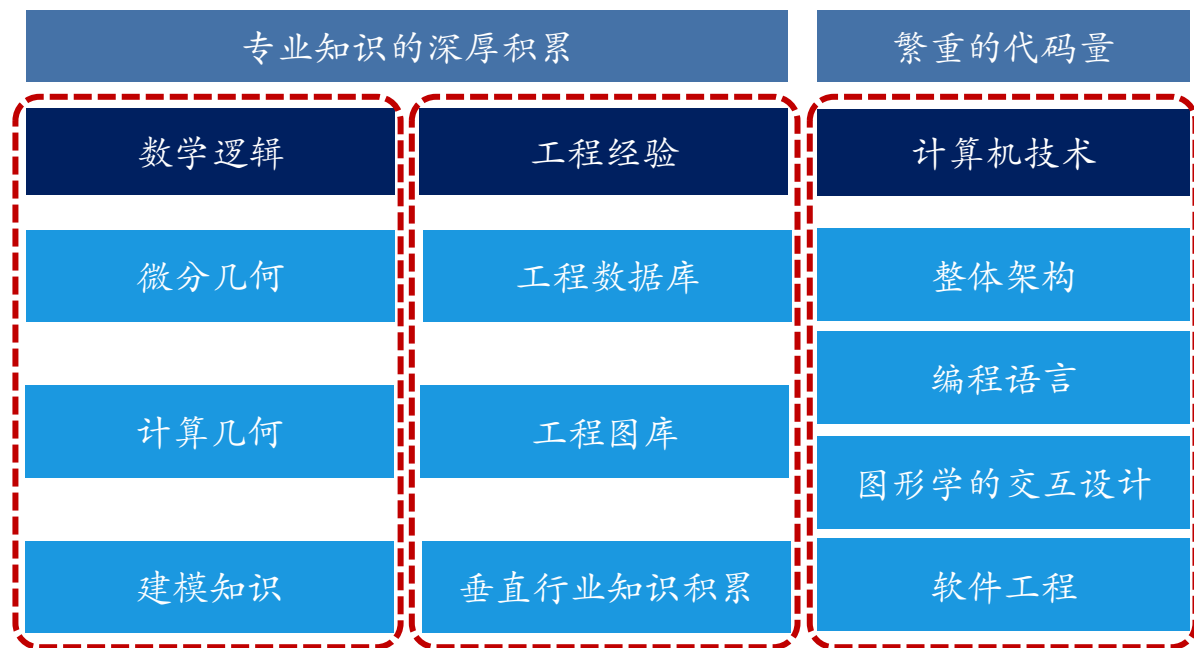
资料来源：《Solid Edge同步建模技术快速入门》，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：技术壁垒高，存在卡脖子风险

- 催生于高端制造需求，技术壁垒极高。3D CAD 源自航空、汽车等高端装备制造业的复杂设计需求，蕴含了庞杂、艰深的交叉学科知识，其技术体系包含三部分内容：底层基础而深奥的数学逻辑、深厚而专业的工程知识经验和代码量繁重的计算机技术。

3D CAD三大底层技术



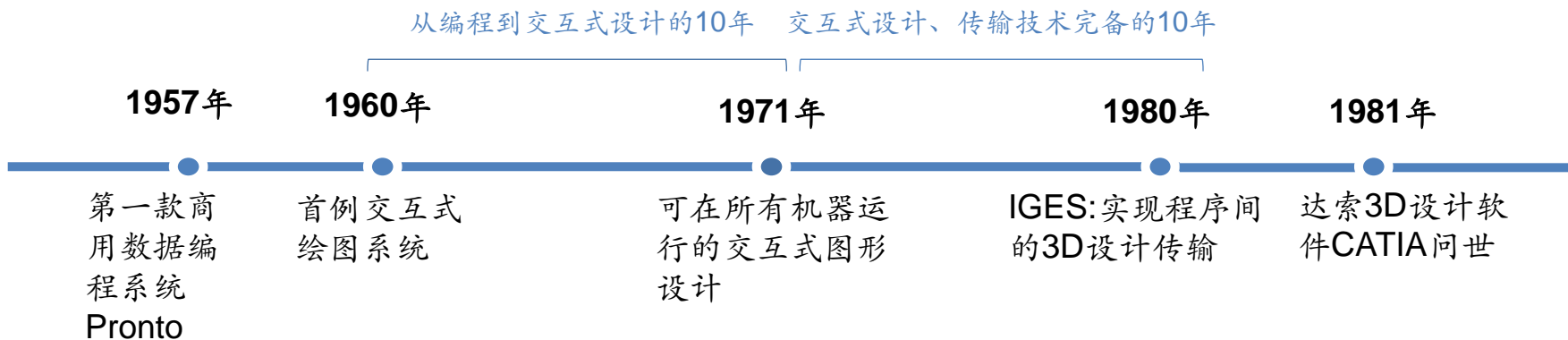
资料来源：华安证券研究所整理

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：技术壁垒高，存在卡脖子风险

- 研发成本高、产品化商业化周期长。软件代码量是反应研发成本的量化指标，3D CAD软件研发所需代码量达千万行量级，例如达索SolidWorks的研发包含了3000-4500万行代码，需要3000-4500人付出一年以上开发工作量。此外，3D CAD的产品化和商业化周期均在10年以上，第一款3D CAD软件从技术到产品再到商用走过了超过20年时间。

海外3D CAD技术研发周期：底层技术开发10年，技术完备到商用10年



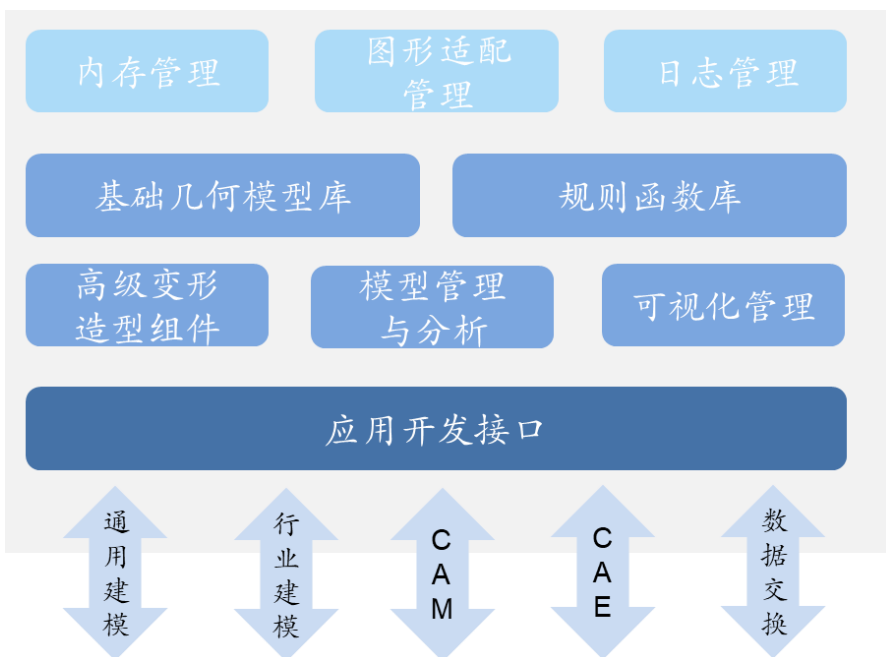
资料来源：华安证券研究所整理

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：技术壁垒高，存在卡脖子风险

- 几何内核是3D CAD的核心基础，价值堪比芯片。CAD的核心是其内部的几何平台，也被称为几何内核或几何引擎。几何内核之于研发设计软件，如同芯片之于手机电脑等电子产品，是最为核心和基础的部分。几何内核的主要作用包括：①基于数学逻辑处理几何对象；②提供描述三维模型最终外形的函数表达；③形成约束建模、参数建模、驱动建模等各种底层机制，便于上层CAD应用开发；④为二次开发提供各类接口；⑤为CAE数值计算仿真的求解器提供网格划分的信息。

几何内核是3D CAD核心技术



资料来源：山大华天官网，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：技术壁垒高，存在卡脖子风险

- 国际主流商业化几何内核掌握在美国顶尖厂商手中，存在断供风险。目前国际上主流的商业化几何内核主要有美国Spatial公司的ACIS（被法国达索收购），美国UGS公司的Parasolid（被德国西门子收购），以及开源的Open CASCADE。欧美工业软件巨头大都从底层开发自己的几何内核，确保自主可控；国内绝大部分厂商在内的中小软件企业只能购买大厂商的几何引擎做二次开发，这样虽然难度低见效快，但升级维护困难、性能效率不高，且核心技术受制于人。

欧美巨头均拥有自主可控的几何内核

| CAD产品 | 所属公司 | 所用内核 | 备注 |
|------------|------------|----------------|-----------------------|
| CATIA | 法国达索系统 | CGM | 自主内核，自主约束求解器（Ledas研发） |
| NX/UG | 德国西门子 | Parasolid | 早年收购的内核 |
| Pro/E | 美国PTC | Granite | 自主内核，产品现在称为Creo |
| SolidWorks | 法国达索系统 | Parasolid, CGM | 逐步转向CGM |
| SolidEdge | 德国西门子 | Parasolid | 收购的产品 |
| Inventor | 美国Autodesk | ACIS | 购买了ACIS代码，内部改进 |

国际主流商业化几何内核被美国掌握

| 几何内核 | 开发者 | 特点及优势 | 典型软件 |
|-----------|---|-------------------------------|--|
| ACIS | 美国Spatial Tech (已被法国达索收购，但公司依然在美国，受美国相关法规约束) | 架构先进，API完备，对通用实体造型效率高 | AutoCAD、Abaqus、Fluent、Nastran、国内很多厂商 |
| Parasolid | 美国UGS (已被德国西门子收购，但公司依然在美国，受美国相关法规约束) | 复杂实体造型功能（如倒圆角、抽壳）强大、稳定，应用更加广泛 | 西门子UG、西门子SolidEdge、达索Solidworks、Ansys、Comos、EMAP、ADAMS、ADINA |

资料来源：山大华天官网，华安证券研究所

资料来源：华安证券研究所整理

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：国内市场远期规模超150亿元

- 根据工信部运行监测协调局、中国电子信息产业统计年鉴和赛迪顾问的相关数据综合测算，2019年国内CAD空间50亿元，未来十年CAGR 15%。我们认为BIS给出的全球CAD市场2D:3D≈1:3的比例基本适用于国内，因此国内3D CAD市场空间2019年约为37.5亿元，到2030年市场或将超过150亿元。海外来看，2030年3D CAD市场规模有望达到750亿元。国内龙头企业如中望软件有望远期占有国内市场20%的市场份额，实现30亿的收入规模。

3D CAD市场空间测算

| 产品线 | | 市场空间 (亿元) | | | |
|--------|------|-----------|-------|-------|--|
| | | 2019 | 2022E | 2030E | 测算依据 |
| 3D CAD | 海外市场 | 462 | 534 | 750 | P&S Intelligence测算2019年全球CAD空间93亿美元，CAGR=6%；BIS测算2D:3D约为1:3 |
| | 国内市场 | 42 | 57 | 150 | 根据工信部运行监测协调局、中国电子信息产业统计年鉴和赛迪顾问测算2019年国内CAD空间50亿，CAGR=15%；BIS测算2D:3D约为1:3 |
| 合计 | | 504 | 591 | 900 | - |

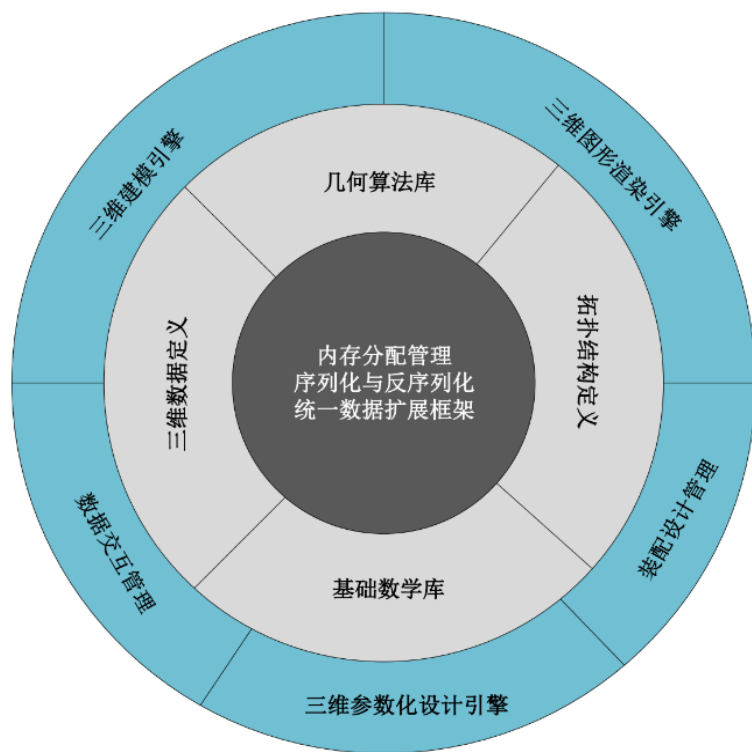
资料来源：华安证券研究所整理

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：国产龙头——中望软件产品布局

- 拥有自主几何建模内核，确保自主可控。对于3D CAD 软件而言，几何建模内核是核心基础，它决定着软件的能力边界和行业扩展性。几何建模内核研发成本高、研发投入时间长，中小型CAD企业通常不会自主研发几何建模内核。中望通过多年的研发积累和并购整合，拥有自主3D几何建模内核——Overdrive，是国内少有的实现商业化应用、在工业设计领域被大规模实践验证过的三维几何建模内核技术。
- 中望Overdrive内核源自美国VX公司，具有三维混合建模、加工功能和A级曲面设计能力，能够实现三维实体与自由曲面建模的无缝衔接。作为国内少数自主可控的几何内核，中望Overdrive既能够保证数据的安全性，也可以提供强大、灵活的API接口，便于应用软件开发商基于此进行二次开发。据欧洲行业分析专家预测，Overdrive未来或将成为世界三大几何内核之一。

中望3D CAD几何建模内核层次示意图



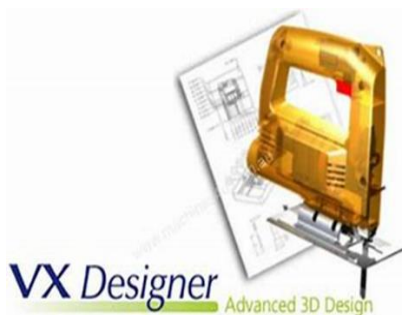
资料来源：中望招股书，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：国产龙头——中望软件产品布局

- 技术来源清晰，基于VX公司产权进行研发。2008年金融危机爆发后，全球大量技术型优质资产面临不同程度的冲击，中望敏锐而坚决的把握机遇，于2010年7月收购了拥有3D CAD/CAM 软件相关知识产权的美国VX公司，获得了其全部知识产权及研发团队。VX公司创立于1985年，在3D设计领域拥有二十五年的行业经验，是美国知名的三维CAD/CAM设计软件公司，VX拥有在曲面实体建模、历史建模、直接建模以及CAD/CAM等技术功能，而且还具备模具加工、反向工程等功能，这些功能跟CAD/CAM软件的基础功能紧密结合在一起，在北美和欧洲的制造领域拥有忠诚的粉丝用户及良好的口碑。

VX公司被收购前的产品谱系



VX Designer includes all the advanced design modules of the VX product family, making it an effective modeling tool without compromise.



Innovator is an excellent foundational product that contains great modeling, assembly and drafting tools for conceptual and mechanical design.



3D Machinist provides a complete overview of the entire manufacturing process associated with a product design.



资料来源：Machines4U，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：国产龙头——中望软件产品布局

- 中望3D CAD技术处于第三阵营领先地位。从一些关键技术指标来看，中望公司在3D CAD领域已有一定的建树，走在国内领先行列。但与处于第一阵营的国外知名厂商如达索、西门子等还有差距。

3D CAD 国产技术指标对比

| 关键技术特征 或其他市场地位依据 | 第一阵营 平均技术指标 | 第二阵营 平均技术指标 | 中望3D CAD 产品技术指标 | 第三阵营 平均技术指标 |
|---------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------------|
| 三维几何建模能力 | 超复杂场景建模质量高，稳定性好 | 一般复杂场景建模质量可靠 | 建模质量完全满足简单通用场景，部分满足一般复杂场景 | 简单通用应用场景建模质量可用 |
| 自由曲面建模质量 | 完全具备A级曲面建模能力，实现全平台的二阶连续支持 | 基本具备自由曲面建模能力，支持一阶、二阶连续性要求 | 具备自由曲面建模能力，全面支持一阶连续，部分支持二阶连续 | 具备自由曲面建模能力，支持一阶连续性要求 |
| 大体量装配设计能力 | 100万-1000万零部件 | 10-30万零部件 | 10万零部件 | 1-3万零部件 |
| 行业应用模块 | >50 | >20 | 6 | >3 |
| 基于系统的设计协同能力 | 将协同理念内置于CAD产品设计中，实现基于对象级的设计协同能力 | 具备与PLM集成的标准化能力，并与国内外典型PLM系统完成集成，实现文件级的设计协同 | 具备与PLM系统集成的能力，实现在文件级进行设计协同 | 具备与PLM系统集成的能力，与部分PLM系统实现集成，实现文件级的设计协同 |
| 多个桌面操作系统支持 | 至少支持两种及以上桌面操作系统 | 支持两种桌面操作系统版本 | 商业产品支持Windows平台，免费产品支持Linux平台 | 仅支持Windows平台 |

资料来源：中望招股书，华安证券研究所

2 CAD：设计基础应用广泛

➤ 3D CAD：国产龙头——中望软件产品布局

- 中望3D性价比高，原2D市场有望导流更多潜在客户。与国内外其他3D CAD产品相比，ZW 3D产品价格有明显优势，价格最低仅需21858元，同期达索中端产品SolidWorks价格折合人民币最低28475元。与国内竞争对手相比，中望3D产品价格调整空间更为灵活，且拥有自主可控的几何建模内核，综合性价比优势明显。另一方面，传统2D客户对设计功能更多、呈现效果更好的3D产品需求越来越多，中望在2D领域的传统优势和积累多年的客户资源，都可以助力3D业务发展。

国内外3D CAD 价格对比

| 厂商 | 版本 | 定价（换算成人民币/元） |
|----------|-------------------|----------------|
| 中望软件 | ZWCAD2020 | 4363-10702 |
| 苏州浩辰 | GStartCAD | 5695-7833 |
| 数码大方 | CAXA CAD 电子图板2020 | 3680-5800 |
| Autodesk | AutoCAD | 8724-17692（年付） |

资料来源：华安证券研究所整理



目录

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

2 CAD：设计基础应用广泛

3 CAE：仿真世界潜力无限

4 EDA：半导体产业皇冠明珠

5 投资建议：研发设计软件价值巨大

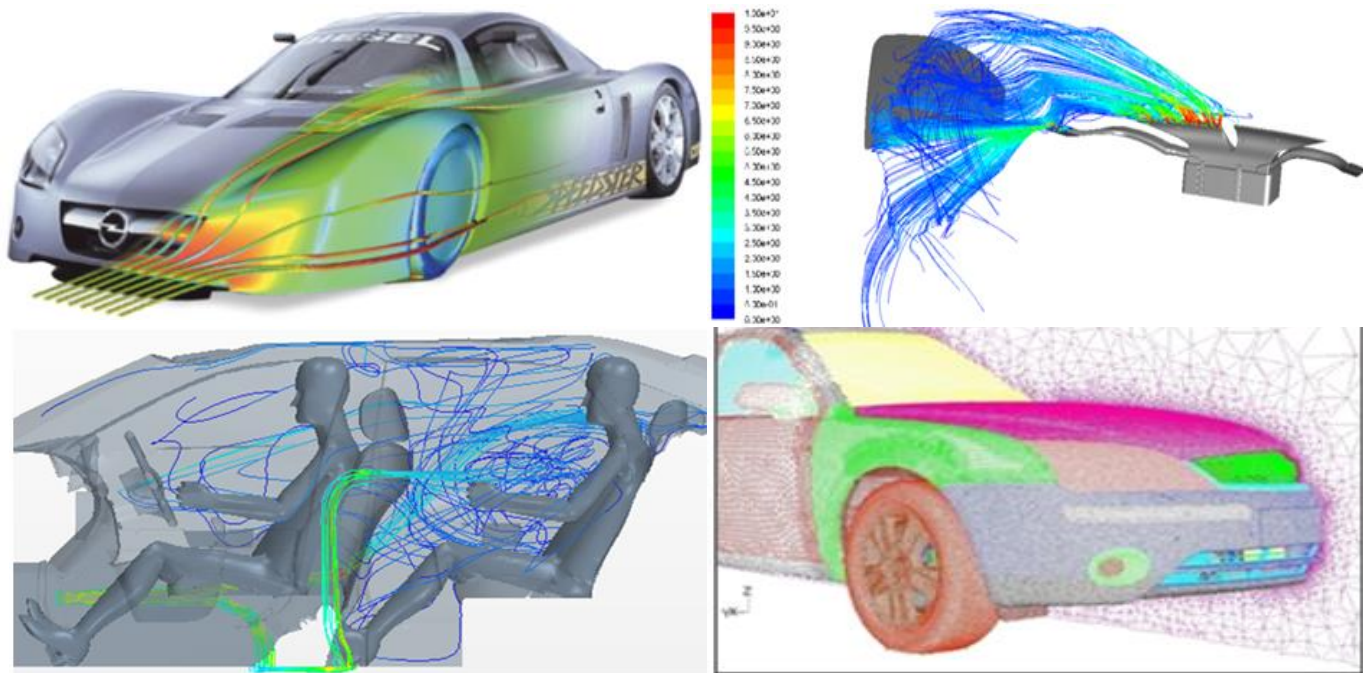
6 风险提示



3 CAE：仿真世界潜力无限

- **CAE**软件仿真方法是与理论方法、实验方法并列的人类认识世界的三大方法。CAE（Computer Aided Engineering计算机辅助工程）是以有限元法、有限差分法及有限体积法等数学基础，用计算机辅助求解并优化复杂工程和产品结构强度、刚度、屈曲稳定性、动力响应、热传导、三维多体接触、弹塑性等性能的近似数值分析方法。

汽车整车仿真实例



资料来源：安世亚太官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

CAE软件的分析仿真过程分为三大步骤

前处理

结构的有限元离散化

分析结构的有限元网格划分与数据生成。包括运用点、线、面和三维实体等几何元素构建分析对象的实体模型，有限元网格的切分节点参数自动生成，材料特性和荷载数据输入，公式化参数导入等

有限元分析

有限元方程的建立与求解

针对有限元模型进行单元分析，建立单元刚度矩阵和整体平衡方程，求解有限元方程并获得分析结果。实际中大都根据工程问题的物理、力学和数学特征，分解成线性静力分析、动力分析、热分析、电磁分析等若干子问题，并由对应的子系统完成

后处理

计算结果的处理显示

对有限元分析的结果进行加工和处理，以使得用户能以表格、图形、图像和动画等方式获得分析结果。具体包括结果数据的平滑处理、所求物理量的极值与位置，绘制结构**b**变形图、应力分布图和振型图等

资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **CAE软件主要分为通用型和专用型两类。**CAE软件按照求解范围可以分类两类，一类是大型通用有限元软件，一类是专用有限元软件。专业领域有专门做前处理软件、做求解器软件、做后处理器等各种类别。

CAE软件的主要分类

| 软件类别 | 典型代表软件 | 说明 | 特点用途 |
|--------------|--------|-----------------------------------|---------------|
| 通用型 CAE软件 | 结构 | ANSYS、NASTRAN、ABAQUS | 结构强度 仿真分析 |
| | 流场 | FLUENT、CFX | 三维流场 仿真分析 |
| | 电磁 | ANSYS、ANSOFT | 电磁场 仿真分析 |
| | 机械 | ADAMS、Motion、Simpack 、RecurDyn | 运动学和 动力学仿真 |
| 专用型 CAE软件 | 控制 | Matlab、Simulink、EASY5 | 控制系统设计仿真 |
| | 一维流体 | AMESim、Flowmaster | 一维流体仿真 |
| | 电气 | Saber、Simplorer、E3 | 电气系统仿真 |

通用性较强、适用范围广
可针对多种类型的产品的
物理力学性能进行模拟仿
真、评价和优化。

专业性较强，能够针对特
定类型的产品提供较好的
性能分析、预测以及设计
优化等功能。

资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- 全球CAE发展历经三阶段，通过收并购实现产品线扩充。
 - 1) 20世纪60至70年代初，开始出现大型通用CAE软件。在此期间全球三大CAE软件公司：MSC、SDRC和ANSYS先后成立，并分别研发了结构分析软件SADSAM、商用有限元分析软件Supertab（I-DEAS）、ANSYS通用有限元分析软件。
 - 2) 20世纪70至80年代是CAE技术的蓬勃发展时期，这期间CAE软件公司相继成立。如致力于高级工程分析通用有限元程序的MARC公司；致力于机械系统仿真软件开发的MDI公司；针对大结构、流固耦合、热及噪声分析的CSAR公司；致力于结构、流体、及流固耦合分析的ADIND公司等。
 - 3) 90年代及以后是CAE技术的成熟壮大时期，CAD技术的发展为CAE的应用打下基础。这期间各CAD软件开发商一方面大力发展自身CAD软件的功能，另一方面通过并购另外的CAE软件来增加其软件的CAE功能。
- 国内CAE软件起步于70年代，当前处在重要发展窗口期。
 - 1) 起步阶段（1970-1989年）：有限元分析软件出现，如中国飞机强度研究所开发的HAJIF等，这为中国CAE行业的起步奠定了重要基础，但通用性和使用范围有限，限制了此类本土CAE软件的市场化及产业化进程；
 - 2) 缓慢发展阶段（1990-2005年）：以ANSYS、MSC为代表的国外CAE软件厂商进入中国市场，在这期间，国内以海外厂商CAE的使用为主，本土CAE发展缓慢。
 - 3) 快速发展阶段（2006年至今）：产业链升级导致的需求增加，和越来越多的本地定制化需求，导致市场中存在较多围绕特定行业应用而催生的CAE软件二次开发业务，以及国产CAE软件更为灵活和敏捷的开发，都为CAE的快速发展提供了重要的窗口期。

3 CAE: 仿真世界潜力无限

全球与国内CAE的行业发展历程

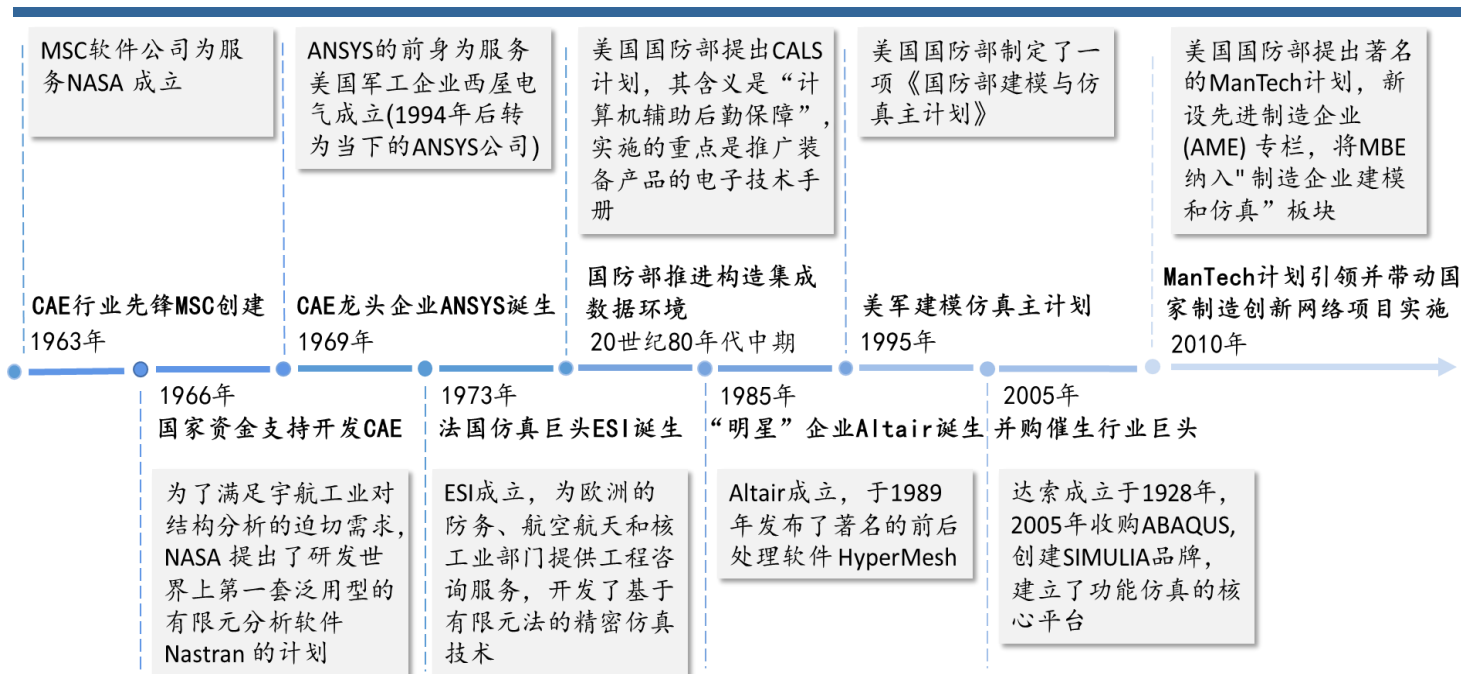


资料来源: 华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **政策支持：美国高度重视CAE建模仿真，政策大力推动。**复盘美国政府，对CAE相关的前沿研究课题非常重视，最早始于上世纪60年代初NASA的宇航计划，在该项目中就利用计算机进行仿真分析，之后更是若干次将“计算机仿真与建模”列为优先发展的“服务于国家利益的关键技术”。从企业端来看，美国企业同样对CAE技术投入巨大，ANSYS在CAE领域的研发投入连续多年维持在3亿美元左右。当前全球CAE市场处于垄断地位的12家厂商，均是海外厂商，具有较大的先发优势。

美国政府通过国家意志持续推进CAE技术发展



资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE: 仿真世界潜力无限

- **政策支持：中国工业软件政策持续加码。**当前工业软件已经得到了从中央高层到产业各界的空前重视。尤其是在5月28日召开的两院院士大会中，工业软件被习总书记列为当前科技攻关最紧急、最迫切的问题，彰显了巨大的战略价值。其中，以CAE为代表的研发设计软件，由于可以有效缩短产品开发时间、减少产品制造成本，更是具备深远的战略意义。

国内工业软件政策持续加码

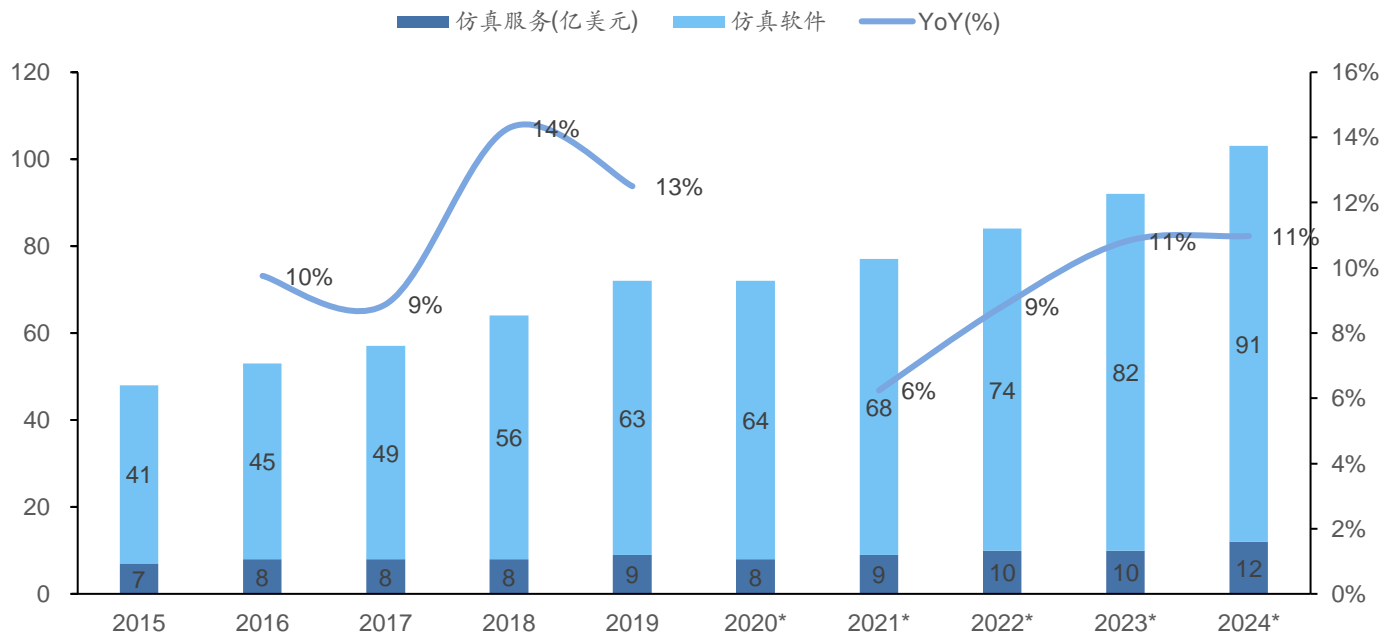


资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **市场规模和竞争格局：CAE市场空间大，行业集中度高。**从市场规模来看，2018年全球CAE软件市场的规模为64亿美元，国内市场规模约为6亿美元，占比约为9%。据国际咨询机构GrandView Research测算，未来十年全球CAE市场CAGR超过9%，中国市场增速更高，CAGR接近18%，国内市场保持高景气度。

全球仿真行业市场规模（单位：10亿美金）



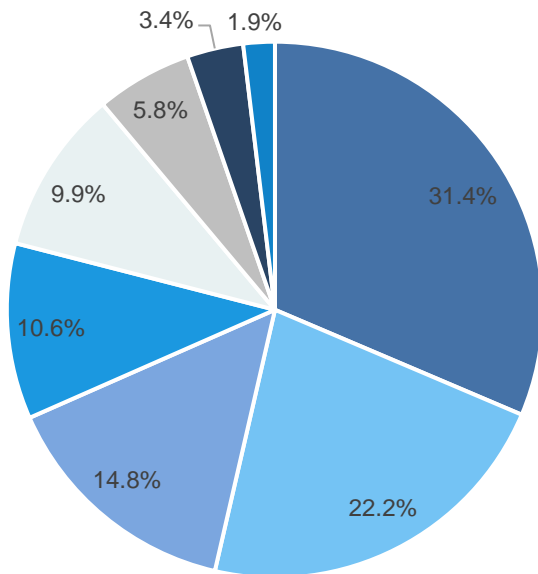
资料来源：BIS Research, Statista, 华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

- 市场规模和竞争格局：CAE市场空间大，行业集中度高。**从竞争格局上来看，全球CAE市场集中度高，前12大厂商占据全球市场的95%以上份额，典型代表为美国ANSYS、MathWorks、德国Siemens、法国Dassault Systems、ESI Group等。

全球CAE市场集中度高

■ Ansys
 ■ Mathworks
 ■ 达索
 ■ 西门子
 ■ Altair
 ■ Hexagon
 ■ ESI Group
 ■ Beta CAE



资料来源：BIS Research, Statista, 华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **市场规模和竞争格局：**海外**CAE**行业产业链完善，技术和工程积累深厚，国内差距较大。海外龙头CAE企业核心产品不仅包括CAE软件，还提供求解器、通用模块等核心技术的销售以及CAE咨询方案。我国完全自主可控的企业主营业务仍停留在卖软件环节，其核心技术无法对外输出。从咨询业务来看：国内CAE咨询公司大部分都是海外公司二开厂商/小型代理。

CAE产业链中外差距对比

| 中外CAE对比 | 销售业务 | | | 咨询业务 |
|----------|---|---|------------------------------|---|
| 产品 | 求解器 | 通用前后处理模块 | CAE仿真软件 | CAE咨询 |
| 海外巨头 | 西门子: NX Nastran Altair: ACUSIM ANSYS: SPAR、JCG、PCG、ICCG四种求解器 达索: 隐式STANDARD、显式EXPLICIT | 西门子: Femap Altair: HyperView ANSYS: Workbench 达索: Abaqus | 西门子 Altair ANSYS 达索 | |
| 我国核心自主企业 | HAJIF: 完全自主知识产权，拥有60万行程序源代码，全套完整的理论、设计、测试文档 中科院FEPG: 目前国内最大的通用有限元软件平台，自主可控 英特仿真(大连): 创始人美国ANSYS工作8年后回国创业，已完成B轮融资 紫瑞CAE: 郑州机械研究所研发，自主结构分析 中望软件: ZWMeshWorks2021Beta版刚刚推出，求解器、电磁仿真前处理研发已完成，前后处理平台研发进行中 大连理工JIFEX: 前处理子系统AutoFEM基于AutoCAD/MDT | | | 安世亚太: 1996年成立，注册资本2.4亿元，ANSYS长期代理。2015年，成立“国家工业软件与先进设计研究院”并在新三板挂牌，2017年摘牌 |

资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **CAE仿真对企业研发环节增收降本的价值效果显著。**1) CAE软件可助力企业寻求理想的产品设计方案，为设计决策提供支持；2) CAE软件可协助设计人员预先发现潜在问题；3) CAE软件可模拟多种实际情景，减少物理实验所引发的时间和资金成本；4) CAE软件可以有效提高生产效率，推动产品流通，促进下游企业与行业的发展。根据Aberdeen调查报告表示，集成的CAE平台能够节约22%的时间。

CAE仿真覆盖研发全流程，增收降本作用显著



仿真的作用

- 1 快速创新
- 2 缩短迭代周期
- 3 降低风险
- 4 提高质量
- 5 管理复杂度

增加收入

- 产品供应量增加
- 推出正确的产品
- 加快市场营销

节约成本

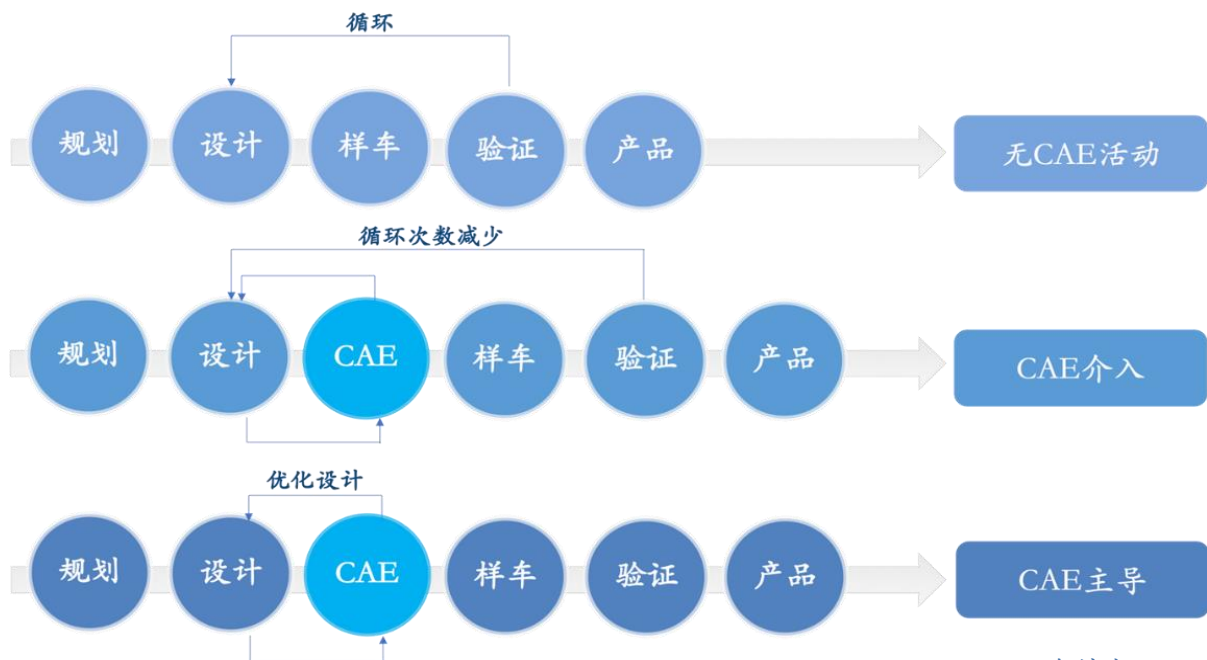
- 提高R&D效率
- 减少物理原型机成本
- 降低保证成本

资料来源：ANSYS官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **CAE仿真对企业研发环节增收降本的价值效果显著。**电磁CAE通过仿真模拟，可以将设备内部和外部的电磁场可视化，从而有助于研发测量过程中了解设备的运行方式，从而优化其性能。根据ANSYS发布的《5G白皮书》数据显示，其提供的电磁模拟与仿真领域的5G解决方案能够提供显著的竞争优势：1) 能够降低60%的成本；2) 提升3倍的开发时间；3) 减少70%的闲置功率；4) 降低80%的天线重量。

CAE在研发流程中的价值



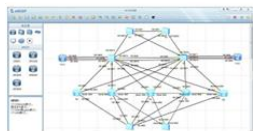
资料来源：天津汽车研究所，华安证券研究所

3 CAE: 仿真世界潜力无限

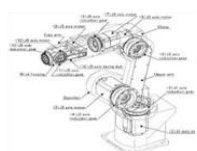
➤ **CAE下游应用广泛，未来拓展无边界。**当前CAE主要应用于机械制造、航空航天、汽车、电子电器、国防军工、建筑等领域。

CAE下游应用领域广泛

中国制造2025十大重点应用领域全部涉及建模仿真



信息通信技术验证



机器人设计分析



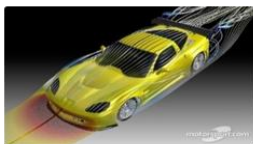
航空航天装备设计分析



船舶设计分析



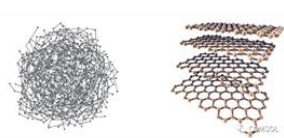
轨道交通装备设计分析



新能源汽车设计分析



电力装备运行分析



新材料性能验证验证

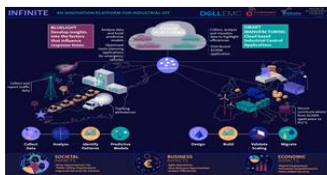


生物医疗器械设计分析



农机装备设计分析

美国IIC的25个测试床过半数涉及建模仿真



资产效率分析 制造质量管理
 网联车辆交通管理 工况分析
 未来工业网络 设施深度学习
 预测性维护 厂内跟踪与追踪

重点项目

欧盟Horizon 2020十九个领域超过十四个涉及建模仿真

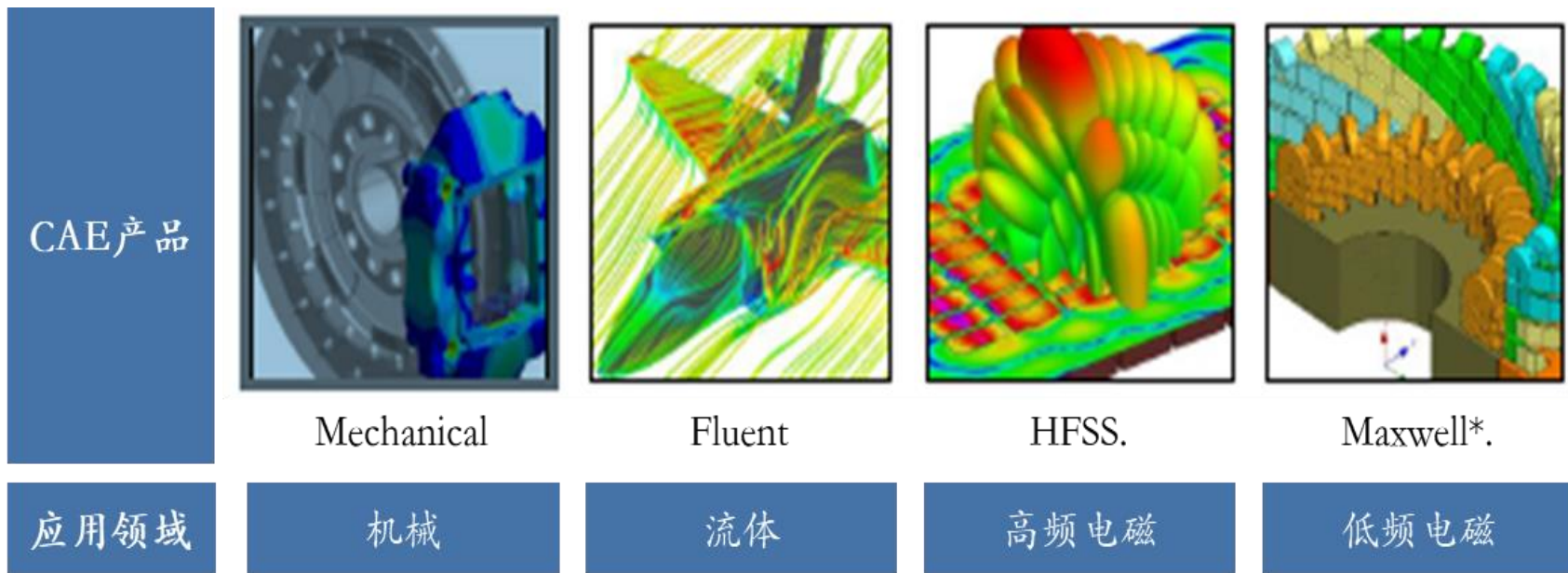


资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **CAE下游应用广泛，未来拓展无边界。**CAE 软件专业性较强，能够针对特定类型的产品提供较好的性能分析、预测以及设计优化等功能，如流体力学领域的Fluent、多体动力学领域的Adams、注塑成型领域的Moldflow、电磁学领域的HFSS等。

CAE部分典型产品示意图

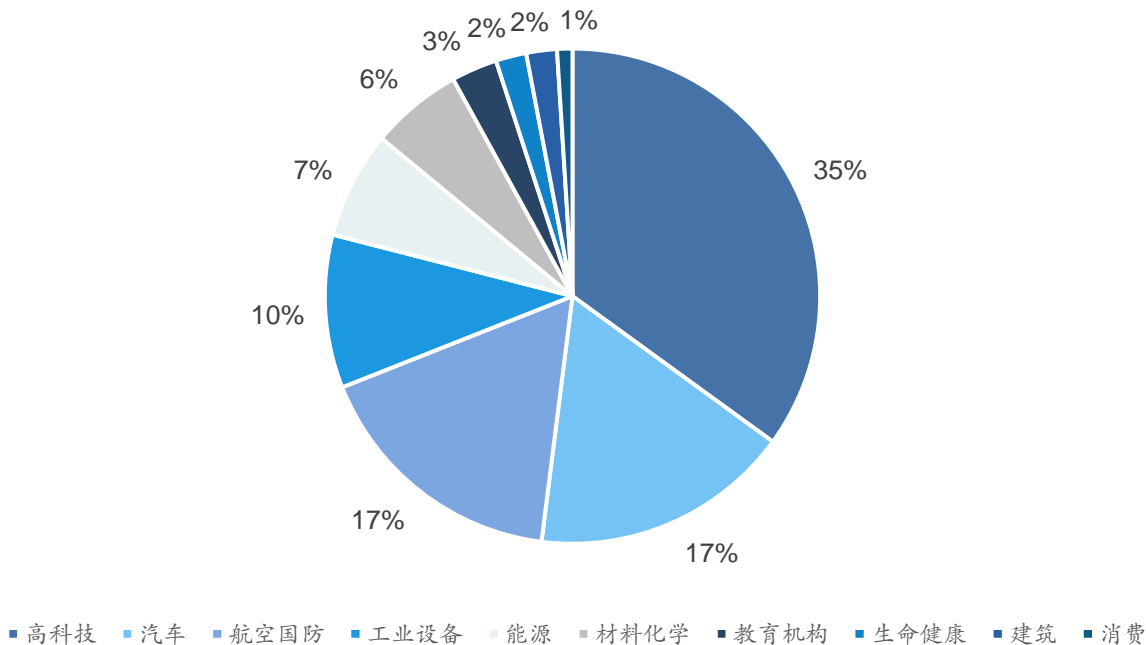


资料来源：ANSYS官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

- > **CAE下游应用广泛，未来拓展无边界。**CAE应用可以分为产品制造、虚拟模拟和场景仿真三大类。产品制造主要是在电子电气、机械、汽车零部件、高精度整车及航空航天等领域应用；虚拟模拟集中在医疗、制药、食品和电商等消费行业，包括临床场景、动物测试及VR购物体验等应用；场景仿真主要有车间模拟、工况模拟和自动驾驶场景搭建等。

ANSYS CAE 产品下游应用



资料来源：ANSYS官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ **CAE下游应用广泛，未来拓展无边界：CAE贯穿汽车研发设计全流程。**按照计算类型的不同来进行分类，分别是刚强度分析、NVH分析、疲劳耐久分析、碰撞安全分析、流体分析。

各种CAE软件在整车开发各领域应用情况汇总

| 工作项 | 典型软件 | 供应商 | 案例及说明 | 工作项 | 典型软件 | 供应商 | 案例及说明 |
|-------|-------------|-------------|---------------------------------------|------------|-------------|---------------------|-------------------------------|
| 前后处理 | HyperMesh | Altair | 在北美和中国应用广泛 | 碰撞安全 | Ls-Dyna | ETA | 几乎已成为整车厂的标配 |
| | ANSA | BETA | 欧洲市场应用广泛 | | Abaqus | 达索系统 | 宝马 |
| | VPG | ETA | 汽车专用前处理 | | Radioss | Altair | 较为小众，福特 |
| 流体分析 | Fluent | ANSYS | 通用、福特、戴姆勒克莱斯勒、丰田、本田、日产、法拉利、标致等 | 结构耐久性 | MSC.Nastran | MSC | 主流应用软件，通用、福特、BMW、菲亚特等 |
| | Star-CD | Siemens PLM | 通用、福特、戴姆勒克莱斯勒、丰田、本田、日产、宝马、大众、保时捷等 | | OptiStruct | Altair | 兼容MSC.Nastran的关键字 |
| | Acusolve | Altair | 相对较为小众，福特 | | Abaqus | 达索系统 | 结构非线性方面具有明显优势 |
| 多体动力学 | MSC.Adams | MSC | 低频范围内优势明显，福特、丰田、通用、戴姆勒克莱斯勒、本田、日产等。 | 优化 | MSC.Fatigue | MSC | - |
| | Simpack | 达索系统 | 高频范围内应用逐渐增多，宝马、戴姆勒、本田、捷豹路虎、MAN、维斯塔斯等。 | | nCode | nCode International | 能力与MSC.Fatigue几乎相当 |
| | Motionsolve | Altair | 较为小众，Ashok Leyland（印度） | | Tosca | 达索系统 | 与Altair OptiStruct在结构优化方面功能相当 |
| NVH | MSC.Nastran | MSC | 用户较多 | OptiStruct | Altair | - | |
| | OptiStruct | Altair | 与MSC.Nastran功能相当，大模型计算速度有优势 | Isight | 达索系统 | DOE多目标优化领域领先 | |

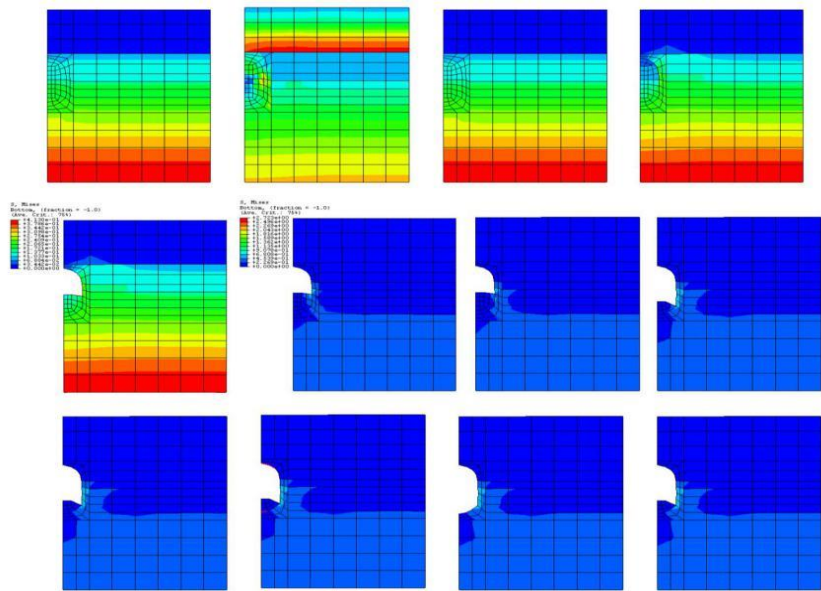
资料来源：软服之家，华安证券研究所

敬请参阅末页重要声明及评级说明

3 CAE：仿真世界潜力无限

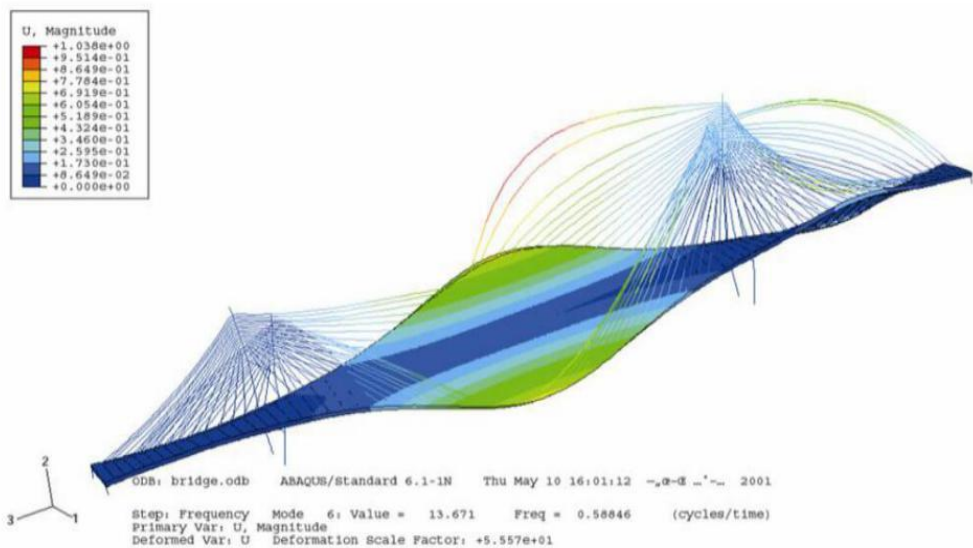
- **CAE下游应用广泛，未来拓展无边界：CAE在建筑行业主要用于岩土工程和桥梁工程。**岩土介质的力学性质非常复杂，影响其应力和变形的因素很多，目前主流CAE软件可以对边坡、基坑、隧道、大型地下洞室、堤防、桩基、码头、大坝、桁架等复杂结构的应力、应变、拉压弯剪扭进行仿真分析。桥梁工程中CAE软件已经成熟的应用包括桥梁预应力钢筋松弛、混凝土徐变、开裂、压溃以及结构温度应力等影响因素分析；箱梁的畸变应力，剪力滞效应以及风力对桥梁的影响，如涡流激振、抖振等；桥梁地震响应分析的多点激励谱分析。

CAE软件在岩土工程中的应用



资料来源：Ansys官网，华安证券研究所

CAE软件在桥梁工程中的应用

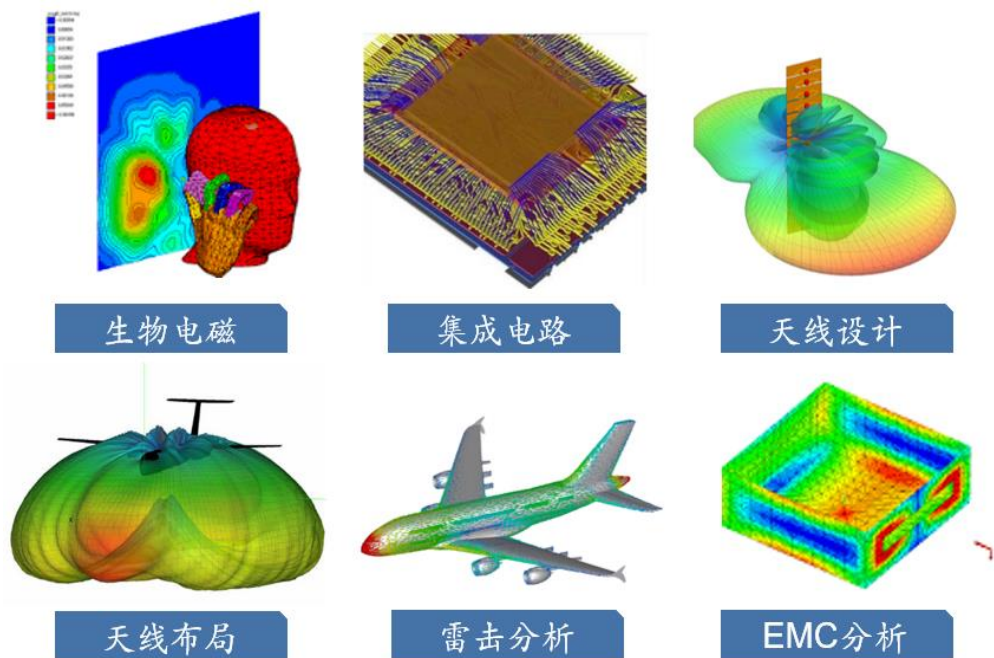


资料来源：Ansys官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **CAE下游应用广泛，未来拓展无边界：CAE在电磁领域已经广泛地应用于电磁性能预测、设计的多个方面。**根据电磁波性质以及设备性质将电磁波主要的技术应用领域分为四大类：1) 模拟电路、高速电路的设计与仿真，主要用于为高性能机电电力系统提供模拟仿真；2) 高频电路的设计与仿真，主要用于射频、微波、毫米波电路等领域，天线的仿真与模拟即为代表性产品；3) 复杂线缆网络的布线设计与仿真；4) 芯片及其封装的设计与仿真等。

电磁CAE涉及的主要领域

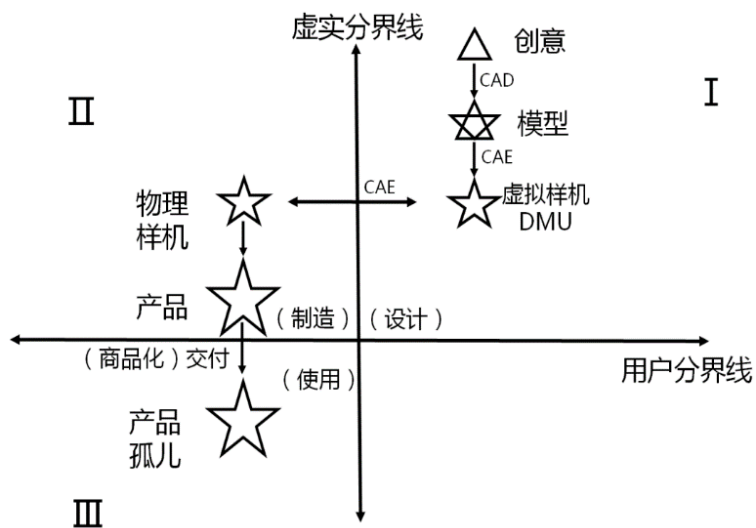


资料来源：Ansys官网，华安证券研究所

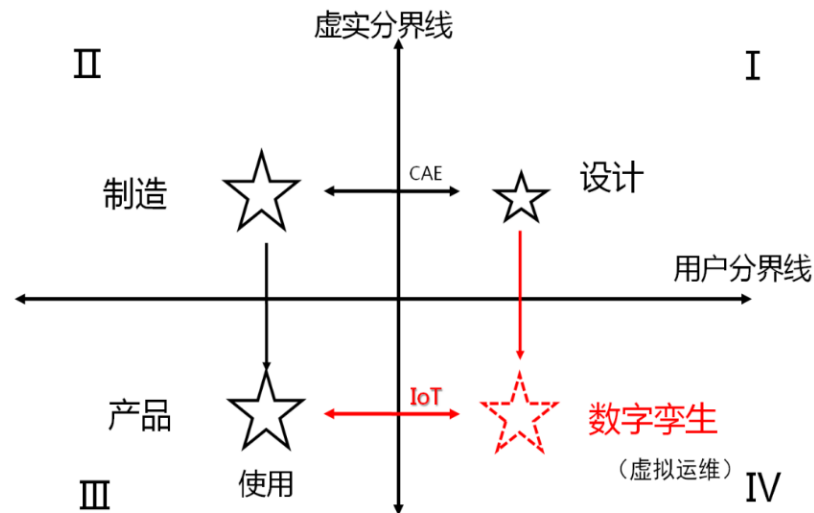
3 CAE: 仿真世界潜力无限

- > **CAE下游应用广泛，未来拓展无边界：CAE软件是数字孪生等先进制造体系的核心，空间广阔。**数字孪生是以数据与模型的集成融合为核心的新模式，通过在数字空间实时构建物理对象（包括资产、行为、过程等）的精准数字化映射，基于分析预测形成最佳综合决策，实现工业全业务流程的闭环优化。数字孪生的核心是CAE软件，本质上是在传统CAE的基础上叠加人工智能、大数据技术和物联网技术，将研发设计延伸到了产品制造全生命周期。

传统制造的产品三象限

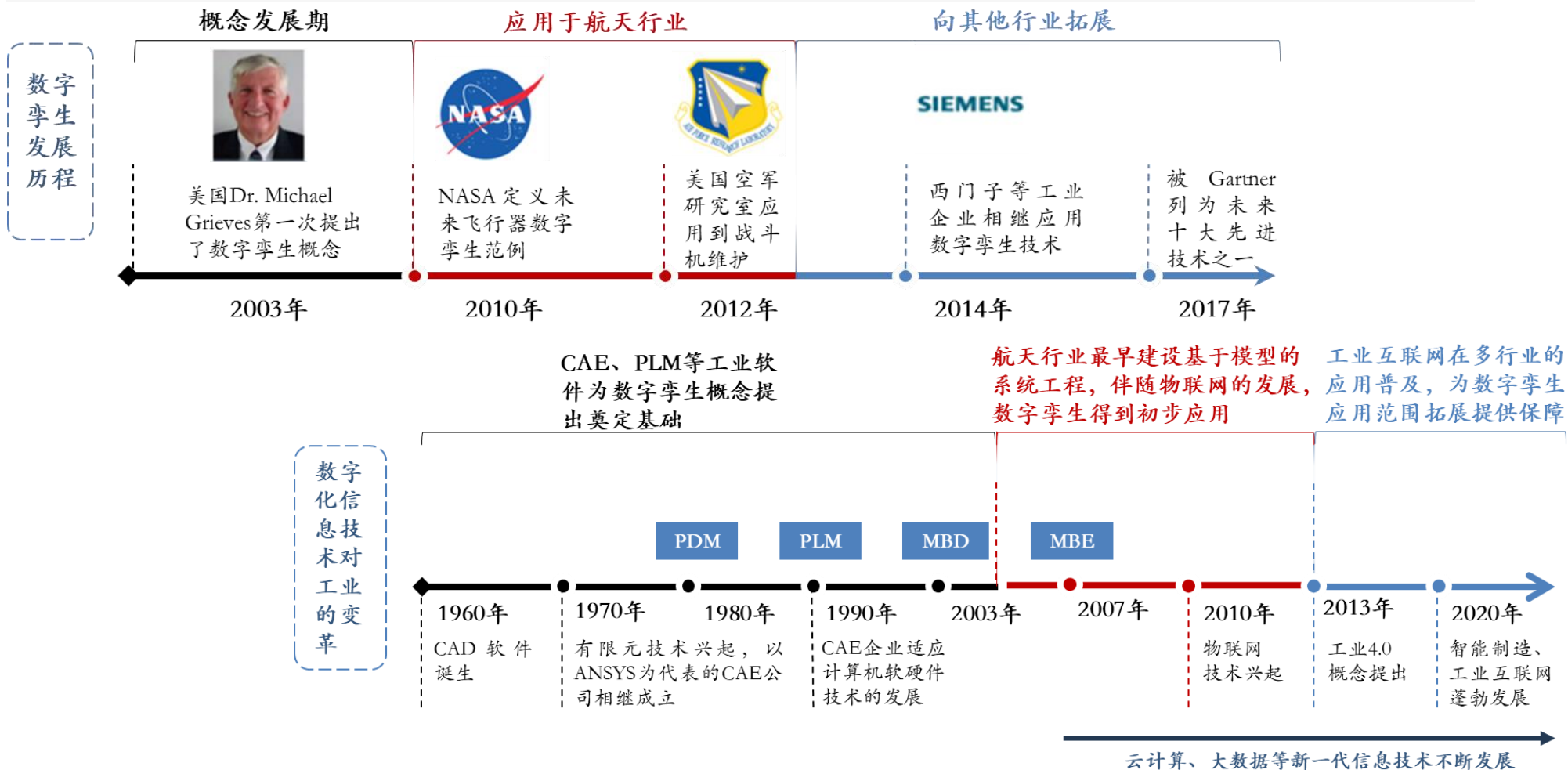


数字孪生是第四象限的新主人



资料来源：《数字孪生：第四象限的崛起》，华安证券研究所

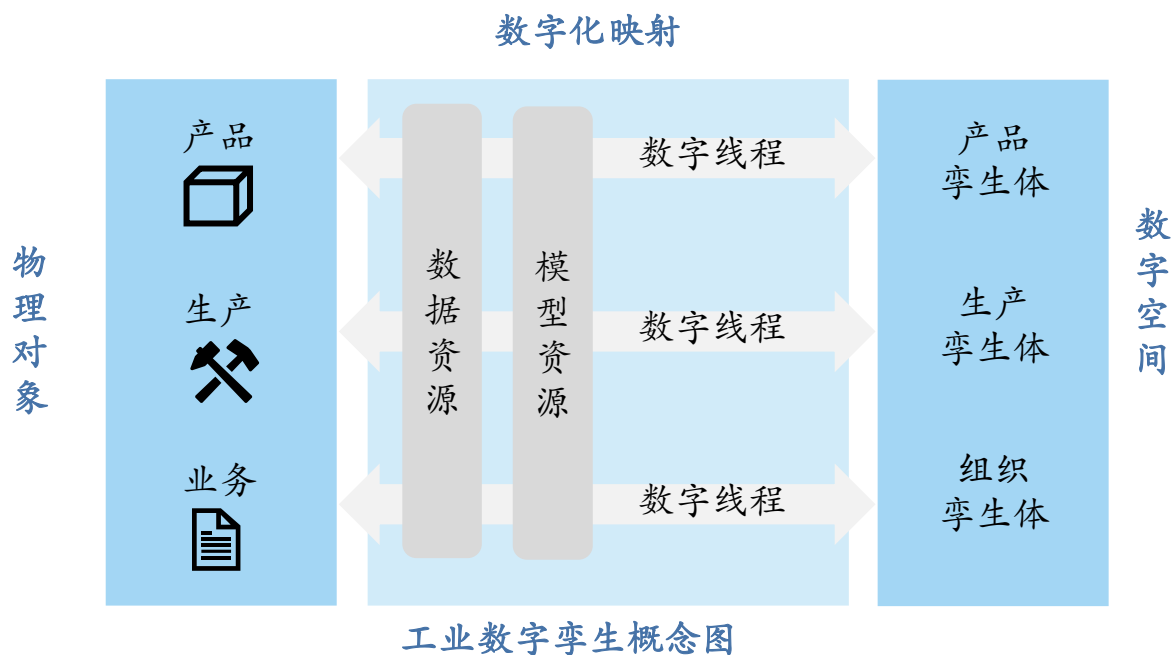
3 CAE: 仿真世界潜力无限



资料来源: 华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- CAE下游应用广泛，未来拓展无边界：CAE软件是数字孪生等先进制造体系的核心，空间广阔。**数字孪生是以数据与模型的集成融合为核心的新模式，通过在数字空间实时构建物理对象（包括资产、行为、过程等）的精准数字化映射，基于分析预测形成最佳综合决策，实现工业全业务流程的闭环优化。数字孪生的核心是CAE软件，本质上是在传统CAE的基础上叠加人工智能、大数据技术和物联网技术，将研发设计延伸到了产品制造全生命周期。



工业数字孪生能够在数字空间构建与物理对象产品、生产和业务——映射的孪生体、生产孪生体和组织孪生体

孪生体的构建需要采集各要素数据、构建各类型模型，并进行数据、模型集成融合

若满足孪生体与物理实体同步映射，需充分发挥数字线程作为孪生体和物理实体间数据/模型传递的双向通道作用

资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE: 仿真世界潜力无限

增量产品: 基于AI的创成式设计工具提升几何设计效率



利用创成式设计帮助通用汽车设计座椅支架, 基于AI算法优化产生了**超过150种有效的设计选项**, 新设计比原来的部件轻**40%**, 强**20%**。

增量产品: 基于AI的创成式设计工具提升几何设计效率



杭汽轮通过三维扫描构建几何建模, 与平台标准机理模型对比, 实现每只叶片的检验试验从**2-3天**降低至**3-5分钟**。

仿真工具通过融入无网格划分功能降低仿真时间



Particleworks 直接从CAD软件种导入的几何模型, 并继续进行分析条件的设置和计算, **无需使用传统生成网格方式**。

传统

网格生成 → 条件设置 → 仿真

大幅减少了建立时间

Particleworks (<MPS)

条件设置 → 仿真 → 多核/GPU加速



Altair SimSolid基于无网格计算机优化求解速度, 消除了传统FEA中几何结构简化和网格划分难问题, 能够在几分钟内分析全功能CAD程序集而无需网格划分。

资料来源: 华安证券研究所整理

3 CAE: 仿真世界潜力无限

跨领域模型融合

- 多物理仿真技术：构建更精准单体数字孪生模型



基于Simplorer工具的多物理场建模仿真解决方案，能够对外输出复杂模型融合的数字孪生构建服务。

- 多学科联合仿真技术：有效构建系统级数字孪生模型

贝加莱Maple Connector基于FMI/FMU技术统一不同领域仿真工具接口，构建系统及数字孪生应用

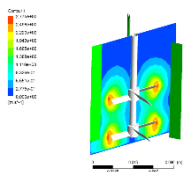
跨类型模型融合

- 降价模型技术：有效实现仿真模型和数据模型的互操作，极大降低仿真求解时间



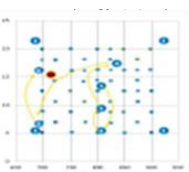
利用深度学习算法进行10次CFD仿真，获得整个工作范围内的流场分布降价模型，降低仿真模拟时间。

CFD仿真结果



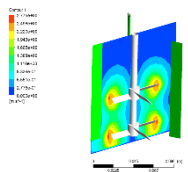
16个核的工作站
计算2H

基于深度学习的降价模型生成方法



最大偏差：1.2%

降价模型仿真结果



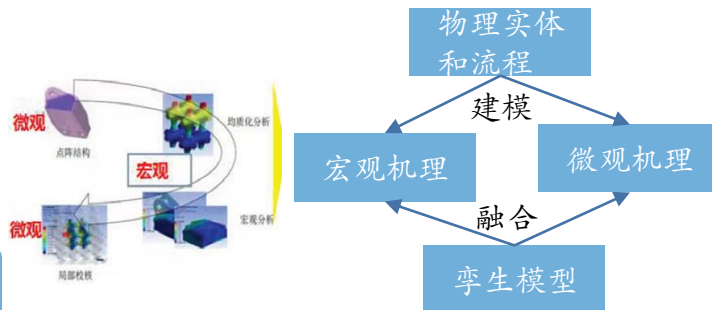
笔记本电脑计算
3秒钟

跨尺度模型融合

- 多尺度建模技术：通过建模工具融合不同时间、空间尺度的模型，使孪生模型能够融合微观和宏观的多方面机理



自动驾驶汽车产品PAVE，集成了从芯片设计到软硬件系统，整车模型以及交通流量等不同领域和尺度下的模型，形成数字孪生构建能力。

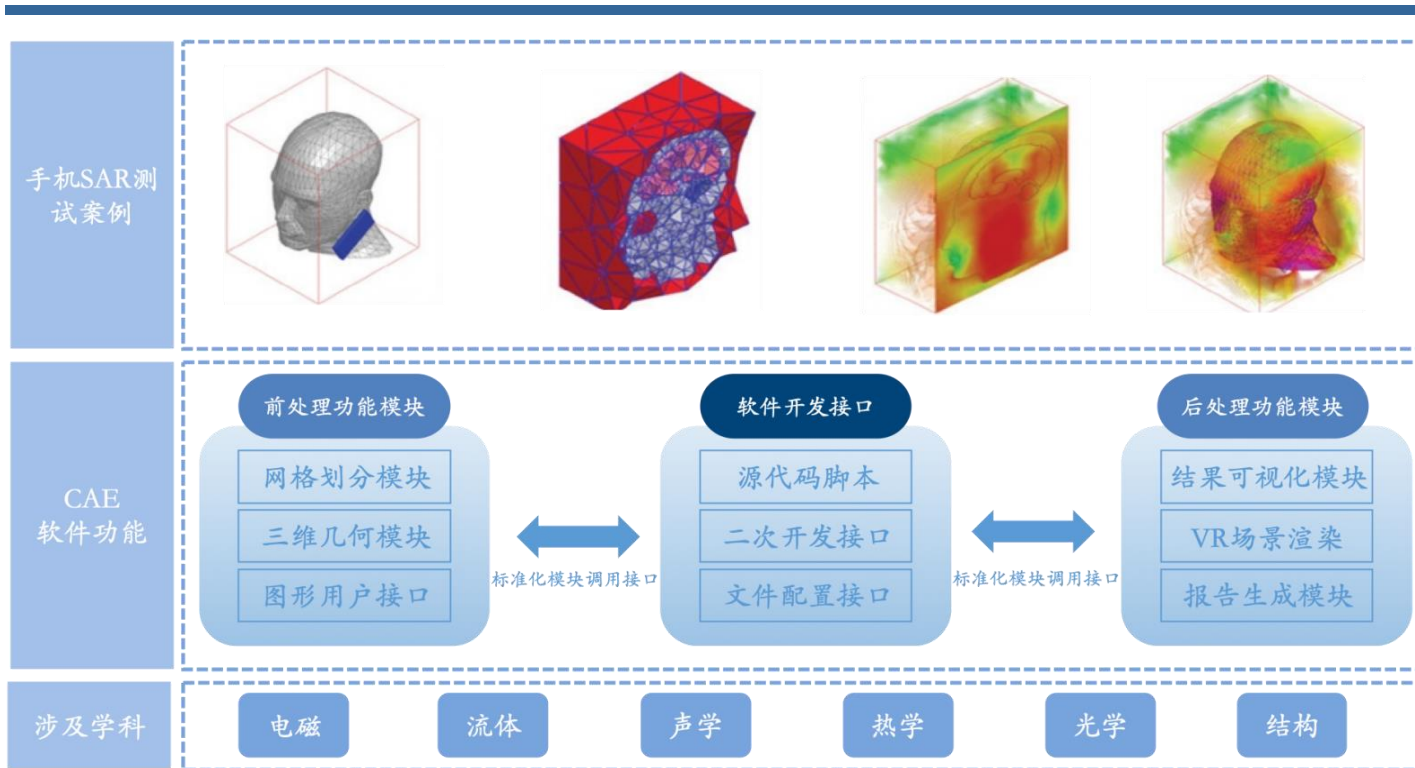


资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- 四大类技术构筑CAE软件坚实壁垒。CAE技术壁垒显著，“破壁”成本极高：1) 从CAE所需要的知识结构来看，CAE软件开发需要更多数学、物理相关知识。2) CAE技术研发需要很高的技术与时间成本。3) 生态培养对于研发设计类工业软件至关重要。

CAE涉及多个基础学科，贯穿产品全流程



资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ 四大类技术构筑CAE软件坚实壁垒——数学基础。

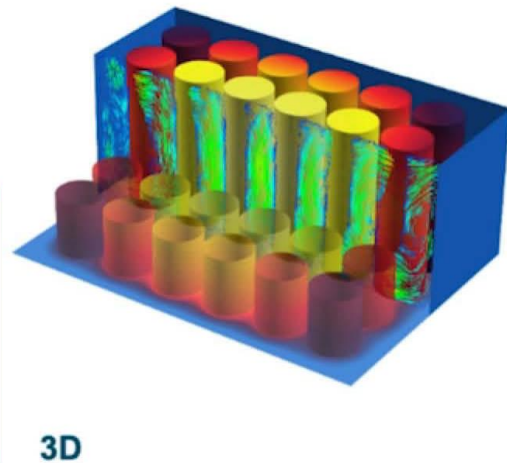
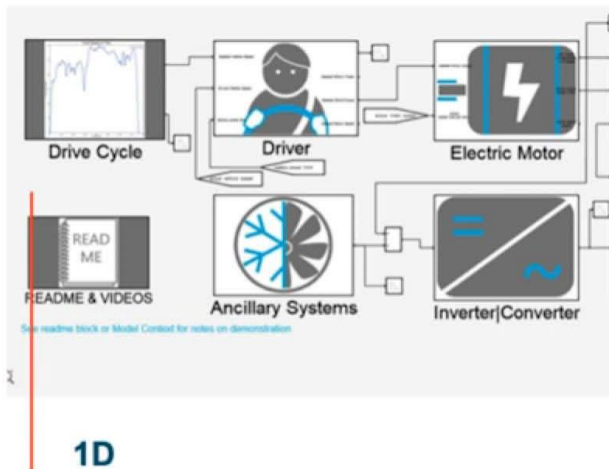
- 计算几何：在微分几何基础上进化而来，还包括NURBS相关曲线曲面理论和算法；
- 优化数值方法：包括优化理论、代理模型，以及多约束条件下的多目标自动解空间寻优方法，例如各种路径规划所涉及的矩阵理论、泛函分析、动态规划、图论等；
- 网格切分：物理部件的几何近似，包含许多几何上简单的节点和单元的离散几何体。

数学基础在CAE中的运用

$$\begin{aligned}
 a^2 + b^2 &= c^2 & h^2 &= c_a \cdot c_b \\
 a^2 &= c_a \cdot c & b^2 &= c_b \cdot c \\
 \sin \alpha &= \frac{a}{c} & \cos \alpha &= \frac{b}{c} \\
 \tan \alpha &= \frac{a}{b}
 \end{aligned}$$

$$\frac{r+3}{15} \quad \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_u - y_u) f(v_i) = U$$

0D



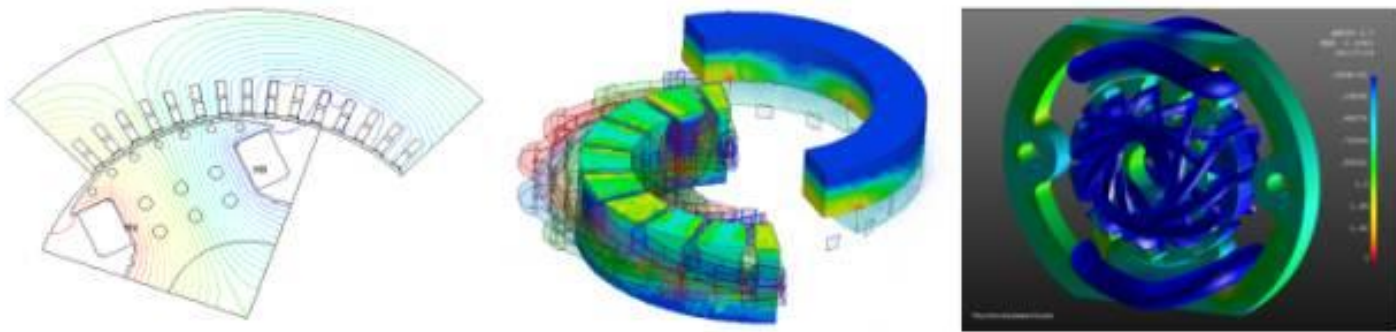
资料来源：ALTAIR官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ 四大类技术构筑CAE软件坚实壁垒——物理场景。

- 探索工业材料及其物理特性：对多物理场及相互耦合的描述与建模；
- 解决多物理场问题：面的真实的大千世界，所有看得见、看不见的物理场，包括结构、流体、热、电&磁、光、声、材料、分子动力学等；
- 求解器封装的物理算法：每个专业领域都有一堆问题求解算法，不同领域如电磁、结构、流体的求解器处理机制，完全不同，基本没法通用；
- 复杂的多物理学科方程：如电磁的麦克斯韦方程、流体力学的伯努利方程、纳维-斯托克斯方程等，在实际工程应用中多物理场交织耦合，不同学科不同特质的特征参数迭代过程中可能互为方程组求解的输入输出。

电机损耗（铜损、涡损、铁损）物理场设计仿真

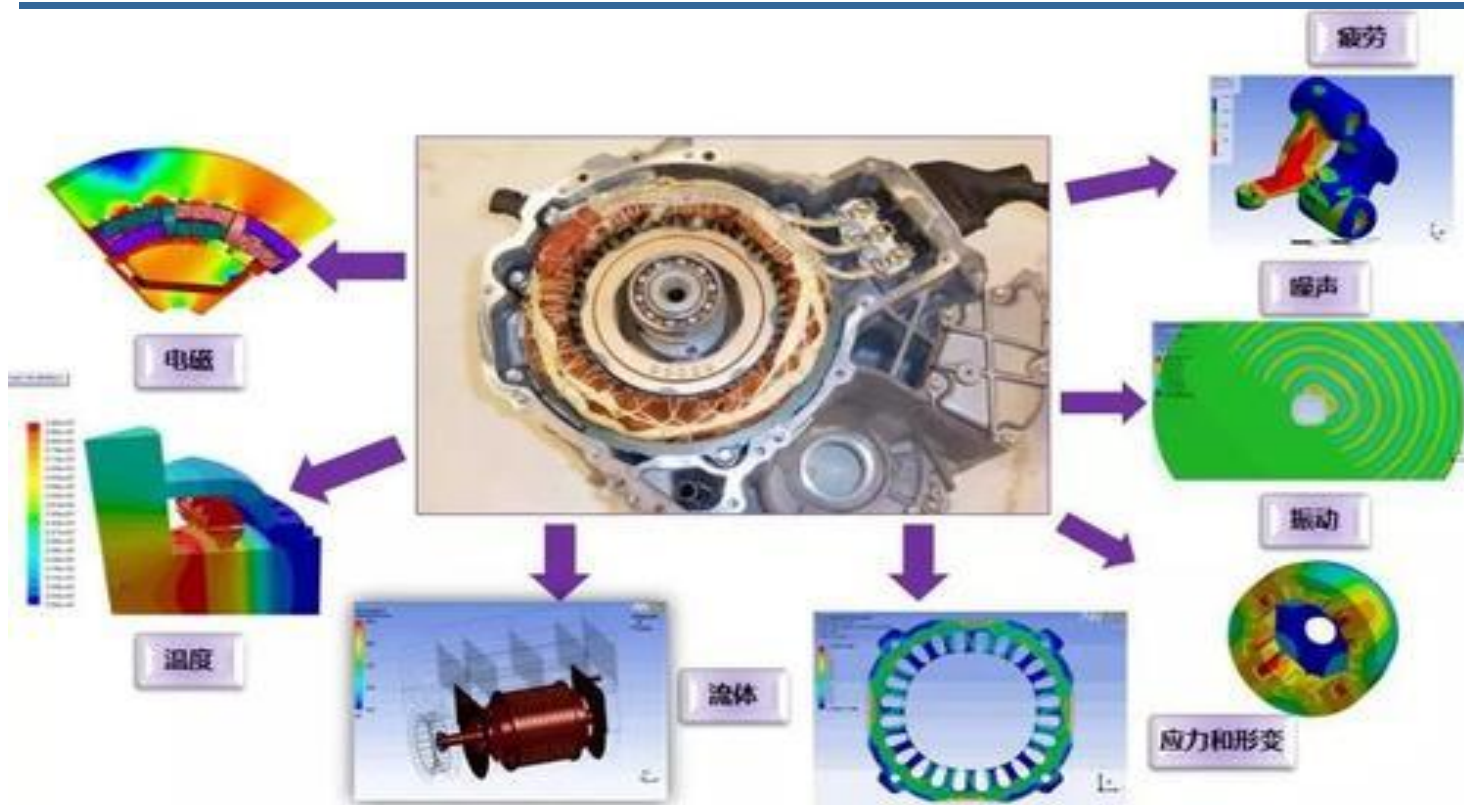


资料来源：恩硕科技官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ 四大类技术构筑CAE软件坚实壁垒——物理场景。

电机电磁、结构、热等多物理场耦合设计



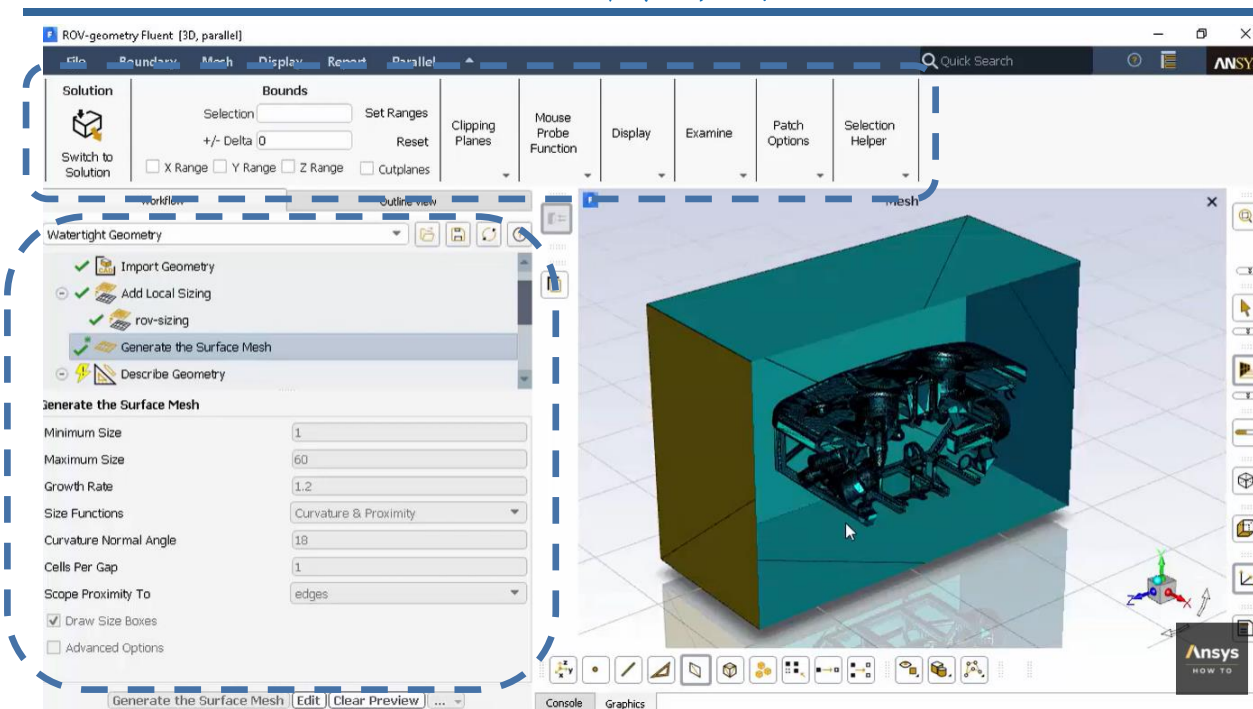
资料来源：CADIT官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ 四大类技术构筑CAE软件坚实壁垒——计算机科学。

- 软件工程：算法分析、计算机安全、软件质量控制、软件测试与维护；
- 人机交互：用户操作的CAE软件界面及结果输出；
- 计算资源集成：软件架构和过程管理、统一数据标准、接口标准、几何建模引擎、约束求解器、前后处理等资源集成。

CAE计算机应用



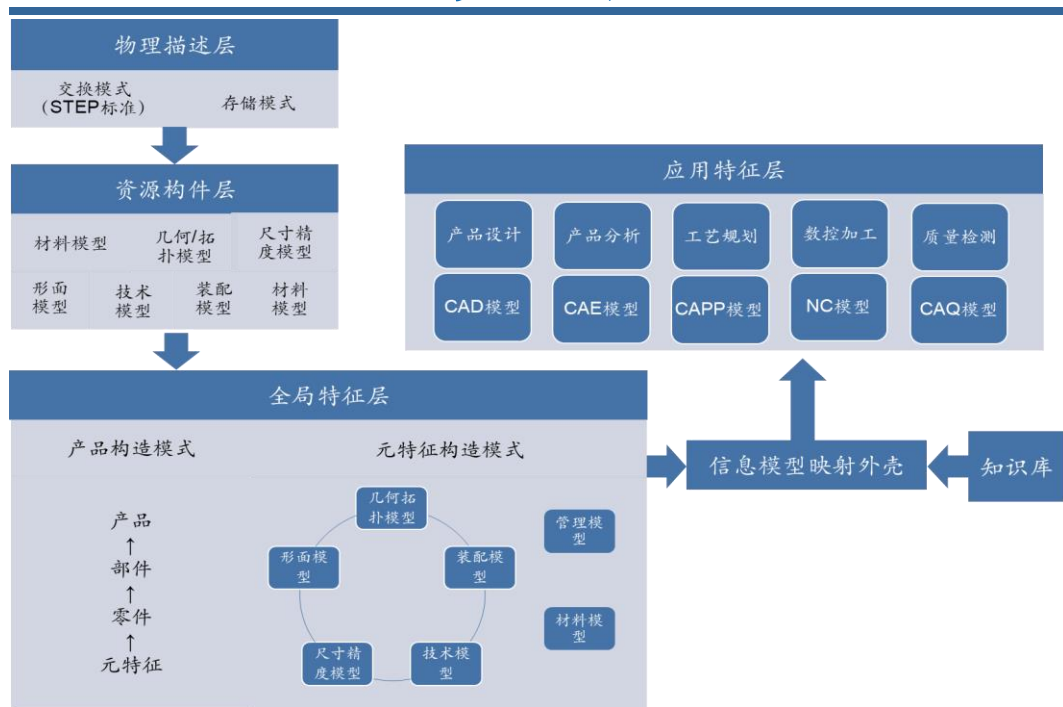
资料来源：Ansys官网，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ 四大类技术构筑CAE软件坚实壁垒——工程知识。

- 工业Know-how：各种工艺如铸造、焊接、冲压、锻造、切削、热处理等，各有各的现场诀窍，既有不同基础学科的交叉，又有不同工程经验的混合；
- 工业机理模型库：封装了制造业各行业的工程知识和专家经验的若干模型库，既有行业通用知识，也有特定产品或场景的专用知识，信息密度大、专业性强。

CAE涉及的工程知识



资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **CAE难点解析：技术维度——求解器。**对于工业CAE软件来讲，其最核心的技术不是人-机交互界面、不是图形展示、不是数据库，而是其最底层的物理、数学算法架构，也就是我们一般称作的求解器。

求解器是CAE的核心技术

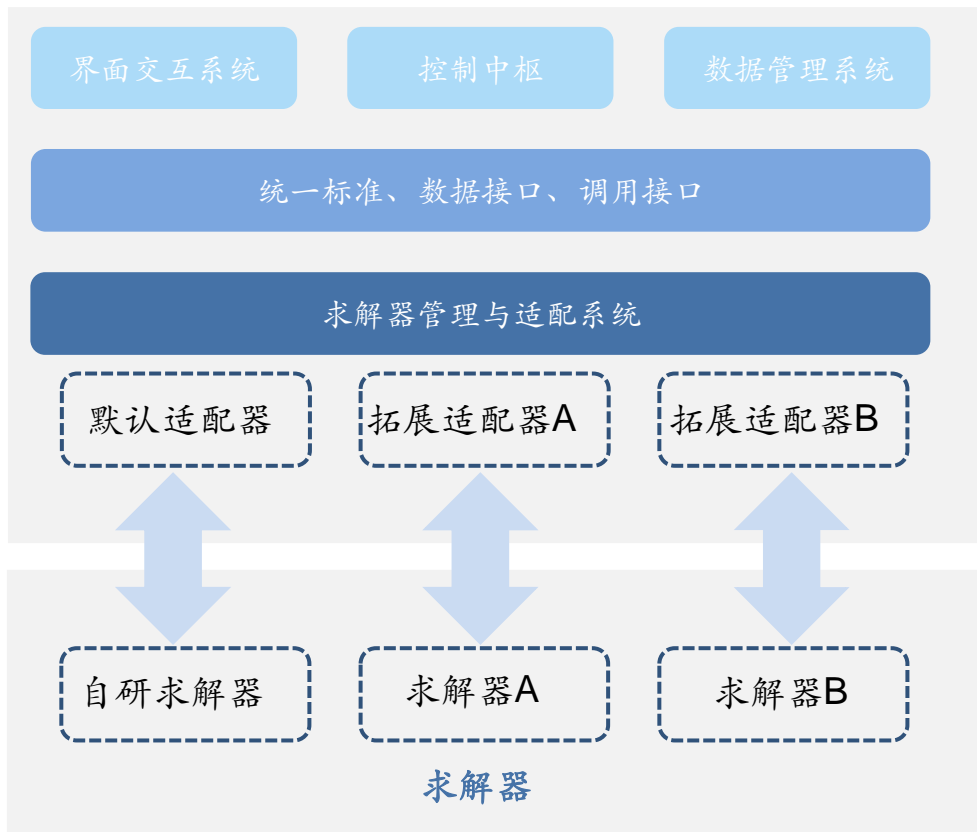


资料来源：FastCAE，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **CAE难点解析：技术维度——求解器。**
- **CAE的核心开发技术分为三大块，即：前处理、求解器和后处理。**其中，前处理即对几何模型进行处理，与CAD的模型和数据结合；后处理包括可视化、GUI界面等常用功能的开发；求解器负责CAE软件中的核心计算分析，是研发价值链中最重要的一环。
- **所谓求解器，指的是针对特定场景（比如液体流动、温度传播以及结构变形），用程序编码的方式实现的对物理规律、数学原理的客观还原。**求解器是CAE最底层的物理、数学算法架构，其源代码是由数学、力学、材料、物理等多学科的代码组成，难度和复杂度远超计算机科学中的代码。
- **求解器可以类比为生活中使用的计算器，**当我们在其屏幕上输入若干数字和运算符后，计算器会自动计算并输出结果。所有和计算相关的内部运算操作都集成在计算器的内部，使用者无法直观地获得对运算过程的观察和监控——就像个“黑盒子”一样。

求解器是CAE软件的底层“黑盒子”



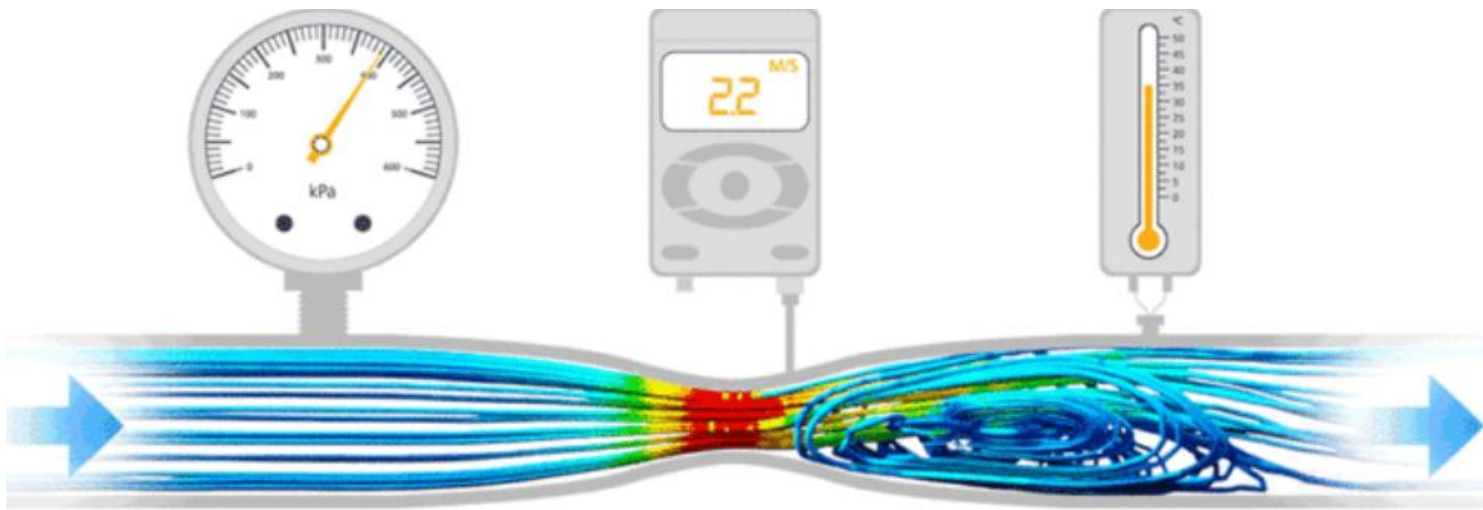
资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ **CAE难点解析：技术维度——求解器：流体力学。**

- 以流体力学求解器为例，其计算结果往往是一个三维区域内部的流体特性，包括速度、压力、形态等，随着时间的演化过程，每一个小的局部位置在特定时间点上都涉及到大量的代数运算。
- 与操作计算器进行计算不同，CAE软件求解器可以根据物理规律演化的特点自动匹配当前涉及到的代数运算，这个就是我们俗称的“求解过程”。

流体计算的核心变量：压力，速度，温度（热流体）



资料来源：AutoDesk，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ CAE难点解析：技术维度——求解器：流体力学。

- 从计算器-求解器的关联上看，开发求解器最主要的工作是把求解器的物理规律、数学算法通过编码的方式实现。这个过程看似清晰、简单，但却充满了挑战。开发一个“完美”的流动求解器极其困难，精确求解Navier-Stokes方程就是当今世界6大数学难题之一。
- 以流体力学求解器为例，其开发过程如下：

深入理解描述流动过程的物理原理

用数学方法来求解这个方程组

- Navier-Stokes方程，描述动量守恒
- 连续性方程，描述质量守恒
- 将NS方程拆分成针对离散速度变量的三个偏微分方程
- 形成一套完备的方程组来描述真实世界中不可压缩流体（水、金属液）的流动过程
- 通过理论推导直接获得精确的方程组的解
- 通过数值算法，“近似”地获得方程组的解
- 通过计算机编码（高效算法编程一般使用C、C++以及fortran语言）实现成计算机可以识别的语言，最终通过特定计算机硬件平台和操作系统对物理问题求解
- 在求解实际工程问题中以上方法面临极大挑战




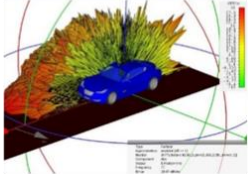
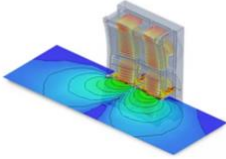
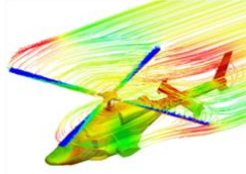
资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ CAE难点解析：技术维度——求解器：电磁学。

- 电磁CAE三大数值求解方法催生三大电磁CAE巨头。分别为达索公司的CST（有限积分法），ANSYS公司的HFSS（有限元）以及Altair公司的FEKO（矩量法），求解器直接影响CAE底层的产品路径。

三大数值求解方法催生电磁CAE三巨头

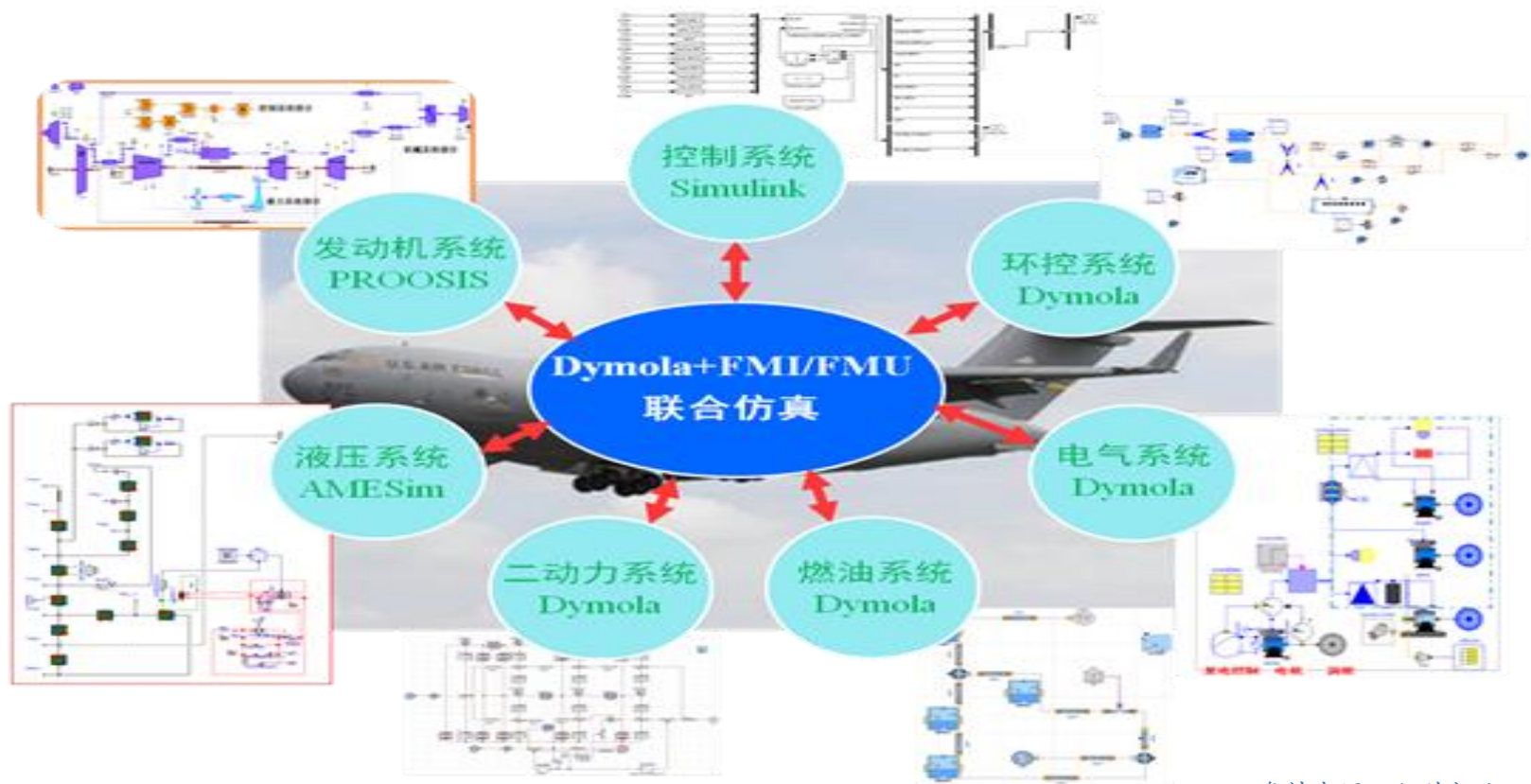
| | 时域有限差分法 | 有限元法 | 矩量法 |
|------|--|--|---|
| 优点 | 适用于不均匀介质 编程实现简单 | 适用于不均匀介质 适用于复杂结构 | 三角形网格划分更精确 适用于复杂结构 适用于无边界开域问题 |
| 优势应用 | <ul style="list-style-type: none"> 屏蔽问题 生物电磁效应 | <ul style="list-style-type: none"> 腔体滤波器 波导问题 复杂材料和结构 | <ul style="list-style-type: none"> 长导线仿真 电超大尺寸问题 |
| 巨头 |  |  |  |
| 代表产品 | CST  | HFSS  | FEKO  |

资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ CAE难点解析：产品维度——复杂系统工程化。

仿真软件涉及多个工程系统



资料来源：经纬恒润，华安证券研究所

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ **CAE难点解析：产品维度——复杂系统工程化。**

- CAE软件开发需要结合工程实际，是一个复杂的系统性工程，各学科、各细分行业的信息互通、标准互认，协同配合、联合开发缺一不可。



达索推出可联合PROOSIS、AMESim、Simulink等多系统的仿真软件Dymola, 实现多领域模型联合求解仿真

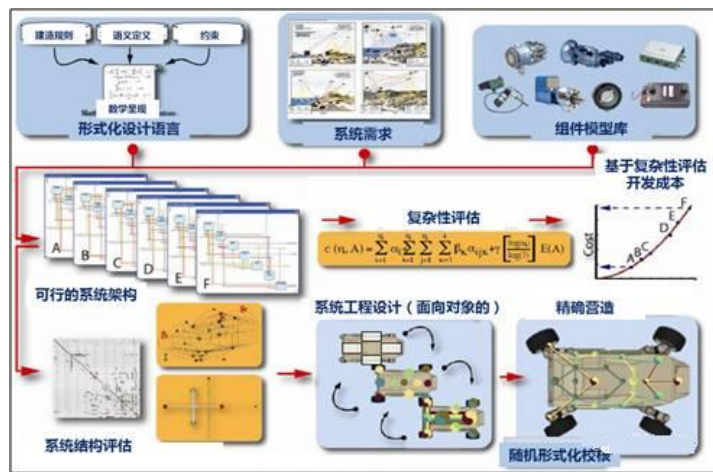
多系统建模与联合仿真

- 多物理场强耦合分析
- 多尺度模型耦合分析
- 多相多态介质耦合分析
- 复合材料设计仿真
- 可变形体与多体耦合分析



DARPA

开发建模环境及其应用工具套件



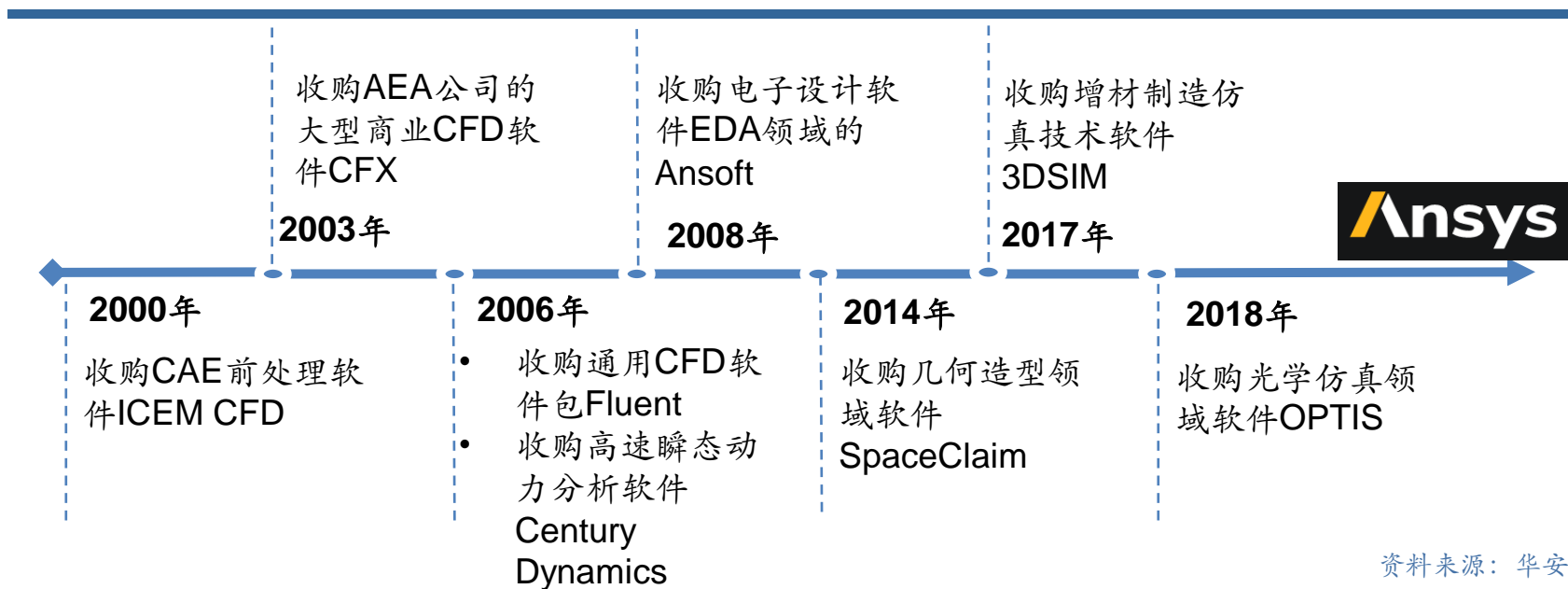
资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ CAE难点解析：产业维度——人才培养和生态构建。

- 国外软件切入教育市场，提前培养用户习惯。当前许多国外软件企业会通过捐赠和赞助的方式进入大学科研院所。例如仿真领域最为经典的有限元理论，授课老师先讲有限元理论，此后就只讲国外CAE软件的操作方法。因此，当学生毕业踏上工作岗位时，已经养成用户习惯。
- CAE领域壁垒较高，海外企业多数通过收购形式补齐产业生态。由于CAE涉及数学、物理、计算机、工程等多个学科，因此垂直行业进入壁垒较高，海外企业凭借全球化的收购优势，补齐产业生态，从而实现通用型CAE产品的布局。

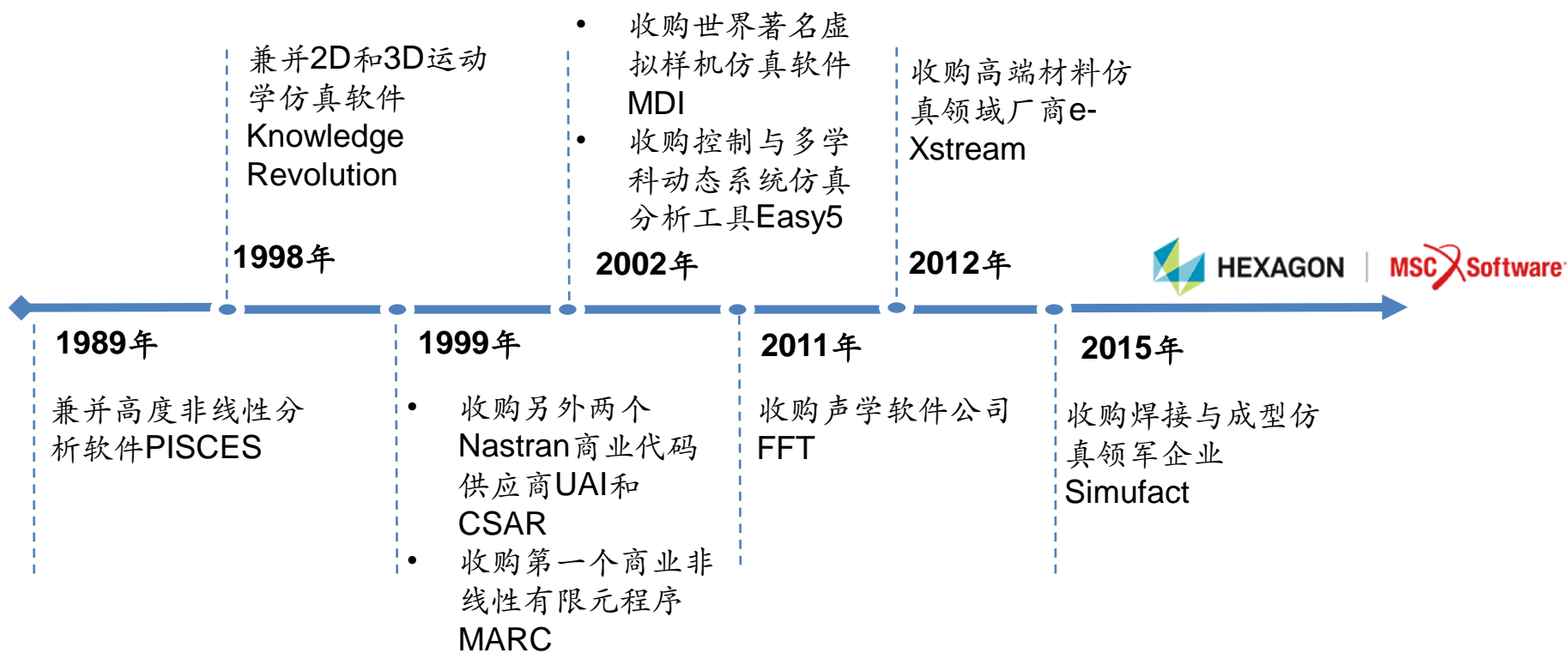
Ansys的部分并购历程



资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

MSC的部分并购历程

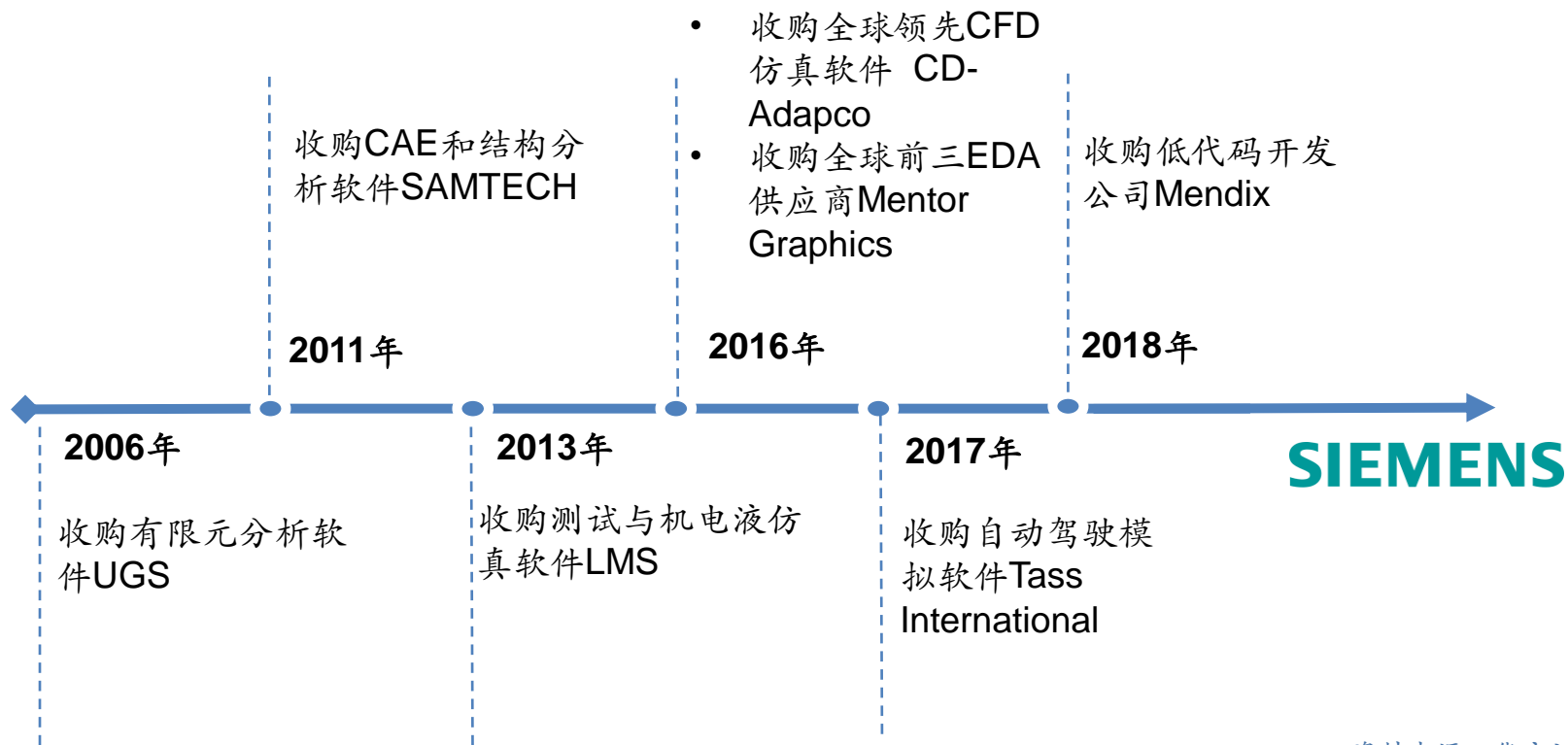


资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

➤ 西门子横跨CAD、CAE、CAM、PLM、EDA，拥有全球最完备的工业软件体系，同时还是电气自动化领域巨头。

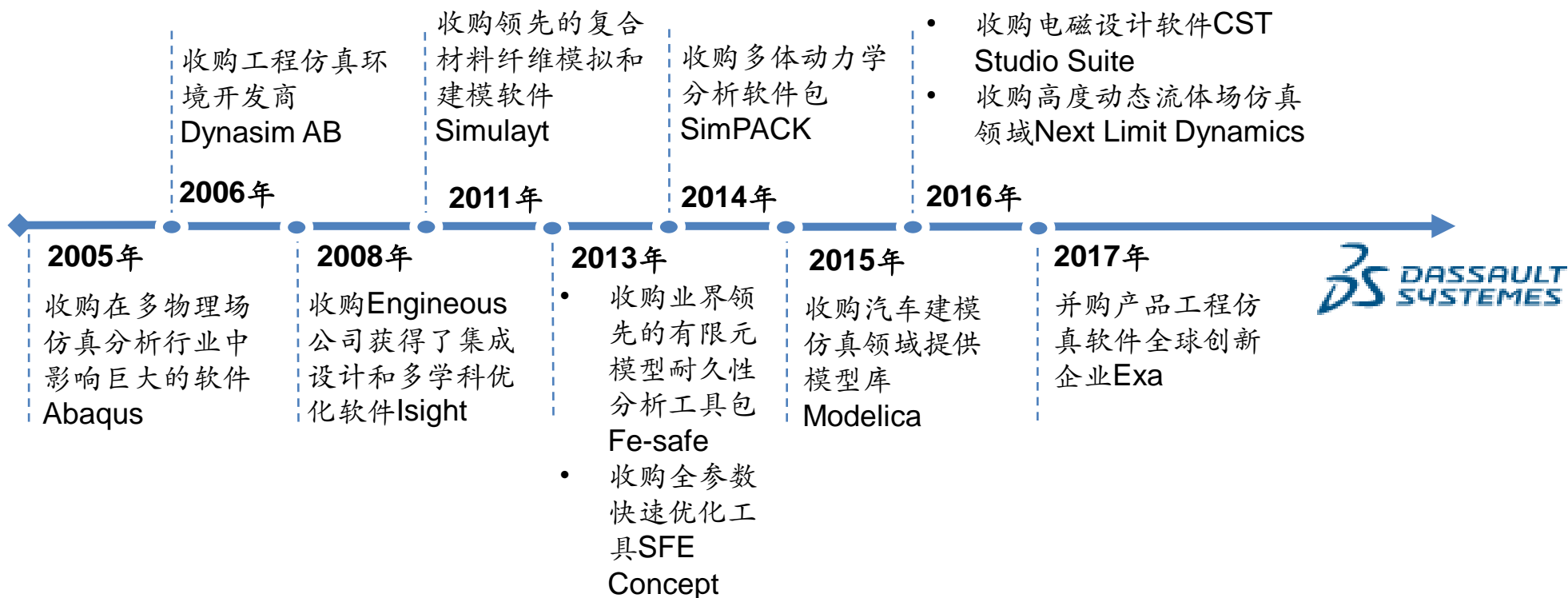
西门子的部分软件并购历程



资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

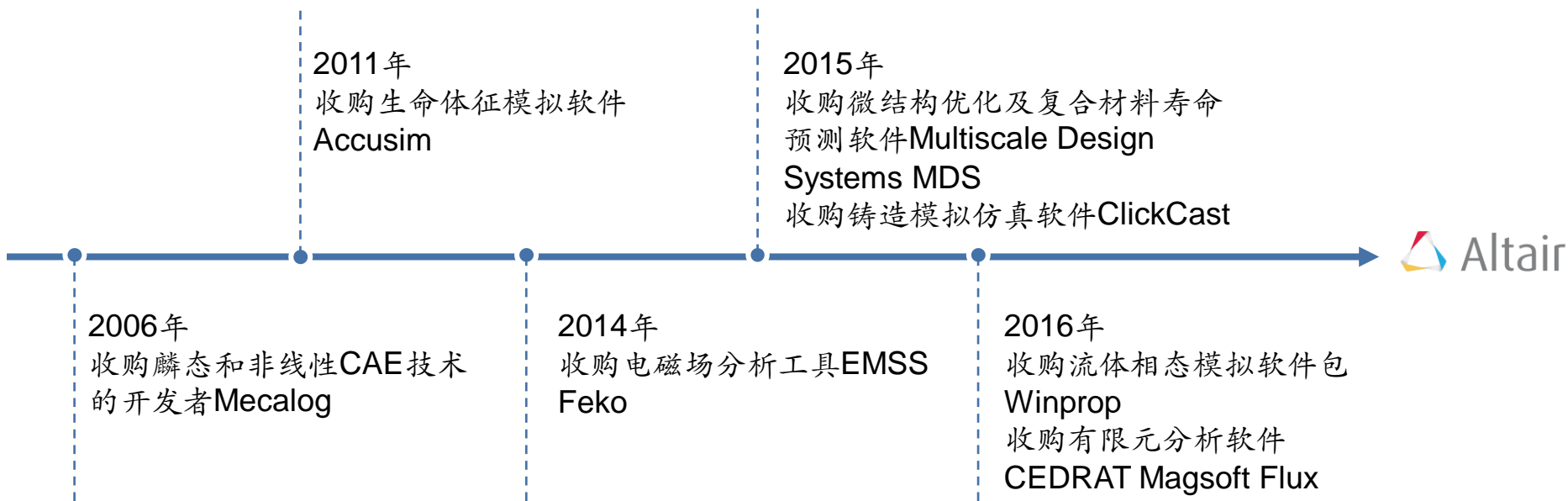
达索的部分并购历程



资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

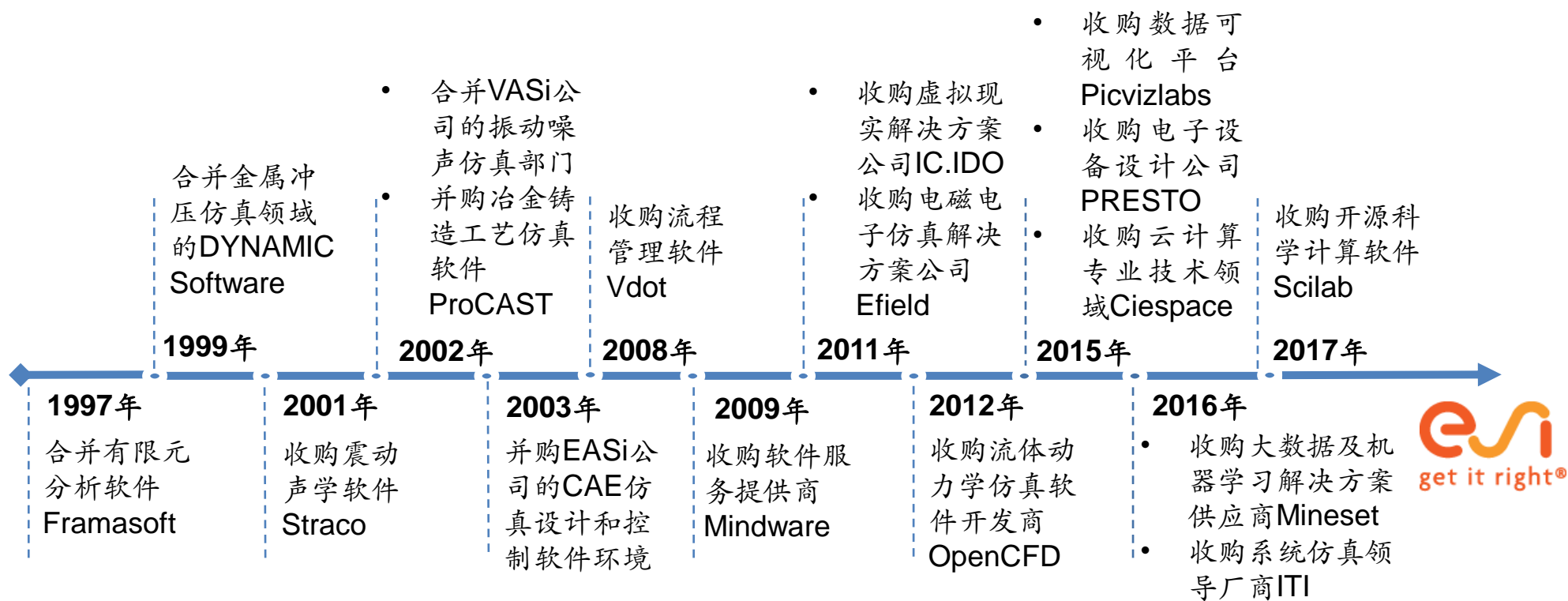
Altair的部分并购历程



资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE: 仿真世界潜力无限

ESI的部分并购历程



资料来源：华安证券研究所整理

3 CAE：仿真世界潜力无限

- **国产CAE厂商盘点：五大能力类型，产业逐渐繁荣。**当前国产CAE厂商主要有五种发展类型，分别为传统技术型、跨界延伸型、代理自研型、云化突破型、院所孵化型。

国产CAE厂商的五大能力类型

传统技术型

- ✓ 英特仿真
- ✓ 前沿动力
- ✓ 太泽透平
- ✓ 上海索辰
- ✓ 上海东峻
- ✓ 北京超算科技

跨界延伸型

- ✓ 中望软件
- ✓ 数码大方

代理自研型

- ✓ 安世亚太
- ✓ 北京海基

云化突破型

- ✓ 云道智造
- ✓ 上海数巧
- ✓ 北京蓝威
- ✓ 杭州远算科技
- ✓ 北京适创科技

院所孵化型

- ✓ 中船奥蓝托
- ✓ 苏州同元
- ✓ 华铸软件中心

资料来源：华安证券研究所整理



目录

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

2 CAD：设计基础应用广泛

3 CAE：仿真世界潜力无限

4 EDA：半导体产业皇冠明珠

5 投资建议：研发设计软件价值巨大

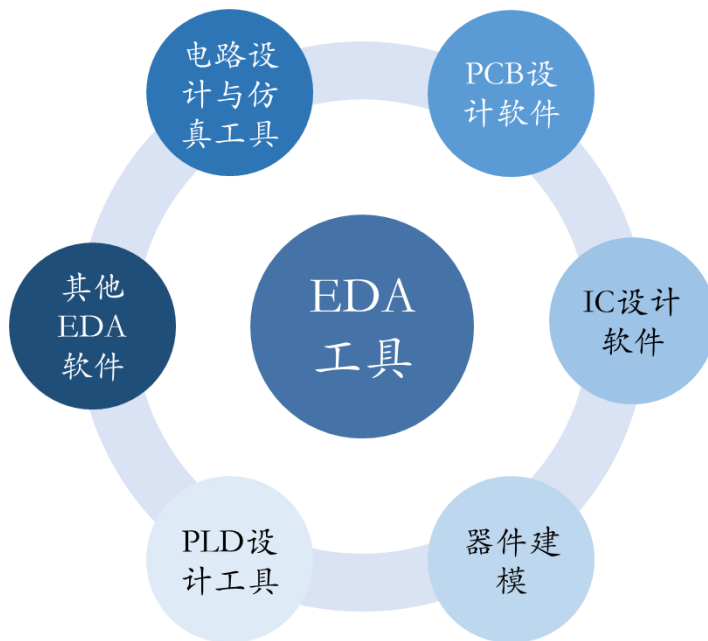
6 风险提示



4 EDA：半导体产业皇冠明珠

- **EDA是现代IC设计的必备工具。**
- EDA是电子设计自动化(Electronic Design Automation)软件的简称，是指利用计算机辅助设计(CAD等)软件，来完成超大规模集成电路(VLSI)芯片的功能设计、综合、验证、物理设计(包括布局、布线、版图、设计规则检查等)等流程的设计方式。

EDA工具分类

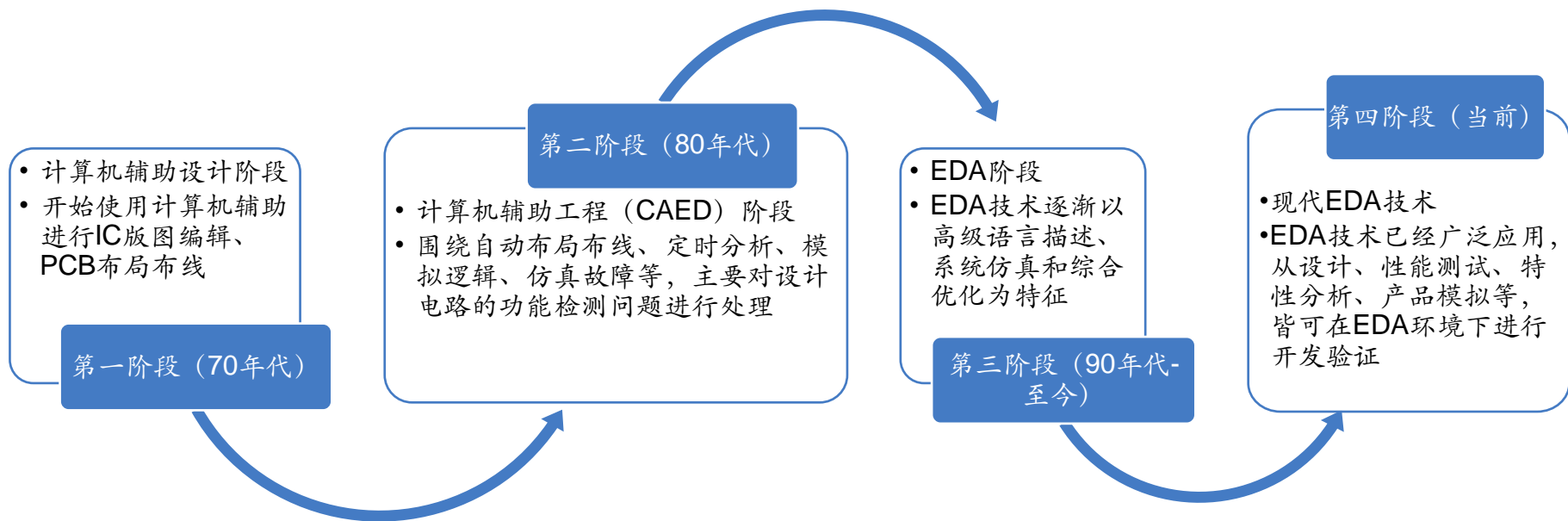


资料来源：华安证券研究所整理

4 EDA：半导体产业皇冠明珠

➤ 历经50年四个阶段发展，EDA在芯片设计中的作用愈发凸显。

EDA产业发展历程



资料来源：华安证券研究所整理

4 EDA：半导体产业皇冠明珠

- **IC设计包含诸多环节，前端设计和后端设计都离不开EDA工具。**
- 在前端设计中会涉及到：HDL编码、仿真验证、逻辑综合、STA（静态时序分析）、形式验证等
- 后端设计中涉及到：DFT(可测性设计)、布局规划、CTS（时钟树综合）、布线、版图验证等

IC设计流程

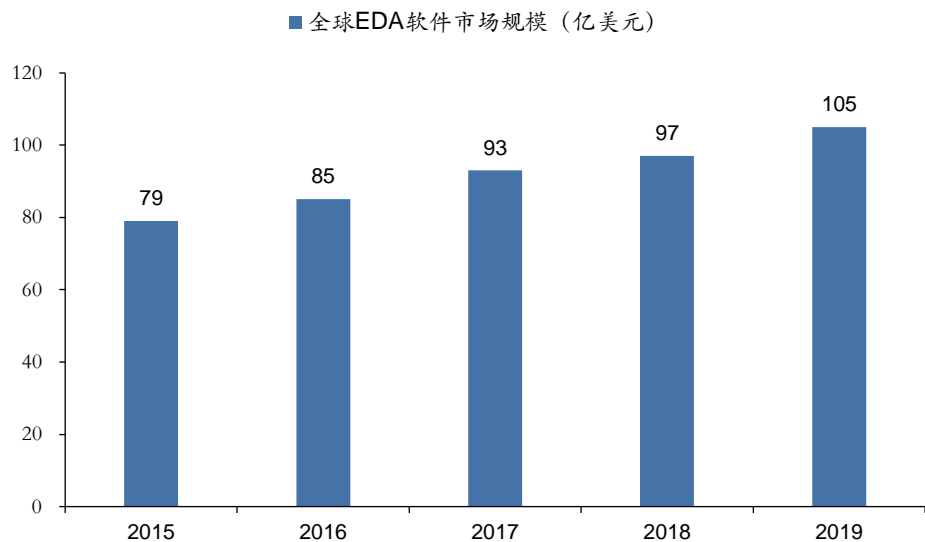


资料来源：数字Icer，华安证券研究所

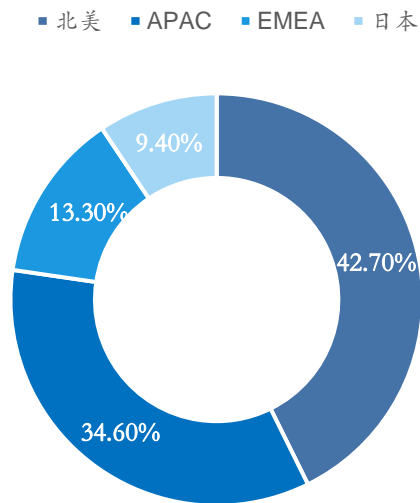
4 EDA：半导体产业皇冠明珠

- 从全球范围来看，EDA市场规模呈现稳步上升的趋势，从2015年的79亿美元到2019年的105亿美元。
- 从区域市场的角度，北美市场以及亚太市场占比超过四分之三，主要系EDA产业与半导体行业有着密切的关系。

全球EDA市场规模



全球EDA市场分布情况



资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所

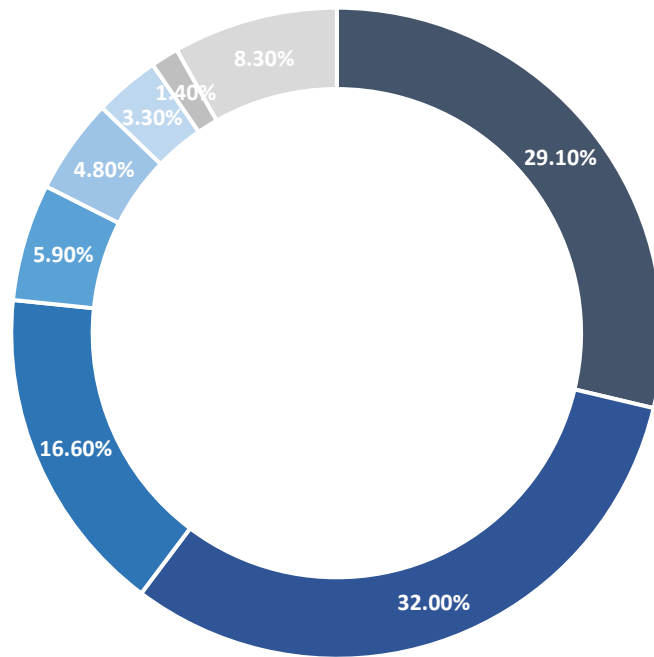
资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所

4 EDA：半导体产业皇冠明珠

- 根据赛迪智库，2020年Synopsys, Cadence, Siemens EDA为我国前三大EDA工具供应商，
- 前五大供应商占比达87%，行业集中度较高。
- 国产软件方面，华大九天占比约为4.8%，概伦电子约为1.4%。

2020年中国EDA行业竞争格局

■ Synopsys ■ Cadence ■ Siemens EDA ■ 华大九天 ■ Ansys ■ Keysight ■ 概伦电子 ■ 其他



资料来源：赛迪智库，华安证券研究所



目录

1 概述：研发设计软件是工业软件的皇冠

2 CAD：设计基础应用广泛

3 CAE：仿真世界潜力无限

4 EDA：半导体产业皇冠明珠

5 投资建议：研发设计软件价值巨大

6 风险提示



霍莱沃：国内电磁CAE软件先行者

► 公司聚焦电磁仿真与测量领域14年，围绕相控阵天线打造产品矩阵。

公司发展历程



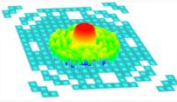
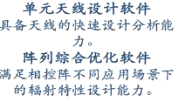
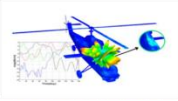

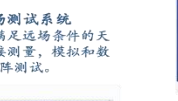

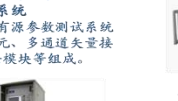



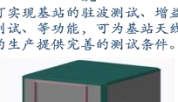
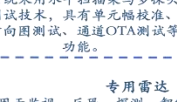

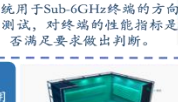



资料来源：霍莱沃招股说明书，华安证券研究所

霍莱沃：国内电磁CAE软件先行者

➢ 公司四大业务布局清晰，全面围绕相控阵技术展开。

- 1) 电磁场仿真分析业务：公司电磁场仿真分析业务由电磁场仿真软件及半实物仿真验证系统两部分构成。
- 2) 相控阵校准测试系统业务：该业务以硬件形式交付，主要用于雷达的研发、生产阶段，旨在测试雷达是否达到设计性能，并通过校准提升雷达性能。
- 3) 相控阵相关产品业务：即相控阵雷达样机和天线硬件。
- 4) 通用测试业务：即为客户提供测试设备与测试环境。

以相控阵天线为核心布局四大产品线

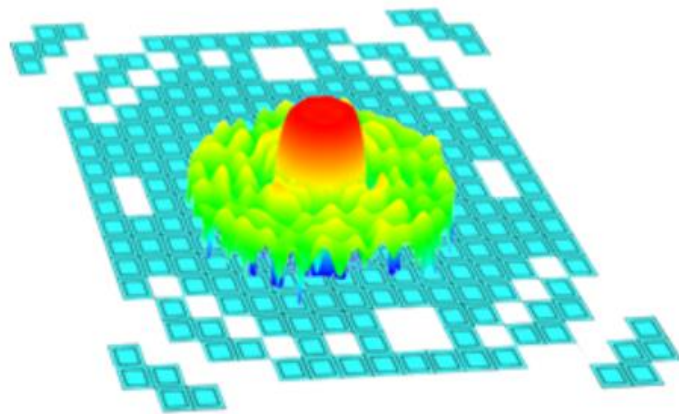
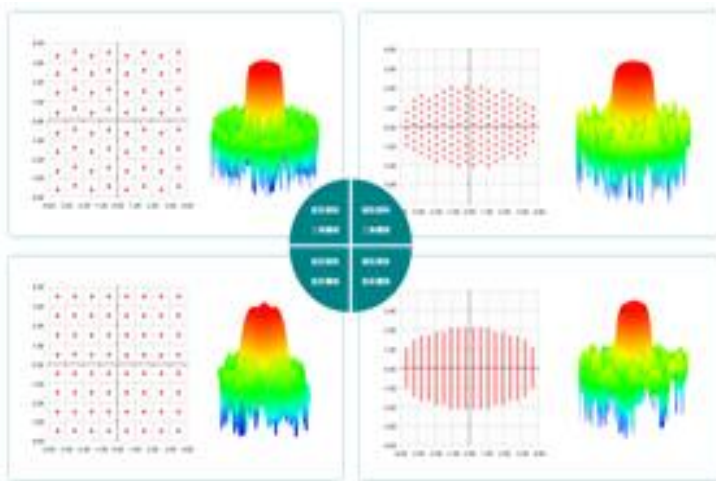
| | | | |
|-------------|--|--|---|
| 电磁场仿真软件 |  <p>单元天线设计软件 具备天线的快速设计分析能力。</p> |  <p>天线故障诊断软件 可根据导入的实测数据对天线或平台表面电流进行重构。</p> |  <p>基于真实环境的MIMO无线系统仿真实验平台 一个硬件在仿真回路的专用实验平台。</p> |
| |  <p>阵列综合优化软件 满足相控阵不同应用场景下的辐射特性设计能力。</p> |  <p>三维复杂电磁环境仿真平台软件 用于仿真基于真实地形和复杂电磁环境的信号传播特性。</p> |  <p>三维复杂电磁环境仿真平台软件 用于仿真基于真实地形和复杂电磁环境的信号传播特性。</p> |
| 相控阵系统性能测试 |  <p>室外远场测试系统 天线远场测试系统在外场进行测试。</p> |  <p>室内远场测试系统 在电波暗室内满足远场条件的天线性能进行直接测量，模拟和数字相控阵测试。</p> |  <p>多探头近场测试系统 近场测量在暗室内采集天线的近场幅度、相位信息，通过近场变换获得天线的远场辐射特性和口面场分布。</p> |
| |  <p>室外远场测试系统 天线远场测试系统在外场进行测试。</p> |  <p>室内远场测试系统 在电波暗室内满足远场条件的天线性能进行直接测量，模拟和数字相控阵测试。</p> |  <p>多探头近场测试系统 近场测量在暗室内采集天线的近场幅度、相位信息，通过近场变换获得天线的远场辐射特性和口面场分布。</p> |
| 相控阵系统过程测试 |  <p>相控阵多探头校准系统 相控阵校准系统采用中场补偿测试技术、多探头测试技术和实时控制技术。</p> |  <p>相控阵多通道有源参数测试系统 相控阵多通道有源参数测试系统由波束形成单元、多通道矢量接收机和算法模块等组成。</p> |  <p>微波器件于网络测试系统 微波器件与网络测试系统实现待测设备的增益、频谱、脉冲、功率、交调、噪声和S参数的测试。</p> |
| |  <p>相控阵多探头校准系统 相控阵校准系统采用中场补偿测试技术、多探头测试技术和实时控制技术。</p> |  <p>相控阵多通道有源参数测试系统 相控阵多通道有源参数测试系统由波束形成单元、多通道矢量接收机和算法模块等组成。</p> |  <p>微波器件于网络测试系统 微波器件与网络测试系统实现待测设备的增益、频谱、脉冲、功率、交调、噪声和S参数的测试。</p> |
| 5G NR/OTA测试 |  <p>Sub-6GHz基站OTA测试系统 可实现基站的驻波测试、增益测试、等功能，可为基站天线的生产提供完善的测试条件。</p> |  <p>Sub-6GHz终端OTA测试系统 系统用于Sub-6GHz终端的方向图测试，对终端的性能指标是否满足要求做出判断。</p> |  <p>毫米波产线校准系统 用于毫米波基站天线的快速校准测试，同时可以进行方向图测试，快速判断校准结果。</p> |
| |  <p>Sub-6GHz基站产线校准系统 系统采用水平扫描架与多探头测试技术，具有单元幅校准、方向图测试、通道OTA测试等功能。</p> |  <p>Sub-6GHz终端OTA测试系统 系统用于Sub-6GHz终端的方向图测试，对终端的性能指标是否满足要求做出判断。</p> |  <p>毫米波产线校准系统 用于毫米波基站天线的快速校准测试，同时可以进行方向图测试，快速判断校准结果。</p> |
| 相控阵相关产品 |  <p>专用雷达 用于监视、反恐、探测、智能驾驶等领域。</p> |  <p>通用测试 主要用于客户的业务需求，提供通用测试仪器设备集成配套控制软件和测试环境搭建、维护服务等。</p> |  <p>通用测试业务 主要用于客户的业务需求，提供通用测试仪器设备集成配套控制软件和测试环境搭建、维护服务等。</p> |
| |  <p>专用雷达 用于监视、反恐、探测、智能驾驶等领域。</p> |  <p>通用测试 主要用于客户的业务需求，提供通用测试仪器设备集成配套控制软件和测试环境搭建、维护服务等。</p> |  <p>通用测试业务 主要用于客户的业务需求，提供通用测试仪器设备集成配套控制软件和测试环境搭建、维护服务等。</p> |

资料来源：霍莱沃官网，华安证券研究所

霍莱沃：国内电磁CAE软件先行者

- ▶ 电磁CAE已经广泛地应用于电磁性能预测、设计的多个方面。
- ▶ 霍莱沃布局相控阵电磁场的模拟与仿真，相控阵雷达较传统雷达有诸多优势。
 - 霍莱沃的电磁场仿真软件及应用业务主要为公司开发并销售的相控阵电磁场仿真软件或根据公司的电磁场仿真软件提供仿真设计优化服务。
 - 通过公司提供的阵列综合优化软件，可以满足阵列在不同应用场景下的辐射特性设计能力。

通过电磁CAE仿真对阵列进行性能优化

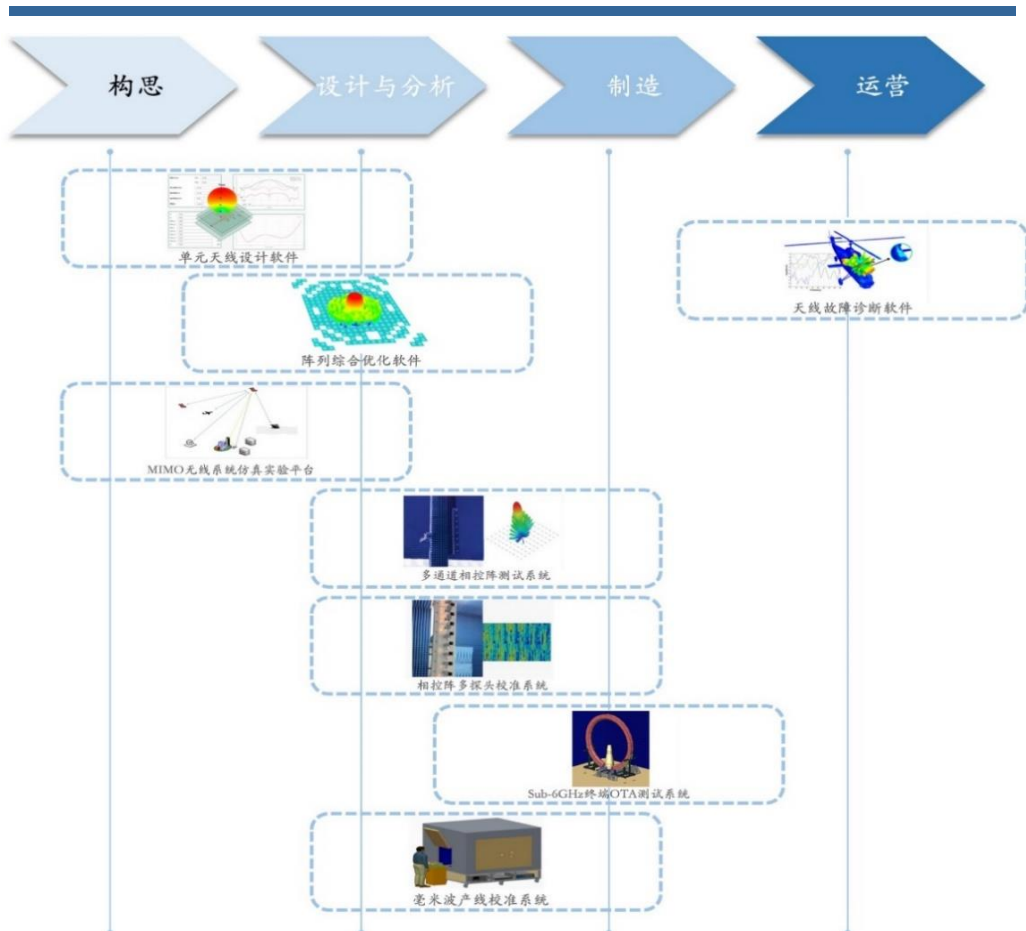


资料来源：霍莱沃官网，华安证券研究所

霍莱沃：国内电磁CAE软件先行者

- 公司提供的解决方案贯穿相控阵全生命周期，特色是能够提供半实物仿真验证系统。
- 1) 在研制阶段，公司提供单元天线软件设计与阵列综合优化的服务：单元天线设计软件具备天线的快速设计分析能力。
- 2) 在生产、出厂、与列装阶段，天线故障软件与基于真实环境的MIMO无线系统仿真实验平台确保相控阵天线性能，运用建模仿真技术可以模拟真实环境中的各类无线信号。

公司仿真产品贯穿产品全生命周期

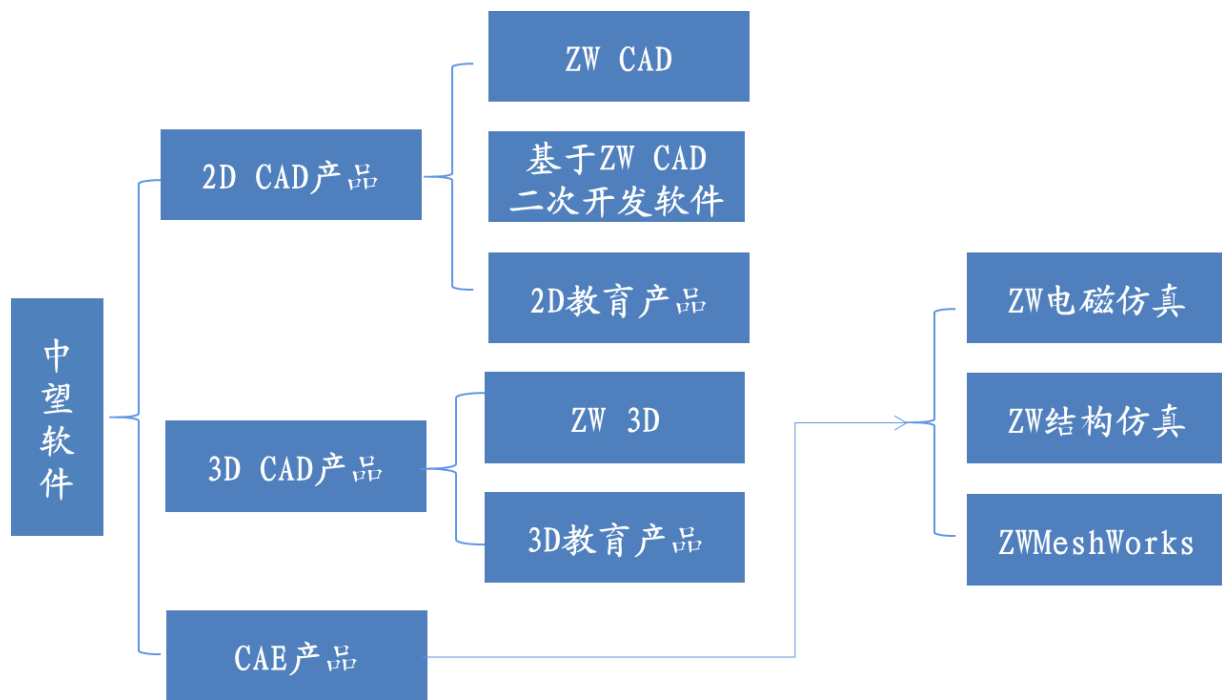


资料来源：霍莱沃官网，华安证券研究所

中望软件：国产 CAX 软件行业执牛耳者

- 中望软件是国内领先的研发设计类工业软件供应商，也是国内唯一同时掌握CAD/CAM/CAE核心技术及产品开发能力的工业软件企业。

公司主要产品谱系



资料来源：中望软件公告，华安证券研究所

中望软件：国产 CAx 软件行业执牛耳者

➤ 专注工业软件 20 余年，成为研发设计类工业软件科创板第一股。

公司发展历程

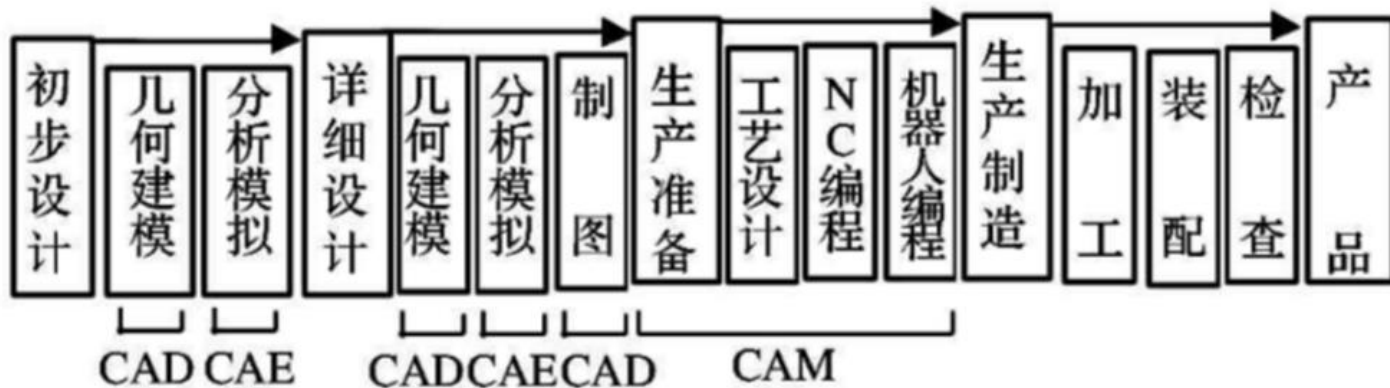


资料来源：中望软件官网，华安证券研究所

中望软件：国产 CAX 软件行业执牛耳者

- 从工业软件在产品制造全流程的应用情况看，CAD、CAE和CAM相辅相成，一体化发展方向大势所趋。
- 一般的产品生产过程可分为初步设计、详细设计、生产准备和生产制造4个阶段。
- 在初步设计和详细设计流程，利用CAD进行产品几何实体建模，为CAE所用；利用 CAE 对产品几何实体模型进行性能、强度、运动学、动力学等方面的数值模拟计算，其间根据 CAE 计算结果不断利用 CAD 修改几何实体模型，最终设计出符合性能和经济性要求的最优化产品。
- 在生产准备流程，利用 CAD 输出产品三维图形、工程图纸等，保存所有产品数据信息为 CAM 所用；利用 CAM 完成产品生产制造所需的工艺设计、NC 编程、机器人编程等工作以及实际制造工作。

CAD/CAE/CAM 在产品制造过程中的协同应用

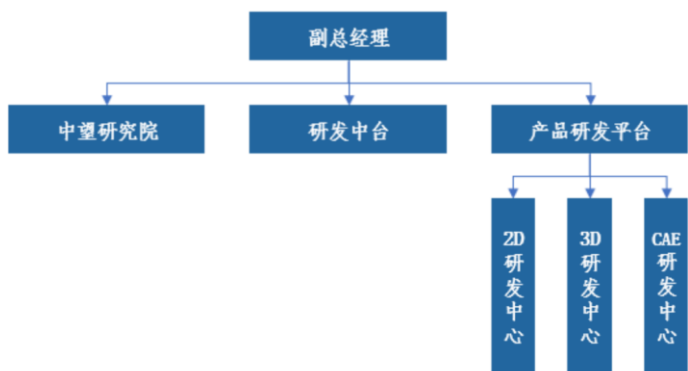


资料来源：中望软件官网，华安证券研究所

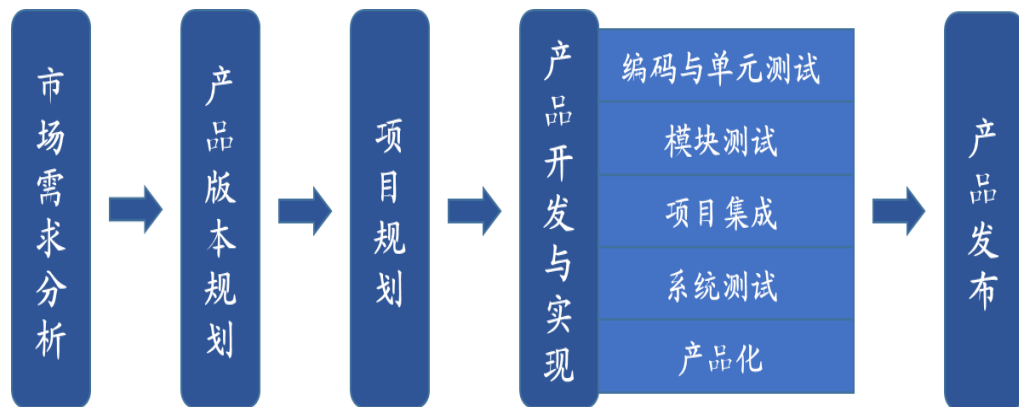
中望软件：国产 CAx 软件行业执牛耳者

- 国内首次提出 All-in-One CAx 发展战略，打造一体化技术产品能力。
- 研发人才、组织和机制优势加持中望一体化布局。1) 在广州、武汉、北京、上海及美国佛罗里达州五个地区建立了研发团队。截至 2020 年 6 月 30 日，公司拥有员工 786 人，研发人员 406 人，占比 51.65%，远超行业平均水平。2) 公司创始团队为研发出身，目前副总经理统管研发，下设中望研究院、研发中台和产品研发平台。3) 制定了严谨的研发流程，从客户需求、竞品分析、市场变化及公司战略发展需要等多角度出发，注重产品功能性的不断提升以及用户体验持续优化。

中望研发组织架构



中望研发机制流程

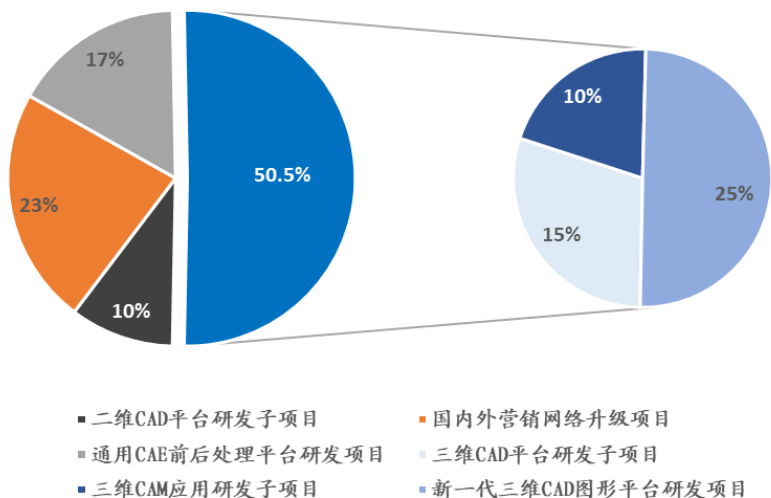


资料来源：中望软件公告，华安证券研究所

中望软件：国产 CAx 软件行业执牛耳者

- 资本市场的两次融资彰显了公司国内绝对领先的市场地位。2018年12月，中望完成由达晨创投领投、航天科工投资基金跟投的8000万元融资。2019年10月，中望宣布完成第二轮1.4亿元融资。
- 上市募投方向印证了中望践行一体化All-in-One战略的决心。

中望软件各募投项目占比



- 在2D CAD领域，公司将重点投入改善CAD效率与接口，加强基于CAD的行业应用生态系统建设。
- 在高端3D CAD/CAM领域，满足现有客户三维设计需求的同时，公司将积极开展3D CAD共性核心关键技术的研究与攻关，进一步重构自主可控几何引擎，兼顾产品性能和效率，提升对高精度、大场景、大装配的支持。
- 在CAE仿真分析领域，公司一方面依托自研电磁分析产品，完善前后处理系统，另一方面将逐步通过合作、并购模式打造全流程CAE系统。

资料来源：中望软件官网，华安证券研究所

中望软件：国产 CAx 软件行业执牛耳者

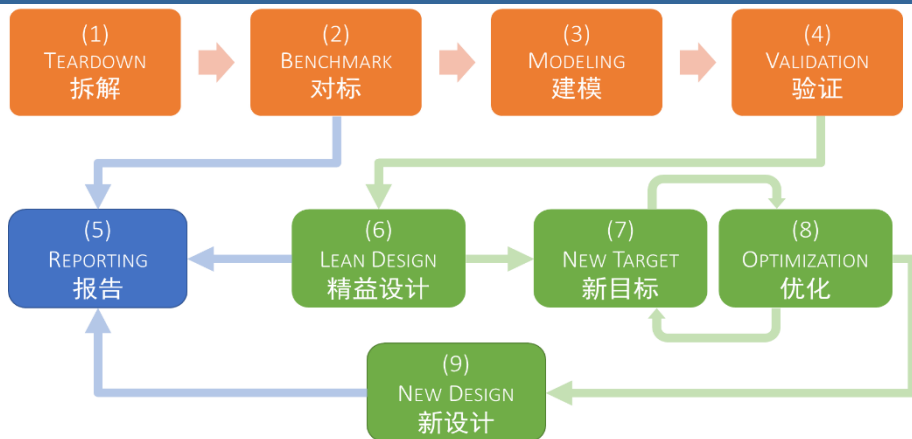
- 上市伊始即投资安怀信，补强CAE仿真能力，或将成为公司未来扩张的一大策略。

 - 中望3月19日以投资价款3000万元认购北京安怀信科技股份有限公司新增注册资本137.8839万元，取得标的公司增资后全部股份的10%，安怀信产品包括以CAE软件为核心的各类设计仿真工具，是国防科工局中国自主知识产权软件供应商
 - 中望上市伊始战略投资安怀信，是意料之中的布局，反映了公司在CAE仿真能力建设方面已经有一套整体的发展策略，也说明投资并购将会是公司补齐技术能力，快速实现扩张的一大策略。

安怀信专注于CAE仿真



CAE为汽车行业提供分析对标转正向设计解决方案

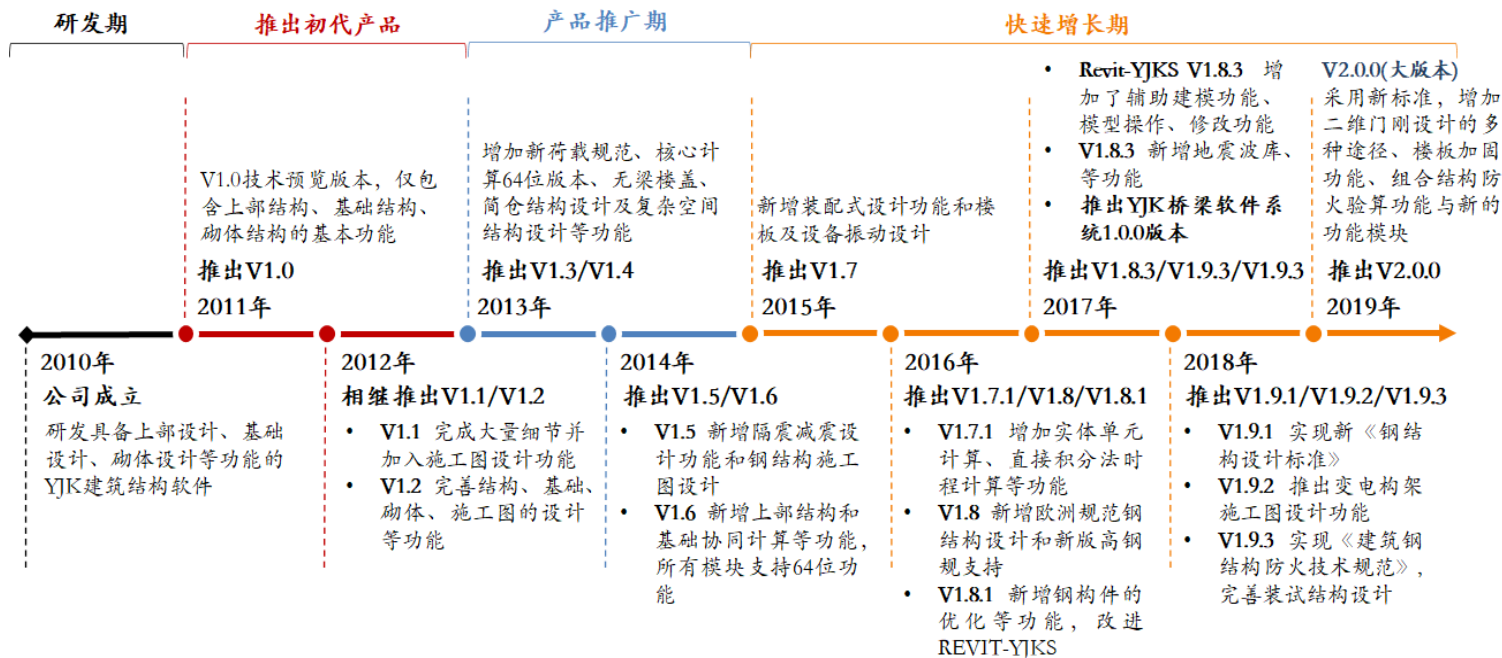


资料来源：中望软件官网，华安证券研究所

盈建科：建筑结构设计隐形冠军

- 盈建科是研发设计类工业软件公司中的“隐形冠军”。公司长期深耕建筑结构设计领域，在与国外厂商的竞争中建立了可贵的比较优势，是工业软件细分赛道的“国货之光”。

盈建科发展历程



资料来源：盈建科招股说明书，华安证券研究所

盈建科：建筑结构设计隐形冠军

- 公司专注于建筑结构设计细分领域
- 公司主营业务包括：1) 建筑结构设计软件的开发、销售及提供相关技术服务，2) 为建筑设计行业提供覆盖建模、计算、出图等全设计流程的一体化综合解决方案
- 公司主要客户为：1) 建筑设计研究院、2) 建筑设计公司3) 高等院校。

公司产品线及主要软件介绍

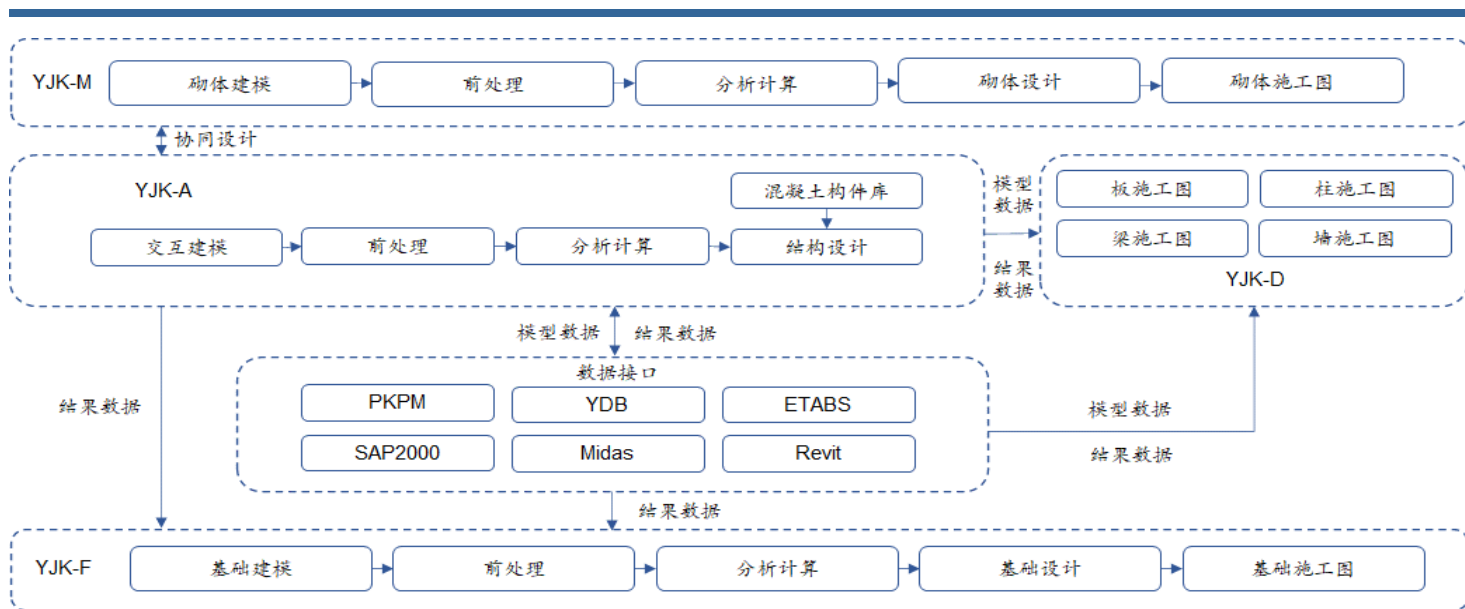
| 软件系统 | 软件类型 | 代表软件 | 软件功能 |
|--------------------|------------|---|----------------------------|
| YJK建筑结构设计软件系统 | 上部结构设计 | 盈建科建筑结构计算软件【YJK-A】 | 上部结构建模、计算和设计 |
| | | 盈建科砌体结构设计软件【YJK-M】 | 砌体结构建模、计算和设计 |
| | 基础设计 | 盈建科基础结构设计软件【YJK-F】 | 基础结构建模、计算和设计、与上部结构协同计算、设计 |
| | 施工图设计 | 盈建科建筑结构施工图设计软件【YJK-D】 | 上部结构构件与基础构件的施工图辅助设计 |
| BIM系统 | 结构设计阶段的BIM | REVIT-YJK结构设计软件【REVIT-YJKS】 | 在REVIT平台下实现结构设计阶段的BIM功能 |
| YJK建筑结构设计软件系统（海外版） | 上部结构设计 | 盈建科建筑设计软件（美国规范版）【YJK-US】 | 基于美国规范的上部结构设计 |
| | 施工图设计 | 盈建科建筑结构施工图设计软件（英文版）【YJK-DE】 | 施工图设计软件英文版 |
| 高校实训系统 | 高校教学培训 | 盈建科建筑结构设计实训教学系统【YJK-T】 | 为高校提供包含大纲、演示、例题、考题的电子化教学系统 |
| 桥梁结构设计系统 | 桥梁结构设计 | 盈建科连续刚构桥设计软件【YJK-LXGG】 | 连续刚构桥结构建模、计算、设计 |
| | 接口软件 | 【YJK-REVIT】 【YJK-SAP2000】 【YJK-MIDAS】 | 实现不同软件间数据的转换 |

资料来源：盈建科招股说明书，华安证券研究所

盈建科：建筑结构设计隐形冠军

- 公司现有产品覆盖建模、计算、设计、出图全设计流程，包括了传统意义上的CAD和CAE。
- CAD技术：结构设计、自动化输出施工图以及图纸显示与编辑等环节使用的二维三维图形平台、参数化建模
- CAE技术：建模、计算等环节使用的结构力学有限元分析、前后处理
- 上述CAD&CAE核心技术均系公司自主研发，这一核心竞争力在目前国内市场具有很强的稀缺性

盈建科主要产品及相关技术的关系

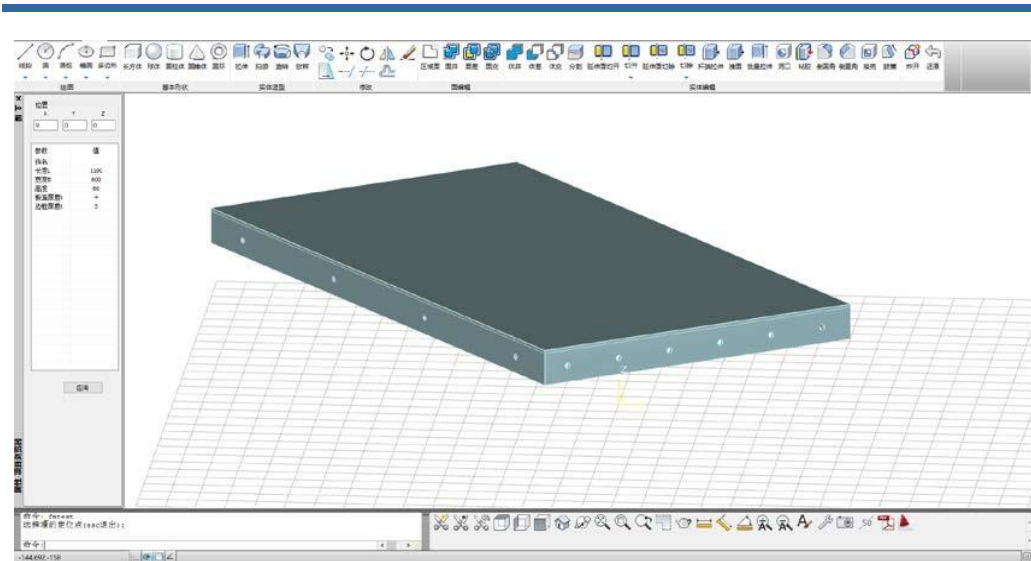


资料来源：盈建科回复证监会问询函，华安证券研究所

盈建科：建筑结构设计隐形冠军

- **二维三维图形平台：盈建科的三维图形平台软件【YJKCAD】**
- 拥有自主开发的2D/3D CAD内核引擎，可提供二维、三维的造型功能,包括拉伸体、放样体、旋转体、融合体等；可提供丰富的参数设置,包括捕捉、栅格、选项等设置；可提供显示切换,包括视图切换、消隐显示、隐藏显示等；还可以提供YJK族功能,实现参数化编辑。
- 在技术性能方面，盈建科三维图形平台的容量已达上亿三角面,可满足建筑工程设计、施工等各阶段应用；还可以提供三维复杂形体的布尔系列计算,满足建筑工程精准造型需要。

盈建科三维图形平台软件【YJKCAD】

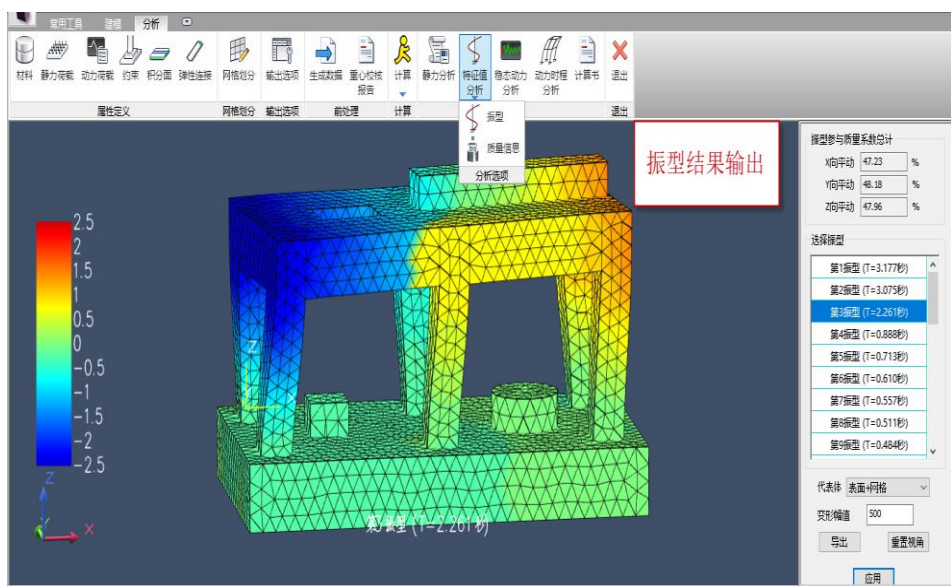


资料来源：盈建科招股说明书，华安证券研究所

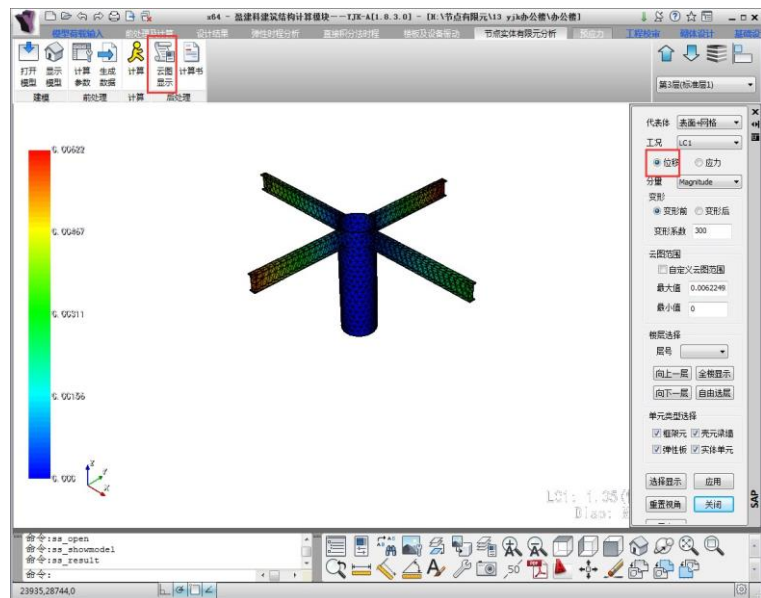
盈建科：建筑结构设计隐形冠军

- 有限元分析技术在计算速度、计算容量等方面处于国内领先水平。公司的软件系统自主研发了通用有限元分析方法进行数值分析计算，可以从整体结构模型中自动抽取节点以及关联构件信息并采集截面各组合的内力数据,利用精确的模型几何造型技术以及全协调的网格划分技术构建有限元模型并完成节点的精细化有限元分析。

盈建科三维图形平台软件【YJKCAD】



三维实体元节点精细分析软件【YJK-SolidFea】

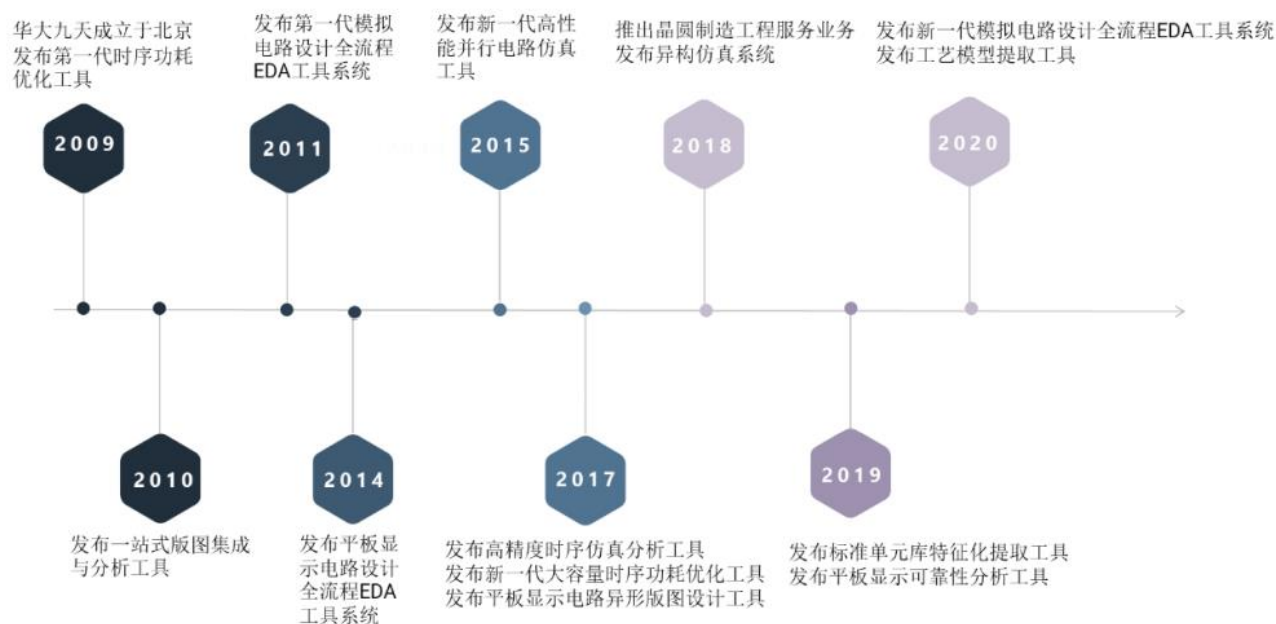


资料来源：盈建科招股说明书，华安证券研究所

华大九天：国产EDA龙头企业

- 华大九天成立于2009年，始终聚焦于EDA工具的研发。自2009年发布第一代时序功耗优化工具以来，公司陆续研发出一站式版图集成与分析工具、模拟电路设计全流程EDA工具系统、平板显示电路设计全流程EDA工具系统、高精度时序仿真分析工具、新一代大容量时序功耗优化工具和平板显示电路异形版图设计工具、异构仿真系统、标准单元库特征化提取工具和平板显示电路可靠性分析工具等一系列EDA工具，并持续进行着迭代与升级。

华大九天发展历程



资料来源：华大九天招股说明书，华安证券研究所

华大九天：国产EDA龙头企业

- 华大九天是国内唯一具备全流程EDA工具的企业，在面板电路设计和时序优化等领域具备国际领先水平。公司主要产品包括模拟电路设计全流程EDA工具系统、数字电路设计EDA工具、平板显示电路设计全流程EDA工具系统和晶圆制造EDA工具等EDA工具软件产品，并围绕相关领域提供技术开发服务。

华大九天主要EDA产品

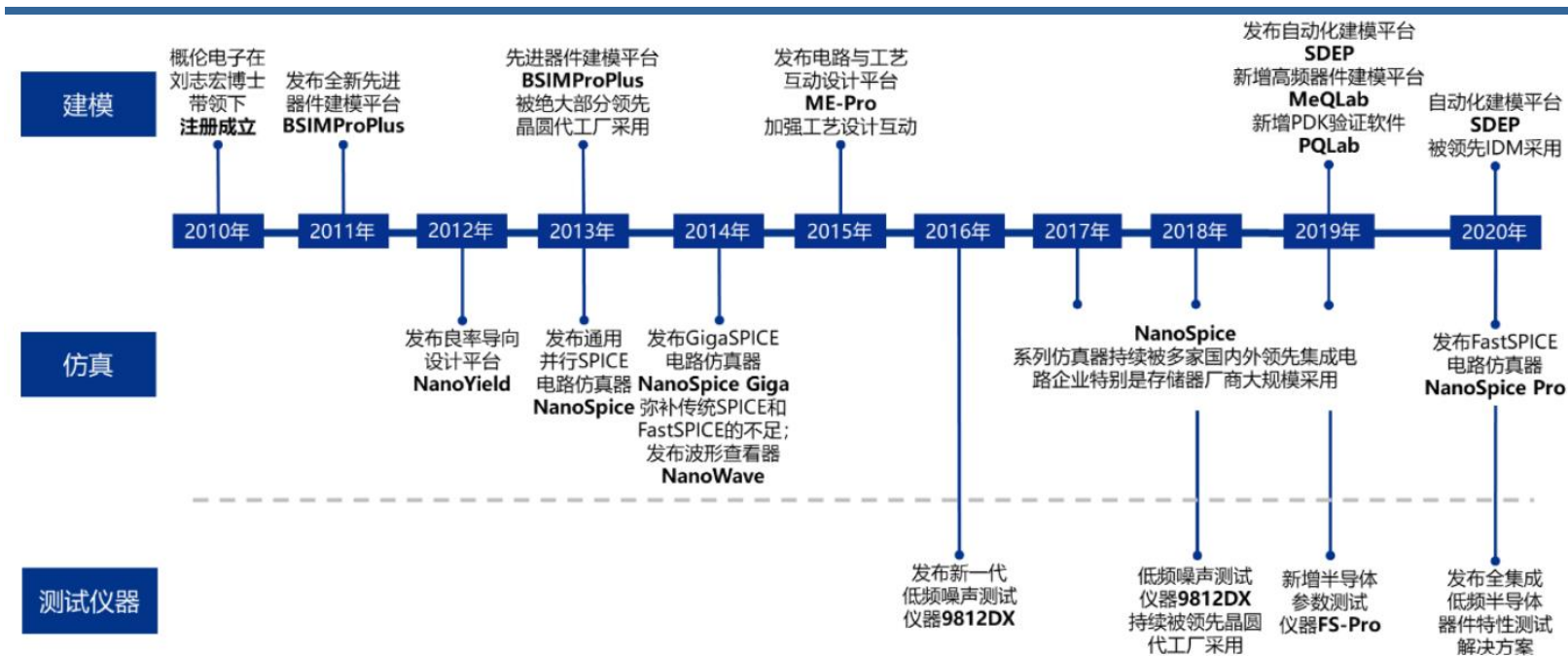


资料来源：华大九天官网，华安证券研究所

概伦电子：具有国际竞争力的本土EDA企业

- 概伦电子由刘志宏博士所带领行业资深团队于2010年成立，是一家具有国际竞争力的本土EDA企业。公司以半导体器件建模起家，旗下的BSIMPro Plus被绝大多数行业领先的晶圆代工厂采用。2013年，公司凭借器件建模所积累的技术与数据，切入电路仿真和验证环节。2016年，公司进一步围绕着器件建模扩大业务范围，发布低频噪声测试仪器9812DX，完成软硬件全面布局。2019年底，公司并购博达微科技以扩大在建模方面的领先优势，并于2020年初完成由兴橙资本和Intel资本共同领投的A轮融资。

概伦电子发展历程











资料来源：概伦电子招股说明书，华安证券研究所








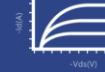
概伦电子：具有国际竞争力的本土EDA企业

- 公司业务可分为设计类EDA、制造类EDA、测试方案和工程服务四大类。
- 制造类EDA工具主要为器件建模及验证EDA工具，用于快速准确地建立半导体器件模型，是集成电路制造领域的核心关键工具之一。公司在全球范围内已形成较为稳固的市场地位，客户包括台积电、三星电子、联电、格芯、中芯国际等全球前十大晶圆代工厂中的九家。
- 设计类EDA工具主要为电路仿真及验证EDA工具，用于大规模集成电路的电路仿真和验证，优化电路的性能和良率，是集成电路设计领域的核心关键工具之一。公司已在全球存储器芯片领域取得较强的竞争优势，部分实现对全球领先企业的替代，客户包括三星电子、SK海力士、美光科技等全球规模前三的存储器厂商。

概伦电子设计类EDA产品

| | | | |
|--|---|---|--|
|  <p>NanoSpice 通用并行电路仿真器</p> |  <p>NanoSpice Giga 千兆级电路仿真器</p> |  <p>NanoSpice Pro 双引擎FastSPICE电路仿真器</p> |  <p>NanoSpice MS 高性能混合信号仿真解决方案</p> |
|  <p>NanoYield 良率导向设计平台</p> |  <p>NanoWave 大容量波形查看器</p> |  <p>NavisPro 层次化SoC设计规划方案</p> |  <p>LibWiz 标准单元库验证解决方案</p> |

概伦电子制造类EDA产品及测试方案

| | | | |
|--|---|---|---|
|  <p>BSIMProPlus 先进器件建模平台</p> |  <p>SDEP 智能先进器件模型自动提取平台</p> |  <p>MeQLab 跨平台器件建模软件</p> |  <p>ME-Pro 集成电路工艺与设计验证评估...</p> |
|  <p>PQLab 先进PDK验证软件</p> |  <p>FS-Pro 半导体参数测试系统</p> |  <p>9812DX 低频噪声测试系统</p> |  <p>FastLab 器件参数测量软件</p> |

资料来源：概伦电子官网，华安证券研究所

风险提示

- 1) 工业软件关键核心技术研发不及预期；
- 2) 相关扶持政策和工程专项不及预期；
- 3) 产品应用推广和产业生态构建不及预期。

重要声明及评级说明

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A股以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

行业评级体系

增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；
中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

公司评级体系

买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；
增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；
中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至；
卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；
无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。



华安证券
HUAAN SECURITIES

谢谢

了解更多研究成果和资讯
敬请关注华安计算机团队

