

CAX类工业软件，打破欧美数十年技术垄断

工业软件系列专题：CAX篇

华西计算机团队

2021年05月27日

分析师：刘泽晶

SAC NO: S1120520020002

邮箱：liuzj1@hx168.com.cn

联系人：刘忠腾

邮箱：liuzt@hx168.com

Tel: 0755-82533391

联系人：孔文彬

邮箱：kongwb@hx168.com

基于对CAX产业的分析与判断，对标国外主流的达索、西门子、Autodesk等工业软件巨头发展路径的分析，我们归纳出如下三个推荐逻辑：

核心逻辑一：当前中国制造业从粗放式向精细化管理模式转变，百亿级全球市场看空间，中国CAX类工业软件市场增速明显高于全球。

- 从市场空间看，全球CAD/CAE/CAM市场空间分别为20亿美元级（2028年）、130亿美元级（2025年）和40亿美元级（2025年）。
- 从行业增速看，中国CAD/CAE/CAM市场复合增速均明显高于全球水平，中国市场对工业软件的需求持续加大。

核心逻辑二：无论是全球还是中国CAX软件市场，海外巨头几乎都占据垄断。在CAX细分市场中，国产替代进程由高到底分别为：2D CAD>3D CAD>CAE/CAM。

- 从国产替代程度看，当前国产2D CAD逐步国产替代，3D CAD实现基本可用，CAE和CAM仍处于核心技术亟待突破阶段。
- 从应用场景来看，国产CAD/CAE/CAM较多应用于建筑、工业工程等中低端场景，航空航天、精密制造等高端场景尚待突破。

核心逻辑三：CAX三大产品一体化发展是大势所趋，数据交互是产品无缝衔接的关键，工业软件的演进史就是行业巨头发展的并购史。

- 欧美已经诞生了众多综合性的工业巨头，包括西门子（1149亿欧元）、达索（501亿欧元）、Autodesk（645亿美元）、ANSYS（294亿美元）、PTC（155亿美元），中国CAD龙头厂商中望软件（349亿元）长期成长空间巨大。

▶ **投资建议**：遵循工业软件发展的两条发展路径：1）产品型发展路径，我们重点推荐国产CAD龙头厂商**中望软件**，2D产品国产替代进行时，3D和CAE产品逐步成熟。2）实施型发展路径，我们推荐智能制造龙头**能科股份**（与电新组联合覆盖），工业互联网平台服务商**朗新科技**（与通信组联合覆盖）。此外，**赛意信息**和**鼎捷软件**也是受益标的。

▶ **风险提示**：疫情导致全球经济下行的风险，行业竞争加剧导致盈利水平下降，核心技术突破进程低于预期。



目录

01 综述：CAX一体化趋势，数据交互是关键

02 分述：CAX三大品类的空间、格局与差距

03 机会：CAX工业软件产品投资主线与标的

04 风险提示



01 综述：

CAX一体化趋势，数据交互是关键

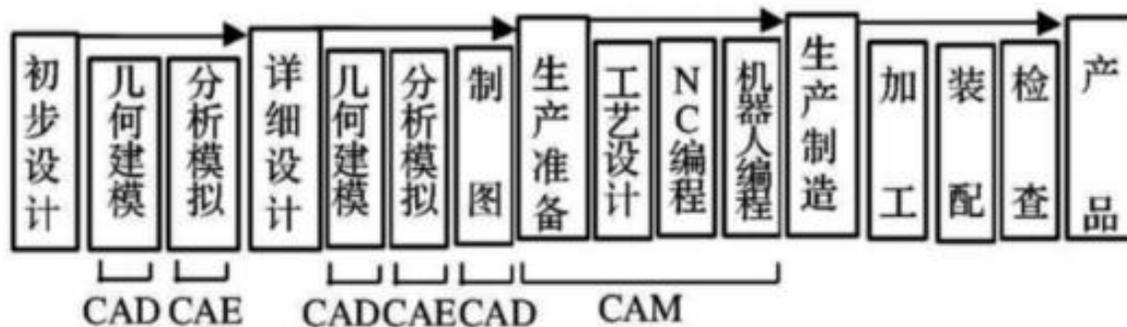
1.1 CAX三大产品一体化发展是大势所趋，数据交互是关键

- ◆ **CAD/CAE / CAM 一体化发展大势所趋**：一般来说，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。
- ✓ **初步设计和详细设计流程环节**：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、动力学等方面的数值模拟计算，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。
- ✓ **生产准备和生产制造流程环节**：利用 CAD 输出产品三维图形、工程图纸等，并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。

图表1：CAD、CAE、CAM三大产品的主要功能

	产品类别	主要功能
CAX	CAD	计算机辅助设计 ：利用计算机及其图形设备进行产品设计工作。
	CAE	计算机辅助工程 ：用计算机辅助求解分析复杂工程和产品的结构力学性能，以及优化结构性能等。其关键就是将有关的信息集成，使其产生并存在于工程（产品）的整个生命周期。
	CAM	计算机辅助制造 ：用计算机辅助完成从生产准备到产品制造整个过程，用计算机系统对制造过程的计划、管理以及对生产设备的控制与操作的运行。

图表2：CAD、CAE、CAM在产品制造过程中的协同应用



1.2 CAD/CAE/CAM通过建模和分析，编程成为自动化一条龙

CAD,CAE,CAM建模分析自动编程一条龙

◆技术层面：

✓CAD和CAE是两大技术方向，CAD的核心是基于集合模型的造型建模，CAE是基于物理模型的数值拟合求解，而CAM是将CAD建模转化为数控加工程序的功能。

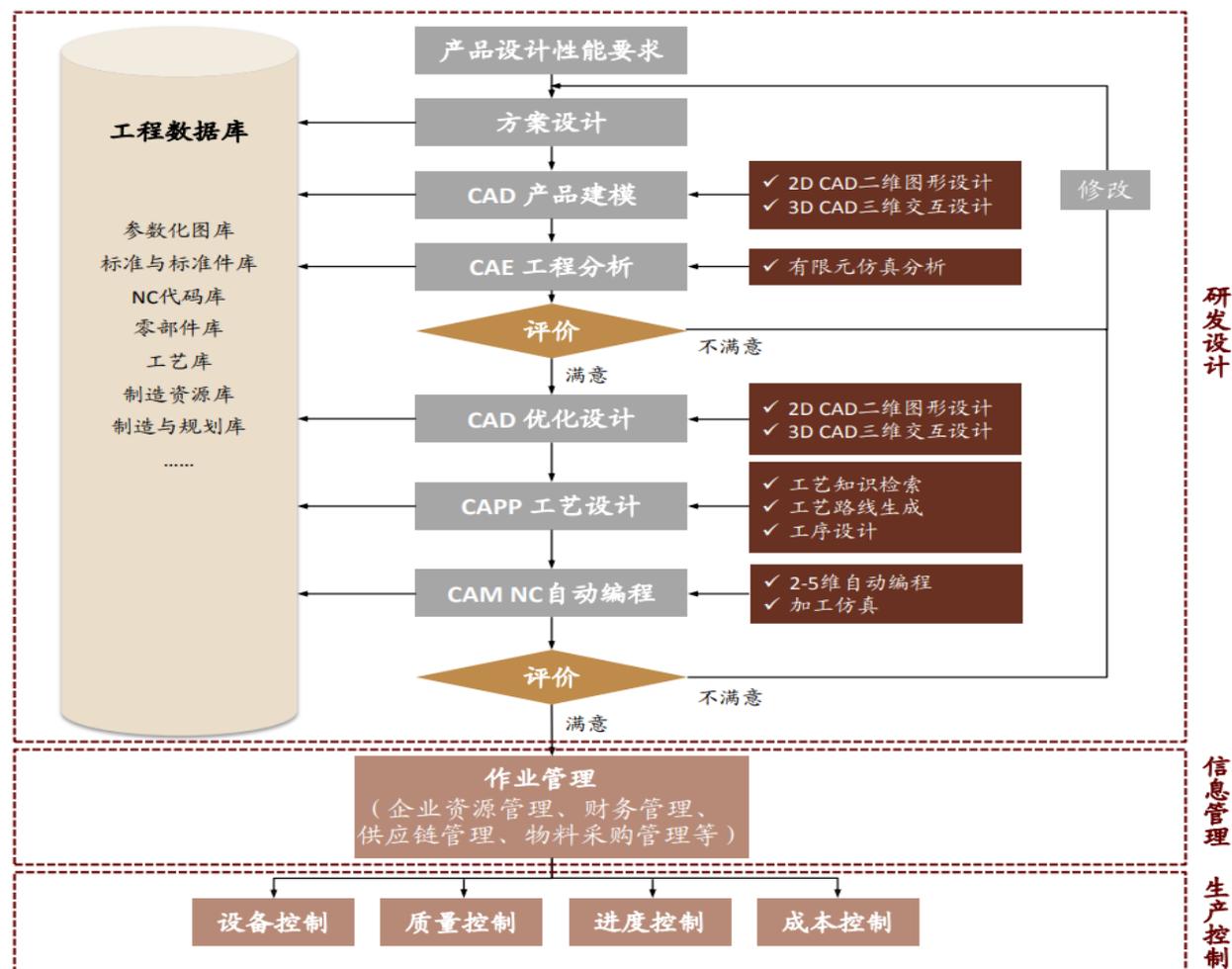
◆应用层面：

✓CAD、CAE、CAM三者环环相扣，由CAE软件读取CAD的初步建模，进行工程分析（仿真模拟），再将结果反馈给CAD继续优化产品设计，最后由CAM进行自动化数控编程。该流程结束后，与生产管控和管理运营软件结合起来进行生产作业，由生产控制系统进行加工制造。

◆CAM与CAD的高度集成是大趋势

✓CAM与CAD的集成将极大的提高设计生产效率，主流CAD/CAM软件多会集成CAE模块，满足轻度仿真分析需求。

图表3：CAD/CAE/CAM系统工作流程



1.3 产品矩阵图：细数中外CAD/CAE/CAM主流玩家与产品

◆ 2D CAD领域

- ✓ **国产**：中望软件ZWCAD、浩辰软件GstarCAD、数码大方CAXA CAD电子图板
- ✓ **海外**：AutodeskAutoCAD

◆ 3D CAD领域

- ✓ **国产**：中望软件ZW 3D
- ✓ **海外**：达索CATIA/ Solidworks、西门子NX、PTC

◆ CAE领域

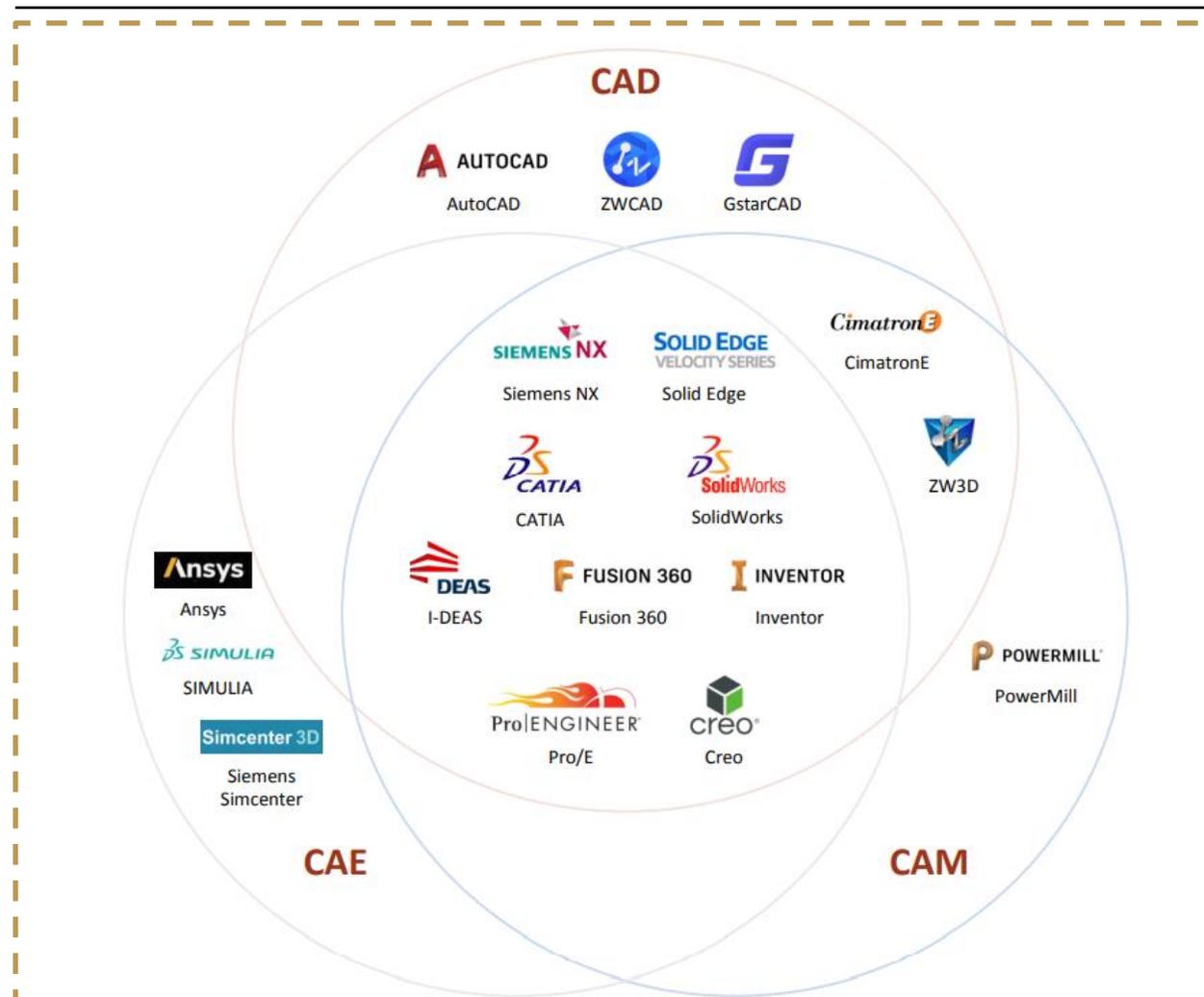
- ✓ **国产**：中望软件ZWSim-EM
- ✓ **海外**：Ansys、达索SIMULIA、西门子Simcenter

◆ CAM领域：POWERMILL，山大华天

✓ 综合厂商（CAD/CAM/CAE）

- ✓ **海外**：达索 CATIA/Solidworks、PTC：Creo (Pro/Engineer)、西门子NX/SolidEdge、欧特克 Investor/Fusion 360

图表4：CAD/CAE/CAM软件主流厂商与产品矩阵图





02 分述：

CAX三大品类的空间、格局与差距

- ✓ CAD：外资垄断，2D国产替代，3D基本可用
- ✓ CAE：三巨头主导全球市场，国产化率不足5%
- ✓ CAM：核心技术亟待突破，国产厂商几近空白

2.1 中国CAD市场增速明显高于全球，呈巨头垄断行业格局

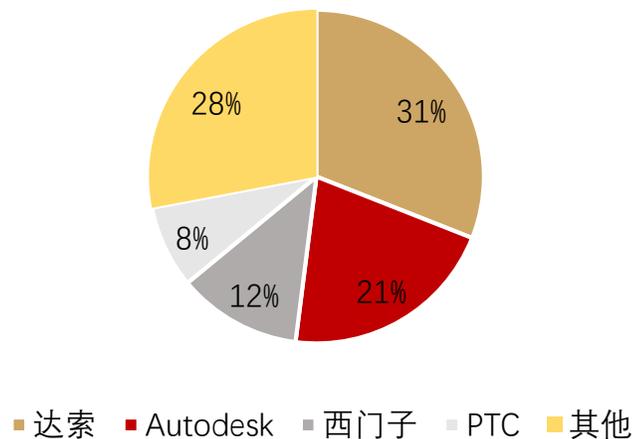
◆ CAD中国市场规模增速强于全球市场，海外巨头仍占据全球80%市场份额

- ✓ **中国CAD市场增速明显高于全球**：根据BIS Reasech数据，未来几年全球CAD市场规模增速预计保持6.5%，2028年将达到138.3亿美元。其中，同期中国CAD市场规模增速明显高于全球。
- ✓ **无论是中国还是全球，四大CAD巨头垄断行业**：全球CAD市场仍然由海外巨头主导，四大巨头占据全球CAD市场的80%，包括达索（31%）、Autodesk（28%）、西门子（21%）、PTC（8%）。
- ✓ 根据产业链调研数据，209年中国2D CAD市场规模约23亿左右，其中Autodesk收入超过18亿，市占率78%，处于绝对垄断地位。

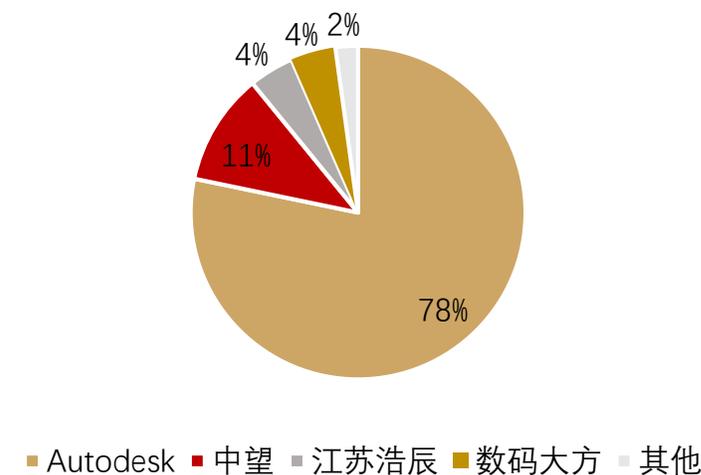
图表5：全球CAD市场规模及增速预测



图表6：全球CAD市场竞争格局（2016）



图表7：中国2D CAD市场竞争格局

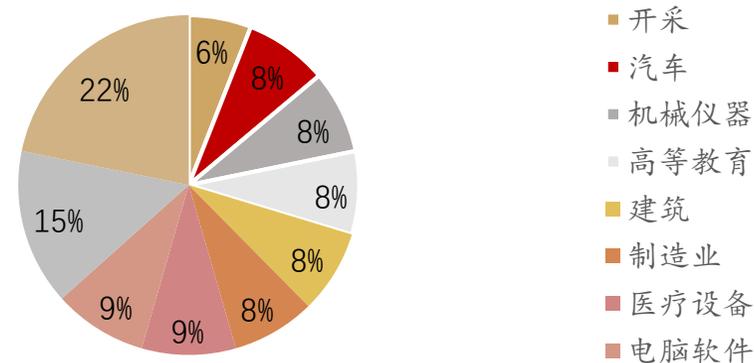


2.2 国产2D CAD可基本实现国产替代，非高端领域逐步国产替代

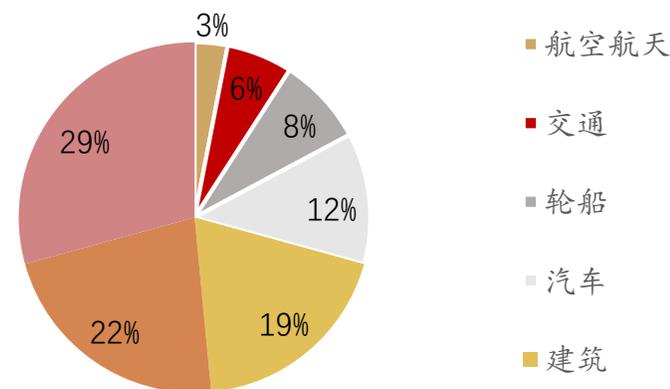
◆ 国产2D CAD软件可基本市场国产替代，应用于中低端场景

- ✓ **2D CAD 方面**：国产软件（以中望软件为例）已可基本实现国产替代，国产化率约11%。已有国产2D CAD产品采用多核处理器，运行速度基本赶上AutoCAD。兼容性方面国产软件较海外软件有一定差距。
- ✓ **行业分布**：海外主流2D CAD产品可适用于高端设备，如精密机械、电脑软硬件、医疗企业、汽车等的生产。国内主流2D CAD产品主要适用于基础机械制造和建筑行业等相对中低端场景。

图表8: Autodesk2D CAD产品主要应用行业占比



图表10: 中望2D CAD产品主要应用行业占比



图表9: 国内市场2D CAD主要产品对比

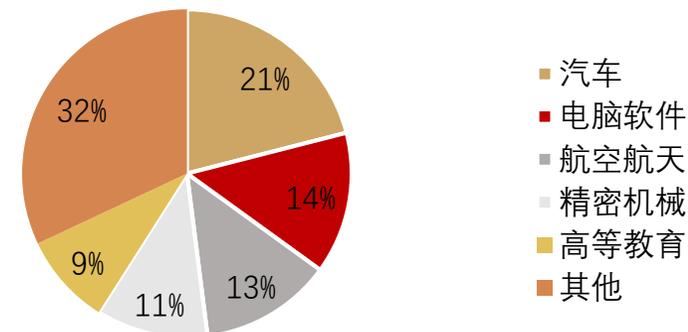
	AutoCAD	ZWCAD
开发商	欧特克	中望
客户对象及应用领域	建筑业、制造业、学校等	建筑业、制造业、学校等
运行速度	快	较快
可靠性	好	较好
可扩展性	好	好
二次开发兼容性	1000个以上	182个
特点	性能强大	性能与AutoCAD相差不多，性价比高

2.3 国产3D CAD基本实现可用，主要应用相对中低端工业场景

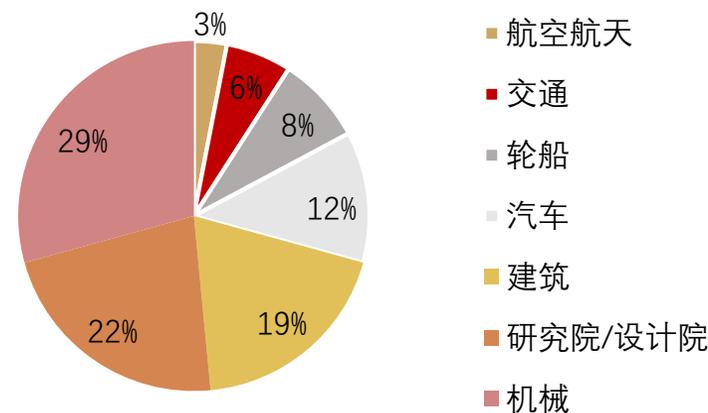
◆ 国产3D CAD软件基本可用，未来有望逐步替代，应用于中低端场景

- ✓ 国产3D CAD在非高端领域已基本可用，未来3-5年有望逐步替代达索Solid Works，但与海外高端产品还有明显差距。
- ✓ 国产三维几何建模能力，国产软件较海外软件有一定差距，不能运用于高端的航空航天、精密制造行业。海外主流3D CAD产品广泛应用于该类行业，而国内主流3D CAD产品主要用于工业工程、汽车机械等行业，预计追赶CATIA还需要较长时间。

图表11：达索3D CAD产品主要应用行业占比



图表13：中望3D CAD产品主要应用行业占比



图表12：国内市场3D CAD主要产品对比

	CATIA	NX	ZW3D
开发商	达索	西门子	中望
内核	CGM (达索所有)	Parasolid (西门子所有)	Overdrive (中望所有)
客户对象与应用领域	航空航天、船舶、机械、汽车、电子高科技、装备制造等	航空航天、船舶、机械、汽车、电子高科技、装备制造等	零配件、机械、电子高科技、装备制造等
定位	高端	高端	中高端
三维几何建模能力	超复杂场景建模质量高，稳定好	超复杂场景建模质量高，稳定好	建模质量满足简单通用场景，部分满足一般复杂场景
曲面建模质量	强，完全具备A级曲面建模能力，实现全平台的二阶连续	强，完全具备A级曲面建模能力，实现全平台的二阶连续	中等，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
大体量装配能力	强	强	中等

2.4 国产CAD选择多样性，价格优势显著，功能全面不输海外

- ◆ 国内CAD厂商产品覆盖面广，可选择性多样，价格优势明显于国外厂商
- ✓ 中望软件和数码大方同时覆盖2D CAD和3D CAD产品，价格低于海外同类产品，约为海外产品价格一半
- ✓ 中望软件，苏州浩辰，数码大方全面覆盖CAD产品市场，提供多样选择区间，优于海外产品

图表14：国内外知名CAD厂家产品报价对比

厂商	版本	产品类型	定价	人民币定价
中望软件	ZWCAD 2020	2D CAD	499 英镑-1,224 英镑	4,363-10,702 元
	基于ZWCAD 2020二次开发的专业软件	2D CAD	899 英镑-1099 英镑	7,860 元-9,609 元
	ZW3D 2020	3D CAD	2,500 英镑-5,800 英镑	21,858 元-33,225 元
苏州浩辰	GStartCAD	2D CAD	799 美金-1,099 美金	5,695 元-7,833 元
数码大方	CAXA CAD 电子图板 2020	2D CAD	3,680 元-5,800 元	3,680 元-5,800 元
	CAXA 3D 实体设计 2020	3D CAD	29,800 元	29,800 元
欧特克	AutoCAD (每年订阅)	2D CAD	月付 210 美元、年付 127 美元/月、三年付 102 美元/月	年付 8,724-17,962 元
达索	SolidWorks	3D CAD	3,995 美元-7,995 美元	28,475 元-56,986 元

2.5 中望3D CAD掌握核心自主技术，实力比肩国际第三阵营

针对不同复杂场景及曲面设计需求，体量装配数量，3D CAD 产品满足各层次需求

- ✓ 3D CAD 主要分第一阵营平均技术指标、第二阵营平均技术指标、第三阵营平均技术指标，分别对应三维几何建模能力自由曲面建模质量、大体量装配设计能力、行业应用模块、典型应用领域等技术特征。
- ✓ 三维几何建模能力场景主要划分为：简单场景建模质量可用，一般复杂场景建模质量可靠，超复杂场景建模质量高稳定好。

图表15：3D CAD领域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	第三阵营平均技术指标	中望产品ZW3D技术指标
三维几何建模能力	超复杂场景建模质量高、稳定好	一般复杂场景建模质量可靠	简单通用应用场景建模质量可用	建模质量完全满足简单通用场景，部分满足一般复杂场景
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	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，支持一阶连续性要求	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
大体量装配设计能力	100万-1000万零部件	10-30万零部件	1-3万零部件	10万零部件
行业应用模块	>50	>20	>3	6
典型应用领域	航空、汽车通用机械	电子、模具通用机械	通用机械	基本覆盖通用机械设计，部分满足电子，模具设计要求

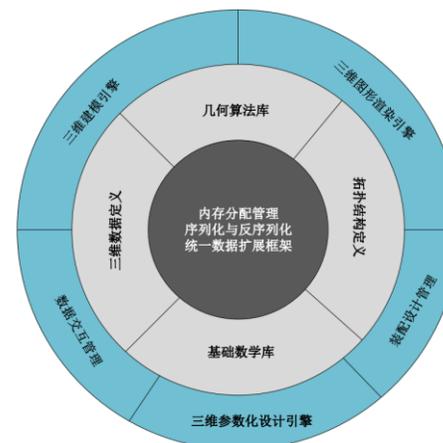
◆ 突破方向

- ✓ 持续对三维几何建模内核进行突破，特别是面对超复杂零件设计场景的建模能力的提升；实现自由曲线及曲面的一阶、二阶、三阶连续性质量要求，支持A级曲面建模能力。
- ✓ 持续提升产品在大体量装配设计的支撑能力，包括建立基于主骨架设计的数据分层管理技术，面向大体量装配设计的三维图形渲染引擎技术等。
- ✓ 基于3D CAD平台，结合典型行业需求，实现更多面向专业应用领域的行业应用模块。

2.6 三维几何建模内核由海外厂商主导，国内仅中望3D具备自主产权

- ◆ **三维几何建模内核决定了3D CAD的核心性能。**
 - ✓ 三维几何建模内核是从3D CAD开始，因为3D建模技术门槛较高，中小厂商很难独立开发，于是西门子、达索等国外头部厂商陆续将其三维几何建模内核单独销售，即Parasolid、ACIS、CGM。
- ◆ **3D CAD几何建模内核架构（以中望3D为例）**
 - ✓ 内存与数据管理层
 - ✓ 几何对象数学算法层
 - ✓ 三维造型实现层

图表16：三维几何建模内核层次示意图



图表17：当前全球主要的几款三维几何建模内核

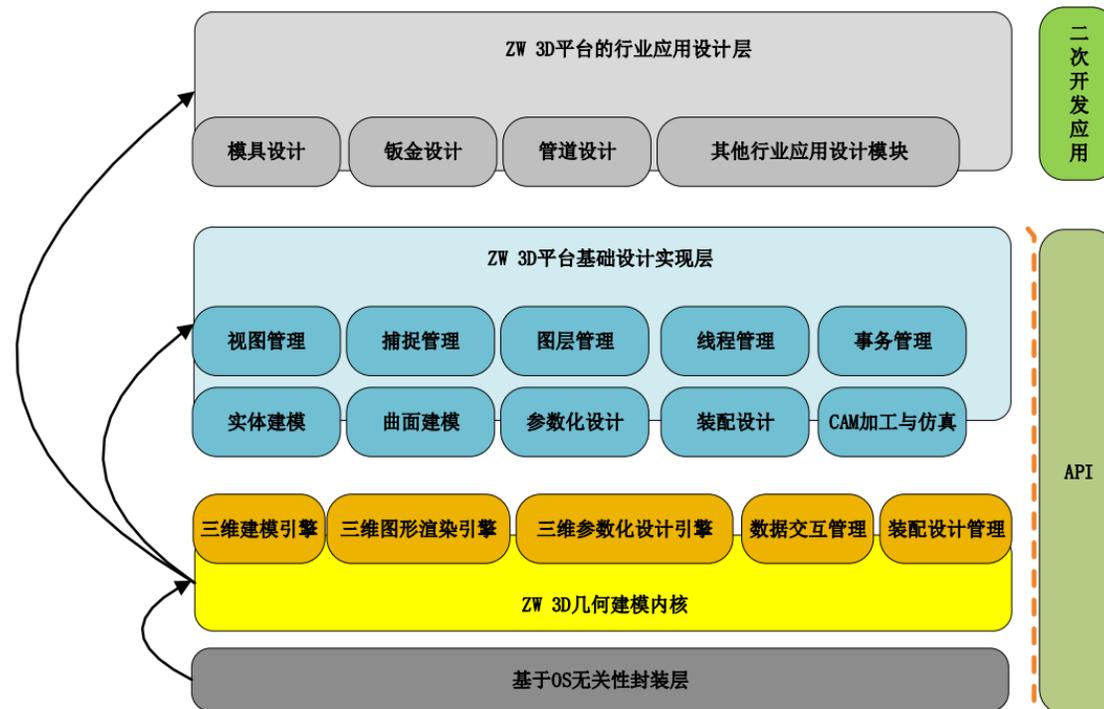
内核	拥有者	软件	特点
ACIS	达索	AutoCAD、Abaque、Inventor	高效、API完备，市场应用广泛
Parasolid	西门子	Siemens NX、SolidEdge、Solidworks、Ansys	擅长实体造型
CGM	达索	CATIA	擅长曲面建模
OpenAcsAcde	开源	FreeCAD	性能较差、且二次开发困难
Granite	PTC	Pro/E、Creo	基本由PTC产品自用
Overdrive	中望软件	ZW3D	中望收购VX后，获得了其3D内核的全部产权，并进行研发升级

2.7 中望3D CAD由四层逻辑平台组成，构建API框架

- ◆ **第一层（最底层）：**
 - ✓ 基于 OS（Operation System）的无关性封装层，主要提供跨平台设计支持。
 - ◆ **第二层：**
 - ✓ 几何建模内核 Overdrive，为第三层平台基础设计实现层及第四层行业应用设计层提供底层支撑。
 - ◆ **第三层：**
 - ✓ 平台基础设计实现层，包括实体建模、曲面建模、参数化设计、CAM加工与仿真、视图管理等模块，实现平台软件的各种设计功能。
 - ◆ **第四层：**
 - ✓ 基于平台的行业应用设计层，实现二次开发功能。
- ◆ **第一层至第三层构成ZW3D平台，形成标准的API框架，第四层基于ZW3D提供的标准API框架，结合典型行业应用为ZW3D实现各种二次开发功能。**

ZW3D平台四层逻辑，构建API框架，实现二次开发

图表18：ZW3D平台业务逻辑





02 分述：

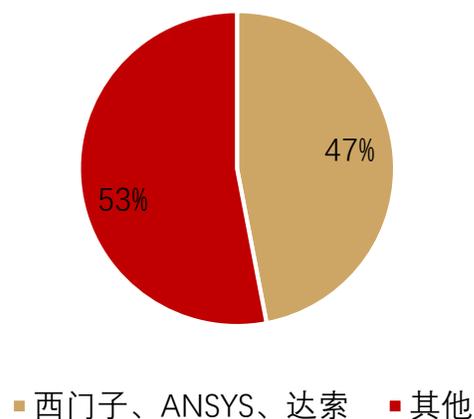
CAX三大品类的空间、格局与差距

- ✓ CAD：外资垄断，2D国产替代，3D基本可用
- ✓ CAE：三巨头主导全球市场，国产化率不足5%
- ✓ CAM：核心技术亟待突破，国产厂商几近空白

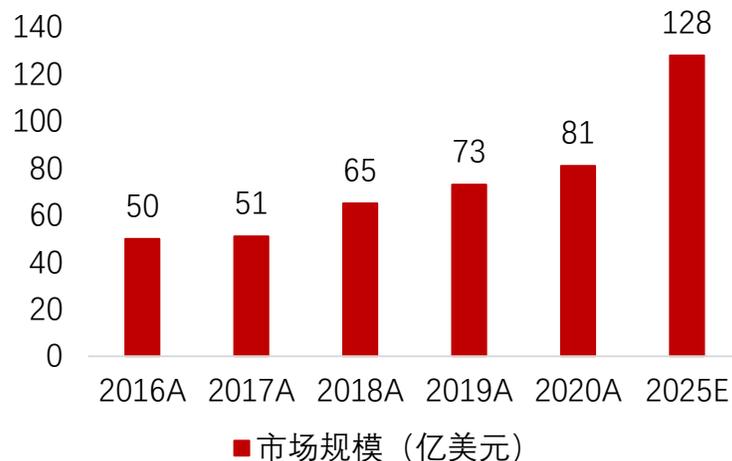
2.8 CAE三巨头主导全球市场，中国CAE市场国产化率不足5%

- ◆ **中国CAE市场增速明显高于全球，CAE三巨头以47%的市占率主导全球市场，中国CAE市场国产化率不足5%。**
- ✓ **中国CAE市场增速高于全球6.6个百分点：**根据Credence Research数据，2020年预计全球CAE市场规模达到81亿美元，预计2025年达到128亿美元，年均复合增速9.6%。根据赛迪顾问2016-2021年中国工业软件市场规模数据，2020年中国CAE市场规模达到18亿元，预计2021年达到21亿元，年均复合增速为16.2%，明显高于全球增速水平。
- ✓ **全球CAE市场基本被海外企业主导，中国CAE市场国产化率不足5%：**2020年排名前三厂商占据全球CAE市场的47%，分别是西门子、ANSYS和达索。在中国市场，全球CAE三巨头的市占率超过95.7%，国产化率不足5%。

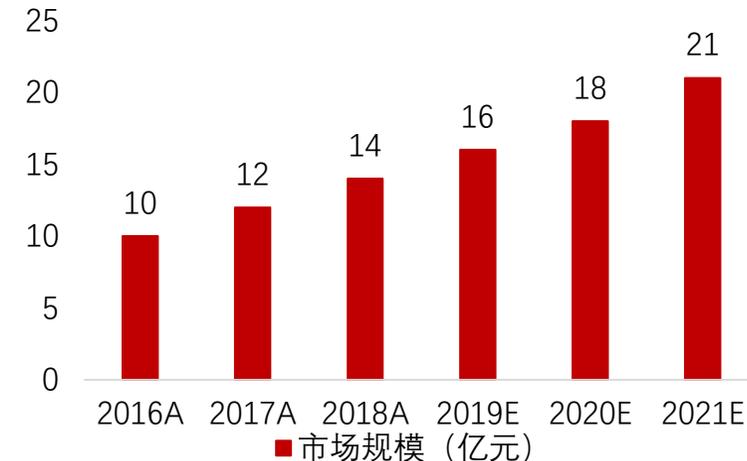
图表19：全球CAE市场竞争格局



图表20：全球CAE市场规模及增速预测



图表21：中国CAE市场规模及预测

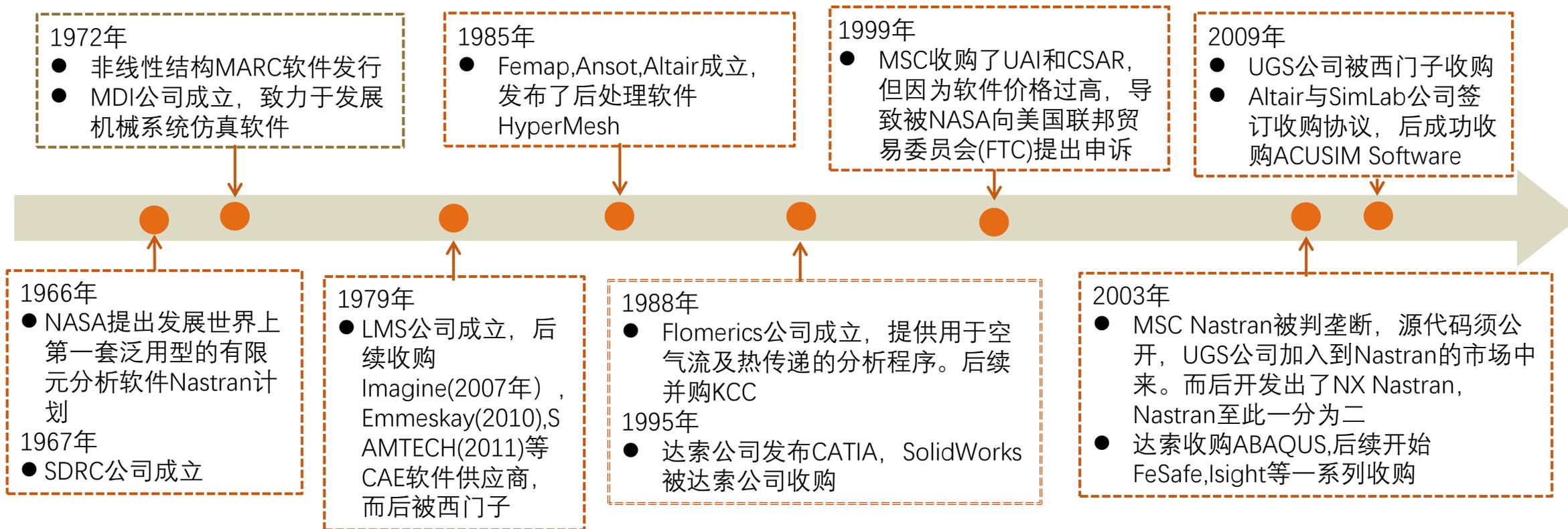


2.9 CAE软件的演进史就是工业软件巨头发展的并购史

◆ CAE软件的演进史就是工业软件巨头发展的并购史

- ✓ 以西门子和达索为例，1979年以来陆续收购了LMS公司、UGS公司、MSC Nastran等，达索陆续收购了SolidWorks、ABAQUS、FeSafe和Isight等。

图表22：全球CAE软件的起源发展流程图（1966-2021）



2.10 中外CAE产品差距较大，高端领域实现国产替代还需时日

- ◆ **海外CAE开发商起步较早、积累较深**：其推出的各大CAE软件产品具有较高的通用性、稳定性和可靠性，且商业化程度较高，发展至今在下游工业制造业企业中拥有较高的知名度和影响力，以及广泛的客户资源和下游渠道。
- ◆ **国内CAE厂商发展较晚**：至今在软件功能性、厂商整体竞争力等方面距离海外CAE厂商尚存较大差距。本土CAE厂商主要深耕于特定行业，为客户提供价格较低、专业性较强的CAE软件，并由此提升市场份额。
- ◆ **以中望CAE产品为例**：
 - ✓ 中望的ZWSim-EM在非高端领域已基本满足企业要求，并与中望3D无缝集成。与ANSYS旗下最受客户欢迎的HFSS性能接近，覆盖领域相似，在基础建模和设计领域，ZWSim-EM可以做到部分替代HFSS。
 - ✓ 但中望ZWSim-EM才刚刚问世，与HFSS仍有较大差距，技术方面不如ANSYS成熟，公司知名度落差较大，不能做到完全覆盖，所以我们预计实现完全替代仍需5年以上时间。

图表23：中望ZWSim-EM与ANSYS HFSS对比

	ANSYS HFSS	ZWSim-EM
兼容性	主流软件	主流软件
应用领域	电磁	电磁
处理速度	快	快
上云	可以	不可以
仿真精度	高	高
算法	HPC	EIT
集成平台	ANSYS Workbench	ZWMeshWorks

图表24：通用型CAE和专用型CAE对比

CAE	代表软件	软件特点
通用型	Nastran、ANSYS、ABAQUS	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
专用型	Fluent、Adams、Moldflow	专业性较强，能针对特定类型产品提供较好的性能分析、预测以及设计优化等功能

2.11 CAE核心技术环节，求解器是重中之重，价值链中最重要一环

◆ CAE 的核心开发技术分为三大块，即：前处理、求解器和后处理。

- ✓ 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。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。

◆ 求解器的核心技术与下游行业应用相对应

- ✓ 目前CAE涵盖了结构、电磁、流体、热仿真技术，同时演进除了多物理场仿真，各场分析数据可以无缝传递，比如结构、流体、热、电磁单场分析功能可以在统一的模拟环境和数据库中进行。

图表25：主要CAE厂商前后处理和求解器概述

厂商	求解器	前后处理
MSC	Nastran、Marc、Dytran	Patran
Siemens	Nastran	Femap, NX, I-deas
Ansys	Ansys	Prep7, Workbench
Dassault	Abaqus/Static, Abaqus/Explicit	Abaqus/CAE
Autodesk	Algor	Fempro

图表26：CAE涵盖学科及核心技术示意图



2.12 CAE软件在整车开发各细分领域应用广泛

图表27：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
前后处理	HyperMesh	Altair	在北美和中国应用广泛
	ANSA	BETA	欧洲市场应用广泛
	VPG	ETA	汽车专用前处理
流体分析	Fluent	ANSYS	通用、福特、戴姆勒克莱斯勒、丰田、本田等
	Star-CD	Siemens PLM	通用、福特、克莱斯勒、丰田、本田、保时捷等
	Acusolve	Altair	相对较为小众，福特
多体动力学	MSC.Adams	MSC	低频范围内优势明显，福特、丰田、通用、克莱斯勒日产等。
	Simpack	达索系统	高频范围内应用逐渐增多，宝马、MAN、维斯塔斯等。
	Motionsolve	Altair	较为小众，Ashok Leyland（印度）
NVH	MSC.Nastran	MSC	用户较多
	OptiStruct	Altair	与MSC.Nastran功能相当，大模型计算速度有优势
碰撞安全	Ls-Dyna	ETA	几乎已成为整车厂的标配
	Abaqus	达索系统	宝马
	Radioss	Altair	较为小众，福特
结构耐久性	MSC.Nastran	MSC	主流应用软件，通用、福特、BMW、菲亚特等
	OptiStruct	Altair	兼容MSC.Nastran的关键字
	Abaqus	达索系统	结构非线性方面具有明显优势
	MSC.Fatigue	MSC	-
优化	nCode	nCode International	能力与MSC.Fatigue几乎相当
	Tosca	达索系统	与Altair OptiStruct在结构优化方面功能相当
	OptiStruct	Altair	-
	Isight	达索系统	DOE多目标优化领域领先

◆ CAE 软件在整车开发各领域应用广泛，软件种类繁多，应用范围和场景非常多：

- ✓ CAE软件主要应用领域为 前后处理，流体分析，多体动力学，NVH，碰撞安全,结构耐久性，优化领域。
- ✓ CAE软件主要以海外厂商为主。CAE软件知名供应商为：Altair,BETA,ETA,ANSYS, Siemens PLM,MSC, 达索系统，nCode International。
- ✓ 采用CAE软件的代表汽车厂商主要有：通用，福特，戴姆勒克莱斯勒，丰田，本田，保时捷，BMW等。

2.13 常用CAE软件系统分类，适用于不同场景和任务

- ◆ CAE软件通常分为两大类：1)) 通用类软件 2) 专用类软件；
- ◆ 按功能分类：求解类软件和前后类软件；按应用领域分类：面向领域结构软件，面向流体力学领域的CFD软件，多物理场耦合软件
- ✓ 目前比较常用的CAE分析软件有ABAQUS，ANSYS，LS-DYNA，DYTRAN，ADINA，NASTRAN，ALGOR，COSMOS，HYPERMESH，MARC等

图表28：常用CAE软件分类及特点

软件名称	软件类型	软件特点	特点说明
ABAQUS	通用类软件	非线性，全面	长于非线性有限元分析；在解决岩土，混凝土等非线性计算比其他软件全面
ANSYS	通用类软件	多场耦合，多模块	擅长于多物理场和非线性问题的有限元分析；明显优势在多场耦合，尤其是物理场耦合
LS-DYNA	通用类软件	冲击，碰撞	在计算冲击、碰撞领域问题的成绩斐然
DYTRAN	专用类软件（铸造类）	高度非线性，流固耦合	物质流动算法和流固耦合算法发展而来；高度非线性、流固耦合方面有独特之处
ADINA	通用类软件	特殊解法	特殊解法：劲度稳定法,自动步进法,外力-变位同步控制法以及BFGS梯度矩阵更新法；有源代码，可以改造程序，满足需求
NASTRAN	专用类软件（铸造类）	原代码程序，航空航天	长于线性有限元分析和计算；在航天领域有崇高地位
ALGOR	通用类软件	友好，简单	易学易用，界面友好，操作简单
COSMOS	专用类软件（多物理耦合）	速度	占用计算机系统内存小，分析速度快
HYPERMESH	专用类软件（前后处理类）	前处理，网格	精于前处理；网格划分方面优于其他软件
MARC	通用类软件	结构分析，操作难	具有极强结构分析能力；操作界面使用难，但解器速度快

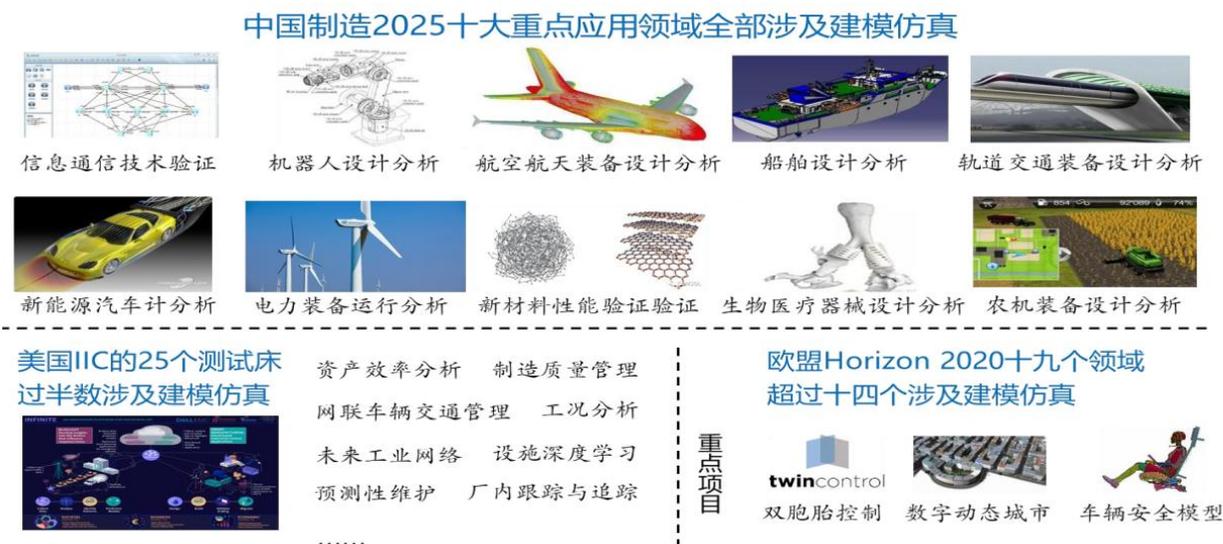
2.14 CAE软件设计分析建模仿真与全球工业领域息息相关

◆ CAE软件设计分析和建模仿真在全球工业领域应用广泛

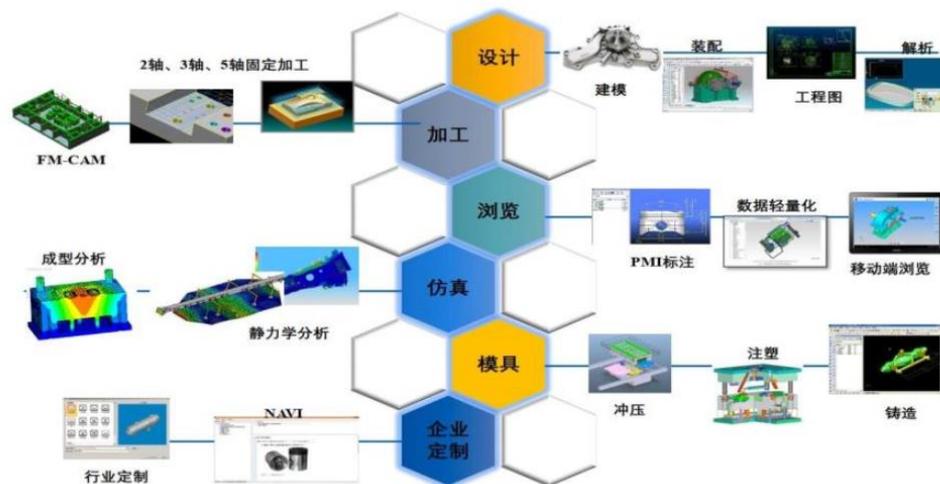
- ✓ 中国涉及建模仿真十大领域：信息通信技术验证、机器人设计分析、航空航天装备设计分析、船舶设计分析、轨道交通装备设计分析、新能源汽车设计分析、电力装备运行分析、新材料性能验证、生物医疗器械设计分析、农机装备设计分析。
- ✓ 美国涉及建模仿真领域：资产效率分析、制造质量管理、工况分析、未来工业网络等。
- ✓ 欧盟涉及建模仿真领域重点项目：双胞胎控制、数字动态城市、车辆安全模型等14个领域。

◆ CAE软件覆盖并渗透创新领域：设计、加工、浏览、仿真、模具。企业定制。

图表29： CAE 设计分析和建模仿真应用领域广阔



图表30： CAX 软件广泛应用于产业创新的多个环节





02 分述：

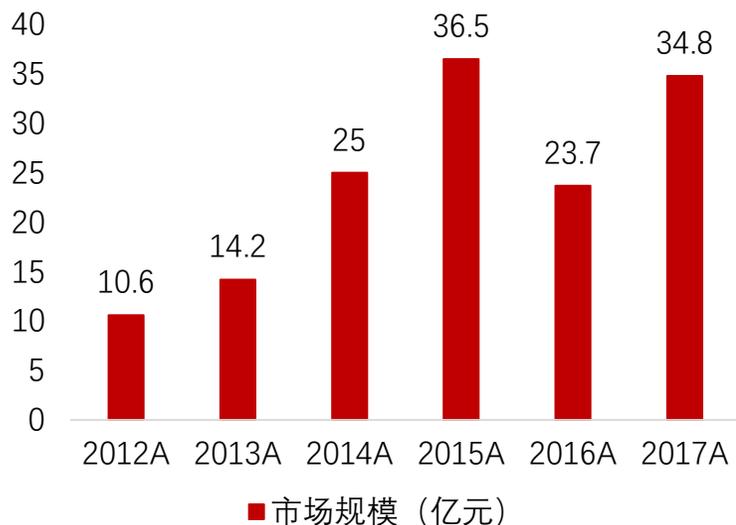
CAX三大品类的空间、格局与差距

- ✓ CAD：外资垄断，2D国产替代，3D基本可用
- ✓ CAE：三巨头主导全球市场，国产化率不足5%
- ✓ CAM：核心技术亟待突破，国产厂商几近空白

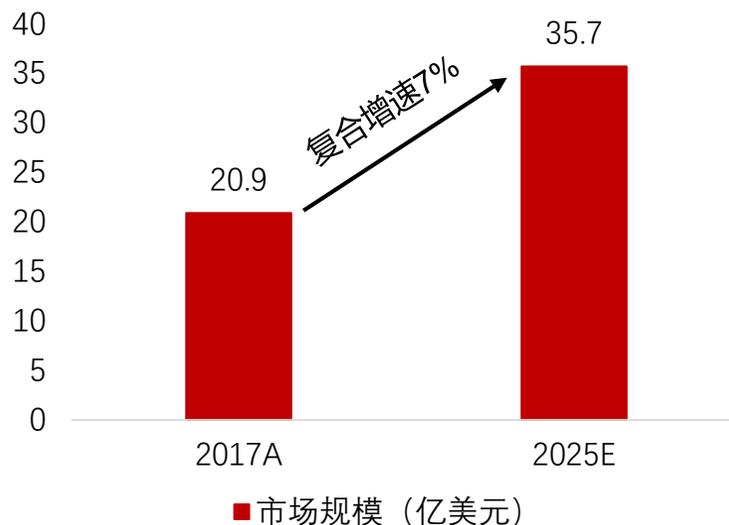
2.15 中国CAM市场增速26.8%，国产CAM厂商核心技术亟待突破

- ◆ **中国CAM市场增速高于全球19.8个百分点，CAM三巨头垄断全球和中国市场，国产CAM厂商核心技术亟待突破！**
- ✓ **中国CAM市场增速26.8%，明显高于全球7%的增速水平：**根据Industry Analysis数据，2017年全球CAM市场规模为20.9亿美元，预计2025年将达到35.7亿美元，对应2017-2025年均增速为7%。根据中国研发类工业软件类型占比中CAM软件占比11%，乘上中国研发设计类工业软件市场规模，估算出的中国CAM市场规模来看，2012-2017年均增速26.8%，远远超过全球CAM市场增速。
- ✓ **竞争格局：**无论是全球还是中国CAM市场，达索、西门子、PTC三巨头几乎占据了大部分市场，国产CAM厂商仅山大华天SINOVIATION相对成熟，国产CAM厂商核心技术亟待突破。

图表31：中国CAM市场规模及增速预测



图表32：全球CAM市场规模及增速预测



图表33：全球CAM市场竞争格局

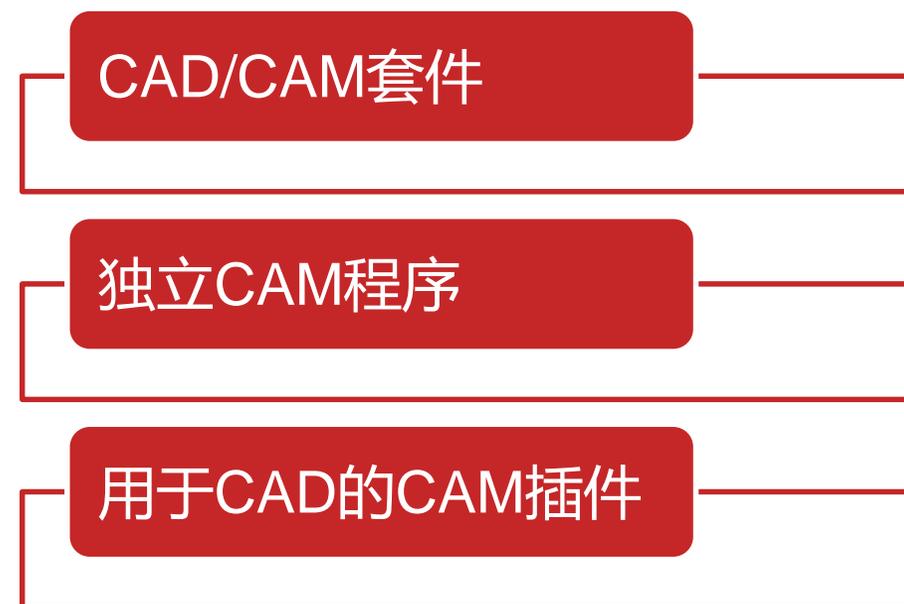
国产	欧美	日本
山大华天： SINOVIATION	Dassault Systemes: CATIA、Solidworks	日立造船情报系统株式会社：Space-E
	Siemens: NX、SolidEdge	
	PTC: Creo (Pro/Engineer)	

2.16 CAM软件存在三种解决方案，功能特点各有侧重

- ◆ **当前市场中CAM软件可分为三类，功能特点各有侧重**
- ◆ **与CAD套件一起打包的CAM工具：**
 - ✓ 优点：具有相关性，由于刀具路径链接回CAD设计，因此所有更改都会立即反映在刀具路径中，不必手动将CAD文件重新导入外部CAM软件，然后从头开始重新编程刀具路径。
 - ✓ 缺点：功能不够强大，无法为具有许多特征的高度复杂零件创建刀具路径。
- ◆ **独立的CAM程序：**
 - ✓ 优点：专用CAM软件具有强大的CAM操作功能，可以创建复杂的几何图形，如涡轮机。
 - ✓ 缺点：CAD软件本地不能导入，丧失结合性。
 - ✓ 需要CAM软件和CAD程序支持相同的文件格式，因此独立的CAM程序在处理行业标准格式的文件时比较方便，否则操作将会变得十分复杂。

- ◆ **用于CAD程序的CAM插件：**
 - ✓ 上述两种解决方案之间有一个中间地带，它具有前两种方案所有优点。既为原生CAD软件提供全面的CAM功能，使得相关性得以保留，又可以让用户从专用CAM软件中找到的大量工具获益。

图表34：三种CAM解决方案类型



2.17 全球知名的12款CAM软件，独立型全面，插件型省钱

◆ CAM产品类型多样，可选择性多，不同类型产品特点各有偏重。

- ✓ 内置型：CATIA，Fusion 360两款，效率高。
- ✓ 独立型：BobCAD-CAM，hyperMill，Mastercam，SolidCAM，SprutCAM，功能全面。
- ✓ 插件型：CAMWorks，HSM/HSM Works，Powermill，Siemens NX CAM，SolidWorks CAM，省时且省钱。

图表35：全球知名CAM产品及特点

产品	类型	操作系统	特点
BobCAD-CAM	独立/插件	Windows	BobCAD-CAM拥有从CAM软件中的所有功能，是一款全面的CAM软件。
CATIA	内置	Windows	CATIA内置的CAM处理器确保了CAD设计和刀具路径之间的高度相关性。可以在任何时候对设计进行更改，而无需手动更新刀具路径。
CAMWorks	插件	Windows	CAMWorks在自动可加工特征识别 (AFR) 以及交互特征识别 (IFR) 方面处于国际领先地位。CAMWorks提供了真正跟随设计模型变化的加工自动关联，消除了设计更新后重新进行编程上的时间浪费。
Fusion 360	内置	Windows/MacOS	Fusion 360包含全面的CAM软件工具。将CAM集成到这个高级CAD程序中可以有效提高整体生产力，可用性强，具有强大的参数化工具和分析网格工具，非常适合工业设计。
hyperMill	独立/插件	Windows	用户可以在熟悉的CAD界面里直接进行NC编程，统一的数据模型和界面，直接完成从设计到制造的全部工作。
HSM/HSM Works	插件	Windows	支持AnyCAD标准，可以从许多第三方软件解决方案导入绘图，并保持原件和副本之间的关联性，
Mastercam	独立/插件	Windows	它集二维绘图、三维实体造型、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等多种功能于一身。
Powermill	插件	Windows	具有集成一的加工实体仿真，方便用户在加工前了解整个加工过程及加工结果，节省加工时间。
Siemens NX CAM	插件	Windows/MacOS/Linux	通过自动识别和编程加工特征类型，大大缩短编程时间，同时确保所有部件均根据您设施中经过验证的最佳实践进行加工。
SolidCAM	独立/插件	Windows	SolidCAM可以实现与SolidWorks无缝集成在同一界面下，任何规模的公司都能够从SolidCAM和SolidWorks联合解决方案中找到属于自己的高效加工解决方案
SolidWorks CAM	插件	Windows	可将CAM功能带入SolidWorks，确保机器的零件与建模的零件相同，支持自动特征识别，并自动创建可加工特征。
SprutCAM	独立/插件	Windows	价格合理，既有独立的程序，又为许多流行的CAD解决方案提供插件和工具栏，如AutoCAD，Inventor，Onshore，Rhinoceros和Solidworks。可以为程序工业机器人提供支持，创建复杂的无碰撞3D运动。



03 机会：

CAX工业软件产品投资主线与标的

5.1 投资建议

► 投资建议：

基于对CAX产业的分析与判断，对标国外主流的达索、西门子、Autodesk等工业软件巨头发展路径的分析，我们归纳出如下2个结论：

结论1：当前中国制造业从粗放式向精细化管理模式转变，对工业软件的需求加大，中国CAX类工业软件市场增速明显高于全球。

结论2：无论是全球还是中国CAX软件市场，海外巨头几乎都占据垄断。在CAX细分市场中，国产替代进程由高到底分别为：2D CAD>3D CAD>CAE/CAM。

遵循工业软件发展的两条发展路径：

- 1) 产品型发展路径，我们重点推荐国产CAD龙头厂商**中望软件**，2D产品国产替代进行时，3D和CAE产品逐步成熟。
- 2) 实施型发展路径，我们推荐智能制造龙头**能科股份**（与电新组联合覆盖），工业互联网平台服务商**朗新科技**（与通信组联合覆盖）。此外，赛意信息和鼎捷软件也是受益标的。

图表36：核心推荐标的盈利预测与估值

重点公司											
股票代码	股票名称	收盘价(元)	投资评级	EPS(元)				P/E			
				2019A	2020E	2021E	2022E	2019A	2020E	2021E	2022E
688083.SH	中望软件	563.00	买入	1.92	2.03	2.72	3.95	293	277	207	143
603859.SH	能科股份	32.21	买入	0.65	0.9	1.33	1.78	50	36	24	18
300682.SZ	朗新科技	17.20	买入	0.69	0.84	1.06	1.27	25	20	16	14



04 风险提示

风险提示

- ◆ 疫情导致全球经济的下行的风险：疫情蔓延全球，宏观经济下滑导致企业IT支出增长放缓，下游客户对工业软件的需求下降的风险。
- ◆ 制造业升级进展过慢的风险：中国制造业产业升级过程中，技术和产品迭代过慢，升级进程低于预期。
- ◆ 行业竞争加剧导致盈利水平下降：国外工业软件巨头扩张进一步加剧行业竞争格局，导致行业盈利水平下降。
- ◆ 核心技术突破进程低于预期的风险：核心技术突破困难，进程低于预期导致的产品性能更新放缓，竞争力下降。

分析师与研究助理简介

刘泽晶（首席分析师）2014-2015年新财富计算机行业团队第三、第五名，水晶球第三名，10年证券从业经验
 刘忠腾（分析师）计算机+金融复合背景，3年IT产业+3年证券研究经验，深耕云计算、信创和工业软件
 孔文彬（分析师）金融学硕士，2年证券研究经验，主要覆盖金融科技、网络安全研究方向

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均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而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

THANKS

