

2016年上海超级计算中心工程计算用户成果展示

● 杨富军[编] 上海超算科技有限公司 上海 201203 fjyang@ssct.net

2016年，上海超级计算中心与曙光信息产业股份有限公司联合投资成立了上海超算科技有限公司。上海超算科技有限公司定位于国内一流的超融合计算解决方案与服务的提供商。除了传统高性能计算业务外，还将致力于开拓大数据、云计算、智慧园区等新兴业务领域。这一年，工程计算业务保持持续发展的态势。中心的工业用户覆盖航空、船舶、汽车、核电等诸多领域。在设计和研发过程中主要运用到了计算结构力学和计算流体力学的方法和工具。本文从众多研究和项目成果中撷取各个领域内具有代表性的一些用户实例，与广大读者共享当今CAE-HPC技术在工业和研究领域广泛应用的成果和经验。

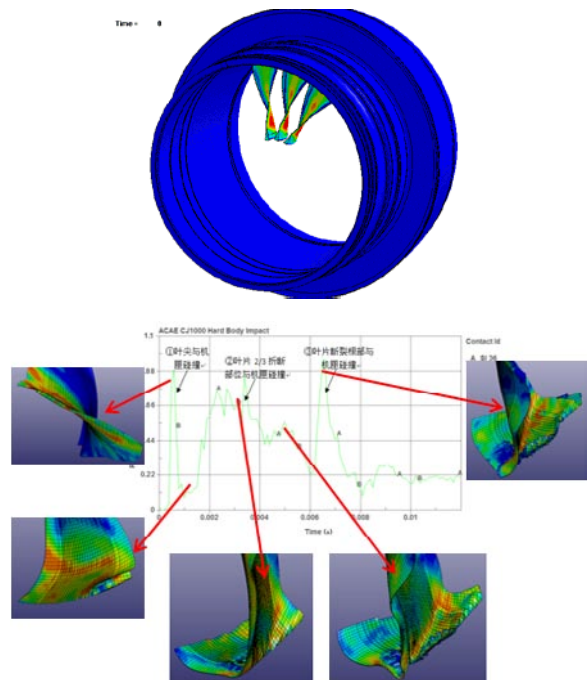
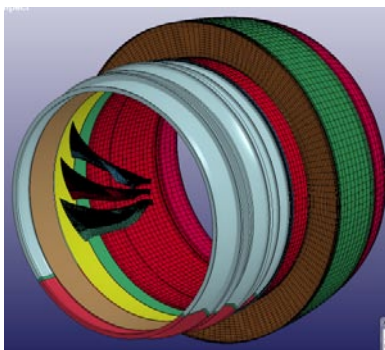
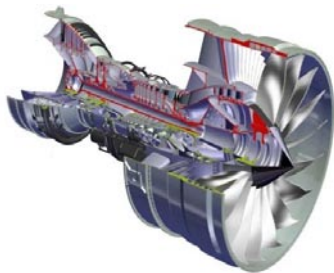
1. 航空领域

研究课题：航空发动机机匣包容性机理及数值仿真研究

课题来源：中航商用航空发动机有限责任公司

用户单位：中航商用航空发动机有限责任公司

航空发动机机匣包容问题非常复杂，涉及到一系列技术问题，如大变形、材料粘塑性和失效，叶片脱落时发动机各部件之间大量整体和局部高速高能相互作用，包含了多种非线性特性。基于上海超级计算中心资源，采用有限元方法对航空发动机机匣结构建模，根据叶片断开甩出撞击机匣的非线性瞬态响应进行结构优化改进。改进后的机匣结构提高了航空发动机叶片丢失后撞击机匣时的安全性。



2. 船舶领域

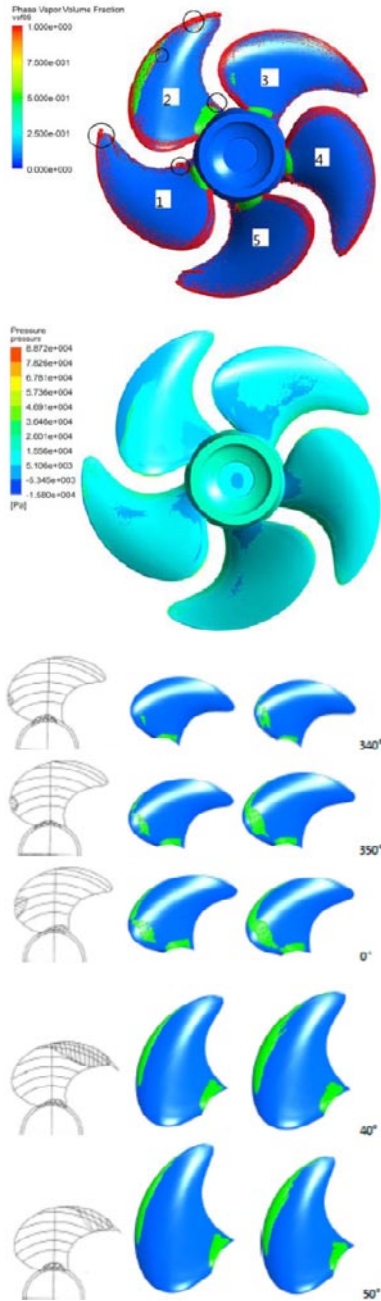
研究课题：大侧斜调距桨气蚀特性大涡模拟与实验研究

课题来源：保密

用户单位：中国船舶工业集团第708研究所

以大侧斜调距桨为研究对象，采用FLUENT软件对螺旋桨的气蚀特性进行了数值模拟和实验研究。模拟过程中采用RANS和LES两种湍流模型，对两种桨距条件下尾流空化流动进行非定常、非均匀流入条件的计算。计算结果显示，空化模式与实验结果

符合较好。与RANS相比，LES结果不仅能呈现更好的空化模式，而且能给出更多的流动细节。但LES需要耗费更多的计算资源。在这里特别感谢上海超级计算中心，借助上海超级计算中心蜂鸟集群的强大计算能力，使多个工况的大涡模拟的计算得以顺利完成，大大提高了计算效率。



3. 钢铁领域

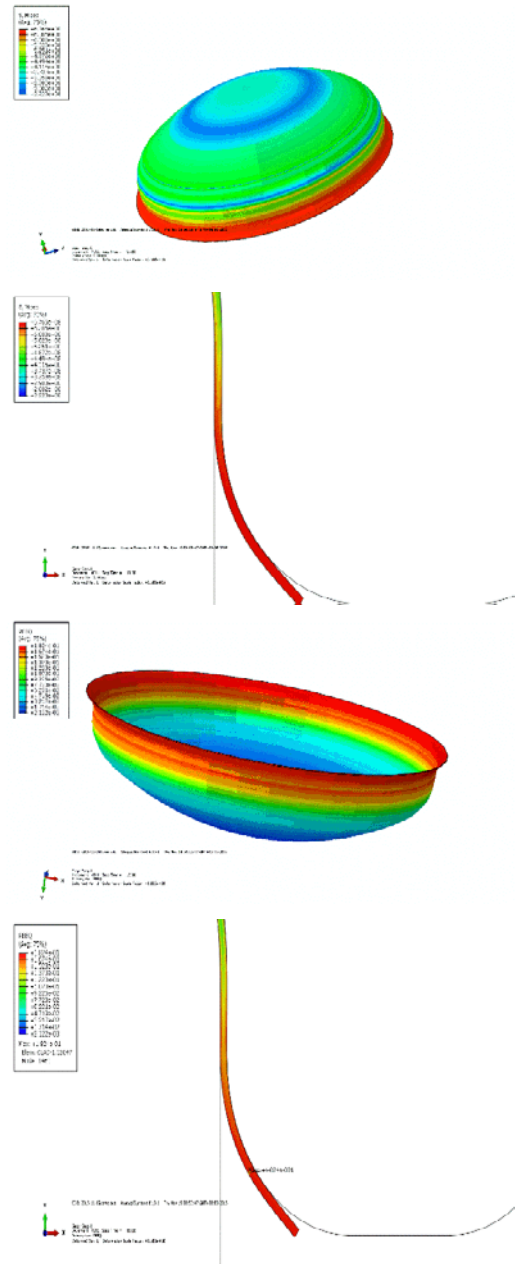
研究课题：箱罐封头冲压模拟

课题来源：宝钢集团中央研究院

用户单位：宝钢集团中央研究院

箱罐封头采用冲压工艺制造完成，在冲压过程中封头会出现变形过大开裂现象。本项目通过建立轴对称模型，分析冲压过程封头钢板的受力情况，

计算表明最大等效应变0.1824，即真应变为0.158，出现在封盖颈部（红色区域）。米塞斯应力最大值为676MPa，均小于制作罐箱所用材料，冲压工艺能够完成封头制作。



4. 汽车领域

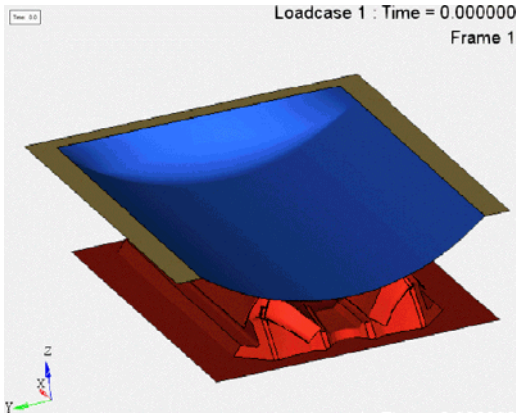
研究课题：汽车门板表皮真空成型工艺仿真分析

课题来源：某车型正向研发工艺过程仿真

用户单位：延锋汽车内饰系统（上海）有限公司

汽车门板内饰表皮常采用热塑性塑料片材进行真空成型，在成型过程中，由于空气压力分布不均匀性、模具不合理等原因，导致产品缺陷。某车型

门板项目汽车门板表皮在真空成型工艺前，通过前期进行CAE精密建模，并采用上海超级计算中心资源计算，精确预测表皮局部变薄及花纹变浅的风险，优化结构和模具后满足了工艺要求。



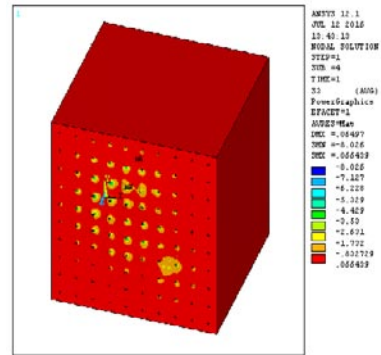
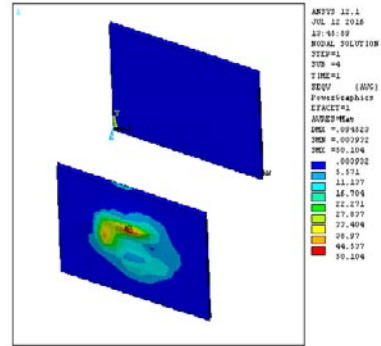
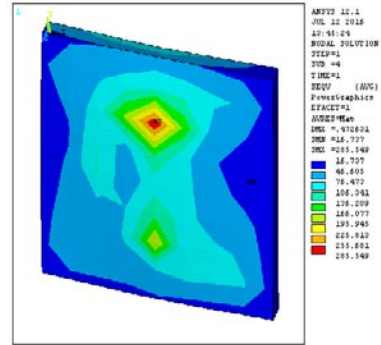
5. 核电领域

研究课题：某核电站直接焊接型预埋件设计

课题来源：保密

用户单位：上海核工程研究设计院

核岛厂房中大量工艺管道、设备、支架、钢结构等使用标准预埋件固定于厂房土建结构上，这类预埋件数量巨大、形式多样，是实现工艺与土建接口的一个重要载体，其载荷多为空间受力的形式。在钢板混凝土结构上应用直接焊接型预埋件，需要对这种新型预埋件进行详细设计。通过CAE分析，完成了直接焊接型预埋件的设计，解决了设计中的关键技术问题。计算过程中，利用上海超算中心的计算资源，大大缩短了每个分析的计算时间，确保项目按时完成。



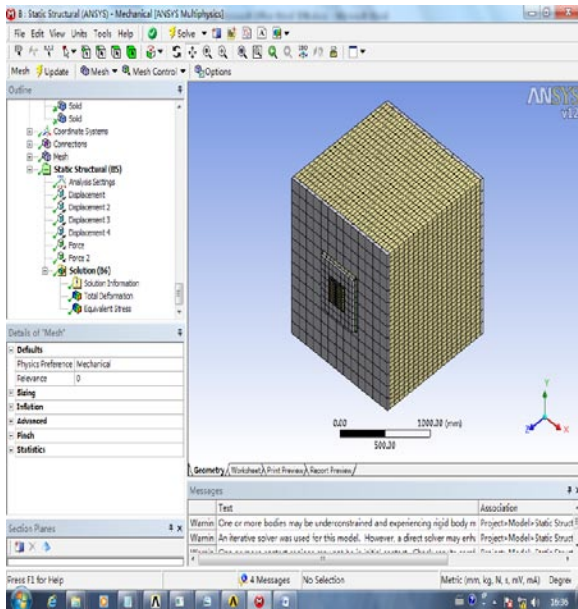
6. 电力装备

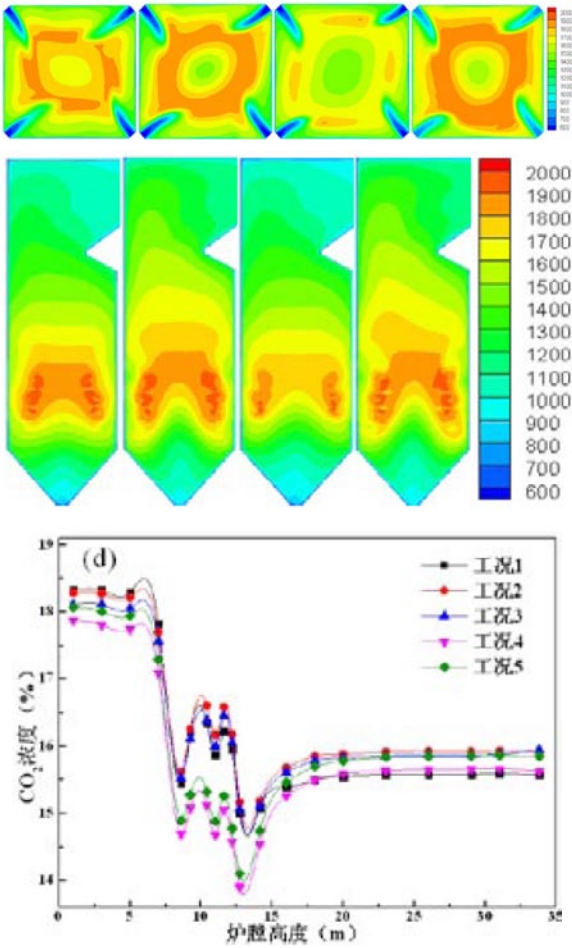
研究课题：PDF输运模型与EDM在锅炉煤粉燃烧和煤泥混烧数值模拟中的差异性研究

课题来源：企业内部

用户单位：广东电网公司电力科学研究院

对一台四角切圆燃烧锅炉，利用商用CFD软件，分别使用涡耗散模型（EDM）和单/双PDF模型模拟组分运输与燃烧，对纯煤燃烧和污泥掺烧进行数值模拟，以及炉内流动、燃烧和污染物排放等研究。分析结果显示，在单煤燃烧和煤泥混烧数值模拟中，两种模型均能较好的模拟出炉膛内部温度场和速度场；对于烟气组分的预测，两种模型则各有所长。煤粉燃烧数值模拟求解变量多，计算量很大。本研究借助上海超级计算中心的计算资源，快速高效的完成了数值计算。在此感谢上海超算中心提供硬件和软件技术支持。





7. 土木市政

研究课题：船-桥碰撞过程数值模拟

课题来源：大型正交异性结构动力学分析的空间-时域多尺度方法研究

用户单位：上海交通大学机械系统与振动国家

重点实验室

基于有限元模态分析和参数优化的等效及多尺度建模方法，在时域内采用基于显式中心差分子循环算法求解系统方程，将船、桥结构的有限元模型进行装配、整合，并设置合理的初始条件和边界条件进行有限元分析。结果显示船-桥碰撞中桥梁各精细建模位置的应力集中主要在腹杆与弦杆的交叉处。仿真结果能够为桥梁的健康监测和关键位置的疲劳分析提供依据。计算采用上海超算中心“蜂鸟”工业计算机群，有力的保证了计算效率。

