



**ProCAST**

**铸造过程仿真软件**



通力有限公司  
United Force Corporation

The leading finite element

software for casting simulation



ProCAST™软件是美国UES软件公司开发的铸造过程仿真软件。由于它的先进性和实用性，在国际铸造界享有很高的声誉。2002年，UES公司加入全球首屈一指的材料物理学数值原型仿真和制造流程解决方案的供应商ESI集团，合力为客户提供完整的解决方案。

通力公司是铸造过程仿真软件ProCAST在中国的唯一代理构，已在热加工CAD/CAE方面积累了丰富的经验。同时为用户提供连铸仿真软件CALCOSOFT、焊接及热处理仿真软件SYSWELD。

通力公司 (United Force Corporation) 是为企业的信息化建设和产品创新服务的专业化高技术公司，总部设在美国密西根州，在中国北京和上海分别设有分公司和办事处。公司拥有一支以工程博士、硕士为骨干的技术服务和工程咨询队伍，并聘有资深教授为顾问，分别在多所高等院校和研究机构设立了技术培训中心。

通力公司是UGS公司在中国最主要的合作伙伴和增值代理商 (VAR)，为国内制造企业提供世界领先的PLM产品全生命周期管理解决方案，包括I-deas NX Series、Unigraphics NX、Imageware、Solid Edge、Femap等CAD/CAM/CAE软件产品和相关的技术支持。通力公司在PDM系统实施方面拥有强大的技术实力和丰富的实施经验，在Teamcenter Enterprise架构下，已经帮助10余家国内企业成功地完成了企业级PDM系统的实施，并如期投入使用。

通力公司的另一重要业务是测试系统软件MTS I-deas Pro及其相关设备的销售和技术服务。与此同时，通力公司还致力于国内用户专用软件的定制开发工作，帮助企业实现信息系统的优化、提高企业的竞争力。

为企业的信息化建设服务！

为企业的产品创新服务！

## 铸造过程仿真

作为铸造设计的重要工具，ProCAST™能够帮助你快速形象地在计算机上显示出你的设计结果，从而消除昂贵的反复试验。

ProCAST™可以模拟金属的流动过程，精确显示浇不足、冷隔、裹气和热节的位置及残余应力和变形的大小，准确地预测缩孔缩松和微观组织。

ProCAST™是有效提高铸造工艺的正确选择。它可以提供新的途径来解决铸造实际过程中遇到的困难。

在所有铸造软件包中，ProCAST™是现代CAD/CAE集成化程度最高的。它使用先进的有限元技术，同时拥有功能强大的MeshCAST™软件，能够直接利用三维CAD模型进行网格全自动生成。

全部模块化设计适合任何铸造过程的模拟：

- 是唯一能对铸造过程进行完全耦合的传热-流动-应力分析的有限元软件；
- CAD/CAE高度集成；
- 自1988年以来一直保持技术领先。

ESI公司有遍布全球的销售服务网络，是企业提高业绩的可靠合作伙伴。

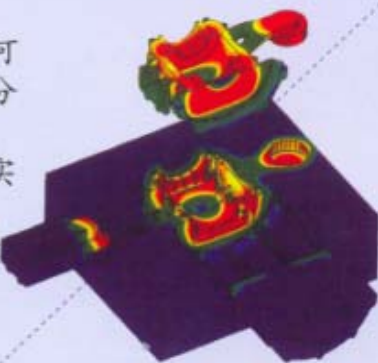
## 前言



# ProCAST

United Force Corporation

由于采用了标准化的、通用的用户界面，任何一种铸造过程都可以用同一软件包ProCAST™进行分析和优化。它可以用来研究设计结果，例如浇注系统、通气孔和溢流孔的位置，冒口的位置和大小等。实践证明ProCAST™可以准确地模拟型腔的浇注过程，精确地描述凝固过程，可以精确地计算冷却或加热通道的位置以及加热冒口的使用。



铸件顶出后型腔和铝铸件的温度分布

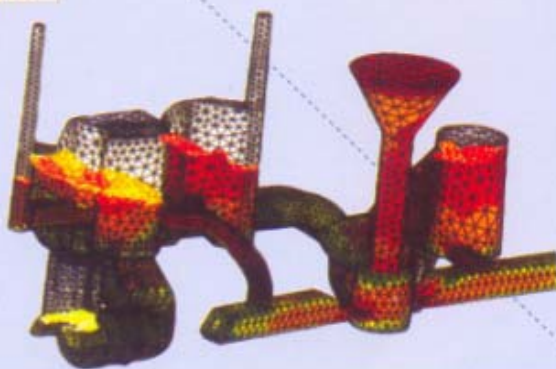
ProCAST™的开发队伍集合了冶金、铸造、物理、计算力学、流体力学和计算机等多学科的专家，不断扩充已被工业验证的材料数据库。这些数据库也可以由用户自行更新和扩展。



- 砂型铸造、金属型铸造
- 高压、低压铸造
- 离心铸造、倾斜浇铸
- 熔模铸造、消失模铸造
- 挤压铸造
- 触变铸造、流变铸造

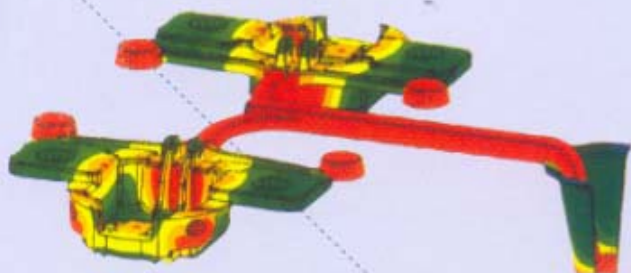
通过用户界面直接输入合金化学成份就可以自动生成高级材料的特性。

除了基本的材料数据库外，ProCAST™还拥有基本合金系统的热力学数据库。这个独特的数据库使得用户可以直接输入化学成分，从而自动产生诸如热传导、密度、液相线温度、固相线温度、潜热、比热和固相率的变化等热力学参数。此数据可直接用于模拟计算。



砂铸充型过程中热和流动的耦合计算模拟

ProCAST™可以用来模拟任何合金，从钢和铁到铝基、钴基、铜基、镁基、镍基、钛基和锌基合金，以及非传统合金。



一型两模压铸锌合金铸件在顶出后冷却过程的模拟

ProCAST™几乎可以模拟分析任何铸造生产过程中可能出现的问题，为铸造工程师提供新的途经来研究铸造过程，使他们有机会看到型腔内所发生的一切，从而产生新的设计方案。

倾斜浇铸铝铸件的充型过程可视化。



- 缩孔、缩松
- 裹气、冲砂
- 冷隔、浇不足
- 裂纹、应力、变形
- 模具寿命
- 工艺开发及可重复性

### 缩孔、缩松

缩孔、缩松是由于凝固收缩过程中液体不能有效补缩造成的。ProCAST™可以确认封闭液体的位置，确认缩孔缩松是否会在敏感区域内发生。在砂铸中，可以优化冒口的位置、大小和绝热保温冒口的使用。在压铸中，ProCAST™可以详细准确计算模型中的热节、冷却加热通道位置和大小以及溢流口位置的效果。



铝合金触变铸造中充型过程的连续视图

### 裂纹

铸件在凝固过程中容易产生热裂以至在随后的冷却过程中产生裂纹。利用热应力分析，ProCAST™可以模拟凝固和随后冷却过程中产生的裂纹。在真正的生产之前，这些模拟结果可以用来检验为防止缺陷产生而进行的各种设计尝试。



## 裹气

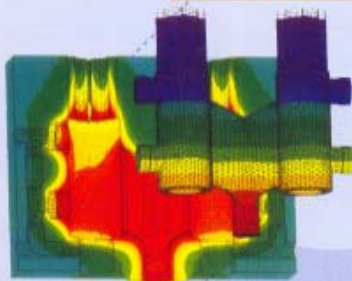
由于液体充填受阻而产生的气泡和氧化夹杂物会影响铸件的机械性能。ProCAST™能够非常清楚地证明充型过程中的紊流可以导致氧化夹杂物的产生。这些缺陷的位置可以在计算机上通过显示进行跟踪。由于能够直接监视裹气的运行轨迹，从而可以轻而易举地优化浇注系统设计，合理安排出气孔和溢流孔。



消失模铸造的模拟。这些结果清楚地显示出消失模（紫色）对液态铝（红色）充型过程流动的影响

## 冲砂

在砂铸中，有时冲砂是不可避免的。如果冲砂发生在铸件的关键部位，那将影响铸件的质量。ProCAST™可以通过对速度场和压力场的分析确认冲砂的产生。通过虚拟的粒子跟踪则能很容易确认最终夹砂的区域。

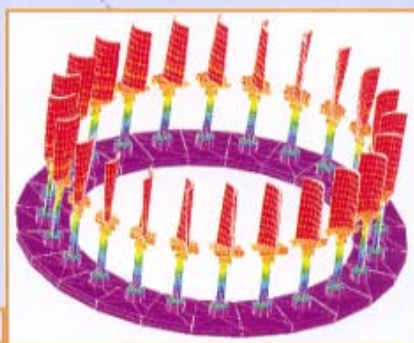


低压模铸黄铜卫生设备期间铸件中金属静压分布及铸模的温度分布

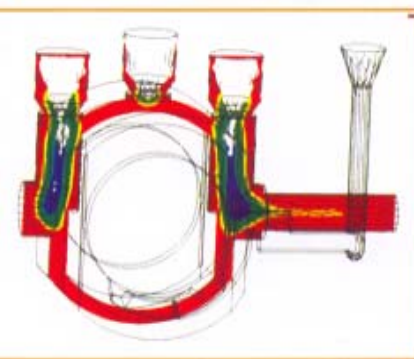
## 冷隔及浇不足

在浇注成型过程中，一些不当的工艺参数如型腔过冷、浇速过慢、金属液温度过低等会导致一些缺陷的产生。通过传热和流动的耦合计算，设计者可以准确计算充型过程中的液体温度下降。在充型过程中凝固了的金属将会改变充型的流动形式。ProCAST™可以预测这些铸造充型过程中发生的现象，而且可以随后快速地检验相应的改进设计方案。

熔模铸造中高温合金的冷却过程



铸件截面显示由于冒口补缩不足而导致了很大的内部收缩缺陷



## 压铸模寿命

热循环疲劳导致降低压铸模的使用寿命。ProCAST™能够预测压铸模中的应力周期和最大抗压应力，结合与之相应的温度场便可准确预测关键部位的工况进而优化设计以延长压铸模的使用寿命。



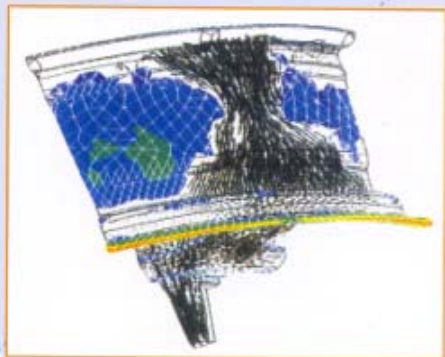
红色显示的热裂部位与实际吻合

## 工艺开发和优化

在新产品市场定位之后，就应开始进行生产线的开发和优化。ProCAST™可以虚拟试验各种革新设计而取其最优方案，因此大大减少工艺开发时间，同时又把成本降到最低。



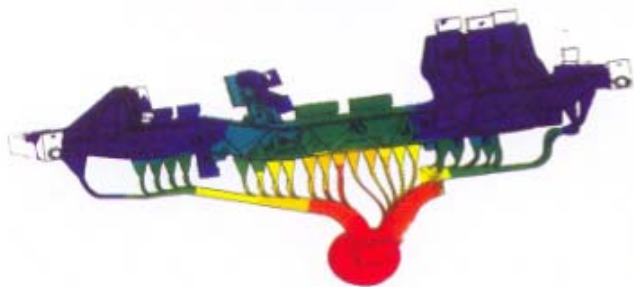
砂型球墨铸铁件中珠光体的分布（较暗的区域表示珠光体较少）



## 可重复性

即使一个工艺过程已经平稳运行几个月，意外情况也有可能发生。由于铸造工艺参数繁多而又相互影响，因而在实际操作中长时间连续监控所有的参数是不可能的。任何看起来微不足道的某个参数的变化都有可能影响到整个系统，但又不可能在车间进行全部针对各种参数变化的试验。ProCAST™可以让铸造工程师快速检查每个参数的影响，从而确定合理的参数范围，以确保可重复的、连续平稳的生产。

低压铸造轮毂，彩色表示铝合金凝固部分，这些区域的存在影响了最佳充型



镁合金汽车结构件高压铸造期间的压力分布



## 基本包

- 前后处理模块
- 传热分析模块
- 流动分析模块
- 应力分析模块
- 网格划分模块

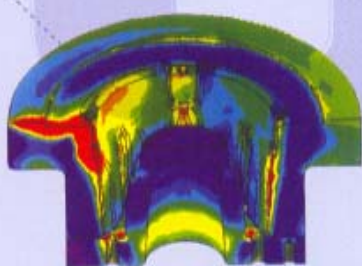
## 高级包

- 辐射分析模块
- 晶粒结构分析模块
- 微观组织分析模块
- 电磁分析模块
- 反向求解模块
- 消失模
- 触变成形

## 高级材料库

ProCAST™共有三个包、十几个模块，用户可以比较灵活地租用或购买这些模块。ProCAST™基本包可以满足普通用户的需求，包括传热、流动、应力分析模块和网格划分模块。对于有更高求的用户则需要采用更多高级模

## 基本包

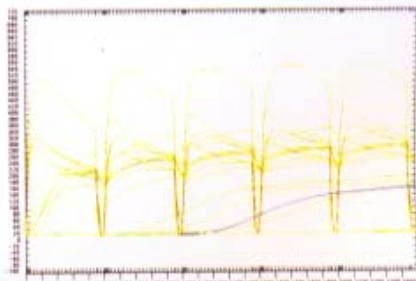


预测的铝铸件金属型中的应力集中情况，与实际裂纹发生的情况十分吻合

本软件包具有前后处理、传热、流动和应力分析功能，并带有网格划分模块和基本材料库。能够满足绝大多数用户的需求。

ProCAST™的前处理用于设定各种初始和边界条件，可以准确设定所有已知的铸造工艺的边界和初始条件。边界条件可以是常数，也可以是时间或温度的函数。ProCAST™的后处理功能既强大又灵活，可以通过色块图或矢量图的方式显示各种场量信息。另外ProCAST™还可以使用X射线和连续切片的方式确定缩孔缩松的位置。

除了可以读入从MeshCAST™产生的网格外，ProCAST™也可以直接使用其它商业软件如I-deas、Patran或ANSYS产生的网格。同时，ProCAST™的结果也可以输出成其它CAE软件的格式。



在压铸过程中压铸模达到稳定温度所需的循环次数可以通过模拟来优化



## 网格生成模块 MeshCAST

MeshCAST™自动产生有限元网格。这个模块与商业化CAD软件连接是天衣无缝的。它可以读入标准的CAD文件格式如IGES、STEP、STL或者Parasolids。同时还可以读诸如I-deas或Patran格式的表面或实体网格。MeshCAST™同时拥有其它独一无二的性能，例如高级修复工具、不一致网格的生成和壳型网格的生成等。

## 流体分析模块

流体分析模块可以模拟所有包括充型在内的液体和半固体流动的效应。ProCAST™通过完全的Navier-Stokes流动方程对流体流动和传热进行耦合计算。本模块还包括非牛顿流体的分析计算等。可以模拟紊流、触变行为及多孔介质流动，如过滤网中的流动。

## 应力分析模块

本模块可以进行完全的热、流动和应力的耦合计算。可以显示由于铸件变形而产生的铸件和模型的间隙。更可进一步确定由于这种间隙的出现而影响到的铸件冷却时间和模型中热节的产生。本模块包含多个描述材料机械性能模型。可以对铸件和模具进行弹性、弹塑性或弹粘塑性分析。

## 辐射分析模块

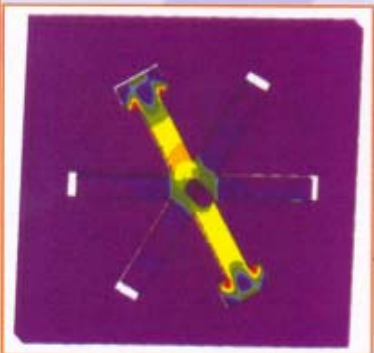
本模块大大加强了基本模块中关于辐射计算的功能。专门用于精确处理熔模铸造过程中热辐射的计算。特别适用于高温合金，例如铁基或镍基合金的计算。此模块被广泛用于涡轮叶片的模拟。由于在辐射计算时考虑了视角因子和影印效应等，一旦部件之间有相互运动视角因子将重新自动进行计算。

## 晶粒组织结构模块

本模块用于精确的冶金分析。ProCAST™使用最新的晶粒结构分析预测模型进行柱状晶和等轴晶的生核与长大的计算。一旦液体中的过冷度达到一定程度，随机模型就会确定新的晶粒位置和晶粒取向。可以用来确定工艺参数对晶粒形貌和柱状晶到等轴晶转变的影响。



高级的X射线分析功能有助于识别封闭的金属液穴，精确地定位产生缩孔缩松的部位



简单的热应力分析计算可以说明一些基本的特性，例如：气隙的形成和应力集中



通过数值模拟对浇铸

系统优化设计，以取得高压模铸的高效充型



## 微观组织模块

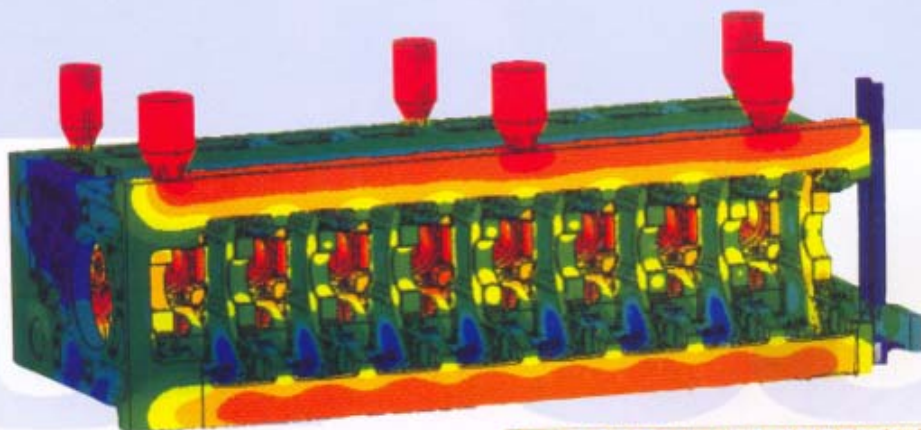
本模块专门用于满足铸铁、铸钢件生产的需要。它能够定性和定量地计算固相转变。通过微观组织模型计算各相份数以及相应的潜热释放，预测诸如奥氏体、铁素体、渗碳体和珠光体的各相成份。



可以分析发生在晶粒选择器中复杂的冶金学过程，以便优化单晶镍基涡轮叶片的熔模铸造

## 反算求解模块

本模块适用于科研或高级模拟计算之用。通过反算求解可以确定边界条件和材料的热物理性能。虽然ProCAST™提供了一系列可靠的边界条件和材料的热物理性能，但有时模拟计算对这些数据有更高的精度要求，这时反算求解可以利用实际的测试温度数据来确定边界条件和材料的热物理性能。



大型船用发动机球墨铸铁缸体的冷却过程模拟

## 使用许可

ProCAST™的使用许可有两种类型：租用或购买永久使用权。

## 运行环境

ProCAST™可运行于Windows 2000、Windows XP、UNIX和LINUX平台，对硬件没有特殊的要求。ProCAST™甚至可以在便携计算机上运行。根据需要ProCAST™也可以运行于并行计算机之上。

## 技术支持

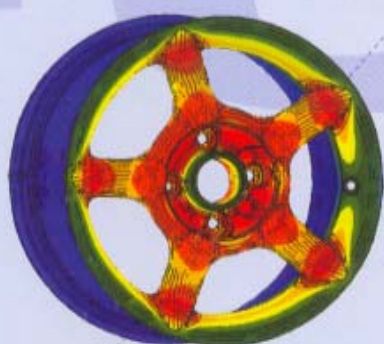
ESI和通力公司可随时通过热线或网络解答用户的技术问题。通力公司安排定期培训或用户现场培训。

## 工程咨询

通力公司可根据用户需要，承接工程计算、设计、优化等项目。



可以通过模拟来分析压铸注射装置中液态金属的行为，优化柱塞形状和速度，以便减少紊流和铸件中裹夹气体的可能



因轮辐温度较高产生应变，致使铸造车轮在冷却中变形



某汽车发动机厂对排气管的凝固过程和冷却收缩变形的模拟分析

请访问<http://www.ufcbj.com.cn/>获得更多信息。

航空航天工业是 ProCAST™ 最重要的应用领域, 世界上重要的航天航空铸件生产厂几乎毫无例外的选择 ProCAST™ 作为铸造工艺分析和新产品开发的重要工具。其重要用户有美国通用电器飞机发动机公司 (GEAE) 和英国罗斯-罗伊斯公司等。

ProCAST™ 在汽车行业的铸件生产中也发挥了重大的作用, 其重要的用户有美国福特、日本丰田等汽车公司。

ProCAST™ 在船舶工业、机床工业、重型机械等许多领域的铸件生产中均发挥了重要的作用。

### ProCAST™ 全球主要用户

AETC (美国)	Kelsey-Hyes (美国)
Alooa (美国)	Martin Marietta (美国)
Allied Signal (美国)	Mattek (美国)
Allison (美国)	NASA (美国)
Amcast (美国)	Newpot Shipbuilding (美国)
Auburn Foundry (美国)	Nuclear Metals (美国)
Brembo (意大利)	PCC (美国)
Brush-Wellman (美国)	PCC Airfoils (美国)
Cast-Fab (美国)	Pratt & Whitney (美国)
Cercast (加拿大)	Racine Steel (美国)
Eagle Alloy (美国)	Snecma (法国)
Ford Motors (美国)	Tiline (美国)
Gartom (美国)	T & N Tech. Corp. (美国)
General Electric (美国)	Tool Products (美国)
Goulds Pumps (美国)	3M (美国)
Howmet (美国)	Rolls-Royce (英国)
Internet Foundry (美国)	Zollner Pistons (美国)
Ishikiwajima Heavy Industries (日本)	美国32所大学
Honda Motors (日本)	6个美国政府结构

### ProCAST™ 中国主要用户

中国第一汽车集团公司	齐齐哈尔机车车辆厂
上海汽车铸造厂	长春客车厂
航空部材料研究所	青岛四方机车厂
上海交通大学	株洲车辆厂
北京二七车辆厂	东安发动机厂
安吉铸造厂	西北工业大学
大连重工铸钢有限公司	上海汽轮机厂
山西车用发动机研究所	船舶总公司第十二研究所

### ESI Group Headquarters:

6, rue Hamelin BP 2008-16  
75761 Paris Cedex 16 - France  
[Http://www.esi-group.com](http://www.esi-group.com)

### 美国通力有限公司

### United Force Corporation

#### 总部

33533 West 12 Mile Rd  
Farmington Hills, MI 48331, USA  
Tel: 248-488-9150  
Fax: 248-504-4688

#### 北京

北京市崇文区广渠门南小街1号  
领行国际中心1-1-1201 100061  
电话: 86-10-67174868  
传真: 86-10-67174866

#### 上海

上海卢湾区南昌路59号科学会堂  
思南楼701室 200020  
电话: 021-53828362  
传真: 021-53828849