

**挑战:**

独立的大曲轴制造成形工艺编排

**解决方案:**

工艺仿真

**所用产品:**

Simufact.forming

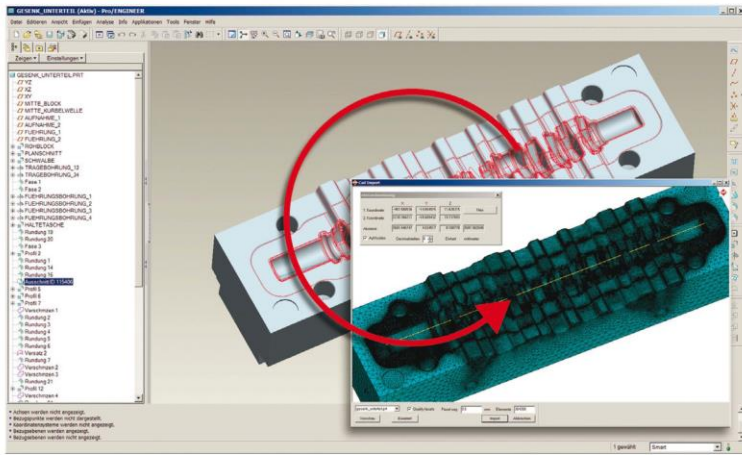
**客户:**

Schmiedag GmbH &amp; Co. KG、Wildauer Schmiedewerke GmbH

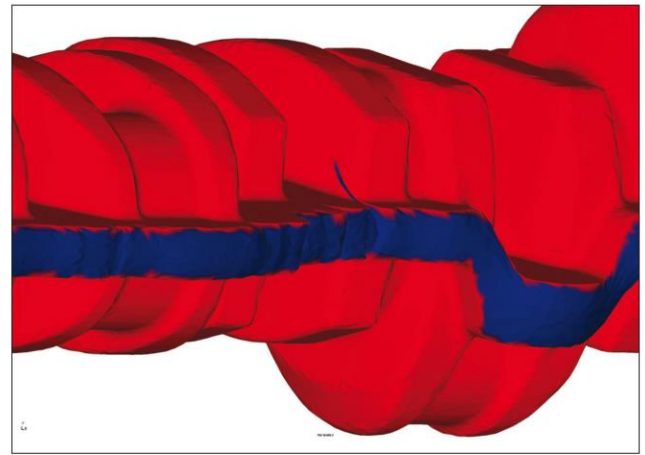


# 成形仿真技术简化大型锻件制造工艺

作者: Volker Berghold (Schmiedag GmbH & Co. KG)、Norbert Herrmann (Wildauer Schmiedewerke GmbH)  
Michael Wohlmuth (Simufact Engineering GmbH)



可实现 CAD 整体模型的无缝导入



可在仿真中检测出表面缺陷并在锻模设计图中纠正

用于集装箱船的大型柴油发动机曲轴通常以中小批量方式锻造。由于每个曲轴都有其具体特征，因此这些曲轴的制造与设计是一项挑战。而这正是成型仿真技术大显身手之处。

**挑战**

Wildauer Schmiedewerke GmbH 是欧洲少数几家能够制造此类“卡钳”的公司之一。Wildauer 的旗舰型压机是一款 630 kJ 锻锤，能够锻造重达 3500 kg 的模锻部件。Wildauer Schmiedewerke 的客户几乎囊括所有为造船、柴油机车及发电机制造大型柴油发动机的厂家。

Wildauer Schmiedewerke 与哈根集团的 Schmiedag GmbH & Co. KG 合作，将模具概念与制造工艺编排相结合。这两家公司均为 Georgsmarienhütte Holding GmbH Group 所属的独立工厂。由于采用了不同的总成，因此 Schmiedag 和 Wildauer Schmiedewerke 可提供各种零部件。为优化工艺并获得理想的效果，这两家公司均加大了成型仿真技术的使用。

**曲轴——发动机的心脏**

大型柴油发动机的曲轴尤其重要。曲轴需要满足极其苛刻的要求，由于故障总是伴随着巨额成本并危及生命（例如在海上出现传动装置故障），因此其设计、制造须能够承受整个寿命周期内的发动机巨大负载。

对于较小的曲轴，可在锻压机中制造，例如汽车曲轴。所需的能量和挤压力足以满足成型工艺。而对于较大的曲轴，例如用于大型柴油发动机的曲轴，由于无法一次性施加整个成型工艺所需的能量，因此必须经过多次加热和击打来产生所需的最终形状。这需要经验丰富的锻工技师来掌控锻造工艺及其团队。此外，一定要事先对锻模和锻造工艺进行适当的编排，以简化整个制造工艺、打造出理想的零部件。

**锻造工艺**

大型曲轴通常分两阶段锻造。第一个阶段是分配质量，让曲柄臂区域内有充足的材料。

“采用成型仿真技术的主要原因是可以在计算机上对整个锻造工艺进行仿真，因此可避免更改试验锻件及模具。仿真使我们能够尽早发现各种潜在错误并及时采取措施，避免由此导致更大的损失。”

Volker Berghold,  
Schmiedag 工程主管



“每年共有 50 到 60 个项目，每个项目可节省一到两次迭代过程。虽然没有具体的数字，但可以假设每次改型可节约五位数的费用。如今我们运用仿真分析材料流或锻模的寿命。今后我们希望能够更细致地了解锻模本身，以便根据锻模负载和磨损对其进行优化。”

Volker Berghold,  
Schmiedag 工程主管

随后，开始最终的锻造工艺。经过多次击打后产生最终的形状。如果工件过冷导致不可锻造，则需回炉处理，随后再完成这一过程。众所周知，想要生产出没有表面瑕疵的大尺寸锻件几乎是不可能的。

### 初步的虚拟工作

开发、编排锻模工艺通常是在实际生产曲轴之前。在工艺编排阶段，形成涵盖从锻造到最后加工的整个制造工艺以及各个阶段的规格，其中包括缺陷校正。客户通常关心是成品图样，这是坯料排样的基础。也意味着在开发锻模时，会考虑到与曲轴尺寸与成品标准加工测量的相关性。然后根据坯料零部件的复杂性来设计锻造坯料，再由锻造坯料得到模具。为检查是否能通过锻造来实现此类结构部件，需要进行仿真。这样可确保在必要时对坯料进行及时调整，然后将其交给客户进行审核。编排的目的是尽量减少锻造后可能出现的缺陷，甚至做到完全无需对法兰及法兰倒角进行返工。

### 仿真取得成功

将仿真软件 Simufact.forming 用于上述工艺以及原材料使用重量优化的设计中。经常用于降低锻造重量，减少飞边。这也是 Schmiedag 所有仿真项目的目标。与初步草案相比，通过相对少的仿真工作来研究改型，可将重量减轻10-30%。

### 典型应用

曲轴制造初步编排的最新案例表明，可通过减少零部件的表面缺陷来最大限度地缩短最后的加工时间。可采用的参数只有预锻模测量值的变化以及对初步锻压力的控制修正，以达到不同的质量分布和所需的飞边。



该总成的总高约为 20 米，其中 14 米位于地下。最长可安装 4.5 米的锻模。它们（上下锻模）每个重约 20 吨。

对于上述曲轴，可更改预成型模并对飞边稍作改动来实现所需的改善，可将预锻模测量值保持为与初始制造概念相同的数值。

### 结束语

过去六年里，Schmiedag 一直使用 Simufact.forming 进行成型仿真。自那时起，该公司对锻模中的材料流、飞边形成以及不同锻模及工件形状的变形进行了虚拟分析和优化。以前是先制作模具，然后根据熟练工人所掌握的知识进行锻件试验。这种方法需要三到四个改型。如今借助仿真，最多只需要两个改型就可以得到满意的结果。

尽管未来还需要对大型曲轴的整体制造工艺做进一步完善，但目前可以说，使用成型仿真技术不仅能显著简化并加速初步编排和制造工艺，而且能提高成本效率。

#### MSC 软件公司(北京)

Add : 北京市朝阳区望京西路  
甲50号卷石天大厦A座  
14层03-06单元 ( 100102 )

Tel : 010-8260-7000

Fax : 010-8260-7478

#### MSC 软件公司(上海)

Add : 上海市延安西路726号  
华敏翰尊国际广场12楼  
E&L ( 200050 )

Tel : 021-6332-6655

Fax : 021-6332-1679

#### MSC 软件公司(深圳)

Add : 深圳市福田区金田路  
3038号现代国际商务大厦  
3108B(518048)

Tel : 0755-2381-1895

Fax : 0755-2381-1896

#### MSC 软件公司(成都)

Add : 成都市人民南路二段18号  
红照壁川信大厦  
11层A-2座 ( 610016 )

Tel : 028-8619-9275

Fax : 028-8621-9222

#### MSC 软件公司(台湾)

Add : 台北市中山区  
林森北路577号  
7楼之2 ( 104 )

Tel : 02-2585-1228

Fax : 02-2585-7819