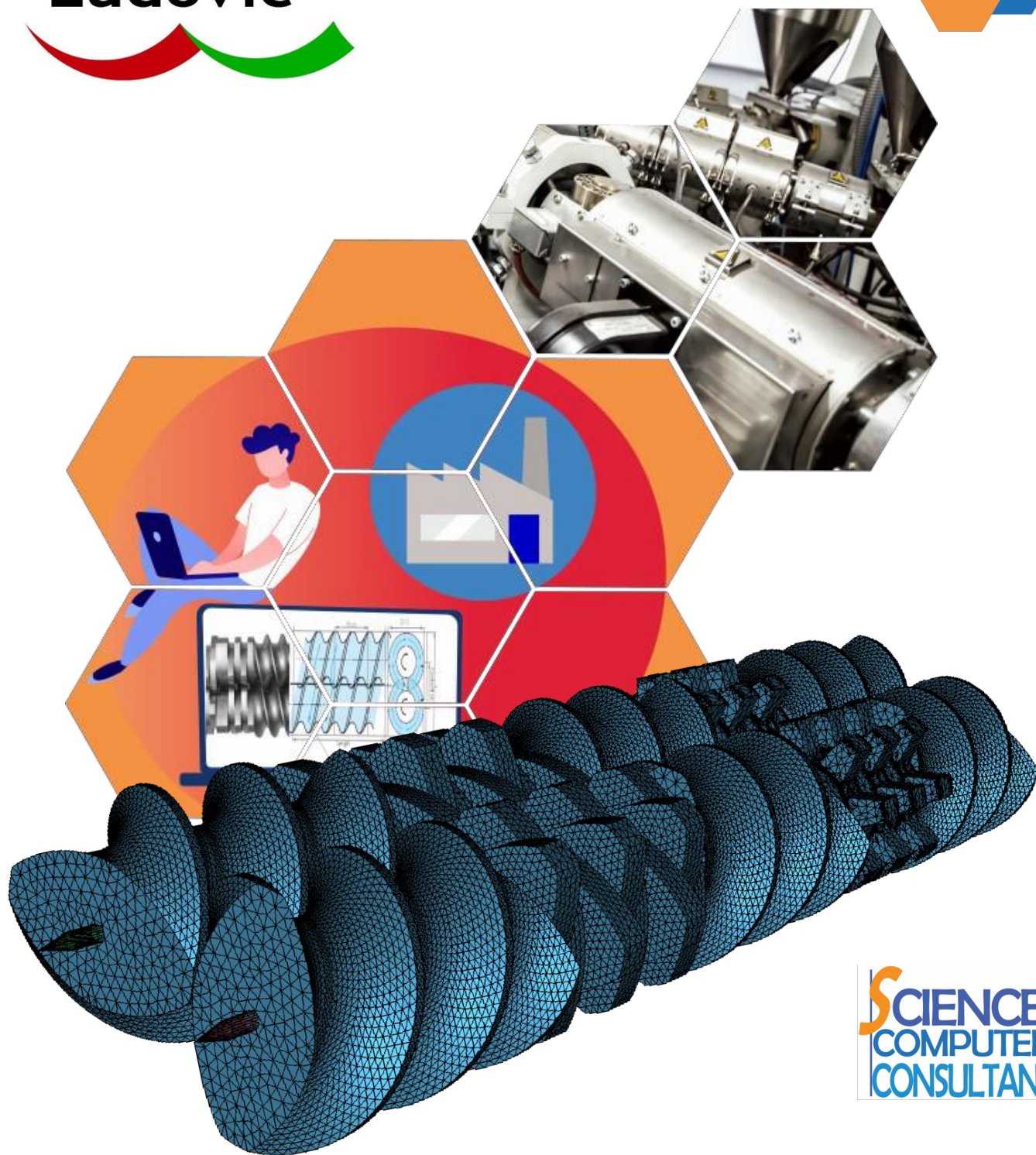




一维双螺杆挤出仿真



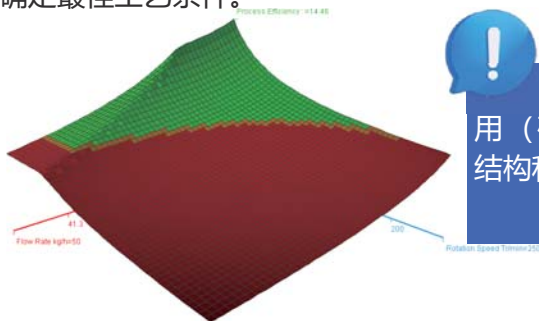
北京创联智软科技有限公司

功能

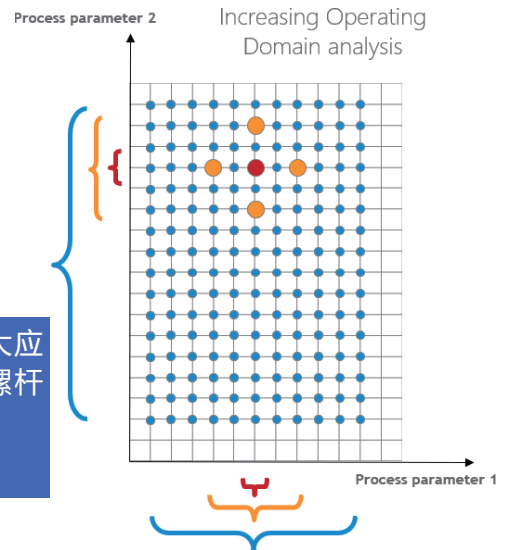
Ludovic用于同向啮合双螺杆挤出机全工艺仿真，模拟材料挤出工艺中的演变过程。Ludovic是一个虚拟的挤出实验室，用数值仿真取代反复试验。

虚拟实验设计

在几分钟内筛选出一组可行的工艺条件。通过结果筛选，确定最佳工艺条件。

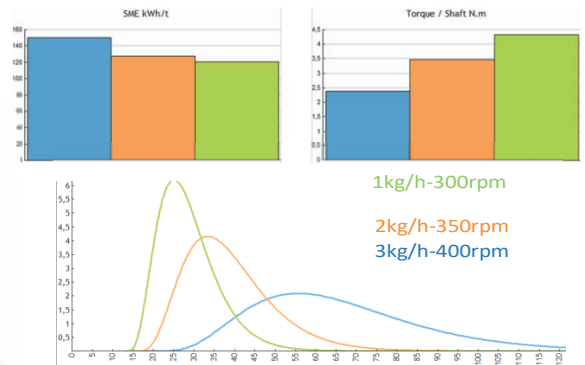
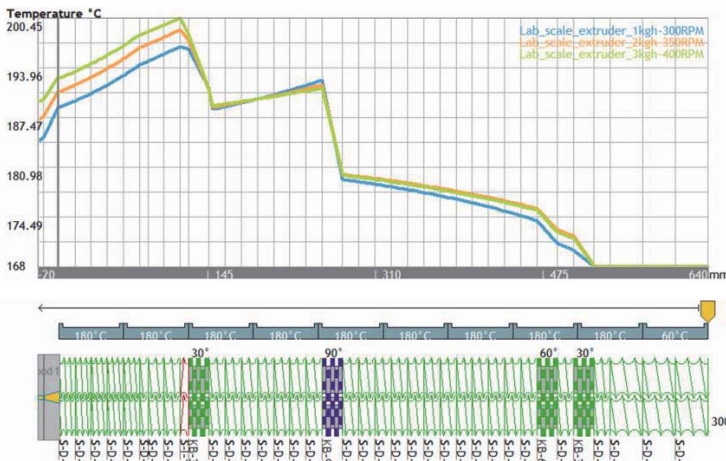


此功能适用于放大应用（确定更大规模的螺杆结构和工艺条件）



多结果比较（单因素分析）

结果比较分析，分析单因素（螺杆结构或工艺条件）多对材料性能的影响。



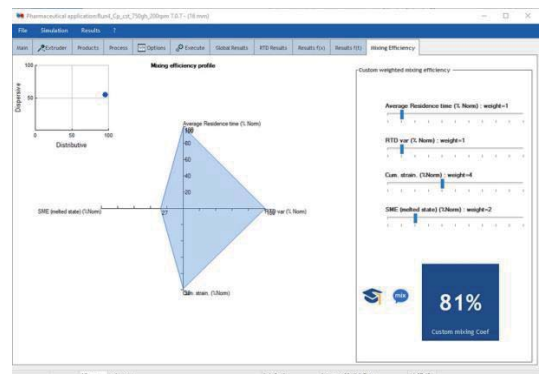
根据上述不同配置，温度熔体曲线、比机械能（SME）、扭矩和停留时间分布（RTD）的演变
下面是混合效率矩阵

高级控制界面 (ACI)

高级控制界面 (ACI) 用于拟合实际实验数据。该功能可将材料的流变实验数据拟合成流变公式。

混合效率分析

Ludovic具有用于量化工艺混合效率的特定矩阵。用于对比分析挤出材料的混合效率。



目标行业

Ludovic可用于所有使用双螺杆挤出机设备的企业。

◇ 塑料行业—热塑性塑料、聚烯烃等

混合

农产品

色母粒、高填充材料

◇ 含能材料、电池、浆料

建筑—聚苯乙烯、阻燃剂等

电缆

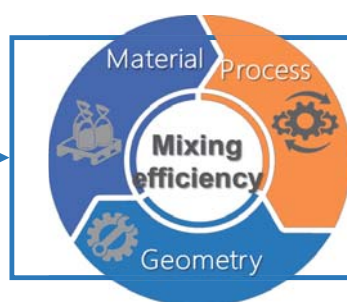
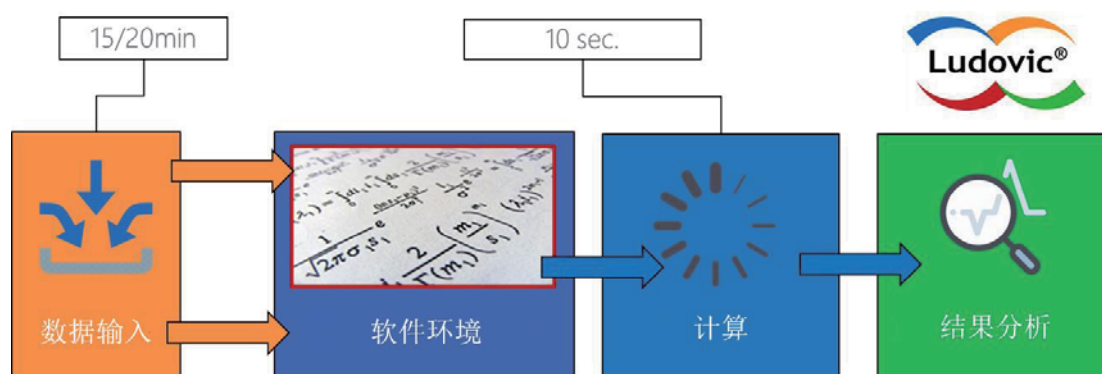
化工

制造业—热熔挤出 (HEM)



工艺筛选

Ludovic是一款数值模拟软件，旨在计算材料性能的演变以及工艺优化。通过热-机械模拟，Ludovic可在短时间内计算出材料在双螺杆挤出机中演变，缩短实验时间。软件提供多种计算结果（能量平衡、停留时间分布、热-应力结果），帮助用户分析材料在挤出机中的变化规律。同时，软件特有的DOE（实验设计）功能，可快速筛选可行工艺，降低研发成本。

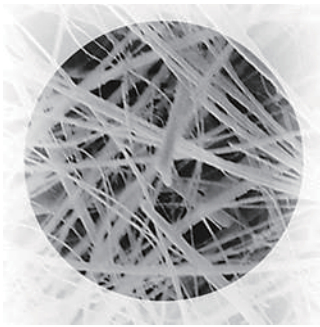


混合效率

提高产品的混合效率是双螺杆设计面临的一个重大挑战。Ludovic可量化材料混合效率，通过对比分析，筛选最优工艺。



玻璃纤维：计算玻璃纤维（GF）长度



玻璃纤维（GF）与聚合物复合以提高其机械性能。这种性能的提升在很大程度上取决于玻璃纤维的长度。纤维越长，材料的抗性就越强。

挑战

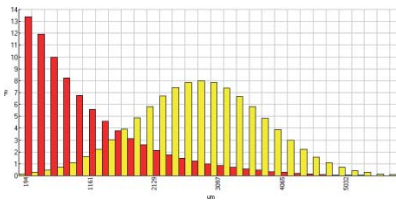
关键在于通过整合纤维断裂的理论模型来监测和控制双螺杆挤出机（TSE）中玻璃纤维（GF）的长度。

Ludovic解决方案

Ludovic集成了独特的玻璃纤维演变计算模型。它能够根据剪切分布来评估在整个工艺过程中纤维尺寸的变化情况。初始的玻璃纤维尺寸分布被定义为输入项（如左图中黄色部分所示）。

然后，Ludovic会计算玻璃纤维尺寸分布的演变（如左图中红色部分所示），以评估最终的纤维尺寸分布。

Ludovic能够提供双螺杆挤出机每个混合区域内玻璃纤维的平均尺寸。



Evolution of GF size distribution in a specific screw element in Ludovic®

热塑性塑料 & 木质纤维

木材和天然纤维在增强聚合物方面具有诸多技术优势，比玻璃纤维更轻，且能够达到较高的强度水平。

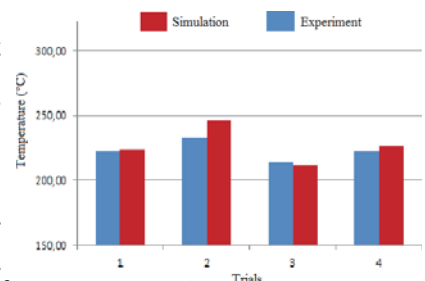
加工这类纤维颇具挑战性，因为要使其良好地分散 / 分布，所需能量要足够高，但又要确保纤维不会被烧焦（木质纤维对温度升高较为敏感）。

挑战

Ludovic可计算有关能量（比机械能，SME）和熔融产品的温度等相关数据。根据挤出机和材料的特性，比机械能和温度阈值作为工艺可行性的标准。

Ludovic解决方案

对实验和模拟的温度、能量、停留时间以及比机械能进行比较。两者的趋势相近，因此 Ludovic可用于筛选最佳工艺并进行规模放大。虚拟试验设计有助于将测试次数和成本降低 50%。



Temperature comparison, between simulation results and experimental measurements





HME 应用：从小试到中试

在制药行业，主要关注点在于活性药物成分（API）的可获取性，因为它被用于制造片剂和药丸。因此，有必要设定一个恰当的流程来开发一种热熔挤出产品，并且在产品开发初期就对结晶药物进行优化。

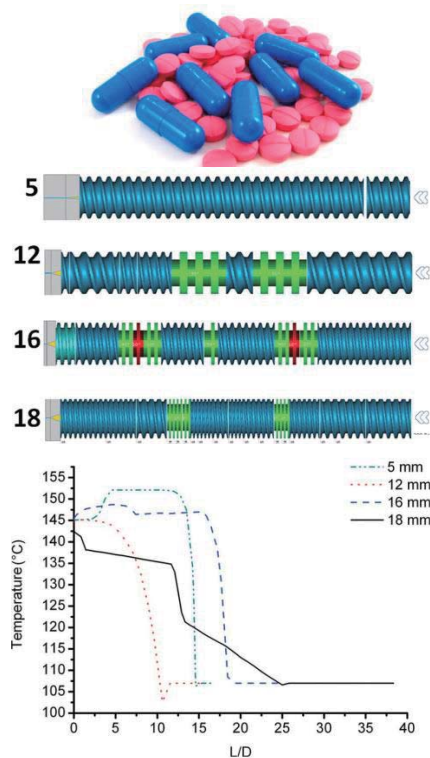
挑战

活性药物成分（API）对高温极为敏感。通过Ludovic软件可以掌握在整个工艺过程中，尤其是在放大生产阶段熔融材料的温度曲线。

Ludovic解决方案

Ludovic软件被用于放大生产流程，尤其侧重于能量分布和温度曲线。模拟显示出其在识别高能量摄入点方面具有很大潜力。Ludovic为使螺杆外形符合制药行业要求提供了关键数据。通过使用Ludovic特定工具（制药向导以及用于质量源于设计（QbD）分析的虚拟实验设计）来支持放大生产。

From « Modeling of the Impact of Extruder Configuration on the HME Process and Product Characteristics during Scale Up », 2013, AAPS San Antonio, by K.G. Wagner and D.E. Zecevic



农产品食物挤压

预测含淀粉产品的降解的情况

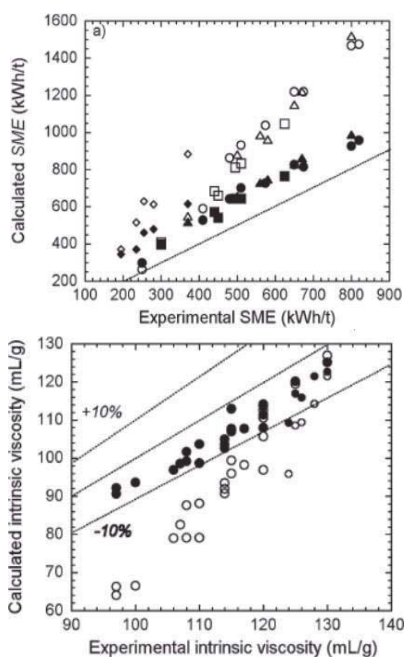
含淀粉产品的挤压过程很复杂，这一过程取决于微观结构的演变（颗粒结构的丧失、直链淀粉和支链淀粉链的降解等）。

挑战

为了预测淀粉的转变，对比机械能（SME）对材料特性粘度的影响进行了分析。实际上，粘度和特定机械能可认为是淀粉反应的判别参数。

Ludovic解决方案

在考虑耦合和不考虑耦合的情况下分别进行了比机械能和特性粘度的计算。与实验结果的对比显示出良好的匹配性（见左图）。将比机械能和粘度进行耦合可以进行定性分析，从而预测含淀粉产品反应的演变情况。



From « Importance of coupling between Specific Energy and Viscosity in the Modeling of Twin Screw Extrusion of Starchy Products », by F. Berzin, A. Tara, L. Thigzert, B. Vergnes



双螺杆挤出机性能分析

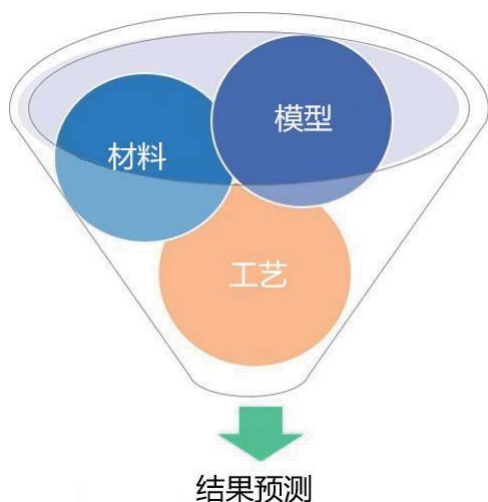
热-机械分析：用于确定双螺杆的性能。

Ludovic可根据挤出机的几何形状（包括复杂的螺杆结构）、产品特性（配方）以及工艺条件来仿真双螺杆挤出工艺过程。友好的操作界面，便捷的参数设置，可用于模拟挤出工艺过程并提供以下主要方面的趋势分析：

材料演变历史

工艺性能

螺杆模型：螺杆元件由一个通用库生成。然后它们被存储在合适的库中以便重复使用。



1D/2D模型被嵌入到一个软件环境中。数据输入软件后，大约在 10 秒内就能提供预测结果。

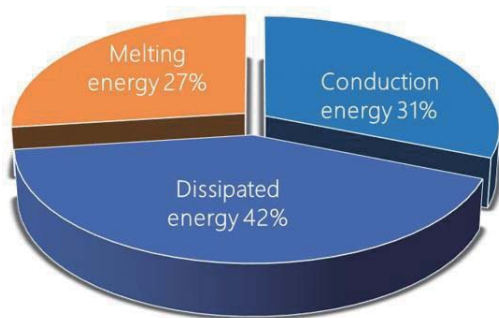
模型
挤出机的尺寸及螺杆结构——适用于任何品牌、型号。

材料
材料、添加剂及填料的热力学特性。

工艺条件
螺杆转速、喂料量、机筒温度调节。

工艺效率

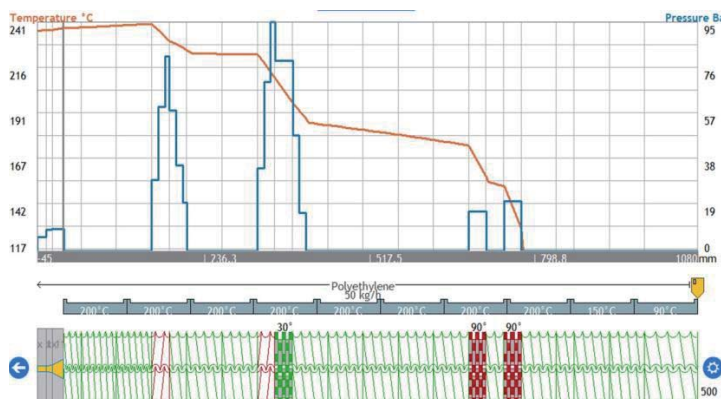
Ludovic可以计算能量平衡，用于确定工艺效率。同时计算扭矩、能量、功率等结果，通过能量分析，对工艺效率进行评估。



材料的热-机械历程

Ludovic会沿着螺杆前进方向计算材料的温度、压力、剪切力、粘度、填充率等结果，可直观的显示材料的演变。清楚的显示出螺纹元件对挤出的影响。

产品的温度和压力曲线如下图所示。

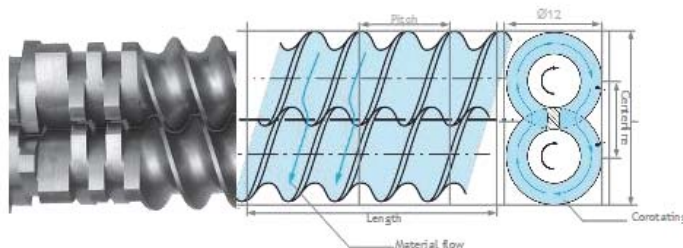




模拟成为挤出工艺开发的驱动力

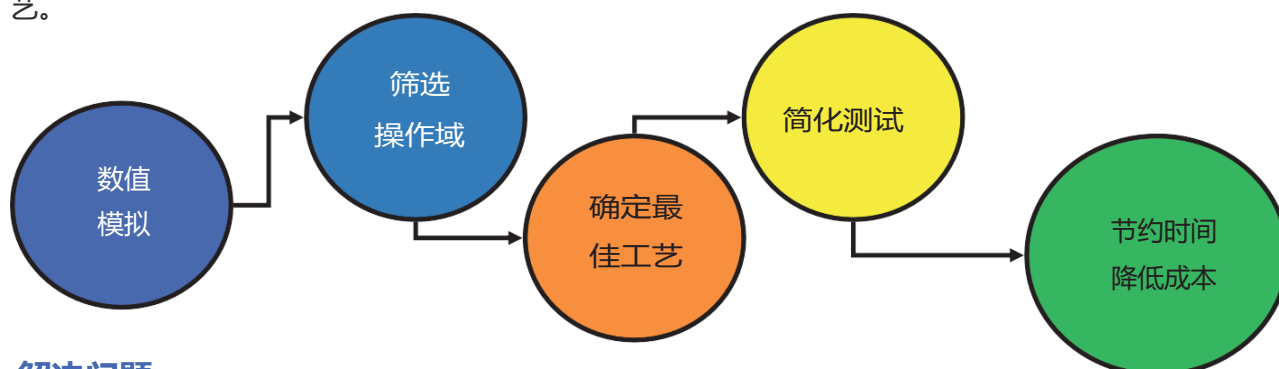
Ludovic功能强大，可支持双螺杆挤出工艺的开发，并且：

- ⇒ 简化测试
- ⇒ 优化过程/材料
- ⇒ 节省时间 & 投入



简化测试

Ludovic是一款数值模拟软件，旨在模拟材料的演变和工艺效率。在极短的时间内，可筛选出最佳工艺。



解决问题

Ludovic可用于解决工业生产和研发问题，例如：



配方

根据产品的组成和特性来预测产品的性能。



过程优化

对不同螺杆结构进行仿真分析，优化工艺条件，寻找最合适的生产工艺。



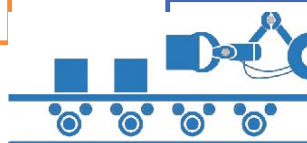
缩短产品上市时间

Ludovic可减少测试时间、降低成本、提高质量。



放大

为筛选大尺寸挤出机和工艺放大提供合适的工具。



工业生成线支持

深入分析工艺流程，有助于故障排查。



DOE(实验设计)-工业工具

从1998 年开始，Ludovic软件在一个工业团体的支持下进行设计研发。二十多年来，Ludovic软件不断升级，丰富功能。软件适用于产品研发、工艺优化、规模放大。



国外主要用户

法国阿科玛化学品公司Arkema、德国勃林格殷格翰生物制药医药公司Boehringer ingelheim、法国道达尔石油及天然气公司Total、美国普力万化工公司POLYONE、瑞士雀巢食品制造商Nestle、美国艾伯维生物制药公司Abbvie、法国米其林集团轮胎生产商Michelin、韩国三星集团Samsung、德国默克医药化工企业Merck、法国克莱斯特罗工业双螺杆挤出系统提供商Cletral、法国耐克森电缆生产厂商Nexans、日本三菱 化学公司Mitsubishi Chemical、韩国能源化工公司Sk innovation、法国利马格兰食品加工业Limagrain、奥地利泰森同向双螺杆挤出机制造商Theysohn、法国赛峰集团Safran... ..

国内主要用户

北京化工大学、北京理工大学、南京理工大学、中国农业科学院农产品加工研究所、晋西集团山西江阳化工有限公司、天华化工机械及自动化研究设计院有限公司、西安近代化学研究所、京博化工研究院有限公司、PPG天津... ..



用数值仿真取代反复试验，以节约时间和降低成本。



北京创联智软科技有限公司
地址：北京市朝阳区东三环北路
辛2号城融大厦902B室
邮编：100027
电话：010-84470288
网址：<http://www.iuitgroup.com/>