

奥迪，宝马，戴克和雷诺求助于 PolyWorks®将CFD分析时间减少了近83%。

由PolyWorks作为前导的CFD分析提供了一系列仅靠物理风洞仿真不能实现的好处，使汽车界专业人士对流场性能有了超前的认识。

主要的几家汽车整机厂都应用PolyWorks的三角化模型生成技术使流体动力学分析成本大为减少。想知道PolyWorks独有的工具是怎样使奥迪，宝马，戴克和雷诺将用于CFD分析的三角化模型生成时间从7天减少到1天的？

案例学习总结

传统方式

有两种传统方式可以对物理样机进行CFD分析：

- **方法#1:**
 - 通过对油泥模型的物理风洞测试进行空气动力学仿真。
- **方法#2:**
 - 用非接触式3D扫描仪对油泥模型进行扫描。
 - 用快速曲面成形软件以扫描的点云建立NURBS曲面。
 - 将生成的曲面导入CAD软件进行修改。
 - 网格化并优化CAD曲面。
 - 将三角化模型导入CFD软件进行分析。

传统方式的缺点

- **方法#1:**
 - 物理风洞测试的设备希罕且昂贵—测试很花时间。
- **方法#2:**
 - 为了获取满足CFD分析质量要求的模型，整个过程要7天工作量。
 - 仅快速曲面成形过程就要花2—3天。
 - 由于需在不同的软件系统中多次更迭，整个过程也很昂贵。
 - 这种多步骤的方式经常动用来自不同部门的多个工程师，使工作流程非常复杂。
 - 此外，在不同系统中建模将增加丢失模型精度的风险。

PolyWorks方式

PolyWorks方式快速而直接：

- 用非接触式3D扫描仪对油泥模型进行扫描。
- 产生的点云在PolyWorks中进行快速对齐并三角网格化，建立单个三角化模型。
- 所有模型编辑都在PolyWorks中进行，包括：
 - 特征线重构
 - 移除不必要的细节
 - 插入CAD面
 - 三角面减少和优化
- 三角化模型直接导入Exa的PowerFlow®进行空气动力学仿真

PolyWorks方法的优点

- ✓ 比较其他方法的7天整个过程仅需要1至2天
- **快速的产品开发**
- ✓ 快速的CFD分析过程使工程师可以分析更多模型从而探索更多的设计可能性。
- **在概念设计阶段获得更多的信息**
- ✓ 模型修改可以直接在PolyWorks环境下完成—无需其他软件。
- **主要成本节省**
- ✓ PolyWorks的三角化网格完全适用于CFD分析—工程师可以将时间花在结果分析上，而不是花在设置，数据采集和编辑上。
- **更有效的CFD分析**

案例研究

流体动力学领域的革新

流场分析研究的是流体（如空气，液体和气体）是怎样在固体（如机翼，车身或汽油管道）内部和周围移动的。世界上大多数整车厂都面临所设计产品的流体动力学问题，例如汽车表面的空气流将决定升力，拖动力，侧偏力和摩擦力。一般，传统流体动力学分析都是在风洞中进行的，是一项需要受过高级培训的技师操作的高昂且费时的的工作。

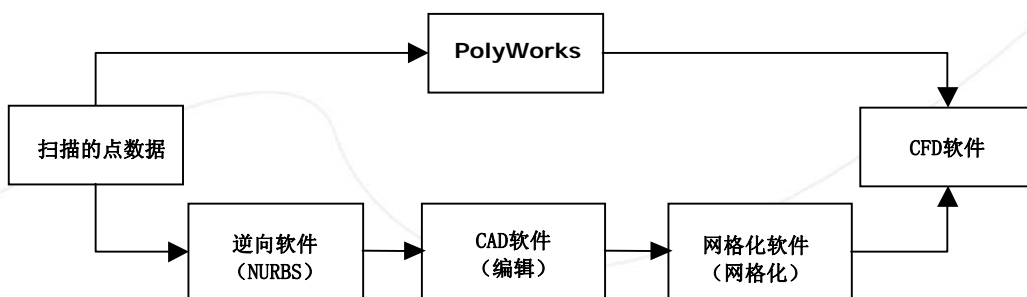
3D扫描技术的出现革新了这种方式，为分析流体动力学打开了通向“数字风洞测试”的大门。由非接触式3D扫描仪采集的百万个数据点是数字化仿真流场的极好信息源，仅需通常成本和时间花费的一小部分就可以进行典型的风洞测试分析。

PolyWorks促成了数字化风洞分析

为了执行强大的数字风洞分析，诸如Exa的Power-Flow®之类CFD软件对三角化模型在精度，拓扑，尺寸等方面有严格的要求。不久前，为CFD分析准备模型需要几个步骤，花费近7天的工作量。首先，扫描的点云通过逆向工程软件转换成NURBS曲面。生成的曲面导入CAD软件进行编辑，如特征重构，移除不必要的细节等。然后用另一种软件将CAD模型网格化，再次生成网格格式模型。大多数情况下，这个网格化的三角化模型必需再修改以满足CFD分析要求的100,000个三角形的目标。

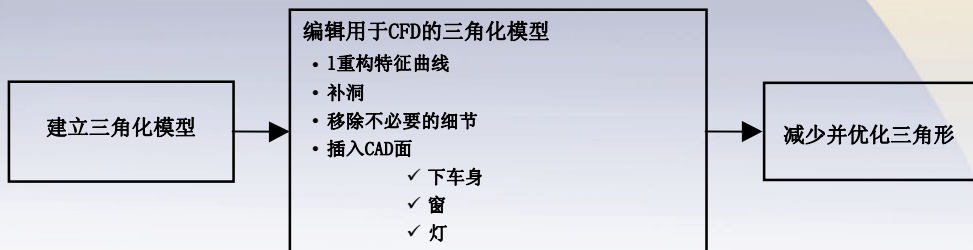
“PolyWorks提供了直接的方式，大大改变了用于CFD分析的三角化模型的准备和优化”，德国Duwe 3D软件公司的HansPeteDuwe博士说到。他继续说到，“PolyWorks提供了广泛的三角面编辑工具，使我们能重构特征线，移除多余的细节特征并建立可直接应用于Exa的PowerFlow的精确三角化模型。所有操作在一个软件中进行，大大减少了流体动力学分析的时间和成本。”

传统方式同PolyWorks方式比较



PolyWorks先进的三角面编辑工具使你能直接建立用于CFD分析的模型

PolyWorks拥有的用于优化整车三角化模型的完整的工具箱



1. 建立三角化模型

- 汽车设计者用油泥或类似的复合物建立物理模型。整车样机的尺寸范围从全尺寸到1/2, 1/4, 1/10比例模型不等。
- 用3D扫描仪对油泥模型进行完整扫描。
- 多个扫描片体随之由照相式扫描仪对齐（对于全尺寸模型）或利用PolyWorks独有的智能化对齐方式基于物体特征快速地对齐扫描片体（对于较小地物体）。
- 对齐的点云在PolyWorks中网格化生成一个高精度的三角化模型，该模型含有500,000至1,000,000个三角形，公差范围从10到30微米。

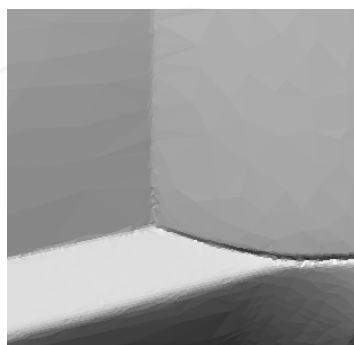


网格化扫描点云后的初始三角化模型

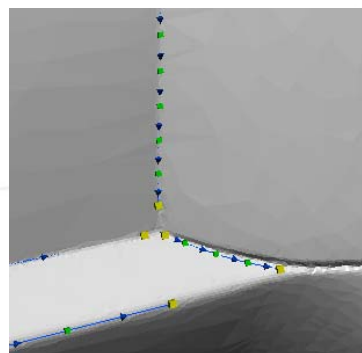
2. 编辑用于CFD的三角化模型

A) 重构特征曲线

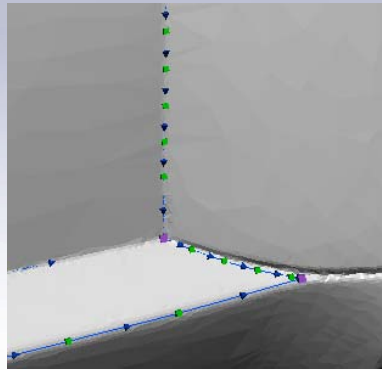
- 影响模型周围空气流的重要因素之一是其特征线的质量。由于3D扫描仪不能精确捕获理论尖角线，所以需要编辑工作来重构。PolyWorks提供强大的工具侦测追踪特征线并智能式拟合理论尖角线。尖角线抽出，可以被延长，同其他线相交从而建立尖角。



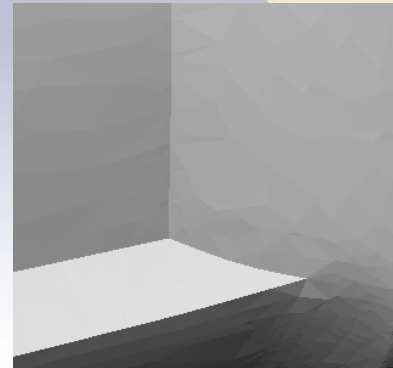
1-编辑前的三角化模型



2-智能化拟合的尖角曲线



3. 曲线延长并相交



4. 曲线和尖角插入模型，建立了完美的理论尖角线和尖角。

B) 建立简洁而致密的三角化网格

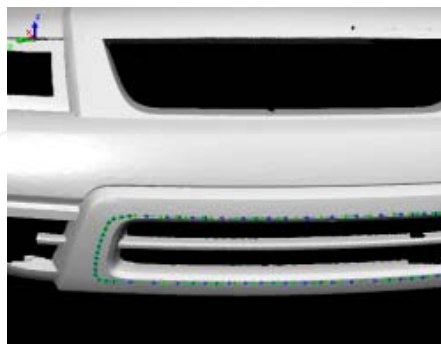
以下建立简洁致密模型的步骤:

▪ 修补扫描阶段产生的洞:

- PolyWorks
提供各种补洞工具来封闭三角化模型表面。对于小的中等复杂的洞，用户可以使用自动补洞方式，在用户定义的3D桥接距离内平顺地插入同周边曲率一致的三角面。
- 对于较大较复杂的洞，用户可以在三角化模型上建立复合贝赛尔曲面或NURBS曲面，然后插入同物体曲率一致的三角化面。

▪ 删除模型中不必要的特征:

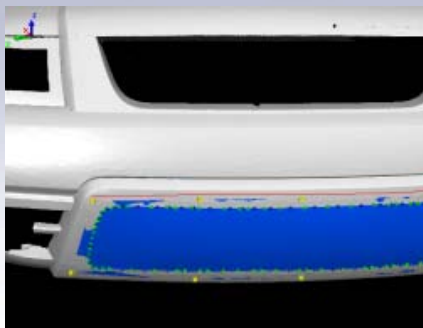
- 这一操作的目的是尽量减少三角面数量。CFD软件，如Exa's Power-Flow，经过了优化，可处理三角面达100,000个的三角化模型。为减少三角面数量，用户可以移除模型小细节区域的不必要的三角面，例如凹槽，空气隔栅等
- 用户可以用复合贝赛尔曲面或NURBS曲面在这些区域重新建立三角网格。



1-前保险杠的隔栅附近定义并插入了一条曲线。



2-选中曲线内部区域并删除。



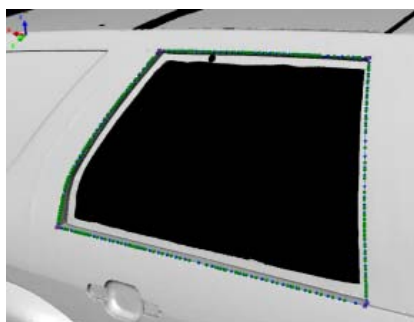
3. 沿洞的周边拟合了一个由三个片体组成的复合贝塞尔曲面。



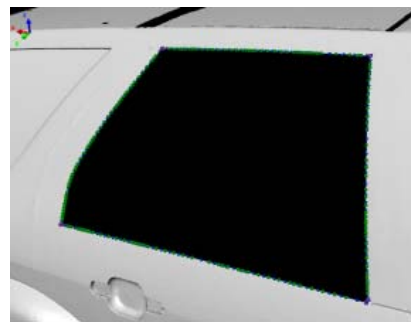
4. 网格化贝塞尔曲面，形成的三角面同周围的三角面平顺相接。

C) 插入CAD曲面

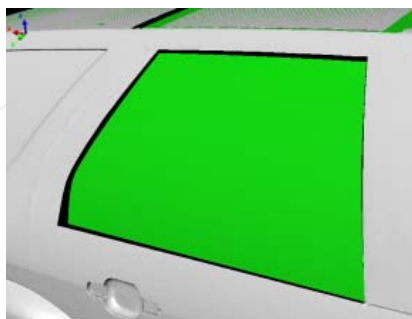
- 可以插入现有CAD模型中的部件来补充元素，例如下车身，车轮，风挡，窗玻璃和大灯。
- 贝塞尔曲面或NURBS曲面可以填充没有CAD数据的区域。



1-车窗周边定义并插入一条曲线。



2-选中曲线内部区域并删除。



3-插入来自CAD模型的网格化曲面。



4. 网格化曲面同周围三角面连接。模型达到致密。

3. 减少三角面数量并优化三角方向

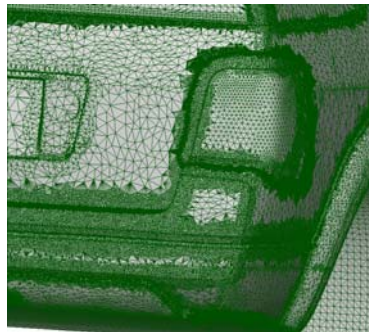
PolyWorks

自适应网格划分技术能智能地创建三角化模型，在边界和倒角处保留高精度（小三角面）的同时，在平坦区域生成较大的三角面。为符合Exa PowerFlow的严格要求，三角化模型需具备以下条件：

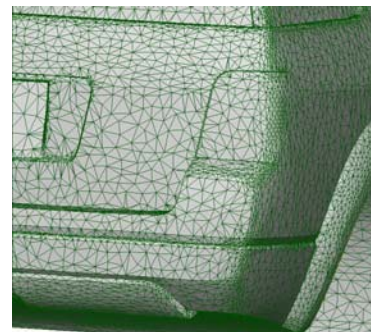
- 包含大约100,000个三角面
- 不含有坏比例三角面（高/底）
- 所含三角面的方向同物体的曲率方向一致

PolyWorks提供了先进的技术以准备满足这些条件的模型用户可以：

- 将减少参数设成目标三角面数量。
- 设置最大边长度防止建立坏比例的大三角面。
- 规定边界侦测角度以保持特征线。
- 利用网格优化算法对齐三角形的边，使其沿着曲率流方向。



减少和优化前含有1,000,000个三角面的编辑模型



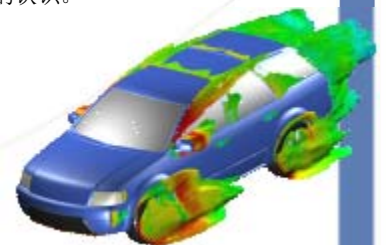
三角面方向顺着物体曲率的含有100,000个三角面的模型

PolyWorks提升CFD分析至一个新的水平

最终，PolyWorks以STL格式导出一个最理想的三角化模型，导入Exa's PowerFlow用以CFD仿真。PowerFlow将三角化模型转换成Voxel网格来描述实体面，计算在某考察时间内微粒是怎样移动，相互撞击并同实体面撞击的。PolyWorks前导的由PowerFlow进行的CFD分析，提供了一系列单靠物理风洞仿真不能实现的优势，使汽车界专业人士对流场性能有了超前的认识。

使用PolyWorks优化CFD分析的优点：

- ✓ 最小化模型准备时间，从而留出更多时间获得更好的分析结果
- ✓ 在概念设计阶段提供更多信息
- ✓ 打开了通向快速产品开发的大门
- ✓ 为市场提供质量出众的产品
- ✓ 产生极大的成本节约



福特汽车公司的模型图