

ZWCAM模块开发

ZWCAM产品事业部

甘文峰

广州中望龙腾软件股份有限公司

www.zwcad.com

报告内容

- 一、ZW3D应用模块简介
- 二、钣金模块
- 三、点云模块
- 四、CAM模块
- 五、综合应用与小结

报告内容

- 一、ZW3D应用模块简介
- 二、钣金模块
- 三、点云模块
- 四、CAM模块
- 五、综合应用与小结

一、应用模块简介

- ZW3D总体架构图（未完成）

- ◆ 从上至下，由浅入深

- 应用层：各应用模块
 - 业务层：显示、交互、特征
 - 数据层 (拓扑数据)：拓扑、对象、历史
(几何数据)：Geom、Nurbs、三角、几何运算
 - 核心层：内存、错误处理、抽象、基础数学

一、应用模块简介

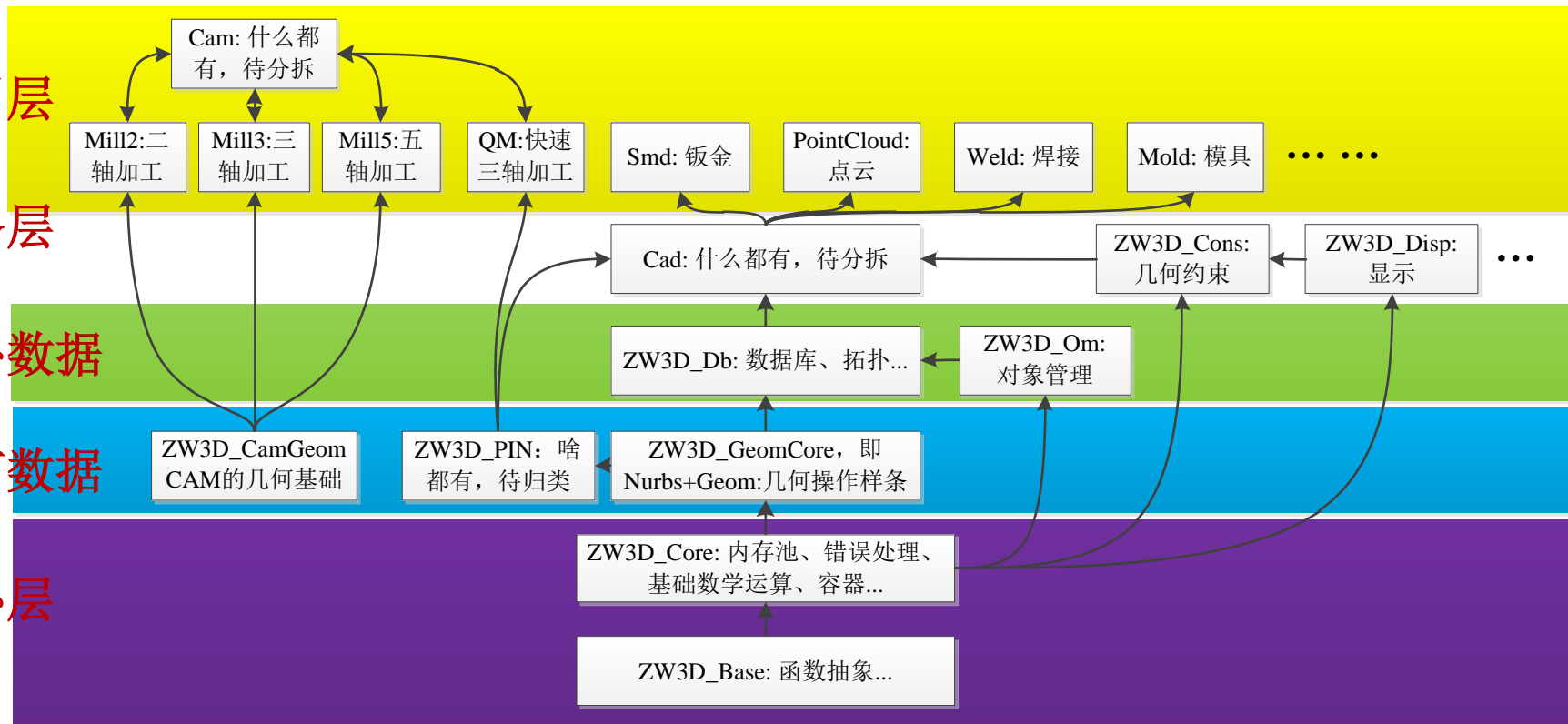
• 应用层

• 业务层

• 拓扑数据

几何数据

• 核心层



一、应用模块简介

- 常见应用模块

- ◆ 造型类:

- 钣金Smd
 - 点云PointCloud
 - 焊接Weld
 - 模具Mold
 - ...

- ◆ 加工类: CAM及其下属模块

- Lathe、Mill2、Mill3、Mill5、QM...

- ◆ 有可能增加的应用模块

- 增材制造、产线规划、机器人规划
 -

报告内容

- 一、ZW3D应用模块简介
- 二、钣金模块
- 三、点云模块
- 四、CAM模块
- 五、综合应用与小结

二、钣金模块

- Smd (Sheet Metal Design) 钣金设计

- ◆ 目的：创建板壳类零件造型，并求解折叠前平板的形状，便于用户准备材料。
- ◆ 应用：汽车覆盖件、小五金、箱体外壳...



二、钣金模块

- 基本概念

- ◆ 折叠/展开
- ◆ 静止面/折弯面/法兰面
- ◆ K因子

- 重要命令

- ◆ 创建类:

- 拉伸基板、全法兰、部分法兰、折边、扫掠法兰...

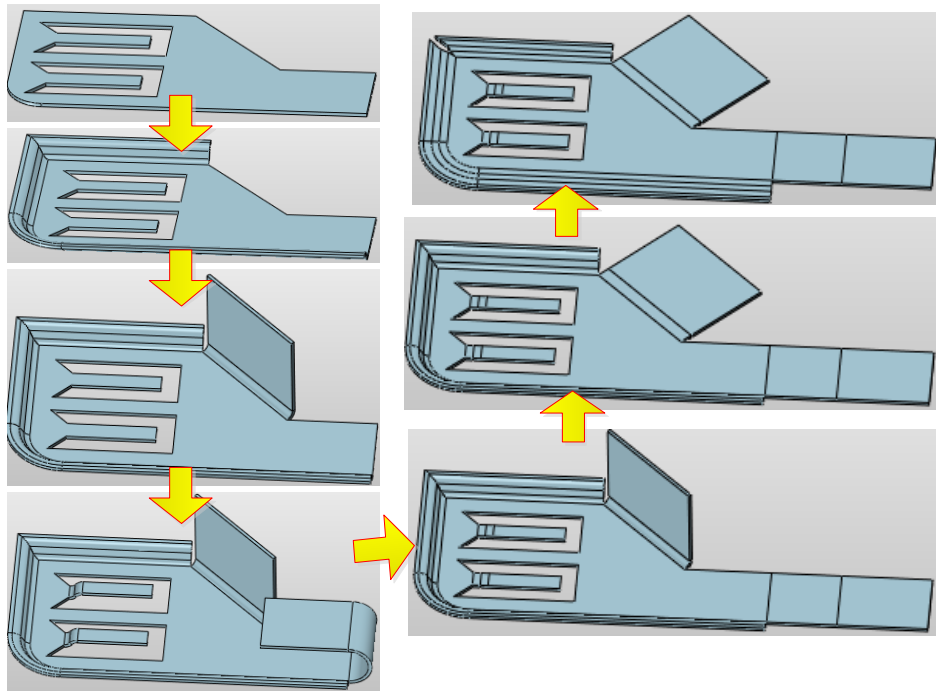
- ◆ 编辑类:

- 延伸法兰、闭合角...

- ◆ 特殊造型:

- 百叶窗、压痕、冲压...

- ◆ 展开/折叠



二、钣金模块

- 待开发功能
 - ◆ 更强大的展开/折叠功能
 - 保持展开视图状态，而非特征
 - 带特征的展开/折叠（用于Bead）
 - ◆ 更多特殊造型
 - Bead、Gusset、Lance...
 - ◆ 造型库
 - 以Shell和Punch为基础的功能
 - 实体操作与多文件管理结合

报告内容

- 一、ZW3D应用模块简介
- 二、钣金模块
- 三、点云模块
- 四、CAM模块
- 五、综合应用与小结

三、点云模块

- Point Cloud 点云及反求工程

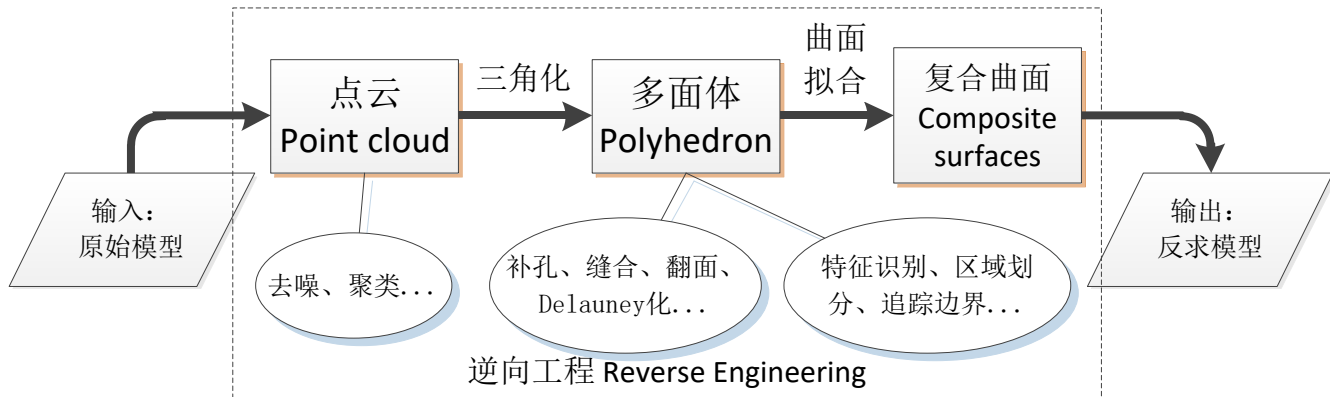
◆ 目的：根据用户输入的大量点(点云)，重建NURBS造型。



三、点云模块

• 基本概念

- ◆ 三个阶段：点云、多面体、复合曲面
- ◆ 两个重要操作：
 - 点-->多面体：点云三角化
 - 多面体-->复合曲面：曲面拟合
- ◆ 其它辅助功能：
 - 点云阶段：去噪、聚类...
 - 多面体阶段：补孔、翻面、追踪特征线...



报告内容

- 一、ZW3D应用模块简介
- 二、钣金模块
- 三、点云模块
- 四、CAM模块
- 五、综合应用与小结

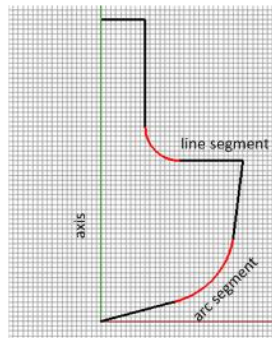
四、CAM模块

- 概念：CAM(Computer-aided Manufacturing) 计算机辅助制造
 - ◆ 目的：根据用户输入工件、刀具、加工方法、加工参数，生成刀具路径。
 - ◆ 按加工形式分类：
 - Lathe/Turning：车削
 - Mill2：二轴加工、线切割、电火花...
 - Mill3：三轴加工、曲面刻字...
 - QM：同样是三轴加工，实现的原理不同，多用于模具的加工。
 - Mill5：四/五轴加工、木工雕刻、牙科义齿...

四、CAM模块

• 4.1. 基本定义

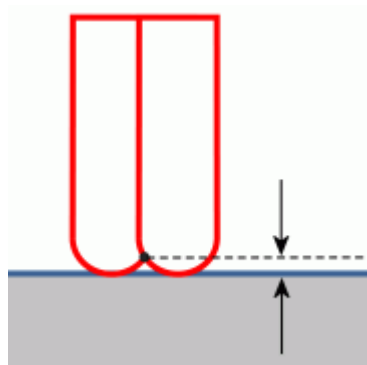
- ◆ 工件：用户想要得到的理想形状
- ◆ 毛坯：上一步加工结束得到的实际形状
- ◆ 刀具：
- ◆ 刀路：控制刀具运动的轨迹，通常是刀位点轨迹
 - 刀触点：刀具表面与工件表面相切点
 - 刀位点：通常是刀尖点
- ◆ 加工：刀具沿着刀路运动，切除毛坯材料，留下刀触的包络形状
- ◆ 残留误差（残高）：加工得到的实际形状与理想形状之间的误差



(a)



(b)



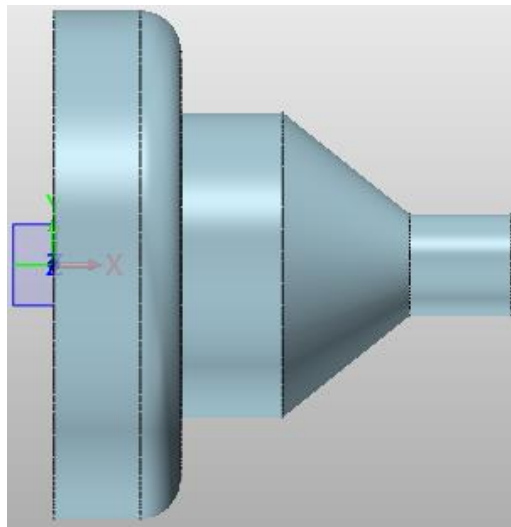
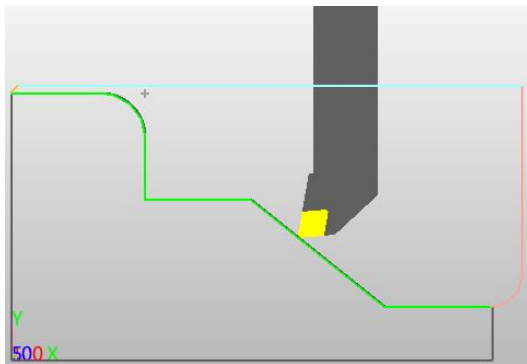
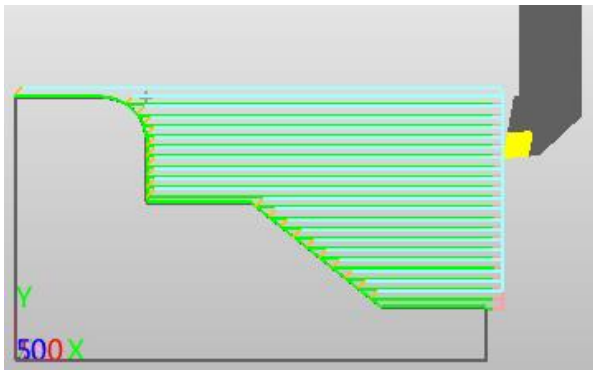
四、CAM模块

• 4.2. 车削Lathe/Turning

◆ 基本要素

- 工件：以平面线框轮廓表达的回转体
- 刀具：车刀
- 加工方法：粗加工（层切）、精加工、车端面、切槽、切断

◆ 示意图：

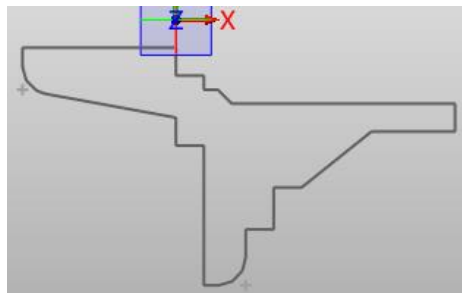
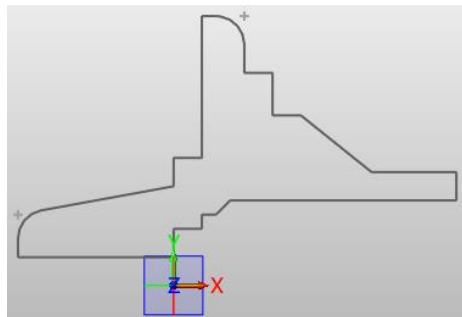
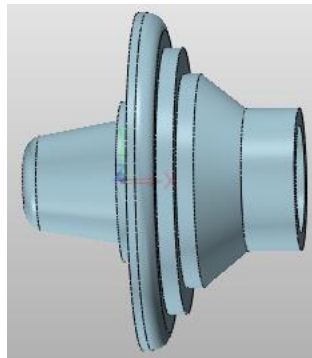
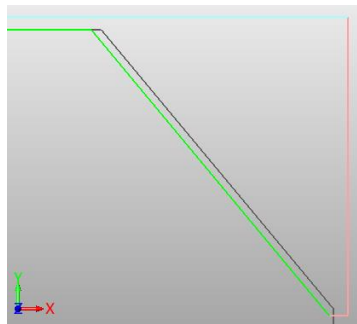


四、CAM模块

• 4.2. 车削Lathe/Turning

◆ 关键算法

- 平面线段偏置：从工件轮廓求刀位点，刀具形状补偿
- 轮廓投影：车床主轴和刀架配置，工位安排
- 轮廓镜像：用户输入图形的象限，机床配置输出的象限



四、CAM模块

• 4.3. 二轴铣削Mill2

◆ 基本要素

- 工件：以平面轮廓和边界表达的形状
- 刀具：
 - 平底铣刀，在平面内可以认为是一个圆；
 - 成型铣刀，通常是一个锥面，用于倒角；
- 加工方法：
 - 单纯走轮廓：Profile、Chamfer、Corner Round...
 - 区域填充：Spiral、Zigzag、Box、Contour...

◆ 示意图

四、CAM模块

- 4.3. 二轴铣削Mill2

- ◆ 关键算法

- 高度层次树：多个高度的不同层关系树
- 区域层次树：类似于造型中的外环/内环
- 平面轮廓偏置：
- 平面区域布尔：
- 区域内样式填充：

- ◆ 待实现算法

- **D-Loop**：欠加工区域补偿
- 轮廓属性：外部进刀
- ...

四、CAM模块

- 4.4. 曲面三轴铣削Nurbs Mill3 (大部分功能已被QM代替)

- ◆ 基本要素

- 工件：以NURBS+STL表达的零件形状
- 刀具：APT-5或者APT-7参数表达

- ◆ 示意图：

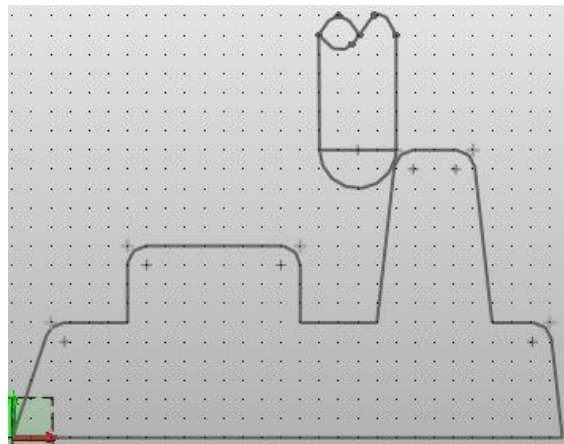
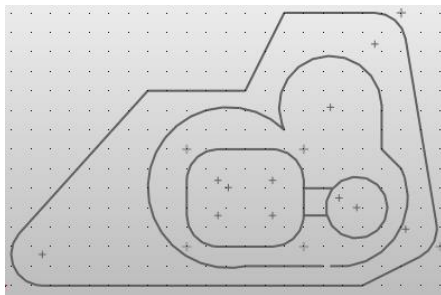
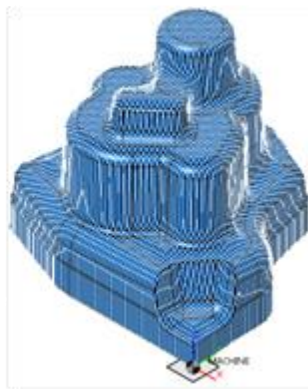
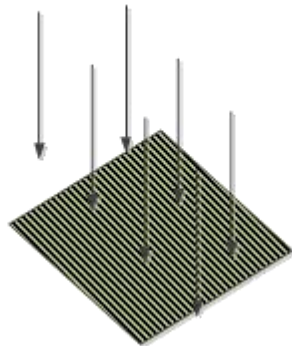
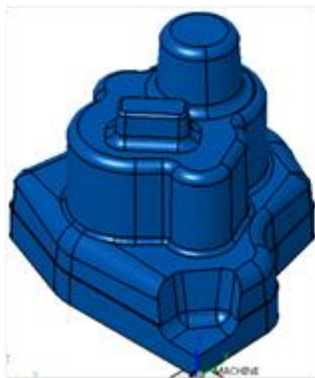
四、CAM模块

4.5. 快速铣削QM

◆ 基本要素

- 工件：以STL表达的零件形状
- 刀具：APT刀具
- 加工方法：
 - 粗加工：Offset2D
 - 精加工：Z-Level、Lace、Offset3D
 - 特殊加工：清角CornerFinish、角度限制AngleLimit
- 刀路限制：平面和空间中的刀路限制

◆ 示意图：



四、CAM模块

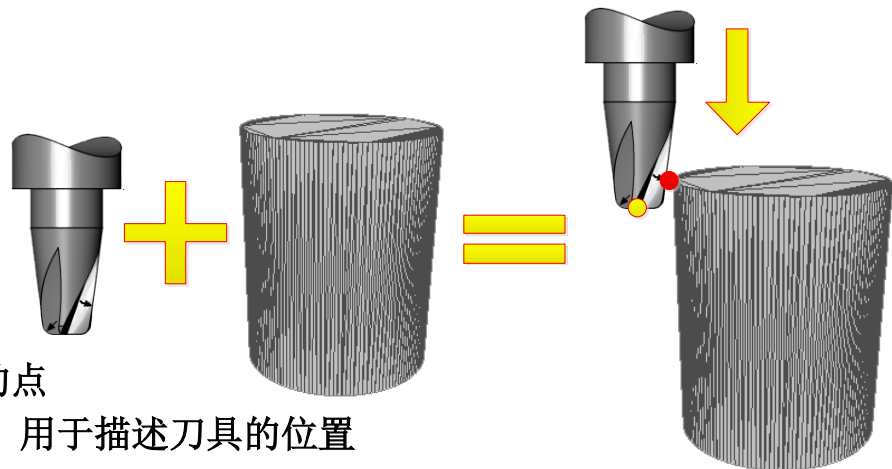
4.5. 快速铣削QM

◆ 本质：刀具与工件的求交运算Intersection

- 工件：以STL表达的零件形状
- 刀具：APT刀具

◆ 基本概念：

- 刀具是一个回转体，工件是一个STL模型
- 刀具与工件求交，求第一个接触位置
- 刀触点Cutter Contact (CC) 是刀具与工件接触的点
- 刀位点Cutter Location (CL) 是此时的刀尖坐标，用于描述刀具的位置

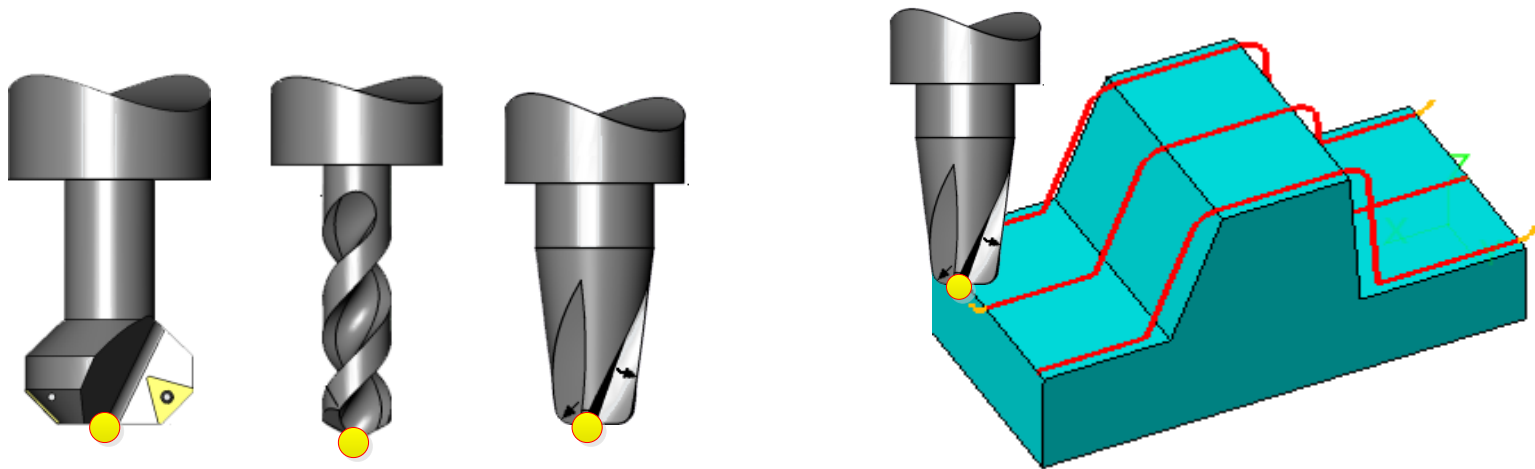


四、CAM模块

4.5. 快速铣削QM

◆ 基本原理

- 由于刀具形状多样，通常以刀尖来记录【刀位点】。在三轴加工中，刀具总是竖直的。有了刀位点，刀具的位置和姿态就惟一确定。
- 将所有刀位点（CL）按顺序连接，加上一些后处理，即成为用户所需要的刀路（Toolpath）

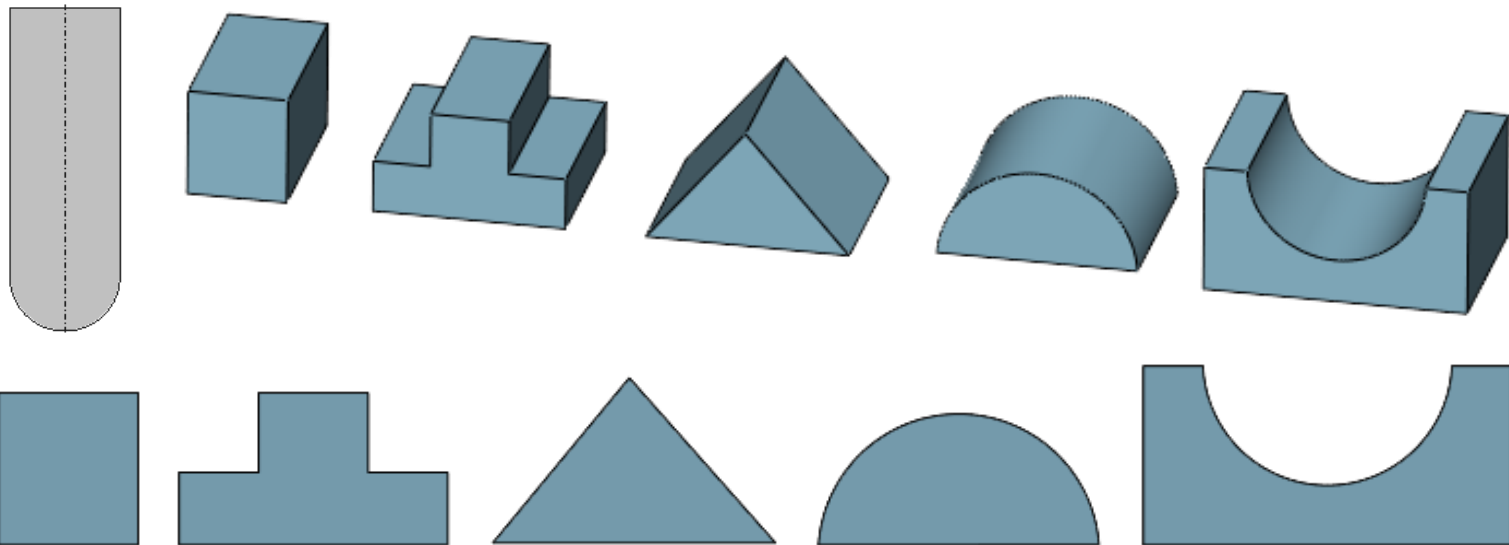


四、CAM模块

4.5. 快速铣削QM

◆ 刀路生成思考题：

- 假如刀具侧面形状如下（半球形），工件侧面形状分别如图所示，请绘制通过Drop操作产生的CL刀路

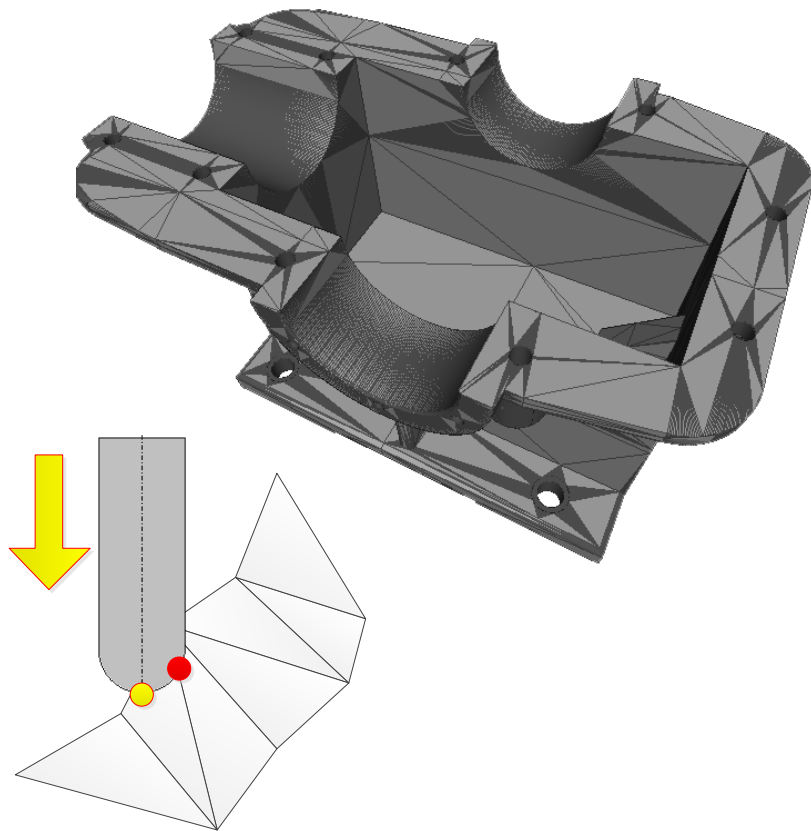


四、CAM模块

4.5. 快速铣削QM

◆ 求交刀路的效率问题:

- 假如使用穷举法Exhaust Method
- 刀具轮廓分成 n 段
- 工件形状包含 m 个三角形（百万量级）
- 刀轨包含 k 个Drop点（十万量级）
- 时间复杂度 $O(m*n*k)$



四、CAM模块

- 4.5. 快速铣削QM

- ◆ 关键算法

- **EEUG**: 生成四边模型，模型密化
- **Slice**: 平面与四边模型求截面线
- **Drp**: 刀具与三角网格求交
- **NewDrp**: 刀具与四边模型求交
- **Chop**: 三维网格上的等距偏置
- **Join**: 平面网格内的点连接
- **Containment**: 平面内刀路限制与空间中的刀路限制
- ...

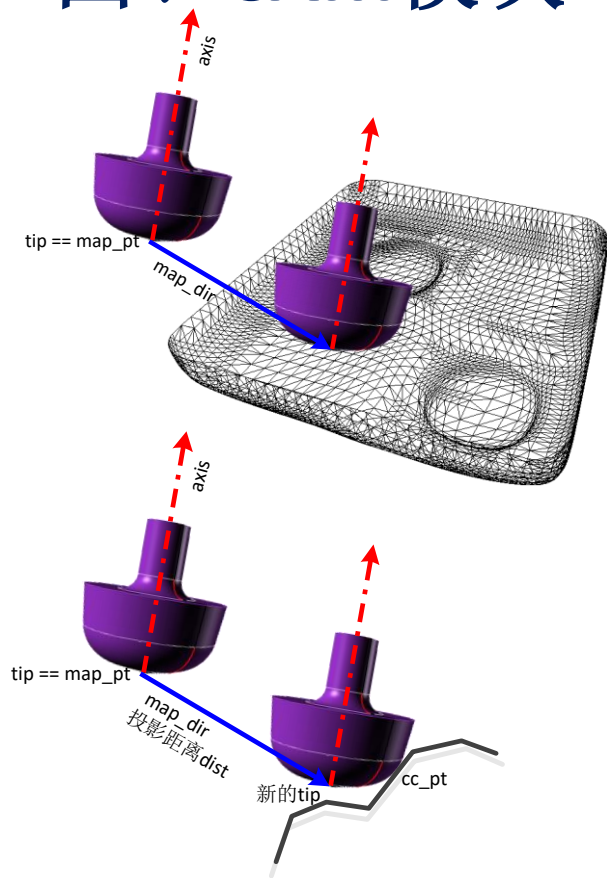
四、CAM模块

4.6. 五轴铣削Mill5

◆ 基本要素

- 工件：以STL表达的零件形状
- 刀具：以直线和圆弧轮廓表达的回转体
- 加工方法：基本都是精加工
 - 生成一条导向曲线，在导向曲线采点，得到投射起点和刀具姿态；
 - 生成一系列投射方向；
 - 进行刀具投射，求刀触点/刀位点。

◆ 示意图：



四、CAM模块

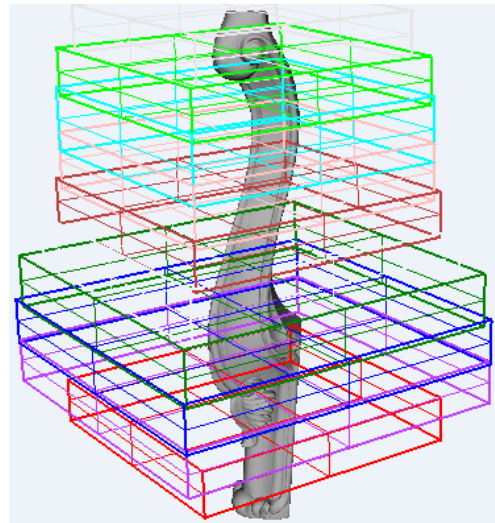
4.6. 五轴铣削Mill5

◆ 关键算法

- 刀具与三角网格（STL）求交
- 投射方向试探
- 刀具姿角试探

◆ 待实现算法

- 三角网格空间排序与定位：减少无效求交运算
- ...



四、CAM模块

4.7. CAM模块共性技术

◆ 刀具刀柄库

- M2、M3、QM、M5均为铣削，刀具刀柄为回转体。应该统一定义，以直线和圆弧轮廓表达。
- Lathe略有不同，可忽略。

◆ 进退刀

- 统一路径的称谓及定义：
 - Mill2, Lathe: Approach、Engage、Retract、Departure
 - Mill3、QM、Mill5 : Traverse、Lead In、Long Link、Short Link、Lead Out、
- 统一各类路径**Feed/Speed**，显示颜色

◆ ...

报告内容

- 一、ZW3D应用模块简介
- 二、钣金模块
- 三、点云模块
- 四、CAM模块
- 五、综合应用与小结

五、综合应用与小结

- 综合应用
 - ◆ 钣金行业
 - 造型、排料、下料
 - ◆ 塑料制品行业
 - 反求、加工
 - ◆ ...

感谢您的聆听

Thank you for listening