



版权声明

本内容均属e-works(e-works数字化企业网、武汉制信科技有限公司)会议论坛上所获取的资料,版权归e-works及演讲人单位及个人所有,严禁任何媒体、网站、个人、或组织以任何形式或出于任何目的在未经本公司书面授权的情况下抄袭、转载、摘编、修改本会议资料内容,另本资料内容禁止上传至百度文库等任何网站。对有违反上述行为而构成的版权侵权行为, e-works将依法追究其法律责任。

如已是e-works授权合作伙伴,应在授权范围内使用。合作伙伴申请: e-mail:lxl@e-works.net.cn tel:02787592219/20/21-115

www.e-works.net.cn
e-works数字化企业网
武汉制信科技有限公司

Delcam与未来智造 -基于工艺标准化的智能制造技术

翟万略

Delcam China 技术总监

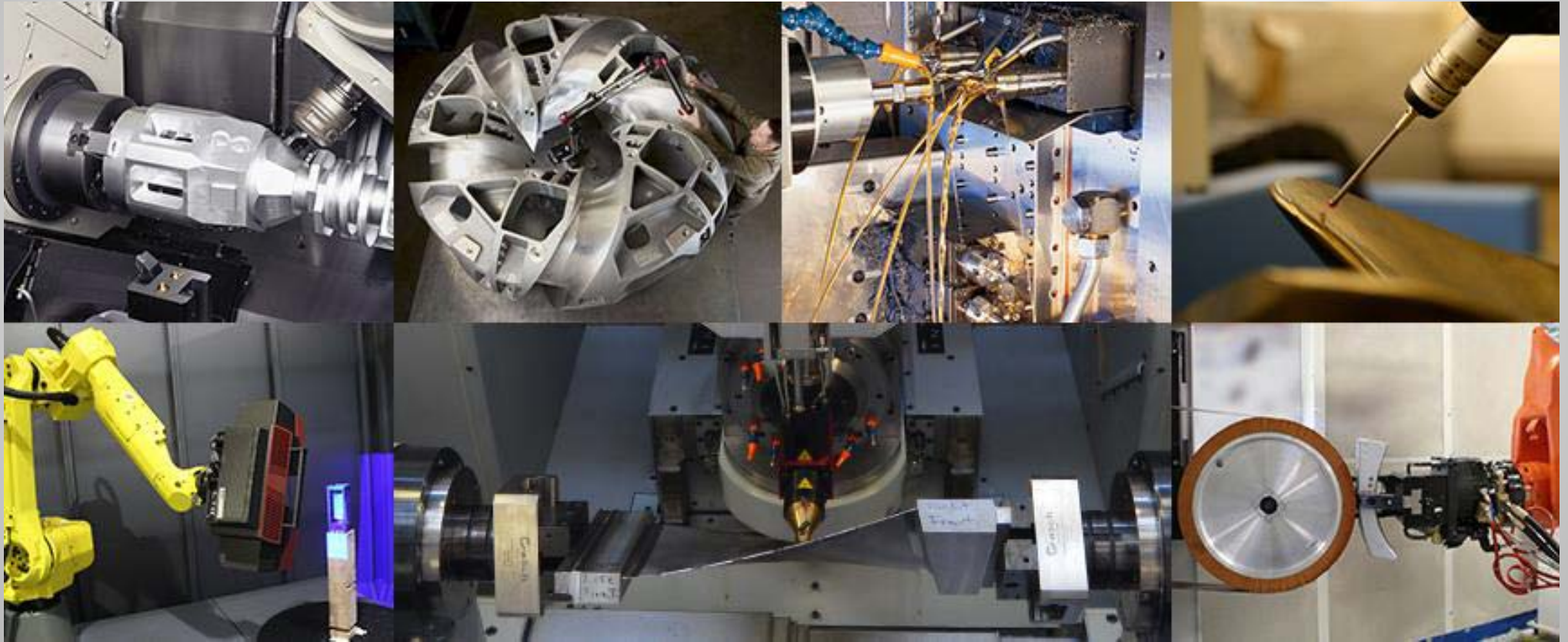
中国制造2025：智能制造是主攻方向

Delcam着重关注机械加工领域的智能制造

什么是机械加工领域智能制造的主攻方向？

案例分享

以各类制造装备为依托的“智能单元” 是智能制造的主要方向和根本



智能单元需要解决的问题：

- 必须让数控装备具备可数据追溯的“智能”
- 必须在智能单元解决加工效率问题
- 必须在智能单元解决加工品质问题
- 必须在智能单元解决降低人为因素的问题



智能单元的“智能”表现为三个方面：

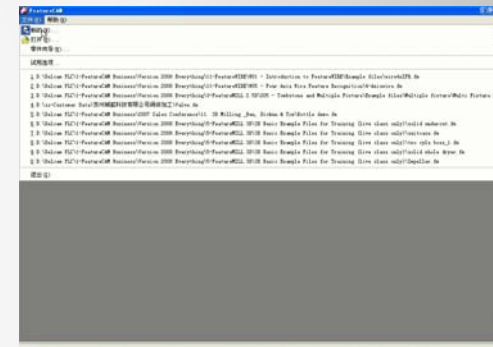
- 装备开动前的“智能工艺规划”方面；
 - CAD/CAE/CAM工作，针对不同行业、应用甚至用户进行核心工艺规划，形成“制造知识库”；
 - 工艺规划本身的效率和品质方面；
 - 工艺规划将影响装备的动作方面
- 装备准备过程中的“智能准备”方面；
 - 装备精度自检；
 - 智能装夹；
 - 智能找正对齐；
 - 依据数据，增强装备的“感知”能力
- 装备开动后的“智能控制”方面；
 - 过程质量控制
 - 检测技术前置

工业4.0——从智慧工厂到智能生产



智能单元的“智能”表现为三个方面：

- 装备开动前的“智能工艺规划”方面；
 - CAD/CAE/CAM工作，针对不同行业、应用甚至用户进行核心工艺规划，形成“制造知识库”；
 - 工艺规划本身的效率和品质方面；
 - 工艺规划将影响装备的动作方面。
- CAM作为承载“制造知识库”平台的选择方式：
 - 选择专业规划编程软件：
 - 如 Delcam ArtCAM 应对造币雕刻加工等专业应用；
 - 如 Delcam PartMaker 应对医纵切、车铣复合加工等专业应用；
 - 选择自动化程度高的编程软件：
 - 如 Delcam FeatureCAM 应对简单工件的自动化加工
 - 选择功能强大的通用软件进行定制开发：
 - 如 Delcam PowerMILL 应对复杂工件的定制开发应用
- 这是目前模具行业无人化值守的主攻方面



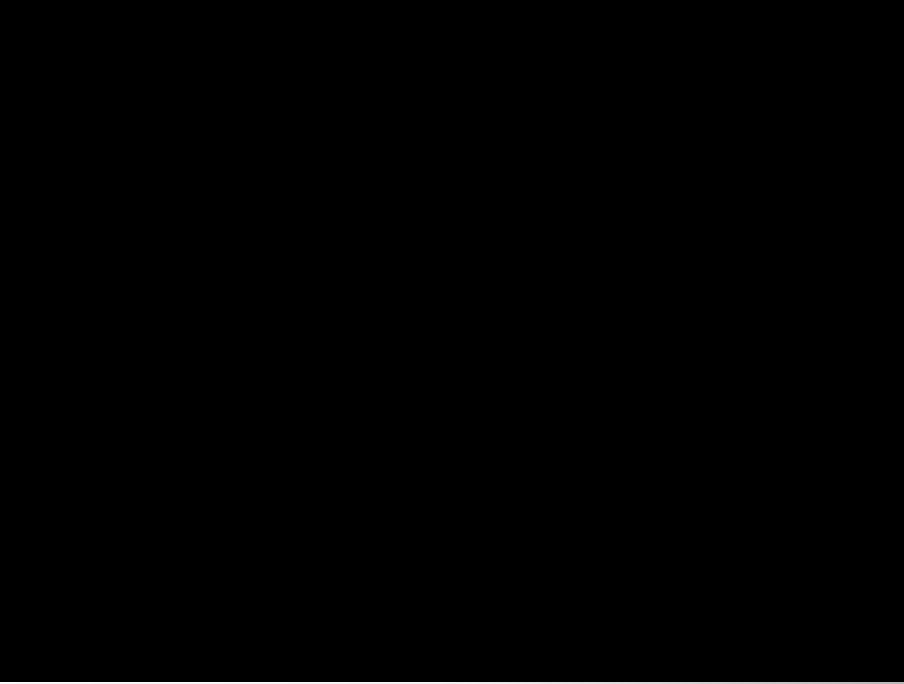
智能单元的“智能”表现为三个方面：

- 装备准备过程中的“智能准备”方面；
 - 装备精度自检；
 - 智能装夹；
 - 智能找正对齐；
 - 依据数据，增强装备的“感知”能力
- 使用在机检测技术增加装备的感知能力；
 - 使用 Delcam NC-Checker进行装备精度自检
 - 使用 Delcam PartLocator 进行智能装夹及找正
 - 使用 Delcam OMV进行测量编程
- 目前军工单位关注的智能制造主要方向之一

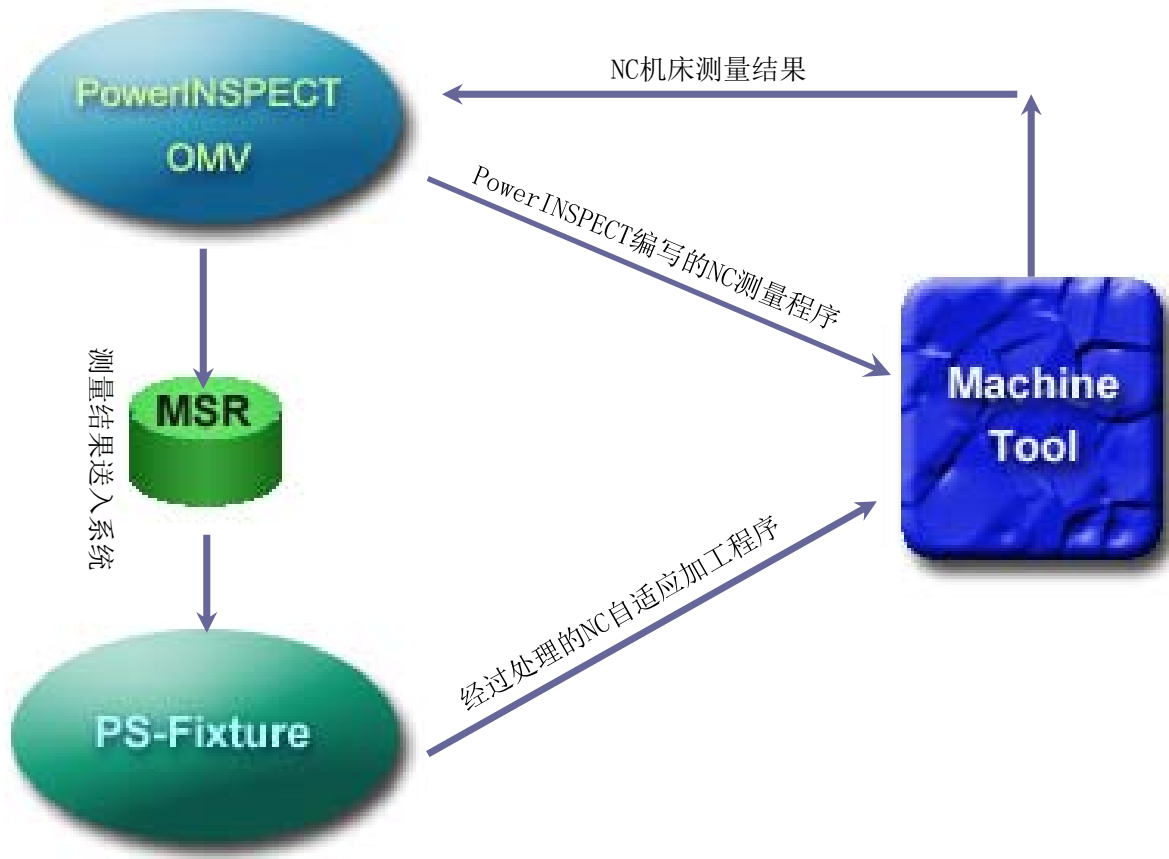
PowerINSPECT OMV
NC Checker
NC PartLocator

智能单元的“智能”表现为三个方面：

- 装备开动后的“智能控制”方面；
 - 过程质量控制
 - 检测技术前置
- 使用在机检测技术进行加工过程质量控制；
 - 使用 Delcam OMV 进行过程测量程序编制；
 - 使用 Delcam OMV 进行终检程序编制
 - 使用测量报告作为加工过程质量控制的依据
- 目前航空航天等单位关注的过程质量控制方面



自适应加工的处理过程

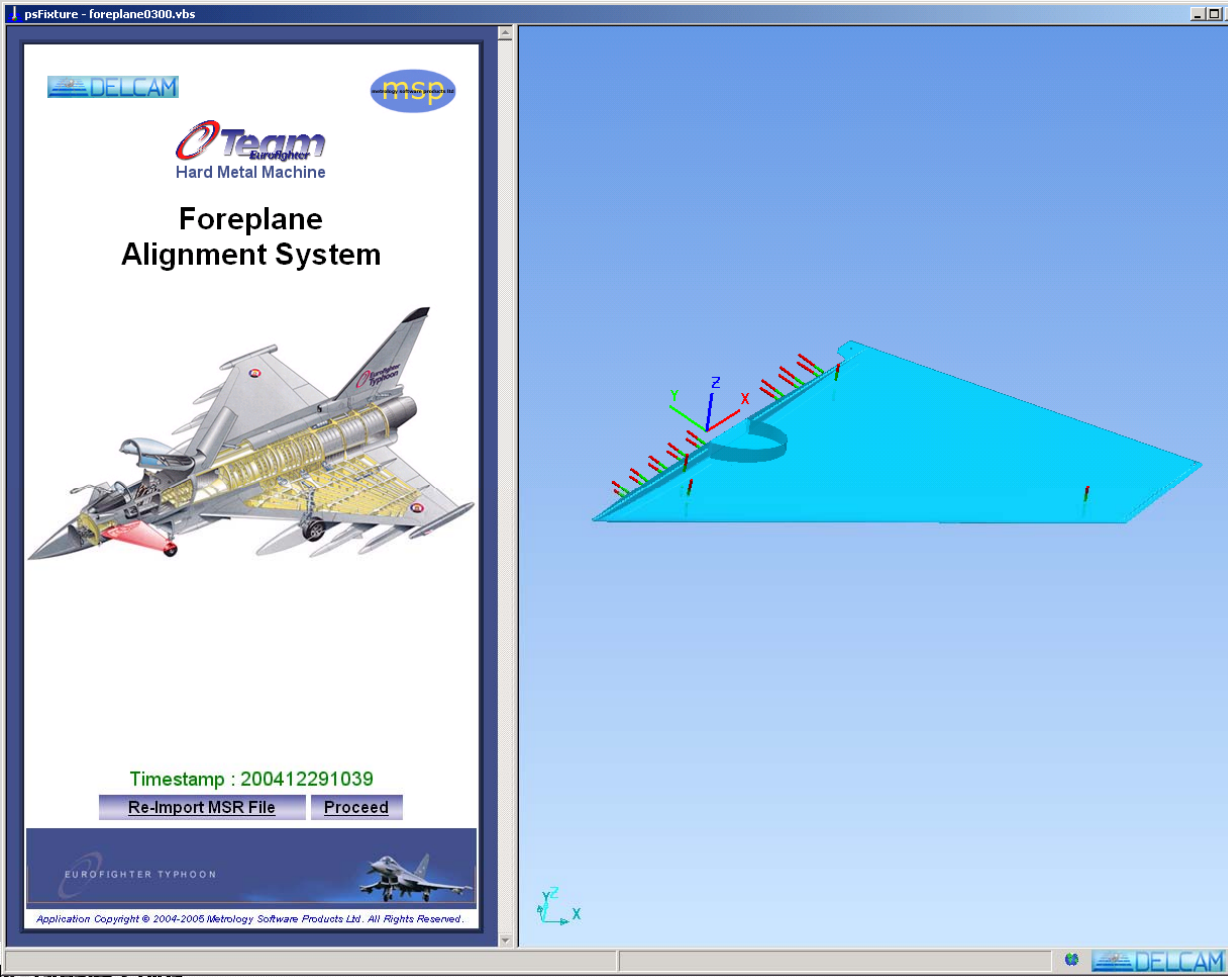


自适应 - 1



- 定义一个新的自适应加工
- 输入模型信息和模型号\图号或工艺号

自适应 - 2



■ 运行自适应加工系统规划的检测路径

Alignment Steps - 3

psFixture - foreplane0300.vbs

DELCAM

msp

Team Eurofighter
Hard Metal Machine

Foreplane Alignment System

Fitting Result

X: -18.598811

Y: -10.933123

Z: 1.003858

Primary Angle: -0.122215

Secondary Angle: -0.043979

Export Result to MIC File Finish

EUROFIGHTER TYPHOON

Application Copyright © 2004-2005 Metrology Software Products Ltd. All Rights Reserved.

Done

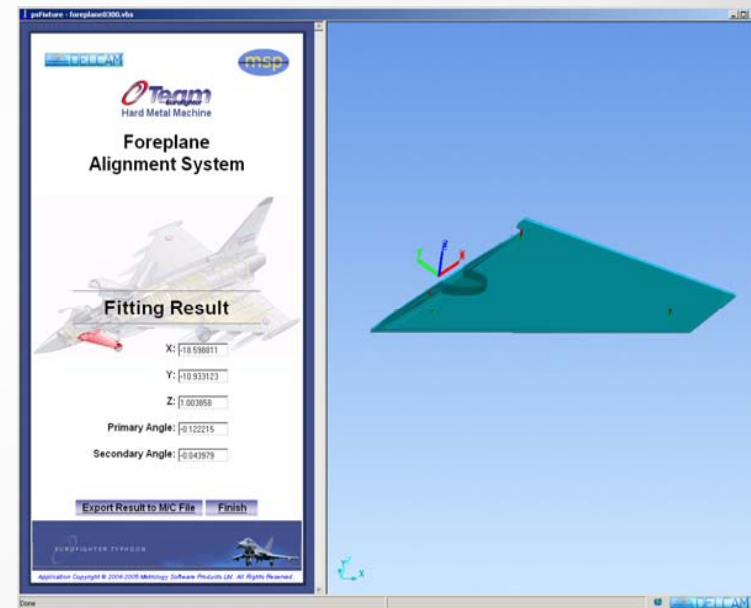
DELCAM

读取检测数据,并进行自适应计算

Alignment Steps - 4

 PS-Fixture 自适应转换数控系统坐标系

 操作检查



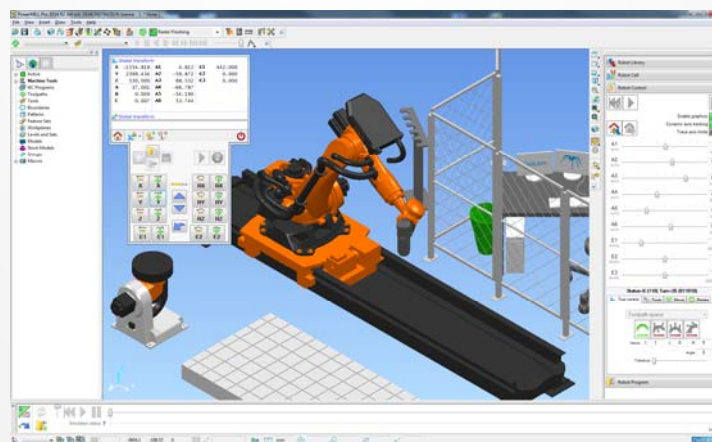
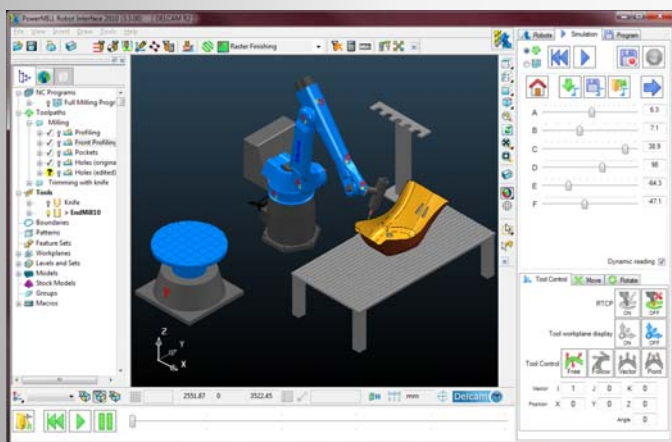
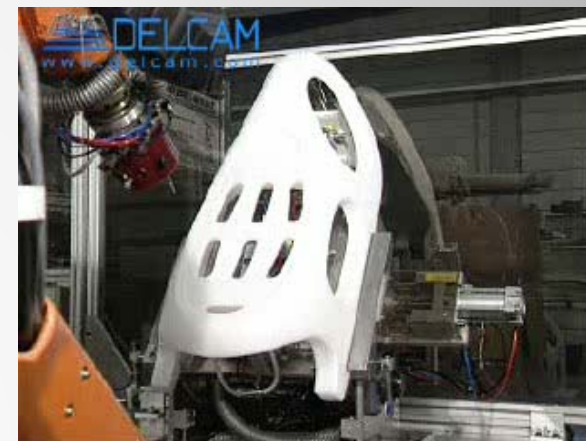
 执行标准的零件加工程序

工艺改进前后装夹方式差别



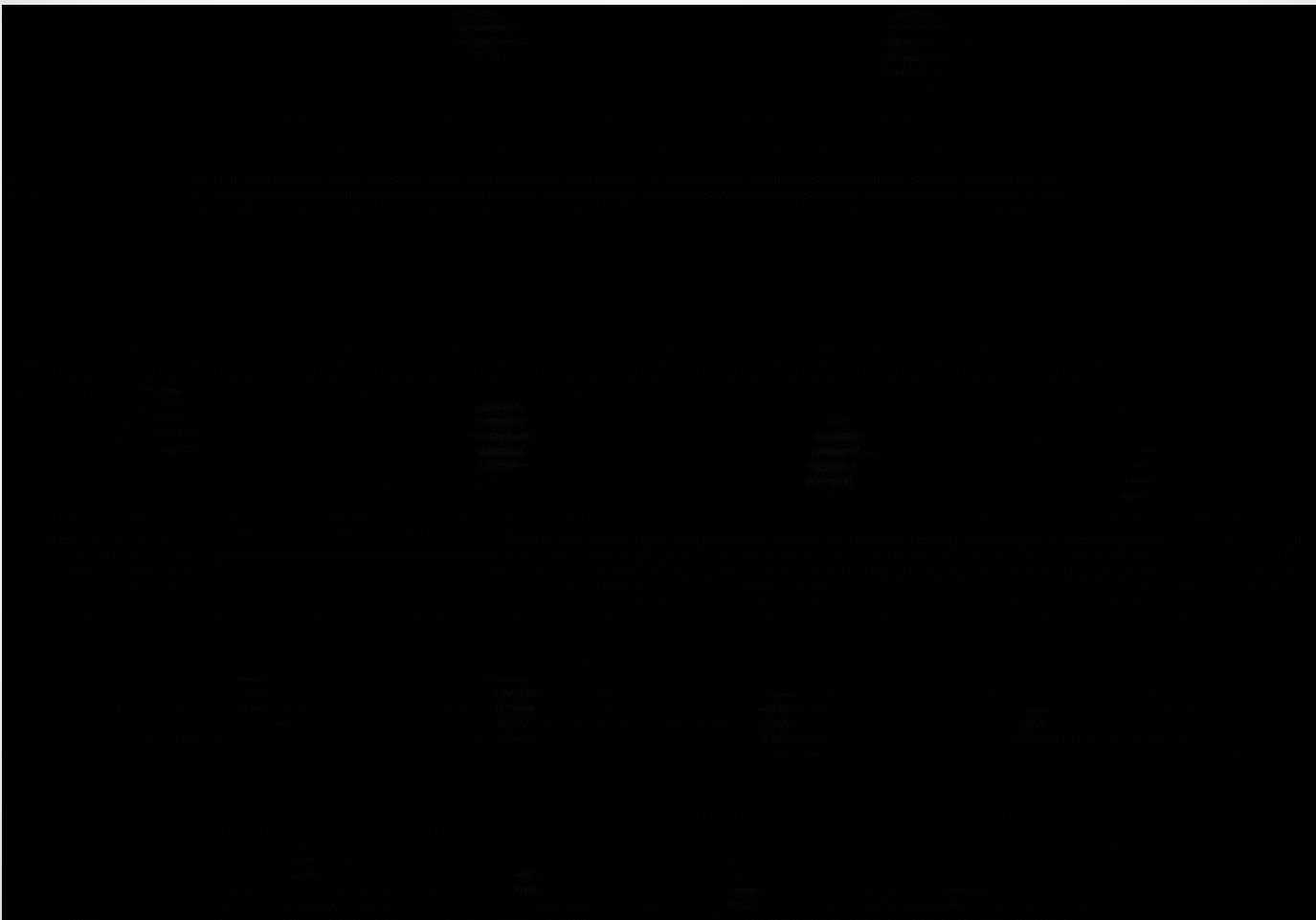
智能单元有可能涉足的几个节点关键技术：

- 工业机器人加工技术
 - 工业机器人脱机编程 PowerMILL-Robot Interface
 - 产品加工以及产品打磨应用
- 使3D打印增材加工技术
 - 轻量化设计 – Autodesk 轻量化设计解决方案
 - 轻量化制造 – 增材减材加工一体化



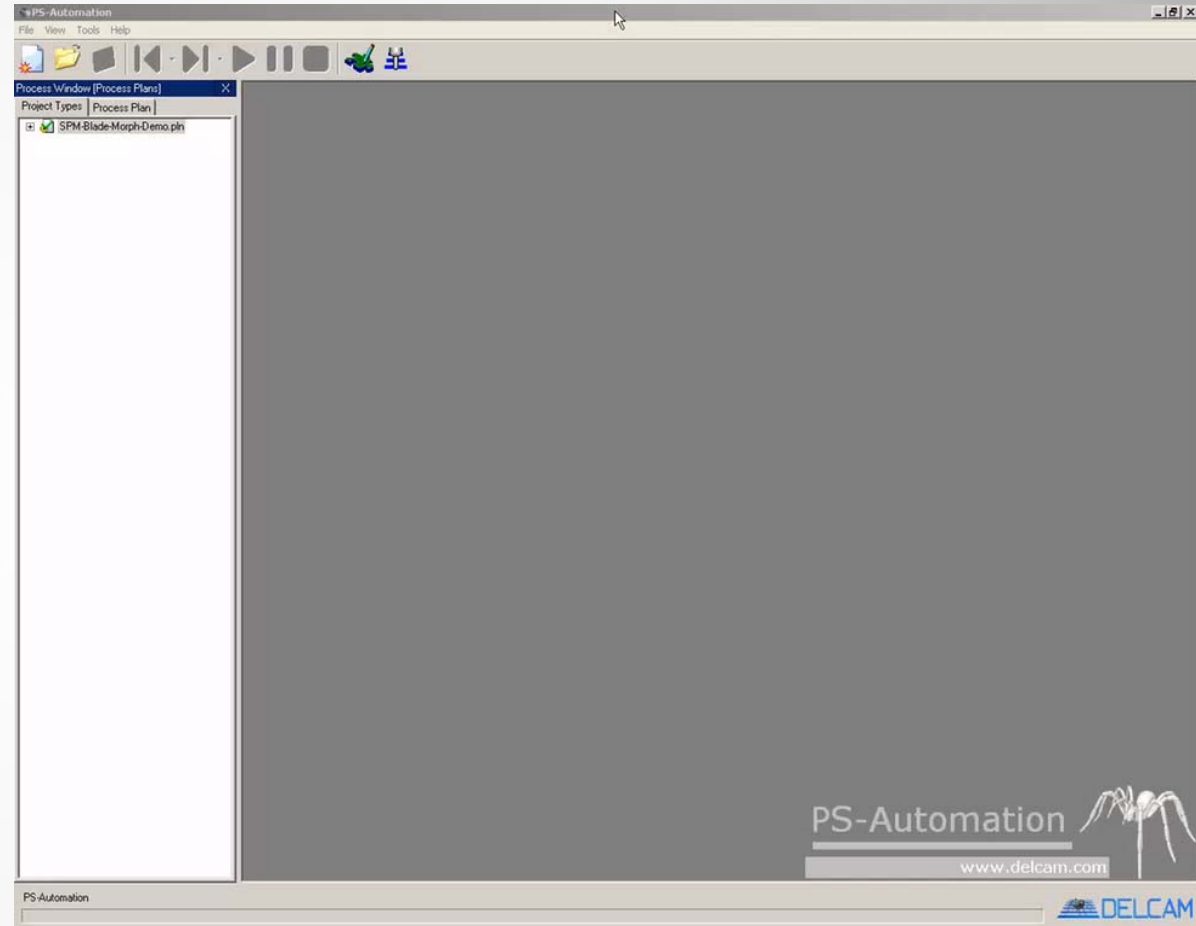
Delcam PowerMILL

在美国F35隐形战斗机的复材加工



高端智能制造应用实例

- 高端制造需解决高端问题；
 - 难加工材料加工工艺；
 - 变形工件智能加工工艺
- 综合使用CAD\CAM 以及检测技术
 - 航空精锻叶片
 - 飞机发动机叶片修复
 - 飞机蒙皮件
 - 动车大型结构件等





Automationsystem FCS Stampi Srl, Italy 意大利公司FCS Stampi Srl自动化系统



数字化先进制造 Delcam解决方案

Delcam 数字化先进制造 制造技术和软件服务于广泛的行业

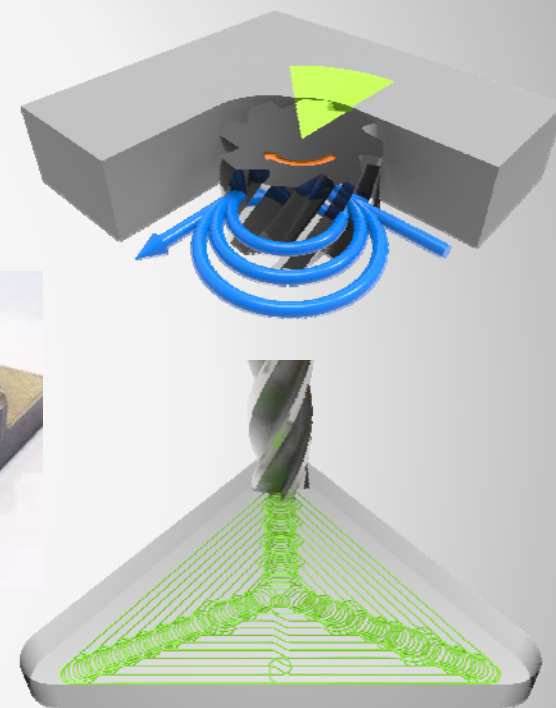
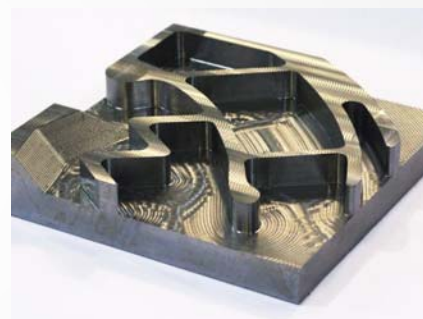


Delcam 数字化先进制造 支持车削、铣削、纵切、车铣复合、3D打印和机器人加工



数字化先进制造 Delcam高速加工

- 机床
- 刀具
- 加工工艺 – 旋风铣(Vortex)
- CAM软件
- 加工
 - 效率
 - 表面质量
 - 刀具节省
 - 工艺流程节省 – 放电加工



Vortex 

PowerMILL

MachineDNA

Introducing...

Vortex 

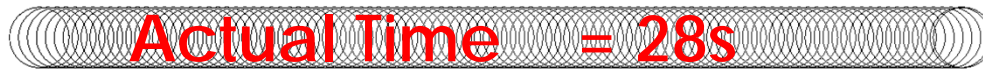


MachineDNA 

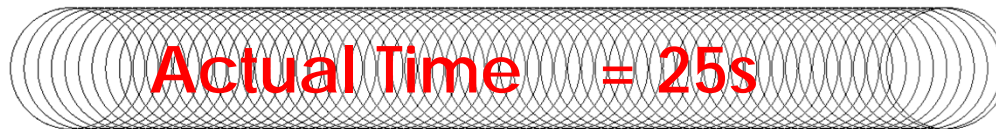
- MachineDNA 是高效加工领域一项独一无二的最新技术，这项技术帮助我们确定：
 - Vortex在当前机床最优化的摆线数据
 - 最优化的点分布
 - 圆弧和直线最优化的过渡方式

唯一一款把机床工况数据植入CAM系统的技术

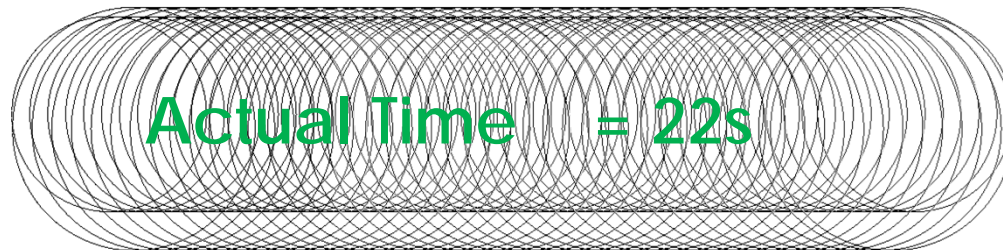
如何获得机床最优摆线数据？



Length = 2.80m
Radius = 4mm
Theoretical Time = 16s



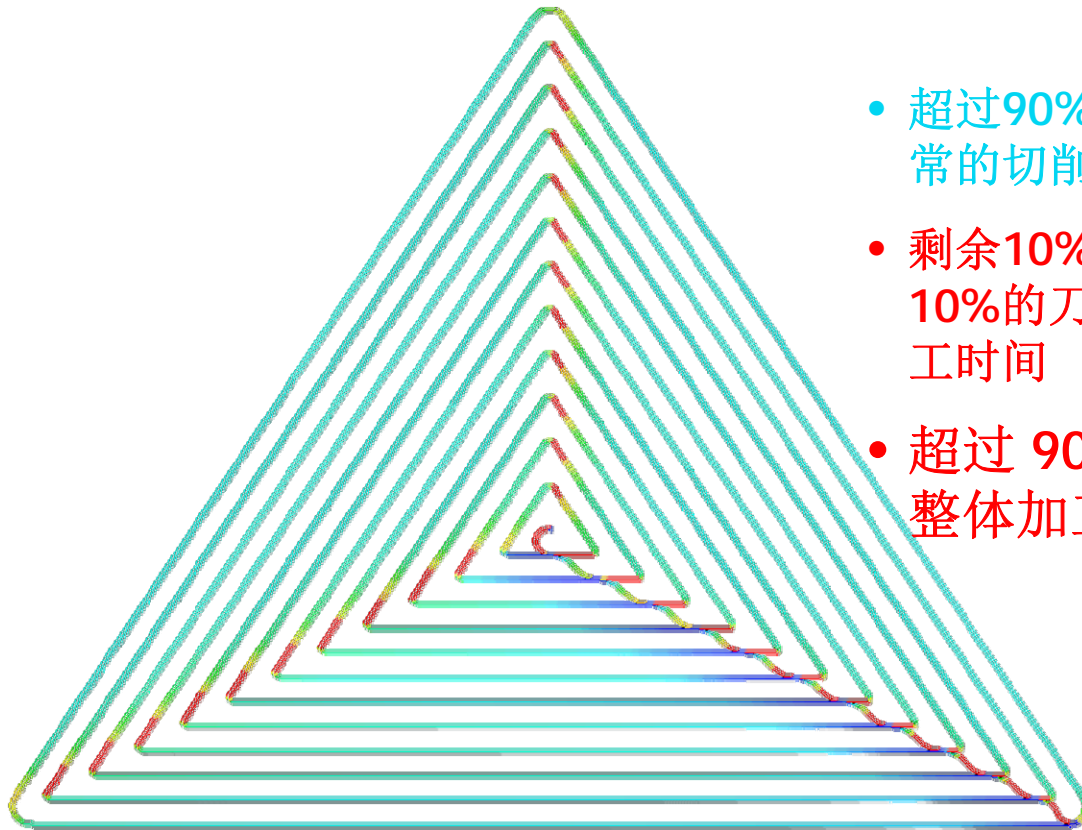
Length = 3.51m
Radius = 8mm
Theoretical Time = 21s



Length = 3.94m
Radius = 12.84mm
Theoretical Time = 22s

Actual Time = 25s

Machine = DMG DMU160P Feedrate = 10000mm/min
Control = Siemens 840D



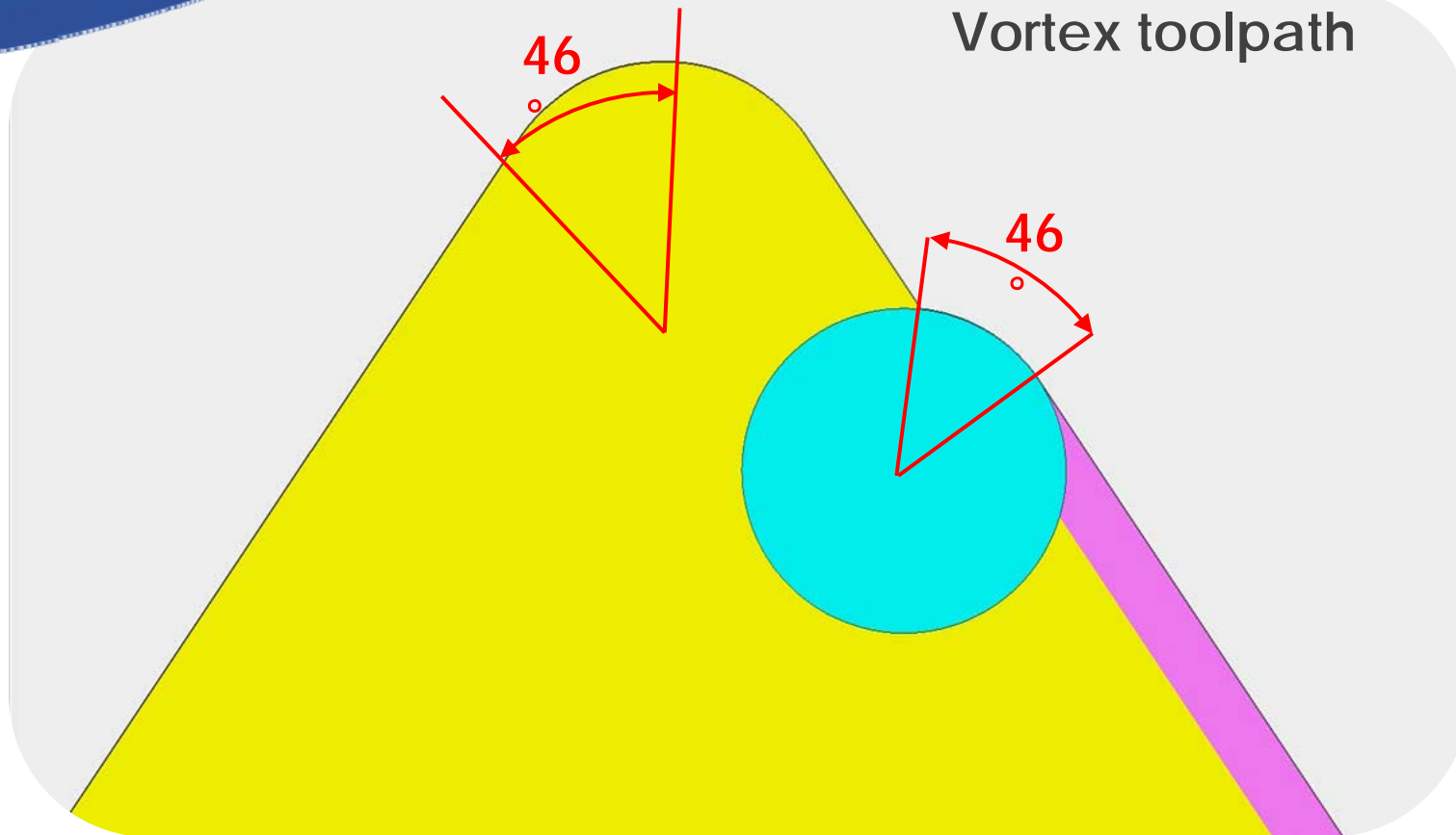
传统粗加工刀具路
径

- 超过90%的路径都能使刀具保持正常的切削角度
- 剩余10%的路径，切削条件变差，10%的刀具路径，将占用90%的加工时间
- 超过 90% 路径在低效运行，整体加工效率下降



刀具切削角度

Vortex toolpath



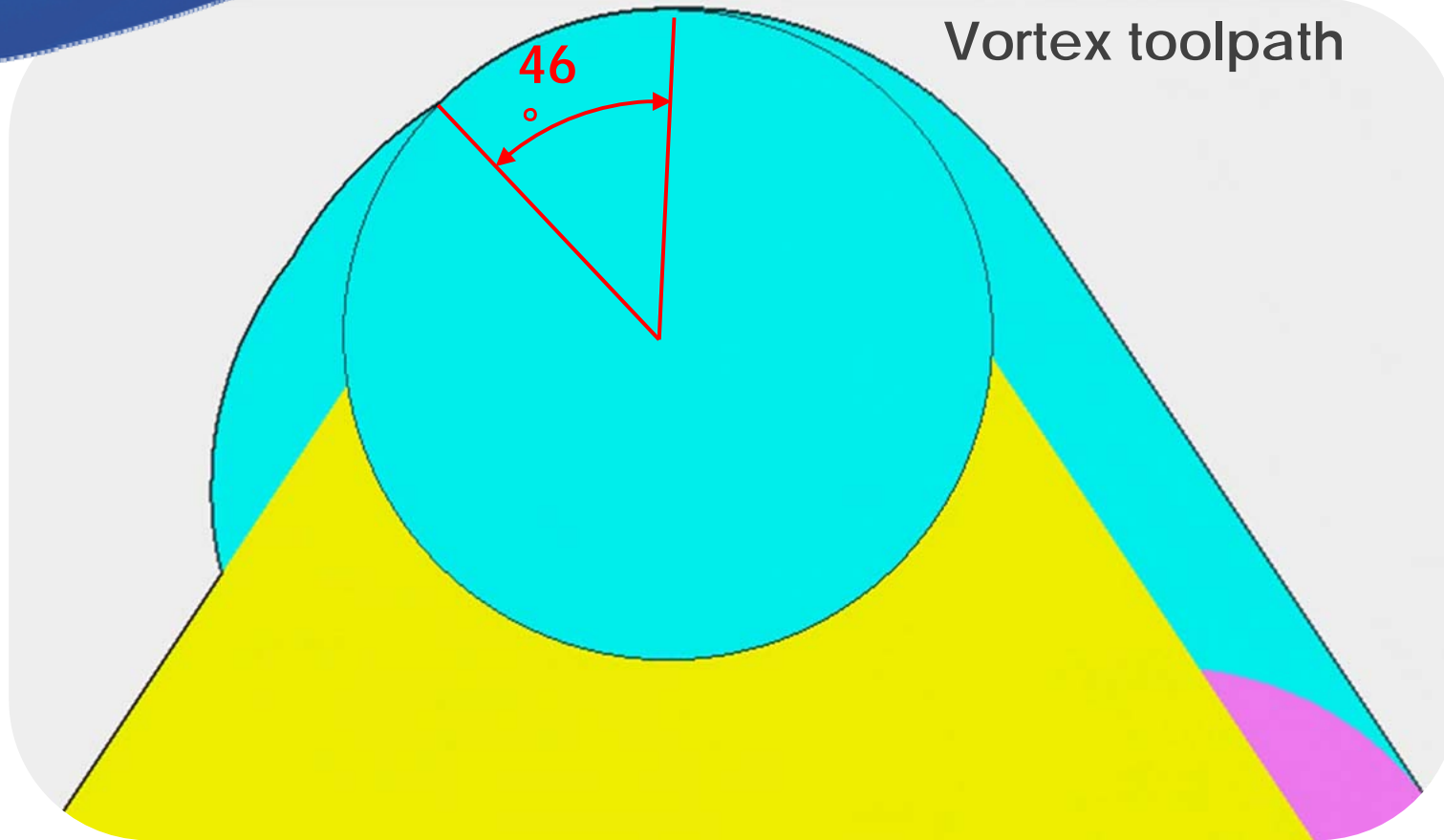
Vortex 技术将控制所有的刀具路径，在整个加工过程中都保持恒定的切削角度

Vortex 



刀具切削角度

Vortex toolpath

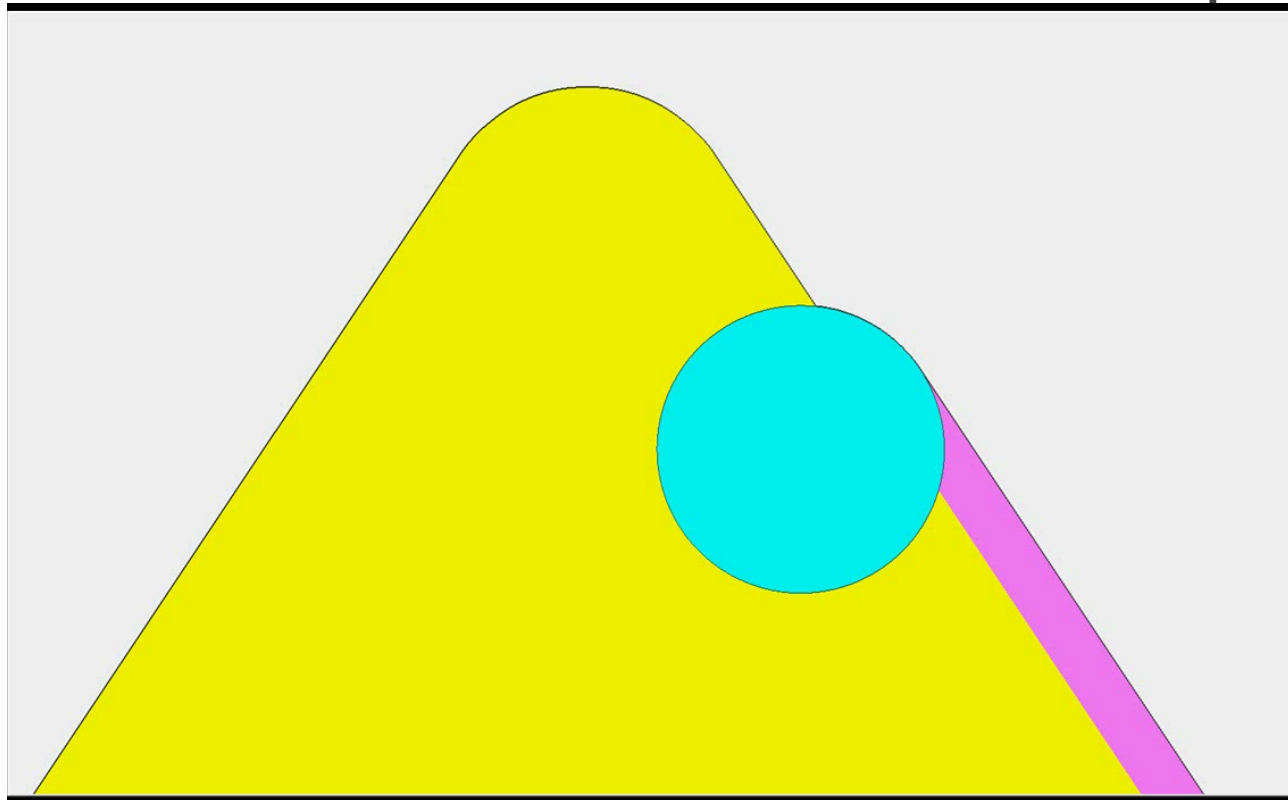


Vortex 保持最佳的切削条件在整个的切削过程

Vortex 

刀具切削角度

Vortex toolpath

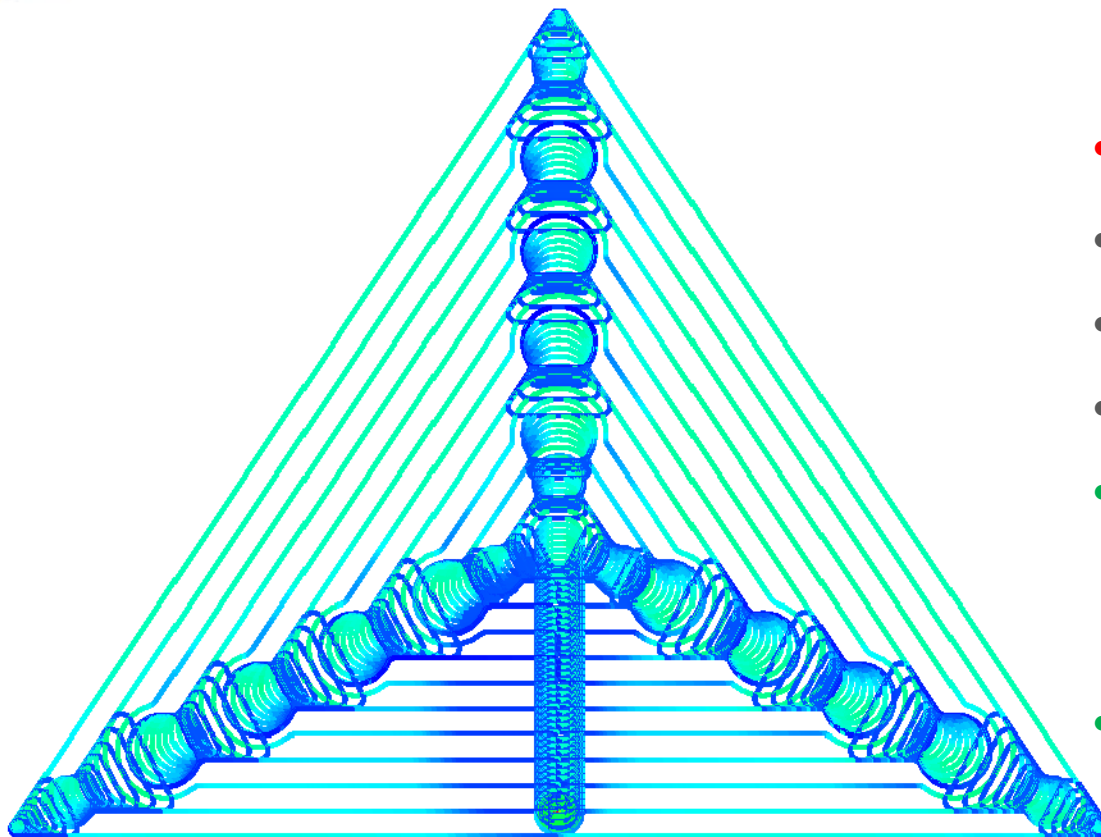


Vortex 保持最佳的切削条件在整个的切削过程



Vortex

如何工作？



- 去掉整个“红色路径” 😊
- 保持恒定切削速度
- 均匀的切削厚度
- 稳定的切削负载
- 延长刀具寿命
 - 恒定的每齿切削速度
 - 恒定的切削接触面积和速度
- 单位时间最佳材料去除率

Vortex  toolpath

数字化先进制造 Delcam高速加工



00:14:50:22

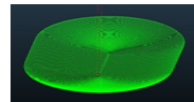
Conventional High Feed Roughing



PowerMILL

测试加工过程中发现CNC-CAM编程时设

置
记
加



V33i 三维偏置螺旋刀路加工对比

表
示

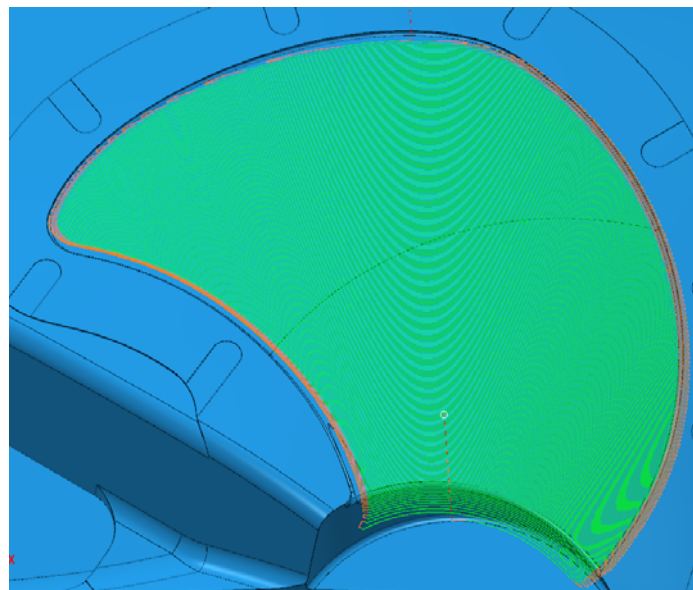
刀路计算公差	B6刀具行距	理论时间	无点分布时间1	点分布为0.3时间	点分布为0.2时间	点分布为0.3提效	点分布为0.2提效
0.01	0.08	0:01:19	0:03:06	0:02:11	0:01:54	29.57%	38.71%
0.01	0.12	0:00:54	0:02:03	0:01:27	0:01:16	29.27%	38.21%
0.01	0.15	0:00:44	0:01:35	0:01:11	0:01:02	25.26%	34.74%
0.01	0.18	0:00:37	0:01:18	0:00:57	0:00:49	26.92%	37.18%
0.005	0.08	0:01:19	0:02:33	0:02:04	0:01:51	18.95%	27.45%
0.005	0.12	0:00:54	0:01:34	0:01:22	0:01:13	12.77%	22.34%
0.005	0.15	0:00:44	0:01:13	0:01:04	0:00:59	12.33%	19.18%
0.005	0.18	0:00:37	0:01:00	0:00:54	0:00:42	10.00%	30.00%

结论（加工曲面刀路情况下）：

1. 刀路计算公差越小时，刀路点较多，加工效率较高；
2. 设置点分布相比不设置点分布点刀路，加工效率更高，提效平均在20%以上；
3. 刀路计算公差越大时，设置点分布对加工效率提高更明显；
4. 机床预读能力允许范围内，点分布设置越小，加工提效越明显；
5. 设置点分布的刀路相比没设置点分布的刀路，加工表面质量更好，即达到又快又好点效果；

不同粗糙度效率、成本对比

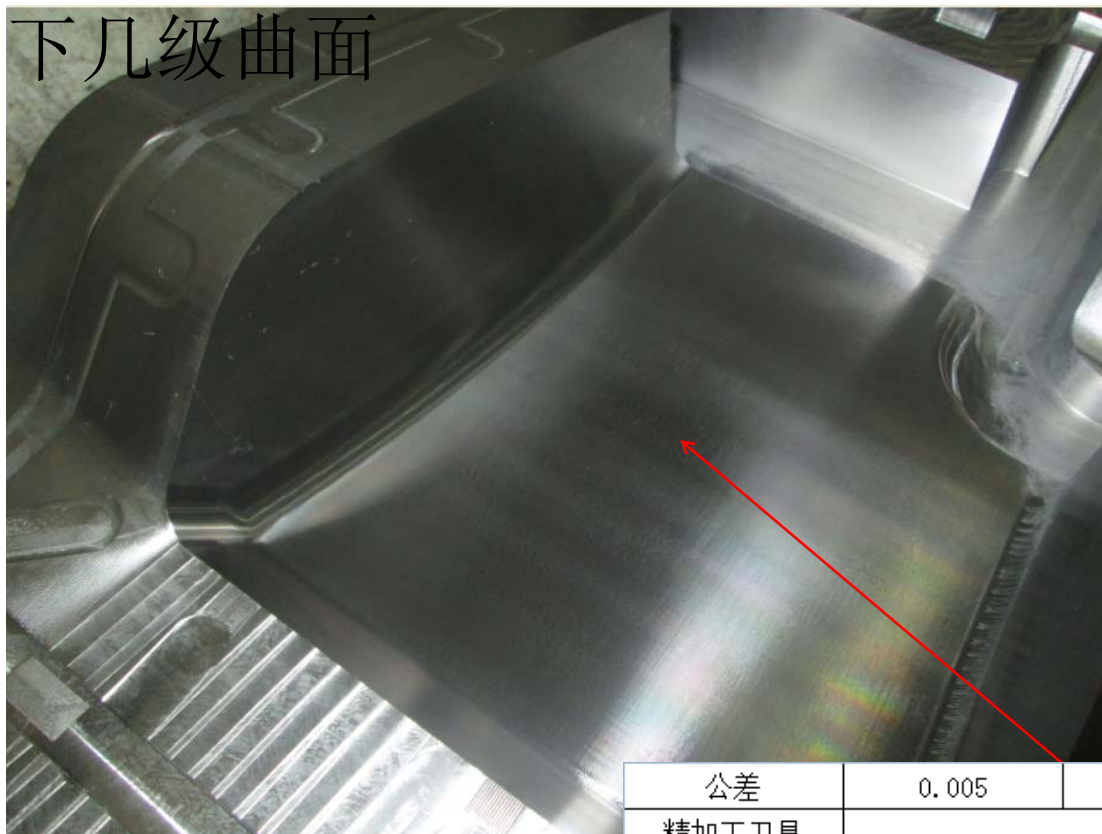
同一特征区域，粗糙度级别不同
加工时间对比；



B12球刀 精加工	高光定模标准	高光动模\定模标准	分型面\动模标准	避空位标准
行间距	0.12	0.18	0.22	0.5
时间	0:35:14	0:23:31	0:19:16	0:08:31
效率系数	1.83	1.22	1	0.44

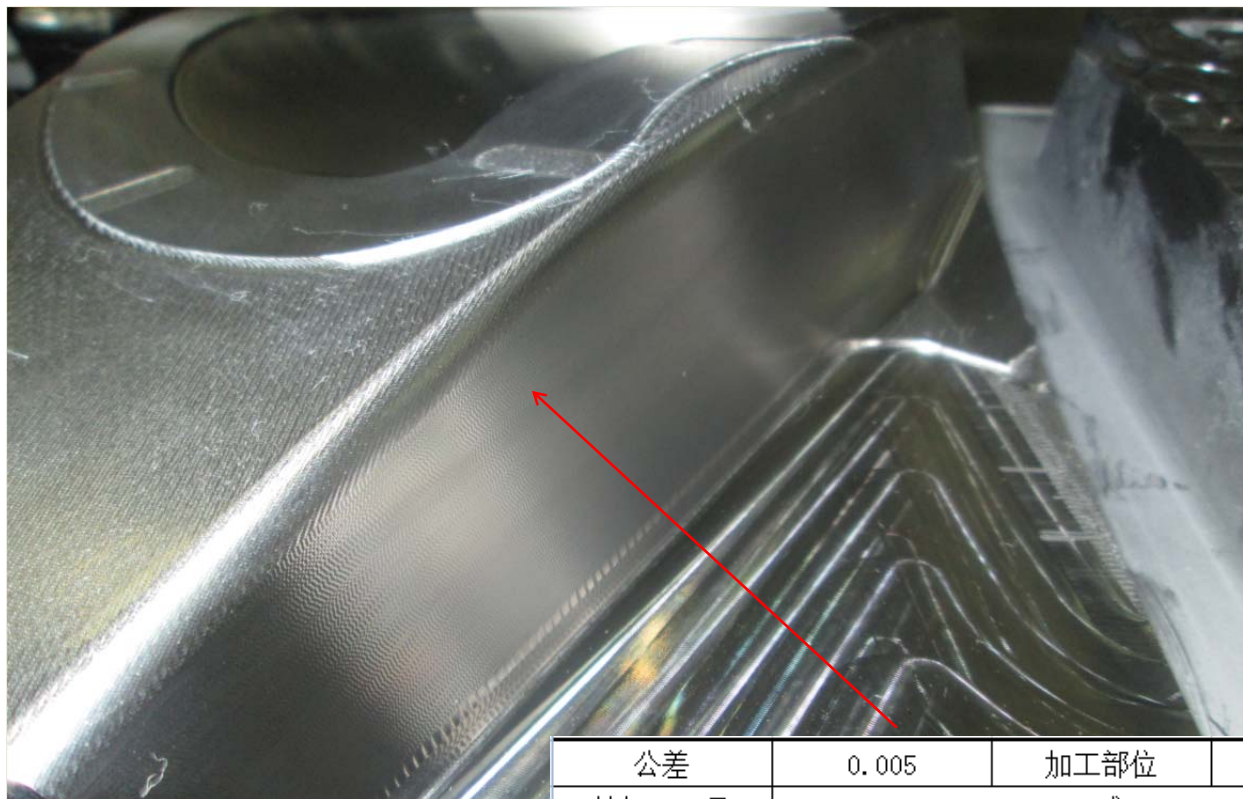
综合测试件

按粗糙度等级不同，加工如



公差	0.005	加工部位	高光定模
精加工刀具	B12球刀		
行距	0.12	加工粗糙度要求	一级面
点分布	有	预计加工时间	1:54:38

综合测试件



公差	0.005	加工部位	密封胶位
精加工刀具	B12球刀		
行距	0.22	加工粗糙度要求	三级面
点分布	有	预计加工时间	0:06:45

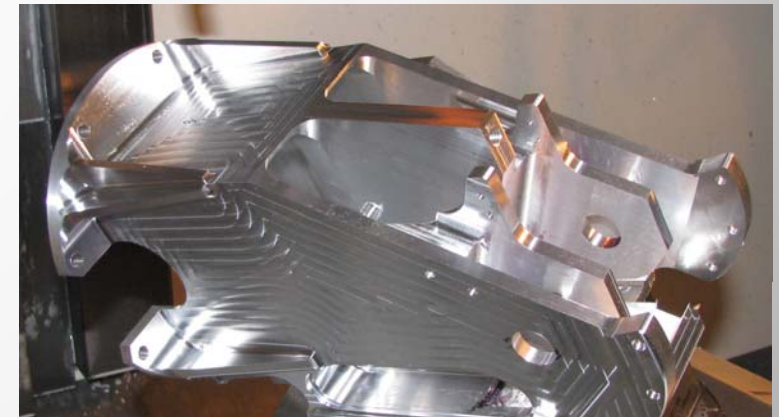
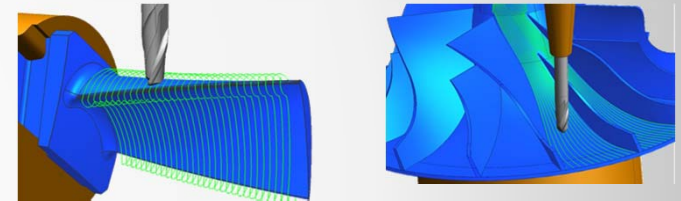
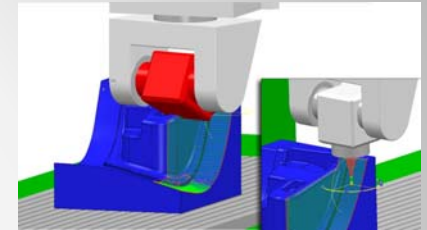
综合测试件



公差	0.01	加工部位	避空位
精加工刀具	B12球刀		
行距	0.45	加工粗糙度要求	五级面
点分布	无	预计加工时间	0:06:38

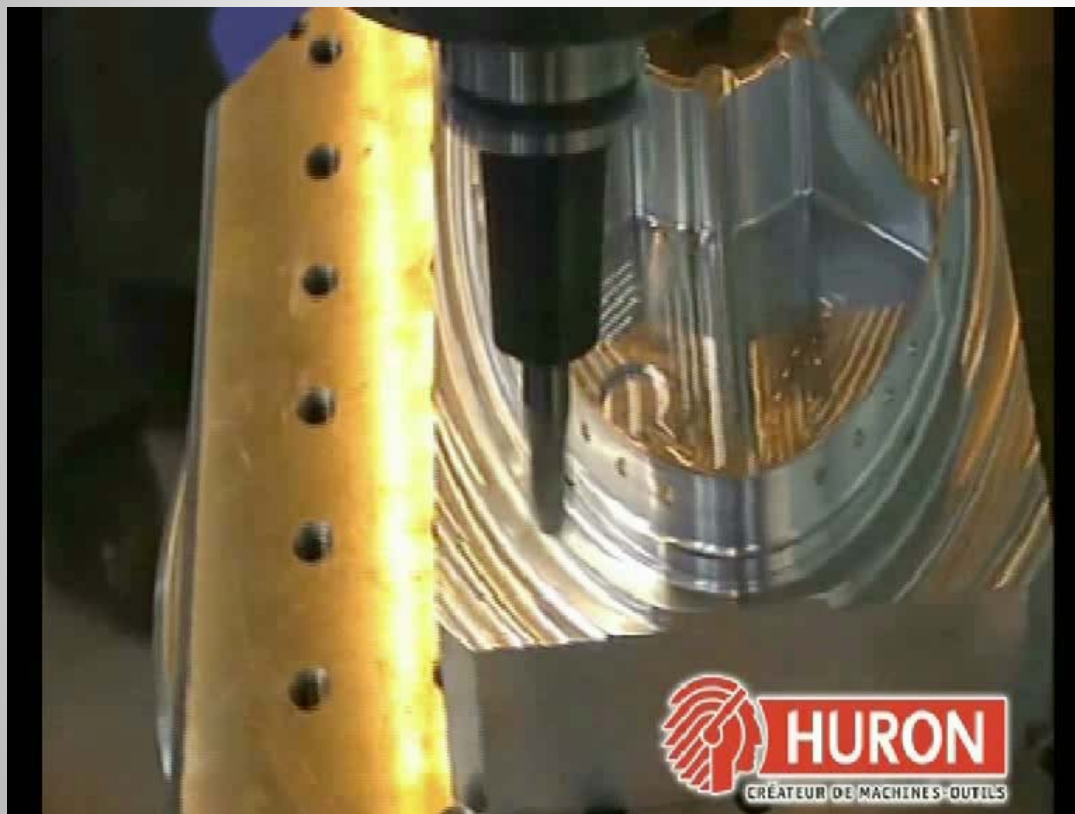
数字化先进制造 Delcam 5轴加工

- 支持各类5轴加工机床
 - 3+2定位5轴
 - 连续运动/联动5轴
 - 各种5轴结构
- 刀具路径安全
 - 过切检查
 - 碰撞检查
 - 机床运动仿真
- 大模型计算
- STL模型计算



PowerMILL

数字化先进制造 Delcam 5轴加工



PowerMILL

数字化先进制造

Delcam机器人加工

- 编程方便
- 安全可靠，自动碰撞避让
- 支持各类机器人
 - Fanuc、ABB、Kuka等
 - 支持多达12轴，包括外部轴
- 复杂形体加工
 - 模型、石材等
- 抛光、打磨
 - 叶片、轮毂



PowerMILL



KUKA



ABB



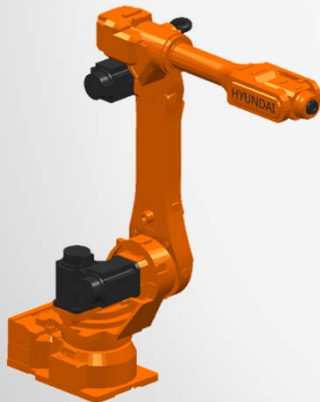
STÄUBLI



MOTOMAN
A YASKAWA COMPANY



FANUC
ROBOTICS



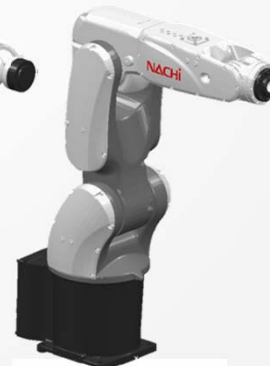
HYUNDAI
HEAVY INDUSTRIES CO.,LTD.



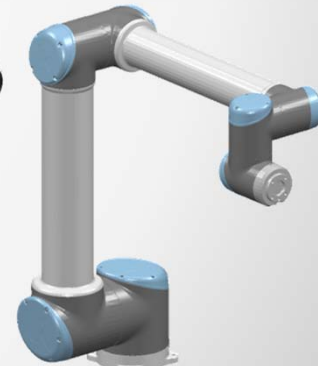
COMAU
ROBOTICS



Simple & friendly
Kawasaki Robot



NACHI
NACHI ROBOTIC SYSTEMS INC.



UNIVERSAL ROBOTS

数字化先进制造 Delcam机器人加工

PowerMILL



Delcam客户 汽车工业



上汽集团
SAIC MOTOR



东风 HONDA



吉利汽车
GEELY AUTO

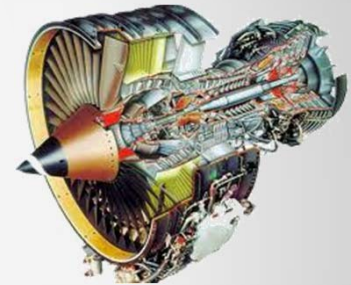


长安汽车



Delcam客户 航空航天工业

- 成都飞机工业（集团）有限公司
- 沈阳飞机工业（集团）有限公司
- 西安飞机工业（集团）有限公司
- 哈尔滨飞机工业（集团）有限公司
- 沈阳黎明航空发动机（集团）有限公司
- 西安航空动力控制有限公司
- 上海航天精密机械研究所
- 中国三江航天集团
- 北京航星机器制造有限公司



Delcam客户 电子电器工业

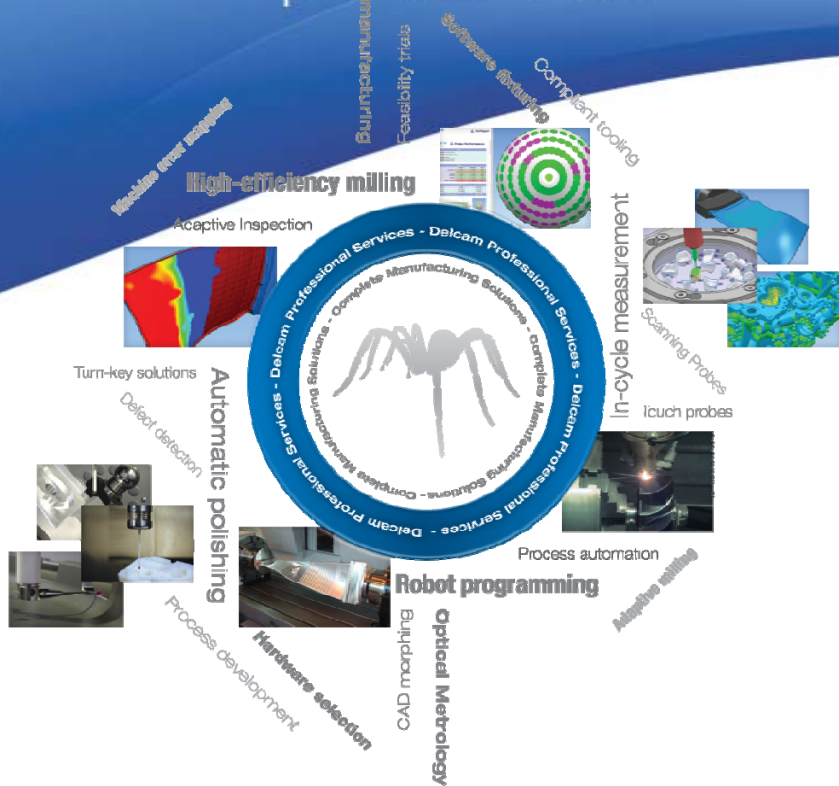




案例分享



Advanced
Manufacturing
Solutions

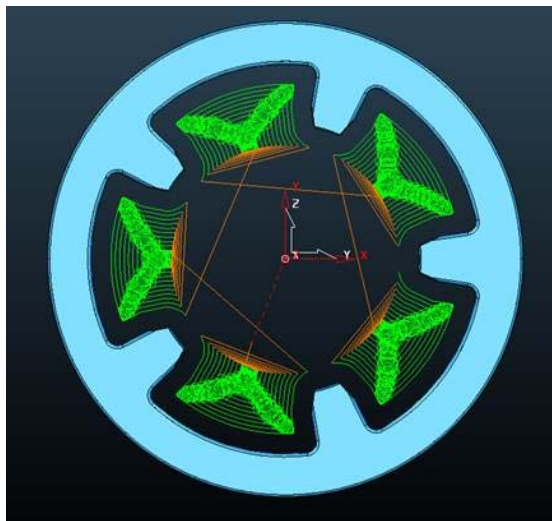


实际案例

航空齿轮箱部件

案例 1

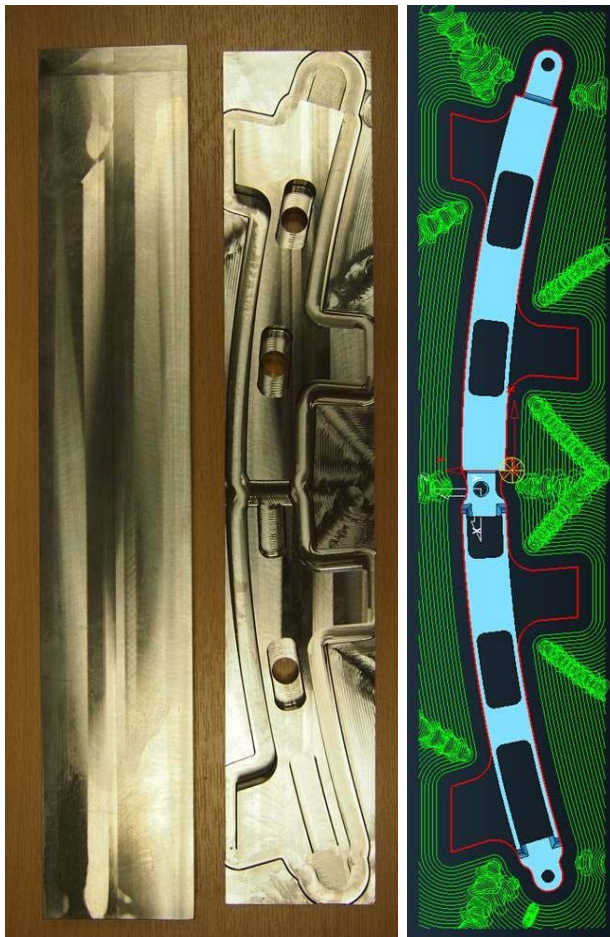
Vortex 
齿轮箱内部件



- Max 500 件 / 月 / 工具钢/54-59 HRC
- 使用传统CAM软件加工时间 >26分钟
- Vortex 加工时间4m 25s (同时大幅节约刀具费用)

案例2

Vortex 
航空副翼部件



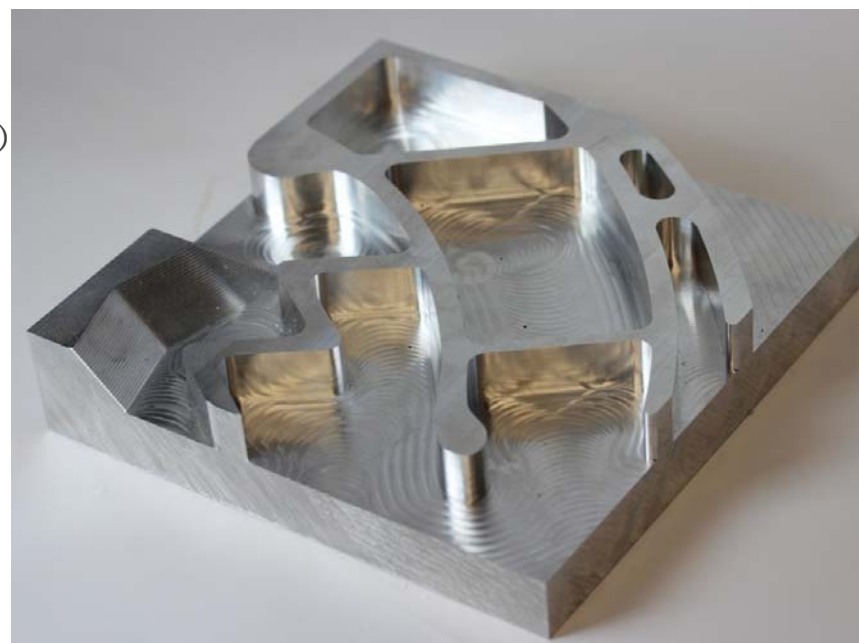
- 720 件/月- 不锈钢材料
- 传统CAM系统加工时间 = >22 minutes
- Vortex 加工时间= 5 minutes 52 seconds
- 刀具费用从6件3780RMB减少到1000RMB

案例3



应用参数

材料	Aluminium 6082 T6
冷却	水冷
机床	DMG DMU60P (清华精仪)
切削刀具	普通品牌钨钢43M
刀具直径	12 mm (Endmill)
刃数	3
夹持	清华大学精仪系 (现有)
线速度	452 m/min
每齿进给	0.22 mm
切削深度	2 TDU (24 mm)
切削步距	0.5 TDU (6mm)
主轴转速	12,000 RPM
切削速度	7878 mm/min



预计时间4分30秒

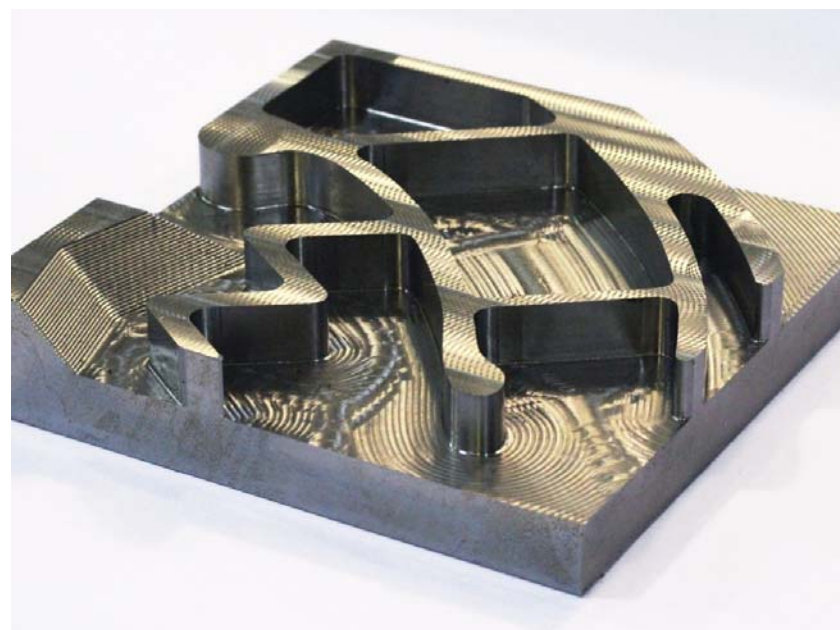
案例4

Vortex

(CSM3 Tool Steel)

应用参数

材料 CSM3 Tool Steel (待定)
硬度 30 - 35 HRc
冷却 空气/油雾
机床 DMG DMU60P (清华精仪)
刀具 SGS Z-Carb AP (待定)
直径 12 mm
刀尖半径 1 mm
刀刃数 4
刀具夹持 清华大学精仪系
(现有)
刀具线速度 110 m/min
每齿进给量 0.19 mm
切削深度 **2 TDU (24 mm)**
切削步距 0.2 TDU (2.8 mm)
主轴转速 2918 RPM
切削速度 2218 mm/min



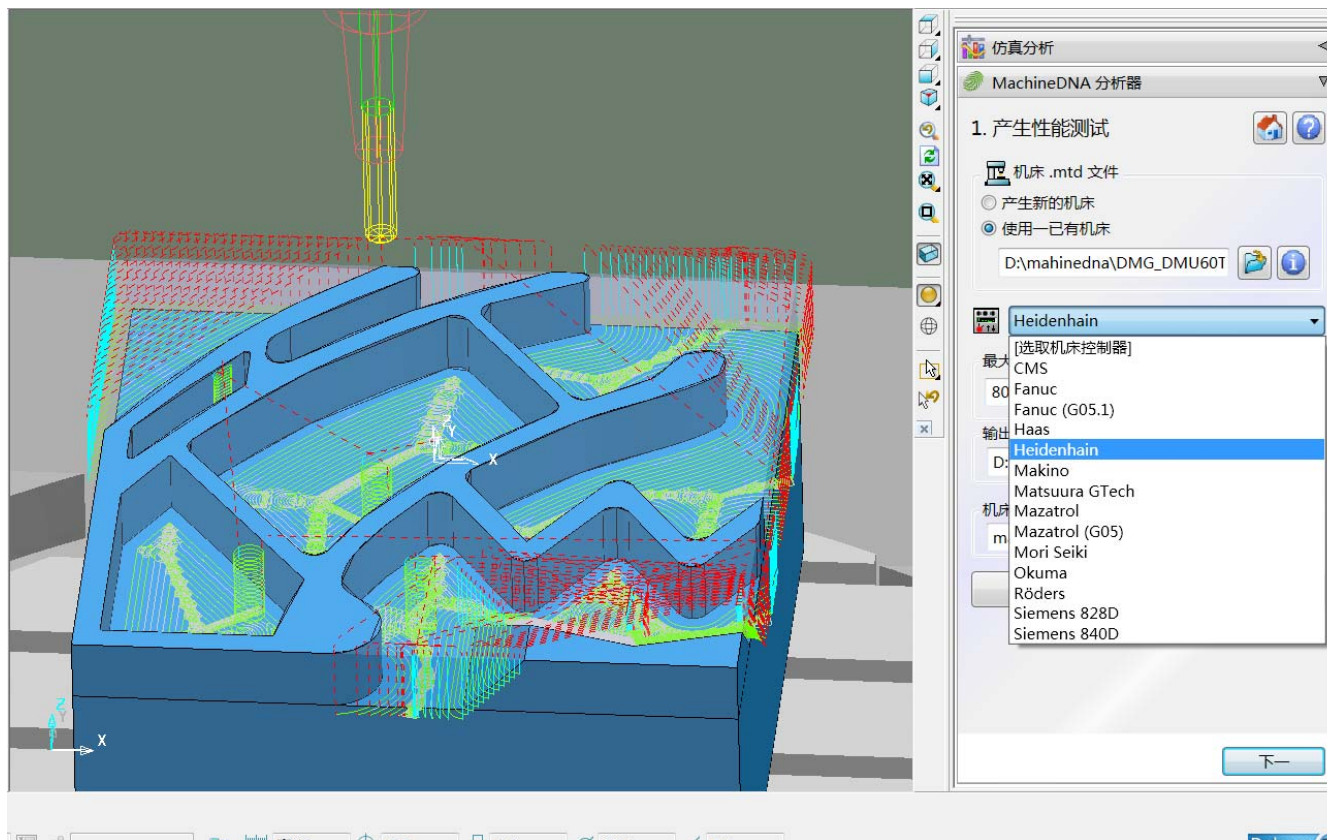
预期23 分钟39秒完成

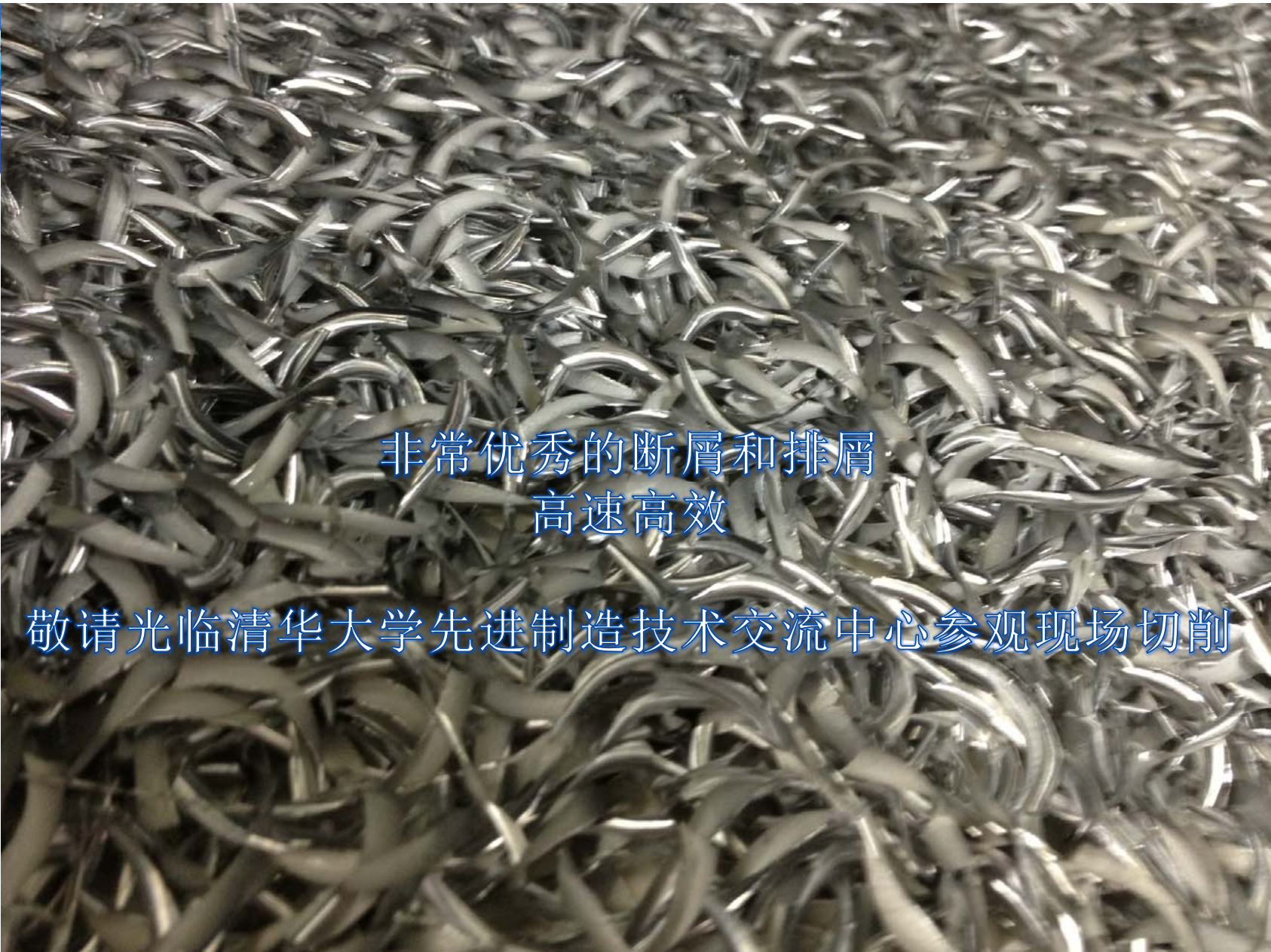
清华大学现场切削结果



清华大学现场切削结果

运行特殊NC代码MachineDNA





非常优秀的断屑和排屑
高速高效

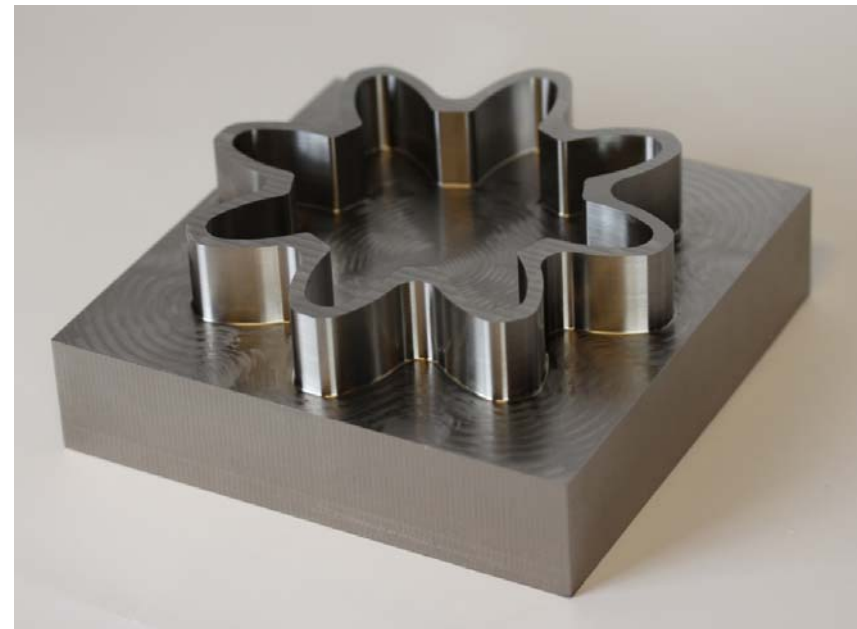
敬请光临清华大学先进制造技术交流中心参观现场切削

案例5



Application Parameters

材料类型 Ti6Al4V
材料尺寸 150×150×80MM
冷却 通过高压主轴
机床 Huron VX12
刀具 SGS Z-Carb AP
直径 12毫米（立铣刀）
刀尖半径 1毫米
刃数 4
刀柄 HSK刀柄100A
- MDSK16 - 165
表面速度 101米/分钟
每齿进给 0.048毫米
深度切 2 TDU（24毫米）
步距 0.3以上TDU（3.6毫米）
主轴转速 2,679 RPM
进给率 514毫米/分钟

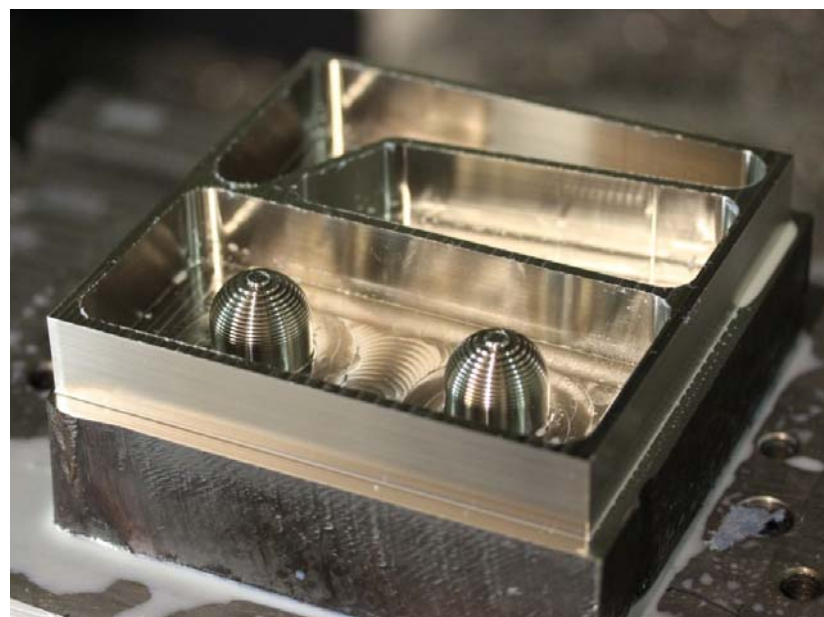


加工时间35 分钟 3 秒

案例6

应用参数

材料 不锈钢304
材料尺寸 150×150×80MM
冷却 高压空气
机床 Huron VX12
刀具 SGS Z-Carb AP
直径 12毫米（立铣刀）
刀尖半径 1毫米
刃数 4
刀柄 HSK刀柄100A
- MDSK16 - 165
表面速度112米/分钟
每齿进给0.05毫米
深度2 TDU（24毫米）
步距0.4以上TDU（4.8毫米）
主轴转速2,971 RPM
进给率594毫米/分钟

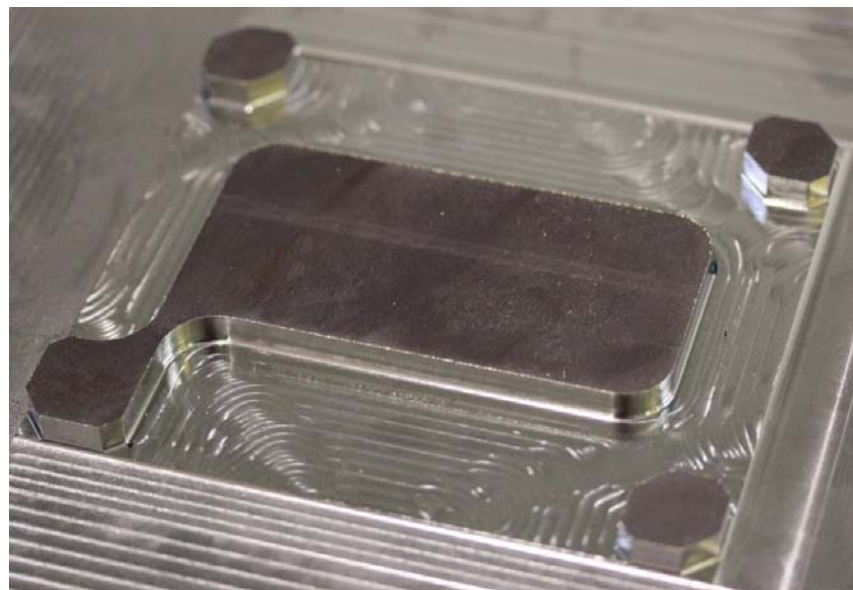


切削时间28分4秒

案例7

应用参数

材料 D2模具钢56HRC
材料尺寸 144 X 124 x 35毫米
冷却 高压空气
机床 Huron VX12
刀具 SGS Z-Carb AP
直径10毫米（立铣刀）
刀尖半径 1毫米
刃数 4
夹持 HSK刀柄100A
- MDSK16 - 165
表面速度 45米/分钟
每齿进给 0.04毫米
深度 0.7 TDU（7毫米）
步距0.3 TDU（3毫米以上）
主轴转速1,432 RPM
进给率229毫米/分钟



加工时间34分54秒

案例8



- Delcam和工业4.0有关系吗?
- Delcam能为中国制造2025做什么?
- ...

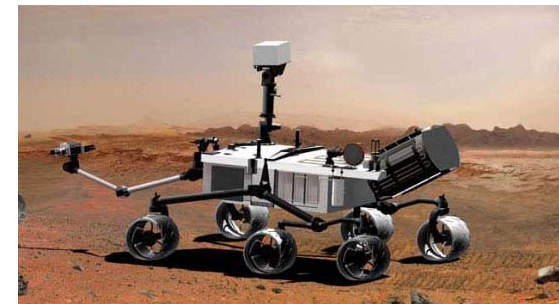
- PowerINSPECT OMV 让机床具备感知能力
Let the machine get consciousness



- PowerMILL&PowerMILL Robot 让机器获得智慧
Let the machine get wisdom



- NC-PartLocator让机器具备自主决策能力
Let the machine have the independent decision ability





Thanks

zwl@delcam.com.cn

13331191673

翟万略

