

让Fusion CAM实践设计端与制造的多层次衔接

Shih-Min Kang

WKIDEA CO.,LTD.

学习目标

- 分享以往的学习经验，降低初学者对于各种专有名称的排斥（工作坐标系，毛坯）。
- 传达多元刀库（Local，云端）与刀具内部参数的重要性。
- 介绍分门别类的切削模块（2D，3D，多轴与车削）。
- 展示旋风式自适应的加工概念，除了可以降低断刀风险，还可以增快加工时间约40%。
- 验证除了三轴加工概念，Fusion 360 CAM也提供四轴与多轴的加工模块。

学习描述

传统设计与制造是独立与密不可分的二大部门，设计师们往往无法理解为何设计的对象可能无法被制作或是必须被强制修改设计等。相同之，制造部门无法理解设计师们，为何刁难加工流程强迫使用高阶的加工机床等。本次的分享希望降低设计师们对于制造的恐惧与理解。另外，制造部门可以学习更多崭新的加工流程与工法，进而增加彼此双方的工作效率与降低不良沟通。从2D切削、3D工法、甚至多轴数控加工，Fusion CAM可以满足从Maker、Startup、到到专业精密加工的各种需求。

讲师简介

Shih-Min Kang（康仕旻）是威力康创意创办人兼数字化木工社团的团长也是Fusion CAM的狂热推广与使用者。创业初期利用废弃的建筑材料，设计与委托制造智能型手机之木制外壳。因为制造端无法突破良率与精准度，最后走向独立设计与制造的结合。另外，长期关注废弃木材与环保的议题，而创立数字化木工社团。

2017年荣幸受邀至上海大师汇分享『木工数字化及CNC实作的推手』之议题，更推出15个章节Fusion 360 设计与加工整合之在线教学课程，让更多企业、创客、学校知道CAM应用。未来希望扮演木业转型的推手，结合数字化设计与制造衔接，让创意无受限的发展。



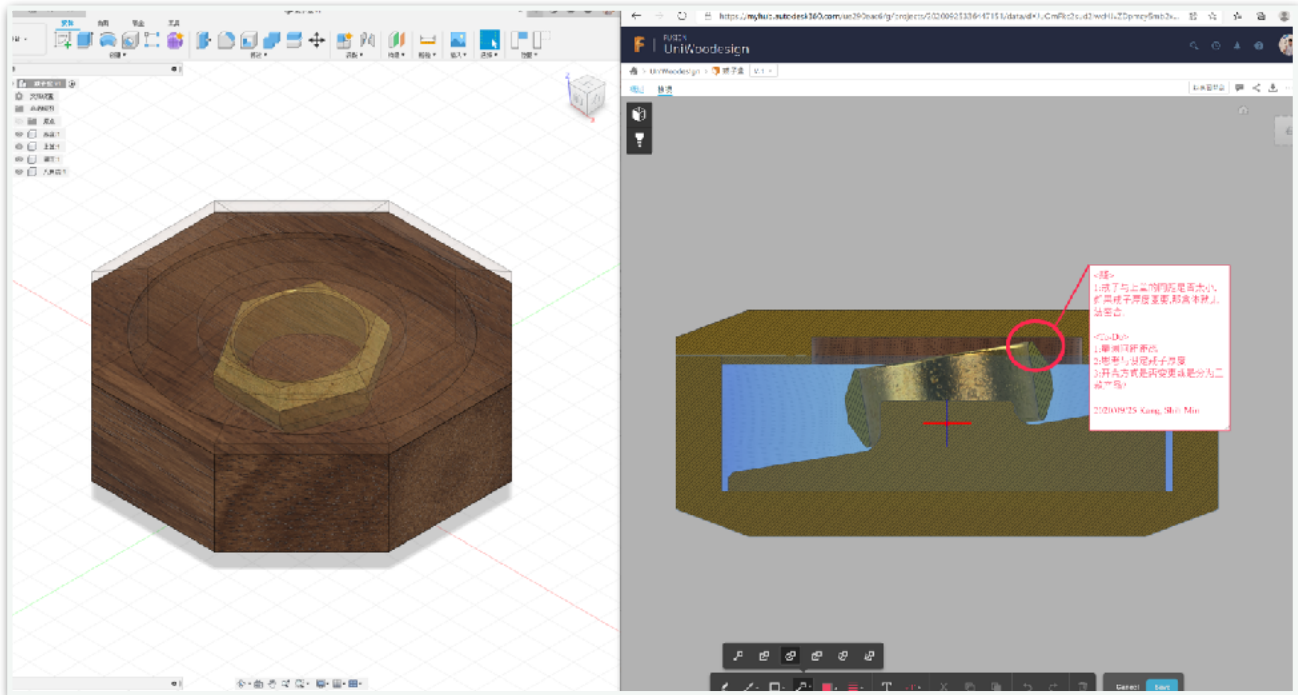
目录

让Fusion CAM实践设计端与制造的多层次衔接.....	1
学习目标.....	1
学习描述.....	1
讲师简介.....	1
目录.....	2
Fusion 360加速我与团队之间的效率.....	3
• 毫无阻隔的云端沟通（沟通，测量，回覆，分享）	3
• 设计与制造的过去是与现在式.....	4
• 设计与制造的联动只要三分钟.....	5
掌握学习步骤，制造不在遥不可及.....	5
• 掌握三大方向，三大步骤.....	5
• 工作坐标系就是定义加工原点.....	6
• 毛坯设置的重要性.....	6
• 多元刀具库（Local,云端）	7
• 选择适合的切削数据与加工路径和连接.....	7
分门别类的切削模块，适合不同的设计体.....	7
• 2D切削是藉由设计体的点、线、面进行计算.....	7
• 3D切削是点、线、面与投影切削的演算.....	7
• 坡段曲面适合3D切削工法.....	7
自适应铣削.....	8
• 自适应与传统工法的基础差异.....	8
• 自适应的优点.....	8
• 自适应创造更高的铣削效率.....	9
多轴加工模块.....	9
• 环绕刀具路径（3+1）	9
• 第四轴旋转加工概念.....	10
• 多轴加工模块（3+2）	11
各种提升效率的方式.....	12
• 指定刀具向下，改变斜插类型與.....	12
• 各种工法的比较和编辑.....	12
• NC程序与机床WCS偏移.....	13
• NC程序与最小化换刀.....	13
• NC程序与后处理配置.....	14

Fusion 360加速我与团队之间的效率

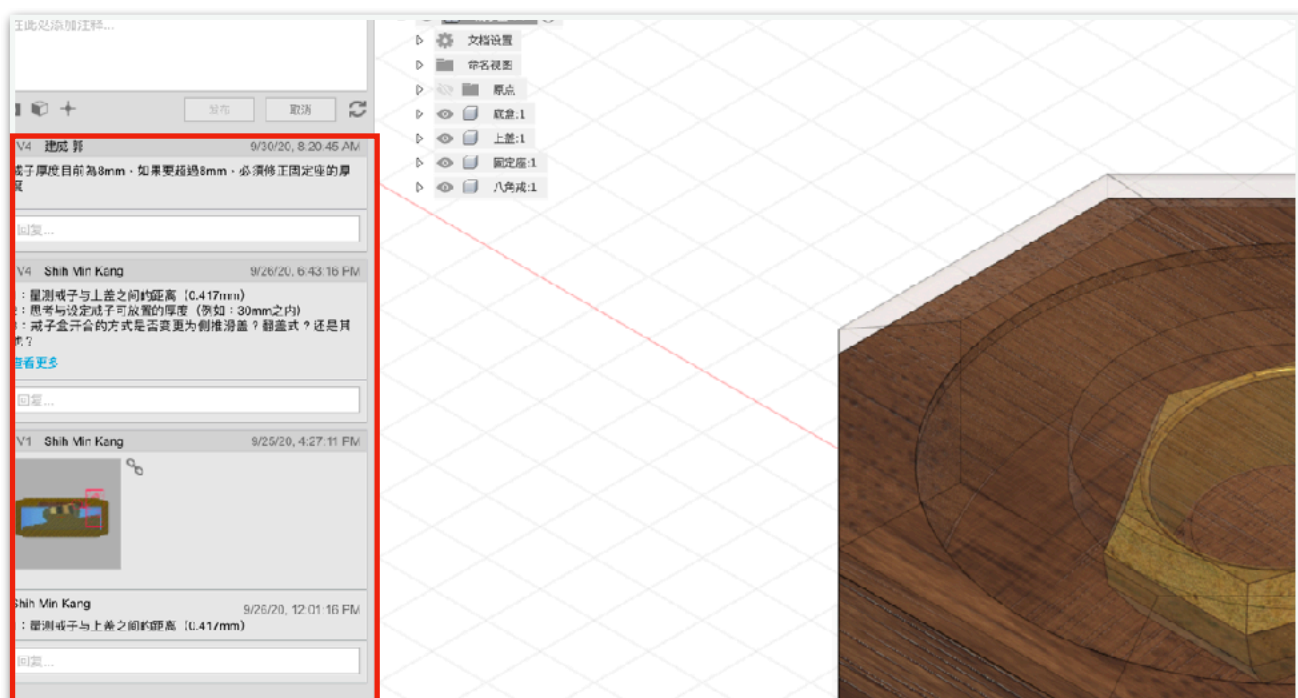
- 毫无阻隔的云端沟通（沟通，测量，回覆，分享）

团队的业务必须直接与客户面对面沟通，但设计部分却无法天天与客户端面对面沟通，我们可以利

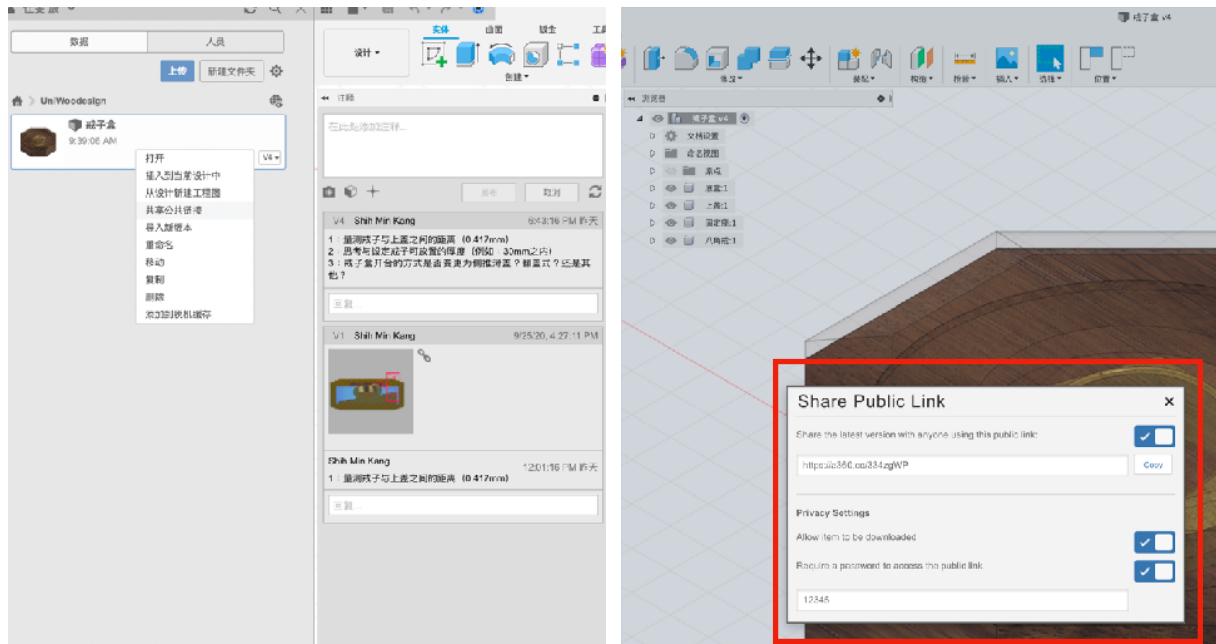


用Fusion云端的即时沟通机制加速彼此之间的效率。

在沟通过程中，我们可以借由云端的编辑或是测量等功能，立即回覆相关讯息给相关部门。

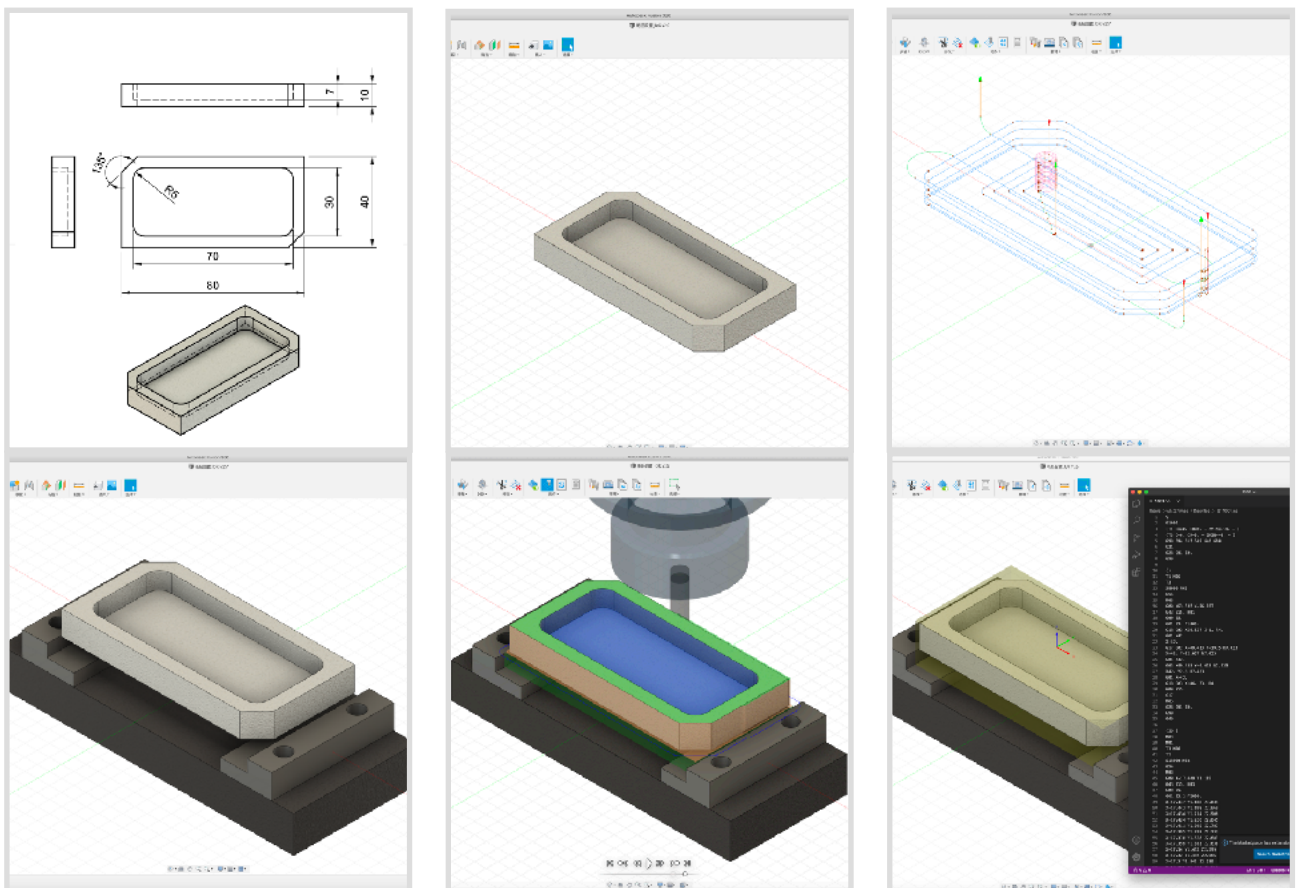


除此之外，我们也能利用云端分享技术，分享重要档案给相关部门。



• 设计与制造的过去是与现在式

我们还在用旧的方式学习设计与制造的整合吗？或是强硬切割多个部门让效率大幅度降低，例如：客户端传送过来的2D工程图纸，转交给制造部门的制图课转换为3D实体，再次由制造部门内，请编程工程师转换为CNC机床可读的NC Code，接下来才能上机制作等。这不就是降低效率吗？我们可以学习新的观念与方式，由Fusion 360帮我们降低沟通上的障碍与加速团队之间的效率。



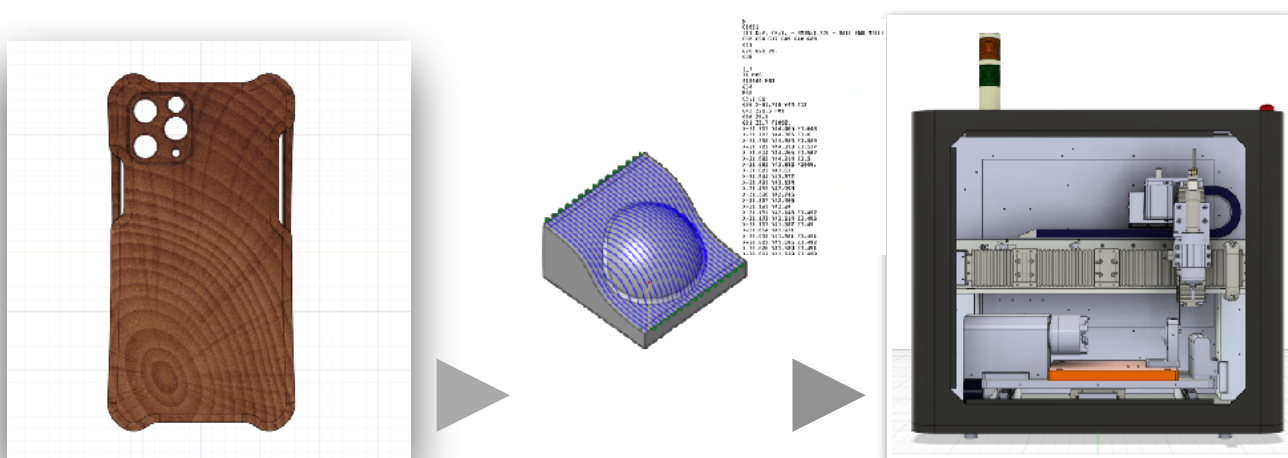
- 设计与制造的联动只要三分钟

当我们学会设计与制造整合，其实简单的设计体，从设计变更到编程撰写输出只要三分钟。但先决条件是，您必须先学会Computer Aided Design (CAD，电脑辅助设计)。

掌握学习步骤，制造不在遥不可及

- 掌握三大方向，三大步骤

何谓三大方向？其实就是Computer Aided Design (CAD，电脑辅助设计)、Computer Aided Manufacturing (CAM，电脑辅助制造)与Computerized Numerical Control (CNC，数值控制工具机)。每一个方向都是一道关卡，如果无法突破与融会贯通，很难实现设计与制造的连动。

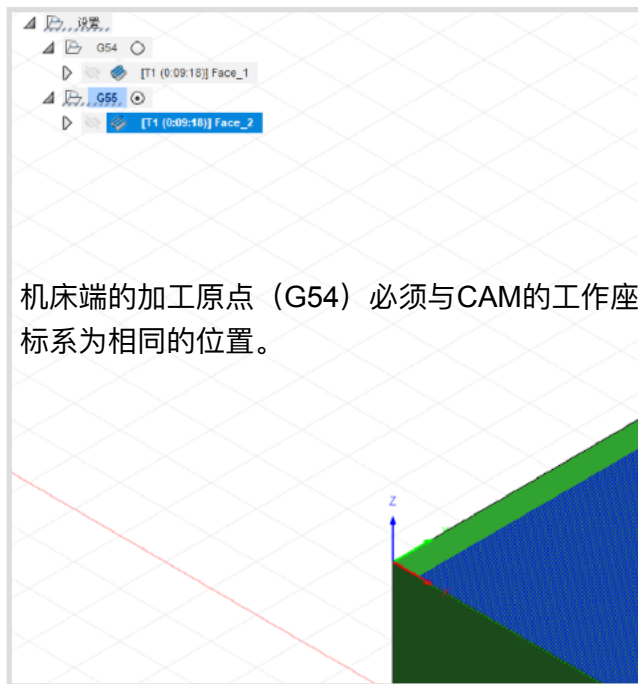


何谓三大步骤？简单说就是先设置好机床位置与软件位置相同的Work Coordinate System (简称WCS或是工作坐标系)，在思考利用何种尺寸的毛胚与刀具进行设计体的减法加工策略。当三大步骤设置上出现误差 (坐标系，毛胚尺寸，刀具种类)，将会发生无法预期之危险性。如何避开以下

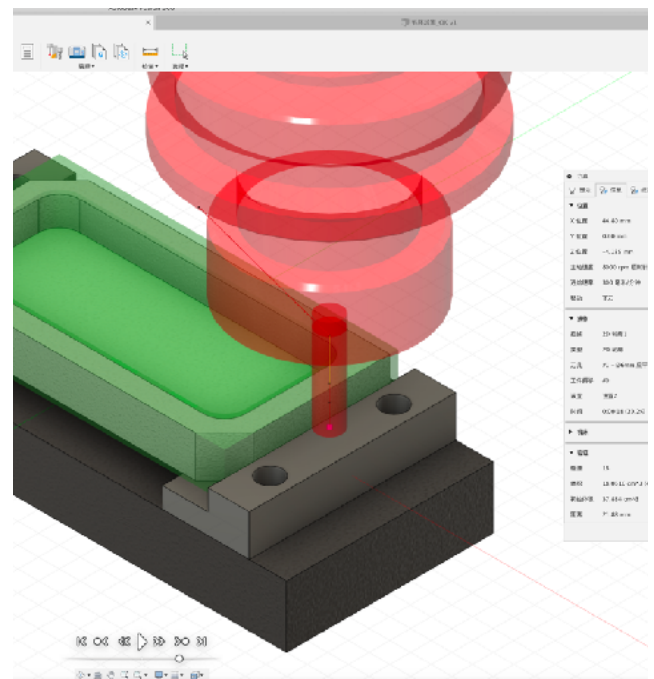
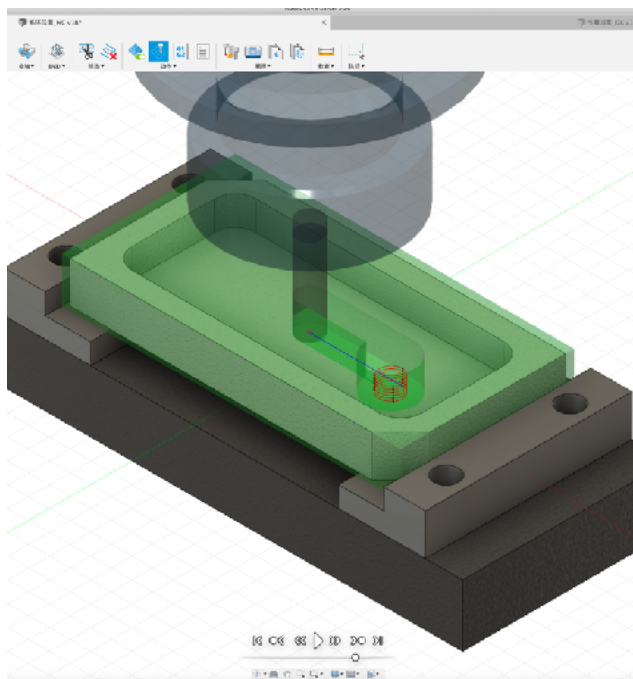


可能发生的危险性，就必须学会以下观念或是要领。

- 工作坐标系就是定义加工原点



- 毛坯设置的重要性



错误的毛坯设置将会导致刀具直接撞击夹具或是切削深度与预期不同等危险动作。

- 多元刀具库 (Local,云端)

Fusion CAM提供多元的刀具库，有跟随文档的刀具库、放置在本地端的刀具库与放置云端可随时下载利用的刀具库。您可以依照公司管理SOP进行相关刀具库的管理，可降低错误刀具库摆放错误的机床或是使用不对的刀具进行加工等。

- 选择适合的切削数据与加工路径和连接

除了多元的刀具库，还可以针对相同刀具产生专用之切削数据。例如：您可以设置这把刀适合之铝材的切削参数或是压克力专用的切削参数。也可以在切削数据中加入（使用下刀步距）与（使用步距），这就是切削数据与加工路径和连接。

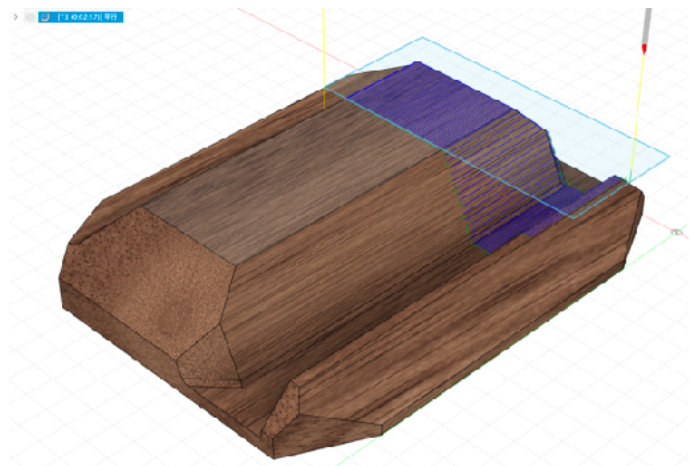
分门别类的切削模块，适合不同的设计体

- 2D切削是藉由设计体的点、线、面进行计算

减法的切削是一种观念，只要了解软件的基础观念，就能得心应手的完成各种不同设计的制作。Fusion CAM提供不同的切削模块，适合不同的设计。设计实体化的过程就是点线面的组合，我们可以利用点线面的基础观念完成2D设计体的切削体验。

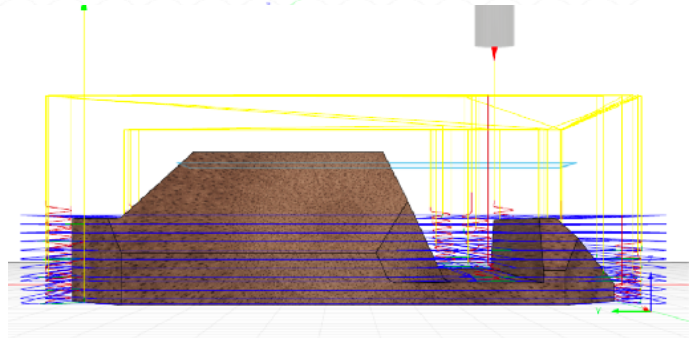
- 3D切削是点、线、面与投影切削的演算

在3D的切削观念上，必须加入曲面切削的思考，何谓加工边界？与指定模型曲面？是曲面加工的重点之一。另外，我们同步运用避开曲面与接触曲面，完成坡段曲面的物件切削。



- 坡段曲面适合3D切削工法

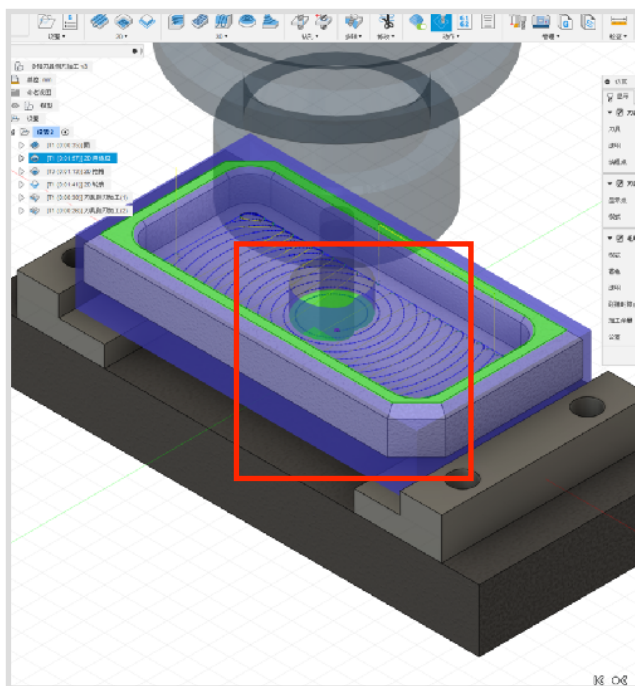
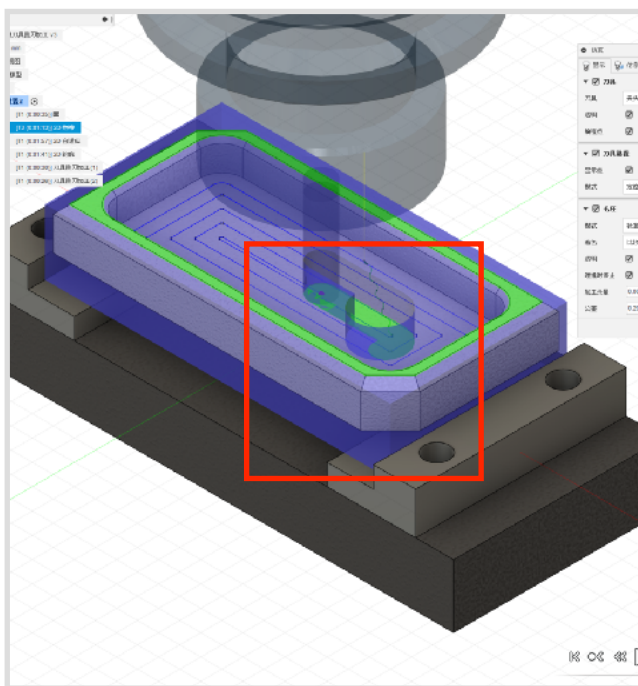
2D挖槽只能在线段与投影90度的指定面执行切削。如左侧图，我们必须利用3D挖槽与投影加工的概念完成坡段曲面的减法加工。



自适应铣削

- 自适应与传统工法的基础差异

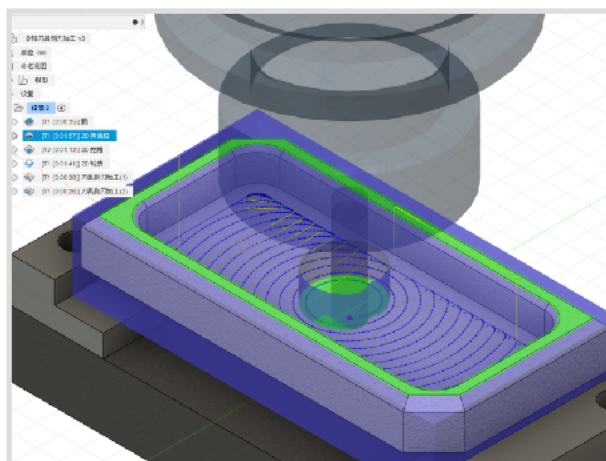
二者最主要的差异是，运动模式的不同。2D挖槽如果没有执行分层铣深，刀具会直接移动到切削底部深度，执行直线满刀切削，将会造成主轴与刀具的载荷。



- 自适应的优点

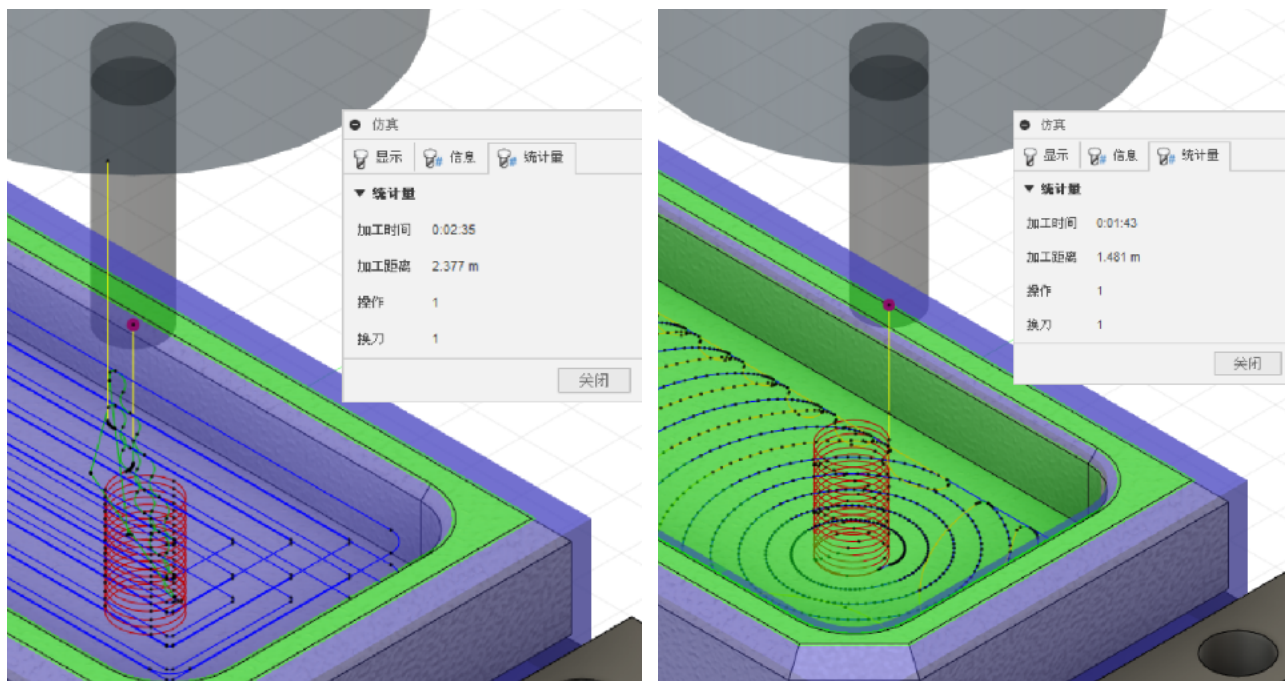
2D自适应采用（High Speed Machining）的刀具路径策略，将会有以下几点优点：

1. 减少刀具载荷
2. 减少刀具载荷
3. 更好的刀具利用率
4. 更平滑的机床运动
5. 减少机床磨损
6. 更快的材料去除率
7. 缩短周期



- 自适应创造更高的铣削效率

避免主轴或是刀具产生巨大的磨损，所以开启2D挖槽的分层铣深。加工时间大幅度增加到2分35

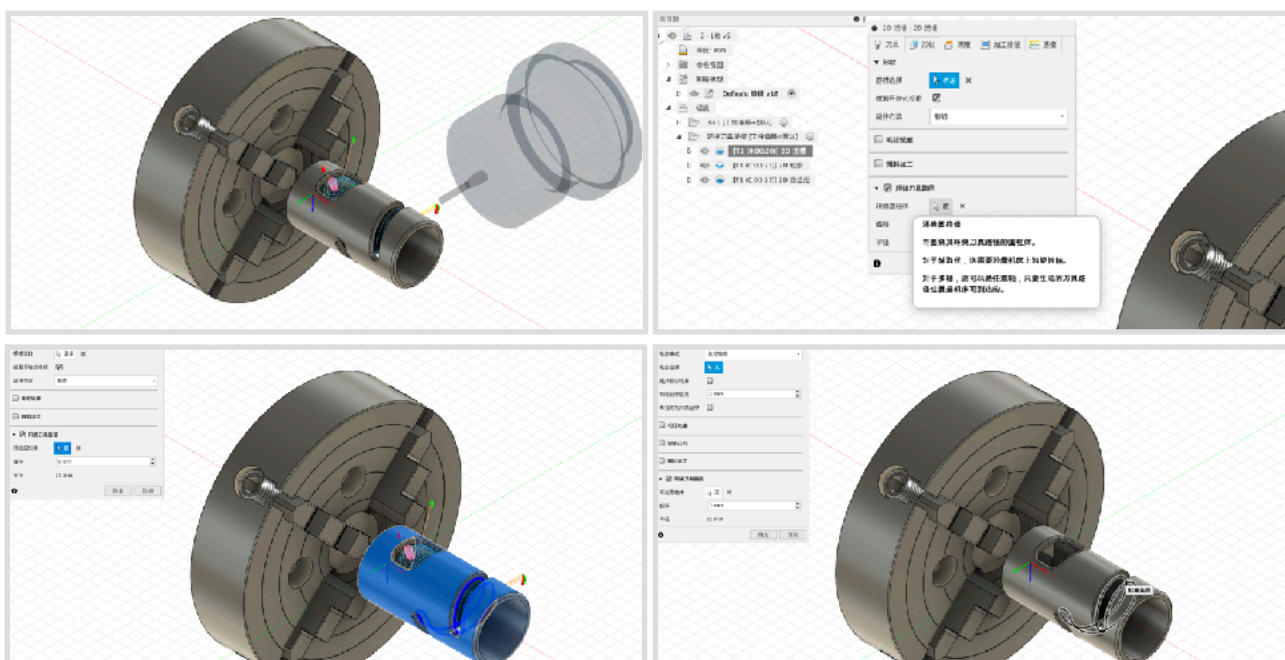


秒，自适应维持在1分43秒，自适应提升不少的工作效率。

多轴加工模块

- 环绕刀具路径 (3+1)

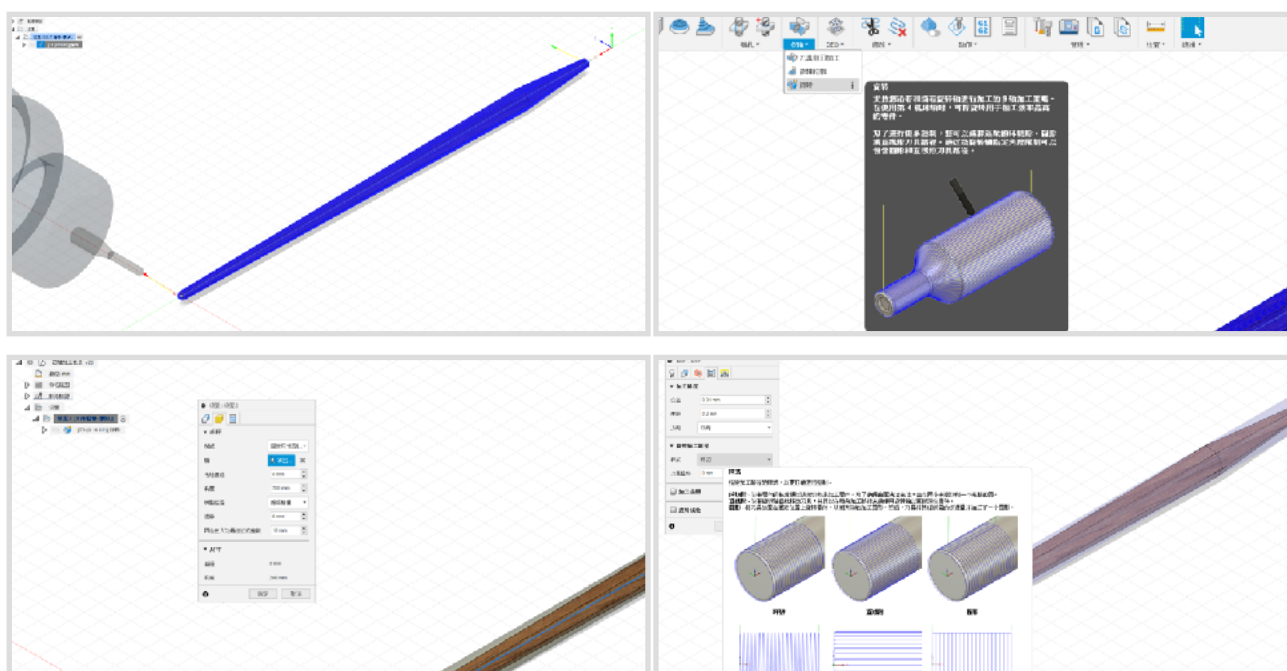
当2D加工概念与3D加工概念无法满足我们的需求时，我们可以开始选择多轴加工模块。部分的加工模块会隐藏在2D模块内，例如：2D挖槽、2D轮廓与自适应中的环绕刀具路径。



环绕刀具路径的加工概念是利用旋转轴，夹持规范的圆柱体，进行X轴、Y轴、Z轴与同步旋转的切削模式。

• 第四轴旋转加工概念

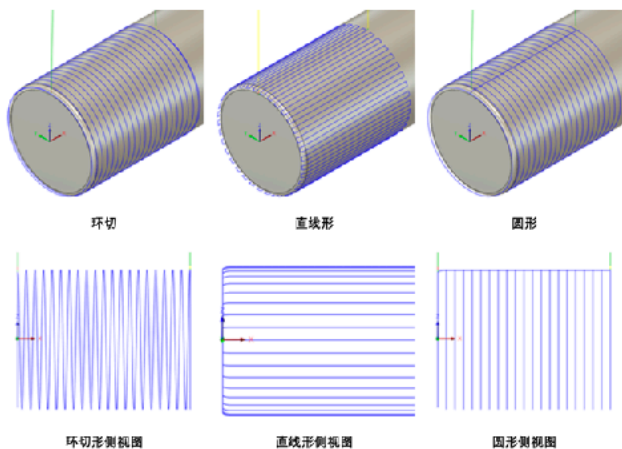
旋转是一种多轴的加工策略，刀具将会搭配旋转轴执行（X轴、Z轴）或是（Y轴、Z轴）二个轴向的方向进行挪移切削。另外，我们必须注意第四轴旋转加工概念是一种精加工策略，在执行旋转加工策略时，必须利用3+1的加工策略完成大部分的毛胚。



样式

指定加工路径的样式，以更好地进行控制。

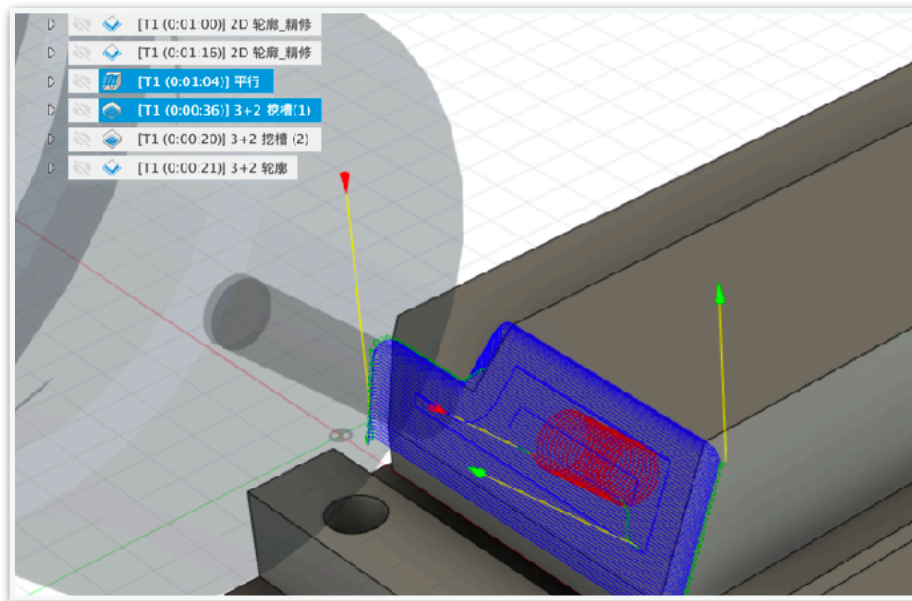
环切形 - 沿零件的长度通过连续切削来加工零件。为了确保曲面光滑，会在两个末端切削一个完整的圆。
直线形 - 沿旋转轴直线移动刀具，并且仅在每条加工路径末端使用旋转轴以重新定位零件。
Circular - Rotates the part with the tool at a fixed position, effectively machining a circle. The tool then steps over the required amount and machines the next circle.



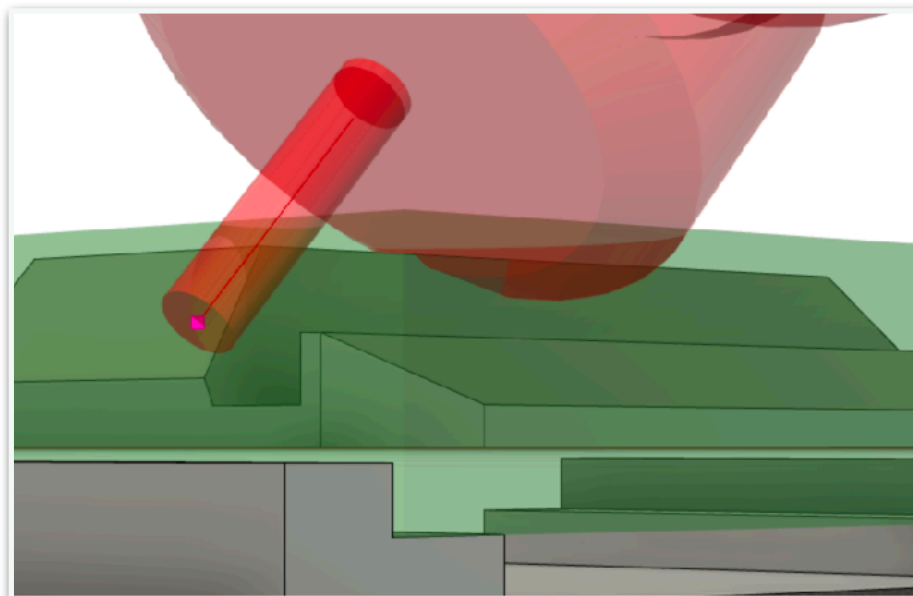
旋转加工策略可以指定三种不同的加工路径（环切、圆线形与圆形）。旋转加工策略可以针对非圆柱体的设计体进行切削。

- 多轴加工模块（3+2）

刀具朝向搭配2D切削策略与3D切削策略是一种更高深的切削观念，除了可以利用铣刀侧面执行特定坡段曲面加工，还可以降低加工时间。



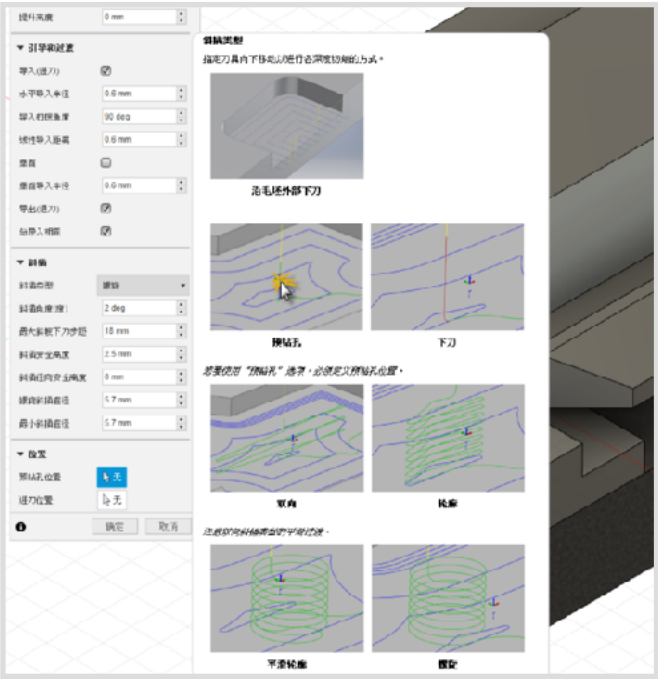
但我们必须注意主轴倾斜角度或是刀具长度没有注意到时，将会发生主轴与被加工物或是夹具等发生撞击。所以多轴的切削策略是一种高深的学问。



各种提升效率的方式

降低加工时间，提高良率是我们天天的课题，如何在不影响成品品质与加工良率的前提之下，我们可以利用改变（刀具斜插类型）与（各种工法的比较和编辑）达成我们想要的结果。

- 指定刀具向下，改变斜插类型



可借由相关参数的调整，有效降低加工时间

- 1：斜插角度
- 2：最大斜坡下刀步距
- 3：螺旋斜插直径
- 4：最小斜插直径

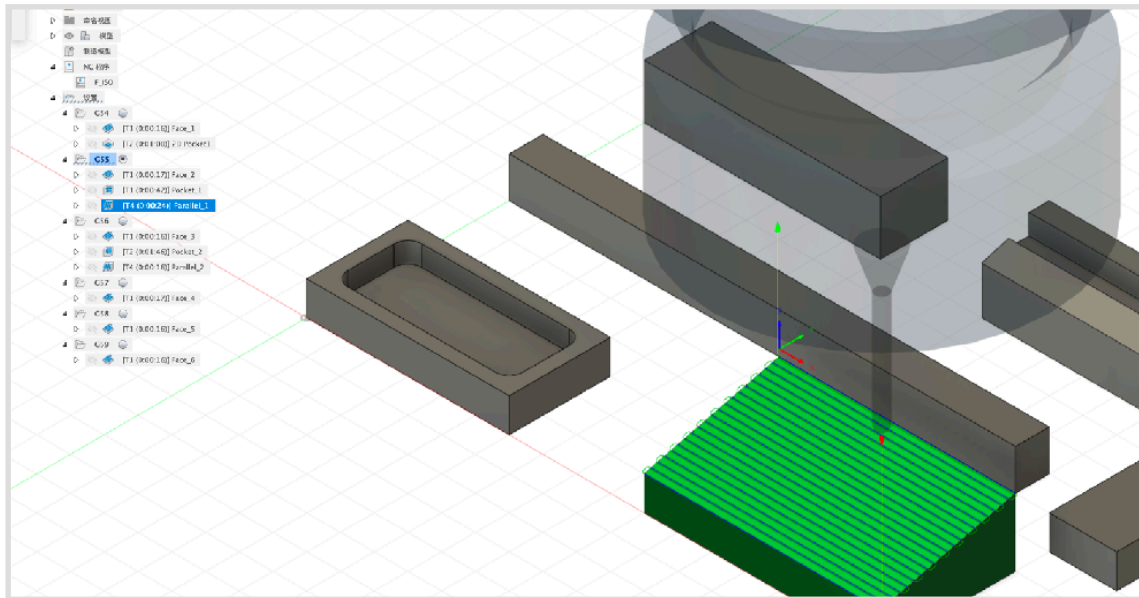
- 各种工法的比较和编辑

U1 打开编辑 - 列出约参数: 1/1			
组	参数	编辑所有	初始值 (1) [初始清除]
加工路径	测量进给速率	300 mm/min	300 mm/min
加工路径	进给速率	3000 mm/min	3000 mm/min
加工路径	包含设置模型	是	是
加工路径	刀具朝向 [G]	否	否
加工路径	公差	0.1 mm	0.1 mm
加工路径	模型 [G]	否	否
加工路径	模型曲面	选择	选择
加工路径	曲面三角测量公差	0.05 mm	0.05 mm
加工路径	X轴刀具朝向	选择	选择
加工路径	Y轴刀具朝向	选择	选择
加工路径	Z轴刀具朝向	选择	选择
加工路径	串连公差	0.01 mm	0.01 mm
加工路径	刀具朝向	选择 Z 轴平面和 X 轴	选择 Z 轴平面和 X 轴
加工路径	刀具初始朝向	选择	选择
加工路径	删除 X 轴刀具朝向	否	否
加工路径	删除 Y 轴刀具朝向	否	否
加工路径	删除 Z 轴刀具朝向	否	否
加工路径	加工边界选择	选择	选择
加工路径	毛坯点	选择	选择
加工路径	毛坯选择	选择	选择
加工路径	加工边界选择	选择	选择

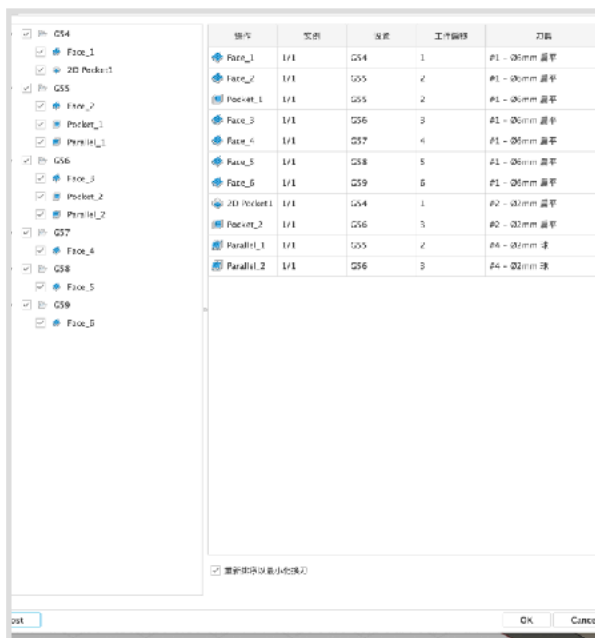
您也可以借由比较和编辑，确认相同加工策略的参数状况，选择一个适合您的加工策略。

• NC程序与机床WCS偏移

在大型机床，我们有可能同时需要加工不同的零部件，我们可以利用WCS的偏移策略产生多组的WCS（如以下图示G54、G55、G56、G57、G58、G59），也可以利用NC程序转换最小化换刀策略。

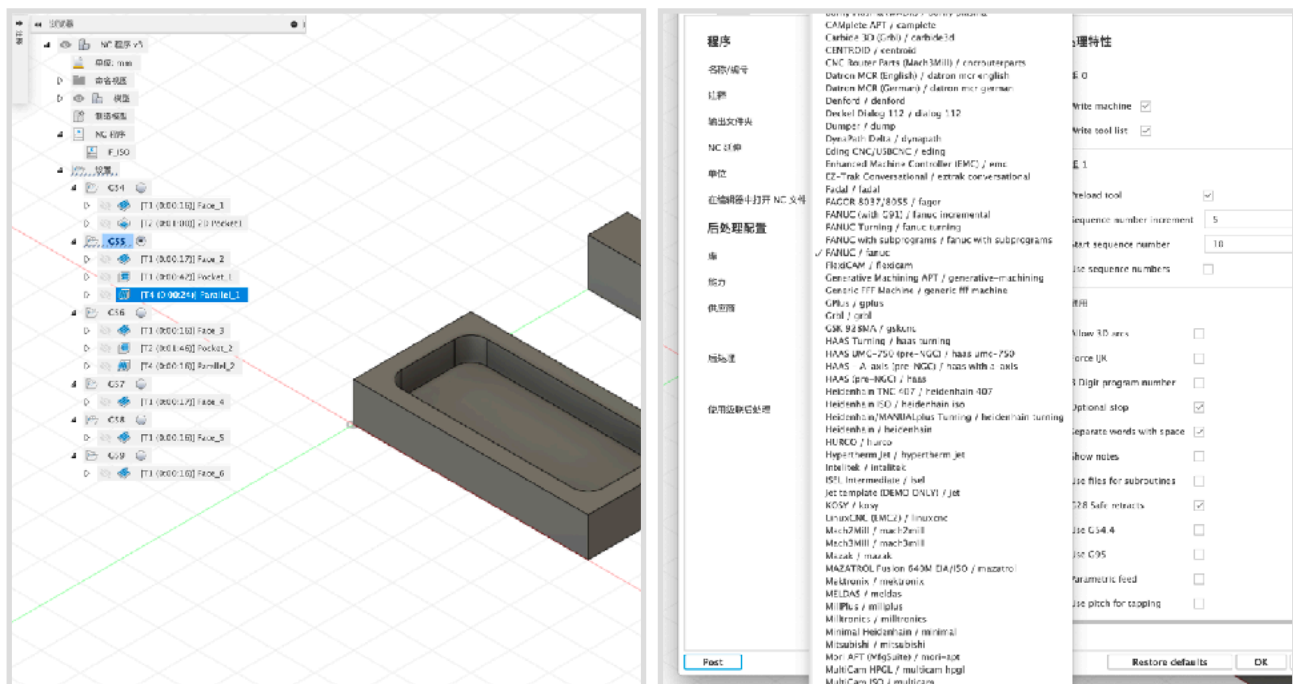


• NC程序与最小化换刀



在NC程序内有设置与操作二大区块，在操作区块内有重新排序最小化换刀策略。当您选择最小化换刀策略时，Fusion CAM将会自动帮您排序新的加工策略（同一把铣刀执行不同的工作坐标系与加工工法），这样的排序策略就能降低不必要换刀，进而降低加工时间。

• NC程序与后处理配置



Fusion CAM提供各种不同机床的后处理。在管理层面上，相同的被加工物，有可能在不同的机床上执行加工，您可以利用NC程序设置多种机床用的加工策略，进而加速工作效率。