



上海飞机制造有限公司
SHANGHAI AIRCRAFT MANUFACTURING CO., Ltd.

新支线ARJ21关键件转轴接头 数控加工

—— 朱仲云





目 录

引言

零件的结构分析

加工难点工艺性分析

数控编程加工工艺

小结

一、引言

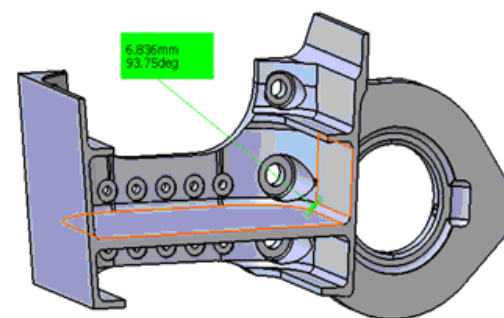
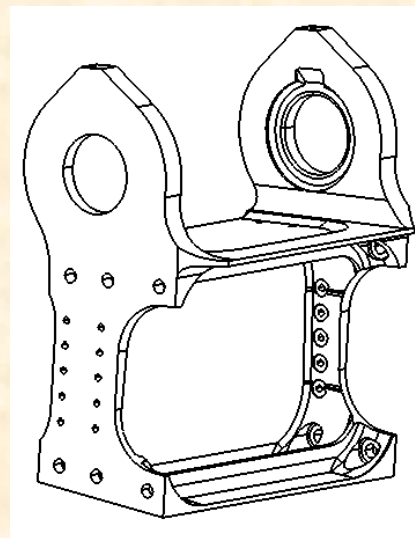
ARJ21新型涡流支线客机, 采用全数字化设计。利用法国达索 (Dassault) 系统公司的大型高端一体化应用软件CATIA V5, 进行设计和数控编程加工。

飞机零件各项技术指标要求的实现, 必须依靠零件制造工艺, 而制造工艺必须以满足产品设计的性能要求。对于一些复杂的结构件、关键件必须立足设计要求, 分析工艺方案的可行性, 研究程编设计的合理性, 确定刀具加工的可靠性, 保证工装设计的稳定正确性。使零件加工符合设计要求。

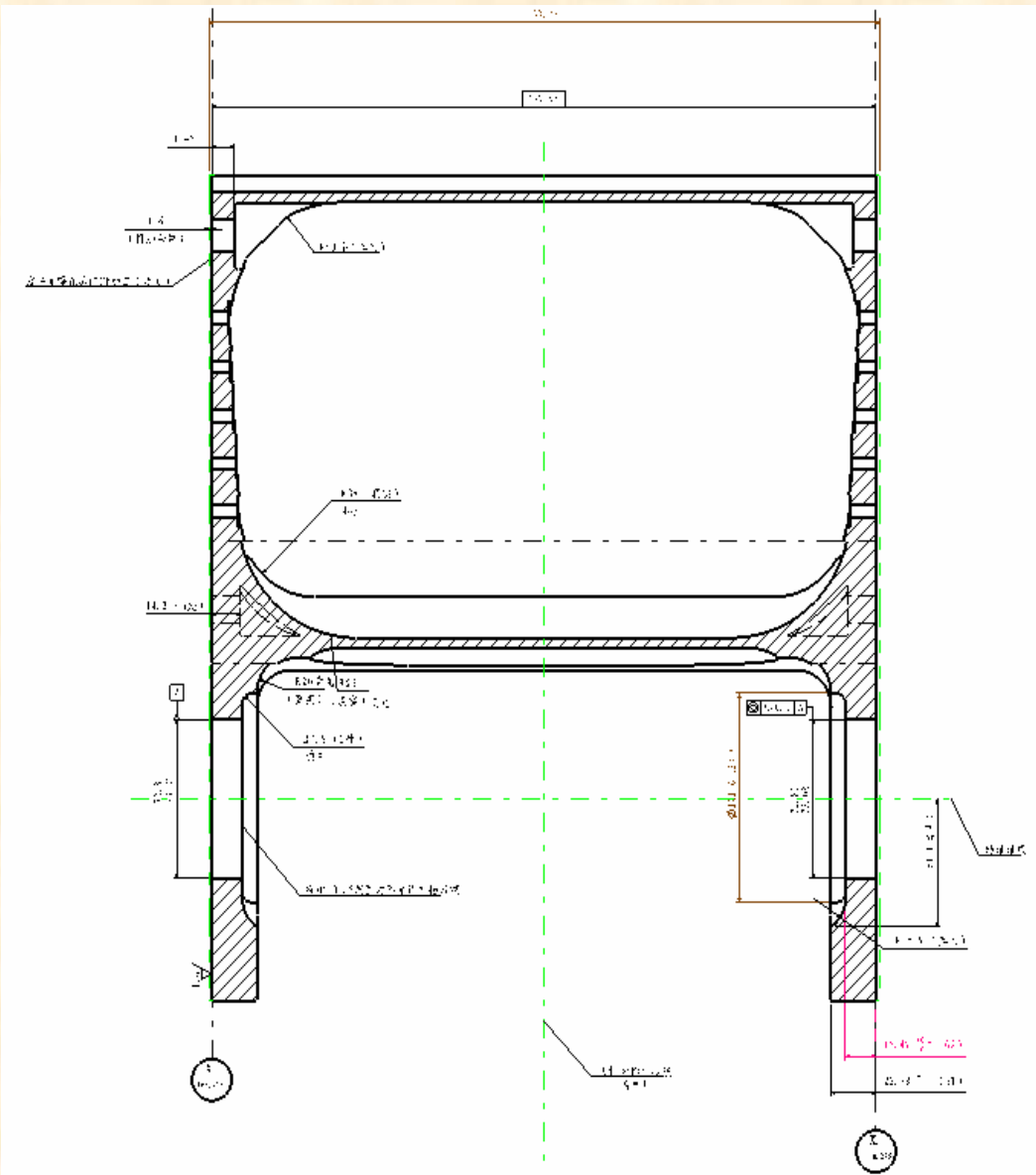
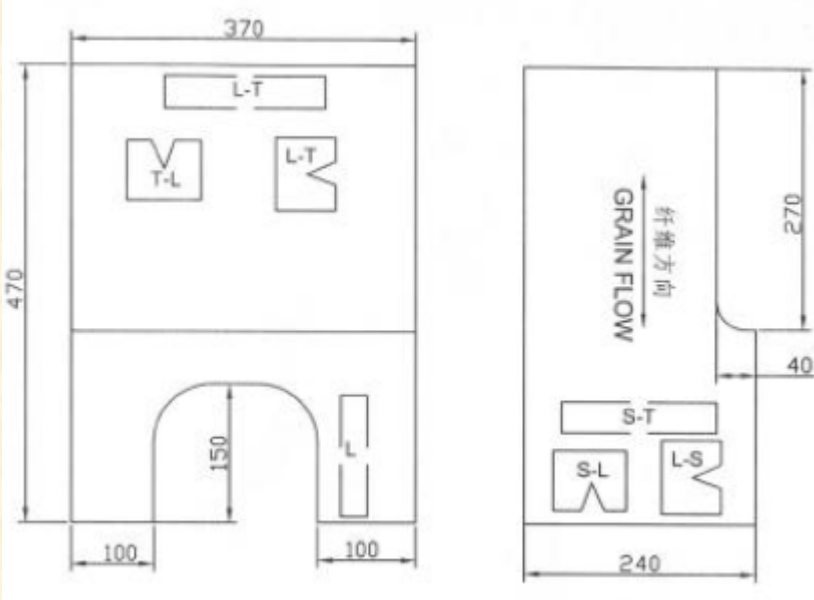
二、零件结构分析

此零件是飞机平尾中央盒段的后梁转轴接头零件，属于飞机的关键零件，重要的受力零件。对强度要求较高。从零件结构形式上分析：该零件结构形状比较复杂，加工工艺性较差。属于弱刚性悬臂框类零件。刚性不足会产生加工颤动；加工过程中容易产生零件变形。结构开敞性较差，零件内部形成封闭的U形槽，并且带有开闭角。零件的内外形是由斜面所组成。所加工的型腔较深，涉及到刀具的选择。轴承孔和位置尺寸是零件的关键特性尺寸，必须严格控制。

三维零件图



二维零件图



零件材料

铝 锌 合 金 自 由 锻 件

材料牌号: **7050-T7452**

毛料规格: **470 X 370 X 240 MM**

抗拉强度 $\Sigma b=64-67$ (KSI)
硬度 **HRB=83-88**

三、零件加工难点工艺分析

加工难点

1

毛料尺寸受到限制

2

耳片高度与厚度比成弱刚性结构

3

深框带开闭角U形槽切削加工困难

4

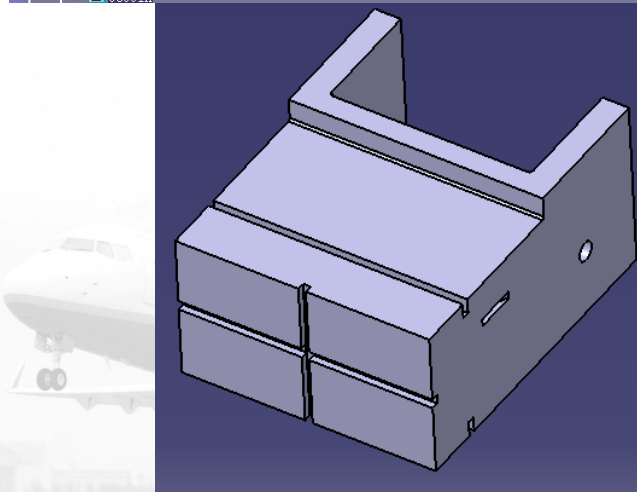
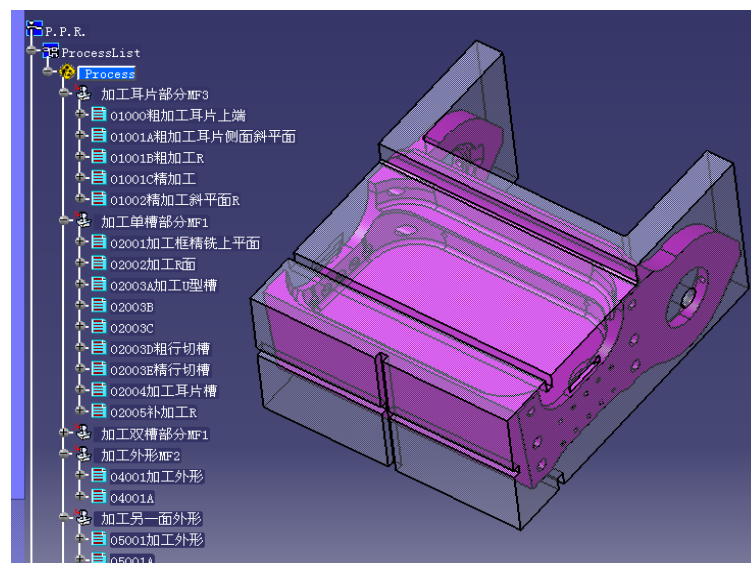
耳片处弧形槽加工工艺性差

加工难点工艺分析 1

■ 毛料尺寸受到限制

■ 受到锻件毛坯尺寸的限制，工艺上着重考虑零件定位与装夹。保证在整个零件加工过程中，定位基准的可靠性。

■ 此零件结构比较复杂，工艺上实施分五个工位进行加工。零件的压紧部位，尽可能利用零件毛坯的余量，设置一些工艺压紧位置。使定位精确，压紧可靠，便于零件加工。

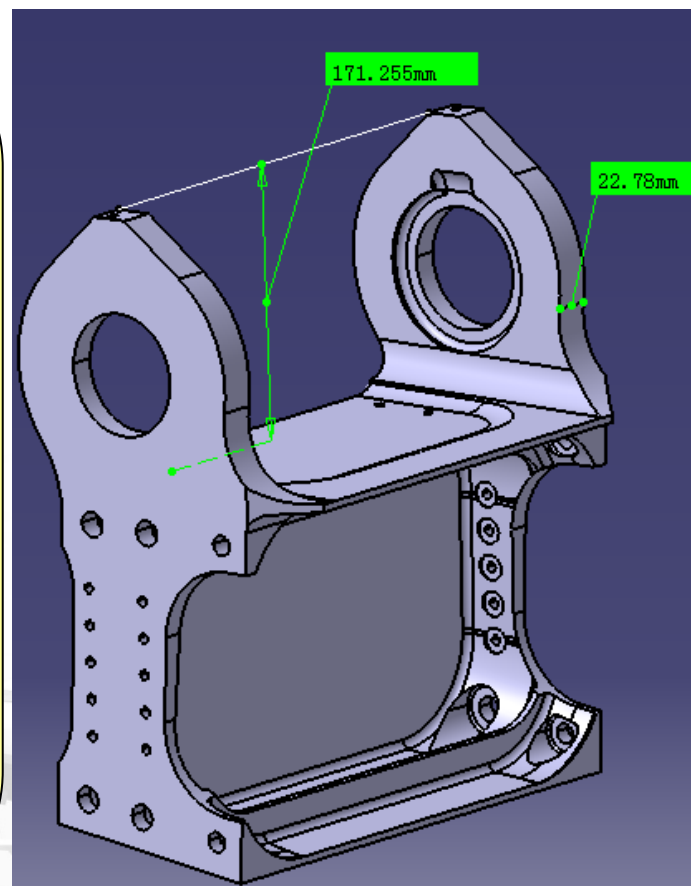


加工难点工艺分析 2

■耳片高度与厚度比成弱刚性结构

- 零件两侧的耳片厚度为22.78MM，毛坯高度是185MM，零件耳片的高度与厚度之比为8:1，形成弱刚性结构。

- 由于加工零件的高度较高，选择的立
- 铣刀，最小加工长度要大185MM，呈细长比刀具，刚性很差，容易产生让刀现象，使零件加工质量受到影响。



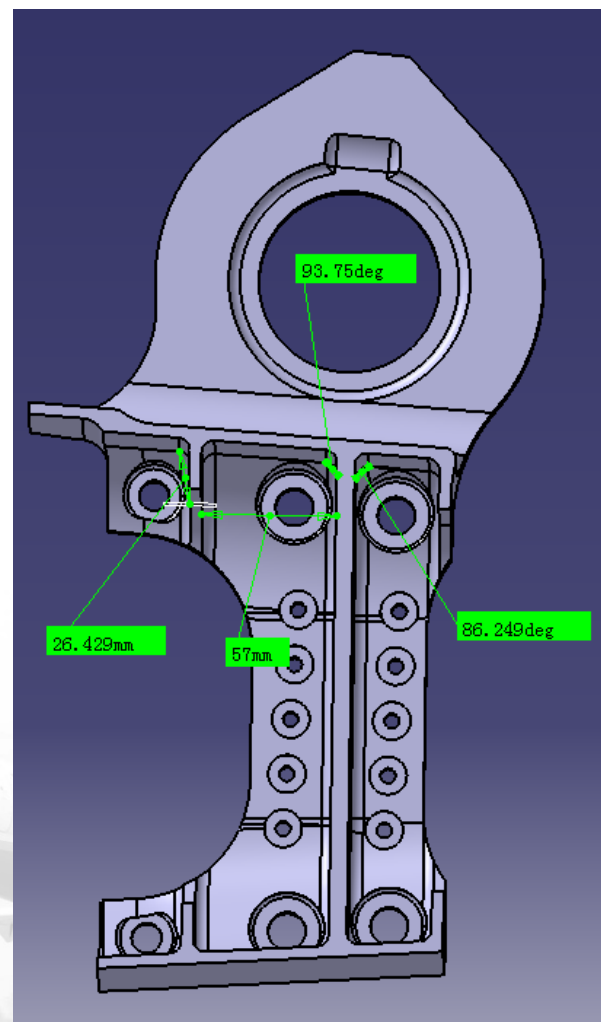
加工难点工艺分析 3

■深框带开闭角U形槽切削加工困难

- U形槽开角 $93^{\circ} 45' \pm 15'$ ，闭角 $86^{\circ} 15' \pm 15'$ 角度公差较小，深度为57MM，宽度26MM，壁厚4.8MM，转角R60MM

槽型内具是开闭角，槽的深度较深。确定

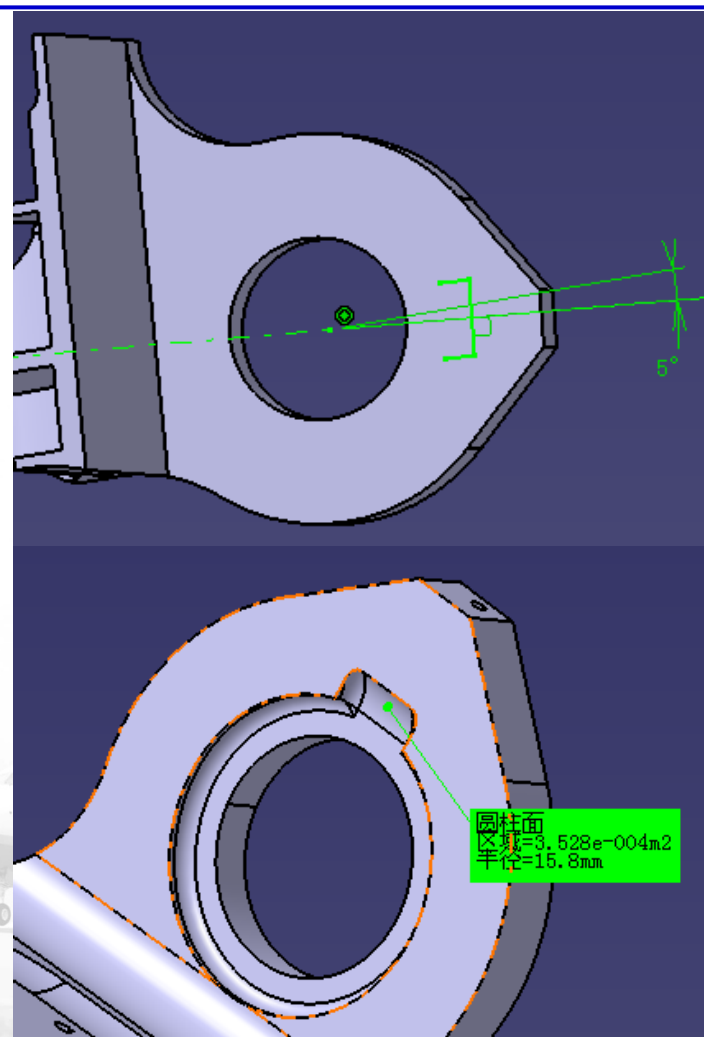
- 合理的槽型加工工艺方法；数控编程策略应用是解决难题的关键。



加工难点工艺分析 4

■ 耳片处弧形槽加工工艺性差

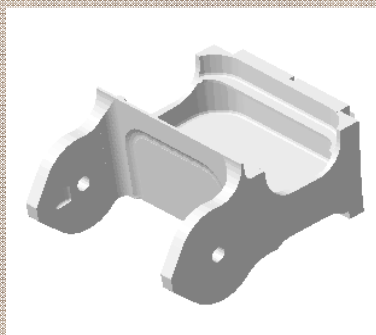
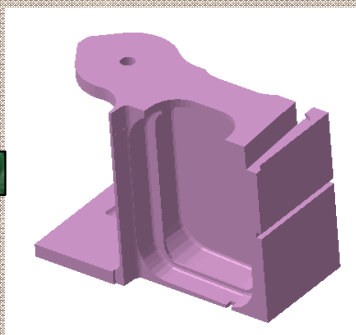
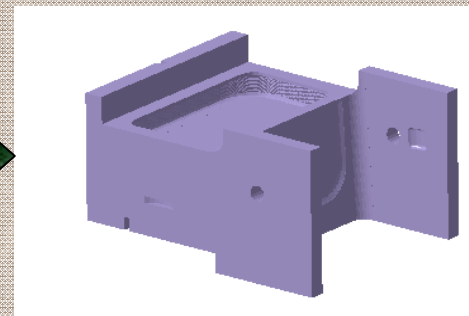
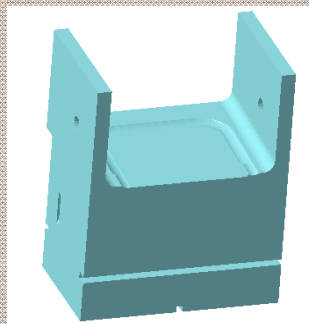
- 弧形槽中心与孔轴线偏 5° ，槽弧形半径 $R=15.8\text{MM}$ ，弧形槽封闭在两耳片的内侧面，开放性较差。
- 弧形槽加工工艺方法制定，选择合适有效的切削刀具。



四、数控编程加工工艺

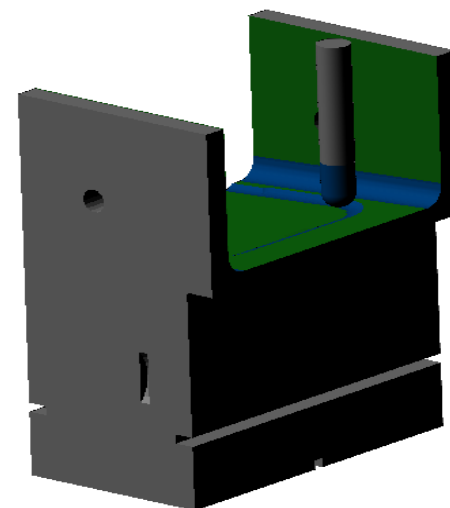
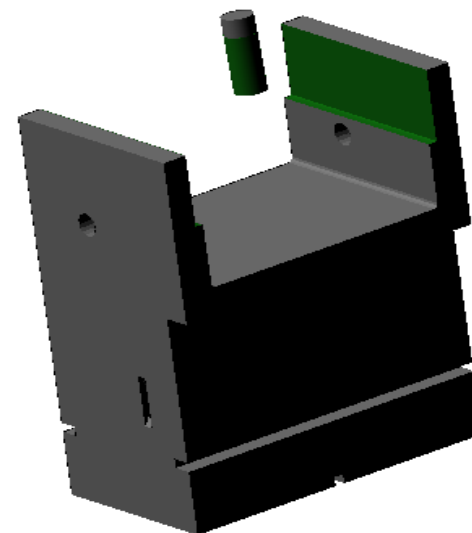
数控编程工艺方案

数控编程加工分五个
工位进行加工



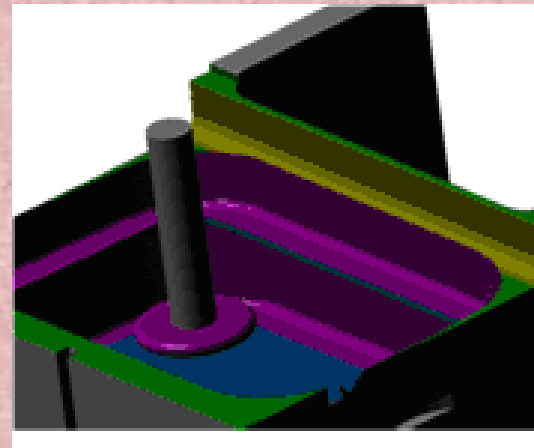
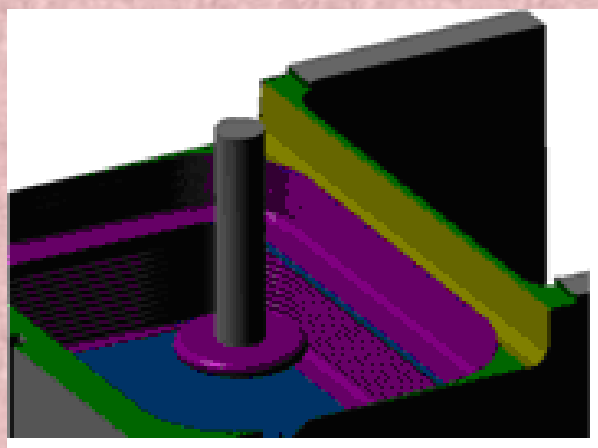
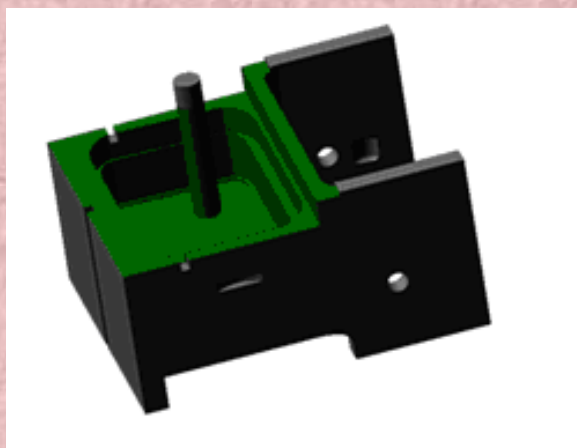
加工两侧儿片

- 采用最大直径为 $\phi 32\text{MM}$ 刀具，尽可能 提高 刀具刚性。
- 加工过程中分粗精加工。先采用短刀具分层加工上半部份，以提高切削性能，再用长刀具分层加工下半部份，尽量减少加工振动。
- 采用合理的切削参数，使零件加工变形与刀具让刀现象降低到最小程度。以保证加工质量



加工开闭角U形槽

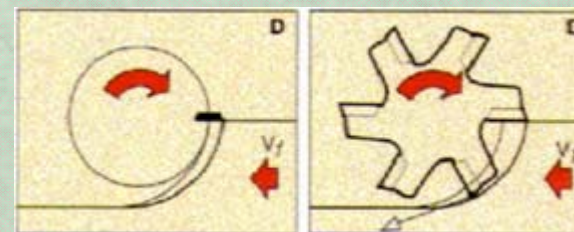
- 以提高切削性能，减小切削力，工艺上采取粗加工，半精加工和精加工的方法，加工U形槽的开闭角。
- 为了提高加工效率，粗加工时采用平底立铣刀进行环切；为了提高刀具的刚性，半精加工、精加工采用三面刃R铣刀，分层切削U形槽，采用环形行切方法，加工U形槽的开闭角。



U形槽数控加工策略 1

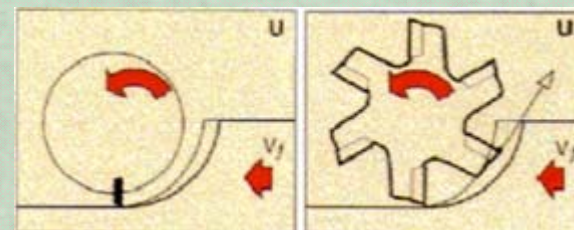
- 零件在整个铣削过程中，选用顺铣加工。
- 顺铣：切削厚度由大到小，切向力与零件进给方向相同，径向力为压力。

加工效率高，刀具磨损小，零件表面的光洁度好。



- 逆铣：切削厚度由小到大，切向力与零件进给方向相反，径向力为拉力。

有助于抵消丝杠间隙，会导致加工零件被拉动而造成尺寸偏小，在刀齿切削前，先在零件表面摩擦一段距离，造成表面光洁度差，刀具磨损严重。



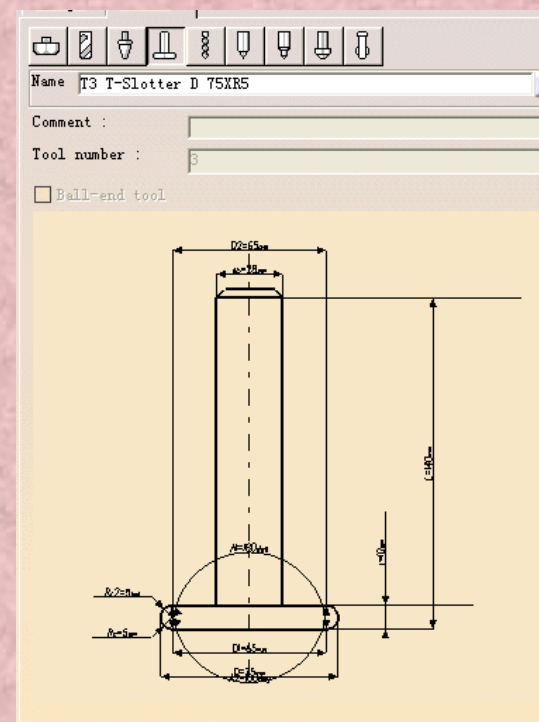
U形槽数控加工策略 2

刀具选用

● 粗加工：以大余量切除材料为目的，切削用量较大，刀具负荷重。

零件铣削采用 $\phi 32\text{MM}$ 大直径的平底铣刀加工框的内形。采用三面刃T型铣刀，直径 $\phi 180\text{MM}$ ，厚 10MM ， $R=5\text{MM}$ 。用行切方法加工开闭角U形槽。

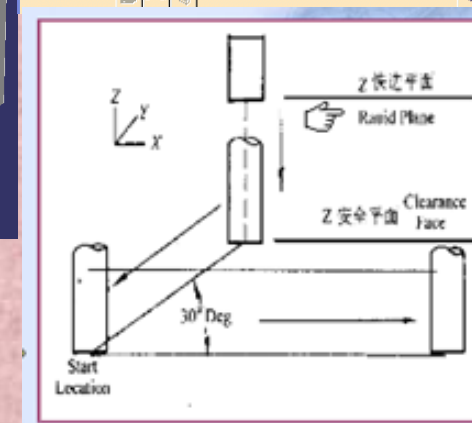
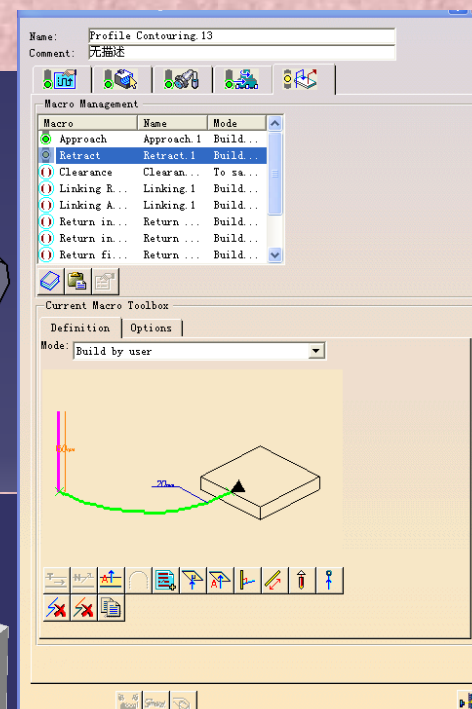
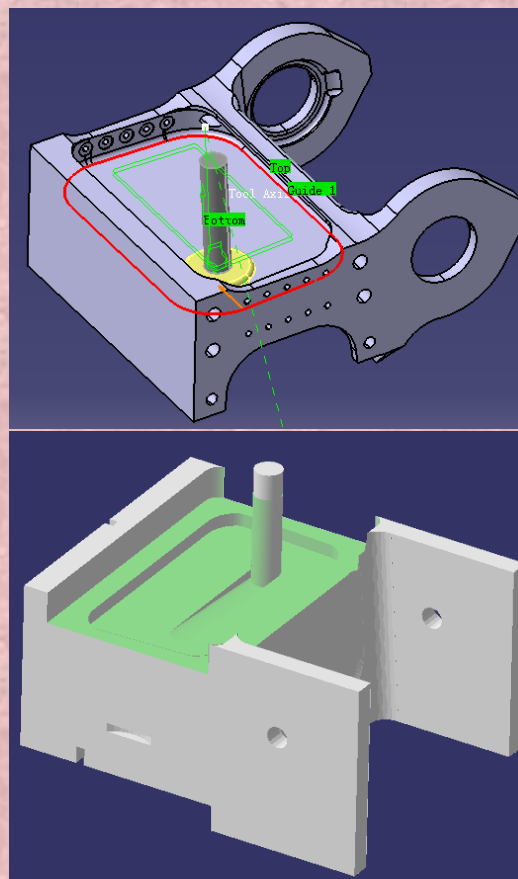
● 精加工：以保证加工面的精度要求，选用较小的切削用量。仍然采用三面刃T型铣刀。提高选择精度和切削速度。



U形槽数控加工策略 3

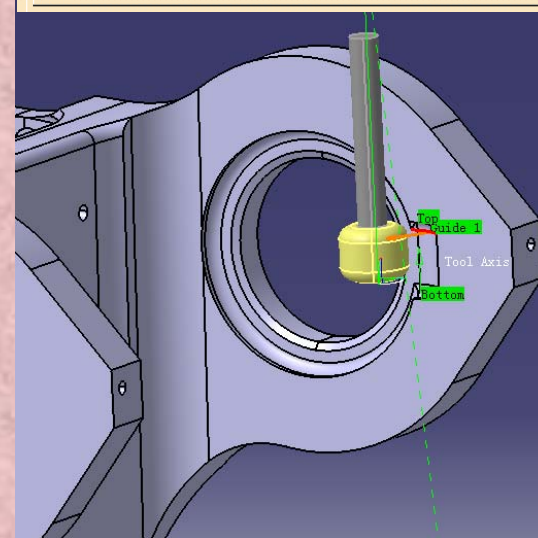
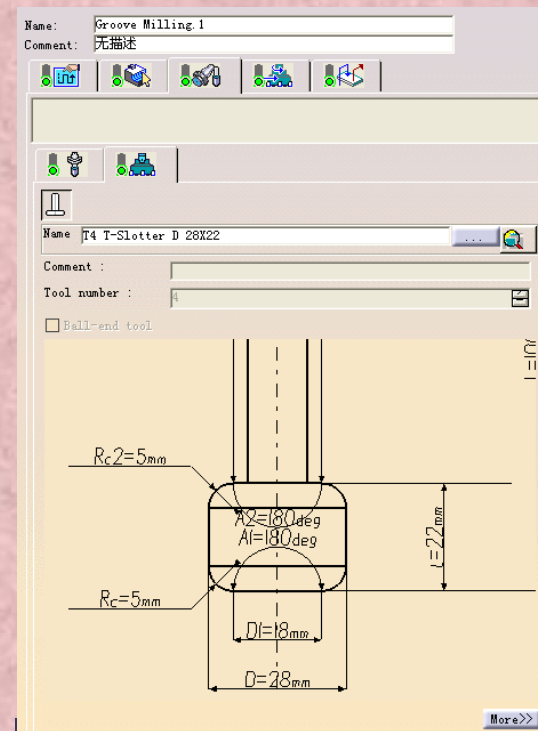
走刀路线

- 为减少切削过程刀具速度变化，减轻刀痕，提高加工质量。零件加工进退刀，采用圆弧进退刀。
- 为提高切削性能，铣切框平面采用斜向进刀切入材料。
- 为获得良好的精度和表面质量，选择环切方法，最佳走刀路线减少空行程。



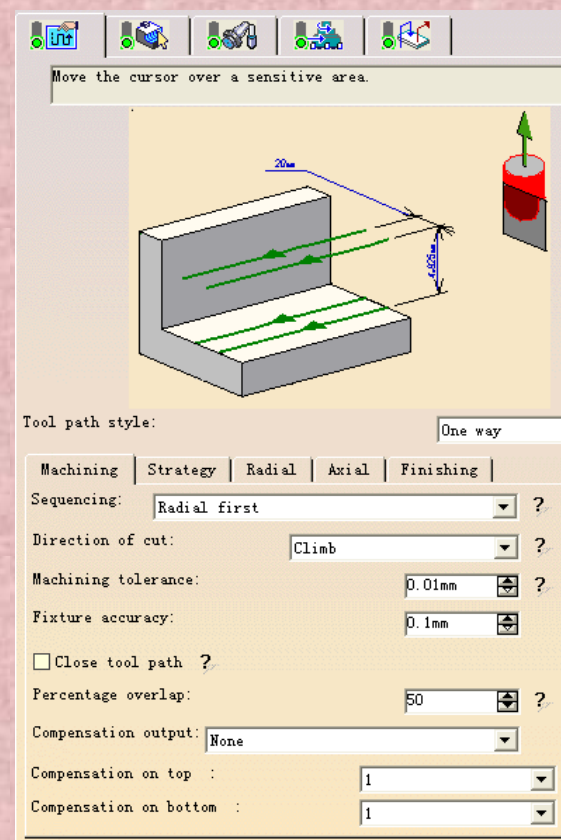
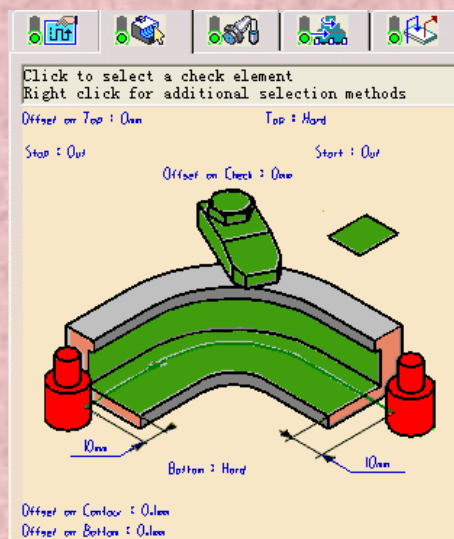
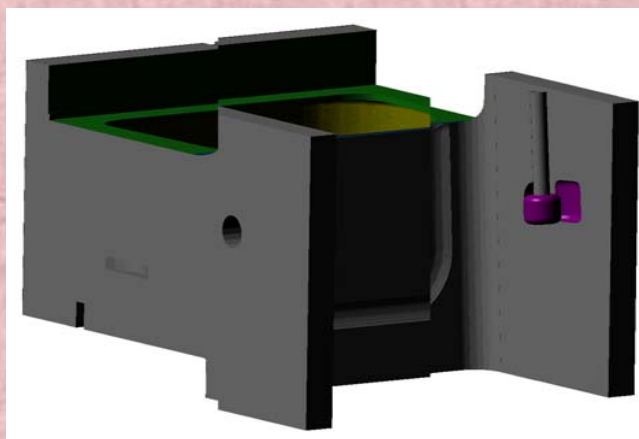
加工弧形槽 1

- 弧形槽是封闭在零件耳片的内侧，而且弧形槽的位置又比较深，加工工艺性差。
- 由于刀具的尺寸受零件结构的影响，刀具的刚性比较差。
- 刀具采用特殊要求的三面刃T形槽铣刀。铣刀直径 $\phi 28\text{MM}$ ，厚 22MM ， $R=5\text{MM}$ 。



加工弧形槽 2

- 数控编程策略:
- 采用定轴加工; 上下分层切削。
- 作相应的辅助面进行编程, 设置检查面, 防止过切。



五、小 结

复杂零件的机械加工，关键是如何正确有效地确定工艺方法；制定合理简易便于操作的工装夹具。在编程工作之前正确设计确定加工工艺方案，是保证零件加工质量的前提；是编程工作的基础。有了扎实的基础，才能发挥更好的效益，从而在理想的加工程序下，保证加工出符合图样的合格产品。

在程序编制过程中，要不断经过VERICUT仿真软件的模拟，以消除数控加工程序编制中出现的问题。不断完善，使数控加工程序更趋合理，更符合制造要求。上海飞机制造有限公司作为有自主知识产权的新支线客机ARJ21的主制造商，承担着新支线飞机的部装和总装任务，因此数控加工任务仍然非常繁重、艰巨。特别是复杂零件的机械加工，在现有基础上我们还应开创新思路新方法，不断地改进工艺，优化程序设计，为大型客机更加复杂的结构件关键件积累经验，同时实现加工效率的大幅提升，零件加工质量不断提高。



上海飞机制造有限公司
SHANGHAI AIRCRAFT MANUFACTURING CO.,Ltd.

谢谢

THANKS