

教 案

2024-2025 学年第一学期

课程名称 计算机辅助制造

专业班级 数字化设计与制造241

总学时数 64 学时

任课教师 曹艳彬

课程基本信息

课程名称	计算机辅助制造			
课程性质	专业课	学分	4	
学时	总学时：64学时，其中：课堂讲授 0 学时；课内实验/实训 64 学时。			
开课部门	机电工程系	任课教师	曹艳彬	
授课专业、班级	数字化设计与制造241	开课学期	2025-2026 第一学期	
成绩评定	平时成绩占 <u>50</u> %；期末成绩占 <u>50</u> %	考核方式	考试	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	本课程是一门专业核心课程，旨在培养学生的编程能力，有助于学生更好的就业。			
本课程教学目标	培养学生能够独立对一般零件进行工艺分析，设置加工路线，合理选择刀具，适当设置参数，编制合格程序。			
素质(思政)内容与要求	强调工匠精神在模具制造中的重要性，包括专注、细致、耐心和追求卓越的态度。引导学生理解精益求精的核心理念，即在制造过程中不断追求更高的精度和质量。			
学生用主要参考资料	教师的教案。			

第一讲、简单平面加工

一、教学目的及要求：

- 1、掌握 UG 软件程序的创建。
- 2、掌握刀具、坐标系的创建。
- 3、掌握简单平面的加工。

二、教学重点和难点：

简单平面的加工

教学方法及手段：

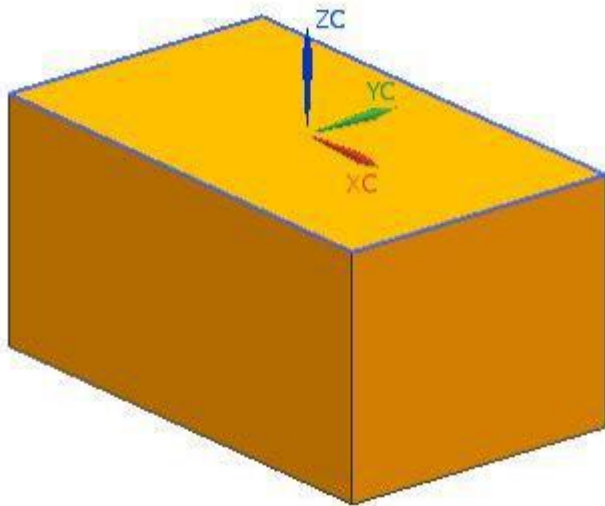
理论与实操相结合。

三、教学课时：3 课时

四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

构建一个长 100mm*60mm*50 长方体。



1、以图形为导向，讲解程序的创建。

加工环境的介绍，加工环境是指进入 NX 加工模块后编写程序的工作环境，加工环境初始化就是根据被加工零件的特点选择合适的编程环境。

2、刀具的创建方法。

在 NX 中，系统有公制和英制两种参数的刀具库，由于加工的方式不同，使用的刀具也有差异，使用时可直接从刀具库中提取刀具，这种方法简单，但刀具库中的刀具并不一定能满足使用要求，此时需要用户自定义刀具。使用同一把刀具的工序放在同一个程序组里输出 NC 程序，可以减少换刀次数

(1) 刀的规格：通常以刀的尺寸来命名。有鼻刀，主要用于粗加工。立铣刀，用于粗加工和精加工。球刀，主要用于精加工。

3、坐标系的创建和移动。学会调整坐标，改变坐标方向非常重要，后处理出来的程序是依靠坐标系生产坐标的，所以要能够正确的调整坐标。

4、平面编程加工及仿真。

5、思政内容：

标准规范与严谨作风 遵守规则、一丝不苟、精益求精、敬畏标准。制图标准教学：严格执行国标（GB）或ISO标准，讲解每一条规范背后的科学性和安全性考量。图层/线型/标注管理：强调清晰、规范的文件管理习惯，这是团队协作的基础。参数化约束：通过几何约束和尺寸约束，培养学生严谨、精确的

思维模式。“为什么我们的图纸必须符合国标？因为标准是工程师之间沟通的‘世界语’，一个符号的错误可能导致千万级的损失。”“混乱的图层就像混乱的仓库，效率低下且容易出错。规范的操作体现的是你的专业素养。”“参数化设计要求我们‘先思考，后画图’，这是一种严谨的工程思维训练。”

第二讲、2D 外形铣编程加工

一、教学目的及要求：

- 1、掌握坐标系的移动方法。
- 2、掌握 2D 外形铣编程及参数设置。

二、教学重点和难点：

2D 外形铣编程及参数设置。

三、教学课时：6 课时

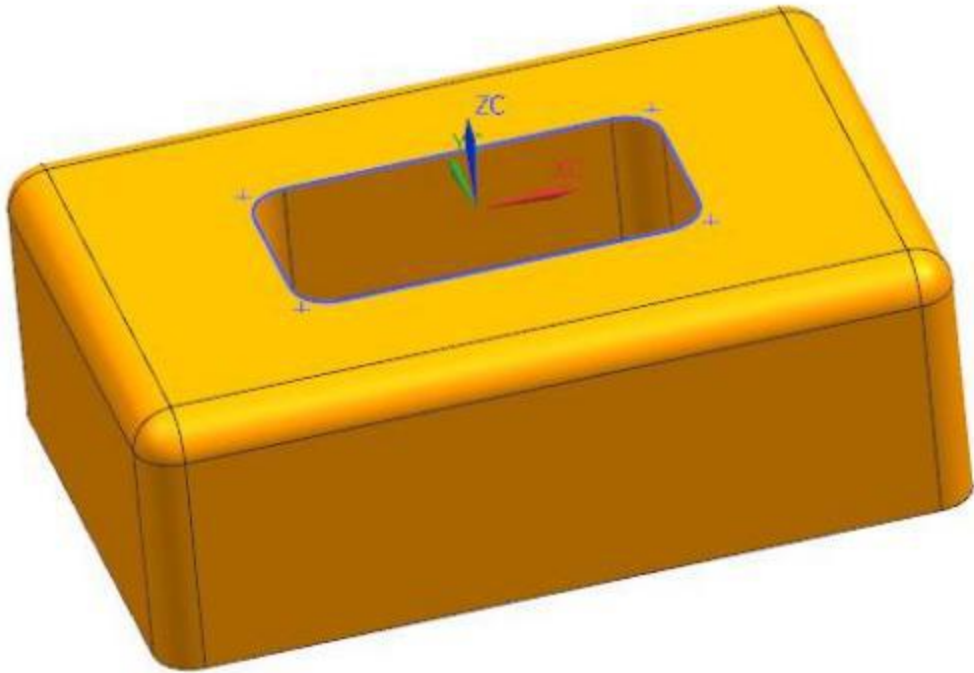
四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

(1) 以长方体为导向，复习刀具的创建，坐标系的创建和移动方法。复习平面编程方法。强化学生对上次课所学内容的熟练操作。

(2) 外形铣削编程方法及参数设置及其含义。外形铣削编程方法有四种，1、直接选面，自动形成外形。2，直接选线，形成外形。3、通过选点来形成外形。4 通过选定边界来形成外形。

(3) 指定底面，指定底面的方法有很多。可以直接选择面形成底面，也可以用两个坐标轴形成底面。



六、思政内容

创新思维与解决问题能力 敢于突破、优化设计、系统思考、数字化赋能。三维建模思路：鼓励对同一零件采用不同的特征建模顺序和方法，比较优劣，寻求最优解。TOP-DOWN设计：引入自顶向下的设计方法，培养学生系统规划和整体布局的能力。设计优化：使用软件进行简单的静力学分析或运动仿真，基于数据迭代优化设计，而非凭感觉。“不要满足于‘画出来’，要多思考‘为什么这样画？有没有更好的方法？’。”“TOP-DOWN设计教会我们，优秀的工程师首先是一个优秀的规划者和架构师。”“仿真分析让我们从‘画图员’变为‘设计师’，用数据驱动设计决策，这是现代设计的核心。

第三讲、平面综合加工（6 学时）

一、教学目的及要求：

- 1、熟练掌握零件的平面加工
- 2、熟练掌握型腔铣编程及参数设置。

二、教学重点和难点：

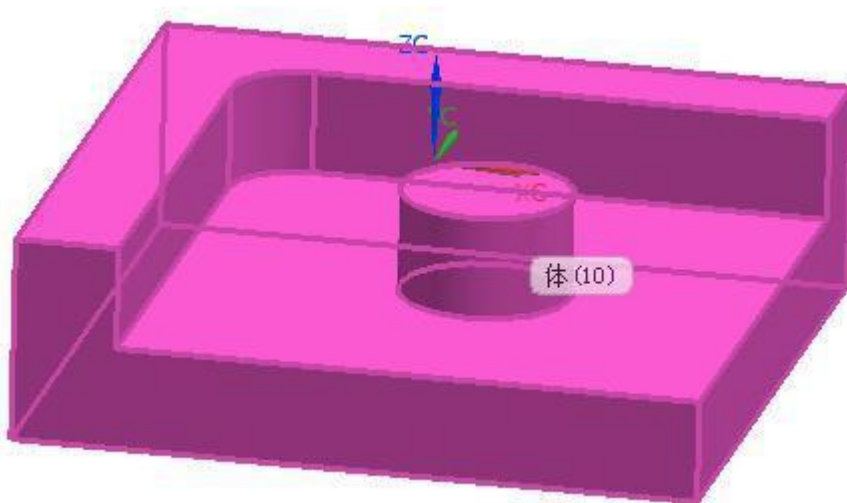
型腔铣编程及参数设置。

三、教学课时：6 课时

四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

一，以如下零件为导向，对零件进行综合加工。



- 1、让学生先自行运用已学知识对图形进行编程 20 分钟。
- 2、检查学生做的情况，
- 3、进行编程讲解。

（1）型腔铣的加工原理：型腔铣定义的加工几何体是 3D 的三维实体模型，系统按照零件在不同深度的水平层状截面自动计算刀轨，切削层垂直于刀具轴线，每一切削层切削刀零件轮廓。

（2）型腔铣定义的几何体，通常有零件几何、毛坯几何和检查几何，同时也可使用边界、表面和曲线定义加工区域。

（3）型腔铣的加工对象，主要用于零件粗加工，对有曲面或斜面的壁和轮廓的型腔、型芯，以固定刀轴快速而高效地进行粗加工，可用于所有零件的粗加工。粗加工切除大量的材料，为半精加工和精加工做好准备。

- 4、再次让学生练习30分钟。解决学生在编程中遇到的难题。
- 5、抽查学生练习情况，作为平时成绩考核重点。

6、思政内容：

工匠精神与极致追求 | 精益求精、质量至上、数据驱动、敬畏精度。加工精度设置：讲解公差背后的意义，一个微米（ μ ）的差异对产品性能、寿命的决定性影响。

表面质量分析：对比不同切削参数、刀路策略获得的表面粗糙度，追求“镜面”效果。

后处理校验：强调对G代码的反复模拟和校验，确保万无一失，对机床和产品负责。“我们设定的这个公差带，不是数字游戏。对于航天发动机叶片， μ 级的误差就意味着成败。CAM工程师是精度的‘守护者’。”

“不要满足于‘切得出来’，要追求‘切得漂亮’。好的表面质量是工匠精神的直观体现。”

“你的一个错误参数，可能导致价值百万的机床撞刀。CAM工作‘失之毫厘，谬以千里’，必须慎之又慎。”

第四讲、简易零件综合加工（6学时）

教学目的及要求：

- 1、熟练掌握零件的平面加工、2D 外形铣。
- 2、学会分析零件，选择刀具。
- 3、学会设置加工工艺路线。

教学重点和难点：

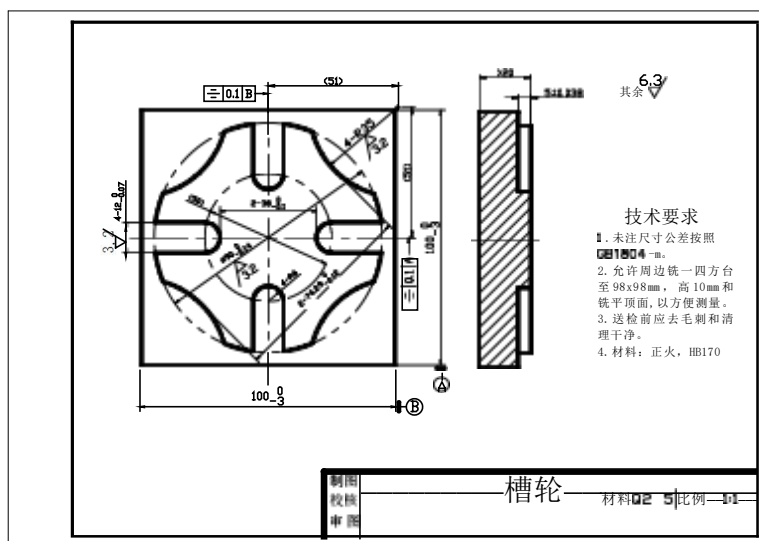
分析零件，选择刀具。

三、教学课时：6 课时

四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

- 1、学生自行分析图形，设置刀具，进行编程加工。



2、检查学生做的情况，

3、进行编程讲解。

(1)、分析零件的结构形状，以及测量其尺寸，如上图所示，本零件以平面为主，因此选用平底刀。

(2)、测量零件的整体尺寸和局部尺寸，利用下图所示中的菜单栏的分析—测量—简单距离，可以对零件进行尺寸测量。通过尺寸大小决定刀具大小。如本零件中槽宽 12，可以选用比其稍微小一点的刀具 D10 来进行加工。



4、再次让学生练习 30 分钟。

5、抽查学生练习情况，作为平时成绩考核重点。

6、思政内容：

制造强国使命与担当技术自立、产业升级、破解瓶颈、服务国策。|介绍高端装备：讲解五轴联动、车铣复合等高端数控装备在破解国外技术封锁、打造大国重器中的关键作用。

分析“卡脖子”环节：以高端数控系统、高性能切削刀具、CAM软件算法为例，激发学生技术自立的决心。

中国智造案例：展示中国企业在模具、航空、汽车等领域利用CAM技术实现的突破。“为什么五轴联动技术如此重要？因为它直接决定了高端国防、航空航天领域的制造能力。我们学习的，正是国家最需要的技术。”

“目前最先进的**CAM**软件多来自国外，如何开发我们自己的、更智能的**CAM**软件？这个重任也许就在你们肩上。”

“从‘中国制造’到‘中国智造’，**CAM**是核心的赋能技术。我们正在参与一场伟大的产业升级。”

第五讲、简易零件综合编程（6 学时）

一、教学目的及要求：

- 1、掌握零件的开粗方法及参数设置。
- 2、掌握零件的精加工方法。
- 3、掌握曲面精加工编程方法及参数设置。

二、教学重点和难点：

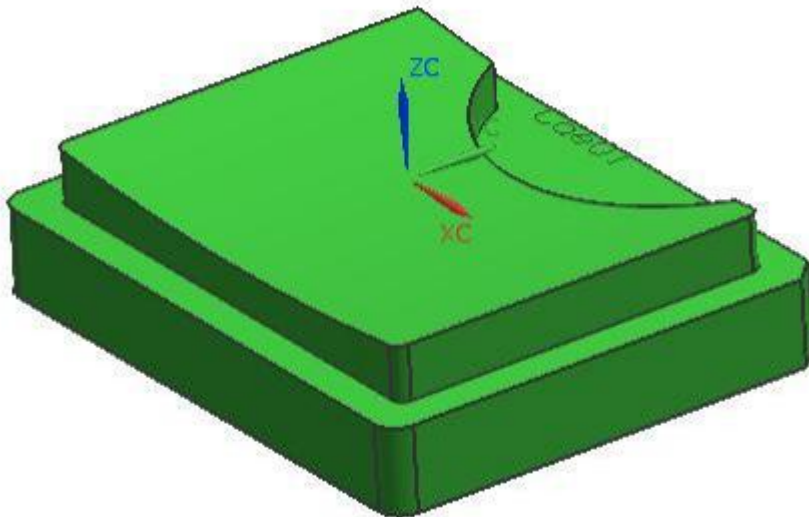
开粗方法及参数设置、曲面精加工编程方法及参数设置。

三、教学课时：6 课时

四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

- 1、学生根据以往知识进行独立思考，编程 30 分钟，了解学生的编程情况和主要不懂得知识点。



- 3、以如上零件为导向，分阶段进行编程讲解。

本零件是由平面、垂直面、曲面组成，与以往零件都类似，让学生先独立思考并编程，考验其应变能力。曲面加工使用曲面区域铣削方法。如下图中的 UG 图中的对话框，了解各种非陡峭切削模式的走刀方法。切削方向的判断。步距的含义。平面直径百分比的设置。步距已应用的选择。剖切角的设置等。



- 3、学生分阶段练习。
- 4、抽查学生练习情况，作为平时成绩考核重点。
- 5、思政内容：

创新与优化意识 | 效率至上、降本增效、工艺创新、算法思维。 刀路优化对比：对同一零件设计多种加工策略（如传统铣削 vs 高速铣削），对比加工时间、刀具磨损和表面质量，追求最优解。

参数化加工：引导学生思考如何通过编写脚本或利用软件功能，实现加工模块化、智能化，减少重复劳动。

新材料新工艺：介绍针对复合材料、3D打印等新型制造方式的CAM编程，培养前沿视野。“优秀的CAM工程师和普通操作员的区别，在于能否用‘智慧’让加工时间从10小时缩短到5小时，这背后是企业巨大的成本节约。”

“不要只做‘点击工程师’，要思考如何用更智能的方法解决问题，比如利用知识库、模板和二次开发。”

“制造业在不断进步，我们学习的知识会过时，但创新优化的思维永远不会。”

第六讲、零件综合编程

一、教学目的及要求：

- 1、熟练掌握零件的开粗方法及参数设置。
- 2、掌握零件的二次开粗方法的编程。
- 3、掌握曲面精加工编程方法及参数设置。

二、教学重点和难点：

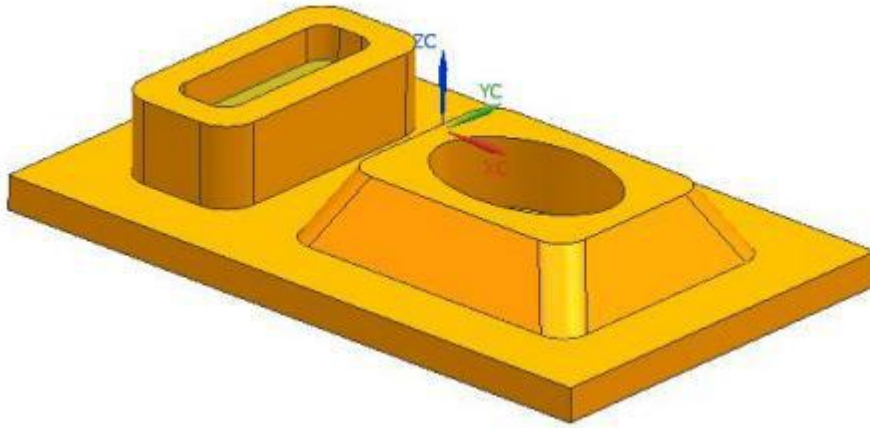
零件的二次开粗方法的编程。

三、教学课时：6 课时

四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

- 1、以如下零件为导向，分阶段进行编程讲解。



(1)、二次粗加工概述：为了提高加工效率，零件粗加工时通常使用较大尺寸的刀具，这样会在工件的拐角处或凹角处留下较多材料，造成余量不均匀，从而影响后续的精加工或半精加工。为了解决留下的残料，需进行二次粗加工，二次粗加工也称拐角粗加工或残料加工。是指使用较小尺寸的刀具切除粗加工后留在凹角处的较多材料，使工件获得比较均匀的加工余量，以利于后续工序的加工。

(2) 二次粗加工的方法可采用 3 种方法完成。参考刀具法：是以前一把刀具为参考对象来加工前一把刀具未能加工的区域。3D 过程工件法：使用 3D 是指前一个工序所加工后留下的残料，并以此剩余材料为下一个工序的毛坯，可以根据工件的当前真实状态来加工，可避免切削已加工过的区域。且不必考虑角部残料的大小、刀具未切削区域等状况。使用基于层的 过程工件法：与 3D 过程工件相似，只是在指定层上切除未切削的材料，生产刀轨速度快。切削效率高。

2、学生分阶段练习，解决学生在编程过程中遇到的难题。

3、抽查学生练习情况，给完成任务的同学记分，作为平时成绩考核重点。

4、思政内容：

成本与市场意识，资源节约、全局观念、时间成本、商业思维。加工时间估算：强调 CAM 软件中“加工时间预估”功能的重要性，时间是制造的最大成本之一。

刀具寿命管理：讲解切削参数（转速、进给、切深）与刀具磨损的关系，优化参数以延长刀具寿命。

材料利用率：在编程前优化排版，减少空跑刀路，从源头节约材料。“你编程时节省的 1 分钟加工时间，在批量生产中就可能是成千上万元的成本。要有强烈的成本意识。”

“粗暴的切削参数虽然快，但会剧烈磨损刀具。一把高端刀具价格不菲，省下的时间可能抵不上刀具钱。”

“我们的工作直接关系到企业的利润率。一个具备商业头脑的工程师更受企业欢迎。”

第七讲、桌子加工综合编程（6学时）

一、教学目的及要求：

- 1、熟练掌握零件综合编程及参数设置。
- 2、掌握零件的拆解编程。
- 3、掌握曲面精加工编程方法及参数设置。

二、教学重点和难点：

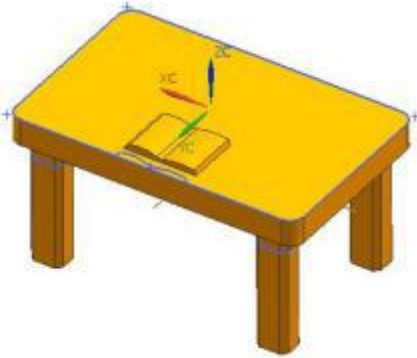
进行零件的工艺分析，独立思考编程方法。

三、教学课时：6 课时

四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

- 1、以如下零件为导向，先给学生 30 分钟编程时间，要求学生先自主分析零件，根据零件的结构尺寸，设计加工工艺，根据加工工艺选择编程方法，合理选择刀



具，优化工艺路线。

- 2、及时了解学生的编程情况，找出学生不懂的地方，进行统一讲解。

（1）切削加工顺序的讲解：基面先行的原则，因为定位基准的表面越精确，装夹误差就越小。先粗后精的原则，提高加工表面的精度和减小表面粗糙度。先主后次原则零件上的工作表面及装配精度要求较高，属于主要表面，应先加工，能及早发现毛坯中主要表面可能出现的缺陷。先内后外原则即先进行内型腔加工工序，后进行外形加工工序。上道工序的加工不能影响下道工序的定位与夹紧。

- 3、对做完的同学进行登记，作为平时成绩考核的重点依据。

4、思政内容：

安全与责任伦理，生命至上、规范操作、预防为主、绝对可靠。机床碰撞检查：彻底讲解CAM软件中的碰撞检查功能，任何一次虚拟碰撞都对应着现实中的重大安全事故风险。

工艺安全性评估：分析装夹的可靠性、刀具的刚性、切削力的合理性，将安全隐患消除在编程阶段。“CAM是生产前的‘最后一道防线’。我们的疏忽，轻则损毁设备，重则危及操作员生命。安全是1，其他是后面的0。”

“在按下‘机床启动’按钮前，你已经在软件里模拟加工了多少遍？确保绝对安全了吗？这是我们对同事生命的责任。”

第八讲、竞赛试题零件加工综合编程（6学时）

教学目的及要求：

- 1、熟练掌握零件综合编程及参数设置。
- 2、掌握零件的拆解编程。
- 3、掌握曲面精加工编程方法及参数设置。

教学重点和难点：

零件的熟练编程及参数的合理设计。

三、教学课时：6 课时

四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

1、以如下零件为导向，要求学生先独立编程 40 分钟，培养学生独立思考解决问题的能力。在此过程中，当学生遇到问题时，不及时告诉学生，而是引导学生怎样去思考，并解决问题。



2、知识点：进给量的确定

工艺系统刚性较好的情况下，可选用大一些的进给量，刚性差时，应适当减小进给量，以免工件产生挠曲变形，甚至出现振动。

车刀截面尺寸小时，会引起变形和振动，应选择小的进给量。刀片厚度过小时，刀片会因强度不足而被压裂，应选择较小的进给量。

机床进给机构的强度不足时，应选择小的进给量。

3、检查学生练习情况，对做完任务的同学予以登记，作为平时成绩考核重点。

4、思政内容：

团队协作与传承精神 | 协同制造、标准统一、知识沉淀、无私分享。

PDM/PLM系统概念： 介绍产品数据管理和生命周期管理系统，理解CAM在协同制造中的角色。

建立加工知识库： 鼓励学生将优化的加工参数、策略整理成文档，形成团队共享的“工艺宝典”。

标准化模板制作： 针对常用加工类型，制作标准化刀具库、模板文件，提高全团队效率。| “现代制造是团队作战，你的刀路和程序必须让别人能轻松看懂和修改。标准化是协同的基础。”

“一个人的经验是有限的，但团队的智慧是无穷的。分享你的最佳实践，就是在为整个团队赋能。”

第九讲、脚踏板加工综合编程（9 学时）

一、教学目的及要求：

- 1、熟练掌握零件综合编程及参数设置。
- 2、掌握曲面精加工编程方法及参数设置。

二、教学重点和难点：

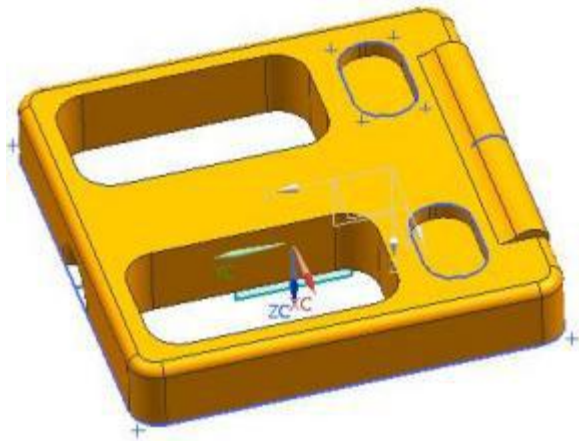
零件的熟练编程及参数的合理设计。

三、教学课时：9 课时

四、教学方法：实训指导

五、授课内容：

1、以如下零件为导向，要求学生先独立编程 60 分钟，培养学生独立思考解决问题的能力。在此过程中，当学生遇到问题时，不及时告诉学生，而是引导学生怎样去思考，并解决问题，从而获得成就感。



2、知识点讲解：切削速度的确定

用经验法确定切削速度，用硬质合金车刀粗车 45 钢，选 $v=100\text{mm}/\text{min}$ ，车削灰铸铁时，选 $v=70\text{mm}/\text{min}$ ，用高速工具钢车刀，粗车选 $v=40\text{mm}/\text{min}$ ，然后对照耐用度来修正。

根据切削颜色判断切削速度，切削速度越高，切削温度也越高，切屑颜色将由银白色变淡黄、深蓝、紫黑色。切削是深蓝色时，切削温度大约 600 度左右。如果车削时发现火花，说明切削速度选得太高了，银白色切削说明还没有充分发挥硬质合金车刀的潜力，应提高切削速度。

用比较法判断切削速度：工件材料硬度高，切削力就大，产生的切削热就多，刀具容易磨损，因此切削速度要选得低些。当进给量较大时，切削速度要选低一些。

3、结合学生在编程过程中出现的问题，对图形进行整体编程讲解，让学生对照自己的编程取长补短，优化刀路和参数。

3、抽查学生练习情况，作为平时成绩考核重点。

4、思政内容：

团队协作与沟通效率 协同设计、有效沟通、文件管理、传承共享。大型项目分工：布置需要多人协作完成的装配体设计项目，让学生体验PDM（产品数据管理）的重要性。图纸标注与注释：强调图纸是“设计意图的传递”，必须清晰无误，便于他人阅读和理解。“现代工程没有孤胆英雄。这个装配体需要你们像真正的设计部门一样协作，如何管理版本、沟通接口是关键。”“你的图纸不是画给自己看的。要让一个完全没见过这个零件的人，能根据你的图纸把它加工出来。这才是成功的沟通。”

