

# 教 案

2025-2026 学年第二学期

课程名称	数控加工编程与操作
专业班级	数字化设计与制造技术 251
总学时数	64
任课教师	胡锐鸿

## 课程基本信息

课程名称	数控加工编程与操作			
课程性质	专业基础课	学分	4.0	
学时	总学时：64 学时。其中：课堂讲授 32 学时；实训 32 学时。			
开课部门	机电工程系	任课教师	胡锐鸿	
授课专业、班级	数字化设计与制造技术 251	开课学期	2025-2026 第二学期	
成绩评定	平时成绩占 50%；期末成绩占 50%	考核方式	考试	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	数控加工工艺编程与实施	程启森	北京邮电大学	2023.6
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	<p>1. 数控加工编程与操作课程旨在帮助学生掌握数控机床的工作原理和操作流程，培养他们独立进行数控编程和操作的能力，提高其在数控加工领域的专业技能水平。</p> <p>2. 数控加工是制造业数字化转型的重要组成部分，学习数控加工编程与操作可以帮助学生了解和应用数字化制造技术，推动企业实现智能化生产。</p> <p>3. 通过学习数控加工编程与操作，学生能够理解数控工艺在产品设计和制造过程中的应用，并能根据设计需求进行合理的数控加工编程和操作，从而提高工程设计的质量和精度。</p>			
本课程教学目标	<p>1.使学生掌握数控加工的基本原理、工艺流程和编程方法。</p> <p>2.培养学生能够根据产品图纸进行数控程序编写，包括刀具路径规划、切削参数设置等。</p>			
素质(思政)内容与要求	<p>1.养成良好的产品设计习惯，严格遵守《机械加工安全操作规程》，在编程和实操环节必须加入安全校验步骤（如模拟仿真、刀具干涉检查）。</p> <p>2.设置安全责任反思报告，培养团队协作能力。</p>			
学生用主要参考资料	数控加工工艺编程与实施项目实例			

# 第一章：数控技术基础与机床认知

## 一、教学目标

知识目标：理解数控技术的基本概念与发展历程；掌握数控机床的核心组成部分（CNC系统、伺服系统、机械本体）及其工作原理；熟悉数控机床按运动方式、控制方式和工艺用途的分类。

能力目标：能够辨识常见数控机床（如数控车床、铣床）的类型与基本结构；能够简述数控机床的工作流程（从程序输入到运动执行）。

素质（思政）目标：激发学生对现代制造技术的兴趣和民族自豪感（如介绍我国数控技术的发展）；树立“科技强国、制造强国”的宏观意识；培养进入工业场所必须具备的严肃、认真的安全观念。

## 二、教学重点

激发学生对现代制造技术的兴趣和民族自豪感（如介绍我国数控技术的发展）。

树立“科技强国、制造强国”的宏观意识。

培养进入工业场所必须具备的严肃、认真的安全观念。

## 三、教学难点

数控系统中“插补”概念的理解（如何将程序指令转化为连续运动）。

闭环与开环伺服系统的区别及对加工精度的影响。

## 四、素质（思政）内容

通过介绍数控技术在现代制造业中的核心地位以及我国从依赖进口到自主创新的发展历程，引导学生认识核心技术的重要性，培养其投身先进制造领域的使命感和责任感。强调进入车间前的安全认知是“第一课”，生命安全和设备安全是职业底线。

## 五、教学方式

方式：采用“参观-讲解-讨论”相结合的方式。先进行实训车间实地参观与安全教育，再结合多媒体动画和实物图片讲解原理，最后组织讨论

数控技术的应用前景

## 六、学时分配

学时分配：总学时 8。其中理论讲解 6 学时（原理、分类与安全规范），实训 2 学时（车间参观、机床结构认知与安全点识别）。

### 本章节具体教学内容：

#### 一、理论讲解（6 学时）

##### 1. 数控技术概述与发展历程（2 学时）

基本概念：数字控制（NC）与计算机数控（CNC）的定义，数控机床的工作本质（将数字化指令转化为机械运动）。

发展脉络：手工编程→APT 语言→CNC 系统→多轴联动与智能化；介绍我国从“引进仿制”到“自主创新”的跨越（如华中数控、沈阳机床等企业成果）。

技术地位：数控机床作为“工业母机”在现代制造中的核心作用。

思政融入：通过中外对比与自主突破案例，激发科技强国使命感。

##### 2. 数控机床的组成与工作原理（2 学时）

四大核心部分：程序载体/输入装置、CNC 装置（数控系统）、伺服驱动系统、机床本体及辅助装置。

工作流程：程序输入→CNC 处理译码/刀具补偿/插补运算→伺服驱动→工作台/主轴运动。

难点突破——插补概念：用动画演示直线插补与圆弧插补过程，说明“以折代曲”逼近复杂轮廓的原理，配合“小步距拟合”形象比喻。

辅助装置：刀库、换刀机构、冷却排屑系统的作用。

##### 3. 伺服系统与机床分类（1.5 学时）

难点突破——开环与闭环：

开环：步进电机驱动，无检测反馈，结构简单但精度受限。

闭环/半闭环：伺服电机+编码器/光栅尺，实时反馈修正误差，加工

精度高。

对比表格：成本、精度、速度、适用场景。

机床分类：

按运动方式：点位控制（钻床）、直线控制（简易铣床）、轮廓控制（数控车/铣）。

按控制轴数：两轴、三轴、多轴联动。

按工艺用途：车、铣、钻、磨、加工中心等。

#### 4. 安全规范与职业素养（0.5 学时）

车间安全守则：着装要求、急停按钮位置、程序空运行验证、开机前检查要点。

设备安全与人身安全不可逾越的底线。

思政融入：以真实事故案例说明“安全是进入车间第一课”，培养严肃认真的职业习惯。

### 二、实训（2 学时）——车间参观与机床认知

#### 1. 车间安全教育与参观（1 学时）

教师带队进入实训车间，现场指认安全标识、急停按钮、防护装置位置。

安全互动：学生分组查找并说出车间内一处安全风险点及防范措施，强化“安全第一”意识。

#### 2. 机床结构辨识与流程演示（1 学时）

对照实机辨识数控车床、铣床/加工中心的主要部件（主轴、刀架/刀库、工作台、导轨、控制面板）。

教师演示从程序输入→对刀设置→自动加工→成品输出的完整流程。

学生任务：填写“机床认知记录表”，标注各部名称、机床类型及运动方式，简述开环/闭环判断依据。

## 第二章：数控加工工艺基础

## 一、教学目标

知识目标：掌握数控加工工艺设计的基本流程与方法；理解工序、工步划分的原则；熟悉常用数控刀具的类型、材料与选用依据；了解工件装夹方法与夹具的基本知识；掌握切削用量三要素（切削速度、进给量、背吃刀量）的选择原则。

能力目标：能够分析给定零件图纸，确定数控加工的内容与顺序；能够为简单零件（如阶梯轴、法兰盘）制定合理的数控加工工艺卡片。

素质（思政）目标：培养系统性、逻辑性的工程规划思维；树立“工艺是制造的灵魂”的质量意识；培养学生综合考虑效率、成本与质量的权衡决策能力。

## 二、教学重点

数控加工工艺设计的步骤：图纸分析->加工方法选择->工序安排->刀具与参数选定

数控刀具（车刀、铣刀、钻头）的选用与切削参数的初步确定。

动态块中参数与动作的添加与关联。

工艺卡片的规范填写。

## 三、教学难点

工序划分的经济性与合理性判断（如何平衡加工效率与精度）。

切削参数的选择（需要结合刀具、材料和机床性能，实践经验性强）。

## 四、素质（思政）内容

强调“好的程序源于好的工艺”，工艺规划是严谨、科学的工程决策过程。通过案例分析优秀与拙劣工艺方案导致的效率与质量差异，培养学生精益求精、科学决策的职业素养。

## 五、教学方式

方式：案例分析法与任务驱动法。以一个典型零件为例，教师示范工艺分析全过程，学生随后对另一个相似零件进行工艺设计并填写卡片，

教师进行点评与修正。

## 六、学时分配

学时分配：总学时 8。其中理论 4 学时（流程与原则讲解，案例示范），实训 4 学时（学生独立完成工艺卡片制定任务）。

### 本章节具体教学内容：

#### 一、理论讲解（4 学时）

##### 1. 数控加工工艺概述与流程（1 学时）

工艺设计七步法：零件图纸分析→确定加工内容→选择加工方法→划分工序工步→选择刀具→确定切削参数→填写工艺卡片。

工序与工步：工序（一次装夹完成的加工单元）、工步（同一刀具连续加工的表面）划分原则；集中与分散工序的适用场景。

思政融入：以“先谋后动”比喻工艺规划，强调好的程序源于好的工艺，工艺是制造的灵魂。

##### 2. 数控刀具认知与选用（1.5 学时）

刀具分类：车刀（外圆、端面、切槽、螺纹）、铣刀（立铣刀、面铣刀、球头铣刀）、孔加工刀具（钻头、铰刀、镗刀）。

刀具材料：高速钢、硬质合金、涂层刀具的性能对比与选用依据。

刀具几何角度：前角、后角、主偏角、刃倾角对切削力与表面质量的影响。

刀柄与换刀：BT/HSK 刀柄类型，加工中心自动换刀原理。

##### 3. 工件装夹与夹具选用（0.5 学时）

通用夹具：三爪卡盘、平口钳、压板、分度头的适用场景。

专用夹具：一面两销定位、液压/气动夹具简介。

装夹原则：定位准确、夹紧可靠、避免变形、便于对刀。

##### 4. 切削用量选择与工艺卡片（1 学时）

切削用量三要素：切削速度（ $V_c$ ）、进给量（ $f$ ）、背吃刀量（ $a_p$ ）

的定义与单位。

选择原则：粗加工“大切深、大进给、适度速度”以效率优先；精加工“小切深、小进给、较高速度”保证精度与表面质量。

影响因素：工件材料（钢/铝/铸铁）、刀具材料与涂层、机床刚性、冷却方式。

难点突破：提供推荐参数参考表，辅以经验公式，强调“查表+试切微调”的实践思路。

工艺卡片：讲解标准格式（工序号、内容、刀具、主轴转速、进给量、切深），示范填写。

思政融入：通过对比优秀与拙劣工艺方案导致的效率与质量差异，培养科学决策与精益求精的职业素养。

## 二、实训（4 学时）——工艺制定与卡片填写

案例驱动：阶梯轴与法兰盘的工艺设计

### 1. 教师示范（1.5 学时）

以阶梯轴为例，完整演示工艺分析全过程：

图纸分析：尺寸精度、形位公差、表面粗糙度要求。

加工方法确定：外圆车削→切槽→车螺纹→切断。

工序划分：粗车外圆→精车外圆→切槽→车螺纹→切断。

刀具选择与参数填写：各工步刀具类型、材料、切削速度/进给量/切深。

填写工艺卡片并解释每项依据。

### 2. 学生独立实践（2 学时）

任务：给定法兰盘（或类似轴类/盘类零件）图纸，独立完成工艺分析并填写工艺卡片。

要求：至少包含 3 道工序，刀具选择合理，切削参数标注完整。

分组讨论：同一零件可以有不同的工艺路线方案，在组内比较各自

的工序划分思路，讨论效率与精度的权衡。

### 3. 点评与修正（0.5 学时）

教师选取典型工艺卡片进行点评，重点纠正常见问题：工序顺序颠倒、刀具选择不当、参数脱离实际。

学生根据反馈修改完善工艺卡片，培养“方案可评、可改、可优化”的迭代优化思维。

## 第三章：数控编程基础（G/M 代码）

### 一、教学目标

知识目标：掌握数控编程的程序结构与格式；理解机床坐标系与工件坐标系的关系及设定方法；熟练掌握常用 G 代码（移动、循环、补偿等）和 M 代码（辅助功能）的含义与应用。

能力目标：能够正确设置工件坐标系原点；能够手工编写完成直线、圆弧轮廓加工及钻孔等基本操作的数控程序；能够使用仿真软件校验程序的运动轨迹。

素质（思政）目标：培养严谨、精确的逻辑思维和一丝不苟的编程习惯；树立“代码即指令，差错即事故”的程序安全意识；提升通过逻辑指令控制物理世界（机床运动）的数字化操控能力。

### 二、教学重点

常用 G 代码：G00/G01（快速定位/线性插补）、G02/G03（圆弧插补）、G90/G91（绝对/增量坐标）。

常用 M 代码：M03/M04/M05（主轴控制）、M08/M09（冷却液）。

刀具半径补偿（G41/G42）的原理与应用。

### 三、教学难点

工件坐标系的建立与对刀操作的关联理解。

圆弧插补指令中 I、J、K 参数或 R 参数的正确使用。

刀具半径补偿在轮廓编程中的应用与注意事项。

## 四、素质（思政）内容

通过讲解因编程疏忽（如坐标错误、忘记补偿）导致的机床碰撞或工件报废的真实案例，强调编程工作的极端严谨性。将编程比作“给机器的法律”，培养学生严谨、负责、追求零缺陷的职业态度。

## 五、教学方式

方式：采用“讲解·练习·仿真”三步循环法。教师讲解指令与案例，学生立即编写练习程序，然后在仿真软件中运行验证，发现错误并修正。

## 六、学时分配

学时分配：总学时 12。其中理论 6 学时（指令详解与编程案例分析），实训 6 学时（编程练习与仿真验证）。

### 本章节具体教学内容：

#### 一、理论讲解（6 学时）

##### 1. 程序结构与坐标系（1.5 学时）

程序结构：程序号（Oxxxx）、程序段（N+代码）、结束指令（M30/M02）的格式规范。

字与地址符：N/G/M/X/Y/Z/F/S/T 的含义与书写规范。

坐标系：机床坐标系（出厂固定）与工件坐标系（编程用）的关系；右手笛卡尔坐标系原则。

难点突破：工件坐标系设定（G54-G59 或 G92），结合对刀操作讲解原点偏置值的设定逻辑。

思政融入：强调“代码即指令”，一个坐标错误可能引发撞机，培养一丝不苟的编程习惯。

##### 2. 常用 G 代码详解（2.5 学时）

坐标模式：G90（绝对坐标）、G91（增量坐标）的区别与混合编程。

移动指令：G00（快速定位，非切削移动）、G01（直线插补，需 F 进给）。

难点突破——圆弧插补：**G02**（顺时针）/**G03**（逆时针）圆弧方向判断（沿第三轴正向看）；两种参数写法——**R**方式（直接给半径）与**I,J,K**方式（圆心相对起点增量），比较优弧/劣弧处理差异，通过图例对比强化理解。

编程示例：以阶梯轴、带圆弧轮廓的模板零件为例，逐段编写走刀路线，强调每一段的坐标计算与指令选择。

子程序调用：**M98/M99**的格式与应用场景，减少重复编程。

### 3. 常用 M 代码与刀具补偿（2 学时）

主轴功能：**M03**（正转）、**M04**（反转）、**M05**（停转）；**S**（转速）配合使用。

冷却液：**M08**（开）、**M09**（关）。

程序暂停：**M00**（程序停止）、**M01**（选择停止）。

刀具半径补偿：**G41**（左补偿）、**G42**（右补偿）、**G40**（取消）；补偿方向的判断（沿刀具前进方向区分左右）；补偿建立、执行与撤销的规则，引入补偿干涉、过切等典型故障案例。

难点突破：通过轮廓铣削编程实例，对比无补偿与有补偿的程序，说明“用偏置量代替刀心轨迹计算”的优势。

思政融入：以真实碰撞事故为例，强调刀具补偿未取消而导致的运动轨迹错误，强化“差错即事故”的程序安全意识。

## 二、实训（6 学时）——编程与仿真验证

### （一）基础编程与仿真入门（3 学时）

任务 1：仿真软件界面认知，机床、毛坯、刀具选择的基本设置。

任务 2：编写简单程序（如从一点定位→直线切削→圆弧切削→返回），在仿真中验证运动轨迹，观察 **G00/IJK** 等指令的执行效果。

任务 3：分别用 **G90/G91** 编写同一轮廓程序，对比坐标计算差异；对圆弧段分别用 **R** 和 **IJK** 练习，总结哪种方式更易出错。

任务 4：编写包含子程序调用的钻孔或轮廓重复加工程序并仿真。

### （二）综合轮廓编程与仿真验证（3 学时）

任务：给定一副包含直线、圆弧、内外轮廓的零件图纸，独立编写完整的数控程序（包括工件坐标系设定、刀具补偿、主轴/冷却液控制）。

流程：计算关键节点坐标→选用 G 代码组织程序→在仿真软件中运行并观察轨迹。

错误排查训练：故意设置几处典型错误（如未取消刀具补偿、圆弧方向写反），让学生仿真时发现问题并修正，形成“编程-仿真-查错-改错”的闭环思维。

提交：程序文件与仿真运行截图，标注程序号、程序段注释（关键指令说明）。

## 第四章：CAM 软件编程基础（入门）

### 一、教学目标

知识目标：了解 CAM 软件在现代数控编程中的作用与优势；掌握一款主流 CAM 软件（如 UG NX 或 Mastercam）的基本操作界面与工作流程；理解 2D 轮廓铣削、钻孔等基本加工策略的参数设置意义。

能力目标：能够使用 CAM 软件完成中等复杂轮廓零件的几何定义、刀具选择、加工策略设置与刀路生成；能够进行刀路仿真以检查错误；能够通过后处理生成适用于特定机床的 G 代码程序。

素质（思政）目标：能够使用 CAM 软件完成中等复杂轮廓零件的几何定义、刀具选择、加工策略设置与刀路生成；能够进行刀路仿真以检查错误；能够通过后处理生成适用于特定机床的 G 代码程序。

### 二、教学重点

CAM 软件的基本工作流程：建模/导入->设置加工环境->创建操作->生成刀路->仿真->后处理。

2D 轮廓铣削操作中切削参数、步距、进退刀方式的设置。

刀路仿真验证与程序后处理输出。

### 三、教学难点

加工几何体（部件、毛坯、检查体）的正确定义与选择。

切削参数（如步距、进给率）与加工质量、效率的平衡设置。

### 四、素质（思政）内容

通过对比手工编程与 CAM 编程在效率、复杂图形处理能力上的差异，引导学生积极拥抱先进生产力工具。同时强调，软件只是工具，优秀的工艺思想和编程逻辑仍是核心，避免“唯工具论”，培养扎实基础与善用工具相结合的综合能力。

### 五、教学方式

方式：项目导向与软件实操。教师演示一个完整零件的 CAM 编程过程，学生随后在指导下完成一个类似零件的编程项目，从建模到出程序。

### 六、学时分配

学时分配：总学时 4。其中理论 2 学时（CAM 概念与流程演示），实训 2 学时（学生完成一个零件的 CAM 编程任务）。

#### 本章节具体教学内容：

##### 一、理论讲解（2 学时）

##### 1. CAM 软件概述与工作流程（0.5 学时）

CAM 的定义与优势：将几何模型自动转化为刀路，大幅提升复杂曲面/多特征编程效率。

主流 CAM 软件简介（如 Mastercam、UG NX、CAXA 制造工程师）；  
统一工作流程：几何准备→加工环境设置→创建操作→生成刀路→仿真验证→后处理输出 G 代码。

##### 2. 操作界面与几何定义（0.5 学时）

软件界面布局：菜单栏、工具栏、图形窗口、操作管理器/刀路树。

加工几何体类型与选择：部件（要加工的目标）、毛坯（初始材料）、

检查体（避免干涉的区域）。

难点突破：演示一个简单轮廓零件，示范部件、毛坯的设定方式（如包容块定义毛坯），强调几何体是否正确选取直接影响刀路。

### 3. 2D 轮廓铣削与钻孔加工策略（0.5 学时）

2D 轮廓铣削参数：切削模式（跟随轮廓/跟随周边）、步距与切深（粗精区分）、进退刀方式（圆弧、线性、斜线）、侧壁与底面余量。

钻孔加工：点位选择、钻削深度、停留时间。

进给率与主轴转速的设定：与上一章切削用量知识的衔接。

### 4. 刀路仿真与后处理（0.5 学时）

刀路仿真：实体切削模拟，检查过切、碰撞、残留余量；通过颜色或指示器快速定位问题。

后处理：选择与机床系统匹配的后处理器（FANUC、Siemens 等），生成数控系统可识别的 G 代码文件。

思政融入：对比手工编写复杂轮廓程序（几十行以上）与 CAM 一键生成的效率差异，理解“善用工具是对生产力的尊重”，同时强调工艺参数仍需人工智慧，CAM 是“高效执行者”，工程师是“决策者”。

## 二、实训（2 学时）——完成一个零件的 CAM 编程任务

任务：从几何导入到程序输出

### 几何准备与加工环境设置（0.5 学时）

导入给定零件模型（IGES/STEP 或软件格式），检查几何完整性。

设定工件坐标系（加工原点）与安全平面高度。

定义部件与毛坯（自动或手动创建毛坯尺寸）。

### 创建操作与参数设置（0.5 学时）

创建 2D 轮廓铣削操作：选取加工轮廓链，设置刀具（如  $\Phi 10$  立铣刀），输入切削参数（步距 3mm、进给率 600mm/min、主轴转速 3000r/min）。

设置进退刀参数（水平圆弧切入，垂直斜线下刀）。

生成刀路并观察刀轨轨迹，检查有无多余红线/过切警告。

仿真验证与后处理（0.5 学时）

切换至仿真环境，实体切削模拟，旋转/缩放检查加工结果；比对是否留有余量或过切。

根据教师指定的机床类型（FANUC 0i 等），选择对应后处理器，生成 G 代码程序。

程序检查与小结（0.5 学时）

打开生成的 G 代码文件，对比手工编程指令识别 G00/G01/G02/G03、M 代码等，体会“工具辅助下的人工验证”的必要性。

教师巡回点评：常见错误（未设毛坯、轮廓选取遗漏、进退刀方式导致撞刀等）。

## 第五章：数控机床操作与安全规范

### 一、教学目标

知识目标：牢记并理解数控机床安全操作规程与应急处理措施；熟悉数控机床操作面板（MDI 面板、功能按键、模式选择）的布局与功能；掌握机床基本操作流程（开机、回零、装夹、对刀、程序运行）。

能力目标：能够独立、规范地完成数控机床的基本操作流程；能够正确安装工件与刀具；能够使用试切法完成对刀操作并设置刀偏值；能够安全地输入、校验并运行数控程序，完成简单零件的实际加工。

素质（思政）目标：将安全意识内化为本能反应，培养“安全第一，预防为主”的绝对安全观念；养成规范、细致、有条不紊的操作习惯；锻炼在真实设备面前胆大心细、沉着稳重的心理素质。

### 二、教学重点

安全操作规程（严禁事项、应急处理）。

机床操作面板的熟悉与基本操作模式（编辑、手动、自动等）的使用。

对刀操作（试切法）的原理与精确执行。

### 三、教学难点

对刀操作的精确性与技巧，尤其是多把刀具的对刀与刀偏设置。

在手动或 MDI 模式下进行机床的精细、安全移动。

### 四、素质（思政）内容

这是将理论知识转化为实际生产力的关键环节，也是安全风险最高的环节。通过反复强调、示范和考核安全规范，将“规范就是生命线”的理念深深植入学生心中。培养学生对精密设备的敬畏之心和严谨操作的责任感。

### 五、教学方式

方式：强化式安全培训与分步实操演练。先进行严格的安全理论培训与考核，然后教师分步演示，学生分组在教师密切监督下轮流进行每一步操作（开机、回零、装夹、对刀、运行简单程序），确保人人过关。

### 六、学时分配

学时分配：总学时 8。其中理论 2 学时（安全规范与操作流程讲解），实训 6 学时（分组轮流实操，强调安全与规范）。

#### 本章节具体教学内容：

##### 一、理论讲解（2 学时）

##### 1. 安全操作规程与应急处理（1 学时）

绝对禁令：未培训不上机、未回零不操作、未关防护门不自动运行、未退刀不换刀。

标准着装：安全帽、护目镜、工装服、防砸鞋，严禁手套与长发外露。

应急措施：急停按钮位置及拍下时机、断电/断气响应、卡料/撞刀初步处置、人员受伤急救流程。

思政融入：以真实事故案例（如工件飞出击伤、刀具碰撞毁损）强

化“安全是职业底线，规范就是生命线”的意识。

## 2. 操作面板与基本操作流程（1 学时）

面板布局：模式选择（编辑 EDIT、手动 JOG、手轮、自动 AUTO）、功能按键（启动/暂停/复位）、主轴与进给倍率旋钮。

完整操作流程：开机送电→机床回零→装夹工件→装刀与对刀→程序输入/传输→空运行验证→自动加工→关机整理。

精细移动：手轮/增量模式下的微调操作，MDI 模式下主轴启停与换刀指令安全验证。

坐标系意识：机械零点、工件零点的物理含义，回零与绝对坐标的关联。

## 二、实训（6 学时）——分组轮换实操

实训组织：按机床数量分组，每组 2-3 人，一人操作、一人协助监督、一人记录，定时轮换。教师逐组跟踪指导。

### 1. 开机与回零操作训练（1 学时）

主电源开关顺序、系统启动等待；执行各轴回零，观察坐标归零，验证限位保护功能。

轮换确保每人完成至少一次完整开机-回零流程，养成“开机必回零”的肌肉记忆。

### 2. 工件与刀具安装练习（1 学时）

工件装夹：三爪卡盘装夹轴类件（跳动检测）、平口钳装夹方形件（平行度调整）。

刀具安装：车刀刀尖中心高对刀尺校准；铣刀弹簧夹头/侧固式装夹步骤，扭矩要求。

检查要点：工件夹紧力适中（防松防变形），刀具装夹伸出长度合规，主轴未转动方可操作。

### 3. 对刀操作核心训练（2 学时）

难点突破——试切法对刀：

车床：手动移动刀具靠近工件外圆，主轴低速旋转，微量切到即停；记录当前坐标值，输入对应刀偏寄存器。

铣床：Z轴用基准块/塞尺间隔触碰；X/Y轴用分中法或边缘定位法设定。

多刀对刀：依次完成每把刀的试切与刀偏输入，统一基准一致。

验证方法：MDI模式下输入Txx调用刀补，移动到理论坐标点，用塞尺验证间隙一致性。

#### 4. 程序校验与自动加工（1.5学时）

程序输入与检查：通过U盘或MDI面板输入简短G代码程序，手工检查关键坐标。

空运行验证：锁住工件或抬刀运行，观察刀路轨迹与走刀范围，确认无超程、无干涉。

首次切削：装夹试切件（代木/铝棒），降低进给倍率执行首段，逐段确认后恢复正常速率。

加工成品检测：测量尺寸，评估加工精度与表面质量，分析偏差原因。

#### 5. 收尾整理与安全点评（0.5学时）

关机规范：退回安全位置、主电源关闭、清理切屑与冷却液、工具归位。

教师总结当日安全与操作共性问题，表彰规范性标杆操作，纠正习惯性违规动作，强化“胆大心细、沉着稳重”的心理素质培育。

## 第六章：综合项目实训

### 一、教学目标

知识目标：综合运用并巩固前五章所学全部知识点，形成从图纸到成品的完整知识链条。

能力目标：具备独立或协作完成一个典型零件完整数控加工项目的综合能力，包括工艺制定、程序编制（手工或 CAM）、仿真校验、机床操作、质量检测的全流程实施。

素质（思政）目标：在模拟真实生产任务的压力下，锻炼项目规划、时间管理、问题解决和团队协作的综合职业能力；体验将理论知识转化为有形产品的成就感，强化“学以致用、知行合一”的实践精神；培养对最终产品质量负责到底的责任心。

## 二、教学重点

目全流程的合理规划与时间控制。

工艺方案的可行性、程序的正确性、操作的规范性与安全性。

最终零件的尺寸精度与表面质量是否符合要求。

## 三、教学难点

在实际加工中处理突发问题（如刀具磨损、尺寸偏差）的应变与调整能力。

平衡加工效率与精度要求，优化工艺与参数

## 四、素质（思政）内容

本项目是对学生专业技能、心理素质和职业素养的终极考验。强调“产品是技术和责任心共同的结晶”，引导学生像对待自己的作品一样对待加工出的零件，追求完美，勇于承担，体验工匠完成一件作品的满足与自豪。

## 五、教学方式

方式：完全项目驱动，教师作为项目顾问与安全监督员。学生以小组形式，自主完成从图纸分析到成品交付的全过程，教师提供阶段性检查与技术支持。

## 六、学时分配

学时分配：总学时 8。其中理论 2 学时（项目启动、要求解读与中期

评审），实训 6 学时（小组进行工艺设计、编程、仿真、加工与检测）。

### 本章节具体教学内容：

#### 一、项目启动与过程管控（2 学时，穿插于实训各阶段）

##### 1. 项目任务解读与计划制定（1 学时，实训之初）

发布典型零件（如阶梯轴、法兰盘或简单配合件）图纸及技术要求，明确最终交付物清单：工艺卡片、NC 程序（手工/CAM）、仿真截图、实物零件、自检报告。

引导学生将项目分解为：图纸分析→工艺设计→程序编制→仿真验证→机床操作→质量检测六个阶段，各组制定进度计划表（甘特图/节点时间表）。

思政融入：以“交付即责任”为准则，强调产品是技术与责任心的共同结晶，承诺按期高质量完成是对团队和客户的应有担当。

##### 2. 中期评审与答疑（0.5 学时，实训之中）

分组检查进度：重点审查工艺路线合理性、程序关键刀路段、安全风险点。

共性技术难题集中答疑（如对刀偏差修正、程序仿真干涉判断）。

适时提醒团队内部的沟通与分工优化，培养协作解决复杂任务的能力。

##### 3. 项目收尾与反思总结（0.5 学时，实训之末）

组织各组上交全部文档与实物，进行 5 分钟汇报：技术难点攻克、时间管理得失、团队协作经验。

教师通过精度检测数据（千分尺、粗糙度比对板）和过程规范性记录，做出综合评价。

引导反思：从“我会做什么”到“我如何稳定地做出合格产品”，实现知行合一。

#### 二、实训：全流程项目执行（6 学时）

### 第一阶段：工艺设计与程序准备（2 学时）

结合图纸进行工艺分析，确定装夹方案、刀具列表与切削参数，填写正规工艺卡片。

手工或 CAM 编制 NC 程序，重点检查工件原点设定、刀具补偿及进退刀路径。

在仿真软件中完成刀路校验，确认无碰撞、过切，并将后处理生成的 G 代码导入机床。

### 第二阶段：机床操作与实物加工（3 学时）

规范完成开机回零、工件装夹、刀具安装、试切法对刀及刀偏设置，全程由安全员监督。

先空运行验证程序轨迹，降低进给倍率进行首件试切，测量关键尺寸后补偿调整。

连续加工至成品，随时观察切削状态，对刀具磨损、表面质量劣化等突发问题做出参数微调与应急处理。

思政渗透：操作中贯穿“三不伤害”安全观和“差之毫厘，谬以千里”的精度意识。

### 第三阶段：质量检测与交付（1 学时）

使用游标卡尺、千分尺等量具检测直径、长度、形位精度，与图纸公差比对。

填写自检报告，对超差项分析原因（装夹变形？对刀误差？刀补错误？）。

整理工作现场，归还工具，提交完整项目成果包，完成交付仪式。

## 课程总结与考核

### 一、教学目标

知识目标：系统梳理全课程知识框架，强化重点，澄清疑点。

能力目标：通过考核检验学生对数控加工技术的理论掌握程度和实

际操作水平。

素质（思政）目标：引导学生进行学习复盘，总结得失，培养善于反思、持续改进的学习习惯。以严肃、公正的考核环境，强化学生的诚信意识与规则意识。

## 二、教学重点

课程核心知识体系梳理。

综合技能上机操作的规范性、效率与结果准确性。

## 三、教学难点

在考核压力下，稳定发挥，综合调用各项技能解决考题设定的实际问题。

## 四、素质（思政）内容

引导学生进行深度学习复盘，总结成功经验与失败教训，培养善于反思、持续改进的终身学习习惯。在严肃、公正的考核环境中，巩固诚信意识与规则意识。

## 五、教学方式

方式：总结讲授 + 综合考核。先进行课程总复习与答疑，随后安排集中的上机实操考核与必要的理论笔试。

## 六、学时分配

学时分配：总学时 4。其中理论 1 学时（课程总结与答疑），实训 3 学时（综合技能考核实施与答辩）。

### 本章节具体教学内容：

#### 一、课程总结与答疑（1 学时）

##### 1. 知识体系系统梳理

以流程图串讲全课程六大模块：

数控基础与机床认知→工艺分析与刀具选用→G/M 代码手工编程→CAM 软件编程→机床操作与安全规范→综合项目实训。

重难点回顾：插补原理与开闭环区别、工序划分经济性、圆弧插补 IJK 与 R 用法、刀具半径补偿 G41/G42、对刀原理与刀偏设置、CAM 后处理。

知识网络：强调“工艺是灵魂、编程是手段、操作是执行、安全是底线”的内在逻辑关系。

## 2. 高频易错点解析与答疑

列举实训中反复出现的典型问题：圆弧方向判断错误、刀具补偿未建立或未取消、对刀数据输入错误寄存器、切削参数选择不当导致表面质量差、仿真通过但实际加工撞刀或过切。

给出“避坑”要点与快速排错技巧，预留时间针对性答疑。

思政融入：引导学生复盘整个学习过程，“真正的收获不是会操作几台机床，而是能从错误中提炼经验，形成严谨科学的工程思维”。

## 二、综合考核实施（3 学时）

### 1. 考核说明与纪律教育（10 分钟）

公布考核方案：可采取“理论笔试（30%）+ 上机实操（70%）”组合。

理论部分：涵盖 G/M 代码含义、刀具补偿原理、对刀步骤、切削参数选择原则、安全规范等核心知识点。

实操部分：在规定时间内完成给定零件的程序编制（手工或 CAM）、仿真校验、机床操作加工，提交程序文件与实物。

评分维度：安全性（一票否决项）、规范性（流程/程序格式）、准确性（尺寸精度）、完整性（文档与实物）。

重申考场纪律：“图纸可以重画，零件可以重做，但信誉一旦失分，难以弥补”，强化诚信意识。

### 2. 上机考核实施（2.5 学时）

学生根据考题独立完成全流程操作，教师监考并巡回记录。

考题设计思路：覆盖核心技能——工件坐标系设定、G02/G03 圆弧

编程、刀具补偿调用、对刀操作、程序空运行验证、成品尺寸达标。

**安全监控：**将“是否执行空运行、是否及时按下急停在异常时”作为关键评分项，安全规范不到位直接终止考核。

**时间提示：**在剩余 30 分钟和 10 分钟时提醒进度，考察时间管理与压力应对能力。

### 3. 考核收尾与学习反思（10 分钟）

回收工件、程序文件、自检记录等全部考核材料。