《工程技能训练 C (Engineering Skills Training C)》教学大纲

制定时间：2023 年 9 月

一、课程基本信息

(一) **适用专业**：建筑环境与能源应用工程、测控技术与仪器(3+2 专升本)、测控技术与仪器等专业

(二) **课程代码**：3JX1031C

(三) **学分/课内学时**：1 学分/32 学时

(四) **课程类别**：专业教育

(五) **课程性质**：必修/实践课

(六) **先修课程**：无

(七) **后续课程**：无

二、课程教学目标

《工程技能训练 C》是工程训练中心面向全校学生开设的一门基于工程技能实践平台的专业实践类课程。

本课程采用项目驱动、案例教学、基于问题学习(PBL)、现场教学、小组讨论等工程化训练方式，通过对案例产品及其开发过程各环节的训练，能帮助学生了解作品开发的思路，建立初步的工程视野和工程思维，理解与产品设计、制造相关的工程知识与方法，增强解决工程实际问题的能力。

课程目标及能力要求具体如下：

(一) 具体目标

目标 1：了解常用制造设备的原理、结构及用途；了解制造工艺的技术、方法、标准与规范；了解常用材料的种类、性能及用途；了解新工艺、新技术、新设备在现代工业制造中的应用；熟悉有关工种及设备的安全操作规程。

目标 2：会识读一般工程图，能对其进行制造工艺分析；熟悉常用工装（工、夹、量具）的正确使用方法，会对一般产品、制品进行检测；会操作、维护常用机械加工设备；了解并使用数控加工、特种加工、工业机器人等现代制造装备；初步具备简单零部件（或产品）的加工制造能力。

目标 3：通过本课程训练，能对产品、制品的形成过程有切身的体验和理解；受到大工程和系统思维意识的熏陶，会对制造工艺与成本进行优化；有创新精神和团队协作意识，能有效地解决实际问题；了解并遵守工程职业道德与规范，能考虑社会、

健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响，能理解应承担的责任；培养学生正确的人生观、价值观，有良好劳动品行。

(二) 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求 指标点	课程 目标	教学单元	评价方式
1.工程知识： 能够将数学、自然科学、工程基础 和专业 知识用于解决复杂工程问 题。		目标 1	(1)训前安全劳动教育 (必选) (2)普铣实训 (必选)	<p>(1)《工程技能训练 C》课程由三个必选 训练项目和部分任 选训练项目构成(所 有训练项目学时总 数不超过课程学时 上限)。</p> <p>(2) 各训练项目主 要考察学生的工程 实践、职业规范、团 队合作、沟通表达、 工程与社会等方面 的能力。</p> <p>(3) 按本课程的达 成度分析方案评价 课程目标的达成度。</p>
5.使用现代工具： 能够针对 复杂工程问题，开发、选择 与使用恰当的技术、资源、 现代工程工具和信息技术工 具，包括对复杂工程问题的 预测与模拟，并能够理解其 局限性。		目标 2	(3)铁艺实训 (必选) (4)数铣实训(任选项 目) (5)线切割实训 (任选项 目) (6)普车实训(任选项 目) (7)钳工实训(任选项 目) (8)激光加工实训 (任选 项目)	
6.工程与社会： 能够基于工 程相关背景知识进行合理分 析，评价专业工程实践和复 杂工程问题解决方案对社 会、健康、安全、法律以及 文化的影响，并理解应承担 的责任。		目标 3	(9) 3D 打印实训 (任选 项目) (10) 铸造实训 (任选项 目) (11) 焊接实训 (任选项 目)	
8.职业规范： 具有人文社会 科学素养、社会责任感，能 够在工程实践中理解并遵守 工程职业道德和规范，履行 责任。		目标 3	(12) 机器人实训 (任选 项目) (13) 数字孪生实训 (任 选项目)	

三、教学内容与方法

(一) 教学内容及要求

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐 学时	推荐教 学方式	支撑 教学目标	备注
1	训前安全 劳动教育	1.课程设置的 目的、性质、 要求和任务; 2.实训安全总 则与劳动教 育; 3.机械制造的 一般过程和 机械制造技 术的发展概 况。	1.了解并熟悉训练的 目的、性质、要求和任务。 2.熟悉训练的安全总则, 树立环保意识,培养工匠 精神。 3.了解机械制造工程的一 般过程和机械制造技术的 发展概况。	4	讲授、讨 论	目标 1 目标 3	必选项目 不纳入课 程总学时
2	普铣实训	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会 责任; 4.劳动教育 (≥0.5 学 时)。	1.了解铣削加工工艺及特 点;了解普通铣床的工作 原理、结构、类别及用途; 了解普通铣床主要附件的 基本结构和使用方法;熟 悉并严格遵守铣床的安全 操作规程。 2.会识读简单零件的二维 设计图;会正确使用平口 钳安装工件;会应用游标 卡尺正确测量工件尺寸; 能识别并正确选用常见的 端铣刀和周铣刀;能对铣 床进行基本的维护保养; 能独立操作立式铣床;初 步具备简单箱体类零件的 铣削加工能力。 3.通过本课程训练,能对 铣削加工有切身的体验和	8	示范讲 解、 独立操 作 分组训 练	目标 1 目标 2 目标 3	必选项目

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			理解；有创新精神和团队协作意识，能有效地解决实际问题；了解并遵守工程职业道德与规范，能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响，能理解应承担的责任；培养学生正确的人生观、价值观，有良好劳动品行。				
3	铁艺实训	1.基本知识； 2.基本技能； 3.职业规范和社会责任； 4.劳动教育（≥0.5学时）。	1.了解铁艺产品在生产、生活中的广泛用途；熟悉铁艺产品制作的基本工艺步骤；熟悉并严格遵守铁艺产品安全操作规程。 2.能对案例产品进行正确和较全面的产品分析；会独立操作点焊机，完成结构较复杂铁艺产品的制作；可根据用户的需求，独立设计一个可行的产品解决方案。 3.通过本课程训练，培养系统工程思维；能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响，理解应承担的责任，完善自己的产品设计方案并制作出实用的产品实物；通过本项目的训练，培养学生的创新精神和团队协作意识，有效地解决实际问题的能力，遵守工程职业道德与规范的习	8	小组讨论、独立操作 分组训练	目标1 目标2 目标3	必选项目

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			惯, 培养学生正确的人生观、价值观。				
4	钳工实训	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育(≥0.5学时)。	1.了解钳工在机械制造及设备维修中的作用;了解钳工(划线、锯、锉、钻、扩、铰、攻螺纹、套螺纹)等工艺及特点;了解钻床、锯床等设备的工作原理、结构、类别及用途;熟悉并严格遵守钳工的安全操作规程。 2.会识读简单零件的二维设计图;会正确使用平口钳安装工件;会识别并正确选用钳工常用的工具;会使用游标卡尺、直尺、角规等量具;能对钻床、钳台等进行基本的维护保养;掌握熟悉钳工(划线、锯、锉、钻、)的基本操作;初步具备简单零件的钳工加工能力。 3.通过本课程训练,能对钳工有切身的体验和理解;有创新精神和团队协作意识,能有效地解决实际问题;了解并遵守工程职业道德与规范,能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响,能理解应承担的责任;培养学生正确的人生观、价值观,有良好劳动品行。	8	示范讲解、独立操作、分组训练	目标1 目标2 目标3	任选项目,根据学时及专业需求可任选实训项目,但总学时必须等于课程要求的总学时数。

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
5	数铣实训	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育(≥0.5学时)。	1.了解数控加工的发展趋势及其在现代工业制造中的应用;了解数控加工工艺及特点;了解数控铣床的工作原理、结构、类别及用途;熟悉并严格遵守数控铣床的安全操作规程。 2.会识读简单零件的三维结构图;会正确使用三爪卡盘、平口钳等夹具安装工件;能识别并正确选用常见的端铣刀和周铣刀;能对数控铣床进行基本的维护保养;初步具备简单零件的三维建模和自动编程能力。 3.通过本课程训练,能对三维建模和自动编程有切身的体验和理解;有创新精神和团队协作意识,能有效地解决实际问题;了解并遵守工程职业道德与规范,能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响,能理解应承担的责任;培养学生正确的人生观、价值观,有良好劳动品行。	8	示范讲解、独立操作、分组训练	目标1 目标2 目标3	任选项目,根据学时及专业需求可任选实训项目,但总学时必须等于课程要求的总学时数。
6	线切割实训	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育	1.了解特种加工与传统机械加工的区别,特种加工概念、常见的特种加工工种、发展趋势及其在现代工业制造中的应用;了解	8	示范讲解、独立操作、分组训	目标1 目标2 目标3	任选项目,根据学时及专业需求可任选实训项

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐 学时	推荐教 学方式	支撑 教学目标	备注
		(≥0.5 学时)。	<p>电火花线切割工作原理、特点及应用领域；了解快走丝电火花线切割机床的结构及特点。</p> <p>2.能应用 Caxa 绘制简单零件的二维设计图，掌握线切割加工软件 Wirecut 的基本操作；会正确使用磁力座、压板等工具装夹工件；熟悉常见的加工过程中会遇到的问题，并学会采取相关措施进行干预或者应对，且能对线切割机床进行基本的维护保养；熟悉线切割机床的安全操作规程，能独立操作线切割机床；初步具备简单平面类零件的电火花线切割加工能力；会应用游标卡尺正确测量工件尺寸，并对尺寸误差进行分析、归纳总结原因。</p> <p>3.通过本课程训练，能对电火花线切割有切身的体验和理解；在实训中树立学生的大国工匠精神，激发学生自主学习、创新能力、大胆探索的精神和团队精神；培养学生的观察能力和运用理论解决实际问题的能力；了解并遵守工程职业道德与规范，在综合考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等</p>		练		目，但总学时必须等于课程要求的总学时数。

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐 学时	推荐教 学方式	支撑 教学目标	备注
			因素的影响下，能理解应承担的责任；培养学生科学的人生观、价值观，塑造学生良好的劳动品行。				
7	普车实训	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育(≥0.5学时)。	1.了解车削加工工艺及特点;了解普通车床的工作原理、结构、类别及用途;了解普通车床主要附件的基本结构和使用方法;熟悉并严格遵守车床的安全操作规程。 2.会识读简单零件的二维设计图;会正确使用三爪卡盘安装工件;会应用游标卡尺正确测量工件尺寸;能识别并正确选用常见的车刀;能对车床进行基本的维护保养;能独立操作卧式车床;初步具备简单回转类零件的车削加工能力。 3.通过本课程训练,能对车削加工有切身的体验和理解;有创新精神和团队协作意识,能有效地解决实际问题;了解并遵守工程职业道德与规范,能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响,能理解应承担的责任;培养学生正确的人生观、价值观,有良好劳动品行。	8	示范讲解、 独立操作 分组训练	目标 1 目标 2 目标 3	任选项目,根据学时及专业需求可任选实训项目,但总学时必须等于课程要求的总学时数。
8	激光加工	1.基本知识;	1.了解激光加工的发展趋	8	示范讲	目标 1	任选项目

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
	实训	2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育 (≥1 学时)。	势及其在现代工业制造中的应用; 了解激光加工工艺及特点; 了解激光加工机床的工作原理、结构、类别及用途; 熟悉并严格遵守激光加工安全操作规程。 2.能绘制简单零件的二维设计图; 能正确设计激光加工路径并合理选择加工方式和工艺参数; 能独立操作非金属激光加工机床; 能对非金属激光加工机床进行基本的维护保养; 初步具备简单平面类零件的建模和激光加工能力。 3.通过本课程训练, 能对激光加工有切身的体验和理解; 有创新精神和团队协作意识, 能有效地解决实际问题; 了解并遵守工程职业道德与规范, 能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响, 能理解应承担的责任; 培养学生正确的人生观、价值观, 有良好劳动品行。		解、 独立操作 分组训练	目标 2 目标 3	, 根据学时及专业需求可任选实训项目, 但总学时必须等于课程要求的总学时数。
9	3D 打印实训	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育	1.了解 3D 打印的发展趋势及其在现代工业制造中的应用; 了解 3D 打印工艺及特点; 了解 3D 打印机的的工作原理、类别及用	8	示范讲解、 独立操作 分组训	目标 1 目标 2 目标 3	任选项目, 根据学时及专业需求可任选实训项

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐 学时	推荐教 学方式	支撑 教学目标	备注
		(≥1 学时)。	途；熟悉并严格遵守 3D 打印机的安全操作规程。 2.能绘制简单零件（或产品）的三维结构图；熟悉 3D 打印软件基本操作流程；能对 3D 打印机进行常规的维护保养；能独立操作熔融沉积型 3D 打印机；初步具备简单零件的 3D 打印制作能力。 3.通过本课程训练,能对 3 D 打印有切身的体验和理解；有创新精神和团队协作意识,能有效地解决实际问题；了解并遵守工程职业道德与规范,能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响,能理解应承担的责任；培养学生正确的人生观、价值观,有良好劳动品行。		练		目,但总学时必须等于课程要求的总学时数。
10	铸造加工	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育 (≥0.5 学时)。	1.了解铸造的历史及其在生活中的应用；了解铸造的定义、特点、分类等基础知识;了解铸型的组成,型砂的性能、组成及各类熔炼设备和制砂设备,砂型铸造的分类、整模造型和分模造型的工艺流程、浇注系统的组成等；了解铸件的生产工艺过程及其特点及应用；了解铸件常见缺陷及其产生原因；了解铸造生产的安全规范、	8	示范讲解、 独立操作 分组训练	目标 1 目标 2 目标 3	任选项目,根据学时及专业需求可任选实训项目,但总学时必须等于课程要求的总学时数。

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐 学时	推荐教 学方式	支撑 教学目标	备注
			环境保护措施及简单的经济分析,并严格遵守铸造安全操作规程及相关要求。				
11	焊接加工	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育(≥0.5学时)。	2.会正确使用砂型铸造的各类工具,如砂箱、模样、造型工具等;会独立完成手工整模造型操作;掌握砂型铸造分模造型的操作技能;会独立完成分模造型,能正确使用造型工具、合理选择分型面、设置浇注系统;初步具备简单零件的手工造型能力。 3.通过本课程训练,能对焊接、气割有切身的体验和理解;有创新精神和团队协作意识,能有效地解决实际问题;了解并遵守工程职业道德与规范,能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响,能理解应承担的责任;培养学生正确的人生观、价值观,有良好劳动品行。	8	示范讲解、 独立操作 分组训练	目标1 目标2 目标3	任选项目,根据学时及专业需求可任选实训项目,但总学时必须等于课程要求的总学时数。
12	机器人实训	1.基本知识; 2.基本技能; 3.职业规范和社会责任; 4.劳动教育(≥0.5学时)。	1.了解机器人的发展趋势及其在现代工业制造中的应用;了解机器人定义、系统构成与技术参数;熟悉并能严格遵守机器人安全操作规程。 2.能对机器人基本应用方案进行正确和较全面的分	8	示范讲解、 独立操作 分组训练	目标1 目标2 目标3	任选项目,根据学时及专业需求可任选实训项目,但总学时必须等于课程

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			析；会独立操作机器人，掌握机器人运动指令、循环指令、赋值指令等基本指令，完成机器人示教应用方案的程序编制与调试；能根据用户的需求，独立设计一个可行的机器人示教编程方案。 3.通过本课程训练，能对机器人有切身的体验和理解；能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响，理解应承担的责任，完善机器人应用方案并进行程序编制与调试；通过本项目的训练，培养学生的创新精神和团队协作意识，有效地解决实际问题的能力，遵守工程职业道德与规范的习惯，培养学生正确的人生观、价值观。				要求的总学时数。
13	数字孪生实训	1.基本知识； 2.基本技能； 3.职业规范和社会责任； 4.劳动教育（≥0.5学时）。	1.了解数字孪生和智能生产线的概念；了解数控机床的工作原理、结构及用途；了解工业机器人的特点及应用。 2.可熟练应用智能产线数字孪生虚拟调试软件；可独立完成典型智能制造加工单元场景的搭建；可独立完成工业机器人的编程与示教。 3.通过本课程训练，能对	8	示范讲解、 独立操作 分组训练	目标1 目标2 目标3	任选项目，根据学时及专业需求可任选实训项目，但总学时必须等于课程要求的总学时数。

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐 学时	推荐教 学方式	支撑 教学目标	备注
			智能产线与数字孪生技术有切身的体验和理解；有创新精神和团队协作意识，能有效地解决实际问题；了解并遵守工程职业道德与规范，能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响，能理解应承担的责任；培养学生正确的人生观、价值观，有良好劳动品行。				

(二) 教学方法

1.讲解及示范操作

对于不要求学生独立操作的训练内容，各工种教师进行课堂讲解和现场示范操作，以使學生掌握相关知识。

要求学生独立操作的训练内容，先由教师讲解和示范操作，讲清要领和注意事项后，再指导学生动手训练。

2.学生分组训练或独立操作

学生先自由组合成训练小组，再分工负责完成零件加工、产品拆装和现场管理的相关工作，这是训练的主要方式。学生应该完成各训练环节的训练任务，熟悉相应的设备和工具的操作要领，培养“做中学”和“学中做”的工程实践能力。

3. 多媒体教学及示范演示教学

对因受现有设备条件和训练时间限制而无法让学生动手操作，但又对开阔学生视野、拓展工程知识极有帮助的某些特殊的训练环节或内容，采用多媒体教学和教师示范演示教学。

4. 课堂讨论

在训练开始时，教师根据教学内容提出一些完成训练相关的问题，引导学生带着问题去开展训练，既有针对性，又促使学生开动脑筋思考问题，在实践中去寻求解决问题的办法。

在训练过程中，教师根据学生的表现和工作中出现的典型问题，适时组织学生讨

论。通过讨论来探寻产生问题的可能原因，找出可行的解决方案，归纳发现有用的工程知识，避免重大失误和安全隐患，培养学生的表达能力和团队合作能力。下课前进行阶段总结。

5. 训练报告

每个训练环节结束时，学生应根据训练的内容和要求完成相应的训练报告。

四、考核及成绩评定

(一) 考核内容及成绩构成

为了全面评估学生在工程技能训练中的表现和训练质量，根据《工程技能训练 A》课程特点、教学目标和教学内容等，确定训练考核内容由工程知识、工程能力和综合素质等三个子项构成。

各子项成绩按百分制进行评定，各子项成绩占课程总成绩的比例为：工程知识占 20%、工程能力占 50%、综合素质占 30%。

(二) 考核方式及成绩评定

考核子项 1：工程知识

定量考核，采用实习报告形式，重点考察学生对课程教学目标 1 的达成情况。学生需要全面完成课程要求的训练项目及实习报告，抽考项目对应的实习报告成绩作为此考核子项成绩（百分制）。

考核子项 2：工程能力

定量考核，采用实践操作形式，重点考察学生对课程教学目标 2 的达成情况。学生需要全面完成课程要求的训练项目及实习报告，抽考项目对应的实作成绩作为此考核子项成绩（百分制）。

考核子项 3：综合素质

定性考核，采用综合评价形式，重点考察学生对课程教学目标 3 的达成情况。以学生在整个训练过程中表现出来的教学纪律、职业规范、社会责任和劳动品行等作为考核指标观察点，再根据观察结果进行成绩评定（百分制）。

各课程目标的考核内容、成绩评定方式、目标分值建议如下：

课程目标	考核内容	成绩评定方式	成绩占比例	学生该项得分	目标达成情况计算公式
------	------	--------	-------	--------	------------

课程目标	考核内容	成绩评定方式	成绩占比例	学生该项得分	目标达成情况计算公式
目标 1: 工程知识	了解常用制造设备的结构、原理及用途；了解制造工艺的技术、方法、标准与规范；了解常用材料的种类、性能及用途；了解新工艺、新技术、新设备在现代工业制造中的应用；熟悉有关工种及设备的安全操作规程。	定量考核	20%	A	$\frac{A \times 20\%}{20}$
目标 2: 工程能力	会识读一般工程图，并能对其进行制造工艺分析；熟悉常用工、夹、量具的正确使用方法，会对一般产品、制品进行检测；开展安全劳动教育、钳工、普通车铣、数控及特种加工（铁艺、铸造、焊接、工业机器人、数字孪生任选二环节）等环节训练；会操作常用加工设备，了解并使用数控加工、特种加工、工业机器人等现代制造装备；初步具备简单零部件（产品）的加工制造能力。	定量考核	50%	B	$\frac{B \times 50\%}{50}$
目标 3: 综合素质	通过本课程训练，使学生能对产品、制品的形成过程有切身的体验和理解；受到大工程和系统思维意识的熏陶，会对制造工艺与成本进行优化；有创新精神和团队协作意识，能有效地解决实际问题；了解并遵守工程职业道德与规范，能考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等方面的影响，能理解应承担的责任；培养学生正确的人生观、价值观，有良好劳动品行。	定性考核	30%	C	$\frac{C \times 30\%}{30}$

特别说明：

- (1) 课程包含多个训练项目，每个训练项目都有详细的评分标准和细则。
- (2) 在完成课程要求的所有实训项目后，学生才可以参加课程实践操作考核及成绩综合评定。
- (3) 拥有中级及以上国家职业资格证书的学生，可以免修相应训练项目。

五、参考学习资料

- (一) 朱华炳等主编，工程训练，清华大学出版社，2023
- (二) 彭江英等主编，机械制造工艺基础，华中科技大学出版社，2022
- (三) 王晓霞等主编，数控加工技术，冶金工业出版社，2020

(四) 明平美等主编, 精密与特种加工技术, 电子工业出版社, 2019

(五) 姚屏等主编, 工业机器人技术基础, 机械工业出版社, 2020

(六) 张明文等主编, 工业互联网数字孪生技术应用初级教程, 哈尔滨工业大学出版社, 2022

制订人: 廖智勇 马蕊璐 徐晋林 张暹
李明 曾绍坤 齐大江

审核人: 孙屹 陈渝 周明洋