

高等学校工科基础课程 教学基本要求

教育部高等学校工科基础课程教学指导委员会

高等教育出版社

高等学校工科基础课程 教学基本要求

教育部高等学校工科基础课程教学指导委员会

高等教育出版社·北京

内容提要

为统筹推进工科基础课程教学改革,加强课程资源整合,促进学科交叉融合,教育部高等学校工科基础课程教学指导委员会决定在四个分教指委此前业已制定的四部“教学基本要求”的基础上,集成整合,适当修订,编制为《高等学校工科基础课程教学基本要求》,包括高等学校力学基础课程教学基本要求、高等学校机械基础课程教学基本要求、高等学校电工电子基础课程教学基本要求、高等学校工程图学课程教学基本要求等四部分内容。本书可为高等学校工科基础课程教学工作的开展提供参考依据,同时也为教学评估等教学质量管理工作提供依据。

本书可供从事高等学校工科基础课程教学的教师参考,也可供相关学科同类课程教学参考及教学管理部门进行课程体系建设与管理时参考。

图书在版编目(CIP)数据

高等学校工科基础课程教学基本要求/教育部高等学校工科基础课程教学指导委员会编. --北京:高等教育出版社, 2019. 11

ISBN 978-7-04-050139-1

I. ①高… II. ①教… III. ①工科(教育)-教学研究-高等学校 IV. ①G642.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 242596 号

策划编辑 赵湘慧 责任编辑 赵湘慧 封面设计 王凌波 版式设计 张杰
责任校对 刁丽丽 责任印制 赵义民

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	大厂益利印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×960mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	9.25		
字 数	170千字	版 次	2019年11月第1版
购书热线	010-58581118	印 次	2019年11月第1次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	19.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 50139-00

出版说明

2018年,新一届“教育部高等学校教学指导委员会”成立,并首次设立了“教育部工科基础课程教学指导委员会”(以下简称“工科基础课程教指委”)。委员共计136名。

工科基础课程教指委下设四个分教学指导委员会,即“力学基础课程教学指导分委员会”“机械基础课程教学指导分委员会”“电工电子基础课程教学指导分委员会”和“工程图学课程教学指导分委员会”(以下简称“分教指委”)。

根据教育部的指导性意见,工科基础课程教指委主要肩负如下使命:统筹推进工科基础课程的教学改革,加强基础课程的资源整合,强化基础课程之间的内容衔接,革新基础课程的教学内容和教学方法;助推工程教育改革的改革和創新,完善和发展工程人才培养的理念和模式,促进不同学科之间的交叉和融合。

2018年11月,工科基础课程教指委在清华大学召开了首次全体委员会会议。会议对教指委的工作思路和工作计划做了充分研究讨论。委员们认为,四个分教指委的前身都是往届独立的教指委,都有各自的优良传统,都做出了出色的工作,同时也都肩负着继往开来的使命。因此,委员们一致认为,工科基础课程教指委既要保持各分教指委的特色,又要加强协同,发挥综合优势。会议提出了如下工作思路:“继承优良传统,适应工科发展,改革教学模式,提高课程质量”。同时,会议设定了2019年度的工作目标,其中之一就是修订并出版《高等学校工科基础课程教学基本要求》(以下简称《工科基本要求》)。

早在上世纪末至本世纪初,四个分教指委的前身业已制定了各自的“教学基本要求”。四部“教学基本要求”凝聚了往届教指委委员尤其是老一辈委员们的心血和智慧,是本届教指委要努力继承好的宝贵财富。本届教指委秉承“在继承中发展”的指导思想,对四部“教学基本要求”进行了适当修订,集成整合为《工科基本要求》,并由高等教育出版社出版。

《工科基本要求》体现了工科基础课程教指委对高等学校工科基础课程教学体系的指导性意见,具有良好的时代性、权威性、指导性和适用性。

工科基础课程教指委期待,《工科基本要求》能够促进工科基础课程之间的有机交融。时代在前进,科技在进步,学科在发展,客观上需要探索打破学科界

限,实现工科基础课程之间的统筹、交叉和融合。而《工科基本要求》为此提供了时代的视角,教师和学生从中看到的,既是基础课程之间的传统分界线,更是基础课程体系中交叉融合的分界线。

工科基础课程教指委期待,《工科基本要求》能够为高校教务部门制定教学计划提供基本参照。近二十年来,工科基础课程的课程体系出现被弱化的趋势,工科基础课程教学不同程度地出现课时压缩、质量下滑的状况。这样的趋势和状况长期发展下去,会导致“基础不牢,地动山摇”的堪忧后果。而避免该后果的有效措施,就是高水准地执行好《工科基本要求》。

工科基础课程教指委期待,《工科基本要求》能够为高校一线教师制定教学大纲提供参照。近十年来,随着教师队伍的新老接替以及专业拓展,大批青年教师走上了基础课程教学岗位。青年教师亟待强化教学基本功,努力提升教学水平。年轻教师自身高水准地达到《工科基本要求》的标准,是打造好金课、硬课的前提条件。

工科基础课程教指委期待,《工科基本要求》能够为工科学生规划未来学业和事业发展提供指导。新工业革命日益逼近,国际竞争日趋激烈,这样的大背景,对工科学生的知识基础、知识结构和创新能力,提出了更高的要求。工科学生越好地达到《工科基本要求》,在面临未来的挑战时便越有信心和底气。

工科基础课程教指委期待,《工科基本要求》的编制出版,是工科基础课程教学向着进一步深化改革、融合创新所迈出的坚实第一步。

教育部高等学校工科基础课程教学指导委员会

2019年6月

目 录

高等学校力学基础课程教学基本要求	1
理论力学课程教学基本要求(A 类)	4
理论力学课程教学基本要求(B 类)	8
材料力学课程教学基本要求(A 类)	11
材料力学课程教学基本要求(B 类)	16
结构力学课程教学基本要求(A 类)	20
结构力学课程教学基本要求(B 类)	23
弹性力学课程教学基本要求	25
流体力学(水力学)课程教学基本要求(A 类)	27
流体力学(水力学)课程教学基本要求(B 类)	31
高等学校机械基础课程教学基本要求	35
机械原理课程教学基本要求(机械类专业适用)	39
机械设计课程教学基本要求(机械类专业适用)	42
工程材料与机械制造基础系列课程教学基本要求[机械类(或近机类) 专业适用]	47
机械制造实习课程教学基本要求(机械类专业适用)	52
机械制造实习课程教学基本要求(非机械类专业适用)	57
工程材料与机械制造基础系列课程知识体系与能力要求体系	61
工程材料与机械制造基础系列课程核心知识点与能力要求点	63
高等学校电工电子基础课程教学基本要求	77
电路理论基础课程教学基本要求	85
电路分析基础课程教学基本要求	89
信号与系统课程教学基本要求	92
信号分析与处理课程教学基本要求	95

电磁场课程教学基本要求	98
电磁场与电磁波课程教学基本要求	102
电子线路(I)课程教学基本要求	105
电子线路(II)课程教学基本要求	108
模拟电子技术基础课程教学基本要求	111
数字电路与逻辑设计课程教学基本要求	114
数字电子技术基础课程教学基本要求	117
电工学课程教学基本要求	120
高等学校工程图学课程教学基本要求	125
工程图学课程教学基本要求	129
附录 教育部工科基础课程教学指导委员会组成人员(2018—2022)	135

**高等学校机械基础课程
教学基本要求**

修订说明

教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会结合国内外科学技术发展和国家对人才培养的需求,多年来坚持分类指导的基本原则,在国内外课程现状、改革和发展的调研基础上,对所负责的“机械原理”“机械设计”和“工程材料与机械制造基础”(含机械制造实习及工程训练教学示范中心的建设)三个系列课程知识体系不断地完善,从“九五”到“十二五”先后制定和修订了多个版本的课程教学基本要求,对全国各高校机械基础课程的改革和质量提升起到了积极的推动作用,为相关学科及专业评估提供了支持。根据教育部高等学校工科基础课程教学指导委员会的工作精神,为适应“新工科”发展,提高机械基础课程教学质量,2018年年底高等学校机械基础课程教学指导分委员会再次组织专家对上述三个系列课程教学基本要求进行修订。

本次修订的“机械原理课程教学基本要求”是在教育部高等学校机械基础课程教学指导委员会(2013—2017)2016年8月于杭州讨论确定的版本的基础上,经高等学校机械基础课程教学指导分委员会(2018—2022)机械原理课程组审定修改而成的,与2009年版“机械原理课程基本要求”相比,增加了课程对培养学生能力的要求。

本次修订的“机械设计课程教学基本要求”是2018年完成的修订版本,该版课程教学基本要求是在2009年版的基础上,经过历年机械设计课程组调研、讨论、更新和修订而成的。本次修订充分保留了2009年版课程教学基本要求关于“能力培养”为目标的改革导向,体现了华盛顿协议专业教育认证标准中“能力导向”(outcome based)的基本原则和新工科建设背景下的课程改革要求;明确了在课程教学过程中,将学生的综合能力培养和潜在技能提高作为衡量课程教学效果与质量的评价依据,并以促进其持续改进作为课程教学的最终目标;在明确机械设计课程的总体培养目标的基础上,进一步细化和明确了课程教学、课外练习(习题课、课外习题、设计作业)、课程设计、实验等环节的培养目标;强调在机械系统中进行机械零部件设计,培养其解决复杂工程问题的能力及创新能力;增设了“考核”部分,明确课程考核(考试或考查)应以考核学生能力培养目标的达成成为主要目的,以检查学生对各知识点的掌握情况为重要内容;在评价与考核能

力目标达成方面,鼓励采用各种形式的改革,深化持续改进和能力培养的闭环。

“工程材料与机械制造基础系列课程教学基本要求”是继“九五”“十五”“十一五”三个版本教学基本要求后,在教育部新工科教学研究与实践项目“面向新工科的机械制造基础课程 KAPI 体系改革研究与实践”的研究基础上,对本系列课程的教学基本要求进一步地修订。2019 年以来,根据教育部高等学校工科基础课程教学指导委员会和高等学校机械基础课程教学指导分委员会的工作要求,2018—2022 届工程材料与机械制造基础课程组在前期的研究基础上结合新工科教学研究项目最新成果对本系列课程教学基本要求进行了进一步修订,新增了工程材料与机械制造基础系列课程知识体系与能力要求体系及系列课程核心知识点与能力要求点。根据机械类专业、近机类专业、非机械类专业的不同特点和要求,并征求了部分往届课程组成员以及高等学校工程训练教学指导委员会委员的意见和建议,最终形成了以下 5 个文件:

- (1) 工程材料与机械制造基础系列课程教学基本要求[机械类(或近机类专业适用)];
- (2) 机械制造实习课程教学基本要求(机械类专业适用);
- (3) 机械制造实习课程教学基本要求(非机械类专业适用);
- (4) 工程材料与机械制造基础系列课程知识体系与能力要求体系;
- (5) 工程材料与机械制造基础系列课程核心知识点与能力要求点。

机械基础课程的原版“基本要求”凝聚了教指委前辈们多年来的辛勤工作和智慧,行文严谨,用词准确。为本次基本要求修订提供了坚实的基础,在此向他们表示衷心的感谢!

教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会

2019 年 6 月

机械原理课程教学基本要求

(机械类专业适用)

一、课程的性质和任务

机械原理是机械类专业的一门主干技术基础课程,在学生的知识、能力和素质培养体系中,占有十分重要的地位。

本课程的任务是使学生掌握机构学和机器动力学的基本理论、基本知识和基本技能,学会常用机构的分析和综合方法,并具有相应的分析能力、设计能力、实验能力和创新能力。

在培养机械类高级工程技术人才的全局中,本课程为学生从事机械方面的设计、制造、研究和开发奠定重要的基础,具有增强学生适应机械技术工作能力的作用。

二、课程的基本内容与要求

1. 理论教学

(1) 绪论

了解本课程的研究对象和主要内容,明确课程的地位、任务和作用。

(2) 机构结构分析

了解机构的组成要素;掌握平面机构运动简图绘制、自由度计算和结构分析的方法和应用。

(3) 机构运动分析和力分析

了解平面机构运动分析和力分析的目的和不同方法;掌握Ⅱ级机构运动分析和力分析的方法;了解机械中摩擦、自锁和效率的概念和应用。

(4) 常用机构及其设计

了解平面连杆机构的应用、基本类型及其演化;对平面四杆机构的运动和传力性能有明确的概念;掌握按连杆位置、连架杆对应位置、急回特性等要求设计

平面四杆机构的基本方法。

了解凸轮机构的类型和应用;熟悉凸轮机构从动件运动规律的基本形式,了解其选择和组合原则;掌握盘形凸轮廓线的设计方法和确定凸轮机构基本尺寸的主要原则。

了解齿轮机构的类型和应用;了解齿廓啮合基本定律,掌握渐开线齿轮的啮合特性;掌握渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的的基本参数和几何尺寸计算;了解变位齿轮及其传动的的基本概念;了解平行轴斜齿圆柱齿轮、直齿锥齿轮、蜗杆蜗轮等传动的特点和几何尺寸计算。

掌握定轴轮系、周转轮系和混合轮系传动比的计算方法;了解轮系的功能、应用和设计时应注意的主要问题。

了解间歇运动机构等其他常用机构的原理、特点、功能和应用。

(5) 机械系统运动方案设计

了解机构的选型、组合方式、运动循环图拟定等方面的基本知识;熟悉机械系统运动方案设计的基本过程,了解机械系统运动方案的评价准则。

(6) 机械系统动力学

理解单自由度机械系统等效动力学模型的概念;了解建立机械系统运动方程式的方法;熟悉机械速度波动的分类及其调节原理;掌握飞轮转动惯量的近似计算方法。

掌握刚性转子静平衡、动平衡的原理和方法;了解平面机构惯性力平衡的基本概念。

2. 实验教学

实验项目可从以下各组中选取,总数不少于三个,但不能全部集中在同一组别中。

第1组 机构组成

例如:机构运动简图的绘制,渐开线齿轮基本参数的测定,凸轮廓线的测绘,平面机构组成原理,机械系统运动方案与机构创意组装等。

第2组 机构运动学

例如:机构的位移、速度、加速度等运动参数的测定与误差分析等。

第3组 机械动力学

例如:机械速度波动测定及飞轮调速,刚性转子平衡和机构平衡等。

第4组 机构综合

例如:平面机构实验法综合与误差分析,包括运动位置/轨迹/函数、传力特性与摩擦和自锁等特性。

3. 课程设计

通过课程设计这一实践环节,使学生更好地理解和掌握本课程的基本理论和方法,进一步提高学生查阅技术资料、绘制工程图、数学建模及编程计算能力和应用软件仿真分析等能力,特别是加强培养学生的创新意识,分析问题和解决问题的能力,以及工程实践能力。

按照一个简单机械系统的功能要求,综合运用所学知识,拟定机械系统的运动方案,并对其中某些机构进行分析和设计。

学生应在教师指导下独立完成设计任务。要求绘制适量图纸、编制设计计算说明书。

课程设计时间不应少于 1.5 周,成绩单独评定,另设学分。

三、几点说明

- (1) 教学参考学时:64 ~ 72 学时。其中,实验不少于 6 学时。
- (2) 本基本要求是机械类专业学生通过机械原理课程学习所应达到的最低要求。各校可根据不同专业需求,适当增加相关内容。
- (3) 进行机构分析和设计时,提倡使用解析法。
- (4) 积极提倡采用现代教学手段,探索调动学生自主学习积极性的启发式、讨论式、研究式等学习方法,提高课堂效率、增强教学效果。
- (5) 提倡开设由学生自行构思实验方案的设计型、综合性实验项目。
- (6) 鼓励将本课程教学内容与学生自主课外科技创新活动相结合。

机械设计课程教学基本要求

(机械类专业适用)

前 言

目前,“华盛顿协议”签约成员的专业教育认证标准中均采用“能力导向”(outcome based)的基本原则,即将接受教育人员的素质和潜在技能表现作为衡量教学效果的评价依据,并以促进其持续改进作为认证的最终目标。基于上述原则,强调专业教育应以学生为中心,以能力培养为导向。学校应根据自身的特色和社会需求提出毕业生能力要求,在制订人才培养方案、设置课程体系和实践教学体系时要以能力培养为牵引;课程内容、教学方法要与能力培养挂钩;能力培养要分解到主要技术基础和专业课程,分别提出课程能力培养目标和实现途径。

机械设计课程是机械类专业重要的技术基础课,其基本要求以能力培养为依据来规定课程的教学内容、教学方法、实验与实践环节。

一、课程的性质和任务

机械设计是一门培养学生具有机械设计能力的技术基础课,是机械类各专业培养方案中的主干课程。本课程在教学内容方面应着重传授基本知识、基本理论和基本方法,在培养实践能力方面应着重创新设计构思和综合设计技能的基本训练。

本课程的主要任务是通过课程教学与实验、实践环节培养学生具有如下能力:机械工程科学知识的应用能力;设计机械系统、部件和过程的能力;对于机械工程问题进行系统表达、建立模型、分析求解和论证的能力;在机械工程实践中掌握并使用各种技术、技能和现代化工程工具的能力。具体为:

(1) 掌握通用机械零件的设计原理、设计方法和机械设计的一般规律,突出创新意识和创新思维的培养,具有基本的机械系统设计能力。

(2) 了解国家当前的有关技术经济政策及机械工程中的可持续发展问题,树立正确的设计思想。

- (3) 具有应用计算机辅助机械设计的能力。
- (4) 具有运用标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力。
- (5) 掌握典型机械零件的实验方法,获得实验技能的基本训练。
- (6) 了解机械设计发展的新趋势。

二、课程的基本内容与要求

1. 理论教学

(1) 教学内容体系

以工程实际问题为牵引,以通用机械零部件的设计为主线,及时反映新型机械产品及机械零部件的技术发展趋势;强调机械设计的共性规律和基本方法,重视工程应用,淡化理论的演绎推导;强调机械零部件的参数设计和选取、结构设计及机械系统总体设计。

(2) 教学基本内容

机械设计总论:机械产品设计的一般流程,机械系统总体方案设计、技术设计的主要内容,机器设计的基本原则、标准化等。

机械零件设计基础:机械零件的失效,机械零件的工作能力和计算准则,摩擦、磨损和润滑,寿命和可靠性概述,机械零件常用材料和选用原则,机械零件的工艺性等。

连接件设计:螺纹连接,键、花键连接和其他轴毂连接简介等。

传动件设计:带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动和螺旋传动等。

轴系件设计:轴、滑动轴承、滚动轴承、联轴器和离合器等。

其他零部件设计:弹簧、机架零件和减速器等。

为适应行业技术发展对高级专门人才的要求,反映现代科技发展新动向和社会发展对机械设计提出的新要求,各高校可以根据具体情况,更新教学内容,适度增加一些与本课程相关的新内容,如创新设计原理与方法、现代设计理论、方法和最新的科研成果简介等。

(3) 教学基本要求

① 对学生的能力培养要求

通过本课程学习,具有参数设计、结构与综合分析评价的能力,相应的实验技能,编制技术文件及应用计算机的技能。

② 要求掌握的基本知识

机械设计基本知识,机械零件的主要类型、性能、结构特点、应用、材料和标准。

③ 要求掌握的基本理论和方法

机械设计的基本原则；

机械零件的工作原理,受力分析,应力分析和失效分析；

机械零件的强度、刚度、寿命、可靠性、热平衡、稳定性以及摩擦磨损与润滑的工作能力计算准则；

机械零件的名义载荷与计算载荷,条件性计算、等强度计算,当量法或等效转化法,试算法等；

改善载荷和应力的分布不均匀性,提高零件疲劳强度,摩擦磨损的控制和利用,提高零部件工艺性的途径和方法,以及预应力、变形协调原则等在机械设计中的应用。

④ 教学方法和教学手段

探索和改进教学方法,提倡以工程实际案例为牵引的启发式、讨论式、研究式教学,避免重演绎推理、轻归纳综合,突出对学生创新思维和创新意识的培养,以及解决复杂机械工程问题能力的培养。

在教学手段上提倡合理适度采用多媒体教学和计算机辅助教学,做到传统手段与现代手段的有机结合。

2. 习题课、课外习题、设计作业

(1) 对学生的能力培养要求为:掌握设计计算方法、提高分析问题与解决问题的能力、熟悉标准与规范的应用。

(2) 对于教学重点内容应安排习题课和课外习题作业,内容多样化,加强零件参数设计以及结构和工艺方面的训练。

(3) 设计作业是培养学生设计能力的重要环节,每个学生至少要完成2~3个设计作业。每个设计作业的份量一般应包含装配图1张、设计说明书1份。

(4) 学生必须独立、按时完成习题和设计作业。习题和作业完成情况应作为评定课程成绩的一部分。

3. 课程设计

(1) 对学生的能力培养要求

① 能从机器功能及经济性要求出发,进行总体方案设计,合理选择传动方案和零部件；

② 能按机器的工作状况分析和计算作用在零件上的载荷,合理选择零件材料及热处理方法,正确计算零件的工作能力和确定零件尺寸；

③ 能考虑制造工艺、使用维护、经济和安全等因素,对机械零部件进行合理

的结构设计；

④ 绘制机器或部件的装配图和零件图。

(2) 设计题目与工作量

设计题目要灵活、多样,通常为一般机械装置(如结构简单的机械、机械传动装置、减速器等),允许学生自定题目。设计工作量的最低要求应相当于以两级圆柱齿轮减速器为主体的机械传动装置。每个学生应完成装配图 1 张、零件工作图 2 张、设计说明书 1 份。

(3) 课程设计答辩

课程设计完成后,每个学生应进行答辩,成绩单独记分。

(4) 课程设计指导与考核

教师对学生的课程设计要加强指导与考核,注重培养和发挥学生的独立工作能力、创新精神和优良的工作作风,促进学生的个性发展。为保证教学质量,每个教师同时指导课程设计学生的人数不宜超过 30 人。

4. 实验教学

(1) 对学生的能力培养要求:通过实验环节,学生应掌握典型机械零件实验的基本方法和基本技能。

(2) 实验是本课程的重要组成部分,每个学生至少要做 3~4 个实验(6~8 学时)。

(3) 实验内容可以是:机器或传动装置的效率,机械性能参数,机械零件的受力和工作能力,摩擦、磨损、润滑性能等。可开设的实验如下:带传动实验,链传动实验,齿轮、蜗杆传动实验,螺纹连接实验,减速器结构分析实验,轴系结构设计实验,滑动轴承实验,联轴器或离合器实验,摩擦与磨损实验或其他有关零部件实验。鼓励开设机械零部件或机械系统的综合性、设计性实验。允许学生自选实验题目,由学生自行设计实验。

(4) 同一实验台上,同时操作人数不宜超过 5 人,以保证学生都能动手操作。而且实验装置应尽量能使学生观察到机械零件工作时发生的物理现象。

(5) 每个学生要写出实验报告,并根据实验表现和实验报告质量评定其成绩。实验成绩应作为课程成绩的一部分。

机械设计课程考核(考试或考查)应以考核学生能力培养目标的达成为主要目的,以检查学生对各知识点的掌握程度和应用能力为重要内容。在评价与考核能力目标达成方面,鼓励针对各课程目标及考核环节制定量化评价办法,进

而根据评价结果,提出持续改进措施。

三、几点说明

(1) 本课程授课学时的参考范围为 56 ~ 80 学时(至少含实验 6 ~ 8 学时),课程设计学时的参考范围为 3 ~ 4 周。

(2) 由于本课程教学环节较多,实践性较强,教师在教学中应引导学生系统地学习,激励学生创新精神,培养学生正确的设计思想、良好的工作作风和工作方法。

工程材料与机械制造基础系 课程教学基本要求 [机械类(或近机类)专业适用]

一、课程的性质和任务

1. 课程性质

工程材料与机械制造基础是研究机器零件及产品的常用材料和制造工艺方法,即从选择材料,制造毛坯,直到加工出零件与获得产品的综合性课程。它是高等学校机械类或近机类专业学生必修的技术基础课。本课程理论部分由工程材料、材料成形工艺基础和机械制造工艺基础三门课程(或三个模块)组成,与实践部分机械制造实习共同组成工程材料与机械制造基础系列课程。

2. 课程任务

学生在机械制造实习的基础上,通过本课程的学习,获得常用工程材料及零件加工工艺的知识,培养工艺分析的初步能力及创新意识,简要了解先进制造系统的结构和功能,并为学习其他有关课程及今后从事机械设计和制造工作奠定必要的基础。

(1) 掌握常用工程材料的种类、成分、组织、性能和改性方法,具有选用工程材料的初步能力。

(2) 掌握主要常规与先进制造技术的基本原理和工艺特点,具有进行工艺分析及选择毛坯、零件加工方法的初步能力。

(3) 具有综合运用工艺知识,分析零件结构工艺性的初步能力。

(4) 了解制造工艺系统,具有制造工艺系统的初步分析能力。

(5) 了解与本课程有关的新材料、新技术、新工艺及其发展趋势,建立现代制造工程的概念。初步形成跨学科系统思维。

(6) 了解与新工科有关的智能制造、大数据、互联网、增材制造等新技术。

二、课程的基本内容与要求

1. 工程材料

- (1) 简要了解工程材料的发展现状与趋势、材料与制造技术之间的关系。
- (2) 熟悉工程材料的种类和主要力学性能。
- (3) 了解纯金属的晶体结构和结晶、晶体缺陷及其对性能的影响。
- (4) 了解合金的结构和性能、相与组织的概念。熟悉二元合金相图和铁碳合金相图及其应用。初步了解材料成分、性能、组织结构、制造工艺之间的关系。
- (5) 熟悉金属塑性变形的实质及对金属组织和性能的影响。
- (6) 熟悉钢在热处理过程中的组织转变及转变产物的形态和性能。掌握退火、正火、淬火、回火及表面热处理工艺的特点和应用。了解常见热处理缺陷、产生原因及预防措施。
- (7) 掌握碳素钢、合金钢和铸铁的种类、牌号、性能及应用。了解常用有色金属的特点及应用。
- (8) 熟悉常用工程塑料及橡胶的种类、结构特点、性能和应用。了解陶瓷、复合材料的种类、结构特点、性能及应用。
- (9) 了解工程材料的表面处理方法。
- (10) 了解工程材料的主要失效形式。
- (11) 熟悉选用工程材料的基本原则。能较合理地选用工程材料及相应的处理方法。

(12) 实验

- ① 金相试样的制备。
- ② 铁碳合金平衡组织显微分析。
- ③ 材料(钢或陶瓷)的热处理及试样硬度测定。
- ④ 钢在不同热处理(退火、正火、淬火及回火)状态下的显微组织。
- ⑤ 材料(铸铁、铜合金、铝合金或陶瓷、复合材料等)的显微组织分析。
- ⑥ 钢的淬透性与耐回火性。

上述实验可根据不同专业特点,开出包括非金属材料在内的综合性、设计性的实验。

2. 材料成形工艺基础

(1) 液态成形(铸造)

- ① 熟悉铸件凝固过程、合金铸造性能及其对铸件质量的影响,了解液态成

形技术的工艺特点。

② 掌握砂型铸造和常用特种铸造方法的特点和应用,能绘制砂型铸造典型铸件的铸造工艺图,具有较合理地选用铸造方法的能力。

③ 了解常用合金的熔铸特点。

④ 了解铸铁石墨化及其对铸件组织和性能的影响,了解常用铸造合金的铸造方法、特点和应用。

⑤ 具有分析零件铸造结构工艺性和铸造缺陷的初步能力。

⑥ 熟悉 3D 打印技术在铸造中的应用。了解铸造新工艺、新技术及其发展趋势。

(2) 塑性成形(锻压)

① 熟悉金属塑性变形机理、塑性变形对金属组织和性能的影响、金属锻造性能和常用金属的锻造特点。了解塑性成形技术的工艺特点

② 掌握自由锻和模锻的特点、应用及工艺过程。能绘制简单锻件的锻件图。具有较合理地选用锻造方法的能力。

③ 掌握板料冲压的特点、应用和基本工序。了解常用的金属板材及板料冲压的性能。

④ 具有分析中小型零件锻造和冲压结构工艺性的初步能力。

⑤ 了解零件的轧制、挤压、旋压和拉拔等加工方法的特点和应用。

⑥ 了解板材增量成形(无模成形)等锻压新工艺、新技术及其发展趋势。

(3) 连接成形(焊接)

① 熟悉焊接冶金过程、热过程及其对焊接接头组织、性能和焊件的焊接应力、变形的影响,以及获得优质焊件的措施。了解连接成形技术种类及工艺特点。

② 掌握常用焊接方法的特点,具有较合理地选用焊接方法及相关焊接材料的能力。

③ 了解金属的焊接性能,熟悉常用金属的焊接特点,了解获得优质焊件的工艺措施。

④ 熟悉常用焊接接头形式和坡口形式设计。熟悉焊缝布置的主要原则。具有分析焊件结构工艺性和焊接缺陷的初步能力。

⑤ 了解焊接新工艺、新技术及其发展趋势。

⑥ 了解塑料焊接及材料粘接的工艺过程、特点和应用。初步了解焊接过程数值模拟方法及其应用。

(4) 工程塑料、橡胶、陶瓷及复合材料的成形

① 了解粉体材料(包括陶瓷、粉末冶金)制件(品)成形原理及成形方法。

② 了解工程塑料的工艺性能和制件(品)成形方法,具有分析工程塑料制件

(品)结构工艺性的初步能力。

③ 了解橡胶制件(品)的成形方法。

④ 初步了解复合材料的成形方法。

(5) 增材制造(3D 打印)

① 熟悉增材制造的基本原理。

② 了解增材制造工艺方法、特点及其应用。

(6) 毛坯选择

① 熟悉毛坯类型、质量、成本和选用原则。

② 具有选择毛坯材料和制造工艺方法的能力。

3. 机械制造工艺基础

(1) 熟悉切削加工的基本原理。了解影响加工质量、生产率及成本的主要因素。

(2) 掌握常用机械加工方法的工艺特点。熟悉各种表面的加工方法,并具有较合理地选用加工方法的能力。

(3) 熟悉机械加工工艺过程的基本内容。了解制定加工工艺的原则和方法,具有制定典型零件加工工艺的初步能力。

(4) 熟悉刀具的种类和刀具的选用,刀具的结构特点及应用。

(5) 了解夹具的种类、工作原理、结构特点及应用。

(6) 具有分析零件机械加工和装配结构工艺性的初步能力。

(7) 了解特种加工方法(电火花加工、电解加工、超声波加工、激光加工、电子束加工、离子束加工、快速原型制造)的基本原理、方法、特点和应用。

(8) 了解数控加工的基本原理、方法、特点和应用。了解机械制造工艺系统的概念。

(9) 了解制造技术的现状与发展趋势,了解数字化制造、智能制造、虚拟制造、互联网、物联网、制造供应链、工业机器人和物流系统的基本工作原理、用途,以及设备或系统的基本构成。

(10) 实验

① 刀具几何角度的刃磨与测量。

② 切削用量对加工质量的影响。

③ 材料的切削性能。

④ 安装方法对零件加工精度的影响。

⑤ 数控机床加工。

⑥ 特种加工。

- ⑦ 3D 打印。
- ⑧ 三坐标测量仪的原理及应用。

4. 机械制造经济性、管理与环境保护

- (1) 了解现代企业及管理组织结构,了解生产组织模式的发展。
- (2) 了解产品成本管理、成本控制、质量成本等。
- (3) 了解技术经济分析方法。
- (4) 了解智能制造系统运行管理模型。
- (5) 了解机械工业的环境污染问题;了解工业噪声,气、固、液废弃污染物及处理技术。

三、几点说明

(1) 本课程与生产实际联系密切,对学生的实践基础要求较高。为了达到课程的教学基本要求,学习本课程之前必须先修机械制造实习。

(2) 在教学过程中要充实和加强以下教学环节:

- ① 安排课堂讨论、作业练习、答疑、质疑等。
- ② 充分运用教具、模型、录像等,以及运用多媒体课件和计算机辅助教学等现代教育技术。

③ 课程教学基本要求中的实验可根据不同专业要求选作,综合性、设计性、创新性实验应占一定比例。

④ 有条件的院校可结合课堂教学组织校内外参观或进行其他工业实践。

⑤ 要处理好本课程与相关课程(如工程力学、材料力学、机械设计、公差与技术测量等)的关系,注意加强和充实新材料、新工艺、新技术方面的教学内容,积极大胆地探索课程内容与体系的改革。

⑥ 要安排综合性和创新性的训练环节,培养学生的工程实践能力和创新思维能力。

⑦ 根据不同院校的实际情况,建议工程材料 32~48 学时,材料成形技术基础 24~48 学时,机械制造工艺基础 24~48 学时。

(3) 本课程倡导在线学习(MOOC)与翻转课堂相结合的新的教学方法。

(4) 本课程倡导将理论课程学习、机械制造实习(工程训练)和创新训练一体化实施,通过一体化项目牵引完成知识、能力、实践、创新一体化培养与训练过程。

机械制造实习课程教学基本要求

(机械类专业适用)

一、课程的性质和任务

1. 课程性质

机械制造实习是一门实践性很强的技术基础课,是机械类(近机类)各专业学习机械制造的基本工艺和基本方法,完成工程基本训练,培养工程素质、树立劳动观点、训练基本劳动技能和创新精神的重要必修课。是知行合一、立德树人的重要环节。

学生在学习机械制造实习课程时,必须进行独立操作,在保证贯彻教学基本要求的前提下,应尽可能结合培养创新思维和教学产品进行,实习过程倡导项目化教学。

2. 课程任务

了解机械制造的一般过程和基本知识。了解常见的先进制造技术和制造工艺。熟悉机械零件的常用加工方法、所用主要设备的工作原理和典型机构、工夹具量具以及安全操作技术,初步建立现代制造工程的概念。对简单零件具有进行工艺分析和选择加工方法的能力。在主要工种上应具有独立完成简单零件加工的实践能力。

学习工艺知识,跨学科理解先进制造系统,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新精神和创新能力。初步建立起责任、安全、质量、创新、环保、团队、成本、管理、市场等工程意识。

二、课程的基本内容与要求

1. 铸造

(1) 基本知识

- ① 熟悉铸造生产工艺过程,特点和应用。

② 了解型砂、芯砂、造型、造芯、合型、熔炼、浇注、落砂、清理及常见铸造缺陷。熟悉铸件分型面的选择。掌握手工两箱造型(整模、分模、挖砂、活块等)的特点和应用。了解三箱造型及刮板造型的特点和应用。了解机器造型的特点和应用。

③ 了解常用特种铸造方法(包括消失模铸造等工艺)的原理、特点和应用。

④ 了解铸造生产安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。

⑤ 了解3D打印技术在铸造生产中的应用。

(2) 基本技能

掌握手工两箱造型的操作技能,并能对铸件进行初步的工艺及缺陷分析的能力。

2. 锻压

(1) 基本知识

① 熟悉锻压生产工艺过程、特点和应用。

② 了解坯料的加热、碳素钢的锻造温度范围和自由锻设备。掌握自由锻基本工序的特点。了解轴类和盘套类锻件自由锻的工艺过程。了解锻件的冷却及常见锻造缺陷。

③ 了解胎模锻的特点和胎模结构。

④ 了解冲床、冲模和常见冲压缺陷。熟悉冲压基本工序。

⑤ 了解冲压(钣金)工艺的特点和应用。

⑥ 了解锻压生产安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。了解数控冲床的工作原理、特点和应用。

(2) 基本技能

初步掌握自由锻和板料冲压的操作技能,并能对自由锻件和冲压件进行初步工艺分析的能力。

3. 焊接

(1) 基本知识

① 熟悉焊接生产工艺过程、特点和应用。

② 了解焊条电弧焊机的种类和主要技术参数、电焊条、焊接接头形式、坡口形式及不同空间位置的焊接特点。熟悉焊接工艺参数及其对焊接质量的影响。了解常见的焊接缺陷。了解典型焊接结构的生产工艺过程。

③ 了解气焊设备、气焊火焰、焊丝及焊剂的作用。

④ 了解其他常用焊接方法(埋弧自动焊、气体保护焊、电渣焊、钎焊等)的特点和应用。

⑤ 熟悉氧气切割原理、切割过程和金属气割条件。了解等离子弧切割或激光切割的原理、特点和应用。

⑥ 了解焊接生产安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。

⑦ 了解机器人在焊接中的应用,了解激光焊接、超声波焊接等新的焊接技术。

(2) 基本技能

能正确选择焊接电流,调整气焊火焰。初步掌握焊条电弧焊、气焊的平焊操作技能。

4. 热处理及表面处理

了解钢的热处理原理、作用及常用热处理方法和设备。

了解表面处理概念、工艺和方法。例如激光表面处理、热喷涂等技术。

5. 非金属材料成形

了解塑料、橡胶等材料的成形工艺及其模具结构。

了解陶瓷材料成形工艺。

了解复合材料的应用及成形工艺。

6. 增材制造(3D 打印)

(1) 基本知识

了解增材制造的原理,常用成形方法、特点和应用。

(2) 基本技能

能通过自主设计、编程,打印出相应产品或零件。

7. 机械加工与特种加工

(1) 基本知识

① 了解金属切削加工的基本知识。

② 了解车床的型号,熟悉卧式车床的组成、运动、传动系统及用途。

③ 熟悉常用车刀的组成和结构、车刀的主要角度及其作用。了解对刀具材料性能的要求,了解常用和超硬刀具材料的性能、特点和应用。

④ 了解轴类、盘套类零件装夹方法的特点及常用附件的结构和用途。

⑤ 掌握车外圆、车端面、钻孔和车孔的方法。

⑥ 了解车槽、车断及锥面,了解成形面、螺纹的车削方法。

⑦ 了解常用铣床、刨床和磨床的组成、运动和用途。了解其常用刀具和附件的结构、用途及简单分度的方法。

⑧ 熟悉铣削、磨削的加工方法。了解刨削和常用齿形的加工方法。

⑨ 了解常用特种加工方法的原理、方法、特点和应用。掌握电火花线切割的基本原理。

⑩ 熟悉数控车床、数控铣床、加工中心等的组成、加工特点、数控编程方法(手工编程和自动编程)和应用

⑪ 了解切削加工常用方法所能达到的尺寸公差等级、表面粗糙度 Ra 值的范围及其测量方法。

⑫ 了解高速、超高速切削加工的原理、特点和应用。

⑬ 了解机械加工安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。

⑭ 了解机器人、增材制造、大数据、互联网、物联网、智能制造、虚拟制造等新技术与传统制造技术的关系。

(2) 基本技能

① 掌握卧式车床的操作技能,能按零件的加工要求正确使用刀、夹、量具,独立完成简单零件的车削加工。

② 熟悉铣床的基本操作方法,了解磨床的基本操作方法。

③ 能进行数控类机床,如数控线切割机床、数控车床、数控铣床等的编程和操作,了解加工中心的编程和操作。

④ 具有对简单的工件进行初步工艺分析的能力。

8. 钳工

(1) 基本知识

① 熟悉钳工工作在机械制造及维修中的作用。

② 掌握划线、锯削、锉削、钻孔、攻螺纹和套螺纹的方法和应用。

③ 了解刮削的方法和应用。

④ 了解钻床的组成、运动和用途。了解扩孔、铰孔和铰孔的方法。

⑤ 了解机械部件装配与调试的基本知识。

⑥ 了解自动化装配的概念。

(2) 基本技能

① 掌握钳工常用工具、量具的使用方法。能独立完成钳工作业件。

② 具有装拆简单部件的技能。

三、几点说明

(1) 建议实习时间为 4~6 周,每周 5 天,每天 7 小时。在保证先进制造技

术的实习时间占总实习时间的 25% ~ 45% 的基础上,所剩余常规工种的实习训练时间比例为:铸造、锻压和焊接实习时间占 1/3;车工实习时间占 1/3;铣工和磨工实习时间占 1/6;钳工实习时间占 1/6。各院校亦可根据不同的专业需要,在满足教学基本要求的前提下,对时间分配作适当调整,逐步增加对新技术和新工艺的训练。

(2) 应积极创造条件,充实新工艺、新技术的教学内容。要具备基本的数控车床、数控铣床、加工中心、快速原型制造、数控线切割、电火花成形加工、激光加工和超声波加工,以及其他新技术、新工艺的工艺装备;要建立 2-4 个局域网络条件下的计算机集成制造系统,使学生初步建立制造工艺系统和数字化制造的概念。

(3) 充分利用工程实践教学基地的优质资源,结合相关工种训练,安排课内外结合的综合工艺训练,或设计与制作结合的创意创新实践训练。考虑到激光雕刻和数控雕刻的快速可实现性,以及快速原型制造在培养创新思维能力方面的有效性,这三类设备应在创意(新)实践中发挥更重要的作用。

(4) 应健全实践教学组织机构,配备适当数量的、素质较高的人员辅导实习;要创建优秀教学团队,教师在实习中应发挥主导作用。

(5) 实习中,有条件的院校可适度加强冲压实习,开设与本课程密切相关的训练项目(例如电工、电子和气动、液压等项目)。

(6) 在教学基本要求中有关认知层次提法的说明如下:

① 了解:指对知识有初步和一般的认识。

② 熟悉:指对知识有较深入的认识,具有初步运用的能力。

③ 掌握:指对知识有具体和深入的认识,具有一定的分析和运用能力。

总之,各院校可根据自己的特点,在某些教学内容上提出比基本要求更高的要求,逐步形成特色,努力提高课程的教学水平,确保实践教学质量。

(7) 工程实践教学课程所采用的名称较多,其中机械制造实习是工程实践教学领域于 2004 年获得的首门国家级精品课程的名字。其他应用较多的课程名称还有工程训练、工程实训和金工实习等。

(8) 本课程倡导将工程材料及机械制造基础理论课学习、机械制造实习(工程训练)和创新训练一体化实施,通过一体化项目牵引完成知识、能力、实践、创新一体化培养与训练过程。

机械制造实习课程教学基本要求

(非机械类专业适用)

一、课程的性质和任务

1. 课程性质

机械制造实习是一门实践性的技术基础课,是非机械类有关专业重要的实践教学环节之一,是实现工科与理科、医科、人文社会学科融通的有效途径,是树立劳动观点、训练基本劳动技能和培养创新精神的重要课程,是知行合一、立德树人的重要环节。

学生在学习本课程时,应安排独立操作,在保证教学基本要求的前提下,应尽可能结合培养创新思维和教学产品进行,倡导项目化教学并辅以专题讲授。

2. 课程任务

了解机械制造的一般过程和基本知识。了解机械零件的常用加工方法、主要设备、工量具和相关环境保护及安全技术,初步建立现代制造工程的概念。

学习机械制造的基本工艺知识,初步建立机械制造生产过程的概念,培养和锻炼劳动观念、创新意识、理论联系实际的科学作风等基本素质,理解工程文化,增强工程实践能力。

二、课程的基本内容与要求

1. 铸造

(1) 了解铸造生产工艺过程、特点和应用。

(2) 了解砂型铸造工艺的主要内容。了解铸件分型面的选择。熟悉两箱造型(整模、分模、挖砂等)的特点和应用。能独立完成简单铸件的两箱造型。了

解常见铸造缺陷。了解机器造型的特点和应用。

(3) 了解常用特种铸造方法的特点和应用。

(4) 了解铸造生产的环境保护及安全技术。

2. 锻压

(1) 了解锻压生产工艺过程、特点和应用。

(2) 了解自由锻工艺的主要内容:坯料加热、碳钢的锻造温度范围、空气锤的大致结构、主要基本工序(锻粗、拔长、冲孔)的特点和常见锻造缺陷。

(3) 了解胎模锻的特点和应用。

(4) 了解冲床和冲模的大致结构及冲压基本工序的特点。

(5) 了解钣金工艺的特点和应用。

(6) 了解锻压生产环境保护及安全技术。

3. 焊接

(1) 了解焊接生产工艺过程、特点和应用。

(2) 了解焊条电弧焊机的种类和主要技术参数、电焊条、焊接工艺参数和常见焊接缺陷。能进行焊条弧焊的平焊操作。

(3) 了解气焊、气割设备和气焊火焰,能进行气焊的平焊操作。了解气割过程及金属气割条件。了解等离子弧切割的特点和应用。

(4) 了解其他焊接方法的特点和应用。

(5) 了解焊接生产的环境保护及安全技术。

4. 热处理

(1) 了解常用钢铁材料的种类、牌号、性能特点及选用。

(2) 了解热处理的作用及钢的常用热处理方法。

(3) 了解激光表面处理等先进表面处理方法。

5. 非金属材料成形

(1) 初步了解塑料、橡胶等的成形工艺及其模具。

(2) 初步了解陶瓷材料成形工艺。

6. 增材制造(3D 打印)

(1) 了解增材制造的原理,常用成形方法。

(2) 通过基本训练能设计、编程、打印出简单零件。

7. 机械切削加工

- (1) 熟悉卧式车床的组成、运动和用途。
- (2) 了解车床及主要附件的大致结构和用途。了解常用车刀的种类和材料。
- (3) 熟悉常用量具及其使用方法。
- (4) 熟悉车外圆、车端面、钻孔、车孔、车槽和切断的方法。了解锥面、成形面、螺纹的车削特点。能独立完成简单零件的车削加工。
- (5) 了解铣削、刨削、磨削加工的特点和应用。能在 1~2 种机床上加工零件或作业件。
- (6) 了解机械加工的环境保护及安全技术。
- (7) 适量安排综合或创意(新)实践训练。

8. 数控加工和特种加工

- (1) 了解数控机床的组成和加工特点。
- (2) 了解常用特种加工的原理、方法、特点和应用。
- (3) 了解数控加工和特种加工中的环境保护及安全技术。
- (4) 适量安排综合训练或创意(新)训练。
- (5) 了解智能制造、大数据、互联网、物联网、机器人等新技术与传统制造技术的关系。

9. 钳工

- (1) 了解钳工工作在机械制造和维修中的作用。
- (2) 了解钻床的大致结构和操作方法。
- (3) 掌握锯削、锉削和钻孔的基本技能。了解划线、攻螺纹、套螺纹、扩孔和铰孔的方法。
- (4) 了解装配和调试的基本知识。
- (5) 了解钳工工作的安全技术。

三、几点说明

- (1) 由于非机械类专业数量多、差异大,时间短,实践教学资源宜采用模块式的组织方法,以方便不同专业的选课和针对不同专业特点组织教学。
- (2) 建议实习时间为 1~4 周,每周 5 天,每天 7 小时。教师在实习中应发

挥主导作用。

(3) 应鼓励结合不同行业和专业需要,充实新设备、新工艺、新技术的教学内容。要具备基本的数控车、数控铣、数控线切割、激光雕刻、3D 打印和其他先进工艺装备,逐步增加新技术、新工艺的训练内容。

(4) 非机类专业包括机类以外的其他工科专业,以及文、理、医、艺术和管理等专业,其中近机类专业可参照机械类专业的课程教学基本要求。

(5) 该课程在新理科、新医科、新文科建设中应发挥重要衔接作用。

工程材料与机械制造基础系列课程知识体系与能力要求体系

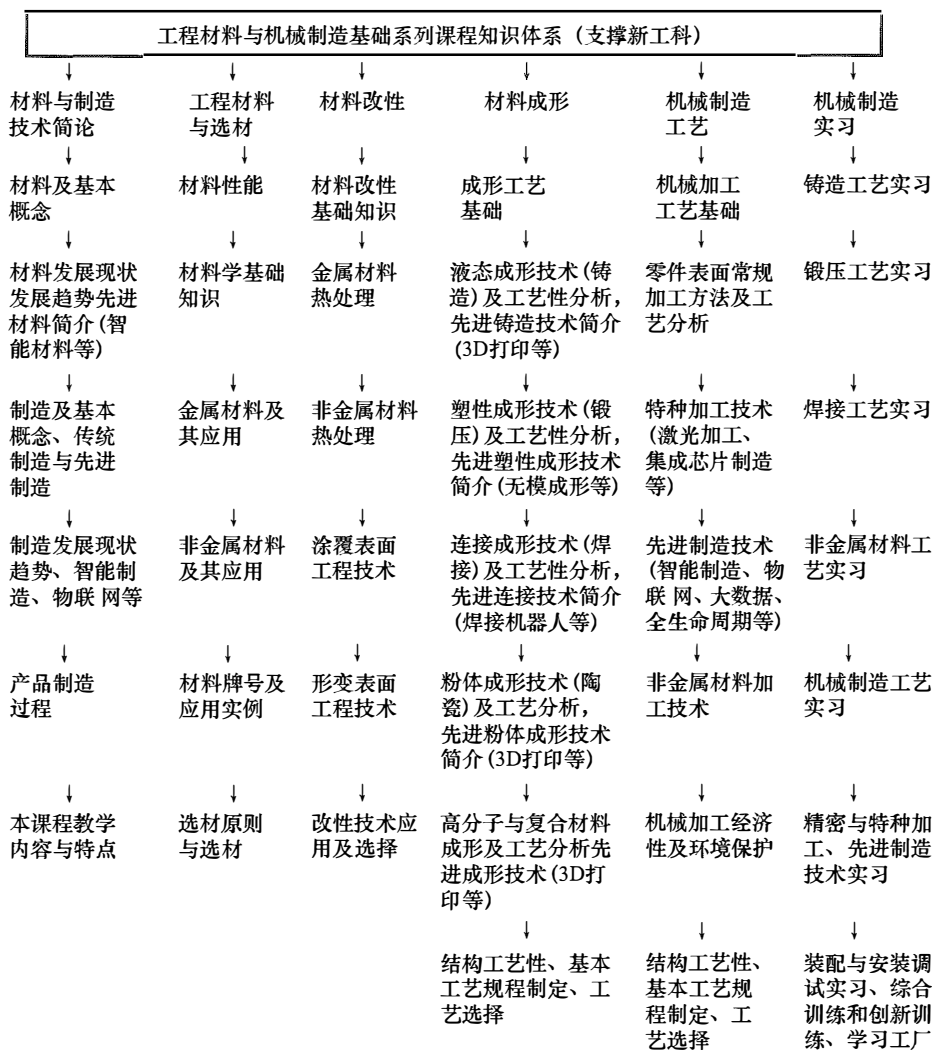


图 1 课程知识体系框图

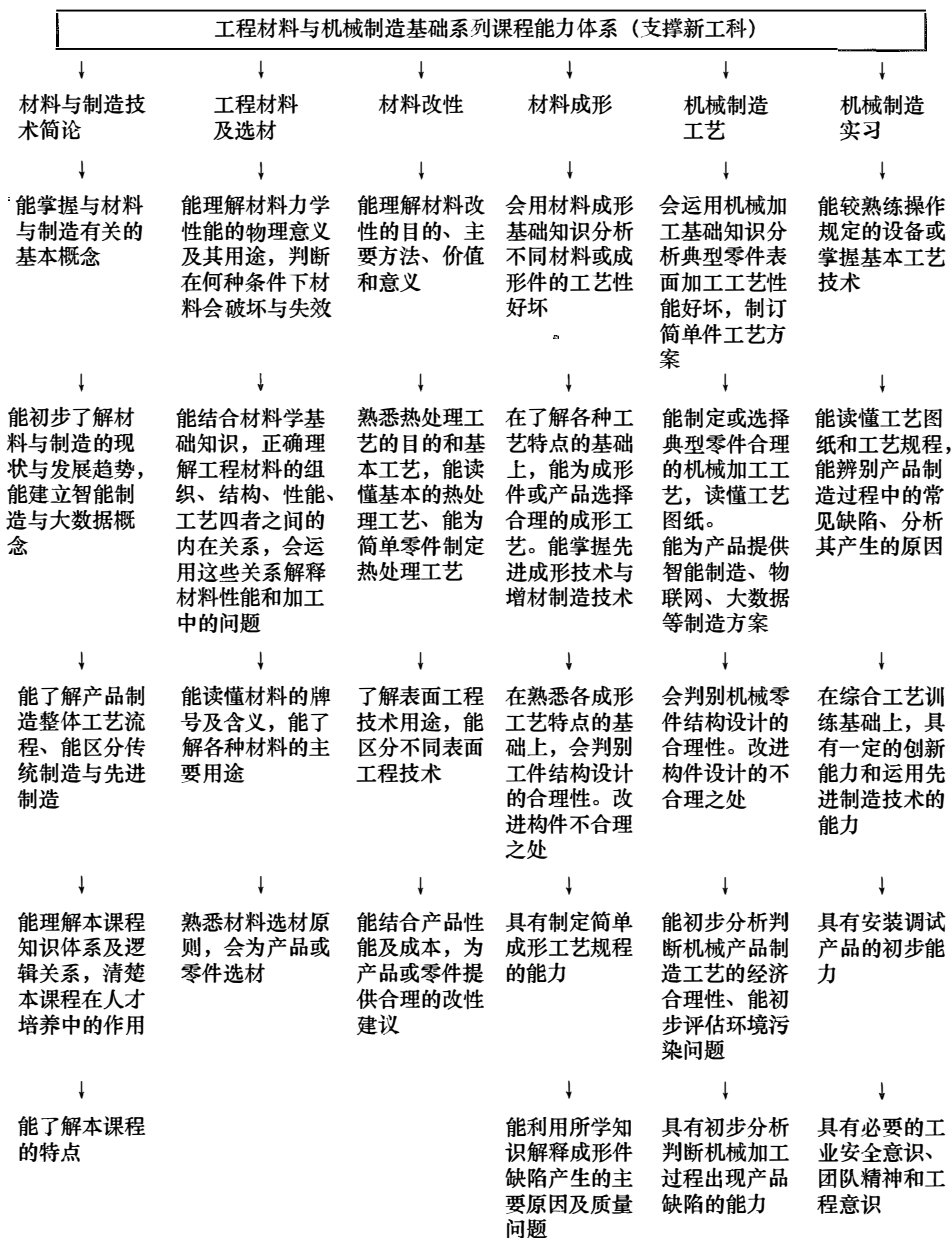


图2 课程能力体系框图

工程材料与机械制造基础系列课程 核心知识点与能力要求点

一、理论课部分

第一部分 材料与制造技术简论 (合计核心知识点 4 个、能力要求点 3 个)

(1) 核心知识点

- ① 与材料、新材料、材料分类有关的概念*、新材料现状、发展趋势*(小、强、智、绿)、典型先进材料简介*；
- ② 与制造、制造业、先进制造、机械制造有关的概念*、制造技术发展现状、发展趋势*(微、网、众、智、绿)；
- ③ 典型先进制造技术简介(比如智能制造及其三个发展阶段*:自动化、数字化以及智能化,大数据分析方法*(初步)与精益生产在制造技术中的应用,物联网*,机器人与机器学习*,传感器及其应用,生产管理系统*等)；
- ④ 产品制造过程与本课程知识体系。

(2) 能力要求点

- ① 通过本部分学习,在了解材料与制造历史、现状和发展的基础上,能把握从材料到产品的制造过程及材料与制造之间的关系；
- ② 能掌握本课程主要涉及的内容；
- ③ 能把握各部分内容与产品制造过程之间的关系。

第二部分 工程材料 (合计核心知识点 11 个、能力要求点 7 个)

1. 工程材料的性能

(1) 核心知识点

- ① 工程材料的基本力学性能:强度*,塑性*,冲击韧性*,疲劳强度*,硬

注:1. 全部核心知识点=原核心知识点+新工科知识点

2. 知识点分为一级知识点(直接编号标注)与二级知识点(标注“*”号)

度* ,断裂韧性* ;

② 工程材料的3种基本性能:物理性能、化学性能、工艺性能*(材料是否容易制造的性能与材料各种性能、组织结构、制造方法密切相关)。

(2) 能力要求点

① 能正确理解材料性能的物理意义及其应用范围;

② 能判断在何种条件下材料会破坏与失效。

2. 材料学基础1(金属材料)

(1) 核心知识点

① 材料的结构(三种典型晶体结构* ,结构不同,性能不同);

② 纯金属材料结构的变化(液固结晶*、固态同素异构转变*、材料的缺陷* ,成份和工艺改变会导致结构变化);

③ 合金的相及相结构、组织(成份和工艺改变会导致组织结构变化,同样组织结构变化会引起工艺性变化);

④ 二元合金相图;

⑤ 铁碳合金相图及应用。

(2) 能力要求点

① 通过该部分学习,能结合相图解释工程材料的组织、结构、性能、工艺条件之间的内在关系;

② 会运用这些关系解释材料加工或改性中的一些问题。

3. 材料学基础2(非金属材料)

(1) 核心知识点

① 陶瓷材料的键合特点(强结合:离子键、共价键)、结构特点*、特性、用途;

② 高分子材料的键合特点(弱结合:氢键、范德华键等)、结构特点、特性、用途。

(2) 能力要求点

① 能区分非金属材料与金属材料在组织、结构、性能间的主要差异;

② 能了解非金属材料主要种类与用途。

4. 材料选择

(1) 核心知识点

① 材料的分类*、编排与用途* ;

② 选材原则。

(2) 能力要求点

能较熟练运用选材原则为零件和产品选择材料。

第三部分 材料的改性

(合计核心知识点 6 个、能力要求点 4 个)

1. 材料热处理

(1) 核心知识点

- ① 钢在加热和冷却时的组织及性能转变；
- ② 退火*、正火*、淬火*、回火工艺*；
- ③ 表面热处理与化学热处理*；
- ④ 非金属材料热处理简介。

(2) 能力要求点

- ① 能清楚热处理的目的和工艺方法；
- ② 能读懂基本的热处理工艺；
- ③ 能为简单零件制定基本热处理工艺。

2. 材料表面工程技术

(1) 核心知识点

① 表面工程技术原理*、常用工艺方法(热喷涂、电镀、热浸镀、涂装、化学镀、离子溅射等)*、用途；

- ② 热喷涂工艺。

(2) 能力要求点

了解表面工程技术用途,区分不同表面工程技术,能为产品改性选择合适的表面工程技术。

第四部分 材料成形

(合计核心知识点 32 个、能力要求点 24 个)

1. 材料的液态成形

(1) 核心知识点

① 铸造基础知识:铸造工艺原理*,流动性*,凝固*,收缩性*,吸气性*,铸造缺陷*；

- ② 砂型铸造；

③ 特种铸造:金属型铸造*,压力铸造*,熔模铸造*,离心铸造*,消失模铸造*；

- ④ 铸件结构工艺性。

(2) 能力要求点

① 能利用流动性、收缩、凝固、吸气等基本概念解释铸造过程一些缺陷产生的基本原因,提出改进方法;

② 能基于不同铸造工艺特点合理选择铸造工艺,具有制定简单铸造工艺流程的能力;

③ 具有分析零件铸造结构工艺性和铸造缺陷的初步能力。

2. 材料塑性成形

(1) 核心知识点

① 金属塑性成形及原理;

② 塑性变形后金属的组织 and 性能(加工硬化*, 回复、再结晶、冷变形、热变形、温变形*, 锻造纤维、各向异性、变形程度、锻造比*)等基本概念;

③ 自由锻(镦粗、拔长、冲孔);

④ 模锻;

⑤ 冲压工艺(分离工序*、成形工序*)及模具(种类及基本结构*);

⑥ 塑性成形性(可锻性);

⑦ 锻件及冲压件结构工艺性;

⑧ 塑性成形新技术(金属材料的控形控性*, 微纳成形制造概念与应用*, 大塑性变形与材料纳米化*)。

(2) 能力要求点

① 能利用塑性成形的基本原理与规律解释材料的塑性成形性的好坏;

② 会制定简单锻件和冲压件的工艺流程;

③ 会分析常用金属锻件的工艺性能好坏,能基于不同锻压工艺特点为锻件合理选择锻压工艺;

④ 能绘制简单锻件的锻件图;

⑤ 会判断锻压件的结构设计的合理性(结构工艺性)。

3. 材料连接成形

(1) 核心知识点

① 连接的基本概念(焊接、机械连接(含铆接)、粘接等);

② 焊接基础知识(焊接热过程及特点*、热影响区*、焊接接头组成部分及性能*、焊接变形*);

③ 基本焊接工艺(典型熔化焊*、压力焊*、钎焊*);

④ 焊接性能(可焊性*);

⑤ 焊接结构*及工艺性*；

⑥ 焊接新技术:搅拌摩擦焊*、激光电弧复合焊*、塑料超声焊*(已跨学科用于生物医学)等工艺与特点；

⑦ 机器人焊接。

(2) 能力要求点

① 能利用焊接的基础知识分析解释焊接过程出现的主要问题与缺陷；

② 能基于碳当量法和有关知识判断焊接工艺性好坏；

③ 能基于不同焊接工艺的特点为焊接件选择焊接工艺,制定简单焊接件的工艺流程；

④ 具有判断焊接件结构设计的合理性(结构工艺性)和焊接缺陷的初步能力；

⑤ 了解塑料与非金属材料的焊接方法和焊接特点；

⑥ 具有较合理地选用焊接方法及相关焊接材料的能力。

4. 粉体(陶瓷及粉末冶金)材料成形

(1) 核心知识点

① 粉体成形的过程与特点(注意与液态或固态成形方法之不同)；

② 粉体的基本性能；

③ 粉体的三种成形工艺(干粉成形*、塑形泥团成形*、浆料成形*)。

(2) 能力要求点

① 能根据粉体的特点和基本物理性能解释三种粉体成形方法(干粉、塑形泥团、浆料)的规律和易出现的问题；

② 会初步分析粉体成型工艺性能的好坏；

③ 能区分传统陶瓷成形工艺和高技术陶瓷成形工艺的不同。

5. 高分子材料成形

(1) 核心知识点

① 高分子材料成形基本概念(组成、结构、物理状态)；

② 常见塑料成型工艺；

③ 橡胶成形工艺、硫化性能。

(2) 能力要求点

① 能区分塑料与橡胶成形工艺之间的不同；

② 会分析塑料件的成型工艺性好坏；

③ 会判断塑料件结构设计的合理性(结构工艺性)。

6. 复合材料成形

(1) 核心知识点

- ① 复合材料的性能及特点；
- ② 复合材料成型工艺及特点。

(2) 能力要求点

① 能解释或区分基体材料成形工艺和不同基体复合材料成形工艺的特点和异同；

- ② 会制定简单的粉体成形工艺。

7. 材料的 3D 打印成形(增材制造)

(1) 核心知识点

- 1) 3D 打印(增材制造)的基本原理(特别是 STL 文件的原理)；
- 2) 常用 3D 打印工艺及工艺原理；
- 3) 各种 3D 打印用材料及要求；
- 4) 3D 打印分层软件的原理(含机电一体化控制软件框图及知识)；
- 5) 3D 打印技术在各种成形技术中的应用；
- ① 3D 打印技术在液态成形技术中的应用*；
- ② 3D 打印技术在塑性成形(模具)技术中的应用*；
- ③ 3D 打印技术在高分子材料成形技术中的应用*；
- ④ 3D 打印技术在粉体材料(陶瓷及粉末冶金)成形技术中的应用*；
- ⑤ 3D 打印技术在生物材料成形技术中的应用*。

(2) 能力要求点

- ① 能区分等材制造、减材制造和增材制造异同；
- ② 能根据 3D 打印分层软件的原理设计典型零件打印程序。

第五部分 机械制造工艺

(合计核心知识点 40 个、能力要求点 26 个)

1. 切削加工工艺

(1) 核心知识点

- ① 切削加工基础知识:切削过程*,切削运动*,切削原理*；
- ② 刀具:刀具材料及性能特点*,刀具几何角度*,刀具工作角度*,刀具磨损*,刀具寿命*,新刀具材料*(如人造聚晶金刚石、立方氮化硼、陶瓷)；

- ③ 磨料、磨具、磨削过程* 和磨削特点* 和磨削原理* ；
- ④ 精密加工方法；
- ⑤ 加工精度* 与表面质量* ,影响加工精度和表面质量的因素* 。

(2) 能力要求点

- ① 针对不同的加工零件,会选择机床与刀具；
- ② 会初步分析切削加工中出现的物理现象；
- ③ 懂得零件粗加工、半精加工、精加工不同加工阶段的工艺特点；
- ④ 会根据静止参考系中的主要坐标平面(基面、切削平面、正交平面),分析车刀的几何角度；
- ⑤ 对零件加工中出现的质量问题会进行分析。

2. 特种加工工艺

(1) 核心知识点

- ① 特种加工的基本概念；
- ② 特种加工基本原理；
- ③ 激光切割、激光打孔、激光精密加工(应用很广泛)；
- ④ 电火花成形加工*、电火花穿孔加工、电火花线切割加工*、电火花磨削加工*；
- ⑤ 超声波加工、电子束加工、离子束加工(建议采用虚拟仿真技术)。

(2) 能力要求点

- ① 在制定零件加工工艺时能考虑何种情况下采用特种加工方法；
- ② 能根据零件表面的加工要求,较合理选择所需要的特种加工方法。

3. 常见表面加工方案选择

(1) 核心知识点

- ① 表面加工方案选择及依据；
- ② 尺寸精度*、表面粗糙度*、结构形状与尺寸大小*。

(2) 能力要求点

- ① 能看懂教材中各种表面加工方案框图；
- ② 能从典型案例中学到制定表面加工方案的方法；
- ③ 能参考各种表面加工方案框图,较合理选择零件的不同表面加工方案。

4. 数控加工技术

(1) 核心知识点

- ① 数控程序；

- ② 数控系统;
- ③ 换刀机构(装置);
- ④ 数控机床(数控车床*、数控铣床*、加工中心*);
- ⑤ 普通数控机床与精密数控机床的技术参数比较。

(2) 能力要求点

- ① 能根据零件加工要求,编制一般零件的数控车削加工程序;
- ② 能运用一种 CAD/CAM 高级软件;
- ③ 能容易分辨出数控车床、数控铣床和加工中心;
- ④ 能分析柔性制造系统中的物流系统;
- ⑤ 能根据零件的加工需要,选择合适的数控车床或数控铣床。

5. 零件的结构工艺性

(1) 核心知识点

- ① 结构工艺性原理;
- ② 切削加工结构工艺性(示例)。

(2) 能力要求点

- ① 在设计中会应用零件的结构工艺性原理;
- ② 头脑中储存了一批零件结构工艺性的例子;
- ③ 能分析现有零件的结构工艺性。

6. 零件的制造工艺过程

(1) 核心知识点

- ① 基本概念 1:生产纲领,生产类型,生产过程,加工余量;
- ② 基本概念 2:工艺过程,工序,安装,定位,夹紧;
- ③ 基本概念 3:基准*,设计基准,定位基准,测量基准,装配基准,粗基准,精基准;

- ④ 六点定位原理;
- ⑤ 基本概念:毛坯类型*,工艺分析*,工艺成本*,工艺管理*。

(2) 能力要求点

- ① 能根据六点定位原理,合理选择安装零件的夹具;
- ② 能合理选择零件定位的粗基准和精基准;
- ③ 能根据零件图纸,制定典型零件的加工工艺流程。

7. 先进制造技术(智能制造、大数据、物联网等)

(1) 核心知识点

① 基本概念:全生命周期产品制造、智能制造、数字化制造、网络制造、虚拟制造、增材制造、再制造、物联网、云制造、制造供应链、柔性制造(FMS)、可换柔性制造(RMS-或可重组制造系统)、工业机器人及其协同、物流系统及相关设备的基本构成;

② 智能制造与机器人技术(智能制造的系统构成*、关键技术*(比如传感器技术),工业机器人本体*、控制系统以及主要性能指标*,在线编程*、离线编程*,视觉控制*、视觉跟踪等);

③ 先进制造相关的常规主流应用软件(CAD/CAM/CAPP/CAE)简介;

④ 智能机械制造系统运行管理模型;

⑤ 大数据在先进制造中的应用;

⑥ 物联网在先进制造中的应用;

⑦ 极端(含微纳)制造。

(2) 能力要求点

① 能分析区别传统制造与先进制造之间的关系与差异;

② 能掌握先进制造的基本概念和应用范围。

8. 机械制造经济性与管理

(1) 核心知识点

① 现代企业及管理组织结构;

② 成本管理;

③ 成本控制;

④ 质量和质量管理;

⑤ 质量成本;

⑥ 技术经济分析。

(2) 能力要求点

能基于机械制造经济性和管理基本知识,对产品生产的可行性进行初步分析。

9. 机械制造业的环境保护

(1) 核心知识点

① 机械工业的环境污染;

② 工业气、固、液废弃污染物及处理技术;

③ 工业噪声防止与个人防护技术。

(2) 能力要求点

① 会分析机械制造生产中的主要污染源；

② 能提出相应的环境保护措施。

二、工程训练部分

第六部分 机械制造实习

(合计核心知识点 80 个、能力要求点 10 个)

1. 核心知识点

(1) 铸造

① 铸造型砂的性能要求及获得成本；

② 常见铸造砂型的构造特点(含典型浇注系统)；

③ 手工造型的基本操作(整造型^{*},分造型^{*},挖砂造型^{*},活块造型^{*})；

④ 铸件分型面的选择原则；

⑤ 浇注位置的选择；

⑥ 模样、铸件、零件之间的关系和区别；

⑦ 常用特种铸造方法的分类、工艺特点和应用特点(消失模铸造^{*},压力铸造^{*},熔模铸造^{*},离心铸造^{*})；

⑧ 模样种类和确定模样的原则；

⑨ 铸造工艺图的绘制方法；

⑩ 金属熔炼(冲天炉教学建议采用虚拟仿真技术完成)及浇注的工艺特点；

⑪ 铸件的落砂、清理与环境保护；

⑫ 铸件缺陷类型及原因分析；

⑬ 铸造生产安全要求及对环境的影响；

⑭ 其他先进铸造成型技术(建议采用虚拟仿真技术完成教学)(3D 打印制模样^{*},3D 打印砂型^{*},压力铸造方法^{*},精密铸造方法^{*})。

(2) 锻压

① 塑性加工基本概念与基础知识(金属材料塑性变形及加工原理)；

② 塑性加工方法分类及典型设备(锻、压、冲、剪、弯)；

③ 锻造坯料的加热温度冷却规范及确定原则、温度与火色的关系；

④ 锻造工艺方法分类及其应用特点(自由锻^{*},胎模锻^{*},模锻^{*},特种

锻造*)；

⑤ 自由锻基本工序及操作要点(锻粗、拔长、切断(冲孔))；

⑥ 冲压加工概念、分类及冲压基本工艺、冲压设备(冲裁(落料、冲孔) * , 冷变形工艺(拉伸、弯曲、旋压、胀形等) * , 冲模结构* , 凹凸模间隙的计算* , 常见钣金设备(冲床、液压机、折弯机、卷板机、旋压机、咬边等) *)；

⑦ 数控冲床的结构、原理及工艺特点；

⑧ 锻造生产安全要求及对环境(震动、噪声) 的影响；

⑨ 塑性成形新技术(数控钣金成形、异形曲面成形、金属材料的控形控性* , 微纳成形制造概念与应用* , 大塑性变形与材料纳米化* 等(建议采用虚拟仿真技术完成教学))。

(3) 焊接

① 焊接概述(分类、特点、适用范围) ；

② 常规工业焊接方法、设备及工艺特点(手工电弧焊* , CO₂ 保护焊* , 电阻焊* , 氩弧焊* , 埋弧焊* , 等离子切割* 等) ；

③ 电焊条组成及作用, 分类、常用牌号；

④ 气割工艺特点、设备、气割的参数条件；

⑤ 气焊及钎焊工艺特点、设备、焊炬的三种火焰；

⑥ 常见焊接缺陷、焊接后处理；

⑦ 先进焊接方法: 闪光焊、激光焊、摩擦焊、搅拌焊、超声波焊；

⑧ 焊接自动化与智能化(焊接机器人工作站*) ；

⑨ 焊接安全技术要求及对环境的影响。

(4) 热处理及表面处理

① 常用金属材料热处理方法概述(淬火、回火、正火、退火) ；

② 常用热处理设备(加热、冷却及检测) ；

③ 常用表面强化与改性方法(渗碳、渗氮、激光表面处理*) ；

④ 常用表面工程技术(镀、涂覆、发蓝、氧化、热喷涂* (建议采用虚拟仿真技术完成训练))。

(5) 非金属材料成形

① 塑料、橡胶成型, 注射机的结构和工作原理；

② 陶瓷材料成型；

③ 复合材料成型技术。

(6) 增材制造技术(3D 打印技术)

① 3D 打印方法分类及其工作原理、应用特点(FDM、SLA、激光技术 3D 打印等) ；

- ② 3D 打印原型设计及工艺参数影响;
- ③ 3D 打印材料的发展状况及各种材料成形技术(金属、陶瓷、高分子、复合材料)。

(7) 机械加工与特种加工

- ① 常见金属切削加工方法概述(车、铣、刨、磨、钻、镗)及典型机床认识(分类、特点及适用范围);
- ② 常用金属切削刀具、量具、辅具、夹具认识;
- ③ 工件的安装与定位夹紧知识(六点定位原理、典型定位方法、夹具分类与结构特点);
- ④ 加工基准选择原则;
- ⑤ 工艺规程制定原则(工艺路线安排的原则与方法);
- ⑥ 机械切削加工安全要求及对环境的影响;
- ⑦ 机械加工工件的结构工艺性要求;
- ⑧ 普通车床类型、结构特点、通用夹具和机床附件;
- ⑨ 车削工艺特点、车刀切削角度及切削参数选择原则;
- ⑩ 切削加工质量(尺寸精度、形状位置精度、表面粗糙度和加工表面层改变);
- ⑪ 钻孔、扩孔、铰孔和镗孔工艺特点;
- ⑫ 铣床的类型、常用刀具、附件;
- ⑬ 铣削加工特点、铣削用量及选择原则;
- ⑭ 齿轮加工方法分类、工艺特点;
- ⑮ 磨床及磨削加工特点;
- ⑯ 砂轮的特性及选择;
- ⑰ 砂轮的静平衡、安装及磨削安全要求;
- ⑱ 线切割加工工艺特点及基本编程;
- ⑲ 电火花成形(含 EDM 小孔加工)加工工艺特点;
- ⑳ 激光加工方法及设备分类及工艺特点;
- ㉑ 其他特种加工方法特点及适用范围(电解、电化学、化学、超声等);
- ㉒ 数控机床、刀具及其加工工艺特点;
- ㉓ 常见金切机床数控系统及基本编程指令和程序格式(数车、数铣、加工中心、刀补、子程序调用等);
- ㉔ 数控机床对刀操作与工件坐标系的建立;
- ㉕ 加工程序的仿真及试切加工;
- ㉖ 先进加工技术的现状和发展(精密加工、复合加工、高速切削、3D 打印、先进刀具等)。

(8) 钳工

① 钳工概念及基本操作(锯、锉、铲、研、刮(建议用虚拟仿真技术解决)、钻、扩、铰、铤、攻、套,平台划线、机器装配);

② 量具的使用及误差分析(游标卡尺、深度尺、百分表千分表、内外径千分尺、刀口尺、水平仪、量规塞尺、测微仪、表面粗糙度仪);

③ 简单装配尺寸链分析及应用;

④ 装配基本知识(含调试和拆卸;建议强化装配中调试的概念和方法);

⑤ 量仪应用知识。

(9) 智能(先进)制造及物联网(建议部分知识点采用虚拟仿真技术完成教学)

① 基本概念:全生命周期产品制造、智能制造、数字化制造、网络制造、虚拟制造、增材制造、再制造、物联网、制造供应链、柔性制造(FMS)、可换柔性制造(RMS)、工业机器人及其协同、物流系统及相关设备的基本构成、FMS 工艺特点及其限制性;

② 智能制造与机器人(智能制造的系统构成*、关键技术*(比如传感器技术),工业机器人本体*、控制系统以及主要性能指标*,在线编程*、离线编程*,视觉控制*、视觉跟踪等);

③ 智能制造相关的常规主流应用软件(CAD/CAM/CAPP/CAE)简介;

④ 智能机械制造系统运行管理模型;

⑤ 大数据在先进制造中的应用;

⑥ 物联网在先进制造中的应用;

⑦ 微纳制造(建议采用虚拟仿真技术完成训练)。

2. 能力要求点

① 能较熟练的操作实习设备、工、夹、量具;

② 养成良好的劳动习惯和观念;

③ 能读懂工程图纸;

④ 能进行工艺分析、判断实习产品产生缺陷的原因;

⑤ 具有一定的分析问题和解决问题的能力 and 零件设计、制造等方面的创新能力;

⑥ 具有良好的团队合作能力;

⑦ 具有必要的工程意识和安全意识;

⑧ 具有产品制造过程的整体意识和一定的学科融通能力;

⑨ 具有理论联系实际的能力;

⑩ 具有成本和环保意识。