



“十三五”普通高等教育本科规划教材
高等院校机械类专业“互联网+”创新规划教材



“十二五”江苏省高等学校重点教材

工程训练

(第4版)

郭永环 姜银方 主编



教材预览、申请样书



微信公众号: pop8book



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

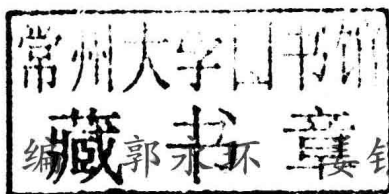


“十三五”普通高等教育本科规划教材
高等院校机械类专业“互联网+”创新规划教材



“十二五”江苏省高等学校重点教材（编号：2015-1-045）

工程训练 (第4版)



主 编 郭永环 银方
副主编 雷 声 刘正义
主 审 傅水根



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是2006年8月出版的《金工实习》一书的第4版。在近10年的时间里从第1版到第3版先后4次获得省级奖项,取得了骄人的成绩。然而在“互联网+”时代,纸质的《工程训练》教材受到了学生阅读习惯改变带来的挑战,因此特在第3版的基础上编写基于“互联网+”的《工程训练》(第4版)。

本书在体系上仍采用第3版的3个教学模块:模块1是传统加工技术,包括第1章工程材料及成形技术和第2章切削加工技术;模块2是现代加工技术,包括第3章特种加工技术与数控特种加工技术;模块3是综合与创新训练,包括第4章综合与创新训练。本书在内容上增加了大量的和教学相关的工程训练视频、动画、图片以及交互内容,学生只要扫描教材上相应的二维码,即可进入相关内容的学习。

本书可作为高等院校机械工程类、近机械工程类和非机械工程类各专业本科及专科的工程训练教材或金工实习教材,使用本书时可根据各专业的具体情况进行调整。

图书在版编目(CIP)数据

工程训练/郭永环,姜银方主编. —4版. —北京:北京大学出版社,2017.6

(高等院校机械类专业“互联网+”创新规划教材)

ISBN 978-7-301-28272-4

I ①工… II ①郭…①姜… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第096391号

书 名	工程训练(第4版)
	GONGCHENG XUNLIAN
著作责任者	郭永环 姜银方 主编
策 划 编 辑	童君鑫
责 任 编 辑	李娉婷
数 字 编 辑	刘志秀 刘 蓉
标 准 书 号	ISBN 978-7-301-28272-4
出 版 发 行	北京大学出版社
地 址	北京市海淀区成府路205号 100871
网 址	http://www.pup.cn 新浪微博:@北京大学出版社
电 子 信 箱	pup_6@163.com
电 话	邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667
印 刷 者	北京鑫海金澳胶印有限公司
经 销 者	新华书店
	787毫米×1092毫米 16开本 18.75印张 432千字 彩插2
	2006年8月第1版 2010年1月第2版
	2014年5月第3版
	2017年6月第4版 2017年6月第1次印刷
定 价	42.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话:010-62756370



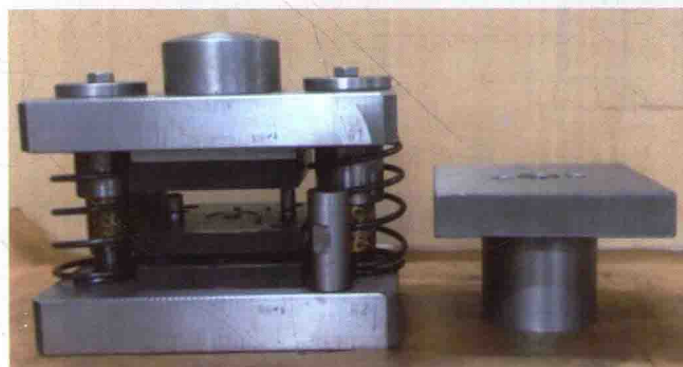
铸造件



两箱造型



压铸机



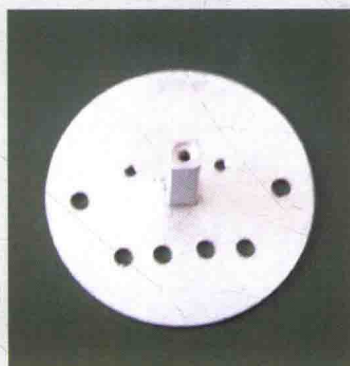
无取向硅钢片浮动式冲裁模具



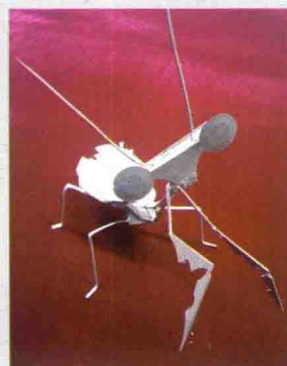
挤压件



高柔性多夹钳拉形机



冲焊结合件



焊接件（螳螂）



焊接件（鹿）



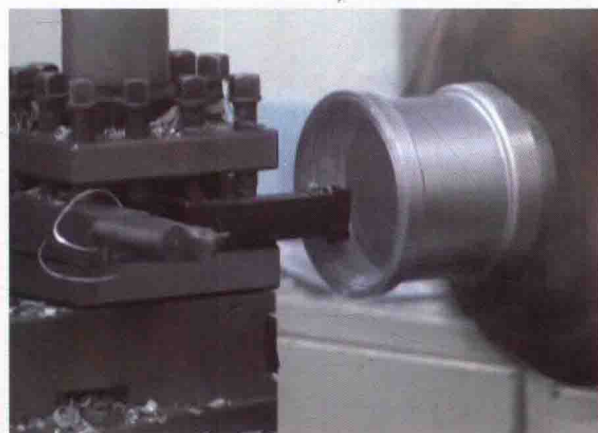
焊接件（龙虾）



车工实训



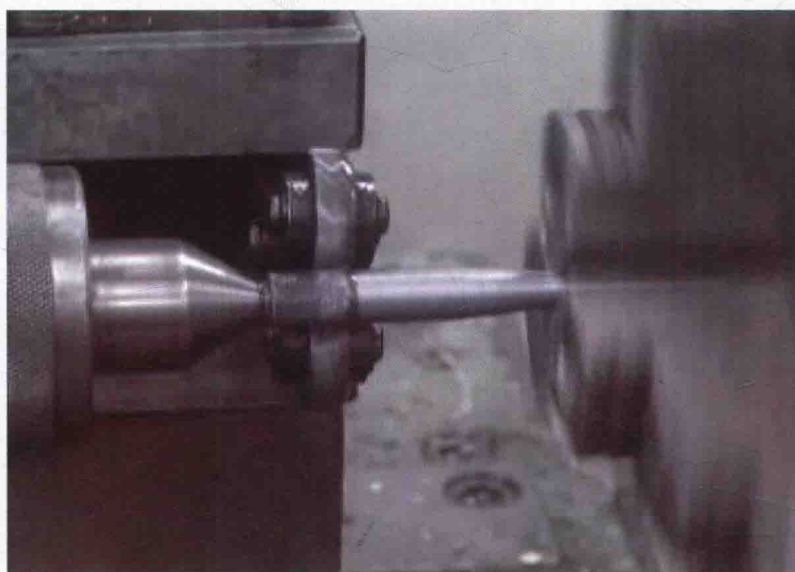
车工工件 1



车内环槽



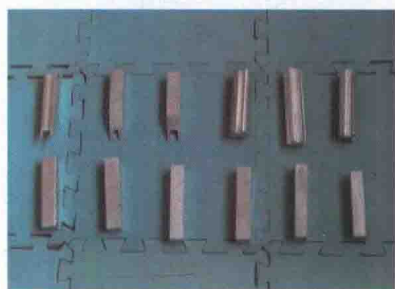
车内螺纹



滚花



车工工件 2



刨削工件



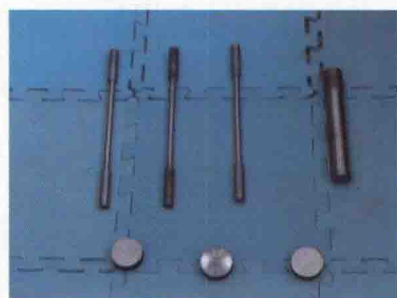
刨平面



铣刀



磨工实训



磨削工件



钳工加工件



钳工工作台



数控车实训



线切割件（爱）



线切割件（雄鹰）



线切割件（骏马 1）



线切割件（骏马 2）



运载火箭模型

第4版前言

本书是2006年8月出版的《金工实习》一书的第4版,该教材自出版以来共印刷了14次,计5万册,在这期间被评为中国林业部“十一五”规划教材、江苏省高等学校立项建设精品教材、江苏省高等学校精品教材、“十二五”江苏省高等学校重点立项建设教材,并获得首届淮海科学技术奖二等奖,深受广大读者的欢迎,这对编者也是极大的鼓舞和鞭策。

在“互联网+”时代,纸质的《工程训练》教材受到了学生阅读习惯改变带来的挑战,因此特编写基于“互联网+”的《工程训练》(第4版)。

本书在体系上仍采用第3版的“传统加工技术—现代加工技术—综合与创新训练”三个教学模块,但在内容上呈现了大量的和教学相关的工程训练视频、动画、图片以及交互内容,学生只要扫描书上相应的二维码,即可进入相关内容的学习。本次修订充分做到以下三点:

(1) 精益求精:本书在第3版的基础上,力求精益求精,不求最好,只求更好。对一些使用欠恰当的字、词、句、图、题及表进行了认真修订,进一步提高了教材的质量。

(2) 推陈出新:更新了创新训练产品的彩色插图;删除了一些旧的工程训练产品图片;修订了21幅不是最新国家标准的图样;增加了测试题和测试题答案,以便于学生复习。

(3) “互联网+”:每个章节中的重点或难点都有相应的视频、动画或图片。本书基于“互联网+”,学生可以扫描二维码看到55幅图片、124个视频或动画、11组交互的习题及答案。学生可以像以前那样学习纸质版的固有内容,也可以在业余时间扫描书中相应的二维码,对教学内容进行深入学习。每个章节都有测试题,同样,学生要知道自己做得是否正确,只要扫描二维码就可见分晓,充分体现了《工程训练》“互联网+”的特点。

参加本书编写的教师有:江苏师范大学郭永环(2.1~2.3节、2.5节及第4章)及范希营(第3.6~3.8及3.9.2节)、江苏大学姜银方(1.1.1节)、安徽建筑大学雷声及雷经发(1.1.2节及1.3节)、福建工程学院刘正义(2.4节、3.1~3.5节、3.9.1节及附录)、武汉理工大学陈士民(1.2节及1.4节)。本书由郭永环、姜银方担任主编,雷声、刘正义担任副主编,由郭永环负责统稿和定稿。

本书第4版仍由原教育部高等学校机械学科教学指导委员会委员兼机械基础课程教学指导分委员会副主任委员、《金工研究》副主编、清华大学教授傅水根主审。傅水根教授对本书提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。向给本书提出许多宝贵意见的江苏大学赵玉涛教授、江苏师范大学邢邦圣教授、福建工程学院黄卫东教授表示衷心的感谢!在本书修订过程中,编者参考了大量的文献资料,在此,一并向有关单位及作者表示衷心的感谢!

限于编者的水平和经验,书中难免有欠妥和疏漏之处,敬请广大同行与读者批评指正,以便修正和完善。

编者

2017年2月

第3版前言

《金工实习》自2006年8月出版以来,第1版印刷了5次,第2版印刷了6次,共印刷了4万余册,深受北京、上海、江苏、山东、安徽、福建及湖北等15省市兄弟院校的欢迎。而且本书第1版是中国林业部“十一五”规划教材,于2008年获首届淮海科学技术奖二等奖,第2版为2009年江苏省高等学校立项精品教材,2011年获江苏省高等学校精品教材。根据国家“高等工科院校金工系列课程改革指南”精神,传统的《金工实习》内容已不能完全满足课程改革的需要,因此特将第3版教材编写成符合学生工程训练用教材。

1. 教材修订的依据及原则

依据:教育部“普通高校工程材料及机械制造基础”课程教学指导组最新审定的“普通高校工程材料及机械制造基础系列课程教学基本要求”。

原则:兼顾金工实践教学的科学性和合理性。教材体系保证相对稳定,适当调整,考虑使用教材的惯性。具体体现如下:

(1) 补充自教材出版以来金工实践教学的最新研究成果。

(2) 结合机械工程应用型人才今后的发展方向要求修订,增强教材的实用性;使学生能成为在工业生产第一线从事机械制造领域内的设计制造、科技开发、应用研究、运行管理和经营销售等方面工作的高级工程技术应用型人才;要求融教材的系统性与实用性于一体、融科学性与创新性于一体;符合当前教学改革的需要,符合教学大纲的要求。

(3) 把第2版的创新尝试变成结合金工实践教学进行有的放矢的工程创新训练,重视培养学生综合运用知识的能力和创新能力;关注现代制造技术的发展,逐步形成工艺技术的科学发展观;使学生由被动实习变成主动实习,使教材既助教,又助学,体现“学生主体”的教学模式。

2. 教材结构体系的修订

第3版教材在体系上由“传统加工技术—现代加工技术—综合与创新训练”三个相互统属的模块所组成,由浅入深,便于学生理解和学习,培养学生抽象思维、创新意识及工程实践能力。

3. 教材修订的核心理念及对金工实践教学的建议

核心理念:人人都能获得良好的工程实践教育,人人都能得到必要的工程训练,不同的人人在技能上得到不同的发展。

修订后对金工实践教学的建议:

(1) 处理好学生主体与教师主导的关系。

(2) 处理好金工实践基础与工程创新的关系。

(3) 学生在学习“综合与创新训练”章节时,处理好独立思考与团队合作的关系。

(4) 教师应处理好面向全体与因材施教的关系,使人人获得必要的工程训练。

(5) 处理好教材理论知识与工程实践应用的关系。



4. 修订中具体关注的一些问题和修订举要

在内容上对传统的金工实习内容做了适当的取舍,合理地吸入现代加工技术的元素,并且对综合与创新训练章节进行更新,主要分为3个模块共4章:模块1是传统加工技术,包括第1章工程材料及成形技术和第2章切削加工技术;模块2是现代加工技术,包括第3章特种加工技术与数控特种加工技术;模块3是综合与创新训练,包括第4章综合与创新训练。

(1) 删去部分结构示意图,用实体图取而代之。

(2) 增加激光加工、电解加工、超声波加工、快速原型制造、特种加工的发展方向、切削加工的发展方向及机械产品创新设计实例分析。

(3) 对综合与创新训练章节进行更新;对钳工章节重新编写。

(4) 另外在教学提示及要求上根据课程改革的需要也做了适当的调整。

参加编写的教师有:江苏师范大学郭永环(2.1~2.3节、2.5节及第4章)、江苏大学姜银方(1.1.1节)、安徽建筑大学雷声(1.1.2节、1.3节)、福建工程学院刘正义(2.4节、3.1~3.5节及3.9.1节)、武汉理工大学陈士民(1.2节及1.4节)、江苏师范大学范希营(3.6~3.8节及3.9.2节)。本书由郭永环、姜银方担任主编,雷声、刘正义担任副主编,由郭永环负责统稿和定稿。

本书第3版由原教育部高等学校机械学科教学指导委员会委员兼机械基础课程教学指导分委员会副主任委员、《金工研究》主编、清华大学教授傅水根主审。傅水根教授对本书提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。在本书编写过程中,编者参考了大量的文献资料,在此,一并向有关单位及编者表示衷心的感谢!

限于编者的水平和经验,书中难免有欠妥和疏漏之处,敬请同行与广大读者批评指正,以便修正和完善。

编 者

2013年10月

第2版前言

本书第1版自2006年8月出版以来,已印刷了5次,共20000册,深受北京、上海、江苏、山东、安徽、福建及湖北等15省市兄弟院校的欢迎。鉴于此,2009年1月北京大学出版社要求进行修订。编审组经过充分讨论,根据教育部“普通高校工程材料及机械制造基础”课程教学指导组最新审定的“普通高校工程材料及机械制造基础系列课程教学基本要求”,吸取兄弟院校的教学改革经验,制定了修订原则,在保持原教材的基本内容和风格基础之上,做了如下修改:

(1) 内容模块化。本书分为4个教学模块,即材料及成形技术(第1~第4章)、切削加工技术(第5~第8章)、现代加工技术(第9章)、综合与创新训练(第10章),这样便于教师教学和学生学。

(2) 增加现代铸造、现代锻压、现代焊接技术及其发展方向方面的内容;改变了第9章的内容和篇章结构,增加了数控加工中心的内容;为适应采用不同数控系统实习的需要,介绍了FANUC和SIEMENS两种数控系统编程方法。

(3) 专辟综合与创新训练教学模块。在第10章增加创新训练实例与创新方法,以培养学生的创新思维能力;结合金工实习增加了车、铣、刨、磨等单一工种的创新训练实例和多工种的创新训练实例,并增加了创新训练方法,使学生创新训练有章可循。

(4) 各章新增、更换与修改了部分插图,尽量多用图、表来表达叙述性的内容,做到文字简练。

(5) 全书的名词术语、计量单位、符号及材料牌号均采用新的国家标准,为了便于学生学,将容易混淆的旧标准在括号内注明。

本书为2009年江苏省高等学校立项精品教材[苏教高(2009)29号],并获得资助。

本书的第5、第6、第7、第10章由徐州师范大学郭永环编写,第1章第1节由江苏大学姜银方编写,第1章第2节及第3章由安徽建筑工业学院雷声编写,第8章由福建工程学院林宪编写,第2、第4章由武汉理工大学陈士民编写,第9章由徐州师范大学范希营编写。本书由郭永环、姜银方任主编,雷声、林宪任副主编,由郭永环负责统稿和定稿。

本书第2版仍由教育部高等学校机械学科教学指导委员会委员兼机械基础课程教学指导分委员会副主任委员、《金工研究》副主编、清华大学教授傅水根主审。傅水根教授对本书提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。也借此机会,感谢傅水根教授为本书作序。

限于编者的水平和经验,书中难免有欠妥和疏漏之处,敬请同行与广大读者批评指正,以便修正和完善。

编者

2009年10月

第 1 版前言

金工实习是机械类各专业学生必修的一门实践性很强的技术基础课。通过本课程的学习,能使学生:了解机械制造的一般过程,熟悉典型零件的常用加工方法及其所用加工设备的工作原理;了解现代制造技术在机械制造中的应用;在主要工种上应具有独立完成简单零件加工制造的动手能力;对简单零件具有初步选择加工方法和进行工艺分析的能力。同时,结合实习培养学生的创新意识,为培养应用型、复合型高级人才打下一定的理论与实践基础,并使学生在工程素养方面得到培养和锻炼。

在编写过程中,编者注重把握与工程材料和机械制造基础这两门课程的分工与配合,并注意单工种的工艺分析。全书分为材料及成形、切削加工、现代制造技术及综合与创新训练三个模块,共 10 章。每个模块的每个章节选取了生产中应用的实例,结合生产实践,以教学要求为基础,实际应用为主线,把抽象零散的教材内容连接起来,说明该部分内容是什么,有什么作用。本书在材料牌号、技术条件、技术术语等方面均采用最新国家标准和法定计量单位。编写中注重程序化,即教师教课与学生学习按规范化的程序进行,教师讲一点,学生练一点;教师再讲一点,学生再练一点,如此反复进行。这种程序化的教与学结合,既有助于教师教学,又有助于学生学习。

本书的第 5、第 6、第 7 章由徐州师范大学郭永环编写,第 1 章第 1 节由江苏大学姜银方编写,第 1 章第 2 节由安徽建筑工业学院雷声编写,第 8 章由福建工程学院林宪编写,第 2、第 4 章由武汉理工大学陈士民编写,第 9、第 10 章由山东德州学院冯瑞宁编写,第 3 章由安徽建筑工业学院雷声和雷经发编写。本书由郭永环、姜银方担任主编,雷声、林宪担任副主编,由郭永环负责统稿和定稿。

本书由教育部高等学校机械学科教学指导委员会委员兼机械基础课程指导分委员会副主任委员、《金工研究》副主编、清华大学基础工业训练中心主任傅水根教授主审。

限于编者的水平和经验,书中难免有欠妥和疏漏之处,敬请广大读者批评指正,以便再版时修正和完善。

编 者

2006 年 3 月

目 录

第 1 章 工程材料及成形技术	1	2.1.3 刀具材料及刀具的 几何角度	93
1.1 工程材料及热处理	2	2.1.4 零件切削加工步骤安排 ...	95
1.1.1 工程材料	2	2.2 车削	97
1.1.2 钢的热处理	11	2.2.1 车削概述	97
1.2 铸造	17	2.2.2 工件的安装及车床附件 ...	103
1.2.1 铸造概述	17	2.2.3 车刀	108
1.2.2 造型与制芯	20	2.2.4 车床操作要点	110
1.2.3 熔炼与浇注	33	2.2.5 车削工艺	111
1.2.4 铸造缺陷分析	40	2.2.6 车削综合工艺分析	119
1.2.5 现代铸造技术及其发展 方向	43	2.3 刨削、铣削和磨削	120
1.3 锻压	44	2.3.1 刨削	120
1.3.1 锻压概述	44	2.3.2 铣削	131
1.3.2 金属的加热与锻件的 冷却	44	2.3.3 磨削	146
1.3.3 自由锻造	48	2.4 钳工	156
1.3.4 模锻	52	2.4.1 钳工概述	156
1.3.5 板料冲压	56	2.4.2 划线、锯削和锉削	158
1.3.6 现代锻压技术及其发展 方向	58	2.4.3 钻孔、扩孔和铰孔	166
1.4 焊接	62	2.4.4 攻螺纹和套螺纹	171
1.4.1 焊接概述	62	2.4.5 装配	174
1.4.2 电弧焊	63	2.5 切削加工技术及其发展方向	179
1.4.3 气焊与气割	73	2.5.1 高速切削加工	179
1.4.4 电阻焊及其他焊接方法 ...	79	2.5.2 干切削加工技术	180
1.4.5 现代焊接技术及其发展 方向	83	小结	181
小结	84	复习思考题	182
复习思考题	85	第 3 章 特种加工技术与数控特种 加工技术	188
第 2 章 切削加工技术	90	3.1 电火花加工	189
2.1 切削加工的基础知识	91	3.1.1 电火花加工原理	189
2.1.1 切削加工概述	91	3.1.2 电火花加工的工艺特点及 应用	190
2.1.2 切削要素	92	3.2 电解加工	192
		3.2.1 电解加工原理	193
		3.2.2 电解加工的工艺特点及 应用	193



3.3 激光加工	195
3.3.1 激光加工原理	195
3.3.2 激光加工的工艺特点及 应用	197
3.4 超声波加工	200
3.4.1 超声波加工原理	200
3.4.2 超声波加工的工艺特点及 应用	201
3.5 快速原型制造	202
3.5.1 快速原型工作原理	203
3.5.2 快速原型的工艺特点及 应用	203
3.6 数控机床编程基础	204
3.6.1 数控编程的格式	204
3.6.2 数控系统的指令代码 类型	205
3.6.3 机床坐标系与工件 坐标系	207
3.6.4 尺寸的米制、英制选择与 小数点输入	209
3.6.5 绝对、增量式编程	210
3.6.6 基本移动指令	210
3.6.7 刀具补偿指令	211
3.7 数控机床加工	213
3.7.1 数控车床加工	213
3.7.2 数控铣床加工	222
3.7.3 数控铣削加工中心 加工	228
3.8 数控特种加工技术	235
3.8.1 数控电火花加工机床 的组成	235
3.8.2 数控线电火花切割加工 工艺	236
3.8.3 数控电火花线切割编程 指令与加工实例	238
3.9 特种加工技术与数控加工技术的 发展趋势	242

3.9.1 特种加工技术的发展 趋势	242
3.9.2 数控加工技术的发展 趋势	242
小结	244
复习思考题	245

第4章 综合与创新训练

4.1 综合与创新训练概述	248
4.1.1 综合与创新训练简介	249
4.1.2 综合与创新训练的意义	249
4.2 毛坯与加工方法的选择	250
4.2.1 毛坯的选择	250
4.2.2 加工方法选择及经济性 分析	251
4.3 典型零件的综合工艺过程	256
4.3.1 轴类零件	257
4.3.2 盘套类零件	259
4.3.3 箱体类零件	260
4.4 工程训练全过程进行创新训练	261
4.4.1 各类思维方式及其 创造性	261
4.4.2 工程训练全过程进行创新 训练	262
4.5 创新实例	265
4.5.1 结合工程训练进行综合 创新训练过程	265
4.5.2 结合单一工种进行 综合创新训练实例	265
4.5.3 结合多个工种进行 综合创新训练实例	268
4.5.4 机械产品创新设计实例 分析	272
小结	275
复习思考题	276

附录 正弦规在钳工中的使用

参考文献

第 1 章

工程材料及成形技术



教学提示

本章主要内容：常用的工程材料及金属材料的铸造、锻压及焊接成形原理、成形方法、成形特点及成形工艺中的成形设备；铸造、锻压、焊接成形方法及热处理工艺对零件结构工艺性的要求。

本章主要知识点：钢的退火、正火、淬火、回火的目的及实际应用；钢的表面热处理的目的、方法及实际应用；铸造工艺基本流程，各种铸造方法的特点及应用范围；自由锻、胎模锻、模锻和板料冲压的原理和特点；模锻和胎膜锻的原理特点；焊接工艺及设备，包括电弧焊、气焊、气割、压力焊及钎焊等。



教学要求

本章教学要求：使学生通过学习，在掌握热处理原理和热处理工艺方法的基础上，掌握热处理的一般规律，掌握典型零件热处理工艺的应用；了解铸造生产的工艺过程及特点和应用，并重点熟悉砂型铸造方法的生产过程和技术特性，熟悉并掌握铸造原理及砂型铸造工艺技术；了解各种铸造方法的特点及应用范围；了解自由锻、模锻和板料冲压成形的工作原理和方法，熟悉其加工特点；在掌握锻压的基本理论及基本知识的基础上，具备合理选择典型零件的锻压方法、分析锻件结构工艺性，具有锻件质量与成本分析的初步能力；通过焊接一节的学习使学生了解气焊、气割、电弧焊等工艺过程的特点和应用，了解焊条、焊剂、焊丝等焊接材料的使用，熟悉常用焊接设备，配合实践教学，掌握焊条电弧焊、气体保护焊、气焊和气割的基本知识和操作方法，通过学习使学生熟悉一般金属材料的焊接工艺技术。



1.1 工程材料及热处理

1.1.1 工程材料

1. 工程材料概述

翻开人类进化史,不难发现,材料的开发、使用和完善贯穿其始终。从天然材料的使用到陶器和青铜器的制造,从钢铁冶炼到材料合成,人类成功地生产出满足自身需求的材料,进而使自身走出深山、洞穴,奔向茫茫平原和辽阔海洋,飞向广袤的太空。

人类社会的发展历史证明,材料是人类生产与生活的物质基础,是社会进步与发展的前提。当今社会,材料、信息和能源技术已构成了人类现代社会大厦的三大支柱,而且能源和信息的发展都离不开材料,所以世界各国都把研究、开发新材料放在突出的地位。



【参考动画】

材料是人类社会可接受的、能经济地制造有用器件(或物品)的固体物质。工程材料是在各个工程领域中使用的材料。工程上使用的材料种类繁多,有许多不同的分类方法。按化学成分、结合键的特点,可将工程材料分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类,见表 1-1。

表 1-1 工程材料的分类举例

金属材料		非金属材料			复合材料
黑色金属材料	有色金属材料	无机非金属材料	有机高分子材料		
碳素钢、合金钢、铸铁等	铝、镁、铜、锌及其合金等	水泥、陶瓷、玻璃等	合成高分子材料（塑料、合成纤维、合成橡胶等）	天然高分子材料（木材、纸、纤维、皮革等）	金属基复合材料、塑料基复合材料、橡胶基复合材料、陶瓷基复合材料等

金属材料可分为黑色金属材料和有色金属材料。黑色金属材料主要指铁、锰、铬及其合金,包括碳素钢、合金钢(锰钢、铬钢等)、铸铁等;有色金属材料包括轻金属及其合金、重金属及其合金等。非金属材料可分为无机非金属材料 and 有机高分子材料。无机非金属材料包括水泥、陶瓷、玻璃等,有机高分子材料包括塑料、橡胶及合成纤维等。上述两种或两种以上材料经人工合成后,获得优于组成材料特性的材料称为复合材料。

工程材料按照用途可分为两大类,即结构材料 and 功能材料。结构材料通常指工程上对硬度、强度、塑性及耐磨性等力学性能有一定要求的材料,主要包括金属材料、陶瓷材料、高分子材料及复合材料等。功能材料是指具有光、电、磁、热、声等功能和效应的材料,包括半导体材料、磁性材料、光学材料、电解质材料、超导体材料、非晶和微晶材料、形状记忆合金等。

工程材料按照应用领域还可分为信息材料、能源材料、建筑材料、生物材料和航空材料等多种类别。

2. 金属材料

金属材料是人们最为熟悉的一种材料,机械制造、交通运输、建筑、航天航空、国防与科学技术等各个领域都需要使用大量的金属材料,因此,金属材料在现代工农业生产中占有极其重要的地位。

金属材料是由金属元素或以金属元素为主,其他金属或非金属元素为辅构成的,并具有金属特性的工程材料。金属材料的品种繁多,工程上常用的金属材料主要有黑色及有色金属材料等。

黑色金属材料中使用最多的是钢铁,钢铁是世界上的头号金属材料,年产量高达数亿吨。钢铁材料广泛用于工农业生产及国民经济各部门。例如,各种机器设备上大量使用的轴、齿轮、弹簧,建筑上使用的钢筋、钢板,以及交通运输中的车辆、铁轨、船舶等都要使用钢铁材料。通常所说的钢铁是钢与铁的总称。实际上钢铁材料是以铁为基体的铁碳合金,当碳的质量分数大于2.11%时称为铁,当碳的质量分数小于2.11%时称为钢,含碳量很低(近似为零)时称为工业纯铁。

为了改善钢的性能,人们常在钢中加入硅、锰、铬、镍、钨、钼及钒等合金元素,它们各有各的作用,有的可以提高强度,有的可以提高耐磨性,有的可以提高抗腐蚀性能,等等。在冶炼时有目的地向钢中加入合金元素就形成了合金钢。合金钢中合金元素含量虽然不多,但具有特殊的作用,就像炒菜时放入少量的味精一样,含量不多但味道鲜美。合金钢种类很多,按照性能与用途不同,合金钢可分为合金结构钢、合金工具钢、不锈钢、耐热钢、超高强度钢等。

人们可以按照生产实际提出的使用要求,加入不同的合金元素而设计出不同的钢种。例如,切削工具要求硬度及耐磨性较高,在切削速度较快、温度升高时其硬度不降低,按照这样的使用要求,人们设计了一种称为高速工具钢的刀具材料,其中含有钨、钼、铬等合金元素。又如,普通钢容易生锈,化工设备及船舶壳体等的损坏都与腐蚀有关。据不完全统计,全世界因腐蚀而损坏的金属构件约占其产量的10%。人们经过大量试验发现,在钢中加入13%的铬元素后,钢的抗蚀性能显著提高;如果在钢中同时加入铬和镍,还可以形成具有新的显微组织的不锈钢,于是人们设计出了一种能够抵抗腐蚀的不锈钢。

有色金属包括铝、铜、钛、镁、锌、铅及其合金等,虽然它们的产量及使用量不如钢铁材料多,但由于其具有某些独特的性能和优点,从而成为当代工业生产中不可缺少的材料。

由于金属材料的历史悠久,因而在材料的研究、制备、加工及使用等方面已经形成了一套完整的系统,拥有了一整套成熟的生产技术和巨大的生产能力。金属材料在长期使用过程中经受了各种环境的考验,具有稳定可靠的质量,以及其他任何材料不能完全替代的优越性能。金属材料的另一个突出优点是性价比高,在所有的材料中,除了水泥和木材外,钢铁是最便宜的材料,它的使用可谓量大面广。由于金属材料具有成熟稳定的工艺,而且赋予现代化制造装备高性价比,因而具有强大的生命力,在国民经济中占有极其重要的位置。

此外,为了适应科学技术的高速发展,人们还在不断推陈出新,进一步发展新型的、高性能的金属材料,如超高强度钢、高温合金、形状记忆合金、高性能磁性材料及储氢合金等。