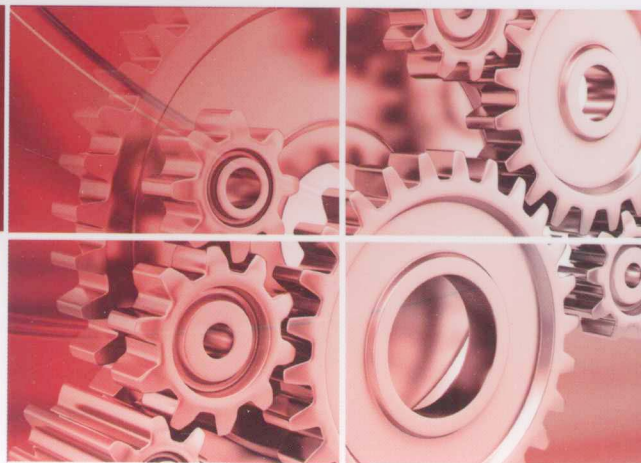


普通高等教育“十二五”工程训练系列规划教材



# 工程训练与 创新实践

王世刚 王雪峰 主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



013064598

TH16  
270

普通高等教育“十二五”工程训练系列规划教材

# 工程训练与创新实践

主 编 王世刚 王雪峰  
参 编 张文忠 林景凡 高玉芳



机械工业出版社



北航

C1672030

TH16

270

88230810

本书根据教育部普通高等学校工程材料及机械制造基础系列课程教学基本要求,结合高校工程训练中心实际情况、国内外高等工程教育发展状况和编者多年实践教学经验编写而成。全书共分5篇17章,第1篇为工程训练基础知识,内容包括工程训练基本要求、工程训练安全知识、工程材料与热处理、切削加工基础知识,共4章;第2篇为材料成形训练与实践,内容包括熔铸成形、锻压成形、焊接成形,共3章;第3篇为切削加工训练与实践,内容包括车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工,共5章;第4篇为现代加工训练与实践,内容包括数控加工、特种加工、机械制造自动化技术,共3章;第5篇为创新训练与实践,内容包括机械创新训练与实践、创新模型训练与实践,共2章。各章均编写了教学目的和要求、安全技术以及复习思考题。

本书可作为高等学校各专业本、专科工程训练的教材,也可供工程技术人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程训练与创新实践/王世刚,王雪峰主编. —北京:机械工业出版社, 2013.8

普通高等教育“十二五”工程训练系列规划教材  
ISBN 978-7-111-43014-8

I. ①工… II. ①王… ②王… 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(2013)第136257号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:丁昕祯 责任编辑:丁昕祯 章承林

版式设计:霍永明 责任校对:闫玥红

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·20印张·544千字

标准书号:ISBN 978-7-111-43014-8

定价:37.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前 言

21 世纪的高级工程技术人才，是复合型、创造性人才，应该具有较强的适应能力、发展能力、竞争能力以及扎实的理论基础。因此，培养这种既懂技术又能动手、既重效益又善于管理的高素质应用型人才已经成为我国高等教育面临的重要课题。

当前各高等院校纷纷改革传统的金工实习体制，组建工程训练中心。工程训练中心是实践性教学基地，其主要目的是培养学生的工程实践能力、协作精神和创新意识。工程训练的教学目标是学习工艺知识，增强工程实践能力，提高工程素质，培养创新精神。工程训练内容覆盖机械、电子、电工、信息、自动控制、工业管理等，在重视学生基本技能训练的同时，不断增加新技术、新工艺和新设备的实践内容。实施综合工程实践教育，就是要置受教育者于现代工程背景下，通过一系列工程实践教学、科技创新活动和人文素质教育活动，了解和熟悉工程的全过程，让学生在企业管理、工程实践能力和技术创新意识等方面都得到全面的训练和提高，为培养现代卓越工程师奠定基础。

在大工程背景下，工程训练在教学模式上改变传统工程训练的教学方法和教学手段，从以教师为中心转为以学生为中心，充分利用工程训练中心的条件，集基础训练、综合训练、拓展训练和创新实践训练为一体，按分层次、模块化、组合式、开放型的新形式组织实训教学，优化资源配置，合理布局，形成实践教学特色。

基于上述背景和理念，多位具有多年实践教学经验的教师和工程技术人员共同编写了本书。本书受黑龙江省教育科研“十二五”重点课题（GBB1211062）以及黑龙江省高等教育教学改革项目资助。

参加本书编写的人员有：齐齐哈尔大学王世刚（1、2、15~17章），王雪峰（13、14章），张文忠（4、8、10、11章），林景凡（5~7章），高玉芳（3、9、12章）。

本书由王世刚、王雪峰担任主编，并负责全书统稿。本书编写过程中参考了相关文献资料，在此向这些文献资料的作者和出版社表示衷心感谢。

限于编者水平有限，书中难免出现这样或那样的缺点和错误，诚望广大同行和读者批评指正。

编 者  
2013. 6

# 目 录

## 前言

第1篇 工程训练基础知识 .....	1	3.2 金属材料的基本性能 .....	18
第1章 工程训练基本要求 .....	1	3.2.1 金属材料的力学性能 .....	18
1.1 工程训练的目的 .....	1	3.2.2 金属材料的物理、化学及工艺性能 .....	19
1.2 工程训练的内容 .....	2	3.3 常用金属材料及其牌号 .....	20
1.2.1 工程训练基础知识 .....	2	3.3.1 工业用钢 .....	20
1.2.2 材料成形训练与实践 .....	2	3.3.2 铸铁 .....	21
1.2.3 切削加工训练与实践 .....	3	3.3.3 非铁金属 .....	22
1.2.4 现代加工训练与实践 .....	3	3.4 钢铁材料的常用鉴别方法 .....	23
1.2.5 创新训练与实践 .....	4	3.4.1 火花鉴别法 .....	23
1.3 工程训练的基本规章制度 .....	4	3.4.2 色标鉴别法 .....	24
1.3.1 工程训练安全生产制度 .....	4	3.5 非金属材料及其在工程上的应用 .....	25
1.3.2 工程训练指导教师岗位职责 .....	5	3.6 钢的热处理技术 .....	27
1.3.3 工程训练学生守则 .....	5	3.6.1 概述 .....	27
复习思考题 .....	6	3.6.2 钢的热处理工艺 .....	27
第2章 工程训练安全知识 .....	7	3.6.3 热处理新技术 .....	28
2.1 工程训练安全概述 .....	7	复习思考题 .....	29
2.2 工业安全法规 .....	7	第4章 切削加工基础知识 .....	30
2.2.1 国家有关工业安全法规 .....	7	4.1 切削加工概述 .....	30
2.2.2 劳动保护监察 .....	8	4.1.1 切削加工的实质和分类 .....	30
2.3 机械安全 .....	8	4.1.2 机床的切削运动 .....	30
2.3.1 机械危害 .....	9	4.1.3 切削用量三要素 .....	31
2.3.2 机械伤害的形式 .....	10	4.2 切削刀具 .....	31
2.3.3 机械事故的原因 .....	10	4.2.1 刀具材料 .....	31
2.3.4 机械设备运动部分的防护 .....	11	4.2.2 刀具角度 .....	33
2.4 物料搬运安全 .....	12	4.2.3 刀具的刃磨 .....	35
2.4.1 人力搬运 .....	12	4.3 常用量具 .....	36
2.4.2 机械搬运 .....	12	4.3.1 游标卡尺 .....	36
2.5 电气安全 .....	13	4.3.2 千分尺 .....	38
2.5.1 触电 .....	13	4.3.3 塞规与卡规 .....	38
2.5.2 电气火灾及爆炸 .....	14	4.3.4 百分表 .....	39
2.5.3 用电安全技术措施 .....	14	4.3.5 刀口形直尺 .....	40
2.6 防火与灭火知识 .....	14	4.3.6 塞尺 .....	40
2.6.1 防火 .....	14	4.3.7 直角尺 .....	40
2.6.2 灭火 .....	15	4.4 零件技术要求 .....	41
2.7 砂轮使用安全 .....	15	4.4.1 表面粗糙度 .....	41
复习思考题 .....	17	4.4.2 尺寸精度 .....	42
第3章 工程材料与钢的热处理 .....	18	4.4.3 形状精度 .....	42
3.1 工程材料概述及分类 .....	18	4.4.4 方向精度 .....	44

4.4.5 位置精度 .....	44	7.3.2 气焊工艺与操作 .....	108
4.4.6 跳动精度 .....	45	7.3.3 气割 .....	109
复习思考题 .....	46	7.4 其他焊接方法 .....	110
<b>第2篇 材料成形训练与实践</b> .....	47	7.4.1 电渣焊 .....	110
<b>第5章 熔铸成形</b> .....	47	7.4.2 电阻焊 .....	110
5.1 熔铸成形概述 .....	47	7.4.3 钎焊 .....	111
5.2 砂型铸造的造型工艺 .....	48	7.4.4 等离子弧焊接与切割 .....	112
5.2.1 造型材料与工艺装备 .....	48	7.4.5 真空电子束焊接 .....	112
5.2.2 手工造型 .....	52	7.4.6 激光焊接 .....	113
5.2.3 机器造型 .....	62	复习思考题 .....	113
5.2.4 造芯 .....	63	<b>第3篇 切削加工训练与实践</b> .....	114
5.2.5 下芯与合型 .....	64	<b>第8章 车削加工</b> .....	114
5.3 铸造合金的熔炼与浇注 .....	64	8.1 车削加工概述 .....	114
5.3.1 铸铁的熔炼 .....	65	8.2 卧式车床 .....	114
5.3.2 铸钢及其熔炼 .....	66	8.2.1 C6136 卧式车床 .....	115
5.3.3 浇注 .....	66	8.2.2 卧式车床的传动系统 .....	117
5.4 铸件的落砂与清理 .....	67	8.3 卧式车床操作要点 .....	118
5.4.1 落砂 .....	67	8.3.1 工件的安装 .....	118
5.4.2 清理 .....	68	8.3.2 车刀的安装 .....	120
5.5 特种铸造 .....	68	8.3.3 刻度盘及其手柄的使用 .....	121
5.5.1 熔模铸造 .....	68	8.3.4 车削步骤 .....	121
5.5.2 金属型铸造 .....	69	8.3.5 粗车和精车 .....	122
5.5.3 压力铸造和低压铸造 .....	69	8.4 切削液 .....	123
5.5.4 离心铸造 .....	70	8.4.1 切削液的作用 .....	123
复习思考题 .....	70	8.4.2 切削液的种类 .....	124
<b>第6章 锻压成形</b> .....	72	8.4.3 切削液的选用 .....	124
6.1 锻压成形概述 .....	72	8.4.4 使用切削液的注意事项 .....	124
6.2 锻造 .....	74	8.5 车削加工工艺 .....	124
6.2.1 坯料的加热 .....	74	8.5.1 车端面 .....	124
6.2.2 自由锻 .....	76	8.5.2 车外圆及台阶 .....	125
6.2.3 模锻与胎模锻 .....	87	8.5.3 孔加工 .....	126
6.2.4 锻件的冷却 .....	89	8.5.4 车槽和车断 .....	127
6.3 板料冲压 .....	90	8.5.5 车锥面 .....	128
6.3.1 冲压设备与冲模 .....	90	8.5.6 车回转成形面 .....	131
6.3.2 板料冲压基本工序 .....	93	8.5.7 车螺纹 .....	131
复习思考题 .....	94	8.5.8 滚花 .....	133
<b>第7章 焊接成形</b> .....	95	8.6 车床附件 .....	134
7.1 焊接成形概述 .....	95	8.6.1 单动卡盘 .....	134
7.2 电弧焊 .....	96	8.6.2 双顶尖、拨盘和卡箍 .....	134
7.2.1 电弧焊原理与焊接过程 .....	96	8.6.3 心轴 .....	136
7.2.2 焊接接头与焊接位置 .....	97	8.6.4 花盘 .....	137
7.2.3 焊条电弧焊 .....	99	8.6.5 花盘-弯板 .....	137
7.2.4 其他电弧焊方法 .....	103	8.6.6 中心架 .....	138
7.3 气焊与气割 .....	105	8.6.7 跟刀架 .....	138
7.3.1 气焊设备 .....	106	8.7 车削加工操作实训 .....	138

8.7.1 轴类零件的车削加工 .....	138	复习思考题 .....	170
8.7.2 套类零件的车削加工 .....	140	<b>第11章 磨削加工</b> .....	171
复习思考题 .....	141	11.1 磨削加工概述 .....	171
<b>第9章 铣削加工</b> .....	143	11.2 砂轮 .....	172
9.1 铣削加工概述 .....	143	11.3 磨床 .....	172
9.1.1 铣削运动和铣削用量 .....	143	11.3.1 平面磨床 .....	172
9.1.2 铣削加工范围及特点 .....	144	11.3.2 外圆磨床 .....	174
9.2 铣床 .....	145	11.3.3 内圆磨床 .....	177
9.2.1 万能卧式铣床 .....	145	复习思考题 .....	178
9.2.2 立式铣床 .....	146	<b>第12章 钳工</b> .....	179
9.3 铣刀 .....	146	12.1 钳工概述 .....	179
9.3.1 铣刀的种类 .....	146	12.2 钳工的基本工作 .....	180
9.3.2 铣刀的装夹 .....	147	12.2.1 划线 .....	180
9.4 铣床附件及工件装夹 .....	148	12.2.2 锯削 .....	185
9.4.1 铣床附件 .....	148	12.2.3 锉削 .....	188
9.4.2 工件的装夹 .....	152	12.2.4 孔和螺纹加工 .....	192
9.5 铣削的基本工作 .....	154	12.2.5 刮削和研磨 .....	200
9.5.1 铣平面 .....	154	12.3 钳工操作实训 .....	203
9.5.2 铣斜面 .....	155	12.3.1 操作实训作业件 .....	203
9.5.3 铣沟槽 .....	156	12.3.2 制作步骤 .....	204
9.5.4 铣削齿轮 .....	157	复习思考题 .....	205
9.6 铣削加工操作实训 .....	158	<b>第4篇 现代加工训练与实践</b> .....	206
9.6.1 长方体零件的加工 .....	158	<b>第13章 数控加工</b> .....	206
9.6.2 键槽的加工 .....	160	13.1 数控加工概述 .....	207
复习思考题 .....	162	13.1.1 数控和数控加工的基本 概念 .....	207
<b>第10章 刨削加工</b> .....	163	13.1.2 数控机床的工作原理 .....	207
10.1 刨削加工概述 .....	163	13.1.3 数控加工的特点 .....	207
10.2 牛头刨床 .....	164	13.2 数控编程基础 .....	207
10.2.1 B6050 牛头刨床主要组成 部分 .....	164	13.2.1 数控编程的定义 .....	207
10.2.2 B6050 牛头刨床调整及手柄 使用 .....	165	13.2.2 数控编程的方法 .....	208
10.3 刨刀及其安装 .....	165	13.2.3 数控机床的坐标系 .....	208
10.4 工件的安装 .....	166	13.2.4 工件坐标系 .....	209
10.5 刨削基本工作 .....	166	13.2.5 数控加工程序的结构与 格式 .....	209
10.5.1 刨水平面 .....	166	13.2.6 基本程序指令字 .....	210
10.5.2 刨垂直面 .....	167	13.2.7 刀具半径补偿 .....	213
10.5.3 刨斜面 .....	167	13.2.8 绝对坐标编程与增量坐标 编程 .....	214
10.5.4 刨矩形工件 .....	167	13.2.9 数控编程的一般步骤 .....	214
10.6 其他刨削类机床 .....	168	13.3 数控车床编程与操作 .....	215
10.6.1 龙门刨床 .....	168	13.3.1 数控车床的编程特点 .....	215
10.6.2 插床 .....	168	13.3.2 常用数控车削编程指令及 应用 .....	215
10.7 刨削加工操作实训 .....	169	13.3.3 GSK980TD 数控车床操作 .....	223
10.7.1 刨水平面 .....	169		
10.7.2 刨V形槽 .....	169		

13.4 数控铣床编程与操作 .....	227	15.2.3 CAD/CAM 技术在工业中的 应用与发展 .....	272
13.4.1 数控铣床的编程加工特点 .....	227	15.3 快速原型制造技术 .....	273
13.4.2 数控铣床常用刀柄 .....	227	15.3.1 快速原型制造技术概述 .....	273
13.4.3 常用数控铣削编程指令及 应用 .....	228	15.3.2 快速原型制造技术的方法 .....	274
13.4.4 华中世纪星 HNC-21M 数控 铣床操作 .....	234	15.3.3 成形材料与应用软件 .....	275
13.5 数控加工中心编程与操作 .....	239	15.3.4 快速原型制造技术的应用 .....	276
13.5.1 数控加工中心概述 .....	239	15.4 自动检测技术 .....	277
13.5.2 加工中心主要加工对象 .....	239	15.4.1 自动检测技术概述 .....	277
13.5.3 加工中心编程 .....	239	15.4.2 自动检测原理与方法 .....	277
13.5.4 加工中心的操作 .....	240	15.4.3 三坐标测量机 .....	277
13.6 数控加工技术实训 .....	243	15.4.4 测头在线检测 .....	279
13.6.1 数控车加工训练 .....	243	15.5 机械制造自动化技术的发展 .....	285
13.6.2 立式加工中心加工训练 .....	246	复习思考题 .....	286
13.6.3 卧式加工中心加工训练 .....	250	<b>第 5 篇 创新训练与实践</b> .....	287
复习思考题 .....	254	<b>第 16 章 机械创新训练与实践</b> .....	287
<b>第 14 章 特种加工</b> .....	255	16.1 平面机构创新设计与拼装实践 .....	287
14.1 特种加工概述 .....	255	16.1.1 设备 .....	287
14.2 电火花加工 .....	256	16.1.2 工作原理 .....	287
14.2.1 电火花加工的基本原理 .....	256	16.1.3 实践步骤 .....	290
14.2.2 电火花加工的工艺特点 .....	256	16.1.4 实践报告要求 .....	290
14.3 电火花成形机 .....	257	16.2 空间机构创新设计与拼装实践 .....	290
14.4 电火花线切割加工 .....	258	16.2.1 设备及工具 .....	290
14.4.1 电火花线切割加工概述 .....	258	16.2.2 工作原理 .....	291
14.4.2 电火花线切割机床 .....	258	16.2.3 实践步骤 .....	293
14.4.3 电火花线切割加工编程 .....	259	16.2.4 实践报告要求 .....	293
14.4.4 线切割机床的基本操作 .....	260	16.3 轴系结构创新设计实践 .....	293
14.5 其他常用特种加工 .....	263	16.3.1 设备与使用工具 .....	293
14.5.1 激光加工 .....	263	16.3.2 实践内容与步骤 .....	294
14.5.2 超声加工 .....	265	16.3.3 实践报告要求 .....	295
14.5.3 电解加工 .....	265	复习思考题 .....	296
14.5.4 电子束加工 .....	266	<b>第 17 章 创新模型训练与实践</b> .....	297
14.5.5 离子束加工 .....	267	17.1 慧鱼创新模型训练与实践 .....	297
14.6 特种加工技术实训 .....	267	17.1.1 设备及工具 .....	297
复习思考题 .....	268	17.1.2 工作原理 .....	297
<b>第 15 章 机械制造自动化技术</b> .....	269	17.1.3 实践步骤 .....	301
15.1 机械制造自动化技术概述 .....	269	17.1.4 实践报告要求 .....	302
15.1.1 机械制造自动化技术的发展 历程 .....	269	17.1.5 设计实例 .....	302
15.1.2 机械制造自动化的主要 内容 .....	269	17.2 探索者机器人创新套件训练与 实践 .....	305
15.2 CAD/CAM 技术 .....	270	17.2.1 套件组成 .....	305
15.2.1 CAD/CAM 技术概述 .....	270	17.2.2 拼接示例 .....	306
15.2.2 CAD/CAM 系统的结构 .....	271	复习思考题 .....	310
		<b>参考文献</b> .....	311



# 第 1 篇 工程训练基础知识

## 第 1 章 工程训练基本要求

### 【教学目的和要求】

1. 了解工程训练的目的。
2. 熟悉工程训练的内容。
3. 熟悉工程训练的基本规章制度。

### 1.1 工程训练的目的

工程训练的目的在于培养学生的工程实践能力、协作精神和创新意识,通过学习工艺知识,增强工程实践能力,提高工程素质,培养创新精神。基于工程训练中心的工程训练平台是以先进技术训练为龙头,引导创新思维为主线,贯彻多学科集成思想,在与现代科技发展水平相适应的平台上培养学生的工程实践能力和创新精神,积极引导学生建立具有大工程背景的知识结构。

#### 1. 学习工艺知识

理工科及部分文管类专业学生,除具备较强的基础理论知识和专业技术知识外,还必须具备一定的工程制造的基本工艺知识。与一般的理论课程不同,学生在工程训练中,主要是通过自己的亲身实践来获取工程制造的基本工艺知识。这些工艺知识都是非常具体、生动而实际的,对于各专业的学生学习后续课程、进行毕业设计乃至以后的工作,都是必要的基础。

#### 2. 增强实践能力

实践能力,包括动手能力,向实践学习、在实践中获取知识的能力,以及运用所学知识和技能独立分析和亲手解决工艺技术问题的能力。这些能力,对于大学生是非常重要的,而这些能力只能通过实习、实验、作业、课程设计和毕业设计等实践性课程或教学环节来培养。在工程训练中,学生亲自动手操作各种机器设备,使用各种工、夹、量、刀具,尽可能结合实际生产进行各工种的操作培训。在有条件的情况下,还要安排综合性练习、工艺设计和工艺讨论等实践环节。

#### 3. 提高综合素质

作为一个工程技术人员,应具有较高的综合素质,即应具有坚定正确的政治方向,艰苦奋斗的创业精神,团结勤奋的工作态度,严谨求实的科学作风,良好的心理素质及较高的工程素养等。其中,工程素养包括市场、质量、安全、群体、环境、社会、经济、管理、法律等方面的意识。工程训练是在生产实践的特殊环境下进行的,对大多数学生来说是第一次接触工厂环境,第一次通过理论与实践的结合来检验自身的学习效果,同时接受社会化生产的熏陶和组织性、纪律性的教育。学生将亲身感受到劳动的艰辛,体验到劳动成果的来之不易,加强对工程素养的认识。所有这些,对提高学生的综合素质,必然起到重要的作用。

#### 4. 培养创新意识和创新能力

培养学生的创新意识和创新能力,最初启蒙式的潜移默化是非常重要的。在工程训练中,学生要接触到几十种机械、电气与电子设备,并了解、熟悉和掌握其中一部分设备的结构、原理和

使用方法。这些设备都是前人和今人的创造发明,强烈映射出创造者们长期追求和苦苦探索所燃起的智慧火花。在这种环境下学习,有利于培养学生的创新意识。在实践过程中,还要有意识地安排一些自行设计、自行制作的创新实践环节,以培养学生的创新能力。

## 1.2 工程训练的内容

### 1.2.1 工程训练基础知识

#### 1. 工程材料与热处理

- 1) 常用工程材料的分类,金属材料的基本性能。
- 2) 常用金属材料及其牌号,钢铁材料的常用鉴别方法。
- 3) 非金属材料及其在工程上的应用。
- 4) 钢的热处理技术,了解常用的热处理方法:退火、正火、淬火、回火和表面热处理等。

#### 2. 切削加工基础知识

- 1) 切削加工的实质和分类,机床的切削运动,切削用量三要素。
- 2) 常用刀具材料,刀具角度,刀具的刃磨知识。
- 3) 游标卡尺、千分尺、塞规与卡规以及百分表等常用量具的工作原理和使用方法。
- 4) 零件表面粗糙度、尺寸精度和几何精度的基本概念和标注方法。

### 1.2.2 材料成形训练与实践

#### 1. 熔铸成形

- 1) 砂型及型芯的制造。手工造型工具及模型、型砂、砂型结构,浇注系统的组成和功能,熟悉铸件分型面的选择,并进行整模、分模、挖砂、假箱、三箱等造型方法的示范。介绍型芯的作用、结构,造芯工艺过程及所用设备,型芯的出气、烘干和修整。
- 2) 机器造型。震压式造型机的工作特点,机械化生产的概念,机器造型的操作演示。
- 3) 型砂和型芯的组成、制备过程和要求。
- 4) 铸铁的熔化,冲天炉的构造,炉料的组成及加料次序;熔炼操作过程,铸件的浇注。
- 5) 铸件清理及其设备、铸件检验、缺陷分析及产生原因,分清零件、模样和铸件之间的差别。

#### 2. 锻压成形

- 1) 锻造和冲压生产的工艺过程、特点及应用。
- 2) 锻造和冲压生产所用设备(如空气锤、压力机等)的结构、工作原理和使用方法。
- 3) 坯料加热的目的和方法,以及常见的加热缺陷;了解锻件的冷却方法。自由锻基本工序的特点和简单自由锻的操作技能,并能对自由锻件初步进行工艺分析。
- 4) 模锻和胎模锻的工艺特点及应用。
- 5) 冲压基本工序和冲模的结构。
- 6) 锻件和冲压件的常见缺陷及其产生原因。

#### 3. 焊接成形

- 1) 常用焊接成形方法,掌握焊条电弧焊和气焊的生产工艺过程、特点和应用。
- 2) 焊条电弧焊和气焊所用的设备、工具和材料。
- 3) 气焊方法、设备、工具和焊材,并了解气割生产工艺过程的特点和应用。

4) 焊条电弧焊、气焊和气割的操作。焊条电弧焊的焊条直径、焊接电流、焊条药皮对焊缝质量的影响及其选择,常见的焊接接头形式及坡口、焊缝的空间位置布置。

5) 被焊工件常见的缺陷、产生原因和检测方法。

### 1.2.3 切削加工训练与实践

#### 1. 车削加工

1) 熟悉卧式车床的用途、主要组成部分及其作用、传动系统及调整方法。

2) 学习车外圆、车锥面、车螺纹、镗内孔和切断的加工方法和所用刀具,工件的安装及所用的附件,量具的构造、使用方法和作用。

3) 了解常用刀具材料,熟悉常用车刀的组成和结构,车刀的主要角度及其作用。

4) 掌握刀具的安装方法、车削加工能够达到的加工精度及其他类型车床的示范讲解(立式车床、转塔车床)。

#### 2. 铣削加工

1) 各类铣床的主要组成部分及其作用。

2) 在铣床上铣平面、铣键槽的操作方法和所用刀具,工件和刀具的安装及其所用附件,量具的使用。

3) 分度头的构造与分度方法。

4) 螺旋槽的铣削方法,铣削平面所能达到的加工精度与表面粗糙度。

#### 3. 刨削加工

1) 牛头刨床的用途、主要组成部分及作用,机床传动系统,主要结构及调整方法。

2) 牛头刨床刨水平面和垂直面的操作方法,所用的刀具、附件和量具。

3) 刨削加工能够达到的加工精度和表面粗糙度。

4) 插床、龙门刨床与插削的示范。

#### 4. 磨削加工

1) 外圆磨床(或平面磨床)的主要组成部分及其作用。

2) 砂轮的安装和修正,磨削外圆或平面的操作方法。工件的安装及所用的附件,量具和切削液的使用。

3) 磨外圆与磨平面所能达到的加工精度与表面粗糙度。

#### 5. 钳工

1) 钳工分类及其在机器装配及维修中的任务。

2) 划线。划线的作用、种类、基本操作方法及其所用工具和量具,要求掌握的基本操作技能。

3) 锯削。锯削工具及其锯削步骤及方法,锯削质量及锯条损坏原因。

4) 锉削。锉刀种类和结构,锉削操作方法,锉削质量分析。

5) 孔和螺纹加工。钻削设备的主要组成部分及作用,钻孔、扩孔、铰孔、绞孔的操作方法及所用刀具,工件在钻床上的安装及所用的附件和夹具,攻螺纹和套螺纹方法。

6) 刮削和研磨。刮削和研磨工具及其操作方法。

### 1.2.4 现代加工训练与实践

#### 1. 数控加工

1) 数控加工技术的定义和数控机床的工作原理,以及数控车床、数控铣床、数控加工中心

的加工特点和适用范围。

- 2) 数控车床、数控铣床、数控加工中心的基本编程内容和基本编程工艺计算。
- 3) 基本代码、特征代码以及固定循环命令的使用。
- 4) 熟悉数控车床、数控铣床的操作并可对加工中心进行基本操作。
- 5) 独立操作数控车床、数控铣床、数控加工中心，完成零件的加工。

## 2. 特种加工

- 1) 特种加工的特点及分类。
- 2) 电火花加工的原理及加工条件。
- 3) 电火花线切割机床和电火花成形机床的结构及基本操作。
- 4) 电火花线切割机床典型零件的编程方法。

## 3. 先进制造自动化技术

- 1) 了解机械制造自动化的分类、发展历程和发展趋势。
- 2) 了解 CAD 和 CAM 的基本概念及 CAD/CAM 技术的应用与发展，熟悉 CAD/CAM 系统的结构。
- 3) 了解快速原型制造技术的基本原理和特点，熟悉快速原型制造的主要技术方法。
- 4) 了解机械加工检测技术的基本概念、分类、检测方法，熟悉三坐标测量机的结构、工作原理和应用，熟悉机床在线检测的工作原理和应用。

### 1.2.5 创新训练与实践

基于开放实验室，学生自主选题、自主设计，目的是增加创新意识及创新的信心，开拓创新思维。通过机械创新设计训练可以加深学生对机构组成原理的认识，进一步掌握机构系统的运动特性和创新设计方法，提高学生的创新思维，培养学生对机械系统运动方案的整体认识，加强学生工程实践背景的训练，拓宽学生的知识面，培养学生的工程实践动手能力。

## 1.3 工程训练的基本规章制度

### 1.3.1 工程训练安全生产制度

为认真贯彻落实国家及学校有关教学安全的有关规定，预防和减少安全生产事故发生，确保国家财产和师生员工的生命财产安全，结合工程训练中心的实际，制定工程训练安全制度，内容如下：

- 1) 树立“安全第一”的意识，在工程训练教学中把安全生产放在首位，以对党和人民极端负责、对实训学生和实训指导教师生命安全极端负责的态度做好安全生产工作。
- 2) 坚持“谁主管，谁负责”的原则，制定切合实训中心实际的安全生产制度，明确责任，层层抓落实。
- 3) 加强安全生产知识的宣传教育，提高实训指导教师和实训学生的安全生产意识，做到人人重视安全生产工作，熟悉安全生产知识。
- 4) 把安全生产工作纳入工程训练中心和实训各车间工作的重点，做到与其他工作同计划、同部署、同检查，并主动接受学校和上级安全生产工作领导部门的监督、检查、指导。
- 5) 落实安全生产检查制度，做到平时检查和重点检查相结合，重点要害部位检查与日常门、窗、水、电检查相结合，发现安全隐患要及时处理，暂时不能处理的要及时上报，并采取及

时有有效的临时措施加以防范。

6) 对安全工作中成绩显著和有效控制各种事故的集体和个人给予表彰奖励;凡发生安全事故的,按学校相关规定处罚,取消评先评优、晋升级别资格,直至追究肇事者和有关责任人的法律责任。

### 1.3.2 工程训练指导教师岗位职责

1) 遵守学校、工程训练中心的各项规章制度,爱岗敬业,坚持教书育人,在教学中注意培养学生的工艺分析能力和创新意识。

2) 重视安全教育,严格执行操作规程。在指导实训工作期间不做与实训无关的事情,要密切注意并督促学生按安全操作规程进行实训操作,保证学生人身安全。

3) 严格按照实训大纲要求进行指导,不得随意删减教学内容。服从分配,积极承担教学及生产任务。

4) 钻研教学业务,提高指导水平,遵循“精讲多练”的教学原则。认真备课,积极参加工程训练中心组织的教学法活动。学生实训操作期间,指导人员要精力集中、仔细巡察,及时发现和纠正各种不规范现象。

5) 作风正派,着装规范,言谈举止文明礼貌,工作期间不饮酒,不吸烟。为人师表,为学生树立文明的榜样。学生出现误操作或质量问题时,应耐心启发和帮助学生总结经验教训,鼓励学生建立信心,做好后续工作。

6) 遵守工作纪律,不迟到,不早退,不擅离职守,不无故旷工,提前做好教学准备工作。下班时,督促学生进行机床维护和周围环境清扫,符合要求后方可离开。

7) 评分公平。评分时应按标准全面衡量,严格要求。

8) 爱护实习设备,节约实习材料,指导教师要相互尊重,互相学习,团结协作。

9) 自觉接受工程训练中心、部门组织的检查、考核、评比及总结工作。

### 1.3.3 工程训练学生守则

1) 学生应充分认识工程训练的重要性,虚心学习,努力提高自己的水平。

2) 学生进厂实习前,必须进行有关安全教育和必要的安全知识考核。严格遵守厂规厂纪,尊重和服从指导教师的指挥。

3) 严格遵守作息制度,至少提前10min到达规定的车间及实习工位,不得迟到、早退、旷课,有事必须请假,严格遵守有关考勤制度。

4) 进入厂区,必须穿戴相应的工作服和使用劳保用品,袖口及每个纽扣一定要扣严;女学生应戴工作帽,并将长发纳入帽内;任何人不得穿凉鞋、拖鞋、裙子、短裤、短袖衫、高跟鞋等进入厂区;对于机、钳工应戴防护眼镜,不许戴手套;对于铸造,如有浇注任务时应领穿劳保皮鞋、防护眼镜和安全帽;电焊操作时要戴电焊手套和电焊面罩。

5) 实训应在车间内指定的地点进行,实训期间不得脱岗、串岗,不得在厂区追逐、打闹、喧哗,不做与实训无关的事情(如睡觉、玩游戏、听音乐、看课外书等),做到文明实习。

6) 听讲期间配备必要的课本和笔记本,用心听讲,认真学习。

7) 严格遵守安全制度和实习操作规范,所用机器、设备、工具等未充分了解其性能及使用方法前,不得违章草率进行操作。

8) 实训应在指定设备上进行,对于非实习设备未经许可严禁动用,不得擅自动用或起动车间任何非自用工具及电闸、电门、设备、按钮等,以免发生意外。

9) 爱护公共财物,对所用机器、设备、工具、夹具、量具要倍加爱护,小心使用,妥善放置,避免损坏;所用教学设施由于学生原因非正常损坏,要视情况遵照有关制度进行赔偿。

10) 不得将私人物品带入车间进行加工、修理或装拆;尽可能远离易燃易爆、危险场所,避免不必要的危险;所有厂区内一切安保、防火工具,不得随便挪动或摸弄。

11) 不准攀登厂区内起重机、墙梯和其他装置;不准在起重机吊物运行路线上行走和停留。

12) 若发生事故,必须立即向教师和主管部门报告,查明原因,及时做好处理。

13) 实训结束及时进行场地清扫,保证并维持车间环境清洁卫生;保养好机床、设备。

14) 学生除遵守本规则外,还应遵守各车间内其他相应安全操作规程。

### 复习思考题

1. 工程训练的目的是什么?
2. 工程训练有哪些内容?
3. 工程训练有哪些基本规章制度?具体要求是什么?

## 第2章 工程训练安全知识

### 【教学目的和要求】

1. 了解常用工业安全法规。
2. 了解常见机械危害，熟悉机械事故产生的原因，学会机械设备运动部分的防护知识。
3. 熟悉人力和机械搬运工作中的注意事项。
4. 熟悉用电方面常见的安全事故和应采取的安全技术措施。
5. 熟悉防火和灭火知识。
6. 熟悉砂轮使用安全知识。

### 2.1 工程训练安全概述

工程训练是一门实践性很强的课程，它与一般的理论性课程不同，主要的学习课堂不在教室，而是在车间。所有的工程训练中心，都拥有一套完整的管理制度，主要包括安全卫生制度、设备管理制度、设备操作规程、学生实习守则等，制定这些管理制度的目的主要是为了防止发生人身安全和设备安全事故。必须知道，安全是一个人一生都不能忽视的重要问题，任何时候忽视了安全，随之而来的就是危险和灾难。做好安全管理是各级管理者和指导教师义不容辞的责任，也是学生必须遵守的规则。从以往发生的事故案例分析，大部分事故都是由于违章操作和违反实习劳动纪律造成的。安全教育是实现安全教学和生产的重要保障措施。对教师、学生进行安全教育，提高他们的安全意识和安全技术素质，是工程训练中的必要课程，“注意安全”这四个字应伴随每个人的一生。

学生参加工业安全培训有两个目的：① 确保人身安全和设备安全；② 获得工业安全的基本知识，为将来的发展做准备。工业安全培训是个很重要、涉及面很广的项目，大体上分为工业安全工程和工业安全管理两方面，每一方面又有许多分支。本章主要介绍工业安全的基本知识。

### 2.2 工业安全法规

#### 2.2.1 国家有关工业安全法规

国家对工业安全十分重视，制定了有关法律。严重违反工业安全规定是违法行为。企业发生了严重的安全事故要追究领导人的责任。工科大学生将来要成为企业的骨干和负责人，对此绝不能掉以轻心。

我国制定的涉及安全生产的法律主要有：

1) 《中华人民共和国宪法》中第四十二条、四十三条、四十八条对劳动保护的条款做出了规定。主要内容有：“国家通过各种途径，创造劳动就业条件，加强劳动保护，改善劳动条件，并在发展生产的基础上，提高劳动报酬和福利待遇。”“中华人民共和国劳动者有休息的权利。国家发展劳动者休息和休养的设施，规定职工的工作时间和休假制度。”“国家保护妇女的权利和利益”。

2) 《中华人民共和国刑法》于1979年颁布。其中规定了对违反有关安全管理规章制度, 违反危险品管理规章制度, 对不服从管理或因玩忽职守, 导致特大事故发生, 致使人员伤亡和财产损失的, 将受到刑事处罚, 最高刑罚可达7年徒刑。

3) 《中华人民共和国劳动法》是我国劳动工作者的基本法, 其中属于劳动安全卫生规定方面的主要有第四章、第六章、第七章, 分别对工作时间和休息休假、劳动安全卫生、女职工和未成年工特殊保护方面做出了具体规定。同时在一章《总则》、第三章及第十二章法律责任的第九十、九十二至九十五条, 明确了劳动者在劳动安全卫生方面享有的权利、义务, 用人单位违反劳动安全卫生有关法规、规定, 将受到经济处罚、停产整顿直至追究刑事责任的处理。

### 2.2.2 劳动保护监察

国务院《关于加强防尘防毒工作决定》和《广东省劳动安全卫生条例》, 以及《广东省加强生产性建设工程项目劳动安全卫生防护措施管理办法》规定: “工程项目的劳动安全卫生防护措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用, 并经劳动、卫生部门审查同意, 否则不准施工和投产使用。引进国外生产设备, 必须同时引进或由国内制造相应配套的劳动安全卫生设施。”

综合上述法规, 企业在投资设厂时, 其职业安全卫生要求主要是:

1) 办企业不但要投资主体项目(生产设施), 同时要投资与生产项目相配套的预防职业危害、防止事故的劳动安全卫生防护设施。

2) 企业在设备安装前(10天), 应将项目主体设计及职业安全卫生防护措施有关图样、资料报送劳动部门审查, 并填报《工程项目劳动安全卫生初步设计审批表》和《劳动安全卫生专篇》。填报内容主要包括: ① 职业安全卫生设计依据; ② 建筑及场地布置; ③ 工程概述; ④ 生产过程危害因素分析; ⑤ 职业安全卫生防护措施; ⑥ 防护措施的预期效果及评价。

劳动安全监察机构将根据国家有关职业安全卫生法规和技术标准、规范对其职业安全卫生防护措施(包括厂房建筑设计安全卫生要求、生产布局合理性、生产设备、场所安全卫生防护、电气安全、有毒有害物防护、安全卫生应急措施和辅助措施等)进行审查, 审查合格、批准后方可施工安装。

3) 投资建设单位在项目竣工验收前(20天)须将试生产中劳动安全卫生设备运行情况、措施效果、检测数据、存在问题及今后采取的措施等写出专题报告, 并填报《工程项目劳动安全卫生验收审批表》报送劳动部门审查。劳动部门将依据国家的有关标准、规范进行检测与评价。

4) 企业对劳动部门提出的审查改进意见, 应认真予以落实。

5) 验收合格后, 方可投产使用。

此外还有许多行政法规、技术法规和地方法规。

## 2.3 机械安全

机械设备是现代生活中各行各业不可缺少的生产设备, 不仅工业生产要用到各种机械, 其他行业也在不同程度上用到各种机械。在人类使用机械的过程中, 由于设备的自身原因, 如设计、制造、安装、维护存在缺陷; 或者使用者的原因, 如对设备性能不熟悉、操作不当、安全操作意识不足; 或者作业场所的原因, 如光线不足、场地狭窄等, 使人处于被机械伤害的潜在危险之中。为了防止和减少机械伤害的发生, 需要从机械是如何对人造成伤害(伤害形式)、伤害常



发生在机械的哪些部位（危险源）和导致伤害的原因等几个方面入手，从而便于采取适当的安全对策。

### 2.3.1 机械危害

在使用机械的过程中，由于机械设计、制造上的缺陷，机械的完好状态不佳，或人们对其性能了解不足、操作不当，或安全防护措施不当、作业场所条件恶劣等原因，存在着潜在机械伤害的危险。

概括地讲，作业场所和机械的不安全状态、人的不安全行为使人处于被伤害的危险之中。为了预防和减少事故的发生，需要了解哪些机械是危险性较大的，机械的危险部位在哪，不同运动状态的零部件有哪些危险。这样就可以有针对性、有重点地采取安全防护措施，保障操作者的安全。

#### 1. 机械的危险

(1) 静止的危险 设备处于静止状态时，人们接触设备或与静止设备某部位作相对运动时也存在危险。如：

- 1) 工具、工件、设备边缘的飞边、毛刺、锐角、粗糙表面。
- 2) 切削刀具的切削刃。
- 3) 设备突出较长的机械部分。
- 4) 引起滑跌、坠落的工作平台，尤其是平台上有水或油时更为危险。

(2) 直线运动的危险 牛头刨床的滑枕、龙门刨床和外圆磨床的工作台、压力机的滑块等在加工时是作往复直线运动的，如人或人体的某些部位在机床运动部件的运动区域内就会受到运动部件的撞击或挤压。

(3) 旋转运动的危险 轴、齿轮、带轮、飞轮、叶片、链轮、圆盘锯的锯片、砂轮、铣刀、钻头、压辊等作旋转运动的零部件，存在着把人体卷入、撞击和切割等危险。

- 1) 卷进单独旋转运动机械部件中的危险，如轴、卡盘、齿轮等。
- 2) 接触旋转刀具、磨具的危险，如圆盘锯的锯片、铣刀、砂轮、钻头等。
- 3) 卷进旋转孔洞的危险，有些旋转零部件，由于有孔洞而具有更大的危险性，如风扇、叶片、飞轮、带辐条的带轮、齿轮等。
- 4) 旋转运动加工体或旋转运动部件上凸出物打击或绞轧的危险，如伸出机床的加工件，传动带上的金属带扣，转轴上的键、定位螺钉等。
- 5) 卷进旋转运动中两个机械部件间的危险，如作相反方向旋转的两个轧辊之间、啮合的齿轮等。

6) 卷进旋转机械部件与固定构件间的危险，如砂轮与砂轮支架之间，有辐条的手轮与机身之间，旋转零件与壳体之间。

- 7) 卷进旋转机械部件与直线运动部件间的危险，如带与带轮、齿条与齿轮、链条与链轮。

(4) 振动部件夹住的危险 如振动体的振动引起被振动体部件夹住的危险。

(5) 飞出物击伤的危险 在机械加工过程中，飞出的刀具、机械部件、切屑、工件对人体存在着击伤的危险，如未夹紧的刀片、固定不牢的接头、破碎而飞散的切屑、锻造加工中飞出的工件。

由此可见，操作人员易于接近的各种运动零、部件都是机械危险部位，设备的加工区也是危险部位。