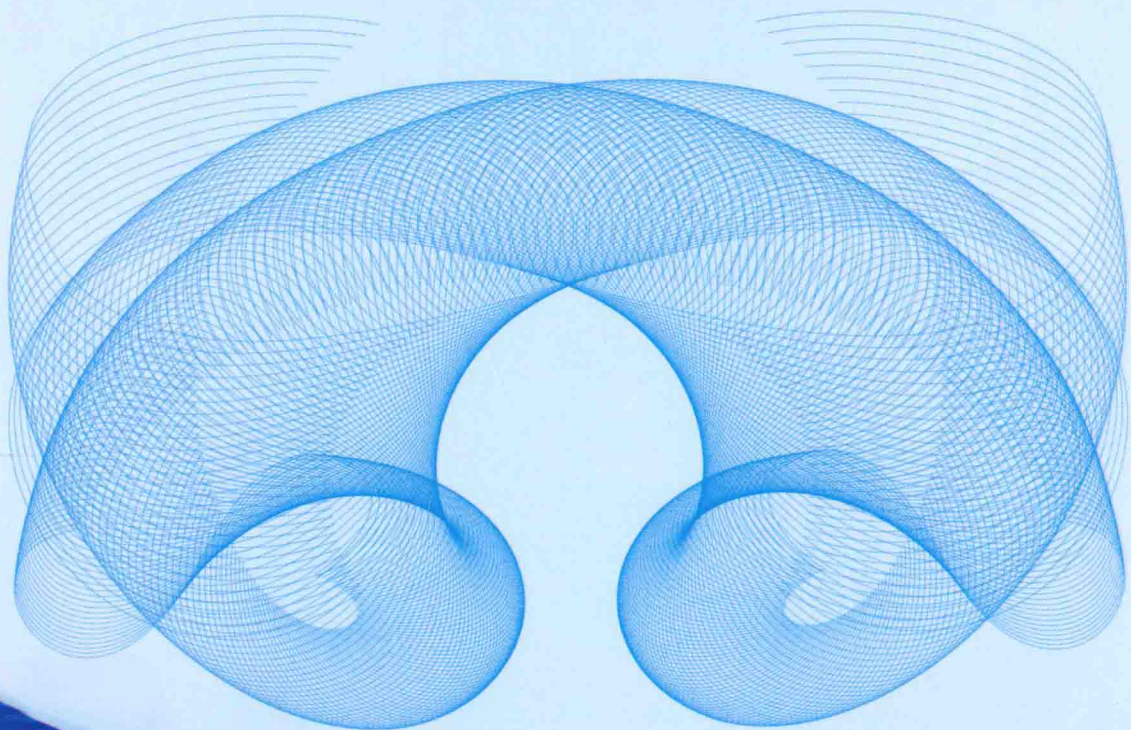




高职高专“十一五”规划教材

金工实习

主编 李秀娟

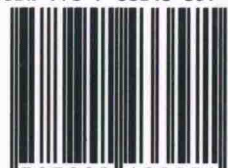


航空工业出版社

责任编辑：侯盼盼

封面设计：王雁南

ISBN 978-7-80243-357-1



9 787802 433571 >

定价：28.00 元

高职高专“十一五”规划教材

金 工 实 习

主 编 李秀娟

副主编 王立芳

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书涵盖了高职高专金工实习课程所需内容,全书共分为十一章,前四章介绍了铸造、锻压、焊接、热处理等非切削加工工艺,第五章对切削加工做了一个总体概述,第六章至第十章分别介绍了钳工、车工、铣工、刨工、磨工等切削加工工艺,第十一章介绍了特种加工的相关知识。

本书语言简洁、详略得当,并集理论性与实践性为一体,可作为高职高专机械类和近机类相关专业的金工实习教材,也可供其他相关工程技术人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习 / 李秀娟主编. —北京: 航空工业出版社,
2010.1

ISBN 978-7-80243-357-1

I. 金… II. 李… III. 金属加工—实习 IV.TG—45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 124545 号

金工实习 Jingong Shixi

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010-64815615 010-64978486

北京市科星印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2010 年 1 月第 1 版

2010 年 1 月第 1 次印刷

开本: 787×960

1/16

印张: 15.5

字数: 287 千字

印数: 1—3000

定价: 28.00 元



《金工实习》是一门实践性很强的技术基础课，也是高职高专机械类和近机类各专业学生熟悉金属加工生产过程、培养实践动手能力的必修课。通过金工实习不仅可以使学生熟悉机械制造的一般过程，掌握金属加工的主要工艺方法和工艺过程，熟悉各种设备和工具的安全操作使用方法，还可以让学生养成热爱劳动，遵守纪律的好习惯。

本教材除符合教学指导委员会审定的《金工实习教学大纲》的要求外，还具有以下几个鲜明的特点：

一、内容精选。本教材在内容上兼顾课堂教学和实践教学，对传统的金属加工工艺进行了精选，还对当前工业生产中应用的数控加工方法和特种加工方法进行了讲解。

二、叙述精炼。本教材涵盖了高职高专金工实习课程要求的所有内容，并且在讲述知识点时，叙述精练，言之有物。

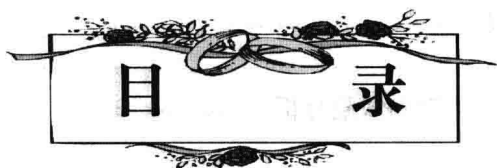
三、重点突出。本教材在讲解课程中所涉及的知识点时，详略得当、重点明确。

四、图示丰富。本教材讲解知识点时，配备了大量的图示，以便于读者更直观、更方便地理解，以提高阅读速度和降低阅读难度。

五、实践性强。本教材在讲解铸造、钳工、车工、铣工、刨工和特种加工等工艺方法时，不仅讲解了每个工种的基本理论知识，还讲解了经典的实训例子，使其具有很强的实践性。

在编写本书的过程中，编者翻阅了大量和金工实习有关的资料、教材，在此，对这些资料的作者和编者表示衷心的感谢。由于时间仓促，编写人员水平有限，书中不尽如人意之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者
2009年10月



绪 论	1
0.1 金工实习的任务	1
0.2 金工实习的内容	1
0.2.1 铸 造	2
0.2.2 锻 造	2
0.2.3 冲 压	3
0.2.4 焊 接	3
0.2.5 热处理	3
0.2.6 切削加工	3
0.2.7 特种加工	4
0.3 金工实习守则	4
第1章 铸 造	5
1.1 概 述	5
1.2 型 砂	6
1.2.1 型砂的组成	6
1.2.2 对型砂性能的要求	6
1.2.3 型砂的制备	7
1.3 造 型	8
1.3.1 铸 型	8
1.3.2 手工造型	8
1.3.3 机器造型	18
1.4 造 芯	20
1.4.1 芯 砂	21
1.4.2 造芯工艺	21
1.4.3 制芯方法	22
1.5 合 型	23
1.5.1 铸型的检验、装配	23
1.5.2 铸型的紧固	23
1.6 合金的熔炼和浇注	23
1.6.1 铸造合金的种类	23



1.6.2 合金的熔炼	24
1.6.3 浇注	26
1.7 铸件的落砂、清理和缺陷分析	27
1.7.1 落砂	27
1.7.2 清理	28
1.7.3 铸件的热处理	28
1.7.4 铸件的缺陷分析	28
1.8 特种铸造	30
1.8.1 金属型铸造	30
1.8.2 压力铸造	30
1.8.3 离心铸造	31
1.8.4 熔模铸造	31
1.8.5 各种铸造方法的比较	32
1.9 铸工综合实训	33
思考与练习	34
第2章 锻压	36
2.1 概述	36
2.2 锻造生产过程	36
2.2.1 下料	37
2.2.2 加热	37
2.2.3 锻造成形	40
2.2.4 锻件的冷却	40
2.2.5 锻造后的热处理	41
2.3 自由锻造	41
2.3.1 自由锻造的设备和工具	41
2.3.2 自由锻造基本工序	43
2.4 胎模锻和模锻	49
2.4.1 胎模锻	49
2.4.2 模锻	50
2.5 冲压	51
2.5.1 冲压设备	51
2.5.2 冲模	52
2.5.3 冲压基本工序	53
2.6 自由锻造综合实训	54



思考与练习	55
第3章 焊 接	57
3.1 概 述	57
3.2 手工电弧焊	57
3.2.1 焊接过程	58
3.2.2 焊接电弧	58
3.2.3 手工电弧焊机	58
3.2.4 焊 条	60
3.2.5 焊接工艺	61
3.2.6 手工电弧焊操作技术	65
3.3 气焊与气割	66
3.3.1 气焊设备	67
3.3.2 焊丝与气焊熔剂	69
3.3.3 气焊火焰	69
3.3.4 气焊基本操作	70
3.3.5 氧气切割	71
3.4 其他焊接方法	72
3.4.1 气体保护焊	72
3.4.2 埋弧自动焊	74
3.4.3 电阻焊	74
3.4.4 钎 焊	75
3.5 焊接缺陷及质量检验	76
3.5.1 焊接缺陷	76
3.5.2 常用的焊接检验方法	76
3.6 焊工综合实例	77
思考与练习	79
第4章 热处理	80
4.1 热处理工艺基础知识	80
4.1.1 热处理工艺过程	80
4.1.2 钢的热处理基本工艺	80
4.2 常用的热处理方法简介	82
4.2.1 整体热处理	82
4.2.2 表面热处理和化学热处理	84
4.2.3 硬度值的测量方法	85



思考与练习	85
第5章 切削加工基础知识	86
5.1 概 述	86
5.2 切削运动与切削用量	87
5.2.1 切削运动	87
5.2.2 工件表面	87
5.2.3 切削运动三要素	88
5.3 零件的技术要求	89
5.3.1 表面粗糙度	89
5.3.2 尺寸精度	90
5.3.3 形状精度	90
5.3.4 位置精度	90
5.4 刀具材料	91
5.4.1 刀具材料应具备的性能	91
5.4.2 刀具材料简介	91
5.5 量 具	92
5.5.1 游标卡尺	92
5.5.2 百分尺	94
5.5.3 百分表	96
5.5.4 内径百分表	97
5.5.5 塞规与卡规	97
5.5.6 刀形样板平尺	98
5.5.7 直角尺	98
5.5.8 厚薄尺	98
5.5.9 万能角度尺	99
思考与练习	100
第6章 钳 工	101
6.1 概 述	101
6.1.1 钳工工作地	101
6.1.2 钳工的工作范围	102
6.2 划 线	103
6.2.1 划线的作用和种类	103
6.2.2 划线的工具及其用途	103
6.2.3 划线基准	107



6.2.4	轴承立体划线实例	107
6.3	锯 削	108
6.3.1	手锯的构造	108
6.3.2	锯削的步骤和方法	109
6.3.3	锯削举例	110
6.4	锉 削	111
6.4.1	锉刀的构造	111
6.4.2	锉削操作	112
6.4.3	锉平面的方法	113
6.4.4	锉圆弧面的方法	114
6.5	钻孔、扩孔和铰孔	115
6.5.1	钻 孔	115
6.5.2	扩 孔	118
6.5.3	铰 孔	119
6.5.4	攻螺纹和套螺纹	121
6.6	刮 削	123
6.6.1	刮刀	123
6.6.2	刮削平面的方法及检验	124
6.7	装 配	126
6.7.1	概 述	126
6.7.2	装配步骤	126
6.7.3	几种典型的装配方法	126
6.7.4	拆 卸	128
6.8	钳工综合实例	128
	思考与练习	130
第7章	车 工	131
7.1	概 述	131
7.2	卧式车床	132
7.2.1	C6136 卧式车床	132
7.2.2	C6132 卧式车床	133
7.2.3	卧式车床的传动路线	134
7.3	车刀及其安装	135
7.3.1	车刀的组成	135
7.3.2	车刀的主要角度及其作用	136



7.3.3 车刀的安装	137
7.4 工件的安装及其所用附件	137
7.4.1 用三爪卡盘安装工件	137
7.4.2 用四爪卡盘安装工件	138
7.4.3 用双顶尖安装工件	138
7.4.4 用芯轴安装工件	138
7.4.5 用花盘安装工件	139
7.4.6 中心架和跟刀架的使用	139
7.5 车床操作要点	141
7.5.1 刻度盘及刻度盘手柄的使用	141
7.5.2 试切	142
7.5.3 粗车	142
7.5.4 精车	143
7.6 基本车削加工工件	143
7.6.1 车削外圆和台阶	143
7.6.2 车削端面	145
7.6.3 车削内孔	146
7.6.4 切槽和切断	147
7.6.5 车削锥面	148
7.6.6 车削螺纹	151
7.6.7 车削回转成形面	153
7.6.8 滚花	155
7.7 车工综合实训	155
7.8 数控车床	156
7.8.1 数控机床概述	156
7.8.2 数控车床	157
7.9 数控车床加工编程	162
7.9.1 加工编程基础	162
7.9.2 常用的基本编程指令	164
7.9.3 零件加工步骤	166
7.10 数控车削加工综合实训	169
思考与练习	171
第8章 铣工	173
8.1 概述	173



8.1.1 铣削运动和主要铣削要素	173
8.1.2 铣削的特点和应用	174
8.2 普通铣床及其铣刀	176
8.2.1 X6125 卧式铣床	176
8.2.2 X5030 立式铣床	177
8.2.3 铣刀及其安装	177
8.3 铣床附件及其工件的安装	179
8.3.1 铣床的附件	179
8.3.2 工件的安装	181
8.4 基本铣削加工工件	181
8.4.1 铣平面	181
8.4.2 铣斜面	182
8.4.3 铣沟槽	183
8.5 铣工综合实例	183
8.6 数控铣床及其加工	185
8.6.1 数控铣床	185
8.6.2 数控铣床加工编程	188
8.7 数控铣削加工综合实训	191
思考与练习	193
第9章 刨 工	195
9.1 概 述	195
9.1.1 刨工的基础知识	195
9.1.2 刨削三要素	195
9.2 牛头刨床	196
9.2.1 牛头刨床的编号及其组成	197
9.2.2 牛头刨床的调整	197
9.3 刨削加工	198
9.3.1 刨刀及其安装	198
9.3.2 工件的安装	199
9.3.3 各种表面的刨削	201
9.4 其他刨削类机床	203
9.4.1 龙门刨床	203
9.4.2 插 床	204
9.5 刨工综合实训	205



思考与练习	207
第10章 磨工	208
10.1 概 述	208
10.1.1 磨削要素	208
10.1.2 磨工的加工范围	209
10.2 磨 床	210
10.2.1 外圆磨床	210
10.2.2 内圆磨床	211
10.2.3 平面磨床	212
10.3 砂 轮	213
10.3.1 砂轮的性能	213
10.3.2 砂轮的种类	214
10.3.3 砂轮的检查、安装和修整	214
10.4 磨削工作	215
10.4.1 磨外圆	215
10.4.2 磨内圆	217
10.4.3 磨圆锥面	217
10.4.4 磨平面	218
10.5 磨工综合实训	219
思考与练习	220
第11章 特种加工	222
11.1 概 述	222
11.1.1 特种加工的产生和发展	222
11.1.2 特种加工的特点	222
11.2 电火花加工	223
11.2.1 电火花成形加工	223
11.2.2 电火花线切割加工	225
11.3 其他特种加工	228
11.3.1 电解加工	228
11.3.2 超声波加工	230
11.3.3 激光加工	230
11.3.4 电子束加工	231
11.4 电火花线切割综合实训	232
思考与练习	233

绪 论

【学习目标】

1. 了解金工实习的任务。
2. 掌握金工实习的内容和 safety 注意事项。

金工实习（金属工艺学实习的简称，又称机械制造实习）是一门实践性的技术基础课，是学生学习机械制造类课程的先修课程，也是学生学习机械制造基本工艺方法和技术的重要必修课。

金工实习不仅可以让学生获得机械制造的基础知识，了解机械制造的操作过程，还可以提高他们的操作技能和动手能力。因此，金工实习是增强实践能力、提高综合素质、培养创新意识和创新能力不可缺少的重要环节。

0.1 金工实习的任务

高等职业教育培养的是面向生产、管理、服务一线的高等技术应用性高级技能型人才，要求学生具有较强的基础理论、专业知识和经过严格训练的熟练技能。为此，金工实习的教学任务可以概述为：

1. 了解机械制造的一般过程，熟悉机械零件的常用加工方法及其所用主要设备和重要附件的工作原理及典型结构，工具、夹具、量具的使用以及安全操作技术。
2. 对简单零件具有选择加工方法和进行工艺分析的能力，并在主要工种上具有操作实习设备并完成作业件加工制造的实践能力。
3. 了解新工艺、新技术、新材料在机械制造中的应用，较深入地了解实习所用现代制造技术设备的基本操作知识，并进行基本操作训练和应用。
4. 培养学生质量和经济观念、理论联系实际的科学作风以及遵守安全技术操作、热爱劳动、爱护国家财产等基本素质。

0.2 金工实习的内容

机械制造的全过程一般包括收集市场信息、设计产品、制备工艺、准备工装、毛坯生产、切削加工、热处理、装配调试、形成产品和用户信息反馈等过程，如图 0-1 所示。

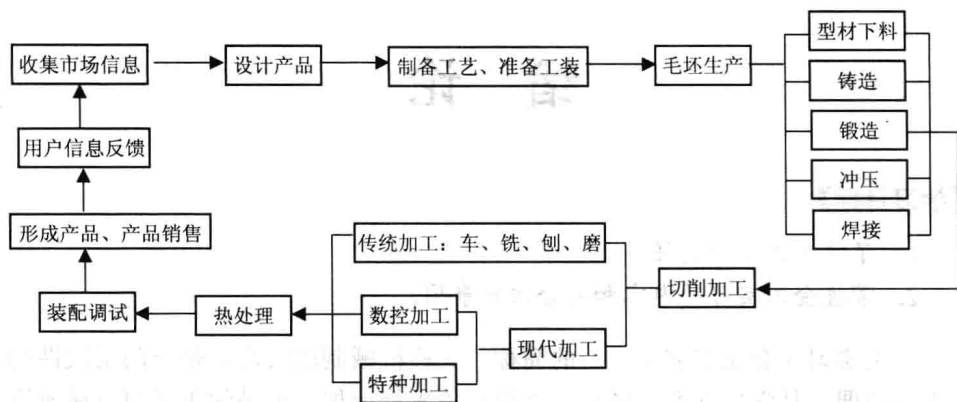


图 0-1 机械制造的全过程

金工实习主要针对机械制造过程中的毛坯生产、切削加工、热处理和装配等部分。因此，金工实习的内容包括铸造、锻造、冲压、焊接、车工、切削加工等工种的实习，其主要工艺方法简介如下。

0.2.1 铸 造

铸造是将熔融金属液浇入具有和零件形状相适应的铸型空腔中，冷却凝固后获得一定形状和性能的金属件（铸件）的方法。铸造成形实质上是利用熔融金属的流动性能实现成形的。

铸造的优点是适应性强（可制造各种合金类别、形状和尺寸的铸件），成本低廉。其缺点是铸件质量难控制，力学性能较差，生产工序多，劳动强度大。铸造成形工艺常用来制造形状复杂、承载静载荷及压应力的构件，如箱体、床身、支架、机座等。

0.2.2 锻 造

锻造是将金属加热到一定温度，利用冲击力或压力使其产生塑性变形，从而获得一定几何尺寸、形状和质量的锻件的加工方法。锻件因经历塑性变形而使其内部组织更加致密，晶粒得到细化，因此锻件具有很高的力学性能。

但是，由于锻件是在固态下成形的，所以锻件的形状复杂程度一般不如铸件，且加工余量较大，金属材料的利用率较低，加工成本比相同材质的铸件高。因此，锻件主要用于承受重载荷或者冲击载荷的重要零件，例如，机床中的主轴、发动机的曲柄、连杆、起重机的吊钩等。



0.2.3 冲压

冲压是利用冲床和专用模具使金属板料产生塑性变形或分离，从而获得零件或者制品的加工方法。冲压件具有重量轻、材料消耗少、强度和刚度较高、生产效率 high 和尺寸精度好等优点，因此，各种机械和仪器、仪表中的薄板成形件及生活用品中的金属制品常用冲压件。

0.2.4 焊接

焊接是现代工业生产中广泛运用的一种金属连接方法。它是通过加热或加压（或者两者并用），用（或不用）填充材料，使焊件形成原件（分子）间结合的一种连接方法。

焊接具有连接质量好、节省金属材料 and 生产效率高 等优点。焊接技术主要用于制造各种金属结构件，如厂房屋架、桥梁、船体、机车车辆、汽车、飞机、火箭、锅炉、压力容器、管道、起重机等；也常用于制造机器零件（或毛坯），如重型机械 and 冶金、锻压设备的机架、底座、箱体、轴、齿轮等。此外，焊接还常用于修补铸件、锻件缺陷 and 局部受损坏的零件，具有十分重要的经济意义。

0.2.5 热处理

热处理是将材料放在一定的介质内加热、保温后，再以某种方式冷却，以改变其表面 or 内部的组织结构，从而控制其性能的一种综合工艺过程。通过热处理可以提高材料的强度和硬度，或者改善其塑性和韧性，充分发挥金属材料的性能潜力，以满足不同的使用要求和加工要求。重要的机械零件在制造过程中大都 need 经过热处理。

0.2.6 切削加工

切削加工是利用刀具将坯料 or 工件上多余的材料切除，以获得几何形状、尺寸精度 and 表面质量完全符合图样要求的零件的加工方法。切削加工包括机械加工（车、铣、刨、磨等） and 钳工两大类。

切削加工形成的工件与铸件 and 锻件相比，具有更高的精度 and 更好的表面粗糙度，且不受零件的尺寸、质量、材料性能的限制。除了一些精密铸造、注塑成形、精密锻造、粉末冶金等成形零件的加工方法外，绝大部分零件都需要从毛坯经切削加工获得。因此，切削加工在工业、农业、国防、科技等部门中占有十分重要的地位。