

高等学校“十三五”规划教材

工程训练教程

孙文志 郭庆梁 主编 路旭 主审

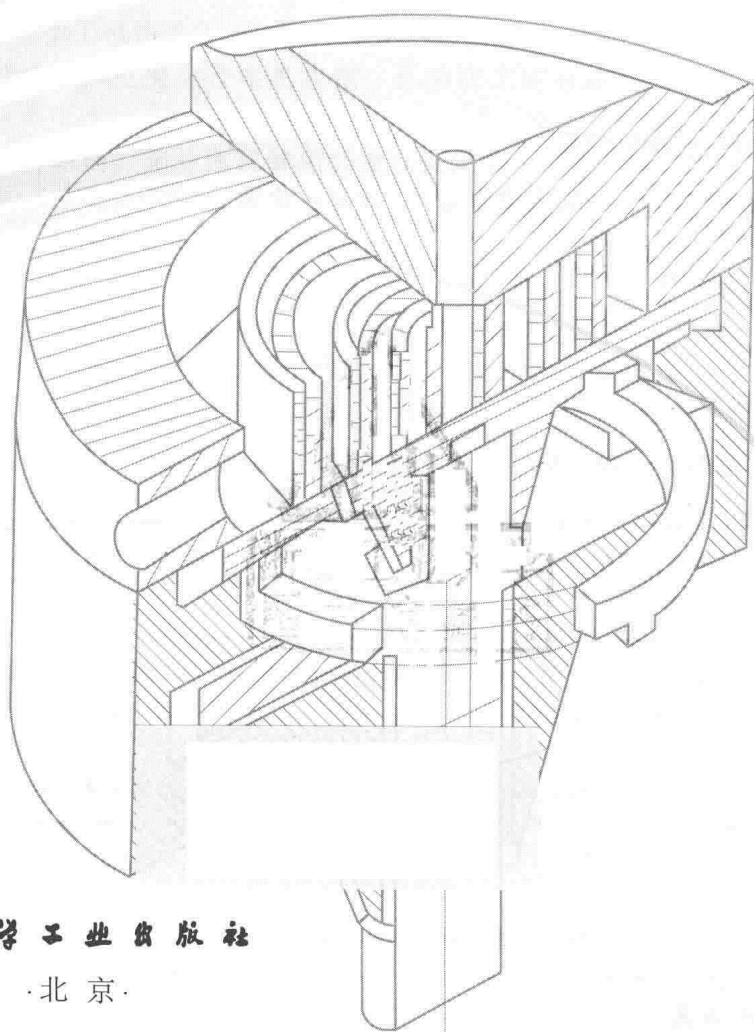


化学工业出版社

高等学校“十三五”规划教材

工程训练教程

孙文志 郭庆梁 主编 路旭 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

《工程训练教程》是根据高等学校工程训练课程教学基本要求,并结合培养应用型、创新型工程技术人才的实践教学特点编写的。主要内容包括工程训练基础知识、铸造、压力加工、焊接、钳工、普通机床、数控机床、现代制造技术、供电安全及电机控制、石油化工仿真装置等共 11 章。

书中所有设备型号、名词术语全部采用新标准。在保留传统工艺和技术的基础上,进而介绍现代制造技术的工艺和方法。通过讲、做、练相结合,让学生亲自体验机械加工制作工件的过程,强化工程训练的效果,注重培养学生的工程意识和解决实际问题的能力,发挥学生的潜力,提高学生的创新意识。

《工程训练教程》特别适合石油化工类高等院校工程训练教学使用,也可供高职高专院校、成人教育的师生和有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程训练教程/孙文志,郭庆梁主编. —北京:化学工业出版社,2018.4

高等学校“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-31728-5

I. ①工… II. ①孙… ②郭… 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 (2018) 第 046124 号

责任编辑:唐旭华 郝英华

装帧设计:张 辉

责任校对:吴 静

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:三河市延风印装有限公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18½ 字数 478 千字 2018 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.00 元

版权所有 违者必究



前言

工程训练课程是工科院校非常重要的实践教学环节,在“大众创业,万众创新”的大时代背景下,高校工程训练课程要主动适应制造业转型升级要求,主动贴近行业企业人才需求。近几年,随着工程训练中心规模的不断扩大,实训项目不断开发、实训内容不断改革、实训手段不断加强,教学特色将更加突出。为此,我们组织编写了具有工程实践特点的教材。

本书的主要内容包括工程训练基础知识、铸造、压力加工、焊接、钳工、普通机床、数控机床、现代制造技术、供电安全及电机控制、石油化工仿真装置简介等,体现了以下特点。

(1) 坚持少而精的原则。充分体现够用为度,强化能力培养,做到内容全面、具体、精练。

(2) 突出实用性。每个训练内容都有翔实的训练实例,操作规范、具体,做到讲、练、做一体化。

(3) 强化创新性。在每个实训环节上,都选择了具有创新性题目,供学生自行设计制作和开发作品,突出对学生创新能力培养。

(4) 注重先进性。在保留传统的应知应会知识基础上,增加了大量先进制造技术的内容,让学生了解更多的前沿性制造技术和工艺。

(5) 行业特色鲜明。在实训项目安排和实训内容的选取上,大多以石化行业典型的部件作为训练内容,强化职业能力培养。

本书特别适合石油化工类高等院校工程训练教学使用,也可供高职高专院校、成人教育的师生和有关技术人员参考。

本书由孙文志、郭庆梁任主编。作者分工如下:第2章、第10章由孙文志编写;第3~5章、第7章、第8章由郭庆梁编写;第1章、第6章由郭玲编写;第9章由高晶晶、王庆花编写;第11章由张吉明编写。全书由孙文志统稿,路旭主审。

由于编者的学识、水平和经验有限,书中难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者
2018年2月

目 录

第1章 绪论

- 1.1 工程训练的性质和目标 1
 - 1.1.1 工程训练的性质 1
 - 1.1.2 工程训练的目标 1
- 1.2 工程训练的内容 2
- 1.3 工程训练中心简介 2
- 1.4 工程训练须知 5
 - 1.4.1 安全第一、警钟长鸣 5
 - 1.4.2 工程训练的管理制度 5

第2章 工程训练基础知识

- 2.1 机械工程材料的性能 7
 - 2.1.1 机械工程材料的物理性能 7
 - 2.1.2 机械工程材料的化学性能 8
 - 2.1.3 机械工程材料的工艺性能 8
 - 2.1.4 机械工程材料的机械性能 9
- 2.2 常用机械工程材料 14
 - 2.2.1 机械工程材料的分类 14
 - 2.2.2 钢材 14
 - 2.2.3 铸铁 16
 - 2.2.4 有色金属材料 18
 - 2.2.5 非金属材料 18
- 2.3 钢的热处理 19
 - 2.3.1 金属的晶体结构与结晶 19
 - 2.3.2 铁碳合金的基本组织 22
 - 2.3.3 铁碳合金相图 23
 - 2.3.4 钢在加热与冷却时的相变 24
 - 2.3.5 钢的热处理工艺 25
- 2.4 零件的选材及热处理工艺安排 30
 - 2.4.1 选材的原则 30
 - 2.4.2 热处理的工序位置 30
 - 2.4.3 齿轮类零件的选材与热处理安排 31
- 2.5 机械制图基础知识 32
 - 2.5.1 图样的基本知识 32
 - 2.5.2 零件的表达方法 33
 - 2.5.3 公差标注的识读 36
 - 2.5.4 零件图的识读 40
- 2.6 常用测量器具的使用 42

第3章 铸造训练

- 3.1 砂型铸造 46
 - 3.1.1 型砂 47
 - 3.1.2 手工造型的工具及附具 48
 - 3.1.3 手工造型的工艺流程 49
 - 3.1.4 造型工艺知识 50
 - 3.1.5 手工造型方法 51
 - 3.1.6 造芯 55
 - 3.1.7 铸件的浇注生产 56

3.1.8 铸件的后处理	57	3.2.3 离心铸造	60
3.2 特种铸造	59	3.2.4 熔模铸造	61
3.2.1 金属型铸造	59	3.2.5 消失模铸造	61
3.2.2 压力铸造	60	3.3 铸造实训安全操作规程	62

第4章 压力容器加工训练

4.1 压力加工的分类、特点及方法	63	4.2.3 冲床	72
4.1.1 金属压力加工的分类和特点 ..	63	4.3 压力容器的制作训练	73
4.1.2 自由锻造	63	4.3.1 压力容器基本知识	73
4.1.3 板料冲压	66	4.3.2 压力容器的制造	73
4.1.4 铆工	68	4.3.3 压力容器的检验	76
4.2 压力容器加工的主要设备及使用	71	4.3.4 压力容器的使用与管理	76
4.2.1 卷板机	71	4.4 压力加工安全操作规程	77
4.2.2 剪板机	71	4.4.1 锻工安全操作规程	77
		4.4.2 冲压工安全操作规程	77
		4.4.3 铆工安全操作规程	78

第5章 焊接训练

5.1 焊条电弧焊	79	5.3.1 气焊	87
5.1.1 焊条电弧焊设备	79	5.3.2 气割	88
5.1.2 焊条	80	5.4 激光焊	88
5.1.3 焊条电弧焊工艺	80	5.5 焊接的检验	89
5.1.4 焊条电弧焊操作要领	82	5.5.1 常见焊接缺陷	89
5.2 氩弧焊	84	5.5.2 焊接质量检验	90
5.2.1 氩弧焊的分类及用途	84	5.6 焊接加工安全操作规程	90
5.2.2 氩弧焊设备及焊丝	84	5.6.1 焊条电弧焊安全操作规程	90
5.2.3 氩弧焊操作要点	86	5.6.2 氩弧焊安全操作规程	91
5.3 气焊与气割	87	5.6.3 气焊、气割安全操作规程	91

第6章 钳工训练

6.1 钳工概述	93	6.4.2 锯削操作要领	99
6.2 钳工工作台和台虎钳	93	6.5 锉削	101
6.2.1 钳工工作台	93	6.5.1 锉刀	101
6.2.2 台虎钳	93	6.5.2 锉削操作要领	102
6.3 划线	94	6.5.3 平面及圆弧面锉削工艺	103
6.3.1 划线的作用和种类	94	6.6 攻螺纹和套螺纹	104
6.3.2 划线工具及其使用方法	95	6.6.1 攻螺纹工具与操作	104
6.3.3 划线基准	97	6.6.2 套螺纹工具与操作	105
6.3.4 划线步骤与操作	97	6.7 钻孔	106
6.4 锯削	99	6.7.1 钻孔设备	106
6.4.1 手锯	99	6.7.2 钻孔工具	107

6.7.3 钻孔基本操作	108	6.8.2 齿轮泵的装配与拆卸 训练	111
6.7.4 钳工制作题目	109	6.9 钳工安全操作规程	112
6.8 装配和拆卸	110		
6.8.1 装配与拆卸基本知识	110		

第7章 普通机床操作训练

7.1 金属切削加工的概念	114	7.4.1 铣削的工艺范围及工艺 特点	135
7.2 切削运动、切削用量和金属 切削机床	114	7.4.2 铣床的结构及操作	136
7.2.1 切削运动	114	7.4.3 铣刀	137
7.2.2 切削用量	115	7.4.4 铣床附件	139
7.2.3 金属切削机床	115	7.4.5 铣削基本操作	141
7.3 车工训练	117	7.5 刨工训练	143
7.3.1 车削的工艺范围及工艺 特点	117	7.5.1 刨削的工艺范围及工艺 特点	143
7.3.2 普通卧式车床的结构及 操作	118	7.5.2 牛头刨床	144
7.3.3 车刀	121	7.5.3 刨刀	145
7.3.4 刀具与工件在车床上的 安装	123	7.6 普通机床安全操作规程	146
7.3.5 车削基本操作	127	7.6.1 车工安全操作规程	146
7.4 铣工训练	135	7.6.2 铣工安全操作规程	146
		7.6.3 刨工安全操作规程	147

第8章 数控机床编程与操作训练

8.1 数控加工的基础知识	148	操作	167
8.1.1 数控机床与数控加工	148	8.4 数控铣床编程训练	170
8.1.2 数控加工的坐标系	148	8.4.1 数控铣削加工工艺 设计	170
8.1.3 数控编程的方法、格式与程序 结构	149	8.4.2 数控铣削刀具及夹具	173
8.2 数控车床的编程训练	151	8.4.3 数控铣床编程基本指令	174
8.2.1 数控车削加工工艺设计	151	8.4.4 数控铣床的刀具补偿	175
8.2.2 数控车削刀具	153	8.4.5 数控铣床编程示例	176
8.2.3 数控车床编程指令	154	8.4.6 数控铣床的简化编程 方法	177
8.2.4 常用基本指令用法	156	8.4.7 数控铣床孔加工固定循环 指令	180
8.2.5 数控外圆粗车复合循环 指令	158	8.4.8 数控铣床的综合编程	183
8.2.6 数控车削螺纹循环指令	163	8.5 数控铣床操作训练	185
8.2.7 数控车床的综合编程	164	8.6 数控机床安全操作规程	188
8.3 数控车床的操作训练	166	8.6.1 数控车床安全操作规程	188
8.3.1 FANUC Oi 数控车床的操作 面板	166	8.6.2 数控铣床安全操作规程	189
8.3.2 FANUC Oi 数控车床的			

第9章 现代制造技术简介

9.1 特种加工技术	191	9.2.2 点云文件的后处理	203
9.1.1 特种加工技术概述	191	9.2.3 快速成型与 3D 打印输出	207
9.1.2 电火花成型加工	192	9.3 智能制造技术	209
9.1.3 数控电火花线切割加工	193	9.3.1 智能制造技术概述	209
9.1.4 激光加工	199	9.3.2 柔性制造系统	212
9.2 逆向工程与 3D 打印技术	201	9.3.3 工业机器人	214
9.2.1 三维扫描技术	201		

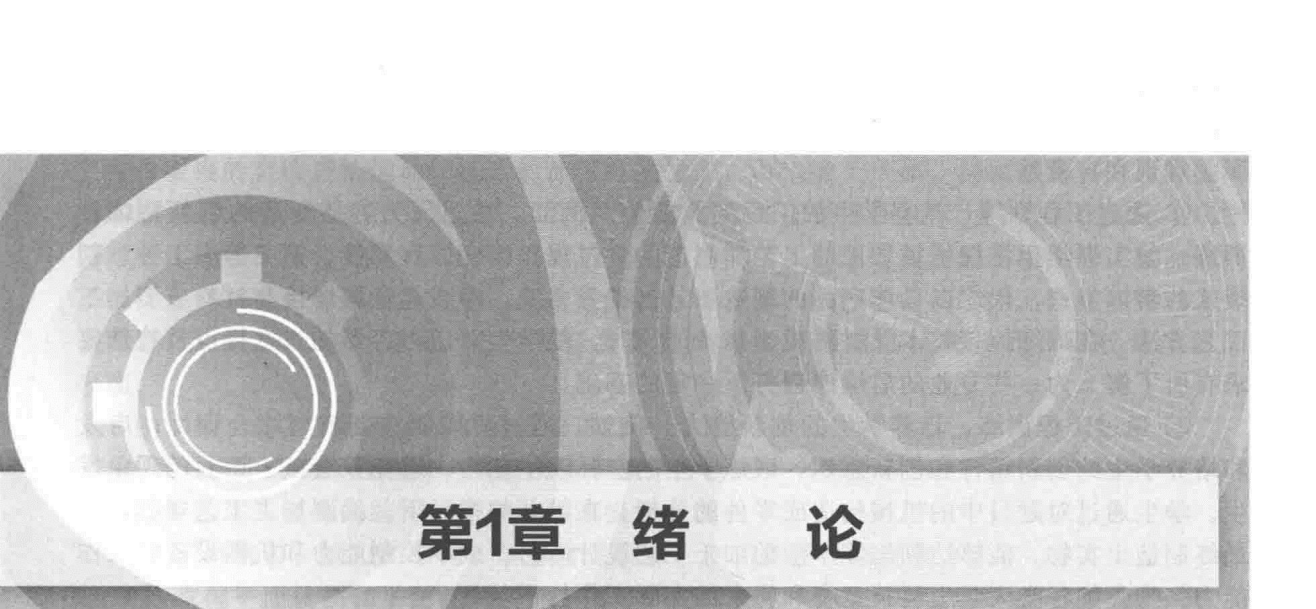
第10章 供电安全及电机控制

10.1 供电安全操作训练	228	10.2 电机控制操作训练	253
10.1.1 常用电工工具	228	10.2.1 常用低压电器	253
10.1.2 常用电工测量仪表	229	10.2.2 电气控制线路的典型控制 环节	261
10.1.3 电工操作技能训练	233	10.2.3 电机控制的操作训练	263
10.1.4 安全用电常识	248		

第11章 石油化工仿真实训装置简介

11.1 油气钻采仿真实训平台	265	11.2.2 天然气长输实训操作站	273
11.1.1 油藏仿真实训装置	265	11.2.3 原油集输实训装置	275
11.1.2 钻机仿真实训装置	267	11.2.4 油库仿真实训装置	277
11.1.3 井控仿真实训装置	268	11.3 石油加工实训平台	278
11.1.4 修井机仿真实训装置	270	11.3.1 石油加工实训平台简介	278
11.1.5 抽油机仿真实训装置	271	11.3.2 原油蒸馏实训装置	279
11.2 油气集输仿真实训平台	272	11.3.3 重油催化裂化实训装置	282
11.2.1 天然气集输实训装置	272		

参考文献



第1章 绪 论

1.1 工程训练的性质和目标

1.1.1 工程训练的性质

大学生工程训练以培养学生的工程意识为导向,以职业标准为依托,以提升职业能力为核心,以生产过程或工艺过程训练为重点,采用层次化教学体系,实训过程梯次推进、实训内容分类实施,资源共享、灵活开放地面向高等教育各专业学生。工程训练能够给大学生以工程实践的教育,加强其对工业制造的了解、工业文化的体验,能培养学生实践能力和创新意识。

工程训练实践性教学环节是每个工科专业的必修课,有些院校甚至在非工科专业的培养计划中也设置了一定学时的工程训练。现代意义的大学生工程训练是适应现代科技发展的“大工程”背景下的产物,是与传统金工实习有着质的区别的一种全新模式下的实践锻炼与学科创新教学环节,是全面提高工科学生综合性工程能力,实现“中国制造 2025”战略的迫切要求。

1.1.2 工程训练的目标

大学生工程训练的教与学,应当达成以下目标。

① 通过工程训练,培养学生的工程意识 学生通过接触和了解各种常规和先进的生产工艺方法,建立起对机械制造生产基本过程的感性认识。从而使大学生体验和了解工业文化、形成工程实践观念、培养实践和创新意识。

② 通过工程训练,培养学生的动手能力 通过对各种常规和先进制造工艺方法的操作实践,培养实践动手能力。学生通过直接参加生产劳动实践,操作各种设备,使用各类工具,独立完成简单零件的加工制造过程,培养学生对简单零件的工艺分析能力、主要设备的操作能力和加工作业技能。

③ 通过工程训练,培养学生的职业认同感 例如,石油化工院校通过石油化工产业链实物仿真的实训,使学生了解整个石油化工产业链的基本原理和工艺过程,了解产业链内的主要设备形式、结构和功能,了解产业链的实际生产环节,完成单体设备的简单操作;使学生接受石油化工专业知识的熏陶,提高学生的工程实践能力,建立起作为石化大学一份子的

职业意识和自豪感。

④ 通过工程训练,培养学生的工程实践能力 例如,通过压力容器制造的创新型综合训练,使实训学生掌握机械加工的工艺和制造的全过程。改变原有焊接、铆工等多工种、割裂式的实训方式,代之以具体产品的制造工艺过程为主线,串联起金属焊接与材料成型加工工艺方法。在训练焊接技术及材料成型技术的同时,使学生对压力容器的技术特点及特殊要求有所了解,为一些专业的后续课程打下一定的基础。

⑤ 通过工程训练,培养学生的创新能力 例如,通过机械制造创新型综合训练,启发和培养学生的创新精神和创新意识,锻炼学生的实际动手能力,避免只会纸上谈兵的现象发生。学生通过对题目中的机械构造或零件的分析,在教师的指导下,编制加工工艺规程,并最终制造出实物。能够达到培养学生的加工工艺设计能力、成本控制能力和机器设备的操作能力。为参加各类大学生科技竞赛和将来的实际工作打下基础。

1.2 工程训练的内容

现代意义的工程训练是以机器零件的加工全过程为主线,将现代加工技术融入实践教学,包括工艺设计、设备操作、成本分析、工程管理和资源环境等多方面的综合性实践训练。其主要实训内容有:铸造、压力成型、焊接、热处理、钳工、普通机械加工、数控加工、特种加工、CAD/CAM、逆向工程及3D打印、智能制造、安全供电及电机控制等,也可以根据实际开设一些具有本校职业特色的工程训练内容。

1.3 工程训练中心简介

工程训练中心是高校对学生开展工程训练以及其他专业训练和创新实践活动的重要场所。现对一般工程训练中心具备的实训室及其功能介绍如下。

(1) 车工实训室

车工实训室的主要设备为车床。学生在车工实训室主要进行车工实训。车削加工是指在车床上,利用工件的旋转运动和刀具的直线运动或曲线运动,去除毛坯表面多余金属,从而获得一定形状和尺寸的符合图纸要求的零件的过程。车削是最基本、最常见的切削加工方法,在生产中占有十分重要的地位。

通过车工实训,使学生掌握普通车床的基本操作方法及中等复杂零件的车削加工工艺过程。车工实训室实训的具体要求如下:

- ① 了解普通卧式车床的结构、原理及基本操作方法;
- ② 学会使用顶尖等工具装夹工件的方法;
- ③ 学会外圆车刀、切槽刀等常见车刀的选择与安装方法;
- ④ 掌握外圆面、端面及台阶面的加工方法;
- ⑤ 掌握切槽、切断及倒角的加工方法;
- ⑥ 掌握在车床上打中心孔及钻孔的方法;
- ⑦ 学会游标卡尺等常用车工量具的使用方法。

(2) 铣、刨、磨实训室

铣、刨、磨实训室的主要设备为铣床、刨床和磨床。学生在这里主要进行铣工、刨工、磨工实训。在铣床上用铣刀加工工件的工艺过程叫做铣削。铣削时,铣刀作旋转的主运动,

工件作缓慢的直线进给运动。铣床的加工范围很广，可以加工平面、斜面、垂直面、各种沟槽和成型面，还可以进行分度工作，有时孔的钻、镗加工也可在铣床上进行。在刨床上用刨刀对工件作水平直线往复运动的切削加工方法称为刨削。刨削适应性强通用性好，它能刨削平板类、支架类、箱体类、机座、床身零件的各种表面、沟槽等。在磨床上使用砂轮对工件表面进行切削加工称为磨削，它主要任务是完成对工件最后的精加工和获得较为光洁的表面。

铣、刨、磨工实训室实训的具体要求如下：

- ① 了解卧式铣床的结构、原理及基本操作方法；
- ② 了解牛头刨床的结构、原理及基本操作方法；
- ③ 了解铣刀、刨刀的结构，学会常见铣刀、刨刀的使用与安装方法；
- ④ 掌握平面铣削和平面刨削的加工方法；
- ⑤ 了解矩形槽、V型槽与燕尾槽的铣、刨加工工艺与方法；
- ⑥ 完成锤头料的四面平面加工作业；
- ⑦ 了解常用铣床附件的结构、用途及其使用方法；
- ⑧ 了解外圆磨床和平面磨床的基本结构与操作。

(3) 材料成型实训室

材料成型实训室的主要设备是造型工具、加热炉、空气锤、剪板机、卷板机等。学生在这里主要进行铸造、板料冲压和铆工实训。把加热融化的金属液体浇入铸型，从而获得零件毛坯的加工方法叫做铸造。铸造实训的主要工作是砂型铸造的造型。将钢板在压力机、剪板机、卷板机等的作用下，实现剪切、变形等工作成为压力成型。而完成放样、号料、下料、成型、制作、校正、安装等工作的工种则是铆工。

材料成型实训室实训的具体要求如下：

- ① 认识铸造工具及附具及其使用方法；
- ② 学会简单零件的砂型铸造操作方法；
- ③ 认识压力机、剪板机、卷板机的功能及基本操作方法；
- ④ 练习缓冲罐等实训工件毛坯在剪板机、卷板机上的下料操作；
- ⑤ 了解铆工的常用工具、设备和常见工作；
- ⑥ 练习简单图形的展开图绘制。

(4) 焊工实训室

焊工实训室的主要设备是电焊机、气瓶和其他焊接设备。学生主要进行焊条电弧焊、氩弧焊和气焊的操作训练。焊接是一种连接金属材料的工艺方法。焊接过程的实质是通过加热或加压，借助金属原子的结合与扩散作用使分离的金属材料永久连接起来。

焊工实训室实训具体要求如下：

- ① 了解焊接的概念和分类；
- ② 了解焊条电弧焊的概念、特点和应用；
- ③ 了解焊接电弧的概念、产生条件和特征；
- ④ 了解电焊机的分类及型号的含义；
- ⑤ 了解焊条的分类、型号、组成和作用；
- ⑥ 掌握焊条电弧焊焊接工艺、操作技术及操作要领；
- ⑦ 了解气焊焊接工艺、操作技术及操作要领；
- ⑧ 了解氩弧焊焊接工艺、操作技术及操作要领；

⑨ 学习焊工安全操作规程及注意事项。

(5) 钳工实训室

钳工实训室设备主要有钻床和钳工工作台及各种钳工工具。钳工是手持工具来进行金属切削加工的方法，其基本操作有：划线、錾削、锉削、锯削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹和套螺纹、铆接、校直与弯曲、刮削与研磨等。

钳工实训室实训的具体要求如下：

- ① 了解常用钳工工具的使用方法和钳工基本工艺及操作要领；
- ② 掌握锯割方法以及锯条的种类和选择，了解锯条损坏和折断的原因；
- ③ 掌握划线的概念、划线的基准选择、划线的作用和基本步骤；学会常用划线工具的正确使用方法以及平面划线和简单零件的立体划线方法；
- ④ 掌握锉削的概念、锉刀的种类、规格和用途；学会锉刀的选择及操作，平面和曲面的锉削方法；
- ⑤ 掌握钻孔的基本知识及设备；了解麻花钻的几何形状和各部分的作用以及钻床使用的安全操作规程；学会基本钻孔方法；
- ⑥ 了解丝锥、板牙的构造、规格和用途；学会攻螺纹和套螺纹的操作方法。

(6) 数控加工实训室

数控加工实训室主要有数控车床、数控铣床、数控加工中心等先进制造设备，通过实训使学生能够较好地掌握数控车、数控铣的编程方法和加工过程；了解数控加工中心的刀库、换刀机构等结构及加工特点。

数控加工实训室实训的具体要求如下：

- ① 学会中等复杂零件的数控加工工艺分析；
- ② 学会复合循环指令加工外圆的方法；
- ③ 学会螺纹的车削加工方法；
- ④ 学会两轴铣削加工方法；
- ⑤ 了解加工中心的加工操作。

(7) 特种加工实训室

特种加工实训室完成全校本科各专业数控电火花成型加工、数控电火花线切割加工、激光切割加工、激光内外雕刻加工等先进制造技术的基础工程训练；同时也可作为机械制造设计及自动化等专业的综合训练；也可以作为全校各专业的创新创业训练场地和科研服务的场所。

特种加工实训室实训的具体要求如下：

- ① 了解电火花成型的特点与应用；
- ② 了解电火花线切割的适用范围与加工操作方法；
- ③ 了解激光加工的步骤与方法。

(8) CAD/CAM 实训室

在 CAD/CAM 实训室实训，使学生掌握 AutoCAD、PRO/E、UG 等绘图软件的使用方法，完成中等复杂程度三维造型和机械样图的绘制。还可以作为数控车床和数控铣床编写加工程序及仿真验证提供训练服务。

(9) 逆向工程及快速成型实训室

在该实训室学生通过三维扫描仪对机械零件或实物进行扫描，并使用 3D 打印机直接输

出实物立体模型。该实训室既提供本科生的基础工程训练,又提供机械及近机械等专业的综合工程训练,并作为全校各专业的创新创业训练场地,还可以作为再就业的培训基地和职业技能鉴定的场所。

(10) 热处理实训室

该实训室主要完成全校本科各专业学生的对钢的热处理的认识与操作方法的实训,包括淬火、高低温回火等。使用硬度计检查热处理后钢的硬度变化,以及使用抛光机制作试样观察热处理后金相组织的变化,使用砂轮机对不同牌号的钢进行火花鉴别等。

(11) 智能制造实训室

该实训室让学生亲身体验 FMS 等智能工厂的全新概念。完成智能制造模式的学习、智能设备的操作及演示等。该实训室主要是机械及近机械等专业的综合工程训练,并作为全校各专业的创新创业训练场地。

(12) 供电安全实训室

该实训室让学生了解供电基本常识、典型供电设备的选择、供电线路的连接训练,普及供电安全知识及短路、漏电等现象演示,进一步提高学生对供电安全的防范意识。

(13) 电气控制实训室

在该实训室学生通过给出的电气原理图,对电气控制柜中的各种电器元件通过导线进行适当连接,实现对电机的控制。通过可编程序控制器的编程或变频器的设置实现对电机进行较为复杂的控制或调速控制。

(14) 创新创业制作室

创新实训室是专为大学生创新创业教育和大学生竞赛提供的实训场所。该室提供各种必要的加工设备、焊接设备、电气试验台、电脑、3D 打印机、激光切割机等设备。完全满足大学生创新创业教育和科技竞赛对设备、场地及技术支持的各种需要。

另外,各高校也会针对本校主要面向的职业实际,设置一些特殊的实训室。例如,化工仿真实训室、汽车实训室、环境及水处理实训室、陶艺实训室等。

1.4 工程训练须知

1.4.1 安全第一、警钟长鸣

工程训练是学生接受高等教育阶段进行的第一次直接上手操作的实践教学,实训内容又是具有高度危险性的机械加工操作,因此全体参与实训的师生一定要时刻树立“安全第一”的思想,要做到警钟长鸣。实训安全包括人身安全、设备安全和环境安全,其中最重要的是人身安全。每一个参加工程训练的大学生都要经过包括中心级、实训室级和指导教师级在内的三级安全教育。在每一个实训室实训开始前,要认真研读每个设备和工种的安全操作规程并严格遵守。

1.4.2 工程训练的管理制度

① 实训期间,由指导老师对学生进行考勤并记入实训指导手册。未按规定请假的学生一律记为旷课,按学校相关规定处理。

② 在实训过程中,学生因病不适合参加实训时,经学生所在学院和工程训练中心负责

人认定，可以作病假处理。因病假所缺的实训时数，需要按学校有关规定补足。

③ 严格控制事假。如遇急事需要请事假者，必须提前按规定办理批准手续。因事假所缺的实训时数，需要按学校有关规定补足。

④ 实训学生因文艺演出、体育比赛等活动需要请公假的，需出具二级学院提供的公假单（加盖公章）。因公假所缺的实训时数也要补足。

⑤ 实训学生在实训期间除了上述的病假、事假、公假之外，其它情况一律视为旷课，旷课一天以上者，取消实训资格，成绩以零分计。

⑥ 实训期间不得进行文体活动；如发现实训时玩手机或者看与实训无关的杂志书籍者，指导教师有义务进行批评教育。如学生接受批评，可继续实训；如不接受批评，指导教师有权停止其实训。工程训练中心全范围内严禁吸烟，一经发现实训按零分计。

⑦ 进入实训场地，必须穿好规定的工作服装和鞋，带好防护镜和工作帽。如发现穿裙子、短裤、汗背心、拖鞋、高跟鞋和露长发者进入实训场地，应停止其参加实训。

⑧ 因学生个人原因发生设备事故及人身伤害事故，责任人实训操作成绩以零分计。

⑨ 严格遵守劳动纪律，每人只能在指定的设备或岗位上操作，不得串岗、串位或代人操作，也不得擅自离开实训场所。

⑩ 不得迟到、早退。对迟到、早退者，除批评教育外，在评定实训成绩时要酌情扣分。

⑪ 学生实训期间一般不准会客，如遇特殊情况，十五分钟内可向实训指导教师请假，超过十五分钟按事假处理。

⑫ 凡不做实训报告（任务书）、课堂作业及测验或未按要求完成的，不予评定实训总成绩。故意损坏公物者除照价赔偿外，还有通报学生所在学院。

第2章 工程训练基础知识

2.1 机械工程材料的性能

我们先来研究一下，如图 2-1 所示的汽车都用哪些材料制作的，为什么要选用这些材料呢？

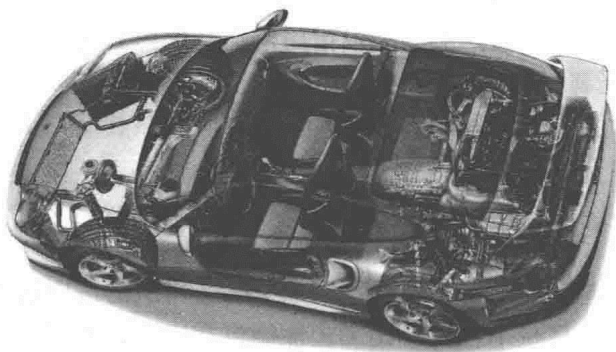


图 2-1 汽车的材料构成

汽车里面首先使用了大量的钢材，因为钢材具有很高的强度，很结实，能承受住各种载荷的作用；汽车里的阀门材料是铜合金，利用了铜合金不易生锈的优点；发动机活塞用铝合金，利用了铝合金低密度的优点；另外轮胎用橡胶制作能减震、风挡玻璃透光性好等。这些都说明了一个问题，那就是在制造零件时，被选择的材料一定是因为它的某些性能满足了该零件的使用要求。

2.1.1 机械工程材料的物理性能

① 密度 指机械工程材料单位体积内物体的质量。不同金属密度不同，密度小于 5g/cm^3 的金属称为轻金属，密度大于 5g/cm^3 的金属称为重金属。材料的密度直接关系到产品重量和效能，如飞机上面的很多零件常采用密度小的铝合金制造，减轻重量，有利于起飞。

② 导热性 指机械工程材料传导热量的性能，通常用热导率来衡量。金属的导热能力以银最好，铜、铝次之。导热性是金属材料的重要性能之一，导热性好的金属，可以用来做传热设备的零部件。制定加热工艺时，要考虑金属的导热性，否则会因为导热性差，导致

开裂。

③ 熔点 指金属或合金从固态向液态转变的温度，纯金属有固定的熔点，合金的熔点取决于化学成分。熔点对于金属材料的冶炼、铸造和焊接等是一个重要的工艺参数。飞机、导弹、航天工程上的耐高温材料，防火安全阀、熔断器（保险丝）等都须考虑材料的熔点。

④ 导电性 指金属材料传导电流的性能，通常用电阻率来衡量。导电材料的导电能力依次为银、铜、铝等。涉及材料导电性的领域有电火花加工、电解加工、电子束加工及制造电线、电缆和玻璃拉丝模等。

⑤ 热膨胀性 指材料随温度的变化而膨胀或收缩的性能，通常用体膨胀系数来表示。对精密仪器而言，热膨胀性是一个重要的指标。此外，在高压线的拉设、桥梁的架设、钢轨的铺设、精密的测量器具等领域，线膨胀系数也是一个重要的参数。

⑥ 磁性 指金属材料在磁场中受到磁化的性能。根据磁化程度不同，金属材料可分为铁磁性材料、顺磁性材料和抗磁性材料三类。涉及材料磁性的领域有手表的加工、磨床的磨削加工等。

2.1.2 机械工程材料的化学性能

① 耐腐蚀性 指机械工程材料在常温下抵抗氧、水蒸气和其它化学介质腐蚀破坏的性能。例如，钢铁生铁锈和铜生铜绿等。在食品、医药和化工等行业，选择金属材料制造相关设备时，应特别考虑材料的耐腐蚀性。

② 抗氧化性 指机械工程材料在加热时抵抗氧化作用的能力。在锻造、电焊和热处理等热加工作业时，氧化比较严重，必须采取措施避免金属的氧化。

③ 化学稳定性 指机械工程材料耐腐蚀性和抗氧化性的总称。金属材料在高温下的化学稳定性称为热稳定性。加工耐热设备、高温锅炉时，热稳定性是必须考虑的一个重要参数。

2.1.3 机械工程材料的工艺性能

机械工程材料的工艺性能是指材料对不同加工工艺方法的适应能力。也可以理解为材料被加工成型的难易程度。机械工程材料的工艺性能包括以下几方面。

① 铸造性能 铸造性能是金属材料及其合金在铸造生产中获得优良铸件的能力。铸造性能包括流动性、收缩性和偏析等。铸造性好的金属充型能力强，易于铸造成形，而且铸件缺陷较少。在金属材料中灰铸铁和青铜的铸造性能较好。

② 锻造性能 锻造性能是金属材料在压力加工时，能改变形状而不产生裂纹的性能。它包括在热态或冷态下能够进行锤锻、轧制和挤压等加工。可锻性的好坏主要与金属材料的化学成分有关。低碳钢的锻造性最好，中碳钢次之，高碳钢则较差。

③ 焊接性能 焊接性能指金属材料对焊接加工适应能力。主要指在一定的焊接工艺条件下，获得优质焊接接头的难易程度。它包括两个方面的内容，一是结合性能，即在一定的焊接工艺条件下，一定的金属形成焊接缺陷的敏感性；二是使用性能，即在一定的焊接工艺条件下，一定的金属焊接接头对使用要求的适应性。

④ 切削加工性能 切削加工性能是指金属材料被刀具切削加工后而成为合格工件的难易程度。切削加工性能好坏常用加工后工件的表面粗糙度、允许的切削速度以及刀具的磨损程度来衡量。通常是用硬度和韧性作为切削加工性能好坏的判断依据。一般讲，金属材料的硬度越高越难切削，如果硬度不高，但韧性大，切削也较困难。但有时由于材料的硬度过低，切削时会产生“粘刀”现象，切削加工性能反倒不好。

2.1.4 机械工程材料的机械性能

机械工程材料的机械性能又称力学性能，是指机械工程材料在外力或载荷作用时所表现出来的性能，是设计零件时我们要考虑的最主要的性能。要想知道某种材料机械性能如何，应当从强度、塑性、硬度、韧性及疲劳强度五个方面加以全面研究。

(1) 强度

金属在静载荷作用下，抵抗塑性变形或断裂的能力称为强度。强度的大小通常用应力来表示。根据载荷作用形式不同，强度可以分为拉伸强度、压缩强度、弯曲强度、剪切强度和扭转强度。一般情况下，多以拉伸强度作为衡量金属强度大小的性能指标。拉伸强度要通过拉伸试验来测定。

① 拉伸试验 按国家标准规定的尺寸制作标准拉伸试样，拉伸试样一般为圆柱形，如图 2-2 所示。图中 d_0 为试样直径，一般取 $d_0=10\text{mm}$ ； l_0 为标距长度。标准试样有长试样 ($l_0=10d_0$) 和短试样 ($l_0=5d_0$) 两种。

在拉伸试验机上缓慢地对试样进行拉伸，使试样承受轴向拉力 F ，并引起试样沿轴向伸长 Δl 直至试样断裂。在实验中同时连续测量拉力和相应的伸长量，根据测得的数据即可得到拉力 F 和相应伸长变形 Δl 的关系曲线，该曲线图称为拉伸曲线图，如图 2-3 所示。

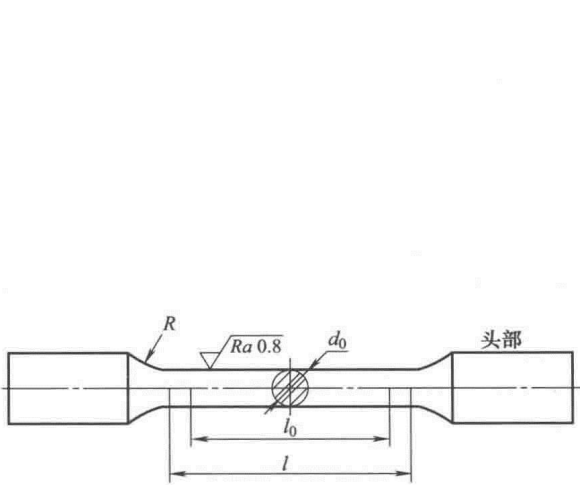


图 2-2 拉伸试样

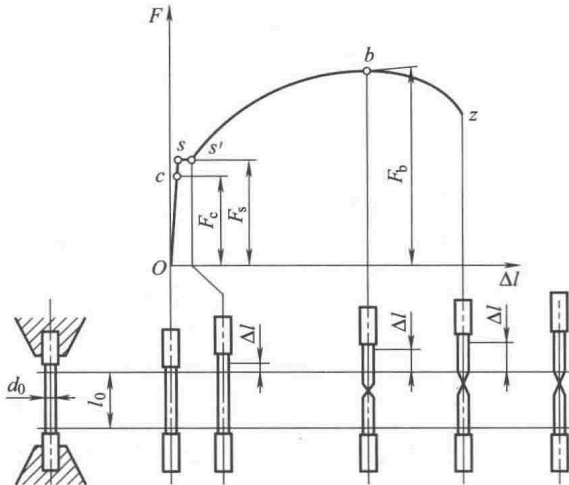


图 2-3 低碳钢的拉伸曲线

通过观察可以发现，低碳钢的拉伸曲线包括以下几个阶段。

Oc 阶段——弹性变形阶段。此时发生的是弹性变形，撤除拉力后，变形可以完全恢复。

cs 阶段——微量塑性变形阶段。此时试样发生了少量塑性变形，但变形还是以弹性变形为主。

ss'阶段——屈服阶段。这种在应力不增加或略有减小的情况下，试样还继续伸长的现象叫做屈服现象。 F_s 为屈服阶段对试样施加的拉力，此时试样内部对应产生的应力为 σ_s 称为屈服点或屈服强度。零件发生塑性变形意味着零件丧失了对尺寸和公差的控制，因此工程上常根据 σ_s 确定材料的许用应力。

s'b 阶段——大量塑性变形阶段。继续增大拉力，试样开始发生明显的塑性变形。随着塑性变形的加大，材料的变形抗力也显著增加，这种现象叫做冷变形强化或冷作硬化。生产上，常利用材料的这一特性来增加材料的承载能力。 F_b 为试样能够承受的最大拉力，其对应的产生的内应力为 σ_b 称为抗拉强度。