



普通高等教育“十二五”规划教材

金工实习

李 鲤 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

普通高等教育“十二五”规划教材

金 工 实 习

李 鲤 主 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是在参考教育部课程指导委员会制订的“普通高等学校机械制工程训练教学基本要求”，总结近年来兰州城市学院模块化金工实习教学改革经验的基础上，结合应用型工程技术人才的实践教学特点编写的；主要介绍金工实习基础知识、焊工、车工、钳工和管工等实训内容。本书取材联系实际，强调金工实习的基础性；重点突出，结构紧凑；图文并茂，通俗易懂，言简意赅，有利于培养学生的实践技能和工程素质。

本书可作为高等工科院校机械类、近机械类专业学生的实习教材，也可作为企业的培训教材和有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习 / 李鲤主编. —北京:中国石化出版社,
2015. 8
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5114-3375-6

I. ①金… II. ①李… III. ①金属加工-实习-高等学校-教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 122374 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 7.5 印张 181 千字
2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷
定价:25.00 元

前 言

金工实习是一门综合性和实践很强的技术基础课。本书是参考教育部课程指导委员会制订的“普通高等学校机械制造工程训练教学基本要求”，总结近年来兰州城市学院模块化金工实习教学改革经验的基础上，由长期在一线从事教学实践的教师编写的。

机械类、近机械类专业数量多，实习学时差异大。本书以培养学生的实践基本技能和工程素养为目标，在教学内容上充分考虑金工实习在工科人才培养方案中的基础性和通用性，“削枝强干”，突出重点，以满足不同专业和层次的教学需要；各章节内容既相对独立，又相互联系，将基础知识与实训内容紧密结合，以实践为主线，图文并茂，主次分明，语言简练，注重实用。

本书由兰州城市学院李鲤、刘善春、李炳锋共同编写，全书由李鲤统稿。具体编写分工如下：李鲤（第1章、第3章），刘善春（第4章、第5章），李炳锋（第2章）。

本书在编写过程中参考了许多专家学者的相关著作和研究成果，兰州城市学院工程训练中心不少教师对本书的编写提供了基本素材，在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平和经验有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

1 金工实习基础	(1)	2.3 CO ₂ 气体保护焊	(38)
1.1 金工实习课程概述	(1)	2.3.1 CO ₂ 焊接基础	(39)
1.1.1 金工实习的目的	(1)	2.3.2 CO ₂ 半自动焊的基本操作	(41)
1.1.2 金工实习的基本要求	(1)	2.4 钨极氩弧焊	(43)
1.2 常用工程材料简介	(2)	2.4.1 TIG 焊基础	(43)
1.2.1 金属材料	(2)	2.4.2 TIG 焊的基本操作	(47)
1.2.2 非金属材料	(7)	3 车工	(49)
1.3 常用量具简介	(8)	3.1 车床	(49)
1.3.1 钢直尺	(8)	3.1.1 车床的型号	(49)
1.3.2 钢卷尺	(8)	3.1.2 车床的组成	(49)
1.3.3 内外卡钳	(9)	3.2 车床的基本操作	(51)
1.3.4 游标卡尺	(9)	3.2.1 工件的安装	(51)
1.3.5 千分尺	(11)	3.2.2 车刀及其安装	(52)
1.3.6 百分表	(13)	3.2.3 切削条件的选择	(54)
1.3.7 塞尺	(13)	3.2.4 滑板刻度盘的使用	(57)
1.3.8 角尺	(14)	3.2.5 粗车、精车和试切	(58)
1.4 零部件技术要求简介	(15)	3.3 基本车削操作	(59)
1.4.1 极限与配合	(15)	3.3.1 车端面	(59)
1.4.2 表面结构	(16)	3.3.2 车外圆	(60)
1.4.3 几何公差	(17)	3.3.3 车台阶	(60)
2 焊工	(19)	3.3.4 切槽与切断	(60)
2.1 气焊与气割	(19)	3.3.5 车圆锥面	(62)
2.1.1 氧-乙炔火焰基础知识	(19)	3.3.6 车孔	(63)
2.1.2 气焊与气割的设备及工具	(20)	3.3.7 车螺纹	(65)
2.1.3 气焊	(22)	3.3.8 车成形面	(67)
2.1.4 气割	(27)	4 钳工	(69)
2.2 手工电弧焊	(29)	4.1 常用设备	(69)
2.2.1 手弧焊基础	(29)	4.1.1 钳台	(69)
2.2.2 手弧焊的基本操作	(33)	4.1.2 台虎钳	(69)
2.2.3 平焊	(35)	4.1.3 钻床	(70)
2.2.4 单面焊双面成形	(36)	4.1.4 砂轮机	(72)
		4.2 划线	(72)

4.2.1	划线分类	(72)	5.1.1	常用术语	(98)
4.2.2	划线工具	(72)	5.1.2	管道分类	(99)
4.2.3	划线方法	(75)	5.2	常用设备	(99)
4.3	基本切削操作	(77)	5.2.1	管子台虎钳	(99)
4.3.1	锯削	(77)	5.2.2	管钳	(100)
4.3.2	锉削	(79)	5.2.3	断管器	(101)
4.3.3	钻削	(84)	5.2.4	管子铰板	(101)
4.3.4	攻丝	(88)	5.3	管工基本操作	(102)
4.4	拆卸与装配	(91)	5.3.1	断管	(102)
4.4.1	拆卸	(92)	5.3.2	套丝	(103)
4.4.2	清洗	(93)	5.3.3	管道螺纹连接	(104)
4.4.3	装配	(94)	5.3.4	管道法兰连接	(105)
5	管工	(98)	5.3.5	塑料管道连接	(108)
5.1	管工基础	(98)	参考文献	(114)	

1 金工实习基础

1.1 金工实习课程概述

金工实习是一门实践性的技术基础课程，是工科各专业学生重要的必修课。实习在工程训练中心或工厂按工种组织实施，教学环节有知识讲解、操作演示、实际操作和综合练习（包括创新训练）等，以实际操作和综合练习为主，学生必须进行独立操作。

1.1.1 金工实习的目的

金工实习的目的是学习工艺知识，增强工程实践能力，提高综合素质，培养创新意识和创新能力。

1. 学习工艺知识

在金工实习中，学生通过自己的亲身实践获取焊接、车工、钳工和管工等工种的基本工艺知识。与一般的理论课程不同，这些知识是具体、生动而实际的，对于学生巩固机械制图的知识及其应用，相关后续课程的学习乃至以后的实际工作，都是十分必要的基础。

2. 增强实践能力

对于工程专业的大学生来说，必须具备较强的实践动手能力，以及运用所掌握的知识 and 技能独立分析和解决工艺技术问题的能力。在金工实习中，学生亲自动手操作各种机器设备，使用各种工具、量具，进行各个工种的操作训练，结合实际开展综合性练习，获得相关基本技能，实践能力得到迅速提升。

3. 提高综合素质

对于多数大学生来说，参加金工实习是第一次参加一线的生产活动，接受社会化生产的熏陶和组织性、纪律性的教育。这对于培养大学生的劳动观念、勤奋创新的工作态度和严谨求实的科学作风，初步建立质量、成本、效益、安全和环保等工程意识，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

创新能力是现代工程技术人才的基本素质。培养学生的创新意识和创新能力，最初启蒙式、潜移默化的影响非常重要。在金工实习中，学生接触到众多机电设备，掌握部分设备的结构、原理和操作方法，体会前人创造的智慧。同时，还要接受有意识安排的一些综合练习和创新练习，以激发学生的创新意识，培养学生的创新能力。

1.1.2 金工实习的基本要求

金工实习在教学场所、教学内容、教学方法、教学手段和教学管理等方面都不同于课堂理论教学，对师生的教学有其自身特有的一些基本要求。

1. 实习安全要求

安全是一切教学活动的前提。大多数学生第一次进入车间，对生产过程和安全方面的常

识了解较少。因此,在金工实习的全过程中,要始终强调安全第一的观念。实习操作前,要进行入厂安全教育,宣传安全生产规则,教育学生遵守劳动纪律。各工种的实习指导教师要讲解实习工种的特点、设备状况和事故预防措施,严格执行安全操作规程。

2. 学习方法要求

金工实习不同于一般理论课程,它没有系统的理论、定理和公式,大都是具体的工艺知识和生产经验,学习对象是具体的生产过程和实习指导教师。因此,学习方法必须进行相应的调整 and 改变,要注意对实习教材的预习和复习,要虚心向实习指导教师请教,善于向实践学习,注重在生产过程中学习工艺知识、掌握基本技能。

3. 基本知识要求

金工实习是理工科学生最重要的实践学习环节。通过金工实习,学生要掌握常用工程材料和相关工艺的基础知识,熟悉机械零件的常用加工方法及其所用设备的结构原理、工卡量具的使用方法,完成相关工种的基本操作。通过独立完成简单零件的加工,巩固和加深工程图学知识,学会对工艺过程的分析,掌握产品质量和效率成本的基础知识。

4. 能力培养要求

加强学生实践动手能力的培养;培养学生发现问题、分析问题、运用所学过的知识和技能解决问题的能力 and 习惯;鼓励并着重培养学生的创新意识和创新能力;结合实习内容,注重培养学生的工程意识、产品意识、质量意识,提高工程综合素质。

1.2 常用工程材料简介

用于制造机械零件、工具和工程构件的材料统称为工程材料。常用的工程材料有金属材料 and 非金属材料。金工实习中,我们遇到的大多是钢铁金属材料,少量涉及到铝、铜及其合金金属材料,以及塑料、橡胶和复合材料等非金属材料。

1.2.1 金属材料

金属是指具有良好的导电和导热性,有一定的强度和塑性,并具有光泽的物质,如钢、铁、铝和铜等。金属材料是指以金属元素或以金属为主的工程材料,包括纯金属和合金。

1. 金属材料的性能

(1) 金属材料的力学性能

金属材料在外力作用下所表现出来的性能称为力学性能。表示金属材料力学性能的指标主要有强度、硬度、塑性和冲击韧度等,可通过金属材料试样的相应试验获得,具体试验方法在工程力学课程中进行介绍。

① 强度 金属材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力称为强度。表示金属强度的指标主要有屈服极限、强度极限和疲劳极限。

屈服极限(σ_s):金属材料试样在拉压过程中,受力不增加时仍继续变形的现象称为屈服,此时的应力值称为该材料的屈服极限。工程上,塑性材料以屈服极限作为显著塑性变形破坏前所能承受的极限应力。

强度极限(σ_b):金属材料试样在拉压断前所能承受的最大应力值称为该材料的强度极限。塑性材料无法测到压缩时的强度极限。工程上,脆性材料以强度极限作为断裂破坏前所能承受的极限应力。

疲劳极限(σ_{-1}):金属材料试样在承受循环应力无限次作用下不断裂的最大应力值称为该材料的疲劳极限。工程上,一般是采用条件疲劳极限,即将达到规定循环基数下的应力值称为疲劳极限,约为抗拉极限的1/2。

② 硬度 金属材料抵抗外物压入其表面的能力称为硬度。常用的硬度指标有布氏硬度(HBW)和洛氏硬度(HRC)两种,布氏硬度用于软材料,洛氏硬度用于硬材料。

③ 塑性 塑性是指金属材料在外力作用下产生不可逆永久变形的能力。工程上,表示材料塑性的指标有断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。断后伸长率是材料试样被拉断后标距的伸长量与原始标距的百分比。断面收缩率是材料试样被拉断后缩颈处横截面的最大缩减量与原始横截面面积的百分比。

断后伸长率和断面收缩率越大,说明材料的塑性越好。工程上,将伸长率 $\delta > 5\%$ 的材料称为塑性材料,如碳钢、黄铜、铝合金等;将伸长率 $\delta < 5\%$ 称为脆性材料,如铸铁、玻璃、陶瓷等。

④ 冲击韧度 金属材料在冲击载荷作用下抵抗断裂的能力称为冲击韧度。冲击韧度用试样在一次冲击载荷作用下拆断时,缺口处单位横截面积所吸收的功来表示,值越大说明材料韧性越好。

(2) 金属材料的工艺性能

加工过程中,工件材料适应加工工艺要求的能力称为工艺性能。材料的工艺性能好,可使加工工艺简单,并容易保证加工质量。金属材料的工艺性能主要包括铸造性能、锻压性能、焊接性能和切削加工性能等。

① 铸造性能 金属材料在一定工艺条件下熔化,获得优质铸件的难易程度称为铸造性能。它表现为熔化状态时的流动性、吸气性和氧化性,铸件显微组织的均匀性、致密性,以及冷缩率等。在常用金属材料中,灰铸铁和青铜的铸造性能最好。

② 锻压性能 金属材料在压力加工时优质成形的难易程度称为锻压性能。它表现为一定温度时塑性的高低,允许热压力加工的温度范围大小,热变形时的流动性、导热性能等。黄铜、铝合金在室温状态下具有良好的锻压性能,碳钢在加热状态下才有良好的锻压性能,铸钢、铸铁和铸铝等几乎不能锻压。

③ 焊接性能 在一定的工艺条件下,金属材料获得优质焊接接头的难易程度称为焊接性能。它可以按不同标准或不同角度来衡量,通常以焊接时形成裂纹的倾向及焊接接头区脆化的倾向作为主要评价指标。低碳钢的焊接性能好,而高碳钢、不锈钢和铸铁的焊接性能比较差。

④ 切削加工性能 金属材料在进行切削加工时的难易程度称为切削加工性能。它通常以刀具耐用度、工件加工后的表面质量、单位面积切削力的大小和断屑的难易程度等来衡量。铸铁、铜合金、铝合金及一般碳钢具有较好的切削性能,而高合金钢的切削加工性能较差。

2. 金属材料的分类及应用

(1) 钢

钢是指以铁为主要元素,含碳量(质量分数 W_c)低于2%以下,并含有其他元素的材料。钢的分类方法很多,主要有按化学成分分类、按质量分类和按用途分类三种。

① 按化学成分分类

碳素钢:钢中不含特意加入的合金元素,其性能主要决定于含碳量的高低。随着含碳量

的增多，钢的强度、硬度提高，塑性和韧性降低。根据含碳的质量分数，碳素钢分为低碳钢 ($W_c \leq 0.25\%$)、中碳钢 ($0.25\% < W_c \leq 0.60\%$) 和高碳钢 ($W_c > 0.60\%$)。

合金钢：为了改善钢的性能，钢中有意地加入了一些合金元素。合金钢中常加入的元素有锰(Mn)、硅(Si)、铬(Cr)、镍(Ni)、钼(Mo)、钒(V)和钛(Ti)等。根据合金元素含量的多少，合金钢分为低合金钢(质量分数 $<5\%$)、中合金钢(质量分数 $5\% \sim 10\%$)和高合金钢(质量分数 $>10\%$)。

② 按钢的质量分类

以钢中有害元素硫 S、磷 P 的含量 (W_s 、 W_p) 大小来划分。

普通质量钢： $W_s \leq 0.050\%$ 、 $W_p \leq 0.045\%$ 。

优质钢： $W_s \leq 0.035\%$ 、 $W_p \leq 0.030\%$ 。

高级优质钢： $W_s \leq 0.025\%$ 、 $W_p \leq 0.020\%$ 。

③ 按钢的用途分类

结构钢：具有较高的强度和塑性，主要用于制造工程构件和机器零件，大都是低碳钢、中碳钢或合金钢，属普通质量钢或优质钢。常用的结构钢有 Q215、Q235、Q255、Q275、20、45、65、15Cr、40Cr、15Mn、45Mn 等。

工具钢：具有高硬度、高强度的力学性能，主要用于制造各种刀具、工具、量具和模具等，大都是高碳钢或合金钢，属优质钢或高级优质钢。常用的工具钢有 T7、T8、T10、9SiCr、C12MoV、5CrNiMo、W18Cr4V 等。

特殊性能钢：具有特殊的物理、化学性能和使用性能，主要用于制作适合特殊环境和条件下工作的机器零件，大都是合金钢，属优质钢或高级优质钢。常用的特殊性能钢有 1Cr13、1Cr17、3Cr13Mo、1Cr18Ni9 等。

(2) 铸铁

铸铁是含碳质量分数大于 2.11% 的铁碳合金。按碳在铸铁中存在的形式和石墨形态的不同，铸铁可分为灰铸铁、白口铸铁、球墨铸铁和可锻铸铁等。工程中应用最广泛的铸铁是灰铸铁。

灰铸铁中的碳主要以片状石墨形态存在，断口呈灰色。灰铸铁的抗拉强度低，材料的塑性、韧性很差，对缺口的敏感性低，但耐磨和减震性能好，具有良好的切削加工性能。由于其流动性好，收缩性小，因而其铸造性能很好。由于材料的塑性、韧性很低，因此不能进行锻造。同时，灰铸铁的焊接性能和热处理性能也比较差。

灰铸铁的牌号以符号“HT+数字”表示。“HT”为灰铁汉语拼音的首字母，其后的数字表示最低的抗拉强度。常用的灰铸铁有 HT100、HT150、HT200、HT250 和 HT300 等。HT100 用于制造小负荷不重要件，HT150 用于制造中等负荷不重要件，HT200 用于制造中等负荷重要件，HT250 用于制造床身、齿轮箱、机体、阀体、液压缸、凸轮和衬套等，HT300 用于制造齿轮、凸轮、剪床、重型机床身和液压件等。

(3) 铝、铜及其合金

① 铝及铝合金 纯铝呈银白色，密度小，塑性好，具有良好的导电和导热性，耐腐蚀，耐低温，主要用于制作导线、电缆、日用器皿和低温装置等。由于纯铝的强度很低，不宜作结构材料。

工业上，常在纯铝中加入铜、镁、锰、锌、硅等合金元素而制成铝合金。铝合金在保持纯铝质轻、耐腐蚀等优点的同时还具有较高的强度。铝合金按加工方法可分为形变铝合金和

铸造铝合金。在形变铝合金中，防锈铝为铝、锰系或铝、镁系合金，具有优良的抗蚀性，主要用于防腐性能和强度要求都比较高的行业，如船舶、油箱、油管 and 地铁制造等；硬铝中铜是主要合金元素，其强度好，可作轻型结构材料，制作铆钉、螺旋桨叶片等；超硬铝为铝、锌、铜、镁系合金，其的强度相当于超强度钢，主要用于制造飞机上受力较大的结构件，如大梁、蒙皮等；锻铝为铝、镁、硅、铜系和铝、镁、硅合金，热加工性能好，并形成强化相，可加工成形状复杂的铸件，主要用于制造飞机结构件，如叶片、发动机活塞等。在铸造铝合金中，铝硅系合金具有良好的铸造和耐磨性能，且热胀系数小，广泛用于制造壳体、箱体、框架等结构件和活塞部件；铝铜合金耐热和铸造性能好，耐蚀性能差，主要用于制造承受大载荷和形状不复杂的砂型铸件；铝镁合金密度小，强度高，对大气和海水的搞蚀性能好，力学和切削加工能好，主要用于飞机、船舶件的制造，也可作装饰材料；铝锌合金强度高，价格便宜，可用于制造车辆和仪器零件。

② 铜及铜合金 纯铜因其颜色紫红又称紫铜，具有良好的导电、导热性能，极坚韧、耐磨损，延展性好，广泛用于制作电器元件、仪器仪表、轴承、容器、泵阀、管道、热交换器、装饰器件、枪炮及其零件等。由于铜的价格昂贵，一般不用作结构零件。

工业上，常以纯铜为基体加入一种或几种其他元素而制成铜合金。铜合金中最常见的是黄铜、白铜和青铜。黄铜呈淡黄色，以锌为主要添加元素，强度高，耐磨性和耐海水腐蚀性好。普通黄铜用于制造水管、油管和散热器等，特殊黄铜用于制造船舶、化工的耐蚀零件和轴瓦、垫圈等耐磨零件。白铜是以镍为主要添加元素，分为结构白铜和电工白铜两大类。结构白铜的机械性能和耐蚀性好，色泽美观，广泛用于制造精密机械、化工机械和船舶构件；电工白铜具有良好的热电性能，是制造精密电工仪器、变阻器、精密电阻、应变片和热电偶等的材料。青铜是指除黄铜、白铜以外的铜合金，具有极高的耐磨性，主要用于制造耐磨件、耐蚀和抗磁类零件，如轴套、齿轮、蜗轮和弹簧等。

3. 钢的热处理

钢的热处理是通过钢在固态下加热、保温和冷却，改变其内部组织结构，从而获得所需性能的一种热加工工艺。热处理能改善材料的性能，发挥材料的潜力，延长零件的使用寿命，提高经济效益。因此，许多重要零件都要进行热处理。

根据工件热处理所处加工工序的位置，热处理可分为预备热处理和最终热处理。预备热处理是工件加工过程中的一个中间工序，为改善工件加工的工艺性能，为下一道加工工序作准备。最终热处理是使工件性能达到规定技术指标的最终工序，为发挥钢材的性能潜力，保证产品质量。

根据工件热处理的目的是和工艺方法的不同，热处理分为普通热处理、表面热处理和其他热处理。普通热处理包括退火、正火、淬火和回火等工艺，表面热处理包括表面淬火(感应加热淬火、火焰加热淬火)和化学热处理(渗碳、渗氮等)等工艺，其他热处理包括形变热处理、超细化热处理和真空热处理等工艺。根据金工实习情况，我们只简要介绍普通热处理和表面热处理工艺。

(1) 退火与正火

退火是将工件加热到一定的预定温度后保温，然后随加热炉缓慢冷却的热处理工艺。退火可降低材料的硬度，改善切削加工性能；改善材料组织，提高力学性能；消除材料内应力，防止产生变形与裂纹，为后续热处理工艺作为准备。

正火是将工件加热到适当温度后保温，然后出炉在空气中冷却的热处理工艺。

正火与退火相似，区别在于正火的加热温度较高，冷却速度较快。因此，正火后获得的材料组织比退火的更细，同样钢材的强度、硬度更高。但在消除内应力方面，正火不如退火彻底。由于正火时工件是在炉外冷却，冷却速度快，又不占用设备。因此，生产效率比退火高，生产成本较低。

生产中，通常低碳钢、中碳钢用正火方法改善材料的切削加工性能，而高碳结构钢、工具钢和中碳合金钢用退火方法改善材料的切削加工性能。对于重要的零件，正火可作为淬火前的预备热处理；对于普通的碳钢零件，正火常作为最终热处理。

(2) 淬火与回火

淬火是将工件加热到临界温度以上，经过一段时间保温后，在冷却介质中快速冷却的热处理工艺。淬火可大大提高材料的强度、硬度和耐磨性，但材料的脆性增强，工件的内应力会增大。

淬火的冷却介质有水和油。水便宜且冷却能力强，水中溶入少量盐其冷却能力可得到提升。水或盐水介质适用于一般碳钢零件的淬火。油的冷却能力较低，但可以减少工件产生裂纹和变形的可能性，适合于合金钢的淬火。

淬火后，工件具有很大的内应力，材料组织也不稳定，为了稳定材料的组织和工件的尺寸，降低材料的脆性，减小内应力，并获得所需要的性能，工件淬火后必须及时回火。

回火是将淬火工件重新加热到临界温度下的适当温度，保温一段时间后再冷却的热处理工艺。

钢回火后的性能主要取决于回火时的加热温度。根据加热温度的不同，回火分为低温回火、中温回火和高温回火三种。低温回火的加热温度为 150~250℃，目的是保持钢在淬火后的高硬度和高耐磨性，降低脆性和内应力，适用于工具、量具、滚动轴承等零件的热处理。中温回火的加热温度为 350~500℃，目的是获得较高的弹性和屈服极限，主要用于弹簧和热锻磨的热处理。高温回火的加热温度为 500~650℃，目的是获得强度、硬度和韧性都较好的综合性能，适用于齿轮、轴、连杆等重要结构零件的热处理。在生产上，淬火加高温回火又被称为“调质处理”。

(3) 表面淬火

表面淬火是迅速将工件表面加热到淬火所需要的加热温度，在热量还来不及传递到工件中心时，就快速冷却下来的热处理工艺。表面淬火可以使工件的表层获得高硬度和高耐磨性，而芯部保持原来的强度和韧性。

表面淬火适用于中碳钢和中碳低合金钢，主要用于承受冲击载荷，而表面要求耐磨的零件的热处理。通常，工件在表面淬火前要进行正火或调质处理，表面淬火后要进行低温回火处理。

常用的表面淬火加热方式有感应加热和火焰加热。感应加热设备复杂，适合于大批量生产，应用广泛。火焰加热方法简单，但淬火质量较差。

(4) 化学热处理

化学热处理是把工件放置于活性化学介质中，经过加热、保温，使介质中的元素渗入工件表层，从而改变表层成分、组织和性能的热处理工艺。根据渗入元素的不同，常用的化学热处理有渗碳、渗氮等。经渗碳、渗氮处理后，工件表层可获得比表面淬火加回火更高的硬度、更好的耐磨性和更高的疲劳极限。

1.2.2 非金属材料

非金属材料泛指除金属材料以外的其他一切材料。非金属材料的原料来源广泛，自然资源丰富，具有金属材料所没有的一些特殊性能，是工程材料中不可或缺的重要组成部分。在机械工程中，常用的非金属材料主要包括高分子材料、陶瓷材料和复合材料。对于金工实习，只介绍高分子材料。

高分子材料是指以高分子化合物为主要成分的材料。机械工程中使用的高分子材料主要是人工合成有机高分子聚合物，例如塑料、合成橡胶、合成纤维、涂料和胶接剂等。这里只简要介绍塑料和合成橡胶。

(1) 塑料

塑料是以合成树脂为主要原料，其中加入一些改善使用性能和工艺性能的添加剂而制成的高分子材料。塑料具有密度小、比强度高、化学稳定性好、摩擦阻力小、耐磨性好、电绝缘性能好、吸振性好、成型工艺性好和消声等优点，但存在强度低、耐热性能差以及易老化等缺点。

在日常生活和工程中，应用较广泛的塑料主要有以下几种：

聚乙烯(PE)：分为高压聚乙烯和低压聚乙烯三种。高压聚乙烯化学稳定性、绝缘性、柔软性、透明性和耐冲击性好，可制成薄膜、软管、瓶等。低压聚乙烯质地硬，绝缘性、耐腐蚀性和耐磨性好，无毒。可制成化工管道、电线、齿轮、轴和生活用杯、瓶等。

聚氯乙烯(PVC)：分为硬质和软质两种。硬质聚氯乙烯强度高、绝缘性和耐腐蚀性好，但耐热性差，在 $-15\sim 60^{\circ}\text{C}$ 范围内使用，可制成输油管、容器、离心泵和阀门管件等。软质聚氯乙烯伸长率大、绝缘性好，在 $-15\sim 60^{\circ}\text{C}$ 范围内使用。可用于制作绝缘包皮、农用薄膜和工业包装等。

聚丙烯(PP)：密度小，强度、硬度、刚性和耐热性均比聚氯乙烯好，绝缘性好，无毒无味，可在 120°C 以下长期工作，但低温脆性大，不耐磨，易老化。可用于制成一般机器零件、绝缘体、电器壳体、生活用具和医疗器械等。

丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)：综合力学性能较好，绝缘性、耐水性、耐油性、耐磨性好，加工性能好，但长期使用易起皮。广泛用于制作齿轮、叶片、轴承、管道、接头、把手、汽车配件及电器壳体等。

聚酰胺(PA)：俗称尼龙。强度、韧性、耐蚀性、耐磨性、吸振性、自润滑性和加工成型性好，摩擦系数小，无毒无味，在 100°C 以下使用蠕变值大、发热性差、吸水性高。可用于制成齿轮、轴承、机床导轨、螺母和高压耐油密封圈等。

聚甲醛(POM)。耐磨性、绝缘性、着色性、减摩性好，但低温脆性大，不耐磨，易老化，在 $-40\sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围内长期使用易分解、成型收缩率大。可用于制作齿轮、轴承、仪器壳体 and 化工容器等，可替代尼龙和有色金属。

(2) 橡胶

橡胶是以生胶为主要原料，加入适量配合剂而制成的高分子材料。橡胶具有弹性大，吸振能力强，可挠性、耐磨性、可塑性和电绝缘性好等优点，但存在易老化、耐热性和热稳定性差、耐油和耐溶剂性能差、耐碱不耐强酸等缺点。

常用的合成橡胶主要有以下几种：

苯橡胶(SBR)：质地均匀，耐磨性、耐热性和耐老化超过天然橡胶，但弹性较低，抗屈

挠、抗撕裂和加工性能差，使用温度范围 $-60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。可制作轮胎、胶管、胶带、绝缘护套等，特别适用于制造机器支座、减震器及膜压制品等。

丁腈橡胶(NBR)：耐汽油和脂肪烃油类的性能特别好，黏结力强，耐磨性、耐热性和耐水性好，但弹性低，耐酸、耐寒和耐臭氧性能差，电绝缘不好，使用温度范围 $-30\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。主要用于制作各种耐油制品，如胶管、密封制品等。

氯丁橡胶(CR)：耐臭氧性能优良，不易燃，耐油、耐酸碱、耐溶剂及气密性好，但耐寒性、电绝缘性差，加工时易焦烧及粘模，比重大，成本高，使用温度范围 $-45\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。主要用于制作各种防护套、胶管、胶带、密封圈以及各种模压制品等。

聚氨酯橡胶(UR)：耐磨性非常好，强度高，弹性、耐油性、耐老化、耐臭氧及气密性好，但耐温、耐水、耐碱及耐溶剂性较差。使用温度范围 $-30\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。适于制作轮胎、垫圈、防震制品，以及耐磨、高强度和耐油的橡胶制品。

硅橡胶(Q)：既耐高温又耐低温，电绝缘性优良，对热氧化和臭氧的稳定性很高，化学惰性大，无毒无味，但机械强度低，耐油、耐酸碱及耐溶剂性较差，较难硫化，价格贵，使用温度范围 $-60\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。主要用于制作耐高低温制品，耐高温电线电缆绝缘层，并用于食品及医疗行业。

1.3 常用量具简介

为保证产品的加工质量，必须对加工零件按照图样所要求的尺寸、形状和位置关系进行严格检测。检测所使用的工具叫量具。常用量具主要有钢直尺、钢卷尺、游标卡尺、千分尺、百分表、卡钳、厚薄规和万能角度尺等。

1.3.1 钢直尺

钢直尺如图 1-1 所示。它是实习和生产中最常用的测量工具，用不锈钢片制成，有 150mm、300mm、500mm、1000mm 等多种规格。

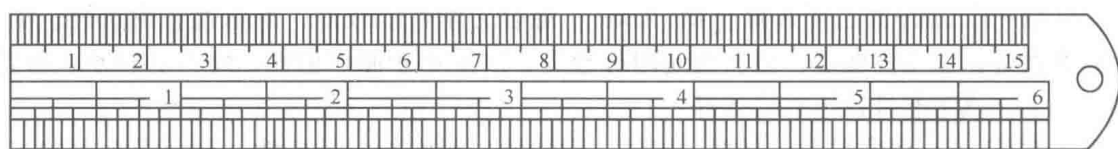


图 1-1 150mm 钢直尺

钢直尺常用来量取尺寸和测量工件，也可作为划直线的导向工具。钢直尺的测量结果不太准确，是由于其刻线间距为 1mm，而刻线本身的宽度就有 0.1~0.2mm，所以测量时读数误差比较大，只能读出毫米数，而比 1mm 小的数值，只能估计而得。由于钢直尺无法正好放在零件直径的正确位置，测量零件直径尺寸时，需要钢直尺和卡钳配合使用。

1.3.2 钢卷尺

在实习和生产中，要测量较长工件的尺寸或距离，就需要用到钢卷尺。按长度不同，钢卷尺有小钢卷和大钢卷尺两种。小钢卷尺携带和使用方便，主要由尺带、盘式弹簧和卷尺外壳三部分组成，如图 1-2 所示。当拉出刻度尺时，盘式弹簧被卷紧，产生回卷的力；当松开时，刻度尺就被盘式弹簧的拉力拉回。卷尺长度有 2m、3m、5m、……、20m、30m、50m 等多种。

测量时，钢卷尺零刻度对准测量起始点，施以适当拉力，直接读取测量终止点所对应的尺上刻度。在无法直接使用钢卷尺的部位，可以用钢直尺或直角尺，使零刻度对准测量点，尺身与测量方向一致，用钢卷尺量取到钢直尺或直角尺上某一整刻度的距离，余长用读数法量出。

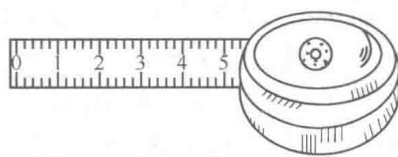


图 1-2 小钢卷尺

1.3.3 内外卡钳

内卡钳是用来测量内径和凹槽的，外卡钳是用来测量外径和平面的，如图 1-3 所示。内外卡钳是最简单的比较量具，本身没有刻度，常与钢直尺或其他刻线量具配合使用。

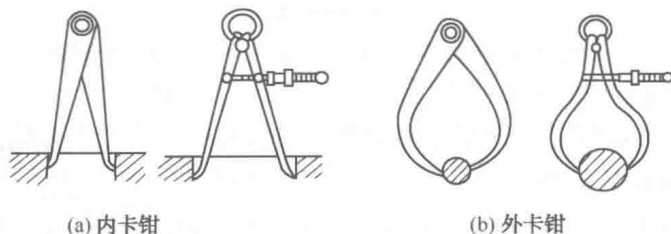


图 1-3 卡钳

图 1-4 所示为用内卡钳测量工件的内部尺寸(孔径)的方法。图 1-5 所示为用外卡钳测量工件的外部尺寸(轴径)的方法。

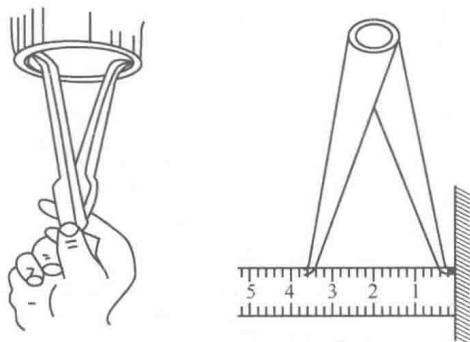


图 1-4 内卡钳的使用

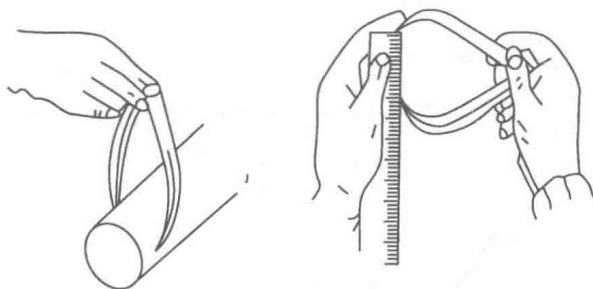


图 1-5 外卡钳的使用

用内卡钳测量内径时，钳脚的两个测量面应是内孔直径的两端点。因此，测量时应将一个钳脚的测量面停在孔壁上作为支点，另一个钳脚由孔口略往里逐渐向外试探，并沿孔壁圆周方向摆动，当摆动的距离最小时，则表示卡钳脚的两个测量面正处于内孔直径的两个端点上。

用外卡钳测量外径时，要使卡钳脚两个测量面的连线垂直零件的轴线，比较外卡钳与零件外圆接触的松紧程度，以卡钳的自重能刚好滑下为合适。

1.3.4 游标卡尺

游标卡尺是一种准确度较高的常用量具，具有结构简单、使用方便的特点，可直接测出工件的外径、内径、长度、深度和孔距等。游标卡尺的准确度有 0.1mm、0.02mm 和 0.05mm 三种。

游标卡尺的种类很多，常用的有普通游标卡尺、深度游标卡尺和高度游标卡尺等。

1. 普通游标卡尺

图 1-6 所示为一普通游标卡尺。尺身刻度线间距为 1mm，其刻度全长即为游标卡尺的规格。游标上的刻度间距随测量准确度而定。

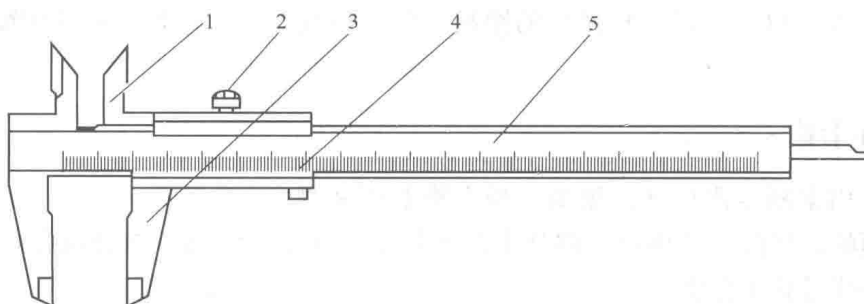


图 1-6 游标卡尺

1—上量爪；2—紧固螺钉；3—活动卡脚；4—游标；5—尺身

游标卡尺测量读数方法如图 1-7 所示，包括以下三个步骤：

- ① 从尺身上读出整数部分，即游标零刻度线左侧尺身上的最大整数值 A (单位 mm)；
- ② 找出游标上的第 N 条刻度线与主尺上的某条刻度线对齐，然后根据游标尺的种类确定每分度的值 u (10 分度尺为 0.1mm，20 分度尺为 0.05mm，50 分度尺为 0.02mm)，算出游标上计出的值 $B=N \times u$ (mm)；
- ③ 求出最后结果： $X=A+B$ (mm)。

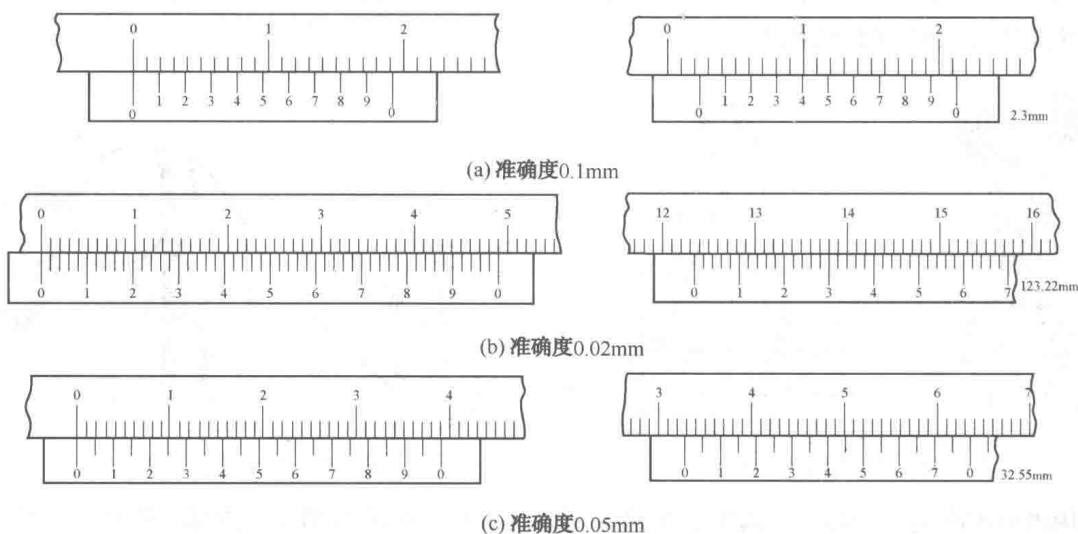


图 1-7 游标卡尺测量读数方法举例

在图 1-7(a)中，游标零线在 2mm 与 3mm 之间，整数部分是 2mm；游标上的第 3 根刻线与主尺刻线对准，小数部分为 $3 \times 0.1 = 0.3$ (mm)。所以，被测尺寸即为 $2 + 0.3 = 2.3$ (mm)。

在图 1-7(b)中，游标零线在 123mm 与 124mm 之间，整数部分为 123mm；游标上的第 11 根刻线与主尺刻线对准，小数部分为 $11 \times 0.02 = 0.22$ (mm)。所以，被测尺寸为 $123 + 0.22 = 123.22$ (mm)。

在图 1-7(c)中，游标零线在 32mm 与 33mm 之间，整数部分为 32mm；游标上的第 11 格刻线与主尺刻线对准，小数部分为 $11 \times 0.05 = 0.55$ (mm)。所以，被测尺寸为 $32 + 0.55 = 32.55$ (mm)。

游标卡尺可用来测量工件的外径、内径、长度，如图 1-8 所示。

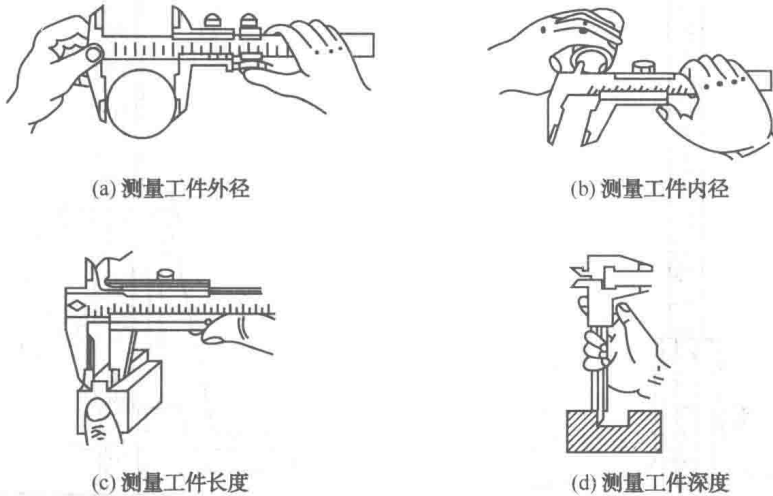


图 1-8 游标卡尺的应用

作为一种比较精密的量具，游标卡尺在使用时应注意以下事项：

- ① 测量前应将卡尺擦干净，量爪贴合后游标和主尺零线应对齐；
- ② 测量时，所用的测力以两量爪刚好接触零件表面为宜，应防止卡尺歪斜；
- ③ 在游标上读数时，应免视线误差。

2. 其他游标卡尺

深度游标卡尺用于测量零件台阶的高低及槽的深度。如图 1-9 所示，卡尺尺框的两个量爪连成一起成为一个带游标的测量基座，基座的端面和尺身的端面就是它的两个测量面。测量时，先把基座轻轻压在工件的基准面上，两个端面必须接触工件的基准面。

高度游标卡尺用于测量零件的高度和精密划线。如图 1-10 所示，卡尺用质量较大的基座代替固定量爪，而动的尺框则通过横臂装有测量高度和划线用的量爪。测量工作应在平台上进行，当量爪的测量面与基座的底平面位于同一平面时，主尺与游标的零线相互对准。所以，在测量高度时，量爪测量面的高度，就是被测量零件的高度尺寸。

深度游标卡尺、高度游标卡尺的读数方法和游标卡尺一样。

以上所介绍的几种游标卡尺都存在一个共同的问题，就是读数不很清晰，容易读错。随着科学技术的进步，更为方便的电子数显游标卡尺在实际中已得到广泛使用。电子数显游标卡尺在测量时，尺寸直接数字的方式显示出来，使用极为方便。

1.3.5 千分尺

千分尺是一种测量准确度比游标卡尺更高的量具，可测量工件的外径和厚度，其测量准确度为 0.01mm 。千分尺种类很多，按用途可分外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺等。各种千分尺的结构大同小异，外径千分尺如图 1-11 所示。

用千分尺测量零件的尺寸时，被测零件置于固定测砧和测微螺杆的测量面之间，两测量面之间的距离就是零件的测量尺寸。当我们用手旋转棘轮时，就带动测微螺杆和微分筒一起旋转，并沿着精密螺纹的轴向移动，使两测量面之间的距离发生变化。