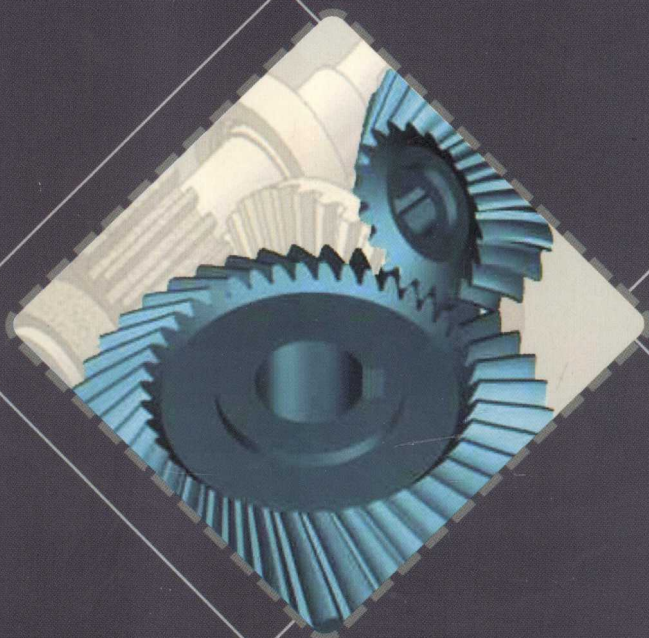


高等院校规划教材

金工实习

主 编 刘军明 刘 琛



煤炭工业出版社

013024525

TG-43
49

高等院校规划教材

金 工 实 习

主 编 刘军明 刘 琛
副主编 王彩红 刘少海



TG-43
49

煤炭工业出版社

· 北 京 ·



北航

C1631900

图书在版编目 (CIP) 数据

金工实习/刘军明, 刘琛主编. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2012

高等院校规划教材

ISBN 978-7-5020-4162-5

I. ①金… II. ①刘… ②刘… 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 (2012) 第 313481 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 14¹/₂

字数 338 千字 印数 1—2 000

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

社内编号 6985 定价 37.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

前 言

金工实习是高等工科院校教学中的一门重要的实践性的技术基础课。它将为学习工程材料、机械制造基础以及其他相关的专业技术课和今后从事生产实际工作打下重要的基础。为此,各高等工科院校都普遍重视金工实习这门课程。

近几年来,社会各界对工科院校在校大学生的工程实践能力和创新能力方面有了新的认识和要求。作为工科院校的一门重要的实践性技术基础课,金工实习要与时俱进,不断适应科学技术的发展和社会进步的需要,为培养具有高素质同时掌握先进制造技术的应用型人才服务。学生通过金工实习;不仅要获得一定的实践知识,而且应学到相应的理论知识,在实习的过程中受到工程意识的熏陶。

本实习教材依据高等工科院校的培养目标及对应用型人才的基本要求,面向工程类专业的金属工艺学教学实习,结合当前金工实习的实际需要编写。目的是增强学生的工程意识,培养学生的创新能力和实践动手能力,加强学生对金属工艺的感性认识,同时为学生学习后续相关课程打下良好基础。

本教材主要特点是以操作技能训练为重点,按工种设章节。各章后列有少量复习思考题,供指导教师选用,同时用于引导学生认真阅读实习教材,掌握教学重点,巩固和加深实习中学到的知识。

本教材适合于机械类和近机类专业使用。对于非机类各专业,由于实习时间较短,可按教学要求取舍,学生可阅读此教材以扩大知识面。本教材在编写过程中,对实习内容作了一定幅度的更新和充实,特别增加了各工种的实习安全注意事项和代表先进制造技术的数控技术的内容,力求取材新颖,联系实际,结构紧凑,文字简练;做到基本概念清晰,重点突出,有利于提高学生的工程素质和工程实践能力的培养,旨在推动高等工科院校金工实习的深化改革,将金工实习真正建设成为高水平的实践性技术基础课。

本书由长期从事金工教学和指导金工实习教学的教师编写,参加本教材编写的有刘军明(第十二章)、刘琛(第一、二、三、四、五章)、王彩红(第六、七、八、九章)、刘少海(第十、十三章)、孙志海(第十四章),

全书由刘军明统稿，徐卫红教授主审。在本教材的编写、定稿过程中，徐卫红教授给予了大力支持和热忱帮助，并为本书的出版做了大量工作，特此致谢！

编 者

2012 年 12 月

目 次

绪论	1
第一章 金工实习基本知识	4
第一节 金属材料	4
第二节 常用量具	7
第三节 零件加工技术要求	15
复习思考题	18
第二章 铸造	19
第一节 概述	19
第二节 造型材料与工艺装备	20
第三节 手工造型方法及基本工艺	24
第四节 常用铸造合金的熔炼与浇注	38
第五节 铸件的落砂、清理及缺陷分析	43
复习思考题	46
第三章 锻压	47
第一节 概述	47
第二节 锻造生产过程	48
第三节 自由锻	52
第四节 模锻	61
第五节 板料冲压	62
第六节 锻压件的缺陷分析	67
复习思考题	69
第四章 焊接与气割	70
第一节 概述	70
第二节 手工电弧焊	71
第三节 气焊与气割	76
第四节 其他焊接方法	80
复习思考题	84

第五章 钢的热处理	85
第一节 概述	85
第二节 热处理工艺方法及设备	85
第三节 热处理常见缺陷及防止措施	89
复习思考题	90
第六章 车削加工	91
第一节 车削加工概述	91
第二节 卧式车床结构及其操作	92
第三节 车刀及其刃磨	96
第四节 车削加工基本工艺	99
第五节 轴类零件的车削	113
第六节 盘套类零件的车削	116
复习思考题	118
第七章 铣削加工	119
第一节 铣床及铣刀	119
第二节 铣床附件及工件安装	124
第三节 铣削用量	127
第四节 铣削加工工艺	129
复习思考题	135
第八章 刨削加工	136
第一节 刨削加工特点和刨削切削用量	136
第二节 刨床及其操作	138
第三节 刨刀及其安装	142
第四节 工件的安装	143
第五节 刨削加工基本工艺	144
第六节 插削和拉削	146
复习思考题	149
第九章 磨削加工	150
第一节 磨削加工特点和磨削运动	150
第二节 磨床结构及磨削加工	152
第三节 砂轮选择及其安装	155
第四节 磨削工件的装夹	158
第五节 磨削加工基本工艺	159
复习思考题	163

第十章 其他加工方法	164
第一节 镗削.....	164
第二节 齿形加工.....	166
复习思考题.....	174
第十一章 数控加工	175
第一节 数控加工概述.....	175
第二节 数控加工的编程规则.....	180
第三节 数控车床及其基本操作.....	182
复习思考题.....	185
第十二章 钳工	186
第一节 钳工的种类、特点、使用范围.....	186
第二节 划线.....	187
第三节 钳工基本操作技术.....	194
复习思考题.....	209
第十三章 机械拆装	211
第一节 机械拆装概述.....	211
第二节 典型零件的装配方法.....	213
第三节 典型零件的拆卸方法.....	220
复习思考题.....	221
参考文献	222

绪 论

一、金工实习的性质和任务

金工实习是学生学习机械制造系列课程必不可少的必修课。通过基本知识学习和基本操作技能训练,可以使学生获得机械加工的基本知识,了解基本工艺方法,具备较强的动手能力,为后续课程的学习打下良好的基础。

金工实习是专业学习过程中一项重要的实践性教学环节,学生在金工实习过程中,通过独立的实践操作,将有关金属材料加工的基本理论、基本知识、基本方法与实践有机地结合在一起,有目的地进行工程实践训练,并不断提高学生的综合职业能力。

金工实习的主要任务是让学生接触和了解工厂生产实践,加深其对所学专业的理解,培养学习兴趣。通过实习,培养学生理论联系实际、一丝不苟的工作作风,使学生的综合素质不断得到提高。通过本课程的学习和操作训练,使学生掌握本专业一般工种的操作技能,能够正确地使用该工种所需的一般设备、常用附件和刀具、量具,能根据零件图样和工艺文件加工简单零件。

二、金工实习的主要内容

1. 机械制造过程

机械制造的宏观过程是:首先根据市场需求设计图纸,再根据图纸制定工艺文件和进行工艺准备,然后进行产品制造,最后是市场营销。完成以上过程后,将各个阶段的信息反馈回来,使产品不断完善。其具体过程首先是将原材料用铸造、锻造、焊接等方法制成零件的毛坯(或半成品、成品),再经过切削加工、特种加工等制成零件,最后将零件装配成合格的产品。现将机械制造过程中的主要工艺方法介绍如下:

(1) 铸造。将液态金属浇注到与零件形状、尺寸相适应的铸型型腔中,待其冷却凝固后获得毛坯或零件的加工方法。铸造的主要优点是适应性强,可以生产形状复杂,特别是具有复杂内腔的毛坯或零件,而且成本低。各种机械的机体、机座、机架、箱体和工作台等大多采用铸件。

(2) 锻造。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而获得锻件毛坯的加工方法。锻件的组织比铸件致密,力学性能高,但锻件的形状复杂程度远不如铸件,锻造的材料利用率也较低。各种机械中的传动零件和承受重载及复杂载荷的零件,如主轴、传动轴、齿轮、叶轮和叶片等大都采用锻件。

(3) 冲压。通过装在压力机上的模具对板料施压,使之产生塑性变形或分离,从而获得一定形状、尺寸和性能的零件或制品的加工方法。冲压通常在常温下进行。冲压件具有重量轻、刚度好、尺寸精度高、操作简便、生产效率高等优点。各种机械和仪器、仪表中的薄板成型件及日用品中的金属制品,绝大多数是冲压件。

(4) 焊接。一种永久性连接金属材料的工艺方法。焊接过程的实质是利用加热或加

压等手段,使用或不使用填充材料,借助金属原子的结合与扩散作用,使分离的金属材料牢固地连接起来。焊接具有连接性能好、省工、省料、成本低、重量小、工艺简单、焊缝密封性好等优点。焊接主要用于制造金属结构件,如压力容器、船舶、桥梁、管道等;也可制造零件毛坯,如机座和箱体等。

(5) 切削加工。用切削工具(主要是刀具)从毛坯上切除多余的材料,获得尺寸精度、形状精度、位置精度和表面粗糙度符合图样要求的零件的加工方法。切削加工包括机械加工(简称机工)和钳工两大类。机工主要是通过操作者操纵机床来完成切削加工。常见的机床有车床、铣床、刨床、磨床等,相应的加工方法称为车削、铣削、刨削、磨削等。钳工一般通过操作者手持工具进行切削加工,通常把钻床加工也包括在钳工范围内。机械加工在过去一般是通过普通机床进行的,现在数控机床得到了广泛应用。

(6) 数控加工。数控是以数字化信息对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。数控加工与普通机床加工相比具有加工精度高、生产效率高、适合加工复杂的轮廓表面、有利于实现计算机辅助制造等优点。

(7) 特种加工。切削加工主要利用机械能,而特种加工是直接利用电、光、声、化学、电化学等能量形式去除工件的多余材料。常用的特种加工方法有电火花、电解、电子束、离子束、激光和超声波加工等,主要用来加工各种难加工材料、形状复杂的零件以及精密细小的零件。

(8) 热处理。将固态金属放在一定介质中加热、保温后用某种方式冷却,以改变金属的组织结构,从而获得所需性能的一种工艺。

(9) 装配。将加工好的零件组装成部件和整机,并经过调试和检验使之成为合格产品的工艺过程。

2. 金工实习的内容

金工实习的内容是按照教育部《高等学校工科本科金工实习教学基本要求》的规定,结合当前加强实践教学的有关精神安排的。

机械类专业金工实习应安排铸造、锻造、冲压、焊接、车工、铣工、刨工、磨工、钳工等工种实训,并了解数控加工。具体内容如下:

(1) 实习基本知识了解金属材料的分类,熟悉常用的牌号、性能和用途;掌握常用量具的使用方法。

(2) 冷加工(习惯把切削加工和装配称为冷加工)、热加工(习惯把铸造、锻造、焊接和热处理称为热加工)的主要加工方法及简单的加工工艺。

(3) 冷加工和热加工所用设备、附件及其工具、夹具、量具、原理和使用方法。在实习过程中要介绍常用金属原材料及热处理的基本知识。

金工实习按工种进行,教学环节有实际操作、现场演示、专题讲解等。实际操作是实习的主要环节,学生要通过实际操作掌握各种基本加工方法,初步学会使用有关的设备和工具。

其他专业学生的金工实训要根据学时安排和基本要求进行适当调整。

三、金工实习的目的

(1) 学习工艺知识。理工科院校的学生,除了应具备较强的基础理论知识和专业技术知识外,还必须具备一定的机械制造的基本工艺知识。学生在金工实习中,主要通过自

己的亲身实践来学习机械制造的基本工艺知识。

(2) 增强实践能力。实习教学是培养实践能力的重要环节。这里所说的实践能力,包括动手能力,在实践中获取知识的能力,以及运用所学知识和技能分析、解决工艺技术问题的能力。在金工实训中,学生要亲自操作各种机器设备,使用各种工具,通过各工种的操作训练和工件制造来培养实践能力。

(3) 提高综合素质。工程技术人员应具有的良好综合素质包括:坚定正确的政治方向,艰苦奋斗的创业精神,积极进取的创新精神,团结勤奋的工作态度,严谨求实的工作作风,良好的心理品质及较高的工程素养。学生在金工实训中,将直接感受劳动的艰辛,增强对劳动人民的感情,接受社会化生产的熏陶和组织纪律性的教育。所有这些,对提高学生的综合素质必然起到重要作用。

(4) 培养创新意识和创新能力。创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。金工实训在培养学生创新意识和创新能力的过程中起着非常重要的作用。在金工实训中,学生要接触大量的机电设备,并要了解、熟悉和掌握一部分设备的结构、原理和使用方法。这些设备都是前人和今人的创造和发明,强烈地映射出创造者长期追求和苦苦探索所燃起的智慧火花。在这种环境中学习,有助于激发学生的创新欲望和创新热情。在实习过程中,要有计划地安排一些自行设计、自行制作的创新训练环节,以培养学生的创新能力。

四、金工实习的特点与学习方法

金工实习的特点是理论联系实际,实用性强。本书以培养学生的实践能力为重点,突出了各种机械加工方法与操作技能的论述。学生通过对本书的学习,在实习指导教师的指导下,就可以进行各工种操作技能的训练。

学生在实习期间,应了解金属材料的性能和机械加工的基本工艺和操作规程。特别要认真听取指导教师的讲解,注意观察实习指导教师的示范操作,注意模仿操作姿势和动作要领,然后通过自己的不断练习来掌握操作技能。实习中要始终保持高度的学习热情和求知欲望,敢于动手,勤于动手;遇到问题时,要主动向实习指导教师请教;要善于在实践中发现问题,勤奋钻研,使自己的实践动手能力得到提高。

五、金工实习安全技术

实习过程中要进行各种操作,加工各种不同规格的零件,因此,常要开动各种生产设备,接触到机床、砂轮机。为了避免触电、机械伤害等事故,实习过程中必须严格遵守各工种操作规程,努力做到文明安全实习,自觉遵守如下规则:

- (1) 实习时按规定穿戴好劳动防护用品,不带与实习无关的书刊和报纸。
- (2) 遵守劳动纪律,不串岗、不迟到、不早退、不打闹。
- (3) 爱护国家财产,注意节约水、电、油和原材料。
- (4) 实习中做到专心听讲,仔细观察,认真操作,不怕脏和累。
- (5) 严格遵守各工种的安全操作规程,按照指导教师要求,按顺序逐项学习操作方法,不随意开动无关的设备。
- (6) 工具、原材料、加工零件等按要求在指定位置存放,保持良好的卫生风貌。

第一章 金工实习基本知识

第一节 金属材料

一、金属材料的性能

金属材料是机械制造中使用最广泛的材料，它具有一定的使用性能和工艺性能。使用性能反映材料在使用过程中所表现出来的特性，如物理性能、化学性能、力学性能等；工艺性能反映材料在加工制造过程中所表现出来的特性。

1. 金属材料的力学性能

金属材料的力学性能是指材料在外力作用下所表现出来的特性。它主要包括强度、塑性、硬度和韧性等。

(1) 强度是指金属材料在外力作用下抵抗永久变形和断裂的能力。常用的强度性能指标是屈服点和抗拉强度。屈服点以符号 σ_s (或 $\sigma_{0.2}$) 表示，单位为 MPa；屈服点代表材料抵抗微量永久变形的能力。抗拉强度以符号 σ_b 表示，单位为 MPa；抗拉强度代表材料抵抗断裂的能力。

(2) 塑性是指金属材料在断裂前发生不可逆永久变形的能力。常用的塑性性能指标是断后伸长率 (用符号 δ 表示) 和断面收缩率 (用符号 ψ 表示)。断后伸长率和断面收缩率的数值越大，则材料的塑性越好。

(3) 硬度是指材料抵抗局部变形，特别是塑性变形、压痕或划痕的能力，是衡量金属软硬程度的一种性能指标。材料的硬度是用专门的硬度试验计测定的。常用的硬度有布氏硬度和洛氏硬度两种。

(4) 韧性是指金属在断裂前吸收变形能量的能力。金属的韧性通常随加载速度提高、温度降低、应力集中程度加剧而减小。

2. 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能主要有铸造性能、锻造性能、焊接性能和可加工性能。

(1) 铸造性能是指金属材料能否用铸造方法制成优质铸件的性能。铸造性能的好坏取决于熔融金属的充型能力。影响熔融金属充型能力的主要因素之一是流动性。

(2) 锻造性能是指金属材料在锻压加工过程中能否获得优良锻压件的性能。它与金属材料的塑性和变形抗力有关。塑性越高，变形抗力越小，则锻造性能越好。

(3) 焊接性能是指金属材料在一定的焊接工艺条件下，获得优质焊接头的难易程度。焊接性能好的材料，易于用一般的焊接方法和简单工艺措施进行焊接。

(4) 可加工性能是指用刀具对金属材料进行切削加工时的难易程度。切削加工性能好的材料，在加工时对刀具的磨损量小，切削用量大，加工的表面质量也好。

二、常用金属材料的分类

金属材料通常分为黑色金属和有色金属两大类，其中黑色金属又分为钢（碳素钢和合金钢等）和铸铁（灰铸铁、球墨铸铁和可锻铸铁等）两类；有色金属分为轻金属（铝、镁、钛等）和重金属（铜、铅、镍、锌、锡等）两类。

三、常用金属材料的牌号、性能和用途

1. 碳素钢

碳含量（质量分数，下同）小于 2.11% 的铁碳合金称为碳素钢，简称碳钢。在实际应用中的碳钢，其碳含量一般不超过 1.4%。碳钢中除含有铁、碳外，还含有硅、锰等有益元素和硫、磷等有害杂质。

1) 碳素钢的分类

(1) 按碳含量可分为低碳钢、中碳钢和高碳钢。

低碳钢：碳含量在 0.0218% ~ 0.25% 之间的钢。

中碳钢：碳含量在 0.25% ~ 0.6% 之间的钢。

高碳钢：碳含量大于 0.6% 的钢。

(2) 按材料质量可分为普通碳素钢、优质碳素钢和高级优质碳素钢。

普通碳素钢：硫、磷含量较高。

优质碳素钢：硫、磷含量较低。

高级优质碳素钢：硫、磷含量很低。

(3) 按用途可分为碳素结构钢和碳素工具钢。

碳素结构钢：一般属于低碳钢和中碳钢，按材料质量可分为普通碳素结构钢和优质碳素结构钢两种。

碳素工具钢：一般属于高碳钢。

2) 碳素钢的牌号

(1) 碳素结构钢。以 Q235 - A · F 为例，对普通碳素结构钢牌号的表示方法说明如下：

Q——屈服点“屈”的汉语拼音首字母；

235——屈服点数值，单位为 MPa；

A——质量等级代号，共分 A、B、C、D 四级，质量依次提高；

F——脱氧方法，标注 F 表示沸腾钢；标注 b 表示半镇静钢；不标注此符号则表示为镇静钢（Z）或特殊镇静钢（TZ）。

优质碳素结构钢是严格按化学成分和力学性能供应的，质量优于普通碳素结构钢。钢号用两位数字表示钢平均碳含量的几万分之一。例如，30 钢表示钢的碳含量为 0.30%。锰含量较高的优质碳素结构钢号应将锰元素在钢号后面标出，如 15Mn、30Mn 等。

(2) 碳素工具钢。碳素工具钢均为优质钢，碳含量在 0.60% ~ 1.35% 范围内。碳素工具钢的牌号用“T + 数字”表示，数字表示碳含量的千分之几。高级优质碳素工具钢在钢号后加一个“A”。例如，T7 表示碳含量为 0.7% 的碳素工具钢，T10A 表示碳含量为 1.0% 的高级优质碳素钢。

(3) 铸钢。铸钢一般用于制造形状复杂、力学性能要求较高的零件。其牌号用“ZG + 两组数字”表示。第一组数字表示最低屈服点值，第二组数字表示最低抗拉强度值，例如，ZG270 - 500 表示最低抗拉强度为 500 MPa 的铸钢。

2. 合金钢

合金钢是在碳素钢中加入一些合金元素的钢。钢中加入的合金元素通常有 Si、Mn、Cr、Ni、W、V、Mo、Ti 等。

1) 合金钢的分类

(1) 按用途可分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢。

合金结构钢：用于制造工程构件及各种机械零件，如齿轮、连杆、轴、桥梁等。

合金工具钢：用于制造各种工具、刀具、模具和量具。

特殊性能钢：具有某种特殊的物理、化学性能的钢，包括不锈钢、耐热钢、耐磨钢等。

(2) 按合金元素总量可分为低合金钢、中合金钢和高合金钢。

低合金钢：合金元素总量低于 5%。

中合金钢：合金元素总量在 5% ~ 10% 范围内。

高合金钢：合金元素总量高于 10%。

2) 合金钢的牌号

(1) 合金结构钢的牌号用“两位数字 + 元素符号 + 数字”表示。前两位数字表示钢中碳含量的万分数；元素符号表示所含合金元素；后面数字表示如下：合金元素平均含量小于 1.5% 时，只标明元素不标明含量，含量等于或大于 1.5%、2.5%、3.5% 时，相应地以 2、3、4 等来表示，如 60Si2Mn 表示平均碳含量为 0.6%，硅含量为 2%，锰含量小于 1.5%。

(2) 合金工具钢。合金工具钢的碳含量比较高（0.8% ~ 1.5%），钢中还加入 Cr、Mo、W、V 等合金元素。合金工具钢的牌号与合金结构钢大体相同。不同的是，合金工具钢的碳含量大于 1.0% 时不标出，小于 1.0% 时以千分数表示。如 9Mn2V 表示平均碳含量为 0.9%，锰含量为 2%，钒含量小于 1.5%。

(3) 特殊性能钢。特殊性能钢的编号方法基本与合金工具钢相同。如 2Cr13 表示碳含量为 0.2%、铬含量为 13% 的不锈钢。

3. 铸铁

1) 铸铁的分类

碳含量大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。根据碳在铸铁中存在的形态不同，通常可将铸铁分为白口铸铁、灰铸铁、球墨铸铁及可锻铸铁等。

(1) 白口铸铁。这类铸铁中的碳，绝大多数以 Fe_3C 的形式存在，断口呈亮白色，其硬度高、脆性大，很难进行切削加工，主要用来作为炼钢原料或制造可锻铸铁的毛坯。

(2) 灰铸铁。铸铁中的碳大部分以片状石墨形式存在，其断口呈暗灰色，故称灰铸铁。

(3) 球墨铸铁。铸铁中的碳绝大部分以球状石墨的形式存在，故称球墨铸铁。

(4) 可锻铸铁。由白口铸铁经高温石墨化退火而制得，其组织中的石墨呈团絮状。

2) 铸铁的牌号

灰铸铁的牌号由“HT + 一组数字”组成，数字表示其最低抗拉强度。可锻铸铁由“KT + 两组数字”，从前到后分别表示最低抗拉强度和断后伸长率。球墨铸铁的牌号由“QT + 两组数字”组成，其含义和可锻铸铁完全相同。

四、有色金属及合金

1. 铝及铝合金

(1) 纯铝。纯铝为银白色，熔点为 660°C ，其导电、导热性好，强度和硬度低。铝的牌号由“L + 数字”表示，数字表示顺序号，工业纯铝的牌号为 L1 ~ L6，编号越大，纯度越低。

(2) 铝合金。在铝中加入 Cu、Mn、Si、Mg 等合金元素即为铝合金。根据加工方法不同，可分为形变铝合金和铸铁铝合金两类。形变铝合金具有良好的塑性，适用于压力加工；铸铁铝合金塑性较差，只适用于成型铸造。

2. 铜及铜合金

(1) 纯铜。纯铜又称紫铜，熔点为 1038°C ，具有良好的导电性、导热性和塑性。根据杂质含量的不同，纯铜的牌号有 T1、T2、T3 和 T4 4 种，编号越大，纯度越低。

(2) 铜合金。在铜中加入 Zn、Sn、Ni、Sb 等合金元素即可成为铜合金。铜合金可分为黄铜和青铜两大类

第二节 常 用 量 具

量具是用来测量零件线性尺寸、角度以及检测零件形位误差的工具。为保证被加工零件的各项技术参数符合设计要求，在加工前后和加工过程中，都必须用量具进行检测。选择使用量具时，应当适合于被检测量的性质，适合于被检测零件的形状、测量范围。通常选择的量具的读数精度应小于被测量公差值的 0.15 倍。

通用量具的种类很多，常用的有钢直尺、卡钳、游标卡尺、千分尺、百分表、角尺、塞尺等。

一、钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具，用不锈钢片制成，可直接用来测量工件尺寸，如图 1-1 所示。钢直尺的测量长度规格有 150、200、300、500、1000 mm 等几种。测量工件的外径和内径尺寸时，常与卡钳配合使用，测量精度一般只能达到 $0.2 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。

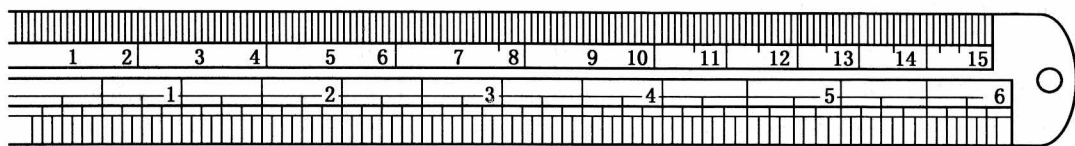


图 1-1 钢直尺

二、卡钳

卡钳是一种间接度量工具，常与钢直尺配合使用，用来测量工件的内径和外径。卡钳分内卡钳和外卡钳两种，如图 1-2 所示，其使用方法如图 1-3 所示。

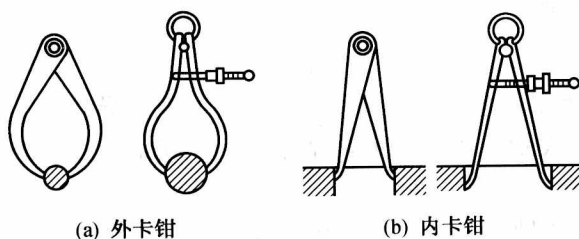


图 1-2 卡钳

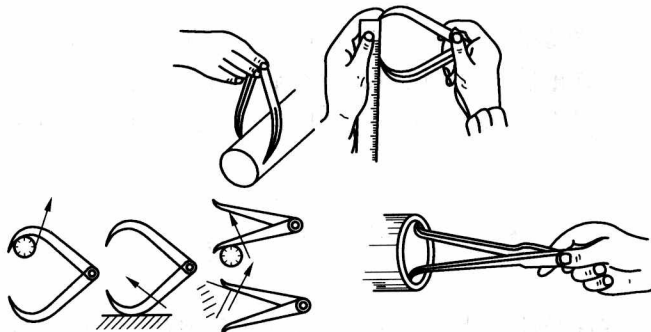


图 1-3 卡钳的使用

三、游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具，可以直接测量工件的内径、外径、长度、宽度和深度等尺寸。按用途不同，游标卡尺可分为普通游标卡尺、游标深度尺、游标高度尺等几种。游标卡尺的测量精度有 0.1、0.05、0.02 mm 3 种，测量范围有 0 ~ 125、0 ~ 150、0 ~ 200、0 ~ 300 mm 等。使用时根据零件精度要求及零件尺寸大小进行选择。

图 1-4 所示为普通游标卡尺，它主要由尺身和游标组成，尺身上刻有以 1 mm 为一格间距的刻度，并刻有尺寸数字，其刻度全长即为游标卡尺的规格。

游标上的刻度间距，随测量精度而定。现以精度值为 0.02 mm 的游标卡尺的刻线原理和读数方法为例简介如下：

图 1-4 所示游标卡尺的读数精度为 0.02 mm，测量尺寸范围为 0 ~ 150 mm。它由主尺和副尺（游标）两部分组成。主尺上每小格为 1 mm，当两卡爪贴合（主尺与游标的零线重合）时，游标上的 50 格正好等于主尺上的 49 mm。游标上每格长度为 $49 \div 50 = 0.98$ mm。主尺与游标每格相差 0.02 mm。读数方法是游标零位指示的尺身整数，加上游标刻线与尺身线重合处的游标刻线数乘以精度值之和。

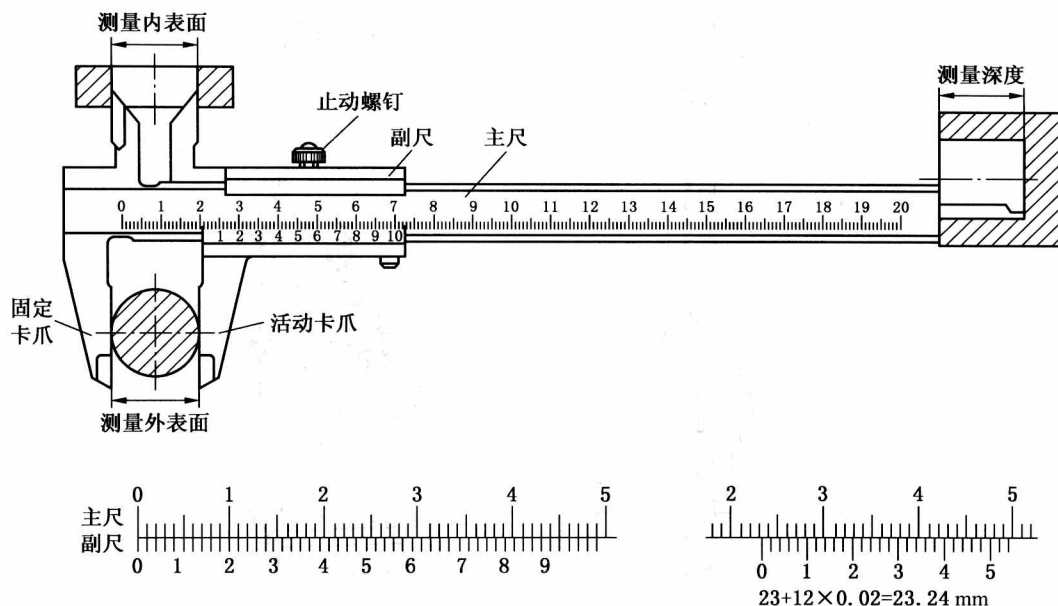


图 1-4 游标卡尺及读数方法

使用时应注意下列事项：

- (1) 检查零线。使用前应先检查量具是否在检定周期内，然后擦净卡尺，使量爪闭合，检查尺身与游标的零线是否对齐。若未对齐，则在测量后应根据原始误差修正读数。
- (2) 放正卡尺。测量内外圆直径时，尺身应垂直于轴线；测量内孔直径时，应使两量爪处于直径处。
- (3) 用力适当。测量时应使量爪逐渐与工件被测表面靠近，然后达到轻微接触。不能把量爪用力抵紧工件，以免变形和磨损，影响测量精度。读数时为防止游标移动，可锁紧游标，视线应该垂直于尺身。
- (4) 读数时视线要对准所读刻线并垂直尺面，否则读数不准。
- (5) 防止松动。未读出读数之前游标卡尺离开工件表面，必须先将止动螺钉拧紧。
- (6) 不得用游标卡尺测量毛坯表面和正在运动的工件。游标卡尺仅用来测量已加工的表面，表面粗糙的毛坯件不能用游标卡尺测量。

图 1-5 所示为游标深度尺和游标高度尺，分别用于测量深度和高度。游标高度尺还可用作精密划线。

四、千分尺

千分尺是一种比游标卡尺更精密的量具，测量精度为 0.01 mm，测量范围有 0 ~ 25、25 ~ 50、50 ~ 75 mm 等多种规格。常用的千分尺分为外径千分尺和内径千分尺等。外径千分尺的结构如图 1-6 所示。

千分尺的测微螺杆和微分套筒连在一起，当转动微分套筒时，测微螺杆和微分套筒一起沿轴向移动。内部的测力装置是使测微螺杆与被测工件接触时保持恒定的测量力，以便测出正确尺寸。当转动测力装置时，千分尺两测量面接触工件，超过一定的压力时，棘轮