



21世纪职业教育立体化精品教材  
工学结合教学改革与创新成果

# 金工实训

主 编 何 强 靳长松  
副主编 张 明 徐鹏辉



华南理工大学出版社  
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

金工实训/何强,靳长松主编. —广州:华南理工大学出版社,2016.1  
21世纪职业教育立体化精品教材  
ISBN 978-7-5623-4834-4

I. ①金… II. ①何… ②靳… III. ①金属加工—实习—职业教育—教材  
IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 312720 号

## 金工实训

JINGONG SHIXUN

何 强 靳长松 主编

---

出 版 人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail: [scutcl3@scut.edu.cn](mailto:scutcl3@scut.edu.cn)

营销部电话: 020-87113487 87111048(传真)

项目策划: 王 磊

责任编辑: 刘 静 张启敏

印 刷 者: 三河市延风印装有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15.5 字数: 322 千

版 次: 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

---

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

“金工实训”是工科类院校机械类和近机械类各专业教学中重要的实践性课程。本书系统地介绍了金工实训所包含的实训内容,全书共分七个项目,内容主要包括金工实训的基础知识、钳工实训、铸造实训、锻压实训、焊接实训、切削加工实训、数控加工和特种加工。

本书在编排上,注重理论与实践相结合,采用项目式教学模式,突出实践环节,充分体现了“工学结合理论一体化”的教学思想。本书将项目分解为若干单元,每个单元由任务引入、任务分析、知识准备、任务实施、任务总结五部分组成。正文中设置了小提示、知识延伸等特色模块,意在提高学生的学习兴趣。为帮助学生消化、巩固理论教学内容,各项目后均有项目检测。

本书内容广泛翔实,可作为高职高专院校机械类、近机械类及部分工程管理类专业学生的金工实训教材,也可作为相关工程技术人员的参考用书。



机械制造业的水平是衡量一个国家经济发展水平的重要标志。金工实训(也称为金工实习)是机械类专业学生学习工程材料及机械制造技术基础等课程的必修课,是机械类专业教学计划中重要的实践教学环节。金工实训对于培养机械类专业学生的动手能力有重要意义,它不仅可以使学生了解传统的机械制造工艺,而且还能使学生学习现代的机械制造技术。通过金工实训,可以使学生了解机械加工的基本知识,获得较强的动手能力,为后续专业课程的学习打下良好的基础。

本教材是根据教育部颁布的高等工科院校“金工实习教学基本要求”的精神,结合应用型高级工程技术人才培养的特点编写而成。使用本教材时,机械类专业侧重于工程材料及热处理、测量器具、钳工、车削加工、铣削加工、数控车床、数控铣床、电火花线切割加工、电焊、气焊、锻压、铸造、刨削及磨削等内容的教学;非机械类专业学生侧重于钳工、车削加工、铣削加工、刨削及磨削等内容的教学。

本教材以实际操作技能训练为重点,采用项目式编排方法,按各个工种设置项目。各个项目后设置了项目检测,供学生复习与巩固所学知识。

本教材的教学目的如下。

(1)使学生在实践中了解工业生产和机械零件制造的一般过程。对学生进行基本操作技能的培训,使学生了解机械零件常用的加工方法、主要设备的工作原理、夹具的使用方法和各种测量工具的使用方法,以及安全操作的注意事项。

(2)使学生了解机械制造的基本工艺知识和新工艺、新技术在机械制造中的应用,了解工业产品生产制造的全部工艺流程。

(3)培养学生的工程意识、安全意识、动手能力,全面开展素质教育,树立实践观点、劳动观点和团队协作观点,培养高质量的技能型人才。通过金工实训,培养学生理论联系实际、一丝不苟的工作作风,使他们的综合素质不断提高,拓宽他们的视野、增强就业竞争力、增强实际工作能力。

(4) 使学生对机械制造有一个感性的认识,培养其解决工作实际解决问题的能力。

(5) 培养学生的创新意识和创新能力。

本教材共有七个项目,理论课的学习为 32 个课时,实践课为四个星期。实践课主要包括热处理实训、焊接实训、切削加工实训、数控车削实训、数控铣削实训以及铸造锻造认知实训。

本教材由何强、靳长松担任主编,张明、徐鹏辉担任副主编。具体编写分工如下:何强编写项目一;靳长松编写项目二、项目三;徐鹏辉编写项目四、项目五;张明编写项目六、项目七。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编 者



# CONTENTS

# 目 录

<b>项目一 金工实训概述</b> .....	1	<b>项目二 钳工实训</b> .....	22
项目导读 .....	1	项目导读 .....	22
项目要点 .....	1	项目要点 .....	22
<b>任务一 常用金属材料概述</b> .....	1	<b>任务一 划线、锯削和锉削</b> .....	22
任务引入 .....	1	任务引入 .....	22
任务分析 .....	1	任务分析 .....	23
知识准备 .....	2	知识准备 .....	23
一、材料概述 .....	2	一、钳工常用的设备及工、量具 ..	24
二、金属材料及分类 .....	3	二、划线的基本知识 .....	25
三、常用的金属材料及其性能 .....	3	三、锯削的基本知识 .....	29
四、金属材料的性能 .....	7	四、锉削的基本知识 .....	30
五、金属材料的热处理 .....	7	五、钻床 .....	32
任务实施 .....	8	六、钻孔的基本知识 .....	33
任务总结 .....	8	七、扩孔、铰孔的基本知识 .....	36
<b>任务二 量具及其使用</b> .....	9	八、螺纹加工的基本知识 .....	37
任务引入 .....	9	九、套螺纹的基本知识 .....	38
任务分析 .....	9	任务实施 .....	39
知识准备 .....	9	任务总结 .....	43
一、游标卡尺 .....	9	<b>任务二 装配的基本操作</b> .....	44
二、千分尺 .....	14	任务引入 .....	44
三、量规 .....	17	任务分析 .....	44
任务实施 .....	19	知识准备 .....	44
任务总结 .....	20	一、机器装配的基本知识 .....	44
项目总结 .....	20	二、装配类型和装配过程 .....	45
项目检测 .....	20	三、装配精度与零件加工精度 ..	46
		四、保证装配精度的工艺方法 ..	46
		五、零部件之间常用的连接方式 ..	48

六、典型零部件的装配 .....	48	一、锻压 .....	77
任务实施 .....	50	二、锻坯的加热 .....	78
任务总结 .....	51	三、锻件的冷却 .....	82
项目总结 .....	51	四、精密锻造 .....	82
项目检测 .....	51	五、自由锻的工具与设备 .....	83
<b>项目三 铸造实训</b> .....	<b>53</b>	六、自由锻的基本工序 .....	85
项目导读 .....	53	七、模型锻造的基本知识 .....	87
项目要点 .....	53	八、液态模锻 .....	90
<b>任务一 铸造、砂型铸造和特种铸造</b>		任务实施 .....	90
.....	53	任务总结 .....	91
任务引入 .....	53	<b>任务二 板料冲压</b> .....	<b>91</b>
任务分析 .....	54	任务引入 .....	91
知识准备 .....	54	任务分析 .....	91
一、铸造的定义 .....	54	知识准备 .....	92
二、砂型铸造 .....	55	一、板料冲压设备 .....	92
三、压力铸造 .....	65	二、冲模的基本知识 .....	93
四、熔模铸造 .....	66	三、板料冲压的基本工序 .....	95
五、金属型铸造 .....	67	任务实施 .....	95
六、离心铸造 .....	67	任务总结 .....	97
任务实施 .....	68	项目总结 .....	97
任务总结 .....	69	项目检测 .....	97
<b>任务二 铸件的缺陷分析</b> .....	<b>69</b>	<b>项目五 焊接实训</b> .....	<b>99</b>
任务引入 .....	69	项目导读 .....	99
任务分析 .....	70	项目要点 .....	99
知识准备 .....	70	<b>任务一 电弧焊、气焊和气割</b> .....	<b>99</b>
任务实施 .....	72	任务引入 .....	99
任务总结 .....	72	任务分析 .....	100
项目总结 .....	73	知识准备 .....	100
项目检测 .....	73	一、电弧焊 .....	101
<b>项目四 锻压实训</b> .....	<b>75</b>	二、气焊 .....	106
项目导读 .....	75	三、气割 .....	109
项目要点 .....	75	任务实施 .....	111
<b>任务一 锻压概述</b> .....	<b>75</b>	任务总结 .....	112
任务引入 .....	75	<b>任务二 其他焊接方法</b> .....	<b>112</b>
任务分析 .....	76	任务引入 .....	112
知识准备 .....	76	任务分析 .....	113
		知识准备 .....	113



一、电阻焊 .....	113	七、铣削加工的典型实例 .....	152
二、埋弧焊 .....	114	八、铣削加工安全事项 .....	154
三、气体保护焊 .....	115	任务实施 .....	154
四、钎焊 .....	117	任务总结 .....	156
五、焊接安全事项 .....	118	<b>任务三 刨削与拉削加工</b> .....	156
任务实施 .....	118	任务引入 .....	156
任务总结 .....	119	任务分析 .....	156
项目总结 .....	119	知识准备 .....	156
项目检测 .....	119	一、刨削加工方法 .....	156
<b>项目六 切削加工实训</b> .....	121	二、刨削运动和刨削用量 .....	157
项目导读 .....	121	三、刨床简介 .....	158
项目要点 .....	121	四、刨刀及其安装 .....	163
<b>任务一 车削加工</b> .....	121	五、拉削加工简介 .....	163
任务引入 .....	121	六、刨削加工安全事项 .....	167
任务分析 .....	122	任务实施 .....	167
知识准备 .....	122	任务总结 .....	170
一、切削加工的基础知识 .....	122	<b>任务四 磨削加工</b> .....	171
二、切削层的几何参数和切削用量 .....	123	任务引入 .....	171
三、刀具的基本知识 .....	124	任务分析 .....	171
四、车削加工概述 .....	127	知识准备 .....	171
五、卧式车床 .....	128	一、磨削加工简介 .....	171
六、车削加工的步骤 .....	130	二、磨削加工的特点 .....	172
七、车削加工应用实例 .....	136	三、磨削运动及磨削用量 .....	173
八、车削安全事项 .....	137	四、磨床 .....	174
任务实施 .....	138	五、砂轮 .....	179
任务总结 .....	139	六、磨削加工 .....	184
<b>任务二 铣削加工</b> .....	140	七、磨削加工安全事项 .....	190
任务引入 .....	140	任务实施 .....	191
任务分析 .....	140	任务总结 .....	192
知识准备 .....	140	项目总结 .....	192
一、铣削方式 .....	141	项目检测 .....	193
二、铣削加工方法 .....	142	<b>项目七 数控加工和特种加工</b> .....	196
三、铣削用量 .....	143	项目导读 .....	196
四、铣床 .....	144	项目要点 .....	196
五、铣刀及其安装方法 .....	146	<b>任务一 数控加工简介</b> .....	196
六、铣床附件及铣削加工 .....	148	任务引入 .....	196
		任务分析 .....	197

知识准备 .....	197	任务分析 .....	216
一、数控机床的坐标系和运动命名 .....	197	知识准备 .....	216
二、数控机床的种类 .....	199	一、数控铣削简介 .....	216
三、数控机床的组成及工作原理 .....	201	二、数控铣床 .....	217
四、数控机床的特点 .....	203	三、数控铣床的组成 .....	218
五、数控编程基础 .....	204	四、数控铣床基本命令 .....	219
六、数控加工实习注意事项 .....	206	五、数控铣削加工安全事项 .....	222
任务实施 .....	206	六、数控铣削编程实例 .....	223
任务总结 .....	207	任务实施 .....	224
<b>任务二 数控车削加工</b> .....	207	任务总结 .....	225
任务引入 .....	207	<b>任务四 特种加工</b> .....	225
任务分析 .....	208	任务引入 .....	225
知识准备 .....	208	任务分析 .....	226
一、数控车削简介 .....	208	知识准备 .....	226
二、数控车床 .....	208	一、电火花加工 .....	226
三、数控车床基本命令 .....	209	二、电解加工 .....	229
四、数控车削加工安全事项 .....	212	三、激光加工 .....	230
五、数控车削编程实例 .....	212	四、电子束加工 .....	231
任务实施 .....	214	五、超声波加工 .....	231
任务总结 .....	215	任务实施 .....	232
<b>任务三 数控铣削加工</b> .....	216	任务总结 .....	234
任务引入 .....	216	项目总结 .....	234
		项目检测 .....	235
		参考文献 .....	236

# 项目一

## 金工实训概述

### 项目导读

金工实训是学生学习机械制造系列课程必不可少的必修课。金工实训基础知识的学习,可以使学生获得机械加工的基本知识、工程材料基础知识、常用量具的使用方法以及钢的热处理方法。这些理论知识为学生后续课程的学习打下良好的基础。通过基础知识、基本理论、基本方法与基本工具的学习,有效地提高学生的综合职业能力。

### 项目要点

本项目学习的要点:

1. 了解机械加工的基础知识;
2. 工程材料基础知识;
3. 掌握常用量具的使用方法;
4. 熟悉钢的热处理知识。

## 任务一 常用金属材料概述

### 任务引入

小王是某学校机械系的学生,目前正在进行齿轮减速器的课程设计。但是,在对齿轮减速器各构成零件进行金属材料的选择时,小王遇到了困难。对于一台机械设备,如何正确地选择适用的金属材料?选择时,应考虑哪些因素呢?如果你是小王的同学,你能帮助小王解决这些问题吗?

### 任务分析

为了完成本次任务,需要掌握的有关金属材料的基础知识如下。

1. 金属材料及其分类;
2. 常用的金属材料及其性能。

 知识准备

 一、材料概述

材料是人类赖以生存和发展的物质基础。按用途来分,它可分为电子材料、航空航天材料、建筑材料、能源材料、生物材料等。没有这些功能各异的材料,人们将无法生活和生产。

材料发展的历史从生产力的侧面反映了人类社会的发展。因此,历史学家根据当时有代表性的材料将人类社会划分为石器时代、青铜器时代和铁器时代等。

公元前 6 000 年,人类掌握了钻木取火的技术,从此人们可以大量地进行陶瓷的烧制,熟练地掌握了高温加工技术。人们利用这种技术来烧炼矿石,逐渐冶炼出铜及其合金。可以说,这是人类社会最早出现的金属材料,它使人类社会从新石器时代转入到青铜器时代。

18 世纪,英国科学家瓦特发明了蒸汽机,爆发了第一次工业革命,小作坊式的手工操作被工厂的机械操作所代替,生产力大幅提高。由于社会经济的高速发展和推动,促进了以钢铁为中心的金属材料大规模应用,有力地摧毁了封建社会的生产方式,萌发了资本主义社会。

第二次世界大战后,各国致力于恢复经济,发展工农业生产,对材料提出了质量轻、强度高、价格低等一系列新的要求。合成高分子材料的发明正是这一系列新要求驱使的,实现了材料发展的重大突破,建立了完整的材料体系,形成了以金属材料、陶瓷材料和合成高分子材料为主体的材料科学。

进入 20 世纪 80 年代以来,高新技术在世界范围内迅猛发展,各国都想在生物技术、信息技术、空间技术、能源技术、海洋技术等领域占有一席之地。这对新材料的发展有重大的促进作用,新材料的重要性已被人们充分地认识,能源、信息和材料已被公认为当今社会发展的三大支柱。

材料具有多种分类方法,这里简单介绍其中两种。

(1)按用途,材料可分为结构材料和功能材料两大类。结构材料主要是利用材料的力学和物理、化学性质,主要应用于机械制造、工程建设、交通运输和能源等各个工业部门,功能材料则利用材料的热、光、电、磁等性能,主要应用于电子、激光、通讯、能源和生物工程等许多高新技术领域。

(2)按成分和特性,材料可分为金属材料、非金属材料 and 复合材料。

常见材料的分类见表 1-1。

表 1-1 常见材料的分类

金属材料		非金属材料		复合材料	
黑色金属材料	有色金属材料	无机非金属材料	有机高分子材料		
碳素钢、合金钢、铸铁等	铝、镁、铜、锌及其合金等	水泥、陶瓷、玻璃等	合成高分子材料(塑料、合成纤维、合成橡胶等)	天然高分子材料(木材、纸、纤维、皮革等)	金属基复合材料、塑料基复合材料、橡胶基复合材料、陶瓷基复合材料

在工程材料中,金属材料,尤其是钢铁材料,使用最广,是现代工业、农业、国防及科学技术的重要物质基础。在金工实训过程中,同学们所使用的原材料主要是金属材料。

## 二、金属材料及分类

金属材料是指金属元素或以金属元素为主构成的具有金属特性的材料的统称。它是人们最为熟悉、目前制造业使用最为广泛的一种材料。自然界中有 70 多种纯金属,其中常见的有铁、铜、铝、镍、金、银、铅、锌等。而合金是指两种或两种以上的金属或非金属结合而成,且具有金属特性的材料。金属材料种类繁多,习惯上分成黑色金属和有色金属两类。

### 1. 黑色金属

黑色金属又称为钢铁材料、铁类合金,包括含铁 90% 以上的工业纯铁,含碳 2%~4% 的铸铁,含碳小于 2% 的碳钢,以及各种用途的结构钢、不锈钢、耐热钢、高温合金、精密合金等。广义的黑色金属还包括铬、锰及其合金。黑色金属材料的性能较好且加工方便,因此,是机械制造业中应用最广泛的金属材料。

### 2. 有色金属

有色金属是指除黑色金属以外的所有金属及其合金。通常有色金属可分为轻金属、重金属、贵金属、半金属、稀有金属和稀土金属等。有色合金的强度和硬度一般比纯金属高,并且电阻大、电阻温度系数小,具有很多黑色金属材料所没有的性能,可以满足某些机械零件的特殊性能要求,因此在机械制造业中也得到了大量的应用。常用的有色金属材料有铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金、镁及镁合金等。

### 知识延伸

铁是目前应用最广泛的金属材料,它的化学符号是 Fe,原子序数是 26。它是过渡金属的一种,是地壳含量第二高的金属元素。纯铁具有银白色金属光泽,有良好的延展性、导电性、导热性,有很强的铁磁性,密度为  $7.86 \text{ g/cm}^3$ ,在一个标准大气压下熔点为  $1\ 535 \text{ }^\circ\text{C}$ ,沸点为  $2\ 750 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

## 三、常用的金属材料及其性能

### 1. 黑色金属材料

黑色金属根据它的元素组成和性能特点分为三大类,即铸铁、碳素钢及合金钢。

#### (1) 铸铁。

铸铁是含碳质量分数大于 2.11% 的 Fe-C 合金。真正有工业应用价值的铸铁其含碳量一般为 2.5%~6.67%。工业用铸铁是以铁(Fe)、碳(C)、硅(Si)为主要组成元素并含有锰(Mn)、磷(P)、硫(S)等杂质的多元合金。有时为了进一步提高铸铁的性能或得到某种特殊性能,还加入铬(Cr)、钼(Mo)、钒(V)、铝(Al)等合金元素或提高硅(Si)、锰(Mn)、磷(P)等元素的含量,这种铸铁称为合金铸铁。根据碳的存在形式不同,又可将铸铁分为白口铸铁、灰口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁和合金铸铁六

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07

大类。

#### ①白口铸铁。

碳元素全部或大部分以化合物渗碳体形式存在的铸铁称为白口铸铁,其断口呈银白色。白口铸铁具有高碳低硅的特点,有较高的硬度,但很脆,难以切割加工,适用于制造冲击荷载小的零件,一般用在犁铧、磨片、导板等方面。

#### ②灰口铸铁。

碳元素全部或大部分以石墨形式存在的铸铁,称为灰口铸铁,其断口呈暗灰色。灰口铸铁有良好的减振效果,用灰口铸铁制作机器设备的底座或机架等零件时,能有效地吸收机器振动的能量。其还具有良好的润滑性能、良好的导热性能,这是因为石墨是热的良好导体。此外,灰口铸铁的熔炼也比较方便,并且还有良好的铸造性能。由于灰口铸铁流动性能良好,线收缩率和体收缩率较小,铸件不易产生开裂,因此适宜于铸造各种结构复杂的铸件和薄壁铸件,如汽车的气缸体、气缸盖等。

#### ③可锻铸铁。

碳元素绝大部分以絮状石墨形态存在的铸铁称为可锻铸铁,俗称马口铁。它是由含碳元素和硅元素较低的铁水浇注成白口铸铁,再经过长时间高温退火,使渗碳体分解出团絮状石墨而形成的。在退火过程中,随着组织转变时的冷却速度不同,所形成的机体组织也不同,有黑心可锻铸铁和珠光体可锻铸铁等。黑心可锻铸铁具有较好的塑性和韧性,而且其强度、硬度低,常用于制造载荷不大、承受较高冲击和振动的零件,如汽车后桥、弹簧支架、低压阀门、管接头、工具扳手等。而珠光体可锻铸铁具有较高的强度、硬度和耐磨性,常用于制造载荷较大、耐磨损并具有一定韧性要求的重要零件,如石油管道、炼油厂管道、商用及民用建筑的供气和供水系统的管件等。

需要注意的是,可锻铸铁实际上是不能锻造的,一般用于铸造。

#### ④球墨铸铁。

碳元素绝大部分以球状石墨形态存在的铸铁称为球墨铸铁,俗称球铁。球墨铸铁中的石墨由于呈球状,比可锻铸铁中的石墨更加圆滑,对基体的割裂作用更小,也正因如此,球墨铸铁的强度、塑性和韧性都优于灰口铸铁和可锻铸铁,且具有灰口铸铁所具有的良好铸造、减摩和切削加工等性能。球墨铸铁的某些性能甚至可与钢媲美,如疲劳强度与中碳钢大致相近,耐磨性优于表面淬火钢。另外,球墨铸铁经过热处理后,机械性能有较大提高,能替代部分的碳钢和合金钢。机械工业中,我们经常听到的“以铁代钢”中的铁,主要就是球墨铸铁。

#### ⑤蠕墨铸铁。

蠕墨铸铁是20世纪60年代中期开始发展起来的一种新型铸铁材料。它是在高碳、低硫和低磷的灰口铸铁浇注时,向铁水中加入蠕化剂(稀土镁钛合金等),使石墨形成短蠕虫形态而形成的铸铁,因此称为蠕墨铸铁。蠕墨铸铁中的蠕虫状石墨形态是介于球状和片状石墨之间的一种过渡型石墨。蠕墨铸铁不仅具有较高的抗拉强度、塑性和韧性,而且具有良好的导热性、减振性、铸造性和切削加工性等性能,常用于制造柴油机气缸盖、进排气管、制动盘和制动鼓等。

#### ⑥合金铸铁。

在灰口铸铁或球墨铸铁的基础上加入某些合金元素后,形成的具有特殊性能的铸



铁称为合金铸铁。一般常用的合金铸铁为耐热铸铁、耐磨铸铁和耐蚀铸铁等。耐热铸铁是在球墨铸铁中加入铝、硅、铬等合金元素而形成的合金铸铁,主要用于制造高温下工作的发动机的排气管、排气管密封环等;耐磨铸铁是在灰口铸铁中加入铝、铜、钛、磷等合金元素而形成的合金铸铁,主要用于制造活塞环、气缸套等;耐蚀铸铁是在灰口铸铁中加入铝、硅、铬、镍等合金元素而形成的合金铸铁,主要用于制造各种在腐蚀介质环境下工作的零件。

### (2) 碳素钢。

碳素钢是指含碳量小于等于 2.06% 的 Fe-C 合金。按化学成分(含碳量)分类,碳素钢可分为工业纯铁、低碳钢、中碳钢和高碳钢。其中,工业纯铁是含碳量小于 0.04% 的 Fe-C 合金;低碳钢是含碳量小于 0.25% 的钢,其强度低、塑性好、焊接性能好,如 Q235-A;中碳钢是含碳量为 0.25%~0.60% 的钢,强度及塑性适中,用于紧固件和锻件,如 35 钢;高碳钢是含碳量大于 0.60% 的钢,强度和硬度高、塑性差,可制作弹簧、钢丝绳等,如 65Mn。

常用的碳素钢主要有碳素结构钢、优质碳素结构钢、铸钢和合金钢。

#### ① 碳素结构钢。

碳素结构钢的含碳量为 0.06%~0.38%,杂质元素硫、磷的含量较多,但冶炼容易、价格低廉,并具有较高的塑性和焊接性能,能满足一般的使用要求。因此,一般大量用于机械中普通零件的制造。

#### ② 优质碳素结构钢。

优质碳素结构钢的化学成分和机械性能均得到严格保证,杂质元素硫、磷的含量少,热处理后,其机械性能较好,常用于制造较为重要的零件。

#### ③ 铸钢。

铸钢是将钢液直接浇注成零件毛坯的碳钢。其含碳量一般为 0.2%~0.6%,具有较好的机械性能、焊接性能,但铸造性能并不理想。常用于制造形状复杂、强度和韧性要求高的零件,如火车车轮、锻锤机架和砧座、轧辊和高压阀门。

### (3) 合金钢。

合金钢是指除 Fe、C 元素外,还加入了其他元素的钢。在普通碳素钢基础上添加适量的一种或多种合金元素而构成的 Fe-C 合金。该类钢材中由于添加不同的合金元素,并采取适当的加工工艺,能够获得较高的强度、韧性、耐磨、耐腐蚀、耐低温、耐高温、无磁性等特殊性能。按合金元素的种类的不同可分为铬钢、锰钢、铬锰钢、铬镍钢、铬镍钼钢、硅锰钼钒钢等。



### 知识延伸

国家统计局 2015 年 1 月 20 日公布的 2014 年全年经济运行数据中显示:我国 2014 年钢材产量达 11.26 亿吨,同比增长 4.5%;粗钢产量达 8.23 亿吨,同比增长 0.9%;生铁产量达 7.12 亿吨,同比增长 0.4%。

## 2. 有色金属材料

狭义的非铁金属,又称非铁金属,是对除铁(Fe)、铬(Cr)、锰(Mn)三种金属以外

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07

的所有金属的统称。广义的有色金属还包括有色合金。有色合金的强度和硬度一般比纯金属高,电阻比纯金属大,电阻温度系数小,具有良好的综合机械性能。常用的有色合金材料有铝及铝合金、铜及铜合金、镁及镁合金、镍及镍合金、锡及锡合金、钽及钽合金、钛及钛合金、锌及锌合金、钼及钼合金、锆及锆合金等。

#### (1) 有色金属的发展及应用。

工业中最常用的有色金属是铜及铜合金、铝及铝合金。因为它们具有一些特殊的使用性能,所以在现代的工业技术中是不可或缺的材料。同时,有色金属是我国经济发展的基础材料,机械制造、电力、建筑、汽车、航天等行业都以有色金属为基础。

现在世界上有许多的国家,尤其是发达国家,都在竞相发展有色金属工业,增加有色金属的战略储备。

#### (2) 我国有色金属的特点。

我国有色金属资源丰富,品种比较齐全,在矿产资源中,有色金属是我国的一大优势。我国有色金属资源的一个特点是复合矿多,不但多种有色金属常共生在一起,而且有些铁矿中也含有大量的有色金属,如攀枝花铁矿中含有大量的钒、钛,包头铁矿中含有大量的稀土和铌。我国钨和稀土等7种金属的储量居世界第一位,铅、镍、汞、钼、铌这5种金属的储量也相当丰富。

#### (3) 常用的有色金属。

##### ① 铝及铝合金。

铝及铝合金有三大优点:质量轻,比强度大;具有良好的导电性和导热性;耐腐蚀性好。

工业纯铝具有银白色光泽,塑性极好,但强度低,难以满足结构零件的性能要求,主要用作配制铝合金及代替铜制作导线、电器和散热器等。

铝合金是在纯铝中加入铜(Cu)、锰(Mn)、硅(Si)、镁(Mg)、锌(Zn)等合金元素而形成的,按其加工方法可分为形变铝合金和铸造铝合金。形变铝合金的合金含量较低,塑性较好,可以通过压力加工制成各种型材、板材、管材等,用于制造建筑门窗、飞机蒙皮及构件、油箱、铆钉等;铸造铝合金具有较好的铸造性和耐蚀性,应用较为广泛,可用于生产形状复杂及有一定力学性能要求的零件,如内燃机活塞、气缸头、气缸散热套等。

##### ② 铜及铜合金。

纯铜又称为紫铜,属重金属,强度低,塑性好,具有极好的导电性,在大气中具有较好的耐蚀性,并具有抗磁性。纯铜多用于制造电器元件或冷凝器、散热器和热交换器等。

黄铜是以锌为主要添加元素的铜合金,主要用于制造弹壳、冷凝器管、弹簧、轴套以及耐蚀零件等。

白铜是以镍为主要添加元素的铜合金,因呈银白色而得名。普通白铜(只加镍)具有优良的塑性、耐热性和耐蚀性。特殊白铜有很高的耐蚀性、强度和塑性,适于制造精密仪器零件、医疗器械等。其他铜合金统称为青铜,如锡青铜、铝青铜、硅青铜、铅青铜等。

#### 小提示

铝元素的化学符号为Al,在地壳中的含量仅次于氧和硅,居第三位,是地壳中含量最丰富的金属元素。



## 四、金属材料的性能

任何机器的零件在工作时都要承受一定的外力作用。因此,金属材料在外力的作用下所表现出来的特性就显得格外重要。金属材料主要的力学性能有:塑性、硬度、强度、冲击韧性、疲劳极限等。

### (1) 塑性。

塑性是指金属材料在外力作用下发生塑性变形而不被破坏的能力。塑性指标有伸长率(用符号  $A$  表示)和断面收缩率(用符号  $Z$  表示)两种。其数值越大,则说明其塑性越好。

### (2) 硬度。

硬度是衡量金属材料软硬程度的指标。通常指金属材料抵抗比它硬的物体压入其表面的能力,根据压入的深度来判定硬度大小。常用的硬度试验指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

### (3) 强度。

强度是指金属材料在静荷作用下抵抗破坏(过量塑性变形或断裂)的性能。强度特性的指标主要有屈服强度(用符号  $R_{eH}$  表示,单位为 MPa)和拉伸强度(用符号  $R_m$  表示,单位为 MPa)。

### (4) 冲击韧性。

以很大的速度作用于机体上的荷载称为冲击荷载,金属在冲击荷载作用下抵抗破坏的能力叫做冲击韧性。

### (5) 疲劳极限。

材料在受到随时间而交替变化的荷载作用时,所产生的应力也会随时间作用交替变化,这种交变应力超过某一极限强度而且长期反复作用即会导致材料的破坏,这个极限称为材料的疲劳极限。

## 五、金属材料的热处理

用于制造机器的金属材料大多都还要经过一道处理——热处理。经过热处理的材料其性能会有所变化,这样更有利于机器长久地正常运转。

常用的热处理方法有以下几种。

### (1) 退火。

退火是指将金属或合金加热到一定温度并保温一段时间,然后缓慢冷却的热处理工艺。退火的主要目的是降低材料硬度,改善其切削加工性,细化材料内部晶粒,均匀组织及消除毛坯在成形(锻造、铸造、焊接)过程中所造成的内应力,为后续的机械加工和热处理做好准备。常用的退火方法有消除中碳钢铸件缺陷的完全退火、改善高碳钢切削加工性能的球化退火和去除大型铸锻件内应力的去应力退火等。

### (2) 正火。

正火是指将钢加热到一定温度并保温一段时间,然后出炉,在空气中冷却的热处理工艺。在实际生产中,材料正火的目的与退火相似,但由于正火冷却速度比退火冷却速度快,故同类钢正火后的硬度和强度要略高于退火后的硬度和强度。而且由于正火不是随炉冷却,所以生产率高、成本低。因此,在满足性能要求的前提下,应尽量采用正火。对于普通要求的机械零件,有时也可以将正火作为最终热处理工艺。

### (3) 淬火。

淬火是指将钢加热到一定温度,保温一段时间后在水或油等冷却介质中快速冷却

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07

的热处理方法。淬火主要用来提高钢的硬度和强度,但淬火会引起内应力,使钢变脆,所以淬火后必须回火。

#### (4)回火。

回火是指将淬火后的工件加热到临界点以下的温度,并保温一段时间,然后以一定的方式冷却到室温的热处理工艺。回火是淬火的继续,回火后可减少或消除工件淬火后产生的内应力,调整钢件的硬度和强度,使工件获得所需的综合力学性能。

#### (5)表面淬火。

表面淬火是指将工件表面迅速加热达到淬火温度并奥氏体化,然后迅速予以冷却,使表层被淬为马氏体组织的热处理工艺。表面淬火能够提高工件表层的硬度、耐磨性和疲劳强度,而心部仍保持足够的塑性和韧性。表面淬火可分为感应加热表面淬火、火焰加热表面淬火和激光加热表面淬火等。

#### (6)化学热处理。

化学热处理是指将工件置于化学介质中加热保温,改变其表层的化学成分和组织,改变表层性能的处理方法。通常包括①渗碳;②渗氮;③氰化。对于其具体内容此处不做详细介绍。



### 任务实施

齿轮减速器内部零件的使用要求,包括对零件的形状、尺寸、精度、表面质量和材料的成分、组织的要求,以及工作条件对零件材料性能的要求。不同零件,功能不同,其使用要求也不同。即使是同一类零件,其选用的材料与成形方法也会有很大差异。

减速器由外壳、轴、齿轮、带轮构成。

(1)外壳:外壳对整体的减速机构起到固定、容纳、支承作用,同时还要考虑到它的形状以及加工方法。

(2)轴:轴类零件要考虑它的受力情况以及加工成形过程。

(3)齿轮:齿轮要考虑运转过程中的受力情况以及加工成形过程。

(4)带轮:带轮一般直接与电机连接,考虑力的大小和造型问题。

针对上述问题下面来确定各个部件选用的材料。

(1)外壳:考虑到外壳的形状较为复杂,不易直接加工,故采用铸造方法,材料一般选用 HT200 或 HT250。

(2)轴:由于轴受到较大的荷载,且采用的齿轮不同,轴的受力也不同,因此一般会采用合金钢进行加工。

(3)齿轮:综合考虑到齿轮会受到较大的力,因此采用高碳铬钢材料,经过淬火处理后可获得高强度。

(4)带轮:带轮的结构较为复杂,一般也采用铸铁材料。



### 任务总结

通过本次任务的学习,同学们初步了解了工程材料的基本知识,这将为同学们后续的金工实训打下良好的基础。

本次任务我们重点讲述的内容有以下几点。

(1)按材料的成分和特性,工程材料可分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类。黑色金属又分为铸铁、碳素钢及合金钢。

(2)铸铁的基础知识;碳素钢按化学成分(含碳量)的分类。

(3) 铝及铝合金、铜及铜合金的基本知识。

(4) 钢的热处理工艺的内容及方法。

## 任务二 量具及其使用

### 任务引入

假如你是某学校机械系的学生,课堂上,老师分别给出了如图 1-1、1-2 所示游标卡尺、千分尺的测量值示意图,你能快速而又准确地读出读数吗?

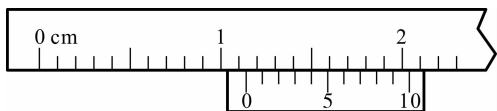


图 1-1 游标卡尺读数

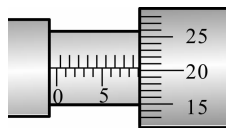


图 1-2 千分尺读数

### 任务分析

为了完成本次任务,需要掌握以下几种常用量具的使用方法。

1. 游标卡尺;
2. 千分尺;
3. 量规。

### 知识准备

量具是用来测量工件的尺寸精度、形状精度、位置精度和表面粗糙度等是否符合图纸要求的工具。量具的种类很多,生产中常用的有游标卡尺、千分尺、百分表、量块、万能角度尺等。

我国法定计量单位中,长度的基本单位是米(m),与国际单位制一致。机械制造中常用的单位是毫米(mm);在精密测量中,长度单位是微米( $\mu\text{m}$ )。

## 一、游标卡尺

### 1. 游标卡尺简介

(1) 游标卡尺概述。

游标卡尺是一种测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度和孔距等的量具。它是实际生产中最常用的量具之一,具有结构简单、使用方便、精度中等和测量范围广等特点。

游标卡尺是根据游标读数原理制成的量具,主要由主尺和附在主尺上能滑动的游标两部分构成。主尺一般以 mm 为单位,而游标上则有 10、20 或 50 个分格。根据分格的不同,游标卡尺可分为十分度游标卡尺、二十分度游标卡尺、五十分度游标卡尺。其中,十分度游标卡尺可精确到 0.1 mm,其游标为 9 mm;二十分度游标卡尺可精确到 0.05 mm,其游标为 19 mm;五十分度游标卡尺可精确到 0.02 mm,其游标为

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07

49 mm。

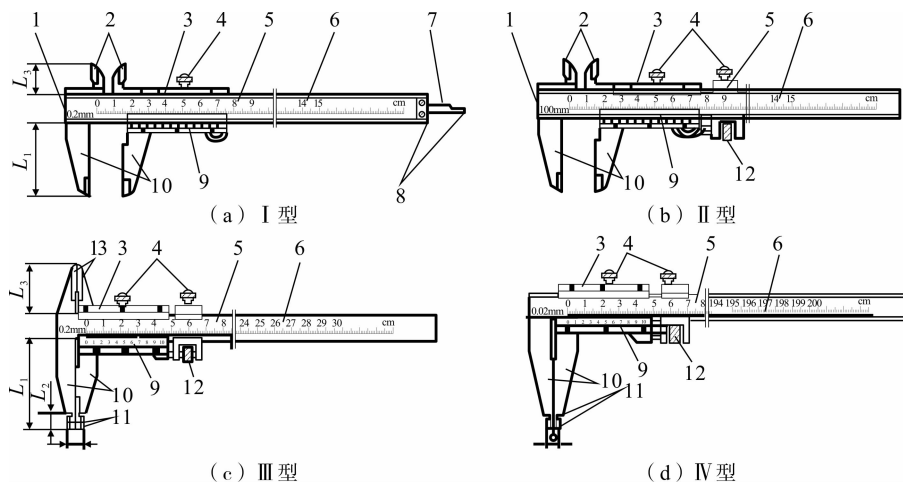
除根据分格分类外,常见的游标卡尺分类方式还有以下几种:

①按游标读数值,游标卡尺可分为 0.02 mm、0.05 mm、0.1 mm 三类。

②根据测量范围的不同,游标卡尺还可分为测量范围为 0~125 mm 的游标卡尺、测量范围为 0~300 mm 的游标卡尺等。

③按读数的方式,游标卡尺可分为刻度式、表盘式、数显式三类。

常用游标卡尺的外形结构有四种形式,如图 1-3 所示。



1—尺身端面;2—刀口内测量爪;3—游框(尺框);4—固定螺丝;5—尺身;6—主尺;7—测深直尺;  
8—深度尺;9—游标;10—外测量爪;11—圆弧内测量爪;12—微动装置;13—刀口外测量爪

图 1-3 常用游标卡尺的外形结构

## 知识延伸

随着游标卡尺应用的普及,其制造技术迅速提高,出现了结合电子技术和测量技术的数显游标卡尺(见图 1-4)。数显游标卡尺是采用容栅、磁栅等测量系统,以数字显示测量示值的长度测量工具。常用的分辨率为 0.01 mm,允许误差为 $\pm 0.03$  mm/150 mm。也有分辨率为 0.005 mm 的高精度数显卡尺,允许误差为 $\pm 0.015$  mm/150 mm。还有分辨率为 0.001 mm 的多用途数显千分卡尺,允许误差为 $\pm 0.005$  mm/50 mm。由于读数直观、清晰,测量效率较高。



图 1-4 数显游标卡尺

## (2) 游标卡尺的工作原理。

游标卡尺的工作原理是利用游标原理细分读数。游标原理是利用主尺上的刻线间距(简称线距)和游标上的线距之差来读出小数部分。

例如,主尺上的线距为 1 mm,游标上有 10 格,其线距为 0.9 mm。当两者的零刻线相重合,若游标移动 0.1 mm,则它的第 1 根刻线与主尺的第 1 根刻线重合;若游标移动 0.2 mm,则它的第 2 根刻线与主尺的第 2 根刻线重合。依此类推,可从游标尺与主尺上刻线重合处读出量值的小数部分。主尺与游标线距的差值 0.1 mm 就是游标卡尺的最小读数值。同理,若它们的线距的差值为 0.05 mm 或 0.02 mm(游标尺上分别有 20 格或 50 格),则其最小读数值分别为 0.05 mm 或 0.02 mm。

## (3) 游标卡尺的使用方法。

游标卡尺由尺身(主尺)和游标(副尺)组成。当尺身、游标的测量爪闭合时,尺身和游标的零线对准,尺身的刻线间距为 1 mm。对于读数精度为 0.02 mm 的游标卡尺,游标的刻线间距为 0.98 mm,尺身与游标刻线间距之差为 0.02 mm。

以游标数值为 0.02 mm 的游标卡尺为例,读数方法分为以下三个步骤:

- ①根据游标零线以左的尺身上的最近刻线读出整数毫米数。
- ②根据游标零线以右与尺身刻线对齐的游标上的刻线条数乘以游标卡尺的读数 0.02 mm,即毫米的小数。
- ③将上面整数和小数两部分读数相加,即为被测工件的总尺寸。

对于游标数值为 0.05 mm 和 0.1 mm 游标卡尺的读数,与游标数值为 0.02 mm 游标卡尺基本相同,不同之处在于第二步,根据游标零线以右与尺身刻线对齐的游标上的刻线条数分别乘以游标卡尺的读数值 0.05 mm 或 0.1 mm,即为毫米的小数。

## (4) 正确地使用游标卡尺。

量具使用得是否合理,不但影响量具本身的精度,也影响零件尺寸的测量精度。因此,我们必须掌握量具的正确使用方法,对测量技术精益求精,务必获得正确的测量结果,确保产品质量。

使用游标卡尺测量零件尺寸时,必须注意以下几点。

①测量前应先把游标卡尺擦拭干净,检查卡尺的两个测量面和测量刃口是否平直无损,把游标卡尺的两个量爪紧密贴合时,应无明显的间隙。

②使用游标卡尺前,应首先检查量具游标的零线是否与主尺的零线对齐,若未对齐,则应在测量后根据原始误差修正读数。

③测量内外圆直径时,游标卡尺的尺身应垂直于轴线;测量内外孔直径时,应使游标卡尺的两量爪处于直径处;测量工件深度时,应使游标卡尺的尺身平行于所测量深度。

④移动尺框时,活动要自如,不应过松或过紧,更不能有晃动现象。游标卡尺的固定螺钉不能固定尺框时,尽量不要再用该游标卡尺。

⑤游标卡尺仅用于测量已加工零件的表面,表面粗糙的毛坯件不能用游标卡尺测量。

如图 1-5 所示为游标卡尺的正确使用方法,图 1-6 所示为游标卡尺的错误使用方法。

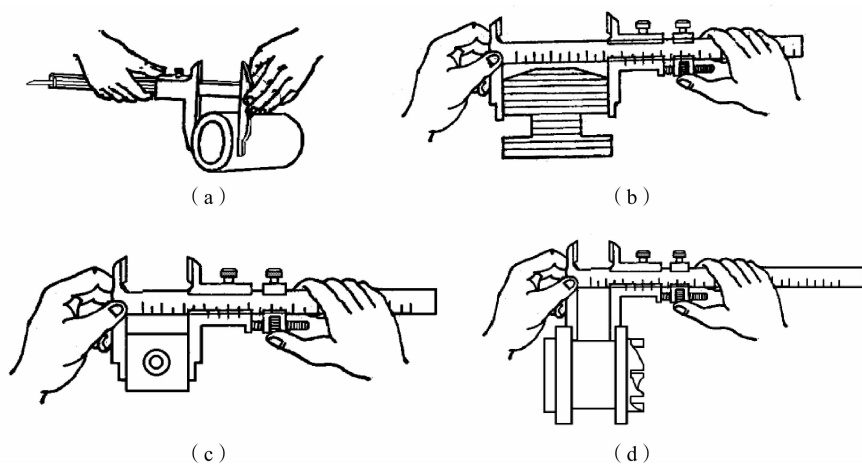


图 1-5 游标卡尺的正确使用方法

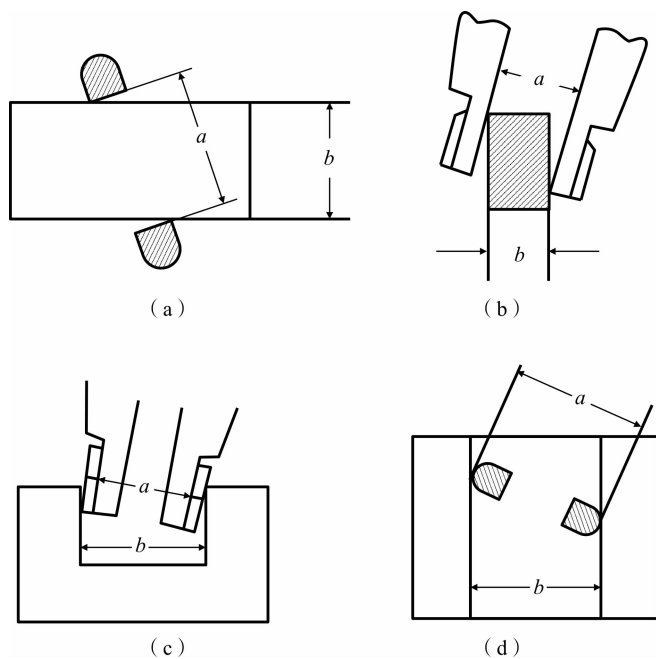


图 1-6 游标卡尺的错误使用方法

### 🔊 小提示

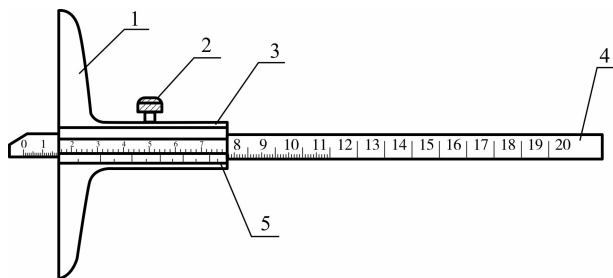
游标卡尺的使用方法是同学们要掌握的重点内容。在金工实训中,同学们会经常用到游标卡尺来进行测量。

## 2. 深度游标卡尺和高度游标卡尺

深度游标卡尺和高度游标卡尺是专门用于测量深度和高度的游标卡尺。这里简单介绍一下这两种游标卡尺。

### (1) 深度游标卡尺。

深度游标卡尺(见图 1-7),简称深度尺,主要用于测量凹槽或孔的深度、梯形工件的梯层高度、长度等尺寸。常用的深度游标卡尺的量程有 0~100 mm、0~150 mm、0~300 mm、0~500 mm。其结构特点是尺框的两个量爪连成一体,成为一个带游标的基座,基座的端面 and 尺身的端面就是它的两个测量面。测量内孔深度时,应把基座的端面紧靠在被测孔的端面上,使尺身与被测孔的中心线平行,伸入尺身,则尺身端面至基座端面之间的距离,就是被测孔的孔深。它的读数方式与游标卡尺的读数方式一样。

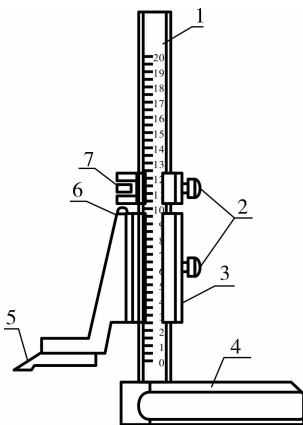


1—测量基座;2—固定螺钉;3—尺框;4—尺身;5—游标

图 1-7 深度游标卡尺

### (2) 高度游标卡尺。

高度游标卡尺(见图 1-8),简称高度尺,广泛应用于机械加工中的高度测量、钳工精密划线等。它的结构特点是用质量较大的基座代替固定量爪,而活动尺框则通过横臂装有测量高度和划线用的量爪,量爪的测量面上镶有硬质合金,提高量爪使用寿命。高度游标卡尺的测量工作,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,它的具体数值,与游标卡尺一样可在主尺(整数部分)和游标(小数部分)上读出。使用高度游标卡尺划线时,应调好划线高度,用紧固螺钉把尺框锁紧后,在平台上先调整再进行划线。



1—主尺;2—紧固螺钉;3—尺框;4—基座;5—量爪;6—游标;7—微动装置

图 1-8 高度游标卡尺

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07



## 二、千分尺

### 1. 千分尺简介

千分尺,又称为螺旋测微器,其测量精度为 0.01 mm,属于测微量具。其测量精度比游标卡尺高,并且测量比较灵活。千分尺的规格有 0~25 mm、25~50 mm、50~75 mm 等。常用的千分尺分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺等。

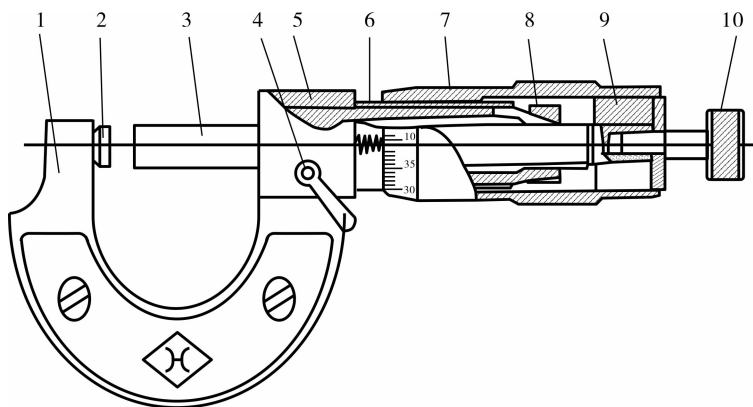
#### 小提示

千分尺属于高精密度仪器,知名品牌有安一量具、哈量、成量、青量、上工、瑞士 TESA、日本 Mitutoyo 等。千分尺也是同学们金工实训时常用的量具之一。

### 2. 千分尺的工作原理和使用方法

#### (1) 外径千分尺。

外径千分尺(见图 1-9)是依据螺旋放大的原理制成的,借助螺杆与螺纹轴套的精密配合,将回转运动变为直线运动,以固定套筒和微分筒所组成的读数机构读得被测工件的尺寸。



1—尺架;2—测砧;3—测微螺杆;4—锁紧装置;5—螺纹轴套;6—固定轴套;7—微分筒;  
8—螺母;9—接头;10—棘轮

图 1-9 外径千分尺

外径千分尺的读数机构由固定套筒和微分筒组成,如图 1-10 所示,固定套筒在轴线方向上有一条中线,中线上、下方都有刻线,相互错开 0.5 mm;在微分筒左侧锥形圆周上有 50 等份的刻度线。因测微螺杆的螺距为 0.5 mm,即螺杆转一周,同时轴向移动 0.5 mm,故微分筒上每一小格的读数为  $0.5/50=0.01$  mm,所以千分尺的测量精度为 0.01 mm。

使用外径千分尺测量时,读数方法共分三个步骤。

①根据固定套筒上露出的刻线读出整毫米数和半毫米数(0.5 mm),注意看清露出的是上方刻线还是下方刻线,以免错读。

②根据微分筒上哪一格与固定套筒纵向刻线对准,将刻线的序号乘以 0.01 mm,即可读出小数部分的数值。



③上述两部分读数相加,即为千分尺的读数。

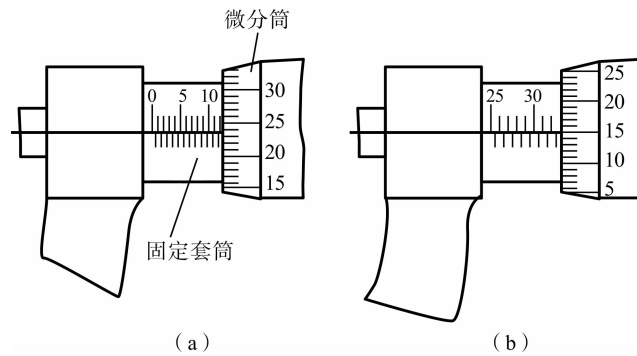


图 1-10 千分尺的刻线原理

(2)内径千分尺。

内径千分尺(见图 1-11)的内部螺旋结构、工作原理和读数方法与外径千分尺相同,是用来测量内孔直径及槽宽等尺寸的工具。

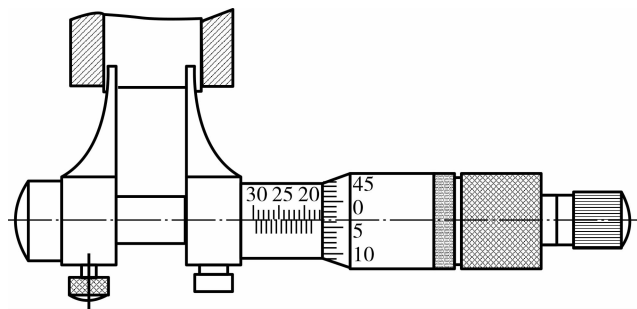


图 1-11 内径千分尺

(3)深度千分尺。

深度千分尺(见图 1-12)的内部螺旋结构、工作原理和读数方法与外径千分尺相同,是用来测量深度尺寸的工具。



图 1-12 深度千分尺

chapter  
01

chapter  
02

chapter  
03

chapter  
04

chapter  
05

chapter  
06

chapter  
07

## (4) 数显千分尺。

数显千分尺(见图 1-13)具有极高的测量精度和优异的性能,精度可达  $3\ \mu\text{m}$ ,内置模拟指针显示可轻松实现跳动测量。虽然数显千分尺比传统的千分尺更容易操作,且减小了人为因素的误差,但是数显千分尺造价比较昂贵,还没有大范围普及使用。



(a)



(b)

图 1-13 数显千分尺

### 提示

千分尺的测量精度比较高,测量机构也比较脆弱,所以在测量质量相对较大的工件时需把工件放到卡具上测量,防止损坏千分尺。

### 3. 使用千分尺时应注意的事项

使用千分尺时应注意以下事项:

(1) 测量前将测量杆和测砧擦干净,检查零位线是否准确;将测砧与螺杆接触,看圆周刻度零线是否与纵向中线对齐,且微分筒左侧棱边与尺身的零线应重合,如有误差应修正千分尺的读数。

(2) 手握尺架,先转动微分筒,当测量螺杆快要接触工件时,必须用手轻轻地拧动端部棘轮测力装置,严禁再拧微分筒。当棘轮发出“咔咔”打滑声时应停止转动。

(3) 测量时应将工件测量表面擦净,以免影响测量精度。

(4) 测量时应使千分尺的砧座与测微螺杆两侧面准确放在被测工件的直径处,不能偏斜。

(5) 读数时,千分位有一位估读数字,不能随便略掉,即使固定刻度的零点正好与可动刻度的某一刻度线对齐,千分位上也应读取“0”。

### 三、量规

#### 1. 量规简介

量规是一些具有准确尺寸和形状的精密测量器具。它是机器制造业中测量和控制尺寸的最基本的量具,是从标准长度到零件尺寸之间传递的媒介。量规没有刻线,是专用量具。常用的量规包括量块、角度量块、多面棱体、塞尺、极限量规等。

##### (1) 量块。

量块是横截面为矩形或圆形,一对相互平行的测量面间具有准确尺寸的测量器具,由耐磨性好、硬度高且不易变形的轴承钢制成。在实际生产中,量块是长度计量的量值传递系统中的标准器,用于检定低一等的量块、千分尺、卡尺、比较仪和一些光学量仪等,也常和比较仪一起利用相对测量法测量工件尺寸。其主要用途体现在以下几个方面。

- ①作为长度标准,传递尺寸量值;
- ②用于检定测量口齿的示值误差;
- ③作为标准件,用比较法测量工件尺寸,或用来校准、调整测量器具的零位;
- ④用于直接测量零件尺寸;
- ⑤用于精密机床的调整和机械加工中精密划线。

两平行平面间具有准确尺寸、横截面为矩形或方形的量块,两平行平面即为其测量面,其他四个面为非测量面。测量面很平、很光洁(其粗糙度  $Ra \leq 0.016 \mu\text{m}$ ),因此具有很好的黏合性。所以,它除每块可单独作为特定的量值使用外,还可组合成所需的各种不同尺寸使用。

量块的工作尺寸不是指两测量面之间的距离,因为两测量面不是绝对平行的。因此量块的工作尺寸是指中心长度,即量块的一个测量面的中心至另一个测量面的垂直距离。在每块量块上,都标记着它的工作尺寸的可工作条件[温度为  $20^\circ\text{C}$ ,大气压力  $101.325 \text{ kPa}$ ,水蒸气压力(湿度)  $1.333 \text{ kPa}$ ]。

根据量块工作尺寸(即中心长度)的精度和两个测量面的平面平行度的准确程度,量块可分为 1、2、3、4、5、6 六等和 00、0、K、1、2、3 六级。一般作为工厂或车间计量站使用的量块为 3 级量块,用来检定或校准车间常用的精密量具。

##### (2) 角度量块。

角度量块是一种角度计量基准,适用于检定万能角度尺和角度样板,也可用于直接测量工件的角度。角度量块成套供应,分 0 级、1 级、2 级三种精度,其测量角度的允许偏差分别为  $\pm 3''$ 、 $\pm 10''$  和  $\pm 30''$ 。

#### 2. 成套量块和量块尺寸的组合

量块是成套供应的,每套装成一盒。每盒中有各种不同尺寸的量块,其尺寸编组具有一定的规定。如图 1-14 所示为一套量块。

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07

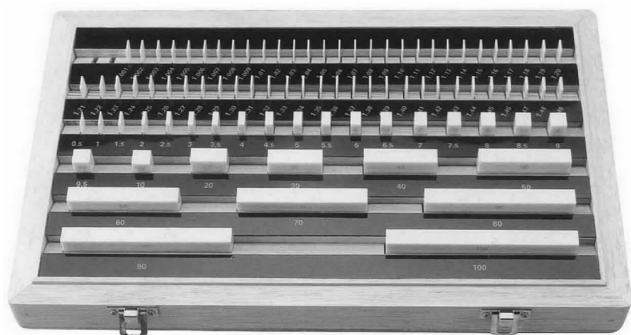


图 1-14 量块

每块量块只有一个工作尺寸。但是由于量块的两个测量面做得十分准确而光滑,具有可黏合的特性,即将两块量块的测量面轻轻地推合后,这两块量块就能黏合在一起,不会自己分开,好像一块量块一样。这样利用量块的可黏合性,就可组成各种不同尺寸的量块组,大大扩大了量块的应用范围。但是为了减少误差,一般组成量块组的块数不超过 5 块。

#### 🔊 小提示

量块在使用过程中,不要和工具、刀具如锉刀、榔头、车刀和钻头 etc 堆放在一起,以免碰伤量块。也不要随便放在机床上,以免因机床振动而使量块掉下来损坏。

### 3. 量块使用时应注意的事项

量块是很精密的量具,使用时必须注意以下几点:

- (1) 使用前,先在汽油中洗去防锈油,再用清洁的软绸擦干净,不要用棉纱头去擦量块的工作面,以免损伤量块的测量面。
- (2) 清洗后的量块,不要直接用手去拿,应当用软绸包起来拿。
- (3) 把量块放在工作台上时,应使量块的非工作面与台面接触,不要把量块放在图纸上,防止污染量块。
- (4) 不要使量块的工作面与非工作面进行推合,以免擦伤工作面。
- (5) 量块使用后,应在汽油中清洗干净,用软绸擦拭干后,涂上防锈油,放在专用的盒子里。若经常使用,可在洗净后不涂防锈油,放在干燥缸内保存。绝对不允许将量块长时间的黏合在一起,以免由于金属黏结而引起不必要的损伤。

#### 🔗 知识延伸

钢直尺是最简单、最基础的长度量具,它的长度有 150 mm、300 mm、500 mm 和 1 000 mm 四种规格。钢直尺的最小刻度是 1 mm,在读数时需要估读到 0.1 mm。

如图 1-15 所示量程为 150 mm 的钢直尺。



图 1-15 150 mm 的钢直尺

钢直尺用于测量零件的长度尺寸,如图 1-16 所示即为钢直尺的几种用法。

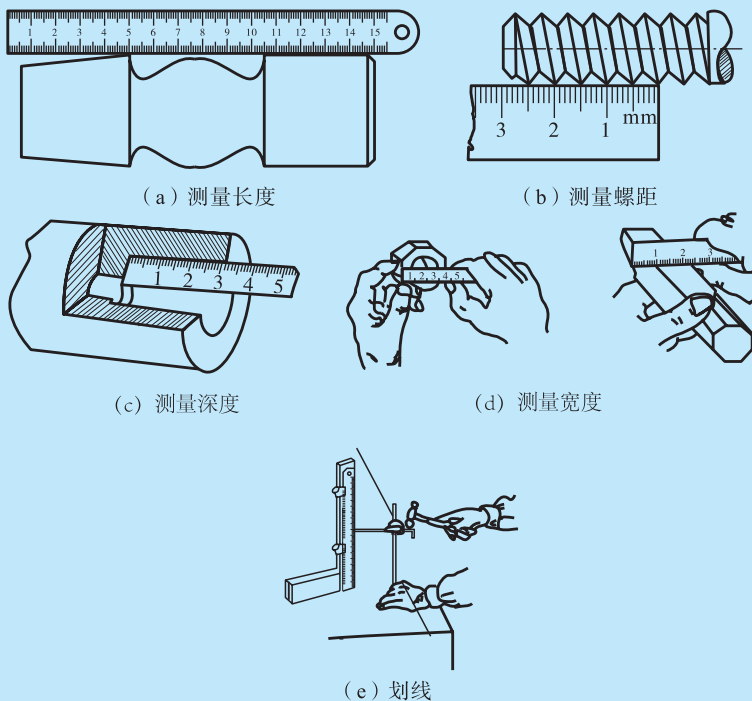


图 1-16 钢直尺的几种用法

## 任务实施

### 1. 游标卡尺的读数练习

读出图 1-1 所示游标卡尺的读数。

由图 1-1 可以看出,该游标卡尺的游标值为 0.1 mm。下面根据游标卡尺读数的三个步骤来读数。

(1)由图 1-1 可以看出,游标零线以左的主尺身上的最近刻线的整数毫米数为 11 mm。

(2)由图 1-1 可以看出,游标零线以右与尺身刻线对齐的游标上的刻线条数为 4,乘以游标卡尺的游标值 0.1 mm,为 0.4 mm。

(3)将上面整数 11 mm 和小数 0.4 mm 两部分读数相加,即为游标卡尺读数 11.4 mm。

### 2. 千分尺的读数练习

读出图 1-2 所示千分尺的读数。

根据千分尺读数的三个步骤来读数。

(1)由图 1-2 可以看出固定套筒上露出的刻线读出整毫米数和半毫米数为 9 mm。

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07

(2)由图 1-2 可以看到,微分筒上第 20.5 格与固定套筒纵向刻线对准,将刻线的序号乘以 0.01 mm,即可读出小数部分的数值,为 0.205 mm。

(3)将上面整数 9 mm 和小数 0.205 mm 两部分读数相加,即为游标卡尺读数 9.205 mm。



## 任务总结

通过本次任务的学习,同学们需要掌握游标卡尺、千分尺和量规的基本知识,能够熟练地运用各种测量工具,为后续的金工实训和工作打下良好的基础。

本次任务我们重点讲述的内容有以下几点。

(1)最基本的钢直尺的使用方法,切记钢直尺在读数时要估读到毫米小数点后一位。

(2)各种游标卡尺及其使用范围,游标卡尺读数的三个步骤,切记游标卡尺读数时不需要估读。

(3)正确使用游标卡尺的方法。

(4)千分尺的工作原理,以及千分尺读数的三个步骤。

(5)正确使用千分尺的方法。

(6)量块的使用方法。

(7)牢记使用量块时的注意事项。



## 项目总结

在本项目的任务一中,主要讲述的是工程材料及钢的热处理工艺的基本知识,本任务中常用的金属材料是重点内容,需要重点掌握,并了解基本的热处理方法。

在本项目的任务二中,主要讲述的是常用量具的使用方法。其中,游标卡尺和千分尺的使用方法是本任务的重点内容。



## 项目检测



### 选择题

- 现需要铸造一种汽车的缸体,通常选择以下钢类材料中的( )。
  - 白口铸铁
  - 灰口铸铁
  - 碳素钢
  - 合金钢
- 十分度的游标卡尺的游标上相邻两个刻度间的距离为( )。
  - 0.1 mm
  - 0.9 mm
  - 0.98 mm
  - 1 mm
- 已知不同的工具测量某物体的长度时,有下列不同的结果,其中,用最小分度值为厘米的刻度尺测量的结果是( )。
  - 2.4 cm
  - 2.37 cm
  - 2.372 cm
  - 2.3721 cm
- 某钢材淬火后要消除其内应力应该用( )工艺。
  - 退火
  - 正火
  - 回火
  - 渗碳