

工程训练

主编 唐日福

副主编 邹克让 于长春 刘辉



国防工业出版社

National Defense Industry Press

工 程 训 练

主 编 唐日福

副主编 邹克让 于长春 刘 辉

参 编 唐殿良

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共 13 章,分别介绍了金属材料的经典机械加工方法和工艺原理,包括一些应该在实际工作中引起工程技术人员注意的工程实践问题的解决方法;工程上常用的基本知识;我国制造业目前常用的现代加工技术方法,主要介绍实际生产中用得比较多的应用程序和编程方法和工程实践过程中常用的刀具选择和补偿方法。全书理论知识与工程实践紧密结合。

本书主要作为高等工科院校机械类学生工程训练的教材,也可作为工厂企业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程训练 / 唐日福主编. —北京:国防工业出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-118-09042-0

I. ①工… II. ①唐… III. ①机械制造工艺
IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 191607 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16½ 字数 450 千字

2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 33.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前 言

“工程训练”是高等工科院校机械类专业的一门重要的技术基础课程,该课程主要介绍工业用金属和非金属材料的各种机械加工方法和工艺原理,是学生了解和认知现代工业基础知识的重要平台。工程训练作为人才培养过程中重要的实践环节,在培养学生的工程能力、工程意识、创新意识和学习和运用规范的工程语言等方面发挥着其他任何课程无法替代的作用。

本书根据教育部机械基础课程教学指导委员会工程材料及机械制造基础课指导组有关普通高校工程训练中心建设基本要求,借鉴国内外相关教材的内容和结构安排,结合国内学者取得的教学成果及编者多年的工程实践经验编写而成。在编写过程中力求使教材内容与课程定位相一致,与我国机械制造业的实际和发展需求相适应。

本教材融理论教学和实践教学为一体,具有基础性、实用性、实践性强、知识面广等特点,在编写过程中力求基本理论和概念清楚,重点内容突出,注重实践性、启发性、科学性,以有利于培养学生的工程实践能力和创新意识。

本教材由沈阳理工大学唐日福担任主编,由邹克让、于长春和刘辉担任副主编,唐殿良同志参加编写了部分内容。

本书在编写出版过程中,得到了沈阳理工大学主管教学方面的各级领导的大力支持,在此向他们致以衷心的感谢。此外,本书还参考并引用了国内外有关教材、科技著作等文献资料,在此特向有关作者和单位致以诚挚的感谢。

限于编者的水平,书中存在一些错误和不妥之处在所难免,敬祈专家与读者不吝赐教。

编者

2013年5月

目 录

绪论	1	2.3 铸件的清理和质量分析	54
第1章 基础知识	3	2.3.1 落砂	54
1.1 测量	3	2.3.2 去除浇冒口	54
1.1.1 量具	3	2.3.3 除芯	54
1.1.2 游标量具	5	2.3.4 铸件的清理	54
1.1.3 测微量具	6	2.4 特种铸造	58
1.1.4 指示式量具	9	2.4.1 熔模铸造	58
1.1.5 角度量具	11	2.4.2 金属型铸造	59
1.1.6 其他量具	12	2.4.3 压力铸造	60
1.2 公差与配合	14	2.4.4 离心铸造	60
1.3 金属材料及钢的热处理	17	复习思考题	61
1.3.1 金属及合金的主要性能	17	第3章 锻压	62
1.3.2 钢的热处理	28	3.1 锻坯的加热和锻件的冷却	62
1.4 切削加工的基础知识	31	3.1.1 加热的目的	62
1.4.1 切削运动	31	3.1.2 锻造温度范围	62
1.4.2 切削用量三要素	32	3.1.3 加热设备	63
1.4.3 金属切削机床简介	33	3.1.4 加热缺陷	64
复习思考题	37	3.1.5 锻件的冷却	65
第2章 铸造	38	3.2 自由锻造	65
2.1 砂型的制造	39	3.2.1 自由锻造设备	65
2.1.1 型砂和芯砂	39	3.2.2 自由锻工序	68
2.1.2 造型方法	40	3.2.3 自由锻示例	72
2.1.3 造芯	47	3.3 胎模锻	74
2.1.4 开设浇注系统	49	3.4 锻件缺陷分析	75
2.1.5 浇注系统的类型	49	3.5 冲压	76
2.1.6 分型面的选择	51	3.5.1 冲压设备	76
2.1.7 模型制造	51	3.5.2 冲压的基本工序	78
2.2 金属的熔炼与浇注	52	3.5.3 冲压模具	80
2.2.1 铸铁的熔炼	52	3.5.4 冲压件缺陷分析	81
2.2.2 铸钢的熔炼	53	复习思考题	81
2.2.3 铝合金的熔炼	53	第4章 焊接	82
		4.1 手弧焊	82

4.1.1	焊接过程和焊接电弧	82	5.4.2	组件装配举例	120
4.1.2	手弧焊设备	83	复习思考题		122
4.1.3	弧焊机的主要技术参数	85	第6章 车削加工		123
4.1.4	焊条	85	6.1	概述	123
4.1.5	焊接接头型式、坡口型式和 焊接位置	87	6.2	卧式车床	124
4.1.6	焊接工艺参数	88	6.2.1	主要组成部分及功用	124
4.1.7	手弧焊操作	89	6.2.2	传动系统	125
4.1.8	焊接缺陷分析	90	6.2.3	操纵系统	126
4.2	气焊与气割	91	6.2.4	操作要点	127
4.2.1	气焊	91	6.2.5	粗车和精车	127
4.2.2	氧气切割	95	6.3	车刀	128
4.3	常用切割焊接新方法简介	97	6.3.1	车刀的种类和用途	128
4.3.1	水射流切割	97	6.3.2	车刀的组成及结构形式	129
4.3.2	埋弧自动焊	97	6.3.3	车刀的几何角度及作用	130
4.3.3	氩弧焊	98	6.3.4	车刀的刃磨	131
4.3.4	二氧化碳气体保护焊(简称 CO ₂ 焊)	98	6.3.5	车刀的安装	132
4.3.5	电阻焊	98	6.4	车床附件及工件安装	132
复习思考题		99	6.4.1	自定心卡盘安装工件	133
第5章 钳工		100	6.4.2	单动卡盘安装工件	134
5.1	划线	100	6.4.3	顶尖安装工件	134
5.1.1	划线的作用	100	6.4.4	中心架和跟刀架	136
5.1.2	划线工具	100	6.4.5	芯轴安装工件	138
5.1.3	划线基准	102	6.4.6	花盘安装工件	139
5.1.4	平面划线	102	6.5	基本车削加工	139
5.1.5	立体划线	103	6.5.1	车外圆和台阶	139
5.2	钳工基本操作	104	6.5.2	车端面	141
5.2.1	工作台和虎钳	104	6.5.3	切槽和切断	141
5.2.2	锯割	104	6.5.4	孔加工	143
5.2.3	锉削	107	6.5.5	车圆锥面	145
5.2.4	刮削	110	6.5.6	车成形面与滚花	146
5.2.5	研磨	111	6.5.7	车螺纹	147
5.3	孔及螺纹加工	112	6.6	典型零件车削工艺过程	150
5.3.1	钻床	112	6.6.1	名词术语	150
5.3.2	钻孔	113	6.6.2	车削加工过程的制定原则	150
5.3.3	扩孔和铰孔	115	6.6.3	轴类零件车削加工工艺 实例	151
5.3.4	攻螺纹与套螺纹	116	6.6.4	盘、套类零件	152
5.4	装配	118	复习思考题		154
5.4.1	装配基本知识	118	第7章 铣削加工		155
			7.1	铣床	155

7.1.1 卧式万能升降台铣床	155	8.6 刨削类机床	180
7.1.2 立式铣床	156	8.6.1 龙门刨床	180
7.2 铣床主要附件	157	8.6.2 插床	181
7.2.1 平口钳	157	8.6.3 拉削	182
7.2.2 回转工作台	157	复习思考题	183
7.2.3 分度头	158	第9章 磨削加工	184
7.2.4 万能铣头	160	9.1 概述	184
7.3 铣刀及其安装	160	9.2 磨削运动与磨削用量	185
7.4 铣削运动及铣削用量	161	9.3 磨床	185
7.4.1 铣削特点	162	9.3.1 外圆磨床	185
7.4.2 铣削运动	162	9.3.2 内圆磨床	189
7.4.3 铣削用量	162	9.3.3 平面磨床	190
7.5 铣削的基本工作	163	9.3.4 砂轮	192
7.5.1 铣水平面和垂直面	163	复习思考题	195
7.5.2 铣斜面	164	第10章 数控加工	196
7.5.3 铣沟槽	164	10.1 数控机床基础	196
7.5.4 铣螺旋槽	166	10.1.1 机床数控系统和数控 机床	196
7.5.5 齿数加工	167	10.1.2 数控车床的分类	196
复习思考题	170	10.1.3 数控机床安全操作规程	197
第8章 刨削加工	171	10.2 数控加工工艺与加工程序的 编制	198
8.1 概述	171	10.2.1 数控车床加工工艺路线的 拟定	198
8.2 牛头刨床	172	10.2.2 数控刀具及切削用量	199
8.2.1 牛头刨床的编号	172	10.2.3 数控加工工艺文件	200
8.2.2 牛头刨床的主要组成部分 及其作用(图8-3)	172	10.3 数控车床编程基础	201
8.2.3 牛头刨床的传动系统	173	10.3.1 数控编程概述	201
8.2.4 牛头刨床的主要机构及 调整	173	10.3.2 数控机床的坐标系统	201
8.3 刨刀	175	10.3.3 工件坐标系	202
8.4 工件的安装方法	175	10.3.4 数控加工程序的格式与 组成	203
8.4.1 平口钳安装	175	10.3.5 数控机床的有关功能	204
8.4.2 压板、螺栓安装	176	10.3.6 常用功能指令的属性	205
8.4.3 其他安装方法	177	10.3.7 数控机床的编程规则	206
8.5 刨削加工	178	10.3.8 手工编程中的数学处理	207
8.5.1 刨水平面	178	10.3.9 一般工件的编程方法	207
8.5.2 刨垂直面	178	10.3.10 刀具补偿功能的编程 方法	212
8.5.3 刨斜面	179		
8.5.4 刨矩形工件	179		
8.5.5 刨T形槽	179		
8.5.6 刨成形面	180		

10.4	GSK980TDb 系统数控车床 常用的编程指令与操作	218	复习思考题	250
第 11 章	数控线切割加工	238	第 12 章	电火花加工技术
11.1	基本知识	238	12.1	概述
11.2	数控线切割加工	239	12.2	电火花加工基本原理
11.3	数控线切割加工工艺	241	12.3	电火花加工机床和组成
11.4	数控线切割编程方法	243	12.4	电火花成型加工操作步骤
11.4.1	手工编程	243	12.5	电火花成型加工机床的安全 操作规程
11.4.2	3B 手工编程实例	246	复习思考题	255
11.4.3	ISO 代码数控编程	247	参考文献	256

绪 论

1. 工程训练教学实习的性质与作用

机械制造业是整个工业的基础和重要组成部分。现代化的生产手段,无论在工业、农业还是在交通运输业,都是以机械化和自动化为标志的。而自动化也要以机械化为前提。机械是进行一切现代生产的基本手段。因此,传授机械制造基本知识和培养基本操作技能的工程训练,就成为工科专业大学生的必修课。对于机械类各专业的大学生,工程训练还是学习其他有关技术基础课程的重要先修课。

社会发展需要理工科大学培养的大学生具有工程技术人才的综合素质,既不仅具有优秀的思想品质、扎实的理论基础和专业知识,而且要有解决实际工程技术问题的现场工程师的能力。工程训练是对大学生进行工程训练的重要环节之一,是在教学实习工厂内,在有理论水平的专业教师和有实践经验技工的指导下进行的,学生通过亲身实践,学习、体会、验证机械制造有关知识,掌握一定的操作技能,具备初步解决实际问题的动手能力。显然,这样的工程训练,对于工科专业的大学生具有重要的作用。

2. 工程训练教学实习的内容

基本内容包括机械制造中的常见加工方法及其常用设备、工具、量具的操作和使用方法等。机械制造过程及其各过程间相互关系如图 0-1 所示。

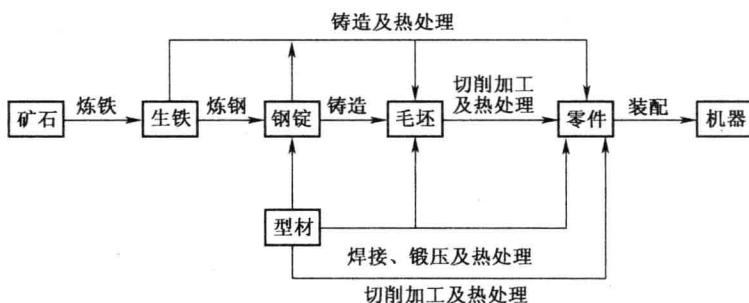


图 0-1 机械制造过程关系图

工程训练分别进行机械制造基础、金属材料及热处理、铸造、锻造、冲压、焊接、金属切削等内容的现场实践教学。

3. 工程训练的性质与目的

工程训练是一门实践性很强的技术基础课,是学生学习“工程材料及机械基础”与机械制造系列课程必不可少的先修课程,也是建立机械制造生产过程的基本概念、获得机械制造基本知识的奠基课程。工程训练强调以实践教学为主,学生进行独立的实践操作,在实践过程中有机地将基本工艺理论、基本工艺知识和基本工艺实践结合起来,同时重视学生工艺实践技能的提高。

工程训练的目的在于了解现代机械制造的一般过程和基本工艺知识;熟悉机械零件的常用加工方法及其所用主要设备和工具;了解新工艺、新技术、新材料在现代机械制造中的应用。学生通过

生产实践,设备操作,工、夹、量具等的使用,独立完成简单零件的加工制造,初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力,奠定工程师应具备的知识和技能基础。培养学生的生产质量和经济观念,还应培养学生理论联系实际的科学作风以及遵守安全操作规程、热爱劳动、爱护公物等基本素质。

4. 工程训练守则

- (1) 按规定穿戴好劳动保护用品,不带与实习无关的用品进厂。
- (2) 遵守劳动纪律,不迟到、不早退、不窜岗、有事请假。
- (3) 尊重老师和师傅,虚心请教、努力学习,搞好师生关系。
- (4) 爱护国家财产,注意节约用水、电、油和原材料。
- (5) 实习中应做到专心听讲、仔细观察、做好笔记、认真操作,不怕苦、不怕脏、不怕累。
- (6) 严格遵守各实习工种的安全技术操作规程,文明实习,保持良好的实习环境。

第1章 基础知识

1.1 测量

1.1.1 量具

机器是由许多不同零件组成的,机器质量的好坏与这些零件的加工和装配有着直接关系。因此,在对机器制造的过程中,要严格地按照图纸规定的形状、尺寸和其他技术要求来加工零件,然后再把检验合格的零件装配成机器,对组装后的机器再进行相关的检验,合格后才允许出厂。

由此可见,对零件和产品随时进行测量或检验,是保证质量的重要条件之一。所以要不断提高测量技术水平,才能够正确合理地使用量具。在加工过程中得到精确的测量结果,才有可能避免或减少废品、次品的出现,这是保证产品质量和提高生产率的基本环节。

量具是机械工人不可缺少的一种工具,怎样合理地选择量具,正确地使用和保养量具,是每个机械工人都必须掌握的基本测量技术,也是衡量工人技术水平高低的一个重要方面。这就要求每个进行工程训练的学生,应该认真学习、反复实践和不断总结经验,不断提高自己的测量技术水平,这对于提高测量精度、减少测量时间、保证量具精度、延长量具使用寿命等有着重要的意义。

近年来,随着高新产品的不断涌现,对测量的技术要求及测量工具的使用要求也越来越高,为了适应社会发展的需要,不仅要掌握常用的一般量具的使用方法,还要逐步了解学习掌握一些高精密度量具的使用方法。

1. 长度单位

在机械制造过程中,使用量具对零件的尺寸进行测量时,首先必须了解采用的长度单位是什么,以便选用量具和记录测量出的数据。

目前多数国家采用国际单位制。我国的计量单位制也在逐步向国际单位制过渡。在我国的机械制造业中,一般是不允许采用英制单位的,但是有些零件如管接头,在我国的现行标准中,仍然规定要沿用英制单位。另外,随着对外贸易和技术交流工作的发展,需要制造出口设备或修理进口设备,也会遇到英制的产品零件。英制长度单位之间的换算关系为:1yd. = 3foot. (ft.); 1foot. (代号 1') = 12inch (in.)。英制与国际单位制的长度单位之间的换算关系为:1in. = 25.4mm; 1mm = 0.03937in.。在工作过程中,根据需要可按照这些关系式进行换算。

2. 计量器具和测量方法的分类

1) 计量器具的分类

计量器具是量具和计量仪器的总称。通常是把具有放大功能的计量器具称为量仪,如杠杆齿轮比较仪、光学比较仪等;把没有放大功能的一般计量器具称为量具,如游标卡尺、千分尺等。

当前使用的计量器具名目繁多,类型也多种多样,各有不同的特点和用途。根据实际需要,可以从不同的角度对器具进行分类,若按用途可分为以下几类。

(1) 标准量具、量仪。能够代表某一个固定的尺寸或角度,作为标准来使用,可用来校对和调整其他量具、量仪;或者在精密测量中,直接用来与被测工件进行尺寸或角度的比较。量具如量块、角度量块等;量仪如激光光波比较仪、光波干涉比较仪等。

(2) 专用量具、量仪。只能用来检验被测工件的尺寸和形状是不是合格,而不能测量出被测工件实际尺寸的数值。例如,螺纹塞规、螺纹环规等各种量规、卡规等。

(3) 通用(万能)量具、量仪。在它们的测量范围以内,可以对被测工件进行任一尺寸的测量,一般都能得到具体的测量数值,因此具有通用性,在中小批生产和单件生产中被广泛使用。

2) 测量方法的分类

使用计量器具进行测量的方法也是各式各样的,根据测量要求和使用计量器具的不同,可以从不同角度对测量方法进行分类。

(1) 直接测量与间接测量。直接测量可以直接测出被测工件的尺寸或实际偏差数值,这是目前普遍应用的一种基本测量方法。例如,用游标卡尺、外径千分尺或杠杆卡规等测量轴径;用万能角度尺测量角度等。间接测量是先测量被测工件的其他有关尺寸,然后通过计算可以间接地获得被测工件所需要的尺寸或实际偏差值。当被测尺寸不容易直接测量或直接测量达不到精度要求时,就采用间接测量。如图 1-1 所示,为了得到圆弧直径,先测量弦 L 和弓形高 H ,然后再用式(1-1)算出圆弧直径 D 。

$$D=\frac{L^2}{4H}+H$$

(2) 绝对测量与相对测量。能够直接读出被测工件的尺寸数值的测量为绝对测量。例如,用游标卡尺测量轴径,可以直接读出轴径尺寸的大小。相对测量只能读出被测尺寸与标准尺寸的偏差值,所以在测量工作中也称比较法或微差法。一般情况下,相对测量的精度较高。如图 1-2 所示,对轴径进行相对测量,先用标准件(量块)调整好百分表,然后把工件(轴)放入进行比较,测出的数值就是轴径 D 相对于量块实际尺寸 L 的偏差值 ΔL ,从而可以判断轴径尺寸是否合格。如果需要也可以换算出轴径的实际尺寸数值,即 $D=L+\Delta L$ 。

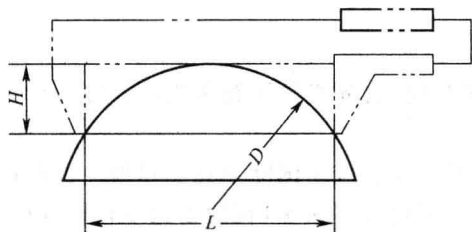


图 1-1 间接测量

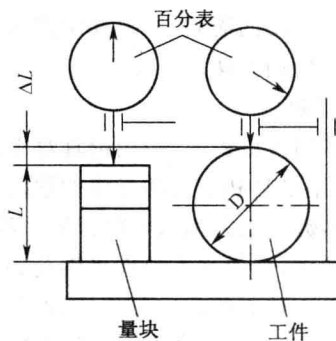


图 1-2 相对测量

3. 量具的选择原则

按照图纸对工件进行测量或检验时,就会遇到如何选择测量器具的问题。选择的合理,测量起来就精确,方便和经济;否则就不能达到预期效果,所以测量器具的选择是很重要的。

选择测量器具的主要依据是被测量工件的技术条件内容。要根据被测工件的特点等具体情况,合理选择测量器具。

(1) 按照测量项目选择相应的测量器具。比如测量长度和直径、测量角度和锥度、测量结合面的间隙等项目,各自选用不同的量具。

(2) 根据工件生产批量的不同,选择相应的测量器具。单件小批量生产,以通用量具为主;成批生产,以专用量具为主;大批大量生产,则应选用高效机械化或自动化的专用量具。

(3) 根据被测工件的结构形状、被测部位、材料、质量、刚性和表面粗糙度等,选用相应的量

具。例如,被测工件的质量大,就不应放在量具上测量,可把量具放在被测工件上测量;被测表面粗糙度低时,可用精度较高的量具,反之只能用精度低的量具。

(4) 要使被尺寸在所选用的量具测量范围之内;用于比较测量时,量具的示值范围还应大于被测件的尺寸公差。

(5) 根据被测件的尺寸公差,选择精度相适应的量具。一般精度较低的被测件,要选用相应的低精度量具,精度较高的被测件选用高精度量具,不应滥用高精度量具。

综上所述,量具的选择是个综合性问题,要全面考虑被测件经济效果,现有的实际条件以及测量人员的技术水平等各方面情况,进行具体分析合理选择。

1.1.2 游标量具

游标量具,是机械制造业中应用较广泛的一种通用量具,它是利用游标原理进行读数的,根据用途的不同,游标量具又可分为游标卡尺、游标深度尺、游标高度尺等。

1. 游标卡尺

游标卡尺可以测量工件的内、外尺寸(如长度、宽度、厚度、内经和外径),孔径,高度和深度等。它的优点是使用方便、用途广泛,测量范围大、结构简单等;缺点是只能测量孔径、槽边或台边等处的尺寸,所以测量部位不全面。另外,它的测量精度不够高,属于中等精度的量具。

普通游标卡尺按测量精度可分为 0.1mm、0.05mm、0.02mm 三个量级。按可测尺寸范围有 0mm~125mm、0mm~150mm、0mm~300mm、0mm~500mm 等多种规格。

图 1-3 所示游标卡尺的读数精度为 0.02mm,测量尺寸范围为 0mm~150mm,由主尺和副尺(游标)两部分组成。主尺上每小格为 1mm,当两卡爪贴合(主尺与副尺的零线重合)时,主尺上的 49mm 正好等于副尺(游标)上 50 格,见图 1-3(b);副尺上每格长度为 $49 \div 50 = 0.98\text{mm}$,主尺与副尺每格的差值 0.02mm 就是该尺的读数精度值。

测量读数时,需要尺框向右移动到某一位置,这时活动量爪与固定量爪之间的距离,就是被测尺寸,见图 1-3(a)。假如游标零线与主尺上表示 23mm 的刻线正好对齐,则说明被测尺寸是 23mm;当游标零线在主尺上指示的尺寸数值比 23mm 大一点时,被测尺寸的整数部分为 23mm,而比 1mm 小的小数部分则是借助游标读出来的,即为 $12 \times 0.02 = 0.24\text{mm}$,被测尺寸为 23.24mm,见图 1-3(c)。

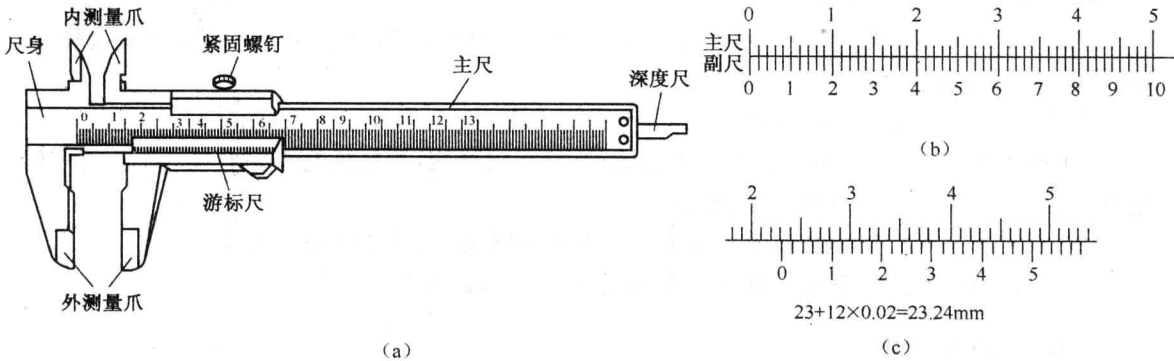


图 1-3 0.02mm 游标卡尺及读数方法

使用游标卡尺应注意下列事项:

(1) 检查零线。使用前应先擦净卡爪,合拢卡爪,检查主尺和副尺的零线是否对齐,零线对不

齐,应检修。

(2) 放正卡尺。测量内外圆时,卡尺应垂直于工件轴线;测量沟槽宽度时,卡爪要垂直槽壁,测量深度时,深度尺要垂直放好,深度尺的倒角边靠近槽壁面;测量孔中心与侧平面之间的距离时,要把固定量爪靠在孔壁上,卡尺应垂直于侧平面。

(3) 测力适当。使量爪与被测表面轻微接触,测力不可过小或过大。要把被测件尽量放到量爪的根部。

(4) 读数时视线要对准所读刻线并垂直尺面。

(5) 防止松动。卡尺取出前应锁住游标。

(6) 不得用游标卡尺测量正在运动(运转)的工件。

2. 游标深度尺

游标深度尺可以测量孔(阶梯孔、盲孔)槽的深度、台阶高度以及轴肩长度等。它的结构简单、使用方便,也是机械制造中常用的量具。

游标深度尺结构形式如图 1-4 所示。主尺上有毫米刻线,它的测量端部削掉一角,以减少尺身测量面与被测件的接触面积,可提高测量精度。游标深度尺的结构与游标卡尺基本相同。

游标深度尺的测量范围是 0mm~200mm、0mm~300mm、0mm~500mm,游标读数数值分为 0.02mm、0.05mm 两种。

使用游标深度尺应注意的事项:

(1) 检查零线。使主尺尺身与平板接触,观察游标零线是否与主尺零线对齐,对齐了;说明零位是准的,否则就不准。

(2) 使用前应检查测量面是否有毛刺、锈蚀等;要擦净测量面上的油垢、灰尘和切屑等。

(3) 深度尺可用于绝对测量和相对测量。测量时,可直接读数;或者锁住主尺,取出后进行读数。

(4) 深度尺使用完毕,要把尺身退回原位,用紧固螺钉锁住,以免脱落。

3. 游标高度尺

游标高度尺,可用于测量被测件的高度尺寸、相对位置的测量和较精密的划线。

游标高度尺的结构形式如图 1-5 所示。其结构与游标卡尺相似,其特点是,用质量较大的底座代替固定量爪,利用测量爪与底座工作面的相对位置变化来进行测量或划线;若它们位于同一个平面上时,高度尺的读数为零。

高度尺的测量范围有 0mm~200mm、0mm~300mm、0mm~500mm、0mm~1000mm,游标读数数值有 0.02mm、0.05mm、0.1mm 几种。

使用游标高度尺应注意的事项:

(1) 检查零位。注意底座工作面是否有毛刺、擦伤或异物,测量爪是否完好等。看游标零线是否与尺身相应刻线对齐,要重复检查几次。

(2) 划线或测量时应该注意,底座应贴合平板,滑动平稳,底座不能翘起来。

(3) 高度尺使用完毕,要卸下测量爪,把高度尺立着放,而不允许躺着放。

1.1.3 测微量具

测微量具是机械制造业中应用广泛的一种量具。虽然结构形式多种多样,但都是利用螺旋传动原理,把螺杆和旋转运动变成直线运动来进行测量的。根据用途的不同,一般可分为外径千分尺、内径千分尺、杠杆千分尺、螺纹千分尺、公法线千分尺等。

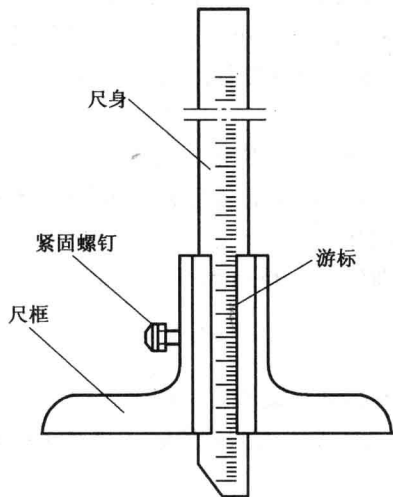


图 1-4 游标深度尺

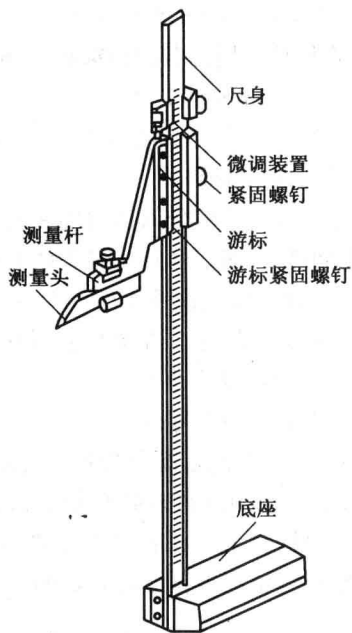


图 1-5 游标高度尺

1. 外径千分尺

外径千分尺是一种重要的通用的精度量具。因受螺旋副制造精度的限制,分度值一般是 0.01mm,也就是说可以测量出 0.01mm,因此应称为百分尺,但一般习惯叫它是千分尺。

外径千分尺可测量工件的各种外形尺寸,如长度、厚度、外径、板厚或壁厚等。测量范围有: 0mm~25mm, 25mm~50mm, 50mm~75mm 分段按 25mm 分段,按 100mm 分段和按 200mm 分段等。

国产千分尺有多种形式,测量上限小于 1000mm 的有两种形式:测砧为固定式的千分尺(图 1-6)和测砧为可调式或可换式千分尺(图 1-7)。

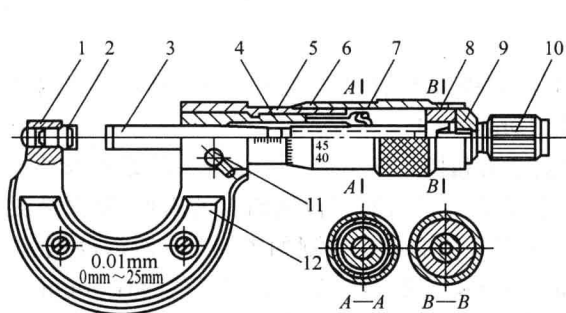


图 1-6 外径千分尺

- 1—尺架;2—测砧;3—测微螺杆;4—螺纹轴套;
5—固定套管;6—微分筒;7—调节螺母;
8—接头;9—垫片;10—测力装置;
11—锁紧装置;12—隔热装置。

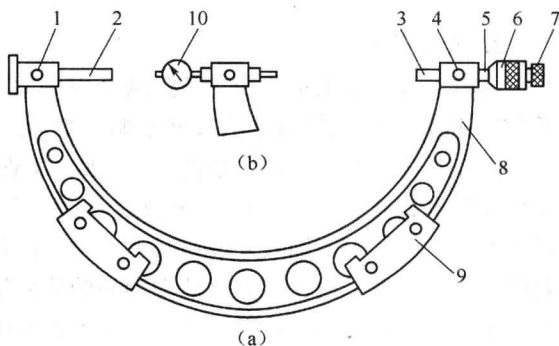


图 1-7 测砧可调式和带表式千分尺

- 1—测砧紧固螺钉;2—测砧;3—测微螺杆;4—锁紧装置;
5—固定套管;6—微分筒;7—测力装置;
8—尺架;9—隔热装置;10—指示表。

测量时,把被测件放在千分尺的两个测量面之间,接触被测件后,两个测量面之间的距离就是被测尺寸。千分尺测微螺杆的螺距为 0.5mm,所以每当测微螺杆转动一周时,它就移动一个螺

距,使两个测量面之间的距离变化 0.5mm。在微分筒锥面的圆圈上,有 50 条均匀刻线(图 1-8)。因为微分筒每转一周,测微杆移动 0.5mm,所以当微分筒没转过一小格时,测微螺杆的移动距离就是 $0.5\text{mm} \div 50 = 0.01\text{mm}$ 。千分尺的读数装置能够读出 0.01mm,这就是千分尺的分度值(或称读数值)。用微分筒读出不足 0.5mm 的小数数值,是测微量具读数的共同特点。

千分尺的读数步骤:

- (1) 读整数。看微分筒棱边的左面,固定套管上露出来的刻线数值是 5,见图 1-9。
- (2) 读小数。固定套管的纵刻线对准微分筒的 46 刻线,因为固定套管上的 0.5mm 刻线已经露出,所以小数部分应该等于 $(0.46 + 0.5)\text{mm} = 0.96\text{mm}$,如图 1-9(c)。
- (3) 得出被测尺寸。等于整数部分与小数部分之和,即 $(5 + 0.96)\text{mm} = 5.96\text{mm}$ 。

使用千分尺的注意事项:

- (1) 使用前要检查零位。
- (2) 测量时,等测量螺杆接近工件时,严禁再拧微分套筒,必须旋转右端棘轮。
- (3) 读数时,可在工件未取下进行,读完后须松开再取下。也可将千分尺锁紧后,从工件上取下再读。
- (4) 不允许测量毛坯表面和运动(运转)中的工件。
- (5) 使用完毕应擦拭干净,放回盒中摆放。

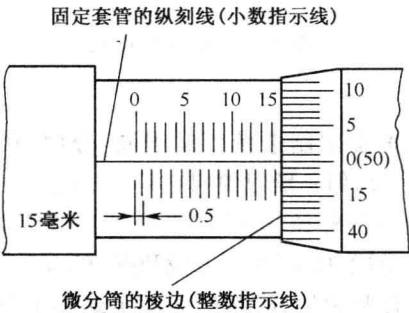


图 1-8 千分尺的刻线

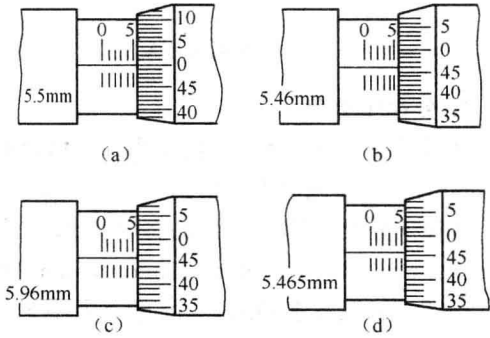
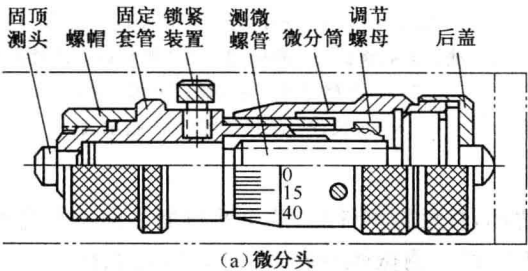


图 1-9 千分尺的读数示例

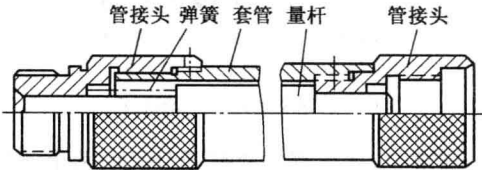
2. 内径千分尺

内径千分尺是测量孔径、槽宽、两个内端面之间距离以及其他内尺寸的一种量具。由于内径千分尺比较长,所以被测的内尺寸不能太小,必须是 50mm 以上。

内径千分尺的结构型式如图 1-10 所示,是由微分头和接长杆组成的。微分头的结构与外径千分尺基本相同,只是没有尺架和测力装置。接长杆是为了扩大测量范围而带的附件,根据被测尺寸的大小可接上不同尺寸的接长杆。每套内径千分尺还附有校对卡规如图 1-11 所示,用于校对微分头的零位。内径千分尺活动测头的位移量是 13mm,与接长杆连接,其测量范围有 50mm~250mm、50mm~600mm、150mm~1400mm 等几种,其分度值也是 0.01mm。



(a) 微分头



(b) 接长杆

图 1-10 内径千分尺

使用内径千分尺的注意事项：

- (1) 测量时,不要把内径千分尺用力压进被测件内,这样会使接长杆变形,降低测量精确度。
- (2) 大型内径千分尺测量完毕,应垫平放置或垂直吊挂,以免变形。

1.1.4 指示式量具

指示式量具的结构型式是多种多样的,但工作原理相同,都是利用齿条、杠杆或扭簧等的传动,把测量杆的微小直线移动转变为指针的转动,从而使指针在表盘上指示出相应的数值。

根据结构和用途的不同,指示式量具一般可分为百分表、杠杆百分表、内径百分表等。

1. 百分表

百分表是工厂使用非常普遍的一种通用精密量具。它不仅具有指示式量具的一般特点,而且使用简单、测量范围也较大;不仅能用作比较测量,也能用作绝对测量。百分表的分度值为0.01mm,所以称为百分表。

普通型百分表的测量范围为0mm~3mm、0mm~5mm和0mm~10mm。百分表的用途,主要是测量被测件的形状误差和位置误差,也可用于检验机床等设备的几何精度或调整工件的装夹位置以及用来作为各种检验、专用测量的读数装置等。

百分表的形式比较多,但结构上大同小异,其外形如图1-12所示。测量时,被测尺寸引起测量头的微小移动,经过百分表内的一套传动机构而转变成指针的转动,可在表盘上读出被测数值来。

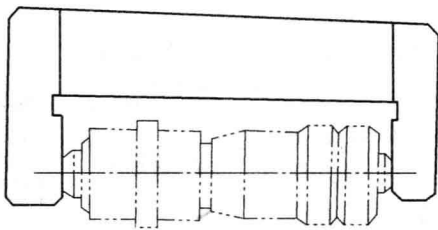


图 1-11 内径千分尺的校对卡规

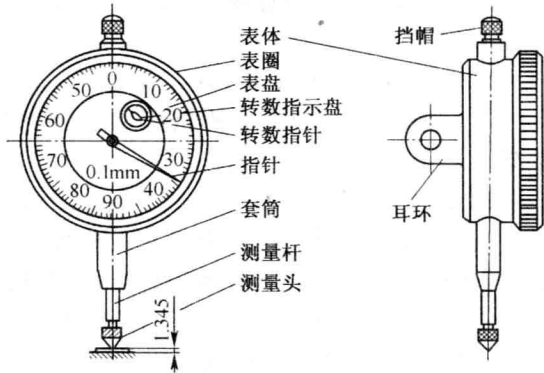


图 1-12 百分表

1) 百分表的读数方法

由图1-12可见,测量时指针6和转数指针5的位置都在变化。测量杆移动1mm时,转数指针就转动一格,所以被测值毫米的整数部分可以从转数指示盘上读出,如图所示毫米的整数部分是1mm。另外,测量杆移动1mm时,指针6也同时转1圈;移动0.01mm时,指针6转一小格,所以被测值毫米的小数部分可以从表盘上读出。应该记住,读数时无论是转数指针5还是指针6,都必须从离开起始位置的格数读得。若指针停在两条刻线之间时,可用估读法得出数值。如图1-12所示,指针的起始位置是0时,则毫米的小数部分是0.345mm。把上面两次读数的整数部分和小数部分相加,就是被测尺寸,即 $(1+0.345)\text{mm}=1.345\text{mm}$ 。

当测量范围比较大时,为了读数方便,测量前一般要用手转动表圈,使表盘的零刻线对准指针,这样可直接读出毫米的小数部分。