

普通高等院校工程训练系列规划教材

金工实训教程

刘彩军 主编

内 容 简 介

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环节,为学生理论知识和专业课程的学习打下坚实的基础。本书共分5章,分别介绍了金工实训基本知识、钳工、车削加工、铣削加工、焊接等内容。

本书是以教学基本要求为主导,紧密结合工厂生产实际过程而编写的,可以作为普通高等院校的金工实训指导教材,也可作为工厂技术工人的参考资料。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

金工实训教程 / 刘彩军主编. --北京:清华大学出版社,2012.3

(普通高等院校工程训练系列规划教材)

ISBN 978-7-302-28146-7

I. ①金… II. ①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 026035 号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:王淑云

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:7.75

字 数:184千字

版 次:2012年3月第1版

印 次:2012年3月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:16.00元

产品编号:046063-01



改革开放以来,我国贯彻科教兴国、可持续发展的伟大战略,坚持科学发展观,国家的科技实力、经济实力和国际影响力大为增强。如今,中国已经发展成为世界制造大国,国际市场上已经离不开物美价廉的中国产品。然而,我国要从制造大国向制造强国和创新强国过渡,要使我国的产品在国际市场上赢得更高的声誉,必须尽快提高产品质量的竞争力和知识产权的竞争力。清华大学出版社和本编审委员会联合推出的“普通高等院校工程训练系列规划教材”,就是希望通过工程训练这一培养本科生的重要环节,依靠作者们根据当前的科技水平和社会发展需求所精心策划与编写的系列教材,培养出更多视野宽、基础厚、素质高、能力强和富于创造性的人才。

我们知道,大学、大专和高职高专都设有各种各样的实验室。其目的是通过这些教学实验,使学生不仅能比较深入地掌握书本上的理论知识,而且能更好地掌握实验仪器的操作方法,领悟实验中所蕴涵的科学方法。但由于教学实验与工程训练存在较大的差别,因此,如果我们的大学生不经过工程训练这样一个重要的实践教学环节,当毕业后步入社会时,就有可能感到难以适应。

对于工程训练,我们认为这是一种与社会、企业及工程技术的接口式训练。在工程训练的整个过程中,学生所使用的各种仪器设备都来自社会企业的产品,有的还是现代企业正在使用的主流产品。这样,学生一旦步入社会,步入工作岗位,就会发现他们在学校所进行的工程训练与社会企业的需求具有很好的一致性。另外,凡是接受过工程训练的学生,不仅为学习其他相关的技术基础课程和专业课程打下了基础,而且同时具有一定的工程技术素养。这样就为他们进入社会与企业,更好地融入新的工作群体,展示与发挥自己的才能创造了有利的条件。

近10年来,国家和高校对工程实践教育给予了高度重视,我国的理工科院校普遍建立了工程训练中心,拥有前所未有的、极为丰厚的教学资源,同时面向大量的本科学生群体。这些宝贵的实践教学资源,像数控加工、特种加工、先进的材料成形、表面贴装、数字化制造等硬件和软件基础设施,与国家的企业发展及工程技术发展密切相关。而这些涉及多学科领域的教学基础设施,又可以通过教师和工程技术人员的创造性劳动,转化和衍生出我国社会与企业迫切需求的课程与教材,使国家投入的宝贵资源发挥其应



有的教育教学功能。

为此,本系列教材的编审,将贯彻下列基本原则:

(1) 努力贯彻教育部和财政部有关“质量工程”的文件精神,注重课程改革与教材改革配套进行。

(2) 符合教育部工程材料及机械制造基础课程教学指导组所制定的课程教学基本要求。

(3) 在整体将注意力投向先进制造技术的同时,要力求把握好常规制造技术与先进制造技术的关联,把握好制造基础知识的取舍。

(4) 先进的工艺技术,是发展我国制造业的关键技术之一。因此,在教材的内涵方面,要着力体现工艺设备、工艺方法、工艺创新、工艺管理和工艺教育的有机结合。

(5) 有助于培养学生独立获取知识的能力,有利于增强学生的工程实践能力和创新思维能力。

(6) 融会实践教学改革的最新成果,体现出知识的基础性和实用性,以及工程训练和创新实践的可操作性。

(7) 慎重选择主编和主审,慎重选择教材内容,严格遵循国家技术标准。

(8) 注重各章节间的内部逻辑联系,力求做到文字简练,图文并茂,便于自学。

本系列教材的编写和出版,是我国高等教育课程和教材改革中的一种尝试,一定会存在许多不足之处。希望全国同行和广大读者不断提出宝贵意见,使我们编写出的教材更好地为教育教学改革服务,更好地为培养高质量的人才服务。

普通高等院校工程训练系列规划教材编审委员会

主任委员:傅水根

2008年2月于清华园



制造技术是高新技术走向实际应用的接口、通道和桥梁,是提高创新能力和企业国际竞争力的根本途径。随着计算机技术、自动控制技术、传感器技术、信息技术、管理技术等高新技术与制造技术深层次的结合,制造业面貌发生了极大的变化,高校机械学科的科学思想、教学内容和教学方法势必随之不断扩展和更新。将培养人的系统知识、创新思想、综合运用及实践能力作为重点,造就一大批面向 21 世纪现代化建设的人才,这一教育改革发展方向已被各界认同。

本书根据机械设计制造专业的基础理论学习,结合工厂实际要求,为普通高校学生金工实训或机械制造基础实习课程而编写。内容上尽量做到布局合理、丰富、难度适中,逻辑性、系统性和实践性强。简化理论知识,突出技能和工艺过程的培养,特别注重理论与实践的结合,做到通俗易懂。并且努力使插图形象生动,便于学生自学和教师讲解。另外,每章附有各类习题,供学生思考和练习。本书不仅适合机械类,也适合非机械类、成人教育等相关专业学生选用。

全书由刘彩军主编,参加本书编写的还有韩学政、孙启文、苏士田、徐伟等人。

由于编写经验不足,加之编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳切希望广大读者提出宝贵的意见以供修改,编者将不胜感激!

编 者

2012 年 1 月



1 金工实训基本知识	1
1.1 金工实训课程简介	1
1.2 常用量具	2
1.2.1 常用量具及其使用方法	2
1.2.2 量具维护与保养	8
复习思考题	9
2 钳工	10
2.1 钳工概述	10
2.2 划线、锯削和锉削	13
2.2.1 划线	13
2.2.2 锯削	17
2.2.3 锉削	19
2.3 钻孔、扩孔和铰孔	23
2.3.1 钻孔	23
2.3.2 扩孔与铰孔	25
2.4 攻螺纹和套螺纹	26
2.4.1 攻螺纹	26
2.4.2 套螺纹	28
复习思考题	30
3 车削加工	31
3.1 车削加工概述	31
3.2 卧式车床	32
3.2.1 机床的型号	32
3.2.2 卧式车床的结构	33
3.2.3 卧式车床的传动系统	35
3.2.4 卧式车床的各种手柄和基本操作	37
3.3 车刀	39
3.3.1 车刀的结构	39

3.3.2	刀具材料	39
3.3.3	车刀组成及车刀角度	40
3.3.4	车刀的刃磨	42
3.3.5	车刀的安装	44
3.4	车外圆、车端面 and 车台阶	45
3.4.1	安装工件	45
3.4.2	车外圆	45
3.4.3	车端面	49
3.4.4	车台阶	49
3.5	切槽、切断、车成形面和滚花	50
3.5.1	切槽	50
3.5.2	切断	52
3.5.3	车成形面	52
3.5.4	滚花	54
3.6	车圆锥面	55
3.7	孔加工	57
3.8	车床附件及其使用方法	59
3.9	零件车削工艺	63
	复习思考题	67
4	铣削加工	69
4.1	铣削加工概述	69
4.1.1	铣床安全操作规程	69
4.1.2	铣削加工简介	70
4.2	铣床	73
4.3	铣刀及其安装	75
4.4	铣床附件及工件安装	78
4.4.1	铣床附件及其应用	78
4.4.2	工件的安装	80
4.5	铣削的基本操作	82
4.5.1	铣平面	82
4.5.2	铣斜面	83
4.5.3	铣键槽	84
4.5.4	铣成形面	85
4.5.5	铣齿形	86
	复习思考题	87
5	焊接	88
5.1	焊接概述	88
5.2	电弧焊	90

5.2.1	焊接电弧	90
5.2.2	焊条电弧焊	91
5.2.3	焊接设备	95
5.2.4	常用电弧焊方法	98
5.3	其他焊接方法	100
5.3.1	气焊	101
5.3.2	电阻焊	103
5.3.3	电渣焊	104
5.3.4	螺柱焊	105
5.3.5	摩擦焊	105
5.3.6	电子束焊	106
5.3.7	激光焊	107
5.3.8	高频焊	107
5.3.9	扩散焊	108
5.3.10	钎焊	108
5.4	焊接检验	109
5.4.1	常见焊接缺陷	109
5.4.2	焊接质量检验	111
	复习思考题	112
	主要参考文献	113

金工实训基本知识



1.1 金工实训课程简介

1. 金工实训的目的和要求

金工实训(也称金工实习)是学生进行工程训练、培养工程意识、学习工艺知识、提高工程实践能力的重要的实践性教学环节和技术基础课程;是学生学习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概念,获得机械制造基础知识的奠基课程和必修课程。其目的是:

(1)使学生建立起对机械制造生产基本过程的感性认识,让学生学习机械制造的基础工艺知识并了解机械制造生产的主要设备。

在实训中,学生要学习机械制造的各种主要加工方法及其所用主要设备的基本结构、工作原理和操作方法,并正确使用各类工具、夹具、量具,熟悉各种加工方法、工艺技术、图纸文件和安全技术,了解加工工艺过程和工程术语,使学生对工程问题从感性认识上升到理性认识。这些实践知识将为以后学习有关专业技术基础课、专业课及毕业设计等打下良好的基础。

(2)培养学生的实践动手能力。

通过直接参加生产实践,操作各种设备,使用各类工具、夹具、量具,独立完成简单零件的加工制造全过程,以培养学生对简单零件具有初步选择加工方法和分析工艺过程的能力,并具有操作主要设备和加工作业的技能,初步奠定技能型、应用型人才应具备的基础知识和基本技能。

(3)全面开展素质教育,树立学生的实践观念、劳动观念和团队协作精神,培养高质量人才。

工程实践与训练一般在学校工程培训中心的现场进行。实训现场不同于教室,它是生产、教学、科研三结合的基地,教学内容丰富,实训环境多变,接触面宽广。这样一个特定的教学环境正是对学生进行思想作风教育的好场所、好时机。

金工实训对学好后续课程有着重要意义,特别是后续的技术基础课和专业课,都与金工实训有着重要联系。金工实训场地是校内的工业环境,学生在实习时置身于工业环境中,接受实习指导人员思想品德教育,培养工程技术人员的全面素质。因此,金工实习是强化学生工程意识教育的良好教学手段。

2. 实训安全要求

在实训劳动中要进行各种操作,制作各种不同规格的零件,因此,常要开动各种生产设备,接触到焊机、机床、砂轮机等设备。为了避免触电、机械伤害、爆炸、烫伤和中毒等工伤事故的发生,实训人员必须严格遵守工艺操作规程。只有文明生产实训,才能确保实训人员的安全。

(1) 实训中做到专心听讲,仔细观察,做好笔记,尊重各位指导老师,独立操作,努力完成各项实训作业。

(2) 严格执行安全制度,进车间必须穿好工作服。女生戴好工作帽,将长发放入帽内,不得穿高跟鞋、凉鞋。

(3) 机床操作时不准戴手套,严禁身体、衣袖与转动部位接触;正确使用砂轮机,严格按安全规程操作,注意人身安全。

(4) 遵守设备操作规程,爱护设备,未经教师允许不得随意乱动车间设备,更不准乱动开关和按钮。

(5) 遵守劳动纪律,不迟到,不早退,不打闹,不串车间,不随地而坐,不擅离工作岗位,更不能到车间外玩,有事请假。

(6) 交接班时认真清点工、卡、量具,做好保养保管,如有损坏、丢失按价赔偿。

(7) 实训时,要不怕苦、不怕累、不怕脏,热爱劳动。

(8) 每天下班擦拭机床,清理用具、工件,打扫工作场地,保持环境卫生。

(9) 爱护公物,节约材料、水、电,不践踏花木、绿地。

(10) 爱护劳动保护品,实训结束时及时交还工作服,损坏、丢失按价赔偿。

1.2 常用量具

在工艺过程中,必须应用一定精度的量具来测量和检验各种零件尺寸、形状和位置精度。

1.2.1 常用量具及其使用方法

1. 钢直尺

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



图 1-1 钢直尺

2. 卡钳

卡钳是一种间接度量工具,常与钢直尺配合使用,用来测量工件的外径和内径。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。

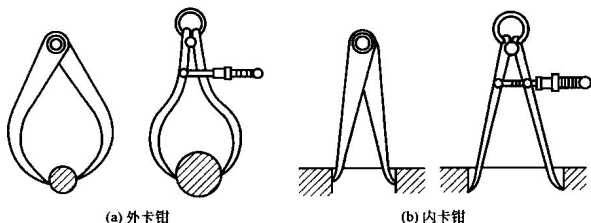


图 1-2 卡钳

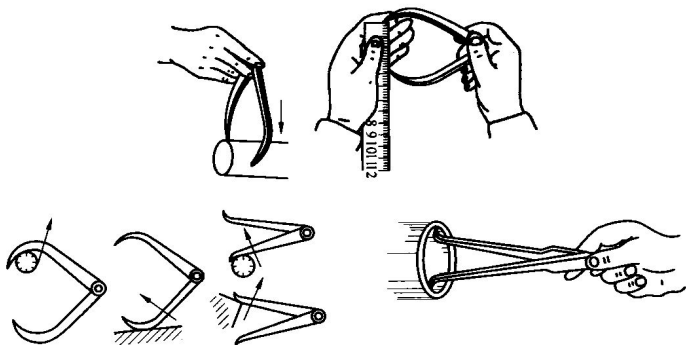


图 1-3 卡钳的使用

3. 游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具,可直接测量工件的外径、内径、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 0.1mm、0.05mm、0.02mm 3 种,测量范围有 0~125mm、0~150mm、0~200mm、0~300mm 等。

如图 1-4 所示为一普通游标卡尺,它主要由尺身和游标组成,尺身上刻有以 1mm 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 0.02mm 的游标卡尺的刻线原理和读数方法为例简介如下。

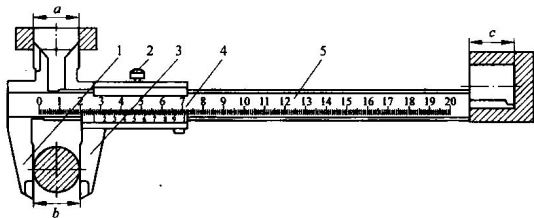


图 1-4 游标卡尺

a —测量内表面尺寸； b —测量外表面尺寸； c —测量深度尺寸

1—尺框；2—紧固螺钉；3—内、外量爪；4—游标；5—尺身

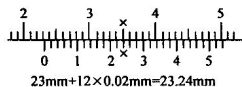
尺身一格为 1mm，游标一格为 0.98mm，共 50 格。尺身和游标每格之差为 $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$ ，如图 1-5 所示。

读数方法如图 1-6 所示，具体如下：

- (1) 读出尺身上的整数尺寸。游标零线左侧，尺身上的毫米整数。
- (2) 读出游标上的小数尺寸。找出游标上哪一条刻线与尺身上刻线对齐，该游标刻度的次序数乘以该游标的读数值，得到毫米内小数。
- (3) 把尺身和游标上的两个数值相加。



图 1-5 0.02mm 游标卡尺的刻线原理

图 1-6 0.02mm 游标卡尺的
读数方法

用游标卡尺测量工件的方法如图 1-7 所示，使用时应注意下列事项。

- (1) 检查零线。使用前应首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；测量内外孔直径时，应使两量爪处于直径处。

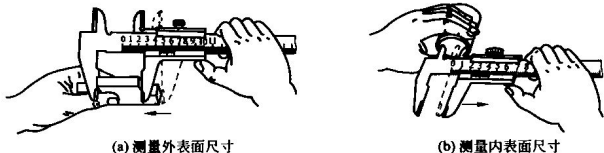


图 1-7 游标卡尺的使用

(3) 用力适当。测量时应使量爪逐渐与工件被测量表面靠近,最后达到轻微接触,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;视线应垂直于尺身。

(4) 勿测毛坯面。游标卡尺仅用于测量已加工的表面,表面粗糙的毛坯件不能用游标卡尺测量。

如图 1-8 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。游标高度尺还可以用作精密划线。

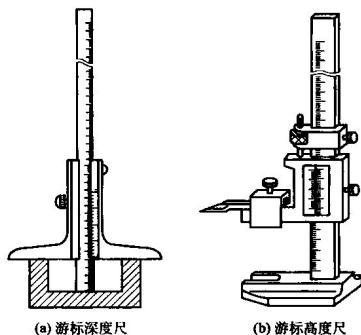


图 1-8 游标深度尺和游标高度尺

4. 千分尺

千分尺(又称分厘卡)是一种比游标卡尺更精密的量具,其测量精度为 0.01mm ,测量范围有 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\sim 50\text{mm}$ 、 $50\sim 75\text{mm}$ 等规格。常用的千分尺分为外径千分尺和内径千分尺。外径千分尺的构造如图 1-9 所示。

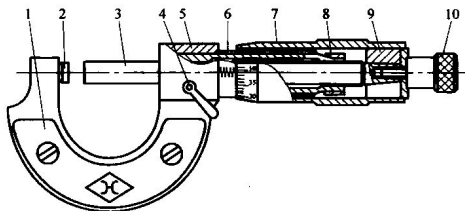


图 1-9 外径千分尺

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

千分尺的测微螺杆 3 和微分筒 7 连在一起,当转动微分筒时,测微螺杆和微分筒一起沿轴向移动。内部的测力装置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 10 沿着内部棘爪的斜面滑动,发出嗒嗒的响声,这就可读出工件尺寸。测量时为防止尺寸变动,可转动锁紧装置 4 通过偏心锁锁紧测微螺杆 3。

千分尺的读数机构由固定套筒和微分筒组成(见图 1-10),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 0.5mm;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 0.5mm,即螺杆转一周,同时轴向移动 0.5mm,故微分筒上每一小格的读数为 $0.5\text{mm}/50=0.01\text{mm}$,所以千分尺的测量精度为 0.01mm。

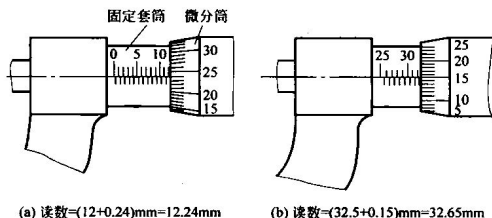


图 1-10 千分尺的刻线原理与读数方法

测量时,读数方法可分为以下 3 步。

(1) 先读出固定套筒上露出刻线的整毫米数和半毫米数(0.5mm),注意看清露出的是上方刻线还是下方刻线,以免错读 0.5mm。

(2) 看准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 0.01mm,即为小数部分的数值。

(3) 上述两部分读数相加,即为被测工件的尺寸。

使用千分尺应注意以下事项:

(1) 校对零点。将砧座与螺杆接触,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重合,如有误差修正读数。

(2) 擦净工件测量面。测量前应将工件测量表面擦净,以免影响测量精度。

(3) 合理操作。手握尺架,先转动微分筒,当测量螺杆快要接触工件时,必须使用端部棘轮,严禁再拧微分筒。当棘轮发出嗒嗒声时应停止转动。

(4) 不偏不斜。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。

如图 1-11 所示是用来测量内孔直径及槽宽等尺寸的内径千分尺,其内部结构与外径千分尺相同。

5. 百分表

百分表是一种指示量具,主要用于校正工件的装夹位置、检查工件的形状和位置误差及测量工件内径等。百分表的刻度值为 0.01mm,刻度值为 0.001mm 的叫千分表。

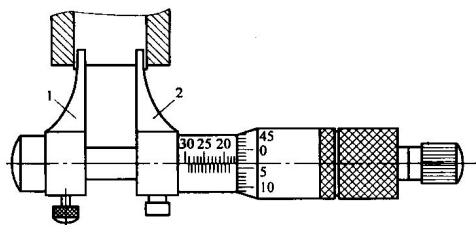


图 1-11 内径千分尺

1—尺框；2—内、外量爪

钟式百分表的结构原理如图 1-12 所示。当测量杆 1 向上或向下移动 1mm 时,通过齿轮传动系统带动大指针 5 转一圈,小指针 7 转一格。刻度盘在圆周上有 100 个等分格,每格的读数值为 0.01mm,小指针每格读数为 1mm。测量时指针读数的变动量即为尺寸变化量。小指针处的刻度范围为百分表的测量范围。钟式百分表装在专用的表架上使用,如图 1-13 所示。

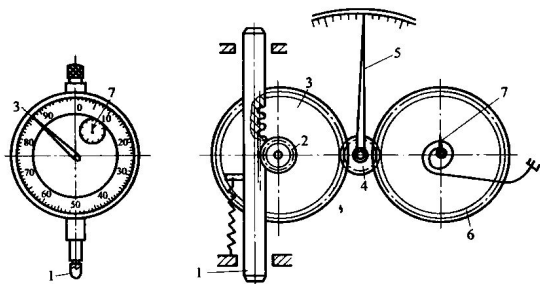
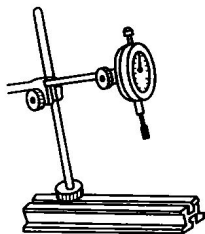
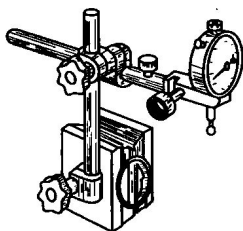


图 1-12 钟式百分表的结构

1—测量杆；2、4—小齿轮；3、6—大齿轮；5—大指针；7—小指针



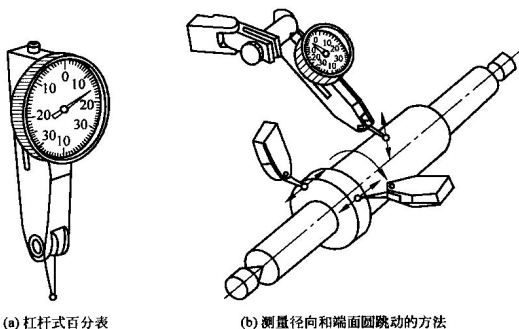
(a) 普通表架



(b) 磁性表架

图 1-13 百分表架

如图 1-14 所示为杠杆式百分表及测量径向和端面圆跳动的方法,图 1-15 所示为测量内孔尺寸的内径百分表。



(a) 杠杆式百分表

(b) 测量径向和端面圆跳动的方法

图 1-14 杠杆百分表

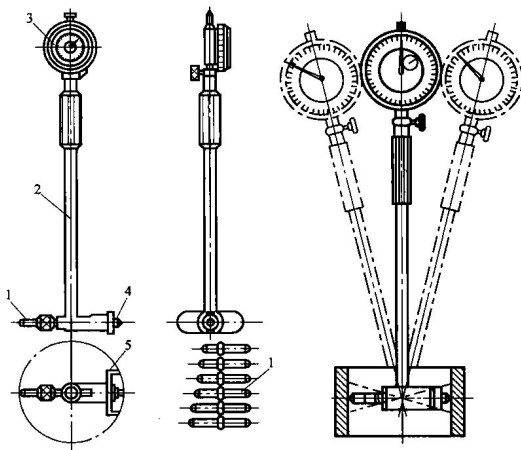


图 1-15 内径百分表

1—可换测头；2—接管；3—百分表；4—活动测头；5—定心桥

1.2.2 量具维护与保养

量具是用来测量工件尺寸的工具,在使用过程中应加以精心的维护与保养,才能保证零件的测量精度,延长量具的使用寿命。因此,必须做到以下几点:

- (1) 在使用前应擦洗干净,用完后必须擦洗干净、涂油并放入专用量具盒内。
- (2) 不能随便乱放、乱扔,应放在规定的地方。
- (3) 不能用精密量具去测量毛坯尺寸、运动着的工件或温度过高的工件,测量时用力适当,不能过猛、过大。
- (4) 量具如有问题,不能私自拆卸修理,应找实训指导教师处理。精密量具必须定期送计量部门鉴定。

复习思考题

1. 金工实训中常用量具有哪些?
2. 量具使用之前应注意哪些要求?
3. 卡钳分为哪几类?
4. 如何正确规范地使用卡钳? 说明其使用范围。
5. 游标卡尺和千分尺使用时应该注意哪些事项? 如何正确读数?
6. 游标卡尺可以测量工件深度吗? 应该怎么测量?
7. 简述百分表的使用方法,说明如何读表盘数据并说明其代表意义。
8. 百分表都有哪些功能?
9. 有兴趣的话,可以查阅资料了解游标卡尺(千分尺)、百分表的使用原理。