



21世纪高职高专规划教材

(机械类)

金工实习教程

冀秀焕 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子教案

21 世纪高职高专规划教材
(机械类)

金工实习教程

主 编 冀秀焕
副主编 张晓妍 刘吉彪 康一
参 编 刘立新 彭二宝 杨雪玲 郭 辉
主 审 唐建生

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本实习教材是依据教育部关于“加强高职高专教育工作会议”精神，结合多年实习教学经验，吸取了兄弟院校的成功实习经验编写的。其内容包括金工安全文明实习、金工初级实习（常用量具、通用夹具等基本知识）、金工中级实习（热加工的铸造、锻造、焊接、热处理和冷加工的钳工、车工、铣工、刨工、镗工、磨工、加工中心固定工种）和职业资格证书考证实习（包括考证参考试题）。在整个实习过程中，均按各工种的职业标准要求来编写。各工种还附有中级工考核配分及评分标准。

本实习教材可作为高职高专机械类专业、近机类专业或成人教育使用，也可作为中等职业技术学校学生取得中级职业资格证书的考证实习使用，或供生产部门工程技术人员参考。

本书配有电子教案，凡一次购书 30 本以上者免费赠送一份电子教案。请与本书策划编辑余茂祚联系（联系电话 010-88379759；邮箱 yumaozuo@163.com）。

图书在版编目（CIP）数据

金工实习教程/冀秀焕主编. —北京：机械工业出版社，2009.7

21 世纪高职高专规划教材（机械类）

ISBN 978 - 7 - 111 - 27546 - 6

I. 金… II. 冀… III. 金属加工 - 实习 - 高等学校：技术学校 - 教材 IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 114422 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：余茂祚

责任编辑：余茂祚 版式设计：霍永明 责任校对：张莉娟

封面设计：马精明 责任印制：乔 宇

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.75 印张 · 462 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 27546 - 6

定价：30.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）68354423

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专规划教材

编 委 会 名 单

编委会主任 王文斌

编委会副主任 (按姓氏笔画为序)

王建明	王明耀	王胜利	王寅仓	王锡铭
刘 义	刘晶磷	刘锡奇	杜建根	李向东
李兴旺	李居参	李麟书	杨国祥	余党军
张建华	茆有柏	秦建华	唐汝元	谈向群
符宁平	蒋国良	薛世山	储克森	

编委会委员 (按姓氏笔画为序, 黑体字为常务编委)

王若明	田建敏	成运花	曲昭仲	朱 强
刘 莹	刘学应	许 展	严安云	李连邨
李学锋	李选芒	李超群	杨 颀	杨群祥
杨翠明	吴 锐	何志祥	何宝文	余元冠
沈国良	张 波	张 锋	张福臣	陈月波
陈向平	陈江伟	武友德	林 钢	周国良
宗序炎	赵建武	恽达明	俞庆生	晏初宏
倪依纯	徐炳亭	徐铮颖	韩学军	崔 平
崔景茂	焦 斌			

总 策 划 余茂祚

前言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神,培养高等技术应用性人才,使学生在校更快更好的获得“双证”,即毕业证书和职业岗位技术等级证书。根据高职高专机电类专业学生金工实习要求,总结了多年来尤其是近几年的实践教学经验,吸取了兄弟院校的成功实习经验,本着学以致用原则,特组织编写了《金工实习教程》。

《金工实习教程》从职业教育的特点入手,按职业岗位群应掌握的知识和能力进行编写。以知识应用为主线,以能力培养为核心,打破原有的实习课程体系,对课程进行优化和整合,快速提升学生的实践技能训练。

金工初级实习项目所需的基础知识,如安全文明生产,常用量具,通用工、夹具,加工的公差,常用材料及切削加工等基本知识都予以介绍,主要让学生初步掌握常用量具,通用夹具的使用,以及冷、热加工的简单工艺,进行相关的基本技能训练,以增加感性认识。在金工中级实习中,学生在热加工(铸造、锻造、焊接、热处理)和冷加工(车工、铣工、磨工、钳工、加工中心固定工种)实习中,了解各工种的设备,掌握各工种操作的技能,制作比较简单的工件,以达到中级工种的应知应会要求。在职业资格证书考证参考试题实习项目中,按照国家职业标准要求,从工件的技术要求,到操作要点、操作准备、操作示范、整个工件的制作工艺过程,均按各工种的职业标准要求来编写。各工种还附有中级工考核配分及评分标准试题。在金工实习内容的编写上,注重对学生动手能力的培养,综合素质和综合能力的培养;注重对学生创新意识和创新能力的培养,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。本教材把职业资格证书的知识点与理论教材、实习教材内容融为一体,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行对接,使学生在校学习的同时,也能顺利地获得职业资格证书,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高等技术应用性人才。

在编写的过程中,全部采用最新的国家标准,并注重新工艺、新技术的应用。

本书由冀秀焕担任主编,张晓妍、刘吉彪、康一任副主编。参加编写的人员有刘立新(第11、12、21章),张晓妍(第9、13、18章),刘吉彪(第8、17章),杨雪玲(第2、3、10章),彭二宝(第19、20章),康一(第7、15、16章),郭辉(第4、5、6、14章),冀秀焕(前言、第1章)。

全书由唐建生担任主审。康保平对全书的文字进行了审核和修改。康新龙对全书提出了宝贵的意见。在本书的编写过程中,参考了劳动和社会保障部培训就业司、职业技能鉴定中心编制的《国家职业标准汇编》(第一册),参考了国内兄弟院校的同类教材和国家劳动部出版的职业技能鉴定教材,吸取了诸多兄弟院校教育改革的成功经验。因此,本书是同仁多年经验的结晶,在此深表谢意。由于水平有限,本教材难免有错误之处,恳请读者批评指正。

编者

目 录

第一部分 金工实习基础知识

前言

第1章 金工安全文明实习..... 1

1.1 安全实习 1

1.2 文明实习 2

思考与实习题..... 2

第2章 常用量具的使用方法..... 3

2.1 常用长度量具的使用方法 3

2.2 常用角度量具的使用方法 7

2.3 常用的水平量具 8

2.4 量具的保养与注意事项 8

思考与实习题..... 9

第3章 通用工、夹具的使用方法 10

3.1 通用工具及其使用方法..... 10

3.2 通用夹具及其使用方法..... 11

思考与实习题 15

第4章 加工精度与表面质量 16

4.1 加工精度..... 16

4.2 表面质量..... 17

4.3 表面粗糙度与尺寸精度的关系..... 18

思考与实习题 19

第5章 常用金属材料 20

5.1 常用的金属材料..... 20

5.2 常用金属材料的鉴别..... 22

思考与实习题 24

第6章 金属切削加工的基础知识 25

6.1 金属切削机床的分类及型号..... 25

6.2 金属切削运动及切削用量..... 26

6.3 金属切削刀具..... 27

6.4 金属切削时的冷却与润滑..... 31

思考与实习题 33

第二部分 金工中级实习项目

第7章 热加工实习 34

7.1 铸造实习..... 34

7.2 金属锻造实习..... 43

7.3 焊接实习..... 52

7.4 热处理实习..... 62

思考与实习题 70

第8章 车削教学实习 72

8.1 车削加工基础..... 72

8.2 轴类零件的加工..... 74

8.3 套类零件的加工..... 78

8.4 锥面及成形面的加工..... 79

8.5 车螺纹..... 82

8.6 综合实习(加工连接套零件) 84

思考与实习题 85

第9章 铣削实习 87

9.1 铣削加工的基础知识..... 87

9.2 铣平面和垂直面..... 92

9.3 铣多面体..... 97

9.4 轴键槽的加工 100

9.5 分度头的应用 102

思考与实习题..... 105

第 10 章 刨削、镗削、磨削实习	107
10.1 刨削、镗削、磨削安全操 作规程	107
10.2 刨削	107
10.3 镗削	108
10.4 磨削	109
思考与实习题	113

第 11 章	钳工实习	114
11.1	钳工概述	114
11.2	划线	116
11.3	錾削	122
11.4	锯削	124
11.5	锉削	127

11.6	孔加工	131
11.7	攻螺纹和套螺纹	135
11.8	刮削	137
思考与实习题		139

第 12 章	机械拆装	141
12.1	拆装的基础知识	141
12.2	卧式车床的装配与调试	142
12.3	滑动轴承的装配	146
12.4	排除普通机床常见故障 实习	147
12.5	工具、设备的使用与维护 护实习	149
	思考与实训题	150

第三部分 职业资格证书考证实习

第 13 章	铸造工种实习	151
13.1	砂型铸造	151
13.2	特种铸造	157
13.3	职业资格证书考证	
	参 考 试 题	159
	思考与 实 习 题	162

焊实习	182
15.7 职业资格证书考证	
参考试题	185
思考与实习题	186

第 14 章	锻造工种实习	164
14.1	自由锻实习	164
14.2	模锻实习 (模锻齿轮)	167
14.3	胎模锻实习 (胎模锻齿轮)	168
14.4	职业资格证书考证	
	参 考 试 题	170
	思考与 实 习 题	172

第 16 章	热处理工种实习	188
16.1	钢铁材料的退火、 正火实习	188
16.2	钢铁材料的淬火、 回火实习	189
16.3	非铁合金（铍青铜）轴承工 件的固溶时效实习	194
16.4	表面改性处理实习	194
16.5	职业资格证书考证 参考试题	196
思考与实训题		199

第 15 章	焊接工种实习	174
15.1	立对接焊实习	174
15.2	I 形坡口横对接焊实习	176
15.3	水平固定管焊接实习	177
15.4	低碳钢管板插入式位置的焊 接实习	179
15.5	综合焊接实习	180
15.6	非铁合金的钨极氩弧	

第 17 章	车工工种实习	200
17.1	车削轴类（内圆磨床主 轴）零件	200
17.2	偏心件（曲轴）的加工	202
17.3	梯形螺纹的加工	207
17.4	细长轴的加工	209

17.5 数控车床简单零件的加工.....	213	19.6 刀具磨削.....	262
17.6 中级工技能实习.....	216	19.7 实践操作.....	264
思考与实习题.....	220	19.8 职业资格证书考证 参考试题.....	265
第18章 铣工工种实习	221	思考与实习题.....	267
18.1 铣削加工常用的装夹方法.....	221	第20章 加工中心工种实习	268
18.2 平面和连接面的加工.....	222	20.1 加工中心机床加工的基本 知识.....	268
18.3 台阶沟槽的加工.....	224	20.2 钻削加工.....	272
18.4 角度面(六棱锥体)的加工	226	20.3 铣削键槽(精铣)	272
18.5 坐标孔的加工.....	228	20.4 镗孔加工.....	273
18.6 圆柱齿轮及齿条的加工.....	231	20.5 钻孔加工技能实习.....	275
18.7 直齿锥齿轮铣削技能实习.....	235	20.6 职业资格证书考证 参考试题.....	275
18.8 成形面、螺旋面及凸轮的 加工.....	237	思考与实习题.....	277
18.9 圆柱面直齿槽刀具的铣削 技能实习.....	240	第21章 钳工固定工种实习	278
18.10 数控铣床钻孔简单零件 的加工	242	21.1 制作V形架	278
18.11 职业资格证书考证参考 试题	247	21.2 制作燕尾样板.....	279
思考与实习题.....	253	21.3 制作小锤头.....	281
第19章 磨工工种实习	254	21.4 制作凸凹V形全封闭 铰配体.....	282
19.1 平面磨削.....	254	21.5 钻削各种特殊孔.....	283
19.2 外圆磨削.....	255	21.6 职业资格证书考证 参考试题.....	286
19.3 内孔磨削.....	257	思考与实习题(口试题)	289
19.4 综合磨削(磨削内圆磨 床主轴)	259	参考文献	290
19.5 螺旋磨削.....	260		

第一部分 金工实习基础知识

第1章 金工安全文明实习

【技能要求】了解安全生产的重要意义，认真执行党和国家有关安全生产、劳动保护的政策、法令和规定，做到安全生产，文明生产。

实习是整个机械制造学科教学过程的重要组成部分。在实习过程中，理论联系实际，通过独立操作，锻炼基本操作技能，使学生通过考核鉴定、获得职业资格（技能）证书的重要教学环节。

1.1 安全实习

实习是一个实践性很强的过程，要通过各种基本训练；在冷热加工的过程中，要与电、热的物体、高速转动的机械、粉尘、易爆气体、有毒气体、压力容器、弧光辐射等接触。稍有不慎或违反操作规程，便会发生机械伤害、触电、烫伤、火灾和爆炸事故，就容易发生人身事故和设备事故。因此，在进行金工实习时，必须安全实习，必须遵守以下原则：

- 1) 遵守安全生产方面的有关规定。
- 2) 爱岗敬业，忠于职守，自觉认真履行各项职责。
- 3) 工作认真负责，严于律己，吃苦耐劳。
- 4) 刻苦学习，钻研业务，努力提高思想和科学文化素质。
- 5) 谦虚谨慎，团结协作，主动配合。
- 6) 严格执行工艺文件，重视安全，保证质量。

实习中，安全生产包括冷加工安全生产、热加工安全生产和电器设备的安全使用。

1. 冷加工安全实习 冷加工主要是指车、铣、刨、磨、钻等切削加工。其特点是使用的装夹工具和被切削的工件或刀具间不仅速度较高，而且有相对运动，如果出现工装设计或保养不良，设备防护不好，操作人员不注意等情况，容易造成人身或设备事故，给国家和个人带来重大损失。有的女同学不戴帽子，长发极易缠绕到设备上，从而造成头部受伤；有的学生开机床带手套，手套被转动的工件绞住，手指极易受伤。因此，开始工作前，必须听老师或师傅讲解各工种操作规程及安全卫生 and 环境保护知识，必须按规定穿戴好防护用品（女同学必将头发压入帽内）；不得在车间内打闹，也不得倚靠在机床上操作；不准擅自使用不熟悉的机床和工具；使用设备前要检查，一旦发现损坏或其他故障应停止操作并及时报告；卡盘、扳手使用完毕后，应及时取下方可起动机床；开车时必须注意工件与刀具不得接触；开起机床后，人不能站在旋转件的切线方向，不能装卸工件、改变进给速度等，更不能用手触摸还在旋转的工件或刀具，也不能测量旋转的工件，只能在停车状态下进行；操作时严禁离开机床，也不准做与操作内容无关的事情；机床不使用时，各手柄应置于空挡位置；

清除切屑要使用工具，不得直接用手拉、擦；工作结束后关闭电源，擦拭机床，加油润滑，使用的工具、夹具、器具、量具应放在专门地点，工作场地清理干净。

2. 热加工安全实习 热加工一般是指铸造、锻造、焊接和热处理等工种。其特点是生产过程伴随着高温、有害气体、噪声和粉尘，劳动条件较恶劣。因此，在热加工中工中，烫伤、喷溅、砸伤等伤害事故较多，如易被锻造、焊接和切割时飞出的火星、料头、铁渣、盐液等伤害；易被焊接时的弧光烫伤和伤害。这些伤害事故均应引起高度注意。一定要穿戴好工作服和防护用品，不要在锻造处、焊接处停留，要做到安全实习。

3. 电器设备的安全使用 机械设备一般采用电力传动和电器控制，因此必须注意安全用电。

使用的电压在 36V 以下为安全电压，而大多电器设备的供电电压都高于安全电压。因此，若有手潮湿、电线裸露、线破损、无绝缘等情况，极易发生触电事故。所以必须严格遵守操作规程，防止触电，万一发生事故，应立即关闭电源，并立即报告。此外，氧气瓶与乙炔瓶应分开放，氧气瓶与各个气路部分均不得沾染油脂，以防燃烧、爆炸事故的发生。还要检查设备（如电焊机）是否接地、焊钳、电缆等是否绝缘。

“安全生产，人人有责”在实习整个过程中必须认真执行国家有关安全生产、劳动保护的政策、法令和规定，严格遵守安全技术操作规程和各项安全生产规章制度。

1.2 文明实习

进行金工实习不但要安全实习，而且要文明实习，文明实习主要包括以下几个内容：

- 1) 工作服、鞋、帽、眼镜等应经常保持干净整洁。
- 2) 正确使用和认真维护保养机床，使设备经常处于完好状态。
- 3) 要将图样、工艺卡片安放在便于阅读的位置，并要保持清洁和完整。
- 4) 场地要干净，通道上下不准堆放任何物品，并应随时清除油污、积水等。
- 5) 精加工零件应采用工位器具存放，使加工面隔开，以防相互磕碰而损伤已加工的表面，并要注意锈蚀问题。
- 6) 工具、材料、装备应按各工作地有规则的分类安放，并且每班工作结束时将其整理擦净。

思考与实习题

1. 生产中为什么要特别强调安全文明生产？生产中怎样保证安全文明生产？

2. 预防冷、热加工事故的措施有哪些？

3. 预防触电的措施有哪些？

第2章 常用量具的使用方法

【技能要求】初步掌握常用量具的使用方法。

在机械加工中,为了保证加工后的工件符合设计要求,在加工前后及加工过程中都须进行测量,这些用于测量的工具称为量具。工件有各种不同的形状和精度要求,因此,量具也有各种不同类型和规格。这里仅简单介绍几种金工实习中常用量具的使用方法。

2.1 常用长度量具的使用方法

2.1.1 游标卡尺

游标卡尺是一种结构简单、比较精密的量具,可以直接测量出工件的长度、内径、外径和深度的尺寸。游标卡尺有 0.02mm、0.05mm、0.1mm 三种测量精度,常用的是精度为 0.02mm 的游标卡尺。

1. 游标卡尺的刻线原理 图 2-1 所示为 0.02mm 游标卡尺的刻线原理。它由主尺和副尺组成,主尺与固定卡脚制成一体,副尺与活动卡脚制成一体,并能在主尺上滑动。主尺每小格是 1mm,当两卡脚合并时,主尺上 49mm 刚好等于副尺上 50 格,副尺上每格长度为 0.98mm,主尺与副尺每格相差 0.02mm,即测量精度为 0.02mm。

2. 游标卡尺的读数方法 读数时,首先读出副尺零线左面主尺上的整毫米数(23mm),再读出副尺与主尺对齐刻线处的小数毫米数(箭头所示位置 0.24mm),两者相加即为所测量尺寸,即 $(23 + 0.24) \text{ mm} = 23.24 \text{ mm}$ 或通过计算 $(23 + 12 \times 0.02) \text{ mm} = 23.24 \text{ mm}$ 。

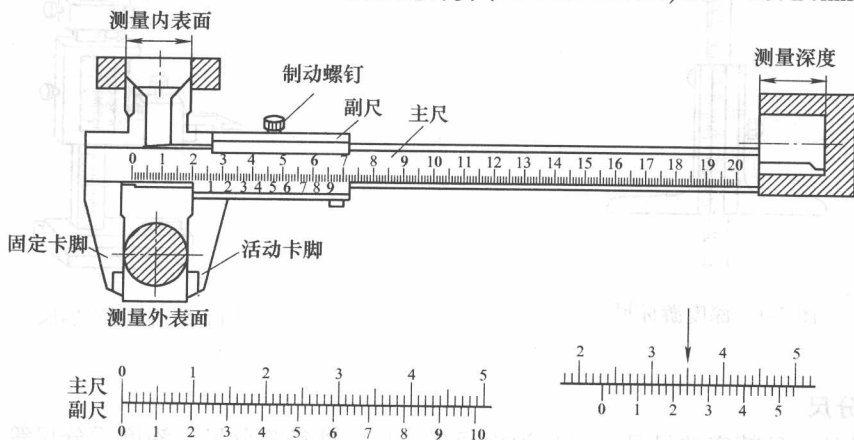


图 2-1 0.02mm 测量精度游标卡尺的读数及示例

游标卡尺使用注意事项如下:

(1) 放正卡尺。检查游标和主尺零线是否对齐,在测量内外圆时,卡尺应垂直工件轴线,两卡爪应处于直径处。

(2) 用力适度且防止错移。当卡爪与工件被测表面接触时,用力要适当,以防卡爪变

形或磨损使测量精度降低；若须将卡尺离开工件时，应先将止动螺钉拧紧，以防读数错移。

(3) 测量光滑表面。游标卡尺只能测量静止的、加工过的光滑表面。

目前，在实际生产中有更为方便的带表卡尺和电子数显卡尺代替游标卡尺。带表卡尺（见图 2-2）是利用机械传动系统，将两测量面相对移动转变为指示表的回转运动，并借助尺身刻度和指示表对两测量面相对移动所分隔的距离读出测量尺寸。电子数显卡尺（见图 2-3）是利用电子数字显示原理，对两测量爪相对移动分隔的距离进行读数的一种长度测量工具。

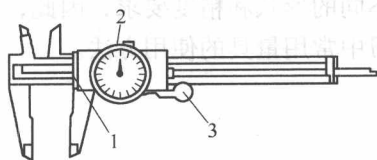


图 2-2 带表卡尺

1—读数部位 2—指示表 3—微动装置

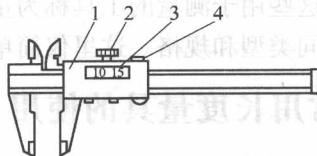


图 2-3 电子数显卡尺

1—尺框 2—紧固螺钉 3—显示器 4—输出端口

深度游标尺（见图 2-4）和高度游标尺（见图 2-5）是专用于测量深度和高度的量具。高度游标尺还可用于高度划线。深度游标尺和高度游标尺其读数方法与游标卡尺相似。

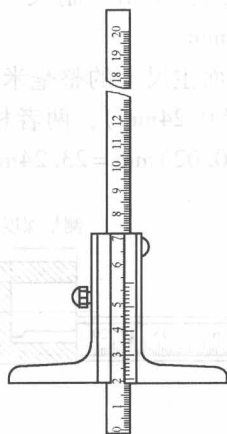


图 2-4 深度游标尺

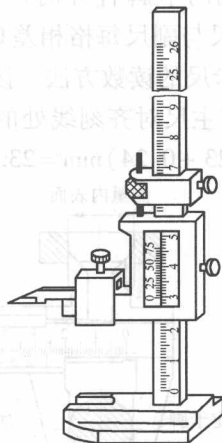


图 2-5 高度游标尺

2.1.2 千分尺

千分尺是一种精密的量具，可分为内径千分尺、外径千分尺、深度千分尺等，以外径千分尺使用最为普遍。生产中常用的千分尺的测量精度为 0.01mm 。

1. 千分尺的刻线原理 图 2-6 所示为测量范围 $0 \sim 25\text{mm}$ 的外径千分尺。弓架左端有固定砧座，右端的固定套筒轴线方向上刻有一条中线（基准线），上下两排刻线互相错开 0.5mm ，形成主尺。微分套筒左端圆锥面上刻有 50 等分的圆周刻线，形成副尺。微分套筒转动一圈，带动螺杆一同沿轴向移动 0.5mm 。因此，微分套筒每转动一格，螺杆沿轴向移动 0.01mm 。

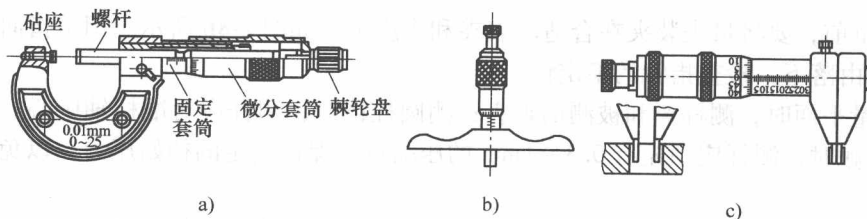


图 2-6 千分尺

a) 外径千分尺 b) 深度千分尺 c) 内径千分尺

2. 外径千分尺读数方法 其读数方法如下：①由固定套管上露出的刻线读出被测工件的整数（下边格）和半毫米（上边格出来，加 0.5mm）数。②在微分套筒上由固定套管纵刻线读出被测工件的小数部分。③将整数和小数部分相加，即为被测工件的尺寸。图 2-7 所示为千分尺的几种读数方法。

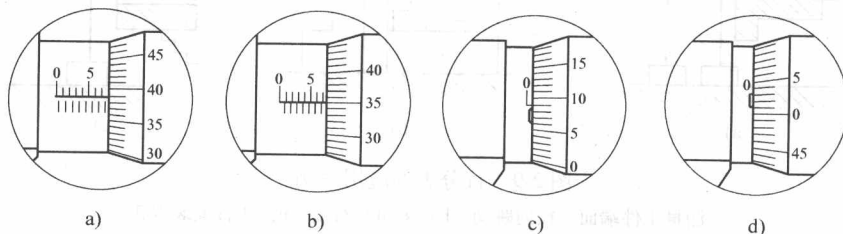


图 2-7 千分尺的读数方法

a) 读 7.89 b) 读 7.35 c) 读 0.59 d) 读 0.01

3. 外径千分尺的使用方法 千分尺测量面必须保持干净，使用前须经复验零位。

测量时，先转动微分套筒，当测量面接近工件时，再旋转棘轮盘出现打滑为止，可直接读数或锁紧后与工件分开后再读数。

2.1.3 百分表

百分表是一种精度较高的比较测量工具。它只能测出相对数值，主要用来检查工件的形状和位置误差，如圆度、平面度、垂直度、跳动等，也常用于校正工件的安装位置和工件的精密找正等。常用的百分表测量的精度为 0.01mm。

1. 百分表的刻线方法 刻线部分主要由短指针和长指针刻度盘组成。在短指针刻度盘上刻有 10 等分格，每等分格为 1 mm；在长指针刻度盘上刻有 100 等分格，每等分格为 0.01 mm。短指针刻度盘的刻度范围即为百分表的测量范围。其结构如图 2-8a 所示。

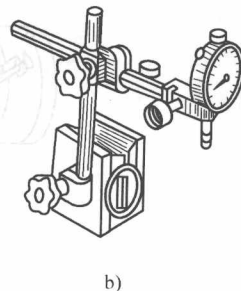


图 2-8 百分表

a) 百分表头 b) 磁性百分表架

2. 百分表的使用方法

1) 测量前, 要将量表装夹在合适的表夹和表座上, 如图 2-8b 所示。用手指向上轻抬测头, 让它自由落下, 检查指针的稳定性。

2) 测量平面时, 测杆要和被测面垂直; 测圆柱体时, 测杆应对准柱轴中心。测量头与被测表面接触时, 测杆应预先有 0.3 ~ 1mm 的压缩量, 保持一定的初始压力, 以免负偏差测不出来。

3) 转动表盘, 使零线对准指针, 然后缓慢转动 (或移动) 工件, 指针所示读数之差为工件尺寸变化范围, 即所检查工件的误差。

3. 百分表的读数方法 读数时, 百分表盘上的长指针每转动一格为 0.01mm, 短指针每转动一格为 1mm, 长、短指针相加即为测量数值。其应用如图 2-9 所示。

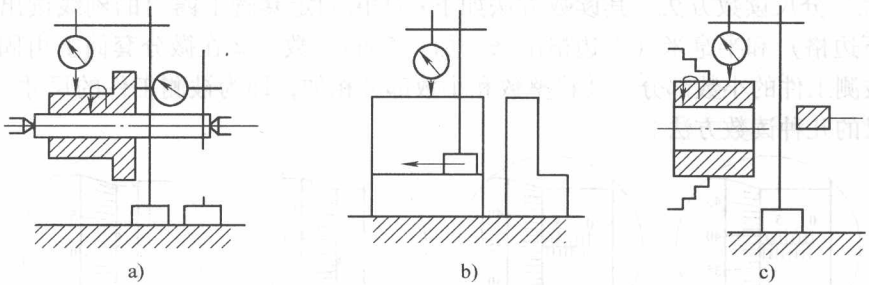


图 2-9 百分表的应用举例

a) 测量工件端面、径向跳动 b) 测量平行度 c) 工件安装找正

2.1.4 塞规与卡规

塞规与卡规是用于成批、大量生产中的一种定尺寸专用量具, 如图 2-10 所示。其操作方便, 测量准确。

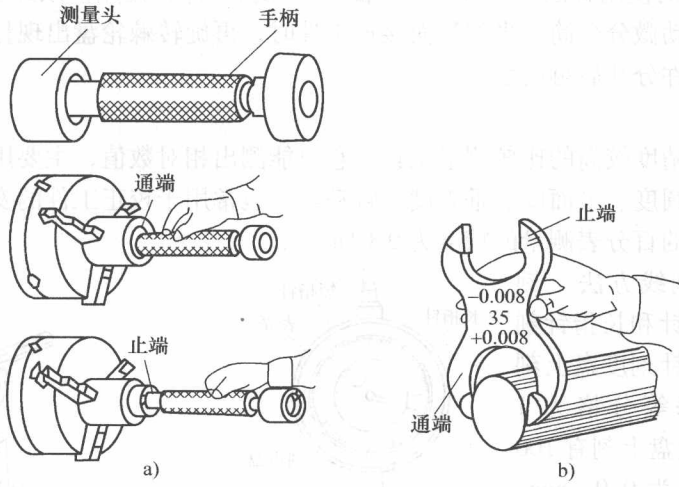


图 2-10 量规

a) 塞规及其使用 b) 卡规及其使用

1. 塞规 如图 2-10a 所示, 塞规是由手柄及测量头组成, 用来测量孔径和槽宽。测量头较长的一端, 其直径等于孔径的最小极限尺寸称为“过端”或“通端”; 较短的一端, 其直

径等于孔径的最大极限尺寸,称为“止端”或称“不过端”。测量孔径时,当“过端”能进去,而“止端”进不去,即为合格;否则,工件的尺寸不合格。

2. 卡规 卡规如图 2-10b 所示,是用来测量轴径或厚度:一端为“过端”,其宽度等于最大极限尺寸;另一端为“止端”,其宽度等于最小极限尺寸。测量轴径时,当“过端”能通过,“止端”通不过,即为合格。否则,工件的尺寸不合格。

2.1.5 塞尺

塞尺又称厚薄规或间隙片,是用来检验两个结合面之间的间隙大小。塞尺具有两个平行的测量面,其长度可制成 50mm、100mm 或 200mm 三种。它是一组厚度不等的薄钢片,钢片的厚度为 0.03 ~ 0.3mm,厚度值制在每片钢片上,中间每两片相隔 0.01mm,如图 2-11 所示。如果厚度为 0.1 ~ 1mm 时,则中间每片相隔 0.05mm。测量时,根据被测间隙的大小,选择厚度与间隙接近的塞尺。

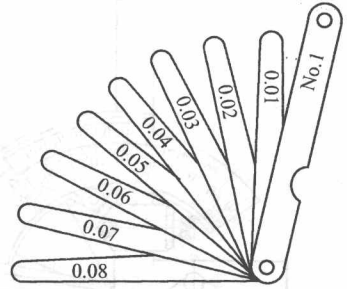


图 2-11 塞尺

使用塞尺时应应用软布擦净尺面和工件,测量时,先用较薄的一片塞尺插入被测间隙内,若有间隙,则依次挑选较厚的插入,直至塞进不紧不松为准。这时如果换用比该片略厚一点的塞尺就不能插入,则该片塞尺的厚度,即为被测间隙的尺寸。组合成某一厚度时选用的塞尺片数越少越好。测量时,不能使劲硬塞,以免尺片弯曲和折断。

2.2 常用角度量具的使用方法

2.2.1 90°角尺

90°角尺的两条边成 90°,主要用来检验工件表面的垂直度或刻划垂直线。测量时将其一边与工件的基准面贴合,使其另一边与工件的另一表面接触,根据光隙判断误差状况,也可用塞尺测量其间隙大小,如图 2-12 所示。

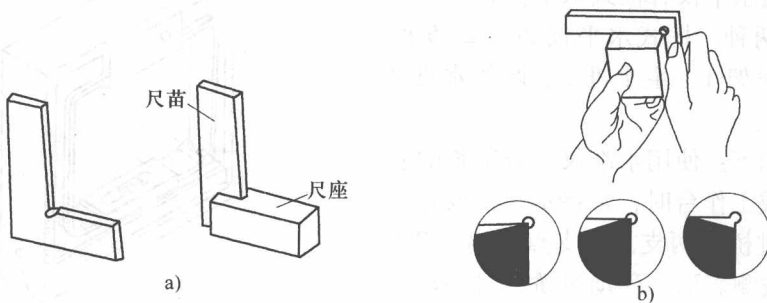


图 2-12 90°角尺及其使用

a) 90°角尺 b) 90°角尺的使用

2.2.2 游标万能角度尺

游标万能角度尺是用来测量精度要求很高的内、外角度类工件的量具。

1. 游标万能角度尺的构造 其构造如图 2-13 所示。它由基尺、主尺、角尺、直尺和游标等组成。基尺与主尺连在一起,扇形板带动游标能沿主尺移动,角尺可用卡块固定在角尺

上。

2. 游标万能角度尺读数方法 其尺的结构原理与游标卡尺相似。其读数是由游标零线所指主尺刻度盘上的整数角度和游标尺与主尺刻度盘对齐的格数乘以精度值两部分组成。

3. 游标万能角度尺测量方法 如图 2-14 所示, 测量时, 要注意先校对零位 (方法是当角尺与直尺装上, 且角尺的底边及基尺均与直尺无间隙时, 主尺与游标的“0”线对准) 再移动主尺作粗、微移动, 使游标万能角度尺刻度的两测面与所测表面紧密接触, 最后固定主尺, 可测量 $0^{\circ} \sim 320^{\circ}$ 范围的任意角度。

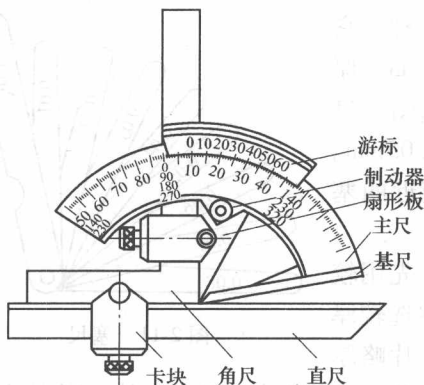


图 2-13 游标万能角度尺

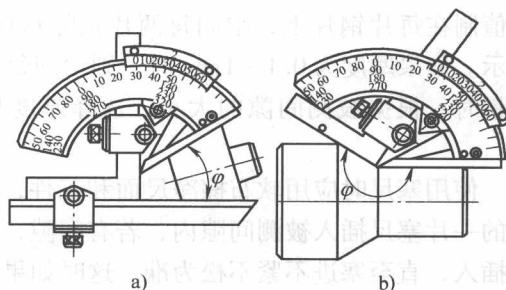


图 2-14 游标万能角度尺的应用

a) 测量锐角 b) 测量钝角

2.3 常用的水平量具

水平仪是一种以水准为读数和测量依据, 检验平面对水平、平面对垂直位置偏差的测量仪器。经常使用的有普通水平仪和光学合像水平仪两种。普通水平仪有框式水平仪和长方形的钳式水平仪两种。框式水平仪如图 2-15 所示。它主要有框架 1、主水准 2、调整水准 3 (横水准) 组成。

使用方法如下: 使用水准仪检查很长的表面如机床导轨或工作台时, 常将水平仪放在垫铁或过桥上。过桥有两支点, 支点距离为 200 ~ 500mm, 在被测表面上移动过桥, 每移动一次, 都将后支点放在上次的前支点处 (即首位相连), 新的前支点升高或降低, 都会引起水泡相应的移动, 由水平仪读出移动的数值 (格数)。根据移动的距离, 通过计算, 即可知道被测表面的直线度误差。

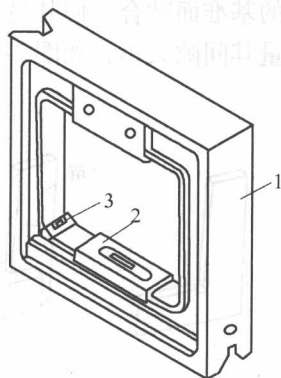


图 2-15 框式水平仪

1—框架 2—主水准 3—横水准

2.4 量具的保养与注意事项

量具的精度直接影响到检验的可靠性, 因此, 必须加强量具的使用与保养。量具的保养

重点是防止量具的变形、腐蚀、磨损和破损，所以必须要做到以下几点：

- 1) 使用前应熟悉测量工具的规格、性能、使用方法和使用注意事项；量具使用前、后一定要用棉纱擦干净；操作中要带手套，轻拿轻放，防止汗渍腐蚀和损坏测量工具。
- 2) 测量前要注意校对零位或零线。
- 3) 在测量时严禁用力过猛、过大；精密测量一定要在 20℃ 左右进行，一般测量可在室温下进行，但必须使工件和量具的温度一致；用手握持量具或工件时，要握持量具的隔热部位或带上布手套，以免其受热变形或锈蚀而失去精度。
- 4) 不能用精密的量具测量毛坯或运动着的工件。
- 5) 不能将量具与工具乱放、混放或振动。也不要放在磁场附近，如磨床的磁性工作台等，以免使量具磁化。
- 6) 量具用完后必须擦洗干净，涂注干净的防锈油后放入专用的量具盒内。
- 7) 发现精密测量工具有不正常现象时，如表面不平、有毛刺、有锈斑、尺身弯曲变形、活动部分不灵活等，应送交计量室检修，对精密测量工具应定期送计量室检定。

思考与实习题

1. 试述游标卡尺、千分尺、塞尺、角尺和水平仪的用途。
2. 试述百分表读数方法，并进行测量实训。
3. 常用的量具有哪几种？试选择测量以下轴尺寸的量具（单位为 mm）：
 $\phi 30 \pm 0.2$ $\phi 15 \pm 0.02$ $\phi 30$ 未加工 $\phi 30$
4. 进行游标卡尺、千分尺等量具测量工件内径或外径的实训。
5. 在使用量具时，应怎样进行保养？