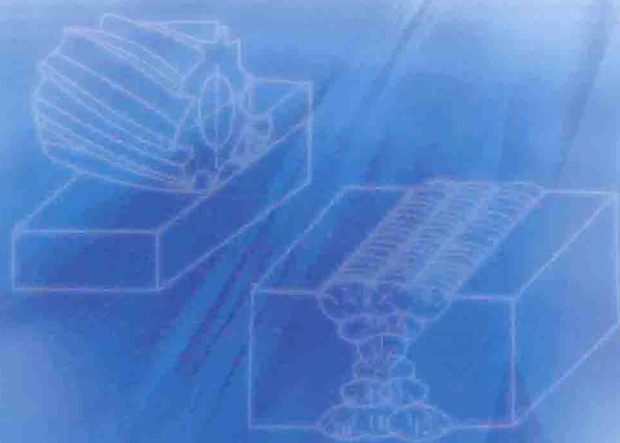


高等学校规划教材

金工实训教程

黄健龙 主编 王永超 主审



化学工业出版社

高等学校规划教材

金工实训教程

黄健龙 主 编
鄢圣杰 刘云山 郑任贤 胡建平 副主编
王永超 主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要包括常用量具的使用,常用设备工具认知,常用金属材料及其应用,车削加工,铣削加工,钳工加工,焊接与切割,铸造,锻造和热处理等章节,详细介绍了锉削、划线、錾削、锯削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、研磨等作业方式,车外圆、端面、台阶,切槽、切断、滚花与车螺纹等车削作业,铣平面、铣键槽、滚齿、铣齿等铣削作业,以及铸、锻、焊、热处理等具体作业方式和工艺规范。

本书可作为应用型本科院校、高职高专、成人高校机械类相关专业的实训教材,也可作为从事机械加工的技术人员和操作人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训教程/黄健龙主编. —北京:化学工业出版社, 2014.7

高等学校规划教材

ISBN 978-7-122-20870-5

I. ①金… II. ①黄… 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(2014)第 119619 号



责任编辑:王听讲

责任校对:宋 玮

装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张13 字数347千字 2014年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:35.00 元

版权所有 违者必究

前言

金工实训是高等院校工科类各专业学生重要的实践性教学环节，是一门技术性很强的技术基础课。金工实训的目的是使学生认知机械加工过程、制造工艺、工程术语、常用材料、常见材料成型方法、常用量具和设备工具的使用、铸造、热处理等基础知识，熟悉普通机械零件常用加工方法及所使用的主要设备和工具、量具等。学生通过金工实训，初步掌握机床和其他实习设备的操作技能，了解新工艺、新技术、新材料在机械制造中的应用，培养学生工程意识，增强实践工作能力，为学习专业课及今后工作打下坚实基础。本书主要特色如下。

(1) 本书以就业为导向，以岗位基本能力为核心，培养学生的实践动手能力和综合应用能力。

(2) 本书结合应用型本科的教育特色，突出职业性、技术性、应用性等特点，内容编排以够用为度。

(3) 加强学生的工程素质、创新能力和工程实践能力。

(4) 技能训练力求具有针对性、典型性和实用性，为学生学习后续课程及毕业求职打下坚实基础。

本书借鉴了国内兄弟院校的教学改革成果，结合编者多年工厂实践经验和金工实习课程教学实践经验，精选了常用量具的使用、常用设备工具认知、常用金属材料及其应用、车削加工、铣削加工、钳工加工、焊接与切割、铸造、锻造和热处理等金工实习内容，期望通过本课程的学习，能提高学生金工实习的质量和综合素质。建议本书的学习总课时为：本科机械专业 108 学时、非机械专业 56 学时，专科 168 学时，教师可以根据本校教学条件选讲。

本书可作为本科、专科、技校机械类相关专业的实训教材，也可作为相关人员岗前培训教材。

本书由广东技术师范学院天河学院黄健龙主编，鄢圣杰、刘云山、郑任贤、胡建平副主编，张为民、李刚也参加了本书编写。广东技术师范学院王永超教授对本书进行了全面审核，并提出了很多宝贵意见。在此，对王永超教授及其他对本书有帮助的学者一并致谢！

本书得到了广东省 2012 年质量工程项目《教学设计制造及其自动化专业综合改革》课题经费支持。

由于编写实践比较仓促以及编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者予以指正。

编者

目 录

第一章 概述	1	第二节 铣削的加工工具及其安装方法	115
第一节 金工实训课程简介	1	第三节 铣削的基本工艺及操作方法	117
第二节 金工实训的内容	2	第七章 钳工加工	123
第三节 金工实训的安全知识	3	第一节 锯削	123
第二章 常用量具的使用	5	第二节 錾削	124
第一节 常用量具及使用方法	5	第三节 锉削	126
第二节 量具的维护和保养	21	第四节 钻孔、铰孔和攻螺纹	131
第三章 常用设备工具认知	23	第八章 焊接与切割	137
第一节 车削设备及工具	23	第一节 概述	137
第二节 铣削设备及工具	30	第二节 焊条电弧焊	138
第三节 焊接与切割设备及工具	35	第三节 交流电焊机操作	145
第四节 钳工、钻削加工设备及工具	40	第四节 直流电焊机操作	147
第五节 铸造设备及工具	44	第五节 气焊与气割操作	149
第六节 锻造设备及工具	51	第六节 气体保护电弧焊介绍	153
第七节 热处理设备及工具	54	第九章 铸造	155
第八节 其他机加工设备	56	第一节 概述	155
第四章 常用金属材料及其应用	62	第二节 砂型铸造	156
第一节 金属材料的基础知识	62	第三节 铸造熔炼及浇注	163
第二节 常用金属材料及应用	63	第四节 特种铸造简介	167
第三节 常用金属材料的鉴别	67	第十章 锻造	169
第五章 车削加工	68	第一节 概述	169
第一节 车削加工概念	68	第二节 钢材加热	169
第二节 车床的基本操作	71	第三节 自由锻造	172
第三节 常用车刀、刃磨及安装	73	第四节 模锻简介	189
第四节 车外圆、车端面、台阶	79	第五节 板料冲压简介	191
第五节 切槽、切断、滚花与车螺纹	89	第十一章 热处理	197
第六节 车床钻孔、扩孔与车内孔	102	第一节 概述	197
第七节 综合练习	111	第二节 钢的退火与正火	198
第六章 铣削加工	114	第三节 钢的淬火与回火	199
第一节 铣削加工概述	114	参考文献	202

第一章

概 论

第一节 金工实训课程简介

一、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。金工实训的目的和要求如下。

(1) 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，都与金工实训有着密切联系。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，在教师的指导下接受工程意识教育。

(2) 金工实训能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，以培养高质量人才。

(4) 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種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。

二、课程的任务、特点及学习方法

“金工实训”是传授机械制造的基本知识并以实践训练为主要教学方式的一门技术基础课程。本课程是机械类各专业学生学习机械工程系列课程必不可少的前期必修课，也是非机械类有关专业教学计划中重要的实践教学环节之一。

金工实训对学生工程素质和工程能力的培养起着综合训练的作用，既要求学生学习各工种的基本工艺知识，了解设备原理和工作过程，又有实际动手能力的训练，还要求学生具备运用所学知识分析解决简单工艺问题的能力，达到在金工实训教学中提高学生的综合素质，

培养创新意识和加强工程实践能力的培养目标。

1. 本课程的主要具体任务

(1) 学习机械制造的基本知识 使学生了解、掌握机械制造基本知识,为学习相关后续课程奠定基础。

(2) 培养实践能力 通过各工种的生产实践,使学生得到基本的操作技能训练,提高学生分析问题和解决问题的能力。

(3) 训练良好的作风 培养学生的质量和经济观念,树立理论联系实际,热爱劳动,一丝不苟的科学作风,通过实训的锻炼,培养学生具有工程技术人员应有的基本素质。

2. 课程特点

金工实训课程与其他以课堂教学为主的课程相比有很大的差别,它强调以实践教学为主,对学生进行基本操作技能的训练和考核。主要表现在以下两个方面。

(1) 在教学方式上,金工实训除了有少量必要的理论课程在课堂上讲解以外,大部分时间都是在现场动手操作实践、学习,通过实训课将理论知识与实践紧密联系起来。

(2) 学生需要对本课程的教学方式及时地适应和转变。学生在从小学到大学的相当长的学习时间内,几乎都是在课堂上度过的,社会实践和劳动实践活动较少,与工程实践接触的机会不多。

三、课程的学习方法

(1) 遵守车间各项规章制度及安全操作规程,确保实训安全。

(2) 注重平时的学习,专心听讲,认真记好笔记。要想学到丰富的专业知识,培养扎实的实践能力,就要时刻注意指导教师的每一句讲解和每一步演示。如果只看热闹,而不认真思考,就无法透彻地理解实践知识以及较好地掌握考核内容。

(3) 注重课后的复习。实训内容比理论课简单,但每天所讲的内容很多,课后多看书,复习一天的内容很有效果,特别是在实训的后半段时间,所学的知识多而杂,需要更多地总结和复习。

(4) 学习态度端正,在思想上要足够的重视。很多同学认为实训课很好通过,平时马马虎虎,不认真学习,这样很难获得好的实训效果。

第二节 金工实训的内容

1. 金工实训的主要教学内容

本课程的主要教学内容包括如下几个部分:

- 安全教育
- 常用量具的使用
- 常用金属材料相关知识的认知
- 车削加工
- 铣削加工
- 钳工加工
- 焊接与切割
- 铸造
- 锻造
- 热处理

2. 金工实训的有关规定

(1) 实训期间不得看与课程无关的书刊,不得戴耳机听音乐,不得迟到、早退、串岗等。

(2) 实训要进行考核。考核的内容包括应知应会的内容,书上的内容,平时老师讲课的内容以及加工实训的相关知识。

(3) 实训结束时应写出实训报告。

(4) 实训总成绩由各工种的实践考试,理论考试,实训报告,平时个人表现等部分组成。如有一个部分不合格,总成绩即不合格。

(5) 实训过程中弄虚作假,一经发现,即以作弊处理。

(6) 实训成绩不及格,须重修并参加重修考试。

3. 金工实训的其他注意事项

(1) 实训分组。实训一般以组为单位,由指导教师或班长负责指定每组的组长,协助指导教师进行日常的实训管理。

(2) 实训前应认真预习实训教材,并在实训中完成规定的内容。

(3) 上课时必须携带实训教材、笔记本,实训中应认真作好实训笔记,及时完成实训报告及老师布置的作业。

(4) 工间休息时,不得在实训厂区闲逛、打闹。

第三节 金工实训的安全知识

在实训中操作者需要与机械、电气、高速运动的物体、热的物体、弧光辐射等接触,其内包含许多不安全因素,若违反操作规程或缺乏一定的安全知识,就有可能发生机械伤害、触电、烫伤或爆炸等工伤事故。各个车间、工种、设备均有各自的安全技术和操作规范。为了确保参加实训人员的安全和健康,实训前必须进行相应的安全知识学习,经考试合格后方可上岗操作。下面仅介绍一般的安全知识,在实训中务必严格遵守。

1. 学生进入实训基地实行三级安全教育

一级安全教育:学生进入实训的第一天由主管实践教学的院系领导执行。重点强调实训中安全的重要意义和有关劳动安全和总体要求。

二级安全教育:学生进入实训的第一天由实训室主任执行。详细讲解《金工实训学生守则》主要强调实训过程中的具体要求和安全事项。

三级安全教育:在分组进入各工种的第一天由该工种指导老师执行。主要讲解该岗位的安全操作规程和操作过程中注意事项。上岗前,指导教师应对每个学生的劳保用品穿戴情况进行检查。

2. 总体要求

(1) 认真学习《金工实训学生守则》。在各工种实训前应认真学习相应工种的安全技术规范,并严格遵守。

(2) 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。

(3) 实训时应穿戴好劳动防护用品。不准穿拖鞋、高跟鞋、短裤、风衣或裙子进入实训场所。上衣的扣子必须扣好,袖口不得敞开,衬衫要扎入裤内。长发学生必须戴好工作帽,并将头发纳入帽内。

(4) 严格遵守作息时间，按时上下课，不迟到、不早退，有事必须请假。

(5) 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。不做与实训无关的事情，文明实训。

(6) 尊重实训指导教师，认真听取老师的讲解，细心观察老师的示范，注意领会操作要领和技巧。

(7) 实训时应做到思想集中，在注意自己安全的同时，也要注意其他同学的安全。

(8) 实训应在指定设备上进行，严禁动用车间内外任何非实训设备。

(9) 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。

(10) 每天下班擦拭机床，清整用具、工件，打扫工作场地，保持环境卫生。清除铁屑必须用专门的工具，严禁用手擦除或用嘴吹除铁屑。

(11) 工作时要爱护设备及工、卡、量具。工作结束后应认真清理所用的设备，将工、夹、刀、量具等，整齐有序地摆入工具箱中，以防损坏或丢失。

第二章

常用量具的使用

第一节 常用量具及使用方法

一、钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具，它的长度有 150mm、300mm、500mm 和 1000mm 4 种规格。图 2-1 是常用的 150mm 钢直尺。



图 2-1 150mm 钢直尺

钢直尺用于测量零件的长度尺寸（图 2-2），它的测量结果不太准确。这是由于钢直尺的刻线间距为 1mm，而刻线本身的宽度就有 0.1~0.2mm，所以测量时读数误差比较大，只能读出毫米数，即它的最小读数值为 1mm，比 1mm 小的数值，只能估计而得。

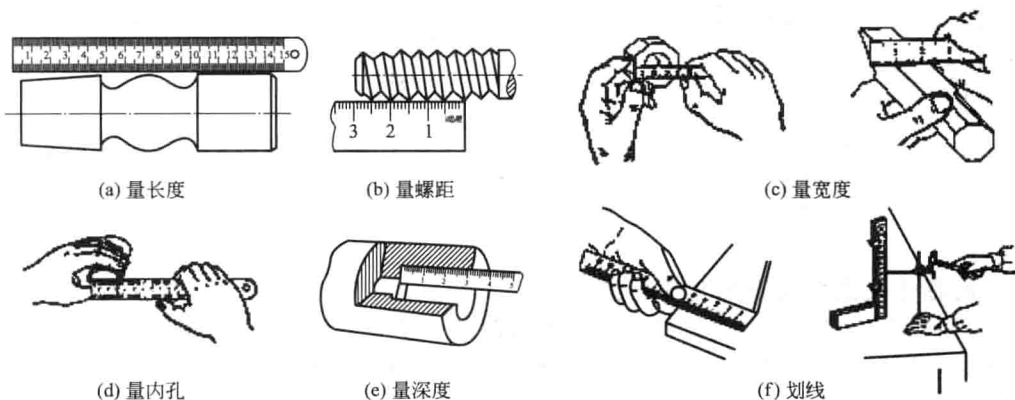


图 2-2 钢直尺的使用方法

二、游标卡尺的结构形式

游标卡尺是一种常用的量具，具有结构简单、使用方便、精度中等和测量的尺寸范围大等特点，可以用它来测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度和孔距等，应用范围很广。

1. 游标卡尺有 3 种结构形式

(1) 测量范围为 $0\sim 125\text{mm}$ 的游标卡尺，制成带有刀口形的上下量爪和带有深度尺，如图 2-3。

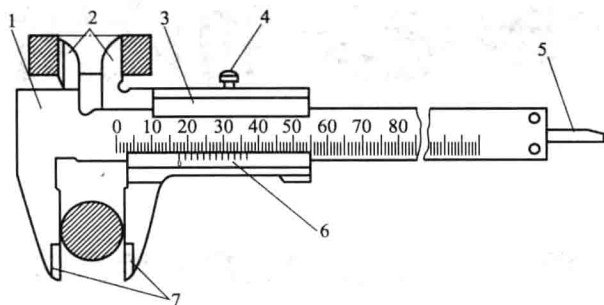


图 2-3 游标卡尺的结构形式之一

1—尺身；2—上量爪；3—尺框；4—紧固螺钉；5—深度尺；6—游标；7—下量爪

(2) 测量范围为 $0\sim 200\text{mm}$ 和 $0\sim 300\text{mm}$ 的游标卡尺，可制成带有内外测量面的下量爪和带有刀口形的上量爪，如图 2-4。

(3) 测量范围为 $0\sim 200\text{mm}$ 和 $0\sim 300\text{mm}$ 的游标卡尺，也可制成只带有内外测量面的下量爪的型式，如图 2-5。而测量范围大于 300mm 的游标卡尺，只制成这种仅带有下量爪。

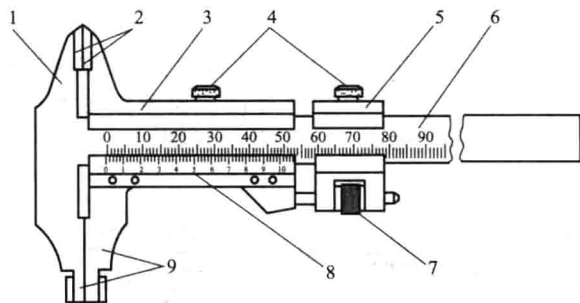


图 2-4 游标卡尺的结构形式之二

1—尺身；2—上量爪；3—尺框；4—紧固螺钉；5—微动装置；
6—主尺；7—微动螺母；8—游标；9—下量爪

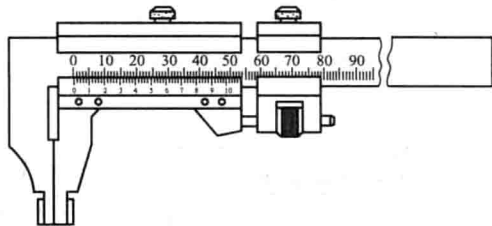


图 2-5 游标卡尺的结构形式之三

2. 游标卡尺主要由下列几部分组成

(1) 具有固定量爪的尺身，尺身上有类似钢尺一样的主尺刻度，如图 2-3 中的 1。主尺上的刻线间距为 1mm 。主尺的长度决定于游标卡尺的测量范围。

(2) 具有活动量爪的尺框，如图 2-4 中的 3。尺框上有游标，如图 2-4 中的 8，游标卡尺的游标读数值可制成为 0.1mm 、 0.05mm 和 0.02mm 的 3 种。游标读数值，就是指使用这种游标卡尺测量零件尺寸时，卡尺上能够读出的最小数值。

(3) 在 $0\sim 125\text{mm}$ 的游标卡尺上，还带有测量深度的深度尺，如图 2-3 中的 5。深度尺固定在尺框的背面，能随着尺框在尺身的导向凹槽中移动。测量深度时，应把尺身尾部的端面靠紧在零件的测量基准平面上。

(4) 测量范围等于和大于 200mm 的游标卡尺，带有随尺框作微动调整的微动装置，如图 2-4 中的 5。使用时，先用紧固螺钉 4 把微动装置 5 固定在尺身上，再转动微动螺母 7，

活动量爪就能随同尺框 3 作微量的前进或后退。微动装置的作用，是使游标卡尺在测量时用力均匀，便于调整测量压力，减少测量误差。

目前我国生产的游标卡尺的测量范围及其游标读数数值见表 2-1。

表 2-1 游标卡尺的测量范围和游标卡尺读数值				mm
测量范围	游标读数值	测量范围	游标读数值	
0~25	0.02;0.05;0.10	300~800	0.05;0.10	
0~200	0.02;0.05;0.10	400~1000	0.05;0.10	
0~300	0.02;0.05;0.10	600~1500	0.05;0.10	
0~500	0.05;0.10	800~2000	0.10	

3. 游标卡尺的读数原理和读数方法

游标读数值为 0.1mm 的游标卡尺如图 2-6 所示，主尺刻线间距（每格）为 1mm，当游标零线与主尺零线对准（两爪合并）时，游标上的第 10 刻线正好指向等于主尺上的 9mm，而游标上的其他刻线都不会与主尺上任何一条刻线对准。

游标每格间距=9mm÷10=0.9mm

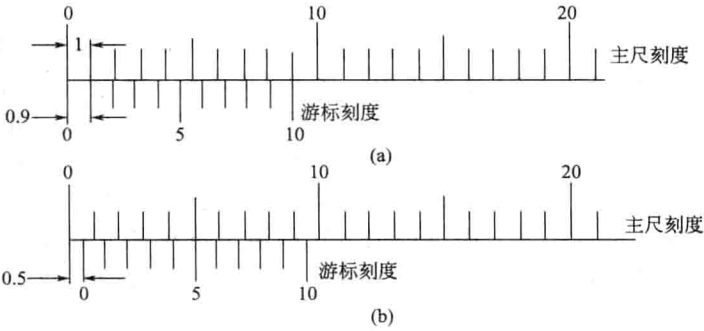


图 2-6 游标读数原理

4. 游标卡尺的测量精度

测量或检验零件尺寸时，要按照零件尺寸的精度要求，选用相适应的量具。游标卡尺是一种中等精度的量具，它只适用于中等精度尺寸的测量和检验。用游标卡尺去测量锻铸件毛坯或精度要求很高的尺寸，都是不合理的。前者容易损坏量具，后者测量精度达不到要求，因为量具都有一定的示值误差，游标卡尺的示值误差见表 2-2。

表 2-2 游标卡尺的示值误差		mm
游标读数值	示值总误差	
0.02	±0.02	
0.05	±0.05	
0.10	±0.10	

游标卡尺的示值误差，就是游标卡尺本身的制造精度，不论你使用得怎样正确，卡尺本身就可能产生这些误差。例如，用游标读数值为 0.02mm 的 0~125mm 的游标卡尺（示值

误差为 $\pm 0.02\text{mm}$), 测量 $\phi 50\text{mm}$ 的轴时, 若游标卡尺上的读数为 50.00mm , 实际直径可能是 $\phi 50.02\text{mm}$, 也可能是 $\phi 49.98\text{mm}$ 。这不是游标尺的使用方法上有什么问题, 而是它本身制造精度所允许产生的误差。因此, 若该轴的直径尺寸是 IT5 级精度的基准轴 ($\phi 50_{-0.025}^0$), 则轴的制造公差为 0.025mm , 而游标卡尺本身就有着 $\pm 0.025\text{mm}$ 的示值误差, 选用这样的量具去测量, 显然是无法保证轴径的精度要求的。可采用和测量相等尺寸的块规相比较的办法。

5. 游标卡尺的使用方法

量具使用得是否合理, 不但影响量具本身的精度, 且直接影响零件尺寸的测量精度, 甚至发生质量事故, 给国家造成不必要的损失。所以, 我们必须重视量具的正确使用, 对测量技术精益求精, 务使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, 必须注意下列几点。

(1) 测量前应把卡尺揩干净, 检查卡尺的两个测量面和测量刃口是否平直无损, 把两个量爪紧密贴合时, 应无明显的间隙, 同时游标和主尺的零位刻线要相互对准。这个过程称为校对游标卡尺的零位。

(2) 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。用固定螺钉固定尺框时, 卡尺的读数不应有所改变。在移动尺框时, 不要忘记松开固定螺钉, 亦不宜过松以免脱落。

(3) 当测量零件的外部尺寸时, 卡尺两测量面的连线应垂直于被测量表面, 不能歪斜。测量时, 可以轻轻摇动卡尺, 放正垂直位置, 如图 2-7 所示。否则, 量爪若在如图 2-7 所示的错误位置上, 将使测量结果 a 比实际尺寸 b 要大; 先把卡尺的活动量爪张开, 使量爪能自由地卡进工件, 把固定量爪贴靠在零件上, 然后移动尺框, 用轻微的压力使活动量爪接触零件。如卡尺带有微动装置, 此时可拧紧微动装置上的固定螺钉, 再转动调节螺母, 使量爪接触零件并读取尺寸。决不可把卡尺的两个量爪调节到接近甚至小于所测尺寸, 把卡尺强行的卡到零件上去。这样做会使量爪变形, 或使测量面过早磨损, 使卡尺失去应有的精度。

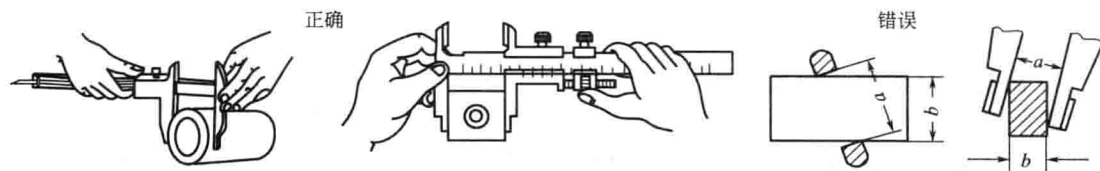


图 2-7 测量零件外部尺寸时正确与错误的位置

测量沟槽时, 应当用量爪的平面测量刃进行测量, 尽量避免用端部测量刃和刀口形量爪去测量外尺寸。而对于圆弧形沟槽尺寸, 则应当用刃口形量爪进行测量, 不应当用平面形测量刃进行测量, 如图 2-8 所示。

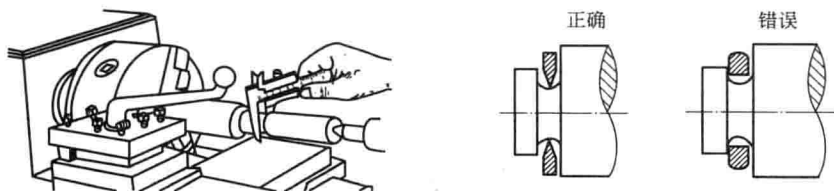


图 2-8 测量沟槽时正确与错误的位置

测量沟槽宽度时,也要放正游标卡尺的位置,应使卡尺两测量刃的连线垂直于沟槽,不能歪斜。否则,量爪若在如图 2-9 所示的错误的位置上,也将使测量结果不准确(可能大也可能小)。

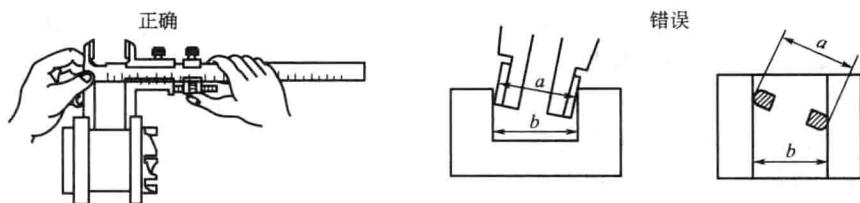


图 2-9 测量沟槽宽度时正确与错误的位置

(4) 当测量零件的内尺寸时如图 2-10 所示。要使量爪分开的距离小于所测内尺寸,进入零件内孔后,再慢慢张开并轻轻接触零件内表面,用固定螺钉固定尺框后,轻轻取出卡尺来读数。取出量爪时,用力要均匀,并使卡尺沿着孔的中心线方向滑出,不可歪斜,免使量爪扭伤;变形和受到不必要的磨损,同时会使尺框走动,影响测量精度。

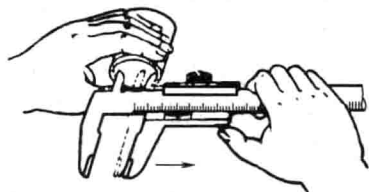


图 2-10 内孔的测量方法

卡尺两测量刃应在孔的直径上,不能偏歪。图 2-11 为带有刀口形量爪和带有圆柱面形量爪的游标卡尺,在测量内孔时正确的和错误的位置。当量爪在错误位置时,其测量结果,将比实际孔径 D 要小。

(5) 用下量爪的外测量面测量内尺寸时,如用图 2-4 和图 2-5 所示的两种游标卡尺测量内尺寸,在读取测量结果时,一定要把量爪的厚度加上。即游标卡尺上的读数,加上量爪的厚度,才是被测零件的内尺寸,见图 2-12。测量范围在 500mm 以下的游标卡尺,量爪厚度一般为 10mm。但当量爪磨损和修理后,量爪厚度就要小于 10mm,读数时这个修正值也要考虑进去。

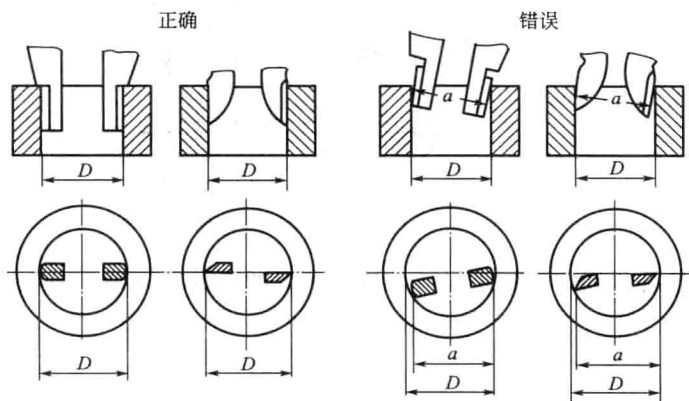


图 2-11 测量内孔时正确与错误的位置

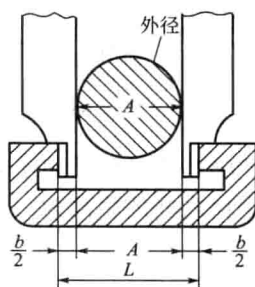


图 2-12 测量 T 形槽的宽度

(6) 用游标卡尺测量零件时,不允许过分地施加压力,所用压力应使两个量爪刚好接触零件表面。如果测量压力过大,不但会使量爪弯曲或磨损,且量爪在压力作用下产生弹性变形,使测量得的尺寸不准确(外尺寸小于实际尺寸,内尺寸大于实际尺寸)。

在游标卡尺上读数时,应把卡尺水平的拿着,朝着亮光的方向,使人的视线尽可能和卡尺的刻线表面垂直,以免由于视线的歪斜造成读数误差。

(7) 为了获得正确的测量结果,可以多测量几次。即在零件的同一截面上的不同方向进行测量。对于较长零件,则应当在全长的各个部位进行测量,务使获得一个比较正确的测量结果。

为了使读者便于记忆,更好的掌握游标卡尺的使用方法,把上述提到的几个主要问题,整理成下面的顺口溜,供读者参考。

量爪贴合无间隙,主尺游标两对零;

尺框活动能自如,不松不紧不摇晃;

测力松紧细调整,不当卡规用力卡;

量轴防歪斜,量孔防偏歪;

测量内尺寸,爪厚勿忘加;

面对光亮处,读数垂直看。

6. 游标卡尺应用举例

(1) 用游标卡尺测量 T 形槽的宽度

用游标卡尺测量 T 形槽的宽度,如图 2-12 所示。测量时将量爪外缘端面的小平面,贴在零件凹槽的平面上,并放正两量爪的位置(可以轻轻地摆动一个量爪,找到槽宽的垂直位置),用固定螺钉把微动装置固定,转动调节螺母,使量爪的外测量面轻轻地与 T 形槽表面接触,读出游标卡尺的读数,图 2-12 中用 A 表示。但由于它是用量爪的外测量面测量内尺寸的,卡尺上所读出的读数 A 是量爪内测量面之间的距离,因此必须加上两个量爪的宽度 b ,才是 T 形槽的宽度。所以, T 形槽的宽度 $L = A + b$ 。

(2) 用游标卡尺测量孔中心线与侧平面之间的距离

用游标卡尺测量孔中心线与侧平面之间的距离 L 时,先要用游标卡尺测量出孔的直径 D ,再用刀口形量爪测量孔的壁面与零件侧面之间的最短距离,如图 2-13 所示。

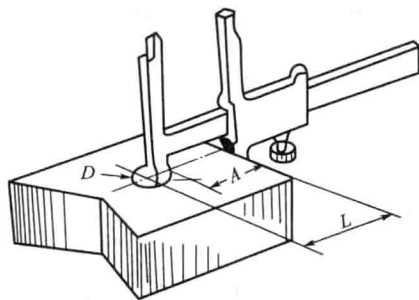


图 2-13 测量孔与侧面距离

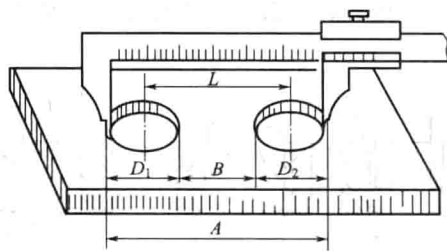


图 2-14 测量两孔的中心距

此时,卡尺应垂直于侧平面,且要找到它的最小尺寸,读出卡尺的读数 A ,则孔中心线与侧平面之间的距离为:

$$L = A + \frac{D}{2}$$

(3) 用游标卡尺测量两孔的中心距

用游标卡尺测量两孔的中心距有两种方法。一种是先用游标卡尺分别量出两孔的内径 D_1 和 D_2 ,再量出两孔内表面之间的最大距离 A ,如图 2-14 所示,则两孔的中心距

$$L = A - \frac{1}{2} (D_1 + D_2)$$

另一种测量方法,也是先分别量出两孔的内径 D_1 和 D_2 ,然后用刀口形量爪量出两孔内表面之间的最小距离 B ,则两孔的中心距

$$L = B + \frac{1}{2} (D_1 + D_2)$$

三、塞尺

塞尺又称厚薄规或间隙薄钢片。主要用来检验机床特别紧固面和紧固面、活塞与气缸、活塞环槽和活塞环、十字头滑板和导板、进排气阀顶端和摇杆头、齿轮啮合间隙等两个结合面之间的间隙大小。塞尺是由许多层厚薄不一的薄钢片组成。图 2-15 按照塞尺的组别制成一把的塞尺，每把塞尺中的每片具有两个平行的测量平面，且都有厚度标记，以供单独或组合使用。

测量时根据结合面间隙的大小，用一片或数片重叠在一起塞进间隙内（图 2-16）。例如用 0.03mm 的一片能插入间隙，而 0.04mm 的一片不能插入间隙，这说明间隙在 0.03~0.04mm 之间，所以塞尺也是一种界限量规。

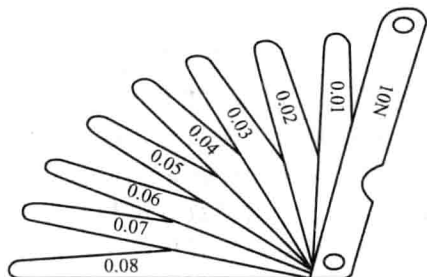


图 2-15 塞尺

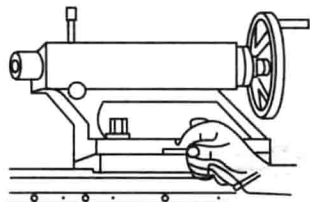


图 2-16 塞尺的应用

使用塞尺时必须注意下列几点：

- ① 根据结合面的间隙情况选用塞尺片数，但片数愈少愈好；
- ② 测量时不能用力太大，以免塞尺遭受弯曲和折断；
- ③ 不能测量温度较高的工件。

四、高度游标卡尺

高度游标卡尺如图 2-17 所示，用于测量零件的高度和精密划线。它的结构特点是用质量较大的基座 4 代替固定量爪，而动的尺框 3 则通过横臂装有测量高度和划线用的量爪 5，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，如在同一平台平面上，主尺 1 与游标 6 的零线相互对准。所以在测量高度时，活动量爪测量面的高度，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。应用高度游标卡尺划线时，调好划线高度，用紧固螺钉 2 把尺框锁紧后，也应在平台上进行先调整再进行划线。图 2-18 为高度游标卡尺的应用。

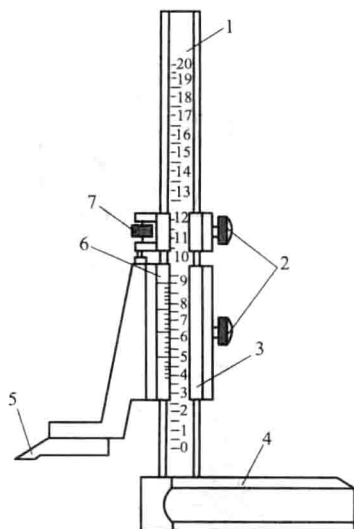


图 2-17 高度游标卡尺

- 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

五、深度游标卡尺

深度游标卡尺如图 2-19 所示，用于测量零件的深

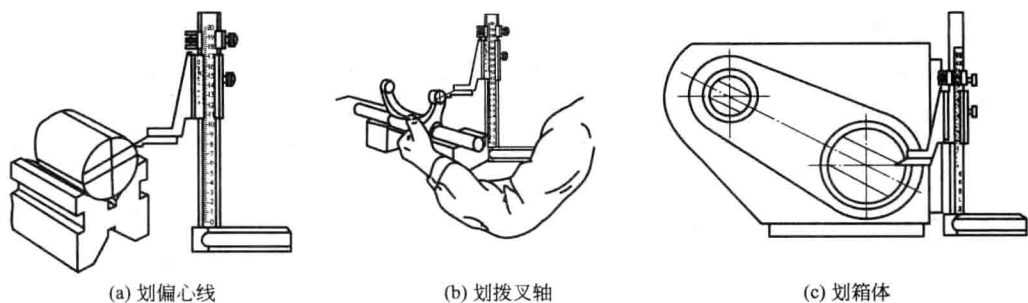


图 2-18 高度游标卡尺的应用

度尺寸或台阶高低和槽的深度。它的结构特点是尺框 3 的两个量爪连成一起成为一个带游标测量基座 1，基座的端面和尺身 4 的端面就是它的两个测量面。如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，就是被测零件的深度尺寸。它的读数方法和游标卡尺完全一样。测量时，先把测量基座轻轻压在工件的基准面上，两个端面必须接触工件的基准面，图 2-20(a) 所示测量轴类等台阶时，测量基座的端面一定要压紧在基准面，图 2-20(b)、(c) 所示，再移动尺身，直到尺身的端面接触到工件的量面（台阶上）然后用紧固螺钉固定尺框，提起卡尺，读出深度尺寸。多台阶小直径的内孔深度测量，要注意尺身的端面是否要在要测量的台阶上，图 2-20(d)。当基准面是曲线时，图 2-20(e)，测量基座的端面必须放在曲线的最高点上，测量出的深度尺寸才是工件的实际尺寸，否则会出现测量误差。

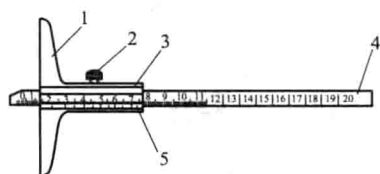


图 2-19 深度游标卡尺

1—测量基座；2—紧固螺钉；3—尺框；
4—尺身；5—游标

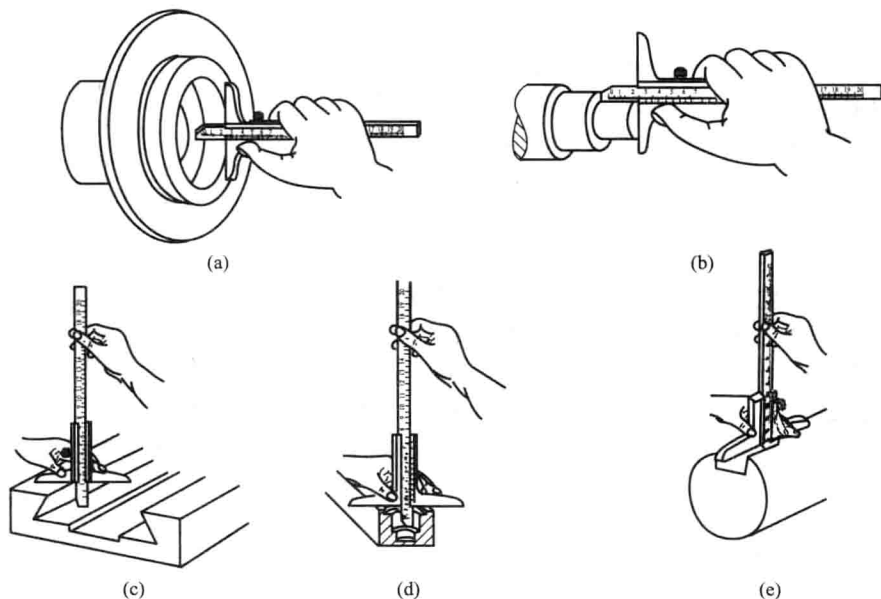


图 2-20 深度游标卡尺的使用方法