

中等职业教育改革发展示范学校建设特色教材

IXIE JIAGONG
SHIYONG JINENG XUNLIAN

机械加工 实用技能训练

主编 罗瑜 谢春海



四川大学出版社

中等职业教育改革发展示范学校建设特色教材

IXIE JIAGONG
SHIYONG JINENG XUNLIAN

J 机械加工 实用技能训练

主 编 罗 瑜 谢春海



四川大学出版社

特约编辑:傅 奕
责任编辑:梁 平
责任校对:杨国超
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

机械加工实用技能训练 /罗瑜,谢春海主编. —成都:四川大学出版社,2014.9
ISBN 978-7-5614-8009-0

I. ①机… II. ①罗… ②谢… III. ①金属切削—中等专业学校—教学参考资料 IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 207704 号

书名 机械加工实用技能训练

主 编 罗 瑜 谢春海
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
书 号 ISBN 978-7-5614-8009-0
印 刷 绵阳永安印制有限责任公司
成品尺寸 185 mm×260 mm
印 张 22.25
字 数 540 千字
版 次 2014 年 11 月第 1 版
印 次 2014 年 11 月第 1 次印刷
定 价 39.80 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。

电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址:<http://www.scup.cn>

版权所有◆侵权必究

国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划项目
机械加工技术专业建设特色教材
《机械加工实用技能训练》
编委会

主 审 李浪涛
主 编 罗 瑜 谢春海
副主编 王 宇 邓 峰 张 均
编 者 余 勇 杨 早 龚达微 陈 震 张万军
李年维 王忠清 马维明 张礼孝

编委会

武友德 (四川工程职业技术学院机电工程系主任、教授)
汪 海 (四川川东电缆有限责任公司高级工程师)
吕晨钟 (四川合田信息技术有限公司主任、副教授)
文谟统 (四川川环科技公司高级工程师)
张学兵 (四川川东电缆有限责任公司高级工程师、车间主任)
邓廷帅 (四川迅海防爆有限责任公司技术部主任)
孙学术 (四川迅海防爆有限责任公司副总经理)
徐 旭 (四川川东电缆有限责任公司人事部经理)
刘登禄 (大竹县教育局职教股负责人)
罗晓平 (大竹县职业中学校长)
李浪涛 (大竹县职业中学副校长)
何 奎 (大竹县职业中学副校长)
王 宇 (大竹县职业中学教务处主任)
欧鸿举 (大竹县职业中学教务处副主任)
曾庆富 (大竹县职业中学机电部部长)
邓 峰 (大竹县职业中学机加专业负责人)
余 勇 (大竹县职业中学机加专业带头人)
张 均 (大竹县职业中学机加专业带头人)



前 言

当今世界科技的突破与竞争正在创造着新的生产方式和经济秩序，高新技术渗透到传统产业，引起了传统产业的深刻变革。机械加工专业技术正是这场新技术革命中产生的新兴领域。机械产品除了要求有精度、动力、快速性功能外，更需要自动化、柔性化、信息化、智能化，逐步实现自适应、自控制、自组织、自管理，向智能化过渡。从典型的机械产品来看，如数控机床、加工中心、机器人和机械手等，无一不是机械类、电子类、电脑类、电力电气类等技术的集成融合，这必然需要大量相关机械设备的操作、维修、检测及管理的技术人员。中等职业教育以培养生产和服务第一线的具有技能强、素质高、手脑并用特征的应用型人才为目标，学生在校内实训基地的学习与锻炼成为人才培养中不可缺少的重要过程。机械加工技能训练便是机械加工专业及近机类专业的实训教学环节之一。

本书是“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材之一，是为了适应中等职业教育“工学结合、校企合作”人才培养模式教学改革的需要而编写的。针对职业教育专业技能训练要求高和就业岗位针对性强的特点，本书编写体现了以能力为本位的职教理念，同时参考了国家人力资源和社会保障部制定的《国家职业资格标准》以及其他相关国家标准。

本书从中等职业教育机械加工技术专业学生毕业后从事的职业岗位（群）必备的机械加工基本操作技能出发，对相关的传统操作技能内容实行了较大整合，简化了操作原理的阐述，突出了能力的培养。

本书分量具的使用、车削加工、铣削加工三个技能训练模块，每个模块介绍了项目训练的相关基础知识和操作步骤等。内容由浅入深，注重实用。

本书可作为中等职业学校机械加工技术专业、机电技术应用专业及机电类相关专业的教学用书，也可作为有关行业的岗位培训教材及企业职工自学用书。

全书由罗瑜、张均、余勇、邓峰、谢春海等编写，由于经验、水平有限，虽然在编写过程中极尽努力，但书中难免有错误和不妥之处，恳请读者予以指正。

编 者
2013年7月

目 录

模块一 通用量具的使用	(1)
项目一 通用量具的维护和保养	(1)
项目二 游标读数量具	(2)
任务 用游标卡尺测量工件	(12)
知识拓展	(14)
项目三 螺旋测微量具	(21)
任务 外 (内) 径千分尺测量尺寸	(29)
知识拓展	(31)
项目四 量块	(36)
任务 量块的使用	(39)
项目五 指示式量具	(41)
任务一 内径百分表测量孔径尺寸	(53)
任务二 百分表及杠杆百分表测量形位公差	(55)
项目六 角度量具	(62)
任务 万能角度尺测量角度	(68)
项目七 光滑极限量规	(70)
任务 用塞规、量规检验工件尺寸	(74)
项目八 水平仪	(77)
模块二 车削加工	(84)
项目一 学习车工安全操作规程	(84)
项目二 车床操作	(87)
任务一 了解车床的组成	(93)
任务二 主轴变速操作	(93)
任务三 进给箱变速操作	(94)
任务四 溜板部分手动进给操作	(95)
任务五 溜板部分机动进给操作	(95)
任务六 查找普通车床的润滑点, 并进行手工润滑	(96)
知识拓展	(97)
项目三 车床夹具	(101)
任务一 用三爪卡盘装夹轴类零件	(113)



任务二 在两顶尖间装夹工件 (工件已有中心孔)	(114)
项目四 车刀的种类与刃磨	(115)
任务 车刀的刃磨	(122)
知识拓展	(124)
项目五 车刀的安装	(125)
任务一 车刀安装	(128)
任务二 安装麻花钻	(129)
项目六 车削端面	(130)
任务 车削轴的端面	(135)
项目七 车削外圆	(137)
任务 采用机动走刀法车削零件外圆	(143)
项目八 车削台阶面	(145)
任务一 台阶的车削	(148)
任务二 车削台阶轴	(150)
项目九 车槽加工	(152)
任务 切断刀的刃磨	(157)
项目十 切断	(159)
任务 车槽	(164)
项目十一 车削内孔	(166)
任务一 刃磨麻花钻	(185)
任务二 通孔、盲孔的车削	(187)
任务三 通孔、平底孔的车削	(189)
任务四 通孔、台阶孔的车削	(192)
知识拓展	(194)
项目十二 车削锥面	(195)
任务一 外圆锥的车削	(210)
任务二 内圆锥的车削	(213)
项目十三 内外螺纹加工	(215)
任务一 普通外螺纹车刀的刃磨	(239)
任务二 车外螺纹的操作练习	(241)
任务三 外螺纹的车削	(242)
任务四 普通内三角形螺纹车刀的刃磨	(244)
任务五 在车床上攻内螺纹	(246)
任务六 内螺纹的车削	(247)
项目十四 车削细长轴零件	(250)
任务 细长轴的车削	(255)
项目十五 车成形面	(257)



模块三 铣削加工	(262)
项目一 铣床安全文明生产	(262)
项目二 铣床操作	(264)
项目三 铣刀及铣刀的装卸	(273)
项目四 铣床附件及工件的安装	(281)
项目五 铣平面	(286)
任务一 铣削平面	(299)
任务二 铣垂直面和平行面	(300)
任务三 铣削斜面	(303)
项目六 铣削台阶	(305)
任务 铣削台阶	(310)
项目七 铣削直角沟槽	(312)
任务一 铣削直角通槽	(315)
任务二 铣削封闭槽	(317)
项目八 铣削轴上键槽	(319)
任务 铣削封闭槽	(326)
项目九 用分度头铣削多面体	(328)
任务 铣削六面体	(337)
项目十 孔加工	(339)
项目十一 铣削弧面	(343)



模块一 通用量具的使用

项目一 通用量具的维护和保养



训练目标

正确保养和维护量具。



能力目标

能熟练保养和维护量具。



训练内容

量具的使用和维护规则。

一、量具的维护和保养的意义

为了保证产品质量，机械加工中的每一个零件都必须根据图纸上规定的公差要求制造。如果仅仅依靠人的感觉器官或简单的直尺检测是远远不够的，必须借助于有一定精度的测量工具来衡量。但量具再精密，还是要靠人去使用，所以我们一定要学会正确地选择、使用和保养常用的量具。

正确地使用精密量具是保证产品质量的重要条件之一。要保持量具的精度和它工作的可靠性，除了在使用中要按照合理的使用方法进行操作以外，还必须做好量具的维护和保养工作。

二、量具的维护和保养的规则

(1) 在机床上测量零件时，要等零件完全停稳后再进行，否则不但使量具的测量



面过早磨损而失去精度，而且会造成事故。尤其是车工使用外卡时，不要以为卡钳简单，磨损一点无所谓。同时，要注意铸件内常有气孔和缩孔，一旦钳脚落入气孔内，可把操作者的手也拉进去，造成严重事故。

(2) 测量前应把量具的测量面和零件的被测表面清理干净，避免因脏物存在而影响测量精度。用精密量具（如游标卡尺、百分尺和百分表等）去测量锻铸件毛坯或带有研磨剂（如金刚砂等）的表面是错误的，这样易使测量面很快磨损而失去精度。

(3) 量具在使用过程中，不要和工具、刀具（如锉刀、榔头、车刀和钻头等）堆放在一起，以免碰伤量具；也不要随便放在机床上，以免因机床振动而使量具掉下来损坏。尤其是游标卡尺等，应平放在专用盒子里，以免使尺身变形。

(4) 量具是测量工具，绝对不能作为其他工具的代用品。例如，拿游标卡尺划线，拿百分尺当作小榔头，拿钢直尺当作起子旋螺钉，以及用钢直尺清理切屑等都是错误的。把量具当作玩具（如把百分尺等拿在手中任意挥动或摇转等）也是错误的，易使量具失去精度。

(5) 温度对测量结果影响很大。零件的精密测量一定要使零件和量具都在 20 ℃ 的情况下进行测量。一般可在室温下进行测量，但必须使工件与量具的温度一致，否则，由于金属材料热胀冷缩的特性，易使测量结果不准确。

温度对量具精度的影响亦很大，量具不应放在阳光下或床头箱上，因为量具温度升高后，测量不出正确尺寸。更不要把精密量具放在热源（如电炉、热交换器等）附近，以免使量具受热变形而失去精度。

(6) 不要把精密量具放在磁场附近（如磨床的磁性工作台上）以免使量具感磁。

(7) 发现精密量具有不正常现象时（如量具表面不平、有毛刺、有锈斑，以及刻度不准、尺身弯曲变形、活动不灵活等），使用者不应当自行拆修，更不允许自行用榔头敲、用锉刀锉、用砂布打光等粗糙办法修理，以免增大量具误差。发现上述情况，使用者应当将问题量具送计量站检修，并经检定量具精度后再继续使用。

(8) 量具使用完以后，应及时清理干净，除不锈钢量具或有保护镀层者外，金属表面应涂上一层防锈油，放在专用的盒子里，并保存在干燥的地方，以免生锈。

(9) 精密量具应实行定期检定和保养。长期使用的精密量具，要定期送计量站进行精度检定，以免因量具的示值误差超差而造成产品质量事故。

项目二 游标读数量具



训练目标

正确使用游标卡尺。



能力目标

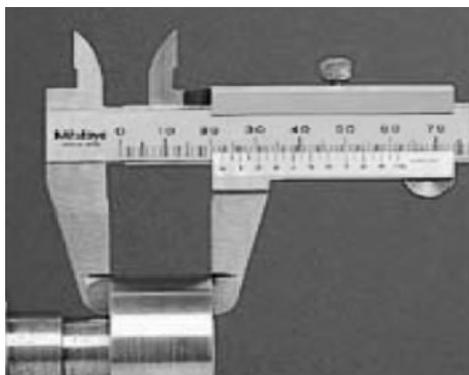
- (1) 掌握游标卡尺的结构、刻度原理、测量范围和测量精度。
- (2) 熟练运用游标卡尺进行零件尺寸的测量。

训练内容

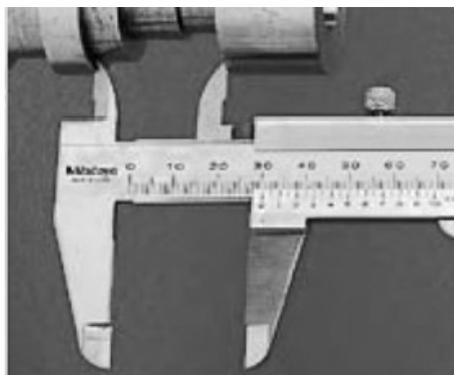
游标卡尺的读数。

一、游标卡尺的用途

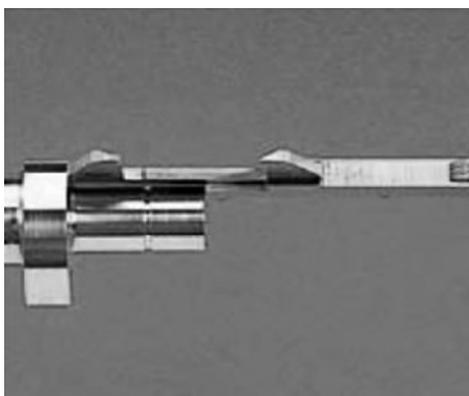
游标卡尺是一种常用的量具，是利用游标原理制成，具有结构简单、使用方便、精度中等和测量尺寸范围大等特点，可以用它来测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度、孔距、角度以及齿轮的齿厚等（如图 1-2-1 所示）。游标量具有：游标卡尺、高度游标卡尺、深度游标卡尺、游标量角尺（如万能量角尺）和齿厚游标卡尺等。



(a) 外径测量



(b) 内径测量



(c) 阶差测量



(d) 深度测量

图 1-2-1 游标卡尺的测量范围



二、游标卡尺的结构型式

1. 游标卡尺有三种结构型式

(1) 测量范围为0~150 mm 的游标卡尺，一般为带有刀口形的上下量爪和带有深度尺的型式，如图 1-2-2 所示。

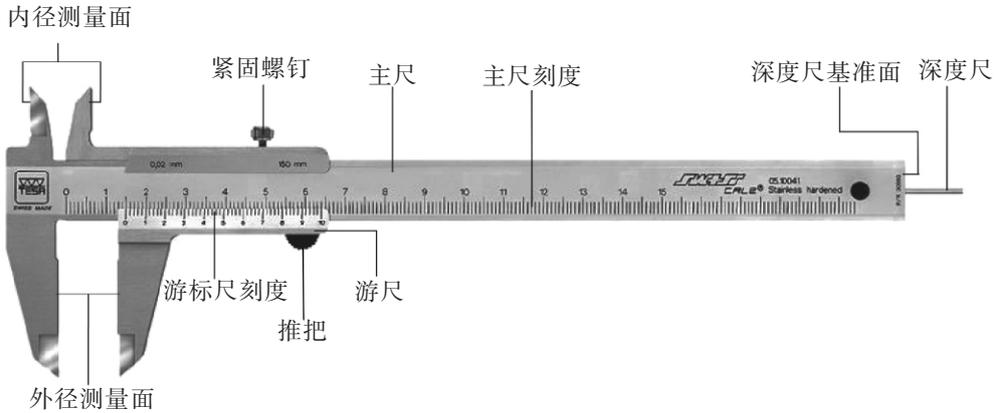


图 1-2-2 游标卡尺的结构型式之一

(2) 测量范围为0~200 mm 和0~300 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的型式，如图 1-2-3 所示。

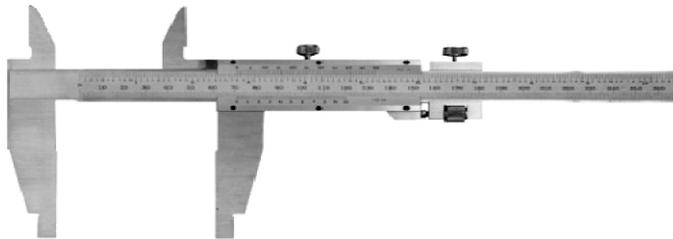


图 1-2-3 游标卡尺的结构型式之二

(3) 测量范围为0~200 mm 和0~300 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 1-2-4 所示。而测量范围大于300 mm 的游标卡尺，只制成这种仅带有下量爪的型式。

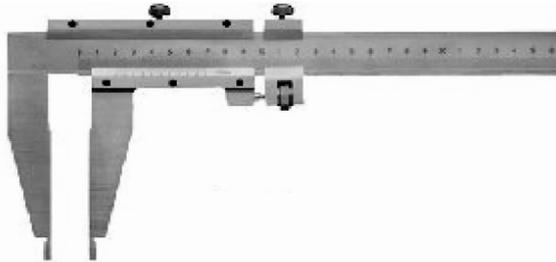


图 1-2-4 游标卡尺的结构型式之三



上述结构的游标卡尺都存在一个共同的问题，就是读数不够清晰，容易读错，有时不得不借助于放大镜将读数部分放大。现有游标卡尺采用无视差结构，使游标刻线与主尺刻线处在同一平面上，消除了在读数时因视线倾斜而产生的视差；有的卡尺装有测微表，为带表卡尺，如图 1-2-5 所示，便于准确读数，提高了测量精度；更有一种带有数字显示装置的游标卡尺，如图 1-2-6 所示，这种游标卡尺在零件表面上量得尺寸时，会直接用数字显示出来，其使用极为方便。



图 1-2-5 带表卡尺



图 1-2-6 数字显示游标卡尺

2. 游标卡尺的结构

(1) 尺身（固定量爪）。尺身上有主尺刻度，主尺上的刻线间距为 1 mm。主尺的长度决定于游标卡尺的测量范围。

(2) 游标。游标卡尺的精度可分为 0.1、0.05 和 0.02 mm 的三种。游标精度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 0~150 mm 的游标卡尺上，还带有测量深度的深度尺。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紧靠在零件的测量基准平面上。

(4) 测量范围等于和大于 200 mm 的游标卡尺，带有随尺框做微动调整的微动装置。使用时，先用固定螺钉把微动装置固定在尺身上，再转动微动螺母，活动量爪就能随同尺框做微小的前进或后退。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值见表 1-2-1。



表 1-2-1 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
0~150	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

三、游标卡尺的刻度原理和读数方法

当活动量爪与固定量爪贴合时，游标上的“0”刻线（简称游标零线）对准主尺上的“0”刻线，此时量爪间的距离为“0”。当尺框向右移动到某一位置时，固定量爪与活动量爪之间的距离，就是零件的测量尺寸。此时零件尺寸的整数部分，可在游标零线左边的主尺刻线上读出来，而比 1 mm 小的小数部分，可借助游标读数机构来读出，现将三种游标卡尺的读数原理和读数方法介绍如下。

1. 刻度原理

(1) 当主尺 (N-1) 格的长度正好等于游标 N 格时，游标的分度值 I 为主尺每格的宽度与游标尺每格的宽度之差（如图 1-2-7 所示），即 $I=a-b$ ，见表 1-2-2。



图 1-2-7 刻度原理 1

表 1-2-2 游标卡尺的读数原理 1

主尺	游标尺	I 分度值	特点
刻度间隔 a (mm)	刻度间隔 b (mm)	$I=a-b$ (mm)	
1	0.9	0.1	把 10 mm 分成 9 等分，每分 0.9 mm
1	0.95	0.05	把 19 mm 分成 20 等分，每分 0.95 mm
1	0.98	0.02	把 49 mm 分成 50 等分，每分 0.99 mm

(2) 当主尺 (2N-1) 格的长度正好等于游标 N 格时，游标的分度值为主尺 2 格的宽度与游标尺 1 格的宽度之差（如图 1-2-8 所示），即 $I=2a-b$ ，见表 1-2-3。

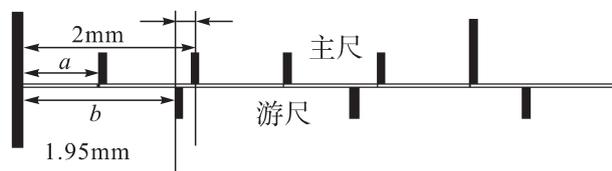


图 1-2-8 刻度原理 2



表 1-2-3 游标卡尺的读数原理 2

主尺	游标尺	I 分度值	特点
刻度间隔 a (mm)	刻度间隔 b (mm)	$I = 2a - b$ (mm)	
1	1.90	0.1	把 19 mm 分成 10 等分, 每分 1.9 mm
1	1.95	0.05	把 39 mm 分成 20 等分, 每分 1.95 mm

2. 读数原理

(1) 把 49 mm 50 等分, 每等分是 0.98 mm, 设主尺的每格宽度为 a, 游尺的每格宽度为 b, I 为分度值, N 为游标的刻线格数。当主尺 (N-1) 格的长度正好等于游标 N 格时, 游标的分度值 I 为主尺每格的宽度与游标尺每格的宽度之差, 即 $I = a - b$, 如图 1-2-9 所示。

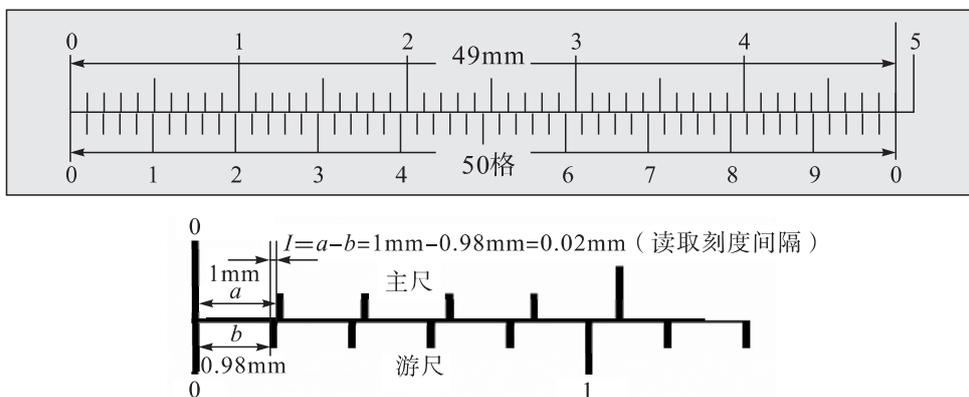


图 1-2-9 读数原理 1

(2) 把 39 mm 20 等分, 每等分是 1.95 mm, 设主尺的每格宽度为 a, 游尺的每格宽度为 b, I 为分度值, n 为游标的刻线格数。当主尺 (2N-1) 格的长度正好等于游标 N 格时, 游标的分度值 I 为主尺 2 格的宽度与游标尺 1 格的宽度之差, 即 $I = 2a - b$, 如图 1-2-10 所示。

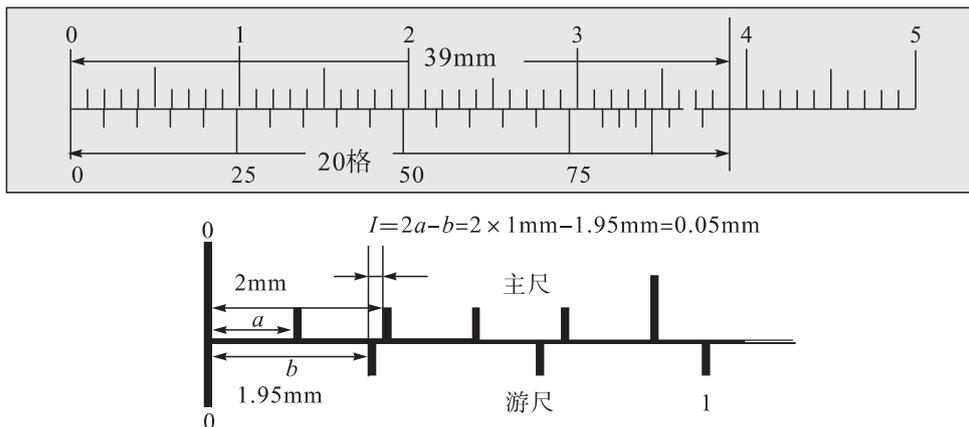


图 1-2-10 读数原理 2



3. 读数方法

先读取游标尺刻度上“0”刻度线对上左边的主尺整数刻度值（即主尺刻度值）；再找到游标尺和主尺刻度重合的刻度线，数刻度线左边的游标尺刻度格数，用格数乘卡尺的分度值，即为游标尺刻度值；将主尺刻度值加上游标尺刻度值，即为测量值。如图1-2-11所示。

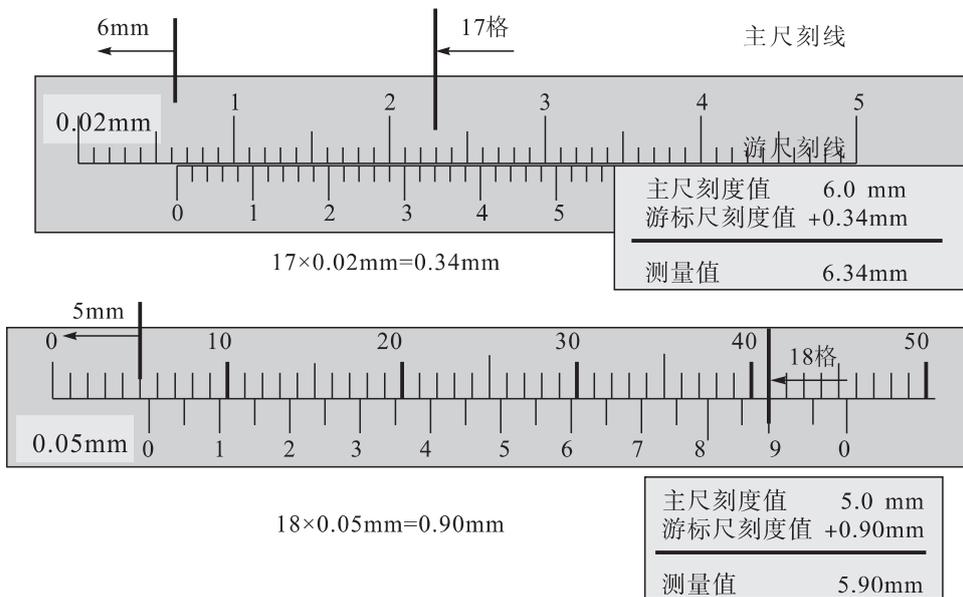


图 1-2-11 读数方法

四、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。量具都有一定的示值误差，游标卡尺的示值误差见表1-2-4。

表 1-2-4 游标卡尺的示值误差 (mm)

游标读数	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 0.02 mm 的 0~125 mm 的游标卡尺（示值误差为 ±0.02 mm），测量 ∅50 mm 的轴时，若游标卡尺上的读数为 ∅50.00 mm，实际直径可能是 ∅50.02 mm，也可能是 ∅49.98 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 $\varnothing 50_{-0.025}^0$ ，则轴的制造公差为 0.025 mm，而游标卡尺本身就有着 ± 0.02 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。所以，当必须用游标卡尺测量精度要求较高的尺寸时，最好采用和测量相等尺寸的块规相比较的办法。计测器使用遵循的原则：计测器的精度比被物测的精度高 5~10 倍（一般情况）。

五、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，而且直接影响零件尺寸的测量精度。所以，必须重视量具的正确使用，对测量技术精益求精，务求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) 测量前应把卡尺擦干净，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（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，亦不宜过松以免掉落。

(3) 在机床上测量零件时，要等零件完全停稳后再进行，否则不但会使量具的测量面过早磨损而失去精度，而且会造成事故。

(4) 测量温度要适宜，刚加工完的工件由于温度较高不能马上测量，须等工件冷却至室温后再测量，否则测量误差太大。

(5) 当测量零件的外尺寸时，卡尺两测量面的连线应垂直于被测表面，不能歪斜。测量时，可以轻轻摇动卡尺，放正垂直位置，如图 1-2-12 (a) 所示。否则，量爪若在如图 1-2-12 (b) 所示的错误位置上，将使测量结果比实际尺寸要大。先把卡尺的活动量爪张开，使量爪能自由地卡进工件，把零件贴靠在固定量爪上，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，把卡尺强制地卡到零件上去。这样做会使量爪变形，或使测量面过早磨损，从而使卡尺失去应有的精度。

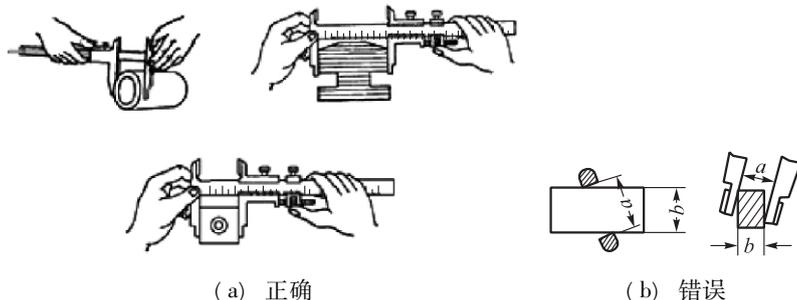


图 1-2-12 测量外尺寸时正确与错误的位置