

高职高专系列教材

GZ

(第三版)

机械设计与制造 实训教程

吕济柱 王平双 崔利华 主编

JIXIE SHEJI YU ZHIZAO
HIXUN JIAOCHENG

山东大学出版社

高职高专系列教材

机械设计与制造实训教程

主 编	吕济柱	王平双
	崔利华	
副主编	刘 刚	李灿军
主 审	张伟光	

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计与制造实训教程/吕济柱,王平双,崔利华主编. —3版
—济南:山东大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5607-3048-6

I. 机…

II. ①吕…②王…③崔…

III. ①机械设计—高等学校:技术学校—教材②机械制造—高等学校:技术学校—教材

IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 091106 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

济南景升印业有限公司印刷

787×1092 毫米 1/16 34.5 印张 792 千字

2010 年 8 月第 3 版 2010 年 8 月第 4 次印刷

定价:59.80 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

购书电话:0531—88364808

高职高专系列教材

编委会成员名单

主 任 邢宪学

委 员 (按姓氏笔画为序)

马克杰	王元恒	刘德增	牟善德
孙庆珠	苏永勤	杨忠斌	张卫华
张启山	张保卫	柳耀福	郝宪孝
荀方杰	侯印浩	徐 冬	高焕喜
常立学	温金祥		

出版说明

江泽民同志在党的十六大报告中指出：“教育是发展科学技术和培养人才的基础，在现代化建设中具有先导性全局性作用，必须摆在优先发展的战略地位。……加强职业教育和培训，发展继续教育，构建终身教育体系。”职业教育作为我国教育事业的一个重要的组成部分，改革开放以来，尤其是近年来获得了长足发展。据不完全统计，目前全国各类高等职业学校有近千所，仅山东省就有五十多所，为国家和地方培养了一大批高素质的劳动者和专门人才。与此相适应，教材建设也硕果累累，各出版社先后推出了多部具有高职特色的高职高专教材。但总体上看，与迅猛发展的高职教育相比，教材的出版相对滞后，这不仅表现在教材品种相对较少，更表现在内容的针对性不强，某些方面与高职的专业设置、培养目标相去甚远。同时，地方性、区域性的高职教材也稍嫌不足。以山东省为例，作为一个经济强省、人口大省、教育大省，迄今为止，居然没有一套统编的、与山东省社会、经济、文化发展相适应的高职教材，严重地制约了我省高职高专教育的发展。

有鉴于此，我们在山东省教育厅的领导与支持下，依据教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》，并结合我省高职院校及专业设置的特点，组织省内二十余所高职院校长期从事高职高专教学和研究的专家、教授，编写了这套“高职高专系列教材”。该教材充分借鉴近年来国内高职高专院校教材建设的最新成果，认真总结和汲取省内高职院校和成人高校在教育、培养新时期技术应用性专门人才方面所取得的成功经验，以适应高职院校教学改革的需要为目标，重点突出实用性、针对性，力求从内容到形式都有一定的突破和创新。本系列教材拟分批出版，约一百余种。出齐后，将涵盖山东省高职高专教育的基础课程和主干课程。

编写这套教材，在我们是一次粗浅的尝试，也是一次学习、探索和提高的机会。由于我们水平有限，加之编写时间仓促，本教材无论在内容还是形式上都难免会存在这样那样的缺憾或不足，敬请专家和读者批评指正。

高职高专系列教材编写委员会
2010年7月

再版前言

本教程是根据全国高职教育会议的精神,结合山东省的高职教育发展状况,由高职高专教材编写委员会组织编写。

本教程以高职院校机械类专业为基础,从生产实际出发,以专业技能为主线,注重工艺分析,突出典型零件的加工,并结合现代机械制造业新技术、新工艺、新材料的应用,强调综合能力的全面培养。

本教程为突出高职教育的特点,以适应高职院校机械类专业教学改革的需要,在教学大纲的确定时,以山东劳动职业技术学院机制专业(全国教学改革示范专业)实训教学为基础,广泛征求了山东省水利职业学院、山东纺织职业学院等院校的意见,增加了常用量具知识的了解使本教程内容更加丰富和完善。

本书主要包括:量具、车工中高级技能训练、钳工基本技能及零件加工、装配修理、磨工中级技能、铣工中级技能、数控加工及编程技术等。

在内容处理上,各章独立成单元,由浅入深,突出工艺性,用典型零件实例加工来检验、检查阶段课题学习效果,实用性强。

本教程可供高等职业院校、高等专科学校、技师学院、技术学院、高级技工学校的机械制造专业使用,也可作为从事本专业工种的技术工人学习使用。

本教程由吕济柱、王平双、崔利华任主编,刘刚、李灿军任副主编。王平双编写第一章、第十一章;张伟光编写第二、三章;张广华编写第四、五章;崔利华编写第六、七章;刘刚编写第八、九章;吕济柱编写第十章;李灿军编写第十二章;韩刚编写第十三章。全书由吕济柱统稿和定稿,张伟光主审。

由于水平有限,编写时间又紧迫,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2010年8月

目 录

第一章 常用量具	(1)
第一节 游标类量具及示值误差.....	(1)
第二节 螺旋测微量具规格及示值误差.....	(4)
第三节 机械式测微仪规格及示值误差.....	(9)
第四节 其他量具	(13)
思考题	(19)
第二章 轴套类零件车削	(20)
第一节 车床与操作	(20)
第二节 轴类零件车削	(27)
第三节 套类零件的车削	(43)
第四节 切断及各种槽的车削	(58)
第五节 锥度车削	(71)
第六节 特形面车削	(84)
思考题	(90)
第三章 螺纹类零件车削	(92)
第一节 车三角螺纹	(92)
第二节 车矩形螺纹.....	(103)
第三节 车梯形螺纹.....	(106)
第四节 车削蜗杆螺纹.....	(112)
第五节 车多线螺纹.....	(118)
第六节 其他螺纹车削.....	(122)
思考题.....	(127)
第四章 典型零件车削	(128)
第一节 车削偏心工件.....	(128)

第二节	特殊孔的车削·····	(132)
第三节	车削细长轴·····	(138)
第四节	多拐曲轴的车削·····	(141)
第五节	典型工件的车削·····	(148)
思考题	·····	(158)
第五章	特殊材料的车削与车床夹具·····	(159)
第一节	特种金属材料的车削·····	(159)
第二节	车削非金属材料·····	(163)
第三节	特殊材料的车削·····	(166)
第四节	车床夹具的使用·····	(170)
思考题	·····	(183)
第六章	钳工基本操作·····	(184)
第一节	基本切削运动与原理·····	(184)
第二节	孔加工技术·····	(201)
第三节	量仪的使用与测量技术·····	(222)
第七章	钳工机械零件的加工·····	(231)
第一节	刮 削·····	(231)
第二节	研 磨·····	(241)
第三节	复杂、畸形、大型工件的立体划线·····	(252)
第四节	细长轴的矫正·····	(259)
思考题	·····	(260)
第八章	机床的装配与测量·····	(261)
第一节	机床导轨的刮研与测量·····	(261)
第二节	典型部件的装配·····	(269)
第三节	液压传动装置装配·····	(292)
第四节	卧式车床总装配·····	(299)
思考题	·····	(311)
第九章	机床设备的修理·····	(313)
第一节	典型零件的修理·····	(313)
第二节	Z525 型立式钻床的修理工艺 ·····	(318)
第三节	非标设备横拉机的安装与修理·····	(327)
思考题	·····	(333)

第十章 铣工技能训练	(334)
第一节 铣床的基本知识和操作.....	(334)
第二节 铣平面和连接面.....	(352)
第三节 槽类零件的铣削.....	(367)
第四节 铣特形表面和球面.....	(386)
第五节 万能分度头及其使用.....	(394)
第六节 铣削离合器.....	(399)
思考题.....	(405)
第十一章 磨工技能训练	(407)
第一节 磨削加工的基本知识和机床操纵练习.....	(407)
第二节 外圆柱面磨削.....	(440)
第三节 内圆柱面磨削.....	(446)
第四节 圆锥面磨削.....	(449)
第五节 平面磨削.....	(453)
思考题.....	(460)
第十二章 数控车床编程与操作	(461)
第一节 FANUC 系统数控车床概述.....	(461)
第二节 数控车床的基本操作.....	(473)
第三节 数控车切削实例.....	(494)
思考题.....	(500)
第十三章 加工中心编程与操作	(502)
第一节 加工中心简介.....	(502)
第二节 加工中心编程与操作.....	(509)
思考题.....	(536)
参考文献	(538)

第一章 常用量具

技能培训目标：

1. 了解常用量具的结构、读数原理
2. 掌握常用量具的正确使用方法
3. 掌握常用量具的误差检验及误差消除方法
4. 掌握常用量具的正确保养方法

第一节 游标类量具及示值误差

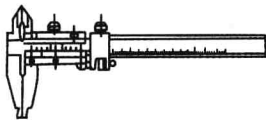
1. 游标卡尺

常用游标卡尺的测量范围及读数值如表 1-1 所示。

表 1-1

游标卡尺 (GB/T1214. 2-1966)

(mm)

	测量 范围	游标读数值		
		0.02	0.05	0.10
		示值误差		
	0~125	±0.02	±0.05	±0.10
	0~150	±0.02	±0.05	±0.10
	0~200	±0.03	±0.05	±0.10
	0~300	±0.04	±0.08	±0.10
	0~500	±0.05	±0.08	±0.10
	0~1000	±0.07	±0.10	±0.15

(1) 游标卡尺的结构和用途

游标卡尺的主体是一个刻有刻度的尺身，其上有固定量爪，有刻度的部分称为尺身，

沿着尺身可移动的部分称为尺框。尺框上有活动量爪,并装有游标和紧固螺钉。有的游标卡尺上为调节方便还装有微动装置。在尺身上滑动尺框,可使两量爪的距离改变,以完成不同的测量工作。由于游标卡尺结构简单,使用方便,因此生产中使用极为广泛。

(2)游标卡尺的刻线原理和读数方法

游标卡尺的读数部分由尺身与游标组成。其原理是利用尺身刻线间距和游标刻线间距之差来进行小数读数。通常尺身刻线间距 a 为 1mm,尺身刻线 $(n-1)$ 格的长度等于游标刻线格的长度。常用的有 $n=10, n=20$ 和 $n=50$ 三种,相应的游标刻线间距分别为 0.90mm,0.95mm,0.98mm 三种。尺身刻线间距与游标刻线间距之差,即 $i=a-b$ 为游标读数数值(游标卡尺的分度值)。此时 i 分别为 0.10mm,0.05mm,0.02mm。根据这一原理,在测量时,尺框沿着尺身移动,根据被测尺寸

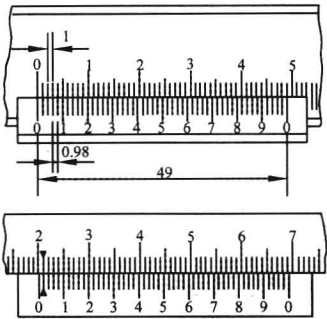


图 1-1 游标卡尺读数原理及读数示例

的大小尺框停留在某一确定的位置,此时游标上的零落在尺身的某一刻度间,游标上的某一刻线与尺身上的某一刻线对齐,由以上两点,得出被测尺寸的整数和小数部分,两者相加,即得测量结果。

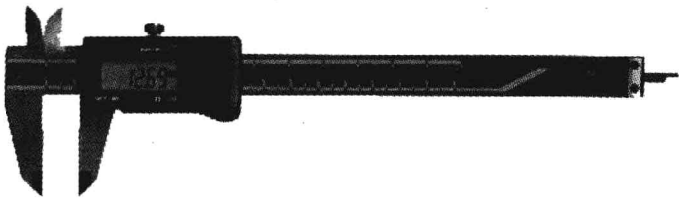
如图 1-1 所示,上图为读数值 $i=0.02\text{mm}$ 的游标卡尺的刻线图。尺身刻线间距 $a=1\text{mm}$,游标刻线间距 $b=0.98\text{mm}$,游标的刻线格数为 50 格,游标刻线总长为 49mm。下图为某测量结果。游标的零线落在尺身的 20~21mm 之间,因而整数部分为 20mm。游标的第 1 格刻线与尺身的一条刻线对齐,因而小数部分值为 $0.02\times 1=0.02\text{mm}$ 。所以被测尺寸为 20.02mm。

2. 电子数显卡尺

常用电子数显卡尺的测量范围及读数值如表 1-2 所示。

表 1-2

电子数显卡尺

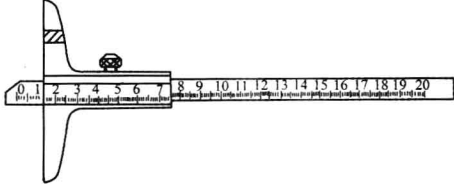


测量范围	读数值
0~150mm(6")	0.01mm(0.0005")
0~200mm(8")	0.01mm(0.0005")
0~300mm(12")	0.01mm(0.0005")
0~500mm(20")	0.01mm(0.0005")

3. 深度游标卡尺

常用深度游标卡尺的测量范围及读数值如表 1-3 所示。

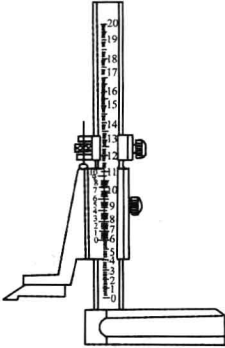
表 1-3 深度游标卡尺 (GB. /T1214. 4-1996) (mm)

		
测量范围	游标读数值	
	0.02	0.05
	示值误差	
0~200	±0.03	±0.05
0~300	±0.04	±0.08
0~500	±0.05	±0.08

4. 高度游标卡尺

常用高度游标卡尺的测量范围及读数值如表 1-4 所示。

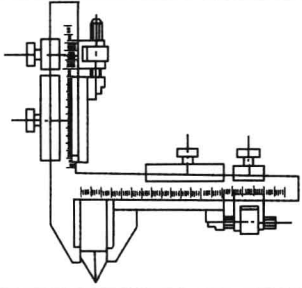
表 1-4 高度游标卡尺 (GB/1214. 3-1966) (mm)

	测量范围	游标读数值	
		0.02	0.05
		示值误差	
	0~200	±0.03	±0.05
	0~300	±0.04	±0.08
	0~250	±0.05	±0.08
	0~1000	±0.07	±0.10

5. 齿厚游标卡尺

常用齿厚游标卡尺的测量范围及读数示值范围如表 1-5 所示。

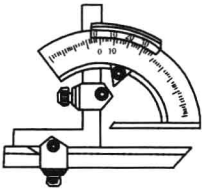
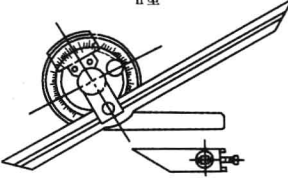
表 1-5 齿厚游标卡尺(GB/T6316-1966) (mm)

	测量范围	游标读数	示值范围
	1~16	±0.02	±0.02
	1~25		
	5~32		
	10~50		

6. 角度尺

常用角度尺的测量范围及读数值如表 1-6 所示。

表 1-6 万能角度尺(GB/T6315-1966) (mm)

I 型 II 型					
型 式	游标读数值	测量范围	直尺测量范围	附加直尺测量面	其他测量面
			公称长度/mm		
I 型	2', 5'	0~320°	≥150	—	≥50
II 型	5'	0~360°	200, 300	—	

7. 游标类量具使用注意事项

- (1)使用前先合拢卡尺量爪,校验零位。
- (2)测量时注意被测工件与量具的量爪不能歪斜,否则会造成测量误差。
- (3)测量时,量爪与工件接触不能过松或者过紧,测量内孔时,先将主尺量爪与孔壁接触,再轻轻摆动找出最大内径位置。
- (4)测量时,手的推力不能过大,否则会使游标框摆动,造成测量结果不准。

第二节 螺旋测微量具规格及示值误差

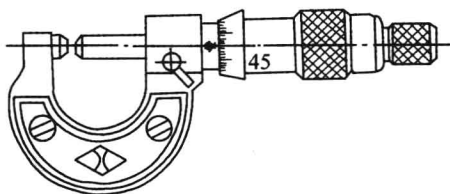
1. 外径千分尺

常用外径千分尺测量范围及示值误差如表 1-7 所示。

表 1-7

外径千分尺 (GB/T1216-1985)

(mm)



测量范围	示值误差	两测量面平行度
0~25, 25~50	0.004	0.002
50~70, 75~100	0.005	0.003
100~125, 125~150	0.006	0.004
150~175, 175~200	0.007	0.005
200~225, 225~250	0.008	0.006
250~275, 275~300	0.009	0.007
300~325, 325~350	0.011	0.009
350~375, 375~400		
400~425, 425~450	0.013	0.011
450~475, 475~500		
500~600	0.015	0.012
600~700	0.016	0.014
700~800	0.018	0.016
800~900	0.020	0.018
900~1000	0.022	0.020

(1) 外径千分尺的读数原理和读数方法

在千分尺的固定套管上刻有轴向中线,作为微分筒读数的基准线。在中线两侧,刻有两排刻线,每排刻线间距为 1mm,上下两排相互错开 0.5mm。测微螺杆的螺距为 0.5mm,微分筒的外圆上刻有 50 等份的刻度。当微分筒转一周时,螺杆轴向移动 0.5mm。如微分筒只转动一格时,则螺杆的轴向移动为 $0.5/50=0.01\text{mm}$,因而 0.01mm 就是千分尺的分度值。

读数时,从微分筒的边缘向左看固定套管上距微分筒边缘最近的刻线,从固定套管中线上侧的刻度值读出整数,从中线下侧的刻度读出 0.5mm 的小数,再从微分筒上找到与固定套管中线对齐的刻线,将此刻线数乘以 0.01mm 就是小于 0.5mm 的小数部分的读数,最后把以上几部分相加即为测量值。

从图 1-2(a)中可以看出,距微分筒最近的刻线为中线下侧的刻线,表示 0.5mm 的小数,中线上侧距微分筒最近的为 7mm 的刻线,表示整数,微分筒上的 35 的刻线对准中线,所以

$$\text{外径千分尺的读数} = 7 + 0.5 + 0.01 \times 35 = 7.85\text{mm}$$

从图 1-2(b)中可以看出,距微分筒最近的刻线为 5mm 的刻线,而微分筒上数值为 27 的刻线对准中线,所以

$$\text{外径千分尺的读数} = 5 + 0.01 \times 27 = 5.27 \text{ mm}$$

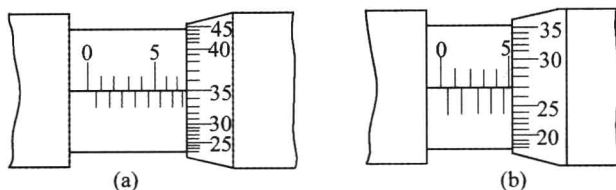


图 1-2 千分尺读数示例

(2) 外径千分尺的使用方法

测量之前,转动千分尺的测力装置上的棘轮,使两个测量面合拢,检查测量面间是否密合,同时观察微分筒上的零线与固定套管的中线是否对齐,如有零位偏差,应进行调整。调整的方法是:先使砧座与测微螺杆的测量面合拢,然后利用锁紧装置将测微螺杆锁紧,松开固定套管的紧固螺钉,再用专用扳手插入固定套管的小孔中,转动固定套管使其中线对准微分筒刻度的零线,然后拧紧紧固螺钉。如果零位偏差是由于微分筒的轴向位置相差较远而致,可将测力装置上的螺母松开,使压紧接头放松,轴向移动微分筒,使其左端与固定套管上的零刻度线对齐,并使微分筒上的零刻度线与固定套管上的中线对齐,然后旋紧螺母,压紧接头,使微分筒与测微螺杆结合成一体,再松开测微螺杆的锁紧装置。

测量时先用手转动千分尺的微分筒,待测微螺杆的测量面接近工件被测表面时,再转动测力装置上的棘轮,使测微螺杆的测量面接触工件表面,听到 2~3 声“咔咔”声后即停止转动,此时已得到合适的测量力,可读取数值。不可用手猛力转动微分筒,以免使测量力过大而影响测量精度,严重时还会损坏螺纹传动副。

使用时,千分尺的测微螺杆的轴线应垂直零件被测表面。读数时最好不从工件上直接取下千分尺,如需取下读数时,应先锁紧测微螺杆,然后再轻轻取下,以防止尺寸变动产生测量误差。读数时要细心,看清刻度,特别要注意分清整数部分和 0.5mm 的刻线。以免产生读数误差。

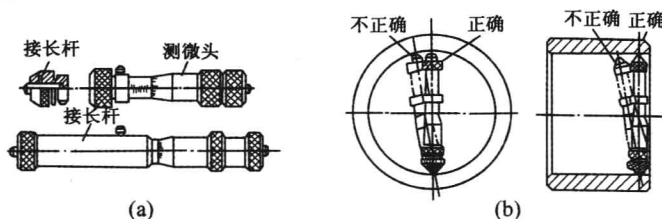
2. 内径千分尺

常用内径千分尺的测量范围、示值误差及使用方法,如表 1-8 所示。

表 1-8

内径千分尺 (GB/T8177-1987)

(mm)



内径千分尺及使用方法

续表

主要规格			
50~250,50~600, 100~1225,100~1500, 100~5000,150~1250, 150~1400,150~2000, 150~3000,150~4000, 150~5000,250~2000, 250~4000,250~5000, 1000~3000,1000~4000, 1000~5000,2500~5000			
测量长度	示值误差	测量长度	示值误差
50~150	±0.006	>1250~1600	±0.027
>125~200	±0.008	>1600~2000	±0.032
>200~325	±0.010	>2000~2500	±0.040
>325~500	±0.012	>2500~3150	±0.050
>500~800	±0.016	>3150~4000	±0.060
>800~1250	±0.022	>4000~5000	±0.072

3. 公法线千分尺

常用公法线千分尺的测量范围及示值误差如表 1-9 所示。

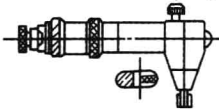
表 1-9 公法线千分尺(GB/T1217-1986) (mm)

	测量范围	示值误差	两测量面平行度
	0~25, 25~50	0.004	0.004
	50~75, 75~100	0.005	0.005
	100~125, 125~150	0.006	0.006

4. 内测千分尺

常用内测千分尺的测量范围及示值范围如表 1-10 所示。

表 1-10 内测千分尺 (mm)

	测量范围	示值范围
	0~30	±0.008
	25~50	

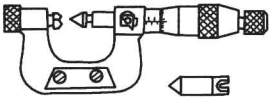
5. 螺纹千分尺

常用螺纹千分尺的测量范围及示值误差如表 1-11 所示。

表 1-11

螺纹千分尺(GB/T10932-1989)

(mm)

	测量范围	测头 对数	被测 螺距	示值 误差
	0~25	5	0.4~3.5	±0.004
	25~50	5	0.6~6	±0.004
	50~75, 75~100	4	1~6	±0.005
	100~125, 125~150	3	1.5~6	±0.005

6. 杠杆千分尺

杠杆千分尺是由千分尺的微分筒部分和杠杆卡规的指示机构组成的精密量具, 刻度值有 0.001mm 和 0.002mm 两种。它既可作相对测量, 也可以作绝对测量, 如图 1-3 所示。

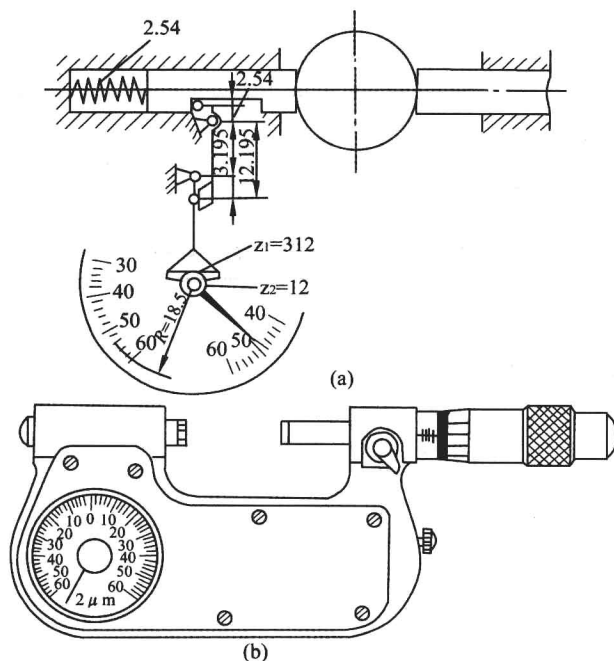


图 1-3 杠杆千分尺

若杠杆短臂 $r_1 = 2.54\text{mm}$, 杠杆长臂 $r_2 = 12.195\text{mm}$, 小齿轮节圆半径 $r_3 = 3.195\text{mm}$, 指针长度 $R = 18.5\text{mm}$, 小齿轮齿数 $z_2 = 12$, 扇形齿轮齿数 $z_1 = 312$, 其传动放大比 k 为

$$k \approx \frac{r_2 R}{r_1 r_3} \times \frac{z_1}{z_2} = \frac{12.195\text{ mm} \times 18.5\text{ mm}}{2.54\text{ mm} \times 3.195\text{ mm}} \times \frac{312}{12} = 723$$