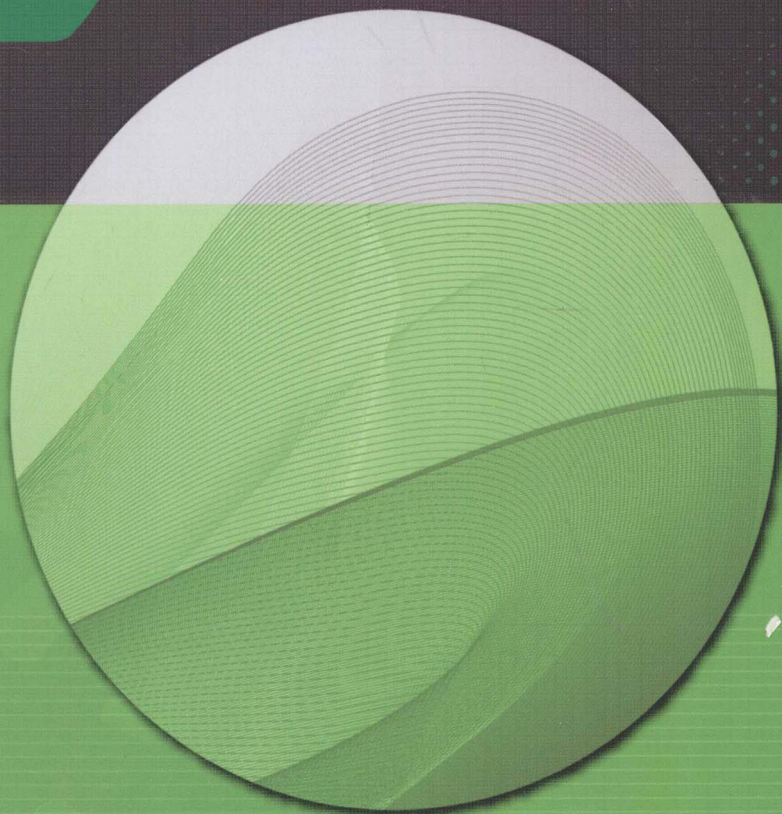




高职高专规划教材  
职业技能鉴定培训教材

# 钳工实训

周兆元 主编  
关雅梅 副主编



化学工业出版社

高职高专规划教材  
职业技能鉴定培训教材

# 钳工实训

周兆元 主编  
关雅梅 副主编  
曹师今 主审



化学工业出版社

·北京·

全书共 10 章, 分别介绍钳工的任务、基本操作技能和钳工常用的量具及设备、划线、锯削、錾削、锉削、刮削、研磨、钣金、钳工加工以及典型机构的装配与调整等内容。书中根据钳工生产实训的需要, 通过生产实际的典型案例, 并参照劳动和社会保障部制定的车工国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范, 由浅入深进行编写的, 使钳工专业知识与生产实际相融合, 使读者易于掌握本专业(工种)知识和技能。

本书可用于高职高专院校、中等职业学校各专业的钳工实训教材, 也可用作初、中、高级钳工职业技能培训和职业技能鉴定的辅导教材, 还可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

钳工实训/周兆元主编. —北京: 化学工业出版社, 2010. 7

高职高专规划教材. 职业技能鉴定培训教材

ISBN 978-7-122-08248-0

I. 钳… II. 周… III. 钳工-高等学校: 技术学院-教材 IV. TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 068869 号

---

责任编辑: 韩庆利

文字编辑: 闫 敏

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 杨 北

---

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: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12 $\frac{1}{4}$  字数 294 千字 2010 年 7 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: 22.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

本书根据钳工生产实训的需要，通过生产实际的典型案例，并参照劳动和社会保障部制订的钳工国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范，由浅入深进行编写，使钳工专业知识与生产实际相融合，使读者易于掌握本专业（工种）知识和技能。

全书共 10 章，分别介绍钳工的任务、基本操作技能和钳工常用的量具及设备、划线、锯削、铣削、锉削、刮削、研磨、钣金、钳工加工以及典型机构的装配与调整等内容。各章后配备了思考与练习题。书后附有钳工国家职业标准和中级工模拟试题。

本书的编写突出了职业教育特色，可作为高职高专院校、中等职业学校各专业的钳工实训教材，也可用作初、中、高级钳工职业技能培训和职业技能鉴定的辅导教材，也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

本书由沈阳大学周兆元任主编，辽宁装备制造职业技术学院关雅梅任副主编，沈阳大学曹师今任主审。参加本书编写的有沈阳大学周兆元（第 1、2 章和附录）、辽宁装备制造职业技术学院关雅梅（3、4 章）、沈阳大学厉承玉（第 5、6 章）、沈阳大学叶旭明（第 7、8 章）、沈阳广播电视大学崔虹雯（第 9 章）、沈阳大学曲贞江（第 10 章）。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和误漏，敬请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 3 月

# 目 录

<b>第 1 章 概述</b> .....	1
1.1 钳工的任务和基本操作技能 .....	1
1.1.1 钳工的任务 .....	1
1.1.2 钳工必须具备的基本操作技能 .....	1
1.1.3 钳工的技术安全知识 .....	2
1.2 钳工常用的量具及设备 .....	3
1.2.1 钳工常用的量具 .....	3
1.2.2 钳工常用的设备.....	17
思考与练习 .....	18
<b>第 2 章 划线</b> .....	20
2.1 划线程序.....	20
2.1.1 划线前的准备工作.....	20
2.1.2 划线.....	21
2.1.3 检查、打样冲眼.....	21
2.2 划线工具.....	21
2.2.1 常用工具.....	21
2.2.2 分度工具.....	27
2.3 划线基准.....	29
2.3.1 划线基准选择原则.....	30
2.3.2 常用划线基准形式.....	30
2.4 划线方法.....	30
2.4.1 平面划线.....	30
2.4.2 立体划线.....	34
2.5 划线时的校正和借料.....	37
2.5.1 校正的目的和原则.....	37
2.5.2 借料.....	37
思考与练习 .....	37
<b>第 3 章 锯削</b> .....	39
3.1 锯削工具.....	39
3.1.1 锯架.....	39
3.1.2 锯条.....	40
3.2 锯削方法.....	41
3.2.1 锯条的安装.....	41
3.2.2 起锯.....	41

3.2.3 锯削工艺实例	41
思考与练习	42
<b>第4章 錾削</b>	<b>43</b>
4.1 錾子	43
4.1.1 錾子的种类、特点及用途	43
4.1.2 錾子的切削部分及几何角度	43
4.1.3 錾子的握法	44
4.2 錾削方法	45
4.2.1 手锤及其使用	45
4.2.2 錾削方法	46
思考与练习	48
<b>第5章 锉削</b>	<b>49</b>
5.1 锉刀	49
5.1.1 锉刀的各部分名称	49
5.1.2 锉刀的分类及基本参数	49
5.1.3 锉刀的选用	51
5.2 锉削方法	52
5.2.1 锉刀的使用	52
5.2.2 锉削方法	53
思考与练习	54
<b>第6章 刮削</b>	<b>56</b>
6.1 刮削工具	56
6.1.1 基准工具	56
6.1.2 辅助工具	57
6.1.3 刮刀	57
6.2 刮削用显示剂和研点	60
6.2.1 刮削用显示剂的种类及应用	60
6.2.2 研点	61
6.3 刮削方法	62
6.3.1 平面的刮削方法	62
6.3.2 平行面的刮削方法	63
6.3.3 垂直面的刮削方法	63
6.3.4 曲面的刮削方法	64
6.4 刮削质量检查	65
6.4.1 各种平面接触精度研点数	65
6.4.2 两个互相滑动的接合面研点数	65
6.4.3 滑动轴承的研点数	66
6.4.4 刮削面的检查	66
6.5 刮削缺陷及防止方法	67
思考与练习	68

<b>第7章 研磨</b> .....	69
7.1 研磨的分类 .....	69
7.1.1 湿研磨 .....	69
7.1.2 干研磨 .....	69
7.1.3 半干研磨 .....	69
7.2 研磨剂 .....	69
7.2.1 磨料及其粒度 .....	70
7.2.2 研磨液 .....	70
7.2.3 研磨剂配制 .....	70
7.3 研具 .....	73
7.3.1 研具材料 .....	73
7.3.2 研具及应用 .....	73
7.4 研磨方法 .....	75
7.4.1 研磨运动轨迹 .....	75
7.4.2 研具压砂程序 .....	75
7.4.3 研磨工艺参数 .....	75
7.4.4 研磨工艺实例 .....	77
7.5 研磨质量分析 .....	80
思考与练习 .....	80
<b>第8章 钣金</b> .....	81
8.1 板料剪切 .....	81
8.1.1 剪切设备和工具 .....	81
8.1.2 剪切出现的问题与注意事项 .....	81
8.2 矫正 .....	81
8.2.1 矫正所用的工具 .....	82
8.2.2 矫正方法 .....	82
8.3 弯形 .....	85
8.3.1 弯形方法 .....	85
8.3.2 弯形件展开长度计算方法 .....	89
思考与练习 .....	91
<b>第9章 钳工加工</b> .....	92
9.1 钻孔 .....	92
9.1.1 麻花钻 .....	92
9.1.2 群钻 .....	94
9.1.3 中心钻、扁钻 .....	95
9.1.4 钻削加工切削参数与切削液的选择 .....	96
9.1.5 钻孔方法 .....	97
9.2 扩孔 .....	103
9.2.1 扩孔钻的结构和特点 .....	103
9.2.2 常用扩孔钻的形式及规格 .....	103

9.2.3 扩孔方法 .....	105
9.3 铤孔 .....	105
9.3.1 铤孔钻的种类及特点 .....	105
9.3.2 铤孔钻加工的切削用量 .....	106
9.3.3 铤孔中常见问题产生原因和解决方法 .....	107
9.4 铰削 .....	107
9.4.1 常用铰刀的种类与用途 .....	107
9.4.2 铰削余量的选择 .....	107
9.4.3 机铰时切削用量的选择 .....	109
9.4.4 铰削时切削液的选用 .....	109
9.4.5 手工铰孔应注意的事项 .....	109
9.4.6 机动铰孔应注意的事项 .....	110
9.4.7 铰孔质量分析 .....	110
9.4.8 铰刀损坏的原因 .....	110
9.5 攻螺纹与套螺纹 .....	111
9.5.1 攻螺纹 .....	111
9.5.2 套螺纹 .....	114
思考与练习 .....	117
<b>第10章 典型机构的装配与调整</b> .....	<b>119</b>
10.1 装配的基本知识 .....	119
10.1.1 装配内容 .....	119
10.1.2 装配工艺规程设计 .....	121
10.2 螺纹连接 .....	124
10.2.1 螺钉(螺栓)连接的几种形式 .....	125
10.2.2 螺纹连接的装配要求 .....	125
10.2.3 有规定预紧力螺纹连接装配方法 .....	126
10.2.4 螺纹连接的防松方法 .....	128
10.2.5 螺纹连接装拆工具 .....	128
10.3 键连接 .....	130
10.3.1 松键连接装配 .....	130
10.3.2 紧键连接装配 .....	131
10.3.3 花键连接装配 .....	132
10.4 销连接 .....	133
10.4.1 销的类型 .....	133
10.4.2 销连接装配 .....	134
10.5 过盈连接 .....	136
10.5.1 过盈连接装配技术要求 .....	136
10.5.2 过盈连接的装配方法 .....	137
10.5.3 过盈连接的装配要点 .....	138
10.6 铆接 .....	139



10.6.1	铆接种类	139
10.6.2	铆接形式	140
10.6.3	铆接工具	140
10.6.4	铆钉	141
10.6.5	铆接方法	142
10.7	滑动轴承的装配	144
10.7.1	滑动轴承的装配要求及方法	144
10.7.2	常用滑动轴承的结构形式及装配方法	144
10.7.3	滑动轴承润滑剂的选择原则	146
10.8	滚动轴承的装配	146
10.8.1	滚动轴承配合公差带	146
10.8.2	滚动轴承的装配特点及装配程序	147
10.8.3	滚动轴承的装配	147
10.8.4	滚动轴承的轴向预紧	149
10.8.5	滚动轴承的润滑	150
10.8.6	滚动轴承的密封装置	151
	思考与练习	154
	<b>附录 1 钳工国家职业标准</b>	155
	<b>附录 2 中级钳工知识要求试题</b>	179
	<b>附录 3 中级钳工知识要求试题答案</b>	182
	<b>附录 4 中级钳工技能要求试题</b>	183
	<b>参考文献</b>	184

# 第 1 章 概 述

## 1.1 钳工的任务和基本操作技能

### 1.1.1 钳工的任务

生产中钳工是利用各种手用工具以及一些简单设备来完成目前采用机械加工方法不太适宜或还不能完成的工作。

钳工的主要任务是进行零件加工、装配和机械设备的维护和修理。一台机器是由许多不同零件组成的，这些零件加工完成后，需由钳工进行装配。在装配过程中，一些零件往往还需经过钳工的钻孔、攻螺纹、配键等补充加工后才能装配，甚至有些精度并不高的零件，经过钳工的仔细修配，从而达到较高的装配精度。另外，使用时间较久的机器，其自然磨损或事故损坏，都会直接影响到机器的工作精度和使用性能，此时应根据磨损和损坏的程度由钳工进行修理。再如精密的量具、样板、夹具和模具等的制造都离不开钳工的加工。由此可见，钳工的任务是多方面的，而且具有很强的专业性。

随着机械加工的日益发展，生产效率的不断提高，钳工的技术也日益复杂，于是钳工产生了专业性的分工。现有钳工、工具钳工和机修钳工等，以适应不同工作的需要。

### 1.1.2 钳工必须具备的基本操作技能

钳工的工作范围很广，而且专业化的分工也比较明确，但是每个钳工都必须熟练地掌握下述各项基本操作技能，并能很好地应用。

① 划线 划线作为零件加工的头道工序，对零件的加工质量有着密切的关系。钳工在划线时，首先应熟悉图样，合理使用划线工具，按照划线步骤在待加工工件上划出零件的加工界限，作为零件安装（定位）、加工的依据。

② 錾削技术 錾削技术是钳工的最基本操作。其利用錾子和锤子等简单工具对工件进行切削或切断。此技术在零件加工要求不高或机械无法加工的场合采用。同时熟练的锤击技术在钳工装配、修理中得到较多的应用。

③ 锉削技术 锉削技术利用各种形状的锉刀，对工件进行锉削、整形，使工件达到较高的精度和较为准确的形状。锉削是钳工工作中的主要操作方法之一，它可以对工件的外平面、曲面、内外角、沟槽、孔和各种形状的表面进行锉削加工。

④ 锯削技术 锯削技术用来分割材料或在工件上锯出符合技术要求的沟槽。锯削时，必须根据工件的材料性质和工件的形状，正确选用锯条和锯削方法，从而使锯削操作能顺利地进行并达到规定的技术要求。

⑤ 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔技术 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔是钳工对孔进行粗加工、半精加工和精加工的 3 种方法。应用时根据孔的精度要求、加工的条件进行选用。钳工钻、

扩、铰是在钻床上进行的，铰孔可手工铰削，也可通过钻床进行机铰。所以掌握钻、扩、铰、铰操作技术，必须熟悉钻、扩、铰、铰等刀具的切削性能，以及钻床和一些工、夹具的结构性能，合理选用切削用量，熟练掌握手工操作的具体方法，以保证钻、扩、铰、铰的加工质量。

⑥ 攻螺纹和套螺纹技术 攻螺纹和套螺纹技术是用丝锥和圆板牙在工件内孔或外圆柱面上加工出内螺纹或外螺纹。这就是钳工平时应用较多的攻螺纹和套螺纹技术。钳工所加工的螺纹，通常都是直径较小或不适宜在机床上加工的螺纹。为了使加工后的螺纹符合技术要求，钳工应对螺纹的形成、各部分尺寸关系，以及切螺纹的刀具较熟悉，并掌握螺纹加工的操作要点和避免产生废品的办法。

⑦ 刮削和研磨技术 刮削是钳工对工件进行精加工的一种方法。刮削后的工件表面，不仅可获得形位精度、尺寸精度、接触精度和传动精度，而且还能通过刮刀在刮削过程中对工件表面产生挤压，使表面组织紧密，从而提高力学性能。

研磨是最精密的加工方法。研磨时通过磨料在研具和工件之间作滑动、滚动产生微量切削，即研磨中的物理作用。同时利用某些研磨剂的化学作用，使工件表面产生氧化膜，但氧化膜本身在研磨中又很容易被研磨掉。这样氧化膜不断地产生又不断地被磨去，从而使工件表面得到很高的精度。研磨，其实质是物理作用和化学作用的综合。

⑧ 矫正和弯形技术 矫正和弯形技术是利用金属材料的塑性变形，采用合适的方法对变形或存在某种缺陷的原材料和零件加以矫正，消除变形等缺陷。或者使用简单机械或专用工具将原材料弯形成图样所需要的形状，并对弯形前材料进行落料长度计算。

⑨ 装配和修理技术 按图样规定的技术要求，将零件通过适当的连接形式组合成部件或完整的机器。对使用日久或由于操作不当造成机器或零件精度和性能下降，甚至损坏，通过钳工的修复、调整，使机器或零件恢复到原来的精度和性能要求，这就是钳工的装配和修理技术。

⑩ 掌握必需的测量技能和简单的热处理技术 生产过程中，要保证零件的加工精度和要求，首先要对产品进行必要的测量和检验。钳工在零件加工和装配过程中，经常利用平板、游标卡尺、千分尺、百分表、水平仪等对零件或装配件进行测量检查，这些都是钳工必须掌握的测量技能。

钳工必须了解和掌握金属材料热处理的一般知识，熟悉和掌握一些钳工工具的制造和热处理，并能针对如样冲、錾子、刮刀等工具由于使用要求的不同而分别采取合适的热处理方法，从而得到各自所需要的硬度和性能。

### 1.1.3 钳工的技术安全知识

安全为了生产，生产必须安全。在现代工业生产中，安全问题是一个很重要的问题。工厂根据各自的特点，规定有若干条款的安全操作规程。为避免疏忽大意而造成人身事故和国家财产的重大损失，必须自觉地学习安全操作规程，掌握安全生产的规程，养成遵守安全操作规程的良好习惯。

钳工安全技术操作的一般知识如下。

① 工作场地要经常保持整齐清洁，搞好环境卫生；使用的工具和加工的零件、毛坯和原材料等的放置要有顺序，并整齐、稳固，以保证操作中的安全和方便。

② 使用的机床、工具（如砂轮机、钻床、手电钻和各种工具等）要经常检查，发现损

坏,要停止使用,修好再用。不能擅自使用损坏和不熟悉的机床和工具。

③ 钳工工作中,如錾削、锯割、钻孔及在砂轮上修磨工具等,都会产生很多切屑,清除切屑时要用刷子,不要用手,更不可用嘴吹,以免切屑飞进眼里伤害眼睛。

④ 使用电器设备时,必须严格遵守操作规程,防止触电,造成人身事故。如果发现有人触电,不要慌乱,及时切断电源,进行抢救。

⑤ 在进行某些操作时,必须使用防护用具(如防护眼镜、胶皮手套和胶鞋等),如发现防护用具失效,应立即修补或更换。

⑥ 在某些特殊工艺中(如锡焊等),需要跟有毒的化学药品接触,因此,必须严格遵守操作规程,否则,可能烧坏皮肤,甚至会引起爆炸事故。

## 1.2 钳工常用的量具及设备

### 1.2.1 钳工常用的量具

#### 1.2.1.1 钢尺及其使用

##### (1) 钢尺

钢尺是度量零件长、宽、高、深及厚度等的量具。钢尺一般有钢板尺(图 1-1)和钢卷尺(图 1-2)两种,尺面有米(公)制或英制的刻度。钢板尺是用不锈钢制成的一种直尺,尺边平直,测量范围有 150mm、300mm、500mm 和 1000mm 等多种规格。尺面上米制尺寸刻线间距一般为 1mm,但在 1~50mm 一段内刻线间距为 0.5mm,为钢直尺的最小刻度。钢卷尺常用的有 1000mm 和 2000mm 两种规格,尺面的最小刻度为 0.5mm 或 1mm。由于钢尺刻度线本身宽度就有 0.1~0.2mm,再加上尺本身的刻度误差,所以用钢尺测量出的数值误差比较大,而且 1mm 以下的小数值只能靠估计得出,因此不能用作精确的测定。

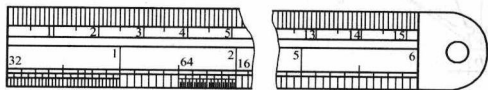


图 1-1 钢板尺

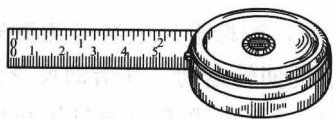


图 1-2 钢卷尺



图 1-3 钢尺的使用

##### (2) 钢尺的使用

钢尺的使用如图 1-3 所示。用钢尺测量工件时要注意尺的零线是否与工件边缘相重合。为了使尺放得稳妥,应用拇指贴靠在工件上。在读数时,视线必须跟钢尺的尺面相垂直,否则,将因视线歪斜而引起读数误差。

#### 1.2.1.2 游标量具及其使用

##### (1) 游标量具

1) 游标卡尺 游标卡尺可用来测量小型工件的长度、厚度、外径、内径、孔深和中心

距等尺寸。游标卡尺的读数有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 3 种。常用的有两用游标卡尺和双面游标卡尺。

① 两用游标卡尺 两用游标卡尺的结构如图 1-4 所示。它由尺身 3、游标 5、紧固螺钉 4 和深度尺 6 组成。

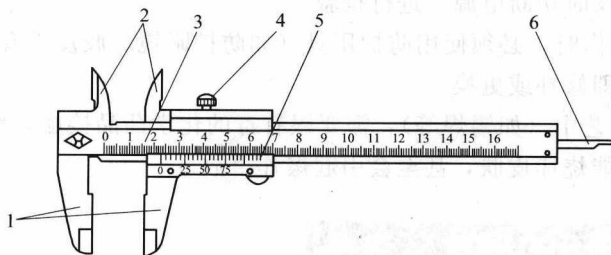


图 1-4 两用游标卡尺结构

1—下量爪；2—上量爪；3—尺身；4—紧固螺钉；5—游标；6—深度尺

② 双面游标卡尺 双面游标卡尺的结构如图 1-5 所示。为精确调整尺寸，在游标 3 上增加了微调装置 5。测量时，当量爪将要与被测量的工件相接触时，应拧紧紧固螺钉 4，转动微调螺母 7，通过螺杆 8 带动游标作微量移动。应当注意，当用下量爪测量孔径或槽宽时，其实际尺寸为读数加上下量爪 9 的厚度  $b$  ( $b$  一般为 10mm)。

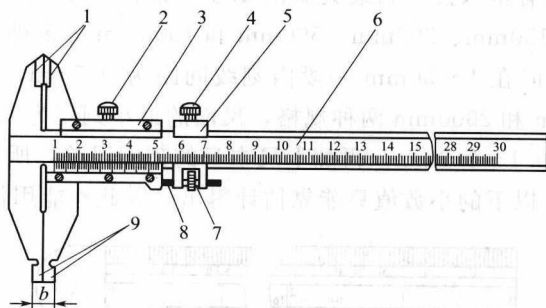


图 1-5 双面游标卡尺结构

1—上量爪；2,4—紧固螺钉；3—游标；5—微调装置；  
6—尺身；7—微调螺母；8—螺杆；9—下量爪

2) 游标带百分表卡尺 如图 1-6 所示，为了读数方便，游标卡尺上装有测微表头，它是通过机械传动装置，将两测量爪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，对两测量爪相对移动所分隔的距离进行读数。游标带百分表卡尺测量较精密工件的内、外尺寸，精度有 0.1mm、0.05mm、0.02mm 3 种，测量范围分别为 0~150mm、0~250mm、0~500mm。

3) 游标电子数显卡尺 图 1-7 所示为游标电子数显卡尺，它具有非接触性电容式测量系统，由液晶显示器显示。电子数显卡尺测量方便可靠。

4) 游标深度卡尺 如图 1-8 所示，测量凹槽深度、台阶高度等，精度有 0.1mm、0.05mm、0.02mm，测量范围分别为 0~150mm、0~250mm、0~500mm。

5) 游标高度卡尺 如图 1-9 所示，测量高度尺寸和用于精确画线。精度有 0.05mm、0.02mm、0.1mm，测量范围分别为 0~300mm、0~500mm、0~1000mm。

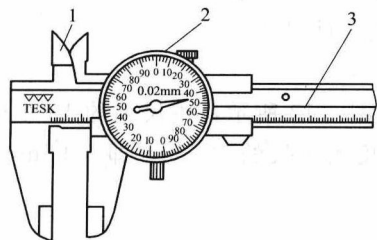


图 1-6 游标带百分表卡尺

1—量爪；2—百分表；3—mm 标尺

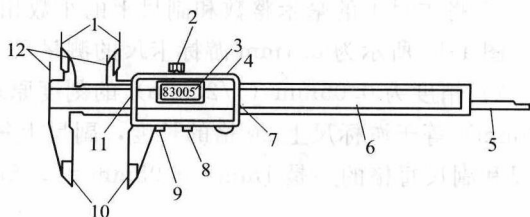


图 1-7 游标电子数显卡尺

1—内测量爪；2—紧固螺钉；3—液晶显示器；4—数据输出端口；5—深度尺；6—尺身；7,11—防尘板；8—置零按钮；9—米制、英制转换按钮；10—外测量爪；12—台阶测量面

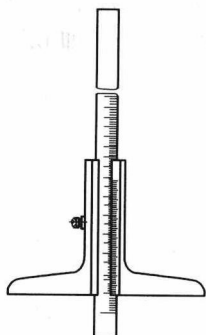


图 1-8 游标深度卡尺

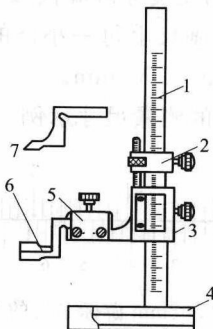


图 1-9 游标高度卡尺

1—主尺；2—微调部分；3—副尺；4—底座；5—固定架；6—测量爪；7—划线爪

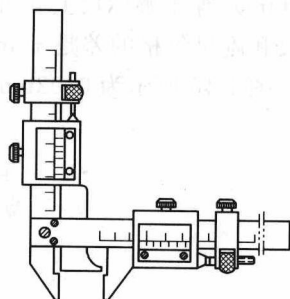


图 1-10 齿厚游标卡尺

6) 齿厚游标卡尺 如图 1-10 所示，测量齿轮的齿厚尺寸。

(2) 游标卡尺的读数原理

游标量具的主体是一根刻有刻度的直尺，叫做主尺。沿主尺滑动的尺框上装有游标（副尺），游标卡尺按其测量精度有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 3 种，也就是卡尺所能测得的最小读数精确值。游标卡尺的读数原理如下。

1) 精度为 0.1mm (1/10mm) 的刻度原理和读数 如图 1-11 所示，主尺上 9 小格 (9mm) 等于游标尺上 10 格的长度，副尺上每一小格的长度为主尺的 9/10，即 0.9mm。主尺和副尺每格的差是  $1\text{mm} - 0.9\text{mm} = 0.1\text{mm}$ 。

游标卡尺的读数方法分为以下 3 步：

① 查出副尺零线前主尺上的毫米整数；

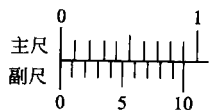


图 1-11 0.1mm 游标卡尺的刻度原理

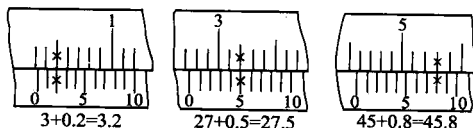


图 1-12 0.1mm 游标卡尺的读数示例

② 在副尺上，查出与主尺刻线对齐的那一条刻线的读数，即为小数；

③ 将主尺上的毫米整数和副尺上的小数相加即得所测的工件尺寸。

图 1-12 所示为 0.1mm 游标卡尺的测量尺寸示例。

2) 精度为 0.05mm (1/20mm) 的刻度原理和读数 如图 1-13 所示，主尺上的 19 小格 (19mm) 等于游标尺上 20 格的长度，副尺上每一小格的长度为主尺的 19/20，即 0.95mm。主尺和副尺每格的差是  $1\text{mm} - 0.95\text{mm} = 0.05\text{mm}$ 。

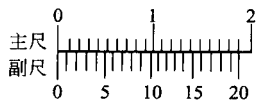


图 1-13 0.05mm 游标卡尺的刻度原理

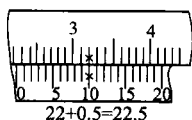
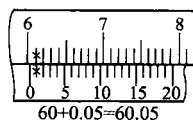
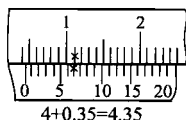


图 1-14 0.05mm 游标卡尺的读数示例

图 1-14 所示为 0.05mm 游标卡尺的测量尺寸示例。

3) 精度为 0.02mm (1/50mm) 的刻度原理和读数 如图 1-15 所示，主尺上的 49 小格 (49mm) 等于游标尺上 50 格的长度，副尺上每一小格的长度为主尺的 49/50，即 0.98mm。主尺和副尺每格的差是  $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$ 。

图 1-16 所示为 0.02mm 游标卡尺的测量尺寸示例。

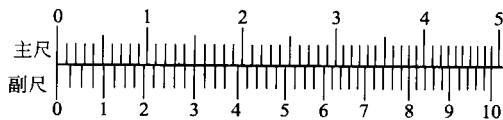


图 1-15 0.02mm 游标卡尺的刻度原理

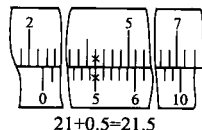
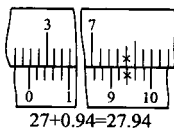
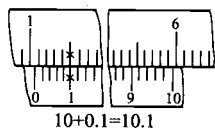


图 1-16 0.02mm 游标卡尺的读数示例

### (3) 游标量具的使用

#### 1) 游标卡尺的使用

① 按工件的尺寸大小和尺寸精度要求，选用合适的游标卡尺。游标卡尺只适用于中等公差等级 (IT10~IT16) 尺寸的测量和检验，不能用游标卡尺去测量铸、锻件等毛坯尺寸，否则量具很快磨损而失去精度；也不能用游标卡尺去测量精度要求过高的工件，因为读数值为 0.02mm 的游标卡尺可产生  $\pm 0.02\text{mm}$  的示值误差。

② 使用前对游标卡尺要进行检查，擦净卡脚，检查卡脚测量面和测量刃口是否平直无损和游标的零线要对齐，并用透光法检查内外脚量面是否贴合，如有透光不均，说明卡脚量面已有磨损。这样的卡尺不能测量出精确的尺寸。

③ 测量外尺寸时，先把工件放入两个张开的卡脚内，首先选择卡脚适当的位置，必须使工件贴靠在固定卡脚上，然后用轻微的压力，把活动卡脚推过去，当两卡脚的量面已和工件均匀地贴靠时（不能歪斜），即可由卡尺上读出工件的尺寸，如图 1-17 所示。图 1-18 所示为不正确的测量。

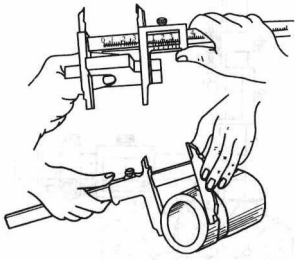


图 1-17 外尺寸的测量方法

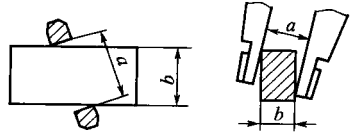


图 1-18 外尺寸的错误测量

④ 测量内尺寸时，应使卡脚开度略小于被测尺寸，卡脚插入内径后，再轻轻拉开活动卡脚，使两脚贴住零件的内表面，两测量爪贴合时应无漏光现象，尺身的直径不能偏歪，如图 1-19 所示。图 1-20 所示为正确与错误的测量比较。

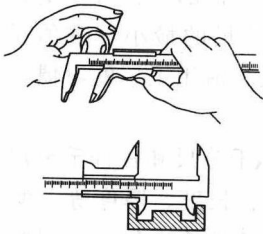


图 1-19 内尺寸的测量方法

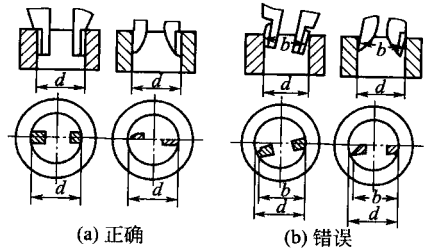


图 1-20 内尺寸正确与错误测量的比较

⑤ 测量深度尺寸的方法，如图 1-21 所示。

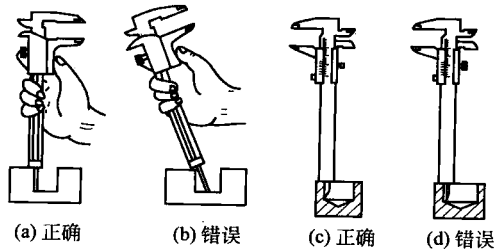


图 1-21 深度尺寸的测量方法

⑥ 读数时，游标卡尺置于水平位置，使人的视线尽可能与游标卡尺的刻线表面垂直，以免视线歪斜造成读数误差。

2) 游标深度卡尺的使用 使用时，将底座贴住工件表面，再将主尺推下，使测尺碰到被测深度的底，旋紧固定螺钉，根据主尺、副尺的指示，就可读出尺寸，读数方法与游标卡尺相同，如图 1-22 所示。

3) 游标齿厚卡尺的使用 游标齿厚卡尺是利用游标原理，以齿高尺定位，对齿厚尺两个测量爪相对移动分隔的距离进行读数的测量工具，如图 1-23 所示。用来测量齿轮的弦齿高度  $h_c$  和弦齿厚  $s_c$ 。这种游标卡尺由两根互相垂直的主尺和副尺（游标）组成。 $h_c$  的尺寸由齿高尺调整， $s_c$  的尺寸由齿厚尺调整。读数方法与游标卡尺相同。



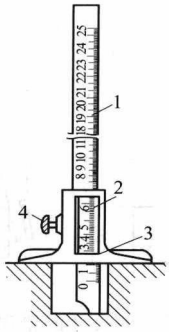


图 1-22 游标深度卡尺的使用  
1—主尺；2—副尺；3—活动底座；4—螺钉

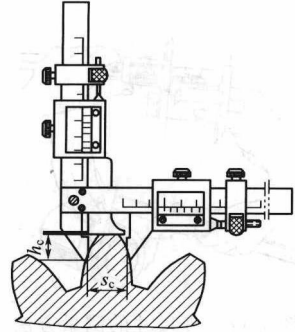


图 1-23 游标齿厚卡尺的使用

### 1.2.1.3 微量量具及其使用

#### (1) 微量量具（千分尺）

微量量具主要是指千分尺，千分尺是利用螺旋读数原理制造的一种常用量具。通常可分为百分尺和千分尺。百分尺的最小读数值是 0.01mm，千分尺的最小读数值是 0.001mm。千分尺在工厂用得较少，工厂中习惯上把百分尺称为千分尺。沿用工厂的习惯，这里介绍的千分尺实际是百分尺，其最小读数为 0.01mm。

千分尺有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、螺纹千分尺和杠杆千分尺等。

1) 外径千分尺 外径千分尺主要用来测量工件的外径、长度、厚度等。使用比较灵敏且精度比一般游标卡尺高，测量精度可达 0.01mm，并能准确地读出尺寸，因此在加工精度要求较高的工件测量时多应用千分尺。当测量范围在 500mm 之内，每 25mm 分为一种规格，如 0~25mm、25~50mm 等。测量范围在 500~1000mm，则每 50mm 分为一种规格，如 500~600mm、600~700mm 等。

外径千分尺是利用螺旋副原理，对弧形尺架上两测量面间分隔的距离进行读数的长度测量工具，其外形和结构如图 1-24 所示。尺架 1、测砧 2、固定套筒（主尺）3 的表面有刻度，衬套 4 内有内螺纹，螺距为 0.5mm，测微螺杆 7 右面的螺纹可沿此内螺纹回转。在固定套筒 3 的外面有一微分筒（副尺）6，上面有刻线，它用锥孔与测微螺杆 7 右端锥体相连。测

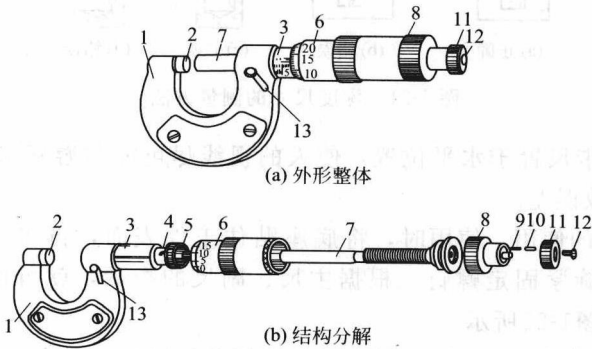


图 1-24 外径千分尺外形和结构

- 1—尺架；2—测砧；3—固定套筒（主尺）；4—衬套；5—螺母；
- 6—微分筒（副尺）7—测微螺杆；8—罩壳；9—弹簧；10—棘
- 爪；11—棘轮；12—螺钉；13—手柄（锁紧装置）