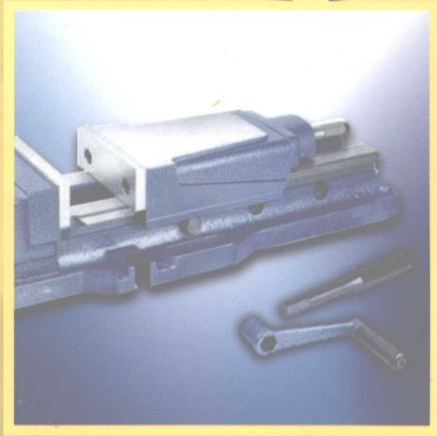




职业教育教学改革规划教材

# 钳工工艺与技能训练

汪哲能 编



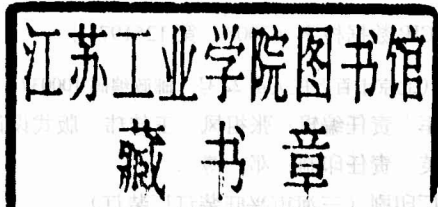
 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



职业教育教学改革规划教材

# 钳工工艺与技能训练

汪哲能 编  
邱葭菲 审



机械工业出版社

本书根据劳动部《职业技能鉴定规范》编写,较为系统、深入地将钳工所必备的各项理论知识、所用工具、操作方法与技巧等呈现在读者的面前,并与实践训练有机地结合起来,编写成不同模块,同时加入了制作益智玩具的实训模块,形象、生动、寓教于乐,极大地提升了学习的乐趣,从而使读者更主动、深入地理解和掌握钳工的各项技能。

本书的内容包括走进钳工、钳工常用工量具、划线、锉削、锯削、錾削钻孔、其他孔加工、攻螺纹和套螺纹、刮削与研磨、矫正与弯曲、铆接与粘接、锉削综合实训、制作錾口锤子、制作“T字之谜”、锉配实训、制作“孔明锁”等十七个模块。

本书适用于高、中等职业技术学校机械类专业的钳工实训教材,也可作为工厂企业职工培训及相关工程技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

钳工工艺与技能训练/汪哲能编. —北京:机械工业出版社,2008.8  
职业教育教学改革规划教材  
ISBN 978-7-111-24926-9

I. 钳… II. 汪… III. 钳工—工艺—职业教育—教材 IV. TG9

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第126197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:崔占军 责任编辑:张祖凤 王佳玮 版式设计:霍永明

责任校对:樊钟英 责任印制:邓博

北京四季青印刷厂印刷(三河市兴旺装订厂装订)

2008年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9.25印张·222千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-24926-9

定价:16.00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)88379201

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

在现代机械制造技术不断发展的今天，钳工这个有着悠久历史的古老专业仍然洋溢着青春的光彩。现代机械制造业对钳工提出了更新、更高的要求，钳工的分类越来越细，工作范围也越来越广，但不管如何分工都必须掌握好钳工的基本技能。为了适应钳工初、中级技术人员的学习和培训的需要，满足职业技术学校、技工学校钳工实训教学的需求，编者在原校本教材的基础上编写了《钳工工艺与技能训练》。

本教材根据劳动部《职业技能鉴定规范》编写，采用国家最新技术标准，突出理论与实践的结合，力求反映钳工专业发展的现状和趋势，尽可能多地引入新技术、新方法、新工艺，使教材更加科学、规范。本教材将钳工的工艺知识与基本技能训练有机地结合起来，用理论指导实践，用实践验证理论。在编写过程中力求做到图文并茂，形象直观，通俗易懂，让读者由浅入深，理论联系实际，逐步掌握钳工的基本操作技能及相关的工艺知识，从而具备完成生产任务和分析问题、解决问题的能力。

本教材可供机械类专业学生钳工实训选用，考虑各学校的专业特色和教学需要，本教材采用了模块式编写方式，在实际教学过程中各校可根据自身特点对其中内容进行取舍。本教材也可作为职工的培训或自学用书以及相关工程技术人员的参考用书。

在本书的编写过程中，编者参阅了同类教材及有关资料、技术标准等，王灵珠老师为本书绘制了部分插图，邱葭菲教授认真、仔细地审阅了全稿，并提出了许多宝贵的修改意见，编者谨致以衷心的感谢。

虽然本书编者多年从事钳工实训教学，在编写过程中也力求做到精益求精，但书中难免有错漏和不足，恳请读者不吝赐教，对本书中不妥之处予以指正。

## 编 者

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60

# 目 录

前言	
模块一 走近钳工	1
思考与练习	2
模块二 钳工常用工量具	3
第一节 钳工常用的设备及工具	3
第二节 钳工常用的量具	5
思考与练习	14
模块三 划线	16
第一节 划线概述	16
第二节 划线工具及使用	16
第三节 划线方法	21
第四节 划线基准的选择	23
第五节 划线时的找正和借料	24
第六节 划线训练	25
思考与练习	28
模块四 锉削	30
第一节 锉削概述	30
第二节 锉刀	31
第三节 基本锉削方法	33
第四节 锉削训练	40
思考与练习	40
模块五 锯削	41
第一节 锯削概述	41
第二节 锯削方法	43
第三节 锯削训练	47
思考与练习	48
模块六 錾削	49
第一节 錾削概述	49
第二节 錾削方法	50
第三节 錾削训练	56
思考与练习	57
模块七 钻孔	58
第一节 钻孔概述	58
第二节 麻花钻	58
第三节 钻孔的方法	62
第四节 钻床简介	67
第五节 钻孔训练	69
思考与练习	71
模块八 其他孔加工	72
第一节 扩孔	72
第二节 铰孔	73
第三节 绞孔	76
思考与练习	80
模块九 攻螺纹和套螺纹	81
第一节 螺纹基本知识	81
第二节 攻螺纹	82
第三节 套螺纹	85
第四节 攻螺纹和套螺纹训练	86
思考与练习	88
模块十 刮削与研磨	89
第一节 刮削	89
第二节 研磨	98
思考与练习	103
模块十一 矫正与弯曲	104
第一节 矫正	104
第二节 弯曲	107
思考与练习	110
模块十二 铆接与粘接	111
第一节 铆接	111
第二节 粘接	116
思考与练习	119
模块十三 锉削综合实训	120
第一节 锉长方体	120
第二节 锉六方体	122
思考与练习	124
模块十四 制作錾口锤子	125
思考与练习	126

---

模块十五 制作“T字之谜” .....	127	思考与练习 .....	134
思考与练习 .....	128	模块十七 制作“孔明锁” .....	135
模块十六 锉配实训 .....	129	思考与练习 .....	138
第一节 锉配凹凸体 .....	129	参考文献 .....	139
第二节 锉配四方体 .....	132		

# 模块一 走近钳工

## 一、钳工工作的主要内容

机器设备都是由若干零件组成的，而大多数零件是用金属材料制成的。随着科学技术的发展，一部分零件已经能用精密铸造、冷冲压或特种加工等方法制造，但绝大多数零件还要进行金属切削加工。通常是经过铸造、锻造、焊接等加工方法先制成毛坯，然后经过车、铣、刨、磨、钳、热处理等加工工艺制成零件，最后将零件装配成机器。所以，一台机器设备的生产，需要许多工种的相互配合来完成。

钳工大多是在台虎钳上用手工操作方法进行工作，是机械制造工厂中不可缺少的一个工种，被誉为“万能工种”，它的工作范围很广，主要任务有：

### 1. 加工零件

一些采用机械方法不适宜或不能解决的加工，都可由钳工来完成，如零件加工过程中的划线、精密加工（如刮削、研磨等）以及检验和修配等。

### 2. 装配

把零件按机械设备的各项技术要求进行组件、部件装配和总装配，并经过调整、检验和试车等，使之成为合格的机械设备。

### 3. 设备维修

当机械设备在使用过程中出现故障、损坏或长期使用后精度降低，影响使用时，也要通过钳工进行维护和修理。

### 4. 工具的制造和修理

制造和修理各种工具、夹具、量具、模具及各种专用设备。

随着机械工业的发展，钳工的工作范围日益广泛，需要掌握的技术知识和技能也逐步提高。钳工要完成好本职工作，必须掌握好钳工的各项基本操作技能，比如划线、錾削、锉削、锯削、钻孔、铰孔、绞孔、攻螺纹和套螺纹、刮削、研磨及基本测量技能和简单热处理方法等。

## 二、钳工实训工场安全规则

- 1) 进入实训工场必须穿工作服，严禁穿拖鞋或凉鞋。女生在操作机床时必须戴工作帽，并将头发扎在帽子里。严禁戴手套操作机床。
- 2) 不迟到、不早退、不无故缺席，不擅自离开实训岗位。不准在实训工场内吃零食，严禁追逐嬉闹和持实习器具打闹。
- 3) 认真训练，听从指挥，严守操作规程，严禁动用与实训无关的机床设备。
- 4) 使用的机床和工具要经常检查，发现故障应及时报修，在未修复前不得使用。
- 5) 工量具的摆放应遵循方便、安全、合理的原则。锤子、锯弓等工具应平稳地放在钳



台上,不要将手柄露在外面。

6) 爱护计量器具,轻拿轻放,防止磕碰。量具不能与工具或工件混放在一起。在使用量具时,应将量具盒合上,量具置于盒盖上,避免切屑、灰尘等掉入盒内。用完后要将量具擦拭干净后再放入盒内。

7) 清除切屑要使用毛刷等工具,不得直接用手清除,也不可用嘴吹。

8) 毛坯和已加工的零件应放在规定的位置,排列要整齐平稳,保证安全,便于取放,并避免碰伤已加工过的工件表面。

9) 爱护实训工场的设备设施,严禁损坏。不允许在平板上校正工件,禁止用锤子等敲击平板。

10) 妥善保管好个人的工量具及工件材料。工量具收藏时要整齐地放入工具箱内,不要任意堆放,混杂在一起,以防损坏和取用不便。

11) 工作场地应保持清洁整齐,每天实训完毕前应清理好个人使用的工量具并打扫实训工场的卫生。

### 思考与练习

1. 钳工为什么被誉为“万能工种”?
2. 钳工在机械生产过程中有哪些任务?
3. 钳工应掌握的基本操作有哪些?
4. 通过对钳工实训工场规则的学习,你有什么认识和体会?



# 模块二 钳工常用工量具

## 第一节 钳工常用的设备及工具

### 一、台虎钳

#### 1. 台虎钳的种类

台虎钳是用来夹持工件的通用夹具，有固定式（图 2-1a）和回转式（图 2-1b）两种结构类型。

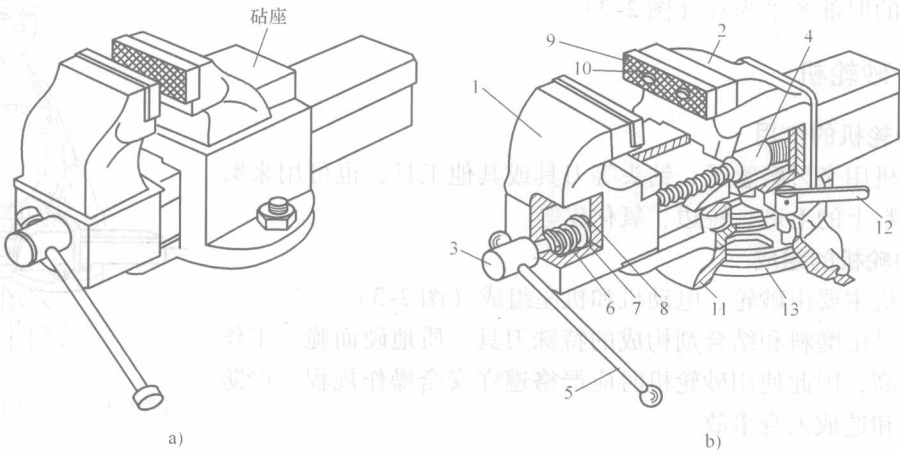


图 2-1 台虎钳

a) 固定式 b) 回转式

- 1—活动钳身 2—固定钳身 3—丝杠 4—丝杠螺母 5—手柄 6—弹簧  
7—挡圈 8—销 9—钳口 10—螺钉 11—转座 12—锁紧手柄 13—夹紧盘

#### 2. 台虎钳的结构

由于回转式台虎钳较为灵活，因此使用广泛。下面着重介绍其构造和工作原理。活动钳身 1 通过导轨与固定钳身 2 的导轨孔作滑动配合。丝杠 3 装在活动钳身上，可以旋转，但不能轴向移动，并与安装在固定钳身内的丝杠螺母 4 配合。当转动手柄 5 使丝杠旋转，就可带动活动钳身相对于固定钳身作进退移动，起夹紧或松开工件的作用。弹簧 6 借助挡圈 7 和销 8 固定在丝杠上，其作用是当放松丝杠时，可使活动钳身及时地退出。在固定钳身和活动钳身上，各装有钢质钳口 9，并用螺钉 10 固定。钳口的工作面上制有交叉的网纹，使工件夹紧后不易产生滑动。钳口经过热处理淬硬，具有较好的耐磨性。固定钳身装在转座 11 上，并能绕转座轴心线转动，当转到要求的方向时，扳动锁紧手柄 12 使夹紧螺钉旋紧，便可在

夹紧盘 13 的作用下把固定钳身紧固不动。转座上有三个螺栓孔，用于与钳台固定。

### 3. 台虎钳的规格

台虎钳的规格以钳口的宽度表示，常用的有 100mm、125mm、150mm 等。

### 4. 使用台虎钳的注意事项

- 1) 夹紧工件时只允许依靠手的力量来扳动手柄，不允许用锤子敲击或套上长管子来扳手柄，以防丝杠、螺母或钳身因过载而损坏。
- 2) 在夹持工件时应尽量将工件夹在钳口的中间位置，以避免钳口受力不均匀。
- 3) 在进行强力工作时（比如錾削），应尽量使作用力朝向固定钳身，否则将额外增加丝杠和螺母的载荷，容易造成螺纹的损坏。
- 4) 实训完毕后应将所夹持的工件卸下，避免丝杠及螺母长时间受力。

## 二、钳台（钳桌）

钳台用来安装台虎钳、放置量具和工件等。

钳台高度约为 800 ~ 900mm，为便于操作，钳口高度应恰好与操作者的肘部齐平为宜（图 2-2）。

## 三、砂轮机

### 1. 砂轮机的作用

砂轮机用来刃磨錾子、钻头等刀具或其他工具，也可用来磨工件或材料上的毛刺、锐边、氧化皮等。

### 2. 砂轮机的组成

砂轮机主要由砂轮、电动机和机座组成（图 2-3）。

砂轮是由磨料和结合剂构成的特殊刀具，质地硬而脆，工作时转速较高，因此使用砂轮机时应严格遵守安全操作规程，严防砂轮碎裂和造成人身事故。

### 3. 使用砂轮机的注意事项

- 1) 使用前应检查砂轮机电源接线是否完好，防护罩必须牢固安全，砂轮机的搁架与砂轮间距离保持在 3mm 以内（图 2-4a）。如果间隔距离过大则在刃磨时容易将刃磨对象带入，夹在砂轮与搁板之中，引起砂轮爆裂，造成安全事故（图 2-4b）。

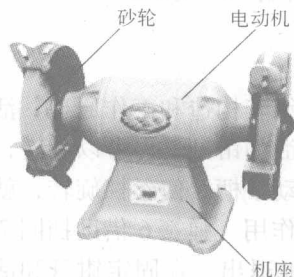


图 2-3 砂轮机

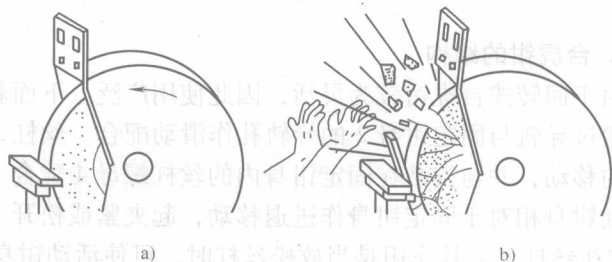


图 2-4 砂轮与搁架的距离不能太大

- 2) 砂轮的旋转方向应正确，使磨屑向下方飞离砂轮。

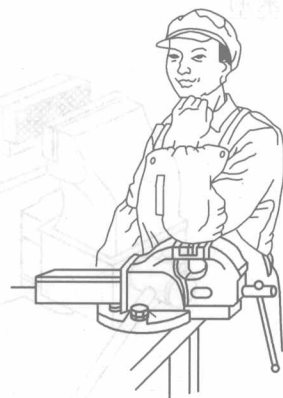


图 2-2 台虎钳的高度

- 3) 起动后, 应等砂轮转速达到正常后再进行磨削。
- 4) 磨削时要防止刀具或工件撞击砂轮或施加过大的压力。
- 5) 磨削时, 操作者不要站立在砂轮的正面, 而应站在侧面或斜对面。
- 6) 使用砂轮时, 必须使用砂轮的外圆柱面刃磨, 不得使用砂轮的侧面, 以防砂轮变薄后强度不够, 发生事故。
- 7) 严禁在砂轮上刃磨与实训课题无关的东西。

## 四、钻床

钻床是用来对工件进行孔加工的设备。

常用钻床有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床等, 可以根据加工对象及加工要求的不同进行选择。

## 五、钳工各类工具

### 1. 划线工具

划线工具主要有钢直尺、划针、划规、划线平板、游标高度尺、直角尺、样冲等。

### 2. 锉削工具

各种种类及规格的锉刀。

### 3. 锯削工具

锯弓和锯条。

### 4. 錾削工具

锤子和各种錾子。

## 六、孔加工工具

各类钻头、铰刀、丝锥和铰杠等。

## 第二节 钳工常用的量具

### 一、测量概述

#### 1. 量具的种类

为了确保零件和产品的质量, 就必须使用量具进行测量。用来测量、检验零件和产品尺寸及形状的工具称为量具。量具的种类很多, 根据其用途和特点, 可分为三种类型。

(1) 万能量具 这类量具一般都有刻度, 在测量范围内可以测量零件和产品形状及尺寸的具体数值, 如钢直尺、游标卡尺、千分尺、游标万能角度尺等。

(2) 专用量具 这类量具不能测量出实际尺寸, 只能测定零件和产品的形状及尺寸是否合格, 如塞尺、半径样板等。

(3) 标准量具 这类量具只能制成某一固定尺寸, 通常用来校对和调整其他量具, 也可以作为标准与被测量件进行比较, 如量块等。

## 2. 长度的单位

我国法定的长度单位名称和代号见表 2-1。

表 2-1 长度计量单位

单位名称	符 号	对基准单位的比
米	m	基准单位
分米	dm	$10^{-1}$
厘米	cm	$10^{-2}$
毫米	mm	$10^{-3}$
微米	$\mu\text{m}$	$10^{-6}$

工厂里有时采用丝米 (dmm)、忽米 (cmm) 等非法定单位,  $1\text{dmm} = 10^{-4}\text{m}$ ,  $1\text{cmm} = 10^{-5}\text{m}$ 。习惯上把忽米叫做“丝”或“道”, 即 1 丝 (或 1 道) = 0.01mm, 使用时注意“丝”和“丝米”不是一个概念。

在实际工作中, 有时还会遇到英制尺寸。英制尺寸的进位方法和名称如下

$$1\text{ft} = 12\text{in} \quad (1 \text{ 英尺} = 12 \text{ 英寸})$$

英制尺寸常以英寸为单位,  $1\text{in} = 25.4\text{mm}$

## 二、游标卡尺

### 1. 游标卡尺的使用

游标卡尺是指示量具, 可直接测量出工件的外尺寸、内尺寸和深度尺寸 (图 2-5)。常用的游标卡尺的游标读数值为 0.02mm, 是一种适合测量中等精度尺寸的量具。

### 2. 游标卡尺读数方法

(1) 刻线原理 游标读数值为 0.02mm 的游标卡尺 (图 2-6), 尺身 1 格为 1mm, 当两测量爪并拢时, 尺身上的 49mm 正好对准游标上的 50 格。则游标每 1 格的值为:  $49\text{mm} \div 50 = 0.98\text{mm}$ , 尺身与游标每 1 格相差的值为:  $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$ 。

### (2) 使用方法

1) 测量前应将卡尺擦干净, 测量爪贴合后, 游标零线和主尺零线应对齐, 两测量面接触贴合后, 应无透光现象 (或有极微的均匀透光)。

2) 测量外尺寸时, 应将两测量爪张开到略

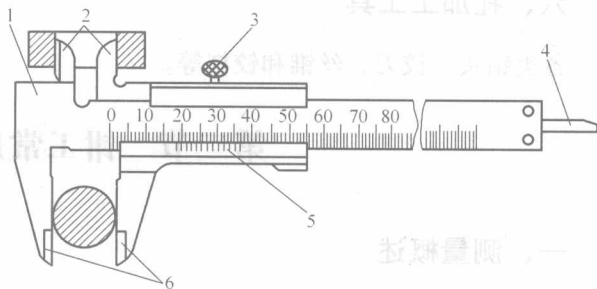


图 2-5 游标卡尺

1—尺身 2—内测量爪 3—紧固螺钉 4—深度尺  
5—游标 6—外测量爪

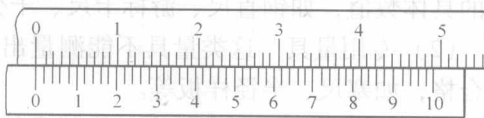


图 2-6 游标卡尺的刻线原理

大于被测尺寸，将固定测量爪的测量面贴靠着工件，然后轻轻移动游标（图 2-7a），使活动测量爪的测量面也紧靠工件（图 2-7b）。

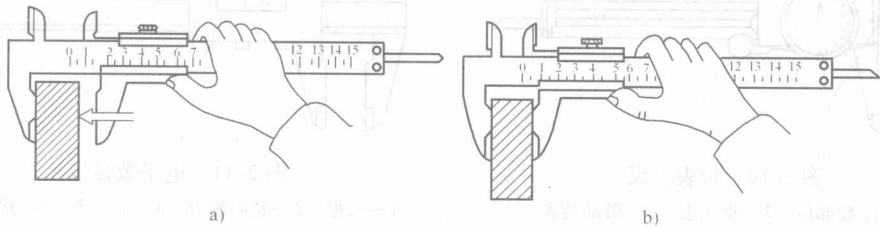


图 2-7 测量时测量爪的动作

3) 测量时，要防止卡尺歪斜（图 2-8），否则读数会产生误差。

4) 读数时，应把卡尺水平拿着，在光线充足的地方，视线垂直于刻线表面，避免由于斜视角造成的读数误差。

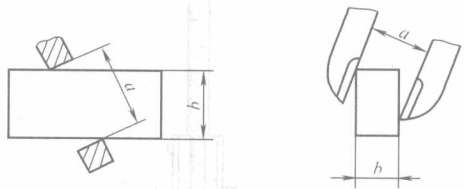


图 2-8 游标卡尺测量面与工件的错误接触

(3) 读数方法（图 2-9）

1) 读出在游标零线的左面，尺身上的整数毫米数，图中为 28mm。

2) 在游标上找出与尺身刻线对齐的那一条刻线，读出尺寸的毫米小数值，图中为 0.86mm。

3) 将尺身上读出的整数和游标上读出的小数相加，即得测量值，图 2-9 所示为  $28\text{mm} + 0.86\text{mm} = 28.86\text{mm}$ 。

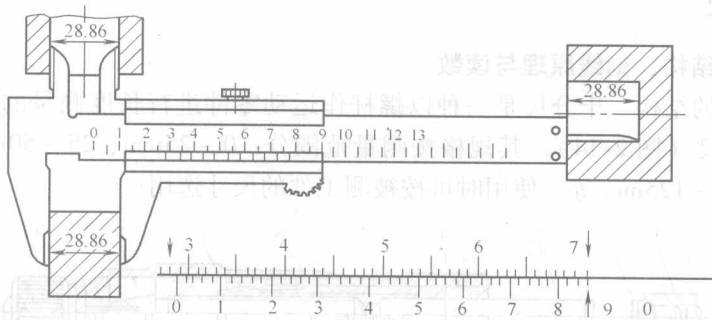


图 2-9 游标卡尺测量值的读法

目前在实际使用中除了以上游标卡尺外，还有更为方便的带表卡尺和电子数显卡尺。带表卡尺（图 2-10）可以通过指示表读出测量的尺寸；电子数显卡尺（图 2-11）是利用电子数字显示原理，对两测量爪相对移动的距离进行读数的一种长度测量工具。

三、游标深度尺和游标高度尺

游标深度尺（图 2-12）是用于测量深度的专用量具。游标高度尺（图 2-13）除测量高度外，还可作精密划线用。

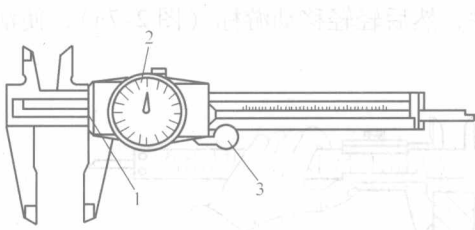


图 2-10 带表卡尺

1—读数部位 2—指示表 3—微动装置

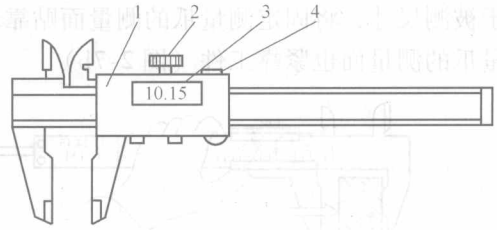


图 2-11 电子数显卡尺

1—尺框 2—紧固螺钉 3—显示器 4—输出端口

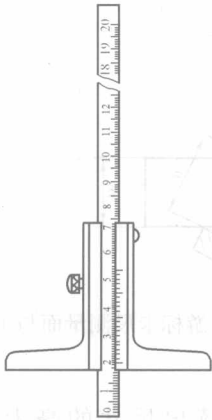


图 2-12 游标深度尺

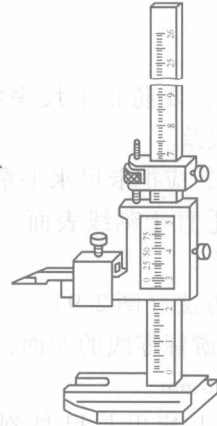


图 2-13 游标高度尺

游标深度尺和游标高度尺的读数方法与游标卡尺相同。

## 四、千分尺

### 1. 千分尺的结构、刻线原理与读数

(1) 千分尺的结构 千分尺是一种以螺杆作运动零件进行长度测量的量具。常用的千分尺为外径千分尺（图 2-14），其规格按测量范围分：0～25mm、25～50mm、50～75mm、75～100mm、100～125mm 等。使用时可按被测工件的尺寸选用。

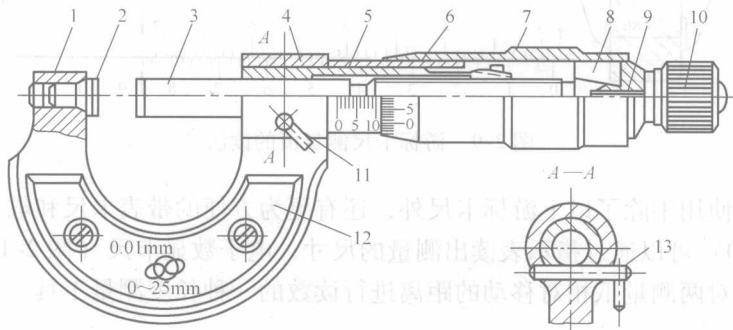


图 2-14 千分尺结构

1—尺架 2—测砧 3—测微螺杆 4—螺纹轴套 5—固定套筒 6—微分筒 7—调节螺母  
8—接头 9—垫片 10—测力装置 11—锁紧装置 12—绝热片 13—锁紧轴

(2) 千分尺的刻线原理 千分尺螺杆的螺距为 0.5mm，当活动套筒转一周时，螺杆就推进 0.5mm。固定套筒（主尺）上每格刻度为 0.5mm，活动套筒圆锥面上共刻 50 格，因此当活动套筒转一格时，螺杆就移动  $0.5\text{mm} \div 50 = 0.01\text{mm}$ 。

(3) 千分尺的读数方法 使用千分尺测量尺寸时要先看清固定套筒露出的数值（毫米或半毫米）是多少，然后再看外套筒的刻线和固定套筒的横刻线所对齐的数值，最后将两个数值相加就是千分尺对工件的测量值，读数方法如图 2-15 所示。

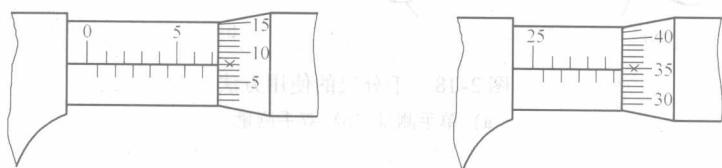


图 2-15 千分尺的读数方法

a)  $7\text{mm} + 0.08\text{mm} = 7.08\text{mm}$  b)  $29.5\text{mm} + 0.35\text{mm} = 29.85\text{mm}$

## 2. 千分尺的使用

(1) 千分尺的测量点位置 由于千分尺的测量面较小，为使测量结果比较准确，在测量较大平面时，应在被测面的四角及中间共测五点（图 2-16a）；对于狭长平面，可只测三点（图 2-16b）。

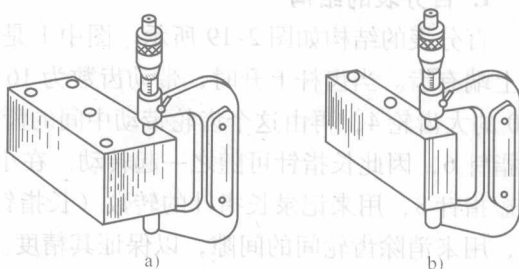


图 2-16 测量点的位置

a) 五点测量 b) 三点测量

### (2) 千分尺的使用

1) 测量前应检查零位的准确性，如果是 0~25mm 的规格，则可以将两测量面轻轻接触进行检查（图 2-17a），否则必须使用专用的测量棒（图 2-17b）。

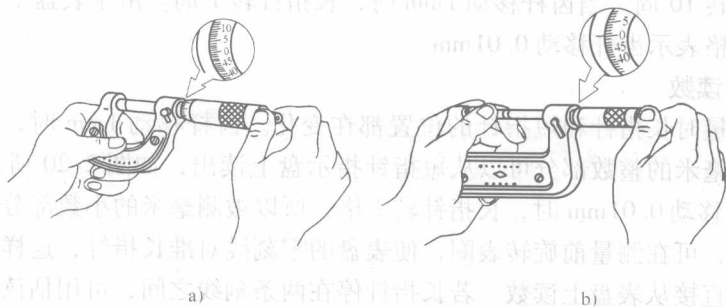


图 2-17 千分尺的零位检查

a) 测量面调零 b) 测量棒调零

- 2) 测量时，千分尺的测量面和零件的被测表面应擦拭干净，以保证测量准确。
- 3) 千分尺可用单手或双手握持对工件进行测量（图 2-18）。
- 4) 千分尺使用完毕后应用干净的布擦拭干净，并将测量面涂油防锈。





图 2-18 千分尺的使用方法

a) 单手测量 b) 双手测量

5) 千分尺不可与工具、刀具和工件混放，用完后须放入盒内。

## 五、百分表

百分表可用来检验机床精度和测量工件的尺寸、形位误差。

### 1. 百分表的结构

百分表的结构如图 2-19 所示。图中 1 是淬硬的触头，用螺纹旋入齿杆 2 的下端。齿杆的上端有齿。当齿杆上升时，带动齿数为 16 的小齿轮 3，在小齿轮 3 的同轴上装有齿数为 100 的大齿轮 4，再由这个齿轮带动中间的齿数为 10 的小齿轮 5。在小齿轮 5 的同轴上装有长指针 6，因此长指针可随之一起转动。在小齿轮 5 的另一边装有大齿轮 7，该轴的上端装有短指针 8，用来记录长指针的转数（长指针转 1 周时短指针转 1 格）。在其轴下端装有游丝，用来消除齿轮间的间隙，以保证其精度。拉簧 11 的作用是使齿杆 2 能回到原位。在表盘 9 上刻有刻度，共分 100 格。转动表圈 10，可调整表盘刻线与长指针的相对位置。

### 2. 百分表的刻线原理

百分表内的齿杆和齿轮的齿距是  $0.625\text{mm}$ 。当齿杆上升 16 齿时（即上升  $0.625\text{mm} \times 16 = 10\text{mm}$ ），16 齿小齿轮转 1 周，同时齿数为 100 的大齿轮也转一周，就带动齿数为 10 的小齿轮和长指针转 10 周。当齿杆移动  $1\text{mm}$  时，长指针转 1 周。由于表盘上共刻 100 格，所以长指针每转 1 格表示齿杆移动  $0.01\text{mm}$ 。

### 3. 百分表的读数

百分表在测量时长指针和短指针的位置都在变化。齿杆移动  $1\text{mm}$  时，短指针就转动 1 格，所以被测值毫米的整数部分可以从短指针指示盘上读出，如图 2-20 所示毫米的整数部分为  $1\text{mm}$ 。齿杆移动  $0.01\text{mm}$  时，长指针转 1 格，所以被测毫米的小数部分可以从表盘上读出。为便于读数，可在测量前旋转表圈，使表盘的零刻线对准长指针，这样就不必记住长指针的起始位置，直接从表盘上读数。若长指针停在两条刻线之间，可用估读法得出数值。如图 2-20 所示，毫米的小数部分为  $0.345\text{mm}$ ，将整数部分和小数部分相加，就是被测尺寸，即  $1\text{mm} + 0.345\text{mm} = 1.345\text{mm}$ 。

在钳工工作中使用杠杆百分表较多，其结构形式按表盘位置与测量杆运动方向的关系，主要分为正面式（图 2-21a）和端面式（图 2-21b）两种。

杠杆百分表的表盘 5 是对刻度的，每小格表示  $0.01\text{mm}$ 。它的测量范围较小（不大于  $1\text{mm}$ ），指针 4 至多能转 1 圈，所以没有转数指示盘。为方便读数可以转动表圈 3 来对零位。

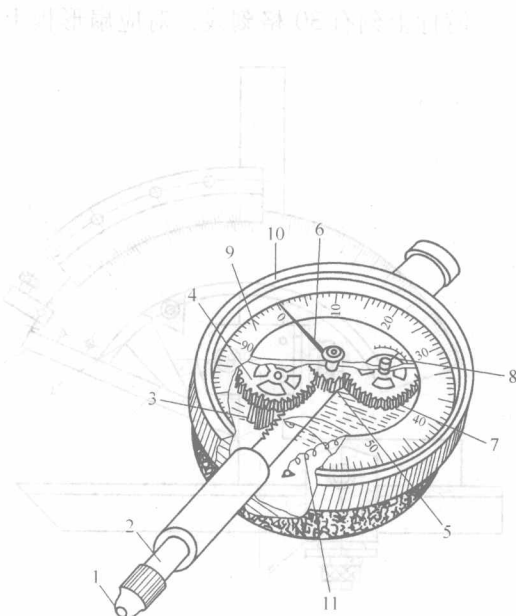


图 2-19 百分表的结构

- 1—触头 2—齿杆 3—小齿轮（16 齿） 4—大齿轮（100 齿）  
 5—小齿轮（10 齿） 6—长指针 7—大齿轮 8—短指针  
 9—表盘 10—表圈 11—拉簧

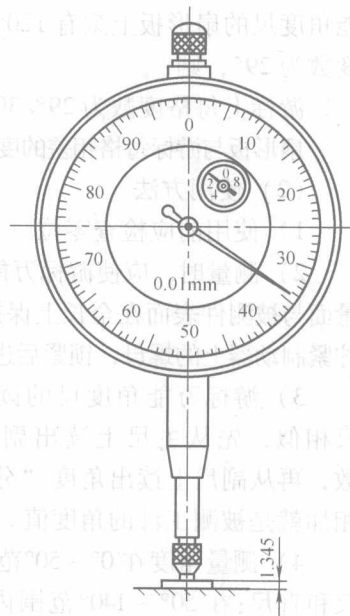


图 2-20 百分表的读数

测量时，测量杆 7 的球面测量端要靠在被测表面上，当被测尺寸引起测量端微小位移（摆动）时，经过杠杆—齿轮传动机构的放大作用，使指针 4 产生较大幅度的摆动，因而可从表盘 5 上读出被测数值。

拨动换向器 6（两个档位）可以使测量杆 7 改变测量方向；测量杆还可以扳动成不同的角度进行测量。连接销（或称夹持柄）2 是用来将杠杆百分表装夹在表座上的。

## 六、游标万能角度尺

### 1. 游标万能角度尺的结构

游标万能角度尺（图 2-22）由刻有角度线的主尺和固定在扇形板上的游标（副尺）组成。扇形板可以在主尺中回转移动，形成和游标卡尺相似的结构。用夹紧块可将直角尺和直尺固定在底板上，从而可在  $0^\circ \sim 320^\circ$  的范围内测量角度。

### 2. 游标万能角度尺的读数方法

(1) 刻线原理 分度值为  $2'$  的游标万

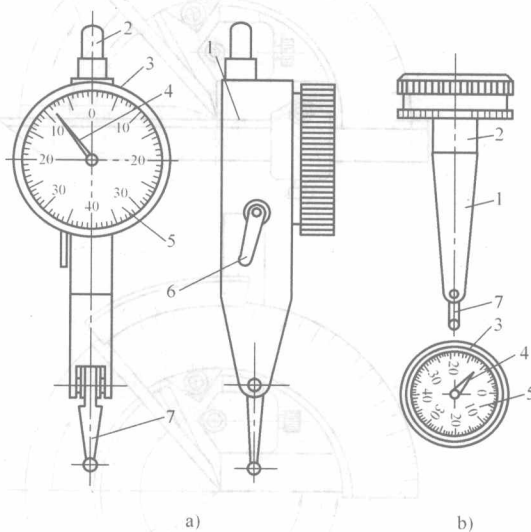


图 2-21 杠杆百分表

a) 正面式 b) 端面式

- 1—表体 2—连接销 3—表圈 4—指针  
 5—表盘 6—换向器 7—测量杆