



工人技术学校交流讲义

电气机械仪表工艺学

西安仪表厂工人技术学校編

中国工业出版社

本書是工人技術學校電氣機械儀表專業交流講義。

全書內容包括：鉗工工藝、機械加工、無屑加工、特種加工、特殊零件製造、儀表裝配生產知識、熱工儀表概論、電工測量儀器、溫度測量、壓力測量、氣體分析器共十三章。系統的介紹了電氣機械儀表生產中一般零件和特殊零件製造方法；較全面的介紹了各種熱工測量儀表的結構、原理和測量方法，突出了溫度測量，並以高溫毫伏計為典型，重點講述了儀表的裝配和校驗。

本書可供從事電氣機械儀表製造方面的技術工人參考。

電氣機械儀表工藝學

西安儀表廠工人技術學校編

第一機械工業部教材編審委員會編輯

(北京復興門外三里河第一機械工業部)

中國工業出版社出版 (北京佟麟閣路西10號)

(北京市書刊出版事業許可證出字第110號)

北京市印刷一廠印刷

新華書店北京發行所發行·各地新華書店經售

開本 850×1168 1/32·印張 13 9/10·字數 339,000

1962年1月北京第一版·1962年1月北京第一次印刷

印數 0001—7,170·定價 (7-2) 1.80 元

統一書號, K15165·323 (一機-43)

73.16
207

前 言

为进一步提高技工培训的质量，适应国家社会主义建设迅速发展的需要，根据我校几年来的生产、教学实践、讲义和教案等，编写了这本电气机械仪表工艺学交流讲义。本讲义适用于高小毕业水平三年制和初中毕业水平两年制的电气机械仪表工的培训需要。

电气机械仪表工的主要工作范围是热工仪表中各种电气机械仪表的装配和校验。根据这一工种的特点、培训需要和培训对象，我们认为：

1. 钳工技术和电工学是电气机械仪表工的基础知识。所以在内容的选择上，钳工工艺占适当的比重，电工学是重要的基础课，但因篇幅所限，不在本讲义内讲授。

2. 为利于提高学生的专业技术水平和便于组织生产实习，所以在内容安排上，装配和校验在二、三学期就开始讲授（初中毕业水平二年制者可酌情提前）较为适宜。

3. 本讲义的内容基本上分为三部分：

第一 加工基础。包括钳工工艺、机械加工、特种加工等。重点放在焊接、铆接、螺纹加工、车削加工、冷冲压、塑料压制和压铸等课题。

第二 仪表特殊零件制造。包括轴尖、游丝、支承、线圈和磁系统元件制造等。重点了解上述零件结构、性能和制造工艺。为全面掌握仪表结构以及提高装配质量打下基础。

第三 仪表的结构原理、装配和校验。这一部分是讲义的重点。并基本上根据测量仪表的类型来划分章节。在这部分中以高温毫伏计为典型，重点讲授仪表的装配和校验。

4. 在编写教材时，文字力求通俗易懂、重点突出。

由于电气机械仪表工在我国还是一个新型的工种，参考資料缺乏；同时由于編者的水平有限，缺乏經驗；時間短促。因此，一定会有不妥和錯誤之处。我們恳切的希望使用此讲义的教师和讀者多提宝贵意見。

編 者

目 次

前言	1
第一章 钳工工艺基础	1
§ 1 钳工概念	1
§ 2 普通量具和检验工具	8
§ 3 锉削	13
§ 4 划线	25
§ 5 鑿削	32
§ 6 锯割	36
§ 7 孔加工	39
§ 8 攻丝与套丝	57
§ 9 铆接与压合	70
§ 10 焊接	79
§ 11 剪切、矫正和弯曲	86
§ 12 公差配合与精密测量	103
§ 13 刮削	130
§ 14 研磨	140
第二章 车削加工	152
§ 1 车削加工的一般概念	152
§ 2 车削原理及物理基础	156
§ 3 各种外表面的车削	159
§ 4 在车床上进行钻孔与镗孔	172
§ 5 在车床上进行螺纹切削	176
第三章 铣削加工	181
§ 1 铣削的概念及应用	181
§ 2 铣削过程的特点	181
§ 3 铣削方法及优缺点	182
§ 4 铣床介绍	184

05829

§ 5 銑刀种类及应用	188
第四章 磨削加工和拋光	194
§ 1 磨削的意义及其应用	194
§ 2 磨床的种类及基本工作方法	195
§ 3 无心磨削的特点	199
§ 4 拋光	199
第五章 仪表制造中的無屑加工	202
§ 1 冷冲压	202
§ 2 压铸	210
§ 3 塑料压制	212
第六章 其它加工	218
§ 1 表面处理	218
§ 2 金属的电加工	223
第七章 特殊零件制造	226
§ 1 軸尖	226
§ 2 游絲	232
§ 3 仪表支承	237
§ 4 指針	242
§ 5 綫圈	244
§ 6 磁系統零件的制造	256
第八章 仪表的装配工艺及其形式	265
§ 1 装配及其組織形式	265
§ 2 影响仪表装配結合精确度的因素	274
§ 3 仪表装配車間的特点	275
第九章 热工仪表概論	277
§ 1 热工测量的目的	277
§ 2 关于测量的一般知識	277
§ 3 热工测量仪表的分类	279
§ 4 测量准确度	281
第十章 电工测量仪器	286
§ 1 标准电池	286

§ 2 标准电阻、电阻箱	287
§ 3 磁电式测量机构的结构、原理	292
§ 4 分流器	296
§ 5 附加电阻	299
§ 6 磁电式仪表的优缺点	302
§ 7 电流计	302
§ 8 单臂电桥测量原理	306
§ 9 双臂电桥测量原理	308
§ 10 电位计的测量原理和使用	311
§ 11 电磁式仪表	314
§ 12 电动式仪表	317
§ 13 万用电表的原理和使用	319
第十一章 温度测量	328
§ 1 温度测量的概念	328
§ 2 膨胀温度计	332
§ 3 压力计式温度计	336
§ 4 热电式高温计	340
§ 5 电阻式温度表	370
§ 6 高温毫伏计的装配	381
§ 7 辐射高温计	394
§ 8 电子电位计	399
第十二章 压力测量	417
§ 1 压力测量的概念	417
§ 2 玻璃液柱压力计	417
§ 3 微压计	418
§ 4 弹簧管压力计	420
第十三章 气体分析器	422
§ 1 一般知识	422
§ 2 CO ₂ 气体分析器	423
§ 3 CO+H ₂ 气体分析器	425

第一章 钳工工艺基础

§ 1 钳工概念

一、钳工工作范围和在仪表制造业中的应用

凡是主要在虎钳上用手工工具对金属进行冷加工的工作，叫钳工工作。它包括各种操作技能，例如：划线、錾削、铣削、锯割、钻孔、绞孔、攻丝与套丝、铆接、刮削、研磨、焊接等。上述的这些操作，在仪表制造中，差不多都要使用到。因为仪表本身也是由各种不同的金属和非金属零件组合而成，对这些零件的加工以及把这些零件装配成一个完整的仪表，就需要掌握这些基本知识，学会这些基本操作技能。

仪表工又和一般的钳工工种有所不同，它的特点是加工的零件小，精密度高，装配成的仪表要求它的机构传动灵活、准确可靠，特别是在仪表零件中有很多是有色金属，如铜、铝及它们的合金，以及塑料压制成的零件，对这些材料的钳工工作，都有它的不同特点。因此我们在学习钳工工艺时，除了要掌握基本的钳工操作技能外，还要特别注意工作中的准确和清洁，并善于在精细、体积小、的零件上、不同的材料上，来进行钳工工作。

二、仪表制造业中常用的钳工设备

工作位置是某一工人（或一组工人）固定的工作地点，用以完成一定的工作，并根据仪表某一产品或某一组合件的工作性质配备必要的设备和工具。

1. 工作台：

在各个不同的制造仪表的车间里都有按照加工的性质，设制专用的仪表装配和校检的工作台。为了学习钳工的基本操作，这里介绍一种钳工常用的钳台如图 1-1 所示。

钳台用来安装虎钳。在操作时台面供放置工具毛坯和零件，钳

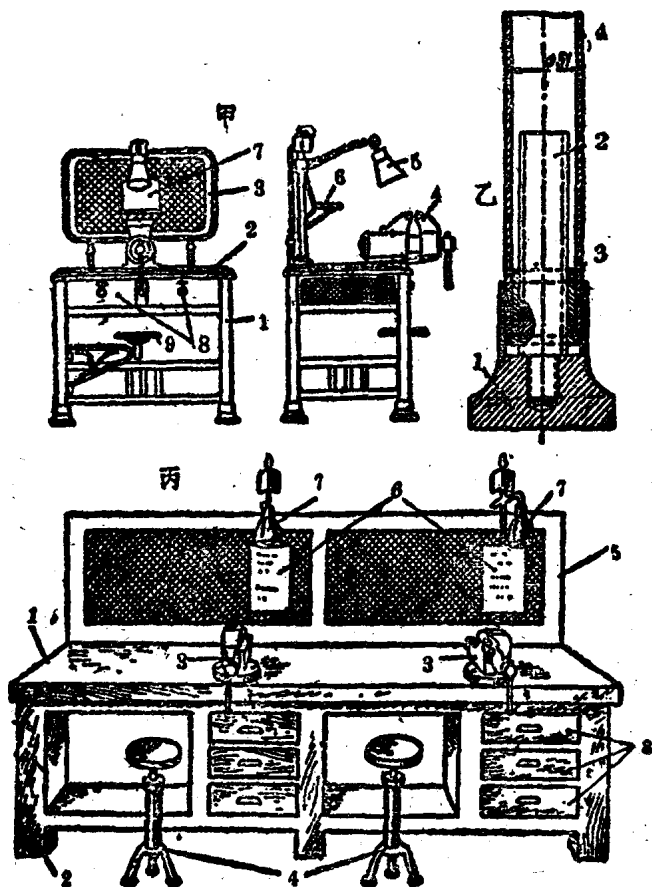


图 1-1 鉗台

甲—單人鉗台，1—鉗台腳，2—鉗台面，3—防護網，4—虎鉗，5—電燈，6—放檢驗量具用的架板，7—圖樣，8—放工具的抽屜，9—坐位。乙—單人鉗台的活動腳，1—腳座，2—鉗台腳螺旋，3—螺旋上壓鉗台腳，4—相聯的螺帽。丙—雙人鉗台，1—鉗台面，2—鉗台腳，3—虎鉗，4—坐位，5—防護網，6—圖樣，7—電燈，8—放工具的抽屜

台有抽屜供存放工具用。这种鉗台面离地面的高度約为 800~900 毫米，虎鉗之鉗口高度一般应适合于工作者的身材，大約相当于人之手肘的高度。为了适应仪表小型零件的加工，在鉗台上除了装有一般鉗工使用的平行虎鉗外，还要安装一个小型的仪表

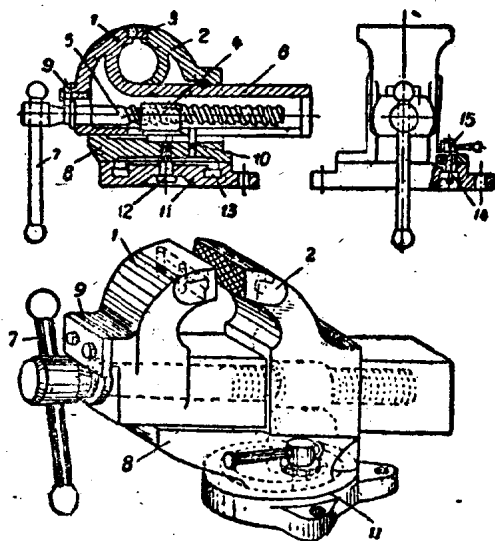


图 1-2 迴轉式虎鉗

- 1—活动部分；2—固定部分；3—鉗口；4—固定螺母；5—螺杆；
6—导轨；7—手柄；8—轉座；9—固定板；10—銷釘；11—底座；
12—中心螺釘；13—丁形槽；14—螺帽；15—手柄

工使用的虎鉗。

2. 虎鉗：

虎鉗是一种装在鉗台上供鉗工工作时夾持工件的夾具，在仪表制造中使用的虎鉗有：平行虎鉗（固定式和迴轉式两种）、手虎鉗。虎鉗的大小是以鉗口寬度来表示的。鉗口寬度在60~150毫米之間。按照仪表装配和零件加工的需要，在鉗台上安装的小型虎鉗采用60毫米左右的平行虎鉗，这一个虎鉗是一般鉗工使用的虎鉗，寬度在100~150毫米之間。图1-2是一种最常見的迴轉式虎鉗。

(1) 构造：

主体是用鑄鉄制成的，分固定和活动两部分。固定部分用螺釘固定在鉗台上，由于螺杆5通过活动部分1伸入固定部分內，跟固定螺母4相嚙合。搖动螺杆5前端的手柄7，使螺杆5和固

定螺母 4 起螺旋的作用而带动活动部分移动。手柄 7 按顺时针方向旋转时即合拢，按反时针旋转即张开。虎钳上端咬合处为钢质钳口 3（经过淬火）用螺钉固定在虎钳主体上，两钳口相对之处，有斜形齿纹，以便夹紧毛坯工件，不致滑动。

(2) 虎钳的辅助夹具：

为了加工仪表零件和装配仪表，要配备一些辅助夹具，例如木夹、斜口夹、夹板、木块和护口等，如图 1-3 所示。这些夹具有的用来夹持已经加工过表面很光洁的零件，有的用来夹持薄的材料，其它软金属和塑料装成的仪表零件。在选择夹具时，要根据工件的材料、形状和工件的表面光洁度来适当的选用。

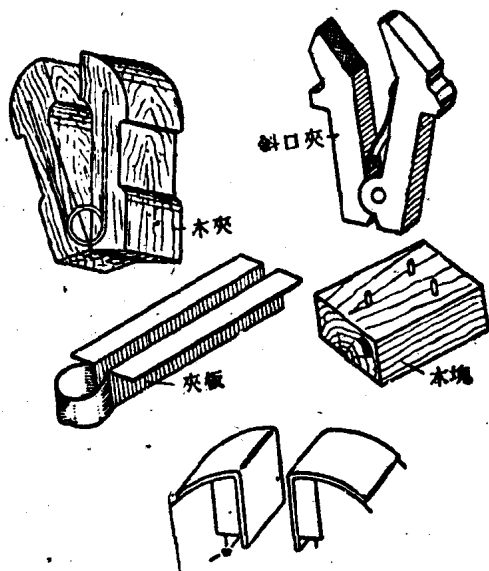


图 1-3 虎钳的辅助夹具

(3) 手虎钳：

手虎钳是用来夹持小型的工件和工具的。图 1-4 中所列的是几种形状不同的手虎钳，可以夹持小型的仪表零件、切削工具如什锦锉、丝锥等。

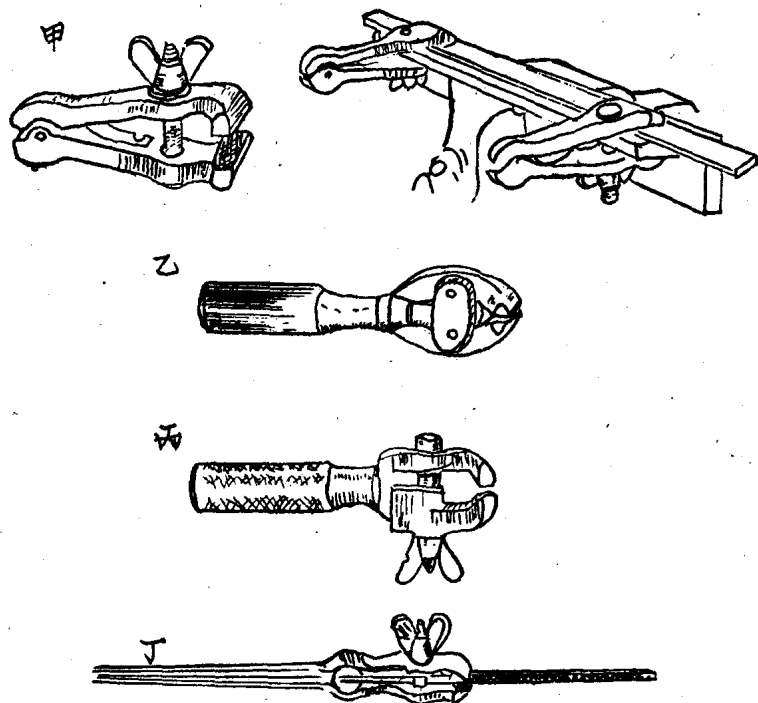


图 1-4 手虎鉗

甲—手虎鉗；乙—帶柄手虎鉗（柄是空心的）；丙—帶柄手虎鉗（鉗口平行開合）；丁—夾着什錦錐的空心柄手虎鉗

三、鉗工常用工具和工作地組織

1. 鉗工常用手錘、鑿子、銼刀、刮刀、改錐（螺絲刀）、板子等工具來工作，這些工具在學習各種操作時將一一介紹它們的規格用途和使用方法。

2. 工作地組織：

鉗工在開始工作之前，應將圖紙、刀具、量具、毛坯、工件按着一定次序排列在鉗台上，在工作過程中保持不亂。自始至終保持工作地的清潔。養成良好的組織工作地習慣，會使得我們有條不紊的工作，尤其是在儀表零件加工裝配及校驗工作中使用的工具，零件很多，合理的組織工作地尤其顯得重要。合理的組織

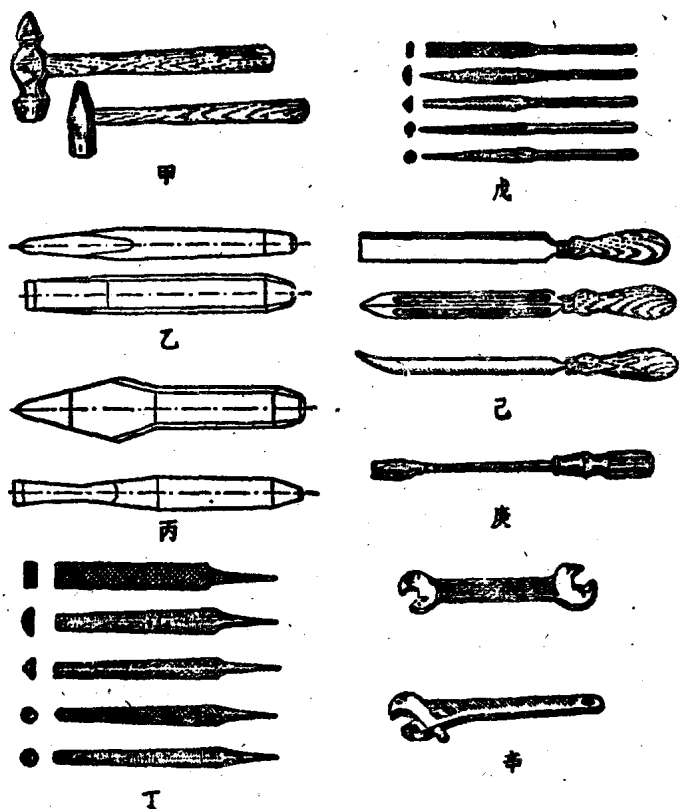


图 1-5 钳工常用工具

甲—手锤；乙—整子；丙—狭整；丁—锉刀；戊—什锦锉；
己—刮刀；庚—螺丝刀；辛—扳手

工作地会帮助我们提高产品数量保证质量，降低产品成本。

凡是钳工使用的工具和检验量具，都应该严格的按一定秩序放在钳台的抽屉内，以便在使用时拿取方便也不易损坏。

在开始工作以前要做好当天生产的准备工作，包括领取工件毛坯，熟悉图纸，拟定工序，准备好当天生产中必需的工具和量具。在钳台上放置工具时应按照下列原则排列：

(1) 为了使用方便常把右手拿的工具放在右边；常用左手拿的工具放在左边。

(2) 經常使用的工具，要放置在靠近手臂可以拿到的地方。

(3) 檢驗量具不應和工件或工具堆在一起，要準備一塊木板或其它較軟的材料做成的墊板上，以防碰壞。

(4) 完工以後要清理和擦乾淨工具、夾具和機床量具等。把這些工具放回原處，臨時借用的歸還工具室然後仔細打掃鉗台、虎鉗、地面，把清理的鐵屑等廢料送到指定存放的地方。

最後檢查一下自己當天的工作，作出總結及時改進工作的缺點。

四、安全技術的基本知識

安全技術包括：

1. 人身安全：

鉗工工作中由於經常和機床工具打交道，要特別注意安全操作，以免造成長期的殘廢甚至生命的危險。

現在簡單介紹一下有關鉗工安全技術的基本知識：

工作位置的不整潔，很可能引起傷害事故，例如：車間的地面上積有油或其它液體如果不打掃乾淨，就可能在行走時滑倒而碰到機床上或其它機件上；一些笨重的毛坯材料或成品等堆放在過道上工件位置上，不加整理倒下來是很危險的。

車間里的灰沙、塵土如果吸到肺里，貼在皮膚上都對身體有害，因此要永遠的保持車間的清潔、整齊和個人的清潔衛生。

在許多鉗工操作中，例如鑿削、鋸削、鉗孔，以及在砂輪上磨銳工具時，會產生很多的切屑（鐵末子）清除時不可用手掏，不可以用嘴吹，必須用刷子掃掉，否則往往割破手掌，吹到眼睛里面或是被燙傷。

在焊接和儀表裝配中，還會碰到有毒的化學藥品，要不認真地執行安全操作規則就可能將有毒的液體濺到衣服或皮膚上引起燒傷，如果進入口腔更可能中毒死亡。

2. 設備安全：

在生產中使用的機床，如鉗床、砂磨機以及車間的一些固定

設備都是國家寶貴財產，為我們學習和進行生產必不可少的用具，在使用這些機器工具和設備時，必須按照老師的指導嚴格地執行安全操作規程，正確地學會使用的方法，細心地加以維護和保養，凡是自己尚未學過的工具設備和機器決不要隨便使用和開動，以免損壞機器設備，造成國家財產的重大損失，同時設備事故的產生往往發生人身事故，確保機床設備的安全也可以在很大程度上保證人身安全。

§ 2 普通量具和檢驗工具

一、量具

量具在儀表製造中是專門用來測量工件尺寸的一種工具。它的種類很多，用途和結構也各不相同，由於在儀表製造中對各種工件的要求精度不一樣，所以量具又分為：普通的和精密的。下面介紹二種普通量具的構造和使用方法。

1. 鋼尺：

鋼尺是一種常用的測量工具，它是用鋼板製成的，鋼尺一般都刻有公制和英制兩種量度單位，常用的鋼尺長度有：150 毫米（6 吋）、300 毫米（12 吋）、600 毫米（24 吋）、900 毫米（36 吋）等。圖 1-6 是鉗工必備的一種長為 150 毫米（6 吋）的鋼尺。

鋼尺上的公制單位刻度部分，最大的刻度單位為厘米，最小的刻度單位為 $\frac{1}{2}$ 毫米。

公制是國際通用的計量制，它採用十進十退，使用簡便，在儀表製造業中絕大部分採用公制單位，在實際應用中單位都以毫米計算，例如：15 毫米不寫成 1 厘米 5 毫米，而用 15 mm，mm 是毫米的符號。在圖紙上標注尺寸時不註明單位，直接寫成 15，事實上就是指毫米 (mm) 數，在工廠里也有很多人，不習慣稱毫米叫公厘。

鋼尺上的英制單位刻度部分，分為 $1''$ 、 $\frac{1}{4}''$ 、 $\frac{1}{8}''$ 、 $\frac{1}{16}''$ 、 $\frac{1}{32}''$ 、

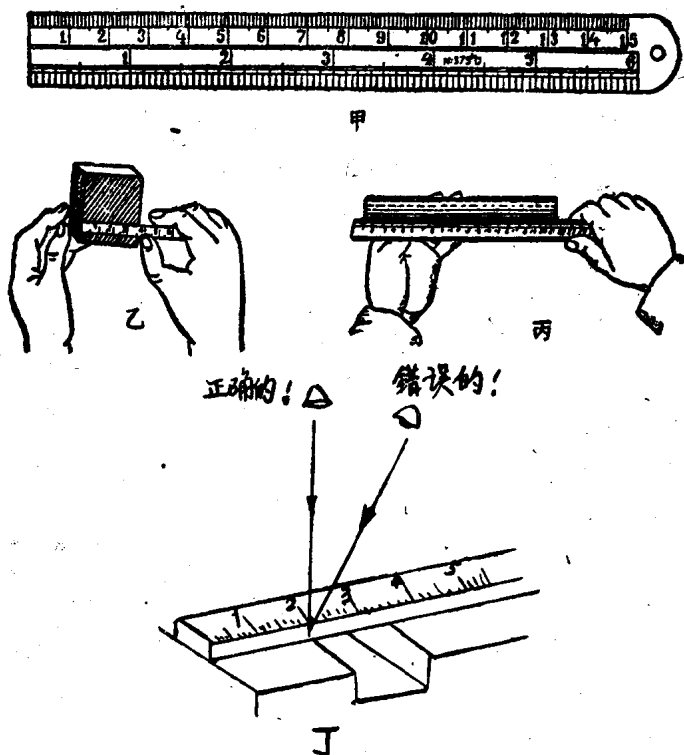


图 1-6 鋼尺

甲—鋼尺；乙—測量工件寬度的方法；丙—測量圓柱體長度的方法；丁—視線正確與錯誤的讀數方法

$\frac{1}{64}$ "等七種英制一般以吋為單位，用"'"符号代表。

公制和英制的換算關係是： $1'' = 25.4$ 毫米。

例 1-1. 用鋼尺測量一個圓柱體長度為 152.4 毫米，問此圓柱體用英吋表示合多少吋？

解：已知 $1'' = 25.4$ 毫米，已經知道有 152.4 毫米長的圓柱體採用下法換成吋：

$$152.4 \div 25.4 = 6''.$$

在加工時也常常用鋼尺的側邊立置在工件上初步檢驗工件的平直程度。

2. 游标卡尺:

它是用来测量比较精密尺寸的。它可以调整，能够直接测量工件的外径、内径和深度以及工件上的沟槽。下面介绍的是精度为 $\frac{1}{10}$ 毫米的游标卡尺。

(1) 构造:

主尺：它和固定卡脚为一整体，主尺上刻为每格一毫米的读数。

副尺：它和活动卡脚为一整体，在活动卡脚的窗口里刻有游标，可读出小数。

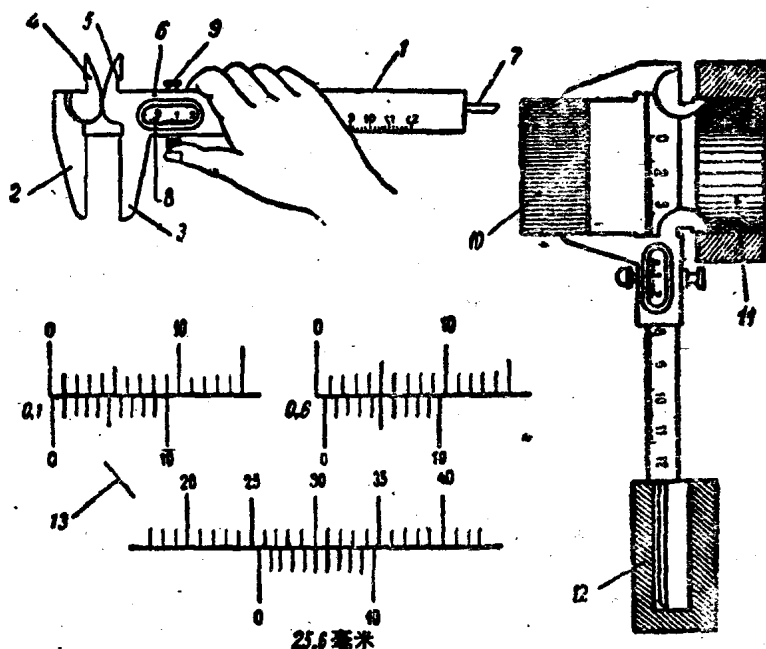


图 1-7. 游标卡尺

1—刻有毫米分度的主尺； 2、3—测量外部（外径）用的固定卡脚和活动卡脚； 4、5—测量内部（内径）用的卡脚； 6—副尺； 7—深度尺； 8—游标； 9—制动螺钉； 10—测量外部实例； 11—测量内部实例； 12—测量深度实例； 13—游标读数实例。