

技工学校教材

（供中毕业程度适用）

工具钳工工艺学

中 册

全国技工学校教材编审委员会编

机械工业出版社



技工学校教材

工具钳工工艺学

中 册

全国技工学校教材编审委员会编

(初中毕业程度适用)



机械工业出版社

1960

出版者的話

这套全国统一的教材，是根据中华人民共和国劳动部于1959年4月在上海所召开的全国技工学校工作会议上确定的二年制技工学校培训目标、課程内容及課时分配等規定进行編写的。初稿由技工学校比較集中的十一个省、市的劳动厅（局）組織各技工学校的教师編审而成，最后由劳动部会同第一机械工业部、冶金工业部、煤炭工业部、铁道工业部等单位組成的全国技工学校教材編审委员会統一审定。

这套教材的主要特点：1) 內容比較完整 每本教材都是在总结技工学校过去的教学经验基础上由各地与該課程有关的教师集体編写的，选材慎重，內容比較丰富和全面；2) 切合实际 內容比較切合我国实际情况，其中吸取了苏联技工教材的优点，另外还根据我国技工学校的教学特点增加了不少新的章节。

本书共分九篇五十一章，分上中下三册出版。本书为中册，內容着重討論工具钳工制造各种量具、夹具的工藝过程，其中有一般制造方法，也有先进的制造方法，以便学生毕业之后根据工厂的具体条件选择应用。

本书供二年制技工学校工具钳工专业作教材之用。

NO. 3398

1960年12月第一版 1960年12月第一版第一次印刷

787×1092 1/32 字数 287 千字 印张 11 4/16 00,001—42,000册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

北京市书刊出版业营业許可証出字第008号 定价(7-1) 0.87元

目 次

第三篇 量具量仪的构造和使用

第十三章 技术测量的概念 7

- 1 技术测量与量具的发展史 (7)——2 量具和测量方法的分类 (10)——3 量具和测量方法的度量指标 (12)——4 测量误差 (13)

复习题 15

第十四章 块规 15

- 1 一般概念 (15)——2 成套块规 (17)——3 块规的精度及其应用 (19)——4 光波干涉原理 (22)——5 技术干涉量法所用的光学玻璃平晶 (23)——6 干涉带的产生 (24)——7 技术干涉测量法 (27)

复习题 31

第十五章 量规 32

- 1 一般概念 (32)——2 检验光面圆柱形制件的量规 (34)——3 检验光圆锥面的量规 (40)——4 检验直线尺寸用的板形量规 (42)——5 检验螺纹用的量规 (44)——6 检验花键表面的量规 (50)——7 成形量规 (52)——8 综合量规 (62)

复习题 64

第十六章 直线测量用的量具和仪器 64

- 1 游标量具 (64)——2 微动螺旋量具 (72)——3 杠杆机械量仪 (80)——4 光学量仪 (95)——5 气压量仪 (104)——6 电学量仪 (106)——7 间接测量及其算法 (109)

复习题 115

第十七章 测量角度和锥度用的量具和仪器 115

- 1 角度块规 (116)——2 角尺 (119)——3 游标量角器 (120)——4 正弦规 (124)——5 水平仪 (126)——6 间接测量角度及其算法 (128)

复习题 130

第十八章 測量螺紋用的量具和儀器 130

- 1 螺紋千分尺 (131)——2 螺紋的三針測量法 (133)——3 工具顯微鏡 (138)

復習題 145

第十九章 檢驗平面度和直線度的量具 145

- 1 檢驗直尺 (145)——2 檢驗平板 (148)

復習題 149

第二十章 表面光潔度的檢驗 149

- 1 目測感覺法 (150)——2 同光潔度標準樣品相比較 (150)——3 干涉顯微鏡 (152)——4 電動觸針式輪廓儀 (154)

復習題 155

第四篇 量具的製造和修理

第二十一章 量規的製造和修理 156

- 1 量規的技術要求 (156)——2 製造量規的工藝過程 (158)——3 塞規、環規和球面內徑規的製造 (160)——4 螺紋塞規和環規的製造 (166)——5 卡規和板形量規的製造 (170)——6 角度量規的製造 (180)——7 樣板的製造 (182)——8 量規的修理和修復 (216)——9 製造量規時的廢品和它的預防方法 (219)

復習題 221

第二十二章 塊規的製造和修理 222

- 1 製造塊規的材料和技術要求 (222)——2 製造塊規的工藝過程 (223)——3 塊規的研磨和拋光 (224)——4 塊規的修理 (230)

復習題 231

第二十三章 萬能量具的修理 231

- 1 量具的檢查 (231)——2 萬能量具磨損和缺陷的典型種類 (232)——3 游標卡尺的修理 (233)——4 千分尺的修理 (237)——5 千分表的修理 (241)

復習題 246

第二十四章 提高量具的壽命 246

- 1 影響量具磨損的因素 (247)——2 提高量具測量面抗磨性的方法 (248)——3 量具的銹蝕及其預防 (248)

復習題 250

第二十五章 工具钳工的劳动组织和工作地的组织 250

- 1 对工具钳工工作地的一般要求 (250)——2 工作地的装备 (252)
——3 工作地的布置 (252)——4 工作地的劳动组织 (253)

复习题 254

第五篇 夹具的概念和构造

第二十六章 概述 255

- 1 夹具的定义 (255)——2 夹具的分类 (255)——3 使用夹具的目的 (256)——4 夹具的组成 (261)

复习题 261

第二十七章 工件的定位 262

- 1 定位原理 (262)——2 定位方法和定位原件 (267)

复习题 269

第二十八章 夹紧装置 290

- 1 一般概念 (290)——2 螺旋夹紧装置 (290)——3 楔夹紧装置 (293)——4 偏心夹紧装置 (294)——5 杠杆夹紧装置 (298)——6 弹簧夹紧 (298)——7 压板及组合夹紧装置 (300)——8 多位夹紧装置 (304)

复习题 30

第二十九章 自动定心装置 307

- 1 一般概念 (307)——2 自动定心装置的各种构造 (307)

复习题 313

第三十章 机械化传动装置 313

- 1 机械传动与手动的比较 (313)——2 气压传动装置 (314)——3 液压传动装置 (318)——4 电动传动装置 (320)

复习题 321

第三十一章 刀具的导向原件 321

- 1 一般概念 (321)——2 套筒 (322)——3 对刀块 (326)——4 靠模装置 (327)

复习题 323

第三十二章 夹具体和夹具上的辅助装置 329

- 1 夹具体 (329)——2 夹具上的辅助装置 (329)

复习题 329

第三十三章 夹具的构造 337

1 钻床夹具(337)——2 镗床夹具(342)——3 车床夹具(346)——

4 铣床夹具(348)——5 检验夹具(351)——6 万能组合夹具(352)

复习题 354

第三十四章 夹具设计基本原理 355

1 夹具设计的原始资料(355)——2 选择夹具的条件(355)——3

夹具设计的方法(356)——4 夹具设计实例(358)

复习题 360

第三篇 量具量仪的构造和使用

第十三章 技术测量的概念

1 技术测量与量具的发展史

一、量具方面 在十九世纪中叶以前，测量金属加工制品的尺寸，主要是用直尺。在个别机械生产中，才采用标准量规[●]。从十九世纪的中叶起，量具的制造和使用才逐渐地发展起来。

1850年出现了游标卡尺，1867年出现了千分尺。

十九世纪末叶，机器制造业中广泛的应用了标准量规，随后就开始应用极限量规。在量规的制造中，要求使用精密度更高的量具来进行测量，因此精密量具从头又得到迅速的发展。

1898年出现了块规。

1907年出现了比较仪，随后又出现了很多型式的机械式仪器，分度值[●]可达0.001毫米。

1921年至1925年间，出现了很多种光学式的仪器。

1928年出现了第一种空气量仪，因而在技术测量的范围内开辟了新的途径。

1930年就出现了各种不同型式的电学量仪，给自动检验打下了基础。

1937年研究出一种新的机械式量仪（弹簧式比较仪），其最小分度值可达到0.0002毫米。

最近烏維尔斯基发明的接触式干涉仪，其分度值可达0.0001

● 标准量规的定义可见本书第十四章第一节。

● 见本章第三节。

毫米。

二、量具制造方面 从前，量具都是由机械加工工厂的工具车间自行制造的。苏联在1930年成立了「紅色工具」工厂，1932年成立了「量规」工厂，这都是专门制造量具的工厂，随后又成立了很多专门的工具厂进行专业生产。

在这些工厂中大量制造各式量具：块规、游标卡尺、千分尺、量角器、比较仪等等，现在还可以制造很多精密的光学量仪。

我国古代就有利用量具检查加工准确度的观念，如「汉书律历志」中記載着：「規者，所以規圓器械，令得其类也。矩者，所以矩方器械，令不失其形也。」这和近代用环规检查圆的直径和用直角尺检查直角准确度的概念几乎是一样的。但是，由于反动阶级统治的结果，机器制造业得不到发展，所以在量具制造方面的进展也是很微小的。

解放后，我国在苏联的帮助下，于1954年建成了第一个制造量具的工厂——哈尔滨量具刀具厂，每年可以生产很多种最新型的机械式量具和量仪。但是，在1957年以前该厂只能生产讀数为0.01毫米的精密量具，不能满足机械制造的需要。1957年以后，它们逐步掌握和生产了精密度较高的量具，尤其在1958年大跃进以后，增加了许多新品种。例如：讀数为0.0002毫米的扭簧式比较仪、讀数为0.001毫米的杠杆齿輪式比较仪、0.002毫米的杠杆千分尺，以及1级精度的角度块规等等。此外，在气动、电动和光学量仪等方面也有很大的发展。例如，哈尔滨量具刀具厂在1957年已正式生产浮标式气动量仪，放大倍数从1500~12000倍；1959年，又試制成功讀数可达0.0002毫米的气动量仪。再如，机械制造与工艺科学研究院試制成功的精度可达0.001~0.0002毫米的电感式量仪；无锡机床厂也制成讀数为0.0001毫米的电感式量仪；哈尔滨量具刀具厂1959年試制成功了讀数为0.0001~0.00005毫米的电感式比较仪，和放大倍数为1000~50000倍可检查14级表面光洁度的新型电感式自动记录表面光洁

度輪廓儀；以及讀數為0.001毫米的立式光學測長儀、立式光學投影儀和讀數為0.0002~0.00005毫米的接觸式干涉比較儀。這些都是我國在量具製造方面的成就。

三、米制系統 1790年法國規定了以地球上通過巴黎子午綫的四千萬分之一作為一米，在1889年由國際標準協會批准國際米制原尺，存放在巴黎國際度量衡局內。

原尺由鉑銻合金製成的，其截面為「X」形，寬高均為20毫米，全長1020毫米，如圖13-1。

在中間面上兩端各刻有三條橫綫，在0℃時，中間兩條綫間的距離即為一米。

米尺標準是人造而經過公認的，我國和蘇聯及歐洲大部分國家都採用國際公制，「米」即為長度的基本單位。

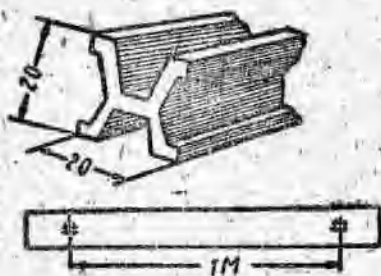


圖13-1 原尺。

過去，在我國採用米制的同時，還使用着一些舊雜制，就連米制的單位名稱在全國並不統一的，那時更談不上我國計量制度的統一。

1959年，政府為了適應我國國民經濟發展的需要，也適當考慮到廣大群眾的使用習慣，決定以國際公制為基礎進一步統一我國計量制度。這次統一計量制度的要點是：

1. 保留市制 這是因為市制原來就是以公制為基礎的，例如：三市尺等於一米，這種市制我國廣大人民已經習慣使用，而且僅僅通用在農業及與其有關的商業活動中。

2. 廢除英制 改英制為公制。但為了充分利用還可以利用的一些英制設備，還可以適當地使用英制。

3. 逐步淘汰雜制。

4. 統一公制計量單位的中文名稱 過去我國在使用公制計量單位的中文名稱上很不統一，同樣一個公制計量單位，就有几

种不同的名称。例如：[米]又叫[公尺]，还叫[米突]等等。这种情况，给工业生产和广大人民带来了许多困难，增加了许多不必要的麻烦，甚至容易造成错误和损失。

表13-1是我国科学技术委员会制订的统一公制计量单位中文名称方案中的长度部分，可供工作中的参考。

表13-1 米制系统

采用的单位名称	代 号	与 基 本 单 位 的 比	折合市制
微米	μ	百万分之一米($1/1000000$ 米)	
忽米	cmm	十万分之一米($1/100000$ 米)	
丝米	dmm	万分之一米($1/10000$ 米)	
毫米	mm	千分之一米($1/1000$ 米)	一毫米等于三市厘
厘米	cm	百分之一米($1/100$ 米)	一厘米等于三市分
分米	dm	十分之一米($1/10$ 米)	一分米等于三市寸
米	m	主单位	一米等于三市尺
十米	dam	米的十倍(10米)	一十米等于三市丈
百米	hm	米的百倍(100米)	
公里(千米)	km	米的千倍(1000米)	一公里等于二市里

2 量具和测量方法的分类

一、量具的分类 在工具制造业中，所应用的量具可分为三大类^①：1) 规尺；2) 量规；3) 万能量具。

1. 规尺 就是复制与测量单位的长度或倍数的，或为其小部分时所用的物体和装置。如：刻线米尺、块规和角度块规等。

2. 量规 为专用的无刻线量具，它不能测量出制件的实际尺寸，只能用来确定制件的尺寸是否合格。

3. 万能量具 具有刻度的量具和量仪，使用它们可以在一定的测量界限内测量任意的数值。

万能量具按其构造可分为：1) 带游标的刻度量具；2) 带

^① 目前，我国关于量具的分类还没有统一，这里只是按量具构造和用途来分类的。

微动螺旋的量具；3) 杠杆机械量仪；4) 光学式量仪；5) 气压式量仪；6) 电学式量仪。

在上述万能量具中，如果按照它们的用途来分类，则又可分为：1) 直线测量用的量具和仪器；2) 测量螺纹用的量具和仪器；3) 测量角度和锥度用的量具和仪器；4) 检验平面度和直线度的量具；5) 检验表面光洁度的仪器；6) 检验齿轮用的量具和仪器等等。

在以后几章的叙述中，我们将按照上述分类的次序，一一讨论；但对于检验齿轮的量具和仪器，由于工具钳工应用极少，所以不作研究。

二、测量方法的分类 所谓测量，就是将待测量的量或测量对象跟测量单位相比较的认识过程。

所以，「测量」这一概念包括三个因素：被测量的量或测量对象、测量单位和测量方法。

测量方法有四种分类法：1) 直接的和间接的；2) 绝对的和相对的；3) 综合的和个别的；4) 接触的和非接触的。

1. 直接测量方法 在测量过程中，由量具直接测出未知值，如用游标卡尺、千分尺量长度，用量角器量角度等都属于直接测量。

2. 间接测量方法 根据直接测量与未知值有一定关系的值之结果来决定未知值。如根据弦来测量弧长，用正弦规来测量角度等。

3. 综合测量方法 就是把被测量的真实外形与极限外形相比较，也就是用总公差范围来限制各组成部位的偏差之测量，如用极限量规来检验制作。

4. 个别测量方法 就是每个部位分别的单独测量，如分别检验螺纹的平均直径、螺距和螺纹剖面角之后，必须综合这些因素的度量结果，才能确定螺纹的平均直径是否在规定的范围内。

5. 接触测量方法 量具的度量表面和被测量制件的表面是接触的，并且能马上得出数值，因而在机器制造业中，这种方法应用最广。

6. 不接触测量方法 量具与被测量物件不发生接触，例如：用投影量法等。

7. 绝对测量方法 用绝对测量方法时，全部被测量的尺寸都可以在量具的刻线上决定；换句话说，量具上刻度的测量范围必须超过被量的尺寸；如用游标卡尺或千分尺测量长度。

8. 相对测量方法 用相对测量法时，只能量度被量尺寸对于标准件的偏差，量仪根据这种标准件来调整到一定的位置。在相对量法中，主要应用的量仪，其刻度范围很狭小的，如各种杠杆机械式量仪等。

3 量具和测量方法的度量指标

量具或量仪的基本度量指标包括：刻度间隔、分度值、刻度的测量范围、量具的测量范围、放大倍数、灵敏度、读数精度和测量力。

一、刻度间隔 标尺上相邻两刻线之间的距离，又可以简称为刻度。

二、分度值 标尺上每一刻度所代表的测量数值。

三、刻度的测量范围 量具标尺上全部刻度所代表的测量数值。

四、量具的测量范围 整个量具所能量出的最大和最小的尺寸。

五、放大倍数 量具指针的线位移或角位移与被测量数值变化之比，也就等于刻度间隔与分度值之比。

六、灵敏度 量仪对被测量尺寸的微小变化所能发生的反应。

七、读数精度 量具在进行读数时所能达到的准确程度。读数精度决定于刻线的质量，指针的厚度、指针与标尺之间的距离、标尺上的照明度和检验员的技术熟练程度。

八、测量力 度量过程中，当量具与被测量物件接触时，就产

生測量力。過大的測量力能使制件被量表面和量頭接觸處變形而引起測量誤差；適當的測量力是保證獲得測量精度的因素之一。

4 測量誤差

所謂測量誤差就是指用量具測出的尺寸和零件的實際尺寸之差。

測量誤差的種類和產生的原因有下列幾方面：

一、偏視 精密測量時如儀器的指針停留在刻線之間，讀數時就要用目力來估計指針移過刻線的小數部分。這時候由於指針與刻度盤間有一個距離，這個距離愈大誤差也愈大，這個誤差產生的原因就是偏視的結果。

所謂偏視就是不從垂直於刻度平面的方向來觀察時，指針（或游標）對於刻線的偏位（圖13-2）。

二、量具本身的指示誤差 量具本身的指示誤差是由以下三個方面組成：

1. 設計誤差 為了簡化量具的製造，不得不犧牲設計方面

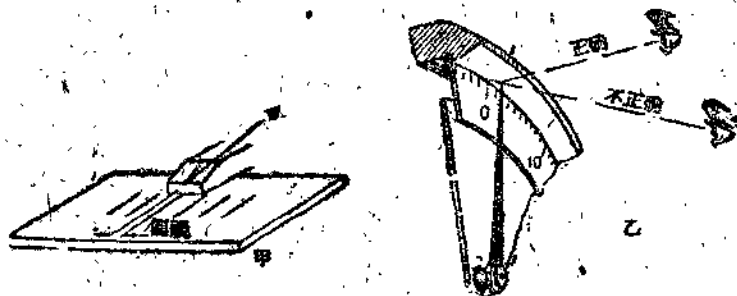


圖13-2 偏視對讀數精度的影響：

甲—讀游標尺時偏視；乙—讀指示值的偏視。

的完善性。例如，在杠杆機械量具中，杠杆的傳動比不是常數，因而引起了誤差。

2. 製造誤差 在製造量具的零件時也有公差，這些具有偏差的零件組合的量具，必有測量誤差。

3. 磨損誤差 量具中某些零件或表面在長期使用過程中，由於磨損而累積的誤差。

三、校準量具用的標準規的誤差 有些塊規或標準件本身已磨損，當繼續使用時而累積的誤差，這種誤差主要表現在相對量法時。

四、溫度誤差 精密測量時，被檢驗制件、量具和室內的標準溫度（20°C）的偏差要非常小，否則要引起測量誤差。

五、由於量具的測量力和被量表面的精加工質量所引起的誤差 如在測量力的作用下，使制件（或量具）變形，千分尺的棘輪損壞以及被加工表面的不平整都能引起誤差。

為了消除這些測量誤差，我們必須對這些誤差的性質加以研究。按照誤差的性質，誤差可分下列三類：

（一）系統性誤差 在重複測量同一個量的時候，誤差的數值與方向（正或負）保持不變，或按一定規律變化的，這叫做系統性誤差。例如：量儀標尺刻度不準確，指針的轉動角度與測量杆的移動不成比例，或是溫度誤差等等。這種誤差都可以預先估計到而加以消除，例如，量具本身的誤差可記在鑑定書內，鑑定書是和量具放在一起的，因而可以根據鑑定書加以校正。

為了消除系統性誤差，如溫度誤差，可以加進相當的校正值[●]，於是誤差可按下列式算出：

$$\Delta_l = l [\alpha_1(t_1^0 - 20) - \alpha_2(t_2^0 - 20)],$$

式中 Δ_l ——測量的誤差；

l ——名義尺寸；

α_1 ——被量制件材料的線膨脹係數；

α_2 ——量具材料的線膨脹係數；

t_1^0 ——被量制件的溫度；

t_2^0 ——量具的溫度。

● 校正值——就是必須加到量儀指示數上去的代數值，以求得被量尺寸的實際數值。校正值的絕對值等於誤差，但符號相反。

(二) 偶然性誤差 这种誤差的数值和符号都不是一定的, 所以它是不可能預先确定的。

例如量具磨損的誤差, 讀数的偏視, 溫度計的誤差, 标准規的誤差等。

偶然性誤差虽不能完全消除, 但也可使它减少, 如用多次測量取其算術平均值或不用不正确的量具来檢查尺寸等等。

(三) 草率性誤差 由于錯誤的測量而引起的誤差。这种測量誤差必須將它当作不应信任的数值从測量結果中予以除掉。

如量仪讀数的錯誤, 块規組合的錯誤, 制件安裝的錯誤等等。草率性誤差是人为的。因此, 在測量过程中应仔細操作, 細致观察并在一系列的測量結果中將由草率性誤差所造成的讀数, 剔除不計。

复 习 題

1. 試述我国解放后在量具制造方面的成就。
2. 为什么要以公制进一步統一我国計量制度? 这次統一計量制度的重点是什么?
3. 量具分哪几类? 它們之間有什么区别?
4. 試举例說明: 間接測量、綜合測量、相对測量和絕對測量等方法之間的区别?
5. 什么叫測量誤差? 产生測量誤差的原因有哪些?
6. 設用游标卡尺測量一軸的直徑 $D = 150$ 毫米, 測量时游标卡尺的溫度为 25°C 制件溫度为 30°C , 求溫度誤差 (設制件和量具的材料为鋼, 其線膨脹系数为 10×10^{-6})?

第十四章 块規(平面平行端面长度量具)

1 一般概念

块規有棱柱形和圓柱形两种 (图 14-1), 其中棱柱形块規应

用最广。棱柱形块规它多半是长方形的断面，具有两个平行平面的测量面（图14-1甲）。两测量面间的距离为测量尺寸，叫做块规的尺寸。公称尺寸在10毫米以下的块规，其横断面尺寸为 30×9 毫米；公称尺寸大于10毫米的块规，则为 35×9 毫米。圆柱形的块规（图14-1乙）主要用于检验度量机和某些量具的指示误差。

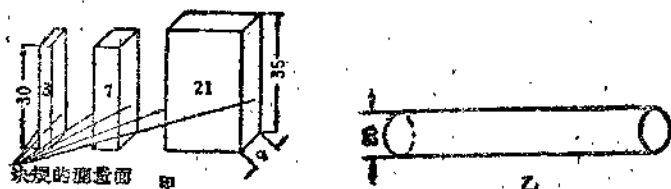


图14-1 块规。

在制造块规的时候，其测量面由于经过精密加工，所以它是高度光滑的。当推合两块块规，使它们的测量面互相接触，这时候便产生了吸引力，两块块规会结合在一起（图14-2），这种特性叫做块规的研合性。研合性的现象可解释为在极薄油膜层内的分子吸引力。通常在汽油中清洗块规时，这种油膜（厚度约0.02微米）就会留在块规上，使块规测量面产生了研合性。当这层油膜一旦破坏，就将大大减低块规的研合性。

研合性使我们有可能把所需要的几块块规组合成一个尺

寸，这种互相研合的几块块规，叫做块规组。在进行测量时，块规组的油膜厚度可以不计。

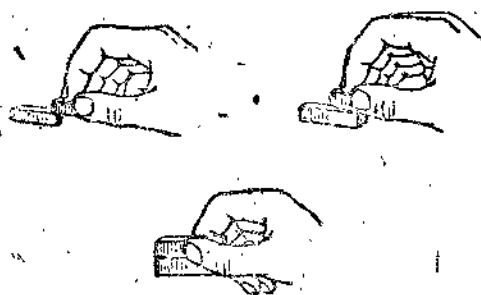


图14-2 块规的研合性。