

137510

41378

公差及技術測量

韓 本 眞 編 譯

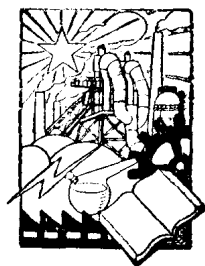
下 冊



民 智 書 店 出 版

公差及技術測量

韓本眞編譯



民智書店出版

本書內容取材於下列各書：

1. “Допуски и технические измерения”
(Г. А. Апарин и И. Е. Городецкий 著, 1950 版)
2. “Допуски и технические измерения”
(А. Ф. Лесохин 著, 1951 版)
3. “Справочник инструментальщика” (1949 版)
4. “Машиностроение” 第 5 册 (1947 版)

書號 008 公差及技術測量(下冊)

編 譯 者	韓 本 眞
出 版 者	民 智 書 店
發 行 者	北京西琉璃廠 101 號
	電 話 (3) 4 8 2 3 號

1953 年 11 月初版 1954 年 2 月二版 印數 4001—6000

112 印刷頁 字數 162 千字 定價 17,400 元

北京市書刊出版業營業許可證出字第 040 號

版權所有 * 不准翻印

目 次

第一章 技術測量原理

1.1	基本概念	1
1.2	長度系統	4
1.3	尺度標準和尺寸從標準傳遞到工作尺寸	5
1.4	測量方法	8
1.5	測量工具的分類	10
1.6	儀器的基本度量指標和測量誤差	11
1.7	測量誤差的計算	18
1.8	影響於儀器準確度的情況	33

第二章 長度量具

2.1	長度刻線量具	35
2.2	長度端面量具	36
2.3	測量塊規的形狀	38
2.4	成套的塊規	38
2.5	全蘇標準 OCT 85000-39規定的塊規精度	40
2.6	測量表面的修整	44
2.7	塊規附件	45
2.8	厚薄規	45

第三章 干涉測量法

3.1 干涉測量法的物理原理	48
3.2 普通干涉測量法	54
3.3 技術干涉測量法	57
3.4 相對干涉測量法	60

第四章 刻線量具

4.1 測量直尺	64
4.2 游標卡尺	65
4.3 游標的構造原理	68
4.4 游標刻度的種類	70
4.5 游標深度尺	72
4.6 游標高度尺	72
4.7 外徑千分尺	73
4.8 使用千分尺的測量技術	76
4.9 內徑千分尺	78
4.10 深度千分尺	80

第五章 測微儀器

5.1 概論	81
5.2 槓桿傳動式儀器(米尼表)	81
5.3 齒輪傳動式儀器(鐘錶式千分表)	85
5.4 槓桿齒輪傳動式儀器	89
5.5 內徑千分表	93
5.6 有千分尺頭的槓桿齒輪傳動式儀器	95
5.7 彈簧傳動式儀器	96
5.8 光學槓桿傳動式儀器	98

5.9 測量機	110
5.10 投影儀	115
5.11 空氣式儀器	117
5.12 電動儀器(電接觸式儀器)	123

第六章 角度及錐體測量

6.1 角度塊規	125
6.2 角度測量方法	126
6.3 游標量角規	127
6.4 直角尺	128
6.5 正弦尺(或正弦棒)	131
6.6 用空氣式方法測量錐孔	135
6.7 光學分度頭	136
6.8 水平儀	137

第七章 檢驗直線和平面的工具

7.1 檢驗直尺	140
7.2 檢驗和劃線平鈹	144
7.3 檢驗和劃線用的 V 形槽鐵和角尺	146
7.4 汞槽法	146
7.5 光學方法	147
7.6 檢驗表面光潔度的方法	150
7.7 在選定的斷面上計算製件表面光潔度的數值	151
7.8 用和光潔度的標準樣鈹來比較的方法估計表面光 潔度	158

第八章 螺紋測量

8.1 螺紋的檢驗	160
-----------------	-----

8.2	螺紋綜合檢驗法	160
8.3	工具顯微鏡	162
8.4	萬能顯微鏡	169
8.5	大型工具顯微鏡	172
8.6	三線測量法	173
8.7	螺絲千分尺	178
8.8	螺距檢驗儀	181
8.9	內螺紋的測量	181

第九章 齒輪檢驗

9.1	概論	183
9.2	齒厚的測量	183
9.3	公法線長度的測量	189
9.4	基圓周節檢查儀	191
9.5	周節檢查儀	193
9.6	齒圈徑向跳動量的測量	194
9.7	齒輪的綜合檢驗	194
9.8	漸開線齒形的檢驗	200
9.9	可換圓板式漸開線檢驗儀	201
9.10	萬能式漸開線檢驗儀	202
9.11	齒的方向測量	203
9.12	蝸輪傳動的檢驗	206
9.13	傘齒輪的檢驗	209

第十章 測量方法和設備的選擇

10.1	測量的作用	210
10.2	生產公差和測量準確度	210
10.3	測量的界限誤差	214

第一章 技術測量原理

1.1 基本概念

在近代機械製造業中，幾何數值的測量，特別是，長度的測量是生產中重要基礎之一。機械製造的發展和測量技術的發展有着非常密切的聯繫，經常地測量技術限制着製造技術更進一步地向前發展。在機械製造業的很多部門中，配合所要求的準確度，基本上(在狹義方面)不是被加工的過程所限制而是被在加工和裝配過程中測量的準確度所限制。這在高精度的儀器和量具的製造中也是如此，因此發展測量技術的工作不僅要有系統地在專門度量機關中進行，同時也在所有的重要的生產部門中，特別是在工廠實驗室和科學研究院中進行。

測量與機件的和構件的公差大小及在車間中按適當的準確程度來製造它們有緊密的關係。因此設計師技師和檢驗員須要研究技術測量的原理。

測量任何一個數值就是用經驗法求出這個數值和另一個與它相類似的數值(一般公認作為測量單位)的比。因此在“測量”的概念中包括三部分，就是：被測量的數值，或者換句話說，被測量物體，測量單位和測量方法。

在機械製造業中，被測量物體的形狀種類很多，可分為直線的和角度的，如圓柱和圓錐表面的直徑、稜柱表面的斷面尺寸、幾個孔的中心距離、齒輪齒的厚度、軸承寬度、曲柄軸曲柄間的寬度、螺紋的螺紋角、傾斜角，同樣這些形狀也有形狀的不準確度，如：鴨圓度、不平行度和其他等等。最後，在近來特別注意機件的表面光潔度。

在製訂測量方法的計劃以前，對測量的物體應該有完全的了解。在現階段的技術測量這是需要的，因為在大多數的情況下，機件形狀和它的表面相互位置不可避免的缺點，大大地超過測量的不準確度。因此，測量的結果就不相同，視這些情形而定，例如：軸的圓柱表面在同一個斷面上，由於鴨圓度的關係，就有各種不同大小的直徑。所以在這種情況下，特別重要的是在精密測量時，必須完全了解要測量的是什麼樣的直徑，是最大的還是最小的或是平均的。

要求測量得越準確，對測量的物體的了解就越重要。如塊規尺寸的安置是和塊規兩測量表面上的那些點的確定性有關，用這些表面來進行測量。在比較粗的測量時，在測量誤差根本超過形狀的不準確度時，準確地安置物體往往是多餘的。

可以規定一般的規則如下：應該這樣確定地安置測量物體，以使物體本身的不準確度不顯著地影響測量的結果。

例：測量兩個孔的理論平行軸心距離，其準確度達到 ± 0.05 公厘。由於製造的不準確度，可以允許孔的軸心相互傾斜，達到 1:5000 的範圍內。求在怎樣的最大長度上量孔，可以不確定地安置測量物體。

解：用 x 公厘代表未知的長度。這時中心間兩界限距離的差為 $\frac{x}{5000}$ 公厘。為了不顯著地影響測量的結果，此數值應大大地小於

0.05 公厘。通常採取這個數值等於規定的準確度的 0.3，即是在 $\pm 0.3 \times 0.05 = \pm 0.015$ 公厘的範圍內。由此 $\frac{x}{5000} \leq 0.015$ 公厘，或 $x \leq 75$ 公厘。於是在孔的長度大於 75 公厘時，應該確定，應該在什麼地方測量這個距離。

任何數值的測量單位，是這個數值的大小，它是穩定的物理現象的函數，這種物理現象是本身存在的或是我們用足夠精確的工具複製出來的。例如這種單位為：時間單位為一秒，等於一晝夜平均的 $\frac{1}{86400}$ 。角度也是這一類的單位，等於整圓的 $\frac{1}{360}$ 。對於長度或距離之類的單位曾企圖製訂一個“自然”單位，在十八世紀末葉法國大革命期間，曾試圖以通過巴黎的子午線長度為基礎制定標準長度，但是沒有成功；隔了一些時間，第二次試作是在英國在真空中和海平面上在倫敦緯度上，採用秒擺的長度作基礎。但是在這裏，經過三十年以後，必須在已製訂單位基礎上恢復已燒毀的英碼的標準器，曾經有專門委員會用很長的時間進行研究這個問題，後來的結論是：採用了自然單位並不解決可靠地恢復已喪失的標準器的問題。

目前有了能滿足對全部要求的長度單位。這個長度單位就是在規定的情況下一定光譜線的波長，即是在 15°C 和標準大氣壓時的乾燥空氣中鎢的蒸氣紅光波長 λ_R 。實際上應用這個單位是換算到 20°C 和空氣溼度為 10 公厘水柱時，在蘇聯機械製造測量方面採取這個標準 (OCT 7762) 比國際度量機構正式承認這個標準還早。

在日常情形為了實際的使用，往往使用“量具”，根據這些量具可以做出物質的複製的測量單位或它的倍數和小數值 (按 OCT 7636)。

測量手續包括測量器具 (量具和儀器) 的選擇、實驗的進行和測量結果的處理，要求的準確度越高，儀器往往就越複雜，對於工人的

技術水平的要求也越高，實驗的進行也越複雜，處理結果的時間也越長。在大多數情形下在車間測量是去決定被測量的數值是否在規定的界限內，即是是否在公差帶範圍內；這時測量的準確度達到公差的0.3，以便使用比較簡單的儀器，不需要特別去處理實驗的結果。在實驗工廠的情況下，所要求的準確度可以相當地高，所以工廠實驗室中的工作者也應該要熟悉測量結果處理的基本方法。

1.2 長度系統

目前，蘇聯是以米作為國家測量單位的系統的。幾乎整個歐洲的國家全採用米制。在英國和美國主要採用吋制。但在很多情況下，沒有米制也不行。

米達是在鉑鈦合金棒上兩刻線中間的距離，這個鉑鈦合金棒叫做“國際米尺——標準米尺”，存於接近於巴黎的塞夫國際度量局內，在規定的情況下保存着。為了預防棒的很大變形以致影響它的尺寸，鉑鈦合金棒是由特備的支柱上兩個面支持着，兩個面放置在離棒的兩端約為棒的長度的 $\frac{2}{9}$ 的兩點上，以保證棒在縱向中心上縮短得最少。測量溫度為 0°C ，除去組成米尺的材料外保護米尺的特殊情況應該保證米尺的長度在很長的時間內不變。另外一些標準米尺是同時和這個米尺用同樣材料製造的，這些標準米尺已為世界各國作為國家的長度標準，將這個標準米尺和其他各國的標準米尺重複的比較來證明它的恆定性，但也沒有證明這個性質，因為長度的比並不表示在測量的準確度範圍內是始終保持不變的。第“28”號米尺是蘇聯國家長度的標準，由得米特里亞、依凡諾維奇、門得列耶夫，全蘇聯度量科學研究院保存。

直到現在這個標準米尺的長度還被認為是不變的，還是作一切長度測量的基礎，也包括（目前）干涉測量的方法，干涉的方法是以將被測量的數值和光波的長度來比較做為基礎的。

其他米制的“倍數”的長度是根據基本長度——米達做出的，就是將這個長度以 10 乘或除後所得的整數的長度。這種十進位制的長度在代入公式和計算尺寸時既簡單又方便，十進位制的長度和基本計算制度相符合，在這方面米制比吋制優越得多。

機械製造業中所採用的長度單位

單 位 名 稱	公尺	公分	公 厘	公 毫	公 絲	公 微
和基本單位一米的比	1	0.01	0.001	0.0001	0.00001	0.000001
和 公 厘 的 比	1000	10	1	0.1	0.01	0.001
拉 丁 字 縮 寫	m	cm	mm	0.1 mm	0.01 mm	μ
俄 文 字 縮 寫	м	см	мм	0.1 мм	0.01 мм	мк

上表內所列舉的長度單位是車間和實驗室內最常採用的。目前吋是吋制的主要長度單位，1 吋等於 25.4 公厘。

1.3 尺度標準和尺寸從標準傳遞到工作尺寸

長度單位是以上述的唯一的物質的量具為基礎的，那麼需要預防這個量具的任何可能的、偶然的和甚至自然的改變，無論如何我們應該有系統地去研究這種改變。從另一方面來說，要在蘇聯各地使用唯一的“量具”——準標米尺，來進行長度的測量，因此，為了保證量具的統一，不可避免地就要實行具有適當精度的“尺寸傳遞”集中制。

從事於這方面研究工作的有一系列的專門度量機關，由列寧格

勒的得、依、門得列耶夫全蘇度量科學研究院(ВНИИМ)領導,並成立了屬於蘇聯部長會議的測量儀器和量具工作委員會。工廠實驗室也包括在尺寸傳遞制內,如沒有工廠實驗室,就不可能長期保持有適當精度的度量的統一,因而,在生產和使用中也就不能得到互換性。長度單位尺寸從標準米尺傳遞到工作量具和製件依靠於量具集中制,下列標準米尺、量具和儀器基本上是屬於這個制度中的。

1. 國家標準米尺——這個長度標準,類似於國際標準米尺,是和它同時用同樣的材料,並在同樣的條件下製成的,蘇聯所得到的為第“28”號標準米尺。現存於全蘇度量科學研究院在規定的情況下保存着,並在一定期間和國際標準米尺相核對。第“28”號米尺是蘇聯的第一個長度標準器。也就是國家的長度標準。

國家標準米尺,同國際的一樣,是屬於刻線量具的,其尺寸由量具上兩刻線間的距離決定。

2. 和全蘇度量科學研究院存的那個標準器同時,並完全與它一致,製造了標準的成套的長度端面量具,它同樣也是長度的第一次基準,它是由金屬製的稜柱體,用兩平行的端面間的距離來測量長度,這樣的量具就叫做測量塊規(以下簡稱塊規)。這樣的標準可能有像國家標準米尺那樣的精度,它的精度是用鎢蒸氣紅光光波波長的長度作單位的基礎的干涉法測量的。因此,蘇聯在長度單位方面完全沒有依據外國的標準米尺。

成套的標準端面量具的基本價值不只在於此。在工廠中,和刻線量具相比,塊規在使用的方便上具有很大的優越性。從另一方面來說,再根據這種測量塊規來製造和檢驗工廠用的成套的塊規,又比用刻線量具簡單和容易得多,用刻線量具精確地來比較是很困難的。

工廠爲了就地檢驗自己的塊規，使用高精度的和簡單的相對干涉法（在檢驗刻線量具時，目前，還沒有採用此種干涉法的），因此，工廠應該設置這種儀器和成套的標準塊規。

3. 長度的第二次基準，其分度和檢驗都是根據第一次基準。

4. 第三次基準或工作的標準，是爲中央度量機關使用的。這種標準要有系統地用第二次基準來刻度和檢驗的。全部標準的刻度和檢驗都是最高的度量精度，這種精度在現階段的測量技術是可以達到的。

5. 標準量具和標準測量儀器，只用於各類量具的——實驗室的和工廠的——刻度和檢驗，標準量具的精度比度量的標準低。

標準量具和儀器分三類；第一類的直接用工作標準來檢驗；第二類的用第一類的來檢驗；而第三類的用第二類的來檢驗。

標準量具和儀器主要地在地方的檢驗機關和儀器製造工廠中使用。在其他先進工廠中也用它來檢驗校對測量儀器和校對量具，而不應該用它來測量普通產品。

6. 實驗室的量具和測量儀器，用於車間的量具和儀器的檢驗和刻度，而也用於實驗室的其它工作。實驗室量具和儀器則應該用標準量具有規則地來檢驗。

7. 車間測量用的車間量具和儀器，在實驗室內用實驗室的量具來檢驗，或者在地方度量機關檢驗。

尺寸傳遞制度的如此複雜是由於：很高精度的儀器和量具的製造，和保護這樣精度的特殊情況是非常地繁雜的。因此，高精度儀器和量具的生產受到很大限制。然而在端面量具由於採用干涉法，就不需要如此煩複的分類，所以在實際上它就大大的簡單了。

爲了保證保持量具在全蘇聯的統一，蘇聯部長會議測量儀器和量具工作委員會發出指令，其中精確地規定量具和測量儀器在生產後的出品及其使用中的檢驗方法、日期和程序。所有的工廠和工業應該嚴格遵守這個規則。

1.4 測量方法

將被測量數值和測量單位相比較的認識過程叫做測量。

依據具體情況和所採用的測量工具，可採用各種不同方法來測量，測量可以分爲直接測量法和間接測量法。

在直接測量時，未知數值是由儀器上的讀數直接求出。用各種游標尺、千分尺測量長度，用量角器和其他工具測量角度，都屬於直接測量方法。

在間接測量時，未知數值是由直接測量一個或好幾個和未知數值有一定關係的數值的結果求出。例如用三角學測量角度，如根據兩股或一股和弦邊及其他來求角度。

直接測量比較簡單，又能一下得出測量的結果，因此，在機器製造業中這種方法應用得極爲廣泛。

可是，在很多情況下直接測量法不能實用，例如，用卡尺測量兩孔中心間的距離時，或在精度上不如間接測量法時，如在用量角規測量角度時，量角規的測量誤差比正弦尺的測量誤差大十倍。

每種測量都可以採用絕對法或相對法。

採用絕對法時，所有被測量的尺寸可由刻度盤直接求出。相對（比較的）測量法直接表示的只是尺寸對安置量具或標準量具的偏差，用這些量具可將儀器調節到零點。在這種情況下，在測量時，由

測量儀器上的讀數和安置量具的尺寸的代數和求出所測量的尺寸。

在絕對測量法只能用這種測量工具，在工具上刻度的測量界限大於被檢驗的數值。在絕對測量法用的工具有：各種游標尺、千分尺、萬能顯微鏡和其他儀器。用於相對測量法的儀器在刻度上（槓桿傳動式儀器，光學比較儀和其他）測量界限是有限度的。

基本上用於絕對測量的儀器，可以應用於相對測量，這時根據塊規安置名義尺寸，於是只在刻度上測出對於名義尺寸的偏差。通常這樣作，由於除掉了在儀器的測量範圍內的積累誤差，就提高了測量的準確度。

基本上用於相對測量的儀器，也可以用於絕對測量，在這種情形下未知數值不大於刻度盤上的測量界限。

用於相對測量的儀器不如用於絕對測量的儀器運用起來方便，因為，在相對測量法需要預先用塊規調節儀器（如果在調節好儀器後作多次測量，這個缺點就不關重要了）。可是用相對測量的儀器可以得到較高的準確度。

除此之外，測量方法還分為綜合法和個別法。

綜合測量法為將被檢驗的物體的實際外形輪廓和兩個界限外形輪廓相對比，此界限外形輪廓由該物體的各部份的公差帶的位置及大小所決定。綜合測量法保證檢驗物體受總公差限制的各相互聯系部份的積累誤差。從保證互換性的觀點出發，綜合測量法是最可靠的。

用通過的螺紋塞規檢驗螺母螺紋，就是綜合測量法的例子。

個別測量法與物體各部份的檢驗彼此沒有關係，而是單獨進行的。這種方法不能直接地保證製件的互換性。例如：在分別檢驗螺紋

的平均直徑、螺距和螺紋半角時，還必須附帶地計算出螺紋的作用的平均直徑，此直徑包括以上列舉的螺紋各部份的偏差並且此平均直徑是在已給的範圍內。

綜合測量法主要地應用於檢驗製件，而個別測量法在檢驗工具和決定製件的尺寸廢品原因時才應用。

以上列舉測量方法中的每一種方法，都可應用接觸的或不接觸的測量法。

接觸測量法是用儀器的測量表面或工具的測量表面和被檢驗物體的表面直接接觸的方法來測量。

不接觸的測量法即是測量表面不和被檢驗物件的表面接觸（例如，採用投影測量法或壓縮空氣測量法時）。

1.5 測量工具的分類

用於金屬加工工業的測量工具，可分為三大類：量具、量規、萬能工具和儀器。

量具就是一種物體和器具，是實體的測量單位或測量單位倍數或小數的複製品。量具可以是一個尺寸（如：長度端面量具，角度塊規）或在一定範圍內的任何一個尺寸（長度刻線量具）。

量規為一種器具，用以限制一製件的一些部份的尺寸形狀和相互位置的偏差。量規是一種使用最廣的測量工具。

萬能工具和儀器是用於決定被檢驗數值的大小的。

萬能工具和儀器是按照下列方法分類的：構造的形狀，特殊的用途，機械化的程度，測量的界限，刻度值和其他指標。

按構造形狀萬能工具和儀器分為：