

572410

571

6/7782

T. 24. 2

精密儀器工程

(第二部 下册)



成都科学技术大学图书馆

基本馆藏

精密儀器工程

(第二部下冊)

目 錄

——詳目分別載於各章之前——

第十九章	精密量度工藝學	487
第二十章	公差與配合	549
第二十一章	金屬材料	581
第二十二章	金屬加工	660
第二十三章	塑膠工料	738
第二十四章	塑膠加工	774
第二十五章	工料玻璃與其他脆性物質	847
第二十六章	玻璃與其他脆性物質之加工	889
第二十七章	木材及其加工	909
第二十八章	表面處理	944
第二十九章	金屬、玻璃及塑膠件上分割製造法	969
第三十章	儀器之校準	976

第十九章 精密量度工藝學

Dipl.-Ing. Heiz Eill 著

盧鏡優譯

內 容

19.1.	精密量度工藝學基礎	490
19.2.	度量之誤差	491
19.3.	量器之標示	496
19.4.	測驗室	497
19.5.	量具之處理與使用	498
19.6.	規準	499
19.6.1.	刻度尺寸規	499
19.6.2.	介面尺寸規	500
19.6.3.	量規（樣板）	502
19.7.	量器之種類	504
19.7.1.	照測儀器	504
19.7.2.	測量器具	504
19.7.2.1.	帶有規準之量器	505
19.7.2.1.1.	於發生測力下之測量	505

19.7.2.1.2.	於無測力下之測量	505
19.7.2.2.	不裝配規準之測器	506
19.7.3.	測量裝置	508
19.7.4.	測具之目標造形	508
19.8.	角量度	510
19.8.1.	概述	510
19.8.2.	測量方法	512
19.8.2.1.	小角度之測量	512
19.8.2.2.	90°角之測驗	514
19.8.2.3.	可間接獲得之角量度	514
19.8.2.4.	裝有規準之直接角量測具	516
19.8.2.5.	錐體測驗	517
19.9.	螺絲量度	518
19.9.1.	概述	518
19.9.2.	測量方法	519
19.9.2.1.	螺絲規	519
19.9.2.2.	實在值之量度	523
19.9.2.2.1.	外牙螺絲實在值之量度	523
	機械方式者	523
	光學方式者	525
19.9.2.2.2.	內牙螺絲實在值之量度	527
19.10.	齒輪的量度	528
19.10.1.	概述	528
19.10.2.	測量方法	530
19.10.2.1.	個別誤差量度	530
19.10.2.2.	整體誤差量度	539
19.10.2.2.1.	雙齒面輾壓轉動測驗	539
19.10.2.2.2.	單齒面輾壓轉動測驗	540
19.11.	表面測度	542

19.11.1.	概述	542
19.11.2.	測驗與度量方法	543

參考資料	546
------	-----

算式符號

(於表 1.1 內所列者除外)

a	: 尖端間隙	l_i	: 測量長度
A_{i_n}	: 齒谷尺寸	L	: 測量之大小尺寸
Ar	: 槽溝距離	m	: 模數 (齒之模數)
As	: 齒厚尺寸差	M	: 摹擬尺度, 螺絲三線量法之線
As_m	: 平均齒厚尺寸差		外側距尺寸
As_L	: 規準齒輪之齒厚尺寸差	N	: 已知尺寸, 規準 (樣板)
b	: 齒寬	P	: 螺絲之升度 (螺節)
d_o	: 節圓直徑	q	: 距離
d_1, D_1	: 螺絲帽心徑即螺帽牙頂徑	R_a	: 平均粗糙度值
d_2, D_2	: 螺絲有效直徑	R_p	: 平整面深度
d_3	: 螺絲桿心徑	R_t	: 毛糙深度
d_b	: 線規直徑	R_v	: 平均毛糙度
d_f	: 齒根直徑	s	: 標準遞變緩和度
d_g	: 基圓直徑	S_a	: 齒厚
d_k	: 齒頂圓直徑	S	: 應有正確值
d	: 齒頂圓直徑	S_e	: 齒輪接壓面間隙
f	: 相對誤差或百分比誤差	t_o	: 圓周節
F	: 誤差	t_e	: 齒輪接壓節距
f_n	: 齒節差異變動	t_g	: 基圓節距
Ft	: 齒節誤差和	U	: 不準確度
g	: 等分度	U_{tot}	: 總不準確度
h_f	: 齒脚高	x	: 齒輪正側面移變度因數
h_k	: 齒頭高	z	: 齒數, 螺絲牙線數
H	: 螺絲縱剖面牙高	α_o	: 齒輪接壓角 (亦稱壓力角, 傾斜角)
H_i	: 螺牙之負荷深度		

I	: 測量之實在值	β	: 側斜角
l_0	: 齒谷寬度	β_g	: 基圓上之側斜角
l_s	: 測驗長度	σ	: 總基本標準接近差

19.1. 精密量度工藝學基礎

(TGL O-1319 及 14283 B1.1)

測驗：

物體之現具情況，時常按其所需求之性質（如：量度大小、形狀、表面性質）經由比較確定之，其所得結果為是或否，而無數值表示，按確定性質之類別，可將測驗分別為量度的測驗與非量度測驗。

量度的測驗又分為測量與量規測驗。

非量度測驗為視測校對。

測量：一個量尺寸大小數值量度的比較為用一個另一同樣類別者比之，其結果為由量度數 X 量度單位組成之測值，大多以此作為尺度量表之。

測量可直接的例如可經由將一欲量度之 L 靠置於量尺邊或將欲測度之 L 對一已知大小尺度量 N （規準）比測，而定其差異量 $\Delta = L - N$ ，由此得出兩種測量：

直接量度（尺度）及

差值量度（尺度）

（以前標稱為絕對量度與比較量度為不適合的，因為“絕對”一詞即為無誤差之量度，這是不可能的，而每一測量實皆為一比較）。

量規：

其尺度的測驗係檢測是否保持一定限度，可以作為形狀量規，尺度量規及對合量規辦理之。

形狀量規：

其尺度的測驗，為用一定形態之相對型件量規去測驗對一定原形狀之是否有差異不符。

尺度量規：

為一尺度的測驗，係檢測一個個別測量量之測得實值，是否在一定限度以內，為屬於個別測驗者。

對合量規。

為一尺度的測驗，係以檢測一個測驗物的配合對座量，於基軸時是否在預定限度以下，於基孔時是否在預定限度以上，此種限度係經由其效用相當的比

照件品造體配合者，爲屬於効用配合測驗。

界限量規：

爲於可互換裝配構造上使用者，其尺度的測驗，係用以檢測被測驗物之配合尺度與測得實值是否介於預定二限度之間，對於同軸心封閉形之配合，泰勞氏原則（Taylorscher Grundsatz）訂定了對合量規對於測驗良好側方面，尺度量規對於選剔側方面的原則（見後第19.6.3.節）

19.2. 度量之誤差

每一物件量讀，即使每一量具本身，皆有誤差存在。誤差之計算與表示以下列關係式表之（誤差觀念之一般定義）

$$F = \text{實在測值 } I - \text{應有正確值 } S \quad (19.1)$$

於是：若實在測值太大，其誤差爲正

若實在測值太小，其誤差爲負

對此誤差數：
$$f = \frac{I - S}{S} \quad (19.2)$$

誤差百分數：
$$f = 100 \cdot \frac{I - S}{S} \% \quad (19.3)$$

此定義可於意義上推廣於量具與測量，如此則相對應的例如在量具上所示之值爲實在測值，於此除去量具之誤差，即得正確值。

在尺度本身言，其於尺度上表出之值即爲正確值（例如：2.00 mm），測量實值爲用一標準（規準）測定之實值（例如：1.99 mm），故得誤差

$$F = I - S。$$

誤差的原因：

工具的誤差（器械的誤差）：

由於製造公差，以致每一個別機件皆有誤差，例如量尺與刻度的等分刻劃不準確，含有誤差的測微螺旋、齒桿，不準確的槓杆臂比例等，以及於鑄配時還有調整上的誤差，磨擦而生之搖晃度，承座油膜之空隙等。

測驗品與規準（或標準樣規）的誤差：

由於測量用力與重力的影響以致走樣變形，如成爲彎曲，壓縮，失平等，又由於樣板（標準樣規）的磨耗而致造成製作準確度之尺度差。

觀察者的誤差（主觀的誤差）：

由於測量人員於觀察測讀時，感覺器官之不完全準確性，反應速度的敏捷度

，辨認判斷的能力，錯測，疲勞程度，訓練與經驗及當心程度等原因，不免發生觀察誤差。

環境影響的誤差：

由於溫度，空氣濕度，震動，灰塵，照明等影響，皆可能造成兩種不同的誤差結果。

制度上的（可管制的）誤差：

於制度上的誤差，其原因是可按類別與計算獲得，於基本原則上能經由計算獲得決定，它們常有一定的標示。制度上不同而造成的誤差亦可經由應用別種測量方法得知。

已知制度誤差之和稱為不準確度（Unrichtigkeit），測出值可以此校正之。

制度上之誤差有各種不同的形式。

累進誤差：

累進誤差係於等分劃線，測微螺旋，齒桿測器量度時，隨其所測量長度成比例而變異者，亦即愈長誤差愈大。

周期性之誤差：

此為一種於一定間隔時重複出現之誤差，例如一錶面測微計，由於其傳動齒輪失圓造成之指示誤差，大多為一正弦曲線之變動。

位置（處所）性之誤差：

此為於標準樣板個別不同之處存有之誤差，此項誤差量是互不相同的。

前述各種形式誤差重複錯雜，其綜合之代數和即為對某一觀測處所之總誤差，此項不準確度不能經由多次重複測量除去。

或然誤差（Zufällig Fehler）：

或然誤差（亦可稱為偶率誤差）之部份原因同制度誤差者，可由同一觀測者以同一器具先後測量而得互相略略不同變異結果而體認之，此項每次各別測值之或然變動度，吾人即可據之經由標準接近差（Standardabweichung） S （分別觀測結果之平均平方誤差）之算式計之：

$$S = \sqrt{\frac{\sum \delta i^2}{n-1}} \quad (19.4)$$

式中 n （最小 10）為分別測量之次數， δ 為每次測讀數值對該各數列算術平均數值之差， $\sum \delta i^2$ 為此各次差值之平方和。

於測量次數 n 甚大時， S 成為一界限值，此值作為總基本標準接近差（stan-

ardabweichung σ der Grundgesamtheit) σ 標示之。

σ 值標示出量器之優良度以及量法之可重複性。

設對一用於分別測量之量器不確實度為 $\pm \sigma$ 時，計其統計上之確實度為 68.3%，即於 1000 次分別單獨測值中，317 次於界限值 $\pm \sigma$ 之外，則於取 $\pm 2\sigma$ 時，此統計上之確實度昇增為 95.4%，而於取 $\pm 3\sigma$ 時昇為 99.7%，至目前（該原書之出版日期）止，一般以 $\pm 3\sigma$ 作為器具之不確實度規定，但於工業方面則採增加確實度以 $\pm 1.96\sigma$ （相當於一個 95% 之統計性確實度）作為判斷標準。

量測結果之不確實度可以平均之平均誤差標示之：

$$\sigma_D = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad (19.5)$$

若有許多個或然誤差影響於所測量之尺寸，則可按誤差續孳律（Fehlerfortpflanzungsgesetz）計算其總不確實度

$$U_{ges.} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2} \quad (19.6)$$

關於降低誤差影響之措施：

對於測量設備之實施操作誤差方面者：

例：如 19.1 圖所示之橫向比量器，不可推移相互連固之照準器（誤差 1 係由於連結體之被彎曲），而須移動量尺，再可由於放置過高而有第二誤差之形成，橫向比量器不可用以測驗任意小之劃線分距，而須用縱向比量器測之，於此，為了避免安排處理上之誤差 1（圖 19.1 b）須同時將測驗件品與已知或未知長度之標準樣規於一射線軸向排列對正放妥。

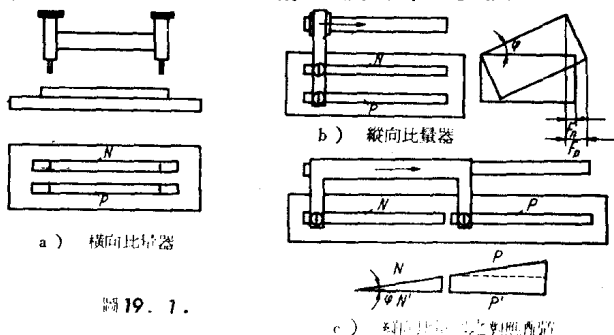


圖 19.1.

對應顯示比量器之運用原則

關於比量技術之基本原理見圖 19.1C，於測厚計，螺旋測量器，精密測示計，測驗機等上皆應用之。

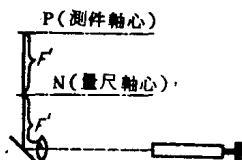


圖 19. 2. 愛本斯坦因原則

於平行安置標準樣規與測驗件品時，爲了避免排列誤差 1 之發生，可以愛本斯坦因原則（Eppensteinsches Prinzip）（圖 19. 2）處理。

光學儀器的安排：應將平行光管照準儀與望遠鏡頭連合，將量尺單獨置於其焦點距離處，而必須將欲測件置於二倍照準儀目鏡之焦點距離處作爲測距（詳 DRP KL. 42b

394809；DRP KL. 42b 409808；DRP KL. 42b 410130）

由於測驗用力而發生之誤差：

德國工業法規 TGL O-2062 規準係假定所有測驗之用力爲零，惟事實上爲不可能辦到者，因爲確實可靠之安裝條件必須保證具備，亦即有關各件於測驗時之受力難以絕對避免，此項作用力勢必引起壓縮，失平等現象，壓縮方面可按虎克定律（Hookesches Gesetz）計算之：

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A} \quad \frac{F}{kp} \mid \frac{l}{cm} \mid \frac{A}{cm^2} \mid \frac{E}{kp/cm^2} \quad (19.7)$$

失平度則可用黑芝公式（Hertzsche Gleichung）以近似方法求出之，此項作用力亦須對支架彎曲變形負責（勉強施爲的結果！）測量時施力造成之誤差亦可能在同樣情況（材料、形狀、表面性質）之製作時發生於標準樣規及測驗件品

由於撓曲發生之誤差：

因量尺放於平面上係支於其所接觸之任何最高三點上，故其於面上之支承點並不固定的，因而所發生之撓曲難以控制，故應於一定點予以支持，以達到其總長度縮短最小之目的，對於中性層位置刻度之量尺，此點應在離尺端 $0,22031 \ell$ 處即約 $2/9 \ell$ 處（ ℓ 爲量尺之長度），此二點稱爲培塞爾點（Besselsche Punkte），對於刻度在上面及端頭規支持之最合適點爲離兩端各 $0,2113 \ell$ 處，各端之端面應垂直於縱長軸而互相平均端正。

由於接觸面之不平形與不平正發生之誤差：

平正之接測小面必須相互平行並垂直於其推動方向（宜有可能調整校準之安排），不平行度與不平正度可以平行端頭測度規（標準樣規）與測驗件品之歪曲接測面比較得知，不平行度於扭轉之接測面（弓形接測螺旋）導致正弦形之周期性誤差，非同一射線向軸心者將導致累進誤差

由於溫度影響發生之誤差：

鋼件 100 mm 長於溫度變異 1°C 時就有約 $1\mu\text{m}$ 之長度變動，測驗件品經由調和之溫度平衡可將其放於測驗室中大質量之金屬物（調整平板）上加速完成之，因為溫度變化曲線係與時間因素有關，故最後之溫度差平衡須一長時間

$$l_t = l_{20} \cdot [1 + \alpha(t - 20)] \quad (19.8)$$

式中： t 為於測驗時之溫度

l_t 為測驗物於溫度 t 時之長度

l_{20} 為測驗物於溫度 20°C 時之長度

α 為測驗物縱伸長係數

對於各種不同縱伸長係數之測驗物及標準樣規，以下式計之：

$$\Delta l = l_{20} \cdot \delta t \cdot \delta \alpha \quad (19.9)$$

對於各種不同溫度之測驗物及標準樣規，則以下式計之：

$$l_{p20} = l_{Na} - l_N \cdot [\alpha_p(t_p - 20) - \alpha_N(t_N - 20)] \quad (19.10)$$

式中： l_{Na} 為測讀值

以 20°C 為目標之測驗為標準樣規與測驗物件須對溫度影響（如輻射熱與觀測者手溫等）加以防護，有時須用特種玻璃（吸熱玻璃）及手護套予以防護
結論：

量度制度上誤差造成之不準確度，無法於測驗措施上予以減小，而祇能經由校正處理之

隨測次漸近之或然誤差，造成結果之不確實度為 σ_D ，與不確實度可經從較多次測值之平均構成值減小之

實際並無誤差之測驗或度量

測量之讀數並非即為測量數

19.3. 量器之標示

對於精密量器功能之完全標識，須具下列觀念，即功能之標出當隨量器之型類而定，不確準度之定出當據其列系順序之最壞器具為準，故其所表者為一最大值，此最大值通常多不為個別量器所盡為應用

尺度值 (Skw) :

作用於一個尺度等分所表示的變異，即為量度大小的變異，故所指尺度值即表示量度大小的數值

表示範圍：

即為於尺度上可能讀出其表示之範圍。

等分劃線距：

即為於相鄰二尺度等分劃線間以公釐 (mm) 為測量單位之距離

測量範圍：

即為表示範圍中之等分，此等分並含有一定之量器誤差。測量範圍常與表示範圍重合

校準範圍：

即測量器具於測值範圍內經由移動其底座，測枱，三腳架等可能予以調節校準之範圍

應用範圍：

即為表示範圍與校準範圍之合成範圍

可移動度 (自由動程) :

量器測度心桿在其表示範圍之可移動度

測量施力 F :

從量器對測驗件品與標準量規所施之靜力，係於測量範圍中央由測觸心桿外伸所施之力大小決定，於具有大表示範圍之量器，則於其表示範圍內以測量施力變動度補充之，於表示範圍小之精密指示器因其此項變動度甚小而可略之。

制度上之量器誤差：

測量實值減去應有正確值之差，於測量得之尺寸過大時為正，故量器 (測具) 之誤差 = 表示值 (測量實在值) 減去正確值

隨測次漸近之或然量器 (測具) 誤差 = 標準接近差

$$S = \sqrt{\frac{\sum \delta i^2}{n-1}} \quad (19.11)$$

式中： δ 為無次測讀值對該各數列算術平均數之差
 n 為測量之次數， n 不能少於 10

歸納：

測量心桿對測物尺度之測量從各方面逐漸接近所得表示不會相同，於每次測量前可以吹風清潔測量心桿，惟不論於旋轉度量或偏心度量，此結果皆難以避免

對尺度及量度以釐米 (mm) 與公尺 (m) 及公斤 (kg) 與公克 (g) 表之。

對於光學的精密儀器尚須加以下列說明

放大：用儀器之視角與無儀器於明視距離 (250 mm) 視角之比例

像之尺度比 M ：像之大小比物之大小

觀察片段：位於實物平面上並成像之片段

物距：實物所在平面與物邊光學儀器端額面間之距離

視野直徑：於目鏡內可見之視野直徑

視野角：視野直徑所張之角度

常給之讀數詳確度 (較妥地說應稱為讀值之可能度) 不言及測具之誤差，亦即不言及測量之準確度，如單說如何能便於讀出，則有關乎尺度之採取，分劃線之距離，劃線之優良度，表示之形式，光學器具與照明之優良度等。測量準確度如處於甚有意義之良好情況，則其讀出值應更可靠，猜測值部份則與測量不可靠度混在一起，故避免表述讀值詳確度而代以測量準確度，此即說於顯及不準確度與重複度之下盡量使測值與測驗件品之實在值一致。

19.4. 測驗室

場所佈置與設備係與測驗產品及性質之要求有關，主要分類如下：

祇為鋼鐵及鑄鐵產品測驗者

亦為非鐵金屬與塑膠類材料等測驗者

為可直接量度之量規與標準樣規 (樣板) 測驗者

上列中最後一類須要溫度調節之測驗室，其他二類則須要溫度控制之測驗室位置：

爲了避免陽光照射應可能以朝北爲原則，並須於平地上，俾使無建築物之震動傳達於測量器具

於大型廳堂內設置測驗室 其四周經由空氣層之絕緣，溫度得以適宜，僅經由玻璃隔牆或鐵柵格隔離是不夠的，而須設雙層牆，雙層門連空氣間及雙層窗爲妥，又爲了避免氣層的壓波，須以通風機緩慢的使空氣流通並同時避免擾動起灰塵的飛揚，至於電熱器則按需要以手或節溫器管制之。

溫度調節係經由特別之溫度調節設備完成之，即吸入之空氣予以清洗，過濾，冷卻，乾燥，然後將其加溫至 20°C 之適當溫度，使用通風機於屋頂打入空氣而於地板上吸出之，室內應維持 $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ 度之溫度及 50 % 之空氣濕度，經由節溫器與濕度計控制之。室內空氣並須潔淨無塵。

測驗室地板應附襯易於清潔積塵材料，例如以樹脂布襯附木材地板或良好配置之專房，至於室頂之隔溫設施亦同樣重要。

測驗室內照明應光亮，但不應耀目，最好爲發光質燈，即所謂冷光，至於經由交流電路於各相上裝設之照明裝置，則具有一種旋轉活動幻影作用，不盡適合

19.5. 量具之處理與應用

量具應保存於特殊之防護儲存器或匣內，如於匣內放置二個以上量具，其間接觸擦碰處應加墊保護，對使用時之手工具可放於毛氈作爲襯墊之配置木器上，於不使用時，量具之測量面應塗抹以無酸性之凡士林防銹，此量面上所塗之凡士林於測量前以浸汽油之麻布擦去之，（此麻布以有孔眼者爲佳）。使用精密量具需要靈敏的感覺，耐心及徹底了解每一測量步驟過程，故此項工作人工員應具良好修養，而於辛苦操作觀點下，其體能方面應爲無手汗之特殊工作適應者。對於靈敏度高的測具須對測量工作人員的手溫與體溫加以防護，例如以木夾鉗取持，穿戴防護手套，使用防溫匣箱等，爲使達到最好之成果及避免由於手工操作造成之損害，測驗人員必須對於部份複雜精密測具之使用法與特點詳予瞭解信守，使用指示爲屬於測具本身所需者，而不是一種由上司辦公桌上定出者。於始用一新測具時，須先經由控制條件下之測驗，以得出其測量準度比，並按此定出其校正補償值。爲了測具裝置免除震抖影響，尤其是照相管制裝置方面者，須以毛氈，海綿橡皮，緩衝彈簧等墊襯，對於支架等上之適當支撐張力應予注意，過度用力引張易造成粘結而致使精密測具成爲無用。

樣規之使用限度（即於何情況下應廢置不能再用意），以控制其公差度及磨耗度之保持，為一與測驗件品之件數與材質及定期正常養護有關之事。測量樣規順經由樣規校驗中心校驗，並由此予以有目的地整理記錄成為卡片化之索引。於較大之時間間距後，所用之測具亦須對其正確的變化情況及其所標示不準確度之保持情況加以核驗

19.6. 規 準

19.6.1. 刻度尺寸規

一個刻度尺規之尺寸為二條等分刻線間之距離，對於最小間距 0.8 mm 之確實度以能做到祇有 $\frac{1}{10}$ 屬估測性者為限

對於粗放量度

此項量尺為較低詳確度者（德國工業法規 TGL 6165）

折尺身係木材或鋼鐵及輕金屬做者。

TGL 6164 號規定，對於長度 $l = 1$ m 者 6 折尺肢做成， $l = 2$ m 者為 10 折尺肢做成，其刻度等分係以公釐（mm）或以公釐（mm）與英分英寸表之。對於金屬尺可以蝕腐刻法，鑄造刻法及滾壓刻法完成之。對於木質尺為了防護由空氣濕度影響其外表塗襯上洋乾漆，鋁質漆或塑膠品加以保護。

按照度量衡檢定準則，允許誤差為： ± 1 mm / 1 m。

捲尺（TGL 3517 號規定）

此項量尺為較高詳確度者

此項量尺照德國工業法規 TGL 3515 號規定應由一件做成，尤其對於工業方面測量用者更為重要

TGL 3515 號規定內第 11 級鋼尺；以 TGL 6153 號規定之第 9 與第 10 級鋼尺檢驗之，而此第 9 第 10 級者則以 TGL 6154 號規定之第 5 至第 8 級者連繫比照之

最高準確度量尺：

原尺不作定規，至於分級之說明及允許之誤差限度則詳見 TGL 15041 號規定 BL. 2.（第二張）

刻度量尺有時亦偶有用其他金屬者，例如青銅，黃銅或玻璃塑膠類亦所允許，對於刻度之要求，於 TGL 6154 號規定為：分割線須正直，平行，須彼此等寬及同垂直於其縱向線，邊緣須尖明及不許有邊緣裂口，劃線溝應對中

心線成對稱，於 TGL 13621 號規定第 1 張……4 張所載關於由彈簧鋼皮與其他金屬做之較大長度量帶尺，其長度在 1 至 50 m 間者，其寬度為 10 至 16 mm，分度以公分 (Cm) 為單位，首先 10 Cm 常分刻為公釐 (mm) 單位之等分，於測量時為了免除由於帶尺撓曲而生變動的長度，應用 15 kp 力（重力或彈簧稱）引張之為準。鋼皮帶尺為便於攜帶，彎捲成空心之穩定捲盤狀態，其按度量衡檢定準則允許誤差：長 1 m……10 m 之金屬帶尺為 0.5……3 mm，其他材質者為 1……6 mm

19.6.2. 介面尺寸規

凡物體之尺寸經由其端面或周緣面構成標示者，皆稱為介面尺寸規凡球形面，圓筒形面，平面形面皆屬之，各別界說如下：

球形介面尺寸規：測量介面為由一個且即此同一球體形成的測面，（對傾倒無敏感之顯示性者）

圓筒形介面距尺寸規

如量盤與柱頭量規（測孔規）其測量面當為正圓筒形面

平行端面距尺寸規

測面係為平正而互相平行者，為今日互換配件製造工業標準之重要測量方法，其標準詳 TGL 12025 號規準第 1……4 張

材質：鋼料，其於溫度 10° 與 30°C 間之膨伸係係數為 $(11.5 \pm 1.5) \cdot 10^{-6}$

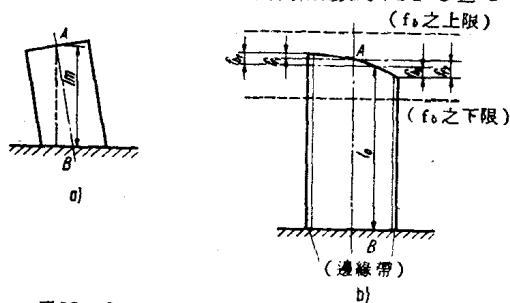


圖 19.3.

- a) 平行端面距尺寸規之長度
- b) 端面距尺寸規誤差 f_b (Endmassfehler) 及測量面誤差 f_r (Messflächenfehler)

也可用硬金屬與石英，須組織均勻，體形不變，能抵抗磨耗，堅強度最少 800 kp/mm^2 ，而適宜於加工及打光者，間距至 100 mm 止者予