

用應差公

莊 權 編 著

中國科學圖書儀器公司

出 版

內容介紹

公差制度是有關大量生產的一個最重要問題。本書注重公差制度在機器製造工業上的應用，聯繫了實際方面的一般基本問題，盡量搜集資料，擇要介紹，使從事生產技術的工作人員很快地能獲得綜合概念，進而作更深入的研究。

本書共分三篇，第一篇，公差應用概論；第二篇，公差與設計；第三篇，國際公差制綱領。公差學說上的主要術語及定義均詳述於第三篇，故初學者宜從該篇入手，而以第一、二篇為參攷。本書除供機器製造工業的工作人員參攷外，亦可供大專學校作為教材之用。

公 差 應 用

編著者 莊 權

出版者 中國科學圖書儀器公司
上海延安中路 537 號 電話 64545

總經售 中國圖書發行公司

★ 有 版 權 ★

ME. 21—0.15 16開 68頁 153千字 每千冊用紙8.5令
新定價 ¥25,000 1953年9月初版 0001—1000
1954年6月再版 1001—1500

上海市書刊出版業營業許可證出零貳柒號

序 言

生產互換問題為大量製造的基本問題。公差制度的建立是解決這個問題最根本的方法，能使生產技術轉入合理化的範疇，生產品質予以提高，生產成本予以降低，成為促進人類物質生活與文化生活的一個重要因素。

公差制度的規範，正如工業標準的規範，隨着科學的演進，生產技術的變化，及經驗的累積，經常須要修正，須要補充，以適應工業的前進。制度所涉及的問題，汪洋浩瀚，非常廣泛，本書編輯着重於機器製造工業的應用，不在理論上打圈子，從實際活動方面，關於一般基本問題，搜集資料，擇要介紹。如公差的應用，機器的使用，機件的設計，有關公差問題者，均有簡明的敘述。凡因經驗缺乏，當問題結合到實際時，常易引起錯誤想法者，作扼要的解釋，以提醒之。從事生產技術的工作人員對於公差制度及其活用關鍵有研究興趣者，庶能很快的獲得綜合概念，進而為深入研究打下明確的基礎。同樣地也可作為專科學校教學的資料。本書關於各種配合法係以國際制為基礎，借以說明公差意義及應用的基本原則，苟明乎此，對於其他公差制度性質，不難舉一反三也。

本書分為三篇。第一篇重心為公差的應用與機器性質的使用。第二篇重心為公差與設計，從製造觀點出發敘述設計與公差應有關係。第三篇提綱挈領地把國際公差制介紹一番，以瞭解該制的特性，作為與其他制度比較之用，並以補充第一第二兩篇未及敘述的問題。故三篇內容，在閱讀時，最好能互相參照，因每篇敘述重點不同故也。公差學說上主要術語與定義，均列於第三篇中，初學者宜從第三篇入手而以其餘兩篇為參考。

國家經濟建設正在大力展開，公差制度的採用，益覺迫切。但出版界對於此項具體問題的寫作，至今日止，尚不多見。本書於養病期中草草寫成，意在拋磚引玉，喚起各方面共同努力，轟轟烈烈地把他發揚起來，否則祖國人民交給我們的工業建設任務，就沒法勝任。

本書經半年之久始告告成，內容錯誤之處在所難免，希予指正。

在編輯時，承友人李國華，過靜宜，胡榮生諸兄之熱忱，助我不少寶貴資料，應表感謝之忱。亡女敦葆不憚煩瑣，給我繪圖及抄寫，並誌紀念之意。

莊 權 上海，1953，中秋。

目 錄

第一篇 公差應用概論

1. 溫度標準與長度標準之重要性	1
2. 量測工具之重要性	4
3. 基線定義之重要性	6
4. 基孔制及基軸制探討	9
5. 各種配合法的應用	16
5-1 精度與配合系統	16
5-2 配合系統與應用範圍	18
附國際制基孔基軸公差配合應用表共十表	
5-3 鋼珠軸承配合法	32
5-3A 內圈與外圈的公差範圍	32
5-3B 配偶機件(軸與座架)之公差範圍	33
6. 特別用途的公差	34
6-1 用於光材的公差	34
附光材公差表	
6-2 換工作業前應具的附加公差	35
附孔徑軸徑附加公差表	
6-3 平面配合的公差	35
7. 公差計算示例	37
7-1 轉合座	37
附常用的國際孔徑公差及軸徑公差各一表	
7-2 工作量規	39
7-3 單純性壓合座之計算	45
8. 公差與常用製造法	56
附最常用的製造方法可能達到的公差一覽表	

第二篇 公差與設計

1. 圖樣的寸法	59
----------------	----

2. 公差在應用上的發展	62
3. 公差尺寸註明法	64
3-1 數字註明法	64
3-2 公差簡號註明法	66
4. 那些方面需要公差	67
5. 公差大小的關係	70
6. 公差審查法	71
6-1 第一定義	71
6-2 第二定義	72
6-3 關於極限範圍的或然率	73
6-4 審查公差用計算法示例	74
6-5 多餘的與過分的公差規定	77
6-6 用實驗法求出公差	78
7. 型體公差	79
8. 表面性能	84

第三篇 國際公差制綱領

1. 國際公差制的目的	86
2. 有關公差上定義	86
3. 制度的基本原則	89
4. 理想的標稱公差	91
4-1 定義	91
4-2 與基線部位配屬關係	91
4-3 與直徑的關係	93
5. 合座的應用	94
5-1 概述	94
5-2 轉合座	95
5-3 靜合座	96
5-4 壓合座	97
6. 常用合座	97
7. 工作量規及檢查量規	98
7-1 概述	98
7-2 量規種類	98

7-3 工作量規應用範圍	99
7-4 檢查量規的應用	99
7-5 量規的製造公差及磨耗	99
8. 製成品之驗收	104
9. 工作量規及檢查量規之驗收法	105
10. 工作量規標誌法	105
附圖解說明及照片說明各兩頁	
11. 工業量具寸法定義	106
12. 各種圖表:	112-125

第一篇

公差應用概論

1. 溫度標準與長度標準之重要性

若以兩件鋼質的塊規，亦稱為標準平量塊者，均為 100 mm 長，一塊在 0°C 時測出的，一塊在 20°C 時測出的。如在同一溫度時，則前者長於後者，其差數等於由 0°—20°C 鋼的伸長尺寸。鋼的熱脹系數每度每公尺為 0.0115 mm，塊規從 0° 熱至 20°C 時，其增加長度為 $100 \cdot 0.0115 \cdot 20/1000 = 0.023$ mm。此伸長出來的尺寸從公差立場來說，約增加了一個公差單位（假定直徑 $d = 100$ mm），使空隙很小的轉合座變為輕的壓合座。合座的性能轉變了，機件的功用亦改變了。溫度如何影響到長度變化參考下表。

溫度差額	長度 mm (用於鋼料)							
	5	10	20	50	100	200	500	1000
0.1°C	0.006	0.01	0.02	0.06	0.1	0.2	0.6	1.2
0.5°C	0.03	0.05	0.1	0.3	0.6	1.2	2.8	5.8
1. °C	0.06	0.1	0.2	0.6	1.2	2.3	5.8	11.5
2. °C	0.12	0.23	0.3	1.2	2.3	4.6	11.5	23.0
3. °C	0.28	0.6	1.2	2.9	5.8	11.5	28.8	57.5

附註：長度變化為 $\mu = 1/1000$ mm

從上表可看出溫度的差額，影響於長度甚鉅，故長度的量測若不在同一溫度下進行，要獲得一致的長度，是不可能的事，因此一切量規和機件的長度必須在同一溫度下從事量測，始能確定其長度的性質。此為工廠量測必須遵行的條件。正因為溫度對於量測的影響甚大，故量測室內溫度要保持均恆，亦是一項重要條件。量規與機件溫度差額須先調整至 0.1~0.5°C 時，始能開始作準確量測。

非鐵金屬如黃銅，鋁等熱脹系數遠較鋼鐵為大，亦須採用同一標準溫度，否則在裝配時會發生合座配合的困難。

金 屬 材 料 與 溫 度 關 係

材料名稱	材 料 長 度 或 直 徑 mm													
	10	20	30	50	80	100	150	200	250	300	400	500	600	800
	溫 度 變 化 1°C. 長 度 單 位 μ													
鋁	0.24	0.48	0.72	1.20	1.92	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2	9.6	12.0	14.4	19.2
青 銅	0.17	0.34	0.51	0.85	1.36	1.7	2.5	3.4	4.2	5.1	6.8	8.4	10.2	13.6
生 鐵	0.09	0.18	0.27	0.45	0.72	0.9	1.3	1.8	2.2	2.7	3.6	4.4	5.4	7.2
黃 銅	0.18	0.36	0.54	0.90	1.46	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	7.2	9.0	10.8	14.4
鉻 鋼	0.10	0.20	0.30	0.50	0.80	1	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
鉻 鉍 鋼	0.13	0.26	0.39	0.65	1.04	1.3	1.9	2.6	3.2	3.9	5.2	6.4	7.8	10.4
炭 素 鋼	0.11	0.23	0.34	0.57	0.92	1.2	1.7	2.3	2.8	3.4	4.6	5.8	6.8	9.2
鑄 鋼	0.14	0.28	0.42	0.70	1.12	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	5.6	7.0	8.4	11.2
鋅	0.30	0.60	0.90	1.50	2.40	3	4.5	6.0	7.5	9.0	12.0	15.0	18.0	24.0
錫	0.23	0.46	0.69	1.15	1.84	2.3	4.4	4.6	5.7	6.9	9.2	11.4	13.8	18.4

鋼珠軸承合座在機械工業中可稱為高級精度的合座。茲假定馬達的鋼珠軸承合座為鋁質，其直徑應為 100H6，但在量測時，室內的溫度為 30°C，而裝配時之溫度為 20°C，則超出的 10°C，在尺寸上發生如何變化，可從上表各項材料熱漲數值中計算出來：

$$\text{孔徑擴大了} \quad 10 \times 2.4 = 24 \mu$$

$$\text{界限量柱擴大了} \quad 10 \times 1.15 = 11.5 \mu$$

$$\text{故孔徑大於量柱為} \quad 24 - 11.5 = 12.5 \mu = 0.0125 \text{ mm}$$

裝置時（即降低了 10°C）孔徑縮小了 0.0125 mm，因而不能成為精密的滑合座，與原始規定公差意義，已不符合，而這些錯誤都從溫度上產生來的。

故保持一定的溫度不僅是工廠中量測室的任務，即製造部分同樣地須保持相同的溫度。保持溫度標準的重要性，不僅是一個國家內工廠應當遵守，即世界各國亦應共同遵守。一致的標準溫度為促進國際生產互換性基本條件之一。因此國際上以 20°C = 68°F 定為工業上國際溫度標準。採用的國家，計有澳洲、比利時、丹麥、德國、芬蘭、法國、英國、意大利、日本、加拿大、荷蘭、挪威、奧國、波蘭、蘇聯、瑞典、捷克、瑞士、匈牙利、美國。每國須負責監督並證明本國出品，在說明其尺寸時，須以攝氏 20°C 為依據。有些國家作了若干守則令製造廠家遵守。如：

1. 凡是量規或工件上所規定的尺寸（標稱尺寸）概以 20°C 時之尺寸為依據。
2. 凡指定為 20°C 用的量規上須注明 20°C 字樣。
3. 量規材料的熱脹率須選用每公尺 0.0115 mm 的近似值。

國際溫度標準最適用於溫帶區域。一般認為降低室內溫度的設備比提高室內溫度設備，較為麻煩。若干區域夏天溫度頗高，但對於 20°C 的規定亦較有利，對 15°C 的規定反

感不便,再若干工業早已採用 20°C 為標準者已不少,原有的量測工具不須改正。

工業標準溫度決定之後,凡在此溫度測出長度應當等於國際原始米達(Prototype)在 0°C 時之長度,換言之,工業上的 20°C 時長度等於原始米達在 0°C 時之長度,如是始能與科學上長度換算。科學上的量測溫度以冰的溶點為根據,當在 0°C 時國際原始米達長度適為 1 m。

英美尺制與歐陸尺制的工業換算率根據標準溫度由英國標準局 1930 年及美國標準協會 1933 年正式公佈了,即

$$1'' = 25,400 \text{ mm.}$$

$$1'' \text{ 英制} = 25,399956 \text{ mm, 換算誤差為 } 0.044 \mu,$$

$$1'' \text{ 美制} = 25,4000508 \text{ mm, 換算誤差為 } 0.0508 \mu.$$

這個換算率的成立,在國際生產合作上是一重要步驟。

米達制遠在 1900 年前已公認為國際長度標準,曾有統一米達制的協議, (International Meter Convention)。

我們所熟知的,一米達的長度等於地球兩極圓周 40,000,000 分之一,在巴黎的國際原始米達由 90% 白金及 10% 鈦合金製成。當時參加國際米達協會十八個國家,各有倣造的巴黎原始米達一具,並編有一至十八號碼。每具長度誤差各有詳細的規定,附有長度計算公式。

例如給予瑞士的倣製米達為第二號,它的長度計算式為

$$\text{長度} = 1 \text{ m} - 1.5 \mu + 8.665 t \mu + 0.00100 t^2 \mu \pm 0.2 \mu.$$

$$t = \text{溫度}^{\circ}\text{C}, \quad \mu = 0.001 \text{ mm.}$$

給與德國的為第十八號,它的長度計算式為

$$\text{長度} = 1 \text{ m} - 1.7 \mu + 8.642 t \mu + 0.00100 t^2 \mu.$$

1936 年由 Johnson-Matthey 造的原始米達較為精確,它的熱脹系數計算式為

$$(8.621 + 0.00180 t) \cdot 10^{-6}$$

在今日的科學與工業進步狀態之下,原始米達已不夠成為標準的條件了,單從製造上說,倘長度標準仍以原始米達作為統一規定,工業上將陷於混亂狀態,一如溫度標準未曾規定前之情形。

理想的長度標準,應脫離物理性質的變化,應不受其他外來的影響,始能保持其準確性。在極北的滿洲里量測的長度與在極南的海南島量測結果同一準確,此祇有光波適合這樣的條件,1927 年國際公差制委員會決定放棄 Micron = 0.001 mm 為長度單位標準,而以鎘(Cd)的紅射線波長 λ 為標準⁽¹⁾。

(1) 關於紅射線波長較詳敘述參閱第三篇中“工業量具寸法定義”。

$$\lambda = 643,846.96 \cdot 10^{-9} = 0.64 \text{ Micron.}$$

這是長度標準的重要決定。

工業上長度定義，由於這兩個基本條件的成立，得到了明確的解釋。所謂放之四海而皆準者是也。

2. 量測工具之重要性

溫度標準與長度標準統一之後，工業上重新奠定了它的穩固而結實的基礎，在工業生產上是一個重大的成就，開拓了新的工業基地，首先就是量測工業。

製造上有了公差的規定，當然要嚴格執行，否則不能發揮互換的優越性，而變為空洞無用的東西。於是檢查與量測在生產上成為不可分離的製造行動，決非旁門枝節或非生產性的行動。如因此而想節省此項開支，無異在生產互換的大道上開倒車。工業正向着這個大道不斷推進，量具的需要日形迫切，量測技術若不隨着平行發展，許多製造上標準問題不得迅速解決，勢將延緩工業的進步。制定的各項工業標準，部份的將成為紙上的理論，不能使其實現，故量測工業的發展成為必然的趨勢。它的地位，很明顯地，將日見其重要，而且還要領導精密工業向前邁進。

用什麼樣的量具或用什麼樣的量測方法來量測工件最為適當，顯然是工廠裏一個很實際的問題，但亦只能從實際的需要中來求答覆。第一，要量測的是什麼：長度，角度，螺紋，形狀，性質，容量，運動，物體的平面形，圓柱形，球面形，內圓，外圓？第二，要達到的精度是那樣的？第三，是否為少數的產量或多數的產量？第四，用在那樣的場所：工場，檢查或量測室，研究室？

量測工業不僅着眼於量具精度的保持，並從事改善量測時間如何縮短，維持費用如何減少，以適合工廠經濟的要求。

各種量測方法從性質說，可分成八類：

- | | | |
|-------|-------|---------|
| 1. 平面 | 4. 螺紋 | 7. 運動狀態 |
| 2. 長度 | 5. 分度 | 8. 硬度。 |
| 3. 角度 | 6. 形狀 | |

正確的量測就是正確的比對，一切量測的結果皆是比對的結果，而非絕對的結果，故較準確的量值需要幾次三番的量測，從其間隔數值中求得之，量測既為比對的行動，故長度須與長度比，平面須與平面比，角度與角度比，分度與分度比。視力不及之處可利用光學電學以協助視力至萬分中小部份的 mm 的觀察。

量具的精度較被量測的工件精度約須大出十倍：

工件精度至 0.1 mm,	量具精度須至 0.01 mm
工件精度至 0.01 mm,	量具精度須至 0.001 mm
工件精度至 0.001 mm,	量具精度須至 0.0001 mm.

量測精度高出十倍的理由基於下列幾個量差的因素：

1. 量差的感敏性 在量測時量具性質引起的變化與量件在量值上引起的變化，形成量測的感敏性，若用公式來說明，即

$$\text{量差感敏性} = \frac{\text{量具的變化}}{\text{量值的變化}}$$

2. 擴大值 當量件很自然地附着量具時候，隨當時情形所引起極微的擴大的，能為我們所覺察到的量值上的變化。

3. 量測結果不能一致 在同一量測環境與條件下施行重覆的量測不一定能得到同樣的結果。

4. 量具本身的誤差 使實際數值在量測時發生差額，惟此類誤差，可根據製造廠附送的量具修正表修正之。久用後誤差有擴大的可能。

從各項的量差中計算量測的精度。

量測的可靠性與量件的性質有關，與量具的性質有關，與量測溫度，量測壓力，以及工作人員個人熟練程度均有關係。

若用測微計量測 1/100 mm 的精度，則測微計的最大量差應為 1/1000 mm。在製造過程中所使用的工具機，工具等等精度至少應在同一條件下，或者更高一些，而且要嚴格遵守着 20°C 的量測，才能掌握每個另件的應需精度，使總的量差限止在 1/1000 mm。茲將西瑞士某一工廠造的測微計另件精度，錄之於下，可觀察到現在量測工業上要求與進展情況。

測軸直徑公差	± 0.002 mm
測軸上螺紋斜度最大量差	0.001 mm
量面平行性最大量差	0.0006 mm
弓形環彎曲最大量差	0.0009 mm
分度最大量差	0.0001 mm
軸徑導動最大公隙	0.005 mm
孔徑圓度公差	0.003 mm

工件的尺寸，在製造完成後，與圖樣上恰好一樣，沒有一些公差存乎其間，乃做不到的事實，工業上的量測不使有一些量差存在，亦是一件想入非非的事情。但有一點要認識清楚，這些量差的總和若與圖樣公差相較，必須是一個很小的數字。換言之，量差總和比製

造公差必須要小得多，茲舉例以明之。

■	工件公差	9.0 μ
■	工作量規製造公差	2.0 μ
■	檢查量規製造公差	1.5 μ
■	檢查量規的量差	0.8 μ
■	塊規的製造公差	0.4 μ
■	長度光測的量差	0.25 μ
■	塊規與光測比對量差	0.08 μ
■	光波干涉法量測塊規	0.02 μ

量測的作用，在另一方面，却成為檢查製造方法與工具性能很好的根據。機器與工具是否準確與如何校正，可視量測結果作出決定，惟所用的量測方法及量具，必須分別地指出工件毛病的根源，始能採用上項辦法，否則下藥不一定能對症。

3. 基線定義之重要性

一切工件尺寸的公差，莫不與它的標稱尺寸，即圖上原始尺寸，有密切的關係。故研究配合法各項問題，無不先以標稱尺寸作為對象，在早期發展階段已是這樣的着眼了。最初工廠用的量規，係普通標準樣柱與樣圈。當時亦只有這樣的量規可資使用。此種量規的尺寸是與標稱尺寸一樣，當其時所定的規格，樣柱進入樣圈時，應當起有吸吮作用，以為互相檢驗的標準。一切工件須儘可能來適合此兩種量規，而在配偶的工件上給予公隙或公盈。這個公差究竟是多是少，要靠工人主觀感覺，隨時作答復的，公差的大小是與感覺成關係的。後來製造上採用了界限量規，才把此些毛病消除了。圓孔的界限量規一般仍為樣柱，惟有兩端，其尺寸不同，一端的尺寸作為合用尺寸，通常稱為合用面，須在製成的圓孔內很輕易通過。另一端的尺寸認為作廢尺寸，通常稱為作廢面，不得通過圓孔。大尺寸的孔徑可用扁形量規或球面量規。軸徑則用外徑量規，亦具兩種量界。對於合用面應很輕易的跨過軸徑，而作廢面則不得跨過。用這樣的方法，根據我們的要求，使工件可以互相配合達到應得的合座，不再受感覺之支配矣。因此量規界限內的每個工件尺寸，應同為製造及

驗收者認為合格的尺寸。至於在標稱尺寸上或量規的兩面(合用面與作廢面)上尺寸是否須進一步的來規定其最大與最小的公差。當時的意見視為無此必要,並不經濟,化費工時太多。認為要求的合座一樣地很好達到,倘使每一工件製成後,實際尺寸位置均處於公差範圍的中間,即已適合合座所規定的性質。於是在基孔制的量規上根據標稱尺寸給予正負的公差,俾孔徑在製造時趨向一個中間數值,此中間數值極近似標稱尺寸,基孔制的基線遂成為孔徑公差範圍的對稱線。在基軸制的量規上,根據軸標稱尺寸,同樣給予正負公差,俾可得到與軸標稱尺寸近似的中間值,故基軸制的基線亦成為軸徑公差範圍的對稱線。

基線成為公差範圍對稱線,尚不足以解決公差更重要的任務。每個公差範圍在基線上應當很明確地表現出它的部位,則工件合座的性質在基線上亦有了明確的規定,則配座精度的變化亦能符合一致。這些問題決非對稱線可解決得了的。後來經過透澈的研究,始獲得基本上的改進,即孔徑公差的下公差,即孔徑最小界限尺寸,應為基孔制的基線。軸徑公差的上公差,即軸徑最大界限尺寸,應為基軸制的基線。這個配合法在 1928 年國際上十四個國家所採用了。茲將該項配合法原則詳為引申於下:

基孔制以標稱尺寸定為孔徑的最小尺寸,即孔徑公差最小的界限尺寸,亦即等於孔徑的下公差(亦稱下標差)。孔徑最大界限尺寸,即孔徑最大的公差。因此,孔徑上公差(亦稱上標差)等於孔徑公差之值。其下公差作為 0,成為基孔制的基線。屬於基孔制的軸徑上公差為合座的最小公隙(或合座的最大公盈),軸徑的下公差為軸徑尺寸所具的公差。參考圖 1-1。

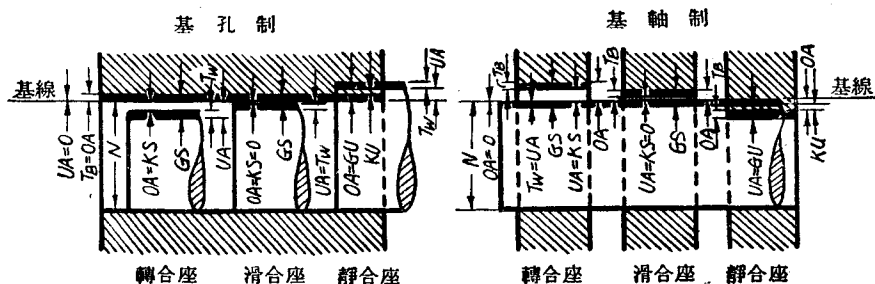


圖 1-1

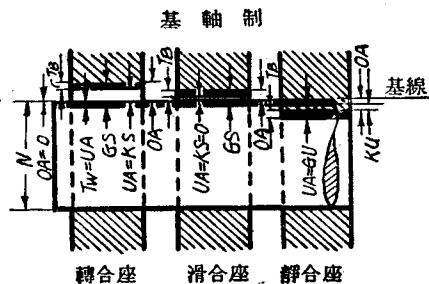


圖 1-2

基孔制的說明:

轉合座 $UA = 0 =$ 孔徑下公差 = 基線, $T_B = OA =$ 孔徑上公差, $N =$ 標稱尺寸,
 $OA = KS =$ 軸徑上公差 = 最小公隙, $GS =$ 最大公隙, $T_W =$ 軸的公差,
 $UA =$ 軸的下公差。

滑合座 $OA = KS = 0 =$ 軸的最小公隙 = 0, $GS =$ 最大公隙, $UA = T_W =$ 軸的下公差 = 軸的公差。

靜合座 $OA = GU =$ 軸徑上公差 = 最大公盈, $KU =$ 最小公盈, $T_W =$ 軸的公差, $UA =$ 軸的下公差

基軸制的說明:

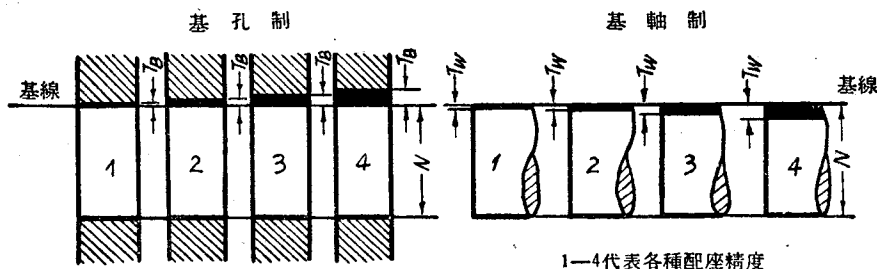
轉合座 $N =$ 標稱尺寸 = 軸的上公差 $OA = 0$, $T_B =$ 孔徑公差,
 $T_W = UA =$ 軸徑公差 = 軸徑下公差, $GS =$ 最大公隙,
 $UA = KS =$ 下公差 = 最小公隙, $OA =$ 上公差。

滑合座 $UA = KS = 0 =$ 下公差 = 最小公隙 = 0, $GS =$ 最大公隙, $OA =$ 上公差。

靜合座 $UA = GU =$ 下公差 = 最大公盈, $OA =$ 上公差, $KU =$ 最小公盈。

基軸制以標稱尺寸定為軸徑的最大界限尺寸，為軸的上公差，作為0，成為基軸制的基線。軸的最小界限尺寸為合座最大的公隙，等於標稱尺寸減去軸徑公差的差額。屬於基軸制內孔徑的下公差為合座的最小公隙(或合座的最大公盈)。孔徑的上公差即為孔徑公差所具之值(或為最小的公盈)。參考圖1-2。

上述兩種配合法，均以標稱尺寸作為公差分配起點，即基孔制以其最小尺寸(標稱尺寸)，基軸制以其最大尺寸(標稱尺寸)作為零線。在此零線上建立各種配合法。此線一般稱為基線，亦有稱為零線者。基線的部位對於各種配座精度是無變化的。凡同轉合座或

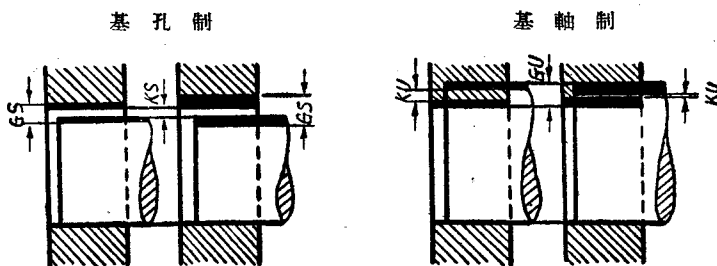


1—4代表各種配座精度

圖 1-3 各種配座精度

1—4代表各種配座精度

圖 1-4 各種配座精度



轉合座

圖 1-5 轉合座配合法

靜合座

圖 1-6 靜合座配合法

靜合座性質的合座，在不同的配座精度下，它的最小公隙是相同的，如圖1-5 KS (指轉合座言)。或它的最大公盈是相同的，如圖1-6 GU (指壓合座言)。轉合座的最大公隙 GS 或靜合座的最小公盈 KU 是可以變化的，而且是根據機件需要的配座精度而變化的。又在同一配合法內，由這一配座精度改變為另一配座精度，成為同性質合座的互換，是可能的，只須改變其最大公隙或最小公盈。但盈隙的改變應在機件功能許可範圍之內。

基孔制中滑合座的圓軸等於基軸，同樣地基軸制中滑合座的圓孔等於基孔。因此，在同一的標稱直徑下基軸與基孔可配合為滑合座。

總之，以基線為配合法的界限線方法發明後，孔徑與軸徑的配選，與製造品的互換，漸趨規律化矣，此為製造上一大進步。

4. 基孔制與基軸制探討

基孔制基軸制的平行標準制是否可以擇取其一，或從兩者中產生另一新的統一標準？工業界為解決這個迫切問題，曾將兩制中各種利弊廣泛展開討論，深入審查，而其結論，認為兩制各有特長，截長補短以求統一，殊非建立標準的原意。

問題的檢討着眼於下列幾點：

1. 設計上的需要性，
2. 工具的創置與維持，
3. 製造費用，
4. 裝配及修配的關係，
5. 有關試驗問題。

1. 設計上的需要性 孔徑在基孔制中是配合的主體。當孔徑的標稱直徑一經規定，無須問用途的目的，即根據相同的直徑，——在同一配座精度內者，——及其相同的公差，逕行施工。至於因不同的合座引起來的直徑差別，可以施於配偶的圓軸上，使適就規定的用途。如有必要，亦可另擇直徑，甚至另選別一公差以配合之。若有許多配合部位順列在一軸上，其合座性質各各不同，則設計時須變更圓軸的直徑，所謂“層軸”以達到目的。圖 1-7 為一基孔制的圓軸，軸之中間為壓合座，兩端為轉合座。解決這個問題在設計上須根

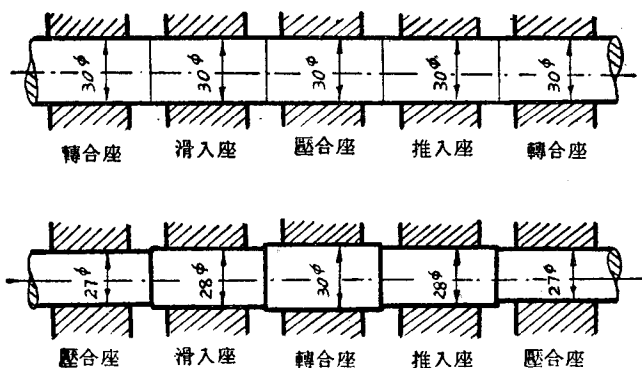


圖 1-7, 1-8 用基孔制設計的軸

據合座的性質，確定軸徑在各部位的差別，一般情形係利用打磨掉的磨差，就把此差別問題解決了，在壓合座部位的孔徑面不會被轉合座配合面於通過時受到損傷了。圖 1-8 轉合座在軸的中段，而壓合座位於軸的兩端。標稱直徑是不變的，但軸的兩端直徑較中段的直徑應當大一些，則轉合座的孔徑配合面，因須經過壓合部位而受損傷，所以設計的方法根據配合部位，將軸徑的標稱尺寸，分段遞次減小，用層軸方法以確保其裝配上的順利。

在基軸制中軸徑為主體，相同的直徑可用相等的公差，當然須在同一配座精度內者。故若軸的標稱直徑已經規定，可選從相同的直徑中得到相等的公差。與孔徑如何配合，用

不着顧慮，而可從用途目的在其配偶的孔徑尺寸上變更之。基軸制的軸在全長中若不變更其直徑時，稱為“光軸”。例如圖 1-9 在軸中段為轉合座，兩端為壓合座，光軸上合座孔徑面不會受到損傷。相反的情形如圖 1-10。壓合座在軸的中段，而轉合座在兩端。如保持軸徑的不變，在按裝時要發生困難，轉合座的配合面容易受到損傷，故須採用較穩的設計，使裝配工作順利進行，其法即把直徑遞次減小是也。這裏須順便提醒一下，莫把基軸與光軸在性質上認為是一致的東西。

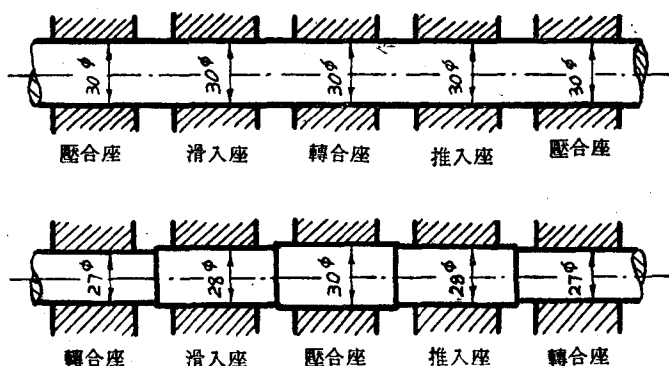


圖 1-9, 1-10 用基軸制設計的軸

2. 工具的創置與維持 在基軸制中孔徑須具備各種尺寸，以適應各種基軸合座，因此需儲備適量的內徑量規，適量的鉸刀，還要準備各色中心夾軸以夾持工件，創置基軸制設備的費用比基孔制為多。但經常維持費前者少於後者，由於耗用的鉸刀可移用於較小的孔徑。大孔徑所用鉸刀，在尺寸上，可以隨時調整，消耗減少，已不成為嚴重問題。在基孔制中軸徑的尺寸，有多種的變化，因此需要適量的外徑量規，其費用比樣柱為小。檢查孔徑，通常只用一個樣柱與一把鉸刀就夠了。外徑量規的檢查，在工場裏，主要是靠量測儀器，或類似的設計。基孔制還有一個方便，即合座配合尺寸差別不在孔徑，而在軸徑，在製造上既易施工，又易量測，工場裏因此樂用基孔制。

茲列基孔制與基軸制所需量規與刀具對照表，表內假定以十種合座屬於一個配座精座，其直徑範圍為 40 mm。

配 置 的 種 類		基 孔 制 件 數	基 軸 制 件 數
量 規	樣柱(內徑量規).....	1	10
	普通外徑量規(檢查用).....	1	10
	外徑界限量規.....	10	1
	圓片量規(檢查用).....	20	2
刀 具	鉸刀.....	1	10
	校圈(鉸刀附件).....	1	10

上列的表，說明若在同一條件下，則基軸制的設備，較基孔制者有頗大的差別，但從工場實際情形來看，這個差別未必存在，至少亦可減少至最小限度。工場裏對於基孔制所需工具準備量，照正常情形必須超出若干倍，因為許多同樣的孔徑，要同時鑽削，許多工人同時操作，故準備量要大出若干倍。基軸制的情形則不同。鑽眼刀具及量規等，在量的準備上，遠不及基孔制的多。我們只要設想一下，是否有許多部位同時要鑽同樣的孔徑，同為同樣的合座及同樣的材料。故工具的數量，在實際上的準備，就少得多了。設備費用的差別因此可抵消大部份或全部。此當然與工廠規模大小很有關係。再孔徑可用打磨方法後，鉸刀在量的準備上，更可不成問題。此與基軸制的製造當更有利。

3. 製造費用 基軸制於製造費用上，具有不可低估的長處，軸上可用各種配合法，不需要採用磨軸方法減小軸徑，配合的差別可移在孔徑上調整之。故用以製造圓軸或銷子，在成本上，要低廉的多。

圖 1-11 及圖 1-12 示兩根軸的用途是相同的，而圖 1-11 根據基軸制設計的軸，其製造

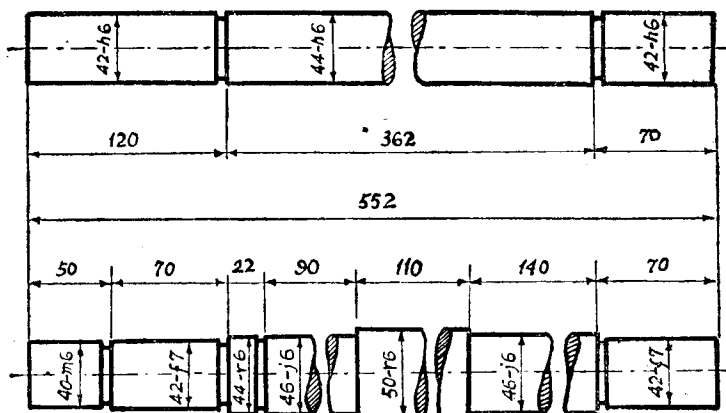


圖 1-11 基軸制的層軸

圖 1-12 同一用途用基孔制設計

費只等於圖 1-12 基孔制的軸約四分之一，基軸制能顯示出這個長處，正因為能利用光軸之故，光軸已可在無頂針磨光機上最經濟的大量製造，其精度已能達到國際制第六級第五級，已是甚細甚精的軸了，此樣精度的軸使於任何一種配合法毫無問題。另有一種拉製的軸亦具各種精度，但只適用於較粗的合座配合系統（參閱各種配合法應用篇）。若靜止的機件須裝在軸上，於軸的圓度無甚關係者，可使用拉製的軸（參閱光材公差表）。拉製軸亦適用於過渡配合第七級國際制精度，並常用之於軸的末端車削成的或磨光成的層軸。故基軸制的設計，比較簡單，再基軸制的孔徑公差，較基孔制的孔徑公差為寬，這些長處常用於農業機械上，紡織機器上。在器具上的應用更為廣泛。基軸制要用到層軸的設計，可用很少的層次，而把問題解決。下列數圖示基軸制與基孔制在製造上的區別。