

## 說 明

- 一、 我部最近收到各校推薦交流的講義二百餘種，除已有蘇聯教材及需要量不大者外，其餘講義均已印出，這些講義主要是供教師參攷，各校如需採為教材時，可自行翻印。
- 二、 這些講義的內容未經我部審查，內容由原推薦學校負責，參考此項講義的學校，應對講義內容切實提出意見，並將意見扼要填報我部(表格附在講義前面，各校可將意見填上，裁下來寄給我們)，以供今後組織交流時之參考。
- 三、 因謄寫條件的限制，抄寫錯誤在所難免，有些講義原稿錯誤未及改正，有些不全或缺圖，爲了在開學前印出供各校參考，謄寫時亦只好照抄。
- 四、 各校對交流講義如有任何意見，請即向我部提出，以改進今後工作。

中央人民政府高等教育部  
教學指導司教材編審處

# 公差及精密測量

## 公差及精密測量

### 引言

工學習這門課程的意義？

#### 1. 機械製造工叶發展的需要：

偉大的導師斯大林曾說過“機械製造工叶是一般工叶的神经中樞”。錢俊瑞部長在我校同學典禮上也曾經說“要使我國工叶化，首先要鞏固與發展我們的重工叶，如機器製造叶石油工叶和鋼鐵工叶等，因此大力發展我國的機械製造工叶，就是我們目前首要經濟建設上之一。

為了迅速發展，機器製造工叶，首先就必須能夠大量的生產機器。（即以大量的生產方式來生產）。同時還必須保證這些生產出來的機器能合乎一定的規格。（即質量控制問題）。

大量生產的先決條件是零件必須能夠互換應用。我們知道，一個機器是由許多零件組合起來的，以前在單件生產時，機器的裝配都是靠手工加工後裝配起來的。一個零件能裝在某一個機器上，不能裝在別的機器上，因此大的影響了生產量。但是在現代的大量生產方式進行生產時，製出的每一個零件應該能夠很合適的裝配在類似的任何一架機器上，同時還能保持機器原有的效能。（這種零件我們稱之為具有互換性）。不過在製造這種零件時必須首先給予充分的必要尺寸及裝之能合乎一定的準確度。當然最好是製出的零件完全一樣大小，但這是不可能的。大家知道，現代機製產品不論什麼方法製造其尺寸不會絕對完全一樣，所以在製造零件時，通常總是允許有一定的尺寸，在一定的範圍內可以變動，這個變動的範圍，就是公差，因此公差的大小即代表零件準確度的高低。

為保證尺寸的準確性，必須採用精密的量具，以正確的使用方法來進行測量，這就是所謂精密測量。

根據以上討論可知，在機器製造時的重要條件之一就是

精確的測量。因此需要根據的程度把機器分為不同的精度

先是零件必需具有一定的準確度(公差)同時還需要採用正確的度量方法來控制準確度,否則量的增加和質的改善都是設不到的。

2. 公差及精密測量與國家建設有什麼關係,

聯共第十八次全蘇代表會議的決議中曾指出:“在我國的各企業中竭力遵守操作過程中的嚴格紀律,所有企業在操作過程中都應使用精確的工具,並為監督它們的遵守情況而規定檢查制度”,這樣便能保證生產出完全合乎原定規格的,品質優良的成套產品,這說明聯共黨和蘇聯政府對保證優良品質是同等重視的。

從我國目前情況來講也具有很重要的意義。這可在東北第一機器廠生產的實際情況加以說明,在1950年第一季度由於該廠未能重視檢查工作製造過程中所起的作用,因此製造出來的引台車床,沒有一台是合格品,但經過領導同志親自下廠檢查,更執行了嚴格的檢查制度,以後,在第二季度生產的72台車床中標準品已佔39台(54%),只有一台是廢品,在第三季度和台全(100%)合乎標準。由這個例子也可看出在製造過程中控制零件的質量,是具有極大的經濟意義的。

另外大家也可以想像,如果我們今後不能大量的生產機器,飛機,汽車,那麼我們怎能有力確保我們的和平建設呢?即或能夠大量生產,但品質很壞,甚至都不能開動,那又有什麼用?

因此我們不僅要求增加工時的生產量,而且還要求生產具有一定品質或合乎一定規格的工件產品,能夠這樣才能確保我國工業的迅速發展與壯大。

3. 中國過去所採用的公差制度及將來可能採用的制度。

毛主席在新民主主義論中曾說過“舊中國的經濟和文化是殖民地半殖民地半封建性的”,我們根據過去舊中國所採用的公差制度也可以體會得到,這句話的真理。過去我們自己沒有一套公差制度。留德的工程師回來沒用德國制(如兵工廠),留美的用美國制(如賓夕法尼亞會所屬各廠)。此外在淪陷區改為東北各廠,……

制，由此視中國過去時機器製造工叶所採用的公差制度，正如當時的社會性質一樣，是帶有殖民地性的，並且是極為混亂的。雖然偽經濟部曾一度規定要採用國際制度，但始終未能普遍推行。試想一下國家沒有一套統一的工叶制度如何能走向工叶化（當然不是說有了統一制度就會工叶化）。這種現象一方面表現反動統治階級的无能，另一方面也表現他們根本也不想中國走向工叶化。因此在過去學校的課程表中也不會排入“公差及精密測量”這門課。這是必然的現象。

然而自全國解放以後，我們有了這門課程，這主要是由於工叶發展的情況所造成。三年以來我們的工叶進展，不但順利的完成了恢復生產的階段，同時更前進了一步，獲得輝煌的成績；我們自己已能夠製造達到國際標準的品質優良的精密機器，例如，上海的工廠生產的磨床和鏜床，北京機器廠的入字齒輪機等。不但如此，今年我國即將在毛主席領導下，開展大規模的經濟建設工作。需要製造大量的機器，更多的品質優良的機器。因此在技術上就更要有一套完善的公差標準和嚴密的檢驗制度。（當然為完成祖國的經濟建設工作主要決定因素還是靠依靠工人階級的積極性），我們這門功課即係為研究這方面的技術問題而開設的。

關於公差制度，雖然在目前還沒有一套完善的制度，但蘇聯在這方面已有很多經驗，而且蘇聯已有一套比世界上任何制度都的蘇聯公差制度。我們相信不久我國工叶部就在蘇聯專家幫助之下，制訂一套合乎我國國情的公差制度亦有可能直接採用蘇聯公差制度。

## II 學習這門課程的目的

這門課程設立的目的，主要是使同學們學習怎樣去控制機械製造的產品，使其零件具有互換性，並能控制產品尺寸的準確度，使其達到一定的標準，因此通過這門課程，同學的交談能修：

1. 認識公差的作用，知道為保證零件互換性，保證產品質量同時并為降低生產成本，必須採公差制度。

2. 知道如何選擇或規定公差，才能合乎一定的要求。
3. 知道如何控制公差的方法，對車削、板線及抽樣檢驗，兩種方法有明確了解。
4. 認識採用什麼方法及何種量具來從事測量和檢驗工作才能得到最好的效果。

## 公差及精密測量

### 第一部 公差

#### 第一章 概述

##### 1.1 互換性

##### 1.1.1 基本概念

現代大量生產的目的，如眾所周知，在於如何能以最經濟的方法製造具有互換性的零件，但什麼應叫互換性呢？它在機器製造和應用上有什麼意義呢？

首先，機件的互換性可以這樣解釋：

在機械一部份或整件裝配過程中，如所用完工零件，可以不經任何預先選擇，同時在裝配時又必須另加任何手工修配工作，即可合成為具有一定功用要求的機構或機械時，這種零件便叫做具有互換性或可以互換的零件，顯然地，具有互換性的零件，彼此可以互相替換而不致影響集成品的正常功用。

互換性的作用，主要表現在兩方面，一是在機械的製造上，一是在機械的維護，或修理上。

在現代大量生產方式創始以前，機械的製造完全靠手工配合，一部機器的零件可以由人工配合的很準確很合用，但同類機器內的組成零件彼此間則很少或完全不能互換，這種所謂「單個製造」的生產方式，在於過程零件中所費時間又極多的所付代價亦必極高。因此，對於大量生產合乎一定經濟要求條件的零件，它便無法滿足。同時，由於單個製造和手工配合，相同零件間的互配尺寸可能相差甚遠，使彼此間很少或完全不能互換，這樣在修理時，機件的

。配合必須個別重複進行，其不便與不經濟可以想見。

具有互換性的零件可完全克服上述弊病；即在裝配時，可省略人工配合；而在修理時，即可直接以新換舊無須個別進行修配。

此外，由於技術和經濟理由，現代機械所用原件多在不同車間，甚至不同工廠分別製造，最後運至一處加以裝配或使用，可以想像，如所製機件不能互換，則最後裝配或使用，將不可能。

現代機械，在結構上，有一種趨勢：即儘量採用標準零件和附件，以便利設計和製造，一般機器多可分為若干標準獨立機構或單位。根據不同要求，集合此種標準獨立機構，即可組成不同型式或級別的機器。顯然地，這種標準零件，附件及獨立機構必須均能互換。不然，所謂標準也者，便無意義。

### 1.1.2 互換性的種類

以標準附件或獨立機構來講，它們的互換性可分為外在的和內在兩種，把它們作為一個整體，它們和相配間的互換性叫做“外在的互換性”在它們內部，各組成零件間的互換性，叫做“內在的互換性”。

以滾珠或滾柱軸承為例，它的外殼的外徑，為了和機匣及機軸互配，係具有外在互換性，至於外殼內徑，內殼外徑和滾珠或滾柱間配合，則具有內在的互換性。

互換性又可根據互換程度分(1)“完全”(100%)及(2)“不完全”或“部份”互換性兩種。

一般大量生產機件的尺寸，為保證互換性，必須具有一定的製造標準程度，尺寸的製造標準程度就是所謂公差，公差的目的，和一般人的想像相反，不是在於提高製造的標準精確程度，而是在於限制製造最不準確程度。因此，在滿足一定功用前提下，一般零件的公差，均應儘可能採用最大數值以便降低製造成本。公差代表製造準確度，換言之即代表尺寸許可變化的最大範圍。因此，如零件實際尺寸能在此範圍以內，它們便可百分之百地自由互換，在什麼

樣性叫做“完全互換性”。

由於特殊功用條件的要求，公差的规定在設計和製造兩方面常發生一種矛盾，即設計方面要求公差愈小愈好；而製造方面要求公差愈大愈好。為了同時滿足二者要求，普通多採取較大製造公差，利用選擇裝配方法解決之。即先將完工之配件按尺寸大小分為同等數目的若干組（2、3、4或更多），然後令大的外件和大的內件相配，小的外件和小的內件相配，顯然地，同組內各件可以完全互換，但組間則不能互換。這種互換性，叫做（或作“有限制的”）“互換性不完全或部份互換性”。

仍以滾珠或滾柱軸承為例，外殼內徑和內殼內徑的尺寸，為便於和機匣及機軸相配，係具有“完全互換性”外殼內徑、內殼外徑和滾珠或滾柱的尺寸，為了綜合設計上的配合和製造上的成本要求，一般僅具有部份互換性。

關於為滿足部份互換性應當採用的選擇裝配方法，將在第八章內進行加以討論。

機械原件或獨立機構的幾何形狀愈簡單，互配尺寸數目愈少，對保持互換性愈為有利。正確的技术設計，除了應當使機件的形狀便於加工並有助於生產時提高效率外更應特別照顧機件的互換性要求。因此，以互換性觀點出發，簡化機件形狀並減少互配尺寸的數目，是條設計工作的基本要求。

圖1—1代表同一機構的兩種不同設計，其中(a)為較(a)為簡單合理。

根據技術條件的要求，圖中尺寸 $F$ 應保持在 $100$ 至 $100.3$ mm之間，但同一基本尺寸 $F$ 僅由五個互配尺寸組成，即 $F = A - B - C + D + E$ ；而右圖中 $F$ 僅由三個互配尺寸組成，即 $F = A - B + C$ ，茲假定規定公差均勻分佈於各組別尺寸上，即在第一種情況下，每一互配尺寸的公差將等於 $\frac{1}{5}(100.3 - 100) = 0.06$ mm，在第二種情況下每一互配尺寸的公差將等於 $\frac{1}{3}(100.3 - 100) = 0.10$ mm。（舉例



取各個尺寸的最大公差，未考慮偶然對誤差的影响），

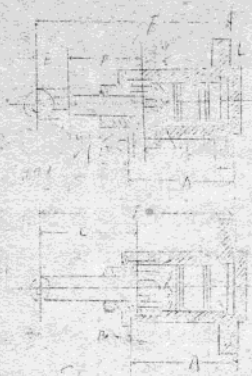


圖 11-1 減小尺寸公差以保配合

因此，在保持機構整體一定裝配質量要求的前提下，互配尺寸數目減去各組成件的公差數值將加大，顯然地，這型製造和裝配工作均為有利。換言之，減少互配尺寸的數目，將有助於保持互配件間的全互換性。

為了很好解決機件的互換性問題，設計和製造雙方需要緊密合作，實際上係重設計機件，使之在形狀、尺寸和裝配準備度上，能符合互換性要求，乃現成機械製造過程中的首要任務。

使之在形狀、尺寸和裝配準備度上，能符合互換性要求，乃現成機械製造過程中的首要任務。

### 11.1.4 互換性與製造的關係

如前所述保證機件的互換性是現代機械製造工藝提高產品一般質量水平的有效方法，為了滿足互換性要求，製造過程所應具備的合理生產條件如下：

1. 採用經實驗證明為合理的公差及配合制度，求規定零件在監高（工作圖及裝配圖）上的控制尺寸。這種公差及配合制度，在一定程度上，將決定零件以後的製造程序。

2. 製造機件應具備足夠的準確及精確的機件，以便保證加工的準確性。

這樣最合理的生產方法，並設法在較長時間內維持其生產效率。

1) 增加機件加工的準確性。

2) 設計上，對機件品質控制方面所用的器具的設計，製造和使用。



6) 儘可能採用由專門工廠出售的標準切具及量規。

7) 採用可以在工件加工機床上使用的自動量具及成品自動分類設備。

8) 提高度量技術水平，保證得到工作圖上規定的極限尺寸。(尺寸控制所用量具及方法，在測量工件實際尺寸時，應極少誤差，蓋因此種由測量方法和量具所產生的度量誤差均吸收一部分或全部工件公差，有使合格工件變為廢品及錯誤通過廢品的可能。)

9) 通過按一定時間和國家法定標準比較的方法，保證在製造上所採用的度量單位標準。

10) 為確保在工件、工具和量具製造上所採用的度量單位標準，建立工廠內部的技術控制的有組織。

### 1.2 公差本質及目的

現代大量生產的目的，如前所指出在於如何能以最經濟的方法製造可以互換的零件，所謂可以互換的零件，亦即尺寸變動或互換有一定範圍或限度的零件。這種一定範圍的尺寸變動(最大尺寸—最小尺寸)就是所謂公差。

機器零件一般都要和另外零件互相配合，這種配合是根據機器本身的條件或作用決定的，並且是由互配條件的“容差”所構成，但“容差”係決定於各該零件的實際尺寸。因之如所用零件的實際尺寸能在一定範圍內保持不變，則機件間的配合亦可適當的保持不變，換言之，即可達到互換的目的。

如上所述機器的零件必定在一定配合情況下，能互相裝在一起。這種配合在一定的、或設定的條件下，應當有一個最妥當或最安全的數值(用間隙或過盈來表示)；為保持這個數值“絕對”不變不是技術上不可能，就是經濟上不允許，因此在規定一個尺寸時必須根據工作條件所允許的方向，進行允許的變異，以便可適當地加工方法，在適當代價下，予以完成。

根據零件本身工作的要求，兩相配件間的配合可有很多種類。

根据加工方法的不同，一个尺寸的公差（代表某种加工方法所能产生的准确度）亦可有多等级为保证所製零件能具有一定公差。驗規必須同樣具有适当而更精密的公差，此外產生不同配合，应由一基孔压膜与不同軸径相配，抑应由一基軸压膜与不同孔径相配，又公差对基本尺寸所标示的差并，应指向同一方向，都应指向两个方向；所有这些，都是設計互換性零件時所需要能次的问题，亦即一个完善的配合，及公差制度所解决的问题。

### 1.3. 公差制度的種類

在界现存公差制度主要有五种 (1) 苏联制 (OCT) (2) 国际制 (ISA) (3) 德制 (DIN) (4) 英制 (BS) (5) 美制 (ASA)。以上五种制度，前二种为公厘制，後三种为英寸制。在公厘制度中，德制建立较早。国际制係主要根据德制發展而来，較德制完备。在英寸制中，美制較英制为佳。至於现行苏联公差制度，係建立於国际公差制度之后，兼有各种公差制度之长處，係最称完善国际及苏联公差制度我国已均有譯本。前係经济部全國度量衡局且曾有採取国际制度為我國公差制标准之决定，但实际并未普遍实行。根据目前情况，我国有参考苏联公差制度重新制定公差标准的可能。關於国际及苏联公差制度的具体内容，将在第四章内討論。以下關於公差問題的一般性討論，為方便計將仍以暫国际制主要說明实例。

1.4 定義 為清楚了解公差制度內容必須首先对各名詞定義予以明确。

(1) 标准尺寸指一般标准（整数或分数）尺寸不附任何偏差者如  $\frac{0.1975}{49.330}$  的標準尺寸为  $50^{+0.374}$  吋的標準尺寸为  $0.373$  吋。

(2) 极限尺寸 一个尺寸的两个极端数值称为极限尺寸因之

最大尺寸 (如  $49.975^{+0.374}$  mm) = 上极限尺寸

最小尺寸 (如  $49.330^{-0.373}$  mm) = 下极限尺寸

註：美制取自 ISA 公制 T 仿此

(3) 实际尺寸 在工作件实际量得之尺寸称为实际尺寸 正常实际

尺寸应介于上下两極限尺寸之間。

例如  $\begin{matrix} 49.975 \\ 49.950 \end{matrix}$  mm 之实际尺寸可能為 49.965 mm。

(4) 偏差 (註-) 極限尺寸与标称尺寸之差称为偏差 (有人称为尺寸差) 偏差自上極限尺寸算起者为上偏差, 自下極限尺寸算起者為下偏差如:

$$\begin{matrix} 49.975 \\ 49.950 \end{matrix} - 50 = \begin{cases} -0.025 \text{ mm} = \text{上偏差} \\ -0.050 \text{ mm} = \text{下偏差} \end{cases}$$

(5) 公差 上極限尺寸 (或上偏差) 与下極限尺寸 (或下偏差) 之差為公差例如

$$\begin{aligned} 49.975 - 49.950 &= 0.025 \text{ mm} \\ \text{或 } -0.025 - (-0.05) &= 0.025 \text{ mm} \end{aligned} = 25 \mu$$

(苏联及國際公差制中偏差及公差数值均以  $\mu$  為单位  $\mu = 0.001$  称为公微 (Microns) 以下討論均將改用此种单位)

(6) 公差等级指一系列不同程度 (或数值) 公差中的某一个等级代表一种可能的製造准确度。

(7) 单向公差指公差僅向一个方向 (正或負) 發展者如

$$50 \begin{matrix} +0.33 \\ +0 \end{matrix} \text{ 或 } 50 \begin{matrix} -0 \\ -0.33 \end{matrix} \text{ 等於是。}$$

(8) 双向公差 指公差偏向两个方向 (正或負) 發展者如

$$50 \begin{matrix} +0.11 \\ -0.11 \end{matrix} \text{ 或 } 50 \begin{matrix} +0.10 \\ -0.10 \end{matrix} \text{ 等於是。}$$

(9) 公差 間隙及过盈 孔径减轴径等於“公差” (註) 若正时称为間隙, 若差為負是称为过盈。

最小間隙 = 孔最小尺寸 - 轴最大尺寸 (或轴最小尺寸)

最大間隙 = 孔最大尺寸 - 轴最小尺寸 (或轴最大尺寸)

$$\text{例如: } 50 \begin{matrix} +0.25 \\ +0.1 \end{matrix} / 50 \begin{matrix} -0.25 \\ -0.1 \end{matrix} \text{ 最小間隙} = 0 - (-0.25) = 0.25$$

$$\text{最大間隙} = 25 - (-0.1) = 25.1$$

$$\text{最小过盈} = \text{轴最小尺寸} - \text{孔最大尺寸 (或轴最大尺寸)}$$

$$\text{最大过盈} = \text{轴最大尺寸} - \text{孔最小尺寸 (或轴最小尺寸)}$$

$$\text{例如: } 50^{+39} / 50^{+68} \begin{matrix} \text{最大} \\ \text{最小} \end{matrix} \begin{matrix} \text{过盈} \\ \text{过盈} \end{matrix} = \begin{matrix} 43 - 39 = 4 \\ 68 - 0 = 68 \end{matrix}$$

又最小间隙及最小过盈称为基本公差，基本公差像决定於配合种类的根据为设计者所最关切者

(註一) 间隙制称 (Deviation) 英美称 (Limit) 后者常与 Limiting Size 混为一谈不如前者合理。

(註二) 何英制定义权定，间隙制者各此名词，美制称最小间隙及最大过盈为 Allowance 意义未尽相同，应予注意。

(10) 配合两体集合后由尺寸不同产生的鬆紧情况称为配合。配合一般分为间隙，过盈及过盈等三大类。

(11) 间隙 (动) 配合，由大孔轴产生的配合称为间隙配合如苏联制的  $H/g$  及国际制的  $H7/g7$ 。

(12) 过度配合 由於公差關係，軸可能小於孔亦可能大於孔（即可能有间隙亦可能有过盈）。由此种轴孔产生的配合称为过度配合，如苏联制的  $A/a$ ， $A/A$  或  $A/A$  及国际制的  $H7/h6$ ， $H7/h6$  或  $H7/h6$  等配合均是。

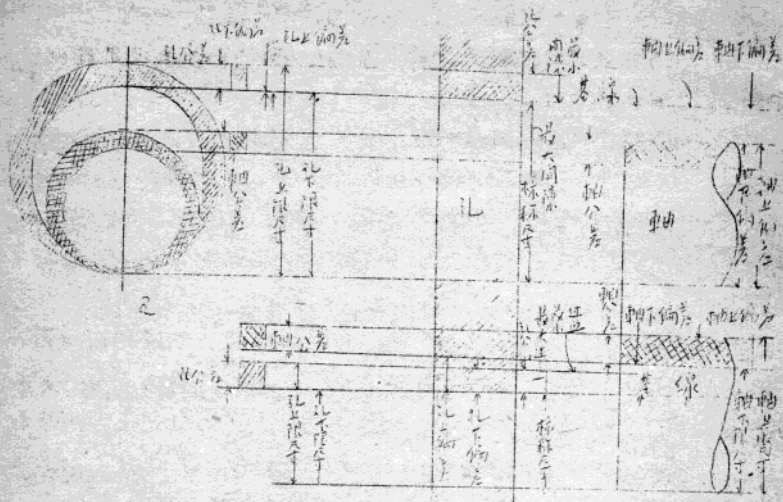
(13) 过盈 (静) 配合由小孔大轴产生的配合称为过盈配合，如苏联制的  $A/p$ ，或  $A/p$  及国际制的  $H7/p6$  或  $H7/p7$  等配合均是。

(14) 公差带 公差佔据的尺寸範圍，称为公差带。

(15) 基 (或零线) 線 代表标称尺寸的線称为基线，基孔制时基线代表孔的下偏差 (等於 0)。基轴制时，基线代表轴的上偏差 (亦等於 0)。

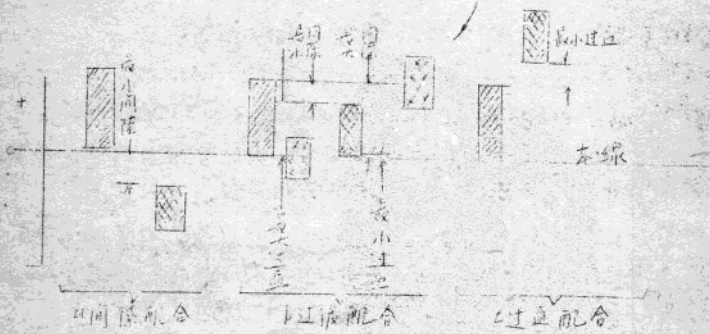
(圖 1-2, 3) 代表以上各定义可供比较。

# 公差及精密测量



(6) 过盈配合

(图 1-2) 公差及配合公差图解 (基孔制)



(图 1-3) 三种基本配合 (基孔制)

## 1.5 单向与双向公差

图 1-4 代表两种标示公差 (实际上更偏差) 的方法: (1) 为单向制, (2) 为双向制。

(1) 单向制的优点在于变动孔公差或公差时, 最小间隙数值并不变更, 换言之, 即不影响配合的基本性质; 此点对新产品的製造特别有利, 设图内  $M/S_1$  代表原来产品的配合, 如根据产品试验或使用结果, 公差可以放大成为  $M/S_2$ ,  $M/S_3$  或  $M/S_4$ , 则製造成本即可降低, 但不致影响基本配合。

(2) 图中双向制之  $M/S_1$  系与  $M/S_2$  为同种类型 (最小间隙相同) 同等等级 (公差相同) 配合, 但公差变动时基本配合亦将随之变动。又  $M/S_3$  系亦与  $M/S_2$  为同种类型及同等等级配合但  $M/S_3$  或  $M/S_4$  互配时最小间隙数值即与原来值不大相同, 故双向制与单向制比较, 前者缺乏后者上述可变更及互换之便利。

双向公差起源于早年公差制度创立设计者对尺寸差异之“可以加或减点”的一种原始观念; 公差制度发展及改进后, 单向制度证明实比双向制为优良, 因之, 现代公差制度一般非配合尺寸及少数特殊情形外均採用单向制。

## 1.6 基孔制及基轴制

基孔制配合之特点在于每一公差等级内, 所有配合的孔公差均相同, 配合种类由变动轴径产生, 轴轴视间隙或过盈配合小径或大径孔径。换言之, 即以轴配孔。(图 1-5a)

基孔制中孔的正极限尺寸为标称尺寸, 即下偏差为零, 上偏差等于公差 (每级制中); 基孔由 A 代表国际制度, 基孔由 H 代表。

基轴制配合的特殊点在于每一等级内, 所有配合的轴公差均相同, 配合种类由变动孔径产生; 孔径视间隙或过盈配合大径或小径孔径。换言之, 即以孔配轴。(图 1-5b)

基轴制中轴的上极限尺寸为标称尺寸, 即上偏差为零, 下偏差等于公差 (每级制中); 基轴由 a 代表国际制中基轴由 h 代表。

## 1.7 選擇裝配

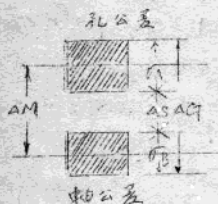
適當數值的公差，以保證機件的互換性，這對準確度不高的間隙配合機件末端，是符合技術和經濟上的要求的，當準確度要求較高時，情況則不同。

根據或然率原理，由大量生產方法產生的機件，它的尺寸大部份，將在極限尺寸的平均數值上下。但其中一部份又無法可避免的將接近最大或最小尺寸數值，這些尺寸參差不齊的零件互配時，很顯然必將產生不同的配合狀態。以間隙配合為例（圖1-6）有以下三種情況值得注意。

(1) 平均尺寸的孔與平均尺寸的軸相配間隙數值  $\Delta M = \frac{\Delta G + \Delta S}{2}$

(2) 最大尺寸的孔與最小尺寸的軸相配間隙數值  $\Delta G = \Delta S + \sigma_A + \sigma_B$

(3) 最小尺寸的孔與最大尺寸的軸相配間隙數值  $= \Delta S$



圖(1-6)

上述第一種情況代表大多數互配件的配合狀態。在一定  $\sigma_A$ 、 $\sigma_B$  和  $\Delta S$  條件下，這個狀態是代表某一特殊配合的平均或一般狀態，換言之，也就是代表某一特殊配合的適當鬆緊狀態。其他兩種情況代表兩個極端，第二個代表最鬆配合狀態；第三個代表最緊配合狀態。二者距平均配合狀態的差別將視基本公差  $\Delta S$  及孔軸公差  $\sigma_A$  和  $\sigma_B$  數值而定。

這種配合狀態的不一致，對準確度要求不高的機械是可以容許的，但對某些精密機件（如滾動軸承，活塞與汽缸，活塞與活塞銷等）則不能，為盡量保持一定的配合狀態，可將  $\Delta S$  加大和將  $\Delta G$  縮小，換言之，即將公差  $\sigma_A$  和  $\sigma_B$  縮小，這種方法在技術上可能有困難。即或不然，公差縮小後，製造費用勢必增加，每為經濟條件所不容許。

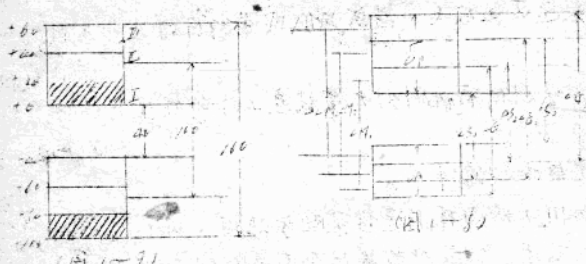
在此種情況下，實際採用的狀態，是



合準精度要求的高低分為同等數目的若干級，然後使大軸與大孔相配，小軸與小孔相配（圖1—6）這種裝配方法就稱為“選擇裝配”

採用選擇裝配時機件配合狀態的改善可由下列清楚看出。

參閱圖1—7）設孔公差為 $+60\mu$ ，軸公差為 $-40\mu$ ，因之孔軸互配時，最大間隙為 $160\mu$ ，最小間隙為 $40\mu$ ，平均間隙為 $100\mu$ 。



茲將公差分為I、II、III三級，同級孔軸互配時所得配合狀態如下表（東西數值均為 $\mu$ ）。

級別	孔公差	軸公差	最大間隙	最小間隙	平均間隙
I	0 ~ +60	0 ~ -40	160	40	100
II	120 ~ +60	0 ~ -40	120	40	80
III	+20 ~ +60	0 ~ -40	80	40	60

根據上表數字，可得以下結論。即：

- 1) 分級後的配合狀態和未分前完全一致（因平均間隙數值未變前後均為 $100\mu$ ）
- 2) 分級後的配合差別情況較未分前大有改進（未分前最大最小間隙之差為 $120\mu$ 分級後僅為 $40\mu$ ）

因此採用選擇裝配方法後，配合狀態的改進，係顯而易見，可易想像，靜座配合採用選擇裝配方法後，最小過盈數值均加大，而最大過盈數值將減小。平均過盈數值將照舊。最小過盈數值加大後，可以增加配合的緊度。最大過盈數值減小後可以減少材料破裂的危險。

很顯然地這兩種趨勢均對將靜態配合的要求產生有利的影響。上，所有重要靜態配合的機件。為保證結合緊度的均勻性。材料破裂和配合太鬆兩個極端，都是採用選擇裝配方法的。

在一定的製造公差的前提下。採用選擇裝配方法時，可保證配合準確度，同時不致增加製造成本。像以前所說明的，是選擇配的一種目的減低反面論。在一定的配合準確度要求下採用選擇方法後，則可將製造公差放大，達成減低成本的目的。而不致損壞重要的配合狀態。

選擇裝配方法對精密機件的大量生產工作所發生的作用，即在此。

### 1.7.2 採用選擇配的條件

根據以上分析，知道採用選擇裝配方法時，可以達到使配合準確度均勻一致的效果，但這種效果只有在互配件的製造公差彼此相等。並且同樣分為相等數目的級數的前提下才有可能。可易明瞭。如分級數均等而公差數不等時，則配合狀態必將按照級數順序逐漸變鬆或變緊（視 $\sigma_A < \sigma_B$ 或 $\sigma_A > \sigma_B$ 而定）不能完全一致有如（圖1-7）所示情況，因之除非在配合準確度要求不大嚴格或配合狀態可以有量差昇的情況下，採用選擇配合方法時，應以互配製造公差相等為合理。又如分級數目不等時，無論公差數值等與不等，其結果，分級數目多的機件，一定有多餘級數因無配合對象而淪為廢品，這當然是應當避免的。

在互配件的製造公差和分級數目均相等的條件下，分級數目可利用以下簡公式得出，即

$$n = \frac{2x\sigma}{\delta}$$

式中  $n$  = 分級數目

$\delta$  = 製造公差

$x$  = 配合準確度（一點大）