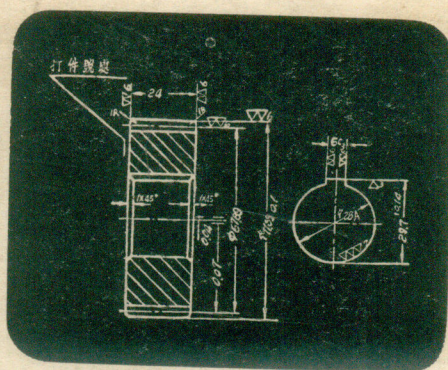
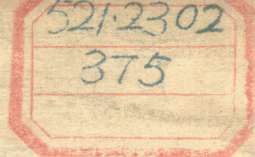


孫凱南編著

談 整 形 公 差





編著者：孫凱南

書號 0936 (工業技術)

1955 年 10 月第一版 1955 年 10 月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字數 23 千字 印張 $1\frac{1}{16}$ 0,001— 8,000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號

定價(7) ~~0.15 元~~
0.17 元

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了[機械工人活葉學習材料]。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、鐸等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的[活葉]出版。

這本小冊子的前三章介紹了整形公差的概念，整形公差在圖紙上的表示法並且列舉了一些實例來說明整形公差的應用。第四章以後是關於整形公差的數據和用各種不同加工方法所能達到的精度。

這本小冊子可供四級以上機工同志作爲學習材料。

目 次

一	什麼是整形公差.....	3
二	整形公差在圖紙上是怎樣表示的.....	6
三	整形公差的例子.....	9
四	同中心線垂直的平面的整形公差.....	15
五	同中心線平行的表面的整形公差.....	17
六	圓柱形表面對中心線的整形公差.....	21
七	平面形狀的整形公差.....	30

一 什麼是整形公差

在近代的機器製造業中，公差制度已經使用得很普遍了。我們知道，爲了使機構作符合於我們要求的動作，我們一定要規定它們之間的公隙(或是公盈)，這就是[配合]。在製造的時候，由於機床、工具、切削力的作用，零件發熱等等原因不可能把零件做得同圖紙上規定尺寸完全相同(例如圖樣上標明 $\phi 25$ ，我們不可能使許多零件都是 $\phi 25.000$ 公厘的)，我們就要規定一些配合尺寸的最大和最小的容許量，如 $\phi 25^{+0.000}_{-0.035}$ 就表示這一個直徑最大不得超過 25.000 ，最小不可以超過 24.965 。這一個範圍就叫做公差。

[公差和配合]制度是使我們機器製造工業從修理，裝配性質的工業走上獨立的製造工業的重要工具之一(其他還有很多方面，例如工藝規程，檢驗制度，標準化等等)。修配工作是損壞了一個零件，就做一個零件，只要配得上就行。這樣的辦法，製造一兩個零件是可以的。但是要製造大批的機器，就不行。一個個地修配，不但不經濟，而且也容易造成混亂。我們的企業經過許多改造，現在基本上已經有了一些標準和制度，公差和配合就是其中一種。

近代的機器爲了提高速度，提高效率，節省材料而是向着高速度、高載荷的方向發展的(請比較一下舊式的和新式的機器就可以知道)。這樣發展的結果，就使我們對機器零件的要求不斷地提高，在公差配合中，二級精度甚至於一級精度已經是高速的動力機械(內燃機，蒸汽渦輪等)、精密工具機、滾動軸承的常用精度。此外，除了對尺寸精度的一般要求之外，還感到爲了使機件很正確的互相配合，有補充一些關於它的幾何形狀方面的規定的必要，這種補

充的規定就是[整形公差]。

就如前面所舉的一個例子來說，同樣的一個符合 $\phi 25^{+0.000}_{-0.035}$ 的零件，可以有許多不同的形狀，最極端的例子如圖 1 的甲、乙、丙、丁等等。這些圖形當然是放大了的，實際上並不是這樣顯著的。我們看了這幾張圖之後一定會想：這樣的四個零件在機構中難道會起同樣的作用嗎？事實上的作用，當然是不同的，但是我們指得出其中任何一個不符合 $\phi 25^{+0.000}_{-0.035}$ 的公差嗎？顯然它們又都是符合的。因此我們可以得到這樣一個結論，就是如果要機器零件（尤其是重要的零件）能够正確地擔負起它在設計時所規定的任務，製造時除了要符合一般的公差以外，還必須符合一些補充的規定，例如它的橢圓度（如圖 1 甲也就是同一斷面最大和最小直徑尺寸差）不得超過多少公厘，它的錐形度（如圖 1 乙，就是不同斷面直徑尺寸差）不得超過多少公厘等等。

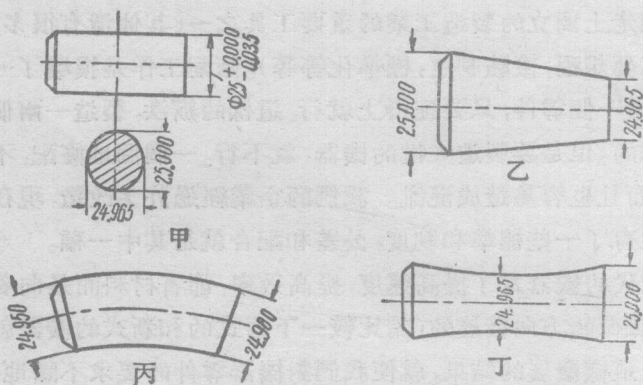


圖 1 同一公差尺寸的零件，可以製成各種的形狀。

如果沒有這些補充規定，那麼就會發生機器的不正確運行，局部過高的應力（例如圖 1 丁那樣的零件兩端受到的力很大，中間却不受力的作用），壽命減短（由於局部受力）等等現象。

整形公差可以分爲以下的幾類:

1. 對於零件表面的正圓柱形偏差的規定有:

- 1) 斷面不圓(橢圓形、多邊形等);
- 2) 表面不平直(表面凹凸、波浪形等等);
- 3) 表面的錐形(即退拔形)。

2. 對於各個圓柱形表面相互間的位置關係的規定, 如兩個不同直徑的圓柱形表面不同心, 內外圓不同中心, 其他偏心等等。

3. 對於平直表面的相互關係的規定, 如相互間的角度關係、垂直關係、平行關係以及孔同基準面(就是作為裝配或加工的基礎的表面)的不平行、不垂直等。

4. 平面的波浪形。

我們可以想到, 這些規定對於機件正確地發揮它的作用是非常重要的。我們在製造零件的時候, 不但要注意它的尺寸是否符合於規定的尺寸公差, 還要注意到它的幾何形狀是否符合於規定的整形公差。否則就不免要出廢品。

機件幾何形狀和各表面相互間位置的不準確, 原因非常多。主要原因是以下的幾點:

1. 機床不準確或是精密度不够, 如果主軸承間隙太大或是鬆動都會造成零件的橢圓形, 前後頂尖中心不對會造成零件的錐形。平面磨床的床面不平會造成零件上下平面不平行等。

2. 工夾具的準確度不够或是裝夾方法不對, 夾具的裝夾壓力太大等, 都會造成零件的不準確。

3. 熱處理變形而沒有用適當的加工來校正(圖 1 丙)。

4. 切削量太大造成零件的變形(圖 1 丁)。

5. 切削時發熱, 冷卻以後形狀不對。

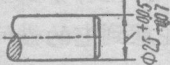
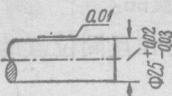
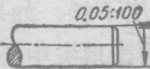
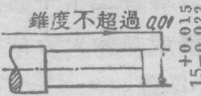
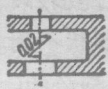
這許多原因中有的是不能避免的, 例如機床軸承的鬆動程度

有一定的限制(一般是 0.005~0.01 公厘或更大一些),有的是可以避免的,例如在設計夾具的時候,避免太大的裝夾壓力,採用正確的裝夾方法等等。

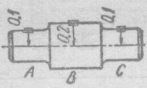
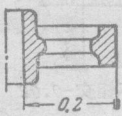
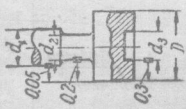
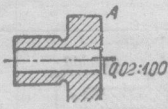
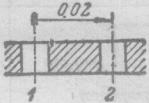
二 整形公差在圖紙上是怎樣表示的

整形公差,在圖紙上是有一定的標註法的,目前我國現在還沒有標準的規定,但是習慣上就用蘇聯的規定。它在圖紙上的多種表示法列表(表 1)說明如下:

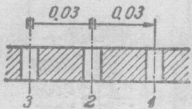
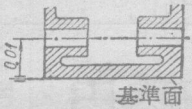
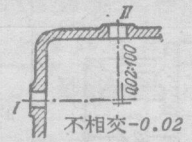
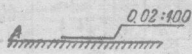
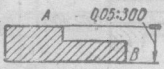
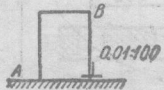
表1 整形公差的標註方法

幾何形狀偏差的類別	幾何形狀偏差名稱	在圖紙上的標註方法	說明
對正圓柱形表面偏差(多邊形和它的檢查方法在圖上說明,沒有標註符號)的規定	橢圓度	橢圓度 0.07 	$\begin{matrix} +0.05 \\ -0.07 \end{matrix}$ 在 $\phi 25_{-0.07}^{+0.05}$ 的直徑處各斷面最大最小直徑相差不得超過 0.07 公厘
	不直度	0.01 	$\begin{matrix} +0.02 \\ -0.03 \end{matrix}$ 在 $\phi 25_{-0.03}^{+0.02}$ 的全長上,不直的程度不得超過 0.01 公厘
	錐度	0.05:100 	在 100 公厘的長度內,錐形(退拔)不得超過 0.05 公厘
		錐度不超過 0.01  直徑可以沿箭頭方向減小	$\begin{matrix} +0.015 \\ -0.022 \end{matrix}$ 在 $\phi 15_{-0.022}^{+0.015}$ 部分的錐度可以沿箭頭的方向減少,但不得超過 0.01 公厘
對圓柱形表面相互位置的規定	中心偏位		兩個孔的中心線間偏位不得超過 0.02 公厘

(續)

幾何形狀偏差的類別	幾何形狀偏差名稱	在圖紙上的標註方法	說明
		 偏心度 d_1 0.008 d_2 0.006 d_3 0.005 d_4 0.003	各直徑對直徑 D 的偏心率 (偏位) d_1 不超過 0.008 公厘 d_2 不超過 0.006 公厘 d_3 不超過 0.005 公厘 d_4 不超過 0.003 公厘
	徑向擺差 (脈動)		把零件用頂尖頂起後，檢查表面的擺差 (千分表讀數變動): A 表面不超過 0.1 公厘 B 表面不超過 0.2 公厘 C 表面不超過 0.1 公厘
		 0.2	輪緣外表面對輪轂內表面的擺差力不得超過 0.2 公厘
		 0.05, 0.2, 0.3	直徑 d_1, d_2, d_3 對直徑 D 的擺差，不超過 0.05, 0.2 及 0.3 公厘
	端向擺差	 0.05	當在頂尖架上檢查 A 表面時，它的擺差千分表讀數變動) 不超過 0.05 公厘
		 0.02/100	在頂尖架上檢查 A 表面時，在距中心線 100 公厘處的擺差不超過 0.02 公厘
	不平行度	 0.02 1 2	1 和 2 兩孔間的不平行度不許超過 0.02 公厘

(續)

幾何形狀偏差的類別	幾何形狀偏差名稱	在圖紙上的標註方法	說明
			孔 3, 2 的中心線同孔 1 中心線的不平行度不許超過 0.03 公厘
			基準面同孔中心線的不平行度不超過 0.01 公厘
	軸的相互位置		兩孔中心線的不垂直度在 100 公厘距離內，不得超過 0.02 公厘 不相交程度不超過 0.02 公厘
對平面形狀偏差的規定	不 平 度 (在任何方向的不平直)		表面 A 在任何方向的不平直程度，每 100 公厘長度內不得超過 0.02 公厘（可以規定表面上只容許有凸出或凹陷，例如在 1000 公厘長度內容許凹陷 0.03 公厘）
	不平行度		用 B 表面為支承表面（測量時的基準面）量 A 面的時候，不平行程度不許超過 0.02 公厘
			A, B 兩平面的不平行度在 300 公厘長度內不許超過 0.05 公厘
	不 垂 直		B 表面對 A 表面的不垂直程度在 100 公厘內不許超過 0.01 公厘

除了應用表 1 中的一些規定以外，在機器製造圖紙上還很普遍的應用文字說明的方法，如 A 表面對 B 表面的擺差不超過 0.02 公厘， C 孔中心線和 D 孔中心線的不垂直度不許超過 0.01 公厘等等。

以上的這些規定在一般應用上已經足够了，但是碰到特殊情況的時候，還要加一些必要的文字說明。在不很重要的零件工作圖中，並不是一定要註整形公差的。我們在拿到工作圖紙的時候，除了注意有沒有尺寸公差以外，還要注意是不是有整形公差，如果有的話，就要考慮用怎樣的機床、怎樣的夾具才能做到這樣的幾何形狀。

整形公差的規定要考慮到很多的因素，如上面已說過的機床精度，夾具的設計、熱處理的方法，一般對於整形公差的要求是很高的，但是對我們現有的設備和技術水平說來，並不是做不到的，只要我們在工作時注意操作和裝夾的方法就可以做到。

以下幾節中說明表 1 所列的幾種整形公差的數值。這種數值是一般不註整形公差的零件適用的標準（但根據零件的精度而定），也就是說在我們通常的工作情況下應該做到的標準。如果圖紙上規定了整形公差的話，我們也可以根據表中的說明選出符合於圖紙要求的整形公差的加工方法。在另外的一些表中，註明了合理的整形公差。在以下的表中談到[精度]、[限度]，實際上就是在一般情況下可以用的整形公差，不再一一註明了。

三 整形公差的例子

許多精密的、載荷高的機器和儀器中的零件，為了保證它們使用上的正確性，都規定了整形公差，這裏列舉一些例子給大家參考。

圖 2 是蘇聯 153 型立式車床變速箱的一個螺旋齒輪。它是在高速下工作，同時載荷很高的零件，因此，對它就有很多的要求。圖上除了尺寸公差以外，還用第二章所說的整形公差的標註法，規定了齒輪中心孔的表面對齒輪節圓的不平行度應該不超過 0.45 公厘，齒輪的端面同中心線的不垂直度應該不超過 0.05 公厘。

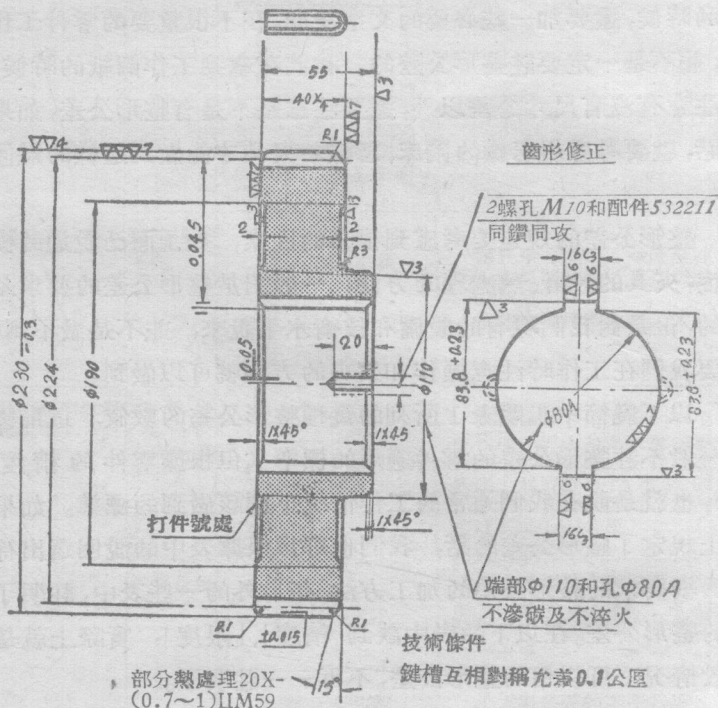


圖 2 螺旋齒輪。

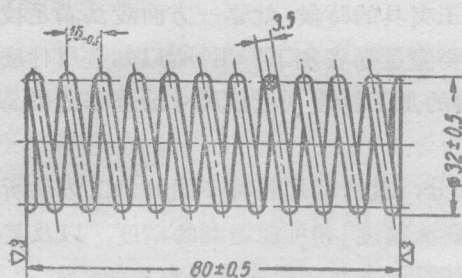
這些整形公差，都是一般公差的補充說明，也是這齒輪的技術條件的一部分（此外，技術條件還包括對材料、製造方法、熱處理方法等的規定以及表面光潔度的規定），也就是說，只有把零件做得同圖紙上的尺寸和旁邊附註的一些文字說明上的要求完全相符，

這些說明也可以不用標註的方法而用文字說明。圖3就是這樣的一個例子。這張圖表示KD-35型拖拉機發動機的進汽門，它的工作溫度是 300°C 左右，經常在高速下運動，因此也規定了一些整形公差如汽門頭部錐形表面同桿部中心線應該同心等。

此外,彈簧的螺距(圖 5)、某些曲線形狀(如凸輪)和形狀簡單的活塞銷(圖 6)等也可以規定出整形公差。

[illegible]

圖 3 進汽門。



總圈數	8
有效圈數	5
坯料長度	640
壓縮長度	16
工作負荷	302
捲法	右

技術條件:

1. 圈間距離不等允差 ± 0.5 公厘
2. 中心線對端面的垂直誤差在全長上不超過 2 公厘
3. 總圈數中每邊彎 3/4 圈, 把端面磨平, 磨削長度為圓周的 3/4
4. 以五倍的壓力壓縮時彈簧的永久變形, 應在 15 公厘以內

圖 5 彈簧。

兩個問題, 第一個問題是怎樣的整形公差才算合理, 第二個問題是用什麼機床、用什麼方法才能保證整形公差。

我們知道, 近代的機器加工方法以及精密加工方法已經是非常發達了。雖然理論上說

來, 我們無法製造尺寸絕對準確的零件, 但是實際上, 我們已經能够製造滿足任何使用要求的精密零件了, 例如塊規(對板)的精度就達到了 0.00005 公厘的精度。這就是說, 比我們現在大量製造的最精密的零件(例如滾珠軸承的球)的精密度還要高 200 倍。但是精密度愈高, 製造費用當然也就愈高, 所以我們還必需考慮經濟的問題。

對機器零件的要求是用技術條件的方式來表示的, 工廠的工

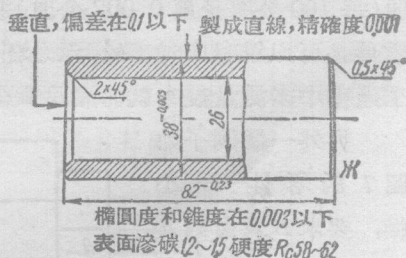


圖 6 活塞銷。

藝部門在編工藝規程，設計工夾具的時候，就要一方面設法滿足技術條件的要求，另一方面又要儘量節省加工費用，所以知道用什麼方法可以很經濟的得到所要的加工精度（包括尺寸公差和整形公差），對我們是很重要的。

這本小冊子以後的幾部分，就介紹用各種不同的加工方法所能得到的各種不同形狀的「經濟精度」和可能達到的精度，以及某些零件的整形公差限度。這些資料對我們說來是很有用的。

例如我們的任務是加工一個 200 公厘長直徑 50 公厘的零件的外表面，規定「錐度」不得超過 0.03 公厘。我們就可以根據表 5 查出 10 公厘以上直徑的外表面，如果用磨床加工的話，「經濟精度」是每 100 公厘的錐度 0.02 公厘，200 公厘的錐度是 0.04 公厘。現在所規定的 0.03 公厘比 0.04 小一些，但是比「可能的」精度 0.004 公厘（每 100 公厘長度 0.002 公厘）還是大得多。因此我們知道這個零件是可以用磨床加工的，但是在加工的時候應該注意一些，在加工過程中多測量幾次就能滿足圖紙的要求了。

另外一個例子如圖 7 的零件——小軸，要求 B 表面對 A 表面的擺差（就是中心線位置偏差的一倍）不超過 0.02 公厘。

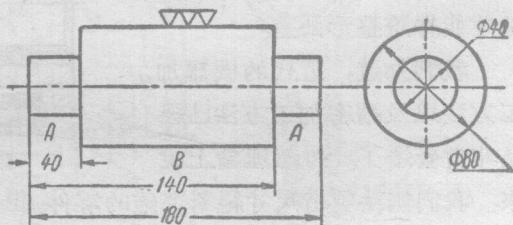


圖 7 小軸。

我們可以從表 9 查出：在頂尖上一次裝夾以後，磨出的擺差可以不超過 0.00~0.03 公厘，在磨過的頂尖上分兩次裝夾後，磨出的擺差可以不超過 0.01~0.03 公厘。根據這個零件的形狀是可以一次裝夾而不必分兩次的，我們可以決定用第一種方法加工。0.02 公厘的規定在「經濟的」和「可能的」加工精度範圍以內，因此也是能滿

足圖紙要求的。

所以我們在進行加工的時候，可以很好的利用這些資料，不但可以找出來整形公差應該怎樣規定，也可以知道怎樣達到整形公差的要求。

四 同中心線垂直的平面的整形公差

橢圓度和多邊形是在與中心線垂直的斷面上量出來的兩種偏差。

1 橢圓度 橢圓度就是在一個斷面中最大直徑和最小直徑之差。如圖 8， D 是公差規定的最大尺寸， d 是公差規定最小尺寸； D_1 是零件斷面最大直徑， d_1 是零件斷面最小尺寸。我們要注意到，在一般情況下整形公差的規定應該要比尺寸公差小，也就是說

$$D - d > D_1 - d_1.$$

如圖 9 的零件，如果我們量它的直徑，最大的是 59.995，最小的是 59.985。那麼最大最小直徑的差是 0.01 公厘，而它的兩個直徑在 $60^{+0.00}_{-0.02}$ 公厘之間，所以這個零件是合格的。

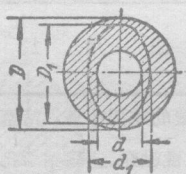


圖 8 橢圓度的示意圖。

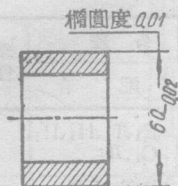


圖 9 計算橢圓度的實例。

但是在有些情況下，整形公差是可以比本身的公差大的，例如某些很薄的精密的圓筒形零件（銅套等），因為它本身薄，很容易變成橢圓形，但是如果它的厚薄很均勻，那麼在壓到軸承孔中去以後它就會恢復為圓形（如果孔是圓形的話）。這樣的零件在檢驗的時