

機 械 零 件

交 流 講 義

700743

北京航空學院 北京礦業學院 北京鋼鐵學院

北京工業學院 清 華 大 學 天 津 大 學

合 編

目 錄

第一章 緒論.....	(1)
第二章 螺釘連接.....	(15)
第三章 鍵、多槽軸和銷釘連接.....	(44)
第四章 楔連接.....	(51)
第五章 鉚釘連接.....	(56)
第六章 焊接.....	(72)
第七章 緊配合連接.....	(82)
第八章 摩擦傳動.....	(96)
第九章 皮帶傳動.....	(104)
第十章 齒輪傳動.....	(142)
第十一章 蝸輪傳動與減速器.....	(170)
第十二章 鏈傳動.....	(197)
第十三章 軸.....	(211)
第十四章 軸頸及滑動軸承.....	(227)
第十五章 滾動軸承.....	(248)
第十六章 聯軸器.....	(267)

前 言

高等教育部為解決機械另件課程的學生負擔過重問題，曾委託我等六校的機械另件教研室合編交流講義，希望在試用一時期以後，根據使用意見加以討論、修改而能成為這一課程的簡明教材。

這份講義的編寫本以「簡單明瞭但不忽略本課程中的主要問題」為原則，但編完以後自覺距此目標尚遠。由於我們對蘇聯教材的掌握、對教學大綱的體會都不夠充份，又由於要應本學期使用所以編寫、排印都很匆促，內容不恰當和印刷錯誤都很多。希望使用的各兄弟學校對內容多提些寶貴意見，並希望在一九五六年一月底以前寄交「天津大學機械另件教研室」，以便在這基礎上改編成一較完善的機械另件教材。

北京航空學院 北京礦業學院 北京鋼鐵學院
北京工業學院 清 華 大 學 天 津 大 學 同 啓

一 緒 論

人類遠在上古時代就製造和利用了簡單的機器及機器零件。簡單紡織機械的利用，在我國可以追溯到三千年以前；古埃及、希臘和古羅馬在修建金字塔及其它建築中也曾利用了槓桿、楔、滾子等零件。

從阿里士多得的著作中，知道紀元前 350 年就有關於齒輪的記載。文藝復興時代意大利的偉大藝術家、數學家、力學家和工程師列奧拿爾德·達·芬奇曾研究過滑輪、槓桿、天平以及齒輪的齒形和差動輪系等問題而獲得相當的成就。

不過關於機器製造和設計的成系統的科學是在十九世紀中葉才形成的。當時這門科學籠統地叫做《機械學》或《機械構造學》，它包括了很多性質相近的近代課程，如理論力學、材料力學、機械零件、機械製造工藝學、起重機、內燃機、蒸汽機等。以後，由於知識和經驗的積累，大大地豐富了這一門科學的內容，才使它有可能發展成為許多獨立的科學部門。

《機械零件》就是從機械學這樣一門總的課程中分離出來的，以現在的內容和敘述方式出現算起來不過七十年。1882 年俄羅斯的基爾比切夫教授編寫的機械零件教程在彼得堡出版，才第一次為這門科學奠定了基礎。

以後機械零件這門科學在各國都有不同程度的發展。到目前為止，它不僅擁有大量的一般著作，而且還擁有極其豐富的專門論文以及手冊、圖集、工廠規範、標準等等。

應當指出，在機械零件學的發展過程中，俄羅斯及蘇聯的學者有極其輝煌的供獻。例如別那爾多斯發明電弧焊、彼得羅夫關於摩擦的研究、茹可夫斯基關於皮帶、螺釘的理論等，這些成就不僅在機械零件的範圍以內是重要的，就是在整個科學史上也具有偉大的意義。

我國古代人民在機械零件方面的創造和發明，也如同其他文化方面的成就一樣，具有悠久的歷史。

漢靈帝（168~189）時所製的翻車（水利）已應用了近代搬運鏈的原理；齒輪的應用，由古物考證不晚於漢朝；三國時魏國博士馬鈞所製的指南車以及晉書所記載的記里鼓車中均應用了輪系的傳動；漢朝的張衡在他的候風地動儀中利用桿的傳動而得到巧妙的自動機構，此外，在鑿鹽井時利用繩輪以及在水碓上利用凸輪也至少有一千八百年以上的歷史。

宋朝以後，由於殘酷的封建統治和百年來帝國主義的侵略，使我國科學技術的發展受到嚴酷的摧殘。科學制度造成了重士輕工的思想，技術科學被視為雕虫小技，從事技術工作的所謂匠人從來不為統治階級所重視。近幾十年來的反動統治階級更一向不注意發展祖國的科學和工業；而帝國主義又力圖以經濟奴役我國，極力阻撓它的發展。

只有在人民政權建立以後，機械零件學才像所有其他科學一樣，獲得了廣闊的發展前途。因為我國的科學水平是落後的，所以規定了這門科學應在一個較長的時期內以「學習蘇聯」做為基本方針，當然也不應忽視獎勵自己的創造和發明。

學習蘇聯不僅因為蘇聯的科學技術是先進的，並且這條道路是在目前的國際形勢下是唯一能使祖國工業化的道路。

1. 機械零件課程對未來工程師的作用以及此課程

與其他課程的關係

機械零件課程是介乎普通

系環節，學生必須在學完理論力學、材料力學

、機械原理、金屬工學等課程以後才能在這些課程的基礎上學習機械零件。學生學習機械零件時，不但要用他們以往所學到的理論知識，而尤其重要的是必須把理論知識過渡到實際的零件設計工作中去。當他們設計一具體的零件時，就不再停留於純粹的理論計算而要考慮與實際生產有關的一系列問題。所以學了這門課程，不僅使學生能領會理論是如何為生產服務的，同時也學到了做為一個工程師應如何地提出問題和解決問題。

通過這門課程的課程設計，可以培養學生們初步的設計技能和解決工程問題上相當程度的獨立工作能力。

2. 在解決機械製造業所存在問題時設計工程師所起的作用。設計工程師和冶金工程師的聯系

設計工程師在創造新的、完善的機器中起着非常重要的作用。很容易理解，一部完善的機器首先要根據完善的設計才有可能製出的。

設計工程師應當是先進技術的傳播者，他應當掌握最先進的計算方法和工藝方法，並隨時把它應用到設計中去。一個真正的設計師決不應該只知道抄襲舊的圖樣或在設計時墨守成法，他應當是能把技術上的最新成就和自己的創造相結合的先進技術工作者。因此，要求他對先進的知識和技術有不可遏止的進取心。

在我國過渡時期的經濟條件下，機器已經不是做為剝削人的工具而是為人民創造幸福的工具。因此設計師有責任把新機器設計得生產率最高、最堅固、最耐久、最可靠。他不應滿足於已有的成就而應當力圖有所改進和創造，使他所設計的機器比任何一現有的同類機器都更完善。

一個熟練的設計師必須也是一個優良的工藝工程師，因為任何一個正確設計的零件絕不能是脫離製造而憑空構想的。他所設計的東西不但要能夠製出，而且要在可能範圍之內用最簡單、最經濟的方法製出。時常遇到這種情況，在設計圖上對某一部分的局部修改，對於工作毫無影響，但却可以大大地節省製造費用。

對於特殊材料的選擇，尤其是新品種金屬的選擇和熱處理，設計師可以從冶金工程師處獲得教益。由於工藝技術的發展和金屬品種的增加，設計工程師和工藝工程師、冶金工程師之間必須保持經常的聯系，才能保證他的設計具有最高的技術水平。

3. 機器合理結構的條件

每一部合理設計出的機器，其中所有的組合及零件均應滿足一系列的要求，最主要的是強度、剛度、耐久性、製造簡單及價廉等。

強度是機器及機器零件的基本要求。任何一個零件在工作時不但不應發生破斷損壞，同時也不允許發生有害的殘餘變形。應該認識到，機械零件的損壞不僅要使一部分機器停工，有時還要影響全廠的工作，也時常由於個別零件的損壞而造成嚴重的人身事故。所以設計師對他所設計的機器應有高度的責任感。但在另一方面也不能為了追求安全就毫無根據地增大零件尺寸，這樣又要引起材料的浪費，並使機器的價格及重量都要增加。

除去強度以外有些零件還要求一定的剛度。也就是當它受載荷以後要求它的彈性變形不超過某一個限度。例如對於高轉速的軸、工具機的主軸、減速齒輪箱軸等，為了保證它們的正常工作，軸的撓度不應超過一定範圍。對這些零件的設計除了要進行強度計算以外，還要進行剛度的計算。

機器應有足够的耐久性。在預定的使用年限以內，機器不應產生過度的磨損，也不應產生由於反覆應力所引起的疲勞損壞。

一部機器中的所有零件都應這樣設計——在不影響工作的限度以內具有最簡單的外形，同時能用最簡單、最經濟的方法製出。換句話說，零件應能滿足製造簡單的要求，這將在很大程度上降低整個機器的成本。

除去上述的一切主要要求以外，機器還應具有最小的重量和體積。對於運輸的工具如飛機、汽車等來說，這個要求具有重要意義，因為它不僅意味着金屬的節約，同時由於機器本身重量的減輕就可以增加飛機、汽車等的淨載重能力。

最後，機器還應當是符合技術安全要求的、操縱便利的、外表美觀的等。

4. 設計的順序。國家標準的應用

設計任何零件和機器均包括下列的過程：

(一) 選擇結構 選擇結構的時候應詳細瞭解已有的機器、零件和這一方面已有的成就。應該批判地分析現在正工作着的機器，不應該盲目摹倣已有的樣品，更不應該絲毫不參考過去的成就而進行設計，這一點時常是初次設計的和經驗少的工程師常犯的錯誤。

(二) 選擇材料 根據零件所受載荷的情況和工作情況來選擇適當的材料，同時應考慮材料的價格和供應等問題。

(三) 用計算的方法或根據結構、製造方面的要求來決定零件的尺寸。

(四) 零件形狀及尺寸的最後審定。

與所有的方案一樣，這方案在實際使用時可以根據具體情況來修改。

設計時應儘可能採用標準零件，計算部分、圖解部分及尺寸、數據的選取等都要遵照國家標準和有關部門製定的規範。

普通零件的標準化，使零件有可能在專門工廠裏用特殊工具來進行大量生產，這不但對質量有所保證，同時由於這樣的生產條件也可以大大降低它的成本。使用標準零件，並不是爲了限制設計師的創造能力，而恰恰相反是爲了減輕他在這一方面的勞動而能集中精力從事創造新的、特殊的、特別重要的結構。

任何標準和規範都是在總結了這一方面的先進經驗的基礎上製定的，各項標準之間還有密切的聯系和配合。所以採用標準在零件的製造和檢驗等方面都可得到便利。

應當指出，標準是爲了便利設計而不是爲了限制設計的目的製定的。所以當標準和設計的要求之間有矛盾而無法解決時，也可以考慮放棄標準。例如一對傳動軸要求嚴格地保持一定的傳動比，則其中的一個軸就時常不能採用標準轉數（OCT 1656）。但是這類的情況並不是常遇到的。

5. 圖的種類和要求

根據任務和使用的性質，全部的機械製圖可分爲25種。其中最主要並和機械零件課程有密切關係的是草圖、工作圖、裝配圖和安裝圖。

草圖 是徒手繪製的圖，包括有製造時的一切必要數據，用作繪製工作圖的資料或根據。

雖然草圖並不要求像用儀器所畫的圖那樣規矩、準確，但也應在目測精度的範圍以內保持零件的原形。草圖應按正規的投影法繪出，具有足够的視圖，並包括完備的尺寸和註解，以使任何人能夠看懂並保證在正式製圖時不發生任何困難。

草圖對於設計工作具有重要意義。設計師首先要用草圖表達出他對零件所擬出的輪廓形狀，然後再根據計算或經驗數據進行細緻的、具體的設計、最後還應從結構和工藝的觀點把草圖加以審定。在設計過程中，草圖有時要修改幾次，只有當草圖上的零件能完全滿足強度、製造、安裝及其他各方面的要求時，才能算是合格的。

零件工作圖 是製造零件時的主要依據，圖上應具有製造零件所必須的一切尺寸和說明。

零件工作圖應準確地表示出零件內外部的形狀，必要時可用剖面圖及斷面圖來表示。註尺寸時要儘可能的考慮零件的製造程序和工人使用的方便。此外在工作圖上還應註出零件加工部分的表面光潔度，配合種類和精度等級，硬度以及有關熱處理的說明。

裝配圖是表明產品、組合、部件或聯結部分裝配好的圖。裝配圖應具備下列各項：

- (1) 裝配圖應能充份地顯示出產品在造形上的特徵，所以它應具有足夠的視圖和剖面；
- (2) 為裝配所不可缺少的尺寸，只表示零件形狀的尺寸在圖上不應註出；
- (3) 零件的編號及一覽表；
- (4) 裝配時必須保留的間隙的大小；
- (5) 裝配的技術條件，裝配體總的尺寸和重量。

安裝圖有時叫做總圖，用以表示機器的全部組成和各零件、部件、組合間的位置關係。安裝圖上要註出與裝配全部機器有關的必要尺寸，全部機器總的尺寸以及機器運動部分的動作範圍，並應具有各零件、部件、組合等的一覽表。

6. 載荷和應力的分類

載荷的分類 載荷是零件或結構上所受的外力，到現在為止載荷還沒有統一的分類。

最普通的分類法是把載荷分為靜力載荷和動力載荷兩類。

不變化的或變化很小的載荷叫做靜力載荷，例如結構物本身的重量、鍋爐中的蒸汽壓力等。

隨時間變化的載荷叫做動力載荷或變載荷。變載荷可以是週期性變化的和非週期性變化的；例如凸輪軸上的載荷是週期性的變載荷，機器在不穩定情況下的載荷（如汽車在起動時）可以算做非週期性的變載荷。

突然施加而作用的時間很短的載荷叫做衝擊載荷，例如蒸汽鎚和碎石機上的載荷。衝擊載荷是變載荷中的特別一種。

應力的分類 最普通的分類法是把應力分為靜應力和變應力兩類。

不變化的應力叫做靜應力；隨時間變化的應力叫做變應力。應力由一個極限值變化到另一極限值然後再回復到最初狀態時，叫做完成一應力循環；這樣變化的應力叫做循環應力或週期變化的應力。

如果循環應力的最大值和最小值的絕對值相等而符號相反，則叫做對稱循環變化，它的應力—時間曲線如圖 1。例如一旋轉的軸上作用一徑向力，則軸上除去軸線以外的任一點的應力變化，就屬於對稱循環變化。

循環中的最大應力和最小應力的絕對值不相等時，叫

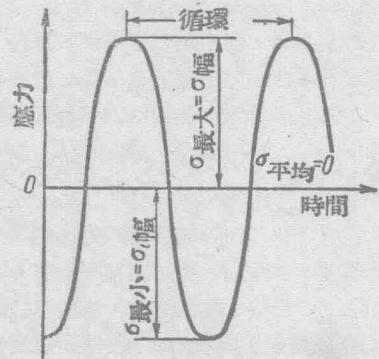


圖 1

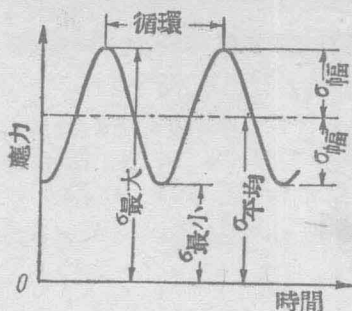


圖 2

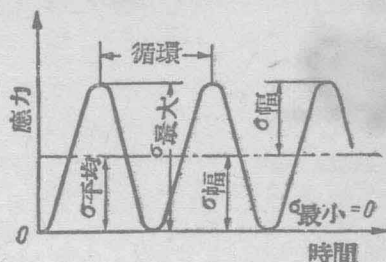


圖 3

做非對稱循環變化。如圖 2 所示的應力—時間圖就屬於非對稱循環變化。這種應力在一循環中可以具有相同的符號（正或負）或不同的符號。

從圖 2 可看出，循環的平均應力 $\sigma_{\text{平均}}$ 為：

$$\sigma_{\text{平均}} = \frac{\sigma_{\text{最大}} + \sigma_{\text{最小}}}{2} \quad (1)$$

循環的應力幅 $\sigma_{\text{幅}}$ 為：

$$\sigma_{\text{幅}} = \sigma_{\text{最大}} - \sigma_{\text{平均}} = \frac{\sigma_{\text{最大}} - \sigma_{\text{最小}}}{2} \quad (2)$$

$\sigma_{\text{最小}}$ 和 $\sigma_{\text{最大}}$ 的比值叫做循環特性，用 γ 表示

$$\gamma = \frac{\sigma_{\text{最小}}}{\sigma_{\text{最大}}} \quad (3)$$

應注意，最大應力和最小應力均指的是絕對值，但代入上三式時應具有自己的正負號。

對於靜應力， $\gamma = +1$ ；對於對稱循環變化的應力， $\gamma = -1$ 。其他任何循環變化時， γ 均在 $+1$ 與 -1 之間。

非對稱循環變化的應力可以認為是由一靜應力和一對稱循環變化的應力所組成的合應力。靜應力部分的大小等於循環的平均應力 $\sigma_{\text{平均}}$ ，而對稱循環變化應力的最大值和最小值等於循環的應力幅 $\sigma_{\text{幅}}$ ，但具有不同的符號。

確定非對稱循環變化需要知道兩個數值：

$\sigma_{\text{最大}}$ 和 $\sigma_{\text{最小}}$ ； $\sigma_{\text{幅}}$ 和 $\sigma_{\text{平均}}$ 或 $\sigma_{\text{最大}}$ ($\sigma_{\text{最小}}$) 和 γ 。

$\sigma_{\text{最小}}$ 等於零時的應力循環叫做脈動循環（圖 3）。脈動循環是非對稱循環的一特殊形式，此時 $\gamma = 0$ 。

在機械零件課程中，習慣上把產生靜應力的載荷叫做第Ⅰ類載荷；產生脈動循環應力的載荷叫做第Ⅱ類載荷；產生對稱循環應力的載荷叫做第Ⅲ類載荷。應該注意到，由第ⅡⅢ類載荷在零件上所產生的應力雖然是變化的，但載荷本身却未必是變化的。

7. 機械製造中所採用的材料

(一) 鑄鐵 機械製造中所採用的鑄鐵有：灰鑄鐵、可鍛鑄鐵、優質（改善的）鑄鐵、合金鑄鐵等。

灰鑄鐵是主要的結構用鑄鐵。灰鑄鐵的含碳量 2.6~3.6%，具有優良的流動性，收縮率不大，不很硬，在切削機床上能很好地加工。

灰鑄鐵的牌號、機械性質及應用見表 1。

可鍛鑄鐵的鑄件是把白鑄鐵的鑄件加以氧化處理而製成的。可鍛鑄鐵的鑄件在忍受變形和衝擊載荷方面優於灰鑄鐵的鑄件。

可鍛鑄鐵的牌號、機械性質列於表 2。

把一定成份的灰鑄鐵在液體狀態時以少量的墨化劑加以處理，這樣所製成的優質（改善）鑄鐵鑄件具有高的強度和可加工性，承受衝擊載荷的能力較高，並且由於晶體組織更細密，所以抗滲漏的性質也優於普通灰鑄鐵。

優質灰鑄鐵的牌是由其名稱的符號（CM⁴）、抗拉強度限（前兩位數字）和抗彎曲強度限（後兩位數字）所組成的。

推荐：CM 438—60、CM 435—56 用於斷面無太大變化、厚度超過 20 公厘的、簡單外形的鑄件，如襯筒、巨大的曲柄軸、軋輥、鏈輪、齒輪等；CM 432—52 用於最小斷面厚度為 10 公厘、複雜外形的、不同壁厚的鑄件，如汽缸、小齒輪等；CM 428—48 用於最小壁厚為 8 公厘的、斷面有驟然改變的、外形特別複雜的鑄件。

鑄鐵中含有鎳、鉅、銅、鈳、鈦等元素，或者鑄鐵中通常的含有物（矽、錳）的含量過高時，叫做合金鑄鐵。這些元素的加入可使鑄鐵獲得特殊的性質，如抗熱性、抗腐蝕性、無磁性、高電阻、高強度等。

由於合金元素的價格昂貴，所以如只從提高鑄件的機械性質這一目的來選擇鑄鐵的話，在極大多數的情況下可以用可鍛鑄鐵、優質鑄鐵、球墨鑄鐵等來代替合金鑄鐵。

(二) 鋼 根據化學成份，鋼可分為碳鋼和合金鋼兩類。

根據應用，鋼可分為結構鋼、工具鋼、特殊鋼三類。

根據外形及尺寸的獲得方法，鋼可分為鍛鋼、鑄鋼和軋壓鋼三類。

根據品質，鋼可以分為普通鋼、優質鋼、和高優質鋼三類。

碳鋼按其質量的要求分為普通品質的碳鋼和優質的碳鋼。

普通品質的碳鋼分為 A、B 兩組。A 組的保證一定的機械性質，不保證化學成份，一般用於製造不經受熱處理的零件；B 組的保證一定的化學成份，不保證機械性質，一般用於製造經受熱處理的零件。普通品質的碳鋼的牌號用 Cт. 0、Cт. 1、Cт. 2、Cт. 3、……等表示，數字的大小表徵強度的高低。有時在 Cт. 前加上 M（馬丁爐鋼）、B（貝氏爐鋼）、T（湯馬生爐鋼）字母以表示製造方法。

普通品質的 A 組碳鋼的機械性質見表 3。

普通品質的碳鋼多用於軋製型鋼（如工字鋼、槽鋼、角鋼、圓鋼等）及製造一般普通的零件，如螺釘、螺母、開口銷等。

優質碳鋼也有時稱為結構鋼，用於製造較重要的機械零件。供應的優質鋼同時保證機械性質和化

學成份。

優質碳鋼的牌號用兩位數字代表，這數字表示鋼的含碳量的萬分數，如 20 號鋼則表示含碳量是 0.20%（萬分之二十）。在兩位數字以後加上字母 Γ 的，表示具有較高的錳含量。

優質碳鋼的機械性質見表 4。

表 1 灰 鑄 鐵 (ГОСТ 1412—48)

牌 號	強 度 限 σ 強 公 斤 / 公 厘 ²			布 氏 硬 度 (H _B)
	抗 拉	抗 彎	抗 壓	
CЧ 0 0	不 試 驗			
CЧ 12—28	12	28	50	143—229
CЧ 15—32	15	32	60	163—229
CЧ 18—36	18	36	67	170—229
CЧ 21—40	21	40	75	170—241
CЧ 24—44	24	44	83	170—241
CЧ 28—48	28	48	90	170—241
CЧ 32—52	32	52	100	——
應 用 舉 例				
鑄 件 用 途	對 鑄 件 的 主 要 要 求	強 度	鑄 鐵 牌 號	壁 厚 (公 厘)
靜重、支架、底座	未提出特殊的 要求(重鑄件)	中 等	CЧ 12—28	20—100
外殼、機體、底盤、 蓋、紡織機械零件 氣缸、齒輪、底架、 機體、飛輪	良好加工性	中 等	CЧ 12—28	8—25
			CЧ 15—32	15—25
			CЧ 18—36	25
		高 等	CЧ 21—40	5—25
			CЧ 24—44	20—26
			CЧ 28—48	60—90
管子、管配件、閥 體、壓力在20大氣壓 以下的閥 泵、空氣壓縮機、壓 力機等的機體、床座 、飛輪	緊 密 性	中 等	CЧ 15—32	30 以 下
		高 等	CЧ 24—44	40—70
			CЧ 28—48	60—150
活塞環、聯軸器、齒 輪、氣閥、凸輪	韌 性	高 等	CЧ 24—44 CЧ 32—52 CЧ 28—48	——
冷鑄模、排氣管、管 子及管配件	耐 熱 性	高 等	CЧ 24—44	5—20 20—50
軸 承 、 襯 套	抗 磨 性	中 等	CЧ 18—36 CЧ 12—28	15—30 20

表 2

可鍛鑄鐵鑄件的機械性質 (ГОСТ 1215—41)

牌 號	$\sigma_{\text{强}}$ (公斤/公厘 ²)	$\sigma_{\text{屈}}$ (公斤/公厘 ²)	延 伸 率 (%)	布 氏 硬 度 H_B 不大於
	不 小 於			
KЧ 37—12	37	24	12	149
KЧ 36—10	35	23	10	149
KЧ 33—8	33	22	8	149
KЧ 30—6	30	19	6	163
KЧ 40—3	40	—	3	201
KЧ 35—4	35	—	4	201
KЧ 30—3	30	20	3	201

表 3

普通品質的碳鋼 (A組) (ГОСТ 380—50)

牌 號	$\sigma_{\text{强}}$ (公斤/ 公厘 ²)	$\sigma_{\text{屈}}$ (公斤/ 公厘 ²)	延伸率 δ (%) 不低於	布 氏 硬 度 (H_B)	應 用 舉 例
Ст. 0с	3200—4700	1900	22	80—152	金屬結構中不受載荷的零件、墊片、墊圈
Ст. 1	3200—4000	—	33	132	金屬結構中受輕載荷的零件、鉚釘、螺釘、水管、蒸汽管和氣管、墊片、外殼、焊製零件
Ст. 2	3400—4200	2100	31	133	煙管；受力不大的鉚釘、螺釘、軸、軸心、凸輪；焊製或經滲碳的機件
Ст. 3	3800—4000	2200	27	132	金屬結構的零件；螺釘、螺母、拉桿、鉤、連桿、楔、軸心、軸和齒輪、焊製零件
	4100—4300		26		
	4400—4700		25		
Ст. 4	4200—4400	2400	25	152	金屬結構的零件；拉桿、軸、軸心
	4500—4800		24		
	4900—5200		23		
Ст. 5	5000—5300	2700	21	170	重要的螺釘、拉桿、鉤、楔、連桿；軸心、軸、齒輪
	5400—5700		20		
	5800—6200		19		
Ст. 6	6000—6300	3000	15	201	鏈、牙嵌離合器和摩擦離合器、鏈板、開帶；承受較大靜載荷的齒輪和軸
	6400—6700		14		
	6800—7200		13		
Ст. 7	7000—7400	—	11	—	同上，也用作需要較大強度和較高耐用性的零件，通常經過熱處理
	7500—7900		10		
	8000及以上		9		

表 4 優質碳鋼 (ГОСТ В. 1050—1)

鋼 號	$\sigma_{\text{強}}$ (公斤/ 公分 ²)	$\sigma_{\text{屈}}$ (公斤/ 公分 ²)	延伸率 $\delta(\%)$, 不小於	布氏硬度 (H _B)	應 用 舉 例
10	3200	1800	31	137	冷衝壓零件；桿製或滲碳零件；墊片、墊圈、管子、叉、拉桿
15	3500	2100	27	143	鍛製和熱模鍛零件，冷衝壓零件；滲碳零件；焊製機件；特別是螺釘、螺絲、螺母、扳手、桿、叉、凸緣
20	4000	2400	25	156	與15號鋼相同，亦用於鍛製或模鍛的拉桿、鈎、桿、襯套、襯瓦
25	4300	2600	22	170	與 20 號鋼相同，亦用於軸心、軸、聯軸器；不受高應力的螺釘、雙頭螺釘、螺母、螺絲和墊圈
30	4800	2800	20	179	有高韌性的鍛製或熱模鍛零件；軸心、軸、拉桿、氣缸、飛輪
35	5200	3000	18	187	鍛製的拉桿、軸心、軸、螺釘、螺絲、螺母、墊圈、平衡桿、隔膜
40	5700	3200	17	217	軸心、活塞桿、曲軸、齒輪、凸緣、圓蓋等標準化零件
45	6000	3400	15	241	柱塞、齒輪和齒條、聯軸器、襯套、小軸、摩擦蓋、螺釘、雙頭螺釘、螺母
50	6300	3500	13	241	活塞桿、軸心、軸、齒輪、不重要的彈簧
60	6500	3700	10	255	偏心輪、彈簧圈、
65	6600	3800	10	255	飯彈簧、螺旋彈簧
15r	4000	2300	24	163	鍛製和熱模鍛製成的零件；滲碳零件，特別是——凸輪軸、拉桿、聯軸器的鉸銷
50r	6500	3700	11	255	受磨損的零件、多槽軸、永久嚙合的齒輪
60r	7000	3800	9	269	彈簧墊圈、止推環
65r	7500	4000	8	269	彈簧環、彈簧墊圈、蝸線蓋簧、飯彈簧

合金鋼的含碳量由 0.08% 到 1.10 %。在合金鋼的牌號中左邊兩個數字表示平均含碳量的萬分數，數字右邊的字母表示合金成份 (Г—錳，C—矽，X—鉻，H—鎳，Φ—鈦，M—鉬)，字母後沒有數字的，表示這元素的含量近於 1 %，字母後有 2、3、4 等數字的，表示這元素的含量近於 2%、3%、4% 等。例如 12XH3 表示平均含碳量為 0.12%，鉻近於 1 %，鎳近於 3 % 的鉻鎳鋼。

最常用的合金鋼的機械性質列於表 5。

鋼鑄件的分類及機械性質列於表 6。

(三) 銅合金 純銅 (紅銅或紫銅) 由於強度和硬度過低，在機械製造中很少應用。

在機械製造中所採用的銅和金有兩大類：黃銅——銅與鋅的合金；青銅——銅與錫或銅與除鋅外其他金屬的合金。

銅合金的機械性質見表 7、8、9。

表 5 合 金 結 構 鋼 (ГОСТ 4543—48)

鋼 號	$\sigma_{\text{強}}$ (公斤/公分 ²)	$\sigma_{\text{屈}}$ (公斤/公分 ²)	衝 擊 韌 性 (公斤/公分 ²)	延 伸 率 δ_5 (%)	布 氏 硬 度 (H _B)	用 途 舉 例
15X	7000	5000	7	10	179	齒輪、小軸、活塞銷、牙嵌離
20X	8000	6000	6	10	187	合器、滲碳機件
30X	9000	7500	6	11	212	軸心、軋輥、小軸、搖桿、齒輪
35X	9500	7500	6	10	217	同 30X，亦能用於重要的螺釘、雙頭螺釘、螺母
40X	10000	8000	6	9	288	同 35X，也能用於曲柄軸
45X	10500	8500	5	8	241	軸、齒輪、軸心
50X	11000	9000	4	8	248	重要的軸、齒輪、止推環、螺旋彈簧
20XM	8000	6000	9	12	—	高壓鍋爐和過熱器的焊製管子、滲碳機件
30XM	9500	7500	8	11	196	渦輪機機件（轉子、圓蓋等），傳動軸、軸心；重要螺釘
35XM	9500	8000	7	11	223	同 30XM，也用於氣缸、礦鑽、穿孔器、軸銷、齒輪
20XГ	8000	6000	—	12	—	軸、軸心、連桿、曲柄軸
35XГ2	8500	7000	8	12	—	等需要高耐磨性的機件
40XГМ	10000	8000	9	10	—	} 齒輪、多槽軸、鍵
20XH	8000	6000	8	10	241	
30XH3	10000	8000	8	9	241	
40XH	10000	8000	7	10	241	} 軸、齒輪、圓蓋、轉子
45XH	10000	8000	7	10	241	
50XH	11000	8500	5	8	241	
20XГC	8000	6000	6	10	241	重要的模鍛和焊製機件和焊製組合體；活塞桿、桿
30XГC	11000	8500	4.5	10	229	和20XГC同，也用於齒輪、軸心、軸、滾子、聯軸器、螺母、螺釘

表 6 銅 鑄 件 (ГОСТ 977—41)

鑄 件 種 類	牌 號	$\sigma_{\text{強}}$ (公斤/公厘 ²)	$\sigma_{\text{屈}}$ (公斤/公厘 ²)
通 普 品 質	25—4020	40	—
	25—4518	45	—
	35—5015	50	—
	45—5512	55	—
	55—6010	60	—
高 等 品 質	15—4024	40	20
	25—4522	45	23
	35—5019	50	25
	45—5516	55	28
	55—6012	60	30
特 等 品 質	15—4028	40	23
	25—4525	45	27
	35—5022	50	29

表 7

鑄造錫青銅 (ГОСТ 613—41)

青銅牌號	σ 强 (公斤/公分 ²)	延伸率 (%)	布氏硬度 (HB)	鑄造方式	用 途 舉 例
Бр.ОЦН 3-7-5-1	1800	8	60	砂 模	結構青銅，用於蒸汽機零件及工作於25大氣壓力下的配件，同樣用於海水或淡水中工作的配件
Бр.ОЦ 3-11-5	1800	8	60		
ЛОС 65-1-2	1800	5	45	砂 模	在10大氣壓力以下工作的水管和暖氣管配件
Бр.ОЦ 6-6-3	1500	6	60	砂模或金屬模	受摩擦的零件
Бр.ОЦ 5-5-5	1800	4	60	砂模或金屬模	受摩擦的零件
Бр.ОЦ 4-4-17	1500	5	60	砂 模	受摩擦的零件

表 8

無錫青銅 (ГОСТ 493—41)

青銅牌號	σ 强 公斤/公分 ²	延伸率 (%)	布氏硬度 (H _B)	用 途 舉 例
Бр.АЖ 9—4	4000	10	110	棒料、鍛件、砂模鑄件或冷模鑄件、蝸輪、齒輪
Бр.АЖН 11-4-4	6000	5	170	棒料、鍛件、冷模鑄件
Бр.АЖН 11-6-6	6000	2	250	重要的砂模及冷模鑄

表 9

鑄造銅鋅合金 (黃銅)

(ГОСТ 1019—47)

黃銅牌號	σ 强 (公斤/公分 ²)	延伸率 (%)	布氏硬度 (H _B)	鑄造方法	用 途 舉 例
ЛА 67—2.5	4000	15	90	冷模	抗腐蝕機件
	3000	12	—	砂模	
ЛАЖМц10-6-3-1	5500	5	150	冷模	夾緊螺絲上的螺母、重型的蝸桿
	5000	7	120	砂模	
ДК 80—3	3000	15	110	冷模	齒輪、配件
	2500	10	100	砂模	
ЛКС 80—3—3	3000	15	100	冷模	軸承、襯套及其他抗摩機件
	2500	7	90	砂模	
ЛМцС 58—2—2	3500	8	80	冷模	同上
	2500	10	70	砂模	
ЛМцЖ 55—3—1	5000	10	109	冷模	大型零件、溫度在300°以下的配件
	4500	15	100	砂模	
ЛМцЖ 52—4—1	5000	15	100	冷模	軸承、配件
	4500	12	100	砂模	

(四) 塑料 用織物、木材、層板等做為基體，浸以酚甲醯樹脂，加壓加熱製成。由於基體材料的不同而有不同名稱。

塑料在機械製造中用做金屬的代用品，製造無聲齒輪、軸承襯、手柄等。

此外，機械製造中還應用木材、皮革、橡膠等非金屬材料，不過用途是有限的。

8. 許用應力和安全係數

在零件的設計和驗算時所根據的最高條件應力叫做許用應力，用 $[\sigma]$ 、 $[\tau]$ 表示。

極限應力（強度限、屈服限、耐勞限等）和許用應力的比值叫做安全係數 n ，

$$n = \frac{\sigma_{\text{極限}}、\tau_{\text{極限}}}{[\sigma]、[\tau]}$$

許用應力並不表示零件上的真正應力。零件上某一部分處的真正應力可能超過設計時所根據的許用應力幾倍。

極限應力也有時稱為危險應力。對於承受靜載荷的脆性材料（例如鑄鐵）通常取強度限 $\sigma_{\text{強}}$ 、 $\tau_{\text{強}}$ 做為極限應力；承受靜載荷的塑性材料則取屈服限 $\sigma_{\text{屈}}$ 、 $\tau_{\text{屈}}$ ；承受變載荷的材料則取耐勞限 σ_{-1} 。

許用應力和安全係數的選取是個非常複雜同時也非常重要的問題。採用過大的安全係數將帶來材料的浪費和機器重量的增加；採用過小的安全係數又使機器不够安全。如何正確地選擇許用應力，在過去幾十年中在機械零件領域以內曾當做一重要問題被提出，也曾有很多科學家在這方面做過很多的研究工作，但遺憾的是到現在為止還沒有一個完滿的解決方法。

目前許用應力和安全係數的選取主要有兩種方法：查表法和部分係數法。

查表法 根據過去多年機械製造的實踐以及理論的分析，有可能把用一定材料製造的、在一定情況下工作的某些零件的許用應力做一合理的、具體的規定。這樣所製定的許用應力表格是設計師的寶貴參考資料，因為圖表中數據不但有理論根據，並且是為實踐所充份驗證過的。

有很多的製造部門、機關、企業，曾根據這一部門中某些零件的工作特點製定出這類表格並列入「規範」之內。

這種表格具有簡單、具體、可靠等優點，但每一種表格都只能用於較狹窄的範圍，對於其他零件或是同一零件而工作性質不同時都不能採用。

部分係數法是用一系列的係數的乘積來確定總的安全係數。這種方法是以已知材料的特性為根據，而用各係數來判斷零件工作情況的各因素，例如材料的可靠性、零件的重要性、有效應力集中、尺寸、表面情況、驗收方法等等。

部分係數法是種先進的計算方法，但是在這一方面積累的經驗尚少，同時它的應用不够具體，計算也比較複雜，對於沒有經驗的工程師和學生來說，使用不很方便。

本書中許用應力的選取主要採用查表法，無相應表格的則推薦經驗的數據。在「軸」一章中則採用部分係數法，因為對於這種零件的計算，部分係數法應用較早並積累有較充份的經驗。

9. 機械零件的分類

組成機器的零件可以區分為兩類：第一類是在不同型式的機器中都是同樣的而與機器的用途無關的零件，稱為普通零件，例如螺釘、軸、齒輪等；第二類是只適用於一定型式機器的零件，稱為特殊零件，如曲軸、汽輪機葉片、活塞等。

機械零件課程的內容是從強度、構造與工藝等觀點來研究普通零件，以至最後設計這些零件。

普通零件最通用的分類法如下：

(一) 聯接機件

- (1) 可拆的聯接——螺旋聯接、楔聯接、鏈聯接等；
- (2) 不可拆的聯接——鉚釘聯接、焊接等。

(二) 支持及聯接轉動部分的機件

- (1) 軸心及軸；
- (2) 軸承；
- (3) 聯軸器。

(三) 傳動機件

- (1) 摩擦傳動；
- (2) 齒輪傳動；
- (3) 蝸輪傳動；
- (4) 皮帶傳動；
- (5) 鏈傳動。

第一篇 聯 接 機 件

機械零件與機器組合件的聯接，以及機器組合件相互間的聯接，可分為動聯接和靜聯接兩種。所謂動聯接就是各個被聯接件間的相互位置按某種規律隨時間而變化；而靜聯接則是各被聯接件間的相互位置始終保持不變。

靜聯接又可分為可拆聯接與不可拆聯接兩種。前者為螺釘聯接；鍵、多槽軸、銷釘和楔聯接等；這種聯接在拆開時可不必破壞聯接件。後者為鉗接，焊接和緊配合聯接等；這種聯接如果要拆開時，必須把聯接件破壞。

在本篇中，只討論靜聯接。至於動聯接則在第三、四兩篇中來討論。

二 螺 釘 聯 接

螺釘聯接是應用最廣的可拆聯接。在構造物中，它常常是很重要的部分；機器和建築物在工作中的毀壞或其他事故，很多是和螺釘聯接的失效有關。

在本章中將要討論螺釘聯接的各種構造和計算。因為螺旋和螺釘在幾何形狀以及受力情形等方面都有很多相同的地方，所以螺旋雖然是屬於動聯接的零件，我們也把它放在這裏加以敘述。

1. 螺 紋

(一) 關於螺紋的基本概念 螺釘的聯接和螺旋的傳動都是通過螺紋來完成的，所以可以說，螺紋是螺釘和螺旋上的極重要的部分。

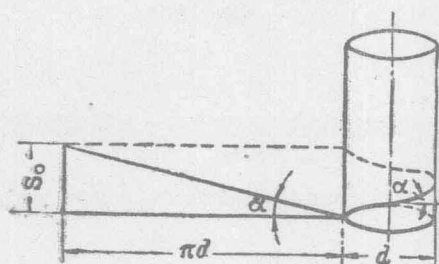


圖 1

在圖 1 中，有一直徑為 d 的圓柱，又有一底邊長度等於 πd 的直角三角形；如果把三角形繞在圓柱上，並使底邊和圓柱底相重合，則它的斜邊就在圓柱上形成一根螺紋。

在圖 1 中， α 叫作螺紋的導角，循螺紋繞行一週的昇高距離 S 叫作螺紋的昇距。由圖 1 可知， $S_0 = \pi d \tan \alpha$ 。

現在取一平面圖形，例如三角形，使它沿着螺紋移動，移動時，使它的一邊靠在圓柱的母線上，並且保持圖形平面通過圓柱的軸線，就得到了相應的螺紋——三角形螺紋。

紋。

根據斷面的形狀，螺紋可分為三角形、矩形或方形、梯形、鋸齒形和圓形等，如圖 2 所示。

根據繞行的方向，螺紋可分為右旋和左旋兩種（圖 3）。右旋螺紋向右上昇，左旋螺紋向左上昇。常用的是右旋螺紋；對於這種螺紋，在擰緊螺帽或螺釘時，旋轉的方向應該是順時針方向。

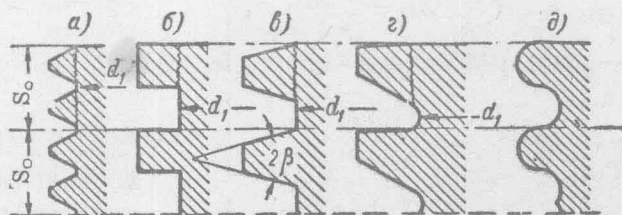


圖 2

根據螺紋的數目，螺紋又可分為單線、雙線、三線和多線等，圖 4 所示為一雙線螺紋。螺紋的線數越多，則它的導角和昇距也越大。在機械製造中常用的是單線、雙線和三線螺紋；單線的多用於聯接，其他的多用於傳動。

螺紋的主要尺寸有下述的幾項（參看圖 5）：

(1) 螺距 S ——沿螺紋軸線方向量得的相鄰兩牙之間的距離叫作螺紋的螺距。螺紋的昇距則是同一根螺紋上兩牙之間的軸向距離。顯然，螺紋為單線時， $S_0 = S$ ；而螺紋為 a 線時，則 $S_0 = aS$ （參看圖 4，圖中 $a = 2$ ）。

在吋制螺紋中，螺紋的粗細是用每英吋長度上的螺紋牙數 i 來表示的。因此如果用 S （公厘）表示