



機械設計

龔 洪 年 譯

大東書局印行

521

機 械 設 計

龔 洪 年 譯
中國技術協會審訂

大 東 書 局 印 行

✓

一九五〇年一月

技—0012
機—0003

機 械 設 計

基本定價：16.00 元

(照同業議定倍數出售 外埠酌加郵運包)

版權所有
不准翻印



審訂者 中國
譯者 龔 年
發行者 大東書局
上海福州路10號
發行所 大東書局

編譯大意

1. 本書依據 L.J. Bradford 及 P.B. Eaton 二教授原著之機械設計學 (Machine Design) 編譯而成。
2. 原著者云，學習是書，必先對基本學程如機動學、力學等有充份而切實之知識。有此假定，是書乃得精簡從事。
3. 機械設計一科，對於機械製圖、工場實習、經驗計劃，以及工程手冊之參考，皆有不可分離之關係。
4. 本書以翻譯為原則，務求不失原意；故無舍難就易，或穿枝插葉之弊。語句結構，儘量使之本國語文化，冀免生澀。
5. 原書中之公式，有以語句表示者，為之編成數式。同時，公式有缺，而於習題演解上有需要者，為之增補。
6. 原書簡明扼要。每作論述，隨有例題，明示方法及步驟，以便應用。此為研究機械設計之要著。而習題一項，收羅宏富，便於學者演習與借鏡。此點尤為他書所不及。
7. 本書附錄不廣，蓋學者固宜有養成參閱工程手冊及其他書籍圖表之習慣之必要。
8. 原書久為國內各大學及專科學校所採用。國人咸認課本用外文之非是，故特依照已往公定之工程名詞編譯之，以供採用。
9. 本書甚少應用高深數理。且各章往往有獨立性。故若斟酌適否，善為撮擇，未嘗不可供高級工科職業學校之求較深學理者之用。

前 言

新中國業已誕生，跟着來的將是一個經濟建設與文化建設的高潮。放在我們眼前的一個艱鉅的任務，是要使中國由一個農業國家發展成爲一個工業國家。爲了達成這個艱鉅的任務，我們的主觀的努力是不可忽視的：每一個人應該盡他最大的力量，來創造促使中國工業化的條件。

基於以上的認識，我們——中國技術協會和大東書局——在一九四九年四月就開始商討一種合作的辦法，希望利用雙方所具備的條件，對於中國工業化作一些貢獻。

中國技術協會組織於一九四三年。這六年來曾做過一些普及科學技術知識的工作：如編印雜誌，舉辦講座、夜校、廣播、參觀和展覽等等。大東書局是一個具有三十年歷史的出版機構，有相當的印刷和發行的條件。一九四九年八月，我們解決了合作上的技術問題，決定協力來編印各種工業技術的書籍。

我們決定第一步工作目標是以各種技術學校所急需的教材爲主，而以灌輸一般技術知識的書籍副之。關於前者，有各種「基本技術叢書」。關於後者，我們願特別致力於最新

的實用技術的介紹。同時，爲了幫助技工們提高對於學理方面的了解，我們還編印一種「技工補習基本學理叢書」，希望藉此能幫助他們提高對於藍圖、數學、電學、化學等在學理方面的認識。

我們除了照預定計劃編印書籍外，並公開接受有關工業技術的投稿。我們選擇稿件時，有如下的幾個原則：

(一)須能切合實際的需要；

(二)照顧國內的情況——例如不但要照顧到工業上國內目前流行的各種制度，如英、美制及公制等，而且要促進萬國性公制的推行；

(三)專門名詞在國內尙未統一，因此要採兼收並蓄的辦法，除學名外，並要盡可能顧及俗名，以便讀者參考；

(四)行文力求大衆化；

(五)盡可能不出版坊間已有的書籍。

在工作過程中，我們得到不少學者們和同志們的指導和幫助。謹在此表示謝意。希望各界人士對於我們的工作——包括編撰方面和印刷方面，多多賜予寶貴的指示。

中國技術協會
大東書局

一九四九年八月

目 錄

第 一 章 基本定義及概念 1

——載荷及應力——形變——單位應力——單位形變曲
線圖——彎矩——彈性限度——屈伏點——極限強度
——斷裂強度——彈性係數——彈性能——功——機
件設計之基礎——驟加及衝擊載荷之影響——反復施
加載荷之影響——普通工程材料之性質——實用概論
習題 1 26

第 二 章 摩擦與潤滑 32

——摩擦之類別——滑動摩擦之類別——摩擦功——
潤滑——厚膜——液膜潤滑之機構——不完全潤滑
——滾動摩擦
習題 1-16

第 三 章 軸承與滑動面 46

——軸承之式樣及要素——輻射式滑動軸承之式樣
——滑動止推軸承——滑動軸承之設計——軸承蓋之
設計——球及輥軸承——球及輥軸承之設計——球及

輓軸承之選擇——滑動面

習題 1—34

第 四 章 摩擦離合器及制動器 102

——摩擦離合器——摩擦離合器之式樣——各式離合器之分析——制動器——離合器及制動器之材料

習題 1—21

第 五 章 軸 121

——材料——軸之設計——斷面改變之影響——軸之臨界速度——聯軸節——鍵——鍵之強度

習題 1—21

第 六 章 壓入配合及冷縮配合 151

——打入配合、壓入配合及冷縮配合之定義——冷縮配合之分析——鉛之壓入配合

習題 1—12

第 七 章 螺旋及其用途 163

——用途及類別——螺紋之式樣——螺旋之效率——螺旋牽合——兼受初載荷及外載荷之影響——螺栓緊——桿等受陡震時之設計

習題 1—17

第八章 齒輪聯動 192

——齒輪之功用——齒面曲線——漸開線齒輪——齒之比例——正齒輪之齒強度——輻、緣及轂之設計——〔螺輪〕螺輪之作用——作用於螺輪齒上之力——切削角度——螺輪之應用——螺輪齒之設計——〔斜齒輪〕斜齒輪之設計——〔蝸桿及蝸輪〕概論——蝸桿之設計——蝸輪之設計——蝸聯動之裝置
習題 1-16

第九章 帶及鍊 230

——圈繞連動之式樣——〔帶〕材料——帶輪——帶之設計——〔鍊〕特性——齒型
習題 1-11

第十章 彈簧 254

——彈簧之式樣——螺旋彈簧——螺旋彈簧對強度及挺性之設計——概論——鈹簧——發條
習題 1-17

第十一章 飛輪 270

——飛輪之功用——飛輪之容量——飛輪內部應力——飛輪之結構

習題 1 13

第十二章 雜機件 291

——曲樑——長柱——平鈑——薄管或薄筒——厚筒

——焊結構——接合式樣——焊縫之強度——焊接

瑣論

習題 1 18

附表 315

——美式粗紋螺栓——美式細紋螺栓——三角函數

——常用對數——斷面性質(極性)——斷面性質(矩

形)——各式樑——單位換算——英漢名詞表

第一章

基本定義及概念

在着手研究機械或機械之任何部份機件設計方法之先，吾人必須清晰瞭解若干常用名詞。此種名詞之最主要者，有來自研究材料力學者，有來自力學者，有來自運動學者。茲簡釋如下：

機件在載荷影響上之名詞

1--1. 載荷^①及應力^② 載荷為施於機件上之任何外力。載荷可依：(1)對於機件內部結構上所起之反應，及(2)其作用情形，而加以區別。第(1)項包括張、壓及剪載荷；第(2)項包括動及靜載荷。

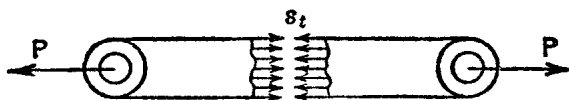
載荷施諸機件之時，其所生之物理現象為形態之改變。直張載荷^③之作用線如圖(1--1)所示，貫通棒之各斷面之重心，結

① 載荷(Load)或稱担負、荷重。

② 應力(Stress)。

③ 直張載荷(Direct Tensile Load)，或稱直接張力載荷。

果所致，其長度增加，而寬度及厚度則減少。棒之內部結構抵抗此外載荷作用，乃產生與外力相反之一內力(s)。直張載荷之內



圖(1-1) 受純張力之棒

力均勻分佈於其斷面上。吾人如欲建立平衡狀態，則此均勻分佈之內力之總和必須等於諸外力之總和。吾人皆知內力即是應力，由於其分佈均勻，故可以下式表之：

$$P = sA \dots \dots \dots (1-1)$$

式中： P = 外力，即載荷；

s = 單位應力；

A = 與載荷作用線成直角之斷面積。

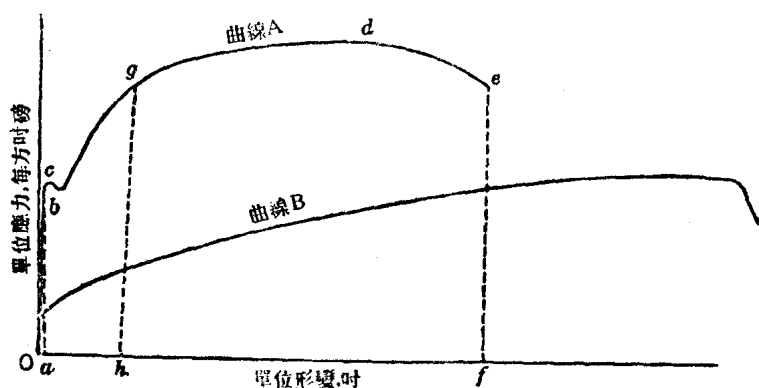
在應用上，如依從英美制， P 之單位為磅， A 為方吋， s 則以每方吋磅表之。是故單位應力者，單位面積上所受之力，每方吋磅之謂也。沿機件軸線而作用之張性或壓性載荷，及垂直於機件之軸線而作用之純剪載荷，皆可以(1-1)式解之。

1-2. 形變 形體上之改變，謂之形變^①。所改變之總尺度，謂之總形變。每單位原長度上所歸有之尺寸之改變，謂之單位形變。

1-3. 單位應力——單位形變曲線圖 應力與形變，有形影相隨之作用，無此不能生彼者也。因此，設計者對於機件內

① 形變(Deformation)。

部之應力與隨同發生之形變，二者間確切之關係，必須有明確之觀念。一機件雖可於強度上設計適宜，(意即單位應力低小)；但因過度扭曲，竟有不能圓滿致用者，尤以轄制用機件為然。若另用一種材料，或可補救此缺憾。故如欲保持原件固有之大小及形狀，則所用之新材料在與原件所受同樣的應力之下，必須具有較小形變(意即必須較為挺性)⑤。圖(1—2)所示，曲線中直線



圖(1—2) 軟鋼及黃銅張力實驗所得之特性曲線

部份之坡度與材料之挺性成比例；此坡度並可用以比較二種或多種材料間之相對挺性。在圖(1—2)中，A為軟鋼經張力實驗所得之特性曲線，B為對黃銅所得之特性曲線。一望可知，鋼挺於黃銅。

1-4 彎矩⑥ 按圖(1—3)及(1—4)：作用於物體上之

⑤ 挺性(Stiffness)，或稱端強性、強性。

⑥ 彎矩(Bending Moment)，或稱彎曲矩、彎曲力矩。

非同點各力，發生使該物體趨於旋轉之力矩^⑦。若物體並無角加速度發生，則作用於該物體上之諸力，對任何斷面所成諸力矩之和，必須等於零。是即，對此斷面所加之諸外力之力矩之總和，必須等於在此斷面所產生之各內部應力之各力矩。簡言之，任何簡樑之任何斷面內，其彎矩等於任一抗力之力矩，減去該斷面與該抗力間各載荷之力矩。根據力學定律，吾人知最大彎矩發生於垂直剪力為零之處；是即，在斷面之左方或右方，其間之各垂直力之總和為零之處，彎矩最大。吾人又知，對於中立面^⑧為直面或近似直面之處，內應力偶等於在表皮上所生應力與機件上有關斷面之斷面係數。將二者之乘積列成等式，得

$$M = s \frac{I}{c} \dots \dots \dots (1-2)$$

式中： M = 斷面之左方或右方，各外力之力矩總代數和；

I = 斷面之矩形轉動慣量^⑨；

c = 自斷面之中立軸 即重心軸，按照各該情形，至張性或壓性之最外表皮；

s = 最大單位應力。

例：一簡樑之斷面為長方形，寬 $\frac{1}{2}$ 吋，厚3吋。其載荷及支架狀況如圖(1-3)及(1-4)所示。求上表皮所生之最大應力。

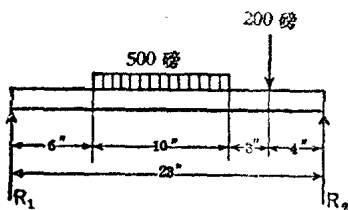
⑦ 力矩(Moment)，或稱矩。

⑧ 中立面(Neutral Surface)。

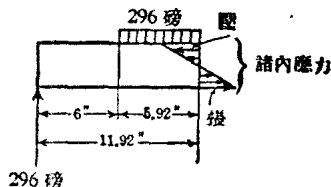
⑨ 轉動慣量(Moment of Inertia)或稱慣力矩、慣性矩、慣矩。

解： $R_1 = \frac{500 \times 12 + 200 \times 4}{23} = 296 \text{ 磅}$

$$R_2 = \frac{500 \times 11 + 200 \times 19}{23} = 404 \text{ 磅}$$



圖(1-3)



圖(1-4)

最大彎矩發生於垂直剪力為零處，是即距 R_1

$$6 + \frac{296}{50} = 11.92 \text{ 吋處}$$

將樑在該處分截，並將左方一段視作自由體，可得如圖(1-4)所示之諸力作用於其上。在垂直剪力為零處斷面上之最大彎矩為

$$M_x = 296 \times 11.92 - 296 \times \frac{5.92}{2} = 2,652 \text{ 吋磅}$$

矩形之斷面係數^①為 $\frac{bh^2}{6}$,

故

$$\frac{I}{c} = \frac{\frac{1}{2} \times 3^2}{6} = \frac{3}{4}$$

得所產生之最大應力

$$s = M \frac{c}{I} = 2,652 \times \frac{4}{3} = 3,536 \text{ 每方吋磅}$$

① 斷面係數 (Modulus of Section) 或稱截面係數。

材料之重要物理性質

1—5. 彈性限度^① 圖(1—2)中,曲線 A 上之 b 點為彈性限度。彈性限度者,為在此曲線上相當於最高點之應力,至此點完全解除載荷,材料內並不遺留永久應力,亦即無永久形變。Ob 線顯為一直線。若鋼試片上加載荷至其單位應力達於 b,則其單位形變為 Oa。今設將載荷逐漸解除。與載荷相繼減少之同時,其相當之形變隨亦自 a 向 O 消失,至載荷為零時,並無遺留之應力或形變可見。在實驗時,此點之正確位置甚難尋獲,蓋需要高度精密之儀器,且頗為費時費力也。

1—6. 屈伏點^② 自 b 點而後,應力不復與形變成比例。曲線中自 b 至 c 一段之形狀,關係於所實驗之材料極大。延性材料如軟鋼,到達彈性限度之後,隨即發生一急彎。在急彎處之一點 c,即為屈伏點。此點易於斷定,且可相當正確。屈伏點可謂為,在曲線上某一點之相當單位應力,超過該點之後,應力增加稍許,而隨同發生之形變增加甚多。由於材料之屈伏點易於獲得,及此點與彈性限度之近似,故設計者可用屈伏點以代彈性限度,作為不可超越之限制應力。

1—7. 極限強度^③ 材料之極限強度,為設想最大實驗載荷,作用於試片之原有面積上,所得之單位應力。圖(1—2)

① 彈性限度(Elastic Limit).

② 屈伏點(Yield Point).

③ 極限強度(Ultimate Strength)

中，曲線 A 上之最高點 d 所標之處，就工程之觀點言，即表示材料內部之最大單位應力。

1—8. 斷裂強度 材料之斷裂強度，為試片在斷裂之際，每方吋原有斷面積上之單位應力。對於受張性載荷之延性材料，在極限應力之後不久，即在極限強度到達之後，試片立即發生一明顯之頸狀。隨面積之縮減，試片祇能負降低之載荷，至發生破斷為止。是故各種延性材料，其斷裂強度較小於極限強度。設計者往往忽略斷裂強度及其與極限強度不同之處。

1—9. 彈性係數^① 吾人已知圖 (1—2) 中之 Ob 線，顯明為一直線。故在 O 與 b 之間，單位應力與單位形變成正比例。若不過彈性限度，單位應力被除於其相應而生之單位形變，其所得之商，謂之彈性係數，以 E 表之。剪及壓之彈性係數，可以同法表之，但若無特別之標記，E 恆可視為由於直接張載荷而得之彈性係數。材料在“彈性限度之內”生有應力時，其單位應力、單位形變及彈性係數，可以下式表之：

$$E = \frac{s}{\delta} \dots\dots\dots (1-3)$$

式中： s = 張性、壓性或剪性之單位應力；

δ = 單位形變；

E = 彈性係數。

按上式，可以察知，材料之單位形變與 E 值成反比例。通常鋼之 E 值為 30,000,000，鋁為 10,000,000。據此，在彈性限度以內，

^① 彈性係數 (Modulus of Elasticity)