

# 機構與機器

中華民國機構與機器原理學會會刊第九期

中華民國八十年六月一日

Newsletter of the Chinese Society of Mechanism and Machine Theory 行政院新聞局出版登記證局版台誌字第8318號

發行人：周廣周  
出版人：中華民國機構與機器原理學會出版委員會  
理事長：蔣君宏  
總編輯：蔣君宏  
編輯：陳明豐 張所銘 蔡忠杓  
吳隆庸 劉興華 黃以文  
發行所：107台北市國立台灣大學機械系739室  
台北市郵政信箱23-10號  
電話：(02)3628320  
郵政劃撥帳號：14128710  
戶名：中華民國機構與機器原理學會  
訂閱：全年新台幣180元  
零售：新台幣15元  
承印者：吉鴻彩色印刷股份有限公司

## 第9屆 CISM-IFTOMM 機器人與搬運器 研討會消息

編輯室

第9屆 CISM (Centre International des Sciences

## 機車駕駛的平衡

呂宗熙

國內機車年產量已達一百萬輛，不僅內銷成為販夫走卒的每日必備交通工具，造成空氣污染的一大來源，而且外銷日本，葡萄牙，中國大陸和東南亞，賺取不少外匯。本文就來談談機車的動態特性。

在靜態時，機車無法保持平衡，因此需要支撐。在行進中，則必須使本身平衡，而且須能維持平衡的速度愈低愈佳。低速時，機車平衡之主要因素要靠騎士技術、機車幾何、重心位置和重量；高速時，卻主要倚賴前後輪的陀螺力 (Gyroscopic force)。

陀螺儀 (Gyroscope) 基本上可視為高速旋轉的輪子，具有維持旋轉面的強烈趨勢。雖然我們可以很容易使它沿任何方向作平行移動，它卻會有抵抗任何傾斜的企圖。也就是說，當陀螺儀被傾斜時，它會自動產生一個扭力，這種扭力隨著陀螺儀轉速之加大而遽增。

機車輪子的作用就好比陀螺儀，能使機車豎立。這和快轉中的陀螺一樣，能以單點著地而平衡，但轉速太慢時則傾倒。從事簡單的實驗如圖1所示可以觀察陀螺力的作用。雙手持



圖1

Mécaniques) 與 IFToMM (International Federation for the Theory of Machines and Mechanisms) 合辦之 Symposium on Theory and Practice of Robots and Manipulators 將於 1992 年 9 月 1 日至 4 日在義大利 Udine 舉行，依照主辦單位之認定，在此次研討會中，"Robots and Manipulators" 一詞應包括一切義肢及助行機器等 (Locomotion Systems (pedipulators and walking machines) and exoskeletal and prosthetic devices.)

因此本次研討會將涵蓋有關 Robots and Manipulators 之下列題目：

1. Mechanics
2. Control of Motion ( modelling, simulation, control)
3. Sensing and Mechine Intelligence
4. Synthesis and Design ( including grasping and hand design, etc.)
5. Biomechanical Aspects of Robots and Manipulators
6. Applications and Performances Evaluation ( including robots in flexible automation)

論文指定用英文書寫，有意提出論文與會者，請儘速將論文摘要（約 400 字）寄：

804

高雄市西子灣中山大學機械系 蔡穎堅教授 以便統籌辦理。論文全文截止日期為 1991 年 12 月 31 日，最後決選通知在 1992 年 3 月 31 日。

此次通知上之論文摘要截止日期為 1991 年 5 月 31 日，但主辦單位在 5 月 24 日始發函。本會收到通知已在 6 月 11 日，現在正由蔡穎堅教授與對方洽商延後論文摘要截止日期中。如欲知研討會詳細內容，請逕向蔡穎堅教授索取（電話 (07) 5316171 轉 2700 或 4055）

如圖 2 所示，當機車行駛時，若遇到不平路面，直立輪子軸的兩端，使輪子急轉，頂端向前行宛如機車在前進中。雙手施力於軸使輪子左轉，輪子就會猛然向右傾斜。另一種情形下，若是用雙手使轉軸向左傾斜，會發覺輪面猛然偏向左，宛如被一隻看不見的手駕馭一般。

同樣的現象也發生在機車上，使其得以在行進中平衡。例如受右側襲來陣風影響，行進中機車向左邊倒下。由於陀螺力的作用，此時前輪立即會向左轉，導致機車沿一條曲線行駛。此時所造成的離心力作用在機車本體上，而會將機車扳回到原來的直立行進狀態。

至於轉彎時平衡的條件是什麼呢？就是機車側傾某一適當角度，使離心力矩和重力力矩平衡。實際上，離心力和重力二者的合力所通過前後輪胎著地點的連接線的條件決定了此一平衡的側傾角度的真正大小，如圖 2 所示。

至於如何使機車轉彎呢？是先傾斜抑或先轉向？如果執意朝著我們所要的方向扭轉把手，則離心力和陀螺力卻使車子向另一方向傾倒。反之，若瞬間將把手向反方向轉，則離心力和陀螺力將使機車向正確一邊傾斜。重力隨之助長了傾斜效果，而陀螺力亦有助於使前輪駛入正確曲線路徑。除了上述前輪的作用外，如圖 3 所示機車構造中之後輪、前叉角和前輪拖曳距也會影響平衡。

前面提過僅只傾斜機車會因陀螺力作用，自動將前輪引入正確轉彎方向。所以合計有兩種方式可達到轉彎的目的：反轉把手力矩和傾斜。對於熟練於機車駕駛的人，潛意識中混合這兩種方式。欲轉彎時，首先對把手內端稍向前且向下施壓。至於兩種方式的相對比例則因個人騎車習慣，車速和機車本體特徵而異。

從事機車設計工作者，可以從影響操縱性最大的設計參數，即前叉角和前輪拖曳距著手，改善其平衡性能。至於把手轉彎角度係由騎士駕馭決定，設計者無須考慮。

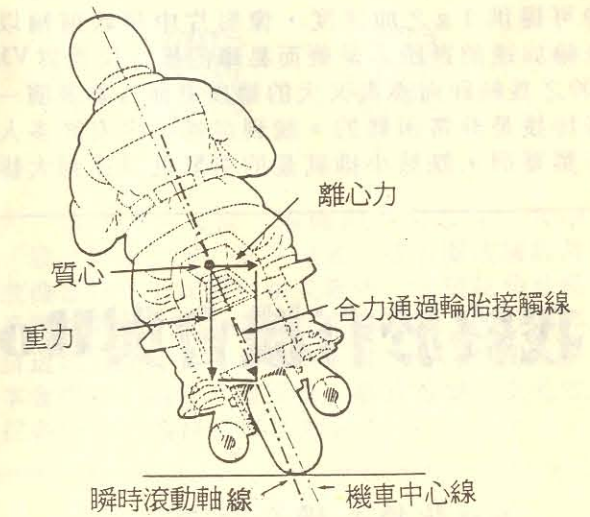


圖 2

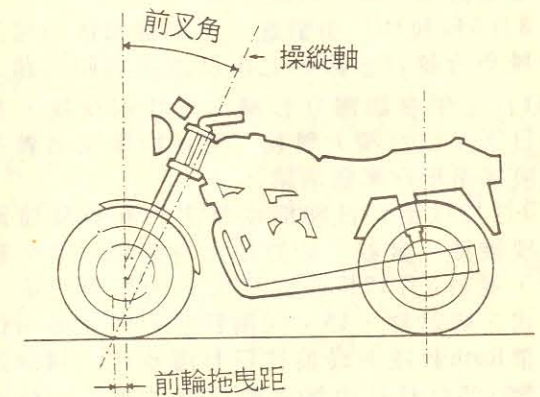


圖 3

# 關於車輛動力系統的一些基本特性

周積鋁

由於近年來科技的進步和工業技術的發達，幾乎每個人都可擁有屬於自己的動力車輛。在各人間的相互比較上，“排氣量”通常是最主要的一項指標；一方面不同的排氣量意味著不同的稅金等級和駕照考試難易度，另一方面也是馬力和價值感的同義詞。這些觀感在某些程度而言是大致成立的，但卻不一定精確而接近事實。

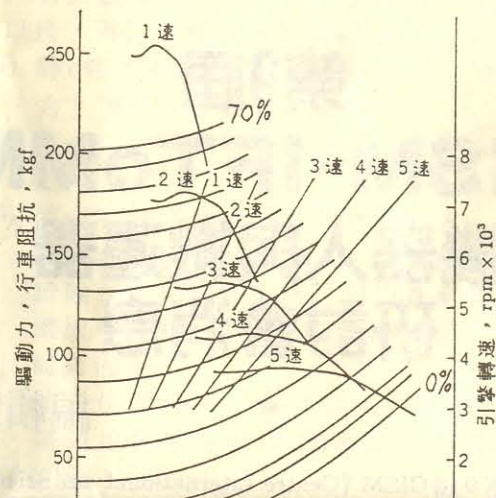
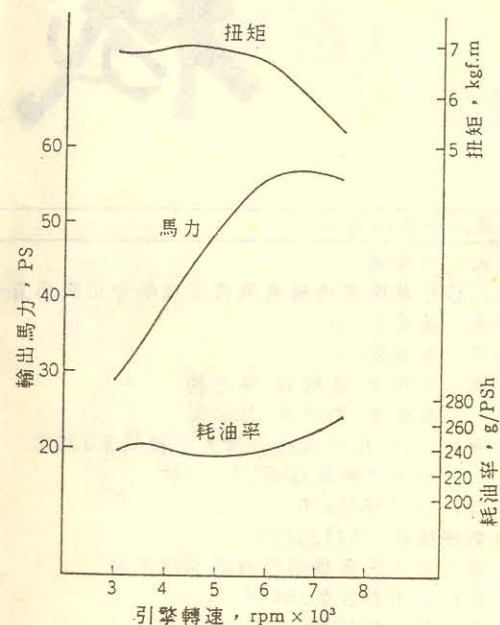
我們舉個真實的例子來看一看關於動力車輛的性能本質吧。圖1所示為鈴木公司VX 800雙缸四行程機車的基本性能資料，圖2為同公司GSX 250R四缸行程跑車的性能。兩圖中的上圖是引擎性能的基本資料，包括引擎輸出馬力、扭矩和制動平均耗油率(Brake Specific Fuel Consumption)。下圖則是車輛的驅動力特性圖。左縱軸線表示在不同齒輪檔位時，在油門全開情形下車輪作用於地面之驅動力或行車阻抗。下彎的曲線表驅動力，上彎的曲線表行車阻抗。0%坡度線表示在水平道路行車之阻抗，即滾動阻力和風阻之和。不同之%表示在不同坡度之阻抗。最高檔行車之驅動力曲線與0%坡度阻抗線之交點則為最高車速。斜直線則代表在不同齒輪檔位時車速與引擎轉速的比例關係。右縱軸線即代表引擎轉速。

從這兩張典型的曲線圖中我們已經可發現許多重要的資料：GSX 250R雖僅有250cc排氣量，但因轉速高，在14000 rpm時可輸出45 PS之馬力，較VX 800在6500 rpm時之56 PS相差不多；而前者之最高速165 km/h亦較後者之170 km/h相去不遠。GSX 250R最大之驅動力在一檔時超過200 kgf，這對於總車重200 kg（車與騎

氣量引擎同樣的性能水準，為何還要設計較大的引擎呢？

這要從許多不同的角度來看：首先小引擎因缸數多，轉速高，其摩擦馬力損失較大（GSX 250R每缸僅62 cc，而VX 800每缸400 cc），故燃油經濟率較差。也可解釋成排氣量越小的引擎，其所散失的熱量和因機件摩擦所損失的能量比例也越高。再者當我們回到VX 800之引擎性能圖時，可以看到它最大扭矩7 kgf.m發生在4500 rpm，而最大扭矩值之百分之八十（5.6 kgf.m）則涵蓋了由2000 rpm ~ 7000 rpm之全部引擎運轉範圍。這意味著“駕駛性”或“接受操縱性”優良，無論行車於擁擠之街道或高速公路都不必經常換擋而游刃有餘。這點對四缸小引擎的跑車而言是絕對的致命點。當車速在50 km/h以下市區行駛時因引擎在低速域扭矩不足而需要常換擋令騎士大感苦惱。不過反過來說，這種排氣量小的高速引擎當rpm越拉越高直到接近紅色區域前那種突如其來猛烈的加速感的確令人難忘。

從上面的探討我們也可了解到排氣量絕對不是決定引擎或車輛性能的唯一因素。當我們把氣缸數目、轉速範圍、扭矩曲線形狀作各種不同調整時，就能塑造出各種不同風格的引擎；搭配在各種不同車身尺寸、軸距、減速比、輪胎尺寸及懸吊系統上時又可組合出多種用途、外貌特性截然不同的機車。因為各項因素的發揮往往是魚與熊掌不能兼顧的（例如高速域與低速域扭矩不能兼顧，若一定要同時顧及則扭矩尖峰值可能被犧牲少許），因此在各項互相矛盾的特性之間作一折衷選擇常是工程師的



士之和)而言是太充沛了。在50 km/h附近之時可提供1 g之加速度,像影片中舉起前輪以後輪加速前進跟本是輕而易舉的事。反而對VX 800之長軸距而車重又大的嬉皮車而言要表演一些特技是非常困難的。說到這裡一定有許多人不禁要問,既然小排氣量的引擎可以達到大排

重要工作。

與機車相比之下汽車的動力系統有一明顯差異:因為前者單位車重所分配到的馬力值較高,因此最高對最低檔減速比之差距較小,約在3附近。事實上當驅動力超過車重時已無任何意義。而汽車的最高對最低減速比之倍數(

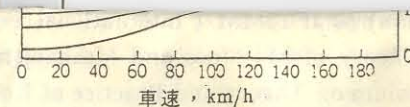


圖1 鈴木VX 800雙缸四行程機車

## 我終於有機會與Roth教授在一起 (下)

顏鴻森

### Roth教授夫婦在台灣一行

3月8日Roth教授夫婦搭乘新加坡航空公司飛機由新加坡抵達中正國際機場。由台灣大學機械系劉霆教授開車送我前往接機。當晚在台北市朝代大飯店宴請Roth教授夫婦,並請到Roth教授在Stanford大學的老友趙繼昌教授和劉中鴻博士前來相聚,敘談甚歡。

3月9日和10日由劉霆、王勵群和鄧昭瑞三位教授負責接待參觀台北市及近郊名勝古蹟。3月11日上午參觀國立台灣工業技術學院,並於該日下午以台灣大學和工業技術學院名義在台大機械系舉行專題演講。

3月12日至15日期間由蔡忠杓和吳隆庸兩位教授接待,參觀了新竹地區有關單位及名勝古蹟,並於3月12日假國立交通大學舉行第一場正式之研討會,15、16兩日並由蔡、吳兩位教授帶Roth教授夫婦前往日月潭及鹿港鎮參觀、遊覽。3月17日由筆者前往新竹將Roth教授夫婦接至台南市。

3月18、19、20三天安排他們參觀國立成功大學及瀏覽台南市古蹟,並於19日在成功大

學機械工程館舉行第二場工程設計研討會。

20、21、22日三天並由筆者帶他們二位前往墾丁國家公園觀光,消除連日在台的疲勞並體會南台灣之美。

23、24、25、26四天期間由國立中山大學機械工程學系負責招待,除了於26日舉行第三場有關工程設計研討會外,並參觀了高雄地區有關單位及風景區。

筆者原本安排他們在28、29兩天前往阿里山遊覽,然而Roth太太於28日清晨身體突感極端不適而由筆者送往成功大學附屬醫院急診。後來雖無大礙,但也只好取消阿里山之行。

3月30日前往台中參觀台灣麗偉電腦機械股份有限公司,晚上並由張堅浚先生作東前往KTV,讓他們瞭解台灣休閒文化的一部份。31日下午前往中正國際機場過境旅館登記後,隨即上台北赴友人的晚宴。Roth教授夫婦於4月1日下午三時五十五分搭機離華前往東京,而結束了他們在台灣三個禮拜的訪問。

### 結語

Roth教授夫婦台灣之行相當圓滿,謹藉此

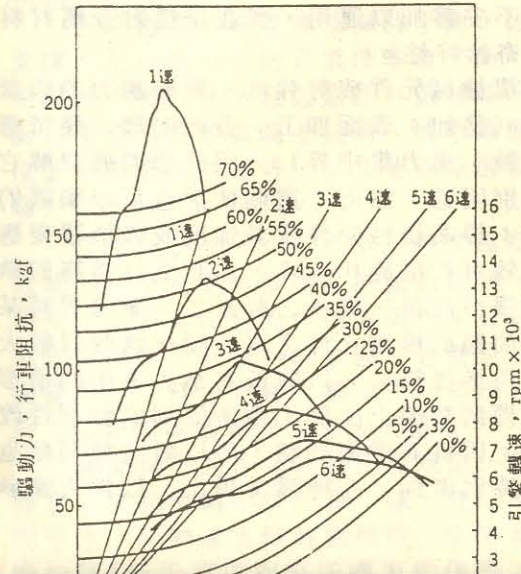
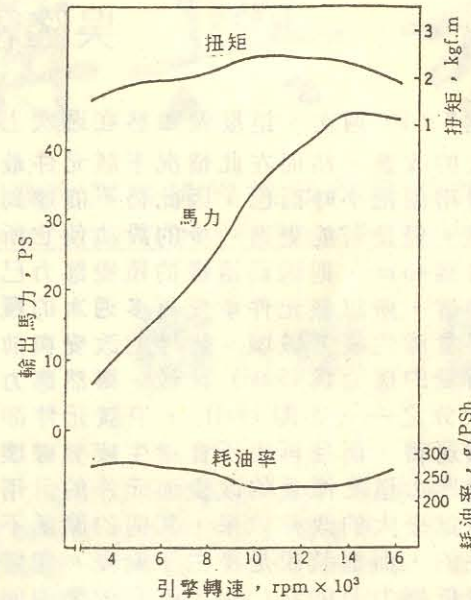
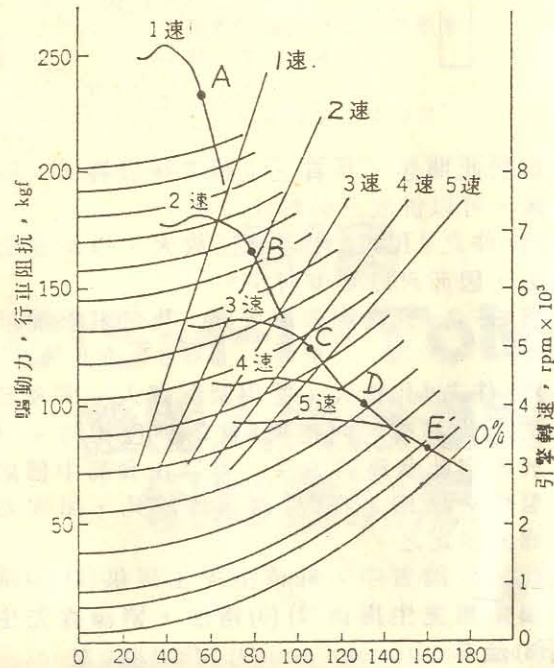
機會向有關單位及人員誌謝,除教育部和國科會;台灣工業技術學院王勵群、鄧昭瑞教授;台灣大學廖燈圭、劉霆教授;交通大學蔡忠杓、曾錦煥教授;清華大學吳隆庸教授;成功大學黃文敏、邱顯堂、蔡明俊教授;中山大學蔡穎堅、夏立民、何應勤、許正和、蔡得民教授;龍華工專蘇清洛教授等皆不辭辛勞熱心接待。再者,亦承蒙台大機研所潘永寧所長、交大機研所蔡忠杓所長、成大機研所陳朝光所長以及山大機研所謝曉星所長等主管的協助,使研討會能順利舉行,亦一併致謝。

在每一場研討會中,皆有不少學術界和工業界人士前來參加,與會人士除了對工程設計的重要性有了基本的認識外,並且對Roth教授開放式、交談式的講課方式留下相當深刻的印象,相信對國內各大學有關工程設計之教育的推動十分有幫助。

在筆者與Roth教授相處這段期間中,亦有相當大的收穫和感觸。筆者原本準備了不少有關學術上的問題想好好當面向Roth教授請教,然而與Roth教授相處以來,卻不惑而解。再者,Roth太太因長期旅行勞累導致身體不適(他們在去年11月中旬即離開美國前往印度、新加坡講學)。Roth教授照顧太太無微不至且相當有耐心。令我深深體會出,他除了在學術上是一位世界級的大師外,也是一位世界級的好丈夫。

我很高興Roth教授前來台灣,我終於有機會跟他在一起,我希望再有機會和他在一起。

稱為傳動比) 可達4.5以上。最低速檔所提供之驅動力對轎車而言一般僅能達到0.5~0.6g左右，已經是非常足夠了。圖3是圖1之重覆。試看圖中ABCDE五點。此五點分別相當於各檔時之最大馬力輸出點，因此將此五點以平滑曲線相連應該是一條雙曲線的一部分，讀者可試為之。因此對一輛機車而言，當最大馬力輸出為已知，而0%坡度阻抗線亦已知時（由車身相似之風阻係數及截面積可相當準確的推測之），在車輛驅動力曲線圖上之前述雙曲線和0%坡度線均可定義出來。而基於A點不應高於車重的考慮下，ABCDE五點已可不太費力的定出來。詳細的方法則不在本文敘述。



## 招請會員

機構與機器設計在機械工程中屬於相當重要的一環，同時也是各種不同類型的工業所不可或缺的一項技術。因為任何構想或理念，若不經過實際的設計，是無法成為具體的產品的。因此機械工業先進的國家對機構與機器原理的研究、發展與應用，都是十分重視的。

國內學術界與工業界對此課題，因著我國工業的蓬勃發展、學術水準的提高，為交換彼此研究心得，並推廣機構與機器原理在國內工業之發展與應用，已經成立了中華民國機構與機器原理學會。

我們歡迎對下列課題有興趣的人士加入我們的行列。

|           |      |
|-----------|------|
| 機構運動學     | 工程製圖 |
| 轉子動力學     | 技術移轉 |
| 生物機構學     | 實驗方法 |
| 機器動力學     | 設計方法 |
| 齒輪與傳動     | 教學方法 |
| 電腦輔助設計    |      |
| 機器防護與可靠度  |      |
| 氣、液、電機械系統 |      |

我們的通訊地址—107台北市

台北郵箱23-10號

電話—(02) 3628320

車速, km/h

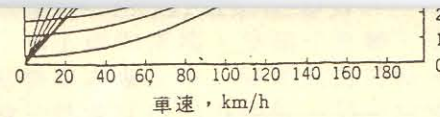
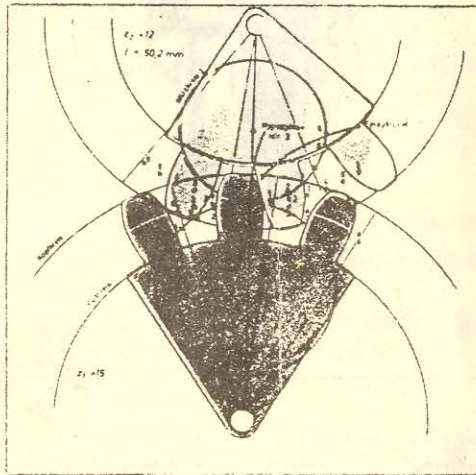


圖3 鈴木 VX 800 雙缸四行程機車

圖2 鈴木 GSX 250R 四缸四行程跑車

專營機構及固體力學專業模型:

- \* 透明投影機構模型
- \* 實物及縮小機構模型
- \* 固體力學測量設備
- \* 機構分析設備



## 透明投影機構模型



開富股份有限公司

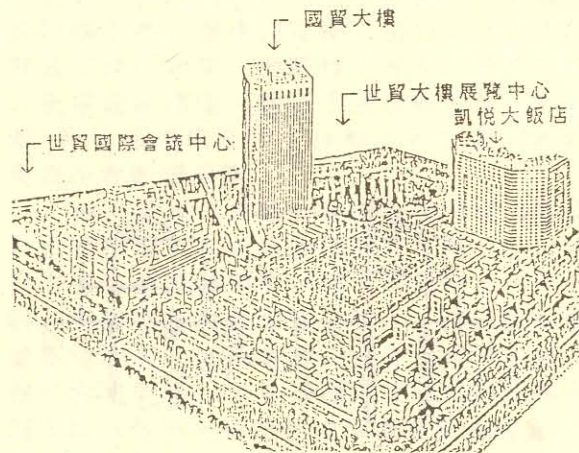
台北縣汐止鎮 22123

福德一路 132 巷 14 號

TEL: (02) 6 4 2 - 8 0 1 5 (代 表)

## 信義計劃區 重大工程空調系統 均由開立公司施工

提高工程品質，  
參與建設回饋社會，  
開立願與工程界先進共勉



開立工程股份有限公司  
台北市 10661 敦化南路 695 號 17 樓  
電話: (02) 706-7259 (總機)

# 徵稿

本刊園地公開。除國內外消息外，其中「設計雜談」欄，提供讀者一些有關機構設計或機器設計的實用方法或範例，希望能藉此提高讀者閱讀的興趣也歡迎踴躍投稿。如有稿件請送或寄達本刊各位編輯委員，亦可直接寄來本會信箱。稿件一經採用，敬致薄酬。在此敬祝各位身心愉快，事業順利！

# 招請團體贊助會員

依據本學會組織章程第二章第七條

(二) 贊助會員：凡贊同本會宗旨並對本會有實際贊助之個人或團體，由理事長或會員兩人連署，經會員大會通過，得為本會贊助會員。

(五) 團體會員：凡與機構與機器原理有關之團體，經本會普通會員兩人之介紹，及本會理事會通過，得為本會團體會員。

之規定，歡迎各界人士或團體參加本會為贊助或團體會員。意者請直接或經過普通會員與本學會聯絡，索取推薦表格。

# 機械元件的覆變應力與疲勞壽命

吳隆庸

疲勞破壞是機械元件產生破壞的最主要原因。而且，產生疲勞破壞時並不會有明顯的延性變形產生。所以，在這種毫無預兆的情況下，就特別難以預防；也因此它所引起的機械、結構破壞情況常易造成嚴重的意外事故。爲了安全，吾人必須設法降低機械元件所受的載重，或提高元件的疲勞強度，使它在使用期間不會發生疲勞破壞，以資因應。

在一般情況下，機械元件所受的應力都在彈性限界以內，也因此常會使我們直覺的誤認爲在此情況下所面對的問題都是線性的。然而，機械元件所受的覆變應力（即反覆載重所產生的應力）與其疲勞壽命之間的關係不但是非線性的，且會在疲勞限界附近產生急劇的變化。對於此特殊現象，不但特別值得我們注意，並且應妥善的設法配合加以應用。

如下圖所示之疲勞強度曲線，若機械元件所選用的材料是中碳鋼（折線B），且所受的覆變應力爲60 ksi (kilo lbf/in<sup>2</sup>)，則其疲勞壽命約爲 $8 \times 10^4$ 週次。也就是在此情況下，該元件約只運轉幾分鐘即會產生疲勞破壞。對此問題最簡單的因應之道就是改用較好的材料（譬如熱處理後的合金鋼—折線A），使材料的疲勞限界大於覆變應力。然而，這麼應對從耐用的觀點來考慮雖然值得，但終究並非最佳的解決辦法。因爲改用較好的材料必然使生產成本提高，也就降低產品的競爭力。

對前一問題若仍選用中碳鋼，並設法使該元件所受的覆變應力降爲50 ksi，則其疲勞壽命

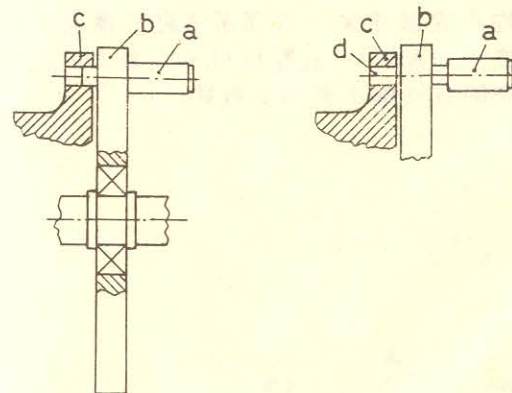
約增大爲 $7 \times 10^5$ 週次。這麼做雖然在週次上已有相當大的改進，然而在此情況下該元件最多也只能耐用個把小時而已，因此仍不能達到實用的標準。但是若能更進一步的設法使它所受的應力降爲45 ksi，則因爲這樣的覆變應力已小於疲勞限界，所以該元件承受再多週次的覆變載重也不會產生疲勞破壞。這樣的改變與前一情況（所受的應力爲45 ksi）比較，雖然應力只降低了十分之一（亦即5 ksi），但該元件卻因此能持續運轉，而且再也不會產生疲勞破壞了。對覆變應力這麼微量的改變而元件的耐用時間能產生這麼大的改善效果，其間的關係不只是非線性的，而應該說是產生了劇變。像這種微量地降低應力而能有此鉅大改良效果的回報，真可說是機械設計中非常值得我們注意的知識；如不妥善加以運用，實在是愧對金屬材料的這個奇妙特性。

影響機械元件疲勞強度、覆變應力的因素相當多（諸如：表面加工、表面處理、殘留應力、腐蝕、應力集中等），因此想徹底瞭解它也就特別困難。然而，這個情況也可以樂觀的解釋爲：提高機械元件疲勞強度或降低覆變應力的有效可行措施相當多，並且這些措施的執行細節很可能是一舉手之勞罷了。筆者曾將某個發生問題的機械元件之直徑變化處改以較大的內圓角半徑銜接，以降低其應力集中的情形。結果得到類似上文例子中所提到的戲劇性改良效果。因爲有這個經驗，所以對這類問題也就印象特別深刻。今特爲文提出，以供大家參考。

## 設計小問題5

〔解答〕

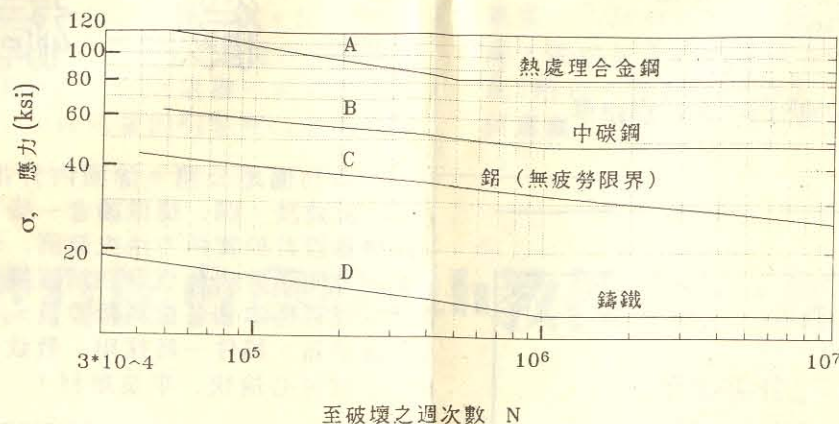
編輯室



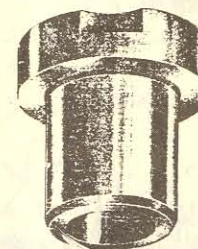
對於此問題，共有三位讀者提供答案。歸納以後，可以併成三個解決方法。

- (1) 將c件之d孔與a件之直徑放大，以減少應力，因而可以減少磨損。
- (2) 將c件之d孔處鍍一層硬鉻，增加其表面硬度。
- (3) 將c件之d孔擴大，並用緊配鑲入一個硬套筒，此套筒的內徑與a件的外徑相符。至於固定此套筒的方法，可以在套筒中部處製成一凹槽，在c件鑽一螺紋孔，用固定螺釘固定之。

此三位讀者中，蘇清洛先生提供(1)(3)兩法，張耀祖先生提供(2)(3)兩法，劉澤霖先生提供(3)法。



我們的看法是：(3)法是經濟而有效的方法，不過襯套不必自製，可以買一個現成的鑽頭套 (Drill Bush) (或簡稱鑽套) 用壓力配合鑲入零件中。最簡單的鑽套是不帶凸緣的，也有帶凸緣的，如圖所示。但此種鑽套通常是用滑配再放入一個襯套 (Liner) 內使用，以便於快速更換。這裡要說的是，我們可以用不用襯套，只用帶凸緣的鑽套。凸緣上的缺口是為了方便在機體上裝一螺釘將它壓住，防止鬆脫。其實，最簡單的辦法是用一個不帶凸緣的鑽套，為防止鬆脫，可以用膠 (不是太強力的膠) 膠合，或者不用膠也可以。



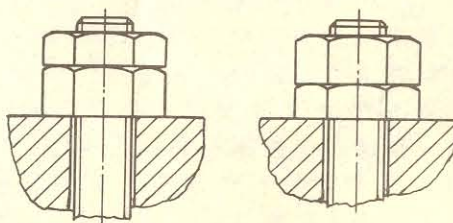
## 設計小問題 7

### 編輯室

在螺栓一端所裝的螺帽上，常為了防鬆之故，另加一個併緊螺帽 (Check Nut, Jam Nut, or Lock Nut)，如右圖左所示。也有人認為較薄的螺帽應在下，較厚的螺帽應在上，如右圖右所示。究竟何者為對，利弊如何？

有興趣提供答案的讀者請在 80 年 7 月 10 日以前將答案寄來本學會。本刊將於第十一期刊出正確答案。

歡迎工業界，教育界及其它各界讀者提供各類機構設計或機器設計的小問題，最好是實際遇到的小問題。



## 徵刊廣告

本會刊歡迎各界刊登廣告，收費低廉。凡求才求職，商品服務等類廣告，皆所歡迎。請直接與本刊聯絡。