

機構與機器設計

中華民國機構與機器原理學會會刊第19期

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9132號

中華民國八十一年四月一日

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 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240元
零售：新台幣20元
承印者：吉鴻彩色印刷股份有限公司

第一屆第五次理事、監事聯席會議紀錄

時間：民國81年2月22日下午3:30

地點：台灣大學

主席：蔣君宏

紀錄：蘇清洛

出席及列席人員：蔣君宏、王廷山（顏鴻森代），蔡穎堅、吳隆庸、蔡忠杓、何應勤、顏鴻森、廖燈圭、陳明豐、蘇清洛、陳正民

一、會議開始

二、主席報告（略）

三、財務報告：本會至目前為止，節餘約新台幣17萬元，但至下一屆移交之前尚需開支會刊印刷費、郵寄費、薪資及辦公用品等。最後之詳細帳目當會在第二屆會員大會上報告

四、學術委員會報告

1. 最近三個多月，連續有Shoup, Harary及蔡隆文三位美國教授應邀來台作學術性訪問。

2. 1992年之IFTOMM年費美金240元，已由學

3. 第二屆會員大會後，本屆出版委員會之工作應移交下屆接辦。為使得新任出版委員會能順利接辦本會會刊，在青黃不接時期，本屆各位委員仍請多加幫忙，予以支持。

六、討論事項

1. 蘇清洛先生擔任本學會執行秘書一年以來，出錢出力，貢獻良多。現蘇先生隨本屆理、監事即將任滿，擬致送蘇清洛先生紀念銀盾一面，以表謝意。

決議：通過。

2. 請討論召開第二屆會員大會之時間與地點。

決議：訂於民國81年4月11日（星期六）下午2:00在台灣大學舉行。

3. 請討論下屆理、監事候選人之提名。

決議：請執行秘書準備候選人提名票，郵寄現任各理、監事作通訊提名之用。

4. 請討論下屆理、監事選舉之選舉方式。

決議：

敬請各位會員注意

執行秘書蘇清洛

1. 謹訂於中華民國81年4月11日（星期六）下午2:00在台灣大學召開第二屆第一次會員大會，並舉行第二屆理事、監事選舉。開會通知已郵寄，務請準時參加。

2. 請利用郵政劃撥繳交民國81年會費，普通會員500元，學生會員200元。

三、由蘇清洛先生報告本會財務狀況

3. 已畢業之學生會員請自行更正為普通會員，民國81年會費應繳納500元，並請在劃撥單背面註明「更改為普通會員」字樣，以利業務推行。
4. 地址如有變動，請以限時信通知學會更正，俾能及時寄達各項文件。

邀稿快訊

學術委員會

現有兩項國際研討會邀稿通知，分別摘要報導如下：

1. 會議名稱：International Conference—Control and Robotics, August 4-7, 1992, Vancouver, Canada.

主辦單位：The International Association of Science and Technology for Development — IASTED.

截稿日期：每篇論文同式三份須在1992年4月1日前送達International Program Committee.

本刊收到本通知為時已晚，故已由學術委員會儘快通知各單位有關會員，以便使有興趣的作者及時參與。

2. 會議名稱：IFTOMM—9c International Symposium on Theory of Machines and Mechanisms, September 24-26, 1992, Nagoya, Japan.

截稿日期：April 15, 1992—Submission of the summary of papers (4 copies of 800-words English summary).

詳情請洽學術委員會主任委員，高雄市[804]國立中山大學機械系蔡穎堅教授。

會撥付繳清。

3. IFTOMM之Technical Committee “Man-Machine Systems”來函請本學會推薦委員人選，經磋商後，已推荐朱銘祥教授擔任此職，並邀請朱教授加入本學會為會員。
4. 關於資料蒐集交換計劃，現已陸續收到各校寄來之資料，目前進行整理彙編工作。

五、出版委員會報告

1. 三月份（第18期）會刊應可在本（二）月底前印妥發行。
2. 會刊之稿源仍有困難，務請大家多寫稿、催稿，以使會刊編輯工作能順利推動。

- a. 採通訊選舉方式。（編者按：按內政部最新規定，人民團體改選理、監事之採用通訊選舉方式者，必須載明在章程內。因此，本次選舉仍須在第二屆會員大會時舉行。）
- b. 按照本會組織章程第十二條之規定，僅普通會員有選舉權與被選舉權（欠繳會費者視同除權，喪失選舉權與被選舉權）。

七、臨時動議：無

八、散會

蔡隆文教授專題演講系列概述

宋立民、蔡穎堅（中山大學）

行政院國家科學委員會「邀請講席」演講系列於81年1月10日邀請美國Maryland大學機械工程學系蔡隆文教授蒞臨中山大學作一精闢的專題演講。講題為“Recent Studies on Variable-Valve-Timing and Engine Balancing Mechanisms”，其主要內容是蔡隆文教授近幾年來在美國General Motors Research Laboratories與數位專家學者所努力研究的部分成果。由於演講過程精彩，內容豐富，在座諸位教授、學生以及來自工業界的朋友均深感獲益良多。本文首先將蔡教授在演講中所介紹的各類Variable-valve-timing（以下簡寫為VVT）機構及其相關文獻詳列於后。

- GM lost motion hydraulic lifter (SAE 890673)
- Honda three-rocker-arm VVT mechanism (Automotive Eng. 1989)
- Oscillation cam VVT mechanism (FISITA Paper No. 2/10, 1972)
- Helical spline VVT mechanism (SAE 740102)

- Renold cam shaft phase change mechanism
- The Mitchell mechanism (SAE 880392)
- Turning-block VVT mechanism (Automotive Eng. Vol. 81, No. 12)
- Flat three-dimensional cam (SAE 910009)
- Etrod and Nelson's cam phase change mechanism
- Elliptic-gear-type VVT mechanism (SAE 880387)
- Generalized Oldham coupling VVT mechanism (SAE 880387)

蔡隆文教授演講中曾概述VVT機構的發展途徑，主要可分為：

- Electric systems
- Cam systems
- Hydraulic systems

由此三個不同領域所研發出來的VVT機構在相（下轉第三版）

窗戶鉸鍊的設計(上)

—簡介“閉合矩陣”及“設計型錄”在機械設計上的應用

蔡錫錚

典型的德國家居窗戶多半是採取單扇形式，而且同時具備兩種功能。平時可以朝室內傾斜一定的角度，除可以透氣外也可以防止雨水濺入屋中，如圖1(a)。在必要時又可以將窗戶像門一樣向內打開，增加室內空氣流通，如圖1(b)。這種窗戶鉸鍊的設計有很多種；常見的有兩種。第一種是將鉸鍊放在兩個旋轉軸線的交點上，可以兼具兩個轉軸的功能。第二種則只具備單一轉軸功能，其設計是利用一個連桿機構來牽動鉸鍊的插銷，使窗戶能隨鉸鍊旋轉或與窗框分離。這種鉸鍊的設計相當簡單，我們略去不談。第一種鉸鍊卻略為複雜，在我們開始構思這一設計工作的解法之前，不禁會想到是否能有一些輔助工具來幫助思考，找出原理性的解決方案。本文即以此設計為例來介紹德國Roth教授(TU Braunschweig)所發展的設計工具—閉合矩陣(Contact-Matrix)及設計型錄(Design Catalogs)。透過這兩種工具的應用，讀者不難發現設計工作經由系統化的設計方法來進行，會得到較佳的解決方案甚至於就所需的設計時間來說也較符合經濟效益。

閉合矩陣(Contact Matrix)

三維空間中因物體具有6個自由度，所以共有12個運動方向(每個自由度有正反兩個方向)。閉合矩陣的發展即是著眼於兩個物體在空間中相對運動的可能狀態。由圖2我們可以看出一維空間中兩物體所有可能的關係。其中矩陣 $S_{m,n} = (\delta x, \delta y)$ 的定義是：“物體m相對

性變形，則在該方向上的 r 或 E_r 就以“0”來表示，反之則為“1”。

以上所簡介的閉合矩陣只針對兩個獨立運動物體，而對於相依運動的結件(如螺釘、連桿)，則不能用上述的定義方式來處理。本文不擬對這方面做贅述，有興趣的讀者請自行參閱Roth教授的相關著作。

在使用閉合矩陣來輔助設計結件之前，我們先透過下面的例子來看它在分析運動狀況的應用。圖7(a)是常見的齒輪裝配圖。齒輪a經過鍵b與軸c相聯結，軸c則透過左側的自位球面滾子軸承(d,e)及右側的滾子軸承(j,h)(註1)，與機座q相聯結。扣環g,k及f,i則分別結合軸承與軸及機座。如果我們想知道齒輪與機座之間的運動情況時，一般的分析則是由二維的平面圖一步一步來推論三維空間的各種可能。這中間就存在思考轉換的難題，除非設計工程師在養成訓練中就被培養有高度的空間概念，否則不能輕易處理三維空間的問題。第二種較為簡單的方法是使用閉合矩陣。圖7(b)是將所有元件的關係改畫成鏈狀圖，其中大寫字母表示相關的閉合矩陣，例如 $A = S_{a,c}$ 。圖7(c)則是依圖7(b)寫成的演算公式及計算結果。由結果可以看出齒輪a除了可以在x軸線上作旋轉之外，也可以朝負的x軸線方向移動。

閉合矩陣也因為它的邏輯運算特性，所以配合電算機的輔助，更能夠減輕設計者的工作負荷，同時這種電腦輔助設計的概念也有別於

對設計型錄是相當重要的，型錄內容的完備就取決於區分的準則是否完全。這部分制訂的方法，可以如圖9所表示者。先針對現有的產品(P1...P5)加以分析找出共同的區分準則，(例如針對滾動軸承可以有：滾子的種類，滾子的列數等)，A,B,C。每個區分準則可以由產品得出不同的區分特徵A1, A2等(如滾子種類可以有滾珠、滾子、滾針)。由此就可以制訂出這類產品的型錄主體。透過這樣的分析，往往也可以找出新的設計可能。如在圖9的空白部分，經由相關的特徵組合，就能幫助設計者設計出新的產品。

- 主要部分(Main Part)：也就是收集區分部分所區分出來的元素。這些元素除了可以是針對某一特定問題的解決方案外(solution)，也可以是工程中常用的獨立物體objective或是基本的設計規則(operation)。這三種表示方法除了可以用極易理解的圖形外，也可以應用圖表，公式甚至文字來加以補充。
- 相關資料(Selection characteristics)：是針對設計者的需要，列舉出元素的相關特性，以供設計者選擇時的參考。

圖8鉚接型錄的格式是一般常見的一維格式。在必要情形下可以採取二維、三維甚或多維的型錄格式。(見圖10，三維以上的型錄必須藉助計算機才能減少資料尋找的繁複。)

於 n 在 x 及 $\bar{x}$ (即 x 的反向) 方向上的運動狀態。如果是受阻則 δx (或 $\delta \bar{x}$) 為 1, 反之則為 0”。由此我們可以將這樣觀念推廣到三維空間中。圖 3 是矩陣各位置的定義, 圖 4 則是常見的連桿接頭用閉合矩陣表示的實例。由於運動狀況只有兩種, 所以很容易類比到邏輯運算上。特別是矩陣的運算值使用 0 與 1, 更容易應用邏輯運算上的 AND, OR 及 NOT。圖 5 即是這三個運算法則的舉證實例。

在實際應用閉合矩陣來處理結件 (Connecting Element) 時, 並不如想像中的簡單。因為兩結件間有多種的接觸形態。例如造形閉合 (Form-closed), 摩擦閉合 (Friction-closed) 等。這許多種的閉合狀態往往會受到作用力大小不同而影響到結件間的運動狀態。譬如圖 6 是一個頗為常見的例子。如果我們考慮摩擦力的存在及軸的彈性變形可能性時, 可以寫出圖中的矩陣表示方法。這種矩陣稱之為閉合形態矩陣 (Contact Type-Matrix)。在運算上必須將這類矩陣轉換成閉合矩陣。其取決的條件就在於作用力。如果作用力是以克服摩擦力或使軸產生彈

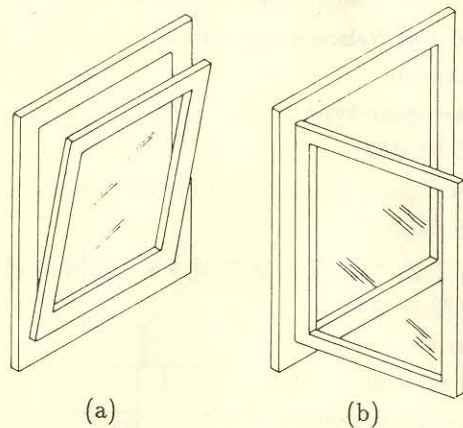


圖 1

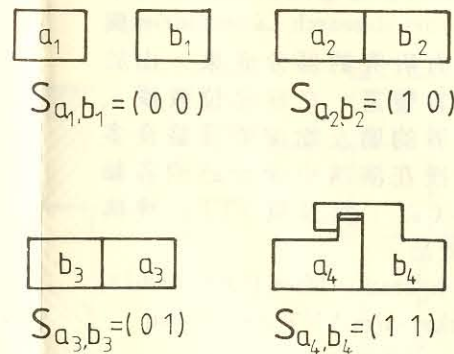


圖 2

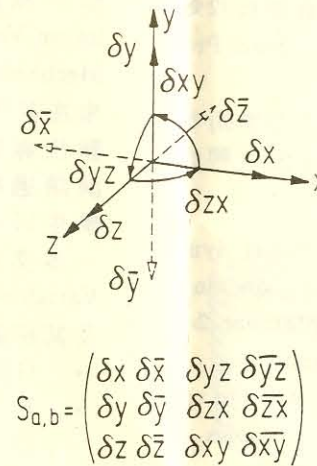


圖 3

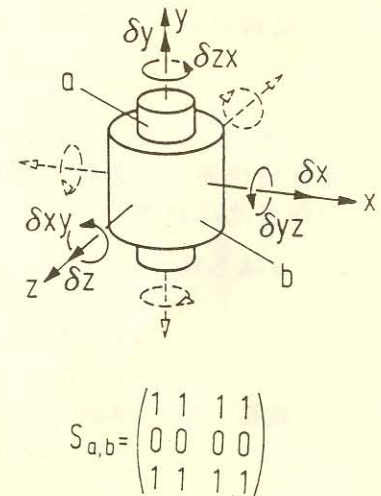


圖 4

在一般設計工作中, 無可避免的一定會使用到不同的標準規範, 常用元件型錄以及廠商提供的產品型錄。設計者有很多的設計構想往往就是從這裡面找到的。但是這些常用的型錄因為格式不統一, 資料收集不具系統性, 使得設計者必須耗費一些無謂的時間及精力, 才能得到他所需要的資料。設計型錄的出發點就在於以設計方法的觀點, 制訂出一套完整而有系統的型錄。Roth 教授發展的設計型錄格式在今日德國大學與工業界逐漸為人所接受並使用, 而制訂出各種不同目的之設計型錄。德國工程師學會 (VDI) 也因此把設計型錄編訂為該學會的規範 (Richtlinie VDI 2222 Bl.2)。

一個制訂完備的設計型錄不只可以簡化思索設計構想的過程, 也可以擴增設計工程師的專業知識。圖 8 是節錄出來的鉚接 (目錄) 設計型錄。透過這個例子我們可以清楚的看出型錄中三個主要部分:

- 區分部分 (Classifying Criteria): 是包含主要部分中所收集元素的主要特徵。這些特徵必須能將所有元件一一區分出來。這部分

在應用上, 我們可以根據主要部分將設計型錄區分成三類:

- 客觀性型錄 (objective catalog): 如滾動軸承型錄。
- 操作性型錄 (operation catalog): 如造形設計規則型錄。此類型錄不具備相關資料部分。
- 解決性型錄 (solution catalog): 如鉚接型錄。

由於設計型錄是根據設計方法的觀點所制訂的輔助工具, 在使用時並不能夠將現有的型錄視為設計時惟一的解決工具。同時設計者在養成教育時若欠缺將抽象性的概念轉化成實物的能力的話, 那麼設計型錄對他而言往往助益不大。(下期續)

註 1. 此處不考慮滾子。嚴格而言軸承共分成內、外環及滾子三部分。為簡化只考慮內外環的運動關係。

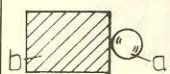
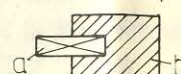
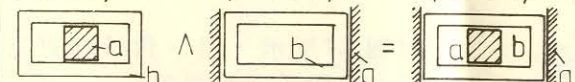
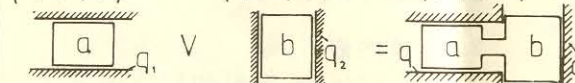
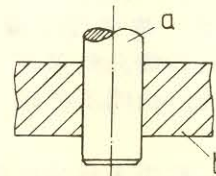
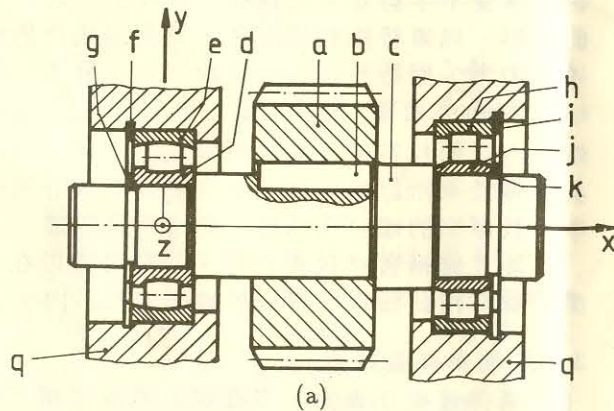
NOT	$S_{a,b}$ $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ 	$\bar{S}_{a,b}$ $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ 
AND	$S_{a,b} \quad \wedge \quad S_{b,q} \quad = \quad S_{a,q}$ $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad = \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ 	
OR	$S_{a,q_1} \quad \vee \quad S_{b,q_2} \quad = \quad S_{a(b),q}$ $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad = \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1^2 & 1^2 \\ 1 & 1 & 1^2 & 1^2 \\ 1^2 & 1^2 & 1^2 & 1^2 \end{pmatrix}$ 	

圖 5



$$S_{a,b} = \begin{pmatrix} E_f & E_f & E_f & E_f \\ r & r & r & r \\ E_f & E_f & E_f & E_f \end{pmatrix}$$

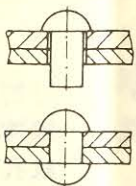
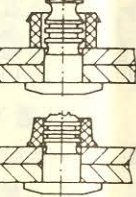
區 分			主 要 項 目			相 關 資 料						
鉚接位置	鉚接種類	鉚接原理 H=支撐力 V=變形力	名稱	實 例		剪力 負荷	拉力 負荷	鉚釘 標準 直徑	自攻 性質	使 用 工 具	額外 功能	板厚 範圍
1	2	3	1	2	Nr.	1	2	3	4	5	6	7
兩 側	直 接		鉚 釘			1	極 微 至 極 大	0,7 40,0	部份	鉚釘鎚 鉚釘模 鉚釘頂頭	裝飾	0,8 136,0
			閉環 鉚 釘			2	中 至 大	5,0 10,0	無	手鉚機 空壓機	—	0,8 44,5

圖 8

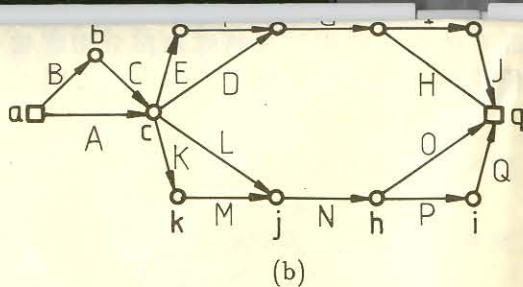
準 則	特 徵	
A	A 1	A 2
B	B 1	B 2
C	C 1	C 2

(a)

區 分			主 要 項 目
A	B	C	
A 1	B 1	C 1	P 1
		C 2	P 2
	B 2	C 1	
A 2	B 1	C 2	P 3
		C 1	
	B 2	C 2	P 4
		C 1	
		C 2	P 5

圖 9

(b)



$$S_{a,q} = (A + B \circ C) \circ \{(D + E \circ F) \circ G \circ (H + I \circ J) + (L + K \circ M) \circ N \circ (O + P \circ Q)\}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (c)$$

圖7(a)聯結裝配圖 (b)聯結鏈狀圖 (c)演算公式

(上接第一版)

異的外在條件與經濟效益上各有優缺點。例如：
Hydraulically actuated valve 主要應用於實驗上，其缺點為不能作高速運轉及其衝擊效應；Electrically actuated valve 的優點為速度快、消耗能量少等。而就 VVT 機構研製的程序以及同一程序中不同的製造方式，蔡教授也詳加敘述，並以一製程圖說明不同流程路徑產生的結果可發展不同類型的 VVT 機構，同時可比較其優缺點。此外，蔡隆文教授亦簡單提及圖論的基本定義與相關理論，以及如何將其應用於 Elliptic-gear-type VVT 機構的研究發展上。

最後，蔡教授以幻燈片特別介紹 Generalized Oldham coupling VVT 機構。Oldham coupling 是愛爾蘭工程師 John Oldham 所發明，其轉速比為 1:1，且具偏位的平行軸傳動元件，在機構學上屬於 RPPR 機構。當時曾經將其應用於輪船的明輪 (Paddle-wheel) 上。而蔡教授所發展的 Generalized Oldham coupling 則具有任意轉速比的特性，用途更為廣泛。此外，蔡教授並在演講中介紹 Generalized Oldham coupling 的運動



區分 及 相關資料	I						
II	1	2	3	4	5	6	
	1						
	2						
	3	主 要 項 目					
	4						
	5						
	6						

(a)

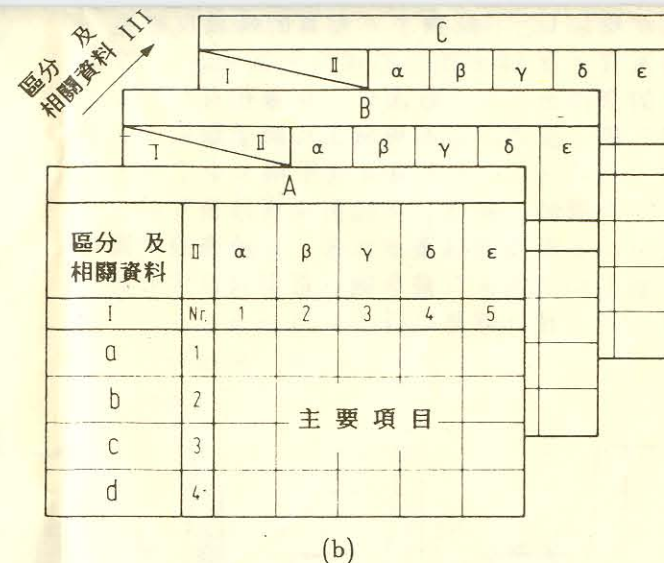


圖 10

特性與設計。

有關 Engine Balancing Mechanism，蔡教授介紹了他在 GM 時所研發之 Oldham-Coupling-Type Balancer；不但將其原理做一深入淺出之介紹，並舉實例說明如何改善了 GM 公司 2500cc 之 L-4 引擎及 90° V-6 引擎。經改良後之 2500cc L-4 引擎之振動情形幾乎與被公認為最平穩之 5000cc V-8 引擎相差無幾；故引擎運轉時可矗立一鉛筆於其上而不掉落。此種 Oldham-Coupling-Type Balancer 之 Power Loss 比傳統之 Lanchester Type Twin Shaft Balancer 減少甚多，故具相當之實用性。GM 公司內部稱此種機構為 Tsai's Balancing Mechanism，將被廣泛使用於 GM 高性能車上。

此次演講內容大致包含了以下五篇論文：

1. Freudenstein, F., Maki, E. R., and Tsai, L.-W., "The Synthesis and Analysis of Variable-Valve-Timing Mechanisms for Internal-Combustion Engines", SAE Technical paper Series No. 880387, 1988.
2. Tsai, L.-W., Maki, E. R., and Kapil, N.G.,

"The Categorization of Planetary Gear Trains for Automatic Transmissions According to Kinematic Topology", SAE Technical Paper Series NO. 885062, 1988.

3. Tsai, L.-W., "Oldham-Coupling Second-Harmonic Balancer", ASME Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design, Vol. 106, 285-290, 1984.
4. Tsai, L.-W., and Walter, R., "Evaluation of the Oldham-Coupling Type Balancer on a 2.5 Liter In-Line Four-Cylinder Engine", SAE Technical Paper Series No. 840456, 1984.
5. Tsai, L.-W., Maki, E. R., and Jacques, R. L., "Evaluation of the Oldham-Coupling-Type Balancer on a 90° V-6 Engine", SAE Technical Paper Series No. 870087, 1987.

以上為蔡隆文教授精彩的演講過程之概述。在此除了要感謝蔡隆文教授外，並要感謝成大顏鴻森教授的安排，以及國科會同意蔡隆文教授來中山大學做此具實用性及學術性之精彩演講。

機器設計入門(4)

3.結件－螺釘與螺帽

蔣君宏（台大退休教授）

3.1結件(Fasteners)是在民國67年中央標準局公佈的國家標準CNS 4218中所規定的名詞。其中包括螺釘、螺栓、螺樁、螺帽、銷、鉚釘等。本節只討論螺釘與螺帽。

螺絲釘，現在台灣一般都稱之為螺絲，略去了一個「釘」字。但在中央標準局的規定，則稱為螺釘，略去了一個「絲」字。衡諸情理，以「螺釘」之簡稱為宜。這裡所稱的螺釘，是廣義的，即凡是有螺紋的桿狀物，用以作結件之用者，統稱為螺釘。狹義的定義則是將螺栓除外。換句話說，就是凡旋入機件螺紋孔內者稱為螺釘，凡貫穿機件，與螺帽配合使用者稱為螺栓。作為結件用的螺紋，其螺紋峰角為 60° ，或如英制Whitworth之為 55° ；此與傳動用的近似方形螺紋之梯形螺紋之 30° 不同。因為結件之要求是摩擦力大，而傳動用螺紋則要求摩擦力小。

一般的螺釘結合，可有三種方式。第一種是用螺栓穿過兩機件的穿通孔(clearance hole)，而在另一端用螺帽鎖緊，如圖3.1(a)所示的凸緣管接。第二種是用有頭螺釘(Cap screw)穿過一機件的穿通孔而旋入另一機件的螺紋孔內，如圖3.1(b)。第三種是用兩端有螺紋的螺樁穿過一機件的穿通孔而旋入另一機件的螺紋孔，藉其不完全螺牙旋緊於該螺紋孔內，其外端則用螺帽鎖緊之，如圖3.1(c)。

在圖3.1(a)中，螺栓的螺紋長度不須太長。尤其對於長螺栓而言，只要近端部的完全螺

在圖3.1(b)中，有頭的螺釘在外形上與較短的螺栓並無分別。此處的螺紋孔是洞穿的，但亦可能是未洞穿的盲孔，如圖3.3所示。螺紋孔的完全螺紋深度 b （圖3.4）應該是多少，初學者對之往往沒有概念，而且往往選得太長。我們如果比較一下螺帽的高度，便不難明瞭。若以 d 表螺釘直徑，則一般標準螺帽的高度 H （圖3.2）約為 $0.8d$ 。若以為螺帽所用的材料是較高強度的鋼，而含螺紋孔的機件材料強度較弱，那麼取 b 約為 $1.5d$ 至 $2d$ 也就差不多了。我們知道，螺紋部分主要是承受剪應力，而一般材料的抗剪強度都不弱，所以螺紋孔不需要作得太深。

螺紋孔是先鑽孔後再攻螺紋。鑽孔的深度較 b 要更深一個 c 的距離。因為螺絲攻總有幾個不完全牙，故 c 不可能為零。 c 之值視螺釘之大小而定，讀者請參考上述機械工程師手冊的表3.15，亦可由有經驗的設計工程師自訂。有時設計工程師將此一工作交給製圖員去作，甚至由工廠師傅去決定。故往往在圖上只註明 b 的尺寸，工廠就知道該鑽孔的深度 b_1 。在特殊情形下，設計師可特別指明不要鑽得太深，那又另當別論。

初學者往往有一些先入為主的觀念，以為凡用到螺釘、螺栓，就必是六角頭，其實不然。今日我們常用的是六角承窩頭螺釘，如圖3.3所示者。此種螺釘固然常將頭埋入柱形坑內，但亦可以不將頭埋入，尤以在不便使用開

亦受拉力而非壓力。惟在實際上因此種拉力螺帽之製造較為複雜，甚少應用。

3.3固定螺釘

固定螺釘多係裝在軸圓、齒輪、曲柄或任何欲被固定在軸或圓桿上的機件之殼上。當固定螺釘被旋緊時，其端部即被抵緊在軸或圓桿上而使欲被固定之機件與軸或圓桿聯為一體，如圖3.6所示。故固定螺釘的端部常製成輓紋式(Knurled)，尖式，或半柱式。固定螺釘所受的力是壓縮力，而一般螺釘所受的力是拉伸力。

如圖3.7所示，用六角頭螺釘當作固定螺釘使用是不對的。如果說，在工廠內無標準的固定螺釘可用，而利用六角頭螺釘暫代，還可勉強說得過去。但是，假設一開始就是這樣設計的話，則是一項設計上的錯誤。因為六角頭的承面根本用不到。

3.4螺紋內嵌

圖3.8(a)所示形如螺旋彈簧的元件是一個螺紋內嵌。在往日含有螺紋孔的機件若是用鋁、鑄鐵、木材或塑膠製成，有時會因螺紋孔的材質承受不了剪應力而被拉「脫絲」。現在遇此情形，無須替換整個機件，只須將損壞的螺紋孔鑽大，用特製的螺絲攻攻牙後，旋入一個螺紋內嵌，如圖3.8(b)所示，就可以了。這種螺紋內嵌的材料常為高強度鋼或不銹鋼，本身具有彈性。所以嵌入後它就自動撐在攻好的孔中，較原來的螺紋孔為強、光滑而且準確。

除了修補舊螺紋孔之外，設計者可以在一開始就採用此種螺紋內嵌於較弱的材料內。

3.55墊圈與彈簧墊圈

為保護機件表面，常在螺釘頭或螺帽下加一個墊圈。圖3.1各圖所示者是為防鬆用的彈簧墊圈。防鬆的方法很多。但在振動劇烈的場

紋在標線1之下就夠了。太長的螺紋反而是一種浪費。圖3.2中所示的螺栓，直徑是 d ，穿通孔的直徑是 d_1 。一般說來，穿通孔有精、中、粗三種。讀者請參看機械工程師手冊第十二篇第三章之表3.15。常用者只用精、中二種。在製組合圖時，穿通孔與螺釘間應該畫雙線，也就是說，間隙應該表示出來。至於畫設計圖時，則不妨簡略，只畫單線，甚至只畫中心線就可，因為設計圖是給自己看的。

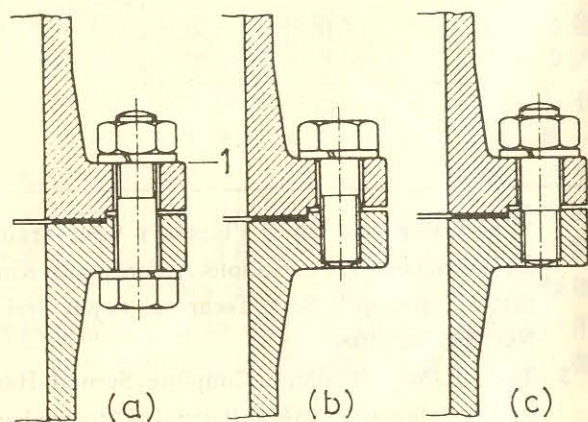


圖3.1 螺釘結合

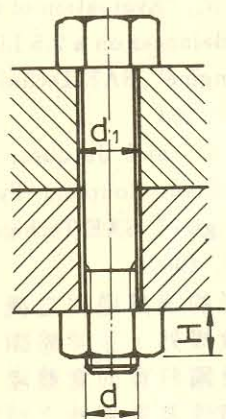


圖3.2

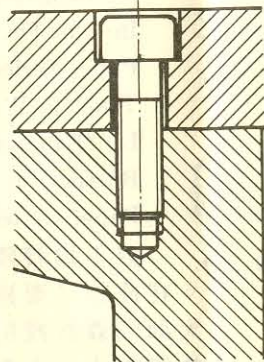


圖3.3

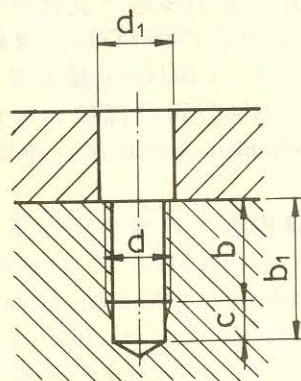


圖3.4

3.2 拉力螺帽

一般言之，普通螺栓與螺帽的接合並不符合材料力學的原理。例如圖3.5(a)所示的螺栓與螺帽接合，螺栓受一向下的拉力 P 。螺帽受一向上的總推力亦為 P 。螺栓既受拉力，故其螺紋部分逐漸被拉長。同圖中的螺帽受壓縮力，故其螺紋部分逐漸被壓短。因此受力後螺栓的螺節將與螺帽的螺節不相符合。補救的辦法如圖3.5(b)所示。用一個拉力螺帽，即令螺帽

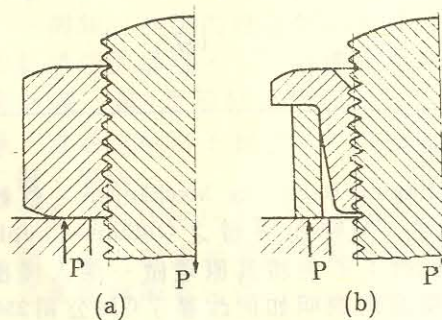


圖3.5 (a) 普通螺帽 (b) 拉力螺帽

合最有效的防鬆辦法是將螺紋部分用膠接合。為便於拆卸計，避免使用太強的強力膠。

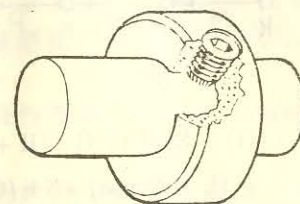


圖3.6 固定螺釘

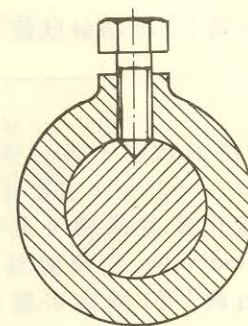
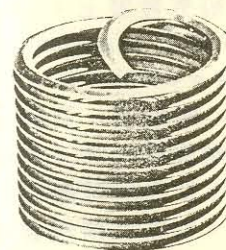
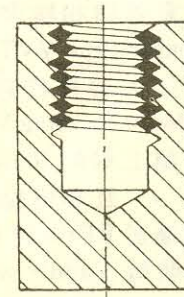


圖3.7



(a)



(b)

圖3.8 螺紋內嵌