

機構與機器設計

中華民國機構與機器原理學會會刊第13期

中華民國八十年十月一日

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9132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 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

本刊啓事

本刊名稱，由本期起從原來「機構與機器」改為「機構與機器設計」。請各位讀者鑒察。

資料蒐集交換計畫
學術委員會

第一屆第四次理事、監事聯席會議 暨 第一屆第三次出版委員會會議紀錄

(第一屆第四次理、監事聯席會議紀錄)

時間：中華民國八十年九月十四日下午二時三十分

地點：台灣大學

主席：蔣君宏 紀錄：蘇清洛

出席及列席人員：周廣周、王勵群、廖燈圭、蔣君宏、吳隆庸、蔡忠杓、何應勤、蔡穎堅、顏鴻森(蔡穎堅代)、蘇清洛、陳正民、林佳蓉

一. 會議開始

二. 主席報告

- 茲介紹本學會新進研究助理陳正民先生及林佳蓉小姐。
- 本次會議議程之後附有新的會員入會表格，以後各位推薦新會員入會，請勿再用舊表格。

項資料正在整理中，近期內將寫成完整之報告在會刊上發表。但在此先報告一項消息，即成功大學顏鴻森教授此次當選為IFToMM提名委員會之委員。

五. 出版委員會報告

- 增聘張所銘教授及黃以文教授為會刊編輯委員。
- 會刊之稿源仍嚴重不足，請大家多加支持，多寫稿或利用私誼邀稿。

六. 討論事項

- 會刊名稱擬改成「機構與機器設計」，以利向工業界推廣，增進本學會對社會之功能。

決議：通過

七. 臨時動議(無)

料蒐集交換計畫」。目的在蒐集國內各單位及個人所擁有機器設計及機構各相關參考文獻的目錄，作為各位會員研究資料搜尋之參考。這是一項造福大家的計畫，需要各位會員通力合作來完成，因此請各位會員撥冗將貴服務單位及您個人所擁有的各種資料目錄依照規定格式填寫後（所需表格請向本學會函索），逕寄下列地址

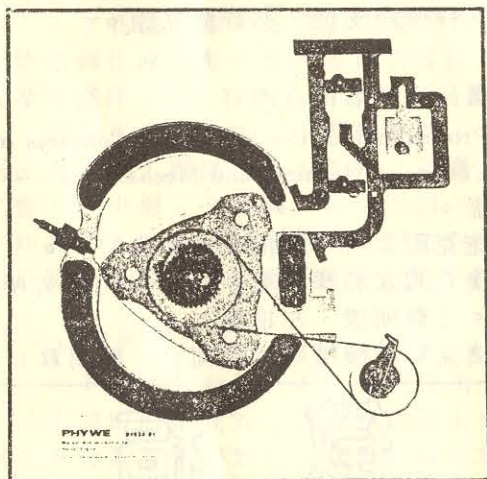
804

高雄市西子灣國立中山大學機械系
蔡穎堅教授

以便統籌整理，編印成冊。

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

105 台北市八德路四段606號12樓
TEL: (02)7467627 FAX: (02)7663458

3. 以後各位因公務寫信給本會，信封上書寫學會名稱即可，切勿再寫執行秘書之姓名，以便其他工作人員隨拆隨辦。

三. 執行秘書報告

1. 財務報告：自八十年一月一日起至八十年八月三十一日止，共收入新台幣422,683元，支出新台幣297,102.5元，結餘計新台幣125,580.5元（細節從略）。
2. 各會員拖欠會費者頗多，請各位儘量利用私誼催請欠費者繳納。

四. 學術委員會報告

1. 本會第一屆第二次會員大會決議成立「資料蒐集交換計劃」，本委員會已發出調查表至各校及單位的一位代表收集中，俟收齊建成檔案後，提供會員使用。
2. 本年十一月份Prof. Shoup及明年一月份蔡隆文教授都將來華作學術演講。
3. 本年八月，赴捷克首都Prague參加第八屆世界機器與機構原理大會暨第七屆IFTToMM會員大會，成果豐碩。各

八. 散會

（第一屆第三次出版委員會會議紀錄）

時間：中華民國八十年九月十四日下午二時三十分

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、黃以文、張所鉅、蔡忠杓、吳隆庸、蘇清洛、陳正民、林佳蓉

一. 會議開始

二. 主席報告

1. 理、監事會議已通過會刊改名為「機構與機器設計」。將自下期起施行，並向主管機關報備。
2. 新聘張所鉅教授及黃以文教授為會刊編輯。

三. 討論事項

1. 以後在會刊上所發表之文章，擬加註作者之工作單位及職位。

決議：通過

四. 臨時動議（無）

五. 散會

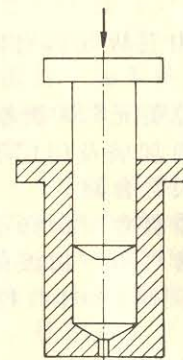
設計小問題8

〔解答〕

編輯室

此問題較有效的解決方法，是用一個高品質的軸封 (Shaft Seal)，以防止被射出物溢出。一般軸封有三種：一種是裝在活塞端，一種是裝在活塞圓筒壁，再一種是裝在管壁上。好在現在速度不高，此問題應可解決。據那家廠商

的工程師表示，他們已找到軸封，只是價錢略高而已。



出席第八屆世界機器與機構原理大會報告

蔡穎堅(中山大學教授)

蔡明俊(成功大學副教授)

顏鴻森(成功大學教授)

左培倫(清華大學副教授)

一、前言

國際機器與機構原理聯盟(International Federation for the Theory of Machines and Mechanisms, 簡稱 IFToMM)為當今世界上研究機器與機構原理最大的國際組織，每四年舉行一次世界大會。第一屆大會於1965年在保加利亞 Varna 舉行。第五屆大會於1979年在加拿大 Montreal 舉行，我國有蔣君宏教授出席。我國於1983年假印度 New Delhi 舉行之第六屆大會中入會，亦僅蔣君宏教授參加。第七次大會於1987年在西班牙 Sevilla 舉行，我國有顏鴻森及王志宏兩位教授代表出席。本次〔第八屆〕大會於今〔1991〕年8月26日至30日在捷克首都布拉格(Praque)舉行。我國以中華民國機構與機器原理學會名義出席，代表團成員為蔡穎堅、顏鴻森、蔡明俊以及左培倫四位教授。

除了發表論文和出席世界大會外，我們亦拜會捷克國家科學院，並參觀了屬於捷克國家科學院的資訊及自動化研究所以及正在民營化的紡織機器研究所。

二、論文研討會

本屆大會計有32個國家，332位代表出席。由捷克國家科學院熱力學研究所(Institute of Thermomechanics, Czechoslovak Academy of Sciences)及布拉格工業大學(The Czech Technical University of Prague)機械系聯合主辦，計有八百多篇投稿論文，經審查後錄取四百多篇，分別

Luck教授為主席。

8. 選出五位選舉委員會委員，由義大利 Bianchi 教授為主席，我國顏鴻森教授當選為委員。

9. 我國在大會中席次的名稱為 Taiwan, R.O.C.

四、捷克國家科學院簡介

我國國科會與捷克科學院簽有合作協定，本次會議期間奉國科會指示，於8月28日上午11時拜會其國際合作處長Niederle教授，並獲其安排次日會晤主管工業部門的副院長Lukas博士及其助手Mastovsky博士，討論增進兩國學術合作事宜，並獲得其安排參觀訪問資訊與自動化研究所及紡織機器研究所。

捷克國家科學院(Czechoslovak Academy of Sciences)於1952年整合捷克皇家科學學會(Royal Czech Society of Sciences, 成立於1770年)及Slovak科學及藝術研究院(Slovak Academy of Sciences and Arts, 成立於1942年)而成立。目前共設有78個研究所，涵蓋文、理、工、商、法、農、醫、藝術、天文等各種科學領域，計有12,000人，其中2,300人為科學家。科學院主要的功能，在1989年之前係接受共產黨之指示從事基礎科學研究，1989年後則改變為獨立自主，創新競爭，參加歐洲共同體，以期在最短時間內使基礎科技趕上世界一流的水準。

該院設院長(president)一名、副院長(vice-president)五名，秘書一名；以下設三部門，分別為(1)國際合作處(Council for International

要研究方向為數位方法、光學方法、多源影像之重建與分類，研究題目較實用性，如氣象、農業、環境污染等。

本研究所大約有200人，其中有90人為博士級，40個工程師，40個技術員，每年由政府補助約壹仟伍佰萬Crown(30捷克Crown=1美元)佔全部支出約75%，其他約5-10%由研究計畫而來，10%由工業界之合約及資料處理服務而來。該研究所在1959年創立，目前有IBM4361及Apollo工作站，IBMPCAT等設備，並有自己的機械及電機工廠，支援研究計畫之設備與接裝。圖書館藏書約三萬冊，研究員每年發表二百多篇論文，並有自辦的學術期刊。

六、紡織機器研究所簡介

經由捷克國家科學院副院長Peter Lukas的安排，顏鴻森和蔡穎堅教授於8月30日前往布拉格以北八十公里的紡織工業重鎮Liberec參觀紡織機械研究所(Research Institute for Textile Machinery, VUTS)和Liberec技術大學(Technical University of Liberec)的紡織機械系。

上午八點由科學院熱力學研究所的Zdenek Prevorsky博士陪同乘坐專車前往Liberec，於九點三十分抵達VUTS，首先由該所所長Miroslav Vaclavik博士介紹VUTS，接著進行意見交換，隨後即參觀VUTS的實驗室和工廠。十二時由Vaclavik所長招待午餐。餐後下午一點抵達技術大學的紡織機械系，由該系教授Vladimir Prasil博士接待，並說明該系的教學內容，而於三點鐘離開，五點鐘返回布拉格。

屬於下列學門：

1. Kinematic Analysis and Synthesis of Planar and Spatial Mechanisms
2. Dynamics of Machine Elements and Mechanisms
3. Vibration and Noise in Machines
4. Control systems
5. Rotordynamics
6. CAD and Optimization
7. Robots and Manipulators
8. Gears and Transmissions
9. CAD and CAM Mechanisms
10. Machines and Systems Design
11. Overconstrained Mechanisms
12. Cams and Cam Mechanisms
13. Experimental Methods and Automatization of Experiments
14. Mechatronics

研討會分專題演講，論文宣讀及論文展示等三大部分舉行，其中論文宣讀每天有五個場次。

三、會員國大會

此次大會於8月31日上午九點舉行。由IFTToMM理事長，現任教義大利米蘭工技大學之B. Bianchi教授主持。計有23個會員國出席，9個會員國缺席。除一般例行事項外，較重要的決議如下：

1. 第九屆IFTToMM大會將於1995年在義大利Milan舉行。
2. 會員國等級由五級改為七級，但會費單位不變。
3. 會費由每單位美元\$200調整為\$240。
4. 通過越南、新加坡及印尼等國為會員國，並恢復加拿大之會籍。
5. 由大會憲章委員會所提修正案皆獲通過。
6. 選出七名大會理事，由波蘭Moreski教授當選理事長，美國Shoup教授當選副理事長。
7. 選出五位大會憲章委員會委員，由德國

Cooperation), (2)經濟處(Economic Council), (3)科學教育及大學合作處(Council for Scientific Education and University Cooperation)。另設六人董事會，監督科學院各研究所之業務，並設董事會秘書一人。

科學院之經費係由中央政府編列預算，再分成(1)非生物科學(Nonliving Sciences), (2)生物科學及化學(Living Sciences and Chemical Sciences), (3)社會科學(Social Sciences)三大學門，審核研究經費，給予申請研究案之科學家或科學研究團體。

捷克國家科學院兼具我國中央研究院及國科會二者之功能，已有悠久之歷史傳承及雄厚之根基。

五、捷克國家科學院資訊及自動化研究所簡介

資訊及自動化研究所下設有8個部門，其主要研究方向如下：

1. Decision-Making Theory，主要研究方向為人工智慧，離散及組合方法，最佳化及微分方程，為該所最強之部門。
2. Computer Aided Decision-Making and Control，主要研究方向為圖像辨認，離散事件系統，大型系統，研究內容較偏向應用。
3. Control Theory，研究方向為線性系統、非線性系統、回餽與前餽控制，此部門最為有名氣。
4. Adaptive Systems，研究方向為系統辨識、適應控制、適應性信號處理，較前者偏向應用。
5. 動力系統模擬，研究方向為系統模擬、不確定系統、非統計資料處理。
6. 統計資訊，研究方向較為理論，有隨機處理、數學統計及資訊理論。
7. Analysis and Modelling of Stochastic Systems，頻譜分析、統計資料處理與統計模擬，較前者偏重實用性。
8. Image Processing，為最新的研究部門，主

捷克在過去有相當基礎和成就的紡織工業，而Liberec乃是捷克的紡織重鎮。VUTS原屬捷克的經濟部，現正在轉變為民營企業，組織型態和功能類似工研院的一個所。VUTS在有關紡織機械之研究上有相當的成就。值此轉變之際，亦有相當的意願想和外界合作。該所所長Vaclavik博士，除具備相當專業化的知識外，人亦隨和。可考慮邀請他來台講學，一方面將他的經驗介紹給國人，一方面也可藉此機會了解國內有關紡織機械的研究活動，以便進一步進行合作。至於TUL，乃是捷克一所典型的專業技術大學。由於用英文溝通不是很順暢，加以所有的資料都是捷克文，無法深入了解該系的特點。

七、誌謝

此次赴大會之費用承國科會惠予補助，謹此誌謝。再者，我們四人之大會註冊費皆由捷克國家科學院支付，亦特此誌謝。

八、攜回資料名稱及內容

1. Proceedings of the 8th World Congress on the Theory of Machines and Mechanisms，一套五冊。
2. 捷克國家科學院簡介〔蔡穎堅〕。
3. 捷克國家科學院資訊及自動化研究所簡介。〔蔡明俊、左培倫〕。
4. 捷克紡織機械研究所簡介〔顏鴻森〕。

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！

對機械設計課程的期許〔I〕

Dr.-Ing-W. Richter原作 蔡錫錚譯

〔編輯室按〕：本文譯自 Wünsche an die Konstruktionslehre, Konstruktion 42(1990), 313-19. 作者 Dr. -Ing. W. Richter 現任瑞士日內瓦歐洲核能研究組織(European Organization for Nuclear Research)設計工程師。譯者現在德國 Braunschweig 理工大學進修，專攻機械設計，認為本文頗值得介紹給我國各界作參考，故將之譯出。

〔譯者按〕：本文中很多地方是針對德國的設計教學。在這裡的 TUBraunschweig 授課重點是在分析上面，也就是和文中 3.1 抽象作業方式 (Arbeiten in Abstrakten) 這節有些關連。不過有時候會覺得作者並不完全清楚德國教授們的想法。德國 60 年代中期到 70 年代末的幾位研究設計教授：Pahl, Beitz, Roth, Koller, Rodenacker 等都有一套分析的方法。只是在學校中學生學了這方法，日後進了公司，是否仍會使用，就是一個問題了。我覺得在設計教學中究竟是應該把日後實際的工作方式教給學生，還是提供學生一種思考的訓練，這一點是值得討論的。

不過在台灣的機械設計課程幾乎都被視為「機械元件」了。近年如何，不得而知。不過台灣的教學品質似乎應該改進了。

我在這學期很高興能聽到 Roth 的課〔結件學 Verbindungslehre〕。他對設計方法的一套分析方式，我覺得很適合台灣工業界來改良外國產品（或稱模仿也無妨，只是功能會更強）。在設計種類中「配合設計」(Anpassungskonstruktion) 佔的比重很大。台灣的產品只能走在大國之後。所以這類設計是值得學習的。

，如何將製圖員與設計工程師分開來，亦屬自由心證。一般而言，我們可區分成：

- 傳統性研發（如齒輪、馬達、泵） 10%
- 製造技術（如工具機、機器人、檢驗儀器） 30%
- 大型機械（如起重設備、造船工程、飛機製造） 30%
- 精密機械（如量測儀器、資訊器材、辦公器材） 20%
- 高科技（如雷射、超真空、超導） 10%

由上述數字可見，在教學中被強調具代表性的傳統機械範圍，其設計需要在實際上所佔比重並不高。所以在機械設計教學中，對設計工程師的養成教育應著重於其他領域的訓練。

1.3 團隊作業的影響

為明瞭起見，我們將團隊作業分成兩類：一類是在本身專業範圍內活動者，另一類則是跨組合作者。

對第一類而言，多數是有關於一個單位部門者，其中每位成員可以大略知道其他同事的工作內容，甚至在必要時，還可以承接過來。這種團隊的成員都使用共同的專業術語溝通，熟知同事間不同的功能，而且能自然的如對本身工作般的適應設計室的工作流程。此類團隊作業在專業範圍內只有在工作移交，與工作劃分時會產生問題。舉例來說，當設計師把他的設計圖交與製圖員繪製分圖時，只有在製圖員熟習該設計員慣用的標示時才能順利進行，因為在一張設計圖上所記載的資料經常是不完整

簧公式時使用所有已知的安全因數，以便顧及將各種影響降低於 5% 以下。雖然他們作了計算，卻下了結論：彈簧是不能計算的，必須試驗方可。

原因何在？教學的重點一直放在強度計算而忽略了變形計算。設計工程師們自然都聽說過 Hooke 定律（即彈性定律），但是卻無人指點他們，變形的考慮與強度的考慮是同樣重要的。所以他們不熟悉如何使用彈簧來做餘隙消除、緩衝或是用在照相機快門設計之中。如果單只是在彈簧這方面是如此的話，還不太嚴重，至少設計室主任會來糾正的。

然而近十年來，如此錯誤行為也在其他領域顯現出來，特別是用有限元素法來計算結構時。年輕的大學畢業工程師在今天雖然可以毫無困難的透過這種方法來計算一些像外殼或是焊接構件的複雜結構，但是這些所呈現的結果常是無意義的。此種計算，同事們都會用同樣方法做出來。如果使用者不能用手算來驗證結果的話，有限元素法就沒有太大的價值。此處也顯示對變形考慮的基本知識之欠缺。

此外，經由纖維來加強的人造材料之應用，其重要性是與日俱增的，因為這類材料必須根據變形而非強度來作計算。

2.2 圖像處理

在對物體造形設計時，我們通常去找一個現成的設計，作為圖像，來解決面前的問題。這圖像必須經過處理，以使其充份滿足所設計的課題。此處必須作些加加減減的工作，因為

1. 設計工程師的任務

為使機械設計課程的教材內容能以合適的形式編排出來，首先必須將設計工程師們在實際工作中所面對的要求大略定義出來。此處僅就(1)共事者、(2)工作領域及(3)團隊作業，三者的影響略作確實討論，因為此三種影響對所期望的界限，提供了主要部份。

1.1 與其他共事者的界限

設計工程師相對於其他同事的工作分配以及任務區分，在不同企業中是不盡相同的。同時，產品多樣化也會產生影響。因此僅能作一平均估計：設計工程師的工作有將近40%是製圖作業，20%為計算，其餘的40%則由不同領域的工作所組成。

在製圖作業中，可以用繪圖板，也可以用CAD—終端機。在計算工作中，電算機只能在有限範圍內提供協助，因為它只有在少數的特例下，才能接受設計任務的主要工作—即將技術問題轉化成以數學形式表達的課題以及定義其邊界條件。

設計工程師一方要面對製圖員，而另一方則面對計算工程師，其工作視其計算工作部分之或多或少而定其界限。正確的說，我們更可以將設計工程師視做這兩者之間的橋樑，並且他須要承當他們兩者所不能完成的工作。

1.2 工作領域的影響

如果將整個設計範圍區分為幾個少數群組，工作領域所造成的差別就會突顯出來。固然將所有設計範圍歸類於這些少數群組有些困難，但是群組與群組間的差別可以清楚的表現出來。畢竟，決定性的觀點是，設計工作的重點應該在哪一個領域之中；也就是說，應該先針對哪一領域，去造就設計工程師。

在下列所選定的五個領域之中，我們對每一領域所佔全部設計工作比重以百分比形式作一估計。確實的百分比在此無法列出。即使在確知所有群組之中的工作人員數目的情況之下

的。

第二類，跨專業小組的團隊作業方式則有更多的要求。此種要求為因應今天多樣技術的產品是必須的，而也對設計工程師增加了更多的困難。這種團隊成員使用不同的專業術語，從某種交談換到另一種交談，並主動鏗入設計之規劃工作。設計工程師不能無團隊之助而單獨解決他的問題。他還不能把他解決問題的構想作個正確的評估。他必須切實的將他自己在團隊中定位，找出他在整個問題中應負責的部分並集中精力於該部分。

在這專業小組的團隊作業中，多數設計工程師特別要做到的，是要在設計工作結束之後即刻能提出一份「需求表」。如果在一開始就能夠訂出這樣一份「需求表」的話，那麼團隊作業就無必要了。因為每個人都可關在他自己的小房間內單獨作業。

2. 何處是困難最多所在？

如果有機會對這一問題加以深思的話，就會發現困擾年輕設計工程師們的問題很多。在機械設計課程中，不可能完全涵蓋所有的問題，畢竟授課時數是有限的。

筆者經過三十多年來的長期觀察，有另一番體會。儘管機械設計教學的內容與課題因時代變遷而有所變化，但是設計工程師的主要錯誤行為，仍然沒有改變。就算將一些資深設計工程師置於他們所不熟悉的工作領域，他們也會經常犯下這些錯誤。值得注意的是，這些設計工程師們明明知道，當他們在工作不甚順利時，常會因成見偏離了原來的問題。可惜的是，因此在實際中就會對所問的問題產生錯誤的解釋。

下列論點仍將侷限於三個重點。

2.1 變形的考慮

許多設計工程師不會去計算彈簧，這不是說，他們不知道有關的公式。他們從不對盤狀彈簧公式感到畏懼，而且也知道在使用螺旋彈

新的設計課題畢竟不會與原有的完全相同。

圖像處理是在造形設計中最重要項目之一。遺憾的是，在設計教學中往往把這種作業過程擱置一邊。很多年輕設計工程師之欠佳表現都是由於欠缺這方面的能力。他們所欠缺的知識是在反覆分析以及隨後的具體化方面。這些知識既涉及到分析目標的變化，也牽涉到經由「回收」獲得具體解答的過程。後者常會令年輕設計工程師們發生挫折，主要因為他們往往在尚未充分考慮分析所得的知識之前，就想採用比例尺寸圖的作業方式，而且也會受到先入為主的圖像之影響。

2.3 資訊的傳遞

一個人對所有事物都知曉的時代，已經過去，就連科技方面也是如此。我們要知道，今天的學生幾乎日後都會在跨專業小組的團隊中工作。有些年輕設計師單獨的關在房內努力作他的設計，一旦他再三發現他所作的成果經常被丟到字紙簍內，這種單打獨鬥的作業方式終將被淘汰。

今天在這樣跨專業小組作業方式之中最欠缺的是表達方式。對許多科學家來說，規規矩矩畫出一張有多個視圖及剖面圖的工程圖，簡直是一種苛求，這無異將一個設計工程師的設計要求用別個科學家的專門術語表達出來一般。這樣，跨組團隊作業就不會進步。

一位設計工程師如果堅持用他的製圖方式來表達他的想法，而且只在所有要求皆具備之後，才願參與作業的話，那麼他在團隊中將被降為一位製圖員。如果他不願意被這樣看待的話，只有改變他的工作方式，或是換到別家純粹機械的企業。

同樣的，年輕工程師們也會對跨組團體作業所需要的資訊儲存感到陌生。在團體作業過程中會突然發生無法預估的枯等時間。對年輕工程師們而言，由於他們必須參與不同計劃的平行作業，這種超過一個月，甚至更久的作業

(下轉第四版)

(上接第三版)

中斷，會造成可觀的資訊流失。這種情況在作設計圖階段特別顯著，因為在其中所儲存的資訊往往是紊亂、不完整而且有些還是過時的。

3. 可以刪除的教材

如果應該在某些特定的領域深入的話，就只有將其他領域的教材刪減，才有可能。以下的建議將侷限於三個範圍，其中可將目前授課及練習的範圍作大幅縮減。對每一項建議都以一個理由予以佐證。

3.1 抽象作業方式

設計方法論已經為設計構思的方式發展出一套特別的步驟。其中，照某些建議是將設計要求用抽象觀念取代，然後再以這抽象觀念來操作。這種新定義的觀念與規則，多少擴大了在數學上所熟知的Boole代數(Boolean Algebra)。

可惜在這種方法中，須要先引進抽象式的演算。我們不可能為此在設計教學中浪費時間，因為學生在學期中可以從數學課程與往後的(電算機)程式教學中充分練習到。

進一步來說，並無太大必要在設計課程中加重學生負擔去學只在部分領域才會應用到的觀念系統。在作此考慮時，不要忘記，在今天歐洲共同體中的各國語言和電算機的程式語言與操作系統對學生來說是更為重要的。

這種用抽象作業的方法與現代數學有許多共通點(如內容、形成的時間、著作的數目)，甚至也有相同的命運：即在剛開始一陣熱潮之後，只有其中少部份能存留下來，因為就連在現代數學中，都不足依據實例來證明其可用性與正確性。

3.2 不平衡的計算方法

正常的學生在校內都會學到兩種不同的計算方法，簡單零件以較高精確度和許多相應的因數值來計算，以便能掌握各種不同的影響。

平面四連桿減速機構

劉 霆 (台大副教授)

若將Galloway機構的尺寸限制轉換成球面四連桿組的角度條件，相同的，我們可以發現有相同的性質。當然，如何保證桿4到了分枝情形不會亂轉，這是一個實際應用時所必須克服的問題。

平面四連桿組的應用極為廣泛，小從玩具，大到產業機器中都可以看到他們的蹤跡。這是因為他們的構造雖然簡單，但卻能滿足各種不同的需求。舉例來說，配合著不同的尺寸和使用情況，四連桿組可以是一個連結輸入軸與輸出軸的變速器，可以是產生往復運動的振動器，可以用來操縱一個點的運動，也可以控制整個運動體的完整動作。

四連桿組雖然能提供輸入與輸出之間的運動變化，但是在一般的應用上，極少利用四連桿組來達到減速的功能。四連桿組輸出端的速度變化不能如齒輪組一樣，有等速比的減速作用，而是有一個變化的範圍。以雙曲柄機構為例，因為輸入桿旋轉一周時，輸出桿也旋轉一周，所以當輸入桿以等速旋轉時，輸出桿的轉速有時比輸入桿快，有時就較慢。故輸出桿的轉速，是在輸入桿的轉速附近變化，這是四連桿組的一個特性。亦由於這個限制，使得四連桿組一般僅用於變速而非減速。本文將介紹一種四連桿組—Galloway機構。利用特別的尺寸安排，而使得它可以提供平均為2比1的減速比。在一四連桿組中，若有兩桿之桿長和與另兩桿之桿長和相等，此四連桿組在運動過程中，四根桿件會重合在一起，也就是四個樞紐排列成一線。在此時，四連桿組運動的形態有兩個選擇，好像走到了分支路一樣。這種狀況，就叫做分枝情形(Branching condition)。因為四連桿組的構型隨著選擇不同而改變，另外有一個名稱來形容這個位置—變換點(Changing point)。

若考慮到桿件的運動慣性作用，當然可以決定桿件運動的方向。但若受到很大的力或力

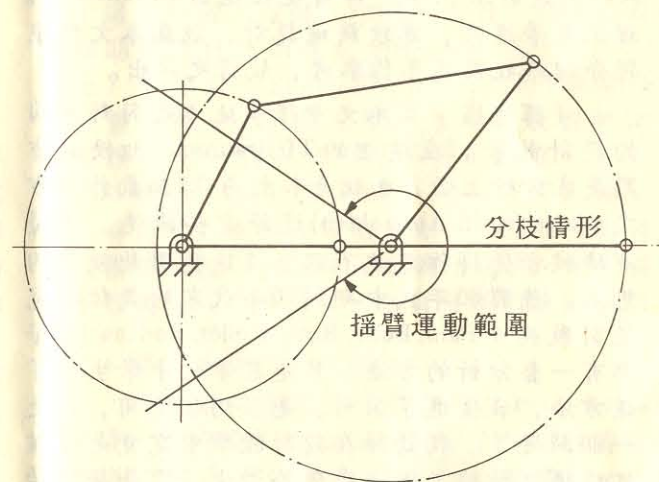
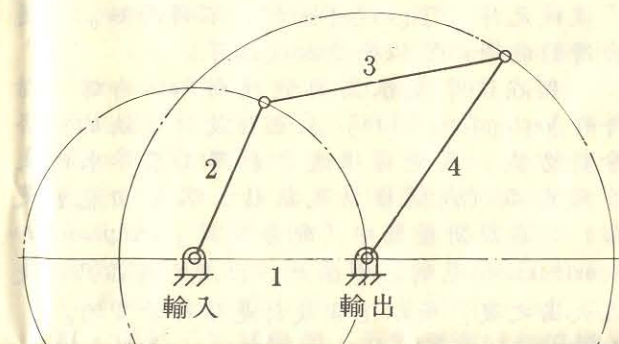


圖 1



複雜的零件則根本不予計算，因為人們可以利用有限元素法或試驗。如果有限元素法或試驗由於時間或經費的原因，無法運用，就將這些零件加厚尺寸，這樣就會有絕對的安全感。

因此，凡是那些練習，其中將一個組件中某些零件作精確計算，而對另些零件又根本不予計算者，應該全部刪除。學生一開始就不該學習這種不均衡的作業方式，因為作為一個設計師，在實際工作中，應該對所有零件作約略同等精確的計算。就連複雜零件的造形也須先用概略計算求出，再以有限元素法來得到最佳化結果。

最後，如果設計工程師在實際作業中，真正要精確計算一個零件時，他不會去使用以前他在課堂中所學到的公式或因數值，而是使用手冊或是標準。在手冊或標準中，計算過程常是另外一回事。

3.3 受傳統影響的設計實例

在練習作機器或是組件的造形設計時，常會依傳統的既有形狀來作（例如內燃機）。這種方式對教師有一個好處，即他可以很容易從已知的解答來改正學生的錯誤。學生則肯定不會找到比一個已沿用了100年更好的答案。但是這種方式卻對學生有一個缺點，就是他只能把答案當作圖像來吸取。對他來說，就算只把過去100年發展的歷史近似的重演一遍，亦不可能。

要學生去記住多個設計圖像固然是沒有錯的，可是這種受傳統影響的圖像卻對他幫助不大，因為他無從有所作為。這些圖像並不能配合他個別設計問題之特別需求，因為他對這些圖像只有部份的了解。

高度精巧的組件，如活塞桿，應該從教材中抽出去。倘若有人堅持說，這種組件可以用今天的設計方法論來直接設計，那他的前提就不正確。此外，只有少數設計工程師才需要這些組件作為他日後工作的圖像，因此也不必過於重視它們。

（下期續）

或是零件運動的方向，但會受到很大的力或力矩，或是其他的因素干擾，桿件的運動可能會改變方向。這種不確定的狀況，當然不是任何設計者所樂於見到的。所以必須要有一些裝置，來克服在變換點時可能產生的不確定桿件運動。譬如在第11期本刊「四連桿組運動之分類」一文中所舉的增加銷及凹槽的方法。

對於一個曲柄搖臂四連桿機構而言，若有分枝情形發生，搖臂的動作雖有了不確定的可能，但若妥善利用則不失為一種增加搖臂運動範圍的方法。圖1中，曲柄搖臂四連桿機構中搖臂的搖擺範圍，由原來小於180度，可以增加到超過180度。但是，如以上所說，搖臂至分枝位置時，一定要有一個方法來限制其運動方向，否則此機構的運動會成為不能確定的運動。

若我們將有分枝情形的曲柄搖臂四連桿組的尺寸再予以特定，我們就可以得到一個平均轉速比為2比1的四連桿組了。

如圖2所示，桿1,2等長，桿3,4等長，而且桿3比桿1長。此機構稱為Galloway機構。若依Grashof判別準則來判斷，這四連桿組類似一曲柄搖臂機構，但在桿2旋轉至最右與桿1重合時，有分枝情形發生，而此時桿4可能在最左或是在最右。我們可以將桿2視為曲柄，桿4視為搖臂，而搖臂的運動範圍為180度。有趣的是，若桿4的運動方向也考慮進來，當桿4到極左或極右時，依桿4運動方向繼續前進，則桿4沒有理由不成為一曲柄，而做360度的完全旋轉。

Galloway機構可以提供180度的搖臂運動，也可以用來提供輸入軸旋轉兩圈，而輸出軸僅旋轉一圈的運動。輸出的運動是連續的，並無休止發生。就輸出與輸入的關係來看，Galloway機構提供了2:1的平均轉速比。當然輸出的轉速是一直在變化的，而不是恆速運動。這是其他一般四連桿組所不能做到的。我們可以想像，若有一連串的Galloway機構連接在一起，而得到2,4,8或更大的減速比。藉由尺寸的安排，或許可以減少輸出速度的變化甚至可能得到一個恆速的輸出。

圖 2

設計小問題11

編輯室

今欲設計一個滑子曲柄（Slider-crank）機構，如圖所示。尺寸如下： $A_0A = 240\text{mm}$ ， $AB = 450\text{mm}$ ，B的行程 $= 480\text{mm}$ 。 A_0A 為主動曲柄。實物的設計當然不能如圖中所示的簡單線條。現在問題是：如何使B點保持在一水平直線上運動。 A_0A 與 AB 桿的形狀都不須設計，但B點接頭處，即如何與 AB 相連接部分則須設計。不必考慮B點運動直線之精密度。本設計以簡單實用為上選。

有興趣提供意見的讀者請於11月10日以前將設計圖及簡單說明寄來本會，本刊將視情形於第15期擇優刊登。此外，也歡迎工業界、教育界及其他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。

