

傳習專欄

撰寫《機構學》教科書經驗談

國立成功大學講座 機械工程學系教授—顏鴻森

1980年08月進入成功大學機械系任教時，以「教授不寫教科書、那誰寫」自我期許，並打算2011年六十歲後開始撰寫。然，卻轉折於1997年即發表首冊專書《機構學》，至2016年12月計發表13冊(21種版本)國內外專書。

本文旨在分享撰寫《機構學》教科書的經驗，期對(工程科技)年輕學者的教授生涯規畫有所助益。

壹、背景說明

我的教學專長為有關機械如何產生必要運動的「機構學(Mechanism)」，研究專長為「機構設計(Mechanism Design)」，如飛機起落架、車輛變速器、古代指南車的設計。一路走來，在授課教學、學術研究、產學合作上，堅守機構設計之路，尤其是「創意性機構設計」及「古機械復原設計」。

1980年09月，在大學部開授的課程，為機構設計基礎學理的必修科目「機動學/機構學」[01]，在研究所的課程為「機械運動學」，用以打下所指導碩博士生，以及研究學位論文的专业基礎。剛任教前幾年，經由研讀市售教科書、準備授課教材、課堂講解、以及與學生互動的過程，教學相長的融會貫通機構學與機構設計的學理基礎。

1973年大學畢業時，只想服完預官役後在業界任職；1976年在美國肯塔基(Kentucky)大學攻讀碩士學位時，打算畢業即返台在業界工作；1978年前往普渡(Purdue)大學攻讀博士學位

時，仍然規劃畢業後回到臺灣的工業界服務。可是，計畫老是趕不上變化，不預期的於1980年08月在大學擔任教職；只好山不轉路轉，基於「機構設計」的核心專業，與業界合作，先後擔任多家公民營單位顧問，亦主持不少產學合作(當年稱建教合作)計畫[02]。

1980年代工程領域教授與業界合作，尚未蔚為風氣。然，我每年都與機械相關業者合作，擔任顧問或執行產學合作計畫，獲得不少有關機構設計學理之工程應用的實例，如AT-3高教機飛行操縱系統、IDF戰機起落架、越野摩托車懸吊系統、工具機自動換刀裝置等的機構設計。此歷程，蒐集與整理不少實務設計的案例，不但成為授課的上等教材，有些亦成為研究學位論文的絕佳題材。

就這樣，任教大學後，以「機構設計」為核心領域，分別在大學部與研究所開授「機動學/機構學」及「機械運動學/機構設計」招牌課程，同時與業界合作研發和機構設計相關的專題，將授課教學、學術研究、及產學合作融為一體，打下撰寫教科書的基礎。

貳、授課教材

1969~1973年就讀成功大學機械系大學部期間，專業科目的教科書幾乎都是美國的英文書。1976~1980年期間，在肯塔基大學修讀機構設計課程時，使用指導教授D. C. Tao 博士所撰的專書，在普渡大學時，則使用指導教授A. S. Hall, Jr. 博士所撰的專書；另，兩位指導教授各

有一本大學部專書出版。此期間瞭解到，大學的教科書，都是由教授所撰寫。因此1980年開始在大學授課時，有了「教授不寫教科書、那誰寫」的想法。

由於之前並無準備教材、教過課的經驗，合理的起步是配合學生與學校特質，使用市售教科書授課；其後，再參考其它書籍與論文、融入研究成果與實務歷練，撰寫講義當補充教材，並且適時改進教學方式、強化自撰講義，甚至更換教科書。

以「機動學/機構學」的開授為例，1980~1992年期間，使用美國G. H. Martin教授所撰的教科書《Kinematic & Dynamics of Machines》授課[03]。1984年01月，運用在空軍航空工業發展中心及三陽工業公司擔任顧問，所接觸飛機與摩托車機構的設計實例，為授課補充教材，這可說是我的撰書元年；1989年，開始有系統的自編講義；1992~1996年期間，使用自編講義授課(圖01)；1997年，則用自撰教科書《機構學》授課[04]。



圖 01. 機構學講義 (1992 年)

在授課過程中體會出，雖有不少英文教科書可選用，但總覺其內容的深淺、題材的多寡、章節的編排，難以配合國內大專院校機械工程科系的需求；例如，講授齒輪傳動的教科書，採用的案例為汽車機構，然而臺灣大專生較有感的是摩托車機構。同時也瞭解到，1970年代以後，擁有博士學位的科技領域教授，很少撰寫專業書籍，主要理由應是缺乏誘因。例如，一位對研究投入的機械系教授，每年可有3~5篇SCI (Science Citation Index)或EI (Engineering Index)期刊論文發表，可循序升等，甚至獲得學術獎勵、榮譽；然而，沒有3~5年是難以完成一冊專業書籍的撰寫與出版，不但難以升等，甚至會因學術論文發表的質與量不足，無法獲得國家科學委員會(今科技部)專題研究計畫的補助、沒有培育研究生的基本資源。

參、寫作年齡

1989年05月29~31日期間，任職美國辛辛那提(Cincinnati)大學機械系的講座教授A. H. Soni 博士，前來講學(圖02)。在教授室聊天敘舊時，我說明了四箱有關機構設計應用實例檔案的內容。一箱是1980年11月至1984年06月期間，在航空工業發展中心擔任顧問時，有關飛機機構設計的案例；一箱是1984年07月至1986年01月期間，在美國通用汽車研究發展部(General Motors Research Laboratories, GMR)任職時，有關車輛機構設計的案例；另二箱是1980年10月至1989年05月在台期間，執行摩托車與

工具機產業委託的產學合作案、或擔任顧問時，有關機構設計的案例。當時，Soni教授問到，何不將這些資料與教學經驗寫成教科書；我回答是有此想法，但打算六十歲以後才開始撰寫。當下，Soni教授出奇不意的用捲成筒狀的演講海報，往我頭上狠狠一敲，並且嚴肅的說道：「Yan, it is too late to wait until the age of 60!」接著說，大學工程領域經典教科書的作者，大多是三、四十歲的學者，少有具學術聲望的教授在六十歲以後才開始出書。

當時雖錯愕，但歸納出原由如下：

1. 撰寫教科書，需要智力(專業學識)與毅力，以及耐力、體力、專注力。
2. 具學術聲譽的學者，若於年紀大時再開始寫書，為追求內容的完善性，往往考量太多，下筆太重，一改再改，擔心出錯。雖然智力成熟、毅力仍在，但耐力、體力、專注力大不如前；何況，有成就的學者，年紀大時大多比年輕時忙碌。



圖 02. Soni 教授來訪之緣 (1989 年 05 月)
(左起：A. H. Soni、顏鴻森、蔡穎堅、黃文敏、邱顯堂教授)

3. 科技領域的優秀青年學者，創意多、幹勁大、體力夠、耐力足，猶如不畏虎的初生之犢，說寫就寫，不完善再改進，勇往直前的撰寫與出版專書。

Soni教授用紙筒打下去的這一棒，雖不痛，卻將我敲醒。就這樣，1989年06月01日，38歲的我，決定正式啟動首冊專業書籍《機構學》教科書的撰寫。

肆、出版歷程

雖是首次撰寫專書，也遭遇各種問題，但在專業學識(智力)的支撐、決心出書(毅力)的期許、以及具備耐力、體力、專注力的條件下，過程尚稱順利，以下說明之。

撰寫與出版

首先條列撰寫與出版歷程如下：

- 1989年06月01日，決心撰寫。
- 1989~1990年期間，構思此書的定位、目標、特色、及章節架構。
- 1990~1992年期間，撰寫重點章節講義。
- 1992~1996年期間，使用自撰講義為「機動學/機構學」課程補充教材。
- 1994年02月，完成草稿初版。
- 1994年05月24日，東華書局顧問吳嘉祥教授，來信邀請由該書局出版此書。
- 1994年07月07日，在臺北與東華書局發行人卓鑫淼先生暨夫人、吳嘉祥教授餐敘，同意由該書局出版。
- 1994年10月22日，在臺北東華書局，與吳嘉

祥教授、劉玉梅編審討論出版事宜。

- 1995年12月，完成草稿終版。
- 1996年01月01日，開始專心撰寫，每天寫作3~7個小時。
- 1996年08月20日，在臺南成功大學，與吳嘉祥教授討論合約細節。
- 1996年08月，完成初稿。
- 1996年09月01日，簽署合約。
- 1996年10月，交定稿。
- 1997年04月23日，完成排版校稿。
- 1997年05月，出版。

教科書特質

工程科系大學部的必修科目，大多為該專業的基礎科學，如機構學(Mechanism)是以牛頓力學為基礎的運動學(Kinematics)。因此，同類主題教科書的主要內容皆大同小異，不一樣的是文筆的可讀性，例題與習題的設計，以及輔助教材的提供，包括簡報檔、習題解答、考試題庫、電腦動畫、影片、網站、教學手冊等，加上出版社的行銷能力，決定了市場的接受度。

動機與目標

專書的撰寫，除不可或缺的專業學識外，首先要談的是動機緣起，這可為自我期許、市場導向、或其它因素。其次要明確此書的定位與目標，如主要的讀者群是學生(專科生、大學生、研究生)、學者、或業界專家，屬性是教科書或參考書，內容是自撰、編著、或翻譯，以及相較於其它相同主題書籍的特色為何。

以撰寫《機構學》一書為例，主要的動機源於「教授不寫教科書、那誰寫」的自我期許；另一為，配合當年大專院校相關科系，有關機構學或機動學的修課學分數與上課鐘點數的需求，以及產業環境和學生背景，難以找到一本合適的本土化教科書。

另，基於教學經驗及業界歷練，此書的目標為，可為開授與學習機構學或機動學中文教科書的一種選擇，亦可對機械工業從事機構與機器設計工程人員有所助益。此外，此書的特點定調為，是一本現代化、生活化、實用化的教科書。現代化的內涵，在於加強介紹方便使用電腦來分析機構運動原理的介紹；生活化的精神，在於盡量使用與日常生活有關的機構為教材，使學生對於常見常用的機構有必要的認識；實用化的重點，在於理論教學與工程應用結合，使學生在修課期間即具備實務分析設計的基礎能力。

如此，在源頭的動機、定位、目標確定後，才能有所本的規劃章節架構，才能有系統的撰寫章節內容，才有機會讓教師有效率的授課，讓學生有效果的學習。

書稿四部曲

章節架構確定後，寫作稿件可分為四個階段：草稿、初稿、定稿、及終稿，每階段的稿件，都可有數個修改版本。

草稿是根據備妥的專業資料，撰寫各章節的文字內容，確認全文的妥適性，以及章節

段落前後順序的邏輯性；其後，加以增減修改，完成全書草稿。接著，以草稿為本，加上序言、習題、參考文獻、附錄、索引、習題簡答，以及表、圖、照片等內容，依據出版單位提供的格式或建議，進行初步排版；接著，考量預期的字數與頁數，進行全面性、結構性的修改(包括章節架構)後，完成初稿。其後，依作者對於專書內容品質的要求，針對初稿進行數回合的修正後，成為定稿。最後，將定稿送交出版單位排版，校對後成為印刷終稿，完成專書的出版。

就《機構學》而言，以內容正確、可讀性高為期許，初稿至少包括以下12回合的修正：

- 針對全文章節段落結構的一致性，進行系統性的修改；如，每章的第一節之前，簡介該章段落內容敘述文句結構的一致性。
- 專業內容的正確性與妥適性，包括是否有遺漏或重複。
- 數學符號、單位、及方程式的正確性。
- 圖、照片、及其說明文字的妥適性與正確性，包括智慧財產權議題。
- 表與度量衡單位的正確性與一致性。
- 專有名詞與索引的正確性。
- 習題簡答的正確性。
- 錯別字修正。
- 標點符號修正。
- 朗誦全文，配合順暢呼吸，調整詞句的長短與標點符號。

- 「和」、「與」、「及」、「以及」連接詞用法，全文的一致性。
- 「之」、「的」助詞用法，全文的一致性。

「之」與「的」問題

撰寫此書時才感受到，中文造詣的重要，才體會出看似平常的用詞、用語，卻也存在著相當大的運用學問；例如，「和」、「與」、「及」、「以及」的用法，「的」、「之」的用法。

對於「之」及「的」兩個字而言，意義相同，但用法不見得一樣；以前只是本能的寫出，沒有想過用法有何差異。「之」出現在古中國的詞，是文章用詞，慣用語及成語常用到；「的」是現代用語，較白話，會話及文章常用到。另，現代用「之」，可讓文章更正式、優雅。

此外，「之」與「的」兩個字皆對等於英文的「of」。「Motion of mechanisms」的中文翻譯是「機構之運動」或是「機構的運動」，兩者皆可，但是要用那一個呢？為此，曾請教過幾位中文系學者，甚至中小學國文教師，雖然獲得諸多說明，但是困擾依然存在。為了不讓這個「小」的「大」問題影響寫作進度，在撰寫草稿的過程中，完全憑直覺去用「之」或「的」；初稿完成後，再統一處理。當年思考後的用法是，只要是可用「之」也可用「的」的句子，採用「的」。若一句話(兩個標點符號之間)，只須使用一個「之、的」，則使用

「的」；若須使用兩個「之、的」，原則上前一個使用「之」，後一個使用「的」；若須使用三個「之、的」，則前後者皆使用「的」，中間的使用「之」。若一句話會使用四個以上的「之、的」，則將其分為兩句話、以連接詞連皆。例如：機構「的」耦桿，機構「之」耦桿「的」動路，機構「的」耦桿「之」動路「的」類型，機構迴路一「之」耦桿「的」動路及迴路二「之」耦桿「的」動路等。此外，「之」和「的」兩個助詞最大的不同點，在於它們的發音。因此，依上述原則使用「之」、「的」兩個字後，最後的修改是，默念或朗頌，配合發音的順暢，來決定這兩個字的使用。例如，將「機構『之』知識『的』電腦化」，修改為「機構『的』知識『之』電腦化」。總之，以運用的一致性、文筆的可讀性為原則，隨作者的風格而定。

就這樣，藉由大量閱讀、授課教學、學術研究、與產學合作所獲得的專業學識，以及有計畫的蒐集與整理生活化、實用化設計案例，終於在1997年05月，由東華書局(臺北)出版了首冊專書《機構學》，圖03。



圖 03. 機構學初版
(1997 年，369 頁)

伍、經歷分享

這些年來，每次有專書出版，尤其是行政職務纏身時，就會被問到：「你這麼忙，怎麼還會有時間寫書呢？」以下分享撰寫此書的思路、抉擇、及歷程，亦藉此機會，回答這個問題。

自我期許

撰寫教科書，是基於「教授不寫、那誰寫」的自我期許(毅力)，在教授職涯中至少發表一冊招牌課教科書。

基本策略

接著要擬定達成目標的策略。就撰寫工程科技專書而言，可將課程開授、科研與產學計畫、學生畢業論文的主題，融為一體，以有系統、有效率獲得專業學識(智力)，包括文稿、表、圖、照片、動畫、甚至影片等。

以《機構學》為例，基於此策略，加上已有多年的教學經驗與研究成果，以及在國內外工作、擔任業界顧問、執行產學計畫、指導碩博士生的洗禮，累積不少專業學識與實務案例，信手拈來就能發揮，寫作期間還算得心應手。

寫作時段

專業學識素材備妥、開始正式寫作時，要有妥適的寫作環境，包括時段與地點。

我一向早睡早起，由於每日清晨起床後的思路最清楚、精力最充沛，因此將05:00時至08:00~10:00時的時段，用來進行原創性的寫

作，包括學術論文、專文、專書等。有時甚至延長至下午，視該日的專注力、耐力、體力而定。另，初稿完成後，不管身處何處，每天都利用上述時段，以3~7個小時修改。

以2015年02月至2016年02月擔任(科技)政務委員期間為例，每晚21:30時就寢、清晨04:30時起床，例用05:30~08:30時段投入專書寫作，才有機會如期完成，原本預計教授休假研究一年、前往行政院服務前已與出版社簽約的如下三本專書：2015年12月《古中國書籍具插圖之機構》[06]，2016年01月《MECHANISMS》[05]，以及2016年01月《Decoding the Mechanisms of Antikythera Astronomical Device》[07]的出版。

撰書地點

此外，也需要有適當的環境，才能不受干擾的寫作。由於我習慣不把工作帶回家，因此以離學校宿舍850公尺的教授室為寫作地點。1997年以前，在機械工程館舊館(成功校區)的教授室，每間有兩位(副)教授與一位講師或助教共用，上班日的08:00時以後，有人進出時，常會打斷思路、甚至終止寫作。因此，有時候會在附近的速食店修改稿件，有時候甚至會前往60公里外的曾文水庫，找個感覺妥適的涼亭寫作。

專書草稿與初稿的撰寫，需要參閱相當多的資料，以在教授室進行較為方便可行。初稿的修正以及定稿排版後的校稿，除在教授室進行外，當年亦常利用學校附近咖啡店、玉井鄉

圖書館、松山機場候機室、甚至國內外公幹或旅遊住宿旅館的大廳為之，端視寫作情緒與效率而定。

時間運用

每人的一天只有24小時，當教授是這樣，路人甲也一樣。時間運用的原則是，將一天中個人狀況最佳的時段(清晨05:00~08:00時)，去做最恰當的事(寫作)。

我性喜安靜，不適應熱鬧的應酬活動。基於每日清晨是可不受外界干擾的黃金時段，晚上十點前須就寢，以便隔日起床後精神飽滿，可思路清楚的持續寫作。自從1980年08月擔任教職以來，皆努力的婉拒交際性的晚宴與聚會；擔任行政職務期間，亦不例外。另，只要不參與校內外不是絕對必要的評審及會議，省下來的時間，就足以寫書。

其它考量

除了上述議題外，有關出版單位的選擇、合約內容的談判、智慧財產權與圖表繪製權責的歸屬、以及撰寫團隊的規畫等，皆相當重要。其處理歷程，亦具教育性，如《機構學》教科書三百多張工程圖的繪製，是一大挑戰。然基於篇幅限制，無法在此分享。

陸、後續成長

由於《機構學》於1997年05月問世後，銷售業績超乎預期，1998年11月應出版社要求，進行小幅修正，於1999年04月發行第二版(369頁)，圖04(a)。2005年邀請清華大學動力機械系

吳隆庸教授，針對此書的第二版，進行較大幅度的改版，其後於2006年09月發行第三版(402頁)，圖04(b)。另，與時俱進的加入研究成果與設計實例，如油電混合車傳動機構與古董機構教學模型[05]，此書的第四版(476頁)，於2014年01月發行，圖04(c)。



(a) 第二版(1999年) (b) 第三版(2006年) (c) 第四版(2014年)
圖 04. 機構學再版

1996年與東華書局討論合約時，有關著作財產權部分，僅授權中文版本的發行。當時的直覺想法是，待中文版上市一陣子，內容更完善後，再撰寫英文版。其實，早於1999年09月，即完成此書第二版的英文初稿，並於2006年11月完成此書第三版的英文初稿，其後因工作忙碌與時間分配因素，成為存檔呆稿。

2013年09月13日，東華書局的陳錦煌執行長(現任董事長)，提出希望我將Martin於1969年所撰、1982年再版的《Kinematic & Dynamics of Machines》一書[03]，改寫為現代化教科書的議題。2013年11月29日，新加坡 McGraw-Hill Higher Education Asia (MHEA)的Senior Acquisitions Editor G. Bok先生來函討論，經多次溝通後，2014年09月30日，轉折為出版一本現代化的

機構學教科書，其後於2014年12月09日簽署合約。據此，基於上述2006年第三版《機構學》英文初稿，2014年01月第四版《機構學》中文內容，以及MHEA的合約與行銷需求，於2015年06月08日送出定稿。2016年01月，《MECHANISMS – Theory and Applications》一書出版，圖05[04]。就這樣，二十年後，因緣際會的完成了1996年出版機構學英文教科書的想法。另，此書可說是東華書局《機構學》中文書的第五版；與MHEA簽署的合約，不包括中文版權及圖表著作權的授權。

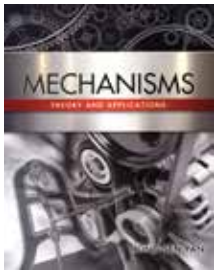


圖 05. 機構學英文版
MECHANISMS (2016 年)

此外，北京的機械工業出版社，於2014年獲得東華書局的授權，將發行《機構學》(第四版)一書的簡體字版。

柒、心得結語

《機構學》的出版，源於1980年08月「教授不寫教科書、那誰寫」的自我期許，起步於1984年01月為開授課程準備補充教材，有緣於1989年Soni教授的一席話、開始有系統的撰寫

講義，並於1992~1996年期間使用自編講義授課；歷時十三載，於1997年05月出版。此歷程雖漫長、辛勞，但收穫不少，尤其是養成持續寫書的習慣迄今；至2016年12月，計發表13冊(21種版本)國內外專書。2016年02月獲准教師延長服務後，除教學與研究外，盡量排除服務性外務，專心寫作；預計2021年08月退休前，有三冊新書問世。

雖說專書的寫作，對(工程科技)教授的升等甚無助益，然因多年來持續發表專書的投力，基於「國內眾多工程領教授中，顏教授是極少數撰寫具國際聲望專書學者」評語，2013年獲斐陶斐榮譽學會，授予最高榮譽的傑出成就獎；雖非歷盡滄桑，但有苦盡甘來的欣慰。此外，撰寫此書時，並未考量市場接受度；然出版後，稿費收入，是一種不預期的另類獎勵。

自古英雄出少年，三、四十歲的學者，若能有策略的豐富專業學識，有系統的構思撰書計畫，有毅力的持續投入，不但可走出難以升等、歲數大不易出書的迷失，亦可在教授職涯中，享受專書撰寫的自我成長、出版發表的喜悅滿足。

長江後浪推前浪，大學用書是有市場競爭性、有生命期限的，要健康的具可持續性，是一大挑戰。於此《機構學》教科書，對六十六歲的我而言，是有策略延續其生命力的；未來如何，時間會揭曉結果。

參考文獻

1. 顏鴻森，1990年06月，為「機動學」正名，機械工程，中國機械工程學會會刊，臺北市，175期，45-46頁。
2. 顏鴻森口述、游伊甄訪談，2016年02月，「跨域研發與產學合作先驅者-機構設計變舊創新」，智慧運轉啟動臺灣-臺灣精密機械的成長歷史(鄭友仁、游伊甄)，國立中正大學前瞻製造系統頂尖研究中心，城邦印書館，新北市，ISBN 978-986-92670-9-0，84-113頁。
3. G. H. Martin, 1969, Kinematic & Dynamics of Machines, 1982, 2nd edition, McGraw-Hill, New York.
4. 顏鴻森，機構學，東華書局，臺北市，1997年05月(第一版 ISBN 957-636-874-X)、1999年04月(第二版 ISBN 957-636-995-9)、2006年09月(第三版 ISBN 978-957-483-394-8；共同作者，吳隆庸)、2014年01月(第四版 ISBN 978-957-483-766-3；共同作者，吳隆庸)。
5. H.S. Yan, H.H. Huang, and C.H. Kuo, 2008, Antique Mechanism Models in Taiwan (臺灣古董機構模型), National Cheng Kung University Museum, Tainan, Taiwan, ISBN 978-986-01-3948-8.
6. H.S. Yan, 2016, Mechanisms - Theory and Applications, McGraw-Hill Higher Education (Asia), Singapore, ISBN 978-9-814-66000-6.
7. 蕭國鴻，顏鴻森，2015年12月，古中國書籍具插圖之機構，東華書局，臺北市，ISBN 978-957-483-766-3。
8. J.L. Lin and H.S. Yan, 2016, Decoding the Mechanisms of Antikythera Astronomical Device, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-662-48445-6.