

半年來的教學經驗兼談管理科學教育

江萬齡

作者簡介 美國CIT學院哲學博士，現任國家客座教授，在本校管理科學研究所任教。專長：系統工程、系統分析、經理科學。

去國十年，終能於去歲九月返國服務。得在交大新設的管理科學研究所中執教，是興奮而又惶恐的。興奮是因為參與創建的榮譽，惶恐則是為了工作的艱巨。何況，恰逢其時，不期而然地投入了公私企業推行管理革新熱潮中，更深覺那保持一份冷靜的不易。於是，任何客觀的批判仍不免帶上些許個人解釋的偏差。

半年只是一瞬眼的時光，然而經歷的錯綜複雜，却令人難有一總括性的結論。事實上，從管理學派的理論以至系統分析，新名詞及新觀念的充塞街坊，竟是五光十色，令人目不暇給。試問成效何在，則有目共睹，無庸多言。然而問題終究是要解決的。從失敗中尋求經驗的勇氣，是任何企業成功的必備這種雅量。

高談企業管理教育的途徑無疑是一種奢侈，沒有經驗和學理為依據，充其量只是主觀的看法而已。然而處在此一「不連續的時代」中（套用Peter Drin-

cker之語），管理教育已被迫在不知亦可行的條件下推進，惟一可循的原則也許就是所謂企業家精神。它不是象牙塔式的，不是靜態的；它應是充滿進取心的，亦應是走在時代潮流前端的。此外，像研究所一樣，教育者的職責也是雙重的，他必須激勵未來的領導人才，亦必須藉實質的研究及知識為基礎以引導社會及企業的進步。

管理技術的轉移較之工藝技術更難，因為這不是單純的技術問題。其實 總統「莊敬自強」的訓示已提供最佳的指針。作為人才培育及問題研究的中心，管理教育若是辦得好，對於健全企業與管理應有決定性的貢獻。怎樣才辦得好管理教育，願借用一個企業成功的條件：強有力的領導、切實的策劃、高效率的組織、充裕的財源、進取的決心，及兼容並包的知識基礎。讓學生們感受這種精神，他們的成就應是唯一可靠的度量。

交通大學首製成功

我國第一部小型電子計算機簡介

蔡中川

作者簡介 國內首製第一部迷你型電子計算機的榮譽實在應該屬於交通大學，不過因未予廣事宣傳，致社會人士多不知悉。本文作者蔡中川講師，對此計劃貢獻最大。最近榮獲青年救國團青年獎章。

一、前言

電子計算機(Electronic Computer)，俗稱電腦，是第二次世界大戰後之科學產物，由於它的發明與廣為採用，使工業生產起了很大的變化，科學研究邁進了一個新的境界。我國科學落後，國人對於此方面的知識僅能從書刊什誌中獲得，且多偏重理論，而其設計構造，則甚少提及，本校於民國五十一年向國外引進IBM—六五〇型電子計算機一部，才正式把理論與實物，介紹於國人之前，目前國內已擁有各型電子計算機卅餘部，正在推廣運用，然而比起美日先進國家仍瞠乎其後。辦理工程教育及從事科學研究，自然不能以「擁有」、「知所運用」為滿足，我們進一步希望知道應如何製造設計，配合國家經濟建設

，為國家培植技術人才，厚植工業潛力，所以我們要自行研究製造，不永久依賴外人。

交大工學院，以培養電子工程人才為重心，對電子計算機硬體人才之訓練，數年來，不遺餘力。鑑於工程人才必須手腦並用，早在民國五十六年，謝清俊講師，對自行試製計算機硬體，興趣極濃，當時客座副教授張澤仁博士亦曾倡議，無奈當時由於人力、財力、時間等條件均感不足，未能正式進行。次年，中研院院士美國麻省理工學院教授朱蘭成博士蒞校，極力鼓勵本校師生自行製造計算機硬體，經鍾前院長皎光博士之贊同，乃由客座副教授楊超植博士主持其事，組成研究小組，除本人暨謝清俊講師在教學之餘，參與研究以外，並有二年級研究生馮慶琛、陳廣泰，一年級研究生蔡新民、邱吉雄、陳啓源、洗求政、彭

武皓、陳寬太、陳哲雄、周俊文、游景熊、方炎坤、邱勝雄、趙輝及技術員傅福清、林清森暨技工鄒仲清，並聘請臺北王安電腦公司總經理馮源泉先生作技術指導。上列研究生參與研究工作一、二年以後因畢業相繼離校，謝講師工作一年以後，亦奉派赴美進修，此一研究計劃端賴本人及技術員工幫助，故歷時三年始告完成。

本校擬議自製電子計算機計劃，獲承國家科學委員會之鼓勵與支持，故在民國五十八年五月國家安全會議科學發展指導委員會所頒佈之「科學發展計劃」中，已將電子計算機製造正式列入基本科學研究——電子科學項目，預計在第一期四年計劃中，自民國五十八年起至六十一年完成，本校在時間上提前完成一年，本計劃進行間，尚承現任劉院長浩春先生及研究發展處溫處長鼎勳教授之支持，國家科學委員會及工程中心之補助費用，臺灣國際商業機器公司及臺北王安電腦公司之贈予鉅額獎學金，高雄電子公司及臺北王安電腦公司之贈送積體電路等材料，使此一計劃得以完成，特在此一一申謝。尤有進者，假如沒有朱博士蘭成三年來的一貫鼓勵與支持及本校計算機小組全

體師生員工之合作無間，此一非同小可的研究計劃，不可能開始，更不可能完成。自製此一小型計算機，全部直接費用，估計未逾新臺幣陸拾萬元。

由於此一計劃的進行，工作人員已經獲得了從書刊上得不到的實際知識與經驗，在訓練上，可謂已收宏效。民國五十九年暑假，美國加州大學柏克萊分校電機工程及計算機科學系教授兼主任葛守仁博士來校參觀時，曾譽為最切實際與最有效的訓練方法實不為過。由於此一計劃的完成，無論邏輯設計也好，電路設計也好，一切均由國人完成，使本校師生對自製電子計算機硬體，莫不信心倍增。今後，仍當一本發展我國計算機技術的初衷，進行更大之研究計劃，以培養更多的技術人才，以蔚為國用。

交大自製之小型計算機，其電路圖及說明已編印為兩大冊，名為「Description of NCTU Mini-Computer I」及「Description of NCTU Mini-Computer II」，編號為 MC001 及 MC002，承張錦春及曾月雲小姐打字，孫澄美及張慧雲小姐繪圖，鍾乾癸先生校對，特在此誌謝，其他如印刷裝訂，亦功不可沒。

二、試製經過

國立交通大學工學院自製之通用小型計算機，其設計工作始於民國五十七年暑期。由楊超植博士、謝清俊講師、本人及數位研究生分成小組，以分責式從事計算機各單位之設計，每週集會討論一次。數月後，由謝清俊講師主持，從事各單位電路之製造及實驗。由於當時本校自製印刷線路板，且獲得高雄電子公司之贈與部分積體電路，故大部分電路皆以積體電路為零件，由於製造及實驗時所遭遇之實際問題甚多，且學校已經開學故進展緩慢。其後請到臺北王安電腦公司總經理馮源泉先生作指導。由於計算機中磁圈記憶面我們沒有辦法穿線，因而請求王安公司代穿及贈與此計算機之磁圈記憶面。獲得記憶面後才能從事記憶單位電路之實驗。磁圈記憶單位是計算機中較不易實驗之單位。本人及一位研究生實驗數月，仍舊沒有成功。其他單位也是問題重重，而計算機中接線最複雜之邏輯電路（此屬於控制單位）仍未開始設計。距完成時期仍舊遙遙無期。此時已是民國五十八年，正是謝清俊講師出國進修之時。

自民國五十八年七月，本人即開始實際領導研究生們從事此計算機之設計及實驗。此時記憶單位仍未完成，控制單位則剛剛開始設計，計算機各單位間缺乏連繫，要達到完成階段，仍舊需要經過一段相當遠之路程及相當艱苦之奮鬥。此時由於研究生們正忙於他們的論文，且大家對計算機之複雜電路及實驗過程中所發生之繁多問題，缺乏信心及耐心，以致進度非常緩慢，幸賴楊超植博士及馮源泉先生之鼓勵，才得慢慢推進。經過數月之艱苦實驗總算把記憶單位實驗成功。當記憶面實驗成功，本人信心大增，即刻從事控制單位中控制記憶之實驗。有了記憶單位實驗之經驗，控制單位中之記憶總算能順利實驗成功。本人又領導兩位研究生從事控制單位中邏輯電路之理論設計。此邏輯電路是計算機中最複雜之電路，化費了不少時間才將理論研討完成。本人並以此理論利用積體電路設計該計算機控制單位中之龐大邏輯電路。由於此電路之複雜及缺乏接線之經驗，以致接成後所有接線纏在一起，經過重新改裝後，稍見改善，惟接線仍舊非常混亂。看到此複雜之電路，大家的信心實在所剩無幾。此時研究生們由於畢業在即，對此雜亂之電路已無興趣及信心可言，惟有靠自己孤軍奮鬥了。此時

本人即開始對此粗製之計算機開始實驗，沒想到獨自實驗了一年有餘才算成功。最初開始之測試於意想中之不如理想，可能一個小毛病就要找上幾天才能解決，由於各單位間之接線均已焊死，接線如蜘蛛網似的交叉着，各線皆無標號，且未設計測試點以致進展非常緩慢，由於以前未將各部分電路設計好，以致各部分之可靠性非常低，甚至有的毛病修好後又會重複發生，毛病之繁多及進展之慢使本人有好幾次心灰意冷，但是在每次灰心及決心不再浪費時間和心力後，本人總會不甘心的再次實驗。在尋找錯誤中，本人覺得電路中雜訊及接觸不良所發生之錯誤最為難找，不少錯誤是不能從書本中微少之資料去解決的，碰到此種問題僅有在實際的實驗中去體會。在費了不少時間及心力去測試此粗製的計算機後，雖然有些進展，但是太多了，本人覺得如不將整個計算機重新改接的話，成功的一天實在是遙遙無期，於是於民國六十年初開始重裝，經過了約三個月的時光總算重裝完成。重裝後之計算機雖然仍舊非常複雜，唯

- ① 每一個單位不再直接相連而是經由多腳接頭相連，如此每個單位能很容易的互相拆離修理。
- ② 大部分的接點加以標號。

的：

① 在製造該計算機期中常因材料之不易即時購到而使製造歸於停頓，所以材料之事前準備可以避免製造期間之停頓。

② 其次是人員之問題，從事計算機之製造者，本人覺得最好是一羣有興趣且自始至終均能參與工作之人員。

③ 計算機是一個很複雜的系統，一根接線沒有焊好，一個接觸點不穩固，皆足以使此計算機不能發揮其作用，唯有對每個小零件或單位加以細心製造才可使其接成的整體可靠性增大。

④ 由於計算機內接線之繁多，對各單位之相對位置及接線之方式應加以事前設計，地線也應好好設計以避免雜訊之生產。

⑤ 由於計算機之複雜，接成後即可成功之可能性不大，所以必須在設計時，考慮測試問題，如測試點之設計，各零件或單位之易於更換等皆可縮短測試的時間。

⑥ 製造時每個零件或單位盡量有其複製品以為在損壞或測試時更換。

⑦ 爲了增加計算機之可靠性，本人覺得盡可能利用較大積體電路（如LSI, MSI）。

③ 控制單位中之龐大邏輯電路之一百多個輸出點皆經由耳機插座接到計算機各單位之輸入點。

④ 大部分接線改成隔離線以減少雜訊。

⑤ 部分地線加以修改。

⑥ 加接線路使得計算機保持在某特定狀況下運轉以爲在此特定狀況下發生錯誤時之測試。

改裝完成後，本人即開始測試此計算機，雖然初試時毛病比以前增多不少，不過由於改裝後測試方面增加了不少便利，以致奠定了以後成功之基礎。最初測試並沒有抱着多大的希望，僅是一步一步的解決各色各樣的錯誤而已。尤其最初錯誤最多，測試並不容易，直到檢查出部分錯誤後，錯誤才跟着易於尋找起來。尤其是在讀寫兩指令實驗成功後，進展變爲快速，而且本人的信心也跟着大增。其後加、減、乘、除、條件跳躍、傳輸、停或歸零記憶各指令實驗完成，於是本國第一部自製的計算機因而產生。想起以前時光，真是一段孤獨的、漫長的、挫折無數的奮鬥歲月，此時是在民國六十年六月底。實驗出之通用計算機雖然可靠性並非百分之百，但是在較好的情況下該計算機已可以從事複雜程式之運轉。

雖然計算機已製成，唯本人認爲有下列數點建議是以後從事計算機或其他複雜儀器製造者所需考慮

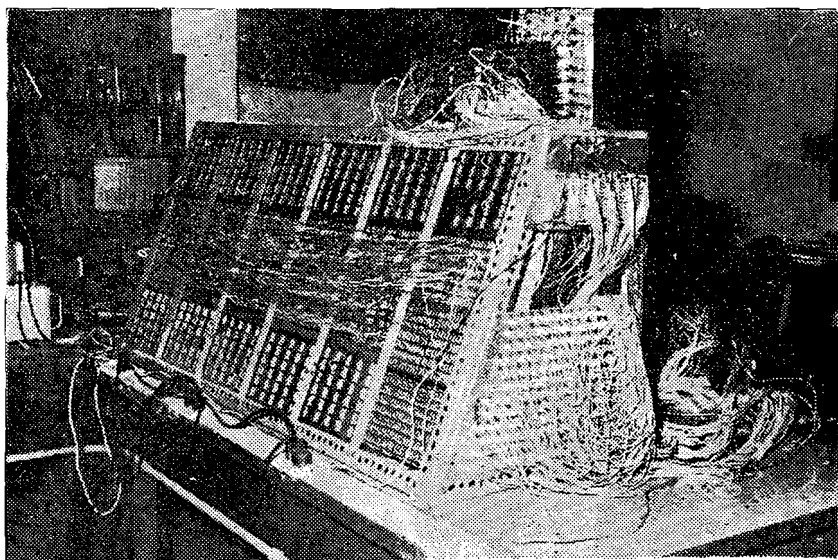
⑧ 在從事計算機之製造及實驗前，本人覺得應該先做到設計之完整性，草草設計即開始製造往往是以後錯誤之根源。

三、此機之特點

民國六十年六月底於國立交通大學工學院自製完成之計算機是一部通用第三代小型電子計算機。係利用積體電路零件並配合本校印刷線路技術以從事製造之產物。此計算機含有五個主要單位：時訊產生器、記憶單位、控制單位、輸出入單位、算術單位。

時訊產生器是用來產生八種不同波形（A到H波形）以經過控制單位中之邏輯電路傳送到各單位做各種不同之作業。記憶單位是用於儲存資料，此計算機之主記憶面包含兩面 $12 \times 13 \times 4$ 數元儲存容量之磁圈記憶，一記憶面是用於儲存數字（數字記憶面），另一面則用於儲存指令（指令記憶面）。此計算機利用浮點十進位法代表數字，即將數字分成小數部分及指數部分之代表方法。數字大小可代表之範圍爲 10^{-1} 到小於 10^6 之數。每個指令含有三位十進位數，第一位表示作業碼，其他兩位則表示兩位址碼。此計算機含有十個不同的基本指令，其作用如下：

① 由按鈕輸入指令到指令記憶面。



「迷你電腦」——真正國內首製第一部
於十六年九月間世

②顯示數字記憶面某位址之資料。
 ③停止運轉或將數字記憶面某位址之資料歸零。
 ④將數字記憶面某位址之資料移到其他位址。
 ⑤將兩位址之數字相加，結果存於零位址。
 ⑥將兩位址之數字相減，結果存於零位址。
 ⑦將兩位址之數字相乘，結果存於零位址。
 ⑧將兩位址之數字相除，結果存於零位址。
 ⑨條件跳躍。
 ⑩由按鈕輸入數字到數字記憶面。
 每個程式至多可包含有五十二個指令，可以解各種比較複雜問題。每個指令仍由數個微作業所合成（如減指令包含36個微作業）。因此為了執行某指令，必須將執行步驟細分為數個固定程序之微作業加以執行（如減指令之執行必需做完卅六個微作業步驟），各種指令之不同微作業執行程序是儲存在一 32×32 之僅讀記憶面。此僅讀記憶面是控制單位中之核心。控制單位還包含有計算機中最複雜之控制邏輯電路，此電路費實際執行何時由何處如何種信號到何種終點，由於其實際決定整個計算機之每一動作，所以電路非常複雜。輸出入單位是作為人與計算機通訊之媒介。由輸入單位之按鈕可將資料（數字或指令）存到記憶單位。由輸出單位之十個數值表示器可顯示數字記憶面中某位址之數字，此計算機還裝了數十個指示燈以顯示計算機作業之情況。算術單位包含十一個累積計數器及二個指數器分別用於儲存某數字之大小及指數。

此機之作業原理如下：計算機中計數器間資料之傳輸。如數字記憶面之第一位址存42，第二位址存31，則相加時將42傳輸到累積計數器兩將第二位址之3傳輸入累積計數器之第一位（即累積計數器變成72），其後再將1傳輸入累積計數器之第二位（即累積計數器變成73），即可將結果由累積計數器存回數字記憶面。兩數相減亦可利用同樣傳輸原理，唯減數以其9補數（如上例31之9補數為68）代替之。此種傳輸原理亦可應用於乘除運算，因為乘除運算可細分為數步加減運算。每一計數器資料之傳輸均需經過控制單位之訊息傳輸單位以決定傳輸之資料為原數或是9補數。雖然作業之原理簡單，唯此計算機利用浮點十進位法代表數字，兩數相運算時尚需考慮其指數之大小以致實際運算時仍舊相當複雜。

結束此節前，本人想將此機之特性列之如下：

- ①此機為通用數位計算機（內儲程式）。
- ②此機乃利用近代積體電路為材料之第三代計算機。
- ③此機誠為完全自製。
- ④此機為依次作業計算機。
- ⑤此機之機器語言非常簡單。
- ⑥此機數字之代表方法為浮點十進位法。
- ⑦此機雖小但其包含所有大型電子計算機之所有基本單位。
- ⑧此機含有僅讀記憶面以作控制。

光和輪船股份有限公司

高雄 ↔ 馬公：定期貨輪

每日兩地對開

服務親切、顧客至上

高雄總公司地址：高雄市鹽埕區五福四路10號

電話：五五三三五二・五五四六一〇
五五一五二〇・五五五六五二

澎湖分公司地址：澎湖縣馬公鎮臨海路23號

電話：三三〇二三三〇