



桑福教授(Prof. Herbert B. Sanford)於清末民初期間携夫人一同來華，任教於母校電機系，回美後曾任職於事業機關，勤每次赴美必前往探望，數年前赴美相訪時適值其夫人逝世，自後亦常與通書信。茲接陳祖光同學來信，云及去歲感恩節特往費城拜謁桑福教授，並寄來桑福教授在家中所攝近照一幀，時年八十八高壽，身體仍甚康健，精神矍鑠。

凌鴻勛謹識

談工程教育問題(上)

劉近義

在去年工程師節，機械工程學會出版一本「發展機械工業長期計劃專刊」中，筆者曾強調「今後的工業世界將是出賣腦力技藝的新世界，而非出賣廉價勞工的世界，所以我們對於未來發展機械工業長期計劃，提供策略方向與目標時，應該如何把握住這個工業型態演變的轉捩點，發揮我們先人的所長，配合我們固有的環境因素基礎條件，自力更生，全面革新，作整體化人力物力發展更有效的計劃實施，以期迎頭趕上世界潮流的趨向，實為必要之圖。

今後世界潮流的趨向，誠如原文引用的一段羅潤滋教授所說「十九世紀的世界貿易中基本是在原料交易。廿世紀則是在機械和製品方面，廿一世紀大部份將在創新技術觀念，專利發明的一種貿易方面，凡是有這些新觀念儲藏量最大的國家，就將在政治和經濟上是主宰的國家，到廿一世紀的時候，若是只會出口汽車油輪而一點也沒有什麼新技術觀念發明出來的國家，也許將被認為是非常低度開發的國家了。」這一

點更說明下一代人力資源發展的重點所在。

所以日本東芝社長土光敏夫在本年東京舉行的國際管理會議席上發表的「激勵與生產力」一文中說：「日本人過去的勤勉，可以說是勞力方面的勤勉，我們應該注重智慧方面的勤勉」。最近日本佐藤首相也在國會中說：「模倣和效法的時代是已過去了，現在是用我們自己的力量建立起我們自己的目標時候了」。換言之今後日本的趨向，是要從手力仿造的勞動，走入更富創新性的心力勞動上去。而佐藤言外之意，更有「勞心者役人」，使日本在廿一世紀將成爲在政治和經濟上主宰的國家雄心。我們從最近一篇生活雜誌有關「日本人是怎樣潤起來」的報導中，知導日本入近年經濟發展之驚人成就，是得力於下列三個因素：(1)勤勉知恥負責實踐。(2)善於適應革新，科學教育普及。(3)政府民間合作無間克己「滅私」。美國人在一九六六年日本經濟成長初度超過英國時，就認爲其成功因素，在於教育方面。等到一九六七、一九六

八年連續超過法國、西德時，更發現它企業中所有主管，八〇%以上都是大學畢業生，這一點連美國都自感不如，而且他們一般人工根底都很好，不僅是外國技術資料最勤奮的讀者，並且對於一切新知馬上吸收研究改良應用。去年返國之G·E費城研究所主任李天和博士，在經過日本邀往參觀各大工業機構研究所時，深感其對應用研究 (applied research) 規模程度，實較美國更爲積極，至爲驚異。即曾對筆者談及，中國人素以聰明智慧，古代精心作品，富創造性見稱于世，何以不求在此處發展。這一點正和筆者在前文所講「以中國人古代手工藝品之匠心獨運，發明創造堅苦卓絕精神，舉世所欽，現在祇須法除盲目模倣抄襲，事事借重外援自卑心理，發揚重振民族自信心，加強目下工程教育之實務，再益以現代工程科學知識，有創造力之設計研究人才之培養獎勵。」不謀而合。這一點自須政府、教育界、及工業界領導人士，通力合作使克有成。其中尤以工程教育問題最爲基本重要。

我們大學工程教育原是以培植工程師人才爲目的，不過目下工科學生畢業以後，上焉者繼續出國深造

會把工程師看作科學和人類需要中間重要一環論調說得很妙。他形容工程師是在兩個世界，一個是科學，一個是人道的中間的一位翻譯員。要比一位醫師——生物工程師更要負責，因爲醫生還必須和一部上帝所設計的機器工作，而工程師則根據新的是新的科學知識，重新設計出我們四週的物質世界來。我們要提一位著名的鐵路土木工程師魏凌頓 (A. M. Wellington) 早在本世紀之初年就曾給「工程」下一定義：「工程就是一種本來只需一塊錢就可做好，而在任何其他一位拙手，多少總得用上兩塊錢才能做出來的一種藝術。」

由上可知工程師決不是僅僅一位科學家或是隔離社會的專家學者，他是技術社會的基石而不是象牙塔上的人物。他是要把科學知識很經濟地創新設計應用到人類需要上去。正如去年嚴副總統在工程師年會中所講工程和經濟是相關的，事實上「工程」本意就是「科學」與「經濟」的總和，而這個「經濟」觀念，還不單指省錢而言，必須更有 總統所謂「經邦濟世」，「經世濟物」的意志，才能合乎人道適應人類的需要。

得個博士學位，在國外教書爲業，成爲一位學人專家。中焉者留在國內各機關各工商業中服務，作爲一個實質或文字觀念上的洋貨推銷員。下焉者則是只靠他的學歷，混個一官半職，重新再學起現有起碼的傳統技術經常業務。還有時深受歧視，頗遭只懂理論，不願實際之譏，像這樣子糟蹋人才，使之隔離現實社會，實有失工程教育的原旨。究竟工程師的任務和他是什麼樣的人物應先澄清。

據美國科學技術月刊編輯巴克 (Ford Park) 所著的一篇「明日的工程師」(Tomorrow's Engineers) 開章明義就講「在大眾的想像中，工程師是一位極富雙重意義的人物，有些人還把他想作太平時代的神秘專家，別的人則把他看成私人企業制度下給薪水的奴隸，你也可聽到他是我們技術社會的基石，要不然就是正被科學家們所淘汰而他自身又不得不成爲一位科學家。事實上工程師是這些說法的一切人物，絕大多數的工程師，仍將和日常工作的任務相關，只不過現在的任務，愈來愈大，愈複雜，在社會上也愈重要而已」。

他又說「普林士敦大學校長白朗 (J. D. Brown)

工程師的任務，既如上述，我們對於其工程教育，就須注意其如何培植。工程教育自以科學知識爲主，不過近年科學發展，日新月異，以致工程師在學校所修課程，有關技術知識方面，其被時代淘汰落伍之速，遠非昔比，據去年美國科技月刊一篇齊里柯博士論文「工程師的落伍報廢」(The obsolescence of Engineers) 中談，係將自一九三八年到一九六五年卅年中七千種工程專業課程內容加以研究分析比較，並就機械、電機、木土、化學、航空五項工程，分別統計劃出指數式之曲線，認爲一九三五年畢業班至一九六五年所能保持可應用的知識的百分數，平均只有一〇%左右：一九四〇年畢業者只有一三%；一九四五年畢業者只餘一七%；一九五〇年班只餘二五%；一九五五年班三六%；即一九六〇年班亦僅餘五〇%左右而已！其中尤以電機航空工程知識「折舊率」之速，尤爲驚人，卅年前課程可用者僅佔二一五%，五年以前課程，就化工航空計，可用者不到一半。

所以美國工程教育爲配合這種驚人的趨勢發展，不得不自一九五五年將高中學校教育改制，加強科技

數理課程以後，現又將此項全國性運動，推行到大學教育之改革上去。不僅課程新穎前進，且在教學方面，也有重大之革新。據美國一九六八年六月份科技月刊一篇「一九七二年的畢業班」(The class of 1972)文章說：「一九五五年以前學校裏所改讀的技術課程和枯燥的試驗，對於理工科學生畢業後所做的很少相關，因為他們所追求的主要科學知識，仍是一套十九世紀和廿世紀初期的遺蹟重演。在工程學院裏花費太久時間在機械製圖和金工實習方面，對於技術員當然重要，但對今日所要做的則不然。自一九六八年這一切都在開始改變。教育界所關切的重點，正由設法給學生塞滿一腦子似屬靜態的必要知識中轉變移向到讓他們準備要在迅速改變的職業中有所作用，不僅是要為畢業後幾年之用，而是要為他一生工作着想。現在對於強調手冊式的設計觀念正在變衰，教育家們多已了解他們必須培養他那些將能鑒定解決甚致今日還未想到的問題的人。」換句話說，也就是富有創造性思考的人。

該文又說「到現在似乎一般都承認工科學生，要想將來做現代工程的話，除了要接受在計算機輔助下藝式學習」(Selfmotivated gamelike learning)方式。

還有各大學院的科別系，學分主修，選修必修課程，以及考試分級釐定，也不像以前那樣嚴格呆板，而有日趨「科際整合課程」(Interdisciplinary Curriculum)之趨勢，這樣計劃是「要給大學的科學教育創造一種新的勇敢嘗試，是要產生一種科學研究生既有一種研究態度也有一種對悠久人類價值關心的堅強基礎」。麻省理工教職員會主席羅森利(Walter Rosenblith)有這樣看法：「我期望愈來愈少的工程研究生願意工作在那些和社會毫無或很少相關的問題上去，他們會問「這條公路對人們有何益處？」而不是僅僅「我們怎樣設計它？」我們的學生現正得到一種對他們能够影響人類環境的覺悟，而且他們將正尋求使用他們的技巧朝向他們目的的方法。」現在有些工程學院都對生物學有關選修課程日增興趣，據哈佛醫學研究院統計入學學生在五年前還祇有1%會得過工程數理工學士學位，到一九六七年竟有18%的入學學生是由工程方面出身的，以往常有人罵工程師是「單目標的動物」(Single purpose

的設計新課程外，還須在現代科學和數理方面有良好的基礎，以往那些像計算尺作業一學期全憑記憶的課程，以及坐在繪圖板旁畫齒輪組那種詳細設計方式，都為新課程大量替代。電機工程學生也不再去做電路網的瞬間感應計算，他們現都學習把這類算題，做模式投入計算機中代作。」

至於教學方法，並不單重課本灌輸，而以試驗室試驗，影片，示範及其他來源為輔助教材。舉凡一切工程科學原理示範，特定技術都由學生在他好奇心熱烈追求下，自己動手在這方面作廣泛試驗求得，試驗室中課程不固定，更由其選擇任一專題研究，而有成為專題試驗室(Project laboratories)趨勢。上課方式更有利用計算機備好各種解答資料，以資討論，稱為輔導式對講(Tutorial dialogs)俾利學生自己隨時發拙專題研究請教之需。至於計算機程序排演，亦多由學生自己出題操作，證實其假設是否正確，以利其創造性思考之發揮，凡此種種，誠如前美國教育部長賈德納在其「朝向人道技術」(Toward a humane technology)一篇談話中所謂「個人化自修」(Individualized learning)及「自動自發的游animEal)是由於這種行業常因過度專業化訓練，想法趨於線型化，只顧有效地解決明顯問題，其他週圍的事物影響反到不覺得有任何關係的原故，美國一位著名建築師消普林(Lawrence Halprin)曾在一篇「工程師和眼界」(The Engineers and Landscape)會談中，就曾對工程師的眼界和想法大加詆斥，他在結論時說「我覺得工程界中沒有人關於人類環境的品質想得足夠過，他們沒有把握住環境作為一種整體相關無所不容的藝術形式觀念，這是因為他們從未像那樣教導過。」所以現在的一切課程改革都是注重其內容的基本觀念想法，而對本身內容反倒不再強調。麻省理工學院在十幾年就開始接受Polaroid公司藍德(Edward Land)「偉大的世代」(Generation of Greatness)演說的呼籲，要造就在這個日新月異的時代中工業界和教育界所需要的那種有創新性適應性的「智力冒險家」(Intellectual risk takers)。結果這種「有創造性的學生——也就是有可能擔當智力上的冒險，尋求新的經驗，試求新的解答等等——要比那種小心謹慎，有條不紊的「非冒險家」人數多上三倍：尤其是工程學院這類創新性學生成份更多。

他們對於考試和分數並不重視而是更對社會有意義的試驗室專案研究強調。例如米勒教授領導土木工程系學生在做麻省海灣市區設計試驗工作，這樣把社會外界工程和大學試驗室工作打成一片，而且學生在末出校門以前即獲致實際環境經驗，受惠良多。所以麻省理工學院精神病學主任史奈德博士(Dr. Benson Snyder)一直在以生態學家眼光研究該校學生對於強調考試分數還是專題試驗的個人反應結果，兩派各有大批人數，不過他指出一個學生把他自己學業範圍限於狹窄專精目的者，會使他的認識力和適應性成爲定型，以致他在將來對於新的不同任務適應能力會受嚴重的抵消，一個大學制度單靠分數作爲對學生專精某一主題的獎賞者，是無法配合其全盤教育目的的。

再有幫助一個學生能在學校生存的策略可能與其將來在他的職業上所需生存的策略遠非一致，例如一位光學工程師設計透鏡，過去都用試驗與錯誤方法計算，現在自引用計算機後，他的工作形態已成落伍，他怎樣能採用一種新形態就可能受到他在學校早期訓練的重大影響，對於這項具有創造潛力的學員損失問題，目前雖無確切解答，但有一些都正在演變中的事。其

中一件是對於某一特殊事業的學習應有很多不同的路徑。例如史奈德博士認爲有許多很合格的學生不願學物理，是因爲他們知覺形態更適合於親眼得見的模型

建造，而不是將物理入門裏那種常屬抽象的經驗方面，還有一件可考慮的是在工科學生方面的創造性行爲所能涉及一種個人形態，是遠與培育科學家創造性行爲不同，因此各學科的核心必修課程(Core requirements)，要比十年前更少嚴格規定，據麻省理工學院的課程條件而言，將來只列須修「八門科學課程和八門有關人道方面」而已。其他則是各項試驗使教學體制有更大的伸縮性。他們認爲有良好理由相信有創造性潛力是要靠一個人置身於一種實際經驗範圍之下，並要靠刺激他的冒險性到更抽象的思考中，才能培植出來的。

我們由上面所述可知美國今後，工程教育改革重點，是在科學與人道並重，理論和實驗共進，課程傳授觀念重於內容，教學方法輔導支援自修，務使學生發揮其創造性潛力，有整體化系統的探討精神，有科學化現代化的頭腦，不斷地改造研究力求上進，面對現實勇往直前，以應未來社會需要。(下期續完)

廿七級航空系投軍散記

蒲良楸

楔子

母校的航空系在廿七級畢業那年還沒有稱爲系，而是「機械系自動機門乙組」。那時候學校剛剛改隸教育部，院系隨之改制；機械、電機、土木三個學院合併爲工學院，原來的機械學院縮爲機械系，系內自動機門甲組是汽車工程，乙組是航空工程。但是這個名字太長，叫起來也彘扭，所以本文內一律以「航空系」三字代替。

廿六年秋我們開始在校的最後一年，時值八一三事變之後，上海成了孤島，學校已由徐家匯遷入法租界，以中華學藝社爲大本營，部份借用震旦大學教室。後來我們曾在震旦屋頂陽臺上日觀日寇攻打南市和我方軍警英勇抵抗的情形。那年因受戰事影響，一直到十月間才開學，同學們由各地陸續到達上海，由於時間先後不同，多三三兩兩在校外合夥租房居住。從大一新中院開始便一直和筆者同房的張挺輝學長也

不得不因而拆夥。筆者後來和同級的陳啓明及廿八級的李紹灼和周端琴四人共租一間閣樓，街名門牌都不復記憶，但窗外可以看到一幅「月滿西樓」的動人景色却至今不能忘懷。李紹灼學長現居美洲，看到本文後想當莞爾而笑深表同感也。

航空系傳到廿七級已是第三屆。華文廣、蔣共和、許錫瓚等學長屬第一屆。梁頌鑾、管義懷、徐雲猷等學長屬第二屆，第三屆則有胡旭光、馬明德、常撫生、王禮堂、趙沔、錢壽華、張漢鍾、程國印、陳佳禔、沈瓏，和筆者共十一人(見照片①)。畢業時除胡旭光、馬明德兩位決定即行出國及沈瓏另有出路外，其餘八位應空軍之召全體從戎。爲了配合成都空軍機校的開學日期，航空系提前於六月畢業，讓我們這一羣萬里投軍的初生之犢組成一個小小的隊伍，在漫天烽火中踏上征途。

我們的路線：上海——香港——廣州——武昌——重慶——成都。