

# 美國麻省理工學院

## 十年來教育之改革

朱蘭成

我這次能夠回國來參加暑期科學研討會，感到非常榮幸。我回來了不久，張丹次長就叫我隨便講點話，我就講吧！教書的人總要講啦！我所要講的是關於在美國麻省理工學院我個人所得的經驗。

麻省理工學院是一八六一年成立的，當時沒幾個人，因為那正是美國內戰時期。一直等到三、四年後才算正式開始。二、三年前麻省理工學院感到經費不夠了，於是就發起一個百年紀念，募集了二年大約得了一萬萬美金。也可表現在美國工程界的地位百年來的歷史，過去的我知道很少。我是在一九三四年到那裏去，那時候是 Karl T. Compton 當校長，他是一九三〇年來的，一九三〇年以前只是個工程學院，所注重的是工程，不過物理也有，數學也有，人文也有，但這些都是補助科目。

新校長是學物理的，來了以後請了一位年紀較輕的，從哈佛來的 John C Slater 做物理系主任，他教書教得很好，做事也很能幹，就在這段時間裏，麻省理工在數學、物理、工程各方面的基礎打得相當好。但是我找了那些學物理的學者來對工程無經驗的，總是覺得不對。他們年輕的很多，年紀大的也很好，得到諾貝爾獎的也有。當時我不認識他們，也不怕他們。我們就一邊做一邊看，不但我看，別的好幾位唸工程的都在看，看他們是怎麼做的，我們做的題目當然很多，各色各樣都有，像微波等很多。看了幾年，我就有了心得：原來他們不管題目是什麼，拿來了先從基礎的看法看，看清楚以後，下面的做法都是一樣的，就是我們所謂的換湯不換藥，這給了我們一個很大的刺激。開始的時候是打擊，後來是刺激，他們都可以做工程，我們當然更可以做工程。

當初，我會考交大、考清華、和浙大，考交大是讀工程，考清華是為別的，都考取了，後來我唸交大，不然我現在也是個科學家了。大戰結束後，我們同事留在麻省理工電機系的有好幾位。我們都開始教書，教書也很容易，買本書就可以教了。那時候的書舊了一點，和我們在那幾年所做的完全不同；不但不同，而且以前的書是偏重應用方面，基本的講得很少，那些基本的知識還是在交大一、二年級時讀物理數學所得的一點，我們每星期都聚起來談談教材和方法。

那時候電機系分成四組(一)電信(二)電力(三)儀器製造(四)應用光學，教授只有二、三十位，每組多的有十幾位，少的只有一、二位，同組的教授可以互相討論，

好。

我是在一九三四年從交大到那兒去唸電機系的。那個時候電機系正開始修改課程；在以前所謂電機系所學的無非都是機械。其實那時候真空管早已發明了，電信也相當普遍。系裏有幾位教授，合力著了三本書，這些書有的到現在還在用，同時在研究方面有 Van Dush, Harold Edgerton, Zike Barrow 等人也不多，錢也不多，慢慢努力地做，這樣做了幾年也已相當有成效了，文章也發表了不少。我就在那時候跟著教授做微波理論，微波在那時是很新的，大家自然不懂，我也不知道，可是就是因為不知道，所以我就去做了。二、三年後，二次世界大戰爆發，教授都離開學校了，我在那時候還是個研究員，參加了 Radiation Laboratory，做了五、六年，在剛進去的時候相當受打擊；因為我是學電機工程的，而在那裏主持大局的都是唸物理的，唸數學的，我想來想去想不通，我們幾位唸電機的常聚在一起談，愈談愈覺得有氣，為什麼生氣呢？因為所做的一套東西都是工程的，雖然新是相當新的，但是我們多少也可做，

不同組的教授向來不談話的，因為學的不同，教的不同，自然無話可談，從一九三〇年到一九五〇年情形一直是這樣。可是我就有點好處，因為我剛來時還是一個學生，樣樣都學一點，各教授多少都認識也處得很好，常和同事多談談，可是討論到教材時，我們不得不想到在 Radiation Laboratory 做事時所得的經驗，那時候電信的學生不太多，教授有十幾位，我儘量做了一點工程教育的試驗，到一九五二年，系主任換了一位年紀較輕的，相當有魄力的來做，他認為工程教育要從頭做起，因此他一來把那些交流電機，直流電機都扔了，扔了以後再想辦法，他的作法當然對，但是對下文沒有一定的方針。因為那時候還是分四組，各組意見還是不開，有一、二個學期，我們天天都在討論，那時候系裏的學生有一百七、八十人，我看我自己的年紀也不小了，再看當時一般學生的趨勢是願意唸物理、唸數學，而不願意唸工程，這現象在那時已經非常明顯。我們是爲了飯碗問題，因為如果工程學生少了，我們飯也沒得吃了，所以我們就快刀斬亂麻。開始大做，做了再講。

大學教育以及工程教育的目的是什麼，那時的目的和我做學生時的已經不同了。在民國二十年左右，無論是在中國或是美國，一般工廠社會的環境很差，學生畢了業，就得做事，我有許多同學，大學一畢業就開始做事，做得也非常好，可是在一九五〇年以後

的十年裏，環境完全不同了，這時的電機包羅萬象，只要有電在裏面，就是電機，趨勢是這樣，因為包含太多了，如果每一種都講，我們也不會講，學生也沒那麼多時間。環境是如此，那時工廠、研究所、實驗室紛紛設立，所以如果學生能有良好的基礎，畢業後就可以到工廠、研究所慢慢去學專門的知識，學得不久，三、五個月就可以開始做了。

我會經和外界的人談起，麻省理工的畢業生，在社會上做事情，他說：「你們的畢業學生好的可真好，剛來的時候什麼也不懂，可是三、五個月以後就會做了，別的學校的畢業生感到害怕而不敢做的，他們都不怕，就敢做下去。可是壞的是真壞，在麻省理工一點沒學到，所以一輩子不能做事。」當然無論學校好壞，總是有好學生和不太好的學生，根據這一個觀點，我們就排定了一個課程，它的內容是非常容易安排的，因為在那時候大學中教和唸物理的只希望唸核子物理，對古典物理很不感興趣，我們就想了好吧！他們不教的，我們來教，所以那時（一九五二—四）的課程大綱多半是改的古典物理。另一方面由於我們做研究的經驗很多。因此我們就想我們在研究時常用什麼東西，只不過是幾個基本觀念，把這幾個觀念弄清楚後，所有的問題都可迎刃而解。這些觀念是時間、速率、空間等，所用的材料都相當的淺而易明，那時候的課程編排完全是根據這兩點，可是心裏

Alder，我以為做這些學問已有二十年了，當然教課沒問題，可是坐下來一看，好些地方不懂，用是會用，但是就不知道是為什麼，所以費了三、四年的功夫和 Fano, Alder 三個人每星期聚在一起討論。Fano 是很勤的，在五年之內用的講義，每年重寫一次，最後出來的書，他還不满意，我也不滿意，可是時間到了，就得出版了。我們同時又研究應該如何去教，除了請專任教授外，還請了許多助教和其他教授，那時一班有學生一百七、八十人，在別的學校是把學生分組，請些教授去分任自由行動就行了，我們則覺得應該有點組織，因此有講師、助教等每星期集會討論教材和宗旨及方法，後來更多了，又請了許多助教和每一個學生一起改題目研究，每個學生每星期大概有一個鐘點，下的功夫很大。幸而當時通用電器公司（General Electric）對教育相當有興趣，因為他們每年所用的畢業生上千，因此給了我們二十五萬美金，後來別的公司也捐了不少，這些錢是用來編講義，研究教材和教法。到了一九五七年，材料都準備得差不多了，就邀請了全美各大學電機系的教授到麻省理工來，費了一星期，同他們講授我們的做法。那時候有些人對我們深表贊同，但有些人認為我們做得很激烈。

前二年，我負責研究院招生，各校課程我都看了一下，一般趨勢是逐漸和我們在十年前所做的差不多

也有點害怕，在中國有個教育部，可以決定學校的資格和課程標準，而在美國沒有所謂的教育部，不過他們有一個各大學校聯合辦的審查委員會，裏面的人年紀都相當大，大約比我們大上三、四十歲，辦事都認真，我們怕他們的看法和我們的看法不同；他們是主張繼續傳統的教育，我們則認為應該有改進，當時我們唯恐他們把麻省理工的資格否認。

那時候學生很多，課程嚴重，因為當時的看法覺得每一個學生應該無所不知。在麻省理工用的學分制是根據學生應上多少課，和用多少時間，自修的每週鐘點算的，當時每門課有十二個鐘點的課，因為教材過多，往往上課四小時，實驗三小時，還餘五小時給學生自修，看書，做題目。當然認為我們做得很對，時間不夠，應多擠點進去。學生和這裏的學生一樣，都非常認真，很下功夫的。我們覺得他們學得很多。

麻省理工在外有個傳統的名譽：「教授把本部的學生，不當人看，而看作是工廠中的貨品。」也就是一座 Education Factory 外國人的印象，一般大教授是不管那些「小」學生的，「小」學生都是由助教、講師負責，其實在一九五二年以後，每門課我們都請了好些位教授組織起來認真教書，因為我在電磁學方面有些心得，系主任就叫我去教，可是我說我的嗓子不行，所以請了 Dr. Fano 去擔任，還有一門電波學，也要我去教，我又以相同的理由另請了 Dr.

Alder，回國後看了臺大、成大和其他大學的課程大致與我們當時的相同。

在一九五八年時，院長建議設立工程科學系，他每一個學院請了一、二位教授，在暑假中，從上午九點到下午五點，聚在一起一個月，討論是不是應該成立一個工程科學系，那時電機、機械和其他的工程關係非常密切，唸機械、航空、化工等科系所學相同的科目很多，為什麼不能成立一個工程科學系，把所有的東西都聚起來，教給學生，我們談了一個月，頭二個星期大家都還客客氣氣的，可是到了第三個星期，大致就可以看出不和了，因為唸電機的認為應該有三個學期網路，二三個學期電磁場論，而唸機械的認為該有力學，熱力學等各三學期，在談到機械時，我說錯了一句話，我說要唸水力學，有人立刻就站起來，好像要打人，他說這名詞不能用，他們教的是流體力學，所以我也就不講話了。以後課程表出來了，非常簡單，一星期上課五天，從上午八點到下午五點，一直上課，到了三、四年級，學生什麼都知道了，就是沒有功夫去想，去利用自己的腦子，就連看書的時間都沒有了，當然麻省理工現也還沒有工程科學系。

一九五八年時，系主任升了院長。那時我們感到應該學的太多了，學生吸收不了。這一次臺大、交大研究所的學生都會和我談起過這事，他們連做題目的

時間都沒有了，那有時間去看書呢？那有時間去想呢？所以，關於工程教育的目的又重研究一下，結論是他們來上學並不是來唸書，而是來學怎樣自學，怎樣自修怎樣自己成人。譬如有個新題目，從雜誌裏摘出幾篇文章，加進一些自己的意見，然後就可以去自己去做，能達到這個目的，課目不必太多，可是教得澈底，能教他們自己怎樣用腦子。當他們自己會想，會看書後，以後一身都吃著不盡。

科學和工程各種問題表面上看起來不同，實際上相同的地方很多，因為我們唸的數學不過幾門，所唸的物理也沒多少，把物理、數學和其他應用技術加起來，五花八門什麼都可以做。所以工程教育是幫助學生怎麼去想，怎樣去用腦子，去做，去看書。因為達到了這個目的，一般的問題就變得非常簡單；本來每學期主要的電機科目有兩個，我們減到了一個，本來實驗與上課是並在一起的，現在把它們分開來，因為它們的目的是不同的，學生除了聽講外，自己有時看看書，做做題目，更可以參考書不用作弊了，所以從一九五九年到現在這六年內，學生的課當然不能算輕，但比起從前就輕鬆得多了，大概輕了三分之一，學生除了看書以外，還有機會聚起來談談，看看教授講得對不對，教授講錯的很多；我也時常講錯，在

國政府的錢用在醫學和生物方面大增，學校研究的方面也因此改變，從前研究的學問，現在幾乎沒有人研究了，並且工廠方面用人一時不缺乏。所以最近大學畢業生的出路和以前不同了，現在的大學生畢了業大半是教書，在美國教書一定要是博士，所以從這種趨勢看來，將來的研究生中可能有四分之三攻讀博士了，以前唸博士是高興唸就唸，現在是不高興唸也得唸。這種趨勢對大學本部的教育有很大的影響，因為我們在本部唸的是基本的物理、數學，而畢業後研究院的所做的事並不太相合，這種趨勢將來大學的教材和教法有很大的影響。

我最近看了幾篇麻省理工的畢業論文，頭兩頁寫得蠻好的，第三、四頁後我就看不懂了，不但內容不懂，就是連題目也弄不清楚，因為他們所做的東西太專門，題目太小，小得不能再小，他們唸完後就教書，所教的也是非常專門，是專門中再專門，所以這兩年麻省理工電機系本部的課程相當成問題，因為他們所學的和以後研究的沒有太多關係，由此我感到相當恐慌，照這樣發展下去，以後怎麼得了。這時候恰好閻部長請我回來，我就來兩個月；其實這恐慌是不必要的。因為中國在二百年來在教育方面有很大的改革，前後完全不一樣，我自己三、四十年前所學的東西

座聽過我講課的都知道。還有別的研究題材，他們自己高興做也就有時間做，在麻省理工有很多從事研究的實驗室，這和普通學生做實驗的地方不同。有三分之一的學生都被我們分派出去，像某幾位學生跟某一位教授去做，不管教授做什麼，學生跟著做就是，這一個風氣非常好，因此大學三、四年級的學生和研究生沒有什麼分別了，他們的經驗不只是教室裏課本上的，還有從教授那裏得來的實際經驗，這是一、二年前的情況。教授和學生都認為這做法不錯，也許可以暫時不改了，但是另一方面又出了問題了。

二次大戰結束後，學生多半是從軍隊裏退伍下來的，他們想好好唸，早點唸完，唸完大學，再唸個碩士就行了，唸博士的很少，當時研究院電機系有四百多個學生，攻讀博士的不到四分之一，並且這四分之一裏一半是唸不完的，韓戰後工業發達，用人也多，所以唸博士的仍然很少，但是最近這幾年，因為一方面美國政府提倡科學教育，每天都曬著人才缺乏，所以唸工程的都想唸完學士再唸碩士，唸完碩士再唸博士。所以研究生裏有一半以上都要攻讀博士，同時別院的學校從前沒有研究院的現在也都成立起來了，研究院成立了，學生也就來了，但是教授却不夠，這和臺灣的情形完全一樣。並且最近還有一個現象，就是美

，我的父親一點都不懂，同時我看到每年畢業生出來，他們在學校裏唸得不管好不好，反正好學生出來總是做好事。我本來是學電力的，在中國時是 30 Cycles，到了美國就升了 60 Cycles。我後來就做得很好，那時候我對電磁學一點都不懂，但是做下來覺得還很好，這就是教育的好處，教育並不是教學生唸書，教育的目的就是希望能夠幫助學生用自己的腦筋，如果自己會用腦子，以後所遇到的新題目，雖然不同，都可以設法應付，工程教育的問題也是辦學的和教師們自身的問題，要他們有興趣課程和教法不能不每幾年改革些，只要學生為主持工程教育的，和教師們對教育和學生有興趣，工程教育在各地各時都有辦法的。

這一次遇到徐修惠同學，他是我交大及麻省理工前後同學，回來後做了多年事，負責石門水庫工程，居然利用到了在麻工所學一小部份，他就感到奇怪：怎麼學校裏所學的功課竟然有用。我不是說笑話，因為學校裏所學的，並不是知識，知識當然是好的，可是做學問和做事的方法是在工程教育上應注重的，這次我回國來和幾位教育前輩談了一下，覺得工程教育一定要辦，辦得好也罷，辦得不好也罷，但是結果總是好的！