

# 電子科學與經濟發展

(中國工程師學會年會專題研討)

五十九年十一月十四日，中國工程師學會舉行年會，在最近崇禛經合會國際技術處處長的孫金聲學長策劃下，於是日下午就「電子科學與經濟發展」作專題研討，由母校電訊工程系系主任溫鼎勳學長主持。主講者均為交大人，方賢齊學長、劉浩春學長為吾校友所熟知，張俊彥學長係母校培育之第一位博士，王誠身學長係滬校卅七級機械系校友，劉曙晞先生曾任交大工學院兼任教授。

## 壹、電子工業發展與人才培养

國立交通大學工學院院長 劉浩春

在談到電子工業發展與人才培养的問題以前，先談談電子工業的情況，大家都說臺灣電子工業已經起飛，有很多的人在電子工業界工作，但是從工業的本質看，可以說我們還沒有電子工業，只有電子加工工業。現有的電子工廠，不論外資或國人自營的工廠，材料，技術，都從國外而來，祇是由廉價女工裝配而已

。假使有一天，材料沒有來源，國外技術不再供應，電子工業將完全沒落，所以我說我們現在沒有電子工業，祇有裝配業或加工業。

論及發展電子工業及培養人才，先分析電子工業的範圍及內涵：一般電子工業，大致可分為二大類：一為家庭用品，如電視機，收音機等等。一為電子設備，如通訊裝備，人造衛星之電子裝備，及工業上商業上應用最廣之計算機等等。電話系統，雖然臺灣仍使用機械式者，但將漸漸改用電子式。上述二大類，

其生產之方式，亦有不同，家庭用品，數量多而市場廣，以大量生產方式製造。一般的講，需要的人力，除了少數生產工程師及開始時一部份的設計工程師外，並不需高的智力，大部份人做機械性的工作，亦就是利用大量廉價人工。此類生產方式，如僅一、二種產品型式，開始時比較簡單。但是家庭用品除品質隨時改進外，新產品的價格，往往比老的產品低，因此開始時利潤很高，不久即行落伍，所以此類工廠，亦須經常改良其產品，否則無法立足。第二類的電子設備，如電話，電子計算機等，必須隨時研究改進，否則產品還沒有出廠便已沒落，所以必須具有專門技術學識的人員，而不是僅靠女工能立足的。

發展電子工業，須從技術及管理二方面來著手，技術方面，每一生產單位(比較有規模的工廠)必須有高度技術人員研究改良其產品，並發展新產品。管理方面，電子工業家或企業家，須知道電子工業的變化情形，雖不能預測十年廿年後之情形，但為了生存，電子工業的負責人必須隨時瞭解國內及世界市場，估計三、五年內之發展，以決定應走的方向，而不致被淘汰。

根據工作性質，電子工業人才大約可分為技術人才，工程人才，科學人才及管理人才四類，依照各類人才，工作需要，提供下列幾點意見，作為培養人才之參考：

(1) 電子技術人才：其工作為領導大部份工作人員及工人如何去做，必須具有使用工具，及領導工人工作的能力，並規劃工作程序。此類人才並不需要高深電子工程理論，而對應用技術必須能勝任愉快，其資歷以工業專科學校畢業為宜，也就是說，電子技術人才，宜由工業專科學校來培養。

(2) 電子工程人才：技術人才只講如何做，而工程人才要能隨時隨地改良產品品質，因此對生產方法須有深切瞭解，隨時改進其資歷以大學有關學系畢業為宜，此類人才之培養，宜由各大學電機學系負責。

(3) 電子科學人才：電子科學人才須了解電子科學的發展，設計新的設備，選擇新的原料，其資歷以研究所畢業為宜。

(4) 企業管理人才：企業管理人才比前面的各類人才

更爲重要。電子工業的管理人才，除對電子工業未來發展的跡象要明瞭外，對財務處理，經濟發展，原料供求，市場需要等都要了解，估計三、五年甚至十年內電子工業可能發展的情況而先作準備。除一般的管理知識外，對電子工業的情況要深切了解。對商業企業的一般情況，亦要深切了解。此類人才之培養，宜由管理研究所招收具有電子工程基礎之大學畢業生，加以訓練。以上幾點淺見，是否有當，請各位先生指教。

## 貳、電子科學研究如何與電子工業配合

中山科學院第三所所長 劉曙晞

臺灣之電子工業雖工廠繁多，但真正能在國內生根之工業，仍尚在起步中。外資工廠在臺灣不過是一羣游牧者，對臺灣電子工業奠基工作之貢獻，頗爲懷疑。故本人認爲臺灣電子技術與工業配合，問題不在于技術而在于工業，我們今日之技術能力因工業過份商業化的關係，尚未充份發揮與利用。當然我們的技術尙落後先進國家甚遠，但就國內來言，發展工業之觀念及方法尙落後於我們現有的技術。

體化，系統設計更形重要。

四、爲配合電子工業，精密機械爲必需，無論是研究或生產如缺少精密機械之能力，則不能成爲完整之工業。我們在這方面的基礎很差，應設法建立基礎。

五、目前臺灣電子工業當務之急爲品質管制，我們談工業與研究配合，應從此地開始。小型工廠可能無此能力，但委托技術水準較高之學校或研究機構從事研究及建議，我認爲一定可以改良。以上五點建議，除第三第四點需要資本以外，其他三點少量投資可能事半功倍，特此提出敬請各位指正。

## 參、政府、學校與工業界如何互相配合以發展電子工業

萬邦電子公司總經理 王誠身

在過去的短短的幾年中，臺灣的電子工業的發展，想必各位都已經注意到。然而在新設的二百多家電子工廠中，較具規模的，仍然大多數是外人投資設立的，尤其是美國及日本的廠商佔大多數。這些工廠的

綜上原因茲提出下列幾點初淺建議，提供參考。

一、爲提高品質及推出新產品，各工廠應有專人負責策劃與本工廠產品有關之技術發展工作。如工廠本身有能力從事研究則配合更好，如無能力可委托學校或研究機構執行。推行此項工作，關鍵在工廠內需有專人負責，小工廠一、二人即可，本項投資需把眼光放遠。求近利不寄望將來，僅維持現狀，在現在工業競爭及技術進步狀況下非常危險。

二、工廠應多邀請學校或研究機構之學有專長人員擔任顧問，學校亦應多邀請工業界之工程師擔任授課，如此工業與研究方能打成一片，以色列在這方面做得非常好，研究生論文多半即工業界存在之問題，故進步快，基礎穩固。

三、我們應該向固體元件及系統設計方面發展，臺灣應有此類工廠。因爲將來的電子工業，逐漸走向大型積體電路 (Large Scale Integrated Circuit) 方面發展，即微波元件亦向固體方面發展，如耿氏振盪器 (Gunn Oscillator) 及擊離二極體 (Impact Diode) 等。因爲元件趨向固

設立，都證明我們臺灣的工業環境，能够配合了美國、日本電氣工業的某些需要，因此在最現實的考慮之下，應運而生。

電子工業，尤其是精密電子工業，需要相當多的手工，因此從事精密電子工業的廠商在全球各地追逐尋覓廉價的勞工市場。最初有些美國廠商就近在墨西哥設廠，後來漸次推展到歐洲的西班牙及葡萄牙，後來才到了遠東。

遠東的人口衆多及工資低廉是人所共知的，但是遠東的幾個國家，都各有其不同的條件。

印度雖然人口衆多，工資最低，但是除了印度爲了國內需要所設限制外貨進口的電晶體工廠，並設有其他的樣子的電子工廠。一方面是國內經濟發展的關係，另一方面是因爲印度政府行政效率低落及繁雜，使外人裹足不前。

南韓、香港及新加坡都是良好的發展地區，也是在電子工業，以及其他工業中臺灣的競爭者。但是香港和新加坡都有人口及土地的限制，人口的成份中亦缺少中級及高級的技術人員，韓國在十餘年前遭受戰禍，以致今日也缺少具備適當教育程度能够勝任科學

技術及企業管理的中年人。

但是香港是一個商埠，一個自由港，她的政府，祇要是對於當地工商業有利益的事，都主動的不遺餘力的去做，但是可能由於過度自由，缺乏有系統的長期發展計劃。

韓國及新加坡都有勵精圖治朝氣蓬勃的政府，有鑒於香港及印度的弱點，希望效法日本的富足進步，在經濟政策上都有計劃有目的的辦法，像新加坡政府對於工業發展，雖然是全面推進，但絕不是漫無目標，或聽其自然的處於被動，對於外人投資，雖然儘量鼓勵，歡迎，但是確乎有所選擇。對於純屬榨取當地低價勞力的工業，並不歡迎，必須要有包含逐步提高當地工業水準的計劃的工業始準設立。

韓國戰後百廢待興，一連串的幾個經濟發展計劃，雷厲風行，埋頭苦幹，頗收近效。但是科學技術的養成及工業基礎的建立，都需要完善周密的計劃，鍥而不舍的執行，並非一朝一夕所能達到的。然而中華民國和韓國是世界上少數幾個國家中，中等教育發達（指中等教育人數超過人口五〇%）而其國民所得仍沒有達到美金一百元的，像這種形態的國家的經濟發

。一旦在技術上稍有變遷，在臺有些小工廠，慘淡經營，爲了供應某單一產品，辛辛苦苦達成的一點基本，可能在短短幾個月裏面，由於整個市場的轉變，成爲泡影。陳舊的技術在日新月異的市場上是無法立足的。

從事工商業的人，沒有不知道市場預測的重要的。我現在提出一個更重要的問題，就是技術預測。如我們能早三、五年知道技術發展的方向，我們就不會盲目的從事生產即將沒落的產品，也不會輕易放棄或輕視有前途的產品。

但是技術預測不是一個簡單的事情，非但要有充份的資料，而且要具備研究發展的人才，才有準確的效果。

美國的科學及工程的進步，是靠大規模的工商業的研究發展。美國是一個典型的資本主義國家，主持國家政治的人與主持工商界財經界的爲了保障國家經濟的健全，不使工商業流入目光淺短的叉路上，制訂了研究發展費用不予課稅的法令，促進各學術機構從事工業研究，並產生若干提供純學術研究經費之單位，如福特基金，洛克菲勒基金等。

展是最具有前途的，所以韓國是不容我們忽視的。

我們再看電子工業的一個實例。五年前，電晶體的市場是日本人的天下，技術優越，工資低廉，曾幾何時，日本因爲過度高速的經濟發展，一連串的勞工問題發生了勞工來源的有限，工資上漲，工會組織不健全，以致勞工在日本，已經成爲一個問題，不再是一個優勢。而美國的幾家大工廠分別在香港和韓國設立裝配工廠，吸取低價的勞工，製造成本反較日本爲低。日本電晶體收音機如果不是靠關稅保護，再也不會用本國製的電晶體。前幾天日本三菱公司宣佈在臺設廠裝配集體電路，乃是在不得已的情形之下所採取的步驟。同時東芝及新力也在韓國設裝配廠，亦是取同一途徑，希圖挽救本身電子工業的頹勢。

現在我們回頭看一看我們本身的電子工業，雖然在臺灣的電子工廠號稱二百多家，可是較具規模的，不是日本人就是美國人的。所餘的中小型工廠，本身具有技術基礎的寥寥無幾。電子工業是一個技術爲重的工業，祇需有新發明，新產品，在性能及價格上能勝得過舊產品那淘汰的程度之徹底，速度之快，令人心寒，遠比尼龍取代人造絲的例子來得更冷酷，更快

蘇聯是共產極權國家，爲了瘋狂的擴充軍備及從事太空研究，不惜剝奪了國民生活必需品的享受，由政府獨裁的指導了科學和技術的發展。科學家和工程師完成了極權者的奴隸，是一種可怕的事實。

我們中華民國是實行三民主義的民主國家，自然在我們的科學技術的研究發展上，有一種爲美、蘇兩大極端所不及的做法。因此我希望我們的政府能够支持學校就技術預測所提出的新方向，這一點我們新成立的工業局已經做到了正確的指出應該發展的十二種電子新工業。我更提出下列幾點建議：

- 一、政府要以政府的力量，駐國外的使領館及貿易代表協助民營企業做市場的調查及研究。
- 二、對於生產事業的機械設備進口稅，希望降低或更優待的辦法。凡屬研究發展性質的儀器設備，有關品質管制，檢驗設備，尤其應予鼓勵，減免其關稅。

- 三、電子工業的生產設備往往在三、五年後雖然仍能用使用，但已過時，或已爲新設計或新技術所淘汰。所以照目前的規定折舊率爲九年，似乎不切實際，應予縮短至不超過五年，以促進新陳代

謝。

四、希望政府對中小型的電子工業做有計劃有系統的輔導，不要像過去電晶體收音機及喇叭工廠的聽其自相競爭爲外人所趁，到最後無法生存。

五、希望我們的學校要經常與工業界和政府保持聯繫，提供新智識，新技術，以建教合作方式，協助工業界走上新技術新產品的途徑。

六、希望我們的企業家，要放棄淺短的目光，把眼前的厚利的一部份拿出來從事研究發展，要知道現在每化一塊錢研究，過三、五年就有千百千倍的收獲，同時可防止重大的錯失，我們中華民國有最優秀的科學家，今日世界上無論什麼地方有最新科學技術成就的事業或計劃，無論是太空，原子，醫學，數學，到處都有我們中國人，我們應當在政府學校及工業界的密切配合之下，使我們的科學技術能夠有效的貢獻給使國家富強的工作上。

最後，我願意提出我們組織萬邦電子企業公司的幾點理想：

1 我們認爲技術的發展，比低廉的人工更重要。

一、材料與元件方面之發展：電子材料以鍺、矽、砷化鎳、瓷晶 (Ceramic) 爲最基本最重要之材料，其中鍺已爲矽所替代，爲積體電路之主材。砷化鎳爲七十年代將開發之最重要材料。其應正是不可限量。瓷晶爲積體電路及高溫系統之基材。電子元件 (Device) 則已自積體化 (Integration) 元件走向功能元件 (Functional Device)，如今年四月 Bell Labs. 發明之 C.C.D. (Charge Coupled Device) 其構造僅爲金屬、絕緣體、半導體三層，無傳統之電晶體、電阻、電容等，但與有 Shift Register 之功用完全相同，爲七十年代最重要的新元件之一。此外計算機中之記憶元件，原多用 Ferrite Core Matrix，今後半導體記憶元件將取代之。以其無穿線之麻煩也。

二、系統方面之發展：巨型計算機之發展有採用巨型記憶容量之趨勢，如 IBM 370 小至如桌上型或可携型之小計算機，體積愈來愈小，而價格亦逐漸降低，將來將如計算尺一樣地被普遍應用。至於計算機之應用，則有下列之趨勢：

2 我們計劃在國際市場上建立自己的廠牌，爲了將來的發展，不是只顧目前短期的利益。

3 我們先自己以一貫作業方式製造集體電路，除了一般的標準型式外，更要逐步發展了專用的設計。

4 我們更計劃從元件進一步到裝備及系統真正達成有基礎，有技術的電子工廠。

我們知道達成這些計劃，要有一段漫長而艱苦的路程，但是我們有信心和決心，而且在學校及政府的協助之下，我們會成功的。

#### 肆、七十年代電子科學之發展及我國電子工業發展之重點

國立交通大學教授 張俊彥

電子科學之發展日新月异，變化之快幾乎凌駕其他任何科學。自真空管之發明，繼而電晶體，積體電路，計算機以致於登月火箭。其間不過四十年。而不論政治、經濟、文化之面貌却完全改觀。

七十年代電子科學的發展，舉其重要者分述如次：

1. 正逐漸形成大區域之計算機網 (Computer Network)，今年美國十九個研究機構包括 IBM Stanford, M. I. T. 等組成一計算機網 (Computer Network) 計算機將如一電力網，而其知識之交流，資料之交流則比電力網更具功效。

2. 計算機與電話系統之結合，Bell Telephone Labs. 已發展成功 E. S. S. (Electronic Switching System) 即電子交換系統，並逐漸推廣中，將來電話之服務，除了交通信息外，更可以其計算機之邏輯頭腦服務用戶。

3. 小型計算機之發展，由於 Lsi (巨型積體化) 之發展，使計算機成爲可携式，體積小，價格低，計算能力遠超過計算尺，而方程式邏輯運算均能應付裕如。

三、電子儀器之發展：電子儀器爲電子科學與電子工業之本，大者如火箭檢驗系統，遙控系統，小至數位電壓電流計等，均將採用積體電路，特別在儀表之指示元件將有很大的發展，如 LED (Light Emitting Diode) 在七十年代，將可製

造價廉物美之成品，屆時一切機械儀器將全部被電子儀器所取代。

以上為七十年代電子科學發展之趨勢，展望國外潮流反觀國內，則見我國電子工業正在開始起步，為迎頭趕上，百廢待舉，為由事半功倍，以重點發展為宜，茲建議國內應發展之工業如下：

一、電子元件之製造：積體電路之製造，包括單石積體電路 (Monolithic I. C.) 及混合積體電路 (Hybride I. C.)，此為七十年代電子元件之基礎。傳統之個別元件 (Discrete Component) 如電阻電容，勢將被淘汰！

二、電子材料之製造，以矽晶體，瓷晶片 (Ceramic) 為主，此二項佔所有電子材料百分之八十。

三、小型計算機之製造：小型計算機之構造簡單，用途日廣，且不需高級技術，有電路之經驗即可設計製造宜即發展製造。

四、電子儀器之製造：電子儀器為工業之基本，成本低，用途廣，發展容易，數字電壓，電流，歐姆表 (Digital Volt-Ammeter)，示波器，訊號產品器，電源器，電子鐘錶，以及工廠

(3) 臺灣的技術，超過現有工業的需要，亦就是對我們自己的技術能力，尚未充份利用。

下面我本人有幾點意見：

電子工業可分元件 (Device) 及系統 (System)。元件包括積體電路等。現在發展的大型積體電路，能使元件的標準化，集合成現成的元件而成系統非常方便。吾人在元件之製造方面，迎頭趕上，尚來得及。系統方面的發展，更有可能，主要的在設計工作，而不需太大的生產設備。臺灣沒有系統方面的工業，可能是因為設計後買不到需要的原件。國外很多公司，自己已不製造元件，設計好後到處訂貨，用自己的商標出售。臺灣的系統工業，似很有發展的前途。

建立元件製造工業，靠低廉勞工及技術能力。但有人慮及自動化對元件工業之影響及臺灣元件工業自動化之程度。史可瑪的意見，元件工業至少在十年內，尚在半人工狀態，不致為自動化打倒。此點各人意見不同，但至少幾年的時間，而且那時可能我們亦

之控制及檢驗儀表等，發展全電子儀器，由本國人自行設計，製造，改良，並拓展外銷市場。

電子工業與其他工業有密切之關係，以上數點均非難題，只要國人羣策羣力，分工合作，努力研究，則電子工業之起飛，就在明日！

## 伍、結 論

交通部次長 方賢齊

近日正與幾位友人研究電子工業發展的長期展望，今天各位的寶貴意見，希望能取得書面資料，作為參考。

聯合國專家史可瑪氏近日來台考察電子工業，其報告書中有幾點意見，我特別有深刻印象：

(1) 臺灣的電子工業，應把外人投資及國人自己的工業分開研究，不可混作一談。外人投資的工業，來來去去，雖然帶來一些市場，但是暫時性的。國人自己的工業，纔是永久性的。

(2) 國人的電子工業，似乎是商業的做法，而不是工業的做法。就是說國人的電子工業，求短時的高利，而缺乏長遠的計劃。

已自動化。

剛才幾位談到電子電話交換機，因而我想到市場的問題。國內的市場，大部在家庭用品，此類市場，開始時利益很高，但產品很快落伍，價格下落，而利益減少。國內的電信企業，一天天擴大，而可能是一個穩定的市場。如日本 NTT，美國貝爾系統，都是電子工業的固定市場。電子電話交換機如在臺灣自己做：從系統設計，到元件製造，積體電路，以及電子繼電器 (Reed Relay) 都應在我們的能力範圍以內。如向這方面發展，五年以後，是一個好的市場，對電子工業大有幫助。電信局正全力發展，將來電信局自己研究系統，而在製造方面，可由電子工業界來負擔。

電子工業的特質在國際化。在技術上，資本上，市場上，都是全球性的，而沒有國家性的電子工業。我們要開展全球性的電子工業，困難很多，但可選擇一、二種零件試辦，如在國際間立得住，再逐步推展。