

美國大學工學院之課程設計特色及其啟示

李大偉 * 林韶姿 **

摘要

本文採取文件分析法，就美國幾所大學工程相關科系的教學目標及課程內容重點進行探討。以美國大學現況而言，工程學系與工程技術學系在教學目標的定位及課程內容上可以發現兩者之不同。因此，其培育之人才得以滿足社會多元面向的勞動人力需求。一般而言，前者以培育研發人才為主，而後者則以培育實務應用人才為取向，故這兩者在教學目標、課程設計上應有不同的重點。臺灣目前大學與科技大學之發展重疊性日益升高，兩者實應有所區隔，無論在人才培育的目標和功能，乃至於課程設計、評鑑指標，咸當再度檢視和定位，以避免科技大學朝學術化、普通化傾斜，俾為國家培育各類高級技術人才。因此，本文分析了幾所美國大學工學院課程設計的一些作法並提出科技大學教學目標與課程內容宜與一般大學區隔，朝科技認證（TAC）之規範調整，而我國教育評鑑部門也應及早訂定認證規範與評鑑指標等建議，以作為推動臺灣技職教育政策之借鏡。

關鍵詞：技職教育、工程教育、工程技術教育、課程設計

* 李大偉，健行科技大學企業管理系教授

** 林韶姿，國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系博士候選人

電子郵件：davidlee203@uch.edu.tw; janet.lin@uch.edu.tw

來稿日期：2013年5月16日；修訂日期：2013年6月24日；採用日期：2013年8月12日

The Curriculum Designs of Engineering Programs and Engineering Technology Programs in the United States Universities and Their Implications

Ta Wei Lee* Shao Tzu Lin**

Abstract

Through document analysis, this study explored the educational objectives and curriculum content of selected engineering programs in the U. S. A. In order to meet the various manpower needs of society, the education objectives and curriculum contents are different between engineering programs and engineering technology programs. Basically, the former prepare for R & D personnels, and the latter for technical personnels. On the other hand, general universities and technological universities in Taiwan are found to share homogeneous characteristics in terms of their educational objectives, curriculum contents, and evaluation criteria. Since these two types of universities play different roles on preparing human resources, the education objectives and curriculum content should be reviewed and redesigned, particularly on the technological university side. This article reviewed and analyzed educational objectives and curriculum content of several engineering programs in the U. S. A. and proposed some comments and suggestions for technological education in Taiwan.

Keywords: technological and vocational education, engineering program, engineering technology program, curriculum design

* Ta Wei Lee, Professor, Department of Business Administration, Chien Hsin University

** Shao Tzu Lin, Doctoral Candidate, Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University

E-mail: davidlee203@uch.edu.tw; janet.lin@uch.edu.tw

Manuscript received: May 16, 2013; Modified: June 24, 2013; Accepted: August 12, 2013

壹、前言

近幾年臺灣社會的失業問題逐年增高，國內大學畢業生的就業引起社會各界的關切，青年之失業與未充分就業的問題，促使我們進一步思考教育供應鏈是否出現問題。邇來，普通大學與科技大學之功能是否該有些分野引發諸多討論。科技大學「學術化、普通化」之發展困境，對於青年投入就業市場之職場競爭力的影響不容小覷。目前國內有幾所科技大學如臺灣科技大學、臺北科技大學、雲林科技大學、屏東科技大學、健行科技大學、龍華科技大學、南台科技大學等，開始開設「實務課程」以配合國內人力培育的需要（中華工程教育學會，2013）。一方面藉以規劃發展不同特色，一方面也和普通大學加以區隔，使大學與科技大學在我國人才培育的功能上各司其職。因此，科技大學得以再度尋求新定位，與一般大學在課程設計和教學目標上有所區隔，達成促進國家經濟發展、社會安定、協助個體就業準備的教育功能。

依照國家人力資本發展的觀點看來，臺灣社會需要各式各樣的人才。一般而言，高等教育以培育研發人才為主，而高等技職教育則以培育實務應用人才為取向較為適宜。借鏡美國社會和教育的發展脈絡經驗，1963年職業教育法的通過具有分水嶺意義。六〇年代，美國青年失業率急速攀升，技術員或技能工大量短缺，因此開始開設以實用為主的工程技術課程，並授與副學士（associate degree）或學士學位；有別於以理論為主的工程學位，以利個體成為特定職業中之技術半熟練工作者或技術工程人員（胡茹萍，2011）。

普渡大學（Purdue University）、德州農工大學（Texas A & M University）、以及休士頓大學（University of Houston）等校，即設有相關工程技術學系。這三所學校不僅歷史悠久、各具特色，校友評價和社會聲譽也十分良好，其中普渡大學和德州農工大學，在校內更同時設有工程系和工程技術系，此二系之發展各有區隔，且賦予不同的教育目標，並設計不同重點的課程內容。至於德州大學泛美分校（University of Texas — Pan American）和密西根理工大學（Michigan

Technological University) 雖僅設工程系，但也可與工程技術系互相對照，以利本文將這些大學在工程系和工程技術系上的作法加以整理、比較和分析，俾供我國科技大學課程設計之參考。

此外，值得一提的是，這些學校的工程系和工程技術系也分別通過美國工程及技術教育認證委員會 (Accreditation Board for Engineering and Technology, 以下簡稱 ABET) 的工程認證 (Engineering Accreditation Commission, EAC) 和科技認證 (Technology Accreditation Commission, TAC, 2013)。

ABET 為目前美國高等教育認證學會 (Council for Higher Education Accreditation, 以下簡稱 CHEA) 所接受的兩個技術認證機構其中之一¹，CHEA 主要從事特殊類別的教育認證，至於地方及國家的教育認證則由美國教育部負責 (ABET, 2013)。自 1946 年起，ABET 開始為美國工程技術的學程學系認證；並自 2007 年起，也開始為其他國家相關的工程技術學程學系等認證。在臺灣，係由中華工程教育學會 (Institute of Engineering Education Taiwan, 以下簡稱 IEET) 辦理 ABET 的工程認證和科技認證 (中華工程教育學會, 2013)。

貳、美國大學工程系與工程技術系之課程設計

以下就前述幾所大學之工程系與工程技術系，其教學目標和課程內容之重點分別敘述如下：

¹ 美國目前有兩個技術認證機構為高等教育認證學會 (CHEA) 所接受，一是科技、管理和應用工程協會 (Association of Technology, Management, and Applied Engineering, 簡稱 ATMAE)，其前身為國家工業技術協會，另一個則是美國工程及技術教育認證委員會 (Accreditation Board for Engineering and Technology, 簡稱 ABET)。

一、工程系 (Engineering Department)

(一) 普渡大學 (Purdue University)

1. 機械工程系 (Mechanical Engineering)

(1) 教學目標：(a) 在工程界及政府組織中扮演領導的角色；(b) 執行跨領域的研發計畫以改進技術及促進創新；(c) 應用工程方面的問題解決技術於非傳統的就業領域，如法律、醫學、企業、公共政策等；(d) 具備就業、創業的競爭力 (Schools of Mechanical Engineering at Purdue University, 2013a)。

(2) 課程重點：(a) 大一有基礎物理、普通化學、工程製圖、英文寫作以及科學選修課程；(b) 大二有微積分、統計、物理選修、動力機械、熱力學 (I,II)、以及經濟學選修；(c) 大三以後有線性電路分析、機械設計 / 創新 (I,II)、液壓機械材料力學、材料學、系統 modeling& 分析、自動控制系統及熱傳導 (Schools of Mechanical Engineering at Purdue University, 2013b)。由上可看出課程屬理論的多，大二、大三仍有許多較深的數學、物理等課程。

2. 電子與電腦工程系 Electrical and Computer Engineering

(1) 教學目標：畢業生要能 (a) 應用數學、科學及工程知識；(b) 能設計 / 執行實驗，並能分析 / 解讀所得的數據；(c) 能針對經濟、環境、社會、政治、工業、及永續發展所遭遇的實際困難，設計組件、製程或系統；(d) 可以與不同領域的夥伴共同合作；(e) 可以確認並解決工程上的問題；(f) 能體認專業上及道德上的責任；(g) 有良好溝通能力；(h) 了解某一工程方案對全球經濟、環境、或社會的影響；(i) 能體會終身學習的重要並具有終身學習的能力；(j) 了解當前社會關心的議題；及 (k) 能運用工程方面的工具及技術來完成工程 (Schools of Electrical and Computer Engineering at Purdue University, 2013a)。

(2) 課程重點：(a) 大一、二除了與上述有機械工程系所修之物理、化學及數學之外，尚有電子及資訊工程概論、線性電路分析 (I,II)、電子測量技術、電子儀器實驗、電腦程式進階、專題等；(b) 大三以上有半導體設計、電子電路實驗、電磁學、電腦繪

圖、機電整合裝置、微處理系統及介面、離散數學、電子工程設計專題、機電控制、軟體工程、人工智慧、及數位控制系統分析與設計等 (Schools of Electrical and Computer Engineering at Purdue University, 2013b)。

(二) 德州農工大學 (Texas A & M University)

1. 機械工程系 (Mechanical Engineering)

(1) 教學目標：學生要能 (a) 應用數學、科學及工程的知識；(b) 能設計及執行實驗，並能分析及解讀其數據；(c) 能根據需要設計機械裝置，系統或製程；(d)

能在具多元領域的團隊中發揮作用；(e) 能診斷並解決工程方面的問題；(f) 具有有效溝通的能力；(g) 了解專業及道德上的責任等 (Department of Mechanical Engineering at Texas A&M University, 2013a)。

(2) 課程設計：(a) 大一包括工程數學 (I,II)、物理 (力學 / 電學)、化學 (107,117)、動力學 (198,199)、英文寫作 (104,112)；(b) 大二包括工程數學 (III)、微分方程、電機原理、材料科學、材料力學、熱機原理、靜力學、機械測量；(c) 大三包括熱傳導、機械分析、固態力學、液態力學、動力系統與控制；(d) 大四包括機械設計、機械工場實習等 (Department of Mechanical Engineering at Texas A&M University, 2013b)。

2. 電子工程系 (Electrical Engineering)

(1) 教學目標：學生要能 (a) 應用數學、科學及工程的知識；(b) 能設計及執行實驗，並能分析及解讀其數據；(c) 能根據需要設計機械裝置、系統或製程；(d) 能在具多元領域的團隊中發揮作用；(e) 能診斷並解決工程方面的問題；(f) 具有有效溝通的能力；(g) 了解專業及道德上的責任等 (Department of Electrical Engineering at Texas A&M University, 2013a)。

(2) 課程設計：(a) 大一包括英文寫作、工程數學 (I,II)、工程原理 (I,II)、物理 (力學 / 電學)、化學、化學實驗；(b) 大二包括工程數學 (III)、近代物理、數位系統設計、電路原理、微分方程、工程效益分析；(c) 大三包括電磁場、電子學、應用數學專題、

電腦結構與設計、signals & systems、random signals & systems、材料電子特性；(d) 大四包括電子設計實驗(I,II)。由此看來，大二、大三都有較深的數學、物理課程(Department of Electrical Engineering at Texas A&M University, 2013b, 2013c)。

(三) 德州大學泛美分校(University of Texas—Pan American)

1. 機械工程系(Mechanical Engineering)

(1) 教學目標：(a) 讓學生具備機械工程領域的專業知識與技術；(b) 能體會解決專業技術問題的過程中應持有的專業態度與道德；(c) 能應用數學、基礎科學與工程知識，分析並解決機械工程上的問題；(d) 設計並執行實驗及解讀結果；(e) 能根據需要設計機械裝置、系統或製程；(f) 能在具多元領域的團隊中發揮作用；(g) 能運用口語、書寫及繪圖，與他人有效溝通；(h) 了解工程師的社會責任及工程，對社會、經濟、文化等各層面的影響(Department of Mechanical Engineering at University of Texas—Pan American, 2013a)。

(2) 課程設計：(a) 在數學及科學方面的要求：化學或物理二者至少要有一項具備深入的知識，要具備解決熱力及機械系統相關問題的進階數學、統計學及線性代數的能力；(b) 在工程方面：包括工程繪圖、統計、動力學、系統動力學、熱機學、熱傳導、機械工程分析、電子/電力系統等(Department of Mechanical Engineering at University of Texas—Pan American, 2013b)。

(四) 密西根理工大學(Michigan Technological University)

1. 機械工程系(Department of Mechanical Engineering)

(1) 教學目標：學生要能設計組件、裝置、系統及生產程序以解決包含健康照護、交通、氣候變遷等所延伸的問題。機械工程師要能應用力學、能源及材料學的原理，設計出安全、效率、可靠、低成本的產品。除了設計之外，他們還要會研發、測試及製造。使學生具備：(a) 利用電腦軟體設計及開發新機具；(b) 發明超音波偵測機具；(c) 設計噴射引擎；(d) 開發顯微探針以分析神經元；(e) 分析並改善渦輪機、噴射引擎及其控制裝置等能力(Department of Mechanical Engineering at Michigan Technological University, 2013a)。

(2) 課程內容：包括 (a) 大一有化學、化學實驗、物理、物理實驗 (1, 2)、微積分 (1,2)、工程 (1,2)、世界文化；(b) 大二有物理 (2)、微積分 (3)、線性代數、微分方程、統計、熱機學、動力學、機械材料、設計與製造整合、作文；(c) 大三有流體機械、電子線路與儀器、產品體現 (1,2)、工程設計程序、熱傳導、機械實驗、能源實驗、機械震動、專題、統計；(d) 大四有經濟效益分析、動力系統與控制實驗、專題 (Department of Mechanical Engineering at Michigan Technological University, 2013b)。

2. 電子與電腦工程系電子工程學程 (Department of Electrical and Computer Engineering-Electrical Engineering Program)

(1) 教學目標：學生能應用廣泛的科學與電機知識與技術以設計各種解決各種問題的裝置或系統，特別是電磁及資訊處理這個領域 (Department of Electrical and Computer Engineering-Electrical Engineering Program, 2013a)。

(2) 課程重點：(a) 大一有化學、化學實驗、物理 (1)、物理實驗 (1,2)、微積分 (1,2)、工程分析、工程設計、作文；(b) 大二有線性代數、微分方程、電子電路 (1,2)、電子電路實驗、數位邏輯與實驗、多變項微積分、物理 (2)；(c) 大三有電子學及實驗、電磁學、線性系統、概率、微控制器及實驗、傳播概論；(d) 設計專題 (1,2) 及相關選修 (Department of Electrical and Computer Engineering-Electrical Engineering Program, 2013b)。

二、工程技術系

(一) 普渡大學 (Purdue University)

1. 機械工程技術系 (Mechanical Engineering Technology, MET)

(1) 教育目標：(a) 應用知識、問題解決技巧、及實作技術於製程系統自動化製程、製程控制 / 操作 / 管理、及系統整合之設計與應用；(b) 根據科學、科技技術、工程及數學 (Science, Technology, Engineering, Mathematics, 以下簡稱 STEM) 知識來執行解決製造系統的問題的方案 (Department of Mechanical Engineering Technology at Purdue University, 2013a)。

(2) 課程特色：

(a) 課程著眼於科學及工程的應用、產品改良、工業製程及工廠運作。近年來重視奈米 / 微製造、永續能源、綠色製造及機器人。

(b) 教師具有業界經驗，可以協助學生解決職場實務上的技術問題。

(3) 課程重點：包括產品開發、製造加工、測試、製程控制、品質管理、材料、力學、產品 / 製程設計及成本分析 (Department of Mechanical Engineering Technology at Purdue University, 2013b)。

2. 電子與電腦工程技術系 (Department of Electrical and Computer Engineering Technology, ECET)

(1) 課程特色：

(a) 該系系主任 Kenneth Burbank 指出，系上學生能根據基礎理論知識解決工程應用問題，以及利用科技開發新產品、解決問題。

(b) 該系教授大部分是有實務經驗的工程師，並把他們的經驗帶進實驗室與教室。

(c) 學生從大一進來學習為理論與實務並重，學習設計、建構及測試軟、硬體，而進階課程包括控制器 (controller)，大四學生則需完成一項個人專題製作。(Department of Electrical and Computer Engineering Technology, 2013)

(2) 課程重點：包括電子 / 電機技術、製程與機械控制、電腦 / 微電腦控制系統、類比 / 數位通訊、遠距通訊、區域數位網路、數位電子、及儀表控制等，並透過專案及分組學習聯結各科目。

(3) 畢業生授予科學學士學位 (B.S.) (Department of Electrical and Computer Engineering Technology, 2013)

(二) 德州農工大學 (Texas A & M University-Department of Engineering Technology and Industrial Distribution)

這個系結合了科學與工程的知識與技術來為生產與製造的需要製作工程相關的設計。該系包括三個學程 (program) —— 電子工程技術 (Electronics Engineering Technology)、製造及機械工程技術、遠

距傳播 (Telecommunications)。其中「製造及機械工程技術」及「電子工程技術」，這兩個學程都經過 ABET 的科技認證 (Department of Engineering Technology and Industrial Distribution at Texas A & M University, 2013)。

1. 製造及機械工程技術學程

課程包括：(a) 大一有工程概論、製造與組裝、工程數學、化學、作文、科學 / 科技寫作及通識；(b) 大二有金屬材料、非金屬材料、製造與組裝、統計原理、機構學及共同課；(c) 大三有品管、流體機械與動力、產品設計、機械設計、材料強度、電腦輔助設計、製造資訊系統、工程與倫理、製造流程、及工業電力等；(d) 大四有熱電學、製造自動化 / 機器人、製造技術專題、檢測方法與程序、人員與製作管理、機械設計及產品與物料規劃等 (Department of Engineering Technology and Industrial Distribution at Texas A & M University, 2013a)。

2. 電子工程技術學程

課程包括：(a) 大一有數學、化學、物理、英文寫作及通識；(b) 大二有線路分析、數位電子、結構化程式設計、數位電子進階、遠距傳播概論及基礎統計；(c) 大三有科學 / 科技寫作、微處理機、電子裝置、軟體系統技術、混合訊號測試及測量；(d) 大四有控制系統、半導體測試 / 測量、電子技術專題、數位傳播、工程與倫理等 (Department of Engineering Technology and Industrial Distribution at Texas A & M University, 2013b)。

(三) 休士頓大學 University of Houston

1. 工程技術系 (Department of Engineering Technology)

(1) 課程特色：

(a) 提供科學學士 (Bachelor of Science, 簡稱 B.S.) 學位

(b) 工程科技 (engineering technology, ET)，是一種將大學裡學到的應用數學及自然科學的知識，結合工程原理的應用及新科技技術，以改善人類生活的行業領域。

(c) 工程學位乃以實務學習、經驗學習為主軸，減少數學及科學相關課程的比重，增加實驗或實習課程，使得實習課與理

論課接近一比一的比例，即便是理論課也強調數學、科學及工程理論的應用。實習課則強調專題製作（project-based）、探討性（inquisitive）的課題，並與理論課進度同步。

（d）這個工程技術學位（ET degree）包含資訊工程技術學程（Computer Engineering Technology Program）、電力工程技術學程（Electrical Power Engineering Technology Program）、及機械工程技術學程，皆經過 ABET 所屬工程認證委員會的認證。

（e）機械工程技術學程（Mechanical Engineering Technology, 簡稱 MET）主要培養學生分析、應用、執行及改善現有及新發的科技技術；進而培養學生能執行產品改良、製造及操作性的工程實務。

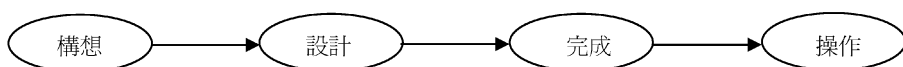
（f）因此，機械工程技術課程重點包括電腦輔助設計（CAD）、電腦輔助製造（CAM），學生學習運用基本的機械設計原理與製造程序於現有的或新的製造系統、品質管理及機器人等。

（g）電力工程技術學程（Electrical Power Engineering Technology Program）課程重點包括設計、分析及改善電腦控制的發電、輸配電及終端使用系統，也包含馬達、發電機、其電腦控制系統以及替代能源等。

（h）資訊工程技術學程（Computer Engineering Technology Program）重點在建置數位電路、微電腦系統設計及其軟體的開發（Department of Engineering Technology at Houston University, 2013a）。

此外，依據休士頓大學課程設計之概念看來，該校認為工程專業領域（engineering profession）範圍涵蓋四個部分－構想（Conceive）、設計（Design）、完成（Implement）和操作（Operate），如圖 1 所示：

圖 1 工程專業領域之課程設計內涵



資料來源：Department of Engineering Technology at University of Houston. (2013b). *Engineering Technology*. Retrieved from <http://www.tech.uh.edu/departments/engineering-technology/>

圖 1 自左邊起，其相關專業人員主要由工程系加以培養；而自右邊起，其相關專業人員主要則由工程技術系加以培養。以下就兩者培育人才之方向歸納如表 1：

表 1
工程系與工程技術系人才培育方向之比較

工程系	工程技術系
1. 多概念性、綜合性及抽象性構想和設計。	1. 多工程實習。
2. 著眼於設定與界定系統的目標、功能和結構。	2. 著眼於操作及運用管理。
3. 以進行工程及科學的研究為主。	3. 以應用研究性和機能性的工程為主。
4. 銜接多元領域及多元目標的設計。	4. 銜接設計和有效地操作及訓練。
5. 強調系統及分級路由（hierarchical）的設計。	5. 強調應用、特定分析及再設計。
6. 能運用知識於設計之中。	6. 能執行系統的改進、發展及支援。
7. 著重研究及發展未來的科技。	7. 著重應用當前或新發展的科技。
8. 重視設計過程、階段和方法。	8. 重視硬體的製造和軟體的執行。
9. 以發展專案管理方式為主。	9. 以軟硬體的接合一測試、查核和認證為主。
10. 確保可行目標。	10. 處理硬體廢棄物問題。

由表 1 可知，工程系主要培養學生設計、研發與管理專長；而工程技術系主要培養學生執行、應用、操作及製造專長。

參、工程系與工程技術系的不同

若進一步比較將前述幾所學校之工程系和工程技術系的教學目標與課程內容可以發現以下之不同：

一、教學目標不同

工程系的教學目標主要用到「設計」、「研發」、「創新」、「解決問題」、「測試」、及「製造」等字眼；且要能應用數學、科學及

工程知識、設計及執行實驗、分析和解讀數據、及找出問題並解決問題。而工程技術系的教學目標則多用到「應用」、「運用」、「探討」、「分析」、「製作」、「製造」、「製程設計」、「執行」、「操作」、「控制」、「改善」、「管理」、「測試」、「解決問題」、及「系統整合」等字眼。

茲就其教學目標歸納如表 2：

表 2
工程系與工程技術系教學目標之比較

工程系	工程技術系
1. 能應用數學、科學及工程知識解決工程上的問題。	1. 能運用理論知識解決工程應用問題。
2. 能根據需要設計並執行特定實驗、並能進一步收集 / 解讀數據。	2. 能應用知識、實作技術於控制、操作、管理等製程。
3. 能設計產品。	3. 利用科技開發新產品、解決問題。
4. 具研究和發展能力。	4. 了解產品的功能，並能製造、維修產品。
5. 具測試和分析能力。	5. 能執行產品改良。
6. 具發明和製造能力。	6. 具操作管理能力。
7. 能成為工程界領導者，具就業、創業競爭力。	7. 具品質管理能力。

二、課程內容不同

根據前述內容，顯示工程系課程偏重較多的理論，各校共同特色為具有許多較深的數學、化學、物理課程，且通常都要修到二、三年級；專業上可見較多的理論課程及實驗。另一方面，工程技術系則較偏重實務面及操作面，工程技術系學生雖修習數學、物理、化學等課程，但大多數學校都只上到大一，之後就強調這些基礎數學、化學及物理學科的應用。故在專業課程方面，工程技術系理論部分的課程比起工程系要少許多，而實驗和實習的課程則增加很多，與理論課程幾乎為一比一，兩者之課程重點不同，歸納如表 3：

表 3
工程系與工程技術系課程內涵之比較

工程系	工程技術系
1. 經 EAC 認證。	1. 經 TAC 認證。
2. 較多專業理論課程（以電子、電機、機械等領域而言）。	2. 較多應用、實驗、實習、動手做的課程。
3. 重視數學（包含微積分、微分方程、工程數學）、物理、化學等基礎學科。	3. 減少數學及科學相關課程比重，增加實驗或實習課程。
4. 較多理論。	4. 理論與實務並重，可達一比一比重。
5. 不強調教師實務經驗。 -	5. 重視教師實務經驗。
6. 注重研發、設計、與製造方面的實驗。	6. 強調個人專題製作和解決問題。
7. 英文寫作和作文重要。	7. 通識重要。

此外，ABET 也指出工程系與工程技術系差別：

- （一）工程系課程有較多且較深的數學課程。
 - （二）工程系課程有較多的理論，工程技術系課程通常著眼於應用。
 - （三）進入職場後，工程系學生主要工作在規劃，而工程技術系學生在完成前述規劃；亦即工程師主要做創意設計及產品開發，工程技師主要做測試、建造及現場執行。
 - （四）在工程認證學會認證時，工程科系的認證與工程技術科系的認證屬不同委員會，而且用的是不同的認證標準。
- （ABET，2013）

由此可知，工程技術系在數學及基礎科學等課程內涵上，以概論性為多，各項技術課程較具應用性而理論較少。此外，具有較多的工場及實驗室相關課程，和較多實作專題。至於工程系的教育方面，則以較高程度的數學、自然科學及一系列的工程基礎與設計為課程要求。

三、人才培育功能不同

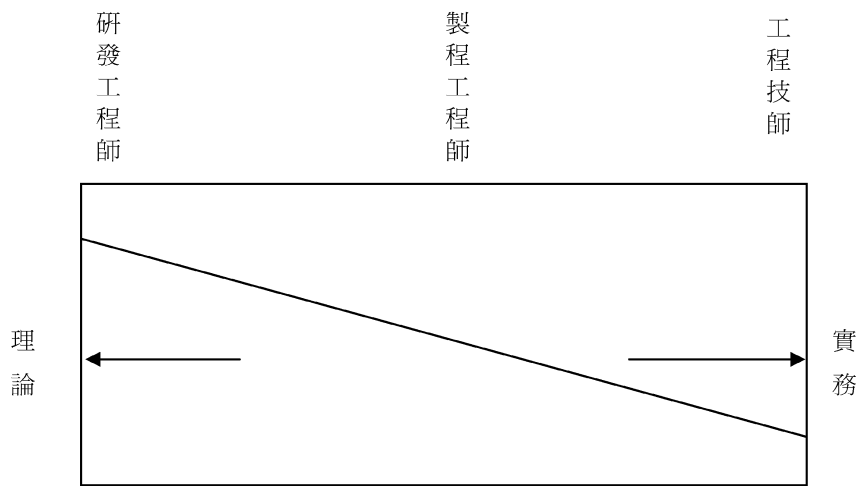
根據維基百科（Wikipedia，2013）的描述，工程技師（engineering

technologist）是在工程領域中執行現有技術的專家；因此工程技術教育比較著重應用，而不像工程學位的教育著重在理論科學。此外，國內學者蕭錫錡指出，科技大學發展實務課程時可從產業人力需求加以觀察：

以工程為例，其主要工程師類別包括研發工程師、製程工程師、測試工程師、品管工程師、維護工程師、銷售工程師等等。研發工程師係以研發新產品為重心，應用科學原理成功的使自然資源轉化為結構、機械、產品、系統和過程來造福人類。因此，此類人力培育注重基礎學科的養成，理論為主，本質傾向研發。製程工程師及測試工程師主要從事產品製程及測試。因此，此類人力培育以應用科學為基礎，實務為主，本質傾向技術能力應用。（蕭錫錡，2011，p. 8）

換言之，工程技師的工作內容在人力光譜上較屬於改善、製造、建構、操作、維護及品管的一端，而較不在研發、設計這一端。因此，工程技師處理工程相關問題時，運用的知識內涵較屬應用性質，而非理論性質（請見圖 2）。

圖 2 工程系與工程技術系之課程內容光譜網



故工程教育係培養學生成為工程設計者；而工程技術教育係培養學生為應用前述設計者的技術人員。此論點與 ABET 認為工程技師應接受較廣層面的應用科學、應用數學及工程基礎理論等相關課程；並學習有關研究、生產、操作與應用方面的特定工程專業的取向十分吻合。

肆、科技大學的認證與評鑑

2013 年 3 月 18 日，IEET 公布 101 學年度工程及科技系所認證結果，共計有 55 所大學 157 科系通過認證。一般大學有臺灣大學、成功大學、清華大學、交通大學、中央大學、中正大學等相關學系通過認證；科技大學則有臺灣科技大學、臺北科技大學、雲林科技大學、屏東科技大學、健行科技大學、龍華科技大學、南台科技大學等相關科系通過（中華工程教育學會，2013）。能夠通過 IEET 的工程認證固然可喜，代表系所各方面已達工程認證認證的標準。但仍存在的問題是，科技大學系所培育人才的目標與一般大學是否應該相同。前述所及，科技大學與一般大學工程相關科系，二者皆以工程認證認證標準做為發展系所依據的作法，對於一般大學和科技大學容易造成混淆且不易區隔。

借鏡美國大學之經驗，工程教育和工程技術教育的發展可以互異共存，既不衝突，亦不造成教育資源的重疊，以及人才供給的混淆。尤以臺灣經濟發展面向多元，需要各式各樣的勞動人才。為因應社會不同的人力需求，臺灣政府應善加規劃，俾培育人力光譜上不同的技術人才。因此，教育部在辦理評鑑時，應將科技大學的評鑑指標與一般大學有所區隔方為上策，落實技職教育的定位和功能，以兼顧其促進經濟發展、社會安定和協助個體就業準備之功能，以為國家提供各類高級技術人才。

伍、結語——對臺灣的科技大學之啟示

本文借鏡美國幾所大學工程相關科系課程之發展特色，對照並反思臺灣當前科技大學所遭遇的學術化、普通化困境，提出以下三項建議，提供未來臺灣的科技大學規劃課程之參考。

一、科技大學教學目標與課程內容宜與一般大學區隔

由上述看來，不同工程師的職能內容不同，亦即前文所言之人力光譜各有其在社會或產業的位置。在光譜的一端如研發工程師，是以研發新產品為重心，應用科學原理使自然資源轉化為結構、機械、產品、系統和過程。這類人才的培育，注重基礎學科的養成，以理論為主，其本質傾向研發。而在光譜另一端的製程工程師及測試工程師，則以從事產品製程及測試為主。例如，製程工程師的工作內容包括制定生產作業規範並落實執行，遇到生產線異常時能針對問題加以解決與改善；同時，須具備改善生產作業製程的能力，使產能有效提升，並具有強化原物料控管，避免成本浪費。因此，這類人才培育以應用科學為基礎，實務為主，本質傾向技術能力應用。可見科技大學在教學目標與課程內容的設計上應與一般大學區隔，方能為經濟發展供給不同的人才。

二、科技大學系所宜朝科技認證（TAC）之規範調整

多年來在教育部政策及中華工程教育學會（IEET）的引導下，科技大學各工程系、所一向以通過 IEET 的工程認證認證做為辦學品質良好的證明，教育部甚至更進一步地將通過工程認證認證做為免評鑑的依據。而未來若要改為以 TAC 認證做為辦學品質的證明或替代評鑑的依據，各科技大學之系所目標與課程勢必須要因應和調整，其中包括（1）明確訂出畢業生到職場上擔任的職類、職務，所應具備的職能；（2）根據所需職能規劃本位課程，以及設計課程地圖；（3）實務課程的比例提高，占畢業學分的 3/8；（4）數理課程比重降低並注重其實用性與應用性。如此一來，我國科技大學在高級技術人力的

定位和規劃上一方面能和一般大學有所區隔，一方面也能開創特色，避免科技大學學術化的問題惡化。

三、中華工程教育學會與臺灣評鑑協會應及早訂定認證規範與評鑑指標

以工程領域而言，一般大學和科技大學由於其培育人才的方向不同，前者仍維持 EAC 認證；而後者之相關系所則可朝 TAC 認證努力。因此，中華工程教育學會應盡早就 TAC 認證訂出明確規範，以供科技大學參考和進一步認證。如同 EAC 認證一樣，更使之與國際接軌。

臺灣評鑑協會在訂定科技大學評鑑指標時，亦應兼顧科技大學的教育功能與 TAC 認證規範以引導科技大學與一般大學在國家人才培育政策上各司其職，發揮最大的社會功能。

參考文獻

- 中華工程教育學會（2013）。**IEET 認證結果公告**。取自 <http://www.ieet.org.tw/newsShow.aspx?i=NWS2013031817054338T> [Institute of Engineering Education Taiwan. (2013). *IEET accreditation results announcement*. Retrieved from <http://www.ieet.org.tw/newsShow.aspx?i=NWS2013031817054338T>]
- 胡茹萍（2011）。美國 1862~1963 年職業教育法之回顧。**教育資料集刊**，51，89-106。臺北市：國家教育研究院。[Hu Ru Ping. (2011). Vocational education legislation in the U. S. A. during 1862-1963—A retrospect. *Bulletin of Educational Resources and Research*, 51, 89-106. Taipei: National Academy for Educational Research.]
- 蕭錫錡（2011 年 10 月 7 日）。落實課程規劃強化技職校院務實致用教育目標。**技專校院工業類實務課程研發及試辦計畫成果觀摩會**。正修科技大學，高雄市。[Xiao Xi Chi.(2011, October 7). Implementation of curriculum planning, strengthening technical and practical application in vocational school education goals. *Practical*

- industrial curriculum development & experimental project results of vocational schools*. Kaohsiung Cheng Shiu University, Kaohsiung.]
- Accreditation Board for Engineering and Technology.(2013). *About ABET*. Retrieved from <http://www.abet.org/vision-mission/>
- Department of Electrical and Computer Engineering at Michigan Technological University. (2013). *About us*. Retrieved from <http://www.mtu.edu/ece/department/about/>
- Department of Electrical Engineering at Texas A & M University. (2013a). *Curriculum*. Retrieved from <http://www.ece.tamu.edu/Undergraduate/UndCurriculum.php>
- Department of Electrical Engineering at Texas A & M University. (2013b). *Ece undergraduate program*. Retrieved from <http://www.ece.tamu.edu/Undergraduate/>
- Department of Electrical Engineering at Texas A & M University. (2013c). *Undergraduate degree plans*. Retrieved from <http://www.ece.tamu.edu/Undergraduate/UndDegreePlan.php>
- Department of Electrical and Computer Engineering Technology at Purdue University. (2013a). *About us*. Retrieved from <http://www.tech.purdue.edu/ECET/About-Us/index.cfm>
- Department of Electrical and Computer Engineering Technology at Purdue University. (2013b). *Undergraduate program*. Retrieved from <http://www.tech.purdue.edu/ECET/academics/undergraduate/index.cfm>
- Department of Engineering Technology and Industrial Distribution at Texas A & M University. (2013a). *ABET accreditation*. Retrieved from <http://etidweb.tamu.edu/abet.php>
- Department of Engineering Technology and Industrial Distribution at Texas A & M University. (2013b). *Electronics engineering technology*. Retrieved from <http://etidweb.tamu.edu/electronics/index.php>
- Department of Engineering Technology and Industrial Distribution at Texas A & M University. (2013c). *Manufacturing and mechanical*

- engineering technology*. Retrieved from <http://etidweb.tamu.edu/manufacturing/index.html>
- Department of Engineering Technology at University of Houston. (2013a). *Vision and mission*. Retrieved from <http://www.tech.uh.edu/departments/engineering-technology/vision-and-mission/>
- Department of Engineering Technology at University of Houston. (2013b). *Engineering technology*. Retrieved from <http://www.tech.uh.edu/departments/engineering-technology/>
- Department of Mechanical Engineering at Michigan Technological University. (2013a). *Strategic plan*. Retrieved from https://www.banweb.mtu.edu/pls/owa/strategic_plan2.p_display
- Department of Mechanical Engineering at Michigan Technological University. (2013b). *Undergraduate*. Retrieved from <http://www.mtu.edu/mechanical/departement/>
- Department of Mechanical Engineering at Texas A & M University. (2013a). *Degree plans/curriculum*. Retrieved from <http://meen.tamu.edu/Academics/UndergraduateProgram/curriculumdetails.html>
- Department of Mechanical Engineering at Texas A & M University. (2013b). *Undergraduate program overview*. Retrieved from <http://meen.tamu.edu/Academics/UndergraduateProgram/undergraduateprogram.html>
- Department of Mechanical Engineering at University of Texas-Pan American. (2013a). *About us*. Retrieved from http://portal.utpa.edu/utpa_main/daa_home/coecs_home/mece_home/mece_about/
- Department of Mechanical Engineering at University of Texas-Pan American. (2013b). *Undergraduate*. Retrieved from http://portal.utpa.edu/utpa_main/daa_home/coecs_home/mece_home/mece_under
- Department of Mechanical Engineering Technology at Purdue University. (2013). *Mechanical engineering technology*. Retrieved from <http://www.tech.purdue.edu/MET/academics/undergraduate/MET/>
- Schools of Mechanical Engineering at Purdue University. (2013a). *About*

- us: Strategic plan*. Retrieved from <https://engineering.purdue.edu/ME/AboutUs/MEStratPlan.pdf>
- Schools of Mechanical Engineering at Purdue University. (2013b). *Programs*. Retrieved from <https://engineering.purdue.edu/ME>
- Schools of Electrical and Computer Engineering at Purdue University. (2013a). *About us: Strategic plan*. Retrieved from <https://engineering.purdue.edu/ECE/AboutUs/Plan>
- Schools of Electrical and Computer Engineering at Purdue University. (2013b). *Programs*. Retrieved from <https://engineering.purdue.edu/ECE>
- Wikipedia (2013). *Engineering technologist*. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Engineering_technologist

