

專業工程師國際認證體系及 GAPC 衡量標準架構

中華臺北亞太暨國際工程師監督委員會顧問 / 王祥騷

一、IEA 國際認證體系

本文將介紹由國際工程聯盟(International Engineering Alliance, IEA)建立的專業工程師國際認證體系，這個體系的核心是針對工程領域的畢業生和工程人員的能力所制訂的衡量標準架構(Graduate Attributes & Professional Competencies, GAPC)，IEA的會員依據這個架構擬訂《評審規範(Assessment Statement)》，作為該會員在其轄區內(Jurisdiction)辦理評審和認證的標準，所以GAPC是會員之間認證體系相互認許(Mutual Recognition)的基準。

鑒於不同層級的工程人員所要解決的問題和參與的活動不同，GAPC分為工程師(Engineer)、工程技術士(Engineering Technologist)和工程技術員(Engineering Technician)三個類別，每個類別都包括畢業生的學業能力(GAPC中的GA)和工程人員

的專業職能(GAPC中的PC)兩個部分。本文主要將介紹「工程師」這個類別中「專業職能」部分的衡量標準，但鑒於GAPC是一個整體性架構，文中將適度引述另外兩個類別和學業能力部分的內容以協助了解。

GAPC在2021年作了重大更新成為第四版，納入聯合國永續發展和資訊科技等新元素，並強調工程倫理，新版GAPC在IEA會員體系內經過三年導入期之後，從2024年起開始實施。

IEA是由三個協定和四個協議組成的聯盟，三個類別的學業能力分別由華盛頓協定(Washington Accord)、雪梨協定(Sydney Accord)和都柏林協定(Dublin Accord)建立認證體系，三個類別的專業職能則分別由國際工程師協議(International Professional Engineers Agreement, IPEA)、國際工程技術士協議(International Engineering



表 1 GAPC 的分類及對應的協定和協議

類別	能力衡量標準架構 GAPC	
	畢業生的學業能力	工程人員的專業職能
工程師	華盛頓協定	國際工程師協議
	華盛頓協定及其他衡量標準	亞太工程師協議
工程技術士	雪梨協定	國際工程技術士協議
工程技術員	都柏林協定	國際工程技術員協議

Technologist Agreement, IETA) 和國際工程技術員協議 (Agreement for International Engineering Technician, AIET) 建立認證體系。需要特別說明的是，三個協議中工程人員的學業能力是援用其對應協定的認證體系。

另外由亞太經濟合作會議(Asia-Pacific Economic Cooperation)推動運作的亞太工程師協議 (APEC Engineers Agreement, APECEA) 採取了與IPEA相近的認證體系，唯一差別在學業能力的認證標準除WA之外也接受其他的衡量標準，以容納該組織成員國較為多元的教育體系。

GAPC按層級所作的分類及對應的協定和協議列如表1。

二、人員流動與能力評量標準

GAPC的制訂得到聯合國教科文組織 (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO) 和世界工程

組織聯盟 (World Federation of Engineering Organizations, WFEO) 的支持，UNESCO先後在2010年和2020年發表兩份關於工程與人類發展的報告〔1〕〔2〕，後者專門論述聯合國永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 之下工程在人類發展中的角色與責任。至於WFEO則與IEA組成工作小組對GAPC的改版進行審議，而WFEO一般被認為是聯合國在工程領域的重要智庫之一。

GAPC受到聯合國機構的關注，並呼應永續發展目標，所期待達成的目標必然是多面向和多層次的，不過IEA將其歸納為兩個大項：

1. 提升教育的水準

全球化佈局、技術進步加上永續發展的新任務，工程教育必須賦予畢業生高水準的能力和整備度以應對未來的工程需求，建立一致性可以因應未來需求的衡量標準是造就這種能力的關鍵途徑。

2. 促進人員的流動

人類發展高度依賴各種基礎設施、廠房和住宅，由於地區和國家之間經濟社會發展進程的差異，工程的需求與人才的供應極不平衡，建立一致性的衡量標準有利於促進人力資源的相互流通。

在工程人才的培育過程中，就學階段所接受的課程包括教學的方法因為學校、科系不同存在差異，執業階段所累積的經驗因為專業、職務不同各具特長，而自由化和多元化的全球發展趨勢更擴大了這種差異，勢必無法在課程和資歷的基礎上建立一套一致性的衡量標準，成果導向(Outcomes-Based)的學習概念和能力導向(Competence-Based)的評量模式因而出現。

1989年澳洲、加拿大、愛爾蘭、紐西蘭、英國和美國等六個國家經過評估後發現，他們在大學課程的認證體系中採用的政策、規則和程序是實質等同(Substantially Equivalent)的，因此同意認可彼此大學畢業生所具備的學業能力，一個多邊的WA就此誕生，為工程教育和專業的流動性開創了先河。隨後針對技術士畢業生和技術員畢業生的SA和DA分別在2001年和2002年成立，完成了國際間工程教育體系相互認許的拼圖。這三個協定採用的是成果導向的學習概念，脫離以往輸入導向(Inputs-Based)的概念，從衡量「學了甚麼」轉變為衡量「學

會甚麼」，進而在就業之後衡量「能解決甚麼」。

國際間教育體系相互認可的模式在90年代逐步擴展到專業體系，從WA衍生的工程師流動論壇(Engineers Mobility Forum, EMF)和從SA衍生的工程技術士流動論壇(Engineering Technologist Mobility Forum, ETMF)先後於1997年和2001年成立，與EMF性質相近的亞太工程師流動論壇(APEC Engineers Mobility Forum, IEA稱為APEC Engineer agreement, APECEa)則於2000年成立。

上述六個協定和協議(論壇)於2007年結盟組成IEA(設立秘書處)，在IEA的整合下EMF、ETMF和APECEa於2013年改組為IPEA、IETA和APECEa，最後從DA衍生的AIET於2016年成立，形成目前由三個協定和四個協議組成的IEA。

IEA與各協定和協議(論壇)的發展歷程見圖1所示。

三、GAPC的定義與內涵

工程業務由於分工、分專業、分階段的特性，需要動用不同的知識、技術、技能和經驗，因此GAPC將能力標準分為工程師、工程技術士和工程技術員三個類別，為了消除會員之間對於這三類工程人員在名詞、定

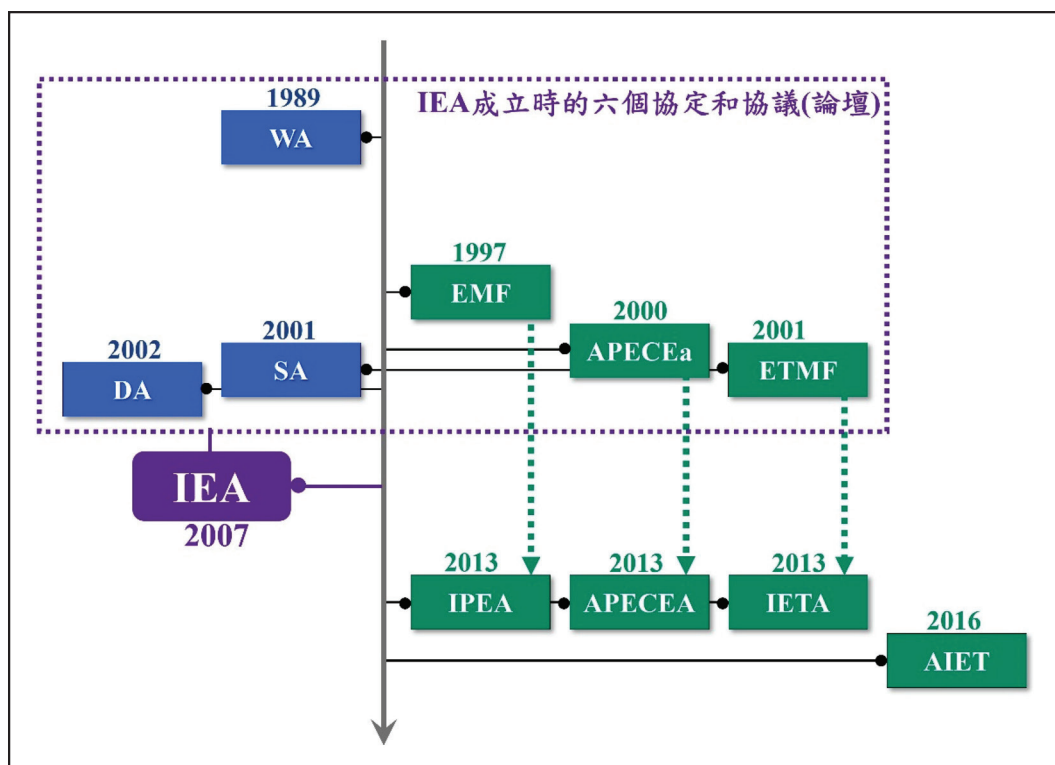


圖 1 IEA 與各協定和協議 (論壇) 的發展歷程

義、內涵上的混淆，IEA為他們所應具備的「知識範圍和態度 (Knowledge and Attitude Profile)」、所須解決的「問題範圍和解決方法 (Problem Range Identification and Solving)」和所將涉入的「活動範圍 (Range of Activities)」建立了三組屬性以利鑑別，分別應用在GA和PC之中，圖2所示是GA和PC與三組鑑別屬性的對應關係。

GAPC中的PC需要參照「問題範圍及解決方法」和「活動範圍」兩組屬性，這兩組屬性各包含若干細項，例如「問題範圍和解決方法」這組屬性是以「所需要知識的深

度」、「工程需求間相互衝突的範圍」、「所需要分析的深度」等七個細項加以定義，並依據這些細項鑑別工程師、工程技術士和工程技術員之間所需能力的差異。不過IEA為了便於說明，使用了複合性 (Complex)、廣泛定義 (Broadly-Defined)、清楚定義 (Well-Defined) 三個形容詞來綜合描述三者的差異如表2所示。

表3所列是「工程師」類別 (工程技術士和工程技術員兩個類別從略) 的專業職能架構，共包含13個鑑別特徵，其中以斜體字顯示的「複合性問題」和「複合性活動」詳見

表 2 問題範圍與活動範圍差異的綜合描述

屬性	工程師	工程技術士	工程技術員
須解決的問題範圍	複合性問題	廣泛定義的問題	清楚定義的問題
將涉入的活動範圍	複合性活動	廣泛定義的活動	清楚定義的活動

表4和表5所列兩組屬性。

依前節所述，GAPC是能力衡量標準的「架構（Framework）」，而非標準本身，各協議會員所擬訂的《評審規範》才是具體的標準，這個「標準架構」的存在是為了衡量各會員的認證結果能夠達到實質等同的目的。

表3所列的13個鑑別特徵可以理解為將能力分解為13個細項，每個細項都是所謂「典範（Exemplar）」，是該細項的極致表現，例如「解決方案」這個細項要求具備「能夠就複合性問題考慮多面向因素和利害關係人的觀點，以發展解決方案」的能力。但是一位特定專業的工程師不可能是「13項全能」，因此「標準架構」被轉換為各會員的「標準」時必須加入權重，依據申請者的專業領域、職務性質和工作範圍等因素進行差異性評審。

四、評審規範與品質保證

IPEA和APECEA的會員以GAPC為基準擬訂《評審規範》，作為該會員在管轄範圍內辦理專業工程師評審和認證的標準。依據

IPEA和APECEA的規則和程序（Rules and Procedures），《評審規範》對於專業工程師的專業職能必須符合下列所有的要求：

1. 在學業能力方面擁有依據WA認證的大學工程學位，但APECEA也接受下列的同等學歷：
 - 擁有依據亞洲及太平洋工程組織聯盟（Federation of Engineering Institutions of Asia and the Pacific）所制訂最佳實務指南認證的大學工程學位，或

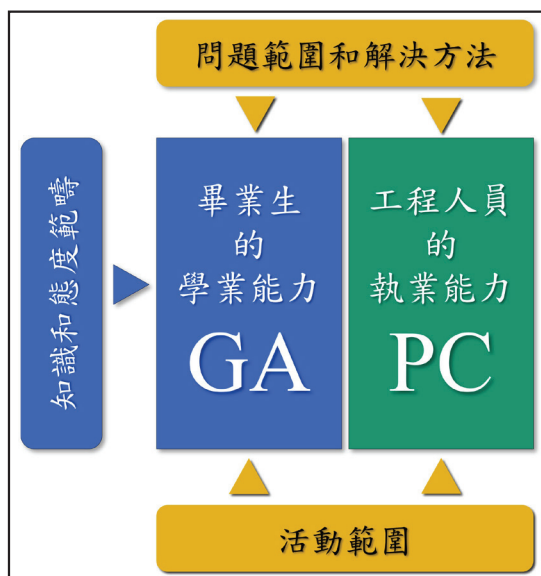


圖 2 GA 和 PC 與三組鑑別屬性的對應關係



表 3 專業工程師專業職能架構

鑑別特徵	專業職能架構 (GAPC 中的 PC)
通用性知識	能夠理解並應用被廣泛接納的先進工程知識
在地的知識	能夠理解並應用本地獨具的先進工程知識
問題分析	能夠運用資訊技術界定、調查和分析複合性問題
解決方案	能夠就複合性問題考慮多面向因素和利害關係人的觀點，以發展解決方案
評量	能夠評量複合性活動的結果和衝擊
社會	能夠掌握複合性活動衍生的經濟、社會和環境影響，並尋求永續性解方（呼應聯合國永續發展目標）
法規和文化	在所有活動中滿足法規和文化的要求，並保護大眾的健康與安全
倫理	確實依循倫理規範參與或執行所有的活動
管理	曾經管理一個以上部分或全部的複合性活動
溝通與協作	能夠在所有活動中與各種利害關係人溝通與協作
持續專業發展	充分參與各種持續專業發展的活動包括新興技術的學習，以維持和擴展專業職能
判斷	面對相互競爭的各種需求和不完整的知識，能夠掌握複雜性並尋求替代方案，在複合性活動中作出正確的判斷
決策	能夠對複合性活動的部分或全部負責作出決策

表 4 專業工程師：須解決的「複合性問題」

「問題範圍和解決方法」的屬性	「複合性問題」的描述
所需要知識的深度	沒有深度知識無法解決的問題
工程需求之間相互衝突的幅度	涉及相互衝突的技術性和非技術性課題
所需要分析的深度	沒有明顯解方，需要邏輯和創意進行分析
對課題的熟悉程度	不常遇到或非常態的問題
可適用規範的程度	非屬標準和規範所涵蓋的問題
利害關係人的涉入程度和他們的需求或期待的衝突程度	涉及不同領域的團隊或需求迥異的族群間的協作
複合式問題下子題間相互依存度	涉及許多子題需要系統性解方的問題



表 5 專業工程師：將涉入的「複合性活動」

「活動範圍」的屬性	「複合性活動」的描述
動用資源的範圍	需要動用人力、數據、資訊、實體、財務等多樣性的資源
課題間是否存在交互作用	需要在大範圍或相互衝突的課題中尋求最適解方
是否需要創新	需要從工程原理衍生創見、對目標提出創新的解方或使用透過研究方能獲取的知識
是否對社會和環境造成影響	在不同情境下可能造成重大影響的活動，尤其是不易預測和處置的影響
是否採用熟悉的處理程序	需要採用超出過往經驗的程序

- 通過美國國家工程暨測量考試委員會（National Council of Examiners for Engineering and Surveying）所舉辦基礎學力（Fundamentals of Engineering）與理論暨實務（Principles and Practice of Engineering）合併的考試，或
- 通過日本技術士會（Institution of Professional Engineers Japan）所舉辦的第一階段（Engineer-in-Training）考試，或
- 其他經所有會員認可的工程學位

2. 具備獨立執業的專業能力。

3. 在取得大學工程學位之後擁有七年以上實務工作的經歷。

4. 在上述七年實務工作經歷中曾有兩年以上負責主辦（in Responsible Charge）工程業務，所謂負責主辦工程業務是指：

- 曾在一個小型專案中負責主辦工程業務
- 曾在一個大型專案中配合整體作業負責主辦部分的工程業務
- 曾負責主辦具有創新性、複合性或涉及多個專業的工程業務

5. 持續專業學習和發展以追隨知識和技術的演進（Continuing Professional Development, CPD）。

6. 承諾執業過程中所作的判斷和決策符合倫理規範（Code of Ethics）。

除上述關於專業職能的要求之外，《評審規範》還須就認證機構的組織和成員、評審的程序和方法、專業工程師註冊和登錄作業等訂定詳細的作業辦法。

會員擬訂的《評審規範》須經所屬協議其他會員審查通過才能成為辦理認證的依

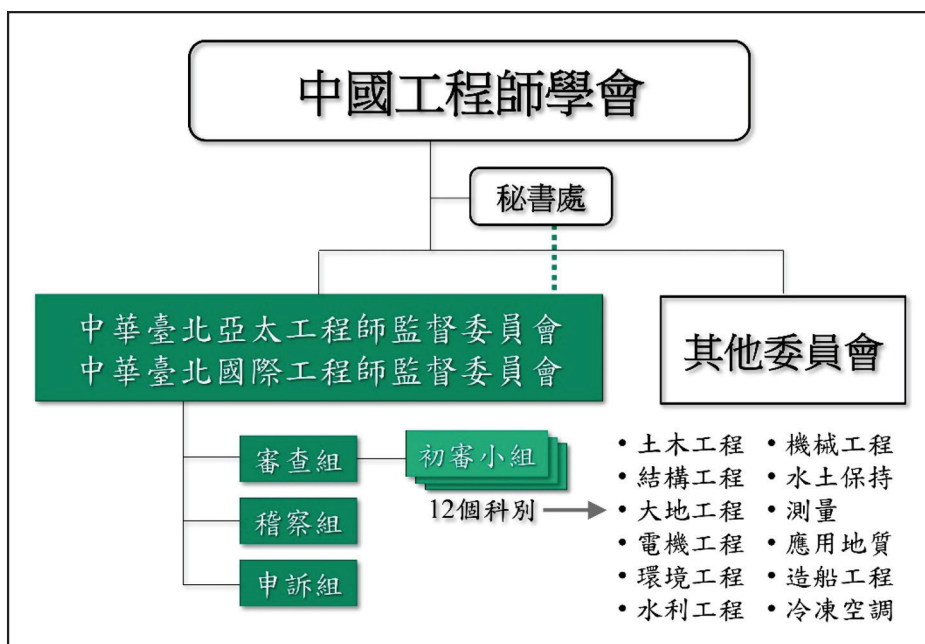


圖3 中華臺北專業工程師認證組織

據，認證的過程和結果以及《評審規範》的修訂每隔六年須經所屬協議的代表辦理一次稽核，相當於品質保證的程序，以確定其認證體系符合GAPC和所屬協議的規定，進而確保各會員所認證的專業工程師能力彼此實質等同。

五、中華臺北專業工程師認證體系

中華工程教育學會（Institute of Engineering Education Taiwan, IEET）於2007年成為WA的正式會員（在協定中稱為Signatory），中國工程師學會（Chinese Institute of Engineers, CIE）分別於2005年及2009年成為APECEA和IPEA的正式會員（在

協議中稱為Authorized Member），兩個學會均以中華臺北的經濟體名稱代表我國參加各該協定和協議。

CIE之內負責辦理認證的機構是中華臺北亞太工程師暨國際工程師監督委員會（Chinese Taipei APEC Engineer/IPEA Monitoring Committee），下設審查組、稽察組和申訴組負責評審相關業務，審查組依照專業科別設置初審小組辦理初審面試，並負責《評審規範》的修訂審查。監督委員會的行政作業由CIE秘書處支援，圖3所示為中華臺北專業工程師的認證組織。

依據IPEA和APECEA通過的《評審規

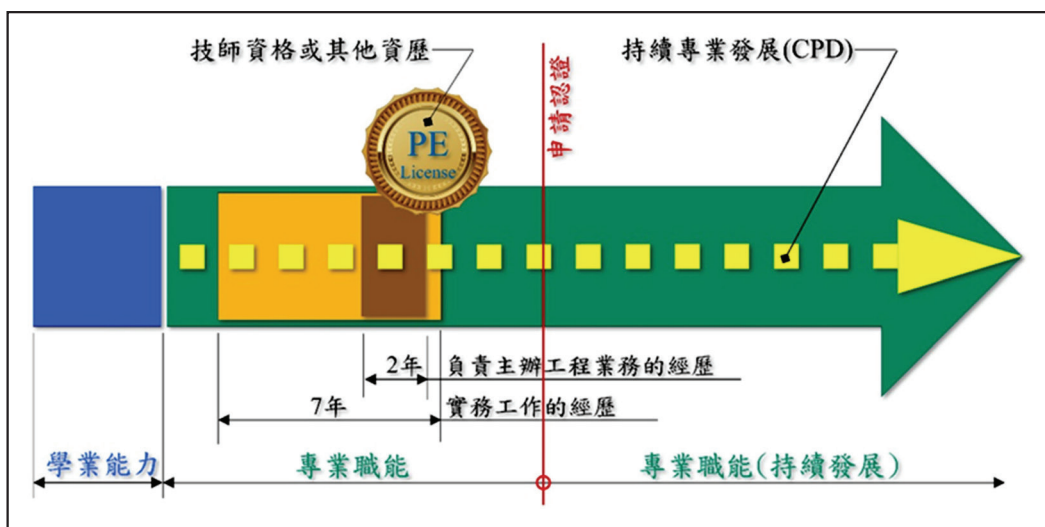


圖 4 中華臺北評審資格基本要求

範》，我國的工程師申請認證的程序和所需要的證明文件概略說明如下：

1. 申請人依據《評審規範》摘錄的《申請須知》在線上填寫申請文件，所需要的資格及其證明文件包括下列：

- 經IEET認證的大學工程科系畢業/畢業證書。
- 通過我國技師考試/技師證書，或CIE正會員並符合附帶資歷條件/會員證和資歷證明。
- 大學畢業後具有七年以上實務工作經歷，其中兩年以上負責主辦工程業務/資歷證明。
- 持續專業學習和發展/申請日之前的積分證明。
- 承諾遵守倫理規範/簽署的承諾書。

2. 申請文件(包括證明文件)書面審查和補件

3. 初審面試

申請人應準備簡報，除就申請文件中的資歷和能力提出說明之外，並應列舉三個本人負責的實務案例以佐證其專業職能符合《評審規範》的衡量標準，具備獨立執業的能力。

4. 監督委員會審查組複審

5. 監督委員會核定最終評審結果

6. 註冊和登錄

圖4所示是中華臺北專業工程師評審的基本資格要求，相對於IEA專業職能架構，



表 6 中華台北專業工程師評審指標

IPEA/APECEA 專業工程師評審指標	
1	能夠應用先進知識，整合各方觀點，擬定適合當地條件的解決方案
2	能夠利用數據及數位資訊技術調查及分析複雜問題
3	能夠覺察對複雜工程活動的結果及影響
4	能夠認知複雜活動的可預測經濟、社會及環境影響，並尋求實現永續成果
5	能夠兼顧道德及專業而執業，同時考慮到法律、監管及文化要求
6	能夠使用多元媒體與廣泛的利害關係人進行清晰、包容的溝通和協作
7	能夠適應新興技術及不斷變化的工作性質
8	能夠在複雜的活動過程中做出負責任的決定並做出正確的判斷

《評審規範》增加了技師資格或其他資歷的規定以確保專業工程師在本地獨立執業的能力。

專業工程師通過評審之後將收到國際工程師或亞太工程師的認證證書，並可在名片上加印這些頭銜，但是這個資格並不是永久的，除每年必須換證之外，每隔四年還需要檢查一次持續專業發展的積分，合格之後才能延續認證資格。中華臺北監督委員會依照《評審規範》每年辦理兩次專業工程師認證。

申請資格文件納入書面審查。其餘的11個細項整併為8個作為初審面試的評審指標如表6所示。由於初審小組的委員是依照專業科別選任，評審指標的權重由各科別初審小組自行訂定，目前中華臺北接受土木、結構、大地、電機等12個科別的工程師申請認證如圖3所示。

參考文獻

1. “Engineering: Issues, Challenges, Opportunities for Development”, UNESCO Report (2010)
2. “Engineering for Sustainable Development”, UNESCO Report (2021)

六、中華臺北專業工程師評審指標

中華臺北的《評審規範》從專業職能的13個鑑別特徵中抽出「倫理」和「持續專業發展」兩個細項，將「遵守倫理規範的承諾書」和「持續專業學習積分證明」連同各項