



淺談 BIM 技術在施工安全之應用 及相關職能開發

中華大學土木工程學系助理教授 / 徐增興
中華民國工業安全衛生協會工程師 / 陳婉甄

關鍵字：營建工程、施工安全、建築資訊模型、管理效能、職能架構

摘要

建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 的導入，是近年來營建專案流程之重大變革，牽涉到工程的作業流程與生命週期資訊的管理，對跨專業整合與溝通介面管理等複雜的工作可收事半功倍之效。

BIM 的整合技術應用於安全衛生，提供從設計、施工到後續管理一致的資訊，有效解決傳統施工安全管理上所遇到的瓶頸。除了避免傳統二維圖說容易發生的圖面不一致、遺漏、衝突或錯誤問題外，還能應用正確的三維模型進行模擬，確認安全設施配置的完整性及可行性。

將營造產業職能架構展開，從中找出 BIM 關鍵職務及技術的缺口，把技術職能系統化發展，可有效提供產業發展所需的人才，

同時也可將 BIM 的管理工具運用在營建工程規劃、設計、施工及查核各階段，避免因為規劃設計及施工的不當，造成許多不必要的工項，例如增加打除、拆除及人工搬運等重體力與高風險的勞動力。

透過職能架構展開，可提供不同層次的培訓；藉由技術職能導入的方式，可系統化培育 BIM 技術人才，提升產業施工安全衛生管理的效能，同時解決人才缺口及生產力不佳等的問題。

一、前言

施工安全問題一直是營建工程上重大的議題，由我國產業統計資料顯示，營造業勞動生產力幾乎沒有成長，近年來更有下降趨勢。相關文獻指出高重工率與高職災率是造成營造業生產力無法提升的重要原因 [1]。根



據勞動部公布職災給付統計，近幾年職災給付人次及職災給付千人率，雖然創下新低，但營造業仍繼續蟬連職災千人率最高的「職災大戶」。法規雖有制訂施工安全相關管理規範，但安全法規於專案中之落實並不周全。其中主要原因之一是專案執行過程中，安全管理仍利用二維圖面與紙本資訊進行溝通。不同領域的人員依靠平面圖說進行溝通，常因解讀的差異，產生施作錯誤，造成重工問題，加上工程專案日益繁雜，現行之施工安全管理模式已無法滿足施工安全規劃的需求。

營造業的技術發展長久以來均落後於製造業及科技業，未能有效提升 [2]；其主因在於營造業層層轉包的特性，加上技術工會的功能未能發揮，導致營建技術長久以來的粗糙化。而且營造業未能如同製造業與科技業，藉由大量引入資通訊技術，提升產能與良率，相較之下，營造業技術進步的速度明顯較其他產業緩慢。

因此，在施工安全衛生管理效能上，若能藉由 BIM 的技術優勢，掌握建築物施工時安全與衛生的各項資訊，將其運用於營建工程的安全衛生管理，同時透過勞動職能的規劃、人員素質的強化，適度地將 BIM 技術導入至產業，以 BIM 技術的高效能管理能力及高度發展潛力，對開發新興的勞動市場將帶來機會，亦可提升產業生產力，降低職業災害及保障工作者之安全。

二、文獻回顧

本節針對職能、BIM 發展趨勢、BIM 技術應用相關議題進行文獻回顧。

(一) 職能與應用

職能 (Competency) 指成功完成某項工作任務或為了提高個人與組織現在與未來績效所應具備的知識、技能、態度或其他特質等能力組合。「職能」一詞最早是由美國哈佛大學教授 Dr. McClelland 提出，其認為績效表現優良的工作者和績效表現一般的工作者最主要的差別，不在智力而在職能。而分析多位人力資源專家的研究後，可理解「職能」是一種以「能力」為發展的建構模式，是透過將高績效工作者所共同具有的職能因素歸納整理，即可找出此項工作之職能模式。換言之，職能是用以描述在執行某項工作時所需具備的關鍵能力，其目的在找出並確認哪些是導致工作上卓越績效所需的能力及行為表現，以協助組織或個人瞭解如何提升其工作績效，使組織在進行人力資源管理的各項功能與人員訓練發展實務時，能更切合實際需要。據此，就產業界所重視的職能而言，職能的建置必須具體反應企業的核心價值、願景、使命與短中長期的經營策略，也就是職能需要能夠反應出企業的專屬性 (company-specific)，例如常見特定企業發展出特定之職能模型；或者是企業常運用職能評鑑的結果，用以評估員工的高績效工作表現。

例如營造業針對重體力及粗工、臨時工等工種，可規劃職能養成訓練，使其成為「通用工」，能同時兼具營造業各主要作業之一般作業能力，及必要之安全衛生技能，不僅有利營造工地彈性運用，亦可提高該類勞工之就業安定與工作滿意度，有效降低職業災害的發生。另外在高風險作業方面，則可針對施工架及模板支撐作業之作業主管，提出整體工作職能與安衛職能之訓練規劃，進一



步結合營造業數位化的職能需求分析與規劃架構，以提出建築資訊模型 (BIM) 導入營造業相關人力的養成訓練規劃。

(二) BIM 發展趨勢

美國是 BIM 技術發源地及高度應用之國家，美國推動 BIM 發展現況，由建築資產管理機關與民間合作推廣應用 BIM 技術，主要的推動機構為半官方之美國國家建築科學研究院 (National Institute of Building Sciences, NIBS)，並發佈美國國家建築資訊建模標準 (National BIM Standard, NBIMS)。機構於 2015 年 7 月發布第三版 NBIMS-US (V3) [3]，NBIMS 的範圍包含 3 個主要部分：(1) 核心標準 (Core Standards)，如 ISO 標準、資訊交換標準等；(2) 技術文獻 (Technical Publications)，如參考流程、範例等；(3) 實施部署資源 (Deployment Resources)，如契約範本、最佳實務指南等。

行政院公共工程委員會在公共工程運用建築資訊建模 (BIM) 之推動中，亦針對國際工程產業未來的發展趨勢有以下幾項觀點 [4]：(1) 工程產業市場正迅速的全球化與商品化，歐美等國工程產業正計畫擴大其規模，而且有些已經開始開拓國際新興市場；(2) 商用建築類工程雖然仍占營造廠使用 BIM 比率的首位 (約 63%)，但是在非建築類的工程當中，BIM 使用率也逐漸提升；(3) 承包商預期未來 2 年與 BIM 有關的業務量將成長 50%。

在國內，內政部建築研究所鑑於 BIM 的發展趨勢，從民國 100 年即開始著手相關的研究計畫，包括 102 年「開放式建築創新應用科技計畫」中導入 BIM 技術相關的研究子

題，104 年規劃以「政策投入輔導產業與培育人才」、「整合 BIM 研究與推動任務團隊」、「延伸深化應用於設施管理」及「開發本土應用」為方向 [5]，進行為期四年的「建築資訊整合分享與應用研發推廣計畫」。在工程界方面，民國 100 年底台北市政府捷運局，以發包之萬大線細部設計標，規定採用 BIM 技術，開啟公部門運用 BIM 技術的濫觴；新北市政府工務局更積極運用科技，在各區國民運動中心及市立圖書館的統包契約中，規定採用 BIM 技術；行政院公共工程委員會於 103 年 5 月成立「公共工程運用建築資訊建模推動平台」，加上新北市政府更在同年 6 月發出第一張以 BIM 模型審核通過的建照，並延續應用在設施管理維護及都市防災等方面，可見 BIM 專案在國內各地正循序漸進地推動中 [6]。

美、英、日、韓、星等各國政府也大力推動 BIM 的應用，例如英國政府要求 2016 年以後的公共工程導入 BIM、韓國於 2016 年將 BIM 導入至所有 500 億韓元以上公共設施中、新加坡政府要求於 2015 年起，所有 5000 平方米之公私建築必須使用 BIM 送審及興建。

(三) BIM 推展問題

由 BIM 推展面臨問題探討，BIM 在推展上仍存在政策法規和標準不完善、BIM 技術人才不足等幾大問題，阻礙 BIM 技術的應用 [7]。從相關報導，有部分 BIM 的業主、施工企業已開始應用，但多數的企業在 BIM 應用方面，有不同的成熟度，各分包商團隊、公司 (規劃、設計) 雖然擅長自己的核心專業，但在 BIM 的加值應用上仍相當侷限，例如工



程顧問公司設計出 BIM 模型，利害關係人卻不懂得利用 BIM；主要存在的問題除作業流程未改變外，如 BIM 的技術人才亦嚴重不足等，導致 BIM 的人才經常需一人支援各個工地。

(四) BIM 應用於安全衛生

以 BIM 技術進行施工安全上的管理，主要是在設計規劃階段，將施工安全的技術、工法納入考量，例如造型特殊、非弧即曲的建築物，其假設工程如施工架組搭設不易，此時可藉 BIM 模型先行設計施工架，在源頭進行施工可行性評估，做好工程風險上的管控。

對建物造型特殊複雜，能於施工前排除問題，有利於工進及安全的推展，藉由 3D 模型的輔助，施工廠商較易預先檢討出各施工介面的衝突。例如在專案執行過程中，不同工種、不同領域的人員，可依所建置的 BIM 模型，應用三維模型進行整合模擬，當工程施作時，可藉 3D 模型進行溝通，與工班討論施作的工法及工種進場時間的控管、人員人力調度的掌控。

值得一提的是，BIM 模型在安全衛生假設工程方面，可落實數量估算，尤其對必要安全衛生設施等項目的設置，更可確認安全設施配置的完整性。

(五) 職能課程發展與模式

國內職能基準推動以「產業創新條例」第 18 條中規定：「除法律另有規定外，各中央目的事業主管機關得依產業發展需要，訂定產業人才職能基準及核發能力鑑定證明並

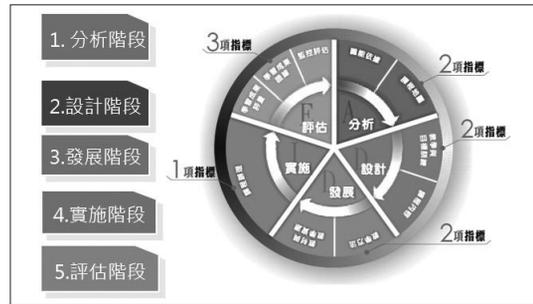


圖 1 ADDIE 教學設計模型

促進國際相互承認」，正式奠定法源的基礎。另外，「職業訓練法」立法目的為實施職業訓練，以培養國家建設技術人力，提高工作技能，促進國民就業，為有效統整各部會資源，該法在職業訓練服務資訊之協調與整合上；又第 4 條之 1 規定：中央主管機關應協調、整合各中央目的事業主管機關所定之職能基準、訓練課程、能力鑑定規範與辦理職業訓練等服務資訊，以推動國民就業所需之職業訓練及技能檢定。另「技術及職業教育法」第 5 條第 2 項規定：「中央目的事業主管機關應彙整所轄產業人才需求相關資料，並提供產業人才需求調查及推估報告，送中央主管機關」。

勞動部勞動力發展署為強化產業人才發展為進一步整合各中央目的事業主管機關因應產業需求開發之產業職能基準，建置 iCAP 職能發展應用平台 [8]，以利推動各項相關業務。iCAP 平台建立起協調溝通的管道，將職能推動作業之相關利害關係人，如中央目的事業主管機關、各目的事業相關公會、培訓機構、使用者等做一整合，以加速整體推動及效益擴散，請參考圖 1 ADDIE 教學設計模型。

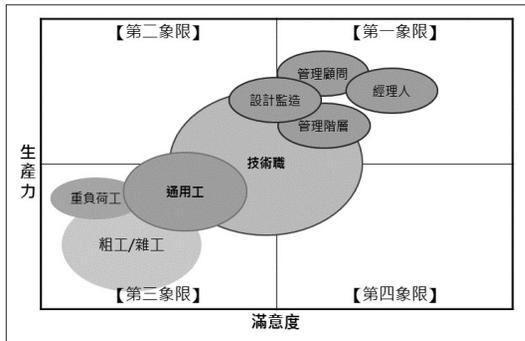


圖 2 營造業強化職能前後之生產力與滿意度分佈圖
參考來源：參考 [9] 自行繪製

三、BIM 職能架構模型

產業需要的職務類型及種類呈現多樣化，且專業及等級衡量標準亦不同，在相關安全衛生的推動上，也要以職能的概念，融入職務的架構。透過勞動職能的規劃、人員素質強化安全衛生職能化，適度地將 BIM 技術導入至產業，有助提升工作者安全意識，降低職業災害。

(一) 職能發展策略

在勞動職能的規劃，營造業建築資訊模型 (BIM) 導入對勞動力之提升 [9]，其中在勞動人力之發展上，提出三個層次如下說明。

1. 層次一：產業勞動人力主要階層與工種分佈在第三象限中兩個區塊 (重負荷工、粗工及雜工)，提升該區塊人員職能，使其具備各工項之能力晉升為通用工，生產力與滿意度皆提升。
2. 層次二：強化設計監造、管理階層、經理人及管理顧問等相關人員之職能，使其具有溝通協調及整合能力。強化職能後可使

此四區塊之生產力與滿意度由原本在第二、三象限之中間位置移動至第一象限位置。

3. 層次三：增加統合性的新職種，即所謂技術管理人力或技術職，以有效運用數位管理工具整合並溝通相關人員。

以 BIM 目前發展的趨勢，若能針對設計監造、管理階層、經理人及管理顧問等四個區塊及技術職區塊之關鍵職務，導入數位管理工具運用於之施工安全衛生之技術管理，不僅提升生產力及解決工作滿意度低落問題，更增進企業整體競爭力。圖 2 為營造業強化職能前後之生產力與滿意度分佈圖。

(二) 職能架構概念

產業需要的職務類型及種類呈現多樣化，且專業及等級衡量標準亦不同。由營造產業職能架構地圖，其職能架構規劃的重點在職業(務)的完整性。依新進人員、技術職、管理職等不同職務由橫向面展開，同時藉由職能級別 [8] 做為職務應具備專業能力等級往縱向發展。

(三) 職能架構發展模式

從產業的需求發展 BIM 職能架構模式，由點、線、面、體說明如下 (表 1)。

1. 從「點」的概念，點出安全衛生相關的現況問題，將最具急迫且重要性的安衛「職務」優先發展職能課程。
2. 從「線」的概念，提出安全衛生「職能發展」方向，即從運用「BIM 技術」，建立職務需求曲線。
3. 從「面」的廣度，分析對 BIM 技術有需求的



表 1 BIM 職能架構模型定位及功能表

元素	定位	功能
點	關鍵點「BIM 工程師」 做職能課程發展	點出現況安全衛生相關的問題，將具急迫且重要性的職務，優先發展職能課程
線	由趨勢掌握 BIM 技術之關鍵職務	提出「職能發展」方向，從運用「BIM 技術」，建立職務需求曲線
面	全面分析產業中具 BIM 技術之職務	橫縱向拉出 BIM 職務構面的完整性
體	以澳洲資歷架構為例，思考未來發展方向	個人資歷在產業中之對應關係

職務，納入 BIM 職能架構，可以清楚掌握到單位用人主要的缺口，屬長程用人規劃。

4. 從「體」的角度，即以一體多面構成一個三維空間，來探討『澳洲資歷架構』(Australia Qualifications Framework) 所形成的立體職能，從軌跡的移動來看，更可清楚掌握人員資歷及職能的對應關係。該階段僅提出做為職能架構後續發展之延續以求完整。

(四) BIM 職能架構建立

透過勞動職能的規劃，適度地將 BIM 技術導入至產業，並優先以需要高關注度管理之職務發展職能課程，有助提升工作者安全意識，降低職業災害。從上表 1 中說明 BIM 職能架構模型定位、功能之重要性，在建立職能架構各階段說明如下。

1. 階段一：將具急迫且重要性的職務「BIM 工程師」，優先做為職能課程的發展。

依據產業人才缺口大、職缺成長率高且舊有職務具有更新技能之需求、對產業發展

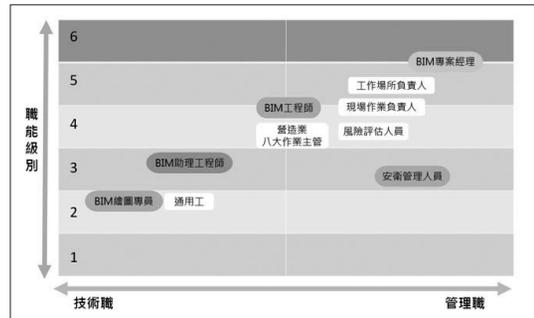


圖 3 BIM 職能架構模型示意圖

具重要技術之職務、對提升安全衛生管理效能具關鍵影響之職務之原則，提出「BIM 工程師」職務，並優先發展職能課程。

2. 階段二：提出 BIM 技術需求「關鍵職務」

由趨勢及產業對 BIM 技術職能需求中，掌握到包括「BIM 繪圖人員」、「BIM 助理工程師」、「職業安全衛生人員」、「BIM 工程師」及「BIM 專案經理」等五大具重要性之關鍵職務。

3. 階段三：繪製「BIM 職能架構模型」

職能架構中從點到線的移動中，五大關鍵職務在 BIM 技術職能的運用，對提升安全衛生及管理效能有其重要性；後續將應用 BIM 技術相關職務納入職能架構內，包括通用工、營造業八大作業主管、風險評估人員、現場作業負責人、工作場所負責人等各項職務，為依據法規及產業現有之相關定義職務名稱。體現出垂直縱向之專業深度，以及平行橫向發展技術職、管理職務之廣度，繪製 BIM 職能架構模型如圖 3。

「BIM 職能架構模型」之概念，以橫縱向說明 BIM 職務構面的重要性，唯圖 3 中僅



表 2 BIM 技術相關職務與能力表

職務類型	職務名稱	職務能力敘述
現有職務	BIM 繪圖人員	(1) 主要會使用建模軟體。 (2) 其他相關軟體如 Dynamo。
過渡職務	BIM 助理工程師	能應用 BIM 技術，協助工地主任完成管理、執行、檢核事項。
現有職務	職業安全衛生人員	應用 BIM 技術於安全衛生上。
現有職務	BIM 工程師	具備溝通、整合的能力
新增職務	BIM 專案經理	負責 BEP 的擬訂、管理、及執行

就 BIM 技術之現階段相關之職務建立於模型中，完整性仍不足，後續則可依產業發展趨勢，將現有職務、過渡職務、新增職務等類型增納於模型內容。

(五) BIM 職能擴充與新興職能

推動 BIM 技術的職能發展會出現新的專業角色，包括現有職務、過渡職務及新增職務等三類勞動人力之職務。

本小節就 BIM 職能架構之五大關鍵職務做分類，並就各項職務能力需求彙整說明如表 2。做為產業優先發展 BIM 職能課程之依據。

1. 現有職務，BIM 能力擴增

在「現有職務」中，主要在 BIM 技術能力之擴增補足，著重在應用 BIM 技術，參與工程活動的進行。現有職務具代表性關鍵職務以「BIM 繪圖專員」、「職業安全衛生人員」、「BIM 工程師」職務。

2. 過渡職務，輔助人力

短、中期屬階段性任務，在「過渡職務」具代表性以「BIM 助理工程師」為必要輔助之人員，主要工作任務於現場協助工地主任，進行一切有關 BIM 活動，利用 BIM 技術進行工程相關之管理。因此該職可依工地主任之能力，以 BIM 的技術輔助管理、執行、檢核上之運用。

3. 新增職務，本質專業

BIM 技術在「新增職務」主要側重 BIM 本質之專業技術，主導負責擬定、管理、及完成「BIM 執行計畫 (BEP)」。具代表性以「BIM 專案經理」。主要工作任務及本質專業引用 BIM 專案經理 (BIM Manager) 定義 [5]：指一位或一組熟悉 BIM 技術，並有能力帶領整個專案團隊的成員，經業主授權，進行 BIM 流程和技術之導入、排解導入過渡期的抗力、執行相關策略等。在營建工程中為全生命週期，主導負責擬定、管理、及完成「BIM 執行計畫 (BEP)」。

四、BIM 職能架構與技術職能導入

本節針對 BIM 技術職能在安全衛生應用的需求，以及 BIM 職能架構模型中，說明「BIM 工程師」職能課程規劃方向。

(一) BIM 技術職能需求

專案執行過程中，應用三維模型進行模擬，討論工法、進場時間、人力調度。在必要安全衛生設施的設置上，則可確認配置的完整性及可行性及法規的符合度。



有效運用 BIM 關鍵技術可以補足人員職能的缺口、降低職業災害。針對關鍵職務對 BIM 技術在安全衛生管理能力之職能分述如下。

1. 具備相關技術管理工具概念，如具備 Revit、Tekla 等技術管理工具，在建築、結構、機電、構造模型、鋼構、鋼筋配筋之概念。
2. 具備安全設施三度空間之識圖能力，以 3D 視覺化資訊模型操作，進行如管線設計與施工的檢討與溝通，以解決施作上相關問題，避免圖面錯誤的解讀。
3. 具備施工管理統合協調能力，不同工種間在進行施作時，能運用 BIM 改善溝通的品質。
4. 具備空間規劃能力，如相關作業內容、施工機具或人力配置作適當且有效之配置，以減少作業間之衝突。
5. 具備施工進度排程之概念，BIM 工具在做進度排程規劃時，對有效配置施工區域，達到空間最大效能及檢核模擬實際施工狀況，以避免施工錯誤拆除重建之後續問題。
6. 具備風險評估分析之概念，即 BIM 導入下，能夠以風險角度，針對施工時機不佳之狀況，事先進行施工順序模擬及安全確認。
7. 具備成本數量之估價預算之概念，以 BIM 工具進行面積與材料的成本估算，及施工預算總表及詳細表相關表單之整合概念。
8. 具備動態專案排程之能力，利用 BIM 工具規劃排程，做即時的回饋，使管理者確切

掌握專案工程的進度與排程，降低和進度相關的風險。

9. 使用三維模型正確的對安全通道、上下設備、以及安全設施的配置進行模擬，確認設施配置的完整性及可行性。

(二) BIM 工程師職能課程發展

BIM 工程師職能課程發展目的，主要因應 BIM 發展的趨勢，以策略性補充產業人才職能的落差，培植具備有「BIM 技術」職能之人才，能夠運用 BIM 技術在安全衛生管理上。在能力擴增後，提升施工安全管理的效能，在人力缺口銜接上，可以補足整個營造工程產業 BIM 人力嚴重不足的窘境。

為了將 BIM 技術職能有系統導入產業現有職務中，以利於 BIM 流程的進行，課程發展採用 ADDIE 教學設計模型 [8]，即所謂分析 (Analysis)、設計 (Design)、發展 (Development)、實施 (Implementation)、評估 (Evaluation) 五大構面 (圖 1)，課程發展在各構面之重點及訴求簡要說明如下。

1. 分析 (Analysis)

此流程的任務在確認職能分析之依據，並依此規劃課程地圖。

國內 BIM 的專業人才終究嚴重不足，依據產業對 BIM 技術的需求性高，本研究彙整人才需求量 [11] 以及職務需求分析 [12][13] 顯示，產業在近年迫切需求職類之面向，包括「BIM 助理工程師」、「BIM 工程師」、「職業安全衛生人員」、「BIM 專案經理」、「BIM 繪圖員」等五大關鍵職務，其中「BIM 工程師」為營建工程最缺乏的職缺，其職類能直接輔助產業轉型發展

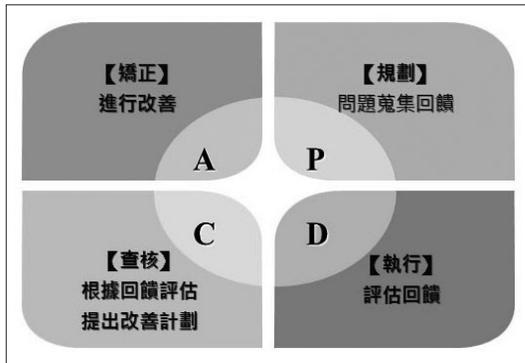


圖 4 課程監控流程圖

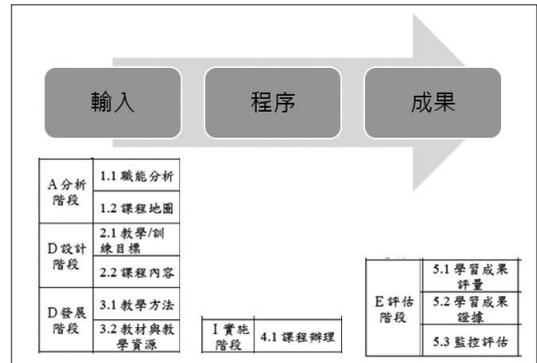


圖 5 課程監控機制模式

2. 設計 (Design)

設計階段主要是確認教學 / 訓練目標和課程單元內容。

職能課程設計由工程生命週期為主軸，從產業施工規劃至建物的完成，以 BIM 技術，進行相關協調管理工作，完成各階段工作項目 (任務) ，並且將安全與衛生之職能內涵一併納入職能課程內。

3. 發展 (Development)

課程教學方法在發展階段，需考量增加學員實際的體驗，及 BIM 技術應用安全衛生職能及管理的成效，因此，教學方法的選擇及教材和教學資源等，可將實務上的實體與建模做結合。

4. 執行 (Implement)

於實際執行課程時，依課程內容執行的成效，均保存實際課程辦理之紀錄，以確保實施的教學品質。

5. 評估 (Evaluation)

評估流程的任務是評量學習成果，收集該學習成果之證據，並進行該課程之評估與修正。共分為以下三個步驟。

(1) 評量學習成果

學習成果評量，主要確認符合教學 / 訓練目標、對象、內容與教學方法學習成果評量方式與程序，整個教學歷程應包含評量的實施，以確實瞭解學習者的學習進展和學習成果。

(2) 蒐集學習成果證據

依據學習者於成果評量中所呈現的學習成果證據，訓練成果評估工具採用 D.L.Kirkpatrick(1959) 所提出的四層次評量模式：反應層次、學習層次、行為層次、成效層次，主要評估其符合職能行為指標之程度，以決定是否符合結訓條件及改善依據。

(3) 監控評估與回饋

監控機制與回饋方法確保課程實施與學習成效，以持續改善。

課程監控流程如圖 4，依所實施訓練班別做該課程之實務學習課程，均要求每位學員做建模、出圖與比對。課後實施學習成效之間卷調查。後續運用 I-P-O 模式來說明 ADDIE 各階段的監控機制 (圖 5)。依實施之結果，作為課程持續的改善及策略調整之依據。



五、結論

營造工程結合 BIM 技術為產業發展趨勢，以 BIM 技術職能導入產業，有助提升人員素質，強化安全衛生技術職能，降低職業災害，保障工作者的安全，而強化人員的專業能力為首要。首先，在策略上從長期產業發展趨勢，進行全面性分析人力需求量及職業(類/務)需求，從職能架構的整體，橫縱向拉出職務構面的完整性；在中程對產業趨勢具重要性技術的掌握，確認那些關鍵職務，能為產業提升的效能，進行規劃並導入技術職能課程。於短期對具影響力生且急迫性之職業(類/務)優先發展職能課程。

藉此確保 BIM 技術人才的有效運用，以職能培養人才並引導產業培育人才，促進整體產業的進步。◆

參考文獻

1. 勞動部勞動及職業安全與衛生研究所，「營造業作業勞工職能符合度調查與研究，結案報告」，台北(2016)。
2. 林柏君，「我國營造業之發展現況與趨勢」經濟前瞻，第 174 期，第 127-130 頁(2017)。
3. 美國國家建築資訊建模標準，<https://www.nationalbimstandard.org/>，2018/04/10 瀏覽。
4. 行政院公共工程委員會，<https://www.pcc.gov.tw/cp.aspx?n=7CFAE4DF8A121AB5>，2018/05/11 瀏覽。
5. 中華民國內政部建築研究所，<https://www.abri.gov.tw/tw/index>，2018/05/11 瀏覽。
6. 何明錦、劉青峰，「借鏡國際作法、構思台灣 BIM 策略」，中國工程師學會工程雙月刊，第 87 卷，第 5 期(2014)。
7. 邱垂德等，「我國 BIM 協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換」，內政部建築研究所委託研究報告(2015)。
8. 勞動部勞動力發展署，iCAP 職能發展應用平台，https://icap.wda.gov.tw/Resources/resources_Class_List.aspx。
9. 勞動部勞動及職業安全與衛生研究所，「營造業建築資訊模型(BIM)導入對勞動力提升之研究」勞動及職業安全衛生簡訊，第 8-10 頁(2016)。
10. 台經院產經資料庫，我國營造業之現況與展望，105 年 1 月。
11. 內政部營建署，營造業經濟概況調查報告(2015)。
12. 教育部，大專校院就業職能平台，<https://ucan.moe.edu.tw/Account/Login.aspx>，2018/02/17 瀏覽。
13. <https://www.104.com.tw>2018/01/01~2018/04/30 瀏覽。