

「2022中華民國營建工程學會第二十屆營建產業永續發展研討會」

中部地區某天然氣公司專業人員訓練之探討

-以高階課程為例

*王綵甯 (Wang-Tsai ning)

逢甲大學建設學院

專案管理研究生

**曾 亮 (Liang Tseng)

逢甲大學建築專業學院

副教授

***楊朝仲 (Chao-Chung Yang)

逢甲大學建設學院

專案管理研究所主任

摘要

天然氣供應事業採用長途管線輸送氣體，如何有效埋設輸氣管線為天然氣公司一項重大投資，為穩定天然氣供應系統輸送時，相關整壓重要設備安全性為之重要。本研究以中部地區天然氣供應事業為例，研究目的為了解高階課程規劃內容對於燃氣供應管線專業人員在專業領域中，進行整壓站維護及監測作業時應有的專業判斷與排除應變能力。

經調查後發現本研究對象，依未來建設發展並配合地方主管機關都市計畫來尋覓適當地點，整壓站依法規現行設置地點處：公司自有地4處、公園14處、鐵路高架下1處、綠地及道路邊5處、營業戶廠區內7處及建物基地內2處，共計33站等規劃，皆符合設置規定，本研究監測管理整壓站運作模式為：(一)監管供應系統穩定供氣壓力。(二)執行整壓站及附屬設施之巡檢、維保工作。(三)執行天然氣事業法相關法規及職業安全衛生工作法令與規章之要求事項。技術能量與企業營運相互緊扣，提供訓練環境及培訓，提升員工職能保持技術技能，使得永續經營。

關鍵詞：天然氣、專業訓練、高階課程

**A Study on Professional Training of a Natural Gas Company in the Central Region
- Take the Advanced Course**

Abstract

The natural gas supply business uses long-distance pipelines to transport gas. How to effectively bury the gas pipelines is a major investment for natural gas companies. The natural gas supply system is to ensure the safety of the gas supply pipelines. This study takes the natural gas supply business in the central region as an example, and the

purpose of the study is to understand the professional judgment and ability to eliminate strains of gas supply pipeline professionals in the professional field when they perform maintenance and monitoring of the rectifier station.

After investigation, it was found that the object of this study, according to the future construction and development and in cooperation with the urban plan of the local competent authority, will find a suitable location. The current location of the compression station according to the laws and regulations: 4 sites owned by the company, 14 parks, 1 under the railway elevated. There are 33 stations in total, 5 in the green space and roadside, 7 in the business premises and 2 in the building base, all of which are in compliance with the setting regulations. The operation mode of the monitoring and management of the rectifier station in this study is: (1) Supervise the supply system Stable air supply pressure. (2) Perform patrol inspection and maintenance of the compression station and ancillary facilities. (3) To implement the requirements of the relevant laws and regulations of the Natural Gas Business Law and the occupational safety and health work laws and regulations. Technical energy and business operations are closely linked, providing a training environment and training, improving employee functions and maintaining technical skills, enabling sustainable operations.

Keywords : Natural Gas, Professional Training, Advanced course

一、緒論

(一) 研究動機與目的

1. 研究動機

天然氣供應系統以儲氣站作為接貨口，經由配氣站添加臭劑及減壓輸送供應使用並儲存備援氣源以維護供氣穩定，再以各轄區供應之氣源分壓力別設置整壓站，天然氣地下管線管網建置範圍相當廣泛，專業人員在供氣系統專業認知相當重要，執行供氣系統監測、整壓站維護保養、危機排除等重要性，提升職能素養人才，培訓專業增加專業人員。

2. 研究目的

研究目的為了解現高階專業人員已具備專業技術與知識之情況，透過高階訓練的專業課程，提升專業職能，同時具備監測、維護天然氣整壓設備設備及故障排除之臨場應變能力之職能。

- (1) 探討實務工作者應具備專業知識能力及數據監測能力之現況。
- (2) 維護保養整壓設備，應具備結構各部件結構的工作原理，以確保供氣管線安全性與可靠度。
- (3) 了解監測供氣系統對應及實施排除異常專業教育訓練內容，亦培訓專業知識，獨立判斷並應對現場問題之能力。

(4)建立實務工作者健全專業技能，提升自我職能並技術應用及評估成效。

(二) 研究範圍與對象

1. 研究範圍

本文以供應天然氣事業為研究範圍，中部地區分以南投縣、台中市、彰化縣，共有三家天然氣事業，本研究以台中市八大行政區營業範圍為例，如下：

- (1)民國六十二年成立於彰化市，營業區域分佈在彰化縣、台中市計有三十九個鄉鎮市區，並分區設置三個營業所(彰化市、豐原區、台中港)，迄今管線埋設已逾3,500公里，供氣戶數已逾146,880戶，供氣普及率已達22.14%，組織結構共有五個部門、五個行政室，員工人數118員。
- (2)民國六十三年成立於南投縣，營業區域分佈在南投縣、台中市、彰化縣並分區設置二個營業所(南投縣、台中市)，迄今管線埋設已逾1,660公里，供氣戶數已逾136,939戶，供氣普及率已達37.53%，組織結構共有四個部門、二個行政室，員工人數185員。
- (3)民國六十一年成立於台中市，營業區域分佈在台中市八大行政區，僅設置一個營業所，迄今管線埋設已逾1,730公里，供氣戶數已逾369,931戶，供氣普及率已達76.64%，組織結構共有六個部門、三個行政室，員工人數189員。
(2022年「公用天然氣事業手冊」統計資料)

2. 研究對象

以台中市中區、東區、南區、西區、北區、北屯區、西屯區、南屯區八大行政區為天然氣事業營業區域，營業據點設置於西屯區，組織結構共有五個部門、四個行政室，員工人數189員，目前有乙級導管技術士證照人數計男性126人、女性10人，丙級導管技術士證照計男性87人。

二、 文獻探討

本節探討：天然氣事業對於供氣系統環節及整壓站建置應有設施設備，並對安全裝置及緊急應變流程課程規劃探討，說明如下：

- (一) 供氣系統及整壓站：經調查國內論文研究文獻，國內天然氣輸送供應源頭由台灣中油公司以高壓管線輸送至各天然氣公司，再由天然氣公司設置整壓站，將天然氣調降至低壓，並添加足以辨識的嗅劑後，供應給用戶使用，輸送系統中，整壓站是一個至為關鍵的重要設備，經過個案研究地上型及地下型整壓站，了解建置整壓站類型及環境地點及運用整壓站營運效能的進行各項指標，探討結果作為未來建置整壓站之參考。(鍾天樞。2021)

都市型天然氣供應公司的供氣管網錯綜複雜，現行的即時性監控外，無法有效預判及分析因遭受天氣遽變、重大事故或整壓器汰除、維護停氣所產

生的影響，只能被動式的監控，透由主動式的分析與因應，運用智慧化管理管網分析系統，除了運用管線供應能力更能做為整壓站維護及管線汰換時，需停氣施工之影響評估，能避免亂流壓力導致監控系統警報誤作動，同時為簡化管網、朝向降低維護成本及增加供氣安全為目標。(蔡來得。2021)

- (二)安全裝置及緊急應變：為求供氣安全無虞，配氣整壓站已成為天然氣事業最需重視安全的輸氣調解設備，當緊急情況出現時，舊式配氣站的壓力調節方式是透由手動操作，無法在第一時間進行監控排除緊急情況及降低災害情況，遠端監控將有助於人員調度和降低運營成本，並儲存量測資料，以供作為歷史資料查詢及分析使用。(甘建華。2021)；當災害事故發生時，可能會造成重大工安事故，嚴重影響生活作息，要如何避免及預防或降低事故發生機率，藉由工程管理控制降低災害發生機率及嚴重性及檢視災害案例發生的原因，以降低災害發生機率，本研究採用現勘調查蒐集法、資料分析法、專家訪談法、問卷調查法及AHP層級分析法等檢視工程維護管理，分析歸納了解設備及人為因素可能造成災害原因，為強化工程管理控制及設備檢查來研擬預防對策，增加供氣安全。(林敬智。2020)

輸氣管線均有設置安全裝置，在完善整壓監控系統監測下，搭配定期巡檢、維護保養及管線汰換計畫，更能有效預防災害發生。(林文祥。2016)

- (三)高階課程規劃：國內教育訓練研究對於Bushnell(1990)所提「投入、過程、產出」(Input-Process-Output，簡稱IPO)訓練模式為基礎架構，建構出「訓練投入、訓練實施程序、訓練成效」評估模式，以2004年「補助企業辦理進修訓練計畫」中832家最為研究對象，進行訓練實施程序分為計畫(plan)、執行(do)、檢核(check)、回饋(act)等四個階段，在回饋階段對訓練成效，採用Truskie(1982)、Dopyera & Pitene (1983)、吳秉恩(1984)等人所提的「訓練滿意程度」、「個人才能增進程度」、「工作應用程度」等三個構面作為衡量指標。(王滢婷。2006)

三、教育訓練課程架構

本節探討：為從事專業作業人員規劃系統性教育訓練課程，進而強化職能本質及提升職業安全認知，進行初階、中階、高階職能規劃課程，說明如下：

(一)訓練課程架構

依據勞動力發展署之專業職能基準定義為員工從事特定專業工作(依部門)所需具備的能力。產業職能基準的內涵中，職能的建置必須考量產業發展之前瞻性與未來性，並兼顧產業中不同企業對於該專業人才能力之要求的共通性，以及反應從事該職業(專業)能力之必要性(如圖1)(勞動力發展署。職能基準介紹)



圖1 職能基準圖示(資料來源：勞動力發展署)

企業實施職能教育訓練主要目的—為新進員工進行新職訓練，二為在職員工增進發展作業職能及提升經驗值維持技術能量，本研究對象以到職年資進行職能課程規劃，讓員工具備完整性的專業知識、技術技能、責任態度能力來完成企業交付特定工作任務，提高個人績效外將培訓結果轉換為對企業組織的人力資產。

(二)初階、中階、高階課程規劃

職能教育訓練課程規劃依初階、中階、高階等三級，初階以了解天然氣基本理論、天然氣供應概要及瓦斯表作業課程起始，中階接續著重天然氣相關法規及管線與進階整壓設備作業訓練，高階課程科目在於整壓設備規劃與設計、維護作業以及管網供氣系統為項目進行課程，進行系統性階段授課，專業從業人員職能訓練課程項目如表1。

表1 職能教育訓練課程編制表

職能教育訓練課程編制表				
階段	訓練對象	經歷年資	專業訓練課程	訓練期程
初階訓練	男性、女性 取得氣體導管乙級技術士者	1-3年	瓦斯供應概要	4小時
			表務安裝定檢作業	4小時
			管線供應設備與內管基本原理	6小時
			整壓設備課程	6小時
中階訓練	助理工程師以上 職務人員	3年以上	天然氣相關法規	8小時
			管線供應設備與內管作業	8小時
			微電腦瓦斯表系統設定與操作	8小時
			進階整壓站設備課程	8小時
			緊急遮斷閥設備課程	8小時
高階訓練	助理工程師以上 工務類科股長級	6年	輸儲設備及整壓站設備課程	8小時
			供氣管網工程設置與維護	8小時

綜合上表可得知初階訓練課程依科目規劃授課時數共計20小時、中階訓練課程依科目規劃授課時數共計40小時、高階訓練課程依科目規劃授課時數共計16小時；本章節以專業人員職能課程架構探討出本文結論為：1. 依部門施工作業性質檢視職能需求，進行課程規劃。2. 增進職能保持人員技術能量。建議設計課程

時：1. 運用組織培訓，建立種子教官分階授課。2. 學員經授課及課後測驗，檢視學習成效。3. 課程環節納入模擬演練，強化訓練所學，達到技術水準。

四、高階專業教育訓練課程

本節探討：職能高階訓練由瞭解法令規定建置設計整壓站，學習操作遠端監控系統、了解供氣管網系統及整壓站設備保養維護規劃課程內容，說明如下：

(一) 天然氣整壓設備規劃與設計

整壓站設置前需就土地使用權、法令規定及對接供氣管網距離等尋覓適當地點進行多方溝通取得使用證明書，站址地點多為公園綠地、鐵路高架下方及停車場為主，設置地點原則為周圍應注重道路交通不受影響、降低遭受碰撞風險為設置安全距離標準，且不使整壓站不受淹水侵害需架高地基並預留適當空間以利未來增設設施，設置後站體需與環境融合使市景美觀化，建置時也需考量後續維護人員及車輛易於到達停放，以利維護檢測站體內管線及安全閥，規劃建置時以永久使用作為考量審慎評估，本研究對象依法規現行設置地點處：公園15處、鐵路高架下1處等規畫設置。

(二) 天然氣整壓站設置法規

1. 土地使用法令規定

依國土計畫法裡土地資源及功能分區劃設，使能環境品質提升進而促進各地區經濟發展，達到永續發展之原則，由各直轄市、縣（市）辦理規劃，直轄市、縣（市）分計畫出都市土地及非都市土地進行功能分類，以引導計畫使用土地。

都市計畫範圍裡的都市土地使用分區為十一項使用區：(1)住宅區、(2)商業區、(3)工業區：1.特種工業區、2.甲種工業區、3.乙種工業區、4.零星工業區、(4)行政區、(5)文教區、(6)體育運動區、(7)風景區、(8)保存區、(9)保護區、(10)農業區、(11)其他使用區，能設置整壓站的區域為工業區、風景區、保護區、農業區共計四項，比例為4/11，約佔36%。

在非都市土地的編定使用地有：甲種建築、乙種建築、丙種建築、丁種建築、農牧、林業、養殖、鹽業、礦業、窯業、交通、水利、遊憩、古蹟保存、生態保護、國土保安、墳墓、特定目的事業等。依第六條 非都市土地經劃定使用分區並編定使用地類別，應依其容許使用之項目及許可使用細目使用。能設置的用地為甲、乙、丙種建築、農牧、林業、交通、遊憩等用地共計七項，比例為7/18，約佔39%。

另都市計畫公共設施用地多目標使用辦法裡，依據第三條 公共設施用地多目標使用之用地類別、使用項目及准許條件，依附表之規定；第四條申請公共設施用地作多目標使用者，應備具相關文件，向該管直轄市、縣（市）政府申請核准。

2.天然氣事業整壓站防災設備設施

依據天然氣事業之輸儲設備第2條，應裝置下列四項防災相關設施：

- (1)監控系統：監視輸儲設備操作狀態、天然氣流量、壓力、溫度之狀態，具備異常顯示與警告、地震偵測、漏氣偵測，並具火災偵測或其他功能。
- (2)遮斷裝置：輸氣管線遇緊急狀況時，可自動或手動阻斷管線輸送。
- (3)緊急停止裝置：輸儲設備遇緊急狀況時，可自動或遙控停止設備運作。
- (4)壓力排放裝置：設備遇緊急狀況時，可將設備內之氣體排放至安全地點。

天然氣事業之輸儲設備第4條天然氣事業應建立輸儲設備防災之相關設施維護作業機制，訂定設備維護週期及方法，並作成紀錄。前項紀錄應保存五年，以備主管機關查核；根據辦法第2條四項防災相關設施及第4條建立作業機制及詳實記錄，進行編制職能教育課能內容。

(三)天然氣整壓站設備認知

在「天然氣事業法」第三條第七款第二目所稱「整壓站」，係指裝配有能自動降低及調整與其連接之下游本支管壓力之設備，包含：管線以及閥類、控制儀表、控制線、包圍之外體或排氣設備等輔助設備，設置整壓站需根據法規建置相關設施全部11項，整壓供氣系統設備6項(比例為6/11，約佔55%)、消防系統設施5項(比例為5/11，約佔45%)，說明如下：

1.整壓供氣系統設備(如圖2)：

- (1)氣體過濾器：是專為濾除氣體中之灰塵、鐵鏽等異物而設計。
- (2)超壓自動關閉閥：保護輸配氣及計量的主要安全裝置調壓系統，可直接控制或外接控制線由遠端控制。
- (3)全焊式鍛鋼球塞閥：天然氣專用全流量全焊式鍛鋼球塞閥，符合防火認證，閥座有防脫出的安全設計，提供緊急封閉阻止洩漏功能，防止二次災害。
- (4)NOV氣動驅動頭：利用瓦斯壓力為驅動力進行開關動作，可由監控中心進行遠端遙控，閥位狀態亦顯示於監控畫面。
- (5)RTU流量電腦：將現場儀表收集的數據資料透過網路傳回監控中心電腦主機並將即時數據顯示於監控中心螢幕，提供值勤人員進行輸配氣操作調節。
- (6)自動調壓器：調整輸出壓力高低，操作人員可於監控中心遠端遙控，視需求調整壓力輸出，亦可使用預設時間點(離峰、尖峰時段)啟動自動模式，調節輸出。

2.消防系統設施(如圖3)：

- (1)CCTV監視器：依現場空間共施作多處防爆型影像監視器，並將站內即時影像傳回監控中心。
- (2)門禁管制系統：開啟大門後感應器即發呼警報傳回監控中心，與CCTV影像監視器相互搭配監測，隨時掌握現場狀況並進一步處理。
- (3)漏氣偵測器：偵測器安裝於整壓設備上方，隨時監視現場狀況，如偵測到異常狀況立即發出警報，派員前往檢測。
- (4)防爆日光燈：通過認證型號並串連系統，大門開啟後同步亮燈，亦可手動點燈。

(5)紅外線火焰感知器：探測覆蓋範圍為120度錐狀，採用防爆機殼，偵測碳氫化合物和非碳氫化合物等類型火焰。

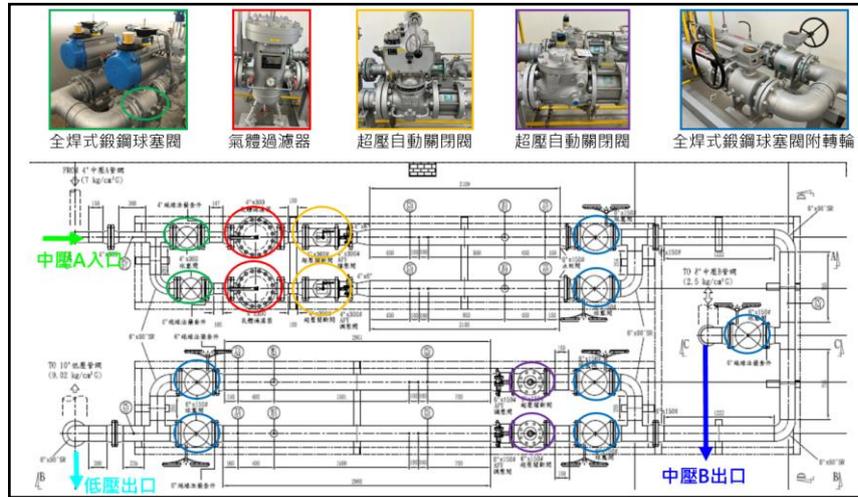


圖2 整壓站整壓供氣系統設備示意圖



圖3 整壓站消防系統設施示意圖

(四) 監控系統操作

天然氣事業輸儲設備防災相關設施裝置維修辦法第2條應裝置防災相關設施中提及監控系統(如圖4)，研究對象目前使用為Talon Scada系統可遠端執行監控計量、壓力及溫度加臭等檢視與操控功能裝置，更能運用資訊管理軟體平台建立後台資料庫，蒐集數據資料以供作為參考數據。

(五) 供氣管網系統

以台中市八大行政區為營業區域，在各區設置管網供氣系統整壓站，以供調整氣壓及供氣順暢，設置類型如后：(1)氣源接貨口整壓站：3站，(2)地區整壓站：22站，(3)專用整壓設備：8站。供氣系統整壓站共計33站，再依配置氣壓細分為高壓接貨口：3處(比例3/33，約佔9%)、中壓A進氣管線系統：19處(比例19/33，約佔58%)、中壓B進氣管線系統：6處(比例6/33，約佔18%)、中壓C進氣管線系統：5處(比例5/33，約佔15%)。(如圖5)



圖4 遠端監控系統操作介面示意圖

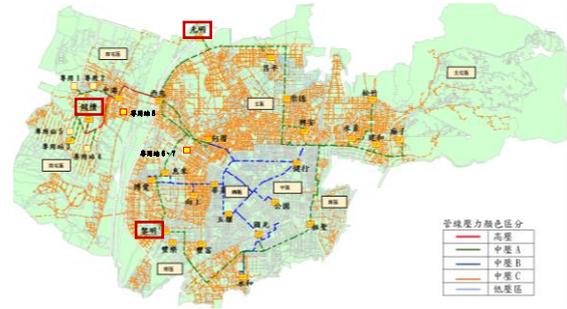


圖5 本文研究對象整壓站示意圖

(六) 設備維護保養

為確保供應氣源輸儲設備維持良好狀態及延長使用年限，防止供應期間發生意外事故及漏損，依據天然氣事業法第50條天然氣事業對其輸儲設備應自行定期檢查，作成紀錄，保存五年，以備該管主管機關查核。各公用天然氣事業自行訂定檢查項、週期及檢查內容，並按檢查週期規定辦理維護保養輸儲設備，將檢查結果情形記錄以供存查，如有檢查項目有變更皆須報經主管機關核備(如表2)。

表2 輸儲設備定期自動檢查作業項目表

設備項目	儲氣槽		整壓站		加噴設備		輸配氣管線設備		陰極防蝕設備		用戶端整壓器設備		防災及自動監控設備	
	A料室		A料室		A料室		A料室 B料室		A料室		C料室		A料室	
檢查項目	1. 儲氣槽壓力容器檢查 2. 排液槽壓力容器檢查 3. 基礎沉降檢查 4. 安全閥定期檢查 5. 緊急自動遮斷閥檢查 6. 陰極防蝕電位檢查 7. 探漏 8. 超壓警告裝置檢查 9. 避雷針及接地檢查 10. 腐蝕片定期檢查 11. 排液處理情形	1. 過濾器壓力容器檢查 2. 整壓器定期檢查 3. 過濾器定期檢查 4. 超壓遮斷閥定期檢查 5. 安全閥定期檢查 6. 滿氣偵測器定期檢查 7. 壓力等儀表校正檢查 8. 滅火器定期檢查 9. 油漆保養 10. 巡迴管理情形	1. 噴射機壓力容器檢查 2. 添加量控制設備檢查 3. 壓力等儀表校正檢查 4. 防止噴氣劑洩漏管理 5. 噴射添加量控制管理 6. 有無專人負責管理	1. 高壓輸配氣管線巡迴 2. 中壓輸配氣管線巡迴 3. 高、中壓鋼管電位測定 4. 輸氣管線區域入孔檢查 5. 噴射附掛管線巡查	1. 閥箱、取水器巡查保養 2. 高壓輸配氣管線探漏 3. 中壓輸配氣管線探漏 4. 低壓輸配氣管線探漏	1. 高、中壓鋼管陰極防蝕電位測定 2. 整流器交流與直流狀況 3. 整流器設備檢查 4. 陽極地床對地電阻檢查 5. 測流閥及管線清理 6. 油漆保養	1. 油漆保養 2. 洩漏檢查 3. 過濾器檢查 4. 整片檢查 5. 性能測試 6. 壓力檢測	1. 地震偵測 2. 瓦斯偵測 3. 火災偵測 4. 消防設備 5. 超壓安全排氣閥檢查 6. 高壓氣體特定設備 7. 第一種壓力容器設備						

經本章節探討規劃高階課程主要課程項目為供氣系統整壓設備認知及操作，及遵循設置整壓設備有關法規，因此本章節結論(三)提供技術訓練，增強施工作業能力及維持設備正常運作、(四)維持整壓設備及設施正常運作，運用監控供氣監測系統，提供穩定供氣；建議(四)整壓設備與設施除定期巡檢維護，應安排模擬事故演練，更能強化應變能力及增加風險意識。

五、 結論與建議

經過探討整壓站建置時應遵循的相關法規及具備相關設施設備，並與供氣系統環節相扣，此章節結論與建議說明如下：

(一) 結論：

1. 在教育訓練課程架構方面：規劃系統性課程時，應依部門功能需求進行專業職能規劃及思考與影響層面提供技術訓練，強化員工作業能力及維持技術能量。

2. 高階專業教育訓練課程：

(1)天然氣整壓站設置法規：在都市計畫區內能設置整壓站的比率为 4/11，約佔 36%；

都市計畫外，比例為 7/18，約佔 39%及部分公共設施用地設置。

- (2)天然氣事業整壓站防災設備設施設置：本研究對象運用監測系統管理整壓站作業穩定供氣壓力，定時執行巡檢與維保工作，也遵循天然氣事業法相關法規之要求事項，提供安全、穩定、乾淨的能源供應使用。

(二) 建議：

天然氣瓦斯管線不論是地面下或建築體上的分布，皆與日常生活及工商發展密不可分，整壓站各項設備需能相互配合，專業人員透過監控系統及維護作業時進行監督管制，因此各項專業作業人員皆具備各範圍領域知識，為使專業人員能透由教授專業課程及模擬演練，遇突發事故時，能立即啟動緊急應變能力，有效將事件危害風險降至最低，建議產業規劃專業職能課程時：1.運用組織培訓，建立種子教官分階授課。2.觀察授課過程及課後測驗，檢視學習成效。3.課程環節納入演練模擬，強化訓練所學，維持技術水準及應變能力、增加風險意識。

參考文獻

- 1.王澄婷，「中小型製造業的訓練投入產出關聯性之研究」博士論文，國立臺北大學企業管理學系，2006。
- 2.蕭中維，「覆土式天然氣整壓站風險管理之研究」碩士論文，國立臺北科技大學土木與防災研究所，2011。
- 3.Pipeline Safety Management System Requirements,
<http://www.api.org/~media/Files/Oil-and-Natural-Gas/pipeline/2014-Pipeline-Safety-RP-1173/API-RP-1173.pdf>,2014.
- 4.Safety Study NTSB/SS-15/01. Washington, DC. : Integrity Management of Gas Transmission Pipelines in High Consequence Areas,2015.
- 5.林文祥，「天然氣輸氣管線災害預防之研究 -以中部某公司為例」，碩士論文，逢甲大學經營管理碩士在職專班，2016。
- 6.陳世宗，「地下天然氣輸氣管線完整性管理之研究」碩士論文，國立中興大學高階經理人碩士在職專班，2017。
- 7.黃智焄，「天然氣導管配管養護工程人員專業職能之研究」碩士論文，國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系，2018。
- 8.林敬智，「落實儲槽場所及天然氣管線危害之研究」碩士論文，中華科技大學土木防災與管理碩士班，2020。
- 9.蔡來得，「以Hardy-Cross法應用於天然氣管網系統之程式開發與實務分析」碩士論文，國立中興大學土木工程學系所，2021。
- 10.甘建華，「建置無人天然氣配氣站監控系統之研究 -以台北市南港站為例」碩士論文，中華科技大學土木防災與管理碩士班，2021。
- 11.鍾天樞，「地上型與地下型天然氣整壓站之比較研究」碩士論文，中華科技大學土木防災與管理碩士班，2021。