

案例一：中華電信——軟體定義雲端資料中心解決方案

1. 簡介

1.1 專案背景

近年因雲端服務的普及與技術演進快速，在「基礎架構即服務 (IaaS)」與平台即服務 (PaaS)」的發展過程中，開放原始碼的雲端運算軟體專案 OpenStack 崛起，扮演關鍵的角色。OpenStack 開放式軟體架構的優點為提供使用者低成本、高靈活性，且不被軟硬體廠商綁定的特色。對於企業而言，若要自行建置及管理維運私有雲環境，選擇商用產品提供的平台需額外負擔授權費用，於是許多企業開始考慮強調開放原始碼的 OpenStack。隨著雲端服務的普及，企業目前所面對的是多種雲端服務同時存在的環境，不再只是從公有雲、私有雲當中擇一使用，而是要同時考量如何能夠彼此搭配，而 OpenStack 就具備這種開放式的架構，雖然 OpenStack 成長的腳步飛快，但面臨的挑戰也不少，例如原生 OpenStack 核心尚欠缺一些多租戶應用場域所需的供裝、營運、維護、異動所需的機制與功能，因此原生 OpenStack 用於企業自建私雲的比例偏高。

軟體定義網路 (Software-Defined Network; SDN) 與網路功能虛擬化 (Network Functions Virtualization; NFV) 基於彈性的資料傳輸與簡化的管理架構，被視為是下一波網路改革的熱門技術，也是多個國際標準組織與電信營運商紛紛投入研究的領域。SDN 是將網路的控制層和資料層分離，由控制層做中央管控，透過軟體來定義控制不同廠牌的 SDN Switch，讓 SDN Switch 單純做資料的傳輸，大幅簡化網路的管理工作。SDN 與 NFV 的共同點是藉由雲端運算與虛擬化的技術增強網路功能部署的靈活性，節省大量 OPEX 的支出，對營運商來說可按需求提供頻寬、透過 Policy 的動態調度與彈性的服務鏈 (Service Chain) 進行服務的管理。而藉由 SDN 與 NFV 的整合，營運商可提供用戶 Layer1 至 Layer7 的服務應用，滿足用戶的多樣需求。

OCP (Open Compute Project) 為 Facebook 於 2011 年推動的開放式計畫，此計畫公開 Facebook 資料中心的伺服器、儲存系統等硬體規格與建置標準，初期成員主要是雲端服務業者，目標是致力開放資料中心硬體規格，用以讓供應商能設計出更有效率（尤其是電源）的基礎架構以及更易於擴充規模與維護管理的資料中心。至今近 6 年的發展時間，其高能效的能源使用效率 (PUE) 已獲得更多資料中心及其他雲服務業者的關注，同時

也吸引了電信供應商的加入。目前 OCP 正式成員已超過 200 家，包括資訊硬體供應商以及資料中心營運商。OCP 發展初期，主要是依 Facebook 的需求修改，以導入成本低等特性吸引用戶採用，而由於其開放的特性，更多資料中心營運商及電信運營商也都可提出自己所想的架構，這將大大考驗設備供應商的客製化能力，在因應資訊產業快速變動的環境，硬體供應商必須提昇模組化的產品設計功力，同時也必須加強彈性的管理能力，整廠輸出方面也要兼顧全球營運需求，這對廠商是新一波的挑戰。

隨著企業 IT 朝向雲端轉型需求愈趨旺盛，造就近年來 OpenStack 高速增長的榮景，同時驅使儲存系統邁向分散式、雲端化、開源化，使「軟體定義儲存」議題轉趨熾熱，也讓 Ceph 開放原始碼平台躍為 SDS 市場首選。軟體定義的儲存 (Software-defined storage) 具備橫向擴充的儲存架構且支援各種儲存方案，包括私有雲和混合雲的建置 (包含支援區塊式儲存、物件式儲存、檔案系統層級儲存)，日後要支援更多類型的儲存環境，也能繼續延伸。Ceph 的優點非常多，在 OpenStack 應用環境下固然相當熱門，然而，若應用在企業級的資料中心環境，仍有不少部分需要改良。例如在儲存效能部分，Ceph 採開放式架構，然而本身能否提供最佳儲存效能，則需要進一步調校。但由於能同時支持多種儲存形式、規模與容量易於擴展、高可用性等優勢，Ceph 已成為許多人建置 OpenStack 環境時搭配的儲存系統首選。

1.2 案例特點

本案採用供裝平台是選擇開源的雲平台 OpenStack，它支持多種虛擬化環境如 KVM、Xen、VMware 等，並且其服務組件都提供了 API 接取，便於二次開發。OpenStack 通過各種補充服務提供基礎設施即服務 Infrastructure-as-a-Service (IaaS) 的解決方案。每個服務都提供便於集成的應用程式接口 Application Programming Interface (API)。OpenStack 邏輯架構如圖 1-1 (出自 Cloudscaling Group, Inc):

OpenStack (m)Architecture Slide

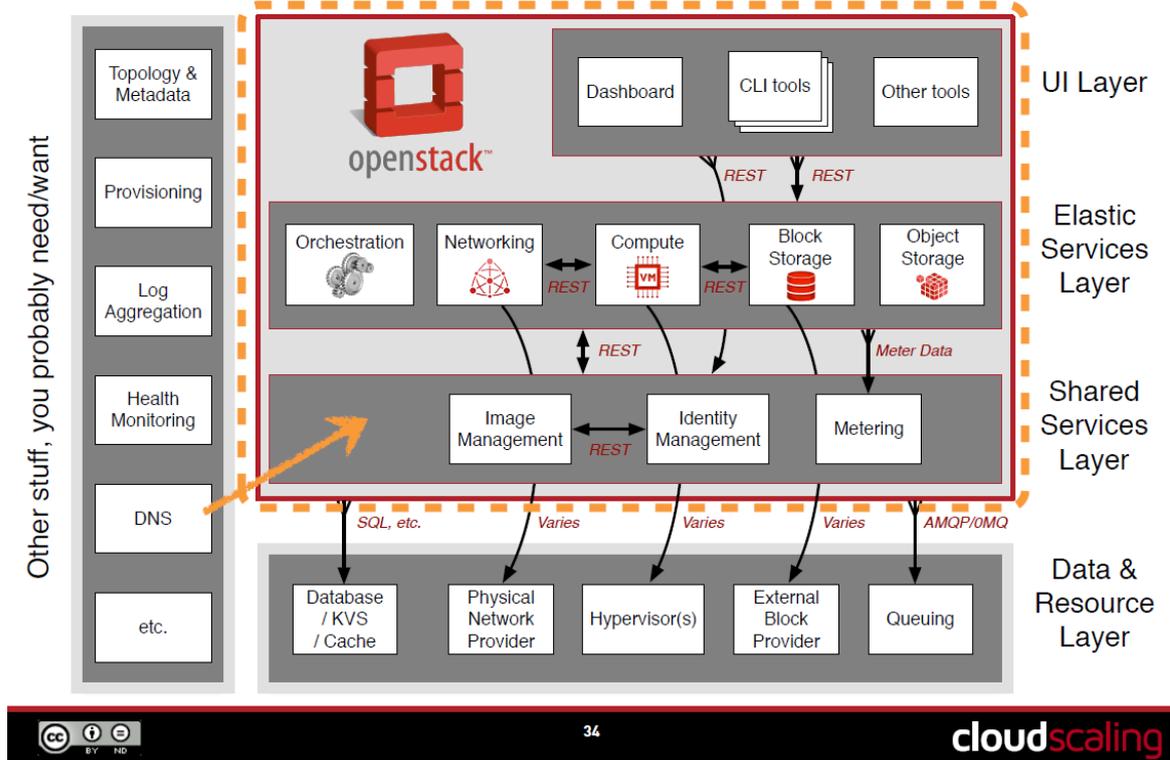


圖 1-1: OpenStack 邏輯架構

資料來源: Cloudscaling Group

OpenStack 本身是一個分布式系統，不但各個服務可以分布部署，服務中的組件也可以分布部署。這種分布式特性讓 OpenStack 具備極大的靈活性、伸縮性和高可用性。OpenStack 的各個服務之間通過統一 REST 風格的 API 調用，實現系統元件界面的彈性。另本案採模組化的方式進行建置，延續 OpenStack 水平擴充之能力，依據使用量視需進行水平擴增。單一區域(Region)最高可容納 200 台之實體主機提供服務，並透過多區域的概念進行建置，兩個區域即可達到 400 台實體主機之規模。

原生 Openstack 核心欠缺不少多租戶應用場域所需的供裝、營運、維護、異動所需的機制與功能。本案針對使用者體驗、營維等需求研發並提供營運完整優質服務，包含具備集中管控多機房服務供裝、多資源池管理、NFV 生命週期管理、簡化管理複雜度與維持一致性的防火牆設定、虛實資源統整管理、擴充與 SDN 網路拓撲等友善的使用者操作介面與營運商等級的營維管理工具。雲端資源管理與服務示意圖如圖 1-2:

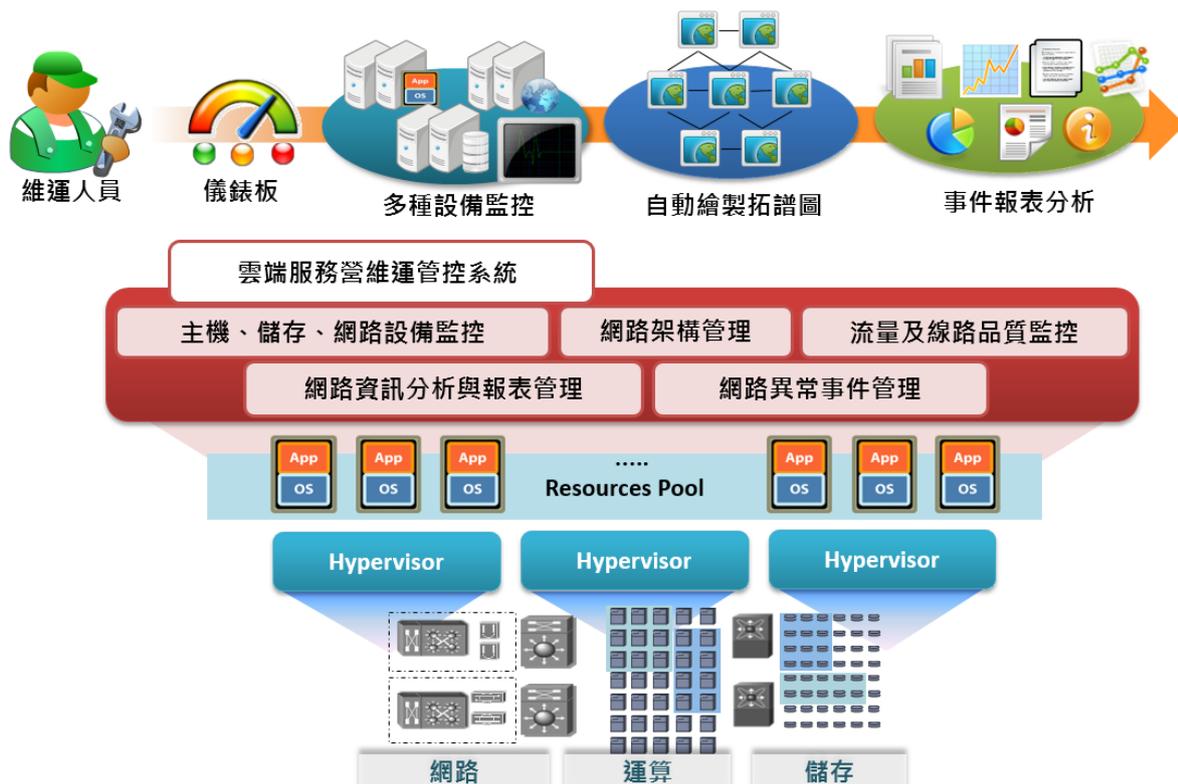


圖 1-2：雲端資源管理與服務示意圖

資料來源：中華電信

2. 需求分析

IDC 預測到 2020 年，全球整體的雲端 IT 基礎架構支出達到 595 億美元，年成長率為 13.1%，另外，進一步觀察公有雲和私有雲的變化，預期全球雲端服務供應商將花費 384 億美元在 IT 基礎建設上，以提供公有雲服務，另外，在私有雲的 IT 基礎建設支出則將達到 211 億美元。

雲端技術的應用為企業帶來的好處包括提升 IT 資源的使用率、提高 IT 部署的靈活性、縮短系統供應作業時間、符合節能減碳之環保潮流，吸引企業投入資金採用雲端技術的解決方案，而帶來莫大的潛在商機。而經過這十年多來的發展，雲端運算已邁入成熟期，開源陣營儼然已成為商用方案的第三勢力。現在雲端服務追求的是技術與服務能量的提升，為了不讓雲端服務被單一商用軟體鎖定 (vendor lock-in)，尋求自主與採用開源是必要的，而 OpenStack 則是目前最熱門、活躍的一個雲端開源陣營的解決方案，各大廠包含虛擬運算、網路、儲存等領域都積極參與其中。OpenStack 技術市場預估將從 2014 年 8.83 億美元，成長到 2018 年 33 億美元，CAGR 達 39%。目前 OpenStack 平台經過多次改版已日趨穩定，功能也逐漸齊全，許多企業已建置 OpenStack 提供企業內部運作

環境，甚至進一步提供外部客戶應用服務，其中不乏知名大型業者如美國電信商 AT&T、消費電子零售商 Best Buy、線上購物網站 PayPal、跨國零售企業 Walmart、Cisco 線上會議服務 WebEx、美國有線電視提供商 Comcast、南美洲最大拍賣網站 Mercadolibre 等等，業已遍及超過 168 個國家、超過 500 個機構採用。

軟體定義資料中心(Software Defined Data Center)在企業 IT 數位轉型浪潮中，扮演技術升級關鍵角色，推升相關商機蓬勃發展。根據統計，2016 年全球 SDDC 市場規模達 256 億美元，預估 2021 年可上看 832 億美元，年複合成長率 26.5%。相較於傳統資料中心，在虛擬環境中，軟體定義資料中心(SDDC)可快速建置一個全新的應用環境並提供一個整合性解決方案，能同時支援傳統企業應用並佈署新型態的雲端服務。透過其帶來的技術變革，資料中心整體使用率得以提升，並提高生產力，進一步降低資本支出及營運成本。同時可在數分鐘內即刻因應業務需求，配合既定的政策，快速佈署應用服務。

軟體定義資料中心(Software Defined Data Center)興起，將伺服器、儲存與網絡等虛擬化，可有效降低成本與管理的複雜度。若再將其服務內容進行資料整合、系統軟體化自動管理，以減少 IT 提供服務和資源給使用者端的時間，是企業 IT 轉型目標，也是企業營運最急迫的任務。

3. 解決方案

3.1 總體技術架構

本案係建置一個以開源、軟體定義為主的雲端資料中心環境，以 OpenStack、SDN (Software Defined Network)、SDS (Software Defined Storage)，結合 OCP 綠能伺服器等相關技術，提供雲端產業之軟硬體發展環境。

本案提供一完整的發展解決方案，包含雲服務應用、雲端服務平台、雲端作業系統、SDN 網路、OCP 綠能、儲存管理系統、網路管理系統等，整體系統架構示意如圖 1-3 所示：

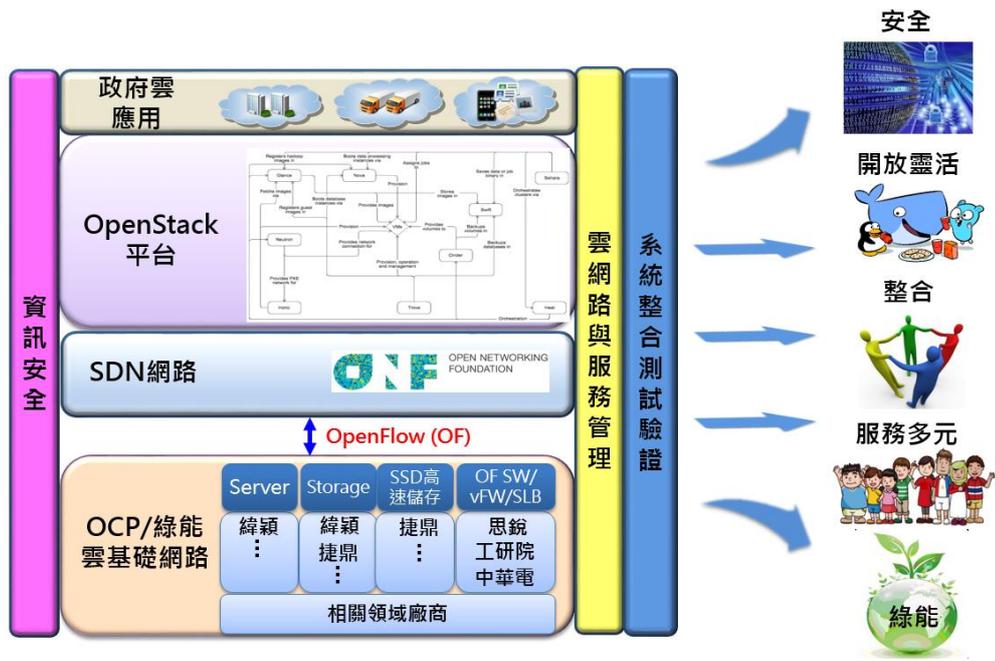


圖 1-3：整體系統架構示意圖

資料來源：中華電信

3.2 具體技術方案

本案架構具體技術方案分述如下：

3.2.1 雲端作業系統

雲端作業系統以 OpenStack 為基底進行整合開發，其整合架構如圖 1-4 所示，並分別描述說明：

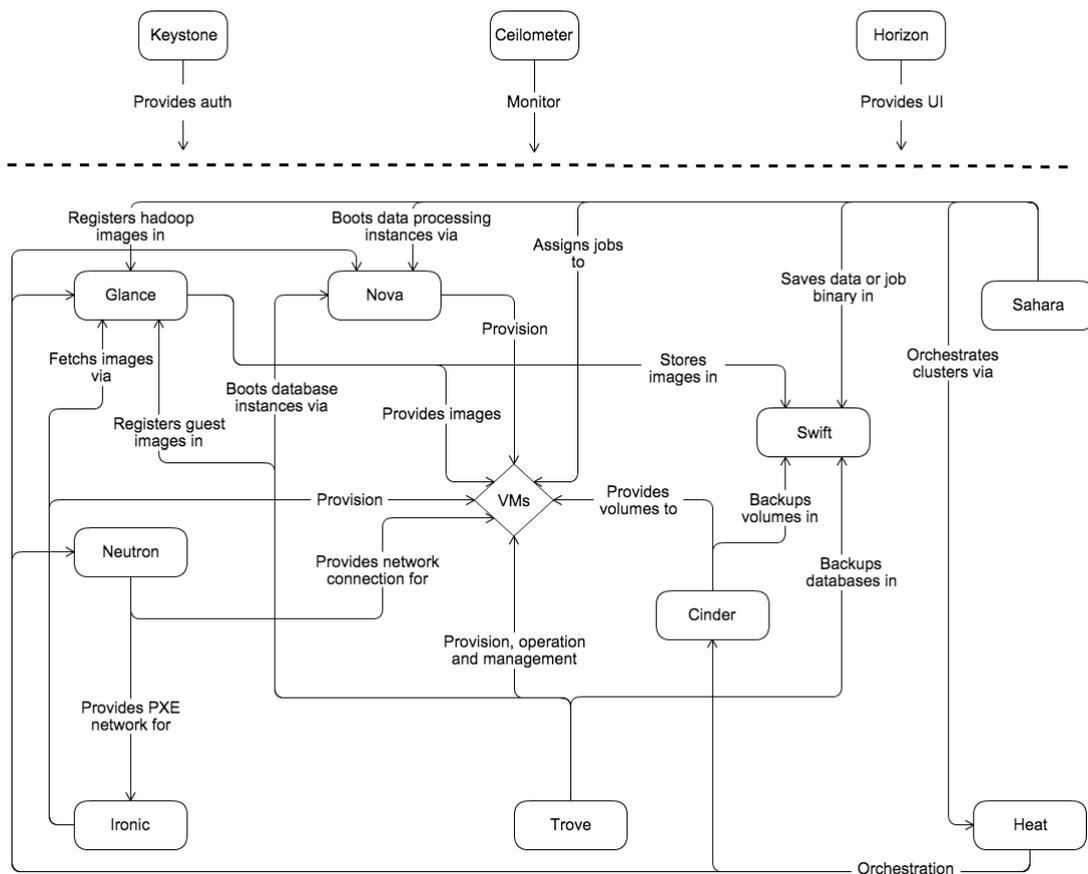


圖 1-4：雲服務平台整合架構圖

資料來源：OpenStack

採 OpenStack 作為佈建的環境平台，以 MaaS 結合 JuJu 快速佈建主要服務元件具高可靠度的作業環境，並整合以 SDN 為主體的第二層網路管理服務及實體資料中心管理系統，進行實體設備的裝置管理。Kilo 版本主要套件包括：Nova, Neutron, Cinder, Swift, Glance, Ceilometer, Heat, Horizon, Keystone, Trove, Sahara, Ironic，相關功能摘要如下：

- Nova: 主要提供運算服務，管理實體資源與虛擬資源間的配置，其支援的虛擬化技術包括KVM, VMware及XEN，此外，它也支援LXC。
- Neutron: 主要提供網路服務，透過API來管理的網路架構系統。
- Cinder: 主要提供區塊儲存服務，除了提供本地端儲存資源服務外，它可支援的儲存架構包括Ceph, CloudByte, Coraid, EMC及自行研發的儲存管理。本案主要提供Cheetah及Ceph，提供分散式的儲存架構。
- Swift: 主要提供物件儲存服務，使用者可透過API進行存取，可存放非結構化的資料；此外，可以透過swift的邏輯，確保資料被複製與分布在不同設備上。

- Glance: 主要提供硬碟或伺服器的映像檔尋找、註冊以及服務交付等功能。
- Ceilometer: 主要提供資料監控服務，藉由監控與收集CPU、網路等資源使用情況作為量測的基準，提供計價並可與Heat整合作為虛擬機自動生成的依據。
- Heat: 主要提供一個以模板為基礎的架構，使用者可以藉由此模板建立如虛擬映像實體 (Instance)、浮動IP位址、安全群組 (Security Group) 或是使用者等 OpenStack各種資源。
- Horizon: 主要提供圖形化的網頁管理介面，讓管理人員可以查看目前的規模與狀態，並且，藉由此介面能夠統一存取、部署與管理所有雲端服務所使用到的資源。
- Keystone: 主要提供 OpenStack的身分認證系統，具有中央目錄，能查看使用者可存取服務項目，並提供了多種驗證方式，包括使用者帳號密碼、Token以及類似AWS的登入機制。
- Trove: 主要提供各個服務一個具延展性且可靠的雲端資料庫服務 (Database-as-a-Service)。
- Sahara: 主要提供Hadoop佈署與管理的架構。
- Ironic: 主要提供裸機佈署功能，本案是採Ubuntu Canonical所提供的MaaS作為裸機佈署。
- 支援HA備援運行架構。
- 支援運行管理超過250個以上高密度實體伺服器節點之設計架構(具可管理超過10,000台以上VM之服務架構)。
- 支援VM live migration，實體機故障時可於10 分鐘內移轉完成。

3.2.2 雲端服務平台

- 提供單一用戶入口依需自主申租佈署虛擬私雲平台，申租與管理各項雲服務，如：虛擬機、儲存空間、防火牆、負載平衡、跨虛擬私雲之用戶服務監控儀表板等。
- 提供單一維運入口進行多機房整合資源管理，提供資源使用分析、使用量計費、障礙派工、供裝異常維運機制、(跨)機房資源使用Dashboard等。

3.2.3 儲存管理系統

- 儲存管理系統包含Deduplication (去重複)、Replication、Snapshot (快照)、Local/Remote Backup/Restore、多複本管理、遠端快照與備份還原等功能。
- 災難復原計畫對IaaS營運商而言是一個重要的營運功能，在本案中，災難復原計畫包括備份與復原的程序及兩個重要指標，包括：復原點目標 (Recovery Point Objective, RPO) 與復原時間目標 (Recovery Time Objective, RTO)。其中RPO定義了發生災難事件時可接受的最大可容忍資料遺失。RTO定義了最大可容忍時限。若使用者選擇儲存型態為DMS Volumes的VMs，其Volumes已經受到完整的保護；其中Volume replication保證每一個block都至少有2份以上且儲存在不同data node；而local snapshot與remote snapshot的技術保證volume可以藉由backup policy進行本地端或遠地端的備份；因此，我們可以將volume經由local restore或remote restore還原至指定的時間。故以volume層次，其RPO，我們可以回復至上次最後一次的備份點；其RTO，因為只有volume回復，故其相對應的虛擬機down time時間非常短，但整體營運未受影響。

3.2.4 網路管理系統

不同於傳統資料中心網路架構是採用Layer 2交換器和Layer 3路由器的典型組合，本案在不需額外硬體支援下，可整合現有的乙太網路交換器、SDN Switch 及 Open vSwitch (OvS) 提供 SDN 服務，藉此滿足雲端資料中心擴充性、快速故障轉移及多租戶的需求。相關功能摘要如下：

- 提供多租戶虛擬網路隔離功能，同時透過NFV技術來導入軟體式網路功能，提供用戶防火牆及負載平衡等網路功能服務。
- 支援線路與交換機備援。
- 提供實體網路拓樸與實體網路即時流量資訊。
- 提供虛擬網路拓樸與虛擬網路即時流量資訊。
- 提供同虛擬網路中的虛擬機網路即時流量資訊。
- 管理者可觀察每個虛擬機的網路封包。
- 整合NFV及SDN技術，使用者可快速建立虛擬私雲並開通網路。
- 提供管理者整合管理虛實SDN網路、VNF等管理功能。

3.3 解決方案特點

本案架構與解決方案具備以下特點：

- 提供完善的虛實資源統整管理與彈性的運算、儲存、網路等虛實資源管理。
- 多元的服務自動開通，支援多類虛擬私雲服務，依需自主快速建置專屬虛擬私雲。
- 無縫的應用系統整合交付，結合DevOps持續交付流程，自動化整測、更版、部署並監控運作情形，實現應用系統快速交付。
- 彈性的虛擬私雲網路架構，以SDN技術設計標準化網路架構，具備彈性擴充的特性，能動態開通網路服務。
- 可靠的網路資安防護方案，虛擬私雲網路彼此隔離，搭配軟體式防火牆增強資安保護。整合OpenFlow通訊技術，管控虛擬、實體交換器，強化虛擬化平台資安防護。
- 穩定的異地備份備援機制，整合備援方案，提供檔案、應用軟體層級備份備援。
- 主動的虛實資源整合監控，完整事件關聯分析，掌握資源異常潛在影響服務範圍、完善資安稽核機制，存錄各式資源、服務等異動事件，有效預防不當的操作行為。
- 完善的障礙處理回覆流程與線上問題受理，結合企業人事組織進行障礙處理作業、事件告警規則設定、稽催、升級通報等功能。

4. 總結

4.1 經濟/社會效益

本案相關重要成果與效益分項說明如下：

(1) 雲端管理系統

植基於 Openstack 及其它各類開源方案，整合軟體運算、軟體網路(SDN、NFV)、軟體儲存 (SDS) 與 Container 管理等關鍵技術，提供資料中心 IT Infra 及自動化協作、營管機制。同時研發原生 Openstack 核心所欠缺的多租戶應用場域、供裝、營運、維護、異動等相關機制與功能，並完成與下層 SDN 網路的整合，提升軟硬體資源使用效率及應用佈署彈性，增進企業 Business Agility 並節降營運成本。

(2) OCP 與節能發展

OCP 硬體提供了許多優點，同時也定義了新的管理方式。本案整合 OCP 機櫃、機箱、主機、電源等管理單元，提供單一監控儀表讓管理者可以快速掌控機房軟硬體的健康狀況。並且利用蒐集的資料發展自我診斷、修復與海量資料分析，為全自動化雲端資料中心建立基礎。在執行本案期間，獲得完整的服務流程經驗，得到有效導入 OCP 方法與成功案例。提供給公部門及雲端服務供應商更多的選擇性，提高軟硬體廠商的競爭力。透過 OCP 的導入，使得資料中心 PUE 降低至 PUE1.5 以下。

(3) 整合驗證與技術驗證

本案測試多款伺服器、儲存設備、SDN 網路交換器與雲端平台，並完成相關功能性與非功能性品質驗證作業，並將通過的設備，實際運用於目前專案的環境中。本案並提供相關建議與結果給廠商，請廠商依照相關建議進行修正，並清楚掌握每個設備所需的規格與效能。本計畫完成設備與平台的互聯整合性驗測，且通過相關安全性驗測。本案之整合驗證平台建置架構如下圖 1-5：

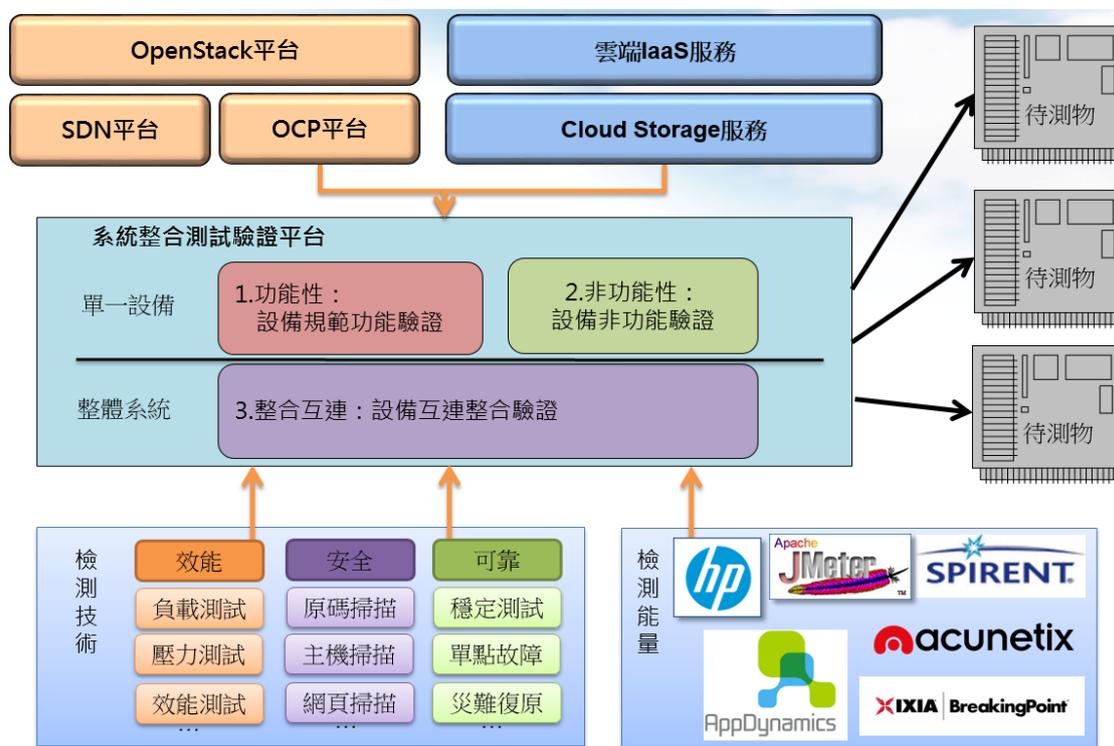


圖 1-5：整合驗證平台架構

資料來源：中華電信

本案完成整體服務驗證規劃與執行，包含 IV&V、第三方驗證、使用者驗證、跨地區案場、多樣態服務、SLA 六大部份。並透由中華電信研究院測試中心與財團法人資訊工業策進會（簡稱資策會）IaaS 雲端特性驗測來提昇本案產品力與強化服務品質。產品於開發完成後進行第三方之產品獨立驗證與確認測試 IV&V(Independent VER&VAL)，並依據 ISO/IEC25010 品質指標及 CMMI 流程規範，設計出測試執行流程，規範相關單位於適當的時間點進行審查，為本案平台品質作分析及把關。相關驗證包含功能性測試、易用性測試、安全性測試、效能性測試、可靠性認證等測試。

(4) 成果發表

本案參與 WCIT 2017 世界資訊科技大會展覽，帶動技術創新與社會效益。透過參展，展示中華電信與合作夥伴長期深耕雲端的相關基礎建設及研發之成果，加強與全球資通訊產業之交流與合作，推廣及行銷資通訊產品，展現國際競爭力。

本案亦提昇相關產業研發能量並建立完善的制度，透過自主雲端服務之技術能力，提升研發能量，透過整合採用 Openstack、SDN(Software-defined networking)、DFS(Distributed File Systems) 等各領域之技術，提供雲端服務與營維機制，應用於不同領域案場。

4.2 用戶評價回饋

本案完成整體服務驗證規劃與執行，包含 IV&V、第三方驗證、使用者驗證、跨地區案場、多樣態服務、SLA 六大部份。

本案於第三方驗證部分通過資策會第三方雲端服務 IV&V 驗證測試，驗測面向涵蓋 VM 管理功能、網路管理、儲存管理、部署管理、可靠度、資安防禦、操作反應時間、使用者介面(UI)、API、計費管理、服務管理、資安服務等 12 大面向。在使用者體驗之設計與操作亦獲得好評。

在 SLA 部分，為強化服務驗證的廣度、持續度與多樣性，本案團隊積極協助與完成公部門導入多個正式系統，滿足多樣態、跨地區需求。相關系統與案場均通過各單位所訂定的服務面向及平台面向測試。目前平台的 SLA 持續維持 100%。

4.3 總結

本案植基於 Openstack 及其它各類開源方案，整合軟體運算、軟體儲存 (SDS) 與 Container 管理等關鍵技術，提供資料中心 IT Infra 及自動化協作、營管機制。

本案之資料中心也透過導入 SDN 軟體式網路技術，提供 SDN 動態供裝及設定網路路徑功能，也整合多種 SDN 增值網路服務，包含網路流量監控分析、網路多路徑分流、虛擬網路服務 NFV 串鏈(Service Chain)等網路功能，透過完整緊密結合 SDN 與 NFV 使資料中心成為新世代 SDDC(Software Defined Data Center)，可滿足雲端資料中心五個特性與七大項需求。規劃之架構係在基礎設施建構上搭配綠能機房設施與經過 ISO 50001 認證之完善能源管理，並建置一套完備的雲端服務營維運管控系統以服務遞送、資源統合協作、服務監控與管理等三大面向之架構規劃，搭配資安服務，提供服務水準保證，完整涵蓋(1)資料中心基礎服務需求、(2)建置用戶服務管理系統、(3)虛擬化資源動態調配及統合管理服務、(4)監控及告警服務、(5)維運管理等需求。

中華電信多年來致力台灣社會資通訊發展及服務，並獲得多項肯定，除為台灣最大家電信業者外，亦為台灣擁有最多最快速骨幹網路、最多光纖網路、最多國際海纜、最多 IDC 資料中心機房據點及服務能量之業者。中華電信於 2016 年啟用之中華電信雲端資料中心，是全台灣最新且最大之 IDC 機房，符合 TIA-942-A Rated 3/Rated 4，可供企業作為混合雲架構之用。

中華電信可協助企業進行 SDN 網路規劃，並利用 SDN 技術提供多種 IDC 機房間連線服務及 IDC 內網路架構。

中華電信在 SDDC 上之發展，可作為企業私有雲之運作核心，搭配既有之 hicloud 公有雲服務，成為可因應各式資訊應用服務需求之混合雲架構。

案例二：是方電訊——打造「台灣雲端資料中心」

1. 簡介

是方電訊於 105 年 5 月透過業者投標及評選程序，成功參與台灣「公用雲端資料中心開發與應用服務」計畫，本計畫係由是方當主導廠商，結合台灣雲端產業鏈(雲端 Cloud OS 開發，台灣雲伺服器，網路設備，儲存設備廠商)建置台灣雲端資料中心平台，並藉由此平台滿足學術單位及新創產業相關雲端育成中心之資源需求，並吸引台灣 SaaS 雲端應用服務業者使用此資源，以雲生態共生模式，發展各式各樣雲端應用服務，進而評估將雲端服務在台灣之成功經驗，輸出海外市場。

2. 需求分析

受到智慧型手機、平板電腦等行動裝置普及率的大幅提高，以及近年社群媒體應用之盛行，網路加值應用蓬勃發展，全球行動數據流量急速增加，巨量資料的儲存、分析、運算需求迅速發展。另外，因應物聯網產生大量數據將會導入雲端處理及儲存數據，萬物聯網技術將產生巨大資料儲存及運算之需求，同時也帶動雲端服務的成長。全球各領域知名大廠如：Google、Amazon.com、Microsoft、IBM、VMware、AT&T、Apple 等亦已紛紛投入發展雲端運算，帶動各種雲端創新服務興起。歐美、亞太各區域及台灣皆以公部門導入雲端運算共用基礎設施、推行示範性應用服務、開放資料、促進巨量資料應用創新、制定法規標準完善發展環境為共通推動重點。雲端運算(Cloud Computing)的創新技術及平台服務使得上述趨勢得以持續快速發展的關鍵因素，除大量提升消費性市場享受雲端的便利與彈性，也使得企業業主可以整合資訊基礎架構，導入不同類型的服務，提升運算能力及降低營運成本。一般將雲端服務依 IT 資源提供的類型而分為三種服務模式：軟體即服務(Software as a Service, SaaS)、平台即服務(Platform as a Service, PaaS)、基礎架構即服務(Infrastructure as a Service, IaaS)。有鑑於此，打造「台灣雲端資料中心」以滿足雲端運算、資料儲存及應用之需求，實有其必要性。

3. 解決方案

本專案透過此台灣雲端資料中心服務場域，提供台灣雲端相關產業供應鏈公司(或團體)將其雲端相關產品服務進行 POC/POS 二階段驗證步驟，並透過符合市場客戶需求定義的 SLA 服務標準為商轉服務目標，進行產品功能研發、測試、改善、試營運到正式商轉上市，提供符合客戶期待的國際化雲端運算相關服務。

雲端資料中心營運服務能力說明

(1) IDC (Internet Data Center) 資料中心系統不中斷服務

建構在國際級 IDC 中，提供國際認證機房規格，透過完善的供電、空調、防火、防震、資安防護、24hr NOC (Network Operations Center)、N+1 級的雙套四重網路架構，滿足雲端服務平台的高標準基礎環境需求。並透過國際網際網路連線頻寬路由，提供全球性快速的雲端應用經驗。

● 雲端運算平台硬體營運高度使用性：

雲端資料中心內提供從運算伺服器、儲存伺服器、防火牆、路由器、交換器、負載平衡設施、入侵偵測及防禦等實體營運平台多重建置架構，提供實體設施(伺服器及網路資安設備)故障時，透過 HA (High Availability) 網路架構及多重雲運算伺服器備援機制，提供在 10 分鐘內將客戶 VM (Virtual Machine) 服務移轉至其他實體主機中重新開啟運作。

● 雲端運算平台VM主機高度使用性：

雲端資料中心內提供 VM 主機高使用性服務品質，確保不因單一 VM 故障，造成服務中斷之服務障礙，並可於 10 分鐘內將其負載移轉至其他 VM 主機繼續運作。營運機制包括：

- 虛擬主機高可用性HA機制或訊務負載分流機制
- 虛擬主機動態資源分配負載平衡服務機制
- VM快照備份(可依據客戶需求建立多版次服務)
- VM資料本地儲存及異地備份處理服務

● 雲端運算平台資料異地備份機制：

雲端資料中心內提供以定時、批次的作業將資料通過 IP 網路複製或遷移到另一個異地資料儲存平台的資料異地備份機制，以提供災備及歸檔自動化，提高資料異地儲存的高可用性。營運機制包括：

- 依據ISO 27001/27011資安作業規範，實施資料儲存加密保護及傳輸機密保護等相關措施
- 依據ISO 27001/27011資安作業規範，實施資料及映像檔保存、存取與銷毀管控與稽核軌跡紀錄

- 依據ISO 27001/27011資安作業規範，實施用戶身分驗證機制，以確保資料存取之安全性
- 依據ISO 27001/27011資安作業規範，實施租用戶資安管理與資料外洩防護相關作業規定

- 7 x 24 客戶服務機制：

是方電訊資通服務(含雲端資料中心服務)提供 24 小時客戶服務機制，提供免付費 080 專線、線上客服、專屬郵件信箱 service@chief.com.tw，全天候主動告知障礙狀況及回應障礙排除情形。

- 主動障礙偵測及告警通知機制：

- 重大異常障礙事件發生，將於30分鐘內通知用戶。並於障礙處理期間，每60分鐘主動告知處理進度。
- 重大異常障礙事件處理完畢後3天提出報告說明，說明障礙發生原因、處置方式及後續因應方案，以避免重複事件發生。

(2) 資訊系統進駐雲端環境與退出移轉作業

- 雲端資料中心內提供客戶相關服務啟用、異動、暫停、退租、一般維運、緊急維運、障礙報修等日常作業說明(客戶手冊)，以確保客戶的資訊應用服務系統(電子郵件系統)進入或退出雲端服務基礎環境、移轉作業方式、程序及相關應注意事項。
- 進駐雲端環境與退出移轉作業規範均須依據相關資訊安全作業規範進行，相關資料儲存於移轉後均須依據規定進行資料移除作業，並於營運作業紀錄相關資訊。

(3) 機房維運及營運管理

- 機房空間結構設施：
 - 不考慮備用韌性容量可達7級抗震設計
 - 考慮備用韌性容量可達6級抗震設計
- 電力相關系統維運及營運管理：

機房電力採 N+1 設施建置架構，提供電力服務不中斷服務保證及穩定充足的電力品質，提供 99.999%的電力及備援系統。每機櫃提供雙迴路與 N+1 電力供應設計以達成五個九(99.999%)之穩定性，全年累積中斷時間不超過 5.26 分鐘。

電力系統每月定期進行相關電力設施標準維護作業，並於每季進行電力服務切換測試及不定期緊急應變演練作業(每年至少一次)。

- 具備N+1設計發電機與油槽：1500KW、N+1 可24小時連續運轉發電機及36小時的燃料備用。
- 具備N+1模組式機櫃獨立式UPS及電池組：雙迴路&N+1的不斷電系統(500KVA)、20分鐘電池電力備援、雙迴路1000KVA的隔離變壓器。

● 門禁系統維運及營運管理：

依據 ISO27001/27011 資安作業規範，實施實體門禁系統維運及營運管理作業。

- 人員進出管制：IDC大樓、電梯、機房等，進行24 X 365實體管制作業，人員進出皆需要申請門禁卡並經授權設定(需事先依據人員管制表申請作業)，才可進出相關機房空間。
- 設備進出管制：IDC大樓、電梯、機房等，進行24 X 365實體管制作業，設備進出皆需要申請並經授權進行(需事先依據設備管制表申請作業)，才可進出相關機房空間。

● 環控系統維運及營運管理：

機房溫度、濕度和門禁監控統由中央環控系統進行控管，相關資訊即時回報至 24 小時 NOC 監控中心。

- IDC整棟大樓24小時監控錄影：錄影資料保留30天以上。
- IDC整棟大樓24小時機房空調設施維運及營運管理，並由24小時監控中心進行機房空調設施維運作業，每季並安排定期保修作業，確保全年無休營運機制。
- IDC樓內專屬保全機制，24小時保全人員值班作業。
- IDC整棟大樓24小時機房消防安全監控及營運作業，並由24小時監控中心進行機房消防感測自動監控作業，每季並安排定期保修作業及消防演練作業。
- IDC機房中心提供24x7 網路監控 NOC/SOC 營運機制。

(4) 服務需求規格對應解決方案

本專案將建置並提供客戶專屬的「雲端資源自助管理系統」，並透過此服務資源管理系統滿足下列主要功能：

- 虛擬主機的申裝、退租、開機或重開機、規格異動、範本製作及清單、密碼管理、監控報表、簽核資訊及虛擬主機資訊。
- 有Internet連線需求可於自助管理功能畫面啟用防火牆，用戶可自行於防火牆管理功能設定規則。
- 當用戶需有兩台(含)以上虛擬機同時提供相同服務，能於自助管理系統啟動負載平衡SLB(Server Load Balance)功能，使網路流量負載達到平衡狀態。
- 遇有突發事件，會導致短時間湧入巨額的使用量需求，可於自助管理系統上啟動自動擴展功能，系統自動增加更多的相同功能之虛擬主機，滿足即時需求。
- 其它如故障申告、使用記錄、查詢資源使用明細與參考帳單金額、帳號資訊、基本資料維護、代理人權限設定。

(5) 服務水準協議 SLA

本專案建置的台灣雲端資料中心，將訂定下列客戶服務 SLA，並列入服務基本承諾項目：

- 符合SLA服務水準

服務水準指標	服務水準指標說明	計算方式	衡量週期	目標值
可用性	衡量週期內服務可用性	$(A-B) / (A) * 100\%$ A: 服務總時間 B: 總服務中斷時間	每月	99.95%
服務持續之回復要求	衡量災害造成資料遺失時間	最大可容忍資料遺失時間	每次	45 分鐘
	衡量災害造成服務中斷之目標回復時間	最大可容忍資訊服務復原時間	每次	2 小時

台灣雲端資料中心產品服務功能

基於滿足企業雲端服務私密、安全性需求及對外商業化服務的兩大需求，於本台灣雲端資料中心專案，預計建置一座實體雲端算平台服務，並應用是方電訊行銷優勢之市場利基，整合雲端資源並聚焦市場，提供企業混合雲之商用服務。

- 商用雲：為混合雲架構，串接Internet網際網路路由與TPIX台北網路交換中心(台灣地區第一大網際網路交換中心)。

商用雲為混合雲架構，串接 Internet 網際網路路由、TPIX 台北網路交換中心及客戶 VPN 網路，提供符合國際 SLA 標準的雲運算實體平台服務，與國際、台灣網際網路接續，提供高速網際網路路由選擇，規畫執行符合商用雲端資料中心相關資安作業規範，包括連外網際網路安全接取方式及高速頻寬路由、資安防禦服務、網路及資安監控及各項主動告警服務等。

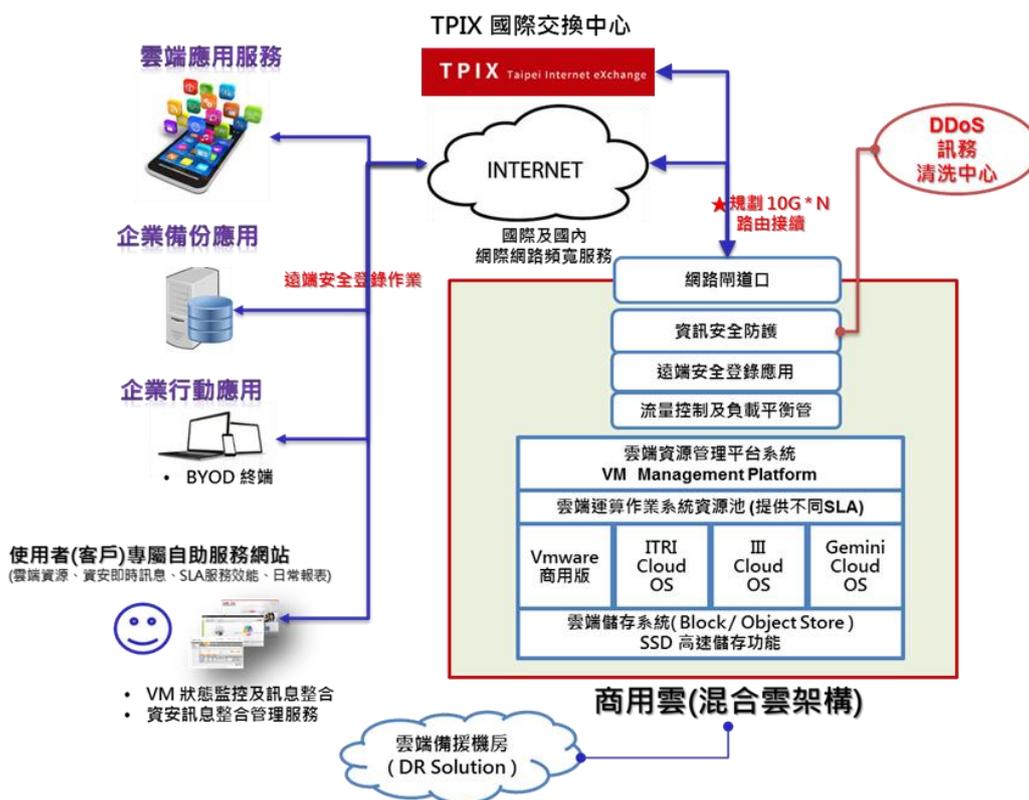


圖 2-1：混合雲架構

資料來源：是方電訊

- 雲端資料中心雲端運算產品服務策略

- 符合國際雲端 SLA 服務等級及公部門雲 SLA

服務等級，透過完善的雲端資料中心服務營運平台及符合 ISO27001 資安認證的營運作業程序，滿足以國際雲端 SLA 為服務等級之承諾。

- 基礎架構虛擬化的資源池概念
依據用戶的需求提供 OS (Server) 系統、CCPU、RAM、硬碟，防火牆、負載平衡器、NAS、IPSAN 儲存設施、IPS 資安防護等資通服務均可透過先進的虛擬化技術，以資源池的概念做合理的運算資源分配。
- 快速彈性，擴充無限
可將整個的應用程式與環境(含 Web Server、Application、Database Server)封裝，大幅簡化應用程式部署，並輕鬆的從一個資料中心複製及移轉應用服務至另一個資料中心，使業務營運的永續性與擴充性變得更加彈性無限。
- 服務自助且可被量測
管理模組可監控、管理雲端運算資源，並提供報告，提供透明度給服務提供者和服務使用者。
- 提供 VM 加值型服務保障
所有的雲端虛擬系統均提供完整鏡射儲存以提供持續的資料可用性；用戶可另外透過是方的加值應用服務機制，選擇基礎及進階的加值應用服務。
- 專業的網路接續提供
客戶可連接是方電訊 IDC 內國際網際網路骨幹頻寬及 TPIX 交換中心資源，彈性的頻寬調整政策給予使用者快速的雲端體驗，更可透過企業 VPN 架構建置屬於企業專屬的私有雲或混合雲架構，以符合不同應用服務需求。
- 專業雲端運算平台管理團隊
透過領先業界的雲端服務經驗與技術，提供客戶雲服務建置前的諮詢與建議，以及售後的效能管理服務。

■ 三種雲端運算平台服務銷售模式

針對客戶商務應用程式對雲端資源數量需求程度不同，特別提供資源組合銷售優惠方案，提供大量批次資源一次購足優惠方案，以降低客戶整體申購成本與使用上的高效率性。

虛擬專屬主機 VDS (Virtual Dedicated Server)	
資源說明	VDS 專屬主機服務是指把一台虛擬主機為租用單位，客戶利用該台虛擬主機的完整運算效能與權限管理，客戶擁有該虛擬主機作

	業系統的最高管理權限(root / administrator)，並享有該主機完整的虛擬硬體及頻寬資源，客戶可隨時因應主機應用特性，依需求調整主機環境。
適用對象	<p>以租用雲端邏輯運算單元 CPU、隨機存取記憶體 RAM、雲端硬碟空間 HDD 等運算效能為基礎，服務提供 SaaS 軟體供應商與小型網路增值、社群服務商、小型與微型企業等雲端應用服務主機租賃。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 小型與微型企業雲端主機租賃 ● SaaS 軟體廠商(客戶專屬服務主機)

虛擬私有雲服務 VPC(Virtual Private Cloud)	
資源說明	一座 VPC 包含 40 CPU，相當於 40 個 VDS 運算效能單位，虛擬私有雲提供每一台 VM 虛擬主機鏡像 Mirror 備援服務，確保 99.95% 系統與資料的高可用度。
適用對象	<p>主要的客戶為中型網路增值服務商、共用型 SaaS 服務商、中小企業、企業私有雲應用，一次提供眾多 VM 虛擬主機群運算架構之雲端服務。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 中型網路增值服務商(降低設備成本、提高系統穩定性) ● 中小企業、系統服務商(私有雲端規劃管理服務)

雲端資料中心 CDC(Cloud Data Center)	
資源說明	CDC 是整座雲端資料中心之租賃服務，透過 CDC 專業服務，就可以大幅降低 IT 設備採購的初期乃至後期的維護成本，亦可以透過「是方雲端運算平台」的優質服務提供有別於一般的 IDC 增值服務內容。
適用對象	網路遊戲、娛樂產業、大型網路入口與商務服務供應商、大型企

	<p>業(遠端備援機房)等產業實現動態雲佈署與「臨時性」的運算資源分配。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 一次租用一個 CDC ，提供專屬規劃與管理服務 ● 大型網路商務用戶(降低設備成本) ● 中大型企業(遠端備援機房)
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

透過 VDS/ VPC/ CDC 服務提供給用戶儲存、網路和其他基礎性的運算資源，並在其上部署和運行任意軟體，包括標準作業系統、資料庫和應用程式。

4. 結論

4.1 專案執行成效

是方電訊透過參與台灣公用雲端資料中心開發與應用服務之專案，除了建置成為台灣雲端資料中心之服務平台，同時也結盟台灣 SaaS 雲端應用合作夥伴，建置 Chief App Cloud 應用雲平台，提供包括智慧製造、IoT 物聯網、行銷應用、虛擬實境、資安應用、企業商務應用，六大領域的 SaaS 服務。六大領域的 SaaS 服務為專案延伸之效益，用以帶動雲端應用服務之商機。



圖 2-2：公用雲端資料中心開發與應用服務之專案

資料來源：是方電訊

2017/5/30~2017/6/3 是方電訊在南港展覽館之台北電腦展 (Computex) 成立台灣雲端主題館，透過台灣雲端資料中心，引進合作夥伴，共同推廣 SaaS 雲端應用服務。



圖 2-3：台北電腦展之台灣雲端主題館

資料來源：是方電訊

2017/9/10~2017/9/13 是方電訊在世貿一館之世界資訊科技大會 (WCIT) 成立台灣雲端智慧主題館，透過台灣雲端資料中心，引進合作夥伴，共同推廣 SaaS 雲端應用服務。

另外，是方電訊參與啟動 Data+ 數位創新計畫，由是方電訊透過台灣雲平台提供 1,000 台虛擬主機供數據儲存與雲端運算，並連結 AI、數據學者專家、整合交大 AI 普適研究中心及台灣高速網路與計算中心等資源，發展出 Data+ 資料創新平台，目前已正式簽訂 35 個學校系所。是方電訊預計合作的學校系所可逐漸增加至 50 個以上，達到「產、官、學」一體合作。有鑑於大數據為產業投入 AI 與深度學習的重要關鍵，「公用雲端資料中心開發與應用服務」計畫以是方電訊台灣雲為基礎，協助產業智能化轉型，也提供學研技術應用實證落地。是方電訊表示，此計畫藉由透過是方台灣雲平台的商業實踐，充分體現公部門扶持新創團隊的用心及成果，締造 Data+ 數位創新計畫三方多贏的終極目標。

在 Data+ 架構中，有一個重要環節是挖掘新創團隊，重點在於「育才」，讓優秀研究生跟著老師加入大數據分析團隊，一方面學習專業知識，一方面從企業客戶端所提供的資料，累積操作雲端系統的實務經驗，充分達到教學相長目的，讓台灣新創環境更加成熟完善。



圖 2-4：數位創新計畫

資料來源：是方電訊



圖 2-5：ISO 27001、ISO 27011、ISO 27017 與 ISO 27018 四重認證

資料來源：是方電訊

是方電訊台灣雲端資料中心雲端運算平台及服務於 2017 年 12 月正式取得德國國際驗證組織 TUV NORD 所頒發的 ISO 27017 雲端建置與維運的資安認證，以及 ISO 27018 公有雲個人隱私資料保護的雲端雙重認證，成為台灣第一家擁有 ISO 27001、ISO 27011、ISO 27017 與 ISO 27018 四重認證的電信與雲端服務業者。

4.2 總結

本專案主要為提升台灣自製雲端產業鏈的發展為目標，專案計畫加入市場競爭與合作的營運生態 (Cloud Ecosystem) 服務場域機制，建立「台灣雲產業服務功能驗證場域」

及商轉營運服務模式，做為市場客戶與雲端軟硬體產業業者之間的供需及服務驗證平台，建立一個真正可商轉營運及獲利的台灣雲端產業商業合作模式。

本專案規劃執行三個台灣 Cloud OS 的研發應用，其均建構在 Openstack 架構下，在雲資源管理方面易於建立管理標準規範，其主要發展差異與著重提供的雲應用類型有關，例如與雲應用開發工具的整合度(Hadoop、DevOps..)，或是專精 IoT 應用計算..等，未來雲應用範圍廣大且多樣化，各技術研發公司將依據其技術專長發展最適宜的服務應用。

在本專案中，相關技術夥伴公司也扮演重要的海外行銷通路，各自精耕其國際地區及雲應用產業，在國際行銷上將借助其各專才，並整合是方雲運營商維運經驗，共同建立『整廠輸出』的商業行銷模式，分進合擊以創造台灣雲產業海外行銷為最終目標。

案例三：富鴻網——物聯網布建計畫，守護城鄉空氣品質智慧化

1. 簡介

1.1 專案背景

有鑒於地球氣候環境變遷與全球暖化趨勢，民眾對空氣品質惡化影響日益感受切身，再加上環保意識強烈，主管機關對台灣地區整體空氣品質監測網規劃三角形階層式架構。除原高端的 76 站全區級測站網以及區域性測站網(包含：26 站地方測站、45 站特殊性工業區測站、72 站大型公營企業測站)，一般民間也已普遍採用 Airbox 低成本普及家戶型空氣盒子。

高端設備雖有較高感知數據品質，但建置維護成本高、建置數量少；低成本普及型設備相對數據品質低，故，主管機關在高端與低階之間規劃建設智慧城鄉空品監測網，以彌補空品監測缺口，達到空間街道尺度與時間分鐘尺度的嚴密監測網。

1.2 案例特點

特點一、空品監測：監測參數為 PM2.5，包括直接從污染源排放的原生性細懸浮微粒與衍生性細懸浮微粒，衍生性細懸浮微粒是硫氧化物(SO_x)、氮氧化物(NO_x)、揮發性有機物(VOCs)與氨等氣態前驅物在大氣中經過複雜化學反應形成。因此大氣中 PM2.5 實際計算時，會包含污染來源排放之原生性 PM2.5、SO_x、NO_x、VOCs 與氨所衍生的 PM2.5 兩部分。工業製程中使用的化學物質與溶劑，經過廢氣收集處理流程後再排出，處理不當將有可能造成衍生污染源，本計畫中也提供 VOC 參數，可作為參考指標。

特點二、布建計畫：布建之空氣品質感測器接收細懸浮微粒(PM2.5)感測參數(如：溫度、溼度)，且須預留未來其他氣體偵測擴充空間，感測元件感測範圍能偵測當地空氣品質的濃度變化。

- 布建分配：以科學園區、市區、工業區等高污染地區主要道路為主。
- 點位規劃：使用需求主要為蒐集污染源排放特性鑑別及鄰近污染源社區之空品狀況特性為主要目的，布建選址類型分為：
 - 移動型污染：交通感測
 - 固定型污染：園區、工業區、營建工地感測

- 感知設備：透過空品感測網布建與小尺度時間的資料收集，期望掌握空氣污染物小尺度時空變化資料，作為短中長程環保治理參考，並配合秋冬季節空品不良之各項應變作為，達到確實改善環境品質目標，並作為地方基礎建設規劃參考，完備智慧都市規劃藍圖。

2. 需求分析

2.1 需求點位數據收集

依照需求規格要求針對 US EPA Air Sensor Guidebook 所建議污染熱區鑑別或補充標準測站應用等級需求，需收集下列資料：

- 污染熱點鑑別
 - 交通都會區重要道路交叉口
 - 工業設施與港口下風處
 - 電廠
- 補充標準測站
 - 既有測站測站位置

2.2 測站選點：

以平均交通流量最高之路段背風區及交通要道交會點的下風處為主。

以新竹市為例，測站選點及空品管制污染源監控說明如下：

- 移動型污染：新竹市車輛登記40萬輛，主要上下班地點在新竹科學園區，就業人口15萬人。南北向的高速公路、慈雲路、中華路及東西向的光復路、光明六路、公道五路、寶山路都是上下班時間的主要幹道。另外，對於園區週邊社區及敏感受體聚集處(學校、醫院、老人安養院等)附近路燈桿附掛空品感知器，將有助於園區污染擴散監測分析與區外污染源流入判斷。
- 固定型污染：因新竹科學園區多屬高科技廠，雖有相關環保廢氣處理，近年來園區內仍有安遷戶反應空品問題，針對高科技廠放流口上方偶有意味發生而遭客訴，此低濃度異味持續1分鐘以內或十幾秒瞬間，目前透過PID測試儀或移動巡查。

3. 解決方案

3.1 布建前流程規劃

本計畫在建置期間同步進行巡檢技術訓練，建立實際操作與修正相關巡檢作業規範。

巡檢維護小組專責下述工作事項：

- 監看所布建完成的空氣品質感測器運作狀態，依需求派工排除障礙。
- 於每季負責完成空氣品質感測器巡檢作業，同時會針對數據品質不佳的感測器於現場進行簡易檢修或直接更換備用感測器後，並將品質不佳的感測器送修。
- 空氣品質監測資料收集。

3.2 服務系統網路架構規劃

本計畫數據傳輸將採用 4G LTE 公眾電信網路傳輸，可降低骨幹網路建置成本。

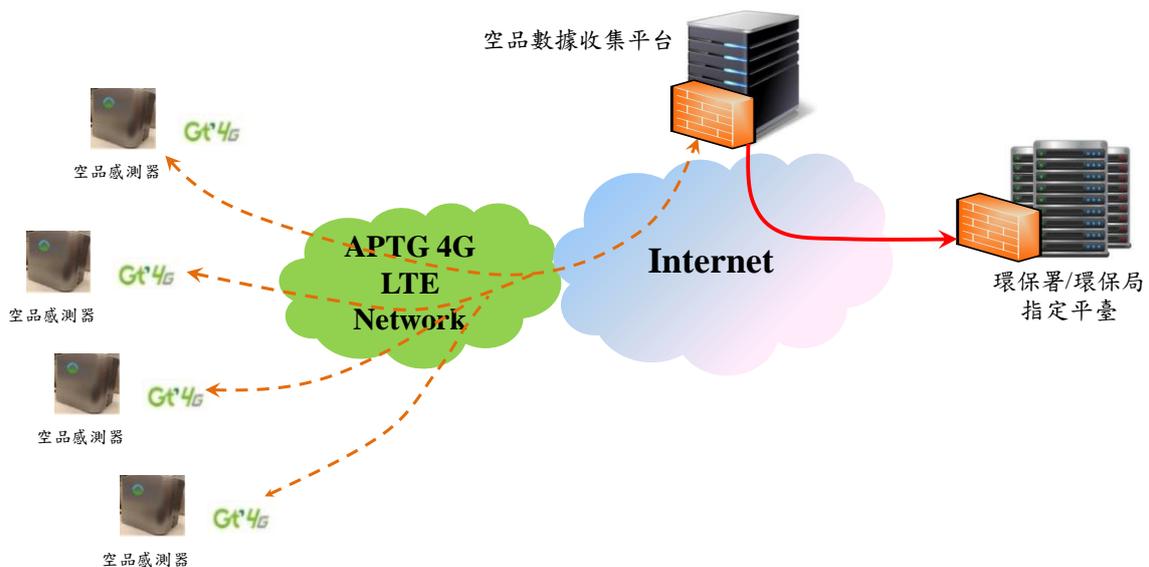


圖 3-1：系統傳輸網路架構圖

資料來源：富鴻網

本計畫系統網路架構特色為：

- 感知器資料傳輸以4G為主
- 傳輸電路雙路由
- 核心網路雙備援

- 電信級機房維運管理

3.3 空氣品質感測器設計規劃說明

3.3.1 PM2.5 感測器

本計畫採用雷射原理之感測器，並針對相關感測器進行初步比對。下(圖 3-2)為安裝於室外的 16 個雷射感測器，經過一個月的資料收集，其一致性的比對結果。可以看出比對的雷射感測器，具有相當良好的一致性。

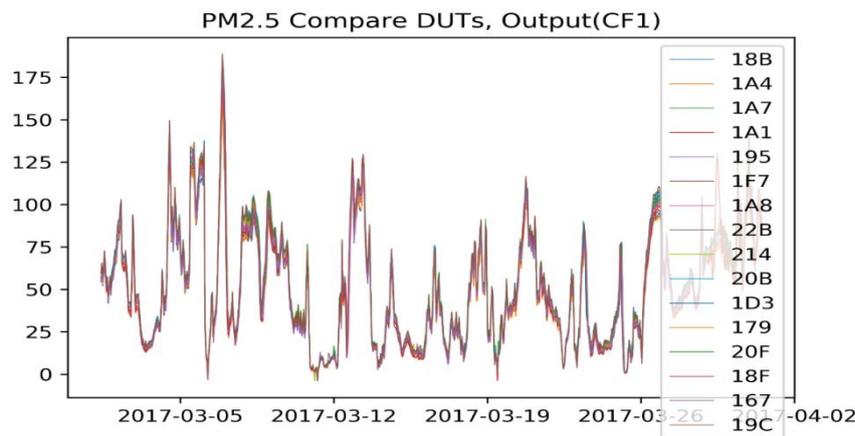


圖 3-2：雷射 PM2.5 感測器之一致性比較

資料來源：富鴻網

3.3.2 VOC 感測器

VOC 在室內外的環境空氣中普遍存在，在室外主要來源於石油化工、交通運輸、自然燃料燃燒等產生的工業廢氣、溶劑揮發、汽車尾氣、光化學污染以及二次反應產物等；而室內則主要來源於建築和家居裝飾裝修材料如乳膠漆、牆紙、粘結劑等，以及家用電器、自燃煤氣和烹調等。這些 VOC 污染物在室外太陽光和熱的作用下會參與氧化氮反應，產生臭氧並破壞大氣空氣質量，是夏季煙霧污染物的主要成分。VOC 污染物本身具有一定的毒性，刺激性和特殊的氣味，在室內空氣中達到一定濃度時會對人類的身體健康產生巨大的影響，並被喻為人類的“隱形殺手”。VOC 污染物會對人的感官、呼吸道系統、皮膚以及神經系統等會造成一定的影響。

本計畫所選用的 VOC 感測器，其核心就是利用 MEMS 製程，將 4 個感測元件封裝到一個小晶片上。

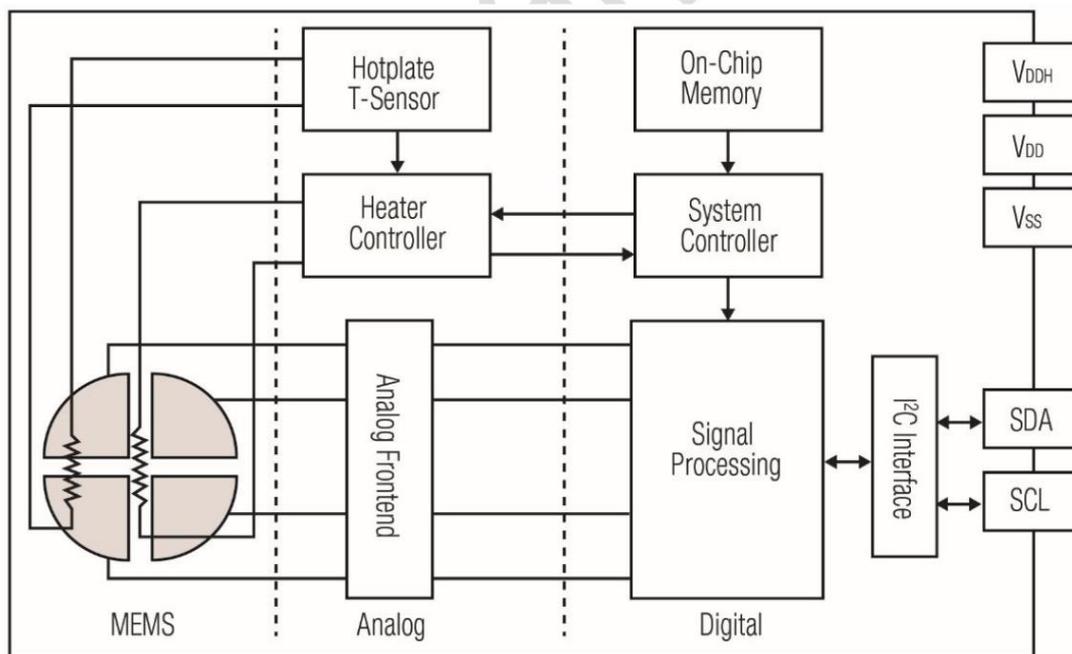


圖 3-3: VOC 架構示意圖

資料來源：富鴻網

3.3.3 感測器介紹

自行研發的感測器主板上具備主控制器，控制所有感測節點的活動。包括感測資料的收集、感測資料本地端校正、及無線資料的收發。同時亦具備本地端儲存媒體 (SD 卡)，同步儲存感測資料，以便在無線網路斷線時，仍可保存感測資料。感測器主板上各種系統狀態偵測電路，可偵測包括系統電壓、消耗電流等各項系統狀態資訊，並上傳至雲端以便了解系統運做狀態。為了保持系統時間之持續運做，主板上亦配置備用電池，可以斷電時提供 RTC (Real Time Clock) 電力，以避免系統時間錯亂，影響系統正常運做。

通訊模組亦採用可抽換式設計。因智慧城市之布建場域變化大，不同場域可能需要不同之通訊方式。因此模組化之設計可根據不同場域之需求，快速變更通訊模組，達到快速布建之需求。本計畫預定使用 4G LTE 的通訊方式，以達到資料最大的資料接收率，並具備遠端逆控及程式更新的功能。另外尚可支援包括 LoRa、WiFi、Bluetooth、Zigbee、6LowPAN、NB-IoT 等不同頻寬、不同距離之通訊協定。未來可快速變更最適用的通訊協定。

PM2.5 感測模組以一體成型的機構包覆感測器本體，採進氣、排氣流道分離的設計。PM2.5 感測器皆配有風扇做主動進氣，不需另行增加抽氣裝置。但感測器的進氣口與排氣口距離相當近，為避免進氣與排氣間形成自循環，干擾量測準確度，故設計分離式流道。

分離式的流道可利用排氣管將進氣與排氣口分別安置於外殼兩側，隔開一段距離。另外進氣流道內亦配置溫濕度感測器，偵測進氣口的溫濕度，以便在必要時進行校正。

3.4 資料傳輸

本次布建預計使用之傳輸方式為 4G LTE，其資料接收率明顯優於 LoRa。以台中所布建之感測器為例，感測器每分鐘會上傳一筆資料到雲端，經分析其資料接收率後發現，大部份的感測節點都可達到 99% 以上的資料完整率。下圖為感測節點每一小時所收到的封包數，達到 60 個即為百分之百完整接收。可看出大部分感測器在一天內只會偶爾遺失幾個封包。

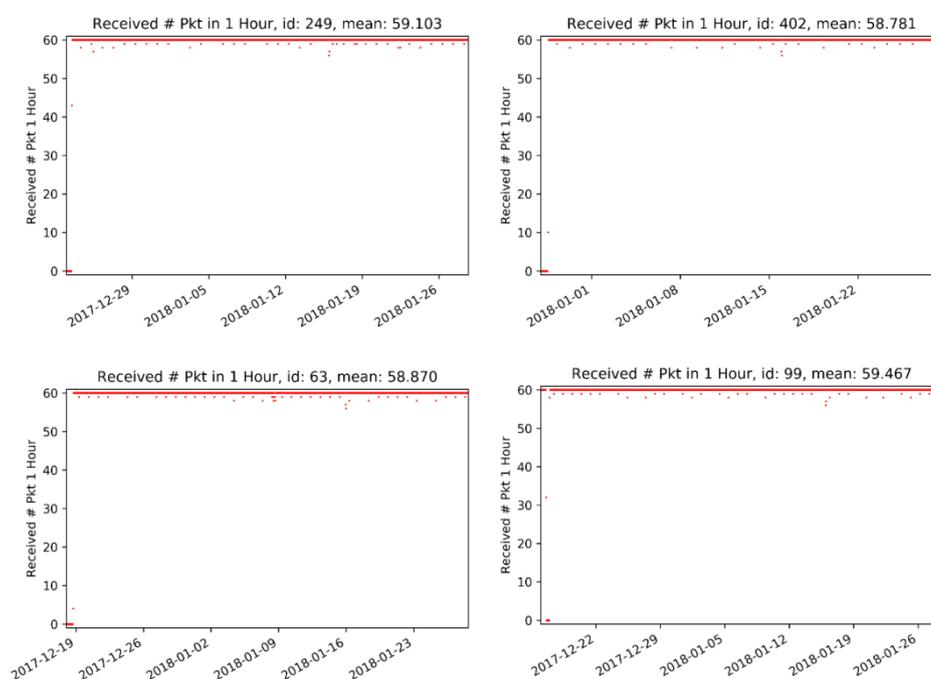


圖 3-4：感測節點每一小時所收到的封包數

資料來源：富鴻網

3.5 實際布建執行狀況

本計畫使用電池儲電系統，適合附掛於燈桿，空品感知器於晚上透過路燈供電系統儲電，白天路燈不供電時使用電池運作，可維持 24 小時監測運作，先以網路街景地圖先進行初步篩選，依據本團隊過去在觀音工業區、鶯歌、高雄大林蒲及台中市布建經驗，選擇適合的附掛路燈。

布建地點在型態上可分為工業感測點、臨近工業區之社區感測點、交通感測點、敏感受體感測點、輔助感測點(20 公里內無標準測站之鄉鎮)、測站平比感測點等。從專業

上需考量環境面之污染排放總量、固定/移動污染源分佈、濃度變化量；應用面之數據資料的最大價值發揮；社會面之陳情案件、交通流量、人口數等；及經濟面之設置、維運成效等多方面評估。

初步選址選點完成後，依據選點位置與晚間實地會勘，會勘重點為：

- 與街景圖是否有差異、勘查出入、周邊、樹葉遮蔽。
- 晚上路燈是否有電，避開供電迴路異常的燈桿。



圖 3-5：金屬桿施工照片

資料來源：富鴻網

3.6 監測資訊時空分析網站與資料存取資安管理

監測資訊網站除了提供感知設備位置及基本資料建立介面，便於管理者建立與刪除或更換設備，最重要是提供感測資料的歷史資料查詢及趨勢圖呈現與報表輸出。於地圖上以圖形及顏色即時呈現監測值。透過地圖上點選感知器位置後可呈現相關的測值，整體的感測數值狀態也可在單一畫面上呈現。



圖 3-6：監測資訊網頁圖形化顯示

資料來源：富鴻網

感測器的歷史資料及趨勢圖呈現可選擇時間區間，區間較大時也可於趨勢圖下面提供時間軸以提供 Zoom In 及 Zoom out 功能，便於觀察特定時間區段內的資料變化趨勢。方向、風速資料因為監測值單位精度與空品感測值單位差異大，故在 Y 軸的呈現也可提供多種單位刻度，以便在單一線圖上觀察各種觀測值的趨勢變化與互動。

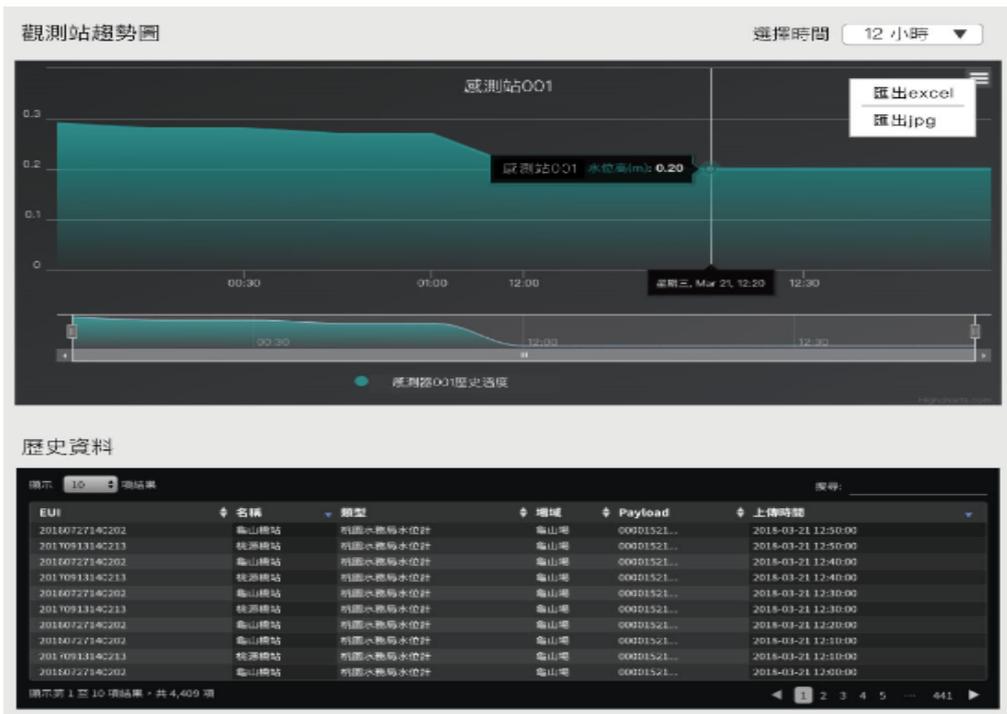


圖 3-7：監測資訊網頁的趨勢圖與歷史資料呈現

資料來源：富鴻網

基於本團隊在亞洲矽谷物聯網服務的開發經驗，已具備各種歷史資料呈現的相關程式庫，告警設定與警示路徑也提供多元化通知功能，包括簡訊、電子郵件及社群軟體 Line 以提升大量通知的即時性。每個感測器可依地點不同設定各自的警示值。

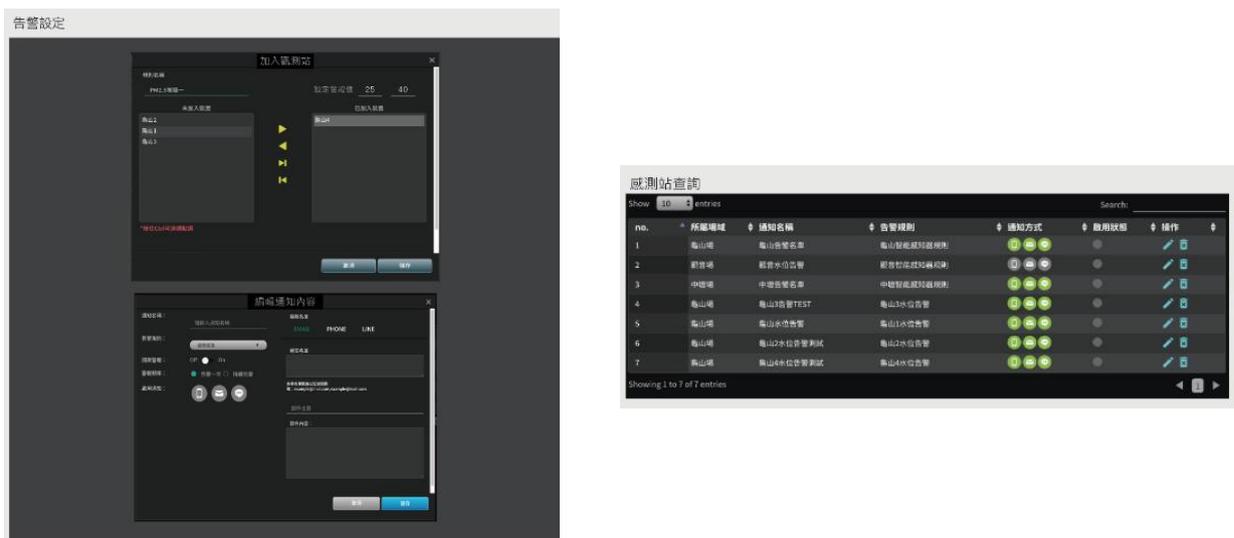


圖 3-8：警示值與通知方式設定畫面

資料來源：富鴻網

資料存取方式可透過 JSON API 提取，API 呼叫時需驗證 64 bits Token，透過系統管理者才可以創建。

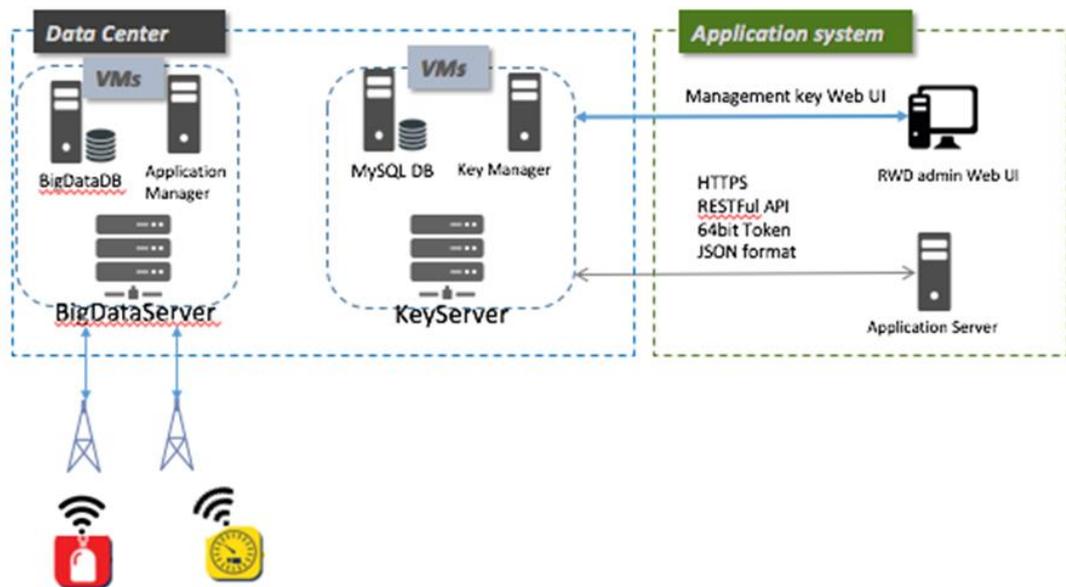


圖 3-9：管理架構

資料來源：富鴻網

3.7 測數據應用建議構想

- 時空資料視覺化呈現以追蹤污染源及擴散方向
- 多感測元件VOC感測器可提供未來污染源鑑別模式的建立
- 時間與空間密度高的感測網，未來可結合健康App與空氣清淨機，提供預警與清污作業
- 建立AirCT™ model之分析應用

4. 總結

本團隊自 105 年參與城鄉空品監測試驗計畫，經過一年多的試驗與淬鍊，累積豐富的系統整合經驗，陣容堅強的服務團隊，為民眾環境安全把關。本計畫之空氣品質感測器裝設在路燈或電線桿上，監測項目包含溫度、濕度、細懸浮微粒 (PM2.5) 及揮發性有機物，產生之監測數據傳送至主管機關物聯網平台，透過小尺度監測固定污染源，長期收集數據並結合風速風向資料後，有助於定位污染行為包括時間及地點與環境條件。目前配合各地區空品感測設備，透過監測數據蒐集及趨勢預測，可提供使用單位空氣品質改

善之依據；另，本監測管理平台可進行 24 小時監測，一旦發現異常立即通報稽查人員趕赴現場，讓不肖偷排業者無所遁形。

後續期藉由本計畫之推動，達成相關衍生效益如：

- (1) 長期監測重點交通路段之數據與參考站相對比較後，可立即提供各監測路段在各不同時間的污染程度，供民眾選擇路徑之參考
- (2) 未來配合地方交通管制措施，可輔助管制效益評估
- (3) 對於大型公害事件發生時，提供即時監測資訊，不僅可掌握污染現象並可提供未來周邊民眾求償時，判定污染影響之參考
- (4) 後續安排稽查行為，可節省無效稽查人力浪費，提升稽查效率

除此之外，本團隊目前在龜山、中壢、觀音工業區的智慧安防計畫，透過水位、水質及加壓幫浦的監測，可做即時警示及應變管理，透過智能物聯平台數據運算及 AI 預測災害模型，於豪雨、風暴等異常氣象來臨前，可提前啟動災害預防機制，如預警通報、抽水設備調度…等；於異常氣象發生過程中，亦可透過監控系統做終端即時運作調節，讓資源發揮最有效利用，降低災害可能造成之損害。

案例四：阿爾發金融科技公司——打造智慧金融下之智能理財服務

1. 簡介

1.1 專案背景

在互聯網之後，二十一世紀的許多技術都出現突破性的進步。隨著雲計算的出現，改變了人們使用電腦的方法，也改變了人們的日常生活與商業模式。曾經被《經濟學人》(The Economist)雜誌譽為，三大將改變人類生活科技之一的雲計算，已經成為全球多數科技產業的發展重點，近年來，更因為通訊技術快速進展、互聯網、電腦及智慧手機的普及化，使雲計算更加廣泛的被運用於商業模式中。

因為有了雲計算，企業能節省更多的信息設備成本。雲計算讓所有智慧行動裝置只要連上網絡，都能接受服務的模式，將互聯網變成企業的創業平台，所有的應用軟件和資料，都可以放在互聯網上，讓使用者可以在任何時間、任何地點，透過任何設備，只要連上網絡，就可取得想要的資料或服務。

在雲端應用軟件發展下，雲端正悄悄的在無形中改變大眾的生活，並為生活帶來更多便利性。當人們日常生活中對於信息科技的依賴日益增加，信息科技將如同電力、自來水、瓦斯等公共系統，成為人們日常生活中容易獲得的服務。受益於雲計算技術的發展，阿爾發金融科技公司(以下簡稱阿爾發科技)得以打造出不同於傳統金融業的經營模式，我們針對客戶的投資理財需求，透過雲端技術的應用，提供更簡單、便利、智能的投資理財服務，以期讓投資理財更貼近大眾、融入生活，並逐步朝智慧金融生態邁進。

1.2 案例特點

智慧金融是建立在互聯網基礎上，並運用大數據、雲計算、人工智慧、區塊鏈、物聯網等新興科技，使金融行業在業務流程、業務開拓和客戶服務等方面，得到全面的智慧提升，實現金融業務、產品、風控、管理、安全、獲客、服務的智慧化。回顧金融業發展歷程，總體來看，科技驅動金融經歷了金融電子化與信息化、金融網絡化與移動化、金融自動化與智能化三個階段。目前，我們正處於金融自動化與智能化階段。

然而，在金融業已經邁入自動化與智能化階段之際，台灣目前仍沒有真正可以滿足客戶需求的投資理財解決方案，為了滿足客戶在智慧金融時代下，對服務和產品的需求缺口，阿爾發科技運用雲計算、大數據、人工智慧等技術，結合專業投資理論，開發出

線上智能理財平台，致力於為客戶打造一個更便利、更簡單、更智慧的投資理財服務環境，協助客戶獲得更好的投資理財結果，並針對以下三大面向努力：

(1) 個性化

首先，隨著科技進步與技術成熟，以及客戶行為習慣的改變，金融服務將不同以往，財富管理模式將從提供產品為主，轉向以客戶需求為主。因此，阿爾發科技所開發的智能理財平台，是以客戶需求為導向，會針對每位客戶實際不同的情況，給予適當的投資建議，包含了解客戶基本財務狀況、投資目標與風險承受度，依前述客戶情況進行適當的資產配置，提供專屬的投資建議規劃書，並在投資後定期檢視，進行投資組合再平衡，協助客戶輕鬆完成適合自己的投資規劃。

(2) 自動化

其次，由於大數據、雲計算、人工智慧、區塊鏈、物聯網等新興技術日益成熟，阿爾發科技得以運用上述技術打造自動化投資理財服務模式，我們不僅僅是將理財規劃的業務簡單地移往線上，而是將投資理財服務的各個流程和環節，包含客戶的接觸、行銷、諮詢、服務等，皆以最大程度自動化為實現目標，打造自動化智能理財平台，以實現個性化、專業化的投資理財服務，為客戶提供更便捷、順暢的理財服務模式。

(3) 智能化

最後，由於科技的創新與成熟，已經為我們生活各方面帶來許多更智能化的體驗，為了讓客戶同樣能享有智能化的理財服務，阿爾發科技打造智能理財聊天機器人，提供理財諮詢服務，讓客戶可以透過電腦、智慧手機、或智慧行動裝置，隨時、隨地享受更智能的理財服務。

依據上述三大面向，分為兩大解決方案。第一，透過自動化投資流程系統之建置，打造個性化與自動化管理理財服務，系統建置包含專業投資理論與演算法的應用，以及使用者介面設計。第二，透過智能聊天機器人系統之建置，打造智能化投資環境，系統建置包含知識庫管理與語意分析。

2. 需求分析

隨著互聯網與新科技的發展，各行業都經歷了重大轉變，投資理財也不例外。在 2008 年金融海嘯後，智能理財興起於美國，並且於 2010 年在華爾街迅速崛起。探究其根本原因，一方面，由於傳統金融機構存在一定的缺陷，無法滿足客戶真正的理財需求，而智

能理財能有效解決客戶的理財痛點；另一方面，由於互聯網與不斷進步的技術，為人們帶來更便利的生活方式，因此客戶也會希望獲得更便利的理財服務。

阿爾發科技智能理財針對上述兩方面進一步分析客戶需求，包含以下幾點：

(1) 低門檻投資

在低薪微利時代，一般大眾普遍有投資理財需求，有些人會選擇自行研究、吸收財金知識，自己作主投資決策，或有些人會聽從有經驗人士的建議，如身邊的親朋好友或網絡投資達人，而更多數人則是沒有太多時間或能力，消化大量金融信息，身邊可能也沒有可以詢問的有經驗人士，因此會選擇向金融機構的理財專員尋求理財協助。

然而，傳統金融機構的理財專員一般只歡迎高淨值客戶，金融機構的財富管理源於早期私人銀行服務，專為特定的高淨值客戶做金融商品財務規劃，雖然相較於以往，近年來台灣各銀行財富管理會員的投資門檻有所降低，但仍設有一定的投資門檻，若想成為最低等級的會員，台灣多數銀行門檻介於 100 萬~300 萬不等，因此很多人可能有理財需求，卻因為資產不多，無法成為理財專員的主要服務對象，像是普通的中產家庭，或資產累積較少的年輕族群，接觸到銀行理財服務的機會較為有限。

(2) 低費用投資

由於傳統金融業提供理財服務的流程繁瑣，需花費較多時間和依賴大量人力，因此企業成本較高，導致客戶在傳統金融機構接受理財服務時，往往需負擔高額費用，另一方面，除了銀行理財服務的高費用，理財產品也往往收取較高的費用，客戶在銀行購買主動型基金的費用，包含申購手續費、信託管理費、基金產品本身的經理費、保管費與其他相關費用，所負擔的費用包含銀行與基金公司的成本，而過高的投資費用會侵蝕客戶的獲利。

(3) 專業投資建議

根據財訊 2016 年「財富管理大調查」，當一般大眾有理財需求，選擇金融機構時，會考慮的主要前三大條件包含專業度、服務與方便性。由此可知，一般大眾對金融機構理財專員的首要需求，便是能否提供專業投資建議。

但是在台灣，投資人聽信理專的投資建議，最後卻血本無歸的新聞報導或事件層出不窮。像是金融海嘯時期的連動債，或是幾年前的 TRF(目標可贖遠期契約)投資爭議，幾乎都是因為客戶盲目相信理財專員的推薦，造成投資慘賠的下場。根據資誠的全球財富管理調查，亞太地區高達 67%客戶認為理財專員未依據財務目標提供建議，《金融科技發

展策略白皮書》亦指出，「金融海嘯後，投資人對傳統投資理財顧問喪失原有的信任感」，顯示傳統金融機構的理財專員，顯然無法滿足一般大眾對專業投資建議的需求。

傳統金融機構無法滿足客戶需求，包含兩大原因，首先，金融機構依賴大量人力提供理財服務，然而理財專員的專業素質參差不齊，若要在專業投資理論基礎上，真正為客戶提供全球性、分散風險、長期的投資規劃，並且隨時解決客戶對當前金融市場的疑慮，依然存在一定程度的困難性；其次，與銀行理財專員的業務獎金發放方式有關，由於理財專員的業績收入均仰賴銷售理財產品的佣金、手續費等，而銀行的財富管理在過去一段時間的蓬勃發展後，已漸漸成為金融機構手續費收入的主要來源之一，也是業務的發展重心之一，使理財專員往往面臨較大的業績目標壓力，因此，這樣業務獎金制度使理財專員與客戶間，存在利益相衝突的問題，導致理財專員面臨業績壓力下，經常以銷售產品的方式為主，而不是以客戶需求為投資建議考量，如此一來，客戶難以獲得專業、完整的投資理財建議。

(4) 情緒管理

投資最重要的是投資紀律，然而人性的弱點，常會動搖投資者的決心，尤其當投資者沒有正確的投資觀念時，在投資過程中容易產生貪婪或恐慌的情緒波動，做出不理智的投資決策。然而，傳統金融機構的理財服務模式，也難以協助客戶做好投資情緒管理，避免盲目、不理性的投資行為，如同上述，一方面是理財專員專業程度不足，另一方面是存在利益衝突，因此較難以專業、客觀角度給予合適的建議。

(5) 便利性

隨著互聯網、雲端與行動裝置的普及化，用戶已經被改變了接受服務的習慣，傾向於方便、快速、省時、隨時、隨地的服務方式，正如《Bank 3.0：銀行轉型未來式》書中所提及，一般消費者認為，能以這些新科技使用銀行服務是「應該」的，信息時代和各項創新所帶來的「心理衝擊」，正推動消費者行為的改變，所謂「心理衝擊」指的是，當科技日益發達，便利的服務和工具越來越多，人們可以更輕鬆地滿足自我實現需求，這也改變了人們在周遭環境中評估時間、設定預期標準和看待自我的方式。舉例來說，在新的溝通模式出現後，人們會覺得一件事情明明打電話或上網就可以解決，如果還傻傻地用比較花時間的老方法處理的話，就等於在浪費寶貴的時間。

因此，投資理財的服務模式也需隨科技進步，考慮的重點是如何更貼近消費者，如何打造更自動化、更簡便的作業流程，提供更優質、隨手可及的投資理財服務，讓客戶可以不受限制、更省時地享有投資理財服務。然而，傳統金融業的理財服務仍有許多繁

瑣流程，且多數情況需面對面溝通，因此服務的時間、地點都有一定的限制，客戶只能在銀行的營業時間接受服務，便利性仍顯不足。

3. 解決方案

3.1 總體技術架構

在智慧金融架構中，包含「感測層」、「網絡層」、「應用層」的串連，如圖 4-1。阿爾發科技根據智慧金融總體技術架構，打造智能理財與聊天機器人雲端服務，提供更佳的解決方案，為客戶解決理財服務痛點、滿足客戶需求，以實現智能理財服務。



圖 4-1：阿爾發科技智能理財雲服務架構圖

資料來源：阿爾發科技

在互聯網時代，客戶可藉由智慧終端設備，如電腦、智慧型手機、智慧行動裝置等，不需受到時間與地點的限制，便能隨時接受阿爾發科技的智能理財服務，阿爾發科技以雲計算、大數據、人工智慧為底層技術，透過底層技術的應用，實現智能理財與聊天機器人等智慧金融服務。有了大數據、雲計算及人工智慧等先進技術的輔助，讓阿爾發科技做到「個性化」、「自動化」、「智能化」的金融服務。

3.2 具體技術方案

阿爾發科技所提供之智能金融服務，包含智能理財與聊天機器人兩大項，具體技術方案如下：

3.2.1 智能理財

阿爾發科技利用 Google Cloud Platform 打造智能理財服務平台，運用雲計算基礎平台、智慧演算法等技術，結合諾貝爾經濟學獎得主哈利·馬可維茲(Harry Markowitz)，所提出的現代投資組合理論(Modern Portfolio Theory)，以及經濟學者 Fischer Black 與 Robert Litterman 在 1992 年所提出的 Black-Litterman 模型，讓客戶在雲端服務環境下，能夠簡單、迅速的完成「財務規劃」流程。

所謂的「財務規劃」是指透過檢視並管理財務資源，實現人生目標的過程。完整的「財務規劃」過程包含設定財務目標、衡量風險屬性、進行資產配置、建立投資組合，並在投資後定期檢視投資組合，由系統自動進行投資組合再平衡，如圖 4-2。

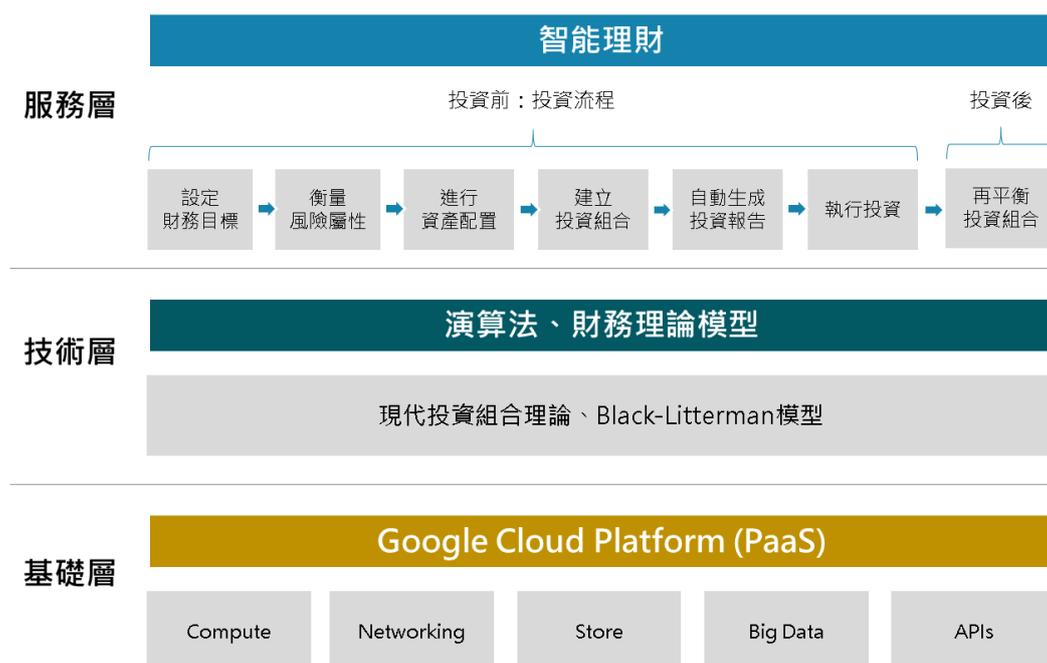


圖 4-2：阿爾發科技智能理財雲服務架構圖

資料來源：阿爾發科技

阿爾發科技提供線上智能理財服務模式，讓客戶只要透過智慧終端連上互聯網，在任何時間、任何地點皆可輕鬆享有簡單、便利的投資理財服務。自動化投資流程說明如下：

- (1) 填入基本資料，包含年齡、性別以及投資金額，如圖 4-3。



圖 4-3：投資流程 — 填寫基本資料

資料來源：阿爾發科技

(2) 設定投資目標，包含「累積長期財富」、「保值為主」、「退休金準備」、「特定目標」、「子女教育金準備」、「置產」有 6 種目標，如圖 4-4，不同的目標都會影響客戶的投資金額和時間，客戶可以依據自己需求選擇。



圖 4-4：投資流程 — 設定投資目標

資料來源：阿爾發科技

(3) 風險屬性測試，包含 13 個問題，如圖 4-5。



圖 4-5：投資流程 — 風險測試

資料來源：阿爾發科技

在回答完風險測試的問題之後，系統會自動根據客戶前面提供的基本資訊、選擇的投資目標，以及風險測試，自動衡量出客戶的風險等級，如圖 4-6。



圖 4-6：投資流程 — 衡量風險屬性

資料來源：阿爾發科技

(4) 進行資產配置、建立投資組合。阿爾發科技智能理財以現代投資組合理論與 Black-Litterman 模型為投資理論基礎，根據客戶個人資料、投資目標及風險等級，系統透過演算法自動演算出個性化的投資建議，如圖 4-7。

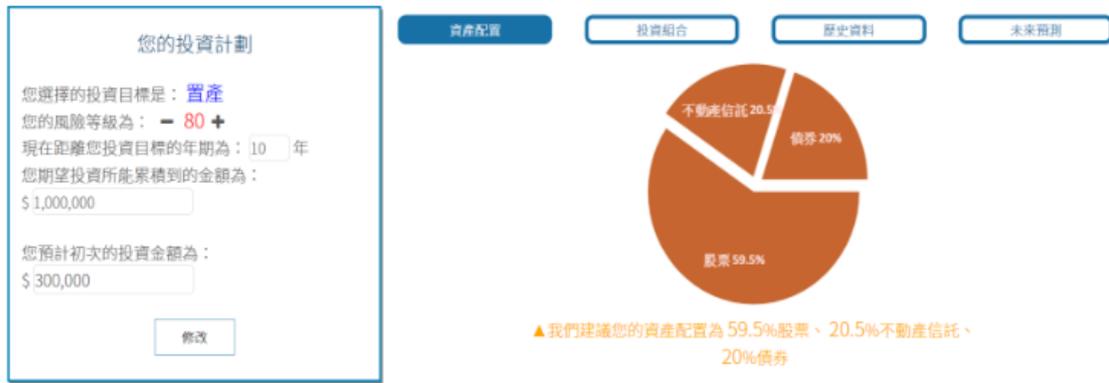


圖 4-7：投資流程 — 進行資產配置、建立投資組合

資料來源：阿爾發科技

(5) 自動生成投資報告。完成上述流程後，阿爾發科技智能理財系統會立即發出客戶專屬的投資報告書，內容包含個人資料、財務目標規劃、風險屬性、投資組合說明，以及預期目標報酬分析，如圖 4-8。



圖 4-8：投資流程 — 自動生成投資報告

資料來源：阿爾發科技

3.2.2 聊天機器人

阿爾發科技使用 Google Dialogflow 平台所提供的機器學習、自然語言理解等技術，打造阿爾發科技的智能理財諮詢聊天機器人(Chatbot)，讓客戶可以透過多維溝通介面，包含社群媒體、行動 App 等，隨時、隨地透過雲端服務與阿爾發科技進行即時交互，技術架構如圖 4-9。

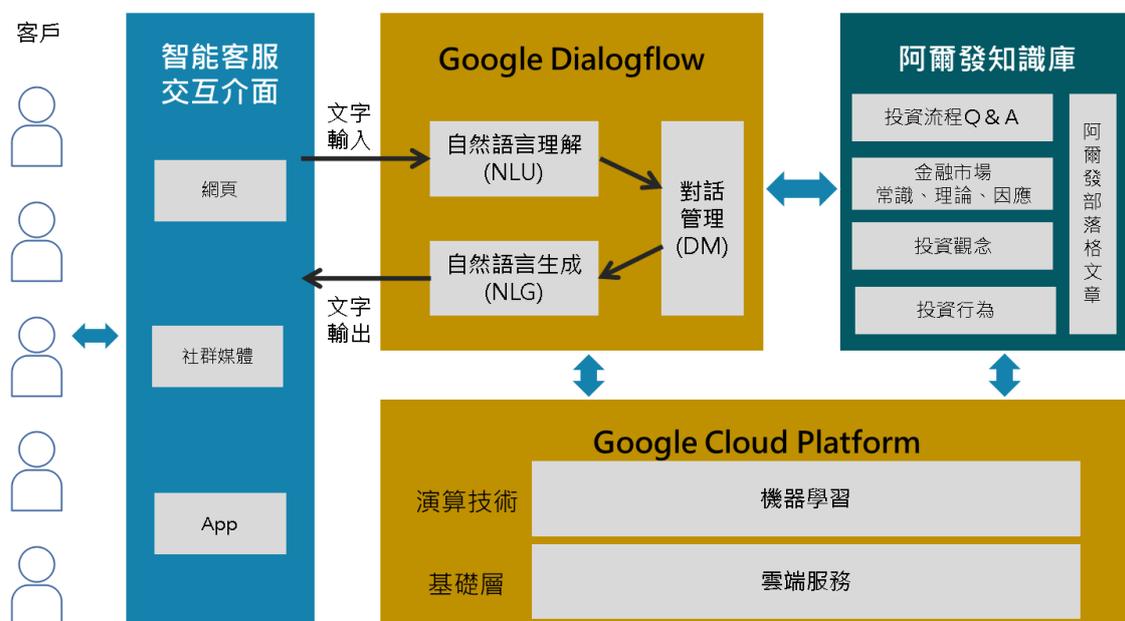


圖 4-9：阿爾發科技聊天機器人雲服務架構圖

資料來源：阿爾發科技

為實現自動化與智能化的理財服務，阿爾發科技運用自然語言處理技術，打造理財顧問聊天機器人，取代理財專員與客服功能，提升服務效率、品質，並縮短諮詢時間。阿爾發科技聊天機器人知識庫的建立與管理，可分為 3 大類，說明如下：

(1) 基本問題。

包含常見的系統操作、投資流程等問題，主要是回答客服人員能解決的基本操作、流程等問題，以及理財專員能回答的基本投資流程等問題，如圖 4-10。



圖 4-10：阿爾發科技聊天機器人介面 — 投資流程

資料來源：阿爾發科技

(2) 專業問題

除了基本問題外，知識庫的建立還包含更專業的問題，包含金融常識、投資理論，以及面臨金融市場變動時該如何因應等，如圖 11。

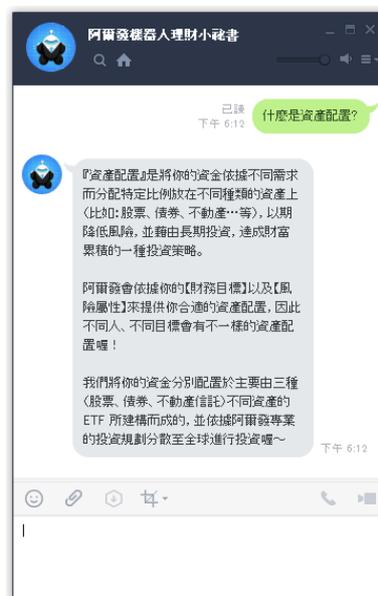


圖 4-11：阿爾發科技聊天機器人介面 — 金融常識

資料來源：阿爾發科技

(3) 教育功能

除了基本與專業問題外，聊天機器人還能發揮投資理財教育的功能，阿爾發科技的知識庫還包含了額外建立的部落格，我們會透過部落格文章方式，傳遞投資觀念、投資行為等，如圖 4-12。



圖 4-12：阿爾發科技部落格文章

資料來源：阿爾發科技

如果在發問的過程中，需要透過更深入的解釋來為投資人建立正確觀念，聊天機器人也會提供相關部落格文章給客戶參考，如圖 4-13。

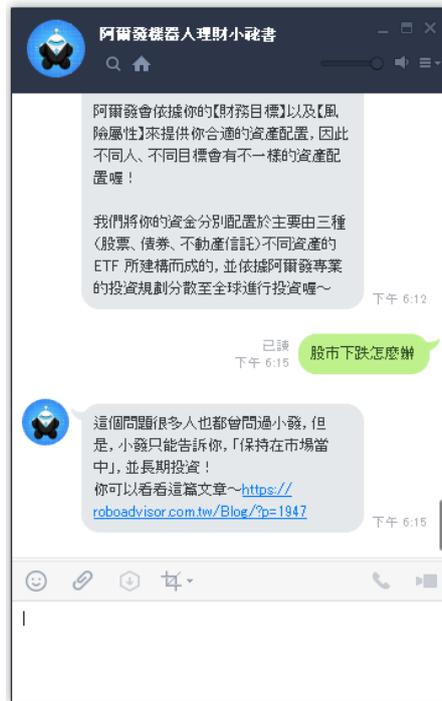


圖 4-13：阿爾發科技聊天機器人介面 — 連結部落格文章

資料來源：阿爾發科技

3.3 解決方案的特點

阿爾發科技為全台灣目前唯一透過雲計算平台，提供客戶完整「財務規劃」的智能理財系統，並結合聊天機器人提升服務效率與品質。在技術面，阿爾發科技運用雲計算技術提供服務，一方面，由於企業運營成本大幅降低，得以用更低的投資費用與更低的投資門檻提供服務，另一方面，由於技術的進步與應用，如大數據、演算法、人工智慧、區塊鏈等技術的採用，得以提供專業的投資理財服務，提升理財服務品質；另外，在渠道面，透過智慧行動裝置為主要交互介面，讓服務不受時間、空間限制，操作更為靈活，提供更好的客戶體驗。進一步說明特點如下：

3.3.1 以雲端技術降低投資門檻與成本

如同前述，傳統金融業的理財服務模式，主要依靠理財專員提供服務，由於理財專員一次只能服務一位客戶，時間與精力有限，因此傳統的理財服務採用 20/80 法則，以設定目標客戶範圍的方式，鎖定高資產客戶，形成較高的投資門檻；另外，由於較高的企業成本，存在收費較高、收費項目繁多、收費標準透明度較低的問題。因此，阿爾發

科技智能理財運用雲端技術，將原本高門檻、高費用的財務規劃服務放在網絡平台上，用更便宜的價格提供給更多人，讓大眾都能以便宜、輕鬆的方式，享有財務規劃的服務。

本案透過雲端技術的應用，大幅降低企業信息科技建置與人力成本，並實現同時服務大量客戶的可行性，解決理財專員一次只能服務一位客戶的限制，讓原本受限於成本考量、或地點限制所不能接觸的客戶，能夠以更便宜、更低門檻、不受地點限制的方式得到理財規劃服務。

3.3.2 以雲端技術簡化服務流程

傳統金融機構財富管理服務方式，需事先與理財專員約定時間，透過面對面交流後，才能得到理財建議，理財專員往往需耗費大量時間與精力與客戶溝通，整體流程細碎且繁瑣。因此，阿爾發科技藉由雲端技術打造智能理財服務，利用大數據與演算法技術，有效簡化整體服務流程，客戶只要透過互聯網，連上阿爾發科技智能理財平台上，進行幾項簡單的操作，包含簡單的客戶基本資訊填寫、選擇財務目標、進行風險評估測驗，就能獲得專屬的投資組合建議，整體流程簡單且順暢，只需幾分鐘就能完成，且不受地點限制，只要連上網絡，任何地點皆能進行，可以有效節省客戶時間與精力。

3.3.3 提供專業、完整理財規劃建議

在傳統金融業的投資理財服務模式下，服務的專業性與理財專員能力相關，由於理財專員專業程度參差不齊，且理財專員與客戶間存在利益衝突，因此在台灣大多數銀行理財專員提供財富管理的方式，仍是以產品銷售為主，能真正以客戶需求為出發，分析客戶情況再提供專業、適合投資建議的服務模式不多，但以產品銷售的方式提供服務，並非真的適合投資人。

因此，阿爾發科技智能理財系統，運用雲端建立一套完整的「財務規劃」過程，既能提供品質一致的專業服務，還能解決利益衝突的問題，以客觀角度提供符合客戶需求的理財建議。智能理財系統會協助客戶設定目標、衡量風險屬性、進行資產配置、建立完整的投資組合，並且定期由系統自動進行投資組合再平衡。這樣的流程看似簡單，但實際上是建立在許多投資理論基礎之上，不僅需要具備豐富、專業的金融知識，還要搭配演算法與金融數據庫的應用才能做到，且透過「財務規劃」的投資方式，能有效協助客戶以有紀律的方式進行投資理財。「財務規劃」流程詳細說明如下：

(1) 設定財務目標

財務規劃的第一步就是設定「財務目標」，我們稱之為「目標導向投資」(Goal-Based Investing)，「目標導向的投資」就是在投資之前，先確定好為了什麼目標而進行投資、可投資期間多長、可投資金額多少，才能依此財務目標為基礎，制定相應的投資計畫。

採用「目標導向投資」方法，為客戶進行財務規劃，用意在於讓投資人清楚自己投資的目的、專注於投資目的，並依此目的制定投資計畫，這樣的投資方法，可以幫助我們不受市場波動的影響，專注目標、堅持投資計畫，避免做出不理性的投資判斷，最後達成人生中的各項財務目標。

而「目標導向投資」方法，就是基於近年來新興、熱門的領域—「行為財務學」—而發展出的投資方法，「行為財務學」主要研究人的行為與情緒如何影響投資決策，亦即研究人們不理性的投資行為。阿爾發科技智能理財就是透過「目標導向投資」方法，幫助客戶進行財務規劃，避免發生不理性的投資行為。

(2) 衡量風險屬性

理財規劃的第二步，就是衡量「風險屬性」，所謂「風險屬性」的衡量，是衡量客戶對資產上漲與下跌的敏感程度，亦即風險承受度，包含「風險承擔能力」(risk capacity)與「風險承擔意願」(risk willingness)。「風險承擔能力」的評估包含年齡、財富狀況、投資目標等內容，「風險承擔意願」則是評估投資人在獲取投資報酬的同時，願意承擔投資風險的程度。

衡量風險屬性目的在於，做出適當的資產配置，由於不同的資產有不同的風險特性，適合每位客戶的資產配置不盡相同，因此需要衡量風險屬性。例如，不同的財務目標、不同的年齡、以及不同的財富狀況，代表了不同的風險承擔能力，但可能有時候，每個人的風險承擔能力，與他的風險承擔意願不同。

因此，阿爾發科技為客戶的每項投資計畫提出建議前，會先收集客戶資訊，並透過一系列風險測驗評估客戶的風險屬性，由系統綜合上述考量，自動計算出客戶的風險等級，藉由風險等級的衡量，確保最終提供給每位客戶的投資組合，與每個人所能承擔的風險相符。

(3) 進行資產配置

在理財規劃中，完成財務目標設定與風險屬性衡量，接下來就是做「資產配置」。「資產配置」就是將資金分配到不同的資產上，所謂的資產包含股票、債券、REITs(不動產投資信託)、現金等，亦即藉由選擇不同資產、分配不同資金比例投資到不同資產上，最終形成一個投資組合。由於不同的資產，在不同的金融市場與經濟情況下，其所能獲

得的預期報酬與潛在風險有所不同，想要做到在風險範圍內報酬最大化，最簡單的方法就是進行資產配置，將資金分散投資到不同資產上，藉此降低整體投資風險。而真正的分散投資是指，在一段時間內，投資組合中有些資產會上漲、有些會下跌。因此選擇相關性很低的不同資產來做資產配置效果會更好。

為了達到分散風險的最佳效果，阿爾發科技提供給客戶的資產配置，是以全球市場為範圍，從中挑選、建立投資組合，包含股票型資產、債券型資產以及 REITs 三大類資產，由於這三大類資產的特性不盡相同，根據其不同特性納入資產配置中能有效降低風險。

此外，阿爾發科技選擇低成本的 ETF 為投資標的，是全臺唯一使用 ETF 為主要投資標的之智能理財，有別於一般金融機構所提供的主動型基金，其資訊更透明、成本更低且能有效分散風險。

(4) 建立投資組合

阿爾發科技投顧採用諾貝爾經濟學獎得主哈利·馬可維茲，所提出的現代投資組合理論為建立投資組合的基礎。該理論根據平均數—變異數投資組合最適化 (Mean Variance Optimization, 簡稱 MVO) 模型，可以找出效率前緣 (efficient frontier)，效率前緣代表的是「相同風險下，預期報酬最大」，或「相同預期報酬下，風險最小」的投資組合，落在效率前緣曲線上的每一個點皆為最有效的資產配置。

在沒有目標的情況下，使用 MVO 模型來建立投資組合，是長期投資的最佳方法。然而，阿爾發科技智能理財是以「目標導向投資」方法進行財務規劃，因此我們會根據 MVO 模型，並會同時考量客戶的「財務目標」與「風險屬性」，來建立客戶的投資組合，期望幫助客戶達成財務目標。

但 MVO 模型是利用市場的歷史報酬回測，計算出有效的投資組合，但是在金融市場上，歷史表現並不代表未來表現，因此阿爾發科技採用 Black-Litterman 模型來優化投資組合，彌補這樣的缺陷。簡單來說，Black-Litterman 模型是以歷史報酬回測方法為基礎，進一步加入對市場未來預期的模型，讓投資組合的建立可以不局限於歷史表現，更能符合未來可能的市場動向，這是一個受到大型投資機構法人等級所採用的模型，阿爾發科技也利用 Black-Litterman 模型優化投資組合，提供客戶高品質的財務規劃服務。

(5) 投資組合再平衡

由於經過一段投資時間，投資組合中的資產會隨著市場的波動有所變化，這樣一來資產配置的比率就會跟偏離原本設定的比例，可能變得過於保守，或者過於積極，此時

將偏離的比率調整回到原本設定的狀況，使資產配置符合原先設定的風險等級，則稱為「再平衡」。

一旦客戶在阿爾發科技智能理財系統上執行投資計畫後，阿爾發科技的智能理財系統會定期檢視每位客戶的投資組合，並且定期自動為每位客戶進行投資組合「再平衡」，對長期投資而言，投資後的「再平衡」是很重要的步驟，但這往往也是被許多人所忽略的步驟，「再平衡」最大的功能在於，可以輔助投資人的投資組合，回到原先設定的軌道上，避免投資人在不理性的情況下，錯估了自己的風險承受度，影響長期投資策略的有效運作。

更重要的是，當客戶選擇不同的財務目標時，隨著客戶年齡的增加、或投資時間越來越短，風險屬性會有所不同，而適合的投資組合也會跟著改變，系統同樣會自動定期為客戶調整投資組合，使投資組合能夠保持在適當的風險等級內。

3.3.4 以雲端技術隨時、隨地提供投資諮詢

傳統金融業提供的投資理財服務有營業時間的限制，但對許多人來說，銀行的營業時間也是他們的工作時間，根本沒時間上門諮詢，當下班後有了空閒，銀行的理財專員也下班了，無法配合時間隨時提供服務，為了解決這樣的問題，許多金融機構以 24 小時的客服為支援方案，然而，即使客服 24 小時提供服務，但能解決的問題相對有限，正如《Bank 3.0: 銀行轉型未來式》書中所提及，銀行通常是讓技能最不足、薪水最少的職員試著幫忙解決客戶的問題，只能處理常見的問題，而無法處理需要深層知識或專業的問題。

因此，阿爾發科技以雲端技術打造理財服務，不僅要消除時間與地點的障礙，更要提供專業的理財諮詢。當客戶需要理財服務時，不需要再等理財專員上班才能進行，而是可以在任何時間透過電腦、手機等裝置，到阿爾發科技的智能理財網絡系統上，就能註冊自己專屬的帳戶，建立投資計畫。另外，運用雲端技術、機器學習與自然語言理解技術，打造聊天機器人以提供諮詢服務，透過知識庫建立與管理，阿爾發科技的聊天機器人除了可以解決常見問題，還能解決更具知識性、更專業的投資相關問題。

3.3.5 提供客觀、理性的投資建議

人們在面臨金融市場波動時，會有恐懼和貪婪的人性弱點，經常會做出錯誤、不理性的判斷，造成不必要的損失，而傳統理財服務模式下，即使是優秀的理財專員可能也無法避免人性上的弱點，尤其在市場波動較大時，更容易干擾其決策能力，另外，短期

的投資操作方式，能讓理財專員賺取更多手續費收入，也可能因為存在這樣的利益衝突，無法客觀提供投資建議。

因此，阿爾發科技智能理財利用科技取代人力，並透過上述的財務規劃方式，提供更客觀且理性的投資建議，另外，也會透過聊天機器人的諮詢方式，不斷的提供客觀、理性的分析，協助客戶建立正確的投資觀念，成為客戶投資行為顧問。

4. 總結

4.1 經濟/社會效益

在互聯網時代，阿爾發科技運用雲計算、大數據、人工智慧等技術，建置智能理財雲服務，除了降低企業自身運營成本，同時亦提供客戶更便宜、更便捷的投資理財服務，創造客戶與企業雙贏局面。

首先，透過智能理財雲端服務方案，除了降低企業成本，亦提供客戶更低成本的服務，有助於擴大用戶範圍，推動金融的普惠化。在客戶投資費用方面，每年可省下至少1%的投資費用，若每人投資金額100萬，以1000人計算，則總計1000位客戶每年可省下至少1000萬的投資費用。

其次，隨著人力成本提高、客戶消費體驗要求提升，以及人工智慧技術的發展，本案建置線上聊天機器人服務，提供客戶即時的理財諮詢服務，取代傳統金融業的理財專員與客服功能，除了有效降低企業人力成本，亦可以縮短與客戶溝通的時間。聊天機器人的運用有效解決85%常見的投資理財問題(包含專業金融知識)，讓客戶不需實際與理財專員碰面溝通，省下更多時間與精力。

4.2 用戶評價回饋

過去我們聽過許多人在金融機構投資理財的經驗，但真正能夠賺到錢、或滿意的客戶卻不多，原因在於金融機構與客戶的利益是相衝突的，金融機構賺得越多，就表示客戶賺得越少。然而，我們始終堅信客戶值得獲得更好的投資成果，因此，阿爾發科技智能理財結合科技與投資理論，開發出線上智能理財平台，為客戶提供一個獲得投資理財更好結果的最佳方式。

阿爾發科技的智能理財，幫助有理財需求、有目標卻不知道如何規劃的客戶，能夠以簡單輕鬆的方式逐步達成目標，並讓這些客戶以更安心的方式理財。此外，也為一些有正確投資觀念、不信任傳統金融業服務，並且想以低成本方式進行長期投資規劃的客戶，提供了一個解決方案。

4.3 總結

近年來，科技已經打亂了許多傳統行業的商業模式，例如亞馬遜以及 Uber，他們既增強了客戶服務的方式，也打亂了客戶的服務方式。財富管理業也在 2008 年的金融海嘯後發生變化，以科技為中心的新創公司開始進入金融業領域，他們改善了市場覆蓋程度，並降低提供服務的成本。

目前，台灣地區仍缺乏能滿足客戶需求的投資理財服務提供業者，阿爾發科技以新技術支撐新的服務模式、改善客戶體驗、提高運營效率和降低成本，並透過企業成本的降低，反饋在服務價格上，有效解決客戶及金融機構的痛點，創造雙贏、產生實際效益。

下一步，我們將更注重市場教育方面的服務。由於目前台灣地區多數投資人仍偏好短期投資，以及追高殺低的投資方式，對於全球性、分散風險、被動、長期的投資觀念淡薄，因此我們將透過社群媒體的交互方式，以及以聊天機器人擔任投資顧問的方式，提升客戶的金融常識，協助客戶學習正確的投資觀念，引導客戶以理性、正確的方式投資，除了能讓客戶獲得更好的理財結果，也有助於企業發展。

最終，人工智慧也將會改變理財諮詢方式，未來我們將運用人工智慧與區塊鏈等新技術，讓理財服務更加融入客戶的日常生活中。

案例五：大同公司——七美島智慧微電網系統

摘要

能源供應的低碳化或綠化乃是落實智慧生活的一項重要指標，不論是城市、偏鄉或離島。台電公司於澎湖七美島設置全台首座離島大型智慧微電網 (Microgrid) 系統，便是實踐此一重要指標的具體行動；不但在供電上達成綠色與減碳，亦在發電成本上大幅縮減。因此，此一建設不但具有雙重效益，同時亦兼具了教育與示範的多方面功能。此外該項建置案從規劃、設計到建置的過程中，也發展出了許多創新的技術與應用，從而在 2018 年第五屆智慧城市展中獲頒 2018 年智慧城市創新應用獎 (智慧節能項目)。

1. 簡介

電力供應乃是現代文明社會基礎建設中的基礎建設，若其相關之建設不足，不但將嚴重影響經濟發展，更對民眾的食衣住行育樂造成相當程度的不便，更遑論社區或城市的智慧化了。因是之故，美國國家工程學院 (NAE, National Academy of Engineering) 將電力基礎建設 (Electrification) 列為廿世紀人類最偉大的工程成就¹。時至今日，因應全球暖化、劇烈氣候變遷與能源使用需求日益增加而其供應來源日益枯竭等議題，無人能置身事外；因而論及現代化的智慧社會生活，能源供應的低碳化或綠化乃是落實智慧生活的一項重要指標，無論是城市、偏鄉或離島。

過去台灣在離島電力供應的規劃上，主要係採用燃油發電機組 (參見圖 5-1)。以燃油發電機供電除造成空污外，由於燃油運輸不易之故，其平均發電成本亦遠高於台灣本島。愈小的島嶼 (如七美或望安等) 及距離台灣本島愈遠的島嶼 (如東沙或太平島等)，其發電成本相對愈高 (參見圖 5-5)。

這些離島多富含太陽光及風力等天然能源 (如澎湖群島有全球公認最佳的風場)，若能以這些取之不竭、用之不盡的再生能源取代燃油發電機，豈不是能一舉解決污染與運輸成本的兩大問題。然而，再生能源的基本特性乃是其供電的不穩定性，它們乃是所謂的“間歇性電源” (Intermittent Source)。以太陽光電系統為例，其只能於白天供應電力，晚上乃是完全無法供電的；其實即使在白天，天候及雲量的變化也將造成其供電的變動。若以再生能源作為主要的供電來源，一旦其發生故障跳脫，將連帶影響供電品質；甚至在負載臨界所有運轉中機組的最高承受能力時，將很可能會瞬間造成整個系統崩潰。

¹ W. A. Wulf, “Great Achievements and Grand Challenges,” *The Bridge*, pp. 5 - 10, Fall/Winter, 2000.

微電網系統的建置，藉由其控制演算法因應再生能源輸出的變動對儲能設備及負載進行智慧調控，而可對系統的穩定性提供相當程度的保證。

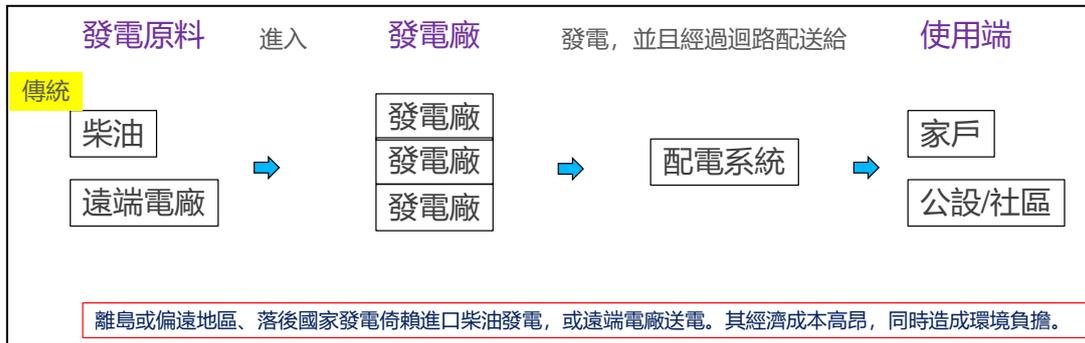


圖 5-1：離島或缺乏基礎建設地區的電力供應

資料來源：大同公司

其實前述有關離島或缺乏基礎建設的偏鄉的此種需求，不止是台灣，而是全球皆然。因而若能以涵括再生能源、儲能系統與智慧調控技術在內的微電網系統(參見圖 5-2)來解決污染與高成本這兩大問題，則此一解決方案不僅對台灣有用，亦可外銷至全球各地新興、有需要的地區，從而開創新的智慧商機²。

以菲律賓為例，是由 7,000 多個島嶼組成，其中約 2,000 個島嶼有人居住，由於建置跨海連結的海底電纜成本昂貴，至今仍有數百個小型離島無法與主電網連接，目前由菲律賓國家電力公司(NPC, National Power Corporation)以柴油發電為小型離島供電，但由於柴油發電成本高，且運送柴油至偏遠離島亦非常困難，導致運輸成本大幅增加，部份更偏遠離島每度電的發電成本，甚至將近 1 美元/度；以距離台灣最近的巴丹群島(Batanes)為例，其柴油發電機組發電成本約 0.43 美元/度，故為節省發電成本，目前 NPC 所服務約 290 個離島柴油發電廠中，約有 70% 僅提供每日 8 小時供電服務，而過去幾年來，PV 系統(太陽光電系統)成本不斷的往下降，柴油零售價格依國際油價變動，但未來仍是油價看漲的趨勢之情境下，於離網地區導入再生能源供電之需求乃將日益增加，此為拓展微電網外銷商機之機會。

那麼，微電網系統又是什麼呢？最早提出微電網概念的國家是美國，依美國“電氣可靠性技術解決方案協會”(Consortium for Electric Reliability Technology Solutions, CERTS)於 2002 年提出的白皮書，其對微電網的定義可陳述如下：微電網是

² 例如：菲律賓有七千個島嶼、印尼亦有一萬七千多個島嶼，而緬甸則有超過一萬個村落缺乏電力基礎建設，形同陸上孤島(建造傳統的發電廠及輸配電網路將耗時十數年、耗資千億)。這些區域與中東、非洲，甚至東歐某些地區，都具有智慧微電網的潛在商機。

一種由負載與微型電源 (Microsource) 共同組成的系統，可同時提供電能和熱能；微電網的內部電源主要是藉由電力電子裝置作能源轉換，並提供必要的控制；微電網相對於外部大型電網可視為一單一的受控單元，並滿足用戶對電力品質與供電安全的需求 [1][2]。

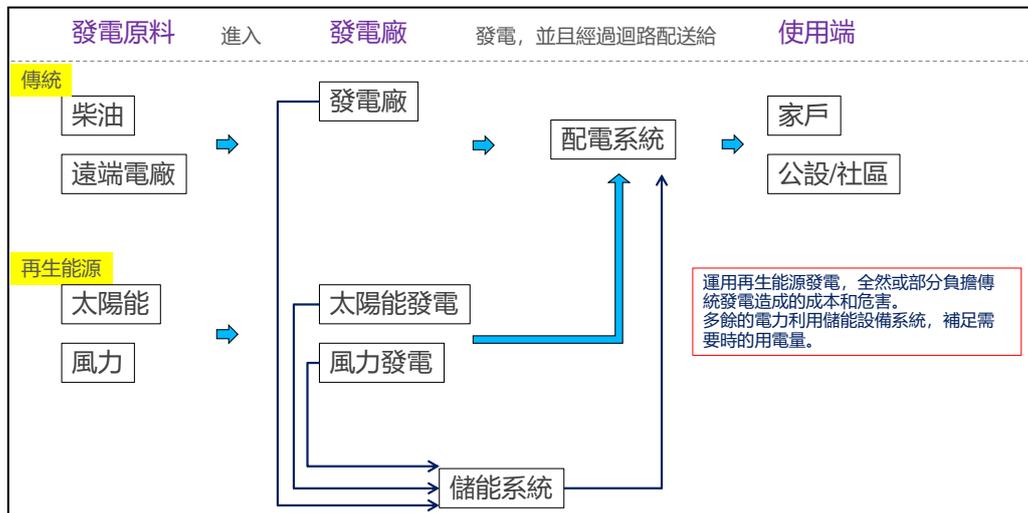


圖 5-2: 應用電生能源、儲能系統與智慧調控技術的微電網系統可解決離島或缺乏基礎建設地區電力供應產生的污染與高成本問題

資料來源：大同公司

經過幾年的研究發展後，學界與業界對微電網系統的技術與應用有了更多的瞭解，就技術面而言，微電網的定義可更精確地表述如下：**微電網係利用低壓配電網路，結合分散式電源、儲能裝置，與可控負載間，搭配局部電力電子轉換控制器之相互整合控制，可操作於併聯模式或自主模式。**因此微電網為實現智慧電網安全性、可靠性、環保性、自癒性 (self-healing)、多樣性、兼容性與適應性之核心技術 [3]；尤有進者，微電網實提供了個別用戶端對電網供電之獨立性的可能性。

由上述可知，微電網系統的關鍵組件包括：(各種) 再生能源、儲能設施、電力電子裝置與設備 (如逆變器等)、通訊與網路設備及先進控制演算法的調控軟體等。另外，值得注意的是依微電網系統的定義它必須能“**滿足用戶對電力品質與供電安全的需求**”。這也就意味著微電網系統並不是一個在供電品質與穩定性和可靠度妥協的簡化版電網，相反地，它乃是提供了在供需間調度上更大的彈性—甚至在與原本傳統大型電網拼接的場合裡 (如在台灣本島)，當傳統大型電網故障停止供電時，它提供了其所在區域仍能獨立進行供電的可能性 (所謂的“孤島運轉 (islanding)” 模式)。微電網系統除了在離島、偏鄉等地區能發揮減污與降低發電成本的優點外，其在拼接傳統電網時對電力系統因應

艱困條件時所能提供的“彈性”(resilience)亦將是其重要的應用之一(不在本文的介紹範圍)[4]。

有鑑於此，先由台灣能源科技計畫第二期(NEP II)發起，繼由台電公司全力投入打造七美低碳島的綠色家園，於澎湖七美島設置全台首座離島大型智慧微電網，以太陽能及風能「風光互補」功效³，建構該島成為綠能低碳示範島，跨出以智慧控制與管理之再生能源作為區域供電主要來源的第一步。該項基礎建設的指標性不言而喻，從規劃、設計到建置的過程中也發展了許多創新的技術與應用(例如：智慧調控系統可讓運作更為順暢，用戶不會感覺到不同電力供應來源間的切換等)，因此在 2018 年第五屆智慧城市展中獲得諸位評審委員的青睞，在節能應用項目中獲頒 2018 年智慧城市創新應用獎，如圖 5-3。



圖 5-3：七美島智慧微電網系統榮獲 2018 年智慧城市創新應用獎(智慧節能項目)

資料來源：大同公司

2. 需求分析

澎湖群島位於台灣海峽，距台灣本島約 50 公里，每年日照時數約 2,000 小時，冬季東北季風強勁、夏季艷陽高照、跨海大橋水道浪大潮急、四面環海，蘊含豐富的風能、太陽能、海水、潮流等天然資源，再生能源開發潛力無窮。

由於離島發電的燃料與運輸導致發電成本高，存在電力供應經濟性課題。再者，澎湖群島極具觀光產業價值，豐富的天然資源為地方居民之共同資產，如何善用澎湖現有

³ 所謂的「風光互補」乃是因風力發電的高峰在冬季(東北季風)，而太陽光發電的高峰在夏季；平日晚上太陽光發電不運作，再生能源供電主要係依靠風力。

的自然條件與環境資源並妥善規劃應用，加以整合開發成為低碳島，進而創造經濟效益，並帶動觀光休憩，乃成為基礎建設的主要目標。因此，如何有效利用澎湖群島所蘊含豐富的風能、太陽能等天然資源，建設以再生能源為主、以原有燃油發電機組為備援的離島型微電網系統乃成為有意義及價值的課題。

依澎湖人口統計資料顯示，澎湖本島(包括馬公市與湖西鄉)約人口約有 7 萬 8 千人，合計約 3 萬戶；由於再生能源先天的供電不穩定性，要直接在澎湖本島大量、甚至全面地佈建再生能源作為主要的電力供應，風險著實過高。因此，選定一規模小得多的島嶼進行實證性計畫後再行全面佈建，作為日後大型離島的建設雛型，乃是合理且值得投資的計畫。

澎湖群島中的七美島目前居住人口約近四千人(計一千三百餘戶)，平均一年使用電力約 780 萬度，主要仰賴台電於島上興建的七美發電廠供電。七美發電廠係於 1998 年至 2001 年代陸續建置至今，完成裝置容量為 4,000kW，由 4 部 1,000kW 柴油發電機組組成。四部皆使用高級柴油發電，所費不貲、又汙染美麗的天然環境。

近年來，因觀光產業興盛，七美用電年平均成長率 3.14%；然夏季尖峰負載約高達 1,500 kW~1,600 kW(須以 2 部柴油發電機運轉以提供足夠電力供應)，而冬季負載則僅約 500 kW~600 kW(僅須以 1 部柴油發電機運轉即可提供足夠電力供應)，夏冬需求之差異十分鉅大。圖 5-4 所示為澎湖縣七美鄉的基本資訊。



圖 5-4：澎湖縣七美鄉的基本資訊

資料來源：網路資料

此外，如前所述，離島發電燃料因需要「遠距傳輸」而產生的高額運輸成本，導致發電成本居高不下，存在電力供應經濟性課題。圖 5-5 中所示為原七美電廠 2013 年 5 月的發電成本分析，由此成本分析可知離島的發電成本實在驚人。該地區的電費收入根本難以支應如此高額的成本，因此也造成台電在該地區的營運有相當金額的虧損。

項目	102年5月	項目		
▲1.發電量(度)	621,472	8.每度燃料成本	燃料/發電量(度)	12.8132
2.營運費		9.每度其他營運成本	(營運費-燃料)/發電量(度)	3.681
營運監理費	2,232,017	10.每度維護成本	維護費/發電量(度)	0.5706
燃料 (A)	7,963,050	11.每度折舊費用	折舊費用/發電量(度)	1.6885
發電及電器費用	25,123	12.每度一般稅捐	一般稅捐/發電量(度)	0.0329
什項費用	30,504	◆每度發電成本	項目(8+9+10+11+12)	18.7862
小計	10,250,694			
3.維護費				
建築物維護費	103,655			
發電及電氣設備維護費	237,434			
什項設備維護費	13,500			
小計	354,589			
4.折舊費用	1,049,382			
5.一般稅捐	20,468			
◆6.合計(B)	11,675,133			
◆7.燃料佔總成本%(A/B)	68.21			

資料來源：台電 & 陳朝順教授

圖 5-5：原七美電廠 2013 年 5 月的發電成本分析

資料來源：台電 & 陳朝順教授

為了活用該地區豐富的再生能源，台電公司再生能源處原已在七美地區設置了 155 kWp 的太陽光電裝置，有時系統即時發電功率可達 100 kW 以上。然而若太陽光電系統發生故障跳脫，發電機組瞬間要承接約 60 kW-70 kW 的負載，系統電壓會受到影響，進而影響供電品質。甚至在負載臨界所有運轉中機組的最高承受能力時，將很可能會瞬間造成整個系統當機，因此建置智慧微電網以對系統的運轉提供穩定度與可靠度方面的改善實有必要。

台灣能源科技計畫第二期(NEP II)相中澎湖七美島發展再生能源的潛力，成立七美綠能園區完成智慧微電網示範系統，利用冬天強勁東北季風及夏天太陽光電創造新能源。台電亦陸續投資興設太陽光發電系統，現階段太陽能供電已可達到 48 萬度電。

其中，大同公司配合台灣能源科技計畫第二期(NEP II)及台電的計畫，與中山大學暨義守大學陳朝順講座教授共同合作，建立七美智慧電網示範系統及驗證平台。已於 2018 年初，完成全島 400kW 太陽光電系統與儲能系統(250kW、300kWh)之建置。由於此一系統的完成，使得七美島於負載用電離峰時段，再生能源占比可達系統負載量 50%以上。此一

台灣首座離島大型微電網於同年 5 月 15 日，由台電董事長楊偉甫主持，在七美鄉舉辦「七美太陽光電系統及低碳島智慧電網示範系統啟用典禮」，多位重量級人士參與剪綵及觀禮，正式風光地啟用。

3. 解決方案

七美島智慧微電網系統建置的基本構想與規劃如下：

- (1) 充份運用島上本身所具備的綠能，以減少污染暨降低離島發電成本。
- (2) 規劃符合成本效益之再生能源、儲能系統與柴油發電機容量配比。

儲能系統已經在諸多實證場域中證明其係穩定再生能源之變動輸出一所謂的“平滑化”(smoothing)的重要組件[5][6]。惟幾種具潛力的儲能技術其類型與特性都不同，成本也都不低，乃是尚在快速發展中的關鍵技術。

目前常見的儲能技術有鋰材料(包括鋰鐵和鋰三元等)、液流電池(主要為液釩，另有液鐵也在發展中)、鈉硫電池(NAS)、鉛酸電池(低價但不符環保需求)等。傳統用於電力調度者，主要乃是所謂的抽蓄水力，其容量十分龐大，然受限於環境因素與條件(如須築水壩)而不適用於微電網系統[7]。鋰材料儲能裝置無論在能量密度或功率密度上皆高，雖然目前成本較高，卻是最合適者(其成本可望在未來數年內可大幅地降低，尤以可能受惠於電動車產業的效應)，因而亦為七美島微電網系統所採用。

然而究竟應該使用多少容量的儲能裝置才合適(所費不貲)，或者甚至是應該混用那些不同的儲能裝置、其間的比例配置又是如何，目前仍是個熱門的研究課題[8][9]。

例如：日本的東芝公司協助沖繩電力公司在宮古島上建置了 4MW 的太陽能發電系統，使用了 4MWh 的 NAS 電池和 250kWh 的鋰電池(東芝專利的 SCiB™鋰電池⁴)的組合；前者較便宜但充放電速度較慢，後者具備能夠極快速充放電的特性(用於平滑化太陽能發電輸出的快速變動)但價格昂貴。據筆者數年前拜訪沖繩電力公司時該公司營運人員表示，當初建置時尚未累積實際運行經驗，所以因應 4MW 的太陽能發電系統搭配了 4MWh 的 NAS 電池；經數年運行累積的資料與經驗顯示的，應該連一半的容量都不必。

由於環境條件的差異，究竟對那種環境應當採用何種配比最為經濟有效，將是七美島微電網系統後續營運所要研究的課題之一。

- (3) 建立離島高占比綠能智慧電網推廣建置模式，作為日後推廣至其他離島之參考

⁴ SCiB™(Super Charge ion Battery)係日本東芝株式會社所發展之鈦酸鋰離子電池的商標。

依據。

由於再生能源供電的不穩定性，當其大量併網(如在台灣本島)或是在孤立的系統中占比過高(如在七美等離島)時，將對電網供電的穩定性造成相當程度的衝擊。因此，七美島微電網系統的佈建也在實證高占比的綠能條件下，如何透過能源管理系統的調度與控制、搭配智慧變流器與儲能裝置，建立起合理的建置模式，作為日後推廣至其他離島之參考依據。

(4) 藉此建置計畫之實施以提升產學研離島智慧電網技術，爭取國際離島綠能及微電網商機。

台灣的離島數目較為有限，但海外的商機卻是十分具有潛力。例如：以東協區域而言，菲律賓人口超過一億、島嶼超過七千個，印尼人口超過二億七千萬、島嶼超過一萬七千個，隨著經濟的發展將來都有建置離島微電網系統的需求，具備龐大的商機。

再者，對於一些新興地區(如非洲或中東)或甫開放的地區(如緬甸)等，也都是離島型智慧電網技術的用武之地。例如，以緬甸而言，它有超過一萬個以上的村落缺乏電力供應的基礎設施，若要投入電力基礎建設(如興建電廠、架設輸配電網路及建造變電站等)，非得耗資百億、費時十數年不為功。因此，若在各個偏鄉村落建置以再生能源為供電主力、搭配儲能裝置與智慧調控系統的微電網系統，將會是最具實效且能快速回收投資(商務模式則可透過亞銀或世界銀行等的融貸為操作的基礎)。

(5) 經由智慧微電網系統之建置以對島上供電品質進行改善。

智慧微電網系統所使用的能源管理系統及智慧變流器與儲能裝置，能對島上的供電系統提供電壓、頻率、暫態穩定度、供電可靠度等方面的改善，從而對島上居民生活品質的保障亦作出一份貢獻。

七美島智慧微電網系統的建置內容與推動模式則分述如下：

(1) 初期系統擴充規劃(2017~2018年完成)

根據七美電網系統模擬分析結果及儲能系統之 PCS (Power Conversion System) 測試並配合能源管理系統(EMS, Energy Management System)之建置，七美島上的電網在如下之初期再生能源與儲能系統擴充規模下，將能有效維持系統運轉之穩定度：

- 太陽光發電系統裝置容量800 kWp (未來建置總量計畫將達1.2 MWp)。
- 風力發電系統裝置容量600 kW。

- 儲能系統裝置容量1,700 kWh (儲能系統總量計畫將達2.0 MWh)。
- 依上述之規劃，預期將可達成如下之供電量：
- 再生能源發電量：
 - 風力發電：(9 kWh/kW, 日)×600 kW×365日=197.1 萬度/年
 - PV發電：(3 kWh/kW, 日)×1200 kW×365日=131.4萬度/年
- 預期每年節省發電燃油成本(依圖5-5所示，合理假設每度電燃油成本新台幣12元)：

$$(197.1 + 131.4) \times 12 = 3,942 \text{ 萬元/年}$$

如此，將可協助台電公司於七美島每年的虧損大幅改善。

(2) 七美島供電系統運轉資料的收集

當七美島智慧微電網系統建置完成後，將可針對發電成本、發電系統狀態及負載變化曲線、停電次數可靠度評估與可能之潛在問題等進行系統運轉資料之收集，供後續分析以進行運轉改善規劃之用。

所收集到的系統運轉資料十分珍貴，營運及分析團隊將可利用數據分析(Data Analytics)及深度學習(Deep Learning)等相關技術從中發掘系統穩定運轉及調度所需之關鍵因子，以期建立新一代之系統運轉模型。

(3) 智慧電網效益評估

藉七美島智慧微電網系統之建置，可對發電成本降低、電力品質提升等效益進行定量之評估與預期效益進行比對與驗證。

台灣能源配比計畫至2025年止再生能源發電將占20%，這個目標相當艱鉅，亟需各方面的努力與配合；至少，在離島部份應優先全面提高再生能源發電占比，取得確實的效益數據，對再生能源推動將有十分正面的鼓舞效果。

(4) 推動模式

- 導入高占比綠能發電(以太陽光電為主，風力發電次之)、新型之智慧變流器(Smart Inverter)、儲能系統(目前以鋰離子電池為主)。
- 簡易智慧能源管理系統(EMS)。

由於搭配了自主的智慧變流器，可減輕能源管理系統(EMS)在高占比再生能源供電與

變動下的工作負擔。

- 電網架構檢討及系統改造。

原先七美島的電網架構係以柴油發電機供電為基礎的傳統區域型電網架構，在併入高占比的太陽能發電和風力發電裝置(搭配智慧變流器)、儲能裝置後，整個的電網架構發生了根本性的改變(參見圖 5-6)。因此，七美島智慧微電網系統的建置將可提供傳統電網因應再生能源、儲能裝置及大量的智慧型電子裝置(IED, Intelligent Electronic Device)與新一代智慧型能源管理系統加入後，在電力潮流(Power Flow)上發生結構性的改變、在運轉暨調控模式上也產生新的動態模式(Dynamics)。這將是一個值得積極投入研究與探討的課題，可對日後本島大型電網與微電網間、與不同微電網之間的協同運轉，奠下重要的基礎。

- 符合投資成本效益之系統規劃建置。

任何系統的建置都必須考慮成本效益，七美島的建置是離島大型智慧微電網系統的首例；建置完成後的維運，將可檢驗實際之投資成本效益是否符合規劃時的預期。

含高占比綠能發電、儲能系統、柴油發電機之七美電網整合測試與功能驗證。

大同過去雖已有數個包含再生能源、儲能裝置與柴油發電機的微電網建置經驗(如屏東光采濕地及太平島等)，但以離島全島的大型建置(超過一千三百民生用戶)則為首例，此案對含高占比綠能發電、儲能系統、柴油發電機之七美電網整合測試與功能驗證至為關鍵。

- 建立含高占比綠能之離島智慧電網推廣模式。

如前所述，此案將可建立高占比綠能之離島智慧電網推廣模式，除台灣其他離島外，東南亞、中東、非洲、拉丁美洲甚至東歐等地區都是潛在的新興目標市場。

(5) 未來規劃

為提升七美島全年再生能源的發電占比，未來將依據七美島智慧微電網系統現場測試與驗證的結果，逐步擴充 PV 發電系統裝置容量至 1.2 MWp、新增風力發電裝置容量 600 kW 及儲能系統容量擴充至 2 MWh 之譜，預計於 2019 年將可達到全島綠能發電量 337 萬度電，占全島用電的 45%，不但能進一步大幅降低發電成本，更以達成低碳島或甚至無碳島的最終目標。

七美島智慧微電網系統的基本架構如圖 5-6 所示。由該基本架構圖中可知，在僅由

柴油發電機供電的原七美島電網和配電站間以電驛介接，用戶負載由再生能源優先供電（在冬季及其他大部份非尖峰時段），不足時才由柴油發電機組提供備援；其中，調度系統扮演了相當重要的角色。

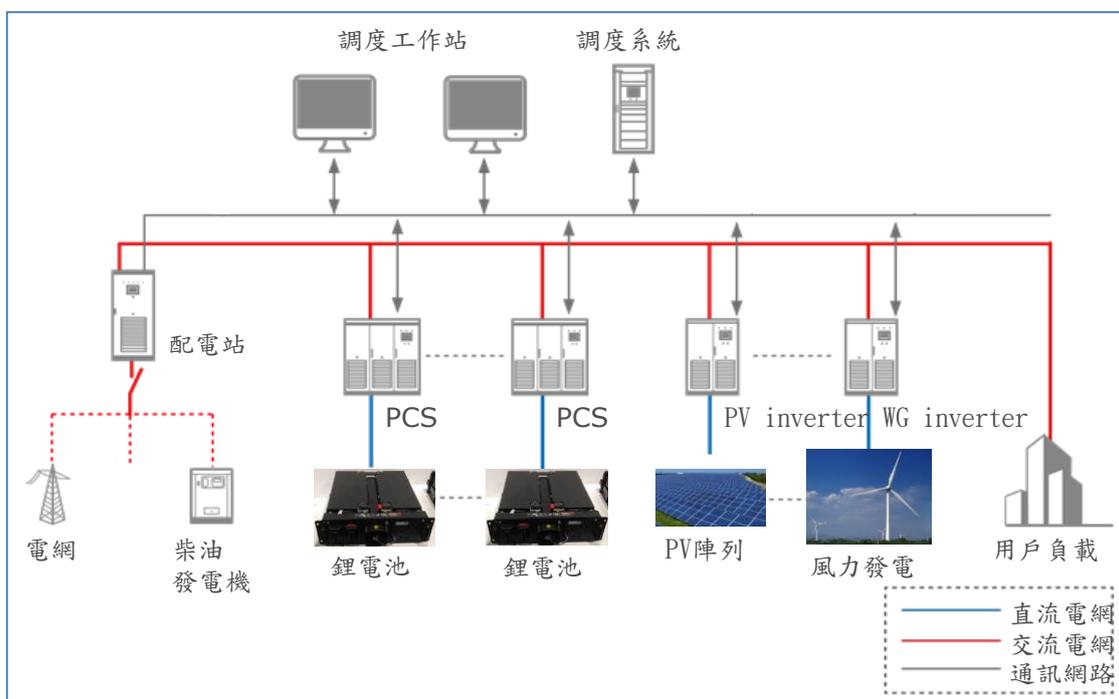


圖 5-6：七美島智慧微電網系統的基本架構

資料來源：大同公司

至於七美島智慧微電網系統的指標性技術亮點則如圖 5-7 所示，茲簡扼說明如下：

- 智慧變流器 (Smart Inverter) 之使用：
 - 智慧變流器可降低大量PV併網之系統衝擊，相較於傳統的變流器其在相同饋線上能大幅增加再生能源的併網容量。
 - 提供電壓設定自主控制(虛功補償與實功調降)。
 - 提供頻率設定實功調降功能。
 - 具備低/高電壓及頻率(Low/High Voltage and Frequency Ride Through) 穿越能力，有助系統緊急調度。

智慧變流器乃是提供高滲透率再生能源併網的關鍵技術，其與傳統變流器之比較則如圖 5-8 所示。

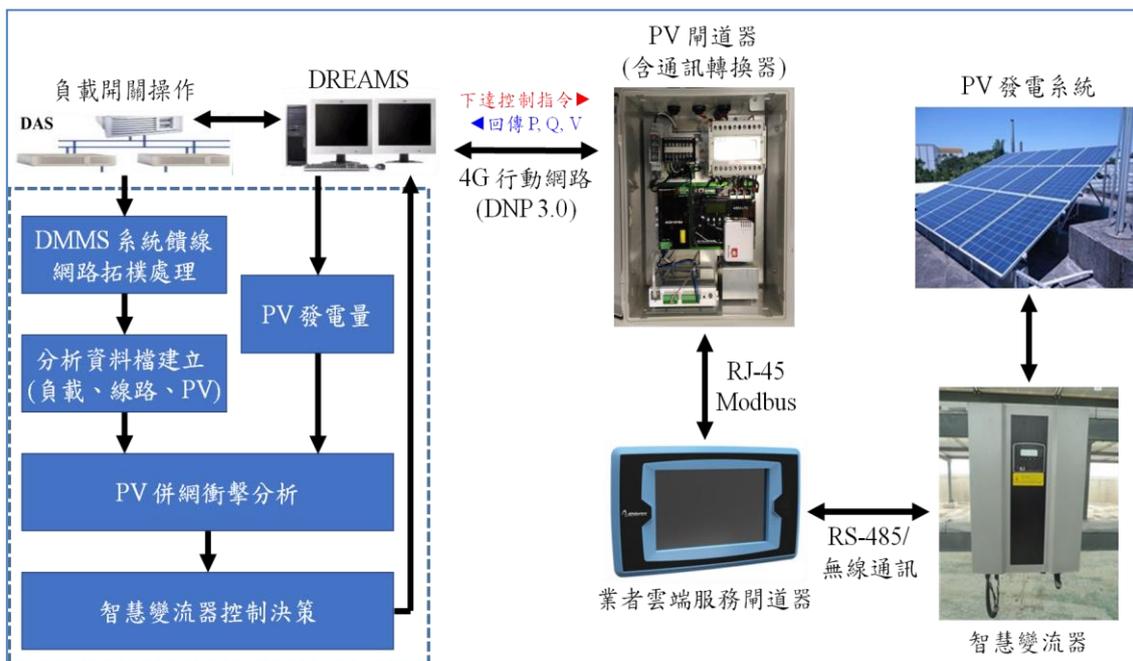


圖 5-7：七美島智慧微電網系統指標性技術亮點

資料來源：大同公司

變流器將PV模組所發之直流電轉成交流電，並將其饋入電網。

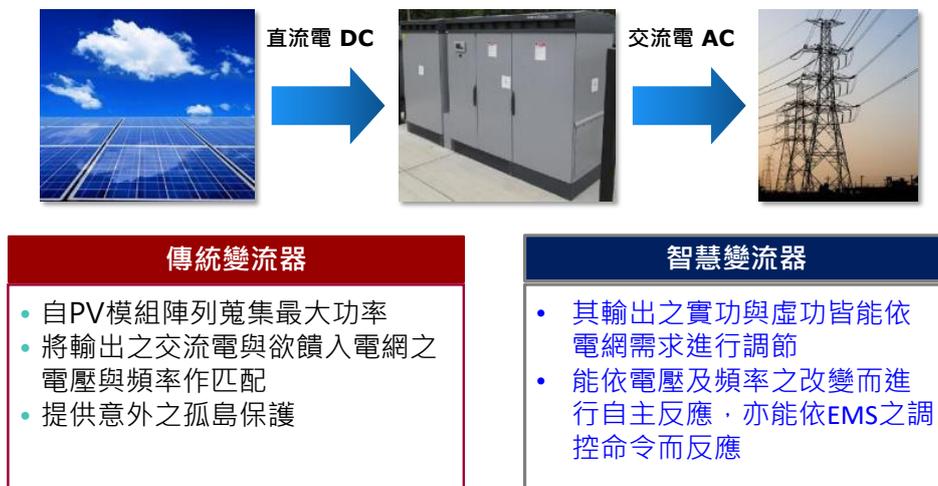


圖 5-8：智慧變流器與傳統變流器之比較

資料來源：大同公司

- 配電級再生能源自動管理系統 (DREAMS, Distribution Renewable Automatic Management System):
 - DREMS可針對中大型再生能源系統，進行發電量及電壓品質監控。
 - DREMS可降低再生能源併網系統衝擊，維持良好的供電品質。
 - DREMS可提升台電配電系統之再生能源併網容量。

- DREMS可提供評估再生能源發電系統之輔助服務能力。
- DREMS可根據預測天氣，決定儲能系統之最佳充放電時機及柴油發電運轉策略。

最後，七美島與台灣島內的環境條件十分不同；座落於沿海之太陽光電系統其金屬材料支架皆須採用抗鹽蝕之材料，何況離島係位於四面環海之位置。大同公司於七美島上所建置之太陽光電系統其所使用之金屬材料支架與配件，皆依台電嚴格之規範備料、廠驗，將不致出現在其他島嶼之太陽光發電系統所發生之部分金屬支架因鹽害鏽蝕致須全面更換的問題(圖 5-9 為七美島上之太陽光發電系統，圖 5-10 則為本案所採用的智慧變流器)。



圖 5-9：七美島太陽光發電系統

資料來源：大同公司



圖 5-10：七美島智慧微電網中所採用的智慧變流器

資料來源：大同公司

4. 總結

4.1 經濟/社會效益

大同公司近年來積極投入潔淨能源與節能產品與系統的開發，以既有發電、輸電、配電、用電工程等專業經驗為基礎，提供全方位潔淨能源發電系統與智慧化的配電、用電管理系統，服務家庭、工廠、商用與電廠需求，更以高、低壓智慧電表基礎建設(AMI, Advanced Metering Infrastructure)、全台灣超過 70 MWp 太陽能發電系統與全台灣第一座微電網系統建置案繼續深化發展綠色能源相關產業。

近年由於氣候的極度變化各國都相當重視環境保護，綠能發電與電力智慧調度成為能源發展重要項目，然而因綠能發電的天然不穩定性並須增加所費不貲的饋線基礎建設，如何在最具經濟效益下並同時開發大量綠色能源挹注電力，此為當今能源政策最需思考的一環。微電網系統除可有效取代高污染的小型發電設備，且可在不增加饋線建置下提

高再生能源的占比，並可利用多個微電網系統來達成分散式電力電網架構，減少集中式電站建置，應用範圍廣泛。聯網型新能源微電網可應用於具備多種能源互補條件的地區建設；獨立型新能源微電網則可應用於電網未覆蓋的偏遠地區、海島等以及僅靠小水電供電的地區，亦可作為供電能力不足的鄉村獨立電站之改造。為配合綠能政策，大同公司積極參與台電在澎湖本島與其離島推展綠能的基礎建設，以將澎湖打造成為觀光低碳示範島當作志業。以七美為例，每年近 780 萬度用電賴七美發電廠總裝置容量 4,000 瓩的柴油發電機供應，每度電成本約 16~18 元(燃料成本約占 12 元)。然而七美島夏天日照充足、冬天季風強盛，若能積極推展再生能源發電，不僅能減少碳排，也可降低供電成本。目前七美島智慧微電網系統初期的建置至去年底已完成全島太陽光電系統總容量 410 kWp 與儲能系統 300 kWh 之建置，全年太陽光電發電量可達 48 萬度，若搭配日後建置的風力發電等其他再生能源設備，綠色能源約可占全島年用電量的 43%，終極目標是系統在離峰時段可達 100%綠能發電，讓七美將成名符其實節能減碳的「低碳島」。

在配合台灣能源科技計畫第二期(NEP II)的支持下，利用智慧微電網其本身具有之先進的饋線負載與再生能源發電預測、併聯點電壓調整與再生能源平滑輸出等優點，除可建立自身獨立運轉與智慧調控等無人化模式，亦可接受七美電廠的命令，透過智慧微電網的調度與管理方式，可有效穩定該區的電壓與頻率問題，並有助於提升區域電力品質，使再生能源滲透率占比提高，降低燃料成本與興建基礎設施的費用，支援非可預期之電力調度需求，從而建立離島高占比綠能智慧電網推廣建置與營運模式。並同時透過產官學研多重整合的架構下，以實際系統整合合作的方式，進一步獲得技術關鍵與經驗，為台灣開發自主系統技術、整合佈建工程奠定基礎。當然，外銷海外市場是當然的結果。

4.2 總結

透過再生能源達到減碳目的乃是全球的共識，國際上也有眾多實例[11]。配合 2012 核定之「智慧電網總體規劃」，以各項先導計畫所發展之技術、設備、標準與制度為基礎，建立「七美島綠能高占比智慧電網」等集中示範場域，驗證智慧電網效能，並逐步擴充太陽光電、風電及儲能系統之容量，完成低碳綠色生活場域示範，應用低碳生活服務與節能減碳科技，並結合觀光服務，擴大綠能產品應用，藉由縣民共同參與節能活動，共創「用電負成長」低碳家園，推動澎湖逐漸轉型為低碳島嶼，加速台灣邁向低碳之目標。

大同公司配合中山大學暨義守大學陳朝順教授參與台灣能源科技計畫第二期(NEP

II)、繼而配合台電全力投入七美島綠能建置工作，於 2018 年初本基礎建設案全案建置完成後，七美島於負載用電離峰時段，再生能源占比可達系統負載量 50%以上。此一重大建設的貢獻在於大幅降低離島發電成本，亦為全球建立低碳島之楷模。

台灣綠能相關產業 將可成為全球中大型再生能源電廠營運與逆變器智慧整合科技、及輔助服務市場機制的領先者。於本計畫創新指標中所驗證之技術如再生能源發電平滑化、電壓調整、頻率調整與實虛功調整等微電網智慧控制技術已順利驗證，七美島在高再生能源占比情境下，供電系統仍可維持高電力品質及電力穩定度；其成果與經驗，將可作為在未來台灣本島高再生源占比情境下，於大型再生能源電廠規劃與設置電網級儲能，及透過電網級儲能進行輔助服務之應用參考。

除了七美島微電網系統的建置外，大同公司已累積了眾多的建置實績(參見圖 5-11)，亦已開始擴展到菲律賓等海外市場。由此可知，七美島微電網系統所帶來的各種效益，可謂成果豐碩。



圖 5-11：大同公司智慧微電網系統建置實績

資料來源：大同公司

參考資料

- [1] CERTS, **White Paper on Integration of Distributed Energy Resources: The CERTS MicroGrid Concept**, April 2002.
- [2] 李東璟、黃永清、黃永福, “**微型電網簡介**”, 電工通訊(C. I. E E. Magazine)2011年第一季(三月), 第 6-13 頁。
- [3] 朱家齊, “**清大「智慧型微型電網規劃、分析、設計與建置」計畫簡介**”, 電工通訊(C. I. E E. Magazine)2011年第一季(三月), 第 40-47 頁。
- [4] Zhiyi Li, Moh a mm a d Sh a h i d e h p o u r, Far rokh Aminifar, Ahmed Al abdulwahab, and Yusuf Al-Turki, “**Networked Microgrids for Enhancing the Power System Resilience**,” Proc. of the IEEE, vol. 105, no. 7, p. 1289~1310, July 2017.
- [5] *Mostafa Farrokhhabadi, Bharatkumar V. Solanki, Claudio A. Cañizares, Kankar Bhattacharya, Sebastian König, Patrick S. Sauter, Thomas Leibfried, and Sören Hohmann*, “**Energy Storage in Microgrids—compensating for generation and demand fluctuations while providing ancillary services**,” IEEE Power & Energy Magazine, p. 81~91, Sept./Oct. 2017.
- [6] Derek Stenclik, Paul Denholm, and Babu Chalamala, “**Maintaining Balance – The Increasing Role of Energy Storage for Renewable Integration**,” IEEE Power & Energy Magazine, p. 31~39, Nov./Dec. 2017.
- [7] Francisco Díaz-González, Andreas Sumper and Oriol Gomis-Bellmunt, **ENERGY STORAGE IN POWER SYSTEMS**, John Wiley & Sons Ltd., 2016, 302pp.
- [8] Pawel Malysz, Shahin Sirouspour, and Ali Emadi, “**An Optimal Energy Storage Control Strategy for Grid-connected Microgrids**,” IEEE Trans. Smart Grid, vol. 5, no. 4, p. 1785~1796, July 2014.
- [9] A. Etxeberria, I. Vechiu, A. Etxeberria, J.M. Vinassa, and H. Camblong, “**Hybrid Energy Storage Systems for Renewable Energy Sources Integration in Microgrids: A Review**,” IPEC 2010, p. 532~537.

- [10] Alex Rojas and Tamer Rousan, “*Microgrid Control Strategy – derived from stakeholder requirements analysis,*” IEEE Power & Energy Magazine, p. 72~79, July/Aug. 2017.
- [11] Amber Mahone, Zachary Subin, Ren Oran, Mackay Miller, Lauren Regan, Mike Calviou, Marcelo Saenz, and Nelson Bacalao, “*On the Path to Decarbonization,*” IEEE Power & Energy Magazine, p. 58~68, July/Aug. 2018.

案例六：台灣物聯網產業技術協會——工廠智慧化的停看聽

1. 簡介

1.1 專案背景

第四次工業革命已悄然到臨，其所涵蓋的技術面向十分廣泛，其中更以物聯網、大數據、人工智慧與機器人為其不可或缺的重要元素[1]，[2]，在工廠智慧化的同時，我們更需對這些技術有深的了解，方能有效地運用在適當的情境下發揮其功用，如圖 6-1 與 6-2。

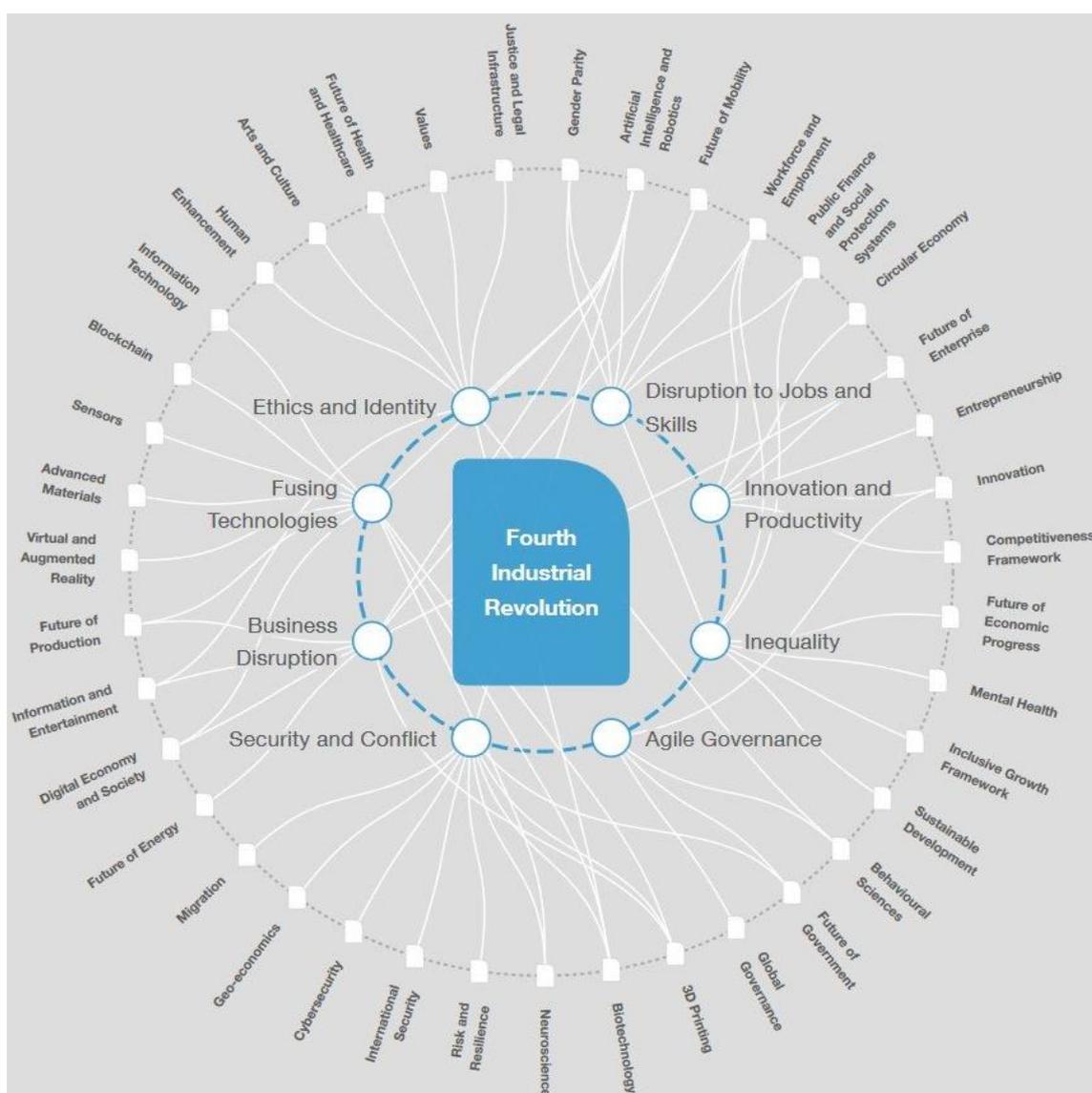


圖 6-1：第四次工業革命技術地圖[1]

資料來源：世界經濟論壇

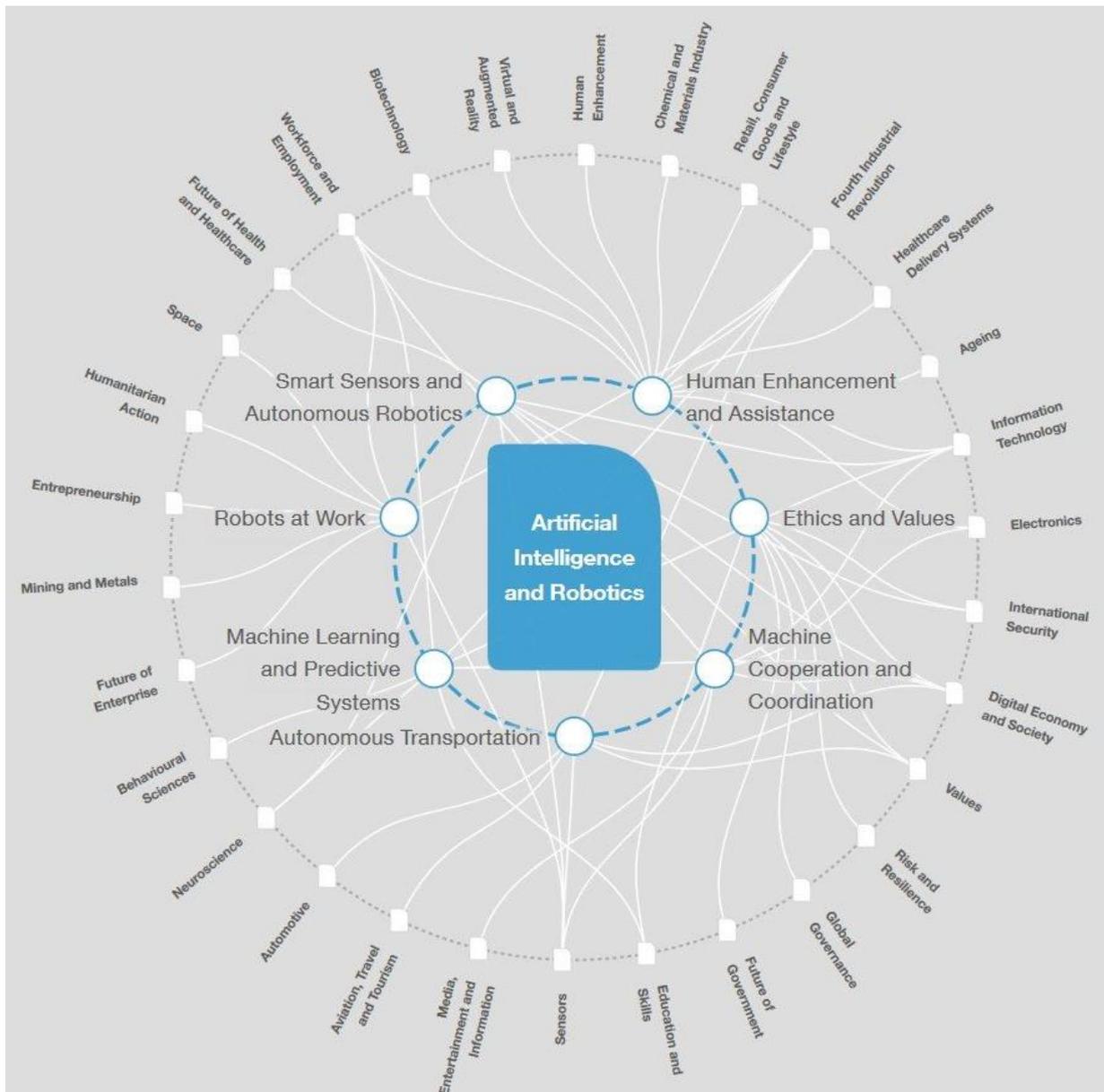


圖 6-2：人工智慧與機器人技術地圖[2]

資料來源：世界經濟論壇

世界各主要經濟體無不傾力推行符合國情的政策方案，藉以驅動產業朝更先進的自動化與智慧化技術邁進。美國於 2011 年提出「先進製造國家政策計畫」的製造業回流政策；德國於 2013 年將「高科技戰略 2020 行動計畫」列為重點政策；日本於 2013 年提出「日本產業重振計畫」希望能成為全球最適合企業發展的地方，在透過促進設備與研發投資，重振被日本長期視為經濟支柱的製造業實力；韓國於 2014 年提出「製造產業創新 3.0 策略」預計協助 10,000 家中小型製造業，建立智慧化與最佳化的生產程序；大陸於 2015 年提出「大陸製造 2025」行動綱領，揭其欲從製造大國邁向製造強國的目標。人類往往都是在競爭下大步地向前走。然而，在高度自動/智慧化的情況時，導入機器人設備

的比例也就越高，它可能是取代人力的自動化機器人或者人機協同式機器人，最終目的都是要提升生產效率、降低消耗並替人類服務。

本案例係著重於工廠智慧化下的技術研究，並且探討了工廠在轉型升級階段必然考慮的兩大項目，分別為資訊安全、設備安全。然若非為無人工廠者，則或多或少皆有員工在廠內進行操作、監控、維護等日常工作。那麼前述兩項安全技術的掌握程度將會連帶產生人員安全的問題。綜上所述，本案例將詳述兩大項目的研究心得。

1.2 案例特點

工廠智慧化所涉及的技术範疇十分廣泛，多數的設備都將具備聯網通訊的能力，而一旦有了這樣的性能後，資訊安全、設備安全及其衍生的人員安全則是接下來無可閃躲的挑戰。本案例以相關實驗來剖析問題本質並探詢可能的解決方案，分別為：

(1) 資訊安全

透過空氣品質監控和水量位準監控項目來實行工業控制系統遭到駭客入侵後的攻防演練，演練類型包含偵查(Reconnaissance)攻擊、回應注入(Response injection)攻擊、命令注入(Command injection)攻擊、癱瘓 Modbus 服務(Denial of service attacks)攻擊等。

通常在替工廠設備建置通訊系統時，工廠設備及通訊系統的設計是固定的，然而密碼也是預測值，往往最容易遭到有心人士的入侵，透過監聽或測試來取得進一步的資訊，最終掌握工廠的控制權，使得工廠遭受巨大的損失，甚至危及人員安全。

基於此，導入資料探勘、機器學習等人工智慧方法來剖析網路封包的資訊係本項目所規劃的解決方案，惟有針對設備通訊的數據傳輸封包進行研究，才能以更聰明的手段來掌握正常模式與異常模式的異同。

(2) 設備安全

透過機械狀態監控項目來實行工廠設備發生異常時的狀態辨識，包含故障診斷(Fault diagnosis)與壽命預測(Life prediction)等。

機械設備的優點在於能夠協助人類提升生產效率。但是它終究有失去正常能力的一天，比如機械故障、機械老化等，輕微時僅影響生產效率及產品品質，嚴重時則可能危及人員安全。

基於此，導入資料探勘、機器學習等人工智慧方法來剖析設備訊號的資訊係本項目所規劃的解決方案，惟有針對機械設備的訊號數據進行研究，才能以更聰明的手段來掌

握正常模式與異常模式的異同。

經由以上兩點說明，本案例的技術特點已勾勒地十分清晰，詳細說明如內文所述。

2. 需求分析

有賴於科技的高度文明，加速了工業發展的腳步。在過去，人類早已習慣以大量勞動力來進行製造生產活動，這在人口紅利較高的國度中最高為常見。現在，人們開始發覺讓設備聯網取得數據，並使用統計方法、人工智慧方法來協助決策/預測是可行的，也是較有效率的方式，更是工廠要進入高複雜度自動化階段的必經之路；然而，當設備聯網後，其所衍生了資訊安全的重大問題。我們都知道，駭客攻擊的行為是難以被全面遏止的。在工業控制系統中，只要一個環節被入侵，就有機會使整個產線發生異常。基於此，工廠在智慧化過程中依然有許多挑戰存在，以下就相關現況與需求進行說明與分析。

(1) 人口因素

隨著經濟成長與社會發展等因素影響之下生育率終將趨緩，根據聯合國秘書處經濟和社會事務部 (Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat) 於 2017 年的調查報告 [3] 指出，世界各地區的人口生育率如圖 6-3。就台灣而言，於製造產業的從業人口高達 27 %，佔 GDP 30 %，即便如此，社會上正面臨著少子化、缺工與產業轉型等問題，使得過去良好的產業實務經驗發生了嚴重的技術斷層。另一方面，即便像是勞動人口充沛的大陸也正面臨著產業轉型的壓力，畢竟機械自動化的生產效率及穩定性依然是優於人力。而節節攀升的工資生產成本無疑是壓垮駱駝的最後一根稻草。所以，生產模式的改變是一股世界趨勢，更是攸關著產業獲利的關鍵因素。

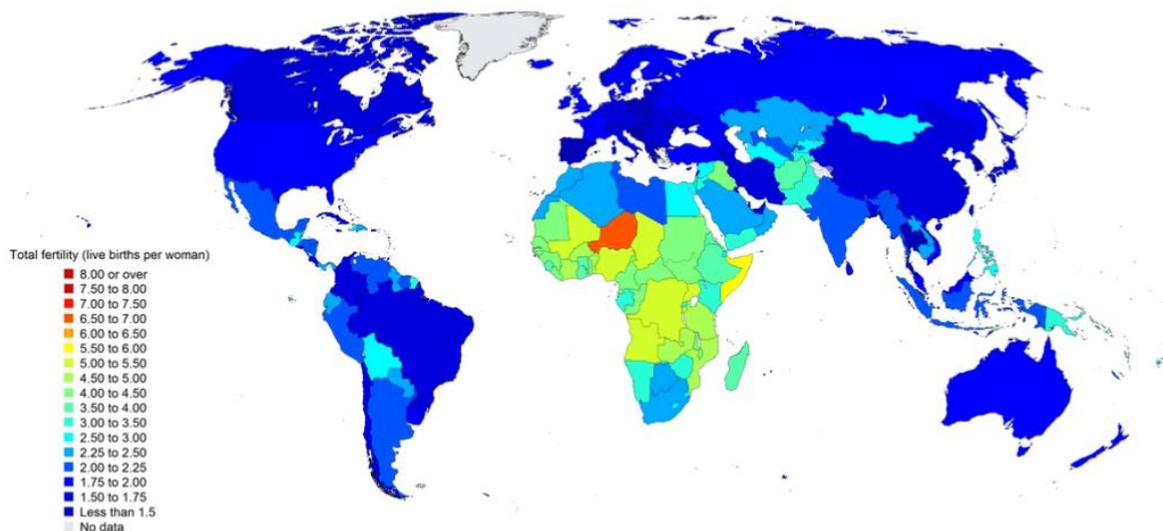


圖 6-3：聯合國預測 2020 年世界人口生育率 [3]

(2) 產業現況

根據世界經濟論壇 (World Economic Forum, WEF) 2018 年全球風險報告 [4] 指出，十大風險分別有極端天氣事件、自然災害、網路攻擊、數據詐騙或數據盜竊、氣候變化減緩與應對措施失敗、大規模非自願移民、人為環境災害、恐怖襲擊、非法貿易、主要經濟體資產泡沫等，其中幾點與工業智慧化演進過程皆息息相關，如圖 6-4。另一方面，根據預測維護技術調查 [5] [6] 中指出，美國與德國取得了大幅領先的地位，如圖 6-5。在專利布局部分，依然由美國獨領風騷，並與其他區域有著巨大的差距，如圖 6-6。在相關專利維護 [7] 上，台灣除了在半導體方面取得領先外，其他領域皆有著進步空間，如圖 6-7。綜上所述，在工業產業界中，資訊安全與設備安全是長期被忽略的一環，尤其在以勞動力作為生產模式的地區者更甚，其主要係由於物聯網技術不普及、自動化進程緩慢、智慧化程度不足等因素所導致。

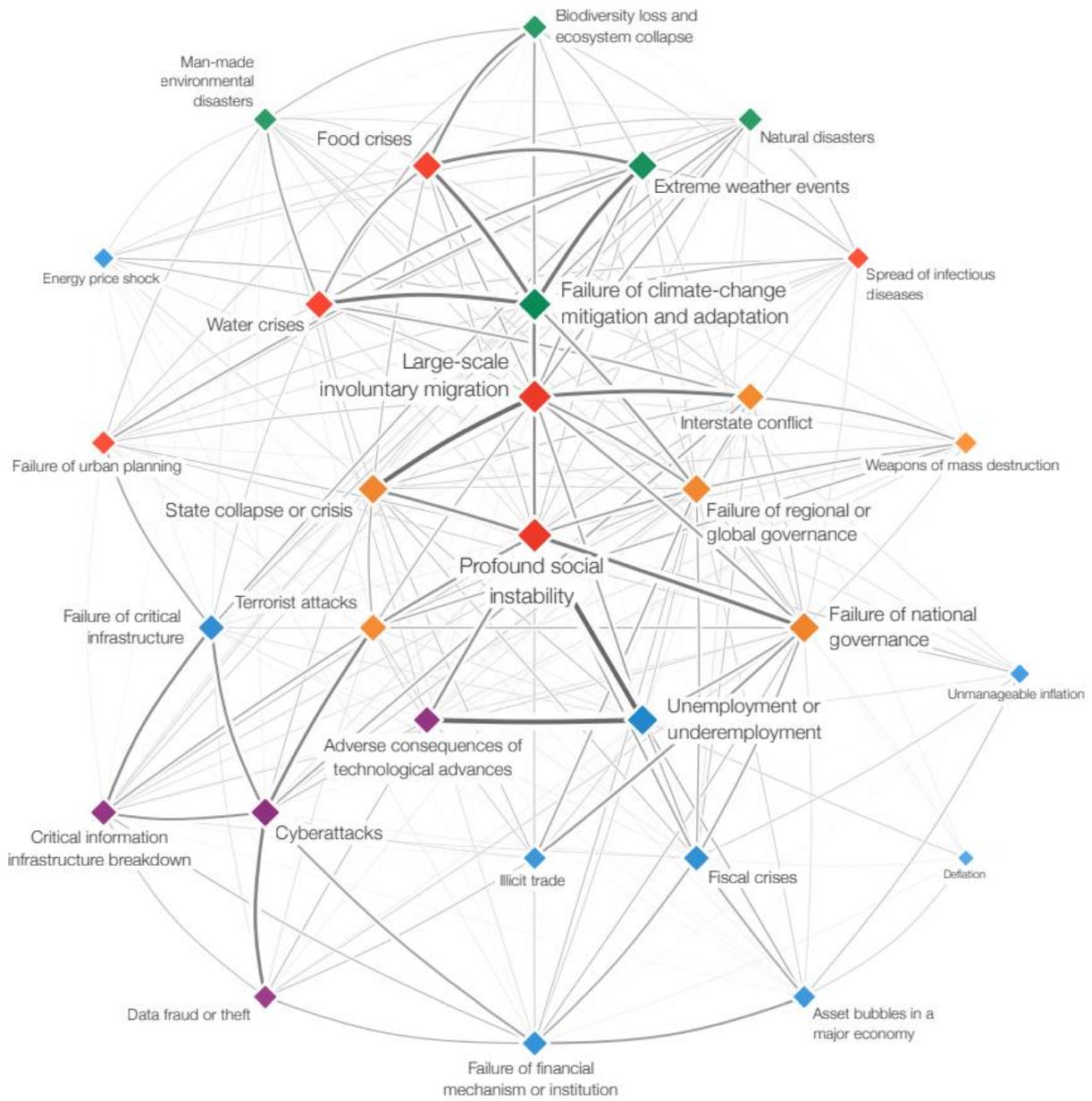


圖 6-4：2018 全球風險互聯地圖[4]

資料來源：世界經濟論壇

Predictive Maintenance Company Ranking

Company	Overall Score ¹	Scores		
		 ²	 ³	 ⁴
1 IBM	84.6%	140	2600	338
2 SAP	61.3%	260	1120	138
3 SIEMENS	42.1%	50	1480	169
4 Microsoft	35.3%	30	1760	90
5 GE	27.8%	50	976	90
6 intel	24.7%	0	1510	54
7 BOSCH	23.2%	40	1060	45
8 SKF	20.9%	0	75	202
9 Philips CISCO	20.3%	0	1430	20
10 ABB	17.5%	20	276	116
11 Schneider Electric	11.9%	10	186	83
12 accenture	11.2%	10	185	77
13 Honeywell	9.8%	0	388	49
14 SAS	7.9%	30	110	27
15 HAN	7.0%	0	461	11
16 Rockwell Automation	7.0%	0	204	44
17 EMERSON	4.4%	0	192	20
18 HUAWEI	4.4%	0	212	17
19 ptc	4.3%	0	256	10
20 Parker	3.8%	0	177	16

1. The highest ranking company in each aspect receives a rating of 100%, with all other receiving a lower percentage in linear relation to the actual frequency. The overall result is the average of all three categories. 2. Monthly searches on Google in conjunction with "Predictive Maintenance". 3. 2016 newspaper and blog mentions in conjunction with "Predictive Maintenance". 4. Number of employees that carry the tag "Predictive Maintenance" on LinkedIn in January 2017. Sources: Google, LinkedIn, Company websites, IOT Analytics

圖 6-5：全球預測維護技術公司排名[5]

資料來源：iot-analytics.com

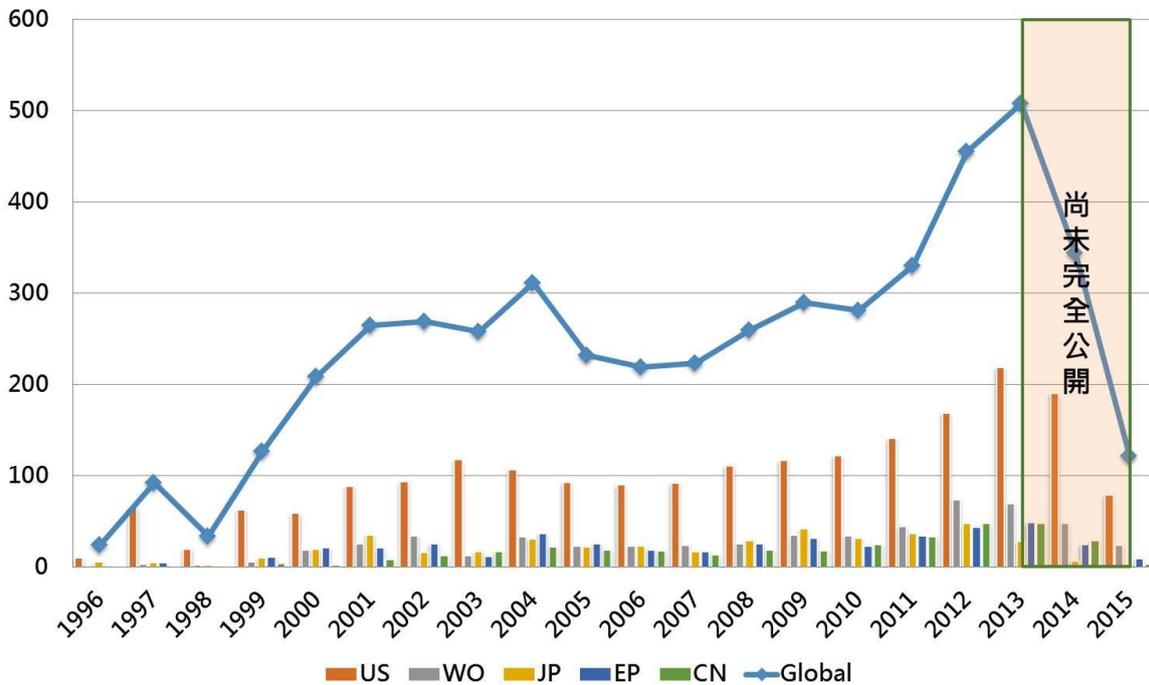
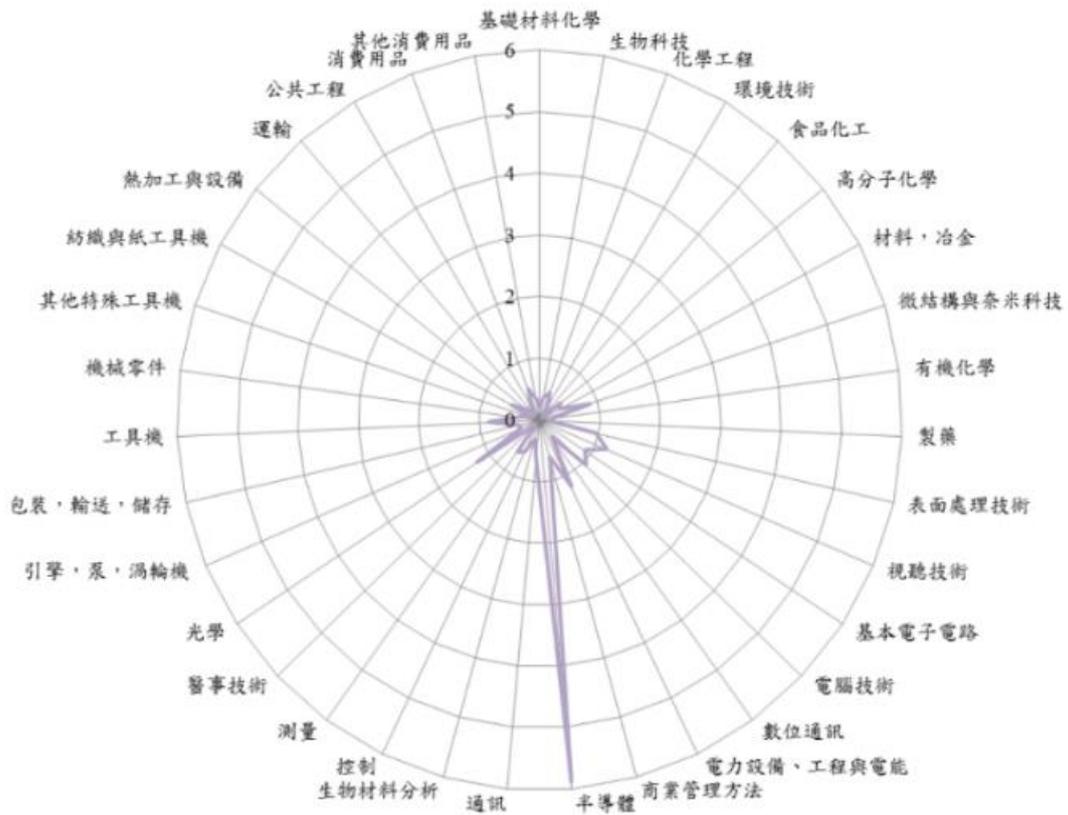
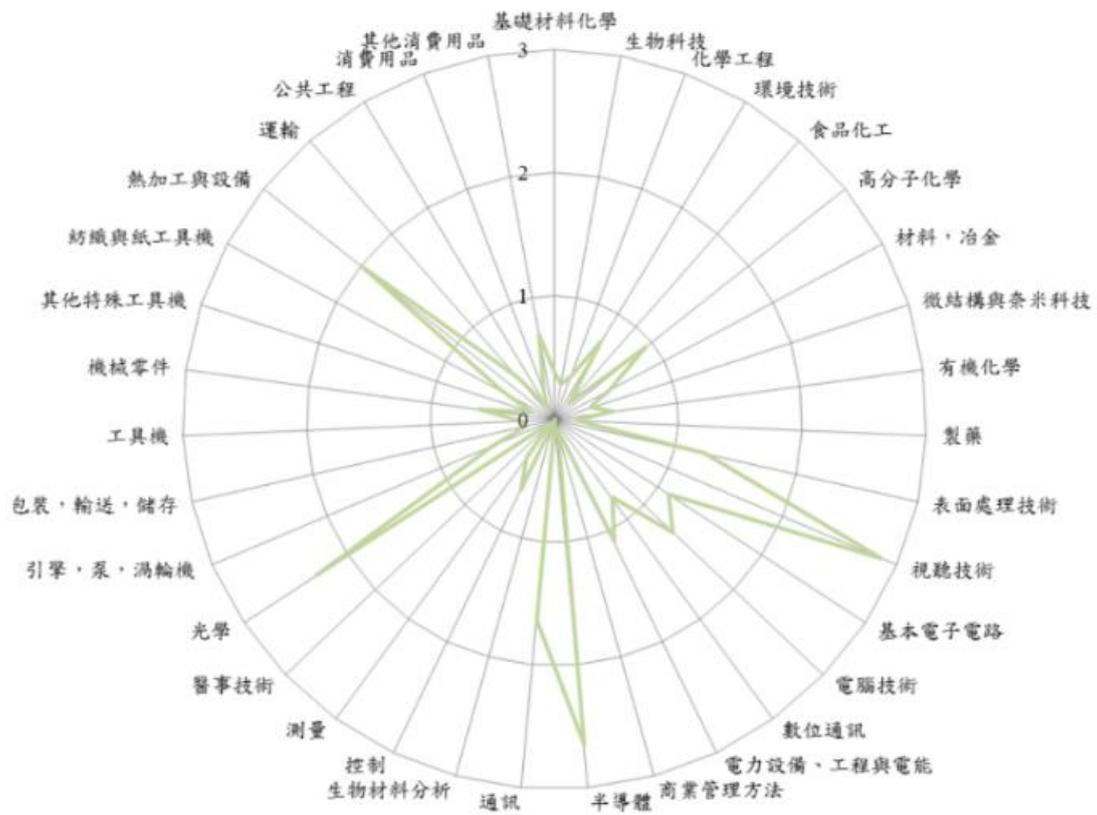


圖 6-6：全球預測性維護專利申請趨勢[6]

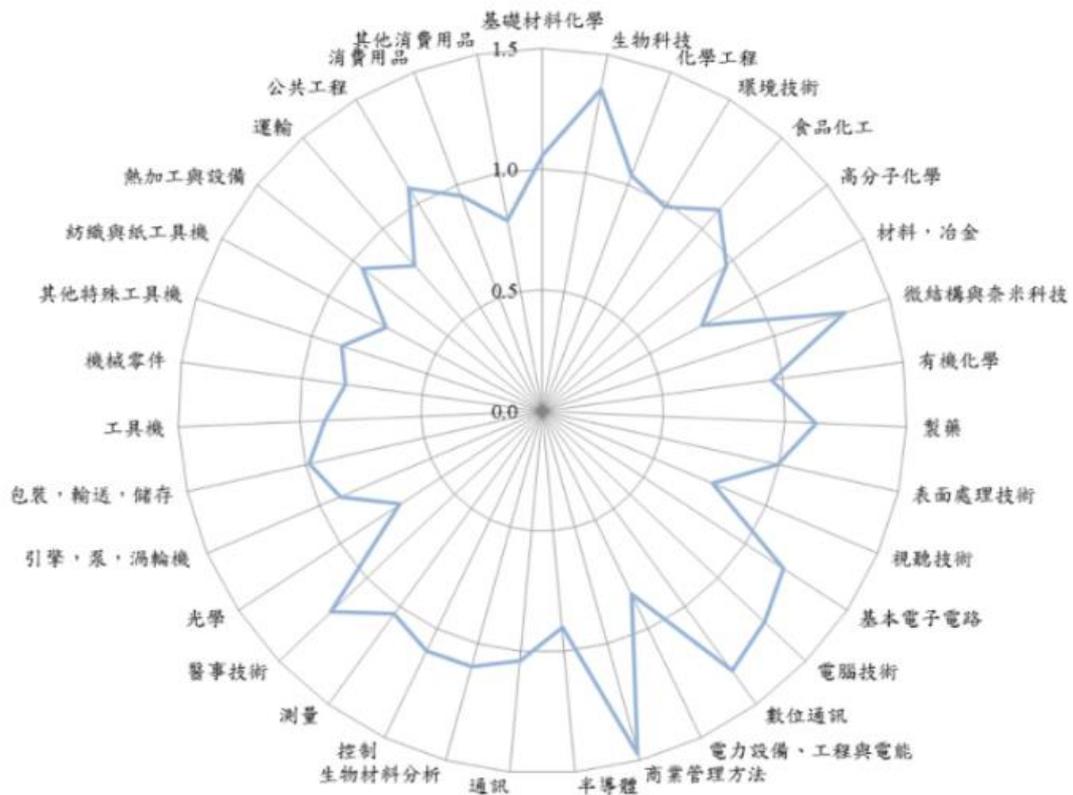
資料來源：新聚能科技顧問



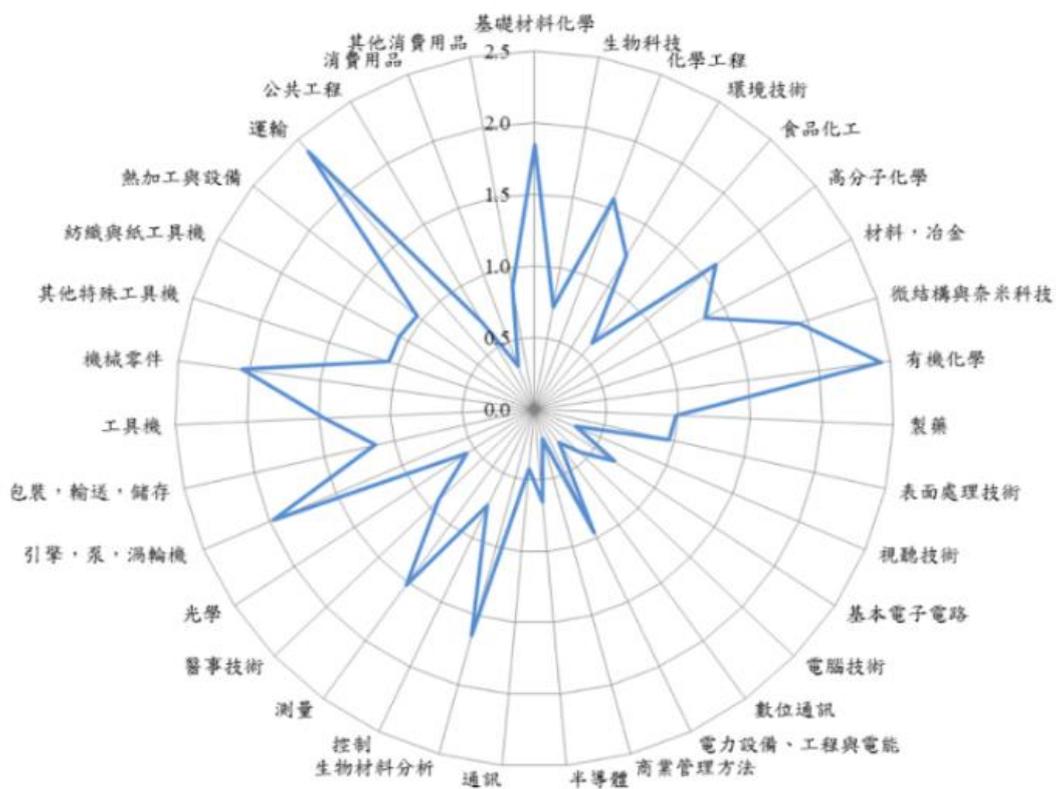
(a)



(b)



(c)



(d)

圖 6-7：技術維護率：(a) 台灣 (b) 南韓 (c) 美國 (d) 德國 [7]

資料來源：布拉格文創出版

3. 解決方案

3.1 總體技術架構

由於產業別的不同，使得在現實工廠中的內涵差異甚鉅，本案例則針對較普遍的情境進行技術研究與開發工作。我們知道可程式邏輯控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 係工廠機械設備的核心，他可以根據預先規劃好的指令進行設備的控制。然而，電腦數值控制器 (Computer Numerical Control, CNC) 則為工具加工機的核心，同樣可以根據使用者預先設定好的程式碼來進行加工生產的活動。而我們則是透過封包軟體 Wireshark 來檢視工業控制系統遭受攻擊時的資料特性，並利用數據挖掘軟體 WEKA 建立防禦端系統。另外，再使用數值分析軟體 MATLAB 來擷取機械設備訊號以及分析其運轉狀態，藉由物聯網技術來掌握工廠動態，如圖 6-8。

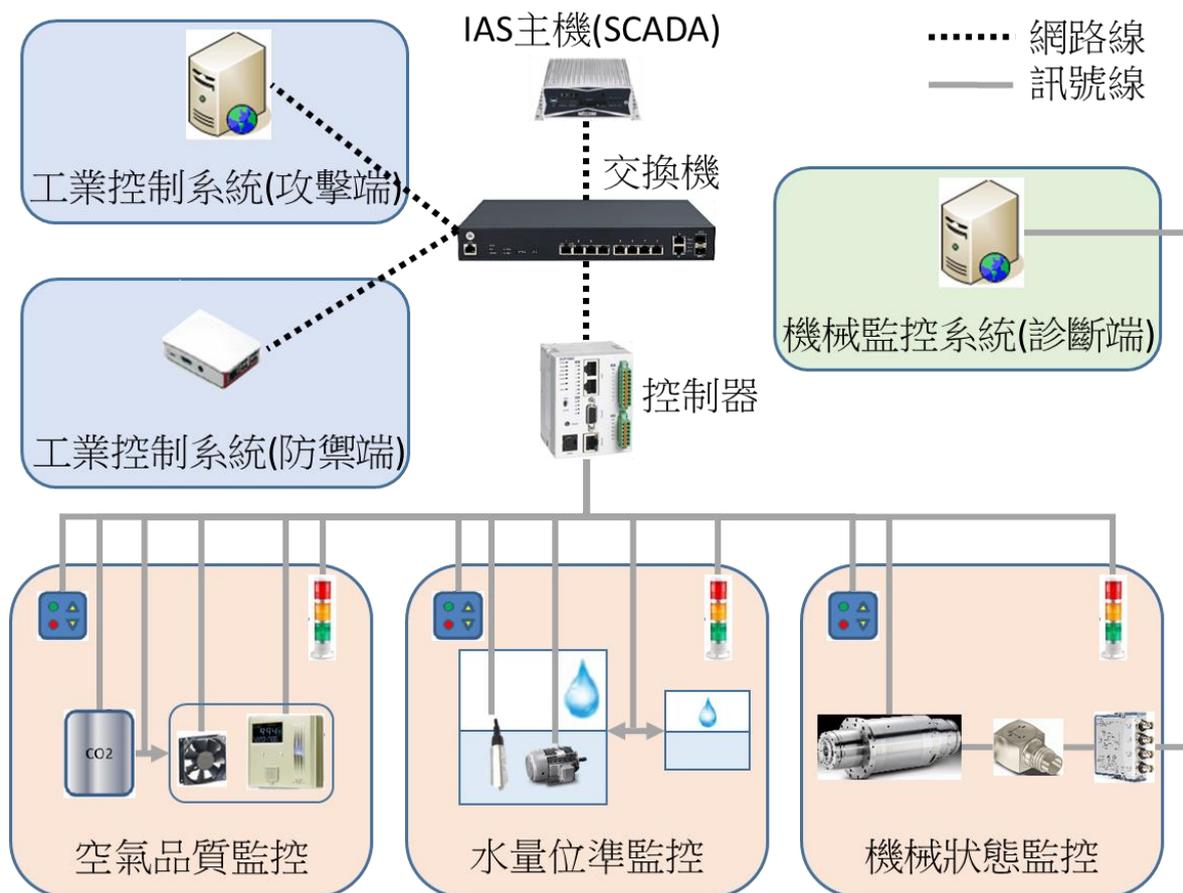


圖 6-8: 總體技術架構圖

資料來源：本專案自製

從圖 6-8 得知，以 PLC 控制系統、CNC 控制系統為核心的架構分別為：

(1) PLC 控制系統

SCADA 系統、PLC 控制器、Modbus /TCP 網路交換機、空氣品質監控平台、水量位準

監控平台、工業控制系統(攻擊端)、工業控制系統(防禦端)。其中，SCADA 系統為安裝了工業控制應用程序的個人計算機。它能夠發送、接收和存儲數據。該應用程式可以通過 PLC 整合感測器和執行器，並使用人機介面來進行數據採集和監控。PLC 控制器負責控制系統中的執行器，並具有 32 個 I / O 點。Modbus / TCP 網路交換機係連接所有 Modbus 兼容設備，包括 SCADA 和 PLC。空氣品質監控平台具有二氧化碳施放裝置、濃度感測器與排風裝置，感測器將持續回傳濃度資訊給 PLC 控制器，當二氧化碳達到設定警戒值時，PLC 將關閉二氧化碳施放裝置，並啟用排風裝置以降低濃度水平。水量位準監控平台具有水位感測器與抽水馬達，水箱將從上部水箱接收水，且感測器將持續向 PLC 報告水位資訊，當達到一定水位時，PLC 將控制抽水馬達開始將水抽回上水箱，並關閉上水箱上的開關，當水位回到預定水平時，將停止抽水，上水箱將切換為再次供水。而工業控制系統(攻擊端)與工業控制系統(防禦端)會連接到網路交換機，以執行攻擊和防禦的程式。對於這項研究而言，工業控制系統(攻擊端)被配置為執行四種類型的攻擊，分別為第一類攻擊(偵查攻擊)、第二類攻擊(回應注入攻擊)、第三類攻擊(命令注入攻擊)、第四類攻擊(癱瘓 Modbus 服務攻擊)等。工業控制系統(防禦端)會檢測並記錄這些入侵行為，並且在網路交換機上的鏡像端口將能夠使用 Wireshark 記錄所有正常和惡意流量。最後再使用 WEKA 進行工業控制系統異常入侵偵測分析，而相關分析方法包含了 ZeroR、決策樹、類神經網路等。透過以上的規劃設計來實現一資訊安全的防護機制。

(2) CNC 控制系統

以 CNC 控制系統為核心的架構分別為機械狀態監控平台、機械監控系統(診斷端)等。其中，機械狀態監控平台係由工具機(主軸馬達)、振動感測器、NI 數據蒐集裝置等所組成。而 CNC 控制器亦為工具機的大腦，除扮演著資訊傳遞的腳色外，亦主宰著控制的權限。機械監控系統(診斷端)主要以 MATLAB 所構成，且它同時扮演著數據蒐集與設備安全分析的腳色，設備安全通常在乎兩件事情，分別為故障診斷與狀態監測等，而相關分析方法包含了統計方法、模糊推論、類神經網路等。透過以上的規劃針對了一些實際機台進行實驗來實現一設備安全的防護機制。

3.2 具體技術方案

有關於本案例的具體技術細節，以下將分成三個部分進行說明，分別為數據蒐集與分析系統、資訊安全模組、設備安全模組等。

(1) 數據蒐集與分析系統

為了進行相關實驗與測試工作，所以我們選定了幾個工具來進行研究開發，分別為

Wireshark、MATLAB、WEKA，如圖 6-9。首先，Wireshark 軟體被我們用來監聽 PLC 控制器的通訊資訊、並交由 WEKA 軟體進行資訊安全分析工作；而由於振動訊號係採用美國國家儀器公司 (National Instruments) 的數據蒐集裝置，所以我們選用了 MATLAB 來進行訊號的擷取工作，並且使用它來進行設備安全分析工作。然而，當我們順利取得原始數據 (Raw data) 以後，再透過 PHP 腳本來解析 Wireshark 的 PDML 資料格式，使得數據成為 CSV 文件，此類格式也亦於後續的分析工作。另一方面，透過 MATLAB 將數據從 MAT 檔轉存成 CSV 文件，至此即可完成數據預處理的工作。

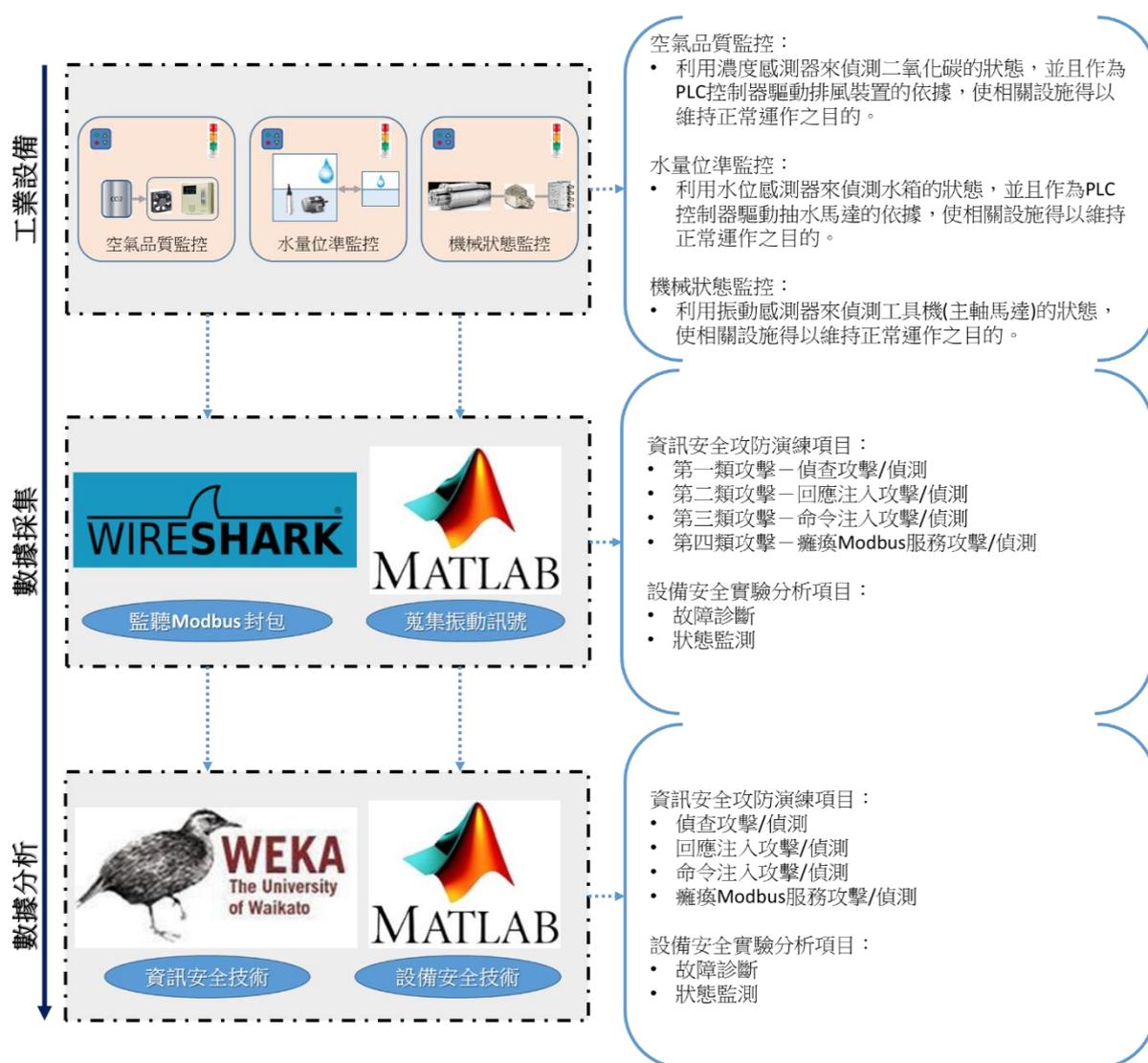


圖 6-9：數據蒐集與分析系統示意圖

資料來源：本專案自製

(2) 資訊安全模組

本技術模組係基於上述的架構下所制定的，為了驗證其有效性與可靠性，所以我們與合作夥伴共同設計了一套符合工廠情境的技術驗證平台，其中包含兩套系統，分別為

空氣品質監控系統、水量位準監控系統等[8]，如圖 6-8。

此外，為了在平台上展示常見的駭客攻擊手法，所以我們設計了四種攻擊行為的程式碼，並且使用 Wireshark 來蒐集其封包資料，以利於進行資訊安全技術的開拓，如表 6-1 和表 6-2。

表 6-1：資訊安全攻防演練數據表

數據類別	正常模式	第一類攻擊	第二類攻擊	第三類攻擊	第四類攻擊
數據量	59,842	64	1,481	1,400	1,905
總和	64,692				
數據屬性	其中包含 39 種屬性，包含 Frame, ip, tcp...				

表 6-2：各演練數據類別定義說明

數據類別	定義說明
正常模式	首先讓空氣品質監控系統、水量位準監控系統正常運行數日，並透過 Wireshark 紀錄 Modbus / TCP 網路封包數據，並將其定義為正常模式，以利於與其他攻擊行為進行區隔。
第一類攻擊	在入侵者已掌握網路拓撲的假設下，並且開始進行入侵攻擊行為，如： <ul style="list-style-type: none"> ● 位址掃描—以 SYN 掃描位置資訊，以掌握 PLC 控制器設定。 ● 功能碼掃描—功能碼將發送到所有找到的 PLC，以重建功能列表。 ● 數據點掃描—針對 PLC 數據進行讀寫測試，以掌握控制命令運作手法。
第二類攻擊	在入侵者成功監聽並掌握該系統的 PLC 及其 IP、MAC 位址時，他將有機會傳送假的響應數據給 SCADA 系統，以誤導操作人員或 PLC 控制系統執行錯誤的控制邏輯，進而破壞與癱瘓工廠。
第三類攻擊	此類攻擊與第二類攻擊手法雷同，差別在於入侵者成功地將假的命令發送給 PLC 控制器，使其執行了錯誤的控制邏輯，進而破壞與癱瘓工廠。

第四類攻擊	入侵者基於持續性的訪問造成大量流量的負擔，藉以影響網路正常運作，這也是最常見的攻擊手法，進而破壞與癱瘓工廠，且不需要執行 ARP 欺騙。
-------	----------------------------------------------------------------------

最後，我們進行了一系列的 PLC 控制器之 Modbus / TCP 網路封包分析研究工作，包含 ZeroR、J48 決策樹、類神經網路等方法。由於正常模式與其他四類攻擊的數據(量)特性相差甚多，所以我們首先採用 ZeroR 方法作為評估性能的基準，並且藉以驗證其他方法的性能，詳細的結果比較如表 6-3 至表 6-6。

表 6-3：J48 決策樹的混淆矩陣

方法	說明
ZeroR	在我們的測試資料中，被標記為正常資料者有 92.5 %。換句話說，如果我們假設所有數據都正常，仍可獲得 92.5 % 的準確率，此即 ZeroR 的意義。因此在我們運用其他分析方法來預測數據資料的正確與否時，其正確率必須明顯超過 92.5 % 該方法運用在辨別異常資料才有其實用性。我們將以 92.5% 為其他方法比較的基線(baseline)。
J48 決策樹	透過 J48 決策樹方法來分類正常與異常模式的差異。從表 6-4 中得知，在各方面的表現上皆有著優異的性能。經過換算得知，準確度為 99.84 %，明顯優於 ZeroR 的基線水準。
類神經網路(單一隱藏層)	使用 40-11-5 架構的類神經網路進行分類，相關參數設定為：RELU 激活函數(輸入和隱藏層之間)、Sigmoid 激活函數(隱藏和輸出層之間)。經過換算得知，準確度為 97.42 %，明顯優於 ZeroR 的基線水準，但略遜於 J48 決策樹的表現。

類神經網路(二、三隱藏層)	使用 40-18-11-5、40-22-15-8-5 架構的類神經網路進行分類，相關參數設定則不改變。經過換算得知，準確度分別為 97.46 %、97.39 %，明顯優於 ZeroR 的基線水準，但略遜於決策樹與單一隱藏層的類神經網路的表現。基於此，較建議使用 40-18-11-5 類神經網路結構，除準確度較高外，運算效能亦可取得較理想的表現。然目前的各層節點數均為測試而得，有可能經過更多的嘗試後可以獲得更兼具效能與正確率的結果。
---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表 6-4: J48 決策樹的混淆矩陣

分類為>	正常模式	第一類攻擊	第二類攻擊	第三類攻擊	第四類攻擊	準確度
正常模式	59,829	0	3	10	0	99.98 %
第一類攻擊	0	64	0	0	0	100 %
第二類攻擊	6	0	1,455	18	2	98.24 %
第三類攻擊	20	0	20	1,349	11	96.36 %
第四類攻擊	1	0	4	11	1,889	99.16 %

表 6-5: 類神經網路(單一隱藏層)的混淆矩陣

分類為>	正常模式	第一類攻擊	第二類攻擊	第三類攻擊	第四類攻擊	準確度
正常模式	597,59	0	0	61	22	99.86 %
第一類攻擊	7	39	9	9	0	60.94 %
第二類攻擊	151	4	1,284	13	29	86.70 %
第三類攻擊	265	0	0	476	659	34.00 %
第四類攻擊	196	0	12	233	1,464	76.85 %

表 6-6: 類神經網路(雙層隱藏層)的混淆矩陣

分類為>	正常模式	第一類攻擊	第二類攻擊	第三類攻擊	第四類攻擊	準確度
正常模式	59,711	1	1	106	23	99.78 %
第一類攻擊	0	64	0	0	0	100 %
第二類攻擊	136	0	1,339	3	3	90.41 %
第三類攻擊	250	0	2	473	675	33.79 %
第四類攻擊	184	0	12	247	1,462	76.75 %

(3) 設備安全模組

本技術模組係基於上述的架構下所制定的，為了驗證其有效性與可靠性，所以我們與合作夥伴共同設計了一套符合工廠情境的技術驗證平台，其為機械狀態監控系統[9]，[10]，如圖 6-8。此外，我們亦使用了 MATLAB 來開發數據分析的技術，其中包含訊號處理、訊號轉換、特徵萃取、狀態監測、故障診斷等環節。我們鎖定了工具機(主軸馬達)來進行研究，相關參數如表 6-7。而表 6-8 為本案例所研發的解決方案。

表 6-7：機械設備與實驗參數

類別	說明
主軸類型	IDD
主軸轉速	12,000 rpm
輸出功率	30 kW
優點	減少振動、抑制熱的產生
實驗模型	正常、注意、危險
實驗轉速	9,000 與 11,250 rpm

表 6-8：本案例的兩種解決方案比較表

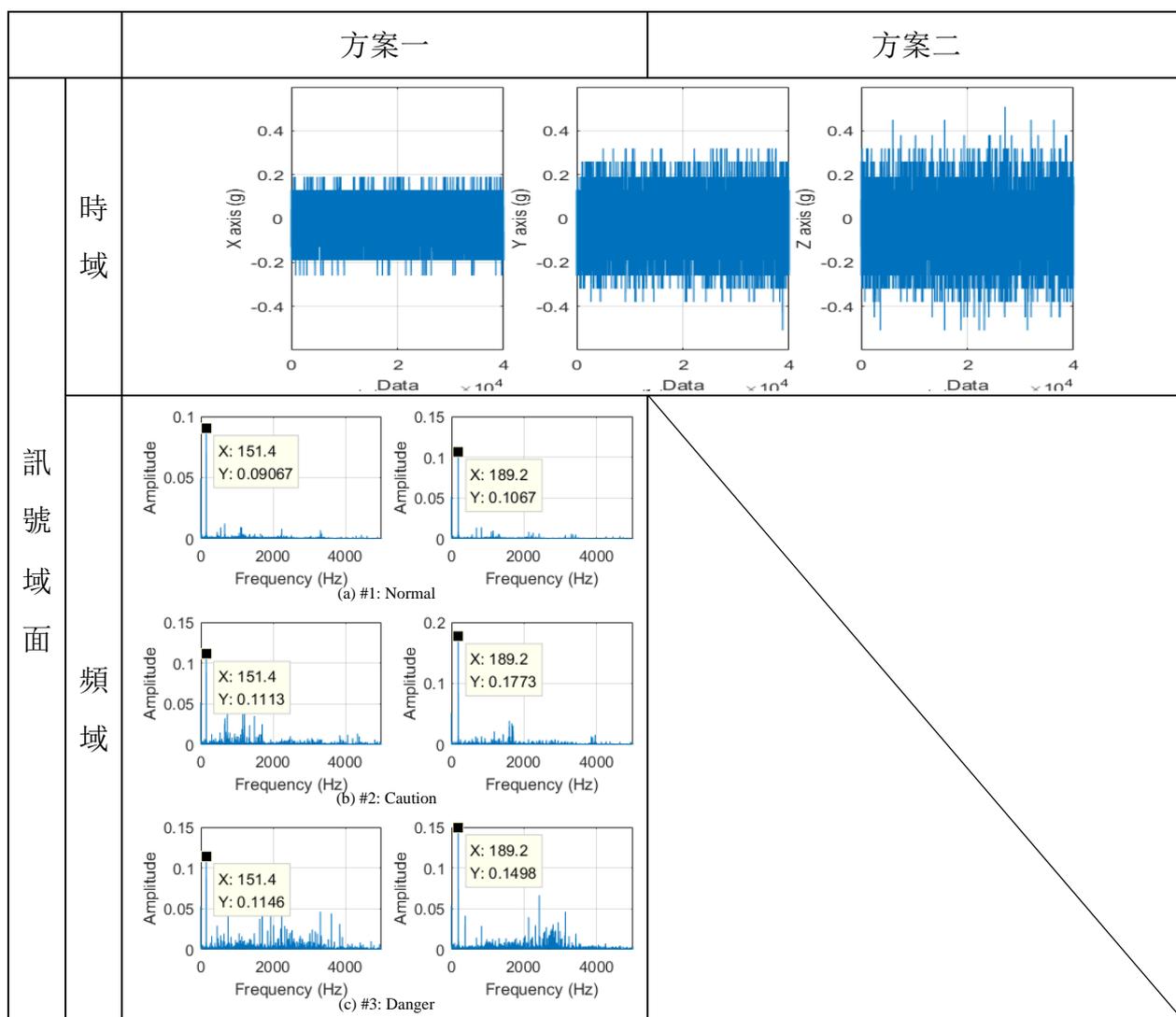
	方案一	方案二
訊號類型	單軸振動	雙軸振動
訊號域面	時域、頻域	時域
分析方法	統計	統計
決策方法	模糊理論	模糊理論

從表 6-9 得知，兩種解決方案有各自獨特的做法，首先都是基於振動感測器所蒐集到的機台訊號來進行分析，機台的種類有三種，分別為正常、注意、危險等。在訊號域面方面，方案一除了時域分析外，亦考慮了頻域的特徵資訊，目的旨在強化模糊推論系統的可靠性；在特徵分析方面，方案一使用了一些統計方法，如標準差、方均根、峰值、波峰因數、峰度、偏度，方案二則是採取特徵矩陣圖來因應振動訊號的特性；在特徵選擇方面，方案一最後保留了兩個特徵指標進行分布觀測，無論是哪種轉速條件下，仍舊可以有效地區隔出三種狀態的差異，方案二則是在特徵矩陣圖中萃取顯著的區域，藉以區隔出三種狀態的差異。在決策方法上，兩個方案都是採取模糊理論來設計模糊推論系

統，方案一有三個輸入項，分別為實際速度值、顯著指標一、顯著指標二，方案二有八個輸入項，分別為總百分比、14 區、15 區、16 區、20 區、21 區、22 區、28 區。

從實驗結果得知，無論是方案一或方案二皆可獲得預期的結果，如表 6-10 與表 6-11。單軸振動的統計方法抑或是雙軸振動的統計方法，對於設備安全的診斷都是有幫助的，並且在模糊推論系統的解模糊化輸出結果中，皆能有效辨識不同的狀態，如正常（數值接近 0）、注意（數值介於 0~1 之間）、危險（數值接近 1）等。然而，在需求與日俱增的當下，人們肯定希望能更有效地掌握機械設備的狀況。基於此，若能掌握更多關鍵運轉參數，則將更能看到世界的全貌。未來將會持續蒐集設備數據，藉以強化評估方法的有效性，最終實現以預測維護為核心的設備安全技術。

表 6-9：比較不同方案在設備安全上的研究結果



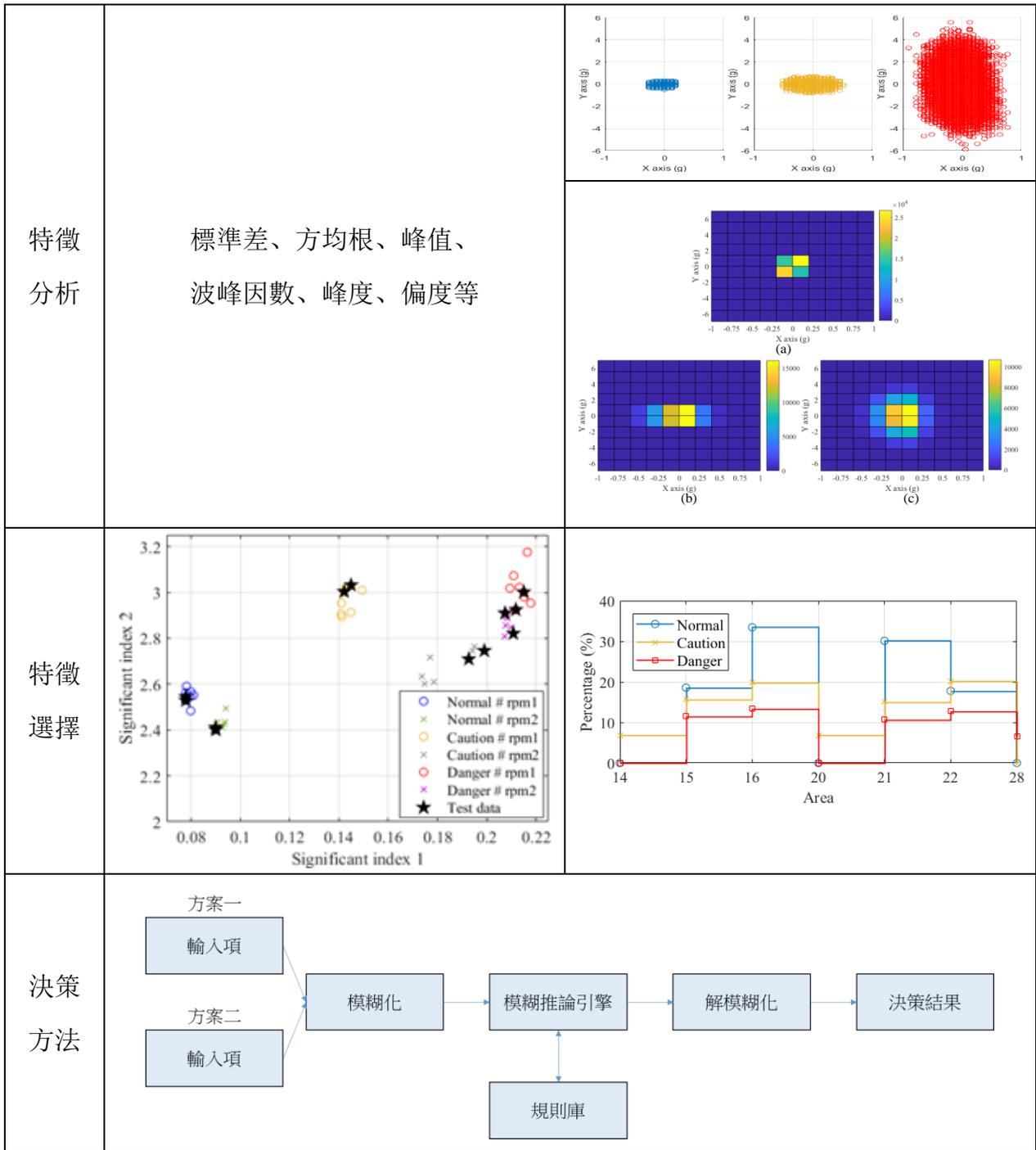


表 6-10：方案一的實驗測試結果

測試數據	輸入項			輸出項	
	實際轉速值	顯著指標一	顯著指標二	狀態	風險
#1: 正常	9084	0.0778	2.5290	正常	0.14
	11352	0.0899	2.4113		
#2: 正常	9084	0.0778	2.5445	正常	0.14

	11352	0.0900	2.4005		
#3: 注意	9084	0.1449	3.0315	注意	0.50
	11352	0.1931	2.7455		
#4: 注意	9084	0.1421	3.0030	注意	0.50
	11352	0.1927	2.7090		
#5: 危險	9084	0.2150	3.0009	危險	0.86
	11352	0.2074	2.9091		
#6: 危險	9084	0.2118	2.9241	危險	0.83
	11352	0.2108	2.8206		

表 6-11：方案二的實驗測試結果

測試數據	輸入項								輸出項	
	百分比	14 區	15 區	16 區	20 區	21 區	22 區	28 區	狀態	風險
#1: 正常	12.48	-	2120	3002	-	2693	2166	-	正常	0.135
#2: 正常	12.49	-	2146	2866	-	2784	2195	-	正常	0.137
#3: 正常	12.49	-	2768	2199	-	2739	2285	-	正常	0.159
#4: 注意	11.52	401, 410	2011	2389	-	1904	2500	-	注意	0.500
#5: 注意	11.34	485, 403	1981	2280	-	2006	2321	-	注意	0.500
#6: 注意	11.44	419, 402	1997	2332	-	2011	2393	-	注意	0.500
#7: 危險	6.70	-	1094	1345	-	889	1363	668	危險	0.869

#8: 危險	6.37	-	1023	1208	-	957	1248	656	危險	0.865
#9: 危險	6.62	-	1085	1260	-	961	1290	698	危險	0.869

3.3 解決方案的特點

在工廠智慧化進程中，目前普遍尚處於生產自動化及機械智慧化的實踐階段。而傳統工業控制系統的資訊安全問題鮮少有人著墨，這與工廠長期依賴大量人力從事生產活動有關，使得廠內設備間之數據互不流通且未被記錄與分析，而隨著第四次工業革命的到來，自動化、物聯網、智慧化已是不可或缺的關鍵技術。基於此，本案例特色著重於資訊安全與設備安全等兩大範疇，它亦為工廠的智慧決策大腦。

4. 總結

4.1 經濟/社會效益

本案例旨在探討工廠智慧化過程中所遭遇的機會與挑戰，機會在於導入物聯網技術以及資料分析技術後，有助於提升生產效率並降低生產成本等好處，但隨之而來的挑戰分別為資訊安全、設備安全，兩項技術的掌握程度也影響著製造現場的人員安全。由此可知對於產業與社會效益是非常可觀的。透過本案所建立的資訊安全與設備安全技術，可協助廣大的製造產業穩健地朝自動化與智慧化方向發展。可預期地，對於工業聯網裝置的數據傳輸有著實質的保護作用，避免工廠遭受來自內外部惡意的攻擊行為，此外更可健全設備安全監控的技術水平，使得無預警的設備異常狀況得以獲得控制。

以上所述，對於生產效率、生產成本、資訊安全、設備安全、人員安全與避免停機損失等皆可帶來實質的助益，且亦為廣大製造產業所共同面臨的挑戰。

4.2 用戶評價回饋

本案例所聚焦的資訊安全與設備安全技術除為被產業界所需要外，亦可成為學術界的教育教材，藉以嘉惠更多的莘莘學子、研究人員與產業人士。然而，對於現階段廣大的製造工廠而言，由於物聯網技術的普及程度較低，遂對於資訊安全技術項目的需求尚處於先期研發階段，然若自動化程度較高的工廠，則可望實施此技術項目，以確保工業控制系統能具有自保能力。另一方面，設備安全則是工廠時刻所需的技術項目，現階段已可導入工廠中，並且必須持續地蒐集數據以確保技術可靠且穩定運行。

綜上所述，本案例係基於工廠智慧化為出發點，根據有助於產業發展的技術項目進行研發工作，所以用戶評價是可預期且正面的。且不可否認地，這絕對會是製造產業在轉型升級後將面臨的挑戰與技術需求。

4.3 總結

透過研究案所累積的技術能量可提供給予製造產業參考，然而不同的產業別有著各自獨特的領域問題，所以相關的分析方法也必須有所因應及調整。同時，隨著物聯網技術的導入，數據量的累積將是非常可觀的，將有助於人工智慧的發展，使得生產模式可以獲得顯著的改變，從勞力導向逐步朝智慧化邁進，讓員工從事更有意義的研發工作將是未來的趨勢以及產業競爭力指標。這也相當符合這個時代的工業 4.0 潮流，改變已成為現在進行式，對於高度競爭的全球市場而言，產業必須正視這個挑戰，否則將不進則退。

4.4 致謝

本案例係由資訊科技創新研究中心、資訊工業策進會、製造產業等共同努力的成果。

參考文獻

- [1] “4th Industrial Revolution,” World Economic Forum, 2016 年, from <https://toplink.weforum.org/knowledge/insight/a1Gb0000001RIhBEAW/explore/summary>.
- [2] “Artificial Intelligence and Robotics,” World Economic Forum, 2016 年, from <https://www.weforum.org/center-for-the-fourth-industrial-revolution/home>.
- [3] “World Population Prospects 2017,” United Nations, 2017 年, from <https://esa.un.org/unpd/wpp/>.
- [4] “The Global Risks Report 2018,” World Economic Forum, 2018 年, from <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2018>.
- [5] “The Top 20 Companies Enabling Predictive Maintenance,” iot-analytics.com, 2017 年, from <https://iot-analytics.com/top-20-companies-enabling-predictive-maintenance/>.

- [6] Mimik-pan, 「工業 4.0 下的“預測性維護”」, 新聚能科技顧問, 2016 年, from http://synergytek.com.tw/blog/2016/01/04/predictive_maintenance_robotics/。
- [7] 李森堙、許家豪、張書豪、林品華, 「主要國家專利維護趨勢觀測與專利維護評估指標」, 布拉格文創出版, 2017 年。
- [8] Szu-Chuang Li, Yennun Huang, Bo-Chen Tai, and Chi-Ta Lin, “Using Data Mining Methods to Detect Simulated Intrusions on a Modbus Network,” IEEE 7th International Symposium on Cloud and Service Computing, Kanazawa, Japan, 22-25 Mar. 2017, pp. 143-148.
- [9] Shang-Chih Lin and Yennun Huang, “A Fuzzy Condition Monitoring System Suitable for Machine Tool Spindle Motor Considering Dynamic Speed Characteristics,” International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications, Pingtung, Taiwan, 12-15 Nov. 2017, pp. 1-5.
- [10] Shang-Chih Lin and Yennun Huang, “Online Fuzzy Risk Assessment Approach of High-performance Rotating Machinery Based on Radial Vibration Signal and Spatial-temporal Trajectory,” The 38th Symposium on Electrical Power Engineering, Chiayi, Taiwan, 1-2 Dec. 2017, pp. 1-5.

案例七：科智企業——智機產業化推動計畫智慧機上盒 (Smart Machine Box) 輔導計畫

1. 簡介

1.1 專案背景

本案為科智企業輔導其業主—千附實業，導入智慧機上盒 (Smart Machine Box；簡稱 SMB) 推動智機產業化的案例。千附實業成立於 1982 年 4 月，為一家擁有高度專業之工程施工技術與工程統籌管理能力的公司，專營半導體、光電產業之製程管路系統設備之設計、施工安裝，並運用既有之工程技術開發整合能源及水資源產業。迄今營運事業已分為廠務及專案工程、水資源、鞋業機械、精密零組件四大板塊 (如圖 7-1)。

截至 2018 年第一季，千附實業產品營收比重：工程收入 (廠務、水資源等工程) 約佔 26.25%、機械約佔 18.2%、精密零組件收入 (航太、光電 (真空腔體)) 約佔 51.15%、水資源佔 4.4%。目前千附實業預計導入 SMB 的生產線為精密零組件收入，是公司重要的營收來源，已占比超過 50% 的銷貨收入 (如圖 7-2)。



圖 7-1：千附實業事業群示意圖

資料來源：千附實業

單位：新台幣仟元；%

年度	106 年度		截至 107 年第一季	
	金額	%	金額	%
產(商)品銷貨收入				
工程收入	909,430	28.46	189,554	26.25
機械收入	552,459	17.29	131,472	18.20
精密零組件收入	1,615,076	50.55	369,418	51.15
水資源處理及其他	118,350	3.70	31,791	4.40
總計	3,195,315	100.00	722,235	100.00

圖 7-2：千附實業營業比重圖表

資料來源：千附實業 107 股東年報

台灣光電設備代工生產競爭非常激烈，千附實業透過採購新式自動化設備來因應客戶差異化與客製化需求，以維持在產業領先地位，但耗費高額設備採購成本、聘雇與培訓生產人員的人力成本外，管理者無法即時管控現場生產狀況，因此，急需藉由工廠智慧管理的方式來維持競爭力。

千附實業目前的管理方式是透過資訊部門設計的報工系統，當生產人員執行工單時，手動透過條碼機掃描條碼(barcode)來記錄時間序並回饋生產狀態，但機台實際狀態需要透過二次輸入才能確保留下異常狀態與數值，接著依現場報工系統匯出至 Excel 表單，最後才得以進行後續報表分析，經過如此人工回饋的流程，管理者常常無法瞭解的生產設備的即時加工狀況；另一部分，夜班值班操作人員，因無管理者直接督促，將有機會造成人工回饋生產狀態的數據不即時且不透明。因此，在思索如何降低人力成本的同時，也必須讓管理群有效掌握整體生產狀況，成為業者首要改善之重點。

除了數據透明與即時的需求外，千附實業對於刀具管理相關應用服務有極大的興趣，希望能藉由 SMB 計畫達到機台聯網及數據透明化後，在未來中長期計畫中，進行規畫刀具管理相關功能與應用。

1.2 案例特點

目前現場管理人員為因應去年擴廠所新進之機台，除了需要管理工廠外，還需親自操作機台設備，管理者欲掌握實際生產狀況，需由生管人員每天巡視工廠，蒐集各個機台生產資訊，並輸入至 Excel 表單，往往需要收集一周資料後，再進行後續報表分析，才可獲取歷史生產周報，此部分尚不考慮抄寫錯誤可能性；另外，除了報表產出時間長，動用人力多，在平衡設備產能及人力調派無法有效掌握，因此產生人機不搭配狀況，不僅降低稼動率，且生產數量降低以及不良品數量提升。如何在降低人力成本同時，也讓

管理者可有效掌握整體生產效率，成為業者強力希望改善重點(如圖 7-3)。



圖 7-3：科智企業之方案-面對工廠現場訊息的能力

資料來源：科智企業

2. 需求分析

導入系統前，若要得到所有機台各班別生產效率，需做以下事項，A：工廠主管每天花費 1 小時抄寫生產數量，一個月共花費 30 小時；B：產出生產周報需花費 120 分鐘，一個月共花費 8 小時。系統導入後，僅需工廠主管 10 秒作業時間，即可在科智企業系統上產出及下載報表(如圖 7-4)。計算方式為導入前標工值 X，比對導入 SMB 後改善之標工值 Y。公式為： $(Y-X)/X$

(1) 量化效益

- 降低機台參數手動抄寫、鍵入系統與整合報表的時間90%。
- 訂立準確標準工時，提升生產效率10%。

(2) 質化效益

- 生管可即時監控生產進度。
- 有效擷取機台資料獲取第一手資訊。
- 減少現場人工抄寫生產數據，並登打至系統進行分析的人工成本。
- 建立合理標準工時，進而找出無效時間予以縮短，增加整體生產效率。
- 可視化機台稼動率。



圖 7-4：個案效益痛點

資料來源：科智企業

3. 解決方案

3.1 總體技術架構

科智企業預計透過內含資料採集、平台整合分析及生產管理功能模組的 SMB，協助業者快速改善現場問題。運用 SMB 掛載 CNC Adapter(採集軟體)(如表 7-1)，可將機台生產之參數透過 M2M (machine to machine)方式，正確與即時的採集至 ServCloud(智慧分析平台)，以 ServCloud 的生產數據分析引擎、異常數據分析引擎，將大量數據進行整合、運算，最後，掛載日稼動率報表及完工顆數報表 ServAPP(應用功能)，讓千附實業無需再以人工方式抄寫報表、輸入電腦、分析數據；若未來千附實業有相關 ERP 與 MES 系統導入，可藉由資料庫(DB)、檔案(File)、API 介接(Restful, DLL)，以上等幾種方式，達到更完美的機聯網系統，搭配業主正在執行的精實管理，科智企業將與業主配合以 SMB 導入並共同改善管理方式。

表 7-1：聯網設備與 SMB 對應表

設備名稱		SMB
1	CNC 車床 #1	ServCore M20 SMB
2	CNC 車床 #2	ServCore M20 SMB
3	CNC 車床 #3	ServCore M20 SMB

設備名稱		SMB
4	CNC 銑床 #4	ServCore M20 SMB
5	CV-1000 #5	ServCore M20 SMB

資料來源：科智企業

3.2 具體技術方案

經由 SMB 導入後，管理者可隨時隨地、透過網路連結至 ServCloud 平台，查詢每日機台稼動率，隨時掌握各機台狀態(運轉、閒置、警報、離線)，以及該班次各機台生產進度，在現場機台發生問題時，主管可立即前往現場予以支援，減少無效時間產生，進而提升整體生產效率，此階段以 SMB 機台聯網及可視化為目標(如圖 7-5、圖 7-6)，未來客製方向會以千附實業製造流程的生產管理需求為下一期規劃；在本計畫案有設備稼動管理，以及完工計量提供受輔導廠商，生產管理的需求與千附實業的生產製造流程有關，需要較長的時間做輔導建議，將列入未來的項目(如圖 7-7)。

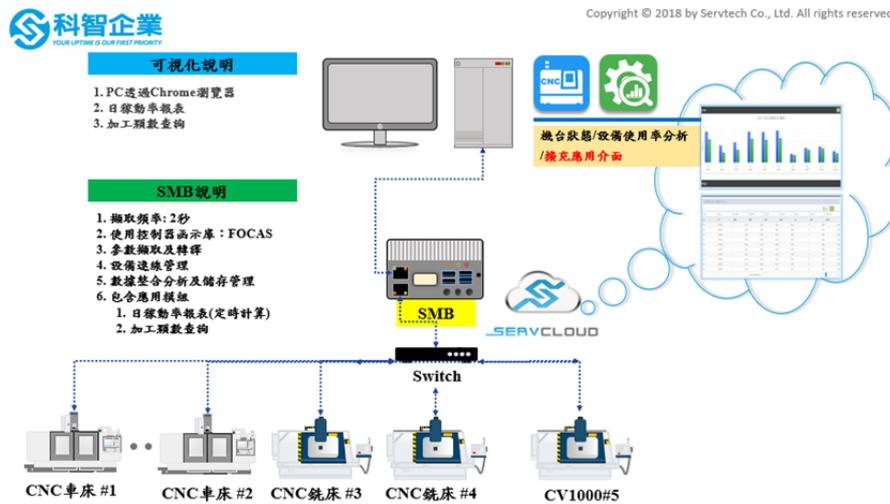


圖 7-5：解決方案之系統架構圖

資料來源：科智企業



圖 7-6：解決方案之軟體應用

資料來源：科智企業

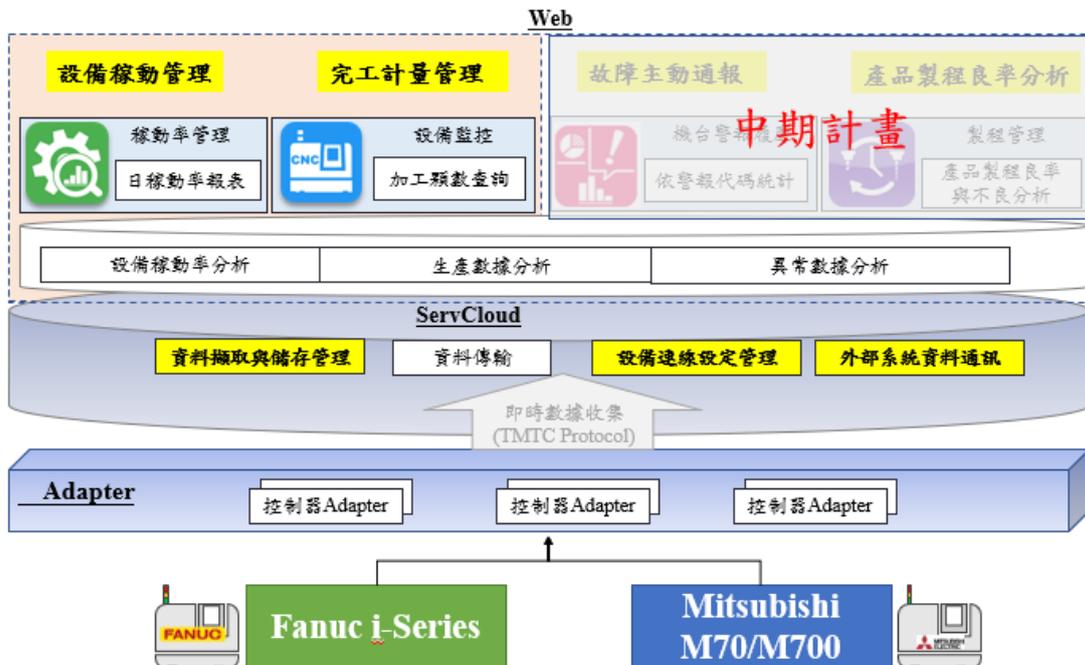


圖 7-7：千附實業未來規劃

資料來源：科智企業

3.2.1 設備連線設定管理功能

相關設備導入 Smart Machine Box 功能說明如下：

類別	功能模組
設備聯網	1. 設備連線設定管理
	2. 資料擷取與儲存管理
生產管理	3. 設備稼動管理
	4. 完工計量管理
國際通訊 標準相容	5. TCP/IP , OPC UA, MT Connect

(1)設備連線設定管理功能：SMB 與各系列機械設備建立的參數設定

以 Fanuc 控制器設備為例，進行機台之通訊模組功能測試及確認網路連接點，包含基本的 IP 及 FOCAS2 確認，並即時以 Telnet 與機台測試通訊是否連通(如圖 7-8)。

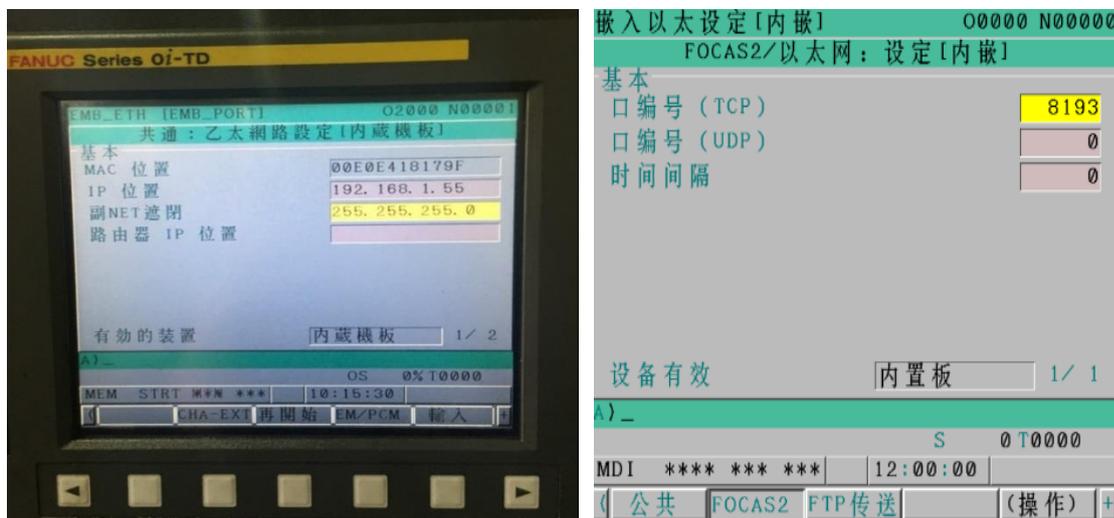


圖 7-8：機台網路通訊 IP 及 FOCAS2 設定

資料來源：科智企業

(2)聯網機械設備管理

在系統導入後，設備名稱為系統預設的授權碼格式，如_SCSDXXOXXDO1MXX，可透過系統管理功能內的[管理設備資訊]功能，修改自行定義的設備名稱(如圖 7-9)。

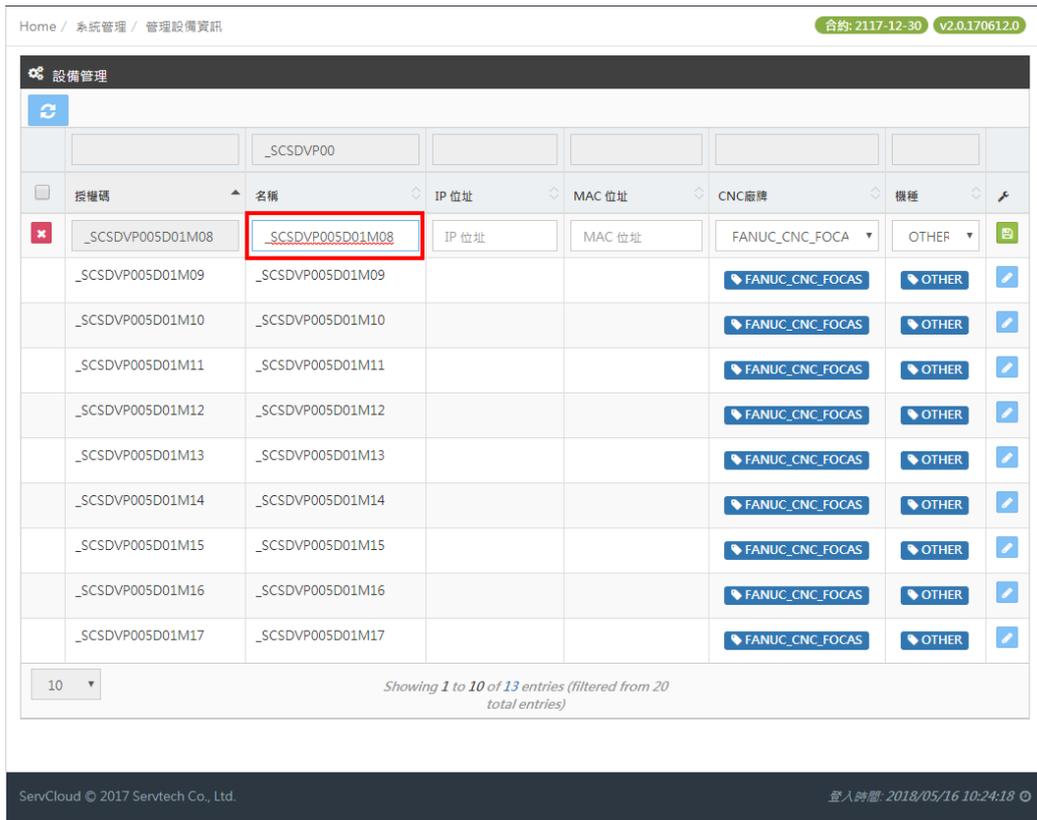


圖 7-9：管理設備名稱設定介面

資料來源：科智企業

3.2.2 設備連網 IP 管理

由系統管理的[管理設備連接]功能，可各別設定每一機台的聯網 IP 及 Port，以及指定 CNC 廠牌，讓管理者可藉由此介面依現場設備 HMI 上顯示的 IP 及 Port 連線資訊予以修改(如圖 7-10)，進行管理協助。

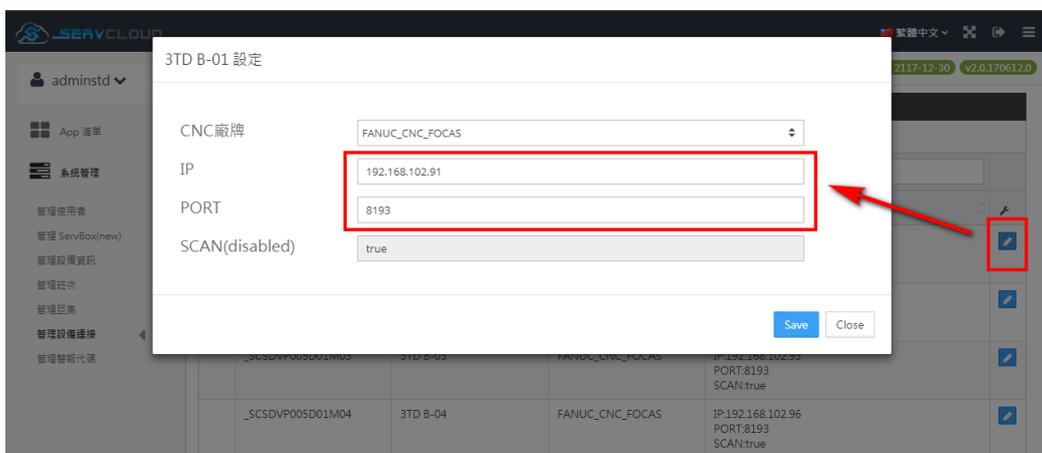


圖 7-10：管理設備連接設定介面

3.2.3 資料擷取與儲存管理功能

(1) 資料擷取 Adapter 架構

機台資料擷取是透過 SMB 兩秒做一次擷取，並以 CSV 檔的方式做儲存，且內容都是經過加密的，平均每天擷取資料檔案大小約 15000KB，其資料存取速度比關聯式資料庫快（如圖 7-11），而架構上所見的 MySQL 是應用在紀錄平台上的通用資料，如使用者帳號、機台資訊、班次設定等相關資料。

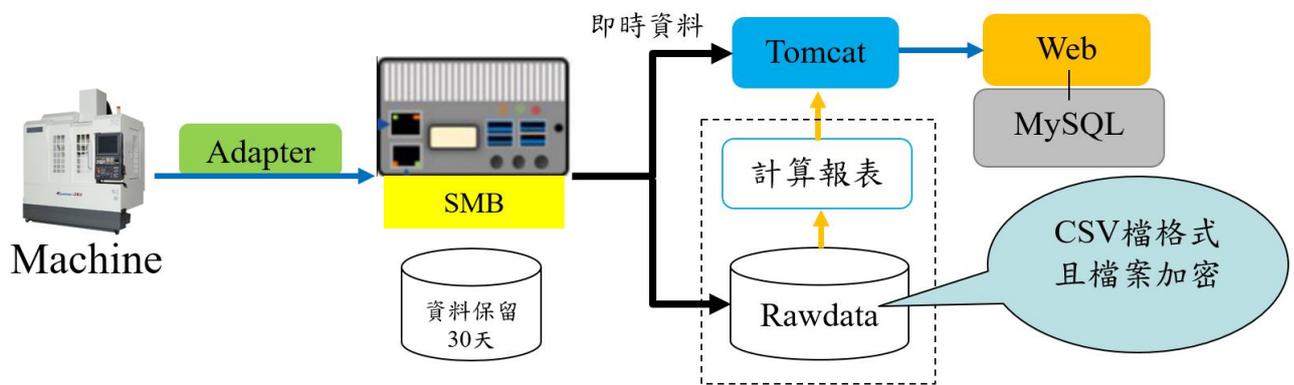


圖 7-11：機台擷取資料流程架構圖

(2) 可支援的機台參數列表

SMB 透過 Adapter 擷取 Fanuc、三菱機台設備數據，需由控制器廠 (Fanuc、三菱) 提供的 API，依照機台控制器類型、IP 及 Port 進行連線。並呼叫控制器 API 向機台取得參數後，將取得資料進行記錄留存及加密，下表是為了因應千附實業的應用功能呈現，於此計畫預計抓取的參數列表 (如表 7-2)：

表 7-2：CNC 支援參數表

符號說明：●完成讀寫 ■完成讀取 ▲完成寫入 X 函式庫不支援 空白未實作

項次	參數類型	參數名稱	發那科	三菱
1	其它參數	主軸警報	■	
2	其它參數	控制器資訊	■	■

3	稼働率計算	通電時間	■	■
4	稼働率計算	切削時間	■	■
5	稼働率計算	運轉時間	■	■
6	稼働率計算	循環時間	■	X
7	其他參數	日期時間	■	
8	稼働率計算	加工零件總數	■	■
9	稼働率計算	加工零件數	■	■
10	稼働率計算	所需零件數	■	■
11	其它參數	警報履歷	■	
12	其它參數	訊息履歷	■	X
13	其它參數	操作履歷	■	
14	其它參數	操作履歷最大號碼	■	
15	其它參數	系統參數	●	
16	其它參數	系統參數最大號碼	■	
17	其它參數	巨集變數	●	●
18	其它參數	目前警報	■	■
19	其它參數	目前訊息	■	
20	常用參數	目前狀態	■	■
21	常用參數	GCode	■	■
22	其它參數	Modal Code	■	■
23	其它參數	自動模式選項	■	■
24	常用參數	M Code 列表	■	

25	常用參數	控制器狀態列	■	■
26	常用參數	Gcode & Modal Code	■	■
27	常用參數	絕對座標	■	■
28	常用參數	相對座標	■	■
29	常用參數	機械座標	■	■
30	常用參數	剩餘距離	■	■
31	常用參數	座標單位	■	■
32	常用參數	實際進給率	■	■
33	常用參數	命令進給率	■	■
34	常用參數	進給率百分比	■	■
35	常用參數	進給率單位	■	■
36	程式上下載	加工程式內容	●	●
37	程式上下載	目前執行單節	■	■
38	程式上下載	主程式號碼	■	■
39	程式上下載	執行中程式號碼	■	■
40	程式上下載	目前執行序列號	■	■
41	程式上下載	程式列表	■	■
42	程式上下載	程式目前指標(列號)	■	■
43	程式上下載	主程式註解	■	■

資料來源：科智企業

3.2.4 資料安全技術

當 Adapter 擷取到設備原始資料後，會將收集到的資料不同機台以資料夾方式進行分類(如圖 7-12)，並予以加密(Encrypt)，這些原始資料預計只保留 30 天。

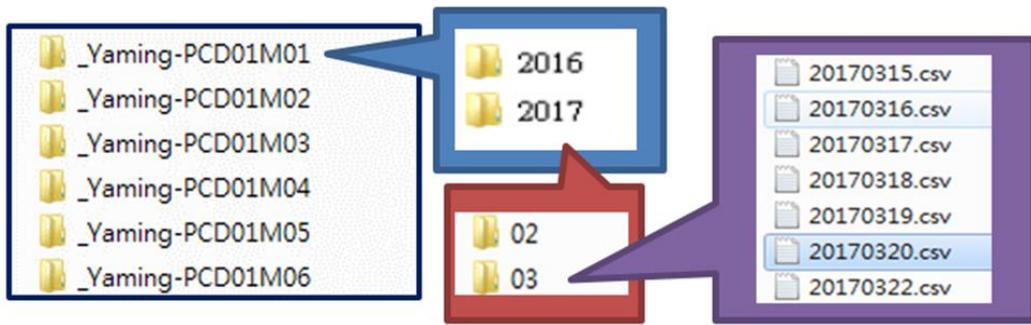


圖 7-12: Rawdata 以階層式方式儲存

資料來源：科智企業

而在資料內容格式方面，Rawdata 皆是經過加密的資料(如圖 7-13)，如使用原始資料下載、平台功能計算等功能才會將資料解密，每筆資料的擷取時間間隔約在 2 秒內，在概率論中，切比雪夫不等式(Chebyshev ‘s Inequality)，顯示了隨機變量的「幾乎所有」值都會「接近」平均，Data rate 套用公式後當取樣頻率(隨機變量)達到 10 倍時，幾乎所有的值都會接近平均，而科智企業的資料擷取頻率與數量已經達到 30 倍，符合需求。

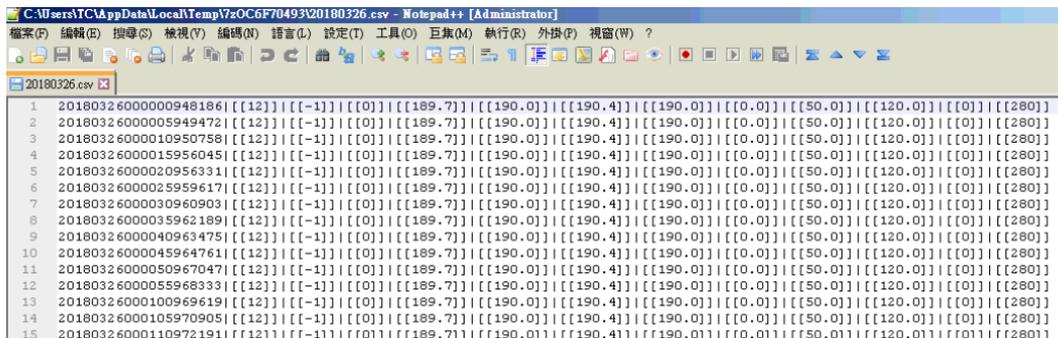


圖 7-13: Rawdata 資料內容

資料來源：科智企業

3.2.5 多項教學應用功能

(1) 設備稼動管理功能

稼動率報表計算結果在 ServCloud 平台中可分為「一般稼動率」及「有效稼動率」，計算公式如下：

$$\text{一般稼動率} = \text{運轉時間} / \text{通電時間}$$

$$\text{有效稼動率} = \text{切削時間} / \text{通電時間} \text{ (如表 7-3)}$$

表 7-3: 稼動率計算來源名詞解釋

計算來源	名詞解釋
通電時間	該班次區間機台累計通電時間
切削時間	該班次區間機台累計切削時間
運轉時間	該班次區間機台開始執行加工程式之累計運轉時間
班次區間	ServCloud 之系統管理功能下的管理班次分項所設定班次之時間，如此時間未預先定義，則上述之一般稼動率、有效稼動率之持續時間將無法計算

資料來源：科智企業

以 Fan 以 Fanuc 控制器為例，在擷取設備資料時，其每一筆所擷取的資料內包含了通電時間 (POWER ON)、運轉時間 (RUN TIME) 及切削時間 (CUTTING TIME) 的機台總累計時間 (如圖 7-14)。

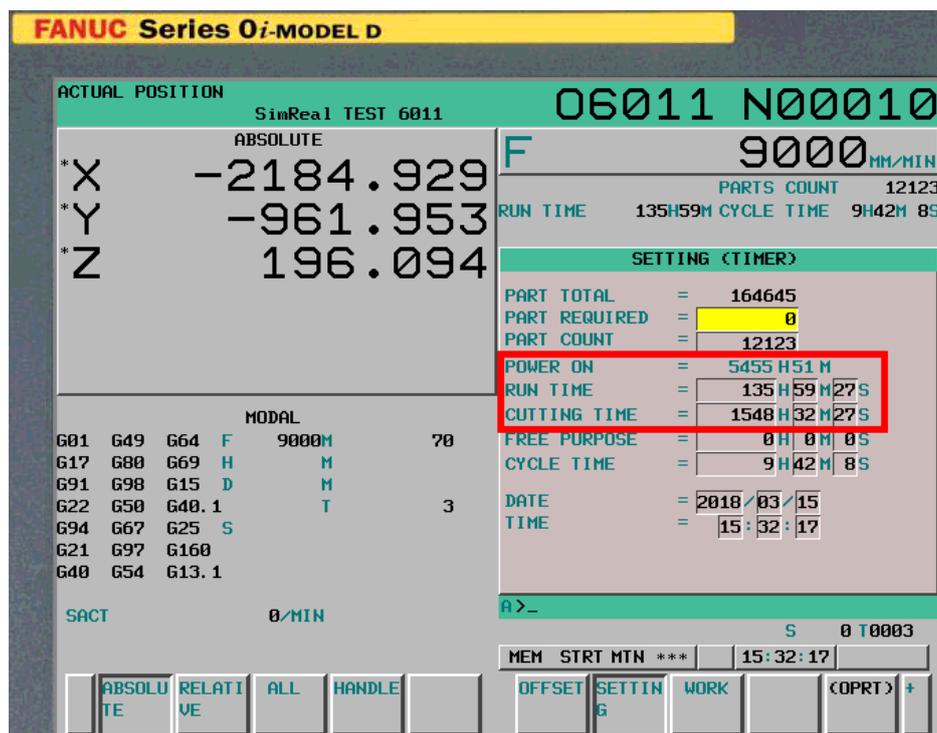


圖 7-14：Fanuc 控制器通電/運轉/切削累計時間示意圖

資料來源：科智企業

(2) 其他功能說明

SMB 系統擴充、資料儲存容量及資訊安全說明：

SMB 目前可支援之通訊協定之種類 包含 MTConnect、OPCUA、Modbus、MELSEC (三菱)、Hos tLink(Omron)；系統內所有數據(包含原始資料&報表)都是加密的資料，但提供給客戶的是開放式未加密的資料(如圖 7-15)。

資料儲存容量最大連接 20 台機台的 SMB，搭配 500GB 硬碟容量至少可儲存 2 年的數據量，最大連接 50 台機台的 SMB，搭配 2TB(RAID 1)硬碟容量至少可儲存 2 年的數據量，最大連接 100 台機台的 SMB，搭配 2TB(RAID 10)硬碟容量至少可儲存 2 年的數據量。



圖 7-15：設備原始資料簡易備份功能

資料來源：科智企業

SMB 載具規格：

處理器系列：Intel® Atom™ Quad Core E3845 1.91GHz 記憶體容量：4G

磁碟容量：500GB HDD 1 顆

I/O：Gigabyte LAN*2/USB 2.0*2/USB 3.0*2/影像輸出*1

版本：Windows Embedded Standard 7

3.2.6 報表功能

(1) 一般/有效稼動率報表

稼動報表可由 Web 平台端查詢後產出結果報表，下述說明 Web 報表內容。

Web 查詢介面：可依照不同條件去選擇報表呈現方式(如圖 7-16)。

- 起始日期：預設為當天日期，能夠輸入自定義之起始日期。
- 結束日期：預設為當天日期，能夠輸入自定義之結束日期。

- 報表形式：顯示方式依選定內容不同，其報表內容有所不同。
 - 明細：詳細顯示出該機台每個班次下個別加工程式之稼動率。
 - 班次：詳細顯示出該機台每個班次之稼動率。
 - 日期：詳細顯示出該機台依日期之稼動率。
- 計算根據：稼動率的計算，依計算根據選擇其計算之分母有所不同。
 - 通電時間：一般稼動率=運轉時間/通電時間。
有效稼動率=切削時間/通電時間。
 - 班次時間：一般稼動率=運轉時間/班次時間。
有效稼動率=切削時間/班次時間。
 - 自然天(24h)：一般稼動率=運轉時間/自然天(24h)。
有效稼動率=切削時間/自然天(24h) (如圖 7-17)。
- 班次選項：在查詢時需輸入日期，查詢結果會依照日期區間及機台，列出機台在每一日班次時間的狀態歷史堆疊圖。
- 自然天選項：在查詢時需輸入日期及時間區間。查詢結果會依照日期時間區間及機台，列出機台在日期時間區間的資訊。
 - 廠區：可選擇個別廠區，並針對個別廠區內的機台做計算。
 - 機台：選擇要查詢的機台。

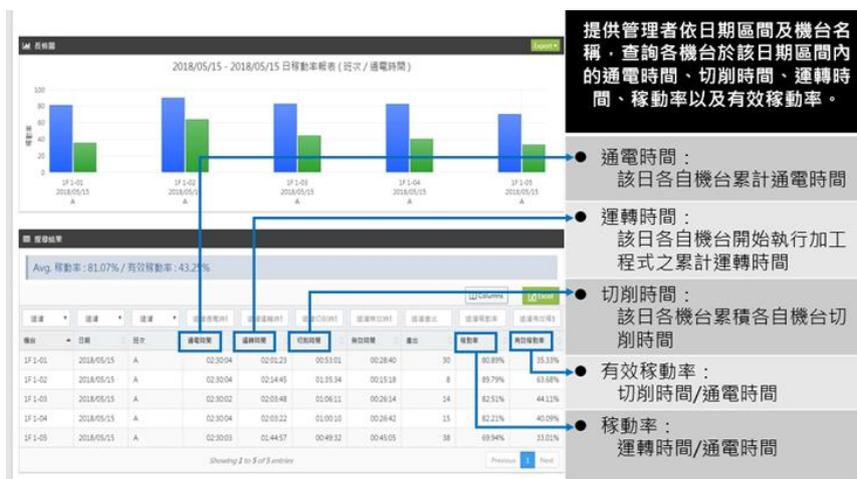
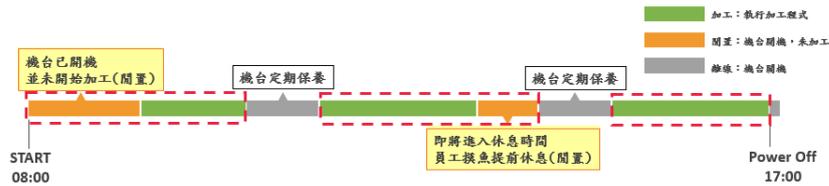


圖 7-16：Web 稼動報表查詢結果示意圖

資料來源：科智企業

設備使用率(日曆天/自然天)



- 紅色方框部分為可稼動率(科智希望透過可視化讓客戶看見改善處)
- 科智提供的稼動率為班次時間08:00至17:00的設備稼動率

P.S 機台定期保養部分則為停機時間，並不納入可稼動率

圖 7-17: 設備使用率

資料來源: 科智企業

(2) 加工顆數查詢報表

表格式報表: 依指定查詢日期產出指定機台之每一加工產出的持續時間(使用時間) 包含單顆加工開始時間以及單顆加工結束時間(如圖 7-18)。



圖 7-18: Web 加工顆數報表介面

資料來源: 科智企業

(3) 完工計量管理功能

依指定查詢日期, 產出指定機台之每一加工產出的持續時間(使用時間), 包含單顆加工開始時間和單顆加工結束時間(如圖 7-19)。

- 累積顆數: 各機台累計生產顆數。

- 單顆加工開始時間：查詢日期各機台單顆加工開始時間。
- 單顆加工結束時間：該日各機台單顆加工結束時間。
- 加工持續時間：結束時間-開始時間。

搜尋條件

日期: 2018/05/14

機台: ALL, 1F 1-01, 1F 1-02, 1F 1-03, 1F 1-04, 1F 1-05, 1F 1-06, 1F 1-07

送出

搜尋結果

Columns Excel

機台	班次	程式名稱	產品編號	累積顆數	單顆加工開始時間	單顆加工結束時間	加工持續時間
1F 1-01	A	O0027	---	399299	2018/05/14 08:00:15	2018/05/14 08:04:13	03m 59s
1F 1-01	A	O0027	---	399300	2018/05/14 08:05:04	2018/05/14 08:09:01	03m 57s
1F 1-01	A	O0027	---	399301	2018/05/14 08:09:26	2018/05/14 08:13:22	03m 58s
1F 1-01	A	O0027	---	399302	2018/05/14 08:13:50	2018/05/14 08:17:48	04m 00s
1F 1-01	A	O0027	---	399303	2018/05/14 08:18:47	2018/05/14 08:22:43	03m 57s

圖 7-19：完工計量示意圖

資料來源：科智企業

3.3 解決方案的特點

打造智慧工廠的關鍵技術在於生產期間的數據擷取與資訊可視化，主要是透過擷取機台生產的數據還原現場以及利用可視化的生產資訊幫助生管人員找出工廠管理議題上的隱疾，然而除了這兩種關鍵技術外，真正能夠在產業上分出勝負的主要因素是在取得數據後的應用及分析。

科智企業在客製化開發應用的議題內具備絕對的能量，可為任何工廠加工型態客製

化開發專屬的應用服務，除了超過十年以上的現場經驗外，所服務的客戶更是跨足各大產業，無論面對任何加工產業都能迅速分析出營運上的生產關鍵並提出改善方式。

科智企業除了具備精實的現場經驗外，科智企業更進一步以提出全方位解決方案為產品服務的原則，與兩大管理顧問公司一華宇企管和 KPMG 合作並進行策略聯盟。透過顧問檢視每一筆生產數據找出生產隱疾，再與科智企業之專業的專案管理團隊討論，並提出解決方案與教育訓練，以最快速及精準的方式紀錄並追蹤每個生產關鍵，進一步客製化開發各項應用服務。

ServCore 是一套紀錄工廠機台生產資訊和運作狀況的自動化採集軟體，導入後即可在遠端透過電腦或是手機即時查看目前工廠每台機具設備的生產狀況，免除工廠管理者必須長時間待在現場的困擾(如圖 7-20)。此外，透過科智企業自主開發的通訊標準(TMTC)整合整廠設備訊號並自動產生報表，解決人工抄寫上費時、資料錯誤與不即時等傳統加工廠常見的問題，讓工廠管理者可以即時獲得生產報表，並立即排除現場問題，即使是經年累月發生的議題也能透過生產數據的分析，修正舊有的管理模式並進一步達到改善的效果。

ServCore 同時支援多款國際機工具品牌控制器及 OPCUA 和 MTCONNECT 兩大國際標準通訊協定，除了能可視化機台生產資訊外，同時能透過其他加值應用服務來加強產業競爭優勢。在應用平台上所有的功能都是由不同的應用服務所構成，因此工廠可以根據現場或是產業環境的需求，選擇需要的服務並設定連接機台，達到機工具生產極大化的目標。

導入前	導入後
主管無法配合加班議題，晚班總是拉低平均良率。	透過以秒為單位擷取設備狀態，協助企業杜絕任何偷懶行為。
機台警報頻繁，維修時責任難以釐清。	透過警報履歷的功能，機台發生的警報種類及次數一目了然。
公司工廠設在海外，交貨狀況總是亮紅燈才被通知。	透過手機或電腦檢視即時的機台/整廠生產資訊，距離再也不是問題。
由於CNC程式的上下傳需要逐一進行，總是花費許多時間成本。	透過機台連線一次進行整廠機台程式上下傳，幫助企業提升工作效率。
生產單位的實際的產量總是和標準工時對不起來。	透過科智與策略夥伴提供專業的顧問服務與解決方案，協助企業解決生產管理的隱疾。

圖 7-20：解決方案導入後之效益

資料來源：科智企業

企業能力線是看不見的，要將能力線看見，必須有一個評量的標準，評量始於「數據」，讓企業了解運用數據，才有機會比對計畫與實際的差距(Gap)，方能抽絲剝繭思考發生了什麼(問題)、為什麼發生(原因)及什麼辦法能阻止問題再次發生(措施)，即可在相同的產出情況下，降低無效浪費(如圖 7-21)。

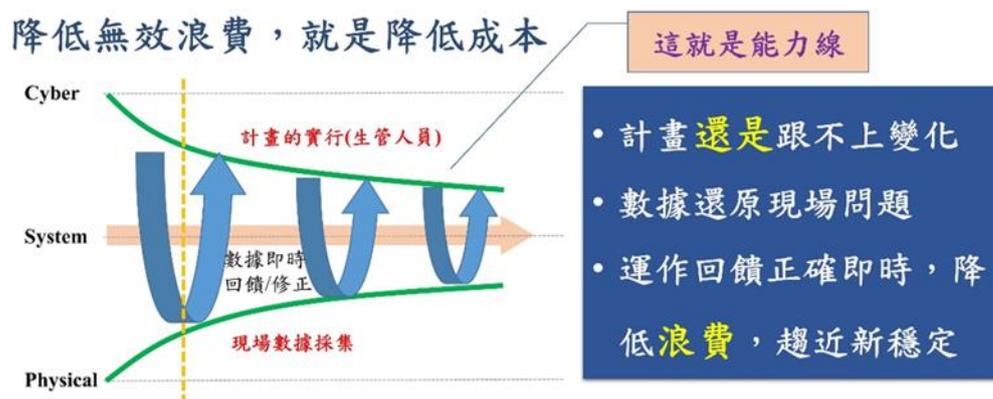


圖 7-21： 企業能力線

資料來源：科智企業

4. 總結

4.1 經濟/社會效益

工具機產業是台灣產值最大的機械業，出口比例約達 7 成，是台灣的關鍵產業。TrendForce 旗下拓墾產業研究所最新研究顯示，2015 年台灣工具機產業產值為 44.9 億美元，預估 2020 年台灣工具機產值可達 69.1 億美元，2015~2020 年複合成長率約 9%，主要由航太、潛艦、精密醫材、3C 產品加工等產業需求帶動。回顧 2016 年，工具機主要出口的大陸市場製造加工需求疲弱，衝擊台灣工具機業產值表現，綜合加工機與車床等主力產品產值均呈現二位數以上的減退。然而在 2016 下半年中、美等製造業市場需求止跌回升，工具機訂單的回升使得整體工具機銷售值、出口值、與主要廠商的營收年增率等均恢復正向成長。總結 2016 全年台灣工具機產值為 1,212 億元，較 2015 年下跌 12.6%。

在大陸採取工具機台國產化的趨勢下，預計 2020 年將佔全球產量 1/3，2030 年完成智能信息化機械產製能力；此外，美國因為技術人力缺乏、製造業回流，需要大量自動化與管理，所以機台也走向大量自動化。綜合以上全球兩大經濟體的發展趨勢，同時在面對日本貶值，同級機台減幅達 30% 以上，以求提升機台外銷市場競爭力的情境下，提升

精密機械總體稼動率，發揮既有設備優勢與管理績效，並促使設備廠建立稼動率提昇之顧問能力，是工具機製造廠作為設備銷售時的一大利器。

2016 年的第 29 屆日本國際工具機展覽會 (Japan International Machine Tool Fair, 以下簡稱 JIMTOF)，由發那科主導的 Field System，則成為今年展覽的最大焦點。Field System 是發那科聯合美國 CISCO、Rockwell Automation、日本 Preferred Network，共同開發的工廠 IOT 平台；四家企業分別擔任機器人與工具機感測器資訊收集與分析、網路技術、系統軟體、AI 活用。

眾所周知，工業 4.0 已經成為德國的國家政策，美、中、日三大經濟體也紛紛推出相關措施，根據 YoleDevelopment 預測，工業互聯網接入機器設備數量將爆炸式增長，2015 年接入規模已經是 26 億件，到 2021 年，這一數字將超過 100 億件，年複合增長率將達到 25%。

而根據美國埃森哲和 GE 的評估，2030 年工業物聯網全球產值將達 15 萬億美元，到 2050 年則將達到 50 萬億至 80 萬億美元。過去工廠資訊應用軟體都來自系統廠商，為工廠內眾多工具機提供應用技術的深度進展有限。隨著工業物聯網的發展，科智企業認為，發展工業 4.0 的關鍵不在技術難度，而在於實用程度。在使用目的與獲利模式尚不清晰之下，話題重點已經不放在連接技術能力，而在工業物聯網的應用效能。

而以上得知，目前國際上各大工具機廠商以製造業服務化作為轉型為策略走向，由客戶的需求出發，利用 ICT 發展出一連串針對售後服務管控、遠距查修、智能加工等等解決方案，利用服務強化客戶忠誠度與回購率，強固市場佔有率，拉大並築起技術門檻外的服務競爭門檻。

透過本案提供之「機台聯網技術」以及「領域顧問」的能量，預期每年可連接超過 3000 台以上的機器設備。另外透過 Servcloud 平台上的各式應用 APP，預計可為全球傳統製造業每年每間平均省下 3,000 萬以上的無謂人力浪費。

4.2 總結

在全球製造業產業背景下，工具機加工業出現了一全球性的議題，加工廠生產現場有著各式各樣的工具機台，雖然在同一個空間運作，但是不同機台間卻沒有相互連接通訊，每台機台也因此被稱做共用加工資訊的「孤島」(Information Island)，造成產能的錯置與浪費，綜觀 2012 年芝加哥國際製造技術展 (IMTS Show) 之後，可看出三化之趨勢：雲端化、開發整合化、集權控制化，智能化生產資料分析的輔助軟體研發也漸漸為

國際間重點投入的項目，最終能以掌握整線效能、增加管理彈性、並提供適性而多樣化的應用技術。

在工業革命 4.0 的潮流下，衝擊公司原有營運模式，因此，認為廠內必須有結構性改變，才有成功的營運模式，為達此目標，鈺光實業預計透過程式設計師調校加工程式，或其它降低無效時間方式來增加生產效率，但缺乏機台的實際資料回饋，因無法得知系統加工程式是否還有修改的空間；另外，公司對於機台資訊都統一採取人力報工方式進行收集，管理者無法立即獲得機台即時生產狀況及進度，並立即進行相對應動作，需利用資通訊整合機械製造，創造整體生產核心優勢。

科智企業不變的信念－三大堅持

(1) 創新為上－在破壞性創新的時代，科智企業所面對的不再是同業的競爭，還包括不同領域內具備細微觀察能力和創造力的企業。因此，科智企業視創新為核心，並在這個快速動盪的科技時代裡傳遞科智企業的價值。

(2) 成就客戶－科智企業提供具專業知識與創新能力的企業人才，協助機械設備加工廠對關鍵製程資料做有效的分析與應用，並成就製造生產極大化之最佳解決方案。

(3) 展望未來－科智企業擁有厚實的基礎和宏遠的企圖心，以佈局台灣、放眼海外為目標，並且以創新為核心與良好的顧客體驗為原則提供全方位的專業服務，進而成為全球加工製造業的合作夥伴，一同開拓新的工業時代。

案例八：中華電信、程泰機械——智慧製造工具機管理解決方案

1. 簡介

1.1 專案背景

工業 4.0 興起，帶動製造業的電腦化、數位化和智慧化，台灣亦提出智慧機械政策，希望將台灣從精密機械升級為智慧機械。要達到這個目標，除工具機業者自行研發外，亦尋求與 SI 業者合作，然而傳統上 SI 系統著重於機台監控以及單機版的模式已無法滿足工業 4.0 以及全球化管理的需求。本專案以中華電信公司自有物聯網服務平台為基礎，建構雲端工具機智慧管理系統，以提供工具機業者適地性機台維修服務。藉由本公司在資訊技術上的研發能量結合程泰機械的專業領域知識，協助台灣工具機業者升級為智慧機械，創造產品優勢，提升國際競爭力。

1.2 案例特點

智慧機械大多聚焦故障預測、精度補償、自動參數設定等智慧化功能，將工具機結合機器人、物聯網、大數據、CPS (Cyber-Physical System)、精實管理等技術，提升到智慧化工具機的層次。要達到這個目標，除工具機業者自行研發外，亦尋求與 SI 業者合作，透過結合外部 IT 系統讓機台發揮智慧化的能力，但一般業界的 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 作法大多著重於機台監控，例如機台資訊可視化、遠端監控、告警通報等功能，缺乏故障預測分析、進階控制…等智慧化技術，而且僅提供單機版的方案。台灣工具機外銷比例高達七成，工具機業者主要的客戶多數在海外地區，為了能提供客戶更智慧化的機台與更好的售後服務，傳統機台用的單機版的模式已無法滿足工具機業提升機台智慧化程度與全球化管理需求，具雲端化並結合大數據分析與人工智慧等管理系統成為工具機業者升級的關鍵。本雲端工具機智慧管理系統具有之特點包括，『(1) 自行開發控制閘道器 Agent 軟體擷取、解譯機台與週邊感測器資訊，(2) 與工具機製造廠合作機台控制器介接、震動分析預測保養、產線管理…等技術，滿足跨國維運與多廠區管理之需求，突破一般 SCADA 的功能限制，並提供適地性 (LBS, Location based service) 的維修保養服務，(3) 導入雙向認證 PKI (Public Key Infrastructure) 資安技術，可確保資料完整性與安全性，(4) 整合虛擬擴增實境 (AR, Augmented Reality) 技術，提供現場維運遠端協作指導。』

2. 需求分析

工具機製造是台灣機械業的發展重點，每年工具機出口值超過 30 億美元。工具機業者主要客戶遍及全球各地，以大陸、歐、美及東南亞等地為主要市場。然而工具機是提供製造業生產加工之用，工具機除了本身設備的品質必須滿足客戶的要求外，還需要有即時且好的服務來滿足客戶才能吸引客戶。除了機台的維修服務外，業者還需要有能力的協助解決客戶的問題以提高客戶的黏著度，因此常面臨以下的議題：

- (1) 跨國維運差旅成本高，服務不夠即時影響客戶產製產出招致抱怨。
- (2) 機台售出後無法掌握機台運作狀況，機台運轉狀況皆由客戶或代理商反應，難以掌握充分的數據來進行改善設計。
- (3) 機台無預期故障，造成產線停擺，引起客戶不滿。
- (4) CNC(Computer Numerical Control)工具機操作多為單機模式，無法聯網進行橫向連結與遠端監控。
- (5) 客戶希望能協助整合產線各種機台資訊，以掌握產線之確實狀況。
- (6) 提供雲端連網如何確保機台資料的安全性以及不會被駭客入侵進行危險操作。

本案提出以中華電信自有之物聯網服務平台為基礎打造「雲端工具機智慧管理」系統，協助工具機業者解決前述之問題。首先開發控制閘道器及 Agent 軟體，具有解譯 OPC UA (OPC Unified Architecture)、FANUC 與 MITSUBISHI 等國際主要 CNC 控制器通訊協定之能力，將各式機台進行連網與資料傳輸，達到機台的橫向連結與整合，提供業者遠端維運管理之服務；其次與程泰機械合作建立機台各種異常震動特徵外觀，收集機台震動資料分析預測機台可能發生的故障進行預防性保養，降低機台無預期故障發生的機率；再者引入雙向認證技術，可預防設備端被不當侵入，確保機台的安全性；另外更導入 AR 技術，協助維運人員透過手機或 AR goggles 進行維修，快速聚焦故障問題，提高維修正確性及縮短維修時間。

3. 解決方案

3.1 總體技術架構

在雲端工具機智慧管理架構中，運用中華電信物聯網雲端服務平台，搜集與儲存各式機台的資料，同時運用大數據分析工具，進行機台震動資料的分析與建模，預測機台

可能發生的故障，即早進行預防性的維護，避免機台突發性故障的發生。另外也與中華電信的 AR 平台進行串聯，透過 AR 平台提供機台 AR 遠端維運協作服務，協助現場維運人員快速解決問題。藉由雲端服務的特性，可提供 anytime、anywhere 的遠端維運與監控管理服務。

3.2 具體技術方案

雲端工具機智慧管理解決方案主要提供工具機業者雲端管理與維運服務，其中雲端環境建置中華電信 hicloud 虛擬主機上，網路則可透過 hilink VPN(Virtual Private Network) 提供高網路安全性的服務。中華電信 hicloud 機房擁有 tier 3 等級的認證，可確保系統運作的可靠性。而中華電信物聯網服務平台設計採用雲端容器(container)架構，資料庫以 no sql HBase 為主，並有完善的防火牆保護與網路攻擊監測，為一具備高可用性、高延展性與高安全性之雲端物聯網服務平台，本系統植基在此平台上，可確保系統的穩定與安全。圖 8-1 所示則為本系統的服務架構。

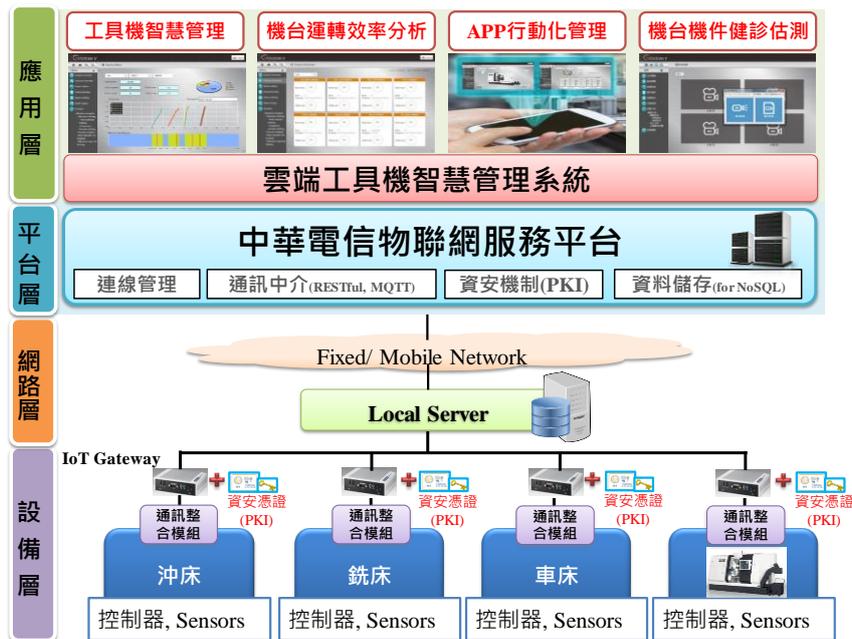


圖 8-1： 雲端工具機智慧管理系統架構

資料來源：中華電信

本系統特色說明如下：

3.2.1 設備層納管架構

IoT Gateway 通訊模組架構，整合目前工具機常用之 FANUC、西門子、三菱與海德漢等國際大廠的控制器協定，並研發加入 OPC UA 與 MTConnect 等國際標準，亦可依據工廠

需求彈性擴充整合各廠牌工具機控制器，同時 IoT Gateway 支援 Client-Server 架構，可開放讓其他子系統(如 MES, Manufacturing Execution System) 介接，達到跨系統整合功能目的。

3.2.2 網路連接架構

IoT Gateway Agent 負責執行工具機設備(如沖床、銑床、車床...等)及感測器(如加速規、液位計、軸承溫度、電錶..等 Sensor)資料收集，並配合工具機管理應用需求處理前端資料分析與計算，例如機台稼動率計算、FFT (Fast Fourier Transform) 震動分析、潤滑油油量計算、刀具磨耗量...等，再上傳資料至 Local Server 。而 Local Server 除了執行監控資料備份，雲端工具機智慧管理系統連線建立與資料斷線續傳機制等功能外，更擔任資料集收後加密傳輸工作，透過已申請核發之 PKI 憑證進行資料加密及建立 TLS(Transport Layer Security)通道，達到平台與裝置雙向認證服務目的。

3.2.3 系統連線管理架構

系統架構中透過連線管理技術(如 Connection Pool)，管理大量設備 Agent 連線效率，並確保 Agent 程式取得的資料庫 Connection 為穩定且正常可使用。中華電信物聯網服務平台則提供 PKI、金鑰與憑證管理服務，在接收到 Agent 裝置的憑證與加密資料後，會與系統中的金鑰與憑證進行合法性確認及解密完成雙向認證服務。另一方面，藉由中華電信 hicloud 機房的異地備援與電力不中斷保護機制，增加工具機系統服務的穩定度與安全性。

3.2.4 控制閘道器與設備管理

本系統開發之 IoT Gateway，遵從 OPC UA 與 MTConnect 架構(如圖 8-2 與圖 8-3)，並具備 FANUC、西門子、三菱、海德漢等國際大廠控制器異質整合能力，讓機台設備具備國際工具機標準互連之能力，協助業者打造工業 4.0 願景。IoT Gateway OPC UA 架構包括控制器端的 OPC UA Server 與 Gateway 端的 OPC UA Client 模組，而 IoT Gateway MTConnect 架構包含 MTConnect Client 與 MTConnect Server 模組。

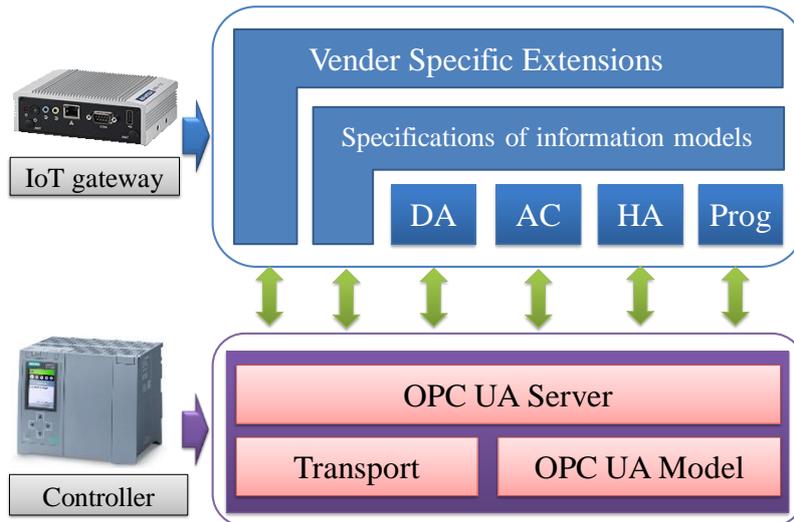


圖 8-2： OPC UA 架構

資料來源：中華電信

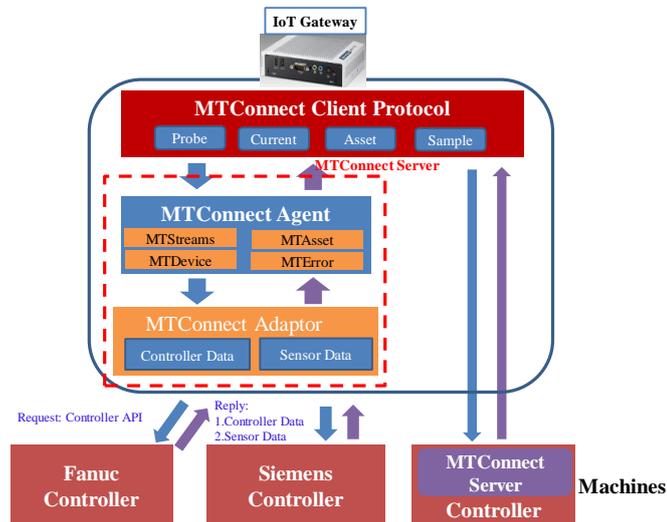


圖 8-3： MTConnect 架構

資料來源：中華電信

3. 2. 5 控制閘道器整合資安憑證模組

控制閘道器整合資安憑證模組，透過資安 PKI 認證技術，提供 IoT Gateway 之雙向憑證認證與 TLS 加密通道整合型防禦措施，克服工具機連網資安威脅。PKI 雙向認證服務架構如圖 8-4 所示，其功能說明如下：



圖 8-4： PKI 雙向認證服務架構

資料來源：中華電信

- PKI 憑證申請：於中華電信物聯網服務平台申請並下載PKI憑證儲存至 USB(Universal Serial Bus) Dongle內，此憑證通常包含本系統的名稱與私鑰、以及受信任的憑證頒發機構 (CA, Certificate Authority)。
- PKI憑證加密通訊：當工具機要與系統主動建立連線時，工具機Gateway上之加密傳輸程式使用USB Dongle中的PKI憑證進行傳輸資料簽章加密及建立TLS通道。
- 進行雙向認證：本系統接收到裝置的憑證與加密資料後，系統端會向 CA Server 的資料庫取得該工具機Gateway的公開金鑰，並驗證傳輸資料來自工具機Gateway，再確認資料合法性後進行資料解密。然而如果使用者想要透過系統向工具機進行參數設定或是程式更新時，工具機Gateway會利用PKI憑證中的私鑰，驗證傳輸設定資料來源及合法性後進行資料解密，以達到雙向憑證認證。
- 移除憑證 拔除USB Dongle 將失去憑證加密，本系統不允許與接受工具機Gateway上傳資料。

3.2.6 震動分析與預測保養

(a) 機台運轉效率

製造業常用設備總合效率(OEE, Overall Equipment Effectiveness) 做為評估生產績效之重要參數， OEE 包含製品良率、產能效率與稼動率等三大效率指標，其中製品良率為生產品質指標、產能效率為機器性能指標、稼動率為生產力指標。製品良率與機台的機齡及種類有顯著相關性，機齡越大製品良率越低，機台加工鑄件越大其平均製品良

率越高(如五面加工機)；產能效率僅與機台種類有顯著相關，當機台加工工件越少其效率越高(如車床加工皮帶輪)；稼動率與機台的負荷時間及種類有密切相關性，負荷時間越長其稼動率越高，而換模越簡單的機台其稼動率越高。依上述分析可知提高機台運轉效率的方法，以維持機台穩定與避免故障為首要目標。為促使機台穩定高效率運轉，可透過機台運轉偵測與分析、預知故障與預先保養等監控管理技術來達成。

(b) 機台機件可用性

現今工具機維護已逐步轉向機台狀態監測、預測性維修和故障早期診斷等領域，以取代傳統的被動式維修 (passive maintenance) 方式。傳統上，當機台發生異常，維修工程師須到達現場才能依機台狀態進行故障診斷，以致維修期間過長而影響生產進度。為避免因機台出現非預期故障致使生產線停擺，所以製造商對工具機已由定期維護保養策略轉為收集機台監控資料來進行預測性保養與故障診斷，期望將平均故障間隔最大化，以減少機台非預期故障發生，確保產線能持續生產不間斷。工具機在加工運轉期間常有因轉軸平衡不良、對心不良或軸彎曲、機械鬆脫與轉軸磨損、軸承損壞與齒輪震動等問題而出現不同的震動頻率，所以可透過機台震動偵測與數據分析結果，進行機台機件診斷、預測故障與預先保養等估測。

為解決上述問題，本方案提供工具機製造商遠端維運、震動分析與預測保養應用等服務。在異常加工行為發生或機件故障前提供工具機預測保養建議，以達到減少故障停機與提高工廠生產產能目的。而工具機製造商也可以透過系統，遠端連線至客戶有問題機台，進行即時震動分析與錯誤 log 檢視，判斷是否為設定錯誤或設備故障，有效縮短問題分析時間，協助客戶排除異常。震動分析與預測保養架構如圖 8-5 所示，除了在轉動軸承中安裝加速規，透過機台加工震動量測進行時域與頻域複合診斷外，更收集工具機控制器資訊與連結機台加工工序 (ProgramName)，進一步分析特定加工行為(如暖機)之頻譜震動趨勢，當切削震動異常發生的同時，可以透過主軸元件與頻譜分佈對應，判斷異常之原因，並建議保養時機避免無預警故障。

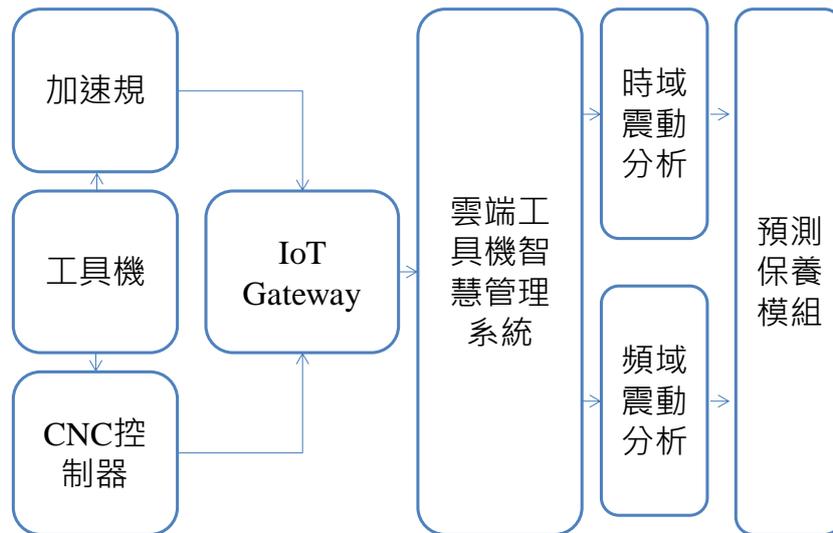


圖 8-5: 震動分析與預測保養架構

資料來源：中華電信

3.2.7 主軸時域震動分析

傳統機台震動分析，雖然可以透過加速規震幅大小判斷異常，但仍然需要倚賴技術人員專業知識，以進一步判斷可能異常原因，由於傳統分析方式缺少系統智慧化管理，時常造成專家經驗無法傳承及人工誤判發生。因此，本方案研發主軸時域震動分析流程來改善上述問題，如圖 8-6。其主要特色有：

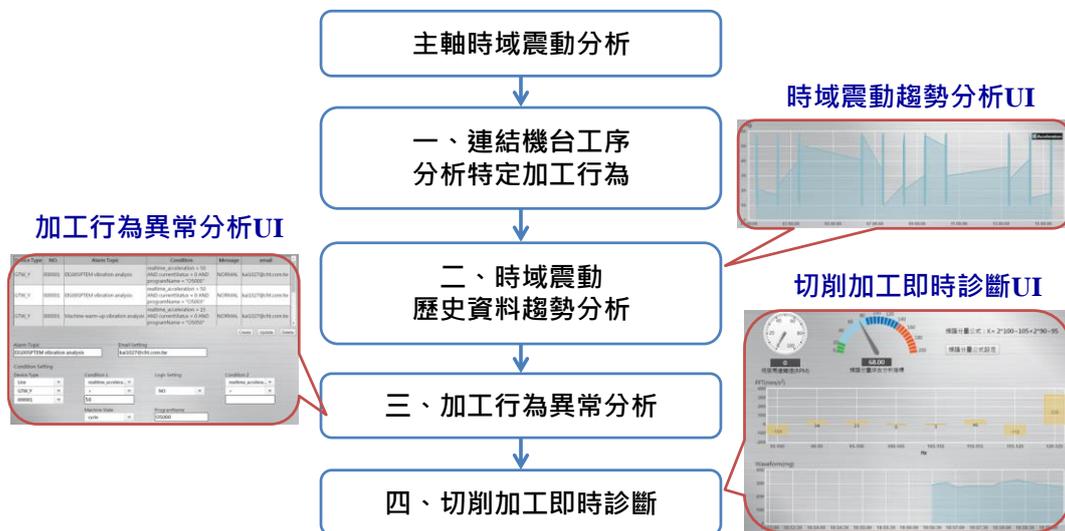


圖 8-6: 主軸時域震動分析流程

資料來源：中華電信

- 透過機台工序(ProgramName)建檔，可以針對不同加工行為(如齒輪加工、螺桿加工、鑽孔切削...等)進行震動特徵值歸類分析。

- 經由雲端系統收集與比對，提供維修人員時域震動趨勢指標 (如震幅大小、平均值、變化斜率..等)，進而掌握加工異常行為關鍵參數。
- 系統中設計機台異常分析功能，可以針對第二階段分析出的關鍵參數，設定切削震動異常通報，並建議保養時機。
- 提供切削加工即時診斷UI (User Interfaces)，除了線上觀察主軸轉速與切削震動量關係，並針對關鍵問題的加工工序，設定專屬FFT分析指標，以協助分析加工異常診斷與預測保養。

3.2.8 主軸頻域震動分析

由於主軸為工具機進行加工時，直接帶動刀具 (如銑床) 或工件旋轉 (如車床)，進行切削、研磨..等加工程序，是工具機中核心單元，任何異常元件故障或老化，都會影響加工精度，甚至停機降低機台生產產能。本公司與程泰機械合作，針對車床之滾動軸承 (Rolling Bearing) 進行頻域震動分析研究，並對其關鍵元件 (outer race、ball、Fundamental Train、inner race) 提出一套主軸壽命診斷方法，其主軸頻域震動分析流程如圖 8-7 所示。其流程概述如下：

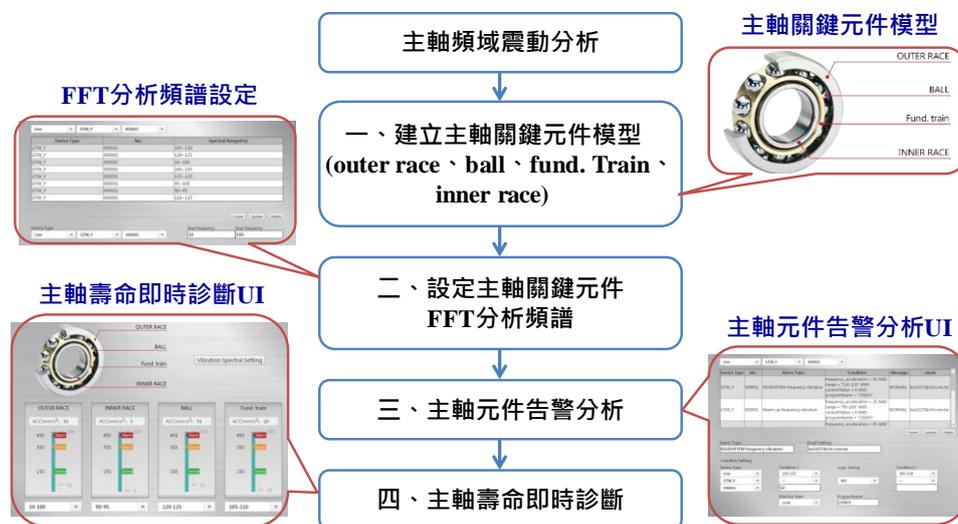


圖 8-7：主軸頻域震動分析流程

資料來源：中華電信

- (1) 分析並建立滾動軸承之 ORF (Outer Race Frequency)、IRF (Inner Race Frequency)、BDF (Ball Defect Frequency) 與 FTF (Fundamental Train Frequency) 等四種關鍵元件模型。
- (2) 針對 ORF、IRF、BDF 與 FTF 四種關鍵元件模型進行 FFT 頻譜設定。

- (3) 系統中設計主軸元件異常分析功能，可以針對第二階段之 FFT 頻譜分析，設定主軸元件震動異常通報，並建議保養時機。
- (4) 提供主軸壽命即時診斷 UI，透過主軸關鍵元件模型，建立剩餘壽命指標 (如軸承保持器損壞頻率 $FTF = RPM \times 40 \sim 60\%$)，以及 Alarm、Warn 與 Normal 三階段保養等級設定，以期避免人為或加工過程的失誤操作而造成加工機具主軸的損失。

3.2.9 AR 遠端維運協作

為減少長程出差以及縮短機台維運時間，本系統結合 AR 協作技術，讓維修人員透過 AR 眼鏡查閱現場機台即時運轉、歷史資料與告警等資訊，協助分析機台異常原因，並自動調閱故障維運 SOP (Standard Operating Procedures) 排除步驟，加速排除問題。維修過程中，亦可進一步呼叫遠端專家進行現場維護指導，即時聚焦問題以提高現場工具機維修效率。其服務架構如圖 8-8 所示，特色說明如下：

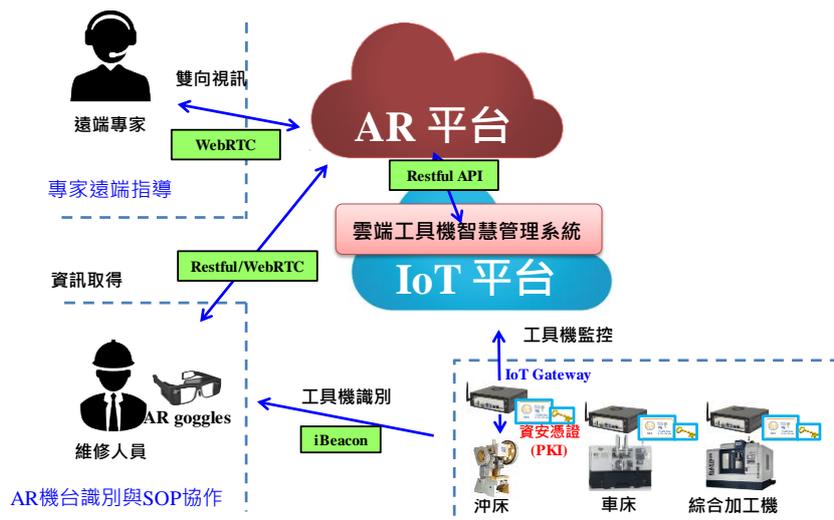


圖 8：AR 遠端維運協作服務架構

資料來源：中華電信

- (1) **AR 機台識別與 SOP 協作**：如圖 8-9 所示，本方案開發 Beacon 機台識別技術，維修人員透過 AR 眼鏡或手機 APP 可自動辨別機台 ID，經由 AR 平台向本系統進行機台驗證後，透過 AR 工具機協修卡片牆技術掌握關鍵機台問題與必要資訊。並以 SOP 引導及工具機面板圖像識別方式進行故障維運排除，減少維修人員故障分析與維修時間。



圖 8-9：AR 機台識別與 SOP 協作情境

資料來源：中華電信

(2) 專家遠端指導：由於工具機為精密機械加工設備，故障原因複雜且涉及多種因素，為協助維修人員聚焦問題，本方案利用網頁即時通訊技術(Web Real-Time Communication)，提供 AR 遠端視訊及語音指導功能，如圖 8-10 所示。維運人員可透過影像凍結、塗鴉板教學，以及同步語音和總部專家互動討論，快速排除故障。



圖 8-10：呼叫遠端專家視訊及語音指導功能

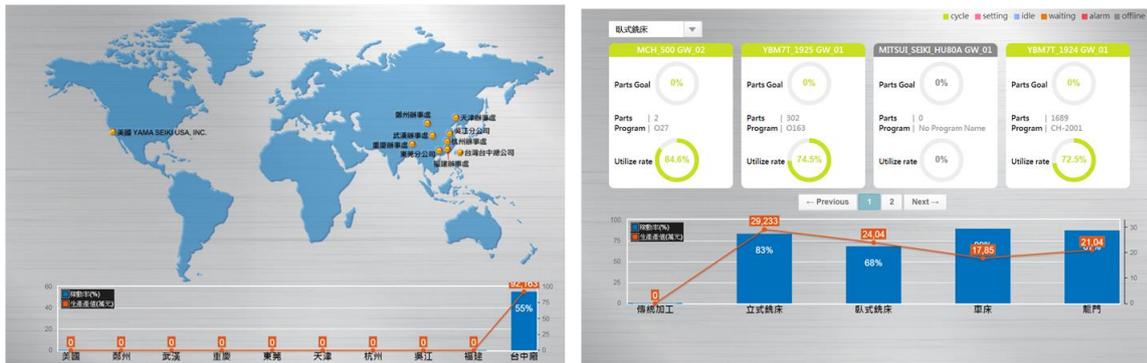
資料來源：中華電信

3.2.10 監控管理資訊輸出

智慧化工具機管理以收集工具機運轉情況，達成遠端維運監控與機台生產產值分析等目的。應具備產線稼動率管理、機台監控、告警通報、預測保養、產能分析與歷史資料查詢等監控管理功能，讓整體工具機與生產管理資訊透明化，並能以圖表方式呈現分

析結果，進而提升生產產能與製品良率。以下將以程泰機械合作為例分別說明監控管理資訊輸出內容。

(1) 產線稼動率管理：Global Overview 如圖 8-11(a) 所示，以 Web UI 首頁呈現全球工廠位置分佈，並提供跨廠區工廠點選連結、工廠即時產能與即時產值等功能。Factory Overview 如圖 8-11(b) 所示，提供工廠各產線總覽資訊，包含即時狀態(cycle、setting、idle、waiting、alarm、offline)、產線即時的產能與產值、機台即時產能與機台即時產值、即時稼動等功能。



(a) 全球總覽

(b) 工廠產線總覽

圖 8-11：產線稼動率資訊頁面

資料來源：中華電信

(2) 機台監控管理：Device Status 如圖 8-12 所示，提供機台運轉狀態 pie chart 分佈、即時加工資訊(workorder、parts require、parts count、Finish rate、Utilize rate)、機台每日工單加工時間與 Finish rate 分佈查詢、Machine Status Diagram。機台管理介面以圖形化呈現選定機台即時狀態、設備稼動、診斷分析、主軸壽命與切削加工分析等功能。

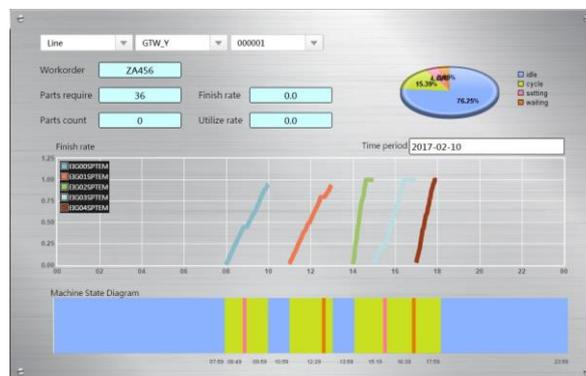


圖 8-12：機台運轉狀態資訊頁面

資料來源：中華電信

(3) 告警通報管理：Alarm Setting 提供機台運轉異常告警通報功能，包含 Topic、Alarm Conditions 與 email 等告警設定，並於網頁上即時呈現告警狀態，當告警條件發生時將 email 通報負責人，並儲存告警 event。Time and Frequency Domain Setting 提供時域與頻域震動量分析設定與告警通報功能，時域與頻域的設定如圖 8-13(a) 與圖 8-13(b) 所示，包含 Topic、Alarm Conditions 與 email 等告警設定，並於網頁上即時呈現告警狀態，當告警時發送 email 通報負責人員。



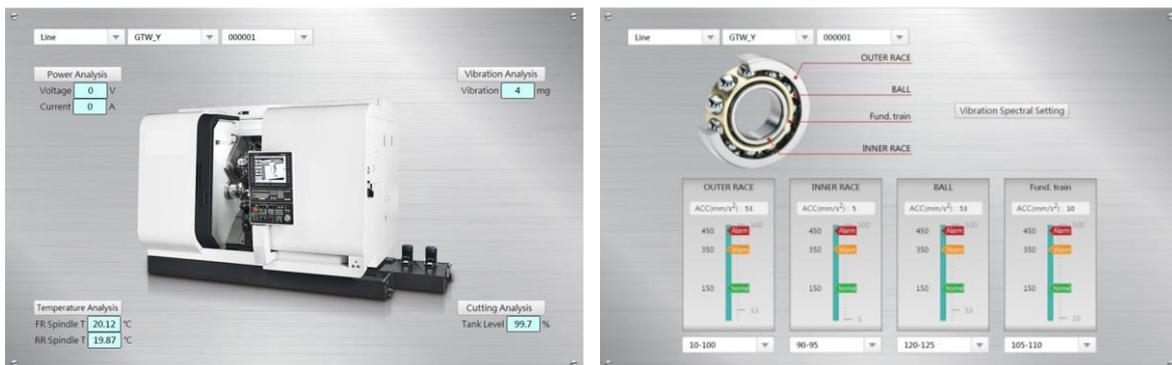
(a) 時域設定

(b) 頻域設定

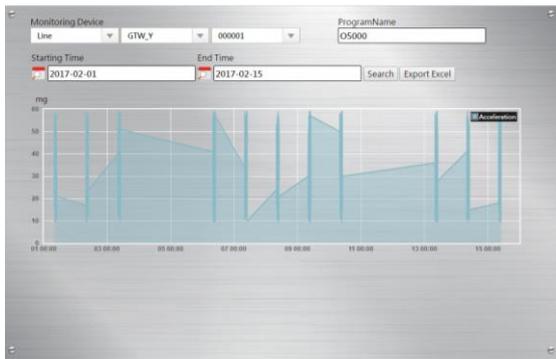
圖 8-13：時域與頻域震動量分析設定頁面

資料來源：中華電信

(4) 預測保養與診斷分析：機台診斷分析如圖 8-14(a) 所示，提供 Temperature (前後軸承)、Power、Vibration (mg)、Cutting (切削加工液油箱高度) 等即時資訊。Main Spindle Life Analysis 如圖 8-14(b) 所示，提供 outer race、ball、fund. Train、inner race 等元件之加速度頻譜 (mm/s²) 分析，透過 Vibration Spectral Setting 對應，協助保養人員監測機台設備主軸壽命。Process Analysis 如圖 8-14(c) 所示，提供 Program Name 工序與震動量歷史數據分析功能，透過兩者趨勢關係協助保養人員監測機台設備震動加工狀態，並提供 Excel 圖表資訊匯出功能。Vibration Spectral Setting 如圖 8-14(d) 所示，提供機台專屬 Spectral Range 管理功能，並自動檢查及提示重複設定之頻譜區間。



(a) 機台診斷分析



(b) 主軸壽命診斷



(c) 加工分析

(d) 頻譜設定

圖 8-14: 機台預測保養與診斷分析頁面

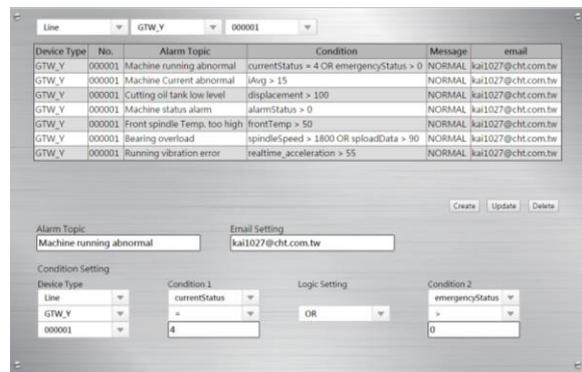
資料來源：中華電信

(5) 產能分析：工單管理提供機台工單新增/刪除/修改功能，包含工單編號、預計加工日期、加工順序、工件單價等設定。工具機產能分析透過 RFID Tag、CNC 控制器加工資訊整合，提供達成率、工單開始時間、工單結束時間、工單加工時間等產能分析資訊，並可查詢機台歷史產能與歷時產值資訊。工廠產能分析提供工廠歷史的產能與產值資訊，以及產線歷史的產能與產值資訊等查詢功能。以上結果可以 Excel 方式匯出。

(6) 歷史資料查詢：Historical Data 以圖形化呈現方式瀏覽機台歷史監控資訊(如圖 8-15(a))，並提供 Excel 圖表資訊匯出功能。Alarm Query 提供機台告警歷史紀錄(如圖 8-15(b))查詢，包含 Topic、告警發生時間與告警結束時間，以及 Excel 圖表資訊匯出等功能。



(a) 歷史資訊



(b) 告警歷史紀錄

圖 8-15: 歷史資料查詢頁面

資料來源：中華電信

(7) 機台遠端維修協作服務：如前所述，為減少長程出差以及縮短機台維運時間，本方案透過工具機機台上的 Beacon 發送機台識別 ID 資料，AR 眼鏡或手機 APP 接收機台識別 ID 後連接遠端 AR 平台，AR 平台則透過機台 ID 向雲端工具機智慧管理系統取得該機台即時狀態資訊、歷史告警、圖表資料等訊息整合呈現於 AR 眼鏡或手機螢幕上，使維修人員快速掌握機台問題與必要資訊，同時亦可透過遠端專家的指導，進行更準確與快速的維修保養作業。

3.3 解決方案的特點

工業 4.0 已成為製造業的必然的發展趨勢，本方案為台灣首創工具機雲端管理解決方案，以工具機生產業為目標使用者，從製造業的上游導入物聯網雲端技術，促使下游製造業者能加速資訊化、雲端化，逐步朝向工業 4.0 演進以提升台灣整體製造業之國際競爭力。本方案已透過與工具機業者合作進行場域的驗證，其結果確實能協助業者提升機台價值 5% 以上，並能減少 1/3 的差旅維運費用支出，同時也提升客戶服務的品質，受到該公司全球代理商的肯定。本方案具有以下主要特點：

- (1) 跨廠區遠端監控：基於雲端架構，一個企業內部多個不同的廠房，皆可集中管理，跨越廠區的地理限制，提供企業跨廠區監控管理功能，有效管理產能與即時掌握稼動率，以及進行跨機台連動與跨廠區產線之調度。
- (2) 雙向 PKI 認證：設備端與雲端連線採用 PKI 雙向認證，確保機台安全，免除機台被駭的疑慮。
- (3) 提供產能與稼動分析：藉由收集機台操作運轉資訊分析，濾除錯誤的稼動資訊，提供真正的稼動率計算，整合產線工單資訊，計算工單完成率，以圖表 UI 顯示機台產能產值，協助管理者掌握即時產能資訊。
- (4) 高親和力儀表板設計：採用儀表板設計樣板，即時呈現機台稼動狀況、工廠-產線產值等重要資訊，協助管理者追蹤目標。
- (5) APP 行動化管理：提供專屬 APP，所有重要資訊一目了然，協助業者隨時隨地掌握工廠運作與產值。
- (6) 機台預測保養：收集與分析機台重要運轉資訊（震動量、溫度、用電、位移量等），分析時域數值與頻域特徵是否正常，有異常徵兆立即通知處理，減少非預期性故障的發生。

(7) AR 遠端維運協作：可藉由手機或 AR 眼鏡，以無線網路通訊，提供雙向語音視訊及工具機遠端協修功能，可由專家遠端指導，提升效率。

4. 總結

4.1 經濟/社會效益

本案由中華電信與工具機業者合作，透過異業結盟，將中華電信 ICT 技術專長與業者專業領域技術專長進行整合開發，建立了成功案例，為工業物聯網的發展樹立典範。再者，工具機業者於一開始即將感測器、通訊介面以及機台控制組件等進行整合，同時備好工具機雲端監控管理方案，可免除製造業者為進行機台監控需再花費進行改裝的麻煩，大幅提升製造業者朝向工業 4.0 改革的意願，也間接增加工具業者機台的價值，提高工具機業者的收益，創造電信業者、工具機業者以及製造業者三贏的局面，為台灣推動製造業升級起了帶頭作用。

4.2 用戶評價回饋

本案與業者(程泰機械)合作並進行場域運行驗證，經過業者的使用測試，透過系統進行遠端維運，確實可以較原先的維運服務方式減少維運人員 1/3 的差旅支出。即時的稼動分析以及產能計算，可協助業者掌握生產瓶頸，進而提升約 5%的產能，協助業者降低生產成本，以及擬定更精準的生產計畫，擴大接單能力提高營收。而因為工具機業者所提供機台具有雲端監控管理的能力，也提升了機台 5~10%的價值，為工具機業者帶來額外的利潤。其他如提升業者的服務品質，以及掌握機台運轉資訊協助機台改善與精進之設計，亦是令人意外的收穫。

4.3 總結

本方案具有整合 FANUC、西門子、三菱、海德漢等國際大廠的通信協定，並遵從 OPC UA 與 MTConnect 國際標準，開發工具機控制器與管理系統間之資通訊技術，以增強機台與管理程式資料介接的能力，達到彈性擴充及跨系統整合功能。針對資訊安全防護，則在控制閘道器整合 PKI 技術，提供工具機台透過 IoT Gateway 與平台間雙向憑證認證及 TLS 加密通道整合型防禦措施，解決工具機連網資安威脅。本方案提供工具機業者遠端維運服務，開發震動分析與預測保養，在異常加工行為出現或元件可能故障前，即預防性的告警通知進行維運保養，起到減少故障停機提高工廠產能的作用，同時還能協助業者

進行跨區域、跨廠區的設備遠端維運管理，減少駐廠管理人力，降低人力成本。

本方案未來將結合人工智慧(AI, Artificial Intelligenc)與深度學習方法，進行建模分析機台機件異常徵兆，並透過自動化智慧分析判讀故障原因，進一步減少人工作業以及提升設備檢修效率。

