

陸軍新建營區電力運用智慧電網管理之可行性研究

呂宗翰中校、馮俊仁少校

提要

- 一、在國際能源與氣候變遷議題持續發酵下，各個國家也大力推動智慧電網，期能透過先進讀表系統雙向傳輸用電數據，促進電力系統最佳化，進而達到節能減碳目標。
- 二、鑑於當前國軍後勤政策及國防預算有限下，無法使國軍營區降低用電成本及人力付出，故本研究藉由文獻探討及專家訪談方式，找出營區裝置智慧電網可行性。
- 三、研究結果顯示，要使國軍營區節能、節費及節力，智慧電網建置確有實際必要，最後分析結果提出建議事項，供業管單位參用，以提升用電使用效率。

關鍵字：節能減碳、智慧電網、國軍營區

前言

一、研究背景

智慧電網是運用資訊、通信與自動化科技，在發電、輸電、配電，裝設電腦監控設備及系統，透過這些設備「雙向溝通」能力，讓供電量及用電量的數據數位化、可視化，並對其中資訊加以整合分析，以達到電力資源的最佳配置，解決電力業者在電力輸送及個別用戶

在電力使用可能出現的問題，提升電力系統運轉效率、供電品質及電網可靠度，並促進再生能源擴大運用與節能減碳¹。現今全球先進國家皆面臨尖峰負載上升、能源耗竭與溫室效應等共同問題，因而紛紛投入風力、太陽光電等再生能源開發與推廣，但再生能源易受季節影響發電較不穩定，加上既有傳統電網已無法滿足再生能源發展需求，為兼顧

¹ 行政院資訊網，〈推動智慧電網－確保電力穩定供應〉，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/89f3c34d-9c62-4cf2-afdc-e047a72e17da>，檢索日期：西元 2020 年 12 月 20 日。

增加再生能源佔比，節省大量增建電廠的成本，確保電網供電安全可靠，必須要更智慧化、即時調節與更精準預測並掌握負載，因此發展智慧電網已成為國際趨勢。

根據經濟部能源局統計²，西元 1998 年至西元 2018 年間，國內能源消費結構仍以電力消費成長幅度居冠，電力消費佔全能源消費從西元 1998 年的 26.73% 上升至西元 2018 年的 29.09%，若依電力消費部門類別統計，西元 2018 年的服務業部門總電力消費量為 471.2 億度電，相較該部門於西元 1998 年消費電量 321.8 億度電，用電需求持續成長中。而歸類於服務業部門的國軍電力消費西元 2018 年度約為 9.66 億度電(預算支出約新臺幣 27 億元)，雖然僅佔該部門電力消費量約 2.1%、佔全國電力總消費量 0.37%，但對於預算多年正成長的國防部而言，已經是一筆頗具規模的支出，且近年來國軍用電消費卻是連年超支，電力消費增加間接壓縮其他作業維持費可用額度。因此，藉由智慧電網導入營區電力管理

模式，以有效控制電力費用合理支出，應務實深入研析。

二、研究動機

因應全球暖化問題，節約能源為當前最主要問題。行政院目前重要政策推動方向為「推動智慧電網-確保電力穩定供應」，其中因應未來再生能源大規模併網需求，提升營運效率，政府於西元 2019 年 12 月起以「提升再生能源穩定度」、「提升用戶供電品質」及「促使用戶智慧節能」三大目標優先推動。

目前國軍多數營區屬老舊設施，內部的電力線路以及耗電設備已多數老舊、效能降低，在長時間使用下，已達維護翻修或重建的年限，加上科技時代來臨，舊式營區勢必要投入相當龐大的經費實施整體整修，藉由智慧電網導入營區電力管理模式之研析，並納入營區翻修整體規劃，以有效提升電力使用效率，此為本研究動機之一。

另國軍營區數量龐大，部隊人力在各次組織精簡政策下逐漸減少，尤其各部隊在無水電維管人員編制下，多以任務編組方式於每日指派專人於固定時間實施電表抄表

² 經濟部能源局，《能源統計手冊 108 年版》(臺北：經濟部能源局，西元 2019 年)，頁 34-35、頁 87-88。

作業，不但徒增人員工作負荷，且易肇生抄寫資料誤植或遺漏等情事，因此，引進民間科技以提升軍方用電維管作業效能，此為動機二。

三、研究目的

本研究期能透過相關文獻探討，瞭解現行營區用電管理模式。預期達成研究目的的如下：

(一)藉由文獻分析及專家訪談法，歸納國軍營區運用智慧電網管理之可行方式及配套措施，以提供政策指導單位參用。

(二)同步探討影響營區電力節約能源的問題，以及可提升用電效能、降低電力用量與人員維管負荷的管理策略，作為後續營區新建或改善工程的電力設備構建參考。

四、研究範圍與限制

(一)研究範圍

1.依目前國軍節約能源管制等相關規定，均以營區為單位建立用電相關數據，囿於獨立營區經常僅部分兵力實施駐守，相關用電設備及參數有其侷限性，為提升本研究實用性，故選擇國軍現有旅(群)級駐用及新建營區為研究範圍。

2.引進相關民間智能化用電管理設備實施維管，須考量營區現行用電管理作業流程及相關法令規定，為提升研究結果可行性，本研究將以「司令部」層級以上政策業管人員、業界專家為訪談對象。

(二)研究限制

1.本次研究探討營區智慧電網管理可行性研究，因目前國軍現住營區尚無完成智慧化用電管理系統建置，故僅針對智慧化用電管理相關設備規格之數據實施維管效能分析，無法運用實際運作之系統來進行效益比較。

2.本篇方式採文獻資料蒐集、問題探討及分析等方式執行研究，雖力求周嚴，但仍有未能涵蓋之處，故僅針對營區用電管理探究其結果，然許多內外部等影響因素，例如人員用電習慣及營區住用年限等不納入考量。

文獻探討

一、智慧電網概述

電力系統可分成發電、輸配電與終端用戶等三大部份³。輸配電部份是電力系統

³ 臺灣智慧型電網產業協會，〈認識智慧電網〉，http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx，檢索日期：西元2020年12月20日。

之高速公路，將電力透過由龐大基礎建設如電桿、纜線、開關、設備與軟體等由發電端送至終端用戶。智慧型電網技術是將數位技術應用電力之輸配電，也就是利用資通訊，電力電子與先進材料等進行電力基礎建設的現代化與最佳化。電網包含輸配電在臺灣分成特高壓電網、高壓電網、低壓電網。

全球電網基礎建設市場可分成電力線路(桿、電纜、裝配、感測器)、變電所與控制設施(變電站、變壓器、開關、軟體)、終端設備(連結設備、電表等操作軟硬體)等三個大分類，而在各種類別中均有傳統、智慧型或次世代之設備與產品。

在運作方面，傳統電網屬集中式發電，單方向電力潮流，並以歷史經驗來運轉，未來的電網在配電網先

進行區域內的電力交換，若有剩餘或不足電力則在區域間進行交換，電力潮流方向不再固定，由特高壓流向高、低壓，因此智慧型電網的分散式控制流程係由下而上的調度和控制，有別於傳統電力網的集中式控制流程。

智慧型電網為整合發電、輸電、配電及用戶的先進電網系統，其兼具自動化及資訊化的優勢，具備自我檢視、診斷及修復等功能，提供具高可靠度、高品質、高效率及潔淨之電力，可滿足世界各國能源政策發展方向與因應社會對供電可靠度與供電品質提高的要求。另一方面，可以導入大量再生能源併網發電、結合智慧型電表進行需求面管理，減少二氧化碳排放、抑制尖峰負載及節約能源。建置智慧型電網的關鍵技術包括：

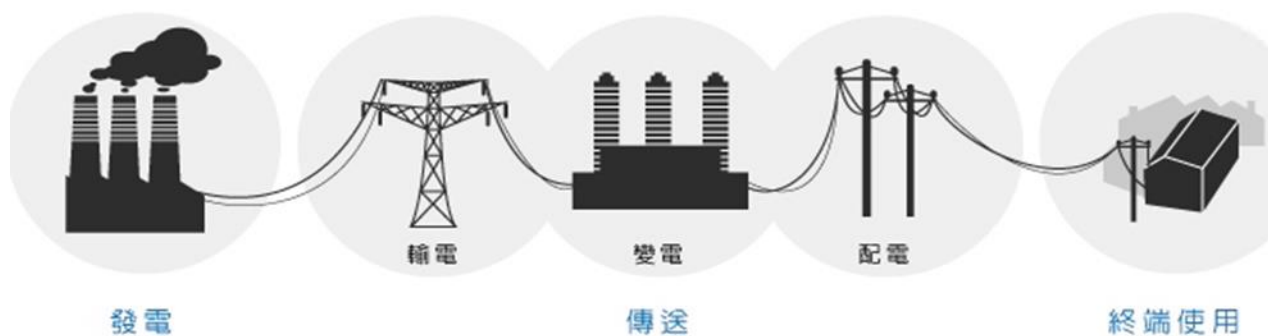


圖 1 電力產業簡單示意圖

資料來源：臺灣智慧型電網產業協會，〈認識智慧電網〉，http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx，檢索日期：西元 2020 年 12 月 20 日。

- (一)跨網路的整合通訊技術。
- (二)先進的控制方式。
- (三)感測、讀錶及量測。
- (四)先進的電力設備及電網元件。
- (五)決策支援及人機介面。

智慧型電網未來推廣程度要端看技術發展、政策目標與對電力品質改善的程度而定。未來微電網技術導入後，短期可提高臺灣電力網路對分散式電力承載容量，中長期則可用於電力設備之資產管理、變壓器負載管理與竊電防治。

智慧電網可分為發電、輸電、配電，在輸電與配電是電力系統的高速公路，將電力透過龐大基礎建設，例如，電線桿、纜線、設備與軟體等等，由發電端送至配電端，智慧電網技術是將數位技術應用於電力的輸電與配電，也就是利用資訊、通訊技術、電子、先進材料等等，進行電力基礎建設，在電力傳輸的過程中，能智能化的分析電力與管理電力，進而達成節約電力，降低用電成本⁴。

智慧電網為經濟及高效率方式的電力網路，對發電、供電等設施及用戶端進行整合，可持續性的確保電力系統的供應與安全，另智慧電網應用層面非常廣闊，不僅可即時回饋使用端的需求，亦可提升能源使用安全並對電網系統進行即時監控，以建構一個智慧、安全及可靠的電網系統⁵。

智慧電網實現雙向通信，提高效率、可靠性和安全性的現代通信技術和自動控制並提供電力工程技術與網路通信集成通過眾多電力儀器儀錶感應器、電力供應商和最終使用者之間的智慧電錶。通過合併這兩種不同技術，智慧電網將促進消費者和提供者之間的雙向通信⁶。

採用智慧電網，不僅電力公司可以對一般或企業用戶的用電情形得以完全掌握，用戶也可以透過電表，掌握用電情形、電價資訊，然後為用電進行合適規劃。電力公司可以根據用電量進行差別定價，用戶也可以針

⁴ 鄭洵翼，〈智慧電網導向工業 4.0 之電力監控〉《南榮科技大學碩士論文》（台南市），南榮科技大學碩士，西元 2018 年，頁 19。

⁵ 黎文舜，〈智慧電網導向發展綠色能源混合決策模式應用於國防電力設施之研究〉《國防大學管理學院碩士論文》（臺北市），國防大學管理學院碩士，西元 2017 年，頁 10。

⁶ 李奕，〈智慧電網環境下之電力品質資料庫平台設計與實現〉《國立中正大學碩士論文》（高雄市），國立中正大學碩士，西元 2016 年，頁 3。

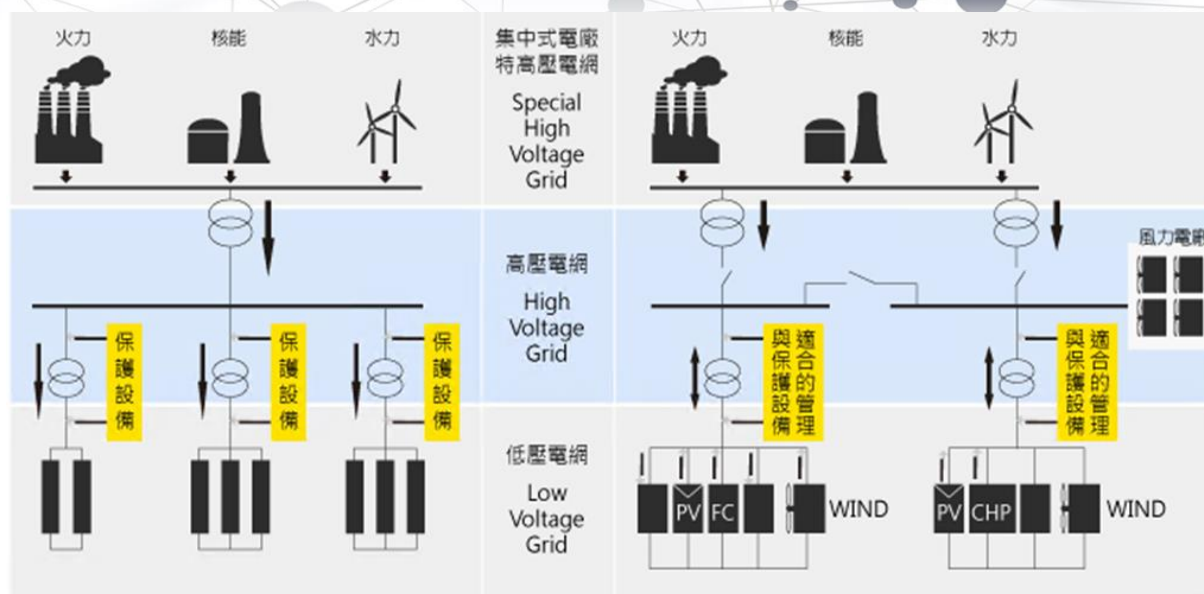


圖 2 傳統電網監控方式與未來電網比較

資料來源：臺灣智慧型電網產業協會，〈認識智慧電網〉，
http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx，檢
 索日期：西元 2020 年 12 月 20 日。

對不同價格，從事不同的電力消耗活動。此外，停電時智慧電網也可以自動偵測故障元件區域，進行故障區域排除、甚至在維修人員進行修復時，自動化尋找替代供電路線，確保用戶端服務不受影響⁷。

智慧電網架構相當龐大，所涵蓋的應用技術與產業領域十分廣泛，從半導體、傳統電廠、公有基礎建設、通訊產業到資訊安全，皆是智慧電網的相關範圍，也因為涵蓋範圍太過龐大，世界上目前尚未有一個國家有成功的完整智慧電網經

驗，各國皆是從做中學，以滾動方式推進，但是雖然沒有統一的定義，一致的目標幾乎都是節能減碳、穩定供電並逐漸增加再生能源的使用比重，在規劃的過程中同時導入智慧電表、通訊傳輸、儲能(電)、穩定電壓及控制系統等科技，並予以整合應用。

智慧型電表⁸，簡稱智慧電表、智能電表，是一種新型的數位電度表，它會精確的標示出能源的使用量，並透過網路回報資訊，它可以成為智慧電網的一部分。智慧型電表為具有通訊功能之電子式

⁷ 經濟部能源局，〈智慧電網宣導手冊 102 年版〉（臺北：經濟部能源局，西元 2013 年），頁 6-7。

⁸ 吳文義，〈數位電表應用於家庭節電節費系統之研究〉《國立中正大學碩士論文》（嘉義縣），國立中正大學碩士，西元 2014 年月，頁 6。

表 1 智慧電網與傳統電網比較表

傳統電力網路	智慧電網
傳統電表人工抄表	智慧型電表遙控抄表
不容易執行時間電價	容易執行時間電價
尖峰用電較難評估	較易掌控尖峰用電資訊，達到即時管理。
停電或故障需人力逐一確認排除	可自動確認事故發生地點，具自動隔離故障，快速恢復供電(電網自愈)。
用電量不易管理	用戶方便針對用電做調整，節省發電成本。
用戶為被動關係	民眾能主動查詢，提高節電參與度可主動改變用電行為，節省電費。

資料來源：經濟部能源局，《智慧電網宣導手冊102年版》（臺北：經濟部能源局，西元2013年），第7頁。

電表，除可計量用電度數外，更可以即時監視停電事故發生之時間與日期等資訊，並可記錄不正常的電壓、電流與電力品質變化，對用電可靠度與供電品質的改善與提升具有相當助益。

智慧電表建設，是由智慧型電表、通訊系統、電表資訊管理系統所組成，是實現智慧電網目標最重要的建設。智慧電表具有通訊功能，可讓用戶與供電方資料雙向溝通，透過用電量預測與分析，能適時滿足用戶需求，藉由數據監控分析，可達到能源最適使用效率，且會主動紀錄用戶的用電習慣與用量，透過輸配量與用電量之差異還能防制竊電，在偵測不正常電壓與電流時，

亦能即時停電報修；用戶也可於用電平臺上查詢用電資訊，進行自主電能管理⁹。

智慧電表系統架構主要由智慧電表、通訊系統與設備、電表資訊管理系統等三大部分組成。該系統具有用戶資訊查詢功能服務、停電檢測以及電費開票、設備管理、負載管理、節能服務等功能，其中用戶資訊查詢功能，包括基本資料、用電資訊、每日定時、即時或排程讀取並電表驗證資料¹⁰。

智慧電表為智慧電網之基礎元件，具有網路通訊功能的電表，能自動遠端計量消耗能源，資訊傳遞方便，可收集用電量的量測。智慧電表的基礎建設，透過室內顯示器和網路的通訊功能，

⁹ 行政院資訊網，〈推動低壓智慧電表建置〉，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/e69c2971-a86e-43bc-b49d-dffec54f886>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁰ 鄭安平，〈住宅電氣火災防範：使用智慧電表與深度學習技術〉《國立中央大學博士論文》（桃園市），國立中央大學博士，西元2019年，頁36。

即時監測電量，將資料主動提供給消費者或電力事業公司，亦可同時進行雙向溝通，開啟更多的售後服務契機¹¹。

智慧電表(圖3)是台電推動智慧電網的關鍵基礎¹²。傳統機械電表須透過人工抄表，2個月後拿到電費帳單才知用多少電，但智慧電表具有通訊傳輸功能，不僅可讓用戶即時掌握自身用電，台電也能透過蒐集到的用電資訊，進行停電偵測、遠端復電等。



圖3 智慧型電表

資料來源：經濟日報，〈智慧電表商機大 三大業者搶進〉，<https://money.udn.com>，檢索日期：西元2020年12月20日。

智慧電表除了具有逐時紀錄總用電量的功能外，更加裝通訊系統，能將用電資訊傳輸到台電的電表資料管理中心，進行用電統計及分析，用戶可在台電設置的用戶入口服務網站中，清楚看到跟自己有關的用電數據、圖表，例如家中前一個禮拜、前一天或更即時之總用電量，將能源圖像化、視覺化後，更能提醒自己注意電器使用時間，若再搭配適當之時間電價方案，調整用電習慣，例如於尖峰(高電價)時段減少用電或移轉到離峰(低電價)時段用電，除了在日常生活中可落實節能減碳外，更有助於降低電費的支出¹³。

智能電表能夠呈現民眾用電資訊與時間關係，能夠提供更多管理工具，像是時間電價、即時電價，透過智慧電表的用電數據與資訊，用戶可以更了解自己的用電習慣，進而選擇合適自己的費率方案，或是在低價時段

¹¹ 林國泰，〈應用結構方程模式探討智慧電表居家採用意向之實證研究〉《國立台灣科技大學碩士論文》(臺北市)，國立台灣科技大學碩士，西元2015年，頁5。

¹² 聯合新聞網，〈智慧電表裝置超前 2024年300萬戶有望提早達標〉，<https://udn.com/news/story/7266/4803426>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹³ 台電綠網，〈智慧服務 綠色生活〉，https://greennet.taipower.com.tw/Page_Theme/45，檢索日期：西元2020年12月20日。

用電¹⁴。智慧電表可連結通訊系統，以電表資料管理系統建置智慧讀表系統基礎建設（AMI），不只是利用網路讀取用電資訊，省去人力抄表，也設計即時停電偵測，過去如果停電，需要用戶打電話通報，裝設智慧電表後，可即時偵測停電，也可遠端進行停、復電作業¹⁵。

截至西元2020年6月全台已安裝超過60萬戶智慧電表，至年底將完成100萬戶，另「台電e櫃檯」APP於6月底正式推出用戶用電分析新功能，有裝智慧電表的民眾將可輕鬆掌握自身用電，為讓民眾生活更便利，持續推廣智慧電網，其中智慧電表是關鍵基礎。傳統機械電表須透過人工抄表，兩個月後拿到電費帳單才知用多少電，但智慧電表具有通訊傳輸功能，可結合網站、手機APP或居家顯示器（IHD）將「用電可視化」，讓用戶即時掌握自身用電¹⁶。

有關智慧電表投資的效益部分可以從電業、用戶、社會等面向進行分析¹⁷，其說明分別如下：

（一）電業（Utilities）為電力供應商以及電力公司，包括整合發、輸、配的電力公用事業，其效益是降低運轉和維護成本、遞延資本成本以及其他成本支出。

（二）用戶（Customers）為電力消費者或最終用戶，而降低電費、減少電力中斷帶來的損失以及改善電力品質就是對用戶帶來收益。

（三）社會（Society in general）指智慧電網具外部效果的接受者，對公眾、社會有正面或負面影響，其效益為減少負的外部效果。正面的外部效果一般則較難定義，雖然提高效率的社會福利收益不完全反映於電價，但對總體經濟仍有間接效益。換言之，社會的效益是減少負的外部效果與相關的市場失靈。

¹⁴ 遠見雜誌，〈智慧電表助節電 開啟大數據的魔法盒〉，<https://www.gvm.com.tw/article/amp/75898>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁵ 環境資訊中心，〈台灣電力APP搭配智慧電表 可知每15分鐘用電變化〉，<https://e-info.org.tw/node/226420>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁶ 中央通訊社，〈台電智慧電表APP即時監看用電資訊6月上路〉，<https://www.cna.com.tw/news/afe/202005150198.aspx>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁷ 施恩、古文潔、陳翔雄，〈智慧電表布建現況及提升效益分析〉《臺灣經濟研究月刊》（台北市），第38卷11期，台灣經濟研究院，西元2015年11月，頁118-119。

二、民間機關智慧電網推展現況

臺灣夏季溫度屢創新高，用電量頻頻破表，鳳山社區為台電宿舍，目前為台電打造的節能減碳示範處，該社區結合太陽能光電、健康照護與智慧宅等多項元素，不僅可以節能創能，還能導入智慧宅的運用，包括家電如電視開關、冷氣、除濕機、窗簾及門禁系統等，透過數位化，利用手機便能遠端操控，並可監看家中狀況，運用廣泛。「智慧綠社區」透過科技，將能源、數位宅與健康照護做出有效串連，藉由鳳山社區的成果展現，未來若能作為模範推廣，將會是臺灣邁向下一個能源世代的敲門磚，非常值得期待¹⁸。

臺北市推動智慧電網(智慧用戶)策略採場域類型規劃、擴大綠能使用及建立設計準則等方式，期以建立實際案例並經數據收集、統計及驗證，提出對應各類場域設計準則，作為後續場域擴大推動參考，目前分別進行公共住宅智慧電網、北投士林科技園區暨三館一園智慧電網及市府大樓暨周邊機關學校智慧電網¹⁹，分述如下：

(一)打造節能化智慧公宅：市府現有**35**處公宅智慧社區場域，超過**1萬2千**戶，全面裝設智慧三表(水表、電表及瓦斯表)並取得智慧建築標章，除考量節能、節水、社區安全外，將建構智慧社區管理、智慧電網管理、智慧停車管理等。

(二)北投士林科技園區電網：2016年進行園區**2**處公園創電及能源管理示範建置，設施含太陽光電系統、小型風力機、儲能及能源管理系統，2017年於園區**2**處學校，進行低耗能校園示範建置，設施含遠端卸載冰水主機設備、觸控螢幕能源教育設施與互動式能源教育遊戲、儲能及能源管理系統等。

(三)市府大樓暨周邊機關學校智慧電網：召集市府大樓及周邊**1.5**公里共**13**棟機關大樓，建構小型智慧電網及能源管理系統匯集相關用電資訊。

民間智慧電網整合技術為儲能系統與電網互連的關鍵技術，其中包含以下等四項技術²⁰，藉由儲能系統與電網互連，並建立電網管理平台整合技術，同時儲能元件如電池等之儲能系統管理技術，建立高電壓(1,000V以

上)電池組管理能力，並建立百瓩級儲能電力轉換器開發關鍵技術。

(一)電池管理系統：包含模組整合、電池充放電狀態監控、訊號處理及通訊傳輸。其中模組整合，因應在快充快放過程中電池處於大功率操作，呈現瞬間大電流，需考量散熱機制及操作安全性。其散熱機制，需同時考量模組封裝設計及間隔用良導熱材料之選用，使電池芯溫度能夠透過充分設計之導熱路徑，將內部產熱散逸至模組外，增加電池組的使用壽命及操作安全性²¹。

(二)網型儲能電力轉換器：高功率雙向電力轉換器採用新型控制方法，搭配單級電路拓樸架構，可彈性搭配各種儲能元件進行充放電功能，在放電狀態下可將能量逆送至電網端，具快速的脈衝充放電電流響應速度；應用範圍於再生能源發電系統、大

型儲能發電系統²²。

(三)電網管理平台：結合用電狀況、行為分析與管理功能，提供家庭、企業使用的能源管理工具。此平台即整合及蒐集用戶端的用電狀況，依此分析、匯整整體用電及不同電器設備用電情形，讓用戶設定家中或公司內用電政策方便管理用電。例如從管理平台的紀錄中查看24小時運作的電冰箱，從每月冰箱用電紀錄瞭解是否該汰舊換新，汰換用電效率差的老舊家電。也能依用電離尖峰設定各設備用電情形²³。

(四)電力及系統大數分析：將能源系統作為資訊物理系統(CPS)概念，以整合電力系統與發電能源系統及終端能源應用系統之間的資訊，將私人網路及互聯網共同組成通信環節，結合調度業務與經營業務之間的資訊，並且對儲能系統與電力供需之特性進行分析，著重需求特性

¹⁸ 智慧城市應用案例，〈鳳山智慧綠社區把電用得更聰明〉，<https://sharecase.ils.org.tw/>，檢索日期：西元2020年12月20日。

¹⁹ 臺北市政府產業發展局，〈臺北市循環城市推動計畫白皮書草案〉，西元2018年，頁10-11。

²⁰ 能源教育資源總中心，〈儲能研究領域-智慧電網整合技術〉，<https://learnenergy.tw/index.php?inter=teachers&id=67&did=42>，檢索日期：西元2020年12月20日。

²¹ 材料世界網，〈電池管理系統與應用〉，<https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=43635>，檢索日期：西元2020年12月20日。

²³ IThome，〈資策會研發智慧電網管理平台〉，<https://www.ithome.com.tw/node/63560>，檢索日期：西元2020年12月20日。

與儲能系統產品特性與品質分析技術。通過因果關聯式、統計關聯式及博弈等行為關聯式的資料及相應的大資料技術，物理系統與資訊系統融合為資訊物理能源系統(CPES)²⁴。

三、國軍現行用電管理作法及執行現況

節約國防維持費預算，在不影響國家安全、軍事作為及「當省不用、當用不省、節約使用」前提下，貫徹政府節能減碳政策，厲行水電節約管制措施，杜絕能源浪費²⁵，相關作法如下：

(一)以「營區」為單位，建立用電量數據，並產生同期比較表管制。

(二)營區內應檢討逐次完成列管建築物用電分表裝置，每日核派教育訓練合格人員，定時抄寫電表度數(含分表)，逐日檢核用電度數，如發現異常用量，立即深究其原因，精進改善。

(三)定期召開節能檢討會，追蹤、分析差異原因，要求所屬確實執行各項節能作為，並

研擬具體可行之改善措施。

在不影響「戰備任務遂行」、不降低「部隊戰力」及「官兵生活品質」等 3 項前提下，為使「水電管制」與「節約能源」等相關作法執行時，秉持「當省不用、當用不省、節約使用」原則，落實各項節能管理工作²⁶，相關作法如下：

(一)建立「分區責任管理制度」，劃分專人、專責水電區域管制表(含責任區域圖)，簽奉權責長官核定實施，落實執行。

(二)營區應每日指派專人，於固定時間落實電表抄表及每日在營人數紀錄，並完成「水電節約成效」填報。

(三)應逐月建立耗用數據，發掘使用量異常增加時，召開會議查明原因。

綜觀上述目前配合政府政策及營區用電管措施，不外乎就是朝節能方向邁進，且每日定時核派專人實施抄表作業，並於平日建立用電量相關數據，以於用量異常增加時，能夠藉查表機制發掘。

²⁴ 能源教育資源總中心，〈儲能研究領域-智慧電網整合技術〉，<https://learnenergy.tw/index.php?inter=teachers&id=67&did=42>，檢索日期：西元 2020 年 12 月 20 日。

²⁴ 國防部參謀本部後勤參謀次長室，後勤政策指導(108年修訂版)，108年，頁綜 13-2-13-3。

²⁵ 國防部陸軍司令部，109年水電管制督考實施計畫，108年，頁 1、頁 3-4、頁 6。

另依據現行作業模式於水電維管時主要所需耗費成本，包括巡管人力及無使用之水電設備未關閉，相關成本計算分述如下：

(一)巡管人力計算：以旅級部隊為例，經計算該營區電表計 21 個，實際測試每日人工抄表乙次概約花費 1 個小時，以每週(5 天)計算概約耗用 5 個小時，以每月(20 天)計算概約耗用 20 個小時；若以二等兵每月 30 天薪餉(約 35000 元)換算，每小時時薪約 48 元，因此每週及每月須花費 240 元及 960 元。

(二)無使用之用電設備未關閉：營區官兵寢室在人員未隨手關閉電源狀況下，若一天以 12 小時計算，目前以使用 T8 燈管 20W(4 支)為

主，概約耗費 0.96 度電；寢室冷氣使用禾聯廠牌(機型：HO-G23H，550W)，概約耗費 6.6 度電，故一天耗費 7.56 度電，以每週(5 天)計算耗費 37.8 度電，以每月(20 天)計算耗費 151.2 度電；若以臺灣電力公司電價表最低每度電 1.39 元換算，每日須花費 10 元，每週及每月須花費 50 元及 200 元。

營區在無設置智慧電網情形下，無法有效掌握用電量及不易管理，初估每月將耗用 1160 元，每年則須支出 1 萬 3920 元，而營區所需安裝費用僅概需 4 萬餘元，便可節省大量預算及人力，故智慧電網在現行住用營區可說是扮演重要角色。

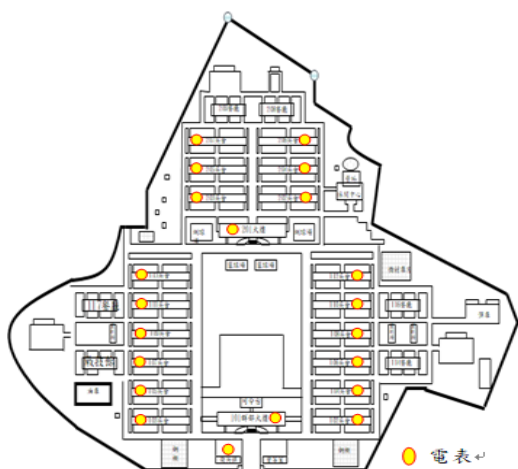


圖 4 某營區電表配置圖
資料來源：某年某營區電力改善工程招標計畫書。



圖 5 某營區官兵寢室使用同類型電器設備
資料來源：某年某營區電力改善工程招標計畫書。

研究對象

本研究共計訪談 5 位司令部層級以上政策業管及 2 位業界專家為訪談對象，以增加研究之完整性，訪談內容以錄音檔形式記錄後轉為逐字稿，再配合訪談時的觀察與記載，儘可能使訪談資料完整，在整理的過程中，將其內容完整呈現後並與受訪者再進行聯繫與確認，力求資料的正確及完整性。訪談之 7 位人員基本資料如表 2、3。

一、訪談設計

料收集方式，在進行訪談之前，再依照研究的問題與目的，設計訪談的問題，作為訪談的方向。

二、效益面向

(一)裝設智慧電網(表)會降低電費支出。

(二)裝設智慧電網(表)會提

高用電使用效率。

(三)裝設智慧電網(表)會改變用電習慣及節約電力。

(四)裝設智慧電網(表)可減少單位巡管人力付出。

二、功能面向

(一)智慧電網(表)需具備自動控制電源功能。

(二)智慧電網(表)能自動彙整及管控用電度數。

(三)裝設智慧電網(表)能具比對用電異常狀況。

三、成本面向

(一)建置智慧電網(表)採一次性整體裝置為主。

(二)建置智慧電網(表)採多次性部分裝置為主。

(三)建置智慧電網(表)僅需於損毀時維修，不需定期更換配件。

表 2 受訪政策業管人員基本資料

受訪者	軍種	階級	年資	職稱	備考
A	陸軍	中校	14	業管參謀	國防部
B	陸軍	上校	26	組長	司令部
C	陸軍	上校	25	副組長	司令部
D	陸軍	上校	21	幕僚首參	司令部
E	陸軍	上士	10	業管參謀	司令部

資料來源：本研究整理

表 3 受訪業界專家背景介紹

專家	職稱	背景與業界經驗描述
F	檢驗課主辦	臺灣電力公司台南區營業處 10 年
G	辦事員	臺灣電力公司台南區營業處永康服務所 25 年

資料來源：本研究整理。

研究成果與分析

本研究共計訪談 7 位人員，區分兩組，分別為 5 位司令部層級以上政策業管及 2 位業界專家，訪談時間為西元 2021 年 1 月 23 日至 2 月 5 日，訪談結果彙整如表 4 所示：

一、效益面向分析

(一)裝設智慧電網(表)會降低電費支出認同比例為百分之五十七，顯示透過設備的雙向溝通能力，讓供電量及耗電量的數據變成數位化，並對當中資訊加以整合分析，以使

表 5 訪談彙整表

項次	研究問題	專家回復情形	
1	裝設智慧電網(表)會降低電費支出。	認同	不認同
		4	3
		A、B、D、G	C、E、F
不認同原因	C：因設備的更新及更換會增加成本的支出。 E：裝設智慧電網(表)可瞭解用電效率及習慣，但降低電費支出非必然。 F：降低電費支出是個人習慣問題，不會因為裝設智慧電網(表)電費就降低。		
2	裝設智慧電網(表)會提高用電使用效率。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
3	裝設智慧電網(表)會改變用電習慣及節約電力。	認同	不認同
		4	3
		B、D、E、G	A、C、F
不認同原因	A：用電習慣是跟個人素質有關，並不會因為智慧電網而變好，相反可能變差，因為會有依賴性，想說等等就會關了，結果離開時沒有關閉。 C：習慣較難改變，要從教育著手。 F：取決於自己是否要改變，不然再好的設備，習慣不改，資源一樣是浪費。		
4	裝設智慧電網(表)可減少單位巡管人力付出。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
5	裝設智慧電網(表)需具備自動控制電源功能。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
6	裝設智慧電網(表)能自動彙整及管控用電度數。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
7	裝設智慧電網(表)能具比對用電異常狀況。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	

項次	研究問題	專家回復情形	
不認同原因	無。		
8	建置智慧電網(表)採一次性整體裝置為主。	認同	不認同
		6	1
		A、B、D、E、F、G	C
不認同原因	C：一次性裝置成本及風險較大。		
9	建置智慧電網(表)採多次性部分裝置為主。	認同	不認同
		7	0
		A、B、C、D、E、F、G	
不認同原因	無。		
10	建置智慧電網(表)僅需於損毀時維修，不需定期更換配件。	認同	不認同
		6	1
		A、B、D、E、F、G	C
不認同原因	C：應定期更換，以維系統穩定及安全。		
其他建議	A：建置智慧電網(表)可視預算額度逐步裝置，但建議還是以一次性裝置比較好，比較不會有施工上的問題。 B：節能減碳仍須從建立教育節能知識開始，改變用電習慣，否則也可能僅是短暫的教育回饋。 C：無。 D：無。 E：無。 F：建議以逐步實施建置為主，滾動式方式前進並修正，才可獲得最佳效益。 G：建議逐步實施建置較妥，可掌握前次裝置狀況並適時予以更正。		

資料來源：本研究整理。

電力得到最佳配置，進而使電費降低。

(二)裝設智慧電網(表)會提高用電使用效率認同比例為百分之百，顯示藉由先進的技術及即時監控功能，提升供電品質與可靠度，以解決用戶在電力使用可能出現的問題，進而提高用電使用效率。

(三)裝設智慧電網(表)會改變用電習慣及節約電力認同比例為百分之五十七，顯示設備主要是協助用戶瞭解

自己的用電情形，監控自己的用電狀況，改變用電習慣，協助住家做有效用電管理，進而節省電力。

(四)裝設智慧電網(表)可減少單位巡管人力付出認同比例為百分之百，顯示傳統電表需由人工實施抄表，兩個月後收到帳單，才知道用了多少電，裝設智慧電網(表)可透過傳輸功能，讓台電公司與用戶都可掌握用電情形，減少單位人力付出。

二、功能面向分析

(一)裝設智慧電網(表)需具備自動控制電源功能認同比例為百分之百，顯示智慧電網已納入國家節能減碳計畫之一，並以推動智慧電表建設為重點，透過自動化控制功能，提昇電力系統效率，以促進節能減碳。

(二)裝設智慧電網(表)能自動彙整及管控用電度數認同比例為百分之百，住宅用戶裝設智慧電網(表)，採用自動彙整概念，電力公司可透過電表將度數資訊傳送至家中，使用戶可瞭解用電度數，達到台電公司與用戶端雙方雙贏局面。

(三)裝設智慧電網(表)能具比對用電異常狀況認同比例為百分之百，顯示能瞭解用戶耗電量的變化，有了更明確數據與分析，就能時時提醒自己調整電器設備使用時間或思考改用更省電得電器設備。

三、成本面向分析

(一)建置智慧電網(表)採一次性整體裝置為主認同比例為百分之八十六，顯示在預算足夠下，以一次性工程實施裝置，避免因多次建置，造成合約及施工上所產生的履約問題。

(二)建置智慧電網(表)採多次性部分裝置為主認同比例為百分之百，顯示在預算不足下，區分多次實施建置，以滾動方式推進及改進，發揮效益最大化。

(三)建置智慧電網(表)僅需於損毀時維修，不需定期更換配件認同比例為百分之八十六，顯示只在設備因年久或突發狀況下損毀時實施維修更換，以節省預算，減少不必要支出。

四、研究成果

智慧電網目前為國內重要的基礎建設，為的就是達到節能減碳及提昇用電安全穩定等多項目標，再者藉由智慧電表導入時間電價誘因來改變用戶用電行為，進而降低成本支出，使用戶不僅能運用現代化科技了解日常用電之習慣，並能實際降低不必要之用電成本，因此在政府機關大力推動及專家學者支持智慧電網裝置下，未來勢必將普及至民間各類政府機構、企業、學校與家庭中，而陸軍部隊相信也可規劃在駐用或新建營區試行建置，以實際數據分析找出符合營區使用之可行性方法或配套措施，近而改善整個國

軍部隊用電管理之效能，以達到提昇用電效率及減少單位人力付出之目標。

結論與建議

一、結論

智慧電網將先進的資訊技術應用在電力系統，而此技術與設備使電力公司既有的運轉程序及用戶用電模式的產生改變，透過智慧電網的建置，期能提昇電力效率及品質，以促進經濟發展；陸軍近年來，在政府機關能源政策的規劃與制訂下，朝向更多的節能減碳及新科技機制，目前多數營區雖以規劃重新整建或翻修，但所呈現的情形與政府機關推動的方向尚有落差，意味著陸軍的新思維未完成建立，幾前年，智慧型手機生產時，國軍同步研發一套 MDM 軟體，智慧型手機在營區開放使用，使得國軍弟兄姊妹也能瞭解各項國內外資訊，而智慧電網，在專家學者及司令部層級以上業管人員認同下，在營區裝置使用，其效益或許無法與民間機關或企業相比，但在用電效益、電費支出及人力付出相信會與目前現況有著明顯下降，顯示智慧電網在使用上的可靠度，因此智慧電網裝置在未來勢必是營區節能減碳推動的重要幫手之一。

二、建議

(一)自西元2017年起，陸軍以專案執行多件老舊營區拆

除新建工程，然在營區具備充足的綠地下，更能發揮節能的減碳設計原則，在新建工程的規劃構想中，同步考量節電及節費等面向，將智慧電網裝置納入規劃，使營區在新建後，能有效提昇節能成效。

(二)智慧電網考量部分營區老舊且經費受限等因素，無法一次滿足建置狀況下，可分段進行建置，近程階段重點優先建置監測、紀錄、分析及警報等功能、中程階段針對高耗電及長時間使用之空調設備實施建置、遠程階段配合新建工程整體規劃建置。

(三)經訪談成果可知，本軍各營區若需建置智慧電網，應建置包含自動控制電源功能、自動彙整及管控用電度數及能比對用電異常狀況等完整功能之智慧電網系統始能滿足部隊運用需求與效益，故於建置時，不應為節約經費而選用功能性較差之系統，以避免降低整體建置效益。

(四)智慧電網要產生最大效益取決人個人，政府機關提倡用電習慣，目的是提醒大家，要做到隨手關閉電源，減少電力浪費等觀念，因此部隊在智慧電網未完成建置前，更須三不五時持續教育及宣導用電觀念，秉持「當省不用、當用不省、節約使用」的概念。