

國立政治大學國家發展研究所

碩士學位論文



AMI 創新政策關鍵因素之權重評估
Weighting Assessment on Key Factors
of Advanced Metering Infrastructure
Innovation Policy

指導教授：許志義 博士

研究生：梁玉琦

中華民國一百零三年七月

謝辭

時光飛逝，彷彿昨日才剛入學一般，轉眼間就到了撰寫謝辭的時刻。學生生涯也即將告一個段落，原本還以為謝辭可以毫不費力的信手捻來，但回憶起過去這段生活點滴，無論歡笑、淚水或挫折等皆歷歷在目，反而不知該從何下筆。

首先要感謝的是，在撰寫論文的期間，承蒙恩師 許志義老師的用心指導，每當我遇到困難或有不懂之處，恩師總給我適時的幫助以及許多寶貴的意見，感謝恩師的耐心指導，使我能夠順利完成論文寫作。

感謝 李酉潭老師及 李堅明老師擔任口試委員，兩位老師對本文提出指正及建議，使論文內容更加豐富完備，在此學生深感謝意，大恩永銘於心。

最後，要感謝一直在背後默默支持我的父母及弟弟，感謝你們無緣無悔的包容與體諒，沒有你們的鼓勵，就沒有這本論文。還要感謝總是為我帶來歡笑的堂哥耀仁，感謝陪伴我度過腸思枯竭低潮的摯友咪咪、大大和肝肝，感謝我的寫作好姊妹麗容和秋伶，一路上一起努力一點一滴寫著論文，還有國發所同學們及學弟妹，因為有你們，在這政大的生活中總是歡樂一百點，回想起來總是大家笑容開懷的滿滿回憶。

感謝這一路上所有曾支持我、關心我、給予我幫助的人，謝謝。

玉琦 謹致於

國立政治大學國家發展研究所

中華民國 103 年 7 月

摘要

如何永續發展已成為人類面臨的重大議題，依據先進國外之經驗，透過智慧電網之相關技術，可以有效的提升能源效率與達成節能減碳之目的。在國外建置智慧電網的過程中，往往從先進讀表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure, AMI)切入，AMI 對往後智慧電網的延伸發展有很大的影響。

因此，本研究旨在探討我國未來發展 AMI 創新政策之關鍵因素和其優先排序。首先藉由蒐集次級資料瞭解主要先進國家的 AMI 相關發展經驗，以及目前我國 AMI 的發展現況，再透過文獻探討國家創新政策，並以 Rothwell & Zegveld 之國家創新政策理論作為基礎架構，建立層級結構，運用模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)，針對國內 AMI 之相關產官學人員進行專家問卷調查，並整理出各項政策因素的權重排序，求出影響台灣發展 AMI 之創新政策關鍵因素。

從本研究實證結果顯示主層級之三項政策構面中相對權重最重的是「環境面」，在次層級十二項政策工具中，「公共服務」、「資訊服務」、「法規管制」的相對總權重最重，其為目前台灣發展 AMI 創新政策中最急需政府優先考量的關鍵因素。

關鍵字：AMI、創新政策工具、模糊層級分析法

Abstract

The sustainable development has become major issue for human. According to the experience of foreign advanced countries, it can achieve the purpose effectively of improving energy efficiency and reducing carbon emissions through the related technologies of smart grid. In the process of building smart grid abroad, it often cuts into the Advanced Metering Infrastructure (AMI). AMI has a great influence on the future extending development of the smart grid.

Therefore, the study explores the key factors and precedence of AMI innovation policy in future development of our country. First, understanding the relative development experience of AMI in major advanced countries through collecting the secondary data and the current development situation of AMI in our country. Second, exploring country innovation policy through literature review, and taking theory of Rothwell & Zegveld as infrastructure to build up hierarchical structure, and using FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) method to conduct experts survey for relative persons of industry - government - academy of domestic AMI. Then, collating the sort weights for various policy factors. Finally, finding out key factors that affect development of Taiwan's AMI innovation policy.

From the empirical results of the research shows that the most important relative weights in three main policy dimensions of the hierarchy is the “environmental surface”. The relative total weights of “public service”, “information service”, “regulation control” and “political strategic policies” are the highest among twelve policies. They are key factor of most urgent priority for government to consider among developing AMI innovation policies in current Taiwan.

Key words: AMI(Advanced Metering Infrastructure)·Innovation and Public Policy·Fuzzy Analytic Hierarchy Process(FAHP)

目錄

| | 頁次 |
|-----------------------------|-----|
| 謝辭..... | i |
| 摘要..... | ii |
| Abstract..... | iii |
| 目錄..... | iv |
| 表次..... | vi |
| 圖次..... | vii |
| 第一章 緒論 | |
| 第一節 研究動機..... | 1 |
| 第二節 研究目的方法與研究步驟..... | 2 |
| 第三節 研究範圍..... | 3 |
| 第二章 AMI 佈建政策與發展趨勢 | |
| 第一節 先進國家 AMI 佈建政策與發展趨勢..... | 4 |
| 第二節 台灣 AMI 佈建政策與發展趨勢..... | 8 |
| 第三節 AMI 佈建與產業創新政策..... | 10 |
| 第四節 小結..... | 12 |
| 第三章 文獻探討 | |
| 第一節 創新的定義..... | 14 |
| 第二節 國家創新系統相關文獻..... | 15 |
| 第三節 AMI 相關文獻..... | 24 |
| 第四節 層級分析法相關文獻..... | 26 |
| 第四章 研究設計 | |
| 第一節 研究流程..... | 37 |
| 第二節 國家創新政策評估模式..... | 38 |

| | |
|-------------------------|----|
| 第三節 模糊層級分析法..... | 41 |
| 第四節 問卷設計與發放..... | 47 |
| 第五章 研究結果分析 | |
| 第一節 問卷發放結果..... | 49 |
| 第二節 各層級結果分析..... | 49 |
| 第六章 結論與建議 | |
| 第一節 研究結論..... | 61 |
| 第二節 後續研究建議..... | 62 |
| 參考文獻 | 63 |
| 附錄 層級分析法問卷 | 68 |



表次

| | 頁次 |
|-----------------------------------|----|
| 表 3-1 各家學者對於創新的定義..... | 14 |
| 表 3-2 國家創新系統的定義..... | 17 |
| 表 3-3 政府的政策工具..... | 20 |
| 表 3-4 層級分析法評估尺度意涵及說明..... | 30 |
| 表 3-5 隨機指標表..... | 31 |
| 表 4-1 兩因素間重要性比較的模糊語意尺度..... | 44 |
| 表 5-1 問卷發放及回收統計..... | 49 |
| 表 5-2 主層級政策構面之模糊權重值..... | 50 |
| 表 5-3 次層級供給面之模糊權重值..... | 50 |
| 表 5-4 次層級環境面之模糊權重值..... | 51 |
| 表 5-5 次需求面之模糊權重值..... | 51 |
| 表 5-6 主層級政策構面之權重值..... | 51 |
| 表 5-7 次層級供給面之權重值..... | 52 |
| 表 5-8 次層級環境面之權重值..... | 52 |
| 表 5-9 次層級需求面之權重值..... | 52 |
| 表 5-10 層級串連各關鍵因素之相對總權重值及整體排序..... | 53 |
| 表 5-11 主層級政策構面一致性檢定結果..... | 53 |
| 表 5-12 次層級政策工具考量因素一致性檢定結果..... | 54 |

圖次

| | 頁次 |
|------------------------------------|----|
| 圖 1-1 研究架構與分析步驟..... | 3 |
| 圖 2-1 智慧電網總體架構分層規劃示意..... | 9 |
| 圖 3-1 層級分析法流程圖..... | 33 |
| 圖 4-1 研究流程..... | 38 |
| 圖 4-2 AMI 創新政策評估架構..... | 39 |
| 圖 4-3 模糊層級分析法計算步驟..... | 42 |
| 圖 4-4 三角模糊數隸屬函數..... | 43 |
| 圖 5-1 政策構面各因素權重值排序..... | 55 |
| 圖 5-2 環境面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序..... | 56 |
| 圖 5-3 供給面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序..... | 57 |
| 圖 5-4 需求面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序..... | 58 |
| 圖 5-5 次層級政策工具考量因素之相對總權重..... | 59 |

第一章 緒論

第一節 研究動機

近年來，人類得到經濟與科技發展的進步，但地球環境惡化的程度卻比進步程度更大，隨著全球逐漸暖化，如何永續經營生活環境已成為人類面臨的重大議題。李遠哲(2014)提到要解決永續發展面臨的問題，可從技術面、減少能量消耗、改變社會組織或人類價值觀、教育下一代等各方面來著手，表示僅靠經濟和科技進步已不易解決現今永續發展相關之問題。國家之永續發展不僅需要考量民生需求與經濟發展，更應兼顧環境保護責任。改善氣候變遷與節能減碳等問題也成為全球高度重視的政策趨勢，各國推出許多綠色新政(Green New Deal)，以期達到永續發展的理念(呂敏慧,2010)。基於電價在電力資源配置的關鍵性角色與功能，有效的訂定一個能夠兼顧民生需求、經濟發展並保護地球環境之合理電價機制，將是國家永續發展非常重要的工具。

美國總統歐巴馬上任後，也針對綠色能源提出大規模預算的補貼政策，其中針對智慧電網(Smart Grid)基礎設備的預算高達 110 億美元，目的除了強化已經老朽不堪使用的電網外，主要是在創造能負荷將來再生能源大量引進時的電力輸送網絡基礎。

依據先進國外之經驗，透過智慧電網之相關技術，電力業者可提供時間電價等動態電價方案供用戶選用，藉由擴大尖離峰價差誘因，促使用戶進行負載管理，用戶可取得用電實績等相關資訊，並依價格訊號進行負載管理及節約用電。換句話說，利用所建置的智慧電網，再配合導入合宜的電價制度，將可以有效的提升用戶進行電力負載管理的能力與意願，進而達到提高能源效率與達成節能減碳之目的。

利用智慧電網可以詳細預測各地的電力需求，將有剩餘電力的地區向電力不足的地區輸送，以提高整體能源使用效率，達成省能源的目的。智慧電網不再是電力公司單方向的對消費者送電，而是利用尖端技術或是控制系統、軟體等，進

行送電業者與消費者間之雙向溝通，以調節電力供需的次世代送電網絡(呂敏慧，2010)。電力用戶除了改變自身的電力消費型態之外，也可在用戶端裝設小型太陽能、風力、生質能、儲能系統等分散型發電方式，搭配智慧型電能資訊管理系統，進而在需求面管理(Demand Side Management, DSM)電價誘因之導引下，調節其電力消費多寡的行為(許志義，2011)。

在國外建置智慧電網的過程中，往往從先進讀表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure, AMI)切入，Gregor Omahen (2009)認為在建構智慧電網前，必須針對 AMI 做一完整的，其後透過智慧型電表、通訊網路及自動讀表控制中心三部分組成更完整的系統。我國行政院自 2008 年開始建置高壓 AMI 基礎裝置，並於 2010 年 6 月核定「AMI 推動方案」，啟動低壓電力用戶 AMI 之佈建。

發展智慧電網已是世界各國永續經營的趨勢，但如何能讓整個智慧電網發展完善，我們由文獻及先進國家的政策中可以了解，AMI 是發展智慧電網不可或缺的第一步，所以如何發展 AMI，對往後智慧電網的延伸發展有很大的影響，與之相關的因素相當繁瑣，為此本研究藉由探討影響 AMI 之重要政策因素，以期未來能提供相關建議給政府有關單位，有助於制定符合台灣國內市場環境的智慧電網政策。

第二節 研究目的方法與研究步驟

由於先進國家的 AMI 相關產業已發展多年，相關政策措施成果顯著，故本研究藉由次級資料瞭解主要先進國家的 AMI 產業發展經驗，以及目前我國 AMI 相關產業的發展現況，再透過 Rothwell & Zegveld(1981)國家創新政策理論作為基礎架構，運用模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)，針對國內 AMI 相關產官學人員進行專家問卷調查，並整理出各項政策因素的權重排序。透過專家問卷調查及權重排序結果，整理出影響 AMI 產業發展創新政策之關鍵因素，並根據問卷結果提出政策建議，作為未來政府施政方向的參考依據。

本文之研究架構與研究步驟如圖 1-1 所示：

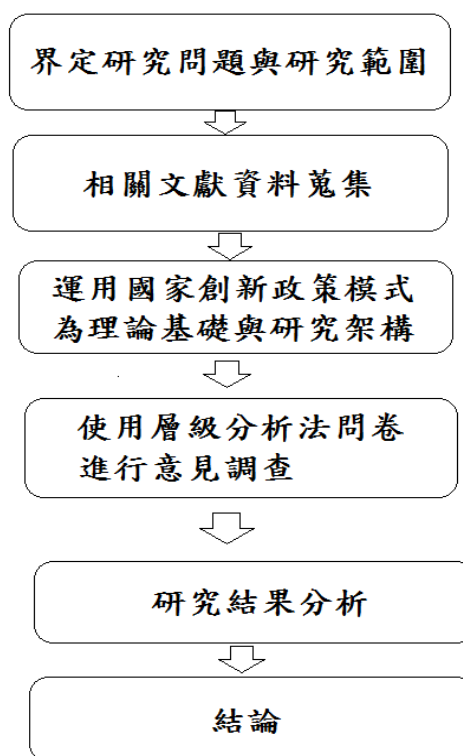


圖 1-1 研究架構與分析步驟

本研究之目的有四項：

- 一、探討先進國家的 AMI 之佈建現況
- 二、探討我國的 AMI 之佈建現況
- 三、探討我國未來發展 AMI 創新政策之關鍵因素與優先排序
- 四、研究結果能提供政府相關單位作為政策參考依據

第三節 研究範圍

本研究所指 AMI 產業範圍以生產 AMI 相關產品的生產製造業、通訊為範疇，包含上游產業的電力電子錶端，如電力晶片的開發；中游產業的通訊端，如集中器、通訊模組；下游產業的電力系統管理控制端，如整合通訊系統以及電廠或用戶端的電力系統管理與監控等。

第二章 AMI 佈建政策與發展趨勢

本章探討 AMI 在先進國家與台灣佈建之發展趨勢，同時分析 AMI 的佈建與創新政策之關聯性。

第一節 先進國家 AMI 佈建政策與發展趨勢

一、美國

美國各州在 2005 年「能源政策法」(Energy Policy Act of 2005) 的推動下，各州政府與當地電力業者合作，依據當地電力使用情況進行 AMI 相關的示範計畫及評估，其中加州最積極推動 AMI 的佈建。總統歐巴馬上台後，於 2009 年 2 月提出總投資額 7,870 億美元的「美國復甦與再投資法案」(The American Recovery and Reinvestment Act)，宣布推動智慧電網系統現代化，編列預算著重於發展綠色經濟，推動智慧電網現代化改造相關計畫，特別是替代能源、高效能電池、智慧電網、碳儲存與碳捕獲等領域。此法案帶動美國智慧電表大量佈建，也是促使 2009 年全球智慧電表需求量大幅成長的主因¹。在美國所有推動計畫中，最重要者分別為 SGIG(Smart Grid Investment Grant program) 投資獎勵計畫以及 SGDP(Smart Grid Demonstration Program) 示範計畫，前者著重於推廣現有技術，包含 AMI、輸配電自動化等建設；後者強調電網先進技術研究示範，分為智慧電網區域示範與儲能示範兩大塊，分別落實推動執行。2011 年美國政府配合 AMI 建設推出「Green Button」節能計畫，概念是將全美能源公司的能源數據資料格式統一，建立全國能源使用資料庫，民眾在任何時候均可監控自己的能源使用狀況，刺激節能技術與創新商業模式的發展²。

2012 年 2 月正式制訂「智慧電網架構與互通性標準 2.0 版」(NIST

¹工研院(2010)智慧電網產業的先鋒部隊－AMI 系統發展概況，檢索：<http://edm.itri.org.tw/enews/epaper/9910/d01.htm>

²參自潘晴財、朱家齊(2012)全球與我國智慧電網產業環境(政策、市場、產業與技術)趨勢與我國產業競爭優勢來源及策略建議分析報告

Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0)，以作為美國國內佈建智慧電網建設之重要政策依據，實現 AMI 和智慧電網系統的互通與整合³。

二、日本

在過去日本AMI的推動以各電力公司各自發展為主，政府並無積極推動相關政策，直至2011年311福島核災事故後，才在能源政策做了很大轉變。日本政府為因應智慧電網導入，規劃由家庭能源管理系統出發、再擴大至區域能源管理之發展概念。日本AMI最早在2008年由關西電力公司導入，但是在福島核災過後，日本國內原子反應爐陸續檢修停止運轉，電力嚴重短缺，日本政府為穩定電力供需，改善用電尖峰時段缺電以及電力成本上揚的問題，日本政府開始積極推動AMI的建置，2011年11月通過「能源供需安定行動計畫」，規劃2015年完成全國高壓用戶與80%低壓用戶AMI建置，預計約6,000萬具AMI，並規劃2020年完成AMI全面導入⁴。日本政府期望藉由AMI建置計畫，促使高壓用戶參與需量反應契約化，並對低壓用戶推行時間電價，以發展電力需求面管理。2012年9月發表「革新能源環境戰略」，預計在2040年前要逐步廢除核能發電，除了強化節約能源外，亦將大量使用再生能源，並針對電力系統進行改革。

東京電力公司為日本最大電力公司，用戶佔日本九大電力公司中總用戶數的三分之一以上，受到 311 核災影響，使 AMI 導入計畫延遲，東京電力公司已從 2013 年起進行全面推動 AMI 建置；關西電力是最積極推動日本 AMI 建置的電力公司，於 2008 年展開 AMI 示範計畫。截至 2012 年 2 月已完成 119 萬具 AMI 的建置，規劃十年內完成 1,300 萬具全戶導入⁵。

³FGT(2010)智慧電網(AMI)之發展應用(趨勢篇)，檢索：http://www.fgtw.com/tw/news_view.php?id=44

⁴參自黃雅琪(2012)日本智慧型電表系統推動政策剖析，檢索：http://km.twenergy.org.tw/KnowledgeFree/knowledge_more?id=46

⁵參自經濟部能源局(2012)赴日本進行智慧電網技術與智慧電網示範驗證計畫研習出國報告

三、義大利

義大利為全世界第一個積極投入大規模智慧型電表部署計畫的國家，於 1990 年代時，由義大利 ENEL 電力公司所發起，將約 3 千萬具的傳統電表更換為 AMR(Automatic Meter Reading)數位電表，並建置一套新的資訊與通訊架構(以電力線載波技術為基礎)，共花費了約 20 億歐元。在 2005 年啟動全世界最早的智慧電網-Telegestore⁶專案，自己設計並製造電表，整合不同之硬體系統，而且完全獨立開發特有的系統軟體。同時於 2006 年已將 2700 萬個傳統電表改裝成智慧電表⁷。

ENEL 電力公司自 1990 年初期即實施自動讀表系統來遠端管理電表。遠端管理系統對工業用戶而言是具成本效益的，為測試此系統對低壓用戶是否同樣具成本效益，ENEL 電力公司安裝了 70,000 個 AMI(其中 40,000 個安裝於羅馬)，確認以電力線載波之技術對於低壓用戶之遠端管理是否可行。這項測試證實以傳統式電表加上電子元件之混合式技術不符合成本效益，故 ENEL 電力公司決定中止此系統之部署。ENEL 電力公司的主要目標為減少非技術性之電力損失，如竊電，及能夠有效控制契約用電，根據 ENEL 商業計畫結果顯示，此重大投資成本已在 5 年內由該系統之相關的效益回收。2008 年底，ENEL 電力公司在決定向製造廠商購買 AMI，並開始低壓用戶之 AMI 系統的部署。義大利管制單位(AEEG)要求全國皆導入 AMI，並建立電表基本功能要求及採用 AMI 之獎勵措施，以改善供電品質⁸。

四、澳洲

澳洲近幾年來電價高升，主要是因為電廠投資在電網架設與維護，以維持尖峰時段供電穩定。政府為了改善電價上漲的情形，協調各州更改電表系

⁶ IEEE ISPLC,TELEGESTORE PROJECT ,2007.Search: <http://www.ieee-isplc.org/2007/docs/keynotes/rogai.pdf>

⁷ 中研普華報(2013) 智能電表應用現狀及發展趨勢分析，檢索：<http://big5.chinairm.com/news/20130312/105804594.html>

⁸ 資通訊產業電子報(2011)漫談國際智慧電表系統(AMI)經驗及台灣推動現況，檢索：<http://www.fbblife.com.tw/03791506/article/content.aspx?ArticleID=902>

統，改裝 AMI。維多利亞州於 2006 年開始將接近使用壽命年限之電表汰換為 AMI，政府規劃 2009 到 2013 年完成 250 萬戶 AMI 安裝，其中包含 220 萬戶住宅及 30 萬中小型企業用電(工研院，2011)。

澳洲政府於 2009 年 9 月 30 日開始「Smart Grid, Smart City⁹」示範計畫，預計投入一億澳幣，希望能減省家用能源消耗，減少碳足跡，並推動澳洲智慧電網的建設。此計畫是澳洲首次將先進的通訊技術、感測技術及量測設備結合於現有能源網路上，對電網進行自動化，且即時監控電力流向及消耗情形。藉由更具效率、更穩定以及更方便的智慧電網讓能源提供者可以有效率的調配離尖峰時段發電場的負荷，改善供電穩定度，並減少停電風險。另外藉由 AMI，使用者可以了解自身電力使用情形，進而改善電力的使用。

2010 年澳洲國家智慧量測計劃¹⁰ (NSMP, National Smart Metering Program) 發布了一份文件，Smart Metering Infrastructure Minimum Functionality Specification，主要提供智慧量測設備的規範。此規範訂定各項智慧量測架構 (Smart Metering Infrastructure) 基礎設備的最低性能及服務的要求。在技術要求的部份，重點項目如下：量測與記錄、遠端取得量測與記錄、近端取得量測與記錄、電表顯示、電表同步校時、負載控制、供應端操作、供應容量控制、家用節能網路開發標準、供電品質及其他事件記錄、電表失蹤偵測、遠端電表服務檢測、電表設定及重新設定/佈署、軟體更新、自動登入、通訊資料安全性、損害偵測、互通性應用層定義、硬體零件互通性、電表通訊發佈訊息及命令、用戶監控系統等 21 個規範要點，供澳洲 AMI 建置參考。

澳洲能源觀光部(DRET)於 2012 年 11 月 8 日公佈未來四年能源政策白皮書¹¹，強調重點在市場基礎的競爭力及效率，提出推動 AMI 的使用。消費

⁹ Smart Grid, Smart City, 2011. Search:<http://www.climatechange.gov.au/en/government/programs-and-rebates/smartgrid.asp>

¹⁰ NSMP, National Smart Metering Program, NSMP Business Requirements Work Stream - Smart Metering Infrastructure Minimum Functionality Specification, 2011. Search: <http://share.aemo.com.au/smartmetering/default.aspx>

¹¹ Lexi Metherell, Higher power bills flagged in energy white paper, 2012. Search:

者依據每日電價的變化，決定其使用電的時間，以減低每戶的電費，電力公司則依據電力需求的峰期，計收不同的價格，以增加電廠的經營效率¹²。

第二節 台灣 AMI 佈建政策與發展趨勢

依 2009 年 4 月召開「全國能源會議」之總結報告，「能源科技與產業發展」子題中確定台灣依據能源安全、經濟發展、環境保護三贏原則，訂定能源政策之短、中、長程自有能源比，及溫室氣體減量目標，推動能源科技計畫，以整合人、物、資源，重點研發新能源科技、再生能源與低碳能源科技，求創新突破，而 AMI 及智慧電網等項明列於新能源科技，應優先推動之項目¹³。

台電公司於 2009 年啟動高壓智慧電表系統佈建，2011 年已完成電表資訊系統建置以及 1500 具 AMI 的招標，在 2012 年展開 23000 個高壓用戶的 AMI 換裝，低壓 AMI 方面，考量經濟效益，AMI 換裝暫時以 50% 住戶為目標¹⁴。

因應再生能源與減核議題，智慧電網推動為確保穩定供電之重要手段之一，台灣行政院分別於 2010 年 6 月 23 日及 2012 年 9 月 3 日核定「智慧型電表推動方案」及「智慧電網總體規劃方案¹⁵」，營造國內產業成長環境，並強化能源調控應用與推動智慧節能系統服務，並正式啟動我國低壓 AMI 建置。台電公司除了進行高壓 AMI 建置之外，2012 年也展開 1 萬戶低壓 AMI 建置作業，而 AMI 主要構成要素包括 AMI、通訊系統、電表資訊管理系統等¹⁶。參照國際趨勢及台灣產業現況，考量智慧電網範圍廣泛，行政院規劃 20 年推動期程，分為「前期布建(5 年：2011-2015 年)」、「推廣擴散(5 年：2016-2020 年)」、「廣泛應用(10 年：2021-2030 年)」三個階段。依電網特性分成發電與調度、輸電、配電、用戶四種類型之供需關係，配合產業推動及環境建構，形成六個構面具體推動，如圖

<http://www.abc.net.au/news/lexi-metherell/1671>

¹²謝美齡(2012)澳洲能源政策白皮書草案，檢索：<http://cets.ncku.edu.tw/files/14-1273-88146,r756-1.php>

¹³參自經濟部能源局(2012)國際推動能源管理及智慧電網之基礎法制政策研析(二)

¹⁴參自經濟部能源局(2011)我國 AMI 現況與智慧電網推廣策略報告

¹⁵經濟部能源局(2012)智慧電網總體規劃方案，檢索：web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/wHandMenuFile.ashx

¹⁶參自李信璋(2012)智慧型電表(AMI)電表技術之實習

2-1 所示，分別為「智慧發電與調度」、「智慧輸電」、「智慧配電」、「智慧用戶」、「智慧電網產業發展」、「智慧電網環境建構」。



圖 2-1 智慧電網總體架構分層規劃示意

資料來源：經濟部能源局(2012)智慧電網總體規劃方案

在智慧電網整體規劃中，產業構面縱貫電力系統發、輸、配、用各構面，配合整體智慧電網推動目標「引領低碳產業」之達成，協助業者進行國際布局並參與國外示範計畫，以獲取大規模之應用實績，朝向推動臺灣成為全球智慧電網產業整體解決方案輸出國之產業願景。現今智慧電網產值約新臺幣256億元，預計於2030年創造新臺幣7,000億元之產值目標¹⁷。

「智慧型電表推動方案」預計 20 年內投入新臺幣 1,399 億元，分階段完成並進行效益評估後，逐步擴大建置。其中主要投入項目為智慧型電表(AMI)，投入金額為新臺幣 958 億元，占總投入資源 68.5%。依六個構面區分投入經費，其中發電與調度、輸電、配電、用戶等電網主要硬體設施，由台電公司統籌經費規

¹⁷參自經濟部能源局(2012)2012 年能源產業政策白皮書

劃，其他產業面及環境面之資源則由行政院國家科學委員會、行政院原子能委員會、經濟部能源局、工業局、標檢局、技術處籌措規劃。預計 2015 年高壓 AMI 布建完成並啟動低壓 AMI 表建置工作，2020 年達成 600 萬戶低壓 AMI 系統建置(佈建率 50%)，2030 年達成具效益之全國高低壓 AMI 系統建置¹⁸。

2013 年完成剩餘 1.2 萬戶高壓 AMI 安裝並與控制中心連線，累計已完成全面 24,000 戶高壓 AMI 建置。低壓 AMI 部分，2012 年累計完成約 1,200 戶示範系統，帶動國內 AMI 產業；另台電於 2013 完成建置 1 萬戶低壓 AMI 系統，藉此評估時間電價之效益¹⁹。

第三節 AMI 佈建與產業創新政策

隨著資通訊科技的進步，AMI 遂成為世界各國推行電力需求面管理(Demand Side Management, DSM)²⁰之當前趨勢。而佈建智慧電網的首要步驟為建置 AMI。AMI 主要包含智慧電表、通訊系統、電錶資料管理以及相關應用程式等軟硬體之建置與開發，是可以提供即時用電量資訊，以每小時為單位的通訊網路設備²¹。例如 AMI、水表、瓦斯表、溫度感測器，結合網路，進行即時的能源監測、使用、排程與測量。AMI 主要功能除了可用以支援電力公司與用戶端間之電力需量反應(Demand Response, DR)外，更重要係其能結合「電能資訊管理系統(Energy Information Management Systems, EIMS)」，透過電腦自動化來監控、管理用戶所有電能設備之使用狀況，增進電力資訊的透明化，以發揮能源使用最大效益²²。

¹⁸ 參自台灣經濟研究院(2012)智慧電網規畫方案，檢索：idac.tier.org.tw/DFiles/20120917163036.pdf

¹⁹ 參自經濟部能源局(2014)2014 年能源產業技術白皮書

²⁰ 電力需求面管理(Demand-Side Management；DSM)，指的是電力事業藉由調節用戶端電力需求量的方式，改善電力系統的負載型態，提升電力機組的運轉效率，以達到降低電力系統總發電成本之目的。在 DSM 中包括負載管理及節約能源兩大部份。其中，推行需求面管理可以延緩發、輸、配電等設備之需求，故可以降低發電成本，主要受益者是電業；而節約能源工作可減少能源消耗、降低社會成本，此部份的受益者是所有社會大眾(黃奕儒，2003)。

²¹ 梁佩芳、何無忌、李東璟、陳祥雄、陳俊宇(2011)我國智慧電網之推動現況

²² 張容瑞(2012) 影響智慧家庭採用電能資訊管理系統之因素分析-市場調查法

AMI 主要包括 AMI 的安裝、建立雙向溝通網路平台(Two-way Communications Network)、設計電表資訊管理系統(Meter Data Management System, MDMS)和一系列的作業協調系統。AMI 的任務包括量測、通訊與控制等三大部分，能即時記錄和提供使用者的用電量資料，作為計算電費、輸配電和其他用途。AMI 系統建置後，用戶可透過 AMI，搭配其自動化設備及網路，以即時掌握家中的用電狀況。一旦發現用異常用電或電量超出預期，即可馬上關掉部分電器，或是選用更節能的家用電器；而電力公司更可以透過總量管制，減少發電廠的待機容量及降低燃料成本，進而達成全面性節能減碳²³。

在智慧電網的各種新興應用中，需量反應扮演關鍵角色。美國聯邦法制委員會(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)把需量反應形容為智慧電網的殺手級應用(Killer Application)；而在美國國家標準局(NIST)所列出的八個智慧電網應用領域中，需量反應及能源使用效率則是名列第一²⁴。

需量反應係指當電力批發市場價格升高或電力供應可靠性不足時，電力用戶接收到供電方所發出之勸導性減少用電的直接補償通知或電力價格上升之資訊後，電力用戶改變其原有之用電習慣，達到減少用電或轉移某時段用電量，進而回應電力供應之情況，保障電網穩定性，此為需求面管理的解決方法之一²⁵。

需量反應的概念，依照電力用戶的不同，可將電力市場下的需量反應劃分為兩種形式，如下所示：

一、價格基礎：

用戶根據收到的價格資訊，調整電力需求。其動態定價方式，亦可分為三種：(一)時間電價(Time of Use Pricing, TOU)；(二)即時電價(Real Time Pricing, RTP)；(三)尖峰電價(Critical Peak Pricing, CPP)。

二、誘因基礎：

需量反應實施機構根據電力系統供需狀況，制定相對應的對策，包

²³參自林常平、陳貽評(2011)電網發展歷程與未來展望

²⁴參自謝智宸(2010)智慧電網下我國電力負載管理制度之展望

²⁵參自張景淳(2013)我國電力供需平衡策略之權益分析。

含直接負載控制(Direct Load Control, DLC)、可中斷負載(Interruptible Load, IL)、需求側競價(Demand Side Bidding, DSB)、緊急需量反應(Emergency Demand Response, EDR)、容量市場和輔助服務項目等。通常實施機構要與參與用戶提前簽訂契約，其契約的內容通常包含削減用電量及核算基準、響應持續的時間、提前通知的時間、補償或電價折扣標準、以及違約的懲罰措施等。而參與用戶獲得的獎勵方式有兩種，如下：(一)獨立於現有電價政策之外的直接補償獎勵，(二)在現有電價基礎上給予折扣優惠獎勵。

目前部分先進國家已強制規範電力用戶，必須裝設AMI以提高電能使用效率。我國行政院則已於2010年6月核定「AMI推動方案」，正式啟動低壓電力用戶AMI之佈建。基於成本考量，台電公司訂定尖峰、半尖峰及離峰的時間電價以反應不同時段之發電成本，並陸續推動「可停電力」、「季節電價」、「儲冷式空調系統離峰用電優惠電價」、「空調冷氣週期性暫停用電優惠電價」等電力需量反應措施，主要目的在於抑低尖峰時段的電力需求，降低整體供電成本²⁶。但此類需量反應方案，採用者大多為工業用戶，住宅用戶僅不到2,000戶參與，主要原因除在於需量反應措施影響生活便利性與其「基本電費」的設計降低住宅部門之採用意願外，AMI佈建尚未普及，電力公司難以更廣泛施行需求端管理，乃係另一項關鍵影響因素²⁷。

第四節 小結

根據上述世界各主要國家AMI佈建政策觀之，可確認AMI已成為當前發展趨勢。惟先進國家包括美國、日本、義大利、澳洲及台灣，或因國家政策背景之不同，AMI的佈建方式與時程上有所差異，例如，義大利是最早佈建大量AMI

²⁶許炎豐、謝忠翰(2009)智慧型電網之國際發展趨勢與規劃

²⁷許志義、林子揚、顏海倫(2012)住宅部門智慧電能管理替代方案分析與政策意涵

的國家，自行製作 AMI 並且整合硬體系統，目前義大利國內都已改裝完畢，透過推動 AMI，以改善電力品質；美國總統歐巴馬在上任後提出預算發展綠色經濟，積極推動智慧電網現代化改造相關計畫，美國也因為幅員廣大，各區域電網發展不一，所以至 2012 年才訂定一個互通性標準，目的在於跨州的互聯網與 AMI 的資訊聯結；至於日本，過去是由各電力公司自行推動 AMI 的發展，但 311 核災過後，為了安定能源供需，日本政府開始積極推動 AMI 的建置，並以落實電力需求面管理為主要方向；而澳洲政府訂定了智慧量測設備的最低性能及服務的基礎規範，並將發展重點放在市場基礎競爭力及效率，積極推動 AMI 的使用；台灣 AMI 佈建也已起步，台電公司目前已推動高低壓用戶的 AMI 設置，並結合電力系統發、輸、配、用個構面推動智慧電網，協助業者佈局並參與國外示範計畫。

裝設 AMI 是構成智慧電網的第一步，故可從上述各國資料看出 AMI 推行的重要性，而後透過 AMI，配合資訊網路技術衍伸出電力需求面管理，甚至更多元化的發展，達到節能減碳目的。

第三章 文獻探討

本章先由創新的定義開始，接著探討國家創新系統的定義與架構、AMI 及層級分析法之相關理論與應用方法做一文獻整理及說明。

第一節 創新的定義

Innovation—創新一詞有三層涵義，分別為：更新、創造及改變，是指人類為了滿足自身需要，不斷拓展對客觀世界及其自身的認知與行為的過程和結果的活動。1911 年美國經濟學家熊彼得(Joseph Alois Schumpeter)在其著作「經濟發展理論」中提出創新的定義是將各種生產要素加以「新的組合」，以求提高效率、降低成本的一個經濟過程，並指出先有發明，後有創新的概念，發明是新工具或新方法的發現，創新則是新方法的應用，將已發明的事情，發展為社會可以接受並具商業價值之活動。具體來說，創新即是人類為了特定目的，在遵循事物發展的規律下對事物的整體或其中的某些部分進行變革，並朝著有益於人類發展的思維方向前進；意即所有商業或產業活動下的產品、製程或生產方法、市場、供應來源、財務組織的模式等均稱之為創新。

表 3-1 各家學者對於創新的定義

| 學者 | 年代 | 定義 |
|------------|------|--|
| Schumpeter | 1911 | 創新是將各種生產要素加以「新的組合」，將已發明的事情，發展為社會可接受並具商業價值之活動。 |
| 許士軍 | 1974 | 創新是將某種新發明、新觀念或新事情付諸實際採用的過程。 |
| Drucker | 1985 | 任何改變現有資源財富，創造潛力的方式，都稱之為創新。 |
| Porter | 1990 | 創新做最廣義的解釋，不僅是新技術，也是新方法和新態度。 |
| 胡太山 | 2003 | 創新過程在某些地方具有地方化，根植於特定社會、經濟、政治與文化之環境背景中，具有倚賴經驗、核心能力與知識基礎之特定環境背景特性。 |

| | | |
|-------|------|---|
| Cooke | 2004 | 創新包含所有技術改變的過程與活動；發覺問題、對現存問題的新想法與新解決方式的發展。 |
| 大前研一 | 2006 | 創新是指所有經營領域中，從未考慮或實行的思考方法或做法。 |

資料來源：翁興利(2004)，本研究整理

第二節 國家創新系統相關文獻

國家創新系統(National Innovation System, NIS)是一個複雜的系統，由許多不同功能之元件(Components)組成，加上國家建構基礎體系的支持(如：政策、金融、法律、人才等)使得整個系統內進行創新活動，進而在科學或技術的進步下而引發經濟成長，因此歷年來許多國內外學者們相繼投入國家創新系統的理論與實證之研究探討。

一、以下將各家主流學派之學者對 NIS 的定義做一整理：

Freeman(1987)首先提出 NIS 的概念，藉以解釋日本戰後經濟之成就緣由，並比較分析英、美、德、日等國家經濟發展的進程，認為這些國家經濟發展之所以能保持強盛，並非單純只因源自於技術創新，還深受許多制度、組織的創新所影響。強調 NIS 的基本涵義是由公、私部門中不同組織所構成的網路結構，而這些機構的活動與彼此相互的影響促進了創新，包括新技術的開發、改良與擴散，而在這新技術變革之下，需將技術創新與組織創新、社會創新加以整合。

Lundvall(1992)繼續進行 Freeman 的後續研究，主要研究分析 NIS 中組成分子。其中最重要的是 Lundvall 分別探究了狹義與廣義的 NIS，認為前者包括「參與其中研究的機構及組織」，例如：研究使用者、公共部門與財務機構等；後者則是指「凡與生產、行銷、財務系統間發生影響的學習、搜索有關的經濟結構、制度環境的所有相關系統。」因此，Lundvall 的 NIS 概念可運用於整個創新過程任何階段，甚至是基礎研究和應用研究階段的

相互作用。

Nelson(1993)以個案描述的方式進行分析高、中及低所得國家的NIS特質，並指出NIS的型態深受各國不同產業組合之影響，各國公私部門機構與結構之組成，其所發揮之功用與待解決之問題、以及幫助國內企業之程度等方面都不盡相同。唯有政府、企業、大學及研究發展部門之間彼此交互作用，方能決定一國企業之創新能力。

Patel和Pavitti(1994)提出NIS的重要性在於，它可幫助政府針對國內所需求之技術進行資源配置。因為傳統的技術進步理論是強調，自由貿易將有助於技術在國際的推廣擴散，進而使後進國家可追趕上先進國家，但實際上，自由貿易反而促使後進國家與先進國家彼此間差距加大。故Patel和Pavitti(1994)對NIS下定義，NIS決定一個國家內技術學習方向和速度的國家制度、獎勵結構和競爭力。

Metcalf(1995)認為NIS內之機構間交互作用與回饋過程的十分重要，若機構間以適當的方式進行互動，則NIS將能推動國家的經濟成長；反之，將會妨害國家創新活動的發展。

根據1997年經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)之研究報告指出，一國之經濟發展與科技發展的程度與其國內NIS的建立有很密切關係，而NIS的運作績效決定於系統中複雜的交互作用之程度深淺。陳宜仁(2005)認為整個NIS形成之後，可依四種型態的知識流或技術流之衡量與評估指標，分別為企業之間的交互作用、企業、大學及公共研究機構之間的交互作用、企業的知識與技術擴散以及人員流動。

綜合各家學派思想與定義，本研究認為NIS是以一個國家為單位，在該國家內各有關部門和機構間相互作用而形成的推動創新網路，是由經濟和科技的組織機構組成的創新網路，當中知識是一項極為重要的經濟資源，而學習更是一個不可或缺的社會過程。因此在本研究中將NIS定義為政府、

企業、大學、研究機構等在彼此互動的過程中，塑造出良好的創新環境所構成的網絡，進行技術的研發、引進與擴散，提升國家競爭優勢。有關 NIS 的相關文獻資料非常豐富，各學派之 NIS 的定義作一匯整如表 3-2：

表 3-2 國家創新系統的定義

| 學者 | 國家創新系統的定義 |
|-----------------------|--|
| Freeman (1987) | 由公、私部門不同組織以單一型態或合作方式所組成的體系，彼此交互影響而進行創新的活動，促進了新技術的開發、引進、修改和擴散。 |
| Lundvall (1992) | 創新系統的組成源自於各體系間之交互作用，包含生產要素之互動，新知識之使用及擴散。提出 NIS 之狹義與廣義觀點，狹義的定義只含涉及創新的組織與機構，如大學與研發機構；而廣義則指在經濟結構體系中所有影響知識學習與創新之部門，因此生產、行銷、財務皆為組成 NIS 之次系統。 |
| Rothwell(1992) | 除了內部系統整合之外，還要與企業以外的其他公司建立良好的網路關係，透過策略聯盟或是聯合開發形式，達到快速且低成本的創新。強調企業必須考慮內外環境的變化，包含所有存在的因素和結構，以使任何部門都能更有效率性的發展。 |
| Nelson (1993) | Nelson 指出 NIS 的型態深受各國不同產業組合之影響，各國公私部門機構與結構之組成，但對 NIS 並無明確的定義。認為一個經濟體的主要任務就是保持「技術的多元結構」。因此 Nelson 的 NIS 理論，又被稱為國家創新系統的制度學派，研究重點在於技術創新的必要性和制度結構的適應性。 |
| Niosi et al. (1993) | 在國內互動之公私部門所組成的系統，包含企業、大學及政府機關，並以新科技及新技術為目的，進行技術、商業、法令、人際及財務上的互動。 |
| Patel & Pavitt (1994) | NIS 決定一國技術學習的速度和方向或導致變革活動的構成和規模，影響國家研究機構之獎勵結構和競爭力。 |
| Mowery | 在 NIS 中包含支持或執行研究發展的公共機關，執行研究 |

| | |
|------------------------|---|
| &Oxley(1995) | 及培育研究人才的大學，還有投資新技術的研發與應用之企業等。 |
| Metcalf (1995) | NIS 是由特定機構，共同或分別對新技術的發展和擴散產生影響，並建構基本結構，政府實行之政策會影響此基本結構下的創新進程。透過相互連接的機構所組成的 NIS，能夠創造、保存、轉化與新技術有關的知識、技能和產品。 |
| 徐作聖 (1999) | 由不同的組織或制度，以合作或單一形式，進行新技術的發展或擴散。NIS 是政府面、產業面和企業面創新能力的整合，提供基本架構以利政策形成與執行，進而改進創新的程序。主要集中於國家層面之科學與技術機構和科技政策的角色，包括大學、研究機構、政府部門等。 |
| OECD (1997) | 在 NIS 中，技術與創新發展是複雜要素的交互作用所創造出來的成果，其運作績效決定於系統中相互作用之程度。 |
| 劉孟俊 (2001) | 創新互動包括企業、學術機構、研究機構及金融市場等之創新行為與制度，進而產生了 NIS 的概念。NIS 強調科技創新相關要角及其行為、環境、基本條件、政策與制度之間的結構性互動。 |
| Balzat & Hanush (2004) | NIS 為一國在經濟成長中之組織與制度，於實行創新活動時相互影響的子系統。 |
| 龔明鑫 (2004) | NIS 由一群不同部門之組織和制度網路所組成，包含企業、研究機構、大學及政府等，以個別或合作形式進行知識創造、擴散與增值活動。故 NIS 為一個結合不同成員進行產生、儲存和轉換知識與新技術的系統。 |
| Edquist (2005) | NIS 包含所有會影響創新過程之經濟、社會、政治、組織、制度等重要因素。 |
| 劉常勇 (2005) | 為了創造、擴散和使用新知識和新技術，由一國之公私部門所組成的組織和制度。 |

資料來源：本研究整理

二、國家創新系統結構

國家創新系統結構依據學者 Archibugi & Michie (1997)彙整 Freeman、Lundvall 及 Nelson 等學者的研究成果後，已能更清楚解釋 NIS 的概念，並

提供各國 NIS 之比較。Archibugi & Michie (1997)認為 NIS 在界定及解釋國家的行為方面，應包含下列六個方面：教育與訓練、科學與技術能力、產業結構、科學與技術的長處與弱點、創新系統間的互動、海外技術能力之吸收及合作。

徐作聖(1997)指出，創新政策的精義在於創新行為牽涉新思維及新發明的創造、產品設計、試製、生產、行銷及市場化...等一系列活動，形成複雜的關係與互動網絡，企業在市場機制的激勵下從事創新，而政府則透過其與產業界及科技界的互動聯繫，利用政策促進知識的創新，再進而影響經濟發展。

NIS 之構成要素中，徐作聖(1999)認為在開發中國家的 NIS 應是政府面、產業面、企業面創新能力的整合，包括各特定產業之科技系統以及與其產業發展相關之國家環境構面，二者可進而結合為一「產業創新系統」。此外由於政府政策對科技研發影響甚大，因此 NIS 包括政府政策工具、科技系統及國家環境構面三大部分，其中政府政策居於主導之角色。

三、Rothwell & Zegveld 的創新政策理論

根據 Rothwell & Zegveld(1981)的創新政策理論認為政府的政策工具可分三類，如表 3-3。在 Rothwell & Zegveld 研究政府之創新政策中指出，創新政策應包括科技政策及產業政策，並根據政策對科技活動之作用層面，將政策分為供給面、需求面及環境面等三類政策，並透過政策工具將資源引導至政府所欲發展的產業或經濟活動上。供給面政策為政府影響技術供給之因素，環境面政策是政府直接或間接影響企業發展之政策；需求面政策則是正社直接影響市場的需求，促使科技發展之手段。

表 3-3 政府的政策工具

| 分類 | 政策工具 | 定義 |
|------------------------|---------|---|
| 供給面 (Supply) | 公營企業 | 科技研發需要資源投入，而一般而言，所投入之因素包括：財務、人力及技術支援等，因此供給面之政策可分為財物支援、人力支援及技術支援三類。 |
| | 網絡與創業 | |
| | 科學與技術教育 | |
| | 資訊服務 | |
| 環境面 (Environmental) | 財務金融 | 政府可運用各種工具，改善研發之環境。而環境面的政策工具，包括以下三類，即建立科技發展基礎結構的政策、激勵創新意願之政策及導引創新之管制性政策。 |
| | 租稅 | |
| | 法規 | |
| | 政策 | |
| 需求面 (Demand) | 採購 | 政府可運用各種工具，增加或改變科技研發成果之需求，從而促進研發。而需求面之政策工具，依照目的不同，可以分為創造需求以及干預市場兩類。 |
| | 公共服務 | |
| | 貿易管制 | |
| | 海外機構 | |

資料來源：Rothwell & Zegveld (1981)、徐作聖(1999)、本研究整理

Rothwell & Zegveld (1981)認為政府可藉由創新政策引導科技及產業發展，且須同時於供給、環境及需求等三個構面投入資源或政策，以加速產業成長，達到規模經濟。Rothwell & Zegveld 整理歸納政府輔導產業的方式，主要包括培育小型企業、發展大型企業、發展特定技術、專注於特定的產業領域、提升產業技術潛力、塑造產業環境與強化總體環境等八類。政府可針對不同產業進行政策目標的修正調整，並因應不同產業之差異性選擇不同的政策工具組合，達到輔導產業之目的(徐作聖等，2003)

以下本研究將針對 Rothwell & Zegveld(1981)所提出的三項分類政策以及十二項的政策工具做一詳細的說明與探討。

(一) 供給面(Supply)：

指政策影響供給因素；如政府直接投入供給的公營企業、網絡與創業、科學與技術教育及資訊服務等。

1.公營企業：

發展公營事業能夠配合政府政策並率先使用新進的技術，之後可將

技術移轉由民間經營或政府持續經營；政府亦可藉由公營事業購買想要扶持的產業所產出的產品使用；間接鼓勵民間廠商投資參與。

2. 網絡與創業：

- (1) 由政府提供創業基金引導民間充沛的創業活力，發展政府政策輔導發展的產業；新興技術的引進及開發具有一定的風險，由政府提供創業基金並且由政府承擔一部分的風險，可鼓勵民間企業或個人參與該技術的引進及開發。
- (2) 政府設立育成中心，除了提供正萌發的企業金本的軟硬體支援；更可藉由中心內的設備、軟體及人才引導廠商從事政府意欲發展之產業。
- (3) 產業園區的設立可發展產業聚落，除吸引國內外相關廠商進駐外，上下游廠商關係更加密切；另外產業內的人才流動亦可更加充分，對產業發展有一定的助力。
- (4) 政府設立發展研究組織，提供國內外產業現況調查、預測及未來發展研究，輔導規劃參與的廠商，健全產業結構；反映廠商的實務經驗，協助政府制定各產業政策。

3. 科學與技術教育：

- (1) 研究機構包括大學研究所、國家研究院等，提供產業技術發展研究及人才培育。
- (2) 專業技術的訓練提供技術人員的培養管道；並可配合訓練課程及考核制度，將非具有相關領域經驗，對該產業有興趣之勞工，提供培訓及輔導就業管道。
- (3) 政府的教育政策影響人才的供給，如政府將經費大量提供於學術及研究機構，則學術及研究的人才增加；相對的政府投入技職教育較多的經費，則專業的技術人員增加，政府應視每一階段的需求，制定適合的教育政策。

4.資訊服務：

- (1) 提供國內外產業發展的資訊，提供廠商發展及引進新技術的參考。
- (2) 設立產業論壇，吸引國外廠商提供發展經驗，提供國內廠商發表產品及服務的機會；並提供廠商間合作及的媒合平台。

(二) 環境面(Environmental)：

指政策間接影響發展環境的因素；如財務金融、租稅、法規及政策等間接影響科技發展的環境。

1.財務金融：

廠商發展初期的融資貸款不易，由政府評估後擔保，使廠商容易取得所需的資金；亦可引導銀行將資金放貸於有發展前景的產業。

2.租稅：

政府的租稅工具可以導引產業的發展，如對廠商發展新技術予以租稅優惠。

3.法規：

政府為了公共安全、消費者安全及生活品質等，並且提升產品的品質和可靠性，訂定檢驗和認證許可，影響商品生產與設計。

4.政策：

- (1) 政府對於願意發展及引進新技術之廠商，給予補助，鼓勵廠商從事相關創新。
- (2) 政府透過政策宣導管道如新聞媒體，鼓勵消費者購買政府想發展的產業，如：節能產品，間接鼓勵廠商從事該類產業或產品的研發及生產。
- (3) 政府應透過產業規劃，在新技術的發展及引進過程中引導廠商不要同時集中於相同的技術及產品發展，並強化產業的上下游健全產業結構；鼓勵技術成熟時，產業內廠商進行合併追求規模經濟，

並在廠商合併過程中注意廠商發展是否形成壟斷。

(4) 政府對廠商研發的新產品新技術給予專利保護，鼓勵廠商創新。

(5) 政府對廠商研發的新產品新技術或者符合政策訂定的本地生產或採購比例給予獎勵及公開表揚，鼓勵廠商創新外，並提供廠商推廣產品的機會及管道。

(三) 需求面(Demand)：

指政策影響技術需求的因素；政府以市場對技術的需求來訂定政策，如採購、公共服務、貿易管制及海外機構等。

1.採購：

政府與開發或引進新技術的廠商進行合約研究，降低廠商獨立發展新技術的風險或政府給予開發或引進新技術的廠商產品採購合約，鼓勵及扶持廠商發展新技術，降低廠商發展新技術的風險。

2.公共服務：

政府提供郵政、外匯兌換、諮詢等公共服務，增強廠商投資及創新發展意願或政府提供交通、水電、電訊、公用事業等硬體，增強廠商投資及創新發展意願。

3.貿易管制：

(1)政府可以利用進口管制措施平衡貿易並保護國內產業，促進國內產業技術開發。

(2)對技術能力較落後的開發中國家而言，引進新技術是促進技術發展快速又安全的方式，技術引進項目包括專利、商標等工業所有權與所有權利之轉讓及使用權之設定等。

(3)技術引進除純粹技術移轉外，另有隨著外資而來的技術引進，對技術輸入者而言，一方面希望隨國外投資而來的新技術，另一方面又恐本國企業受外資之控制，因此一方面有吸收外資之政策，另一方面又對外資加以控制。

(4)政府可以藉由制定標準，對科技產品之特性加以干預，使廠商修正產品之特性以符合標準，引導產業之技術水準。

(5)企業在選擇技術時，當然以能順利商轉為考量；政府訂定技術規格時更應參考國外經驗或發展研究機構的預測，訂立合適的技術規格吸引廠商投入，並不妨礙採用或研發新技術的企業運作。

4.海外機構：

政府可以設立官方或半官方的貿易代理機構，負責國內產品或勞務之銷售與國外技術之引進，進而協助產業技術之發展。

Rothwell & Zegveld 之創新政策理論中，根據供給、環境及需求等政策構面提出有涵蓋完整政策構面之政策工具，具有實證研究支持其理論架構。本研究探討我國 AMI 創新政策之關鍵因素，即運用 Rothwell & Zegveld 創新政策理論之政策構面及政策工具作為 AMI 創新政策發展架構，進行 AMI 創新政策之關鍵因素研究探討。

第三節 AMI 相關文獻

回顧近幾個世紀的人類發展歷史不難發現，隨著先進的科技技術、新興國家崛起帶動全球經濟繁榮的同時也為地球的生態環境帶來嚴重的破壞，現今無論中西，全球都對節約能源的議題深感關切，許多已開發的先進國家更早已陸續立法及編列預算推動智慧電網之佈建。

國際能源機構(International Energy Agency, IEA)於 2003 年估計，家庭的電力消費量從 2010~2020 年將繼續成長 25%。Wood (2003)指出家庭用戶，不僅有興趣降低其能源費用的支出，更有降低 15%能源費用之潛力。經濟部能源局(2011)研究顯示每省一度電，就可減少排放溫室氣體二氧化碳 0.623 公斤，若全台 750 萬戶家庭一天省一度電，一年就可省電 27 億度，減少二氧化碳排放 172 萬公噸。

Almeida et al. (2006)指出過去十年來，歐洲家庭使用家庭電器能源消耗每年增長 2%，待機未使用之家電設備卻佔了 8%。Wacks (2009)指出新興的智慧電網架構為每 15 分鐘提供一次即時電價給家庭用戶，讓家庭用戶可以對於其家電設備能更靈活、主動的運用，來降低能源費用的支出。Tompros et al. (2009)因此若能即時管理家庭用電資訊，則可大大降低待機未使用之家電設備用電量。

吳學良(2010)在電力傳輸之際，也能透過「資訊流」讓所有用戶的用電狀況透過配有「智慧電表(Smart Meter)」的電網，即時回報給用戶及電力公司，透過從發電、輸電到配電整個電力系統之彈性調節，有效達成供需之間的平衡。而數位化的電網即為智慧電網(Smart Grid, SG)，這更代表了電網從過去電廠「被動」地提升「供給」以應付增加之用電需求，轉變成對消費「需求」之「主動」管理。

Gregor Omahen (2009)認為在建構智慧行電網前，必須針對 AMI(Advanced Metering Infrastructure, AMI)做一完整的，其後透過智慧型電表、通訊網路及自動讀表控制中心三部分組合成更完整的系統。此架構提供的不僅僅只是遠程抄表、紀錄等功能，透過資通訊技術達到電力品質控管、故障偵測與排除、電力供需監測與管理等，使能源市場能夠更完全透明及競爭、有效率的使用能源、及在未來能達到智慧型電網的目標。

劉鈺廷(2012)因節能訴求提高而建置的智慧型電力網路(SG)，其實務應用上需先完成 AMI，即智慧電表的佈建，方能蒐集即時、完整的用電資訊，而在蒐集資訊當中，由於 AMI 是經由網路傳送用電資訊到電力公司和用戶端，因此對於惡意的資料截取也必須有事先的防範措施，以有效確保遠端家庭之用戶資料。

Wu (2009)透過智慧型電表與智慧家庭節能資訊管理系統相結合，能提供即時電價資訊給用戶，並可透過調度負載、用電資料即時顯示、記錄分析等方式，達到降低用電成本、合理用電的電費管理系統。

陳東弘、林政廷(2008)以整體能源使用的角度來看，智慧型電表與智慧家庭能源管理系統之相互建立下，可對蒐集到的用戶使用資訊進行能源負載和節能措施研究，作為能源政策訂定的參考。日本省能中心(Energy Conservation Center

Japan, ECCJ)的研究發現，提供即時的能源使用資訊，可觸發其自發性的節能意識與行動，使其耗減約少 20%，在實際導入後更發現可節省約 13%~30%的電力耗能。相同的結果在歐盟 2006 年開始進行住宅節能的計畫中發現每戶家庭竟可達到約 10%~20%的節能效率，此情況在瑞典的研究亦有類似結果，期望能達到有效管理家庭用電之目標。

美國總統歐巴馬宣布將「智慧電網」納入振興經濟方案，創造綠色就業(Green Jobs)，至於我國台電公司在 2012 年佈建高壓智慧電表，以監控 2.3 萬的工業用電大戶。以上兩者皆顯示「智慧電網」已被認為可以提高能源效率的重要國家政策。隨著環保意識的抬頭以及屢次因能源危機造成全球經濟狀況的動盪等因素影響，如何有效的節能方案及永續發展議題已引起世界各國的重視與深入研究，許多政府期望藉由智慧電網的發展能有效減少對化石燃料的依賴，並減緩全球溫室效應，同時希望促進國家的產業發展，在此多方面的利益期許下，智慧電網在未來 20 至 30 年內的前景將是相當具有發展潛力的。

第四節 層級分析法相關文獻

層級分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP)屬於一種多目標的決策方法，為美國匹茲堡大學 Thomas L. Saaty 教授於 1971 年提出，主要應用於不確定情況下及具有多數評估準則的決策問題，協助決策者將牽涉到眾多考慮因素之複雜決策問題，得以在結構化下建構成一個樹狀層級模式，由決策者在結構化下逐層評斷各決策因素之相對重要性，直至決策者確定各決策因素的優先順位，減少決策錯誤的風險。

一、傳統層級分析法(Alytic Hierarchy Process，AHP)

(一) 傳統層級分析法之相關文獻整理

傳統層級分析法在實務應用範圍廣泛，當中又以應用在不確定情

況下及具有多數個評估準則的決策問題上為居多。Saaty(1990)認為AHP的適用問題範圍包括：決定優先順序、選擇最佳方案或政策、替代方案的產生、資源分配、決定需求、預測結果、風險評估、最適化決策、系統設計、績效評量、確保系統穩定及衝突的解決等。

褚志鵬(2009)指出 AHP 發展之目的，就是將複雜的問題系統化，由不同的層面給予層級分解，並透過量化的方法，建立出具有相互影響關係的階層結構，覓得脈落後加以綜合評估，以提供決策者選擇適當的方案。陳國明(2012)認為 AHP 可以容易分解複雜、模糊的問題，理論簡單並可將問題簡化及建立模式，且能反應出人所具有的主觀與直覺，在使用上沒有艱澀難懂且繁複的統計計算，使決策者容易使用。

國內學者運用 AHP 的觀念運用於研究設計者，整理如下：

林昭名(2008)因應世界倡導綠色運輸政策導向及環保意識，發現都會區中自行車代步之民眾越趨於普遍，研究中以台中市都會區既有自行車道為研究範圍，透過 AHP 建立之層級架構，並針對五項標的提出各項改善評估準則項目，再以問卷方式蒐集相關產業、政府機關與學術單位等三方面之專業意見，而後得出各準則之權重關係。冀望藉此自行車改善評估表，反省探討其改善方式及提升自行車專屬之路權，並提供未來都會區自行車道設置規劃及維護改善之參考。

向宸蔚(2011)蒐集相關文獻及次級資料進行燃料電池產業鑽石模型分析，再透過國家創新政策相關文獻探討，選擇以 Rothwell 和 Zegveld 的創新政策工具架構為基礎，應用 AHP 探討發展台灣燃料電池產業的政策考量因素。期望能提供政府規劃發展台灣燃料電池產業政策的參考方向，提升國家能源產業競爭力，並設法在全球競爭中建立優勢。

朱建華(2012)將電總費用、家電移動總時間與家電移動總數量納入考量，各自分別代表著經濟性、便利性與舒適度之目標。研究方法採用多目標規劃的方法建立數學模型，並利用 AHP 來求得台灣家庭用戶

心目中各目標之權重值，最後運用基因演算法進行求解。實證結果顯示決策者在「便利性」與「舒適度」均能在可接受範圍之內進行電費支出節能管理，透過此方式最多可降低約 9% 之家庭能源費用。

林虛白(2012)為首篇以 AHP 來分析智慧建築採用電能資訊管理系統之關鍵影響因素之論文，將問題建構成四個層級之 AHP 分析層級架構，並將原本屬於非量化之採用電能資訊管理系統意願之因素，利用多層次、多指標、及多準則之架構做一系統化連結。最後由市場調查問卷調查法取得各指標、準則、及因子的相對重要權重因與排序，表示其優先考量之順位。研究結果提供廠商發展有競爭優勢與符合智慧建築居住者採用意願的電能資訊管理系統。

(二) 傳統層級分析法之流程步驟

Saaty (1980)定義AHP層級分析法具有下列幾項基本假設條件，主要包括：

1. 系統可被分解成許多種類(Classes)或成份(Components)，並形成有向網路(Directed Network)的層級結構。層級結構中每一層級的決策因素均假設具獨立性。
2. 每一層級內的決策因素，可以與上一層級內之部分或所有決策因素作為評比基準，進行評估。比較評估時，可將絕對數值尺度轉換成比例尺度。
3. 各層級決策因素進行成對比較後，再用正倒值矩陣(Positive Reciprocal Matrix)處理。
4. 偏好關係滿足遞移性(Transitivity)；不僅優劣關係滿足遞移性(A優於B，B優於C，則A優於C)，同時強度關係也滿足遞移性(A優於B二倍，B優於C三倍，則A優於C六倍)。完全遞移性存在不易，因

此容許不具遞移性的情況存在，但需測試其一致性的程度。

5. 決策因素的優勢程度經由加權法則(Weighting Principle)而求得。
6. 任何決策因素只要出現在層級結構中，即視為與評比目標有關。

層級分析法進行之流程步驟簡述如下：

步驟一：建構決策問題之層級架構

首先確定評估問題，並界定問題，以了解決策目的，並列舉與決策問題有關之決策因素，建立層級式的架構。層級的結構可以從整體目標、次要目標等，最後至決策結果，形成多重層級；層級多寡則視決策複雜度及分析程度而定。

層級種類可分成完整層級和不完整層級，完整層級指每一上下層級間決策因素都有連結，不完整層級是指每一上下層級間決策因素並不全都有相聯。層集結構的建立，一般以群體討論或是相關文獻參考或專家意見，經過反覆修正後彙總而成。

鄧振源與曾國雄(1989)將有關建立層級之原則整理如下：

- (1)第一層為決策問題的目標或評比之目的。
- (2)重要性相近的決策因素應置同一層級且應力求獨立。
- (3)同一層級內之決策因素不宜過多，避免影響層級一致性。
- (4)最底層為決策問題的行動方案或評比對象。

步驟二：成偶比對評估

建立層級結構以後，決策評估者以上一層級決策因素為基準，將同一層級內任兩決策因素對其上層決策因素進行成對比較。成偶比對的過程中，估計明目尺度分為九個尺度，其中，「同等重要」、「稍微重要」、「頗為重要」、「極為重要」、與「絕對重要」在輸入

資料時可分別給予 1、3、5、7、9 之值，而其中間值分別給予 2、4、6、8 之值。評估尺度及所代表義涵說明於表 3-4 所示：

表 3-4 層級分析法評估尺度意涵及說明

| 評估尺度 | 程度 | 說明 |
|---------|-----------------------------------|-----------------|
| 1 | 同等重要 (Equal Importance) | 兩比較因素具同等重要性 |
| 3 | 稍微重要 (Weak Importance) | 經驗與判斷稍微傾向某一因素 |
| 5 | 頗為重要 (Essential Importance) | 經驗與判斷強烈傾向某一因素 |
| 7 | 極為重要 (Very Strong Importance) | 實際顯示非常強烈傾向某一因素 |
| 9 | 絕對重要 (Absolute Importance) | 有足夠證據肯定決對喜好某一因素 |
| 2,4,6,8 | 相鄰尺度的中間值 (Intermediate Values) | 當需要折衷值時 |

資料來源：鄧振源、曾國雄(1989)

假設有 n 個決策因素時，以名目尺度進行兩兩比較，須進行 $C(n,2)=n(n-1)/2$ 次，比較時重要性數值分別為 1,2,3,4,5,6,7,8,9，以及倒數 $\frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1$ ，將比較結果置於比較矩陣上半部三角型的部分，對角線為自身的比較，取值 1，而下半部三角形則是上半部三角形的倒數(黃鐵豪，2000)，表示如下：

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \cdots & a_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \cdots & \frac{w_1}{w_j} \\ \frac{w_1}{w_1} & \cdots & \frac{w_1}{w_j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_i}{w_1} & \cdots & \frac{w_i}{w_j} \end{bmatrix}$$

其中 $i, j=1, 2, 3, \dots, n$ 而 a_1, a_2, \dots, a_n 代表某層級 i 之 n 的決策因素， w_1, w_2, \dots, w_n 為某層級 i 的 n 個決策因素對上一層級某因素的影響權數，可簡單表示為

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{ij}, \forall i, j=1, 2, 3, \dots, n$$

步驟三：估計各層級決策因素之相對權數

建構評估屬性和各屬性下子準則的成對比較矩陣，針對兩兩要素進行比較，將對應的特徵向量標準化後，即為各評估準則間的相對權重。

步驟四：層級一致性的檢定：

理性決策者偏好與成對比較結果應滿足遞移性，若要得知問卷評選結果是否具一致性，可根據 Saaty(1980)檢定成對比較之一致性指標(Consistency Index ,C.I.)與一致性比率(Consistency Ratio ,C.R.)做檢驗。一致性指標 C.I.公式如下：

$$C.I.=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1}, C.I.\leq 0.1$$

其中，n 是評估因素的個數， λ_{\max} 為最大特徵值，若 C.I.為 0 時，表示結果完全符合一致性，若當 C.I.>0.1，則表示前後結果不連貫。故 Satty 建議 C.I. ≤0.1 作為可容許誤差。

當求解問題變複雜時，成對比較矩陣的階數也會跟著增加，在此狀況下要判斷是否維持一致性變得較為困難，所以 Saaty 提出隨機指標(Random Index, R.I)來調整不同階數下產生的 C.I.值變化，隨著正倒矩陣階數的不同，R.I.值會有所不同，參見表 4-2 所示。

表 3-5 隨機指標表

| 階數 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| R.I. | N.A. | N.A. | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 |

資料來源：鄧振源、曾國雄(1989)

利用 R.I 值調整 C.I. 值後，而得到一致性比率(consistency ratio, C.R)。一致性比率 C.R. 公式如下：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}, C.R. \leq 0.1$$

當 $C.R. \leq 0.1$ 時，矩陣才有滿足一致性。以上是針對單一比對矩陣的一致性程度檢驗，若要求得整體層級一致性，則依照以下公式計算：

$$C.R.H. = \frac{C.I.H.}{R.I.H.}$$

其中，C.R.H. 為整體層級的一致性比率，C.I.H. 為整體層級的一致性指標，R.I.H. 為整體層級的層級隨機指標。在 C.I.H 及 $C.R.H \leq 0.1$ 時，整個層級才滿足一致性。

步驟五：計算整體層級之總優先向量

最後，依據步驟四所得之各層級相對於上一層級各種決策因素之優先向量，即相對權數之向量，將各向量加權整合計算出各層級決策因素相對於最高層級目標之綜合權數，即求出綜合優先向量。所算出向量就表示對應於決策目標的絕對權重順序。本研究之 AHP 進行之流程步驟如圖 3-1 所示：

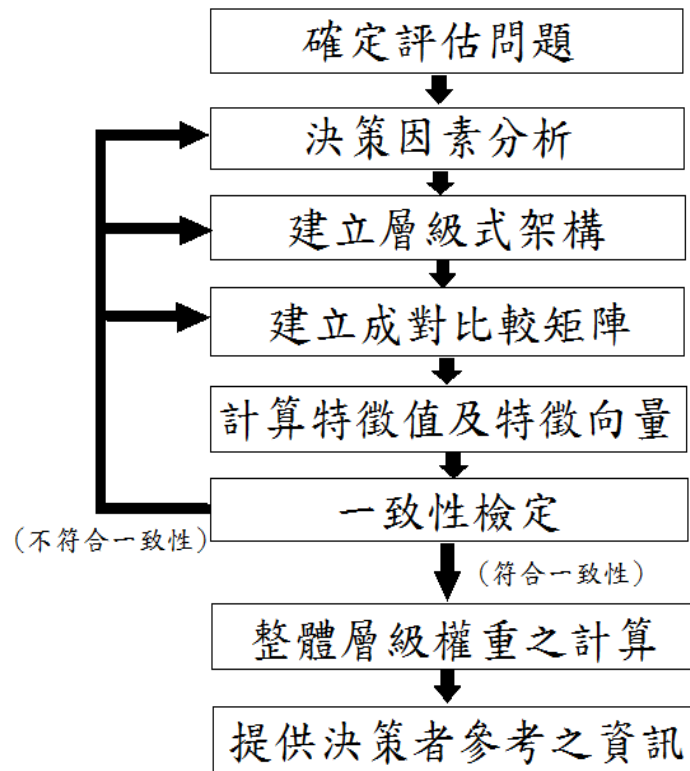


圖 3-1 層級分析法流程圖

資料來源：鄧振源、曾國雄(1989)

(三) 傳統傳統層級分析法之優、缺點

根據後續發展之研究文獻，AHP 雖然具實用性，但判斷成對比較之比例僅以絕對數值來表示，並未直接利用模糊的概念來解決產生不確定性之問題，影響專家對於問題的主觀判斷、衡量準則與產生模糊特性，歸納出 AHP 的一些問題，可論述如下。

AHP 之優點在於理論簡單、使用容易且具系統性，在實務上已被廣泛應用。將相關準則的因素納入評估架構中，使各因素優先順序之評估更精準，因此將相關評估因素納入具系統完整的層級架構中，可清楚了解設計缺失，來進行後續的改善修正。

根據後續發展之研究文獻，AHP 雖然具實用性，但判斷成對比較之比例僅以絕對數值來表示，並未直接利用模糊的概念來解決產生不

確定性之問題，影響專家對於問題的主觀判斷、衡量準則與產生模糊特性，以下將歸納出 AHP 的一些問題，論述如下：

1. 不精確問題：

Saaty(1980)提出之 AHP 並未直接利用模糊的觀念或方法(如模糊數或隸屬函數)來解決不確定性之問題，僅以相對比較比例來衡量專家於兩兩因素間之重要性看法，但人在對於不確定性高的準則進行判斷時，往往會產生不精確或區間的判斷，使得評估結果常與現實問題有所差異(Belton & Gear, 1983)。

2. 平均數缺乏各權重之分佈資訊：

AHP 之評估結果乃為權重之平均數，然而平均數缺乏各權重之分佈資訊，是一種不可靠的統計指標(徐村和、張有恆，1993)。

3. 層級數增加，導致效率降低：

AHP 的層級是受限的，當層級數增加時，則所需的因素間兩兩比較次數將呈指數成長，容易使填答者因回答問題過多，思緒混淆，導致此模式效率降低及不一致性增高(Harker, 1987)。

4. 群體決策問題：

Saaty(1980)在整合群體意見時所使用之幾何平均數，不適用於決策者對各決策屬性之認知差異很大時，會使部份評估者觀點無法反應在評估結果之問題上，造成他們無法接受評估之結果，導致計畫難以被執行。

5. 語意謬誤：

傳統層級分析法所填答的問題有時會過於武斷，因此專家會被多個相對比較問題困惑而產生不一致回答，若使用模糊數或語義分析法會更適合(Jang, 1991)。

6. 決策情境的狀況及環境的不確定性：

決策環境的變動情形應加以區別，而決策時的不確定性皆會影響決策品質，但在 AHP 中並未考量(Lee, 1999)。

為了解決Saaty所建構之AHP無法克服決策時所伴隨模糊性之缺點，國內外學者便開始改良AHP，進而產生模糊分析層級法的出現。

二、模糊傳統層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)

模糊傳統層級分析法，係將 AHP 與模糊理論(Fuzzy Theory)的結合應用。利用隸屬函數 (Membership Function)的概念取代傳統 AHP 之固定尺度的方式，讓專家能以較人性化的尺度掌握問題並判斷，給予評估架構中兩兩因素之比較值。

Laarhoven & Pedrycz (1983) 將 AHP 加以演化，利用模糊集合理論²⁸及模糊算術，將三角模糊數直接代入成對比較矩陣中，解決 AHP 中各成對比較矩陣不精確的問題，發展出模糊層級分析法。

Buckley (1985)將 AHP 之成對比較值加以模糊化，且藉由模糊理論，改良比率尺度應用上的限制，以順序尺度取代數字比率來表示兩兩要素間相對重要程度，來解決成對比較值過於主觀、不精確、模糊的問題。廣泛的使用於方案選擇與全體決策問題，其作法為要求決策者以梯形模糊數，轉換專家意見並將之形成模糊正倒值矩陣，再利用幾何平均數方法與層級串連，求出每一模糊矩陣之模糊權重與各替代方案模糊權重值，計算上較 AHP 繁複。

張有恆、徐村和 (1993)針對 AHP 具有決策屬性具相關性問題、群體決

²⁸模糊集合理論是 1965 年由 Zadeh 提出，探討如何將存在於真實世界中的模糊現象使之數學化的一門邊緣科學，旨在解決現實環境中不明確性與模糊性的資料然而傳統上的二元絕對劃分方式(非此即彼)，對於模糊性質的語意並不能夠適當表現出來。因此，模糊理論以隸屬函數的方式將原始模糊的資訊予以明確化，即為相對屬於的概念；並將「屬於」觀念數量化，承認領域中不同的元素對於同一集合有不同的隸屬度，藉以描述元素和集合的關係，並進行量度。因此，將模糊理論應用於多準則評估的問題上，可使評估結果更具合理性。

策性問題，及決策屬性評估值具有模糊性和不確定性等缺失，運用模糊理論建立模糊層級分析法模型，內容完整但計算複雜。

Hsu (1997) 以模糊測度理論發展出模糊測度層級分析法，以解決 AHP 在比例尺度應用上的限制、決策屬性具相關性、平均數與群體決策等問題。提及 FAHP 的執行步驟的必要階段，包含建立層級架構、設計專家問卷、建立模糊正倒值矩陣、群體整合、計算正倒值矩陣的模糊權重、解模糊化、正規化及層級串連等。

張美娟(2003)認為採用 FAHP 的優點包含可處理較難量化的研究問題，例如：尚未成熟的新興產業經營策略問題、社會科學面向之資源分配優先順序問題；減少學者專家評估各要素時之不確定性；呈現專家認知的模糊現象，不會刪去任何獨特意見；呈現專家集體決策時的模糊區間，可作為決策者採取個人經驗判斷時的彈性空間。

本研究以 Buckley (1985)對於 FAHP 的觀念作為主要分析工具。FAHP 法的執行步驟和傳統的 AHP 法大致相同，相異處在於模糊 AHP 需設定模糊語意、解模糊化及正規化。綜合上述之理論及操作，研究者便能將傳統 AHP 做適當的修正，並解決傳統設計上的缺憾，而最後所得的決策結果，也能更為接近事實。

第四章 研究設計

本章根據第二章對於國內外 AMI 佈建政策發展概況，並藉由第三章文獻探討，整理出影響 AMI 產業發展創新政策相關之因素。本研究採用 Rothwell & Zegveld(1981) 國家創新政策理論，運用模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)為研究方法，透過國家創新政策理論的架構下進行問卷調查，請填答者揭漏影響 AMI 重要的十二項考量因素間之層級關係，以及各因素彼此之間的重要性評比。在問卷調查中，首先將國家創新政策理論中影響 AMI 創新政策的考量因素呈現，徵詢專家的意見，並進一步去萃取最重要關鍵因素的權重，以比較 AMI 創新政策關鍵因素的優先排序。

問卷設計架構包括主層級三個政策構面因素，以及次層級十二項政策工具考量因素，作為台灣 AMI 產業創新政策的關鍵因素評估架構。

第一節 研究流程

本研究先以文獻分析方式將先前的學者專家對國家創新系統的看法，蒐集各國 AMI 產業初級與次級資料，整合相關文獻，建立本研究之創新政策系統架構，並根據 Rothwell & Zegveld(1981) 國家創新政策理論，建立模糊層級分析法之創新政策分析因素，並運用模糊層級分析法進行專家問卷訪談，整理出 AMI 創新政策評估因素的優先順序，並對台灣 AMI 產業提出建言。

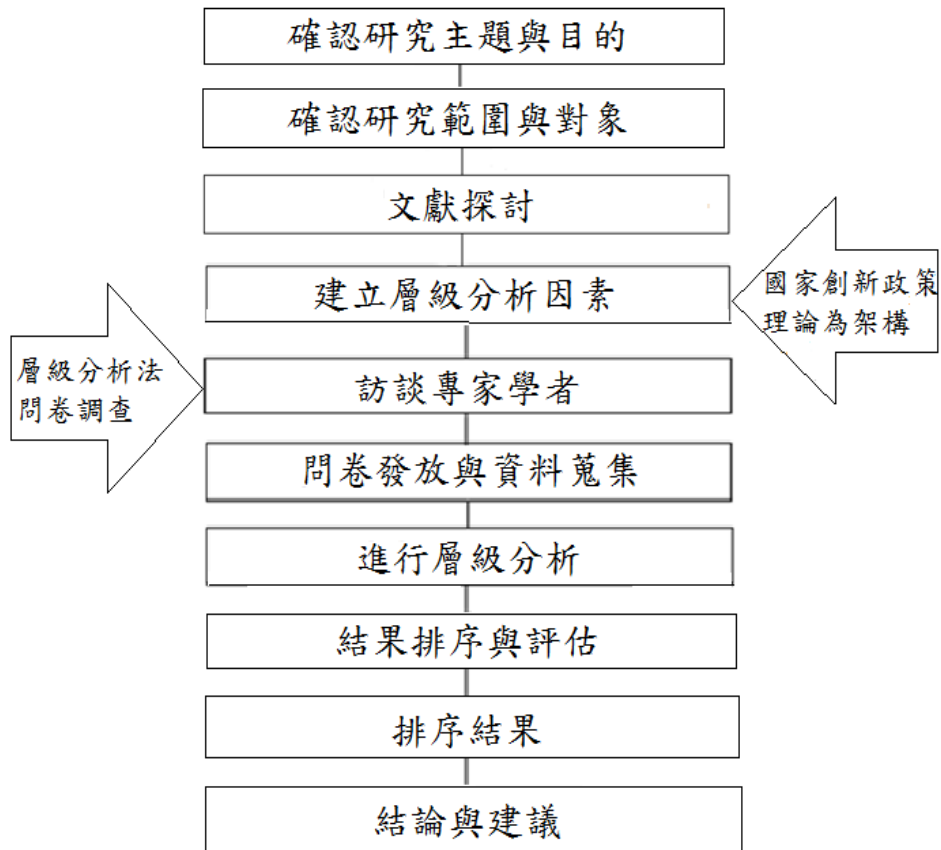
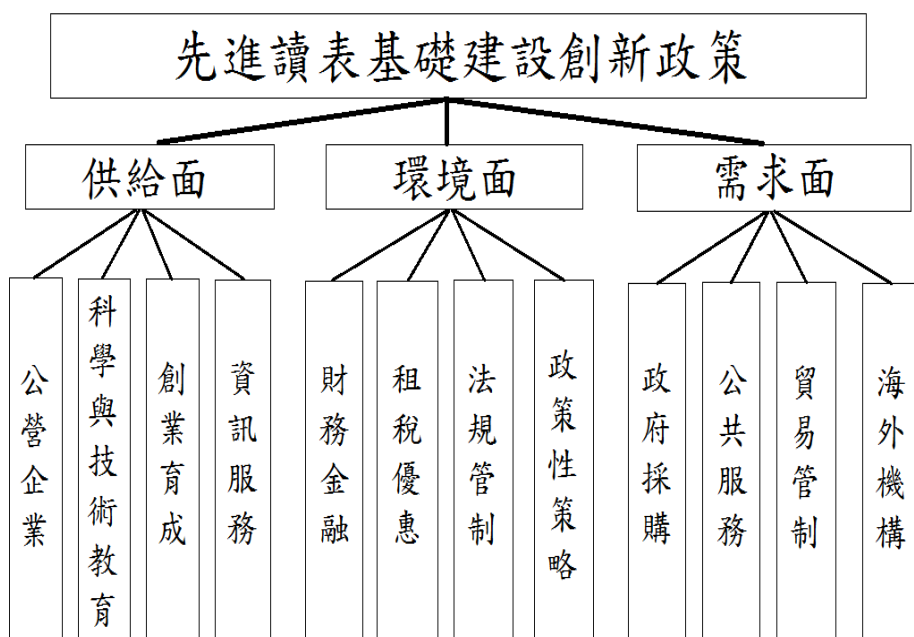


圖 4-1 研究流程

第二節 國家創新政策評估模式

一、研究架構

本層級架構分為三層，第一層為「AMI 創新政策」，第二層為政策分類，有「供給面政策」、「環境面政策」和「需求面政策」等三項，第三層依照第二層個因素分為十二項政策考量因素。



資料來源：Rothwell & Zegveld (1981)

圖 4-2 AMI 創新政策評估架構

二、供給面考量因素

(一)公營企業

政府透過公營企業率先實施新興技術，對於技術尚未成熟、有潛力而風險不明或是政府意圖扶植的產業，政府可引領公營企業先行投入，包含新興技術及研發的創新。待產業發展較成熟時，可尋求民間企業投資參與，或是進行技術移轉，以帶動該產業之發展。

(二)科學與技術教育

政府的教育政策影響人才的供給，也間接影響了高等教育的發展，這關係著人才品質與技術的優劣。透過高等教育、勞工訓練、科學研究中心或是工業技術研究機構，官產學的合作可使產業發展更健全，也是優秀人才的重要來源。

(三)創業育成

設立中小企業育成機構，提供新產業所需的空間、設備、技術或資金。

由政府輔導產業轉型，鼓勵民間企業參與新技術的開發，並藉產業育成機構所提供人才與設備，引領廠商進入政府意圖開發的產業。

(四)資訊服務

提供國內外產業發展資訊，透過圖書館、專業資料庫、產業市場及技術調查服務等資訊提供者，給與廠商國內外市場的最新資訊以及廠商間合作平台，以求降低廠商進入市場的經營風險。

三、需求面考量因素

(一)政府採購

政府對內採購可刺激國內需求，並訂定產品品質標準，促使廠商自行研發或引進新技術提高生產技術水平，達到扶植本國產業及增進就業之目的。政府對外採購則可與開發或引進新技術的廠商進行合作，鼓勵新技術的發展，也降低廠商獨自發展新技術的風險。

(二)公共服務

提供各項基本設施及公共服務，包含交通、水電、法規、外幣兌換、產業諮詢等，增加廠商投資及創新發展的意願。公共服務越完整，對於產業發展越有利。

(三)貿易管制

為保護本國特定產業之發展，利用進口限制措施避免國外產品傾銷，並保護國內產業的貿易管制措施，包含提高進口關稅、禁止進/出口、課徵特別稅等。

(四)海外機構

在海外設立官方或半官方機構，如：經濟部駐外商務單位、外貿協會等，這些機構協助本國產品與勞務的輸出、參展及促銷，以及協助廠商引進國外技術、原料進口，促進產業的發展。

四、環境面考量因素

(一)財務金融

金融環境的健全與否會直接或間接的影響新興產業的發展，新產業發展通常有融資上的困難。政府可協助籌措資金，或引導銀行對於政府意圖扶植之產業進行資金優惠條件之放貸。

(二)租稅優惠

政府藉由租稅優惠，鼓勵特定產業的發展，使產業容易籌措資金，設立據點，例如科學園區的設立、獎勵投資條例等，皆為政府策略性扶植產業的措施。

(三)法規管制

法規是健全市場的必要規範，政府制定法規保護智慧財產、專利、商標、營業秘密等不受侵害，或是規範商業行為以及訂定產品的檢驗標準，維護公共安全，並限制本國尖端技術外流，設法吸引外資設廠，以增強本國技術水平。

(四)政策性策略

對於政府意圖扶植的新興產業，在新技術發展過程中，政府透過產業政策，引領人才、技術和資金進入新興產業，訂定獎勵標準等策略性措施，鼓勵企業投入該產業，並強化產業上下游結構，追求規模經濟。

第三節 模糊層級分析法

在層級分析法在使用上，大致分為層級的建立與層級評估兩部分。層級分析法是匯集企業界與學術界的專家意見，將複雜的決策問題建構成一層級架構，交由專家學者逐層以成偶比對評估的方式，兩兩比較並以比例尺度(Ratio Scale)評估出各層決策因素相對於上一層級某決策因素的相對重要性，比較後建立比對矩

陣，然後以線性代數方法求得各決策因素之特徵向量(Eigenvector)，比較出層級決策因素的優先順序。之後檢驗成偶比對矩陣一致性(Consistency)的強弱，確定各層級決策因素的優先順序，決策者便可做為實際決策的參考。本研究的問卷資料以FAHP分析專家問卷，並根據計算結果，進行關鍵因素權重排序。

現實世界大多屬於模糊的環境，且人類的想法、認知...等多具有不確定之特性；模糊理論適合應用於不確定性與模糊性之資料，因此對於專家意見的主觀思維，具有較精確的衡量效果，加上準確性高，且能使用於多種決策分析上，故本研究在探討 AMI 創新政策關鍵因素時，將採用以 Buckley(1985)所提出之 FAHP 作為分析工具，在求得各關鍵因素之權重後，於 FAHP 資料的分析過程中，將以 Microsoft Office EXCEL 2010 計算之。本研究於 FAHP 的計算步驟如圖 4-3 所示：

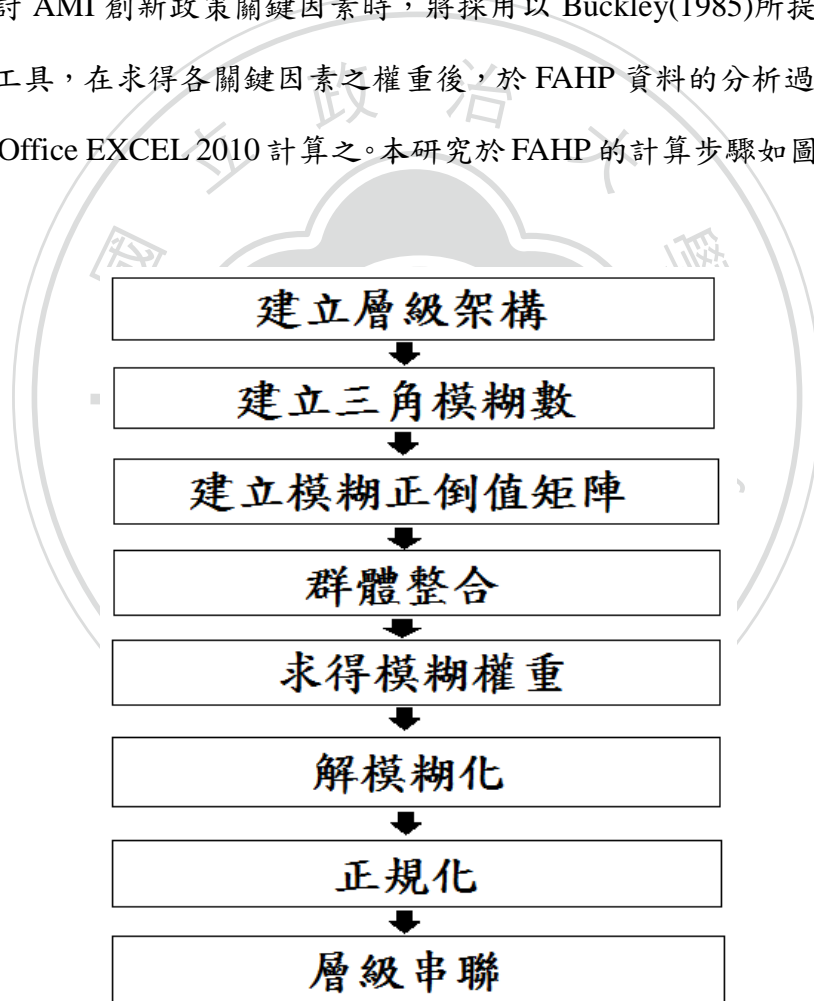


圖 4-3 模糊層級分析法計算步驟

資料來源：孫國豐(1995)

一、建立層級架構

針對研究問題，建立層級因素分析架構，此一部份可整合相關研究內容，並依照其相關性，建立層級。若整合後因素過多，可透過專家意見的蒐集處理方式，將因素加以增減或修改架構，以建立層級分析架構。

二、建立三角模糊數

模糊數的應用，Buckley (1985)是使用梯形模糊數，但由於實際應用中，梯形模糊數的計算較為繁雜，實用性也較低。為了簡化運算，將梯形模糊數簡化為三角模糊數，以三角模糊數來表示與整合專家意見。本研究使用之三角模糊數 $\tilde{A}=(l, m, r)_{L-R}$ ，其隸屬函數 $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ，如圖 4-4 所示。

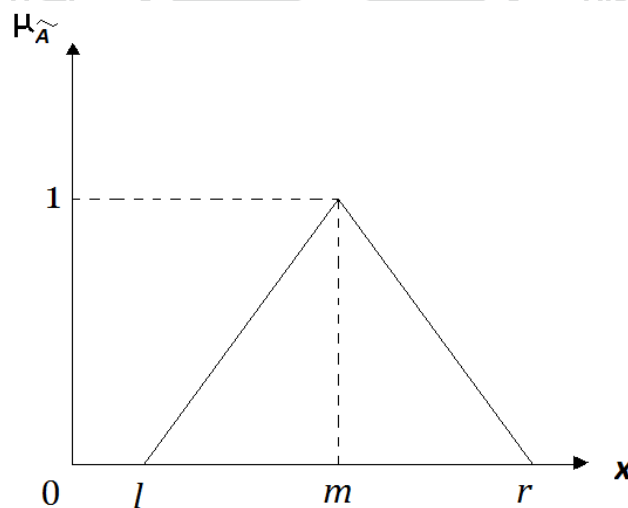


圖 4-4 三角模糊數隸屬函數

此三角模糊數 \tilde{A} 的隸屬函數亦可以下列數學式來表示：

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & , l \leq x < m \\ 1 & , x = m \\ \frac{r-x}{r-m} & , m \leq x < r \\ 0 & , \text{otherwise} \end{cases}$$

每一受測者進行因素相對重要程度比較後，三角模糊數左端隸屬度為 0 的點是所有受測者評估中最小的數；反之，右端隸屬度為 0 的點，是所有受測者評估中最大的數。至於隸屬度為 1 的點，是所有受測者評估的平均數。Buckley (1985) 則建議使用幾何平均數來運算，因為幾何平均數較不易受離散值的影響，亦可以增加因素判斷的一致性程度及精確度。

本研究透過專家針對各關鍵因素進行評估，然而專家的主觀判斷具有模糊性，因此使用模糊語意描述來使專家能充分表達評估數值，並運用三角模糊數表達每一語意評判值。本研究模糊語意採用的尺度為九點尺度，其模糊語意與所代表之模糊數如表 4-1 所示：

表 4-1 兩因素間重要性比較的模糊語意尺度

| 語意措辭 | 三角模糊數 |
|-------|---------------------|
| 同重要 | $\tilde{1}=(1,1,2)$ |
| 介於兩者間 | $\tilde{2}=(1,2,3)$ |
| 稍重要 | $\tilde{3}=(2,3,4)$ |
| 介於兩者間 | $\tilde{4}=(3,4,5)$ |
| 重要 | $\tilde{5}=(4,5,6)$ |
| 介於兩者間 | $\tilde{6}=(5,6,7)$ |
| 很重要 | $\tilde{7}=(6,7,8)$ |
| 介於兩者間 | $\tilde{8}=(7,8,9)$ |
| 超重要 | $\tilde{9}=(8,9,9)$ |

資料來源：孫國豐(1995)

三、建立模糊正倒值矩陣

由於傳統層級分析法具有主觀、模糊及不確定等特性，因此成對比較矩陣中每一原始數值以三角模糊數來表達受測者的評估模糊結果，即可建立模糊正倒值矩陣M。

$$M=[\tilde{M}_{ij}]$$

$$\tilde{M}_{ij}=(L_{ij},M_{ij},R_{ij}) \quad , \quad \forall ij=1,2,\dots,n$$

四、群體整合

有很多種不同處理方式來整合受測者評估結果，而本研究採用 Buckley(1985)建議之平均數法來整合三角模糊數 \tilde{m}_{ij} ，公式如下：

$$\tilde{m}_{ij}=(\tilde{m}_{ij}^1 + \tilde{m}_{ij}^2 + \dots + \tilde{m}_{ij}^N)^{\frac{1}{N}} \quad , \quad N \text{ 為受測者總數}$$

五、計算模糊正倒值矩陣的模糊權重

這步驟所指的模糊權重其實就等同於 Saaty(1980)傳統層級分析法中的特徵向量，Buckley (1985)建議計算模糊權重時，以列向量幾何平均法來操作，先求得三角模糊數 \tilde{m}_{ij} 的幾何平均數 \tilde{Z}_i ，再以下列算式求出模糊權重值 \tilde{W}_i 。運用幾何平均來計算除了可以得到模糊正倒值矩陣的模糊權重外，更可達到正規化的目的，計算公式如下：

$$\tilde{Z}_i=(\tilde{a}_{i1} \times \tilde{a}_{i2} \times \dots \times \tilde{a}_{in})^{\frac{1}{n}} \quad , \quad \forall i=1,2,\dots,n$$

$$\tilde{W}_i=\tilde{Z}_i \times (\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$$

六、模糊矩陣一致性檢定

傳統層級分析法資料分析所得到的 λ_{\max} ，等同模糊層級分析法中的 \tilde{m}_{ij} 。

因此，可以計算出 Saaty(1980)所提之一致性指標(Consistency Index；CI)，當使用 \tilde{m}_{ij} 所算出之一致性指標符合一致性檢定的要求 (CI<0.1) 時，進而可以推論模糊層級分析法計求得的結果也具一致性。

七、解模糊化

由於上述所計算出權重值為模糊權重值，需經過解模糊化的過程才能獲取各項關鍵因素之權重值，故本研究以 Mon&Chang (1994)所提出的公式，先將權重模糊數除模糊化。當權重之三角模糊數為 $\tilde{A}_{ij}=(L_{ij},M_{ij},R_{ij})$ 時，其解模糊權重值 dF_{ij} 的計算公式如下所示：

$$dF_{ij} = \frac{L_{ij} + 4M_{ij} + R_{ij}}{6}, \quad \forall ij=1,2,\dots,n$$

八、正規化

為方便比較各關鍵因素的重要性，故需將解模糊之權重值進行正規化過程，正規化權重值 NW_i 的計算公式如下所示：

$$NW_i = \frac{dF_{ij}}{\sum dF_{ij}}$$

九、層級串連

當各層級的評估因素已具一致性，且計算出各項關鍵因素的權重值後，就要進行層級的串連。算法是將次層級關鍵因素 i 的權重乘以上一層主層級相關因素權重，串連相乘後所得的百分比，即為此關鍵因素 i 之整體權重值。

十、關鍵因素排列

由以上步驟計算，便可得到層級串聯後的關鍵因素權重值，依此關鍵因素整體權重值高低進行排序，最後重要關鍵因素之排序即完成。

第四節 問卷設計與發放

一、問卷設計

本研究問卷根據文獻分析 Rothwell&Zegveld(1981)創新政策理論整合結構為，第一層主要政策「AMI 創新政策」；第二層政策構面分為「供給面」、「環境面」及「需求面」等三項；第三層政策工具考量因素則分為「公營企業」、「科學與技術教育」、「創業育成」、「資訊服務」、「財務金融」、「租稅優惠」、「法規管制」、「政策性策略」、「政府採購」、「公共服務」、「貿易管制」及「海外機構」等十二項。其詳細內容如附錄一。

二、抽樣設計

本研究根據國家創新政策設計，提供學者專家、AMI 相關產業高階主管及相關部分政府官員做為問卷對象。學者專家名單主要來自經濟部能源局網站及台灣智慧電網產業協會所列之專家學者人才庫；產業界的問卷抽樣對象來自國內 AMI 相關產業之專業研究員以上職位人員；相關部門政府官員則包括經濟部能源局、台灣電力公司、原子能委員會等。

三、問卷發放

問卷主要以電子郵件、電話訪問及面訪等方式進行。有關問卷回收與結果分析在第五章研究結果詳述之。

四、信度與效度檢定

本研究應用模糊層級分析法，採取一致性指標與一致性比率來檢驗其結果是否合理，求出過程如前面章節所敘述，其結果具有信度。而本研究的問卷內容及架構，經由文獻探討並進行專家問卷調查，有專家學者的審定，其結果具有效度。



第五章 研究結果分析

本章節根據第四章研究設計所建立之層級架構，將問卷回收後的結果，進行歸納、整理，運用電腦軟體求出各項權重值及一致性檢定，並分析問卷結果。

第一節 問卷回收結果

本研究問卷主要以電子郵件、電話訪問及面訪等方式進行。本次問卷發放後，共回收有效樣本十七份，有效回收率為百分之六十。表 5-1 為本研究問卷發放的樣本數與回收有效樣本數的分布狀況：

表 5-1 問卷發放及回收統計

| 問卷對象類別 | 機構/單位 | 抽樣數目 | 有效樣本數目 |
|--------|-------------------------------|------|--------|
| 學術界 | 大專院校 工業研究院 資策會 綠能研究所 | 10 | 7 |
| 產業界 | 智慧電表製造及 相關設備供應商 | 9 | 6 |
| 政府相關單位 | 經濟部能源局 台灣電力公司 | 9 | 4 |
| 合計 | | 28 | 17 |

資料來源：本研究整理

第二節 各層級結果分析

本節依據第四章研究設計第三節之資料分析方法，將回收之有效問卷，運用 Buckley (1985) 提出之模糊層級分析法，依照層級架構將填答結果依序求出統計運算，並進行問卷結果分析，求得個關鍵因素之權重值。

問卷結果使用 Microsoft Office EXCEL 2010 進行運算，先將問卷逐份整理出

三角模糊數，建立各層級之模糊正倒值矩陣，進行群體整合，求出三角模糊數之幾何平均，再將各層級之模糊權重求出，進行一致性檢定，確認計算結果符合一致性後，進行層級串連，將三個政策構面與十二項政策工具考量因素依照權重值逐層排列順序，得到 AMI 創新政策關鍵因素之權重排序。

一、模糊權重之結果

AMI 創新政策關鍵因素之主層級為三項政策構面：供給面、環境面與需求面，表 5-2 所示為主層級之模糊權重值。

表 5-2 主層級政策構面之模糊權重值

| 政策構面 | 三角模糊數之幾何平均 | | | 模糊權重值 | | |
|------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 供給面 | 0.92587 | 1.05458 | 1.62868 | 0.31621 | 0.31861 | 0.31834 |
| 環境面 | 1.17389 | 1.32197 | 2.00487 | 0.40091 | 0.39939 | 0.39187 |
| 需求面 | 0.82825 | 0.93340 | 1.48261 | 0.28287 | 0.28199 | 0.28979 |

資料來源：本研究整理

AMI 創新政策關鍵因素之次層級為十二項政策工具考量因素，包含在供給面層級下的公營企業、科學與技術教育、創業育成與資訊服務；以及在環境面層級下的財務金融、租稅優惠、法規管制與政策性策略；還有在需求面層級下的政府採購、公共服務、貿易管制與海外機構等。其模糊權重值分別依政策構面如下表 5-3、表 5-4 及表 5-5 所示。

表 5-3 次層級供給面之模糊權重值

| 供給面 | 三角模糊數之幾何平均 | | | 模糊權重值 | | |
|---------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 公營企業 | 0.91251 | 1.08824 | 1.62888 | 0.24267 | 0.24504 | 0.25040 |
| 科學與技術教育 | 0.50805 | 0.58804 | 0.87517 | 0.13511 | 0.13241 | 0.13453 |
| 創業育成 | 0.67915 | 0.79224 | 1.21232 | 0.18061 | 0.17839 | 0.18636 |
| 資訊服務 | 1.66055 | 1.97242 | 2.78866 | 0.44160 | 0.44414 | 0.42869 |

資料來源：本研究整理

表 5-4 次層級環境面之模糊權重值

| 環境面 | 三角模糊數之幾何平均 | | | 模糊權重值 | | |
|-------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | |
| 財務金融 | 0.63385 | 0.74534 | 1.09587 | 0.15910 | 0.15863 | 0.16345 |
| 租稅優惠 | 0.38477 | 0.44131 | 0.63294 | 0.09658 | 0.09392 | 0.09440 |
| 法規管制 | 1.64972 | 1.96312 | 2.76246 | 0.41409 | 0.41782 | 0.41202 |
| 政策性策略 | 1.31557 | 1.54864 | 2.21336 | 0.33022 | 0.32961 | 0.33012 |

資料來源：本研究整理

表 5-5 次需求面之模糊權重值

| 需求面 | 三角模糊數之幾何平均 | | | 模糊權重值 | | |
|------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | | | |
| 政府採購 | 1.23589 | 1.45383 | 2.11280 | 0.29094 | 0.28809 | 0.29145 |
| 公共服務 | 2.12587 | 2.54923 | 3.57661 | 0.50045 | 0.50515 | 0.49338 |
| 貿易管制 | 0.40899 | 0.47338 | 0.70249 | 0.09628 | 0.09380 | 0.09690 |
| 海外機構 | 0.47710 | 0.56998 | 0.85724 | 0.11231 | 0.11294 | 0.11825 |

資料來源：本研究整理

二、解模糊權重值、正規化權重值與權重排序

AMI 創新政策關鍵因素之主層級為三項政策構面：供給面、環境面與需求面，表 5-6 所示為主層級之解模糊權重值、正規化權重值與權重排序。

表 5-6 主層級政策構面之權重值

| 政策構面 | 解模糊權重值 | 正規化權重值 | 權重排序 |
|------|---------|--------|------|
| 供給面 | 0.31803 | 31.79% | 2 |
| 環境面 | 0.39839 | 39.82% | 1 |
| 需求面 | 0.28388 | 28.37% | 3 |

資料來源：本研究整理

AMI 創新政策關鍵因素之次層級為十二項政策工具考量因素，包含在供給面層級下的公營企業、科學與技術教育、創業育成與資訊服務；以及在環境面層級下的財務金融、租稅優惠、法規管制與政策性策略；還有在需求面層級下的政府採購、公共服務、貿易管制與海外機構等。其解模糊權重值、正規化權重值與權重排序，分別依政策構面如下表 5-7、表 5-8 及表 5-9 所示。

表 5-7 次層級供給面之權重值

| 供給面 | 解模糊權重值 | 正規化權重值 | 權重排序 |
|---------|---------|--------|------|
| 公營企業 | 0.24554 | 24.53% | 2 |
| 科學與技術教育 | 0.13427 | 13.41% | 4 |
| 創業育成 | 0.18120 | 18.10% | 3 |
| 資訊服務 | 0.43987 | 43.94% | 1 |

資料來源：本研究整理

表 5-8 次層級環境面之權重值

| 環境面 | 解模糊權重值 | 正規化權重值 | 權重排序 |
|-------|---------|--------|------|
| 財務金融 | 0.15975 | 15.99% | 3 |
| 租稅優惠 | 0.09468 | 9.47% | 4 |
| 法規管制 | 0.41437 | 41.48% | 1 |
| 政策性策略 | 0.33005 | 33.04% | 2 |

資料來源：本研究整理

表 5-9 次層級需求面之權重值

| 需求面 | 解模糊權重值 | 正規化權重值 | 權重排序 |
|------|---------|--------|------|
| 政府採購 | 0.29055 | 29.05% | 2 |
| 公共服務 | 0.50006 | 50% | 1 |
| 貿易管制 | 0.09597 | 9.59% | 4 |
| 海外機構 | 0.11341 | 11.34% | 3 |

資料來源：本研究整理

三、層級串連

將層級串連後，求出各關鍵因素之相對總權重值，進行整體排序，如表 5-10 所示。

表 5-10 層級串連各關鍵因素之相對總權重值及整體排序

| 政策構面 | 政策工具考量因素 | 次層級權重值 | 層級串聯之相對總權重 | 整體排序 |
|-----------------|----------|--------|------------|------|
| 供給面 (31.79%) | 公營企業 | 24.53% | 7.79% | 6 |
| | 科學與技術教育 | 13.41% | 4.26% | 9 |
| | 創業育成 | 18.10% | 5.75% | 7 |
| | 資訊服務 | 43.94% | 13.97% | 2 |
| 環境面 (39.82%) | 財務金融 | 15.99% | 5.08% | 8 |
| | 租稅優惠 | 9.47% | 3.01% | 11 |
| | 法規管制 | 41.48% | 13.18% | 3 |
| | 政策性策略 | 33.04% | 10.50% | 4 |
| 需求面 (28.37%) | 政府採購 | 29.05% | 8.24% | 5 |
| | 公共服務 | 50% | 14.19% | 1 |
| | 貿易管制 | 9.59% | 2.72% | 12 |
| | 海外機構 | 11.34% | 3.21% | 10 |

資料來源：本研究整理

四、各層級之一致性檢定

本研究對每份問卷進行一致性檢定，確定有效問卷滿足 $C.R. < 0.1$ 之條件，接著檢定各層級成對比較矩陣是否符合一致性，結果如下表 5-11 和 5-12 所示。

表 5-11 主層級政策構面一致性檢定結果

| 政策構面 | 特徵向量 | λ_{max} | C.I. | C.R. |
|------|---------|-----------------|---------|---------|
| 供給面 | 0.29476 | 3.08816 | 0.04408 | 0.07346 |
| 環境面 | 0.39343 | | | |
| 需求面 | 0.31180 | | | |

資料來源：本研究整理

表 5-12 次層級政策工具考量因素一致性檢定結果

| 政策構面 | 政策工具考量因素 | 特徵向量 | λ_{max} | C.I. | C.R. |
|------|----------|---------|-----------------|---------|---------|
| 供給面 | 公營企業 | 0.23270 | 4.23671 | 0.07890 | 0.08767 |
| | 科學與技術教育 | 0.08948 | | | |
| | 創業育成 | 0.16288 | | | |
| | 資訊服務 | 0.51492 | | | |
| 環境面 | 財務金融 | 0.12954 | 4.23785 | 0.07928 | 0.08809 |
| | 租稅優惠 | 0.06661 | | | |
| | 法規管制 | 0.46431 | | | |
| | 政策性策略 | 0.33952 | | | |
| 需求面 | 政府採購 | 0.30919 | 4.25351 | 0.08450 | 0.09389 |
| | 公共服務 | 0.49387 | | | |
| | 貿易管制 | 0.09121 | | | |
| | 海外機構 | 0.10571 | | | |

資料來源：本研究整理

上述檢定結果顯示，本研究整體層級架構之一致性檢定 C.I. 值與 C.R. 值皆小於 0.1，表示本研究所得之問卷結果具有一致性，亦即專家意見整合可視為合理，並具有效度。

五、整體層級權重值之分析結果

(一) 政策構面之分析結果

根據問卷計算結果顯示，主層級三個政策構面的一致性比率(C.R.)小於 0.1，故本層級問卷內容符合一致性檢定，此計算結果具有效度。而政策構面中相對權重最重的是「環境面」，其次是「供給面」，最後是「需求面」。表示專家學者認為，影響台灣 AMI 創新政策的政策構面中，「環境面」政策最具影響力。但三者權重之末的需求面與權重最高的環境面只相差大約一成的比例，顯見專家意見差距不大，依照台灣 AMI 目前發展情況，應該

優先發展環境面相關政策，但是同時也不能過度忽略其他兩個政策構面的相關措施。政策構面各因素權重值排序，如下圖 5-1 所示。

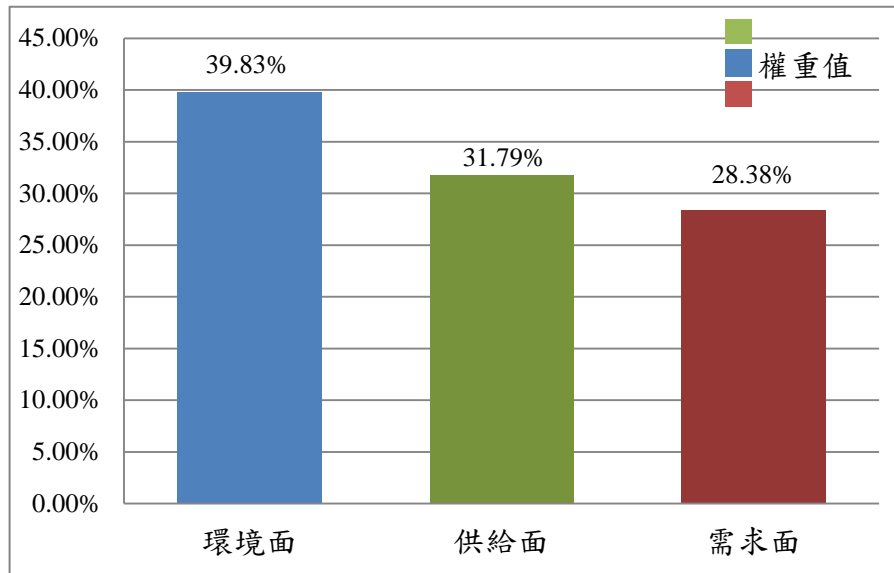


圖 5-1 政策構面各因素權重值排序

資料來源：本研究整理

(二)政策工具之分析結果

次層級十二項政策工具考量因素，按照主層級政策構面之權重排序來分別依序說明次層級內部權重排序結果，以及次層級政策工具考量因素之相對總權重排序結果。

1.環境面層級下之政策工具

在環境面層級下的政策工具考量因素有「財務金融」、「租稅優惠」、「法規管制」與「政策性策略」等四項。其中權重最重的是「法規管制」，有鑑於台灣相較其他國家發展 AMI 產業起步稍慢，專家學者們對於政府政策之期待較高，咸認訂定未來台灣發展 AMI 的相關法規以及管制條例相當重要，例如訂定產品標準或設置規範等，並且認為政府應運用補助、宣導或是引領等相關政策性鼓勵措

施，促進國內環境對於新技術的接受度，並提高 AMI 產業發展速度。相較之下，專家認為財務金融與租稅優惠兩因素重要性較低，原因可能在於台灣 AMI 產業還未成熟，加上主要是由台電公司進行實施 AMI 的佈建，對於一般引進新技術產業發展初期時，可能遭遇資金籌措之問題較不明顯的緣故。環境面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序，如圖 5-2 所示。

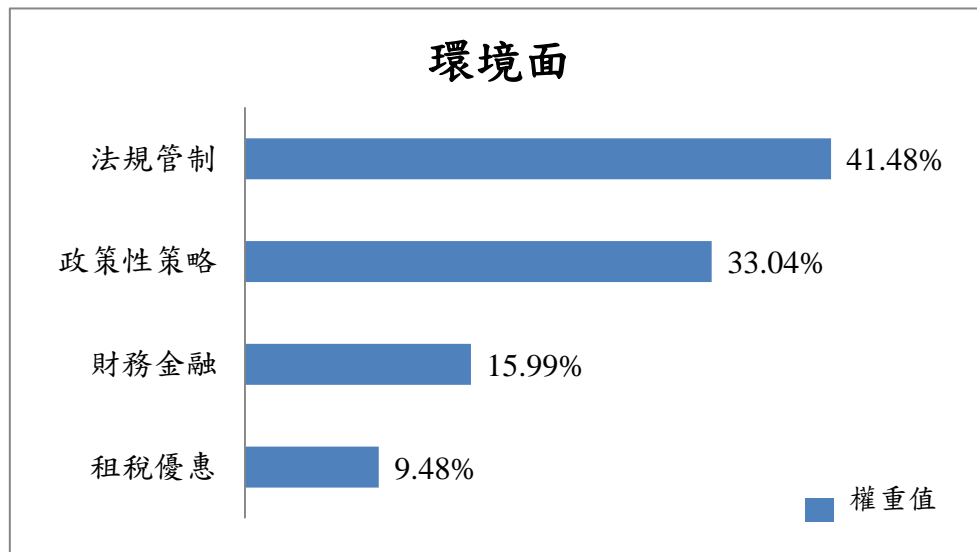


圖 5-2 環境面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序

資料來源：本研究整理

2. 供給面層級下之政策工具

在供給面層級下的政策工具考量因素有「公營企業」、「科學與技術教育」、「創業育成」與「資訊服務」等四項。供給面政策工具中，「資訊服務」的權重最重，表示專家學者認為政府應多提供 AMI 產業相關的發展資訊，例如定期舉辦產業論壇或是建立專業資料庫，提供國內外廠商技術及發展經驗之交流，促進產業效能提升。因為台灣 AMI 才起步不久，國內廠商及研究人員運用政府提供的產業相關資訊，學習國外 AMI 發展經驗或是得知國內技術資訊引進，都是

發展不可或缺的首項要素；而台灣 AMI 主要由台電公司實行設置，研究結果顯示也有部分專家表示公部門的引領使用也是很重要的，因此，我們可以推論，運用政府提供的產業資訊，再與政府合作示範計畫或是由政府主導進行產業發展，是比較合理的推展方式。創業育成和科學與技術教育兩項因素是供給面中權重最低的，可能因為台灣相關領域人才供給相對充裕，跟新興產業資訊比較，資源較充足所致。供給面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序，如圖 5-3 所示。

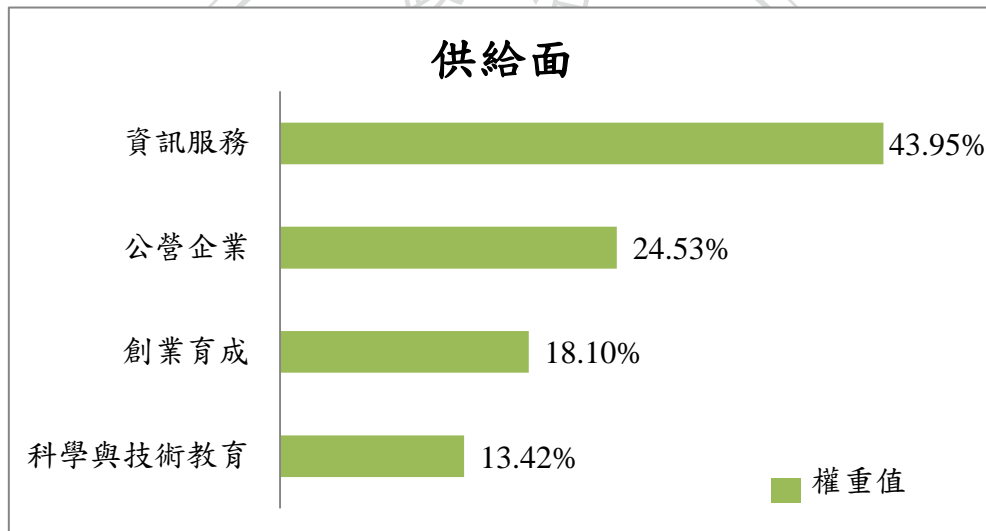


圖 5-3 供給面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序

資料來源：本研究整理

3.需求面層級下之政策工具

在需求面層級下的政策工具考量因素有「政府採購」、「公共服務」、「貿易管制」與「海外機構」等四項，當中排序為首的政策工具是「公共服務」，表示未來台灣在發展 AMI 產業時，比起政府採購來降低廠商開發新興技術的風險，或是政府介入來研發新技術，專家認為政府應優先提供各項基本建設硬體設備之公共服務。例如，

自來水與瓦斯公用事業也優先採用讀表的方式提升其服務品質。這也呼應了供給面政策工具中，權重最高的資訊服務考量因素。代表未來政府提供發展AMI時之周邊相關的軟體資訊或硬體資源，比政府直接介入技術開發還更急迫需求，但並不表示完全不需要政府介入技術層面，只是現階段應以提供公共服務的政策為優先考量。而目前台灣的AMI產業還處於發展初期，對於海外代理機構和國外貿易管制有關的政策，需求相對較低。需求面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序，如圖5-4所示。

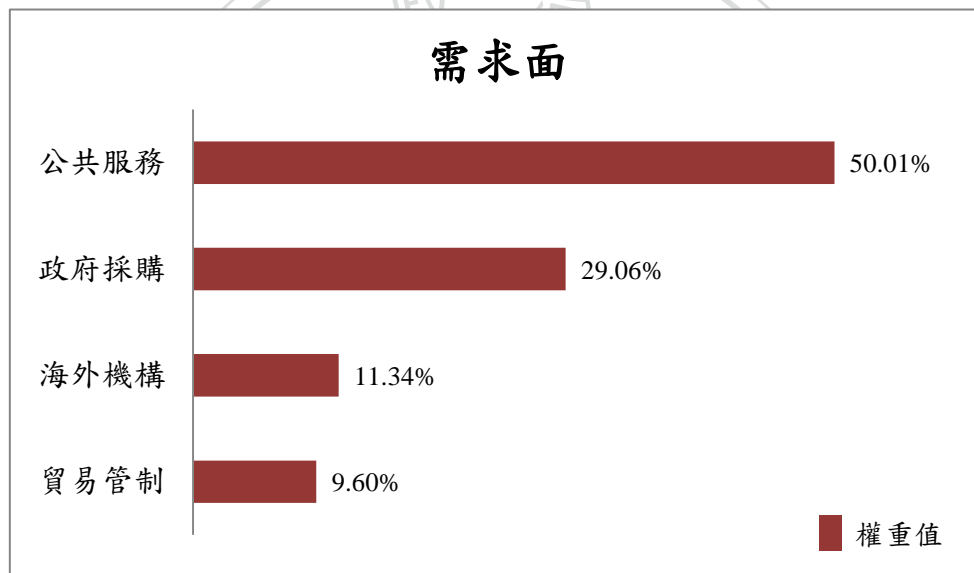


圖 5-4 需求面層級下之政策工具考量因素相對總權重值排序

資料來源：本研究整理

4. 整體次層級之相對總權重排序結果

根據次層級政策工具考量因素與其上層級的權重關係，經過層級串聯，求出整體十二項政策工具的相對總權重，並依照權重大小來進行排序，如圖5-5所示。

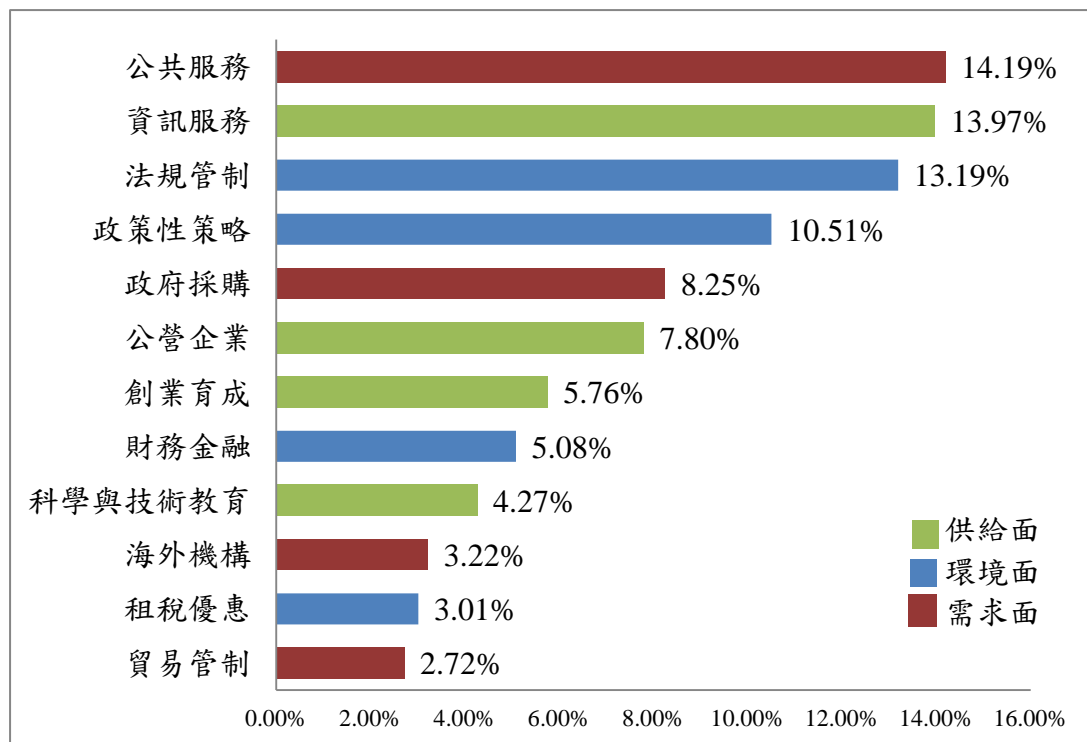


圖 5-5 次層級政策工具考量因素之相對總權重

資料來源：本研究整理

「公共服務」為十二項政策工具考量因素中最重要政策工具，表示專家學者認為台灣發展AMI產業時，政府應優先提供相關硬體基礎公共建設及諮詢等公共服務。因為光有AMI之佈建，其能創造之社會整體價值將有其侷限性，好比是「蛋黃」，尚有賴更為廣闊的基礎建設作為「蛋白」創新的附加價值。具體言之，AMI只是先進讀表之基礎建設，若在此基礎建設上佈建或推動更具相容性與互補性的分散式發電(distributed generation, DG)或分散式能源資源(distributed energy resource, DER)，也就是結合太陽能、風力發電、生質能、電動車、燃料電池等各種有助於台灣能源自主(因為這些再生能源都是不需要進口的在地能源)，這些公共服務若能由政府部門來優先加以推動或提供，例如；由所有公共新建築率先示範佈建，必能創造出市場第一波需求，待其初步成果展現之後必能產生「眼見為信」(seeing is believing)的「花

車效應」(wagon effect)。

次重要的政策工具是「資訊服務」，現階段台灣的AMI產業發展尚處於萌芽期，政府及相關產業機構舉辦AMI產業論壇，提供國內外廠商技術及發展經驗之交流，協助國內業者鏈結國際電力系統廠商，共同爭取智慧電表系統標案，促進產業效能提升。排序第三重要的政策工具是「法規管制」，我國國內資通訊產品具有完整產業供應鏈與低製作成本之優勢，但目前系統產品介面尚未有共通標準，技術與規格亦由國際大廠掌握。故政府應整合國內業者，制定能源管理系統之介面標準，降低系統整合成本，提升智慧電表佈建效益，以建立能源管理系統普遍應用之基礎。

而權重值最低的三項政策工具考量因素，分別為貿易管制、租稅優惠及海外機構，因這幾項因素對於現階段的台灣AMI產業而言，非屬急迫。

根據次層級相對總權重排序結果，三個政策構面下的政策工具各占了權重值前三名，而且數值相當接近，此前三項結果就占了總體權重的四成比例，表示三個政策構面之因素都是同等重要，缺一不可。且此排序結果與圖5-1表示的政策構面權重排序結果也相呼應，三個政策構面重要性雖有高低之分，但差距並不大。尤其就次層級各個因素的權重而言，需求面因素中的「公共服務」權重為所有次層級因素之首。換言之，主層級之權重順序，並不意味著最高權重主層級中各次層級之因素，絕對優於其他主層級內之次層級因素。表示政府發展AMI產業時，應以公共服務、資訊服務及法規管制為優先施行策略，而非單獨著重在單一面向。

第六章 結論與建議

第一節 研究結論

在永續發展議題被視為全球發展重要方向時，根據過去文獻資料顯示，再生能源或分散式系統之導入日益漸增，相對整個電力系統也因應此趨勢，將發展重點放於能源資通訊技術所支撐智慧電網建置與普及化。因此政府應加速 AMI 的推廣應用及佈建，然後逐步導入智慧電網示範系統之建置與佈署，以期達到永續節能的目標。

本研究蒐集各國 AMI 產業初級與次級資料，藉以瞭解主要先進國家的 AMI 產業發展經驗，及目前我國 AMI 相關產業的發展現況，透過整合學者專家對國家創新系統的看法之相關文獻，再根據 Rothwell & Zegveld(1981)國家創新政策理論建立本研究之基礎架構，建立模糊層級分析法之創新政策考量因素，再運用模糊層級分析法，針對國內 AMI 相關產、官、學人員進行專家問卷調查，並整理出各項政策因素的權重排序。透過專家問卷調查及權重排序結果，整理出影響 AMI 產業發展創新政策之關鍵因素，並根據問卷結果提出政策建議，作為未來政府施政方向之參考。

根據研究結論顯示主層級三項政策構面中相對權重最重的是「環境面」，其次是「供給面」，最後是「需求面」。表示專家學者認為，影響台灣 AMI 創新政策的政策構面中，「環境面」政策最具影響力。

各政策構面下之次層級內之權重排序如下：環境面層級內權重排序之順序是「法規管制」、「政策性策略」、「財務金融」及「租稅優惠」。有鑑於台灣相較其他國家發展 AMI 產業起步稍慢，專家學者們對於政府政策之期待較高，咸認訂定未來台灣發展 AMI 的相關法規以及管制條例相當重要；供給面層級內權重排序之順序是「資訊服務」、「公營企業」、「創業育成」與「科學與技術教育」。運用政府提供的產業資訊，再與政府合作示範計畫或是由政府主導進行產業發展，是比較合理的推展方式；需求面層級內權重排序之順序是「公共服務」、

「政府採購」、「海外機構」與「貿易管制」。專家認為政府應優先提供各項基本建設硬體設備之公共服務。

在層級串聯之後的十二項政策工具權重排序依序為「公共服務」、「資訊服務」、「法規管制」、「政策性策略」、「政府採購」、「公營企業」、「創業育成」、「財務金融」、「科學與技術教育」、「海外機構」、「租稅優惠」、「貿易管制」。根據次層級相對總權重排序結果，我們發現主層級之權重順序，並不意味著最高權重主層級中各次層級之因素，絕對優於其他主層級內之次層級因素。在本研究結果主層級政策構面之權重排序中，權重最重的為環境面，但就次層級各項政策因素的相對總權重而言，需求面中的「公共服務」相對總權重為所有次層級因素之首。三個政策構面下的政策工具各占了相對總權重值前四名，而且數值相差不遠，皆佔 10% 以上。且四者加總之權重超過 50%，表示政府發展 AMI 產業時，應以公共服務、資訊服務、法規管制及政策性策略為優先施行策略。

第二節 後續研究建議

本研究為首篇以模糊層級分析法評估 AMI 創新政策關鍵因素之研究，尤其是採用模糊層級分析法將 Rothwell & Zegveld(1981)國家創新政策理論之政策構面及政策工具，以比例(ratio)之精確方式，標示出 AMI 創新政策關鍵因素之權重。研究發現 AMI 的導入已是建立完整智慧電網架構之必然發展趨勢，如此才能進一步去達到節能減碳的永續發展目標。根據本研究之結果，提供一些建議給後續研究者參考。

由於本研究是採用國家創新政策理論來進行問卷設計，經過時間的變遷，後續研究可以考慮納入其他不同的因素，使結構更為豐富，或是對於問卷對象做改變，不在侷限於產官學之專家學者，例如可以更廣泛地針對電力用戶或一般民眾，進行問卷調查，使受訪類別多樣化，讓研究結果更中立。

參考文獻

中文部分

- 大前研一，2006，《創新者的思考》(謝育容，譯)，台北：商周出版社股份有限公司。(原著出版於2006年)
- 向宸蔚，2011，《應用層級分析法評估台灣燃料電池產業政策》，新竹：國立交通大學管理學院碩士在職專班科技管理組 碩士論文。
- 朱建華，2012，《智慧家庭節能資訊管理系統最佳化之整合研究：多目標基因演算法與層級分析法》，台中：國立中興大學資訊管理學系 碩士論文。
- 吳學良，2010，智慧電網對我國之機會與挑戰，行政院經濟建設委員會，檢索：<http://www.cepd.gov.tw/dn.aspx?uid=8425>
- 呂敏慧，2010，〈綠色新政(Green New Deal)的意義與課題〉，《經建會國際經濟情勢雙週報》，第1706期，頁5-15。
- 李信璋，2012，《智慧型電表(AMI)電表技術之實習》，台北：台灣電力公司 出國報告。
- 李遠哲，2014，李遠哲：獲得唐獎者須是開路者，財團法人唐獎教育基金會，檢索：<http://www.tang-prize.org/Publish.aspx?cnid=252&p=178>
- 林昭名，2008，《應用層級分析法於都會區既有自行車道改善評估之研究》，台中：逢甲大學交通工程與管理所 碩士論文。
- 林常平、陳貽評，2011，〈電網發展歷程與未來展望〉，《能源報導》，2011年9月號，頁5-7。
- 林虛白，2012，《以延伸性科技接受模型探討數位電視消費意願之研究》，台中：國立中興大學資訊管理學系 碩士論文。
- 胡太山，2003，《知識創新、產業聚群與區域發展：新竹高科技區域之發展論述》，台北：建都文化事業股份有限公司。
- 苗中聖，2012，《台灣ICT企業在智慧電網之競爭策略與機會分析》，台北：國立台灣科技大學管理研究所 碩士論文。
- 孫國豐，1995，《設備佈置問題應用模糊層級分析法之研究》，台南：國立成功大學工業管理研究所 碩士論文。
- 徐作聖，1997，〈國家創新系統之分析研究—台灣個人電腦產業之實證〉，中華民國科技管理研討會論文集，頁27-38。
- 徐作聖，1999，《國家創新系統與競爭力》，台北：聯經出版事業股份有限公司。
- 徐作聖、邱奕嘉、鄭志強，2003，《產業經營與創新政策》，台北：全華科技圖書有限公司。
- 徐村和，1998，〈模糊德菲層級分析法〉，《模糊系統學刊》，第4期，頁59-72。
- 翁興利，2004，《政策規劃與行銷》，台北：華泰文化事業股份有限公司。
- 張有恆，1998，《運輸計畫評估與決策—模糊理論之探討與決策》，台北：華泰文

- 化事業股份有限公司。
- 張景淳，2013，《我國電力供需平衡策略之權益分析》，台南：成功大學資源工程學系 碩士論文。
- 張雅婷，2008，《以多樣性觀點探討研究機構在國家創新系統的角色—以工研究院為例》，台中：靜宜大學國際企業學系研究所 碩士論文。
- 張嘉玲、陳明義，2009，〈綠色產業發展趨勢〉，《科學與工程技術期刊》，第 1 期，頁 11-17。
- 梁佩芳、何無忌、李東璟、陳祥雄、陳俊宇，2011，〈我國智慧電網之推動現況〉，《礦冶》，第 55 期，頁 17-34。
- 許士軍，1974，《管理:規劃與創新》，台北：地球出版社股份有限公司。
- 許志義，2003，《多目標決策》，台北：五南圖書出版股份有限公司。
- 許志義、許宏敏，1999，〈溫室效應與臺灣產業發展：多目標模糊規劃法之應用〉，《能源季刊》第 29 期，頁 51-64。
- 許志義、陳澤義，2003，《電力經濟學：理論與應用》，五版。台北：華泰事業股份有限公司。
- 許志義、顏海倫，2011，〈美國能源需求面管理政策探討〉。發表於「第四屆海峽兩岸能源經濟學術研討會」，杭州：浙江大學主辦，2011 年 10 月 21-23 日。
- 許炎豐、謝忠翰，2009，《智慧型電網之國際發展趨勢與規劃》，台北：台灣電力公司 出國報告。
- 陳文瑞，2011，〈智慧電網之 AMI 發展與應用〉，《NCP Newsletter》，第 28 期。
- 陳東弘、林政廷，2008，〈智慧型家庭能源管理系統之建構〉。發表於「第七屆離島資訊技術與應用研討會」，澎湖：國立澎湖科技大學資訊工程系主辦，2008 年 5 月 30-31 日。
- 陳宜仁，2005，《以系統觀探討工研院在台灣產業研發體系之角色》，新竹：國立交通大學管理科學研究所 博士論文。
- 陳信宏，2000，〈電信自由化對台灣經濟的影響〉，《經濟前瞻》，第 72 期。
- 陳國明，2012，《以層級分析法建構供應商評選模式-以新竹網通公司為例》，新竹：國立交通大學管理學院工業工程與管理學程 碩士論文。
- 黃鐵豪，2003，層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)的介紹與應用，檢索：<http://www.csie.ncnu.edu.tw>
- 經濟部能源局，2011，《我國 AMI 現況與智慧電網推廣策略報告》，台北：經濟部能源局 99 年度能源科技研究中心推動計畫。
- 經濟部能源局，2012，〈國際推動能源管理及智慧電網之基礎法制政策研析(二)〉，《能源資通訊系統應用技術推廣計畫》，頁 3-16。台北：經濟部能源局。
- 經濟部能源局，2012，《赴日本進行智慧電網技術與智慧電網示範驗證計畫研習出國報告》，台北：101 年行政院及所屬各機關出國報告書。
- 褚志鵬，2009，《層級分析法(AHP)理論與實作》，花蓮：國立東華大學企業管理學系 教學講義。

- 劉孟俊，2001，〈美歐國家創新政策推動機制及成效分析〉，《主要國家產經政策動態季刊》，第4期。
- 劉常勇，2005，國家創新體系，科技管理學習資料庫，檢索：
<http://www.cme.org.tw/itkm/>
- 劉鈺廷，2012，《預防黑洞攻擊之安全路由協定運用於智慧電表網路》，嘉義：國立中正大學工峻工程研究所 碩士論文。
- 潘晴財、朱家齊，2012，〈全球與我國智慧電網產業環境（政策、市場、產業與技術）趨勢與我國產業競爭優勢來源及策略建議分析報告〉，清華大學能源產業科技策略研究中心。
- 鄧振源、曾國雄，1989，〈層級分析法的內涵特性與應用(上)〉，《中國統計學報》，第27卷，第6期，頁5-22。
- 鄧振源、曾國雄，1989，〈層級分析法的內涵特性與應用(下)〉，《中國統計學報》，第27卷，第7期，頁1-20。
- 謝智宸，2010，〈智慧電網下我國電力負載管理制度之展望〉。發表於「中華能源經濟協會99年學術研討會」，台北：中華能源經濟協會主辦，2010年11月20日。
- 魏茂國，2009，〈全球節能減碳新風潮：智慧電表讓你聰明用電〉，《工業技術與資訊月刊》，第214期，頁3-6。
- 龔明鑫，2004，〈強化國家創新系統〉。發表於「行政院第二十四次科技顧問會議」，台北：台灣經濟研究院主辦，2004年10月17-21日。

英文部分

- Almeida, A., Fonseca, P., Schlomann, B., Feilberg, N., & Ferreira, C. (2006), "Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe," *International Energy Efficiency Domestic Appliances and Lighting Conference*.
- Archibugi, D., & Michie, J. (1996), "National Innovation Systems. A Comparative Analysis," *Research Policy*, Vol.25, Issue: 5.
- Balzat, M., & Hanush, H. (2004), "Recent trends in the research national innovation systems", *Journal of Evolutionary Economics*, Vol.14 ,pp.197-210.
- Belton, V., & Gear, T. (1983), "On a Short-Coming of Saaty's Method of Analytic Hierarchies," *Omega*, Vol.11, pp. 228-230.
- Buckley, J. J. (1985), "Ranking alternatives using fuzzy numbers", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.15, No.1, pp.21-31.
- Cooke, P. (2004), "The Role of Research in Regional Innovation Systems: New Models Meeting Knowledge Economy Demands," *International Journal Technology Management*, Vol. 28, No.3, pp.507-533.
- Drucker, P. F. (1985), "The Practice of Innovation", *Innovation and Entrepreneurship Practice and Principles*, Harper & Row, New York.

- Edquist, C. (2005), "Systems of Innovation: Perspectives and Challenges," in David C. Mowery, and Richard R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford : Oxford University Press.
- Freeman C. (1987), *Technology and Economic Theory Performance: Lessons from Japan*, Printer London.
- Gregor, O., Andrej, S., & Bojan, L., (2009), "Advanced Metering Infrastructure for Slovenia," *20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution*. Prague, Czech Republic.
- Harker, P. T. (1987), "Derivatives of the Perron Root of a Positive Reciprocal Matrix: With Application to the Analytic Hierarchy Process," *Applied Mathematics and Computation*, Vol.22, pp.217-232.
- Hsu, T.H. (1997), "Transportation Project Evaluations: A Fuzzy Measure AHP," *Proceedings of NSC*, Part C, Vol.7, No.1, pp.26-34.
- IEA (2003), *Cool Appliances — Policy Strategies for Energy Efficient Homes*, OECD.
- Jang, J.S.R. (1991), "ANFIS: adaptive network based fuzzy inference systems," *IEEE Transactions Systems, Man & Cybernetics*, Vol.23, pp.665-685.
- Laarhoven, P. J. M., & Pedrycz W., (1983), "A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.11, No.3, pp.229-241.
- Lee, A. R. (1999), *Application of Modified Fuzzy AHP Method to Analyze Bolting Sequence of Structural Joints.*, UMI Dissertation Service, A Bell & Howell Company.
- Lin, G.T.R., Shen, Y.C., Sun, C.C., & Yu, H.C. (2008), "Assessing National Innovation Policy: A Comparative Study", *Proceeding, GBATA Tenth Annual International Conference*, Madrid Spain (Best Awards).
- Lundvall, B.A. (1992), *National innovation system. Technical Change and Economic Theory*, Printer London.
- Metcalf, J. S. (1995), "Technology systems and technology policy in an evolutionary framework", *Cambridge Journal of Economics*, Vol.19, No.1, pp.25-46.
- Mon, D. L., C. H. Cheng, & J. C. Lin (1994), "Evaluating Weapon System Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process Based on Entropy Weight," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 62, pp.127-134.
- Mowery, D., & Oxley, J. (1995), "Inward Technology Transfer and Competitiveness: The Role of National Innovation Systems," *Cambridge Journal of Economics*, Vol.19, pp.67-93.
- Nelson, R., & Rosenberg, N. (1993), "Technical Innovation and National Systems. In: Nelson, R. (Ed.)," *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press, Oxford.
- Niosi, J., Saiuotti, P., & Bellon, B. (1993), "National Systems of Innovation: In

- Search of a Workable Concept,” *Technology in Society*, Vol.15, pp.207-227
- OECD (1997), *National Innovation Systems*, Paris
- OECD (1999), “Managing National Innovation Systems,” *Organization for Economic Co-operation and Development*, Paris.
- Patel, P., & Pavitti, K. (1994), The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems,” *STI Review*, No.14, OECD, Paris.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, The Free Press, New York.
- Rothwell, R. (1992), “Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s,” *R&D Management*, Vol.22, Issue 3, pp.221-240.
- Rothwell, R., & Zegveld, W. (1981), *Industrial Innovation and Public Policy: Preparing For the 1980s and The 1990s*, Westport: Greenwood Press.
- Schumpeter, J. A. (1911), *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung ueber Unternehmergeinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*, Berlin: Duncker und Humblot; translated by Redvers Opie, 1934 & 1963, *The Theory of Economic Development: an Inquiry into Profits, capital, credit, Interest and the Business Cycle*, Oxford: Oxford university Press.
- Thomas L. Saaty (1990). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority setting, Resource allocation*, RWS Publications, Pittsburgh.
- Thomas, L. Saaty (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw Hill.
- Tompros, S., Mouratidis, N., Draaijer, M., Foglar, A., and Hrasnica, H. (2009) “Enabling Applicability of Energy Saving Applications on the Appliances of the Home Environment,” *IEEE Network*, Vol. 23, No. 6, pp.8–16.
- Wacks, K., Ind, H., & Stoneham, M. (1991) “Utility Load Management Using Home Automation,” *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 37, No. 2, pp.168–174.
- Wood, G. (2003) “Dynamic Energy-Consumption Indicators for Domestic Appliances: Environment, Behaviour and Design,” *Energy and Buildings*, Vol.35, No. 8, pp. 821–841.
- Wu, Y., (2009) “Scientific Management - The First Step of Building Energy Efficiency,” *iciii*, Vol. 4, pp. 619-622.
- Zadeh, L.A. (1965), “Fuzzy Sets,” *Information and Control*, Vol. 8, pp.338-353.

附錄 層級分析法問卷

敬愛的學者專家您好：

素仰 台端在 AMI(Advanced Metering Infrastructure, AMI)相關領域與分析政策有精湛研究，敬邀您撥冗填答此份問卷。對於您的協助，無任感激。

本問卷旨在評選出台灣 AMI 創新政策之關鍵因素。此問卷經由文獻探討，歸納出台灣 AMI 創新發展政策的「三個政策構面」與「十二項政策工具考量因素」，期望藉由專家問卷調查，評選出適合台灣 AMI 創新政策的「關鍵因素」。

本問卷純為學術性問卷調查，專供研究分析之用，資料絕不對外公開或做其他商業用途。懇請您撥冗填答，感謝您的熱心協助，並請不吝賜教。

敬祝 安好

指導教授：許志義 博士
國立中興大學應用經濟研究所教授
國立政治大學經濟研究所兼任教授
研究生：梁玉琦 敬上
國立政治大學國家發展研究所
E-mail：pinklove0101@gmail.com

問卷填寫完畢後，請您於103年04月30日前回傳，謝謝您的配合與支持

本問卷包含四部分：第一部分、問卷說明；第二部分、政策三個構面重要性評比；第三部分、政策工具十二項考量因素評比；第四部分、受訪人基本資料。茲分述如下：

第一部分：問卷說明

本問卷採用模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process,FAHP)評選台灣 AMI 創新政策之考量因素。政策構面分為：「供給面」、「環境面」及「需求面」等三項；政策工具考量因素則有十二項。透過專家填答及量化方式，理出脈絡後，再進行綜合評估，以提供 AMI 相關政策擬定之參考。

1.1AMI 創新政策架構

| 主要政策 | 政策構面 | 政策工具考量因素 | 各考量因素之內容說明 |
|-------------|------|----------|--|
| AMI 創新政策 | 供給面 | 公營企業 | 政府引領公營企業率先投入產業，再扶植或移轉給民間企業，包含：公營事業的創新，公民營合作、產業活動合作等。 |
| | | 科學與技術教育 | 教育影響人才的供給及技術品質，故需透過高等教育、職業訓練，科學研究中心來推動進行。 |
| | | 創業育成 | 設立產業育成機構，輔導企業進入新興產業。 |
| | | 資訊服務 | 提供國內外產業發展資訊，資訊來源包含圖書館、舉辦產業論壇、建立專業資料庫等。 |
| | 環境面 | 財務金融 | 金融環境的健全會影響新興產業的發展，政府可協助籌措初期資金，或引導銀行給予產業資金放貸。 |
| | | 租稅優惠 | 鼓勵特定產業的發展，使得產業容易取得較優良的人才及資金的籌措，例如科學園區的設立、獎勵投資條例等。 |
| | | 法規管制 | 制定法規保護智慧財產、專利、商標、營業秘密等不受侵害，或是規範商業行為以及訂定產品的檢驗標準，維護公共安全。 |
| | | 政策性策略 | 在新技術發展過程中，政府透過產業規劃，引領人才、技術和資金進入新興產業。訂定獎勵標準、租稅優惠等策略性措施，鼓勵企業投入該產業。 |
| | 需求面 | 政府採購 | 政府對內採購可刺激國內需求，對外採購則可與開發或引進新技術的廠商進行合作。 |
| | | 公共服務 | 提供各項基本設施及公共服務，包含交通、水電、法規、外幣兌換、產業諮詢等。 |
| | | 貿易管制 | 保護國內產業的貿易管制措施，包含提高進口關稅、禁止進/出口、課徵特別稅等。 |
| | | 海外機構 | 在海外設立官方或半官方機構，如：經濟部駐外商務單位、外貿協會等。 |

參考資料來源：Rothwell and Zegveld.(1981)；Lin, G.T.R.(2008)

1.2 問卷填答範例

本問卷採取模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)問卷評量方式。評量尺度為 1 至 9，敬請兩兩比較，勾選各考量項目之相對重要程度。量表越偏左，表示左方相對越重要，越偏右，表示右方相對越重要，若至於中間(1:1)則效用性相等。

下列範例中有三項評比項，分別是左下的「供給面」，以及右下的「需求面」與「環境面」。若您認為「供給面」與「需求面」相比較，「供給面」的重要性程度大於「需求面」，且其重要程度為「極為重要」，就請在該欄下方空格打勾；若您認為「供給面」與「環境面」相比較，「環境面」的重要性程度大於「供給面」，且其重要程度為「頗重要」，就請在該欄下方空格打勾，依此類推。

「AHP 各考量項目之相對重要程度」填答範例

| 強度 政策構面 | 相對重要程度 | | | | | | | | | 強度 政策構面 |
|------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| | 絕對重要 | 極為重要 | 頗為重要 | 稍微重要 | 同等重要 | 稍微重要 | 頗為重要 | 極為重要 | 絕對重要 | |
| | 9:1 | 7:1 | 5:1 | 3:1 | 1:1 | 1:3 | 1:5 | 1:7 | 1:9 | |
| 供給面 | | V | | | | | | | | 需求面 |
| 供給面 | | | | | | | V | | | 環境面 |

第二部分：政策三個構面重要性評比

AMI 創新政策之「三個構面」如下：

1. 供給面

考量政策因素包含公營企業、科學與技術教育、網路與創業、資訊服務

2. 環境面

考量政策因素包含財務金融、租稅優惠、法規管制、政策性策略

3. 需求面

考量政策因素包含政府採購、公共服務、貿易管制、海外機構

| 強度 政策構面 | 相對重要程度 | | | | | | | | | 強度 政策構面 |
|------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| | 絕對重要 | 極為重要 | 頗為重要 | 稍微重要 | 同等重要 | 稍微重要 | 頗為重要 | 極為重要 | 絕對重要 | |
| | 9:1 | 7:1 | 5:1 | 3:1 | 1:1 | 1:3 | 1:5 | 1:7 | 1:9 | |
| 供給面 | | | | | | | | | | 環境面 |
| 供給面 | | | | | | | | | | 需求面 |
| 環境面 | | | | | | | | | | 需求面 |

第三部分：政策工具十二項考量因素評比

一、供給面政策工具考量因素如下：

1. 公營企業

政府透過公營企業率先實施新興技術，對於技術尚未成熟、有潛力而風險不明或是政府意圖扶植的產業，政府可引領公營企業先行投入，包含新興技術及研發的創新。待產業發展較成熟時，可尋求民間企業投資參與，或是進行技術移轉，以帶動該產業之發展。

2. 科學與技術教育

政府的教育政策影響人才的供給，也間接影響了高等教育的發展，這關係著人才品質與技術的優劣。透過高等教育、勞工訓練、科學研究中心或是工業技術研究機構，官產學的合作可使產業發展更健全，也是優秀人才的重要來源。

3. 創業育成

設立中小企業育成機構，提供新產業所需的空間、設備、技術或資金。由政府輔導企業轉型，鼓勵民間企業或個人參與新技術的開發，並藉產業育成機構所提供人才與設備，引領廠商進入政府意圖開發的產業。

4. 資訊服務

提供國內外產業發展資訊，透過圖書館、專業資料庫、產業市場及技術調查服務等資訊提供者，給與廠商國內外市場的最新資訊以及廠商間合作平台，以求降低廠商進入市場的經營風險。

| 強度 政策工具 考量因素 | 相對重要程度 | | | | | | | | | 強度 政策工具 考量因素 |
|--------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| | 絕對重要 | 極為重要 | 頗為重要 | 稍微重要 | 同等重要 | 稍微重要 | 頗為重要 | 極為重要 | 絕對重要 | |
| | 9:1 | 7:1 | 5:1 | 3:1 | 1:1 | 1:3 | 1:5 | 1:7 | 1:9 | |
| 公營企業 | | | | | | | | | | 科學與技術教育 |
| 公營企業 | | | | | | | | | | 創業育成 |
| 公營企業 | | | | | | | | | | 資訊服務 |
| 科學與技術教育 | | | | | | | | | | 創業育成 |
| 科學與技術教育 | | | | | | | | | | 資訊服務 |
| 創業育成 | | | | | | | | | | 資訊服務 |

二、環境面政策工具考量因素如下：

1. 財務金融

金融環境的健全與否會直接或間接的影響新興產業的發展，新產業發展通常有融資上的困難。政府可協助籌措資金，或引導銀行對於政府意圖扶植之產業進行資金優惠條件之放貸。

2. 租稅優惠

政府藉由租稅優惠，鼓勵特定產業的發展，使產業容易籌措資金，設立據點，例如科學園區的設立、獎勵投資條例等，皆為政府策略性扶植產業的措施。

3. 法規管制

法規是健全市場的必要規範，政府制定法規保護智慧財產、專利、商標、營業秘密等不受侵害，或是規範商業行為以及訂定產品的檢驗標準，維護公共安全，並限制本國尖端技術外流，設法吸引外資設廠，以增強本國技術水平。

4. 政策性策略

對於政府意圖扶植的新興產業，在新技術發展過程中，政府透過產業政策，引領人才、技術和資金進入新興產業，訂定獎勵標準等策略性措施，鼓勵企業投入該產業，並強化產業上下游結構，追求規模經濟。

| 強度 政策工具 考量因素 | 相對重要程度 | | | | | | | | | 強度 政策工具 考量因素 |
|--------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| | 絕對重要 | 極為重要 | 頗為重要 | 稍微重要 | 同等重要 | 稍微重要 | 頗為重要 | 極為重要 | 絕對重要 | |
| | 9:1 | 7:1 | 5:1 | 3:1 | 1:1 | 1:3 | 1:5 | 1:7 | 1:9 | |
| 財務金融 | | | | | | | | | | 租稅優惠 |
| 財務金融 | | | | | | | | | | 法規管制 |
| 財務金融 | | | | | | | | | | 政策性策略 |
| 租稅優惠 | | | | | | | | | | 法規管制 |
| 租稅優惠 | | | | | | | | | | 政策性策略 |
| 法規管制 | | | | | | | | | | 政策性策略 |

三、需求面政策工具考量因素如下：

1. 政府採購

政府對內採購可刺激國內需求，並訂定產品品質標準，促使廠商自行研發或引進新技術提高生產技術水平，達到扶植本國產業及增進就業之目的。政府對外採購則可與開發或引進新技術的廠商進行合作，鼓勵新技術的發展，也降低廠商獨自發展新技術的風險。

2. 公共服務

提供各項基本設施及公共服務，包含交通、水電、法規、外幣兌換、產業諮詢等，增加廠商投資及創新發展的意願。公共服務越完整，對於產業發展越有利。

3. 貿易管制

為保護本國特定產業之發展，利用進口限制措施避免國外產品傾銷，並保護國內產業的貿易管制措施，包含提高進口關稅、禁止進/出口、課徵特別稅等。

4. 海外機構

在海外設立官方或半官方機構，如：經濟部駐外商務單位、外貿協會等，這些機構協助本國產品與勞務的輸出、參展及促銷，以及協助廠商引進國外技術、原料進口，促進產業的發展。

| 強度 政策工具 考量因素 | 相對重要程度 | | | | | | | | | 強度 政策工具 考量因素 |
|--------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| | 絕對重要 | 極為重要 | 頗為重要 | 稍微重要 | 同等重要 | 稍微重要 | 頗為重要 | 極為重要 | 絕對重要 | |
| | 9:1 | 7:1 | 5:1 | 3:1 | 1:1 | 1:3 | 1:5 | 1:7 | 1:9 | |
| 政府採購 | | | | | | | | | | 公共服務 |
| 政府採購 | | | | | | | | | | 貿易管制 |
| 政府採購 | | | | | | | | | | 海外機構 |
| 公共服務 | | | | | | | | | | 貿易管制 |
| 公共服務 | | | | | | | | | | 海外機構 |
| 貿易管制 | | | | | | | | | | 海外機構 |

第四部分：受訪人基本資料

您的基本資料(請勾選)

1. 服務單位：政府機關 學者專家 企業人士 其他_____
 2. 您的職稱：_____
 3. 您於該領域服務的年資為：5年內 5~10年 10~15年 15年以上
 4. 您的其他建議事項：
-



問卷至此結束，萬分感謝您的填答!