

國立交通大學

科技管理研究所

碩士論文

台灣氫能儲存產業之策略性評估

**Assessing the strategic imperatives of the Hydrogen  
Storage Industry in Taiwan**

研究生：黃繼葦

指導教授：徐作聖 博士

中華民國九十八年六月

台灣氫能儲存產業之策略性評估

Assessing the strategic imperatives of the Hydrogen Storage  
Industry in Taiwan

研究生：黃繼葦  
指導教授：徐作聖 博士

Student : Chi-Wei Huang  
Advisor : Dr. Joseph Z. Shyu

國立交通大學  
科技管理研究所  
碩士論文



中華民國九十八年六月

# 台灣氫能儲存產業之策略性評估

研究生：黃繼葦

指導教授：徐作聖 博士

國立交通大學科技管理研究所

## 摘 要

本研究運用產業組合分析模式，透過技術成長曲線及產業價值鏈，區隔氫儲存產業之定位發展。在研究方法上採取文獻分析、專家訪談、專家問卷調查，佐以無母數統計方法以進行小樣本專家問卷之推論。

研究結果顯示，目前氫儲存產業定位如下，目前之產業技術成長曲線定位介於萌芽期及成長期之間，產業價值鏈上定位在研發，未來策略走向為具市場應用之成長期。此產業在世界各國也都尚未於萌芽期，許多技術瓶頸都有待突破，因此台灣氫儲存產業目前所需要的是技術支援與相關研究的輔助，在全球產業鏈完善前，提升位於此產業之地位。氫能儲存未來發展趨勢將從基礎研究邁向應用研究，故產業需以應用市場需求為導向，改善技術與產品，且各國政府亦須提出輔助之配套措施，如：規範標準、優惠補助等，達成產業發展之目標，為台灣尋找下一世代之明星產業。

根據產業創新需求要素與政策目標，並配合研究之統計分析，歸納出台灣若要發展氫儲存產業之具體推動策略，需加強如研究發展與技術知識、系統整合人才、訂立共同研發產品或應用技術之人才培育、籌辦跨領域學程的課程規劃。在智慧財產權方面，培養 IP 驗證測試、計價、應用推廣、專利申請等等後端之技術服務人員。在市場擴展方面，尋找需求量大與多元化的市場。資金支援上，應確保研究經費與長期發展資金的充足。將資源集中火力在產業正確的方向，如此才能與全球的大型企業競爭，台灣未來的走向是否能由代工的思維轉成產品的提供者，牽涉到創新需求要素的支援，倘若可以完備的提供各項輔助，儲氫產業的大道是台灣可以走的路。

關鍵字：氫能、氫能儲存、產業組合分析、產業創新需求要素、產業政策創新

# Assessing the strategic imperatives of the Hydrogen Storage Industry in Taiwan

Student: Chi-Wei Huang

Advisor : Dr. Joseph Z. Shyu

Institute of Management of Technology

National Chiao Tung University

## Abstract

This thesis reports on a portfolio analysis for the strategic development for Taiwan's Hydrogen Storage industry.

This thesis reports on developing a strategic assessment of the hydrogen storage industry, using a portfolio model to assess competitive and strategic requirements. The portfolio model entails a two-dimensional analysis, containing market s-curve (vertical axis) and the value chain (horizontal). Three research methods used for data collection are literature review, expert interview, and general survey.

Research results reveal that hydrogen storage industry is positioned at the burgeoning stage of the market s-curve, and also between the burgeoning region and the developing region of the value chain. Future prospects should be placed at the position of developing stage, and base on the developing region to move to mass-production region and application.

Future analysis leads to a conclusion that the most critical categories of policy instruments are "Full support to national innovation systems", "Government policies in support of industrial innovation", "Technology cooperation and integration", "Infrastructure development", "Cultivation of professional researchers" and "Financial support".

Key words : Hydrogen Energy, Hydrogen Storage, Industrial Portfolio Analysis, Innovation Policy, Industrial Innovation systems

# 目錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	vi
表目錄.....	vii
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究動機與目的.....	2
壹、研究動機.....	2
貳、研究目的.....	3
第三節 研究分析與步驟.....	4
第四節 研究架構.....	6
第五節 研究對象與限制.....	7
壹、研究對象.....	7
貳、研究限制.....	7
第二章 文獻探討.....	8
第一節 技術能力購面.....	8
壹、技術的定義.....	8
貳、技術能力的衡量.....	9
第二節 產業價值鏈.....	9
第三節 產業生命週期.....	11
壹、技術進步曲線.....	11
貳、技術成熟度.....	12
參、技術生命週期.....	12
第四節 競爭策略群組.....	15
壹、一般競爭策略區分的競爭群組.....	15
貳、產業構面區分的競爭群組.....	16
參、市場領導者準則區分的競爭群組.....	17
第五節 產業組合分析模式.....	20
第六節 產業發展模式與優勢理論.....	22
壹、產業競爭優勢理論.....	22
貳、產業發展階段模型.....	24
第七節 創新政策.....	25
壹、創新政策的基本理論.....	25
貳、產業政策工具.....	26
第八節 國家產業組合規劃.....	31
壹、策略性產業組合分析相關理論.....	31
貳、策略性產業組合分析規劃模式.....	32

參、政策規劃與分析模式.....	33
第三章 產業概況.....	35
第一節 產業介紹與定義.....	35
壹、氫能產業介紹.....	35
貳、儲氫(Hydrogen Storage)產業介紹.....	37
第二節 產業發展歷程與趨勢.....	39
壹、歷史沿革.....	39
貳、產業趨勢與技術目標.....	40
第三節 產業魚骨圖與價值鏈.....	42
壹、魚骨圖.....	42
貳、產業競爭優勢來源與領先條件.....	43
參、價值鏈.....	45
第四節 全球概況.....	46
第五節 各國產業概況.....	47
壹、美國.....	47
貳、歐洲.....	49
參、日韓.....	49
肆、中國大陸.....	50
第六節 台灣產業概況.....	51
第四章 理論模式.....	53
第一節 產業分析模式.....	53
壹、產業策略群組區隔定位.....	54
第二節 產業創新需求要素.....	54
壹、與研究發展相關的產業創新需求要素.....	55
貳、與研究環境相關的產業創新需求要素.....	56
參、與技術知識相關的產業創新需求要素.....	57
肆、與市場資訊相關的產業創新需求要素.....	59
伍、與市場情勢相關的產業創新需求要素.....	60
陸、與市場環境相關的產業創新需求要素.....	61
柒、與人力資源相關的產業創新需求要素.....	62
捌、與財務資源相關的產業創新需求要素.....	62
第三節 產業之政策組合分析.....	65
第四節 分析方法.....	68
壹、先遣性研究.....	68
貳、專家訪談.....	68
參、專家問卷.....	68
肆、度量與統計方法.....	69
伍、度量與統計方法.....	69
第五章 研究結果.....	70
第一節 問卷基本資料.....	70

壹、樣本描述.....	70
貳、信度(Cronbach' s Alpha).....	70
第二節 產業之創新需求要素重要性及環境配合度分析.....	71
壹、氫儲存產業目前發展狀況.....	71
貳、氫儲存產業未來發展狀況.....	74
第三節 產業組合定位分析與政策工具.....	77
第四節 產業政策組合分析.....	80
第五節 產業所需之具體政府推動策略.....	83
第六章 結論與建議.....	87
第一節 結論.....	87
壹、研究結論.....	87
貳、具體推動策略.....	88
第二節 後續研究建議.....	89
參考文獻.....	90
附錄.....	93
附件一 創新需求要素問卷.....	93
附件二 問卷樣本.....	99



## 圖目錄

圖 1	本研究步驟	5
圖 2	本研究架構	7
圖 3	Porter 之價值鏈	10
圖 4	細分的產業價值鏈	11
圖 5	技術採用生命週期模型	13
圖 6	Porter 的競爭策略群組	15
圖 7	產業構面的四大競爭策略群組	16
圖 8	策略性產業選擇分析模式	21
圖 9	鑽石結構模式	23
圖 10	Kotler 的國家競爭力分析模式	24
圖 11	國家政策影響產業模式	25
圖 12	創新過程與政策工具的作用	30
圖 13	策略性產業選擇分析模式	32
圖 14	國家產業組合分析	33
圖 15	技術後進國家產業組合分析模式	33
圖 16	氫能使用概念	35
圖 17	氫能產業流程圖	36
圖 18	儲氫技術分類樹狀圖	38
圖 19	儲氫材料分布圖	39
圖 20	各國產業發展趨勢	40
圖 21	未來技術發展目標	42
圖 22	儲氫產業魚骨圖	42
圖 23	儲氫產業價值鏈	45
圖 24	2006 - 2012 年氫能源廠房和設備的投資預測	47
圖 25	美國能源部對氫能投入的研發資金	48
圖 26	美國氫能產業發展目標	48
圖 27	韓國氫能產業發展時程	50
圖 28	台灣儲氫材料發展時程	52
圖 29	氫儲存產業目前創新需求要素重要度及其配合程度	72
圖 30	氫儲存產業未來創新需求要素重要度及其配合程度	75

## 表目錄

表 1	技術演進特徵表	12
表 2	產業技術發展三階段之特性	14
表 3	策略群組之營運分類準則	19
表 4	政府政策工具的分類	28
表 5	目標設定-儲氫技術	41
表 6	產業競爭優勢來源	43
表 7	產業競爭領先條件	44
表 8	台灣廠商或機構發展概況	52
表 9	氫儲存產業分析矩陣	54
表 10	氫儲存產業創新需求要素組合關聯表	63
表 11	氫儲存產業創新需求資源	65
表 12	創新政策工具與產業創新需求資源關聯表	66
表 13	政策工具與產業創新需求要素關聯表	66
表 14	樣本分布狀況	70
表 15	個別構面之信度分析表	70
表 16	目前氫儲存產業環境配合度分析	73
表 17	未來氫儲存產業環境配合度分析	76
表 18	台灣氫儲存產業之產業定位與未來五年發展方向	78
表 19	台灣氫儲存產業目前定位所需之 IIRs.	78
表 20	台灣氫儲存產業未來定位所需之 IIRs.	79
表 21	台灣氫儲存產業環境配合顯著不足之政府政策工具 (目前狀況)	80
表 22	台灣氫儲存產業環境配合顯著不足之政府政策工具(未來五年)	82

# 第一章 緒論

## 第一節 研究背景

二十世紀初，以工業電氣化、交通運輸自動化兩大潮流為代表的第二次工業革命，以及以機械化耕作、大量應用化學肥料、殺蟲劑等為代表的農業革命相繼展開。煙囪林立的工廠、汽車川流不息的公路、大量機械化的農田成為當今世界現代化的標誌，也成為後起國家發展現代化踏光而行的指引。

但是大規模工業化帶來了一系列的惡果，人類本身首當其衝，成為直接的受害者。在率先工業化的國家中，汙染成為威脅人類健康的殺手，地球的生態環境也由於開發手段的不當而日益惡化，因此人類開始提出並關注「永續發展」之概念。

永續發展是一種主要從環境和自然資源角度出發，關於人類長期發展的戰略和模式，希望結束長期以來發展經濟與保護環境及資源，兩造相互對立的觀點，並明確指出兩者應當可相互連繫和互為因果的。

綜合上述，永續發展除了環境保護外，更包含經濟發展、國家安全等議題，期望實現人類福利可維持或綿延不絕之目標。

若以宏觀角度來看，以下幾種原因將促使新能源的發展：

1. 蘊藏有限。作為人類賴以生存且必不可少的能源，常是許多戰爭的焦點，甚至左右戰爭的進程與結果，所以在化石燃料蘊藏量有限，且集中在少數國家下，各國期望發展新能源確保供應無虞，鞏固國家安全。
2. 亟待發展。過量開發任何一種能源都會對環境造影響，其中非再生能源，如：煤、石油、天然氣等傷害更為嚴重，而這幾項能源又是現今最主要的燃料來源，因此發展新能源以改善環境破壞情形，刻不容緩。
3. 社會進步。能源是人類賴以生存和社會進步的重要物質基礎，更與社會文明程度息息相關。
4. 經濟命脈。人類社會對能源的需求，首先反應為發展經濟所需求。相同地，能源促進人類社會進步，首先表現為促進經濟的發展。

「氫能」具備轉換效率高、燃料來源多元化之特質，加上總能源使用效率高達 70%。此外，氫燃料電池汽車發展趨勢強勁、發電系統市場比例廣大、移動電源市場深具潛力，使其為各式新能源中最具未來發展性。以宏觀角度來看，儲氫產業位居整個氫能產業的中游，因此扮演著上下游橋樑的角色，且儲氫產業本身可以切割出不少元件或產品，所以具有一定的市場潛力。若從微觀來看，儲氫技術非常多元，但現今並沒有確立共同的標準，更提供廠商提早投入之誘因，試圖

成為產業中先進並成功者。

如何使產業升級將是一項艱鉅的任務，不但各國政府的需大力協助民間科技與研發機構也要能夠整合，因此，跨領域的知識橫向擴散，及技術縱向的交流更是不可或缺的要素。適時選擇策略性的產業振興策略與規劃，是產業持續發展的重要憑藉。但問題是：面對不同產業的策略及競爭需求，政府該如何選擇其政策工具來有效地平衡國內的產業發展？過去台灣憑藉的是低成本的製造，與產業技術的模仿與改良，但政府的政策該如何修正其思維模式，以因應知識經濟時代的全球競爭？

近年來台灣許多產業面臨中國與印度企業的崛起與挑戰，又，金融危機造成歐美各國經濟嚴重受創，全球需求大幅下降，保護主義在各國重新萌芽，使小市場與出口為主之國家受到影響。因應之道，除了轉型為高附加價值產業外，政府規劃產業振興方向，以開發新興產業是燃眉之急。產業振興方案是全面性的，包括技術面、人才面、政策面、法律面及市場面，方案的執行更需集思廣益，以期符合台灣產業的真正需求。

我國過去幾年積極推動「兩兆雙星」產業，但伴隨著世界各國對於環境保護意識的崛起，各國簽訂京都議定書。繼半導體與 TFT LCD 之後，我國對於能源必須投入更多心力。近幾年來，無論在傳統、電子和服務等各式產業，綠色經濟都扮演著關鍵的角色。因此，許多人士都認為二十一世紀將是屬於「綠色」的世紀。為此，各國對能源市場未來成長潛力皆寄予厚望，並積極的大規模投入，以推動其能源產業之發展。

而氫能相關的產業尚未成形，我國在此產業亦透露不少隱憂，首先在關鍵材料的開發上，我國目前的能力尚相當的薄弱，加上特定材料需要特定稀少的原料，我國並無蘊藏，增加研發上之阻礙；此外，由於技術相對不成熟，國內廠商在經濟規模與獲利穩定性的考量下，大舉投入之意願並不高，造成我國在材料的發展更難有突破性的發展；再者，成本、安全性、技術仍為滿足消費者需求和產業垂直整合度高等狀況，此些困境與難題若無法克服，亦將危及我國儲氫業長遠的發展。

## 第二節 研究動機與目的

### 壹、研究動機

在全球競爭環境中，產業發展對於國家競爭優勢影響甚鉅。尤其對於必須在國際市場上競爭的國家產業而言，政府行動佔有重要的關鍵地位，但政府可運用的人力、物力與財力有限，如果能透過完善的新興產業組合分析及策略分析，將

有限的資源投入於最具成效的區隔中發展，並積極透過各種經濟、政治與法規的調整，便能逐漸引導產業向前邁進。

但產業在不同的發展階段下，因競爭目標與本身條件的不同，對於資源與政策的需求也有所差異，故應首先分析台灣產業特性、全球競爭情勢、及科技資源等因素，來訂定台灣未來產業最具競爭力之產業組合，並積極利用適當的政策工具來推動這些策略性產業組合的發展。

## 貳、研究目的

技術萌芽期的產業，因主流規格尚未出現，故競爭的技術規格及廠商眾多，造成產業與技術發展的不確定性高；再加上台灣廠商的營運規模較小，勢必無法負擔巨額的研發費用與承擔過高的風險，因此政府的政策支援便顯得格外重要。隨著科技的日益複雜與快速變化，政府的產業政策也必須具備靈活與彈性，以因應產業環境的不同而給予最適時、適當的政策支援。國家未來產業的規劃應依照產業特性、國家科技資源與國際比較優勢來做一個均衡的設計。

為了規劃均衡的產業組合，本研究採用了國內學者徐作聖（1999）所發展的國家投資組合模式理論而改良的「產業組合」（Industrial Portfolio）分析模式。其形成的產業組合分析模式，可訂定出國家級的產業組合規劃建議方案、產業之發展策略以及執行所需之條件。

本研究目的在於分析台灣儲氫產業發展策略思維，並建議政府應有之創新政策實施方案。以產業創新與國家政策的角度，探討台灣儲氫產業在產業技術能力與全球產業價值鏈的定位。分析的項目包括了儲氫產業現在及未來之定位區隔、所需的創新資源要素，以及政府所應配合之政策類別。綜而言之，本研究之具體目標如下：

1. 分析台灣儲氫產業目前的產業定位、未來發展願景與策略
  - 目前競爭情勢、策略定位與發展策略。
  - 未來（五年）競爭情勢、策略定位與發展策略。
2. 分析儲氫產業之創新需求資源與要素
  - 目前發展所需創新需求資源與要素。
  - 未來（五年）發展所需產業創新需求資源與要素內容。
  - 探討重要但目前整體環境不足之要素。
3. 建構儲氫產業所需之創新政策（包括產業政策以及科技政策）與政府推動策略
  - 根據創新需求資源與要素，規劃目前振興產業所需之創新政策與政府推動策略。

本研究期望能彙整台灣產官學研各界專家之意見，並比較政策工具與執行機制，針對儲氫產業技術之特性，提出具體可行方案，並分析最適的政策形成與執行機制，並希望能提供政府與廠商，在從事儲氫產業政策規劃執行與發展時作為參考。

### 第三節 研究分析與步驟

本研究利用完整的產業分析與政策分析模式，設計出發展產業所需策略與機制。主要研究步驟如圖 1 所示，研究內容分別說明如下：

1. 以「全球產業之價值鍊」、「策略群組」為區隔變數，利用產業組合分析模式，定位出目前產業各技術領域(產品或市場)所處之區隔及未來發展方向。
2. 利用創新需求資源明確定義發展各區隔所需之競爭優勢來源。
3. 根據創新需求要素之構面，利用專家問卷、專家訪談與統計分析，評估目前台灣環境之現況，探討創新需求要素為重要但目前台灣環境明顯不足者，作為產業發展策略之參考。
4. 結合產業政策與科技政策，建構出完整的十二項創新政策工具，並進一步釐清各政策工具與創新資源之關係。
5. 根據產業現況，分析不同政策工具所需之具體執行策略。
6. 根據創新資源與政策工具之聯結關係，推論發展「重要且明顯不足」要素，政府具體可行之策略。

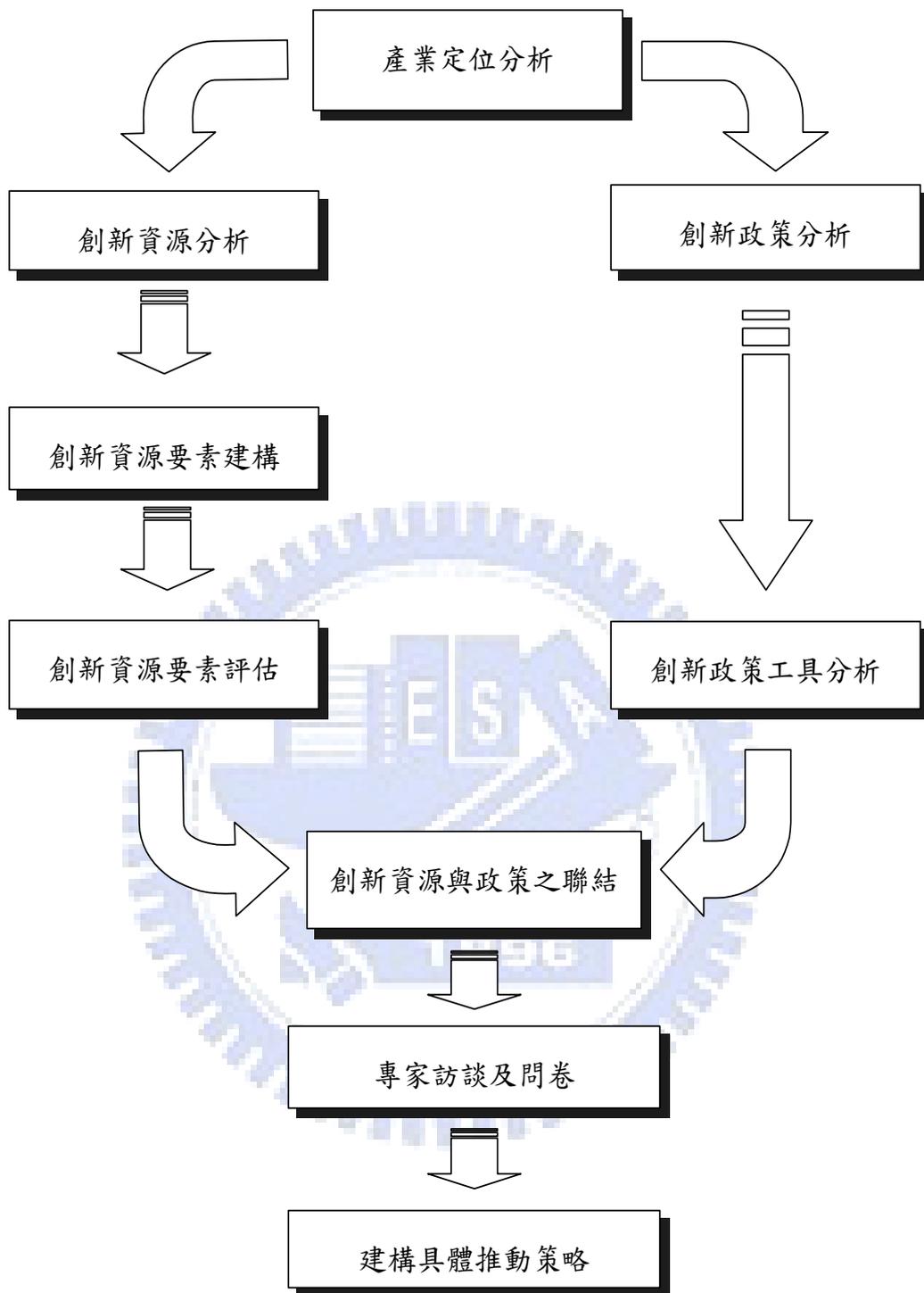


圖 1 本研究步驟

## 第四節 研究架構

本研究架構乃透過產業組合分析模式，利用產業價值鏈及策略群組，對儲氫產業進行分析。並由產業定位與未來發展方向，探討產業發展所需之創新政策；另一方面則由產業發展所需之創新需求資源與創新要素的配合程度，分析產業發展環境不足之處，並藉由相關創新政策加強改善。

綜合兩方面的分析，針對台灣儲氫產業之組合模式，就市場面、競爭面、技術面做定位之分析，再依據不同之策略定位，分析其創新需求與發展策略之關連性，並配合學者專家之訪談及問卷，確認理論與實際之一致性，完成台灣儲氫產業之創新政策研究。此外，利用文獻資料與專家訪談意見，深入分析該模式矩陣中每一區隔所需之競爭優勢來源（創新需求要素），以評估產業在特定區隔中策略經營之方向與需求。最後，透過專家訪談、專家問卷與計量統計的方法，確認本研究的定位與產業創新需求要素的擬定。；研究架構如圖 2 所示。

操作細節分述如下：

1. 透過蒐集國內外相關產業資訊、研究報告，以分析整理出目前產業發展概況、技術能量及未來可能發展趨勢。
2. 藉由文獻回顧，了解過往分析模型之優劣，以及相關研究之成果，而發展出較適合的研究模型與完整的策略建議。
3. 決定產業組合分析模式與相關產業分類群組的初步架構後，本研究將進行全面性的專家訪談，訪談對象主要針對我國儲氫國家型計畫之規劃單位人員，並輔以執行該計畫的相關學術單位研究者，以及儲氫產業之負責人。筆者亦根據儲氫產業目前及未來五年的發展狀況，設計出一評量問卷，藉此衡量此一領域之產業創新需求要素之重要程度，以及目前我國在此領域之產業環境支持度充足與否。
4. 統計分析方面，本研究採取三點度衡量方式，以便受訪專家作答。首先，每份問卷中各創新要素重要性選項之作答 - [很重要]為 2；[需要]為 1；[無關緊要]為 0；第二、將個別領域中之所有問卷之該項目取重要程度平均，作為權數；第三、每份問卷中各創新要素台灣資源支持程度選項之作答 - [足夠]為 1；[不足]為 0，作為基數；第四、將各領域中，各問卷選項之取平均，所得值若大於 0.5 者認定為資源充分領域，低於 0.5 者則視為非資源充分領域。

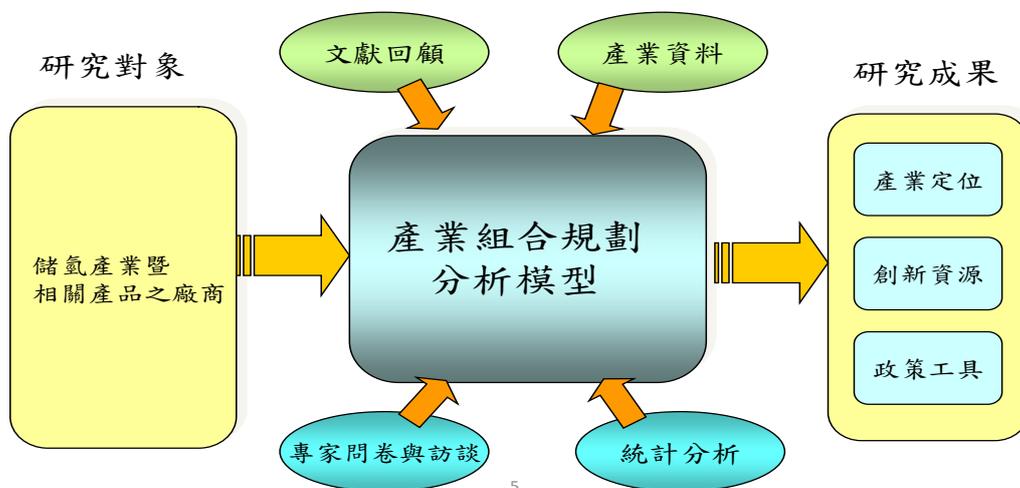


圖 2 本研究架構

## 第五節 研究對象與限制

### 壹、研究對象

本研究之主題為「台灣儲氫產業創新政策與產業組合分析」，氫能產業分為上游製氫、中游儲存和傳送、以及下游應用，本研究著重在儲氫部分，但因為產業專業分工程度不高，所以亦涵蓋凡有儲氫產品廠商。

### 貳、研究限制

本研究主要有以下的三項限制：

1. 本研究蒐集國內外眾多資料以力求完整，而儲氫產業目前相對不成熟，是故整體資料與其他產業相比不甚完善。
2. 本研究目的在於分析台灣儲氫產業技術能力，與產業價值鏈之產業組合，過程與方法上採用專家意見，文獻整理與專家問卷，並經過有母數與無母數統計之檢定，但專家意見與問卷上可能發生之偏差仍必然無法避免。
3. 本研究在樣本數上屬於小樣本研究，各個專家學者在看法與觀點上或許會有主觀認定的現象產生，此亦為本研究的限制。本研究亦已力求全面性之訪問，遍及國內代表性之廠商、學術、政府所屬研究單位等。

## 第二章 文獻探討

本章根據研究目的與研究架構，回顧並分析與本研究產業組合分析模式相關之文獻，並回顧生技農業產業分析的相關研究，以作更進一步探討，茲分述如下：

### 第一節 技術能力購面

一般對於技術的定義，多囿於生產技術之範疇，亦即技術係生產要素之一。然而，有些學者認為現今技術不只存在於產品或製程等硬體知識，更存在於組織的管理制度與市場的開拓方法等軟體知識當中。對於管理學者而言，技術普遍被認為是策略性資產，因為技術可以改變產業結構與競爭優勢，形成競爭策略中的重要力量。但技術本身為長期累積且為無形的差異化知識，很難用具體的指標來衡量技術能力，因此如何分析判斷技術能力，便成為許多學者研究的課題。本節主要以兩部分來回顧文獻，首先釐清技術的定義，並進一步探討如何衡量技術能力。

#### 壹、技術的定義

有關技術的定義，Daft & Lengel (1986) 認為技術是將投入轉換為組織性產出的知識、工具或技巧等綜合性描述<sup>[1]</sup>。Robock & Simmonds (1983) <sup>[2]</sup>則認為除了前述的轉換外，還應加入據以運用及控制組織性產出的各項內、外在因素。Kast & Rosenzweig (1985) <sup>[3]</sup>則補充認為技術次系統中應包含機器設備、電腦、工具、佈置、程式、方法、程序、資訊處理等之知識或技巧。

Sharif (1988) <sup>[4]</sup>同樣認為將特定投入資源轉化為所欲產出間的所有主要活動，都可稱為技術，因此技術不僅可包含轉換過程中所需使用的有

---

[1] Daft, R.L, Lengel, R.H., “ Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design”, Management Science, 32-5, pp.554-571, May, 1986.

[2] Robock, S.H & Simmonds, K., International Business and Multinational Enterprises, Homewood, I11: Richard D. Irwin Inc. 3/e, pp.460, 1983.

[3] Kast, F. E., Rosenzweig, J. E., Organization & Management: A System and Contingency Approach, pp.208-210, 1985.

[4] Sharif, M. N., “Basis For Techno-Economic Policy Analysis “, Science & Public Policy, 15- 4, pp.217-229, Aug 1988.

形工具、設備，亦包含為有效使用這些工具、設備所需具備的相關知識。

Souder (1987) [5]則認為技術可以不同程度的形態如以產品、製程、型式、樣式或概念存在，或可以在應用、發展或基礎等階段存在，因此技術應包含機器、工具、設備、指導說明書、規則、配方、專利、器械、概念及其他知識等。因此他認為任何可增加人們知識或 Know-how 者，均可稱為技術。

## 貳、技術能力的衡量

關於技術能力的比較衡量，以國家之間的相互比較，一般均以： $(\text{專利註冊件數} + \text{技術貿易總額} + \text{技術密集製品輸出額} + \text{製造業附加價值額}) \div 4$ ，來做為衡量的基礎[6]。然而，僅以少數構面衡量容易產生偏差，故 Sharif 為解決此問題，認為應由組成技術各成份來衡量，並將技術視為四部份：

1. 生產工具及設備 (Technoware)：包含全部實體設施，如儀器、機器設備與廠房等。
2. 生產技術與經驗 (Humanware)：包含所有將投入轉換為產出的必要能力，如專家知識、熟練程度、創造力與智慧等。
3. 生產事實與資訊 (Inforware)：包含所有過去累積的經驗與資訊，如設計、客戶資料、規格、觀察、方程式、圖表與理論等。
4. 生產的安排及關聯 (Orgaware)：包含轉換過程中所有必要的安排，如分組、分派、系統化、組織、網路、管理與行銷等。

## 第二節 產業價值鏈

「價值鏈 (Value Chain)」的概念最早是由 Porter 提出，其觀念是將企業的經營活動切割為由投入到產出一系列的價值創造活動 (value-creating activities)。流程中的每個活動，都會到最終產品的價值具有貢獻，企業依賴這些附加價值的增加，藉由交易的過程而達成與外部資源互換的目的。企業的所有活動，都可被歸納到價值鏈 (圖 3) 中，價值活動依技術與策略來區分可進一步分為「主要活動」和「支援活動」兩大類。

---

[5] Souder, W.E. Managing New Product Innovations, Lexington Books, pp.217-220, 1987.

[6] 蘇俊榮 (1998)，「產業組合與創新政策之分析-以台灣積體電路產業為例」，國立交通大學什麼所碩士論文

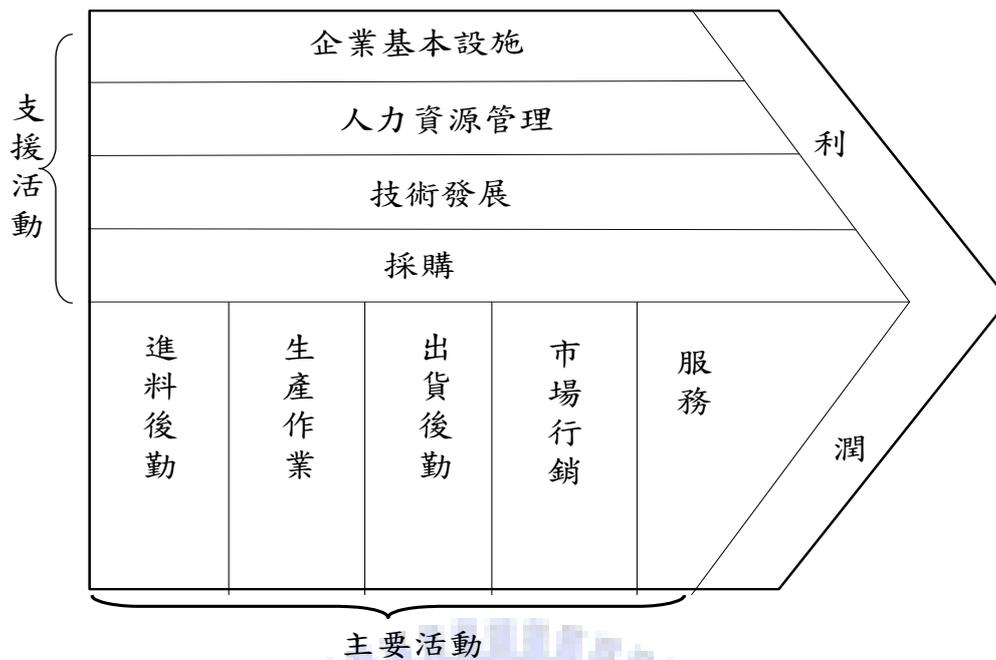


圖 3 Porter 之價值鏈

資料來源：Porter (1985)。

- 主要活動：涉及產品實體的生產、銷售、運輸、及售後服務等方面的活動，只對最終產品組合有直接貢獻者。包含：購入後勤(Inbound Logistics)、生產作業(Operation)、出貨後勤(Outbound Logistics)、行銷與銷售(Marketing and Sales)、服務(Service)五項。
- 支援活動：藉由採購、技術、人力資源及各式整體功能的提供，來支援主要活動並相互支援，分為採購(Procurement)、技術發展(Technology Development)、人力資源(Human Resource Management)、企業基本設施(Firm Infrastructure)四種。

任何產業都是由一連串的「價值活動」所構成。企業除了企業系統本身組成的價值鏈外，其與外部相連結之組織，如上、下游廠商之個別價值鏈，乃構成更完整之價值鏈，Porter 稱之為價值系統(Value System)。

國內學者司徒達賢則認為此價值系統有可成為產業價值鏈(Industrial Value Chain)。價值系統是以上、下游之垂直結構來切割產業價值鏈，整個產業價值鏈乃由上游供應商價值鏈、中游企業價值鏈、下游通路價值鏈以及顧客價值鏈所組成，價值系統中的各個部分大多由一個廠商或是某個廠商內的事業單位構成，每個廠商或事業單位內部仍以其內部價值鏈活動建構而成。但司徒達賢認為若就策略上的意義而言，產業價值鏈必須作更細的分割，使企業能更深入瞭解產業價值鏈中附加價值創造的過程以及活動的來源，以利企業對應投入的價值鏈活動作策略性之選擇。

細分的產業價值鏈會隨產業而有所不同，但一般來說，細分式的產業價值鏈大致上可切割成研究發展、零組件製造、製程技術、品牌、廣告、推銷與售後服務等，在細分的產業價值鏈(圖 4)之下，企業能較明確地區分價值鏈活動之配

置，以及明瞭各個活動所創造附加價值的大小，以企業目前所處之產業價值鏈定位，是否可能以垂直整合之方式介入其他的價值鏈活動，以取得該部分所創造的附加價值，或是在既有產業價值鏈上策略地加入創新性的價值鏈活動，以改變目前產業價值鏈之結構，形成策略上的競爭優勢。

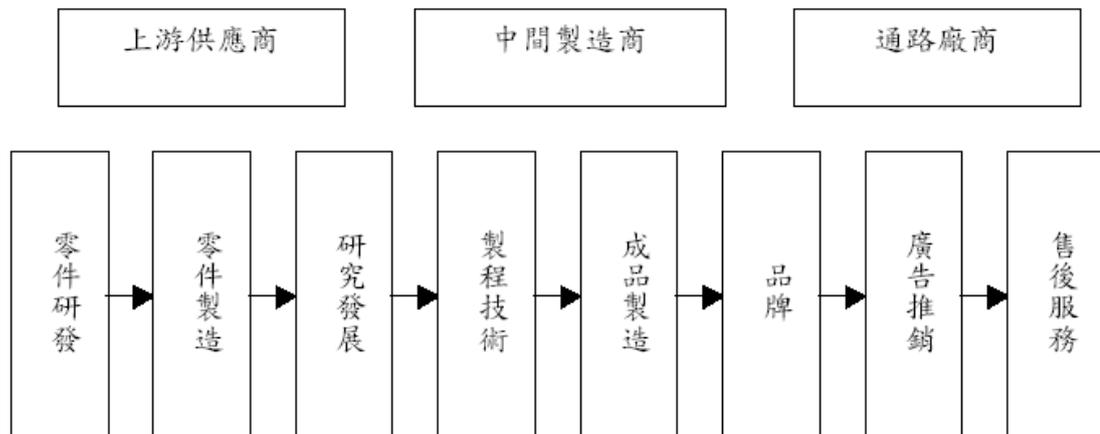


圖 4 細分的產業價值鏈

資料來源：司徒達賢（1994）。

### 第三節 產業生命週期

經濟成長的基礎可以說是建立在不斷的技术進步之上，技術改變是影響產業演進的重要因素之一，依一般理論而言，技術的變化會造成產業結構與形態的改變，因此我們可以從技術變化的動態過程來了解產業的演化。一般有關技術演進的研究大致可歸納三類，分別是技術進步的 S-curve、技術成熟度與技術生命週期。

#### 壹、技術進步曲線

有關技術變化，O' brien 最早提出技術發展呈現 S-curve，並分為四階段的主張，O' brien 認為以在技術上投入的經費、參與研發工作的人數、出版品的數量來做衡量技術進步的指標，則隨著時間的演進，技術的進步則有技術發明或概念、快速成長、統合與成熟等四階段。此種技術環境的變化，可以影響產業發展產品的方式與資源分配的策略。Forest（1982）提出，S-curve 可應用於決定產業對於技術之研發強度及由舊有技術轉換為新技術的時機，使企業在競爭上獲得成功。因此企業應利用 S-curve 進行核心技術轉換，並利用技術生命週期曲線的概念來協助企業了解產業環境在曲線上所處的位置，並探討如何應用 R&D 來縮短技術差距與解決技術上的問題。

## 貳、技術成熟度

在技術成熟度方面，ADL（1981）依技術績效指標達到飽和的程度，將技術成熟階段分為萌芽期、成長期、成熟期與老化期等四階段，其認為技術成熟度可決定產業成熟度、科技政策與產品差異化的機會。而 Ketteringham & White(1984)則認為技術的發展，開始主要是高度不確定及少數參與者之基本研究，經過高生產力之成長期而達到進展極小的成熟期，形成一生命週期。

## 參、技術生命週期

有關技術生命週期的觀念，可依照技術滲透的狀況，亦即技術被應用於生產之普遍程度，將技術分為技術發展、技術應用、應用萌芽、應用成長、技術成熟與技術衰退等六階段，做為技術發展的指引，探討在技術生命週期不同階段，產品發展與技術發展的關係，促使管理者建立技術組合來發展企業合適的策略。

表 1 技術演進特徵表

技術發展	此階段主要是指對於明顯價值的基礎研究，開始進行應用研究
技術應用	此階段主要是將技術具體應用在產品上，也就是一般所謂的萌芽期。
應用上市	此階段主要是指產品開始出現在市場上。
應用成長	產品開始依市場的需求做局部性或漸進性的改變。
技術成熟	在眾多廠商的競爭下，市場趨於成熟，技術的價值開始下降，企業的競爭重點在於利用製程來降低產品成本。
技術衰退	在此階段，產品本身已成為陳舊式樣，銷售量成長衰退，技術與產品僅有少部份的改變。

資料來源：蘇俊榮（1998）。

另一種生命週期的理論，是在 1950 年代末期，根據一項關於不連續創新的相關調查報告，所推導出來的模式，Moore(1998)利用不同階段的消費群體分佈導引出新的思維模式，如圖 5 採用技術生命週期所示。

技術採用生命週期有兩個函數，第一種是版圖衝擊，所影響的不僅是市場上的使用者，也包括所有的支援體系。另一層面是應用的突破，因技術的引進，造成使用者的角色改變，從而使投資報酬率相對提升。

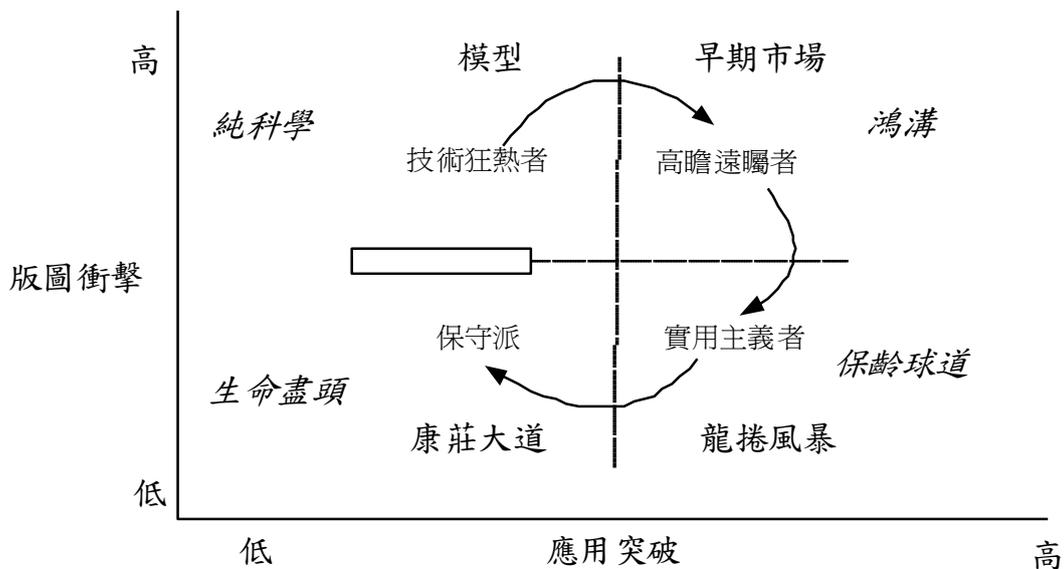


圖 5 技術採用生命週期模型

資料來源：Moore (1998)。

第一，技術採用生命週期源起於左上角的方框，此時衝擊程度很高，但所帶來的利益卻不明顯。主要的理由是新技術的相關應用尚未落實，可稱為純科學和模型的時代，技術狂熱者的興趣因而特別高昂。

第二，在右上角的方框中，我們可看到早期市場的興起。此時為數不多的高瞻遠矚者眼見新技術所可能帶來的潛在利益，因而挺身資助第一階段的應用突破。但是相當高昂的代價和風險，使得對市場形成矜持的態度，這便是造成市場出現鴻溝的主因。

第三，進入右下的方框，在這保齡球道市場階段，機敏的行銷可縮短公司通過鴻溝的時間。此時實用主義者便不約而同的開始採用。由於這類顧客群的蜂擁而入，產業標準更加成形，使版圖衝擊力道更低，但應用突破的現象則仍然明顯。以上便是龍捲風暴的運作情況。

第四，當龍捲風暴逐漸褪色，保守派在衝擊力道被充分吸收之後，第一次開始進入市場。這時，應用突破也已因為時間的過去而成為標準步驟，整個市場已走向康莊大道，產品加值或加工的改良方案。

技術的改變影響產業的演進，故技術的取得成為產業發展的重要憑藉；在產業發展初期，國家無法自行建立自有技術能量，此時便須設法由國外等管道取得技術來源，Kim 認為以開發中國家來看，從產業技術引進到生根，至少包括了三個主要的階段，如所示。

表 2 產業技術發展三階段之特性

	第一階段	第二階段	第三階段
建立新企業的方式	移轉國外技術	本地技術與創業者之流動	
科技工作重點	施行引進之技術	吸收領會技術以增進產品多元化	改善技術以強化競爭優勢
關鍵之人力資源	國外專家	受訓於供應商之本地技術人才	本地科學與工程人才
生產技術	無效率		較有效率
技術改變之主要來源	國外整組技術移轉		自有努力的成果
國際技術移轉之主要形式			單項技術
外在影響技術改變之主要來源	供應商與政府		顧客，競爭者
市場	本地(低度競爭)		本地與海外(高度競爭)
研發及工程之重點	工程	發展與工程	研發與工程
零組件之供應來源	多數為國外		多為國內
政府政策之重要性	進口替代與外資控制		促進外銷
當地應用科技之機構	顧問	改良發展	研發

資料來源：Kim (1980)。

第一階段為技術的獲取，即技術移轉的管道，包括多國籍公司的直接投資(包括國外的技術移轉)、購買整廠技術(Turnkey)、專利權及知識的授權、與技術的服務，這些管道是開發中國家在取得技術能力的最重要的來源。科技知識的移轉也可透過其它的途徑完成，如機器設備之進口(技術移轉極重要的形式)，國外OEM之購買者之技術移轉(為了使產品之品質能符合標準，國外購買者提供的技術協助)。此外，國外的教育、訓練、工作經驗、複製國外之產品等也都是獲得技術能力的來源。

第二階段為技術擴散，技術擴散的最大目的，在於將取得之技術擴散到整個產業中，全面提昇國家技術能力。以國家整體的立場來看，由國家主導的海外技術移轉必須藉由擴散功能傳播到整個產業，以求到最大的經濟效益。舉例來說，韓國之電子產業因為技術迅速地擴散、訓練有素之技術人員的流動，使得後進廠商技術得以升級，整個產業的競爭力得以提昇，進而促使本地技術開發的投資增加。

第三階段為技術的吸收及自有技術的開發，技術移轉的最終目的，在於自有技術的開發。自有技術的開發包括複製或還原外國產品、採用引進之技術並透過學習加以改良及自行研發等。進而促使國家的產業升級。

## 第四節 競爭策略群組

### 壹、一般競爭策略區分的競爭群組

Porter (1990)觀察廠商所採取之策略，利用競爭優勢來源與競爭範圍兩構面訂出一般競爭策略圖(圖 6)，認為廠商所採取之競爭優勢包括以下三種<sup>7</sup>：

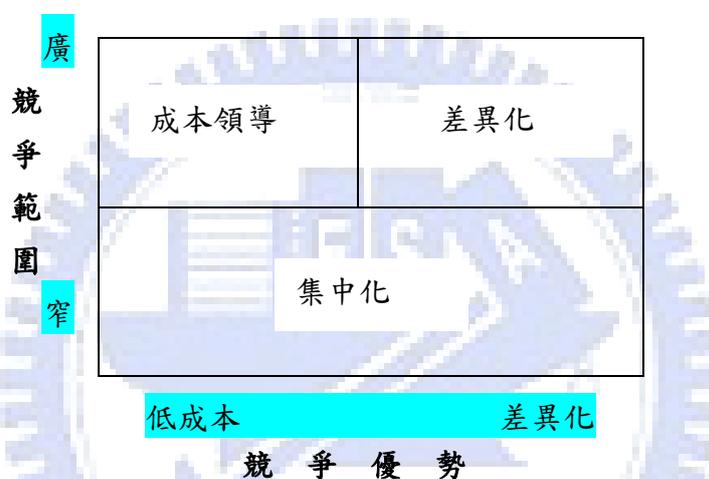


圖 6 Porter 的競爭策略群組

資料來源：Porter, M. E. (1980) *The Competitive Advantage of Nations*.

- 成本領導(Cost Leadership)：產品的主要競爭力為成本的優勢。此時企業之最佳策略為將產品標準化，並取得規模經濟，創造產品的成本優勢；
- 差異化(Differentiation)：若產品擁有特殊功能且滿足顧客(如高品質、創新的設計、品牌名稱、良好的服務聲譽等)，即具有競爭力；
- 集中化(Focus)：廠商之產品集中在某群顧客、某地理範圍、某行銷通路，或產品線的某一部份。

成本領導、差異化及集中化三種競爭策略，所採取之方法、所需之資源並不

<sup>7</sup>Porter, M. E., "The Competitive Advantage of Nations", Free Press, New York, 1990.

同，組織安排、控制程式也不同，其中成本領導重視製造程式，藉由製程的技術以及優良的管控將產品成降到最低，以價格戰的方式來做市場競爭。差異化強調行銷能力，透過強力的行銷，將本產品在消費者的心中跟其他公司的產品有所區別。至於集中化策略則針對集中目標採取適當之措施。

## 貳、產業構面區分的競爭群組

根據 Porter 之架構，徐作聖進一步發展產業構面的競爭群組<sup>8</sup>，產業構面分析根據「競爭領域」(Competitive Scope)的窄或廣，以及「競爭優勢」(Competitive Advantage)的來源等兩構面，將產業區隔成四種不同的競爭策略群組，如圖 7 所示。

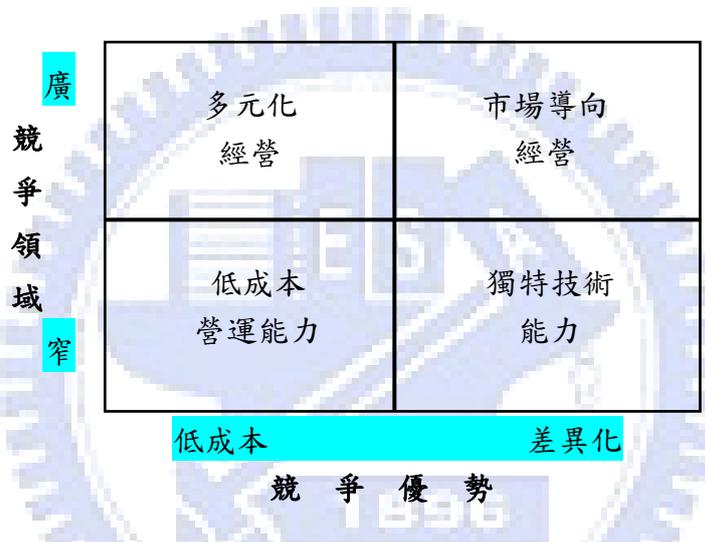


圖 7 產業構面的四大競爭策略群組

資料來源：徐作聖 (1999) 國家創新系統與競爭力

以下分別說明四大競爭策略群組及其特色：

1. 多元化經營：當競爭領域較為寬廣，而企業擁有成本上的競爭優勢時，應採取多元化經營之策略。多元化經營企業除了擁有本身所處產業的產品及技術外，還擁有其他相關性產業的多元性技術，甚至是非相關產業的多元性技術，因而能享有範疇經濟的優勢。具有多元化經營優勢之企業，資本額龐大並擁有高度的混合型組織，產品以全球化市場為導向，建立國際化的品牌行銷到全球各地。多元

<sup>8</sup>徐作聖 (1999)，國家創新系統與競爭力。臺北：聯經。

化經營企業之經營型態以「多角化導向」為主，其競爭優勢在於，該企業能創造不同產業間的技術、生產或市場的綜效，並藉此擴展經營規模；

2. 市場導向經營：當產業競爭領域寬廣，且產品具有差異化優勢時，企業應採取市場導向經營之策略。市場導向經營之企業專注於提供符合顧客需求的產品及新市場、新客層的開拓，重視企業形象、品牌建立以及產品多樣化。此類企業經營型態以「市場導向」為主，其競爭優勢在於，成為市場開發與先驅者，掌握進入市場的時效，致力於顧客滿意，形成其他廠商的進入障礙；

3. 獨特技術能力：當產業競爭領域狹窄，且產品具有差異化優勢時，此時企業應採取獨特技術能力取勝之策略。專注於某種專門研發技術的累積及創新發展，並有能力將此種技術移轉及應用至不同的產業領域，並以企業核心技術參與產業技術規格及標準的制定，該企業之經營型態以「技術導向」為主，其競爭優勢在於，建立技術研發上的利基，以技術標準的制定及開發來形成進入障礙。

4. 低成本營運能力：當產品之競爭空間狹窄，但企業擁有成本上的競爭優勢時，應採取低成本營運能力之策略。由於成本的降低為該企業最主要的經營重點，因此必須專注於產品的製造，重視製造時程、品質控制，致力於建立高製程效率及高量產速度的利基。該企業之經營型態以「生產導向」或「成本導向」為主，而其競爭優勢在於，創造規模經濟及高製造效率，擁有成本優勢，形成進入障礙；

### 參、市場領導者準則區分的競爭群組

Hope and Hope (1997)提出三種領導企業的原則<sup>9</sup>，包括：產品領導者、營運效能領導者以及親密顧客服務導向等。在這些不同的廠商經營型態中，無論是企業的管理系統、營運流程、組織架構以及組織文化等表現亦不相同。以下針對此三種策略群組模式，歸納出如表 3 之分類準則。

- 以產品領導者而言，此群組所需注意的是重視創新功能，也就是技術創新，因此公司如果想在此群組中脫穎而出，必須以技術為樞紐，努力追求多元化的核心能力、並在產品的設計與製造上不斷的改良與創新。
- 追求營運效能導向的企業，較需注重與上游供給鏈關係的維持及公司內部營運成本的最小化，由於成本的考量因素，因此此群組中的企業主要的經營型

---

<sup>9</sup> Hope, J. and Hope, T., "Competing in the Third Wave: The Ten Key Management Issues of the Information Age", Harvard Business School Press, pp.48, 1997.

態為推出標準化較高之產品，而非針對不同顧客生產不同產品，因此推出比市面現有產品價格更低、品質更高的產品為其主要競爭優勢。

- 而對顧客服務為導向的公司來說，較需注重顧客的服務以及與顧客間溝通管道的順暢，並與顧客建立長期的關係、願意分享顧客的風險、生產為顧客量身而作的產品以及提供有價值的服務。

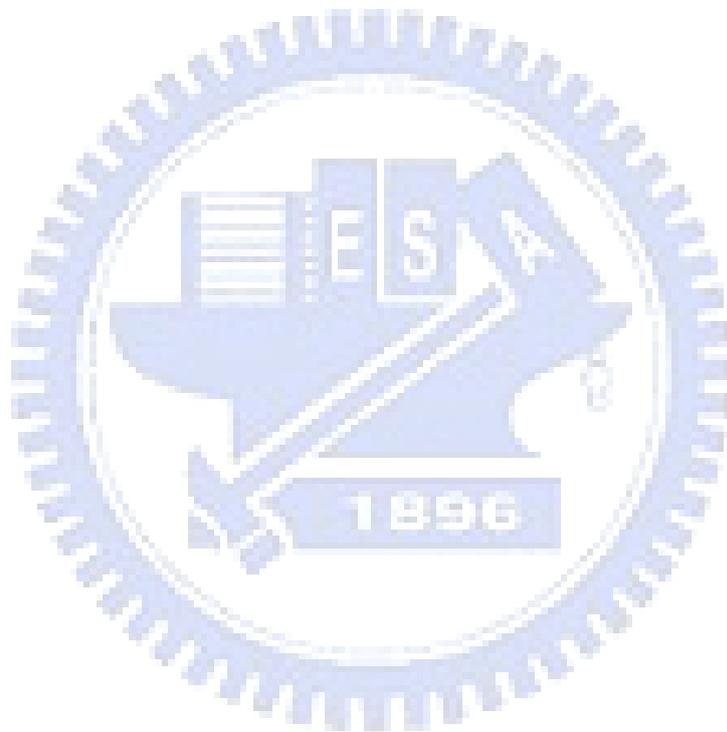


表 3 策略群組之營運分類準則

策略群組	群組分類準則	活動項目之範例
產品領導者	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 公司較注重產品發展與市場探索等創新關鍵程式上；</li> <li>2. 公司採用較彈性之組織結構，並以創業家精神探索公司潛在發展之領域；</li> <li>3. 在管理系統上，一般產品領導型公司多採用結果導向（result-driven）之管理風格，作為新產品開發之評估準則；</li> <li>4. 在公司文化風格方面，公司鼓勵發揮個人想像力與才藝，以易於常人思考之邏輯創造未來之遠景。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 決定產業標準，例如：Intel 的微處理器；Microsoft 的視窗作業系統；Sony 的隨身聽等；</li> <li>2. 不斷激發新產品創意、迅速商品化，並不斷加以改良，如：Johnson &amp; Johnson；</li> <li>3. 透過本身核心能力與顧客間的緊密連結，達到公司不斷創新的機制。</li> </ol>
營運效能領導者	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能將產品從供應商到最終消費者之間的一連串服務活動做最有效率之安排，以降低成本與減少不必要之活動</li> <li>2. 公司內部之價值活動皆由公司總體規畫，並以標準化、簡單化與緊密控制之原則，減少一般員工之決策行為以提昇整體營運效率</li> <li>3. 在管理系統上，透過一定的規範準則，強調整合、可靠與快速的業務處理程式</li> <li>4. 在公司文化風格上，強調全面成本之控制，減少不必要之獎賞制度</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有效率之配銷運輸系統如：Dell 等；</li> <li>2. 強調低成本、高品質的產品，如 Dell、GE 等</li> <li>3. 利用管理資訊系統透過「虛擬庫存(Virtual Inventory)」的觀念，與供應商保持密切的合作，如：GE、Wall-Mart 等。</li> </ol>
顧客服務領導者	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 公司主要的活動程式在於幫助顧客全功能的服務（例如：幫助顧客瞭解他們真正需要的產品）並維持與顧客間溝通管道的順暢</li> <li>2. 公司採用較扁平之組織結構，並讓第一線之員工擁有決策的權力以因應消費者的需要</li> <li>3. 在管理系統上，針對公司長期的客戶創造更高的服務品質</li> <li>4. 在公司的文化風格上，希望服務之對象為特殊且長久維持良好關係之顧客，而非針對一般普通之顧客</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 透過整合資訊系統，使顧客可隨時追蹤從下訂單到付費之間的一切流程，如：Cable &amp; Wireless</li> <li>2. 強調與顧客間長期關係之建立，並給予絕佳之顧客服務，如：British Airway</li> </ol>

資料來源：徐作聖（1999）。

## 第五節 產業組合分析模式

早期在 70 年代時，波士頓顧問群 (BCG, Boston Consult Group) 發展與推廣一套類似組和分析的方法-波士頓模式 (BCG Model)，又稱為成長佔有率矩陣 (growth-share matrix)；將產品市場佔有率與相對市場佔有率作為橫週及縱軸，將矩陣分為四個部分，依據此判定公司事業投資組合是否健全。而後，有學者認為應該加入更多的影響因素，發展出另一種成長佔有率矩陣-奇異電器模式 (GE Model)，又稱為多因子投資組合矩陣 (multifactor portfolio matrix)，是由縱軸市場吸引力與橫軸-競爭地位所組九宮格矩陣。<sup>10</sup>

在 90 年代，Jose(1996)提出組合方法 (Portfolio Approach)，使用組合分析的方式探討公司的策略與面對環境間的關係，建構出環境與策略矩陣 (Environment-strategy matrix)，再運用矩陣所建構出的各種組合方式分析不同時期因環境改變造成的策略定位修正。

Kotler et al.(1997)認為策略性產業組合是從許多產業之中選擇出合適發展的產業組群 (特別是產業附加價值高與國家有實力競爭的產業環節)，並同時也能淘汰衰退或生產力較低的產業。在策略性產業組合分析過程中，必須先定義出決定產業發展的條件，將產業加以定位並設定目標，最後才尋求合適的產業策略，在此產業組合分析模式中，用來檢驗分析產業組合的的函數主要有二大項，如圖 8 所示。每個國家比較自己與其他國家在競爭條件上的差異後，選擇發展條件最佳的產業。而政府可以透過政策工具的干預，局部或全面改變競爭能力的優勢，使得產業更適宜發展。

徐作聖(1995)針對產業發展階段模式分析<sup>11</sup>，認為產業在不同的發展時期與環境，應有不同的需求，因此只要能在產業發展過程中掌握重點需求資源，政府與產業便可依據產業需求做適當的規劃。

---

<sup>10</sup> Kotler P., "Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control", Ninth Edition., 方世榮譯，行銷管理學：分析、計畫、執行、與控制，第 82~87 頁。

<sup>11</sup> 徐作聖，「全球化科技政策與企業經營」，華泰文化，臺北，民國 84 年。

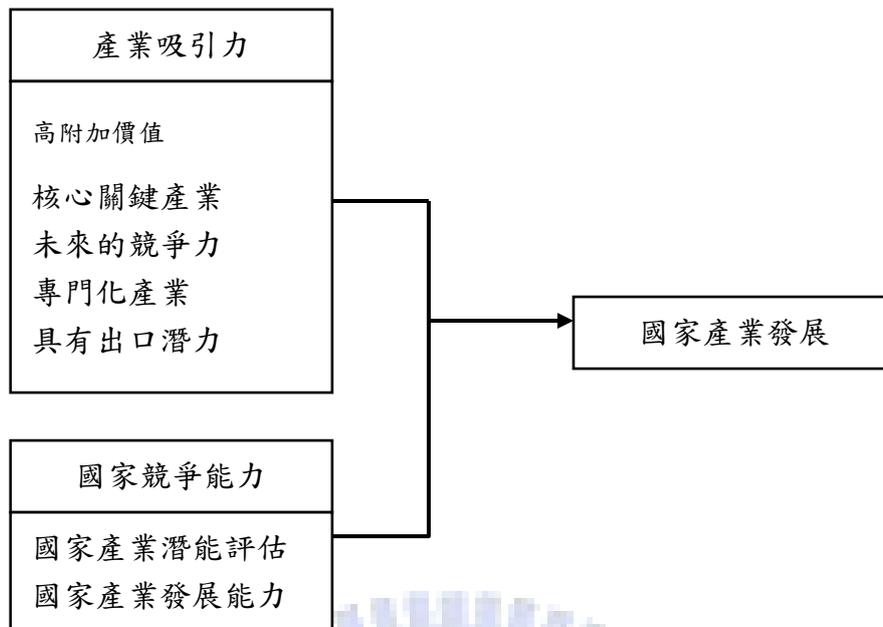


圖 8 策略性產業選擇分析模式

資料來源：Kolter, P., Jatusripitak, S., and Maesincee, S., "The Marketing of Nations", Free Press, New York, pp.207, 1997.

而區隔變數的選擇是產業組合分析模式的重大特色，其中產業供需的配合與競爭能力是區隔變數選擇的重要依據，而產業領先重點與產業競爭優勢來源是選擇供需面變數的準則。在供給面( $X$ 軸)方面，全球產業之價值鏈或供應鏈是主要的選擇，它代表了在知識經濟時代全球垂直分工與水平整合的趨勢，同時也兼顧了系統整合的考量；在需求面( $Y$ 軸)方面，對於已形成的產業與產業結構還在發展中的產業有不同的選擇，前者以策略定位為主，而後者是以產業(市場)生命週期為主，而這兩種選擇代表了市場結構之競爭情勢與競爭優勢選擇之考量。

## 第六節 產業發展模式與優勢理論

有關產業或特定的產業環節之所以能在特定的國家發展的解釋很多，最傳統的說法便是該產業在當地國家具有較好的比較利益條件，如國家優勢的資本或人力因素。但基本假設沒有考慮到技術的特殊與生產差異性的因素，與現實情況並不符合，因此許多經濟學者在理論上便提出了不少的反例與修正。

### 壹、產業競爭優勢理論

經濟學者 Heckscher 及 Ohlin 於 1920 年提出要素比例理論，其基本的觀念假設在於各國的技術相等的情形下，產業優勢的條件會決定於土地、勞動力、天然資源與資本等「生產因素」的差異，每個國家比較自己與其他國家在生產因素的差異後，選擇發展條件最佳的產業。而以生產因素的比較利益說明貿易形態確實有它直接的說服力，但是在許多情況下卻無法解釋產業的實際競爭行為，特別是需要精密技術或熟練勞工的產業。尤以許多如日本、韓國等相對天然資源條件較差的國家，卻能發展出如半導體、汽車等技術高度精密的產業。因此若單純以靜態的勞力與資本因素解釋便有所困難。

美國學者 Bela Balassa 於 1979 提出階段性比較利益理論。他認為傳統理論大多把靜態的成本效益與生產因素具象化，但沒有考慮到時間的因素，而理論之所以不能解釋技術密集產業的原因，以長期的觀點來看，技術會不斷的演進變化，且生產因素可以在國家之間移動。而國家隨著經濟發展過程，新的產品、生產流程與市場的變化都會促使產業優勢的形態改變。因此在研究產業發展模式時便不能只考慮靜態的比較利益法則，而須考慮到技術差異與時間等動態理論觀念。

Porter 在經過分析研究許多國家的產業之後，認為產業的發展有特定因素。不同的因素相互影響造成產業多變的形態。因此他提出一個細部分析架構來比較且解釋產業在不同國家的發展情形，此一觀念性架構將產業發展的基本因素分為六個主要部份：生產要素、需求條件、相關與支援產業、企業策略結構與競爭對手、機會以及政府（如圖 9）。

- 生產要素：主要為國家在特定產業競爭中有關生產方面的表現，如人力資源、自然資源、知識資源、資本資源與基本建設等優劣條件。
- 需求條件：主要為本國市場對該項產業所提供產品或服務的需求。
- 相關產業和支援產業的表現：主要指相關產業與上游產業是否有競爭力。
- 企業的策略、結構與競爭對手：主要為在產業內企業的組織與管理形態，以及市場競爭的情形。
- 機會：某些特定的條件出現會改變國家的競爭優勢與產業環境。如基礎科技的創新、全球金融市場或匯率的重大變化、生產成本突然提高與戰爭。

- 政府：政府透過政策工具與手段會改變產業的競爭環境與條件，如政府的補貼政策會影響到生產因素、金融市場的規範或稅制會影響到企業的結構。而產業的發展也會帶動政府的投資意願與態度。因此在分析政府的政策時必須參考其他條件的情況。

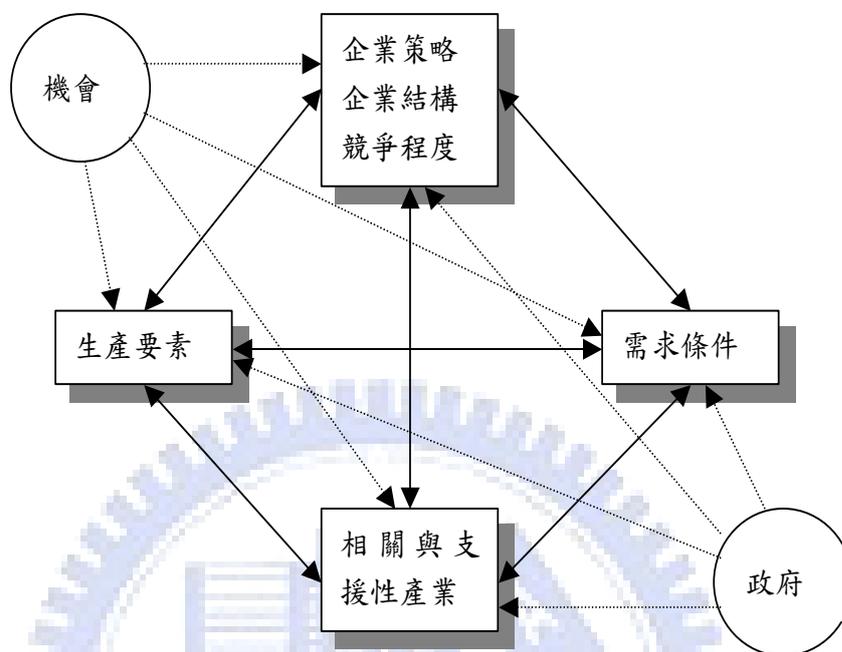


圖 9 鑽石結構模式

資料來源：Porter (1990), "The Competitive Advantage of Nations", Free Press, New York, pp. 127.

在此模式中，Porter 強調產業的優勢在於基本條件的互相影響，藉由這些關鍵條件，可以評估產業環境的變化與改變的效果。因此配合國家的特有資源條件與優勢，並經分析及評估，可以提供有用的資料，促使政府制定、執行、控制與規劃最有利於企業的相關政策。

雖然 Porter 提供觀念架構來分析產業如何達到競爭優勢，但是並沒有解釋為何在相似的方式與條件下，有些國家的產業仍無法達到優勢，近來的學者研究則加以擴充，認為每個國家的總體經濟環境、社會與政治的歷史背景、社會的價值觀也會影響到產業的競爭優勢。因此 Kotler(1997)再補充提出產業發展因素模式[28](如圖 10)，此結構主要分五部份：政府領導、國家文化、態度與價值、國家的生產因素條件、國家的社會聚合力、國家產業組織形態。此分析模式的特點為：

- 此結構包含了社會層面（國家文化、態度與價值、國家的社會聚合力）、經濟層面（國家的生產因素條件、國家產業組織形態）與政治層面（政府領導）。
- 在結構因素條件方面有些是屬於固有的，如國家生產因素條件（自然資源），有些屬於創造出來的，如產業組織形態。
- 在此架構分析中同樣包含了靜態分析（國家文化、態度與價值）與動態分析（政府領導、國家產業組織形態）。

- 在分析的方法上，有些屬於結構面，如國家的生產因素條件。有些屬於行為面如政府領導。有些則結合兩者，如國家產業組織形態。

因此加入這些因素之後，在分析產業發展時，不但能分析個別結構內個別因素的能力，而且能探討在因素間的協同作用，藉由各因素相互配合，才可以反映出國家在各條件的狀態，並評估如何創造並轉化這些力量，成為產業的競爭優勢。

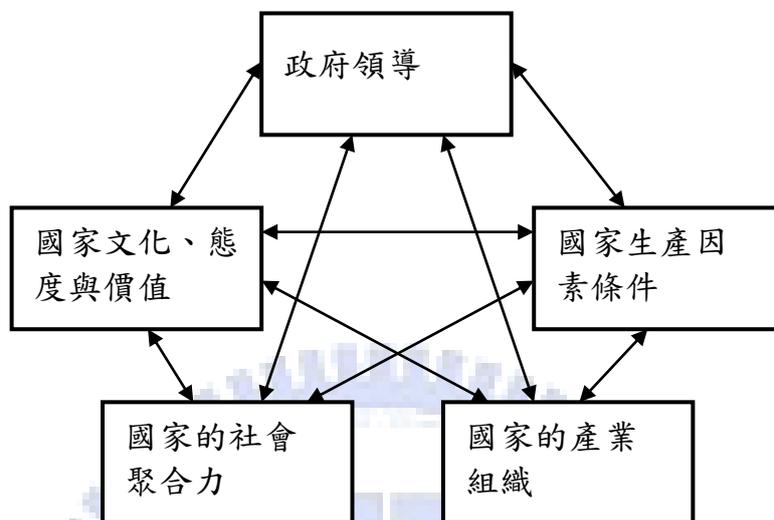


圖 10 Kotler 的國家競爭力分析模式

資料來源：Kotler, P., Jatusripitak, S., and Maesincee, S., *The Marketing of Nations*, Free Press, New York., pp.112, 1997.

## 貳、產業發展階段模型

本節主要討論產業發展階段的概念與相關理論，由於不同國家的自然資源與環境會強化某些特定產業的競爭力，或者在產業由引進到成熟的不同時期，使用適當的策略與方法來改善環境與補足不足的條件，產業同樣也可以產生競爭上優勢。因此，如何使國家與環境能培育出特定且具有競爭力的產業，一直為各國政府研究產業政策的重點。

Porter 以經濟發展的概念來解釋對於產業發展看法，在理論上主要將國家經濟成長劃分成四種階段：生產因素導向階段，投資導向階段、創新導向階段與富裕導向階段四個時期，在不同的時期國家會形成不同的優勢條件，因此在各種時期會有不同的產業興起或衰退。在理論上雖可以解釋國家在不同的時間下多變的產業形態，但是有些產業不見得在國家進入不同經濟成長階段的時候便喪失競爭力。即使像美國、德國等先進國家，還是有完全倚賴天然資源而求得競爭力的產業。且國家經濟是由不同類型的產業結合而成的，每種產業成長的時間與階段都不相同。

以國家經濟發展的模式來解釋產業的發展，在某些觀點上仍有所不足。因此 Kotler 提出了另一種的產業發展模式(如圖 11)，如此政府便可以依據各時期不同的變化來輔導產業。

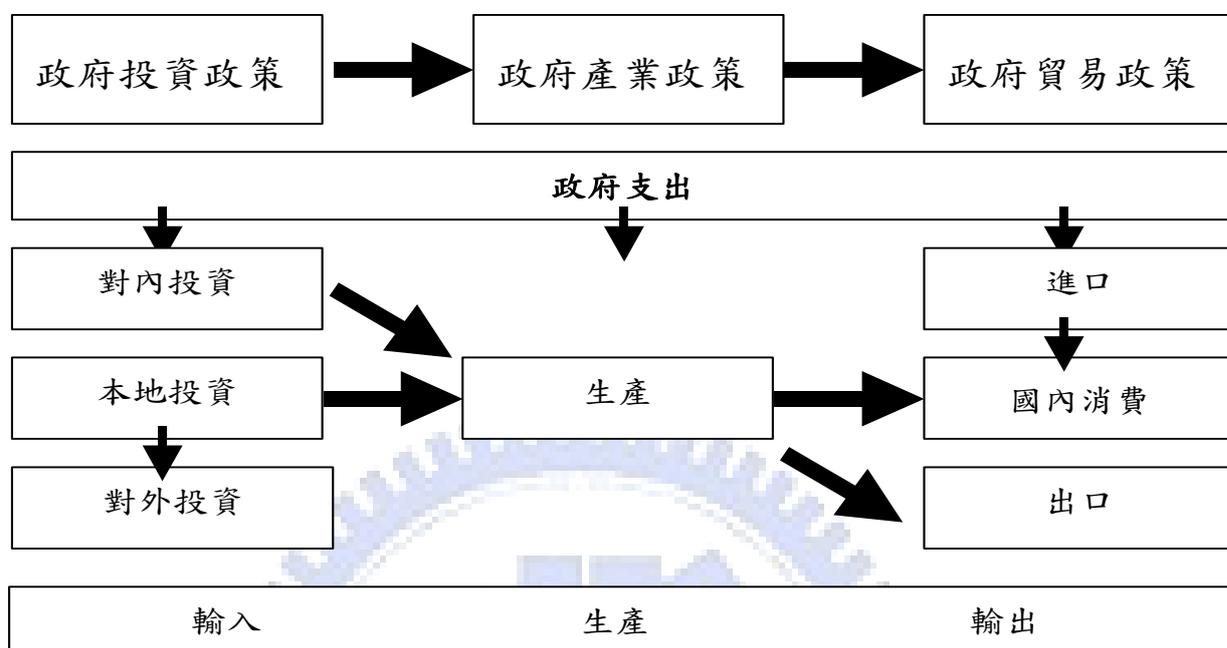


圖 11 國家政策影響產業模式

資料來源：Kotler, P., Jatusripitak, S., and Maesincee, S., *The Marketing of Nations*, Free Press, New York., pp. 29, 1997.

## 第七節 創新政策

### 壹、創新政策的基本理論

根據美國、日本、德國、法國等先進國家採行之產業政策及經驗，政府對產業活動採行的政策取向，從自由放任主義到積極干預主義之間，其中有三種基本理念對政策目標及策略的抉擇影響最大：「塑造有利環境論」(favorite environment promotionist)、「創新導向論」(innovation pushers)、「結構調整論」(structure adjusters)<sup>[12]</sup>。

一、塑造有利環境論：主張政府機構的功能應侷限於塑造促進產業發展的有利環境，故採行之產業政策應著重於促成穩定的經濟環境、增進市場有效競爭，甚至

<sup>[12]</sup> 林建山，產業政策與產業管理，環球經濟社，台北，民國 84 年。

包括刻意低估本國匯率。

二、創新導向論：主張政府的干預措施必須激發創新，也就是說，政府有能力選取並有效培育明星工業，使其成為經濟成長的動力。此種理論的基礎在於，肯定政府機構能力，以選定及培育具有發展潛力的產業，並促進國家經濟的成長。

三、結構調整論：認為政府干預應著重於產業結構的調整。其主要理念是基於市場機能須依市場狀況而加以調整，才可確保經濟活力與衝勁。當需求面發生重大改變之際，政府必須針對供給面進行有效的結構轉變。基本上，此種基本理念所制定的產業政策，應可以協助及引導市場機能的轉變。許多自由經濟理論的學者認為，政府的干預愈少愈好，但基於下列理由，一般認為政府應介入並形成相關政策<sup>[13]</sup>：

1. 基礎性科技技術具有外部性經濟，加上研發所需資訊的公共財特性，以及研發活動的不確定性與不可分割性（經濟規模），導致企業投資的資源低於最適水準，有必要由政府支持該活動<sup>[14]</sup>。
2. 依據動態比較利益理論，在其他國家已投入新興產業科技研發，本國若未採產業政策誘導企業從事研發而改變企業在學習曲線的位置，則將居於競爭劣勢。
3. 依據產業組織理論，凡具備相當程度規模的企業組織若從事研究發展應可以有成果出現。但對多數規模小且資金不足的企業而言，面對技術快速變動及高風險，並無能力進行，而須由政府政策介入。
4. 此外，保護主義、幼稚工業理論和不平衡成長理論者，則主張政府應介入經濟活動，引導相關產業發展方向。

換言之，基於外部效果、經濟規模、動態競爭和幼稚工業保護等理由，政府對新興產業制訂產業政策有其合理化基礎。

## 貳、產業政策工具

從產業的觀點，政策是政府介入科技發展系統具體實現的手段。科技發展投入到產出，是從起始階段資源的投入，經創新過程，將技術落實於生產與行銷市場的過程都涵蓋於科技政策內。Rothwell 及 Zegveld 在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，而以政策對科技活動之作用層面，將政策分為分為下列三類以及 12 項政策工具(表 4)：

- (1) 供給面(Supply)政策：政府直接投入技術供給的三個影響因素，即財務、人力、技術支援、公共服務等。

---

[13] 蘇俊榮，「產業組合與創新政策之分析-以台灣積體電路產業為例」，國立交通大學，碩士論文，pp.20，民國 87 年

[14] 後藤晃、若杉隆平，小宮隆太郎等（1986）。技術發展政策，出版地與出版社，若是翻譯書應標明譯者

(2) 需求面(Demand)政策：以市場為著眼點，政府提供對技術的需求，進而影響科技發展之政策；如中央或地方政府對科技產品的採購，以及合約研究等。

(3) 環境面(Environmental)政策：指間接影響科技發展之環境，即專利、租稅及各項規則經濟體之法令之制定。

Rothwell 及 Zegveld(1981)在另一方面研究指出，政策的形成主要在於政策工具的組合，而政策工具依其功能屬性，分財務支援、人力支援與技術支援，其作用在科技創新過程與生產過程扮演創新資源供給的角色。其次，政府對技術合約研究、公共採購等分別作用於創新與行銷過程上，為創造市場需求的政策工具。此外，建立科技發展的基礎結構及各種激勵與規制的法令措施，以鼓勵學術界、企業界對研究發展、技術引進與擴散的與努力，則為提供創新環境的政策工具。[<sup>15</sup>]



---

[<sup>15</sup>] Dogson, M., Rothwell, R., The Handbook of Industrial Innovation , Edward Elgar publishing company, Cheltenham U.K.,1994.

表 4 政府政策工具的分類

分類	政策工具	定 義	範例
供給面政策	1. 公營事業	指政府所實施與公營事業成立、營運及管理等相关之各項措施。	公有事業的創新、發展新興產業、公營事業首倡引進新技術、參與民營企業
	2. 科學與技術開發	政府直接或間接鼓勵各項科學與技術發展之作為。	研究實驗室、支援研究單位、學術性團體、專業協會、研究特許
	3. 教育與訓練	指政府針對教育體制及訓練體系之各項政策。	一般教育、大學、技職教育、見習計劃、延續和高深教育、再訓練
	4. 資訊服務	政府以直接或間接方式鼓勵技術及市場資訊流通之作為。	資訊網路與中心建構、圖書館、顧問與諮詢服務、資料庫、聯絡服務
環境面政策	5. 財務金融	政府直接或間接給於企業之各項財務支援。	特許、貸款、補助金、財物分配安排、設備提供、建物或服務、貸款保證、出口信用貸款等
	6. 租稅優惠	政府給予企業各項稅賦上的減免。	公司、個人、間接和薪資稅、租稅扣抵
	7. 法規及管制	政府為規範市場秩序之各項措施。	專利權、環境和健康規訂、獨占規範
	8. 政策性策略	政府基於協助產業發展所制訂各項策略性措施。	規劃、區域政策、獎勵創新、鼓勵企業合併或聯盟、公共諮詢及輔導
需求面	9. 政府採購	中央政府及各級地方政府各項採購之規定。	中央或地方政府的採購、公營事業之採購、R&D 合約研究、原型採購

分類	政策工具	定 義	範例
	10. 公共服務	有關解決社會問題之各項服務性措施。	健康服務、公共建築物、建設、運輸、電信
	11. 貿易管制	指政府各項進出口管制措施。	貿易協定、關稅、貨幣調節
	12. 海外機構	指政府直接設立或間接協助企業海外設立各種分支機構之作為。	海外貿易組織

資料來源：Rothwell R. and Zegveld W. (1981) .

經濟學家所指出，成功的創新有賴於技術「供給」和市場「需求」因素間良好組合。在科技研究上和發展上，就供給面而言，新產品開發和其製程端視下列三種投入要素之適當程度而定：(a)科學與技術之知識及人力資源(b)有關創新的市場資訊及確保成功研究發展、生產和銷售所需的管理技術(c)財力資源。

從圖 12 中可清楚的看出，政府企圖以供給面的政策影響創新過程，政府本身可以透過直接參與科學與技術過程，或透過改善上述三要素，亦或是間接地調整經濟、政治與法規環境，以符合新產品創新需求。另一方面，政府亦可經由需求面的政策改善創新過程，政府可以在國內市場不論間接或直接，亦或選擇改變國際貿易大環境方式，來改善需求面條件—如可藉由關稅或貿易協定或建立國家商品海外銷售機構為之。

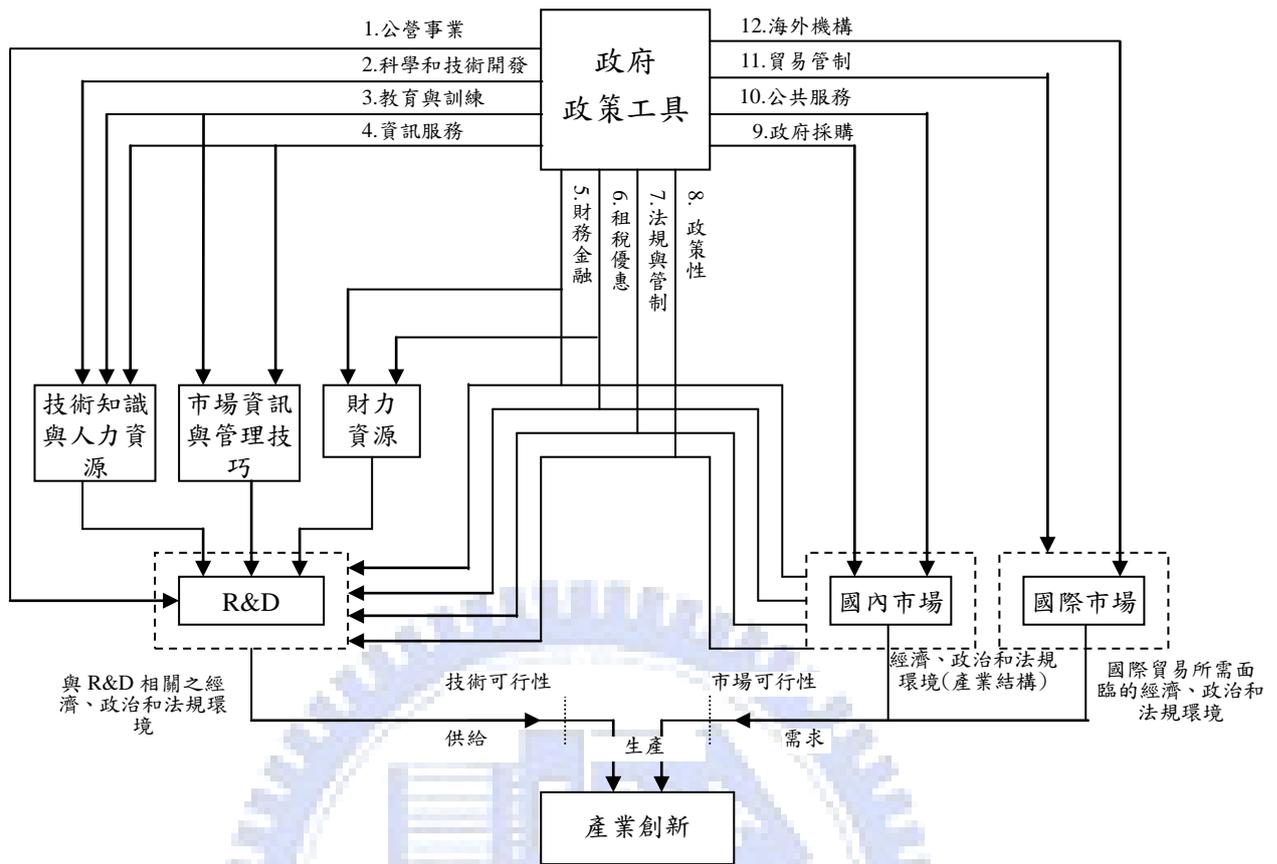


圖 12 創新過程與政策工具的作用

資料來源：Rothwell R. and Zegveld W. . “Industrial Innovation and Public Policy , preparing for the 1980s and the 1990s” . Frances Pinter

Rothwell 及 Zegveld 認為針對不同的目標，政策在施行有不同的方式與途徑。如以財務政策工具而言，以總體環境為對象的金融政策與以企業為主的融資政策在做法與範圍就不相同。因此在施行政策時就必須依產業不同的發展目標與需求選擇適當的政策工具與施行方式。而以 Rothwell 及 Zegveld 的理論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、提昇產業技術潛力、塑造產業環境與強化總體環境等八類。政府在政策實行上便可針對產業不同的發展目標做不同的修正與調整，以達到輔導產業的目的。

## 第八節 國家產業組合規劃

早期學者提出產業關連效果的觀念，認為對於在產業價值鏈體系屬於上游的產業進行擴充可以誘發下游產業的發展，因此可以造成「前推效果」，而對於產業價值鏈體系上屬於下游的產業進行擴充則可以引發上游相關產業的發展，造成「後引效果」。因此從策略的分析基準來看，培育能使這兩種效果儘可能擴大的產業才是策略性的重點。此種理論在封閉下的經濟體系是十分適用，但在開放的經濟體系下仍有不足之處。尤其在目前國家分工日趨複雜的時候，產業可以選擇多種的供應來源與銷售管道，因此在產業關連效果便不能明顯的表現出來。

### 壹、策略性產業組合分析相關理論

Porter 認為策略性產業的概念近似於「關鍵性產業」，意指在產業發展的時候，由於人力與物力的資源都非常有限，而各種產業又有不同的需求。因此必須將有限的資源，用在少數具有影響力的產業上，以重點的突破來帶動相關產業的發展。但是策略性產業的選擇與認定上，因各國不同的環境與經濟情況等社會因素的影響而有所差異，因此在各國在產業政策上對於策略性產業的規劃亦有所不同。

Kotler 認為所謂策略性產業的特質應是能造成產業逆轉效應(converse effect)，進而導引產業在技術上的進步與創新，如日本政府培育 Audio, VCR, TV, PC, Phone 產業，利用在產品上技術與經驗的組合便能創造許多新產業與技術的興起(snowball effect)。其次有些產業可以經過時間的演進而轉化(lean industry)，不會因替代性產品的出現而沒落(替代效果，substitution effect)。再者是產業的技術可以融合而造成新興產業的興起(溢出效果 spillover effect)。因此在策略性產業的選擇因此做為評價的標準。

從經濟發展方面與產業結構方面來看，此種選擇是十分正確的，但是在考慮到國家本身的能力與時間的因素下，在選擇上仍要做修正。一般而言，在不同的時間下，國家的優勢與需求便有不同。Rostow(1953)認為國家工業的發展可分為五個階段：傳統社會階段、起飛階段、成熟社會階段以及大眾消費階段。在不同的時期都會有一些快速成長的領導性產業(leading sector)來推動全面的經濟發展。因此政府在不同的時期都必須針對這些不斷出現的領導性產業(leading sector)施與不同的政策輔助。

Porter 則認為國家的經濟展有四個階段：生產因素導向、投資導向、創新導向與富裕導向。在不同的階段時期會表現出不同的優勢與需求。如在經濟發展的最初階段，在策略性產業的選擇上應以能利用天然資源與國家自然優勢條件的產業為佳。但是在投資導向的階段所選擇的產業就必須考慮技術的能力與資產的投資報酬。因此所謂策略性產業的選擇，即是對未來國家產業發展做長期的規劃。一方面受到發展條件不同的限制，另一方面則取決於不同的時間下國家資源分配的順序。其最終目的在於促使產業的整體發展，而使國家經濟發展邁向新的領域。

## 貳、策略性產業組合分析規劃模式

由於 Korter 與 Kim 兩位學者所提出的策略性產業規劃模式，是目前較為完整且被廣泛的使用，因此本節以這兩位的規劃模式來作文獻的回顧。Kotler 認為策略性產業組合是從許多產業之中選擇出合適發展產業組群(特別是產業附加價值高與國家有實力競爭的產業環節)，並同時也能淘汰衰退或生產力較低的產業。在策略性產業組合分析過程中，首先必先定義出決定產業發展的條件，將產業加以定位並設定目標，最後才尋求合適的輔助產業策略。在 Kotler (1997)的產業組合分析模式中，用來檢驗分析產業組合的的函數主要有二大項(如圖 13 及圖 14)。在此策略性產業組合分析的模式中，每個國家比較自己與其他國家在競爭條件上的差異後，選擇發展條件最佳的產業。而政府可以透過政策工具的干預，局部或全面改變競爭能力的優勢，使得產業更適宜發展。

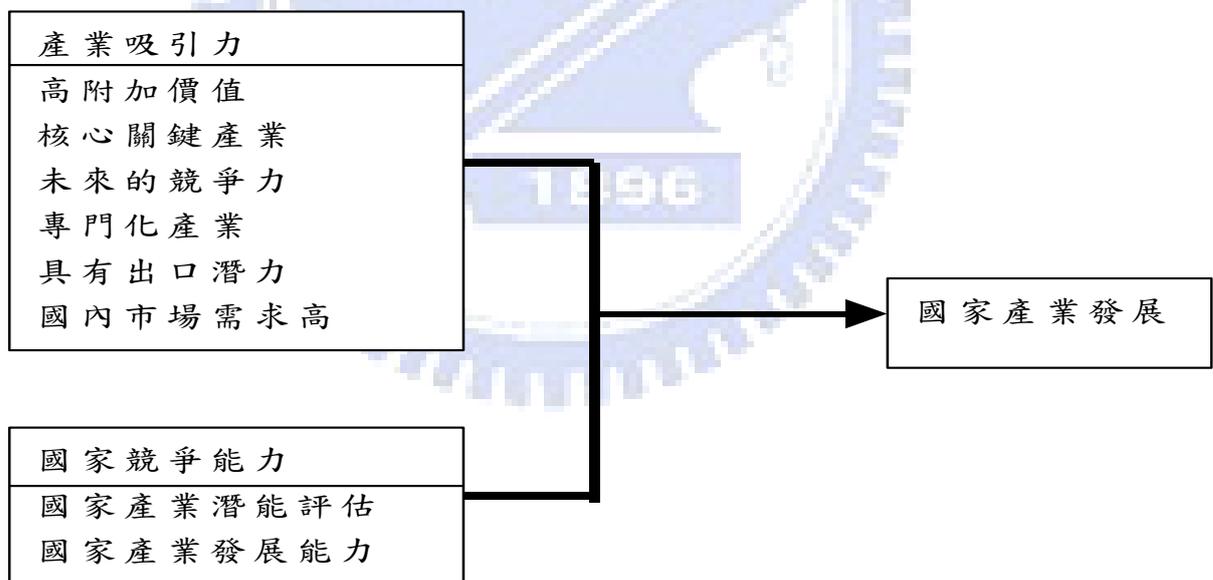


圖 13 策略性產業選擇分析模式

資料來源：Kotler, P., Jatusripitak, S., and Maesincee, S., *The Marketing of Nations*, Free Press, New York., pp.214, 1997.

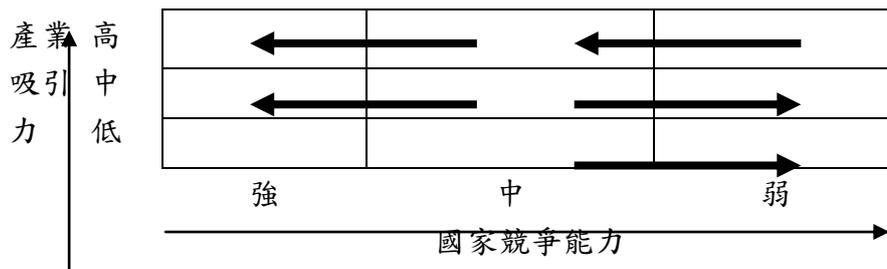


圖 14 國家產業組合分析

資料來源：Kotler, P., Jatusripitak, S., and Maesincee, S., *The Marketing of Nations*, Free Press, New York., pp.219 1997.

因此我們可以得到策略性產業組合分析的模式，每個國家比較自己與其他國家在競爭條件上的差異後，選擇發展條件最佳的產業。而政府可以透過政策工具的干預，局部或全面改變競爭能力的優勢，使得產業更適宜發展。

Linsu kim (1997)認為在產業的發展上，技術先進國家與技術開發國家的策略作法應該有所不同的做法。以技術開發國家而言，在選擇產業發展時應特別注意本國技術的能力與產業技術的變遷。因此在產業組合模式的分析上應如圖 15 所示。



圖 15 技術後進國家產業組合分析模式

資料來源：Kim, L., "Imitation to Innovation" .pp.24 ,1997

因此政府便可以依據在每一方塊中不同的產業需求，制定合理的輔導產業政策。這種為各區塊中的產業賦予不同特性，進而研究產業需求條件的做法，與產品組合管理矩陣十分類似。

### 參、政策規劃與分析模式

產業的規劃政策關係著產業的發展，如何創造產業的優勢條件與減少障礙是政府決策的重大課題。產業的內外環境隨時都在改變，如何以動態的觀點深入分

析產業，具體描述產業發展策略條件，使決策者可以從各種產業政策工具中選擇若干組合以形成政策，以創造有利於產業的優勢條件，乃為研究的重點。Kotler 研究日本的產業發展策略，他認為日本產業的發展主要有一套規劃模式，其模式主要發展目標、投資策略與需求生產要素三種構面來選擇重點產業發展與設計主要的政策。而 Rothwell 及 Zegveld 認為在實際的競爭行為下，國家與產業可以透過不同的途徑來獲取產業創新所需的資源與條件，分別為：塑造產業環境、強化總體環境、專注特定技術領域、專注特定產業領域、提昇產業技術潛力、培育小型企業、培育大型企業。在不同的途徑下所需要的資源在大原則上十分類似，但是在細部的分類下卻有所不同，對此 Rothwell 及 Zegveld 並未針對不同的途徑做細部的說明。



## 第三章 產業概況

本章蒐集並統整國內外等產業資料，先針對氫能與儲氫產業提出定義與區隔，再對此產業之歷程與發展趨勢加以陳述，此外並整合產業之魚骨圖與價值鏈，最後，針對市場資料提出產業的產值、成長性，以及各國與廠商之發展概況，以利研究後續之相關分析。

### 第一節 產業介紹與定義

#### 壹、氫能產業介紹

氫能源嚴格來說並非產生新的能量，而是以氫氣為能量儲存的載體(Energy Carrier)，將能源轉換為氫氣，並利用不同方式產出電能。氫能之使用可分為直接燃燒或是利用燃料電池來發電，化學反應式相同，皆為氫與氧反應產生水，也因唯一產物只有水，不會產生二氧化碳，故被視為潔淨的能源，使用概念如圖 16 所示。

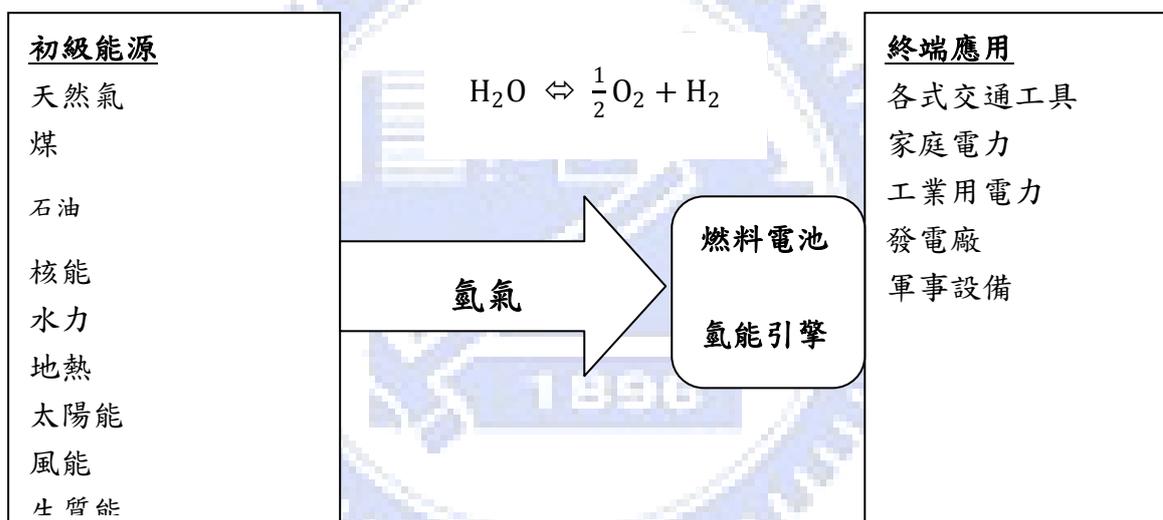


圖 16 氫能使用概念

資料來源：工業材料雜誌 265 期(2009/1 月)

作為一種能源的載具，氫氣具有大量儲存之特性，即其能量儲存密度甚高，將能提供大量的電能，但由於現今之材料與技術仍未能達到預期之標準，加上成本還無法有效降低，所以主要應用集中在燃料電池。此外，氫能還具有能量來源多元化之特點，各種初級能源可以經由不同的途徑來產生氫氣，例如風力機發電之後，電力通過電解槽電解水後即可產生氫氣與氧氣；天然氣也可通過重組之程序產出氫；太陽能亦可利用光觸媒的作用或電解分解出氫氣。據此，各國無不戮力於發展此產業，期望藉此穩定本國能源使用來源，降低對他國之依賴。氫能產業的形成，勢必將衝擊全球能源產業，並引發另一能源革命，創造新的經濟與產業發展。

根據 Dunn & Jensen et al. (2000)之研究，氫能產業依其流程大致可分為上游製造氫氣(Hydrogen Production)，中游氫能儲存與運送(Hydrogen Storage & Transport)，以及下游氫能利用(Hydrogen Utilization)三階段，如圖 17 所示。

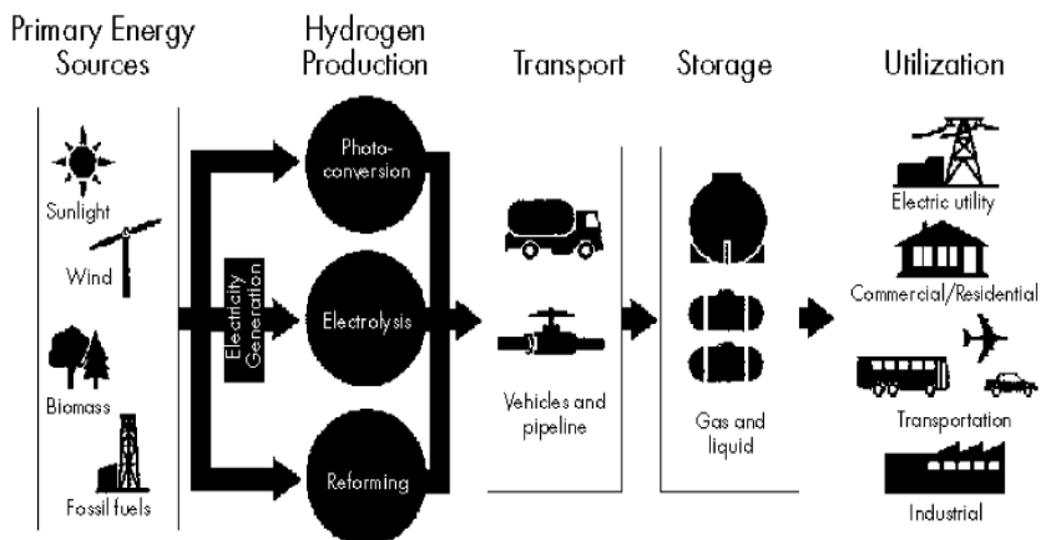


圖 17 氫能產業流程圖

資料來源： Jensen et al. (2000), Dunn (2000)

上游製造係利用多種製備方法量產氫氣，作為產業所需，第一、以現有化石燃料作為原料，再用熱能過程之重組方式製造氫氣，如：蒸氣重組法(Steam Reforming)、部分氧化法(Partial Oxidation)、煤炭氣化(Coal Gasification)等方法，其特色為集中式大量生產，國內外石化公司如美國 Air Product、德國 Carbotech、台塑、中油等皆採用此法，未來期望達到高重組轉化率、高能源使用效率，及可現場產氫(On-site)為目標。第二、以水為原料，採用電解之方式來產出氫氣，鹼性電解法(Alkaline Electrolyzer)、固態氧化物電解(Solid Oxide Electrolyzers)、薄膜電解法(PEM Electrolyzers)皆屬此範疇。第三、利用再生能源，如：太陽能、風能等為主要原料，搭配化學能分解之技術。如今上游目標必須著重發展能穩定製造氫氣之技術，且提升其效率並降低成本，提供產業所需。

中游則是以金屬儲氫材料(Metal Hydride)、高壓式(High pressure)、化學方法(Chemical Hydrogen Storage)、吸附式(Hydrogen Sorption)等方式，使氫氣能保存於特定容器或是區域，再利用運輸工具、管線、大型儲存載具，將其傳送至各地或就地使用。下游主要是將氫能有效轉為能量，以利人類使用，可應用於各式交通工具、固定式發電系統、可攜式產品的電池，並創造於工業、家庭、軍事等多元用途上。

根據上述，氫能產業係指製氫、儲氫、運送氫與氫能各式應用所構成之系統，並藉由氫能的利用，提供人類穩定與乾淨能源之產業。其牽涉到的科技相當

廣泛，技術門檻相對較高，加上具有環保、氫氣原料易取得、高能量效率之特性，世界各國與廠商皆投入大量資源於此產業，期望在產業尚未成熟前提早布局，近而搶得先機。

## 貳、儲氫(Hydrogen Storage)產業介紹

儲氫產業位於氫能價值鏈之中游，係指利用各式氫氣儲存方法保存氫氣，以作為氫的生產與終端使用之連結，促使氫能有效利用之產業。因此儲氫技術長程目標，即希望能將大量的氫氣儲存在體積小且重量輕的系統裡，以利攜帶。但產品的用途不同與負載功率不穩定，儲氫系統必須以需求面出發，再配合製氫技術尋求最適的儲存方式，才能達到連結上下游之效果。

氫能源儲存大致可分為儲存在容器內或材料裡，其中高壓式儲存(High pressure)與液態氫氣儲存(Liquefied Hydrogen)屬於前者，金屬儲氫材料(Metal Hydride)、吸附型儲氫材料(Hydrogen Sorption)，以及化學儲氫(Cheical Hydrogen Storage)屬後者，見圖 18。然而高壓儲存一般認為有安全之疑慮；液態儲存則有蒸發與耗能的缺點。因此將氫能源儲存在材料裡被視為相對安全且具高密度儲存之優點，更為現今研究主要方向。本研究並整理五類技術之概要與優缺點，簡略分述如下：

1. 高壓式儲存是最普通和直接的儲氫方式，目前分為兩種等級：35 MPa 與 70 MPa。前者儲氫密度為 2.8~3.8wt.%和 0.017~0.018kg/L；後者則因為採用高分子材料，所以儲氫密度較高，為 2.5~4.4wt.%和 0.018~0.025kg/L，但成本較前者高。此技術優點為簡單與使用方便，缺點是耗能高，且危險性較高。
2. 液態氫氣儲存是將氫氣轉為液態方式來儲存，儲存密度為 5~6.5wt.%和 0.035~0.04kg/L，儲氫能力大，加上液態氫儲存可以較小壓力保存，故在容器的設計可比高壓儲氫容器較輕。不過液氫儲存有以下缺點：液態氫容易沸騰逸散，導致其不能長久保存；製作液態氫所耗費的能量約相當於本身氫氣的 30%，過程能耗大；製作成本高。
3. 金屬合金型材料，係利用特定材料在適當條件下吸氫和放氫，包括稀土系（如：LaNi<sub>5</sub>、M<sub>n</sub>等）、拉夫斯系、Ti-Fe 系、釩基固溶體型合金、鎂系合金。其優點為安全、具有較大儲氫量、成本較低，缺點則是儲氫合金易粉化和形成氧化膜，導致此項技術有其限制。
4. 化學儲氫技術概念類似金屬儲氫，主要材料有：(1)硼氫化鈉(B)，此材料在室溫下與水加上觸媒即可放氫，理論放氫量可達 10.8wt.%，但觸媒、放氫系統和化學廢料再生為其主要問題。(2)硼烷氫(B)為新發展材料，可經過高溫放出氫氣，理論總放氫量可達 19.6wt.%，不過無法在原系統將氫填充回

去，增加複雜程度，且放氫所需溫度高和廢料再生皆為其限制。(3)液態有機氫化物(Liquid Organic Hydride)，優點為易於攜帶與安全性高，可應用在氫氣的運輸與大量氫氣的儲存，但放氫效率問題則有待突破。

5. 吸附型儲氫材料是新型態的儲氫材料，原理為利用大表面積將氫吸附在表面上以儲存氫氣，然而主要問題為需要低溫來儲存，且儲氫密度不大。例如：奈米材料等。

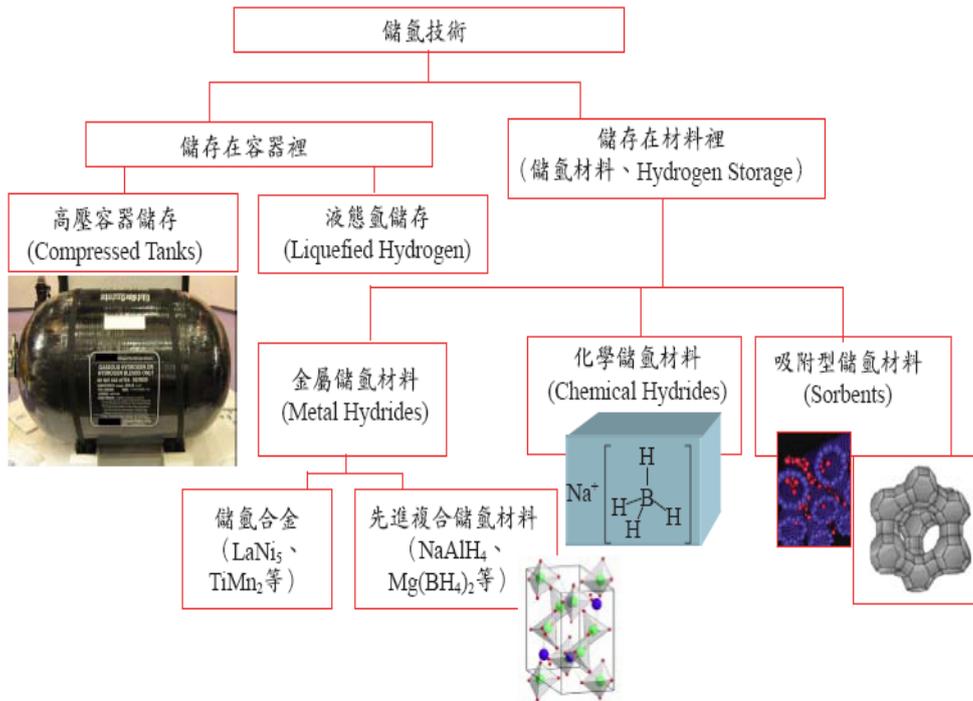


圖 18 儲氫技術分類樹狀圖

資料來源：工業材料雜誌 265 期(2009/1 月)

根據上述，儲氫材料之應用將較符合應用所需，所以研究將以此為主流，各式儲氫材料依據美國能源署(DOE)研究整理，見圖 19。金屬合金型材料多分布在右上角，表示放氫需要較高溫度，儲氫量高；化學儲氫材料具有適當的溫度與高儲氫的特性，但有廢料再生問題；吸附型材料則在左下角，即放氫溫度低和低儲氫量。因此各式材料皆有其優劣，唯有兼顧不同考量，朝圖 3.4 中虛線框起區域邁進，使技術進一步突破，才能有效改進儲氫產業之發展。

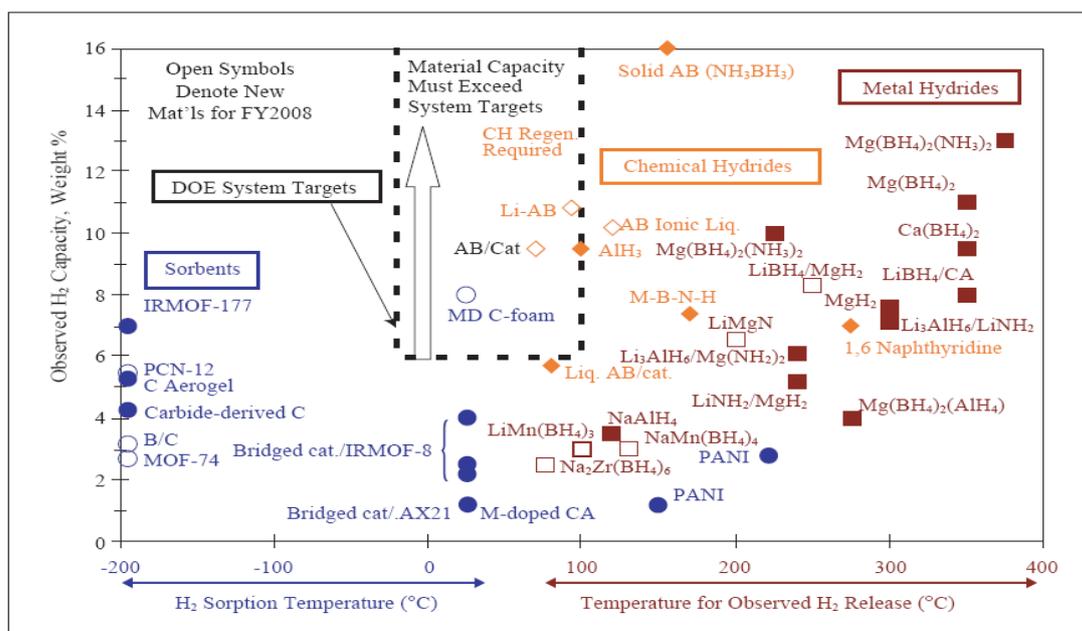


圖 19 儲氫材料分布圖

資料來源：美國能源署(DOE)

## 第二節 產業發展歷程與趨勢

### 壹、歷史沿革

以氫氣為燃料具有相當的歷史，回溯 18 世紀，拉瓦錫(Lavoisier)和卡文迪希(Cavendish)發現了氫氣，並以希臘語「水的形成者」命名。由於比空氣輕的性質，氫氣球在法國革命之後便成功升空。於伏特製成第一個電池後不久的 1818 年，英國科學家利用電流分解水產生了氫氣，William Cecil 更在 1820 年所發表的論文中建議將氫氣用於動力機器。1839 年，William Grove 則首度提出燃料電池之概念，可為氫能發展之先驅，但因為當時氫氣並非主要燃料，所以直至 20 世紀初期，關於氫能的科學研究才有所進展。

然而氫燃料的現代研究始於 20 世紀的德國和英國。1930 年代末期，德國設計了以氫氣為動力的火車，甚至在二次世界大戰期間曾試圖製造以氫氣為燃料的航空發動機，目的是從煤轉化出氫燃料來取代德國缺乏的石油。1950 年代，氫作為能源載體或能量媒介的想法開始發展，義大利學者 Cesare Marchetti 指出能量除可以電能形式傳遞，亦可採氫燃料形式傳遞，更認為氫氣形式的能量可比電能更穩定儲存，以及輸送成本將比電力更低。1960 年代液氫首次用作航太動力燃料，使氫能應用於軍事等國家層級。至 1970 年，通用汽車提出氫經濟之概念，促使了更多科學家與政府重視此產業，四年後由於石油危機，一些學者創立

了國際氫能協會(International Association for Hydrogen Energy ; IAHE)，隨後創辦《國際氫能雜誌》，不過因為技術難度過高，石油危機結束後，相關的研究並未受到太多的重視，直到 21 世紀初，美國提出氫能行動方案，宣示美國將大力發展氫能源科技，世界各國也跟進投入大量資源，氫能產業才逐漸萌芽。2000 年於德國慕尼黑首次舉辦國際氫能論壇，旨在從政治、經濟和技術多方面推動氫能發展。2003 年更有 15 個國家共同出席了「氫能經濟國際合作夥伴會議」，將提供一機制進行組織、評估和協調多國研究開發和氫能應用的氫能專案計畫，藉由有限的資源與全球優秀的技術和人才，共同解決問題，開發技術標準，促進全球氫能經濟時代的發展。

## 貳、產業趨勢與技術目標

氫能產業現今仍未完整，加上技術仍有障礙須克服，因此 2000~2010 年以技術研發為目標，藉由技術標準的建立，奠定產業足夠的基礎。在 2015~2020 年開始導入氫能使用，往應用研究方向邁進，商業化部分產品，改變消費者的認知與習慣。2020~2030 年則在完整的基礎設施與條件下，擴大產品的範圍與多元化，且全面商業化，並於 2040 年達到大量使用氫能之目標。(見圖 20)

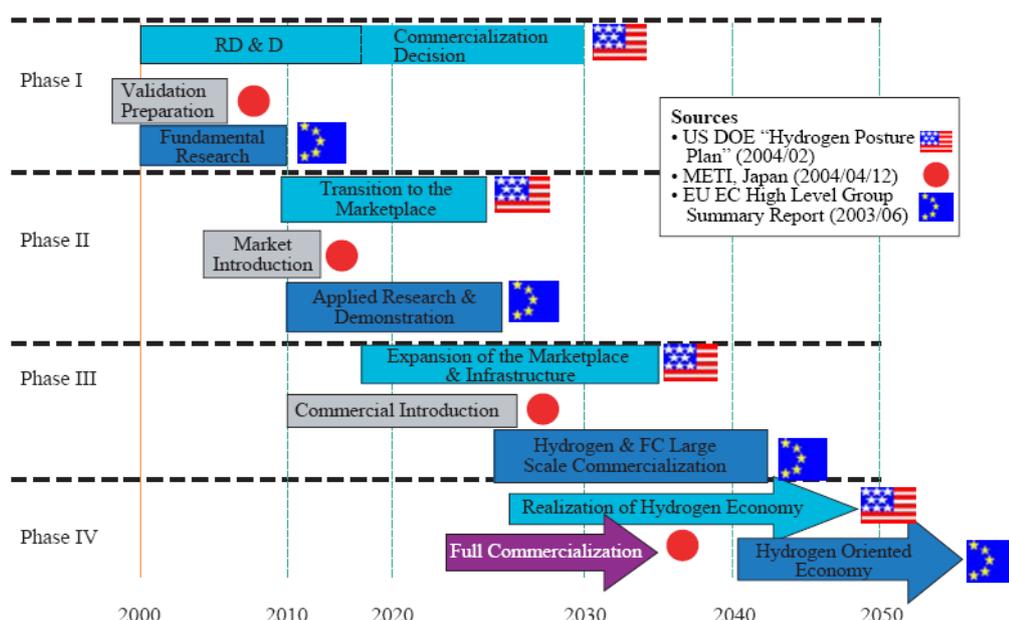


圖 20 各國產業發展趨勢

資料來源：美國能源署(DOE)，2005

儲氫技術主要目標包括(見表 5)：單位儲氫量、儲放氫速率、成本、耐久性以及工作溫度等。其中最直接的要求便是儲氫量，因為有足夠儲氫量才能確保電力的持續時間，2015 年期望達到 3 kWh/Kg 之標準，如此將能與汽油車燃料效果相當。此外，儲氫與放氫速率的目標也是一大難題，因為若是填充氫氣需耗費很長時間，根本不符合消費者或產業所需，例如以三分鐘內儲存 5kg 的氫氣之目

標來說，對金屬儲氫材料將是嚴峻的挑戰。其他像是工作溫度、耗能大小等，皆為其望提高便利性、實用性，使技術得以普遍。

目前儲氫系統皆未達到美國能源署所設定之目標，儲氫材料的技術開發應著重於實用價值，朝工作溫度不宜過高或過低、儲氫量大、放氫效率高，以及成本低廉方向邁進，如圖 21。欲達成上述目標，應回到材料本身的設計出發。雖然短期內不易達到最佳之儲氫標準，但是短中期來說，儲氫技術已可朝輕型車，與行動式或定置式氫能源產品之載具為方向。

由於燃料電池為現今氫能產業相對成熟之技術，故大多數國家與廠商投入多數資源於此，目前如以氫氣為燃料的交通運輸工具，已進入測試模擬階段，期望為氫能產業奠定發展的基礎。未來若是技術持續創新，且能克服成本與儲存不穩定等因素，氫能將取代現今各類電池；搭配現場生產之技術，氫能產業的範疇可涵蓋至所有需要電能之應用，其所創造的市場規模與影響力，將使能源產業版圖重新洗牌。

表 5 目標設定-儲氫技術

Storage Parameter	Units	2007	2010	2015
System Gravimetric Capacity: Usable, specific-energy from H <sub>2</sub> (net useful energy/max system mass) <sup>a</sup>	kWh/kg (kg H <sub>2</sub> /kg system)	1.5 (0.045)	2 (0.06)	3 (0.09)
System Volumetric Capacity: Usable energy density from H <sub>2</sub> (net useful energy/max system volume)	kWh/L (kg H <sub>2</sub> /L system)	1.2 (0.036)	1.5 (0.045)	2.7 (0.081)
Storage system cost <sup>b</sup> (& fuel cost) <sup>c</sup>	\$/kWh net (\$/kg H <sub>2</sub> ) \$/gge at pump	6 (200) ---	4 (133) 2-3	2 (67) 2-3
Durability/Operability <ul style="list-style-type: none"> <li>Operating ambient temperature<sup>d</sup></li> <li>Min/max delivery temperature</li> <li>Cycle life (1/4 tank to full)<sup>e</sup></li> <li>Cycle life variation<sup>f</sup></li> <li>Min delivery pressure from tank; FC= fuel cell, I=ICE</li> <li>Max delivery pressure from tank<sup>g</sup></li> </ul>	°C °C Cycles % of mean (min) at % confidence  Atm (abs) Atm (abs)	-20/50 (sun) -30/85 500 N/A  8FC / 10ICE 100	-30/50 (sun) -40/85 1000 90/90  4FC / 35ICE 100	-40/60 (sun) -40/85 1500 99/90  3FC / 35ICE 100
Charging/discharging Rates <ul style="list-style-type: none"> <li>System fill time (for 5 kg)</li> <li>Minimum full flow rate</li> <li>Start time to full flow (20 °C)<sup>h</sup></li> <li>Start time to full flow (-20 °C)<sup>h</sup></li> <li>Transient response 10%-90% and 90% -0%<sup>i</sup></li> </ul>	min (g/s)/kW s s s	10 0.02 15 30 1.75	3 0.02 5 15 0.75	2.5 0.02 5 15 0.75
Fuel Purity (H <sub>2</sub> from storage) <sup>j</sup>	% H <sub>2</sub>	99.99 (dry basis)		

資料來源：美國能源署(DOE), 2006

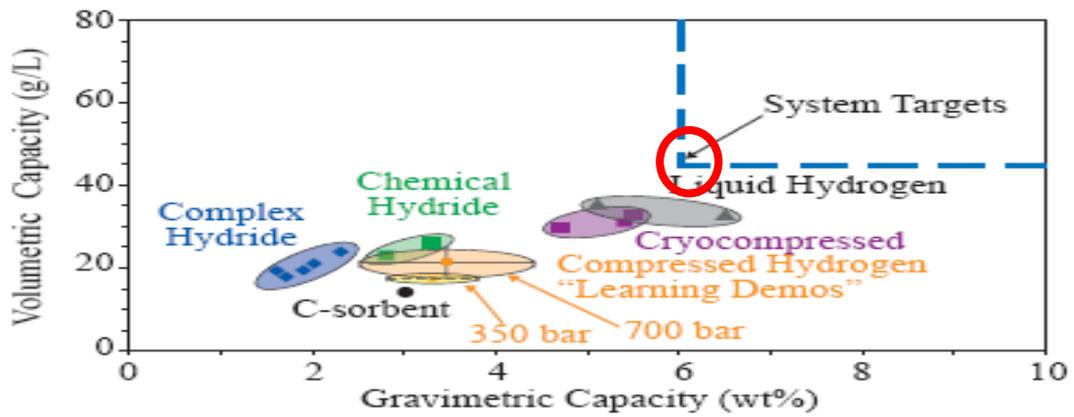
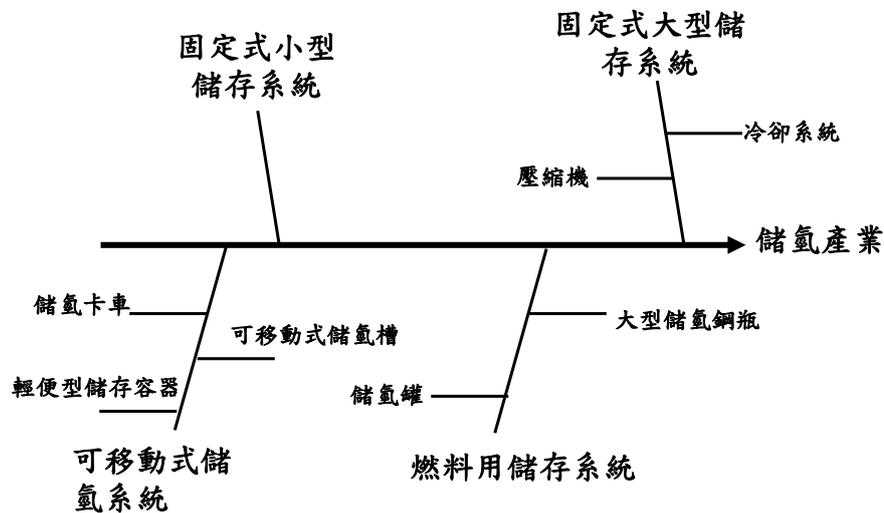


圖 21 未來技術發展目標

資料來源：美國能源署(DOE), 2006

### 第三節 產業魚骨圖與價值鏈

#### 壹、魚骨圖



8

圖 22 儲氫產業魚骨圖

資料來源：本研究整理

根據用途不同，筆者將儲氫產業分為四區塊，並整理成產業魚骨圖。茲分述如下：

1. 固定是大型儲存系統適用於氫氣生產工廠的管線末端，用於儲存大量氫

氣，通常使用高壓或低溫法儲存，因此其構成包括壓縮機以及冷卻系統等設備

2. 固定是小型儲存系統適用於需要氫氣為進料的工廠，其規模大小將視客戶所需。
3. 可移動式儲氫系統包含大型的可移動式儲氫槽、小型的儲氫卡車以及輕便型儲存容器。
4. 燃料用儲存系統目的為提供氫氣作為汽機車、輪船等交通工具作為燃料用，常用的方式儲氫高壓鋼瓶，或低壓的儲氫鋼瓶等。

## 貳、產業競爭優勢來源與領先條件

根據 D. Mowery 與 R. Nelson(1999)所提出的產業分析構面，我們可從一產業的競爭優勢來源與產業領先條件，分析一產業的競爭優勢來源與產業領先條件，分析一產業的特性與競爭資源何在；Mowery 與 Nelson 係將產業之競爭優勢來源定義為：資源、創新體系、市場、與技術四種構面；並將產業之產業之領先條件分成國家，產業、企業三種層級。

表 6 即從前述四種競爭優勢來源，依據每一競爭優勢來源之內涵，針對 ESCO 之特性進行分析：

表 6 產業競爭優勢來源

	資源 (Resource)	創新體系 (Institution)	市場 (Market)	技術 (Technology)
內涵	天然資源 氣候 地形 種原 人力資源	學術單位 研發法人 創投體系 群聚網絡 財產權制度	內需市場 外銷能力 貿易保護 公共採購 市場策略	基礎科學 產業生命週期 技術擴散機制 科學與技術鴻溝
儲氫產業	天然資源影響不大； 研發資源依賴度高； 跨領域人才需求； 氣候、地形影響不大。	需學術研發體系支援； 智財權相關法令對產業發展影響深厚； 屬整合性產業，產業上中下游之連結重要； 產官學合作程度影響大。	市場需求面驅動產業發展； 產品安全性要求高； 市場開發與區隔是發展重點； 全球市場為主。	基礎科學能力重要； 材料的開發為主要技術方向 科學與技術之鴻溝適中。

表 7 則係依據三種產業領先條件之層級，區分國家層級、產業網絡層級與公司層級，針對 ESCO 之特性與各層級內涵間之關連性進行分析：

表 7 產業競爭領先條件

	國家層級	產業網絡層級	公司層級
內涵	貿易政策 產業政策 研發補助 教育體系 公共採購 內需市場 勞工政策 土地政策 財產權制度 研發基礎建設	產業群聚 產業供應鏈發展 水平整合狀況 垂直整合狀況 產學合作體系 教育訓練機制	市場通路 品牌策略 供應鏈管理 顧客管理 組織管理 人力資本 研發資本
儲氫產業	產官學合作程度影響大； 智財權相關法令對產業發展影響深厚； 教育體系與人才培育重要； 研發基礎建設應建置完善。	初期垂直整合程度高； 產業群聚效應影響較小； 需學術研發體系支援； 產業之水平整合體系決定研發與產品開發之多樣性； 產業之垂直整合體系決定市場需求開發與產業效率。	跨領域人才需求； 基礎研發能力影響大； 市場開發與區隔是發展重點； 現代化經營模式與供應鏈管理； 技術導向，應用與品質之影響較成本高。

資料來源：本研究整理

## 參、價值鏈

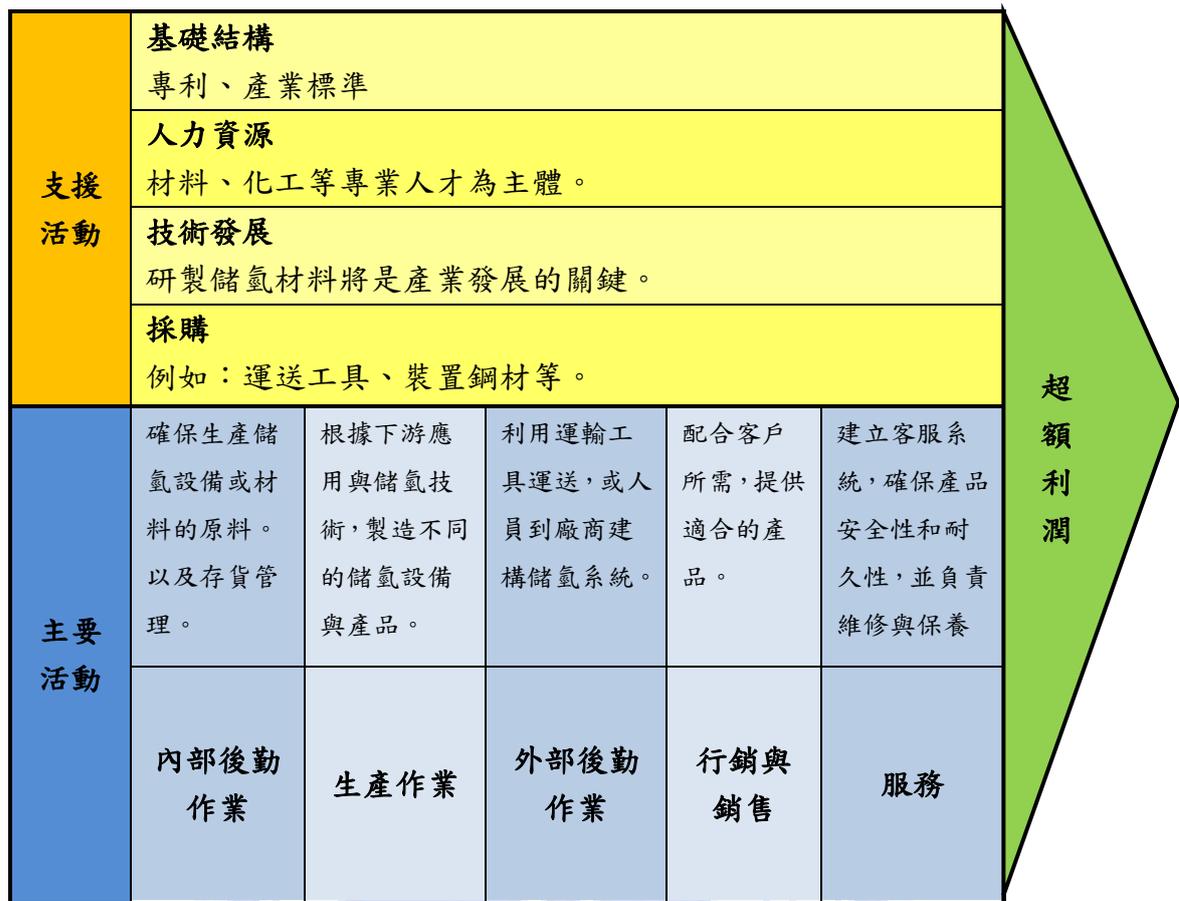


圖 23 儲氫產業價值鏈

資料來源：本研究整理

目前來說，儲氫業者可分為銷售產品設備者以及提供建立系統者，下面就兩種類別分述其價值鏈：

1. 內部後勤作業：由於儲氫所重為材料，對於原料的穩定提供勢必很重要，所以業者必須與上游供應商保持一定的連結性，甚至自行生產氫氣。若是以賣儲氫設備或產品者，應控制適當的存貨，避免期放置所造成的耗損；而以提供儲存系統為主的業者則較無此類問題。
2. 生產作業：必須根據下游客戶所要求，採用不同的儲氫方法，配合特定的材料，才能製造不同的產品或設備。
3. 外部後勤作業：若生產產品者需要建立完整的運送系統以利送至客戶端；至於提供系統的業者，必須建立足夠的工程師或團隊建製整套方案。
4. 行銷與銷售：
5. 服務：建立公司顧客關係管理系統，確認客戶對產品或系統的品質是否滿意，適時給予回饋並改善，且須負責產品的維修與系統保養等事宜。
6. 支援活動：由於此產業標準並未建立，專業分工仍未明確，但對於資源較少的企業創造了可提早切入的契機；不過材料技術發展以及優良的人力資源為

重要關鍵，如：化工、材料專業人才，故需投入一定的資源於此，才有機會搶得先機。

## 第四節 全球概況

目前在全世界已有超過千家以上的企業和機構投入氫能技術研發，加上美國、加拿大、英國、法國、德國、俄國、義大利、挪威、冰島、中國、日本、南韓、印度、澳洲、巴西這 15 個國家已簽屬「氫能經濟國際合作夥伴計畫」，藉由各國資源發展產業，預計未來還會有更多國家加入。從專利角度來看，1987~2000 年申請量大約從 200 件升至 400 件左右，但從 2000 年開始專利數量大幅增加，到 2005 年為 1006 件，由此可見技術不斷再進步。然而日本公開的專利總申請量更是領先第二名的美國有 3000 件左右，當中申請量最多的公司分別是松下；三洋和三菱。因此，就技術面和資源面來說，美國、日本、加拿大、歐盟等先進工業國，還是為產業的領先者。

依據 BCC Research 公司於 2007 年發表的研究報告可知，2006 年全球投資建設氫能產業超過 13 億美元，2007 年可望增加到約 17 億美元，且在 2012 年達 55 億美元的規模，甚至未來五年將以 27% 的複合增長率成長。其中氫氣轉化能源技術(例如：燃料電池、氫內燃機和渦輪機)由於技術較成熟，為目前市場營收最大宗，在 2006~2007 年間佔 78% 的比例，不過 2012 年預估會稍微下降至 76%，但這塊市場未來還是會以 26.2% 的年複合增長率成長，於 2012 年達到 40 億美元以上。另一方面，氫氣儲存和傳送技術的市場產值為 2006 年 7000 萬美元，至 2007 年小幅上升至 1 億多美元，預估到 2012 年可達 2 億 1 千萬美元。至於氫氣的製造技術則被業界看好，將從 2006 年的 1 億多美元提升至 2012 年將近 8 億美元左右，以年複合增長率 37.5% 的優異表現。其他氫技術的市場，如氫氣感測裝置 (hydrogen sensors)，將持續一定的成長水平。(見圖 24)

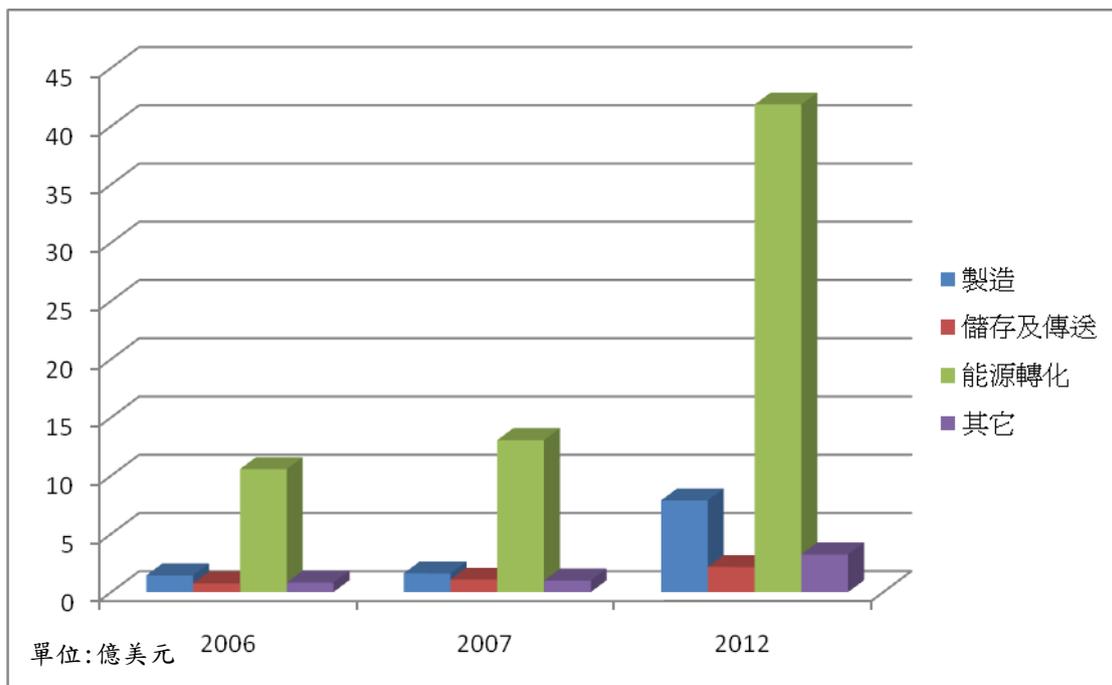


圖 24 2006 - 2012 年氫能源廠房和設備的投資預測

資料來源：BCC Research (2007/08)

## 第五節 各國產業概況

### 壹、美國

隨著歐巴馬新政府上台，氫能產業被列在美國能源政策重點發展之一，加上自 2003 年布希政府提出的行動方案，所需經費從沒中斷，可知此產業為美國極力發展的目標，其中氫能生產加上儲存，約佔總經費的一半，圖 25 即為近年來美國能源署的投入經費。由於氫能車要完全採用的技術仍未完善，加上美國車廠近來深陷經費拮据之困擾，所以美國將氫能車輛的使用目標，設在 2015 年後。而 2011 年主要以天然氣或液化石油為原料、消費性電子用等不同用途的燃料電池發電系統為主。

儲氫產業方面，從氫能的質量、安全性、溫度等品質指標改進，進而提升民眾的接受度與信心(見圖 26)。技術希望以升級方式，利用材料的發展漸漸取代高壓式、化學方法來儲氫，降低以往技術的危險性。美國科學家最近研發出一極具有潛力的新型儲氫材料：含鈦過度金屬乙烯複合物，經過測試發現可吸附高達 12%重量比的氫氣，此數據已大大高於美國能源署預定在 2010 年達到的 5.4%之目標，若是再改善放氫的能力將會有重大突破。然而私人企業方面，美國的石油公司如：埃克森-美孚石油、謝夫隆石油、墨菲石油等皆投入此項技術的研發，希望在氫能取代現今燃料前取得先機，其他如 Ovonic Battery 等燃料電池公司亦投入。甚至還有 Quantachrome Instrumenta 公司這類的儀器廠商，提供測量

吸附氫氣能力的機器，希望搭上這波氫能起飛的順風車。

美國是算是投入此產業資源最多的國家，並且技術與日本皆處於領先，也希望建立全球標準，不過其他國家技術程度也不斷再進步，加上跨世代材料出現，除了需要努力研發外有時還需要一些運氣與天然資源的配合，所以未來仍面臨許多挑戰，但是其對於此產業的投入應該只會愈多不會減少。

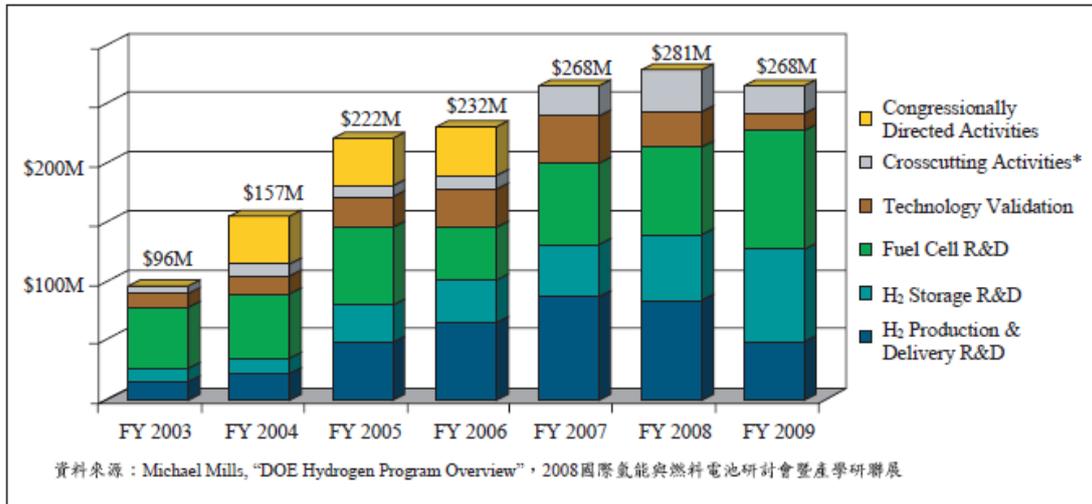


圖 25 美國能源部對氫能投入的研發資金

資料來源：美國能源署(DOE), 2007

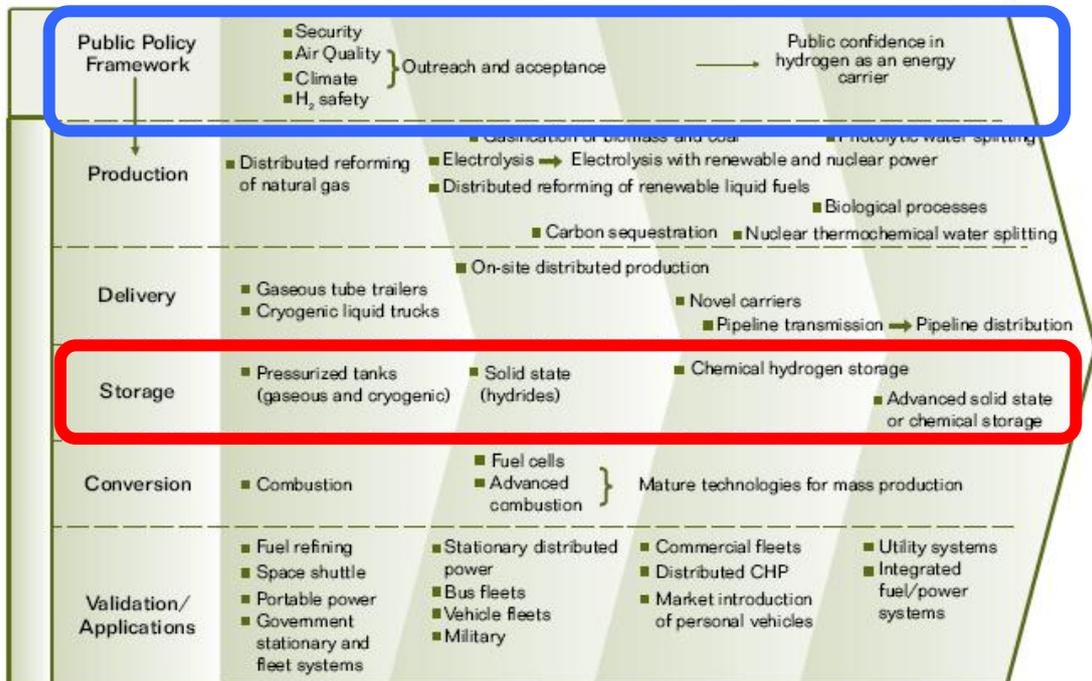


圖 26 美國氫能產業發展目標

資料來源：美國能源署(DOE), 2007

## 貳、歐洲

歐洲各國對於氫能研發經費的投入，近年隨著研發的成果有顯著的成長，根據歐盟委員會發布的資料在 1986~1990 年間投入約八百萬歐元，1999~2002 年至 1.45 億歐元，2006 年則成長到 3.2 億歐元，其中氫儲存部分佔了 8.1%，生產運送 19.3%，燃料電池基礎研究 14.6%，定置型、可攜式系統和運輸應用各佔 8%與 19.3%，其他項目還有安全規範、技術驗證等。從 2003 年起開始，全面禁止生產或使用鎳鎘電池，為鎳氫電池發展帶來良好的發展契機，也為鎳氫電池生產用原料-儲氫行業的發展帶來商機。

氫能的發展是由歐盟委員會來擬定，但歐洲各國仍可評估本身優劣勢作是當的調整，近期的主要工作在降低成本和初期商業化的相關研究上，每年研發經費增加八千萬歐元，並針對大規模的示範計畫與先驅廠商進行補助。預定 2015 年正式開始商業化，並設定成本目標，期望達到氫氣每公斤 4 歐元，儲氫罐每度 (kWh)10 歐元，到 2030 年時，更希望達到氫氣每公斤 3 歐元，儲氫罐每度 (kWh)5 歐元至之水準，以利大眾化。歐盟認為氫能產業未來具有相當競爭力，且創造 20~30 萬個就業機會。

廠商部分，像是 BMW 過去四年投入了 1870 萬歐元，2008 年與其他多個汽車製造廠商和歐洲航空航天工等，一起研發了新型的液氫儲罐，這種材料構成的罐體與線用的圓柱型鋼罐相比，可以減小儲罐的體積，另外電力輔助系統也被併入儲罐的外部保護性材料內，如此將在車內佔用更小的體積，並更易生產和保養。

## 參、日韓

日本政府投資在氫能產業，多年來大都維持在 300 億日圓左右，不過其車廠如：豐田 (Toyota)、本田 (Honda)，投入的資源應不少於政府。因此在儲氫產業發展上，日本著重在汽車用燃料電池方面，預計到 2020 年本國市場可達 9000 億日圓的水準，家用燃料電池亦有 2500 億日圓規模。其政府自 2005 年起補助住家安裝電熱共生定置型燃料電池系統，至今已安裝超過 3000 台，目前日本在技術成熟度和降低成本上都有極大進展。預計 2009 年，家用型氫能發電機組將正式商品化，新日本石油公司、三洋公司和松下電器等廠商都大規模投入與生產，代表日本在這項應用的氫能儲存技術具有一定水準與安全性。

除了上述企業外，日本製鋼所針對儲存合金應用與發展已超過 20 年，為日本主要開發儲存合金的公司，該公司將儲存合金應用在氫氣儲存與取代冷媒壓縮機上。2008 年 6 月，日本產業技術綜合研究所發佈其研製出重量輕、密封性好、強度高、抗高低溫性優異的新型儲氫材料，除了可應用於製造氫氣汽車的燃料儲氫罐、燃料電池容器和便攜式液氫儲藏設備外，還可能用於製造下一代返回式航天系統的液氫燃料儲藏罐，所以有廣泛的應用前景，為儲氫產業的大規模開發應

用之步伐邁前一大步。

至於韓國方面，其氫能產業發展計畫是從 1988 年啟動第一期計畫，致 2003 年為止，政府與企業一共投入了將近 9150 萬美金，並逐年大幅增加，於 2004 年投入了 5620 萬美金，2005 年成長到 7410 萬美元，2006 年則高達 1 億 1760 萬美元，2007 年稍微下降至 1 億 1080 萬美金。項目包含家庭電力系統、運輸系統和燃料電池，而燃料電池更是韓國最主要發展方向，其規劃大致可分為四階段（見圖 27），茲分述如下：第一階段期望在 2012 年前，完成 50 座加氫站，住宅用發電機 10000 套，氫能汽車 3200 輛，燃料電池公車 200 輛，達到驗證與示範的效果。第二階段為創造氫能源和產業。第三階段是 2020~2030 年，主要促進產品市場的發展，特別在發電機、運輸和可攜式電力。氫能時代來臨則為第四階段。

韓國企業則有 Samsung 以開發微型儲存系統為主；Fuel Cell Power(FCP) 與 TaeGu City Gas 則是以定置型電力系統應用為主；現代起亞(Hyundai-Kia Motors)則著重在汽車燃料應用上。目前韓國的儲氫技術應用於燃料電池方面，與先進國家差距並不大，將是未來發展產業的利基。

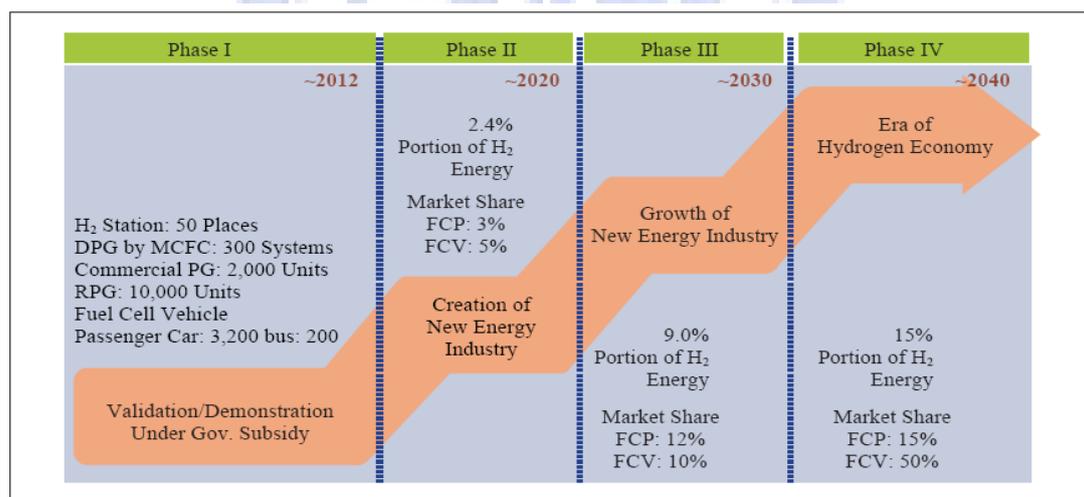


圖 27 韓國氫能產業發展時程

資料來源：工業材料雜誌 265 期(2009/1 月)

## 肆、中國大陸

中國對氫能的研究與發展可追溯到 20 世紀 60 年代初，中國科學家為發展中國的航天事業，對作為火箭燃料的液氫生產、燃料電池的研製與開發進行了大量的工作。將氫作為能源載體和心的能源系統來開發，則是從 20 世紀 70 年代開始。現在，為進一步開發氫能，推動氫能利用，已將氫能技術列入《科技發展十一五計畫和 2015 年遠景規劃》項目中。

儲氫產業方面，除了一般通用的高壓與液氫儲存外，中國將重心放在儲氫材

料研發上，試圖建立本國標準，加上天然資源豐富，發展出獨特的產品，像是其利用本國具有的稀土材料為主而作出的儲氫罐，不僅在低溫下能吸放氫氣，性能較佳，應用也較廣。位於天津的海藍德公司已外銷這類的儲氫罐至海外，客戶大多為提供整套供氫系統的廠商，其一個成本不到一萬人民幣，卻能賣到一萬多元美金，利潤將近十倍。現今中國的主要研發機構有：中國科學院金屬研究所、理化技術研究所、南開大學、武漢理工大學、浙江大學等。其他廠商方面，上海神力科技有限公司發展以汽車應用為主的儲氫罐、北京飛馳綠能公司以加氫站等大型儲氫系統為主、其他像是北京世紀富原、大連新源動力、北京氫能華通科技發展有限公司、德勝能源設備發展有限公司等，都已戮力開發儲氫設備。

因此中國大陸在政府強力支持且投入大量資金與人力下，搭配資源、市場廣大以及工業基礎設施完善等條件，期望能藉由新一代的能源革命，促進產業轉移和經濟發展，創造另一中國崛起之契機，晉升成為世界強權。

## 第六節 台灣產業概況

若以整個氫能產業來說，目前國內約有 30 多家相關研發機構及業者投入氫能相關產業，隨著投入廠商的增加，使得產業價值鏈上具有一定程度的分工。在氫能技術開發方面，台電公司發展再生能源製氫展示系統；碧氫科技開發重組型氫氣產生機。至於燃料電池電力機組部分，亞太燃料電池與杜邦公司建立合作關係，主要在開發燃料電池電動機車；另博研燃料電池公司亦投入此產品之發展。在 3C 應用方面，勝光科技結合南亞電路板、奇鉅科技與思柏科技組成研發聯盟，開發筆記型電腦用甲醇燃料電池電力組。發電機應用方面，主要有大同公司開發使用甲醇為主的發電機，作為緊急、備用、不斷電系統使用，亦開發以乙醇為燃料之電池。除大同公司之外，真敏國際、亞太燃料電池、博研燃料電池等公司也在開發氫能的 PEM 燃料電池發電機組；同時台達電子與中科院合作，正在發展小型特殊用燃料電池電力機組。而零組件方面，安炬科技的產品開始提供樣本供客戶測試；盛英公司與恩良企業則開發複合材料雙極版；異能科技生產鹼性燃料電池用的離子交換膜與空氣極；還有大同公司生產燃料電池專用變頻器；碳能公司投入以碳為基材的氣體擴散層研發。

氫能經濟的發展，從研究到普及費時甚多，加上不確定性高，因此難以有效預測，但氫能為未來趨勢或許已成定局，勢必投入資源加以規劃與發展，其中儲氫更是整個氫能產業的重要橋樑，故根據 2007 年的能源科技研究發展白皮書，預計短程(2007~2010 年)目標為著重在基礎研發，如金屬合金、化學儲氫之材料上。致中長期時，搭配民間企業的應用產品加以推廣，並商業化而拓展市場。(見圖 28)

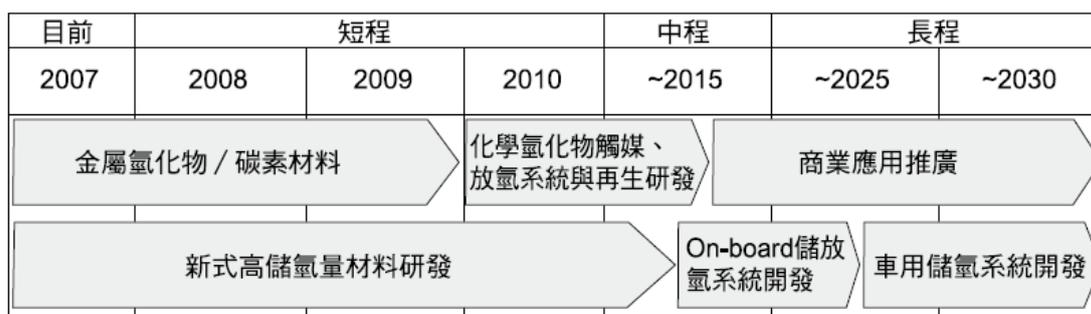


圖 28 台灣儲氫材料發展時程

資料來源：能源科技研究發展白皮書(2007)

表 8 台灣廠商或機構發展概況

機構或公司	研究與開發項目
工研院材化所	研製合金儲氫罐
工研院能環所	研製鎂系金屬奈米複合儲氫材料與化學儲氫技術
中科院材料所	研製複材高壓儲氫容器
核能研究所	發展奈米碳管儲氫材料
亞太燃料電池	開發與生產合金儲氫罐
漢氫科技	開發與生產合金儲氫罐及應用產品
三福氣體	開發合金儲氫罐充氫機

資料來源：經濟部能源局

就儲氫產業區塊來說，其中工研院所研發的定置型系統，已具有產品化的基礎；工研院材化所研製合金儲氫罐；工研院能環所研製鎂系金屬奈米複合儲氫材料與化學儲氫技術；中科院材料所研製複材高壓儲氫容器、核能研究所發展奈米碳管儲氫材料等；漢氫科技和亞太燃料電池皆有研發與生產合金儲氫罐；三福氣體則是開發儲氫罐的填充氫機(如表 8 所示)，以及多所大專院校也都投入不同的儲氫材料之研發。最後，本研究整理政府提出的幾項產業發展策略重點，具體作法簡述如下：

1. 擴大產業研發投資，籌組研發聯盟平台，開發共通核心關鍵組件及材料，加速國內產業整合發展。
2. 整合技術開發與創意設計，推廣各式應用產品，並藉由參加或籌辦國際展覽會協助業建立品牌形象。
3. 建立國際級標準檢測驗證平台，提供與國際調和之法規標準，建置與整合展示環境，提升產業競爭力。
4. 與國際供應鏈接軌，藉由政府投入之技術成果移轉與獎勵措施，讓業界迅速進入量產開發並形成產業聚落。
5. 推動氫能產業應用示範與驗證，提高技術可靠度與民眾接受度，加速技術商品化發展。

## 第四章 理論模式

根據氫儲存產業動態成長變化之特色選擇以「產業價值鏈」與「策略群組」為區隔變數，作為產業定位與創新需求要素分析之依據。本研究以學者徐作聖<sup>16</sup>所提出之『產業組合』模型為架構，以下內文即針對模式相關要素陳述。

### 第一節 產業分析模式

區隔變數的選擇是本研究所用產業組合分析模式的最大特色，其中產業供需的配合與競爭能力是區隔變數選擇的重要依據，而產業領先重點與產業競爭優勢來源是選擇供需面變數的準則。在供給（X軸）方面，產業之價值鏈或供應鏈是主要的選擇，它代表了在知識經濟時代產業垂直分工與水平整合的趨勢，同時兼顧產業分析的系統性；在需求（Y軸）方面，對於已形成的產業與產業結構還在發展中的產業有不同的選擇，前者以策略群組的定位為主，而後者是以產業（市場）生命週期為主，而這兩種選擇代表了市場結構之競爭情勢與競爭優勢選擇之考量。

另外，在此一分析模式中，產業創新需求是根據八大構面而形成，包括了研究發展（研發能量）、研究環境（研發資源與研發體系）、技術知識、人力資源、財務資源、市場資訊、市場態勢（全球市場現況與未來趨勢）、市場環境（全球市場結構）等，廣泛地涵蓋各種產業創新要素（如：技術、市場、資金、人才、研發環境等），以此分析模式評估政府政策、產業現況以及企業策略對產業創新之需求，是一個全方位的分析方法，更能客觀地反應產業創新的實質，應為目前學術界最完整的分析模式。

對全球競爭態勢為寡佔且尚未成熟的產業（如：氫儲存產業），由於產業領先重點來自企業的策略選擇以及技術發展，加上產業結構位於萌芽期，因此技術的突破與供應鏈相互配合，將能有效影響產業的發展，故區隔變數以「全球產業之價值鏈 x 市場(技術)成長曲線」為主，其中前者代表產業的供應面，而後者代表了企業競爭優勢的來源，分析矩陣如表 9 所示。

---

<sup>16</sup>徐作聖，國家創新系統與競爭力，聯經出版社，台北市，民國 88 年。

表 9 氫儲存產業分析矩陣

		產業價值鏈		
技術 成 長 曲 線		研發	生產	市場應用
	成熟期			
	成長期			
	萌芽期			

資料來源：本研究整理

## 壹、產業策略群組區隔定位

經過兩種構面的分析，可大致決定產業的特質與型態，然而產業的範圍過於龐大，且產業相關的技術又十分龐雜，很難以確切的將產業定位在某一區隔中，因此我們便以產業內代表性的產品做為分析的對象，以產品散佈的區隔範圍來研判產業的定位。

本研究所使用的模式為一矩陣表列（表 9），除了能反應產業目前的策略定位外，更能描述出產業變化衍生出的動態需求，故其規劃結果能反應產業現況與未來需求。我們以函數矩陣的模式來描述產業的競爭態勢，而各別產業在矩陣的位置也反應了該產業目前最適的策略定位，而矩陣內容中的創新需求也是產業該優先選擇發展的目標，而其對應的政策工具也正是政府為輔導產業發展所應優先選擇的政策方向。

具體來說，本研究所使用的分析模式具有下列之特色：

1. 客觀分析產業在特定區隔與定位中，所需優先發展之方向與策略，評估產業之動態發展，若創新需求目標無法達成，應放棄此產業區隔之發展。
2. 提供具體政策執行方向及政策措施的優先發展策略。
3. 利用專家訪談與問卷，集思廣益地彙集推動產業之策略與方案。

## 第二節 產業創新需求要素

本研究主要以 Rothwell 及 Zegveld 的理論為基礎，針對其產業創新需要的資源要素作更細項之研討，並根據李輝鈞對產業創新需求要素之定義，配合業界專家之修正，進一步歸納出氫儲存產業之創新需求要素。而所謂產業創新需求要素（Industrial Innovation Requirements, IIRs）是指在產業發展與創新時最需要的

關鍵因素。本研究認為氫儲存產業在不同價值鏈中及不同生命週期中，同樣資源項目應有不同的需求，因此在研究上有必要再細分產業需求資源的形態，以下便對相關產業創新需求要素作說明。

## 壹、與研究發展相關的產業創新需求要素

對於氫儲存產業而言，研究發展能力為創新的重要因素，有些企業在技術上的研究發展使品質與原有產品不同，有些則是由於改良製程而在品管及生產流程上創新，或對市場反應更為迅速，這些改變對於競爭而言，都能產生相當的價值，而產業經由研究發展而創新，除了強化與對手的相對競爭力外，也可能產生出新的產業領域或產業環節，對於產業的變遷，也會有延滯的力量。而培養研究發展的能力，除了相關資源的配合之外，還必須考慮到相關需求因素的配合，以下便分別說明之：

### (一) 國家基礎研究能力

有些產業在特定國家與環境下有發展的優勢，但是經過分析之後，只有極少數是先天的條件與優勢，絕大多數必須透過長期的技術開發，而不同產業所需要的投資情況又有極大的差異，對於以天然產品或農業為主的產業，以及對技能需求不高或技術已經普及的產業而言，產業基礎研究能力可能在重要性上並不明顯，但如果產業要以特殊的產品或創新的技術來取得高層次的競爭優勢，則在基礎研究能力便需要不斷的提昇。

一般所謂基礎研究能力，主要指在基礎研究科學與相關專業領域的潛力，如德國在傳統光學科技的基礎研究能力上的領先，創造出強大的光學科技產業。美國在電腦軟硬體方面的人才與技術能力，使得不僅在電腦業上嶄露頭角，同時在金融服務業與電子醫療產業上也有相當的競爭優勢。台灣在晶圓製程技術上居世界領先位置，發展出了台灣晶圓的傳奇。而這國家基礎研究能力的強弱也決定競爭優勢的品質與創新的潛力。

### (二) 國家整體對創新的支持

在產業形成的初期或新的商業形態與機會出現時會產生新的企業家。新的商業形態會帶動創新，是提昇產業競爭優勢不可缺少的條件。產業的形成往往創造出許多不同的市場與產業領域，這是給新起廠商適時加入與發展的機會。這種產業動力通常是良性的，它會帶動更多的競爭，釋放出創造力，讓可能因抵觸企業現行策略或慣例而無疾而終的新產品、新製程浮出檯面，也迎合了新的市場需求與過去被忽略的產業環節，但要產生這樣的現象，需要仰賴各種競爭條件的運作和搭配。大前提是在產業內必須有一批具備創業家精神的人才出現。當新企業不斷興起時，會有更多人被吸引到這個產業，政府的輔助也會連帶推波助瀾。當這個產業已成為本國人民希望的象徵時，又將吸引更多一流人才的投入，帶動產業更蓬勃的發展。

### (三) 技術合作網路

當產業發展的初期，在技術方面沒有能力與國外廠商競爭，也沒有足夠的資源與能力從事研究發展，因此在產業發展的初期來說，可利用技術合作講求長期的合作，以順應自然為原則，在兼顧雙方的利益下，使技術能力能向上提昇，經

由彼此聯合的人力與財力，共同承擔風險與分享利潤，以達到創新的目的。

#### 1. 同業間的技術合作

共同開發新技術，降低彼此間的研究發展費用及開發新產品的風險。

#### 2. 產業間的技術整合

廠商利用不同技術間的互補性，藉由相互授權以強化企業在個別領域的技術能力，是改善產品品質、降低生產成本甚而開發新產品。

#### 3. 產官學研的合作

吳思華(1993)主張產業合作網路的可以帶來四項優勢，包括：降低成本、分散風險、有效取得關鍵資源、提高競爭地位。藉由合作與聯合的關係來學習技術，或是藉由官方的整合來擷取技術或以學術研究後經由衍生公司(spun-off)將技術與知識擴散到產業內。此時，輔以政府、產業及大學之分工，利用國家與相關環境的資源，支援產業以推動研究發展工作，藉由合作與聯合的關係來學習技術，將加速促成產業更蓬勃發展。

#### (四) 產官學研的合作

產業發展的初期，在技術上沒有能力與國外廠商競爭，也沒有足夠的資源與能力從事研究發展，因此合約研究在於利用政府、產業及大學之分工，利用國家與相關環境的資源，支援產業以推動研究發展工作，在施行的類型上，主要有基於某特定研究專案而委託研究者，或依產業的需要使適當的技術輔助與指導，視情況及產業的需求而定。

#### (五) 政府對產業政策的訂定

政府對於產業發展扮演著非常重要之角色，尤其是剛萌芽之產業，故政府所訂定之方向通常將使廠商奉為依歸。

#### (六) 同業間的技術合作

在很多產業中，企業的潛在優勢是因為它的相關產業具有競爭優勢，當上游產業能提供相關支援時，對下游產業造成的影響是多方面的，首先是下游產業因此在來源上具備快速反應，有效率與降低成本等優點。而除了使原料獲得更容易外，藉由產業持續與多方的合作，亦會帶動產業新的競爭優勢與創新。在這種合作關係中，供應商會協助企業認知新方法、新機會與新技術的應用；另一方面，企業則提供上游廠商新創意、新資訊和市場視野，帶動上游企業創新，努力發展新技術，並培養新產品研發的環境。企業與上游廠商之間的合作與共同解決問題的關係，會使他們更快也更有效率的克服困難，整個產業的創新步伐也會更加迅速。

#### (七) 產業間的技術整合

藉由不同技術整合，將能加速技術多元化與發展。

## 貳、與研究環境相關的產業創新需求要素

產業發展較好的國家，除了在研究發展上持續保持優勢之外，研究環境通常也是十分重要的因素，而擁有較好研究環境的國家，其產業競爭力的表現經常也在水平之上。以這理論上來推導，若要創造出對產業研究發展有利的因素，則研

究環境同樣具有相當重要的地位。例如投資研究基礎科學，如果產業無法將研究成果轉化成商品，則基礎科學無法產生優勢。而政府若無法創造出環境以提供產業做轉化，或因政府本身組織龐大，對外界需求反應慢，無法體認某些產業的特定需求，往往會使投資在研究發展的努力以失敗收場。因此由政府與產業共同投資的創造研究環境，才是催生產業創新的重點。以下便分別敘述之。

#### (一) 具整合能力之研究單位

就企業本身來說，在成本的考量上，企業必定專注其核心能力的開發與研究，因此，對於非其核心能力範圍之內的相關技術，將無法攝取；但就國家方面來說，成本並非其首要考量因素，因此，國家應成立具整合能力之研究單位，類似中研院，工研院等，就技術或產品的未來性，將不同領域間的技術試著做整合與開發，可彌補國內產業能力不足的一面。

#### (二) 專利制度

在競爭的環境中，產業的發展與優勢取決於競爭力，在以技術為主的產業，其以技術的發展做為產業優勢的情形更為明顯，但是徒具某些技術能力並不夠，產業內必須有獨特技術能力才能建立技術障礙，並不斷的提昇其產業優勢。因此專利制度主要指當產業技術不斷被開發出來的同時，在環境上必須要有一種保護技術的制度。

#### (三) 專門領域的研究機構

產業真正重要的競爭優勢必須藉由特定與專業的關鍵因素才能達成。而專門領域的研究機構能集中相關科技與專業的人力資源，加速市場與技術資訊的流通。而產業也會藉由投資相關訓練中心與建教合作計劃，不斷提昇產業的基礎技術能力。當研究機構與企業形成網路時所形成的效應，也會促使政府與產業更多的投資，專業化的環境建設不斷擴大，又進一步帶動產業的發展與技術的提昇。

#### (四) 技術擴散機制

產業的發展乃是藉由本身不斷的成長與學習來持續創造競爭優勢。在這發展的過程中，創業者與發明家不斷扮演創新的角色，故如何藉由環境來培育這些初生的企業，便有賴於塑造出適當的環境。創新育成體制的功能便在於它能提供管道，引導創業者與發明家透過環境取得相關需求資源，掌握改革與創新的機會，並及早進入正確方向去發展。在整個過程中，創新育成體制不僅輔導企業尋找市場的利基、生存的最佳條件與開發被忽略的市場環節，並輔導其經營與管理企業的技巧，藉由輔助企業生存並具有適應環境的能力，使得企業的成長能帶動產業的整體發展。

### 參、與技術知識相關的產業創新需求要素

當國家與其他國際競爭對手比較時，若能提供更健全的相關與支援的技術知識體系，便可形成產業之競爭優勢。技術知識的資源存在於大學、政府研究機構、私立研究單位、政府研究部門、市場研究資料庫與同業工會等不同來源。而上述的資源是否與產業創新或競爭優勢有關，要看整合這些資源時所發揮的效率與效能。這與產業在應用知識資源時如何整合與選擇強化關鍵要素有關，因此以下便

分別敘述之。

#### (一) 技術資訊中心

由於技術的創新具有高度的不確定性，包括技術上的風險及市場上的風險，因此正確資訊的提供，可減低開發上的不確定性，並有助於新技術的發展與創新。因此技術資訊中心的角色，除了幫助產業研究，亦提供技術諮詢與技術服務，以輔導企業在技術上的發展。

#### (二) 技術引進與移轉機制

Kim (1997) 認為，產業在發展的初期，技術能力與先進國家差距太大，因此在技術上必須要模仿，一旦熟能生巧之後，才能力求展開自主性與創新性的技術。而技術模仿者，除了運用本身的資源與技術基礎來接受技術之外，尚需考慮產業的學習能力。因此技術擴散機制的優劣，便決定產業技術成長速度的快慢。技術擴散機制的功能，主要提供企業技術學習的管道。企業藉由技術擴散的方式可以減少自行研究發展的大量投資，且可避免長期摸索產生的錯誤，節省人力及時間的浪費；對於資本不足、技術缺乏的企業而言，技術擴散實為提供生產技術與強化產業競爭力的最佳方式。

企業引進技術的目的，不僅僅只是獲取技術，而是藉著技術引進的行為作為手段，來達成改善技產業技術能力的目標 (Skowronski 1987)，更具體的說，發展或引進技術的目的不外是：增加本身的競爭能力，減少技術差距、提昇產品品質、良品率、降低生產製造成本，增加獲利能力等。但是由於技術本身的特性，技術移轉並非單純的購買資本財或設計圖，技術接受者尚須提很多資源來融合、調適及改良原有的技術，因此能不能成功地應用所引進的技術，便有賴於廠商發展本身技術能力的程度與良好的技術移轉機制。

#### (三) 規格制定能力

#### (四) 產業群聚所產生知識外溢效果

Porter (1998)<sup>17</sup> 定義群聚效果為：當某一特定產業上下游間的發展有著地域性的關連傾向，並逐漸演化成具有經濟效益的結構，彼此競爭卻又相互依賴。因此，若企業間形成群聚，則其產業可藉由內在動力進行自我發展，以及彈性調整，因而大幅提升整體產業的競爭力。在競爭論中，則以價值鏈為全球競爭策略的基本分析工具，指出跨國企業在全球策略上，特徵在於將價值鏈中主要業務活動配置在全球各地。但如果把價值鏈中主要業務活動配置在同一地區，則將有助於創新並提升競爭力。

張順教 (民 89)<sup>18</sup> 在新經濟環境下產業群聚效果分析一文中提到，群聚效應有兩種。一為產業虛擬化，意指群聚中的資訊流較現有的物流更能創造出競爭優勢和利潤。一為群聚會對其他相關產業產生良性影響，使產業延伸或建立更加快速。

產業群聚的形成帶來的效益除整合相關的需求要素，產業形成互助的關係，

---

<sup>17</sup> 麥克·波特，競爭論(下)，天下文化出版，民國 87 年

<sup>18</sup> 張順教，新經濟環境下產業群聚效果分析，天下文化出版，民國 89 年

經由技術與資訊的不斷流通，創新的文化隨供應商與客戶的關係快速的擴散，新的思考觀點不斷產生，上下游或相關產業的效益不斷強化。而產業群聚本身就有鼓勵專業化投資的效果。當一群企業能建立緊密的合作網路，目標一致的投資科技、資訊、基礎建設與人力資源，必然會產生強大的正面影響。

#### (五) 系統整合能力

現今的氫能產業仍屬高度垂直整合的產業，標準化亦尚未建立，故多數廠商專注於系統整合，少數廠商才僅限於零件的生產。

#### (六) 標準化之重要性

### 肆、與市場資訊相關的產業創新需求要素

#### (一) 先進與專業的資訊傳播媒介

以產業發展的觀點來看，資訊是一個相當重要的關鍵資源，而產業是否能在全球的競爭環境下佔有優勢，便取決於產業內的資訊是否能廣泛的流通，因此先進與專業的資訊傳播媒介便扮演著十分重要的角色。以日本為例，隨著技術能力的生根茁壯，企業在資訊收集的支出比重也不斷增加。而日本國內重要產業和產品的相關資料，不僅廣泛流通與取得便利，傳播媒體、政府機構、同業公會與其他無以數計的機構，交織成一個綿密的資訊網，使得日本企業在面臨激烈的國內與全球市場競爭，仍能產生堅實的競爭能力<sup>21</sup>。

#### (二) 顧問與諮詢服務

通常企業在策略上力求滿足各種客戶的不同需求，來開發新的產品，因此企業便不斷的創新，抓住市場趨勢，並具備隨時調整的彈性。在發展的過程中，藉由專家顧問預測未來產近數發展與關鍵零組件規劃各階段發展/支援目標評估投入資源，如此可避免在高風險的競爭下浪費不必要的人力與物力摸索與了解市場資訊與需求。

#### (三) 客服中心的顧客資訊

以產業競爭優勢的觀點來看，競爭力強的產業如果有相互關聯的話，會有提攜相關產業的效果（pull-through effect）。因此有競爭力的本國產業，通常也會帶動相關產業的競爭力，因為它們之間產業價值相近，可以合作、分享資訊。這種關係也形成相關產業在技術、製程、銷售、市場或服務上的競爭力。如果相關廠商有相當的競爭優勢，不斷朝產業創新的過程發展，就能提供產業所需求的最新技術，若有相關廠商能打進國際市場，對市場的洞察力就更強，提供產業資訊與經驗便有相當的價值。

#### (四) 客製化之重要性

#### (五) 顧客導向的產品設計與製造能力

商品存在的最終目的是銷售，如何滿足顧客的需求是研發過程的一大考量。

---

<sup>21</sup> Poter, M. E., The Competitive Advantage of Nations, Free Press, New York, 654, 1990

## 伍、與市場情勢相關的產業創新需求要素

### (一) 需求量大的市場

需求量大的市場通常對產業的競爭有利，因為這會鼓勵企業大量投資大規模的生產設備、發展技術提高生產力，不過必須特別注意的是，除非市場本身特殊且政府措施或環境影響有阻絕外來競爭者的能力，否則很難形成產業特有的優勢。因此對於需發展經濟規模的產業而言，在企業具有跨足不同國際市場能力之前，必須評估國內是否能創造出大型的需求市場。一般而言，在產業發展的初期階段，企業的投資決定多從發展國內市場的角度出發，故如需大量研發、大量生產，並且是技術落差大或具有高度風險的產業，因此除非是內需市場不夠大的壓力迫使發展出口，否則大多數廠商仍覺得投資國內市場時較有安全感。因此政府與相關環境若具有創造內需市場的能力，則對產業發展與創新便能造成相當的優勢。

### (二) 策略聯盟的靈活運用能力

Hill 與 Jones (1998)<sup>23</sup>認為策略聯盟是企業間的合約承諾，而他們也可能互為競爭者。策略聯盟運作的範圍正適合資（由兩個或兩個以上的企業相等的股分）到短期的契約協定（由兩個企業同意在某一特殊問題上合作）。Porter & Fuller (1987)<sup>24</sup>將聯盟的動機和利益歸為降低風險、追求規模經濟、節省開發成本與影響競爭局面等四大類。榮泰生 (1997)<sup>25</sup>認為聯盟的利弊可廣泛的價值活動來分析，其弊為協調的困難、建立結構的困難、造成競爭對手、經營的複雜化等。

### (三) 多元需求的市場

市場需求可以被區隔為不同之定位，而不同的定位受到環境的影響，便有不同的發展。因此雖然有些產業總體市場潛力不大，但只要善用區隔，照樣可以形成規模經濟。多元需求區隔市場之所以重要，是因為它能調整企業的發展方向。使產業發展可以根據本身條件發展較有機會或有潛力的區隔，即使只算是大國的次要產業市場，仍然可以為小國帶來產業上的競爭力。因此當產業能細分與善用許多不同區隔時，該國產業會因此產生更強的競爭優勢，細分過的產業區隔會指引廠商提昇競爭優勢的路徑，廠商也會認清自己在該產業中最有持續力的競爭位置<sup>27</sup>。

---

<sup>23</sup> Hill, C. W. L. and Jones, G. R., Strategic Management Theory, Free Press, New York, 1998.

<sup>24</sup> Porter M. E., Competition in Global Industries, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 322-325, 1986.

<sup>25</sup> 榮泰生, 策略管理, 5 版, 華泰, 台北, 民國 86 年

<sup>27</sup> Poter, M. E., The Competitive Advantage of Nations, Free Press, New York, 86-99, Free Press, New York, 1990.

## 陸、與市場環境相關的產業創新需求要素

### (一) 國家基礎建設

在討論產業競爭時，對於國家基礎建設影響產業發展與創新，是國內在產業相關因素上長時間強化而來的，例如每個國家在基礎建設上不斷的投資，雖然不足以創造一個國家的高級產業，但是產業的發展與創新卻不得不以此為基礎。因此，持續投資基礎建設是國家經濟進步的基本條件<sup>31</sup>。基礎建設可以擴大內需市場，刺激民間的消費，進而影響到產業的擴張，甚至影響到資訊的流通以及科技人才的生活品質、工作與居留的意願。故絕大多數新興工業國家在基礎建設方面，都有不錯的成績。同時產業活動的全球化，現代的跨國企業可以透過海外設廠的方式選擇適當的發展地點，使得基礎建設所造成的效益降低。但是在人力資源、知識資源、資本資源在各國流動的情況下，如何集中這些資源造成優勢，仍要看基礎建設是否能配合，因此基礎建設品質優劣與發揮的效能，便可決定是否能有效應用資源形成優勢效果。

### (二) 針對產業特殊用途的設施

在許多的情形下，基礎建設是依所有產業共同需求而創造出來的，但隨著產業的性質不同，對基礎建設需求特性也隨之而異，而以產業優勢的觀點來看，一般的基礎建設（如公路系統、通訊系統等）雖能提供最基本的發展條件，但是這些條件很多國家都有，效果相對不顯著。而針對產業的特殊設施提供專業且針對單一產業的需求條件，其所造成的效果，則是一般基礎建設所無法比擬的。

當一個國家把產業優勢建設在一般基礎建設上，也通常是浮動不穩的，一旦其他國家踏上發展相同的途徑，則優勢便岌岌可危。而投資在特定用途的設施所不同的地方在於，它可以配合產業的發展而做不同的投資。不同的投資所形成的效果與差異便有所不同。沒有一個國家能完全提供或投資所有產業的需求，在諸多的需求中，哪些是必須提升或創造的，如何進行才有效率等問題，則與市場的情形、相關產業的表現、產業發展目標等因素有關。即使是政府的選擇上也同樣深受這些關鍵因素的影響。

### (三) 政府優惠制度

新興產業在發展時，政府如能提供相關的優惠制度，將有更大的誘因，來吸引更多企業投入其相關產業之研究與發展，而政府所能提供的政策支持包括優惠制度及各種輔助條款，優惠制度方面對內包括減免稅賦，提供補助等；對外，可課徵關稅或其他相關稅賦，以保護國內產業之發展。

---

<sup>31</sup> Teubal, M., Technological Infrastructure Policy-An International Perspective, Free Press, New York, 1996

## 柒、與人力資源相關的產業創新需求要素

### (一) 研發團隊整合能力

具備快速整合研發能量，且在最短的時間以最低的成本完成資訊流通的順暢及效率。

### (二) 專門領域研究人員

專門領域的研究人員主要是指受過專業訓練且在專門產業領域上有相當經驗的產業研究或技術研究人員。

### (三) 生產操作與品管人員

作業維護及品管人員乃指具有能力操作生產機器、儀器設備並能夠使產品的品質，維持一定水準的相關工作人員。

### (四) 專責市場開發人員

專針對一產業的發展，國家需以國際化的角度來看之，因此，對於國際市場，需有一專責之國際市場拓展人員，此人員需具備語言上、溝通上的能力，其次，並對各國的文化有所了解，在此前提下，才有優勢打入國際競爭市場。

## 捌、與財務資源相關的產業創新需求要素

### (一) 完善的資本市場機制

此項因素主要指政府藉由相關的法規與政策輔導產業，建立出一套完善而公平的資本市場機制，使產業可以藉由民間資金市場（證券市場、外匯市場等）取得產業發展與營運資金。

### (二) 提供長期資金的銀行或金融體系

透過國家協助，提供長期的所需的資金，資金來源可由民間的金融機構或是直接由國家經營之銀行直接貸予，除了提供資金之外，亦可提供相關優惠的投資減免措施，以增進企業的投入與發展。

### (三) 提供短期資金的銀行或金融體系

此項因素主要是指政府藉由國營銀行或相關資金運作體制直接給予資金的支援，主要使用的情況通常在研究發展計劃過於龐大，非企業所能負擔，或企業發展時，政府提供設備與設施等資金資源。

### (四) 研究經費

此項因素係指總預算中用於技術研究與發展之比率，通常在位於萌芽期的產業，具有足夠的研發資源，才能有效加速技術的突破與市場化。

表 10 氫儲存產業創新需求要素組合關聯表

		產業價值鏈		
		研發	生產	市場應用
技術成長曲線	成熟期	技術合作網路(研究發展)	專利制度(研究環境)	具整合能力之研究單位(研究環境)
		產官學研的合作(研究發展)	系統整合(技術知識)	系統整合(技術知識)
		政府對產業政策的訂定(研究發展)	先進與專業的資訊傳播媒介(市場資訊)	先進與專業的資訊傳播媒介(市場資訊)
		同業間的技術合作(研究發展)	策略聯盟的靈活運作能力(市場情勢)	顧問諮詢與服務(市場資訊)
		產業間的技術整合(研究發展)	生產操作與品管人員(人力資源)	客服中心的顧客資訊(市場資訊)
		專利制度(研究環境)	完善的資本市場機制(財務資源)	需求量大的市場(市場情勢)
		技術資訊中心(技術知識)	研發團隊的整合能力(人力資源)	策略聯盟的靈活運作能力(市場情勢)
		技術引進與移轉機制(技術知識)	專門領域的研究人員(人力資源)	研發團隊的整合能力(人力資源)
		提供短期資金的銀行或金融體系(財務資源)	研究經費(財務資源)	專責市場開發人員(人力資源)
				完善的資本市場機制(財務資源)

成 長 期	技術合作網路(研究發展)	專利制度(研究環境)	產業群聚(技術知識)
	產官學研的合作(研究發展)	規格制定能力(技術知識)	先進與專業的資訊傳播媒介
	政府對產業政策的訂定(研究發展)	產業群聚(技術知識)	(市場資訊)
	專利制度(研究環境)	策略聯盟的靈活運作能力(市場	需求量大的市場(市場情勢)
	技術擴散機制(研究環境)	情勢)	策略聯盟的靈活運作能力(市
	專門領域的研究機構(研究環境)	生產操作與品管人員(人力資	場情勢)
	技術引進與移轉機制(技術知識)	源)	專責市場開發人員(人力資源)
	專門領域的研究人員(人力資源)	提供長期資金的銀行或金融體	
	提供短期資金的銀行或金融體系	系(財務資源)	
	研究經費(財務資源)	提供短期資金的銀行或金融體	
		系(財務資源)	
萌 芽 期	國家基礎研究能力(研究發展)	專門領域的研究機構(研究環	產業群聚(技術知識)
	國家整體對創新的支持(研究發展)	境)	策略聯盟的靈活運作能力(市
	產官學研的合作(研究發展)	規格制定能力(技術知識)	場情勢)
	政府對產業政策的訂定(研究發展)	產業群聚(技術知識)	多元需求的市場(市場情勢)
	專利制度(研究環境)	國家基礎建設(市場環境)	政府優惠制度(市場環境)
	專門領域的研究機構(研究環境)	針對產業特殊用途的設施(市場	專責市場開發人員(人力資源)
	國家基礎建設(市場環境)	環境)	提供長期資金的銀行或金融體
	針對產業特殊用途的設施(市場環	政府優惠制度(市場環境)	系(財務資源)
	境)	生產操作與品管人員(人力資	
	政府優惠制度(市場環境)	源)	
專門領域的研究人員(人力資源)	提供長期資金的銀行或金融體		
提供長期資金的銀行或金融體系	系(財務資源)		
研究經費(財務資源)			

資料來源：本研究整理

表 11 氫儲存產業創新需求資源

		產業價值鏈		
		研發	生產	市場應用
技術成長曲線	成熟期	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究發展</li> <li>● 研究環境</li> <li>● 技術知識</li> <li>● 人力資源</li> <li>● 財務資源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究環境</li> <li>● 技術知識</li> <li>● 人力資源</li> <li>● 財務資源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究環境</li> <li>● 技術知識</li> <li>● 市場資訊</li> <li>● 市場情勢</li> <li>● 人力資源</li> <li>● 財務資源</li> </ul>
	成長期	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究發展</li> <li>● 研究環境</li> <li>● 技術知識</li> <li>● 人力資源</li> <li>● 財務資源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究環境</li> <li>● 技術知識</li> <li>● 市場情勢</li> <li>● 人力資源</li> <li>● 財務資源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術知識</li> <li>● 市場資訊</li> <li>● 市場情勢</li> <li>● 人力資源</li> </ul>
	萌芽期	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究發展</li> <li>● 研究環境</li> <li>● 市場環境</li> <li>● 人力資源</li> <li>● 財務資源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究環境</li> <li>● 技術知識</li> <li>● 市場環境</li> <li>● 人力資源</li> <li>● 財務資源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術知識</li> <li>● 市場環境</li> <li>● 市場情勢</li> <li>● 人力資源</li> <li>● 財務資源</li> </ul>

資料來源：本研究整理

### 第三節 產業之政策組合分析

氫儲存產業政策組合分析之主要目的，在於將政府政策工具與我國氫儲存產業創新需求要素作連結，以具體地顯示政府為有效的促進產業之發展所應推行之政策，因而達到實質上政府資源最適之分配。再透過政策工具與產業創新需求資源關聯表之連結，以闡述產業在不同的區塊定位中政府所應加強之政策。本研究利用表 12 創新政策工具與產業創新需求資源關聯表，以及氫儲存產業創新需求要素組合關聯表之連結，推得表 13 政策工具與產業創新需求要素關聯表。以闡述在不同定位下，政府所應加強之政策。

表 12 創新政策工具與產業創新需求資源關聯表

		創新政策工具											
		公營事業	科學與技術開發	教育與訓練	資訊服務	財務金融	租稅優惠	法規與管制	政策性措施	政府採購	公共服務	貿易管制	海外機構
產業創新需求資源	研究發展	●	●	●			●		●	●			
	研究環境		●	●				●					
	技術知識			●	●								
	市場資訊				●								
	市場情勢								●	●		●	●
	市場環境							●	●		●		
	人力資源		●	●									
	財務資源	●					●	●	●				

●：表示直接影響

資料來源：Rothwell, R., Zegveld, W., Industrial Innovation and Public Policy, Frances Printer, London, 59, 1981.; 徐作聖, 國家創新系統與競爭力, 聯經, 台北, 頁 89, 民國 88 年

表 13 政策工具與產業創新需求要素關聯表

創新需求類型	產業創新需求要素	所需之政策類型
研究發展	技術合作網路	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施
	政府合約研究	公營事業、科學與技術開發、政策性措施
	國家基礎研究能力	科學與技術開發、教育與訓練
	上游產業的支援	科學與技術開發
	製程創新能力	科學與技術開發、政策性措施
	企業創新精神	科學與技術開發、教育與訓練
	顧客導向的產品設計與製造能力	科學與技術開發、教育與訓練
	快速設計反應能力	科學與技術開發、政策性措施
	核心 IP 開發與 IP 掌握能力	科學與技術開發、政策性措施

研究環境	專利制度	法規與管制、教育與訓練
	專門領域的研究機構	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
	具整合能力的研究單位	科學與技術開發
	創新育成體制	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
技術知識	技術資訊中心	資訊服務
	技術擴散機制	教育與訓練、資訊服務
	製程研發及成本監控	科學與技術開發
	製程良率之控制能力	科學與技術開發
	技術引進與移轉機制	法規及管制
	產業群聚	資訊服務
	規格制定的能力	教育與訓練、資訊服務
	軟體設計能力	教育與訓練、資訊服務
	系統整合能力	科學與技術開發、教育與訓練
市場資訊	顧問諮詢與服務	資訊服務
	先進與專業資訊的流通與取得	資訊服務
	與上下游的關係	資訊服務
	客服中心的顧客資訊	資訊服務
市場情勢	需求量大的市場	政策性措施、貿易管制、海外機構
	多元需求的市場	政策性措施、貿易管制、海外機構
	策略聯盟的靈活運作能力	政策性措施
	國家文化與價值觀	政策性措施、公共服務
市場環境	國家基礎建設	公共服務、政策性措施
	市場競爭規範	公共服務、政策性措施
	政府優惠制度	政策性措施
	針對產業特殊用途的設施	法規及管制、公共服務、政策性措施
人力資源	研發團隊的整合能力	教育與訓練
	專門領域的研究人員	教育與訓練、科學與技術開發
	高等教育人力	教育與訓練
	專責市場開發人員	教育與訓練
	生產操作與品管人員	教育與訓練、科學與技術開發
財務	完善的資本市場機制	法規及管制、財務金融
	提供長期資金的銀行或金融體系	公營事業、財務金融、政策性措施

資 源	提供短期資金的銀行或金融體系	公營事業、財務金融、政策性措施
--------	----------------	-----------------

資料來源：本研究整理

## 第四節 分析方法

本研究透過建構矩陣式的分析模式，以產業價值鏈與產業生命週期為主要區隔變數，將其區隔成不同之定位，並進一步利用該模式分析產業現定位與未來發展策略。

利用統計與文獻資料，本研究深入分析每一區隔所需之競爭優勢來源（創新需求要素），以評估產業在特定區隔中策略經營之方向與需求。再接著利用創新需求與創新政策的關聯性，分析每一區隔中創新政策施行之優先方向。

最後，透過專家訪談與專家問卷，本研究進一步研擬具體創新政策之具體執行策略與政策措施。

### 壹、先遣性研究

為了進行先遣性研究以建立初步之產業組合分析模式，本研究於研究進行之初，即造訪了以下的研究機構、廠商與業界人士：

- (一) 工業技術研究院：能源與環境研究所
- (二) 民間廠商：碧氫科技
- (三) 學術單位：交通大學材料研究所

由以上單位與廠商之協助，使研究者加深對台灣氫儲存產業之了解，也認知到欲建立之產業組合分析模式。

### 貳、專家訪談

決定初步產業組合分析模式與相關產業分類群組後，本研究開始進行全面性之專家訪談與問卷。訪談專家對象名單則由經濟部技術處，工研院等單位提供專家名單。目的與主要議題包括：對本研究之產業組合模式模式中，各區位之產業需求要素 (IIRs) 之修正與調整；台灣氫儲存產業目前在產業組合分析模式中之定位；請教各專家目前各領域之發展現況；請教台灣目前產業政策之配合程度與政策建議。

### 參、專家問卷

問卷方面，預計回收三十份，因為一方面由於有些專家跨越領域，二方面某些受訪專家為高級管理階層，願意分發該公司相關人員進行問卷，因此得以回收較受訪者人次多之問卷份數。

本研究針對氫儲存產業整體產業設計問卷，內容在衡量此一領域之產業創新

需求要素之重要程度，以及目前與未來五年台灣在此領域之產業環境支持度充足與否。其內容共分八大項目，細項則有三十六項，其細項內容由本研究自行設計。

## 肆、度量與統計方法

本研究採取與台灣經濟研究院每年景氣預測問卷相同之三點度衡量方式(Likert 度量方式)，以便受訪專家作答<sup>32</sup>。

### (一) 基本運算

1. 每份問卷中各創新要素重要性選項之作答 - [很重要]為 2；[需要]為 1；[無關緊要]為 0；
2. 將個別領域中之所有問卷之該項目取重要程度平均，作為權數；
3. 每份問卷中各創新要素台灣資源支持程度選項之作答 - [充足]為 1；[不充足]為 0，作為基數；
4. 將各領域中，各問卷選項之取平均，所得值若大於 0.5 者認定為資源充分領域，低於 0.5 者則視為非資源充分領域。

### (二) 有母數小樣本統計

卡方檢定 - 對專家問卷回收結果中，各項要素重要程度與產業環境支持程度進行小樣本統計推論。

## 伍、度量與統計方法

經由前述之方式得出相關產業發展需求資源充分之領域後，本研究可建議政府應加強補充專家意見中認為較不足之產業資源（由問卷可得知），其具體政策方法可以由以下得知：

- (一) 專家訪談內容所歸納者；
- (二) 專家未談及，但是可以由產業組合模式所蘊含之政策工具對應表 15 創新政策工具與產業創新需求資源關聯表所得者；
- (三) 綜合以上 1、2 項，形成本論文所使用之「相關創新政策工具與產業創新需求資源關連表」。

經由專家訪談得出產業發展定位後，配合產業創新需求資源與要素之統計問卷分析結果，本研究可得出目前及未來發展所需之產業政策工具，最後再配合專家訪談結果，可得到與創新政策工具搭配之具體配套政策建議。

---

<sup>32</sup>台灣經濟研究院，2000 年台灣各產業景氣預測趨勢報告，台北，民國 89 年

## 第五章 研究結果

根據氫儲存產業目前定位及未來走向為標題，我們針對產業界、研究單位與學術界進行問卷調查，衡量在此一領域之產業創新需求之重要程度，以及目前台灣在此領域之產業環境支持程度充足與否。因此，本研究針對對問卷調查之樣本做更詳盡的描述，接著用產業組合模式分析氫儲存產業目前的定位以及未來所應發展的方向。最後，對應產業創新需求要素與政策工具提出政府具體可行之政策細目。

### 第一節 問卷基本資料

#### 壹、樣本描述

根據氫儲存產業目前定位及未來走向為標題，本研究針對氫儲存產業相關之學術界產業界與研究單位進行問卷評量，衡量在此一領域之產業創新需求要素之重要程度，以及目前台灣在這兩項領域之產業環境支持度充足與否。樣本之分布情形如表 14：

表 14 樣本分布狀況

樣本群組 問卷領域	產業界	學術界與 研究單位
目前狀況	15	15
未來五年情形	15	15
總計	30	

資料來源：本研究整理

#### 貳、信度(Cronbach' s Alpha)

以 Cronbach' s  $\alpha$  係數估算信度：0.35 < 信度  $\leq$  0.70 為可接受，0.70 < 信度則屬於高信度，多數值幾乎都大於 0.7，表示屬於高信度，僅有一個構面(研究環境)為小於 0.35，但仍為可接受之範圍內。整份問卷(包括現在與未來之問卷設計構面)的  $\alpha$  分別為 0.912、0.873、0.926、0.927，增加本研究之可信度。(表 15)

表 15 個別構面之信度分析表

	構面	現在( $\alpha$ )	未來( $\alpha$ )
要素重要性	研究發展	0.585	0.529
	研究環境	0.283	0.357
	技術知識	0.805	0.770
	市場資訊	0.792	0.752

	市場情勢	0.827	0.821
	市場環境	0.728	0.657
	人力資源	0.588	0.424
	財務資源	0.799	0.786
	總體	0.912	0.873
環境配合度	研究發展	0.678	0.776
	研究環境	0.686	0.727
	技術知識	0.680	0.821
	市場資訊	0.777	0.830
	市場情勢	0.778	0.529
	市場環境	0.731	0.720
	人力資源	0.855	0.753
	財務資源	0.814	0.794
	總體	0.926	0.927

資料來源：本研究整理

## 第二節 產業之創新需求要素重要性及環境配合度分析

本節根據第四章所提出之研究方法與假設，對回收問卷以及專家訪談結果對氫儲存產業領域進行資料分析，分別分成目前與未來五年的發展趨勢，並進一步詮釋其結果。因此本節首先對氫儲存產業目前及未來五年之創新需求資源進行分析，其次再對細項之產業創新需求要素進行分析比對。

本研究對產業創新需求資源配合度作 Chi-square 以虛無假設為專家認為「配合度充足」之比率=0.5 作檢定， $\alpha=0.05$ ，根據其檢定結果拒絕與否，再配合兩種問卷回答「肯定充足(1)」與「否定充足(0)」之個數說明判斷：專家認為「配合度充足」之比率大於 0.5 或是小於 0.5。

經以上之檢定配合顯著之要素，本研究得以確認產業環境對於極具重要性之創新需求要素配合度是否足夠或明顯不足，並作為氫儲存產業發展所需之相關政策連結之具體依據。

### 壹、氫儲存產業目前發展狀況

本研究將氫儲存產業問卷統計結果（目前狀況），綜合如圖 29 所示：雷達圖之菱形圖樣的部分表示產業創新需求資源之要素重要性，方形圖樣表示產業創新需求資源之產業環境要素配合程度；而方塊中所述之要素為以上所述的顯著配合不足之要素的部分。以目前發展情形來看，問卷結果顯示市場資訊之重要性評分最接近 100%，為最重要的一項指標。表 16 之統計分析結果，產業創新需求要素配合程度其 p-value 小於 0.05 者判定為顯著，因此歸納出氫儲存產業中配合度顯

著不足之產業創新需求資源有研究發展、研究環境、技術知識、市場資訊、人力資源、財務資源共六項。本研究發現創新資源顯著不足的部分相當多樣，因此可顯示台灣氫儲存產業目前仍處於萌芽發展期，許多基礎條件皆未完善，顯示台灣還有許多必須改善的空間。

另外，在氫儲存產業配合度顯著不足之產業創新需求要素共有三十三項，分別為：

- ④ 研究發展中之「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「技術合作網路」、「產官學研的合作」、「政府對產業政策的訂定」、「同業間的技術合作」、「產業間的技術整合」共七項；
- ④ 研究環境中之「具整合能力之研究單位」、「技術擴散機制」、「專門領域的研究機構」共三項；
- ④ 技術知識中之「技術資訊中心」、「技術引進與移轉機制」、「規格制定能力」、「產業群聚所產生知識外溢效果」、「系統整合(放大)能力」、「標準化之重要性」共六項；
- ④ 市場資訊中之「先進與專業的資訊流通與取得」、「顧問諮詢與服務」、「客服中心的顧客資訊」、「客製化之重要性」、「顧客導向」共五項；
- ④ 市場情勢中之「需求量大大的市場」、「多元需求的市場」、「策略聯盟的靈活運用能力」共三項；
- ④ 市場環境中之「國家基礎建設」、「針對產業特殊用途的設施」、「政府優惠制度」共三項；
- ④ 人力資源中之「研發團隊整合能力」、「專門領域的研究人員」、「生產操作與品管人員」、「專責市場開發人員」共四項；
- ④ 財務資源中之「提供長期資金的銀行或金融體」、「研究經費」共二項；

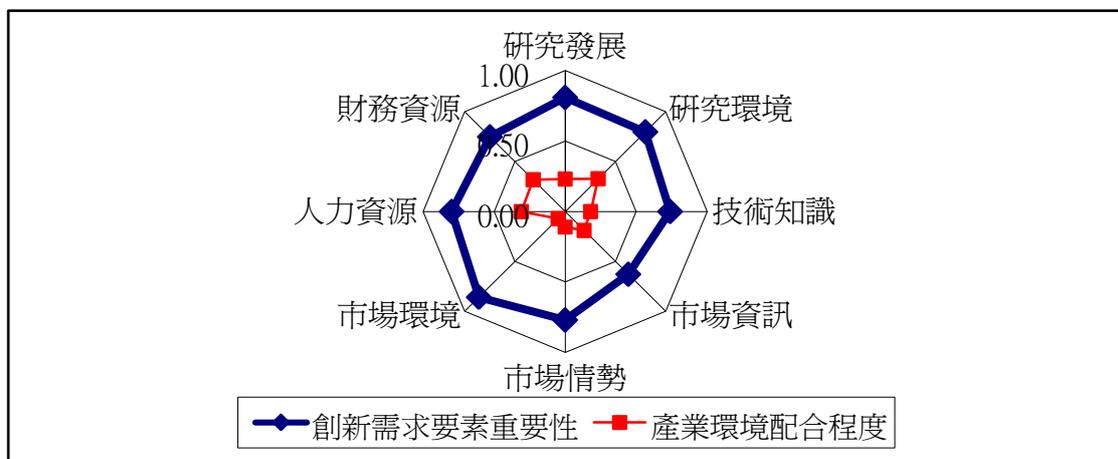


圖 29 氫儲存產業目前創新需求要素重要度及其配合程度

資料來源：本研究整理

表 16 目前氫儲存產業環境配合度分析

創新需求類型	資源配合度	創新需求要素	要素重要度	要素配合度
	卡方檢定 p-value		(非常重要/無關緊要)	卡方檢定 p-value
研究發展	0.008	國家基礎研究能力	Y	0.000
		國家整體對創新的支持	Y	0.000
		技術合作網路		0.000
		產官學研的合作		0.000
		政府對產業政策的訂定	Y	0.000
		同業間的技術合作		0.000
		產業間的技術整合		0.000
研究環境	0.046	具整合能力之研究單位		0.001
		專利制度	Y	0.273
		技術擴散機制		0.000
		專門領域的研究機構	Y	0.000
技術知識	0.014	技術資訊中心		0.028
		技術引進與移轉機制		0.000
		規格制定能力	Y	0.000
		產業群聚所產生知識外溢效果		0.000
		系統整合(放大)能力		0.000
		標準化之重要性		0.000
市場資訊	0.025	先進與專業的資訊流通與取得		0.000
		顧問諮詢與服務		0.000
		客服中心的顧客資訊		0.000
		客製化之重要性		0.000

		顧客導向		0.000
市場情勢	0.083	需求量大的市場		0.000
		策略聯盟的靈活運作能力		0.001
		多元需求的市場		0.000
市場環境	0.083	國家基礎建設	Y	0.000
		針對產業特殊用途的設施		0.000
		政府優惠制度	Y	0.000
人力資源	0.046	研發團隊整合能力	Y	0.000
		專門領域研究人員	Y	0.001
		生產操作與品管人員		0.011
		專責市場開發人員		0.001
財務資源	0.046	完善的資本市場機制		0.144
		提供長期資金的銀行或金融體系	Y	0.028
		提供短期資金的銀行或金融體系		0.144
		研究經費	Y	0.000

資料來源：本研究整理<sup>33</sup>

## 貳、氫儲存產業未來發展狀況

本研究將氫儲存產業問卷統計結果(未來五年)，綜合如圖 30 所示：雷達圖之菱形圖樣的部分表示產業創新需求資源之要素重要性，方形圖樣表示產業創新需求資源之產業環境要素配合程度；而方塊中所述之要素為以上所述的顯著配合不足之要素的部分。以未來五年發展來看，雖然大部分配合度仍不足，但各項目皆有改善。根據表 17 之統計分析結果，產業創新需求要素配合程度其 p-value 小於 0.05 者判定為顯著，以未來五年來看歸納出氫儲存產業中配合度顯著不足

<sup>33</sup> 1. Chi-square (虛無假設為專家認為「配合度充足」之比率=0.5)

(=>1):專家認為「配合度充足」之比率>0.5 (=>0):專家認為「配合度充足」之比率<0.5。

2. Y: 平均值  $\geq 1.5$  (很重要) N: 平均值  $\leq 0.5$  (無關緊要)。

3.陰影處表示顯著不足之項目 (問卷平均值<0.5 且 p-value < 0.05)

之產業創新需求資源有市場情勢、市場環境共二項，與現在不足項目相同。從問卷結果中顯示，專家們對於台灣未來五年氫儲存產業的前景抱著樂觀的態度，認為幾乎大部分之產業創新需求資源有逐步改善，但因氫儲存產業之雛型尚未成型，故大多需求資源仍無法配合，更是政府未來努力的目標。

另外，在氫儲存產業未來五年發展中配合度顯著不足之產業創新需求要素共有二十七項，分別為：

- ④ 研究發展中之「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「技術合作網路」、「政府對產業政策的訂定」、「同業間的技術合作」、「產業間的技術整合」共六項；
- ④ 研究環境中之「具整合能力之研究單位」、「技術擴散機制」共二項；
- ④ 技術知識中之「技術引進與移轉機制」、「規格制定能力」、「產業群聚所產生知識外溢效果」、「系統整合(放大)能力」、「標準化之重要性」共五項；
- ④ 市場資訊中之「先進與專業的資訊流通與取得」、「顧問諮詢與服務」、「客服中心的顧客資訊」、「客製化之重要性」、「顧客導向」共五項；
- ④ 市場情勢中之「需求大的市場」、「多元需求的市場」、「策略聯盟的靈活運用能力」共三項；
- ④ 市場環境中之「國家基礎建設」、「針對產業特殊用途的設施」、「政府優惠制度」共三項；
- ④ 人力資源中之「研發團隊整合能力」、「專責市場開發人員」共二項；
- ④ 財務資源中之「研究經費」共一項；

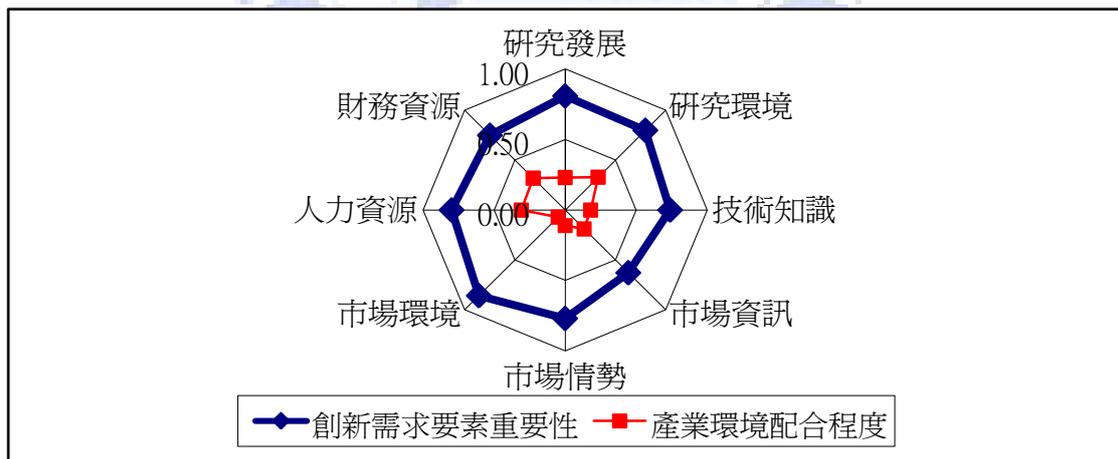


圖 30 氫儲存產業未來創新需求要素重要度及其配合程度

資料來源：本研究整理

表 17 未來氫儲存產業環境配合度分析

創新需求類型	資源配合度	創新需求要素	要素重要度	要素配合度
	卡方檢定 p-value		(非常重要/無關緊要)	卡方檢定 p-value
研究發展	0.008	國家基礎研究能力	Y	0.003
		國家整體對創新的支持	Y	0.028
		技術合作網路	Y	0.001
		產官學研的合作	Y	0.068
		政府對產業政策的訂定	Y	0.011
		同業間的技術合作	Y	0.000
		產業間的技術整合	Y	0.000
研究環境	0.046	具整合能力之研究單位	Y	0.011
		專利制度	Y	0.273
		技術擴散機制		0.000
		專門領域的研究機構	Y	0.715
技術知識	0.014	技術資訊中心		0.144
		技術引進與移轉機制		0.000
		規格制定能力	Y	0.028
		產業群聚所產生知識外溢效果		0.000
		系統整合(放大)能力	Y	0.000
		標準化之重要性	Y	0.000
市場資訊	0.025	先進與專業的資訊流通與取得	Y	0.003
		顧問諮詢與服務		0.001
		客服中心的顧客資訊		0.003
		客製化之重要性		0.000
		顧客導向		0.000
市場情勢	0.083	需求量的市場	Y	0.000
		策略聯盟的靈活運作能力	Y	0.003
		多元需求的市場		0.000
市場環境	0.083	國家基礎建設	Y	0.000
		針對產業特殊用途的設施	Y	0.000
		政府優惠制度	Y	0.000

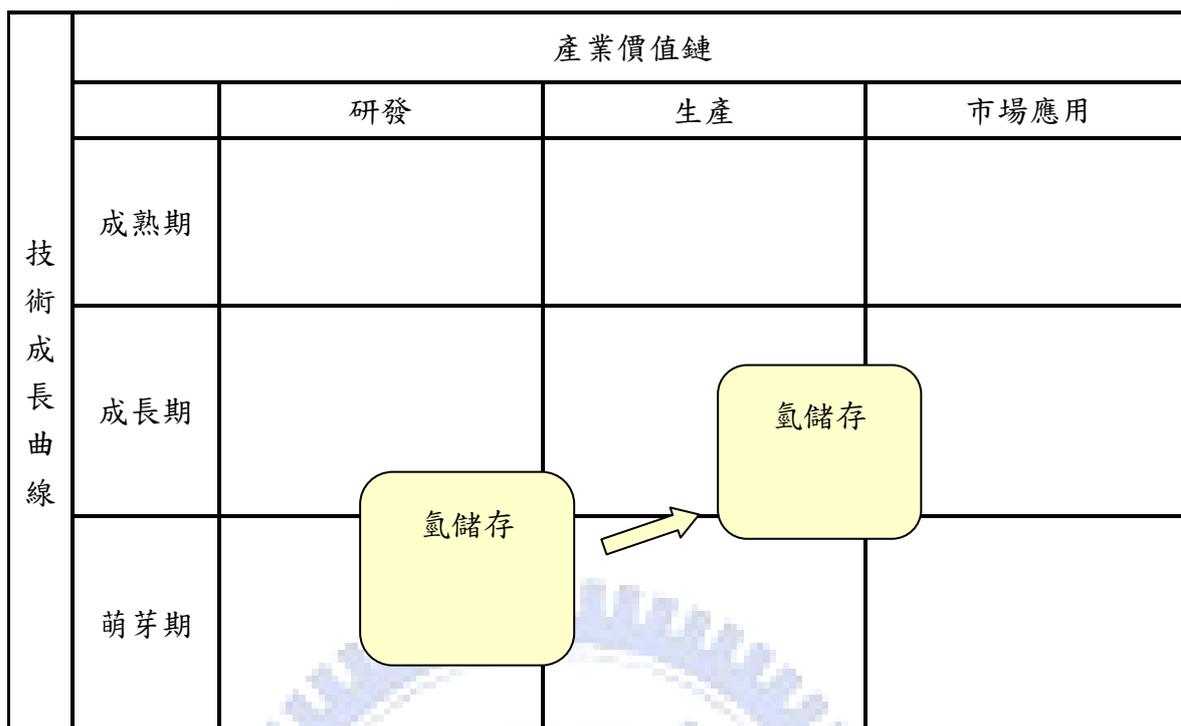
人力資源	0.046	研發團隊整合能力	Y	0.028
		專門領域研究人員	Y	0.273
		生產操作與品管人員		0.068
		專責市場開發人員		0.001
財務資源	0.046	完善的資本市場機制		0.144
		提供長期資金的銀行或金融體系	Y	0.273
		提供短期資金的銀行或金融體系		0.465
		研究經費	Y	0.000

### 第三節 產業組合定位分析與政策工具

本節依據台灣氫儲存產業相關文獻之彙整與專家訪談之結論，台灣氫儲存產業若以系統應用端區塊來分析，區塊中各應用項目其目前定位及未來發展方向如表 18。依據此定位，歸納出台灣氫儲存產業目前及未來定位所需之產業創新需求要素。

本研究分析結果顯示，目前國內整體產業供應鏈並不完整，但有少數的業者已提早佈局此產業，著重於研發並試圖銷售產品，政府研究單位也努力研發新的技術，所以產業定位現在位於萌芽期與研發階段，搭配少數的銷售。不過相對於國外大廠具有應用產品的支持，且垂直整合度高，台灣廠商在下游客戶服務上較為欠缺，未來發展應以市場為導向。一方面符合客戶的設計要求，另一方面追求技術的改良，以及市場應用的多元化，提昇企業的競爭力。表 17 中箭頭所代表的是將會發展的趨勢，未來五年將走向成長期與市場應用的方向。

表 18 台灣氫儲存產業之產業定位與未來五年發展方向



資料來源：本研究整理

由於每個定位所需要的創新需求要素也有所差異，加上各個發展階段也有不同之需求，產業所應用的資源也有所差異，因此利用表 19、表 20 目前定位與未來五年發展所需之 IIRs，來表示目前發展定位與未來五年發展所需要的重要需求要素。灰色部分表示經由專家問卷得出目前與未來五年皆認為重要但環境顯著配合不足的要素。

可以發現目前認為重要且環境顯著配合不足的要素有國家基礎研究能力、國家整體對創新的支持、政府對產業政策的訂定、專門領域的研究機構、規格制定能力、國家基礎建設、政府優惠制度、研發團隊整合能力、專門領域研究人員、提供長期資金的銀行或金融體系、研究經費；未來五年認為重要且環境顯著配合不足的要素有國家基礎研究能力、國家整體對創新的支持、技術合作網路、政府對產業政策的訂定、同業間的技術合作、產業間的技術整合、具整合能力之研究單位、規格制定能力、系統整合(放大)能力、標準化之重要性、先進與專業的資訊流通與取得、需求量大的市場、策略聯盟的靈活運作能力、國家基礎建設、針對產業特殊用途的設施、政府優惠制度、研發團隊整合能力、研究經費。如表 27 所示。

表 19 台灣氫儲存產業目前定位所需之 IIRs

創新需求資源要素類型	創新需求資源要素
研究發展	國家基礎研究能力
	國家整體對創新的支持

	政府對產業政策的訂定
研究環境	專利制度
	專門領域的研究機構
技術知識	規格制定能力
市場環境	國家基礎建設
	政府優惠制度
人力資源	研發團隊整合能力
	專門領域研究人員
財務資源	提供長期資金的銀行或金融體系
	研究經費

資料來源：本研究整理

表 20 台灣氫儲存產業未來定位所需之 IIRs

創新需求資源要素類型	創新需求資源要素
研究發展	國家基礎研究能力
	國家整體對創新的支持
	技術合作網路
	產官學研的合作
	政府對產業政策的訂定
	同業間的技術合作
	產業間的技術整合
研究環境	具整合能力之研究單位
	專利制度
	專門領域的研究機構
技術知識	規格制定能力
	系統整合(放大)能力
	標準化之重要性
市場資訊	先進與專業的資訊流通與取得
市場情勢	需求量大的市場
	策略聯盟的靈活運作能力
市場環境	國家基礎建設
	針對產業特殊用途的設施
	政府優惠制度
人力資源	研發團隊整合能力
	專門領域研究人員
財務資源	提供長期資金的銀行或金融體系
	研究經費

#### 第四節 產業政策組合分析

在調整產業走向的過程中，特別是整體產業目標大方向的轉變，政府的力量具有舉足輕重的角色，若在轉型期中政府的配套措施能恰如其份的彌補民間企業力量的不足，轉型不但容易成功，難以避免的損失及延遲也可以控制在最低的水準。若是政府的力量配合不足或是方向錯誤，不但可能錯失轉型的最佳時機，更往往造成產業持續萎縮等等更為嚴重後果。

本研究在對專家問卷進行統計檢定之結果發現，專家們認為重要的產業創新需求要素，其重要的程度與所對應的政策類型配合的程度往往並不對稱，亦即重要的產業創新需求要素政府並不重視，或是雖想配合但餘力不足。因此本研究根據台灣氫儲存產業環境配合程度分析，以及台灣氫儲存產業之政策組合分析結果，歸納出台灣氫儲存產業環境配合顯著不足之政府政策工具。由表 21 台灣氫儲存產業環境配合顯著不足之政府政策工具(目前)、表 22 台灣氫儲存產業環境配合顯著不足之政府政策工具(未來五年)來表示。

表 21 台灣氫儲存產業環境配合顯著不足之政府政策工具（目前狀況）

政策類型		產業環境配合度顯著不足之 IIRs (專家問卷之平均值顯著小於 0.5)	附註
研究發展	科學與技術開發、教育與訓練	國家基礎研究能力	◎
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	國家整體對創新的支持	◎
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	技術合作網路	●
	科學與技術開發、政策性措施	產官學研的合作	●
	科學與技術開發、政策性措施	政府對產業政策的訂定	◎
	政策性措施	同業間的技術合作	●
	科學與技術開發、政策性措施	產業間的技術整合	●
研究環境	科學與技術開發	具整合能力之研究單位	●
	教育與訓練、資訊服務	技術擴散機制	●
	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	專門領域的研究機構	◎
技	資訊服務	技術資訊中心	●

術 知 識	法規及管制	技術引進與移轉機制	●
	教育與訓練、資訊服務	規格制定能力	◎
	資訊服務	產業群聚所產生知識外溢效果	●
	科學與技術開發、教育與訓練	系統整合(放大)能力	●
	教育與訓練、資訊服務	標準化之重要性	●
市 場 資 訊	資訊服務	先進與專業的資訊流通與取得	●
	資訊服務	顧問諮詢與服務	●
	資訊服務	客服中心的顧客資訊	●
	資訊服務	客製化之重要性	●
	資訊服務	顧客導向	●
市 場 情 勢	政策性措施、貿易管制、海外機構	需求量大的市場	●
	政策性措施	策略聯盟的靈活運作能力	●
	政策性措施、貿易管制、海外機構	多元需求的市場	●
市 場 環 境	公共服務、政策性措施	國家基礎建設	◎
	法規及管制、公共服務、政策性措施	針對產業特殊用途的設施	●
	政策性措施	政府優惠制度	◎
人 力 資 源	教育與訓練	研發團隊整合能力	◎
	教育與訓練、科學與技術開發	專門領域研究人員	◎
	教育與訓練、科學與技術開發	生產操作與品管人員	●
	教育與訓練	專責市場開發人員	●
財 務 資 源	公營事業、財務金融、政策性措施	提供長期資金的銀行或金融體系	◎
	財務金融、政策性措施	研究經費	◎

資料來源：本研究整理<sup>34</sup>

<sup>34</sup> ●：專家認為非常重要之 IIR（平均值 > 1.5）◎：專家認為需要之 IIR（平均值 > 0.5）

表 22 台灣氫儲存產業環境配合顯著不足之政府政策工具(未來五年)

政策類型		產業環境配合度顯著不足之 IIRs (專家問卷之平均值顯著小於 0.5)	附註
研究發展	科學與技術開發、教育與訓練	國家基礎研究能力	◎
	科學與技術開發、教育與訓練	國家整體對創新的支持	◎
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	技術合作網路	◎
	科學與技術開發、政策性措施	政府對產業政策的訂定	◎
	科學與技術開發、政策性措施	同業間的技術合作	◎
	科學與技術開發、政策性措施	產業間的技術整合	◎
研究環境	科學與技術開發	具整合能力之研究單位	◎
	教育與訓練、資訊服務	技術擴散機制	●
技術知識	法規及管制	技術引進與移轉機制	●
	教育與訓練、資訊服務	規格制定能力	◎
	資訊服務	產業群聚所產生知識外溢效果	●
	科學與技術開發、教育與訓練	系統整合(放大)能力	◎
	教育與訓練、資訊服務	標準化之重要性	◎
市場資訊	資訊服務	先進與專業的資訊流通與取得	◎
	資訊服務	顧問諮詢與服務	●
	資訊服務	客服中心的顧客資訊	●
	資訊服務	客製化之重要性	●
	資訊服務	顧客導向	●
市場情勢	政策性措施、貿易管制、海外機構	需求量大的市場	◎
	政策性措施	策略聯盟的靈活運作能力	◎
	政策性措施、貿易管制、海外機構	多元需求的市場	●
市場環境	公共服務、政策性措施	國家基礎建設	◎
	法規及管制、公共服務、政策性措施	針對產業特殊用途的設施	◎
	政策性措施	政府優惠制度	◎

人力資源	教育與訓練	研發團隊整合能力	◎
	教育與訓練	專責市場開發人員	●
財務資源	財務金融、政策性措施	研究經費	◎

資料來源：本研究整理<sup>35</sup>

## 第五節 產業所需之具體政府推動策略

由第四節中，本研究確立政府欲發展該產業所需的整體推行政策類型，此節進一步根據專家訪談討論之結果，根據目前定位與未來五年發展之創新需求要素資源顯著配合不足的項次，再輔以專家討論之結果加以歸納統整，建構其具體政府推動策略。茲分述於下。

### ◎ 針對國家基礎研究能力

- 由於儲氫材料為產業相當重要之要素，故針對材料研究建立長期前瞻之核心設計技術(科學與技術開發)；
- 鼓勵基礎研究獎勵相關領域優秀學生出國學習最新技術(教育與訓練)。

### ◎ 國家整體對創新的支持

- 成立設計與相關硬體中心，以及跨領域研究團隊與計劃，並提供相關業者研發資源(科學與技術開發)；
- 由工研院育成中心成立標竿公司以帶動企業的進入(政策性措施)；
- 舉辦相關領域基礎研究比賽(教育與訓練)。

### ◎ 針對技術合作網路

- 放寬學界與研究人員參與企業營運之限制(政策性措施)；
- 定期分不同需求層面舉辦產業與政府共識之座談會(科學與技術開發)；
- 學研各單位開闢綜合性訓練課程，讓技術人才進行交流(教育與訓練)。

### ◎ 產官學研的合作

- 鼓勵業者參與政府資助之研究發展計畫及新產品開發計劃(政策性措施)；

<sup>35</sup> ●：專家認為非常重要之 IIR (平均值 > 1.5) ◎：專家認為需要之 IIR (平均值 > 0.5)

- 建立產、官、學、研綜合管道(科學與技術開發)。
- Ⓢ 政府對產業政策的訂定
  - 加強學術界與產業界共用資源，相互交流(科學與技術開發)；
  - 加強與產業界溝通，以利產業方向務實可行(政策性措施)
- Ⓢ 同業間的技術合作
  - 成立氫能產業相關同業工會，增加彼此交流(政策性措施)；
  - 規畫企業互相技術合作之輔助專案計畫(政策性措施)。
- Ⓢ 產業間的技術整合
  - 建立技術交流平台，促進產業界共用資源，相互交流(科學與技術開發)；
  - 政府主導公司彼此聯盟，集中資源與技術整合(政策性措施)。
- Ⓢ 針對具整合能力之研究單位
  - 重點支持特性的實驗室與研究機構(科學與技術開發)；
  - 以工研院為中心延攬各研究單位以統籌整合(科學與技術開發)。
- Ⓢ 技術擴散機制
  - 建立技術交流平台，融合各界之研究資料與最新資訊(資訊服務)；
  - 指派學界人才至業界支援，且補助業界研發人才至相關實驗室進修(教育與訓練)。
- Ⓢ 針對專門領域的研究機構
  - 由工研院以及經濟部技術處主導，運用國家經費建立專門研究機構(科學與技術開發)；
  - 由國科會統籌撥放經費支持並定期審核研究成果(法規與管制)；
  - 延攬國外人才並成立研究團隊(教育與訓練)。
- Ⓢ 針對技術資訊中心
  - 由政府主導成立技術資訊交流平台，廣邀各界參與，達到雙向回饋之效果(資訊服務)。
- Ⓢ 針對技術引進與移轉機制
  - 由各大學研究所與相關機構提供設計人才並延攬國外特殊人才(法規與管制)。
- Ⓢ 針對規格制定能力
  - 結合研究單位及學界長期加入國外產業標準的制定委員會並將新技術爭取列入新標準 (資訊服務)；
  - 延攬國外人才並成立研究團隊(教育與訓練)。
- Ⓢ 針對產業群聚所產生知識外溢效果
  - 活絡產業合作管道(資訊服務)。
- Ⓢ 針對系統整合能力
  - 由各研究單位與相關機構提供設計人才並延攬國外特殊人才(教育與訓練)；

- 重點支持特性的實驗室與研究機構(科學與技術開發)。
- ④ 針對標準化之重要性
  - 派遣國內人員至外國學習與觀摩(教育與訓練)；
  - 結合研究單位及學界長期加入國外產業標準的制定委員會並將新技術爭取列入新標準 (資訊服務)。
- ④ 針對先進與專業的資訊傳播媒介
  - 充實資料庫內容並強化資料的聯結(資訊服務)。
- ④ 針對顧問與諮詢服務
  - 安排工研院等相關研究單位與產業界對談(資訊服務)；
  - 提供市場資訊，並建立大型資料庫與人才顧問群，結合大型資料圖書館系統，讓資訊獲得便捷豐富(資訊服務)。
- ④ 針對客服中心的顧客資訊
  - 提供市場資訊，並建立大型資料庫與人才顧問群，結合大型資料圖書館系統，讓資訊獲得便捷豐富(資訊服務)
- ④ 針對客製化之重要性
  - 提供完善資料庫與市場調查研究相關報告與資料(資訊服務)。
- ④ 針對顧客導向
  - 提供完善資料庫與市場調查研究相關報告與資料(資訊服務)。
- ④ 針對需求量大的市場
  - 拓展應用市場，依附大市場以尋求成長(政策性措施)；
  - 與國外簽訂貿易協定(貿易管制)；
  - 制定海外市場策略與產品競爭策略機構(海外機構)。
- ④ 針對策略聯盟的靈活運用能力
  - 訂定優惠條件吸引台灣與國外優秀單位加入群聚的活動(政策性措施)。
  - 提供完善的機制，輔助廠商彼此策略聯盟(政策性措施)。
- ④ 針對多元需求的市場
  - 鼓勵企業合併或聯盟(政策性措施)；
  - 與國外簽訂貿易協定(貿易管制)；
  - 設計機構協助海外市場的開發(海外機構)。
- ④ 針對國家基礎建設
  - 佈置實驗網路進行推廣及教育 (公共服務)；
  - 規畫系統相關應用設施(政策性措施)。
- ④ 針對產業特殊用途的設施
  - 建立完整之基礎設施包括加氣站及運輸管線 (政策性措施)；
  - 推廣氫氣使用說明與其安全性(公共服務)；

- 參考其他技術領導國家之標準，以製定本國標準，並有效規範本國業者(法規與管制)。
- ④ 政府優惠制度
  - 提供相關業者租稅優惠等促產條例(政策性措施)；
  - 降低相關原料進口關稅(政策性措施)。
- ④ 針對研發團隊整合能力
  - 訂立共同研發產品或應用技術之人才培育 (教育與訓練)；
  - 籌辦跨領域學程的課程規劃 (教育與訓練)。
- ④ 針對專門領域研究人員
  - 培養儲氫材料研發人才(教育與訓練)；
  - 利用企業包班培育儲氫人才(教育與訓練)；
  - 加強技術人員之智慧財產權觀念及法律知識(教育與訓練)；
  - 大幅開放國內外教授與研究人員至科技產業兼職之制度(科學與技術開發)。
- ④ 針對生產操作與品管人員
  - 培育儲氫產品生產人才(教育與訓練)；
  - 於各大學研究室教授相關製程之課程(教育與訓練)；
  - 由工研院以及經濟部協同企業共同成立研究單位(科學與技術開發)；
  - 舉辦相關研討會，融合國內外相關知識，針對品質管理與製程加以改良(科學與技術開發)。
- ④ 針對專責市場開發人員
  - 延攬國際人才培養市場開發人員 (教育訓練)。
- ④ 針對提供長期資金的銀行或金融體系
  - 由政府行庫出面提供資金給相關業者(公營事業)；
  - 政府有效控制財政預算，避免研究經費不足之困境(財務金融)；
  - 給予提供資金之銀行優惠(政策性措施)
- ④ 針對研究經費
  - 政府維持金融體系之運作良好，使相關單位可提供足夠資金(財務金融)；
  - 政府有效控制財政預算，避免研究經費不足之困境(財務金融)；
  - 針對相關研究提供經費(政策性措施)

## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

#### 壹、研究結論

本研究針對台灣氫儲存產業進行創新需求資源產業環境支持度與政府政策之推論。以下是透過問卷調查、專家訪談的結果，本研究並依此結果提出政府政策施行方向與細目。

##### (一) 目前狀況

在氫儲存產業目前發展領域中。產業環境配合度顯著不足之產業創新需求資源有研究發展、研究環境、技術知識、市場資訊、人力資源、財務資源共六項。而配合度顯著不足之產業創新需求要素共有十八項，分別為「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「技術合作網路」、「產官學研的合作」、「政府對產業政策的訂定」、「同業間的技術合作」、「產業間的技術整合」、「具整合能力之研究單位」、「技術擴散機制」、「專門領域的研究機構」、「技術資訊中心」、「技術引進與移轉機制」、「規格制定能力」、「產業群聚所產生知識外溢效果」、「系統整合(放大)能力」、「標準化之重要性」、「先進與專業的資訊流通與取得」、「顧問諮詢與服務」、「客服中心的顧客資訊」、「客製化之重要性」、「顧客導向」、「需求量大的市場」、「多元需求的市場」、「策略聯盟的靈活運用能力」、「國家基礎建設」、「針對產業特殊用途的設施」、「政府優惠制度」、「研發團隊整合能力」、「專門領域的研究人員」、「生產操作與品管人員」、「專責市場開發人員」、「提供長期資金的銀行或金融體」、「研究經費」。本研究中顯示，有許多創新需求要素皆不足，但此產業在世界各國也都尚未於萌芽期，許多技術瓶頸都有待突破，因此台灣氫儲存產業目前所需要的是技術支援與相關研究的輔助，在全球產業鏈完善前，提升位於此產業之地位。

政府欲發展氫儲存產業應立即重點加強國家基礎研究能力之科學與技術開發、教育與訓練；技術合作網路之科學與技術開發、教育與訓練與政策性措施；產官學研的合作之公營事業、科學與技術開發與政策性措施；專門領域的研究機構之科學與技術開發、教育與訓練與法規與管制；規格制定的能力之教育與訓練與資訊服務；同業間的技術合作之政策性措施；產業間的技術整合之科學與技術開發；產業群聚之資訊服務；策略聯盟的靈活運作能力之政策性措施；專門領域的研究人員之科學與技術開發與教育與訓練。

##### (二) 未來五年狀況

以未來五年發展趨勢來看，產業中配合度顯著不足之產業創新需求資源有市場情勢、市場環境共二項。而產業中配合度顯著不足之產業創新需求要素共有二十七項，分別為：「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「技術合作網路」、「政府對產業政策的訂定」、「同業間的技術合作」、「產業間的技術整合」、「具整合能力之研究單位」、「技術擴散機制」、「技術引進與移轉機制」、「規格制

定能力」、「產業群聚所產生知識外溢效果」、「系統整合(放大)能力」、「標準化之重要性」、「先進與專業的資訊流通與取得」、「顧問諮詢與服務」、「客服中心的顧客資訊」、「客製化之重要性」、「顧客導向」、「需求量大的市場」、「多元需求的市場」、「策略聯盟的靈活運用能力」、「國家基礎建設」、「針對產業特殊用途的設施」、「政府優惠制度」、「研發團隊整合能力」、「專責市場開發人員」、「研究經費」。由專家問卷中顯示各專家對於台灣在發展氫儲存產業上雖有進步，但大多要素依舊不足。

而政府欲發展產業，以未來五年的發展情形來看，政府應重點加強國家基礎研究能力之科學與技術開發、教育與訓練；技術合作網路之科學與技術開發、教育與訓練與政策性措施；產官學研的合作之公營事業、科學與技術開發與政策性措施；專門領域的研究機構之科學與技術開發、教育與訓練與法規與管制；規格制定的能力之教育與訓練與資訊服務；同業間的技術合作之政策性措施；產業間的技術整合之科學與技術開發；產業群聚之資訊服務；需求量大的市場之政策性措施、貿易管制與海外機構；策略聯盟的靈活運作能力之政策性措施；專門領域的研究人員之科學與技術開發與教育與訓練；研究經費之政策性措施與財務金融。

## 貳、具體推動策略

台灣在發展氫儲存產業上，首要注意的是研究發展與技術知識的加強。依據研究結果顯示，目前以及未來的創新需求要素皆在這兩方面相當缺乏，因此政府應針對此兩項提出具體政策，由工研院與經濟部技術處一起主導，輔助企業，並加以合作。研究發展上應成立相當的研究機構與產業聯盟，網羅各大專院校以及國外的人才，加強材料與相關技術的整合研發。技術知識上須加強與國外大廠技術合作、移轉擴散與交流，跨領域整合人才的培育，以及應用項目的拓展。在專利權方面，台灣的專利數目累積量仍與國外大廠有很大的差距，台灣應要培養驗證測試、計價、應用推廣、專利申請等等後端之技術服務人員，並加強創新獎勵以提昇專利的質量。在市場擴展方面，由於台灣市場有限，應尋找大型市場當作試驗且累積廠商之能力，進而拓展至全球市場。此外，更應試圖與相關應用產品之廠商建立合作關係，確保下游需求，且避免用不斷降低成本爭取些微毛利的代工思維來發展儲氫產業，而是要著重在產業鏈中關鍵產品之研發上。

另外值得一提的是，目前國外大廠本身皆擁有相關的應用下游產品，自身整合程度相當高，皆試圖在不同應用市場上建立自身標準，進而成為全球標準並主導市場。由於台灣屬於相對資源較少之國家，更必須藉由各界合作，將資源集中火力在產業正確的方向，如此才能與全球的大型企業競爭，台灣未來的走向是否能由代工的思維轉成產品的提供者，牽涉到創新需求要素的支援，倘若可以完備的提供各項輔助，儲氫產業的大道是台灣可以走的路。

## 第二節 後續研究建議

展望未來，氫能產業將為全球最發燒的產業之一，隨著應用層面的多元化，氫能產業的規模將更形壯大，台灣政府角色應如何扮演，產業政策該如何擬定以支援台灣氫能產業發展，將會是一個非常重要的課題。本研究嘗試為台灣氫能產業之現況進行定位，並對政府如何以政策配合支援氫能產業之發展進行初步探討。在研究過程中，亦同時發現一些可留待後續研究者再深入研究之方向。茲分述如下：

- (一) 現階段看來，儲氫產業最新的應用發展，應是燃料電池與電動車，但其應用並非如此而已，未來勢必有更多的應用市場，所以可以依其相關的所有應用市場為探討對象深入研究；
- (二) 本研究以文獻分析、專家訪談與問卷等研究方法。後續研究者可以加入總體經濟變數，或是以總體經濟的模式與方式來研究氫能對台灣之潛在重要性。
- (三) 氫能屬於萌芽期之產業，需要許多的政府補助與各式優惠，故後續研究者可以利用計量之方式，探討各項補助對於此產業之效果，找尋最有效之補助方式。
- (四) 本研究著重在台灣地區，研究對象亦局限於此，而各國之發展狀況僅作現像敘述，無深入探討，故後續研究者可選特定國家，以深入研究與比較台灣的方式，作為本國產業發展建議。
- (五) 由於氫能產業仍屬於相當新穎的產業，在本研究後勢必會有許多改變與調整，所以在策略分析之議題上應持續研究，替台灣尋找未來重點發展方向。

## 參考文獻

### 中文部分

1. 谷傑人，氫能源儲存技術，工研院，2008。
2. 林祥輝、趙以諾、黃建中、張文振、鄭名山，國際氫能經濟發展概況，2008。
3. 毛宗強，氫能：21世紀的綠色能源，新文京，台北，2008。
4. 曲新生，氫能技術，五南，台北，2006。
5. 尤如瑾，氫能源技術發展與我國燃料電池產業契機之研究，工研院經資中心，新竹，2005。
6. 裘惟立，氫能源的現況與展望= The Status and Trend of Hydrogen Energy，國立交通大學，碩士論文，2008。
7. 徐作聖，全球科技政策與企業經營，華泰書局，台北，1995。
8. 徐作聖，國家創新系統與競爭力，聯經出版社，台北，1999。
9. 徐作聖，策略致勝，遠流出版社，1999。
10. 司徒達賢，策略管理，遠流出版社，台北，1995年。
11. 司徒達賢，策略的矩陣分析法基礎，1994。
12. 李明軒、邱如美譯，競爭優勢(上)，天下遠見，台北，1999。
13. 方世榮譯，行銷管理學：分析、計畫、執行、與控制，東華書局，1998。
14. 林建山，產業政策與產業管理，環球經濟社，台北，1995。
15. 吳思華，策略九說，臉譜文化，1998年。
16. 麥克·波特，競爭論(下)，天下文化，1998。
17. 張順教，新經濟環境下產業群聚效果分析，天下文化，1990。
18. 榮泰生，策略管理，5版，華泰，台北，1997。

### 英文部分

1. Dutfield. G, Intellectual Property Rights and the Life Science Industries, Ashgate, 2003.
2. Diwan, M.; Diakov, V.; Shafirovich, E.; Varma, A., “Noncatalytic hydrothermolysis of ammonia borane”, International Journal of Hydrogen Energy, pp.1135-1141,2008.
3. Engelbert. P. Technology in Action – Science Applied to Everyday Life. Volume 2 : Food & Agriculture, U.X.L., 1999.
4. Entrepreneur Press, Start Your Own Herb and Herbal Products Business, Entrepreneur Press, 2003.
5. European Commission, “European funded research on Hydrogen and Fuel Cells:

- review, assessment, future outlook”,
6. Frost & Sullivan, European and U.S. Herb Extracts Markets, 2003.
  7. Gardner. B., Rausser. G, Handbook of agricultural Economics, Elsevier, 2002.
  8. Hydrogen and Fuel Cells Review Days, Brussels, Oct 2007.
  9. Hoagland. K., Rossman. A. Global Genetic Resources: Access, Ownership, and Intellectual Property Rights, Association of Systematics Collections, 1997.
  10. Kast, F. E., Rosenzweig, J. E., Organization & Management: A System and Contingency Approach, pp.208-210, 1985.
  11. Kim, L., “Strategy of Development of Industrial Technology in a Developing Country” Research Policy 9(3) ,pp.254-277, 1980.
  12. Kotler. P., Simon. F. Building Global Biobrand, The Free Press, 2003.
  13. Kotler, P., Jatusripitak, S., and Maesincee, S., The Marketing of Nations, Free Press, New York., pp.29, 1997.
  14. Michael.B & Martin.W, The future of hydrogen-opportunities and challenges, International journal of Hydrogen Energy,2008.
  15. Mowery, D., Nelson, R., Sources of Industrial Leadership, Cambridge University Press, 1999.
  16. Porter, M.E., The Competitive Advantage of Nations , Free Press, New York, 1990.
  17. Robock, S.H & Simmonds, K., International Business and Multinational Enterprises, Homewood, I11: Richard D. Irwin Inc. 3/e, pp.460, 1983.
  18. Rothwell, R., Zegveld, W., Industrial Innovation and Public Policy, Frances Printer, London, 1981.
  19. Rotman. D. “The Next Biotech Harvest.” *Technology Review*, Cambridge: Sep/Oct 1998.Vol.101. 1998.
  20. Sharif, M. N., “Basis For Techno-Economic Policy Analysis “, Science & Public Policy, 15- 4, pp.217-229, Aug 1988
  21. Seong-Ahn Hong, “Hydrogen & Fuel Cell Activities in Korea”,2008
  22. Souder, W.E. Managing New Product Innovations, Lexington Books, pp.217-220, 1987.
  23. Satyapal, S. , “Hydrogen Storage“, Annual Merit Review Proceedings,2008.

24. Teitelman, R., Profits of Science, BasicBooks, 1994.
25. Theodorakopoulou. I. “National Innovation Systems as Analytical Framework for Knowledge Transfer and Learning in Plant Biotechnology : a Comparative Study” Ph.D. Thesis, University of Missouri-Columbia. 1999.



## 附錄

### 附件一 創新需求要素問卷

#### 氫能產業(製造與儲存部分)之創新需求要素

各位先進您好：

我是交通大學科技管理研究所研究生，希望能挪用 鈞座些許時間，以協助完成此份研究問卷。本問卷之目的在於了解氫能產業(製造與儲存)所需之產業創新需求要素，以及相關產業環境之發展配合現況。

先進乃國內相關領域中之菁英，希望藉由您的寶貴意見，讓我們的調查更具信度及效度；您的意見將有助於本研究進行並提供相關業者參考，進而可作為未來政府相關政策工具推行時之依據，我們由衷感謝您的撥冗回答。

恭祝

順安

交通大學科技管理研究所

指導教授：徐作聖教授

研究生 黃繼葦敬啟

聯絡電話：0919806805

E-mail: hch4880@msn.com

#### 第一部分：受訪者資訊填寫

一、公司部門類別(請點選方格打☑及填寫)

- |                                |                                |                             |                             |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 行銷及業務 | <input type="checkbox"/> 生產及製造 | <input type="checkbox"/> 採購 | <input type="checkbox"/> 財務 |
| <input type="checkbox"/> 品保    | <input type="checkbox"/> 技術及研發 | <input type="checkbox"/> 管理 | <input type="checkbox"/> 其他 |

二、工作職稱：

三、工作年資基本資料

您在業界服務的經驗：

- |                                |                                 |                                 |                                |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1年以內  | <input type="checkbox"/> 1-3年   | <input type="checkbox"/> 3-6年   | <input type="checkbox"/> 6-9年  |
| <input type="checkbox"/> 9-12年 | <input type="checkbox"/> 12-15年 | <input type="checkbox"/> 15-20年 | <input type="checkbox"/> 20年以上 |

您於貴單位服務的經驗：

- |                                |                                 |                                 |                                |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1年以內  | <input type="checkbox"/> 1-3年   | <input type="checkbox"/> 3-6年   | <input type="checkbox"/> 6-9年  |
| <input type="checkbox"/> 9-12年 | <input type="checkbox"/> 12-15年 | <input type="checkbox"/> 15-20年 | <input type="checkbox"/> 20年以上 |

#### 第二部分：產業定義與範圍

氫製造產業位於氫能價值鏈之上游，係指利用係指氫製造利用各種氫氣製備方法量產氫氣，以作為氫能應用使用之產業。。一般認為，氫氣生產技術的研究策略分為短期及長期。短期的目標仍以現有的化石燃料作為進料，以重組反應產氫製造氣，其研究目標在達到高重組轉化率、高能源使用效率、緊緻型及可現場氫製造等方面，譬如薄膜助效重組反應及常壓電漿重組反應。長期的目標，則是以水為進料，以再生能源製造氫氣，譬如再生能源發電搭配電解水技術、太陽光

電化學法，及太陽熱搭配熱化學技術。氫製造技術依美國能源部的分類方式，主要已製程方法的不同歸成有三大類：熱製程、水電解製程及光分解製程。然而，一般的歸類的方式則是將這些方法細分成六項：石化重組法、水電解法、光電化學法、熱化學法、再生能源及生物質氣化法。

中游則是以金屬儲氫材料(Metal Hydride)、高壓式(High pressure)、化學方法(Chemical Hydrogen Storage)、吸附式(Hydrogen Sorption)等方式，使氫氣能保存於特定容器或是區域，再利用運輸工具、管線、大型儲存載具，將其傳送至各地或就地使用。



### 第三部分：問卷開始

## 台灣氫能產業之創新需求要素

#### 1. 針對研究發展之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
國家基礎研究能力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
國家整體對創新的支持	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
技術合作網路	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
產官學研的合作	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
政府對產業政策的訂定	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
同業間的技術合作	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
產業間的技術整合	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

#### 2. 針對研究環境之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
具整合能力之研究單位	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
專利制度	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
技術擴散機制	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
專門領域的研究機構	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

### 3. 針對技術知識之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
技術資訊中心	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
技術引進與移轉機制	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
規格制定能力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
產業群聚所產生知識外溢效果	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
系統整合(放大)能力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

### 4. 針對市場資訊之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
先進與專業的資訊流通與取得	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
顧問諮詢與服務	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
客服中心的顧客資訊	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

### 5. 針對市場情勢之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
需求量大的市場	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
策略聯盟的靈活運作能力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
多元需求的市場	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

6. 針對市場環境之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
國家基礎建設	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
針對產業特殊用途的設施	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
政府優惠制度	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

7. 針對人力資源之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
研發團隊的整合能力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
專門領域的研究人員	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
生產操作與品管人員	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
專責市場開發人員	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

8. 針對財務資源之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
完善的資本市場機制	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
提供長期資金的銀行或金融體系	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
提供短期資金的銀行或金融體系	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
研究經費	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

## 補充項目

### 氫製造

建設計畫與實施	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
創新育成體制	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

### 氫儲存

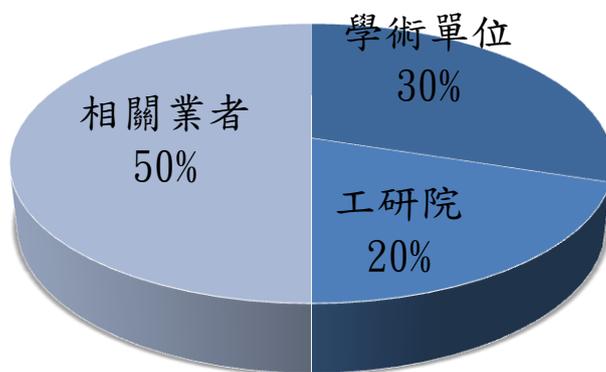
標準化之重要性	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
客製化之重要性	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
顧客導向	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

問卷至此結束！謝謝您寶貴的意見！



## 附件二 問卷樣本

### 問卷受訪者服務單位之比例



### 問卷對象工作資歷

