

國立交通大學

科技管理研究所

碩士論文

資源配置最適化二階層線性規劃模型之研究

— 以科技專案計畫預算分配為例



Resource Allocation Using Bi-Level Linear Programming Model —
Example on Technology Development Program of MOEA

研究生：楊有恆

指導教授：虞孝成教授

中華民國九十四年六月二日

資源配置最適化二階層線性規劃模型之研究－

以科技專案計畫預算分配為例

Resource Allocation Using Bi-Level Linear Programming Model —

Example on Technology Development Program of MOEA

研究生：楊有恆

Student: Yeou-Herng Yang

指導教授：虞孝成教授

Advisor: Dr. Hsiao-Cheng Yu



A Thesis

Submitted to Institute of Management of Technology

National Chiao-Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Business Administration

in

Management of Technology

June 2005

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年六月二日

資源配置最適化二階層線性規劃模型之研究

— 以科技專案計畫預算分配為例

研究生：楊有恆

指導教授：虞孝成教授

國立交通大學科技管理研究所 碩士班研究生

摘要

在「資源有限」而「需求無度」的現實環境下，有效的資源分配一直是公營機構不斷追求的理想。傳統上資源分配的方法多傾向依據專家的主觀經驗來判斷，而衡量指標大部分仍以申請單位過去的績效表現為主，以作為資源分配的依據。這種單向思維的分配模式很難達到資源配置最適化之目標。因此，如何突破過去由上而下的單向資源分配思維，建構一套客觀、公平、及可量化的「資源配置最適化」模型，來克服因資源配置不當所衍生的相關問題，是值得深入研究的議題。

本研究的目的係在有限的資源條件下，避免資源過度集中，讓資源分配者與被分配者均覺得公平與滿意，使資源配置能發揮最大效益。基此，本研究運用二階層線性規劃的數學模式，建構資源配置模型，要求下階層資源使用者創造資源的總效益為最大，同時控管每個資源使用者所獲資源分配的差異為最小，藉以達到資源配置最適化的目標。

為驗證此模型的實用性與有效性，本研究結合改良式Fishbein模式，再透過預算分配二階層線性規劃模型，採取線性規劃法及「漸近法(successive approximations)」求解，對經濟部2003年「法人科技專案」之87筆研發計畫進行實證研究，結果發現運用二階層線性規劃模式進行預算分配時，可使各產業分別累積的貢獻度達到最大，且可使不同產業的滿意程度落差由40.8%大幅縮減至2.6%。

關鍵字：資源配置、最適化、二階層線性規劃、科技專案

Resource Allocation Using Bi-Level Linear Programming Model — Example on Technology Development Program of MOEA

Student: Yeou-Herng Yang

Advisor: Dr. Hsiao-Cheng Yu

Institute of Management of Technology
National Chiao-Tung University

Abstract

Due to the fact that precious resource is always limited but the demand for it is unlimited, the optimal allocation of resource is a problem of paramount importance in government or in business. Existing practices of resource allocation are generally based on past performance measures by projects or by organizations. Simple arithmetic average of such performance measures was used to calculate the average unit of resource that an average performer can receive. However, other important criteria should be considered to make resource allocation more objective and more acceptable to resource contenders. Additional resource allocation objectives include: maximizing the overall potential benefits of projects to be funded, minimizing the difference between the highest and the lowest hit rates of resource contending organizations, and selecting projects with strategic importance etc.

To formulate a mathematical resource allocation model with the above objectives and constraints is a challenging problem. To solve this type of problems is even a bigger challenge. The mathematical model of bi-level linear programming will be attempted to address this problem. The R&D funding subsidy of Ministry of Economic Affairs' "Technology Development Program" was used as an example to demonstrate the feasibility of our proposed model formulation and solution algorithms in resource allocation.

Key words: Resource allocation, optimal, bi-level linear programming, MOEA, technology development program (TDP)

誌 謝

學習如何有組織、且系統化的蒐集資料，形成資訊而後再轉化為知識，並將其以文字的方式表現，實在是一段困苦、艱辛、卻又令人回味無窮的漫漫長路。而這一段旅程中，慶幸有所上老師的指正、軍中長官同僚的鼓勵、以及家人溫馨的相挺，使我這一路走來感到又豐富又美好，收獲不可不謂之豐富，在此時此刻特別要一一致上心中最誠摯的謝意。

感謝李建中老師、洪志洋老師、徐作聖老師、曾國雄老師、袁建中老師、劉尚志老師兩年來的悉心教導，您們的學養、風範、與諄諄教誨令學生永銘在心；感謝劉宜欣老師於論文研究與寫作過程中不斷的鼓勵，並時時提供專業的意見，使論文結構更臻周延；感謝論文口試委員包曉天老師、林亭汝老師、張世其老師對論文的熱心指導，您們的意見更豐富了我的論文。

感謝兩年求學的過程中有博士班學長文漢、仁帥、宗偉、昕翰、駕仁及學姐雅雯、芃婷、又心在專業領域及求學規劃上的寶貴意見，更感謝李宗耀博士的提攜與照顧，讓我能一窺學術殿堂的奧妙；非常感謝碩士班致頌、禕文、栢生、威震、廷夫、鏡朴、大蠻、毓箴、逸群、翔元、禮輝、亦芃、怡君、秀華、曉雨、聖芳、怡帆以及全班同學於學業上的相互砥礪與合作，衷心祝福您們鵬程萬里；並感謝所辦張姐、瓊欣、美玲、雅琪、晏好小姐在行政事務上的協助與支援。

此外，感謝後備事務司司長謝雲龍中將對我的無私與鼓勵，並感謝軍動處梁存孝上校、柏傳琦上校、楊柏川上校、史志明上校、黃永卿上校、吳炬宏中校、朱希承中校、黃明達中校等同仁的分憂與照顧，以及小玲姐全方位的行政支援，使我能無後顧之憂地潛心求學。

此論文能夠付梓，要再次感謝恩師 虞孝成教授這兩年來悉心的指導與呵護，正所謂經師易得、恩師難求，何其有幸能拜在老師的門下，在老師身教重於言教、以身作則的治學精神下，潛移默化了我們的心靈。老師，您的學養與為人處世的風範是我一生努力與學習的榜樣！

在這不算短的學習生涯中，最常忽略的是家人未曾間斷的關懷與支持，父母親的殷殷期盼、內人堡櫻賢淑的寬諒、子女咸慶、依靜貼心的關懷，皆隱沒在這七百三十多個日子裏，為表達由衷的感謝，謹將我的論文獻給我最摯愛的家人，如果說我有那麼一點小小的成就，那麼這所有的榮耀皆歸功於你們。

楊有恆 謹誌

中華民國九十四年六月

于國立交通大學科技管理研究所

目 錄

摘要	i
Abstract.....	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	viii
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究範圍與限制	3
1.4 研究流程	4
1.5 論文架構	5
第二章 資源分配文獻與基礎理論探討	6
2.1 資源分配文獻探討	6
2.2 基礎理論探討	9
2.2.1 補助制度理論	9
2.2.2 專案管理理論	12
2.3 科技專案計畫探討	20
2.3.1 科技專案簡介	20
2.3.2 科技專案考管作業	21
2.3.3 科技專案研發績效	25
第三章 二階層線性規劃理論探討	30
3.1 背包問題	30
3.2 二階層線性規劃概念	35
3.3 二階層線性規劃主要理論	39
第四章 資源配置二階層線性規劃模型建構	42
4.1 資源配置一般概念	42

4.2 單一目標規劃模式(SOP)	44
4.3 多目標規劃模式(MOP).....	45
4.4 二階層線性規劃模式(Bi-level LP).....	48
4.5 二階層線性規劃求解	50
第五章 實證研究—以科技專案計畫預算分配為例	56
5.1 研究設計	56
5.1.1 科專預算分配模型	56
5.1.2 研究架構	60
5.2 實證資料蒐集與整理	60
5.3 科專預算分配實證分析	64
5.3.1 資料處理	64
5.3.2 準則權重	65
5.3.3 研發效益與貢獻度	66
5.3.4 研發預算分配	69
5.4 討論	75
第六章 結論與建議	80
6.1 結論	80
6.2 建議	81
參考文獻	83
附錄 1 九十二年度法人科技專案成果統計	88
附錄 2 九十二年度法人科技專案標準化之績效值	91
附錄 3 九十二年度法人科技專案正規化之績效值	94

表 目 錄

表 1.1	非效率 DMU 應減少投入項之百分比分佈表	1
表 2.1	資源分配文獻分析綜整對照表	8
表 2.2	專案評估方法分類及優缺點對照	19
表 2.3	各階段產業價值鏈產生之效益類別	27
表 2.4	效益類別之績效觀測指標	28
表 2.5	績效指標名稱、代號及定義彙整表	29
表 3.1	徒步旅行者可攜帶品項之 w 、 v 、 x 關聯表	30
表 3.2	攜行物品價值比之排序表	34
表 3.3	頂點列舉法運算表解	41
表 4.1	各單位計畫書之 c 、 w 、 x 關聯表	45
表 4.2	各單位計畫數與價值調整對照表	46
表 4.3	各單位預算申請表 (單位：萬)	47
表 4.4	各單位每筆計畫之研發經費彙整表	52
表 4.5	各單位每筆計畫之研發效益彙整表	52
表 4.6	各單位每筆計畫之貢獻度彙整表	53
表 4.7	各單位貢獻度排序彙整表(由大至小)	53
表 4.8	各單位每筆計畫之決策變數彙整表	54
表 4.9	各單位每筆計畫可獲得預算配表	54
表 4.10	各單位每筆計畫之決策變數彙整表	55
表 4.11	各單位每筆計畫可獲得預算配表	55

表 5.1	經濟部技術處 92 年度委託研究計畫項目及研究經費表	61
表 5.2	九十二年度各產業科技專案計畫經費分配比	64
表 5.3	九十二年度科技專案計畫評估準則得點(d)及權重(w)	66
表 5.4	九十二年度各產業科技專案計畫研發效益(e)	67
表 5.5	九十二年度各產業科技專案計畫貢獻度(v)	68
表 5.6	各計畫貢獻度由大至小排序彙整表	70
表 5.7	各產業每筆計畫之決策變數彙整表	71
表 5.8	各產業經核准之計畫預算表	71
表 5.9	通訊與光電產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表	72
表 5.10	機械與航太產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表	73
表 5.11	材料與化工產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表	73
表 5.12	生技與藥品產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表	73
表 5.13	其他產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表	74
表 5.14	各產業每筆計畫之決策變數彙整表	74
表 5.15	各產業經核准之計畫預算表	74
表 5.16	專案計畫貢獻度前、後 10 名分析表	75
表 5.17	產業研發計畫貢獻度分析表	76

圖 目 錄

圖 1.1	研究流程圖	4
圖 2.1	從一般補助到專案補助連續圖	10
圖 2.2	補助方法分類架構圖	11
圖 2.3	專案管理的目標及其限制	13
圖 2.4	一般化的專案生命週期	13
圖 2.5	專案規劃流程	14
圖 2.6	專案管理的控制循環	15
圖 2.7	專案之資源規劃步驟	17
圖 2.8	資源最佳分配原則與成本效益分析之關係	17
圖 2.9	經濟部科技研究發展專案計畫作業流程	23
圖 2.10	經濟部科技研究發展專案計畫作業流程(續)	24
圖 2.11	科專計畫投入與產業價值鏈	26
圖 3.1	預算分配示意圖	32
圖 3.2	三階層區劃成二階層規劃模式示意圖	35
圖 3.3	二階層決策系統運作程序示意圖	36
圖 3.4	二階層線性規劃模式示意圖	37
圖 3.5	二階層線性規劃問題(BLPP)求解示意圖	38
圖 3.6	二階層線性規劃之解集合與最佳解	41
圖 4.1	某機構預算分配二階層規劃示意圖	42

圖 5.1	論文研究架構	60
圖 5.2	傳統排序之預算分配對照	77
圖 5.3	二階層線性規劃之預算分配對照	78
圖 5.4	各產業科專計畫貢獻度與滿意度對照	79



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

在「資源有限」而「需求無度」的現實環境下，資源分配問題的重要性可想而知。也因為資源稀少更凸顯出資源合理分配的重要性，無論是國家資源的分配、公營機構資源的分配，亦或是民營企業資源的分配，都必須盡力做到合理有效的分配，使資源的效益極大化，但是要如何做到資源合理有效的分配？要如何創造資源的效益極大化？此等資源配置的相關問題一直是產、官、學、研各界不斷努力的目標。

我們不難觀察到，當面對資源配置時，總有些單位會採取儘量向上階層機關爭取資源的策略，而造成多數資源流向少數單位的現象，倘真如此，可能會因大部份的資源被不當分配，其結果除造成資源的浪費外，更會影響下階層單位的長期發展。以國內的統籌分配款為例[11]，中央決定對直轄市的統籌分配款比例由原來的47%調降到43%，然台北縣的土地面積幾近台北市的八倍，而人口亦多了近90萬人，結果只拿到統籌分配款的1.4%，與台北市的統籌分配款比例足足相差了41.6%，而台中市更只有全部分配款的0.64%。因為統籌款分配模式的失當，不斷地擴大了城鄉間的差距，而造成地方上發展的失衡。然而應如何制定出更合理公平的分配制度與辦法，也一直是政府部門近年來非常頭疼的問題。

另一種現象係肇因於審查機制失靈所形成的資源分配不當，方彥永(2003)[3]以經濟部業界開發產業技術計畫為例，從事研發績效的評估，研究發現各項研發專案之有效單位數偏低，在46項受評估研發專案當中，僅16項研發專案屬效率專案，佔34.78%，有30項研發專案屬非效率專案，佔65.22%，整體來看業界開發產業技術計畫之研發效率普遍偏低。再進一步分析後顯示，大部份非效率研發專案發生在政府補助款投入過多，甚至有20項研發專案應刪減50%的研發經費(詳如表1.1)，該研究結果顯示政府的審查與預算分配機制應更加嚴謹，以避免不必要的預算浪費。

表1.1 非效率DMU應減少投入項之百分比分佈表

減少項目/比例	0-25%	25%-50%	50-75%	75%-100%
政府補助款	5	5	16	4
廠商自籌款	5	5	13	7
研發總人力	10	5	12	3

資料來源：方彥勇(2003)，「知識經濟體系下政府協助產業創新之研究－以業界開發產業技術計畫為例」，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文，頁96。

資源分配無論對於企業乃至於國家均極為重要，其影響層面即深且廣。但如何才能制定出更合理公平的分配制度呢？雖然許多組織在面對資源分配的相關問題(諸如物資分配、預算分配、能源分配、運輸、農業補貼分配等)時，在「魚與熊掌」如何兼得的考量下，常常造成決策者許多決策上的猶疑與困擾。一般而言，資源分配的方法多傾向依據專家的主觀經驗來判斷，而審查標準通常係依據申請單位過去的績效表現為衡量指標，以作為資源分配的依據。然傳統上經常運用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)或層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)從事績效的評估，惟上述方法最後多半將求得的績效值以簡單加權法(Simple Weight Additive; SWA)、或算術平均法(Arithmetic Average Method)來執行資源分配。在檢視傳統資源分配作業的過程中，不難發現二個癥結問題：第一是由上而下的單向決策行為模式，忽略了下階層的決策行為與個別目標；第二是簡單加權、或算術平均等方法雖然簡單，但卻很難達到資源配置最適化之目標。

Wayne F Bialas(2002)[48]說明多層級最適化技巧可應用於層級結構中的決策分析，並提出多個層級在目標與限制的交互影響下，若不適時尋求妥協與合作，將會發生資源配置效率不佳的問題；Liu Yi-Hsin & Hart Stephen M (1994)[43]運用二階層數學規劃模式來處理資源配置最適化的問題，他倆同時指出在二階層規劃問題中，各階層有不同的目標，每階層的決策者控制部分的決策變數，並追求各自目標的最適化。倘每個階層決策者在控制其決策變數時，當上階層作出決策之後，下階層決策者則依據上階層的決策，在自己目標最適化的前提下選擇最佳方案；Shuh-Tzy Hsu, An-Der Huang & Ue-Pyng Wen (1993)[47]則指出多階規劃是用來解決分權決策的數學規劃尋優問題，在一個階層式的管理結構內，它讓各階層決策者各自控制一部份決策變數，且擁有本身獨立的目標函數，彼此之間甚至可能有相當大的衝突，故在決策程序上是由階層較高的決策者先作決策，然後低一階層的決策者再依此做成對其本身最有利的決策。因此，本研究將運用二階層線性規劃模式來處理資源的配置，將可有效解決上述二個癥結的問題。

1.2 研究目的

過去資源分配的決策者多傾向採用由上而下的單向決策行為模式來主導所有的資源配置，這種單方面(Single-side)由上而下(Top-down)的處理過程中，常會因決策者的偏執與好惡而左右了資源的配置，其結果通常均非資源分配的最適解，進而因資源配置的不當，造成綜合效益的急遽下降。因此，如何建構一套客觀、公平、且可量化的「資源配置最適化模型」來克服資源配置的相關問題，是值得深入研究的議題。

本研究將運用數學推導及演譯等理論來驗證方法之有效性，並結合改良式Fishbein模式，將單位績效值導入二階層規劃模式，來建構一個客觀的「資源分配」模型，採取線性規劃法及自創的「漸近法(successive approximations)」求解方式，企圖解決各層級結構中因期望所衍生的取捨(Trade off)問題，以取代傳統的分配模式，讓資源分配者與

被分配者均覺得公平與滿意，使有限的資源能達到最有「效率」的運用。然而二階層線性規劃模型建構，首應考量如何在有限的資源條件下，將資源作最適切合理的配置，使資源分配者與被分配者均覺得公平且滿意，並使資源發揮最大效率。換言之，係上階層資源分配者應在總資源的限制下，確實要求下階層資源需求單位發揮資源的總效益為最大，同時亦應控制下階層單位間所分配的資源差異為最小，藉以求取資源分配的最適解。

因為過去經濟部「科技專案計畫」決定產業技術領域別之經費分配比率及實際執行預算分配作業時，由於成本效益分析所需資料不易取得，且難度頗高，故在執行上往往透過專家評估或專家問卷調查等方式進行，所以分配結果較易受到個人因素或利益團體的影響。為克服此錯綜複雜的問題，本研究將運用資源配置二階層線性規劃模型用來對經濟部「法人科技專案計畫」進行實證研究，藉模型的功能來加強「由上而下」的上階層目標、與「由下而上」的下階層期望之間的決策互動關係，使有限的資源都能分配至最具效率的計畫上。故本研究主要目的概分如下：

1. 加強二階層線性規劃方法的理論探討與數學模式的推演，使推導過程及結果更能合乎實務上資源分配的運作情形。
2. 建構資源配置最適化二階層線性規劃模型，以解決各層級結構中因期望所衍生的取捨(Trade off)問題，使層級規劃模型能達到優化各階層目標之要求。
3. 以經濟部「科技專案計畫」研發經費分配為例，運用線性規劃法及自創的「漸近法」求解方式，驗證本模型之實用性與有效性，並改善過去透過專家評估或專家問卷方式進行預算分配之缺點。
4. 對資源配置方法及科技專案計畫分配模式提出具體結論與建議，以供後續研究方向之參考。

1.3 研究範圍與限制

1. 經濟部「科技專案計畫」包括了法人科技專案、業界科技專案、及學界科技專案三種類型，而每種科技專案的運作與管理模式均不相同，且績效評估的基準亦不盡相同，為保持研究架構的嚴謹性，故將研究的範圍限縮在「法人科技專案」上，並以經濟部 2003 年「法人科技專案」之 87 筆研發計畫進行實證研究。
2. 囿於科技專案計畫預期研發成果之原始數據不易獲得，故本研究乃採用過去科技專案計畫的實際研發成果，假設為未來各計畫之預期研發成果，以為預算分配二階層線性規劃之計算基礎。因此，資料來源係以經濟部技術處 2004 年出版「九十二年度科技專案執行年報」之研究成果為依據，作為研發效益與貢獻度計算之參數，以利研發經費之分配。未來若能獲得科技專案計畫預期研發成果之原始數據，將有助於本研究的實用性。

3. 經濟部目前乃採用「專家為主，指標為輔」的作業模式，針對科技專案計畫實施績效考評，屬於質化與量化兼具的評估方法。惟專家審核態度將可能影響科專研發經費分配的公平性。因此，本研究將採用「指標為主」的量化評估方法實施績效考評，共計篩選出「論文篇數」、「研究報告篇數」、「研討會人數」、「專利獲得、應用作數」、「技術引進件數」、「技術移轉金額」、「分包研究金額」、「委託案及工業服務金額」、「促成投資生產產值」等九種評估準則來進行實證研究。

1.4 研究流程

本研究係依研究動機與目的、資源分配文獻與基礎理論探討、二階層線性規劃理論探討、資源配置二階層線性規劃模型建構、科專研發經費分配實證研究、及結論與建議等流程進行，研究流程詳如圖 1.1。

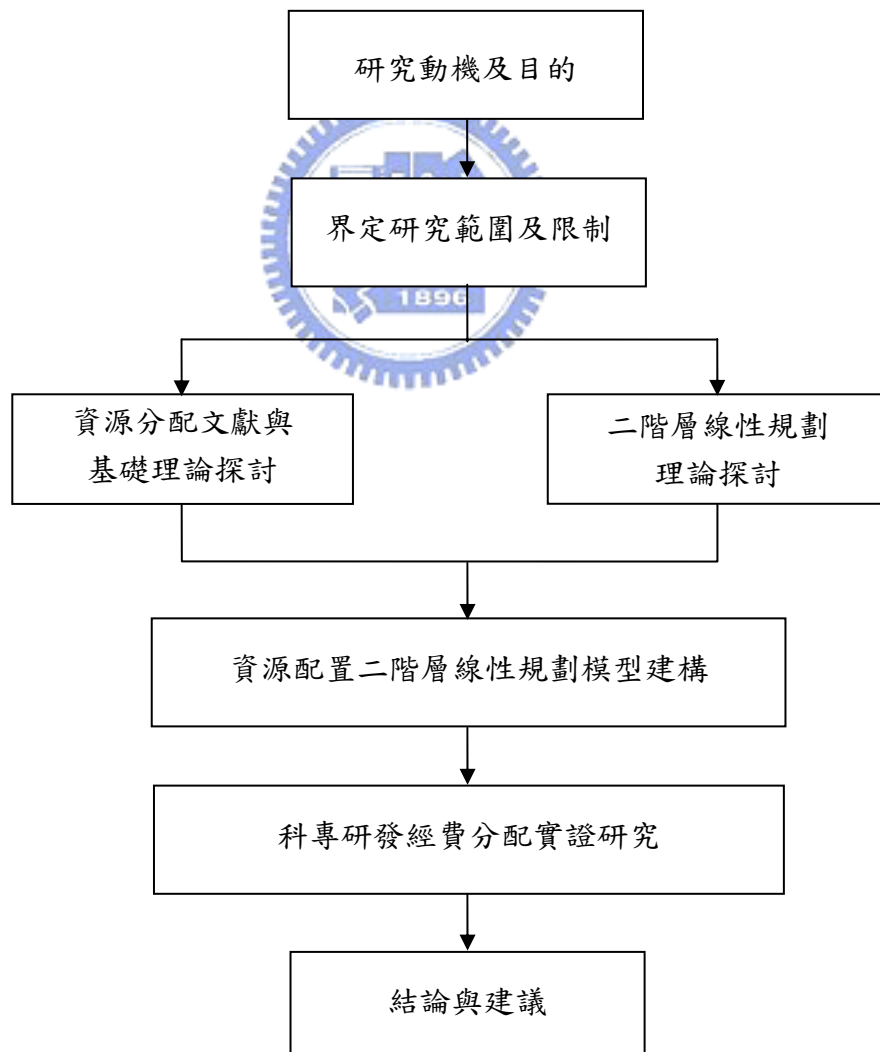


圖1.1 研究流程圖

1.5 論文架構

本論文依研究主題，共區分成六章，其內容概述如后：

- 第一章 緒論：說明本論文之研究背景與動機、研究目的、研究範圍與限制、研究流程、及論文架構等課題。
- 第二章 資源分配文獻與基礎理論探討：首先探討及比較近年來各種資源分配方法的異同與限制；其次探討預算分配理論及專案管理理論；最後，探討科技專案執行現況及績效指標的相關文獻，以利實證研究。
- 第三章 二階層線性規劃理論之探討：藉由背包理論的說明，導入二階層線性規劃的概念，並建立、定義與證明二維線性規劃模式，以瞭解二階層數規劃模型目標式與限制式之互動與因果關係。
- 第四章 資源配置二階層線性規劃模型建構：探討二階層線性規劃模型之解決程序，包括運用各種作業研究的解決方案(algorithm)，以求取最佳解或近似最佳解。
- 第五章 實證研究—以科技專案計畫預算分配為例：依據「科技專案計畫」研發經費核配之研究設計，進行科專研發經費分配之二階層線性規劃模型之實證研究，以線性規劃法及自創的「漸近法」求解方式來求出科專研究經費之最適分配的有效解。
- 第六章 結論與建議：依模型建構及實證研究結果，說明本研究所獲得之結論，並對資源分配決策單位或後續研究者提出具體建議，以利後續相關之研究。

第二章 資源分配文獻與基礎理論探討

2.1 資源分配文獻探討

在蒐集相關文獻的過程中，發現國內、外專家學者對「資源分配」的相關研究成果尚稱豐富，除定(質)性的研究外，使用數量方法的研究概述如后：

在教育資源分配方面，林全、王震武等人(1996)[10]依補助制度理論，從補助款的運用效率、促進水平公平與垂直公平的效果、及對縣市財政自主程度的影響，來檢討國內現行中央政府對地方國民教育經費的補助制度，並就「教育基本補助」及「獎勵性補助」兩個面向，運用函數模型訂出新的補助款分配公式，以修正原來固定補助總額的公式。顧志遠(1999)[31]以生產力觀點，引用資料包絡法(Data Envelopment Analysis; DEA)發展其量化模式，並修正 DEA 模式使其具有提供多種改善方案的能力，輔以 DHP(Delphi Hierarchy Process)[41]方法完成評估指標，最後建立高等教育整合性生產力評估與資源分配模式。

在國防資源分配方面，鄭定洲(1985)[28]利用 Frank-Wolfe Algorithm 之觀念，發展二階層群策型多目標規劃法，可有效解決國防資源之分配問題，惟引用此法的先決條件是國防部決策者和各總部決策者，均能夠妥善設定對兩總部間之加權比，及一對目標間的加權比。葉金成、李蕭傳(1995)[26]依據系統與環境互動的觀點，考量國防系統和國防環境相關因素，利用系統動態學建構國防預算系統之因果關係結構，以瞭解在軍力優勢與劣勢時，我宜採行之預算分配政策。吳坤輝(2002)[7]運用層級分析法(AHP)、情境分析法(Scenario Analysis)、及二階多目標規劃法(Bi-Level Multi-Objective Programming)，探討在有限的國防資源條件下，建立一套完整的資源規劃與分配評估模式，以滿足三軍建軍作戰需求。楊有恆、劉宜欣、虞孝成(2004)[22]運用二階層線性規劃模式建構國防工業訓儲制度員額核配模型，來探討「中央主管機關」如何對政府單位與民營機關等「用人單位」實施公平、合理的員額核配，使人力作最佳的配置，以發揮人才效益最大化之目標。

在公共資源分配的問題方面，馮正民、林佳宜(1998)[20]採用路線別方式對服務路線與一般路線進行虧損補貼及績效補貼，結合公式型補貼及申請型補貼，並考慮中央與地方階層性的政府決策行為建立二階層補貼分配模式，進行補貼計畫的選取與補貼款的分配。Cassidy, Kirgy & Raike(1971)[33]則運用二階層線性規劃建構了聯邦政府財政資源

之分配模式。

在科專預算分配方面，王健全(2000)[4]針對國科會科技評審專家進行調查，將科技專案經費分配之優先順序視專家評估準則及其賦予準則上之權重而定，並運用Fishbein的非補償(Non-complementary)模式處理評估之資料，進而推算科技資源的分配。孫克難(1998)[14]主要乃結合產業經濟學及公共經濟學的分析基礎，並引入Porter(1980)之「競爭策略」及Porter(1990)「國家競爭優勢」的觀念，提出「企業目標、競爭環境與國家策略的雙輪多層面互動模式」，以供科技專案經費在產業別分配時之參考。

其他方面則包括：高強、高重光(1994)[15]採拍拉圖最佳組織(Pareto Optimal Organization)之觀念，針對多決策單位之組織，以DEA評估其相對效率值，再引用一般化線性規劃問題解法，冀望總資源不變的條件下，求解出各決策單位認為最理想之資源分配方式，將資源重新分配與各決策單位，以期能獲得整體更高的效率。陳智勇(1999)[19]採用Victoria Crittenden在供給不足的情況下，採取等級分配法及訂單比例分配法找出最佳的訂單分配方法，以避免過去因分配方法的不周全而造成供應鏈的波動。資源分配文獻分析綜整對照詳如表2.1。

然經文獻分析後從二個面向來觀察，第一個面向是資源分配的相關研究雖然廣泛，但過去資源分配除了以專家的主觀經驗來判斷外，傳統上仍常運用 DEA、AHP、或 DHP 等法來評估申請單位的績效表現，並據以實施資源分配，這種單方面(Single-side)由上而下(Top-down)的處理過程中，常會過度簡化資源分配的實際問題，其結果通常非最適解。第二個面向是過去二階層線性規劃法的應用範圍雖然廣泛，但大部份文獻仍以理論研究的發展與探討為主，如 Wen 與 Hsu(1991)[49]在整理過去應用二階層規劃的各種模式發現，在政府政策方面，常用於分配政府的資源；在經濟方面則應用於 Stackelberg 的雙頭寡占模式，在交通運輸方面，則常用於高速公路網路系統的設計，但二階層線性規劃的求解過程通常因較為繁瑣及困難，故對有關求解方法的相關文獻迄今仍付之闕如，因此，本研究試圖建構一個二階層規劃模式，並以自創的「漸近法」求解方式運用於資源分配上，以求出資源最適分配之有效解。

表2.1 資源分配文獻分析綜整對照表

作者	研究範疇	研究方法	研究貢獻
林全等 (1996)	中央政府對國民教育經費補助制度	數學模型	從教育基本補助及獎勵性補助兩個面向訂出新的補助款分配公式。
顧志遠 (1999)	高等教育生產力評估與資源分配	運用DEA、修正的DEA模式	建構高等教育生產力管理系統，並發展支持該系統運作的數學分析模式。
鄭定洲 (1985)	國防資源分配問題	利用Frank-Wolfe Algorithm觀念發展二階層群策型多目標規劃法	可有效解決國防資源之分配問題，惟引用此法的先決條件是國防部決策者和各總部決策者能夠妥善設定對兩總部間之加權比及一對目標間的加權比。
葉金成等 (1995)	國防預算分配政策	系統動態學	考量國防系統和國防環境相關因素，建構國防預算系統之因果關係結構，以瞭解在軍力優勢與劣勢時，宜採行之預算分配政策。
吳坤輝 (2002)	國防資源最適分配	層級分析法、情境分析法、二階多目標規劃法	在有限的國防資源條件下，建立一套完整的資源規劃與分配評估模式，以滿足三軍建軍作戰需求。
楊有恆等 (2004)	國防工業訓儲制度員額核配	二階層線性規劃模式	建構國防工業訓儲制度員額核配模型，使人力作最佳的配置，發揮人才效益最大化之目標。
馮正民等 (1998)	大眾運輸補貼分配制度與模式	二階層規劃法	考慮中央與地方階層性的政府決策行為建立二階層補貼分配模式，進行補貼計畫的選取與補貼款的分配。
Cassidy et al. (1971)	聯邦政府財政資源分配	二階層線性規劃	建構了聯邦政府財政資源之分配模式。
王健全 (2000)	科專預算分配	Fishbein 的非補償模式	視專家評估準則及其賦予準則之權重，決定科技專案經費分配之優先順序，進而建立評估模式及相關準則。
孫克難 (1998)	科技專案經費分配	產業經濟學、公共經濟學、Porter 競爭策略、國家競爭優勢	提出「企業目標、競爭環境與國家策略的雙輪多層面互動模式」，供科技專案經費在產業別分配時之參考。
高強等 (1994)	資源重分配對提升單位組織整體效率	DEA評估模式、線性規劃法	冀望總資源不變的條件下，求解出各決策單位認為最理想之資源分配方式，將資源重新分配與各決策單位，以期能獲得整體更高的效率。
陳智勇 (1999)	供給不足下的訂單分配	等級分配法、訂單比例分配法	找出最佳的訂單分配方法，以避免過去因分配方法的不周全而造成供應鏈的波動。

2.2 基礎理論探討

高敬文、劉慶中(1996)[16]以行政學的觀點，將資源區分為物質資源(Material Resource)、及人力資源(Human Resource)兩大類，而物質資源的類別與內涵則更具多樣性，致使資源分配(Resource Allocation)為因應其多樣性而有所不同，所以其複雜程度實不易用同一種方法處理與解決。本研究主在探討有關科技專案之預算分配制度，而其基礎理論主要有二，包括「補助制度理論」、及「專案管理理論」。以下就這二方面理論概述其要旨，以利後續討論。

2.2.1 補助制度理論

丁志權(1999)[2]指出美國補助制度依不同的標準有不同的種類，而各類補助款的效果亦各有不同，政府政策目標是否能達成，有時與補助制度的選擇有密切關係。補助制度的類別包括「是否指定用途」、「是否需配合款」、「計算方式」、及「是否具競爭性」，其實質內涵分述如后。而補助方式的功能與優缺點可參考馬信行(1993)、丁志權(1987)、及林全、王震武、林文瑛(1996)等相關文獻。

1. 依是否指定用途分：

依補助款是否指定用途為標準，可分為一般補助(General Grants)、與特定補助(Specific Grants)。所謂一般補助是指政府補助經費，不限定用途，受補助的單位可自由運用。一般補助又分為兩種，一種是不指定職能別(function)的補助；另一種是指定職能但不指定項目的補助。在美國通常把特定補助稱為專項補助(Categorical Grants)，聯邦政府對州政府的補助絕大部分為專案補助。由上述可知，依指定用途範圍的大小，將補助制度再分為「不指定職能的補助」、「指定職能但不指定項目的補助」、「整批補助」及「專項補助」四種，如圖 2.1 所示，最左端為不指定職能的補助，受補助單位的自主性最大；最右端為專項補助，受補助單位的自主性最小。

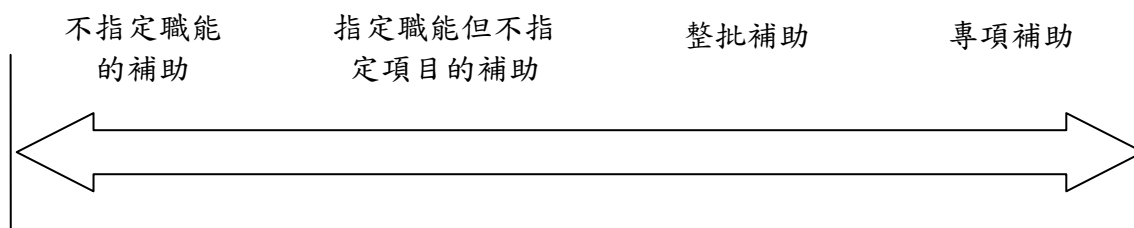


圖2.1 從一般補助到專案補助連續圖

資料來源：丁志權(1999)，「中美英三國教育經費財源與分配制度之比較研究」，師大書苑，頁 38。

2. 依是否需配合款分：

上級政府對下級政府的補助，往往或多或少需視下級政府的努力程度而定，而要求下級政府自籌部分配合款。配合款的規定方式不一，有開放式配合款(Open Ended Grants)、超額配合款(Increments in Matching)、變動配合款(Variable Matching)、及封閉式配合款(Closed Ended Matching)。

開放式配合款由受款者決定補助款的大小，上級政府以一定的比例補助，下級政府籌款越多，所獲補助也越多；超額配合款為由上級政府規定受補助項目，至少由受補助政府支出一定經費，超額部分由上級配合補助一定比例；變動配合款則依受補助政府經費能力不同，而異其補助配合的比例或數額；封閉式配合款由上級政府決定補助款的上限，在限制之下，受補助政府可獲配合款。

3. 依計算方式分：

補助金依計算方式的不同，可分為單位補助(Unit Grants)、及公式補助(Formula Grants)。單位補助係按單位數量多寡分配補助款；公式補助則是根據二項以上的相關要素，以計算補助款的多寡。

4. 依是否具競爭性：

補助款的分配依是否具競爭性為標準，可分為競爭補助(Competitive Grants)、及資格補助(Entitlement Grants)。競爭補助的獲得必須是受補機關提出比其他機關更好的條件，才能獲得補助；而資格補助則只要該機關符合某一資格者，便可取得補助，不必與其他機關競爭。

而林全、王震武、林文瑛(1996)將補助方式區分為「一般補助」與「指定用途補助」兩大類，而指定用途補助又分為計畫補助與公式補助，其分類架構詳如圖 2.2 所示。

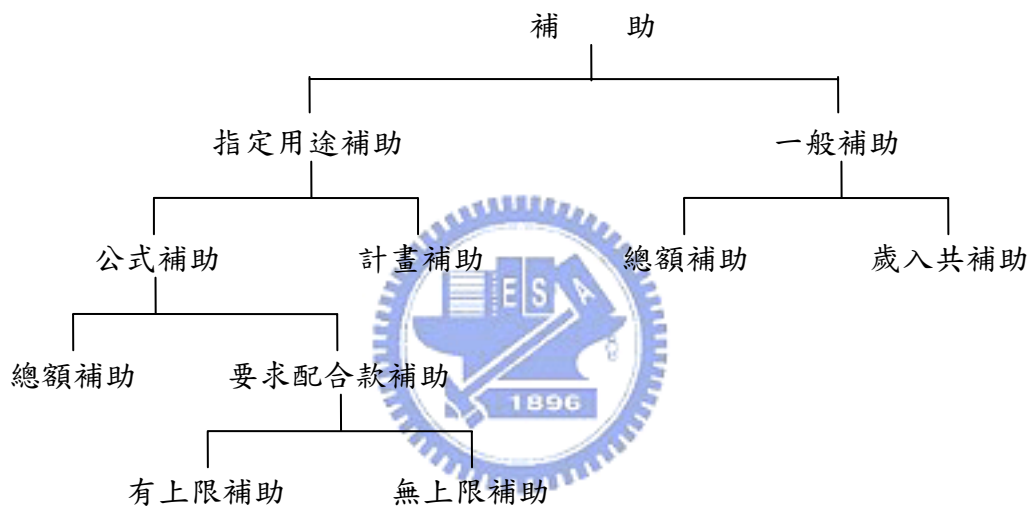


圖2.2 補助方法分類架構圖

資料來源：林全、王震武、林文瑛(1996)，「中央對國民中小學教育經費補助制度之研究」，行政院教育改革審議委員會，頁 9。

依上述補助制度的分類與內涵可以確知，經濟部科技專案計畫屬專案管理的範疇，其研發經費的補助依是否指定用途分係屬於「專案補助」；依是否需配合款分則屬於封閉式配合款；依計算方式分屬於公式補助；依是否具競爭性分則為資格補助。總括而言，科技專案計畫研發經費之分配係屬於「專案總額補助」。

2.2.2 專案管理理論

王慶富(1996)[5]指出研究發展工作為非重複性之活動，而且具有技術複雜性、不確定性、及週期性等特性，所以公私立大學院校、學術研究、及工業研究等機構通常都會運用專案或計畫來推動研究或發展工作。他認為應用專案可執行下列功能，確立研究方向，訂定發展目標，規劃研究或發展工作範圍、項目及步驟、確定工作進度、估算投入人力、物力及財力等資源、編列預算，並嚴加控制，以期於一定期限內獲得具體成果，達成組織機構之發展目標，所以專案為推動研究發展之最有效工具。以下就專案管理理論略述如后。

1. 專案管理的意義：

專案(project)係指在一段時間內，為了完成特定目標的組織活動。通常一個企業組織中的活動可區分為持續重複性與暫時唯一性兩種，而專案即屬於後者，因專案具有暫時性(temporary)與唯一性(unique)兩項特性¹。「專案管理」是將管理知識、技術、工具、和方法綜合運用到一個專案活動上，以期符合專案的需求，專案管理是經由專案起始、計畫、執行、控制、及結案等五大過程的運作。



2. 專案管理的目標：

許光華、何文榮(1998)[17]說明一個成功的專案，係指在成本(Budgeted Cost)、時間(Time Limit)的限制情況下，達到預期成果(Performance)。因為在執行專案時，成本、時間、成果都是事先設定的，所以專案管理(Project Management)必須在同時達成此三個互相獨立的目標，僅達成一個或兩個皆不算是成功的專案。

在衡量專案的績效時，通常以規格作為成果的指標，以預算作為成本的指標，以時程作為時間的指標；圖 2.3 即是代表此種關係。但因為內在、外在環境的演變，上述三個目標，有時候會產生變化，這時候專案團隊(Project Team)應盡最大努力思考應變的方法，修正目標的內容，當然最終的目的，仍然以達成專案所訂定之目標為主。

¹ 暫時性：每一個專案都有明確的終結點，這個終結點就是在專案達成其目標，或者目標已確定無法達成而被終止之時；唯一性：專案是從事一種前所未有的事務，所完成的目標，均與往昔已存在者有所區別，如太空計畫、天弓計畫等。

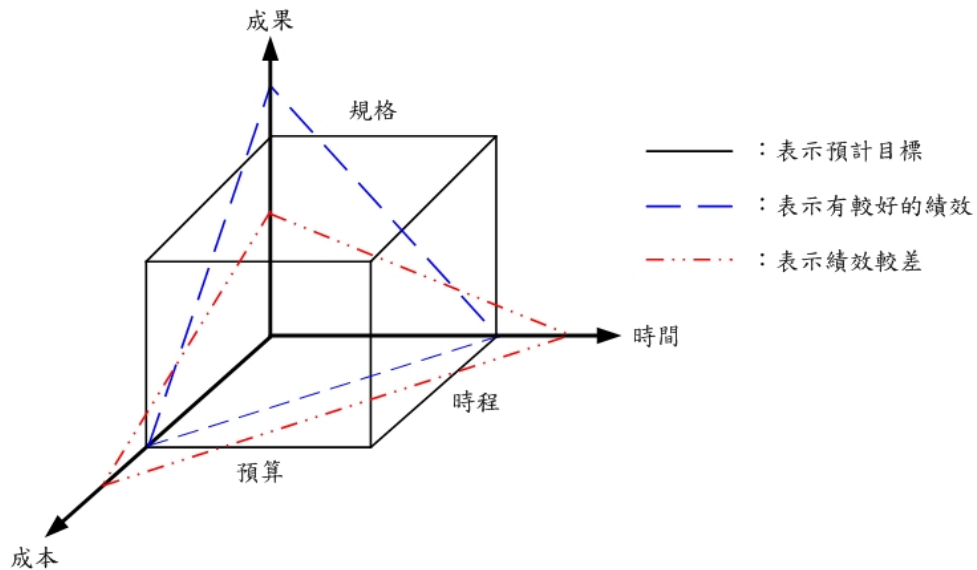


圖2.3 專案管理的目標及其限制

資料來源：許光華、何文榮(1998)，「專案管理－理論與實務」，華泰書局，頁4。

3. 專案生命週期：

因為專案的獨特性，而且又須面臨複雜的不確定性，管理上可將其區分若干階段 (Project Phases)，以利於管理和控制，將這些專案階段集合在一起，即稱為專案的生命週期 (Project Life Cycle)。Cleland、King(1983)[34]提出一般化的模式，它包含了概念設計 (Conceptual Design)、初步發展 (Advanced Development)、細部設計 (Detail Design)、生產 (Production)、及系統使用 (Operation) 等五個階段，詳如圖2.4。

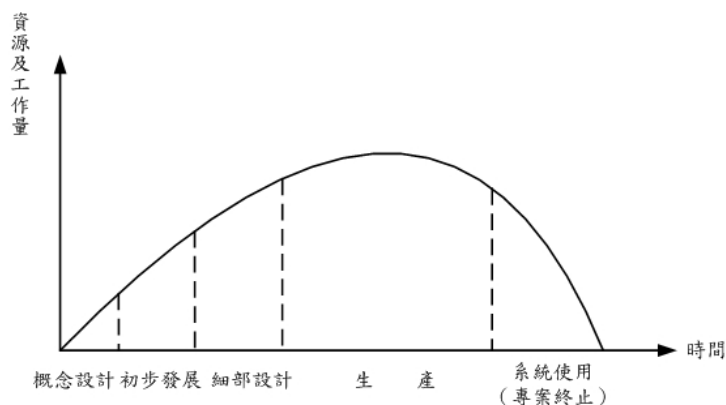


圖2.4 一般化的專案生命週期

資料來源：Cleland, David I., & King, William R. (1983), "Systems Analysis and Project Management", McGraw-Hill, New York.

4. 專案規劃：

王慶富(1996)[5]提出具體的專案規劃流程包括需求評估、確認資源、系統化目標、計畫書、資源需求、資源分配、作業程序、執行、及評估等九個程序，詳如圖2.5。專案規劃程序簡要說明如后。

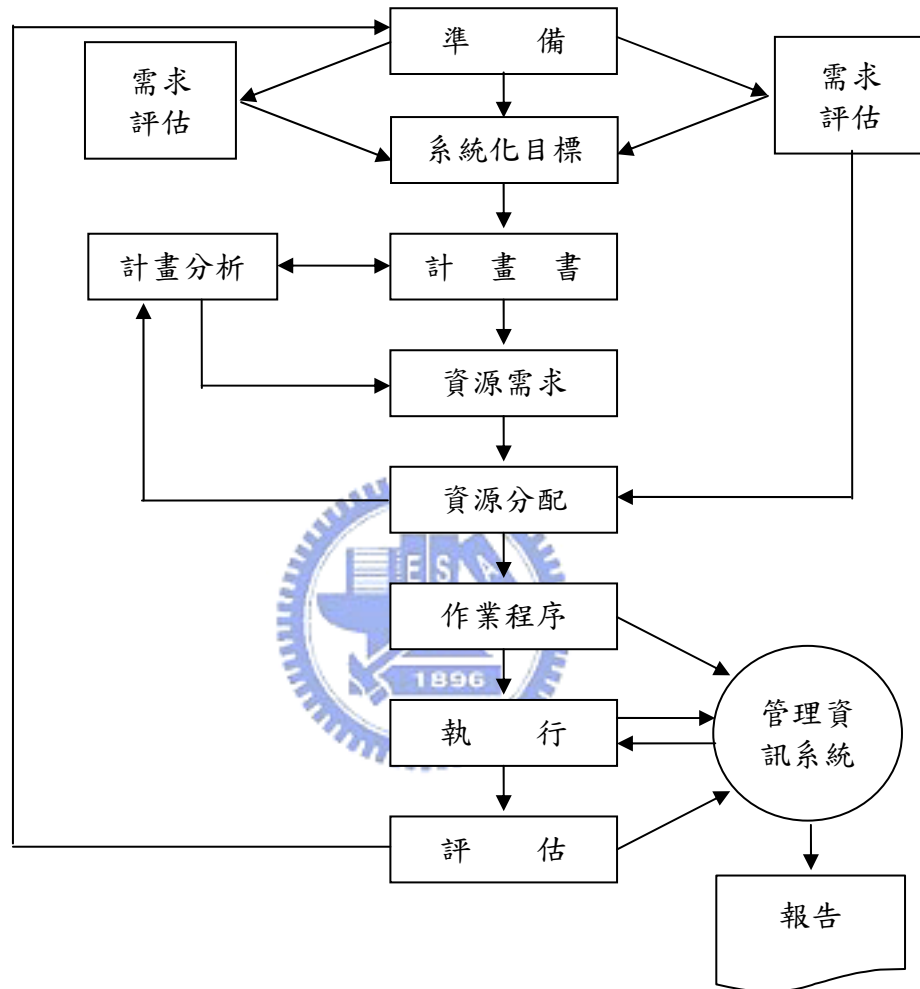


圖2.5 專案規劃流程

資料來源：王慶富(1996)，「專案管理」，聯經出版社，頁 45。

- (1) 需求評估：先評估專案計畫是否需要，再考慮資源。
- (2) 確認資源：相關單位是否編列專案計畫之預算，相關大學及研究機構是否具有足夠人才及設備可以執行專案計畫。
- (3) 系統化目標：若專案計畫確有需要，而且亦有足夠經費、人力、及設備等資源，

應選定計畫經理，負責訂定系統化目標(整體性目標)。

- (4) 計畫書：計畫經理邀請相關專家共同草擬計畫書，並進行計畫分析。
- (5) 資源需求：經由計畫分析決定專案計畫之資源需求，包括經費、人力、及設備等資源供給。
- (6) 資源分配：對專案計畫進行資源分配，並分析資源分配的適當性。
- (7) 作業程序：設定工作程序及步驟，建立管理資訊系統(Management Information System, MIS)。
- (8) 執行：依作業程序執行計畫，所得結果輸入MIS，並定期將處理過的資料印出。
- (9) 評估：計畫評估成果，以便掌控計畫正常運作，若發生偏差，應檢討改進，發現計畫偏離目標，則必須重新規劃。

另針對研發專案的資源分配問題，Harrison(1985)提出專案管理的控制循環(Control cycle)系統，此系統包含：「專案執行」、「投入產出評量」、「控制分析」、及「資源分配」四個程序。首先在專案執行後，須對投入及產出進行評量，以此評估結果作為控制分析的參數，然後提供資訊作為下次資源分配之依據。因此，欲評估研發專案之執行效率，投入產出資料之建立為首要工作。專案管理的控制循環詳如圖2.6。

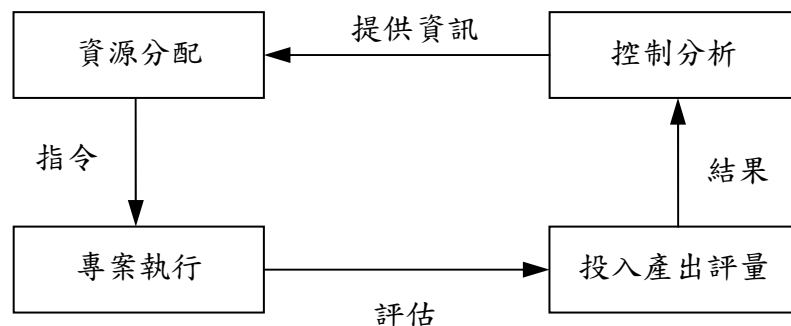


圖2.6 專案管理的控制循環

資料來源：林治廷(2000)[13]，科技研究發展專案的連續多期效率評估，國立交通大學

工業工程與管理所碩士論文。

5. 資源規劃：

王慶富(1996)[5]指出人力、物力、財力、機器、及設備等資源為推動專案之原動力，規劃專案之前首先應考慮如何可以獲得人才、設備、及經費等支援，如果無法獲得支援，則一切有關專案活動的討論將變為空談。既然資源對專案如此重要，倘推動專案時，不但要想辦法獲得所需資源，並且還要妥善規劃、有效運用，以發揮資源應有的效能。而專案規劃應考慮因素為：

- (1) 所需資源種類：為執行專案各項工作達成目標，需要什麼種類資源？人力、技術、儀器設備、原材料、及經費等。
- (2) 資源來源：專案所需各類資源將於何處可以獲得？機構內部、外部採購、學校或研究機構支援、顧問公司或承包廠商合作、及政府補助等。
- (3) 資源測量單位：將測量單位定為資源—時間(人—時、機器—時)，其目的在於便於規劃、運用、及管理資源，有效控制專案成本及預算。
- (4) 資源效率及影響因素：資源效率是用以評估每項資源於單位時間內所完成之工的量與質。專案所需各類資源之效率及其影響因素，特應密切注意、妥善規劃，以免影響專案執行成效。
- (5) 分析專案工作內容：分析專案的工作群等各階層所需資源種類，並估計各類資源使用時間，作為估算專案總資源需求之依據。

其資源規劃之步驟分述如后：

- (1) 根據專案所需資源種類，調查組織機構內、外部可利用之資源。
- (2) 評估專案所需資源之特性，如工作效率、單位資源價格、可利用程度等，並分析每項資源運用於專案之可行性。
- (3) 設定資源分配原則，合理分配資源，對於人員、設備、及時程等皆作適當的安排，妥善運用資源。
- (4) 由專案工作內容可以估算總資源需求，凡由組織機構外，以支援、合作、補助、或其他方式投入專案之資源，皆應訂定合約，以確保資源供應，使專案照預定進度如期完成。

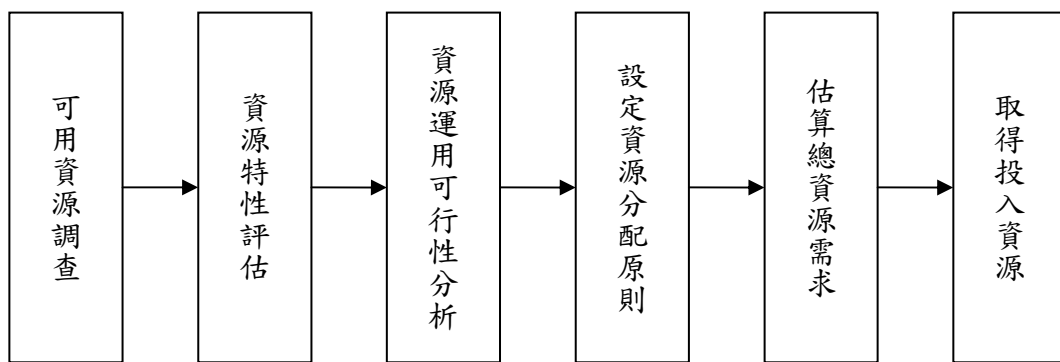


圖2.7 專案之資源規劃步驟

資料來源：依王慶富(1996)，「專案管理」，聯經出版社，頁48-49，自行研究彙整。

有關設定資源分配原則方面，許榮榕於 1995 年[18]從系統分析的觀點，研擬資源的最佳分配與運用效果，並藉由成本效益分析選定最佳系統以符合任務的要求。資源最佳分配原則與成本效益分析關係詳如圖 2.8 所示。而成本效益分析之關鍵乃在於建立明確之評估準則，以評估計畫或系統的性能是否符合目標與任務之要求。

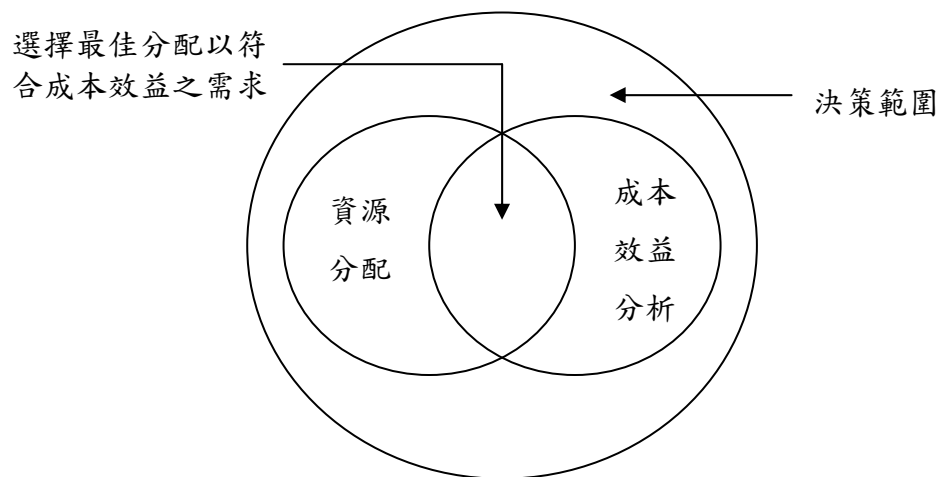


圖2.8 資源最佳分配原則與成本效益分析之關係

資料來源：許榮榕(1995)，「系統方法專案管理」，天一圖書公司，頁145。

6. 專案評估：

因專案之內容及複雜程度不同，若欲達成評估目的，則應對不同類型的專案，建立不同的評估模式，而不同的評估模式，應有其適應的評估方法。由於每種評估方法，皆有其優點及缺點，故在選擇評估方法之前，應對各種評估方法的適用性和有效性加以評估。王慶富於 1996 年[5]將評估方法區分為基準評估法、經濟性評估法及群體評估法三大類。三大類評估方法的細分項及優缺點對照詳如表 2.2。



表2.2 專案評估方法分類及優缺點對照

評估方法			優點	缺點
基準 評估法	定量 評估	加算法	—	—
		加權計分法	1. 對評估項目給予不同權重 2. 計算方法簡單,可以具體數值表示評估結果	1. 評估項目多時,會使分配之權重不易客觀 2. 經評分後,兩者相乘會使分配差距更大 3. 評估準則不易訂定 4. 當評估專家共識不高時,評估結果難以處理
	定性 評估	態勢圖法	1. 可一目了然專案之特性,用於比較不同專案之特性 2. 易看出專案之問題點	1. 專案價值高低順位難以判定 2. 評估基準不容易訂定 3. 缺乏定量性之評估基礎
		檢核表法	1. 評估方法快而簡單 2. 可很快找到問題關鍵	1. 評估著重主觀,缺定量性 2. 基準不容易訂定 3. 無法明確判定專案價值之高低順位
經濟性 評估法	伯西飛可法		 1. 具有理論基礎,能分析成本與效益	1. 完全以經濟效益來評選專案,易忽略資源分配及對社會環境的影響 2. 無法考慮不能以貨幣衡量的因素 3. 可能因法規專利、行政制度、科學技術的限制而無法實施
	利益成本比率法			
	俄米拉法			
群體 評估法	評估委員會		1. 可決定評估項目及其權重 2. 能整合團隊意見作客觀公正評估 3. 增加評估者之責任感	1. 評估專家難以認定 2. 專家認知差異性大時,難以發揮評估實質效果 3. 採用記名方式,評估委員可能會受權威專家意見的影響
	德菲法		1. 專家可獨立思考不受干擾 2. 可修正個別專家之偏見 3. 提醒專家注意易忽略的考量因素及可能不正確的見解	1. 評估專家未經集體商討,可能會忽略重要考慮因素 2. 專家不容易聘請 3. 專家代表性不足會影響評估效果 4. 評估時間長,成本較高
	層級分析法		1. 將複雜非結構化問題轉成系統結構化問題 2. 可將非計量化因素,以計量化具體數字顯示 3. 能以確定數值顯示專家之優先順序 4. 適合複雜專案之評估及定性的評估	1. 投入人力較多、費時、成本高 2. 專家定義很難確定 3. 專家不易聘請

資料來源：依王慶富(1996)，「專案管理」，聯經出版社，頁93-101，自行研究彙整。

2.3 科技專案計畫探討

2.3.1 科技專案簡介

1. 緣起：

回顧1979年起經濟部開始編列預算，委託所屬財團法人研究機構從事「科技研究發展專案計畫」。研發體系與研發機制初始萌芽，經過二十餘年來政府不斷投入人力、經費於研發活動的努力，產業競爭策略逐漸由擴大生產轉換到全球佈局、創新研發，發展主軸也由漸進式改善的「快速追隨」，轉型為「突破式創新」。

近年來，政府更為積極推動科技研究之整體發展，於1997年起，經濟部透過「促進產業升級條例」、「主導性新產品開發補助辦法」、及「鼓勵民間事業開發工業新產品辦法」等措施來提高民間企業投入研發意願，同時通過「科技化國家推動方案」，整合各方面資源，以具體的措施、分工及時程，期逐步推動邁向科技化國家之途程。1999年通過立法正式公告實施之「科學技術基本法」，可謂奠定我國以研發為本的產業科技政策基礎。綜合上述法規及方案及第六次全國科技技術會議產、官、學、研代表研議所得之共識結論，民國2001年通過之「國家科學技術發展計畫」，確立了經濟部負責推動產業科技發展及相關支援業務的最重要工作—即推動產業科技研究發展專案計畫[23,24,1]。

2. 科技專案目標、定位與策略：

(1) 科技專案之目標：

鑑於產業技術研發，是促進產業結構升級的重要因素，歷年來政府均戮力提升產業技術的研究發展水準。由於政府主導進行之技術研究開發工作，是定位在技術層次較高者，包括應用研究開發、關鍵性技術與零組件之開發等。因此，多年來，科技專案為達成以促成知識密集型產業的發展、提升研究機構研發能力、加強創新前瞻研發、促成產業科技之創造、流通與加值為總體目標，期強化國內產業技術競爭優勢之同時，持續帶動產業界投入研發，有效提升產業研發能力及開創新興科技產業。

(2) 科技專案之定位：

- i 開發創新前瞻技術，以協助建立新興產業及領導型產業。
- ii 開發關鍵性技術與關鍵性零組件，以加速傳統產業升級。
- iii 建構產業發展所需之檢測驗證基礎設施。

而科技專案計畫的最終目的，在於強化我國產業的競爭力，成為我國新興高科技產業的驅動者，以及傳統產業升級所需技術之供應者[23,24,1]。

(3) 科技專案之策略：

- i 配合產業發展程度，慎選投入之技術、經費與措施。
- ii 持續運用科技專案計畫，帶動產業技術研發。
- iii 加強創新前瞻技術之取得與運用。
- iv 強化產業技術之研發國際化。
- v 加強技術研發至產業形成機制之建立。
- vi 強化技術研發基本環境之建立。

2.3.2 科技專案考管作業

為確保科技專案順利執行及研究成果有效推廣運用，經濟部技術處將 1995 年版「經濟部科技研究發展專案計畫作業手冊」部份規定予以更新外，亦配合行政院國家科學委員會科技計畫作業手冊加以增刪，以為研發執行機構計畫運用之依據。茲就其管理與系統規劃概況分述如后。

1. 考管作業目的：

- (1) 擬定下年度中程綱要計畫書作業準則，據以編製經濟部技術處下年度科技發展中程綱要計畫書，陳報國科會核轉行政院審議及立法院審查。
- (2) 依據立法院審查通過之預算，確定經濟部技術處下年度之各項科技專案計畫及經費，並合理調整計畫預算，以有效運用經濟部技術處科技專案預算資源。
- (3) 建立標準計畫委辦或補助作業程序，確保各項計畫之順利推動。
- (4) 訂定標準會計作業規定，設計統一報表及會計科目，簡化作業程序與流程，藉以提高執行績效。
- (5) 建立計畫執行管理機制及計畫績效評鑑辦法，確保科技專案計畫之執行品質與成效。

2. 作業流程：

科技專案之法人科專自 1979 年執行以來，其作業及考管均已標準化，科技專案作業流程包括：計畫先期作業、計畫規劃作業、招標簽約、計畫管考、計畫查證驗收、及執行評估等階段。其審查作業要點略述如后：

- (1) 法人科技專案計畫由業界與學界組成顧問審議委員會執行細部審查作業。
- (2) 計畫審查應考量計畫執行的可行性、合理性與前瞻性。
- (3) 計畫內容應詳列預期成果，以利相關審查作業。

科技專案計畫先期作業、計畫規劃作業流程詳如圖 2.9 所示；而招標簽約、計畫管考、計畫查證驗收、及執行評估作業流程詳如圖 2.10 所示。

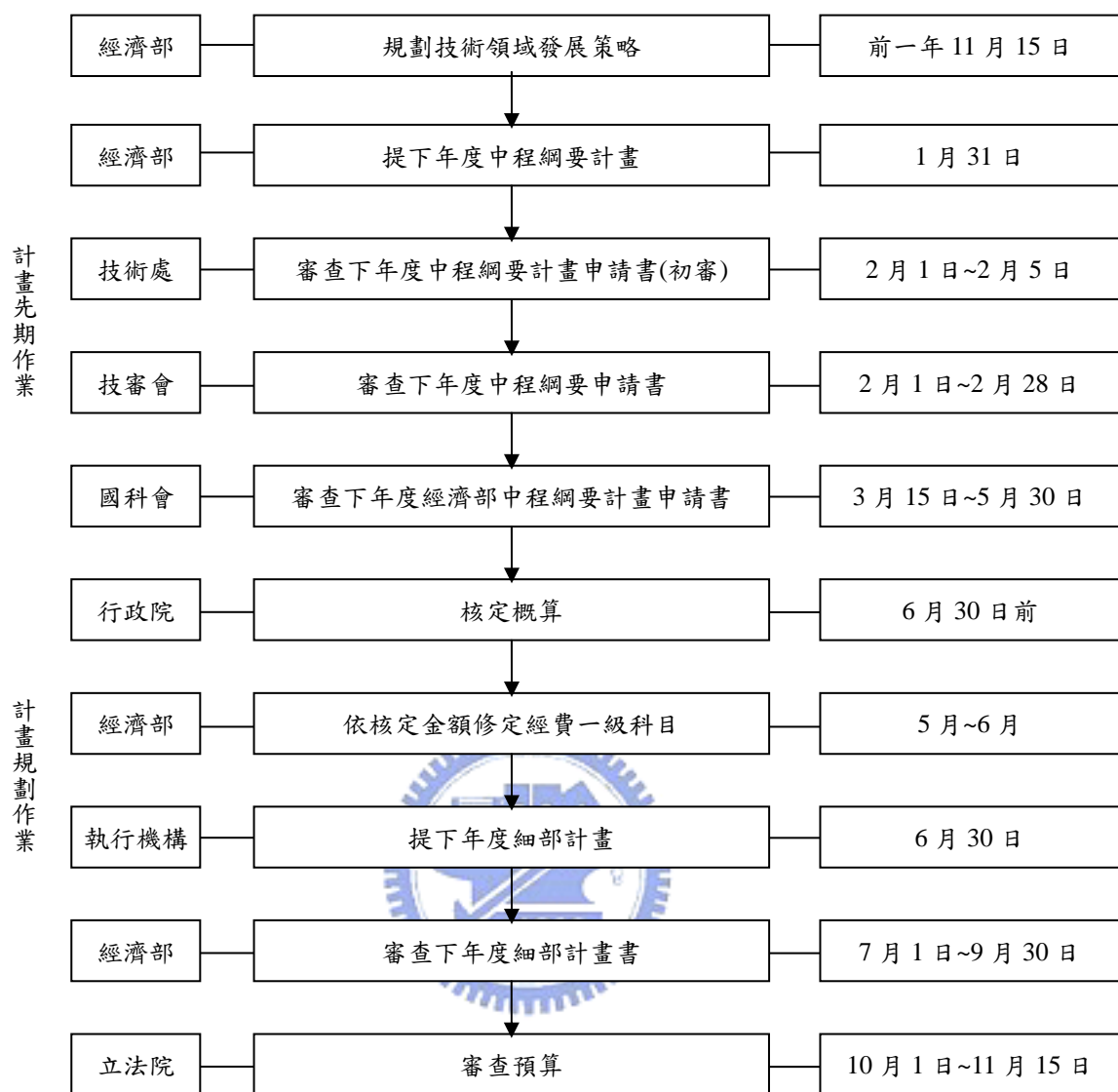


圖2.9 經濟部科技研究發展專案計畫作業流程

資料來源：羅華美(2004)[30]，「經濟部科技專案計畫管理面面觀－以法人科專為例」，台灣經濟研究月刊，第27卷1期，頁23。

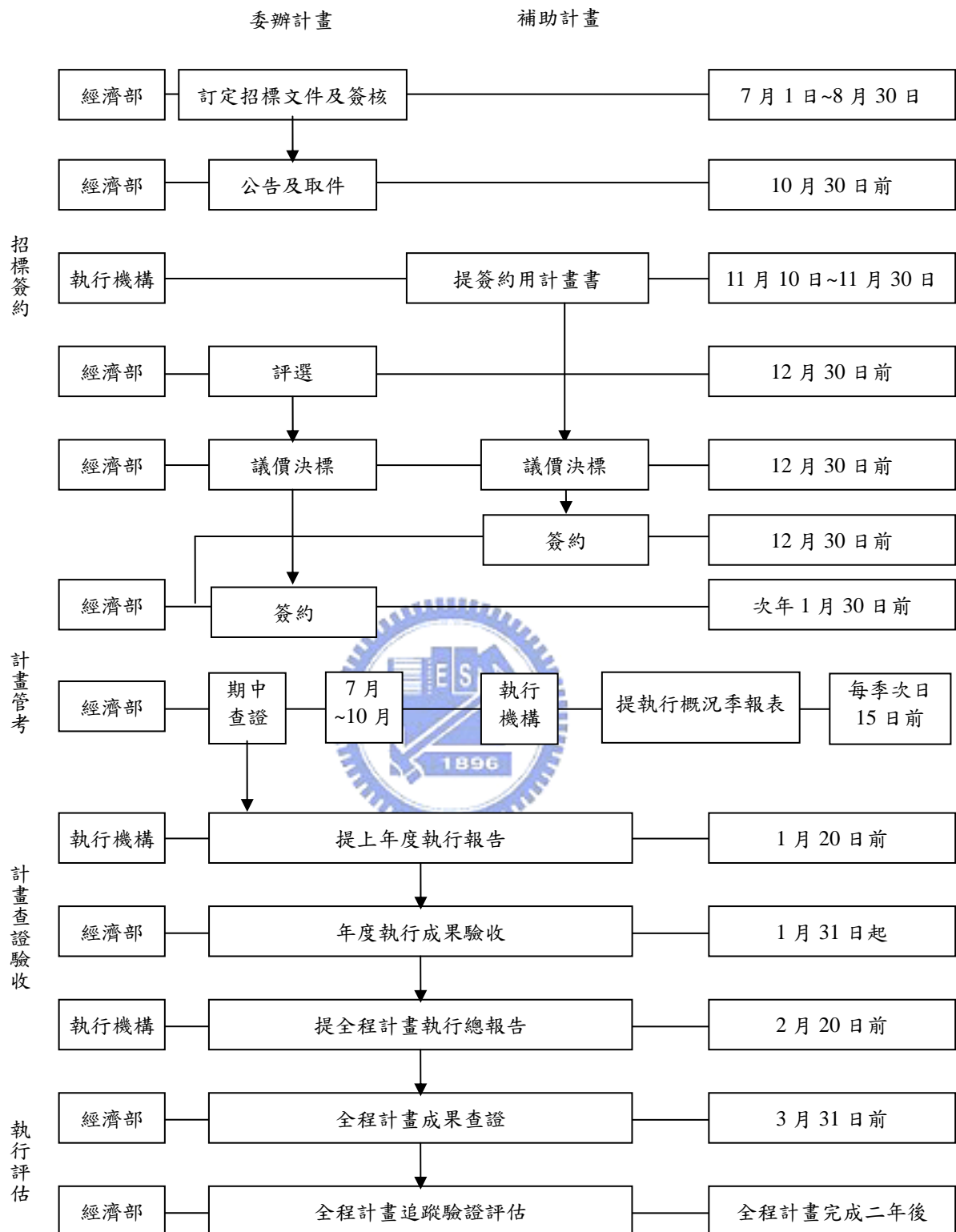


圖2.10 經濟部科技研究發展專案計畫作業流程(續)

資料來源：羅華美(2004)[30]，「經濟部科技專案計畫管理面面觀—以法人科專為例」，台灣經濟研究月刊，第27卷1期，頁24。

目前科技專案計畫運作的方法，係根據產業政策之需要，以委託工研究、資策會等研究機構執行，再將技術成果移轉擴散至民間業界為主軸。科技專案之運作與管理流程主要可分為四個階段：

- (1) 規劃階段：透過產、官、學、研專家提出產業技術領域發展策略規劃，明確指出各領域之技術研發方向、重點及策略。
- (2) 審查階段：從提出先期計畫到計畫申請、審查、執行等過程。
- (3) 執行階段：包括期中、期末及全程查證。
- (4) 推廣階段：如技術移轉、技術服務、成立衍生公司及各種成果展示與發表等活動。

2.3.3 科技專案研發績效

為了針對國內的科技專案建立績效指標，台灣經濟研究院副所長林欣吾(2002)[12]採用美國經學者 Jaffe(1996)[39]從專案運行影響流程切入的觀點，來檢視國內科專計畫投入與產出的影響流程，並發現科技專案的運作最後將會有兩種可能的結果：一是成為新研究計畫的投入，另一是利用技術產出擴散達到在最終產品市場發揮經濟效益。由於第一個結果是科專計畫執行單位所能直接影響的，因此必須由執行單位直接承擔，其績效的管理可採用目標管理的概念執行；而第二個結果則是接受技轉廠商間的互動以及市場運作等其他非科專計畫能直接影響的因素所產生的外溢效果(positive spillover effects)。

根據科專運作之影響流程所歸納的特性，可以將績效指標區分成三個層次，包括：績效觀測指標、技轉廠商效益指標、及產業效益指標。其中，績效觀測指標是為了呈現執行單位實際執行研發與技術推廣所直接展現出來的成果，而這些成果基本上比較能為執行單位在計畫前、執行過程、與執行成果等步驟中直接掌握，所以此類指標非常適於採「目標管理」觀念進行指標的設計。此一績效觀測指標，在設計上將採用OECD(1999)[46]所作指標分類中的「有效性指標」觀念，在計畫執行前，要求計畫執行單位設定相關的預定目標，以利科技專案運作與管理。由上述說明得知，此種績效觀測指標，其實可以視為科專產生各種經濟效益的先期指標，發揮任何經濟效益的必要條件。

林欣吾(2002)[12]從科專計畫投入與產業價值鏈間的關係切入來探討「績效觀測指標」，他認為就科技專案計畫的目標來看，科專計畫是一種政府支援國內產業技術研發的工具，所以其最終的效益必然能在特定的產業價值鏈中發揮出來。科專計畫投入與產業價值鏈間的關係詳如圖 2.11。

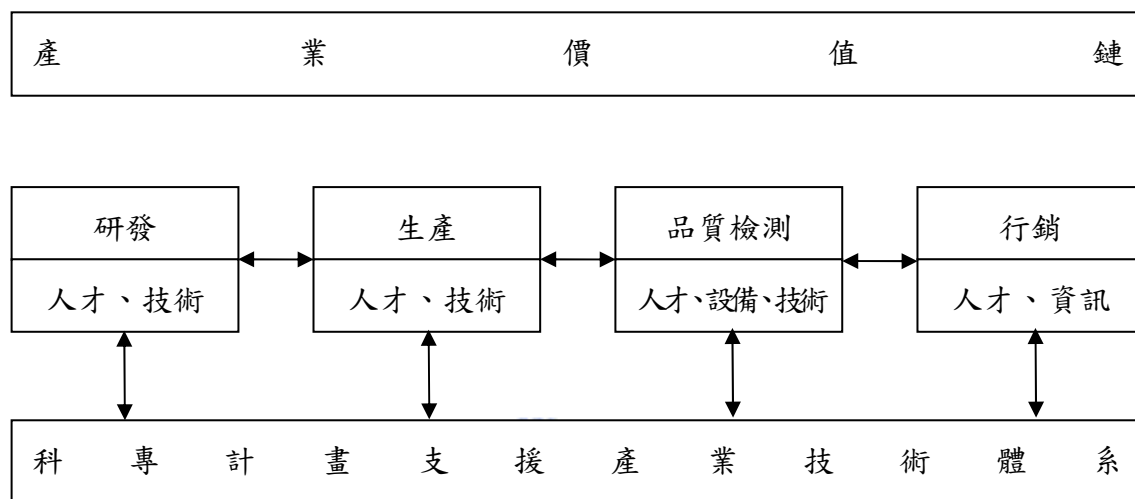


圖2.11 科專計畫投入與產業價值鏈

資料來源：林欣吾(2002)，一般科專計畫績效評估指標，台灣經濟研究月刊，第 25 卷 11 期：頁 67。

既然科專計畫目標在於對產業技術的支援，所以從產業價值鏈的角度來看，科專計畫所構成的技術支援體系，所產生的效益就必須在產業價值鏈各個環節發揮出來。準此，對應於產業價值鏈的每一環節，當可找出科專計畫投入後所產生的效益類別。各階段產業價值鏈產生之效益類別詳如表 2.3。

表2.3 各階段產業價值鏈產生之效益類別

產業價值鏈	產生效益	類別
研發階段	1. 支援產業累積研發能力 2. 累積相關智財資本 3. 累積技術人才	➤ 創新/前瞻 ➤ 技術
生產階段	1. 支援開創出關鍵技術或產品 2. 建立新產業 3. 協助既有產業或企業進行升級或轉型	➤ 關鍵產品/技術 ➤ 創新/前瞻
品質檢測階段	1. 研發或引進技術 2. 提供廠商共通技術服務或檢測服務	➤ 創新/前瞻 ➤ 技術 ➤ 共通/檢測性服務
行銷階段	1. 廣泛蒐集相關產品與市場資訊 2. 提供產業與廠商分析後的市場與法律諮詢	➤ 資訊 ➤ 法律/其他服務

根據表 2.3 的分析，科技專案支援產業技術發展所產生的效益，可區分成「創新/前瞻」、「關鍵產品/技術」、「共通/檢測性服務」、及「資訊、法律/其他服務」等四類。上述之指標架構已符合專家之多角度考量原則，現將進一步以該架構為基礎，在其他的指標設立原則下發展完整的指標內容，以表示所顯現之效益[8]。

- (1) 創新/前瞻：包括開發出國內、外尚未商業化之產品或技術、有潛力之領導性技術或可導致新產品、新應用或新產業之技術等效益。
- (2) 關鍵產品/技術：包括開發未來產業發展所需之核心技術，或可促成產業界投資並建立相關產業之關鍵零組件或產品效益。
- (3) 共通/檢測性服務：包括建置或維持檢測與認證設施、實驗室及量產工廠等計畫之效益。
- (4) 資訊、法律/其他服務：蒐集、研析及推廣產業技術研究發展之相關科技、經濟、法律等資訊，或其他與建構產業技術研究發展環境等計畫之相關效益。

以上四類效益類別之績效觀測指標詳如表 2.4。

表2.4 效益類別之績效觀測指標

效益類別	績效觀測指標
創新/前瞻	<ol style="list-style-type: none"> 1. 技術合作件數、技術引進件數、技術移轉金額 2. 專利(申請)件數、專利授權金 3. 參與制定國際標準件數 4. 學界合作研究件數
關鍵產品/技術	<ol style="list-style-type: none"> 1. 技術合作件數、技術引進件數、技術移轉金額 2. 專利(申請)件數、專利授權金 3. 產品或技術獲得國際認證數
共通/檢測性服務	<ol style="list-style-type: none"> 1. 技術合作件數、技術引進件數 2. 專利(申請)件數、專利授權金 3. 學界合作研究件數
資訊、法律/其他服務	<ol style="list-style-type: none"> 1. 技術合作件數、技術引進件數 2. 專利(申請)件數、專利授權金 3. 研究報告與論文數 4. 研討會場次、人數

資料來源：林欣吾(2002)，一般科專計畫績效評估指標，台灣經濟研究月刊，第25卷11期：頁70-71。

從表 2.4 效益類別之績效觀測指標可以彙整為「技術合作件數」、「技術引進件數」、「技術移轉金額」、「專利(申請)件數」、「專利授權金」、「參與制定國際標準件數」、「學界合作研究件數」、「產品或技術獲得國際認證數」、「研究報告與論文數」、「研討會場次、人數」等十項指標。

從經濟部技術處「科技研究發展專案簡介」[1,25]、及「九十二年度科技專案執行年報」[9]中所統計之指標包括「論文篇數」、「研究報告篇數」、「研討會人數」、「專利獲得、應用件數」、「技術引進件數」、「技術移轉金額」、「分包研究金額」、「委託案及工業服務金額」、「促成投資生產產值」等九項指標。初步選取之績效指標、代號及定義彙整詳如表 2.5。

表2.5 績效指標名稱、代號及定義彙整表

代號	指標名稱	指標定義
k_1	論文篇數	在國內及國外專業性雜誌、期刊上發表的篇數，及參加專門性會議所發表的論文篇數。
k_2	研究報告篇數	可獲致之國內外技術性報告、產業研究調查報告、及訓練心得報告。
k_3	研討會人數	與研究計畫現行技術有關的會議，為反應其重要性，以總人次為指標，而不以場次數為指標。
k_4	專利獲得、應用件數	執行單位可獲證之國內外專利件數，及專利可授權給業界、學界使用之次數。
k_5	技術引進金額	藉與國外技術合作、技術授權、技術指導等方式，取得國外先進技術並引進國內之金額。
k_6	技術移轉金額	可移轉技術移轉給業界時，所收取的技術授權金與權利金之總額，本數據以與廠商簽約金額為主。
k_7	分包研究金額	將部分工作計畫交由業界或學界負責之轉委託金額。
k_8	委託案及工業服務金額	藉科技專案建立之技術，接受民間、政府委託從事特定產品之研究開發計畫，或對業界提供檢校、鑑定、維修、技術輔導等服務。
k_9	促成投資生產產值	藉由技術移轉、業界合作等方式，促使廠商投資相關技術而衍生之產品生產，或使其能擴大原有之生產規模，包括投資金額及相關產品之年產值。

資料來源：經濟部技術處「九十二年度科技專案執行年報」，頁 163-172。

第三章 二階層線性規劃理論探討

3.1 背包問題

倘若有一個徒步旅行者必須攜帶一個背包至各處旅行，而每件物品對他而言都具有一個重量和價值，但他所能攜帶的背包重量是有限的，那他應該如何選擇適當的物品裝入背包，而使背包內的物品總價值為最大呢？此即所謂的「背包問題 (Knapsack Problems)」[29]。

【例 3.1】

假設有一個徒步旅行者準備攜帶一個背包去旅行，因背包可承受的最大重量為 W 公斤，所以在出發前他必須從食物、飲水、衣服、收音機、藥品等眾多可攜帶的品項(I)中，選擇適當的物品裝入背包，使背包內的物品總價值為最大，以利徒步旅行者能順利完成旅行。

已知徒步旅行者可攜帶的品項為 I_1, I_2, \dots, I_k ，每個品項的重量為 w_1, w_2, \dots, w_k ，每個品項對徒步旅行者可產生的價值為 v_1, v_2, \dots, v_k 。因考量背包能承受最大重量的限制下，為解決徒步旅行者在面對眾多物品中的取捨問題，本研究導入「決策變數」的概念，首先令 x_i 代表 I_i 之決策變數，且 $x_i \in \{1, 0\}$ ，當 $x_i = 1$ 時，表示該品項對徒步旅行者非常重要，故被挑選出來放入背包；當 $x_i = 0$ 表示該品項對徒步旅行者相對較不重要，故將予以捨棄，惟被挑選出來放入背包的物品總重量(w)不能超出該背包所能承受的最大重量(W)。基於上述邏輯推導，將徒步旅行者可攜帶的品項 I 、重量 w 、價值 v 及給定的決策變數 x 之關聯性綜整如表 3.1。

表3.1 徒步旅行者可攜帶品項之 w 、 v 、 x 關聯表

	w	v	x
I_1	w_1	v_1	x_1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
I_i	w_i	v_i	x_i
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
I_k	w_k	v_k	x_k

$$\begin{aligned} & \text{Max} \quad v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_k x_k \\ & \text{且滿足} \quad w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_k x_k \leq W \\ & \quad x_i = 0, \quad 1 \quad (i = 1, 2, \dots, k) \\ & \quad v, w, W \succ 0 \end{aligned}$$

令 $\det(X) = \det(x_1, x_2, \dots, x_k)$, 求得

$$\text{Max} \sum_{i=1}^k v_i \cdot x_i \quad \cdots \cdots \cdots (3.1)$$

s.t. $\sum_{i=1}^k w_i \cdot x_i \leq W \quad \cdots \cdots \cdots (3.2)$

$$v, w, W \succ 0$$
$$x_i \in \{0, 1\}$$

上式為僅有一個條件限制的整數規劃，由此可知，背包問題是最單純的整數規劃問題(Integer Programming Problems)，屬於一種「單一階層的規劃模式」，通常可應用於資金的預算問題(the capital budgeting problem)、物料的裁減問題(the cutting stock problem)、貨櫃的裝置問題(the cargo-loading problem)、及雜誌的選購問題(the problem of selecting journals)等，現僅就資金的預算問題簡述如后。

31

$$x_i \in \{0, 1\}$$

v_i ：第 i 筆投資計畫之效益

b_i ：第 i 筆投資計畫之預算

x_i : 第 i 筆投資計畫之決策變數

B ：某機關之總預算

解決背包問題在近半世紀年以來已有相當廣泛的發展，其解法大致包括線性規劃法，動態規劃法、整數規劃法、及網路接近法等。依本論文之需要，現僅介紹線性規劃法的數學理論。

Dantzig, G. B. [35,29]早在 1957 年就提出運用線性規劃法來解決背包問題，在解題的過程中，Dantzig 首先在不喪失原問題的一般性，依單位重量的價值比由高而低依序排列成 $v_1/w_1 \geq v_2/w_2 \geq v_3/w_3 \geq \dots \geq v_k/w_k$ ，這也就是說，第一件物品每單位重量的價值比第二件物品高(或相等)，第二件物品又比第三件物品高(或相等)，其餘類推。

假如在背包問題中我們限定 v_i 均為正整數 ($i=1,2,\dots,k$)，則很明顯的 $x_i = W/w_i$ 是線性規劃求解式(3.1)、(3.2)的最佳途徑。

$$Max \sum_{i=1}^k v_i \cdot x_i \dots \dots \dots (3.1)$$

[illegible]

因此，本研究可以採用如下的「近似解」來處理複雜的背包問題，即是令 x_i 代表 I_i 之決策變數，且 $x_i \in \{1, 0\}$ ，則

$$x_l = [W / w_l],$$

$$x_2 = \lceil (W - w_1 x_1) / w_2 \rceil,$$

$$x_3 = \lceil (W - w_1x_1 - w_2x_2) / w_3 \rceil,$$

•
•
•

$$x_k = \left[\left(W - \sum_{i=1}^{k-1} w_i x_i \right) / w_k \right] \cdot \dots \cdot \quad (3.5)$$

式(3.5)內之 $[x]$ 為 Gauss 符號，表示不大於 x 的最大整數，現舉一例說明上述解法。

【例 3.3】

假設背包所能承受之最大重量(W)為 100 公斤，現將可能攜行之五項物品依單位重量的價值比由高而低依序排列如表 3.2。

表3.2 攜行物品價值比之排序表

	v	w	v/w
I_1	102	51	2
I_2	70	50	1.4
I_3	40	30	1.33
I_4	25	20	1.25
I_5	15	15	1

由式(3.5)，可得一近似解

$$x_1 = \lceil 100 / 51 \rceil = 1 \text{ ;}$$

$$x_2 = \lceil (100 - 51) / 50 \rceil = 0 \text{ ;}$$

$$x_3 = \lceil (100 - 51 - 0) / 30 \rceil = 1 ;$$

$$x_4 = \lceil (100 - 51 - 0 - 30) / 20 \rceil = 0 \text{ ;}$$

$$x_5 = \lceil (100 - 51 - 0 - 30 - 0) / 15 \rceil = 1$$

綜上，可求出 $x_1 = x_3 = x_5 = 1$ ，而 $x_2 = x_4 = 0$ 為本題之最佳解，因此在背包可承受 100 公斤的最大重量下，其攜行物品之總價值為 157 ($102 + 40 + 15 = 157$)。

另有關其他的解法可參考 Bellman, R. (1954)[32]、Gilmore, P.C. (1965)[37]的動態規劃法、及 Land & Doig(1960)[42]的整數規劃法、及 Dijkstra, E. W. (1959)、Shapiro, G. F. (1968)、Jinn-Tsair Teng & F. K. Hwang(1978)[40]所提出的網路接近法。

3.2 二階層線性規劃概念

二階層線性規劃法可視為二個階層之背包問題的延伸，屬上、下二個階層相互對待與影響的關係，係一種層級分明的規劃模式。再者，二階層的決策模式是現行生活中常見的自然模式，是多階層規劃模式的特例，亦為多層階規劃模式最簡單的表現方式。一般解決多階層規劃問題均可將其劃分為多個二階層規劃問題，如美國的聯邦政府、州政府及地方政府三級則可區劃為兩個二階層規劃模式，其示意詳如圖 3.2[48]。

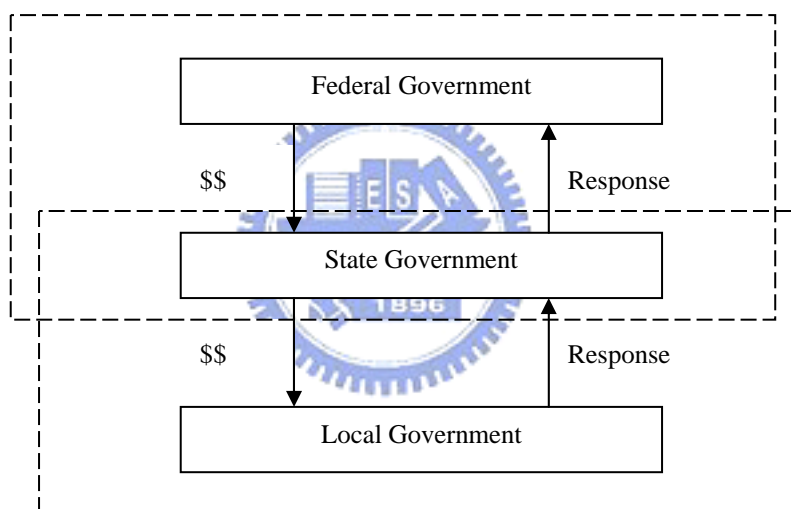


圖3.2 三階層區劃成二階層規劃模式示意圖

資料來源：Wayne, F.(2002) “Multilevel Optimization”, University at Buffalo, Industrial Engineering.

Liu & Hart(1994)[43,44]指出二階層線性規劃問題(The Linear Bilevel Programming Problem; BLPP)係上、下二個擁有目標衝突(conflicting objectives)的計畫階層所組合而成，每一個計畫階層均獨自控制其唯一的決策變數子集合，以優化各自的目標。二階層線性規劃之層級式架構乃利用一種嚴謹的層級秩序來規範每一個計畫者控制其決策變數的選擇，其決策機制係當外部計畫者(the outer planner)為達到最適價值(feasible values)，選擇企圖優化其目標函數的決策變數，而內部計畫者(the inner planner)在瞭解外部計畫者決策變數之完整資訊後，則選擇自己控制且可優化其目標函數的決策變數，

以達到其最適價值。因此，二階層線性規劃問題意即在一個解集合(The Feasible Region)中求得最佳解(The Optimal Solution)。

二階層線性規劃的精神是上階層領導者藉資源分配規則及審查機制之制定，向下階層部屬傳達明確的指令，而下階層則依令訂定本身的最佳決策，並向上階層完成必要之資源需求計畫申請，經上階層審查機制詳實評核後，再由決策者下達至當的決策，使有限資源產生最適化配置。由此可知，二階層決策系統包含下列特性：

1. 階級分明；
2. 上級下達決策；
3. 上級直接或間接控制所有變數；
4. 下級僅直接控制部分變數。

二階層決策系統運作程序則為：(詳如圖 3.3)

1. 上級藉資源分配規則及審查機制之制定，向下級傳達明確的命令；
2. 依據上級的命令，下級考量自己的目標與資源條件，訂定一組最佳「決策」；
3. 下級依其最佳決策向上級提出資源需求計畫書(Proposal)；
4. 俟上級受理下級單位提出的所有計畫書，依據本身的知識與權限完成審查作業，最後對有限資源作出「最適分配」的決定。

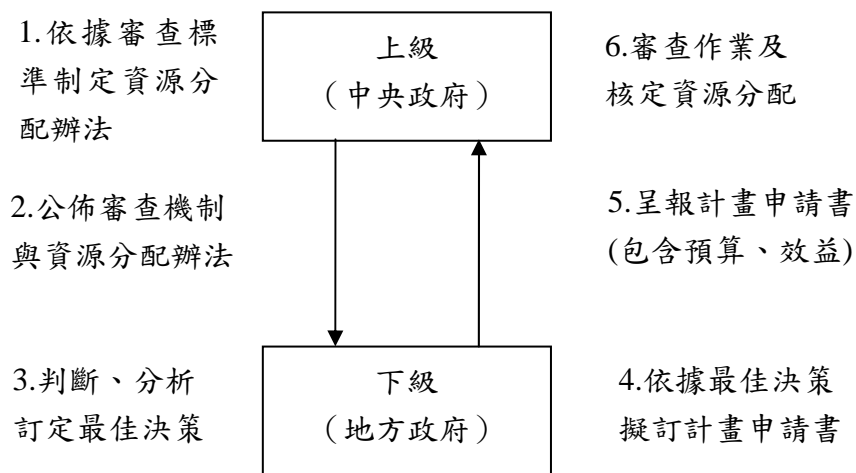


圖3.3 二階層決策系統運作程序示意圖

在追求二階層線性規劃問題合理可行之最適解時，首應瞭解二階層之互動模式與因果關係。由二階層決策系統特性與運作程序得知，上階層直接控制變數 x ，而下階層僅能直接控制變數 y ，且 x 、 y 均為決策變數，在總資源 u 的條件限制下，上、下階層之互動模式詳如圖 3.4。

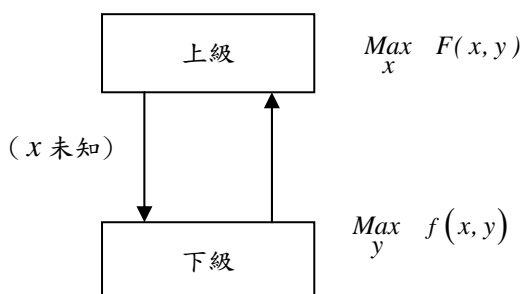


圖3.4 二階層線性規劃模式示意圖

另輔以數學模式說明，Liu & Hart[43]在 1994 年為解決二階層線性規劃問題時，首先令向量 $a, c, x \in \mathbb{R}^{n_1}$ ， $b, d, y \in \mathbb{R}^{n_2}$ ；而 $u \in \mathbb{R}^m$ ，再者，令 A 和 B 為 $m \times n_1$ 、 $m \times n_2$ 之矩陣，依其特性及程序得知，二階層規劃問題在總資源 u 的條件限制下，上、下階層之目標式與限制式詳如式(3.6)、(3.7)。

$$\text{上階層} \quad \text{Max}_x F(x, y) = ax + by, \dots \dots \dots (3.6)$$

where y solves

$$\text{下階層} \quad \text{Max}_y f(x, y) = cx + dy$$

$$\text{限制式} \quad (x, y) \in S \dots \dots \dots (3.7)$$

The constraint set

$$S = \{(x, y) : Ax + By \leq u, (x, y) \geq 0\}$$

由式(3.6)、(3.7)繪製二階層線性規劃問題之二維座標(Two-Dimension)求解示意，詳如圖 3.5，從該圖可以看出，基本上 y 在 $Ax + By \leq u$ 的限制下仍會有無限多個解(y 變動)，為能同時滿足上、下二個階層的目標式，而最適解則會出現在 x 函數上(x 變動)，

並可能落在 \overline{ABCD} 的連線上。

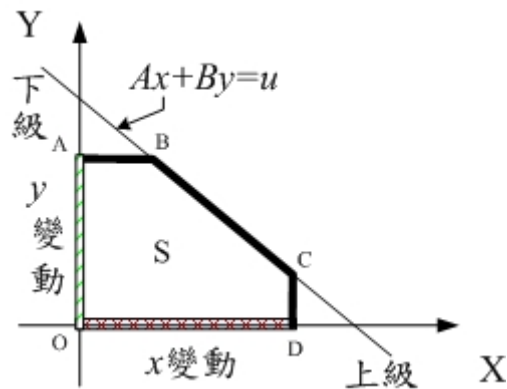


圖3.5 二階層線性規劃問題(BLPP)求解示意圖

依圖 3.5 所示，假設 S 集合有一個界限，且 $\mathbb{R}^{n_1+n_2}$ 不是一個空的子集合，既然 S 集合被假設為有界限，且不屬於空集合，則對應每一個向量 \bar{x} ，其下階層計畫者(the inner planner)的問題可界定為

$$\text{Max}_y f(x, y) = dy$$

$$\text{s.t. } By \leq u - A\bar{x},$$

$$y \geq 0$$



有關於向量 \bar{x} 的所有理想解集合被稱為下階層計畫者的最適反應集合(The Feasible Reaction Set)，以 $Y(\bar{x})$ 符號表示之；而上階層計畫者(the outer planner)的可行區域係包含在 S 集合內之 f 函數所有合理反應的集合，其定義為

$$\psi(S) = \{(x, y) : (x, y) \in S, y \in Y(x)\}$$

A point $(x', y') \in \psi(S)$ such that

$$ax' + by' \geq ax'' + by'' \quad \text{for all } (x'', y'') \in \psi(S) \cdots \cdots \cdots (3.8)$$

式(3.8)即為二階層線性規劃問題之最佳解(An Optimal Solution)。

經由上述演繹過程後，現將二階層線性規劃問題的幾何特性說明如下：

1. $\psi(S)$ 是屬於 S 集合中的一個連續子集合。
2. 如果二階層線性規劃問題有一個最佳解，那麼該最佳解會出現在一個端點 (An Extreme Point) 上，因此這個在 S 集合的 $\psi(S)$ 子集合中，就是二階層線性規劃問題的最佳解。

有關眾多解決二階層線性規劃問題的技巧，都是依據上述二項的幾何特性發展，這些技巧一般均引用「頂點列舉法(Vertex enumeration approaches)²」來求解，簡單來說，頂點列舉法係逐一列舉出在 S 集合內的所有端點，然後再找出在 $\psi(S)$ 子集合中的第一個端點，該點就是最佳解。也就是說，如果上階層目標式經由演繹求得的第一個理想解屬於 S 集合，而在理想解鄰近且連續的端點上，其目標式的價值(values)均呈逐漸遞減現象時，這個在 $\psi(S)$ 子集合中的理想解，就是二階層線性規劃問題的最佳解。

3.3 二階層線性規劃主要理論

下述之定義與理論將提供二階層線性規劃問題最佳解的幾何特性，有關方法與求解技巧的討論可參考 Hart, S. M.(1989)[38]的相關論述。

【定義 3.1】

由於點 $(x, y) \in \psi(S)$ 子集合是一個界線上的最適端點，假如 S 集合存在一條邊緣 E ，則 (x, y) 必為邊緣 E 上的一個端點，而邊緣 E 上的其他端點則不屬於 $\psi(S)$ 子集合的元素。

雖然目前「頂點列舉法」適合用以解決二階層線性規劃最適區域(Feasible Region)的屬性問題，但是他們仍寧可依賴二階層線性規劃最適化情形的直觀判斷，而不運用一個簡潔地的數學特性求取其最佳解，而下述的理論將證明這些數學特性。

² 頂點列舉法大致上仍以簡算法(Simplex Algorithm)為主，透過上階變數的調整以求得妥協解，其缺點在於當問題很大、複雜、或變數很多時，該方法缺乏效率。

【理論 3.1】

假如上階層目標式求得的最佳解出現在 S 集合的 $\psi(S)$ 子集合中，該點就是二階層線性規劃問題的最佳解。

【理論 3.2】

假如上階層目標式求得的最佳解出現在 S 集合內，但不在 $\psi(S)$ 子集合中，那麼會出現一個在界線上的最適端點，該點可以最適化二階層線性規劃的問題。

【證明】

假設 (\bar{x}, \bar{y}) 是二階層線性規劃問題的最佳解，而 (\bar{x}, \bar{y}) 不是在界線上的最適端點，若每一個鄰近 (\bar{x}, \bar{y}) 的端點均屬於 $\psi(S)$ ，基於理論的假說及 $\psi(S)$ 的連續性，將會有一個鄰近 (\bar{x}, \bar{y}) 的端點 (x^*, y^*) ，以致使

$$ax^* + by^* \geq a\bar{x} + b\bar{y}$$

如果 $ax^* + by^* \geq a\bar{x} + b\bar{y}$ ，那麼會與上述假設之最佳解 (\bar{x}, \bar{y}) 發生矛盾的情形，因此得知

$$ax^* + by^* = a\bar{x} + b\bar{y}$$

亦即 $(x^*, y^*) = (\bar{x}, \bar{y})$ 為一個在界線上的最適端點，故此得證之。 □

【例 3.4】

假設二階層線性規劃之目標式與限制式分別為

$$\text{上階層} \quad \max_x \quad x + 3y$$

$$\text{下階層} \quad \max_y \quad -y$$

$$\text{s.t. } -x + y \leq 3$$

$$x + 2y \leq 12$$

$$4x - y \leq 12$$

$$\text{且 } x \geq 0; y \geq 0$$

依限制式繪製圖 3.6，可以求得 $\psi(S)$ 子集合為 $(0,0)$ 、 $(3,0)$ 、 $(4,4)$ 三個點的連線上，接著在求解二階層線性規劃的問題時，為滿足下階層的目標式使 y 值達最大化 ($-y$)，且同時滿足上階層的目標式使 $x+3y$ 值達最大化，故運用「頂點列舉法」可求出 BLLP 之最佳解為 $(4,4)$ ，此最佳解即為 $\psi(S)$ 子集合界線上的最適端點。詳如表 3.3。

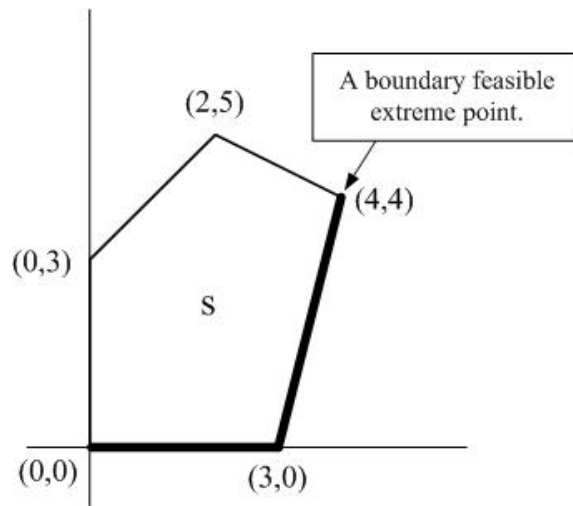


圖3.6 二階層線性規劃之解集合與最佳解

表3.3 頂點列舉法運算表解

座標點	x	$-y$	$x+3y$
$(0,0)$	0	0	0
$(3,0)$	3	0	3
$(4,4)^*$	4	4	16

註： $(4,4)^*$ 表 BLLP 之最佳解

第四章 資源配置二階層線性規劃模型建構

4.1 資源配置一般概念

假設某總部(Head Quarter, HQ)年度內有一筆總計\$B元的預算，計畫分配給轄屬之下級單位(Units) U_1, U_2, \dots, U_k 運用，而總部之決策者應作出可優化其目標函數的決策，而下階層決策者則依上階層的決策結果，在優化自己的目標下選擇最佳方案，使預算能達到最有「效率」的運用，此為典型的「資源配置最適化」問題。

首先定義何謂「效率」，丁志權(1999)[2]從投入與產出的觀點認為，經費分配是否有效，可以由投入經費大小及實際所獲得的產出或達成預期目標的量來測量，且將效率區分為經濟效率(Economic Efficiency)、技術效率(Technical Efficiency)、及投入效率(Input Efficiency)³。而本研究認為所謂的「效率」可從下面幾個層面觀察，一是分配的方法簡單明確；二是分配的過程要公平、公開、公正；三是有限的資源要能充分的發揮；四是實際產出的價值(Value)要達到最適化要求。換句話說，就是在有限資源充分發揮的考量下，上階層機構應要求下級單位實際產出的價值為最大，且同時控制各單位資源分配之相對差異為最小，使各單位均能得到正常與平衡的發展。

接著逐步建立一個具體可行的資源配置模型來滿足「效率」之觀點。我們回到上例討論，某一總部(HQ)對下級單位(U_1, U_2, \dots, U_k)之預算分配二階層規劃示意詳如圖 4.1。

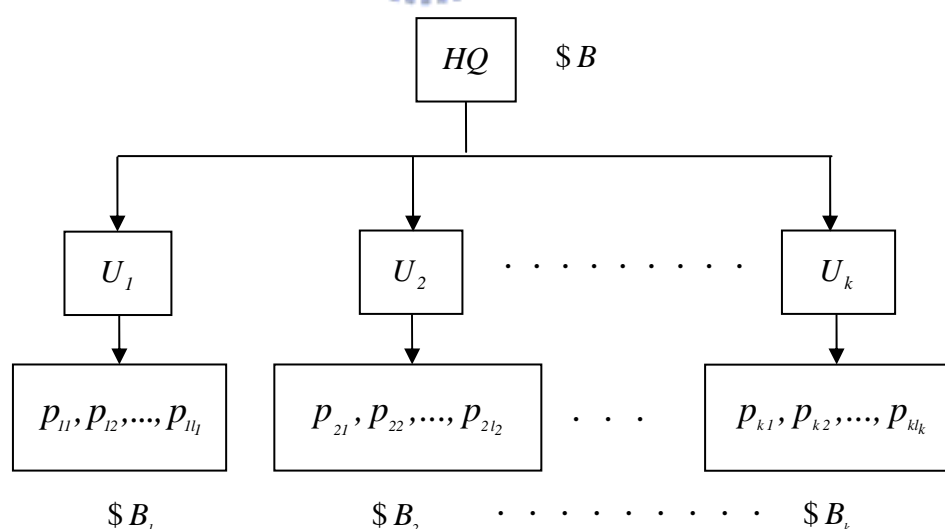


圖4.1 某機構預算分配二階層規劃示意圖

³ 經濟效率係增加投入，同時增加產出；技術效率係維持一定投入，改進組織、管理技術、引進新知，以提高產出；投入效率乃減少投入，但維持原有的產出。

此問題的關鍵係如何在該機構有限的預算\$B元(已知)下，決定各個下級單位的預算\$B_i元分配(未知)。因此，該機構計畫部門必須依總部決策者的指導擬訂具體的預算分配辦法，並要求下級單位依辦法提出周詳的計畫申請書(Proposals)，而每一個計畫內容至少應包括二項資料，一是欲申請的預算金額(*c*)，二是計畫完成後所預期達成的價值(*w*)，以利總部實施審查與預算分配。其運作程序可參考圖 3.3 之二階層決策系統運作程序示意圖。

倘若下階層的每一單位(*U_i*)均依上階層政策、規則或辦法之要求，提出單位的計畫申請書(*p*)，以期在有限的資源下，爭取到最適的預算分配。而預算分配矩陣詳如式(4.1)，而式中之 *p_{ij}* 即代表第 *U_i* 單位所提出的第 *j* 個計畫。

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & \cdots & p_{1l_1} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & \cdots & p_{2l_2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & p_{ij} & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{kl} & p_{k2} & \cdots & \cdots & p_{kl_k} \end{bmatrix} \cdots \cdots \cdots (4.1)$$

在有限資源能充分發揮及下級單位產出價值為最大的雙重考量下，總部必須能有效地控制決策變數。因此，我們首先令 *x_{ij}* 代表 *p_{ij}* 之決策變數，且 *x_{ij}* ∈ {1,0}，當 *x_{ij}* = 1 時，表示單位 *U_i* 所提出的第 *j* 個計畫(*p_{ij}*)通過審查，給予預算分配；當 *x_{ij}* = 0 表示單位 *U_i* 所提出的第 *j* 個計畫(*p_{ij}*)未能通過審查，而不給予預算分配，惟各計畫通過預算分配的總額不能超出總部規劃的預算上限(\$B)。

又令 *P* = *P*(*C*, *W*, *X*)，故可將式(4.1)轉換為式(4.2)之預算分配行列式，而式中之 *c_{ij}* 代表單位 *U_i* 的第 *j* 個計畫所提出的預算申請；式中之 *w_{ij}* 代表單位 *U_i* 的第 *j* 個計畫所預期得到的價值；式中之 *x_{ij}* 代表單位 *U_i* 的第 *j* 個計畫之決策變數。

對每一個計畫給定一個
實際產出的價值為最大
(Simple-Objective Prog)

$$\begin{aligned}
&\text{Objective: } \text{Max}(60x_{11} + 80x_{12}) \\
&\text{St: } 1300x_{11} + 1500x_{12} \leq B_1 ; \\
&\quad B_1 \leq 3000 \\
&\quad x_{ij} \in \{0,1\}
\end{aligned}$$

經總部對各計畫書內容完成實質審查後，因下級預算申請總額僅 2,800 萬元，仍在總部預算 3,000 萬元的範圍內，故每一個計畫給定之決策變數 x_{1j} 均為 1，從此簡單的例證中可以看出，該下級單位所提出的預算均可通過審查，並獲得所需的預算分配。

4.3 多目標規劃模式(MOP)

透過上述預算分配之單一目標規劃模式與例證後，我們可初步瞭解目標式與限制式的相互關係。惟在實際的預算分配時，上述案例並不常見，因此，本研究進一步假設某總部有 i 個下級單位 ($i = 1, 2, \dots, k$)，每個單位提出 j 個計畫書 ($j = 1, 2, \dots, l_i$)，而每個計畫書 (p_{ij}) 均依規定明列欲申請的預算金額 c_{ij} ，及計畫完成後所預期達成的價值 w_{ij} ，最後總部針對每一個計畫書實質審查結果，分別給定一個決策變數 x_{ij} ($x_{ij} \in \{0, 1\}$)，以作為總部預算分配時之依據。基於上述邏輯推導，將各單位所提計畫書的預算 (c)、價值 (w) 及總部給定的決策變數 (x) 之關聯性綜整如表 4.1。

表4.1 各單位計畫書之 c 、 w 、 x 關聯表

p		c	w	x
U_1	p_{1j}	c_{1j}	w_{1j}	x_{1j}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
U_i	p_{ij}	c_{ij}	w_{ij}	x_{ij}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
U_k	p_{kj}	c_{kj}	w_{kj}	x_{kj}

從表 4.1 各單位計畫書之 c 、 w 、 x 關聯來建構預算分配之多目標規劃模式 (Multiple-Objective Programming; MOP)，其目標式與限制式詳如式(4.5)、(4.6)。

$$Max \sum_{j=1}^{l_i} w_{ij} \cdot x_{ij}; \quad i = 1, 2, \dots, k \quad \dots \dots \dots (4.5)$$

$$St: \sum_{j=1}^{l_i} c_{ij} \cdot x_{ij} \leq B_i \quad \dots \dots \dots (4.6)$$

$$B_i \leq B$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}$$

從式(4.5)、(4.6)可以清楚發現，總部各下級單位所提出的計畫數目 p_{ij} 不盡相同，這種計畫數目不相同的現象，將會增加分配模型推導的複雜性，基於上述觀察，本研究可以假設每一個下級單位提出的計畫書數目均相同，來簡化此一問題。例如某總部有三個下級單位提出計畫申請預算， U_1 提出 1 個計畫案， U_2 同時提出 2 個計畫案，而 U_3 同時提出 3 個計畫案。在不失一般性原則下，我們可以假設 3 個單位都提出 3 個計畫案，只是令 U_1 的第 2、3 個計畫所產生的價值 w_{12} 、 w_{13} 等於 0，而 U_2 的第 3 個計畫價值(w_{23})亦等於 0，以利預算分配模型之建立，詳如表 4.2。

表4.2 各單位計畫數與價值調整對照表

	U_1	U_2	U_3
p	p_{11}	p_{21}	p_{31}
	—	p_{22}	p_{32}
	—	—	p_{33}
w	w_{11}	w_{21}	w_{31}
	$w_{12} = 0$	w_{22}	w_{32}
	$w_{13} = 0$	$w_{23} = 0$	w_{33}

經假設每一個下級單位提出的計畫書數目均相同後修訂式(4.5)、(4.6)，簡化整理得出式(4.7)、(4.8)。

$$x_{ij} \in \{0,1\}$$

本例中已明顯發現，下級單位所提出的預算申請金額總計 7,700 萬元，已超出總部所規劃的 5,000 萬元預算限制。因此上階層如何針對每一個計畫 p_{ij} 給定一個決策變數 x_{ij} ，使預算能達到最有效率的運用，實值深思。為解決上述問題，本研究將於多目標規劃模型中導入「貢獻度」及「滿意度」的概念，建立一個二階層線性規劃模式(The Bi-Level Leaner Programming Model)，使預算能達到最適化之要求。

4.4 二階層線性規劃模式(Bi-level LP)

一般而言，總部在執行資源分配時，所訂定的目標係在追求下級各計畫案所產生的價值為最大，此種價值稱為「絕對價值」。倘總部在絕對價值的政策指導下，將可能導致下級單位為創造更大價值，而在各計畫案中巧立名目暗中灌水，以爭取最大的預算，造成資源的過度浪費，而無法達到資源最有效率運用的目標。因此，本研究採用「相對價值」的衡量方式來解決，也就是用「貢獻度」的方式來衡量。而貢獻度係下級單位「計畫產生價值」與「計畫獲得資源分配」的比率，其目標式詳如式(4.9)， v_{ij} 為第 i 個單位第 j 個計畫的貢獻度。

$$\text{貢獻度 } v_{ij} = \frac{w_{ij}}{c_{ij}} \cdot \dots \cdot \dots \cdot (4.9)$$

位居上層階者要求下階層在總資源(B)的限制內產生最大之貢獻度，其目標式與限制式如式(4.10)、(4.11)。下階層之目標式表各單位追求計畫的貢獻度為最大；限制式則表示下階層單位間的資源分配總和不得大於上階層所掌握的總資源數。

$$Max \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n v_{ij} \cdot x_{ij} \dots \dots \dots (4.10)$$

[illegible]

$$\sum_{i=1}^k B_i \leq B$$

$$x_{ij} = \{0,1\}$$

令 $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})$ ，則

$$\text{满意度 } R_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}}{\sum_{j=1}^n c_{ij}} \quad (4.12)$$

$$0 \leq R_i \leq 1$$

為確保下階層單位間資源分配合理，應先衡量下階層單位對上階層資源分配的滿意程度。本研究令 U 為 R_1, R_2, \dots, R_n 之最大值，而 u 則為 R_1, R_2, \dots, R_n 之最小值。當下階層各單位滿意度之差距為最小時，表示對下階層單位而言資源分配愈均衡，其目標式詳如式 (4.13)。

[illegible]

$$U = \text{Max } R(x_{ij} | i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n) ;$$

$$u = \text{Min } R(x_{ij} | i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n)$$

(當 x_{ij} 已求解)

經由對上階層、及下階層目標與限制式的分析，最後彙整成之二階層資源分配模式詳如后。

上階層 $Min\{U - u\}$

$$U = \text{Max } R(x_{ij} | i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n) ;$$

$$u = \text{Min } R(x_{ii} | i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n) ;$$

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}}{\sum_{j=1}^n c_{ij}}$$

$$(0 \leq R_i \leq 1)$$

其中 x_{ij} 解得自

$$\text{下階層} \quad \text{Max} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n v_{ij} \cdot x_{ij}$$

$$v_{ij} = \frac{w_{ij}}{c_{ij}}$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \leq B_i$$

$$\sum_{i=1}^k B_i \leq B$$

$$x_{ij} = \{0, 1\}$$



當輸入下階層各單位資源需求計畫的價值(w_{ij})與所需資源(c_{ij})後，經由所建立的二階層資源分配模式，即可得知那些計畫可獲得上階層決策單位的資源分配，亦可以瞭解及管制資源配置的情形。

4.5 二階層線性規劃求解

上述所建構的二階層資源分配模型，其最佳解必須能同時達到兩個目標，其一是下階層在總資源(B)的限制下必須能夠產出最大的價值，其二是下階層各單位滿意度之差距必須為最小，因上、下二個階層所追求的目標可能會產生互斥現象，而造成求解的困難度。然而從二階層資源分配模型得知，因下階層各單位計畫的價值(w_{ij})與所需資源(c_{ij})均為已知，故求解的關鍵係在上階層如何給予下階層每個計畫適當的決策變數(x_{ij})。

本研究在第三章曾提及 Dantzig, G. B. (1957)[34,29]運用「線性規劃法」來解決背包問題，及 Liu & Hart(1994)[43,44]在運用「頂點列舉法」來求取二階層規劃之最佳解。然為解決資源分配之二階層規劃問題，本研究試圖藉運用「線性規劃法」及「漸近法」綜合運用以求解。其解題的過程說明如后。

1. 首先從各單位每件計畫所詳列之價值(w_{ij})與所需資源(c_{ij})，計算出各單位每筆計畫可產生之貢獻度(單位資源的價值比)。
2. 依各計畫之貢獻度由高而低重新依序排列，也就是說排在第一筆計畫的貢獻度比排在第二筆計畫的貢獻度高(或相等)，排在第二筆計畫的貢獻度又比排在第三筆計畫的貢獻度高(或相等)，依序類推。
3. 採用線性規劃法的「近似解」來處理二階層資源分配的問題，即是令 x_{ij} 代表 p_{ij}

之決策變數($i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n$)，且 $x_{ij} \in \{1, 0\}$ ，計算詳如式(4.14)：

$$\begin{aligned}
 x_{ij}^1 &= \left\lceil B / c_{ij}^1 \right\rceil ; \\
 x_{ij}^2 &= \left\lceil (B - c_{ij}^1 x_{ij}^1) / c_{ij}^2 \right\rceil ; \\
 x_{ij}^3 &= \left\lceil (B - c_{ij}^1 x_{ij}^1 - c_{ij}^2 x_{ij}^2) / c_{ij}^3 \right\rceil ; \\
 &\vdots \\
 x_{ij}^{kn} &= \left\lceil \left(B - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n-1} c_{ij}^{kn-1} x_{ij}^{kn-1} \right) / c_{ij}^{kn} \right\rceil \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4.14)
 \end{aligned}$$

x_{ij}^1 ：代表排在第一筆計畫的決策變數

c_{ij}^1 ：代表排在第一筆計畫所需的預算

x_{ij}^{kn} ：代表排在最後一筆計畫的決策變數

c_{ij}^{kn} ：代表排在最後一筆計畫所需的預算

上式內之 $[x]$ 為 Gauss 符號，表示不大於 x 的最大整數。

4. 依決策變數 x_i 計算出下級各單位之間的滿意程度。

5. 採用漸近法經演繹求得滿意度差距趨近於最小時，即為二階層規劃問題之理想解(The Feasible Solution)。
6. 倘若理想解未能趨近於最小時，則必須重新調整決策變數 x_i ，直至其理想解漸近至可接受的最適範圍內為止。

【例 4.3】

設某機關年度內規劃一筆總計一億元的研究經費(B)將分配給下級單位，各單位依上級作業要求及審查標準均在期限內提出計畫書，經第一階段資格審查後，計三個單位 15 件計畫書通過審查，其計畫申請之研發經費(c_{ij})與研發效益(w_{ij})彙整詳如表 4.4、4.5。

表4.4 各單位每筆計畫之研發經費彙整表

	c_{ij}						Σ
U_1	1300	1500	2000	300	800		5900
U_2	2800	900	1200	1500	1700		8100
U_3	1000	500	200	1000	100		2800

表4.5 各單位每筆計畫之研發效益彙整表

	w_{ij}					
U_1	850	930	1250	170	600	
U_2	1200	550	800	920	1150	
U_3	650	330	145	690	70	

基於前述程序，本研究採用相對價值的方式來衡量每件計畫書之貢獻度(v_{ij})，因此利用公式 4.9 將下級單位的研發效益(表 4.5)除以研發經費(表 4.4)，可求得各單位所獲預算每一百萬元所產生的貢獻度，詳如表 4.6。

表4.6 各單位每筆計畫之貢獻度彙整表

	$v_{ij} (= w_{ij} / c_{ij})$				
U_1	65.4	62.0	62.5	56.7	75.0
U_2	42.9	61.1	66.7	61.3	67.6
U_3	65.0	66.0	72.5	69.0	70.0

考量上階層機關在追求其計畫產出之貢獻度為最大的目標下，將表 4.6 各單位每筆計畫依其貢獻度(v_{ij})由大至小予以排序，並採用式(4.14)之「線性規劃法」來處理，直至總計畫預算累計達一億元以內為止，再針對每一個計畫依其排序給定一個決策變數 x_{ij} 值 (選取計畫 $x_{ij} = 1$ 、未選取計畫 $x_{ij} = 0$)，以作為預算分配之依據。

$$x_{15} = 100/8 = 1 ;$$

$$x_{33} = (100 - 8)/2 = 1 ;$$

$$x_{35} = (100 - 8 - 2)/1 = 1 ;$$

⋮

$$x_{13} = (100 - 8 - 2 - 1 - 10 - 17 - 12 - 5 - 13 - 10)/20 = 1 ;$$

$$x_{12} = (100 - 8 - 2 - 1 - 10 - 17 - 12 - 5 - 13 - 10 - 20)/15 = 0 ;$$



綜上，可使各計畫的累積貢獻度為最大，各單位貢獻度排序、決策變數、及預算分配彙整詳如表 4.7、4.8、4.9。

表4.7 各單位貢獻度排序彙整表(由大至小)

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
p_{ij}	p_{15}	p_{33}	p_{35}	p_{34}	p_{25}	p_{23}	p_{32}	p_{11}	p_{31}	p_{13}	10
c_{ij}	800	200	100	1000	1700	1200	500	1300	1000	2000	9800
v_{ij}	75.5	72.5	70.0	69.0	67.6	66.7	66.0	65.4	65.0	62.5	680.2

表4.8 各單位每筆計畫之決策變數彙整表

	x_{ij}				
U_1	1	0	1	0	1
U_2	0	0	1	0	1
U_3	1	1	1	1	1

表4.9 各單位每筆計畫可獲得預算配表

	$c_{ij} \cdot x_{ij}$					Σ
U_1	1300	0	2000	0	800	4100
U_2	0	0	1200	0	1700	2900
U_3	1000	500	200	1000	100	2800

上級機關在執行預算分配時，除追求下級單位各計畫案所產出之總貢獻度為最大外，另為考量單位間的均衡發展，以為避免資源集中在少數單位，而造成配置不當的現象，應同時考量對下級單位所獲得的預算分配滿意度落差為最小，以達到資源運用最適化之目標。從表 4.9 各單位每筆計畫可獲得預算配額度，利用式(4.12)可計算出下級單位之滿意度分別為：

$$R_1 = \frac{4100}{5900} = 0.695 = 69.5\% ; R_2 = \frac{2900}{8100} = 0.358 = 35.8\% ; R_3 = \frac{2800}{2800} = 1.00 = 100\%$$

R 為所有單位的最大滿意度，而 r 則為所有單位的最小滿意度。將 $R = 100$ 與 $r = 35.8$ 代入公式(4.13)，求得 $R - r = 100 - 35.8 = 64.2(\%)$ 。

而上述方式僅依各計畫貢獻度大小為選取之必要條件，雖可使各計畫的累積貢獻度為最大 680.2，但僅可滿足下階層的目標式與限制式之要求，但各單位滿意度之差距卻高達 64.2。因此，我們將上述結果再運用漸近法反覆實施調整，直至滿意度差距趨近於最小或漸近至可接受的最適範圍內為止。經重新試算與排序後，求得各單位決策變數、及員額分配彙整詳如表 4.10、4.11。

表4.10 各單位每筆計畫之決策變數彙整表

	x_{ij}				
U_1	1	0	1	0	1
U_2	0	1	1	0	1
U_3	0	1	1	1	1

表4.11 各單位每筆計畫可獲得預算配表

	$c_{ij} \cdot x_{ij}$					Σ
U_1	1300	0	2000	0	800	4100
U_2	0	900	1200	0	1700	3800
U_3	0	500	200	1000	100	1800

依表 4.11 各單位每筆計畫可獲得預算配額度，計算出下級單位的滿意度分別為： $R_1 = 69.5\%$ 、 $R_2 = 46.9\%$ 、 $R_3 = 64.3\%$ ，此結果使各單位滿意度之差距從原來的 64.2，大幅縮減至 22.6，另以單位別而言，其分別累積的貢獻度仍達到最大。因此，上階層決策者可據此執行預算分配。經上述演算過程所得的預算分配(表 4.11)，已真正能達到各計畫所產出的相對價值為最大，及各單位滿意度之差距為最小之雙重目標。

p : 準則數目⁵ ($p=1,2,...,10$)

D_k : k 產業分配到科技專案計畫的經費

但從王健全推展後之 Fishbein 模式中，可以觀察到下列二個核心問題：第一是此種模式過度簡化上下兩個階層在資源分配上相互對待的關係，仍單方面以專家主觀經驗及績效衡量指標，由上而下的執行判斷與資源分配，這種結果通常均非資源配置的最適解；第二是 Fishbein 模式在求得每一個技術類別科技發展的評價後，僅運用簡單加權平均法(Simple Weight Additive; SWA)來計算各技術類別的資源分配，此方式雖然簡單，但亦非資源分配的最適解。因此，為解決上述問題，本研究將修正 Fishbein 模式，並導入第四章所介紹的資源配置二階層線性規劃模型，以求取科技專案計畫預算分配之最適解，其數學演繹過程詳述如后。

首先依 Fishbein 模式修正式(5.1)，並計算出每個產業各個計畫的研發效益，其計算詳如式(5.4)。

[illegible]

$$(\text{且 } \sum_{k=1}^p w_k = 1)$$

e_{ji} ：第 i 個產業⁶第 j 個計畫預期產生的研發效益 ($i=1,2,...,5$)

w_k : 第 k 個評估準則的權重(所有評估準則的權重加總等於 1)

u_{ijk} ：第 i 個產業第 j 個計畫在第 k 個評估準則預期獲得的成果

p : 準則數目 ($p = 1, 2, \dots, 9$)

依據式 5.4 所求得每個計畫的研發效益，進一步計算每個計畫對科技發展預期產生的貢獻度，即每個產業各計畫之「預期產生效益」與「預期預算分配」的比率，其公式詳如式(5.5)。

⁶ 經濟部技術處法人科技專案計畫共計區分為通訊與光電領域、機械與航太領域、材料與化工領域、生技與藥品領域等四大類，其餘均併入其他類。

$$v_{ij} = \frac{e_{ij}}{c_{ij}} \cdot \dots \cdot \dots \quad (5.5)$$

v_{ij} ：第*i*個產業第*j*個計畫預期產生的貢獻度

c_{ij} ：第 i 個產業第 j 個計畫申請的預算金額

最後將式(5.5)導入二階層線性規劃模型(詳見第四章)，使每個產業均能達到各個計畫的貢獻度為最大外，經濟部亦能有效掌握資源的最適分配，以促進各產業的均衡發展。科專計畫預算分配二階層線性規劃模型之目標式與限制式詳如式(5.6)、(5.7)。

經濟部 $\text{Min}\{U-u\}$ (5.6)

$$U = \text{Max } R(x_{ij} | i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, n) ;$$

$$u = \text{Min } R(x_{ij} | i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, n) ;$$

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}}{\sum_{j=1}^n c_{ij}}$$

$$(0 \leq R_i \leq 1)$$

其中 x_{ij} 解得自

$$\text{各産業} \quad \text{Max} \sum_i \sum_{j=1}^n v_{ij} \cdot x_{ij}$$

$$v_{ij} = \frac{e_{ij}}{c_{ij}}$$

[illegible]

$$\sum_i B_i \leq B \quad , \quad (i = 1, 2, \dots, 5)$$

$$x_{ij} = \{0,1\}$$

5.1.2 研究架構

本研究設計係依據經濟部各項科專評估指標，透過文獻分析篩選出適當的評估準則（詳如第二章），並計算出準則權重，再結合改良式 Fishbein 模式以求取各產業之計畫貢獻度，最後透過預算分配二階層線性規劃模型，採「線性規劃法」及「漸近法」對科技專案計畫進行預算分配之實證分析，試圖驗證「資源配置最適化二階層線性規劃模型」之實用性。論文研究架構詳如圖 5.1 所示。

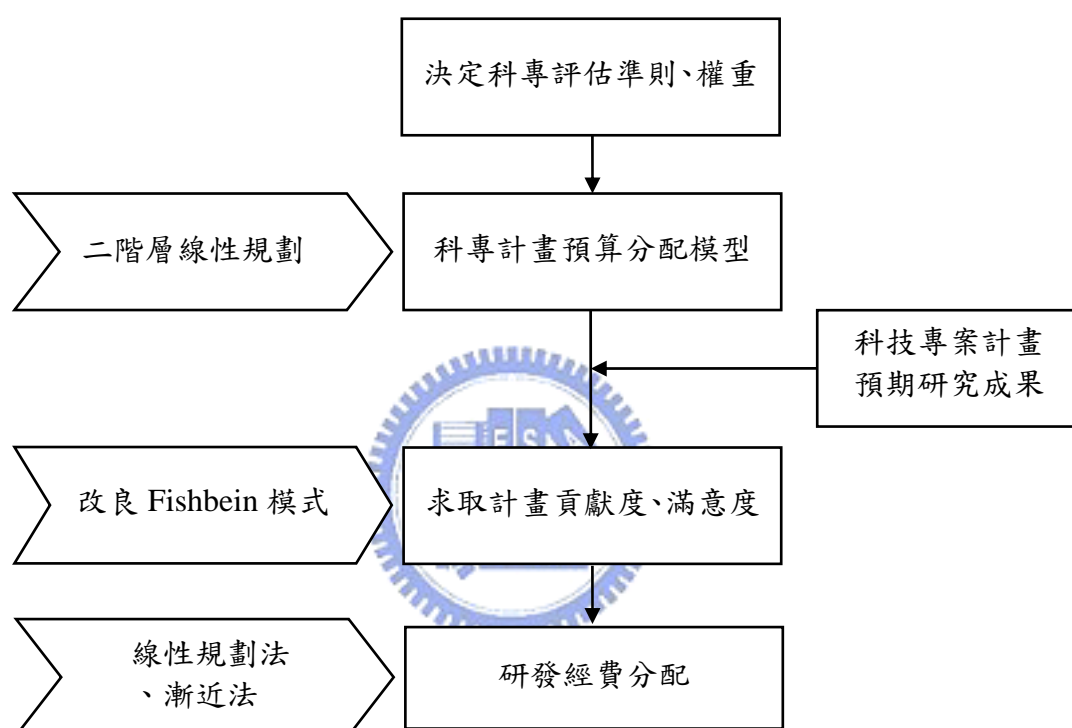


圖5.1 論文研究架構

5.2 實證資料蒐集與整理

本研究實證資料來源係依據經濟部技術處(2004)[9]所出版之「九十二年度科技專案執行年報」，研究對象為2003年參與經濟部技術處法人科技專案計畫共87項，區分為通訊與光電產業17項(計畫代號A1-A17)、機械與航太產業21項(計畫代號B1-B21)、材料與化工產業22項(計畫代號C1-C22)、生技與藥品產業17項(計畫代號D1-D17)、其他產業10項(計畫代號E1-E10)。表5.1列出經濟部技術處92年度委託研究計畫項目及研究經費，而各計畫之研究成果詳如附錄1。

表5.1 經濟部技術處 92 年度委託研究計畫項目及研究經費表

計畫領域	代號	研究經費	計畫名稱
通訊與光電	A1	723,385,233	平面顯示關鍵技術發展六年計畫
	A2	14,433,000	晶片系統 IP 驗證技術發展四年計畫
	A3	43,917,654	奈米電子關鍵技術四年計畫
	A4	134,341,807	晶片系統關鍵技術發展四年計畫
	A5	138,643,000	智慧型資訊系統技術發展五年計畫
	A6	139,454,755	新資訊家電系統發展計畫
	A7	91,096,788	網路前瞻應用技術發展四年計畫
	A8	44,395,000	新世代數位學習環境技術研發計畫
	A9	33,841,057	數位學習技術研發五年計畫
	A10	267,324,000	寬頻無線通訊系統技術發展五年計畫
	A11	212,007,948	通訊軟體關鍵技術開發五年計畫
	A12	213,659,953	寬頻有線通訊系統技術發展四年計畫
	A13	322,110,320	無線通訊技術發展五年計畫
	A14	94,334,014	光電半導體應用及光通訊關鍵性技術發展計畫
	A15	151,396,696	下世代光資訊系統技術發展五年計畫
	A16	130,100,000	個人端光訊傳感與顯示技術四年計畫
	A17	818,860,048	工研院通訊與光電領域環境建構計畫
機械與航太	B1	26,907,859	電機產業關鍵技術發展三年計畫
	B2	69,935,069	產品及製程精密量測技術發展四年計畫
	B3	46,336,000	功能性微細結構四年計畫
	B4	191,994,000	新興產業精密機械系統關鍵技術研究發展計畫
	B5	47,669,000	產業機械整合型關鍵技術研究發展四年計畫
	B6	161,446,640	微奈米系統應用技術四年計畫
	B7	113,772,541	精密機械技術研究發展四年計畫
	B8	167,073,470	電腦整合自動化系統技術研究發展四年計畫
	B9	100,978,549	金屬二次加工自動化系統技術四年計畫
	B10	192,360,000	車輛研究測試技術發展三年計畫
	B11	183,115,000	船舶技術發展四年計畫

機械與航太	B12	137,384,523	動力系統技術研究發展四年計畫
	B13	74,932,000	車輛安全防護系統研發三年計畫
	B14	53,694,462	代步與休閒產品系統技術開發三年計畫
	B15	62,754,000	先進機載航電技術發展四年計畫
	B16	90,665,000	商務飛機關鍵技術與系統開發三年計畫
	B17	44,948,424	航空資料鏈路通訊系統技術研發四年計畫
	B18	112,318,346	航電系統技術發展四年計畫
	B19	130,484,114	航機結構與關鍵系統件技術發展四年計畫
	B20	534,177,044	工研院精密機械與微機電領域環境建構計畫
	B21	67,499,000	中科院科技專案推動三年計畫
材料與化工	C1	148,216,128	精密與機能性化學技術開發與應用四年計畫
	C2	145,041,000	功能性化學品關鍵技術開發與應用四年計畫
	C3	11,942,000	印刷電腦配色調墨技術研發三年計畫
	C4	101,251,840	纖維研製及應用技術發展四年計畫
	C5	59,479,521	紡織品設計技術開發與推廣四年計畫
	C6	182,499,287	高科技紡織產業技術研究與發展四年計畫
	C7	212,376,444	舒適保健性紡織品研發三年計畫
	C8	14,477,265	舒適保健鞋技術開發三年計畫
	C9	24,575,662	高性能複合材料與應用技術研究四年計畫
	C10	269,866,461	金屬工業關鍵性零組件加工技術四年計畫
	C11	65,222,497	精準高分子開發與應用四年計畫
	C12	276,553,400	電子關鍵性材料與元組件發展四年計畫
	C13	143,481,867	高性能金屬材料技術四年計畫
	C14	110,063,000	功能性材料應用研究發展四年計畫
	C15	89,668,000	關鍵元件材料開發及應用四年計畫
	C16	22,998,000	高性能及環保塑膠之特殊材料及應用技術計畫
	C17	61,245,000	環境生物技術與產品研發三年計畫
	C18	177,452,798	產業環境與安全衛生應用技術發展四年計畫
	C19	46,356,720	水土資源開發與保育技術發展三年計畫
	C20	21,628,000	石礦資源綠色技術研究開發三年計畫

材料與化工	C21	357,795,373	工研院材料與化工領域環境建構計畫
	C22	82,551,327	工研院永續發展領域環境建構計畫
生技與藥品	D1	149,264,260	生物醫藥品技術及產品開發三年計畫
	D2	76,190,606	基因轉殖動物生產醫藥用蛋白質技術開發計畫
	D3	108,101,044	生物資源之收集保存與開發四年計畫
	D4	40,884,324	基因藥物技術及產品開發四年計畫
	D5	92,129,043	組織再生及仿生材料技術開發四年計畫
	D6	97,615,694	蛋白體技術之組織工程應用研發四年計畫
	D7	58,542,102	基因庫及遺傳資源的收集保存與研發四年計畫
	D8	118,178,131	新世代食品加工及調配料技術研發四年計畫
	D9	82,919,000	醫療系統技術開發四年計畫
	D10	134,723,770	微小化生醫診療工程技術四年計畫
	D11	144,890,614	肝病及氣喘中草藥新藥開發四年計畫
	D12	166,458,217	仿勝太藥物製程及應用技術開發三年計畫
	D13	89,551,974	免疫調節與抗老化中草藥產品開發四年計畫
	D14	80,385,000	提升傳統中草藥產業研發技術四年計畫
	D15	187,983,295	醫藥產品臨床前技術開發四年計畫
	D16	40,851,579	核醫功能與分子影像技術應用於新藥之開發
	D17	145,593,144	工研院生技與醫藥領域環境建構計畫
其他產業	E1	378,562,204	特殊時效工業技術發展計畫
	E2	335,337,112	產業關鍵技術引進計畫
	E3	269,077,273	推動產業綜合研究發展計畫
	E4	70,816,894	科技行政管理－業務、人事、旅運、設備費
	E5	1,692,032,959	工研院創新前瞻技術研究計畫
	E6	96,000,000	資策會創新前瞻技術計畫
	E7	349,312,007	產業技術資訊服務推廣計畫
	E8	109,041,000	資訊應用計畫
	E9	28,017,548	科技法律計畫
	E10	130,000,000	國家資通安全技術服務計畫

資料來源：經濟部技術處「九十二年度科技專案執行年報」，頁 163-172。

從表 5.1 得知通訊與光電產業 17 筆計畫之預算共計 3,573,301,273 元、機械與航太產業 21 筆計畫之預算共計 2,610,445,041 元、材料與化工產業 22 筆計畫之預算共計 2,624,741,590 元、生技與藥品產業 17 筆計畫之預算共計 1,814,261,797 元、其他產業 10 筆計畫之預算共計 3,458,196,997 元，合計 87 筆計畫之總預算為 14,080,946,698 元。92 年度各產業科技專案計畫經費分配比詳如表 5.2

表5.2 九十二年度各產業科技專案計畫經費分配比

產業別	計畫數(筆)	研發預算(元)	百分比
通訊與光電產業	17	3,573,301,273	25 %
機械與航太產業	21	2,610,445,041	18 %
材料與化工產業	22	2,624,741,590	19 %
生技與藥品產業	17	1,814,261,797	13 %
其他產業	10	3,458,196,997	25 %
總 計	87	14,080,946,698	100 %

5.3 科專預算分配實證分析

5.3.1 資料處理

本研究係以「論文篇數」、「研究報告篇數」、「研討會人數」、「專利獲得、應用件數」、「技術引進件數」、「技術移轉金額」、「分包研究金額」、「委託案及工業服務金額」、「促成投資生產產值」作為科專計畫產出的績效值，因上述九種績效值的計算單位不盡相同(詳如附錄 1、九十二年度各計畫之績效值)，故在實證分析前，應先完成資料處理(Data Manipulations)，而本研究採用標準化(Standarization)及正規化(Normalization)兩種方法處理附錄 1 之次級資料。

資料標準化主要目的是消除指標(觀察值)之間的計算單位，轉換成為一個純量值(scales)，以利數學運算及指標間之相互比較。標準化公式詳如式(5.6)。

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{(n-1)}} \dots \dots \dots (5.6)$$

S ：樣本標準差

\bar{X} ：樣本平均數

n ：樣本數

附錄 1 之 87 筆次級資料經(式 5.6)標準化後，其標準化平均值(Mean)等於 0，意即標準化資料(Standardized Data)將呈現出正數與負數兩種數值，其標準化數值詳如附錄 2。然標準化後之數值仍應代表各計畫所產出之成果，因負數值不利於後續貢獻度的計算，故必須再利用正規化方去將標準化數值予以轉換，其正規化公式詳如式(5.7)。

$$\tilde{x} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \times 100 \dots \dots \dots (5.7)$$

經(式 5.7)正規化後的數值將界於數值 0 至 100 之間，其正規化數值詳如附錄 3，本研究將以該正規化後的數值進行實證研究，以利各科專計畫研發效益與貢獻度的計算。



5.3.2 準則權重

本研究設計係依據經濟部各項科專評估指標，透過文獻分析篩選出「論文(k_1)」、「研究報告(k_2)」、「研討會(k_3)」、「專利獲得與應用(k_4)」、「技術引進(k_5)」、「技術移轉(k_6)」、「分包研究(k_7)」、「委託案及工業服務(k_8)」、「促成投資生產(k_9)」作為績效評估之準則。而準則之權重(weighting)係由經濟部技術處考評委員會每年依政策指導及計畫目的重新檢討而適度修訂之，故每年權重均不盡相同。然近年來經濟部技術處的審查標準仍以計畫可產出的利潤(revenue)為首要考量因素，其次為技術引進與移轉、專利獲得與應用、論文、研討會、及其他服務，故本研究依經濟部技術處對評估準則的重視程度賦予得點，再依得點計算出準則權重⁷，其權重大小依序為 $k_9 > k_6 = k_5 > k_4 > k_1 = k_2 > k_3 > k_8 = k_7$ ，評估準則得點(d)及權重(w)詳如表 5.3。

⁷ 本研究主要目的係運用二階層線性規劃解決資源配置的問題，而準則權重的計算非本研究的主要範疇，且準則的權重認定乃經濟部技術處之權責，惟為利於科專計畫產出效益的求取，本研究僅利用「準則得點」的方式求得。

表5.3 九十二年度科技專案計畫評估準則得點(d)及權重(w)

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	Σ
d	3	3	2	4	5	5	1	1	6	30
w	0.100	0.100	0.067	0.133	0.167	0.167	0.033	0.033	0.200	1.000

5.3.3 研發效益與貢獻度

將表 5.3 科技專案計畫評估準則權重(w)，及附錄 3 科技專案正規化之績效值(u)代入(式 5.4)中，計算每個產業各個計畫的研發效益(e)，其計算結果詳如表 5.4。

[illegible]

$$(\text{且 } \sum_{k=1}^p w_k = 1)$$

e_{ij} ：第 i 個產業第 j 個計畫預期產生的研發效益 ($i=1,2,...,5$)

w_k : 第 k 個評估準則的權重(所有評估準則的權重加總等於 1)

u_{ijk} ：第 i 個產業第 j 個計畫在第 k 個評估準則預期獲得的成果

p : 準則數目 ($p=1,2,\dots,9$)

表5.4 九十二年度各產業科技專案計畫研發效益(e)

	通訊與光電	機械與航太	材料與化工	生技與藥品	其他產業
1	13.62	1.19	5.17	3.76	3.56
2	0.28	3.46	2.72	1.35	19.43
3	3.59	1.01	1.14	1.74	4.29
4	4.08	9.41	2.40	0.52	1.25
5	9.22	2.48	2.13	2.31	36.30
6	3.47	12.74	7.42	1.91	2.09
7	2.73	9.06	8.60	0.65	9.65
8	0.64	6.89	0.36	4.25	2.43
9	0.91	2.34	1.28	0.96	1.17
10	4.06	7.57	10.40	4.98	1.56
11	7.92	3.52	2.12	1.15	0.00
12	8.23	8.90	13.89	18.34	0.00
13	9.63	2.16	4.42	1.48	0.00
14	5.65	3.35	5.13	2.86	0.00
15	12.47	4.45	3.74	3.99	0.00
16	5.89	1.86	0.58	0.46	0.00
17	60.57	1.23	2.61	1.47	0.00
18	0.00	4.55	7.93	0.00	0.00
19	0.00	4.88	1.27	0.00	0.00
20	0.00	14.92	0.50	0.00	0.00
21	0.00	0.00	5.49	0.00	0.00
22	0.00	0.00	3.06	0.00	0.00

再將表 5.4 各產業科技專案計畫研發效益(e)、及表 5.1 各產業研究計畫經費(c)代入(式 5.5)中，計算每個產業各個計畫每一億元可產生的貢獻度(v)，其計算結果詳如表 5.5。

$$v_{ij} = \frac{e_{ij}}{c_{ij}} \cdot \dots \cdot (5.5)$$

v_{ij} ：第*i*個產業第*j*個計畫預期產生的貢獻度

c_{ij} ：第 i 個產業第 j 個計畫申請的預算金額

表5.5 九十二年度各產業科技專案計畫貢獻度(v)

	通訊與光電	機械與航太	材料與化工	生技與藥品	其他產業
1	1.88	4.42	3.49	2.52	0.94
2	1.95	4.95	1.87	1.77	5.79
3	8.17	2.18	9.51	1.61	1.60
4	3.03	4.90	2.38	1.26	1.76
5	6.65	5.21	3.58	2.51	2.15
6	2.49	7.89	4.07	1.96	2.18
7	3.00	7.97	4.05	1.10	2.76
8	1.44	4.12	2.47	3.59	2.23
9	2.69	2.31	5.19	1.16	4.19
10	1.52	3.94	3.85	3.69	1.20
11	3.74	1.92	3.26	0.79	—
12	3.85	6.48	5.02	11.02	—
13	2.99	2.89	3.08	1.66	—
14	5.99	6.24	4.66	3.56	—
15	8.24	7.08	4.18	2.12	—
16	4.53	2.05	2.53	1.13	—
17	7.40	2.74	4.26	1.01	—
18	—	4.05	4.47	—	—
19	—	3.74	2.74	—	—
20	—	2.79	2.29	—	—
21	—	0.00	1.53	—	—
22	—	—	3.71	—	—

5.3.4 研發預算分配

本研究係依據 92 年度法人科技專案計畫之研究發展經費作為資源配置二階層線性規劃之實證資料，我們在進行預算分配之前，首先必須提出三個研究假設如后，以利實證推導。

1. 93 年度研發經費將從原來的 140 億元，縮減為 110 億元，意謂於 92 年度法人科技專案中研發效益不佳的計畫將不再核給補助經費。
2. 93 年度通過初步資料審查的計畫提案皆為 92 年度之延續計畫(計五個產業 87 筆計畫)，而且每個計畫的研發經費和研發效益都是彼此獨立的。
3. 92 年度的已核定的研發經費作為 93 年度計畫申請之研發經費，而法人科專計畫研發經費之分配屬於「專案總額補助」方式。

考量經濟部技術處要求法人機構追求其計畫產出之貢獻度為最大的目標指導下，將表 5.5 各產業科技專案計畫依其貢獻度(v)由大至小予以排序，並採用式(4.14)之「線性規劃法」來處理，直至總計畫預算累計達 110 億元以內為止，再針對每一個計畫依其排序給定一個決策變數 x_{ij} 值(選取計畫 $x_{ij} = 1$ 、未選取計畫 $x_{ij} = 0$)，以作為預算分配之依據，如此，可使各計畫的累積貢獻度為最大。

$$x_{D12} = 110 / 1.66 = 1 ;$$

$$x_{C3} = (110 - 1.66) / 0.12 = 1 ;$$

$$x_{A15} = (110 - 1.66 - 0.12) / 1.51 = 1 ;$$

⋮

$$x_{B11} = (110 - 1.66 - 0.12 - \dots - 0.14) / 1.83 = 1 ;$$

$$x_{A1} = (110 - 1.66 - 0.12 - \dots - 0.14 - 1.83) / 7.23 = 0 ;$$

$$x_{C2} = (110 - 1.66 - 0.12 - \dots - 0.14 - 1.83) / 1.45 = 1 ;$$

當排序至第 68 筆計畫(B11)時，預算已達到 108.4 億元，但若接受第 69 筆計畫時(A01)時，則預算數將超出 110 億元，若接受第 70 筆計畫(C02)，則可使預算達到最大化(109.85)之要求。各計畫貢獻度排序、決策變數、及預算分配詳如表 5.6、5.7、5.8。

表5.6 各計畫貢獻度由大至小排序彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>p</i>	D12	C3	A15	A3	B7	B6	A17	B15	A5	B12
<i>c</i>	1.66	0.12	1.51	0.44	1.14	1.61	8.19	0.63	1.39	1.37
<i>v</i>	11.02	9.51	8.24	8.17	7.97	7.89	7.40	7.08	6.65	6.48
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>p</i>	B14	A14	E2	B5	C9	C12	B2	B4	C14	A16
<i>c</i>	0.54	0.94	3.35	0.48	0.25	2.77	0.70	1.92	1.10	1.30
<i>v</i>	6.24	5.99	5.79	5.21	5.19	5.02	4.95	4.90	4.66	4.53
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>p</i>	C18	B1	C17	E9	C15	B8	C6	B18	C7	B10
<i>c</i>	1.77	0.27	0.61	0.28	0.90	1.67	1.82	1.12	2.12	1.92
<i>v</i>	4.47	4.42	4.26	4.19	4.18	4.12	4.07	4.05	4.05	3.94
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<i>p</i>	C10	A12	A11	B19	C22	D10	D8	C5	D14	C1
<i>c</i>	2.70	2.14	2.12	1.30	0.83	1.35	1.18	0.59	0.80	1.48
<i>v</i>	3.85	3.85	3.74	3.74	3.71	3.69	3.59	3.58	3.56	3.49
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
<i>p</i>	C11	C13	A4	A7	A13	B13	B20	E7	B17	C19
<i>c</i>	0.65	1.43	1.34	0.91	3.22	0.75	5.34	3.49	0.45	0.46
<i>v</i>	3.26	3.08	3.03	3.00	2.99	2.89	2.79	2.76	2.74	2.74
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
<i>p</i>	A9	C16	D1	D5	A6	C8	C4	B9	C20	E8
<i>c</i>	0.34	0.23	1.49	0.92	1.39	0.14	1.01	1.01	0.22	1.09
<i>v</i>	2.69	2.53	2.52	2.51	2.49	2.47	2.38	2.31	2.29	2.23
	61	62	63	64	65	66	67	68	70	Σ
<i>p</i>	B3	E6	E5	D15	B16	D6	A2	B11	C02	69
<i>c</i>	0.46	0.96	16.92	1.88	0.91	0.98	0.14	1.83	1.45	109.85
<i>v</i>	2.18	2.18	2.15	2.12	2.05	1.96	1.95	1.92	1.87	283.54

註：A：通訊與光電產業；B：機械與航太產業；C：材料與化學產業；D：生技與藥品產業；E：其他產業；*p*：研發計畫；*c*：研發經費(億元)；*v*：計畫貢獻度。

表5.7 各產業每筆計畫之決策變數彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
D	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
E	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表5.8 各產業經核准之計畫預算表

產業別	計畫申請數 (筆)	計畫核准數 (筆)	預算申請 金額(億元)	預算核准 金額(億元)	預算分配 百分比
通訊與光電	17	14	35.73	25.38	23.10
機械與航太	21	20	26.10	25.43	23.15
材料與化工	22	21	26.25	22.67	20.64
生技與藥品	17	8	18.14	10.27	9.35
其他產業	10	6	34.58	26.10	23.76
Σ	87	69	140.8	109.85	100.00

依表 5.6 計算各產業的累計貢獻度⁸(V)為： $V_1 = \sum v_{1j} = 64.71$ ； $V_2 = \sum v_{2j} = 87.88$ ；

$V_3 = \sum v_{3j} = 80.67$ ； $V_4 = \sum v_{4j} = 30.97$ ； $V_5 = \sum v_{5j} = 19.31$ ；

$V = \sum v_i = 64.71 + 87.88 + 80.67 + 30.97 + 19.31 = 283.54$

經濟部技術處在執行研發經費分配時，除追求各計畫案所產出之總貢獻度為最大外，另為考量產業間的均衡發展，以避免資源過度集中在明星產業，而阻礙了新興產業的發展，故應同時考量對各產業間所核准的預算分配滿意度落差趨近為最小，以達到經費運用最適化之目標。從表 5.8 各產業獲核准得預算額度，利用(式 5.6)可計算出各產業

⁸ V_1 ：通訊與光電產業之貢獻度； V_2 ：機械與航太產業之貢獻度； V_3 ：材料與化學產業之貢獻度； V_4 ：生技與藥品產業之貢獻度； V_5 ：其他產業之貢獻度； V ：所有產業之總貢獻度。

間之滿意度⁹(R)為： $R_1 = \frac{25.38}{35.73} = 0.71 = 71.0\%$ ； $R_2 = \frac{25.43}{26.10} = 0.974 = 97.4\%$ ；

$R_3 = \frac{22.67}{26.25} = 0.864 = 86.4\%$ ； $R_4 = \frac{10.27}{18.14} = 0.566 = 56.6\%$ ； $R_5 = \frac{26.10}{34.58} = 0.755 = 75.5\%$

R 為所有單位的最大滿意度，而 r 則為所有單位的最小滿意度。將 $R = 97.4$ 與 $r = 56.6$ 代入公式(4.13)，求得 $R - r = 97.4 - 56.6 = 40.8(\%)$ 。

而上述方式僅依所有計畫貢獻度大小為選取之必要條件，雖可使各計畫的累積貢獻度為最大($V=283.54$)，但僅可滿足下階層的目標式與限制式之要求，但各單位滿意度之差距卻高達 40.8。

因此，我們必須重新調整並排序。首先計算所有產業的平均滿意度約為 78% ($R = (110/140) \cong 78.6\%$)。接著採用「線性規劃法」及「漸近法」來處理，區分各產業依計畫之貢獻度由大至小予以排序，然後再從各產業別中選取可獲補助之計畫，直至各產業的滿意度約達 78% 左右為止，除可使各產業的貢獻度達到最大外，也使各產業間滿意度的差距為最小，最後針對每一個計畫依其排序給定一個決策變數 x_{ij} 值(選取計畫 $x_{ij} = 1$ 、未選取計畫 $x_{ij} = 0$)，以作為預算分配之依據。經重新試算與排序後，求得各產業研發經費(c)、貢獻度(v)、決策變數(x)彙整詳如表 5.9～表 5.15。

表5.9 通訊與光電產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P	A15	A3	A17	A5	A14	A16	A12	A11	A4	A7	A13
c	1.51	0.44	8.19	1.39	0.94	1.30	2.14	2.12	1.34	0.91	3.22
v	8.24	8.17	7.40	6.65	5.99	4.53	3.85	3.74	3.03	3.00	2.99
	12	13	14								
P	A9	A6	A10								
c	0.34	1.39	2.67								
v	2.69	2.49	1.52								
											Σ
P											14
c											27.91
v											64.28

⁹ R_1 ：通訊與光電產業對研發經費分配之滿意程度； R_2 ：機械與航太產業之滿意程度； R_3 ：材料與化學產業之滿意程度； R_4 ：生技與藥品產業之滿意程度； R_5 ：其他產業之滿意程度。

表5.10 機械與航太產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>p</i>	B7	B6	B15	B12	B14	B5	B2	B4	B1	B8	B18
<i>c</i>	1.14	1.61	0.63	1.37	0.54	0.48	0.70	1.92	0.27	1.67	1.12
<i>v</i>	7.97	7.89	7.08	6.48	6.24	5.21	4.95	4.90	4.42	4.12	4.05
	12	13	14	15							
<i>p</i>	B10	B19	B13	B20							
<i>c</i>	1.92	1.30	0.75	5.34							
<i>v</i>	3.94	3.74	2.89	2.79							
											Σ
<i>p</i>											15
<i>c</i>											20.77
<i>v</i>											76.67

表5.11 材料與化工產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>p</i>	C3	C9	C12	C14	C18	C17	C15	C6	C7	C10	C22
<i>c</i>	0.12	0.25	2.77	1.10	1.77	0.61	0.90	1.82	2.12	2.70	0.83
<i>v</i>	9.51	5.19	5.02	4.66	4.47	4.26	4.18	4.07	4.05	3.85	3.71
	12	13	14	15	16	17	18	19			
<i>p</i>	C5	C1	C11	C13	C19	C16	C8	C20			
<i>c</i>	0.59	1.48	0.65	1.43	0.46	0.23	0.14	0.22			
<i>v</i>	3.58	3.49	3.26	3.08	2.74	2.53	2.47	2.29			
											Σ
<i>p</i>											19
<i>c</i>											20.21
<i>v</i>											76.42

表5.12 生技與藥品產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>p</i>	D12	D10	D8	D14	D1	D5	D15	D6	D2	D13	D3
<i>c</i>	1.66	1.35	1.18	0.80	1.49	0.92	1.88	0.98	0.76	0.90	1.08
<i>v</i>	11.02	3.69	3.59	3.56	2.52	2.51	2.12	1.96	1.77	1.66	1.61
	12	13									
<i>p</i>	D4	D9									
<i>c</i>	0.41	0.83									
<i>v</i>	1.26	1.16									
											Σ
<i>p</i>											13
<i>c</i>											14.24
<i>v</i>											38.42

表5.13 其他產業研發經費、貢獻度(由大至小)彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	Σ
P	E2	E9	E7	E8	E6	E5	E4	7
c	3.35	0.28	3.49	1.09	0.96	16.92	0.71	26.81
v	5.79	4.19	2.76	2.23	2.18	2.15	1.76	21.07

表5.14 各產業每筆計畫之決策變數彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
B	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
C	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
D	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
E	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表5.15 各產業經核准之計畫預算表

產業別	計畫申請數 (筆)	計畫核准數 (筆)	預算申請 金額(億元)	預算核准 金額(億元)	預算分配 百分比
通訊與光電	17	14	35.73	27.91	25.4
機械與航太	21	15	26.10	20.77	18.9
材料與化工	22	19	26.25	20.21	18.4
生技與藥品	17	13	18.14	14.24	12.9
其他產業	10	7	34.58	26.81	24.4
Σ	87	68	140.8	109.94	100.0

經重新排序後，在總研發經費的限制下，共選取 68 筆計畫。而各產業之平均貢獻度(V)為： $V_1 = \sum v_{1j} = 64.28$ ； $V_2 = \sum v_{2j} = 76.67$ ； $V_3 = \sum v_{3j} = 76.42$ ；

$V_4 = \sum v_{4j} = 38.42$ ； $V_5 = \sum v_{5j} = 21.07$ ；

$$V = \sum v_i = 64.28 + 76.67 + 76.42 + 38.42 + 21.07 = 276.86$$

另依表 5.15 各產業可獲核准之預算分配額度，計算出各產業的滿意度(R)分別為： $R_1 = 78.1\%$ 、 $R_2 = 79.6\%$ 、 $R_3 = 77.0\%$ 、 $R_4 = 78.5\%$ 、 $R_5 = 77.5\%$ ，再將 $R = 79.6$ 與 $r = 77.0$ 代入公式(4.13)，求得 $R - r = 79.6 - 77.0 = 2.6(\%)$ 。此結果使各產業各自的貢獻度仍可達到最大之要求外，各產業滿意度之差距卻從原來的 40.8 大幅縮減至 2.6，而所有產業累積之總貢獻度也僅從 283.54 小幅微降至 276.86，由此可知，此分配結果為有效解。故經濟部技術處可據表 5.9～表 5.13 執行研發經費之分配。

經上述演算過程所得的預算分配，已確能達到各產業所產出的相對價值為最大，及滿意度之差距為最小之雙重目標。

5.4 討論

1. 準則權重的影響：

本研究對評估準則權重的設定，係以經濟部技術處近年來對評估準則的重視程度為依據，依計畫可產出的利潤、技術引進與移轉、專利獲得與應用、論文、研討會、及其他服務之順序，賦予得點的方式產生，再依每個準則的得點計算出相對權重，最後再以此權重求取每個計畫預期產出的研發效益與貢獻度，此意即使用同一種尺度來評估不同產業的研發成果，這種缺乏彈性的評估方法，將導致新興產業的績效低落。從表 5.16 對專案計畫貢獻度前、後 10 名的分析發現，以利潤為導向的權重設計下，生技與藥品產業的 17 筆研發計畫就高達 6 筆計畫敬陪末座。因此，若僅以同一種尺度來衡量不同產業績效，將會導致評估的結果失真，進而影響研發經費的合理分配。

表5.16 專案計畫貢獻度前、後 10 名分析表

產業別	貢獻度前 10 名			貢獻度後 10 名		
通訊與光電	4	40%	(1)	1	10%	(3)
機械與航太	4	40%	(1)	1	10%	(3)
材料與化工	1	10%	(3)	0	0%	(5)
生技與藥品	1	10%	(3)	6	60%	(1)
其他產業	0	0%	(5)	2	20%	(2)

2. 產業貢獻度的比較：

檢視表 5.17 產業研發計畫所產出之貢獻度，在法人科技專案的 87 筆計畫中，計有 23 筆研發計畫所產出之貢獻度低於 2 以下，佔總計畫數的 26%。另就各別產業的貢獻度而言，生技與藥品產業的貢獻度在 2 以下的計畫數佔該產業全部計畫數的 59%，但貢獻度在 5 以上的計畫數僅有 1 件，佔該產業全部計畫數的 6%；而材料與化學產業在 2 以下貢獻度的計畫數僅佔該產業全部計畫數的 9%。由此可知，生技與藥品產業目前仍處於萌芽階段，故貢獻度呈現普遍偏低的情形；材料與化學產業應處於成長階段，後續研發潛力實足；而通訊與光電、機械與航太則屬於成熟型產業，若研發技術若不能突破創新，則貢獻度將可能逐漸萎縮。

表5.17 產業研發計畫貢獻度分析表

產業別	2 以下			2~5			5 以上		
通訊與光電	4	23%	(3)	8	48%	(4)	5	29%	(1)
機械與航太	3	14%	(4)	12	57%	(2)	6	29%	(2)
材料與化工	2	9%	(5)	17	77%	(1)	3	14%	(3)
生技與藥品	10	59%	(1)	6	35%	(5)	1	6%	(5)
其他產業	4	40%	(2)	5	50%	(3)	1	10%	(4)
Σ	23	26%		48	55%		16	19%	

3. 傳統排序的預算分配模式：

本研究在執行第一次科專計畫預算分配實證時，係採傳統「貢獻度排序」之模式實施預算分配，該模式僅以研發計畫可預期產出的貢獻度作為主要依據，將 93 年度所有 87 筆專案計畫依其研發的貢獻大小予以排序，並在總預算 110 億元的限制下進行預算分配，其分配結果如表 5.6~5.8。

將各產業計畫申請預算與獲准分配的預算對照調製成圖 5.2，從圖中觀察發現，機械與航太產業被核准之研發預算佔年度總預算的 23.2%，較申請預算的 18.5% 大幅提昇了 4.7%，而生技與藥品產業被核准之研發預算佔總預算的 9.4%，較申請預算的 12.9%，

下降了 3.5%。僅以貢獻度大小排序之預算分配模式，表面上似乎可使科專計畫所產出之貢獻予以極大化，但卻可能因申請與獲准預算額度的變化幅度太大，而造成預算在產業間的快速挪移與震盪，此種結果將不利於產業間的均衡發展。

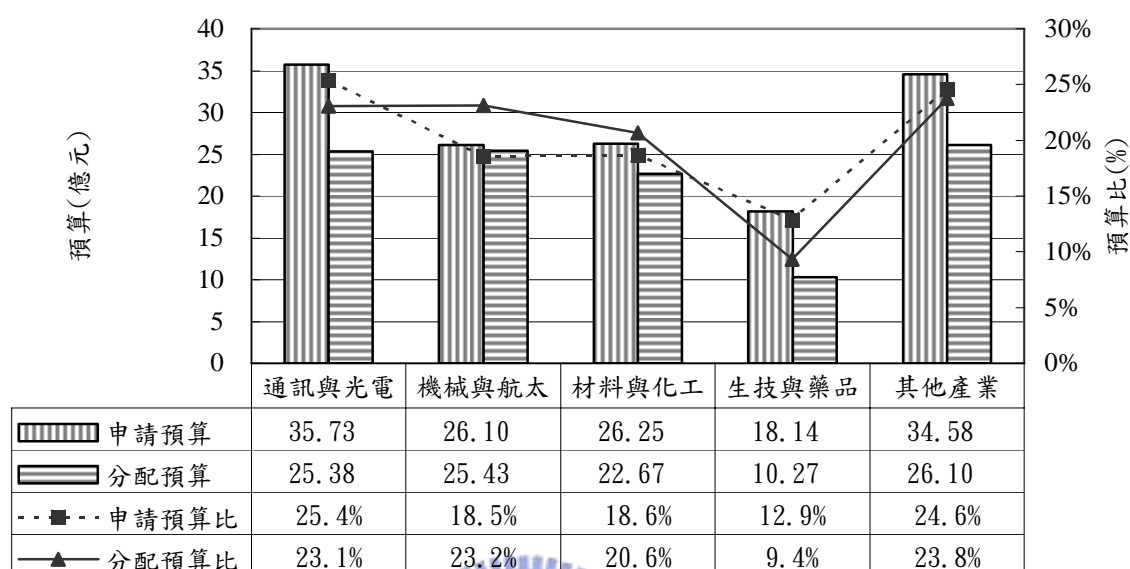


圖5.2 傳統排序之預算分配對照

4. 二階層線性規劃的預算分配模式：

本研究在執行第二次科專計畫預算分配實證時，係以「二階層線性規劃」之模式進行預算分配，此模式除考量研發計畫可預期產出的貢獻度外，亦顧及產業間未來整體的均衡發展。因此，在預算分配時，應先律定各業產間適切的預算分配比例，再將 93 年度 87 筆專案計畫區分產業別，並依其貢獻度大小予以排序，在總預算 110 億元的限制下執行預算分配，使各產業科專計畫預期產出的貢獻度為最大，也使各產業間對預算分配的滿意程度差距為最小，分配結果如表 5.9~5.15。

將各產業計畫申請預算與獲准分配的預算對照調製成圖 5.3，從圖中觀察發現，各產業間計畫申請的預算分配比例與獲核准的預算分配比例之變化幅度明顯縮小，其預算分配結果將不致對產業發展造成劇烈的衝擊，使每個產業皆能在國家政策的指導與培植下均衡地發展。

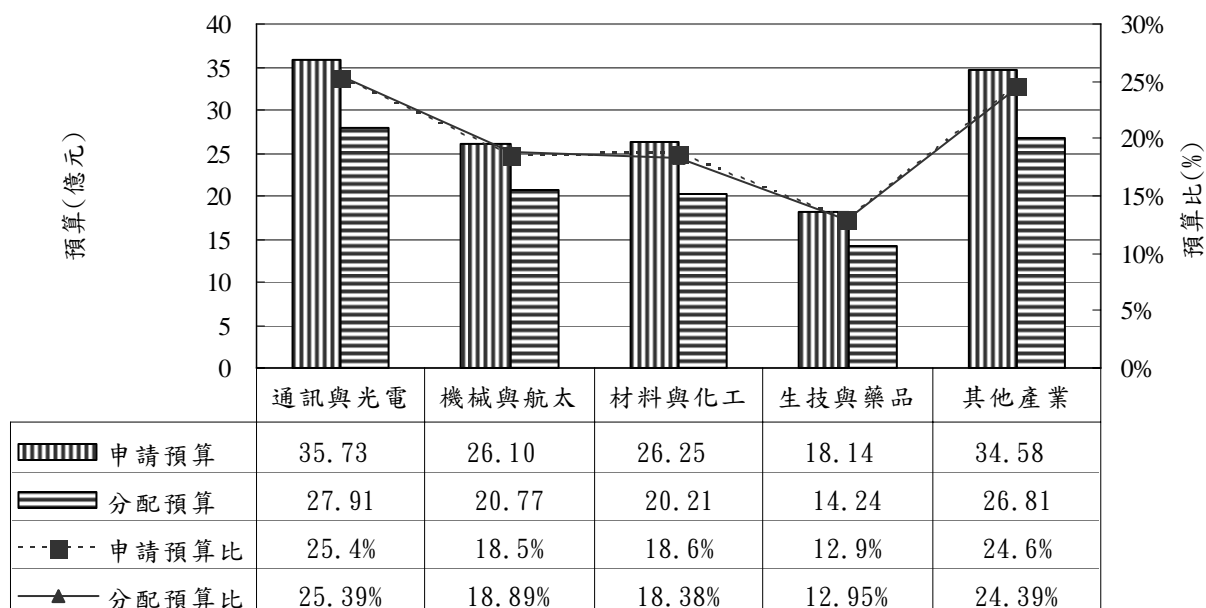


圖5.3 二階層線性規劃之預算分配對照

5. 預算分配模式的比較：

本研究於實證的過程中，係採用傳統的「貢獻度排序」模式及「二階層線性規劃」模式進行預算分配，並將二種分配模式的所產生的貢獻度與滿意度調製成圖 5.4。圖中所示貢獻度(1)：係由傳統規劃(貢獻度大小排序)模式求得；貢獻度(2)：係二階層規劃模式求得；滿意度(1)：傳統規劃模式求得；滿意度(2)：二階層規劃模式求得。

從圖上觀察發現，採用傳統規劃模式進行預算分配時，機械與航太產業對預算分配的滿意度高達 97.4%，而生技與藥品產業對預算分配的滿意度卻僅達 56.6%，機械及生技兩個產業對滿意程度的差距竟然高達 40.8%，可見傳統規劃模式將造成年度的研發經費過度集中於機械與航太產業，而直接影響了生技與藥品產業的整體發展；若改採二階層線性規劃模式進行預算分配時，則各產業的滿意程度落差將從原來的 40.8% 大幅縮減至 2.6%，雖然機械與航太產業、及材料與藥品產業可獲分配的經費減少，滿意度略呈下降情形，但其遭刪除的均為該產業中研發成效不佳的計畫，如此作法卻有助於新興的生技與藥品產業之萌芽與發展。由此可知，二階層線性規劃之預算分配模式是不失為一種合理的解決方法。

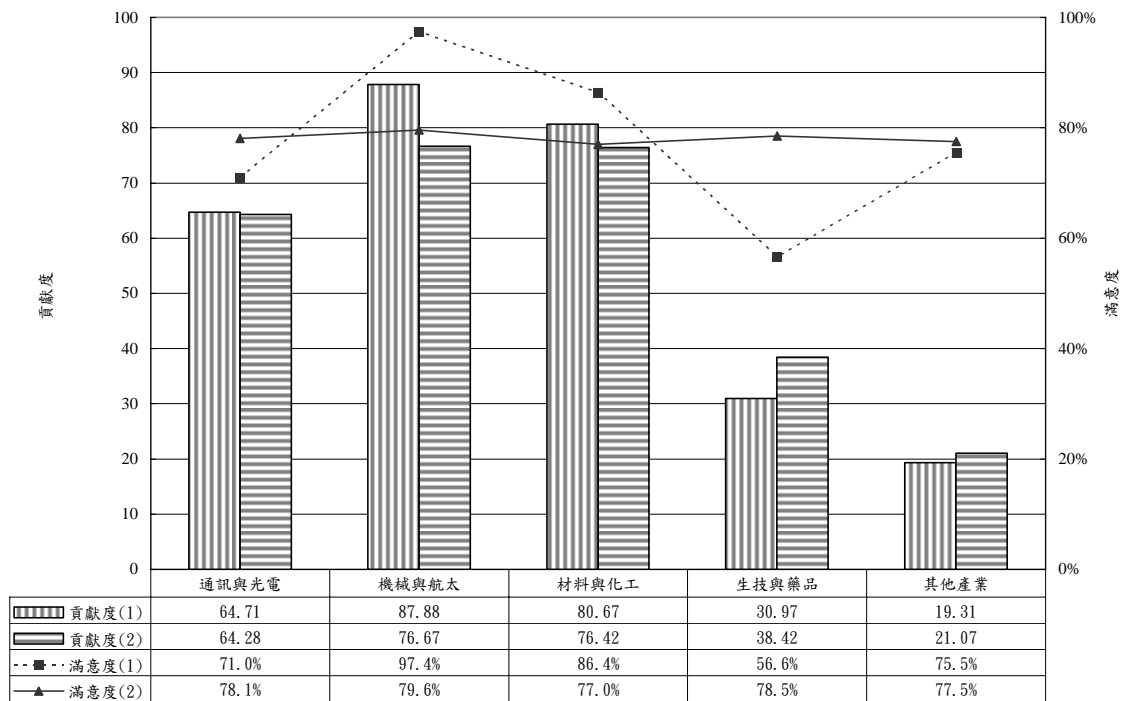


圖5.4 各產業科專計畫貢獻度與滿意度對照



第六章 結論與建議

二階層資源分配模型建構的主要精神乃在總資源的限制下，上階層盡可能要求下階層資源需求單位各計畫的總效益為最大，同時必須嚴格控制下階層所分配資源的差異為最小，藉以求取資源分配的最適化。本研究經模型的建構與實證分析後，已獲致相當的研究成果與貢獻，惟同時也發現一些本研究未能涵蓋的問題，特綜整於結論與建議中，以利後續之研究。


6.1 結論

1. 資源配置二階層線性規劃模型對階層權責的劃分、及理性決策的表達，可使得資源的分配、命令的執行、目標的達成、及下階層的權利與意見，都可以得到合理的考量及充分的表達，這不但可消除過去主觀經驗判斷及簡易數學方法處理過程所產生的缺點，亦可使整個資源規劃達到決策支援之目的及功效。
2. 透過二階層線性規劃理論之探討，建構資源配置最適化之二階層線性規劃模型，經實證發現，本模型確能讓經濟部在總研發經費的限制條件，及不影響產業均衡發展的前題下，促使各產業的研發計畫預期產出的貢獻度為最大，並可同時追求各產業間所獲預算分配的差異為最小，達到預算分配最適化之要求。未來將針對其他類型的資源進行實證研究，以強化此模型的操作性。
3. 本研究藉由「法人科技專案計畫」實際進行操作，以驗證預算分配模式之可行性與實用性，並提出具體的求解方法和步驟。經實證確知，此分配的方法具有簡單明確又易於操作的特質，不但可解決上、下二個階層間對資源分配的取捨問題，亦可有效降低資源過度集中的現象，能將有限資源作充分有效的發揮，以達到價值最大化的目標。

4. 本研究最大的貢獻在於結合了改良式的 Fishbein 模式，將單位績效值導入二階層線性規劃模式，建構出一個客觀的「資源分配」模型，並採取自創的「漸近法(successive approximations)」求解方式，來取代傳統以專家主觀經驗來判斷的分配模式，這種以兩階層雙向的互動模式打破了過去由上而下的單向思維模式，不但可使資源分配者與被分配者均覺得公平與滿意，更可將有限的資源達到最有「效率」的運用。
5. 在進行實證的過程中，發現科專計畫審查的評估準則與權重均不易獲得，因此改採文獻分析與專家討論的方式來萃取準則與設定權重，這是本研究最大的限制因素，所幸這對資源配置二階層線性規劃模型在操作上與管理上的意涵影響甚微，惟未來在作更深入的研究時，若能獲取更貼進真實與具體的準則變數與權重，對模型的解釋將更具說服力。

6.2 建議

1. 制定「產業評估標準」：



法人科技專案計畫目前概區分為通訊與光電、機械與航太、材料與化工、生技與藥品等四個產業，每個產業所處的產業環境與定位均不盡相同，所以會呈現不同的產業特性與發展，因而導致不同的研發方向與研究重點。生技與藥品產業因仍處於萌芽階段，故研發成果應以期刊、論文、或專利申請為主，而通訊與光電產業已進入成熟期，故研發成果以能創造出的利潤為評估標準，基此，經濟部應依每個產業的特性重新建立不同的評估標準，並作為研發經費分配之依據，方不致因評估的偏差而扭曲了產業的發展。

2. 設定「貢獻臨界值」：

從表 5.16 得知，除生技與藥品產業因產業的特性而導致貢獻度普遍呈現不佳的情形外，通訊與光電產業的貢獻度亦不盡理想，這種現象將不利於科技專案計畫的長遠發展。因此，經濟部技術處應針對每一個產業特性，分別設定一個合理的臨界值(Critical Point)，作為研發績效控管的機制，凡年度科專計畫所預期的研發貢獻低於產業的臨界

值時，則要求相關機構將全案重新檢討或撤消，期使每筆獲准核定的專案計畫均能達到一定的貢獻水準之上。

3. 建立「獎懲配套機制」：

科專預算的分配主要係以研發計畫可預期產出的研發成果為主要審查依據，而在年度財政預算的限制條件下，預算的配置多少都會發生一些排擠的現象，為避免產業間因過度競爭而衍生出研發計畫浮報成果的情形，經濟部應研擬相關獎懲配套機制，嚴格控管研發經費執行情形，舉凡發現有預算支用不當、或研發成效不佳的計畫時，應即予以懲處，以昭公信；另對於研發績效卓著、或特殊貢獻之計畫，應適時著予獎勵，以提升研發士氣。



參考文獻

一、中文部份

1. 2004 科技研究發展專案簡介，經濟部技術處，2004 年。
2. 丁志權，中美英三國教育經費財源與分配制度之比較研究，師大書苑，台北，1999 年。
3. 方彥勇，「知識經濟體系下政府協助產業創新之研究－以業界開發產業技術計畫為例」，國立中山大學公共事務管理研究所，碩士論文，2003 年。
4. 王健全，「科技專案經費分配之優先順序：專家的觀點」，亞太經濟管理評價，第 4 卷第 1 期，1-17 頁，2000 年。
5. 王慶富，專案管理，聯經出版社，台北，1996 年。
6. 全國科技動態調查，http://www.nsc.gov.tw/tech/pub_data_main.asp。
7. 吳坤暉，「國防資源最適分配之二階多目標規劃」，交通大學經營管理研究所，碩士論文，2002 年。
8. 周妍劭，「專家為主、指標為輔－科技專案績效考評作業運作模式」，台灣經濟研究月刊，第 27 卷 1 期：27-33 頁，2004 年。
9. 周霞麗等，九十二年度科技專案執行年報，經濟部技術處，台北，2004 年。
10. 林全、王震武、林文瑛，中央對國民中小學教育經費補助制度之研究，行政院教育改革審議委員會，台北，1996 年。
11. 林宜嫻，統籌分配款大餅、怎麼切才公平，光華畫報雜誌社，2004 年，http://www.sinorama.com.tw/ch/print_issue.php3?id=2000118911034c.txt&mag=past。
12. 林欣吾，「一般科專計畫績效評估指標」，台灣經濟研究月刊，第 25 卷 11 期，62-71 頁，2002 年。
13. 林治廷，「科技研究發展專案的連續多期效率評估」，國立交通大學工業工程與管

理所，碩士論文，2000 年。

14. 孫克難，「政府角色與科技專案經費分配的理論基礎」，經濟情勢暨評論，第 4 卷第 1 期，106-126 頁，2004 年。
15. 高強、高重光，「由資源分配提升多單位組織之整體效率」，中山管理評論，第 2 卷 2 期，18-28 頁，1994 年。
16. 高敬文、劉慶中，國民小學日常決策流程及資源分配的研究—以高屏地區為例，行政院教育改革審議委員會，台北，1996 年。
17. 許光華、何文榮，專案管理—理論與實務，華泰書局，台北，1998 年。
18. 許榮榕，系統方法專案管理，天一圖書公司，台北，1995 年。
19. 陳智勇，「供應商於供給不足下分配方法之研究」，國立臺灣大學商學研究所，碩士論文，1999 年。
20. 馮正民、林佳宜，「大眾運輸補貼分配制度與模式之研發」，運輸計劃季刊，第 27 卷第 1 期，51-76 頁，1998 年。
21. 黃瓊雅，二十一世紀科技驅勢報告—總論，行政院國家科學委員會科學技術資料中心，台北，2001 年。
22. 楊有恆、劉宜欣、虞孝成，「國防工業訓儲員額核配二階層規劃模式」，第三屆工研院創新與科技管理研討會論文集，新竹，2004 年。
23. 經濟部技術處全球資訊網，<http://doit.moea.gov.tw/03know/product.asp>。
24. 經濟部技術處產業創新研發中心推動計畫，
http://innovation.tdp.org.tw/group/application/tdp_innovation/index.php。
25. 經濟部技術處業界開發產業技術計畫，
http://innovation1.tdp.org.tw/group/application/tdp_itdp/index.php。
26. 葉金成、李蕭傳，「國防環境、戰略和資源分配之關係--適合我國情境之預算分配政策分析」，國防管理學院學報，第 16 期，33-44 頁，1995 年。
27. 虞孝成、吳念祖，「台灣科技專案業界合作制度的演進與趨勢探討」，政策研究學

報，第 2 期，1-18 頁，2002 年。

28. 鄭定洲，「國防資源分配多目標規劃之探討」，國防管理學院學報，第 3 期，9-24 頁，1985 年。
29. 鄧進財，「完整背包問題之研究」，科學發展，第 5 卷第 4 期，309-319 頁，1977 年。
30. 羅華美，「經濟部科技專案計畫管理面面觀－以法人科專為例」，台灣經濟研究月刊，第 27 卷 1 期，21-26 頁，2004 年。
31. 顧志遠，「高等教育單位之生產力評估與資源分配整合模式研究」，管理與系統，第 6 卷第 3 期，347-364 頁，1999 年。



二、英文部份

32. Bellman, R., "Notes on the Theory of Dynamic Programming IV – Maximization over Discrete Sets", Nav. Res. Log. Quart., No.3, pp.67-70,1956.
33. Cassidy G., Kirby M. J. L., and Raike W. M., "Efficient Distribution of Resources Through Three Levels of Government", Management Science, Vol.17, No.8, pp.462-473, 1971.
34. Cleland, David I., & King, William R., Systems Analysis and Project Management, McGraw-Hill, New York, 1983.
35. Dantzig, G. B., "Discrete-Variable Extremum Problems", Operations Research, No.5, pp.266, 1957.
36. Fishbein, M., Attitude Theory and Measurement, John Wiley & Sons., New York, 1975.
37. Gilmore, P. C. & Gomory, R. E., "Multi-Stage Cutting Stock Problem of Two and More Dimensions", Operations Research, No.13, pp.94-120, 1965.
38. Hart, S. M., "An efficient solution for the linear bilevel programming problem: Theory and technique", Master's Thesis, University of Nebraska at Omaha, 1989.
39. Jaffe, A. B., "Economic Analysis of Research Spillovers: Implications for the Advanced Technology Program", 1996, <http://www.atp.nist.gov/eao/gcr708.htm>.
40. Jinn-Tsair Teng & F. K. Hwang, "A Matrix Algorithm for Larger Knapsack Problems", Bulletin of The Institute of Mathematics Academia Sinica, Vol.6, No.1, pp.197-201, 1978.
41. Khorramshahgol, R. and Moustakis, V. S., "Delphi Hierarchy Process(DHP): A Methodology for Priority Setting Derived from the Delphi Method and Analytical Hierarchy Process", European Journal of Operations Research, Vol.37, No.3, pp.347-354, 1988.
42. Land, A. & Doig, A., "An Automatic Method of Solving Discrete Programming

- Problems”, Econometrica, No.28, pp.497-520, 1960.
43. Liu Yi-Hsin & Hart Stephen M., “Characterizing an Optimal Solution to the Linear Bi-level Programming Problem”, European Journal of Operational Research, Vol.73, No.1, pp.164-166, 1994.
44. Liu Yi-Hsin & Thomas H. Spencer, “Solving a Bilevel Linear Program When the Inner Decision Maker Controls Few”, European Journal of Operational Research, Vol.81, No.3, pp.644-651, 1995.
45. Lorie, J., & Savage, L. J., “Three Problems in Capital Rationing”, Journal of Bussiness., 1955.
46. OECD, Policy Evaluation in Innovation and Technology – Towards Best Practices, Paris, 1999.
47. Shuh-Tzy Hsu, An-Der Huang & Ue-Pyng Wen, “Linear Multi-Division Bi-level Programming Problem”, Journal of the Chinese of Industrial Engineers, Vol.10, No.4, pp.257-262, 1993.
48. Wayne, F., “Multilevel Optimization”, University at Buffalo, Industrial Engineering, 2002, http://www.acsu.buffalo.edu/~bialas/info/whatis_x.html.
49. Wen Ue-Pyng and Hsu Shuh-Tzy, “Linear Bilevel Programming Problems – A Review”, Operational Research Society, Vol.42, No.2, pp.125-133, 1991.

附錄 1 九十二年度法人科技專案成果統計

單位：新台幣千元

Item	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9
A1	10	81	301	29	0.0	27,202.0	0.0	1,434.0	0.0
A2	1	4	195	2	0.0	0.0	620.0	2,000.0	0.0
A3	10	21	124	20	0.0	322.0	1,000.0	25,628.0	3,110,000.0
A4	4	90	4,653	15	0.0	2,384.5	2,094.9	4,384.0	0.0
A5	23	68	966	54	0.0	7,605.7	3,998.4	5,314.3	2,571,400.0
A6	16	23	1,314	16	0.0	2,893.1	2,499.2	0.0	840,000.0
A7	17	28	821	13	0.0	679.1	2,755.4	7,281.0	1,267,000.0
A8	9	14	351	0	0.0	0.0	1,180.3	472.5	275,000.0
A9	7	19	290	1	0.0	500.0	1,398.0	4,700.0	161,500.0
A10	3	35	630	6	0.0	1,600.0	51,223.0	0.0	0.0
A11	32	55	587	31	0.0	6,839.5	6,297.8	150.0	3,405,943.0
A12	24	99	653	30	903.0	5,094.3	6,837.1	4,520.0	4,084,000.0
A13	31	76	783	54	0.0	5,668.0	7,914.2	5,167.2	4,145,000.0
A14	13	9	196	17	0.0	4,750.0	490.3	142,374.8	1,871,000.0
A15	24	22	59	71	0.0	8,569.6	2,450.0	320,582.3	1,268,400.0
A16	20	40	1,208	5	9,000.0	0.0	8,330.0	3,418.9	3,900,000.0
A17	104	275	2,459	220	531.0	43,411.2	14,357.9	306,440.2	44,347,507.0
B1	18	14	140	5	0.0	390.0	1,050.0	964.1	120,000.0
B2	17	46	327	14	0.0	300.0	3,200.0	36,295.3	1,985,200.0
B3	3	11	270	1	0.0	560.0	2,850.0	1,593.4	710,000.0
B4	14	87	40,669	5	0.0	560.0	9,900.0	19,913.3	45,000.0
B5	14	40	269	5	2,062.2	757.6	2,000.0	2,118.9	785,000.0
B6	26	72	576	21	0.0	564.0	5,700.0	8,791.4	20,420,000.0
B7	11	44	99	38	0.0	773.3	2,200.0	109,835.0	9,628,000.0
B8	25	126	542	11	0.0	1,720.0	12,200.0	161,679.5	1,987,214.0
B9	10	18	398	8	0.0	1,678.7	2,800.0	25,096.5	605,000.0
B10	21	102	519	1	0.0	360.0	0.0	273,400.0	5,664,900.0
B11	33	32	521	3	0.0	241.5	11,887.3	113,034.0	519,000.0
B12	7	132	144	16	4,877.8	901.1	1,750.0	85,878.0	7,541,674.5
B13	8	21	105	7	0.0	240.0	3,600.0	664.7	2,175,000.0
B14	21	11	340	32	0.0	1,545.4	1,000.0	0.0	195,500.0
B15	4	24	155	3	0.0	7,880.0	13,974.0	0.0	280,450.0
B16	18	52	230	4	0.0	40.0	1,578.0	8,320.0	613,000.0
B17	9	8	2,779	5	0.0	200.0	700.0	4,920.0	0.0
B18	17	42	110	2	9,188.0	100.0	9,865.0	29,610.3	870,507.0

B19	24	41	16	14	0.0	399.0	26,364.0	33,730.9	2,576,400.0
B20	98	211	1,093	54	0.0	5,376.4	18,600.0	243,209.5	1,883,892.5
B21	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C1	17	56	589	24	0.0	1,871.0	2,400.0	48,237.9	2,487,000.0
C2	21	36	368	11	0.0	1,320.0	4,745.0	6,417.9	487,600.0
C3	5	5	830	0	0.0	399.1	0.0	833.5	1,455,000.0
C4	6	13	500	4	0.0	500.0	2,150.0	30,870.0	2,550,000.0
C5	6	26	1,310	8	0.0	2,076.7	0.0	412.8	296,670.0
C6	28	32	85	13	9,000.0	2,714.0	12,270.0	131,992.0	796,650.0
C7	22	29	2,085	5	17,850.0	1,643.0	7,600.0	129,790.0	826,600.0
C8	6	2	0	1	0.0	200.0	0.0	230.9	122,500.0
C9	8	3	58	5	0.0	350.0	0.0	30,866.7	636,000.0
C10	82	90	1,032	21	7,472.0	5,329.7	5,700.0	53,643.9	2,603,000.0
C11	9	16	0	12	0.0	0.0	0.0	2,401.0	2,100,000.0
C12	68	68	1,951	55	0.0	10,803.6	2,900.0	95,012.2	5,526,000.0
C13	27	24	309	12	0.0	1,622.9	3,400.0	95,477.4	2,060,700.0
C14	35	28	312	5	0.0	1,040.0	6,300.0	982.4	6,418,000.0
C15	11	43	692	18	0.0	400.0	3,500.0	2,813.2	2,982,400.0
C16	6	11	410	0	0.0	300.0	300.0	1,502.1	180,000.0
C17	40	47	1,300	0	0.0	1,498.0	1,200.0	6,118.0	331,205.0
C18	117	42	2,266	23	0.0	2,334.5	14,100.0	118,333.2	352,036.0
C19	6	10	10	4	0.0	250.0	300.0	27.6	1,420,000.0
C20	7	5	108	3	0.0	0.0	0.0	2,677.0	93,615.0
C21	48	52	946	5	0.0	511.4	400.0	49,773.0	5,537,440.0
C22	38	57	2,378	0	1,567.0	350.0	1,044.0	27,663.0	385,600.0
D1	1	94	0	6	6,779.6	172.0	0.0	1,411.0	732,000.0
D2	22	13	30	2	0.0	250.0	800.0	449.0	907,000.0
D3	18	24	312	8	0.0	125.0	2,810.0	13,676.1	306,500.0
D4	2	12	0	4	0.0	0.0	300.0	4,549.5	0.0
D5	29	11	312	1	4,100.0	125.0	3,300.0	6,300.0	277,460.0
D6	19	6	190	0	4,800.0	0.0	1,350.0	12,807.6	12,912.4
D7	9	23	168	0	0.0	0.0	1,820.0	851.5	0.0
D8	35	51	95	9	0.0	3,530.0	1,860.0	5,003.0	1,536,000.0
D9	2	42	310	3	0.0	0.0	2,062.0	21.0	0.0
D10	17	34	11,499	12	3,220.0	500.0	4,900.0	24,411.9	102,000.0
D11	8	16	59	1	0.0	0.0	2,900.0	51,877.1	3,500.0
D12	5	10	181	6	68,431.0	871.0	1,800.0	34,879.3	550,000.0
D13	10	35	0	0	0.0	0.0	2,400.0	6,720.4	1,303,000.0
D14	10	4	188	5	0.0	3,000.0	21,689.9	16.7	151,500.0
D15	13	61	0	7	0.0	3,562.7	0.0	56,836.0	1,031,235.0

D16	16	4	0	0	0.0	0.0	951.0	140.0	0.0
D17	1	0	150	8	0.0	100.0	0.0	15,377.1	1,633,240.0
E1	8	52	2,036	0	6,747.0	247.6	8,549.5	6,796.3	235,000.0
E2	13	102	4,930	158	029.0	50.0	13,300.0	16,528.3	4,200,000.0
E3	30	174	5,506	0	0.0	0.0	6,120.0	0.0	0.0
E4	21	28	2,365	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E5	446	717	2,154	107	21,815.0	1,500.0	70,394.8	23,506.9	0.0
E6	25	66	140	5	0.0	145.9	4,789.4	300.0	0.0
E7	53	201	17,975	0	0.0	0.0	18,843.6	175,287.0	0.0
E8	11	99	1,966	0	0.0	225.0	7,773.6	2,744.0	4,948.0
E9	13	57	346	0	0.0	0.0	0.0	2,870.0	0.0
E10	0	30	2,025	0	0.0	0.0	17,200.0	0.0	0.0

註：A：通訊與光電產業；B：機械與航太產業；C：材料與化學產業；D：生技與藥品產業；E：其他產業；k1：論文篇數；k2：研究報告篇數；k3：研討會人數；k4：專利獲得應用件數；k5：技術引進金額；k6：技術移轉金額；k7：分包研究金額；k8：委託及工業服務金額；k9：促成產業投資金額。

資料來源：經濟部技術處「九十二年度科技專案執行年報」，頁 163-168。



附錄 2 九十二年度法人科技專案標準化之績效值

Item	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9
A1	-0.302	0.304	-0.257	0.514	-0.270	4.385	-0.572	-0.529	-0.392
A2	-0.480	-0.584	-0.279	-0.432	-0.270	-0.387	-0.511	-0.521	-0.392
A3	-0.302	-0.388	-0.293	0.199	-0.270	-0.331	-0.474	-0.178	0.189
A4	-0.421	0.408	0.635	0.023	-0.270	0.031	-0.367	-0.486	-0.392
A5	-0.044	0.154	-0.121	1.390	-0.270	0.947	-0.181	-0.473	0.088
A6	-0.183	-0.365	-0.050	0.058	-0.270	0.120	-0.328	-0.550	-0.235
A7	-0.163	-0.307	-0.151	-0.047	-0.270	-0.268	-0.302	-0.444	-0.155
A8	-0.322	-0.469	-0.247	-0.502	-0.270	-0.387	-0.456	-0.543	-0.340
A9	-0.361	-0.411	-0.259	-0.467	-0.270	-0.299	-0.435	-0.482	-0.362
A10	-0.440	-0.226	-0.190	-0.292	-0.270	-0.107	4.436	-0.550	-0.392
A11	0.134	0.004	-0.199	0.584	-0.270	0.813	0.044	-0.548	0.244
A12	-0.025	0.511	-0.185	0.549	-0.181	0.506	0.097	-0.484	0.371
A13	0.114	0.246	-0.158	1.390	-0.270	0.607	0.202	-0.475	0.382
A14	-0.242	-0.526	-0.279	0.093	-0.270	0.446	-0.524	1.520	-0.042
A15	-0.025	-0.376	-0.307	1.986	-0.270	1.116	-0.332	4.110	-0.155
A16	-0.104	-0.169	-0.071	-0.327	0.625	-0.387	0.243	-0.500	0.337
A17	1.559	2.541	0.185	7.207	-0.218	7.228	0.832	3.905	7.890
B1	-0.143	-0.469	-0.290	-0.327	-0.270	-0.319	-0.469	-0.536	-0.369
B2	-0.163	-0.100	-0.252	-0.012	-0.270	-0.335	-0.259	-0.023	-0.021
B3	-0.440	-0.503	-0.264	-0.467	-0.270	-0.289	-0.293	-0.527	-0.259
B4	-0.223	0.373	8.015	-0.327	-0.270	-0.289	0.396	-0.261	-0.383
B5	-0.223	-0.169	-0.264	-0.327	-0.065	-0.254	-0.376	-0.519	-0.245
B6	0.015	0.200	-0.201	0.234	-0.270	-0.288	-0.015	-0.422	3.421
B7	-0.282	-0.123	-0.299	0.829	-0.270	-0.252	-0.357	1.047	1.406
B8	-0.005	0.823	-0.208	-0.117	-0.270	-0.085	0.621	1.800	-0.021
B9	-0.302	-0.423	-0.237	-0.222	-0.270	-0.093	-0.298	-0.185	-0.279
B10	-0.084	0.546	-0.212	-0.467	-0.270	-0.324	-0.572	3.424	0.666
B11	0.154	-0.261	-0.212	-0.397	-0.270	-0.345	0.590	1.093	-0.295
B12	-0.361	0.892	-0.289	0.058	0.215	-0.229	-0.401	0.698	1.017
B13	-0.341	-0.388	-0.297	-0.257	-0.270	-0.345	-0.220	-0.540	0.014
B14	-0.084	-0.503	-0.249	0.619	-0.270	-0.116	-0.474	-0.550	-0.355
B15	-0.421	-0.353	-0.287	-0.397	-0.270	0.995	0.794	-0.550	-0.339
B16	-0.143	-0.030	-0.272	-0.362	-0.270	-0.380	-0.418	-0.429	-0.277
B17	-0.322	-0.538	0.251	-0.327	-0.270	-0.352	-0.503	-0.479	-0.392
B18	-0.163	-0.146	-0.296	-0.432	0.644	-0.370	0.393	-0.120	-0.229
B19	-0.025	-0.157	-0.316	-0.012	-0.270	-0.317	2.006	-0.060	0.089
B20	1.440	1.803	-0.095	1.390	-0.270	0.556	1.247	2.986	-0.040

B21	-0.500	-0.630	-0.319	-0.502	-0.270	-0.387	-0.572	-0.550	-0.392
C1	-0.163	0.016	-0.198	0.339	-0.270	-0.059	-0.337	0.151	0.073
C2	-0.084	-0.215	-0.243	-0.117	-0.270	-0.156	-0.108	-0.457	-0.301
C3	-0.401	-0.572	-0.149	-0.502	-0.270	-0.317	-0.572	-0.538	-0.120
C4	-0.381	-0.480	-0.216	-0.362	-0.270	-0.299	-0.362	-0.101	0.084
C5	-0.381	-0.330	-0.050	-0.222	-0.270	-0.023	-0.572	-0.544	-0.336
C6	0.055	-0.261	-0.301	-0.047	0.625	0.089	0.628	1.369	-0.243
C7	-0.064	-0.296	0.108	-0.327	1.506	-0.099	0.171	1.337	-0.237
C8	-0.381	-0.607	-0.319	-0.467	-0.270	-0.352	-0.572	-0.547	-0.369
C9	-0.341	-0.595	-0.307	-0.327	-0.270	-0.326	-0.572	-0.101	-0.273
C10	1.124	0.408	-0.107	0.234	0.473	0.548	-0.015	0.230	0.094
C11	-0.322	-0.446	-0.319	-0.082	-0.270	-0.387	-0.572	-0.515	0.000
C12	0.846	0.154	0.081	1.425	-0.270	1.508	-0.288	0.831	0.640
C13	0.035	-0.353	-0.256	-0.082	-0.270	-0.102	-0.239	0.838	-0.007
C14	0.193	-0.307	-0.255	-0.327	-0.270	-0.205	0.044	-0.536	0.807
C15	-0.282	-0.134	-0.177	0.128	-0.270	-0.317	-0.230	-0.509	0.165
C16	-0.381	-0.503	-0.235	-0.502	-0.270	-0.335	-0.543	-0.528	-0.358
C17	0.292	-0.088	-0.052	-0.502	-0.270	-0.124	-0.455	-0.461	-0.330
C18	1.817	-0.146	0.145	0.304	-0.270	0.022	0.807	1.170	-0.326
C19	-0.381	-0.515	-0.317	-0.362	-0.270	-0.343	-0.543	-0.550	-0.127
C20	-0.361	-0.572	-0.297	-0.397	-0.270	-0.387	-0.572	-0.511	-0.374
C21	0.451	-0.030	-0.125	-0.327	-0.270	-0.297	-0.533	0.173	0.642
C22	0.253	0.027	0.168	-0.502	-0.114	-0.326	-0.470	-0.148	-0.320
D1	-0.480	0.454	-0.319	-0.292	0.404	-0.357	-0.572	-0.530	-0.255
D2	-0.064	-0.480	-0.313	-0.432	-0.270	-0.343	-0.494	-0.544	-0.222
D3	-0.143	-0.353	-0.255	-0.222	-0.270	-0.365	-0.297	-0.351	-0.334
D4	-0.460	-0.492	-0.319	-0.362	-0.270	-0.387	-0.543	-0.484	-0.392
D5	0.074	-0.503	-0.255	-0.467	0.138	-0.365	-0.249	-0.459	-0.340
D6	-0.124	-0.561	-0.280	-0.502	0.207	-0.387	-0.440	-0.364	-0.389
D7	-0.322	-0.365	-0.284	-0.502	-0.270	-0.387	-0.394	-0.538	-0.392
D8	0.193	-0.042	-0.299	-0.187	-0.270	0.232	-0.390	-0.477	-0.105
D9	-0.460	-0.146	-0.255	-0.397	-0.270	-0.387	-0.370	-0.550	-0.392
D10	-0.163	-0.238	2.037	-0.082	0.050	-0.299	-0.093	-0.195	-0.373
D11	-0.341	-0.446	-0.307	-0.467	-0.270	-0.387	-0.288	0.204	-0.391
D12	-0.401	-0.515	-0.282	-0.292	6.542	-0.234	-0.396	-0.043	-0.289
D13	-0.302	-0.226	-0.319	-0.502	-0.270	-0.387	-0.337	-0.452	-0.148
D14	-0.302	-0.584	-0.280	-0.327	-0.270	0.139	1.549	-0.550	-0.363
D15	-0.242	0.073	-0.319	-0.257	-0.270	0.238	-0.572	0.276	-0.199
D16	-0.183	-0.584	-0.319	-0.502	-0.270	-0.387	-0.479	-0.548	-0.392
D17	-0.480	-0.630	-0.288	-0.222	-0.270	-0.370	-0.572	-0.327	-0.087

E1	-0.341	-0.030	0.098	-0.502	0.401	-0.344	0.264	-0.451	-0.348
E2	-0.242	0.546	0.691	-0.467	5.506	-0.378	0.728	-0.310	0.393
E3	0.094	1.376	0.809	-0.502	-0.270	-0.387	0.026	-0.550	-0.392
E4	-0.084	-0.307	0.166	-0.502	-0.270	-0.387	-0.572	-0.550	-0.392
E5	8.330	7.637	0.123	3.247	1.901	-0.124	6.311	-0.208	-0.392
E6	-0.005	0.131	-0.290	-0.327	-0.270	-0.362	-0.104	-0.546	-0.392
E7	0.550	1.688	3.364	-0.502	-0.270	-0.387	1.270	1.998	-0.392
E8	-0.282	0.511	0.084	-0.502	-0.270	-0.348	0.188	-0.510	-0.391
E9	-0.242	0.027	-0.248	-0.502	-0.270	-0.387	-0.572	-0.508	-0.392
E10	-0.500	-0.284	0.096	-0.502	-0.270	-0.387	1.110	-0.550	-0.392



附錄 3 九十二年度法人科技專案正規化之績效值

Item	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9
A1	2.24	11.30	0.74	13.18	0.00	62.66	0.00	0.45	0.00
A2	0.22	0.56	0.48	0.91	0.00	0.00	0.88	0.62	0.00
A3	2.24	2.93	0.30	9.09	0.00	0.74	1.42	7.99	7.01
A4	0.90	12.55	11.44	6.82	0.00	5.49	2.98	1.37	0.00
A5	5.16	9.48	2.38	24.55	0.00	17.52	5.68	1.66	5.80
A6	3.59	3.21	3.23	7.27	0.00	6.66	3.55	0.00	1.89
A7	3.81	3.91	2.02	5.91	0.00	1.56	3.91	2.27	2.86
A8	2.02	1.95	0.86	0.00	0.00	0.00	1.68	0.15	0.62
A9	1.57	2.65	0.71	0.45	0.00	1.15	1.99	1.47	0.36
A10	0.67	4.88	1.55	2.73	0.00	3.69	72.77	0.00	0.00
A11	7.17	7.67	1.44	14.09	0.00	15.76	8.95	0.05	7.68
A12	5.38	13.81	1.61	13.64	1.32	11.73	9.71	1.41	9.21
A13	6.95	10.60	1.93	24.55	0.00	13.06	11.24	1.61	9.35
A14	2.91	1.26	0.48	7.73	0.00	10.94	0.70	44.41	4.22
A15	5.38	3.07	0.15	32.27	0.00	19.74	3.48	100.00	2.86
A16	4.48	5.58	2.97	2.27	13.15	0.00	11.83	1.07	8.79
A17	23.32	38.35	6.05	100.00	0.78	100.00	20.40	95.59	100.00
B1	4.04	1.95	0.34	2.27	0.00	0.90	1.49	0.30	0.27
B2	3.81	6.42	0.80	6.36	0.00	0.69	4.55	11.32	4.48
B3	0.67	1.53	0.66	0.45	0.00	1.29	4.05	0.50	1.60
B4	3.14	12.13	100.00	2.27	0.00	1.29	14.06	6.21	0.10
B5	3.14	5.58	0.66	2.27	3.01	1.75	2.84	0.66	1.77
B6	5.83	10.04	1.42	9.55	0.00	1.30	8.10	2.74	46.05
B7	2.47	6.14	0.24	17.27	0.00	1.78	3.13	34.26	21.71
B8	5.61	17.57	1.33	5.00	0.00	3.96	17.33	50.43	4.48
B9	2.24	2.51	0.98	3.64	0.00	3.87	3.98	7.83	1.36
B10	4.71	14.23	1.28	0.45	0.00	0.83	0.00	85.28	12.77
B11	7.40	4.46	1.28	1.36	0.00	0.56	16.89	35.26	1.17
B12	1.57	18.41	0.35	7.27	7.13	2.08	2.49	26.79	17.01
B13	1.79	2.93	0.26	3.18	0.00	0.55	5.11	0.21	4.90
B14	4.71	1.53	0.84	14.55	0.00	3.56	1.42	0.00	0.44
B15	0.90	3.35	0.38	1.36	0.00	18.15	19.85	0.00	0.63
B16	4.04	7.25	0.57	1.82	0.00	0.09	2.24	2.60	1.38
B17	2.02	1.12	6.83	2.27	0.00	0.46	0.99	1.53	0.00
B18	3.81	5.86	0.27	0.91	13.43	0.23	14.01	9.24	1.96
B19	5.38	5.72	0.04	6.36	0.00	0.92	37.45	10.52	5.81
B20	21.97	29.43	2.69	24.55	0.00	12.38	26.42	75.86	4.25

B21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	3.81	7.81	1.45	10.91	0.00	4.31	3.41	15.05	5.61
C2	4.71	5.02	0.90	5.00	0.00	3.04	6.74	2.00	1.10
C3	1.12	0.70	2.04	0.00	0.00	0.92	0.00	0.26	3.28
C4	1.35	1.81	1.23	1.82	0.00	1.15	3.05	9.63	5.75
C5	1.35	3.63	3.22	3.64	0.00	4.78	0.00	0.13	0.67
C6	6.28	4.46	0.21	5.91	13.15	6.25	17.43	41.17	1.80
C7	4.93	4.04	5.13	2.27	26.08	3.78	10.80	40.49	1.86
C8	1.35	0.28	0.00	0.45	0.00	0.46	0.00	0.07	0.28
C9	1.79	0.42	0.14	2.27	0.00	0.81	0.00	9.63	1.43
C10	18.39	12.55	2.54	9.55	10.92	12.28	8.10	16.73	5.87
C11	2.02	2.23	0.00	5.45	0.00	0.00	0.00	0.75	4.74
C12	15.25	9.48	4.80	25.00	0.00	24.89	4.12	29.64	12.46
C13	6.05	3.35	0.76	5.45	0.00	3.74	4.83	29.78	4.65
C14	7.85	3.91	0.77	2.27	0.00	2.40	8.95	0.31	14.47
C15	2.47	6.00	1.70	8.18	0.00	0.92	4.97	0.88	6.73
C16	1.35	1.53	1.01	0.00	0.00	0.69	0.43	0.47	0.41
C17	8.97	6.56	3.20	0.00	0.00	3.45	1.70	1.91	0.75
C18	26.23	5.86	5.57	10.45	0.00	5.38	20.03	36.91	0.79
C19	1.35	1.39	0.02	1.82	0.00	0.58	0.43	0.01	3.20
C20	1.57	0.70	0.27	1.36	0.00	0.00	0.00	0.84	0.21
C21	10.76	7.25	2.33	2.27	0.00	1.18	0.57	15.53	12.49
C22	8.52	7.95	5.85	0.00	2.29	0.81	1.48	8.63	0.87
D1	0.22	13.11	0.00	2.73	9.91	0.40	0.00	0.44	1.65
D2	4.93	1.81	0.07	0.91	0.00	0.58	1.14	0.14	2.05
D3	4.04	3.35	0.77	3.64	0.00	0.29	3.99	4.27	0.69
D4	0.45	1.67	0.00	1.82	0.00	0.00	0.43	1.42	0.00
D5	6.50	1.53	0.77	0.45	5.99	0.29	4.69	1.97	0.63
D6	4.26	0.84	0.47	0.00	7.01	0.00	1.92	4.00	0.03
D7	2.02	3.21	0.41	0.00	0.00	0.00	2.59	0.27	0.00
D8	7.85	7.11	0.23	4.09	0.00	8.13	2.64	1.56	3.46
D9	0.45	5.86	0.76	1.36	0.00	0.00	2.93	0.01	0.00
D10	3.81	4.74	28.27	5.45	4.71	1.15	6.96	7.61	0.23
D11	1.79	2.23	0.15	0.45	0.00	0.00	4.12	16.18	0.01
D12	1.12	1.39	0.45	2.73	100.00	2.01	2.56	10.88	1.24
D13	2.24	4.88	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	2.10	2.94
D14	2.24	0.56	0.46	2.27	0.00	6.91	30.81	0.01	0.34
D15	2.91	8.51	0.00	3.18	0.00	8.21	0.00	17.73	2.33
D16	3.59	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	0.04	0.00
D17	0.22	0.00	0.37	3.64	0.00	0.23	0.00	4.80	3.68

E1	1.79	7.25	5.01	0.00	9.86	0.57	12.15	2.12	0.53
E2	2.91	14.23	12.12	0.45	84.80	0.12	18.89	5.16	9.47
E3	6.73	24.27	13.54	0.00	0.00	0.00	8.69	0.00	0.00
E4	4.71	3.91	5.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	100.00	100.00	5.30	48.64	31.88	3.46	100.00	7.33	0.00
E6	5.61	9.21	0.34	2.27	0.00	0.34	6.80	0.09	0.00
E7	11.88	28.03	44.20	0.00	0.00	0.00	26.77	54.68	0.00
E8	2.47	13.81	4.83	0.00	0.00	0.52	11.04	0.86	0.01
E9	2.91	7.95	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00
E10	0.00	4.18	4.98	0.00	0.00	0.00	24.43	0.00	0.00

