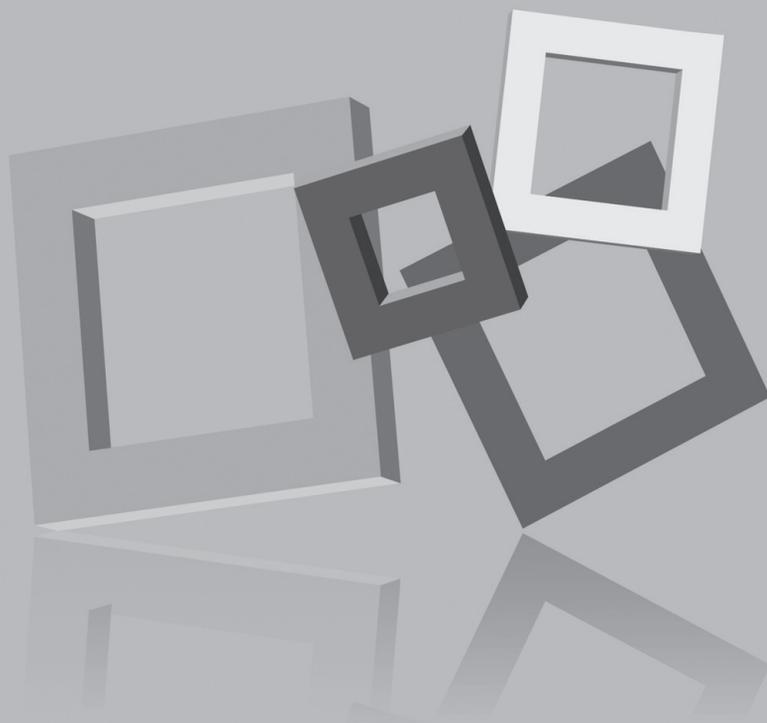


第一章

作業研究與軟體



資源有限、慾望無窮乃是自然的天律，如何配置有限資源並做最有效的利用更是人類社會活動的最高指導原則，也是進步的原動力。作業研究肇始於第二次世界大戰期間，一群英國科學家投入如何有效利用有限的戰爭物資，產生最大效用的決策分析研究。終戰後更多學者繼續投入研究，並引用到民間各行各業企業活動，這些研究發展出許多有效的決策分析技術，而形成「作業研究」一門科學。作業研究不僅是商學管理系所必修課程之一，近年來也是工程系所開設的重要課程，以培訓數學模式分析的管理與工程專才。

作業研究各種決策分析技術均需要冗長複雜的演算過程，使人工演算幾乎變為不可能；目前坊間有關作業研究的著作均僅強調演算方法的論述，而缺乏演算工具的提供或說明，使決策分析者縱有完整的企業決策模式，卻因面臨冗長複雜的演算過程而躊躇不前，以致無法達成決策分析的最後目的。本書除有詳細完整的作業研究技術論述外，更撰寫各種模式分析程式，以提供學習者及企業決策分析師快速精準的演算工具。決策分析師因有分析演算工具，可考量更接近現實的分析模式，或更多的決策方案模式，使企業更具競爭力。本章說明本書論述的各種作業研究技術內容及各種分析程式的功能，並說明作業研究軟體的安裝與使用說明。

1-1

作業研究論述內容

本書共分十二章，除本章說明作業研究軟體的安裝與使用外，各章論述內容概要說明如下：

第二章線性規劃：圖解法，線性規劃為作業研究的最重要一種決策分析技術，也是其他決策分析的基礎。本章乃以兩個決策變數的線性規劃模式為例，說明線性規劃的模式建置步驟，並以圖解法正確導入線性規劃模式求解的基本觀念，及各種可能解的意義與研判。

第三章線性規劃：單純法，論述線性規劃單純法（**Simplex Method**）的演算法則，各種特殊解的研判方法；另外針對限制式中具有大於小於或等於關係式的限制式，介紹大 M 法及兩階段法使單純法演算更臻完整。最後說明線性規劃單純法程式使用說明。

第四章線性規劃：軟體解，本章介紹微軟公司試算表軟體（Excel）內的規劃

求解 (Solver) 增益集 (Add-ins) 及相關函數的使用說明。規劃求解增益集為一個可以求解線性規劃模式、整數規劃模式，及非線性規劃模式的軟體工具。本章主要說明實數線性規劃模式求解的參數設定、選項設定、訊息與報表解讀等。另列舉許多線性規劃模式以供熟悉線性規劃模式的解題技術，增進規劃求解增益集的使用技術。另外規劃求解增益集亦可用以搜尋目標及多方案線性規劃問題。最後說明線性規劃 (LP) 一般解程式，使能求解任何線性規劃問題。

第五章敏感度分析與對偶問題，尋求線性規劃問題的最佳解固然是決策者的重要目標，但是最佳解並不是一成不變的。最佳解可能因為市場供需變化及競爭，使銷售獲利或製造成本或可用資源改變而改變。研究這些參數的變動對於最佳解的衝擊與影響稱為敏感度分析 (Sensitivity Analysis)。本章先以圖解法說明目標函數係數或限制式右端常數的改變對於最佳解及目標函數值的影響，以建立敏感度分析的基本觀念；再輔以如何從規劃求解 (Solver) 的報表讀取各種敏感度分析的資訊。本章最後論述對偶問題及原始問題的轉換與程式使用說明。

第六章運輸問題與指派問題，運輸問題與指派問題為線性規劃問題的特例。本章除論述規劃求解增益集在運輸問題與指派問題的應用外，並說明運輸問題與指派問題的單純法。西北角法及最佳效用法為運輸問題中求取初始解的方法，再輔以 MODI 法與踏石法以尋覓退出變數與進入變數。匈牙利法為指派問題的單純法。本章另附運輸問題與指派問題程式使用說明。

第七章整數線性規劃，說明整數線性規劃的意義、分類與應用。限制決策變數為整數或 0 與 1 可以更方便、有效來描述真實世界，使線性模式更接近事實。固定開銷問題 (Fixed-Charged Problem)、涵蓋面問題 (Set-Covering Problem)、片段式線性函數 (Piecewise Linear Function) 的處理及限制式 OR 關係的處理等，均為整數規劃的特殊應用。限制決策變數為整數或 0 與 1 反而使模式求解方法更趨複雜；單純法必須經過修正才可適用，但仍相當複雜而不甚適用，因此許多特殊解法相繼研發而出。規劃求解增益集仍可有效、簡單的求解整數線性規劃模式；其他如分支界限法 (Branch and Bound)、隱含列舉法 (Implicit Enumeration) 及切面法 (Cutting Plane Algorithm) 均是整數規劃的特殊解法。本章含有分支界限法及隱含列舉法程式及其使用說明。

第八章多準則決策規劃，線性規劃技術可為決策者尋覓多個決策變數在各種限制條件下的單一準則 (Single Criterion) 或目標 (最大利潤，最小成本) 的最佳解；但決策者可能需要同時兼顧考量多項準則 (Multiple Criteria) 以獲得最佳的決

策。這些多項決策準則間或有相互矛盾或競爭之問題，因此尚難獲得所有準則均處最佳狀態的最佳解，技術上僅能求得多項準則的最佳妥協解決方案（Compromise Solution）。多準則決策規劃即是一種尋覓多準則決策問題最佳妥協解決方案的規劃技術。本章討論目標規劃（Goal Programming）與層級分析法（Analytic Hierarchy Process）兩種多準則規劃技術，並附有相關程式以紓解複雜的演算程序。

第九章網路模式，數學規劃實務問題可以網路模式充分描述與解決。本章論述的網路模式有最小跨越樹（Minimum Spanning Tree）、最短路徑（Shortest Path）、最大流量（Maximum Flow）、最小成本網路流量（Minimum Cost Network Flow Problem, MCNFP）等問題，並附相關程式及其使用說明。

第十章計畫評核術與要徑法，為網路模式的一種特殊應用；任何非常規性的任務或專案，由於缺乏經常性的經驗或牽涉許多人力、物力、財力等多方面資源的整體配合，如何能在預定時程及預算內圓滿達成任務，是一種重要的管理技術。這種任務或專案可能大至各項國家經濟建設的推展，小到公司的廠房建設、產品研發、設備安裝、個人的房屋修繕或婚喪喜慶活動籌備等，均須許多人力、部門與資源的協助與配合。這種大型或複雜的專案已不允許單靠專案經理人的記憶來推動專案的進行，而須以某種文件方式讓相關部門瞭解整體進展與配合時程，造成管理上的一大挑戰。

專案經理人應該隨時掌握整個專案可以完成的時間及準時完成的機率；專案中每一作業項目應該何時才能開始，何時必須完成，以免影響下一個工作項目的進行；哪些工作項目必須準時開始，準時完成，否則便影響整個專案完成時程；哪些工作項目可以配合資源的調用，而有一些工作開始與完成的寬裕時間及寬裕時間的長短；如有工作項目延遲到位，應能評估其對整個專案進程的影響，及是否需要趕工措施、趕工所需配合資源的評量等諸問題，以便讓上司瞭解工作的進展，讓相關部門適時的配合與支援，讓下游工作人員或包商知所配合，甚至是責任釐清的根據。本章提供計畫評核術與要徑法相關程式，使專案管理更臻完整與簡便。

第十一章動態規劃，有些決策規劃問題因為未能符合線性規劃的比例性、可加性、可分性等基本假設，而無法使用線性規劃技術求解之。動態規劃是將此類問題的 n 個決策變數分成 n 個階段（Stage）的子問題，然後先解最容易的子問題，接著利用已被解的子問題的解，求解另一子問題，直到原問題被求解為止的一種技術。本章論述最短（長）路徑問題、背包最佳裝填問題、通用資源配置問題、人力規劃問題、設備更新問題、生產計畫問題、生產批量問題（Wagner-Whitin演算法及

Silver-Meal演算法)等問題並附有各問題的求解程式。

第十二章非線性規劃，有些決策規劃問題因為未能符合目標函數，或限制式線性關係的基本要求，而無法使用線性規劃技術求解之。非線性函數的型態及行為變化太大，致無法獲得單一解法可以適用於各類型非線性函數的非線性規劃問題；不同類型的非線性目標函數及（或）非線性限制式函數，使非線性規劃問題的解法更為複雜且解法效率偏低。規劃求解（Solver）增益集仍可用以求解一般性的非線性規劃問題。本章論述單變數非線性模式、單峰單變數函數的黃金搜尋法、二分搜尋法、多變數函數凹凸性研判、無束約多變數非線性規劃的最陡峭下降法、等式關係非線性模式、不等式關係非線性模式、可分離規劃、最適方向漸進法等論述與程式，最後並提供非線性規劃一般解程式及其使用說明。

1-2

作業研究軟體功能

作業研究軟體按線性規劃（Linear Programming）、運輸問題（Transportation）、指派問題（Assignment）、多準則決策分析、網路模式（Network Model）、PERT 與 CPM、動態規劃（Dynamic Programming）、非線性規劃（NLP）等大類說明如下：

線性規劃（Linear Programming）內有單純法（Simplex Method）、分支界限法（Branch and Bound）、純 0-1 整數線性規劃、線性規劃（LP）一般解等四個程式。各程式功能說明如下表：

線性規劃（Linear Programming）	
程式名稱	程式功能
單純法（Simplex Method）	適用於決策變數全為實數，限制式可以有 =、≥、≤ 等，程式自動研判是否需要經過兩階段法演算或僅一階段演算即可。本程式顯示整個單純法的第一階段及第二階段的全部演算過程與數據，並研判無解、無限值解、消失解、多重解或唯一解。
分支界限法（Branch and Bound）	適用於決策變數中含有整數限制的線性規劃模式，本程式顯示全程變數分支與目標值界限的完整過程與數據。
純 0-1 整數線性規劃	適用於決策變數僅為 0 或 1 的純整數線性規劃模式，亦即隱含列舉法；全程列舉每一步驟的最佳組合與可行組合。
線性規劃（LP）一般解	可適用於任何線性規劃模式的求解，決策變數可以是實數、整數、0 或 1 的二元變數或任意組合，限制式當然也可以是 =、≥、≤ 等關係式；屬最一般化的線性規劃模式求解程式。

運輸問題 (Transportation) 內有西北角法求初始解、最佳效用法求初始解、Solver 解運輸問題等三個程式。各程式功能說明如下表：

運輸問題 (Transportation)	
程式名稱	程式功能
西北角法求初始解	求解運輸表的西北角法初始解。
最佳效用法求初始解	求解運輸表的最佳效用法初始解。
Solver 解運輸問題	以試算表中的規劃求解增益集求解運輸問題。

指派問題 (Assignment) 內有 Solver 解指派問題程式。其程式功能說明如下表：

指派問題 (Assignment)	
程式名稱	程式功能
Solver 解指派問題	以試算表中的規劃求解增益集求解指派問題。

多準則決策分析內有加權目標法 (Weights Method)、優先目標法 (Preemptive Method)、層級分析法 (AHP) 等三個程式。各程式功能說明如下表：

多準則決策分析	
程式名稱	程式功能
加權目標法 (Weights Method)	加權目標法乃將多個目標方程式的線性規劃模式中的各個目標方程式加權變成一個目標函數，再以線性規劃求解之。
優先目標法 (Preemptive Method)	優先目標法乃將多個目標方程式的線性規劃模式中的各個目標方程式，依決策者主觀的優先順序建立不同目標函數，以線性規劃模式求解之，再於原線性規劃模式中添增限制式以保證優先目標的實現；再依次求解次要優先目標，直到所有目標方程式均已加入線性規劃模式求解。
層級分析法 (AHP)	某些決策問題的決策準則或限制條件不能以函數或方程式表示之而僅能憑決策者的偏好、直覺來研判，則可使用層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 技術加以分析。AHP 程式依據決策者對每一個決策準則賦予一個偏好度，再對每一個決策方案，針對不同決策準則賦予偏好度 (成對比較矩陣)，最後依據偏好度成對矩陣依次計算各決策方案對決策準則的優先度，及各決策方案的總優先度；最高總優先度的決策方案則為最佳方案。

網路模式 (Network Model) 內有最小跨越樹 (Minimum Spanning Tree)、網路弧線長排序表、最短路徑代克思托 (Dijkstra) 演算法、Excel 解 Dijkstra 試算表、最短路徑福樂得 (Floyd) 演算法、Excel 解 Floyd 試算表、最大流量 (Maximum Flow Problem)、Excel 解最大流量、最小成本網路流量問題 (MCNFP)、Excel 解

MCNFP 等十個程式。各程式功能說明如下表：

網路模式 (Network Model)	
程式名稱	程式功能
最小跨越樹 (Minimum Spanning Tree)	本程式乃依據最小跨越樹 (Minimum Spanning Tree) 演算法提供快速的最小跨越樹演算結果，顯示獲選的弧線及最小跨越樹的總長度。
網路弧線長排序表	為便於人工推演最小跨越樹演算法，本程式提供按弧線長度大小的排序表。
最短路徑代克思托 (Dijkstra) 演算法	本程式依據最短路徑的代克思托 (Dijkstra) 演算法推算網路模式中從網路起點到任意終點的最短路徑及路徑總長度。
Excel 解 Dijkstra 試算表	依據 Dijkstra 試算表中的網路各弧線起訖點及弧線長度，利用試算表的求解規劃增益集求解最短路徑及路徑總長度。
最短路徑福樂得 (Floyd) 演算法	本程式依據最短路徑的福樂得 (Floyd) 演算法推算網路模式中從網路任意起點到任意終點的最短路徑及路徑總長度。
Excel 解 Floyd 試算表	依據 Floyd 試算表中的網路各弧線起訖點及弧線長度，利用試算表的求解規劃增益集求解最短路徑及路徑總長度。
最大流量 (Maximum Flow Problem)	本程式推演網路的最大流量，演算結果顯示最大流量、所有通透路徑及路徑流量，及網路中各路徑的流量。
Excel 解最大流量	依據各路徑流量及方向性試算表，利用試算表的求解規劃增益集求解最大流量及各路徑流量。
最小成本網路流量問題 (MCNFP)	依據網路中各路徑的流量上下限、單位運輸成本及各節點的流入 (出) 量，推算整個網路的最低運輸成本的各路徑流量。
Excel 解 MCNFP	依據網路中各路徑的流量上下限、單位運輸成本及各節點的流入 (出) 量，以試算表中規劃求解增益集推算整個網路的最低運輸成本的各路徑流量。

PERT 與 CPM 內有時間排程、推算指定完成時間的機率、成本排程、成本控制、最佳趕工方案等五個程式。各程式功能說明如下表：

PERT與CPM	
程式名稱	程式功能
時間排程	根據專案中各作業項目所需作業時間及作業項目的前後關係，推算各個作業項目的最早、最晚作業開始時間，最早、最晚作業完成時間，及各作業項目的寬裕時間，最後研判整個專案的完成時間及要徑作業項目。如果作業項目所需時間僅知完成的樂觀時間、最可能時間、悲觀時間，則可推算專案完成時間及完成機率。
推算指定完成時間的機率	如果因為缺乏專案經驗，對於每一個作業項目所需完成時間並無法確知，但可提供完成每一作業項目的最可能時間、樂觀時間、悲觀時間，則本程式也可推算在指定時間內完成的機率。
成本排程	依據時間排程及各作業項目所需資金，推算各作業項目在最早、最晚作業開始時間各作業項目所需總資金，以備財務部門籌措配合資金。

PERT與CPM	
程式名稱	程式功能
成本控制	週期性的依據作業項目的完成百分數及所投入資金推算各作業項目的預算超支情形，以備財務部門與工程部門檢討資金控制與工程進度的依據。
最佳趕工方案	如需趕工，則應由工程部門評估進度落後的作業項目可以趕工縮短的時間、所需增加投入的資金及預定完成時間，以線性規劃法推算最佳的趕工方案。

動態規劃（Dynamic Programming）內有最短（長）路徑演算、背包最佳裝填演算（傳統法）、進行背包最佳裝填演算（漸增法）、通用資源配置演算、人力規劃演算法、設備更新策略演算、生產計畫演算、生產批量 Wagner-Whitin 演算法、生產批量 Silver-Meal 演算法等九個程式。各程式功能說明如下表：

動態規劃（Dynamic Programming）	
程式名稱	程式功能
最短（長）路徑演算	本程式可推算網路模式中的最短（長）路徑及路徑長。
背包最佳裝填演算（傳統法）	背包最佳裝填問題為僅含一個線性限制式的線性規劃模式，傳統背包最佳裝填演算法可推求背包裝填的最佳資源配置。
進行背包最佳裝填演算（漸增法）	背包最佳裝填問題為僅含一個線性限制式的線性規劃模式，漸增背包最佳裝填演算法可推求背包裝填的最佳資源配置。
通用資源配置演算	背包最佳裝填問題僅適用於每裝載一種物品的獲益均與裝載件數成比例關係；若不符合前述目標函數值與決策變數成比例關係，則必須使用通用資源配置演算始可獲解。
人力規劃演算法	任何工程或專案的人力需求隨工程或專案的進行而有變化。人力規劃演算法乃依據預知之專案全程需要人力及人力僱用或解僱所發生的費用，規劃最經濟的專案進行期間人力僱用計畫。
設備更新策略演算	生產設備使用時間愈長，可能增加設備維護費用並降低生產效率；設備更新策略演算乃依據設備的維修費用及生產效益資訊，規劃未來一定期間內最經濟的設備繼續使用或更新的設備使用規劃。
生產計畫演算	本程式依據目前庫存量、未來一定週期的需求量及生產期間發生的固定備產成本（Setup Cost）與變動的單位生產成本推估各週期的生產量。
生產批量 Wagner-Whitin 演算法	當庫存量及（或）生產量的數值較大或並非整數時，生產計畫演算法的計算表格勢必很大且有繁多計算，殊屬困難。生產批量 Wagner-Whitin 演算法則可處理庫存量及（或）生產量的數值較大或並非整數的情形。
生產批量 Silver-Meal 演算法	當庫存量及（或）生產量的數值較大或並非整數時，生產計畫演算法的計算表格勢必很大且有繁多計算。生產批量 Silver-Meal 演算法則可處理庫存量及（或）生產量的數值較大或並非整數的情形。

非線性規劃（NLP）內有函數凹凸性判斷（對角線法）、函數凹凸性判斷（行列式法）、黃金分割搜尋法演算、二分搜尋法演算、求解實係數多項式根值、單變數靜止點尋覓演算、最陡峭下降法演算、最適方向漸進法演算、可分離規劃演算、

非線性規劃（NLP）一般解演算等 12 個程式。各程式功能說明如下表：

非線性規劃（NLP）	
程式名稱	程式功能
函數凹凸性判斷 （對角線法）	以對角線法研判多變數非線性函數在某一點的函數赫斯矩陣的正定（嚴格凸性）、半正定（寬鬆凸性）、負定（嚴格凹性）、半負定（寬鬆凹性）或不定（非凹非凸性）。
函數凹凸性判斷 （行列式法）	以行列式法研判多變數非線性函數在某一點的函數赫斯矩陣的正定（嚴格凸性）、半正定（寬鬆凸性）、負定（嚴格凹性）、半負定（寬鬆凹性）或不定（非凹非凸性）。
黃金分割搜尋法演算	本程式以黃金分割搜尋法尋覓單峰單變數在指定區間內的極值。
二分搜尋法演算	本程式以二分搜尋法尋覓單峰單變數在指定區間內的極值。
求解實係數多項式根值	單變數非線性函數尋覓靜止點以推求極值時，當函數中變數的方次較高時，需要求解一元多次方程式的根值。本程式可以求解任意高次的一元多次方程式的根值。
單變數靜止點尋覓演算	本程式與求解實係數多項式根值功能相同，只因所解的一元多次方程式為某一單變數非線性函數的一階導數函數，故所得根值即為靜止點。
最陡峭下降法演算	本程式適用於無束約多變數非線性目標函數極值的尋覓，並顯示各次趨近最佳值的起點與移動距離。
最適方向漸進法演算	本程式適用於僅含有線性限制式的非線性規劃模式以最適方向逐步趨近最佳解點。
可分離規劃演算	本程式求解符合可分離規劃條件的非線性規劃模式，並顯示其修正後的線性規劃模式。
非線性規劃（NLP）一般解	本程式使用試算表中規劃求解增益集求解任意含有線性及非線性限制式，實數、整數或 0、1 整數的決策變數的非線性規劃模式。

1-3

作業研究軟體安裝

作業研究所附的作業研究軟體為適用於微軟公司 Microsoft Excel 2000 版本以上的試算表軟體，其安裝步驟如下：

1. 將本書所附「五南作業研究軟體」光碟片置入與主機連線的光碟機（假設光碟機設置在H槽）。
2. 執行作業研究軟體的自我解壓縮程式「五南作業研究軟體.exe」。

由視窗左下方工作列上，選擇  開始 \ 執行(R) 並輸入 H:\五南作業研究軟體.exe 如圖 1-3-1 以執行光碟上的「五南作業研究軟體.exe」執行檔。執行後出現

圖 1-3-2 畫面。另外亦可進入檔案總管，找尋「五南作業研究軟體」光碟上唯一的執行檔「五南作業研究軟體.exe」，以滑鼠雙擊（Double-Click）「五南作業研究軟體.exe」執行檔，出現圖 1-3-2 畫面。

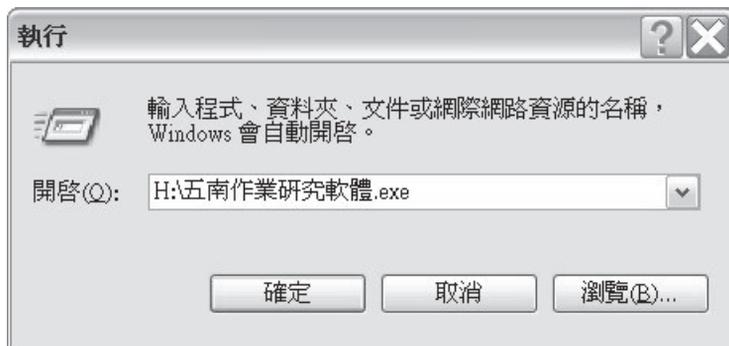


圖 1-3-1

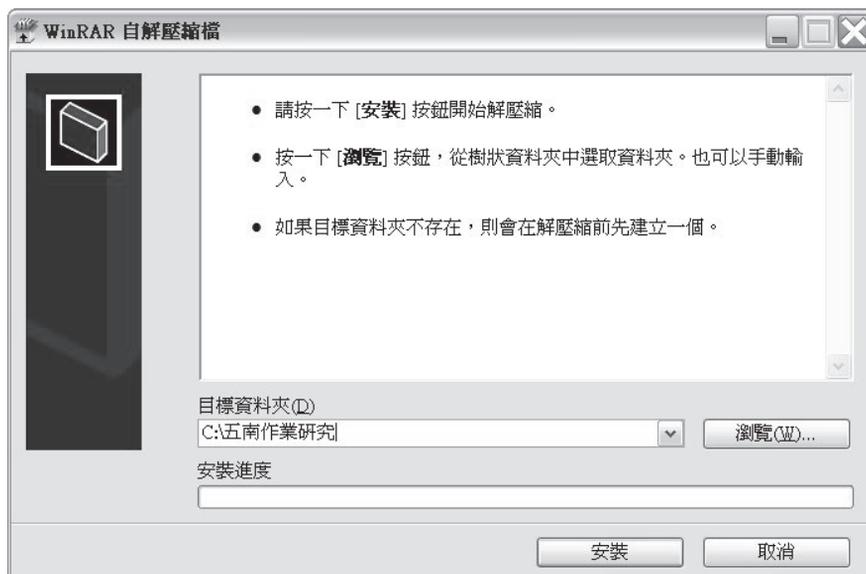


圖 1-3-2

3. 選擇「作業研究軟體」存放位置。

如圖 1-3-2 作業研究軟體存放的預設資料夾為「C:\五南作業研究」，可以不修改或直接修改軟體所欲存放的資料夾或單擊「瀏覽(w)...」鈕以選擇軟體所欲存放的資料夾。資料夾選定後，單擊「安裝」按鈕以將軟體解壓縮並存放