

產業自動化－營建業自動化計畫成果報告
計畫名稱：營建業自動化諮詢服務之內容規劃

執行期間：81年 7月 1日至82年 6月30日

營建業自動化諮詢服務之內容規劃
－營建業自動化機具諮詢服務系統之研究

計畫主持人：彭雲宏

共同主持人：梁 樾

Richard L.Tucker

研究人員：張正和 陳志勇

章紀川 李宏仁

謝定亞 郭斯傑

廖施仁 謝鴻財

王榮進 李啓全

主辦單位：內政部建築研究所籌備處

執行單位：中華民國營建管理協會

中華民國八十二年六月三十日

摘要

【關鍵詞：自動化機具、管理資訊系統、評選模組、麥金塔、四度空間】

以自動化施工機具提昇生產力、確保品質與減少現場技術人力需求為目前國內營建業最重要的工作之一。然由於自動化機具資訊不足常造成資源的重複浪費與營建工程的推展困難。本研究以營建工程之需求與機具特性分析自動化施工機具所應具備的特性項，並利用管理資訊系統與決策支援系統的觀念規劃一個自動化機具評選模組，以協助工程人員確認具自動化潛能的工程項目並評估不同型式自動化機具所產生的經濟性效益，以有效選擇適當的機具。此雛型系統之初步案例建構在麥金塔(MacintoshTM)電腦之四度空間(4th DimensionTM)軟體系統環境上，以驗證系統發展之可行性。

CONSTRUCTION MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATED EQUIPMENT CONSULTATION

Key Words: construction information system, equipment, automation, consultation

ABSTRACT

Automation is an important approach that may reduce skill labor requirement and improve productivity. To assist management in making better decisions concerning automated construction equipment selection, this research utilizes a structured system analysis approach to build a proto-type system on an environment with Macintosh IIvxTM and 4th DimensionTM. This proto-type consists of a database system for managing data related to construction equipments and some application programs for using these data effectively.

Based on net present value method, an analytic framework built on top of this data base system is also illustrated to help management in evaluating and comparing current existing equipments. This proto-type system has been tested and verified by experienced engineers from RESA. Further tuning and tailoring may be needed for implementing in a different system environment.

目 錄

圖目錄	VI
表目錄	IX
第一章 緒論	1
1 · 1 研究動向	1
1 · 2 研究目的	3
1 · 3 研究內容	4
第二章 文獻探討	5
2 · 1 營建自動化施工機具之定義	5
2 · 2 自動化機具現況概述	6
2 · 2 · 1 國內自動化機具現況	7
2 · 2 · 2 國外自動化機具現況	7
2 · 3 營建自動化機具管理系統	9
2 · 3 · 1 營建自動化機具管理系統現況簡介	9
2 · 3 · 2 營建自動化機具管理系統之內涵	12
2 · 4 自動化機具選用評估模式	13
2 · 4 · 1 自動化機具選用評估考慮因素	14
2 · 4 · 2 自動化機具選用評估方法之比較	16
第三章 營建自動化機具諮詢服務系統模式建立與 系統分析	21
3 · 1 營建自動化機具諮詢服務功能界定	21
3 · 2 自動化機具選用評估模組模式建立	26

3 · 3 管理資訊系統之發展	34
3 · 3 · 1 管理資訊系統之探討	34
3 · 3 · 2 結構化系分析方法之探討	37
3 · 4 營建自動化諮詢服務系統分析	40
3 · 4 · 1 營建自動化機具諮詢服務系統定位	40
3 · 4 · 2 問題確認	42
3 · 4 · 3 系統可行性分析	43
3 · 4 · 4 分析	43
3 · 5 營建自動化機具諮詢服務系統架構	57
第四章 營建自動化機具諮詢服務雛型系統資料庫 設計	60
4 · 1 資料庫概述	61
4 · 1 · 1 資料庫發展之背景與定義	61
4 · 1 · 2 資料庫設計之步驟	62
4 · 1 · 3 資料庫分析設計之工具－E R M	64
4 · 2 資料庫設計之需求定義	67
4 · 2 · 1 定義資料庫的範圍	69
4 · 2 · 2 選擇需求定義的方法	73
4 · 2 · 3 確定使用者觀點	73
4 · 2 · 4 定出資料結構模式及資料庫限制	74
4 · 3 資料庫之概念設計	90
4 · 3 · 1 概念設計模式	91
4 · 3 · 2 邏輯取得對應	92

第五章 營建自動化機具諮詢服務雛型系統建構與 應用實例	96
5・1 雛型系統之建構	96
5・1・1 雛建構軟硬體設備	96
5・1・2 螢幕畫面、輸出入格式、使用介面之設計 ..	97
5・1・3 雛型系統功能	103
5・2 雛型系統使用實例	106
第六章 結論與建議	121
6・1 結論	121
6・2 建議	123
參考文獻	124
附錄一	128

圖目錄

圖 2 - 1	營建工程自動化機具設備管理系統架構圖	10
圖 2 - 2	Skibniewski&Chao AHP分析層級	18
圖 3 - 1	管理資訊系統架構	36
圖 3 - 2	系統發展生命週期	38
圖 3 - 3	系統使用者族羣	46
圖 3 - 4	營造商機具取得作業流程圖	49
圖 3 - 5	營建業自動化機具諮詢服務作業流程	51
圖 3 - 6	自動化機具取得資料流程圖 (第一階)	54
圖 3 - 7	第二階資料流程圖 (1 · 0)	54
圖 3 - 8	第三階資料流程圖 (1 · 3)	55
圖 3 - 9	第三階資料流程圖 (1 · 4)	56
圖 3 - 1 0	第二階資料流程圖 (2 · 0)	56
圖 3 - 1 1	第三階資料流程圖 (2 · 5)	57
圖 3 - 1 2	營建自動化機具諮詢服務系統架構	59
圖 4 - 1	三綱目架構與資料庫設計步驟之對應	63
圖 4 - 2	一對一關係 E R 圖	66
圖 4 - 3	一對多關係 E R 圖	67
圖 4 - 4	多對多關係 E R 圖	67
圖 4 - 5	需求定義之步驟	68
圖 4 - 6	研究、設計單位觀點 E R 圖	70
圖 4 - 7	營造商觀點 E R 圖	70
圖 4 - 8	機具商觀點 E R 圖	71

圖 4 - 9	諮詢中心觀點 E R 圖	71
圖 4 - 1 0	諮詢服務中心組織 E R 圖	72
圖 4 - 1 1	使用者觀點	74
圖 4 - 1 2	新機具登錄單使用者需求觀點	76
圖 4 - 1 3	新機具登錄單 E R 圖	77
圖 4 - 1 4	機具登錄單使用者觀點定義	78
圖 4 - 1 5	定義域定義圖域	78
圖 4 - 1 6	使用實績登錄單觀點	80
圖 4 - 1 7	使用實績登錄單 E R 圖	80
圖 4 - 1 8	使用實績登錄單觀點定義	81
圖 4 - 1 9	供應商報告單觀點	
圖 4 - 2 0	供應商報告單 E R 圖	82
圖 4 - 2 1	供應商報告單觀點定義	83
圖 4 - 2 2	可使用機具報告單觀點	84
圖 4 - 2 3	可使用機具報告單觀點 E R 圖	84
圖 4 - 2 4	可使用機具報告單觀點 E R 圖	85
圖 4 - 2 5	自動化機具型錄報告單觀點	86
圖 4 - 2 6	自動化機具型錄報告單 E R 圖	87
圖 4 - 2 7	自動化機具型錄報告單觀點定義	88
圖 4 - 2 8	獎勵措施報告單觀點	88
圖 4 - 2 9	獎勵措施報告單 E R 圖	89
圖 4 - 3 0	獎勵措施報告單觀點定義	89
圖 4 - 3 1	概念設計步驟	90
圖 4 - 3 2	營建自動化機具諮詢服務系統 E E R 圖	92

圖 4 - 3 3	邏輯對應圖	93
圖 4 - 3 4	營建自動化機具諮詢服務系統檔案	95
圖 5 - 1 - 1	自動化機具型錄登錄單第一頁	98
圖 5 - 1 - 2	自動化機具型錄登錄單第二頁	100
圖 5 - 1 - 3	使用實績查詢畫面	101
圖 5 - 1 - 4	獎勵措施查詢畫面	101
圖 5 - 2	使用者介面例	103
圖 5 - 3	雛型系統選單功能螢幕畫面	106
圖 5 - 4	自動化機具查詢使用者介面螢幕畫面	107
圖 5 - 5	適用性分析螢幕畫面	112
圖 5 - 6	自動化機具供應商查詢螢幕畫面	120

表目錄

表 2 - 1	機器人利益成本因素分析表	16
表 2 - 2	營建自動化機具評估模式比較分析表	20
表 3 - 1	營建自動化機具設備管理功能及資訊需求	25
表 3 - 1	營建自動化機具設備管理功能及資訊需求 (續)	26
表 3 - 2	自動化機具選用評估表	27
表 3 - 3	地坪粉光機適用性分析表	28
表 3 - 4 - 1	現值評估表	30
表 3 - 4 - 2	施工方法改良現值計算表	31
表 3 - 5	風險成本評估表	32
表 3 - 6	操作利益評估表	32
表 3 - 7	自動化機具評估因素矩陣表	33
表 3 - 8	使用者需求	47
表 3 - 9	自動化機具型錄諮詢系統資訊概要	48
表 5 - 1	雛型系統下拉式選單功能	105
表 5 - 2 - 1	TSCP-2000適用性分析	108
表 5 - 2 - 2	KOTEKING適用性分析	111
表 5 - 2 - 3	Mr.FLAT適用性分析	111
表 5 - 3	地坪粉光機器人風險成本評估	113
表 5 - 4	地坪粉光機器人操作利益評估	114
表 5 - 5	地坪粉光機器人淨現值評估	116
表 5 - 6	地坪粉光機器人選用評估	117

表 5 - 7	評選矩陣例	118
表 5 - 8	一致性檢驗例	119

第一章 緒論

1.1 研究動機

營建業之生產毛額為單一產業中佔國民總生產毛額比例最大之產業。且由於其具有帶動及平衡景氣的功能，故被慣稱為火車頭工業。然而，近年來國內之營建產業正面臨人員不足、工資上揚、環保及安全意識高漲等問題。值此之際，又逢六年國建計畫龐大工程量之亟待大力推展之時機，顯見傳統之營建施工方式及現有之技術人員已難滿足現況需求。為進一步解決營建業的問題，除了採取短期僱用外勞及引導其他產業閒置之人員投入營建生產之行列，根本解決問題之道，乃是逐步改善營建產業之體質，使之從勞力密集為主之施工方式提昇為以技術密集為主之機械化及自動化的施工方式。

有鑑於此，為求能徹底提昇營建產業之體質，行政院乃於七十八年將營建產業納入中華民國產業自動化十年計畫中⁽¹⁾。同時，並由行政院科技顧問組針對產業成立小組來統籌協調推動個別產業之自動化。這是行政院第一次正式將營建業納入推動自動化的課題。營建業自動化由內政部負責召集而由建築研究所籌備處執行，其範圍包含六大

領域⁽²⁾，依次為建築設計自動化、施工技術及工程自動化、營建管理自動化、營建機具自動化、營建材料生產自動化、智慧型建築等。另為加速營建業實施自動化的腳步，經濟部負責推動結合業者成立大型機具租賃公司。經建會負責推動利用財稅措施鼓勵自動化設備之製造與使用。如上所述，無論是就營建業自動化推動之原因抑或營建業自動化推行之策略而言，營建機具自動化均為營建業自動化中重要之一環。

國內之機械工業一向依賴國外甚重，尤其在機械公會尚無營建機械小組，無法自行生產營建機具之情況下，一般常用之營建機械均自國外進口，更遑論是使用營建自動化機具。況且先進國家使用自動化機具仍未十分普及，要推動營建機具自動化，惟有先將其現有成果及發展狀況等資訊導入國內，並嘗試引入具經濟性之自動化機具，再逐漸擴展營建機具自動化之腳步。自動化機具諮詢服務系統於此背景下擬思建立，冀借由電腦科技，協助業界快速查詢自動化機具之相關資訊，並提供模式，輔助選取適用之自動化機具，且對自動化機具予以初步之經濟分析，以達推動營建機具自動化之成效。

1 · 2 研究目的

本研究之目的主要在於從營建工程師執行業務的角度，探討自動化機具諮詢服務系統應該具有之基本功能和所應提供之資訊，以滿足其需求，且依此為前提提出自動機具諮詢服務系統之架構，再循此架構建立自動化機具諮詢服務雛型系統，最後並舉一實例來驗證雛型系統繼續發展之可行性。希望藉由此循序漸進的分析，充份彈性的設計，簡易的建置過程，將雛型系統稍加修改測試並輸入完整資料後，能利用電腦網路為全體營建業者服務。

綜合上述，本研究所要達成之目的如下：

- 1 · 分析機具選用生命週期所需之訊與作業功能，而以MIS之觀念提出營建自動化機具諮詢服務系統架構，以利系統之開發。
- 2 · 藉由開發雛型之步驟、方法、工具等詳細圖表文件與過程之記錄，可做為有工程師背景之電腦使用者如何提出需求，及自行發展系統之參考範例。
- 3 · 建立營建自動化機具之選用評估模式，為業界對於營建自動化機具之選用，有可依循之決策依據。

1 · 3 研究內容

本研究之主要發展內容與程序分述如下：

- 探討自動化機具管理系統系統模組功能，及雛型系統相關之發展與應用文獻。
- 探討自動化機具選用評估模式相關之發展，並比較不同模式異同點及建立一簡單之評估模式。
- 自動化機具諮詢服務系統需求分析，並依據需求分析之結果建立系統架構。
- 利用結構化系統分析之方法建立自動化機具諮詢服務雛型系統，並提出系統發展過程所應具備之文件與圖表。
- 實例探討自動化機具選用過程，及如何利用自動化機具諮詢服務系統幫助選用自動化機具。

第二章 文獻探討

由於日本大量地將實用化之自動化施工機具運用於營建工程，使營建機具自動化被世界各國所重視，相關之研究與報告不斷被發表。本章為運用資訊系統之觀念與電腦技術來協助推展營建施工機具自動化，首先對營建自動化施工機具加以定義，其次對營建自動化機具之現況予以概略之介紹，然後對營建自動化機具管理系統之發展與內容作一探討，最後則針對營建自動化機具選用評估模式加以比較，以為本研究建立營建自動化機具諮詢服務系統之基礎。

2.1 營建自動化施工機具之定義

依據曾元一對施工機具自動化所下的定義：施工機具自動化之意義，狹義地說，是指「對機具進行研發，使機具能不假人手，自行動作。」廣義地說，是因應當前營建環境之需求，凡能改良機具，達到「省工」、「省時」、「提高生產力」及「改良勞工工作環境」、「減少勞工職業傷害」，均認為是達到了施工機具自動化之需求⁽⁴⁾。另

人。日本工業標準 (JIS) 定義機器人是「指具有類似身體運動部機能的柔軟動作機能而且具備智慧機能等可順應人的要求而動作者」(5)，而美國機器人學會 (RIA) 則定義機器人「是可以重行製作程式和多功能之操縱，係設計以送材料、零件、工具或特別系統具有可變動和式製作移動，其目的在執行各種工作」(5)，又米本完二指出，機器人一般所指皆為「能在三度空間的環境下的動作，表達高度自由性動作的機器」(6)。

針對上述，本研究對營建自動化施工機具所下之定義為：「以程式或控制系統為基礎，經由人為的操控與設定，而使機械能自行完成人所希望完成之工作與動作，達到確保品質、節省人力、減少勞工職業災害、增加生產力、降低作業成本之施工機具謂之」。

2.2 自動化機具現況概述

有關自動化機具之現況，國內相關研究如曾元一、陳振川(7)等、曾元一(4)、彭雲宏、謝鴻財(8)，均詳細地指出自動化機具發展的現況，而本研究亦蒐集了1992年11月日本平成四年建設機具展及1993年3月於美國拉斯維加斯舉行之營建機具展等機具型錄。為能了解營建自動化機具諮詢服務系統所應蒐集整理之資料範圍，本文將

之整理摘述如下。

2. 2. 1 國內自動化機具現況

國內自動化機具之使用，可分自行研發和國外引進使用兩部份描述。自行研發部份，較具體且具初步成效者有榮工處研發之全自動靜力試裝系統、大地監測系統、自走變形式隧道用鋼模及隧道斷面自動量測儀，中華工程公司之自動架筋機和新亞建設公司之蓋板自動焊接機具。至於國外引進之自動化機具，為各式潛盾機，隧道前掘機、噴凝土機器人，橋梁胸牆混凝土自動鋪築機、剛性路面滑動模板、柔性路面自動刮除鋪築設備機具等。

2. 2. 2 國外自化機具現況 (9)(10)(11)

一、日本

日本機器人之應用在世界上無出其右者，故使用於實際營建施工之機器人頗多，以下將分建設用和土木用兩部份介紹。

(1) 建設用機器人

日本機器人之發展多由建設公司與機械商合作研製，故而建設用機器人在數量上要比土木用機器人多。主要有鋼架、鋼柱空中吊運夾持機器人、鋼骨耐火被覆噴沫機器

人、自動灌漿機器人、地板粉光機器人、外裝作業自動化機器人、天花板裝設機器人、外牆檢查用機器人、地下埋設物探測機器人、深基礎工事機器人、鋼骨柱精密自動定位機具、鋼骨柱溶接機器人、鋼骨組立機器人、混凝土刮平機、外牆清洗機器人、配管劣壞診斷機器人等。

（2）土木用機器人

日本土木用機器人亦多由大林組、清水建設等有名之建設公司所開發，主要有大深度地下連續壁掘削機、潛盾式隧道開挖機、隧道噴漿機器人、自動炸藥裝填機、豎井遙控自動開挖機、自動路面滾壓機、遙控地盤改良機、雷射控制自動平路機等。

二、美國

美國機器人之發展仍屬起步階段，不過亦有數種已有商業化之實用自動化機具，如 MORRISON 振動式抹平機、MILLER 滑動模板系統、RGC 混凝土切割機、WHITEMAN 乘坐式粉光機、MULTIQUIP 鋼筋切割／彎角器、POWER CURBER 滑動模板鋪路機、混凝土刮平機、渠道修整銼面機、椿頭切除機、混凝土鋪面機、渠道開挖機、遙控式施工架、岩石混凝土破碎機、排水溝挖溝機等。

三、歐洲

歐洲各國在營建機器人方面之應用均剛在起步的階段，同時發展的重點在於利用機器人從事施工過程精密度的檢測工作。其中以荷蘭營建研究所發展的 CAPSY 機器人較具

代表性，主要功能則在於協助施工過程中任何建築構件的迅速定位，減少放樣並增加其精密度，例如柱樑、牆面、門窗組件或其他部品等位置的標示或安裝。此外，芬蘭技術研究中心公司有自動化砌磚機之研發，法國建築科技研究中心亦有搬運機器人之研製。

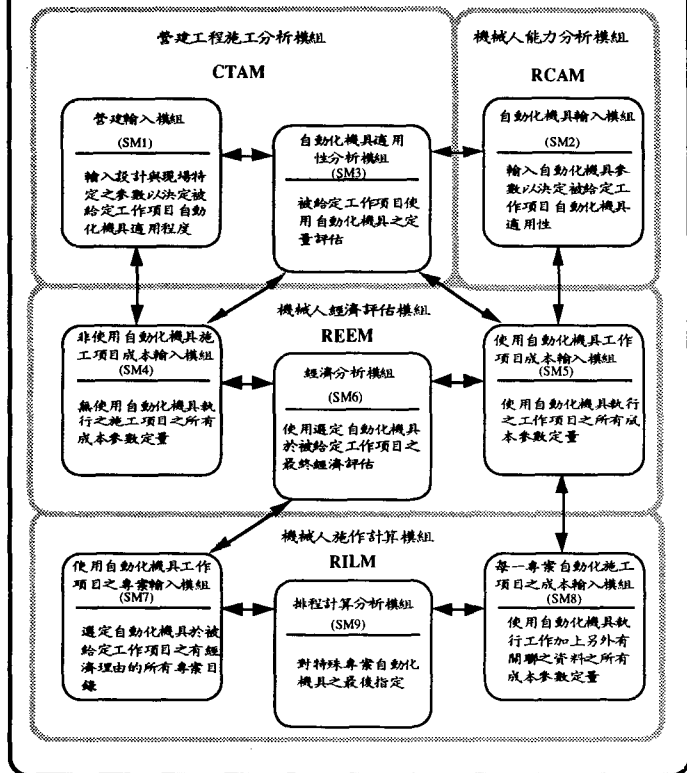
2.3 營建自動化機具管理系統

本文於前節提及以營建自動化機具從事營建工程作業，已受到世界各國之重視。於是，便有如何對其相關資訊，運用電腦技術加以整合，以協助營建工程之進行的研究。本節首先描述該研究發展之現況，再依此推論其應具之內涵。

2.3.1 營建自動化機具管理系統現況簡介

Russell & Skibniewski & Vanegas在”Framework For Construction Robot Fleet Management System”一文中提出了營建機器人設備管理系統(Construction Robotics Equipment Management System，簡稱CREMS)之架構，並舉一樓板粉光機器人運用CREMS評估實例⁽²⁰⁾。CREMS之架構主要分成如圖2-1所示之四大主要模組，分別是營建工作分析模組(Robot Capability Analysis Module)，機器人

營建自動化機具設備管理系統
CONSTRUCTION ROBOTICS EQUIPMENT MANAGEMENT SYSTEM
CREMS



【資料來源： Skibniewski, M. J., and Russell, J. S.(1991),
 "Construction Robot Fleet Management System Prototype", p447】

圖 2-1 營建工程自動化機具設備管理系統架構圖

能力分析模組 (Robot Capability Analysis Module)，經濟評估模組 (Robot Economics Evaluation Module) 以及機器人執行後勤模組 (Robot Implementation Logistics Module)。CREMS 於主模組底下又下分成九個模組，其主要是將營建工作分析模組再下分成營建輸入副模組和機器人適用程度分析副模組；將機器人能力分析模組下分成機器人輸入副模組；而機器人經濟分析模組下分之副模組有非機器人工作成本輸入副模組、經濟分析副模組和用機器人工作之成本輸入模組；最後將機器人執行後勤模組下分為用機器人工作專案輸入副模組，排程後勤分析副模組及每專案用機器工作之成本輸入副模組等。上述副模組之關係及資料之流向，主要是從營建輸入副模組輸入設計及工地現場之參數及由機器人輸入副模組輸入機器人參數而至機器人適用程度分析副模組來評估機器人之適用性；接下來以非機器人工作成本輸入副模組和用機器人工作成本副模組輸入成本資料而至經濟分析副模組比較機器人之經濟性；最後，利用與專案有關之兩個輸入模組來完成專案之排程後勤分析。

Skibniewski & Russell 於 CREMS 架構提出後之次年，發表了利用麥金塔電腦上之 Hypercard 軟體所完成的 CREMS 雛型系統 (21)。由於 Hypercard 之特性，雛型系統已頗具親和性，但仍需要使用者輸入一些資料且目前僅完成地坪粉光機器人之建置，離實用階段尚有一段距離，故文中提到將陸續增加各類機器人之資料，且最後之成熟系統將更親和，不需使

用者輸入任何資料，僅用 Mouse 來做查詢即可。

另 CHAN&HARRIS 曾於 1989 年提出了利用資料庫之應用以選擇營建機具 (22)，但是資料之應用僅限於挖土機技術規範資料庫，並無進一步之資料庫架構分析。此系統利用 Kepner&Tregoe⁽¹⁹⁾之方法來做為選擇機具之評估方法，所需之資料則從資料庫抓取，且指出採購機具有很多觀點需考量，視個人的經驗與需求而有不同的折衷決策—即需要有充份的、最新的專家知識和良好之判斷。

2.3.2 營建自動化機具管理系統之內涵

經由上節對已發展系統之介紹，本研究將之歸納成數點共同之特性，據以做為一營建自動化機具管理系統之基本內涵。

1. 資料庫為任何資訊系統之基礎，營建自動化機具管理系統之資料庫至少必須包含機具之基本性資料，技術性資料及經濟性資料，其中又以技術性資料最複雜也最重要，因不同種類機具所需之技術性資料屬性亦不同，且又涉及專家之知識，建立最是困難。
2. 營建自動化機具管理系統應具有機具評估模組，而此機具評估模組要能做適用性與經濟性之分析，以協助系統使用者做選用機具之決策。
3. 營建自動化機具適用性分析牽涉到專家之知識，隱含

系統可朝專家系統發展，而成爲一具有功能模組庫及知識庫之專家決策支援之整合性系統。

- 4．親和性的交談式介面爲營建自動化機具管理系統所強調之重點，而用於幫助決策者解決不能預先掌握之複雜問題之交談式人機系統，正是決策支援系統(Decision Support System, DSS)之定義⁽²³⁾，故營建自動化機具管理系統之發展，爲朝向決策支援系統方式，幫助管理階層選用機具。
- 5．營建自動化機具管理系統之選用評估方法，需考慮全面性，亦即選用評估不僅是傳統機具和自動化機具之比較分析，更要是能適用與半自動化及全自動化機具之比較分析，才能真正協助使用者做決策。
- 6．因營建自動化機具管理系統係一管理系統，爲達管理功能，需要有能力爲機具這項資源做調配管理，故而應朝各專案間機具之排程及機具和其他機具間之相容性著手，使其成爲系統功能之一。

2．4 自動化機具選用評估模式

在上文對營建自動化機具管理系統之探討中，機具選用之決策爲其發展重點，但CREMS之分析模組仍不足，無法對同型自動化機具作比較，經濟性分析亦僅限於淨現值，

更無法使用資料庫列出各機具之評估因素。為能對機具選用之模式有更深入之了解，本節歸納出自動化機具選用評估考慮之因素，並對各種評估方法予以比較分析，以提供本系統機具選用模組發展之基礎。

2 · 4 · 1 自動化機具選用評估考慮因素

自動化機具選用評估所牽涉的技術性和經濟性的變數甚多，尤其是技術性因素更是複雜，因其各類機具使用之機能不同，同類機具設計之理念又不一致，故要發展一般性的評估方法適用於所有改革性的自動化機具並不容易。不過依據 SKIBNIEWSKE 的研究⁽³⁾，無論何種評估方法均由以下各部份所組成：

- 新機具的技術性分析
- 工作執行的效率評估
- 作業生產力的衝擊
- 效益－成本分析
- 因新機具之採用而導致組織上必需的改變

自動化機具選用評估最終之目的，無疑是利用自動化機具來獲取經濟效益，故而經濟分析在自動化機具評估中佔有舉足輕重的地位。Warszawski⁽¹²⁾在“Economic Implication of Robotics in Building”一文中，就曾對營建機器人之經濟性有更深入的討論，他認為機器人的經濟性與成本和利益兩者有關，並將成本歸納為：一、研發成本。二、直接成本。三

、裝配成本。四、維修成本。五、操作成本。六、間接成本等六項。將利益部份歸納出：一、勞力之節省。二、較高的作業品質。三、避免或減低作業人員暴露在危險或有害的工作環境中。而蘇敏錚更整理出多位學者所提出機器人經濟分析中成本和利益因素之比較（表2-1），並指出所列因素，大部份探討的範圍是在可以量化之外露成本（會計成本）的部份(13)。

由於上述所討論的內容，是以發展一自動化機具為目標，而本研究所討論的範圍，是針對如何選用已商業化之自動化具，以獲取經濟性效益。故而，將其評估範圍縮小，只侷限於機具的技術性分析和經濟性分析，且其中經濟性分析之成本部份將不考慮研發成本。

表 2 - 1 機器人利益成本因素分析表

	成本	利益
Kangari	· 機器人總成本 · 維護成本 · 停機時間成本 · 增加能源成本	· 能源成本之節省 · 生產力與品質改善 · 財稅之獎勵 · 殘值
Warszawski	· 一般發展成本 · 直接投資成本 · 維護成本 · 操作成本 · 間接成本	· 勞工之節省 · 較高之品質 · 減少勞工處於危險環境之機會
Touran&Ladick	· 投資成本 · 安裝費用 · 維護費用 · 程式與操作費用	· 減低成本 · 工人薪資之節省
Skibniewski	· 投資成本 · 操作成本	· 工作品質之改善 · 勞工之節省 · 安衛改善 · 時間節省 · 工作擴展

【資料來源：蘇敏鈺，營建工程作業改良之經濟分析，成功大學碩士論文，民國 81 年 6 月，p26】

2 · 4 · 2 自動化機具選用評估方法之比較分析

自動化機具之選用如前所述必須考慮其技術上之適用性和經濟性效益，故已發表之自動化機具選用評估方法均不離此範疇。以下將簡略介紹各種評估方法並予以比較分析。

一、分析層級法（Analytic Hierarchy Process 以下簡稱 AHP）

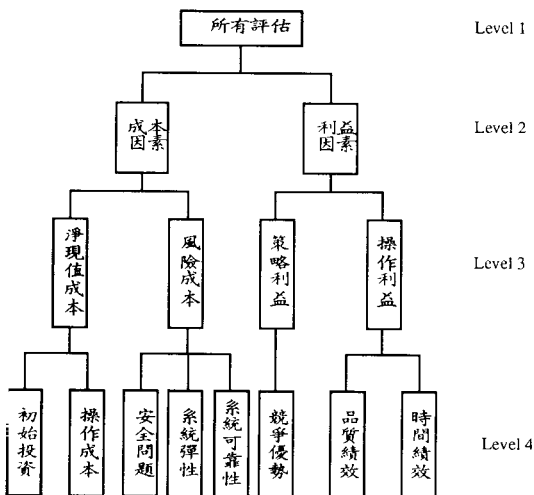
Skibniewski和 Chao⁽¹⁴⁾利用 AHP法來評估選擇傳統和自動化機具之孰優孰劣。AHP法主要藉由評估因素階層之劃分，再以同級之因素互相比較其重要性，最後以數學方法求出各評估方案之比重以做成決策。Chao等將自動化機具和傳統機具之評估因素和層級劃分如下：第一階層為所有之評估；第二階層劃分成利益因素與成本因素；第三階層於成本因素下再分成淨現值成本與風險成本，而利益因素則分成策略利益與操作利益；第四階層將第三階層之淨現值成本下分初始投資和操作成本，將風險成本下分安全問題、系統可靠性和系統彈性，將策略利益下分為競爭優勢，將操作利益下分品質績效和時間績效，詳如圖 2 - 2 所示。

二、Warszawski⁽¹²⁾利用現值的觀念，比較自動化後與自動化前的價值差異。其以機具經濟壽命、利率、開發成本、操作成本、維修成本、安裝成本、搬運成本、節省工人數、節省之工資、作業品質提昇所節省之成本以及稅捐折減率等估計因子，建立營建機具的比較模式。

三、蘇敏鋒⁽¹³⁾亦利用現值的觀念，比較各自動化階施工方法之經濟性，藉以做為選擇機具之決策依據。文中並舉出施工數量之多寡可為評選何種自動化程度施工機具之基準，亦即從施工數量來決定何種程度的自動化機具能有最低的單位成本。

將上列三種選用評估模式加以比較分析，可得到如下之結論：一、三種模式都未考慮技術上之問題，亦即適用

性的問題，但適用性分析往往牽涉到專家之知識，且每種不同用途之機具有不同之評估項目，最難用一般化模式予以分析。二、AHP方法雖被許多學者認為是較客觀，但其計算繁雜，應輔以電腦幫助運算，以方便使用；又其因素之比較要能有實際之參考值來幫助因素比較之比重的決定，則可避免對需有專業素養之因素評估予以臆測。三、Warszawski所提出之現值計算方式很明白地對各種經濟性因素加以量化，堪稱簡單明瞭。但現值之計算並未考慮風險性，亦即由於營建工程承攬之特性，並非機具購入後在其



【資料來源：Skibniewski, M.J., and Chao, L.C., "Evaluation of Advanced Construction Technology With AHP Method" Journal of Construction Engineering and Management, vol.118, p203, 1992】

圖 2 - 2 Skibniewski & Chao AHP 分析層級

壽命年限內均有工程可讓其運作，且愈是自動化之機具，購買成本愈是昂貴，相對地風險性就愈高，故如何避開風險或將風險成本計入現值，將是今後進一步討論之課題。

四、蘇敏錚所提之經濟分析模式基本上和 Warzawski 類似，但其另提從作業數量輔助決策的模式，可降低上述所提之風險，因決策者能先預估自己承接相同作業項目之數量，以尋求合適之機具降低單位成本。綜合上述之比較分析，詳見表 2 - 2。

表 2 - 2 營建自動化機具評估模式比較分析表

	優 點	缺 點
Skibniewski and Chao之 AHP法	· 評估因素互相比較而顯客觀 · 評估因素較詳盡 · AHP已經證實為一可靠精確之方法	· 計算繁雜 · 未考慮機具適用性之問題 · 評估因素之比較要有參考值以輔助判斷
Warszawski	· 現值法為一般工程經濟常用之方法 · 儘可能將經濟性因素予以量化 · 計算較不複雜	· 未考慮機具適用性之問題 · 未考慮風險成本 · 以概估將評估因素量化成現值
蘇敏鐸	· 現值法為一般工程經濟常用之方法 · 計算較不複雜 · 配合作業數量做為決策參考	· 未考慮機具適用性之問題 · 現值利益之計算係假設機具作業年限內均有工作可執行，不符工程承攬特性 · 未考慮風險成本 · 某些成本僅能概估

第三章、營建自動化機具諮詢服務系

統模式建立與系統分析

電腦之應用，常與管理科學結合，成為企業競爭之利器，於是興起資訊管理此一學門，以使了解管理者亦能了解資訊，進而加以應用。同樣地，國內工程界亦面臨了解工程又了解資訊者極度缺乏之狀態，使得工程上電腦之運用與推廣，尚無法普及。本章延續上一章對營建自動化機具管理系統功能之探討，界定出營建自動化機具應有之諮詢服務功能，並建立相關之評估模式，而為求將營建自動化機具諮詢服務作業電腦化，再以管理資訊系統之觀念，進一步地對系統進行結構化系統分析，而建立營建自動化機具諮詢服務系統架構，以供後續系統之發展。希望經由本文之闡述，能為電腦在營建工程上之應用過程，描繪出大致之輪廓。

3．1 營建自動化機具諮詢服務功能界定

所謂諮詢服務，不僅要能提供一般性的資訊，更須具有指導，幫助做決策之能力。本節明定出營建自動化機具諮詢服務系統所應具備之功能，並建立自動化機具之選用

評估之模式，來做為系統之功能模組，使其充份發揮諮詢服務之功能。

依據本文對營建自動化機具管理系統內涵之探討，已明白指出自動化機具之適用性和經濟性分析為其必要之功能。此外，諮詢服務系統要能夠提供自動化機具之資訊以供業界查詢，故而型錄內容之展示亦是必要之功能。而從自動化機具發展與研究之趨勢來看，最是關心者乃是自動化之需要，亦即何者應該優先予以自動化，於是有關之自動化施工項目潛能評估方法相繼被提出，故而，自動化施工項目之潛能評估，亦應納入營建自動化機具諮詢服務系統之功能中，使營建業界能依自身之特性選出優先自動化之目標，加速其自動化之腳步。

為更明白地表示系統所應有之功能，本研究從一般機具選用之生命流程模擬自動化機具選用之機具生命流程，並對所應具之功能及參與之工程團隊與處理之資訊作更詳盡之探討，如表 3 - 1 所示。從表中可初步掌握營建自動化機具諮詢服務系統管理功能的全貌，並可做為發展系統功能之參考，此外，此表亦提出了資訊需求單位與資訊需求的內容概要，以供進一步分析資訊需求。另本研究鑑於營建自動化機具諮詢服務系統係有具型錄之內涵，再予以從型錄之功能與資訊需求之角度來做分析。

一、型錄應具備之功能 (28)

(一) 基本功能：

型錄為各產品之展示、交流。一整理過之型錄更應能

整合及展現產品特性，其應具之基本功能為：

1．展現

運用各種文字、圖形、數據、甚至聲音、影像，針對不同使用對象之需求，將產品資料變成一種型錄資訊，以滿足用者對產品資訊之需求。

2．延伸

型錄之內容因使用層次及資料龐雜之限制，無法將所有之資訊全部登錄。且為免於資訊之氾濫及浪費，利用電腦之操作運用，連結相關資訊，找出特定之資料供特定使用者參考，使型錄能延伸擴大資訊層面。

3．比較

型錄資料應具比較功能，其目的在於尋求符合使用者要求之產品。比較方式可分為功能、價格分析、生產力、產品諸元等之比較，此外尚有使用實績，維修難易，耐用性等，故登錄時應要求產品性能及有關資料之一致性，以利比較。

4．更新

更新之方式包含有加入、更正修下、刪除。若將型錄規劃成一資料庫，藉由資料庫管理系統將可輕易執行此項工作。

（二）期望功能

1．資訊之電腦化

電腦能儲存大量之資料，一規劃良好的資料庫又能減少許多重複之資料，再由相關電腦軟體及資料庫管理系統

可將資訊做最有效率之表達，滿足各個使用者對於型錄資訊之需求，故而以電腦來處理型錄資料，將是不可避免之趨勢。

2．優良之分類系統可使型錄資訊易於操作找尋使用，又為使整個國內運作體系之資能整合，以發揮訊息傳輸之功能，統籌辦理分類系統亦是要務，此部份國內已有相關研究，僅限於附帶提及。

3．等級之檢驗認證

自動化機具產品，藉由型錄之製作，認定自動化機具之自動化程度，機具是否為自動化機具。目前自動化機具之定義僅屬廣泛之定義，尚缺統一，有效力之認證。

由以上之論述，本研究提出四項營建自動化機具諮詢服務之功能，分別為：一、適用性分析。二、經濟性分析。三、機具型錄展示。四、自動化施工項目潛能評估。此四項功能，關於適用性分析與經濟性分析，本文將於下節建立其評估模式，至於機具型錄展示與自動化施工項目潛能評估兩項功能，除機具型錄展示為建立完成系統後，便能達此功能，不再另述外，可利用之自動化施工項目潛能評估方法可參考彭雲宏、謝鴻財(8)等之相關研究報告。

表 3 - 1 營建自動化機具設備管理功能及資訊需求

營建自動化機具設備選用生命週期	營建自動化機具設備管理功能	資訊輸入		資訊處理		資訊輸出	
		資訊輸入內容	資訊提供者	處理行為	執行者	資訊輸出內容	資訊接收者
工程設計階段	一、自動化施工項目評選	施工項目參數	A/E	評估具自動化智能施工項目	A/E	需自動化之施工項目	工程業主
	二、適用性分析	1、自動化施工項目設計與現場工作參數	A/E	自動化機具適用性定量評估	A/E	初步選定適用之自動化機具	工程業主
		2、自動化機具參數、型錄內容	機具製造商或代理商				
	三、可行性分析	1、不使用自動化機具施工之成本參數	A/E	經濟評估	A/E	指定適用之自動化機具	工程業主
		2、使用自動化機具施工之成本參數	機具製造商或代理商				
工地需求階段	一、自動化施工項目評選	1、施工項目參數	A/E	施工作業合理化標準化、評估具自動化智能施工項目	承包商之工地人員	需自動化之施工項目	承包商
		2、施工作業流程	承包商之工地人員				
	二、適用性分析	1、自動化施工項目設計與現場工作參數	A/E、承包商之工地人員	自動化機具適用性定量評估	承包商之工地人員	初步選定適用之自動化機具	承包商
		2、自動化機具參數、型錄內容	機具製造商或代理商				
	三、可行性分析	1、不使用自動化機具施工之成本參數	承包商之工地人員	經濟評估	承包商之工地人員	提出工地自動化機具需求	承包商
		2、使用自動化機具施工之成本參數	機具製造商或代理商				

表 3 - 1 營建自動化機具設備管理功能及資訊需求 (續)

營建自動化機具設備週用生命週期	營建自動化機具設備管理功能	資訊輸入		資訊處理		資訊輸出	
		資訊輸入內容	資訊提供者	處理行為	執行者	資訊輸出內容	資訊接收者
公司租賃採購階段	需求時程分析	1、需求時程數量	合約條件	查詢訪問	承包商採購部門	取得機具所需時間	承包商
		2、採購所需時間	製造商、代理商				
	編寫採購規範	自動化機具基本要求條件	合約條件及工程用地調查資料	查詢訪問	承包商採購部門	自動化機具採購規範	機具製造或代理商
		機具功能	機具型錄				
		機具使用管理					
使用績效量測	自動化機具使用績效評估	1、完成數量 2、使用費用 3、使用狀況 4、操作人力 5、維修紀錄	自動化機具操作手、工地現場人員	工地現場量測	承包商工地現場人員	1、生產力 2、品質穩定性 3、安全性 4、花費成本	承包商及機具代理商

3. 2 自動化機具選用評估模組模式建立

依據前章對文獻的探討，本研究建立一完整營建自動化機具選用評估模式，以為自動化機具諮詢服務系統功能中之評估模式。本評估模式主要包含機具適用性分析和經濟性分析，而如前文所闡釋，經濟性又可分為成本因素和利益因素，故而整體評估之架構落在適用性分析之技術因素和經濟性分析之成本因素及利益因素上，如表 3 - 2 所示。

表 3 - 2 所列之技術因素，是由適用性分析來予以量化，而適用性分析，則依據作業現場之條件，施工品質要求、機具之種類與機具本身作業能力相互考量而得。表 3 - 3 即是以自動化地坪粉光機為例所完建立之適用性分析

表 3 - 2 自動化機具選用評估表

類別	評估標準	機具類別		
		甲機具	乙機具	丙機具
成本因素	淨現值 ^{*(1)} 成本			
	淨現值 得分 (50%)			
	風險成本 ^{*(2)}			
	風險得分 (50%)			
	小計得分			
利益因素	操作利益 ^{*(3)}			
	操作利益 得分 (70%)			
	策略利益 (競爭優勢) 得分(30%)			
	小計得分			
技術因素	適用性 ^{*(4)} 分析			
	適用性 得分			

註：*() 符號表示尚有下一階層之分析

表 3 - 3 地坪粉光機適用性分析表

*(4) 自動粉光機適用性分析表

特性項	重要程度	特性項資訊	可執行工作率	得分
1. 機具製造商				
2. 機具型式	—		—	—
3. 重量				
4. 機具尺寸				
5. 最小寬度				
6. 組立時間				
7. 拆除時間				
8. 清理時間				
9. 使用動力				
10. 施工速率				
11. 最小迴轉寬度				
12. 距障礙物最小距離				
13. 操縱方式 (自動化程度)				
14. 機器人動作型式				
15. 機器人辨識系統				
16. 鏟刀接觸壓力				
17. 鏟刀轉動速度				
18. 抹刀角度				
19. 工作能力				
總分				

表，因為不同種類機具之技術性考量因素，會依所執行之工作不定而互異，故而不能運用同一種考量因素之表格予以分析。若以表 3 - 3 為例，其分析之特性項，係由現行已發表過之各式自動化地坪粉光機之文獻所截取 (14-17)，而各特性項之重要程度，應由地坪粉光作業及機器人之專家來訂定，並給予 1~10 分之配分；可執行工作率欄位，則由選用機具之工程師依工地現場限制，品質要求及機具特性項資訊予以 1~10 之評分；得分欄為重要程度和可執行工作率評分相乘，將得分加總即為總分，總分再除以滿分（若特性項有 18 項則滿分為 1800），就可知機具之適用率。機具之適用率若求得，則可於表 3 - 2 技術因素欄位中再予以正規化而給予 1~10 之配分。

表 3 - 2 所列成本因素和利益因素，係以 Skibniewski 和 Chao 之 AHP 評估模式之層級架構來評估，但分析方式則以權重來決定配分，其中成本因素下分之淨現值成本和風險成本權重各為百分之 50%，利益因素下分之操作利益和策略利益權重為 70% 和 30%。成本因素下的淨現值成本分析，依營建工程之特性可分成兩種；一為假設各營建機具效率相當，收益未知之現值評估方式（如表 3 - 4 - 1 所示），其之所以如此假設之原因是因效率可由其他因素評估出來，而收益（工程數量×單價）並不會因效率不同而有所增加。地坪粉光作業可說是此類典型之例子，因其每日作業量一定，效率佳僅是工作輕鬆可提早收工而已。另外一種現值計算方式為蘇敏鋒⁽¹³⁾為各自動化程度經濟效益評估所

表 3 - 4 - 1 現值評估表

*(1) 機具現值評估表 (假設各自動化機具效率
相當、收益未知)

	甲機具	乙機具	丙機具
期初成本			
使用年限			
殘 值			
每年作業及 維護費用			
最低可接 受報酬率			
現值計算年 限 (各機具 使用年限之 公倍數)			
現 值			

提出之現值估計方法，如表 3 - 4 - 2 所示，此法即可適用於因作業效率不同而有不同收益之評估，如打樁作業即是。表 3 - 4 計算出之現值，可於表 3 - 2 再予以正規化而

表 3 - 4 - 2 施工方法改良現值計算表

(1) 機具硬體成本		(18) 機具投資 成本		(25) 期初投資	I ₀
(2) 系統工程成本		(1)+(2)			
(3) 利息		(19) 固定費			
(4) 保險費用					
(5) 固定維修費用		(3)+(4)+(5)		(18)+(19)	
(6) 勞工工資		(20) 工資		(26) 支出	C
(7) 系統重設		(6)+(7)			
(8) 製造材料費用		(21) 材料費用			
(9) 能源消耗費用		(8)+(9)			
(10) 設備搬運費用		(22) 變動間接 費用			
(11) 維修費用					
(12) 現場管理費用		(10)+(11)+(12)		(20)+(21)+(22)	
(13) 作業數量		(23) 收益	B	現值pw：	
(14) 工程單價		(13)x(14)			
(15) 殘值	S	$pw=I_0 + \sum_{j=0}^n (B_j+C_j)(1+i)^j + S(1+i)^n$			
(16) 最低投資報酬率	i				
(17) 機具壽命	n				

【資料來源：蘇敏錚…營建工程作業改良之經濟分析…成功大學
碩士論文，民國 8 1 年 6 月，p46】

給予 1~10 之得分。表 3 - 2 成本因素下的風險成本評估（如表 3 - 5 所示）和利益因素下之操作利益評估（表 3 - 6），其評估方式和適用性分析評分一樣，不再贅述。

表 3 - 2 所列之成本因素，利益因素和技術因素得分計算出來之後，本模式採用 AHP 來決定最後之比重（如 3

表 3 - 5 風險成本評估表

*(2)風險成本評估表

	機具對人之危害性	機具系統之彈性	機具系統之可靠性	
重要程度	(1)	(2)	(3)	
甲機具資訊				得分
甲機具執行程度	(4)	(5)	(6)	$(1)*(4)+(2)*(5)+(3)*(6)$
乙機具資訊				得分
乙機具執行程度	(7)	(8)	(9)	$(1)*(7)+(2)*(8)+(3)*(9)$

表 3 - 6 操作利益評估表

*(3)操作利益評估表

	機具品質績效	機具時間績效	
重要程度	(1)	(2)	
甲機具資訊			得分
甲機具執行程度	(3)	(4)	$(1)*(3)+(2)*(4)$
乙機具資訊			得分
乙機具執行程度	(5)	(6)	$(1)*(5)+(2)*(6)$

- 7 所示)。AHP法運用於此乃是以敏感度分析而言，最後這三個因素影響決策最大，而AHP法較客觀，可提供決策者依自己認為三大因素之重要程度而予以選擇機具。

綜合上述，本研究係以 Chao等人之層級架構，利用 Kangeri&Halpin⁽¹⁸⁾及 Kepner&Tregoe⁽¹⁹⁾對評估因素量化之方式，再引用AHP之方法來做最後決策而完成營建自動化機具選用評估模式之架構。

表 3 - 7 自動化機具評估因素矩陣表

評選因素比較

成本因素 / 利益因素

	5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

成本因素 / 技術因素

	5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

利益因素 / 技術因素

	5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

評選因素矩陣

	成本因素	利益因素	技術因素	Row Sum
成本因素	1			
利益因素		1		
技術因素			1	
Column Sum				

3 · 3 管理資訊系統之發展

為使系統之建構有其理論之依據與循序漸進之步驟，本文以管理資訊系統觀念和結構化之系統分析方法，為本研究之基礎。

3 · 3 · 1 管理資訊系統之探討

企業在電腦使用及初期，也就是在 1960 年代，主要是用電腦來處理日常例行的交易事件。由於電腦處理組織例行交易資料非常成功，不僅節省人力，並可提高資料的時效性與正確性；另一方面，隨著商業活動頻仍，企業組織的日益龐大，光是處理資料已不足以應付瞬息萬變的商機，亦無法增加企業的競爭能力，因此，在 1965 年逐漸有一個新的觀念出現，就是提高電腦的應用層次，讓電腦支援組織內的管理活動，而管理資訊系統（Management Information System, M I S）一詞於焉誕生。

由以上對於 M I S 演進之由來，余千智⁽²³⁾認為 M I S 是指：「一種以電腦為基礎的人機系統，收集組織內部與外部之資料放在資料庫中，支援管理者處理不同層次與不同功能之資訊需與決策的製定」。上述的定義談到了管理活動的層次和功能，Davis⁽²⁴⁾就曾提出有關於此的 M I S 架構，如圖 3-1 所示。其將資料庫系放在最底層，支援由管理活動最底層的交易處理到最上一層的策略規劃，而達

成行銷、生產、支援、人事、財務與會計、資訊處理、高階管理等管理功能。因此M I S的應用是爲了滿足企業體需求的一種系統、方法、或工具，且透過了電腦的應用，更能將企業體中龐大的資料予以妥善處理成有用的資訊，來滿足不同管理活動層次的需求，協助達成各種的管理功能，並爲企業帶來了新的活動力，增進競爭的潛能。

一個M I S必須使用到如下的設備與技術，才能使M I S合於使用者之使用，它們是一、軟體、硬體。二、人工作業程序。三、模式。四、資料庫。以下就這四點予以扼要之說明：

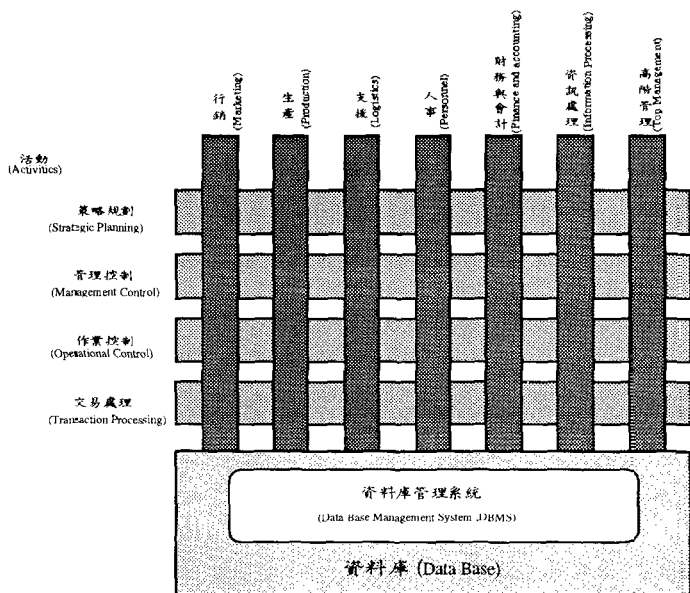
1．硬體、軟體

這裡的硬體與軟體指的就是電腦的應用而言。而所謂的硬體，指的是電腦與其週邊設備如印表機等機器；軟體，則是指使電腦工作的程式語言。它們是一切事物要將之電腦化之基礎。

2．人工作業程序

M I S之所以考慮到人工作業程序，主要之用意就是要能取代人工作業，且要能比人工作業更有效率。一般企業在電腦化之過程常導致操作電腦作業人員的抱怨，因電腦操作只會增加工作量，而並無實際效率的幫助，這正是不注重人工作業程序之結果。要使M I S能發揮預期的功能，一定要從人工作業程序著手，將其做標準化、合理化的研究，才不致於應用M I S時未蒙其利先受其害。

3．模式



【資料來源：Davis, G.B. and Olson, M.H., Management Information System, 東南書報社，台北，1990】

圖 3-1 管理資訊系統架構

M I S 使用模式來做供給分析、規劃、控制與決策。這些原本可能是計算複雜，手續煩多的管理模式，經由電腦速運算與處理，可提供具有時效性之分析資料。

4. 資料庫

資料庫是 M I S 的核心，任何資訊系統，一定存在有資料庫。資料庫用來儲存 M I S 中所需之資料，並經由資料庫管理系統來處理和控制這些資料，以滿足企業組織中各階層對資訊的需求。

3 · 3 · 2 結構化系統分析

欲建構一個完善的管理資訊系統，必須使用良好的分析與設計方法，以使系統的發展更具效率，並且滿足企業的實際需求。結構化的系統分析正提供這樣的途徑，其不僅可免除傳統分析方法造成文件過多且重複的弊端，更確保系統發展過程與結果之彈性，以應付企業瞬息萬變的商機。楊正甫⁽²⁵⁾認為「系統分析」乃是針對企業所面臨的問題，將各種資源深入分析，探討其牽連的關係，尋找問題的癥結，而研擬出可行方來制定目前最佳的系統。Kendall⁽²⁶⁾更具體地為結構化系統分析劃分了七個階段，而成為系統發展的生命週期（如圖3 - 2所示）。這七個階段分別是：

1 · 問題的識別

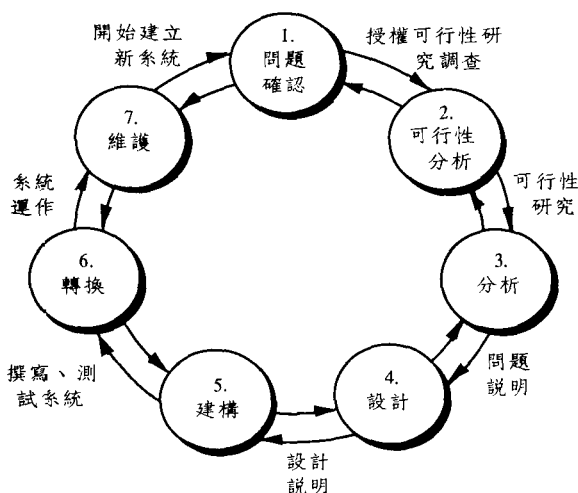
不論對資訊系統之需求是因需要建立或舊系統功能之不足，均要審甚察覺問題之存在，並記錄問題之要點。

2 · 可行性分析

此階段注重的是分析系統含蓋的範圍，系統建立初步的益本比探討及設定適用軟硬體之特性。此乃是根據對問題之識別後，提出解決方案及其需求的概估，進而從技術上、人力上及經濟上等三層面探討其可行性。

3 · 分析

與系統未來的使用者商談以蒐集詳細之需求資料，藉此了解使用者的問題及實際的應用情形。此階段，可利用



【資料來源：Kendall, P.A., Introduction to System Analysis and Design, A Structured Approach, Wm. C. Brown Publishers, 1989】

圖 3 - 2 系統發展生命週期

系統分析的工具如資料流程圖 D F D、資料模式、系統模式等，進行舊系統的分析或界定新系統的功能需求，並依此決定是否採購現有軟體，或者自行開發應用軟體，或以現有軟體為基礎予以局部修改並發展相關應用程式。

4．設計

此階段有兩個方向，資料庫之設計和使用及處理資料的應用系統設計。分析階段所得之功能圖表於此階段轉換成設計階段所需之圖表，將設計階段所得結果予以詳細記載說明，以提供程式設計師進程式撰寫時之所需文件。

5．系統建構

資訊系統於此階建置完成並且變成一功能性之系統。此時資料庫已裝設並且完成對資料處理之建置與測試。故本階段段主要工作是據系統分析與設計所得到之相關文件，由程式設計師撰寫程式，並予以測試；最後，製作系統使用手冊，參考文件或執行系統之輔助說明，以利使用者之教育訓練。

6．系統轉換

系統轉換乃是將舊有資料利用人工或程式轉換至新系統，新系統開始運轉以取代舊系統之工作。新系統運轉後，藉由訪談用者做需求的確認和執行的成效，可評估新系統的效益。

7．系統操作維護

舊系統使用者經過訓練後，開始操作所有新系統之功能，此時新的需求或系統本身之缺失將出現，故此階段將著重程式的修正，使用文件的編修及將新的需求加入系統之中，使系統充份發揮預期之功效。

以管理資訊系統的觀念，並輔以結構化系統分析的方法，正是本研究建立「營建自動化機具諮詢服務系統」的過程與依歸。同時，以資料庫規劃設計的方法，探討營建自動化機具相關資料的處理與應用，亦是用來支援此諮詢服務系功能之重點所在。本文將於下節開始對營建自動化機具諮詢服務系統予以分析，並於下一章對離型系統資料庫之規劃設計提出探討。

3 · 4 營建自動化機具諮詢服務系統分析

在對營建自動化機具諮詢服務系統分析之前，需要了解系統是處於何種背景之下，及它在營建業界一致推動營建自動化中所扮演的角色。因為系統的功能和資訊的需求，會隨著組織和使用者之不同而有所不同，而營建自動化機具諮詢服務系統，正是為產、官、學研各界推動營建業自動化，推廣營建自動化機具在營建工程之使用而建立，故而系統的分析，均以整個營建業的大環境為著眼點。

本節依結構化系統分析方法，對營建自動化機具諮詢服務系統予以分析，但其分析僅止於系統發展生命週期之分析階段，至於系統發展生命週期接續之設計等各階段，本文將以雛型系統之內容來分析，而於下文提出。

3 · 4 · 1 營建自動化機具諮詢服務系統定位

政府於民國八十一年五月間召開產業自動化會議，其營建分組會議有四個主題，每個主題下又各有三個子題(27)，其中第四主題之第二子題為提供營建業自動化諮詢服務；產業自動化會議結束後，此子題有如下之結論：營建業自動化諮詢服務方式，可以成立諮詢服務中心之方式進行，諮詢服務中心內可設立（一）營建業自動化諮詢部門與（二）營建業自動化資訊／諮詢交換部門。營建業自動

化諮詢部門負責將營建業自動化之相關資訊彙集、餽入、分類、歸納，再經由資訊之整合及研判，製成各類諮詢資料提供營建業自動化投資或人力培育之參考資料。又資訊之搜集建議以下列各項為重點：一、國內外機具型錄。二、施工紀錄之影片或錄影帶。三、新工法相關資訊。四、設計用軟體之目錄與評估。五、營建管用軟體之目錄與評估。六、推動營建自動化之人才庫。七、營建材料型錄。

而內政部建研所於民國八十一年十一月委託財團法人資訊工業策進會進行「營建資訊系統整合」計畫。其主要目的係透過 SEEDNET 網路環境將目前已開發完成的「大地工程地質資料庫系統」、「營建法令檢索系統」、「營建廠商資訊系統」、「營建管理資訊系統」、「營建材料型錄系統」、「公共工程招標資訊電子公告欄」等雛型系統結合以提供使用者及時資訊。同時，也希望透過此網路系統的建立，能接納營造公會與其他工程主辦現有電腦系統以及將建研所目前仍持續進行的各項研究計畫如：「自動化施工機具型錄系統」、「營建業自動化人才資料庫系統」、「標準圖型資料庫」等陸續納入以達營建業自動化資訊共享，提升資源使用效率的功效。故而營建自動化機具諮詢服務系統必成為將來營建資訊整合系統中之子系統，其所提供之功能及資訊，則著重於營建自動化機具之相關資訊諮詢來滿足營建業之實際施工作業環境及專業需求。

3 · 4 · 2 問題確認

日本使用工業機器人的程度被譽為全球最先進的國家，而對於營建工程自動化機具，亦在製造及應用方面超越各國⁽²⁹⁾。但日本一直到1980年代才有營建機器人產生，於1990年代，部份營建機器人才被實用化，並預計到西元20世紀，才能將營建機器人普及化。連高度運用機器人的國家日本，情況都已如此，可知國內對於營建自動化機具的使用，定是微乎其微，究其原因不外有三：一是自動化機具之相關資訊不足，另一則是施工者尚無法改變施工習慣，最後為對自動化機具所能產生之效益存疑。

據曾元一⁽⁷⁾對國內目前自動化機具狀況的調查研究，代理商乃第一線接觸先進施工機具的尖兵，其先將國外先進機具及技術介紹到國內，再由營建技術人員評估該機具對營建工程所產生的效益，來決定是否採購。但由型式多款之地坪粉光機相關資訊現況看來，代理商似乎力有未逮，而營建技術人員評估能力，受限於經驗，亦嫌不足。

營建自動化機具諮詢服務系統正是取代代理商，成為國內推廣先進施工機具的先鋒，並提供評估模式，供營建技術人員選用採購之決策，為營建業界提供自動化機具最新資訊之系統。

3 · 4 · 3 系統可行性分析

當一新的應用提出後，通常在它被同意開發之前應通過可行性研究。以整個應用系統開發的角度，可行性分析注重在經濟上，人力上及技術上三方面之探討；本系統之開發，因受限於政策之考量，對於經濟上及人力上之可行性暫不與探討而假設其可行，故只就技術上之可行性予以分析。

技術的可行性，考慮對解決問題之提案能否利用現存技術完成，而所謂的現存技術，至少包括軟硬體和開發系統之技術。軟硬體方面，目前電腦技術發展狀況是硬體超越軟體，故只要軟體能達到使用者需求，硬體就能支援。本文所提之營建自動化機具諮詢服務系統，各項功能均為簡單之管理技術，建構功能模組庫並不困難，所以軟硬體技術是為可行。至於開發系統之技術，從上述之系統功能來看，系統似為決策支援系統，學理上亦是可行。

3 · 4 · 4 分析

分析階段是系統發展生命週期中很重要之階段，使用者在此階段必須將需求清楚地交待給系統分析師，而系統分析師亦有義務引導使用者，完全地說出他的需求，並進一步分析其作業流程，再應用圖式化工具如資料流程圖

(D F D) 或實體關係模式(Entity-Relationship Model,ERM)等，以建立雛型系統的資訊模式，便利系統的設計與建置工作之進行，而成為系統發展之重要文件。

分析階段之所以是系統發展的一個重要階段，乃是因為一個應用系統開發出來之後，往往有不符合用者的需要之弊端，造成金錢與時間之浪費，且過失之歸屬難判定，業主可能因此而對資訊系統之開發缺乏信心。本節以各使用者觀點來提出使用者需求，並利用作業流程與資訊流程將此需求轉換成資訊模式，使分析階段之過程與內容甚為詳盡。

一、使用者需求分析

使用者需求區分為資訊需求、作業需求、功能需求三部份，而所謂資訊需求，乃是在使用者觀點中，需要之資料項目與資訊；作業需求，為使用者為利用系統來輔助其之常業務處理之需求，通常為各種分析評估之模式或功能；功能需求，則為利用系統處理資料時，對資料之操作與維護之需求。

本文論述一直提到使用者，實乃因系統之發展是以使用者之需求為導向，故有必要對使用者加以釐清。前文提及系統之定位為營建自動化諮詢服務中心下之子系統，服務對象當然為營建相關單位與業者，而營建產業相關單位，本系統將之區分為設計單位、營造廠、政府機構、機具供應商及研究單位等使用者族羣（如圖3-3），依據這些不同的使用者，本研究提出如下之使用者需求。

(一)、營造商需求

營造商主要之資訊需求主要是機具一般性資料，供應商資料、經濟性資料及技術性之資料；功能需求則是資料之查詢；作業需求則需有型錄內容、自動化施工項目之潛能分析、經濟性分析、機具適用性分析等。

(二)、設計、研究單位需求

設計、研究單位，前者著眼於設計階段即指定採用適合之機具，後者著重於自動化機具之發展現況及研究改良開發之法，兩者之需求均不脫營造商之需求之範圍。

(三)、政府單位

政府單位對於系統之資訊需求，在於了解目前系統自動化機具資料登錄之狀況，查詢使用之次數及推廣後自動化機具使用之情形等統計性資料；功能需求主要亦是資料查詢；而作業需求，則在於統計圖形的展示或報表列印。

(四)、機具供應商

機具供應商對資訊需求，主要是透過系統，了解市場目前自動化機具供應狀況，以做為本身的市場策略依據；對於作業需求，在於代理或租賃、製造之自動化機具資料登錄，以利業務之推廣；功能需求，則期望對於廠商資料之安全性功能予以加強，不易遭人修改與破壞。

(五)、諮詢服務中心

由於將來系統之使用維護將由諮詢服務中心來負責，故它的資訊需求，乃是系統登錄性的資料，即使用者使用系統之資料；功能需求，則偏重對於資料之處理與控制，

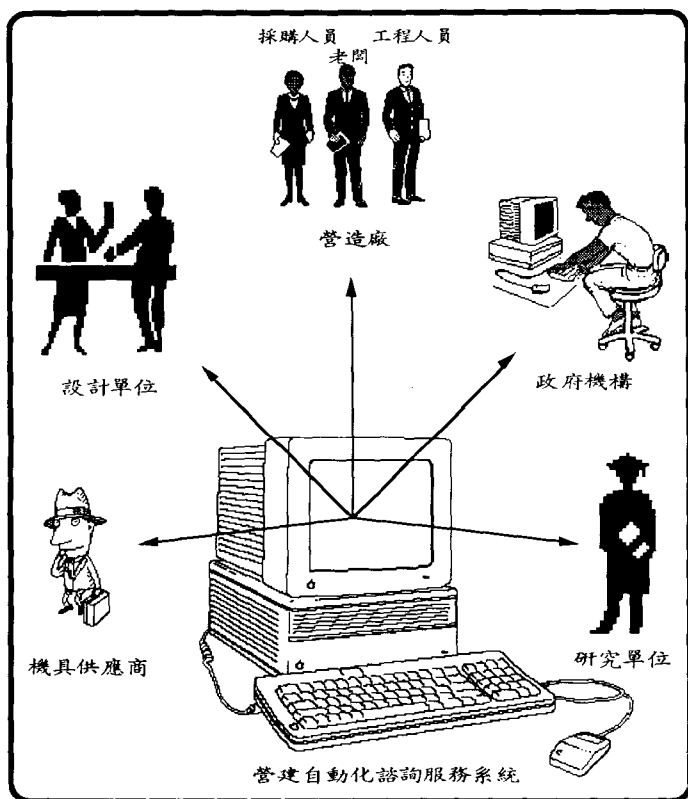


圖 3 - 3 系統使用者族羣

如安全、保全、備份及復原、資料時效等；對於作業性之需求，則期望能自動產生登錄性報表，作為使用者使用系統來做登錄性工作之檔資料。

表 3 - 8 列出了上述各使用者和其需求項目所對應之需求資訊，而其也描繪出了營建自動化機具諮詢服務系統之輪廓與大致之內容。另者，為系統之具有型錄內涵，同樣再由型錄資訊需求之角度來分析，其結果如表 3 - 9 所示。

表 3 - 8 使用者需求

需求分析 使用者	資訊需求	功能需求	作業需求
營造商	產品特點、名稱型號、產品說明、供應商資料、銷售資料、租賃資料、經濟性資料、檢驗資料、適用範圍、施工配合、產品性能、使用配合、機具請元。	資料查詢。	型錄內容展示、機具排程、經濟性分析、機具適用性分析。
設計單位	產品特點、銷售資料、經濟性資料、檢驗資料、適用範圍、施工配合、產品性能、使用配合、機具請元。	資料查詢。	機具適用性分析、經濟性分析。
研究單位	產品特點、名稱型號、產品說明、經濟性資料、適用範圍、施工配合、產品性能、使用配合、機具請元。	資料查詢。	機具排程、經濟性分析、機具適用性分析。
政府單位	統計性資料。	資料查詢。	統計圖形展示。
諮詢服務中心	系統登錄性資料。	安全、保全、備份及復原、資料時效。	自動產生登錄性報表。
機具供應商	機具市場狀況、新機具開發資訊。	機具型錄、機具使用資訊、供應商資料等之登錄。	供應商資料之安全性。

關鍵詞：

資訊需求：在使用者觀點中，需要之資料項目。

功能需求：使用者操作資料、處理資料之需求。

作業需求：使用者對於資訊系統分析性功能之需求。

表 3 - 9 自動化機具型錄諮詢系統資訊概要

自動化機具型錄諮詢系統資訊概要			資訊需求單位
基本資料	機具特點	特殊用途、獨特性能、特殊工法、經濟性及適用性等特點摘要。	設計單位、營造廠 研究單位
	名稱型號	廠牌名稱、機具型號。	營造廠、研究單位
	機具說明	文字或圖片說明。	
產銷資料	廠商資料	通訊資料：廠商之電話、地址、負責人等資料。 產銷體系：生產、銷售、管理、等實務運作情形及聯絡通訊資料；廠商信用。 維修體系：維修服務網運作情形、服務點站及聯絡通訊資料、零件庫存資料。	營造廠
	銷售資料	銷售業績、使用實績、價格行情、定製方法。	設計單位、營造廠
	租賃資料	租賃機種、租賃單位、租賃單價、租賃數量。	營造廠
管理資料	經濟性資料	使用年限：機具可使用之平均壽命，以年為單位。 殘值：機具使用完後之剩餘價值。 維修費用：機具使用期間維護修理之費用。 耗損費用：機具使用期間能源消耗、機具使用材料磨耗。 獎勵措施：自動化機具設備購買獎勵條款、融資辦法。	研究單位 設計單位 營造廠
	統計性資料	進口數量：自動化機具進口總數及金額。 使用數量：已使用之自動化機具總數量及分類數量。 投入總值：投入購買自動化機具之總金額。 租賃數量：租賃市場自動化機具數量。	政府單位
	檢驗資料	檢驗機關、檢驗標準、專利字號。	設計單位、營造廠
技術資料	適用範圍	工程類別、使用位置、適用限制。	研究單位 設計單位 營造廠
	施工配合	施工流程、施工需知、施工安全、支援系統。	
	機具性能	自動化等級、施工品質、生產力、噪音、震動、污染。	
	使用配合	保養維護、維修服務、使用方法、使用需知。	
	機具諸元	機具本身詳細的組成資料及工作參數。	

二、作業流程

資訊系統要能節省人力，增加效率，就必須從現行作業流程著手，將其標準化及合理化，然後再電腦化，否則發展出的系統，無法和現行作業配合，就會增進額外的作業負擔，造成效率之減低。

在探討營建自動化機具諮詢服務作業流程之前，先行

探討營造商機具取得之作業流程，以確保諮詢服務中心所提供之諮詢服務，能滿足業界實際之需要。圖 3-4 為本研究訪視國內最具規模且有大量機具之營造商，所整理而擬定出之營造商自動化機具取得作業流程圖，營造商於承

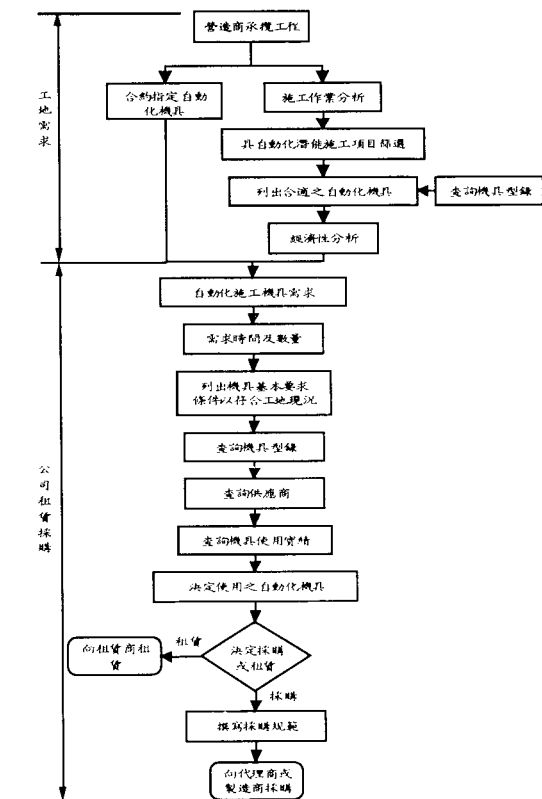


圖 3-4 營造商機具取得作業流程圖

攬工程之後，通常工地先提出機具需求，再由公司租賃採購；在工地需求階段，若非合約指定使用自動化機具，工地工程師就必須先分析施工作業，再將具自動化潛能之施工項目篩選出，並以優先自動化之施工項目來選用合適之自動化機具；選出適合工地現場作業條件之自動化機具後，再予以經濟性之分析，則可向公司提出自動化施工機具之需求。在公司租賃採購階段，公司對工地提出之需求機具尋找出其他廠牌之同種類機具，然後針對工地現況之需求，機具之性能、製造廠可信賴度，代理商支援能力，機具購進之經濟性等進行評估，並查詢機具之使用實績後，可決定使用何種廠牌型號之機具，而最後若是決定採購機具，即著手編寫採規範向供應商採購。由以上之分析，歸納出在工地需求段較注重的是作業項目和施工機具之配合，而公司租賃採購階段注重的是機具之實用性，後勤補給能力及經濟性，故而工地提出機具之大略需求，公司決定機具之真正需求，形成機具選用之作業流程。

經由對營造商自動化機具取得作業流程分析後所模擬之營建自動化機具諮詢服務之作業流程，如圖 3－5 所示，係由使用者選定優先自動化施工項目，透過諮詢服務中心之資料，來選擇適之自動化機具；若是使用者無自行評估能力，亦可委託諮詢服務中心代為評估，由要求諮詢服務者提出施工項目與施工數量，經諮詢服務中心對施工項目予以自動化潛能評估，評選出優先自動化項目，再依此作業項目之作業條件選用數種較適合此施工項目之自動化

機具來予以經濟性分析和適用性分析，分析之結果再加上供應商後勤能力、信譽之評估，及參考機具的使用實績後，決定使用何種廠牌和型式之自動化機具，最後，若是要採購該機具，可查詢目前之獎勵措施，以便採購時能獲取政府政策上之獎勵。

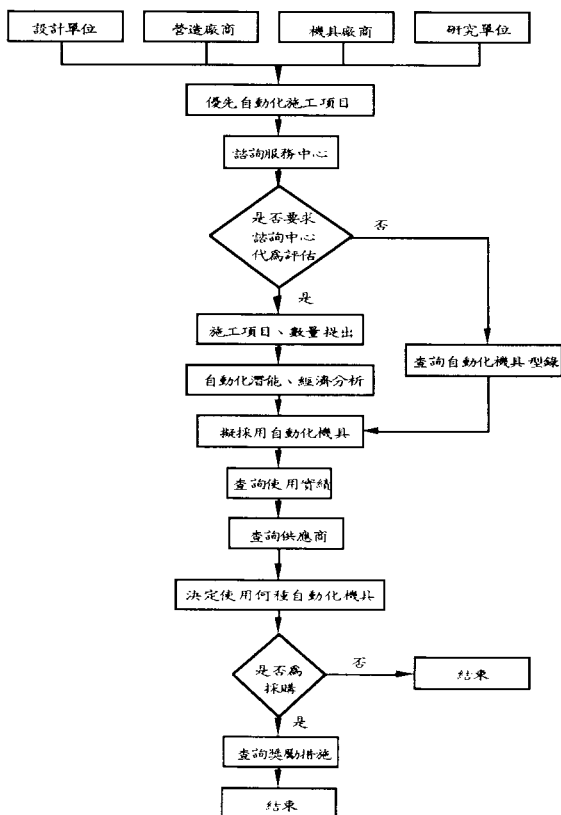


圖 3 - 5 營建業自動化機具諮詢服務作業流程

三、系統資料流程

資料流程是系統分析之主要工具之一，可用於輔導資料庫的分析與設計。因資料流程是繼作業流程的探討之後，進一步來分析在各部門之間流通的資料，這些資料之定義，以及資料在什麼時候，什麼部門被何人所處理，做何處理？處理完之後的資料又傳送至何處，故對資料庫之分析與設計大有助益。Navathe⁽³¹⁻³⁴⁾等人曾經對資料流程之定義、限制、與運用製作策略做了詳細的討論，歸納其結論，除如上所述外，有四種資料流程之應用符號可加以定義如下：

- ：「處理」符號：對資料進行處理如查核、查詢、排序、運算及統計等。
- ：「資料流」符號：表示流通之資料或資訊內容與方向，若資料流線上未註明流通的資料或資訊內容，則表示該流線將其起、終點的所有資料或資訊做全數流通。
- ：「資料儲存」符號：是暫時或永久儲存的資料檔案。
- ：「終端」符號：是指系統外資料或資訊之提供或接收者。

利用此四個符號，本研究同樣以營造廠自動化機具取得作業流程為依據，來擬定其資訊流程，以為雛系統設計之參考。圖3-6係第一階之自動化機具取得資料流程圖，圖中之「1.0作業資料、機具資料析」與「2.0查詢、統計與評選」，表示包含更詳細之第二階資料流程圖，而第二階之資料流程，亦包含有第三階之資料流程；將資料流程如此細分之目的，除了為求流程簡單、清楚表達之外，更能顯示出資料處理之過程與時機，資料處理方法與資料之來源。圖3-6中，可看到提供資料之三個功能模組，分別是提供優先自動化施工項目之自動化潛能評估模組，提供適用機具資料之適用性分析模組以及提供經濟分析資料的經濟分析模組，它們定位於系統架構中之功能模組庫，用來接受資料並處理成資訊提供給使用者。整個雛型系統之資訊流程包含工地管理人員、公司採購部門和公司主管三個單位，而資訊之流向係由工地管理人員提出施工作業資料，經由和機具資料之分析，及適用性分析和初步之經濟性分析後，提出工地需求機具給採購部門，採購部門再依據工地需求來查詢、統計與評選以決定使用何種機具，最後將採購規範或租賃機型送請公司主管予以核可，即完成整個資訊流程。圖3-7進一步針對圖3-6中的「1.0作業資料、機具資料分析」以更為詳細的資料流程來表示第二階的資料流程圖，由圖中可看到檔案之運用於資料之儲存和取用，而完成整個作業資料和機具資料之處理動作。圖3-7中，「1.3選用適用之自動化機具」

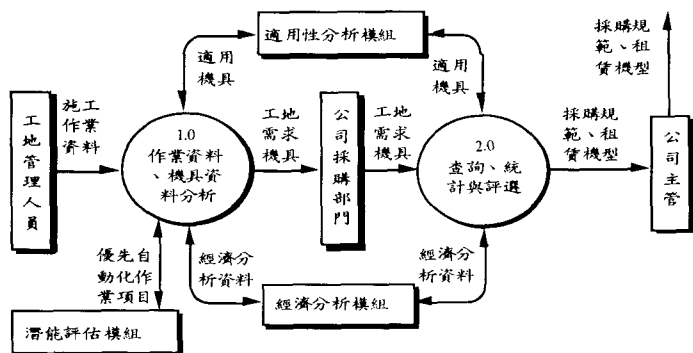
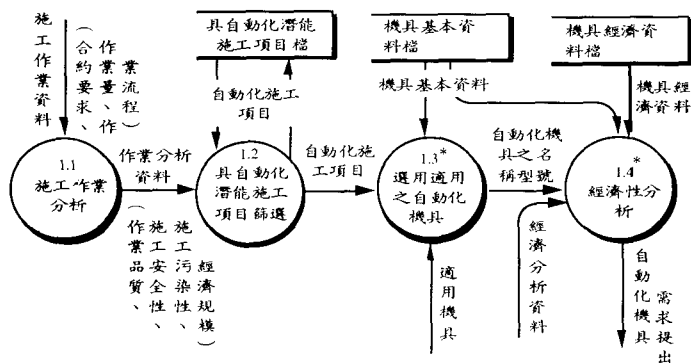


圖 3 - 6 自動化機具取得資料流程圖（第一階）

尚包含三個對選用適用自動化機具之處理過程，如圖 3 - 8 所示，為第三階段資料流程圖。從圖中可清楚地了解選用適用機具所需考慮之事項。相同地，圖 3 - 9 係針



圖例：「*」—表示該處理過程尚包含下一階的資料流程圖

圖 3 - 7 第二階資料流程圖（1・0）

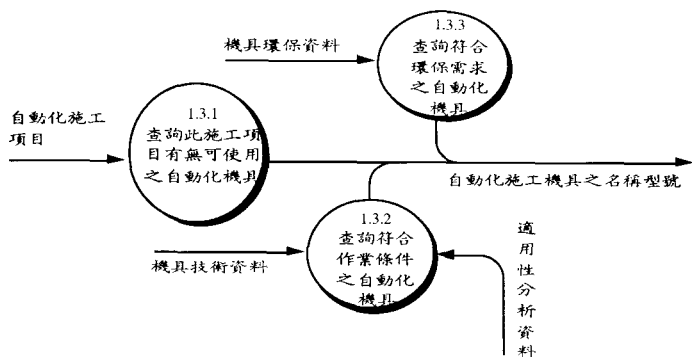


圖 3 - 8 第三階資料流程圖 (1 . 3)

對圖 3 - 7 中「1 . 4 經濟性分析」更進一步予以詳細說明經濟性考慮因素及處理動作之第三階資料流程圖。圖 3 - 6 中，「2 . 0 查詢、統計與評選」之處理，我們同樣地要再以第二階流程圖予以清楚之表示，如圖 3 - 10 所示。圖 3 - 10 中除了檔案提供之資料外，尚有適用性分析資料、經濟性分析資料分別從適用性分析模組與經濟性分析模組等兩個功能模組傳輸過來。又圖中「2 . 5 評選決定機型及租賃或採購」，本文再以圖 3 - 11 之第三階資料流程圖來表示，圖中明白顯示最後決策以 A H P 法來評估、而有關 A H P 法在本系統中之運用，本章後節之實例探討中有較詳細之敘述。

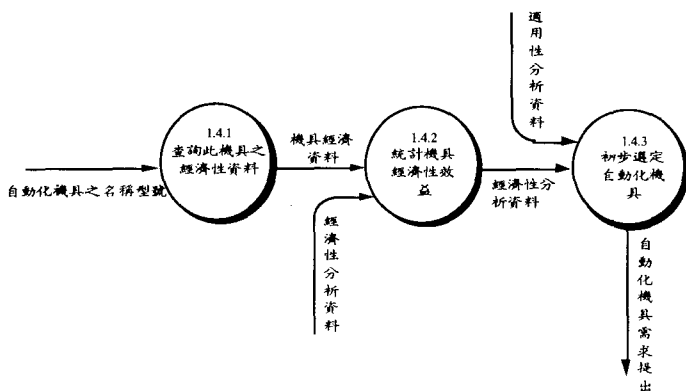
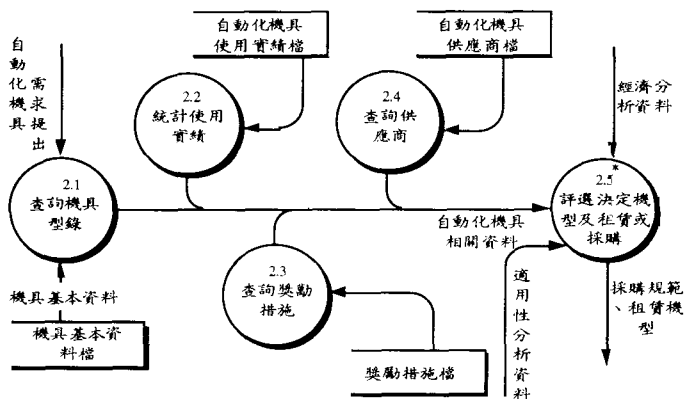


圖 3 - 9 第三階資料流程圖 (1 · 4)



圖例：「*」—表示該處理過程尚包含下一階的資料流程匯

圖 3 - 1 0 第二階資料流程圖 (2 · 0)

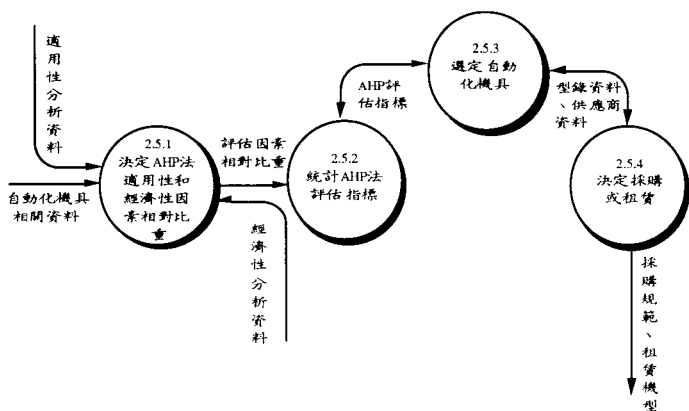


圖 3 - 1 1 第三階資料流程圖 (2 · 5)

3 · 5 營建自動化機具諮詢服務系統架構

依據上述分析之結果，本研究建立出營建自動化機具諮詢服務系統架構。營建自動化機具選用，從規劃設計至使用維護，整個生命週期各階段所產生與運用的工程及機具型錄資料，具有密切的關係性。爲了讓工程與機具間之大量資料與資訊得以一次處理、共同享用之目的，單一功能的電腦軟體，無法滿足各不同系統功能對不同工程與機具間之資訊需求。故而，在營建自動化機具諮詢服務系統資訊架構中，安排資料庫來儲存各種經整合過之資料，並透過資料庫管理系統來使用和控制這些資料，詳見圖 3 -

12。而功能性的資料，如圖中所示，係將資料庫管理系所傳送過來資料，於功能模組系統中，由已經商業化之應用程式所組成的應用程式庫或自行設計撰寫的軟體庫來做處理。不論是一般性之資料，或是需經過功能模組來處理之資料，使用者都是透過一個具有親和性的人機介面，亦就是對話庫系統來獲取有用的資訊，而所謂的親和性的人機介面，依目前電腦發展，以選單、按鈕等來允許使用者做非序列式的查詢與使用，是較理想的一種方式。

結合上述，使用者在使用本系統時，經由資訊系統架構所經之路徑有兩種：一是使用者透過對話庫系統查詢一般性型登錄之資料，路徑便是使用者傳遞訊息給對話庫系統，對話庫系統再將訊息傳給資料庫中找到需要之資料，再將資料傳回給對話庫系統，最後對話庫系統再將資訊呈現給使用者。另外一種路徑是使用者透過對話庫系統，發出需求的訊息，對話庫系統判斷功能性資訊，即將訊息傳遞給功能模組系統，功能模組系統接收訊息後，傳遞需求基本資料之訊息給資料庫管理系，資料庫管理系統至資料庫擷取資料後送回對話庫系統，對話庫系統再呈現功能性資訊給使用者。

由M I S之觀念，資訊系統架構是用來支援管理活動的。所以營建自動化機具諮詢服務系要能支援策略規劃、管理控制、作業控制、交易處理等四個管理層次，而要能支援這四個層次，依前節系統功能和資訊需求分析的結果就必須要使用營建自動化機具諮詢服務系統達到經濟性分析

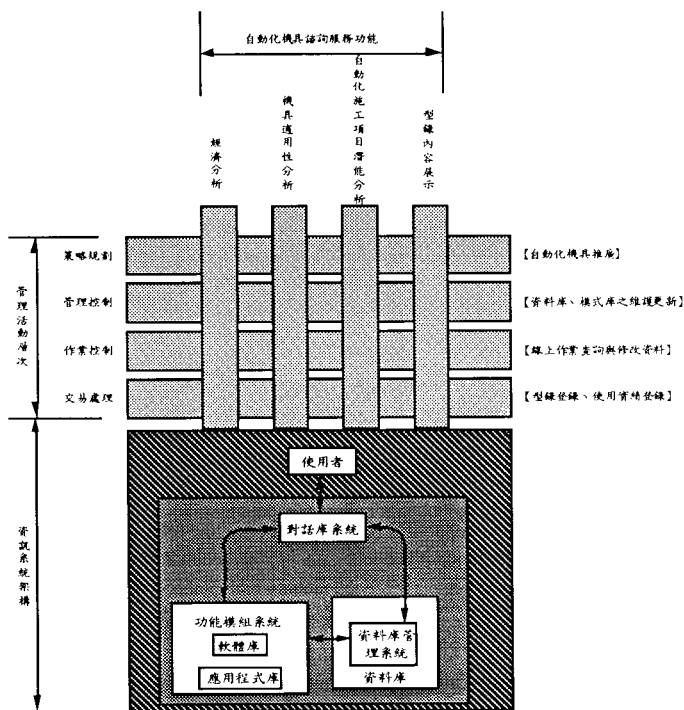


圖 3 - 1 2 營建自動化機具諮詢服務系統架構

、型錄內容展示、機具適用性分析和自動化施工項目潛能分析等功能，才能使系統合於使用者所使用，達到管理活動的管理目標。故本研究提出如圖 3 - 1 2 之營建自動化機具諮詢服務系統架構，以為未來整體營建諮詢服務系統發展之參考。

第四章、營建自動化機具諮詢服務雛形

系統資料庫設計

系統之發展有不同的策略方法，視發展系統者之組織特性和需求而定。發展一應用系統常需不同的專業人員參與，如系統的使用者、系統分析師、程式設計師、資料庫分析師等，所需花費的時間和金錢甚巨。但是發展一雛形系統較少有此考慮，通常只要使用者與雛形系設計者互相溝通後由設計者設計雛形系統再交予使用者使用，甚而，使用者在經些許的訓練後，就能利用第四代語言來自行開發雛形系統。故而雛形系不需花費鉅大成本即可實現想法，且減少應用發展的時間而獲得一個可執行的系統。本章為建構雛型系統，先對資料庫設計之方法與工具予以描述，再以工程師背景之電腦使用者角度，藉由上文對系統分析之結果，進行雛型系統資料庫之分析與設計，以接續上一章系統發展生命週期之設計階段。

上文中提到第四代語言，亦稱之為極高階語言，它是一種通用級的語言，設計來改善應用程式發展程序的效率，為終端使用者之直接使用而設計。非程式人員，經過稍加訓練，即可使用第四代軟體來產生單一檔案的報表，對於較複雜的應用，則仍需要相當高技術的程式人員協助，故而本雛形系統，基本上仍以簡單的報表與查詢畫面，表達使用者的資訊需求。

4 · 1 資料庫概述

資料庫是一系統之核心，而其因何有此重要之地位，以及它設計的步驟為何，可應用何種工具協助資料庫分析與設計，為本節論述之要旨。

4 · 1 · 1 資料庫發展之背景與定義

資料庫方法產生之背景與動機有三，一、為使資料和程式獨立。二、為使資料和機器獨立。三、為使程式和機器獨立。所謂資料和程式獨立又稱為邏輯資料獨立，其意義是資料結構改變，程式可不改變；而資料和機器獨立，又稱為實體資料獨立，其意義乃儲存結構、存取方法、存取媒體之改變，資料結構可以不變；程式和機器獨立，其意義為程式不因機器之改變而改變，此由第三代語言即可達成。幸且不論上述之細節為何，採用資料庫之方法，最主要是要降低資料之重覆性；余千智⁽²³⁾曾這樣為資料庫下了定義：「資料庫是一個集中控制的、整合性、共享性、機動性、正式定義、提供組織不同管理層次策功能，以滿足各個部門不同的資訊需求之資料集合」。為達此資料庫之功能，會衍生資料重覆儲存、定義及程式重寫修改之問題，而資料庫方法，正是設法在減少這些問題。若以一使用者自行開發雛形系統之角度來看資料庫設計，應是將使用者需求資料定義至資料庫中，並建立良好之資料架構，

使日後資料之儲存和取用，不會有遭刪除、修改、或資料不一致之問題出現⁽³⁵⁾。

4 · 1 · 2 資料庫設計之步驟

資料庫設計之步驟⁽³⁵⁾，依序包含需求定義、概念設計、實作設計及實際設計四部份。而 ANSY/X3/SPARC[註一]更亦將資料分成三個不同的層次，已是國際通行之資料庫架構標準，稱之為資料庫三綱目架構。它們是：

1 · 外部模式

包含各個不同的使用者對資料庫的觀點，每一觀點只描述使用者有興趣的部份，即所關心之資料。

2 · 概念模式

將各用者觀點合成一整個資料庫之觀點及資料結構，並未考慮實際資料儲存之結構與方法，著重在描述實際世界所發生之事件。

3 · 內部模式

主要描述資料實際儲存之架構、存取之路徑與存取之方法。

資料庫之設計步驟可和資料庫三綱目架構作一對應（如圖4-1所示），設計步驟之需求定義相當於三綱目之外部模式，著重於使用者資訊需求、功能處理需求及作業處理需求；概念設計相當於三綱目之概念層，著重於組織資料模式；實作設計相當於三綱目中概念層和內部層對應

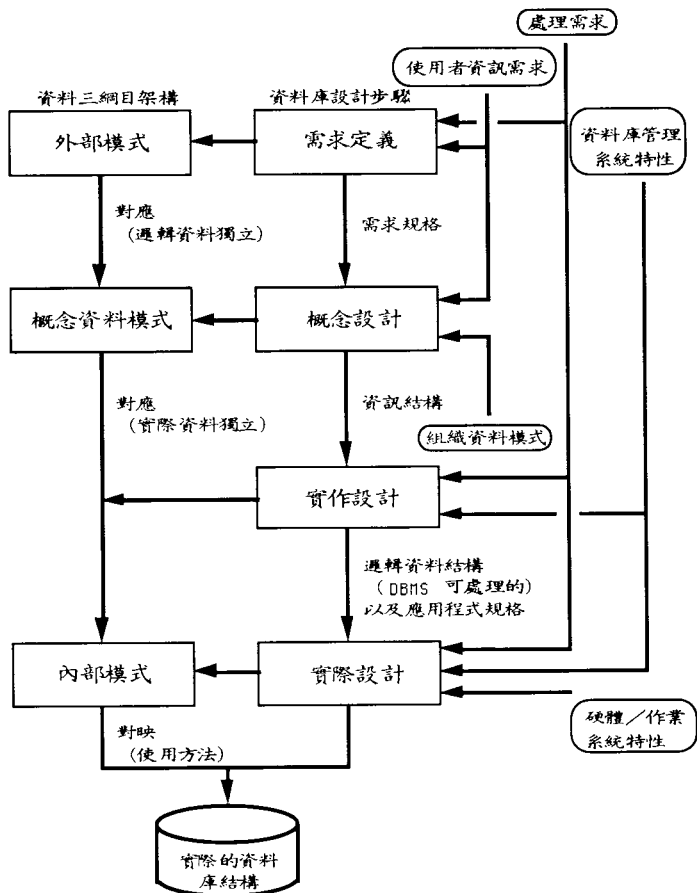


圖 4 - 1 三綱目架構與資料庫設計步驟之對應

之工作，著重於邏輯資料結構－即 D B M S 可處理的資料結構及應用程式可用之規格；實際設計相當於三綱目之內部層，著重於硬體和作業系統特性，以決定存取路徑及方式。本研究以高階語言來發展雛型系統，故對於資料庫之設計僅就需求定義和概念設計兩步驟來分析。

4 · 1 · 3 資料庫分析設計之工具－E R M

E R M (Entity-Relationship Model) 是於 1 9 7 6 年，由我國旅美學者 Peter p.s Chen 針對傳統資料庫邏輯設計的一些缺失所提出，用以改良傳統資料邏輯的設計並使之更具有彈性和容易設計。本研究之所以採用 E R M 之理由，乃是鑑於多位學者，如 Chung, Weber 等 (37-40)，所提出之優點，以利雛型系統之建構。茲將其研究成果摘要如下：

- E R M 可以獲留真實世界 (Real World) 的重要意義。
- 建立於個體 (Entity) 和關係 (Relationship) 的電腦語言對於非技術性的使用者來說，是比傳統的資料處理語言來得自然。
- 將 E R M 轉換成傳統的資料模式（如階層式、網狀式和關連式模式）非常容易，因此 E R M 是 A N S I / S P A R C 資料庫架構中概念性綱目最佳的模式化 (Modeling) 工具，亦是不同資料庫環境中處理資料轉換的最佳選擇。
- E R M 是求取問題語意模式 (Semantic Modeling Problem) 的重要

步驟。

- E R M 其簡單而有效的圖形提供了整體和詳細的資訊，而且亦能促進技術與非技術人員間的溝通。
- 將 E R M 擴展(Extended)應用後（稱 E E R M），對多種關係的表示，可有較正確的語意模式，亦是在資料庫的更新作業中，維持模式完整的一種方法。

至於 E R M 的定義與模式化步驟，主要係利用各種實體型態 (Entity Type)、關係型態 (Relationship Type)、和屬性 (Attribute)，以表示資料的結構與真實世界的情形。Date⁽⁴¹⁾在定義語意概念模式時曾將之說明如下：

- －實體 (Entity)：是為可分辨的物件 (Object)，如供應商、部門、登錄單等。
- －關係 (Relationship)：是用於交互連結兩個或多個實體的一種動作或行為。
- －性質 (Property)：用於描述一個實體的部份資訊。此與屬性相當。

Chen⁽⁴²⁾於 1 9 8 3 年提出如何用英文自然語言對系統需求的描述轉成以 E R M 圖形來定義資料綱目 (Data Schema)，亦即將英文之普通名詞視為實體之類型；將及物動詞視為關係之類型。Ozkarahan⁽⁴³⁾進一步提出 E R M 之步驟如下：

- (1)、定義實體類型。
- (2)、定義各實體類型間的關係類型。
- (3)、定義各關係性類型的對應限制。
- (4)、定義所有類型的性質。

(5)、定義主鍵(Key)。

其中，定義各關係性型態的對應限制，是用於描述各實體類型間透過關係性類型的一對一（1：1）、一對多（1：N）、或多對多（M：N）等結合關係。以下舉例說明這三種型態：

(1)、一對一（1：1）關係

以兩個實體間之關係為例，一個公司部門之實體必定有一位負責人，而一位負責人只能負責一個部門，如4-2所示，為此一對一之關係。

(2)、一對多（1：N）關係

圖4-3所示為一個機具製造商可製造多種型式之機具，而一機具只被一製造商所製造。

(3)、多對多（M：N）關係

圖4-4所示表示一機具代理商可代理很多種機具，而一機具可被很多位代理商所代理。

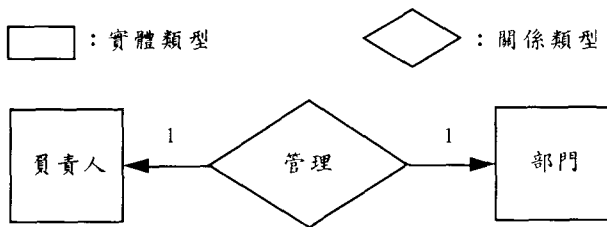


圖4-2 一對一關係ER圖



圖 4 - 3 一對多關係 E R 圖



圖 4 - 4 多對多關係 E R 圖

至於 E R M 步驟中定義所有類型的性質，是指描述每個實體類型的資料項目，和多對多關係類型的資料項目。而最後主鍵的定義的目的乃在於確立實體類型中獨一無二的資料項目，來用以識別其他資料項目。為能有效描述離型系統的資料架構，本研究擬由上述 E R M 步驟之原則，對各使用者觀點進行探討。

4 · 2 資料庫設計之需求定義

需求定義在資料庫發展之前期，一直是相當不結構化的過程。但由於需求定義係決定並描述組織中使用者所需

資料，且系統發展者希望經過需求定義的過程之後，它的輸出是一個需求規格的正式集合，描述使用者所需的資料以及這些資料的限制，所以有需要去改進需求定義的過程。隨著新方法的發展，一個比較結構化的方式被提出；它包含六個步驟（如圖 4 - 5），逐步進行且每一步驟均由前一步驟改良而來。

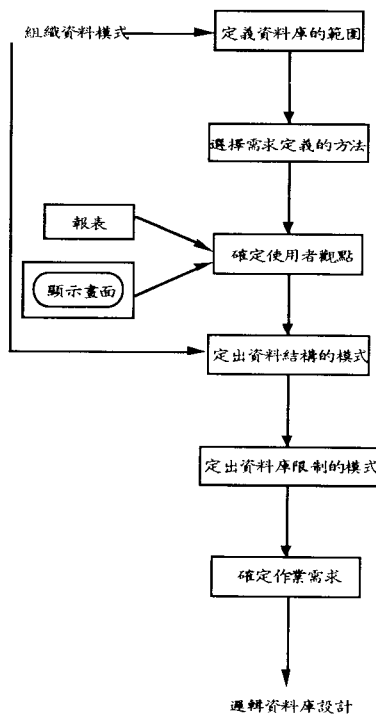


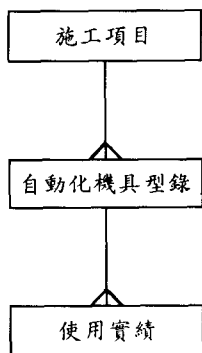
圖 4 - 5 需求定義之步驟

4 · 2 · 1 定義資料庫的範圍

在定義出資料庫範圍之前，必需先尋找出組織中的資料模式。關於組織中資料模式的形成過程，本文將從自動化機具諮詢服務作業流程開使著手。圖3－5為營建業自動化機具諮詢服務作業流程，於本文之3·2·4節即以提出。在該圖中本研究定義出諮詢服務的對象包括有設計單位、營造廠商、機具廠商、研究單位等，因此將以這些人員的觀點及諮詢服務中心本身之觀點，來定出組織的資料結構。

圖4－6為設計、研究單位觀點，其希望從施工項目、自動化機具基本資料、使用實績等實體中找到需要資訊。例如設計單位想使用新的施工方式及機具並查詢有何績效；研究單位想了解目前某施工項目發展了什麼樣的施工機具，功能如何等。圖4－6之觀點圖稱之為ER圖，其圖形之方框代表實體，即觀點者關心之事務；連接兩實體之線段則代表關係，線段之尾端為單線者表示為一，尾端為鳥爪型者為多，故而圖中所表示之語意為：一施工項目有很多之自動化機具可使用，而一自動化機具僅適用於一施工項目。有關ER圖之定義與用法，本文已於上節提出，不再詳述。

圖4－7為營造廠觀點ER圖，這觀點主要表示營造廠欲知某施工項目有那些可用機具，機具之效能如何，機具使用情況如何，何處可購得，供應商之商譽如何，其維



圖例：多 ————> 一

圖 4 - 6 研究、設計單位觀點 E R 圖

修及零件補給能力如何，採用可獲取政府那些獎勵等。

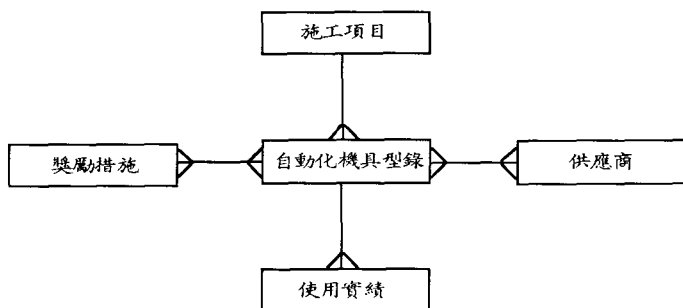


圖 4 - 7 營造商觀點 E R 圖

圖 4 - 8 為機具廠商觀點 E R 圖，這觀點表式機具製造商可能想要機具租賃商、代理商之資料，並可了解目前機具發展情形。

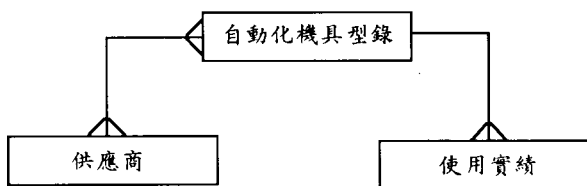


圖 4 - 8 機具商觀點 E R 圖

圖 4 - 9 為諮詢中心觀點 E R 圖，這觀點主要在於機具使用實績及供應商供應新機具的登錄。因將來機具型錄或機具使用實績之登錄，不論是上網路由廠商登錄，抑或由諮詢服務中心蒐集資料後登錄，均希望有正式文件來予

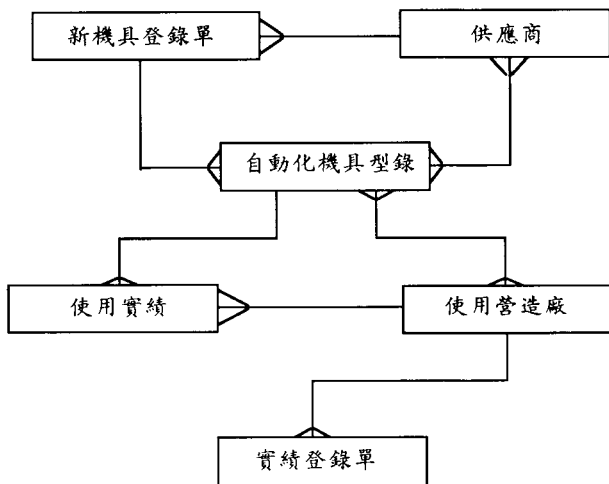


圖 4 - 9 諮詢中心觀點 E R 圖

以記錄。

依據上述各使用者觀點，經過整合之後，則可得初步之諮詢服務中心組織模式，如圖 4 - 1 0 所示。

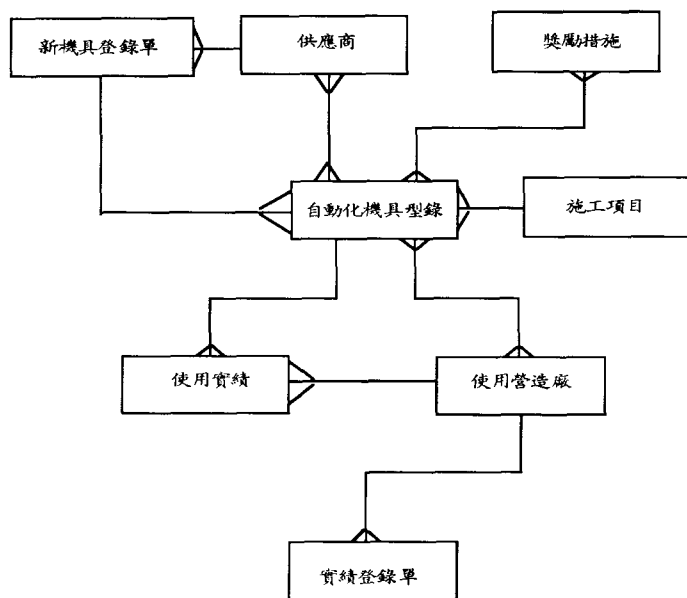


圖 4 - 1 0 諮詢服務中心組織 E R 圖

圖 4 - 1 0 所示之諮詢服務中心 E - R 圖組織模式，其可含蓋自動化機具諮詢服務資料庫大部分之範圍，又由各使用者觀點可看出，自動化機具型錄實體是為重點，故將此資料庫設計重點放在自動化型錄實體及其他與自動化

機具型錄有關之實體上，例如機具供應商、使用實績、以及獎勵措施等等，並據以爲日後擴展至其他實體之基礎。

4．2．2 選擇需求定義的方法

本研究選擇使用 E R 圖做爲在需求定義中定出資料結構的基本工具，其原因已如前文所述。本研究亦於此需求定義階段，利用上一章中資料流程圖對資料動態關係之分析結果來定出使用者觀點，且以資料字典的應用示範，來正式定義資料，並可加入 E R 圖中無法直接表示的完整性限制的限制條件。有關資料庫之限制，將於下文敘述。

4．2．3 確定使用者觀點

根據初步研究分析，本文畫出一個概觀圖以顯示需求定義之中所分析的各種不同的使用者觀點。圖 4 - 1 1 所示爲此概觀圖，它定出自動化機具諮詢服務的幾個重要使用者觀點：新機具登錄單、使用實績登錄單、可使用機具報告、可援用獎勵措施報告、供應商報告、自動化機具型錄單等。

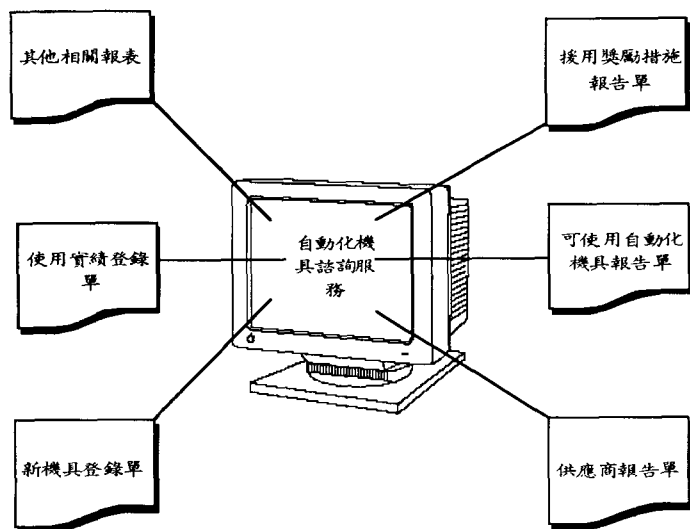


圖 4 - 1 1 使用者觀點

4 · 2 · 4 定出資料結構模式及資料庫限制

本文以 E R 圖來定出資料結構的模式。以 E R 圖來定出使用者觀點模式需要決定出相對的實體、關係及屬性等。它當然亦需要定義出候選鍵、主鍵、外來鍵等。而資料庫的限制，主要有三個類型：一為定義域的限制。這些限制條件定義了各個觀點、及觀點中每個資料項的型別、長度、格式及可容許之值等。二為參考完整性之限制。這些限制條件確保在參考某表格或數個表格之列（資料錄），來決定插入或刪除資料的動作，而使資料仍保有完整性。

三為其他的組織限制。在同一表格或在其他表格中有一個或多個資料項的值有其限制條件，這些限制條件確使在一個表格之中的資料項保有完整性。

● 使用者觀點 1：新機具登錄單

新機具登錄單主要供給機具供應商登錄所供應之機具，及本身的資料。本登錄單在諮詢服務系統未以網路供各供應登錄前乃是由供應商向諮詢服務中心提出申請，或由諮詢中心蒐集各方資料，經中心審查合格後由中心人員輸入，故本單之使用者暫定為諮詢中心之資料處理工作人員。圖 4 - 1 2 為本研究為該登錄單所模擬之螢幕使用需求畫面。

這個觀點之 E R 圖，見圖 4 - 1 3，顯示了新機具登錄單的資料結構。它表達了新機具登錄單是三種實體的結合：新機具登錄單、供應商及機具型錄。供應商的主鍵是公司牌號，新機具登錄單的主鍵是登錄續號，機具型錄之主鍵是機具編號；新機具登錄單和供應商之關係是多對一的關係，因一新機具登錄單僅為一供應商所登錄之資料，而一供應商可於不同時間申請過登錄單登錄多次。供應商和機具型錄的關係為多對多的關係，一供應商可供應很多種機具，同樣一機具可被很多供應商來供應。新機具登錄單和機具型錄的關係是多對一的關係，一機具型錄會在很多登錄單內登錄，一登錄單只登錄一項機具。在描述了這個觀點的資料結構後，可再為此觀點做一正式定義，以為

新機具登錄單		登錄機號：	登錄日期：
工程項目編號：	機具相片：		
工程項目名稱：			
機具編號：			
機具名稱：			
機具型號：			
製造國別：			
機具尺寸：	施工速率：		
機具重量：	操作方式：		
機具價格：	施工品質：		
使用年限：	最佳使用範圍：		
殘值：	施工流程：		
使用動力及消耗：	其他事項：		
設備維修方式及費用：			
供應廠商名稱：	電話：		
公司牌號：	傳真號碼：		
住址：	廠商類別：		

圖 4 - 1 2 新機具登錄單使用者需求觀點

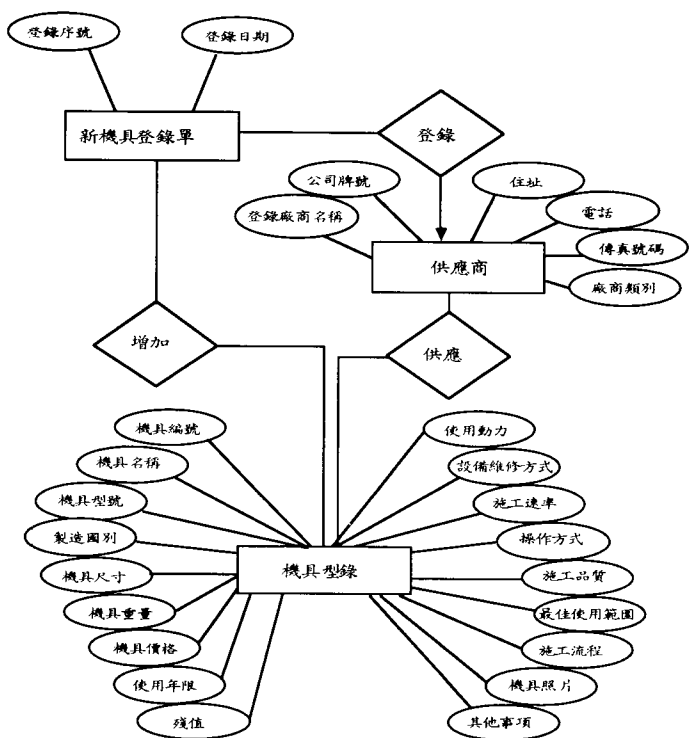


圖 4 - 1 3 新機具登錄單 E R 圖

系統雖型規格之正式文件，幫助將來系統擴展或更換，圖 4 - 1 4 為本觀點之正式定義。圖 4 - 1 5 為定義域定義之例子，此文件同樣可為標準文件，用來正式定義資料項目成為資料字典。

使用者觀點		
使用者觀點：1	名稱：新機具登錄單	
說明：本表單主要將自動化機具供應商所提供之 新型自動化機具登錄轉為諮詢服務中心 需之登錄格式，以作為提供各使用者詳		
主要使用者：營建自動化諮詢服務中心		
資料項目：		
·登錄單序號	·機具尺寸	·維修費用
·登錄日期	·機具重量	·施工速率
·工程項目編號	·機具售價	·施工品質
·機具編號	·使用年限	·最佳使用
·機具名稱	·使用殘值	範圍
·機頭型號	·使用動力	·生產力
·機具國別	·動力消耗	·適用作業
·供應商名稱	·供應商地址	·供應商類別
·供應商電話	·供應商傳真	
	號碼	

圖 4 - 1 4 機具登錄單使用者觀點定義

定義域名稱：工程項目編號
定義：自動化機具適用工程項目之編碼
型別／長度：5 個字元
格式：VXXXX
T = 英文字母
X = 阿拉伯數字
可允許之值：不可為空值
定義域名稱：機具相片
定義：自動化施工機具之相片
型別：圖案
定義域名稱：施工速率
定義：自動化機具施工移動之單位速度
型別／長度：8 個字元
格式：前 5 個字元為阿拉伯數字
後 3 字元為速率單位
定義域名稱：生產力
定義：自動化機具單位時間之生產量
型別／長度：8 個字元
格式：前 5 個字元為十位數字
後 3 字元為適合之單位時間產量單

圖 4 - 1 5 定義域定義圖例

●使用者觀點二：使用實績登錄單

使用實績登錄單為機具被營造商使用後，登錄使用狀況的一種報表。它顯示出機具應用在某工程的實際狀況，同樣由諮詢服務中心人員蒐集資料予以登錄。圖 4 - 16 為模擬之使用實績登錄單表格，圖 4 - 17 為其 E R 圖。這個 E R 圖有四個實體：機具型錄、使用實績、使用廠商、實績登錄單。它們之間的關係除了使用廠商和實績登錄單是一對多外，其餘均為多對多，因使用營造廠可能會登錄很多實績，而一個實績登錄單僅被一個營造廠登錄。使用實績登錄單實體的主鍵是登錄序號、使用營造廠商的主鍵是公司牌號、使用實績的主鍵是施工項目、機具型錄的主鍵則是機具編號。

組織規則之限制，在這觀點為登錄日期不可以晚於使用期間，在資料字典中應加入此限制。圖 4 - 18 為此觀點之定義。

使用實績登錄單		登錄序號：	登錄日期：
機具編號：	施工照片：		
機具名稱：			
機具型號：			
廠商名稱：			
公司牌號：			
使用期間：			
使用工程：			
實績概述：			

列印

前頁

後頁

查詢

圖 4 - 1 6 使用實績登錄單觀點

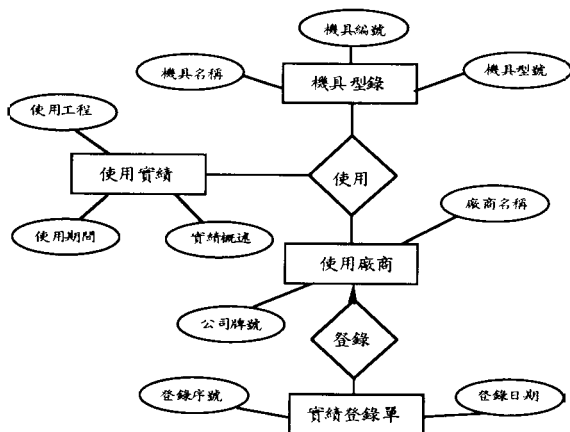


圖 4 - 1 7 使用實績登錄單 E R 圖

使用者觀點	
使用者觀點：	2
名稱：	使用實績登錄單
說明：本表單主要係將使用自動化機具之營造商所提供機具實際在工程上使用之實績，轉為諮詢中心所需之登錄型式，以作為提供各使用者詳細查詢之表單資料。	
主要使用者：營建業自動化諮詢服務中心	
資料項目：	
· 登入序號	· 公司牌號
· 登錄日期	· 使用時間
· 機具編號	· 應用之工程名稱
· 營造商名稱	· 實績概述

圖 4 - 1 8 使用實績登錄單觀點定義

●使用者觀點三：供應商報告單

供應商報告單為營造廠採購單位、設計單位、業主等要進行採購、租賃時，得以自所要使用之機具，查詢到該機具所有供應商資料。圖 4 - 1 9、4 - 2 0 所示為供應商報告單表格及其 E R 圖，E R 圖包含機具型錄和供應商兩個實體。機具型錄之主鍵是機具編號，供應商主鍵則是供應商編號，它們的關係為多對多的關係。圖 4 - 2 1 為此觀點之定義。

供應商報告單					
機具編號：					
機具名稱：					
機具型號：					
廠商編號	廠商名稱	住址	電話	傳真號碼	廠商類別

圖 4 - 1 9 供應商報告單觀點

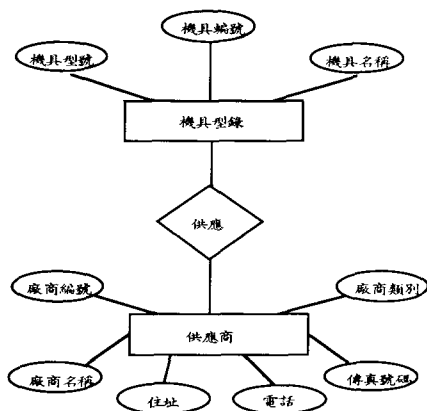


圖 4 - 2 0 供應商報告單 E R 圖

使用者觀點											
使用者觀點： 3 名稱：供應商報告單 說明：本表單主要係將自動化機具之供應商（製造、代理及租賃）之基本資料，提供各使用者作為查詢、採購及代理之基本表單。 主要使用者：營造商、機具代理商、機具租賃商、學術機構、設計單位。 資料項目： <table border="0"> <tr> <td>· 機具編號</td><td>· 機具名稱</td></tr> <tr> <td>· 機具型號</td><td>· 供應商編號</td></tr> <tr> <td>· 供應商名稱</td><td>· 供應商地址</td></tr> <tr> <td>· 供應商電話</td><td>· 傳真號碼</td></tr> <tr> <td>· 供應商類別</td><td></td></tr> </table>		· 機具編號	· 機具名稱	· 機具型號	· 供應商編號	· 供應商名稱	· 供應商地址	· 供應商電話	· 傳真號碼	· 供應商類別	
· 機具編號	· 機具名稱										
· 機具型號	· 供應商編號										
· 供應商名稱	· 供應商地址										
· 供應商電話	· 傳真號碼										
· 供應商類別											

圖 4 - 2 1 供應商報告單觀點定義

● 使用者觀點四：可使用自動化機具報告單

可使用自動化機具報告單主要為使營造廠高級主管依施工項目選擇較有效益之機具。圖 4 - 2 2、4 - 2 3 為其表格及 E R 圖，E R 圖包含的實體是施工項目和機具型錄，因一項施工項目可能有好多種施工機具可用，一施工機具僅適用於一種施工項目，所以它們的關係是一對多。施工項目實體之主鍵為施工項目編號，機具目錄之主鍵是機具編號。圖 4 - 2 4 為其觀點定義。

可使用機具報告單							
工程項目編號：				排序		圖形	
工程項目名稱：							
機具編號	機具名稱	製造國別	操作方式	施工速率	生產力	機具價格	使用年限
機具型錄		供應商		使用實績		列印	

圖 4 - 2 2 可使用機具報告單觀點

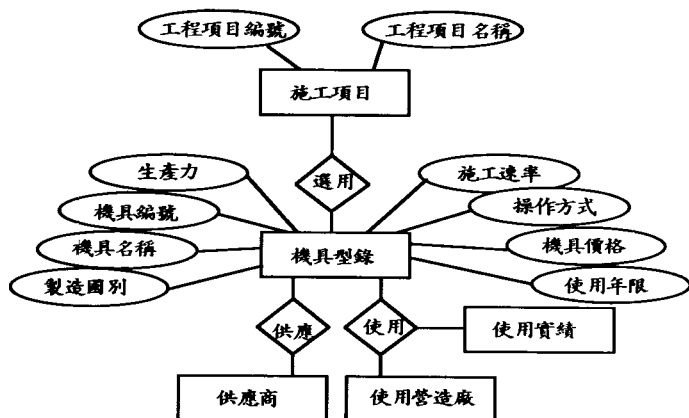


圖 4 - 2 3 可使用機具報告單觀點 E R 圖

使用者觀點											
使用者觀點：4 名稱：可使用自動化機具報告單 說明：本表單主要係以工程項目來列出可採用之自動化機具，並用較為簡要之方式來提供較高層人員比較參考，而更詳細之資料亦可由此單叫出。 主要使用者：營造廠經理級以上、業主、設計單位 資料項目： <table> <tr> <td>· 工程項目編號</td><td>· 工程項目名稱</td></tr> <tr> <td>· 機具編號</td><td>· 使用年限</td></tr> <tr> <td>· 機具名稱</td><td>· 機具價格</td></tr> <tr> <td>· 機具國別</td><td>· 操作方式</td></tr> <tr> <td>· 施工速率</td><td>· 生產力</td></tr> </table>		· 工程項目編號	· 工程項目名稱	· 機具編號	· 使用年限	· 機具名稱	· 機具價格	· 機具國別	· 操作方式	· 施工速率	· 生產力
· 工程項目編號	· 工程項目名稱										
· 機具編號	· 使用年限										
· 機具名稱	· 機具價格										
· 機具國別	· 操作方式										
· 施工速率	· 生產力										

圖 4 - 2 4 可使用機具報告單觀點定義

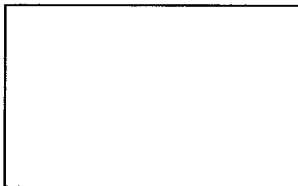
● 使用者觀點五：自動化機具型錄報告單

自動化型錄報告單提供比可使用自動化機具報告單更詳細之機具資料，以供營造商施工單位參考比較。故原則上其 E R 圖兩者非常類似，主鍵和關係均相同，僅多幾個資料項目而已。本表格和其 E R 圖，及使用者觀點定義，如圖 4 - 2 5 、 4 - 2 6 、 4 - 2 7 。

工程項目編號：

機具相片：

工程項目名稱：



機具編號：

機具名稱：

機具型號：

製造國別：

機具尺寸：

施工速率：

機具重量：

操作方式：

機具價格：

施工品質：

使用年限：

最佳使用範圍：

殘值：

施工配合：

使用動力及消耗：

其他事項：

設備維修方式及費用：

供應商查詢

實績查詢

列印

上一筆

下一筆

圖 4 - 2 5 自動化機具型錄報告單觀點

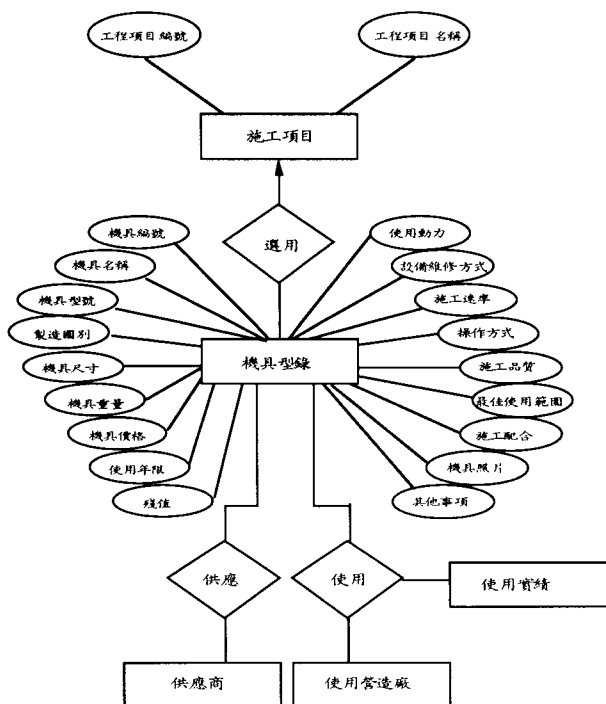


圖 4 - 2 6 自動化機具型錄報告單 E R 圖

● 使用者觀點六：獎勵措施報告單

本單為營造廠商採購自動化機具設備時可援用的獎勵法令查詢，包括一些獎勵辦法、海關稅則和融資貸款等，圖 4 - 2 8、4 - 2 9、4 - 3 0 分別為獎勵措施報告單格式、獎勵措施報告單 E R 圖和其使用者觀點定義。

經過上述之分析，已確立需求定義步驟之完成，資料

使用者觀點		
使用者觀點：5 名稱：自動化機具型錄報告單		
說明：本表單主要係將自動化機具供應商所提供之新型自動化機具型錄轉為諮詢中心之報告單型式，以作為提供各使用者詳細查詢表單之原始資料。		
主要使用者：營造廠施工部門		
資料項目：		
· 頁次	· 機具尺寸	· 維修費用
· 頁數	· 機具重量	· 施工速率
· 工程項目編號	· 機具售價	· 施工品質
· 機具編號	· 使用年限	· 最佳使用
· 機具名稱	· 使用殘值	· 範圍
· 機具型號	· 使用動力	· 生產力
· 機具圖別	· 動力消耗	· 適用作業

圖 4 - 2 7 自動化機具型錄報告單觀點定義

自動化諮詢服務中心		獎勵措施報告單	
		頁次：	頁共 () 頁
辦法名稱：	相關條文：		
頒佈機關：			
頒佈日期：			
有效期限：			
獎勵方式：			
上頁 下頁 列印 增加 修改 搜尋			

圖 4 - 2 8 獎勵措施報告單觀點

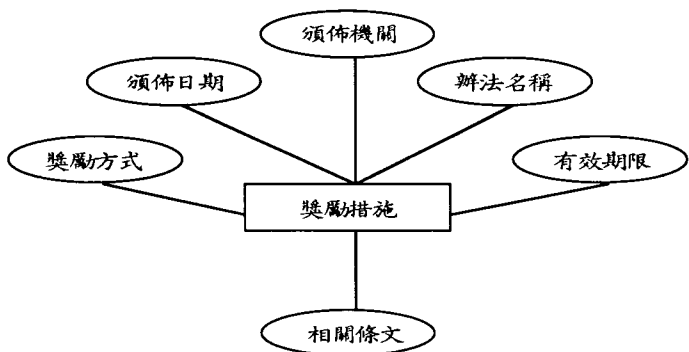


圖 4 - 2 9 獎勵措施報告單 E R 圖

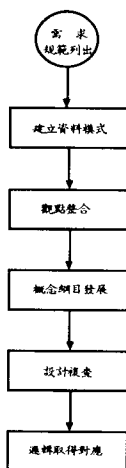
使用者觀點								
使用者觀點： 6 名稱：獎勵措施報告單 說明：本表單主要係提供政府單位所頒佈之獎勵措施及辦法，以提供各使用者查詢之表單資料。 主要使用者：營造廠商、機具代理商 資料項目： <table border="0"> <tr> <td>· 獎勵辦法名稱</td> <td>· 獎勵條文</td> </tr> <tr> <td>· 頒佈機關</td> <td>· 獎勵方式</td> </tr> <tr> <td>· 頒佈日期</td> <td>· 有效期限</td> </tr> <tr> <td>· 頒佈文號</td> <td></td> </tr> </table>	· 獎勵辦法名稱	· 獎勵條文	· 頒佈機關	· 獎勵方式	· 頒佈日期	· 有效期限	· 頒佈文號	
· 獎勵辦法名稱	· 獎勵條文							
· 頒佈機關	· 獎勵方式							
· 頒佈日期	· 有效期限							
· 頒佈文號								

圖 4 - 3 0 獎勵措施報告單觀點定義

庫之設計可進行至概念設計階段。

4 · 3 資料庫之概念設計

概念設計之步驟（如圖 4 - 3 1 所示），係依需求規範之提出，建立資料之模式，然後將各觀點整合，成為概念綱目（概念資料模式），並以設計及需求表格或畫面對概念資料模式做設計複查，以免資料遺漏；最後將概念模式轉換成資料庫系統可以接受之資料模式，如關聯式、網路式，使其成為檔案形式來完成邏輯取得對應，以利資料轉換成內部模式及程式之撰寫。有關概念設計步驟，本文以下將針對概念資料模式及邏輯取得對應予以探討。



【資料來源：余千曾 1992 工技資管所編成】

圖 4 - 3 1 概念設計步驟

概念模式主要為展現資料與資料之間的邏輯關係，它獨立於任何將來完成系統之軟體，提供系統發展者與使用者一個良好的溝通介面，並為在需求分析所提出之需求與將來實際完成之資料庫之間，擔任中間者之角色。概念模式之運用，本組已於需求分析使用了E R模式來展現各使用者觀點，現階段將採用E E R模式來完成概念模式。根據需求分析各使用者觀點所建立之資料模式，首先要將各使用者觀點進行整合的工作，以完成概念模式之發展。有關觀點之整合，有各種不同之策略，在此並不詳述，而本系統所採用者為先找最複雜之兩觀點進行整合，再依其有相關之觀點一次加入一觀點進行整合，整合完各使用者觀點之後，即完成概念模式（概念綱目）之發展，如圖4-32所示。注意圖中已取消新機具登錄單和使用實績登錄單兩個實體，原因是在整合之過程發現登錄單之資料可由其他實體之資料組成，故不需再另外成立一實體；其他在整合過程中發現之問題，在機具使用實績這部份，先前使用實績之觀點以一三元之關係連接機具型錄、使用廠商、使用實績三個實體，在整合時則考慮工程之特性，以型錄、工程合約、承包廠商等三個實體加上兩個二元之關係來表達，更容易讓工程人員接受，資料也較易處理。

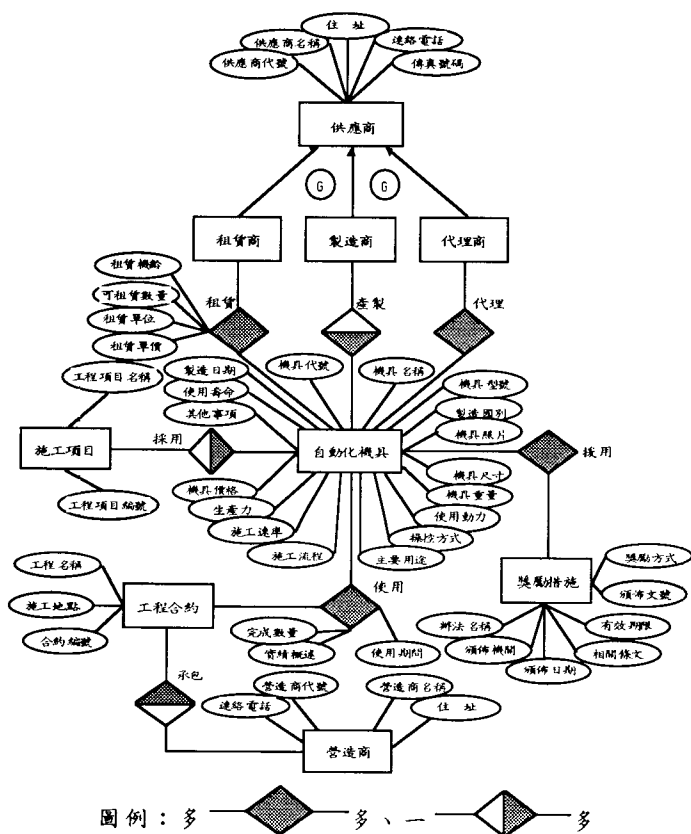


圖 4 - 3 2 營建自動化機具諮詢服務系統 E E R 圖

4 . 3 . 2 邏輯取得對應

概念設計之最後階段為邏輯取得對應，在完成此步驟之前，為配合本研究建構軟體為一關聯式資料庫管理系統

，故先將 E E R 模式轉換成較像關聯式檔案型式之邏輯的
概念模式，如圖 4 - 3 3 所示。E E R 圖可轉換成關聯式
、網路式或階層式之資料庫管理系統，在此並不詳述各種
轉換之步驟。注意此模式已將 E E R 模式中多對多之關係

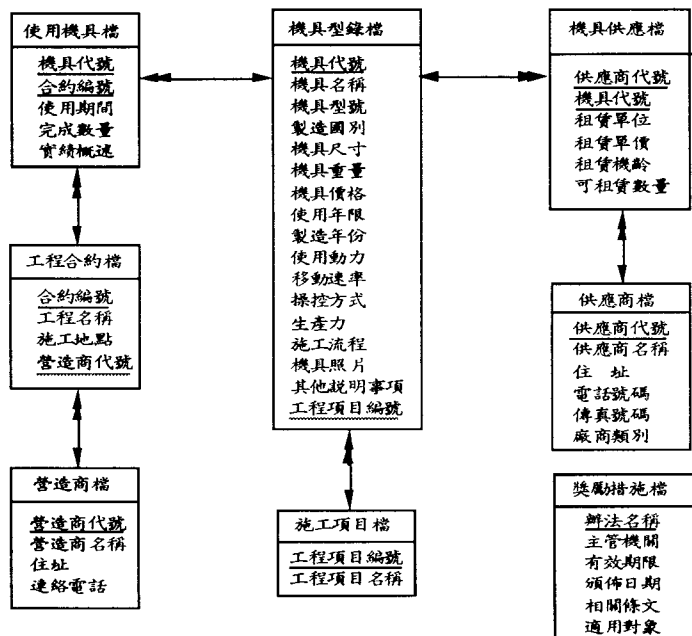


圖 4 - 3 3 邏輯對應圖

，全部轉成一對多或多對一之關係，即建立一關連檔來解
決多對多之間資料相互對應之問題，且此關連檔之主鍵為

兩關聯實體之主鍵複合而成。另外對於一對多關係之問題，處理方式為在多方檔帶一方之主鍵為外來鍵。利用圖 4 - 3 3，可以為任何使用者觀點做邏輯的對應，茲舉一查詢之觀點加以說明如下：以一營建商之觀點想利用本系統從施工項目查詢有那些自動化機具可使用，找到機具後想知道有那些供應商，邏輯對應的過程為從施工項目檔進入，以工程項目編號之主鍵，進入施工機具檔找到機具代號，再進到機具型錄檔由機具代號提取機具之詳細資料，然後到機具供應檔找到供應商代號，透過供應商代號便可到供應商檔找到供應商資料而完成此觀點之邏輯對應。經過概念設計階段，即可得一 3 N F 之檔案羣，如圖 4 - 3 4。

供應商檔

供應商代號	供應商名稱	住址	電話號碼	傳真號碼	廠商類別
-------	-------	----	------	------	------

機具型錄檔

機具代號	機具名稱	機具型號	製造國別	機具尺寸	機具重量	機具價格	使用年限
製造年份	使用動力	移動速率	操控方式	生產力	施工流程	機具照片	工程項目編號

機具供應檔

營造商代號	機具代號	租賃單位	租賃單價	租賃機齡	可租賃數量
-------	------	------	------	------	-------

獎勵辦法檔

辦法名稱	主管機關	有效期限	頒佈日期	相關條文	適用對象
------	------	------	------	------	------

施工項目檔

工程項目編號	工程項目名稱
--------	--------

使用機具檔

機具代號	合約編號	使用期間	完成數量	實績概述
------	------	------	------	------

工程合約檔

合約編號	營造商代號	工程名稱	施工地點
------	-------	------	------

營造商檔

營造商代號	營造商名稱	住址	連絡電話
-------	-------	----	------

圖 4 - 3 4 營建自動化機具諮詢服務系統檔案

第五章 營建自動化機具諮詢服務雛型 系統建構與應用實例

為驗證系統之可行性，本章以前文之分析與設計結果，利用蘋果牌個人電腦及與其相容之關聯式資料庫軟體建構雛型系統，並舉一應用實例以測試及說明雛型系統是否合用及使用方式。

5.1 雛型系統之建構

為明示雛型系統之建構過程與成果，本節對雛型建構之軟硬體設備，雛型系統之螢幕畫面與報表、使用介面之設計，及雛型建構之功能等，予以論述。

5.1.1 雛型建構軟硬體設備

軟硬體的評估與採購，應就整個諮詢服務系統功能來考慮。本章因涉及的僅是雛型系統，若僅以此來做評選軟硬體設備，必不符合將來系統之需求；但雛型系統之建立，若分析詳盡，文件圖表齊全，經測試後合於使用者之需求，依此規格再轉換至其他軟硬體上，是輕易可完成之事，故對於評選軟硬體設備，於雛型系統建立之階段不詳加考慮，僅需就發展雛型系統的立場，利用一般工作上最常

接觸到之個人電腦硬體，配合易學習、高階語言的第四代軟體來發展離型系統。因此本離型系統即利用 Macintosh IIx型電腦，加上 HP ScanJet IIC掃描器、HP LaserJet III雷射印表機為硬體設備，配合高階之4th Dimension資料庫軟體來發展，而為了相片之儲存處理，建議加裝外接式光碟機或具備200MB以上之硬碟並採用8MB以上之RAM。

5. 1. 2 螢幕畫面、輸出入格式、使用介面之設計

螢幕畫面、輸出入格式等之設計需考慮使用軟體之特性與功能，以達使用者需求之目的。故此階段設計出之格式，正好可和資料庫之需求定義做一設計複查之工作，以確定需求資訊和設計出之輸出入格式及螢幕畫面資料相符，而並未將使用者真正所需之資訊加以遺漏。

圖5-1所示為利用4th Dimension資料庫軟體所設計出之輸入格式的範例，其中圖5-1-1為自動化機具登錄單第一頁，登錄的項目，則包括機具編號、名稱、型號、價格等機具基本資料，以及供應商之銷售、租賃資料；注意在此圖中有些資料格式之右邊有可上下捲動之區域，表示在輸入資料的時候只要利用Mouse去移動它，就可以同時輸入多筆的資料；另外在登錄單上有一個供應商及作業項目輸入之按鈕，使用者必須按此按鈕才能進入供應商及作業項目上去輸入資料，而登錄單上最下方有七個按鈕，由右至左分別代表：一、退出本畫面。二、儲存輸入之資料

登錄單編號： 1		自動化機具登錄		登錄日期：6/10/93		1.	
----------	--	----------------	--	--------------	--	----	--

機具編號：		機具重量(kg)：		機具照片	
機具名稱：					
機具型號：					
製造國別：					
機具尺寸(mm)L*W*H：					
使用年限：		施工速率(m/min)：			
使用動力：					
施工流程：			其他說明：		
				下一頁	

供應商編號	供應商名稱	住址	電話號碼	傳真號碼

供應商編號	供應商種類	租賃單位	租賃單價	租賃機齡	可租賃數量

施工項目編號	施工項目名稱	

供應商及作業項目輸入

⏮

⏪

⏩

⏭

🗑

💾

📄

圖 5 - 1 - 1 自動化機具型錄登錄單第一頁

。三、刪除畫面之資料。四、跳至最後一筆資料。五、跳至上一筆資料。六、跳至下一筆資料。七、跳至最後一筆資料。只要用 Mouse 去按價何一個按鈕，電就會產生所代表意義之動作。為考慮登錄單之輸入或資料修改方便，登錄

單上之動作應是從機具型號開始輸入，此時螢幕上應先顯示各機具名稱之選單，選擇後會自動再顯現出目前已有登錄之機型，然後再選擇某機型予以資料修改，而如果是新的機型，打入型號後，則會自動附予機具一個新的編號；諸如上述的親和性介面，需要透過更有技巧的程式達成，亦是雛型系統轉換成實際應用系統所依循之方向。

自動化機具登錄單之第二頁，主要是自動化機具之技術資料，將之放置於第二頁之原因，是各項自動化機具技術資料屬性不同，故而第二頁格式亦不同。圖 5 - 1 - 2 中所示為以地坪粉光機器人為範例之設計格式，其和登錄單第一頁之切換，可利用登錄單上之「上一頁」或「下一頁」之按鈕來操縱。圖 5 - 1 - 3 為自動化機具使用實績查詢之畫面，底下黑色之按鈕分別是退出和瀏覽其他資料之按鈕；在進入這一畫面之前，4th Dimension內建有一搜尋之格式，但是為英文畫面，故若要使之較有親和性，亦可利用程式先做一中文之選擇型號畫面，於利用 Mouse選擇機型之後，即可查詢到所需之資料，至於使用實績之登錄，基本上和此畫面相同，僅畫面底下之按鈕增加刪除和儲存兩種功能。最後介紹圖 5 - 1 - 4 獎勵措施條款畫面，從此畫面，可以看到目前所有獎勵措施之內容，亦可對此內容做修改或刪除，以維持其時效性。

至於使用者介面，雛型系統大都採下拉式選單或按鈕之方式，以方便使用。而為配合軟體之特性，有一種稱為 L I S T 之軟體內建功能，亦為本雛型利用為使用者介面

自動化機具登錄

2.

修整寬度 (mm) 2,140

組立時間

拆卸時間

清理時間

距障礙物最小距離 (cm) 30

操縱方式

可設定路徑自動運轉，亦可手動搖控

緩刀接觸壓力(kg) 70

緩刀轉動次數(rpm) 0-35r.p.m

拆運最大重量(kg): 185

安全裝置

觸摸式傳感器

機器人機構

旋轉式緩刀(4個)*2組



圖 5 - 1 - 2 自動化機具型錄登錄單第二頁

使用實績查詢		查詢日期：6/10/93
機具編號：		施工照片：
機具名稱：		
機具型號：		
合約編號：		
使用期間：		
完成數量：		
實績概述：	↑ ↓	
工程名稱：		
施工地點：		
營造商代號：		
營造商名稱：		
營造商住址：		
電話號碼：		

圖 5 - 1 - 3 使用實績查詢畫面

獎勵措施條款	
辦法名稱	
主管機關	
有效期限	
頒布日期	00/00/00
適用對象：	
相關條文	



圖 5-1-4 獎勵措施查詢畫面

；例如欲查詢某工程項目可用之施工機具型錄內容，但使用者並不知有何自動化施工機具，則系統會出現要使用者選擇所欲查詢施工機具之螢幕畫面，且螢幕右上角自動有一個可選擇施工項目之 L I S T 出現（如圖 5 - 2），使用者可於該單選擇施工項目，亦可修改其項目名稱，或選擇不使用該單，選擇施工項目後，螢幕右上角便會自動換成該工程項目可使用機具名稱之 L I S T，使用者只須在該單上選擇欲查詢之機具名稱，螢幕畫面便會出現使用者

所選機具之名稱，若確定欲查詢該機具，按下 O K 按鈕後，則系統自動顯示該機具型錄畫面。其他相關之使用者介面，於下文案例應用中另有敘述。

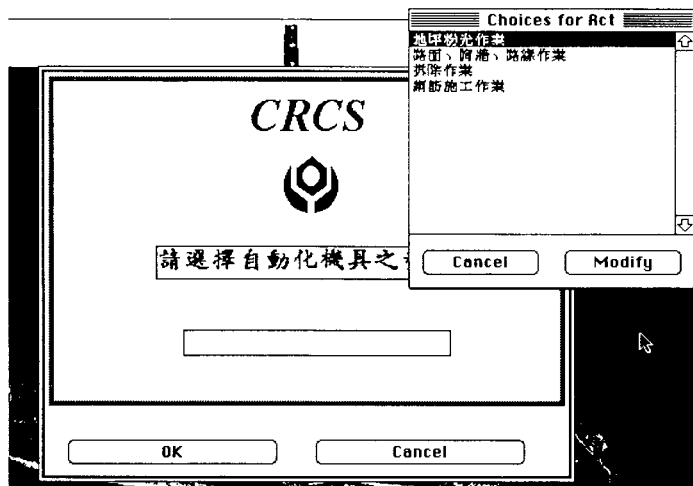


圖 5 - 2 使用者介面例

5 · 1 · 3 離型系統功能

離型系統之功能，即本系統在 4th Dimension 的 Runtime 環境下，所建立之下拉式選單可用之指令，可用表 5 - 1 來說

明；其左邊各大項中之小項即為指令，而右邊所列之英文，則為本系統功能指令之程式名稱，一般使用者只須利用滑鼠，在選單螢幕上（如圖 5 - 3），選擇所欲操作之動作，系統即會依本雛型所建立之使用者介面，協助使用者尋找到所需之資訊。本雛型系統建立之功能共計有自動化機具型錄資料之登錄、查詢與列印，可使用自動化機具查詢與列印，機具供應商資料之查詢與列印，機具供應商資料之修改，自動化機具使用實績之登錄、查詢與列印，獎勵措施之查詢、列印及修改，自動化機具之適用性分析等各項。

表 5 - 1 雛型系統下拉式選單功能

Tuesday, June 1, 1993

Menu Bar #1

File

系統簡介.....

About

-

Quit to User

-

Quit to Finder

Quit

自動化機具

新機具登錄

ADD AUTOMACHINE

-

可使用機具查詢

SEA AUTOMACHINE

-

可使用機具列印

PRINT SEA-AUTO

-

查詢機具型錄

SEA CATALOG

-

機具型錄列印

PRINT CATALOG

機具使用實績

使用實績查詢

SEA USE-PER

-

使用實績列印

PRINT USE-PER

-

使用實績登錄

ADD USE-PER

機具供應商

供應商查詢

SEA SUPPLY

-

供應商列印

PRINT SUPPLY

-

供應商資料修正

MOD SUPPLY

獎勵措施

獎勵措施查詢

SEA EN-ROAD

-

獎勵措施登錄

ADD EN-ROAD

-

獎勵措施修正

MOD EN-ROAD

自動化機具選用

選擇自動化機具

SEL ROBOT

.....

適用性分析

evaluation

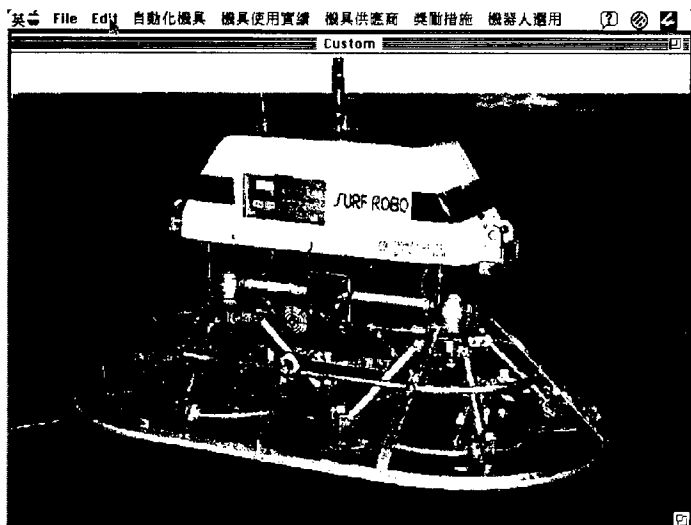


圖 5 - 3 雛型系統選單功能螢幕畫面

5 · 2 雛型系統使用實例

爲了說明本研究建構之自動化機具選用評估模式及自動化機具諮詢服務系統之使用，擬以一地坪粉光機器人之選用實例來探討說明。

本例以一學校之七層建築物屋頂之地坪粉光作業爲探討對象，其建築物屋頂面積爲 1072 m^2 ，扣除樓梯間面積 124 m^2 ，地坪粉光作業面積爲 948 m^2 。

1、查詢雛型系統可知地坪粉光作業目前有日本竹中建設

(Takenada)開發出之 TSCP-2000型、鹿島建設 (Kajima)開發之 KOTEKING型及清水建設 (Shimizu)開發出之 MR.FLAT型三種已商業化之機器人，其查詢之畫面如圖 5 - 4 所示

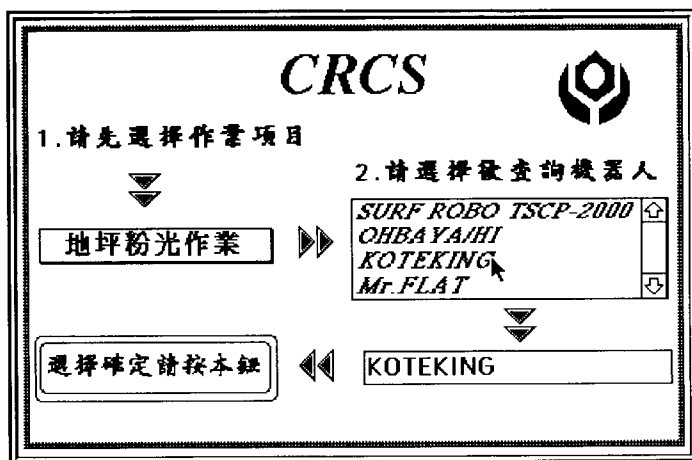


圖 5 - 4 自動化機具查詢使用者介面螢幕畫面

，使用者只要於下拉式之選單中選定作業名稱，可使用之機型即可自動顯現出。而有關此類機器人之詳細資料，請參閱附錄一。

- 2、假設工地內 220 V 之電源可供應，並有吊車配合各項材料之吊運，則以上三型機器人均能於工地現場施作。
- 3、對以上三型機器人進行適用性分析。表 5 - 2 - 1 為

TSCP-2000型地坪粉光機器人之適用性分析，其評分方式已於前文敘述。表中重要程度欄位，其配分各型機器人均相同，尺寸之重要程度為6分，蓋其對地坪粉光作業之施作影響並不大；機器重量影響地坪粉光作

表 5 - 2 - 1 TSCP-2000適用性分析

自動粉光機適用性分析表

特性項	重要程度	特性項資訊	執行程度	得分
機器人型號	—	TSCP-2000	—	—
尺寸(L*W*H)mm	6	2,230*1,260*1,350	10	60
重量(Kg)	7	185	10	70
使用動力	7	AC200V,10A(2KUA)	9	63
移動速度m/min	9	0-12	9	81
生產力m ² /h	10	300	8	80
修整寬度mm	8	2,140	10	80
組立時間(分)	10	120分	6	60
拆除時間(分)	8	60分	7	56
清理時間(分)	8	30分	10	80
距障礙物距離cm	10	30	9	90
搬運最大重量(kg)	10	185	5	50
安全裝置	10	觸摸式傳感器	9	90
機器人機構	8	旋轉式緩刀(4個)*2組	8	64
總分	924			
適用率(%)	71			

業地坪之強度，但因機器人重量均達百公斤以上，已可符合作業要求，故予以7分之得分；機器人之使用動力，一般工地多能配合，亦為7分之得分；移動速度，關係到機器人之生產力，故給9分之配分；生產力，為使用機器人最重要者，為10之配分；修整寬度，為考慮配合地形之因素，配分為8分；組立時間，若是動力為電源需考慮架線使機器人運作之配合，若

是可分解運送者則考慮重新組合之時間，為此項作業利用機器人施作之準備作業，予以 10 之重要性；拆除時間相對於組立時間，但對作業之施作影響不大，重要性 8 分；清理時間若是在施作過程中發生，則影響作業施作，不過目前文獻並無此報告，故其亦為施作後之動作，重要性為 8 分；距障礙物距離，關係到施作面必須使用人工修飾之面積，重要性 10 分；拆運最大最量，屬機器人運送之方便性，重要性亦為 10 分；安全裝置，考量作業人員及機具之安全，予以 10 分得分；最後為機器人機構，其影響施作之品質，重要性 8 分。在執行程度方面，TSCP-2000 之尺寸在本例工地中並無其限制性，得 10 分；重量因素方面，可滿足強度要求，執行度 10 分；使用動力因素，工地 220 V 之電壓對機器人 200 之電壓長久使用恐有影響，故給 9 分；移動速度該機器屬中等給 9 分；生產力因素此型機器人在三種不同之機器人中最少給予 8 分；修整寬度在此工地無障礙予以 10 分之評分；組立時間、拆除時間、清理時間因其耗時，各給 6、7、10 之配分，其中清理時間有維護機器之動作，故給高分；距障礙物距離因素，因屋頂無其他障礙，予以 9 分之配分；拆運最大重量，此型機器人運送連貨櫃有 600 公斤，本工地位於七樓必須有吊車配合作業，故只給予 5 分；安全裝置，此型機器人為觸摸式傳感器，遇障礙物停止，給 9 分；最後機器人

機構，因清理及磨耗考慮給予 8 分之評分。得分欄位為重要程度與執行程度之分數相乘，將得分加總則為總分，此型機器人總分為 9 2 4 分，再除以評估因素 1 3 項之滿分為 1 3 0 0 分，則得其適用率為 7 1 %。依據上述之算法，同樣可算出 KOTEKING 之適用率為 8 0、8 %，Mr.FLAT 適用率為 7 7、7 %，如表 5 - 2 - 2 和 5 - 2 - 3。適用性分析在雛型系統之使用方式，係以系統建立之搜尋畫面（圖 5 - 2），指定某機具來進入適用性分析螢幕畫面，如圖 5 - 5，在此畫面中，使用者只須用 MOUSE 在執行程度之選單上選擇執行程度之分數，其機具之得分和適用率即可自行計算出而顯現於螢幕。

表 5 - 2 - 2 KOTEKING適用性分析

特性項	重要程度	特性項資訊	執行程度	得分
機器人型號	—	KOTEKING	—	—
尺寸(L*W*H)mm	6	1,225*1,150*610	10	60
重量(kg)	7	141	10	70
使用動力	7	AC3相 200V, 1.5KVA	9	63
移動速度 m/min	9	0-18	10	90
生產力 m ² /h	10	500	9	90
修整寬度 mm	8	1,100	10	80
組立時間(分)	10	30分	10	100
拆除時間(分)	8	30分	9	72
清理時間(分)	8	40分	9	72
距障礙物距離 cm	10	30	9	90
拆運最大重量(kg)	10	71	10	100
安全裝置	10	觸摸式傳感器、警報音、燈	10	100
機器人機構	8	旋轉式緩刀(4個)*2組	8	64
總分	1051			
適用率(%)	80			

表 5 - 2 - 3 Mr.FLAT適用性分析

特性項	重要程度	特性項資訊	執行程度	得分
機器人型號	—	Mr.FLAT	—	—
尺寸(L*W*H)mm	6	2,234*2,234*880	10	60
重量(kg)	7	300	8	56
使用動力	7	汽油引擎 7.5PS/2000RP	10	70
移動速度 m/min	9	0-10	8	72
生產力 m ² /h	10	600	10	100
修整寬度 mm	8	2,180	10	80
組立時間(分)	10	0	10	100
拆除時間(分)	8	0	10	80
清理時間(分)	8	30分	10	80
距障礙物距離 cm	10	30	9	90
拆運最大重量(kg)	10	120	6	60
安全裝置	10	觸摸式傳感器	9	90
機器人機構	8	旋轉式緩刀(3個)*3組	9	72
總分	1010			
適用率(%)	77			

File Edit 自動化機具 機具使用資訊 機具供應商 獎勵措施 機器人選用

自動售光機適用性分析表

特性項	重要程度	特性項資訊	Choices for 執行程度	
機器人型號	—	TSCP-2000		
尺寸(L*H*W)mm	6	2,230*1,260*1,350		
重量(Kg)	7	185		
使用動力	7	AC200V, 10A(2KUA)		
移動速度 m/min	9	0-12		
生產力 件/h	10	300		
停機寬度 mm	8	2,140		
組立時間(分)	10	120分		
拆裝時間(分)	8	60分	0	0
清潔時間(分)	8	30分	0	0
距離障礙距離 cm	10	30	0	0
新運最大重量(kg)	10	185	0	0
安全裝置	10	觸摸式傳感器	0	0
機器人機構	8	旋轉式緩刀(4個)*2組	0	0
總分		6		
適用率(%)				

[Redacted Box]

圖 5 - 5 適用性分析螢幕畫面

4、風險成本評估

表 5 - 3 為之風險評估表，其計算方式和適用性分析表同。舉 KOTeking 為例，在「機具對人之危害性」因素中，其重要程度予以 10 分之配分，蓋機器人發展重要之訴求之一為降低勞工之傷害，故重要性不容置疑，而此型機器人在操作上僅需利用遙控器或在控制面盤上設定路徑來使用，且利用電力而無污染性，確實可減少對人體之危害，故執行程度得分 10 分；「機具系統之彈性」因素其重要程度為 8 分，因希望機器人能因應現場之環境而有系統修改式轉換之能力，而此型機器人可行自動或手動操作，

表 5-3 地坪粉光機器人風險成本評估表

	機具對人之危害性	機具系統之彈性	機具系統之可靠性	
重要程度	10	8	10	
TSCP-2000 資訊	觸摸式傳感器	自動或手動操作	百萬m ² 施工實績	得分
TSCP-2000 執行程度	9	9	9	252
KOTEKING 資訊	觸摸式傳感器	自動或手動操作	原型改良機種	得分
KOTEKING 執行程度	10	9	9	262
Mr.FLAT 資訊	觸摸式傳感器	手動操作	50萬m ² 實績	得分
Mr.FLAT 執行程度	9	8	8	234

已非常滿足需求，給予 9 分之執行程度；最後為「機具系統之可靠性」因素，其影響作業之進行甚巨，給予 10 分之配分，而此型機器人根據文獻之記載，和試驗之原型已有相當大之改良，故執行程度為 9 分。將上述之得分加總，此型機器人之風險評估得分總分為 262 分。

TSCP-2000 型及 Mr.FLAT 型同樣可以上述之計算得 252

分及 2 3 4 分如表 5 - 3 。

5、操作利益評估

操作利益之評估因素有機具品質績效和機具時間績效兩項，其在自動化發展之角度上，均為重要之考量因素，故重要程度各予以 10 分和 9 分之評分；表 5 - 4 為操作利益評估表，計分方式同適用性和風險評估。舉 KOTEKING 為例，此型機具之品質可達與熟練工人操作品質相當，而作業之效率為工人之五倍效益，故執行程度為 8 分和 7 分，操作利益之總分則為 143 分。

表 5 - 4 地坪粉光機器人操作利益評估

	機具品質績效	機具時間績效	
重要程度	10	9	
TSCP-2000 資訊	修飾精密度 0.1mm以下/2m	300m ² /h	得分
TSCP-2000 執行程度	9	5	135
KOTEKING 資訊	與熟練工 相當	500 m ² /h	得分
KOTEKING 執行程度	8	7	143
Mr.FLAT 資訊	1.54mm以下/2m	400-800m ² /h	得分
Mr.FLAT 執行程度	8	6	134

有關 TSCP-2000及 Mr.FLAT兩型操作利益之評分，同如表 5 - 4 所示。

6、淨現值成本評估

若假設上述三型機具之效率相當，收益未知，則其淨現值計算如表 5 - 5 所示。表中之殘值因為小型機具，故視為無殘值，另每年之作業及維護費用以機具之 50 % 購價計算，最低可接受報酬率，則以各家銀行貸款利率平均約 10、5 % 計算，且若機具使用年限不同，應以其最小公倍數推算。而計算出之現值，TSCP-2000為 - 5 7 4、5 萬、KOTEKING為 - 4 4 5 萬、Mr.FLAT為 - 4 3 0、9 萬。

7、施工機具選用評估

利用表 5 - 6，將上列各項計算得分計入，並予正規化而給 1 ~ 10 之配分。其中淨現值正規化之方法為淨現值最大者給 10 分，餘則按其與最大淨現值之差額佔中位數淨現值（所有淨現值之平均數）之比率依次遞減；另外，其他因素則以其得分率作為正規化之標準。

8、AHP法最後評選

採用 AHP 法對成本因素、利益因素、技術因素三因素互相比較其重要性，假設結果如表 5 - 7 所示，又對其評選矩陣予以一致性分析（如表 5 - 8），證明評選矩陣可用後，則得營建機器人需要指數（C R C I）= 0、4 9 × 成本因素 + 0、2 × 利益因素 + 0、3 1 × 技術因素，於是 TSCP-2000 型機器人就有 7、5 3 4 之需要指數，KOTEKING 有 8、6 1 9，Mr.FLAT 有 8、3 1 9，故而本例

選用之機型為KOTEKING。

表 5 - 5 地坪粉光機器人淨現值評估

機具別	TSCP-2000	KOTEKING	Mr.FLAT
期初成本	200萬元	155萬元	150萬元
使用年限	5年	5年	5年
殘 值	0%	0%	0%
每年作業及 維護費用	100萬	77.5萬	75萬
最低可接 受報酬率	10.5%	10.5%	10.5%
現值計算年 限 (各機具 使用年限之 公倍數)	5	5	5
現 值	-574.5萬	-445萬	-430.9萬

表 5 - 6 地坪粉光機選用評估

評 估 類 別 機具類別 標準		TSCP-2000	KOTEKING	Mr.FLAT
成本因素	淨現值成本	-574.5	-445	-430.9
	淨現值得分(50%)	7	9.7	10
	風險成本	252(84%)	262(87.3%)	234(78%)
	風險得分(50%)	8.4	8.7	7.8
	小計得分	7.7	9.2	8.9
利益因素	操作利益	135(67.5%)	143(71.5%)	134(67%)
	操作利益得分(70%)	6.8	7.2	6.7
	策略利益(競爭優勢)得分(30%)	10	10	10
	小計得分	7.8	8	7.7
技術因素	適用性分析	71%	80.8%	77.7%
	適用性得分	7.1	8.1	7.8

表 5 - 7 評選矩陣例

評選因素比較

成本因素 / 利益因素

5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

成本因素 / 技術因素

5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

利益因素 / 技術因素

5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5
☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

評選因素矩陣

	成本因素	利益因素	技術因素	Row Sum
成本因素	1	2	2	1.47
利益因素	1 / 2	1	1 / 2	0.59
技術因素	1 / 2	2	1	0.94
Column Sum	2	5	3.5	3

營建機器人需要指數(Construction Robot Concern Index)CRCI=
 $1.47/3 \times \text{成本因素} + 0.59/3 \times \text{利益因素} + 0.94/3 \times \text{技術因素}$

表 5 - 8 一致性檢驗例

1	2	2		0.49		1.51
1/2	1	1/2	*	0.20	=	0.6
1/2	2	1		0.31		0.96

1.51		0.49		3.08
0.6	÷	0.2	=	3.0
0.96		0.31		3.10

$$\lambda_{\max} = (3.08 + 3 + 3.10) / 3 = 3.06 \quad N = \text{矩陣大小}$$

$$\begin{aligned}
 CI \text{ (一致性指數)} &= \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1} \\
 &= \frac{3.06 - 3}{3 - 1} \\
 &= 0.03
 \end{aligned}$$

$$RI \text{ (隨機不一致性指數)} \quad N=3 \quad RI=0.58$$

CR (一致性比例) > 10% 矩陣需重新考慮

$$\begin{aligned}
 CR &= \frac{CI}{RI} = \frac{0.03}{0.58} \\
 &= 5.17\%
 \end{aligned}$$

9、各項資料查詢

依據所選擇之機具型式可利用本雛型系統查詢機具型錄、供應商、使用實績及獎勵措施等資料。查詢之方法則是利用本雛型系統建立之查詢畫面（如圖 5-3），於畫面上方的下拉式選單選擇雛型系統所預設之功能，系統即會執行該動作，而產生之螢幕畫面則大部份如上節所圖示（圖 5-1）之螢幕設計畫面。故若要查詢 KOTeking 之供應商，就在圖 5-3 螢幕中機具供應商之選單下用 MOUSE 去選它，此時下拉式之選單便會出現，按住 MOUSE 不放在選單中移至供應商查詢指令，該指令變成反白，放開 MOUSE 後，出現圖 5-2 之查詢畫面，鍵入搜尋之機具後，則出現供應商之報告單，如圖 5-6 所示。

供應商報告單 查詢日期 6/1/93				
機具編號：CFFR003		機具名稱：地坪粉光機		
機具型號：KOTeking		取消查詢		
供應商編號	供應商名稱	住址	電話號碼	傳真號碼
SR0001	TOKUIMEC K株式會社	東京都品川區西 五反田 1-31-1	(03)34901931	(03)34900897

供應商編號	供應商種類	租賃單位	租賃單價	租賃機齡	可租賃數量
SR0001	供、租賃商				
SU0002	代理商				

圖 5-6 自動化機具供應商查詢螢幕畫面

第六章 結論與建議

6.1 結論

營建工程之施工機具自動化，為我國推動營建業自動化六大方向之一。為使能將營建自動化機具之最新資訊介紹給業界，除了蒐集相關資料外，最快速、便捷之方法，莫過於透過電子科技，將此資料加以整理成為可任意流通之資訊，以達推廣使用之效。

本研究整理所蒐集之自動化機具型錄，對有關文獻予以探討及參酌國內最具規模營造商編制型錄之經驗，而依其選用機具之作業流程加以分析，提出營建自動化機具諮詢服務之需求範圍，建立自動化機具選用評估模式和營建自動化機具諮詢服務之系統架構，並以雛型系統之建構與實例之應用以證明其可行性。歸納本研究所做之探討，有如下之結論：

1. 國內自動化機具相關資訊非常不足，使自動化機具之引入與發展均有困難，而依已引進國內使用之經驗，不充份的資訊將導致機具無法於初期正常操作。營建自動化機具諮詢服務系統之建立，將有助於自動化機具之推廣與減少使用初期之摸索時間。
2. 自動化機具選用評估模式之建立，已能充份考慮評選自動化機具之因素，且只要稍作修改，更可和傳統及

各施工改良階段之營建機具一同評估。

3. 營建自動化機具諮詢服務系統架構，為決策支援系統之架構，使系統之發展，能確實達到諮詢服務之功能。
4. 雛型系統之建置過程，採用結構化系統分析方法，各步驟之過程均由本文之敘述與圖表文件詳細記錄，可利於系統後續之發展，及為有工程師背景之電腦使用者利用高階語言自行開發雛型系統來表達自身之想法，提供可參考之範例。
5. 雛型系統之建置，已相當具有親和性，即使用者介面，已能充份發揮採用軟體之特色，讓使用者僅量以最少之輸入，最快速之步驟，取得所需之資訊。
6. 雛型系統建置之目標，為使不懂電腦者亦能使用本系統來協助其有關營建機具業務之推動，而經系統初步之測試，已可達此目標。
7. 有關營建自動化機具型錄之特性項，經本研究分析設計後，已建立初步之資料庫架構，有助於後續系統之發展和型錄資料之蒐集。
8. 營建自動化機具之適用性分析，其評估因素因機具之發展特性及設計理念不同而有很大之差異，建立最是困難，而其連帶影響資料庫中機具型錄特性項之取捨，故本研究僅以地坪粉光機為例來建立其適用性評估因素及雛型系統。

6 · 2 建議

以營建自動化機具型錄資料特性項之複雜及選用評估牽涉到專家之知識，營建自動化機具資訊及使用之推廣等觀點而言，尚有許多相關課題仍待進一步之分析探討，本文將之建議如下：

- 1．有關本系統牽涉及專家知識方面，可將營建自動化機具諮詢服務系統架構利用專家系統之加入來加以擴充，或於資料庫部份，採用專家資料庫之方法來處理。
- 2．各項自動化機具之適用性分析評估因素，仍待相關後續研究予以分析建立，以爲系統功能模組發展之基礎。
- 3．營建自動化機具型錄特殊特性項之建立與加入此特殊特性項後資料庫之規劃策略，尚待有關研究進一步之探討。
- 4．將雛型系統再稍加修改測試後，可併入資訊工業策進會之「整合性營建資訊系統」，透過網路來提供業界查詢與資料登錄。
- 5．有關營建自動化機具之編碼，與自動化機具等級之認證，可利用推廣之初期，預先加以訂定，以收日後資源之統籌與利用之便。
- 6．營建自動化機具之採購，相關之獎勵措施仍未激起業界之使用意願，如何能以更大之誘因而使營建機具自動化加速推廣之腳步，將是政府制定政策之考量。

參考文獻

1. 營建業自動化計畫推動專刊，內政部建築研究所籌備處，民國81年8月。
2. 產業自動化會議營建分組會議，內政部建築研究所籌備處，民國81年5月。
3. Skibniewski, M.J., "Robotics in Civil Engineering", VANNORSTRAND, Reinhold, N.Y., 1988, P.26.
4. 曾元一，"施工機具自動化"，中國土木水利工程學會80年年會論文集，頁121~128。
5. 林俊成，曾柏湖，"機器人與自動化生產"，新世界出版社"，民國74年。
6. 米本完二，"工業用機器人之發展經緯、普及情形及展望"，生產力月刊，民國72年5月。
7. 曾元一，陳振川等，"施工技術及機具自動化現況調查及分析研究"，內政部建築研所籌備處研報告，民國81年6月。
8. 彭雲宏，謝鴻財，"建築施工機具之使用現況與發展"，行政院國科會專題研究報告，民國80年10月。
9. 內政部建築研究所籌備處(1991-2)，"營建自動化赴美考察團考察報告"，內政部建築研究所籌備處印行，1991年7月。
10. 內政部建築研究所籌備處(1991-3)，"中華民國營建自動化赴日考察團考察報告"，行政院農業及營建業自動化

執行小組與內政部建築研究所籌備處印行，1991年3月。

11. 內政部建築研究所籌備處(1991-4)，”營建自動化美、日、歐考察團綜合摘要報告”，內政部建築研究所籌備處印行，1991年7月。
12. A.WARSZAWSKI, ”Economic Implication of Robotics in Building”, Building and Environment, vol.20, NO.2, PP.73~81, 1985.
13. 蘇敏錚，”營建工程作業改良之經濟分析”，國立成功大學碩士論文，民國81年6月。
14. Skibniewski, M.J., &Chao, L.C., ”Evaluation of Advanced Construction Technology with AHP Method”, Journal of Construction Engineering and Management, vol.118, No.3, 1992.
15. Kimiokikychi, Shuzo Furuta.&Takayoshi, Imai.”Development and the Result of Practical Works of Concrete Floor Finishing Robot” ,5th ISRC ,P561~569.
16. Makoto Saito, Nobuo Tanaka, Kazuhiko Arai, Kouichi Ranno”, The Development of a Mobile Robot For Concrete Slab Finishing, 15th ISIR, P71~78.
- 17.”建設機器人大圖鑑”，日本彰國社，1992，頁88~95。
18. Kangari, R, &Haopin, D.W., ”Potential Robotics Utilization in Construction”, Journal of Construction Engineering and Management, vol.115., No.1., March 1989, ASCE, PP.126~143.
19. Kepner, C.H., &Tregoe, B.B., (1965), ”The Rational Manager”, McGraw-Hill, USA.
20. Russell, J.S., &Skibniewski, M.J., &Vagegas, J.A., ”Framework for Construction Robot Fleet Management System”, Journal of Construction Engineering and Management, vol.116., No.3., 1990, pp.448~462.
21. Skibniewski, M.J., &Russell, S.R., ”Construction Robot Fleet Manage-

- ment System Prototype”, Journal of Computing in Civil Engineering, vol. 5., No.4., 1991, pp.444~463.
22. Chan, C.M.R, &Harris, F.C., ” A Database/Spreadsheet Application for Equipment Selection”, Construction Management and Economics, 1989, 7, pp.235~247.
- 23.余千智, ” 資料庫系統專題”, 國立台灣工業技術學院課程講義, 民國81年。
24. Davis, G.B., &Olson, M.H., ” Management Information System”, Sec. ed.東南書報社, 台北, 第16頁, 民國79年。
- 25.楊正甫, ” 結構化系統分析”, 全華科技圖書股份有限公司, 民國78年。
- 26.Kendall, P.A., ” System Analysis and Design”, Wm.C Brown Publisher-s, 1989.
- 27.” 產業自動化會議營建分組報告”, 內政部建築研究所籌備處, 民國81年5月。
- 28.喻肇川, ” 建築材料設備型錄之編製研究”, 中華民國建築學會, 民國77年2月。
29. Slocum, A.H., ” Development of the Integrated Construction Automatic Methodology”, 1986, pp.133~149.
- 30.” 日本建設機械要覽”, 日本建設機械化協會, 1992, pp.990~993.
31. Navathe, B.C., ” Conceptual Database Design---An Entity-Relationship Approach”, 1991, pp.197~200.
32. Yourdon, E., ” Modern Structural Analysis”, Prentice-Hall International Editions, p155, 1989.
33. Long, L., ” Management Information Systems”, Prentice-Hall International

- Edition, 1990.
34. Peter, L., "Advanced Structured Analysis and Design", Prentice-Hall International Editions, pp.79~83., 1988.
 35. 方覺非譯, "資料庫管理系統", 第三版, 儒林圖書有限公司, 民國80年。
 37. Chung, I., & Nakamora, F., & Chen, P.P., "A Decomposition of Relation Using the Entity-Relationship Approach", ER institute, 1983.
 38. Weber, N., "An Extended Entity-Relationship Model and Its Use on a Defense Project", ER institute, 1983.
 39. Hwang, H.Y., & Dayal, U., "Using the Entity-Relationship Model for Implementing Multi Model Data Base System", ER institute, 1983.
 40. Dogac, A., & Chen, P.P., "Entity-Relationship Model in the ANSI/SPARC Framework", ER institute, 1983.
 41. Date, C.J., "Database Systems", Fifth ed. Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
 42. Chen, P.P., "English Sentence Structure and Entity-Relationship Diagrams", Information Sciences, 29, pp.127~149, 1983.
 43. Ozkarahan, E., "Database Management", Prentice-Hall International Edition., 1990.

【註一】：ANSI/X3/SPARC小組係美國國家標準局 (ANSI)(American National Standards Institute)之電腦與資訊處理委員會 (The Committee on Computer and Information Processing)簡稱 X3委員會，指定一個小組發展標準的資料庫管理系統，小組全名為 The Standards Planning and Requirement Committee (SPARC)。

【附錄一】混凝土地坪粉光機 (CONCRETE SURFACE FINISHING MACHINE)

概說

1. 地坪粉光作業概要

混凝土地坪粉光作業方法，可以粗略分成在已硬化之混凝土面之塗砂漿加以修整的塗布砂漿施工法，與在剛打設混凝土後直接修整的直接飾面施工法。進入昭和四十年代（亦即1965～1974年）後，確認了直接飾面施工法在施工性、工期、品質、經濟性等方面具有優點，隨之逐漸少用塗布砂漿施工法，現在地坪粉光作業的大半都採用直接飾面施工法。

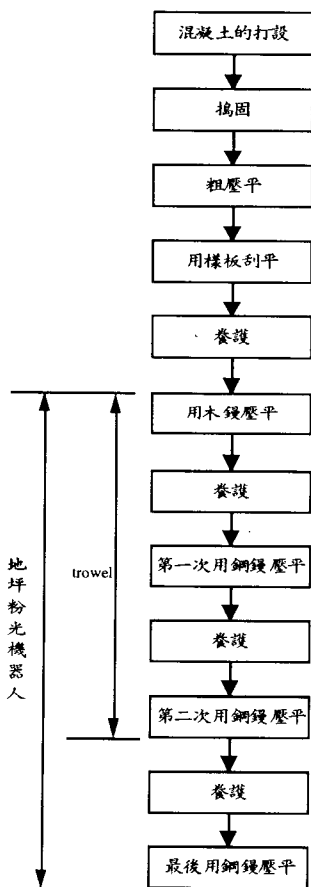
混凝土樓面飾面作業存在了許多應改善的問題如●需要許多人手（尤其是夏天）、●屬於長時間以中腰姿勢進行而令人苦惱的作業、●在各期因混凝土硬化所需要時間較長而勢必在深夜作業、●其作業內容與經驗或第六感有密切關係而必須熟練、●年輕勞工加入作業的人少而高齡化的傾向顯著等。

在此種背景下，正在謀求混凝土粉光作業的機械化，最近終於有機器人化的粉光機問世。

2. 混凝土粉光作業施工的機械化

混凝土粉光作業，通常依圖一所示程序實施。飾面修

整的精密度，在建築工程標準作業書及解說（JASS 5）規定如表二所示。



圖一 混凝土粉光作業流程

表一 混凝土飾面之平坦度標準值

混凝土的內外裝飾面	平坦度 (凹凸差) (mm)	參 考	
		柱、牆	樓面
飾面厚度在7mm以上時， 或不大受底層的影響時	10以下 / 1m	抹灰牆 綫緣底層	抹灰牆 雙重樓面
飾面厚度未滿7mm時， 或其他需要相當良好的 平坦度時	10以下 / 1m	直接噴塗 把瓷磚壓接	直接鋪瓷磚 鋪地毯 直接防水
混凝土表面為直接外觀 時，或飾面厚度很薄時， 或其他需要相當良好的 表面狀態時	7以下 / 3m	原漿面混凝土、直接塗 裝、直接鋪 布	樹脂塗裝、 耐摩耗樓面 、用鋼鏟修 整的樓的樓 面

如圖一所示，在利用樣板刮平完畢後的混凝土飾面的機械包括 trowel 及地坪粉光用機器人，而利用旋轉式鏟刀把飾面修整平滑的基本機構為兩者所共通的。

(1)trowel

trowel 是人邊使用附柄的旋轉式抹子在混凝土樓面上向左右搖動邊進行粉光作業的，是從 1965 年初開始普及的機器。在利用 trowel 修整後，一般用鋼製鏟刀做最後修整。又，由人坐在其上操作運轉之型式的 trowel 在歐洲已經實用化，最近也被引進日本在工程上使用。

(2)粉光作業機器人

粉光作業機器人已經被開發數種，並在工程上實際使用而其施工實績日益成長。雖然各機種都同樣是邊旋轉多數個鏟刀行走邊修整飾面，但是其行走機構（履帶、軌靺、輪胎）、驅動用動力（交流電源、引擎）、運轉控制方式（無線電式遙控、程序次序控制、自律行走控制）則各機種各具有獨自的特長。

無論 trowel粉光作業機器人，其要點均在於，於合於各機種特性的混凝土硬化狀況下進行飾面施工。又由於修整面的大彎曲無法修正，故須在粗壓平階段正確調平才是。利用機械飾面時所修整樓面的外周緣部、角落部、柱子周邊等部位不能用機械修整，故須利用人工作業。

3．今後之課題

對於從混凝土的打設起至飾面止的作業，已經開發多種噴佈機(distributor)及粉光作業機器人並被實用化。把打設面平均整平於一定水準用的混凝土整平機也已開發，最近並被實用化。從前幾乎都依賴人力的混凝土飾面作業，如今可以用機械施工，爲了重度勞動的減低、施工效率的提高、施工制度的進步，亟待這些機械的普及和發展。

1・POWER TROWEL

本機在大廈、工廠、倉庫等面積較大的室內素土地面混凝土的飾面使用。

若與利用人工作業的飾面比較，不僅大幅提高效率且能搗固表面，故能完成品質好的室內素土地面混凝土。

2・特長

- 各機種的大小、重量、葉片的個數等不同，可以配合各現況所要求的條件。
- 引擎裝配了自動離心離合器，可以利用身邊的開槽扛杆 (slot lever)任意選擇旋轉次數。
- 使用屬於本公司獨特的創意（已取得專利）之 LAND PLATE後，可以有效率地進行粗壓平。

二連式乘用 TROWEL

這是對加拿大巴特爾公司的原型加以各種研究改良後改造為易於在日本使用的機種，因為葉片旋轉於反向而穩定性良好，只靠一支操作桿就可以向前後、左右自由在地移動，最適用於在廣大倉庫等的飾面施工。



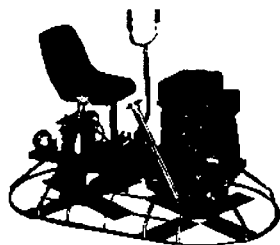
二連式POWER-TROWEL

圖二



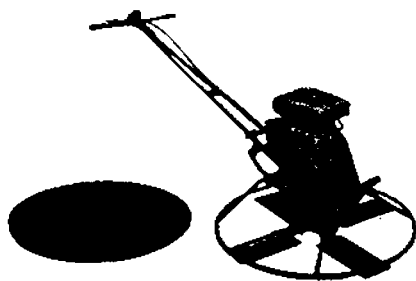
KU-75

圖三



二連式乗用トロウエル

圖四 二連式乗用 TROWEL



KU 90 G

圖五

貳・凝土地坪飾面機(SURF ROBO) 三和機材株式會社

TEL:(03)667-8961

1・概要

建設工程の混凝土作業，通常分成混凝土の打設、搗

固、壓平、養護、用鋼鏟修整的工程進行。其中在用鋼鏟修整的作業上一向存在下列問題：

- 依賴於熟練的泥匠之手工。其工作效率為夏期 50m^2 /人/日，冬期 100 /人/日的程度。
- 因為以中腰的姿勢作業而令人痛苦，要求勞動環境的呼聲強烈。
- 熟練的工人不足。

為了解決這些問題且能確保品質、減低成本的混凝土地坪飾面工作的自動化，終於開發了SURFROBO。

SURFROBO採用使四個為一組的鏟刀分別在左右的行走裝置（履帶）周圍反向旋轉，邊以鏟刀修整混凝土，邊行走的構造，且邊消除行走所生自己的軌跡邊連續飾面。因為鏟刀在左右履帶的周圍反向旋轉，故能彼此消除旋轉扭力維持良好的直線前進之性質。

2．規格

名稱及型式：SURFROBO TSCP-2000型

尺寸(L*W*H)：2230*1260*1350mm

重量：185kg

能力： 300m^2 /h（二次修整）

修整的寬度：約2140mm

鏟刀旋轉次數：0～35r.p.m

行走速度：0～12m/min

壓緊力：0～70kg

電源：AC200V,10A(2KUA)

3．特長

- 重量輕而動作敏捷

在混凝土樓面上的方向變換，除了與通常的 Crawler一樣對左右的履帶給與速度差變換方向的方法以外，也有先使行走裝置從飾面浮上而以只靠鏟刀支撐自己重量的狀態改變行走裝置的方向後，再使行走裝置接地行走的方法。由於在改變行走部的方向後接地，故不傷混凝土面。

- 品質均一

鏟刀壓緊力，可以依混凝土硬化的程度任意調整。壓緊力可以用負荷傳感器檢測，以儀錶確認。

- 施工性良好

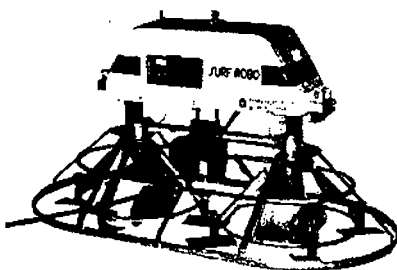
因為機身簡潔至長度約 2m，寬度約 1m的程度，而修整的寬度相當大（約 2m），故能提高作業效率。

- 可以自動運轉

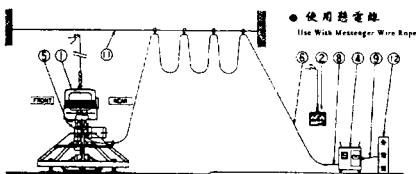
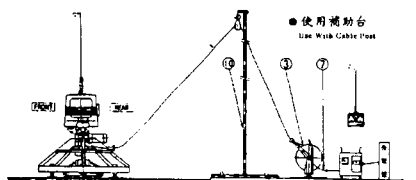
只要最初設定作業範圍，藉輸入按下運轉鈕即能自動運轉。

- 安全設計

具有藉觸摸傳感器在碰到障礙物後立即停止的緊急停止機能，若在作業中發生故障則信號燈忽亮忽滅，可說是一種很安全的設計。



圖六 SURF ROBO



- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| ① 本體
Main Unit | ⑤ 引出電纜
Electric Cable | ⑨ 電源箱1次側電纜
Electric Cable |
| ② 操作盤
Radio operating Box | ⑥ 電纜卷筒2次側電纜
Electric Cable | ⑩ 電纜柱
Cable Post |
| ③ 電纜卷筒
Cable End | ⑦ 電纜卷筒1次側電纜
Electric Cable | ⑪ 誘電線
Messenger Wire Rope |
| ④ 電源箱
Transformer | ⑧ 電源箱2次側電纜
Electric Cable | ⑫ 分電盤
Electric Power Source |

標準作業姿図 SURF ROBO CONFIGURATION

圖七 標準作業姿態圖

1・概要

這是可以把混凝土打設後未完全凝固的地坪之凹凸面邊整平邊修整的動力鏟刀飾面機。可以有效率地進行大廈、倉庫、停車場等廣大樓面的混凝土飾面。MPT-36A以外的機種都是美國 WHITE MAN公司製造的，由三笠產業總經銷。MJB系列有 STD(standard)及 QP(quick pinch)的二種方向盤(handle)。

2・M系列

最小型的M系列的外徑僅30吋，可在正面的左右寬度小而中型或大型機無法搬入的地方使用。

3・J系列、MPJ-36A

是中型機種，其外徑36吋重量輕，對於狹窄白地方或較寬闊的土地方都能廣泛適用。又其具有超羣的穩定性，故初學的人也可以簡單的運用自如也是其特長。

4・B系列

就single的而言屬於大型機種，外徑為46吋，是能在短時間內可以完成廣大面積混凝土地坪粉光作業的專用機種。

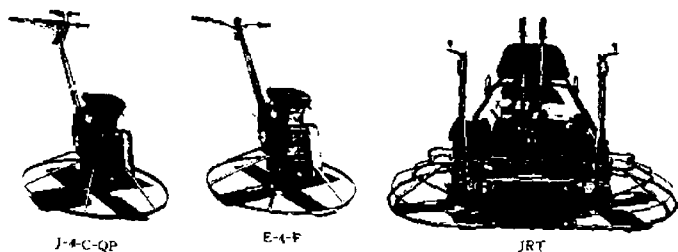
5・E系列

是環氧樹脂混凝土(epoxy concrete)飾面專用機種，主體以J系列為基礎，在各處使用鋁合金以減輕重量。又設定為最

適於環氧樹脂混凝土飾面的旋轉次數。

6. 騎士系列

運用尖端端技術減輕重量，以實現接近於 SINGLE TROWEL 的刀片 (blade) 接觸面壓，以順利進行從 float 作業至 finish 止之所有作業，是屬於搭乘型機種。騎士型系列包括可依作業、以人手搬入的小型機 JRT、以在寬闊現場發揮超羣作業性為榮的 BRT 及飾面用的 HRT 共三種。



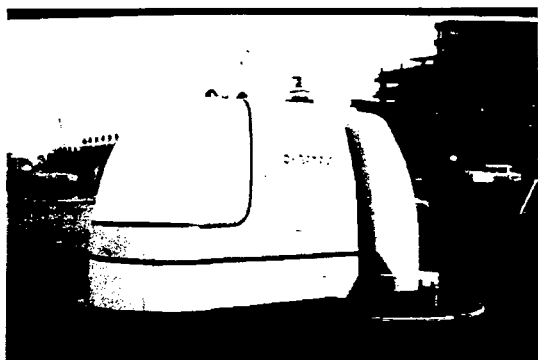
圖八

表二 POWER TROWEL 規格

POWER TROWEL 風扇								
型 式	機體的尺寸 L×W×H(mm)	作業寬度 (mm)	刀片 枚數	刀片旋轉次數 (r.p.m)	引擎	重量(kg)		
						QP 方向盤	STD 方向盤	
M-4	1730×780×965	760	4 枚	60~125	海濱 EY 20 W	64	60	
J-4	1800×914×965	865		60~130	海濱 EY 28 W	71	67	
B-4	1955×1170×965	1120		30~65	海濱 EY 20 W	111	107	
E-4	1800×914×965	865		50~100	海濱 EY 20 D	-	58.5	
MPT-36 A	1610×1010×810	910	8 枚	60~130	凡卡特 16 PS	76	165	
JRT	1830×990×1220	1700		80~135	0 NAN 24 PS	225	330 (附延燒)	
BRT	2285×1220×1220	2185						
HRT	2285×1220×1235							

(註) MJB 機種也有裝備了3個刀片的

肆・自律行走式樓面作業機器人



1 · 概要

在建設工程現場，例如混凝土直接飾面或去除污毀表面之灰漿的作業，係常在廣大範圍移動進行。這些作業雖然比單純，但以人工為主，且因長時間以中腰姿勢繼續作業而容易疲勞，故要求改善的呼聲大。尤其混凝土直接飾面作業，因其係配合混凝土硬化的狀態進行，故在夏期作業集中於短時間內，水在冬季則須作業至深夜，可說其作業條件很嚴苛。又，該作業也有因缺乏熟練工而不易確保品質的問題存在，待改善這些問題。

2 · 系統的概要

本樓面作業機器人之目的在於，以此種在廣大範圍邊行走邊進行的各種作業，例如混凝土樓面直接飾面作業或樓面的清掃或污毀表面之灰漿的去除等之省力化或品質的提高。它可以分割為自律行走的載重車部與被牽引的作業裝置部，在每次作業時更換使用。就作業置而言，現在已開發樓面飾面置。本系統的基本構成如圖所示。

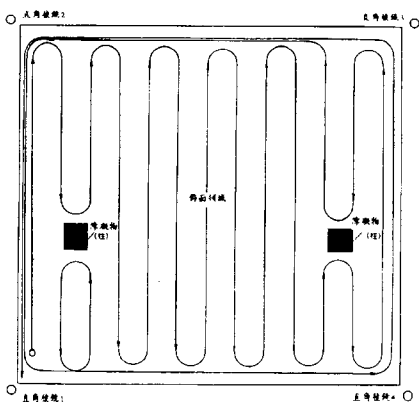
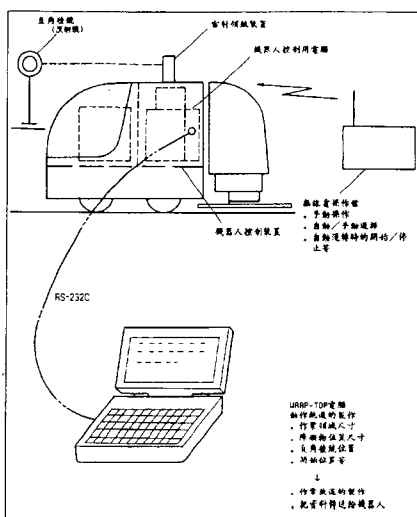
- 施工能力 平均 500m² / h
 - 飾面寬度 1450mm
 - 作業範圍 離開牆、柱等障礙物表面 15cm 以上的部份
 - 鏟刀旋轉次數 40~72 rpm
 - 安全裝置 觸摸式傳感器（用於檢測障礙物）、接近傳感器（用於檢測開口部、段差部）
 - 驅動源 汽油引擎發動機
 - 施工精密度 與泥匠同一程度
 - 行走速度 11m/min
 - 尺寸 寬 1560*長 1980*深 1290mm
 - 重量 Trowel 部 110kg、自動運貨車部 170kg
 - 適用溫度環境 氣氛溫度 0~40℃
 - 適用濕度環境 防滴構造（必須控制部不結露）
 - 控制方式 利用數值控制的自動運轉及利用遠距離操作的手動運轉
 - 監視及操作方式 利用情況顯示燈及蜂鳴器聲音監視，自動運轉開始操作後監視；利用無線電控制的遠距離手動操作
 - 周邊設備 直角稜鏡、教示用個人電腦
 - 經手公司名稱 （株）大林組技術研究所東京部
- 清瀨市下 清戸 4-640 TEL:0424(95)0960

特徵

(1)可以根據簡單的資料輸入自動進行樓面的直接飾面作業。又因具有平均 $500\text{m}^2/\text{h}$ 程度的施工能力，故能謀熟練工的省力化。

(2)在適用機器人後樓面的飾面精密度穩定，且能獲得良好的施工結果。

(3)利用激光導航儀 (laser navigator)後可以正確控制位置，故能在廣大圍內自動運轉。激光領航儀是從機器人發出



圖九 系統之基本構成與行走路線表示圖

雷射光，邊解析由配置於作業範圍外的直角稜鏡 (corner cube) 反射的雷射光角度邊計測位側的儀器。如果沒有軌道，即能在不累積誤差的狀態下自律行走。

(4) 操作簡單且安全，故任何人都能運轉或設計程序。所裝備的安全裝置，包括障礙物檢測用傳感器、段差及開口部檢測用傳感器。

(5) 在自動運轉時，可以利用電腦所圖示劃面事先確認行走路線，其一例如圖 2 所示。

(6) 可以分割為牽引用載重車與作業裝置部分，也可以更換作業裝置後適用於清掃之類作業。

(7) 因為搭載了動力源，故在現場的準備作業少。

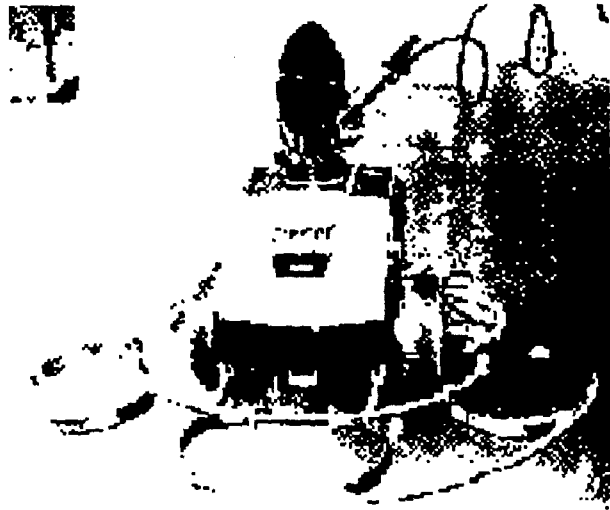
用途

可以適用於在工廠、倉庫、市場、一般辦公室等的混凝土樓面直接飾面作業或道路、機場、LNG 槽底盤等的混凝土盤之飾面作業。

施工實績

過去在市場或工廠、研究設施、購物中心等許多現場的混凝土樓面直接飾面作業適用過。

伍·混凝土樓面飾面用機器人－鏟刀王 (KOTEKING)

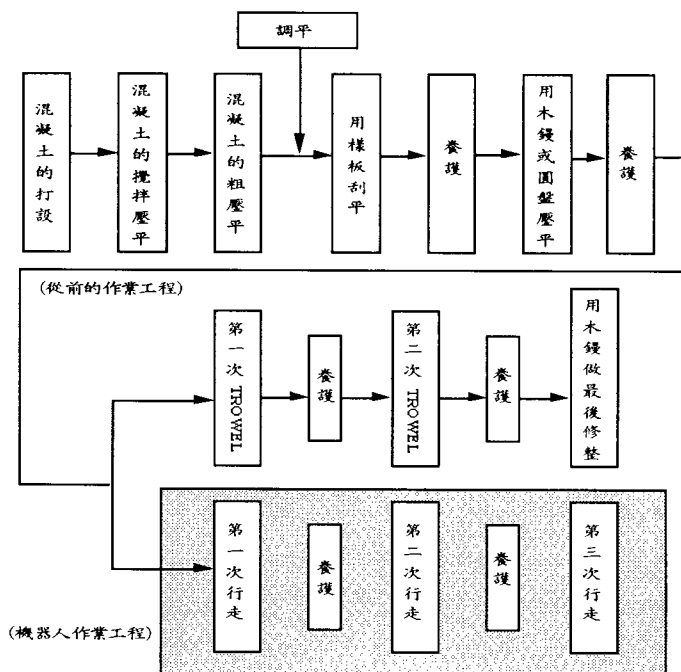


1·概說

混凝土樓面直接飾面作業依賴由熟練工進行的手工作業，因為邊彎腰邊作業而疲勞度很高。又，在冬季因混凝土的硬化速度慢而須作業至深夜，其所處勞動環境過酷。本機器人可以把作業員從重度勞動解放，且能同時實現與熟練工同等的作業品質。

本機器人具備搭載了陀螺同步羅盤(Gyrosyn Compass)及行走距離傳感器，微電腦的獨特之自律航法裝置，以機器人本身認識自己的位置，邊自動調整與行走路線的偏差邊以全自動方式作業為其特徵。

作業時，依如圖十所示的作業工程邊由熟練工與機器人協調邊進行作業，使用1台機器人即能做技能工之5倍程度的作業。



圖十 地坪粉光作業機器人作業範圍

施工能力.....500m²/h (依混凝土的規格、氣候條件而異)

尺寸.....1150*1225*610mm(bumper部除外)

重量.....141kg(裝配時)

主體:71kg trowel部:54kg bumper部:2kg 電纜處

理器部:14kg

行走速度.....0~18m/分

鍬刀旋轉次數...39~78轉/分

適用溫度環境...0~40℃

驅動源.....AC3相200V,1.5kVA

操作方式.....自動運轉：若指定作業區域，則只須按下開始鈕即可（可以做教示的輸入），手動運轉：可用無線電遠距離操作進行出發或停止、前進或後退、旋轉

控制方式.....利用微電腦、陀螺同步螺盤、行走距離傳感器進行的自律、航法自動控制方式

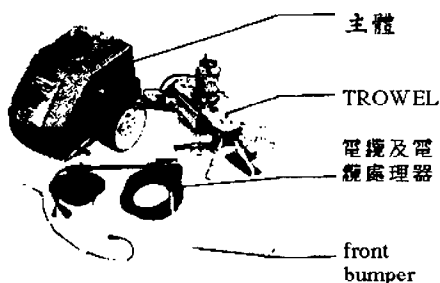
安全裝置.....障礙物的檢測：觸摸式傳感器（在 bumper部為迴避行走，在主體部為停止），警報裝置：以警報音、顯示

開發階段.....市售（商品名稱：鍬刀王KOTEKING）

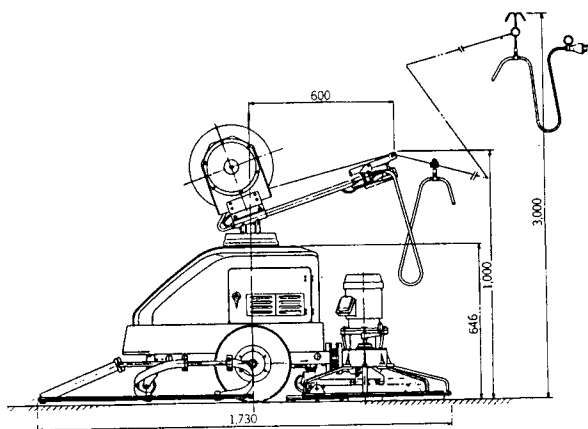
價格.....日幣770萬圓

租用.....向下列照會對象商量

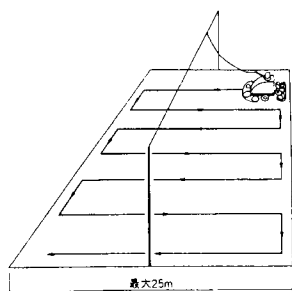
照會對象.....株式會社



圖十一 機器人構成要素



圖十二 外形尺寸



圖十三 懸纜線的設置方法與施工

2. 特徵

(1)就所指定作業自決定行走路線後，邊移動邊進行直接飾面作業。

(2)稼働微電腦、螺同步羅盤、行走距離傳感器認識機器人本身現在的位置，邊自動整與行走路線的偏差邊進行作。

(3)若指定作業區域，則只要按下開始鈕，任何人都能簡單操作。

(4)因為搭載了學習機能，故能自動反覆所學的行走圖形(PATTERN)。

(5)即使在作業區域內有柱或牆，也以BUMPER的觸摸式傳感器感知出來，而能自動迴避它去作業（搭載自動迴避系統）。

(6)發生故障時，可以利用在機器人主體上部的7段LED迅速了解其內容。

(7)雖是量輕、小型的機器人，卻能為了適應建設工程而把機器人分割為4個部分，以便容易搬或清掃（請參閱圖2）。

(8)被通產省認定為 mechatronics優遇稅制對象品（商品名稱：KOTEKING）。

3．使用機器人時的注意事項

(1)用1台機器人施工時，每天的作業面積最好為 $500 \sim 1000\text{m}^2$ 的程度。

(2)本機器人以電為驅動源，故張開電源用電纜。電源用電纜，一般採用如圖3所示在施工範圍的寬度中央把懸纜線張於離開樓面3m程度高的方法。設在機器人主體的電纜處理器最多可延伸至12.5m。如圖4時的作業寬度為最大25m、進

深則以與懸纜線相等的長度為施工範圍。

(3)混凝土的打設，最考慮機器人的行走路線在一定方向進行。

(4)最動要的一點為，預先設定機器人的作業區域及依賴作業員的作業區域。

4・引進後的作業效果

(1)能使熟練工重度勞動獲得解放，得以改善勞動環境。

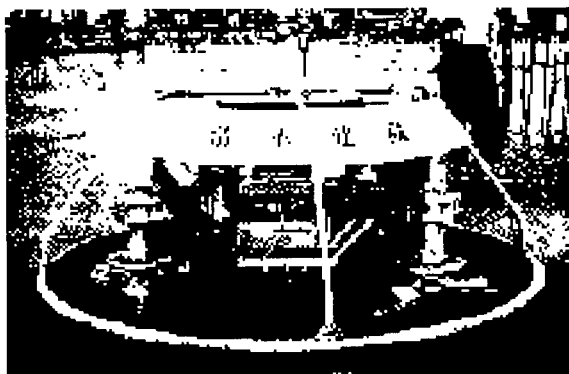
(2)利用機器人後的飾面精密度與熟練工同等，且偏差也少。

(3)作業效率提高至熟練工的約5倍，得以減少在深夜作時作業員的人數。

5・適用的實績

- ・大阪界筋中心大廈
- ・浦和TECHNOCITY太陽人壽保險大廈
- ・羣馬銀行電腦中心
- ・日產汽車公司村山廠
- ・沱澤倉庫流通中心

陸・混凝土樓面飾面機－扁平君 (Mr.FLAT)



・鍍刀部

機構.....把旋轉式鍍刀（3個鍍刀）*3連邊旋轉同一方向公轉

鍍刀旋轉次數.....70~100rpm

鍍刀公轉次數.....0~13rpm

鍍刀調整角度.....0~10°（手動調整）

鍍刀壓緊力.....60kg/連

鍍刀尺寸.....290*150*2mm

飾面寬度.....2180mm

驅動源.....汽油引擎 5.5ps

・行走部

行走方式.....2輪差動式

滾筒尺寸.....外徑 300mm*寬 280mm

行走用馬達.....DC100V-80W*2台

發電機 AC100V-550VA

行走速度 最大 10m/min

・ 控制方式

操作方式 無線電遠離操縱式

鏟刀旋轉次數控制方式 引擎節流活門控制

行走速晞控制 專用控制器

安全裝置 觸摸式傳感器

・ 使用條件

施工能力 400~800m² / h r

主體外形尺寸 外徑 2330mm、高度 880mm、搬入時 5分割

總重量 約 300kg (主體 160kg、鏟刀部 120kg)

・ 開發

清水建設株式會社

・ 製造及銷售

公司名稱 日本 機株式會社 105東京都港區芝大門2丁

目 11番 1號

富士大廈 TEL:(03)3431-9331(代表線)

FAX:(03)3431-1634

價格 日幣 750萬圓

・ 租用

公司名稱

1・特徵

混凝土樓面直接飾面，須配合混凝土硬化的情形進行作業，故夏期須爭取時間，冬期則最後用木鏟壓平的作業往往拖到第二天清晨。又，由於飾面時用木鏟平屬於長時間以中腰姿勢進行的作業，故容易疲勞而有待改善。加以，在混凝土樓面直接飾面工程，常難以確保多數工人。

樓面飾面用機器人「扁平君(Mr.FLAT)」的特徵如下：

- ・施工能力爲人力的約4~8倍。
- ・飾面精密度與手工作業同等。
- ・以引擎發動機驅動，故不需要鋪設電源用電纜之類的準備作業。
- ・因爲能以裝上 disk 代替木鏟，故在以木鏟壓平的階段就可以開始適用。
- ・可以用遠距離操縱的方式操作，故不習慣機械之操作的人也能立即使用。
- ・可以從遠處確認修整後的情況。

2・構造

(1)鏟刀部

引擎的旋轉輸出被透過分配用齒輪箱及螺旋齒輪傳達給把3個鏟刀當做1組以 120° 間隔配置的3組鏟刀部，而向左旋轉。在樓面飾面時，此旋轉力當做反力對裝置中心軸產生公轉扭力。結果，鏟刀部邊使用鏟刀旋轉邊公轉。

(2)行走部是裝被2台馬達獨立驅動的左右滾筒構成。藉此做

進、後退、方向修正及當場旋轉。馬達的電源，是過匯流環 (slip ring) 從搭載於主體之電機供給的。

(3)保護部

保護部分演從障礙物保護機構部的角色，是在搬運時可以分割為2個部分裝卸的構造。又設有觸摸式傳感器，以便檢測了樓面上的障礙物如鋼筋、柱時退避後停止。

(4)無線電操縱裝置

利用FM波發信機，可以做引擎的起動、鏟刀旋轉次數的調整、前進及後退、行走速度的調整、行走方向的調整，當場旋轉及緊急停止操作。

3．使用方法

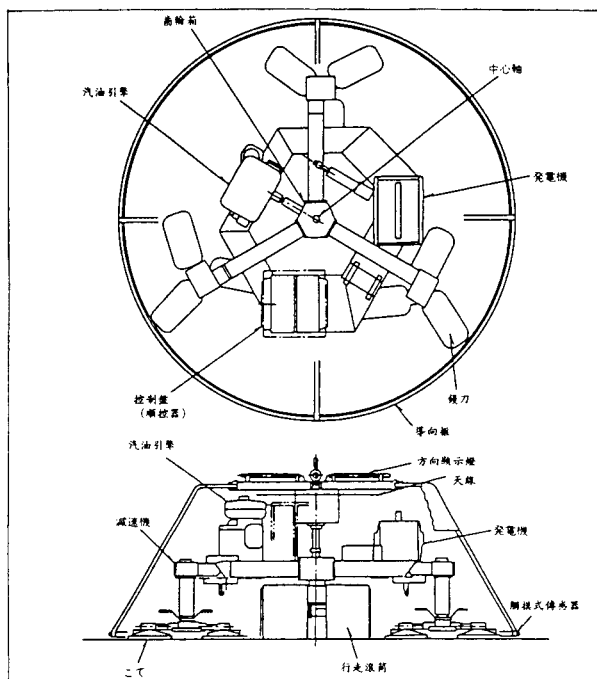
機器人是利用與無線電發信機連動的操作鈕操作，即使是初學的人也只要練習約5分鐘就可以操作。又，也可以操作並行實施無法用機器人施工的角落部，柱周圍的修整相當的裝修面之補修。

(1)排雨水、骨料下沉

排雨水及骨料下沉的作業，是為承後修整成果所不可缺少的作業。若在「扁平君」的鏟刀安圓盤(disk)，即能有效進行所打設混凝土表面的排雨水及骨料下沉。

(2)用鏟刀的中間壓平（之一）

表面精密度會在此工程大致決定，故在(1)的作業後，若變成用手指壓混凝土時略微留下形狀的硬度，即利用「扁平君」進行用鏟刀壓平的作業。此作業要減低鏟刀的旋轉次



圖十四 系統概要圖

數，以防止開始硬化的混凝土軟化。

(3)用鑄刀的中間壓平（之二）

在(2)的作業後，設置一段養護期間而次邊消除鑄刀痕跡連修整表面為目的進行本作業。因為混凝土急速硬化，故須迅速施工。

(4)用鑄刀壓平（修整）

邊確認表面完工的情況，邊用鏟刀壓平進行最後修整。適用本機器人後，可以高修整精密度及表面硬度，修整的結果具有光澤。

4・施工的實績

- ・別府觀光開發大廈
- ・千葉順天堂校園 (campus)
- ・芝浦五十嵐大廈
- ・宮崎橘百貨公司
- ・新嘉坡 IMM
- ・NSP-N棟及其他多件

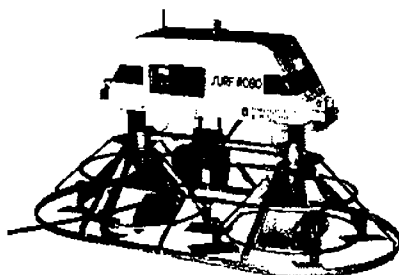


図 11.7-6 サーフロボ

機械重量 185kg

全長 2,230mm

全寛 1,260mm

高度 1,350mm

接地壓力 0.12kg/cm^2

飾面亮度 約 2,140mm

鋟刀旋轉次數 . . . 0~35rpm

行走速度 0~18m/min

電源 AC200V

飾面能力 $30\text{m}^2/\text{h}$ (但是2次修整)

修整精密度 0.1mm以下

適用溫度環境....0～50℃

經手公司.....(株) 竹中工務店 總公司宣傳部

東京都中央區銀座8-21-1 TEL:03-3542-7100

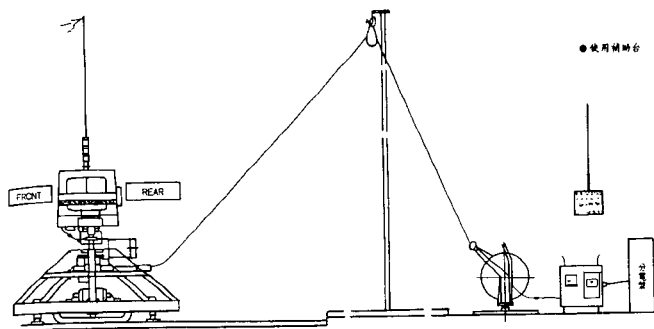
1・概要

SURF ROBO的飾面機構採用TROWEL方式，使4個成1組的葉片在左右一對的履帶周圍以配合混凝土硬化程度的壓力分別旋轉，邊修整混凝土面邊行走。其行走性，由於飾面用葉片在左右履帶周圍彼此旋轉於反對方向，故旋轉扭力被抵消而直進性良好。又，考慮到可搬性而謀求了主體重量的減輕（圖十五、照片、圖十六）。

運轉方式有「自動」及「手動」，通常設定作業條件（行走距離、橫行距離、方向變換角度、修整次數等）後以自動運轉方式進行作業。

本機器人採用無線電控制方式在遠距離操作。關於安全問題，在機器人在主體周圍安裝觸摸式傳感器，以防止衝到障礙物。

利用 SURF ROBO 施工實績至今已超過 100 萬 m^2 ，確實發



圖十五 系統概要圖

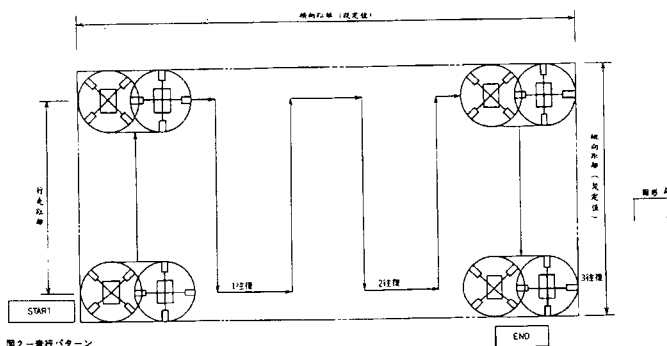


図 2 - 走行パターン

圖十六 行走圖形

揮了機器人化的效果。現在，機器人已生產約 30 台，因 general cone 及工程專門業者的保有或租賃而被廣泛使用。

2・特徵

(1)省人化

與從前的作業比較，可以用約一半人員施工。

(2)勞動環境的改善，大幅減少重度勞動。

(3)成本的減低

因省人化而減低了施工成本。

(4)噪音的防止

因為由馬達驅動而設有噪音源，即使在夜間施工也不會困擾附近的人。