

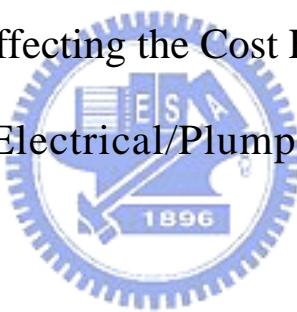
國立交通大學

工學院專班營建技術與管理組

碩士論文

機電工程成本估算方法之探討

Factors Affecting the Cost Estimations of  
Mechanical/Electrical/Plumbing Construction



研究生：吳方誠

指導教授：王維志 教授

中華民國九十五年六月

# 機電工程成本估算方法之探討

## Factors Affecting the Cost Estimations of Mechanical/Electrical/Plumbing Construction

研 究 生：吳方誠

Student : Fang-Chen Wu

指 導 教 授：王維志

Advisor : Wei-Chih Wang

國 立 交 通 大 學

工學院專班營建技術與管理組



Master Degree Program of Construction Technology and Management

College of Engineering

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Program of Construction Technology and Management

June 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十二 年 六 月

# 機電工程成本估算方法之探討

研究生：吳方誠

指導教授：王維志 博士

工學院專班營建技術與管理組

## 摘要

機電顧問如果能提供正確的機電工程成本估算結果，除能提升工程施工品質外，更可減少未來建築物營運成本。本研究主要將針對業主及設計單位，經由相關文獻收集、工程個案彙整、專家訪談與個人工作經驗探討等方式，以機電工程成本估算方法為主軸，依序從機電工程標單預算主體架構、設計組織組成方式、設計單位與投標廠商對成本估算觀念與作法上差異，做有條理性的探討，以期彌補營建管理學術研究領域中，在此部份研究不足之處，而主要研究重點包含下列幾點：

### 1. 機電工程成本架構說明

機電工程成本組成架構，其主要分類方式以系統所能提供之功能為主，例如電氣工程能提供使用者用電相關需求，而空調工程能維持使用者生活及工作環境之空氣品質，而此種成本估算架構，與一般建築預算編列採用材料特性及使用用途分項方式有所差異。在進行機電工程成本估算方法探討之前，本研究先針對其成本組成架構內容及相關估算項目作業方式進行說明，並對其部份工項估算特色(如工資與雜項部份)提供較為深入之分析，以建立本論文研究基礎。

### 2. 設計組織型式對機電工程成本估算結果之影響

對於機電設計而言，在目前市場上較常採用的設計組織方式有二種，一種是直接與業主簽約模式，另一種是與建築師簽約模式，在不同的設計組成型態，本研究希望就個人在此方面工作經驗，以分析比較方式，整理出影響因素及其優劣點，提供業主決定設計團隊組成方式參考，主要目的在於減少因不當設計組織，而影響機電工程成本估算正確性。另就機電工程成本估算流程，蒐集相關完工案例造價數據，如能於工程概算估算過程加上合理的工程造價比例做為參考，能減少工程預算與實際支出成本間之誤差，減少業主工程投資風險。

### 3. 機電工程成本估算作業流程影響分析

在實際機電工程成本估算作業流程中，主要包含工程概算及預算二階段，而工程概算之正確性，將影響業主相關投資資金運用風險，而工程預算部份，其目的為協助業主於工程發包階段，提供合理工程發包價格比較基準，作為與投標廠商間議價之價格參考依據。本研究將藉由專家訪談方式，從不同工程成本估算作業方式進行比較，由其間差異分析對成本估算結果產生之影響，再由設計單位與投標廠商對於不同成本估算作業方式及成本角度，如何於預算與投標價格中取得平衡，在了解市場上實際運作機制後，作為設計單位提升成本估算正確性之參考。另建築與機電成本估算之方法，因工程特性之差異而有所不同，期藉由兩者間相互比較之方式，尋求機電成本估算方法可參考改進之處。

本研究將透過上述三項重點，依據機電工程成本估算流程之相關變數因子進行比較分析，有條理的說明相關因素及可能產生之影響，目的希望能協助業主及設計單位，能以更有效率及更正確的估算方式對機電工程成本進行管控，達到提升施工品質及有效節省與控制未來營運成本之目標。



## Abstract

If the electromechanical consultant could provide accurate Cost Estimation of Electromechanical Engineering, not only could we promote the quality of engineering construction, but also we could cut down the operating costs of building materials in the future. The research aims at property owners and design organizations to do methodic exploration in serial model on mainstay frame of Electromechanical Engineering list budget, configuration mode of design origination, designs origination, the different notions and operations between firms bid for engineering. The exploration is based on related literature collection, arrangement of engineering individual cases, expert interview, personal work experience etc. in order to compensate for the deficiencies in academic research field of construction management. The important points of research are as follows:

### 1. Introduction of Electromechanical Engineering Cost Frame

The component frame of Electromechanical Engineering Cost is mainly classified by the function provided by system, for example, Electrical Engineering could satisfy the user's related electrical demands while Air Conditioning Engineering could provide air quality of life and working environments that user requires. This kind of Cost Estimation frame is different from the general prepare budget of constriction which is on the basis of material property and application. Before the exploration on Cost Estimation method of Electromechanical Engineering, the research aims to introduce its content of component frame and mode of operation of related estimation terms and then do deep analysis on its partial engineering characteristics (such as salary and sundries etc.) in order to establish the research foundation of this thesis.

### 2. Influence of Design Organization Type on Cost Estimation of Electromechanical Engineering

In terms of electromechanical design, there are two models of design organization that commonly used in the market: one is to sign the contract directly with the property owners and the other is to sign the contract with architects. According to the different design component model, the research is expected to find out the influence factors and its advantages and disadvantages by analysis approach, which is based on personal working experience in this aspect in order to provide the property owners with reference of their decisions on design group. The main purpose of the research is to reduce the chance of inaccurate Cost Estimation of Electromechanical Engineering that results from improper design organization. In addition, the research also has

collected the related data of cost of construction cases when referring to the Cost Estimation of Electromechanical Engineering. If we take reference the course of construction estimation and reasonable construction cost, we could decrease the error of construction budget and cost of actual expenditure in order to reduce the rate of investment risk for property owners.

### 3. Influence of Flow of Operation of Electromechanical Engineering Cost Estimation

In the actual flow of operation of Electromechanical Engineering Cost Estimation, there are two phases: Engineering estimation and budget. The accurate of engineering estimation will affect the property owner's related application risk of investment fund, while Engineering budget is used to provide the property owner with reasonable comparison standard of Engineering Bid in the phase of Engineering Bid, which could be the price reference for the property owner to bargain with the firm that bids for engineering. The research does the comparison based on different operation model of engineering Cost Estimation by means of expert interview. The research analyzes the comparison difference's effect on Cost Estimation and explores how to balance the budget and bidding price in the aspects of the different Cost Estimation models and cost between design originations and bidding firms, which could be taken as reference for accurate Cost Estimation of design organizations on the basis of actual market operation mechanism. For there are some differences in the aspect of engineering property, the research aims to seek for the improvement of electromechanical Cost Estimation model through the comparison between design organizations and bidding firms.

Through the three points mentioned above, the research does comparison and analysis on the related variable factors of the flow of Electromechanical Engineering Cost Estimation. By the means of methodic explanation on relater factors and possible influences, the research expects to assist the property owners and design organizations in managing Electromechanical Engineering cost in a more efficient and accurate way in order to improve construction quality and effectively save and control operating cost in the future.

## 誌謝

轉眼間三年的時光過去了，在交通大學碩士學程的學習生涯也因本次論文完成而要暫告結束，在整個碩士班學習與研究過程種種經歷，如今回想起來真是點滴在心，在個人研習過程中，接受許多人給予的協助與支持，希望能藉此文獻上個人内心最誠摯的感謝。

首先必須感謝本次論文指導教授 王維志博士。幸蒙在王老師豐富的專業學養及嚴謹的研究思維啟發之下，使我能將三年中學校所學與個人工作經歷，配合適切的研究方向，順利完成本次論文研究。充分感受學校優良的學習風氣下，提供給我們最大自我提升的原動力，在此對王老師致上我最誠摯的敬意與謝意。

感謝口試委員本校曾仁杰教授、中華大學楊智斌教授、余文德教授，對我本次論文內容提供精準及明確的指教，讓本次研究問題上，擁有更平衡、客觀與務實探討角度，使得本次論文研究內容得以更盡完善。

於求學期間，承蒙本所陳春盛教授、吳永照教授、丁育群教授、雷明遠教授、梁樾教授、陳威仁教授、王雲東教授在營建管理相關專業知識領域中，毫無保留的傾囊相授，俾使我受益良多，在此由衷感激。

在論文研究過程中，最要感謝本人目前任職之建築師事務所主持建築師潘冀建築師及主持人黃種財副總，在資料文獻收集時給予充分的協助。還要感謝吳建興電機技師事務所吳建興技師、巫俊勝經理與廣偉工程公司唐樹楷總經理，提供設計成本估算與工程投標相關經驗分享，另要感謝曾經一同相互砥礪的學長與同學金樹、志同、宏達、君賢、俊宗。在各位協助之下，論文研究得以順利完成，銘感五內。

最後，最要感謝的是我敬愛的父母親與摯愛的妻子淑娟及女兒懿宣、念恩，還有尚在媽媽肚子裡的小寶貝，謝謝你們在我求學期間給予我充分的支持與關懷，驅使我順利完成學業，願將此份成果與你們共同分享。

## 目錄

中文摘要	1
英文摘要	3
誌謝	5
目錄	
圖目錄	8
表目錄	9
第一章 緒論	11
1.1 研究動機	11
1.2 研究問題	12
1.3 研究目的	14
1.4 研究範圍與限制	15
1.5 研究方法與步驟	16
1.6 論文架構	18
1.7 論文章節說明	19
第二章 文獻回顧	21
第三章 機電工程估算成本架構說明	33
3.1 機電工程預算書及標單組成結構	33
3.1.1 電氣工程成本架構	35
3.1.2 給排水工程成本架構	46
3.1.3 消防工程成本架構	48
3.1.4 空調工程成本架構	53
3.2 機電工程雜項經費估算說明	59
3.2.1 打鑿復舊套管預留	59
3.2.2 消耗材料	61
3.2.3 搬運費用	61
3.3 機電工程工資估算說明	63
3.3.1 機電工程工資估價重點	63
3.3.2 機電工程工資估價流程	64
3.3.3 工率表說明	65
第四章 設計組織影響估算結果分析	66
4.1 設計作業說明	67

4.1.1 概念設計階段.....	67
4.1.2 細部設計階段.....	68
4.2 設計組織現況.....	68
4.2.1 建築師為主負責整合其他專業顧問之設計組織說明.....	68
4.2.2 業主為主負責整合所有相關專業顧問之設計組織說明.....	69
4.2.3 工程顧問為主負責整合所有專業顧問之設計組織說明.....	70
4.3 工程設計分包模式探討.....	70
4.3.1 從建築設計規畫角度.....	70
4.3.2 從機電設計規畫角度.....	71
4.3.3 設計分包模式差異性分析.....	72
4.4 設計分包模式對機電工程成本估算結果影響之探討.....	79
4.4.1 建築師為主負責整合其他專業顧問之設計組織影響分析.....	79
4.4.2 業主為主負責整合所有相關專業顧問之設計組織影響分析.....	80
4.4.3 工程顧問為主負責整合所有專業顧問之設計組織影響分析.....	80
4.5 建築與機電工程造價比例分析.....	81
4.5.1 工程造價比例樣本說明.....	81
4.5.2 工程造價比例樣本分析.....	87
<b>第五章 機電估算作業內容影響分析.....</b>	<b>91</b>
5.1 機電工程造價估算作業流程差異性分析.....	91
5.1.1 機電工程概算作業流程說明及分析.....	91
5.1.2 機電工程預算作業流程說明及分析.....	97
5.2 機電工程預算編列與廠商投標作業差異性分析.....	98
5.3 建築與機電工程估算作業差異比較.....	104
5.3.1 工程概算估價差異性分析.....	105
5.3.2 工程預算估價差異性分析.....	108
<b>第六章 結論建議結論建議與未來繼續研究之方向.....</b>	<b>111</b>
6.1 結論與建議.....	111
6.2 未來繼續研究方向.....	112
<b>參考文獻</b>	

## 圖目錄

圖 1-1 管理控制效率與工程生命週期關係示意圖	12
圖 1-2 研究流程圖	18
圖 2-1 各階段工程經費估算流程圖	23
圖 2-2 施工成本控制流程說明圖	23
圖 2-3 工程專案初步設計階段之成本估價作業流程圖	26
圖 2-4 整體建築費用分佈架構圖	27
圖 2-5 單價構成因素圖	27
圖 3-1 機電工程預算/標單分項架構圖	34
圖 3-2 太陽能系統架構圖	43
圖 3-3 中央監控系統架構圖	44
圖 3-4 空調二次泵壓力變頻控制圖	57
圖 3-5 空調熱回收系統架構圖	57
圖 3-6 空調熱交換原理圖	58
圖 4-1 設計流程圖	68
圖 4-2 組織架構圖一	69
圖 4-3 組織架構圖二	69
圖 4-4 組織架構圖三	70
圖 4-5 建築設計與機電設計分開付委托作業流程圖	74
圖 4-6 建築設計與機電設計合併付委托作業流程圖	77
圖 4-7 建築工程造價比例分部圖	88
圖 4-8 物價指數曲線圖	89
圖 5-1 工程概算作業流程圖	94
圖 5-2 機電工程概算編列模式流程圖一	96
圖 5-3 機電工程概算編列模式流程圖二	96
圖 5-4 機電工程預算編列作業流程圖	97
圖 5-5 廠商投標主要作業流程圖	99

## 表目錄

表 2-1 綜合規劃之基本資料表 .....	24
表 2-2 整體工程估價風險評估表 .....	32
表 3-1 機電工程標單總表 .....	33
表 3-2 電氣工程標單分項表 .....	35
表 3-3 細排水工程標單分項表 .....	46
表 3-4 中央系統方式及分散式飲水機優缺點比較表 .....	48
表 3-5 消防工程標單分項表 .....	49
表 3-6 消防工程標單分項表 .....	53
表 3-7 預留套管工率/耗材價格分析 .....	59
表 3-8 預留開孔工率/耗材價格分析 .....	60
表 3-9 穿牆打石工程工率價格分析 .....	60
表 3-10 穿牆打石工程耗材價格分析 .....	61
表 3-11 吊運費用遞增率表 .....	62
表 3-12 起重機工費率樓高修正係數表 .....	62
表 3-13 電氣配管工率表 .....	65
表 4-1 設計分包模式差異分析表 .....	72
表 4-2 建築設計與機電設計分開付委托作業流程圖說明表 .....	75
表 4-3 建築設計與機電設計合併付委托作業流程圖說明表 .....	78
表 4-4 建築師為主之設計組織對機電估算價格影響 SWOT 分析表 .....	79
表 4-5 業主為主之設計組織對機電估算價格影響 SWOT 分析表 .....	80
表 4-6 工程顧問為主之設計組織架構對機電估算價格影響 SWOT 分析表 .....	80
表 4-7 工程發包價格樣本資料表 .....	82
表 4-8 工程樣本發包價格分佈表 .....	84
表 4-9 工程樣本用途分類表 .....	85
表 4-10 工程樣本設計時間分佈表 .....	86
表 4-11 建築與機電工程造價比例表 .....	86

表 4-12 建築工程造價比例 46%至 60%之間統計表	88
表 4-13 九十二後發包工程統計表	89
表 5-1 工程造價分析說明表	92
表 5-2 機電工程概算作業模式比較表	94
表 5-3 工程概算總表	105
表 5-4 建築工程概算細項分析表	107
表 5-5 避雷針技術規範表	109



## 第一章 緒論

### 1.1 研究動機

在工程成本估算領域中，過去的研究大多集中於建築土木工程部份，其主要原因應在於建築土木工程之施工成本，占工程總造價之大部份，致使機電工程成本估算研究較被忽略，然而機電工程對於整體工程之影響，亦扮演舉足輕重之角色，大致可用下列比喻說明：

以人體為例，建築部份猶如人體骨骼及皮膚，負責支撐人體主要外觀及架構，是最為明顯易見，而機電部份則猶如人體內臟及血管，賦予人體活動機能之原動力，二者應是相輔相成，缺一不可，一旦發生內臟及心血管疾病，人體將無法正常活動，就如同一棟建築物而言，如果機電及空調系統發生故障，則建築物整體功能便無法充分發揮，造成使用上的困擾，甚至發生建築物癱瘓的困境，所以就營建管理技術而言，建築與機電應有其對等的重要性。

於工程規劃初期，如能正確及有效率的掌控工程成本估算內容，將對整體工程品質有絕對助益，機電設計規劃亦然，故雖然在工程造價比例上，建築土木工程往往高於機電工程，但依據前例說明，機電工程卻為不可忽略重要的一環，因為機電工程整體影響力，往往超越其工程價格所占比例。

實際研究理論中，相對於整體工程投資效益，【郭炳煌，2002】以工程管理角度而言，如果於工程專案開始推動時，便投入大部份的討論及溝通成本，則其管理成效（包括整體成本控制），應會發揮最大效果（如圖1-1『管理控制效率與工程生命週期關係示意圖』所示），也就是說，工程初期的相關作業，將明顯影響整體工程的成敗，在工程施工部分尚未開始進行時，亦尚未投入大量之施工成本，於設計規劃階段，相對是投資成本最低時，能有效及正確的進行設計規劃工作，並於工程之成本估算過程中，獲得合理之工程造價預算，而機電工程亦然。一般於設計實務上經常遇到的問題，多便是於設計討論階段，投入時間不足，或業主使用單位未參與設計溝通討論，而造成後續施工階段的工程變更，並將嚴重影響工程進度及品質，故實在有必要重視之。

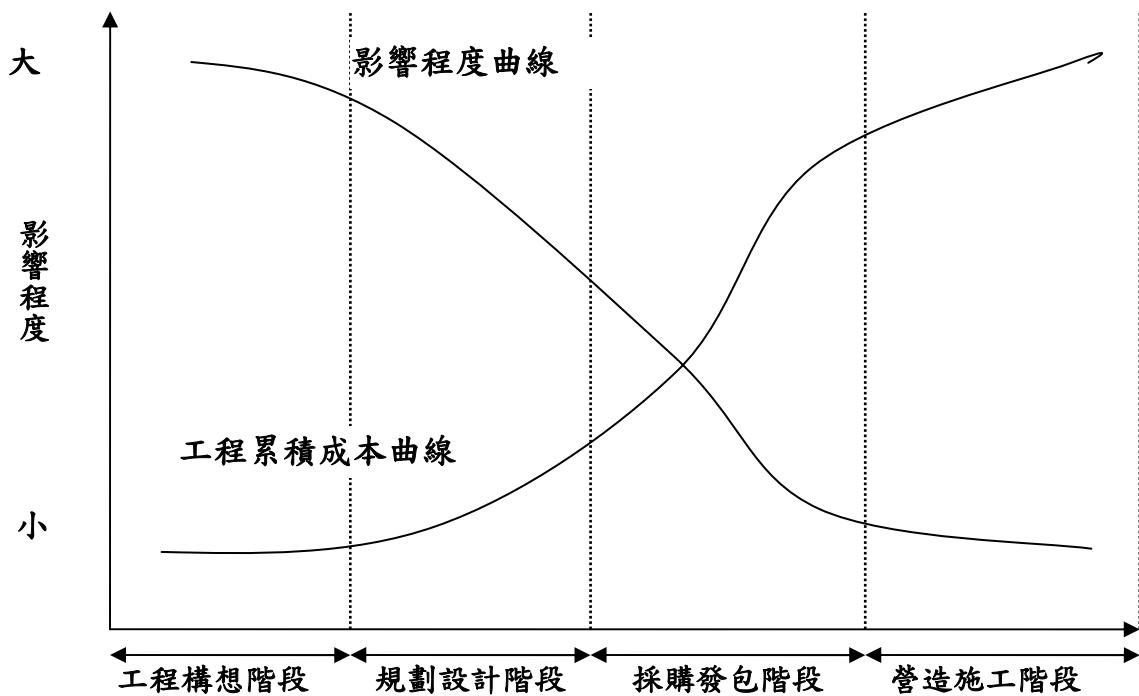


圖 1-1 管理控制效率與工程生命週期關係示意圖

【資料來源：郭炳煌 2002】

## 1.2 研究問題

在工程成本控制之最終目的，主要為在預算範圍內，能兼顧品質及適用性，如期完成工程驗收及移交使用。而準確之工程估價，是設計規劃階段，工程顧問公司或建築師事務所受業主委託之重要工作目標，亦可由上一節 圖 1-1『管理控制效率與工程生命週期關係示意圖』之曲線特性，了解設計規劃階段對整體工程影響之重要性。

由前述各項內容說明，可初步了解機電工程成本估算結果，對整體工程影響之重要性，但由於現今相關研究內容，對此部份敘述仍屬少數，本次研究將以此部份不足之處為重點，由下列方向分階段就機電工程成本估算方法進行探討：

1. 於工設計程規劃階段，市場較常見的設計組合模式，依據機電顧問所扮演的角色與位置，一般分為直接與業主簽訂設計契約及與建築師委託負責機電設計規劃二種，其組成模式對機電工程成本估算結果，可能產生影響及差異為何？

在一般工程規劃設計階段之主要組織成員，主要包括業主、建築師、電機技師、空調技師、結構技師、消防設備師及環工技師等，

而相關設計成員多需負責設計簽證責任，在不同的設計組成架構下，會產生不同的互動關係，相同會產生不同設計成果。其影響主要原因，應包括組成份子的專業背景及專業能力、不同類型工程規劃經驗及對工程結果期望表現程度與工程成本感受程度之差異，然而對業主而言，工程造價即是投資成本一部分，前述相關都會直接或間接影響設計成果表現，而工程成本估算結果差異便隨之產生。

因不同的設計團隊整體合作模式，將直接影響機電工程成本估算的結果，我們希望參考目前市場較常採用的設計分包模式，由設計組織型態的差異性而造成機電工程成本估算作業產生的影響因素，進行比較與分析，藉以評估各作業型態之優缺點，以作為業主於設計組織分包模式選擇之參考。

於上一節曾提及，一般工程發包價格比例，建築土木往往高於機電工程，致使在整體工程角色扮演上，機電工程往往被忽略，但其影響性卻又非常深遠，故在工程成本估算階段，是否可藉由建築與機電造價比例，探討其比例變化是否有一原則可循，以作為設計階段估算結果參考，對未來機電工程於預算編列與發包價格合理性，能有所助益。

2. 機電顧問在成本估算流程中特色為何？機電顧問的估價流程與投標廠商估價方式與重點差異性為何？建築工程與機電工程估算作業方式之差異，是否有其相互間可作為改進調整之處，以提高成本估算結果正確性？

機電顧問與投標廠商估價重點及角度並不全然相同，機電顧問設計講究的是系統功能性及日後操作維護的方便性，並須符合業主使用需求，在此前提下同時給予一個正確合理的預算價格，以作為業主工程發包底價參考，其目標需儘量趨近市場價格。

但就投標廠商而言，除了考量價格合理性之外，尚須考量其競爭性，因機電設備、材料、配件種類複雜，又必須於短時間內提出具競爭性之投標價格，而種種因素的限制，深刻影響其成本估算方式。

此部分研究重點，將藉由與專業從業人員訪談方式，其包括設計單位及投標廠商，了解兩者間之作業模式差異，並進行分析比較，希望能取得一合理平衡點，增加機電設計階段成本估算結果正確性。

建築設計與機電設技重點及角度並不全然相同，建築設計注重外觀整體創意及空間動線安排邏輯合理性，其運用技巧主要在於建材選擇及建築尺寸比例之運用。機電設計講究的是系統功能性及日後操作維護的方便性，美觀只是次要考量，而機電設備、材料、配件種類複雜性，亦深刻影響設計及估價方式，但兩者間之估算方式差異，應有可做為參考與進步之空間。

### 1.3 研究目的

#### 1. 分析設計組織架構與設計流程對機電工程估算結果之影響

因設計組織成員專業背景之差異，造成工程成本估算方式部份的不同，但就整體設計組織總成方式言，多由業主於投資計畫時，在設計規劃初期所需決定的重點，而在目前實際工程規劃執行較多採用之組成形態，仍以建築師為重心，故就一般設計組織組成型態而言，建築師往往扮演具足輕重角色，然而設計組織之選擇並非只有一種，對於設計組織成員之一的機電顧問而言，如能站在對工程有利的設計位置，提供最正確的設計判斷，將有效提升機電工程成本估算正確性及合理性。故由設計階段相關組織組成方式及作業流程差異比較，期尋求可靠及減少機電成本估算結果誤差方法，為本研究主要目的。

雖然建築造價在一般工程中應高於機電工程，但是最重要的目的應為設計成果及完工結果，必須符合投資者的使用需求，我們期望整體設計組織成員皆能在正確合理的工程造價比例架構概念下，回歸實際使用需求的設計討論，由需求面出發。為避免於工程設計階段，給予機電成本不必要之價格限制，造成估算結果發生嚴重誤差而偏離需求面，如能了解建築與機電工程合理的造價比例，將有助於概算階段工程成本評估之正確性，將有效降低業主資金運用風險，與減少設計規劃階段時間之延宕。

#### 2. 建立有效的機電造價估算作業流程

機電工程的設計特性，與建築工程明顯不同，因為其項目及規格較細，管線數量又與長度有關，部分設備如燈具、插座出口數量多且分散，於預算編列的難度相對較高，在建築設計完成部份條件下，

才可進行後續機電規劃設計的作業，在此條件限制之下，預算編列作業時間往往受到整體設計進度時間壓縮，要能正確規範出機電設計標準及合理的造價估算結果，則必須仰賴正確有效的估算程序及方法，其內容應包括如下：

- (1) 正確的設計概念，以使用者需求為目標。
- (2) 平時必須整理正確的造價分析資料，作為工程設計案參考依據。
- (3) 準確的工程概算分析（正確的概算分析流程）。
- (4) 準確的工程預算分析（正確的預算編列流程）。

藉由機電顧問與投標廠商二種不同工程角度的成本估算概念下，了解其相關作業差異與綜合比較結果，並參考成熟度較高的建築成本估算方式之優點，期望建立有效的機電工程成本估算方法，以避開非必要成本規劃階段之投資風險。

#### 1.4 研究範圍與限制

為使本研究結果具體而明確，避免造成研究目的失焦情況發生，故將研究範圍控制在下列各項：

1. 本研究有關機電工程成本估算方法之探討，主要將參考目前建築相關成本估算教課書籍，期望由成熟度較高之建築成本估算理論，彌補機電工程相關研究文獻不足之處，並以協助本研究過程具體之比較分析參考。
2. 由實際訪談專業單位(機電設計單位及工程投標廠商)之方式，紀錄並彙整相關訪談結果，由不同工程角度了解實際機電成本估算運作流程及不同作業方式之差異與優缺點，並與教課書中相關運作方式之理論進行比較分析，強化本研究結果在實際設計規劃市場可操作性。
3. 參考本人服務之單位，實際執行已完工之工程發包案件價格數據共五十件，由此部分工程相關造價數據進行分析比對，雖然樣本件數所統計之數據並不足以完全證明其結果之可應用性，但相關統計結果仍能提供一價格比例概念，並可作為未來研究方向參考，使本研究更具實務性。
4. 為避免本次研究議題範圍過廣而造成研究失焦情況發生，本次研究

範圍將控制在設計組織差異及估算作業流程之相關影響因素探討，對於不同工程性質所可能造成之差異及相關特殊人為因素所造成之影響，暫時排除在影響因素評估範圍之外。

## 1.5 研究方法與步驟

研究方法及步驟主要分為五個部分，說明如下：

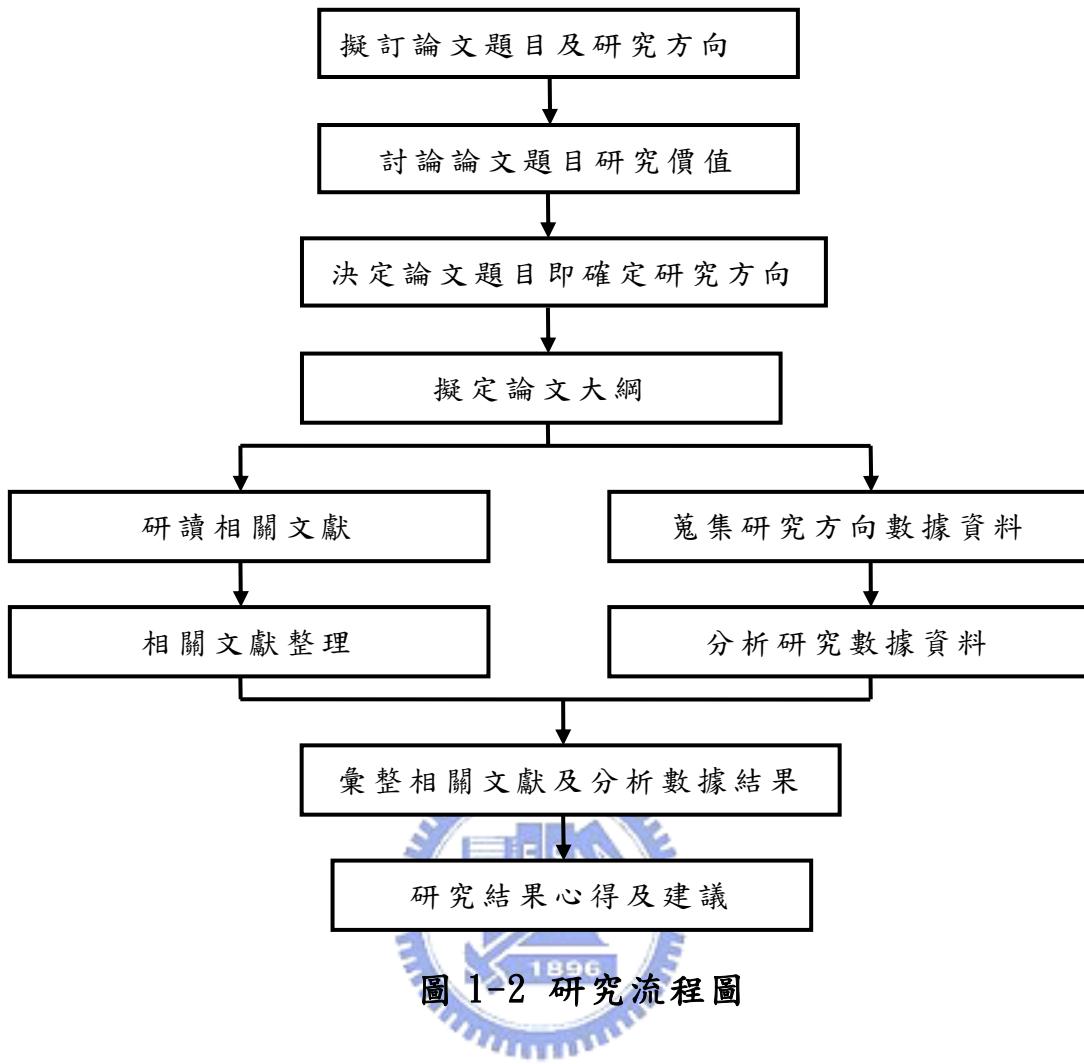
1. 先就過去與本次研究議題相關之文章進行蒐集及探討，唯因受限於過去對此議題的相關研究資料，對於機電工程成本估算研究較少，故必須參考建築工程成本估算之相關文章，擷取其中與本研究相類似議題內容資料進行比較分析，因目前建築工程成本估算理論研究成熟度高，相信可就其內容引導及觸發本次研究方向及成果。
2. 在探討機電工程成本估算之方法之前，有必要先對於其成本估算架構進行了解，其內容包含機電工程之預算書及標單組成結構及對於雜項經費與工資估算之方式之說明。在建立此部分基礎之後，在進行後續議題之探討，可明確了解相關問題研究原因之所在，迅速進入研究主題。
3. 因機電工程成本估算流程，會因設計組成成員及方式不同而造成結果差異，就現今市場上經常運作的情況，設計團隊及工程團隊的組合型式，便有許多種類型，業主固然是最終決策者，但相關單位所提供的各類資訊，同樣影響到業主決策結果，所以對於發包階段設計團隊的組織型態，於機電工程成本估算流程及影響，本研究認為有必要進行分析探討，初步影響因素有下列幾點：
  - (1) 業主部份(起造人)：
    - A. 業主本身產業特性。
    - B. 業主專業背景。
    - C. 業主負責人對工程未來期許。
    - D. 業主經費來源。
    - E. 業主工期壓力。
    - F. 對工程投入時間。
  - (3) 設計團隊組合方式部分：
    - A. 建築師主導。

- B. 業主內部專業團隊主導。
- C. 專業顧問(總顧問 PCM)主導。

(2) 設計單位：

- A. 專業能力。
  - B. 設計經歷。
  - C. 對設計案投入程度。
  - D. 與業主設計討論互動情況。
  - E. 規劃設計工具應用。
4. 就整體工程建設流程而言，包括業主原始需求及構想，藉由設計討論方式，由設計單位協助將構想轉換成圖說文件，接著尋找工程施工廠商將構想實現，本研究將各類型工程造價，依建築與機電間相互的價格關係，納入參考議題之一，盡可能蒐集各類型工程發包價格，先將各發包工程價格之背景進整理，並就建築與機電發包價格進行表列，而就所表列資料進行工程類型分類，依據取得之相關數據進行交叉比對，希望的到有效的變數因子，作為未來機電成本估算價格提供合理化之建議。
5. 機電顧問於成本估算，一般在實務上，分為工程概算及工程預算書二部份，機電顧問如何對此部份設計特性差異進行控制及管理，而與實際投標廠商投標策略及價格之差異為何？我們希望藉由訪談方式，來了解並作差異性分析。在實際作業流程上，經常受機電設計特性及邏輯所影響，故就設計本質上，有項目多及規格細之特性，不同規劃方式能達到最終使用目的作法很多，但其主要差異應在於日後維護包養及使用年限上，所以在同等品的認定上，與建築部份就有極大差異，在建築與機電成本估算方式之差異，自然產生。

本研究之主要流程如下(詳圖 1-2『研究流程圖』)：



## 1.6 論文架構

依據論文目的所述，本次論文主要架構可分為三大部分，第一部份將先就本研究之機電工程估算成本架構內容及現今設計發展情況，依據機電工程標單預算書組成結構、雜項經費估算及工資估算三個主要部份，以現今相關從業者實際作業方式進行概括之說明與介紹，作為本次研究之基礎，以提高本研究主要對象之了解及其重要性，對後續各階段研究過程及內容能有所助益。

第二部份為設計組織架構對估算結果影響分析，就設計實務上，先從目前市場上較常採用之設計分包模式種類及架構特性進行說明，並針對設計組織之差異對於機電工程成本估算結果之影響，進行比較分析，期望提供較佳化設計組織分包模式之建議。另外就個人服務單位，收集及彙整已完工之工程相關個案工程造價，進行比對分析，嘗試提供建築與

機電工程造價合理比例基本概念，對於建築與機電工程投資成本進行合理分配，提供業主對於工程資金運用及設計單位概算評估複核時之參考。

第三部份為設計成本之估算作業方式對機電工程造價影響之研究探討，此部分如依據工程設計流程而言，因應屬於工程設計案發展中期，藉由機電顧問對於機電工程造價估算作業過程與方式間之差異進行探討，並與投標廠商於投標階段的價格評估之作業方式之差異進行比較，由設計單位及投標廠商其間對於工程估算差異點，嘗試找到較佳的機電工程成本估算之作業模式。

## 1.7 論文章節說明

本研究主要分為六個章節，說明如下：

### 第一章 緒論

說明本次研究之主要動機及探討之議題與研究的目的，另對於研究範圍給予之限制及研究方法及步驟進行說明，並對於本論文內容之整體架構提供初步概念介紹。

### 第二章 文獻回顧

因目前對於成本估算方法探討之相關學術研究文獻，仍以土木建築占多數，而研究內容之深度及廣度成熟較高，故本章以先回顧土木建築估算方式及流程之相關文獻，以作為本研究相關方法及方向參考。

### 第三章 機電工程成本架構說明

本章先就機電工程預算書及標單構成內容進行說明，以建立本次論文探討內容之基礎，對後續分析與評估之章節內容有清楚認識，並另就機電系統近幾年之發展演進做一簡單介紹。而對於機電工程雜項經費及工資於成本估算時之方式與原則，亦做概括性說明。

### 第四章 設計組織影響估算結果分析

先就目前市場商較常採用之設計分包組成模式及其特色進行分類說明，其次對於設計組織組成模式之差異及其適用條件與對於機電工程成本估算可能發生之影響進行分析。另蒐集已完工的 50 件工程案例，針對建築與機電造價比例進行分析比較。

### 第五章 機電估算作業內容影響分析

經由專家訪談方式，首先針對機電顧問於成本估算作業中概算與預算之相關作業差異進行比較分析，並藉由工程預算編列與投標廠商作業流程及重點之差異進行比較。另就建築與機電成本估算方式之差異進行比較。本章重點在於從工程不同角度及角色之成本估算作業方式差異點，

以尋求較佳之估算方法。

## 第六章 結論建議與未來繼續研究之方向

針對本研究之初步結果進行總結，並提供未來機電工程成本估算作業流程建議。對於本次論文探討未盡完善之部分，建議未來可繼續研究之議題方向。



## 第二章 文獻回顧

由於目前對於機電估算研究文章所見不多，本次主要參考文獻，以建築工程相關估價教課書作為參考資料，針對概算、明細估價及單價分析與估價單幾部份，希望由發展成熟的建築估算模式，對現今機電工程成本估算流程及影響，尋求可再進步的空間。

如前述，在過去的研究文獻中，多集中在建築及土木工程的成本估算研究，對於機電工程成本估算及其影響之關連性研究較少，且對於發包及投標相關風險評估談論較多，其研究對象，多傾向業主方或投標廠商二者為主，其主要原因存在於業主及投標廠商，對新建工程而言，都有直接而長遠的影響及關係。

於業主方而言，就是投資成本及日後使用情形二部分，承包商而言，便是工程獲益情況及未來業務展望，從成本角度而言，業主及承包商立場似乎是相對立的，業主方很難有明確的依據證明他所投資建造金額是合理或者是站在一個絕對受益者角色，因為標準是無法於工程進行之前能明確量化，唯有借重設計單位的專業能力，盡可能的維護投資者的權益，相對於承包商而言，承包工程的目的無非想借重本身專業能力，在施工方式及材料選擇過程中，獲得合理的工程價差，也就是得標金額與工程施工成本之間價格差異，在設計單位所提出之設計標準範疇內發揮（如施工圖說及規範書等），就前述業主及承包商角色分析說明中，一個介於投資者與施工者間，息息相關的角色自然浮現，那就是設計單位，雖與兩者雖無直接關係，但是對雙方的影響又極其重要，所以我們希望仍然藉由業主及承包商對工程影響的相關研究，參考其中有關於設計單位部分，進行探討。

就工程估價之意義，一般可從三方面來探討：

- (一) 業主：必須負責編列財務計畫分配、訂定採購執行預算、審查標案內容，並進行管控及相關決策分析。
- (二) 設計單位：編列工程預算及訂定圖說內容標準。
- (三) 承包商：投標價與施工成本評估、工程執行現金流量分析、財務計畫編定、工程變更價格成本分析。

而其相關影響因素，初步可歸咎下列幾點：

- (一) 設計圖面。
- (二) 工程規範。
- (三) 合約書規定。
- (四) 工程環境條件。
- (五) 施工計畫內容及作業標準。

一個完整的工程計畫，就其成本考量，依據公共工程相關案例，可將工程劃分為規劃、設計、施工及完工驗收四個主要階段如圖 2-1『各階段工程經費估算流程圖』所示。而此四個主要階段，對於工程造價成本的定義及準確性，有極大的差異：

(一) 規劃階段：

分為先期規劃及綜合規劃二部份，先期規劃所涉及之工程經費概估，主要著重於協助計劃決策訂定時之價值參考與比較之依據，其準確性較差，但做為方案計畫比較時，有很大幫助。另一部份為綜合規劃，而綜合規劃所提送之工程經費概算，可做為年度預算編列之參考依據，其價格參考基準，較著重於工程之功能特性及需求與周邊環境或工程條件差異作為估價參考，此部份專業仍多需借重學術研究機構或專業顧問公司之工程專業背景單位協助完成。

(二) 設計階段：

主要分為初步設計與細部設計二部份，當業主決定設計單位後，將其使用需求及條件，與設計單位初步溝通，設計單位便依據業主所提資料藉由相類似完成之工程條件單位造價進行核算，便提列出工程經費概估值，將工程造價給予較正確之定義，作為業主評估財務運用之參考依據。細部設計階段則為業主與設計單位經過詳細設計討論之後，由設計單位完成相關設計圖說，在依據圖說之材料項目及工向進行價格計算後，便由設計單位提送工程預算書，此部份價格將作為業主工程發包議價基準。

(三) 施工階段：

施工階段則為預算執行階段，業主依據實際工程完成進度，核發工程款，隨時控制施工執行成本。

#### (四) 完工階段：

工程完工後，業主與承包商就工程整體花費進行彙整紀錄，明確工程造價相對完成之施工項目內容。

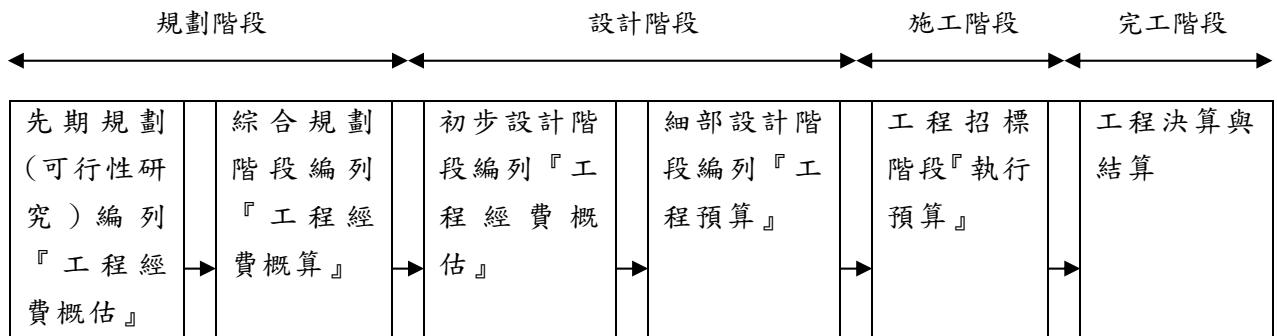


圖 2-1 各階段工程經費估算流程圖

【資料來源：(各機關辦理公有建築物手冊，2002)(林秉毅，2004)】

而整體工程之成本控制，依據各階段施工程序，可以圖 2-2『施工成本控制流程說明圖』說明之。

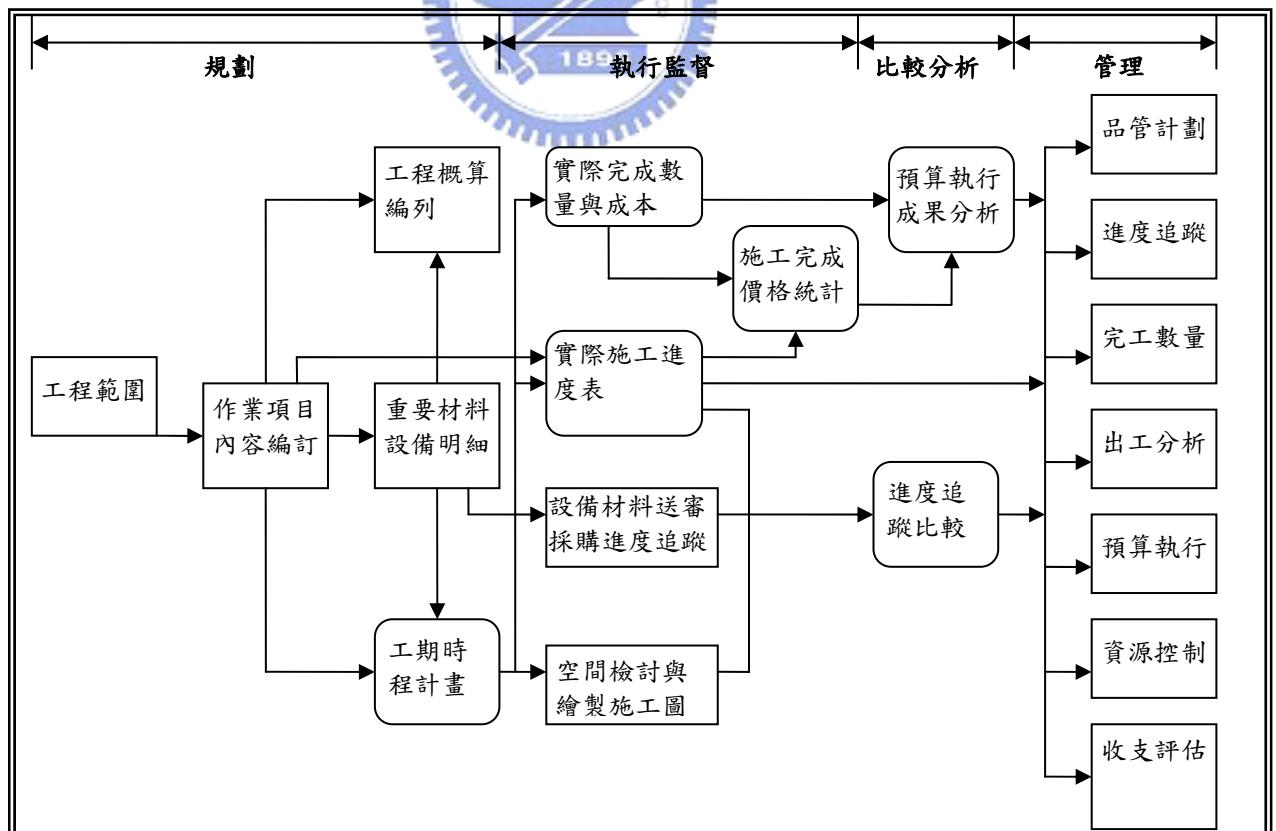


圖 2-2 施工成本控制流程說明圖

參考公共工程計劃與經費審議作業要點如表 2-1 所示，了解於公共工程於綜合規劃階段應提出之重點項目，其土木與建築工程類之資料詳細度非常高，明顯超過一般民間工程相同之規劃階段許多，相較於機電部份，則與民間工程相類似，其最大功效為於初步規劃階段，能有效提出成本估算依據及基準，增加工程概算準確度，對未來工程預算執行有很大助益。

表 2-1 綜合規劃之基本資料表

項次	工程種類	基本資料內容
一	土木工程類	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>工程基本資料介紹及設計意念說明：</b>包括工址調查、工程規模、構造形式、工期與工法檢討、各重要部位之平均造價等資料，及土建與各類設備工程設計構想之說明。</li> <li><b>圖面：</b>土建部分包括立體透視圖、現況圖、位置圖、平面配置圖、縱斷面圖、剖面圖及裝修表等；設備部份為設備系統圖及昇位圖等；另提供各項工程之介面及管線整合圖。</li> <li><b>初步預算書：</b>土建及各設備系統之概算詳細表，其格是如同招標之標單，而數量為概算。</li> </ol>
二	建築工程類	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>工程基本資料介紹及設計意念說明：</b>包括構造模式、平均造價、樓層數、各樓地板面積及總樓地板面積等資料，及土建與各類設備工程設計構想之說明。</li> <li><b>圖面：</b>土建部分包括立體透視圖、配置圖、位置圖、平面圖、大剖面圖及裝修表等；設備部份為設備系統圖及昇位圖等；另提供各項工程之介面及管線整合，考量管道間空間、天花板淨高之斷面檢討圖。</li> <li><b>初步預算書：</b>土建及各設備系統之概算詳細表，其格是如同招標之標單，而數量為概算。</li> </ol>
三	機電工程類	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>工程基本資料介紹及設計意念說明：</b>包括系統規劃、工項造價等資料，及機電系統設計構想與主要機具設施規格之重點說明。</li> <li><b>圖面：</b>包括系統圖、昇位圖及平面圖。</li> <li><b>初步預算書：</b>機電工程之概算詳細表，其格是如同招標之標單，而數量為概算。</li> </ol>

【資料來源：政府公共工程計劃與經費審議作業要點，2003】

就實際工程造價分析作業，在設計流程中分為二個階段，第一個階段是初步設計成本估算，第二階段為細部設計成本估算，其主要說明如下：

### 一、初步設計成本估算作業：

在工程初步設計階段，設計單位與業主針對用途需求進行初步溝通後，先行發展系統圖、昇位圖及平面圖與主要機具設施規格相關基本圖說資料後，以此為基準可發展工程基本造價評估，其價格參考資料包括過去相類似工程之造價分析數據、市場實際詢價，以粗略概估工程造價，其成本估算流程如圖 2-2 所示。

有關工程分項之重點，【郭榮欽，2004】【林秉毅，2004】估價作業起始，乃將工程整體工項進行有條理之分析，其項目可依據性質、工種、專業差異或施工程序進行分項；在一般工程中，其項目條列多依據施工優先順序為編列原則。

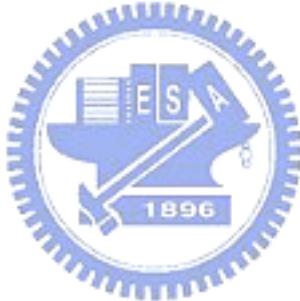




圖 2-3 工程專案初步設計階段之成本估價作業流程表

【資料來源：整理自各機關辦理公有建築物作業手冊（2001）、（楊世清，1998）、（鄭正光、2002）、（林秉毅、2004）】

【洪憶萬、1980】有關於建築費之分類，為包含生產成本、承攬人之獲利及設計監工等費，於全部工程完工後，有關工程事宜之直接費用與間接費用之總和。生產成本者，為工程上實際需要之材料及人工費。是項費用約占全建築費 75% 以上，估價時必須詳密。

設計監工費，乃建築師設計圖樣編制施工說明書等之報酬費及代為業主監督現場所聘請之顧問報酬費或試驗費等，均應該包含於建築費內。但營造場估價承攬時只計算工料費及本身利潤，設計監工費係業主之事，不予以估算在內。依照特性說明如圖 2-3『整體建築費用分佈架構圖』：

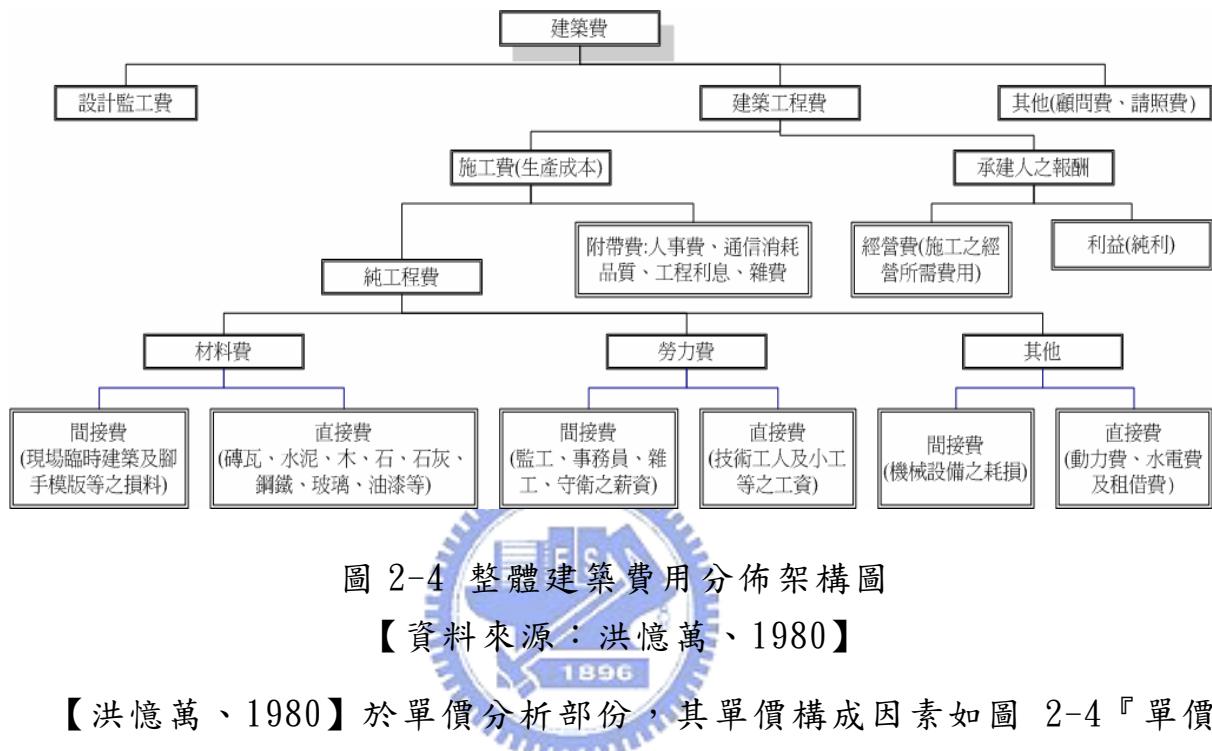


圖 2-4 整體建築費用分佈架構圖

【資料來源：洪憶萬、1980】

【洪憶萬、1980】於單價分析部份，其單價構成因素如圖 2-4『單價構成因素圖』。

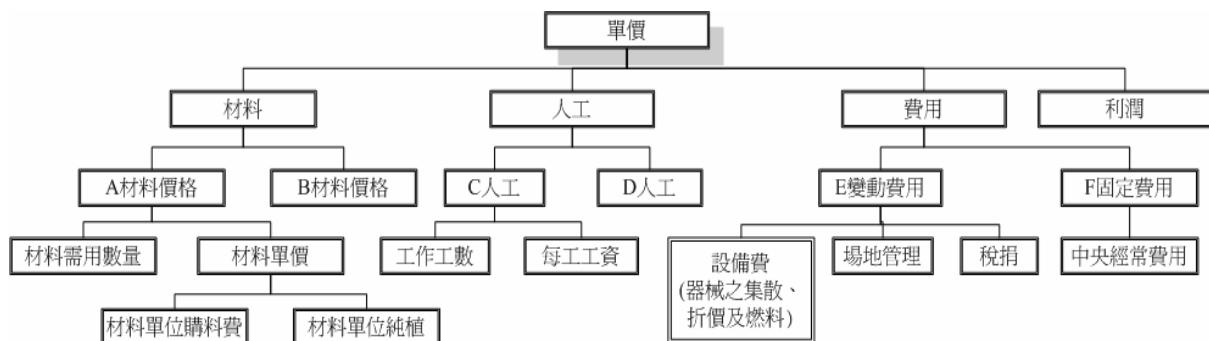


圖 2-5 單價構成因素圖

【資料來源：洪憶萬、1980】

【黃政勇、1989】對於估價的意義，乃專門研究應用估價的方法及標準的一種學術，以期透過估價的方法，達到控制成本，加強管理的目的。其構成的要素為原料、人工、費用，同時依據地形、氣候、地下水及四

周環境、機械設備、供給材料數量、現況調查等資料算出實際工程費。

工程概估為工程設計初期，設計單位在沒有任何細部設計圖面條件下，依據業主所提之使用需求，及簡單的建築條件分析，並參考過去完成相類似的工程案例工程造價成本，按照建築初估之用途面積，所初估的工程造價，其主要目的，為提供業主對於工程資金整體運用的一個參考指標。

【林天文、1989】有關工程概算部份，在建築主要目的與作業模式，為設計之初為便利明瞭工程造價之概述時，可約略估算其工程費之總價，又稱概略估價。因估算方式不同，有下列說明：

### (一)統計實績法

#### 1. 單位基準法

(1) 單位面積法：即以每單位面積 $m^2$ 或坪為計算單位，計算建築物內單位面積總數量，以相類似建築物之單價乘之，即得總造價。此方式十分簡單，但估算時，常因建築物之形狀及性質之不同，而有很大出入，必須注意下列因素，否則將造成極大誤差。

- A. 內部隔間越多，其相對單價越高。(但其體積單價越低)
- B. 有雜項設備部份，其單價越高。
- C. 結構配置較規則者，應相對工資便宜，故單位造價愈便宜。
- D. 各部份所使用材料同形式者，應可以大量採購方式進行，單價愈低。
- E. 大數量之建築工程，相對單價較低。
- F. 施工方式，涉及工資高低，故影響單價。
- G. 材料來源及運輸，影響單價。
- H. 天候狀況及工期，將影響單價(因天候不良，將增加工程雜項及工資成本，而工期延滯，則造成資金壓力)。
- I. 設計用料時否特殊，將直接影響單價。(建材過於特殊，將產生定製品或施工困難度)。

(2) 單位體積法：先計算出建築物之單位體積總數量，再以相同性質建築物之單價乘之，但須加上挖土、基礎及雜項附屬設備等費用，而得其總造價。此法較單位面積法準確，但國內並不常用。

(3) 單位柱間法：建築物柱間相等者，如教室、店鋪、工廠等，可計算每一柱間樓面積之單價，再乘上柱間總數，而得其總造價，此法較少應用。

(4) 單位設備法：此法係將建築物之單位設備或收容人數乘其統計之單價，而得其總造價。例如

學校 學生統計單價  $\times$  學生數 = 總造價

工廠 馬力（設備）單價  $\times$  馬力（設備）數 = 總造價

宿舍 房間統計單價  $\times$  房間數 = 總造價

此法亦非習慣使用，也較上述三種方法為差，因其質為近似值，故並不精確。

## 2. 比例基準法

(1) 價格比例法：具有標準形式之建築物，因其構造方式、使用材料及數量相類似，可先將每一工程分為若干主單元，並統計其各單元之總數，然後以各單元統計之費用與總價之比率為基準。例如某一工程之混凝土工程所需之工料費為總價之 30%，凡遇到有同類型之工程，其混凝土工程所需之工料費，即可據而推算之，但並不常用。

(2) 數量比例法：此法係以每一單位建築面積為基準，統計其主要材料之數量，作為對工程比例之基準，藉以推算同類似工程某部份材料之數量，而得其造價，可用於明細之估算。

(3) 百分比法：將建築物各部分工程之統計資料以百分比示之，藉以為其他工程推算之依據。一般住宅工程可用此法估算。

(二) 主項基礎法：以工程之主要材料或部分之價格為基礎作為推算總造價之依據，分述如下：

1. 以主要材料為基礎：例如木造房屋，其木材費用常與總工程費用成一定之比例，以此木材費用為基礎即可得其總造價。即將  
$$\text{總造價} = (\text{木材費用}) \times (3 \text{ 或 } 4)$$

2. 以主要工程為基礎：例如鋼筋混凝土建築，可以鋼筋混凝土之價格為基礎，從而得知建築物造價。即

$$\text{總造價} = (\text{鋼筋混凝土價格}) \times (2 \text{ 或 } 2.5)$$

### (三) 推理旁證法：

1. 推理法：例如鋼筋混凝土所使用鋼筋量，其合乎經濟原則者，一般為  $150 \text{ kg/m}^3$ ，故以鋼筋混凝土為架構之建築物，可據其為推算鋼筋之總數量。
2. 旁證法：工程項目之各部份互有關聯，其數量亦有一定之比例，例如屋面積可以建築平面面積乘以 1.2 倍而得之。

## 二、細部設計成本估算

當工程細部設計完成後，設計單位依據細部設計相關之圖說及規範標準文件內容，表列出與工程所有相關之材料設備及作業項目，並依據市場目前的成本價格，整理出一份工程預算價格，其主要目的為設計單位提供業主工程造價成本，作為業主工程發包階段，工程發包價格基準，投標廠商則依據此預算提列之工程細目進行估價，此工程預算應為設計階段最接近發包價格的一種估算金額。



【林天文、1989】所謂明細估價，係根據圖說以計算工程所需之材料及人工數量，再乘以材料及人工單價，亦可得總造價。或計算出工程數量，再乘以單位數量之工料費，亦可得總造價。所謂工程數量，即就工程觀點實際計算各項同類工程之面積或體積之總數，如某工程中  $210 \text{ kg/cm}^2$  之混泥土共若干  $\text{m}^3$  是。所稱材料及人工數量，即每一分項工程內單位面積或單位體積中所需之材料數量或人工數量，而後可求得全工程之總數量，如  $210 \text{ kg/cm}^2$  之混泥土每  $\text{m}^3$  需水泥若干包，再據以求得水泥之總數量。

明細估價由於使用目的及其場合不同，依序約可分為五種方式，略述如下：

- (一) 預算：係設計者根據圖說正確地估算其工程造價，通常需將合理利潤及損耗費計入其中，做為工程發包之依據，故又稱設計估價。
- (二) 標價：此為承造者(營造廠商)為參加競標所作之詳細估價，故又稱為競爭估價或比價估價。
- (三) 成本計算：承造廠商於工程施工之前，統計工程材料及人工，費用數量及價格之估價，以便轉包或預知營利毛利，又稱施工估價。

(四) 時費計酬：當承造者以待辦性質替業主施工時，可計算其施工之料、時費用，再加上合法利潤之估價，又稱代辦估價。

(五) 雇工計價：承造廠商常將勞務部份轉發小包，而採用計算其工資者，又稱包含工不包含料。

### 三、單價分析與估價單之方式

單價分析即工料分析，旨在求得單價，各種工程之造價或工程費，均據此而得。估價單中所列單價即指此而言，係由材料、人工及搬運費用合計而求出。單價有成本加利潤者，亦有只計算成本，而將利潤另列者。單價之分析方法可分下列三種：

(一) 單分法：單價分析中以工程單位為標準者，此謂之單分法。例如某工程中， $210\text{kg/cm}^2$  之混泥土其總數量為若干  $\text{m}^3$ ，則單價即以每  $\text{m}^3$  多少元計。但在某些場合中，例如木作工程，以用料無法以單一單位數量標明者，則單分法即不適用。

(二) 間分法：木作工程之單價分析，常用此法，估算時係以一架距(桁架之間距)中所需材料為估算標準者，我們估算時，可求得架距之總數，再以每架距之單價計之。若將間分法所得之材積，除以該範圍之面積，即為單分法(元/ $\text{m}^2$ )，雖非十分精細，但甚迅速。

(三) 總分法：為求精確，可將材料詳細地一一估算，謂之總分法。因所費時間甚多，一般少用。

而依據營建工程生命週期中各階段之工作內容，由於各階段目標重點需求各不相同，而造成成本估算結果之誤差有其不同差異，相同對於不同工程組織成員，亦發生對於成本估算風險比例差異，而整理各階段估算作業特性差異進行比較，其準確度進行分析與風險評估，依據個人工程經驗，可參考表 2-2『整體工程估價風險評估表』說明之。

表 2-2 整體工程估價風險評估表

階段區分	估價目的	種類	風險準備金 (%)	精確度 (%)
工程構想階段	工程成本概估	粗估	30%	±50%
	資本預算概編			
	初期財務計畫	概算	15%~20%	50%~70%
規劃設計階段	初步成本估算	精算	5%~10%	70%~90%
	定案成本估算			
	分標發包預算			
招標發包階段	業主訂定底價			
	承包商投標			
營造施工階段	變更設計估算			
	施工成本預算			
備註	風險準備金之百分比為與估算所得之工程造價差異比例。所顯示之值，即代表對於該階段估價結果之正確值之反比，估價時由於作業方式、數據資料源之差異，利用準備金以降低工程財務風險。			



### 第三章 機電工程成本架構說明

近年來機電設備功能及技術進步日新月異，包括的範圍也越來越廣，從電力系統、給排水系統、資訊系統、中央監控系統、消防系統、門禁監視系統及空調系統的設計上，不論是使用的方便性、系統穩定性及聰明度，都有長足進步，在研討本議題同時，有必要針對機電工程成本架構之特性做概略說明，本章將依據機電工程預算書及標單組成結構、機電工程雜項經費估算、機電工程工資估算等三方面進行說明：

#### 3.1 機電工程預算書及標單組成結構

機電工程預算書及標單組成架構，依據本人目前服務單位所提供之機電工程標單總表（詳表 3-1『機電工程標單總表』），主要依據功能特性，以系統功能性為標單總表主要分項架構之依據，主要包含電氣工程、弱電工程、給排水工程、消防工程、空調工程五大系統，另外於總表尚包含第陸至第玖項相關間接費用，唯整體機電工程標單及預算書完整架構，可依據圖 3-1『機電工程預算/標單分項架構圖』進行說明。

表 3-1 機電工程標單總表

項次	名稱	單位	數量	單價	複價	附註
壹	電氣工程	式	1			
貳	弱電工程	式	1			
參	給排水工程	式	1			
肆	消防工程	式	1			
伍	空調工程	式	1			
陸	繪製施工圖及製作保養手冊	式	1			
柒	工地清潔.安全費用	式	1			
捌	工程保險	式	1			
玖	假設工程/臨時水電	式	1			
	合 計					
	稅 金					
	總 計					

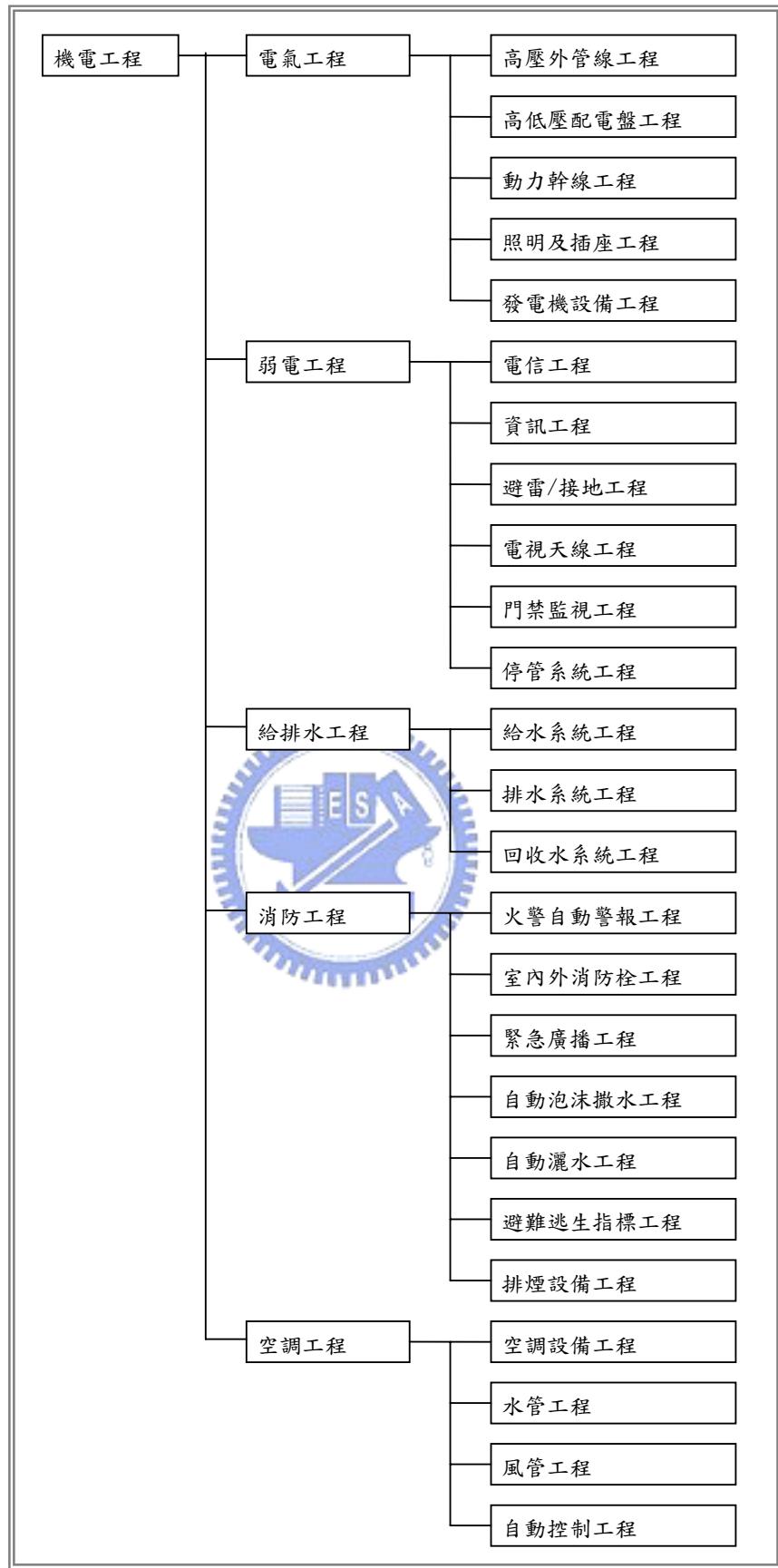


圖 3-1 機電工程預算/標單分項架構圖

由前述機電工程預算/標單分項架構圖所建立之系統組成概念，後續則依據前述分類方式，針對機電工程預算/標單內容細項，依據個人工作經驗，進行細部說明。

### 3.1.1 電氣工程成本架構

機電工程標單有關電氣工程分項，一般如表 3-2 電氣工程標單分項表所示，有七個主要分項，唯弱電工程部分，亦可依據工程規模另外分一主項(如圖 3-1『機電工程預算/標單分項架構圖』所示)，電氣工程細部份項，內容說明如下：

表 3-2 電氣工程標單分項表

項次	名稱	單位	數量	單價	總價	備註
壹	電氣工程					
一	高壓管路設備工程	式	1			
二	變電站配電盤設備工程	式	1			
三	低壓分電箱設備工程	式	1			
四	幹線及動力設備工程	式	1			
五	照明及插座設備工程	式	1			
六	緊急發電機設備工程	式	1			
七	弱電設備工程	式	1			
合計						

#### 一、高壓管路設備工程

1. 高壓電纜：以 XLPE 電纜（高壓交連 PE 電纜）為主要，估價以『M』為單位，規格包含電纜截面積（單位  $\text{mm}^2$ ）、耐電壓壓等級及電纜導線數（1/C 代表一條電纜包含一條銅導線、3/C 代表一條電纜包含三條銅導線）。
2. 配線另料：包含電纜頭及絕緣色套，估價單位為『式』。
3. 導線管：一般以 PVC 管為主要，估價單位以『M』為單位，規格包含管徑（單位吋或  $\text{mm}$ ）及管壁厚度（導線專用管管壁較給排水為薄，標示為 E-TYPE）。
4. 配管另料：包含管路彎頭、接續口，估價單位為『式』。
5. 管路吊架及固定架：包含埋管部分之管路水泥托架

6. 零星器材消耗：機具損耗費用，估價單位為『式』。
7. 運雜費：包含材料運送及開挖廢土棄運，與無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
8. 工資：包含配線、配管及開挖回填相關人工費用，估價單位為『式』。

## 二、變電站配電盤設備工程

1. 配電開關箱：一般稱為金屬殼開關箱或裝甲開關箱，主要保護帶電相關開關饋線等線路設備，與人員安全隔離，主要架構為金屬箱體（包含前後門加鎖及散熱孔等），估價方式以『只』為單位，規格以箱體之長、寬、高尺寸及板材、骨架厚度及盤面防鏽處理方式（依規範書規定）為主。
2. 保護電驛及儀表：保含電壓、電流保護電驛與電流、電壓、功率因數顯示儀錶，估價方式以『只』為單位。
3. PT(比壓器)與 CT (比流器)：主要為配合儀錶依比例降電流及將電壓需求之設備，估價方式以『只』為單位，規格以材質（乾式、油浸式、模鑄式）、容量（PT 容量單位為 KVA）、器具一次側與二次側電壓或電流比例（例如 PT 為 24KV/120V 電壓比、CT 為 800-400/5A 電流比）、耐電壓等級為主。
4. 高壓保護開關：以 VCB (真空斷路器) 及 GCB (瓦斯斷路器) 二種選擇為主，主要功能具有電路啟/斷及保護跳脫功能，估價方式以『只』為單位，規格已耐壓與耐電流等級為主，又可分為固定底座及活動底座二種固定方式。
5. 變壓器 (TR)：主要為高壓用電申請用戶將台電供應之高壓電源降低為設備使用之低壓電（600V 以下電壓）設備，估價方式以『組』為單位，規格高壓以三相電壓變壓器，分材質（乾式、油浸式、模鑄式）、容量（KVA）、器具一次側與二次側電壓或電流比例（例如 22.8KV / 380-220V 電壓）、鐵心散熱方式（一般通風氣冷或風扇強制風冷）為主。
6. 低壓保護開關：以 ACB (氣衝斷路器) 及 NFB (無熔絲開關) 二種選擇為主要選擇，估價方式以『只』為單位，規格以開關電流跳脫

容量 (AT) 與框架容量 (AF) 為主，ACB 又可分為固定底座及活動底座二種固定方式。

7. 安裝另料：安裝時所需零星材料，其中包括螺絲、銅排、色套、固定元件等，估價方式以『式』為單位。
8. 組裝工資：包括盤體組裝及相關器材組合所需相關人工費用，估價單位為『式』。
9. 安裝工資：配電盤體及變壓器組裝完成後，至工地現場安裝固定所需相關人工費用，估價單位為『式』。

### 三、低壓分電箱設備工程

1. 分電箱體：為金屬材質，內部包含保護開關及銅排，主要保護帶電相關開關與線路等器材，與人員安全隔離，估價方式以『只』為單位，規格以箱體之長、寬、高尺寸及板材、骨架厚度及盤面防鏽處理方式（依規範書規定）為主。
2. 低壓保護開關：以 ACB（氣衝斷路器）及 NFB（無熔絲開關）二種選擇為主要選擇，估價方式以『只』為單位，規格以開關電流跳脫容量 (AT) 與框架容量 (AF) 為主（一般容量較變電站為小）。
3. 控制盤元件：包括水位控制、泵浦交替或並列控制、運轉時間控制 (Timer)、開關按扭等於控制盤內之器材，估價方式以『只』為單位。
4. 安裝另料：安裝時所需零星材料，其中包括螺絲、銅排、色套、固定元件等，估價方式以『式』為單位。
5. 組裝工資：包括盤體組裝及相關器材組合所需相關人工費用，估價單位為『式』。
6. 安裝工資：分電箱體組裝完成後，至工地現場安裝固定所需相關人工費用，估價單位為『式』。

### 四、幹線及動力設備工程

1. 電纜架 (CABLE TRAY)：於電纜線數量過多需固定時，為方便電纜線之裝置與維護，供電纜線放置之拖架，分直線段、彎頭、分歧接頭三種型式為主，直線段估價單位為『M』，彎頭與分歧接頭估價單

位為『式』。規格分寬度及深度、材質(以鐵製或鋁製為主)及面材處理方式(陽極處理、烤漆等)。

2. 匯流排(BUS WAY)：用於主電力饋線，當電流量大時，如使用電纜線傳輸時，將佔大量管道空間時，便會選擇匯流排代替電纜線進行主電力傳輸，具有體積小、電流量大及安裝迅速之特性，估價單位為『M』。規格以導電流量、內部導體材質(以銅及鋁製為主)，組成構造方式(裝甲型或模鑄式)為主。
3. 電線電纜：負責電力傳輸，估價單位為『M』。線路絕緣材料以PVC與XLPE材質為主，耐電壓等級為低壓600V級，規格以銅導線截面積(單位mm<sup>2</sup>)、絕緣等級為主。
4. 配線另料：包含接線端子頭、絕緣色套等，估價單位為『式』。
5. 配管另料：包含彎頭、接頭及管路標示等相關零星材料，估價單位為『式』。
6. 管路另架及固定架：管路、cable tray、bus way安裝所需固定架、螺桿、螺絲，估價單位為『式』。
7. 零星器材消耗：機具損耗費用，估價單位為『式』。
8. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
9. 工資：包含配線、配管、cable tray安裝、bus way安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 五、照明及插座設備工程

1. 燈具：負責環境或景觀照明設備，估價單位為『盞』、『只』或『組』，規格包括光源種類、亮度、功率、啟動方式。
2. 照明開關：作為燈具明暗控制開關，估價單位為『只』或『組』，規格包括單切、三切或四切暗開關，採色蓋板附螢光開關 15A 250V。
3. 插座：供用電器具電源銜接點使用，估價單位為『只』或『組』，規格包括壁掛單聯或雙聯暗插座含採色蓋板或金屬蓋板(接地型)，使用電壓一般以15A-125V及20A-250V為主。

4. 電線：輸送電源使用，估價單位為『M』。線路絕緣材料以 PVC 與 XLPE 材質為主，耐電壓等級為低壓 600V 級，規格以銅導線截面積（單位 mm<sup>2</sup>）、絕緣等級為主，如供消防器具電源使用，尚有耐溫等級規格差異。
5. 出線盒：開關及插座後方之金屬接線盒，估價單位為『只』。規格包括單聯、雙聯、八角 BOX(熱浸鍍鋅 2.0mm<sup>2</sup>)。
6. 管路：於電線配線固定時使用，估價單位為『M』。規格材質以 PVC 及 EMT 為主，令包含管徑差異。
7. 另料：包含配線、配管、器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
8. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
9. 工資：包含配線、配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 六、緊急發電機設備工程

1. 發電機設備：除發電機主體外，另包含電瓶充電、排氣、消音、防震基礎等設備，水箱氣冷式四航程引擎，估價單位為『台』。規格以發電容量(單位 KVA)、輸出電壓形式(例如 3 $\phi$  380V/220V)、引擎散熱方式(氣冷卻或水冷卻)為主。
2. 日用油箱容量：發電機運轉所需油料供應來源，估價單位為『只』。規格以油箱儲油量、油箱外殼材質為主。
3. 進排氣風車：發電機運轉散熱換氣用風機，估價單位為『台』。規格以風車型式(一般以軸流式為主)、耐溫能力(因涉及消防緊急電源供，一般設計應滿足 90°C 以上)、風量、靜壓及馬達馬力數為主。
4. 風管：換氣風機所需搭配之風管，估價單位為『M』。規格以風管截面積尺寸及風管材質為主。
5. 防震帆布接頭：風機設備與風管銜接時所需之防震措施，估價單位為『式』。
6. 防油堤：為防止日用油箱不正常洩漏所設置之防範措施，估價單位為『式』。規格以滿足日用油箱全部洩漏量為主。

7. RC 基礎：發電機及日用油箱固定所需之設備基礎座，估價單位為『式』。規格以基礎座高度及結構強度為主。
8. 排煙管：發電機引擎運轉時，所排出之高溫廢氣之導管，估價單位為『M』。規格材質一般以 GIP 管或無縫鋼管為主，管徑單位為英吋，尺寸標示為管路直徑（依據發電機排煙量需求訂定），因為需阻隔高溫，故外部需加約 1" 厚 24K 密度岩棉板保溫層及外包一層鋁皮處理。
9. 油管：負責將日用油箱之油料，引導至發電機，估價單位為『M』。規格材質一般以 GIP 管，管徑單位為英吋，尺寸標示為管路直徑（依據發電機供油量需求訂定）。
10. 穿牆、防火填塞及修補：發電機室為防火構造物，故所有穿牆板及樓板之管路周邊縫隙，皆需以防火材料填塞，估價單位為『式』。規格以滿足防火規定為準。

## 七、弱電設備工程

- 
1. 電話配線箱：包含總箱及一般配線箱，主要做為各樓層電信線路分配所需箱體，估價單位『只』或『組』，規格箱體尺寸依據電信法規配線需求標準，箱體內部附接線端子座及接地銅板。
  2. 電話出線口含彩色蓋板：作為現場使用區域電話器具銜接用出口接點，估價單位為『只』。
  3. PE-PVC 屋內數位電話電纜：供電話訊號連接用之訊號線路，估價單位為『M』，規格以線路對數為主。
  4. 避雷針：避免建築物受雷擊傷害之設備，估價單位為『組』。規格包括避雷針避雷方式、保護半徑、安裝高度及固定架材質。
  5. 接地測試端子箱：作為接地系統接地值測試用點，估價單位為『只』。規格包括箱體尺寸及材質。。
  6. 接地銅棒/銅板：埋設於地面下方，與大地接觸，將雷擊能量引導至大地，估價單位為『支』或『片』。規格一般接地銅棒 3/4 吋(直徑)10呎(長度)。
  7. 裸銅線(BCW)：埋設於地面下方，與大地接觸，連接接地銅棒/銅板，

估價單位為『M』。規格為銅導線截面積（單位mm<sup>2</sup>）。

8. 另料：包含配線、配管、器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
9. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
10. 工資：包含配線、配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 八、電力系統現今發展

### 1. 主供電設備：

現今的配電系統設計，已由過去只要提供供電，其供電品質其次的條件下，逐漸演變至依照不同建築用途特性，否則使用上最為安全及便利的用電系統設計。現今的供電設計，設計者必須詳細依照使用者的負載特性、運轉條件進行規劃，並沒有一種標準的設計方式，可以滿足所有使用需求。各種設計規劃的技巧，於定性及定量上採取其必需性，能具有未來使用發展的前瞻性，最基本的設計原則，已經需詳細考量下列條件：

- A. 安全性：首先就是以人身安全為最高考量，在設備選擇上多考量沒有爆炸性、腐蝕性，或傾倒破壞可能性為原則，電磁波壞也在設計考量中，主要目的仍是避免對人體發生直接或間接傷害。
- B. 可靠性：在目前高科技廠房設計而言，由於每日生產產值極高，不允許意外發生，所以供電品質格外受到重視，目前較常採用之供電模式多為雙迴路供電(過去此種設計多發生於醫院或特殊用途場所)，兩迴路之間於高壓或低壓間作備用切換設計，以防止其中一迴路供電故障，並採用大量備用電源設備(如發電機及 UPS)，於最短時間排除停電造成之影響。
- C. 經濟性：運用中央監控的方式，有效將電力作合理分配，遇到用電尖峰時段，能有效對次要設備進行卸載，以避免超過向台電申請之契約容量，造成罰款得情況發生。
- D. 操作簡化：拜中央監控系統之賜，很多加卸載控制及運轉狀態的監視，以有方法在監控室完成，任何器具異常狀態，都已能利用

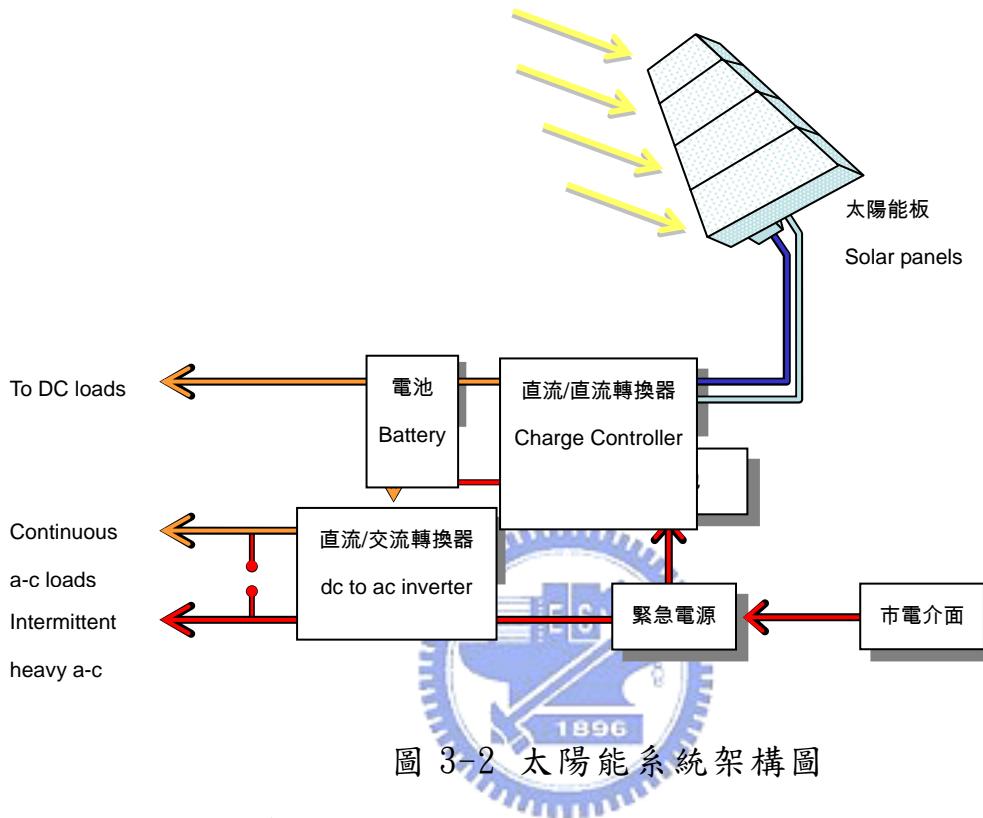
第一時間進行傳輸警告，可以利用網路或電話線路進行遙控或通知，節省不少控制及維護所需的人力。

- E. 設備體積合理化：對於目前建築使用面積的有效利用，配電設備體積與過去相同容量規格比較，明顯變小，例如模鑄式變壓器、MCC 盤、模鑄式匯流銅牌等，已經克服散熱等相關問題，有效節省設備所佔空間，提供使用者更大的空間使用效率，亦提供更大供電容量。

## 2. 照明技術：

- A. 燈具本體的技術發展：從光源角度說明，近幾年來 LED 技術應用，日新月異，從最早的跑馬燈，到目前發光效率及各種光色種類開發與普遍性，造成此種低耗能及高壽命的發光單元，運用於各種發光需求，如景觀照明、階梯燈，甚至於目前專業廠商積極開發的室內照明，利用其特性，預期未來將有革命性的突破及發展。對於日光燈管的開發演進，已進入 T5 燈管的應用，藉由其體積較一般燈管為小，且又低耗能低閃爍的特性，已廣泛應用於室內一般照明，目前由於價格尚屬偏高，使用未完全普及，但此種光源必定是未來照明發展趨勢。
- B. 燈光智慧型控制：燈光群組控制，藉由過去傳統迴路一對一開關控制的型式，進步到後來的 N+1 設計，在演變到目前大型建築設計普遍採用的全二線式控制，全二線式設計擁有遠端遙控、時間自動控制、模組式(情境式)控制等設定功能，僅需以二條線串聯所有負載即可進行控制，亦可與中央監控進行連線，增加管理方便性。
- C. 太陽能應用：全世界飽受能源危機之為脅，需多國家紛紛嘗試替代能源或新能源的開發與研究，而太陽光發電系統正是其中一個相當重要項目。太陽光發電系統主要包括太陽光電池、電力調節器、變壓器及蓄電池四部份，利用太陽光電池將太陽能轉換為電能，又經過電力調節器及變壓器將電能轉換為適合電壓，至於蓄電池部份，可取決於負載是否允許在斷電時是否需繼續供電決定是否安裝。系統可依是否與市電併聯而區分為獨立型與併聯型。

獨立型不與市電併聯，為求供電穩定而須加裝蓄電池，通常使發電成本增加 20%~30%；而併聯型因與市電併聯，若不要求系統在斷電時繼續供應負載電源，則可不加裝蓄電池及充放電器，系統較為單純(系統參考如附圖 3-2『太陽能系統架構圖』)。



### 3. 資訊弱電系統

- A. 虛擬電話主機應用：有關於電話主機（PBX）開發，現在已有發展虛擬電話主機（PBX）之服務，業主無需再投入大量金錢購買電話主機（PBX），僅需與電話公司簽約，原有電話切換門號功能，可由電信公司提供服務，大量減少管理成本。
- B. 網路線的開發：高速率傳輸及低干擾低衰減特性的網路線材，已逐步取代傳統網路線材線，以應付日趨龐大的檔案資料，光纖傳輸技術的應用也愈佳普遍，光纖電纜也同樣具有高速率傳輸及低干擾低衰減特性；無線傳輸的技術再一般民眾也充分感受到他的進步及方便性，也是未來重要的網路技術發展方向。
- C. 以往中央監控系統之控制器及傳輸格式每一廠商均不相容，各廠商均採用自己所設計傳輸格式連接控制設備，因此系統之擴充、新增及維護均必須依賴原監控廠商。以監控系統而言電腦主機使

用年限約 5~10 年（尤其電腦及視窗作業系統之發展進步，因此主機系統使用年限有逐年降低趨勢），但控制器使用年限為 10~15 年，因此每每國空軍協會（ASHREA）邀集相關專家制訂一套控制系統之開放傳輸標準，稱為開放式 BACnet™ 傳輸標準”。目前 BACnet 開放式標準在設備製造商分半開放式及全開放式，在 2002 年開始需多監控套裝軟體也設計提供 BACnet 之軟體驅動程式，因此採開放式之監控系統，業主在系統升級可有另外選擇，或是在擴充時可採用開放式相容之控制器（詳附圖 3-3『中央監控系統架構圖』），而不必受限於原監控廠商。

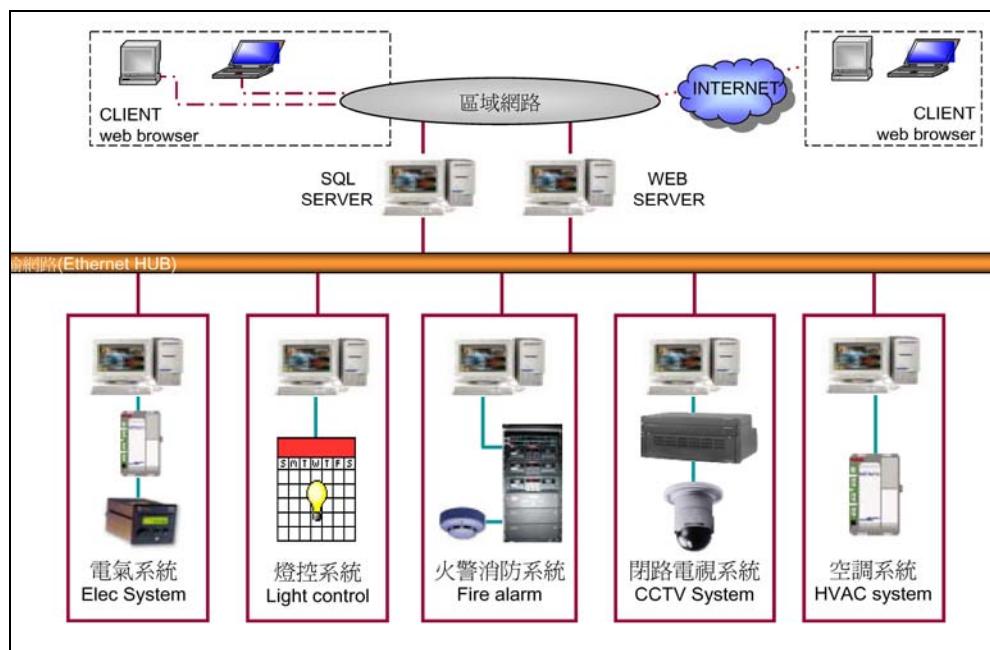


圖 3-3 中央監控系統架構圖

- D. 電力監控系統：電力系統近年來的發展開始採用微電腦作為保護控制設備之 CPU，因此電力保護電驛、綜合式數位電表、數位式電力斷路器、變頻器、PLC 控制器及發電機並連盤控制器等均設計提供電腦傳輸介面（一般採用 RS-232 或 RS-485 通訊介面）來傳送電力訊號，包括三相電壓、三相電流、功率因數、頻率、瓦特、瓦時、乏時及故障電流信號等，電力傳輸標準一般為 MODbus，經由電腦傳輸介面可將以上之各項電力設備數據傳輸至中央監控，中央監控電腦客設計測量信號之相關報表及趨勢圖等功能，並提供電力需量之程式軟體，因此最新之中央監控系統已可以執行電力監控系統（SCADA）之功能，並可減少用戶因電力用電量超過契

約容量，遭到罰款。由於高電力使用品質之需求，醫院及電腦機房等重要負載，均有大型不斷電設備系統（UPS），提供重要負載電源，模前 UPS 主機均提供 RS-232 輸出點，因此經由中央監控系統整合，可監視 UPS 之輸入及輸出電力品質訊號。

E. 照明中央控制系統：建築照明設計採用二線式照明系統有增加的趨勢，以往二線式照明系統為獨立系統，目前各廠商均提供 RS-232 並開放其傳輸資料連線中央監控電腦。因此，二線式照明系統連線中央監控系統可提供由電腦遙控操作所有照明迴路，並配合中央監控系統連接之照度偵測器及內部程式設定，利用照度之測量及時間之設訂，提供照明自動控制之管理。

#### F. 門禁監視系統

(一) 影像偵測功能：目前影像偵測功能可做到當特定區域遭不明人士入侵時，系統會於幾秒內發布影像警告訊息給相關人員、副控站或中央監控室、PDA、甚至是移動巡邏車，並配合告警位置的視窗，協助管理人員更快獲取相關資訊，作為採取行動前判斷依據，亦可針對特定出入口，進行人員方向偵測，當只出不入或只入不出的門口，有人以不同的行進方向進出時，系統將自動發佈告警，並錄下該人員長像。以高偵測靈敏度，以及告警辨識效果，可針對風雨、貓狗闖入等，系統將加以過濾，減少誤報。結合於火警警報系統，當火災發生時，攝影機將指向起火點進行火勢監控，協助火場搶救。

(二) 門禁系統整合：於門禁系統整合上，可與既有人資系統作整合，除對照人員出缺勤狀況、休息狀況，以及員工餐廳消費扣點運用；在重點區域內，更可嚴格控管進出人員，對其識別卡最嚴格審視，再搭配如臉部、指紋、聲紋等生物辨識科技，達到防阻商業間諜、惡意破壞及偷竊事件發生。此外消防系統更可與門禁系統結合，當火災發生時，火災區域附近門禁系統將全部打開，可於第一時間疏散廠區人員。

(三) 地圖式介面操作：地圖式的操作介面，是管理人員融入現場最快方法。以與實際現場相同的平面隔間圖，明確的分區標示，在緊

急事件發生時，標示出事件發生位置、事件發生內容於該區平面圖上，可避免於慌亂中遺漏重要資訊。圖控點選式最為簡便易懂的呈現方式，操作人員可以滑鼠點擊代表該設備的圖示 Icon，即可得知相關訊息，甚至透過圖控點選，達到遠端遙控功能，如 PTZ 的轉動、燈光的開啟關閉、門禁的同意/拒絕等。

(四)遠端多點即時監控：配合規模較大的科技廠辦，廠區往往散在台灣各地，甚至大陸、越南、菲律賓等地，管理人員可透過網際網路進行線上即時監控，不管是線上即時查看畫面、遠端遙控 PTZ、調閱歷史錄影或是查閱事件報告，輸入一組權限密碼，迅速進入系統監看即時影像及安全管理。

### 3.1.2 細排水工程成本架構

機電工程標單有關給排水工程部分，如表 3-3『給排水工程標單分項表』所示，一般有二個主要分項，給排水工程細部份項，內容說明如下：

表 3-3 細排水工程標單分項表

項次	名稱	單位	數量	單價	總價	備註
貳	給排水工程	式	1			
一	給水設備工程	式	1			
二	排水設備工程	式	1			
	合計					

#### 一、給水系統工程

- 揚水泵：將自來水由低處水箱送至高處自來水塔之增壓設備，估價以『台』為單位，規格包含泵浦本體材質(以鑄鐵與不鏽鋼為主要)、送水量(單位 LPM)、揚程(單位 M)及馬力數及運轉電壓電流(單位 V 及 A)。
- 閥件：包括閘閥及逆止閥等，主要功能為水源啟斷及流向控制，估價以『只』為單位，規格包含閥體材質(包含鑄鐵、砲金銅或不鏽鋼為主)、閥體型式及尺寸。
- 給水衛生器具：水龍頭等，估價以『只』為單位。規格包含水龍頭

材質及型式。

4. 管材：將水源端與設備端構成通路之功能，估價以『M』為單位，規格一般分管路材質（給水管路材質一般為 PVC 或不鏽鋼）、管徑（單位為mm）。
5. 另料：包含配管及器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
6. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
7. 工資：包含配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 二、排水系統工程

1. 污廢水泵：將室內污廢水排出屋外之增壓設備，估價以『台』為單位，規格包含泵浦本體材質（以鑄鐵為主要）、送水量（單位 LPM）、揚程（單位 M）及馬力數及運轉電壓電流（單位 V 及 A）。
2. 閥件：包括閘閥及逆止閥等，主要功能為水源啟斷及流向控制，估價以『只』為單位，規格包含閥體材質（以鑄鐵、砲金銅為主）、閥體型式及尺寸。
3. 排水衛生器具：包含馬桶、小便斗等，估價以『只』為單位。規格包含器具材質及型式。
4. 管材：估價以『M』為單位，規格一般分管路材質（給水管路材質一般為 PVC 或鑄鐵）、管徑（單位為mm）。
5. 另料：包含配管及器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
6. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
7. 工資：包含配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 三、排水系統現今發展

1. 自來水生飲系統：透過電離子或逆滲透膜技術，在搭配傳統經常採用的高溫煮沸或紫外線殺菌技術，對飲用水品質的保障，有極高的提升，目前有中央系統方式及分散式飲水機設備可以選擇，其間最大差異如表 3-4『中央系統方式及分散式飲水機優缺點比較

表』說明。

表 3-4 中央系統方式及分散式飲水機優缺點比較表

項次	項目	優點	缺點
一	中央飲水系統	1. 主要水處理設備集中，方便維護管理。 2. 設備單元少，備品容易準備。 3. 可視需求，提供較高水質處理。	1. 備品不夠普及，需依賴專業廠商提供服務。 2. 水質有機會在運送管路中遭受污染。 3. 整體工程造價較高。
二	獨立式飲水機	1. 處理設備單純 2. 技術成熟，維護方便。 3. 耗材取得容易。 4. 價格較便宜。 5. 安裝較具彈性。	1. 水質處理等級較無擴充性。 2. 維護點分散，水質較無法充分掌握。 3. 管理較不方便。

2. 污廢水處理系統：受限於污、廢水排放標準日益增高，及民眾對環保概念提昇，致使污、廢水處理設備技術要求越來越高，雖然在處理技術上未見重大轉變，但在排放水質要求標準提昇之前提下，處理水質及總處理量的需求值越來越高，相對對於建造成本，亦提高不少，在高科技廠房及學校，甚至以設置汙水處理廠來消化污水處理量及達到環保規定標準。

3. 雨水/中水回收系統：近幾年推動綠建築設計及資源有效再利用，很多建築設計都將中水及雨水進行回收再利用，回收水可提供一般水質要求標準不高的項目使用，例如屋外噴灌系統、消防用水、馬桶及小便斗沖水之用水等，已達到節約大自然資源之目的。

### 3.1.3 消防工程成本架構

機電工程標單有關消防工程部分，如表 3-5『消防工程標單分項表』所示，一般有七個主要分項，消防工程細部份項，內容說明如下：

表 3-5 消防工程標單分項表

項次	名稱	單位	數量	單價	總價	備註
參	消防工程	式	1			
一	火災自動警報設備工程	式	1			

二	室內外消防栓設備工程					
三	泡沫滅火設備工程	式	1			
四	自動灑水設備工程	式	1			
五	緊急廣播設備工程	式	1			
六	避難逃生設備工程	式	1			
七	室內排煙設備工程	式	1			
	合 計					

## 一、火災自動警報設備工程

1. 授信總機：主要分 P 型及 R 型為主，估價以『台』為單位，規格包含總機回路數及信號移報方式。
2. 感知器：包括偵煙、差動、定溫三種型式，估價以『只』為單位，規格包含感知器動作方式及信號移報方式（類比或數位）。
3. 線材：耐熱電線 1.2mm 380°C，估價以『M』為單位。
4. 管材：估價以『M』為單位，規格一般以 EMT 管為主。
5. 另料：包含配線、配管及器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
6. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
7. 工資：包含配線、配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。



## 二、室內外消防栓設備工程

1. 消防泵：主要提供消防栓所需之放射水壓，估價以『台』為單位，規格包含泵浦本體材質（以鑄鐵為主要）、送水量（單位 LPM）、揚程（單位 M）及馬力數及運轉電壓電流（單位 V 及 A）。
2. 綜合消防栓箱：提供消防用水之使用點，由箱體保護，估價以『只』為單位，規格包含箱體材質（以鐵板烤漆與不鏽鋼為主）、尺寸及箱內水帶、瞄子及快速接頭。
3. 閥件：包括閘閥及逆止閥等，主要功能為水源啟斷及流向控制，估價以『只』為單位，規格包含閥體材質（以鑄鐵、砲金銅為主）、閥體型式及尺寸。

4. 管材：估價以『M』為單位，規格一般以 GIP 管為主，管徑單位為 mm 。

5. 另料：包含配管及器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。

6. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。

7. 工資：包含配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

### 三、泡沫滅火設備工程（室內停車場區域為主）

1. 泡沫泵：主要提供泡沫系統啟動所需之放射水壓，估價以『台』為單位，規格包含泵浦本體材質（以鑄鐵為主要）、送水量（單位 LPM）、揚程（單位 M）及馬力數及運轉電壓電流（單位 V 及 A）。

2. 泡沫原液槽：儲存泡沫原液之槽體，估價以『只』為單位，規格以槽體容量及泡沫液壓送方式為主。

3. 泡沫原液：一般採用 3% 輕水泡沫原液，估價以『 L』為單位，規格依據原液種類（蛋白質泡沫液、合成界面活性泡沫液、水成膜泡沫液）。

3. 閥件：包括閘閥、逆止閥及一齊開放閥等，主要功能為水源啟斷及流向控制與泡沫釋放，估價以『只』為單位，規格包含閥體材質（以鑄鐵、砲金銅為主）、閥體型式及尺寸。

4. 管材：估價以『M』為單位，規格一般以 GIP 管為主，管徑單位為 mm 。

5. 另料：包含配管及器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。

6. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。

7. 工資：包含配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

### 四、自動灑水設備工程

1. 撒水泵：主要提供灑水系統啟動所需之放射水壓，估價以『台』為單位，規格包含泵浦本體材質（以鑄鐵為主要）、送水量（單位 LPM）、揚程（單位 M）及馬力數及運轉電壓電流（單位 V 及 A）。

2. 撒水頭：於火災發生時，導引水流擴散滅火之器具，估價以『只』為單位，規格以灑水頭動作型式及溫度為主。
3. 閥件：包括閘閥、逆止閥及警報逆止閥等，主要功能為水源啟斷及流向控制與灑水啟動時之水流警報，估價以『只』為單位，規格包含閥體材質（以鑄鐵、砲金銅為主）、閥體型式及尺寸。
4. 管材：估價以『M』為單位，規格一般以 GIP 管為主，管徑單位為 mm。
5. 另料：包含配管及器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
6. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
7. 工資：包含配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 五、緊急廣播設備工程

1. 廣播控制主機：提供火災發生時，指示火災發生區域喇叭作動之設施，估價以『組』為單位，規格包含主機回路數及附加功能（如業務廣播）。
2. 擴大器：提供火災發生時，推動喇叭啟動所需之能量，估價以『瓦』為單位。規格包含主機瓦數。
3. 喇叭：提供火災發生時於現場指示火災發生區域之設施，估價以『只』為單位，規格包含喇叭功率(瓦)及材質。
4. 線材：耐熱電線 1.2mm 380°C，估價以『M』為單位。
5. 管材：估價以『M』為單位，規格一般以 EMT 管為主。
6. 另料：包含配線、配管及器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
7. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
8. 工資：包含配線、配管、器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 六、避難逃生設備工程

1. 避難指示燈：提供火災時逃生疏散方向指示，估價以『只』為單位。

- 規格包含燈具發光型式及發光時間。
2. 緊急照明燈：提供火災時逃生疏散基本照明，估價以『只』為單位。  
規格包含燈具型式及發光時間。
  3. 緩降機及救助帶：提供火災時逃生疏散設施，估價以『只』或『組』為單位，規格包含器具型式及材質。
  4. 另料：包含器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
  5. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
  6. 工資：包含器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 七、室內排煙設備工程

1. 排煙風機：火災發生時，排放濃煙方便逃生之設施，估價以『台』為單位。規格包含風機型式（軸流式或離心式）、風量（單位 CMM）、克服壓損能力（單位 mmAq）及風扇馬達馬力（單位 KW 或 HP）。
2. 排煙閘門：安裝於現場，透過風管與風機相連，於火災現場開啟排放濃煙之開口，估價以『只』為單位。規格以閘門面積為主。
3. 排煙閘門啟動開關：啟動排煙閘門開啟之設施，估價以『只』或為單位。
4. 風管：銜接閘門與風機之設施，估價以『張』為單位，規格以風管鐵皮厚度為主。
4. 另料：包含器具安裝等相關零星材料，估價單位為『式』。
5. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
6. 工資：包含器具安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 八、消防系統現今發展

1. 消防火警系統監控演進：傳統火警受信總機（P-TYPE）提供分區乾接點經由中央監控系統之控制器監視各分區火警警報，但目前中大型火警警報系統多採用微電腦定址式授信總機（R-TYPE），定址式授信總機於火警警報發生時，火警警報之火警偵測器編號位

置，透過電腦傳輸介面，中央監控系統立即得知火警詳細位置，並提供相關連動控制，例如空調系統停機、火災區域電力自動切斷、門禁管制釋放，比過去傳統連動方式更加方便可靠。

2. 配合外資投資高科技廠房的工程增多，CNS 的消防安全標準已不 符 使用，透過國外保險公司的要求標準，多數高科技廠房已配合國際保險公司，將 NFPA 設計標準引進國內，器材標準亦多需要 UL 或 FM 認證標準，相對使消防設置成本明顯增加，但業主得到的是更安全的使用空間及相對低的保費給付，以公司長遠營運角度，應該是正面的結果。

### 3.1.4 空調工程成本架構

機電工程標單有關空調工程部分，如表 3-6『空調工程標單分項表』所示，一般有六個主要分項，空調工程細部份項，內容說明如下：

表 3-6 空調工程標單分項表

項次	名稱	單位	數量	單價	總價	備註
肆	空調工程	式	1			
一	空調設備工程	式	1			
二	配管工程	式	1			
三	閥件	式	1			
四	風管工程	式	1			
五	保溫工程	式	1			
六	進排氣工程	式	1			
	合 計					

#### 一、空調設備工程：

1. 冰水主機：製造冰水，提供使用空間各空調風機盤管，作為熱交換 使用降低室內空間溫度，估價以『台』為單位。規格包含主機型式 (一般為螺旋機及離心機)、冷凍能力 (USRT)、冷媒形式 (如 R134a 或 R22)、蒸發器及冷凝器進出水溫度 (單位°C) 及運轉電壓電流 (單位 V 及 A)。

2. 冷卻水塔：將冰水主機所置換出之室內熱量移送至大氣中，估價以『台』為單位。規格包含熱量置換能力 (單位一般為 Kcal/Hr)、

流量（單位一般為 LPM）、進出水溫度（單位°C）、及風扇馬力數及運轉電壓電流（單位 V 及 A）。

3. 水泵浦：提供空調系統相關冰水及冷卻水之輸送壓力設備，包含冰水泵及冷卻水泵，估價以『台』為單位。規格包含泵浦本體材質（以鑄鐵為主要）、送水量（單位 CMH 或 LPM）、揚程（單位 M）及馬力數及運轉電壓電流（單位 V 及 A）。
4. 空調箱：提供使用空間溫度調節之設備（一般以大空間為主），估價以『台』為單位。規格包含風機型式、風量、壓損、馬達電壓與馬力，另包含盤管數、進出水溫、進回風溫度、濾網型式。
5. 送風機：提供使用空間溫度調節之設備（一般以小空間為主），估價以『台』為單位。規格以風量為主（單位 CFM）。
6. 避震設備：供設備隔震用，估價以『式』為單位。規格多於工程規範中詳述。
7. RC 基礎座：空調設備固定所需之設備基礎座，估價單位為『式』。規格以基礎座高度及結構強度為主。
8. 另料：包含設備安裝等所需相關零星材料，估價單位為『式』。
9. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
10. 工資：包含設備安裝等相關人工費用，估價單位為『式』。

## 二、配管工程：

1. 冰水管：負責冰水循環所需之管路，估價單位為『M』。規格以管材（一般採 GIP 管）及管徑與管壁厚度為主。
2. 冷卻水管：負責冷卻水循環所需之管路，估價單位為『M』。規格以管材（一般採 PVC 或 GIP 管）及管徑與管壁厚度為主。
3. 排水管：負責排放冷凝水所需之管路，估價單位為『M』。規格以管材（一般採 PVC 管）及管徑與管壁厚度為主。
4. 另料：包含配管及固定所需相關零星材料，估價單位為『式』。
5. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為

『式』。

6. 工資：包含配管及固定相關人工費用，估價單位為『式』。

### 三、閥件：

1. 閘閥/蝶閥：負責啟斷管路中之水流通路，估價單位為『只』。規格包含閥體材質（不鏽鋼或鑄鐵）、啟斷方式（自動或手動）、閥體適用之管徑尺寸。
2. 流量控制閥/平衡閥：負責水流量控制之閥件，估價單位為『只』。規格包含閥體材質及閥體適用之管徑尺寸。
3. 防震接頭：阻隔設備震動經由管路傳遞之設施，估價單位為『只』。規格以搭配管徑尺寸與防震方式為主。
4. 儀表：包括溫度及壓力之顯示用，估價單位為『只』。規格以可銜接之管徑為主。
5. 另料：包含器具安裝所需相關零星材料，估價單位為『式』。
6. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
7. 工資：包含器具安裝相關人工費用，估價單位為『式』。



### 四、風管工程：

1. 鐵皮風管：主要為中央空調輸送空氣之管路設施，估價單位為『M』。規格包含風管材質（以鍍鋅鐵皮為主）、風管尺寸為主。
2. 保溫軟管：主要為小型送風機送風使用，估價單位為『M』。規格以軟管管徑為主。
3. 另料：包含風管組裝所需相關零星材料，估價單位為『式』。
4. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。
5. 工資：包含風管製作與安裝安裝相關人工費用，估價單位為『式』。

### 五、保溫工程：

1. 保溫材：主要位隔絕空調設備及管路應低溫所可能產生之冷凝水現

象，估價單位為『式』。規格包含保溫材質（以玻纖或 PE 板為主）及隔熱效果為主。

2. 另料：包含保溫施工所需相關零星材料，估價單位為『式』。

3. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。

4. 工資：包含保溫施工所需相關人工費用，估價單位為『式』。

## 六、進排氣工程：

1. 進排氣風機：將室內外空氣置換之相關設備，估價以『台』為單位。規格包含風機型式（以離心式為主）、風量（單位 CMM）、克服壓損能力（單位  $\text{mmAq}$ ）及風扇馬達馬力（單位 KW 或 HP）與運轉電壓電流（單位 V 及 A）。

2. 另料：包含風機安裝所需相關零星材料，估價單位為『式』。

3. 運雜費：包含材料運送及無法明確預估之雜項材料，估價單位為『式』。

4. 工資：包含風機安裝所需相關人工費用，估價單位為『式』。

## 七、空調系統現今發展

1. 變頻技術應用：在空調系統部分，以馬達帶動的設備，已在適當的運轉設備，應用了變頻技術，其中包括了冰水主機的加卸載方式、冰水二次泵的壓力變頻控制（詳附圖 3-4『空調二次泵壓力變頻控制圖』）及空調箱風機變頻風扇控制，利用電流頻率的線性變化，達到節省能源之目的。

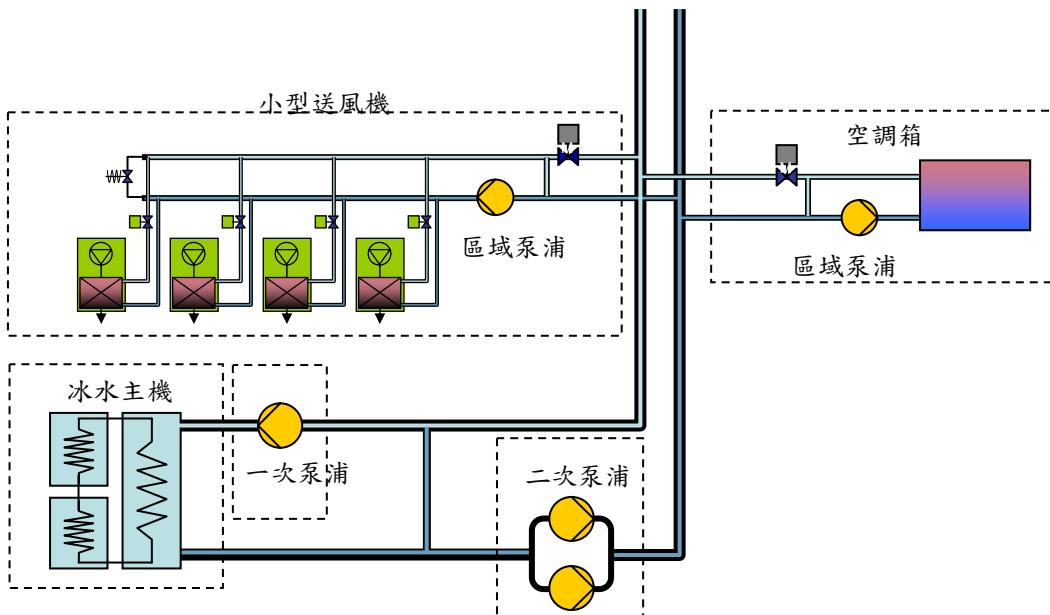


圖 3-4 空調二次泵壓力變頻控制圖

2. 热回收利用：從物理學的能量不滅定律理論，所有輸入的能量，會等於輸出能量，在過去空調設計，冰水主機進行熱交換處理後，所產生之熱能完全藉由冷卻水塔將熱能排放棄，未能加以有效利用，現今最有效能的空調系統設計，會利用冰水主機於製冷時產生之熱量，有效進行回收再利用，將產生的熱能提供給需要熱量的設備，使功率消耗的能源能充分應用(詳附圖 3-5『空調熱回收系統架構圖』)。

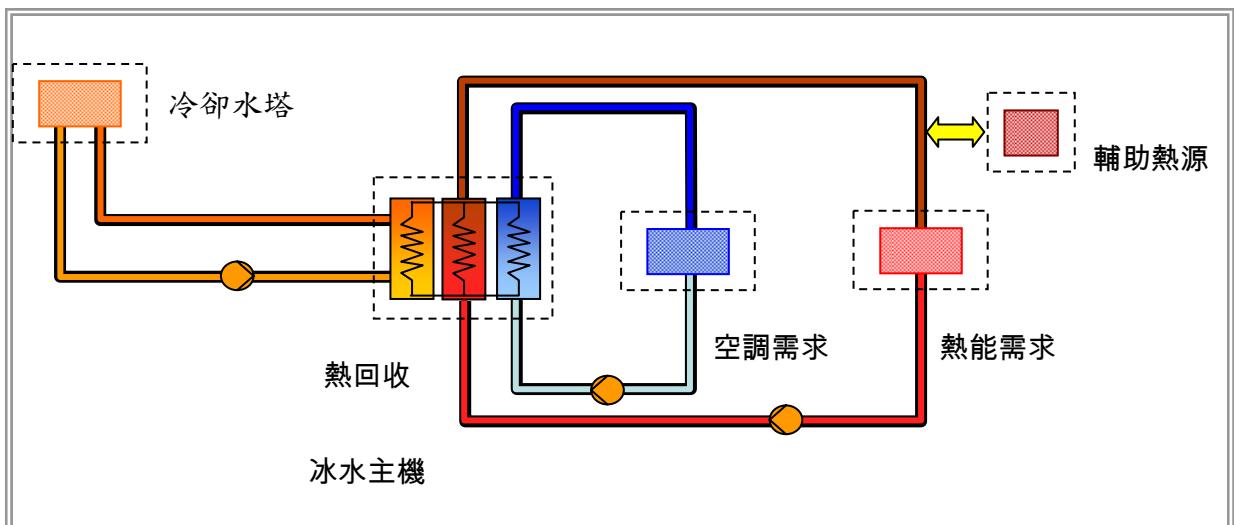


圖 3-5 空調熱回收系統架構圖

3. 空氣熱交換技術應用：冬天時外界冷空氣經過空氣進行熱交換，而以熱交換器預熱之外氣進入室內；夏天時外界熱空氣引入時，

經過室內排出之冷空氣進行熱交換器預冷進入室內（以全外氣實驗室應用最為普遍，詳附圖 3-6『空調熱交換原理圖』）。

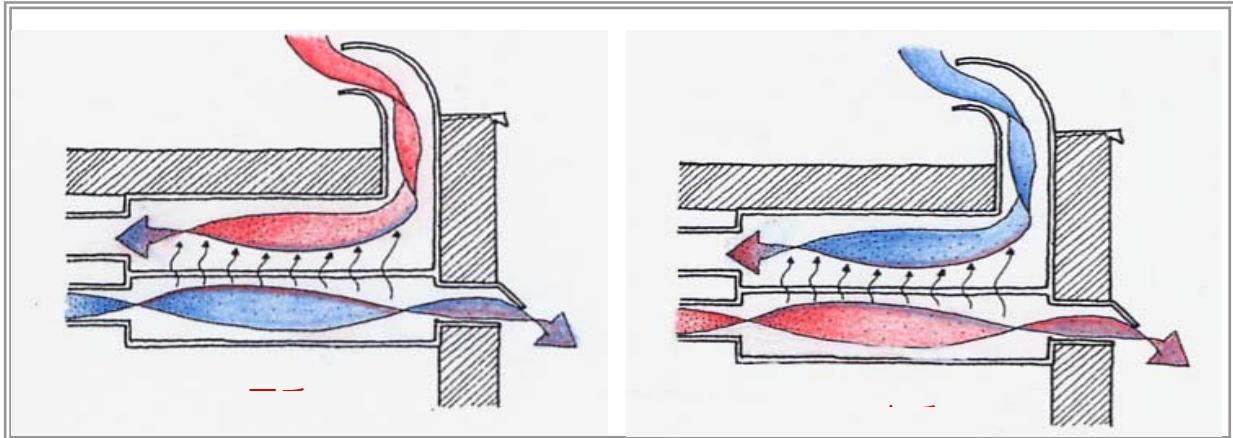


圖 3-6 空調熱交換原理圖

#### 4. 空調自動控制系統演進：

- A. 空調系統環境自動控制：包括三種控制方式 (a) 氣動式控制方式 (b) 獨立式電子式控制器 (c) DDC 控制方式；氣動式之優點在於控制閥件並無齒輪等機械零件，不易磨損、故障率低，但須提供壓縮機氣源，氣源偵測信號須再安裝一組電子式偵測器。獨立式電子式控制器連結溫濕度控制元件，經內部 PID 之運算程式輸出控制信號至控制閥，目前適合小系統控制。因為電腦傳輸技術之進步及價格降低，DDC 控制器之價格與電子式控制器相近，而且具有信號傳輸功能，並提供現場溫溼度之數位顯示調整功能及 RS-232/RS-485 介面，故目前大型中央空調系統之空調箱及主機群不論系統是否安裝中央監控系統，仍大多傾向採用 DDC 為設計重心之控制系統。
- B. 冰水主機連線監控功能：大型冰水主機製造商近幾年均提供 RS-232 或 RS-485 通訊介面，並開放其傳輸格式資料，空調主機可經電腦介面傳送主機運轉資料給中央監控系統。出監視冰水主機運轉狀態、溫度、壓力數值外，並可遙控冰水主機設定溫度，中央監控經由外氣溫度及白天夜晚之差異性做溫度調整設訂，可減輕耗電量，並提供最佳啟動、停止等程式達到節約能源目的。
- C. 空調監控系統整合功能：空調系統是建築物能源消耗最多的設

備，配合節約能源考量，目前許多空調系統設計多采變頻自動控制等節能設計，因此各種自動控制模式必須採用 DDC 控制器及中央監控系統來執行，中央監控系統可提供各種節能模式控制，並配合各模式之自動控制，針對建築物特性提供更舒適、更效率化、節約能源管理之空調環境。

### 3.2 機電工程雜項經費估算說明

在機電工程的雜項經費項目，一般包括放樣、打鑿復舊、套管預留、施工架搭設、管路設備清洗標示、試車運轉、運雜費及相關行政規費等。依據個人目前工作單位之作業方式，仍多以工程材料費及工資成本比例做為價格訂定之基準，此部份之價格比例基準為何，就設計單位角度人言，仍多參照過去發包工程之相關價格比例統計，作為參考依據，而依據主要雜項經費之項目內容，整理及說明如下：

#### 3.2.1 打鑿復舊、套管預留

【鄭信義、1994】工程於結構體施工階段，機電管路因配管路徑需求，有時會發生貫穿結構樓板及牆板之情況發生，如需避免管路因管徑尺寸過大而破壞結構體強度，勢必要於結構灌漿前先於管路貫穿結構位置先行預留套管（一般以管徑大一號數支管路進行預留），並進行必要之結構補強，因此部份之工項數量，無法於投標前進行準確之數量估算，仍須配合於施工過程，在施工圖面整合後，才有辦法估算發生數量，故於機電成本估算階段，須先行核算，一般多以管路材料費之 5%~10% 之比例概估（詳表 3-7『預留套管工率/耗材價格分析表』），而配合風管部份，因結構預留開孔型式不同，價格估算方式亦與圓管有所差異（詳表 3-8『預留開孔工率價格分析表』）。

表 3-7 預留套管工率/耗材價格分析表

管徑 (mm)	直管 (m)	接頭 (只)	預留套管 (工/處)	消耗材料
16~32	0.5	1	0.22	管材×5%
40	0.5	1	0.23	管材×5%
50	0.5	1	0.24	管材×5%
65	0.5	1	0.29	管材×5%
80	0.5	1	0.33	管材×5%
100	0.5	1	0.37	管材×5%

125	0.5	1	0.44	管材×5%
150	0.5	1	0.52	管材×5%
200	0.5	1	0.59	管材×5%
250	0.5	1	0.65	管材×5%
300	0.5	1	0.70	管材×5%

【資料來源：水電空調工程估價實務，鄭信義，1994】

表 3-8 預留開孔工率價格分析表

開口面積 (m <sup>2</sup> )	鋼筋混凝土牆				磚牆或石膏板	
	放樣工	補強鋼筋 (kg)	鋼筋工	模板工	鍍鋅鐵板 (m <sup>2</sup> )	修飾工
0.1	0.04	4	0.10	0.20	0.44	0.37
0.1~0.3	0.04	5	0.13	0.23	0.52	0.40
0.3~0.5	0.04	7	0.16	0.26	0.60	0.43
0.5~1.0	0.04	10	0.20	0.30	0.80	0.45
1.0~1.5	0.04	12	0.25	0.33	1.00	0.48
1.5~2.0	0.04	15	0.30	0.36	1.20	0.52
2.0~3.0	0.04	20	0.40	0.40	1.60	0.60

【資料來源：水電空調工程估價實務，鄭信義，1994】

而當建築結構體工程施工完成後，因業主需求變更或於施工圖遺漏而發生之必需將管路隱藏於結構體中，或是管路必須貫穿建築結構之情況發生，機電工程必須發生建築結構打鑿或洗孔，爾後進行復原之工作產生，而此部份之施工相關費用，無法明確估算，便須於工程估價時，核算出一比例費用，無論是打鑿復舊或是套管預留，其主要消耗之成本，以工資居多（詳表 3-9『穿牆打石工程耗材價格分析表』）。

表 3-9 穿牆打石工程耗材價格分析表

（打石工：人/處）

鋼筋混凝土牆	鋼筋混凝土牆厚度 (mm)				備註
	穿牆管徑 (mm)	120~150	200	300	400
75	0.20	0.24	0.52	0.64	含放樣、工具損耗、套管埋設、水泥修補、垃圾清理、鋼筋切除。
100	0.22	0.26	0.58	0.75	
125	0.29	0.30	0.62	0.83	
150	0.33	0.38	0.65	0.85	
200	0.34	0.44	0.87	1.14	

250	0.40	0.50	0.98	1.31	
300	0.45	0.56	1.10	1.52	
350	0.54	0.62	1.30	1.74	
400	0.62	0.72	1.40	2.03	
450	0.72	0.82	1.60	2.30	
500	0.83	0.93	1.83	2.65	

【資料來源：水電空調工程估價實務，鄭信義，1994】

### 3.2.2 消耗材料

設備材料於組裝過程中，尤其是管路切割或風管鐵皮裁切過程中，將會造成材料的損失，一般占材料費總金額比例約3%~5%左右，另外一部分消耗材料，包括切割器具鋸片損耗、管路焊接材料、PVC管銜接之膠水等，因項目繁雜，無法一一核算成本，依據過去完工結算之價格比例參考，詳表3-10『穿牆打石工程工率/耗材價格分析表』說明。

表3-10 穿牆打石工程工率/耗材價格分析表

	消耗材料	打動修補	預留套管	試車平衡	申請手續費	養護費	搬運費	現場經費	防火填塞
比率(%)	3~5	5~10	5~10	5~10	3~5	5~10	2~3	2~4	3~5
給水設備工程	○	○	○	○	○		○	○	○
熱水設備工程	○	○	○	○	○		○	○	○
排水通氣工程	○	○	○	○	○		○	○	○
衛生器具工程	○	○	○			○	○	○	
消防設備工程	○	○	○	○	○		○	○	○
瓦斯設備工程	○	○	○	○	○		○	○	○
化糞池工程	○			○			○	○	
備註	對一般材料總金額	對配管工資	對配管工資	對配管工資	對配管工資	對配管工資	對一般材料總金額	對累計總額	對配管工資

註：○代表該項工程必須費用

【資料來源：水電空調工程估價實務，鄭信義，1994】

### 3.2.3 搬運費用

依據材料體積尺寸及重量差異，對於搬運費用計算方式將有所不同，

對於數量多且體積小之機電材料，一般以卡車計算，亦可於材料訂購時，將相關運費包含於材料採購費中，一般費用約占材料費 2%~3% 左右，但材料運送至工地時，進貨方式人有費用上之差異，舉例來說，如工地置料區位於地下室一樓，則材料商送貨方式便有之接卡車進貨至地下室一樓，及卸貨於工地地面，再由施工廠商以堆高車將材料移至地下室一樓，此種運費成本便發生差異。另有關大型設備部份，設備採購合約針對運送至工地落地位置，亦會有採購成本差異，大型設備藉由起重機進行吊裝定位，其吊運費用計算方式為求出每噸吊運基準價格，再乘上機具設備重量，再加上吊臂所能配合工地現場環境（例如樓高）最適合之吊車容量。一般計算方式可參考表 3-11『吊運費用遞增率表』說明。

表 3-11 吊運費用遞增率表

重量或容積重量		遞增率	重量或容積重量		遞增率	
重量品	600 kg/m <sup>3</sup> 以上	250 kg 以下	600 kg/m <sup>3</sup> 以上	600 kg 以下	1.0	
		500 kg 以下	1.2		500 kg 以下	1.2
		800 kg 以下	1.1		400 kg 以下	1.4
		1000 kg 以下	1.0		300 kg 以下	1.7
		3000 kg 以下	0.85		200 kg 以下	2.0
		5000 kg 以下	0.75		100 kg 以下	2.5
		7000 kg 以下	0.7			
		10000 kg 以下	0.6			
		15000 kg 以下	0.6			

【資料來源：水電空調工程估價實務，鄭信義，1994】

而樓高所影響運費之修正係數可參考表 3-12『起重機工費率樓高修正係數表』說明。

表 3-12 起重機工費率樓高修正係數表

重量 (噸)	F1	B1~B2	B3~B4	F2~F3	F4~F6	F7~F8
	+ 0.0	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.5
0.25 以下	1.3	1.5	1.6	1.4	1.6	1.8
0.5 以下	1.2	1.4	1.5	1.3	1.5	1.7
0.8 以下	1.1	1.3	1.4	1.2	1.4	1.6
1.0 以下	1.0	1.2	1.3	1.1	1.3	1.5
3.0 以下	0.85	1.05	1.15	0.95	1.15	1.35
5.0 以下	0.75	0.95	1.05	0.85	1.05	1.25
7.0 以下	0.7	0.9	1.0			

10.0 以下	0.6	0.8	0.9			
15.0 以下	0.6	0.7	0.8			

【資料來源：水電空調工程估價實務，鄭信義，1994】

### 3.3 機電工程工資估算說明

【陳志泰、1996】對於整體機電工程成本金額而言，電氣工程與弱電工程約占工程總價 40%~50% 之比例，而電氣工程與弱電工程之價格比重，一般分別約為 35%~50% 與 45%~65% 左右，而動力幹線及照明插座工項之工資占電氣工程與弱電工程之主要大宗，約為整體電氣工程與弱電工程工資總計 70%~80% 左右，而因工程個案材料數量上之差異，造成工資工率上之變動，故成本估算之正確性亦越顯重要。

就給排水工程而言，一般約占機電工程整體價格 30%~40% 左右，比例亦相當高，而其工資部分，一般占其工程百分比約 30%~40% (單就給排水工程價格而言)，其另料部分則約占 15%~20%，故排水工程與其他工程項目相比，差異性頗大，亦極其重要。

依據機電工程特性及過去工程統計結果，一般工資部份約占總工程金額 25%~30% 左右，目前設計單位與投標廠商工資估算方式，較常採用經驗值比例方式，但有經驗的工資估價者都會了解，工資本身影響金額高低之變數有許多，例如工人之專業能力與工作態度，及施工環境條件的好壞，都會造成估價準確性變動，但有效的管理模式，仍能減少工資估算時所產生的誤差，甚至可產生未預期的利潤所得，有此可了解工資部份對機電工程成本估算結果之影響程度，而機電工程工資估算重點，應可有下列說明。

#### 3.3.1 機電工程工資估價重點

一般於機電工程工資估價時，應有下列事項必須注意及考量【陳志泰、1996】：

1. 依據工程經驗判斷及研究該工程之施工特性及難易程度。
2. 探討發包（業主）及設計監造單位以往案件工程管理之特性及相關要求。
3. 合約內有關工安衛管理程序及標準。

4. 考慮工程地點位置及交通狀況，是否與承攬廠商公司位置相差甚遠，若因工程所在位置地處偏遠時，是否有包商願意前往施工或能在當地找到適當的施工工班。
5. 工程規模如果龐大，應了解是否有申請外籍勞工的可能性及相關工資成本影響。
6. 施工樓層高度（因影響其待工係數）及施工單位是否提供相關施工配合機具（例如吊塔、臨時水電、施工電梯）。
7. 詳讀施工規範書，因此部份將影響工資估價甚鉅，例如管路採用暗管或明管施工，或是如吊管之吊桿固定間距及油漆度數、管路清洗及試水壓次數等，均明顯影響工資金額。

### 3.3.2 機電工程工資估價流程

有關機電工程工資估價時，相關估價步驟及程序建議如下【陳志泰、1996】：

1. 材料（管線）工資可參考工率表先行估算，並依其個案數量及特性修正。
2. 設備安裝工資依工率表估算（設備供應商所提供之安裝價格，為安裝工資重要依據，亦可參考最近完工之工程案例價格，作為工資價格參考）。
3. 零星材料參考零星材料說明分析表，依據案件工程特性選擇最失當之比例算出。
4. 將設備及材料兩者工資相加總計。
5. 進行工資分析（以每坪、每戶做分析，已相類似案件做比較）。

### 3.3.3 工率表說明

所謂工率表，簡單的說就是每單位的材料，在正確的施工方式及施工品質下，所應付出之單位工數，受到施工環境條件及施工方式之特性影響，在不同的施工項目都有不同之工率表（參考表 3-13『電氣工程配管工率表』），而工率表之基準，一般是參照過去已完工之工程所統計出之參考數據，故於使用工率表核算工資時，核算者之工程經驗絕對會影響工資結果之正確性，金額變動因素較高。

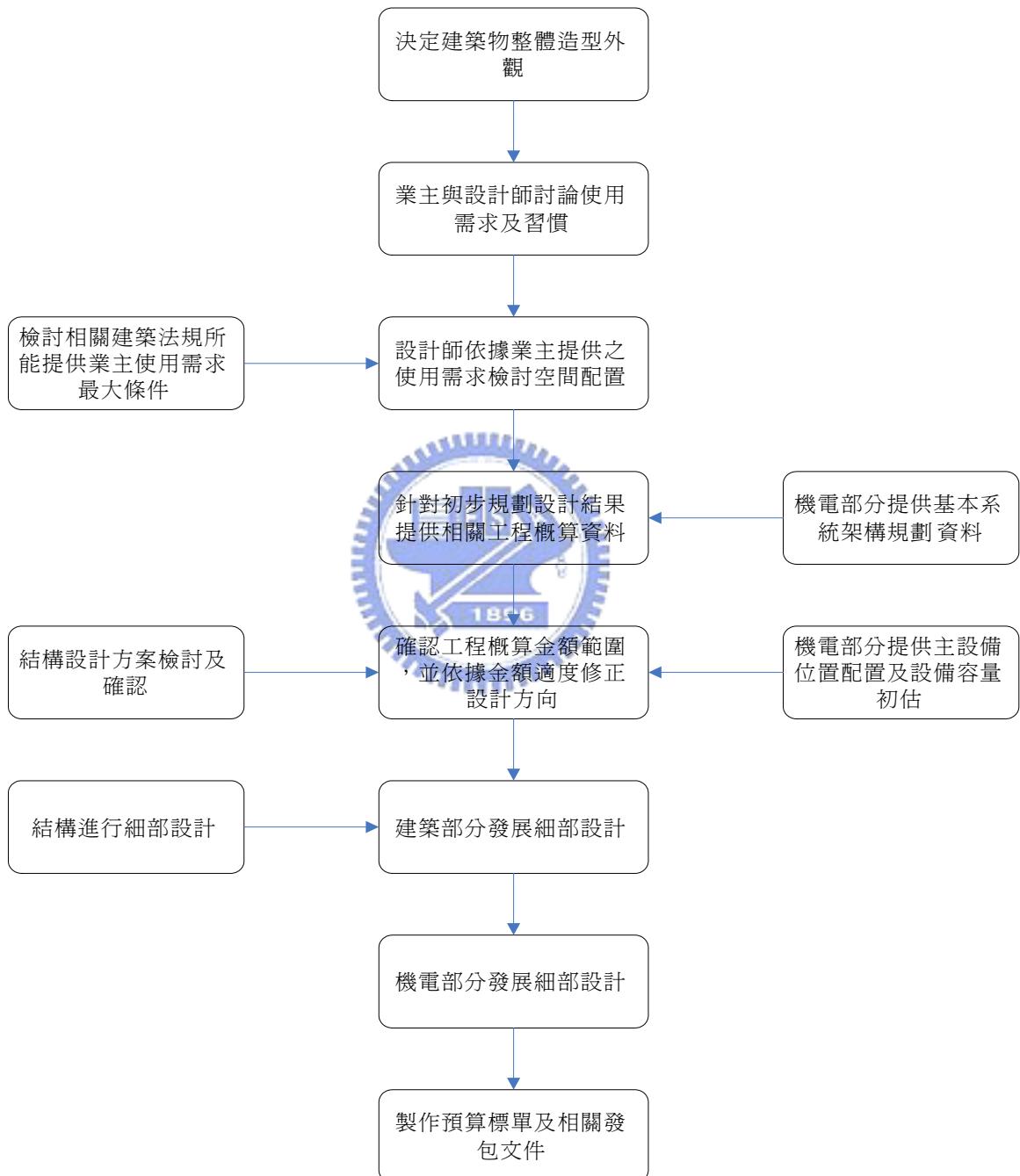
表 3-13 電氣工程配管工率表

	鍍鋅導線管		EMT 管		PVC 管		可繞金屬軟管			鍍鋅導線管	
	管徑	電工/m	管徑	電工/m	管徑	電工/m	管徑	電工/m	①	②	防爆施工
	mm		mm		mm		mm				
1/2"	16	0.036	15		16	0.020	17	0.026	0.052	16	0.043
3/4"	22	0.048	19	0.029	22	0.024	24	0.035	0.070	22	0.057
1"	28	0.056	25	0.037	28	0.030	30	0.045	0.090	28	0.067
1 1/4"	36	0.068	31	0.046	36	0.038	38	0.055	0.110	36	0.081
1 1/2"	42	0.095	39	0.076	42	0.054	50	0.074	0.148	42	0.114
2"	54	0.126	51	0.093	54	0.065	63	0.099	0.198	54	0.151
2 1/2"	70	0.146	63	0.111	70	0.081	76	0.116	0.232	70	0.175
3"	82	0.178	75	0.130	82	0.097	83	0.127	0.254	82	0.213
	另件	管材×0.15		管材×0.4		管材×0.1					管材×0.4
	消耗材	管材×0.05		管材×0.05		管材×0.05					管材×0.05



## 第四章 設計組織影響估算結果分析

在進行機電工程成本估算作業之影響因素研究之前，首先應對一般工程設計作業流程有所認識，依據個人於工作領域上之經驗，其設計作業流程，應可由圖 4-1『設計流程圖』說明作為參考：



## 圖 4-1 設計流程圖

## 4.1 設計作業說明

首先業主應先針對工程用途及需求進行確認，並對可能投入之工期及成本進行評估，此部份為一工程起點，接著須依據需求評選適當的設計團隊，待設計團隊確認後，開始進入設計階段。一般可將設計分概念設計及細部設計二階段，主要說明如下：

### 4.1.1 概念設計階段：

1. 設計單位依據業主初步使用需求，提供建築整體外觀造型，一般都會同時有機種方案供業主選擇，此部份考慮重點有業主企業形象、業主個人喜好、基地環境條件及建築功能特性。
2. 設計單位與業主將就使用需求與習慣進行溝通，建築設計猶如量身訂做之產物，故設計單位須充分了解業主對工程建築之期望，才有可能提供良好的建築設計。
3. 設計單位在了解業主使用需求之後，開始針對業主所提供之建築基地條件及使用需求，就主管機關相關法令規定進行檢討，在核發的範圍內，提供業主最大的使用條件。
4. 於法令檢討之同時，設計單位依據業主使用需求，進行初步空間配置，其包括不同使用空間之位置、所占之面積及動線配置。此時之機電顧問與結構顧問，必須提供不同的系統基本架構或結構設計方案，供業主參考與選擇。
5. 設計單位在完成前述相關作業規劃及評估，在經業主初步確認後，針對其初步規劃結果，提供工程概算。
6. 在經業主初步確認工程造價後，設計單位將依據工程概算金額範圍，最為細部設計參考基準，並適度修正及調整設計方向，對機電工程而言，可能影響系統選擇。
7. 在經業主初步確認工程造價後，設計單位將依據工程概算金額範圍，最為細部設計參考基準，並適度修正及調整設計方向，對機電工程而言，將可能影響系統選擇，此時將提供各系統初估容量及主設備安裝位置（機房及管道間空間及位置）。
8. 在經業主初步確認工程造價後，設計單位將依據工程概算金額範圍，最

為細部設計參考基準，並適度修正及調整設計方向，對機電工程而言，將可能影響系統選擇，此時將提供各系統初估容量及主設備安裝位置（機房及管道間空間及位置）。

#### 4.1.2 細部設計階段：

1. 設計單位首先進行建築部份細部設計，其內容包括空間用途分配，室內隔間方式、外牆及內裝材料等，而結構技師將就建築架構進行結構設計，其重點將包括建築耐震係數及樓地板載重。
2. 待建築部份設計成熟度完成約 70%階段，機電顧問開始進行機電細部設計，其中包括平面圖部分之器具配置及幹管線分佈，更重要的是決定主要設備及幹管線容量規格，並確認電機與機械空間位置及尺寸。
3. 待相關系統細部設計完成後，並經相關主管機關圖面審查核可後，開始進入預算編列及規範制訂工作，詳細定義設備材料等級與核算圖說相關數量及訂定工作項目。

### 4.2 設計組織現況

依據個人工作經驗，目前設計組織經常遇到的組成方式，一般可歸納為三種型式，第一種為以建築師為設計組織核心單位，負責整合所有或大部分與工程有關之設計專業單位。第二種為以業主為設計組織核心，主導所有與本工程相關之專業設計單位。第三種為由業主聘請之工程顧問公司，負責整合與本工程有關之設計專業單位。其相關設計組織特色說明如下：

#### 4.2.1 建築師為主整合其他專業顧問之設計組織

在目前一般工程設計規劃模式，其主要設計架構，仍以建築師為核心，許多業主在決定設計整體組合時，往往缺乏新建工程整體經驗，擔心因專業判斷能力不足而上產生規劃盲點，難以對設計過程中繁雜的工程界面做有效管理，故希望建築師為整體設計規劃核心單位，由建築師負責整合所有設計相關內容資料，並對所有設計成果負完全責任，業主方只要針對成本及進度作掌控，並專心確認建築師所呈現的設計成果內容，建築師依據各階段設計討論，一方面向業主說明設計成果，另一方面整合其他配合之專業顧問，包含結構技師、電機技師、空調技師、消防設備師及環工技師…等。當然建築師有時會依據設計規模，做適度整合，減少部份設計對應窗口，依據專業共通性將機電及空調調整為一 MEP(Mechanical Electrical Plumb)設計包，以減少設計

界面整合時間及成本，提高設計效率及品質，而結構技師或景觀設計師，因為與建築師設計範圍及內容有直接影響，故此類專業技師多直接與建築師配合。(詳圖 4-2『設計組織架構圖一』)

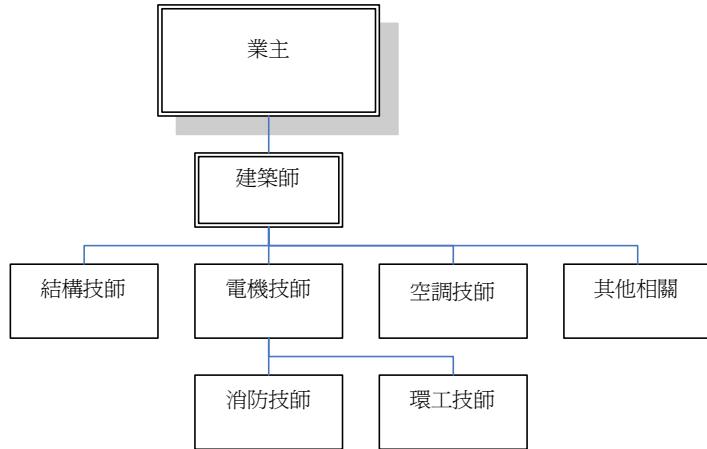


圖 4-2 設計組織架構圖一

#### 4.2.2 業主為主整合所有相關專業顧問之設計組織

有一部分業主，因為公司經常有工程建設相關投資，故在公司內部便有常設的工程管理單位，此種工程建設單位，因熟悉公司工程建設特性及相關行政程序，故有足夠專業能力及行政能力推動工程案件進行，從設計階段到工程施工或驗收階段，皆扮演主導者的角色，在目前高科技產業中，便有類似工程組織架構，通常此類型配合模式，在業主方不論系統選擇、工程材料型式及廠牌、甚至施工廠商選擇，都有其特定形式及主張，在設計選擇上較無彈性，但其設計結果，往往較符合業主實際需求，設計進中較少評估或摸索時間，產生另一種設計組織架構(詳圖 4-3『設計組織架構圖二』)。

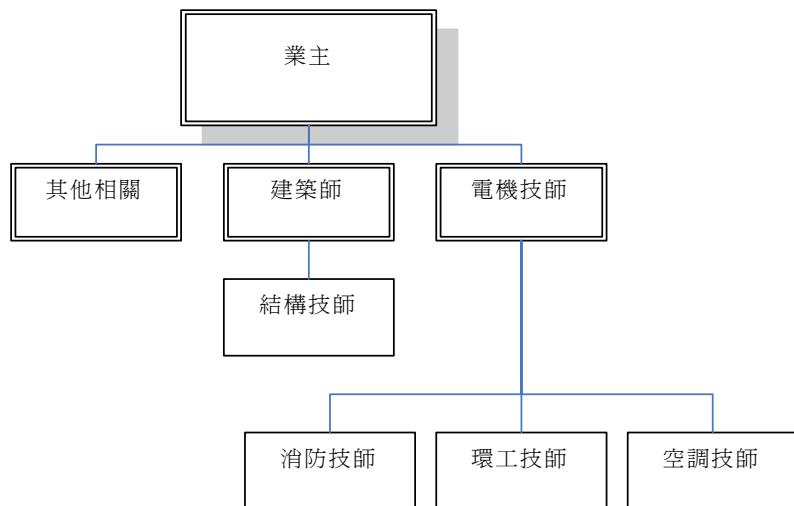


圖 4-3 設計組織架構圖二

#### 4.2.3 工程顧問為主整合所有專業顧問之設計組織

還有一部分業主公司內部雖無專業工程管理人員，但因工程投資規模大，為確保投資效益及工程品質，便聘請專業工程管理顧問公司，搭配業主公司內部工程組織，由工程顧問公司提供業主專業工程管理服務，其組織架構如下組織圖(詳圖 4-4『設計組織架構圖三』)，此種設計組織架構，最長見於高科技廠房或大型公共工程，如此的設計組織架構，其優點在於業主無需於短期組織或長期培養有能力的工程管理團隊，亦可擁有專業的工程管理服務，以減少因工程專業判斷錯誤所造成損失。

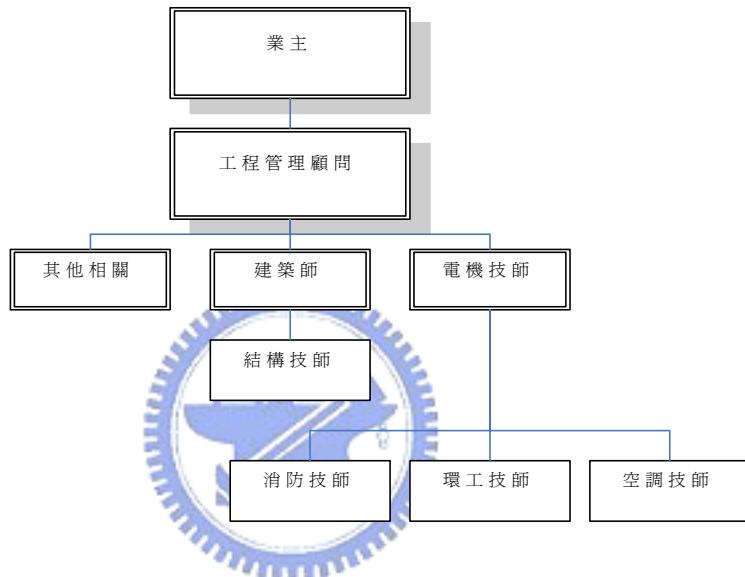


圖 4-4 設計組織架構圖三

### 4.3 工程設計分包模式探討

就工程設計特性而言，建築與機電設計影響工程估算結果主要可能誤差，可歸類下列幾個問題：

#### 4.3.1 從建築設計規畫角度

1. 結構設計方式不同造成價格明顯差異，一般分為 RC 結構、SC 結構及 SRC 結構。
2. 外牆材料處理方式亦造成價格，一般有貼磁磚、大理石材及金屬圍幕牆…等。
3. 建築造價差異有一共通特型，便是發生於數量大的工項上，譬如結構材料、外牆材料、內裝隔間材及地坪材料。

#### 4.3.2 從機電設計規畫角度

1. 機電設計初期階段，皆以功能性目的為討論重點，主要多為討論系統採用之架構方式，因為在機電設計的特性中，要達到同樣使用功能方式很多，簡單的比喻，就如您如果要從台北到高雄出差，你一般有三種選擇，一種是搭飛機，一種是坐火車，而另一種可能是自行開車方式，都可達到高雄出差的目的，但我們都會選擇自己目的背後的背景條件，例如時間或成本，並非單就達到目的為單一考量，故機電的系統設計選擇，就會有幾種主要影響差異，其主要項目有下：
  - (1) 舒適度
  - (2) 操作方便性。
  - (3) 維護成本。
  - (4) 營運成本。
  - (5) 工程造價。
2. 一但系統架構確定之後，針對系統架構原則下，則須更進一步確認設備廠牌及工法細節，此部分表現方式，皆由工程標單及施工規範的方式呈現，對工程的影響性，主要在於工程造價及設備維護年限二部分為主，一般業主如採用較高價值的設備或工法，主要期望多在於設備有較佳的穩定度及較長使用年限，以用來攤提較高的投資成本，此部分工程成本以維護角度占大部分，而且主導者多具有設備護經驗及相關專業背景，或者是其公司主要產品亦具有相同或類似產業特性需求，多以科技產業或工業產業為多數，但並非所有業主都有相類似的背景條件而有一致的認知，因為設備價格是否等同設備品質，仍有其討論空間及條件，所以並非是絕對，相對於有些業主在投資原則上，採用較為保守的原則，希望所有投資成本效益上，是直接可用金額進行量化，也就是說，對未來不確定的使用年限預估，並不見得願意多花建造成本。
3. 機電造價成本差異除發生於數量大的工程項目外（例如鋼管、電線電纜），另有一部份價差將發生於重要設備，如高壓配電設備、發電機、冰水主機及水泵浦部份，而系統功能選擇上的價格差異，亦為一重要因素，功能越多或越智慧型的操作模式，在機電工程造價成本影響變數，都將明顯表現於其中。

### 4.3.3 設計分包模式差異性分析

我們就整體設計作業流程角度，進行差異比較分析如表 4-1『設計分包模式差異分析表』，主要比較二個設計形式作比較，第一種設計配合形式為機電顧問直接與業主簽約模式，第二種型式為機電顧問與建築師簽約模式，並就設計流程切割為四大部分進行比較分析，第一項為合約模式，第二項為合約責任，第三項為設計配合流程，第四項為設計成果分析。

表 4-1 設計分包模式差異分析表

項次	項目說明	比較項目	
		機電顧問直接與業主簽約模式	機電顧問與建築師簽約模式
一、	合約模式	機電顧問直接與業主簽訂設計合約，而機電顧問在合約等級與建築師屬平行包。	有建築師代表與業主簽訂設計合約，合約服務內容包含建築與機電設計二部份，而建築師依據設計案工程特性，選擇是當電機技師與其簽訂機電設計合約。
二、	合約責任	機電顧問直接面對業主，負責機電相關簽證責任，一般包含電力、消防、電信及給排水。監造責任依合約規定內容執行。	由建築師對業主負所有設計責任，內容包含建築機電部份（工作細節視合約內容規定），其中包含所有建築及機電部份相關簽證責任（機電相關簽證由建築師委任之電機技師負責），並且針對施工品質部份，須負責所有法定監造責任。
三、	設計配合流程	設計流程一(詳圖 4-5『建築設計與機電設計分開付委托作業流程圖』)	設計流程二(詳圖 4-6『建築設計與機電設計合併付委託作業流程圖』)
四、	設計成果分析		
1	設計時程掌握	各階段間設計成果之整合，所以在設計時間掌控上，業主方須有充分控制能力，無發僅訂定目標而已，必須對各相關設計單位成果呈現內容，對其他配合設計單位接受度及影響性能夠快速判斷即是當反應，能否於計畫時間完成既定設計目標，機電設計單位與建築設計單位間之聯繫，取決於業主方。	業主委託建築師整合設計時程，此時業主需與建築師先確認一版設計進度，爾後由建築師負責依照計畫進度於各階段提出相關設計文件，業主此時無需進行有關任何設計進度決策，僅需依照各階段時間確認建築師所提送之設計成果，因建築師具備一定設計經驗，所以在進度時間掌握較為準確，管制責任由建築師負

			責，但業主仍需配合各階段設計討論，提出使用需求及確認設計成果。
2	工程造價掌握	當機電設計與建築設計分開獨立時，兩方所提出的工程預算，原則因算是各自獨立，業主須有足夠判斷力，決定不同設計單位所提預算是合理，並且在整體設計架構下，取捨之間是最符合使用需求，此時工程造價合理分配便完全取決於業主決定。	建築師於設計規劃初期，已與業主決定工程造價之概算，所有設計發展內容，除業主使用需求外，工程造價基準原則需控制於工程概算金額範圍內，一旦細部設計完成後進行工程預算編列，一旦發生工程預算超過或發包過程廠商投標價一直無法進入預算金額內，建築師有責任針對超過原因進行分析說明，並對減價調整方案在不違背業主基本使用需求條件作有系統整合，建築師需負完全責任。
3	設計品質掌握	設計品質概略的定義應分二方面，其中一方面是設計完整性，另一方面則是各系統間整合搭配的適切性，在各機電與建築二部分設計整合性部分，業主方需負絕大部分責任，相對於完整性便不如整合性責任比重高，應為完整性責任仍然在於設計單位專業表現為主。	因設計品質的定義概略分設計完整性及整體搭配性，設計完整性完全取決於建築師得專業表現，而設計整體搭配性便需依賴建築師的整合能力，在業主明確使用需求條件下，建築師必須有能力完全主導設計品質。

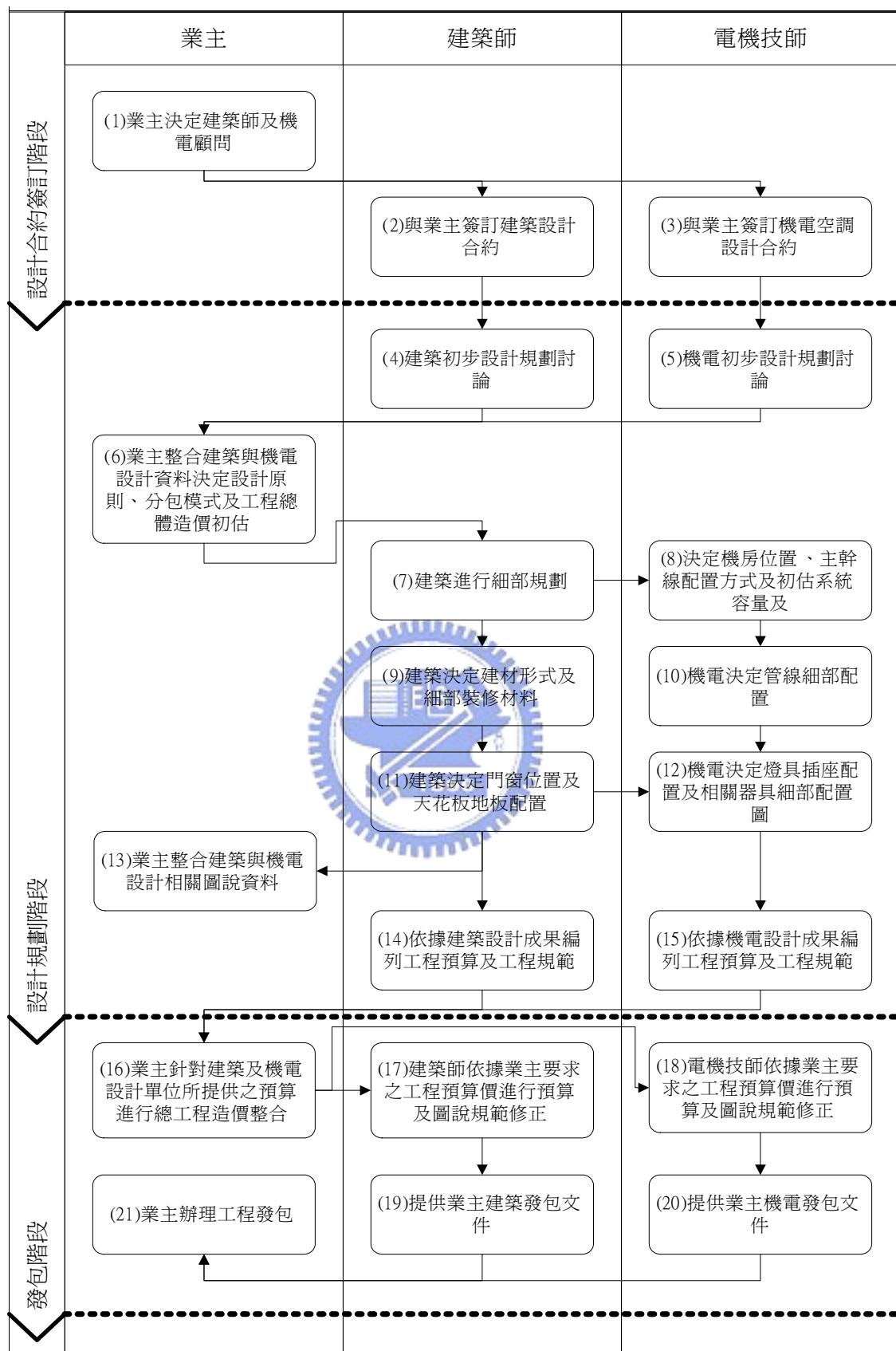


圖 4-5 建築設計與機電設計分開付委托作業流程圖

表 4-2 建築設計與機電設計分開付委托作業流程圖說明表

項次	作業流程項目	說明	執行者
(1)	業主決定建築師及機電顧問。	業主針對工程專案特性選擇有經驗之設計單位。	業主
(2)	與業主簽訂建築設計設計合約。	明確建築設計委任責任及範圍。	建築師
(3)	與業主簽訂機電設計設計合約。	明確機電設計委任責任及範圍。	機電技師
(4)	建築初步設計規劃討論。	建築使用功能性及建築概算檢討。	建築師
(5)	機電初步設計規劃討論。	機電使用需求性、系統選擇及工程概算檢討檢討。	機電技師
(6)	業主整合建築與機電設計資料，決定設計原則、分包方式及總工程造價初估。	業主需負責確認初步設計成果，以作為細部設依據。	業主
(7)	建築進行細部規劃。	細部規劃內容包括樓層主要用途、動線方向、房間配置、主要管道間位置。	建築師
(8)	決定機房位置、幹線配置方式及初估系統容量。	確認機電設計架構及配置模式。	機電技師
(9)	建築決定建材形式及細部裝修材料。	確認建築相關工項細部設計內容。	建築師
(10)	機電決定管線細部配置。	依據業主詳細需求規劃機電主要管線配置。	機電技師
(11)	建築決定門窗位置及天花板地板配置。	依據業主細需求規劃建築內裝相關配置。	建築師
(12)	機電決定燈具插座配置及相關器具細部配置圖。	配合建築內裝需求，規劃照明及插座或資訊出口詳細位置。	機電技師
(13)	業主整合建築與機電設計相關圖說資料。	依據相關設計單位所提設計資料進行需求確認及設計介面檢討。	業主
(14)	依據建築設計成果編列工程預算及工程規範	提供業主初版發包文件，包含工程預算價格。	建築師
(15)	依據機電設計成果編列工程預算及工程規範	提供業主初版發包文件，包含工程預算價格。	機電技師
(16)	業主針對建築機電設計單位所提供之預算，進行總工程造價	協調建築及機電預算比例。	業主

	整合。		
(17)	建築師依據業主要求之工程預算價，進行預算及圖說規範調整。	以調整材料型式、規格、產地或廠牌方式為主。	建築師
(18)	電機技師依據業主要求之工程預算價，進行預算及圖說規範調整。	以調整材料型式、規格、產地或廠牌方式為主。	機電技師
(19)	提供業主建築發包文件。	包括圖說、施工規範、預算書。	建築師
(20)	提供業主機電發包文件。	包括圖說、施工規範、預算書。	機電技師
(21)	業主辦理工程發包。	邀請廠商領標、議價。	業主



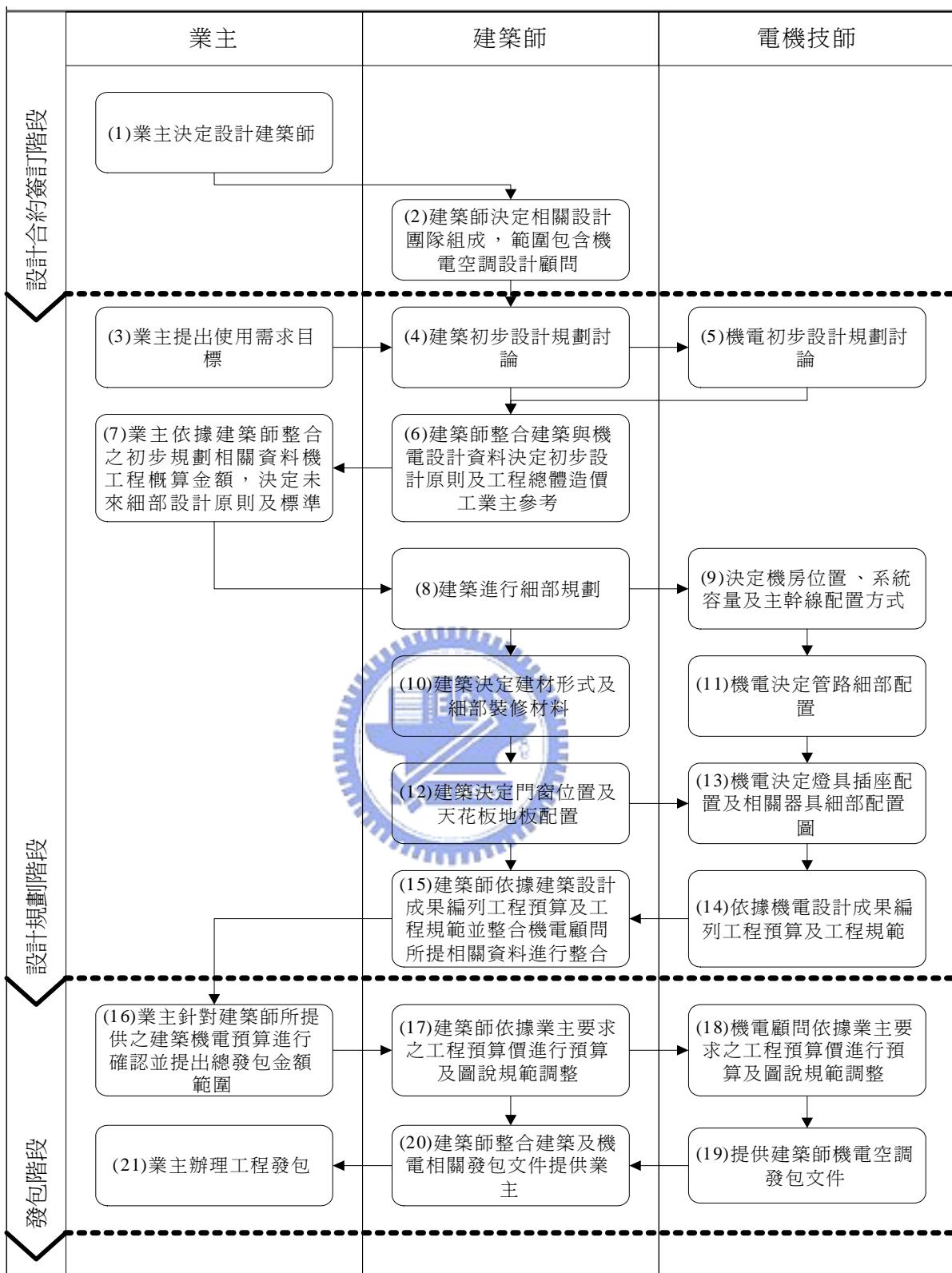


圖 4-6 建築設計與機電設計合併付委託作業流程圖

表 4-3 建築設計與機電設計合併復委託作業流程圖說明表

項次	作業流程項目	說明	執行者
(1)	業主決定建築師。	業主針對工程專案特性選擇有整體設計規劃經驗之建築設計單位(包含機電空調等相關系統)。	業主
(2)	建築師組成相關設計團隊，範圍包括機電空調技師。	建築師就設計專案特性，選擇適當的配合顧問。	建築師
(3)	業主使用需求目標。	使建築師明確其設計方向。	業主
(4)	建築初步設計規劃討論。	建築使用功能性及建築概算檢討。	建築師
(5)	機電初步設計規劃討論。	機電使用需求性、系統選擇及工程概算檢討檢討。	機電技師
(6)	建築師整合建築與機電設計資料，決定初步設計原則及工程總體造價供業主參考。	將初步規劃資料進行整合，並向業主說明。	建築師
(7)	業主依據建築師整合之初步規劃相關資料機工程概算金額，決定未來細部設計原則及標準。	業主需負責確認初步設計成果，以作為細部設依據。	業主
(8)	建築進行細部規劃	細部規劃內容包括樓層主要用途、動線方向、房間配置、主要管道間位置。	建築師
(9)	決定機房位置、幹線配置方式及初估系統容量。	確認機電設計架構及配置模式。	機電技師
(10)	建築決定建材形式及細部裝修材料。	確認建築相關工項細部設計內容。	建築師
(11)	機電決定管線細部配置。	依據業主詳細需求規劃機電主要管線配置。	機電技師
(12)	建築決定門窗位置及天花板地板配置。	依據業主細需求規劃建築內裝相關配置。	建築師
(13)	機電決定燈具插座配置及相關器具細部配置圖。	配合建築內裝需求，規劃照明及插座或資訊出口詳細位置。	機電技師
(14)	依據機電設計成果編列工程預算及工程規範	提供業主初版發包文件，包含工程預算價格。	機電技師
(15)	建築師依據建築設計成果編列	依據相關設計單位所提設計資	建築師

	工程預算及工程規範並整合機電顧問所提相關資料進行整合。	料進行需求確認及設計介面檢討。	
(16)	業主針對建築師所提供之建築機電預算進行確認並提出總發包金額範圍。	確任工程總造價及建築與機電預算比例。	業主
(17)	建築師依據業主要求之工程預算價，進行預算及圖說規範調整。	以調整材料型式、規格、產地或廠牌方式為主。	建築師
(18)	電機技師依據業主要求之工程預算價，進行預算及圖說規範調整。	以調整材料型式、規格、產地或廠牌方式為主。	機電技師
(19)	提供建築師機電空調發包文件。	包括圖說、施工規範、預算書。	機電技師
(20)	建築師整合建築及機電相關發包文件提供業主。	將本工程所有發包文件進行整合後，提交業主。	建築師
(21)	業主辦理工程發包。	邀請廠商領標、議價。	業主

#### 4.4 設計分包模式對機電工程成本估算結果影響探討

我們就整體設計作業流程角度，利用 SWOT 方法針對機電工程成本估算影響進行分析比較，進一步探討各種型態之設計組成方式對機電工程成本估算影響之優勢與弱勢，及其可能發展之有利機會及潛在危機。分析結果可作為業主未來設計部分發包策略參考，提高機電工程成本估算結果之正確性。

##### 4.4.1 建築師為主整合其他專業顧問之設計組織影響分析

表 4-4 建築師為主之設計組織對機電估算價格影響 SWOT 分析表

SWOT 矩陣		內部分析	
		優勢(S)	劣勢(W)
		1. 有效控制整體工程預算，減少業主財務投資風險。 2. 維持建築與機電材料價值水準。	1. 建築師對機電造價合理分配比例不明確。 2. 機電專業能力及資源不足。
外部 分	機會(O) 1. 客觀角度評估機電工程造價。 2. 維持整體工程造價。	1. 有效控制整體建築價值工程。 2. 明確工程造價比例分配。	1. 針對建築師訂定合理遴選辦法。 2. 評估建築師相關整合經驗。

威脅(T)	1. 選擇第三顧問提供建議。 2. 針對主要設備自行詢價。 3. 評估主要設備市場等級。	1. 依據設計進度設置檢查點。 2. 參考過去完工案例之工程比例。 3. 參考投標廠商平均價格。
威脅(T)	1. 影響工程發包作業。 2. 影響機電工程施工品質。 3. 對機電工程設計造成不合理限制。	

#### 4.4.2 業主為主整合所有相關專業顧問之設計組織影響分析

表 4-5 業主為主之設計組織對機電估算價格影響 SWOT 分析表

SWOT 矩陣		內部分析	
		優勢(S)	劣勢(W)
外 部 分 析	機會(O)	1. 了解工程特性及使用需求。 2. 直接有效控制機電工程造價。	1. 機電專業不足。 2. 市場價格資源不足。
	威脅(T)	1. 成立專職工程單位。 2. 明確工程組織分工內容。 3. 有效控制整體建築價值工程。	1. 邀聘具有機電設計背景專業人員。 2. 持續建立價格資訊資料。

#### 4.4.3 工程顧問為主整合所有專業顧問之設計組織影響分析

表 4-6 工程顧問為主之設計組織架構對機電估算價格影響 SWOT 分析表

SWOT 矩陣		內部分析	
		優勢(S)	劣勢(W)
外 部 分 析	機會(O)	1. 造價資源豐富。 2. 有較多整體工程價格比例參考。	1. 管理費用較高。 2. 高估業主使用需求，影響造價。
	威脅(T)	1. 提供多種機電設計價格評估參考。 2. 提供迅速有效價格分析結果。	1. 建立工程顧問管理遴選辦法，選擇有能力且價格合理之顧問。

<b>威脅(T)</b> 1. 超過整體工程投資金額。 2. 工程管理顧問專業背景與工程特性不一致。	1. 依據工程投資價格，決定工程顧問管理範圍。 2. 評估工程管理顧問工程經歷。	1. 控制整體工程預算。 2. 明定工程管理合約責任。
--	---	--------------------------------

## 4.5 建築與機電工程造價比例分析

在一般工程類型而言，機電工程造價普遍仍比建築造價低，其原因多方生於建築工程項目之量體較大，幾個主要工項如結構工程、內裝隔間工程、甚至土方開挖工程，除施做材料數量大之外，所動員的人力及相關大型機具也較高，雖然施工複雜性較不似機電工程，但因其前述數量比例仍遠高於機電工程，造成難以避免的情況。

依據個人過去的工程經驗，建築工程的造價比例，一般多遠高於機電部份，初步歸咎原因，應該有下列幾項：

- (1) 建築鋼筋水泥為配合結構設計需求，材料使用量極大(例如九二一地震之後，內政部營建署提高了建築物耐震系數標準，為了符合此標準，結構鋼筋或鋼構數量亦相對提升)。
- (2) 以建築物量體而言，遠高於機電設備。
- (3) 機電及空調需求並無一標準，設計彈性較大，造價金額仍多取決於使用者需要，除基本因法規要求之標準外，使用舒適度及方便性無法明確量化。

機電設備價格需考量變數較多，其差異性大，例如設備品牌口碑、產地、維護方便性、材質、售後服務…等，都是價格差異上的重要變數。使用者的需求標準並無一致性，此部分變數往往取決於設計討論階段負責人的專業背景、業主的使用習慣及標準、維護保養人員的工作習慣及處事態度、公司負責人對於投資成本價值觀點及評估方式不同。

機電造價差異除發生於數量大的工程項目外（例如鋼管、電線電纜），另有一部份價差發生於重要設備，如高壓配電設備、發電機、冰水主機及水泵浦部份，而系統功能選擇上的價格差異，亦為一重要因數，而機電工程造價的變數，往往大於建築工程許多。

### 4.5.1 工程造價比例樣本說明

本次共蒐集到五十件工程發包價格樣本資料如表 4-7『工程發包價格樣

本資料表』，主要工程明細如下：

表 4-7 工程發包價格樣本資料表

項次	工程名稱	工程總價	建築發包金額	機電發包金額
1	○○技股份有限公司事業 總部暨二廠新建工程	451,676,160	279,825,000	171,851,160
2	○○技術學院工程大樓新 建工程	231,255,759	162,466,839	68,788,920
3	○○技術學院行政大樓新 建工程	163,859,892	104,307,892	59,552,000
4	○○技術學院教學大樓新 建工程	147,884,349	106,566,442	41,317,907
5	○○電腦股份有限公司桃 園廠房增建工程	83,000,000	63,176,511	19,823,489
6	○○龍潭○○渴望園區員 工宿舍新建工程	437,619,000	308,469,000	129,150,000
7	基督教○○○○會台北○ ○堂新建工程	399,665,215	341,668,049	57,997,166
8	台東○○教醫院醫療大樓 新建工程	476,104,619	321,438,000	154,666,619
9	○○商業銀行圓山大樓新 建工程	81,794,057	60,960,000	20,834,057
10	○○商業銀行中山北路辦 公大樓新建工程	106,115,946	85,987,148	20,128,798
11	○○科技股份有限公司二 期廠房新建工程	580,374,500	360,000,000	220,374,500
12	台南科學園區○○籌備處 臨時辦公室工程	598,000	390,000	208,000
13	美國基督教會○○○○宿 舍新建工程	93,400,000	76,400,000	17,000,000
14	○○○○股份有限公司桃 園觀音廠房新建工程	349,700,000	208,200,000	141,500,000
15	○○○科技精密新竹科學 園區廠房新建工程	587,733,145	394,237,500	193,495,645
16	○○會醫院門診及宿舍大 樓新建工程	560,729,060	422,396,060	138,333,000
17	○○會醫院醫師宿舍新建	134,750,000	114,100,000	20,650,000

工程				
18	○○科技股份有限公司關西先期廠房新建工程	128, 363, 068	89, 133, 068	39, 230, 000
19	台南科學園區○○廠房周邊景觀工程	272, 776, 852	230, 469, 991	42, 306, 861
20	○○實業股份有限公司內湖辦公大樓新建工程	428, 000, 000	336, 000, 000	92, 000, 000
21	○○實業股份有限公司平鎮廠新建工程	265, 519, 300	188, 754, 300	76, 765, 000
22	嘉義○○○醫院新建.擴建工程(一、三期)	509, 550, 000	377, 650, 000	131, 900, 000
23	○○大學科學航空館新建工程	194, 240, 000	149, 990, 000	44, 250, 000
24	○○大學第八宿舍新建工程	456, 090, 000	312, 230, 000	143, 860, 000
25	○○大學誠篤(商學)樓新建工程	400, 679, 000	300, 700, 000	99, 979, 000
26	○○大學第一校區校園景觀工程	36, 952, 050	27, 086, 476	9, 865, 574
27	○○○○訓練中心校舍新建工程	54, 172, 354	44, 254, 020	9, 918, 334
28	中華○○○景美○○會教堂新建工程	100, 851, 547	80, 166, 407	20, 685, 140
29	台灣○○○○教會新竹中會公園教會新建工程	34, 694, 662	28, 083, 021	6, 611, 641
30	台灣○○○○教會蒙恩教會及教育中心新建工程	189, 718, 563	152, 503, 448	37, 215, 115
31	台灣○○○○教會雙連教會安養中心二期新建工程	245, 098, 365	180, 586, 469	64, 511, 896
32	台灣○○○○教會雙連教會安養中心一期新建工程	462, 113, 709	333, 089, 917	129, 023, 792
33	○○大學體育館新建工程	1, 012, 218, 970	818, 683, 282	193, 535, 688
34	○○大學張其昀先生紀念圖書館新建工程	965, 000, 000	775, 000, 000	190, 000, 000
35	○○電子股份有限公司總部大樓新建工程	1, 186, 324, 779	955, 324, 779	231, 000, 000
36	○○科技廠房屋頂增設運動休閒設施工程	31, 043, 423	23, 696, 637	7, 346, 786

37	○○科技廠房增建工程	198,000,000	135,000,000	63,000,000
38	台灣○○○科學園區二期廠房工程	571,752,875	278,897,866	292,855,009
39	○○日月潭大飯店新建工程	686,605,701	512,606,190	173,999,511
40	○○○自動倉儲倉庫新建工程	77,687,258	54,179,060	23,508,198
41	埔里○○○醫院醫療大樓四期新建工程	622,072,385	401,105,474	220,966,911
42	埔里○○○醫院醫療大樓三期新建工程	166,000,000	117,882,390	48,117,610
43	○○科技新竹廠房新建工程	675,260,000	525260000	150,000,000.00
44	○○科技綠地地下停車場新建工程	154,000,000	125,000,000	29,000,000
45	台灣○○股份有限公司二期廠房新建工程	437,257,687	244,817,142	192,440,545
46	○○女中校舍新建工程	158,500,000	131,500,000	27,000,000
47	○○醫院行政暨宿舍大樓新建工程	479,000,000	376,024,248	102,975,752
48	國家○○實驗室大樓	818,592,969	420,000,000	398,592,969
49	○○大學生物技術與工程研究中心新建工程	170,959,461	109,958,965	61,000,496
50	○○大學醫學綜合大樓	746,000,000	566,462,316	179,537,684

1. 依照工程總金額比例分配特性（詳表 4-8『工程樣本發包價格分布表』）：

表 4-8 工程樣本發包價格分布表

項次	總工程金額範圍	工程件數	樣本比例
一	五千萬元以下（含五千萬元）	4	8%
二	五千萬元以上到一億元（含一億元）	5	10%
三	一億元以上到一億五千萬元（含一億五千萬元）	5	10%
四	一億五千萬元到二億元（含二億元）	8	16%
五	二億元以上到二億五千萬元（含二億五千萬元）	2	4%
六	二億五千萬元以上到三億元（含三億元）	2	4%

七	三億元以上到三億五千萬元(含三億五千萬元)	1	2%
八	三億五千萬元以上到四億元(含四億元)	1	2%
九	四億元以上到四億五千萬元(含四億五千萬元)	4	8%
十	四億五千萬元以上到五億元(含五億元)	5	10%
十一	五億元以上到五億五千萬元(含五億五千萬元)	1	2%
十二	五億五千萬元以上到六億元(含六億元)	4	8%
十三	六億元以上到六億五千萬元(含六億五千萬元)	1	2%
十四	六億五千萬元以上到七億元(含七億元)	2	4%
十五	七億元以上	5	10%

## 2. 依照工程用途特性：

依照一般工程功能及用途特性，區分為七大類，第一大類為辦公用途，第二大類為廠房用途，第三大類為教學教育用途，第四大類為大型聚會用途，第五大類為住宅，第六大類為醫療用途，第七大類為其他用途，統計後各分項工程件數如表 4-9『工程樣本用途分類表』。

表 4-9 工程樣本用途分類表

項次	工程用途分類	工程件數	樣本比例
一	辦公用途	6	12%
二	廠房用途	13	26%
三	教學教育用途	9	18%
四	大型聚會用途	4	8%
五	住宅用途	10	20%
六	醫療用途	4	8%
七	其他用途	4	8%

## 3. 依照工程設計時間

依照工程設計時間分類，統計後各分項工程時間如表 4-10『工程樣本設計時間分佈表』。

表 4-10 工程樣本設計時間分佈表

項次	設計年份	工程件數	樣本比例
一	81 年	1	2%
二	83 年	3	6%
三	84 年	6	12%
四	85 年	4	8%
五	86 年	6	12%
六	87 年	7	14%
七	88 年	7	14%
八	89 年	6	12%
九	90 年	2	4%
十	91 年	2	4%
十一	92 年	4	8%
十二	93 年	2	4%

4. 建築與機電工程造價比例分析如表 4-11 『建築與機電工程造價比例表』。

表 4-11 建築與機電工程造價比例表

項次	工程名稱	建築比例	機電比例
1	○○技股份有限公司事業總部暨二廠新建工程	62%	38%
2	○○技術學院工程大樓新建工程	70%	30%
3	○○技術學院行政大樓新建工程	64%	36%
4	○○技術學院教學大樓新建工程	72%	28%
5	○○電腦股份有限公司桃園廠房增建工程	76%	24%
6	○○龍潭○○渴望園區員工宿舍新建工程	70%	30%
7	基督教○○○○會台北○○堂新建工程	85%	15%
8	台東○○教醫院醫療大樓新建工程	68%	32%
9	○○商業銀行圓山大樓新建工程	75%	25%
10	○○商業銀行中山北路辦公大樓新建工程	81%	19%
11	○○科技股份有限公司二期廠房新建工程	62%	38%
12	台南科學園區○○籌備處臨時辦公室工程	65%	35%
13	美國基督教會○○○○宿舍新建工程	82%	18%
14	○○○○股份有限公司桃園觀音廠房新建工程	60%	40%
15	○○○科技精密新竹科學園區廠房新建工程	67%	33%
16	○○會醫院門診及宿舍大樓新建工程	75%	25%
17	○○會醫院醫師宿舍新建工程	85%	15%

18	○○科技股份有限公司關西先期廠房新建工程	69%	31%
19	台南科學園區○○廠房周邊景觀工程	84%	16%
20	○○實業股份有限公司內湖辦公大樓新建工程	79%	21%
21	○○實業股份有限公司平鎮廠新建工程	71%	29%
22	嘉義○○○醫院新建.擴建工程(一、三期)	74%	26%
23	○○大學科學航空館新建工程	77%	23%
24	○○大學第八宿舍新建工程	68%	32%
25	○○大學誠篤(商學)樓新建工程	75%	25%
26	○○大學第一校區校園景觀工程	73%	27%
27	○○○○訓練中心校舍新建工程	82%	18%
28	中華○○○景美○○會教堂新建工程	79%	21%
29	台灣○○○○教會新竹中會公園教會新建工程	81%	19%
30	台灣○○○○教會蒙恩教會及教育中心新建工程	80%	20%
31	台灣○○○○教會雙連教會安養中心二期新建工程	74%	26%
32	台灣○○○○教會雙連教會安養中心一期新建工程	72%	28%
33	○○大學體育館新建工程	81%	19%
34	○○大學○○○先生紀念圖書館新建工程	80%	20%
35	○○電子股份有限公司總部大樓新建工程	81%	19%
36	○○科技廠房屋頂增設運動休閒設施工程	76%	24%
37	○○科技廠房增建工程	68%	32%
38	台灣○○○科學園區二期廠房工程	49%	51%
39	○○日月潭大飯店新建工程	75%	25%
40	○○○自動倉儲倉庫新建工程	70%	30%
41	埔里○○○醫院醫療大樓四期新建工程	64%	36%
42	埔里○○○醫院醫療大樓三期新建工程	71%	29%
43	○○科技新竹廠房新建工程	78%	22%
44	○○科技綠地地下停車場新建工程	81%	19%
45	台灣○○股份有限公司二期廠房新建工程	56%	44%
46	○○女中校舍新建工程	83%	17%
47	○○醫院行政暨宿舍大樓新建工程	79%	21%
48	國家○○實驗室大樓	51%	49%
49	○○大學生物技術與工程研究中心新建工程	64%	36%
50	○○大學醫學綜合大樓	76%	24%

#### 4.5.2 工程造價比例樣本分析：

依表 4-11 所統計之資料進行分析，先以建築所占總工程比例為主，我們將此以每 5% 為一樣本統計範圍，做一次分析，得到結果如圖 4-7 『建

築工程造價比例分佈表』。

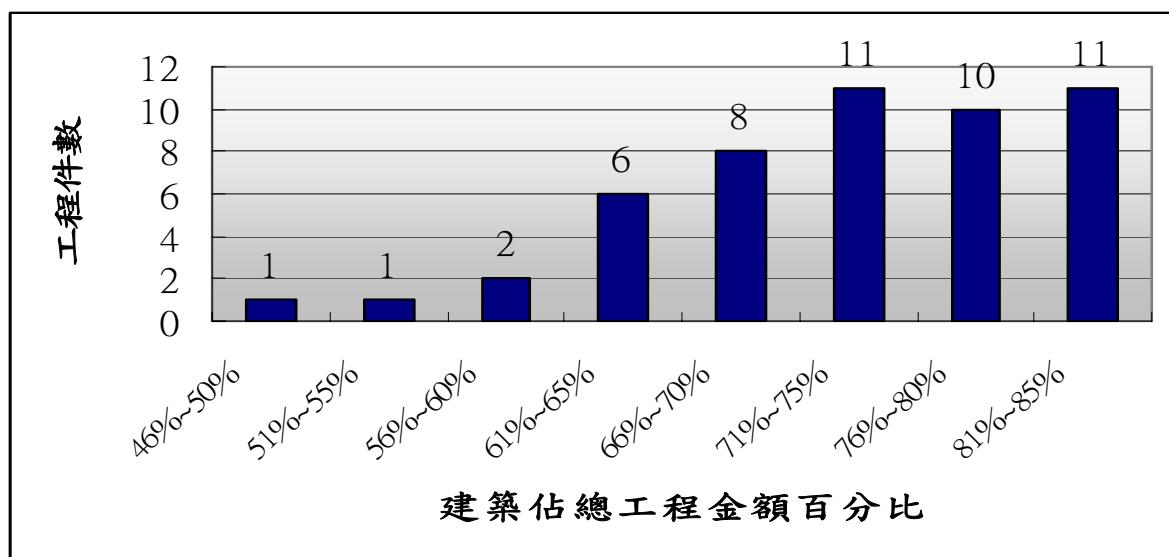


圖 4-7 建築工程造價比例分佈圖

由前述統計表內容發現一個現象，大部分建築工程造價與總工程金額比例，有百分之九十二的工程件數，落在百分之六十一至百分之八十五之間，但其中百分之八的工程件數落在百分之四十六至百分之六十之間，此一範圍工程有無其共同性，我們先進行分析：

表 4-12 建築工程造價比例 46%~60% 間統計表

工程名稱	建築百分比	機電百分比	工程起始年份	工程地點	工程類型
台灣○○○科學園區二期廠房工程	49%	51%	81	北部	廠房
國家○○實驗室大樓	51%	49%	91	北部	廠房
○○○○股份有限公司桃園觀音廠房新建工程	60%	40%	87	北部	廠房
台灣○○股份有限公司二期廠房新建工程	56%	44%	84	北部	廠房

由表 4-12 之統計資料發現，以工程起始年份角度觀察，從民國八一年起至明國九十一年止，分佈十分平均，所以初步判斷，工程物價應不至於影響建築與機電工程造價比例，雖然從民國九十二年起，物價指數明顯上升如圖 4-8『物價指數曲線圖』。

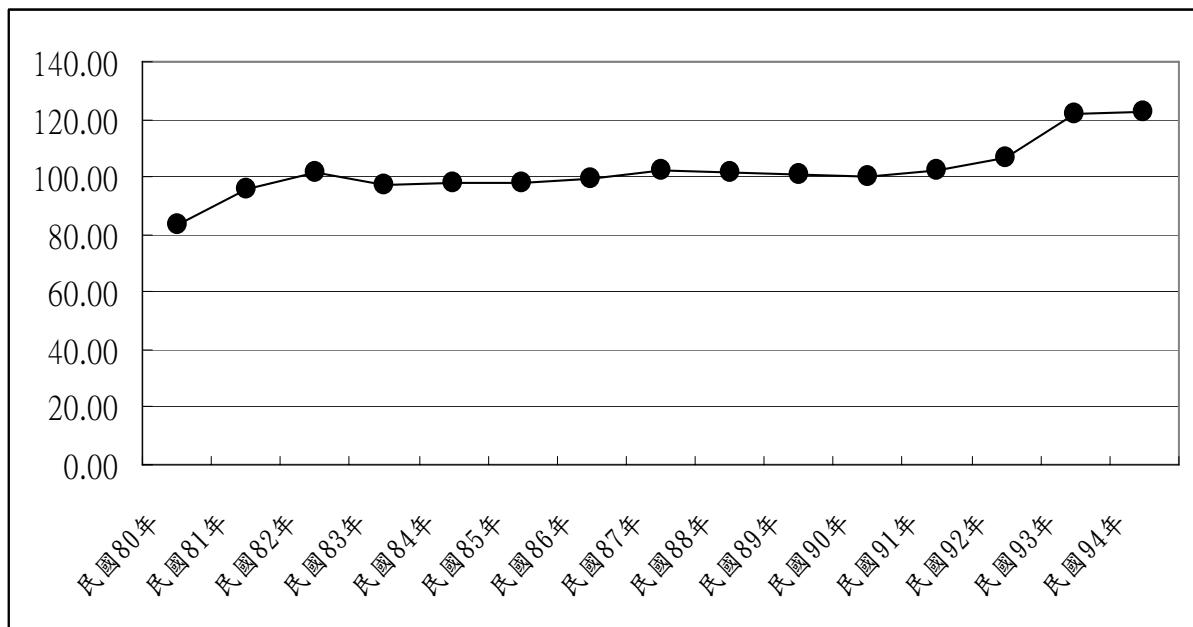


圖 4-8 物價指數曲線圖

但觀察民國九十二後發包的工程共有六件如表 4-13 『九十二後發包的工程統計表』，建築與機電工程造價比例並未發現明顯差異，其範圍大部分還是落在百分之六十一至百分之八十五之間，所以初步排除物價波動對建築與機電工程監造價比例影響，並且可簡單推論，物價波動之影響範圍，應包含所有工程項目，其包含建築與機電所有材料與設備部份，其在工資部份也會有相同之物價波動。

表 4-13 九十二後發包的工程統計表

工程名稱	建築百分比	機電百分比	工程起始年份
○○○自動倉儲倉庫新建工程	70%	30%	92
○○大學科學航空館新建工程	77%	23%	92
○○大學醫學綜合大樓	76%	24%	92
○○女中校舍新建工程	83%	17%	92
○○大學生物技術與工程研究中心新建工程	64%	36%	93
○○醫院行政暨宿舍大樓新建工程	79%	21%	93

由工程地點觀察到，所有工程地點皆座落在北部地區（北部地區定義為新竹以北地區），這也許是一種巧合，但是如果綜合最後一項參考資料，所有工程類型皆為廠房類，與地點一併參考，就十分清楚其間相關聯性，因為在北部地區，有大量的高科技廠房工程新建，所以如果屬於

高科技廠房類型工程，其建築與機電工程造價比例，依據建築所占工程比例角度來看，大部份會落在百分之四十九到百分之六十之間，故其建築與機電兩部份工程項目金額所占比例將會十分接近。



## 第五章 機電估算法作業內容影響分析

### 5.1 機電造價估算法作業流程差異性分析

在實際工程造價分析作業流程中，一般分為二個階段，第一個階段是工程概算，第二階段為工程預算，工程概算提供業主投資資金運作參考依據，工程預算提供業主工程發包議價金額標準參考，在了解工程概算及工程預算在設計階段所扮演之角色後，針對機電成本估算法作業內容差異性，可分別由後續幾部份部分進行探討。

#### 5.1.1 機電工程概算作業流程說明及分析

機電顧問於提供工程概算時，往往在建築條件不明確情況下提出，建築師尚未對建築設計內容提出具體規劃結果，甚至於設計發展都尚未開始進行，業主對於使用需求方面，也多侷限於一個使用概念及想法。建築師首先對於業主提供之使用概念需求，參考實際可使用基地面積並檢討容積率規定，依據過去設計經驗，進行初步設計規劃，建築師所能提供資料，一般包含下列幾個項目：

- 
- (1) 建築用途類型
  - (2) 建築總樓地板面積
  - (3) 樓層數(包含地下部份)
  - (4) 結構形式
  - (5) 外牆材料
  - (6) 各樓層分配面積

#### 1. 工程造價分析表重點說明

機電顧問於取得建築相關基本條件資料後，應開始進行工程概算價格整理，其工程概算價格編定依據，主要為參考工程造價分析資料，而所謂工程造價分析資料，多便是『工程造價分析表』，『工程造價分析表』是由過去已完工之相類似用途或規模之工程造價統計數據之彙整資料，為工程造價經驗累積之統計紀錄，而其主要進行之分析項目，一般包含下列三個重點：

- (1) 單位面積價格分析（單位面積造價）。
- (2) 各系統主要設備單位容量價格分析（例如每 kw/ 元）。

(3) 相異用途之單位面積設備容量 (例如每 kw/ 坪)。

而工程造價分析表主要項目內容，可由表 5-1『工程造價分析說明表』進行說明：

表 5-1 工程造價分析說明表

項次	項目	說明	舉例
1	建築用途類型	註明建築主要用途類型，在不同使用類型條件下，可能造成不同造價影響，其原因可能因用途需求或業主專業背景而產生之造價差異。	辦公大樓、廠辦大樓、傳統廠房、科技廠房、醫院、教學大樓。
2	建築總樓地板面積	建築全部使用面積	以坪或 M <sup>2</sup> 表示
3	結構形式	機電設計在不同結構設計條件下，會產生小部分造價差異，例如管路穿樑補強或工期影響。	RC、SRC、SC
4	各樓層面積及用途	了解用途分配情況及用途面積比重，其將會影響機電設計容量及系統選擇評估結果。	辦公室、實驗室、教室、無塵室、休息室、娛樂空間。
5	外牆材料	影響機電照明設計及熱負荷檢討因素，對工程造價有相對影響。	圍幕牆、落地玻璃、一般磁磚、大理石花崗岩。
6	建築工程造價	建築工程造價比例可做為整體工程造價合理性評估參考。	
7	各系統工程金額	主要包含： 1. 電氣工程。 2. 細排水工程。 3. 消防工程。 4. 弱電工程。 5. 空調工程。 如果是科技廠房類，還包括製程系統工程及無塵室工程等。	
8	各系統分項工程金額所占樓地板之面積金額比例。	部分系統涵蓋範圍並非所有建築面積，選擇系統中主要項目，並針對其涵蓋面積，核算其單位面積(每坪)，該系統所占成本。	例如消防工程部分之泡沫灑水系統，僅占停車場區域面積，計算停車場每坪所需之泡沫灑水系統占成本，其公式應為 = 消

			防泡沫系統總造價 ÷ 停車場總面積 = 停車場每單位面積所需泡沫消防系統金額。
9	各系統工程金額占總樓地板面積金額比例。	概估各系統每單位面積所占造價，此種面積單價適用於用途分區不明確之建築條件下所採用之造價換算方式，但相對誤差亦較大。	系統造價 ÷ 總樓地板使用面積
10	各系統主要設備金額與設備容量比例。	主要設備容量與該系統造價比例，可以由系統容量反向推算系統造價。	冰水主機有 1000 噸冷凍能力，如果空調系統造價為 1000 萬，則每冷凍噸空調系統造價 1 萬元，此種推算方式仍須參考空調系統所選擇的運轉模式，例如是空調箱方式或小型風機方式。

針對上述造價分析重點說明後，應可了解其分析重點在於對多件已完成之工程案例，以其完工結算價格為參考依據，以不同之價格分析手法，針對不同功能用途與系統架構下，取得一單位造價，其包含單位面積造及系統單位容量造價，並取得相關價格之關連性，在多重角度下進行加格分析比對，並將不同工程類型予以分類，彙整成一有系統之價格參考資料，其重要性乃對於日後設計單位於工程案設計規劃初期之概算價格參考，選擇相類似用途條件之工程案例各單位面積或容量價格，進行數量重新整合，取得較為可靠之工程概估價格，故其分析結果之詳細度及正確性，將明顯影響工程概算之正確性。

## 2. 工程概算作業流程差異分析

在了解工程造價分析之功能及重要性之後，後續將探討機電顧問工程概算編列過程方式差異，而一般在機電顧問常用之工程概算編列方式分多為二種，共通作業流程如圖 5-1：

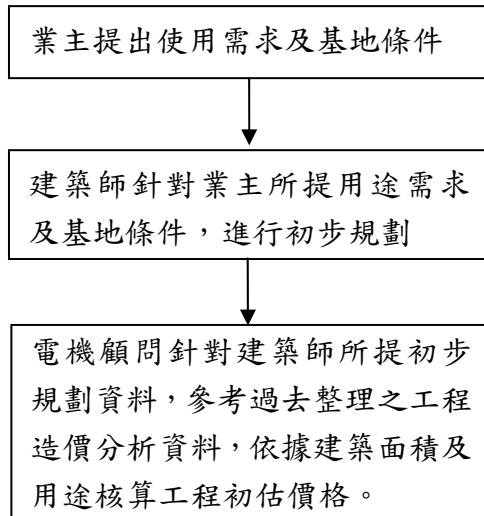


圖 5-1 工程概算作業流程圖

而工程概算流程如說明應分為業主方、建築師及機電顧問三個主要單位，業主首先提出使用需求及建築基地環境條件，此部分為所有規劃發展之基礎，接續由建築師依據業主所提供之設計條件，以專業設計角度進行初步設計規劃，內容主要包括建築形式、面積分配方式及用途分類，最後再交由機電顧問，依據建築師所提初步規劃資料，參考工程造價分析表，選擇相類似之建築單價統計資料，依最新之建築面積條件，編列工程概算。

依據個人工作經驗及實際訪談結果，一般機電顧問編列概算方式多分下列二種，其間之作業方式差異，比較說明如表 5-2『機電工程概算作業模式比較表』：

表 5-2 機電工程概算作業模式比較表

項次	模式一	模式二	備註
建築師提供條件	1. 總面積 2. 建築主要用途	1. 總面積 2. 建築主要用途 3. 各樓層面積及用途	初期規劃之建築資訊。
機電顧問作業模式	1. 採用系統單位面積造價 $\times$ 總樓地板使用面積方式。 2. 單位面積造價參考造價分析資料中，相類似工程案例，系統造價 $\div$ 總樓地板面積取的之	1. 機電顧問依據各樓層主要用途，檢討係各系統方式及主系統容量(如主變壓器容量及冰水主機噸數)。 2. 依據各樓層用途，先	機電顧問概算分析流程

	<p>後單位面積系統造價。</p> <p>3. 各系統造價進行加總，在加上工程間接費用(如利潤管理費及稅金…等)。</p>	<p>做系統初步規劃，先決定供電模式及空調系統模式，並預估機房位置及主饋線分布方式。</p> <p>3. 經過前述初步規劃後，進行工程概算評估，其重點在於前述決定之主系統參考容量，反推系統工程造價，並加入系統主幹線長度，作為造價分析因素修正。</p> <p>4. 各系統經由此模式推算工程系統造價後，進行加總，完成後再參考總系統：總面積方式之單位面積造價進行二次修正。</p> <p>5. 加上工程間接費用(如利潤管理費及稅金…等)。</p>	
優點	<p>1. 作業時間較短，可立即提供業主資訊。</p> <p>2. 建築師無需提供詳細之建築規劃資訊。</p>	<p>1. 概算準確性高。</p> <p>2. 概算分析較有依據，結果可以進行分析檢討。</p>	
缺點	<p>1. 概算準確性低。</p> <p>2. 概算分析較無依據，無法進行分析檢討。</p>	<p>1. 作業時間較長期。</p> <p>2. 建築需提供較詳細之建築規劃資訊。</p>	

就前述說明可了解，第一種作業模式(作業流程詳圖 5-2『電機工程概算編列模式流程圖一』)特性為作業時間迅速，可於短時間提供業主工程造價概估金額，而建築師僅需提供少數建築設計資訊，機電顧問即可進行估算作業，但相對於之缺點，便是概算金額準確性低，價格誤差大，亦因參考資訊不足，而較無法進行相關差異性分析。相較於第二種作業模式(作業流程詳圖 5-3『電機工程概算編列模式流程圖二』)，其擁有較高之價格準確性，同樣因其參考多種價格資訊，並予以分類加總，其概算金額較具分析性，一旦遇到價格爭議時，可作明確說明，但其缺點便是作業時間偏長，效率較無法滿足一般業主需求，同時需要建築師提供較多之建築資訊，故其準確性將明顯受到建築資訊影響。同時影響二種

作業模式之因素，應該為機電顧問平日彙整之多項完工之工程造價統計資料，所得之概算結果才有其相對價值。

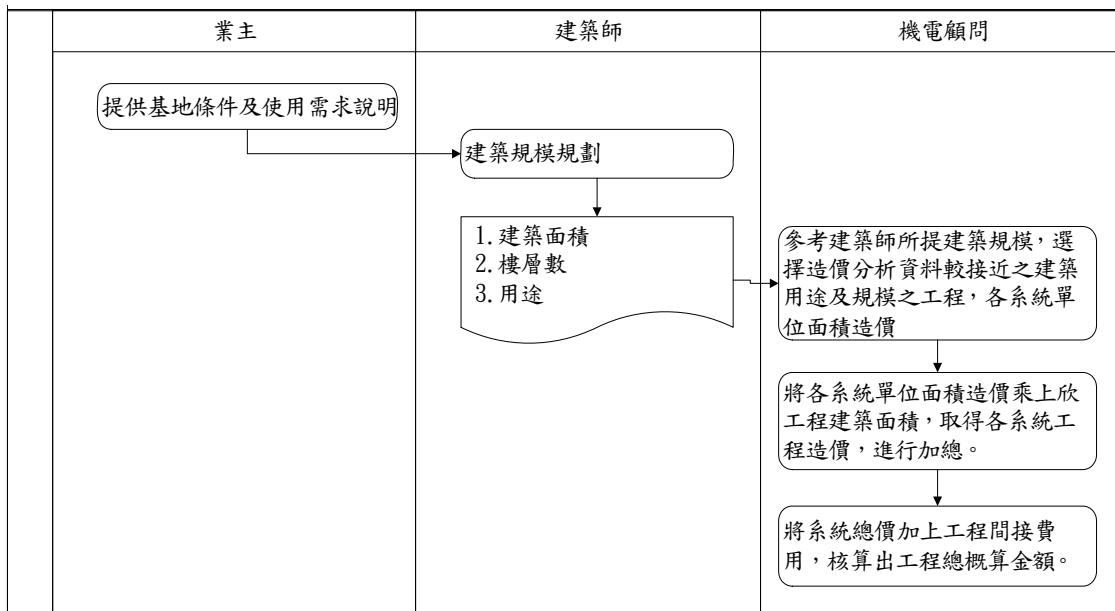


圖 5-2 電機工程概算編列模式流程圖一

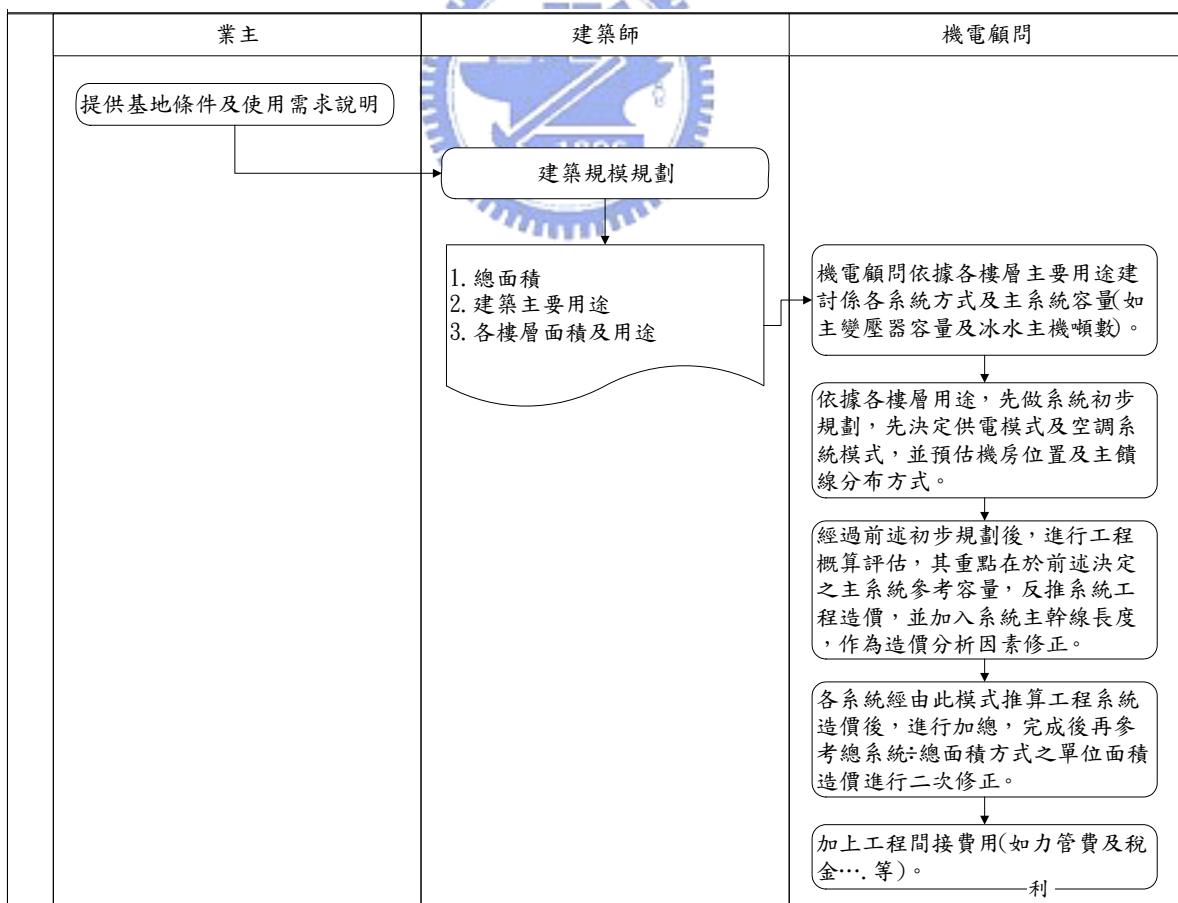
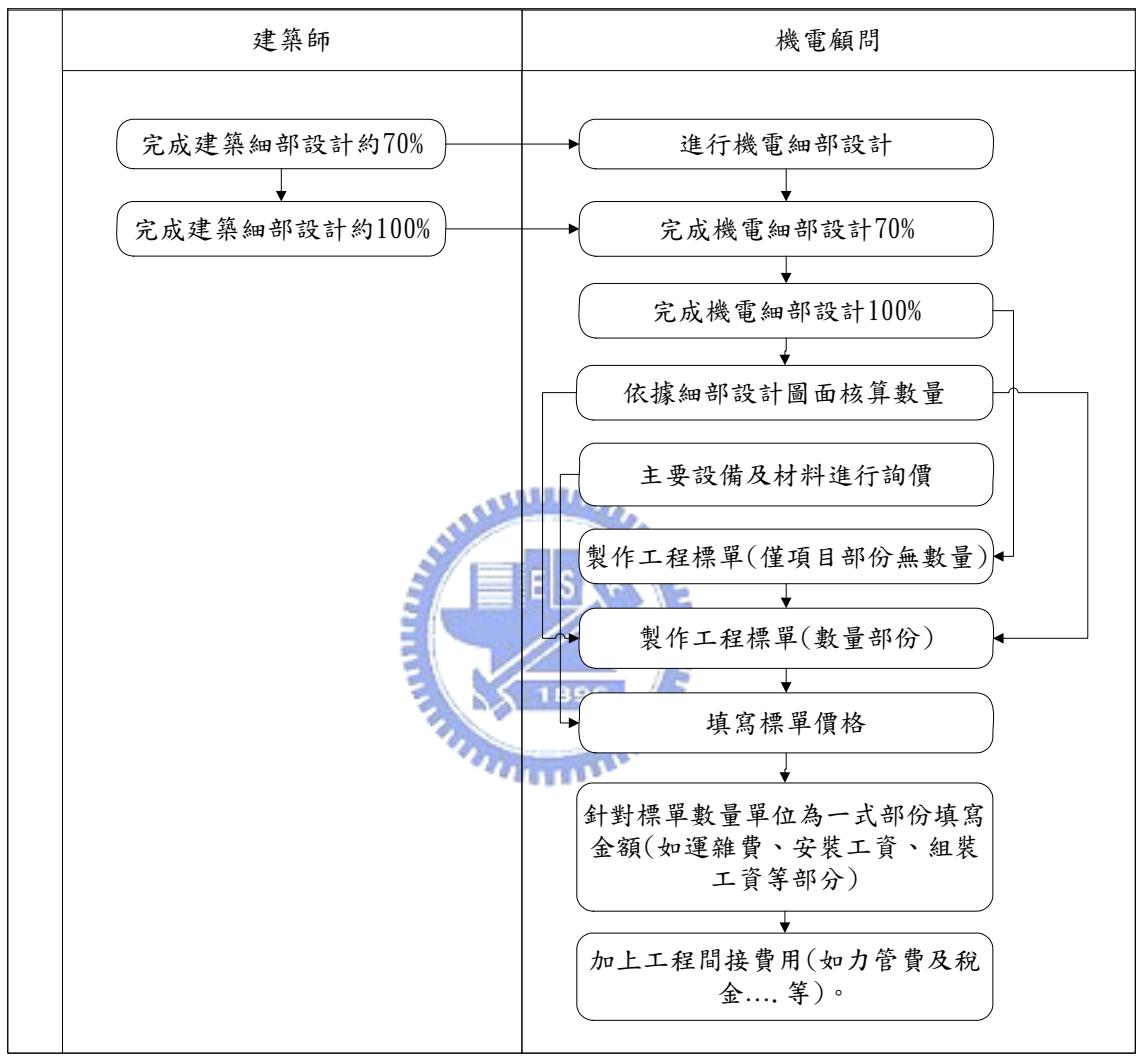


圖 5-3 電機工程概算編列模式流程圖二

### 5.1.2 機電工程預算作業流程說明及分析

機電顧問於工程圖說完成後，便開始進行預算編列工作，其目的為使業主工程發包作業時，有一價格參考依據，以作為與廠商議價之價格基準，其主要作業流程如圖 5-4『機電工程預算作業流程』。



此作業程序及內容主要分為二部份，第一部分為核算管線及設備數量與確認其項目所對應之單位價格。第二部份為核算標單中，其單位為一式部份的項目價格，其中主要包含有運雜費、安裝工資及組裝工資、另料…等，其細部作業可依據下列分項進行說明：

#### 1. 管路及設備數量及價格核算部份：

(1) 管路數量：長度部分，可以電腦進行計算，或採用傳統人工

拉線後，依據圖面比例進行數量計算。

- (2) 管路價格：因管徑及線徑規格眾多，設計單位會取其中單一規格進行詢價，再依廠商報價折扣比例，依據牌價金額整體打折。
- (3) 設備數量：依據圖面，逐一清點。
- (4) 設備價格：將設機規格機規範標準交由相關設備供應商進行報價。

## 2. 單位為一式部份的項目價格：

- (1) 固定及安裝另料：依據材料金額乘上一特定比例所得之金額。
- (2) 運雜費：依據設備金額乘上一特定比例所得之金額（另有一種核算方式為設備專業廠商提供）。
- (3) 組裝工資：由設備專業廠商提供。
- (4) 安裝工資：大型設備由設備專業廠商提供，管路及器具部份則依據材料金額乘上一比例金額（另有一種核算方式為參考過去工程統計，依據工率方式除以材料數量，再乘上工資方式核算，此種方式作業較為繁瑣，但如有正確的工率統計作為參考，所核算之工資較接近實際發包價格）。

## 5.2 機電工程預算編列與廠商投標作業流程差異性比較

機電工程成本估算作業之最終結果及目的，希望工程能以合理的價格進行，此部分所謂合理價格，應包含承包廠商合理利潤在內，承包廠商獲得合理利潤後，工程品質較能得以維持，工程將較能順利進行，故本章節主要討論於發包階段，以投標廠商角度，在實際投標過程中，從廠商領標、備標到投標過程中，對預算及投標價可能發生之相關差異，利用另外角度探討成本估算影響因素。主要以與投標廠商訪談方式，進行了解及分析。

依據個人工作經驗，及與相關專業從業人員訪談了解，在一般工程之投標作業流程，應可分為領標、備標及開標議價三個主要階段，其主要作業流程可依圖 5-5『廠商投標主要作業流程圖』說明：

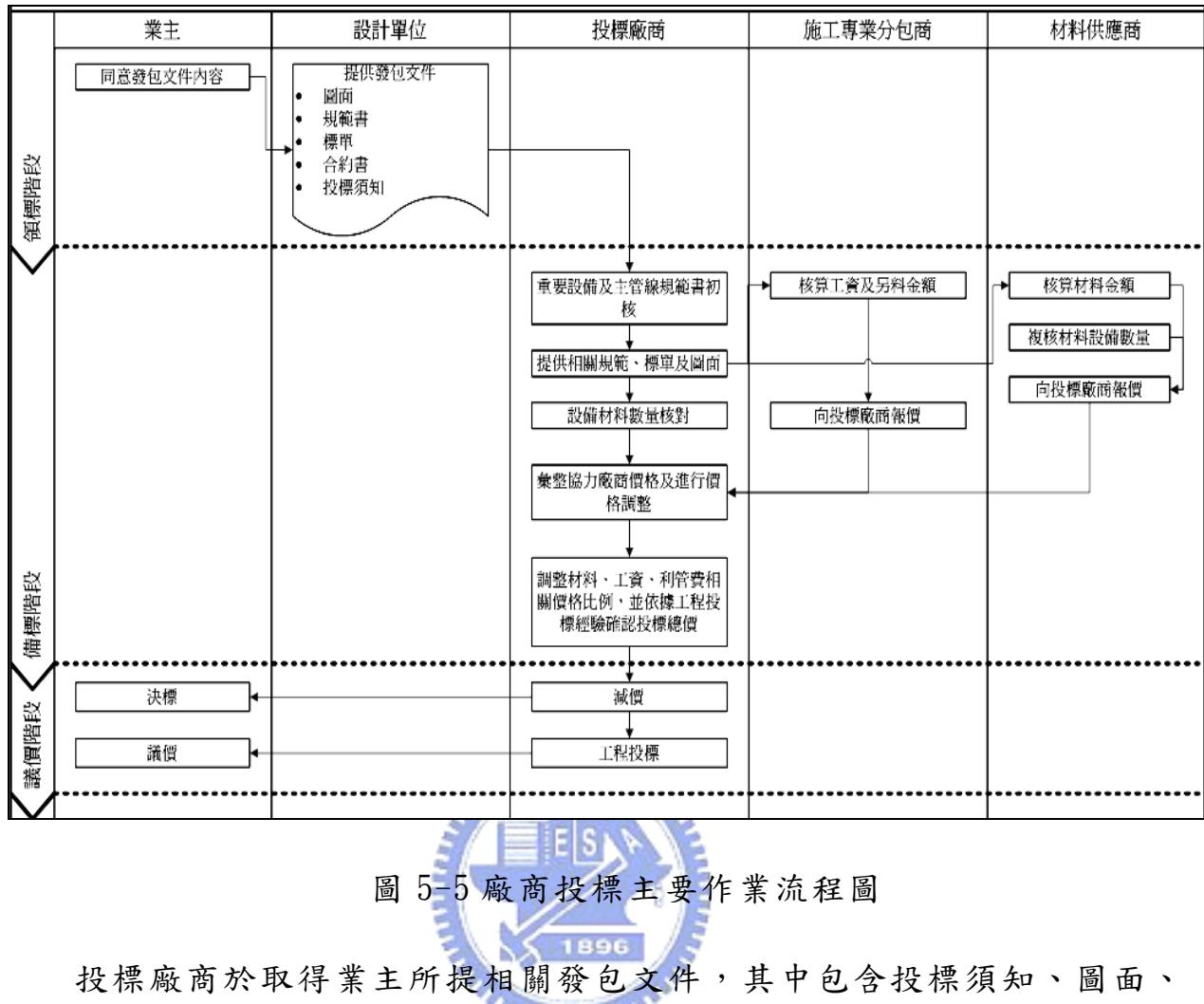


圖 5-5 廠商投標主要作業流程圖

投標廠商於取得業主所提相關發包文件，其中包含投標須知、圖面、空白標單、規範書及合約書，首先必須檢視規範書相關內容，確實了解規範書針對圖面設備規格及施工法要求等級標準，此步驟可避免未來詢價對象及方式錯誤，導致報價發生誤差。待規範相關標準及規定確認後，依據設備工程專業分類，將圖面、空白標單及規範書分別交由材料商進行詢價，同時材料商將對該部份材料數量進行核對，並將核對結果，回饋給投標廠商，如涉及施工專業分包部分，則需交由施工包商進行施工人力及另料成本核算。

於材料商於核算金額及數量同時，投標廠商本身亦須對標單數量進行複核，其複核主要範圍，包含所有設備器具數量及主要幹管線長度，分支管線相關細項因備標時間太短及產生價差有限，通常較無時間核算，但可依據工程經驗概估數量合理性。

以配電盤詢價為例，設計單位於標單通常提供三家以上參考廠牌，投標廠商一般作業模式會找一家較熟悉之盤體製造商報價，如設計單位設

計等級為一級廠，投標廠商會另外找一家專業廠(等級較低)報價進行參考，此方式可作為最後投標價格調整參考依據(取兩者之中間價格作為投標價)。唯因在一般機電設計單位，於標單中雖然提列三家以上參考廠牌，但於預算製作過程中，通常只詢問其中一家廠牌的報價，並不會全部詢價，有經驗的投標廠商，往往可從規範內容或相關系統設備廠牌，找到設計單位編列預算參考價格之廠牌，使投標價更接近發包預算。

合約廠牌廠商亦有其他投標廠商詢價，故於詢價過程中，合約廠商可能會把相同的材料報價同時提供給不同投標廠商，有可能發生不同投標廠商，於材料價格上有相同報價，故投標廠商與材料商之間的配合關係有其相對重要性，而投標廠商如何決定詢價方向及對象，其重點包含下列幾項：

1. 最近相同規格實際採購價格。

投標廠商會參考最近採購價格紀錄，選擇相接近的設備規格或相類似材料等級(不需完全相同)，進行價格調整，經常與材料商實際報價有明顯差距。

2. 各材料商報價綜合平均後加入物價波動風險。

因材料商所提報價時間，與得標廠商實際採購時間，有明顯時間差距，一般材料廠商所提報價皆未包含物價波動風險，所有物價風險皆會落在承包廠商，故投標廠商須依據材料特性自行考慮物價波動風險，例如最近幾年金屬材料物價上漲情況，便須於投標價進行預測調整。

3. 考慮過去與材料供應商互動關係。

因設計單位於工程標單多會提列至少三家材料等級相類似之參考廠牌，投標廠商多會優先參考過去工程有配合經驗之廠商，除較能掌握廠商專業能力及工程配合度外，基於長期配合的想法，在日後如得標以後，對於議價可應用之條件，應可取得較其他材料供應商較佳的價格優勢。另外向熟悉廠商詢價，較不容易發生於投標廠商得標後，材料商推翻原於投標階段向投標廠商之相關承諾，其中包括設備功能符合性及價格承諾(但價格承諾部分一般還要經過承包商與材料商議價程序決定，在高物價波動時，材料商往往無法依照投標時之報價出售材料，甚至得標廠

商須以現金方式進行交易，造成利息損失而影響資金週轉率)。

#### 4. 考慮工地位置與材料供應商地緣關係。

工地所在位置與材料商向對距離，也會有價格差異影響，例如運費便是其中，一般工程所謂零星材料，承包廠商多會就近採購，雖然不一定對價格有利，但對工程管理進料管制，一定會有幫助，對於管理成本會相對降低，工地材料囤積量亦相對減少，可增加資金運用彈性，所以投標廠商對於另料估算，一般採用工程經驗值居多。

#### 5. 考慮材料供應商專業能力。

材料供應商對於其專業能力，亦為投標廠商選擇廠牌報價參考因素之一，因為對於未來合約責任，尚包含工程保固部份，一但承包商對於主要設備選擇專業良好的材料供應商，雖然可能提高部份工程成本，但對於工程施工期間施工介面配合及技術建議，到驗收期間試車運轉順利性，甚至到未來保固期間的服務能力，都會間接或直接影相公司工程投資成本，如果就整體性而言，工程重要設備多會採購市場上專業技術及服務口碑佳之廠商，一般有價差，但都可於採購議價過程取得合理價格。

#### 6. 相關器材間相關性，是否有其整合必要性，而導致必須有一定專業材料供應商。

配電盤這個設備項目是最好的例子，高低壓保護保護開關設備及相關儀表皆安裝於配電箱體內，所以投標廠商於詢價時，必須找盤體製造商報價，其內容便包含高低壓保護保護開關設備及相關儀表，一般大型盤體製造商，皆有屬於自己經常搭配的保護開關廠牌，故在標單中設計單位所建議的開關廠牌，會相對影響投標廠商決定配電盤廠商的詢價對象，因為配電盤內的開關設備如果剛好屬於其經常配合的廠牌，相對可以提供較佳之報價，並且在器材整合上及未來交貨時間較不會出問題(一般高壓開關設備或儀表屬於進口品部分)。

#### 7. 日後維護保固需求必需性。

在標單材料項目中，部分設備需要維護及保養，例如發電機或監控設備，投標廠商在決定此類設備詢價對象時，有時便須同時考慮其維護能

力，因在一般合約規定，皆有工程保固條款，投標廠商於詢價或議價過程，對於此類工程項目便須將維護能力及相關延伸成本納入報價範圍，避免日後保固期間發生問題無法解決，造成保固款請領問題。

待相關材料廠商及施工專業分包商陸續將價格相關資料回覆後，開始進行投標價格調整，一般公共工程礙於相關法令規定，在材料廠牌及等級選擇彈性較少，相對於詢價之後調整價格範圍較少，私人投資工程案，因具有較大設計調整彈性空間，故標單金額填寫範圍變大，但一般市場詢價特性，不同廠牌但相同等級的材料設備價格，價格差異並不大，而且各個投標廠商所能尋到的設備價格，差異也不大，但如何填寫出一個具有競爭性之投標價格，一般方式有下列幾種：

#### 1. 尋找次級廠牌材料價格進行參考。

在標單材料設備皆有等級高低之分，例如供應商公司規模、專業表現、專業資歷、產地、服務等，都有其價格差異，一般投標廠商詢價時，會尋找次一級廠牌詢價，其主要目的並非要向次級廠商購買，而是在比較不同等級廠牌報價差異比例，作為其向一級廠牌議價或最後填寫投標價格之參考。

#### 2. 對於材料附屬之另料及組裝工資進行分析。

有一些標單項目是必須包含組裝工資，例如高低壓盤部分，硬體設備價格(如保護開關及電驛部份)如前述為一包裹式詢價，但投標廠商仍然會透過開關設備代理商直接詢價，一般價格會較配電盤廠報價貴一成左右，此舉主要目的是要了解配電盤廠對於其組裝工資占該項目整體價格比例多寡，及其合理性，作為決定最後投標價參考。

一般設計單位所提出之標單格式及項目說明，已足夠投標廠商作為與材料商議價參考，所有與議價或價格分析所需之項目明細，多已包含於設計單位所提投標文件中。

標單及圖說有時無法充分反應實際安裝現場條件，相對影響報價準確性，這與投標者實際工地施工經驗有絕對關係，一般工資部份，設計單位預算價較廠商實際報價為低，其中主要有下列原因：

1. 設計單位在編列工資時，較不會考量施工環境困難度，一般都是依據材料整體金額，在參考材料材質特性，給予一個固定金額比例，多參考最近完成發包工程之預算比例。
2. 材料數量對設計單位較不被重視，其重視的是該項材料金額加總所換算出的工資價格比例，但對於投標廠商而言，材料數量是其換算工資比例之重要依據，同時參考圖說提供之施工條件難易度，例如高架作業要考慮搭架成本，還要額外增加於施工架下方傳遞材料之人力，故對於投標商而言，一般工資投標價，往往會高於預算價。
3. 設計單位於編列預算階段，有時會受限業主執行預算經額限制壓力，在不希望已完成之設計功能性有所折扣，在材料價格有價可詢的原因下，唯一可調整的便是預算書中所謂非材料項目，例如另料、工資…等，其中又因工資價格較大，亦較有調降空間，所以設計單位多會對工資進行調整，此方式亦加大預算與投標價工資價格差異，此種問題又以公共工程居多，因為公共工程執行預算壓力較私人民工程為大，因為私人投資工程執行預算追加方式，較公共工程有較大彈性及較多方式。

議價階段價格調整，原則會比投標價還要更低，訪談結果一般建議方式如下：

1. 因為整個標單最大二個項目便是材料與工資，操作方式便是將投標價及工資價格分別加總，取得一個比例(一般工資占材料總金額比例約 25%~30%)，再參考最近投標經驗之一般比例，作為降價金額比例參考。
2. 於數量核算過程，了解設計單位預算數量與實際數量差異比例，因為顧問在核算數量時，一般都會加上一些材料損耗比例(乘上 1.5~1.15 倍)，比例有高低差異，了解其相關材料損耗數量差異，可作為降價參考依據。
3. 在材料商統一報價方式之報價價格，一般在得標後議價過程，多有一成降價空間，約占材料總項目 50%，此部份預期降價空間，亦是降價參考之一。

以受訪者投標公共工程經驗，實際發包價會落在其投標價打八折，這

是較無法理解部分，為何得標者能以低於實際市場之價格來承包工程，其認為較合理解釋，為部分得標廠商，自己有製造或代理部份材料之能力，如此可降低一些施工成本，甚至此部份設備組裝工資都可全部刪除不計。

綜觀前述討論歸納結論，一般設計單位向材料供應商所尋得之預算價，約高於投標廠商詢價之報價一至二成，所以其編列之預算價，應該高於廠商投標價，但又因為設計單位，在工資與另料部份，因無正確的工率分析資料，經常參照材料價格之單項總價，乘上一比例做為工資或另料價格，故所編列之預算價格較投標廠商評估之價格為低，導致目前廠商投標之投標價格經常趨近於設計單位預算價格，在一般公共工程作業習慣，業主於訂定底標價格，多參考設計單位所提預算價調整至八折或九折左右，如此經常造成工程發包困難。故在目前預算價與投標價接近主要原因，一般可歸咎下列幾點：

1. 網路資訊發達，造成設計單位、投標單位及材料供應商，相互間資訊流通更佳便利，相對其間之價格差異及詢價時間愈加縮短。
2. 相關預算及投標計算軟體便利，減少過去因人工問題造成報價結果錯誤或時間上之延誤，故在計算軟體充分應用下，不論進行價格比對分析，或是總價調整，給予相關作業更大揮灑空間。
3. 相關單位經驗及能力提昇。
4. 因物價波動頻繁，導致投標廠商報價趨於保守，甚至依據詢價結果再加上物價波動風險係數，導致與預算價格更加趨近。

### 5.3 建築與機電工程估算法業差異比較

在常見的建築設計過程，首先是業主對於建築功能及用途之定義，其次是反映業主方的對於建築造型外觀所能造成的視覺感受期望，接著是決定建築空間用途及用途面積分佈比例及動線方向，待前述項目初步定案後，才會進入對各用途空間之主要設備及系統的選擇與配置，即是對系統架構檢討，唯業主多希望使用空間是以最大化方向檢討，而往往影響到機電系統選擇的結果，而合理的設備維護空間便經常被忽略，但對未來使用及維護便利性，便經常於驗收使用一段時間後，問題漸漸浮現，故建築與機電的設計規劃重點，並不全然相同，相對其成本估價方式亦

不盡相同，本節將依據訪談方式，就建築與機電工程成本估價方式差異，做差異性比較。

### 5.3.1 工程概算估價差異分析

依據個人工作經驗，在工程概算部分，估價方式差異性並不大，建築工程部分依施工項目為主要概算分項依據，而機電部分則多以系統架構進行分項，而概算價格依據仍同為參考過去完工之同類型工程之每單位面積價格為參考依據，再乘上相關區域面積後，算出各分項價格後進行加總，將可取得建築與機電工程概估造價（詳表 5-3『工程概算總表』）。

表 5-3 工程概算總表

工程名稱	OOO員工宿舍新建工程					943074	2005/12/28	
概況敘述	B2F~5F, H=25M RC構造	總樓地板面積(m <sup>2</sup> )	11490	總樓地板面積(坪)	3477	結構類別	員工宿舍	
項次	工程項目	數量說明	單位	數量	單價	複價	備註	造價比例
壹. 建築工程								
一. 結構體工程								
(一) 準備及假設工程	以樓地板面積計費用約為工程費3~5%	式	1.0		8,800,000.0	每坪約2,500元	4.38%	
(二) 挖土方工程		式	1.0		6,135,000.0	每坪約1,800元	3.05%	
(三) 鋼筋混凝土模板		式	1.0		88,257,500.0	每坪約25,400元	43.93%	
(四) 結構兼項工程		式	1.0		4,868,500.0	每坪約1,400元	2.42%	
	小計(一)~(四)				108,061,000.0	每坪約31,100元	53.79%	
二. 裝修工程								
(一) 防水隔熱材		式	1.0		4,046,200.0	每坪約1,200元	2.01%	
(二) 外牆材料		式	1.0		19,796,200.0	每坪約5,700元	9.85%	
(三) 間壁		式	1.0		14,014,300.0	每坪約4,000元	6.98%	
(四) 室內裝修		式	1.0		35,965,000.0	每坪約10,300元	17.90%	
(五) 室內門/窗		式	1.0		10,395,000.0	每坪約3,000元	5.17%	
(六) 其他兼項		式	1.0		8,629,000.0	每坪約2,500元	4.30%	
	小計(一)~(六)				92,845,700.0	每坪約26,700元	46.21%	
	小計(一+二)				200,906,700.0	每坪約57,800元	100.00%	
三. 建物拆除工程			式	1.0		1,916,000.0		
四. 電梯工程								
(一) 客梯(15人份, 60M/min, 7停)		部	1.0	1,386,000.0		1,386,000.0		
	小計					1,386,000.0		
五. 廉價景觀(含屋頂花園)		式	1.0			3,790,200.0		
	合計(一~五)					207,998,900.0	每坪約59,800元	
貳. 水電、空調工程								
一. 空氣工程		坪	3,477.0	6,500.0		22,600,500.0		
二. 給排水消防工程		坪	3,477.0	4,000.0		13,908,000.0		
三. 通電工程		坪	3,477.0	1,000.0		3,477,000.0		
四. 空調工程								
a. 地下室機械排, 通風		坪	1,028.0	2,000.0		2,056,000.0		
b. 空調系統(門廳, 交誼, 餐廳及員工育樂等空間)		坪	800.0	8,000.0		6,400,000.0		
c. 宿舍區分離式冷氣		間	124.0	50,000.0		6,200,000.0		
	合計(一~四)					54,641,500.0	每坪約15,700元	
	總計(壹+貳)					262,640,400.0	每坪約75,500元	

建築部份總表一般主要分項包含結構體工程、裝修工程、客貨電梯及

環境工程，如原建築基地內有建築物時，尚有拆除工程此一工項，機電部分系統分項，內容包括機電工程、給排水消防工程、弱電工程及空調工程。

而建築工程概算分析，也就是總表之下細項分析，如土方開挖項目，於數量說明欄中敘述採筏基明挖方式價格乘上 1.3 倍，此細項分析優點在於日後預算編時，最為概算與預算價格差異分析依據，可參考表 5-4 『建築工程概算細項分析表』。機電部分概算格式一般較不如建築嚴謹，雖然部分顧問會進行概算價格分析（如 5.1.1 節說明），但多不會表現於概算細項分析表中，分析原因應在於機電系統分項過細，以概算表單表現方式可能會產生誤導情況，故一般核算完造價時多仍以系統方式呈現，缺點為當預算超過原所提概算價格時，將無法明確對業主分析說明，故機電於概算估價時，會遇到此部分盲點。



表 5-4 建築工程概算細項分析表

項次	工程項目	數量說明	單位	數量	單價	總價	備註	造價比例
壹.	建築工程							
一.	結構體工程							
(一)	準備及鋼筋工程	以樓地板面積計費用約為工程費3~5%	式	1.0	3,800,000.0	每坪約2,500元	4.38%	
(二)	挖土方工程		式	1.0	6,135,000.0	每坪約1,800元	3.05%	
1	挖填土方(含運棄)	箇基面積計(明定X1.3倍)	㎡	17,680.0	347.0	6,135,000.0		
(三)	鋼筋混凝土模板		式	1.0	88,257,500.0	每坪約25,400元	43.93%	
1	2500psi 預拌混凝土		M3	268.0	2,079.0	557,200.0		
2	4000psi 預拌混凝土	結構比率0.5~0.8M3/m <sup>2</sup> 計	M3	7,842.0	2,426.0	19,024,700.0		
3	鋼筋	結構比率100~130Kg/m <sup>2</sup> 計	公噸	1,568.0	24,255.0	38,031,800.0		
4	模板	結構比率3.8~4.5m <sup>2</sup> /M3計	㎡	48,258.0	635.0	30,643,800.0		
(四)	結構兼項工程		式	1.0		4,368,500.0	每坪約1,400元	2.42%
1	放樣	以樓地板面積計	㎡	11,490.0	58.0	666,400.0		
2	鋼管腳架	地上層周長X高度計	㎡	4,765.0	185.0	881,500.0		
3	其他雜項	以樓地板面積計	㎡	11,490.0	289.0	3,320,600.0		
	小計(一)~(四)					108,061,000.0	每坪約31,100元	53.79%
二.	裝飾工程							
(一)	防水隔熱材		式	1.0		4,046,200.0	每坪約1,200元	2.01%
1	底基防潤層	一樓板面積X1.1	㎡	1,870.0	289.0	540,400.0		
2	地下室外牆防水層	一樓板面積X1.05	㎡	1,785.0	809.0	1,444,100.0		
2	屋頂防水隔熱層(含收頭)	一樓板面積X1.05	㎡	1,785.0	1,155.0	2,061,700.0		
(二)	外牆材料(CRC鑲貼磁磚)		式	1.0		19,796,200.0	每坪約5,700元	9.85%
1	RC外牆點磁磚	以外牆面積X0.7X1.1計	㎡	3,336.0	3,465.0	11,559,200.0		
2	鋁門窗	以外牆面積X0.3X1.1計	㎡	1,430.0	5,198.0	7,433,100.0		
3	雨庇	以外牆面積X0.02計	㎡	87.0	9,240.0	803,900.0		
(三)	隔間牆		式	1.0		14,014,300.0	每坪約4,000元	6.98%
1	雙面單層隔間牆	以總樓地板面積X0.8計	㎡	9,192.0	1,386.0	12,740,100.0		
2	單面單層隔間牆	以總樓地板面積X0.12計	㎡	1,379.0	924.0	1,274,200.0		
(四)	室內裝修		式	1.0		35,965,000.0	每坪約10,300元	17.90%
1	平頂	以總樓板面積X1.3X1.05計	㎡	15,684.0	485.0	7,606,700.0		
2	牆面	以外牆+輕隔間面積*2*X1.05計	㎡	28,741.0	554.0	15,922,500.0		
3	踢腳	以牆面面積/3.5X0.8計	M	6,569.0	116.0	762,000.0		
4	地坪	以總樓板面積計	㎡	11,490.0	1,016.0	11,673,800.0		
(五)	室內門/窗		式	1.0		10,395,000.0	每坪約3,000元	5.17%
1	木門		樘	300.0	11,550.0	3,465,000.0		
2	鋼標門		樘	120.0	43,890.0	5,266,800.0		
3	鐵捲門		樘	12.0	138,600.0	1,663,200.0		
(六)	其他雜項		式	1.0		8,629,000.0	每坪約2,500元	4.30%
1	其他雜項	以樓地板面積計	㎡	11,490.0	751.0	8,629,000.0		
	小計(一)~(六)					92,845,700.0	每坪約26,700元	46.21%
	小計(一+二)					200,906,700.0	每坪約57,800元	100.00%
三.	建物拆除工程		式	1.0		1,916,000.0		
(一)	原建物拆除及運棄(4F)		㎡	1,500.0	751.0	1,126,500.0		
(二)	原鐵皮屋拆除及運棄(1F)		㎡	900.0	347.0	312,300.0		
(三)	原基地PC路面拆除及運棄		㎡	1,200.0	231.0	277,200.0		
(四)	基地雜物拆除或遷移	(含喬灌木)	式	1.0	200,000.0	200,000.0		
	小計					1,916,000.0		
四.	電梯工程		式	1.0		1,386,000.0		
(一)	客梯(15人份,60M/min,7層)		部	1.0	1,386,000.0	1,386,000.0		
	小計					1,386,000.0		
五.	環境景觀(含屋頂花園)		式	1.0		3,790,200.0		
(一)	鋪面	(基地)建物面積X0.5	㎡	665.0	1,155.0	768,100.0		
(二)	草皮(含喬灌木)	(基地)建物面積X0.5	㎡	665.0	924.0	614,500.0		
(三)	排水系統(含陰井)	地上層周長X1.1	M	253.0	6,990.0	1,753,300.0		
(四)	屋頂空中花園		㎡	250.0	2,310.0	577,500.0		
(五)	外構系統	(基地)建物面積X0.1	㎡	66.5	1,155.0	76,800.0		
	小計					3,790,200.0		
	合計(一~五)					207,998,900.0	每坪約59,800元	

### 5.3.2 工程預算估價差異分析

有關建築預算與機電預算估價之差異性，應可分為下列幾點說明：

#### 一、總表分項方式

與工程概算編列方式相同，建築工程部分依施工項目為主要概算分項依據，而機電部分則多以系統架構進行分項，此部分表現方式差異，完全是因為建築與機電工程施工特性差異所產生，建築工程有多數材料如鋼筋及混凝土等，數量龐大，其單位多以噸或立方米為主，而前述工項材料並無系統特性，仍以施工方式為依據，屬於結構工程之分項，但在機電工程便無此種類似項目，機電除了主要重型設備外，零星項目繁多，而多以系統功能性為主，故預算表達方式仍必須以系統為主軸，否則將造成預算項目凌亂情況發生。

#### 二、預算書項目表現方式

建築工程未配合其施工特性分項方式，於各工程項目，皆提供單價分析表，詳列各施工單項所包含之內容項目，例如以門窗工程（此項目便是明確以施工材料特性進行分項），其單價分析表列如門框材質、門鎖型式材質、鉸鏈型式材質、門板規格及材質等，明確說明第幾號門所包含組成細節及數量，亦包含相關另料與工資等費用；而機電工程預算書格式並無建築工程預算書中之單價分析內容（詳第三章說明），單就重要設備之相關細項，包括材質、零配件及功能性標準，多惠於途說或規範書中交代，故廠商於投標機電工程時，不能僅憑標單說明投標，仍須參考規範書中有關設備規格之相關規定（詳表 5-5『避雷針技術規範表』）。

表 5-5 避雷針技術規範表

**8. 避雷針技術規範**

**8.1 功能**

避雷系統利用吸收反射式避雷系統原理，及應用自然界物理現象→中和、吸收、反射等作用來完成計雷；使雲層電荷與避雷設備形成一種雲層內部溫和的能量互換，將電荷均勻佈於雲層內，防止電荷過於集中，降低雷擊之形成。

**8.2 組件**

8.2.1 避雷系統主體設備，係由保護頭接地極棒組成。

8.2.2 保護頭：為半圓形內有石英晶體，不鏽鋼球罩與塑膠板組成。

8.2.3 接地極棒：優良導電性銅棒或銅板，接地電阻 $\leq 10\Omega$ 。

8.2.4 吸收反射式避雷針保護半徑 100 公尺。

**8.3 技術要求**

8.3.1 接地極：

8.3.1.1 接地棒應埋設於建築物基地之四周，且埋設深度應在大底一公尺以下，其與接地極交接處應以銅粉模鑄焊連接(CAD WELD)。

8.3.1.2 接地極之連接地採用裸銅線，其相接處，以 CAD WELD 連接。

8.3.1.3 接地極電阻，在埋設回填前，即應測量；若電阻值未低於 10 歐姆時，應增設接地棒或接地網以達到標準。

8.3.1.4 接地極引接至端子箱之接地線，於垂直引上部份，經切斷後以 CAD WELD 熔接作止水處理後，穿入 PVC 管內，再引接至接地端子箱。

8.3.2 接地引下導線：

8.3.2.1 每一接地引下線，需連接於接地測試箱內，測試箱內之固定座採電木板，連接片採銅排，螺栓採用不鏽鋼製。

8.3.2.2 每一接地引下線須連接一接地極，且接地極之位置儘量靠近接地引線。導線須為無接點。

8.3.2.3 接地裸銅線線徑詳圖面。

8.3.2.4 接地電阻小於  $10\Omega$ 。

8.3.2.5 接地導線儘量取直，若有彎曲，弧長不得小於 20 公分。

8.3.2.6 接地導體週圍一公尺內金屬設施應加以接地通訊及其它電氣線路應遠離 2.5 公尺以上。

8.3.3 避雷針之安裝：

8.3.3.1 避雷針須附支持基座，牢固安裝於屋頂上如圖示，基座固定於屋頂層之混凝土台上，必須作防水處理，基座固定架及其零附件須為 SUS-304 不鏽鋼材質。

8.3.3.2 電避雷針必須通過國際電力檢驗所耐電流測試 110KA。

8.3.3.3 電避雷針應裝置於全區保護範圍內之最高點，若有其它設備(如天線、冷卻水塔或金屬設施等)電避雷針主體部份皆須比其它設備高出至少 1 公尺以上。

**8.4 現場檢驗與測試**

8.4.1 本工程各項設備須按規範內容標準實施檢驗及測試。

8.4.2 檢驗與測試

8.4.2.1 檢驗與測試時就規範標準與施工圖所要求送一核對設備之種類與數量。

8.4.2.2 外觀及性能檢驗應符合設備規範及合約所列之項目。

**8.5 竣工驗收**

8.5.1 得標商應於完工驗收前，繳交除接地極棒外之下列文件：

8.5.1.1 原廠進口文件。

8.5.1.2 原產國避雷協會證明文件。

8.5.1.3 保固書。

8.5.1.4 測試報告。

**8.6 一般規定事項**

8.6.1 供應商須為國內總代理或總代理授權之經銷商，並於送審時出具證明，以確保該設備之品質、維修零件與維修技術支援。

8.6.2 本避雷系統之保固期間，為自驗收之日起壹年，其間在正常使用情形下各項避雷裝或組件若有損壞之組件更換，保固期間內之維修費完全由承包商負擔。

【資料來源：潘冀聯合建築師事務所機電工程規範，2005】

### 三、工資及雜項表現方式

此部份建築與機電工成估算方式差異較小，所有工資及雜項部份價格估算方式，皆以過去發包或完工之統計價格比例為參考依據，但建築預算之相關工資及雜項部份，一般分配於各施工項目之單價分析之中，此部分與機電工程預算放在各工項材料之後不同，但價格估算本質完全一致。



## 第六章 結論建議與未來繼續研究之方向

### 6.1 結論與建議

在不同設計組織架構下，經由 SWOT 分析結果了解，的確會影響機電設計成果，亦包含成本估算結果，業主必須衡量本身工程專業條件，以此為基礎決定最佳的設計組織架構，在工程技術委外管理過程中，需慎選工程團隊領導，其有可能是業主本身的工程部門，也有可能是工程管理顧問公司，也有可能是建築師，工程團隊領導影響工程成敗與否，唯有在具專業能力及豐富經驗的單位領導下，才可能完整及正確呈現機電規劃的合理成本，提升機電工程品質。在此部分建議，有下列幾點：

- (1) 工程規模不大，無特殊使用需求條件下，建議業主可選擇建築師統合整體設計，就整體工程成本作有效分配，對機電成本估算正確性，有較佳結果。
- (2) 工程用途特殊，工程規模較大情況條件下，業方可選擇具專業性之工程顧問團隊負責整合設計，雖增加部份工程投資成本，但可得到較佳設計造價分配結果。
- (3) 如業主有經常性的工程在推動，業方可由公司組成工程領導團隊，對於工程設計結果正確性與系統適切性，會得到較佳投資成本控制。

正確的造價估算流程，絕對有助於估算結果正確性。充分的估算作業時間，及足夠的工程案例價格分析參考，首先對工程概算準確性有絕對幫助，業主方資金運用正確性及靈活度有正面效果，較不易造成細部設計完成後，因預算金額超過預期投資成本，而需重新調整設計內容，造成發包時程延誤，或需於短期內重新調整或檢討資金計劃。在概算估算流程，本研究建議採用圖 5-3 機電工程概算編列模式二流程圖進行，於成本估算初期投入較高的規劃成本，針對使用需求有較明確的價格基準，雖然花費較多的作業時間，但得到較為正確的工程估價結果參考，對整體設計進度掌控，幫助極大。

依據過去完成工程個案分析結果，在一般工程類型，機電占總工程造價比例，約在 15%~30% 之間，除非在特殊用途工程（如生物研究實驗室）

或科技廠房工程，因機電設計要求標準較高，或工程範圍及規模較大條件下，有機會接近 50% 範圍，但最重要仍是看使用者需求標準。物價波動並不會造成建築及機電造價比例太多變化，因為物價波動影響應是全面性的，並不限於建築或機電工程。此部份研究結果，可做為工程概算檢討之參考依據，在設計單位依據每坪經驗造價核算完概算總價時，將其機電價格與總工造價比例進行確認，有助於機電概算正確性，減少業主資金運用風險。

設計單位所提工程預算，與廠商投標金額差距日益減少，依據訪談結果了解，其主因應在於目前資訊流通迅速及計算軟體方便所致，另一方面，工程預算一般在材料部分，多高於投標價格，但在工資部分，往往低於投標價，在總價上形成一種平衡，加上近幾年物價波動，造成投標廠商投標價格趨於保守，使價格差距更小，甚至發生投標價超過預算金額情況，在此次研究結果，建議業主以較保守態度訂定工程底價，並適度調整過去一些工程發包習慣及觀念，而設計單位必須更慎重處理估算流程中各個細節，以避免造成工程發包困擾。

## 6.2 未來繼續研究之方向

在此研究結果，仍有許多未盡完備之處，應有後續可繼續投入研究分析之議題，主要建議方向如下：

### 1. 在設計組織影響機電成本估算成因部分：

可增加建築與機電造價比例分析比較之項目，對於各案例之設計組織形態進行分類，再就分類結果所產生之造價比例差異，進行統計分析，以加強印證設計組織影響確實會影響工程估算結果之論點。

### 2. 建築與機電造價比例分析部分：

增加工程案例之樣本數，由較多的工程樣本，強化造價比例統計結果之參考價值。另可增加對工程案例樣本之工程背景進行蒐集及整理，應可協助相關研究之參考或發展新的研究方向。

## 參考文獻

1. 林天文，『建築營造與估價程』，大行出版社，台南，民國七十二年。
2. 洪憶萬，『建築工程估價學』，大中國圖書公司，台北，民國六十九年。
3. 黃政勇等，『施工估價實習』，大中國圖書公司，台北，民國七十八年。
4. 林秉毅，『工程專案生命週期成本估價方法之探討』，國立交通大學，碩士論文，民國九十三年。
5. 楊世欽，營建管理技術手冊，淑馨出版社，台北，民國八十七年。
6. 鄭正光，『工程估價實務與資訊之連結』，財團法人中華顧問工程司，台北，民國九十一年。
7. 郭榮欽，『工程估價 EXCEL 應用』，全華科技圖書股份有限公司，台北，民國九十三年。
8. 郭炳煌，『以統計方法與類神經網路模式預估工程直接成本之研究』，國立高雄第一科技大學碩士論文，民國九十一年。
9. 行政院公共工程委員會，『各機關辦理公有建築物作業手冊』，台北，民國九十年十二月。
10. 行政院公共工程委員會，『政府公共工程計劃與經費審議作業要點』，台北，民國九十二年五月。
11. 鄭信義，『水電空調工程估價實務』，永大書局，台北，民國八十三年。
12. 陳志泰，『水電工程估價實務』，詹氏書局，台北，民國八十五年。