

# 國立交通大學

工學院專班工程技術與管理學程

碩士論文

高科技廠房於規劃設計階段成本管理之探討

Investigations of Cost Management in  
the Planning and Design Phases of High-Tech Fab



研究生：蘇怡樵

指導教授：黃世昌 博士

中華民國九十七年六月

高科技廠房於規劃設計階段成本管理之探討

Investigations of Cost Management in  
the Planning and Design Phases of High-Tech Fab

研 究 生：蘇怡樵  
指 導 教 授：黃世昌

Student : Yi-Chyau Su  
Advisor : Dr. Shyh-Chang Huang

國 立 交 通 大 學

工學院專班工程技術與管理學程

碩 士 論 文



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 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年六月

# 高科技廠房於規劃設計階段成本管理之探討

研 究 生：蘇怡樵

指導教授：黃世昌 博士

國立交通大學工學院碩士在職專班工程技術與管理學程

## 中文摘要

工程專案成本之控制為整個工程專案的重點管理項目，因為如何在有限的預算經費中，有效率的控制專案成本，並順利完成工程，是專案管理人員的最終目標。雖然規劃設計階段成本管理為爾後營建作業的執行依據，但工程專案人員在進行規劃作業時，常因工作的職別不同(設計單位、主承包商、顧問、業主)或因使用性(生產設備與製程)的不同而對其所決定的會有所差異。該如何規劃討論出最合理的成本乃是專案管理人員所應關心的重要課題。

回顧國、內外文獻與成本相關教科書較少對上述問題進行深入之案例分析與探討。過去科技廠房的研究大都偏向進度、品質、營運管理與型式層面，關於造價管理的研究較少。廠房工程為複雜大型之工程，其所牽涉的層面與涵蓋範圍金額漸龐大，在規劃設計階段亟需討論與分析清楚。本研究透過問卷調查與實際案例資料分析，對工程規劃設計階段成本管理課題作一初步的探討。

根據本研究所建構的規劃設計階段造價管理架構，經問卷調查共可歸納出 11 項關鍵項目，其中又以柱位柱距、結構系統、建築用途系數 I 值與地震係數、樓層與樓高、建築物尺寸最為關鍵。本研究另依據評估項目，結合訪談記錄與實際案例分析結果作分項重點說明，以提供未來規劃設計階段造價管理所需的決策參考，並可供教育訓練使用。

關鍵字：高科技廠房、潔淨室、成本管理

# **Investigations of Cost Management in the Planning and Design Phases of High-Tech Fab**

**Student : Yi-Chyau Su**

**Advisors : Dr. Shyh-Chang Huang**

Master Degree Program of Construction Technology and Management College of Engineering  
National Chiao Tung University

## **ABSTRACT**

Cost control is one of the key items of project management of building construction. To control the cost effectively and finish the construction successfully within limited budget is the ultimate goal of project management. The building cost control in planning and design stages are the basis of future construction operation; however, the decisions made by project managers are often different due to the different background of professions ( designer, general contractor, consultants and owner), or the differences of usages, such as facilities and process of manufacture. Therefore, planning of concluding the most reasonable cost shall be one of the most concerned subjects for project manager.

The documentation and textbooks relate to cost control rarely have in depth case analysis and investigation retrospectively to the subject above. Also, the research of high-tech fab often focus on the schedule, quality, and management or styles of operation, and rarely in the field of cost management. The construction of fab is big and complicated respectively, and its interface and budget grows immensely. It is important to discuss and analyze thoroughly during planning stage. This research is to study the issues of cost management in planning and design stages by collecting and analyzing interviews and actual cases.

There are 11 key items of cost management in planning and design stage respectively, according to the hierarchies of cost management in planning and design stage established in this research. Among them, the column spacing, structure system, the I coefficient of structure design and earthquake variable, the number of floors and floor height, the size of building are the most important factors. This research illustrates the analysis of the interviews and case studies, based on the evaluation items, and with anticipation, can be used as reference of project management in planning and design stage in professional practice as well as in training and education.

**Keywords : Hi-Tech FAB , Cleanroom , Cost control , Cost Management**

## 誌謝

本論文研究當中，承蒙恩師 黃世昌教授認真踏實、態度嚴謹的悉心指導，舉凡論文之研究方向、文獻資料探討、論文架構、思考邏輯、修改完稿之時，無一不蒙受指導教授全力幫助與指導，使學生獲益良多，在此僅向指導教授致上最高致意與謝忱。

也要感謝口試委員 王維志教授與 楊智斌教授提供本論文諸多獨到的修改與建議，使本論文整體上能更臻完善。

論文撰寫時期，感謝諸多提供問卷調查與訪談的建廠人員及事務所建築師、上司、同事、同儕、技術顧問公司等專家大力的協助與幫忙，不吝惜地給予許多寶貴的經驗、資料與想法，促使論文得以如期完成。受限於篇幅，未能逐一道名，僅在此向大家表示十二萬分的謝意。

最後感謝近年來曾經協助、支持、鼓勵、關懷過我的內人美珍與家人及仕祺等親朋好友，在我利用工作之餘念書的這段時間協助，感謝有您們的勉勵，得以順利完成學業。



蘇怡樵 謹誌

2008 年 7 月於風城

# 目錄

中文摘要	i
ABSTRACT	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	vii
圖目錄	viii
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究方法與目的	1
1.3 研究範圍	1
1.4 研究流程與架構	2
1.4.1 研究流程	2
1.4.2 研究架構	3
第二章 文獻回顧	4
2.1 台灣高科技產業之發展	4
2.1.1 北部科學園區現況	5
2.1.2 中部科學園區現況	5
2.1.3 南部科學園區現況	5
2.2 高科技廠房之定義與特性	6
2.3 高科技廠房類型與微振	9
2.3.1 半導體製程廠房(晶圓廠)	10
2.3.2 TFT-LCD 面板製程廠房	13
2.3.3 科技廠房微振管理	19
2.4 建廠成本影響因子	20
2.4.1 設計階段對成本之影響	20
2.4.2 科技廠房於設計階段工程成本探討	21
2.4.3 建築物構造型式對成本之影響	22
2.4.4 設計時間及工期對成本之影響	22
第三章 問卷調查與訪談成果	25
3.1 規劃設計階段議題之建立	25
3.2 問卷設計與分析方法	28
3.3 問卷施測	28
3.4 訪談	30
3.4.1 柱位柱距	31
3.4.2 結構系統	32

3.4.3	建築用途係數 I 值與地震係數	35
3.4.4	樓層與樓高	35
3.4.5	建築物尺寸	36
3.4.6	土地使用強度	37
3.4.7	桁架 TRUSS 與中間柱位置	37
3.4.8	微振需求	38
3.4.9	基礎底版	39
3.4.10	回風樓版(混凝土構造或密集鋼樑)	40
3.4.11	外牆系統	41
3.4.12	格子樑模板型式	42
3.4.13	高架地版	42
3.4.14	裝修材料	42
3.4.15	防火漆	42
3.5	小結	43
第四章	資料分析與結果檢討	45
4.1	成本影響因子分析	45
4.1.1	柱距與微振需求比較	45
4.1.2	主結構系統方面	46
4.1.3	建築用途係數 I 值與地震係數	46
4.1.4	結構體型式	48
4.1.5	潔淨室之桁架中間柱比較	49
4.1.6	TRUSS 系統方面	50
4.1.7	潔淨室之桁架與回風層規劃模式比較	50
4.1.8	潔淨室之桁架規劃模式比較	52
4.1.9	格子樑與微振需求比較	54
4.1.10	潔淨室之回風層樓版規劃模式比較	56
4.1.11	格子樑模具需求比較	57
4.2	課題檢討	58
4.2.1	TFT 廠房成本差異	58
4.2.2	潔淨室區結構系統因子關聯性	60
4.4.3	廠房規劃設計團隊之現況發現	62
4.4.4	規劃設計策略對成本之影響	63
第五章	結論與建議	65
5.1	研究結論	65
5.2	研究貢獻	69
5.3	研究限制與建議	69
參考文獻		71
附錄一 問卷		74

附錄二 問卷統計總表 .....	76
附錄三 碩士論文口試評語及意見紀錄表 .....	77





## 表目錄

表 2.1	高科技工業發展史	4
表 2.2	國內三大科學工業園區差異比較表	6
表 2.3	高科技廠房定義之一覽表	7
表 2.4	科技廠房結構系統特性分類表	9
表 2.5	科技廠房主廠房建築型式分類評估表	21
表 2.6	不同構造型式建築物每單位造價上的差異表	23
表 2.7	台灣高科技廠房設計與施工時程案例彙整表	24
表 3.1	規劃階段作業表	25
表 3.2	設計階段作業表	26
表 3.3	科技廠房規劃項目表	27
表 3.4	工程成本影響性平均表	29
表 3.5	訪談內容概要表	30
表 3.6	預鑄工法與傳統工法比較說明表	34
表 3.7	普通鋼架結構與韌性消能斜撐比較說明表	34
表 3.8	各種結構型式之優缺點比較表	40
表 3.9	鋼結構建築外牆系統比較表	41
表 3.10	降低成本主要因子影響表	43
表 4.1	柱距與版厚對造價影響性比較表	46
表 4.2	主要項目造價百分比列表	46
表 4.3	用途係數 I 值與增加結構體造價成本之比例表	47
表 4.4	地震設計系數值 G 值與造價相關比較表	47
表 4.5	鋼結構組立位置比較表	48
表 4.6	TRUSS 之規劃檢討表	50
表 4.7	利用 TRUSS 回風層說明表單	51
表 4.8	TFT 廠房回風樓板構造系統比較表	56
表 4.9	潔淨室之迴風樓板格子樑模具各種不同型式之比較表	57
表 4.10	TFT 廠房成本差異比較表	58
表 4.10	TFT 廠房成本差異比較表(續一)	59
表 4.10	TFT 廠房成本差異比較表(續二)	60
表 4.11	廠房結構體於潔淨室區主要影響因子關聯表	61

# 圖目錄

圖 1-1 研究範圍 .....	2
圖 1-2 研究流程圖 .....	2
圖 2-1 半導體製程廠房平面圖 .....	11
圖 2-2 半導體製程廠房橫剖面圖 .....	12
圖 2-3 半導體製程廠房長向剖面圖 .....	12
圖 2-4 面板製程廠房平面圖 .....	15
圖 2-5 面板製程廠房橫剖面圖 .....	15
圖 2-6 面板製程廠房長向剖面圖 .....	15
圖 2-7 面板製程 (ARRAY) 廠房平面圖 .....	16
圖 2-8 面板製程 (ARRAY) 廠房橫剖面圖 .....	16
圖 2-9 面板製程 (ARRAY) 廠房長向剖面圖 .....	16
圖 2-10 面板製程 (CELL) 廠房平面圖 .....	17
圖 2-11 面板製程 (CELL) 廠房橫剖面圖 .....	17
圖 2-12 面板製程 (CELL) 廠房長向剖面圖 .....	17
圖 2-13 面板製程 (ARRAY+CELL) 廠房平面圖 .....	18
圖 2-14 面板製程 (ARRAY+CELL) 廠房橫剖面圖 .....	18
圖 2-15 面板製程 (ARRAY+CELL) 廠房長向剖面圖 .....	18
圖 2-16 通用振動標準圖 .....	19
圖 3-1 受訪者參與建廠工程造价統計圖 .....	28
圖 3-2 受訪者年齡分布統計圖 .....	28
圖 3-3 柱距比較圖 .....	32
圖 4-1 鋼結構組立位置比較圖 .....	49
圖 4-2 桁架中間柱比較圖 .....	49
圖 4-3 桁架與回風層規劃模式比較圖 .....	51
圖 4-4 潔淨室之桁架規劃模式比較圖 .....	52
圖 4-5 桁架 (Truss) 下弦水平橫樑數量比較圖 (1) .....	53
圖 4-6 桁架 (Truss) 下弦水平橫樑數量比較圖 (2) .....	54
圖 4-7 Waffle 厚度方案比較圖 .....	55
圖 4-8 潔淨室格子樑樓版系統比較圖 .....	55

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

工程專案成本之控制為整個工程專案的重點管理項目，因為如何在有限的預算經費中，有效率的控制專案成本，並順利完成工程，是工程專案管理人員的最終目標。面對越來越多專業工程的產生，許多控制成本的方式因應而生，有針對營建材料價格、工程專利、工程施工法等項目作為成本控制之手段，亦有針對縮短工期之方式以降低成本做為研究探討，除此之外，亦探討以發包模式以減少界面的處理，縮短了整個工程專案推動的時程。

設計工作在工程專案中，若以合約金額來看，可能僅佔一小部分，但工作之重要性卻關係著工程的成敗。依公有建物委託建築師規劃設計監造酬金標準顯示，規劃設計費約佔總工程費用1.54%—3.85%，但卻決定了其餘 97%工程費用之工作，可見設計工作關係著整個專案的成敗。有很多影響工程功能、品質、工期與成本甚至安全之重要決策，便是在設計階段已決定的。此階段除須達成工程目標之適當設計外，其設計品質之良窳對工程目標之影響更是深遠。潘清吉（1997）分析先進國家工程瑕疵原因結果中發現，在日本，所有造成工程瑕疵的原因中，設計錯誤即佔了33%；在美國更有高達79%的工程瑕疵是設計錯誤所造成，足見設計階段確實相當重要。

本研究著重於當工程主辦單位執行建廠專案時，從規劃起便要思考若要達成專案之目標，在履約的過程中設計工作如何以最節省工程經費的設計方式進行，才能降低工程造價與發揮效益。故業主與規劃設計單位如何在執行專案時選擇較佳且可行的設計方案，才能得到較為經濟的設計結果，乃是本研究的動機所在。

## 1.2 研究方法與目的

本研究將經由文獻蒐集及案例研討，並透過專家深度訪談法與問卷調查，後以歸納方法整理與分析，列出科技廠房建廠專案在規劃設計階段過程中，可降低造價之關鍵影響因子及供判斷的內容分析，以提供建廠相關人員未來推動廠房興建時，成本管理策略參考。本研究採用歸納的方式符合目前於業界較常因工程經驗累積後，決策之思考邏輯與影響主要因素，以作為本研究的論證基礎而採用的方法。

## 1.3 研究範圍

本研究選用國內不同類別的高科技廠房新建工程專案進行研究，透過專家訪談及現況調查整理，以管理者的角度探討在建廠專案的執行過程中有關設計的問題，從招標前準備階段的初步規劃作業、到履約階段的細部設計作業如圖 1-1。

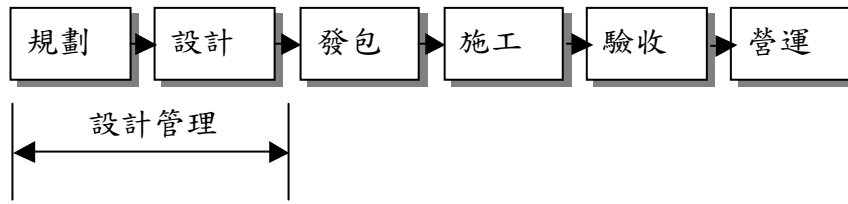


圖 1-1 研究範圍

## 1.4 研究流程與架構

### 1.4.1 研究流程

研究流程如圖1-2所示：

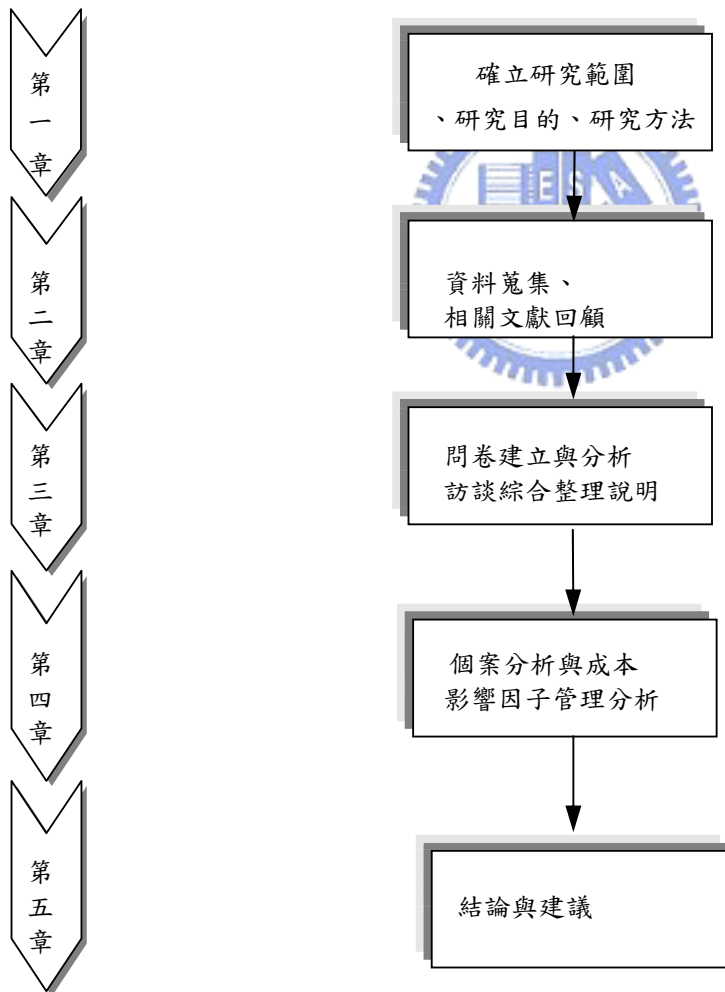


圖1-2 研究流程圖

## 1.4.2 研究架構

研究架構共分為五章分述如下：

### 第一章 緒論

說明本研究之研究背景與動機、研究方法與目的、研究範圍、研究流程與架構，作為研究進行之準則。

### 第二章 文獻回顧

蒐集相關文獻以了解高科技產業之發展、高科技廠房之定義與特性、建廠成本影響因子等課題。

### 第三章 問卷調查與訪談結果

依據相關文獻與廠房規劃設計項目，歸納出規劃設計階段降低成本所需考量之影響因子，並進行問卷調查與深度訪談，並依各成本（造價）影響因子分別綜合整理說明。

### 第四章 資料分析與結果檢討

依據問卷調查及專家訪談內容，並佐以部份實例，綜合分析建廠設計階段成本管理相關議題。

### 第五章 結論與建議

依據分析結果，提出未來規劃設計階段造價管理所需的檢核方向以供決策參考，並就研究過程中的限制及未來後續可能的研究方向提出建議。



## 第二章 文獻回顧

### 2.1 台灣高科技產業之發展

台灣經濟發展史與其他先進國家的經濟發展過程大致相同，初級經濟時期以農業為主，隨著國民所得的提高，工商、服務比重亦逐漸增加，產業結構因此而改變。在經濟計畫實施前，台灣農業佔產業結構的比重為32.28%，工業僅21.33%。1953年開始，政府實施第一期的四年經建計畫，對發展台灣工業進行有系統的建設，包括對民生工業進口替代階段，運用關稅、外匯與利率等工具，培植民生工業；出口擴張獎勵投資條例的擬訂，以及扶植民營紡織工業成為未來外銷的主力。在台灣進行經建計畫之後，快速帶動了產業結構的轉變。我國高科技工業之發展啟蒙自六〇年代始，一直持續蓬勃發展至目前新竹科學工業科學園區、中部科學工業園區、南部科學工業園區、路竹科學工業園區等規模，是為舉世聞名的經濟奇蹟。我國整個高科技工業之發展史，如下表 2.1 所示：

表2.1 高科技工業發展史

年代	發展史
1960	跨國公司來台設立封裝工廠，國立交通大學首先進行半導體研究。
1970	工研院電子所成立，引進技術；大量半導體相關技術研究、專業人才培育。
1980	工研院衍生成立聯電；矽谷華人返國投資開發；世界第一家純晶圓代工公司（台灣積體電路公司；TSMC）；IC 設計公司及晶圓廠陸續成立。
1990	工研院研發次微米計畫成功；8吋晶圓廠投資熱潮；D-RAM 及晶圓代工生產技術臻至世界水平。

資料來源：王明信（2004年）

（新竹科學園區管理局網頁）至目前竹科在IC製造、IC設計、IC代工、光電元件、光通訊元件的產值是全台第一，其中，IC代工的產值約佔全球73%，是全球第1。IC設計的產值約佔全球26%，是全球第2，IC製造的產值約佔全球7%，是全球第4。而通訊和光電產業呈現爆炸性的成長，在短短數年之間，WLAN產業表現位居全球第1、Xds1用戶端設備為全球第2、大尺寸TFT-LCD產值亦位居全球第2，效益非常驚人。

截至2003年底的統計，竹科園區內共有413家廠商，主要產業類別包含積體電路、電腦及周邊、通訊、光電、精密機械、生物科技等6大產業。在科技發展趨勢方面，目

前園區的產業發展特色仍以半導體產業為發展大宗，其次是光電產業，此兩項產業未來勢必繼續主導園區產業的發展，並在國內扮演龍頭的角色。

展望未來，台灣科學園區之開發與營運模式，主要有兩大方向，一是持續扮演我國高科技產業的推手角色，二是持續努力落實科技與人文並重的發展策略，將「創新」的概念注入高科技產業發展藍圖中。產業發展方面的幾項重要方針臚列如下：(1) 產業發展以半導體及光電產業為發展重點。(2) 產業引進以研發創新、高附加價值、高技術密集、低污染及反映市場機制為主。(3) 加強人才及技術引進，促成區域化及複合化發展，以利產業技術之培育。(4) 鼓勵產業研發與創新，積極培育知識型產業發展。(中央通訊社報導)

### 2.1.1 北部科學園區現況

(新竹科學園區管理局網頁)自69年12月15日設立的新竹科學工業園區是台灣第一個科學園區，設立以來即以塑造高品質的高科技產業發展基地為宗旨，至92年止，園區內共設立 413家高科技公司，大部分是半導體、電腦、通訊、光電等電子產業。經過多年的努力，新竹科學工業園區已成為世界上發展成功的科學園區之一，不僅吸引眾多國內外貴賓及媒體來訪，也成為經濟學及城鄉發展學者探討的範例。



### 2.1.2 中部科學園區現況

中部科學工業園區包括台中縣、市與雲林縣虎尾園區，計畫開發面積分別為413公頃與97公頃，自91年9月奉行政院核定成立後，由於具備自然與人文環境條件上的充沛資源，在政策上亦獲得政府全力支持，是以，具備先決條件之優勢，廠商進駐踴躍，且因成功引進友達等國際級旗艦大廠進駐，成功帶動中下游廠商、甚至外商亦積極申請進駐，致土地供不應求，開發至今已邁入第三期擴建，開發期程為92年至101年，內容包括：(1)台中園區413公頃(一期331公頃、二期82公頃)用地取得與開發。(2)虎尾園區97公頃用地取得與開發。(3)后里園區(中科三期)246公頃用地取得與開發(如含聯絡道路255公頃)。


### 2.1.3 南部科學園區現況

南部科學工業園區範圍包括台南園區、高雄園區及高雄生物科技園區；台南園區位於台南縣新市、善化及安定三鄉鎮之間，面積1,038公頃；高雄園區位於高雄縣路竹、岡山及永安三鄉鎮之間，面積570公頃，高雄生物科技園區位於高雄市楠梓區，面積約8.4884公頃。

南部科學園區自85年開始設立並於92年1月25日升格成立「南部科學工業園區管理局」。89年經濟景氣蓬勃時，台南園區一期可供建廠用地80%以上均已出租完畢，後續租地需求不斷湧進，為因應半導體與薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)產業建廠所需大區塊建廠用地，以承接景氣，行政院於89年5月同意由原台糖公司於高雄縣路竹地區開發之智慧型工業園區作為南科路竹園區用地，並於90年4月6日核定。路竹園區於93年7月27日更名為高雄園區。又為配合國家「加強生物技術產業推動方案」及產業發展趨勢，高雄市政府積極爭取生技園區落腳高雄，經行政院93年5月17日函示擇定於高雄市楠梓區之行政院退輔會所屬土地設置「高雄生物科技園區」，並由國科會依據「科學工業園區設置管理條例」開發營運，列為南科基地之一，行政院並於94年1月20日原則同意「高雄生物科技園區籌設計畫」。

綜上所述，至96年底國內三大主要科學工業園區與八個衛星科學園區相關屬性及其差異性彙整如下表：

表2.2 國內三大科學工業園區差異比較表

	新竹科學園區	南部科學園區	中部科學園區	備註
區位	北部	 南部	中部	廠址、工址、水電供應、交通運輸、產業聚落、技術支援、天候、人力、原物料成本及取得速度、震害、聚落效應
成立時間	1980年	1996年	2003年	
產業特性	六大高科技產業	六大高科技產業	六大高科技產業	產業聚落
開發面積	合計約1400公頃	合計約1600公頃	合計約770公頃	共約3700公頃
所屬機關	竹科管理局	南科管理局	中科管理局	
上級機關	行政院國科會	行政院國科會	行政院國科會	
區域範圍	新竹、竹南、銅鑼、龍潭、生醫、宜蘭	台南新市、安定、善化、高雄路竹	台中、虎尾、后里	
地質狀況	卵礫層	砂質層	卵礫層	

## 2.2 高科技廠房之定義與特性

許多的專家學者與研究者以各自不同的建廠經驗與思考觀點，對高科技廠房做了不同的解釋與詮釋。張書萍(2001)綜合許多專家學者意見後，提出對於高科技廠辦概述性之定義：「廠房中所生產的產品其高科技含量較高，或製程需用較多高科技專業知識或專業技術，而製程中需較多高科技技術或設備，且周邊環境的控制條件亦較高」。張書萍(2001)將高科技廠房的定義歸納彙整如下表2.3：



表 2.3 高科技廠房定義之一覽表

高科技廠房之定義	
一、營建施工要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工程難度高、精準度高、規劃設計較為完整。</li> <li>2. 施工廠商多、介面複雜、為多介面整合工作。</li> <li>3. 以設備需求為導向之營建工程，設備是重點工程，而不在土木建築。</li> <li>4. 規模大、多樣化及重疊施工多的工業廠房建築。</li> <li>5. 品質要求較傳統營建工程高，進度、安衛皆優。</li> </ol>
二、施工工期	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工期趕、時程短。</li> </ol>
三、無塵室部份	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基本需求：有無具備無塵室。</li> <li>2. 面積需求：需 8000m<sup>2</sup> 以上或C/R區域面積占主廠房80%以上。</li> <li>3. 等級需求：具無塵室（等級須達10~100以下）。</li> </ol>
四、避震性要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 地震：較重視地震力，而具有防震功能之特殊設備。</li> <li>2. 微振（micro-vibration）：重視微振情況，能夠對應震動。</li> </ol>
五、系統穩定	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能抵禦外在環境斷水斷電等不良影響。</li> <li>2. 系統穩定（供電/供水/供氣），具有自動發電功能。</li> <li>3. 另含特殊設備（需防噪音）。</li> </ol>
六、施工材料及工法	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 使用特殊施工材料或方法。</li> </ol>
七、生產要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能夠掌握生產時機。</li> <li>2. 一專門生產高科技產品、零件、IC晶片等生產或加工之廠房建築。</li> <li>3. 電子、網路、通訊光電等高獲利之廠房。</li> <li>4. 針對高科技產業特殊需求所設計之廠房。</li> <li>5. 多方面考慮其用途而事先規劃其所需設備及動線之廠房。</li> <li>6. 增加彈性、系統明確、具未來性，因應各項變遷之可能性的廠房。</li> </ol>
八、所謂高科技乃是產品的高科技含量比較高，或者是製程需要用到比較多高科技專業知識或專業技術，而在製程中需要用到比較多高科技技術或設備，它所需週邊環境控制條件亦較高，這種廠房即可定義為高科技廠房。若只是產品的高科技含量較高，但是卻是做裝配、組裝的話，這種廠房不應定義為高科技廠房。	
九、速食文化，講求速度、效率、跳躍程序。	
十、不尊重專業為高科技廠房的特性。	
十一、其他需求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 瞭解、強化並適合需求。</li> <li>2. 對生產廠房之設施有特別需求，如無塵室、微振小等工業廠房。</li> <li>3. 符合作業需求條件（如氣密、清淨度、照度、環保安全等）及高度應對生產線變更能力之綠建築等</li> <li>4. 能提供在廠區人員住、行、育、樂等服務之附屬空間。</li> <li>5. 對廠區有特殊需求，諸如無塵、隔震需求之新興產業廠房，為滿足其需求 須採異於一般廠房之設計及隔離工區方式施工。</li> <li>6. 廠房作業項目為工業的科技、專業，非一般傳統需大量勞工加工，以自動化設備和監系統 達到產品品質的要求。</li> </ol>

資料來源：張書萍（2001）

王維志、周世傑（2000）於「診斷高科技廠房工程之營造安全-台南科學園區為例」中指出高科技廠房具有七大特性，描述如下：

- (1) 單層樓高：便於機械設備裝置。
- (2) 跨度大：便於彈性隔間、機械設備裝置、生產製程運輸。
- (3) 載重大：便於設置機械設備裝置及小型運輸機械進出。
- (4) 模具化：便於彈性隔間、重複作業。
- (5) 密閉性高：便於控制作業環境。
- (6) 高科技表現：強調產業印象，常以玻璃帷幕、鋼結構為主。
- (7) 工期短：配合產品短暫之生命週期。

楊智斌、李雨澤（2002）於「高科技廠商建廠過程業主端之時程控管現況分析」指出相較於傳統工業廠房，高科技廠房在在營建施工中具有下列特性：

- (1) 工程困難度及精準度高。
- (2) 施工廠商多而介面複雜。
- (3) 以設備安裝為導向而非土木工程。
- (4) 規模大且工作多樣性。
- (5) 品質要求較傳統營建工程高。

楊立華（2001）對於高科技半導體晶圓廠之特徵時，亦有五項特性之描述：

- (1) 大量資金投入：高科技廠房之生產設備均十分精密且其環境條件均需嚴格控制，故需投資資金龐大，與一般建築物相較，總金額仍算很高。
- (2) 各類設備界面複雜：由於高科技之生產環境對於潔淨室及微振動等之條件要求嚴苛，且製程上所需各種不同之特殊支援設備（如：純水、特殊氣體、化學品）等，其規劃設計較傳統產業設施更須高度之專業知識及整合能力。
- (3) 工程建設時程期短：高科技產品之生產週期短，景氣變化大，因此自投資計畫確定，迄開工量產，需最快時程內完成。往往採用規劃設計與施工重疊進行或統包方式，以冀節省工期。
- (4) 特殊建築技術開發：由於潔淨室大型化及潔淨度提高，為振動條件日趨嚴格，相關建築技術及設備亦快速開發（如超大結構、複層工廠等外裝及內裝構法開發）。
- (5) 重視風險管理：由於巨額投資且生產設備昂貴，人才培訓不易，故特別重視風險管理。尤其生產過程使用許多特殊化學品與氣體，又屬封閉式建築，因此軟、硬體上之防災規劃設置及運轉管理十分重要。

潘冀建築師（1999）亦表示在廠房設計方面必須兼顧不同業主的需要。所謂業主包括好幾個不同的對象，一是決策者、二是經辦者、三是使用者，而且需求重點都不一樣。另外，從工廠建築是生產的角度出發，業主當然希望用最少的錢達到最大的效益。

綜合以上之觀點，以建築從業者之角度對高科技廠辦應有之認知，在營建施工方面具有工程困難度及精準度高、施工廠商多而界面複雜、以設備安裝為導向、規模大、工作多樣化、工期短、投入資金大、防災要求高、品質要求較傳統營建工程高等特性，在空間上具有生產、生財之雙重特性。

## 2.3 高科技廠房類型與微振

栗正暉(2004)指出每個時代都有其對應的高科技產業，就以現在來說，高科技廠房可能是指微電子產業中的半導體晶片製造類、光電類或是未來生化科技廠房。本文所指的高科技廠房，係指半導體主要晶片製程廠房與TFT-LCD面板製程廠房。一個完整的半導體製造產業，除了主要生產廠房外，還必須包含上下游協力廠，上游廠包括電子化學原料、特殊氣體、矽晶片、晶片製程石英容器或是TFT-LCD偏光板廠…等，下游廠包括晶片封裝測試或是TFT-LCD平面顯示器組裝等。茲將相關廠房結構系統特性列彙整如下表2.4：

表 2.4 科技廠房結構系統特性分類表

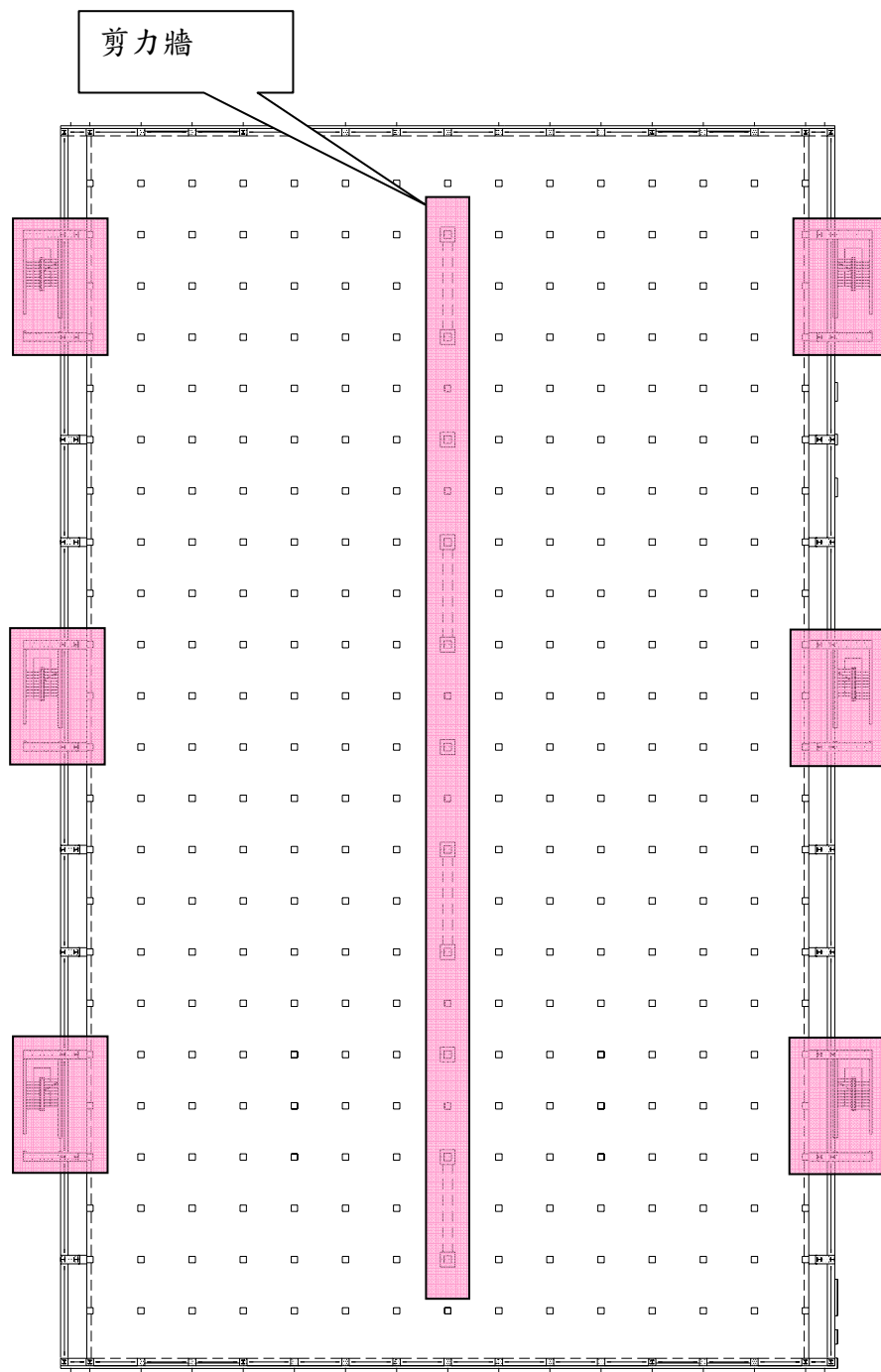
類型	樓層數	結構系統概述	設計活載	微振
半導體製程	通常只有一層主要生產樓層，其上為供氣桁架層，其下為回風與原料供應層(Sub Fab)	生產樓層以下經常採用 RC 剪力牆系統，生產樓層以上配合製程設備採用約 40m 跨度鋼桁架，常見樓版型式有格子梁或 Cheese 樓版，樓版下方柱距約 4.2~4.8m	1.5t~2t/m <sup>2</sup>	大部分區域達 VCC~VCD
TFT-LCD 面板製程廠房	通常有 2~3 層主要生產樓層，每個生產樓層均有供氣層與回風與原料供應層(Sub Fab)	上部鋼構經常採用 26m 以上跨度鋼桁架，並於建物外側輔助以鋼構斜撐以提高勁度，常見樓版型式有格子梁、Cheese 樓版或深度 350~450mm 之密集鋼樑系統，柱距約 9.6~15m	1t~2t/m <sup>2</sup>	大部分區域達 VCB，少部分機台達 VCC
TFT-LCD 偏光板廠房 (上游)	通常只有一層主要生產樓層	主要生產區為厚版基礎，其上為人員辦公室或倉庫，採用 RC 抗彎矩構架系統	2t~6t/m <sup>2</sup>	一般無微振需求
TFT-LCD 組裝廠(下游)	通常有 4~5 層主要生產樓層	採用 RC 抗彎矩構架系統，柱距約 9.6m	0.8t~1t/m <sup>2</sup>	一般無微振需求
光化學原料廠	通常有 3~4 層主要生產樓層	採用 RC 抗彎矩構架系統，柱距約 9.6m	2.0tn/m <sup>2</sup>	一般無微振需求

### 2.3.1 半導體製程廠房(晶圓廠)

栗正暉(2004)半導體製程廠房即大家所習稱的晶圓廠(FAB)，如台積電、聯電、華邦…等，一座完整的晶圓廠通常包含了下列幾種不同功能建物，主要生產廠房(FAB棟)、辦公室(OFFICE棟)、設備廠房(CUP棟)、污水廠房(WWT棟)、變電站、廢品倉庫、氣體站(GAS YARD)。主要生產廠房當然是其中最重要的部分，肩負著晶片的生產重任，其中對震動最敏感的區域為一般稱作黃光區，即掃瞄器(SCANNER)機台放置的區域，由於半導體製造精度不斷提升，例如現在最新制程已經達到90奈米等級，相對而言機台對微振要求也會提高，但由於人員走動是主要震動源之一，而工作人員必定會在機台附近走動操作設備，所以將樓版微振動降低達極低水準有相當困難度，此類有微振動特殊要求廠房通常都會委託專業微振顧問進行微振設計，以達到製程設備的要求，甚至目前一些高精掃瞄器已配置主動控制隔震系統，將可以降低樓版系統的微振需求。

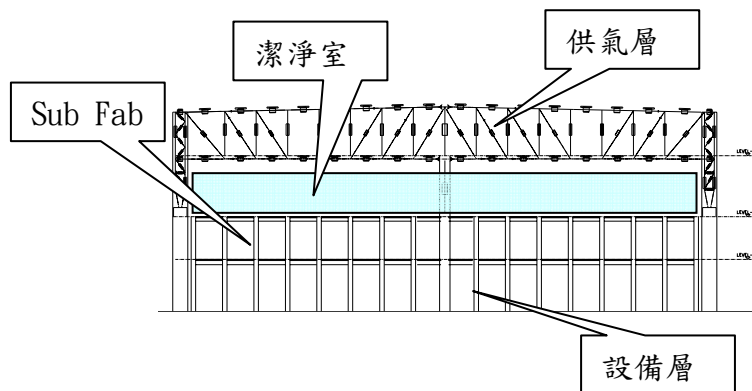
圖2-1是簡化後之晶圓廠平面圖，平面尺度約為80X120M，由圖2-2及圖2-3半導體製程廠房橫剖面與長向剖面可以看各層分佈，潔淨室為主要生產機台放置空間，該層樓版通常為60~80cm厚之CHEESE SLAB(即厚混凝土樓版規則性地開了許多直徑20~30cm的圓孔，該圓孔作為潔淨室回風用，實際開孔大小必須由潔淨室設計單為依據製程需求決定)或是深度達120cm之隔子梁構成，設計活載重約 $1.5\sim 2.0\text{ton/m}^2$ ，由圖2-2可以看出潔淨室下方柱位較密集區為Sub Fab，主要功能是作為潔淨室回風與物料供給，設計活載重約 $0.8\text{ton/m}^2$ ，Sub Fab下方為設備層，一般常用柱距為4.2m~4.8m之RC結構，並且大都採用0.6m模具為基數上下調整，這主要是配合內裝建材如高架地板、天花、潔淨室庫板尺寸，柱距會如此小的原因是配合微振需求，微振標準越嚴苛柱距自然越小。此外，由圖2-1平面圖顯示主建物雙向均有許多剪力牆配置，剪力牆除了抗地震作用外，也是基於水平向微振需求而設置。潔淨室上方是大跨度桁架層，桁架下層一般大多作為新鮮氣體供應與消防排煙設施空間，設計活載重約 $0.3\sim 0.5\text{ton/m}^2$ ，該層基於功能考量不一定設置有混凝土樓版，桁架上層為傳統屋頂層，若無冷卻水塔載重需求，設計活載重約 $0.3\text{ton/m}^2$ 。此類廠房的兩側邊緣必須設置回風通道，並於Cheese Slab下方配置雙向剪力牆，以提高側向勁度，在柱距為4.8m的密集條件下，Cheese Slab下方通常不會成為軟弱樓層，反而是Cheese Slab上方桁架層鋼柱在大地震時有可能會產生塑鉸，但由於桁架層只有一層且其負擔載重有限，其危害度應屬有限。

Allan D. Chasey, P. E., and Saloni Merchant(2000)亦早指出製程設備規劃影響造價與產能利用率非常大與重要。亦指出未來的晶圓廠結構體工程會朝增加更重的設備載重、增加微振需求、增加結構體高度、減低結構體容許的規範方向發展。



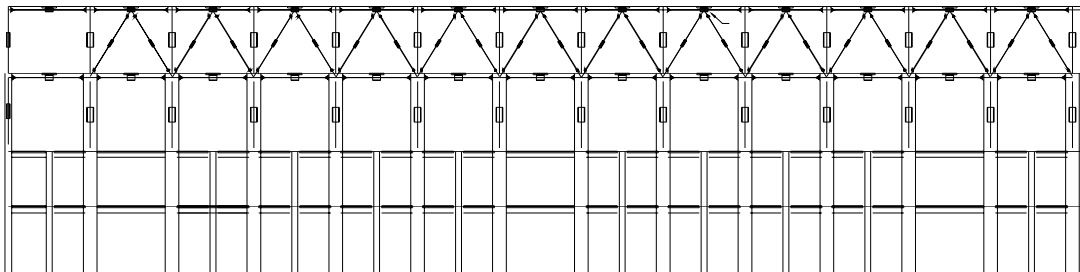
資料來源：栗正暉(2004)

圖 2-1 半導體製程廠房平面圖



資料來源：栗正暉(2004)

圖 2-2 半導體製程廠房橫剖面圖



資料來源：栗正暉(2004)

圖 2-3 半導體製程廠房長向剖面圖

## 2.3.2 TFT-LCD面板製程廠房

栗正暉(2004)近年來研發出所謂TFT-LCD顯示器來取代傳統型顯示器。所謂TFT(Thin Film Transistor)-LCD(Liquid Crystal Display)就是薄膜電晶體液晶顯示器的縮寫，目前在台灣主要生產的廠商如友達、奇美、廣輝、中華映管…等，實際已開始進行大量生產者多為五~六代廠。一座完整的面板製程廠通常包含了主廠房(ARRAY+CELL棟)、辦公室(OFFICE棟)、設備廠房(CUP棟)、污水廠房(WWT棟)、純水廠房(PW棟)、以及氣體站(GAS YARD)。其中所有製程均在主廠房進行，其餘各棟僅提供主廠生產所需的資源或處理其產生的廢棄物。

一般而言在五代廠時所有主要製程均在同一棟廠房內，一般可將主要的製程分為ARRAY(電晶體矩形陣列製程)及CELL(顯示單元體製程)兩個部分。其中在ARRAY區震動最敏感的區域為一般稱為黃光區，即掃瞄器(SCANNER)機台放置的區域。而CELL區則為CF(COLOR FILTER)彩色濾光模組合區。

圖2-4是簡化後五代面板廠平面圖，平面尺度約為150X100M，並在支援廠房和主廠房施作雙柱並以伸縮縫斷開。由圖2-5橫剖面可以看各層分佈。一般而言五代廠主要製程(ARRAY & CELL)會放置3樓和5樓，因這兩層設備均有微振需求，故該兩層將以圖2-5之密集鋼樑施作，並於設備機台正下方灌注鋼筋混凝土制振機台，以增加質量與勁度的方式限制機台的振動，機台四周與高架地板分開以減少人員步行震動影響。主要生廠層之設計活載重約 $1.5\text{ton}/\text{m}^2$ 。由圖2-5及圖2-6可以看出生產層下方稱為Sub Fab，主要功能是作為潔淨室回風與物料供給，設計活載重約 $1.5\text{ton}/\text{m}^2$ 。一樓則為LCM(LCD MODULE)組裝層，負責面板組裝及包裝，該區因有自動貨架設計活載重約 $3.0\text{ton}/\text{m}^2$ 。此外，由圖2-5可知五代廠除屋頂桁架外，其餘樓層均為標準跨度為 $10.2\text{X}9.6\text{M}$ 抗彎矩構架，可以設計成符合耐震設計規範強柱弱樑基本假設之結構系統。至於主要製程上方大跨度桁架層，一般大多作為新鮮氣體供應與消防排煙設施空間，設計活載重約 $0.3\sim 0.5\text{ton}/\text{m}^2$ ，該層基於功能考量不一定設置有混凝土樓版，桁架上層為屋頂層，若無冷卻水塔載重需求，設計活載重約 $0.3\text{ton}/\text{m}^2$ 。此類廠房的兩側邊緣必須設置回風通道。

六代廠有時將主要製程依其微振需求之不同分成ARRAY(電晶體矩形陣列製程)及CELL(顯示單元體製程)兩棟設計，有時仍同五代廠一樣將這兩個製程維持在同一棟設計，這與製造廠商所採製程規劃型式有關。

圖2-7是簡化後六代面板廠ARRAY棟平面圖，平面尺度約為300X200M。由圖2-8及圖2-9橫剖面與長向剖面圖可以看各層分佈。一般而言六代廠主要製程(ARRAY & CF)會放置在1樓、3樓和5樓，因這三層設備均有微振需求，故該層樓版通常為45~60cm厚

之CHEESE SLAB並，依迴風需求的不同開有不同密度35cm直徑之圓孔。主要生廠層之設計活載重約 $2\sim 2.5\text{ton/m}^2$ 。由圖2-8可以看出生產層下方稱為Sub Fab，主要功能是作為潔淨室回風與物料供給。此外，由圖2-8和圖2-9可知六代廠因微振需求，除屋頂層外各樓層均設有雙向桁架，其換算所得之等質勁度，通常比柱大很多，很難符合耐震設計規範強柱弱樑之結構系統。因此，在設計時多於支援廠房區及結構外緣加上斜撐構件，作為抵抗水平力之系統之一部分。但由於建築物之質量與平面尺度實在太大，樓板系統又有許多回風開口，水平力是否可有效傳遞至建築物周圍的斜撐系統則有待進一步的探討。

圖2-10是簡化後六代面板廠CELL棟平面圖，平面尺度約為 $300\times 200\text{M}$ 。由圖2-11及圖2-12橫剖面與長向剖面圖可以看各層分佈。一般而主要製程(CELL)會放置在3、5和7樓，因這四層設備均有微振需求，但微振需求較ARRAY棟小，故樓版厚度僅需為45cm厚之CHEESE SLAB，並依迴風需求的不同，開有不同密度35cm直徑之圓孔。CELL棟主要生產層之設計活載重約 $1\sim 1.5\text{ton/m}^2$ 。由圖2-11可以看出生產層下方仍稱為Sub Fab，主要功能是作為潔淨室回風與物料供給。此外，由圖2-11和圖2-12可知六代廠CELL棟因微振需求，除屋頂層外各樓層均設有單向桁架。另一向則有垂直向之斜撐至於大、小樑的正下方。桁架向換算所得之等質勁度，通常也比柱大很多，同樣無法設計為符合耐震設計規範強柱弱樑之結構系統。因此，在設計時也多於支援廠房區及結構外為加上斜撐，作為抵抗水平力之主要系統。

另如圖2-13是簡化後六代面板廠CELL與ARRAY製程放於同一棟平面圖，平面尺度也約為 $300\times 200\text{M}$ 。由圖2-14及圖2-15橫剖面與長向剖面圖可以看各層分佈。其微振需求愈大之製程會放於越低的樓層。各樓層樓版通常為45~65cm厚之CHEESE SLAB。主要生廠層之設計活載重約 $1.5\sim 3.0\text{ton/m}^2$ 。由圖2-14可以看出生產層下方仍為Sub Fab。由圖2-11和圖2-12可知六代廠CELL棟因微振需求，除屋頂層外各樓層均設有單向桁架。另一向則有垂直向之斜撐置於大、小樑的正下方。桁架向換算所得之等質勁度，通常也比柱大很多，同樣無法設計為符合耐震設計規範強柱弱樑之結構系統。因此，在設計時也多於支援廠房區及結構外為加上斜撐，作為抵抗水平力之主要系統。但該建築物之質量及尺度同樣面臨尺度太大之困擾，水平力是否可有效傳遞至建築物周圍的斜撐系統也有待進一步的探討。

至於主要製程上方大跨度桁架層，一般大多作為新鮮氣體供應與消防排煙設施空間，設計活載重約 $0.5\text{ton/m}^2$ ，該層基於功能考量不一定設置有混凝土樓版，桁架上層為屋頂層，若無冷卻水塔載重需求，設計活載重約 $0.3\text{ton/m}^2$ 。此類廠房的兩側邊緣必須設置回風通道。



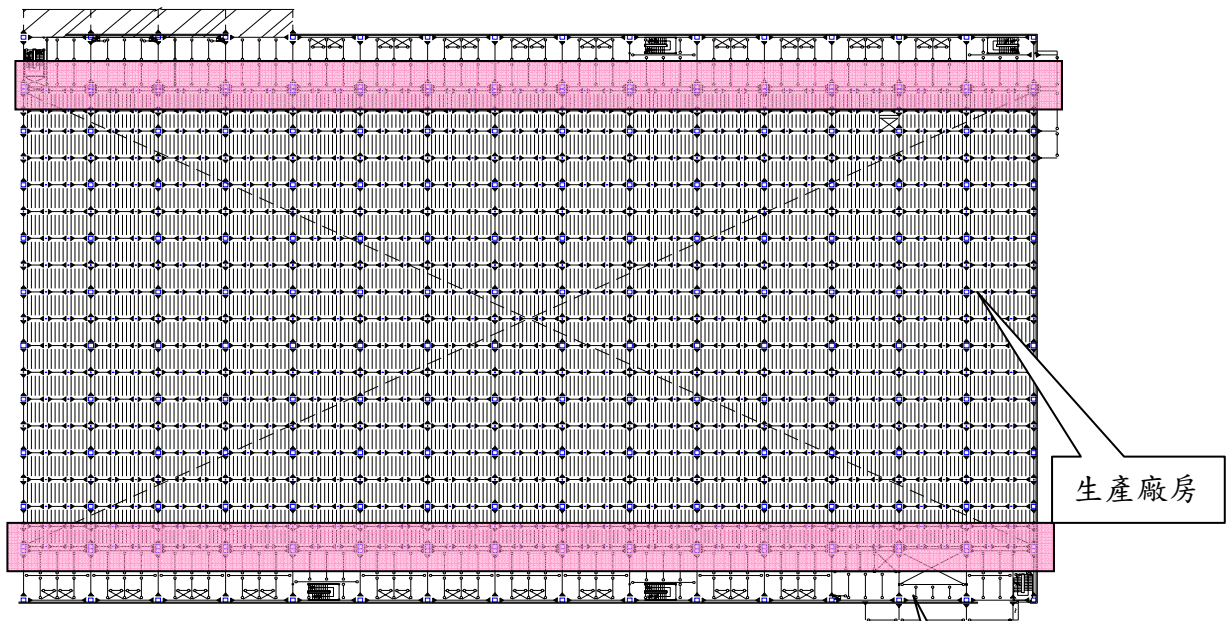


圖 2-4 面板製程廠房平面圖

資料來源：栗正曄(2004)

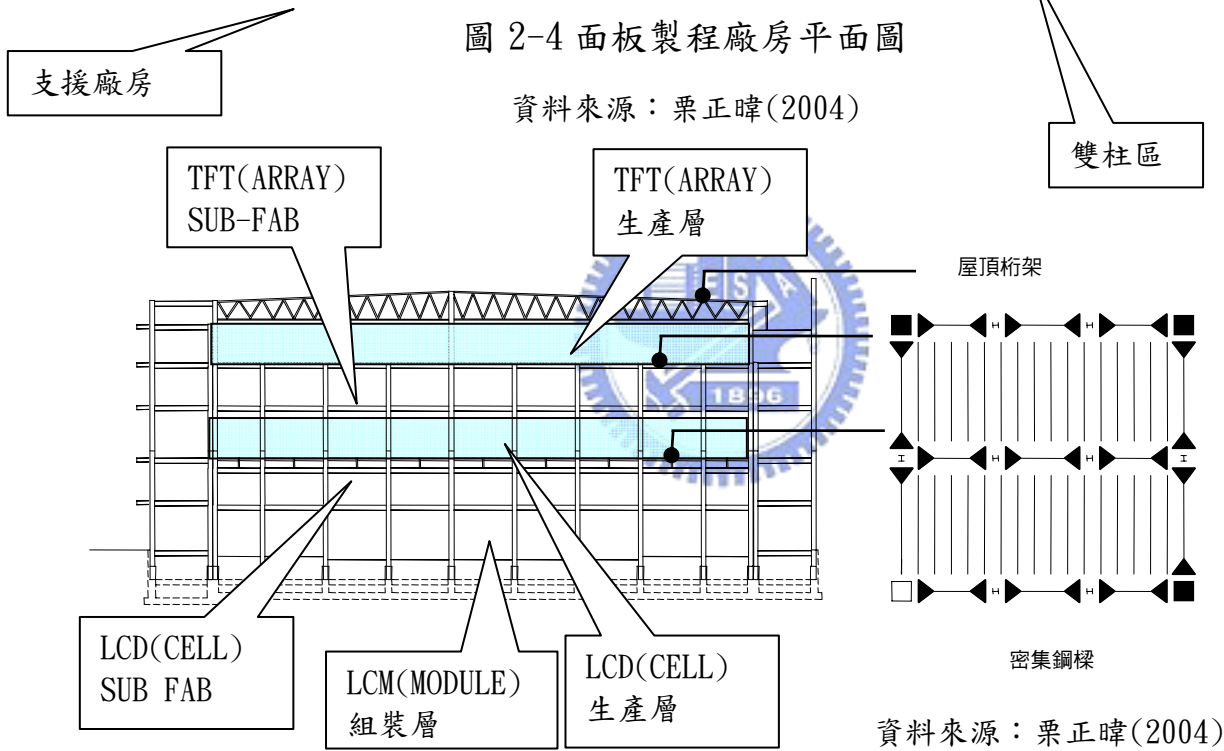


圖 2-5 面板製程廠房橫剖面圖

資料來源：栗正曄(2004)

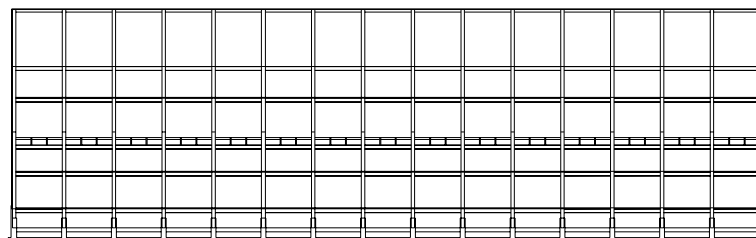


圖 2-6 面板製程廠房長向剖面圖

資料來源：栗正曄(2004)

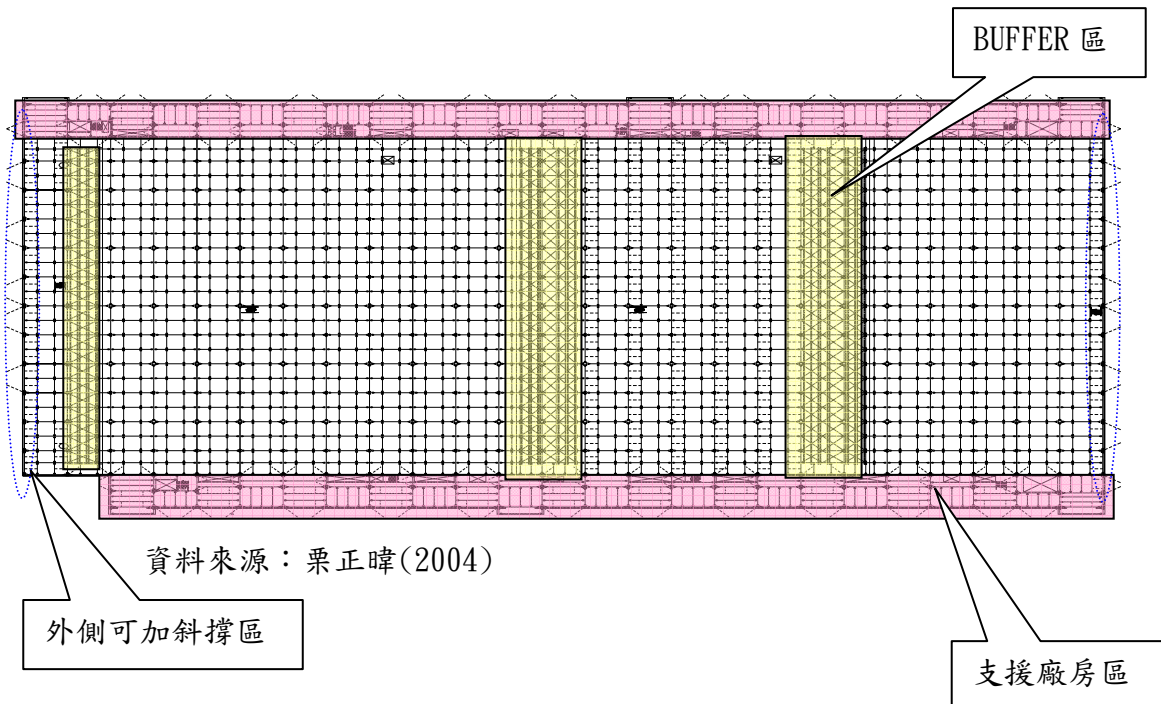


圖 2-7 面板製程 (ARRAY) 廠房平面圖

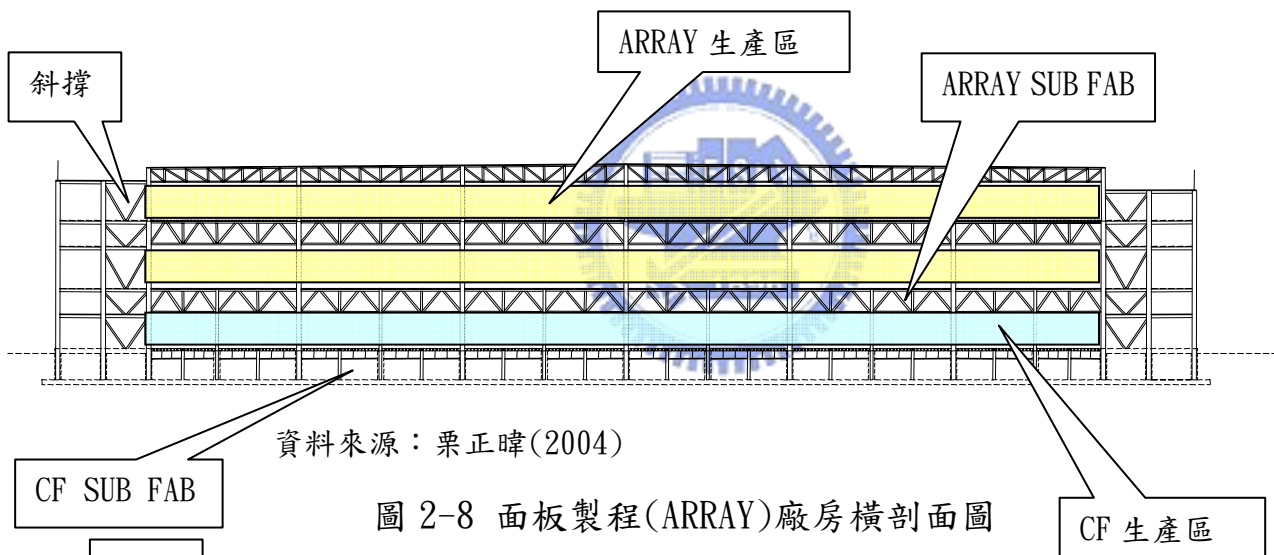
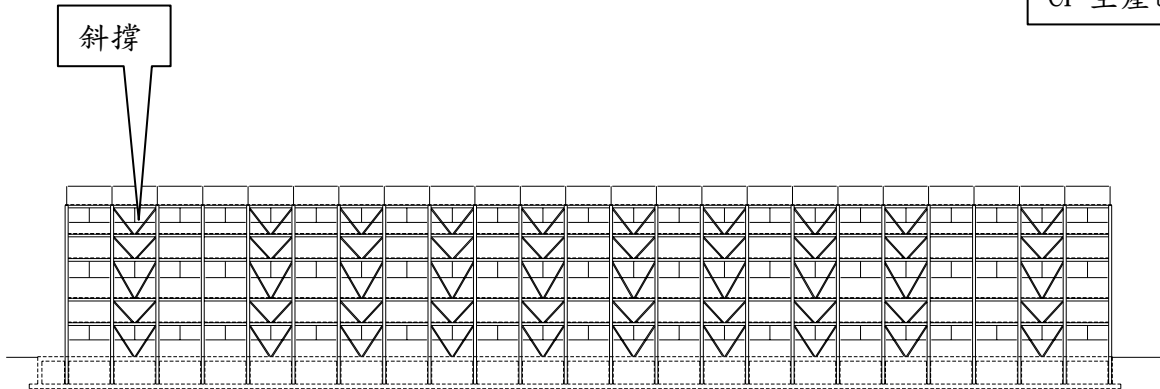
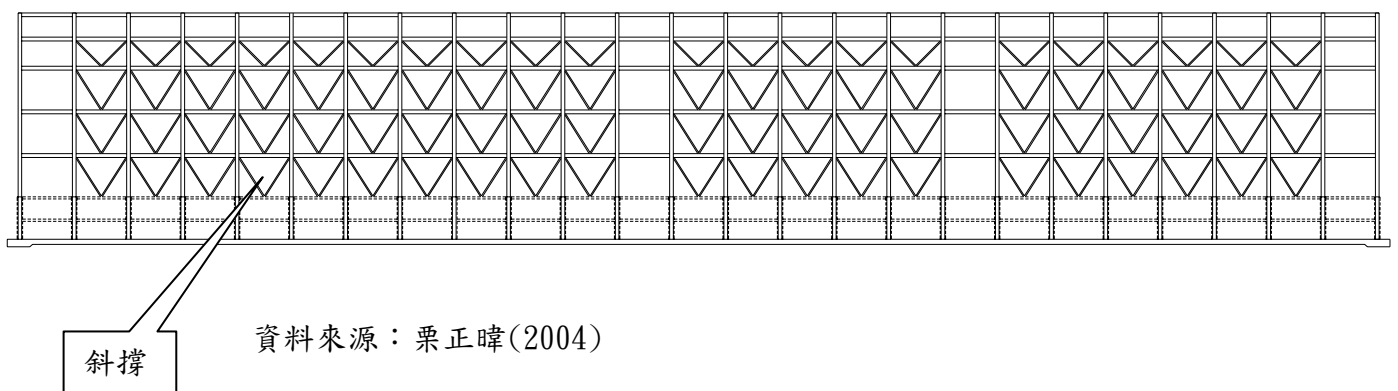
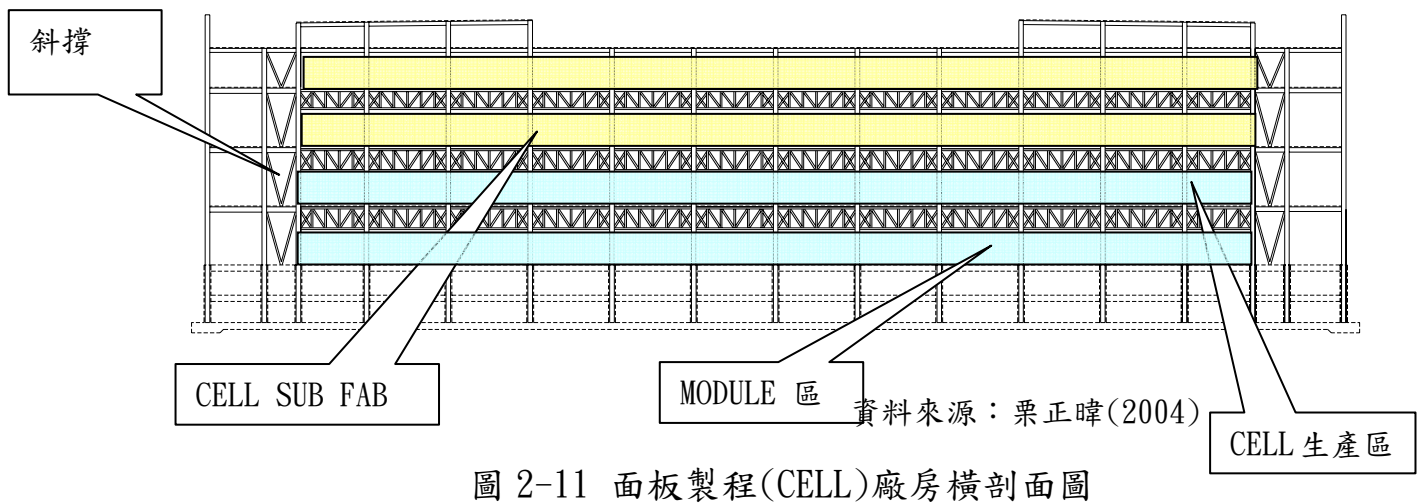
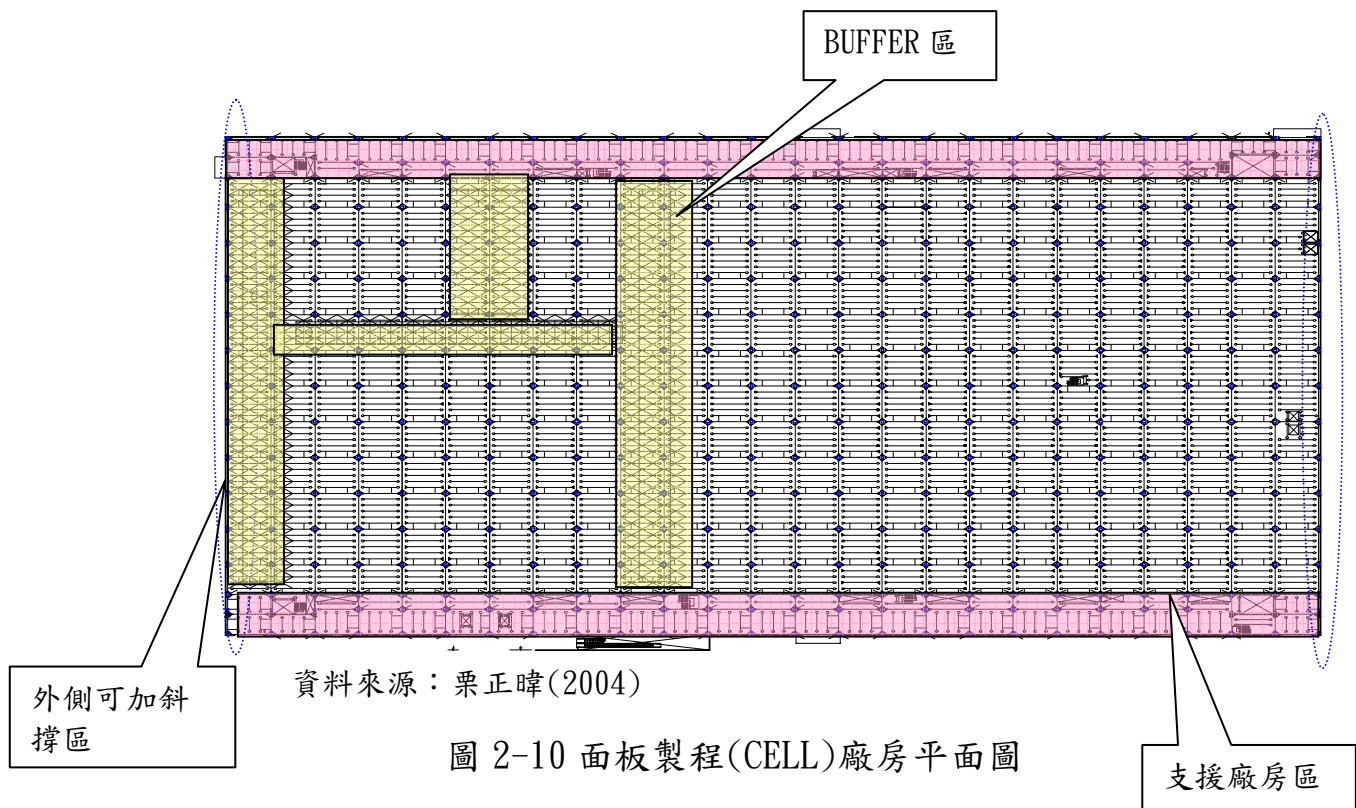


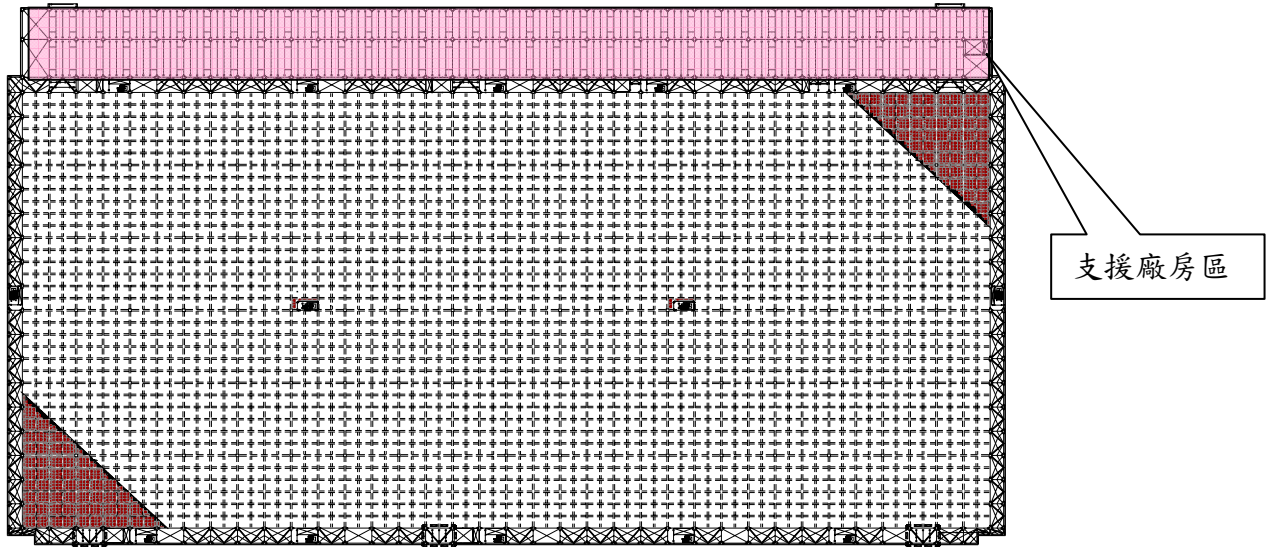
圖 2-8 面板製程 (ARRAY) 廠房橫剖面圖



資料來源：栗正暉(2004)

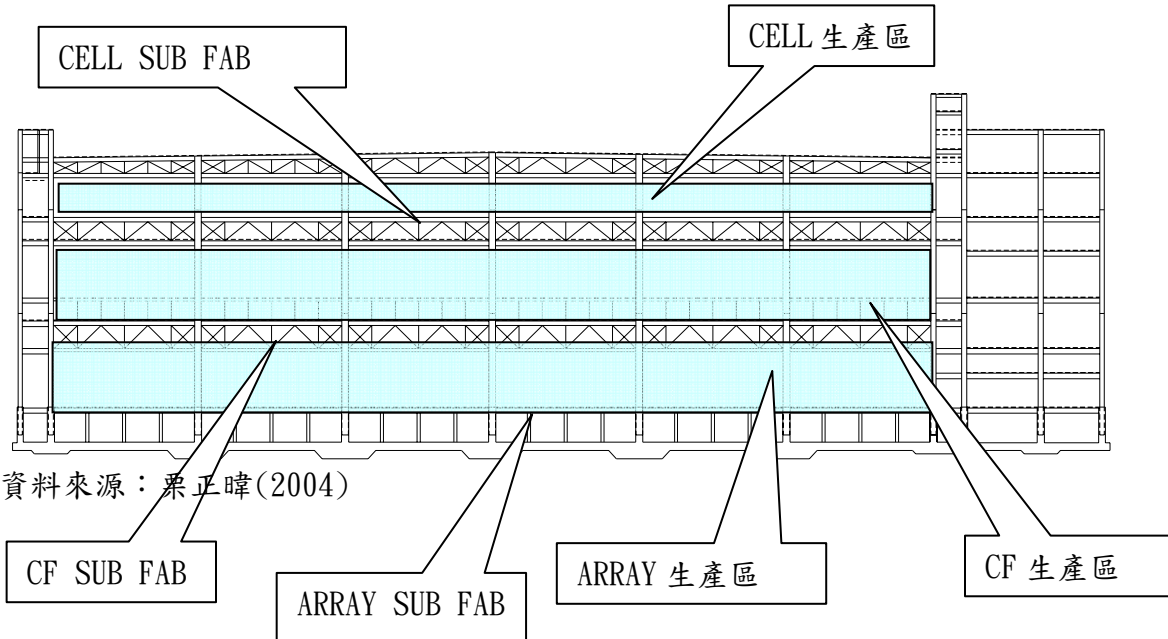
圖 2-9 面板製程 (ARRAY) 廠房長向剖面圖





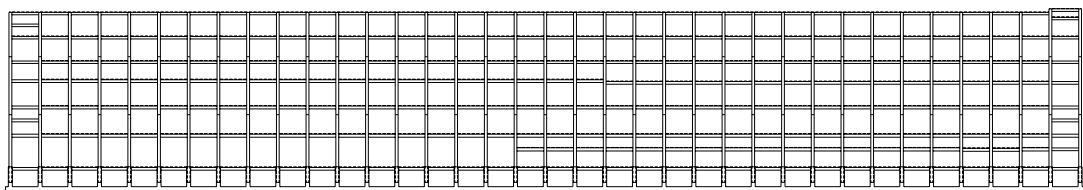
資料來源：栗正暉(2004)

圖 2-13 面板製程(ARRAY+CELL)廠房平面圖



資料來源：栗正暉(2004)

圖 2-14 面板製程(ARRAY+CELL)廠房橫剖面圖



資料來源：栗正暉(2004)

圖 2-15 面板製程(ARRAY+CELL)廠房長向剖面圖

### 2.3.3 科技廠房微振管理

栗正暉(2004)晶圓廠及面板廠之微振設計一般可分為場址調查、結構設計、結構體完成微振量測、廠房完工微振量測、設備裝機完成後微振量測等五個階段。不論TFT面板廠或晶圓廠，因製程的提升與產品製程精度提高，導致晶圓生產作業環境對微振的需求不斷的提高。在結構設計時，除耐震設計外，所有主要製程樓板設計均要符合設備微振之需求。並在建廠過程中，於不同階段進行微振之量測、分析與驗證，於必要時研擬微振改善措施，以確保設備振動需求能被滿足。高科技廠房微振設計多另委託微振顧問進行設計，國內高科技廠房設計大多根據Gordon等人於1991提出之通用振動標準(Generic Vibration Criteria, VC詳下圖2-16)。不論晶圓廠或面板廠一般而言均在完成整個結構系統及耐震設計後，再將設計斷面交由微振專業顧問進行斷面及結構系統檢核。在此階段業主除應提供可能使用設備微振需求交微振顧問審核，另需提供可能成為振源的設備之1/3八度倍頻寬反應譜，交微振顧問進行實際模擬分析，解讀資料時微振專業顧問也必須協助業主確認設備的合理需求。

阮明坤(2005)對於科技廠房中微振需求亦討論到，科技廠房微振的主要是由環境擾動或機具運轉所致，這些現象配合生產過程中隨時在發生，其振動量比起結構之地震反應要小，對設備或製程之影響範圍則屬寬頻(wideband)，其上限可達 80Hz 甚至更高；結構體在環境微動下的行為主要反應於結構之局部振態(local modes)，如樓版或格子梁之振態，其振動頻率較整體結構之振動頻率高，一般在 20Hz 以上。由於廠房擾動源甚多，因此廠房樓版的微振動反應很難由數值模擬分析得到可靠的預測。精密製程設備常以樓版動態剛度等定性規格目標作為對樓版微振動的要求。因此高科技廠房的樓版設計定性考量及經驗的重要性要超過定量分析的結果。

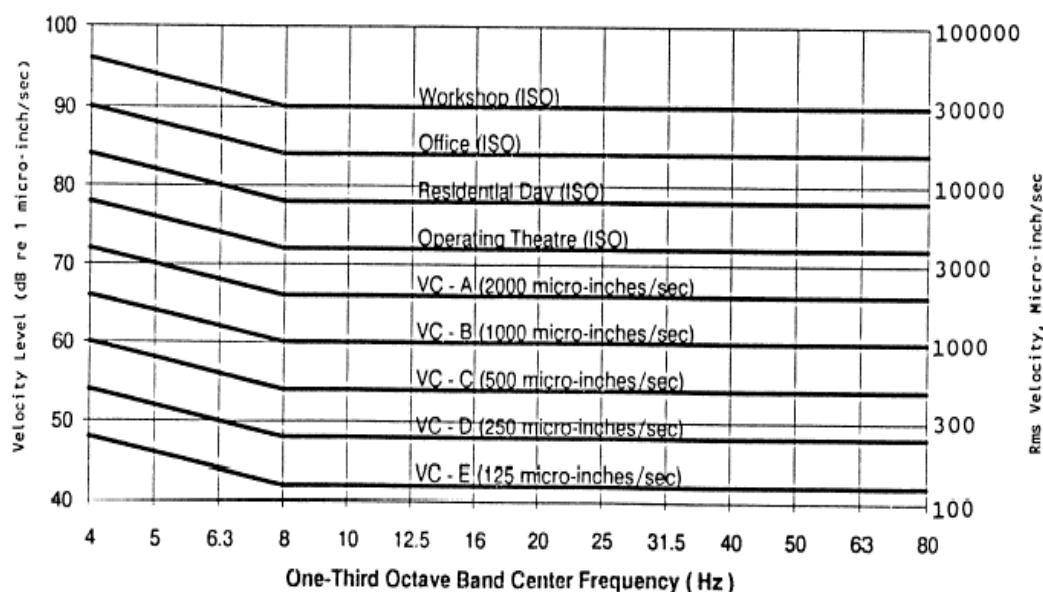


圖2-16 通用振動標準圖

## 2.4 建廠成本影響因子

準時而且在預算內完成高品質的建廠工程專案，是成功而且有效率的建廠專案團隊必備的條件，其中“預算內”的涵義就是要求有效的成本掌控，要能成功的掌控預算成本，下列程序是不可或缺的要件：

- (1) 清楚地了解使用者的需求。
- (2) 明確的定義建廠專案工程規劃項目。
- (3) 以工作分解結構方式將所有工作細分成獨立的成本預估。
- (4) 確認專案團隊成員的工作職掌。
- (5) 列出專案可能面對的不確定因素、風險，並列出因應對策及相關成本預估。
- (6) 確認專案所需之人力，時間及資源。
- (7) 預估建廠專案所需之總預算以及各階段的目標和必須的造價費用。
- (8) 列出一筆緊急預備金，以防緊急事件或工程變更。

確實有效的成本掌控必須不斷的監測建廠專案所支出的費用並且與工程進度作連結，專案團隊的成員務必不斷的調整預算以使最終之支出費用與預估值相近，若因為專案的不確定因素與風險太多，難以精確掌控，就認為超出工程預算是正常的現象，絕對是不正確的思考模式。專案經理及其團隊成員必須有足夠的專業能力，預估出精確的預算，並且在工程進行中不斷調整與監控預算的執行狀況，讓最終的支出費用落在預算內。建廠專案進行期間難免有些工程修改或設計變更，專案團隊務必列出工程修改或設計變更的運作機制，用以控制預算的追加減。此工程修改或設計變更的運作機制必須明白列出修改或變更對於建廠工程的預算、品質、工期甚至是環安衛的影響，讓提出要求者及其主管甚至高階決策者了解修改或變更的影響層面，再決定是否需要做這些修改或變更。(林士熙，2004)



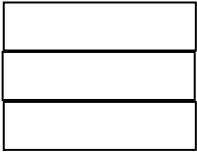
### 2.4.1 設計階段對成本之影響

據有關資料統計，在整個專案週期的階段劃分中，對整個專案成本影響的重要階段依次是初期規劃階段、設計階段和建設階段（HIRA N. AHUJA，S. P. DOZZI，S. M. ABOURIZK，1994），同時也認為在專案的設計階段，專案的成本最容易受到最大的影響與改變。戴期甦(2002)認為設計階段(初步設計)對工程成本的影響性約可達70%以上；發包階段影響工程成本的可能性為20%以上，遠高於施工階段透過施工組織節約工程成本的10%。由此可見設計階段對於工程成本、經濟效益具有決定性作用；因此，如何加強設計階段工程成本的控制，存在重要性意義(管星、紀建慧、蕭金榮，2001)。一座高科技廠的投資金額，動輒從數十億到數百億(以晶圓廠為例，6" 廠生產線資金投入約4億美元，8" 廠約為10億美元，12" 廠約為25億美元計算)，設計階段工程成本的控制更能彰顯其價值。

## 2.4.2 科技廠房於設計階段工程成本探討

陳富榮(2004)工程設計階段是除了選址、可行性研究、基本規劃決策之後的重要環節，主要的作業為將業主對廠房建設專案的總體構想具體化，是專案興建過程中的重要部份；設計階段不但要考慮建築設計本身，還要考慮各種因素的影響，進而形成施工服從設計、設計服從投資規劃、投資規劃服從市場的服務鏈。以高科技廠房建廠工程，透過適當的管理，設計方可以更瞭解施工、設備安裝、試車、生產運行的特點和要求，又可促進設計水準和服務品質的提升，形成良性循環。對設計階段過程的控制和影響，主要在三個方面探討：成本、進度與品質。David T. Ricker, P. E. (1992)亦說明鋼結構的規劃設計有非常多種，工程師應選擇安全又經濟的鋼結構規劃方式。由本研究提供已往工程經驗如表2.5列出不同建築型式下，不同組合的TFT建廠模式所需花費之造價高低並與營建物價波動相互影響。

表 2.5 科技廠房主廠房建築型式分類評估表

建築型式 討論項目	各自獨立棟別	分棟別	各棟合併
			
結構造價	低	中	高
地震系數影響造價	低	中	高
基礎量	低	中	高
鋼構用量	低	中	高
土地使用面積	高	中	低
管橋管溝工程費	高	中	低
景觀工程費	高	中	低

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

由上表中可知，不同建築型態下各工程項目成本之考量會有所不同，以連棟合併建築型式為例，可降低購地成本但卻增加基礎工程之花費相對的亦增加整體結構之造價。國內多因土地使用強度多要求最大值，大部份因土地爭取不易而趨於採用此規劃方式。

### 2.4.3 建築物構造型式對成本之影響

一般而言，科技廠房各棟建築物的構造型式大致上可分為鋼骨鋼筋混凝土、鋼筋混凝土、鋼架構造等類型，而構造型式的每單位造價也有所不同，不同的構造型式，所使用的主要材料不同，且施工難易度亦不相同，所以每單位造價亦會有所差異（詳見主計處97年4月底所公佈房屋建築費標準如表 2.6）。建築物的構造型式採用SRC構造時，每單位造價越高。另外，科技廠房因生產設備與特性而產生特殊的需求如大跨度、施工期短等因素，其影響每單位的造價亦高。吳政曉(2005)於各類型建築物亦說明建築物構造型式強度越高者，每單位造價亦高。所付予功能性越簡單者，每單位造價越低。

### 2.4.4 設計時間及工期對成本之影響

工期最大部分決定於設計者所作的工程設計。高科技業設廠計畫專案耗資巨大，投資者受限最大的問題之一便是財務問題。財務問題的主因之一為時間，時間代表工程開銷、利息成本、量產時程及與競爭者掠奪市場的激烈競賽。對於高科技產業，由於每日生產額通常以數千萬元至上億元計，加上高科技產品週期壽命(Product Life Cycle, PLC)短，現行投資建廠量產之產品隨時會被新的產品取代或失去競爭力，因此建廠時程一般都壓縮在8-14個月完成，若能以更快速的方式完成建廠工程，則提早量產所產生的效益將會倍增，更重要的是能比競爭對手提早搶佔市場機先，獲取企業最大的利益，因此一旦建廠專案時程被訂定之後，無論發生任何問題，業主的里程碑(mile-stone)是不會更改的，進度的控制將被奉為絕對恪守與必須達成的使命。表2.7所示為台灣高科技廠房設計與施工時程案例彙整表。

設計階段本身是工程進度的一個組成部分。雖然該階段占整個建設工期的時間長度不如施工階段，但是經由設計所採用的總體規劃、外部配合條件、主體製程流程、設備製造及安裝方式、主體建築結構型式與施工方法等，都直接決定專案的實施進度。業主對設計所形成的專案進度控制，就是對設計內容審查其實施過程所需人力投入和時間進程，是否能在預定的計畫工期內完成(梁世連，2001)。而一個高品質的工程設計，將可為後續的施工奠定順利進行的基礎。否則，過於頻繁的設計變更，將會衝擊業主的財務規劃，並且造成承包商與業主間的索賠糾紛，進而影響專案工程的完工進度。

高科技廠專案的規劃設計，除了建築、結構之外，機電系統承包商的規劃設計能力與時程的控制，更是投標廠商的資格及技術審查資料時，業主所重視的主要項目之一，其中包括設計規劃所需時程(含配合業主修改之系統圖、平面圖、施工圖等、至送審合格為止)、各項採購作業所需時程、各樓層系統進場時程，施工完成時程，試車調適時程與竣工圖及竣工資料完成時程，不僅設計階段被要求，也涵蓋採購、系統進



場、施工、試車等階段。更加說明對於參與建廠到裝機各類協力廠商而言，進度(時程)的控制都是一項極富挑戰性的任務(陳富榮，2004)。

表 2.6 不同構造型式建築物每單位造價上的差異表

項 目	單 位	編列標準(元)	備 註
(1)鋼骨構造			<p>一、所列單價包括基地一般性整理(整地)、施工測量(放樣)、施工用水電、構造物本體(包括基礎、結構、外飾：18層以上得為帷幕牆，以下為符合我國國家標準(CNS)之國產磁磚)、電力電信一般照明、室內給排水通風衛生消防設備、法定防空避難設備、門窗、粉刷及達可使用程度之基本室內裝修，但不含規劃、設計、監造費、規劃設計所需之測量及地質探勘費、工程管理費、空污費、環工費、用地取得與拆遷補償費、空調、電梯、停車機械設備、植栽、景觀美化、藝術品設置費等費用。</p> <p>二、所列單價已考量一般條件基準，惟如天候、材料、人工供應、環保規定、施工方法、基地內外交通、營建物價變動、水電供應、作業場地大小、地上下物、鄰房狀況、結構系統、地質缺陷、地耐力、岩盤深度、地盤動力性質、地下水、地盤變形物透水、岩層特性、斷層及活動性、天然災害頻率、程度等，得專案研析、說明計列。</p> <p>三、所列層數為地上層加地下層之總和，凡附建防空避難室、地下停車場等地下層，其造價按總計樓層數之單價計算。</p>
甲、辦公大樓			
1~12層	平方公尺	<u>33,400</u>	
13~16層	平方公尺	<u>36,800</u>	
17~20層	平方公尺	<u>40,000</u>	
21~25層	平方公尺	<u>42,800</u>	
乙、教室			
1~12層	平方公尺	<u>32,700</u>	
13~16層	平方公尺	<u>36,000</u>	
丙、住宅與宿舍			
1~12層	平方公尺	<u>32,700</u>	
13~16層	平方公尺	<u>34,700</u>	
17~20層	平方公尺	<u>37,400</u>	
21~25層	平方公尺	<u>39,300</u>	
(2)鋼筋混凝土構造			
甲、辦公大樓			
1~5層	平方公尺	<u>24,000</u>	
6~12層	平方公尺	<u>28,100</u>	
13~16層	平方公尺	<u>33,400</u>	
17層以上	平方公尺	<u>38,100</u>	
乙、教室			
1~5層	平方公尺	<u>22,100</u>	
6~12層	平方公尺	<u>25,300</u>	
13~16層	平方公尺	<u>30,700</u>	
丙、住宅與宿舍			
1~5層	平方公尺	<u>22,100</u>	
6~12層	平方公尺	<u>26,100</u>	
13~16層	平方公尺	<u>30,000</u>	
17層以上	平方公尺	<u>31,300</u>	

資料來源：主計處(2008)

表 2.7 台灣高科技廠房設計與施工時程案例彙整表

項目 公司	建築 名稱	建築師	總樓地板 面積	設計 時間	施工 時間	工程 造價
力晶半導體 晶圓廠一期工程		宗邁建築師 事務所	一期：80,005 m <sup>2</sup> 二期：76,443 m <sup>2</sup> 三期：126,578m <sup>2</sup>	83.11 ~84.06	84.02 ~85.04	每期 各45 億
台灣積體電路 FAB三廠		潘冀建築師 事務所	129,785.29 m <sup>2</sup>	82.05 ~83.08	84.02 ~85.04	建築：15 億 機電：12 億
聯電三廠8吋晶圓廠 新建工程		中興工程、 大柜聯合建 築師事務所	266,000 m <sup>2</sup>	一期： 82.04 ~83.04 二期： 83.04 ~85.04	一期： 83.05 ~84.07 二期： 85.01 ~86.09	一期：16 億 二期：27 億
台灣茂德科技8吋晶 圓廠新建工程		李灼明建築 師事務所	174,485 m <sup>2</sup>	84.09 ~86.10	84.11 ~86.10	35 億
鈺創科技智慧大樓 新建工程		潘冀建築師 事務所	38,398 m <sup>2</sup>	85.06 ~85.12	86.03 ~87.10	建築：4.5 億 機電：2 億
凌陽科技大樓新建 工程		沈祖海、蔡 榮堂築師事 務所	12,909.15 m <sup>2</sup>	84.06 ~84.10	84.11 ~85.12	3 億
立生半導體6吋 晶圓廠新建工程		張樞建築師 事務所	21,828 m <sup>2</sup>	85.10 ~86.04	86.05 ~87.10	5 億
矽成積體電路廠房 新建工程		廖運修建築 師事務所	34,871.96 m <sup>2</sup>	85.03 ~85.08	85.10 ~87.06	6.88 億
國喬光電LCD廠房 新建工程		德潤堂建築 師事務所	14,388.61 m <sup>2</sup>	86.03 ~86.07	86.07 ~87.08	1.56 億

資料來源：陳富榮(2004)

## 第三章 問卷調查與訪談成果

### 3.1 規劃設計階段議題之建立

規劃設計單位於建築物初期應完成計畫需求確認、綜合規劃、基本設計及細部設計等之作業內容，及科技廠房規劃項目表，本研究整理如下：

表3.1 規劃階段作業表

階段	主要項目	主要作業內容	
規劃 階段	計畫 確認	基地及周圍環境分析	檢討水文氣象資料、土壤地質地形（含地質鑽探）、生態環境、自然文化景觀、現有公用設施、土地使用現況、其他等
		空間需求計畫	檢討總樓地板面積及用途說明、各房間面積及相關位置等
		建造成本經費上限	
	基本 規劃	設計意念說明	
		法令分析	檢討建築、都計法令
		主要內外裝修	檢討材料、色彩計畫
		初步配置圖	檢討建築物規模及位置
		初步平面圖	檢討配置、動線計畫
		初步立面圖	檢討層高、動線計畫
		初步剖面圖	檢討層高、動線計畫
		景觀計畫	檢討高程、排水計畫
		基礎、結構系統規劃	檢討基礎方式、跨距、構架方式、材料、部材尺寸
		建造成本經費概估	1. 按工程經費估算編列辦理 2. 按業主總預費編製辦理
設備系統規劃	檢討各設備系統、設備空間		

資料來源：公有建築物作業執行手冊、本研究整理

表3.2 設計階段作業表

階段		主要書圖	主要作業內容
設計階段	初步設計	設計意念說明	書、圖面說明
		法令分析	檢討建築、消防法令
		配置圖	依據基本規劃，檢討尺寸
		平面圖	依據基本規劃，檢討尺寸
		立面圖	依據基本規劃，檢討尺寸
		剖面圖	依據基本規劃，檢討尺寸
		內外裝修表及裝修材料表	依據基本規劃，檢討材料、色彩
		景觀圖	依據基本規劃，檢討尺寸
		基礎、結構系統計畫	依據基本規劃，檢討結構設計條件之整理、初步概算
		建築、結構、各設備系統初步套合圖	依據建築計畫、結構計畫及各設備系統計畫，檢討各系統（建築、結構與各設備）間之空間、管線路徑
	初步預算書	包括土建及各設備系統之概算詳細表	
	詳細設計	詳細配置圖	依據基本設計，檢討詳細尺寸
		詳細平面圖	依據基本設計，檢討詳細尺寸
		詳細立面圖	依據基本設計，檢討詳細尺寸
		詳細剖面圖	依據基本設計，檢討詳細尺寸
		內外裝修表及裝修材料樣品	依據基本設計，檢討材料、色彩
		景觀圖	依據基本設計，檢討詳細尺寸
		詳細結構圖、結構計算書	檢討結構詳細尺寸、規格
		設備規格、系統圖	檢討各設備設備（含污水處理及消防等）規格、尺寸、各設備間之系統整合
		建築、結構、各設備系統套合圖	依據建築圖、結構圖及各設備系統圖，檢討各系統（建築、結構與各設備）間之空間、管線路徑
施工預算書		依工程經費估價系統，檢討工程內容、項目、數量計算、詳細表、單價分析表	

表3.3 科技廠房規劃項目表

階段	主要項目	主要作業內容
規劃階段	無塵室	檢討規模、無塵等級
	微振	檢討範圍、需求等級
	格子樑	檢討型式、範圍
	回風層	檢討範圍、設備管線需求
	高架地板	檢討型式、範圍
	鋼結構桁架	檢討結構型式、範圍
	管橋管溝	檢討範圍、設備管線需求
	自動輸送系統	檢討範圍、設備與結構需求

資料來源：本研究整理

本研究依據以上廠房規劃設計項目，及參考第二章內容歸納出規劃設計階段降低成本所需考量之影響因子，並將其分類為 21 個項目如下：

- (1) 土地使用強度。
- (2) 結構系統。
- (3) 地震係數。
- (4) 外牆系統。
- (5) 樓層，樓高/淨高。
- (6) 建築物尺寸(長×寬)。
- (7) 柱位、柱距。
- (8) 特殊裝修及一般裝修材料需求。
- (9) 防火漆。
- (10) 鋼承版形式、小樑配置。
- (11) 無塵室位置及範圍。
- (12) TRUSS中間柱位置(跨距)。
- (13) 回風層結構系統(洞洞板或密集鋼樑)。
- (14) 微振需求(位置、範圍、規格)。
- (15) 高架地板位置、範圍、高度及形式。
- (16) 自動輸送系統管橋需求(RGV、OTS)。
- (17) 格子樑模板形式(SMC模/FRP模，拆/免拆)。
- (18) 停車(汽車/機車)需求數量。
- (19) 人行、物流管架橋需求。
- (20) 土方工程。
- (21) 基礎底版。



## 3.2 問卷設計與分析方法

本研究為了解規劃設計階段各影響因子對於興建科技廠房的重要性，並分析各個影響因子於工程設計所需注意之設計原則，採用問卷調查法（questionnaire survey）將各調查項目的影響性編製成問卷量表（參見附錄一，其重要或影響程度依照數字的多寡依序排列，由影響非常高的10排至影響非常低的1），施測時並輔以訪談，之後依據問卷調查結果及專家訪談之內容，做相關之分析與成果探討。

## 3.3 問卷施測

本研究問卷的施測抽樣名單，係針對有辦理過兩件以上科技廠房興建，有豐富經驗的營建從業人員與設計規劃相關單位進行問卷調查，可概分為：

- (1) 工程專責主辦單位：晶圓與TFT相關高科技公司。
- (2) 設計單位：建築師事務所、工程顧問公司。

本研究進行問卷調查者共13人，其結果說明如下：

- (1) 負責總工程預算個案在30億元以上者居多數（詳圖3-1）。

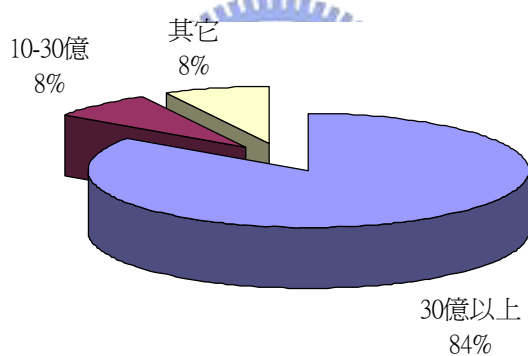


圖3-1 受訪者參與建廠工程造价統計圖

- (2) 受試者其年齡分布如圖3-2所示：

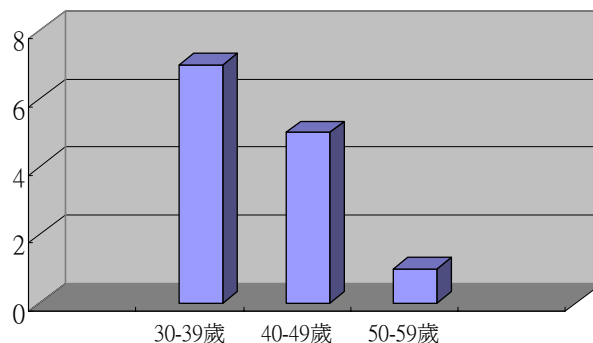


圖3-2 受訪者年齡分布統計圖

### (3)高科技廠房工程成本影響性

本次訪談之目標集中在設計階段參予各項設計規劃之人員，從而了解相關人員對於高科技廠房工程成本影響性之評估，並分析其重要性如下表所示（由高至低排列，10代表非常高，1代表非常低）：

表3.4 工程成本影響性平均表

項次	調查項目	影響性平均值
1	柱位、柱距	8.8
2	結構系統	8.1
3	地震係數	7.9
4	各棟樓層數、樓高/淨高	7.8
5	各棟建築物尺寸(長×寬)	7.8
6	土地使用強度	7.1
7	TRUSS 中間柱位置(跨距)	6.9
8	微振需求(位置、範圍、規格)	6.7
9	基礎底版	6.0
10	回風層結構系統(洞洞板或密集鋼樑)	5.9
11	無塵室位置及範圍	5.1
12	外牆系統	4.9
13	鋼承板形式、小樑配置	4.9
14	格子樑模板形式(SMC 模/FRP 模，拆/免拆)	4.9
15	高架地板位置、範圍、高度及形式	4.8
16	土方工程	4.8
17	自動輸送系統管橋需求(RGV、OTS)	4.1
18	停車(汽車/機車)需求數量	4.1
19	特殊裝修及一般裝修材料需求	3.9
20	防火漆	3.9
21	人行、物流管架橋需求	3.8

### 3.4 訪談

本研究以電話訪問或面談者共13人(因多數受訪者有建廠保密協定，在此僅提供匿名資料)及其訪談內容概要表如下表：

表3.5 訪談內容概要表

訪談對象	內容重點	備註
嚴先生	結構系統 地震係數 微振需求 高架地板位置、範圍、高度及形式 防火漆	建築師
許先生	結構系統 柱位、柱距 格子樑模板形式(SMC模/FRP、拆/免拆)	建築師
孫先生	柱位、柱距 結構系統(洞洞板或密集鋼樑)	結構顧問
蔡先生	柱位、柱距 微振需求 EPOXY漆	建築師
陳先生	結構系統 (鋼結構或RC)	結構顧問
陳先生	柱位、柱距 微振需求	建築師
劉先生	結構系統 外牆系統	TFT業主
賴先生	土地使用強度 結構系統 柱位、柱距	晶圓廠業主
鄒先生	結構系統 EPOXY漆	TFT業主
葉先生	結構系統 柱位、柱距 TRUSS中間柱位置	TFT業主
栗先生	結構系統、樑型式、微振	結構顧問
王先生	結構系統、微振	結構顧問
徐先生	結構系統、微振	微振顧問



依據訪談內容有論述之影響部份，整理其主要內容概述如下列十五項，1. 柱位柱距、2. 結構系統、3. 建築用途系數I值與地震係數、4. 樓層與樓高、5. 建築物尺寸、6. 土地使用強度、7. TRUSS與中間柱位置、8. 微振需求、9. 基礎底版、10. 回風樓版(混凝土構造或密集鋼樑)、11. 外牆系統、12. 格子樑模板型式、13. 高架地版、14. 裝修材料、15. 防火漆，並依序分述如下：

### 3.4.1 柱位柱距

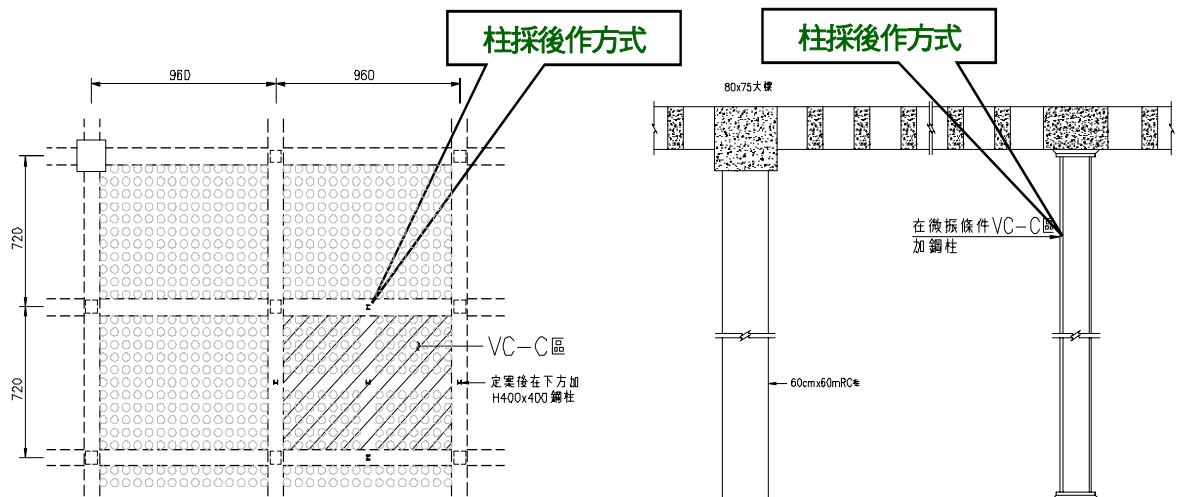
此部份之檢討在於潔淨區之格子樑區域，柱位之柱距與格子樑樓版關係之規劃。縮小柱距亦會配合微振需求，微振標準越嚴苛柱距自然越短，格子樑深度亦越深，結構體的使用量每平均單位造價亦高。

客制化的製程考量，其中柱距往往需求較大才能更具彈性化空間運用，惟如此將造成因柱距加大，結構斷面係數考量而造成平均造價較高。故能與製程工程師配合檢討適切的柱距是很重要的。也有部份廠房做出決定產量需求重要性大於結構體的經濟性的判斷。

柱位柱距在目前科技廠房皆為4.8m-9.6m較屬經濟範圍，部份晶圓廠對於桁架或是微振需求較一致性，因製程設備皆會改變位置，無法在這部份做造價降低討論。倒是設備較固定不改變的科技廠房，若可以考量不同荷重與微振需求，而做降低造價的考量。部份生產設備微振需求較高的設備來放置在一樓區域，也許看當時規劃的考量，不過目前造價降低的趨勢不會改變下，亦可以從此部份做較深入的檢討，換言之有時製程在可被調整的狀態下，亦應配合降低建物造價做考量，反而生產較不易受影響。在台灣土地取得不易的狀況下，對建廠的影響亦受上述影響整體造價。

結構構件之尺寸及配置距離與管路設備擺放及搬運與行走動線有關，亦影響建廠之成本。柱距、樑、樓版、活荷重、微振需求、樓層高度等規劃、均應在設計初期做詳盡之分析與評估，以求得最佳化之設計。

以部份科技廠房TFT廠為例，於規劃設計階段潔淨室之下部回風層區域之CLEAN SUB 空間，規劃時全區柱距通常先採用最適化。惟因為部份生產設備微振需求較高之特定區域，其柱距通常較短。故經微振顧問研究在全區規劃微振條件為VC-B條件下變更VC-C時格子樑樓版採用後補強柱的方式，能較為經濟且避免太大範圍的以微振高標準規劃，下方SUB FAB柱距比較說明如下附圖：



資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

圖3-3 柱距比較圖

### 3.4.2 結構系統

廠房建築工程中結構體之造價佔建築工程造價百分之80以上，以目前一個200\*300公尺之TFT七代廠的建廠預算為例，約有新台幣80億以上。故審慎的於規劃階段加以適當管理，對工程整體之成本控制，將有莫大的助益。訪談後分為以下項目予以探討：

- (1) 結構設計：基地土壤參數的使用，因為與基礎造價有關必需要配合各個園區所在位置不同而規劃。

結構顧問從結構設計的角度來談，影響造價成本的主要因子，因目前結構設計採用E-TAB的軟體程式分析結構體配合廠房的需求，從主要斷面受力越大者，則其所需要的用鋼量及使用混凝土量越多越大量，相對其造價亦高。另外，除了滿足現行耐震設計規範中的韌性設計條款，搭配長度200\*300公尺長的建築物考量。配合微振動控制特殊要求，廠房通常都會委託專業微振顧問進行微振設計，以達到製程設備的要求。甚至目前亦由業主考量由設備配置主動控制隔震系統，亦可降低樓版系統的微振需求。

長期在科技廠領域深具經驗的結構顧問公司，從人性互助的角度提出一個頗具人深思的另一層思考的課題，除了基本的結構設計規劃外，凡是涉及相關混凝土RC系統與鋼結構系統皆是可以探討的課題。舉例如下：從柱斷面的漸變取代一層不變的柱斷面其造價自然降低。惟因建廠趕工期最後能提供給設計者，充分的規劃與調整時間往往有限。換言之如能提供較適當之時間，規劃者能幫業主降低造價的機會更大，也更多討論空間。這種快速興建的工程特性卻是許多科技廠房興建過程中，較因結果目標導向而缺乏的一項因子。惟目前逐漸的各家科技廠商漸漸體會出此重要性的因素。近年來與固定的建築師或顧問公司配合，以因應微利時代來臨時的降低成本造價考驗。

建廠過程中，除了配合廠務系統提出適切的規劃過程中，因制程的改變，設計者必須配合調整規劃，小至樓板大至整幢結構重新規劃的情形都會發生。如何密切的將兩者所需的機能、時間、造價做一個密切的調配，確實是在工程管理中很重要的一個課題。

結構系統中依部份廠房不急迫使用前題下，目前評估建物不一定全部是RC造或鋼構造，若規劃時間充裕考量造價會在一定程度允許下，先以RC構造後再銜接鋼構造，例如在需要大跨距樓層時才做轉換。

最後就是將不同功能的設備區域分開採用混凝土構造；而獨立做結構設計的檢討，如設備服務區、自動倉儲區等。可將結構體造價做控制而降低預算。

科技廠房通常變更隨著製程需求，在建廠將完成前時較明確會有增加情形，在晶圓廠中相對比較下較無結構補強的狀況產生。

(2) 結構基礎型式：因此部份的鋼筋混凝土用量很大，與結構技師審慎考量配合調整可降低造價。除了微振需求考量外，於南部科學園所需要的基樁工程或是連續壁工程皆較中科與竹科較多基礎建設費用。

(3) 混凝土結構型式：依97年1月預算約為50,000.0元/坪

混凝土強度必須配合各種使用或載重用途而有變化，不是單一常用的4000psi強度混凝土，就解決混凝土強度的規劃。如潔淨區域因為廠房尺寸較已往有增長，且興建時間縮短或不變之趨勢，採用微收縮混凝土為最佳之條件，屋頂層樓版減輕荷重與混凝土斷面結構重量時採用泡沫混凝土。與相同的鋼筋量的計算亦應配合一起檢討。

各主要樓層區域分段使用RC或SRC設計，可配合實際使用需求而調整。亦可降低結構體造價。或是採用垂直使用不同之區分，如設備服務區與主廠區可做切割。

國內亦有專業之混凝土預鑄廠商，採用混凝土預鑄工法施做科技廠房，南部TFT廠房亦有採用此工法。以下附表3.6為預鑄工法與傳統工法比較說明。

(4) 鋼結構型式：依97年1月預算約為70,000.0元/坪

鋼結構工程費用佔整個土木建廠成本約50%，RC佔結構成本60%費用，建築師或結構技師是可以從此協助業主做造價的降低檢討。有時結構斷面如鋼構柱、樑與桁架的變斷面設計，亦應經濟化考量採用不同之鋼材或鋼板型式，以求最經濟之單位重量。亦可以由有經驗之結構顧問代為採用最佳化建議。甚至鋼材強度規定的檢討，亦是在新的結構設計規範規定下尋求較佳化之規劃。

(5) 替代性結構：特殊結構耐震需求的考量，增加挫屈制震器以減少用鋼量是目前的趨勢。目前也導入斜撐BRB系統，求降低整體結構的用鋼量，也降低平均造價不少約3%。以下附表3.7為普通鋼架結構與韌性消能斜撐比較說明表。

表3.6 預鑄工法與傳統工法比較說明表

項目	場鑄工法	預鑄工法
微振要求：	配合設備位置調整	配合設備位置調整
施工平整度：	現場控制平整	單位平整度高，整體平整依各單位調整，施工技術較困難
平均單位造價	FRP、SMC模板費用省	預鑄格子版費用約增加20%~30%
施作時程	分區施作無樑板	鋼結構吊裝後，另設吊裝系統，再施作上半部格子版，減少等待混凝土乾縮約節省工期21天
二次配管線	現場依實際情況	混凝土強度為6,000psi，須預埋件
設計製造方式	現場模板及FRP、SMC組立、混凝土澆置，再拆除模板	前置設計時程及預製生產區，養護運送吊裝結合，減少技術工及施工架
製程設備配置彈性(樓版開孔)	開孔補強	開孔補強，依預鑄單元處理

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

表3.7 普通鋼架結構與韌性消能斜撐比較說明表

	鋼構架	韌性消能斜撐系統
用鋼量	高	略低
使用空間	佳	較差
耐震性	好	好
微振	佳	尚可
造價	高	低

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

### 3.4.3 建築用途系數I值與地震係數

結構體依建築技術規範內之法規檢討，所需要的用途係數使用上差異，其影響整體結構造價之平均有加乘效果。在建築物結構設計一開始檢討用途係數時，其造價差異可是很重要的，以事務所專案經理所提供之經驗，在台灣不同區域所規定的值，影響佔結構體費用約有20%強。舉例同類型建築物用途係數如1.25與1.0相比較，差了有25%比重，故總造價差異為5%。

地震係數相關課題為初期規劃階段需要與業主、顧問、設計單位檢討，如是否位於斷層地帶，是否要額外再考量加強結構耐震力亦很重要。如台灣的921大地震發生後，國內的晶圓廠能夠在短期內迅速恢復生產，結構未受到影響，更顯得在台灣身處地震帶的建廠考量，此為不可減少的造價考量。當然亦要配合保險一起綜合判斷考量，判斷是否應將系數I值提高於規定標準，亦或是在標準值的下限規定。

因為建築技術規則規定，水箱必須要載入建築物用途系數中計算。水箱因在科技廠房用水與儲備水皆需要非常大容量，在建築物的什麼位置會對結構造成造價差異性亦很大。一般通常放置於機械棟，若在主要廠房棟可能造價會因結構規劃不同而提高很大。

### 3.4.4 樓層與樓高



廠房樓層數量多則總面積會增加至往建築物容積規定值靠近，其總造價成本亦因樓地版面積增加而升高。同樣的樓高亦隨面積增加而增高。舉例以TFT廠房之初步規劃生產區樓高約自第三代起為三米至目前第六代的樓高為六米。每個生產區有上下回風層，潔淨室由二層亦增加至三層。

#### (1) 樓版荷重：

各樓層配合設備需求而檢討平均載重的配筋用量，從大小樑至樓版皆會影響造價。如面積很大的生產區則影響更廣。此部分尚須要配合製程工程師檢討其最適量，不過往往因建廠後使用需求有所改變，而導致局部變更加強樓版結構補強亦在所難免。

屋頂層的設計載重亦以輕量化作考量，一般設計活載重約 $0.3\text{ton/m}^2$ ，只在廠房兩側放置回風區供設備使用。如此輕量化可以降低屋頂層樓版造價。

對於樓版荷重因素造價會隨需求加大，因此而增加結構體造價。對整體建築物的樓層配置而言，建議依荷重需求安排各樓層機能，使結構設計能夠更為經濟，以降低結構造價。如較需要大載重之部份在低樓層。而在機械棟之污廢水及純水區，上方樓版之荷重為冰水機之位置荷重需求增加；應與使用單位檢視其實際需求，以降低樓版單位荷重，達到降低成本之目的。

## (2) 樓層利用：

有一個現象其實也讓業主能增加使用容積，獲得最大的面積使用效率，讓業主所用在建物造價上面積能得以善用。即是使用較有彈性的回風層，再利用為一無塵室區域，雖然因回風層的空間提高會產生造價增加，不過往往有些業主在產能擴充的狀態下，妥善利用此區域也增加不少的使用容積，這是一個造價增加但使用效益卻加大的例子。

不過有些晶圓廠如DRAM製造廠則較固定的生產製程，就可以不考慮彈性使用空間，所需要造價增加之問題。

## 3.4.5 建築物尺寸

### (1) 形式：

因為生產線排程的關係廠房多為長方體，也因為如此外牆營建成本固定的比正方形增加約6%。

又因為是廠房故設計上可以不用太多變化，則施工與管理階段容易介面亦少。外牆材料若單一化則外牆整體造價費用會降低。施工速度亦隨之提升。

外牆開口如窗戶或吊裝平台開口，若在潔淨室區域盡可能不用開口。則可減少外牆與鋁窗之造價差異。對於整體廠房之潔淨管理亦有幫助。目前廠房規劃亦逐漸受業主的上述方向影響，而僅能於外牆材料上色澤差異做變化。若非必要不開口，僅使用設備進出之位置亦採用活動牆。

### (2) 量體：

廠房平面尺寸受到生產設備與動線及服務區域之整體規劃而影響廠房高度尺寸受到結構體設備、管線、載重、樑跨度與微振的考量下而影響，又因為初期規劃階段管線設備尚於概括依經驗值檢討，故僅將建築物盡量的約束是維持造價不會很快增加的狀況，如果使用單位能提供詳細需求數據則最佳。

有時配合生產區高度受限，如果因荷重增加或管線增加則空間不足時，應可由結構技師建議採用無樑版、格子樑、扁樑等設計方法，爭取空間，但亦會造成該區域之結構體造價亦高於一般區域。

目前TFT廠房之規劃已有部份廠房將，CELL、彩色濾光片、ARRAY等分成三個潔淨區之樓層合為一棟建築物。各個組合自上而下為TRUSS層供部份管線使用、上部回風層、作業廠房區、下部回風層。各區域之樓高依生產所需要增加或調整。部份業主亦主動將樓高限制於50公尺以下，可不用辦理結構外審與危險工作場所評估作業。

### 3.4.6 土地使用強度

建廠的土地國內多在科學園區內，其土地建蔽率與容積率在使用規劃上，會依照政府規定辦理，以科學園區為例其整體開發發展的前題下，針對合理有效之利用，並塑造具有高品質之建築物景觀風格，使整體園區環境能符合公共安全，環境衛生的目標下訂定土地使用區分管制要點。

在此要點下會明列土地使用強度之管制，一般分為廠房用地，管理及商業服務用地，公共設施用地，保育用地。園區內建築基地附設停車空間，並依使用區分及用地別會有停車數量之參考規定最少停車位。而這些規定會與建築造價有關係。晶圓廠業主訪談中表達以晶圓廠而言，因為較無需要太大的容積供生產設備使用。故建蔽率的重要性大於容積率，且因目前設備微振需求越來越高，亦希望能將微振需求等級較高區域如VCB等級以上，放置於低樓層可減少結構設計所產生之造價。TFT廠房則因世代需求逐漸往大尺寸發展，生產空間相對需求較大。必需要爭取更大的建築容積範圍去容納生產設備。

停車設備則屬於法規規定，往往配合於建築結構體中。其所施做之造價成本，以經廠辦建築物為例約在結構體造價10%以內。雖然比重不是很大，但考量上班的方便性此為無法避免之成本。目前科學園區亦有開放公園綠地，供科技廠房承租為地下停車廠兼活動中心。

綜觀之因為多受限於法令規章明定，所必須要依相關辦法執行。故較少受訪談者會提出說明與討論。惟亦可看出若政府或相關單位，能配合辦理各種不同類型廠房實際生產需求，而調整出適當的建蔽率與容積率。對減少建廠的造價上會有幫助。包含停車數量的最少限制放寬，讓建築物使用能更有空間。這些皆是無形的產生建廠造價降低的因素。

### 3.4.7 桁架TRUSS與中間柱位置

跨距對於造價影響，不同設備每世代的安排佈置會有大跨距的桁架需求，造成造價上的影響。如果跨距需求越大則結構體造價影響亦巨。若能加設中間柱，Truss跨度縮小減少鋼構用量。

其中結構的柱距與TRUSS跨距亦越大，微振需求考量亦有增加趨勢，故每坪的造價亦隨著增加。設備載重需求亦是如此，考量特定需求區域予以補強可以減少造價費用的增加。若爾後變更活荷重超過原規劃載重，則較不易補強。若要補強其影響亦甚巨。

檢討柱距、跨距的尺度，樓地板荷重配合製程設備做檢討，最近的TFT世代工廠甚至在部分區域規劃出小型自動儲料櫃區，其荷重加大，結構亦配合做局部或區域的調整，亦會影響造價的增加。

### 3.4.8 微振需求

科技廠房因為製程精密度的提升，生產設備對於微振震動標準需求亦隨之增加。在廠房結構設計時除了考量耐震設計外，所有主要製程樓版的設計均要符合設備生產微振需求。並在建廠的過程中，至完成後不同階段進行微振之量測、分析與驗證。並於必要時研擬微振改善措施，以確保符合設備運作的需求。有時於規劃初期即應與微振顧問做較密切之溝通，做好微振所需要的共同標準。因為使用的設備也許來自不同國家，各有不同的微振標準，應即早確認與了解。結構體的規劃階段，應與微振顧問討論，每一個階段的檢核點與確認時間，除了有效的溝通外，亦可即早檢討出可降低造價之規劃方式。

經訪談後整理為以下三個較會被討論的類別：

#### (1) 結構底版微振考量

結構體基礎底版考量外來之震動波源，因應微振需求的考量所做的調整，如大底版的厚度增加亦會增加造價。結構體樓版若因微振的需求而加強，如由VVB改為VVC級時，則每一不同的級數亦影響因微振需求而增加之結構體用鋼量的影響，或是格子樑中的勁度考量。造價亦會增加。

#### (2) 結構體與微振需求柱距、樑跨距、剪力牆、樓版厚度

縮小柱距亦會配合微振需求，微振標準越嚴苛柱距自然越短，格子樑深度亦越深、樑深亦同、版厚也會增加。則結構體的單位用鋼量增加，每平均單位造價亦高。有時候於合適之位置設置剪力牆亦可抗地震力作用外，水平向的微振需求而提升。當然亦會因此部份的設置剪力牆，減少整體配筋量的考量。回風層模式與微振需求；造價上以鋼構架模式較為經濟，惟若考量微振等級，則需求依序為waffle較能符合較高需求為主。在TFT廠的製程上看於密集鋼樑區施做，一邊高架地板而於設備較需要微振較高等級的區域使用鋼筋混凝土制震機台，以增加質量與勁度方式限制機台振動。機台四周與高架地板分開以減少人員步行震動的影響。如此配合集中荷重的設計考量，會比以全面均佈荷重設計型式之平均造價低。惟應考量製程的變動性，部份晶圓廠房又因存在微振需求較高的情形下，有較多的面積要採用Waffle形式的格子樑，其施工的造價亦較CHEESE型高。

#### (3) 荷重

微振需求等級之考量亦有增加趨勢，故每坪的造價亦隨著增加。設備載重需求亦是如此，考量特定需求區域予以補強可以減少造價費用的增加。

柱位柱距在目前科技廠房皆為6-9.6m較屬經濟範圍，晶圓廠對於桁架或是微振需求較一致性，因製程設備皆會改變位置，無法在部份做造價降低討論。倒是設備較固



定不改變的TFT科技廠房，若可以考量不同荷重與微振需求，而做降低造價的設備來放置在一樓區域，也許看當時規劃的考量，不過目前造價降低的趨勢不會改變下，亦可以從此部份做較深入的檢討，換言之有時製程在可被調整的狀態下，亦應配合降低建物造價做考量，反而生產較不易受影響。

例如某些區域並非真正的生產區域，是否有必要將微振需求納入考量，曾有案例為測試研發區提出尖峰用量為VCC的需求，經深入探討並非長時間做測試，需要如此高規格，就應該要降下其標準。廠務的人應具備有此判斷的能力。亦可因此減低造價。

AGV自走機所造成之震動問題應予以考量，一般以距離SCANNER區域兩個柱位以上為佳，較不影響設備生產。

微震顧問亦表示晶圓廠與TFT廠房的微震規劃是有很大的不同的，很多晶圓廠設計階段所應用的設計方法都應用在TFT廠房的微震規劃。目前TFT廠房的規劃已與晶圓廠不一樣了。其中一個基本的差異在，在建造廠房的費用上TFT廠房是比晶圓廠房更大更貴。因此TFT廠房於微震設計階段微震考量是不同於晶圓廠房。目前TFT廠房有更大的潔淨室與廠房有更大的震動源、更嚴謹的微震標準。晶圓廠有小且獨立的潔淨室與較小的震動源，但更嚴謹的微震標準。

此外TFT廠房製程隨著世代變化，往越來越大的方向發展，廠房有更多的震動源，對微震設計有更多的困難與挑戰。晶圓廠的製程往越來越小的方向發展，不過對於微震標準的需求也是同樣的高。在隔震的設備發展上也一樣。因此微震設計上是越少能依賴傳統的特殊演算工具，來做微震計算。必須靠創新的方法來解決，因為有越來越嚴謹的微震標準需求。

綜合結構顧問與微振顧問，對於科技廠房規劃階段提出如下微振需求對用鋼量的影響及設計對策經驗：

- (1) 桁架設計時需考慮水平及垂直勁度。
- (2) 垂直向勁度最省錢的控制方法為減少柱跨距，如應設備空間需求無法加柱，僅能用加斜撐及桁架的方式克服。
- (3) 水平向勁度最有效的控制方法為加剪力牆，在微振需求較低的時候可用斜撐及桁架取代。
- (4) 樓版垂直向勁度最有效的控制方法為加厚混凝土版厚度、減少迴風開口面積及提高混凝土強度，會造成造價增加應考量需求區域的範圍。
- (5) 用鋼量的控制方法為在不同微振需求時，採不同之結構設計（包含桁架、鋼樑、斜撐及格子樑），惟相對的也提高施工的難度。

### 3.4.9 基礎底版

結構基礎型式：結構底版因應微振需求的考量所做的調整，如大底版的厚度增加

亦會增加造價。因此部份的鋼筋混凝土用量很大的區域，與結構技師審慎考量配合微振顧問指導亦調整可降低造價。結構規劃除了幾個主要的因素，如基礎底版的微振考量外，地震係數相關課題亦要檢討，如是否位於斷層地帶，是否要額外再考量加強結構耐震力亦很重要。

### 3.4.10 回風樓版(混凝土構造或密集鋼樑)

造價上以鋼構架模式較為經濟，惟若考量微振等級，則需求依序為waffle型式較能符合較高微振等級需求為主。

又因存在微振需求較高的情形下，有較多的面積要採用Waffle形式的格子樑，其施工的造價亦較CHEESE型高。

回風層格子樑型式與優缺點經整理相關訪談資料分類如下表3.8

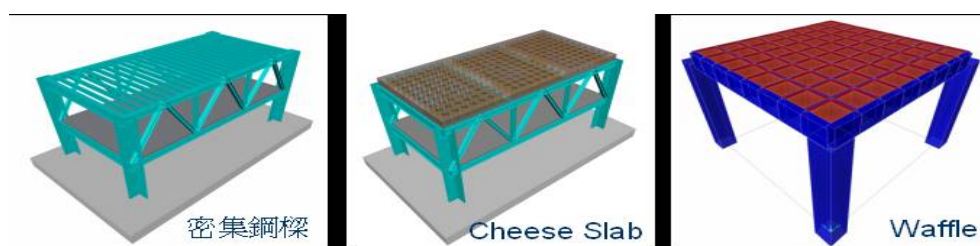


表3.8 各種結構型式之優缺點比較表

種類	密集鋼樑	Cheese Slab	Waffle Slab
優點	施工快速，質量最低、降低地震力的影響	抗微振性能優、構造簡單施工略快，微振等級提高時可以封口補強、樓版厚度較薄	抗微振性能最優，管線較易配置，質量較低、降低地震力的影響
缺點	抗微振較差，局部微振要求較高區域必須加混凝土基座，鋼構造價較高	綁紮鋼筋工期較長，單位重量較高增加結構設計地震力考量	綁紮鋼筋工期較長，版厚與梁深度較深
造價	低	中	高

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

### 3.4.11 外牆系統

外牆系統：從最早的廠房為求快速興建及減塵的考量而來衍生出不同的RC外牆模式，如三明治板或其他灌漿牆系統，皆可以有不同的選擇，如果以最經濟的考量則以RC牆貼磁磚較受大部分業主接受。惟考量快速與便利三明治牆板頗受較多業主採用。

外牆板材的考量亦從RC造、預鑄造、三明治板皆有考量過，以下為其上所討論之比較圖表。內部的生產設備管線與結構體柱、樑間尺寸的檢討，乃是不斷的隨各代廠的製程改變，去追求最適化。

表 3.9 鋼結構建築外牆系統比較表

項 目		A.	B.	D.	H.
		傳統 R. C 牆 (面貼磁磚)	預鑄 PC 板 (面貼磁磚)	纖維板灌漿牆 (面貼磁磚)	鋁板、玻璃帷幕 牆填縫式
物理性能	系統厚度	15~18cm	15~20cm	10~15cm	18~15cm
	重 量 (kg/m <sup>2</sup> )	300~350	330~420	110~150	30~40
	隔 音 性	32db	35db	30db	25~30db
	吸 音 性	無	無	0.82db	0.92db
	隔 熱 性 熱傳透率 (W/m <sup>2</sup> ·K)	3.5	2.2	0.96	0.14
	防 水 性	尚可	易滲水	易滲水	佳
	維 護 費 用	高	最高	高	省
	結 構 體 負 荷 (%)	9.7	12.0	4.2	1.1
	防 水	一道防水線	一道防水線	一道防水線	一道防水線
綜合比較說明		無集水功能	無集水功能	無集水功能	無集水功能
		防水保固十年	防水保固二年	防水保固二年	防水保固二年
		耐用年限較長	耐用年限較長	耐用年限較短	耐用年限較長
		不易吸收變位	較易吸收變位	不易吸收變位	較易吸收變位
		無法更換	不易更換	不易更換	不易更換影響使用
概算造價 (97/1月)	3,500.00元	6,000.00元	5,000.00元	7,500.00元	

註：1. 本比較表“結構體負荷”係以建築規模 15m 寬×60m 長，樓高@4m，樓層 15 層為依據。

2. 外牆單價係指牆體部份未涵括開窗條件(開窗部份單價較高視採用種類另計)，表列金額為概算。資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

### 3.4.12 格子樑模板型式

高科技廠房中潔淨室內回風層，格子樑的成型中發展出不同的工法，各工法皆有不同之造價與設備生產需求之考量。格子樑模式：目前從晶圓廠至TFT廠，國內許多廠商已發展很多模式，從樹脂熱成型SMC等工法、SVC、FRP、可拆式FRP、不鏽鋼筒等等，建議規劃階段應配合微振之等級、施工快速性、生產之考量各單位造價去討論。基本上建廠文化中較追求造價的降低工法及工法不斷的大膽嘗試改變創新，其中潔淨室回風層格子樑的工法亦從FRP進行至ABS再調整至預鑄式工法，不鏽鋼管工法皆有過實際案例，其中造價差異與工程的進展考量，皆於建廠過程中納入檢討。以格子樑的施工技術而言，目前已有廠商因造價之考量，將使用材料成本再往下調整為鍍鋅管加塗裝Epoxy漆。

### 3.4.13 高架地板

回風系統除了格子樑與高架地板、鋼結構或是TRUSS層為回風層亦是許多種考量，建議可與業主考量設備管線配置方式後採取較經濟的結構與回風架構模式。

合金高架地板的經費是建造潔淨室的地板所需的材料，惟未來考量其必須性與經濟性，有些生產工廠已逐漸將其取消，只以平整的混凝土結構地坪含預鑄式混凝土、加上回風口的設計而達到其效益，是一般新的思考方向。惟混凝土完成面的平整度亦應預先訂定規範。才能符合設備使用需要。

### 3.4.14 裝修材料

科技廠房在裝修材的部份，以平頂、牆面、地坪所使用樹脂類EPOXY裝修材料。規劃設計時對使用於不同空間及功能需求有不同的等級，於裝修階段造價成本的考量影響甚大，例如位於地下室的EPOXY地坪就必須因應趕工需求，增加防潮層避免受潮而失敗。但有些區域有其耐酸鹼的EPOXY漆，不可不審慎配合功能性需求而規劃。

### 3.4.15 防火漆

建築物結構體防火需求為法規規定，其造價佔約結構體部份造價8%之強。經評估對造價影響，目前常用材料為防火漆與防火被覆；其中若結構體需要有兩個小時的防火時效時，其每平方公尺造價約有5倍的價差，若能考量於非C/R區域使用防火被覆亦可降低其平均造價。但防火漆工法的優點為施工快速與較不污染為優點。

### 3.5 小結

依據問卷結果，高科技廠房工程成本影響評估其平均值超過5者共十一項：(1) 柱位、柱距、(2) 結構系統、(3) 地震係數、(4) 各棟樓層數、樓高/淨高、(5) 各棟建築物尺寸(長×寬)、(6) 土地使用強度、(7) TRUSS中間柱位置(跨距)、(8) 微振需求、(9) 基礎底版、(10) 結構系統(格子樑洞洞板或密集鋼樑)、(11) 無塵室位置及範圍。

依據訪談內容，受訪者提出之降低建廠建築造價成本重點彙整如下表：

表3.10 降低成本主要因子影響表

影響因子	影響成本項目	
柱位、柱距	1. 柱距的縮小 2. 柱斷面積的調整降低 3. 檢討管線路徑與使用範圍不多預留空間	
結構系統	結構設計	1. 土壤參數規劃應依基地位置不同而設計 2. 結構斷面選擇較經濟之斷面 3. 隔震設備配合設備微振需求增加，可避免全面調高結構微振需求的規劃 4. 提供設計團隊足夠的設計規劃時間 5. 不同的構造型式(混凝土、鋼構、預鑄)依合適的區域空間討論規劃
	基礎型式	1. 新竹科學園區多採明挖、部份回填 2. 台中科學園區多採明挖、部份回填 3. 台南科學園區多採基樁
	混凝土構造	1. 相較於鋼構造價經濟可分樓層、區域規劃 2. 部份廠房考量採用預鑄工法的使用 3. 混凝土添加劑的使用增加混凝土效能
	鋼結構	選擇經濟的鋼材斷面與採用較適合的替代斷面規劃
	替代性結構	1. 結構體規劃選擇挫曲制震系統可降低造價 2. 斜撐系統可降低結構造價 3. 剪力牆可降低結構造價
地震係數 建築用途係數	1. 各係數之檢討選擇符合法規最低需求 2. 水箱位置之檢討盡量不設置於廠房內或規劃最少區域	
樓高、樓層數	樓高	高度檢討以最能符合未來需求之高度即可
	樓層利用	回風層之檢討使用能結省空間之使用

	樓版荷重	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 樓版載重於較重的負載區域單獨規劃檢討</li> <li>2. 減輕屋頂層樓版載重需求</li> <li>3. 荷重需求較大規劃於低樓層</li> </ol>
建築物尺寸	形式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 廠房多為長方型體、外牆成本比正方型體增加約6%</li> <li>2. 外牆盡量減少開窗、開口</li> </ol>
	量體	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平面檢討生產設備、動線、服務區</li> <li>2. 高度檢討管線、設備、微振、載重與跨距</li> <li>3. 不同生產區域剩餘空間可再規劃組合</li> </ol>
土地使用強度		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建蔽率與容積率之檢討，晶圓廠較需要建蔽率相較於TFT廠房則需要較多的容積率</li> <li>2. 地下室停車位依法規檢討停車數量的降低。或是另外規劃停車位置</li> </ol>
中間柱與桁架		在桁架部份考量增加中間柱節省鋼構單位重與造價，亦可提高樓層淨高度
微振		檢討樓版厚度降低造價
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 結構尺寸依不同的使用範圍的考量</li> <li>2. 格子樑樓版配合需求採用不同型式</li> </ol>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 縮小柱距可降低造價，管線設備應考量</li> <li>2. 樑規劃採用井字型加強，檢討需求適當的位置。</li> <li>3. 格子樑深度增加，檢討需求適當的位置。</li> <li>4. 剪力牆設置於適當的位置。</li> <li>5. 檢討等級之適切性非採用最高標準</li> </ol>
基礎底版		配合微振顧問檢討樓版厚度降低造價
回風樓版		依微震需求對密集鋼樑、CHEESE SLAB、WAFFLE SLAB檢討不同區域的規劃
外牆		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼筋混凝土造貼磁磚最經濟</li> <li>2. 預鑄PC版應注意牆面接縫處防水性。</li> <li>3. 三明治板、帷幕牆美觀單位造價略高。</li> </ol>
格子樑模板		考量不同材料成型所使用的費用
高架地板		考量結構體平整度狀況可取消或降低高度
裝修材料		因空間使用功能不同採用較適當的樹脂漆EPOXY
防火漆		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 防火漆與防火被覆之選用可略分為潔淨區域與非潔淨區</li> <li>2. 因空間使用功能採用經濟合適之防火材料</li> </ol>

資料來源：本研究整理

## 第四章 資料分析與結果檢討

本章乃根據前章問卷調查及專家訪談之內容，做相關之分析與成果探討，並佐以部份實例研討案例，說明經本次研究後較重要的問卷調查項目與訪談內容重要因子，可提供未來於規劃設計階段業主、營造廠、設計單位、顧問等各方對於建廠成本管理上協調溝通之參考依據。

### 4.1 成本影響因子分析

由前章研究可歸納出十一項權重占5以上的影響造價關鍵評估項目如下：(1) 柱位、柱距、(2) 結構系統、(3) 地震係數、(4) 各棟樓層數、樓高/淨高、(5) 各棟建築物尺寸(長×寬)、(6) 土地使用強度、(7) TRUSS中間柱位置(跨距)、(8) 微振需求、(9) 基礎底版、(10) 結構系統(格子樑洞洞板或密集鋼樑)、(11) 無塵室位置及範圍。另從訪談調查中可知，在規劃設計階段於成本管理上以(1)結構系統、(2)柱位柱距、(3)潔淨室微振系統三大系統內之主要管理因子，較受業主、營造廠與設計單位、顧問公司所重視。

結合相關訪談案例與結果，與本研究歸納已往TFT與晶圓廠之案例分析結果上的經驗，經整理進一步依序分述說明如下十一項成本影響因子：(1) 柱距與微振需求比較、(2) 主結構系統方面、(3) 建築物之用途係數與地震係數、(4) 結構體型式、(5) 桁架中間柱比較、(6) TRUSS系統方面、(7) 桁架與回風層規劃模式、(8) 桁架規劃模式比較、(9) 格子樑型式與微振關係之比較、(10) 回風層規劃模式、(11) 格子樑模具需求比較。估算造價的方式採用已有的工程經驗來訂定，以單位面積法的工程概算方式，做不同的規劃的初估比較說明。

經由下列具有影響建廠造價成本之主要因子管理要點與歸納說明，可以讓參與建廠專案管理者能了解規劃初期造價成本管控的重要與方向性。但土地使用強度與無塵室位置與範圍，此兩項關鍵項目皆受限法規與使用設定範圍無法多樣性具體檢討，故在此章省略不檢討。

#### 4.1.1 柱距與微振需求比較

##### (1) 柱位、柱距系統

廠房潔淨室樓層結構柱之尺寸及配置問題影響營建成本。柱距、大小樑配置及版厚選擇等，均應與生產設備配置與生產能量做最佳化的比較檢討。通常科技廠房之柱間距約在60cm的倍數如4.8m~7.8m~9.6m間，亦較符合RC結構成本的合理性範圍，如果因微振考量需要全面縮短柱間距，則回風層樓版厚將增加，最後成本亦會增加。故如

訪談所述能與製程工程師配合檢討適切的柱距是很重要的。考量因素為製程規劃與生產能量、微振需求、柱位、柱距、回風層樓版型式與厚度、樓層高度等相關配合因素一起規劃考量。

#### (2) 潔淨室下之回風層(Clean SUB)柱距與微振比較

以晶圓廠為例，為有效利用潔淨室下之回風層CLEAN SUB 空間，將其柱距最大化，在微振需求皆為VC-D+條件下，若回風樓版為WAFFLE型式則下方回風層柱距、版厚及結構造價比較。如下表所說明其因柱距與版厚調整所造成結構體造價的影響性：

表4.1 柱距與版厚對造價影響性比較表

柱距	4.8m * 4.8m	5.4m * 5.4m	6.0m * 6.0m
柱尺寸	78cm	88cm	98cm
WAFFLE版厚	1.0m	1.1m	1.2m
結構單位造價	基準造價	約增加5%	約增加12.5%

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

### 4.1.2 主結構系統方面

本研究統計於半導體與TFT廠房之建築造價中其主要總造價所佔比如下表所示，比照本次訪談結果，皆與主要結構工程中之項目有關，故降低建築物造價之主要探討部仍應為結構工程與配合廠房之結構項目為主。TFT廠房因產品製程的關係較為大，故所需要的建築容積與結構體造價比重高於晶圓廠。

表4.2 主要項目造價百分比列表

主要項目造價百分比列表						
項次	一	二	三	四	五	六
施工項目	假設及地 工工程	結構工程	外牆工程	裝修及防 水工程	外構及植 栽工程等	總計
半導體廠	7%	70%	6%	13%	4%	100%
TFT-LCD廠	5%	80%	4%	9%	2%	100%

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

### 4.1.3 建築用途係數I值與地震係數

建築用途係數之類型依規範規定概分如下：

(1)第一類：I = 1.5 如地震災害發生後，必須維持機能以救濟大眾之建築物。



- (2)第二類:  $I = 1.5$  如地震災害發生後, 儲存多量具有毒物、爆炸性等危險物品之建築物。
- (3)第三類:  $I = 1.25$  如地震災害發生後, 供公眾使用之建築物。
- (4)第四類:  $I = 1.0$  如地震災害發生後, 其他一般建築物。

依法規規定, 各案可依需求自行設定超過法規規定之該建築物係數值。惟係數值越高, 結構造價亦相對提高, 此部份因對造價影響甚大, 值得進行更深入的分析與探討。用途係數 $I$ 值與增加結構體造價成本之比例如下表(下列所列數值為粗估概算值, 依建築物結構系統及規模而有所不同):

表4.3 用途係數 $I$ 值與增加結構體造價成本之比例表

	法定基準值					部份主廠房設計值
用途係數 $I$ 值	1.0	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25
增加結構成本	基準值	1.5%	3%	4.5%	6%	7.5%

資料來源: 潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

依中央地震主管機關公告之震區劃分, 台灣地區震區劃分為二個震區: 地震甲區及地震乙區, 例如: 桃園縣屬於乙區震區, 地震水平加速度係數 $Z$ 值為 0.23; 台中縣市屬於甲區震區, 地震水平加速度係數 $Z$ 值為 0.33。同時於結構規劃中, 國內建築技術規則因應921後已重新規定地震係數中的用途係數。因為結構用量其為加乘的效果, 故對於整體造價上會增加不少影響, 尤以中部科學園區與南部科學園區影響較大。目前也許是考量造價增加的因素, 大多數科技廠房的業主都傾向於符合規定值的最下限做為結構規劃的依據。

依訪談中在大陸建廠經驗中, 基本地震加速度值每 $G$ 值減少0.05, 結構造價減少約5%。在台灣則提昇至0.5  $G$ 值較0.2875 $G$ 結構造價約增加20%。結構地震設計系數值 $G$ 值與造價相關之檢討如下表示:

表4.4 地震設計系數值 $G$ 值與造價相關比較表

結構地震設計系數	0.5G	0.2875G	備註
結構斷面尺寸(樑/柱)	120cm/100cm	110cm/90cm	
柱距	9.6m*9.6m	9.6m*9.6m	
造價	工程概算120%	工程概算100%	0.5G較高約20%
耐震級數	7級烈震	6級烈震	

註:1. 結構地震設計係數與微振有相互作用之關係, 但非絕對之影響。

2. 依中央氣象局制定之震度分為 0 ~ 7 級 (共八級)。

資料來源: 潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

#### 4.1.4 結構體型式

主結構系統方面依結構系統的規劃可分為：(1)構成材料的不同、(2)各種生產區使用需求不同而組合的結構型態。如前所言，廠房本身結構體主要結構系統設計採用 RC、SRC、純鋼構或是預鑄等不同之結構型式。

替代結構系統部份本研究歸納與探討則分為三種，為剪力牆、斜撐系統、耐震間柱。剪力牆系統為抵抗側力最佳，屬對於鋼構斜撐兼具勁度與韌性為極經濟有效之抗側力方法，惟應注意外側立面開口設計設備管線等影響。

另一項最常被討論的是基礎底版的檢討，基礎形式又要配合地質做規劃設計，以竹科較常用明挖至卵礫石層。中科因部分區域之地質因素與減少運棄土之考量，而採用墩基礎之模式。南科因為多為嘉南平原沉積層土壤，多採用PC樁或預力樁等之樁基礎工程。此部份應透過結構與微振顧問的建議降低基礎版的鋼筋量與厚度。

假設工程中地工及開挖擋土措施多為臨時措施，只會提高造價不會產生其他使用利益，故開挖深度與土方運棄量應做最佳化的考量與評估。因為科技廠房多有較開闊的基地，故採明挖而不做較耗成本的擋土措施是此階段必要的考量。

另外，廠房樓層的高度在多數廠房的業主因為考量取得最大的建築容積及使用空間，多將建築物高度訂在接近上限值。惟若能於各樓層高度之檢討妥善規劃應可以於造價上再予以降低。因為高度降低後所需要的柱斷面及樑柱斷面、配筋量或單位用鋼量可降下來。前面亦於訪談中提及水箱設置的位置與整體結構而言，因樓版荷重需求增加造成單位鋼筋重與樓版厚度與檢討地震力的影響，確實造成造價上的增加。本人最早參與的專案中是將水箱設置於其他平面位置獨立設置。惟其全區之建蔽率應配合考量全面檢討。

高科技廠房中，結構體因整體造價之考量，採用不同結構材料如混凝土構造與鋼結構，因為混凝土構造較鋼結構造價低施工、速度慢，故建廠專案若工期時間允許下，可分別將其施做鋼結構部份之樓層往上調整移動。所做的概算造價影響性評估舉例說明如下表與圖例：

表4.5 鋼結構組立位置比較表

作法		結構 造價比例
A 案	從筏基開始組立鋼柱	基準值
B 案	地下室用 R.C. 造自 1FL 起使用鋼構	造價節省 7%
C 案	3FL 以下用 R.C. 造以上用鋼構造	造價節省 15%
D 案	僅屋頂 TRUSS 採用鋼構，其它均使用 RC 造	造價節省 20%

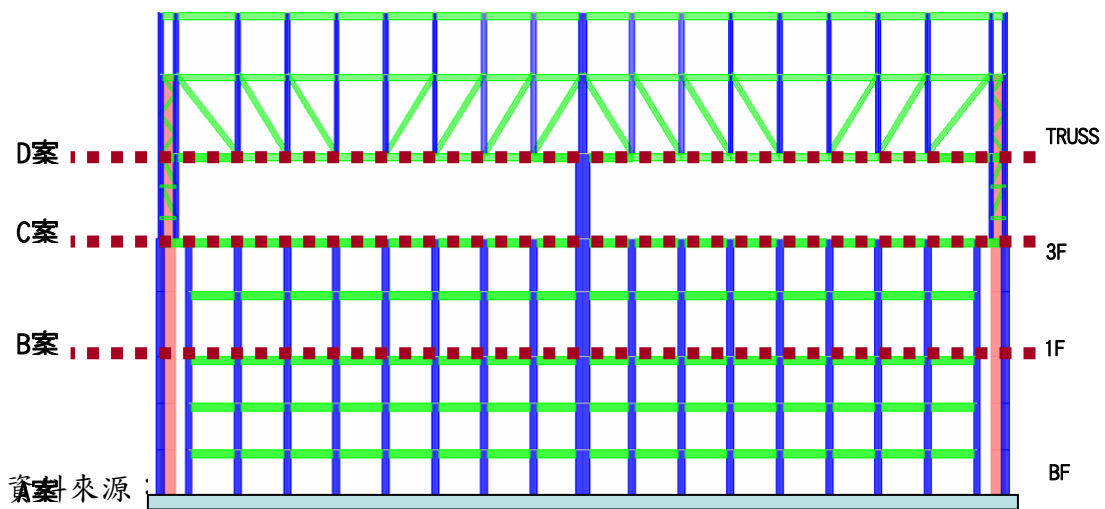
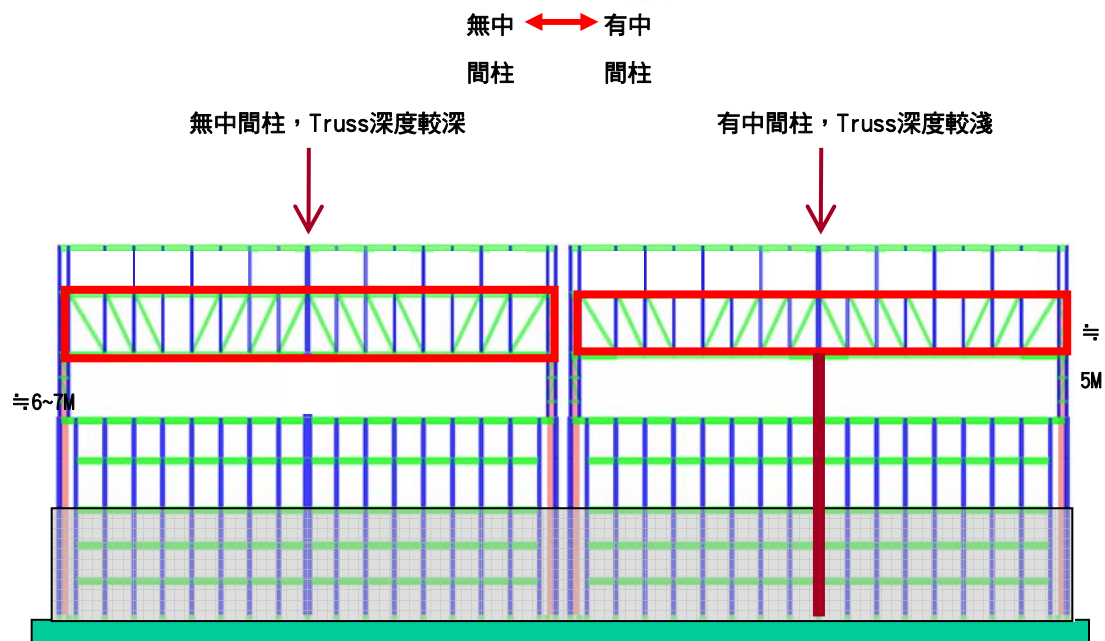


圖4-1 鋼結構組立位置比較圖

#### 4.1.5 潔淨室之桁架中間柱比較

整個科技廠房內部以生產區為主要空間，一般規劃階段因製程尚未完全確定或機台尺寸的使用變更不明確，往往業主會希望廠房中間不需要有中間柱，TRUSS跨距越大越佳，對於使用上具有彈性。惟如此結構設計時TRUSS之深度會較深及斷面尺寸會加大及加重，也會造成單位造價成本的提升。若能與業主協商出在廠房中間加中間柱，則對TRUSS的設計可以較淺，鋼材斷面可以減輕。亦有部份晶圓廠製程較固定，若不考量未來設備生產配置之靈活性可將Truss跨度縮小，減少Truss規劃設計時之深度與單位用鋼量，整體結構造價亦可降低。以圖示說明如下：



資料來源：潘冀聯合建築師事務所

圖4-2 桁架中間柱比較圖

#### 4.1.6 TRUSS系統方面

廠房內桁架與樓版荷重及有無中間柱會影響TRUSS的淨深度，原則上當然以越淺可以獲得室內最大淨高、單位重量低造價亦會降低，惟目前趨勢常常會因功能需求如樓版荷重、大跨距、微振考量等增加，而需要較精密計算判斷上述主要因子的影響性。除此之外管線設備若於桁架內部則亦需要由結構顧問檢討其桿件的配合性。以下舉出不同需求對桁架的規劃與經檢討後修正設計方向，使桁架與結構體建廠造價能夠降低。

表4.6 TRUSS之規劃檢討表

檢討內容	一般設計	建議設計方式	結論	案例	備註
FAB上方不設置辦公室減輕結構自重	原FAB上方為辦公室	空間配置調整	製程人員辦公空間移至辦公棟	竹科	人員與生產區之距離較遠
Truss 配置檢討	雙向桁架	採單向桁架做法	採單向桁架做法	中科	
Truss跨度檢討	無設置中間柱	加設中間柱，Truss跨度縮小減少鋼構用量	機台尺寸與配置需配合檢討	竹科	未來調整彈性較低
Truss下方水平橫樑數檢討	@2.4 m/支	@4.8m/支，餘採局部補強	@4.8m/支，餘採局部補強	中科	不預做平頂補強
Ball Room 屋頂型式	混凝土造	採非混凝土造	可減少屋頂用鋼量	南科	
增設斜撐	無	僅於外圍等必要處	僅於外圍等必要處	竹科 中科	管線整合不易
鋼構小樑採複合樑設計(植剪力釘)	無採複合樑設計	於OFFICE樓版及屋頂採複合樑設計	適用於二次開口機率較少之樓版設計	竹科 中科 南科	未來開口彈性較低

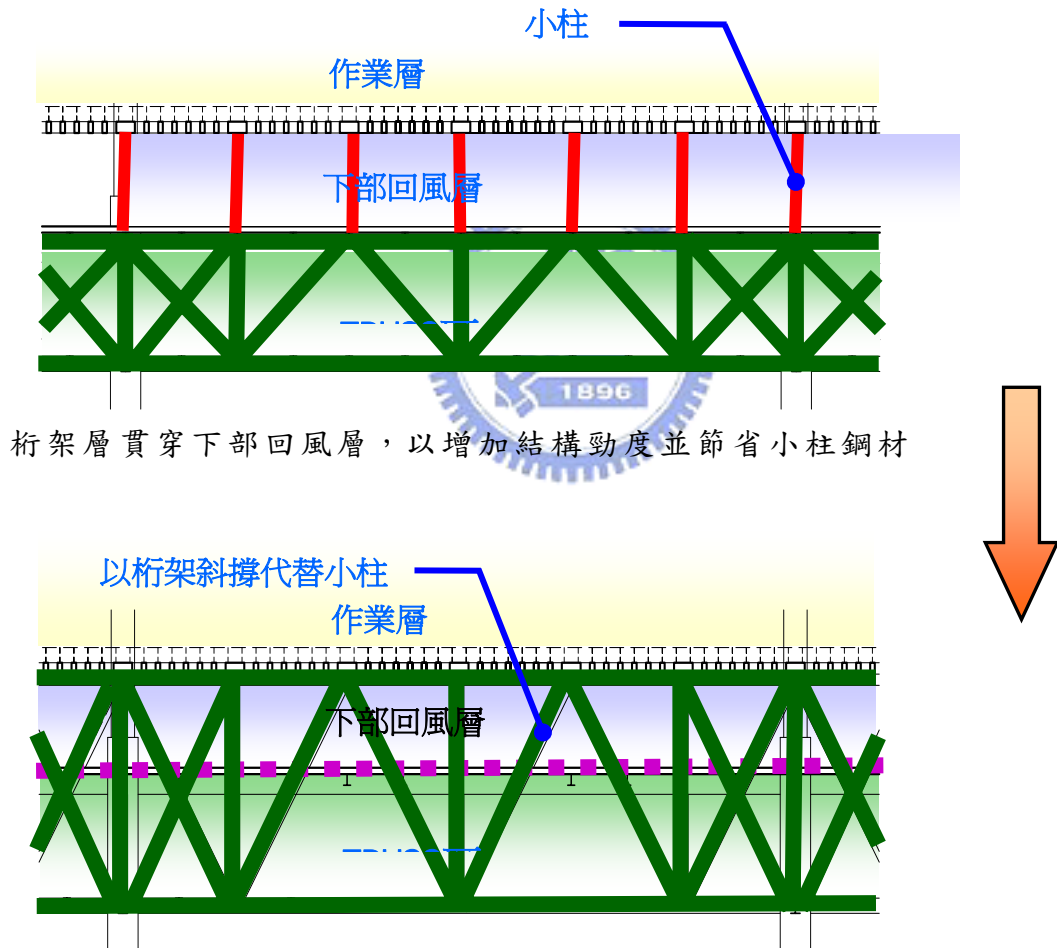
資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

#### 4.1.7 潔淨室之桁架與回風層規劃模式比較

一般潔淨室下部回風層位於桁架上方，下部回風層之格子樑須作小柱支撐。可採用桁架區作為下部回風層方式作法。比較傳統方式則主要可節省潔淨室回風層之中間柱與減少部份桁架之單位用鋼量。桁架於規劃時若採用跨距越大、深度越淺、載重越大、微振需要高，則單位用鋼量增加造價亦隨之增加。反之則會減少用鋼量的規劃。整理部份晶圓廠的經驗，得知如下表4.7利用桁架TRUSS區域為回風層之說明表單，與圖4-3 桁架與回風層規劃模式比較圖。

表4.7 利用TRUSS回風層說明表單

項目	說明	效益
建築工程	造價(含防火漆)	主要為回風層下之小柱取消故較節省造價
樓高	減少	增加樓層高度
無塵室工程	高度	增加樓層高度
	維修	困難
	管線	密度高
	造價	管線部份會增加
	回風層	限制於TRUSS下方



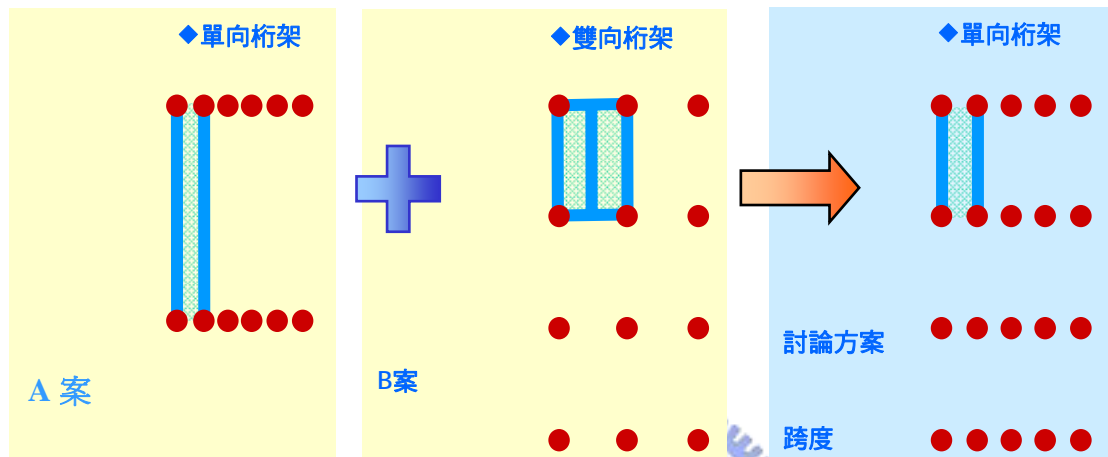
資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

圖4-3 桁架與回風層規劃模式比較圖

## 4.1.8 潔淨室之桁架規劃模式比較

### (1) 桁架(Truss) 跨度

潔淨室區域的桁架規劃若採雙向桁架配置，對設備管線空間之使用及安排較具彈性，又可提供後續吊掛與固定潔淨室平頂的管架及設備。A案跨度約為7.2\*56M、B案跨度約為20\*29M、討論方案建議為約9.6\*29M。



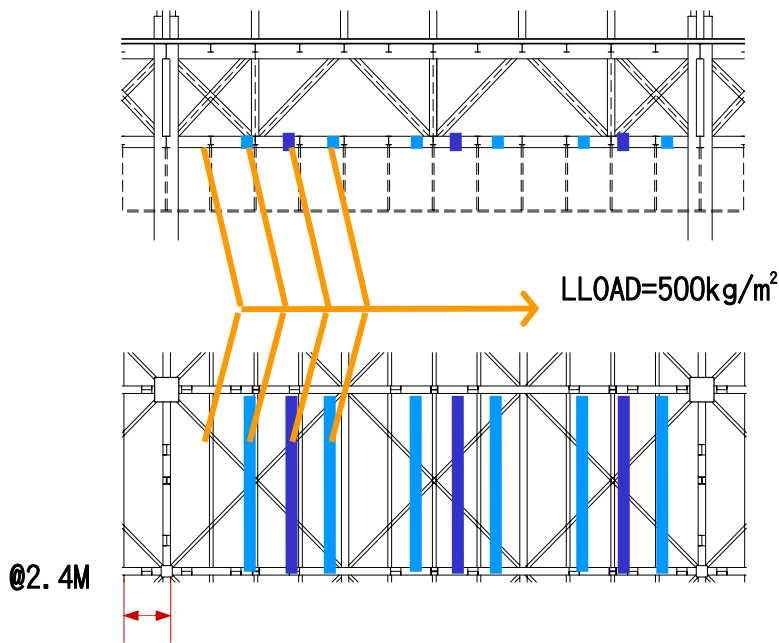
資料來源：潘冀聯合建築師事務所

圖4-4 潔淨室之桁架規劃模式比較圖

綜合A方案及B方案之優缺點，並能與製程工程師協調及同意下，採單向桁架配置並縮短柱距，桁架跨距縮小如此較能滿足微振需求且單位鋼構用量較為經濟。

### (2) 桁架(Truss)下弦水平橫樑數量

此部份為配合無塵室上方平頂內管線吊架而設置，通常為配合無塵室天花吊裝、載貨天車等設備，於桁架下弦小樑採每2.4m方式配置，且活載重荷重假設約為 $500\text{kg}/\text{m}^2$ 。



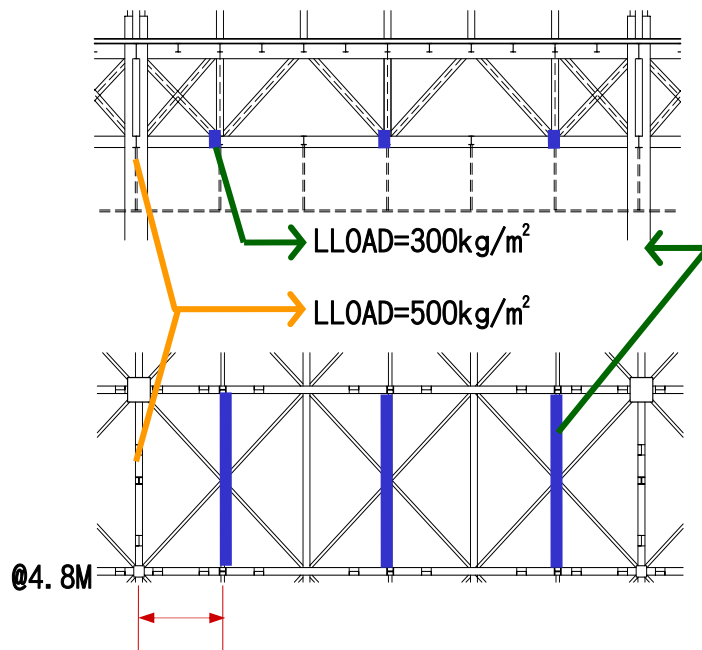
資料來源：潘冀聯合建築師事務所

圖4-5 桁架(Truss)下弦水平橫樑數量比較圖(1)



可節省成本的方向如下：

- (a) 僅依結構設計需求採每4.8m 配置小樑，其它依專業廠商實際需求的區域採後作方式施作。一般潔淨室平頂吊掛載重假設約 $300\text{kg/m}^2$ 。
- (b) 若能在規劃設計階段與製程工程師討論出較可行之區域，樓版淨載重荷重依不同需求位置配合調整，可採局部補強方式施作，相對於全面施做會較為節省鋼材使用量與造價經費。亦可由潔淨室專業廠商承做非屬結構行為之C型鋼做平頂所需要的支撐。
- (c) 科技廠房具有較多的分包模式，彼此間的界面於規劃設計階段亦很多。設計單位應對本身的工作範圍釐訂清楚，如上例應避免直接將平行包商的規劃範圍自行納入。應與業主說明清楚，由業主自行做整體規劃考量，來裁定是否要將平行包商的工作歸設計單位一起規劃。這是一個科技廠房在規劃設計當中的一個設計與分包的界面離澄清。



資料來源：潘冀聯合建築師事務所

圖4-6 桁架(Truss)下弦水平橫樑數量比較圖(2)



#### 4.1.9 格子樑與微振需求比較

格子樑規劃設計與微振需求檢討非常重要，除了應明確訂定不超估的微振等級並滿足生產設備微振需求外，因為廠房興建面積有較大之趨勢，故其單位造價上的減少即會影響比重很大的結構造價。微振需求在晶圓廠生產黃光區的微振需求須大於VC-D，五代面板廠主，而六代面板廠ARRAY掃描機區會介於VC-C~VC-D之間，CF掃描區則介於VC-B~VC-C之間。至於Cell製程除檢查機台外幾乎無微振需求。如同柱位所評估之方法考量因素為製程規劃與生產能量、微振需求、柱位、柱距、回風層格子樓版型式與厚度、樓層高度等相關配合因素一起規劃考量。以下以格子樑標準斷面個案分析，說明微振等級與格子樑採用模式對單位概算造價之影響：



(1) 回風層格子樑樓版微振等級 “D” 與 “E” 曲線比較

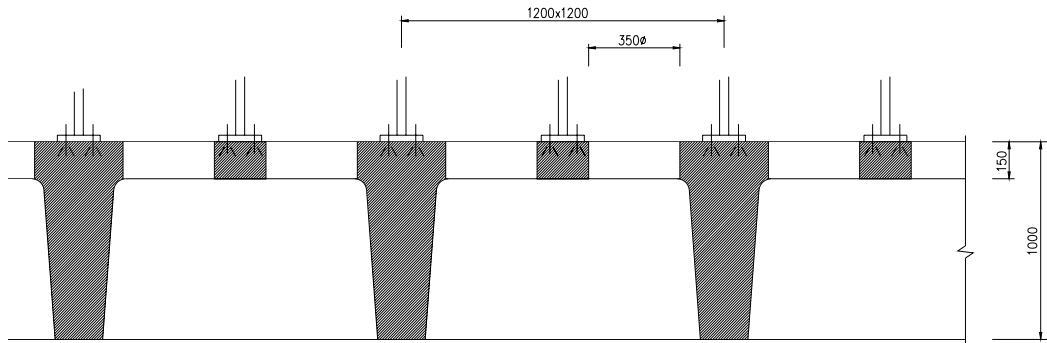
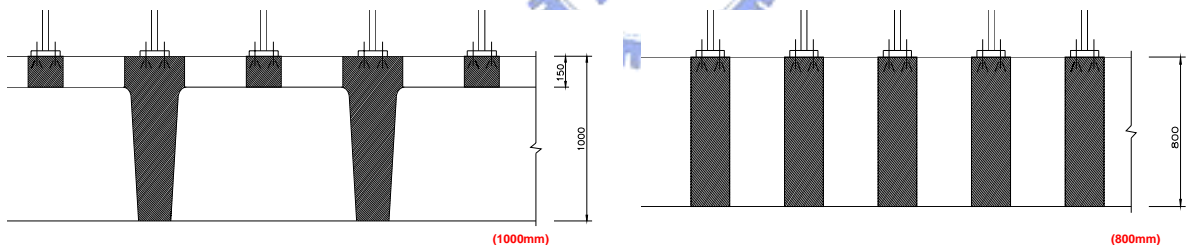


圖4-7 Waffle 厚度方案比較圖

- (a) 微振等級MV- E，樓版厚度Slab Thickness = 1.0m，  
單位造價費用Cost = 100%。
- (b) 微振等級MV- D，樓版厚度Slab Thickness = 0.8m，  
單位造價費用Cost = 80%。

(2) 潔淨室格子樑樓版Cheese vs. Waffle 系統比較(假設柱間距9.6公尺\*9.6公尺)



資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

圖4-8 潔淨室格子樑樓版系統比較圖

- (a) WAFFLE型式，設備管線較易安裝與銜接，樓版厚度Slab Thickness = 0.95m，單位造價費用Cost = 120%。
- (b) CHEESE型式，管線應屬於預先預埋或是較無設備管道空間，樓版厚度較薄，費用較經濟，樓版厚度Slab Thickness = 0.8m，單位造價費用Cost = 100%。

#### 4.1.10 潔淨室之回風層樓版規劃模式比較

潔淨室之回風層樓版規劃時，了解製程需求後應納入對樓版結構系統、微振需求、樓版活載重、柱、樑斷面、補強方式的檢討。經審慎評估在不影響生產上計算出每單位面積的造價，供管理者做最後的決策方向考量。以下舉出兩個不同的TFT廠房製程對於回風層樓板構造系統比較與概算說明：

表4.8 TFT廠房回風樓板構造系統比較表

案例	A		B		
製程	Array& Panel		Panel	Array	
結構系統	密集鋼樑柱斜撐架設高架地板	密集鋼樑柱斜撐架設高架地板	密集鋼樑柱斜撐架設高架地板	鋼筋混凝土樑柱系統	
				格子樑系統(Waffle)架設高架地板	格子樑樓版(Cheese)架設高架地板
微振要求	露光區 VCB+	VCA+	VCB+		
	在微振要求高的設備區，需另行增加結構補強，未來改變位置彈性減少。			混凝土結構剛性較高，微振較易達成，未來設備位置調整較容易	
樓版載重	1000kg/m <sup>2</sup> - 1500kg/m <sup>2</sup>	1000kg/m <sup>2</sup>	1500kg/m <sup>2</sup>	1800kg/m <sup>2</sup>	1500kg/m <sup>2</sup>
結構柱距	9.6m*9.6 m部分區域有補強斜撐	柱距9.6m*9.6m可配合調整，部分區域有補強斜撐		柱距9.6m*9.6m可配合調整	柱距4.8m*4.8m較小
結構樑斷面	鋼樑80cm深	鋼樑80cm深		格子樑100cm深(Waffle)	格子樑樓版60cm深(Cheese)
結構柱斷面	80cm*80cm	80cm*80cm		80cm*80cm	60cm*60cm
單位概算造價	鋼構加上高架地板 (造價增加14%)			格子樑加FRP及高架地板 (造價增加11%)	格子樑樓版加FRP及高架地板 (基準造價)
說明	採用此方式需考量密集鋼樑對無塵室微振需求的影響			對未來擴充環境上彈性易配合	以造價上考量採用此方式較經濟

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

#### 4.1.11 格子樑模具需求比較

格子樑規劃設計會議中模具的檢討與使用需求檢討，如前章所訪談之部份內容所言，為每次興建廠房會議中必會討論的議題。這些模具的價格累計起來依潔淨室面積多寡亦有上千萬近億元的造價成本。部份科技廠房會採用不同型式的檢討與施做，亦有很少改變工法之廠房。以下為整合潔淨室之迴風樓板格子樑模具各種不同型式之比較表

表4.9 潔淨室之迴風樓板格子樑模具各種不同型式之比較表

	概算價格比較 (孔)@60cm*60cm	施工評估	微振考 量	備註
傳統模板	基準造價	脫模面平整度 最差	佳	搭配高架地板
FRP 可拆式模具	造價增加40%	脫模面僅較傳 統模板佳	佳	搭配高架地板
FRP 不可拆式模具	造價增加160%	脫模面完成面 最佳	佳	搭配高架地板
SMC 不可拆式模具	造價增加136%	脫模面完成面 最佳	佳	搭配高架地板
不鏽鋼桶	造價增加120%	完成面最佳， 但地坪平整度 需要控制	佳	目前部份廠房不 採用高架地板
預鑄式格子樑	造價增加40%	脫模面僅較傳 統模板佳	佳	目前部份廠房不 採用高架地板 (注意平整度)
鍍鋅鋼管	造價增加30%	完成面最佳， 但地坪平整度 需要控制	佳	目前部份廠房不 採用高架地板

備註：價格(97年1月)以概算方式含地坪裝修費計算。

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

## 4.2 課題檢討

### 4.2.1 TFT廠房成本差異

以下提供以TFT廠房不同世代的規劃時，成本差異比較表，以案例說明，上述關鍵影響因子在科技廠房興建時，規劃設計條件改變對建築物概算造價的影響性討論。

表4.10 TFT廠房成本差異比較表

項次	議題	區位/差異		討論及說明	成本差異分析
1	產品世代 (G)	約五代	約六代		
2	建物尺寸	200M x 300M	300M x 160M		
3	建物高度	約 46M	約 50M		
4	樓層數	地下一層， 地上五層	地下一層， 地上八層	樓層數少，減少 2 小時防火漆用量 (防火建物 4 層以上之結構柱樑須符合 2 小時防火時效)	將三層 2 小時防火漆調整為 1 小時防火漆時，約可節省總經費 5.4%
5	地震係數 Z	0.23	0.33	二者地震力差距約 1.475 倍，地震力控制因素佔結構之 30%	地震係數調整為 0.23，則結構約可節省總經費 2.1%
6	高架地板	無	有	1. 取消高架地板可節省建築物高度及相關之費用 2. 平整度控制嚴格 3. 設備位置須先行考量，甚至須配合開孔位置調整	取消無塵室高架地板，共三層，約可節省 12.1%

表4.10 TFT廠房成本差異比較表(續一)

項次	議題	區位/差異		討論及說明	成本差異分析
7	防火材料	服務區使用防火被覆材	服務區使用防火漆	被覆材費用較低，但易產生落塵，造成污染	服務區改為防火被覆，約可節省總經費 0.4%
8	結構系統	適度使用斜撐	無斜撐結構	1. 使用斜撐結構，能有效降低結構斷面尺寸 2. 但對於設備及管線安裝受限	使用斜撐系統，約可節省總經費 3.4%
9	無塵室柱距	12M*30M	20M*30M	1. 結構斷面與長度平方成正比，柱距愈長，斷面越大 2. 柱距越大，微振條件愈嚴苛，但相對設備規劃方式愈具彈性	以單位面積用鋼量差異比，估計費用約節省總經費 3.3%
10	回風層淨高	1.5M (下部回風層)	3.5M (下部回風層)	1. 高度愈高，相對建築及結構造價愈高。 2. 高度愈高，設備安排及管線配置愈具彈性	
11	下部回風層	以 TRUSS 區回風，下部回風層採小構件吊掛方式，節省結構用鋼量	部份仍採傳統高架式回風	1. 傳統高架回風方式對未來設備規劃變更及修改較具彈性 2. TRUSS 區回風之方式可節省高架結構之費用	

表4.10 TFT廠房成本差異比較表(續二)

項次	議題	區位/差異		討論及說明	成本差異分析
1 2	屋頂 TRUSS 下弦	TRUSS 下弦無樓板處，未設下弦樑及小樑	TRUSS 下弦無樓板處配合無塵室設備需求，全面設置下弦樑及小樑	依無塵設備廠商要求於 TRUSS 下弦設置鋼樑，供其管線吊架及天花吊裝之用，此規劃會增加建築造價之成本	
1 3	結構底版厚度	約 80cmTH	約 120cmTH	較薄之結構底版可節省混凝土之結構費用。惟需在載重、土壤系數、與微振需求檢討	結構底版調整為 80cmTH，約可節省 0.5%
1 4	微振需求及設備規劃佈置	範圍確定，詳細界定，依需求設計	需求位置及範圍預估模式規劃	若製程設備配置，微振位置及需求未確定，為滿足後續之彈性，全區依較高之需求施作，因此初期成本較高，但相對減少後續補強費用及工期 產品置料區之範圍及位置如能於設計定案前確定，可避免後續補強需求將原已完工之結構切除，又需增加額外之結構構件	

資料來源：潘冀聯合建築師事務所、本研究整理

由表4.10所列表之案例可知，在結構系統中使用斜撐將可減少用鋼量，相對的使工程經費有效降低，而柱距之影響亦然，然而以上皆可使用不同的結構設計型式達到相同標的並滿足各項規範安全係數的要求；而在防火漆與高架地板上之設計完全視業主需求考量，無法以相同基準做比較。

#### 4.2.2 潔淨室區結構系統因子關聯性

整理以上有關結構體部份可發現潔淨室廠房區部份主要影響因子(如樓高、柱距、格子樑樓版荷重、格子樑型式、高架地板高度、桁架中間柱、結構基礎版與鋼構與鋼筋混凝土、側向地震系數、用途系數、微振標準)和設備需求彼此間，有其相關連影響與檢討的關係，本研究並佐以晶圓廠、TFT廠再加強補充說明如下表4.11所示：

表4.11 廠房結構體於潔淨室區主要影響因子關聯表

	潔淨室廠房區	結構系統					廠房特性		
		鋼構	鋼筋混凝土	側向地震係數	用途係數	微振標準	設備需求	晶圓廠	TFT 廠
主要生產樓層	樓高	約 5 公尺以上高度	約 6 公尺高(下回風層)	依規範與區域之規定	TFT 廠 I=1.0-1.25 晶圓廠 I=1.0-1.25	低樓層控制微振需求較容易	重的生產設備規劃於低樓層	潔淨室兩層約 40 公尺	潔淨室三層約 50 公尺
	柱距	約 9.6*9.6 公尺	約 4.8*4.8 公尺	依規範與區域之規定	TFT 廠 I=1.0-1.25 晶圓廠 I=1.0-1.25	TFT 廠 VCC-VCB 晶圓廠 VCE-VCD	TFT 廠 VCC-VCB 晶圓廠 VCE-VCD	約 4.8*4.8 公尺	約 9.6*9.6 公尺
	格子樑樓版荷重	密集鋼樑約 1 噸/M <sup>2</sup>	約 1-2 噸/M <sup>2</sup>	無	TFT 廠 I=1.0-1.25 晶圓廠 I=1.5	TFT 廠 VCC-VCB 晶圓廠 VCE	約 1-2 噸/M <sup>2</sup>	約 1-2 噸/M <sup>2</sup>	依需求調整約 1-2 噸/M <sup>2</sup>
	格子樑型式	依生產區域分為密集鋼樑或 CHEESE 型	WAFFLE 型為主，部份 CHEESE 型	無	無	TFT 廠密集鋼樑或 CHEESE 型 晶圓廠 WAFFLE 型	TFT 廠密集鋼樑或 CHEESE 型 晶圓廠 WAFFLE 型	WAFFLE 型或 CHEESE 型	密集鋼樑或 CHEESE 型
	高架地板高度	60 公分	50 公分	依規範規定	TFT 廠 I=1.0-1.25 晶圓廠 I=1.5	振動控制需求設備區為混凝土基座	較重之設備區為混凝土樓版	約 50 公分 依需求不需要太高	60 公分或不採用
主要結構	桁架中間柱	20 公尺-50 公尺	無	依規範規定	TFT 廠 I=1.0-1.25 晶圓廠 I=1.5	柱距越短微振控制越佳	考量彈性、微振與經濟性擬定	大多規劃有中間柱	考量盡量取消或中間柱減少
	結構基礎版	無	依基礎型式決定，一般約在 1.2 公尺	無	與原結構相同	微振需求越高則基礎版厚加大	考量載重、微振需求	依規劃不同厚度 1.0-2.0 公尺	依規劃不同厚度約 1.0-2.0 公尺

資料來源：本研究整理

### 4.4.3 廠房規劃設計團隊之現況發現

除了上述影響造價關鍵影響因子之評估分析外，將13位受訪者的訪談紀錄歸納後發現，影響廠房規劃設計成果以人的因素還可分為：「業主」、「建築師、管理顧問」、「結構、微振顧問」這三項來討論。13位受訪者認為建廠團隊的組織運作是很重要的，由於人員有限，如何在有限的人力下，內部人員各自在其專業領域上獨立又可互相分工合作協調，皆能達成共識，這都必須看這團隊組織文化裡是否有完善的溝通協調機制及團隊自我成長的動力，所以團隊的組織運作也將影響建廠的成敗。

#### (1) 業主的影響

關於業主對於規劃階段投入的態度，受訪者普遍認為是很重要的，因為只要有關生產設備規劃、造價預算都會受到影響。業主建廠團隊是否支持設計階段的不斷討論折衝，都會影響整個規劃設計的發展。有些業主主管對於內部需要決策的內容應該積極投入。

另外，業主的審核跟監督能力也是很重要的，每次於設計會議中就能從規劃裡找出問題並解決的話，對於經驗累積非常重要！

受訪者也反應，應該要有一套機制能讓跨不同部門單位的人可以互相溝通協調並積極處理執行。因為蓋一廠房不單只是建廠部門一個單位的事情，而是各生產與製程工程師與使用單位都有需求配合，應該各部門都要到位才行。業主高階主管有人可以統籌跨部門之間的事情是很重要的。

#### (2) 建築師、管理顧問的影響

對於建廠組織的組成，受訪者一致認為規劃設計單位是非常重要的。不同的風格與處理事情的能力，導致不同的結果產生，例如有些是要等所有的指示都確認了才進行下一步規劃，但是所要面對的問題就更多；有些有經驗的則是清楚規劃目標與方向，主動釐清有哪些需求是需要處理的，然後邊處理邊推動；所以專業能力、規劃成果會影響階段工作的效率。其次，對業主的溝通協調取得支持與協助，對工作團隊部屬能夠充分的授權也是非常重要的，因為這個規劃設計結果是須要負責的。最後，團隊的組成需有經驗的專業領域的人員，這樣才能有預期之成果，因為必須是要很有經驗智慧，才能研判使用單位需求的問題及預測規劃後的成果。

#### (3) 結構、微振顧問的影響

除了基本的結構設計規劃外，凡是涉及相關結構混凝土系統與鋼結構系統皆是可



以探討的課題。惟因建廠常趕工期，最後能提供給設計者充分的規劃與調整時間往往有限，換言之如能提供較適當的時間，規劃者能幫業主降低造價的機會更大，也有更多討論的空間。這種因結果目標導向與科技廠房快速興建的工程特性所導致較為欠缺的一項重要因子，各科技廠商現漸漸體會出其重要性，近年來較與固定的建築師或顧問公司配合，以因應微利時代來臨時降低成本造價的考驗。如何密切的將業主與建築師兩者所需的功能、時間與造價做一個密切的調配，確實是在工程管理中是很重要的一个課題。

#### 4.4.4 規劃設計策略對成本之影響

本研究並根據以往文獻、現況執行與問題分析，訪談歸納出專案規劃設計階段部分之成本管理要項及執行策略說明如下：

##### (1) 準備階段：

業主需針對工程的特性適當地完成部分的初步設計或基本設計，並明確、清楚地訂定出需求條件與規範。

(a)若業主對專案執行基本設計完成度極為熟悉，可將基本設計的完成度提高，若期待價值工程創意時，亦可交由具設計經驗的團隊直接統籌。

(b)需求條件建議業主多方參考是否已有同樣種類的工程案例採用方式，訂出合理的需求條件，並採「業主功能性」之需求原則，讓設計單位適度去發揮專業能力，並於造價影響性多做分析。

##### (c)設計說明規範

1. 對於業主之規劃或基本設計等圖說資料納入設計說明會議內，對於快捷式建廠的方式，可充分提供包商參與之空間與創造回饋。

2. 設計說明規範之主要建材表列條件內容，除了廠務特殊需求外，應儘量採以標準規格或能迅速取得既有材料，可以降低建材採購費用。因為建廠的各材料使用量相當龐大，其對造價影響甚巨。

##### (2) 規劃設計階段：

於設計品質、進度、成本、圖說審查等方面，適當地執行管理工作，以達到需求條件之要求，並配合施工之進行，以期專案的成功。以下為本研究建議之策略：

(a)可於工程規劃階段前遴選良好的專案管理顧問或設計團隊。

(b)建廠團隊組成之設計人員對內與顧問相互配合，對外能隨時與業主溝通、協調，以掌握明確的設計方向。

(c)協調結構設計顧問與微振顧問，在主要控制因子上尋求降低造價可能性。

- (d)對於工程基地相關微振資料勘查之蒐集應確實進行。
- (e)除業主有特別要求外，在設計上可選用符合法規規定及使用標準品質。
- (f)業主在專案之設計審查需針對功能性進行審查，並給予最佳化原則性的審查意見。
- (g)除考慮經濟性及效率性外，應進行施工可行性分析考量，以確保建廠完成性不受影響。
- (h)實施價值工程，尋求經濟且符合設計要求之最適設計方案。
- (i)朝向各廠的標準化、模組化的設計及適當的研發與創新。
- (j)設計階段與施工廠商就施工方法、程序及材料配合經驗討論，以達到省工、省料之效益。如鋼材的訂料時程等主要大宗建材管控。
- (k)加強設計作業自行審查之造價管理責任，及要求其內部就其設計流程建立品質與造價管制系統。

#### 4.4.5 結語

如何更快速的、經濟的興建高科技廠房，須靠設計單位、業主、營造廠、顧問各方面緊密的溝通協調，以規劃設計單位的立場來看，只要業主允許較長時間來做設計規劃，品質提升更能在細部設計上節省工程經費，而站在業主與營造廠方面而言，如何縮短工期及降低造價與順利營運生產才是業主所首要關心的。然而本研究應可提供業主、營造廠與設計單位與顧問思考在建廠早期規畫階段應注意之相關事項，以期能更有效率且經濟的降低建廠造價，完成高科技廠房之規劃設計階段工作。

## 第五章 結論與建議

### 5.1 研究結論

設計酬金在專案中，若與工程總造價金額來比較，僅佔一小部分比重，但其工作卻居整體專案造價控制否成功之關鍵角色。建廠管理者不可以為只要做好設計圖說的審查工作即可，必須對專案投入人力與心力，從設計品質、進度、成本各管理層面做好管理工作。如此才不會發生規劃設計單位於提送圖說後立即施工，業主卻在最後結算時，發現所設計出的造價結果非原先所期待的。建廠單位介入越早審查雖會增長審查時程及加重審查探討項目的工作量，但卻深深影響後續施工成果與經濟的造價，進而影響建廠專案推展的成功。

經前述問卷調查可歸納出十一項權重占5以上之規劃設計階段影響造價關鍵評估項目如下：(1) 柱位、柱距、(2) 結構系統、(3) 地震係數、(4) 各棟樓層數、樓高/淨高、(5) 各棟建築物尺寸(長×寬)、(6) 土地使用強度、(7) TRUSS中間柱位置(跨距)、(8) 微振需求、(9) 基礎底版、(10) 結構系統(格子樑洞洞板或密集鋼樑)、(11) 無塵室位置及範圍。其中又以柱位柱距、結構系統、建築用途系數I值與地震係數、樓層與樓高、建築物尺寸最為關鍵(權重達7.8以上)。另從訪談調查中可知，在規劃設計階段於成本管理上以(1)結構系統、(2)柱位柱距、(3)潔淨室微振系統三大系統內之主要管理因子，較受業主、營造廠與設計單位、顧問公司所重視。

#### (1) 柱位、柱距

檢討在於潔淨區之格子樑區域，柱位、柱距與格子樑樓版關係之規劃柱位、柱距中，首重「柱距的縮小」及「柱斷面積的單位重量的調整降低」兩項造價影響關鍵評估項目。

「柱距的縮小」為讓結構體的平均造價降低，避免跨距太大增加柱斷面尺寸與配筋單位重。有時縮小柱距亦會配合微振需求，微振標準越嚴苛柱距自然越短，格子樑深度亦越深，結構體的使用量每平均單位造價亦高。柱位柱距在微振等級為VCC的目前一般科技廠房皆為6-9.6m較屬經濟範圍。

「柱斷面積的單位重量的調整降低」，柱距、樑、樓版、活荷重、微振需求等規劃、均應在設計初期做詳盡之分析與評估，以求柱斷面積得最佳化之設計。

#### (2) 結構系統

審慎的於規劃階段加以適當管理，對工程整體之成本控制，將有莫大的助益。結構系統造價影響評估層面中，著重「結構規劃設計」、「基礎型式」、「構造型式」及「替代性結構」四項關鍵評估項目。

「結構規劃設計」，其中土壤參數的應用考量、結構斷面積單位重考量、生產設備增加隔震設備、提供規劃設計單位足夠的思考時間、不同構造型式的考量。需要充分掌握廠房工程之所有項目與其特性，才能清楚知道規劃設計執行策略。

「基礎型式」因此部份的鋼筋混凝土用量很大，與結構技師審慎考量配合調整可降低造價。除了微振需求考量外，於南部科學園所需要的基樁工程或是連續壁工程皆較中科與竹科採傳統明挖部份回填的方式較多基礎建設費用。

「構造型式」可約略分為兩大部份混凝土構造與鋼結構。在混凝土構造以分為不同樓層規劃與不同區域規劃使用混凝土構造、採用預鑄工法施工、混凝土強度檢討與添加劑的應用，都可以讓採用混凝土結構之區域降低造價。在鋼結構部份首重鋼材規格強度與型式的設計，或因為規劃後為降低造價採用非規格品的鋼材替代斷面，經評估可行者應可降鋼結構造價。

「替代性結構」因應廠房特殊結構耐震需求的考量，避免採用鋼結構體時整體造價增加，採用斜撐或挫屈制震器以減少結構整體用鋼量是目前的趨勢。目前也導入韌性消能斜撐BRB系統，以求降低整體結構的用鋼量，也降低造價不少約結構體造價3%。若規劃時適時部份區域採用剪力牆，結構體整體造價亦會降低。

### (3) 地震係數

地震係數造價影響評估層面中，關鍵評估項目為「建築用途係數」、「地震係數」兩項關鍵評估項目。



「建築用途係數」：結構體依建築技術規範內之法規檢討，在建築物結構設計時，所需要之用途係數使用上的差異，對於整體結構造價具加乘效果影響。業主考量依照法規或是為增加抗震力量增高用途係數，在評估階段就必須依據需求來規劃檢討。

「地震係數」：地震係數相關課題為初期規劃階段需要與業主、顧問、設計單位檢討，是否要額外再考量加強結構耐震力亦很重要。在台灣身處地震帶的建廠考量，此為不可減少的造價考量。當然亦要配合保險一起綜合判斷考量，判斷是否應將係數I值提高於規定標準，亦或是在標準值的下限規定。

### (4) 樓層數、樓高/淨高

廠房樓層數、樓高/淨高造價影響評估層面中，關鍵評估項目為「樓高」、「樓版荷重」及「樓層的運用」這三項。

「樓層與高度」廠房樓層數量多則總面積會增加至往建築物容積規定值靠近，其總造價成本亦因樓地版面積增加而升高。同樣的樓高亦隨面積或設備空間需求、微振等級增加而增高。

「樓版荷重」各樓層配合設備需求而檢討平均載重的配筋用量，從大小樑至樓版

皆會影響造價。應對特定區域載重需求大者，局部變更加強樓版結構補強。

「樓層的運用」對整體建築物的樓層配置而言，建議依荷重需求安排各樓層機能，使結構設計能夠更為經濟，以降低結構造價。屋頂層的設計載重亦以輕量化作為考量，如此輕量化可以降低屋頂層樓版造價。

#### (5) 建築物尺寸(長x寬)

建築物尺寸造價影響評估層面中，首重「型式」與「量體」二項關鍵評估項目。

「型式」，因為生產線排程的關係廠房多為長方體，也因為如此外牆營建成本固定比正方形增加約6%。又因為是廠房故設計上可以不用太多變化，則施工與管理階段容易介面亦少。外牆材料若單一化則外牆整體造價費用會降低，施工速度亦隨之提升。

「量體」，廠房平面尺寸受到生產設備與動線及服務區域之整體規劃而影響廠房高度尺寸受到結構體設備、管線、載重、樑跨度深度與微振的考量下而影響，將建築物盡量的約束是維持造價不會很快增加的狀況。有時配合生產區高度受限，如果因荷重增加或管線增加則空間不足時，應可由結構技師建議採用無樑版、格子樑、扁樑等設計方法，爭取空間，但亦會造成該區域之結構體造價亦高於一般區域。規劃階段皆應衡量影響權重而裁定。



#### (6) 土地使用強度

土地使用強度造價影響評估層面中，關鍵評估項目為「建蔽率與容積率之檢討」。

「建蔽率與容積率之檢討」，一般因為製程需要晶圓廠較需要建蔽率提高，相較於TFT廠房則需要較多的容積率。惟此部份有待相關政府機關考量不同廠商生產的特殊性，在訂定土地使用管制區分時斟酌。

#### (7) 桁架 TRUSS 中間柱位置(跨距)

廠房桁架TRUSS中間柱位置(跨距)對造價影響評估層面中，關鍵評估項目為「中間柱位置(跨距)檢討」。

「中間柱位置(跨距)檢討」，跨距對於造價影響，不同設備每世代的安排佈置會有大跨距的桁架需求，造成結構體造價上的影響。若能加設中間柱，Truss跨度縮小深度亦可縮短減少桁架需求之鋼構用量。

#### (8) 微振需求

微振需求對造價影響評估層面中，關鍵評估項目為「微振需求等級確認」。其他結構尺寸依不同的使用範圍的考量、檢討樓版厚度、縮小柱距、樑規劃採用井字型加強、格子樑深度增加、剪力牆設置對於造價評估項目，為結構體配合檢討之部份通常

皆會增加結構體造價。

「微振需求等級確認」，科技廠房因為生產設備會有微振需求，故結構體會配合檢討加強設計，相對的結構造價亦會增加。故將微振需求基本標準納入考量，不需要採用太高規格的等級時，就應該要降下其需求標準。因為一般設計單位會依照設備規格規定執行設計，並與微振顧問做討論訂定設計規格。故工廠廠務的人員應具備有此判斷的能力。若能將微振需求等級訂出明確標準值，不會有太多預估的區域或是寬裕的微振等級亦可因此減低造價。另外針對結構體與微振需求高的設計對策則是有以下方式：設置於樓層低處、遠離產生震動源處、設置避震設備或避震樓版，可以降低建築結構體造價。

#### (9) 基礎底版

基礎底版對造價影響評估層面中，關鍵評估項目為「降低基礎底版厚度」。

「降低基礎底版厚度」，結構底版因應微振需求的考量所做的調整，如大底版的厚度增加亦會增加造價。因此部份的鋼筋混凝土用量很大的區域，與結構技師審慎考量配合微振顧問指導亦調整可降低造價。

#### (10) 回風樓版結構系統(格子樑混凝土構造或密集鋼樑)

格子樑回風樓板或密集鋼樑對造價影響評估層面中，關鍵評估項目為「格子樑樓版型式」。

「格子樑樓版型式」，造價上以鋼構架模式較為經濟、CHEESE型次、waffle型式最高。惟若考量微振等級，則需求依序為waffle型式較能符合較高微振等級需求為主。一般晶圓廠又因存在微振需求較高的情形下，有較多的面積要採用Waffle形式的格子樑，其施工的造價亦較CHEESE型高。

#### (11) 無塵室位置及範圍

無塵室於建築造價影響評估層面中，關鍵評估項目為「位置與範圍」。

「位置與範圍」，高科廠房在核心部份為以生產產品的無塵室為主，整棟廠房的結構體、生產設備供應層亦配合以無塵室為主而規劃。範圍越大造價影響度越高，這是不爭之事實。

## 5.2 研究貢獻

### (1) 實用上，建構興建科技廠房建築工程於規劃設計階段造價管理的檢核方向

以往興建科技廠房多屬業主、顧問、建築師憑經驗式的判斷，並無廠房造價管理相關的評估架構可以依循。本研究除建構規劃設計階段造價管理架構，內容共21個評估項目並歸納出11項關鍵評估項目，並結合訪談內容與實務經驗，提出未來規劃設計階段造價管理所需的檢核方向以供決策參考。

### (2) 理論上，充實科技廠房規劃設計造價管理研究領域

過去科技廠房的研究大都偏向進度、品質、營運管理與型式層面，關於造價管理的研究較少，廠房工程為複雜大型之工程，其所牽涉的層面與涵蓋範圍金額漸龐大，在規劃設計階段亟需討論與分析清楚，故本研究探討科技廠房建築工程規劃設計階段造價管理的評估項目，可充實科技廠房於此領域之研究。

## 5.3 研究限制與建議

### (1) 研究限制

#### 1. 研究對象方面

本研究基於人力、物力及財力之考量，以國內營建產業中有辦理過科技廠房之專案單位從業人員為限，惟國內相關案例仍屬少數，因此無法取得大量的抽樣數量。而在抽樣樣本可能因某一屬性單位參加人員較多，而有群聚效應的發生。

#### 2. 研究方法方面

本研究主要是以問卷調查法的方式進行，僅能藉由受試者對問題態度的表現作客觀的分析，所得到的結果受限於研究對象、數量、屬性及個人主觀意識的影響。因為多數訪談對象對涉及造價金額敏感部份，受限於商業保密協定，無法提供詳實數據。若能有實際的數據來佐證，更能驗證所得到的量化結果是否與假設相符。

#### 3. 研究變項方面

本研究主要是以科技廠房工程為研究範圍，僅就規劃階段的設計問題考量來控制變項，並未針對特殊變項部份多作研究，無法解決執行時細部的設計管理問題。

### (2) 後續研究建議

建廠專案之規劃設計管理仍有諸多值得更深入探討的議題，有賴後續研究者之用



心竭力，使專案之成本管理執行更佳順暢，進而提升廠房之品質與造價成本管理，後續研究建議如下：

1. 一般專案雖然有將溝通、協調等方式規定於建廠團隊中，惟實際上執行仍僅以會議方式，無法落實設計理念的傳達，如何建立有效的溝通協調機制與訂定清楚的造價管理決策判斷方式，可為後續研究規劃設計管理之議題。
2. 設計單位因趕工故自主權常有受限且必需於規定時間內完成規劃，業主似乎想完全主掌控專案的執行，如此可能扼殺於設計方面降低造價的創意，目前了解的除了提前做設計規劃討論、預鑄工法的引用、造價管理會議、參與會議的人員層級下至使用單位等等方法外。如何適度地引發設計創意，乃後續研究重要課題。
3. 本研究是以問卷的方式來驗證研究假設，性質屬於前導性的研究，建議後續研究者因建廠資訊流通後，可採取具體個案的數據資料更科學、嚴謹的方式來驗證研究假設的成立。
4. 本研究僅就數個科技廠房個案，彙整出規劃設計管理制度面之一般性問題，並未針對特定性質之建廠工程，進行規劃設計管理執行面的研究，建議後續研究者可針對單一類型的工程深入的探討其規劃設計管理在造價執行面所遭遇的問題及因應方式。





## 參考文獻

### 學位論文

- [1] 林士熙，「高科技廠商建廠成功的關鍵因素探討」，國立清華大學，碩士論文，民國九十二年。
- [2] 陳怡萱，「專案工程設計階段管理之研究」，國立台灣科技大學，碩士論文，民國九十一年。
- [3] 葉連發，「專案工程設計品質管理系統建構之研究」，國立台灣科技大學，碩士論文，民國九十年。
- [4] 吳政曉，「工程項目單價差異及降低成本案例之探討」，國立交通大學，碩士論文，民國九十四年。
- [5] 陳奎麟，「高科技半導體廠建廠管理之研究-以中科12吋半導體廠為例」，國立交通大學，碩士論文，民國九十五年。
- [6] 林子郁，「建構工程進度與成本管理之整合性方法-以無塵室建廠為例」，國立清華大學，碩士論文，民國九十年。
- [7] 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。
- [8] 施明賢，「統包工程基本設計完成度對成本與工期之影響-以學校工程為例」，國立高雄第一科技大學，碩士論文，民國九十四年。
- [9] 戴勝鵬，「高科技廠房在工期限制下最佳化排程之研究-以中華映管無塵室工程為例」，國立中央大學，碩士論文，民國九十五年。
- [10] 張書萍，「高科技廠房營建工程特性之調查與分析」，國立交通大學，碩士論文，民國九十年。
- [11] 何沿昌，「整合性成本管理系統的初步研究」，國立台灣科技大學營建工程系碩士論文，民國九十一年。
- [12] 張家彰，「複層金屬版應用於高科技廠房外牆之調查研究」，國立成功大學建築研究所，碩士論文，民國九十三年。
- [13] 卓正倫，「設計完成度審查模式之建構-以建築工程為例」，國立交通大學，碩士論文，民國九十四年。
- [14] 陳富榮，「大陸地區建廠專案設計管理之研究-以上海張江高科技園區半導體廠個案為例」，高雄第一科技大學，碩士論文，民國九十三年。
- [15] 謝壽明，「同步工程設計模式之建立—以晶圓廠廠務系統設計為例」，國立交通大學土木工程研究所，碩士論文。民國九十一年。
- [16] 阮明坤，「高科技設備震害防制與無塵室樓版剛性補強研究」，國立交通大學土木工程，碩士論文。民國九十三年。
- [17] 潘清吉，「建築工程設計對施工性影響之研究」，國立台灣大學土木工程，碩士論文。民國八十五年。
- [18] 王明信，「高科技製造廠辦縮短工期模式之研究--以南部科學工業園區光電、積體電路廠辦為例」，國立成功大學建築學系，碩士論文。民國九十二年。

### 期刊

- [1] 陳勝朗(1998)，「工程設計審查方法-以程序系統工程設計為例」，工程，3月第

- 8-14頁。
- [2] 戴期甦、何純平(2000)，「設計管理之模式與技術」，營建管理季刊，12月第50-57頁。
  - [3] 劉慶尚(2000)，「由價值工程應用談設計管理」，營建管理季刊，9月第10-16頁。
  - [4] 葉寬忠(2000)，「淺談統包工程與專案工程設計管理」，營建管理季刊44，第17-33頁。
  - [5] 連維仁(2000)，「設計管理」，營建管理季刊，9月第5-9頁。
  - [6] 王維志、林俊昌、汪俊男(2004)，「半預鑄工法運用於半導體廠房工程之效率分析」，營建管理季刊，93夏，第01-12頁。
  - [7] 王維志、林俊昌、黃世昌(2004)，「建立高科技廠房工程團隊之案例探討」，營建管理季刊，93冬，第28-36頁。
  - [8] 林俊昌、王維志(2004)，「高科技廠房工程變更設計之案例分析」，中國工程師協會會刊。
  - [9] 栗正暉、孫健行、翁崇興(2004)，「新世代高科技廠房結構設計」，土木水利半月集。
  - [10] 楊智斌、李雨澤(2002)，「高科技廠商建廠過程業主端之時程控管現況分析」，現代營建雜誌，12月第276冊，p51-p58。
  - [11] 楊立華(2001)，「高科技半導體晶圓廠—規劃設計程序、組織及實例概介」，演講講義。
  - [12] 鄭奕孟、曾仁傑，台灣高科技電子廠房施工問題之探討(2001)，中國土木工程學會土木水利半月刊第27卷第4期。
  - [13] 管星、紀建慧、蕭金榮，設計階段工程造價控制(2001)，建築雜誌第五期 P26~P27。
  - [14] 潘冀(1999)，「內蘊外揚的設計風格」，建築師，1999年1月，P102~P103。
  - [15] David T.Ricker,P.E.，「Value Engineering And Steel Economy, Steel Tips」，August 1992。
  - [16] Colin G. Gordon,「Generic Criteria for Vibration-Sensitive Equipment.」，Proceedings of International Society for Optical Engineering (SPIE), Vol. 1619, pp.71-85, 1991.
  - [17] Allan D.Chasey,P.E.,and Saloni Merchant，「Issues for construction of 300-mm FAB」，JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT，11/12/2000，P451-457.
  - [18] Jaewoo Chung and Jaejin Jang，「The Integrated Room Layout For a Semiconductor Facility Plan」IEEE TRANSACTIONS ON SEMICONDUCTOR MANUFACTURING, VOL.20,NO.4,NOVEMBER 2007.

## 書籍

- [1] Jurgen Joedicke原著，馮紀忠、楊公俠編譯，建築設計方法論、丹青圖書，民國七十六年。
- [2] 黃政勇等，施工估價實習，大中國圖書公司，臺北，民國七十六年。
- [3] 王珏，建築工程估價投標，二版，詹氏書局，臺北，民國七十九年。
- [4] 蘇憲南、吳玉祥，工料單價分析實用手冊，詹氏書局，臺北，民國八十六年。
- [5] 崔征國，營建造價降低實例集-1，詹氏書局，臺北，民國八十一年。
- [6] 崔征國，營建造價降低實例集-2，詹氏書局，臺北，民國八十一年。

- [7] 范光懿，投標估價與數量計算，詹氏書局，臺北，民國八十六年。
- [8] 劉福勳，營建管理概論，七版，詹氏書局，臺北，民國九十年。
- [9] 王興國等，「成本估算與價值工程」，學生論文集，國立交通大學工學院營建技術與管理碩士專班，成本估算與價值工程課程，新竹，民國九十二年。
- [10] 陳勝朗，「建廠工程基本設計方法概論」，科技圖書，民國八十九年。
- [11] 陳振川，「價值工程之應用」，台灣營建研究院，民國九十年。
- [12] 王維志，「成本估算與價值工程」，國立交通大學工學院營建技術與管理碩士專班，成本估算與價值工程課程，新竹，民國九十一年。
- [13] W.WHYTE原著，王仁輔編譯，「無塵室技術-設計、測試及運轉」，全華科技圖書，民國九十四年。
- [14] 黃斌，「建築工程自動化新工法新技術應用現況調查及分析」，中華民國建築學會，台北，民國八十五年。
- [15] HIRA N.AHUJA，S.P.DOZZI，S.M.ABOURIZK，Project Management-Techniques in Planning and Controlling Construction Project，1994。

### 網路資訊

- [1] 營建管理淺論：<http://www.ggggg.com.tw/build/build.asp>
- [2] 新竹科學園區管理局：<http://www.sipa.gov.tw/>
- [3] 中央通信社<http://www.cna.com.tw/>



## 附錄一 問卷

### 高科技廠房於規劃設計階段成本管理之探討 關鍵評估項目調查表

敬啟者 您好：

這是一份學術性研究問卷，問卷的目的在於了解目前有關高科技廠房於規劃設計階段成本管理之探討，期能提供建廠團隊對科技廠房興建成本管理之決策做參考。

您專業的知識與經驗以及寶貴的意見將有助於本研究順利完成，因此誠摯地邀請您填寫這份問卷。答案沒有對錯之分，只需要依照您的經驗填寫即可。問卷內容及資料僅供學術研究之用，採用匿名方式與訪談敬請您安心填答。若有任何疑問，歡迎電話或 E-mail 洽詢。

由衷感謝您在百忙之中鼎力協助與支持，謝謝您！

順頌時祺

國立交通大學工學院專班工程技術與管理組

指導教授：黃世昌 博士

研究生：蘇怡樵

敬啟

聯絡電話：0920-991856

E-mail：[ycsu@jjpan.com](mailto:ycsu@jjpan.com)

#### 一、受訪個人資料

- 服務單位： 工程專責主辦單位  工程專責相關單位  建築師事務所  
 工程技術顧問機構  承包商  其他 \_\_\_\_\_
- 年齡： 25-29 歲  30-39 歲  40-49 歲  50-59 歲  60 歲以上
- 教育程度： 高中職、專科  大學  研究所（含）以上
- 經歷工程專案之案件數：  
 一件  兩件  三件  四件  五件以上
- 負責案件之工程總預算（可複選）： 1-5 億元  5-10 億元  10-20 億元  
 20-30 億元  30 億以上
- 專案經歷： 1-3 年  4-5 年  6-7 年  8 年以上
- 專案職務： 主任  副理  經理  處長  副總

二、成本管理關鍵項目評估（以 1 到 10 分為標準，給定您的評分，“1”代表影響非常低，“10”代表影響非常高）

項次	調查項目	影響性
1	土地使用強度	
2	結構系統	
3	地震係數	
4	外牆系統	
5	各棟樓層數, 樓高/淨高	
6	各棟建築物尺寸(長 x 寬)	
7	柱位, 柱距	
8	特殊裝修及一般裝修材料需求	
9	防火漆	
10	鋼承板形式, 小樑配置	
11	無塵室位置及範圍	
12	TRUSS 中間柱位置(跨距)	
13	結構系統(洞洞板或密集鋼樑)	
14	微振需求(位置, 範圍, 規格)	
15	高架地板位置, 範圍, 高度, 及形式	
16	自動輸送系統管橋需求(RGV, OTS)	
17	格子樑模板形式(SMC 模/FRP 模, 拆/免拆)	
18	停車(汽車/機車)需求數量	
19	人行、物流管架橋需求	
20	土方工程	
21	基礎底版	

本問卷到此結束，麻煩您再檢查一遍是否有遺漏未填的問題。  
再次感謝您的熱心協助！

## 附錄二 問卷統計總表

項次	調查項目	個人問卷調查影響性之個別分數													平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	柱位、柱距	9	9	9	8	9	9	10	9	5	9	9	9	10	8.8
2	結構系統	9	9	9	9	9	10	10	10	4	3	8	6	9	8.1
3	地震係數	9	7	9	9	9	10	10	7	5	5	8	5	10	7.9
4	各棟樓層數、樓高/淨高	6	6	8	8	9	8	9	8	4	10	9	7	10	7.8
5	各棟建築物尺寸(長×寬)	9	9	9	8	9	9	9	7	5	9	9	6	3	7.8
6	土地使用強度	8	8	8	4	9	8	8	5	5	10	9	2	8	7.1
7	TRUSS 中間柱位置(跨距)	5	6	5	8	8	7	10	7	4	7	9	9	5	6.9
8	微振需求(位置、範圍、規格)	5	5	6	7	6	6	8	5	4	8	8	9	10	6.7
9	基礎底版	5	6	4	7	8	6	6	7	3	2	8	7	9	6.0
10	回風層結構系統(洞洞板或密集鋼樑)	7	5	5	8	8	8	8	5	3	2	9	7	2	5.9
11	無塵室位置及範圍	5	5	4	5	8	6	5	4	6	1	9	6	2	5.1
12	外牆系統	5	4	5	8	9	4	5	4	3	3	7	5	2	4.9
13	鋼承板形式、小樑配置	4	2	4	8	7	8	5	3	3	3	7	7	3	4.9
14	格子樑模板形式(SMC 模/FRP 模, 拆/免拆)	4	5	6	7	8	7	6	5	2	2	6	4	2	4.9
15	高架地板位置、範圍、高度及形式	6	5	4	5	7	6	6	3	3	2	7	5	3	4.8
16	土方工程	6	8	5	5	7	5	5	4	4	3	6	3	1	4.8
17	自動輸送系統管橋需求(RGV、OTS)	4	2	3	7	6	1	5	2	3	8	6	5	1	4.1
18	停車(汽車/機車)需求數量	3	2	3	5	7	6	5	3	3	1	7	6	2	4.1
19	特殊裝修及一般裝修材料需求	5	5	3	4	6	1	3	2	3	3	7	7	2	3.9
20	防火漆	7	7	3	4	8	2	2	2	3	1	7	4	1	3.9
21	人行、物流管架橋需求	2	5	3	5	6	4	4	3	1	1	8	6	1	3.8

### 附錄三 碩士論文口試評語及意見紀錄表

國立交通大學工學院專班工程技術與管理組

#### 碩士論文口試評語及意見紀錄表

論文題目：高科技廠房於規劃設計階段成本管理之探討

時間：97年06月18日

地點：工程二館219室

口試委員	評語及意見	修正情形
王維志教授	1. 加強第三章與第四章之差異與比較說明，亦能提出挑戰是否有其他不同的結果	已依意見修正與調整
	2. 第二章為文獻回顧的部份應與自己的心得分別陳述	已依意見修正為獨立小節
	3. 第三章應有一小結依訪談成果說明	已依意見修正
	4. 第5.1.2之內容應考量安排的章節	已依意見修正為第三章節
	5. 文獻回顧中微振資料的參考文獻補充	已補充於參考文獻中
	6. 參考文獻應列出所有參與著作者姓名	已依意見修正
	7. 涉及價格部份應列出參考日期	已依意見修正
	8. 比較表單要有主軸，討論時應都有成本之論述	已依意見加註
	9. 與微震顧問說明結構之討論	已依意見修正
楊智斌教授	1. 文獻回顧與參考文獻引用應相互列出	已依意見修正
	2. 是否還有國外文獻之科技廠房之影響因子差異比較	經搜尋無相關資料，有科技廠房之生產設備規劃模式已列入
	3. 成本表上比較基準應列出	已依意見加註說明
	4. 第5.2章節可列入第四章討論	已依意見修正
	5. 能否列出最佳降低成本之決策組合	已列入5.3節研究建議
	6. 問卷調查中分數差異數值的表示	已依意見加註
	7. 圖與表之出處應列出	已依意見加註
	8. 第二章為文獻回顧的部份應與策略、結論部份分別陳述	已依意見修正
	9. 表4.9圖表說明應說明彙整之幾個專案的經驗值	已依意見加註說明
	10. 第五章提供如何適度引發設計創意之部份	已依意見加註補充
	11. 說明選用成本估算的模式為何種方法	已依意見於4.1章加註補充
	12. 第3.4.8節之內容分項說明應重新整理	已依意見修正