

國立交通大學
工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

考量價格折扣情境下半導體後段一元化代工服務之
生產規劃模式建構

The Design of Production Planning
for Semiconductor Backend Turnkey Service
with Consideration of Price Discount

研 究 生：王派祥
指導教授：鍾淑馨 博士

中華民國九十八年九月

考量價格折扣情境下半導體後段一元化代工服務之
生產規劃模式建構
The Design of Production Planning for Semiconductor Backend
Turnkey Service with Consideration of Price Discount

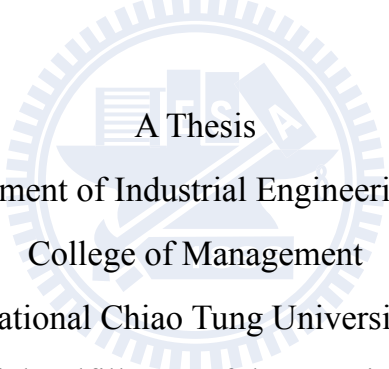
研 究 生：王派祥

Student : Pai-Hsiang Wang

指導教授：鍾淑馨 博士

Advisor : Dr. Shu-Hsing Chung

國立交通大學
工業工程與管理學系
碩士論文



A Thesis
Submitted to Department of Industrial Engineering and Management
College of Management
National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master
in
Industrial Engineering

September 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年九月

考量價格折扣情境下半導體後段一元化代工服務之 生產規劃模式建構

研究生：王派祥

指導教授：鍾淑馨 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

摘 要

由晶圓製造業者所主導之「半導體後段一元化代工服務(Semiconductor Backend Turnkey Service; SBTS)」可提供 IC 設計公司從晶圓製造、晶圓針測、晶圓封裝到最終測試的全套代工服務。為提供優質的服務並提升獲利空間，晶圓製造業者須考量後段代工廠之生產能力，妥善進行中期、短期生產規劃，期以最小成本執行一元化代工服務。

承上所述，本文建構一「半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式」，此模式分為「產量配置模組」與「訂單分配模組」。「產量配置模組」為中期規劃，分兩階段各別建構整數規劃模式來求解，第一階段考量訂單之預測需求、代工廠商之產能限制及數量折扣資訊，求解最小總產量配置成本，第二階段以第一階段之結果為參考依據，在晶圓製造業者允許之成本變動範圍內，進一步將相鄰製程能否接續加工之製程資訊納入考量，以最大化代工廠商相鄰製程可連續代工之數量為目標，求解每月各代工廠商各製程規格之預定配置量及外包單價。「訂單分配模組」為短期規劃，承接「產量配置模組」之規劃結果，考量來到訂單之各項需求、代工廠商執行各式代工方案所需之生產週期時間，以最小訂單分配成本為目標，設計整數規劃模式求解每日各代工廠商以各式代工方案加工各訂單各製程規格之數量，使允諾之訂單皆能如期如量地達交。

經由案例分析結果指出，若晶圓製造業者在執行產量配置規劃時，即同時考量數量折扣資訊及相鄰製程能否接續加工之製程資訊，則不論在產量配置階段或訂單分配階段皆有其成本效益。

關鍵字：半導體、生產規劃、一元化代工服務、數量折扣

The Design of Production Planning for Semiconductor Backend Turnkey Service with Consideration of Price Discount

Student : Pai-Hsiang Wang

Advisor : Dr. Shu-Hsing Chung

Department of Industrial Engineering and Management
National Chiao Tung University

Abstract

The Semiconductor Backend Turnkey Service (SBTS), implemented by wafer fabricators, provides IC designer the whole outsourcing service package, including wafer manufacturing, circuit probing testing, integrated circuit (IC) assembly, and final testing. In order to provide high quality SBTS and improve profit, wafer fabricators need to execute medium term and short term production planning with considerations of the capability of backend outsourcing firms for implementing SBTS with minimum cost.

This thesis proposed a production planning system for SBTS, which includes capacity allocation module and order allocation module. The capacity allocation module completes the medium term planning through two-stage integer programming models. The first stage solves minimal capacity allocation cost with considerations of demand forecast, the capacity limit and quantity discount information of each outsourcing firm. Based on the result of first stage, the second stage considers the availability of consecutive-processing, and solves the maximization of the consecutive-processing amount of all outsourcing firms. The result of second stage includes the outsourcing price and the corresponding amount booked from each outsourcing firm. The order allocation module is designed for short term planning. Based on the result of capacity allocation planning, order allocation module constructs the integer programming model, which considers the requests and due dates of all orders, to assign SBTS orders to appropriate outsourcing firms with minimum order allocation cost.

According to the result of cases analysis, if wafer fabricators fully consider the information about quantity discount and about the availability of consecutive-processing when making capacity allocation plan, then there is undeniable cost benefit at capacity allocation and order allocation.

Keywords: Semiconductor, Production planning, Turnkey service, Quantity discount



誌謝

此刻的心情真是百感交集，難以言喻，有太多太多的往事值得我一再回味，有太多太多的貴人值得我再三感謝...

首先，要感謝鍾老師這兩年細心耐心地教導，當我論文做到精疲力盡，試圖說服自己已經做得夠好的時候，您總是會適時地推我一把，告訴我說：你可以做得更好！因為有您的堅持與鼓勵，讓我能夠不斷地挑戰自己，為自己的論文感到驕傲！此外，感謝口試委員彭文理老師、楊明賢老師、黃俊穎老師的指導，從各方面檢視我論文的不足之處，讓我論文得以做得更趨完善。

接下來要感謝學長姊們的照顧：一平學長，感謝你一直以來的協助，在我對論文感到迷惘徬徨的時候，你總是像一盞明燈指引我前進的方向。元銘學長、威良學長、清貴學長、志勳學長、義湧學長，感謝你們總是適時地伸出援手，熱心地跟我分享許多寶貴的經驗。小潔、小毛、迪喬、柏懿、苗人，謝謝你們讓我能很快的融入生管實驗室這個大家庭，並幫助我解決許多學業或論文上所遭遇的難題。

當然，我要感謝一路上相互扶持、並肩作戰的戰友們：浩子，這兩年因為有你的陪伴，讓我的生活添加了許多色彩，跟你一起經歷過許多風風雨雨，一起參加各種活動、爬奇萊山、考救生員...好多好多，可說是有福同享、有難同擔的好兄弟。未來的路，你要繼續加油，我知道你做得好，因為只要你肯做，沒有什麼事是不可能的！凱欣，感謝你對我的體諒與付出，我只要一句話，你總是不厭其煩地幫我解決各種疑難雜症，當我感到無力的時候，有你在身旁，總讓我覺得安心許多，謝謝你一直陪我走到畢業的最後一刻。記得要對自己有信心，因為你真的很棒！

同時，我要感謝交大的好友們：小新，感謝你這兩年來陪我一起分享生活中的喜怒哀樂，與你共渡了許多美好的時光，謝謝你一直把我當做是好兄弟、好哥兒們！感謝室友小心肝、豪君，每當我托著疲憊的身軀回到

宿舍，總有人可以陪我談天說笑，讓我忘卻一天的煩惱憂愁。文政，很高興可以常跟你一起遊山玩水，一起體驗大自然的美好，希望你能繼續朝著自己的夢想前進，期待你與我分享美夢成真的那一刻！猴子、阿本，感謝你們經常找我一起吃飯聊天，讓我偶爾可以放鬆一下心情、重新出發。感謝永裕、佩芬、跳肥、老柯、律瑋、Jimmy、裕興、冠文、慢慢、小 V、光頭、小瑞、小朱、依潔、貴祺、元碩、Bob、olo、古品、gohome、志愷、昭吟...，謝謝你們為我創造那麼多美好難忘的回憶！

再來，我要感謝實驗室的學弟妹們：笑容可人的小可、天真無邪的饅頭、活潑開朗的大雅、憨厚老實的鴨子、熱心積極的小吳，你們不時的加油打氣總是讓我覺得很窩心，謝謝你們願意主動地幫我分擔許多事務，讓我可以專心地做研究。未來的日子你們也要加油，我相信你們沒問題的！

還有感謝一路上幫助我、關心我、鼓勵我的朋友們，你們的每一句話，都是我前進的動力！感謝交大美麗的校園，讓我可以隨時呼吸到清新的空氣，聆聽蟲鳴鳥叫的樂章，眺望綠油油的草皮，享受悠閒的幸福時光。

最後，我要感謝我的家人們，謝謝你們一路以來的支持與鼓勵，讓我可以無憂無慮地享受在校生活，做我想做的事，走我想走的路。你們，是我心中永遠的牽掛！

回想過去這段日子，該玩的有玩到，想做的也都做了，應該不虛此行了吧！經過這兩年，讓我更加地認識自己，也讓我的視野更為寬廣、遼闊。面對未來，我將更具信心，讓自己無時無刻都有勇氣迎接更艱鉅的挑戰！

派祥 於交大 2009.09.11

目錄

摘 要.....	II
Abstract	III
誌謝.....	V
目錄.....	VII
圖目錄.....	XI
表目錄.....	XIII
符號一覽表.....	XVII
第一章 緒論.....	- 1 -
1.1 研究背景與動機.....	- 1 -
1.2 研究目的.....	- 3 -
1.3 研究範圍與限制.....	- 4 -
1.4 研究步驟與方法.....	- 5 -
第二章 文獻探討.....	- 6 -
2.1 半導體製程簡介.....	- 6 -
2.2 導體產業範疇與趨勢.....	- 9 -
2.3 半導體產業之一元化代工服務.....	- 10 -
2.3.1 一元化代工服務模式.....	- 10 -
2.3.2 半導體一元化代工服務之相關文獻	- 14 -
2.4 數量折扣.....	- 22 -
2.4.1 數量折扣之相關文獻.....	- 23 -
第三章 模式建構.....	- 29 -
3.1 問題定義與分析.....	- 29 -
3.1.1 晶圓製造業者可提供客戶之訂單服務類型	- 31 -
3.1.2 後段代工廠商之生產相關限制.....	- 32 -
3.1.3 後段代工廠商所提供之數量折扣.....	- 34 -
3.1.4 後段代工廠商可提供之多元代工方案	- 35 -
3.1.5 各製程階段各製程規格之每月預測需求	- 37 -

3.1.6	同一製程規格之預定承包廠商最低家數	- 37 -
3.1.7	配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例	- 37 -
3.2	整體邏輯與架構.....	- 38 -
3.3	產量配置模組.....	- 41 -
3.3.1	假設.....	- 42 -
3.3.2	產量配置模組第一階段模式.....	- 42 -
3.3.2.1	符號說明.....	- 42 -
3.3.2.2	符號與模式設計理念.....	- 43 -
3.3.2.3	數學模式.....	- 46 -
3.3.2.4	模式說明.....	- 47 -
3.3.3	產量配置模組第二階段模式.....	- 49 -
3.3.3.1	符號說明.....	- 49 -
3.3.3.2	符號與模式設計理念.....	- 50 -
3.3.3.3	數學模式.....	- 56 -
3.3.3.4	模式說明.....	- 58 -
3.4	訂單分配模組.....	- 62 -
3.4.1	假設.....	- 62 -
3.4.2	符號說明.....	- 63 -
3.4.3	符號與模式設計理念.....	- 65 -
3.4.4	數學模式.....	- 72 -
3.4.5	模式說明.....	- 73 -
第四章	案例分析.....	- 80 -
4.1	系統環境說明.....	- 80 -
4.1.1	訂單相關資訊.....	- 80 -
4.1.2	代工廠商生產資訊.....	- 83 -
4.2	產量配置模組之規劃結果說明.....	- 87 -
4.2.1	產量配置模組第一階段之規劃結果	- 87 -
4.2.2	產量配置模組第二階段之規劃結果	- 93 -
4.3	訂單分配模組之規劃結果說明.....	- 103 -
4.4	成本效益評估.....	- 130 -

4.4.1	產量配置模組第一階段模式之成本效益評估	132 -
4.4.2	產量配置模組第二階段模式之成本效益評估	138 -
4.4.2.1	產量配置模組第二階段模式之整體成本效益評估	138 -
4.4.2.2	產量配置模組第二階段模式考量接續加工製程資訊之成本效益評估.....	143 -
第五章	結論與未來研究方向.....	152 -
5.1	結論.....	152 -
5.2	未來研究方向.....	154 -
參考文獻		155 -
附錄 A、	產量配置第一階段規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$).....	158 -
附錄 B	產量配置第一階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)	159 -
附錄 C	產量配置第一階段規劃結果：每月各代工廠商是否承包各製程規格($X_{w,i}^t$)	159 -
附錄 D、	產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$).....	160 -
附錄 E、	產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)	161 -
附錄 F	產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商是否承包各製程規格($X_{w,i}^t$)	161 -
附錄 G、	產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包單價($C_{w,i}$).....	162 -
附錄 H、	產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商相鄰製程進行連續兩階段代工之數量($SQ_{w,i,i'}^t$)	162 -
附錄 I、	產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商相鄰製程進行連續三階段代工之數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)	163 -
附錄 J、	產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商各連續代工型態之數量($Z_{w,m}^t$).....	163 -
附錄 K、	訂單分配規劃結果：各訂單每日採各代工狀態於各代工廠商各製	

程之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$).....	- 164 -
附錄 L、訂單分配規劃結果：各訂單每日採各代工狀態於各代工廠商各製 程之完工量($E_{w,i,a}^{t,k}$).....	- 166 -
附錄 M、訂單分配規劃結果：分配量低於代工廠商 w 內製程規格 i 預定配 置的數量($U_{w,i}$).....	- 168 -
附錄 N、訂單分配規劃結果：是否允諾承接訂單 a (Y_a).....	- 168 -
附錄 O、訂單分配規劃結果：各訂單之訂單分配甘特圖.....	- 169 -
附錄 P、訂單分配結果：各代工廠商每日承包資訊.....	- 177 -



圖目錄

圖 1-1 半導體後段供應鏈生產環境[25].....	- 2 -
圖 1-2 研究步驟及流程	- 5 -
圖 2-1 本文研究之製程範圍	- 8 -
圖 2-2 半導體供應鏈產業範疇[22].....	- 9 -
圖 2-3 由晶圓製造業者提供之一元化代工服務模式- 執行至最終測試[15]	- 11 -
圖 2-4 由晶圓製造業者提供之一元化代工服務模式- 執行至晶圓封裝[15]	- 11 -
圖 2-5 由封測業者提供之一元化代工服務模式- 針測由封裝業者執行[15]	- 12 -
圖 2-6 由封測業者提供之一元化代工服務模式- 針測由晶圓業者執行[15]	- 13 -
圖 2-7 由封測業者提供之一元化代工服務模式- 針測由客戶自行執行[15]	- 13 -
圖 2-8 範例說明：「全量折扣」下訂購量與總訂購成本之關係	- 24 -
圖 2-9 範例說明：「增量折扣」下訂購量與總訂購成本之關係	- 24 -
圖 3-1 台灣積體電路公司現行之一元化代工服務模型[15]	- 29 -
圖 3-2 半導體後段供應鏈之生產環境[25].....	- 30 -
圖 3-3 各類型訂單之投入與產出階段	- 32 -
圖 3-4 數量折扣中「價格等級」與「總承包量」之間的關係	- 35 -
圖 3-5 各式代工方案之投入與產出階段	- 36 -
圖 3-6 半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式架構	- 40 -
圖 3-7 產量配置模組架構	- 41 -
圖 3-8 製程規格編號示意圖	- 44 -
圖 3-9 範例說明：總承包量所對應之價格等級與承包單價	- 45 -
圖 3-10 範例說明：規格幅度內之總配置量與價格等級的對應關係 ...	- 45 -
圖 3-11 範例說明：相鄰製程階段可接續加工之製程規格組合	- 51 -
圖 3-12 範例說明：採用「連續代工方案」之可能狀態- 情境一	- 53 -

圖 3- 13 範例說明：採用「連續代工方案」之可能狀態- 情境二.....	53 -
圖 3- 14 同一代工廠商可進行連續代工之數量	55 -
圖 3- 15 範例說明：同一代工廠商可進行連續代工之數量	55 -
圖 3- 16 訂單分配模組架構	62 -
圖 3- 17 範例說明：訂單之類型及其各階段之製程規格編號	67 -
圖 3- 18 製程階段加工順序及投入量與產出量的關係	68 -
圖 3- 19 各製程階段代工方案狀態之組合	69 -
圖 3- 20 範例說明：各組可行解所需之生產週期時間	71 -
圖 3- 21 完成晶圓針測階段後之移轉限制	76 -
圖 3- 22 完成晶圓封裝階段後之移轉限制	78 -
圖 4- 1 「第五個月($t=5$)」「代工廠商 3($w=3$)」可連續三階段代工之數量 ($TQ_{w=3, i=1, i'=5, i''=9}^{t=5}$).....	99 -
圖 4- 2 「代工廠商 3」之每日承包資訊-結果說明	115 -
圖 4- 3 「訂單 1」之訂單分配甘特圖-結果說明	116 -
圖 4- 4 「訂單 11」之訂單分配甘特圖-結果說明	117 -
圖 4- 5 「訂單 13」之訂單分配甘特圖-結果說明(1)	120 -
圖 4- 6 「訂單 13」之訂單分配甘特圖-結果說明(2)	121 -
圖 4- 7 「訂單 13」之訂單分配甘特圖-結果說明(3)	122 -
圖 4- 8 「訂單 13」之訂單分配甘特圖-結果說明(4)	123 -
圖 4- 9 「訂單 13」之訂單分配甘特圖-結果說明(5)	125 -
圖 4- 10 「訂單 13」之訂單分配甘特圖-結果說明(6)	127 -
圖 4- 11 「訂單 13」之訂單分配甘特圖-結果說明(7)	128 -
圖 4- 12 決策樹：三種不同情境下之決策因子	131 -

表目錄

表 2-1 半導體一元化代工服務模式彙整表	14 -
表 2-2 半導體一元化代工服務之相關文獻整理	20 -
表 2-3 半導體一元化代工服務之相關文獻整理(續)	21 -
表 2-4 範例說明：賣方制定之訂購量區間及其對應單價	23 -
表 2-5 本文所研究之數量折扣範疇	25 -
表 2-6 供應鏈體系下具有數量折扣特性且與本文相關之文獻整理	28 -
表 3-1 範例說明：各價格等級之最低承包量及其承包單價	44 -
表 3-2 範例說明：相鄰製程階段可接續加工之製程規格組合	52 -
表 3-3 範例說明：各製程階段之虛擬製程規格編號設定	65 -
表 3-4 範例說明：訂單之類型及其各階段之製程規格編號	66 -
表 3-5 範例說明：各代工廠商加工各製程規格所需之生產週期(天) ..	70 -
表 4-1 各製程階段之製程規格編號	80 -
表 4-2 相鄰製程階段可接續加工之製程規格組合($fit_{i,i'}$)	81 -
表 4-3 每月各製程階段各製程規格之預測需求量(d_i^t)	81 -
表 4-4 各訂單之相關資訊	82 -
表 4-5 各代工廠商可提供各製程規格之每月產能上限($mq_{w,i}$)	83 -
表 4-6 各代工廠商可提供各製程規格之每日產能上限($dq_{w,i}$)	83 -
表 4-7 各代工廠商各製程規格各價格等級之承包量下限($lb_{w,i,s}$ 、 $ub_{w,i,s}$) ..	84 -
表 4-8 各代工廠商各製程規格各價格等級之承包單價(元)($pc_{w,i,s}$)	85 -
表 4-9 各代工廠商以單階(連續)代工方案加工各製程規格之生產週期時間 (天)($ct_{w,i}^k$)	86 -
表 4-10 產量配置模組第一階段之 ILOG 模式求解資訊	87 -
表 4-11 產量配置第一階段規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置 量($Q_{w,i,s}^t$)	88 -
表 4-12 產量配置第一階段規劃結果：各代工廠商各製程規格於規劃幅度 內之總配置量	89 -
表 4-13 產量配置第一階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格	

等級($L_{w,i,s}$).....	- 89 -
表 4-14 產量配置第一階段規劃結果：每月各製程規格之承包代工廠商 ($X_{w,i}^t$).....	- 89 -
表 4-15 產量配置模組第二階段之 ILOG 模式求解資訊.....	- 93 -
表 4-16 產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置 量($Q_{w,i,s}^t$).....	- 94 -
表 4-17 產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格規劃幅度內 之總配置量.....	- 95 -
表 4-18 產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格 等級($L_{w,i,s}$).....	- 95 -
表 4-19 產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包單價 (元)($C_{w,i}$).....	- 95 -
表 4-20 產量配置第二階段規劃結果：每月各製程規格之承包代工廠商 ($X_{w,i}^t$).....	- 96 -
表 4-21 產量配置第二階段規劃結果：每月「各代工廠商(w)」可連續兩階 段代工之數量($SQ_{w,i,i'}^t$).....	- 96 -
表 4-22 產量配置第二階段規劃結果：每月「各代工廠商(w)」可連續三階 段代工之數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$).....	- 97 -
表 4-23 產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商各代工型態之數量 ($Z_{w,m}^t$).....	- 97 -
表 4-24 產量配置第二階段規劃結果：第一個月各代工廠商各製程規格之 配置量($q_{w,i}$).....	- 104 -
表 4-25 各代工廠商各製程規格訂單分配量低於預定配置量之單位懲罰成 本(元)($uc_{w,i}$).....	- 104 -
表 4-26 訂單分配模組之 ILOG 模式求解資訊.....	- 105 -
表 4-27 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之加工量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$).....	- 105 -
表 4-28 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之完工量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$).....	- 110 -
表 4-29 各代工廠商各製程規格訂單分配量低於預定配置量之數量($U_{w,i}$).....	-

表 4-30 各訂單是否允諾承接(Y_a).....	- 114 -
表 4-31 「無數量折扣情境」下各代工廠商各製程規格之承包單價 (元)($pc_{w,i,s}$).....	- 133 -
表 4-32 ILOG OPL STUDIO 求解資訊：「無數量折扣情境」與原情境之比較.....	- 133 -
表 4-33 「無數量折扣情境」之規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$).....	- 134 -
表 4-34 「無數量折扣情境」之規劃結果：各代工廠商各製程規格規劃幅度內之總配置量.....	- 135 -
表 4-35 「無數量折扣情境」之規劃結果：每月各製程規格之承包代工廠商($X_{w,i}^t$).....	- 135 -
表 4-36 「無數量折扣情境」下之規劃結果於實際配置時應得之價格等級.....	- 136 -
表 4-37 「無數量折扣情境」下之規劃結果於實際配置時應得之承包單價 (元).....	- 136 -
表 4-38 實際產量配置成本：「無數量折扣情境」與原情境之比較...	- 136 -
表 4-39 各代工廠商各製程規格於規劃幅度內之總配置量：「無數量折扣情境」與原情境之比較.....	- 137 -
表 4-40 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：第一個月各代工廠商各製程規格之配置量($q_{w,i}$).....	- 139 -
表 4-41 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包單價(元)($c_{w,i}$).....	- 139 -
表 4-42 「未規劃連續代工數量情境」下分配量低於預定量之單位懲罰成本(元)($uc_{w,i}$).....	- 140 -
表 4-43 ILOG OPL STUDIO 求解資訊：「未規劃連續代工數量情境」與原情境之比較.....	- 140 -
表 4-44 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：每月各代工廠商可連續兩階段代工數量($SQ_{w,i',i''}^t$).....	- 141 -
表 4-45 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：每月各代工廠商可連續	

三階段代工數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)	- 142 -
表 4-46 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：每月各代工廠商各代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)	- 142 -
表 4-47 每月各代工廠商各代工型態之數量：「未規劃連續代工數量情境」與原情境比較	- 142 -
表 4-48 ILOG OPL STUDIO 求解資訊：「無接續加工製程資訊情境」與原情境之比較	- 144 -
表 4-49 「無接續加工製程資訊模式」之規劃結果：每月各代工廠商各製程規格配置量($Q_{w,i,s}^t$)	- 145 -
表 4-50 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)	- 146 -
表 4-51 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包單價(元)($C_{w,i}$)	- 146 -
表 4-52 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：每月各製程規格之承包代工廠商($X_{w,i}^t$)	- 146 -
表 4-53 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：每月各代工廠商可連續兩階段代工數量($SQ_{w,i',i''}^t$)	- 147 -
表 4-54 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：每月各代工廠商可連續三階段代工數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)	- 147 -
表 4-55 「無接續加工製程資訊模式」規劃結果：每月各代工廠商各代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)	- 147 -
表 4-56 每月各代工廠商各代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)：「無接續加工製程資訊情境」與原情境比較	- 148 -
表 4-57 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：第一個月各代工廠商各製程規格之承包量($q_{w,i}$)	- 149 -
表 4-58 訂單分配量低於各代工廠商各製程規格預定配置量之單位懲罰成本(元)($uc_{w,i}$)	- 149 -
表 4-59 ILOG OPL STUDIO 求解資訊：「無接續加工製程資訊情境」與原情境之比較	- 150 -

符號一覽表

產量配置模組第一階段模式符號表

● 上標：

t 規劃週期； $t=1, \dots, T$ 。

● 下標：

w 後段代工廠商編號； $w=1, \dots, W$ 。

i 製程規格編號； $i=1, \dots, e, e+1, \dots, e+f, e+f+1, \dots, e+f+g$ ；

$i=1, \dots, e$ 為晶圓針測階段之製程規格編號；

$i=e+1, \dots, e+f$ 為晶圓封裝階段之製程規格編號；

$i=e+f+1, \dots, e+f+g$ 為最終測試階段之製程規格編號。

s 價格等級編號，等級編號越大表示外包數量越多； $s=1, \dots, S$ 。

● 輸入參數：

B 極大整數值。

d_i^t 規劃週期 t 下，製程規格 i 之預測需求量。

$lb_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 對製程規格 i 設定歸屬於「價格等級 s 」之最低承包量。其中，本模式將「價格等級 1」的承包量下限設為 0，即若配置量為零則對應至「價格等級 1」。

$mq_{w,i}$ 代工廠商 w 製程規格 i 每月可提供之產量上限(單位)。

n 同一製程規格之承包廠商最低家數。

$pc_{w,i,s}$ 代工廠商 w 設定製程規格 i 在「價格等級 s 」下之承包單價。

r 配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例值； $1 > r > 0$ 。

$ub_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 對製程規格 i 設定歸屬於「價格等級 s 」之最高承包量。

● 決策變數：

$L_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 製程規格 i 之價格等級是否為「價格等級 s 」； $L_{w,i,s} \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。

$Q_{w,i,s}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 製程規格 i 「價格等級 s 」之配置量。

$X_{w,i}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 是否為製程規格 i 之承包廠商；
 $X_{w,i}^t \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。

產量配置模組第二階段模式符號表

● 上標：

t 規劃週期； $t=1, \dots, T$ 。

● 下標：

w 後段代工廠商編號； $w=1, \dots, W$ 。

i 製程規格編號； $i=1, \dots, e, e+1, \dots, e+f, e+f+1, \dots, e+f+g$ ；
 $i=1, \dots, e$ 為晶圓針測階段之製程規格編號；
 $i=e+1, \dots, e+f$ 為晶圓封裝階段之製程規格編號；
 $i=e+f+1, \dots, e+f+g$ 為最終測試階段之製程規格編號。

s 價格等級編號，等級編號越大表示外包數量越多； $s=1, \dots, S$ 。

m 連續代工型態； $m \in M$ ， $M \in \{1,2\}$ ，其中 $m=1$ 表示「連續兩階段代工」， $m=2$ 表示「連續三階段代工」。

● 輸入參數：

B 極大整數值。

d_i^t 規劃週期 t 下，製程規格 i 之預測需求量。

$lb_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 對製程規格 i 設定歸屬於「價格等級 s 」之最低承包量。其中，本模式將「價格等級 1」的承包量下限設為 0，即若配置量為零則對應至「價格等級 1」。

$mq_{w,i}$ 代工廠商 w 製程規格 i 每月可提供之產量上限(單位)。

n 同一製程規格之承包廠商最低家數。

$pc_{w,i,s}$ 代工廠商 w 設定製程規格 i 在「價格等級 s 」下之承包單價。

r 配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例值； $1 > r > 0$ 。

$ub_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 對製程規格 i 設定歸屬於「價格等級 s 」之最高承包量。

- $fit_{i,i'}$ 某一製程階段之「製程規格 i 」與其下一製程階段之「製程規格 i' 」是否可接續加工； $fit_{i,i'} \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。
- obj 第一階段模式所求得規劃幅度內之最小產量配置成本。
- tol 晶圓製造業者允許之配置成本上限佔原配置成本之比例； $tol \geq 1$ 。

● 決策變數：

- $L_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 製程規格 i 之價格等級是否為「價格等級 s 」； $L_{w,i,s} \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。
- $Q_{w,i,s}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 製程規格 i 「價格等級 s 」之配置量。
- $X_{w,i}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 是否為製程規格 i 之承包廠商； $X_{w,i}^t \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。
- $C_{w,i}$ 代工廠商 w 製程規格 i 之預定承包單價。
- $SQ_{w,i,i'}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 某一製程階段的「製程規格 i 」與其下一製程階段的「製程規格 i' 」可進行「連續兩階段代工」之最大數量。
- $TQ_{w,i,i',i''}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 晶圓針測階段的「製程規格 i 」、晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」與最終測試階段的「製程規格 i'' 」可進行「連續三階段代工」之最大數量。
- $Z_{w,m}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 可進行連續代工型態 m 之數量。

訂單分配模組符號表

● 上標：

- k 代工狀態； $k \in K$ ， $K = \{1,2,3\}$ ，其中 $k=1$ 表示「單階代工」， $k=2$ 表示「連續代工的第一製程階段」， $k=3$ 表示「連續代工的後續(第二或第三)製程階段」。
- t 規劃週期； $t=0, 1, \dots, T$ 。

● 下標：

- a 訂單編號； $a=1, \dots, A$ 。
- i 製程規格編號； $i=1, \dots, e, e+1, \dots, e+f, e+f+1, \dots, e+f+g, e+f+g+1, e+f+g+2, e+f+g+3$ 。
- $i=1, \dots, e$ 為晶圓針測階段之製程規格編號；
- $i=e+1, \dots, e+f$ 為晶圓封裝階段之製程規格編號；
- $i=e+f+1, \dots, e+f+g$ 為最終測試階段之製程規格編號；
- $i=e+f+g+1, e+f+g+2, e+f+g+3$ 為各階段之虛擬製程規格編號，依序屬於晶圓針測階段、晶圓封裝階段與最終測試階段。
- w 後段代工廠商編號；
- $w=0, 1, \dots, W$ ，其中 $w=0$ 為虛擬之代工廠商編號。

◆ 輸入參數：

- as_a 訂單 a 在晶圓封裝階段之製程規格編號；
- $as_a \in \{e+1, \dots, e+f, e+f+g+2\}$ ，若訂單 a 不須經過晶圓封裝階段，則以虛擬之製程規格編號表示($as_a=e+f+g+2$)。
- $c_{w,i}$ 第一個月代工廠商 w 製程規格 i 之承包單價。
- cp_a 訂單 a 在晶圓針測階段之製程規格編號；
- $cp_a \in \{1, \dots, e, e+f+g+1\}$ ，若訂單 a 不須經過晶圓針測階段，則以虛擬之製程規格編號表示($cp_a=e+f+g+1$)。
- $ct_{w,i}^k$ 一訂單採用代工狀態 k 於代工廠商 w 加工製程規格 i 所需之生產週期時間(天)。
- d_a 訂單 a 之需求量。
- $dq_{w,i}$ 代工廠商 w 製程規格 i 每日可提供之產量上限(單位)。
- due_a 訂單 a 之交期日。
- ft_a 訂單 a 在最終測試階段之製程規格編號；
- $ft_a \in \{e+f+1, \dots, e+f+g, e+f+g+3\}$ ，若訂單 a 不須經過最終測試階段，則以虛擬之製程規格編號表示($ft_a=e+f+g+3$)。
- lc_a 未允諾承接訂單 a 所造成之單位損失機會成本。
- $q_{w,i}$ 第一個月代工廠商 w 製程規格 i 之預定配置量。

- str_a 訂單 a 完成晶圓製造階段且可開始進行後段製程加工的日期。
- $uc_{w,i}$ 第一個月代工廠商 w 製程規格 i 之訂單分配量低於預定配置量時的單位懲罰成本。

● 決策變數：

- $E_{w,i,a}^{t,k}$ 在規劃週期 t ，以代工狀態 k 於代工廠商 w 製程規格 i 完成訂單 a 之完工量。
- $P_{w,i,a}^{t,k}$ 在規劃週期 t ，以代工狀態 k 於代工廠商 w 製程規格 i 加工訂單 a 之分配量。
- $U_{w,i}$ 在規劃幅度內，代工廠商 w 製程規格 i 之訂單分配量低於預定配置量的數量。
- Y_a 是否允諾承接訂單 a ； $Y_a \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

隨著半導體產業競爭越趨激烈，使其產品之生命週期大幅縮短且獲利空間日漸壓縮。為滿足顧客對於快速回應與縮短產品生產週期等需求，晶圓製造業者提出一有效整合半導體供應鏈之生產服務模式- 半導體後段一元化代工服務(Semiconductor Backend Turnkey Service; SBTS)。該模式由晶圓製造業者主導整個半導體後段製程之生產，在 IC 設計業者對晶圓製造業者下單後，晶圓製造業者即可提供從晶圓製造、晶圓針測、晶圓封裝到最終測試的全套代工服務。對 IC 設計業者而言，此服務模式不但可減少許多繁瑣的下單、監督與跟催等工作，亦能有效縮短產品之生產週期時間，且品質責任歸屬明確；對晶圓製造業者而言，此服務模式可增加客戶下單的誘因，藉此爭取更多的訂單來維持甚至追求更高的獲利空間，同時強化其核心競爭力並提升顧客滿意度。

在晶圓製造業者主導一元化代工服務的情況下，若晶圓製造業者無法充分掌握後段代工廠商¹可允諾之產能，即無法確保其後段產能足以提供一元化代工服務之訂單需求。相對地，對於後段代工廠商而言，若無法瞭解晶圓製造業者的訂單需求，即不能預先準備機台等相關資源，亦無法提供進一步的加值服務。因此，晶圓製造業者須在考量一元化代工服務之執行成本下，依其訂單需求選擇適當的後段代工廠商預先配置產量，以確保其與後段代工廠商能相輔相成，提供客戶穩定優質的一元化代工服務。再者，當晶圓製造業者欲將訂單分配至後段代工廠商進行後續製程時，不但須滿足訂單之各項需求與交期限制，亦須考量後段代工廠商之配置產量及生產限制，妥善地將訂單分配至適當的後段代工廠商進行加工，使晶圓製造業者以最小成本完成訂單之後段製程。

針對上述晶圓製造業者執行一元化代工服務時所面臨之產量配置與訂

¹ 後段代工廠商：半導體後段製程(包括晶圓針測、晶圓封裝及最終測試)之代工廠商。

單分配問題，朱氏[10]提出一「半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式」。該模式以晶圓製造業者的立場，考量多種類型之訂單服務及後段代工廠商之生產特性，先針對未來一年內每月各類產品之需求量，決定各後段代工廠商每月最適之配置產品及數量，再針對一個月內每日訂單的來到，妥善地將各訂單分配至適當的代工廠商進行後段製程，使晶圓製造業者能以最低的外包成本實行一元化代工服務。

然而，朱氏[10]所提出之模式僅考量單一晶圓製造廠，且假設外包之單位成本只依後段代工廠商及產品別的不同而有所差異，與外包數量無關，意即不論晶圓製造業者將相同製程規格或產品別配置於一代工廠商之數量多寡，皆不影響其外包之單位成本；再者，該模式決定各後段代工廠商每月最適之配置產品及數量時，並未將訂單於同一代工廠商連續加工多階段製程可縮短其生產週期時間²之特性納入考量。反觀現實環境中，一家晶圓製造業者旗下通常擁有多座晶圓製造廠，如圖 1-1 所示；再者，在晶圓製造業者主導之一元代工服務模式下，晶圓製造業者會將各家客戶之訂單整合成一大量訂單，藉此利用後段代工廠商所提供之「數量折扣³」來降低其外包成本，進而維持或提昇其整體獲利；此外，為縮短訂單之生產週期時間以避免因訂單交期緊迫而導致外包成本提升，在決定後段代工廠商每月最適配置產品及數量時，即須考量訂單可縮短其生產週期時間之彈性。

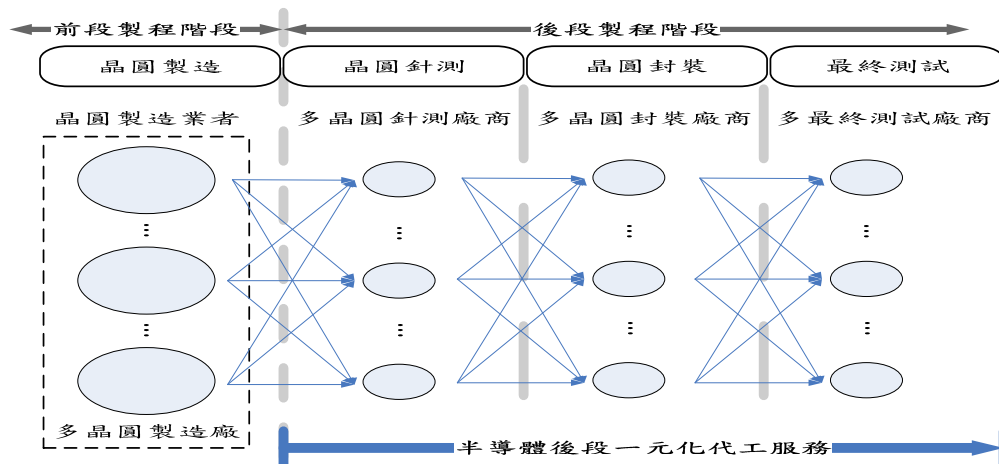


圖 1-1 半導體後段供應鏈生產環境[25]

² 生產週期時間：一訂單從投入代工廠商到產出並運送至下一代工廠商所需之時間。

³ 數量折扣：在一定期限內允諾或交付某廠商生產一定數量以上之相同性質產品時，承包廠商會根據該產品之數量提供適度的價格優惠。

承上所述，在晶圓製造業者提供一元化代工服務的情況下，晶圓製造業者配置於某一代工廠商之產品及數量與該代工廠商所提供之「數量折扣」息息相關，故晶圓製造業者須決定如何在滿足訂單之預測需求及考量訂單可縮短之生產週期時間下，充分利用數量折扣來配置各後段代工廠商每月之產品及數量，以降低執行一元化代工服務所需之外包成本。此外，晶圓製造業者須在考量訂單需求及各後段代工廠商之配置產量的情況下，將來到訂單以最小成本分配至各後段代工廠商進行後續製程，使其如期如量地達交。上述兩項決策乃當前晶圓製造業者推行一元化代工服務所面臨的重要生產規劃議題。

1.2 研究目的

基於上述之研究動機，本文將針對晶圓製造業者執行一元化代工服務所面臨之產量配置及訂單分配問題進行求解，在考量半導體供應鏈環境及一元化代工服務的各项特性下，建構一半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式，以達成下列兩項研究目的：

- (1) 規劃各後段代工廠商未來半年內每月之配置產量：在已知合格後段代工廠商名單與未來半年內各製程規格每月之預測需求下，同時考量後段代工廠商之數量折扣資訊及生產限制（包括可處理之製程階段、製程規格能力、可允諾產能等）、訂單可縮短之生產週期時間等，使晶圓製造業者在後段產能足以應付一元化代工服務之預測需求的情況下，規劃各後段代工廠商各製程規格每月之配置量，期能以最小配置成本執行穩定可行之一元化代工服務。
- (2) 規劃第一個月內一元化代工服務訂單之每日訂單分配：在已知後段代工廠商之配置量與第一個月內一元化代工服務訂單之相關資訊下，同時考量各訂單之需求限制、各後段代工廠商之配置產量及生產限制（包括生產週期時間、可允諾產能等）等，將訂單適時地分配至各後段代工廠商進行加工，期能使晶圓製造業者以最小成本滿足訂單之各項需求與交期限制。

1.3 研究範圍與限制

本文在多晶圓製造廠、多後段代工廠商、多製程階段、多種產品、多類型訂單服務之半導體後段(包括晶圓針測、晶圓封裝、最終測試)供應鏈環境下，以一元化代工服務提供者—晶圓製造業者的立場，考量後段代工廠商之數量折扣、生產限制等特性，規劃各後段代工廠商未來半年內每月之配置產量，以及第一個月內一元化代工服務訂單之每日訂單分配。因此，本文之研究範圍包含半導體後段製程外包之產量配置與訂單分配等議題，屬於供應鏈管理範疇內的中短期生產規劃。

為有效達成本文之規劃目的並降低其複雜度，本文假設如下：

- (1) 所有承包廠商皆完全配合晶圓製造業者之產量配置及訂單分配規劃。
- (2) 相較於半導體後段製程外包之代工成本，外包之運輸相關成本不足以影響本文之規劃結果，故在此不考慮運輸相關成本。
- (3) 不考慮存貨與製程良率問題，投入量即為產出量。
- (4) 不考慮通貨膨脹問題，且產品之外包價格不隨時間更動。

1.4 研究步驟與方法

本文首先探討此研究之相關背景與研究動機，然後陳述研究目的，接著藉由文獻探討針對本文所研究之問題及環境做更詳細地定義與分析。之後，本文會建構產量配置模組及訂單分配模組，在考量後段代工廠商之數量折扣及訂單可縮短之生產週期時間下，解決晶圓製造業者執行一元化代工服務時所面臨之生產規劃問題，並以一案例分析之。最後，本文將提出結論與未來可行之研究方向。

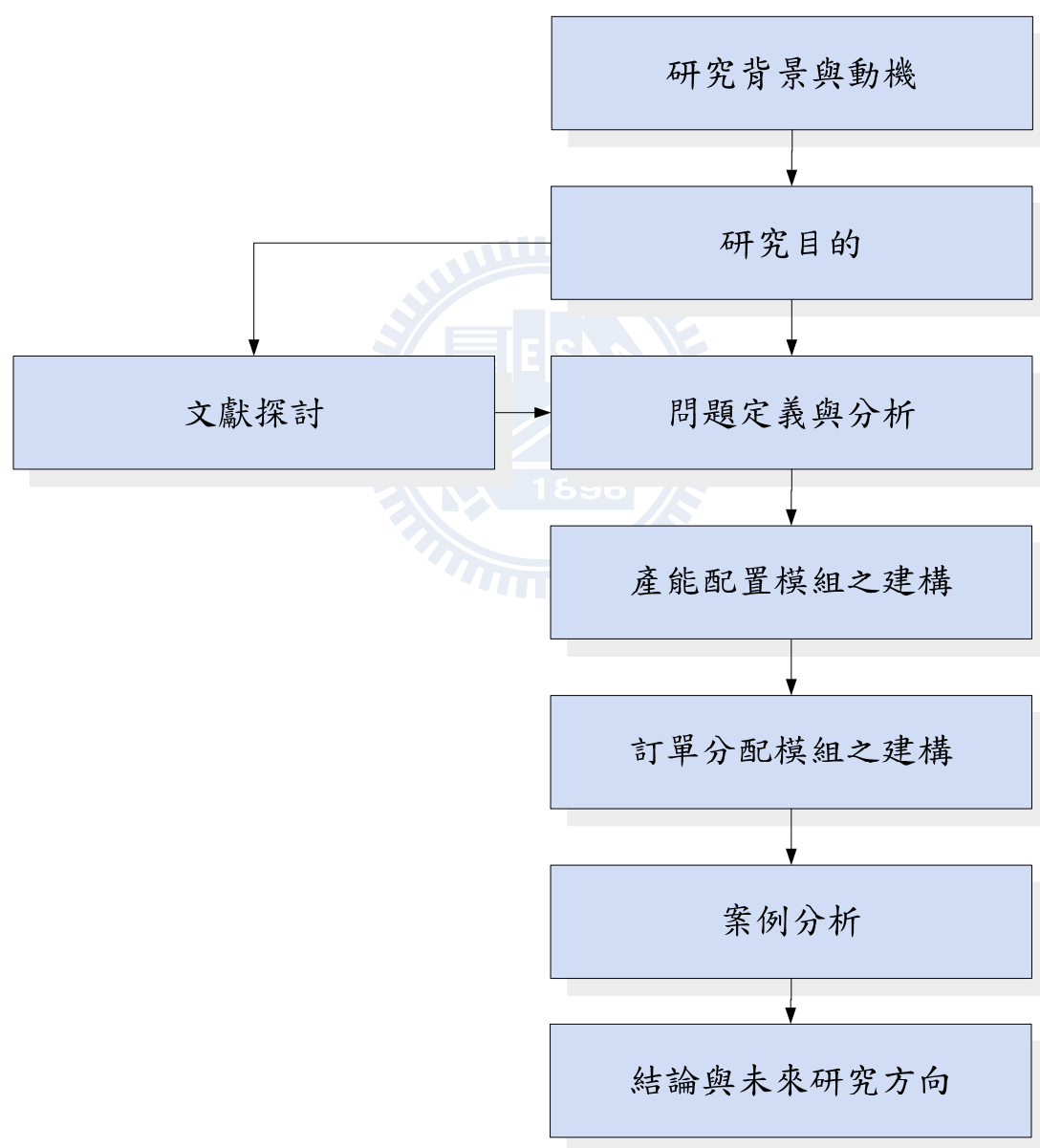


圖 1-2 研究步驟及流程

第二章 文獻探討

2.1 半導體製程簡介

半導體製程大致可分為五個階段：IC 設計、晶圓製造、晶圓針測、晶圓封裝及最終測試，茲將分別簡述如下：

- IC 設計(IC Design)

由IC 設計業者或半導體廠設計團隊經市場調查等方式決定產品所需之功能，再透過研發人員將這些功能建構在其所設計的IC 產品之中[19]。

- 晶圓製造(Wafer Manufacturing)

依設計完成之 IC 電路圖製作光罩，再將光罩上的電路圖一層層地建構在晶圓上的晶粒中。基本步驟是先將晶圓經過適當的清洗，然後進行氧化和沈積使晶圓上形成薄膜，接著在晶圓上塗佈光阻並將光罩上的電路圖曝光顯影到光阻上，再利用蝕刻技術保留所需電路，將未受光阻保護的薄膜去除，之後對特定區域進行離子植入以獲得精確的電子特性，最後把光阻去除即可在晶圓上完成一層電路圖，將上述步驟重複 15 至 30 次不等，始可在晶圓上完成一格格擁有完整立體電路的晶粒[17]。由此可知，晶圓製造之製程相當繁複(約 400~600 道製程作業)且需要花費很長的一段時間(約 45~75 天)，故晶圓製造為半導體供應鏈之瓶頸製程[25]。

- 晶圓針測(Wafer Sort, Circuit Probe; C/P)

完成晶圓製造階段後，每片晶圓上皆佈滿一格格的晶粒，但並非每一格晶粒皆為良品。為避免部分不良品造成往後晶圓封裝及最終測試階段的產能和成本浪費，即須對晶圓上的每一格晶粒進行測試以找出不良品。晶圓針測主要是利用雷射或極細微的探針來測試每一格晶粒的電氣特性，不合格的晶粒會被標註記號以便與合格品做區隔。然而，基於成本的考量，部分不合格品會嘗試利用雷射進行修復[17]。晶圓針測之生產週期時間約為 2~4 天[10]。

- 晶圓封裝(Assembly, Packaging)

將切割好的合格晶粒連接至傳輸電力或訊號的線路，並利用塑膠或陶瓷將其包覆，以避免晶粒受到機械性刮傷或高溫破壞[15][17]。目前使用的封裝技術有許多種，包括焊線封裝、覆晶封裝等[17]。晶圓封裝之生產週期時間約為 4~6 天[10]。

- 最終測試(Final Testing; F/T)

先進行電性測試以挑選出晶圓封裝所造成的不良品，並依其電性對每一個檢測後的產品進行分類，作為往後判斷產品等級的依據。若此測試須在高溫環境下進行，則須採用預燒流程以產生高溫、高電壓、高電流的嚴苛環境，使品質未達標準的 IC 提早老化損壞。完成電性測試後，再利用機械視覺設備對其產品外觀進行檢測，檢測產品上的標記(Mark)是否端正清晰，以及接腳的對稱性、平整性和共面度等。待上述之電性和外觀檢測完成後，尚須將產品烘乾以免因水氣而受損，最後再進行產品包裝的動作[17]。最終測試之生產週期時間約為 4~6 天[10]。

本文所研究之製程範圍在於晶圓製造階段之後的半導體後段製程(包括晶圓針測、晶圓封裝及最終測試階段)，即從晶圓產出(Wafer Out)到最終成品交貨(Delivery)，如圖 2-1 所示。

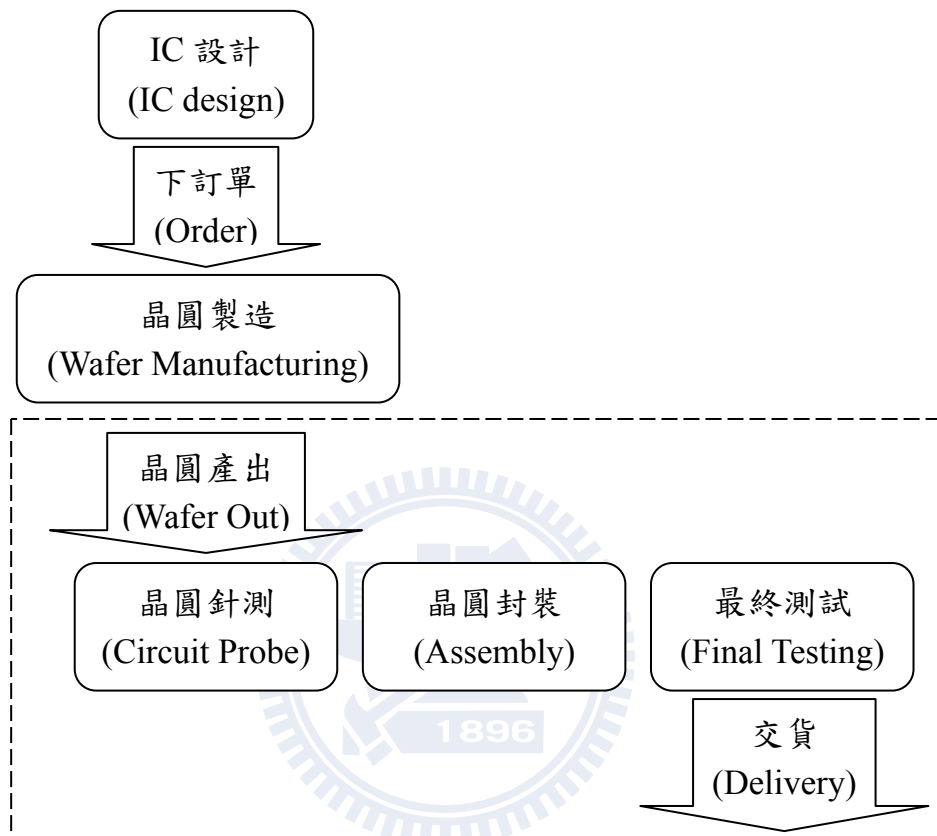
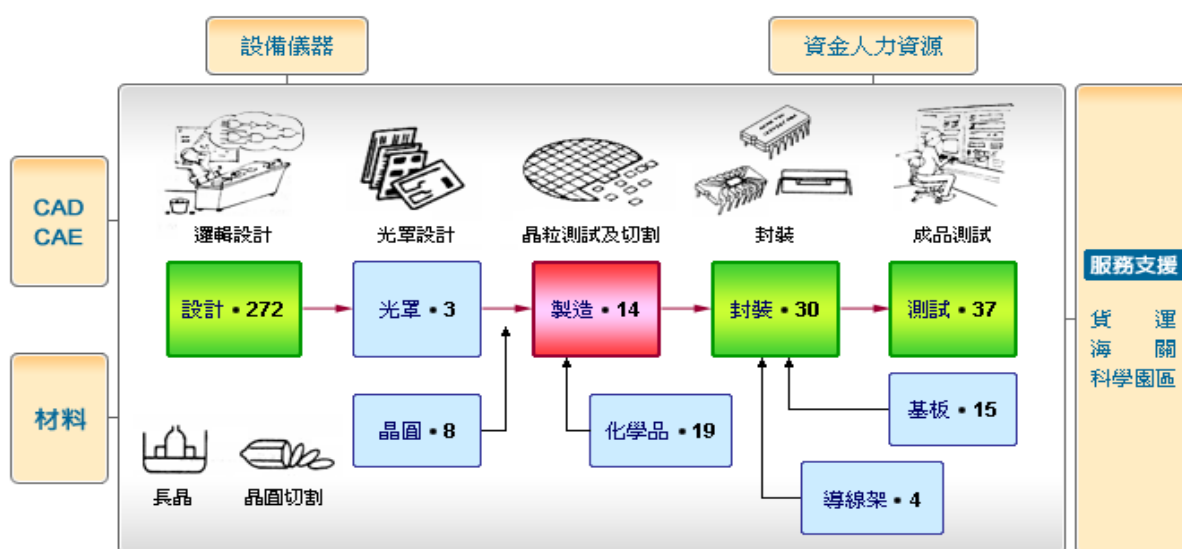


圖 2-1 本文研究之製程範圍

2.2 半導體產業範疇與趨勢

由於半導體製程極為繁複，故其供應鏈體系所延伸之成員亦十分廣泛，從上游至下游的成員略可分為兩大類[17]：與製程直接相關的核心成員(包括IC設計、晶圓製造、晶圓針測、晶圓封裝、最終測試等)，以及提供副原料和其餘相關服務的輔助成員(包括設備儀器、間接原物料、化學品、導線架、基板等)，如圖2-2所示。



◎資料來源：工研院IEK (2008/04)

圖2-2 半導體供應鏈產業範疇[22]

雖然近年來半導體市場需求仍持續擴大，但隨著市場結構的快速變動和全球化的競爭趨勢，使得業者鮮少能以一己之力在市場上競爭，紛紛透過合資、策略聯盟或兼併的方式與上下游或同業進行橫向與縱向的整合，以分散風險並爭取更多效益，故半導體供應鏈的整合已是無法阻擋的趨勢[9][11][15]。

其中，由於晶圓廠(Wafer Fabrication; FAB)的資本及技術門檻較高，使得本身無晶圓廠之IC設計業者(IC design house/FABLESS)不易跨足整併或經營，因此IC設計業者多選擇專注於其晶片系統研發和行銷上的核心競爭力，而將繁雜的製程技術問題外包給可靠且具備先進製程技術的晶圓製造業者。承上所述，當IC設計業者只負責設計與行銷時，製造方面即

全權交由代工業者代為控管，故晶圓製造業者不僅須負責本身的晶圓製造，尚須負責協調與其後續製程相關之代工廠商，包括晶圓針測、封裝、最終測試到出貨，遂成為半導體製造供應鏈上控制中樞的角色[4][9][11][15]。

2.3 半導體產業之一元化代工服務

吳氏[15]指出，半導體產業所稱之「一元化代工服務(TurnKey Service)」有許多種定義。廣義而言，由於半導體市場競爭越趨激烈，各家代工業者為爭取IC 設計業者的訂單，紛紛以策略聯盟的方式提供客戶整套製造系統的服務，包含晶圓代工、測試、封裝等服務項目，讓IC 設計業者在生產過程中只須進行監控或驗收的動作，此一服務型態即統稱為「一元化代工服務(Turnkey Service)」。

2.3.1 一元化代工服務模式

承上所述，一元化代工服務模式可依其服務範圍及提供者的不同而分為多種模式。本文在此節錄吳氏[15]所整理之各種一元化代工服務模式，以藉此定位本文所探討之一元化代工服務模式。吳氏[15]將一元化代工服務的提供者分為兩大類；由晶圓製造業者提供之一元化代工服務模式，以及由封測業者提供之一元化代工服務模式，茲將分別簡述如下。

(1) 由晶圓製造業者提供之一元化的代工服務模式

由晶圓製造業者採用策略聯盟或整併的方式全權負責晶圓製造及其後續之製程階段，待最終測試完成後再出貨至客戶手中。此一模式又可分為下列二種服務型態[15]：

- 執行至最終測試(Final Test)

當IC 設計業者下單給晶圓製造業者後，晶圓製造業者不但須負責本身

的晶圓製造製程，亦須負責安排後續的晶圓針測、封裝到最終測試等製程，包括產能安排、訂單分配、產品良率及製程追蹤等，待最終測試階段完成後，始依晶粒(Die)完成品的數量交貨給IC 設計業者，因此晶圓製造業者須對最終出貨至IC 設計業者之產品負責。

在此型態下，IC 設計業者唯一的聯絡窗口即為晶圓製造業者，而晶圓製造業者即為後段製程代工廠商的客戶，後段製程代工廠商不會與IC 設計業者有資訊流的傳遞，其聯絡窗口亦為晶圓製造業者[15]，如圖2- 3所示。

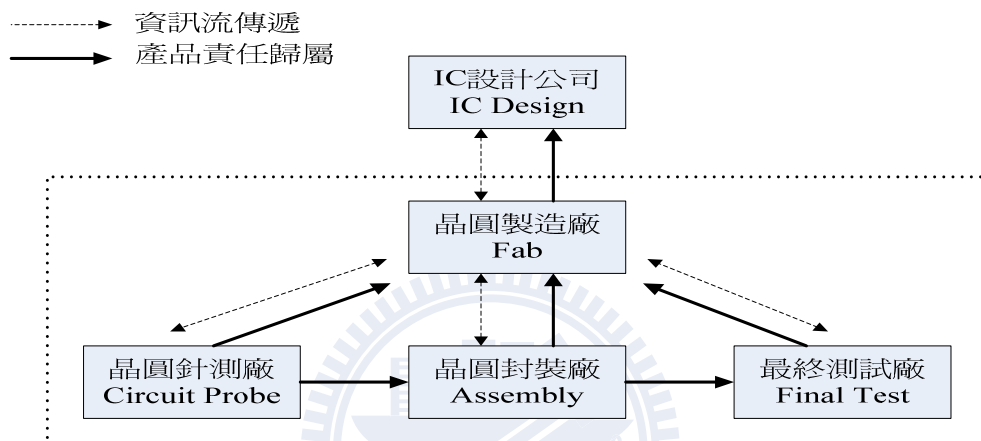


圖2- 3 由晶圓製造業者提供之一元化代工服務模式- 執行至最終測試[15]

● 執行至晶圓封裝(Assembly)

由於IC 設計業者須對其客戶負責其產品的良率與品質，部分IC 設計業者因而希望在這最後一道關卡(最終測試)上親自執行與監督，因此僅委託晶圓製造業者執行至晶圓封裝完畢[15]，如圖2- 4所示。

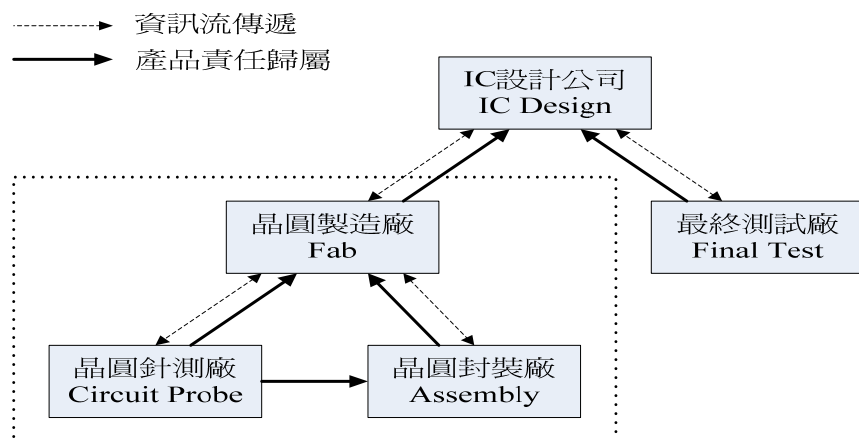


圖2- 4 由晶圓製造業者提供之一元化代工服務模式- 執行至晶圓封裝[15]

(2) 由封測業者所提供之一元化代工服務模式

由封裝業者或測試業者採用策略聯盟或整併的方式全權負責晶圓製造完成後之後續製程階段，待最終測試完成後再出貨至客戶手中。此一模式又可分為下列二種服務型態[15]：

● 晶圓針測(Circuit Probe)由封測業者執行：

此服務型態為封測業者所執行之一元化代工服務中最常見的一種；IC設計業者待晶圓製造業者加工完成後，始將其後續所需製程包括晶圓針測、封裝與最終測試皆交由後段封測業者負責執行，待最終產品完成後再出貨至IC設計業者[15]，如圖2-5所示。

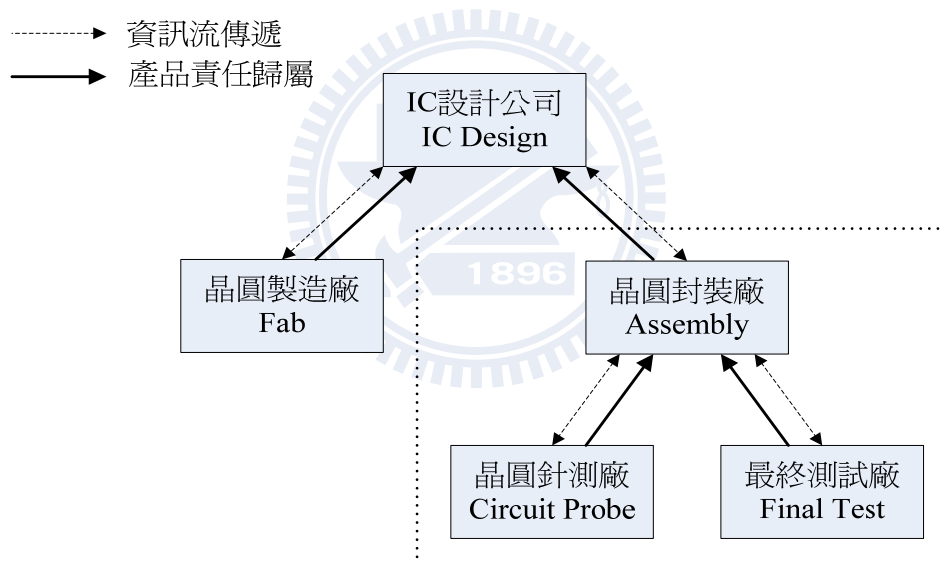


圖2-5 由封測業者提供之一元化代工服務模式- 針測由封裝業者執行[15]

● 晶圓針測(Circuit Probe)由晶圓製造業者執行：

若晶圓製造廠可提供IC設計業者所需之晶圓針測服務，則IC設計業者即可將晶圓針測委由晶圓製造業者負責執行，待晶圓針測完成後再交由封測業者負責後續之製程階段[15]，如圖2-6所示。

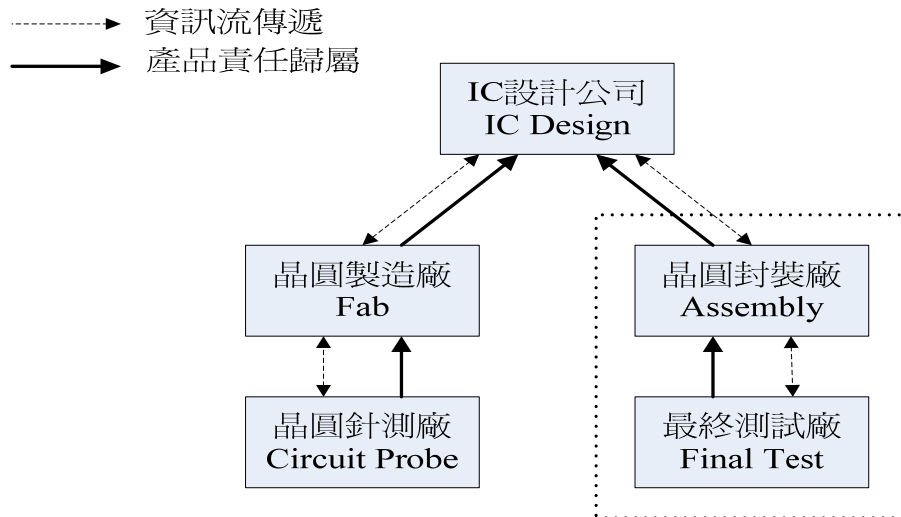


圖2-6 由封測業者提供之一元化代工服務模式- 針測由晶圓業者執行[15]

● IC 設計業者自行尋找晶圓針測業者

若IC 設計業者所設計之產品須用到特殊技術的針測機台，則IC 設計業者即會自行尋找合適的晶圓針測業者，待晶圓針測製程完工後再交由封測業者進行後續製程[15]，如圖2-7所示。

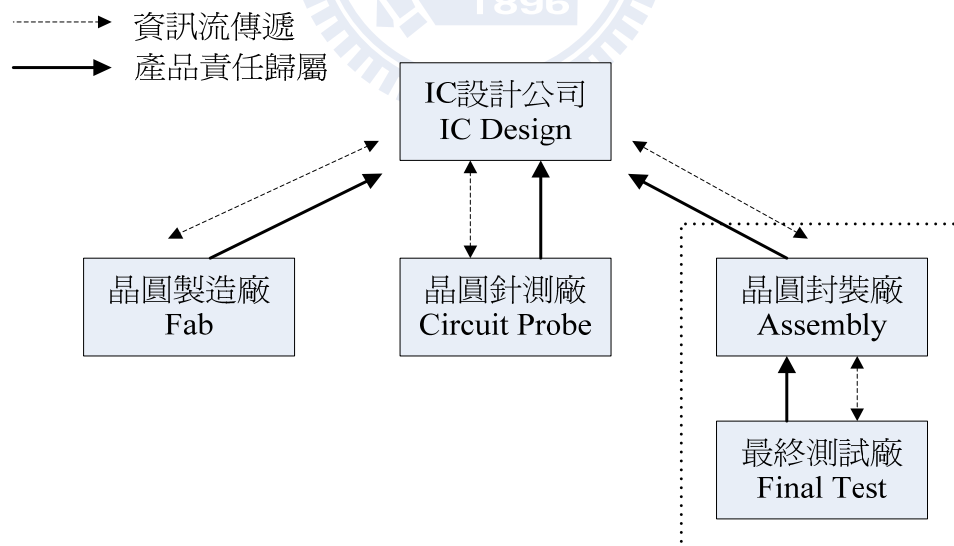


圖2-7 由封測業者提供之一元化代工服務模式- 針測由客戶自行執行[15]

本文將上述之一元化代工服務模式整理如表2- 1所示。本文所探討之一元化代工服務模式係由晶圓製造業者所主導，不但可提供IC 設計業者從晶圓製造、晶圓針測、晶圓封裝到最終測試之全套代工服務，亦可依IC 設計業者之需求選擇所需之後段製程，故所包含之服務模式如表2- 1粗體字所示。

表2- 1 半導體一元化代工服務模式彙整表

		負責製程階段(打勾者)			服務模式
		晶圓針測	晶圓封裝	最終測試	
服務提供者	晶圓製造業者	✓	✓	✓	執行至最終測試
		✓	✓	IC 設計業者	執行至晶圓封裝
	封裝測試業者	✓	✓	✓	晶圓針測 由封裝測試業者執行
		晶圓製造業者	✓	✓	晶圓針測 由晶圓製造業者執行
		IC 設計業者	✓	✓	晶圓針測 由 IC 設計業者執行

2.3.2 半導體一元化代工服務之相關文獻

吳氏[15]與邱氏[11]等學者指出，對 IC 設計業者而言，一元化代工服務可省去許多下單、跟催與監督的繁雜工作，讓 IC 設計業者不須耗費過多時間及成本在不具附加價值的事務上，可更加專注地發展其核心競爭力，同時該服務可縮短其新產品所需之生產週期時間，有助於即早搶奪市場佔有率；對代工業者而言，此服務模式不但能增加客戶下單的誘因，甚至可創造更多的附加價值，故在當前競爭激烈的環境下此一優勢更顯重要，目前已有許多代工業者提供其客戶此項服務，包括台灣積體電路公司 (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company; TSMC)、聯華電子公司 (United Microelectronics Corporation; UMC) 及特許半導體 (Chartered

Semiconductor Manufacturing; CSM)等[6][18][23]。

然而，一元化代工服務雖能為 IC 設計業者提供較佳的服務，卻也將 IC 設計業者原本繁重的作業移轉至提供此項服務的代工業者身上，使得代工業者遭遇生產管理方面的諸多難題。因此，眾多學者分別站在不同代工業者的立場，針對執行一元化代工服務時所面臨的生管問題進行研究，以尋求或提出一有效的解決方案。

吳氏[15]提出，雖然晶圓製造業者所提供之一元化代工服務可減輕 IC 設計業者的負擔，但當時國內此一服務佔晶圓製造業者實際接單的比例仍不算高。因此，該研究利用訪談、問卷調查及限制理論等工具，探究 IC 設計業者與晶圓製造業者在一元化代工服務上的合作問題，同時分析此項服務模式較適合在哪些條件或環境下執行。經該研究分析指出，一元化代工服務並非在任何情境下皆可適用，且該研究進一步建議適用一元化代工服務之條件為：

- (1) 非新研發之產品：因新研發之產品在設計或後段製程技術上還未趨成熟，易造成製程良率的下降或不穩定。
- (2) 穩定之產品：產品已趨成熟，製程相當穩定且良率可達一定水準。
- (3) 少樣多量之產品：製程較具一致性，在生產規劃或作業上較好安排。
- (4) 需求變動較少之產品：若需求變動頻繁，將造成訂單交期須時常更動，導致生產規劃不易且服務品質降低。
- (5) 相互信任之客戶：IC 設計業者干涉過多將會造成執行上的困難，導致事倍功半。
- (6) 良好之價格分享模式(Profit sharing model)：若能訂定出一套完善的「成本利潤分攤/分享模式」，讓晶圓製造業者與 IC 設計業者皆能藉此互利共生，使得彼此合作更為順利。

邱氏[11]認為，在晶圓製造業者提供 IC 設計業者一元化代工服務的情況下，即須竭盡所能地滿足 IC 設計業者各項嚴苛的要求，其中又以準時達交最為重要。因此，該研究利用「限制理論(Theory of Constraints; TOC)」

與「關鍵鏈專案管理(Critical Chain Project Management; CCPM)」的觀念來建構半導體供應鏈的模型與架構，提供晶圓製造業者一個監控機制來保護其訂單之交期表現。其中，「關鍵鏈專案管理」包含兩項基本觀念：「專案緩衝」與「緩衝管理」；前者可用來估計訂單之交期，而後者可當成訂單監控的機制，以確保其訂單能夠準時達交。該研究以新竹科學園區一家知名半導體廠商為研究個案，利用eM-Plant 來設計模擬實驗，最後提出三點結論：

- (1) 在研究個案中，利用「專案緩衝」計算交期的正確性雖未達預期成效，但若配合「關鍵比例(Critical Ratio; CR)」進行判斷，則效果十分良好。
- (2) 在使用「先進先出法(First In First Out; FIFO)」所得之平均加工時間做為交期基準下，將使用「專案緩衝」加「關鍵比例」相互配合之方法與僅使用「關鍵比例」之方法相比，前者之達交率與產出績效較佳。
- (3) 驗證Dr. Goldratt 將「專案緩衝」切成三等分是合理且可行的。

吳氏[16]與李氏[13]提出，在晶圓製造業者所主導之一元化代工服務下，晶圓製造業者須面對眾多承包廠商與上千種產品，故如何即時檢測出製程中可能導致訂單交期延誤的突發狀況，並在最短的時間內進行妥善地處理，將嚴重關係著晶圓製造業者提供此一服務的競爭優勢。然而，以往晶圓製造業者監控後段代工廠商的製程進度，多是根據代工廠商定期的在製品資訊與經驗法則來進行評估，並無一套明確的管理機制予以控管，故仍常有訂單延遲達交的情況產生。

針對上述問題，吳氏[16]建立一套「產出預警機制」，包括產出預估模組、產能負荷評估模組、延遲預警判斷原則及延遲資訊回饋系統。該預警機制可幫助晶圓製造業者即時做出正確的決策，以避免訂單交期延誤。李氏[13]則建構一套「半導體供應鏈體系之例外事件管理離形系統」，其主要概念在於整合半導體後段製程委外產品之生產資訊，包括生產週期時間、料況、委外廠每日實際產出等，並藉由例外管理系統與後端資料分析機制管控針測廠、封裝廠及最終測試廠之生產實況與供應鏈間之例外事件。以上研究經由各自驗證結果指出，其所提出之機制或系統可即時掌控各訂單

狀態並適時發出警報，讓晶圓製造業者能適時介入進行危機處理，以確保一元化代工服務之整體績效。

Hsu *et al.*[6]指出在低利潤的市場環境下，半導體後段業者將難以獨立生存，故企業多藉由內部整合或利用協同式規劃形成策略聯盟(Strategic alliances)，以取得更多的競爭優勢。該研究從封測業者執行一元化代工服務的立場，提出一「融合作業基礎成本之協同式生產規劃系統(Activity-Based Costing Collaborative Production Planning System; ABC/CPPS)」，幫助生產規劃者在協同式生產的環境下，評估半導體後段一元化代工服務在訂單投入產線初期之生產利潤(Profit)，並利用「述詞/擬轉網路(Predicate/Transition net; Pr/Tr net)」來模擬及執行作業基礎成本模式，以考量生產線的動態特性(Dynamic characteristics)。該研究利用財務衡量的方式-「利潤」來評估規劃結果，以檢視封測業者之投料策略與派工法則的適當性，並與企業的財務觀點相互結合。

Guo *et al.*[5]認為在一元化代工服務模式下，及時達交(On-time delivery)是追求顧客滿意度的基本且重要條件，而是否能準時交貨端視後段代工業者之績效而訂。然而，不可避免的生產變異將使得後段代工業者難以維持或改善其績效與目標，其中績效包括生產週期時間(Cycle time)、有效產出率(Throughput rate)及交期準確性(Due-day accuracy)。因此，該研究站在封測代工業者的立場，提出一「例外管理模式(Exception management model)」為上述多項互相衝突的目標找出一折衷之解決方案。該研究主要可分為三大部分：

- (1) 提出一整合之績效指標，以解決多項績效衡量的問題。
- (2) 設計一「可允許之在製品變異水準(Available WIP Deviation Level; AWDL)」之設定模式，以取得適當的「可允許之在製品變異水準」來啟動例外管理措施。
- (3) 提出一修正措施，使異常的在製品水準回復正常。

最後，該研究建構一模擬模式來驗證其所提出之在製品例外管理模式，

結果顯示該模式有助於後段代工業者設定適當的例外狀況啟動條件，並同時降低不確定性因素的發生，以達成更好的交期績效。

Chung *et al.*[3]指出在半導體生產之一元化代工服務(Semiconductor production turnkey service; SPTS)下，同時整合生產與運輸規劃(Collaborative production-distribution planning)是極為重要的實務問題。此外，為降低供應鏈之生產成本與生產週期時間，該研究認為應由晶圓製造業者負責執行一元化代工服務之生產與運輸規劃。因此，該研究以晶圓製造業者的立場，提出一整合生產與運輸規劃之整數規劃模式。模式中同時考量多樣產品、多階段製程，以及多家具有不同製程規格能力之外包廠，以最小化總成本為目標，求解最佳之生產與運輸規劃。然而，當問題變得與現實環境一樣複雜時，該模式即無法在有效的時間內進行求解。為解決此一問題，該研究將其問題情境轉換成網路模式中的旅行者購買問題(Traveling Purchaser Problem; TPP)，並修改一現存之啟發式演算法(Generalized-Saving Algorithm; GSA)來進行求解，期能在有限的時間內解決複雜的實務問題。經數值實驗證明，該研究所提供之啟發式演算法可顯著地提升其解題的效率，並求得良好的解。

朱氏[10]提出，在晶圓製造業者所提供之一元化代工服務體系下，對於提供訂單給後段代工廠商的晶圓製造業者而言，若沒有固定的後段協同夥伴，將因無法預定後段製程產能而增加逾期交貨的風險；相對地，對於承包訂單的後段代工廠商(針測廠、封裝廠與最終測試廠)來說，在無法取得晶圓製造業者長期下單的允諾下，僅能就短期之訂單進行篩選，不但使得後段代工廠商須面臨頻繁的接單作業，也會因為無法掌握客戶的動態而無法提供進一步的服務。因此，為提供 IC 設計業者優質的一元化代工服務，晶圓製造業者與後段代工廠商都應存在著實質的合作關係。

然而，受限於簽約後所引發之監督與跟催等固定成本，晶圓製造業者

無法與全部後段代工廠商進行策略聯盟，因此晶圓製造業者即須慎選其協同生產之夥伴，找出最具競爭力的協同廠組合，並妥善地規劃後段代工廠商之中期、短期生產規劃，以提供穩定可行之一元化代工服務，朝向持續獲利的目標邁進。承上所述，該研究提出一「半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式」，其中包括下列三項模組功能，茲將分別簡述如下：

- (1) 產量配置模組：用來因應中期之產能規劃問題。其考量半導體後段供應鏈之多階多廠環境、各代工廠商之生產特性、每月各產品之需求波動等，以最小成本為目標，利用數學規劃模式求解各代工廠商之預定代工數量，確保後段代工廠商足以提供適當的產能以應付其預測之訂單需求。
- (2) 訂單分配模組：用來解決短期訂單分派問題。除考量「產量配置模組」之規劃結果與生產環境外，尚考量訂單之需求與交期限制、各後段代工廠商所提供之代工方案等，以最小成本為目標，利用數學規劃模式求解各訂單之配置方式與數量，以滿足一元化代工服務訂單之各項需求。
- (3) 協同廠組合評估模組：利用上述之「產量配置模組」與「訂單分配模組」為基礎，運用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis; DEA)針對成本、訂單完成率及因應需求變動之彈性等三項績效指標，評估可行之協同廠組合，以篩選出最具效率之協同廠組合。

本文將上述諸位學者對於半導體一元化代工服務之相關研究彙整如表 2-2 及表 2-3 所示。

表 2-2 半導體一元化代工服務之相關文獻整理

作者	立場	研究目的	研究貢獻
吳宛婕 [15]	IC 設計業者 & 晶圓製造業者	使晶圓製造廠與 IC 設計業者可藉由一元化代工服務，讓彼此合作更為順利。	建議適用一元化代工服務的條件為： (1) 非新研發之產品 (2) 穩定之產品 (3) 少樣多量之產品 (4) 需求變動較少之產品 (5) 相互信任之客戶 (6) 良好之價格分享模式
邱勝寬 [11]	晶圓製造業者	確保訂單皆能準時達交	(1) 在研究個案中，以「專案緩衝」計算交期的正確性不足，但配合「關鍵比例」進行判斷效果良好。 (2) 在使用「先進先出法」所得之平均加工時間做為交期基準的情況下，「專案緩衝」與「關鍵比例」配合的達交率與產出較單一使用「關鍵比例」高。 (3) 驗證將「專案緩衝」切成三等分是合理且可行的。
吳佩容 [16]	晶圓製造業者	即時掌控訂單狀態並適時發出警報，讓例外事件的管理更具準確性與時效性，以避免造成訂單交期延誤。	建立一套產出預警機制，包括產出預估模組、產能負荷評估模組、延遲預警判斷原則及延遲資訊回饋系統。
李玉純 [13]			建構半導體供應鏈體系之例外事件管理雛形系統；整合委外產品之生產資訊，並藉由例外管理系統與資料分析機制，管控後段代工廠商之生產現況與例外事件。

表 2-3 半導體一元化代工服務之相關文獻整理(續)

作者	立場	研究目的	研究貢獻
Hsu et al. [6]	封裝測試業者	評估半導體後段一元化代工服務在訂單投入產線初期之生產利潤，以藉此檢視投料策略與派工法則的適當性。	(1) 提出「融合作業基礎成本之協同式生產規劃系統(ABC/CPPS)」。 (2) 利用「述詞/擬轉網路(Pr/Tr net)」來模擬及執行作業基礎成本模式，以考量生產線的動態特性。
Guo et al. [5]	封裝測試業者	使後段代工廠商維持或改善其績效與目標，包括生產週期時間、有效產出率及交期準確性。	(1) 提出整合之績效指標。 (2) 設計「可允許之在製品變異水準(AWDL)」之設定模式，以啟動例外管理措施。 (3) 提出修正措施，使異常在製品水準回復正常。
Chung et al. [3]	晶圓製造業者	以最小總成本執行協同式生產與運輸規劃(Collaborative production-distribution planning)	(1) 提出一協同式生產與運輸規劃之整數規劃模式，該模式同時考量多樣產品、多階段製程、多間具有不同製程規格能力之外包廠。 (2) 將其問題轉換成網路模式中的旅行者購買問題(TPP)，並修改現存之啟發式演算法(GSA)來進行求解，以在有限的時間內解決複雜的實務問題。
朱昱銘 [10]	晶圓製造業者	找出最具競爭力的協同廠組合，並妥善規劃後段代工廠商之中短期生產規劃。	提出半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式； (1) 產量配置模組：確保後段代工廠商足以提供適當產能來應付一元化代工服務之預測需求。 (2) 訂單分配模組：滿足訂單之實際需求。 (3) 協同廠組合評估模組：運用「資料包絡分析法(DEA)」篩選出最具效率之協同廠組合。

2.4 數量折扣

在全球運籌的環境下，企業多會要求其供應商提供更好的服務品質、供貨彈性與反應速度等，故採購政策的制定多已趨向多元化。然而，產品價格的優惠或折扣對買方而言仍具有相當大的吸引力，因此價格折扣往往是影響採購決策的主要誘因。當市場上有多家供應商可供企業選擇時，各家供應商即會基於成本分攤、銷售額或市場競爭力等經濟利益考量，以大量促銷的方式給予買方價格折扣或數量折扣(Quantity Discounts)。此一大量促銷的方式雖可使企業有效地降低其採購成本，但也可能導致其存貨成本等額外成本的增加[12][20][21][24]。

林氏[14]在其研究中指出，企業利用大量採購以取得數量折扣的優缺點如下：

- 優點：

1. 進貨單價較低廉
2. 節省設置成本(對於擁有自製能力的企業而言)
3. 避免缺貨損失
4. 可享供應商提供的其它優惠

- 缺點：

1. 增加庫存成本
2. 降低存貨週轉率
3. 增加廢舊產品損失
4. 積壓較多的資金

承上所述，企業在利用供應商所提供之數量折扣來取得其優惠時，亦須審慎地評估其可能造成的額外成本，以決定最適之購買批量讓總採購成本最小化，使得數量折扣成為買賣雙方雙贏互利的契機，提升供應鏈的整體利潤。

2.4.1 數量折扣之相關文獻

Benton and Park[2]將眾多與數量折扣相關的文獻進行分類：依買方需求特性可分為「時段性需求(Time-phased Demand)」與「非時段性需求(Non-time-phased Demand)」；依賣方折扣方案可分為「全量折扣(All-units Discounts)」與「增量折扣(Incremental Discounts)」；依研究觀點可分為「買方觀點(Buyer's Perspective)」及「買賣雙方觀點(Buyer-Supplier's Perspective)」。

以下即針對上述各項分類進行簡單說明：

- 買方需求特性(Demand Pattern)

「時段性需求(Time-phased Demand)」表示買方的需求量會隨著時間的演進而改變；以冰品為例，夏季冰品的需求量會大於冬季的需求量，故冰品的需求量會隨著季節的轉變而有所不同。反之，「非時段性需求(Non-time-phased Demand)」則表示買方的需求量不會隨著時間的演進而改變，亦或在規劃幅度內其需求量皆固定不變[2]。

- 賣方折扣方案(Discount Scheme)

「全量折扣(All-units Discounts)」表示若訂購量落在供應商所提供的折扣區間內，則所有訂購單位皆可享有對應之折扣區間所提供的統一折扣單價。反之，「增量折扣(Incremental Discounts)」則表示僅有增購量可享有折扣價格，且增購量的折扣價格須視其對應之折扣區間分別計算[2]。

舉例來說：如表2-4所示，假設賣方制定訂購量介於0至50單位的單價為\$5(原價)，介於51至80單位的單價為\$4，81單位以上的單價為\$2；買方之訂購量為100單位。

表2-4 範例說明：賣方制定之訂購量區間及其對應單價

數量區間(單位)	0 ~ 50	51 ~ 80	81 以上
單位價格(元)	\$5 (原價)	\$4	\$2

- (1) 採「全量折扣」方案：全部訂購量(共100單位)之單價皆為優惠價\$2，故總訂購成本共為\$200(=100*\$2)，如圖2-8所示。

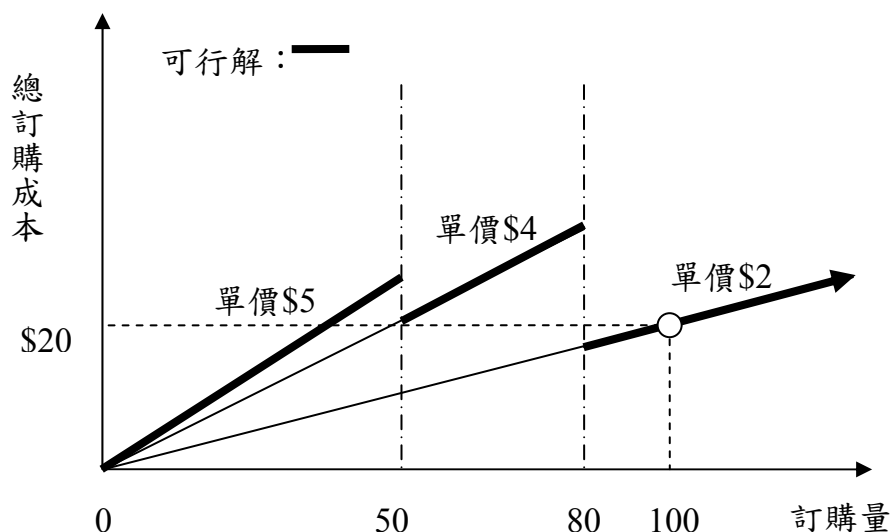


圖 2-8 範例說明：「全量折扣」下訂購量與總訂購成本之關係

- (2) 採「增量折扣」方案：落在0至50區間內的單位(共50單位)仍以原價\$5計算，僅有落在51至80區間內的單位(共30單位)享有價格優惠\$4，以及落在81至150區間內的單位(共20單位)享有價格優惠\$2，故總訂購成本共為\$410(=50*\$5+30*\$4+20*\$2)，如圖2-9所示。

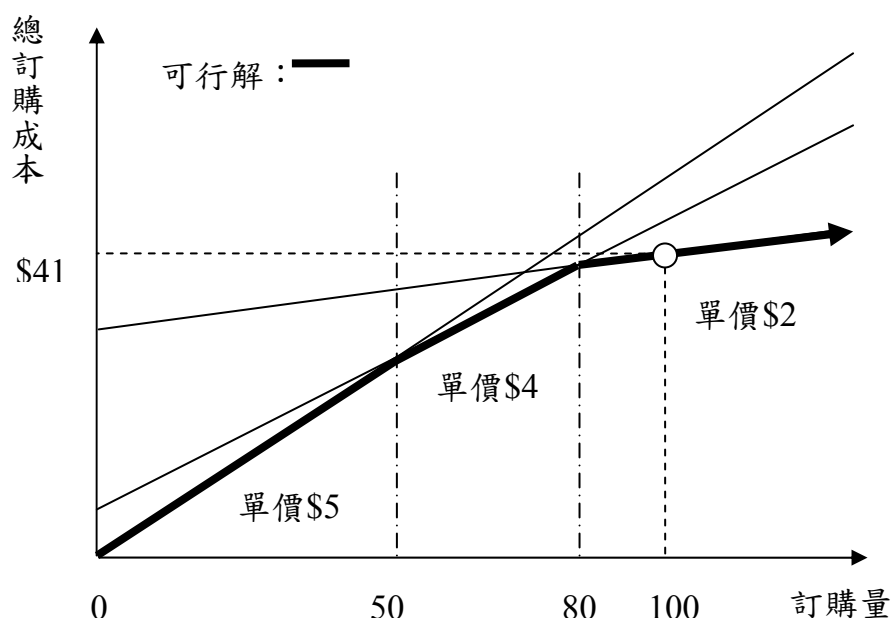


圖 2-9 範例說明：「增量折扣」下訂購量與總訂購成本之關係

● 研究觀點(Perspective)

「買方觀點(Buyer's Perspective)」表示供應商已預先給定多個訂購數量區間及其對應之價格折扣，故買方僅能在各訂購數量區間內決定其最佳之訂購數量及價格。反之，「買賣雙方觀點(Buyer-Supplier's Perspective)」則表示為確保買賣雙方皆能利用數量折扣相輔相成，雙方可共同制定聯合經濟批量(Joint Economic Lot Size; JELS)，以達雙贏互利的目標[2]。

本文在晶圓製造業者所主導之一元化代工服務環境中，以晶圓製造業者(買方)的觀點，在規劃幅度內其訂單需求量固定，且後段代工廠商(賣方/供應商)提供之數量折扣方案為「全量折扣」的情況下，決定最佳之產量配置及訂單分配規劃。因此，本文所研究之數量折扣範疇將歸類為「買方觀點」、「非時段性需求」及「全量折扣」，如表2-5所示。

表2-5 本文所研究之數量折扣範疇

		買方需求特性			
		時段性需求 Time-phased Demand		非時段性需求 Non-time-phased Demand	
研究觀點	賣方折扣方案	全量折扣 All-units Discounts	增量折扣 Incremental Discounts	全量折扣 All-units Discounts	增量折扣 Incremental Discounts
	買方觀點 Buyer's Perspective			✓	
	買賣雙方觀點 Buyer-Supplier's Perspective				

承上所述，與數量折扣(Quantity Discount)相關之研究領域極為寬廣，包括買方之存貨管理及補貨策略、賣方之定價策略、買賣雙方之協同管理機制等。本文在此僅針對與本研究相關之文獻進行探討；以「買方觀點」

探討供應鏈體系下具有「非時段性需求」及「全量折扣」特性之訂購或採購策略。

Pirkul and Aras[8]在具有價格折扣、多料件、單一供應商且考量供應商之產能限制的環境下，以最小化總成本(包括存貨成本、採購成本及固定成本)為目標，決定最佳之訂購數量。該研究所探討之價格折扣是採用「全量折扣(All-units Discount)」的方式；當訂購量落在不同的數量區間，全部的訂購量即享有其對應的統一單價。然而，為避免大量採購造成過高的存貨成本，以及訂購次數過多造成過高的固定成本，該研究亦將存貨成本與固定成本考量在內。該研究首先以數學規劃模式來構建上述問題並進行求解，然而當問題規模逐漸增大時，其求解時間亦迅速拉長，故該研究利用「拉式鬆弛法(Lagrangian relaxation approach)」來發展一求解法，以在有效的時間內求解最佳之訂購數量及價格。

Benton[1]在具有價格折扣(全量折扣)、多料件、多供應商且考量買方資源(包括資金及儲存空間)受限的環境下，以最小化總成本(包括存貨成本、採購成本及固定成本)為目標，進行供應商的遴選及數量分配。該研究指出此類問題相當複雜，不易以數學規劃模式進行求解，因此該研究利用「拉式鬆弛法(Lagrangian relaxation approach)」來發展一啟發式演算法，以有效地評估各式價格折扣方案並求得最佳之訂購策略。

葉氏[20]認為，在以供應鏈為導向的產業中，採購成本多佔企業總成本的一大部分比例，故採購機制已成為多數企業所關注的重要議題，其中包括供應商的遴選及訂購量的決定。因此，該研究提出一非線性混合型整數規劃模式來進行供應商的遴選及數量分配，該模式將供應商的價格折扣(全量折扣)、產能限制、前置時間及品質等限制納入考量，以最小化總成本為目標，其中包含採購成本、存貨成本、配送成本、固定成本及壞料成本。該研究指出因模式中含有價格折扣，使其目標函數具有不連續的特性，因此較為複雜且不易求解，故該研究利用粒子群最佳化(Particle Swarm Optimization; PSO)演算法來求解此一問題。

此外，該研究發展一啟發式演算法來改善粒子群最佳化演算法的初始解品質，以增加粒子群最佳化演算法的求解效率；該演算法先利用採購成本、存貨成本、配送成本及壞料成本來計算供應商的平均單價，再根據產能限制及料件需求將各料件分配至平均單價最低的供應商，每次分配後即更新料件的剩餘需求量及各供應商的平均單位成本；依上述步驟重覆執行至所有料件皆分配完畢為止。最終之分配結果即為粒子群最佳化演算法之其中一組初始解。

該研究結果顯示，經改善粒子群最佳化演算法之初始解後，其求解效率及品質將優於未改善之粒子群最佳化演算法，且利用粒子群最佳化演算法找到的解與最佳解之間的誤差在0.01%以下。

針對上述諸位學者對於供應鏈體系下具有數量折扣特性之相關研究，本文將其彙整如表2-6所示。



表2-6 供應鏈體系下具有數量折扣特性且與本文相關之文獻整理

作者	考量環境	目標	求解方法
Pirkul and Aras [8]	● 價格折扣 ● 多料件 ● 單一供應商 ● 供應商產能有限	最小化總成本(包括採購成本、存貨成本及固定成本)	利用「拉式鬆弛法(Lagrangian relaxation approach)」來發展一求解法
Benton, W. C. [1]	● 價格折扣 ● 多料件 ● 多家供應商 ● 買方資源有限	最小化總成本(包括採購成本、存貨成本及固定成本)	利用「拉式鬆弛法(Lagrangian relaxation approach)」來發展一啟發式演算法
葉麗雯 [20]	● 價格折扣 ● 多產品、多料件 ● 多家供應商 ● 供應商產能有限 ● 供應商之前置時間 ● 供應商品質	最小化總成本(包括採購成本、存貨成本、固定成本、配送成本及壞料成本)	利用改善初始解後之「粒子群最佳化(Particle Swarm Optimization; PSO)」演算法

第三章 模式建構

3.1 問題定義與分析

本文所探討之一元化代工服務模式與朱氏[10]所提之環境相同，皆以台灣積體電路公司(Taiwan Semiconductor Manufacturing Company; TSMC)現行之一元化代工服務模式為研究對象，其服務模式如圖 3-1 所示。晶圓製造業者承接 IC 設計業者之訂單後，除須負責本身的晶圓製造階段外，尚須統籌安排後續製程階段之外包與監督工作，後續製程階段包括晶圓針測、晶圓封裝及最終測試。在此服務模式下，晶圓製造業者即成為 IC 設計業者在製造方面的唯一對外聯絡視窗，須對最終出貨至 IC 設計業者之產品負責。承上所述，晶圓製造業者不僅須顧及自身製程階段之品質與交期，亦須針對其後續製程階段進行有效地控管，使訂單能如期如量地交至客戶手中。因此，此一服務模式使晶圓製造業者所面臨的生產規劃問題，由單一晶圓製造階段擴展至整個半導體後段供應鏈的多個製程階段。

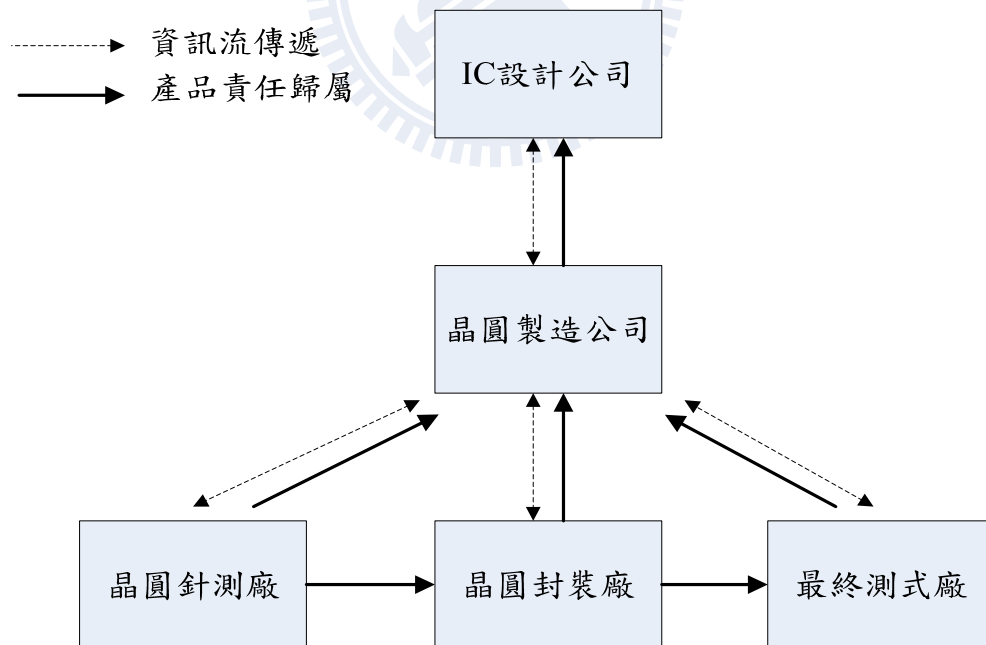


圖 3-1 台灣積體電路公司現行之一元化代工服務模型[15]

在本文所研究之半導體供應鏈環境中，晶圓製造業者旗下可擁有多座晶圓製造廠，而其後續各製程階段亦可包含多家代工廠商，包括晶圓針測廠商、晶圓封裝廠商及最終測試廠商，如圖 3-2 所示。在此環境下，晶圓製造業者即可將旗下多座晶圓製造廠之外包產品加以彙整，並利用整合後之大量訂單向承包廠商取得數量折扣等價格優惠，以求得晶圓製造業者旗下多座晶圓製造廠之全域最佳解(Global optimal)，而非僅僅單一晶圓製造廠之區域最佳解(Local optimal)。

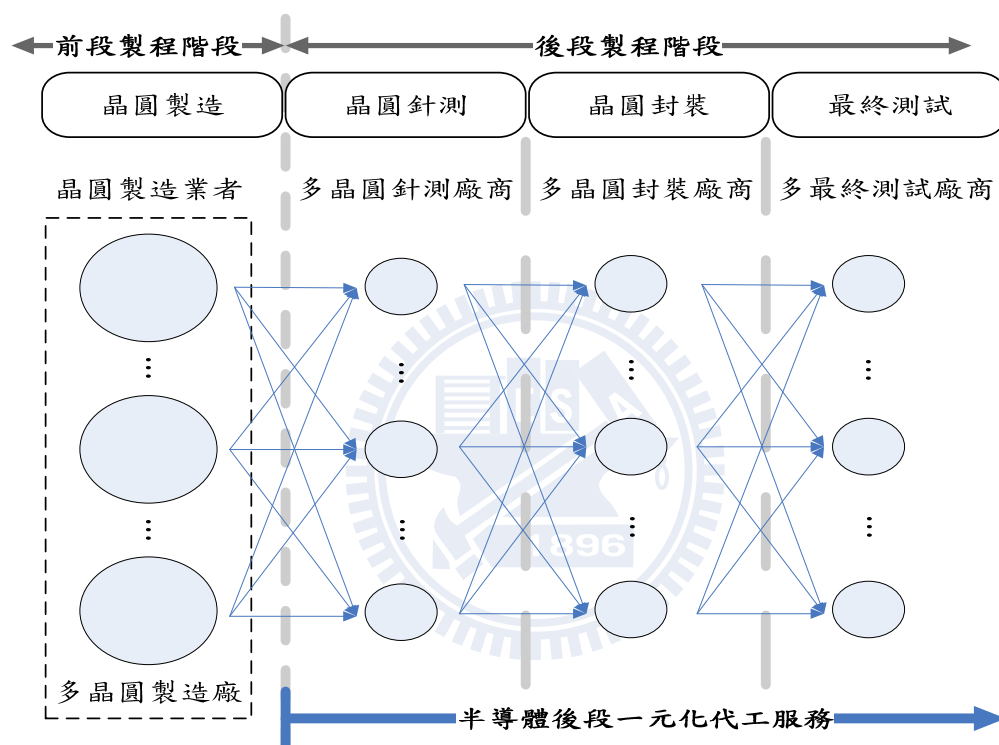


圖 3-2 半導體後段供應鏈之生產環境[25]

晶圓製造業者為執行高品質且低成本的一元化代工服務，須考量晶圓製造業者可提供客戶之訂單服務類型、後段代工廠商之生產相關限制及其可提供之數量折扣、多元代工方案。此外，為確保一元化代工服務之穩定度，進行生產規劃時亦須考量各製程階段各製程規格之每月預測需求、同一製程規格之預定承包廠商最低家數，以及配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例。本節將針對上述各項考量因素進行詳細說明。

3.1.1 晶圓製造業者可提供客戶之訂單服務類型

一般而言，完成晶圓製造階段之半成品須依序經過晶圓針測、晶圓封裝及最終測試等三階段製程，始能成為 IC 設計業者所需之最終成品。然而，基於下列兩項因素[10]，使 IC 設計業者委由晶圓製造業者代工之一元代工服務訂單，在某些特定製程階段會自行外包至值得信任或長期合作的廠商，而不願全權交由晶圓製造業者安排。

(1) 部分製程牽涉產品機密

在晶圓針測與最終測試階段，為檢測產品之電性及電路功能是否正確無誤，IC 設計業者須將其產品之相關資訊透露給承包廠商，故有機密外洩的疑慮。

(2) IC 設計業者希望自行監督部分關鍵製程

由於 IC 設計業者須對其自身客戶負責出貨產品之良率與品質，故部分 IC 設計業者會選擇在最終測試階段上親自把關，以確保產品之最終出貨品質。再者，部分 IC 設計業者為改善其產品之設計與製程良率，會在某些特定或關鍵製程上親自監督與執行。

承上所述，IC 設計業者委由晶圓製造業者代工之訂單，應可依其需求選擇所需代工之製程階段，而不須完全經過後段製程的每一個階段。為滿足上述 IC 設計業者對於各種代工型態的需求，一元化代工服務可提供之訂單類型亦須具有相當的彈性，故晶圓製造業者可供 IC 設計業者選擇之訂單類型可分為以下三類，各類型訂單之投入與產出階段如圖 3-3 所示：

- (1) 單階段訂單：提供單一製程階段之服務(晶圓針測、封裝或最終測試)。
- (2) 兩階段訂單：提供連續兩製程階段之服務(晶圓針測與封裝、晶圓封裝與最終測試)。
- (3) 三階段訂單：提供全套之後段製程服務(從晶圓針測、封裝到最終測試)。

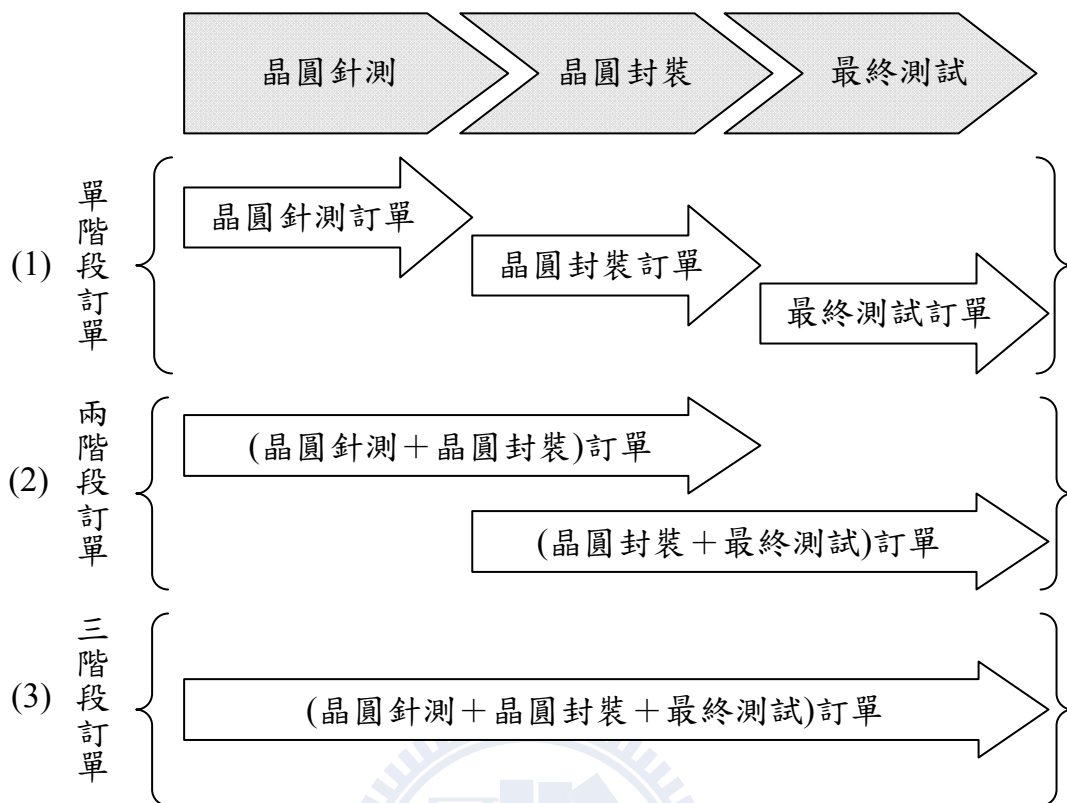


圖 3-3 各類型訂單之投入與產出階段

然而，如此高度彈性化的服務卻也使晶圓製造業者所面臨之生產規劃問題變得更為複雜。

3.1.2 後段代工廠商之生產相關限制

晶圓製造業者在進行一元化代工服務之生產規劃時，須對各後段代工廠商進行品質能力評估以將其納入候選之代工廠商名單，同時考量各後段代工廠商之生產相關限制，確保一元化代工服務之生產規劃可有效地執行，以提供實際可行之優質代工服務。因此，本文所考量之代工廠商生產特性及其相關限制如下所示：

(1) 代工廠商所涵蓋之製程階段

部分代工廠商僅能處理單一製程階段，而有些資本額較大的代工廠商

則可同時涵蓋兩階段以上的製程，例如南茂科技(ChipMOS Technologies Ltd.)具備晶圓針測、晶圓封裝等製程階段；日月光半導體(Advanced Semiconductor Engineering Inc.)具備晶圓封裝、最終測試等製程階段；矽品精密工業(Siliconware Precision Industries Co., Ltd.)則兼具晶圓針測、晶圓封裝及最終測試等製程階段[25]。

(2) 代工廠商所具備之製程規格能力及各製程規格之承包單價

本文所指的「製程規格能力」表示可加工某一製程規格產品的能力。因此，若一代工廠商擁有某一製程規格能力，即表示該廠商可承包該製程規格的產品。相對地，在進行某一製程規格的訂單分配時，僅能將該訂單分配至具有對應製程規格能力的代工廠商進行加工。

由於半導體產業之產品種類日新月異，即使在同一製程階段下，其製程規格亦時常汰舊換新，迫使各代工廠商必須不斷地提升或擴充其所具備之製程規格能力，以因應市場趨勢或提高其生產彈性，然而基於公司規模、市場區隔、競爭策略等考量，不同代工廠商之間會存在著製程規格能力上的差異，且各代工廠商對於各製程規格之訂價策略亦會有所不同。

(3) 代工廠商各製程規格之產量上限

各代工廠商於一段期間內可提供每一製程規格之外包數量有限，此限制與該代工廠商之廠房大小、機台數量、附屬資源及相關零組件數量等有關。依目前之半導體產業現況，後段代工廠商的產能通常較晶圓製造廠充足且具有高度的彈性，以便因應市場之需求波動。

(4) 代工廠商承包各製程規格訂單所需之生產週期時間

本文將「生產週期時間」定義為一訂單從投入代工廠商到產出並運送至下一代工廠商所需之時間。由於競爭策略、機台效率、管理方式等差異，各代工廠商承包各製程規格訂單所需之生產週期時間可能不盡相同。

3.1.3 後段代工廠商所提供之數量折扣

在晶圓製造業者所主導之一元化代工服務模式下，為確保後段代工廠商產能足以提供中長期各階段各製程規格之每月預測需求，晶圓製造業者會執行產量配置規劃以便向各代工廠商預定各製程規格之每月代工量。在此規劃階段，各代工廠商會利用「數量折扣」來吸引晶圓製造業者將規劃幅度內同一製程規格之外包數量提高。換言之，每一廠商會依規劃幅度內同一製程規格的總承包量來決定該製程規格的承包單價；總承包量越大則承包單價越低。此舉不但可使承包廠商藉由薄利多銷的方式增加其營利，亦可大幅降低生產管理的複雜度，同時確保其訂單及產能安排上的能見度，有助於制定後續之接單策略，並預先安排機台設備等相關資源以因應晶圓製造業者之需求。相對地，晶圓製造業者為降低其總外包成本，亦會將大量且相同製程規格之需求配置於同一代工廠商，以取得該承包廠商所提供之數量折扣。

然而，若某月交付給某一代工廠商某一製程規格之總訂單量未達預定配置量，即表示晶圓製造業者未能依約定之配置量給予足夠之訂單，則容易使得各後段代工廠商的配合意願降低，影響一元化代工服務之服務品質降低或導致失敗風險提高。因此，若某月分配至某一代工廠商某一製程規格的總訂單量比預定之配置量低，則晶圓製造業者即須支付因信用損失所造成之懲罰成本。

本文將「數量折扣」定義為：一定期限內允諾或交付某代工廠商生產一定數量以上之相同性質產品時，承包廠商會根據該產品之總承包量提供適度的價格優惠。在本文之一元化代工服務環境下，各代工廠商會預先為各製程規格設定多個數量區間，以因應各製程規格之承包量大小來進行訂價。每一數量區間皆有一最低及最高承包量，且分別對應至各自的「價格等級」，而各代工廠商會給予各「價格等級」不同的「承包單價」；本文將承包量越大的數量區間所對應之「價格等級」級別設為越大，故承包廠商會將「價格等級」級別越大之「承包單價」設為越低。上述中，因總承包量增加而引發之單價差距即為「數量折扣」，如圖 3-4 所示。

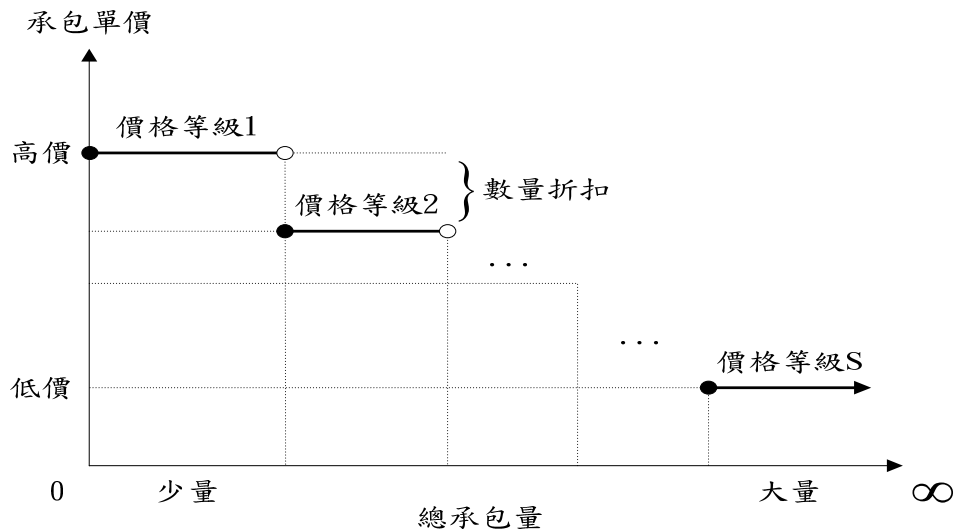


圖 3-4 數量折扣中「價格等級」與「總承包量」之間的關係

3.1.4 後段代工廠商可提供之多元代工方案

代工廠商可提供一訂單之代工方案大致能分為兩種[10]，本文將其分別定義及說明如下：

- (1) 單階代工方案：代工廠商僅加工一訂單之單一製程階段，待該一製程階段加工完成後，即視其訂單需求移轉至其它廠商進行後續製程或出貨至客戶端；此方案包括「單階晶圓針測代工」、「單階晶圓封裝代工」、「單階最終測試代工」，如圖 3- 5(1)所示。
- (2) 連續代工方案：代工廠商連續加工一訂單之兩階段以上製程，待連續製程階段皆加工完成後，始依其訂單需求移轉至其它廠商進行後續製程或出貨至客戶端；此方案包括「連續晶圓針測與封裝代工」、「連續晶圓封裝與最終測試代工」、「連續晶圓針測、封裝與最終測試代工」，如圖 3- 5(2)所示。

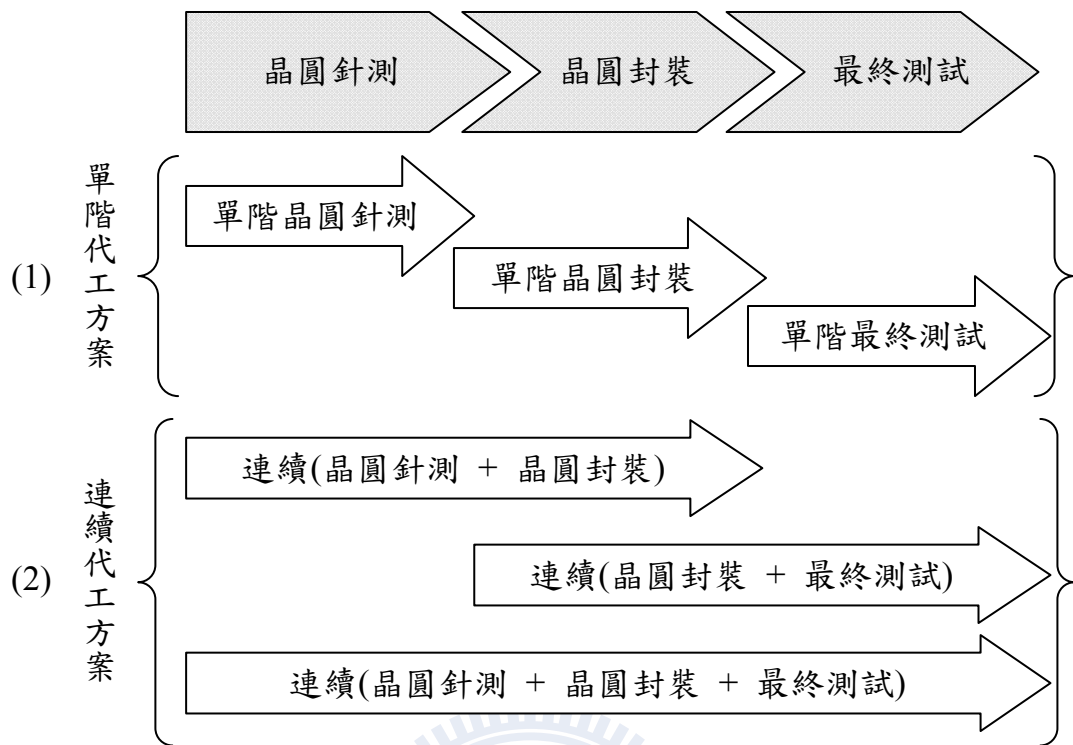


圖 3-5 各式代工方案之投入與產出階段

若一代工廠商可加工一訂單之連續兩階段以上製程，則該廠商通常會積極爭取該訂單採用「連續代工方案」的方式外包。因為「連續代工方案」不但可使該廠商利用薄利多銷的方式增加其營利，並藉此提高其市場佔有率以侵蝕同業利潤，亦可確保該廠商在訂單及產能安排上的能見度，有利於後續的接單及管理。

此外，由於同一代工廠商內部生產資訊透明，有助於前後段製程進行生產進度上的配合及調度，加上在同一廠商加工可省去貨物運送、包裝拆貨及文件資訊傳遞等時間，故訂單採用「連續代工方案」所需之生產週期時間通常較採用多個「單階代工方案」來得短，對於晶圓製造業者而言為一大誘因。

3.1.5 各製程階段各製程規格之每月預測需求

晶圓製造業者須根據其自身經驗、歷史資料、市場趨勢及客戶提供之需求預測，針對各製程階段各製程規格之每月需求進行預測，以確保其後段產能足以應付一元化代工服務之需求。

3.1.6 同一製程規格之預定承包廠商最低家數

為確保後段代工廠產能足以提供晶圓製造業者執行穩定的代工服務，晶圓製造業者須根據預測需求進行產量配置規劃，以預定後段代工廠之產量。然而，若規劃某一製程規格的預定承包廠商僅有一家，則可能會因為該承包廠商之生產變異等突發狀況，造成晶圓製造業者無法即時尋求其它廠商代為加工或迫使外包成本提高，影響一元化代工服務之穩定度與外包成本。因此，晶圓製造業者通常會將同一製程規格的預定承包廠商家數設定在兩家以上，以維持一元化代工服務之整體服務品質及成本掌控，同時促使代工廠商之間彼此競爭，在服務品質及代工價格上有相互牽制的作用。

3.1.7 配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例

雖限制同一製程規格之承包廠商最低家數可穩定一元化代工服務之品質及成本，但若配置於某一承包廠商之數量過少，仍會失去其作用。因此，晶圓製造業者每月配置某一製程規格之需求於一代工廠商的數量，須高於該製程規格該月預測需求量的一定下限比例值；此一下限比例值由晶圓製造業者自行評估設定。舉例來說，假設一製程規格某月的預測需求量为 100,000 單位，而晶圓製造業者設定產量配置之最小配置比例值為 20%，則不論該月預計將其需求量配置於任一家代工廠商，其配置量皆須高於 20,000(=100,000*20%)單位。

3.2 整體邏輯與架構

本文在考量外包數量折扣、多晶圓製造廠、多後段代工廠商、多製程階段、多訂單類型、多代工方案之半導體後段生產環境下，站在晶圓製造業者的立場，針對其執行一元化代工服務時所面臨的產量配置及訂單分配問題，發展一「半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式」。此規劃模式包含「產量配置模組」及「訂單分配模組」，其整體邏輯與架構如圖 3-6 所示，茲將分別詳述如下：

(1) 產量配置模組

本模組之規劃幅度為期半年、規劃週期為一個月。本模組將輔助晶圓製造業者在實際提供一元化代工服務前，預定每月各代工廠商各製程規格之配置量及單價，確保晶圓製造業者在後段代工廠商產能充足穩定的情況下，以最低成本執行一元化代工服務。

在已知規劃幅度內每月各製程規格之預測需求下，本模組所考量之環境因素包括：合格後段代工廠商名單及其相關資訊(包括製程階段、製程規格能力、可允諾產量上限等)、同一製程規格之承包廠商最低家數，以及配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例。此外，為使產量配置結果能同時兼顧最小化配置成本與縮短訂單所需之生產週期時間，本模組將分成兩階段進行求解：

● 第一階段

將代工廠商所提供之數量折扣資訊納入考量，利用整數規劃模式求解規劃幅度內之最小總配置成本。若此階段無可行解，即表示現有代工廠商之總產能無法滿足部分製程規格於某些月份之預測需求，故晶圓製造業者須增加後段代工廠商家數，以達供需平衡。

● 第二階段

為降低訂單因交期緊迫而導致外包成本提高的可能性，第二階段以第一階段所求得之最小總配置成本作為參考依據，由晶圓製造業者給定一允許之成本變動上限，考量連續製程階段可搭配進行連續代工之製程規格組合，以最大化代工廠商相鄰製程可連續代工之數量為目標，利用整數規劃求解規劃幅度內每月配置於各代工廠商各製程規格之數量及對應單價，使規劃幅度內的訂單能充分利用「連續代工方案」以縮短其生產週期時間。

(2) 訂單分配模組

本模組之規劃幅度為期一個月、規劃週期為一天。本模組將運用產量配置之規劃結果，妥善地將一個月內之來到訂單分配至各代工廠商進行其所需製程，以最小成本滿足各訂單之需求限制。

本模組承接「產量配置模組」之規劃結果，在已知第一個月內預計交至晶圓製造業者進行後段製程之訂單相關資訊、分配量未達配置量所造成之單位懲罰成本的情況下，以最小化總訂單分配成本為目標，考量各代工廠商可提供之代工方案(包括單階代工方案、連續代工方案)及相關資訊(包括生產週期時間、製程階段、製程規格能力、產能上限等)，發展一整數規劃模式，求解第一個月內每日各代工廠商以各代工方案加工各訂單各製程規格之數量。

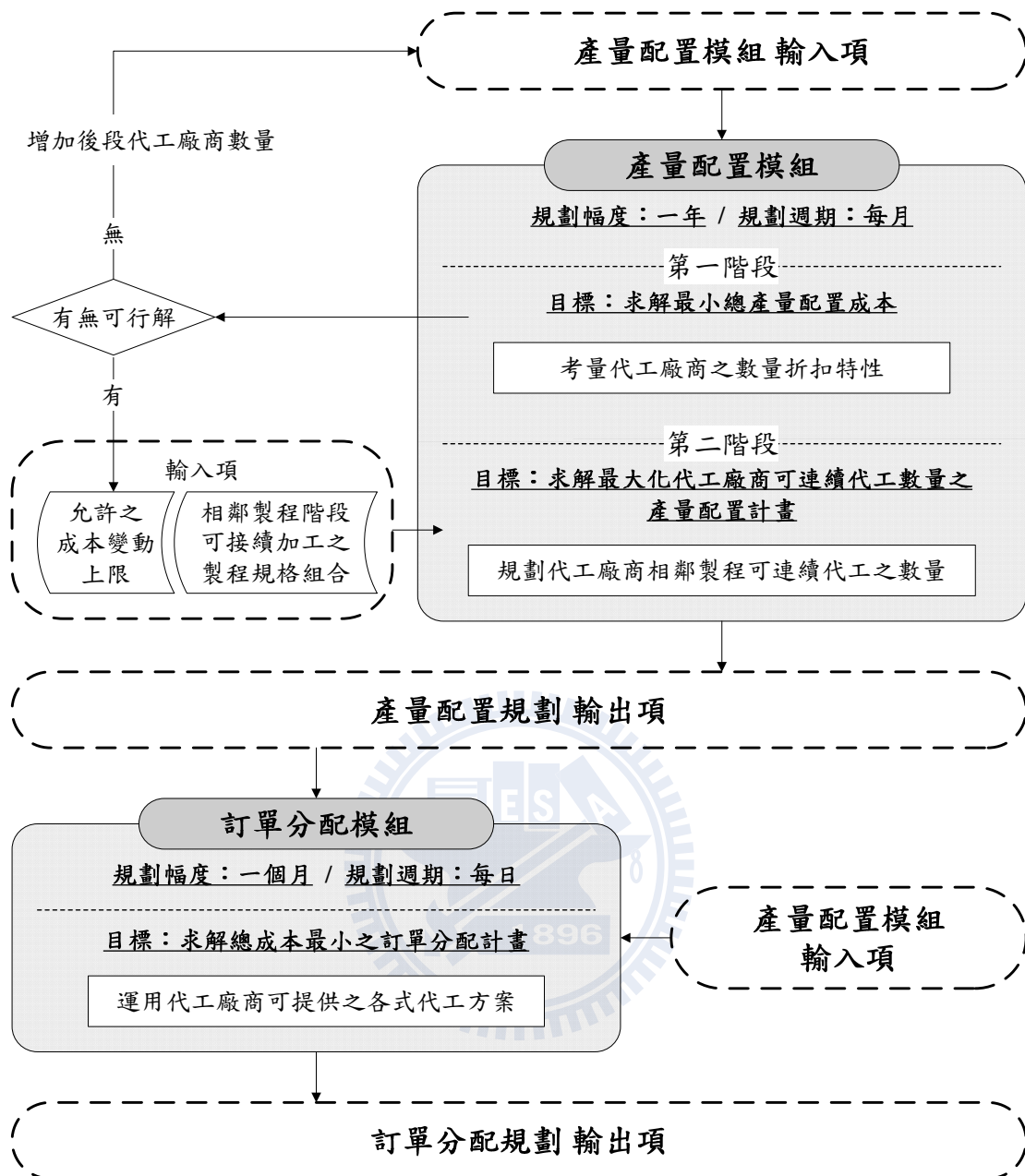


圖 3-6 半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式架構

3.3 產量配置模組

為使晶圓製造業者足以提供穩定地一元化代工服務，在規劃後段代工廠商之配置產量時，須考量每月各製程規格之預測需求、合格後段代工廠商名單及資訊(包括製程階段、製程規格能力、可允諾產量上限等)、同一製程規格之預定承包廠商最低家數、配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例。此外，為同時追求最小化產量配置成本及最大化代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，本模組分成兩階段進行求解：第一階段將各代工廠商所提供之數量折扣資訊納入考量，求解最小總產量配置成本；第二階段以第一階段所求得之最小配置成本作為參考依據，在晶圓製造業者允許之成本變動範圍內，最大化代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，求解每月各代工廠商各製程規格之配置量及對應單價，如圖 3-7 所示。

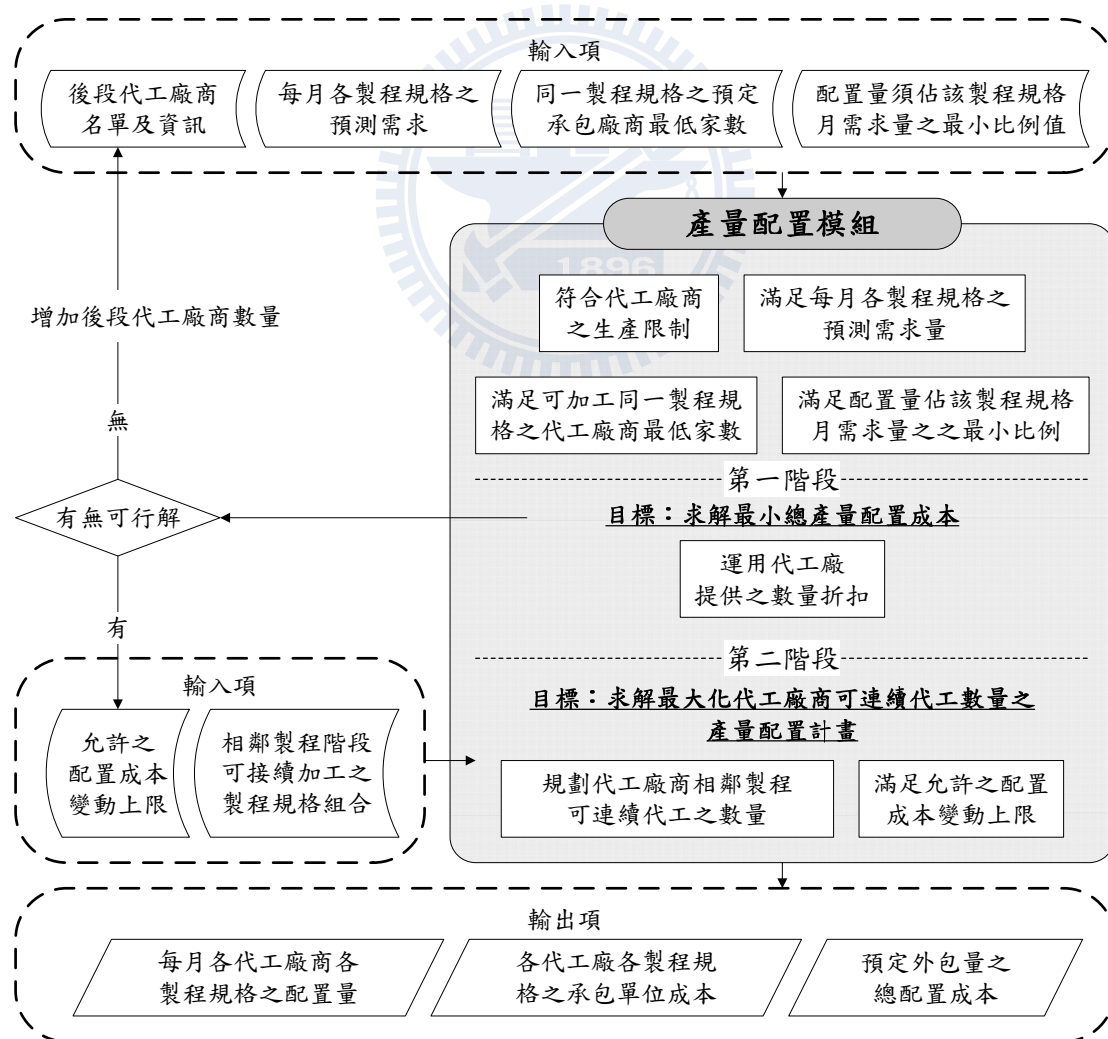


圖 3-7 產量配置模組架構

3.3.1 假設

- (1) 規劃幅度內，各製程規格每月之預測需求均為已知且固定。
- (2) 合格後段代工廠商名單及其資訊均為已知且固定，包括數量折扣、製程階段、製程規格能力、可允諾產能等。
- (3) 相鄰製程階段可接續加工之製程規格組合資訊為已知且固定。

3.3.2 產量配置模組第一階段模式

第一階段模式考量每月各製程規格之預測需求、合格後段代工廠商名單及相關資訊、同一製程規格之承包廠商最低家數、配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例，運用各代工廠商所提供之數量折扣資訊，求解最小總產量配置成本。其中，數量折扣係根據規劃幅度內配置於同一承包廠商同一製程規格之總量而定。

3.3.2.1 符號說明

- 上標：

t 規劃週期； $t=1, \dots, T$ 。

- 下標：

i 製程規格編號； $i=1, \dots, e, e+1, \dots, e+f, e+f+1, \dots, e+f+g$ ；

$i=1, \dots, e$ 為晶圓針測階段之製程規格編號；

$i=e+1, \dots, e+f$ 為晶圓封裝階段之製程規格編號；

$i=e+f+1, \dots, e+f+g$ 為最終測試階段之製程規格編號。

s 價格等級編號，等級編號越大表示外包數量越多； $s=1, \dots, S$ 。

w 後段代工廠商編號； $w=1, \dots, W$ 。

- 輸入參數：

B 極大整數值。

d_i^t 規劃週期 t 下，製程規格 i 之預測需求量。

- $lb_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 對製程規格 i 設定歸屬於「價格等級 s 」之最低承包量。其中，本模式將「價格等級 1」的承包量下限設為 0，即若配置量為零則對應至「價格等級 1」。
- $mq_{w,i}$ 代工廠商 w 製程規格 i 每月可提供之產量上限(單位)。
- n 同一製程規格之承包廠商最低家數。
- $pc_{w,i,s}$ 代工廠商 w 設定製程規格 i 在「價格等級 s 」下之承包單價。
- r 配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例值； $1 > r > 0$ 。
- $ub_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 對製程規格 i 設定歸屬於「價格等級 s 」之最高承包量。

● 決策變數：

- $L_{w,i,s}$ 規劃幅度內，代工廠商 w 製程規格 i 之價格等級是否為「價格等級 s 」； $L_{w,i,s} \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。
- $Q_{w,i,s}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 製程規格 i 「價格等級 s 」之配置量。
- $X_{w,i}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 是否為製程規格 i 之承包廠商； $X_{w,i}^t \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。

3.3.2.2 符號與模式設計理念

(1) 產品之製程階段與製程規格

本文利用「製程規格編號」表示該產品之製程規格及其所屬之製程階段。如圖 3-8 所示，在已知晶圓針測階段的製程規格種類共有 e 種、晶圓封裝階段的製程規格種類共有 f 種、最終測試階段的製程規格種類共有 g 種的情況下，本模組設定製程規格「編號 1」到「編號 e 」屬於晶圓針測階段的製程規格；「編號($e+1$)」到「編號($e+f$)」屬於晶圓封裝階段的製程規格；「編號($e+f+1$)」到「編號($e+f+g$)」屬於最終測試階段的製程規格。

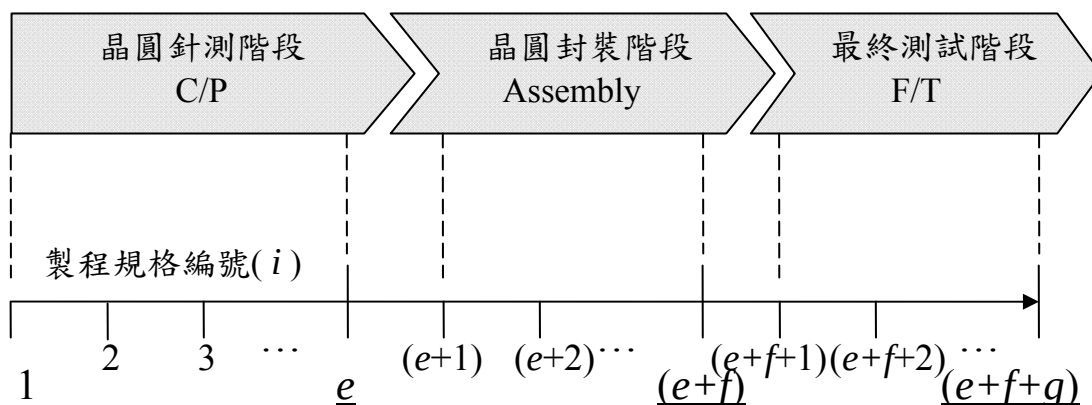


圖 3-8 製程規格編號示意圖

舉例說明：假設晶圓針測階段的製程規格種類共有 5 種、晶圓封裝階段的製程規格種類共有 10 種、最終測試階段的製程規格種類共有 20 種，則製程規格「編號 1」到「編號 5」皆屬於晶圓針測階段下的製程規格；「編號 6 (=5+1)」到「編號 15 (=5+10)」皆屬於晶圓封裝階段下的製程規格；「編號 16 (=5+10+1)」到「編號 35 (=5+10+20)」皆屬於最終測試階段下的製程規格。

(2) 價格等級與承包單價

舉例來說，假設代工廠商 w 將製程規格 i 的價格分成四個「價格等級」($s=1, 2, 3, 4$)，而各價格等級之「最低承包量」及其對應之「承包單價」如表 3-1 與圖 3-9 所示：若規劃幅度內之配置量未達 200,000 單位 (介於 0 ~ 199,999 單位)，即屬於「價格等級 1」，在此等級下之承包單價為 \$15；若規劃幅度內之配置量已達 200,000 但未達 400,000 單位 (介於 200,000 ~ 399,999 單位) 則屬於「價格等級 2」，在此等級下之承包單價因數量折扣而降為 \$13；以此類推。

表 3-1 範例說明：各價格等級之最低承包量及其承包單價

價格等級(s)	1	2	3	4
最低承包量($lb_{w,i,s}$)	0	200K	400K	500K
承包單價($pc_{w,i,s}$)	\$ 15/unit	\$ 13/unit	\$ 12/unit	\$ 11/unit

註：1K=1,000 單位

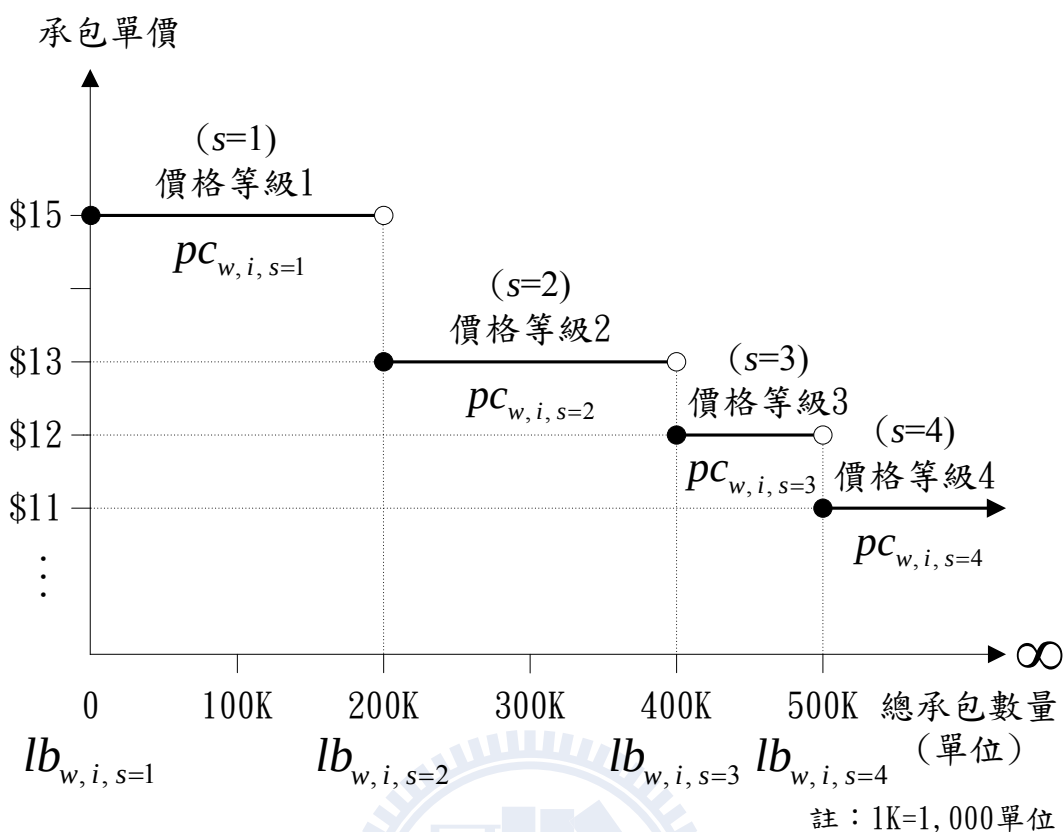


圖 3-9 範例說明：總承包量所對應之價格等級與承包單價

承上，若代工廠商 w 在規劃幅度內製程規格 i 的總承包量為 450,000 單位，即可得知該配置量所對應之價格等級為「價格等級 3」，而在此等級下之承包單價因數量折扣而降為 \$12，如圖 3-10 所示。

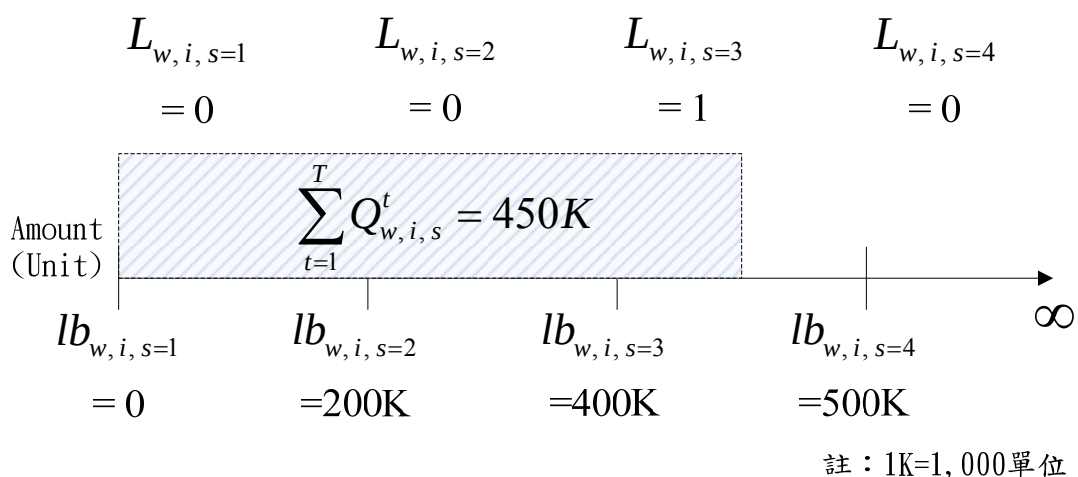


圖 3-10 範例說明：規格幅度內之總配置量與價格等級的對應關係

3.3.2.3 數學模式

目標函數：

Minimize

$$\sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^{e+f+g} \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t * pc_{w,i,s} \quad \text{式 3-1}$$

限制式：

$$\sum_{t=1}^T Q_{w,i,s}^t \geq lb_{w,i,s} * L_{w,i,s}, \forall s, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-2}$$

$$\sum_{t=1}^T Q_{w,i,s}^t \leq ub_{w,i,s} * L_{w,i,s}, \forall s, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-3}$$

$$\sum_{s=1}^S L_{w,i,s} = 1, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-4}$$

$$\sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \leq mq_{w,i}, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-5}$$

$$\sum_{w=1}^W \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \geq d_i^t, \forall i, \forall t \quad \text{式 3-6}$$

$$Q_{w,i,s}^t \leq B * X_{w,i}^t, \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-7}$$

$$\sum_{w=1}^W X_{w,i}^t \geq n, \forall i, \forall t \quad \text{式 3-8}$$

$$\sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \geq X_{w,i}^t * d_i^t * r, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-9}$$

$$Q_{w,i,s}^t \text{ is a non-negative integer } , \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-10}$$

$$L_{w,i,s} \text{ and } X_{w,i}^t \text{ are binary variables } , \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-11}$$

3.3.2.4 模式說明

(1) 目標式說明：

Minimize

$$\sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^{e+f+g} \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t * pc_{w,i,s} \quad \text{式 3-1}$$

產量配置模組第一階段模式的目標在於最小化規劃幅度內之總配置成本。其中，代工廠商 w 製程規格 i 的單位成本依其配置量所對應之價格等級而定；換句話說，若規劃幅度內代工廠商 w 製程規格 i 的總配置量對應至「價格等級 s 」，則晶圓製造業者分配至代工廠商 w 製程規格 i 之單位外包成本，即為代工廠商 w 設定製程規格 i 在「價格等級 s 」下的承包單價。

(2) 限制式說明：

● 外包數量折扣

$$\sum_{t=1}^T Q_{w,i,s}^t \geq lb_{w,i,s} * L_{w,i,s}, \forall s, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-2}$$

$$\sum_{t=1}^T Q_{w,i,s}^t \leq ub_{w,i,s} * L_{w,i,s}, \forall s, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-3}$$

$$\sum_{s=1}^S L_{w,i,s} = 1, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-4}$$

式 3-2 至式 3-4 可參照圖 3-10 所示：

- 式 3-2 表示若規劃幅度內代工廠商 w 製程規格 i 的總配置量對應至「價格等級 s 」，即表示該配置量已達「價格等級 s 」之最低承包量。
- 式 3-3 表示若規劃幅度內代工廠商 w 製程規格 i 的總配置量對應至「價格等級 s 」，即表示該配置量未超過「價格等級 s 」之最高承包量。
- 式 3-4 表示規劃幅度內代工廠商 w 製程規格 i 之總配置量必可對應至某一價格等級；若未配置任何產量則對應至「價格等級 1」。

- 後段代工廠商各製程規格每月可提供之產量上限

$$\sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \leq m q_{w,i}, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-5}$$

表示配置量不得超過代工廠商 w 製程規格 i 每月可提供之產量上限。

- 滿足每月各製程規格之預測需求

$$\sum_{w=1}^W \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \geq d_i^t, \forall i, \forall t \quad \text{式 3-6}$$

表示配置結果須滿足規劃週期 t 製程規格 i 之預測需求。

- 同一製程規格之預定承包廠商最低家數

$$Q_{w,i,s}^t \leq B * X_{w,i}^t, \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-7}$$

$$\sum_{w=1}^W X_{w,i}^t \geq n, \forall i, \forall t \quad \text{式 3-8}$$

式 3-7 表示若規劃週期 t 代工廠商 w 製程規格 i 的配置量大於 0，即表示該代工廠商為規劃週期 t 預定代工製程規格 i 之承包廠商。式 3-8 表示每月承包製程規格 i 之代工廠商家數至少須達 n 家以上。

- 配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例

$$\sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \geq X_{w,i}^t * d_i^t * r, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-9}$$

表示若代工廠商 w 為規劃週期 t 預定承包製程規格 i 之廠商，則規劃週期 t 代工廠商 w 製程規格 i 的配置量，即須高於當月該製程規格需求量之最小既定比例值。

- 決策變數之值域限制

$$Q_{w,i,s}^t \text{ is a non-negative integer } , \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-10}$$

$$L_{w,i,s} \text{ and } X_{w,i}^t \text{ are binary variables } , \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-11}$$

式 3-10 表示配置量為一非負整數。式 3-11 表示 $L_{w,i,s}$ 與 $X_{w,i}^t$ 皆為二元變數。

3.3.3 產量配置模組第二階段模式

由於訂單採用「連續代工方案(在同一代工廠商連續加工兩個以上之製程階段)」所需之生產週期時間通常較採用多個「單階代工方案(在同一代工廠商僅加工單一製程階段)」的總生產週期時間來得短。因此，為增加訂單採用「連續代工方案」加工之可能性，使部分訂單之生產週期時間縮短，提高訂單達交率並避免外包成本提升，第二階段以第一階段所求得之最小配置成本作為依據，在晶圓製造業者允許之成本限額內，以第一階段模式所考量之情境為基礎，額外考量相鄰製程能否接續加工之製程資訊，最大化代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，求解規劃幅度內每月配置於各代工廠商各製程規格之數量及其對應單價。

3.3.3.1 符號說明

在此僅針對本階段模式與第一階段不同之處進行說明：

- 下標：

m 連續代工型態； $m \in M$ ， $M \in \{1,2\}$ ，其中 $m=1$ 表示「連續兩階段代工」， $m=2$ 表示「連續三階段代工」。

- 輸入參數：

$fit_{i,i'}$ 某一製程階段之「製程規格 i 」與其下一製程階段之「製程規格 i' 」是否可接續加工； $fit_{i,i'} \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則代表「否」。

obj 第一階段模式所求得規劃幅度內之最小產量配置成本。

tol 晶圓製造業者允許之配置成本上限佔原配置成本之比例； $tol \geq 1$ 。

● 決策變數：

- $C_{w,i}$ 代工廠商 w 製程規格 i 之預定承包單價。
- $SQ_{w,i,i'}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 某一製程階段的「製程規格 i 」與其下一製程階段的「製程規格 i' 」可進行「連續兩階段代工」之最大數量。
- $TQ_{w,i,i',i''}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 晶圓針測階段的「製程規格 i 」、晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」與最終測試階段的「製程規格 i'' 」可進行「連續三階段代工」之最大數量。
- $Z_{w,m}^t$ 在規劃週期 t ，代工廠商 w 可進行連續代工型態 m 之數量。

3.3.3.2 符號與模式設計理念

(1) 相鄰製程能否接續加工之製程資訊

本模組利用 $fit_{i,i'}$ 來判定某一製程階段之「製程規格 i 」與其下一製程階段之「製程規格 i' 」能否接續加工；若「製程規格 i 」與「製程規格 i' 」可接續加工 ($fit_{i,i'}=1$)，即表示訂單於某一製程階段的「製程規格 i 」完工後，可轉移至下一製程階段的「製程規格 i' 」進行加工。

若某一製程階段之「製程規格 i 」與其下一製程階段之「製程規格 i' 」可接續加工 ($fit_{i,i'}=1$)，且規劃週期 t 在代工廠商 w 內「製程規格 i 」與「製程規格 i' 」皆有預定產量，則訂單即可使用「連續代工方案」於代工廠商 w 連續加工該兩項製程規格，以縮短該訂單所需之生產週期時間。同理，若「製程規格 i 」與「製程規格 i' 」可接續加工 ($fit_{i,i'}=1$)，且「製程規格 i' 」與「製程規格 i'' 」可接續加工 ($fit_{i',i''}=1$)，加上規劃週期 t 在代工廠商 w 內「製程規格 i 」、「製程規格 i' 」與「製程規格 i'' 」皆有預定產量可供利用，則訂單即可使用「連續代工方案」於代工廠商 w 連續加工該三項製程規格，以縮短訂單從晶圓針測到最終測試所需之生產週期時間。

舉例來說：假設晶圓針測階段包括「製程規格 1」、晶圓封裝階段包括「製程規格 2」與「製程規格 3」、最終測試階段包括「製程規格 4」。其中，相鄰製程階段可接續加工之製程規格組合如圖 3- 11 所示，其對應之輸入參數值如表 3- 2 所示。

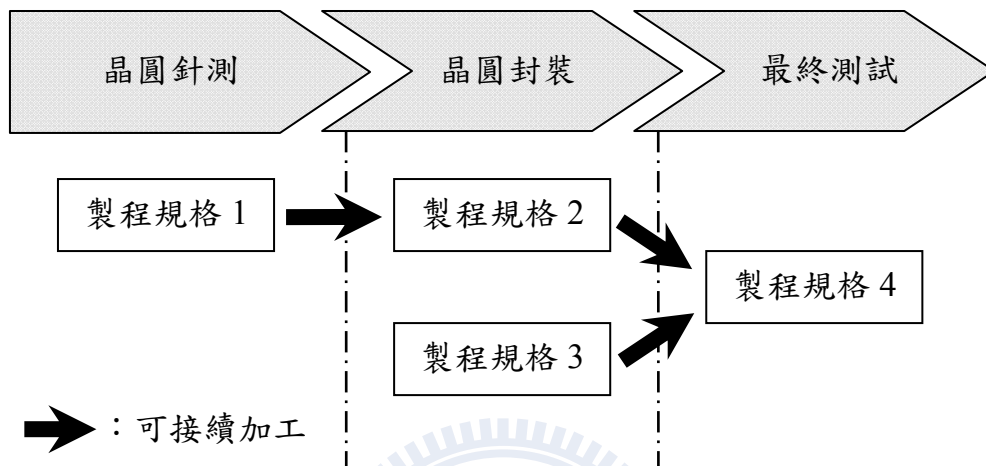


圖 3- 11 範例說明：相鄰製程階段可接續加工之製程規格組合

表 3-2 範例說明：相鄰製程階段可接續加工之製程規格組合

			製程規格(i')			
			晶圓針測	晶圓封裝		最終測試
			$i'=1$	$i'=2$	$i'=3$	$i'=4$
製程規格(i)	晶圓針測	$i=1$	--	$fit_{i,i'}=1$	$fit_{i,i'}=0$	--
	晶圓封裝	$i=2$	--	--	--	$fit_{i,i'}=1$
		$i=3$	--	--	--	$fit_{i,i'}=1$
	最終測試	$i=4$	--	--	--	--

如上所示，若規劃週期 t 在代工廠商 w 同時預定「製程規格 1」與「製程規格 2」的產量，則訂單即可採用「連續代工方案」於代工廠商 w 連續加工兩階段製程，以縮短該訂單於晶圓針測及封裝階段所需之生產週期時間。以此類推，若規劃週期 t 在代工廠商 w 內同時預定「製程規格 2」與「製程規格 4」的產量，或同時預定「製程規格 3」與「製程規格 4」的產量，則可縮短訂單於晶圓封裝及最終測試階段所需之生產週期時間。此外，若規劃週期 t 在代工廠商 w 同時預定「製程規格 1」、「製程規格 2」與「製程規格 4」的產量，則訂單即可使用「連續代工方案」於代工廠商 w 連續加工三階段製程，以縮短該訂單從晶圓針測到最終測試階段所需之生產週期時間。

承上所述，本文利用兩種產量配置情境來說明訂單在該情境下採用「連續代工方案」的所有可能狀態：

- 情境一：規劃週期 t 在代工廠商 w 配置「製程規格 1」、「製程規格 2」與「製程規格 3」，如圖 3-12 所示。

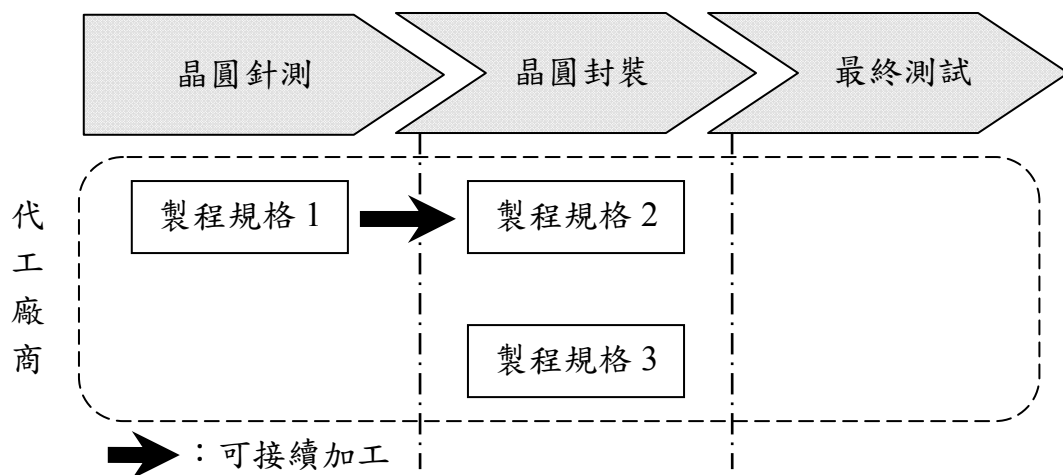


圖 3-12 範例說明：採用「連續代工方案」之可能狀態- 情境一

➤ 連續兩階段代工($m=1$)之可能狀態

「製程規格 1」與「製程規格 2」：縮短訂單於晶圓針測及封裝階段所需之生產週期時間。

- 情境二：規劃週期 t 在代工廠商 w 配置「製程規格 1」、「製程規格 2」、「製程規格 3」與「製程規格 4」，如圖 3-13 所示。

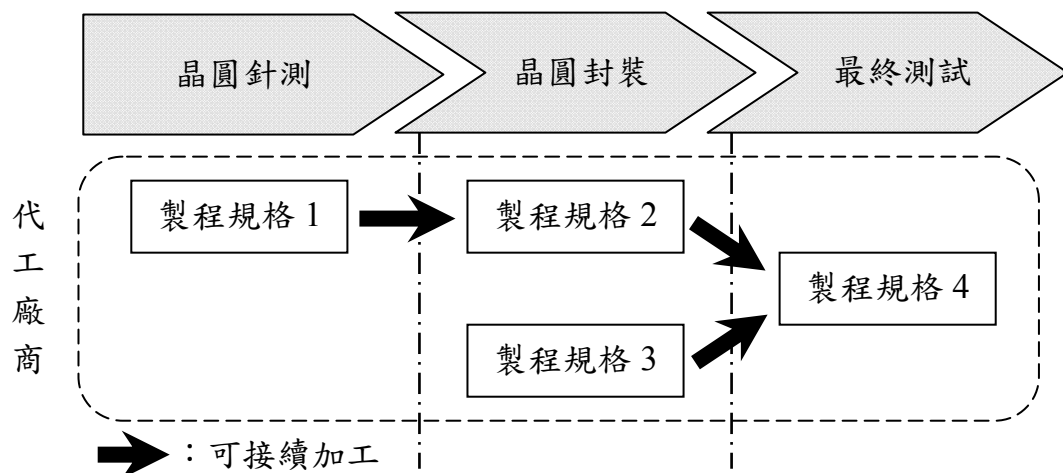


圖 3-13 範例說明：採用「連續代工方案」之可能狀態- 情境二

➤ 連續兩階段代工($m=1$)之可能狀態

「製程規格 1」與「製程規格 2」：縮短訂單於晶圓針測及封裝階段所需之生產週期時間。

「製程規格 2」與「製程規格 4」：縮短訂單於晶圓封裝及最終測試階段所需之生產週期時間。

「製程規格 3」與「製程規格 4」：縮短訂單於晶圓封裝及最終測試階段所需之生產週期時間。

➤ 連續三階段代工($m=2$)之可能狀態

「製程規格 1」、「製程規格 2」與「製程規格 4」：縮短訂單從晶圓針測到最終測試階段所需之生產週期時間。

(2) 同一代工廠商相鄰製程可連續代工之數量

假設晶圓針測階段之「製程規格 i 」加工完成後可轉移至晶圓封裝階段之「製程規格 i' 」接續加工($fit_{i,i'}=1$)，且晶圓封裝階段之「製程規格 i' 」加工完成後可轉移至最終測試階段之「製程規格 i'' 」接續加工($fit_{i',i''}=1$)，而規劃週期 t 代工廠商 w 「製程規格 i 」的配置量為 $Q_{w,i,s}^t$ 單位、「製程規格 i' 」的配置量為 $Q_{w,i',s}^t$ 單位、「製程規格 i'' 」的配置量為 $Q_{w,i'',s}^t$ 單位。

承上所述，代工廠商 w 內「製程規格 i 」與「製程規格 i' 」可提供「連續兩階段代工」之數量($fit_{i,i'} * SQ_{w,i,i'}^t$)，即小於等於各製程規格之配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配進行「連續兩階段代工」及「連續三階段代工」之數量；代工廠商 w 的「製程規格 i' 」與「製程規格 i'' 」可提供「連續兩階段代工」之數量($fit_{i',i''} * SQ_{w,i',i''}^t$)，即小於等於各製程規格之配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配進行「連續兩階段代工」及「連續三階段代工」之數量；代工廠商 w 內「製程規格 i 」、「製程規格 i' 」與「製程規格 i'' 」可提供「連續三階段代工」之數量($fit_{i,i'} * fit_{i',i''} * TQ_{w,i,i',i''}^t$)，即小於等於各製程規格之配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配進行「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量，如圖 3-14 所示。

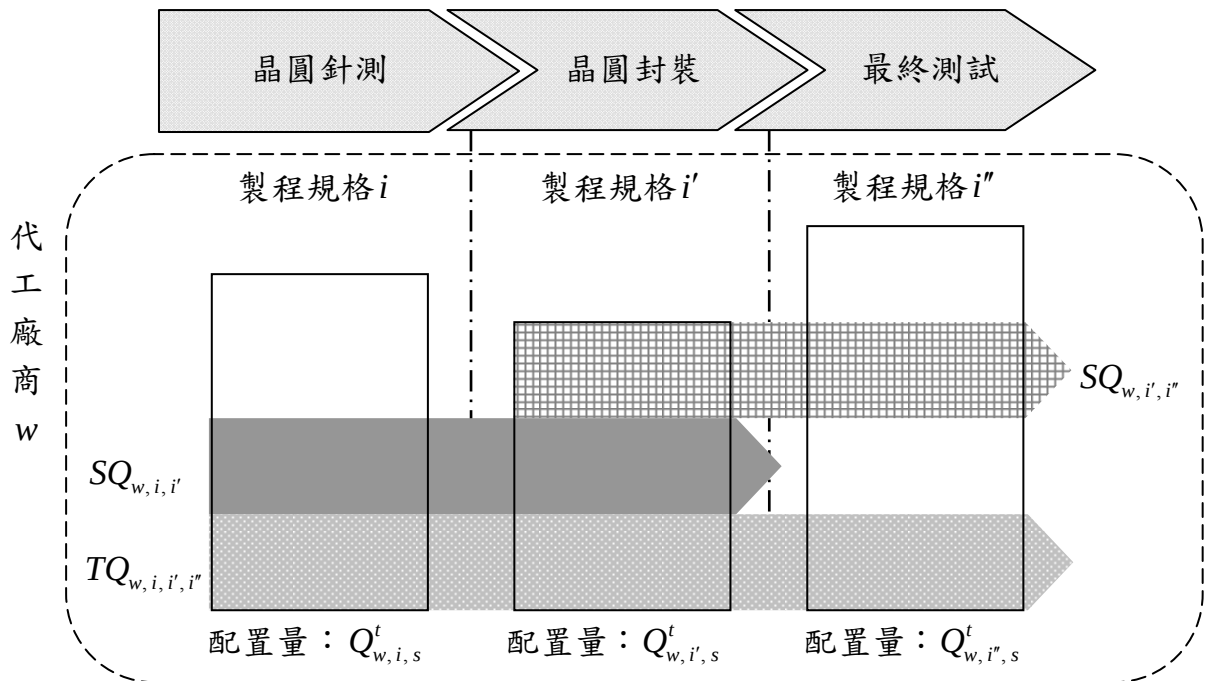


圖 3-14 同一代工廠商可進行連續代工之數量

舉例說明：延續圖 3-13 的範例情境，假設規劃週期 t 在代工廠商 w 「製程規格 1」的配置為 5,000 單位、「製程規格 2」的配置為 7,000 單位、「製程規格 3」的配置為 3,000 單位、「製程規格 4」的配置為 10,000 單位，如圖 3-15 所示。

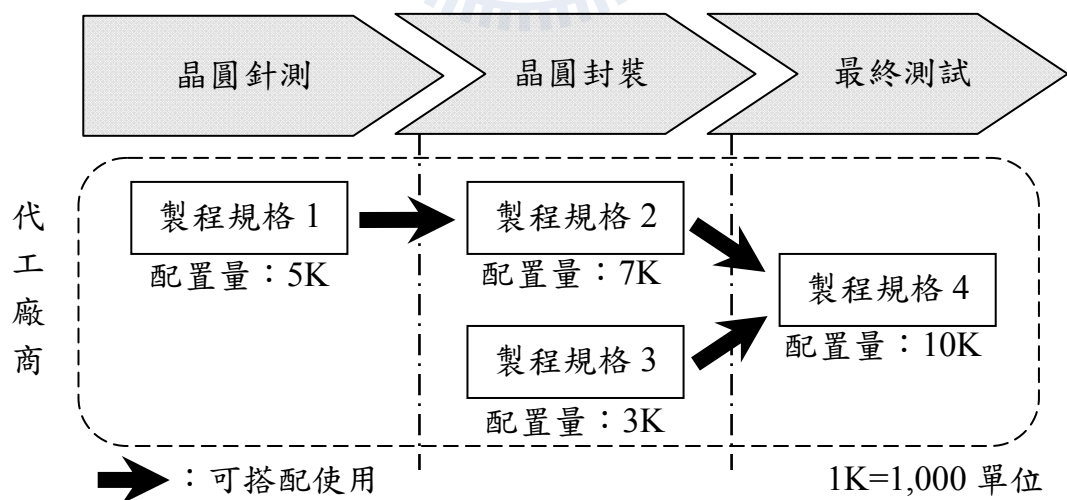


圖 3-15 範例說明：同一代工廠商可進行連續代工之數量

在此情境下，規劃週期 t 代工廠商 w 可進行連續代工之數量如下(以連續加工三階段者優先)：

➤ 可連續三階段代工($m=2$)之數量

「製程規格 1」、「製程規格 2」與「製程規格 4」的數量最多有 5,000 單位。

➤ 可連續兩階段代工($m=1$)之數量

「製程規格 2」與「製程規格 4」最多有 2,000 單位。

「製程規格 3」與「製程規格 4」最多有 3,000 單位。

3.3.3.3 數學模式

目標函數：

Maximize

$$\sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W Z_{w,m=2}^t * 2 + \sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W Z_{w,m=1}^t$$

式 3-12

限制式：

$$\sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^{e+f+g} \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t * pc_{w,i,s} \leq obj * tol$$

式 3-13

$$TQ_{w,i,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t - \left(\sum_{\tilde{i}=e+f+1}^{e+f+g} \sum_{i''=e+1}^{e+f} TQ_{w,i,i'',\tilde{i}}^t - TQ_{w,i,i',i''}^t \right) - \sum_{i'=e+1}^{e+f} SQ_{w,i,i'}^t,$$

式 3-14

$$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$$

$$TQ_{w,i,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i',s}^t - \left(\sum_{\tilde{i}=e+f+1}^{e+f+g} \sum_{i''=1}^e TQ_{w,i'',i',\tilde{i}}^t - TQ_{w,i,i',i''}^t \right) - \sum_{i=1}^e SQ_{w,i,i'}^t - \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} SQ_{w,i',i''}^t,$$

式 3-15

$$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$$

$$TQ_{w,i,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i'',s}^t - \left(\sum_{i'=e+1}^{e+f} \sum_{i''=1}^e TQ_{w,i'',i',i''}^t - TQ_{w,i,i',i''}^t \right) - \sum_{i'=e+1}^{e+f} SQ_{w,i',i''}^t, \quad \text{式 3-16}$$

$$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$$

$$Z_{w,m=2}^t = \sum_{i=1}^e \sum_{i'=e+1}^{e+f} \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} fit_{i,i'} * fit_{i',i''} * TQ_{w,i,i',i''}^t, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-17}$$

$$SQ_{w,i,i'}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t - \sum_{\substack{i''=e+1 \\ i'' \neq i'}}^{e+f} SQ_{w,i,i''}^t - \sum_{i'=e+1}^{e+f} \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \text{式 3-18}$$

$$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall w, \forall t$$

$$SQ_{w,i,i'}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i',s}^t - \sum_{\substack{i''=1 \\ i'' \neq i}}^e SQ_{w,i'',i'}^t - \sum_{i'=e+f+1}^{e+f+g} SQ_{w,i',i''}^t - \sum_{i=1}^e \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \text{式 3-19}$$

$$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall w, \forall t$$

$$SQ_{w,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i',s}^t - \sum_{\substack{i''=e+f+1 \\ i'' \neq i''}}^{e+f+g} SQ_{w,i',i''}^t - \sum_{i=1}^e SQ_{w,i,i'}^t - \sum_{i=1}^e \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \text{式 3-20}$$

$$\forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$$

$$SQ_{w,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i'',s}^t - \sum_{\substack{i''=e+1 \\ i'' \neq i'}}^{e+f} SQ_{w,i'',i''}^t - \sum_{i=1}^e \sum_{i''=e+1}^{e+f} TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \text{式 3-21}$$

$$\forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$$

$$Z_{w,m=1}^t = \sum_{i=1}^e \sum_{i'=e+1}^{e+f} fit_{i,i'} * SQ_{w,i,i'}^t + \sum_{i'=e+1}^{e+f} \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} fit_{i',i''} * SQ_{w,i',i''}^t, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-22}$$

$$C_{w,i} = \sum_{s=1}^S pc_{w,i,s} * L_{w,i,s}, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-23}$$

$$SQ_{w,i,i'}, TQ_{w,i,i',i''} \text{ and } Z_{w,m}^t \text{ are non-negative integers,}$$

$$\forall i'', \forall i', \forall i, \forall m, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-24}$$

$$\sum_{t=1}^T Q_{w,i,s}^t \geq lb_{w,i,s} * L_{w,i,s}, \forall s, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-2}$$

$$\sum_{t=1}^T Q_{w,i,s}^t \leq ub_{w,i,s} * L_{w,i,s}, \forall s, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-3}$$

$$\sum_{s=1}^S L_{w,i,s} = 1, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-4}$$

$$\sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \leq m q_{w,i}, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-5}$$

$$\sum_{w=1}^W \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \geq d_i^t, \forall i, \forall t \quad \text{式 3-6}$$

$$Q_{w,i,s}^t \leq B * X_{w,i}^t, \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-7}$$

$$\sum_{w=1}^W X_{w,i}^t \geq n, \forall i, \forall t \quad \text{式 3-8}$$

$$\sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t \geq X_{w,i}^t * d_i^t * r, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-9}$$

$$Q_{w,i,s}^t \text{ is a non-negative integer } , \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-10}$$

$$L_{w,i,s} \text{ and } X_{w,i}^t \text{ are binary variables } , \forall s, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-11}$$

3.3.3.4 模式說明

(1) 目標式說明：

Maximize

$$\sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W Z_{w,m=2}^t * 2 + \sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W Z_{w,m=1}^t \quad \text{式 3-12}$$

產量配置模組第二階段的目標在於最大化代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，其中包括「連續兩階段代工」及「連續三階段代工」之數量。由於「連續三階段代工」可節省兩段製程階段轉移的時間，故給予一權重值「2」；「連續兩階段代工」可節省一段製程階段轉移的時間，故給予一權重值「1」。

(2) 限制式說明：

本階段模式以第一階段所考量之情境為基礎，在晶圓製造業者允許之成本範圍內，將相鄰製程可接續加工之製程資訊納入考量，規劃代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，故在此僅針對不同之處進行說明：

● 可容忍之產量配置成本

$$\sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^{e+f+g} \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t * pc_{w,i,s} \leq obj * tol \quad \text{式 3-13}$$

表示本階段之產量配置成本不可超過晶圓製造業者允許之配置成本上限。

● 同一代工廠商可進行連續三階段代工之數量

$$TQ_{w,i,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i',s}^t - \left(\sum_{\tilde{i}=e+f+1}^{e+f+g} \sum_{i''=e+1}^{e+f} TQ_{w,i,\tilde{i},i''}^t - TQ_{w,i,i',i''}^t \right) - \sum_{i'=e+1}^{e+f} SQ_{w,i,i'}^t, \quad \text{式 3-14}$$

$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$

$$TQ_{w,i,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i',s}^t - \left(\sum_{\tilde{i}=e+f+1}^{e+f+g} \sum_{i''=1}^e TQ_{w,i,\tilde{i},i''}^t - TQ_{w,i,i',i''}^t \right) - \sum_{i=1}^e SQ_{w,i,i'}^t - \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} SQ_{w,i',i''}^t, \quad \text{式 3-15}$$

$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$

$$TQ_{w,i,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i',s}^t - \left(\sum_{\tilde{i}=e+1}^{e+f} \sum_{i''=1}^e TQ_{w,i,\tilde{i},i''}^t - TQ_{w,i,i',i''}^t \right) - \sum_{i'=e+1}^{e+f} SQ_{w,i,i'}^t, \quad \text{式 3-16}$$

$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$

$$Z_{w,m=2}^t = \sum_{i=1}^e \sum_{i'=e+1}^{e+f} \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} fit_{i,i'} * fit_{i',i''} * TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \forall w, \forall t \quad \text{式 3-17}$$

- 式 3-14 表示規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓針測階段的製程規格 i 、晶圓封裝階段的製程規格 i' 、最終測試階段的製程規格 i'' 可提供「連續三階段代工」之數量，須小於等於製程規格 i 的配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配提供「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量。
- 式 3-15 表示規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓針測階段的製程規格 i 、晶圓封裝階段的製程規格 i' 、最終測試階段的製程規格 i'' 可提供「連續三階段代工」之數量，須小於等於製程規格 i' 的配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配提供「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量。
- 式 3-16 表示規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓針測階段的製程規格 i 、晶圓封裝階段的製程規格 i' 、最終測試階段的製程規格 i'' 可提供「連

續三階段代工」之數量，須小於等於製程規格 i'' 的配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配提供「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量。

- 式 3-17 表示若晶圓針測階段的「製程規格 i 」與晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」可接續加工($fit_{i,i'}=1$)，且晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」與最終測試階段的「製程規格 i'' 」可接續加工($fit_{i',i''}=1$)，即可計算規劃週期 t 代工廠商 w 可進行「連續三階段代工」之總量($Z_{w,m=2}^t$)。

● 同一代工廠商可搭配進行連續兩階段代工之數量

$$SQ_{w,i,i'}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t - \sum_{\substack{i''=e+1 \\ i'' \neq i'}}^{e+f} SQ_{w,i,i''}^t - \sum_{i'=e+1}^{e+f} \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \text{式 3-18}$$

$$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall w, \forall t$$

$$SQ_{w,i,i'}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i',s}^t - \sum_{\substack{i''=1 \\ i'' \neq i}}^e SQ_{w,i',i''}^t - \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} SQ_{w,i',i''}^t - \sum_{i=1}^e \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \text{式 3-19}$$

$$\forall i \in \{1, \dots, e\}, \forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall w, \forall t$$

$$SQ_{w,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i',s}^t - \sum_{\substack{i''=e+f+1 \\ i'' \neq i''}}^{e+f+g} SQ_{w,i',i''}^t - \sum_{i=1}^e SQ_{w,i,i'}^t - \sum_{i=1}^e \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \text{式 3-20}$$

$$\forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$$

$$SQ_{w,i',i''}^t \leq \sum_{s=1}^S Q_{w,i'',s}^t - \sum_{\substack{i''=e+1 \\ i'' \neq i'}}^{e+f} SQ_{w,i'',i''}^t - \sum_{i=1}^e \sum_{i''=e+1}^{e+f} TQ_{w,i,i',i''}^t, \quad \text{式 3-21}$$

$$\forall i' \in \{e+1, \dots, e+f\}, \forall i'' \in \{e+f+1, \dots, e+f+g\}, \forall w, \forall t$$

$$Z_{w,m=1}^t = \sum_{i=1}^e \sum_{i'=e+1}^{e+f} fit_{i,i'} * SQ_{w,i,i'}^t + \sum_{i'=e+1}^{e+f} \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} fit_{i',i''} * SQ_{w,i',i''}^t, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-22}$$

- 式 3-18 表示規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓針測階段的製程規格 i 與晶圓封裝階段的製程規格 i' 可提供「連續兩階段代工」之數量，須小於等於製程規格 i 的配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配提供「連續兩階段代工」及「連續三階段代工」之數量。

- 式 3-19 表示規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓針測階段的製程規格 i 與晶圓封裝階段的製程規格 i' 可提供「連續兩階段代工」之數量，須小於等於製程規格 i' 的配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配提供「連續兩階段代工」及「連續三階段代工」之數量。
- 式 3-20 表示規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓封裝階段的製程規格 i' 與最終測試階段的製程規格 i'' 可提供「連續兩階段代工」之數量，須小於等於製程規格 i' 的配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配提供「連續兩階段代工」及「連續三階段代工」之數量。
- 式 3-21 表示規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓封裝階段的製程規格 i' 與最終測試階段的製程規格 i'' 可提供「連續兩階段代工」之數量，須小於等於製程規格 i'' 的配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配提供「連續兩階段代工」及「連續三階段代工」之數量。
- 式 3-22 表示若晶圓針測階段的「製程規格 i 」與晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」可接續加工($fit_{i,i'}=1$)，亦或晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」可與最終測試階段的「製程規格 i'' 」可接續加工($fit_{i',i''}=1$)，即可計算規劃週期 t 代工廠商 w 可提供「連續兩階段代工」之總量($Z_{w,m=1}^t$)。

● 各代工廠商各製程規格之承包單價

$$C_{w,i} = \sum_{s=1}^S pc_{w,i,s} * L_{w,i,s}, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-23}$$

由式 3-2 至式 3-4 可知，規劃幅度內代工廠商 w 製程規格 i 之總配置量應落於「價格等級 s 」之承包量區間($L_{w,i,s}$)，故可藉由代工廠商 w 製程規格 i 各價格等級之既定單價($pc_{w,i,s}$)，求得代工廠商 w 製程規格 i 之承包單價($C_{w,i}$)。

● 決策變數之值域限制

$$SQ_{w,i,i'}^t, TQ_{w,i,i',i''}^t \text{ and } Z_{w,m}^t \text{ are non-negative integers,} \\ \forall i'', \forall i', \forall i, \forall m, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-24}$$

表示可連續兩階段代工之數量($SQ_{w,i,i'}^t$)、可連續三階段代工之數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)及可連續代工之數量($Z_{w,m}^t$)皆為非負整數。

3.4 訂單分配模組

為確保第一個月內之允諾訂單皆能如期如量地達交，並能以最小成本完成訂單分配，晶圓製造業者在已知產量配置規劃結果(包括配置量及對應單價)、外包訂單資訊(包括需求量、所需製程階段及製程規格、來到日、交期日)、分配量未達配置量所造成之單位懲罰成本的情況下，考量各代工廠商相關資訊(包括生產週期時間、製程階段、製程規格能力、產能上限等)及各式代工方案(包括單階代工方案、連續代工方案)，求解第一個月內每日各代工廠商以各代工方案加工各訂單各製程規格之數量，如圖 3- 16 所示。

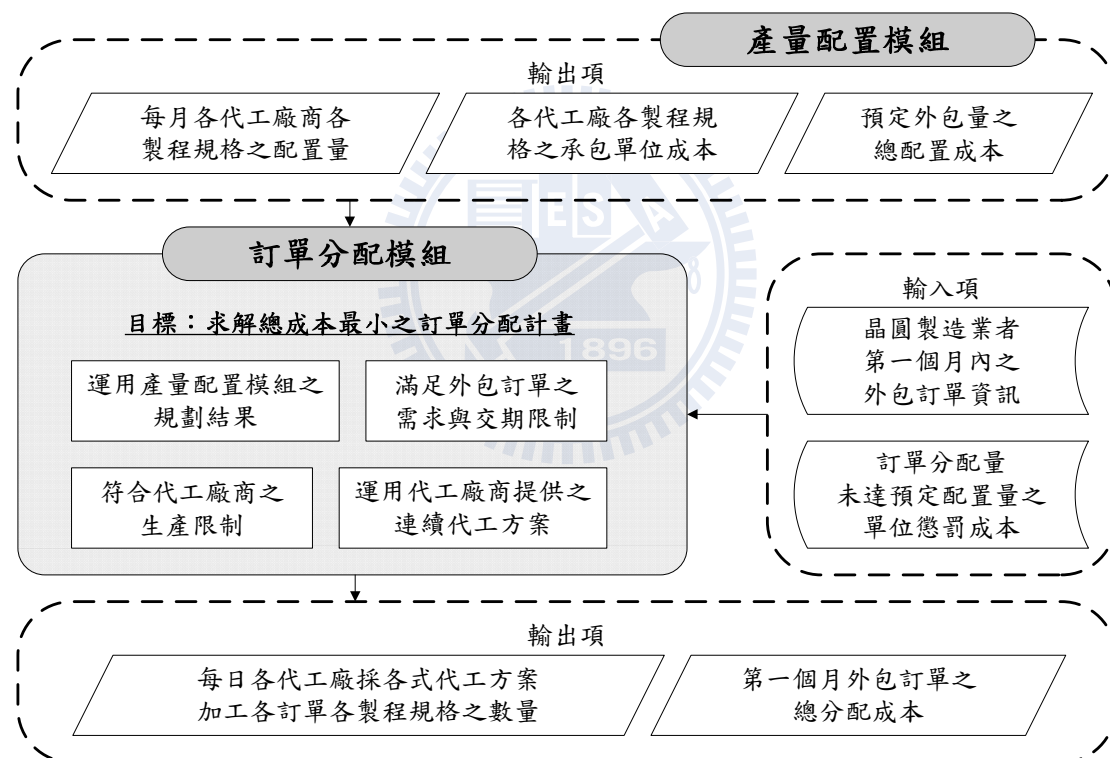


圖 3-16 訂單分配模組架構

3.4.1 假設

- (1) 各後段代工廠商之相關資訊均為已知且固定，包括製程階段、製程規格能力、可允諾產能、生產週期時間等。
- (2) 在規劃幅度內，一元化代工服務訂單之相關資訊(包括需求量、所需之

製程階段與製程規格、來到日、交期日)均為已知且固定。

- (3) 在同一製程規格下，各產品別之承包單價、生產週期時間均相同，故進行訂單分配時僅須考量至訂單之製程規格，而不詳細規劃至製程規格下的產品別。
- (4) 一訂單於某日完成某一製程階段後，次日即可進行下一階段的加工或交貨。
- (5) 各訂單皆可於代工廠商所允諾之生產週期時間內完工，無延遲交貨的情形。
- (6) 若訂單量未達「產量配置模組」預定之配置量時，外包單價仍以「產量配置模組」預定之單價計算，但會因違約而產生一單位懲罰成本。

3.4.2 符號說明

● 上標：

- k 代工狀態； $k \in K$ ， $K = \{1, 2, 3\}$ ，其中 $k=1$ 表示「單階代工」， $k=2$ 表示「連續代工的第一製程階段」， $k=3$ 表示「連續代工的後續(第二或第三)製程階段」。
- t 規劃週期； $t=0, 1, \dots, T$ 。

● 下標：

- a 訂單編號； $a=1, \dots, A$ 。
- i 製程規格編號； $i=1, \dots, e, e+1, \dots, e+f, e+f+1, \dots, e+f+g, e+f+g+1, e+f+g+2, e+f+g+3$ 。
- $i=1, \dots, e$ 為晶圓針測階段之製程規格編號；
- $i=e+1, \dots, e+f$ 為晶圓封裝階段之製程規格編號；
- $i=e+f+1, \dots, e+f+g$ 為最終測試階段之製程規格編號；
- $i=e+f+g+1, e+f+g+2, e+f+g+3$ 為各階段之虛擬製程規格編號，依序屬於晶圓針測階段、晶圓封裝階段與最終測試階段。
- w 後段代工廠商編號；
- $w=0, 1, \dots, W$ ，其中 $w=0$ 為虛擬之代工廠商編號。

◆ 輸入參數：

- as_a 訂單 a 在晶圓封裝階段之製程規格編號；
 $as_a \in \{e+1, \dots, e+f, e+f+g+2\}$ ，若訂單 a 不須經過晶圓封裝階段，則以虛擬之製程規格編號表示($as_a = e+f+g+2$)。
- $c_{w,i}$ 第一個月代工廠商 w 製程規格 i 之承包單價。
- cp_a 訂單 a 在晶圓針測階段之製程規格編號；
 $cp_a \in \{1, \dots, e, e+f+g+1\}$ ，若訂單 a 不須經過晶圓針測階段，則以虛擬之製程規格編號表示($cp_a = e+f+g+1$)。
- $ct_{w,i}^k$ 一訂單採用代工狀態 k 於代工廠商 w 加工製程規格 i 所需之生產週期時間(天)。
- d_a 訂單 a 之需求量。
- $dq_{w,i}$ 代工廠商 w 製程規格 i 每日可提供之產量上限(單位)。
- due_a 訂單 a 之交期日。
- ft_a 訂單 a 在最終測試階段之製程規格編號；
 $ft_a \in \{e+f+1, \dots, e+f+g, e+f+g+3\}$ ，若訂單 a 不須經過最終測試階段，則以虛擬之製程規格編號表示($ft_a = e+f+g+3$)。
- lc_a 未允諾承接訂單 a 所造成之單位損失機會成本。
- $q_{w,i}$ 第一個月代工廠商 w 製程規格 i 之預定配置量。
- str_a 訂單 a 完成晶圓製造階段且可開始進行後段製程加工的日期。
- $uc_{w,i}$ 第一個月代工廠商 w 製程規格 i 之訂單分配量低於預定配置量時的單位懲罰成本。

● 決策變數：

- $E_{w,i,a}^{t,k}$ 在規劃週期 t ，以代工狀態 k 於代工廠商 w 製程規格 i 完成訂單 a 之完工量。
- $P_{w,i,a}^{t,k}$ 在規劃週期 t ，以代工狀態 k 於代工廠商 w 製程規格 i 加工訂單 a 之分配量。
- $U_{w,i}$ 在規劃幅度內，代工廠商 w 製程規格 i 之訂單分配量低於預定配置量的數量。
- Y_a 是否允諾承接訂單 a ； $Y_a \in \{0,1\}$ ，其值為 1 代表「是」，為 0 則「否」。

3.4.3 符號與模式設計理念

(1) 虛擬代工廠商與虛擬產品

由於晶圓製造業者可提供之訂單服務類型可分為單階段訂單、兩階段訂單及三階段訂單，如圖 3-3 所示。為方便分配上述各類型訂單，本模式在各製程階段皆設有一虛擬製程規格編號，若訂單不須加工某一製程階段，則將該製程階段之製程規格以虛擬製程規格編號取代，使每一訂單在各製程階段皆有一製程規格編號。此外，本模組另設一虛擬代工廠商 ($w=0$)，該虛擬代工廠商僅能加工虛擬製程規格且無產量上限，故可將虛擬製程規格分配至虛擬代工廠商。如此一來，各訂單在各製程階段皆須分配給各代工廠商(包括虛擬代工廠商)進行加工，有利於簡化本模式之複雜度。

舉例來說：假設晶圓針測階段的製程規格種類共有 3 種，將「編號 1~3」設定為晶圓針測階段之製程規格編號；晶圓封裝階段的製程規格種類共有 4 種，將「編號 4~7」設定為晶圓封裝階段之製程規格編號；最終測試階段的製程規格種類共有 5 種，將「編號 8~12」設定為最終測試階段之製程規格編號；則晶圓針測階段之虛擬製程規格編號為「編號 13 ($=3+4+5+1$)」，晶圓封裝階段之虛擬製程規格編號為「編號 14 ($=3+4+5+2$)」，最終測試階段之虛擬製程規格編號為「編號 15 ($=3+4+5+3$)」，如表 3-3 所示。

表 3-3 範例說明：各製程階段之虛擬製程規格編號設定

	晶圓針測階段	晶圓封裝階段	最終測試階段
製程規格種類數量 (包括虛擬製程規格)	3 種	4 種	5 種
實際製程規格編號	編號 1 ~ 編號 3	編號 4 ~ 編號 7	編號 8 ~ 編號 12
虛擬製程規格編號	編號 13 ($=3+4+5+1$)	編號 14 ($=3+4+5+2$)	編號 15 ($=3+4+5+3$)

接續表 3-3 所提供之資訊，本文利用表 3-4 來舉例說明各訂單之類型及其各階段之製程規格編號設定，並利用圖 3-17 加以輔助說明：

訂單 1- 屬於「單階段訂單」，僅須加工晶圓針測階段；晶圓針測階段之製程規格為「編號 2」，其它階段之製程規格分別以虛擬製程規格「編號 14」、「編號 15」表示。

訂單 2- 屬於「兩階段訂單」，須加工晶圓封裝及最終測試階段；晶圓封裝階段之製程規格為「編號 6」、最終測試階段之製程規格為「編號 9」，而晶圓針測階段之製程規格則以虛擬製程規格「編號 13」表示。

訂單 3- 屬於「三階段訂單」，須加工晶圓針測、晶圓封裝及最終測試階段；晶圓針測階段之製程規格為「編號 3」、晶圓封裝階段之製程規格為「編號 5」、最終測試階段之製程規格為「編號 11」。

表 3-4 範例說明：訂單之類型及其各階段之製程規格編號

訂單編號(a)	1	2	3
訂單類型	單階段訂單	兩階段訂單	三階段訂單
晶圓針測階段之製程規格編號(cp_a)	$cp_1 = 2$	$cp_2 = 13$ (虛擬製程規格)	$cp_3 = 3$
晶圓封裝階段之製程規格編號(as_a)	$as_1 = 14$ (虛擬製程規格)	$as_2 = 6$	$as_3 = 5$
最終測試階段之製程規格編號(ft_a)	$ft_1 = 15$ (虛擬製程規格)	$ft_2 = 9$	$ft_3 = 11$

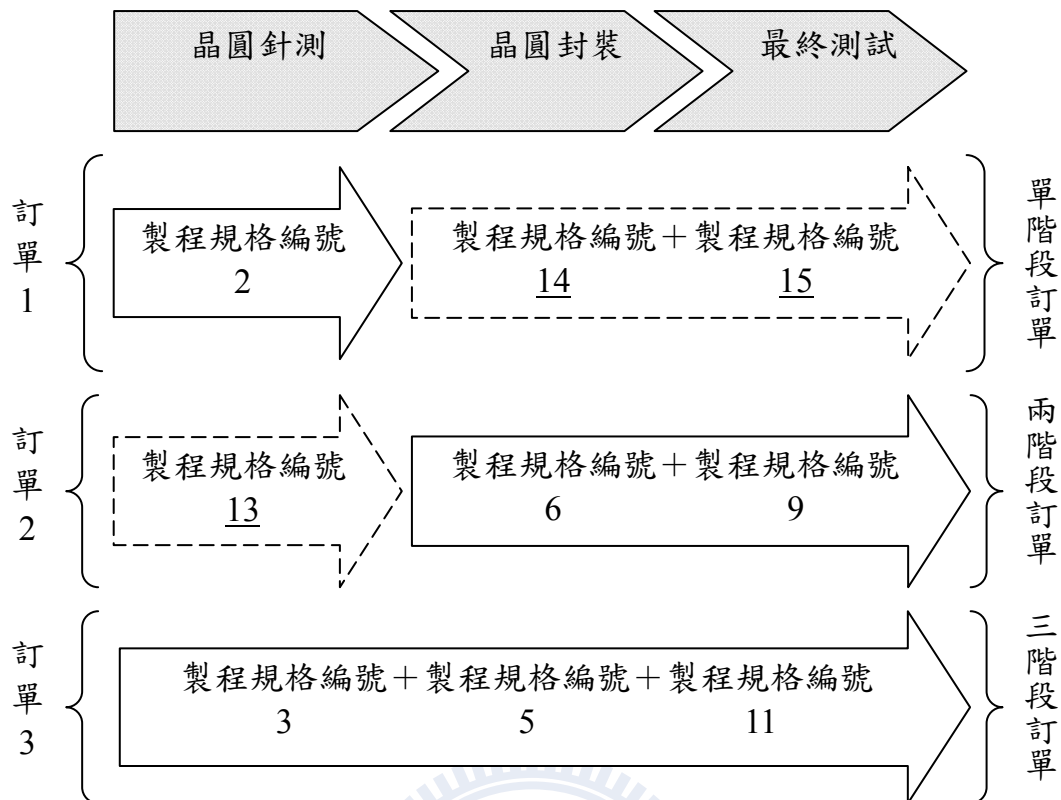


圖 3-17 範例說明：訂單之類型及其各階段之製程規格編號

(2) 製程階段之優先順序及投入量與產出量的關係

如圖 3-18 所示，訂單 a 在規劃週期 str_a 完成晶圓製造階段後，在規劃週期 t 將該訂單之需求量投入晶圓針測階段進行加工，經過一段既定之生產週期時間 ($ct_{w,i=cp_a}^k$) 後，於規劃週期 $t + ct_{w,i=cp_a}^k - 1$ 即可產出與投入量相同之數量，而該訂單量在完成晶圓針測階段後，於次日 ($t + ct_{w,i=cp_a}^k$) 始可投入下一階段的晶圓封裝階段進行加工。換句話說，任何訂單在某一規劃週期之後投入晶圓封裝階段的總投入量，皆不可超過該規劃週期之前晶圓針測階段的總產出量，後續各製程階段的投入量與產出量亦以此類推。

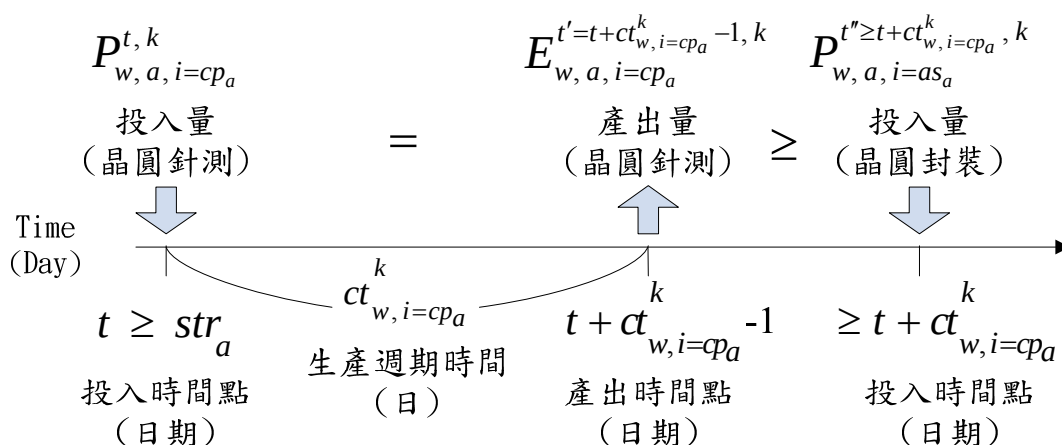


圖 3-18 製程階段加工順序及投入量與產出量的關係

(3) 代工方案狀態

訂單可採用之代工方案分為「單階代工方案」及「連續代工方案」。「單階代工方案」表示僅委託承包廠商代工某訂單的單一製程階段；「連續代工方案」則表示委託承包廠商代工某訂單的連續兩階段以上製程，如圖 3-5 所示。

承上所述，若訂單的某一製程階段採用「連續代工方案」，則表示該訂單的上一階段或下一階段亦採用連續代工方案。換句話說，若某一製程階段為「連續代工方案」但其上一階段為「單階代工方案」，即表示該製程階段必為「連續代工方案的第一階段」，且下一階段必為「連續代工方案的後續(第二)階段」；同理，若某一製程階段與其上一階段皆為「連續代工方案」，則該製程階段必為「連續代工方案的後續(第二或第三)階段」。

因此，一訂單在各階段的代工方案狀態可分為「單階代工($k=1$)」、「連續代工的第一階段($k=2$)」及「連續工段的後續階段($k=3$)」。各代工方案狀態的組合可分為下列四種，如圖 3-19(A)~(D)所示，茲將分別詳述如下：

- (A) 三階段製程皆採「單階代工方案」($k=1$)，且連續製程階段之承包廠商不可為同一家。
- (B) 僅晶圓針測階段採「單階代工方案」($k=1$)，晶圓封裝及最終測試階段皆採「連續代工方案」，故晶圓封裝階段為連續代工的第一階段($k=2$)，而最終測試階段為連續工段的第二階段($k=3$)。此外，採「連續代工方

案」的承包廠商與採「單階代工方案」的承包廠商不能為同一家，但採「連續代工方案」的承包廠商必須為同一家。

(C) 晶圓針測及晶圓封裝階段皆採「連續代工方案」，最終測試階段則採「單階代工方案」(k=1)，故連續代工的第一階段即為晶圓針測階段(k=2)，而連續代工的第二階段則為晶圓封裝階段(k=3)。此外，採「連續代工方案」的承包廠商必須為同一家，但採「連續代工方案」的承包廠商與採「單階代工方案」的承包廠商不能為同一家。

(D) 三階段製程皆採「連續代工方案」，故連續代工的第一階段即為晶圓針測階段(k=2)，而連續代工方案的第二及第三階段則分別為晶圓封裝及最終測試階段(k=3)。在此組合下，每一製程階段的承包廠商均須為同一家。

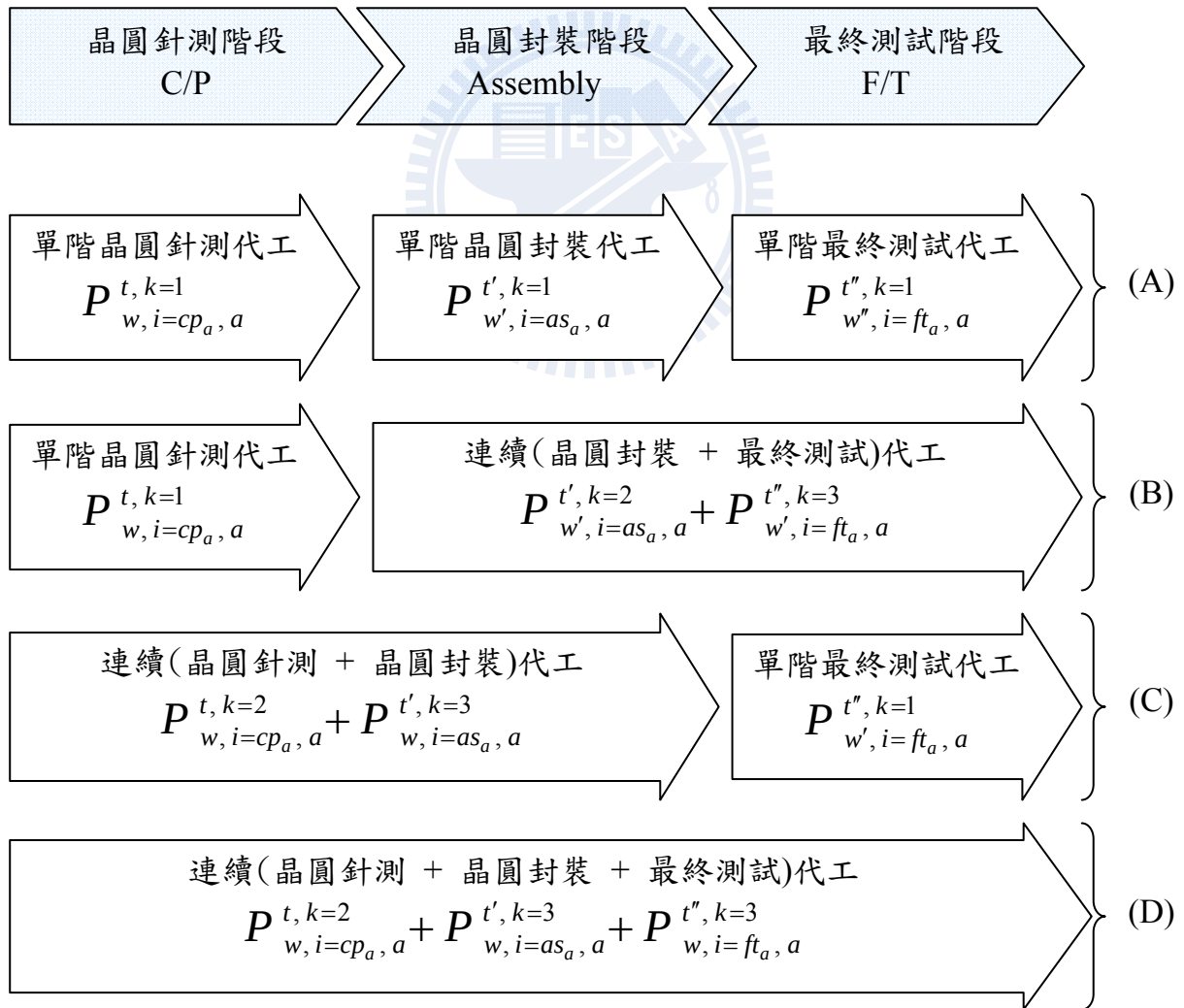


圖 3-19 各製程階段代工方案狀態之組合

此外，在本文所考量之環境下，代工方案的不同會影響一訂單所需之生產週期時間；在同一代工廠商且相同製程規格下，訂單採「單階代工方案」所需之生產週期時間通常較「連續代工方案」所需之生產週期時間短。

舉例來說：假設一訂單 a 於規劃週期的第 1 天即可投入後段製程進行加工($str_a=1$)，該訂單的交期日為規劃週期的第 15 天，且各製程階段所需之製程規格分別為 cp_a 、 as_a 、 ft_a 。現有「代工廠商 1」及「代工廠商 2」可提供該訂單中各製程階段所需之代工服務且產量充足，其中各代工廠商加工各製程規格所需之生產週期時間(天)如表 3-5 所示。

表 3-5 範例說明：各代工廠商加工各製程規格所需之生產週期(天)

			製程規格(i)		
			$i=cp_a$	$i=as_a$	$i=ft_a$
代工廠商 (w)	$w=1$	單階代工 ($k=1$)	$ct_{w=1, i=cp_a}^{k=1} = 4$	$ct_{w=1, i=as_a}^{k=1} = 6$	$ct_{w=1, i=ft_a}^{k=1} = 5$
		連續代工 ($k=2,3$)	$ct_{w=1, i=cp_a}^{k=2,3} = 3$	$ct_{w=1, i=as_a}^{k=2,3} = 4$	$ct_{w=1, i=ft_a}^{k=2,3} = 4$
	$w=2$	單階代工 ($k=1$)	$ct_{w=2, i=cp_a}^{k=1} = 3$	$ct_{w=2, i=as_a}^{k=1} = 5$	$ct_{w=2, i=ft_a}^{k=1} = 6$
		連續代工 ($k=2,3$)	$ct_{w=2, i=cp_a}^{k=2,3} = 3$	$ct_{w=2, i=as_a}^{k=2,3} = 4$	$ct_{w=2, i=ft_a}^{k=2,3} = 4$

依上述之限制條件，本文列舉出以下四組可行解，此四組解皆於規劃週期的第 1 天即將訂單 a 投入晶圓針測階段開始加工，如圖 3-20(A)~(D) 所示；此四組解可分別對應至圖 3-19(A)~(D) 的代工方案組合，茲將詳述如下：

- (A) 三階段製程皆採「單階代工方案」，將晶圓針測及最終測試階段分配至「代工廠商 1」，而晶圓封裝階段分配至「代工廠商 2」；該訂單之總生產週期時間為 $14(=4+5+5)$ 天，故該訂單於最終測試階段之完工(產出)日為第 $14(=1+14-1)$ 天，而交貨日為第 $15(=1+14)$ 天。
- (B) 僅晶圓針測階段採「單階代工方案」分配至「代工廠商 1」，其餘的晶圓封裝及最終測試階段皆採「連續代工方案」分配至「代工廠商 2」；該訂單之總生產週期時間為 $12(=4+4+4)$ 天，故該訂單於最終測試階段

之完工日為第 12(=1+12-1)天，而交貨日為第 13(=1+12)天。

(C) 晶圓針測及晶圓封裝階段皆採「連續代工方案」分配至「代工廠商 1」，最終測試階段則採「單階代工方案」分配至「代工廠商 2」；該訂單之總生產週期時間為 13(=3+4+6)天，故該訂單於最終測試階段之完工日為第 13(=1+13-1)天，而交貨日為第 14(=1+13)天。

(D) 三階段製程皆採「連續代工方案」分配至「代工廠商 1」；該訂單之總生產週期時間為 11(=3+4+4)天，故該訂單於最終測試階段之完工日為第 11(=1+11-1)天，而交貨日為第 12(=1+11)天。

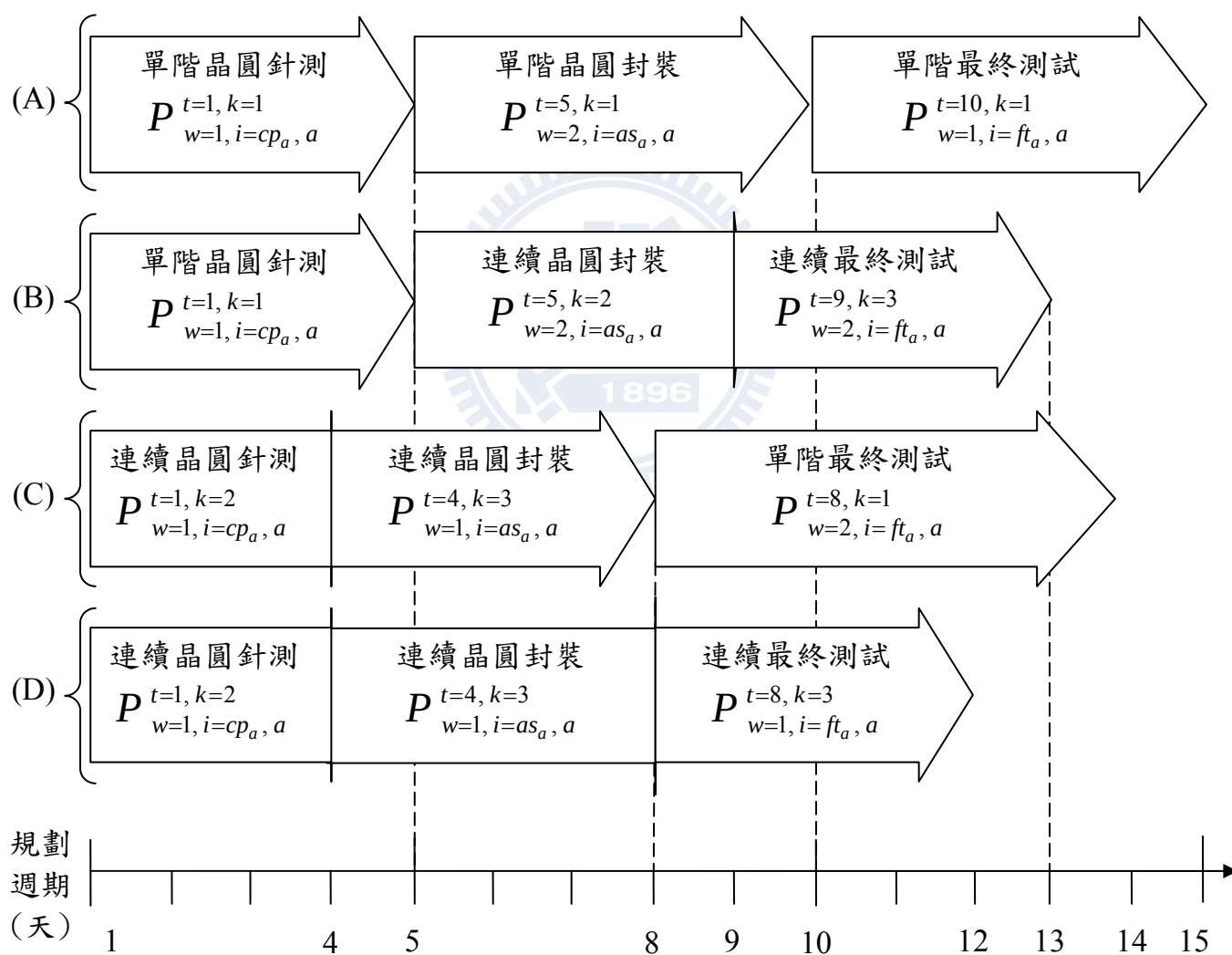


圖 3-20 範例說明：各組可行解所需之生產週期時間

3.4.4 數學模式

目標函數：

Minimize

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k \in K} \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^{e+f+g} \sum_{a=1}^A P_{w,i,a}^{t,k} * c_{w,i} + \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^{e+f+g} U_{w,i} * uc_{w,i} + \sum_{a=1}^A (1-Y_a) * d_a * lc_a \quad \text{式 3-25}$$

限制式：

$$\sum_{k \in K} \sum_{a=1}^A P_{w,i,a}^{t,k} \leq dq_{w,i}, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-26}$$

$$P_{w,i,a}^{t,k} = E_{w,i,a}^{t'=t+ct_{w,i}^{k-1},k}, \forall a, \forall i = cp_a, as_a, ft_a, \forall w, \forall k, \forall t \quad \text{式 3-27}$$

$$\sum_{t'=0}^t P_{w,i,a}^{t',k} \geq \sum_{t'=0}^{t+ct_{w,i}^{k-1}} E_{w,i,a}^{t',k}, \forall a, \forall i = cp_a, as_a, ft_a, \forall w, \forall k, \forall t \quad \text{式 3-28}$$

$$\sum_{t'=str_a-1}^{t=due_a-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W E_{w,i,a}^{t',k} \geq Y_a * d_a, \forall a, \forall i = cp_a, as_a, ft_a \quad \text{式 3-29}$$

$$\sum_{t=0}^{str_a-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W P_{w,i=cp_a,a}^{t,k} \leq 0, \forall a \quad \text{式 3-30}$$

$$\sum_{t=0}^T \sum_{w=0}^W \sum_{a=1}^A P_{w,i=cp_a,a}^{t,k=3} \leq 0 \quad \text{式 3-31}$$

$$\sum_{t'=0}^t \sum_{w=0}^W E_{w,i=cp_a,a}^{t',k=1} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} \sum_{w=0}^W P_{w,i=as_a,a}^{t',k=1} + \sum_{t'=0}^{t+1} \sum_{w=0}^W P_{w,i=as_a,a}^{t',k=2}, \forall a, \forall t \quad \text{式 3-32}$$

$$\sum_{t'=0}^{t+1} P_{w,i=as_a,a}^{t',k=1} + \sum_{t'=0}^{t+1} P_{w,i=as_a,a}^{t',k=2} \leq \sum_{t'=0}^t \sum_{w'=0}^W E_{w',i=cp_a,a}^{t',k=1}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-33}$$

$$\sum_{t'=0}^t E_{w,i=cp_a,a}^{t',k=2} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} P_{w,i=as_a,a}^{t',k=3}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-34}$$

$$\sum_{t=0}^T \sum_{w=0}^W \sum_{a=1}^A P_{w,i=ft_a,a}^{t,k=2} \leq 0 \quad \text{式 3-35}$$

$$\sum_{t'=0}^t \sum_{w=0}^W E_{w,i=as_a,a}^{t',k=1} + \sum_{t'=0}^t \sum_{w=0}^W E_{w,i=as_a,a}^{t',k=3} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} \sum_{w=0}^W P_{w,i=ft_a,a}^{t',k=1}, \forall a, \forall t \quad \text{式 3-36}$$

$$\sum_{t'=0}^{t+1} P_{w,i=ft_a,a}^{t',k=1} \leq \sum_{t'=0}^t \sum_{w'=0}^W E_{w',i=as_a,a}^{t',k=1} + \sum_{t'=0}^t \sum_{w'=0}^W E_{w',i=as_a,a}^{t',k=3}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-37}$$

$$\sum_{t'=t+1}^T \sum_{w'=0}^W P_{w',i=ft_a,a}^{t',k=1} \geq \sum_{t'=t}^T E_{w,i=as_a,a}^{t',k=1}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-38}$$

$$\sum_{t'=0}^t E_{w,i=as_a,a}^{t',k=2} + \sum_{t'=0}^t E_{w,i=as_a,a}^{t',k=3} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} P_{w,i=ft_a,a}^{t',k=3}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-39}$$

$$\sum_{t'=t+1}^T P_{w,i=ft_a,a}^{t',k=3} \geq \sum_{t'=t}^T E_{w,i=as_a,a}^{t',k=2}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-40}$$

$$\sum_{t'=0}^t \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W E_{w,i=as_a,a}^{t',k} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W P_{w,i=ft_a,a}^{t',k}, \forall a, \forall t \quad \text{式 3-41}$$

$$U_{w,i} \geq q_{w,i} - \sum_{t=1}^T \sum_{k \in K} \sum_{a=1}^A P_{w,i,a}^{t,k}, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-42}$$

$$P_{w,i,a}^{t,k}, E_{w,i,a}^{t,k} \text{ and } U_{w,i} \text{ are non-negative integers, } \forall a, \forall i, \forall w, \forall k, \forall t \quad \text{式 3-43}$$

$$Y_a \text{ is binary variables, } \forall a \quad \text{式 3-44}$$

3.4.5 模式說明

(1) 目標式說明：

Minimize

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k \in K} \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^{e+f+g} \sum_{a=1}^A P_{w,i,a}^{t,k} * c_{w,i} + \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^{e+f+g} U_{w,i} * uc_{w,i} + \sum_{a=1}^A (1-Y_a) * d_a * lc_a \quad \text{式 3-25}$$

本模式的目標在於最小化第一個月之總訂單分配成本，其中包括訂單之外包成本、未達預定量之懲罰成本、未承接訂單之損失機會成本。

(2) 限制式說明：

● 後段代工廠商各製程規格每日可提供之產量上限

$$\sum_{k \in K} \sum_{a=1}^A P_{w,i,a}^{t,k} \leq dq_{w,i}, \forall i, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-26}$$

表示每日分配於代工廠商 w 製程規格 i 的總訂單量，不得超過該代工廠商製程規格 i 每日可提供之產量上限。

● 投入量與產出量的對應

$$P_{w,i,a}^{t,k} = E_{w,i,a}^{t'=t+ct_{w,i}^k-1,k}, \forall a, \forall i = cp_a, as_a, ft_a, \forall w, \forall k, \forall t \quad \text{式 3-27}$$

$$\sum_{t'=0}^t P_{w,i,a}^{t',k} \geq \sum_{t'=0}^{t+ct_{w,i}^k-1} E_{w,i,a}^{t',k}, \forall a, \forall i = cp_a, as_a, ft_a, \forall w, \forall k, \forall t \quad \text{式 3-28}$$

式 3-27 表示若於規劃週期 t 投入一訂單之需求量，則該訂單之需求量須經過一段既定之生產週期時間($ct_{w,i}^k$)，始能產出與投入量相同的數量。式 3-28 表示在規劃週期 t 之前投入多少量，始能在一段生產週期時間後產出多少量，意即有投入才有產出。

● 在訂單之交期內滿足其需求量

$$\sum_{t'=str_a-1}^{t=due_a-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W E_{w,i,a}^{t',k} \geq Y_a * d_a, \forall a, \forall i = cp_a, as_a, ft_a \quad \text{式 3-29}$$

表示若允諾承接訂單 a ，即須在該訂單之交期內滿足其各製程階段之需求。其中，若一訂單不須加工某一製程階段，則將該製程階段之製程規格以虛擬製程規格表示。

● 製程階段之加工順序與代工方案狀態

若一訂單今日未完成上一製程階段的加工，則該訂單明日即無法分配至下一製程階段進行加工或交貨。換句話說，一訂單在某一製程階段可分配的數量，須視其上一製程階段目前為止已完工的數量而定。以下為各製程階段之訂單分配量限制：

➤ 晶圓針測階段之訂單分配時點及數量限制

$$\sum_{t=0}^{str_a-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W P_{w,i=cp_a,a}^{t,k} \leq 0, \forall a \quad \text{式 3-30}$$

$$\sum_{t=0}^T \sum_{w=0}^W \sum_{a=1}^A P_{w,i=cp_a,a}^{t,k=3} \leq 0 \quad \text{式 3-31}$$

式 3-30 表示任何訂單在交至晶圓製造業者開始進行後段製程之前，皆無法分配至晶圓針測階段進行加工。式 3-31 表示任一訂單在晶圓針測階段之代工狀態皆不可能處於「連續代工的後續階段(k=3)」，如圖 3- 21 所示。

➤ 完成晶圓針測階段後之移轉限制

$$\sum_{t'=0}^t \sum_{w=0}^W E_{w, i=cp_a, a}^{t', k=1} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} \sum_{w=0}^W P_{w, i=as_a, a}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{t+1} \sum_{w=0}^W P_{w, i=as_a, a}^{t', k=2}, \forall a, \forall t \quad \text{式 3-32}$$

$$\sum_{t'=0}^{t+1} P_{w, i=as_a, a}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{t+1} P_{w, i=as_a, a}^{t', k=2} \leq \sum_{t'=0}^t \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq w}}^W E_{w', i=cp_a, a}^{t', k=1}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-33}$$

$$\sum_{t'=0}^t E_{w, i=cp_a, a}^{t', k=2} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} P_{w, i=as_a, a}^{t', k=3}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-34}$$

式 3-32 表示訂單 a 在 t 日以前於晶圓針測階段以「單階代工(k=1)」狀態完成之總量，須大於等於其在 $t+1$ 日以前移交至晶圓封裝階段以「單階代工(k=1)」或「連續代工的第一階段(k=2)」狀態加工之總量，如圖 3- 21 (A)(B)所示。

式 3-33 表示訂單 a 在 $t+1$ 日以前移交至代工廠商 w 以「單階代工方案(k=1)」或以「連續代工的第一階段(k=2)」狀態加工晶圓封裝階段之總量，不可超過該訂單在 t 日以前於代工廠商 w 之外的其它代工廠商以「單階代工方案(k=1)」完成晶圓針測階段之總量，如圖 3- 21(A)(B)所示。

式 3-34 表示訂單 a 在 t 日以前於代工廠商 w 以「連續代工的第一階段(k=2)」完成晶圓針測階段之總量，須大於等於該訂單在 $t+1$ 日以前於同一代工廠商 w 以「連續代工的後續階段(k=3)」狀態加工晶圓封裝階段之總量，如圖 3- 21(C)(D)所示。

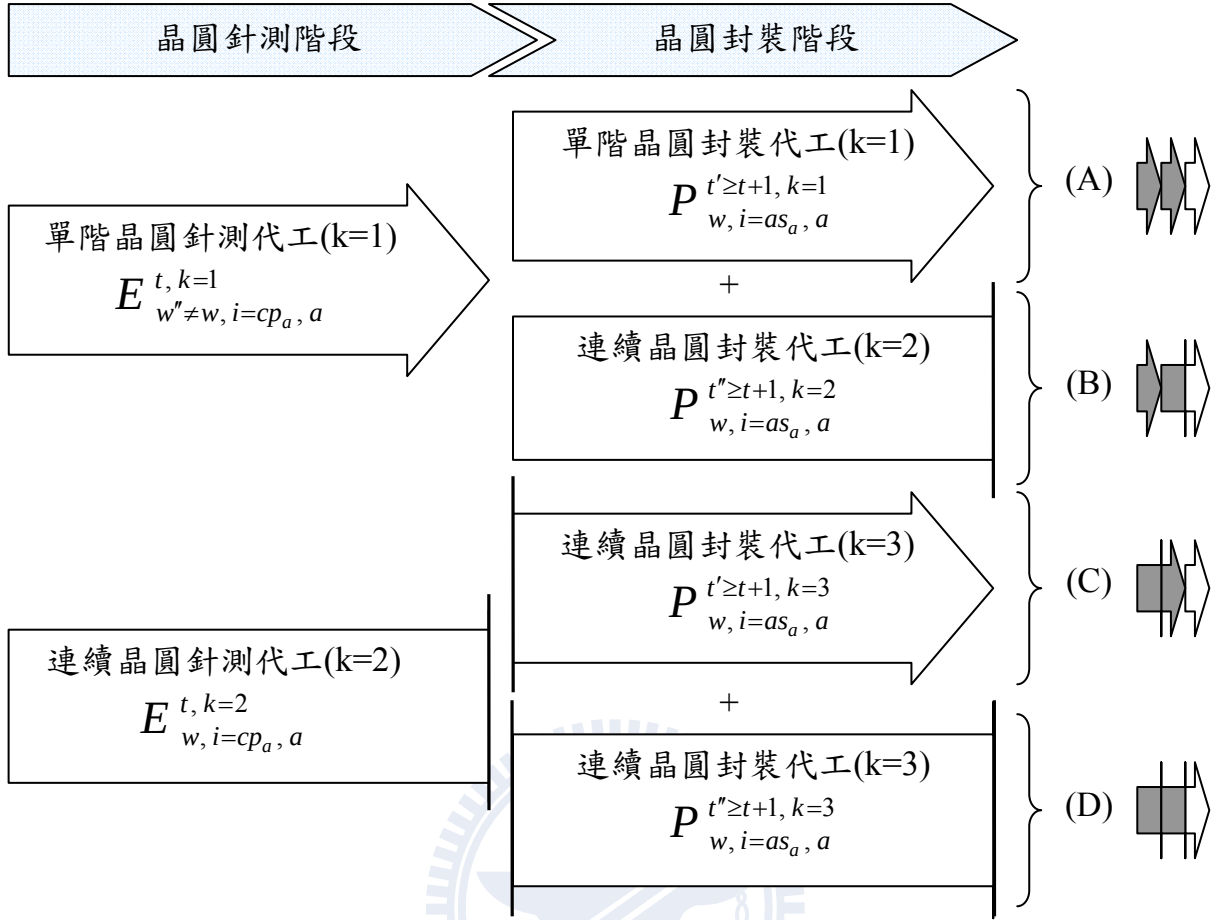


圖 3-21 完成晶圓針測階段後之移轉限制

➤ 完成晶圓封裝階段後之移轉限制

$$\sum_{t=0}^T \sum_{w=0}^W \sum_{a=1}^A P_{w, i = ft_a, a}^{t, k=2} \leq 0 \quad \text{式 3-35}$$

$$\sum_{t'=0}^t \sum_{w=0}^W E_{w, i = as_a, a}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^t \sum_{w=0}^W E_{w, i = as_a, a}^{t', k=3} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} \sum_{w=0}^W P_{w, i = ft_a, a}^{t', k=1}, \forall a, \forall t \quad \text{式 3-36}$$

$$\sum_{t'=0}^{t+1} P_{w, i = ft_a, a}^{t', k=1} \leq \sum_{t'=0}^t \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq w}}^W E_{w', i = as_a, a}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^t \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq w}}^W E_{w', i = as_a, a}^{t', k=3}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-37}$$

$$\sum_{t'=t+1}^T \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq w}}^W P_{w', i = ft_a, a}^{t', k=1} \geq \sum_{t'=t}^T E_{w, i = as_a, a}^{t', k=1}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-38}$$

$$\sum_{t'=0}^t E_{w, i = as_a, a}^{t', k=2} + \sum_{t'=0}^t E_{w, i = as_a, a}^{t', k=3} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} P_{w, i = ft_a, a}^{t', k=3}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-39}$$

$$\sum_{t'=t+1}^T P_{w, i = ft_a, a}^{t', k=3} \geq \sum_{t'=t}^T E_{w, i = as_a, a}^{t', k=2}, \forall a, \forall w, \forall t \quad \text{式 3-40}$$

$$\sum_{t'=0}^t \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W E_{w, i = as_a, a}^{t', k} \geq \sum_{t'=0}^{t+1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W P_{w, i = ft_a, a}^{t', k}, \forall a, \forall t \quad \text{式 3-41}$$

式 3-35 表示任何訂單在最終測試階段之代工狀態皆不可能處於「連續代工的第一階段($k=2$)」，如圖 3-22 所示。

式 3-36 至式 3-38 之移轉限制如圖 3-22(A)(C)所示：

式 3-36 表示訂單 a 在 t 日以前採「單階代工($k=1$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量，須大於等於其 $t+1$ 日以前移交至最終測試階段以「單階代工($k=1$)」狀態加工之總量。意即，一訂單在某日以前移交至最終測試階段採「單階代工方案」加工之總量，不可超過該訂單昨日以前以「單階代工」或「連續代工的後續階段」狀態完成晶圓封裝階段之總量。

式 3-37 表示訂單 a 在 $t+1$ 日以前移交至代工廠商 w 以「單階代工($k=1$)」狀態加工最終測試階段之總量，不可超過訂單 a 在 t 日以前於代工廠商 w 之外的其它代工廠商以「單階代工($k=1$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量。

由於訂單 a 在 t 日於代工廠商 w 以「單階代工($k=1$)」狀態完成晶圓封裝階段之後，必須分配至代工廠商 w 之外的其它代工廠商以「單階代工($k=1$)」狀態加工最終測試階段，故式 3-38 限制訂單 a 在 $t+1$ 日以後於代工廠商 w 之外的其它代工廠商以「單階代工($k=1$)」狀態加工最終測試階段之總量，須大於等於該訂單在 t 日以後於代工廠商 w 以「單階代工($k=1$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量。

式 3-39 與式 3-40 之移轉限制如圖 3-22(B)(D)所示：

式 3-39 表示訂單 a 在 t 日以前於代工廠商 w 以「連續代工的第一階段($k=2$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量，須大於等於其在 $t+1$ 日以前於同一代工廠商 w 以「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態加工最終測試階段之總量。

由於訂單 a 在 t 日於代工廠商 w 以「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態完成晶圓封裝階段之後，須繼續於同一代工廠商 w 以「連續代工的後續階

段(k=3)」狀態完成最終測試階段，故式 3-40 限制訂單 a 在 $t+1$ 日以後於代工廠商 w 採「連續代工的後續階段(k=3)」狀態加工最終測試階段之總量，須大於等於該訂單在 t 日以後於同一代工廠商 w 採「連續代工的第一階段(k=2)」狀態完成晶圓封裝階段之總量。

最後，式 3-41 表示訂單 a 在 t 日以前於晶圓封裝階段之總完工量，須大於等於其在 $t+1$ 日以前移交至最終測試階段之總加工量。意即，訂單 a 在某日以前移交至最終測試階段之總加工量，不可超過該訂單在昨日以前於晶圓封裝階段之總完工量。

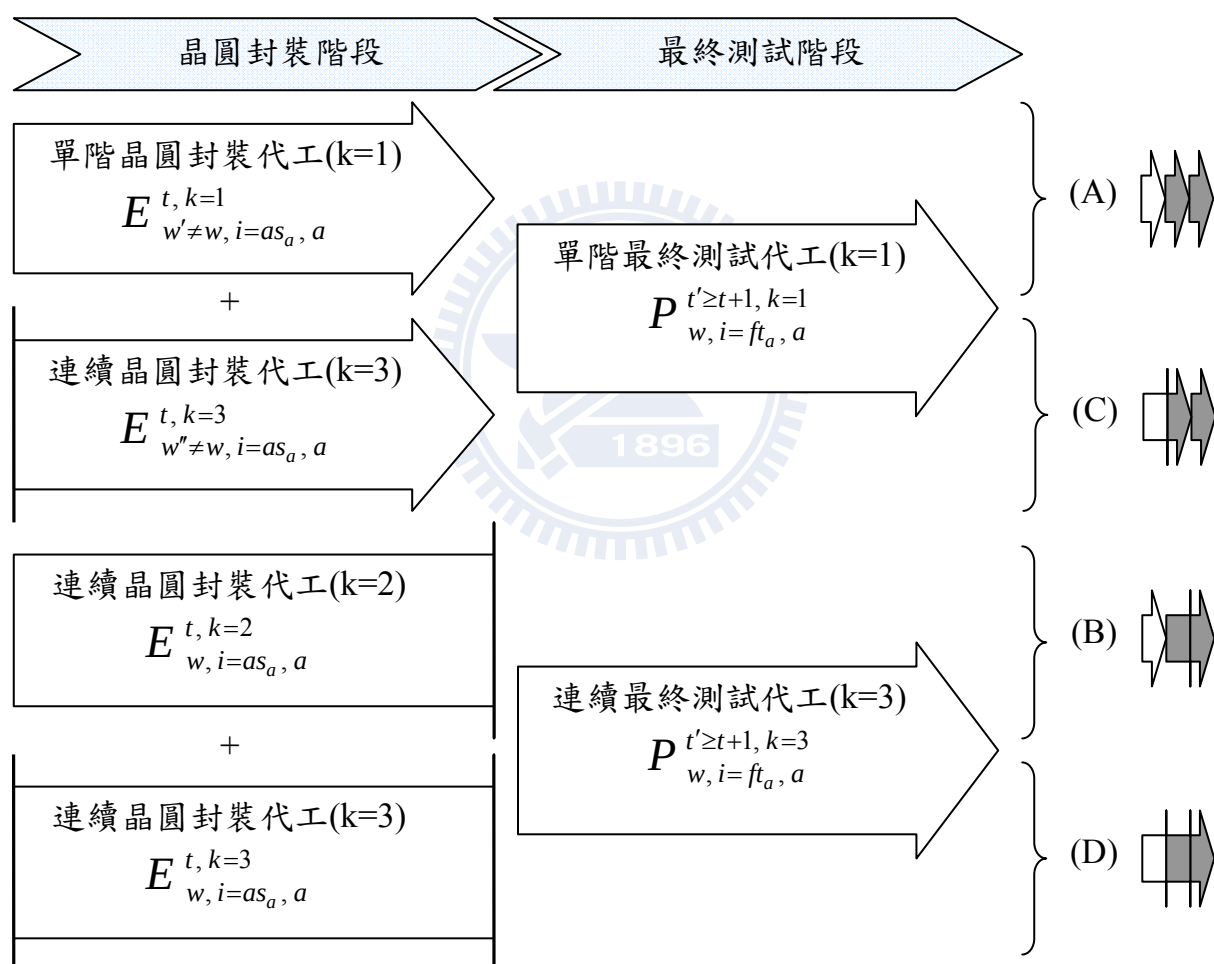


圖 3-22 完成晶圓封裝階段後之移轉限制

- 訂單分配量低於預定配置量的數量

$$U_{w,i} \geq q_{w,i} - \sum_{t=1}^T \sum_{k \in K} \sum_{a=1}^A P_{w,i,a}^{t,k}, \forall i, \forall w \quad \text{式 3-42}$$

上式為計算訂單分配量低於「產量配置模組」之預定配置量的數量；反之，若訂單分配量已達到預定配置量，則其值為 0，為一非負整數，如式 3-43 所示。

- 決策變數之值域限制

$$P_{w,i,a}^{t,k}, E_{w,i,a}^{t,k} \text{ and } U_{w,i} \text{ are non-negative integers, } \forall a, \forall i, \forall w, \forall k, \forall t \quad \text{式 3-43}$$

$$Y_a \text{ is a binary variable, } \forall a \quad \text{式 3-44}$$

式 3-43 表示訂單分配量、訂單完工量、低於預定配置量的數量皆為一非負整數。式 3-44 表示 Y_a 為二元變數。



第四章 案例分析

為說明本文所提出之「半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式」的可行性，本章將建構一模擬半導體後段供應鏈之生產環境，並依循本文所提出之研究架構及規劃流程進行案例分析。

本章主要可分為三大部分：

1. 系統環境說明：描述模擬之半導體後段供應鏈生產環境，包括訂單相關資訊、代工廠商生產資訊及相關假設。
2. 規劃結果說明：輸入系統環境相關資訊，依序執行本文所建構之生產規劃模式，並說明各規劃模式之規劃結果。
3. 成本效益評估：針對產量配置模組的兩階段規劃模式進行成本效益評估，將該模式所考量之情境與其它情境進行比較，並適時藉由訂單分配模組說明其成本效益。

4.1 系統環境說明

4.1.1 訂單相關資訊

半導體後段製程包括晶圓針測、晶圓封裝及最終測試階段，在本案例中，各製程階段皆含有三個製程規格：製程規格 1~3 屬於「晶圓針測」、製程規格 4~6 屬於「晶圓封裝」、製程規格 7~9 屬於「最終測試」，如表 4-1 所示。

表 4-1 各製程階段之製程規格編號

製程階段	晶圓針測	晶圓封裝	最終測試
製程規格編號(<i>i</i>)	1~3	4~6	7~9

相鄰製程階段中，上一製程規格可轉移至下一製程規格加工之製程規格組合資訊如表 4- 2 所示；晶圓針測階段之「製程規格 3」加工完成後，可轉移至晶圓封裝階段之「製程規格 4」或「製程規格 6」進行加工，但不可轉移至晶圓封裝階段之「製程規格 5」進行加工，以此類推。

表 4- 2 相鄰製程階段可接續加工之製程規格組合($fit_{i,i'}$)

		製程規格編號(i')					
		4	5	6	7	8	9
製程規格編號(i)	1	1	1	1	-	-	-
	2	1	1	1	-	-	-
	3	1	0	1	-	-	-
	4	-	-	-	1	1	0
	5	-	-	-	1	1	1
	6	-	-	-	1	1	1

註：「1」表示「可轉移」；「0」表示「不可轉移」

產量配置模組之規劃週期為 1 個月，規劃幅度共為 6 個月，規劃幅度內每月各製程階段各製程規格之預測需求量如表 4- 3 所示。此外，為提供穩定的服務品質，在規劃產量配置時，配置於任一代工廠商之數量須佔該製程規格月需求量之 20%以上。

表 4- 3 每月各製程階段各製程規格之預測需求量(d_i^t)

規劃週期 (月) (t)	製程規格編號(i)								
	晶圓針測			晶圓封裝			最終測試		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	350K
2	350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	350K
3	400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K
4	400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K
5	450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	450K
6	450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	450K

註：1K = 1,000 單位

訂單分配模組之規劃週期為 1 天，規劃幅度共為 1 個月，規劃幅度內各訂單之相關資訊如表 4- 4 所示；其中涵蓋「單階段訂單」、「兩階段訂單」及「三階段訂單」。訂單之相關資訊包括所需製程階段及其對應之製程規格、需求量、來到日、交期日、訂單未允諾所造成之單位損失機會成本。

表 4- 4 各訂單之相關資訊

訂單 編號 (a)	製程規格編號			訂單 需求量 (d_a)	訂單 來到日 (str_a)	訂單 交期日 (due_a)	未允諾之 單位損失 (元)(lc_a)
	晶圓針測 (cp_a)	晶圓封裝 (as_a)	最終測試 (ft_a)				
1	2	4	7	110K	2	17	11.0
2	2	5	--	70K	2	18	16.0
3	--	6	9	150K	4	17	12.0
4	1	--	--	50K	6	11	1.0
5	--	6	--	65K	7	14	11.0
6	--	--	8	30K	12	19	1.6
7	1	4	7	10K	9	27	11.0
8	1	4	--	110K	6	18	16.0
9	--	4	7	170K	9	22	16.0
10	3	--	--	50K	20	25	1.2
11	--	6	--	30K	23	30	13.0
12	--	--	7	30K	14	21	1.6
13	2	5	9	140K	14	29	17.0
14	1	6	--	160K	11	27	12.0
15	--	5	9	60K	14	26	12.0

註：1K = 1,000 單位

4.1.2 代工廠商生產資訊

由於各代工廠商所涵蓋之製程階段不同，且不同代工廠商間存在著製程能力上的差異，因此各代工廠商對各製程規格可提供的產能上限有高低之分。在本系統環境下，各代工廠商各製程規格每月及每日之產能上限分別如表 4-5、表 4-6 所示。此外，為維持一元化代工服務之服務品質及成本掌控，在規劃產量配置時，同一製程規格之預定承包廠商最低家數(n)須達 2 家以上。

表 4-5 各代工廠商可提供各製程規格之每月產能上限($mq_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格編號(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	600K	600K	600K	450K	300K	0	-	-	-
2	600K	300K	450K	-	-	-	-	-	-
3	600K	600K	0	0	450K	450K	0	600K	600K
4	-	-	-	-	-	-	600K	450K	600K
5	-	-	-	600K	450K	450K	750K	600K	600K
6	-	-	-	450K	600K	600K	-	-	-

註：1K = 1,000 單位

表 4-6 各代工廠商可提供各製程規格之每日產能上限($dq_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格編號(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	20K	20K	20K	15K	10K	0	-	-	-
2	20K	10K	15K	-	-	-	-	-	-
3	20K	20K	0	0	15K	15K	0	20K	20K
4	-	-	-	-	-	-	20K	15K	20K
5	-	-	-	20K	15K	15K	25K	20K	20K
6	-	-	-	15K	20K	20K	-	-	-

註：1K = 1,000 單位

在本文中，各代工廠商會依不同承包量給予不同價格折扣，故本案例將各代工廠商之價格折扣分成 3 個等級，各代工廠商各製程規格各價格等級所對應之承包量及價格分別如表 4-7、表 4-8 所示。

表 4-7 各代工廠商各製程規格各價格等級之承包量下限($lb_{w,i,s}$ 、 $ub_{w,i,s}$)

		製程規格編號(i)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
代工廠商 1	價格等級 1	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	-	-	-
	價格等級 2	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.0 \text{ M}$	$\geq 1.0 \text{ M}$	≥ 0	-	-	-
	價格等級 3	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$	$\geq 1.5 \text{ M}$	≥ 0	-	-	-
代工廠商 2	價格等級 1	≥ 0	≥ 0	≥ 0	-	-	-	-	-	-
	價格等級 2	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.0 \text{ M}$	$\geq 1.0 \text{ M}$	-	-	-	-	-	-
	價格等級 3	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$	-	-	-	-	-	-
代工廠商 3	價格等級 1	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0
	價格等級 2	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.5 \text{ M}$	≥ 0	≥ 0	$\geq 1.0 \text{ M}$	$\geq 1.0 \text{ M}$	≥ 0	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$
	價格等級 3	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$	≥ 0	≥ 0	$\geq 2.0 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$	≥ 0	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$
代工廠商 4	價格等級 1	-	-	-	-	-	-	≥ 0	≥ 0	≥ 0
	價格等級 2	-	-	-	-	-	-	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.0 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$
	價格等級 3	-	-	-	-	-	-	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$
代工廠商 5	價格等級 1	-	-	-	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0
	價格等級 2	-	-	-	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.0 \text{ M}$	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$
	價格等級 3	-	-	-	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$	$\geq 2.0 \text{ M}$	$\geq 3.0 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$
代工廠商 6	價格等級 1	-	-	-	≥ 0	≥ 0	≥ 0	-	-	-
	價格等級 2	-	-	-	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.5 \text{ M}$	$\geq 1.5 \text{ M}$	-	-	-
	價格等級 3	-	-	-	$\geq 2.0 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$	$\geq 2.5 \text{ M}$	-	-	-

註：1 M = 1,000,000 單位

表 4-8 各代工廠商各製程規格各價格等級之承包單價(元)($pc_{w,i,s}$)

			製程規格編號(i)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
代工廠商 1	價格等級 (s)	1	0.6	0.5	0.4	3.2	6.8	0	-	-	-
		2	0.55	0.45	0.35	3	6.5	0	-	-	-
		3	0.5	0.4	0.3	2.8	6.3	0	-	-	-
代工廠商 2	價格等級 (s)	1	0.6	0.5	0.4	-	-	-	-	-	-
		2	0.55	0.45	0.35	-	-	-	-	-	-
		3	0.5	0.4	0.3	-	-	-	-	-	-
代工廠商 3	價格等級 (s)	1	0.6	0.5	0	0	6.8	5.7	0	0.7	0.8
		2	0.55	0.45	0	0	6.5	5.5	0	0.65	0.75
		3	0.5	0.4	0	0	6.3	5.3	0	0.6	0.7
代工廠商 4	價格等級 (s)	1	-	-	-	-	-	-	0.6	0.7	0.8
		2	-	-	-	-	-	-	0.55	0.65	0.75
		3	-	-	-	-	-	-	0.5	0.6	0.7
代工廠商 5	價格等級 (s)	1	-	-	-	3.1	6.8	5.7	0.6	0.7	0.8
		2	-	-	-	3	6.5	5.5	0.55	0.65	0.75
		3	-	-	-	2.8	6.3	5.3	0.5	0.60	0.7
代工廠商 6	價格等級 (s)	1	-	-	-	3.1	6.8	5.7	-	-	-
		2	-	-	-	3	6.5	5.5	-	-	-
		3	-	-	-	2.8	6.3	5.3	-	-	-

若晶圓製造業者實際分配之訂單量低於產量配置之預定量，則晶圓製造業者即須依其數量每單位給予一懲罰成本($uc_{w,i}$)，本系統環境將該單位懲罰成本設定為預定承包單價的 20%。

代工廠商以單階代工方案($k=1$)或連續代工方案($k \geq 2$)加工各製程規格所需之生產週期時間不同，本系統環境設定各代工廠商以「連續代工方案」加工任一製程所需之生產週期時間皆較「單階代工方案」來得短，如表 4-9 所示。

表 4-9 各代工廠商以單階(連續)代工方案加工各製程規格之生產週期時間(天)($ct_{w,i}^k$)

代工廠商 (w)	製程規格編號(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3(2)	2(1)	2(1)	6(5)	5(4)	-	-	-	-
2	2(1)	2(1)	3(2)	-	-	-	-	-	-
3	2(1)	3(2)	-	-	7(6)	6(5)	-	4(3)	3(2)
4	-	-	-	-	-	-	3(2)	3(2)	4(3)
5	-	-	-	6(5)	6(5)	7(6)	3(2)	4(3)	3(2)
6	-	-	-	5(4)	7(6)	7(6)	-	-	-

4.2 產量配置模組之規劃結果說明

4.2.1 產量配置模組第一階段之規劃結果

產量配置模組之規劃週期為1個月，規劃幅度共為6個月。第一階段將每月各製程規格之預測需求、各代工廠商之數量折扣等相關資訊納入考量，求解規劃幅度內之最小總產量配置成本。

產量配置第一階段之輸入參數包括：每月各製程規格之預測需求(表4-3)、每月各代工廠商可提供各製程規格之產能上限(表4-5)、各代工廠商各製程規格各價格等級之承包量上下限及對應單價(表4-7、表4-8)、同一製程規格之預定承包廠商最低家數($n=2$)、配置於任一代工廠商之數量須佔該製程規格月需求量之最小比例值($r=0.2$)。

產量配置第一階段之ILOG模式求解資訊如表4-10所示，規劃幅度內最小總配置成本為44,676,000元。規劃結果如附錄A~C所示，其中，每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)、各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)、每月各製程規格之承包廠商($X_{w,i}^t$)分別整理成表4-11、表4-13、表4-14所示。此外，為利於後續之規劃結果說明，另計算各代工廠商對每一製程規格在規劃幅度內之總承包量，如表4-12所示。

表4-10 產量配置模組第一階段之ILOG模式求解資訊

最佳解(Objective Value)	44,676,000 (元)
限制式個數(Constraints)	2,106
變數個數(Variables)	1,458
求解時間(Solving Time)	1.31(秒)

表 4-11 產量配置第一階段規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)

月 (t)	代工廠商 (w)	製程規格(i)									總計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	0	60K	10K	320K	200K	0	0	0	0	590K
	2	280K	240K	40K	0	0	0	0	0	0	560K
	3	70K	0	0	0	0	110K	0	0	70K	250K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	6K	0	246K
	5	0	0	0	0	0	440K	60K	24K	280K	804K
	6	0	0	0	80K	50K	0	0	0	0	130K
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	350K	
2	1	0	60K	10K	320K	200K	0	0	0	0	590K
	2	280K	240K	40K	0	0	0	0	0	0	560K
	3	70K	0	0	0	0	110K	0	6K	0	186K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	6K	70K	316K
	5	0	0	0	0	0	440K	60K	18K	360K	878K
	6	0	0	0	80K	50K	0	0	0	0	130K
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	430K	
3	1	0	0	80K	360K	240K	0	0	0	0	680K
	2	320K	280K	20K	0	0	0	0	0	0	620K
	3	80K	70K	0	0	0	230K	0	0	0	380K
	4	0	0	0	0	0	0	280K	64K	80K	424K
	5	0	0	0	0	0	370K	70K	16K	320K	776K
	6	0	0	0	90K	60K	0	0	0	0	150K
總計		400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K	
4	1	0	70K	80K	360K	240K	0	0	0	0	750K
	2	320K	280K	20K	0	0	0	0	0	0	620K
	3	80K	0	0	0	0	150K	0	16K	80K	326K
	4	0	0	0	0	0	0	280K	0	0	280K
	5	0	0	0	0	60K	450K	70K	64K	320K	964K
	6	0	0	0	90K	0	0	0	0	0	90K
總計		400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K	
5	1	0	100K	30K	400K	280K	0	0	0	0	810K
	2	360K	300K	120K	0	0	0	0	0	0	780K
	3	90K	0	0	0	70K	200K	0	0	0	360K
	4	0	0	0	0	0	0	320K	26K	90K	436K
	5	0	0	0	0	0	450K	80K	104K	360K	994K
	6	0	0	0	100K	0	0	0	0	0	100K
總計		450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	400K	
6	1	0	100K	120K	400K	280K	0	0	0	0	900K
	2	360K	300K	30K	0	0	0	0	0	0	690K
	3	90K	0	0	0	0	200K	0	104K	0	394K
	4	0	0	0	0	0	0	320K	26K	90K	436K
	5	0	0	0	0	0	450K	80K	0	360K	890K
	6	0	0	0	100K	70K	0	0	0	0	170K
總計		450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	450K	

註：1K = 1,000 單位

表 4-12 產量配置第一階段規劃結果：各代工廠商各製程規格於規劃幅度內之總配置量

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	390K	330K	<u>2160K</u>	<u>1440K</u>	0	0	0	0
2	<u>1920K</u>	<u>1640K</u>	270K	0	0	0	0	0	0
3	480K	70K	0	0	70K	<u>1000K</u>	0	126K	150K
4	0	0	0	0	0	0	<u>1680K</u>	128K	330K
5	0	0	0	0	60K	<u>2600K</u>	420K	226K	<u>2000K</u>
6	0	0	0	540K	230K	0	0	0	0

註：1K = 1,000 單位

表 4-13 產量配置第一階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	s=1	s=1	s=1	<u>s=3</u>	<u>s=2</u>	-	-	-	-
2	<u>s=2</u>	<u>s=3</u>	s=1	-	-	-	-	-	-
3	s=1	s=1	-	-	s=1	<u>s=2</u>	-	s=1	s=1
4	-	-	-	-	-	-	<u>s=2</u>	s=1	s=1
5	-	-	-	s=1	s=1	<u>s=3</u>	s=1	s=1	<u>s=2</u>
6	-	-	-	s=1	s=1	s=1	-	-	-

註：「s = #」表示 $L_{w,i,s\#} = 1$

表 4-14 產量配置第一階段規劃結果：每月各製程規格之承包代工廠商($X_{w,i}^t$)

月 (i)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	w=2	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=4	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=6	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5
2	w=2	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=4
	w=3	w=2	w=2	w=6	w=6	w=5	w=5	w=4	w=5
3	w=2	w=2	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=4	w=4
	w=3	w=3	w=2	w=6	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5
4	w=2	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5	w=5
5	w=2	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=4	w=4
	w=3	w=2	w=2	w=6	w=3	w=5	w=5	w=5	w=5
6	w=2	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=4
	w=3	w=2	w=2	w=6	w=6	w=5	w=5	w=4	w=5

註：「w = #」表示 $X_{w\#,i}^t = 1$

◆ 產量配置模組第一階段之規劃結果說明

● 外包數量折扣

若規劃幅度內代工廠商 w 製程規格 i 的總配置量對應至「價格等級 s 」，則該配置量需介於「價格等級 s 」之最低承包量與最高承包量間，且規劃幅度內代工廠商 w 製程規格 i 之總配置量必可對應至某一價格等級，如式3-2至式3-4所示。

以規劃幅度內「代工廠商2($w=2$)」「製程規格1($i=1$)」之總配置量為例(表4- 12)：依每月各代工廠商各製程規格之配置量規劃結果(表4- 11)可知，規劃幅度內「代工廠商2($w=2$)」「製程規格1($i=1$)」之總配置量共有1,920,000單位($= \sum_{t=1}^{T=6} Q_{w=2, i=1, s=2}^t$)，介於「代工廠商2($w=2$)」所設定「製程規格1($i=1$)」「價格等級2($s=2$)」之最低承包量1,500,000單位($= lb_{w=2, i=1, s=2}$)與最高承包量2,499,999單位($= ub_{w=2, i=1, s=2}$)間(表4- 7)，故該配置量屬於「價格等級2($s=2$)」($L_{w=2, i=1, s=2}=1$) (表4- 13)，如式4-1至式4-3所示。

$$\sum_{t=1}^{T=6} Q_{w=2, i=1, s=2}^t \geq lb_{w=2, i=1, s=2} * L_{w=2, i=1, s=2}$$

$$\Leftrightarrow 280,000+280,000+320,000+320,000+360,000+360,000 \geq 1,500,000 * 1$$
式 4-1

$$\Leftrightarrow 1,920,000 \geq 1,500,000 * 1$$

$$\sum_{t=1}^{T=6} Q_{w=2, i=1, s=2}^t \leq ub_{w=2, i=1, s=2} * L_{w=2, i=1, s=2}$$

$$\Leftrightarrow 280,000+280,000+320,000+320,000+360,000+360,000 \leq 2,499,999 * 1$$
式 4-2

$$\Leftrightarrow 1,920,000 \leq 2,499,999 * 1$$

$$\sum_{s=1}^{S=3} L_{w=2, i=1, s} = 1$$

$$\Leftrightarrow L_{w=2, i=1, s=1} + L_{w=2, i=1, s=2} + L_{w=2, i=1, s=3} = 1$$
式 4-3

$$\Leftrightarrow 0 + 1 + 0 = 1$$

- 後段代工廠商各製程規格每月可提供之產量上限

配置量不得超過代工廠商 w 製程規格 i 每月可提供之產量上限，如式 3-5 所示。

以「第一個月($t=1$)」「代工廠商 2($w=2$)」「製程規格 1($i=1$)」之配置量為例(表 4-11)：該配置量不得超過「代工廠商 2($w=2$)」「製程規格 1($i=1$)」每月可提供之產量上限 600,000 單位($mq_{w=2, i=1}$)(表 4-5)，如式 4-4 所示。

$$\sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=2, i=1, s}^{t=1} \leq mq_{w=2, i=1} \quad \text{式 4-4}$$

$$\Leftrightarrow 0 + 280,000 + 0 \leq 600,000$$

- 滿足每月各製程規格之預測需求

配置結果須滿足規劃週期 t 製程規格 i 之預測需求，如式 3-6 所示。

以「第一個月($t=1$)」的「製程規格 1($i=1$)」為例(表 4-11)：「第一個月($t=1$)」配置於各代工廠商「製程規格 1($i=1$)」的總量為 350,000 單位($= \sum_{w=1}^{W=6} \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w, i=1, s}^{t=1}$)，足以提供「第一個月($t=1$)」「製程規格 1($i=1$)」之預測需求 350,000 單位($d_{i=1}^{t=1}$)(表 4-3)，如式 4-5 所示。

$$\sum_{w=1}^{W=6} \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w, i=1, s}^{t=1} \geq d_{i=1}^{t=1}$$

$$\Leftrightarrow (0 + 0 + 0) + (0 + 280,000 + 0) + (70,000 + 0 + 0) + (0 + 0 + 0) + (0 + 0 + 0) + (0 + 0 + 0) \geq 350,000 \quad \text{式 4-5}$$

$$\Leftrightarrow 350,000 \geq 350,000$$

- 同一製程規格之預定承包廠商最低家數

每月可加工製程規格 i 之代工廠商家數至少須達 n 家以上，如式 3-7、式 3-8 所示。

以「第一個月($t=1$)」的「製程規格 1($i=1$)」為例(表 4-11、表 4-14)：「代工廠商 2($w=2$)」及「代工廠商 3($w=3$)」皆為「第一個月($t=1$)」預定

承包「製程規格 1($i=1$)」之廠商($X_{w=2, i=1}^{t=1}=1$ 、 $X_{w=3, i=1}^{t=1}=1$)，如式 4-6、式 4-7 所示。因此，「第一個月($t=1$)」可加工「製程規格 1($i=1$)」之代工廠商共有 2 家($=\sum_{w=1}^W X_{w, i=1}^{t=1}$)，已達預設之預定承包廠商最低家數 2 家($=n$)，如式 4-8

所示。

$$Q_{w=2, i=1, s=2}^{t=1} \leq B * X_{w=2, i=1}^{t=1} \quad \text{式 4-6}$$

$$\Leftrightarrow 280,000 \leq 1000,000 * 1$$

$$Q_{w=3, i=1, s=1}^{t=1} \leq B * X_{w=3, i=1}^{t=1} \quad \text{式 4-7}$$

$$\Leftrightarrow 70,000 \leq 1000,000 * 1$$

$$\sum_{w=1}^{W=6} X_{w, i=1}^{t=1} \geq n \quad \text{式 4-8}$$

$$\Leftrightarrow 0+1+1+0+0+0 \geq 2$$

● 配置量須佔該製程規格月需求量之最小比例

若代工廠商 w 為規劃週期 t 預定承包製程規格 i 之廠商，則規劃週期 t 代工廠商 w 製程規格 i 的配置量，即須高於當月該製程規格需求量之最小既定比例值 r ，如式 3-9 所示。

以「第一個月($t=1$)」「代工廠商 2($w=2$)」「製程規格 1($i=1$)」之配置量為例(表 4-11、表 4-13)：因「代工廠商 2($w=2$)」為「第一個月($t=1$)」預定承包「製程規格 1($i=1$)」之廠商($X_{w=2, i=1}^{t=1}=1$)，故「第一個月($t=1$)」「代工廠商 2($w=2$)」「製程規格 1($i=1$)」之配置量 $280,000(=\sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=2, i=1, s}^{t=1})$ 單位，至少須達「第一個月($t=1$)」「製程規格 1($i=1$)」需求量 $350,000$ 單位($d_{i=1}^{t=1}$)(表 4-3)的 20%($=r$)，即 $70,000$ 單位，如式 4-9 所示。

$$\sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=2, i=1, s}^{t=1} \geq X_{w=2, i=1}^{t=1} * d_{i=1}^{t=1} * r \quad \text{式 4-9}$$

$$\Leftrightarrow 0 + 280,000 + 0 \geq 1 * 350,000 * 0.2$$

$$\Leftrightarrow 280,000 \geq 70,000$$

4.2.2 產量配置模組第二階段之規劃結果

第二階段以第一階段所求得之最小總配置成本作為參考依據，在晶圓製造業者允許之成本變動範圍內，將相鄰製程可接續加工之製程資訊納入考量，以最大化代工廠相鄰製程可連續代工之加權數量為目標，求解規劃幅度內每月配置於各代工廠商各製程規格之數量及其對應單價。

產量配置第二階段之輸入參數包括：產量配置模組第一階段模式所需之參數(見4.2.1節)、產量配置第一階段求得之最小總配置成本4,467,600元(=obj)、晶圓製造業者允許之成本變動比例上限($tol=1.0$ ；意即在本系統環境下，第二階段之總產量配置成本不能高於第一階段)、相鄰製程階段中可接續加工之製程規格組合(表4-2)。

產量配置第二階段之 ILOG 模式求解資訊如表 4-15 所示，代工廠相鄰製程可連續代工之最大加權數量為 6,720,000。規劃結果如附錄 D~J 所示，其中每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)及其對應之價格等級($L_{w,i,s}$)與單價($C_{w,i}$)分別彙整成表 4-16、表 4-18 與表 4-19；每月各製程規格之承包廠商($X_{w,i}^t$)彙整成表 4-20；每月各代工廠商可連續兩階段代工之數量($SQ_{w,i,i'}^t$)彙整成表 4-21(本案例僅「代工廠商 1」、「代工廠商 3」、「代工廠商 5」可提供連續兩階段代工服務，故僅列出上述代工廠商之規劃結果)；每月各代工廠商可連續三階段代工之數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)彙整成表 4-22(本案例僅「代工廠商 3」可提供連續三階段代工服務，故僅列出該代工廠商之規劃結果)；每月各代工廠商各連續代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)彙整成表 4-23。此外，為利於後續之規劃結果說明，另計算各代工廠商對每一製程規格在規劃幅度內之總承包量，如表 4-17 所示。

表4-15 產量配置模組第二階段之ILOG模式求解資訊

最佳解(Objective Value)	6,720,000(加權數量)
限制式個數(Constraints)	6,445
變數個數(Variables)	3,204
求解時間(Solving Time)	67.70(秒)

表 4-16 產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)

月 (t)	代工廠商 (w)	製程規格(i)									總計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	70K	0	40K	320K	50K	0	0	0	0	480K
	2	0	240K	10K	0	0	0	0	0	0	250K
	3	280K	60K	0	0	200K	140K	0	24K	316K	1020K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	0	0	240K
	5	0	0	0	0	0	410K	60K	6K	70K	546K
	6	0	0	0	80K	0	0	0	0	0	80K
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	386K	
2	1	70K	60K	40K	320K	0	0	0	0	0	490K
	2	0	240K	10K	0	0	0	0	0	0	250K
	3	280K	0	0	0	200K	110K	0	24K	280K	894K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	0	0	240K
	5	0	0	0	0	0	440K	60K	6K	70K	576K
	6	0	0	0	80K	50K	0	0	0	0	130K
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	350K	
3	1	80K	70K	80K	360K	0	0	0	0	0	590K
	2	0	280K	20K	0	0	0	0	0	0	300K
	3	320K	0	0	0	240K	150K	0	16K	320K	1046K
	4	0	0	0	0	0	0	280K	0	0	280K
	5	0	0	0	90K	0	450K	70K	64K	80K	754K
	6	0	0	0	0	60K	0	0	0	0	60K
總計		400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K	
4	1	80K	70K	80K	360K	60K	0	0	0	0	650K
	2	0	280K	20K	0	0	0	0	0	0	300K
	3	320K	0	0	0	240K	150K	0	60K	320K	1090K
	4	0	0	0	0	0	0	280K	0	0	280K
	5	0	0	0	90K	0	450K	70K	20K	80K	710K
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總計		400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K	
5	1	90K	100K	120K	400K	70K	0	0	0	0	780K
	2	0	300K	30K	0	0	0	0	0	0	330K
	3	360K	0	0	0	280K	250K	0	104K	404K	1398K
	4	0	0	0	0	0	0	320K	0	0	320K
	5	0	0	0	0	0	400K	80K	26K	90K	596K
	6	0	0	0	100K	0	0	0	0	0	100K
總計		450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	494K	
6	1	90K	100K	120K	400K	0	0	0	0	0	710K
	2	0	300K	30K	0	0	0	0	0	0	330K
	3	360K	0	0	0	280K	200K	0	104K	360K	1304K
	4	0	0	0	0	0	0	320K	0	0	320K
	5	0	0	0	100K	0	450K	80K	26K	90K	746K
	6	0	0	0	0	70K	0	0	0	0	70K
總計		450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	450K	

註：1K = 1,000 單位

表 4-17 產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格規劃幅度內之總配置量

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	480K	400K	480K	<u>2160K</u>	180K	0	0	0	0
2	0	<u>1640K</u>	120K	0	0	0	0	0	0
3	<u>1920K</u>	60K	0	0	<u>1440K</u>	<u>1000K</u>	0	332K	<u>2000K</u>
4	0	0	0	0	0	0	<u>1680K</u>	0	0
5	0	0	0	280K	0	<u>2600K</u>	420K	148K	480K
6	0	0	0	260K	180K	0	0	0	0

註：1K = 1,000 單位

表 4-18 產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	s=1	s=1	s=1	<u>s=3</u>	s=1	-	-	-	-
2	s=1	<u>s=3</u>	s=1	-	-	-	-	-	-
3	<u>s=2</u>	s=1	-	-	<u>s=2</u>	<u>s=2</u>	-	s=1	<u>s=2</u>
4	-	-	-	-	-	-	<u>s=2</u>	s=1	s=1
5	-	-	-	s=1	s=1	<u>s=3</u>	s=1	s=1	s=1
6	-	-	-	s=1	s=1	s=1	-	-	-

註：「s=#」表示 $L_{w,i,s} = 1$

表4-19 產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包單價(元)($C_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.6	0.5	0.4	<u>2.8</u>	6.8	0	0	0	0
2	0.6	<u>0.4</u>	0.4	0	0	0	0	0	0
3	<u>0.55</u>	0.5	0	0	<u>6.5</u>	<u>5.5</u>	0	0.7	<u>0.75</u>
4	0	0	0	0	0	0	<u>0.55</u>	0.7	0.8
5	0	0	0	3.1	6.8	<u>5.3</u>	0.6	0.7	0.8
6	0	0	0	3.1	6.8	5.7	0	0	0

表 4-20 產量配置第二階段規劃結果：每月各製程規格之承包代工廠商($X_{w,i}^t$)

月 (i)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	w=1	w=2	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=3	w=2	w=6	w=3	w=5	w=5	w=5	w=5
2	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=6	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5
3	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=5	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5
4	w=1	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=5	w=3	w=5	w=5	w=5	w=5
5	w=1	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=6	w=3	w=5	w=5	w=5	w=5
6	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=5	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5

註：「w=#」表示 $X_{w\neq i}^t = 1$

表 4-21 產量配置第二階段規劃結果：每月「各代工廠商(w)」可連續兩階段代工之數量($SQ_{w,i,i'}^t$)

代工廠商 (w)	製程規格 (i)	製程規格 (i')	月(t)					
			1	2	3	4	5	6
1	1	4	70K	70K	80K	80K	90K	90K
	2	4	0	60K	70K	70K	30K	100K
		5	0	0	0	0	70K	0
	3	4	40K	40K	80K	80K	120K	120K
代工廠商 1 總計			110K	170K	230K	230K	310K	310K
3	5	8	0	24K	16K	0	0	104K
		9	0	0	0	0	148K	0
	6	8	0	0	0	60K	0	0
代工廠商 2 總計			0	24K	16K	60K	148K	104K
5	4	7	0	0	70K	70K	0	0
		8	0	0	0	20K	0	26K
	6	7	60K	60K	0	0	80K	80K
		8	6K	6K	64K	0	26K	0
		9	70K	70K	80K	80K	90K	90K
代工廠商 3 總計			136K	136K	214K	170K	196K	196K

註：1K = 1,000 單位

表 4-22 產量配置第二階段規劃結果：每月「各代工廠商(w)」可連續三階段代工之數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)

代工廠商 (w)	製程規格 (i)	製程規格 (i')	製程規格 (i'')	月(t)							
				1	2	3	4	5	6		
3	1	5	8	0	0	0	0	104K	0		
			9	140K	176K	224K	240K	6K	160K		
		6	8	24K	0	0	0	0	0		
			9	116K	104K	96K	80K	250K	200K		
	2	5	9	60K	0	0	0	0	0		
				代工廠商 3 總計						340K	280K

註：1K = 1,000 單位

表 4-23 產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商各代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)

代工廠商 (w)	代工型態 (m)	月(t)					
		1	2	3	4	5	6
1	1	110K	170K	230K	230K	310K	310K
	單階代工	260K	150K	130K	190K	160K	90K
3	1	0	24K	16K	60K	148K	104K
	2	340K	280K	320K	320K	360K	360K
	單階代工	0	6K	54K	10K	22K	16K
5	1	136K	136K	214K	170K	196K	196K
	單階代工	274K	304K	326K	370K	204K	354K

註：1K = 1,000 單位

◆ 產量配置模組第二階段之規劃結果說明

本階段模式之式 3-2 至式 3-11 已於第一階段之規劃結果(4.2.1 節)進行說明，故僅將本階段額外考量之模式部分說明如下：

● 可容忍之產量配置成本

本階段之產量配置成本不可超過晶圓製造業者允許之配置成本上限，如式 3-13 所示。依每月各代工廠商各製程規格之配置量(表 4-16)及各代工廠商各製程規格之承包單價(表 4-19)可求算本階段之產量配置總成本為 $44,676,000$ 元($= \sum_{t=1}^{T=6} \sum_{w=1}^W \sum_{i=1}^9 \sum_{s=1}^S Q_{w,i,s}^t * pc_{w,i,s}$)，並未超過預設之配置成本上限 $44,676,000 (=obj * tol)$ 元，如式 4-10 所示。

$$\sum_{t=1}^{T=6} \sum_{w=1}^{W=6} \sum_{i=1}^9 \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w,i,s}^t * pc_{w,i,s} \leq obj * tol$$

$$\Leftrightarrow 44,676,000 \leq 44,676,000 * 1$$

式 4-10

● 同一代工廠商可連續三階段代工之數量

規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓針測階段的製程規格 i 、晶圓封裝階段的製程規格 i' 、最終測試階段的製程規格 i'' 可提供「連續三階段代工」之數量，必小於等於各製程規格配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配提供「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量，如式 3-14 至式 3-16 所示。

以「第五個月($t=5$)」「代工廠商 3($w=3$)」的「製程規格 1($i=1$)」、「製程規格 5($i'=5$)」、「製程規格 9($i''=9$)」可連續三階段代工之數量為例，如表 4- 22 所示：該三種製程規格搭配進行「連續三階段代工」之數量為 6,000($=TQ_{w=3,i=1,i'=5,i''=9}^{t=5}$)單位，皆小於等於各製程規格的配置量(表 4- 16)減去該製程規格與其它製程規格搭配進行「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」(表 4- 21)之數量，如式 4-11 至 4-13 及圖 4- 1 所示。

$$TQ_{w=3,i=1,i'=5,i''=9}^{t=5} \leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=3,i=1,s}^{t=5} - \left(\sum_{\gamma=7}^9 \sum_{i''=4}^6 TQ_{w=3,i=1,i''=\gamma}^{t=5} - TQ_{w=3,i=1,i'=5,i''=9}^{t=5} \right) - \sum_{i'=4}^6 SQ_{w=3,i=1,i'}^{t=5}$$

$$\Leftrightarrow TQ_{w=3,i=1,i'=5,i''=9}^{t=5} \leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=3,i=1,s}^{t=5} - \left(TQ_{w=3,i=1,i''=5,\gamma=8}^{t=5} + TQ_{w=3,i=1,i''=6,\gamma=9}^{t=5} \right) - \sum_{i'=4}^6 SQ_{w=3,i=1,i'}^{t=5} \quad \text{式 4-11}$$

$$\Leftrightarrow 6,000 \leq 360,000 - (104,000 + 250,000) - 0$$

$$\Leftrightarrow 6,000 \leq 6,000$$

$$TQ_{w=3,i=1,i'=5,i''=9}^{t=5} \leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=3,i'=5,s}^{t=5} - \left(\sum_{\gamma=7}^9 \sum_{i''=1}^3 TQ_{w=3,i''=\gamma,i'=5,\gamma}^{t=5} - TQ_{w=3,i=1,i'=5,i''=9}^{t=5} \right) - \sum_{i=1}^3 SQ_{w=3,i,i'=5}^{t=5} - \sum_{i''=7}^9 SQ_{w=3,i'=5,i''}^{t=5}$$

$$\Leftrightarrow TQ_{w=3,i=1,i'=5,i''=9}^{t=5} \leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=3,i'=5,s}^{t=5} - TQ_{w=3,i''=1,i'=5,\gamma=8}^{t=5} - \sum_{i=1}^3 SQ_{w=3,i,i'=5}^{t=5} - SQ_{w=3,i'=5,i''=9}^{t=5}$$

$$\Leftrightarrow 6,000 \leq 280,000 - 104,000 - 0 - 148,000$$

$$\Leftrightarrow 6,000 \leq 28,000$$

式 4-12

$$\begin{aligned}
TQ_{w=3, i=1, i'=5, i''=9}^{t=5} &\leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=3, i''=9, s}^{t=5} - \left(\sum_{i=4}^6 \sum_{i''=1}^3 TQ_{w=3, i'', i, i''=9}^{t=5} - TQ_{w=3, i=1, i'=5, i''=9}^{t=5} \right) - \sum_{i'=4}^6 SQ_{w=3, i', i''=9}^{t=5} \\
\Leftrightarrow TQ_{w=3, i=1, i'=5, i''=9}^{t=5} &\leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=3, i''=9, s}^{t=5} - TQ_{w=3, i''=1, i=6, i''=9}^{t=5} - \sum_{i'=4}^6 SQ_{w=3, i', i''=9}^{t=5} \\
\Leftrightarrow 6,000 &\leq 404,000 - 250,000 - 148,000 \\
\Leftrightarrow 6,000 &\leq 6,000
\end{aligned}$$

式 4-13

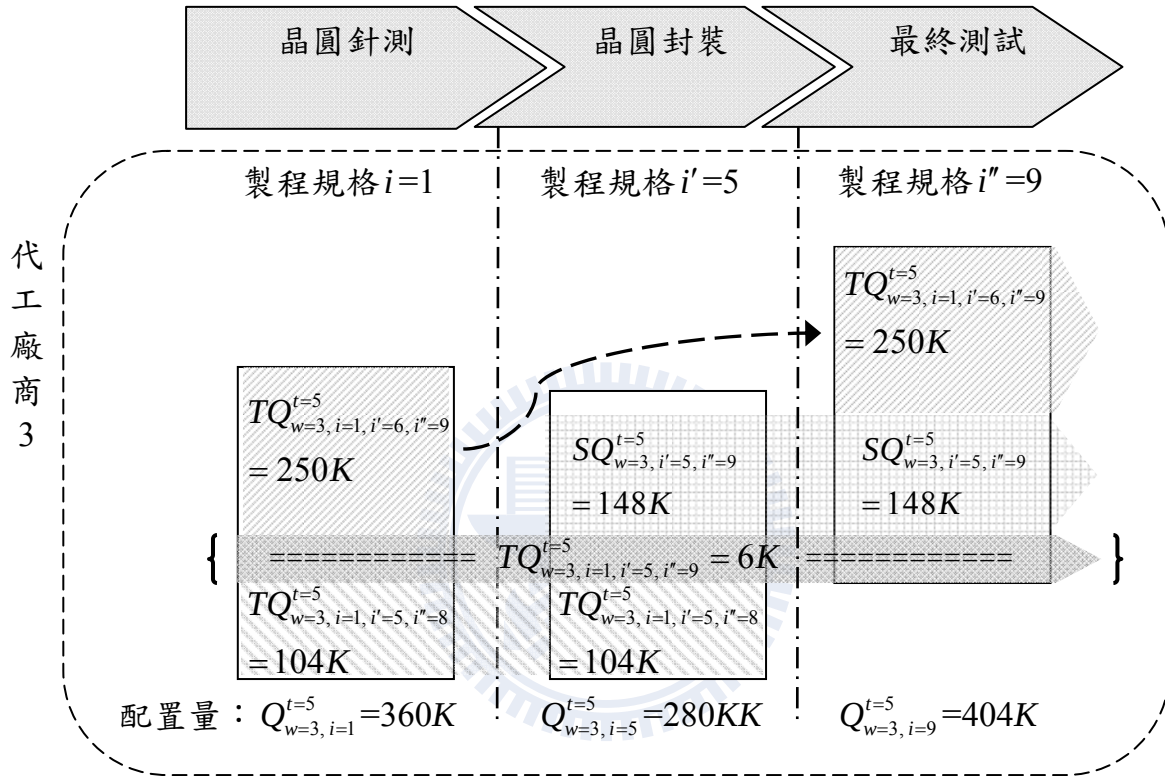


圖 4-1 「第五個月($t=5$)」「代工廠商 3($w=3$)」可連續三階段代工之數量($TQ_{w=3, i=1, i'=5, i''=9}^{t=5}$)

若晶圓針測階段的「製程規格 i 」可與晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」搭配進行連續代工($fit_{i, i'}=1$)，且晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」可與最終測試階段的「製程規格 i'' 」搭配進行連續代工($fit_{i', i''}=1$)，即可計算規劃週期 t 代工廠商 w 可進行「連續三階段代工」之總量($Z_{w, m=2}^t$)，如式 3-17 所示。

以「第五個月($t=5$)」「代工廠商 3($w=3$)」為例，如表 4- 22 所示：由表 4- 2 可得知，晶圓針測階段的「製程規格 1($i=1$)」可與晶圓封裝階段的「製程規格 5($i'=5$)」、「製程規格 6($i'=6$)」搭配進行連續代工($fit_{i, i'}=1$)，

且晶圓封裝階段的「製程規格 5($i'=5$)」、「製程規格 6($i'=6$)」皆可與最終測試階段的「製程規格 8($i''=8$)」、「製程規格 9($i''=9$)」搭配進行連續代工 ($fit_{i',i''}=1$)，故可進行「連續三階段代工 ($m=2$)」之總量為 $360,000(=Z_{w=3, m=2}^{t=5})$ 單位(表 4-23)，如式 4-14 所示。

$$\begin{aligned}
 Z_{w=3, m=2}^{t=5} &= \sum_{i=1}^3 \sum_{i'=4}^6 \sum_{i''=7}^9 fit_{i,i'} * fit_{i',i''} * TQ_{w=3, i, i', i''}^{t=5} \\
 \Leftrightarrow Z_{w=3, m=2}^{t=5} &= fit_{i=1, i'=5} * fit_{i'=5, i''=8} * TQ_{w=3, i=1, i'=5, i''=8}^{t=5} \\
 &\quad + fit_{i=1, i'=5} * fit_{i'=5, i''=9} * TQ_{w=3, i=1, i'=5, i''=9}^{t=5} \\
 &\quad + fit_{i=1, i'=6} * fit_{i'=6, i''=9} * TQ_{w=3, i=1, i'=6, i''=9}^{t=5} \\
 \Leftrightarrow Z_{w=3, m=2}^{t=5} &= 1*1*104,000 + 1*1*6,000 + 1*1*250,000 \\
 \Leftrightarrow Z_{w=3, m=2}^{t=5} &= 360,000
 \end{aligned} \tag{式 4-14}$$

● 同一代工廠商可連續兩階段代工之數量

規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓針測階段的製程規格 i 與晶圓封裝階段的製程規格 i' 搭配進行「連續兩階段代工」之數量，必小於等於各製程規格配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配進行「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量，如式 3-18 及式 3-19 所示。

以「第五個月($t=5$)」「代工廠商 1($w=1$)」的「製程規格 2($i=2$)」、「製程規格 4($i'=4$)」為例，如表 4-21 所示：可搭配進行「連續兩階段代工」之數量為 $30,000(=SQ_{w=1, i=2, i'=4}^{t=5})$ 單位，皆小於等於各製程規格的配置量(表 4-16)減去該製程規格與其它製程規格搭配進行「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量，如式 4-15、式 4-16 所示。

$$\begin{aligned}
 SQ_{w=1, i=2, i'=4}^{t=5} &\leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=1, i=2, s}^{t=5} - \sum_{\substack{i''=4 \\ i'' \neq 4}}^6 SQ_{w=1, i=2, i''}^{t=5} - \sum_{i'=4}^6 \sum_{i''=7}^9 TQ_{w=1, i=2, i', i''}^{t=5} \\
 \Leftrightarrow SQ_{w=1, i=2, i'=4}^{t=5} &\leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=1, i=2, s}^{t=5} - SQ_{w=1, i=2, i''=5}^{t=5} - \sum_{i'=4}^6 \sum_{i''=7}^9 TQ_{w=1, i=2, i', i''}^{t=5} \\
 \Leftrightarrow 30,000 &\leq 100,000 - 70,000 - 0 \\
 \Leftrightarrow 30,000 &\leq 30,000
 \end{aligned} \tag{式 4-15}$$

$$\begin{aligned}
SQ_{w=1, i=2, i'=4}^{t=5} &\leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=1, i'=4, s}^{t=5} - \sum_{\substack{i''=1 \\ i'' \neq 2}}^3 SQ_{w=1, i'', i'=4}^{t=5} - \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} SQ_{w=1, i'=4, i''}^{t=5} \\
&\quad - \sum_{i=1}^e \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} TQ_{w=1, i, i'=4, i''}^{t=5} \\
\Leftrightarrow SQ_{w=1, i=2, i'=4}^{t=5} &\leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=1, i'=4, s}^{t=5} - (SQ_{w=1, i''=1, i'=4}^{t=5} + SQ_{w=1, i''=3, i'=4}^{t=5}) - \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} SQ_{w=1, i'=4, i''}^{t=5} \\
&\quad - \sum_{i=1}^e \sum_{i''=e+f+1}^{e+f+g} TQ_{w=1, i, i'=4, i''}^{t=5} \\
\Leftrightarrow 30,000 &\leq 400,000 - (90,000 + 120,000) - 0 - 0 \\
\Leftrightarrow 30,000 &\leq 190,000
\end{aligned}$$

式 4-16

此外，規劃週期 t 在代工廠商 w 內，晶圓封裝階段的製程規格 i' 與最終測試階段的製程規格 i'' 搭配進行「連續兩階段代工」之數量，亦須小於等於各製程規格的配置量減去該製程規格與其它製程規格搭配進行「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量，如式 3-20 與式 3-21 所示。

以「第五個月($t=5$)」「代工廠商 5($w=5$)」的「製程規格 6($i'=6$)」、「製程規格 7($i''=7$)」為例，如表 4- 21 所示：可搭配進行「連續兩階段代工」之數量為 80,000($=SQ_{w=5, i'=6, i''=7}^{t=5}$)單位，皆小於等於各製程規格的配置量(表 4- 16)減去該製程規格與其它製程規格搭配進行「連續三階段代工」及「連續兩階段代工」之數量，如式 4-17、式 4-18 所示。

$$\begin{aligned}
SQ_{w=5, i'=6, i''=7}^{t=5} &\leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=5, i'=6, s}^{t=5} - \sum_{\substack{i''=7 \\ i'' \neq 7}}^9 SQ_{w=5, i'=6, i''}^{t=5} - \sum_{i=1}^3 SQ_{w=5, i', i'=6}^{t=5} - \sum_{i=1}^3 \sum_{i''=7}^9 TQ_{w=5, i, i'=6, i''}^{t=5} \\
\Leftrightarrow SQ_{w=5, i'=6, i''=7}^{t=5} &\leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=5, i'=6, s}^{t=5} - (SQ_{w=5, i'=6, i''=8}^{t=5} + SQ_{w=5, i'=6, i''=9}^{t=5}) \\
&\quad - \sum_{i=1}^3 SQ_{w=5, i', i'=6}^{t=5} - \sum_{i=1}^3 \sum_{i''=7}^9 TQ_{w=5, i, i'=6, i''}^{t=5} \\
\Leftrightarrow 80,000 &\leq 400,000 - (26,000 + 90,000) - 0 - 0 \\
\Leftrightarrow 80,000 &\leq 284,000
\end{aligned}$$

式 4-17

$$SQ_{w=5, i'=6, i''=7}^{t=5} \leq \sum_{s=1}^{S=3} Q_{w=5, i''=7, s}^{t=5} - \sum_{\substack{i''=4 \\ i'' \neq 6}}^6 SQ_{w=5, i'', i''=7}^{t=5} - \sum_{i=1}^3 \sum_{i'=4}^6 TQ_{w=5, i, i', i''=7}^{t=5}$$

式 4-18

$$\Leftrightarrow 80,000 \leq 80,000 - 0 - 0$$

$$\Leftrightarrow 80,000 \leq 80,000$$

若晶圓針測階段的「製程規格 i 」可與晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」搭配進行連續代工 ($fit_{i,i'}=1$)，亦或晶圓封裝階段的「製程規格 i' 」可與最終測試階段的「製程規格 i'' 」搭配進行連續代工 ($fit_{i',i''}=1$)，即可計算規劃週期 t 代工廠商 w 可進行「連續兩階段代工」之總量 ($Z_{w,m=1}^t$)，如式 3-22 所示。

以「第五個月 ($t=5$)」「代工廠商 1 ($w=1$)」為例，如表 4- 21 所示：由表 4- 2 可得知，晶圓針測階段的「製程規格 1 ($i=1$)」、「製程規格 2 ($i=2$)」皆可與晶圓封裝階段的「製程規格 4 ($i'=4$)」、「製程規格 5 ($i'=5$)」搭配進行連續代工 ($fit_{i,i'}=1$)，且晶圓針測階段的「製程規格 3 ($i=3$)」可與晶圓封裝階段的「製程規格 5 ($i'=5$)」搭配進行連續代工 ($fit_{i,i'}=1$)，故可進行「連續兩階段代工 ($m=1$)」之總量為 310,000 ($=Z_{w=1, m=1}^{t=5}$) 單位 (表 4- 23)，如式 4-19 所示。

$$Z_{w=1, m=1}^{t=5} = \sum_{i=1}^3 \sum_{i'=4}^6 fit_{i,i'} * SQ_{w=1, i, i'}^{t=5} + \sum_{i'=4}^6 \sum_{i''=7}^9 fit_{i',i''} * SQ_{w=1, i', i''}^{t=5}$$

$$\Leftrightarrow Z_{w=1, m=1}^{t=5} = (fit_{i=1, i'=4} * SQ_{w=1, i=1, i'=4}^{t=5} + fit_{i=2, i'=4} * SQ_{w=1, i=2, i'=4}^{t=5}$$

式 4-19

$$+ fit_{i=2, i'=5} * SQ_{w=1, i=2, i'=5}^{t=5} + fit_{i=3, i'=4} * SQ_{w=1, i=3, i'=4}^{t=5}) + 0$$

$$\Leftrightarrow Z_{w=1, m=1}^{t=5} = (1 * 90,000 + 1 * 30,000 + 1 * 70,000 + 1 * 120,000) + 0$$

$$\Leftrightarrow Z_{w=1, m=1}^{t=5} = 310,000$$

● 各代工廠商各製程規格之預定承包單價

若規劃幅度內代工廠商 w 製程規格 i 之總配置量屬於「價格等級 s 」($L_{w,i,s}$)，則可藉由代工廠商 w 製程規格 i 各價格等級之既定單價($pc_{w,i,s}$)，求得代工廠商 w 製程規格 i 之預定承包單價($C_{w,i}$)，如式 3-23 所示。

以「代工廠商 3($w=3$)」的「製程規格 1($i'=1$)」為例，如表 4- 18：由於規劃幅度內之總配置量屬於「價格等級 2($s=2$)」($L_{w=3,i=1,s=2}$)，依其各價格等級之既定單價($pc_{w=3,i=1,s}$)(表 4- 8)可求得「代工廠商 3($w=3$)」「製程規格 1($i'=1$)」之預定承包單價($C_{w=3,i=1}$)為 0.55 元(表 4- 19)，如式 4-20 所示。

$$\begin{aligned}
 C_{w=3,i=1} &= \sum_{s=1}^S pc_{w=3,i=1,s} * L_{w=3,i=1,s} \\
 \Leftrightarrow C_{w=3,i=1} &= pc_{w=3,i=1,s=1} * L_{w=3,i=1,s=1} \\
 &\quad + pc_{w=3,i=1,s=2} * L_{w=3,i=1,s=2} \\
 &\quad + pc_{w=3,i=1,s=3} * L_{w=3,i=1,s=3} \\
 \Leftrightarrow C_{w=3,i=1} &= 0.6 * 0 + 0.55 * 1 + 0.6 * 0 \\
 \Leftrightarrow C_{w=3,i=1} &= 0.55 * 1
 \end{aligned}$$

式 4-20

4.3 訂單分配模組之規劃結果說明

本模組之規劃週期為1天，規劃幅度共為1個月(30天)。本模組承接「產量配置模組」之規劃結果，在已知第一個月內之外包訂單相關資訊、總分配量未達配置量所造成之單位懲罰成本下，考量各代工廠商之相關資訊及連續代工方案，以最小化訂單總外包成本為目標，求解第一個月內每日各訂單採各代工方案分配至各代工廠商各製程規格之數量。

訂單分配之輸入參數包括：產量配置模組第二階段之部分求解結果，包括第一個月各代工廠商各製程規格之配置量(表4- 24；節錄自表4- 16)及對應單價(表4- 19)，以及訂單分配量低於各代工廠商各製程規格預定配置量之單位懲罰成本(表4- 25；為承包單價的20%)、各訂單所需之製程規格、

數量、來到日、交期日及未允諾承接所造成之單位損失機會成本(表4- 4)、每日各代工廠商可提供各製程規格之產能上限(表4- 6)、各代工廠商以各代工方案加工各製程規格之生產週期時間(表4- 9)。

表 4- 24 產量配置第二階段規劃結果：第一個月各代工廠商各製程規格之配置量($q_{w,i}$)

月	代工廠商 (w)	製程規格(i)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	70K	0	40K	320K	50K	0	0	0	0
	2	0	240K	10K	0	0	0	0	0	0
	3	280K	60K	0	0	200K	140K	0	24K	316K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	0	0
	5	0	0	0	0	0	410K	60K	6K	70K
	6	0	0	0	80K	0	0	0	0	0
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	386K

註：1K = 1,000 單位

表4- 25 各代工廠商各製程規格訂單分配量低於預定配置量之單位懲罰成本(元)($uc_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.12	0.10	0.08	0.56	1.36	0	0	0	0
2	0.12	0.08	0.08	0	0	0	0	0	0
3	0.11	0.10	0	0	1.30	1.10	0	0.14	0.15
4	0	0	0	0	0	0	0.11	0.14	0.16
5	0	0	0	0.62	1.36	1.06	0.12	0.14	0.16
6	0	0	0	0.62	1.36	1.14	0	0	0

訂單分配模組之 ILOG 模式求解資訊如表 4- 26 所示，訂單分配之最小總成本為 6,273,700 元。規劃結果如附錄 K~N 所示，其中，各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$)依訂單彙整成表 4- 27(僅列出非零變數)；各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之完工量($E_{w,i,a}^{t,k}$)依訂單彙整成表 4- 28(僅列出非零變數)；各代工廠商各製程規格訂單分配量低於預定配置量之數量($U_{w,i}$)彙整成表 4- 29；各訂單是否允諾承接(Y_a)彙整成表 4- 30。此外，為利於後續之結果說明，本文利用 Excel VBA 將各訂單之分配結果繪製成甘特圖，並將各代工廠商每日之承包資訊彙整成簡圖，如附錄 O~P 所示。

表4- 26 訂單分配模組之ILOG模式求解資訊

最佳解(Objective Value)	6,273,700 (元)
限制式個數(Constraints)	249,686
變數個數(Variables)	260,919
求解時間(Solving Time)	26.80(秒)

表 4- 27 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$)

訂 單 編 號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段																		
	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)														
1	2	-	1	-	1	-	2		5K		3	-	3	-	1	-	4		15K		8	-	1	-	4	-	7		15K
	2	-	1	-	2	-	2		10K		4	-	1	-	5	-	4		15K		9	-	1	-	4	-	7		15K
	2	-	1	-	3	-	2		20K		4	-	3	-	1	-	4		15K		10	-	1	-	4	-	7		20K
	2	-	2	-	1	-	2		15K		5	-	1	-	1	-	4		10K		11	-	1	-	4	-	7		20K
	3	-	1	-	2	-	2		10K		5	-	1	-	5	-	4		20K		12	-	1	-	4	-	7		20K
	3		1	-	3	-	2		5K		5	-	3	-	1	-	4		5K		13	-	1	-	4	-	7		20K
	3	-	2	-	1	-	2		15K		6	-	1	-	1	-	4		15K										
	4	-	1	-	2	-	2		10K		7	-	1	-	1	-	4		15K										
	4	-	1	-	3	-	2		5K																				
	4	-	2	-	1	-	2		5K																				
	5	-	1	-	2	-	2		10K																				
	總計				110K	總計				110K	總計				110K														
2	6	-	1	-	2	-	2		10K		8	-	3	-	3	-	5		15K										
	6	-	2	-	3	-	2		15K		9	-	1	-	3	-	5		10K										
	7	-	1	-	2	-	2		10K		9	-	3	-	3	-	5		5K										
	7	-	2	-	3	-	2		5K		10	-	1	-	3	-	5		15K										
	8	-	1	-	2	-	2		10K		11	-	1	-	3	-	5		15K										
	9	-	1	-	2	-	2		10K		12	-	3	-	3	-	5		10K										
	9	-	2	-	3	-	2		10K																				
	總計				70K	總計				70K																			

1K = 1,000K單位

表4-27 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

訂單編號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段				
	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)
3						4	1	5	6	15K	9	3	3	9	15K
						4	2	3	6	15K	10	3	3	9	15K
						5	1	5	6	15K	11	1	3	9	5K
						5	2	3	6	15K	11	3	3	9	15K
						6	1	5	6	15K	12	1	3	9	15K
						6	2	3	6	15K	13	1	3	9	20K
						8	2	5	6	15K	14	1	3	9	5K
						9	2	3	6	15K	14	3	3	9	15K
						9	2	5	6	15K	14	3	5	9	10K
						10	2	3	6	15K	15	3	3	9	15K
											15	3	5	9	20K
						總計				150K	總計				150K
4	7	1	1	1	20K										
	8	1	1	1	20K										
	9	1	3	1	10K										
	總計				50K										
5						7	1	3	6	15K					
						7	1	5	6	15K					
						7	1	6	6	20K					
						8	1	3	6	15K					
						總計				65K					
6											14	1	3	8	4K
											15	1	3	8	20K
											15	1	5	8	6K
											總計				30K
7	12	1	3	1	5K	15	1	1	4	10K	21	1	4	7	10K
	13	1	3	1	5K										
	總計				10K	總計				10K					10K

1K = 1,000K 單位

表4-27 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

訂單編號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段														
	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)										
8	6	-	1	-	3	-	1			20K	8	-	1	-	6	-	4			15K					
	6	-	2	-	1	-	1			15K	8	-	3	-	1	-	4			15K					
	7	-	1	-	3	-	1			20K	9	-	1	-	5	-	4			20K					
	8	-	1	-	3	-	1			20K	11	-	1	-	1	-	4			15K					
	9	-	1	-	3	-	1			10K	12	-	1	-	1	-	4			15K					
	10	-	1	-	3	-	1			20K	12	-	1	-	5	-	4			20K					
	11	-	1	-	3	-	1			5K	13	-	1	-	6	-	4			10K					
	總計				110K	總計				110K															
9						9	-	1	-	1	-	4			15K	14	-	1	-	4	-	7			15K
						9	-	1	-	6	-	4			15K	15	-	1	-	4	-	7			20K
						10	-	1	-	1	-	4			15K	16	-	1	-	4	-	7			20K
						10	-	1	-	6	-	4			15K	17	-	1	-	4	-	7			20K
						11	-	1	-	5	-	4			10K	18	-	1	-	4	-	7			20K
						11	-	1	-	6	-	4			15K	18	-	3	-	5	-	7			5K
						11	-	2	-	5	-	4			5K	19	-	1	-	4	-	7			20K
						12	-	1	-	6	-	4			15K	19	-	1	-	5	-	7			25K
						13	-	1	-	1	-	4			15K	20	-	3	-	5	-	7			25K
						13	-	1	-	5	-	4			20K										
						13	-	1	-	6	-	4			5K										
						14	-	2	-	5	-	4			5K										
						15	-	2	-	5	-	4			20K										
						總計				170K	總計				170K										
10	22	-	1	-	1	-	3			20K															
	22	-	1	-	2	-	3			10K															
	23	-	1	-	1	-	3			20K															
	總計				50K																				

1K = 1,000K 單位

表4- 27 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

訂單編號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段				
	日期 (t)	方案 (k)	代工 廠 (w)	製程 規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工 廠 (w)	製程 規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工 廠 (w)	製程 規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)
11						23	1	3	6	15K					
						23	1	5	6	15K					
						總計				30K					
12											14	1	4	7	5K
											17	1	5	7	5K
											18	1	5	7	20K
											總計				30K
13	14	1	1	2	10K	15	3	1	5	10K	19	1	3	9	10K
	14	1	2	2	10K	16	3	1	5	10K	20	1	3	9	5K
	14	2	1	2	10K	16	3	3	5	15K	22	1	3	9	5K
	14	2	3	2	15K	17	2	3	5	10K	22	3	3	9	15K
	15	1	2	2	10K	18	1	1	5	10K	23	1	3	9	10K
	15	2	1	2	10K	18	2	3	5	15K	24	3	3	9	20K
	16	1	2	2	10K	19	2	3	5	15K	25	1	3	9	10K
	17	1	2	2	10K	20	1	1	5	10K	25	3	3	9	10K
	17	2	3	2	20K	20	3	3	5	15K	26	3	3	9	20K
	18	1	2	2	10K	21	2	3	5	10K	27	3	3	9	20K
	19	1	2	2	10K	21	3	3	5	5K	27	3	5	9	15K
	20	1	1	2	5K	22	2	5	5	15K					
	20	1	2	2	10K										
	總計				140K	總計				140K	總計				140K

1K = 1,000 單位

表 4-27 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

訂單編號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段				
	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($P_{w,i,a}^{t,k}$)
14	11	1	3	1	15K	13	1	5	6	15K					
	12	1	3	1	15K	14	1	5	6	15K					
	13	1	3	1	15K	15	1	5	6	15K					
	14	1	3	1	20K	16	1	5	6	15K					
	15	1	3	1	20K	17	1	5	6	15K					
	16	1	3	1	20K	18	1	5	6	15K					
	17	1	3	1	15K	19	1	5	6	15K					
	19	2	3	1	10K	20	1	5	6	15K					
	20	2	3	1	15K	20	3	3	6	10K					
	21	2	3	1	15K	21	3	3	6	15K					
						22	3	3	6	15K					
	總計				160K	總計				160K					
15						14	1	1	5	10K	19	1	3	9	10K
						14	1	5	5	10K	20	3	3	9	15K
						14	2	3	5	15K	21	1	3	9	10K
						15	2	3	5	15K	21	3	3	9	10K
						17	2	3	5	5K	23	3	3	9	10K
						19	2	5	5	5K	24	3	5	9	5K
						總計				60K	總計				60K

1K = 1,000 單位

表4- 28 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之之完工量($E_{w,i,a}^{t,k}$)

訂 單 編 號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段				
	日期	方案	代 工 廠	製 程 規 格	數 量	日期	方案	代 工 廠	製 程 規 格	數 量	日期	方案	代 工 廠	製 程 規 格	數 量
	(t) - (k)	- (w)	- (i)	($E_{w,i,a}^{t,k}$)	($E_{w,i,a}^{t,k}$)	(t) - (k)	- (w)	- (i)	($E_{w,i,a}^{t,k}$)	($E_{w,i,a}^{t,k}$)	(t) - (k)	- (w)	- (i)	($E_{w,i,a}^{t,k}$)	($E_{w,i,a}^{t,k}$)
1	2	- 2	- 1	- 2	15K	7	- 3	- 1	- 4	15K	10	- 1	- 4	- 7	15K
	3	- 1	- 1	- 2	5K	8	- 3	- 1	- 4	15K	11	- 1	- 4	- 7	15K
	3	- 1	- 2	- 2	10K	9	- 1	- 5	- 4	15K	12	- 1	- 4	- 7	20K
	3	- 2	- 1	- 2	15K	9	- 3	- 1	- 4	5K	13	- 1	- 4	- 7	20K
	4	- 1	- 2	- 2	10K	10	- 1	- 1	- 4	10K	14	- 1	- 4	- 7	20K
	4	- 1	- 3	- 2	20K	10	- 1	- 5	- 4	20K	15	- 1	- 4	- 7	20K
	4	- 2	- 1	- 2	5K	11	- 1	- 1	- 4	15K					
	5	- 1	- 2	- 2	10K	12	- 1	- 1	- 4	15K					
	5	- 1	- 3	- 2	5K										
	6	- 1	- 2	- 2	10K										
	6	- 1	- 3	- 2	5K										
	總計				110K	總計				110K	總計				110K
2	7	- 1	- 2	- 2	10K	13	- 3	- 3	- 5	15K					
	7	- 2	- 3	- 2	15K	14	- 3	- 3	- 5	5K					
	8	- 1	- 2	- 2	10K	15	- 1	- 3	- 5	10K					
	8	- 2	- 3	- 2	5K	16	- 1	- 3	- 5	15K					
	9	- 1	- 2	- 2	10K	17	- 1	- 3	- 5	15K					
	10	- 1	- 2	- 2	10K	17	- 3	- 3	- 5	10K					
	10	- 2	- 3	- 2	10K										
	總計				70K	總計				70K					
3						8	- 2	- 3	- 6	15K	10	- 3	- 3	- 9	15K
						9	- 2	- 3	- 6	15K	11	- 3	- 3	- 9	15K
						10	- 1	- 5	- 6	15K	12	- 3	- 3	- 9	15K
						10	- 2	- 3	- 6	15K	13	- 1	- 3	- 9	5K
						11	- 1	- 5	- 6	15K	14	- 1	- 3	- 9	15K
						12	- 1	- 5	- 6	15K	15	- 1	- 3	- 9	20K
						13	- 2	- 3	- 6	15K	15	- 3	- 3	- 9	15K
						13	- 2	- 5	- 6	15K	15	- 3	- 5	- 9	10K
						14	- 2	- 3	- 6	15K	16	- 1	- 3	- 9	5K
						14	- 2	- 5	- 6	15K	16	- 3	- 3	- 9	15K
											16	- 3	- 5	- 9	20K
						總計				150K	總計				150K

1K = 1,000單位

表4- 28 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之完工量($E_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

訂單編號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段				
	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)	日期 (t)	方案 (k)	代工廠 (w)	製程規格 (i)	數量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)
4	9	1	1	1	20K										
	10	1	1	1	20K										
	10	1	3	1	10K										
	總計				50K										
5						12	1	3	6	15K					
						13	1	3	6	15K					
						13	1	5	6	15K					
						13	1	6	6	20K					
						總計				65K					
6											17	1	3	8	4K
											18	1	3	8	20K
											18	1	5	8	6K
						總計									30K
7	13	1	3	1	5K	20	1	1	4	10K	23	1	4	7	10K
	14	1	3	1	5K										
	總計				10K	總計				10K	總計				10K
8	7	1	3	1	20K	12	1	6	4	15K					
	7	2	1	1	15K	12	3	1	4	15K					
	8	1	3	1	20K	14	1	5	4	20K					
	9	1	3	1	20K	16	1	1	4	15K					
	10	1	3	1	10K	17	1	1	4	15K					
	11	1	3	1	20K	17	1	5	4	20K					
	12	1	3	1	5K	17	1	6	4	10K					
	總計				110K	總計				110K					

1K = 1,000單位

表4- 28 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之完工量($E_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

訂 單 編 號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段				
	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)
9						13	1	6	4	15K	16	1	4	7	15K
						14	1	1	4	15K	17	1	4	7	20K
						14	1	6	4	15K	18	1	4	7	20K
						15	1	1	4	15K	19	1	4	7	20K
						15	1	6	4	15K	19	3	5	7	5K
						15	2	5	4	5K	20	1	4	7	20K
						16	1	5	4	10K	21	1	4	7	20K
						16	1	6	4	15K	21	1	5	7	25K
						17	1	6	4	5K	21	3	5	7	25K
						18	1	1	4	15K					
						18	1	5	4	20K					
						18	2	5	4	5K					
						19	2	5	4	20K					
						總計				170K	總計				170K
10	23	1	1	3	20K										
	24	1	1	3	20K										
	24	1	2	3	10K										
	總計				50K										
11						28	1	3	6	15K					
						29	1	5	6	15K					
						總計				30K					
12											16	1	4	7	5K
											19	1	5	7	5K
											20	1	5	7	20K
											總計				30K

1K = 1,000單位

表4- 28 各訂單每日採各代工型態於各代工廠商各製程規格之完工量($E_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

訂 單 編 號 (a)	晶圓針測階段					晶圓封裝階段					最終測試階段				
	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)	日 期 (t)	方 案 (k)	代 工 廠 (w)	製 程 規 格 (i)	數 量 ($E_{w,i,a}^{t,k}$)
13	14	2	1	2	10K	18	3	1	5	10K	21	1	3	9	10K
	15	1	1	2	10K	19	3	1	5	10K	22	1	3	9	5K
	15	1	2	2	10K	21	3	3	5	15K	23	3	3	9	15K
	15	2	1	2	10K	22	1	1	5	10K	24	1	3	9	5K
	15	2	3	2	15K	22	2	3	5	10K	25	1	3	9	10K
	16	1	2	2	10K	23	2	3	5	15K	25	3	3	9	20K
	17	1	2	2	10K	24	1	1	5	10K	26	3	3	9	10K
	18	1	2	2	10K	24	2	3	5	15K	27	1	3	9	10K
	18	2	3	2	20K	25	3	3	5	15K	27	3	3	9	20K
	19	1	2	2	10K	26	2	3	5	10K	28	3	3	9	20K
	20	1	2	2	10K	26	2	5	5	15K	28	3	5	9	15K
	21	1	1	2	5K	26	3	3	5	5K					
	21	1	2	2	10K										
總計					140K	總計					總計				
14	12	1	3	1	15K	19	1	5	6	15K					
	13	1	3	1	15K	20	1	5	6	15K					
	14	1	3	1	15K	21	1	5	6	15K					
	15	1	3	1	20K	22	1	5	6	15K					
	16	1	3	1	20K	23	1	5	6	15K					
	17	1	3	1	20K	24	1	5	6	15K					
	18	1	3	1	15K	24	3	3	6	10K					
	19	2	3	1	10K	25	1	5	6	15K					
	20	2	3	1	15K	25	3	3	6	15K					
	21	2	3	1	15K	26	1	5	6	15K					
						26	3	3	6	15K					
總計					160K	總計									
15						18	1	1	5	10K	21	1	3	9	10K
						19	1	5	5	10K	21	3	3	9	15K
						19	2	3	5	15K	22	3	3	9	10K
						20	2	3	5	15K	23	1	3	9	10K
						22	2	3	5	5K	24	3	3	9	10K
						23	2	5	5	5K	25	3	5	9	5K
						總計					總計				
						總計					總計				

1K = 1,000單位

表4- 29 各代工廠商各製程規格訂單分配量低於預定配置量之數量($U_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	15K	0	0	145K	0	0	0	0	0
2	0	90K	0	0	0	0	0	0	0
3	5K	0	0	0	10K	0	0	0	16K
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	185K	0	0	20K
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

註：1K = 1,000 單位

表4- 30 各訂單是否允諾承接(Y_a)

訂單編號(a)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

註：「1」表示「是」；「0」表示「否」

◆ 訂單分配模組之規劃結果說明

● 後段代工廠商各製程規格每日可提供之產量上限

每日分配於代工廠商 w 製程規格 i 的總量，皆不可超過該代工廠商製程規格 i 每日可提供之產量上限，如式 3-26 所示。

以「第 23 天($t=23$)」「代工廠商 3($w=3$)」「製程規格 9($i=9$)」之總配置量為例，如圖 4- 2 所示：當天「代工廠商 3($w=3$)」「製程規格 9($i=9$)」須採「單階代工($k=1$)」狀態提供「訂單 13($a=13$)」10,000 單位($P_{w=3, i=9, a=13}^{t=23, k=1}$)(表 4- 27)，以及採「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態提供「訂單 15($a=15$)」10,000 單位($P_{w=3, i=9, a=15}^{t=23, k=3}$)(表 4- 27)，故當天該代工廠商「製程規格 9」所提供的總量共為 20,000(=10,000+10,000)單位，並未超過「代工廠商 3($w=3$)」「製程規格 9($i=9$)」每日可提供之產量上限 20,000 單位($dq_{w=3, i=9}$)(表 4- 6)，如式 4-21 所示。

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1 (2) 20K	1 (2) 5K	1 (2) 5K	3 (6) 15K >	8 (1) 20K	8 (1) 20K	8 (1) 20K	4 (1) 10K	8 (1) 20K
				3 (6) 15K >		2 (2) 15K >	2 (2) 5K >	> 2 (5) 15K	8 (1) 10K	2 (5) 15K
						3 (6) 15K >	5 (6) 15K	5 (6) 15K	2 (2) 10K >	3 (6) 15K >
									3 (6) 15K >	> 3 (9) 15K
									2 (5) 10K	
									> 2 (5) 5K	
									> 3 (9) 15K	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8 (1) 5K	7 (1) 5K	7 (1) 5K	14 (1) 20K	14 (1) 20K	14 (1) 20K	13 (2) 20K >	13 (5) 15K >	14 (1) 10K >	> 14 (6) 10K
	14 (1) 15K	14 (1) 15K	14 (1) 15K	13 (2) 15K >	15 (5) 15K >	> 13 (5) 15K	13 (5) 10K >		13 (5) 15K >	> 13 (5) 15K
	> 3 (9) 15K	> 2 (5) 10K	3 (9) 20K	15 (5) 15K >	6 (8) 20K		14 (1) 15K		13 (9) 10K	13 (9) 5K
代工廠3	3 (9) 5K	3 (9) 15K		6 (8) 4K	> 3 (9) 15K		15 (5) 5K >		15 (9) 10K	14 (1) 15K >
	2 (5) 15K			> 3 (9) 15K	3 (9) 5K					> 15 (9) 15K
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	14 (1) 15K >	> 14 (6) 15K	11 (6) 15K	> 13 (9) 20K	> 13 (9) 10K	> 13 (9) 20K	> 13 (9) 20K			
	> 13 (5) 5K	13 (9) 5K	13 (9) 10K		13 (9) 10K					
	13 (5) 10K >	> 13 (9) 15K	> 15 (9) 10K							
	> 14 (6) 15K									
	> 15 (9) 10K									
	15 (9) 10K									

註： 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試；#-(#)#K：訂單-(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
#-(#)#K >：連續代工的第一階段；>#-(#)#K：連續代工的後續階段；

圖 4-2 「代工廠商 3」之每日承包資訊-結果說明

$$\sum_{k \in K} \sum_{a=1}^{A=15} P_{w=3, i=9, a}^{t=23, k} \leq dq_{w=3, i=9}$$

$$\Leftrightarrow P_{w=3, i=9, a=13}^{t=23, k=1} + P_{w=3, i=9, a=15}^{t=23, k=3} \leq 20,000$$

$$\Leftrightarrow 10,000 + 10,000 \leq 20,000$$

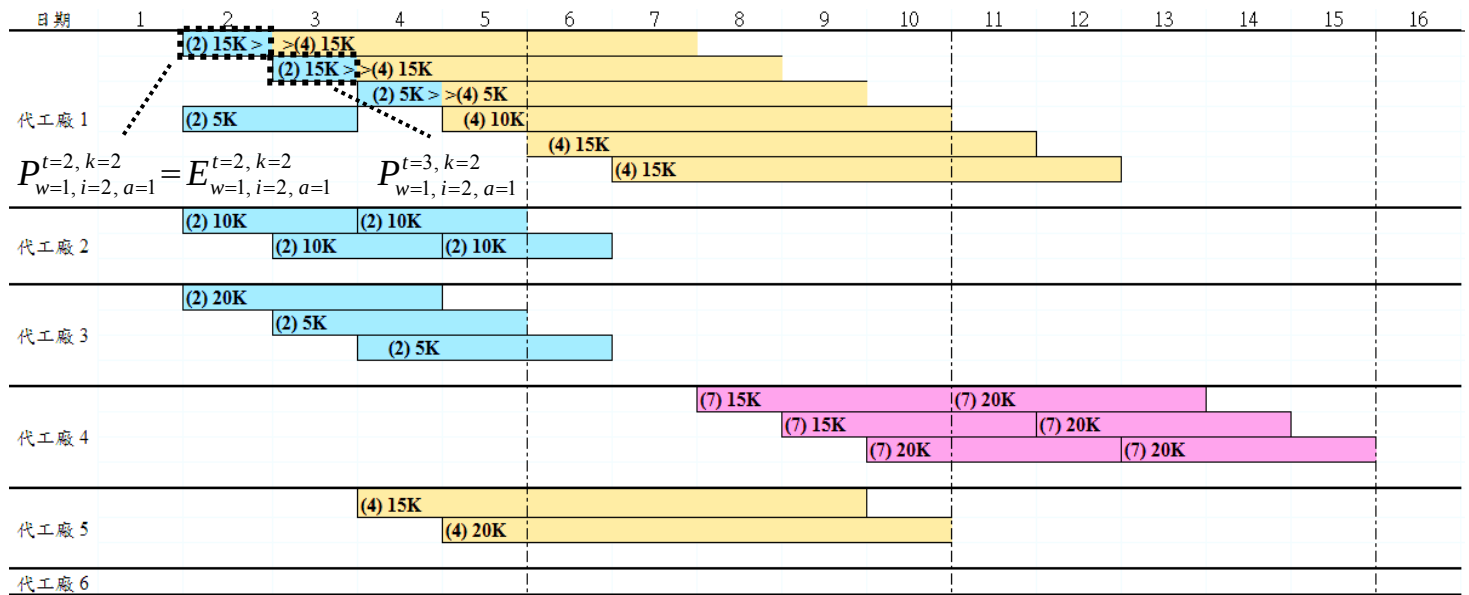
$$\Leftrightarrow 20,000 \leq 20,000$$

式 4-21

● 投入量與產出量的對應

若規劃週期 t 投入一訂單之需求量，則該訂單之需求量須經過一段既定之生產週期時間，始能產出與投入量相同的數量，如式 3-27 所示。

以「訂單 1($a=1$)」為例，如圖 4-3 所示：該訂單「第 2 天($t=2$)」於「代工廠商 1($w=1$)」以「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態加工「製程規格 2($i=2$)」15,000 單位($P_{w=1, i=2, a=1}^{t=2, k=2}$)(表 4-27)，該投入量經過生產週期時間 1 天($ct_{w=1, i=2}^{k=2}$)後，於當天「第 2 天($t=2$)」即可產出 15,000 單位($E_{w=1, i=2, a=1}^{t=2, k=2}$)(表 4-28)，如式 4-22 所示。



註: (晶圓針測) (晶圓封裝) (最終測試); (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位
(#)#K >: 連續代工的第一階段; > (#)#K: 連續代工的後續階段;

圖4-3 「訂單1」之訂單分配甘特圖-結果說明

$$P_{w=1, i=2, a=1}^{t=2, k=2} = E_{w=1, i=2, a=1}^{t'=t+ct_{w=1, i=2}^{k=2}-1, k=2}$$

$$\Leftrightarrow P_{w=1, i=2, a=1}^{t=2, k=2} = E_{w=1, i=2, a=1}^{t'=2+1-1, k=2}$$

$$\Leftrightarrow P_{w=1, i=2, a=1}^{t=2, k=2} = E_{w=1, i=2, a=1}^{t'=2, k=2}$$

$$\Leftrightarrow 15,000 = 15,000$$

式 4-22

此外，有投入才有產出，故在規劃週期 t 之前投入多少量，始能在一
段生產週期時間後產出多少量，如式 3-28 所示。

同樣以「訂單 1($a=1$)」為例，如圖 4-3 所示：「訂單 1($a=1$)」在「第
3 天($t=3$)」(含)以前於「代工廠商 1($w=1$)」以「連續代工的第一階段($k=2$)」
狀態加工「製程規格 2($i=2$)」的數量共有 30,000 單位($\sum_{t'=0}^{t=3} P_{w=1, i=2, a=1}^{t', k=2}$)(表 4-
27)，故在「第 3 天($t=3$)」(含)以前最多僅能完成 30,000 單位($\sum_{t'=0}^3 E_{w=1, i=2, a=1}^{t', k=2}$)
(表 4-28)，如式 4-23 所示。

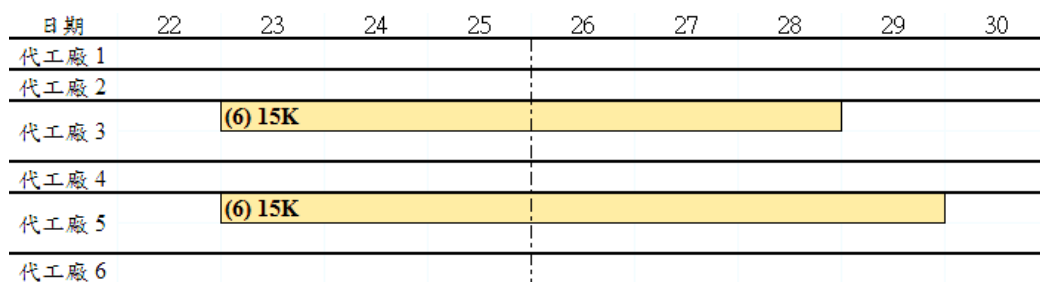
$$\begin{aligned}
\sum_{t'=0}^{t=3} P_{w=1, i=2, a=1}^{t', k=2} &\geq \sum_{t'=0}^{t+ct_{w=1, i=2}^{k=2}-1} E_{w=1, i=2, a=1}^{t', k=2} \\
\Leftrightarrow \sum_{t'=0}^{t=3} P_{w=1, i=2, a=1}^{t', k=2} &\geq \sum_{t'=0}^{3+1-1} E_{w=1, i=2, a=1}^{t', k=2} \\
\Leftrightarrow P_{w=1, i=2, a=1}^{t'=2, k=2} + P_{w=1, i=2, a=1}^{t'=3, k=2} &\geq E_{w=1, i=2, a=1}^{t'=2, k=2} + E_{w=1, i=2, a=1}^{t'=3, k=2} \\
\Leftrightarrow 15,000 + 15,000 &\geq 15,000 + 15,000 \\
\Leftrightarrow 30,000 &\geq 30,000
\end{aligned}$$

式 4-23

● 在訂單之交期內滿足其需求量

若允諾承接訂單 a ，即須在該訂單之交期內滿足其各製程階段之需求，如式 3-29 所示。

以「訂單 11($a=11$)」為例，如圖 4-4 所示：該訂單僅須加工晶圓封裝階段的「製程規格 6($i=6$)」；若允諾承接「訂單 11($a=11$)」($Y_{a=11}=1$)(表 4-30)，則在該訂單的來到日「第 23 天 ($=str_{a=11}$)」至交期「第 30 天 ($=due_{a=11}$)」之間，該訂單「製程規格 6($i=6$)」的完工量($\sum_{t'=23-1}^{t=30-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W E_{w, i=6, a=11}^{t', k}$)即須滿足該訂單之需求量 30,000 單位($d_{a=11}$)(表 4-51)，如式 4-24 所示。



註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試；(#)#K：(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
 (#)#K ≥：連續代工的第一階段；> (#)#K：連續代工的後續階段；

圖4-4 「訂單11」之訂單分配甘特圖-結果說明

$$\begin{aligned}
& \sum_{t'=str_a-1}^{t=due_a-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W E_{w,i=6,a=11}^{t',k} \geq Y_{a=11} * d_{a=11} \\
& \Leftrightarrow \sum_{t'=23-1}^{t=30-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W E_{w,i=6,a=11}^{t',k} \geq Y_{a=11} * d_{a=11} \\
& \Leftrightarrow \sum_{t'=22}^{t=29} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W E_{w,i=6,a=11}^{t',k} \geq Y_{a=11} * d_{a=11} \\
& \Leftrightarrow E_{w=3,i=6,a=11}^{t'=28,k=1} + E_{w=5,i=6,a=11}^{t'=29,k=1} \geq Y_{a=11} * d_{a=11} \\
& \Leftrightarrow 15,000 + 15,000 \geq 1 * 30,000 \\
& \Leftrightarrow 30,000 \geq 30,000
\end{aligned}$$

式 4-24

● 製程階段之加工順序與代工方案狀態

➤ 晶圓針測階段之訂單分配時點及數量限制

任何訂單在來到日之前，皆無法分配至晶圓針測階段進行加工，如式 3-30 所示。

以「訂單 1 ($a=1$)」為例，如圖 4-3 所示：該訂單在來到日「第 2 天 ($=str_{a=1}$)」之前，即在「第 1 天 ($<str_{a=1}=2$)」，任一代工廠商加工「訂單 1 ($a=1$)」晶圓針測階段「製程規格 2 ($=i=cp_{a=1}$)」的數量皆須為 0 ($= \sum_{t=0}^{str_{a=1}-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W P_{w,i=cp_{a=1},a=1}^{t,k}$)，如式 4-25 所示。

$$\begin{aligned}
& \sum_{t=0}^{str_{a=1}-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W P_{w,i=cp_{a=1},a=1}^{t,k} \leq 0 \\
& \Leftrightarrow \sum_{t=0}^{2-1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W P_{w,i=2,a=1}^{t,k} \leq 0 \\
& \Leftrightarrow \sum_{t=0}^1 \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^W P_{w,i=2,a=1}^{t,k} \leq 0 \\
& \Leftrightarrow 0 + 0 + \dots + 0 \leq 0
\end{aligned}$$

式 4-25

此外，任一訂單在晶圓針測階段的外包狀態皆不可處於「連續代工的後續階段($k=3$)」，如式 3-31 及圖 3-19 所示。因此，在任一規劃週期任一代工廠商，皆不能以「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態加工任一訂單的晶

圓針測階段，如式 4-26 所示。

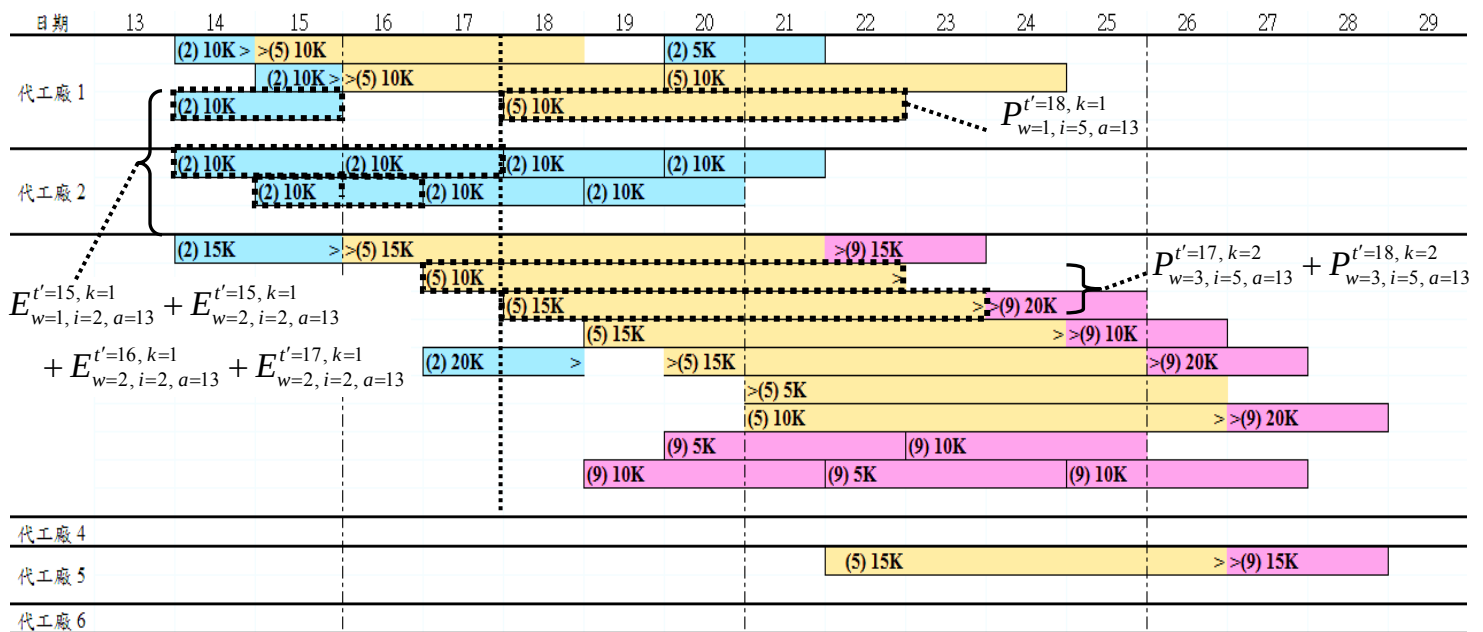
$$\sum_{t=0}^{T=30} \sum_{w=0}^{W=6} \sum_{a=1}^{A=15} P_{w, i=cp_a, a}^{t, k=3} \leq 0$$

$$\Leftrightarrow 0 \leq 0$$
式 4-26

➤ 完成晶圓針測階段後之移轉限制

訂單 a 在 t 日以前於晶圓針測階段以「單階代工($k=1$)」狀態完成之總量，須大於等於其在 $t+1$ 日以前移交至晶圓封裝階段以「單階代工($k=1$)」或「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態加工之總量，如式 3-32、圖 3-19(A)(B) 所示。

以「訂單 13 ($a=13$)」的晶圓針測階段「製程規格 2($cp_{a=13}=2$)」為例，如圖 4-5 所示：該訂單在「第 17 天($t=17$)」(含)以前以「單階代工($k=1$)」狀態完成「製程規格 2($cp_{a=13}=2$)」之總量 40,000 單位($\sum_{t'=0}^{t=17} \sum_{w=0}^{W=6} E_{w, i=cp_{a=13}, a=13}^{t', k=1}$)(表 4-28)，須大於等於其在「第 18 天($t+1=18$)」(含)以前移交至晶圓封裝階段採「單階代工方案($k=1$)」或「連續代工方案($k=2$)」加工「製程規格 5($as_{a=13}=5$)」之總量 35,000 單位($= \sum_{t'=0}^{17+1} \sum_{w=0}^{W=6} P_{w, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{17+1} \sum_{w=0}^{W=6} P_{w, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=2}$)(表 4-27)，如式 4-27 所示。



註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試；(#)#K：(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
 (#)#K >：連續代工的第一階段；> (#)#K：連續代工的後續階段；

圖4-5 「訂單13」之訂單分配甘特圖-結果說明(1)

$$\begin{aligned}
 \sum_{t'=0}^{t=17} \sum_{w=0}^{W=6} E_{w, i=cp_{a=13}, a=13}^{t', k=1} &\geq \sum_{t'=0}^{17+1} \sum_{w=0}^{W=6} P_{w, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{17+1} \sum_{w=0}^{W=6} P_{w, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=2} \\
 \Leftrightarrow E_{w=1, i=2, a=13}^{t'=15, k=1} + E_{w=2, i=2, a=13}^{t'=15, k=1} + E_{w=2, i=2, a=13}^{t'=16, k=1} + E_{w=2, i=2, a=13}^{t'=17, k=1} \\
 &\geq P_{w=1, i=5, a=13}^{t'=18, k=1} + P_{w=3, i=5, a=13}^{t'=17, k=2} + P_{w=3, i=5, a=13}^{t'=18, k=2} \\
 \Leftrightarrow 10,000 + 10,000 + 10,000 + 10,000 &\geq 10,000 + 10,000 + 15,000 \\
 \Leftrightarrow 40,000 &\geq 35,000
 \end{aligned}
 \tag{式 4-27}$$

訂單 a 在 $t+1$ 日以前移交至代工廠商 w 採「單階代工方案($k=1$)」或以「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態加工晶圓封裝階段之總量，不可超過該訂單在 t 日以前於代工廠商 w 之外的其它代工廠商採「單階代工方案($k=1$)」完成晶圓針測階段之總量，如式 3-33、圖 3-19 (A)(B)所示。

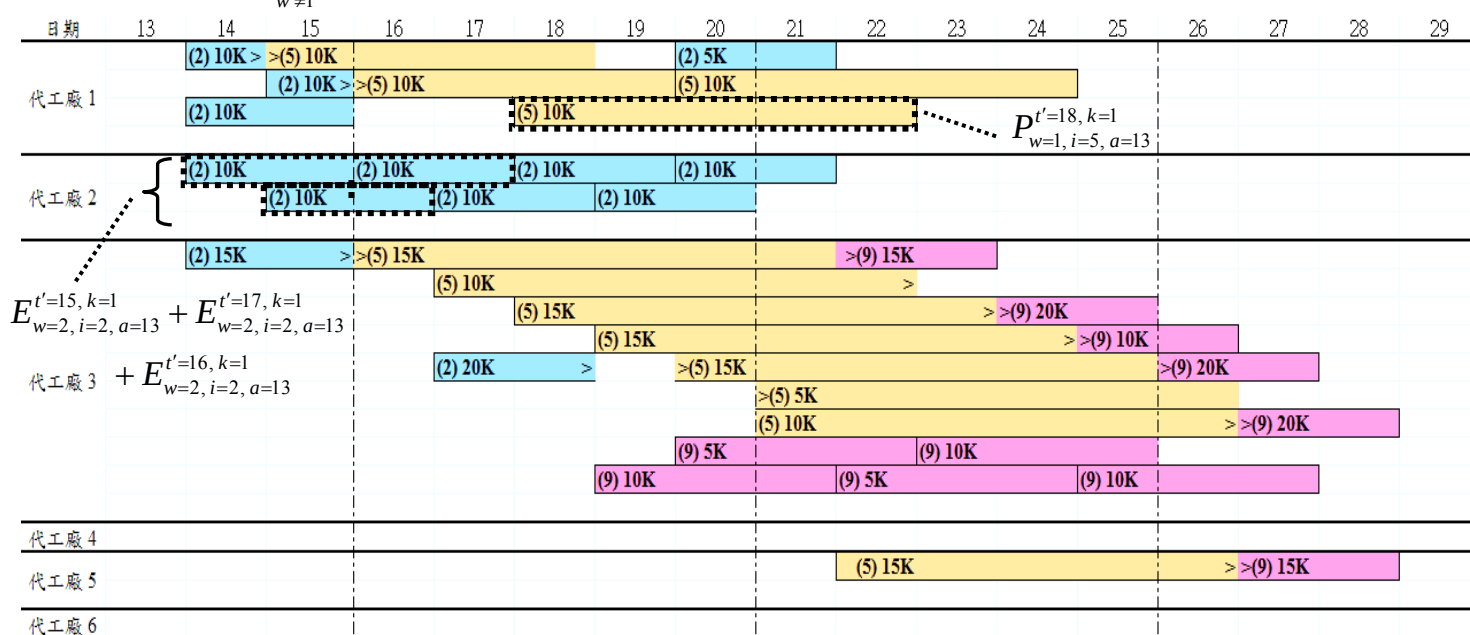
以「訂單 13($a=13$)」的晶圓針測階段「製程規格 2($cp_{a=1}=2$)」為例，如圖 4-6 所示：該訂單在「第 18 天($t+1=18$)」(含)以前移交至「代工廠商 1($w=1$)」採「單階代工方案($k=1$)」或以「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態加工晶圓封裝階段「製程規格 5($as_{a=13}=5$)」之總量 10,000 單位

$(= \sum_{t'=0}^{17+1} P_{w=1, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{17+1} P_{w=1, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=2})$ (表 4- 27)，不可超過該訂單在「第 17

天($t=17$)」(含)以前於「代工廠商 1($w=1$)」之外的「代工廠商 2($w=2$)」採

「單階代工方案($k=1$)」完成「製程規格 2($i=2$)」之總量 30,000 單位

$(= \sum_{t'=0}^{t=17} \sum_{w'=0}^{W=6} E_{w', i=cp_{a=13}, a=13}^{t', k=1})$ (表 4- 28)，如式 4-28 所示。



註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試；(#)#K：(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
 (#)#K >：連續代工的第一階段；> (#)#K：連續工工的後續階段；

圖4- 6 「訂單13」之訂單分配甘特圖-結果說明(2)

$$\sum_{t'=0}^{17+1} P_{w=1, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{17+1} P_{w=1, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=2} \leq \sum_{t'=0}^{t=17} \sum_{w'=0}^{W=6} E_{w', i=cp_{a=13}, a=13}^{t', k=1}$$

$$\Leftrightarrow P_{w=1, i=5, a=13}^{t'=18, k=1} + 0 \leq E_{w=2, i=2, a=13}^{t'=15, k=1} + E_{w=2, i=2, a=13}^{t'=16, k=1} + E_{w=2, i=2, a=13}^{t'=17, k=1}$$

式 4-28

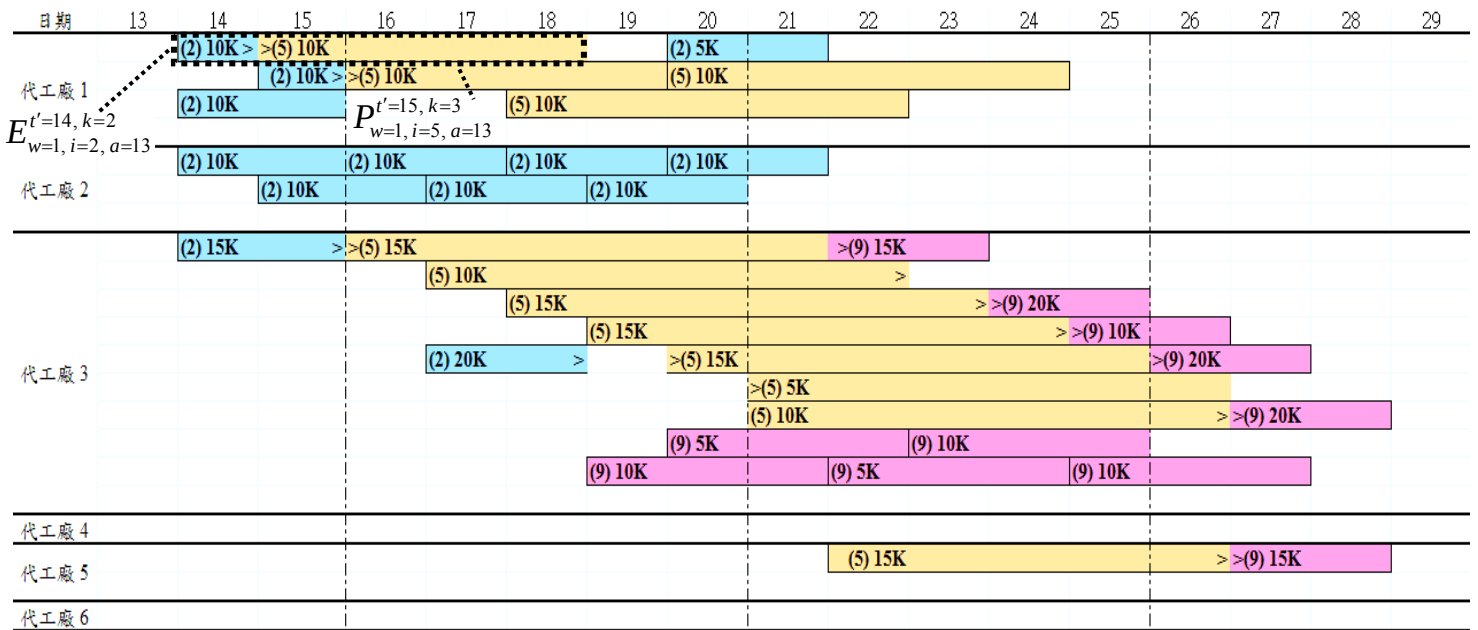
$$\Leftrightarrow 10,000 + 0 \leq 10,000 + 10,000 + 10,000$$

$$\Leftrightarrow 10,000 \leq 30,000$$

訂單 a 在 t 日以前於代工廠商 w 採以「連續代工的第一階段($k=2$)」完成晶圓針測階段之總量，須大於等於該訂單在 $t+1$ 日以前於同一代工廠商 w 以「連續工工的後續階段($k=3$)」狀態加工晶圓封裝階段之總量，如式 3-34、圖 3- 19 (C)(D)所示。

以「訂單 13 ($a=13$)」採「連續代工方案」完成晶圓針測階段的「製程

規格 2($cp_{a=13}=2$)」為例，如圖 4- 7 所示：該訂單在「第 14 天($t=14$)」(含)以前於「代工廠商 1($w=1$)」以「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態完成晶圓針測階段之總量 10,000 單位($=\sum_{t'=0}^{14} E_{w=1, i=2, a=13}^{t', k=2}$)(表 4- 28)，須大於等於該訂單在「第 15 天($t+1=15$)」(含)以前於同一代工廠商以「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態加工晶圓封裝階段「製程規格 5($as_{a=13}=5$)」之總量 10,000 單位($=\sum_{t'=0}^{14+1} P_{w=1, i=5, a=13}^{t', k=3}$)(表 4- 27)，如式 4-29 所示。



註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試；(#)#K：(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
 (#)#K >：連續代工的第一階段；> (#)#K：連續代工的後續階段；

圖4- 7 「訂單13」之訂單分配甘特圖-結果說明(3)

$$\sum_{t'=0}^{14} E_{w=1, i=cp_{a=13}, a=13}^{t', k=2} \geq \sum_{t'=0}^{14+1} P_{w=1, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=3}$$

$$\Leftrightarrow E_{w=1, i=2, a=13}^{t'=14, k=2} \geq P_{w=1, i=5, a=13}^{t'=15, k=3}$$

$$\Leftrightarrow 10,000 \geq 10,000$$

式 4-29

➤ 完成晶圓封裝階段後之移轉限制

表示任何訂單在最終測試階段之代工狀態皆不可能處於「連續代工的第一階段($k=2$)」，如式 3-35、圖 3- 19 所示。因此，在任一規劃週期任一代工廠商，皆不能以「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態加工任一訂單的最終

測試階段，如式 4-30 所示。

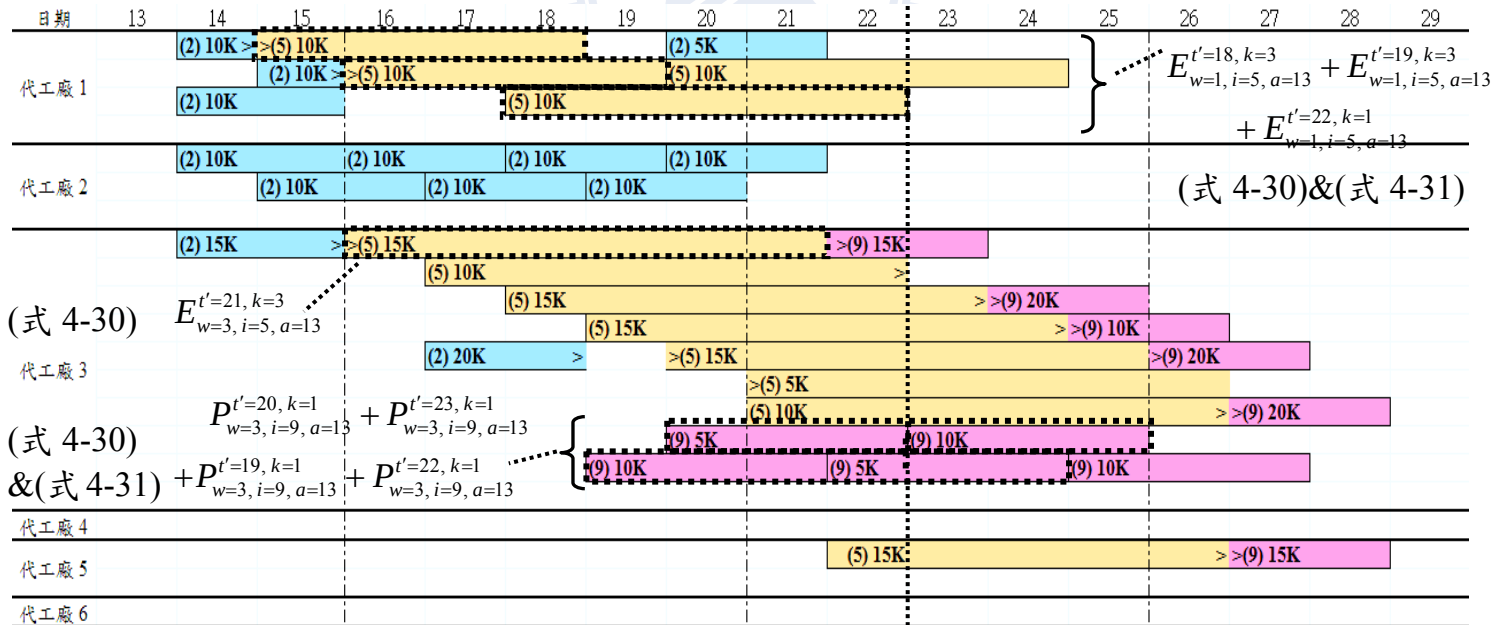
$$\sum_{t=0}^T \sum_{w=0}^W \sum_{a=1}^A P_{w,i=f_{t,a},a}^{t,k=2} \leq 0$$

$$\Leftrightarrow 0 \leq 0$$

式 4-30

訂單 a 在 t 日以前採「單階代工($k=1$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量，須大於等於其 $t+1$ 日以前移交至最終測試階段以「單階代工($k=1$)」狀態加工之總量，如式 3-36、圖 3- 19 (A)(C)所示。

以「訂單 13 ($a=13$)」為例，如圖 4- 8 所示：該訂單「第 22 天($t=22$)」(含)以前採「單階代工($k=1$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量 35,000 單位($= \sum_{t'=0}^{t=22} \sum_{w=0}^W E_{w,i=as_{a=13},a=13}^{t',k=1} + \sum_{t'=0}^{t=22} \sum_{w=0}^W E_{w,i=as_{a=13},a=13}^{t',k=3}$)(表 4- 28)，須大於等於其在「第 23 天($t+1=23$)」(含)以前移交至最終測試階段以「單階代工($k=1$)」狀態加工之總量 30,000 單位($= \sum_{t'=0}^{22+1} \sum_{w=0}^W P_{w,i=f_{t=13},a=13}^{t',k=1}$)(表 4- 27)，如表 4-31 所示。



註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試 ； (#)#K：(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
 (#)#K ≥：連續代工的第一階段； ≥ (#)#K：連續代工的後續階段；

圖4- 8 「訂單13」之訂單分配甘特圖-結果說明(4)

$$\begin{aligned}
& \sum_{t'=0}^{t=22} \sum_{w=0}^{W=6} E_{w, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{t=22} \sum_{w=0}^{W=6} E_{w, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=3} \geq \sum_{t'=0}^{22+1} \sum_{w=0}^{W=6} P_{w, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=1} \\
& \Leftrightarrow E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=22, k=1} + \left(E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=18, k=3} + E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=19, k=3} + E_{w=3, i=5, a=13}^{t'=21, k=3} \right) \\
& \geq P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=19, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=20, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=22, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=23, k=1} \quad \text{式 4-31} \\
& \Leftrightarrow 10,000 + (10,000 + 10,000 + 15,000) \\
& \geq 10,000 + 5,000 + 5,000 + 10,000 \\
& \Leftrightarrow 35,000 \geq 30,000
\end{aligned}$$

訂單 a 在 $t+1$ 日以前移交至代工廠商 w 以「單階代工($k=1$)」狀態加工最終測試階段之總量，不可超過訂單 a 在 t 日以前於代工廠商 w 之外的其它代工廠商以「單階代工($k=1$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量，如式 3-37、圖 3-19 (A)(C)所示。

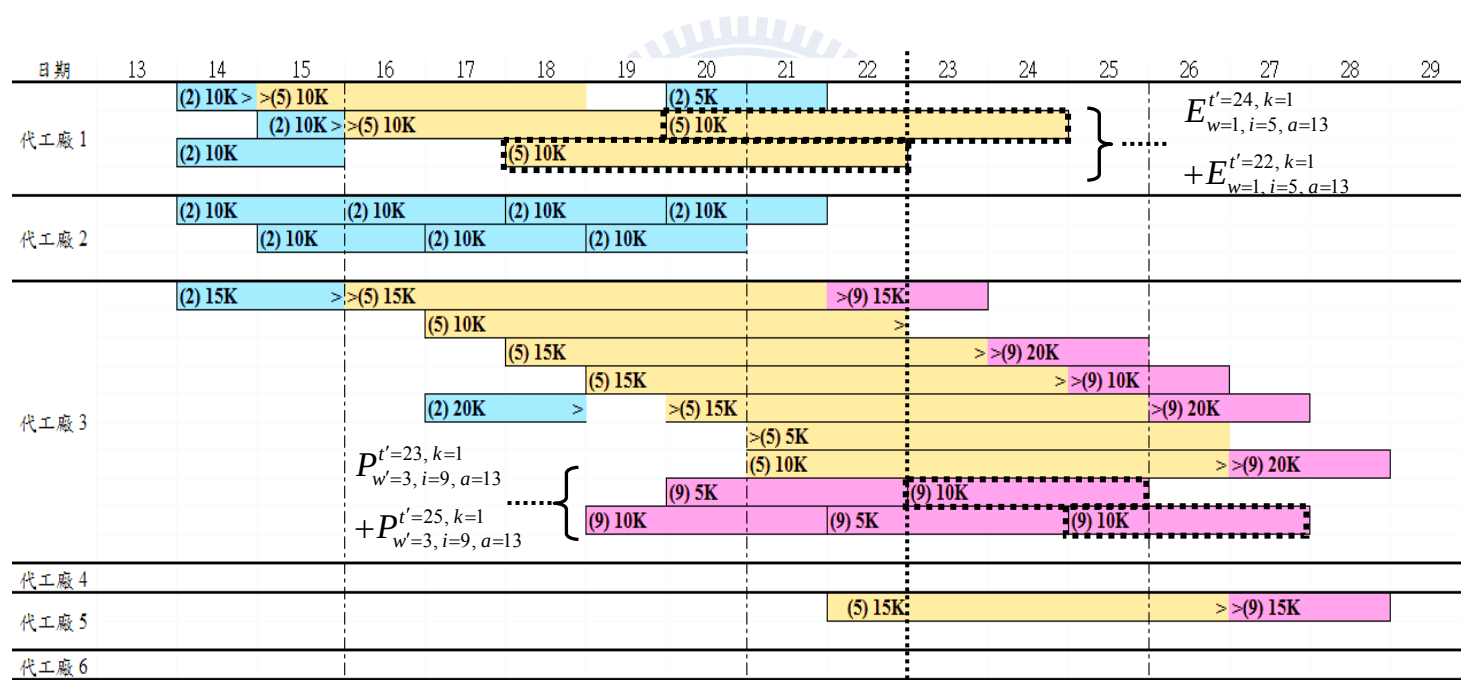
以「訂單 13 ($a=13$)」為例，如圖 4-8 所示：該訂單在「第 23 天($t+1=23$)」(含)以前移交至「代工廠商 3($w=3$)」以「單階代工($k=1$)」狀態加工最終測試階段之總量 30,000 單位($= \sum_{t'=0}^{22+1} P_{w=3, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=1}$)(表 4-27)，不可超過其在「第 22 天($t=22$)」(含)以前於「代工廠商 3($w=3$)」之外的其它代工廠商以「單階代工($k=1$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量 $30,000 (= \sum_{t'=0}^{22} \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq 3}}^W E_{w', i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{22} \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq 3}}^W E_{w', i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=3})$ (表 4-28)，如式 4-32 所示。

$$\begin{aligned}
& \sum_{t'=0}^{22+1} P_{w=3, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=1} \leq \sum_{t'=0}^{22} \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq 3}}^W E_{w', i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1} + \sum_{t'=0}^{22} \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq 3}}^W E_{w', i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=3} \\
& \Leftrightarrow P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=19, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=20, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=22, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=23, k=1} \\
& \leq E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=22, k=1} + \left(E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=18, k=3} + E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=19, k=3} \right) \quad \text{式 4-32} \\
& \Leftrightarrow 10,000 + 5,000 + 5,000 + 10,000 \leq 10,000 + (10,000 + 10,000) \\
& \Leftrightarrow 30,000 \leq 30,000
\end{aligned}$$

訂單 a 在 $t+1$ 日以後於代工廠商 w 之外的其它代工廠商以「單階代工($k=1$)」狀態加工最終測試階段之總量，須大於等於該訂單在 t 日以後於代工廠商 w 以「單階代工($k=1$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量。意即，一訂

單在某日於代工廠商 w 以「單階代工($k=1$)」狀態完成晶圓封裝階段之後，須分配至代工廠商 w 之外的其它代工廠商以「單階代工($k=1$)」狀態加工最終測試階段，如式 3-38、圖 3-19 (A)(C)所示。

以「訂單 13 ($a=13$)」為例，如圖 4-9 所示：該訂單在「第 23 天($t+1=23$)」(含)以後於「代工廠商 1($w=1$)」之外的其它代工廠商以「單階代工($k=1$)」狀態加工最終測試階段之總量 30,000 單位($= \sum_{t'=22+1}^{T=30} \sum_{\substack{w'=0 \\ w' \neq 1}}^W P_{w', i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=1}$) (表 4-27)，須大於等於該訂單在「第 22 天($t=22$)」(含)以後於「代工廠商 1($w=1$)」以「單階代工($k=1$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量($= \sum_{t'=22}^{T=30} E_{w=1, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1}$) (表 4-28)，如式 4-33 所示。



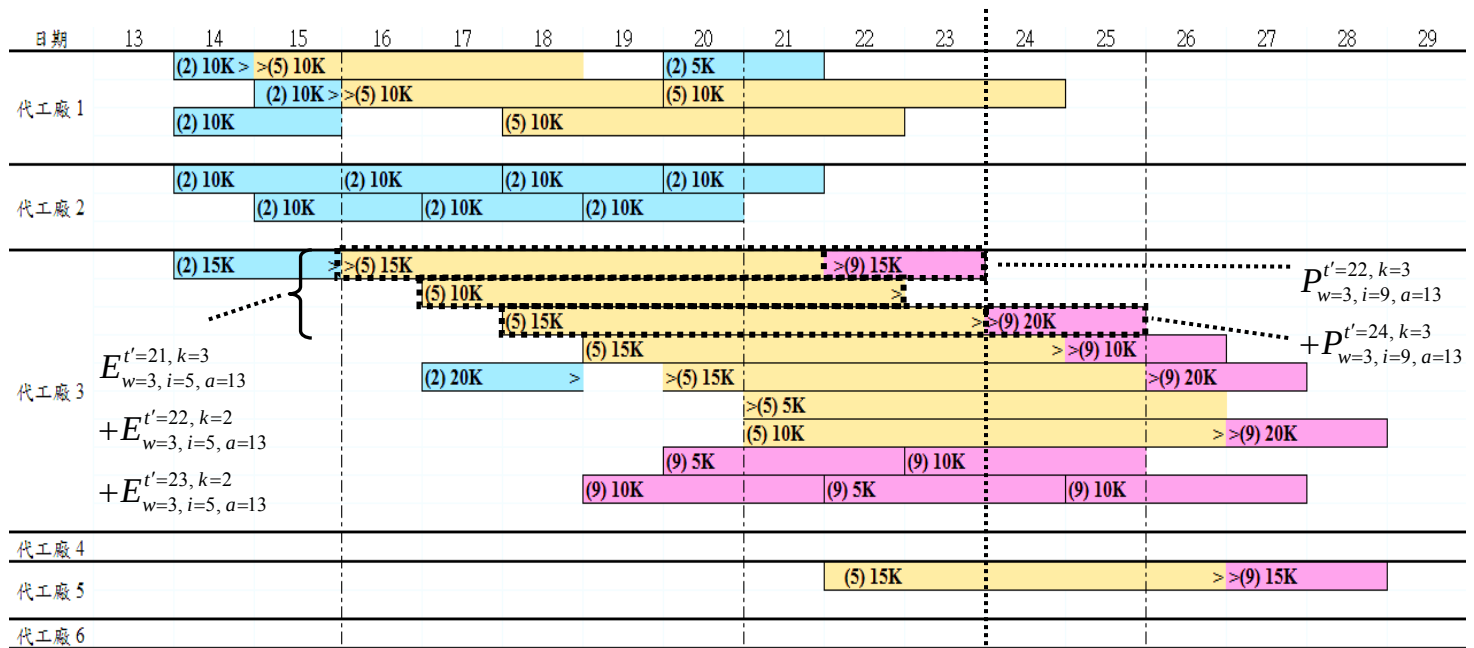
註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試；(#)#K：(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
 (#)#K >：連續代工的第一階段；> (#)#K：連續代工的後續階段；

圖4-9 「訂單13」之訂單分配甘特圖-結果說明(5)

$$\begin{aligned}
& \sum_{t'=22+1}^{T=30} \sum_{\substack{w=0 \\ w' \neq 1}}^W P_{w', i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=1} \geq \sum_{t'=22}^{T=30} E_{w=1, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=1} \\
& \Leftrightarrow P_{w'=3, i=9, a=13}^{t'=23, k=1} + P_{w'=3, i=9, a=13}^{t'=25, k=1} \geq E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=22, k=1} + E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=24, k=1} \\
& \Leftrightarrow 10,000 + 10,000 \geq 10,000 + 10,000 \\
& \Leftrightarrow 20,000 \geq 20,000
\end{aligned} \tag{式 4-33}$$

訂單 a 在 t 日以前於代工廠商 w 以「連續代工的第一階段($k=2$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量，須大於等於其在 $t+1$ 日以前於同一代工廠商 w 以「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態加工最終測試階段之總量，如式 3-39、圖 3- 19 (B)(D)所示。

以「訂單 13 ($a=13$)」為例，如圖 4- 10 所示：該訂單在「第 23 天($t=23$)」(含)以前於「代工廠商 3($w=3$)」以「連續代工的第一階段($k=2$)」或「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量 40,000 單位($= \sum_{t'=0}^{t=23} E_{w=3, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=2} + \sum_{t'=0}^{t=23} E_{w=3, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=3}$)(表 4- 28)，須大於等於其在「第 24 天($t+1=24$)」日以前於同一代工廠商以「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態加工最終測試階段之總量 35,000 單位($= \sum_{t'=0}^{23+1} P_{w=3, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=3}$)(表 4- 27)，如式 4-34 所示。



註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試 ；(＃)＃K：(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
 (＃)＃K >：連續代工的第一階段；>(＃)＃K：連續代工的後續階段；

圖4- 10 「訂單13」之訂單分配甘特圖-結果說明(6)

$$\begin{aligned}
 & \sum_{t'=0}^{t=23} E_{w=3, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=2} + \sum_{t'=0}^{t=23} E_{w=3, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=3} \geq \sum_{t'=0}^{23+1} P_{w=3, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=3} \\
 \Leftrightarrow & E_{w=3, i=5, a=13}^{t'=22, k=2} + E_{w=3, i=5, a=13}^{t'=23, k=2} + E_{w=3, i=5, a=13}^{t'=21, k=3} \geq P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=22, k=3} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=24, k=3} \\
 \Leftrightarrow & 10,000 + 15,000 + 15,000 \geq 15,000 + 20,000 \\
 \Leftrightarrow & 40,000 \geq 35,000
 \end{aligned}
 \tag{式 4-34}$$

訂單 a 在 $t+1$ 日以後於代工廠商 w 採「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態加工最終測試階段之總量，須大於等於該訂單在 t 日以後於同一代工廠商 w 採「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量。意即，訂單 a 在 t 日於代工廠商 w 以「連續代工的第一階段($k=2$)」狀態完成晶圓封裝階段之後，須繼續於同一代工廠商 w 以「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態完成最終測試階段，如式 3-40、圖 3- 19 (B)(D)所示。

以「訂單 13 ($a=13$)」為例，如圖 4- 8 所示：該訂單在「第 24 天($t+1=24$)」(含)以後於「代工廠商 3($w=3$)」採「連續代工的後續階段($k=3$)」狀態加工最終測試階段之總量 70,000 單位($= \sum_{t'=23+1}^{T=30} P_{w=3, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=3}$)(表 4- 27)，須大於等於該訂單在「第 23 天($t=23$)」(含)以後於同一代工廠商採「連續代工的第

一階段($k=2$)」狀態完成晶圓封裝階段之總量 40,000 單位

($= \sum_{t'=23}^{T=30} E_{w=3, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=2}$)(表 4-28), 如式 4-35 所示。

$$\sum_{t'=23+1}^{T=30} P_{w=3, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k=3} \geq \sum_{t'=23}^{T=30} E_{w=3, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k=2}$$

$$\Leftrightarrow P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=24, k=3} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=25, k=3} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=26, k=3} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=27, k=3}$$

$$\geq E_{w=3, i=5, a=13}^{t'=23, k=2} + E_{w=3, i=5, a=13}^{t'=24, k=2} + E_{w=3, i=5, a=13}^{t'=26, k=2}$$

式 4-35

$$\Leftrightarrow 20,000 + 10,000 + 20,000 + 20,000 \geq 15,000 + 15,000 + 10,000$$

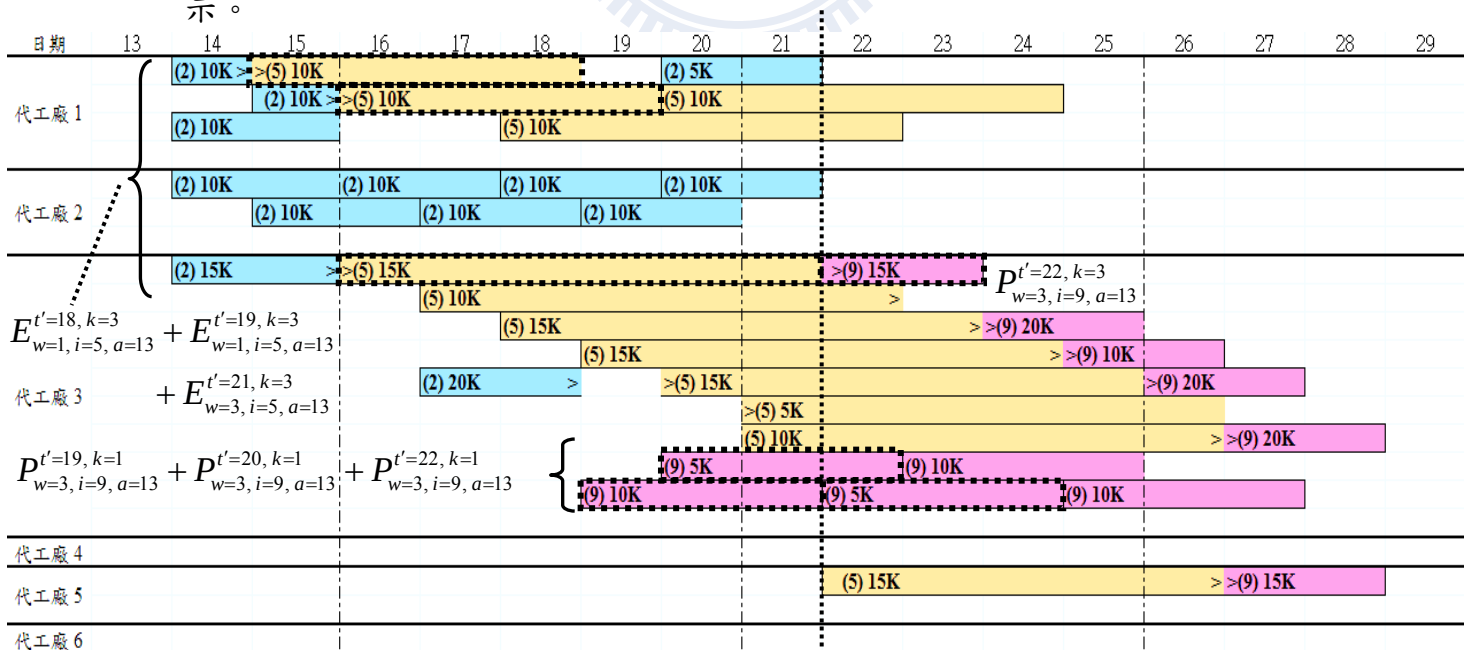
$$\Leftrightarrow 70,000 \geq 40,000$$

最後，訂單 a 在 t 日以前於晶圓封裝階段之總完工量，須大於等於其在 $t+1$ 日以前移交至最終測試階段之總加工量，如式 3-41 所示。

以「訂單 13 ($a=13$)」為例，如圖 4-11 所示：該訂單在「第 21 天($t=21$)」(含)以前於晶圓封裝階段之總完工量 35,000 單位($= \sum_{t'=0}^{t=21} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^{W=6} E_{w, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k}$)(

表 4-28)，須大於等於其在「第 22 天($t+1=22$)」日以前移交至最終測試階段之總加工量 35,000 單位($= \sum_{t'=0}^{21+1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^{W=6} P_{w, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k}$)(表 4-27)，如式 4-36 所

示。



註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試；(#)#K：(製程規格)投入量；1K=1,000 單位
 (#)#K >：連續代工的第一階段；> (#)#K：連續代工的後續階段；

圖 4-11 「訂單 13」之訂單分配甘特圖-結果說明(7)

$$\begin{aligned}
& \sum_{t'=0}^{t=21} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^{W=6} E_{w, i=as_{a=13}, a=13}^{t', k} \geq \sum_{t'=0}^{21+1} \sum_{k \in K} \sum_{w=0}^{W=6} P_{w, i=ft_{a=13}, a=13}^{t', k} \\
& \Leftrightarrow E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=18, k=3} + E_{w=1, i=5, a=13}^{t'=19, k=3} + E_{w=3, i=5, a=13}^{t'=21, k=3} \\
& \quad \geq P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=19, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=20, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=22, k=1} + P_{w=3, i=9, a=13}^{t'=22, k=3} \\
& \Leftrightarrow 10,000 + 10,000 + 15,000 \geq 10,000 + 5,000 + 5,000 + 15,000 \\
& \Leftrightarrow 35,000 \geq 35,000
\end{aligned}$$

式 4-36

● 訂單分配量低於預定配置量的數量

訂單分配量低於「產量配置模組」之預定配置量的數量，須大於等於預定配置量減實際分配量的數量，如式 3-42 所示。

以「代工廠商 1 ($w=1$)」「製程規格 1 ($i=1$)」為例：訂單分配量低於「產量配置模組」之預定配置量的數量 15,000 單位($U_{w=1, i=1}$)(表 4- 5856)，須大於等於預定配置量 70,000 單位($q_{w=1, i=1}$)(表 4- 24)減去訂單分配量 55,000 單位($\sum_{t=1}^{T=30} \sum_{k \in K} \sum_{a=1}^{A=6} P_{w=1, i=1, a}^{t, k}$)(表 4- 27)的數量 15,000 單位，如式 4-37 所示。

$$\begin{aligned}
U_{w=1, i=1} & \geq q_{w=1, i=1} - \sum_{t=1}^{T=30} \sum_{k \in K} \sum_{a=1}^{A=6} P_{w=1, i=1, a}^{t, k} \\
& \Leftrightarrow U_{w=1, i=1} \geq 70,000 - (P_{w=1, i=1, a=8}^{t=6, k=2} + P_{w=1, i=1, a=4}^{t=7, k=1} + P_{w=1, i=1, a=4}^{t=8, k=1}) \\
& \Leftrightarrow U_{w=1, i=1} \geq 70,000 - (15,000 + 20,000 + 20,000) \\
& \Leftrightarrow U_{w=1, i=1} \geq 70,000 - 55,000 \\
& \Leftrightarrow 15,000 \geq 15,000
\end{aligned}$$

式 4-37

4.4 成本效益評估

本節主要是針對 3.3 節產量配置模組的兩階段規劃模式進行成本效益評估。產量配置第一階段模式(以下簡稱「第一階段模式」; 3.3.2 節)在進行中期規劃時，可輔助晶圓製造業者將代工廠商所提供之數量折扣方案納入考量，以利用此一數量折扣資訊來降低其產量配置成本；產量配置第二階段模式(以下簡稱「第二階段模式」; 3.3.3 節)則可輔助晶圓製造業者利用相鄰製程階段能否接續加工之製程資訊，規劃代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，利用訂單採連續代工方案(於同一代工廠商連續加工多階製程)可縮短生產週期時間的特性，避免訂單分配時因部分訂單交期緊迫而導致其成本提升。

為說明上述兩模式輔助晶圓製造業者執行產量配置規劃之成本效益，本節將另設三種不同情境與兩模式之原情境進行比較，以分析兩模式考量額外資訊或規劃代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，對於產量配置成本或訂單分配成本之實質效益。承上所述，本文利用「決策樹(Decision Tree)」來表達三種不同情境下之決策因子，如圖 4- 12 所示，並簡述另設三種不同情境之目的：

情境一：原情境(4.1 節系統環境)假設晶圓製造業者在執行產量配置第一階段模式時，即可取得各代工廠所提供之數量折扣資訊。然而，倘若晶圓製造業者在執行第一階段模式時，未能取得數量折扣資訊，待其規劃完成後始依其產量配置結果享有對應之數量折扣，則其規劃結果對於總產量配置成本之影響為何。本文將上述未能取得各代工廠數量折扣資訊之情境簡稱為「無數量折扣情境」，該情境下之規劃結果可突顯晶圓製造業者在執行產量配置第一階段模式時，將數量折扣資訊納入考量對其總產量配置成本之效益。

情境二：本文設計產量配置模組之執行步驟為，第一階段模式執行完成後接續執行第二階段模式。然而，若晶圓製造業者執行完第一階段模式後跳過第二階段模式，直接依第一階段模式之規劃結果進行

產量配置，則其產量配置結果對於往後訂單分配成本之影響為何。由於第二階段與第一階段之差別在於，第二階段可輔助晶圓製造業者規劃代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，故本文將上述跳過第二階段模式之情境簡稱為「未規劃連續代工數量情境」，該情境下之規劃結果可突顯執行第二階段模式對於訂單分配成本之效益。

情境三：原情境(4.1 節系統環境)假設晶圓製造業者在執行產量配置第二階段模式時，即可取得相鄰製程能否接續加工之製程資訊。然而，倘若晶圓製造業者在執行第二階段模式時，未能取得相鄰製程能否接續加工之製程資訊，則其規劃結果對於訂單分配成本之影響為何。本文將上述未能取得相鄰製程能否接續加工之製程資訊之情境簡稱為「無接續加工製程資訊情境」，藉由該情境下之規劃結果，可突顯晶圓製造業者在執行第二階段模式時，將相鄰製程能否接續加工之製程資訊納入考量對往後訂單分配成本之效益。

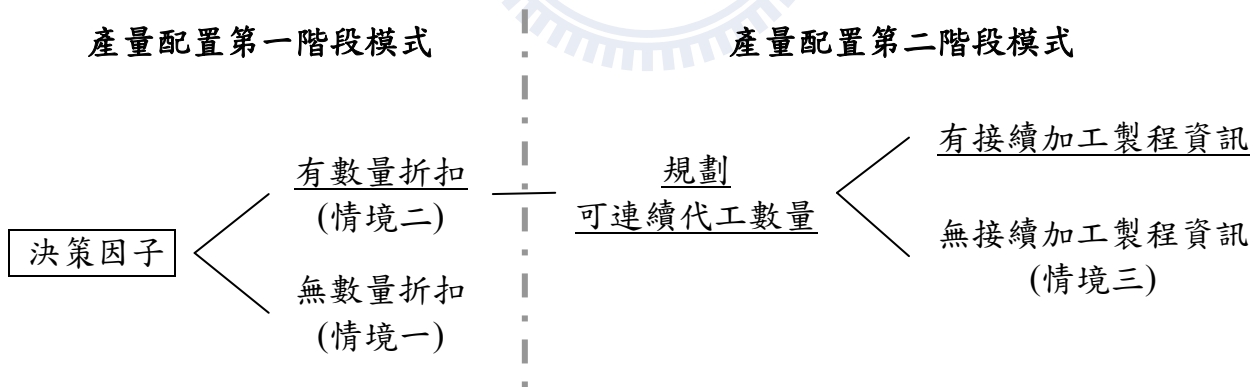


圖 4-12 決策樹：三種不同情境下之決策因子

4.4.1 產量配置模組第一階段模式之成本效益評估

為說明產量配置第一階段模式輔助晶圓製造業者考量數量折扣資訊以降低其總產量配置成本之成本效益，本節另設一晶圓製造業者未能取得各代工廠數量折扣資訊之情境(情境一：「無數量折扣情境」)。在「無數量折扣情境」下，由於未能取得各代工廠數量折扣資訊，因此假設不論各代工廠各製程規格之配置量多寡，其承包單價皆僅為單一價格(原價)，無任何價格折扣，其餘條件皆與系統原設定之情境(4.1節系統環境)相同。

若第一階段模式未能輔助晶圓製造業者考量數量折扣資訊，則與朱氏[10]所提出之產量配置模式相似，然而兩模式不同之處在於：

1. 朱氏所提之模式中，各代工廠各製程規格每月之配置量皆須相同；本文所提之第一階段模式則無此限制，較具彈性。
2. 朱氏所提之模式將代工廠視為長期合作之協同廠商，故每一製程規格皆須配置給每一家可加工該製程規格之候選代工廠；本文所提之第一階段模式則僅限制每一製程規格須配置於兩家以上的承包廠，以維持基本的服務品質。

為說明第一階段模式在未能取得各代工廠數量折扣資訊之情境下亦能進行求解，本節將利用第一階段模式求解「無數量折扣情境」下之產量配置結果。同時，為比較其規劃結果之產量配置成本與原情境(有數量折扣資訊)的差異，本節將「無數量折扣情境」下各代工廠各製程規格之價格等級設為單一等級，且將該價格等級之承包單價設為原情境(表4-8)「價格等級1($s=1$)」之價格，如表4-31所示，並將其承包下限設為「0」、上限設為規劃幅度內各代工廠各製程規格之總產量。其餘參數皆與原情境(4.1節系統環境)相同，包括：每月各製程規格之預測需求(表4-3)、每月各代工廠可提供各製程規格之產能上限(表4-5)、配置於任一代工廠之數量須佔該製程規格月需求量之最小比例值($r=0.2$)。將上述「無數量折扣情境」之參數代入第一階段模式進行求解，即可求得第一階段模式在「無數量折扣情境」下之規劃結果。第一階段模式在原情境(有數量折扣資訊；4.1節系

統環境)下之規劃結果列於4.2.1節，不再贅述。

表 4- 31 「無數量折扣情境」下各代工廠商各製程規格之承包單價(元)($pc_{w,i,s}$)

		製程規格編號(i)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
代工廠商 (w)	1	0.6	0.5	0.4	3.2	6.8	0	-	-	-
	2	0.6	0.5	0.4	-	-	-	-	-	-
	3	0.6	0.5	0	0	6.8	5.7	0	0.7	0.8
	4	-	-	-	-	-	-	0.6	0.7	0.8
	5	-	-	-	3.1	6.8	5.7	0.6	0.7	0.8
	6	-	-	-	3.1	6.8	5.7	-	-	-

第一階段模式在「無數量折扣情境」下之 ILOG OPL Studio 求解資訊如表 4- 32 所示：規劃幅度內最小配置成本為 47,376,000 元，較原情境 44,676,000 元(表 4- 10)增加 2,700,000 元；在限制式及變數個數方面，由於原情境之價格等級分為三個等級($s=1,2,3$ ，如表 4- 8 所示)，而「無數量折扣情境」僅有單一價格等級($s=1$)，故第一階段模式在「無數量折扣情境」下之限制式及變數個數皆較原情境少。

表4- 32 ILOG OPL Studio求解資訊：「無數量折扣情境」與原情境之比較

	無數量折扣情境	原情境
最佳解(Objective Value)	47,376,000(元)	44,676,000(元)
限制式個數(Constraints)	1,242	2,106
變數個數(Variables)	702	1,458
求解時間(Solving Time)	< 0.01(秒)	1.31(秒)

在「無數量折扣情境」下，第一階段模式之規劃結果除各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)皆為「價格等級 1($s=1$)」外，尚包括：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)、每月各製程規格之承包代工廠商 ($X_{w,i}^t$)，分別整理於表 4- 33 與表 4- 35。此外，為利於後續之比較分析，另計算各代工廠商對每一製程規格在整個規劃幅度內之總配置量，如表 4- 34 所示。

表 4-33 「無數量折扣情境」之規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)

月 (t)	代工廠商 (w)	製程規格(i)									總計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	280K	240K	40K	0	200K	0	0	0	0	760K
	2	70K	60K	10K	0	0	0	0	0	0	140K
	3	0	0	0	0	0	440K	0	24K	280K	744K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	0	0	240K
	5	0	0	0	320K	50K	110K	60K	6K	70K	616K
	6	0	0	0	80K	0	0	0	0	0	80K
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	350K	
2	1	280K	240K	40K	0	200K	0	0	0	0	760K
	2	70K	60K	10K	0	0	0	0	0	0	140K
	3	0	0	0	0	0	440K	0	24K	280K	744K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	6K	70K	316K
	5	0	0	0	320K	50K	110K	60K	0	0	540K
	6	0	0	0	80K	0	0	0	0	0	80K
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	350K	
3	1	320K	280K	80K	0	240K	0	0	0	0	920K
	2	0	0	20K	0	0	0	0	0	0	20K
	3	80K	70K	0	0	0	450K	0	64K	320K	984K
	4	0	0	0	0	0	0	280K	16K	80K	376K
	5	0	0	0	360K	0	150K	70K	0	0	580K
	6	0	0	0	90K	60K	0	0	0	0	150K
總計		400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K	
4	1	320K	280K	80K	0	240K	0	0	0	0	920K
	2	80K	70K	20K	0	0	0	0	0	0	170K
	3	0	0	0	0	0	450K	0	64K	320K	834K
	4	0	0	0	0	0	0	280K	16K	0	296K
	5	0	0	0	360K	60K	150K	70K	0	80K	720K
	6	0	0	0	90K	0	0	0	0	0	90K
總計		400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K	
5	1	360K	320K	120K	0	280K	0	0	0	0	1080K
	2	90K	80K	30K	0	0	0	0	0	0	200K
	3	0	0	0	0	70K	450K	0	104K	360K	984K
	4	0	0	0	0	0	0	320K	26K	0	346K
	5	0	0	0	400K	0	200K	80K	0	90K	770K
	6	0	0	0	100K	0	0	0	0	0	100K
總計		450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	450K	
6	1	360K	320K	120K	0	280K	0	0	0	0	720K
	2	0	80K	30K	0	0	0	0	0	0	110K
	3	90K	0	0	0	70K	450K	0	104K	360K	984K
	4	0	0	0	0	0	0	320K	0	90K	410K
	5	0	0	0	400K	0	200K	80K	26K	0	706K
	6	0	0	0	100K	0	0	0	0	0	100K
總計		450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	450K	

註：1 K = 1,000 單位

表 4-34 「無數量折扣情境」之規劃結果：各代工廠商各製程規格規劃幅度內之總配置量

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1920K	1680K	480K	0	1440K	0	0	0	0
2	310K	350K	120K	0	0	0	0	0	0
3	170K	70K	0	0	140K	2680K	0	384K	1920K
4	0	0	0	0	0	0	1680K	64K	240K
5	0	0	0	2160K	160K	920K	420K	32K	240K
6	0	0	0	540K	60K	0	0	0	0

註：1 K = 1,000 單位

表 4-35 「無數量折扣情境」之規劃結果：每月各製程規格之承包代工廠商($X_{w,i}^t$)

月 (i)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	w=1	w=1	w=1	w=5	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=2	w=2	w=2	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5	w=5
2	w=1	w=1	w=1	w=5	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=2	w=2	w=2	w=6	w=5	w=5	w=5	w=4	w=4
3	w=1	w=1	w=1	w=5	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=3	w=2	w=6	w=6	w=5	w=5	w=4	w=4
4	w=1	w=1	w=1	w=5	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=2	w=2	w=2	w=6	w=5	w=5	w=5	w=4	w=5
5	w=1	w=1	w=1	w=5	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=2	w=2	w=2	w=6	w=3	w=5	w=5	w=4	w=5
6	w=1	w=1	w=1	w=5	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=6	w=3	w=5	w=5	w=5	w=4

註：「w=#」表示 $X_{w,i}^t = 1$

在「無數量折扣情境」下執行第一階段模式時，由於未能取得代工廠商所提供之數量折扣資訊，故僅能以各代工廠商各製程規格之原價(表 4-31)進行產量配置。因此，第一階段模式在「無數量折扣情境」下所求得之最小產量配置成本 47,376,000 元(表 4-32)，係規劃後仍以原價(代工廠不提供數量折扣)進行產量配置之產量配置成本。然而，待產量配置規劃完成後，實際進行配置時仍可依各代工廠商各製程規格規劃幅度內之總配置量(表 4-34)取得其應得之數量折扣。承上所述，為求得第一階段模式在「無數量折扣情境」下之規劃結果於實際進行配置時之最終配置成本，吾人根據其規劃結果中各代工廠商各製程規格規劃幅度內之總配置量(表 4-34)，依原情境之數量折扣資訊(表 4-7、表 4-8)整理出實際進行配置時所

對應之價格等級與承包單價，如表 4- 36 與表 4- 37 所示，再依上述結果計算出第一階段模式在「無數量折扣情境」下之規劃結果於實際進行配置時成本為 45,392,000 元，如表 4- 38 所示，較原情境 44,676,000 元(表 4- 10)多增加 716,000 元。

表 4- 36 「無數量折扣情境」下之規劃結果於實際配置時應得之價格等級

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<u>s=2</u>	<u>s=2</u>	s=1	s=1	<u>s=2</u>	-	-	-	-
2	s=1	s=1	s=1	-	-	-	-	-	-
3	s=1	s=1	-	-	s=1	<u>s=3</u>	-	s=1	s=1
4	-	-	-	-	-	-	<u>s=2</u>	s=1	s=1
5	-	-	-	<u>s=2</u>	s=1	s=1	s=1	s=1	s=1
6	-	-	-	s=1	s=1	s=1	-	-	-

表4- 37 「無數量折扣情境」下之規劃結果於實際配置時應得之承包單價(元)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<u>0.55</u>	<u>0.45</u>	0.4	<u>3.2</u>	<u>6.5</u>	0	0	0	0
2	0.6	0.5	0.4	0	0	0	0	0	0
3	0.6	0.5	0	0	6.8	<u>5.3</u>	0	0.7	0.8
4	0	0	0	0	0	0	<u>0.55</u>	0.7	0.8
5	0	0	0	<u>3.0</u>	6.8	5.7	0.6	0.7	0.8
6	0	0	0	3.1	6.8	5.7	0	0	0

表4- 38 實際產量配置成本：「無數量折扣情境」與原情境之比較

	實際產量配置成本
無數量折扣情境	45,392,000(元)
原情境	44,676,000(元)
成本效益	716,000(元)

由表 4- 38 可知，實際進行產量配置時，第一階段模式在「無數量折扣情境」下之規劃結果其總產量成本較原情境高。為探究上述結果是否為執行第一階段模式時即取得數量折扣資訊之效益，加上數量折扣係依各代工廠商各製程規格規劃幅度內之總配置量而定，故本節將進一步比較「無數量折扣情境」之規劃結果中各代工廠商各製程規格規劃幅度內之總配置量(表 4- 34)與原情境之規劃結果(表 4- 12)，彙整如表 4- 39 所示。

表 4-39 各代工廠商各製程規格於規劃幅度內之總配置量：「無數量折扣情境」與原情境之比較

			製程規格(i)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
代工廠商(w)	1	無數量折扣情境	1920K	1680K	480K	0	1440K	0	0	0	0
		原情境	0	390K	330K	2160K	1440K	0	0	0	0
	2	無數量折扣情境	310K	350K	120K	0	0	0	0	0	0
		原情境	1920K	1640K	270K	0	0	0	0	0	0
	3	無數量折扣情境	170K	70K	0	0	140K	2680K	0	384K	1920K
		原情境	480K	70K	0	0	70K	1000K	0	126K	150K
	4	無數量折扣情境	0	0	0	0	0	0	1680K	64K	240K
		原情境	0	0	0	0	0	0	1680K	128K	330K
	5	無數量折扣情境	0	0	0	2160K	160K	920K	420K	32K	240K
		原情境	0	0	0	0	60K	2600K	420K	226K	2000K
	6	無數量折扣情境	0	0	0	540K	60K	0	0	0	0
		原情境	0	0	0	540K	230K	0	0	0	0

註：斜體字表示「實際可享數量折扣」；1 K = 1,000 單位

以「製程規格 6($i=6$)」為例：在原情境之規劃結果中，「代工廠商 5($w=5$)」於規劃幅度內之總配置量為 2,600,000 單位，已達該代工廠商「價格等級 3($s=3$)」之承包下限 2,000,000 單位(表 4-7)，故能以單價 5.3 元之折扣價(表 4-8)進行產量配置，每單位價格較原價 5.7 元低 0.4 元。另外，將規劃幅度內剩餘之需求量 1,000,000 單位配置於「代工廠商 3($w=3$)」，因該量亦達該代工廠商「價格等級 2($s=2$)」之承包下限 1,000,000 單位(表 4-7)，故亦能以單價 5.5 元之折扣價(表 4-8)進行產量配置，每單位價格較原價 5.7 元低 0.2 元。承上所述，規劃幅度內「製程規格 6($i=6$)」之總配置成本為 19,280,000 元($= 2,600,000 * \$5.3 + 1,000,000 * \5.5)。

相較之下，「無價格折扣情境」因執行產量配置規劃時未能取得各代工廠商之數量折扣資訊，故規劃時不論配置量多寡皆將「代工廠商 3($w=3$)」與「代工廠商 5($w=5$)」承包「製程規格 6($i=6$)」之單價皆視為原價 5.7 元(表 4-31)，待規劃完成後，「代工廠商 3($w=3$)」與「代工廠商 5($w=5$)」依其規劃結果給予其應得之價格折扣，即採用原情境之數量折扣條件(表 4-8)來計價，其中「代工廠商 3($w=3$)」因規劃幅度內之總配置量(2,680,000 單位)已達該廠「價格等級 3($s=3$)」之承包下限 2,000,000 單位(表 4-7)，而

將其承包單價降為 5.3 元，且總配置成本降為 19,448,000 元 ($=2,680,000 \times \$5.3 + 920,000 \times \5.7)，但仍較原情境多增加 168,000 元 ($=\$19,448,000 - \$19,280,000$) 的配置成本。

從上述之成本效益評估結果可知，晶圓製造業者若於產量配置規劃時可取得各代工廠商所提供之數量折扣資訊，則本文所設計之第一階段模式即可輔助晶圓製造業者運用數量折扣資訊來進行產量配置，以大幅地降低規劃幅度內之總產量配置成本。然而，若晶圓製造業者於產量配置規劃時未能取得各代工廠商之數量折扣資訊，第一階段模式仍可輔助晶圓製造業者進行產量配置規劃。

4.4.2 產量配置模組第二階段模式之成本效益評估

為分析產量配置模組第二階段模式之成本效益，本節將分成兩小節來說明：

- (1) 第一小節：藉由「未規劃連續代工數量情境」說明執行第二階段模式對於訂單分配的成本效益。
- (2) 第二小節：藉由「無接續加工製程資訊情境」說明執行第二階段模式時，輸入「相鄰製程階段可接續加工之製程資訊」對於訂單分配的成本效益。

4.4.2.1 產量配置模組第二階段模式之整體成本效益評估

產量配置第二階段模式(3.3.3節)與第一階段模式(3.3.2節)之差別在於，第二階段可輔助晶圓製造業者利用相鄰製程階段能否接續加工之製程資訊(表4-2)，規劃代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，考量訂單採連續代工方案可縮短生產週期時間的特性，避免訂單分配時因部分訂單交期緊迫而導致其成本提升。因此，為突顯晶圓製造業者執行第二階段模式對於往後訂單分配成本之效益，本節另設一「未規劃連續代工數量情境」(情境二)，該情境假設晶圓製造業者執行完第一階段模式後，即依其規劃結果進

行產量配置，完全不執行第二階段模式，以比較第一階段模式之規劃結果與第二階段模式之規劃結果在訂單分配成本上的差異。

承上所述，在本系統環境(4.1節)下，為比較第一階段模式(「未規劃連續代工數量情境」)之規劃結果與第二階段模式之規劃結果在訂單分配成本上的差異，本節將第一階段模式規劃結果中第一個月各代工廠商各製程規格之配置量(表4- 40；節錄自表4- 11)及對應單價(表4- 41；對照自表4- 13與表4- 8)輸入訂單分配模組(3.4節)，另將 4.1節系統環境之相關參數代入該模組，包括：各訂單所需之製程規格、數量、來到日、交期日及未允諾承接所造成之單位損失機會成本(表4- 4)、每日各代工廠商可提供各製程規格之產能上限(表4- 6)、訂單分配量低於各代工廠商各製程規格預定配置量之單位懲罰成本(

表4- 42；承包單價的20%)、各代工廠商以各代工方案加工各製程規格之生產週期時間(表4- 9)。

表 4- 40 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：第一個月各代工廠商各製程規格之配置量($q_{w,i}$)

月	代工廠商 (w)	製程規格(i)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	60K	10K	320K	200K	0	0	0	0
	2	280K	240K	40K	0	0	0	0	0	0
	3	70K	0	0	0	0	110K	0	0	70K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	6K	0
	5	0	0	0	0	0	440K	60K	24K	280K
	6	0	0	0	80K	50K	0	0	0	0
總計		350K	350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K

註：1K = 1,000 單位

表4- 41 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包單價(元)($c_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.6	0.5	0.4	2.8	6.5	0	0	0	0
2	0.55	0.4	0.4	0	0	0	0	0	0
3	0.6	0.5	0	0	6.8	5.5	0	0.7	0.8
4	0	0	0	0	0	0	0.55	0.7	0.8
5	0	0	0	3.1	6.8	5.3	0.6	0.7	0.75
6	0	0	0	3.1	6.8	5.7	0	0	0

表4- 42 「未規劃連續代工數量情境」下分配量低於預定量之單位懲罰成本(元) ($uc_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.12	0.10	0.08	0.56	1.30	0	0	0	0
2	0.11	0.08	0.08	0	0	0	0	0	0
3	0.12	0.10	0	0	1.36	1.10	0	0.14	0.16
4	0	0	0	0	0	0	0.11	0.14	0.16
5	0	0	0	0.62	1.36	1.06	0.12	0.14	0.15
6	0	0	0	0.62	1.36	1.14	0	0	0

第二階段模式之規劃結果輸入訂單分配模組求解之結果列於 4.2.3 節，不再贅述。第一階段模式(「未規劃連續代工數量情境」)第一個月規劃結果執行訂單分配之最小總成本為6,329,300元，在訂單都能如期達交下，較第二階段模式(原情境)之最小總成本6,273,700元(表4- 26)多增加55,600元，如表4- 43所示。由此可知，晶圓製造業者執行完第一階段模式後，若接續執行第二階段模式可降低其訂單分配成本。

表4- 43 ILOG OPL Studio求解資訊：「未規劃連續代工數量情境」與原情境之比較

	訂單分配之最小總成本
未規劃連續代工數量情境	6,329,300(元)
原情境	6,273,700(元)
成本效益	55,600(元)

為進一步說明第二階段模式可降低訂單分配成本之結果，為第二階段模式考量訂單採「連續加工方案(於同一代工廠內連續加工多階製程)」可縮短生產週期時間的特性，本節將比較第一階段模式(「未規劃連續代工數量情境」)與第二階段模式之規劃結果，在目標皆為最大化可連續代工之加權數量下，代工廠相鄰製程可連續代工之數量上的差異，意即訂單可採「連續加工方案」之數量上的差異。

由於第二階段模式能以最大化可連續代工之加權數量為目標，計算代工廠相鄰製程可連續代工之數量，因此為求算第一階段模式規劃結果在最大化可連續代工之加權數量的目標下，代工廠相鄰製程可連續代工之數

量，本節將第一階段模式之規劃結果⁴及系統環境相關參數⁵導入第二階段模式中部分計算代工廠相鄰製程可連續代工數量之限制式(式3-14~22)，求算每月各代工廠商可連續兩階段代工之數量($SQ_{w,i',i''}^t$)、每月各代工廠商可連續三階段代工之數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)、每月各代工廠商各連續代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)，分別彙整於表4-44至表4-46。

為突顯第一階段模式(「未規劃連續代工數量情境」)與第二階段模式(原情境)之規劃結果在可連續代工數量上的差異，另彙整第一階段模式規劃結果中每月各代工廠商各連續代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)，並計算每月可連續代工之加權數量($\sum_{w=1}^W Z_{w,m=2}^t * 2 + \sum_{w=1}^W Z_{w,m=1}^t$)、不可連續代工(單階段代工)之數量，

藉此與第二階段模式之規劃結果(表4-23)進行比較分析，如表4-47所示：

表4-44 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：每月各代工廠商可連續兩階段代工數量($SQ_{w,i',i''}^t$)

代工廠商 (w)	製程規格 (i)	製程規格 (i')	月(t)					
			1	2	3	4	5	6
1	2	4	0	0	0	0	100K	100K
		5	60K	60K	0	70K	0	0
	3	4	10K	10K	80K	80K	30K	120K
「代工廠商 1($w=1$)」 總計			70K	70K	80K	150K	130K	220K
3	1	6	0	64K	80K	0	90K	0
	2	6	0	0	70K	0	0	0
	6	8	0	0	0	16K	0	14K
「代工廠商 3($w=3$)」 總計			0	64K	150K	16K	90K	14K
5	5	9	0	0	0	4K	0	0
	6	7	60K	60K	50K	70K	0	80K
		8	24K	18K	0	64K	90K	0
		9	280K	360K	320K	316K	360K	360K
「代工廠商 5($w=5$)」 總計			364K	438K	370K	454K	450K	440K

註：1 K = 1,000單位

⁴包括每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)(表4-11)及價格等級($L_{w,i,s}$)(表4-13)、每月各代工廠商是否承包各製程規格($X_{w,i}^t$)(表4-14)

⁵包括第一階段模式之輸入參數、第一階段模式求得之最小總配置成本4,467,600元(obj)、第二階段之總配置成本佔上一階段總配置成本之比例上限($tol=1.0$)、相鄰製程階段中可接續加工之製程規格組合(表4-2)。

表 4-45 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：每月各代工廠商可連續三階段代工數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)

代工廠商 (w)	製程規格 (i)	製程規格 (i')	製程規格 (i'')	月(t)			
				1	2	4	6
3	1	6	8	0	6K	0	90K
			9	70K	0	80K	0
「代工廠商 3($w=3$)」 總計			70K	6K	80K	90K	

註：1 K = 1,000單位

表 4-46 「未規劃連續代工數量情境」規劃結果：每月各代工廠商各代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)

代工廠商 (w)	代工型態 (m)	月(t)					
		1	2	3	4	5	6
1	1	70K	70K	80K	150K	130K	220K
	單階代工	450K	450K	520K	450K	550K	460K
3	1	0	64K	150K	16K	90K	14K
	2	70K	6K	0	80K	0	90K
	單階代工	40K	40K	80K	54K	180K	96K
5	1	364K	438K	370K	454K	450K	440K
	單階代工	76K	2K	36K	56K	94K	10K

註：1 K = 1,000單位

表 4-47 每月各代工廠商各代工型態之數量：「未規劃連續代工數量情境」與原情境比較

代工廠商 (w)	代工型態 (m)	產量配置情境	月(t)						
			1	2	3	4	5	6	
1	1	未規劃連續代工數量情境	70K	70K	80K	150K	130K	220K	
		原情境	110K	170K	230K	230K	310K	310K	
	單階代工	未規劃連續代工數量情境	450K	450K	520K	450K	550K	460K	
		原情境	260K	150K	130K	190K	160K	90K	
3	1	未規劃連續代工數量情境	0	64K	150K	16K	90K	14K	
		原情境	0	24K	16K	60K	148K	104K	
	2	未規劃連續代工數量情境	70K	6K	0	80K	0	90K	
		原情境	340K	280K	320K	320K	360K	360K	
	單階代工	未規劃連續代工數量情境	40K	40K	80K	54K	180K	96K	
		原情境	0	6K	54K	10K	22K	16K	
5	1	未規劃連續代工數量情境	364K	438K	370K	454K	450K	440K	
		原情境	136K	136K	214K	170K	196K	196K	
	單階代工	未規劃連續代工數量情境	76K	2K	36K	56K	94K	10K	
		原情境	274K	304K	326K	370K	204K	354K	
								總計	
$\sum_{w=1}^W Z_{w,m=2}^t * 2 + \sum_{w=1}^W Z_{w,m=1}^t$		未規劃連續代工數量情境	574K	584K	600K	780K	670K	854K	4062K
		原情境	926K	890K	1100K	1100K	1374K	1330K	6720K
單階代工數量總計		未規劃連續代工數量情境	566K	492K	636K	560K	824K	566K	3644K
		原情境	534K	460K	510K	570K	386K	460K	2920K

註：1K = 1,000單位

從表4- 47可知，第二階段模式在產量配置規劃時，即利用相鄰製程階段能否接續加工之製程資訊，規劃代工廠相鄰製程可連續代工之數量，使第二階段模式(原情境)規劃結果每月可連續代工之加權數量皆較第一階段模式(「未規劃連續代工數量情境」)多，相對地，在第二階段模式(原情境)之規劃結果下，訂單可採「連續代工方案」之數量亦較多。

從上述之成本效益評估結果可知，晶圓製造業者在執行完第一階段模式後，若接續執行第二階段模式，即可在產量配置成本與第一階段相同的情況下，輔助晶圓製造業者利用相鄰製程階段能否接續加工之製程資訊，規劃代工廠相鄰製程可連續代工之數量，使訂單分配時部分交期較為緊迫之訂單可採用「連續代工方案」加工多階製程，以縮短其所需之生產週期時間，避免因急單而導致總訂單分配成本的提升。

4.4.2.2 產量配置模組第二階段模式考量接續加工製程資訊之成本效益評估

為說明晶圓製造業者在執行第二階段模式時，若未能取得相鄰製程能否接續加工之製程資訊，其產量配置結果對於往後訂單分配成本之影響，本節另設一「無接續加工製程資訊情境」(情境三)。該情境假設晶圓製造業者執行第二階段模式時，未能取得相鄰製程能否接續加工之製程資訊，因此將相鄰製程階段之任一製程規格組合皆視為可接續加工，即上一製程階段的任一製程規格皆可接續加工下一階段的任一製程規格，其餘情境與原情境(4.1節)相同。

為突顯晶圓製造業者在執行第二階段模式時即取得接續加工製程資訊之效益，本節將比較第二階段模式在「無接續加工製程資訊情境」與原情境(有相鄰製程能否接續加工之製程資訊)下之產量配置結果對於訂單分配成本上的差異。承上所述，為求解第二階段模式在「無接續加工製程資訊情境」下之產量配置結果，本節將每一「相鄰製程階段中可接續加工之製程規格組合($fit_{i,j}$)」皆設定為「1(表示可接續加工)」，即因未能取得接續加工製程資訊，而假設相鄰製程階段之任一製程規格組合皆可接續加工，另將 4.1節系統環境之相關參數代入第二階段模式進行求解，相關參數包

括：產量配置模組第一階段模式所需之輸入參數、產量配置第一階段求得之最小總配置成本4,467,600元(=obj)、本階段之總配置成本上限佔上一階段總配置成本之比例(tol=1.0)。

第二階段模式在原情境(4.1節系統環境)下之規劃結果列於4.2.2節，不再贅述。在「無接續加工製程資訊情境」下，第二階段模式之ILOG OPL Studio求解資訊如表4- 48所示，其餘規劃結果包括：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)及對應之價格等級($L_{w,i,s}$)與單價($C_{w,i}$)、每月各代工廠商是否承包各製程規格($X_{w,i}^t$)、每月各代工廠商可連續兩階段代工之數量($SQ_{w,i,i'}^t$)、每月各代工廠商可連續三階段代工之數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)、每月各代工廠商各連續代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)，分別彙整於表4- 49至表4- 55。此外，為利於後續之比較分析，另將第二階段模式在「無接續加工製程資訊情境」下之規劃結果中，每月各代工廠商各代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)、每月可連續代工之加權數量($\sum_{w=1}^W Z_{w,m=2}^t * 2 + \sum_{w=1}^W Z_{w,m=1}^t$)、每月不可連續代工(單階段代工)之數量分類列表，並與原情境之規劃結果進行比較，如表4- 56所示。

表4- 48 ILOG OPL Studio求解資訊：「無接續加工製程資訊情境」與原情境之比較

	無接續加工製程資訊情境	原情境
最佳解(Objective Value)	6,720,000(加權數量)	6,720,000(加權數量)
限制式個數(Constraints)	6,445	6,445
變數個數(Variables)	3,204	3,204
求解時間(Solving Time)	67.52(秒)	67.70(秒)

表 4-49 「無接續加工製程資訊模式」之規劃結果：每月各代工廠商各製程規格配置量($Q_{w,i,s}^t$)

月 (t)	代工廠商 (w)	製程規格(i)									總計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	70K	60K	40K	320K	50K	0	0	0	0	540K
	2	0	240K	10K	0	0	0	0	0	0	250K
	3	280K	0	0	0	200K	110K	0	6K	70K	666K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	0	0	240K
	5	0	0	0	80K	0	440K	60K	24K	360K	964K
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0K
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	430K	
2	1	70K	60K	40K	320K	50K	0	0	0	0	540K
	2	0	240K	10K	0	0	0	0	0	0	250K
	3	280K	0	0	0	200K	190K	0	6K	70K	746K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	0	0	240K
	5	0	0	0	80K	0	360K	60K	24K	280K	804K
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0K
總計		350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K	350K	
3	1	80K	0	80K	360K	60K	0	0	0	0	580K
	2	0	280K	20K	0	0	0	0	0	0	300K
	3	320K	70K	0	0	240K	150K	0	16K	80K	876K
	4	0	0	0	0	0	0	280K	0	0	280K
	5	0	0	0	90K	0	450K	70K	64K	320K	994K
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0K
總計		400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K	
4	1	80K	70K	80K	360K	0	0	0	0	0	590K
	2	0	280K	20K	0	0	0	0	0	0	300K
	3	320K	0	0	0	240K	150K	0	60K	80K	850K
	4	0	0	0	0	0	0	280K	0	0	280K
	5	0	0	0	90K	0	450K	70K	20K	320K	950K
	6	0	0	0	0	60K	0	0	0	0	60K
總計		400K	350K	100K	450K	300K	600K	350K	80K	400K	
5	1	90K	0	120K	400K	70K	0	0	0	0	680K
	2	0	300K	30K	0	0	0	0	0	0	330K
	3	360K	100K	0	0	280K	200K	0	26K	90K	1056K
	4	0	0	0	0	0	0	320K	0	0	320K
	5	0	0	0	100K	0	450K	80K	104K	360K	1094K
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0K
總計		450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	450K	
6	1	90K	100K	120K	400K	0	0	0	0	0	710K
	2	0	300K	30K	0	0	0	0	0	0	330K
	3	360K	0	0	0	280K	200K	0	30K	90K	960K
	4	0	0	0	0	0	0	320K	0	0	320K
	5	0	0	0	100K	0	450K	80K	100K	360K	1090K
	6	0	0	0	0	70K	0	0	0	0	70K
總計		450K	400K	150K	500K	350K	650K	400K	130K	450K	

註：1 K = 1,000 單位

表 4- 50 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	s=1	s=1	s=1	<u>s=3</u>	s=1	-	-	-	-
2	s=1	<u>s=3</u>	s=1	-	-	-	-	-	-
3	<u>s=2</u>	s=1	-	-	<u>s=2</u>	<u>s=2</u>	-	s=1	s=1
4	-	-	-	-	-	-	<u>s=2</u>	s=1	s=1
5	-	-	-	s=1	s=1	<u>s=3</u>	s=1	s=1	<u>s=2</u>
6	-	-	-	s=1	s=1	s=1	-	-	-

註：「s=#」表示 $L_{w,i,s\#} = 1$

表4- 51 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包單價(元)($C_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.6	0.5	0.4	<u>2.8</u>	6.8	0	0	0	0
2	0.6	<u>0.4</u>	0.4	0	0	0	0	0	0
3	<u>0.55</u>	0.5	0	0	<u>6.5</u>	<u>5.5</u>	0	0.7	0.8
4	0	0	0	0	0	0	<u>0.55</u>	0.7	0.8
5	0	0	0	3.1	6.8	<u>5.3</u>	0.6	0.7	<u>0.75</u>
6	0	0	0	3.1	6.8	5.7	0	0	0

表 4- 52 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：每月各製程規格之承包代工廠商($X_{w,i}^t$)

月 (i)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	w=1	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=5	w=3	w=5	w=5	w=5	w=5
2	w=1	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=5	w=3	w=5	w=5	w=5	w=5
3	w=1	w=2	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=3	w=2	w=5	w=3	w=5	w=5	w=5	w=5
4	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=5	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5
5	w=1	w=2	w=1	w=1	w=1	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=3	w=2	w=5	w=3	w=5	w=5	w=5	w=5
6	w=1	w=1	w=1	w=1	w=3	w=3	w=4	w=3	w=3
	w=3	w=2	w=2	w=5	w=6	w=5	w=5	w=5	w=5

註：「w=#」表示 $X_{w\#,i}^t = 1$

表 4-53 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：每月各代工廠商可連續兩階段代工數量($SQ_{w,i',i''}^t$)

代工廠商 (w)	製程規格 (i)	製程規格 (i')	月(t)					
			1	2	3	4	5	6
1	1	4	60K	20K	80K	80K	20K	90K
		5	10K	50K	0	0	70K	0
	2	4	60K	60K	0	70K	0	100K
	3	4	0	40K	80K	80K	120K	120K
		5	40K	0	0	0	0	0
「代工廠商 1(w=1)」 總計			170K	170K	160K	230K	210K	310K
3	1	5	154K	194K	82K	90K	80K	210K
		6	50K	10K	142K	90K	174K	30K
	2	5	0	0	70K	0	90K	0
「代工廠商 3(w=3)」 總計			204K	204K	294K	180K	344K	240K
5	4	7	0	0	0	70K	80K	0
		8	0	24K	64K	20K	14K	100K
		9	80K	56K	26K	0	0	0
	6	7	60K	60K	70K	0	0	80K
		8	24K	0	0	0	90K	0
		9	280K	224K	294K	320K	360K	360K
「代工廠商 5(w=5)」 總計			444K	364K	454K	410K	544K	540K

註：1 K = 1,000單位

表 4-54 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：每月各代工廠商可連續三階段代工數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)

代工廠商 (w)	製程規格 (i)	製程規格 (i')	製程規格 (i'')	月(t)					
				1	2	3	4	5	6
3	1	5	8	6K	6K	8K	0	0	0
			9	10K	0	80K	80K	90K	70K
		6	8	0	0	8K	60K	16K	30K
			9	60K	70K	0	0	0	20K
	2	6	8	0	0	0	0	10K	0
				「代工廠商 3(w=3)」 總計			76K	76K	96K

註：1 K = 1,000單位

表 4-55 「無接續加工製程資訊模式」規劃結果：每月各代工廠商各代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)

代工廠商 (w)	代工型態 (m)	月(t)					
		1	2	3	4	5	6
1	1	170K	170K	160K	230K	210K	310K
	單階代工	200K	200K	260K	130K	260K	90K
3	1	204K	204K	294K	180K	344K	240K
	2	76K	76K	96K	140K	116K	120K
	單階代工	30K	110K	0	70K	20K	120K
5	1	444K	364K	454K	410K	544K	540K
	單階代工	76K	76K	86K	130K	6K	10K

註：1 K = 1,000 單位

表 4-56 每月各代工廠商各代工型態之數量($Z_{w,m}^t$):「無接續加工製程資訊情境」與原情境比較

代工廠商 (w)	代工型態 (m)	產量配置情境	月(t)						
			1	2	3	4	5	6	
1	1	無接續加工 製程資訊情境	170K	170K	160K	230K	210K	310K	
		原情境	110K	170K	230K	230K	310K	310K	
	單階代工	無接續加工 製程資訊情境	200K	200K	260K	130K	260K	90K	
		原情境	220K	150K	130K	100K	160K	90K	
3	1	無接續加工 製程資訊情境	204K	204K	294K	180K	344K	240K	
		原情境	0	24K	16K	60K	148K	104K	
	2	無接續加工 製程資訊情境	76K	76K	96K	140K	116K	120K	
		原情境	340K	280K	320K	320K	360K	360K	
	單階代工	無接續加工 製程資訊情境	30K	110K	0	70K	20K	120K	
		原情境	0	6K	54K	10K	22K	16K	
5	1	無接續加工 製程資訊情境	444K	364K	454K	410K	544K	540K	
		原情境	136K	136K	214K	170K	196K	196K	
	單階代工	無接續加工 製程資訊情境	76K	76K	86K	130K	6K	10K	
		原情境	274K	304K	326K	370K	204K	354K	
			總計						
$\sum_{w=1}^W Z_{w,m=2}^t * 2 + \sum_{w=1}^W Z_{w,m=1}^t$		無接續加工 製程資訊情境	970K	890K	1100K	1100K	1330K	1330K	6720K
		原情境	926K	890K	1100K	1100K	1374K	1330K	6720K
單階代工數量總計		無接續加工 製程資訊情境	306K	386K	346K	330K	286K	220K	1874K
		原情境	494K	460K	510K	480K	386K	460K	2790K

註：1K = 1,000 單位

為比較第二階段模式在「無接續加工製程資訊情境」與原情境下之產量配置結果，對於往後訂單分配時訂單分配成本上的差異，本節將「無接續加工製程資訊情境」規劃結果中第一個月各代工廠商各製程規格之配置量(表4-57；節錄自表4-49)及對應單價(表4-51)輸入訂單分配模組(3.4節)，另將4.1節系統環境之相關參數代入該模式，包括：各訂單所需之製

程規格、數量、來到日、交期日及未允諾承接所造成之單位損失機會成本(表4-4)、每日各代工廠商可提供各製程規格之產能上限(表4-6)、訂單分配量低於各代工廠商各製程規格預定配置量之單位懲罰成本(表4-58; 承包單價的20%)、各代工廠商以各代工方案加工各製程規格之生產週期時間(表4-9)。

表 4-57 「無接續加工製程資訊情境」規劃結果：第一個月各代工廠商各製程規格之承包量($q_{w,i}$)

月	代工廠商 (w)	製程規格(i)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	70K	60K	40K	320K	50K	0	0	0	0
	2	0	240K	10K	0	0	0	0	0	0
	3	280K	0	0	0	200K	110K	0	6K	70K
	4	0	0	0	0	0	0	240K	0	0
	5	0	0	0	80K	0	440K	60K	24K	360K
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總計		350K	350K	300K	50K	400K	250K	550K	300K	30K

註：1K = 1,000 單位

表4-58 訂單分配量低於各代工廠商各製程規格預定配置量之單位懲罰成本(元)($uc_{w,i}$)

代工廠商 (w)	製程規格(i)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.12	0.10	0.08	0.56	1.36	0	0	0	0
2	0.12	0.08	0.08	0	0	0	0	0	0
3	0.11	0.10	0	0	1.30	1.10	0	0.14	0.16
4	0	0	0	0	0	0	0.11	0.14	0.16
5	0	0	0	0.62	1.36	1.06	0.12	0.14	0.15
6	0	0	0	0.62	1.36	1.14	0	0	0

第二階段模式在原情境下之規劃結果輸入訂單分配模式求解之結果列於 4.2.3 節，不再贅述。「無接續加工製程資訊情境」第一個月規劃結果執行訂單分配之最小總配置成本為6,312,100元，在訂單都能如期達交的情況下，較原情境規劃結果執行訂單分配之最小總成本6,273,700元(表4-26)多增加38,400元，如表4-59所示。由此可知，晶圓製造業者在執行產量配置第二階段模式時，若能取得相鄰製程階段可接續加工之製程資訊，則其產量配置結果即可降低訂單分配時之訂單分配成本。

表4- 59 ILOG OPL Studio求解資訊：「無接續加工製程資訊情境」與原情境之比較

	訂單分配之最小總配置成本
無接續加工製程資訊情境	6,312,100(元)
原情境	6,273,700(元)
成本效益	38,400(元)

為進一步探究為何在原情境(可取得相鄰製程階段可接續加工之製程資訊)下執行第二階段模式之規劃結果，可降低訂單分配時之訂單分配成本，本節將比較第二階段模式在「無接續加工製程資訊情境」與原情境下之規劃結果差異。

在代工廠相鄰製程可連續代工之加權數量方面，「無接續加工製程資訊情境」之規劃結果於規劃幅度內可連續代工之最大加權數量為6,720,000，與原情境(表4- 15)相當。從表4- 56可知，在總產量配置成本不變的情況下，「無接續加工製程資訊情境」規劃結果中每月可連續代工之加權數量與原情境大致相同。其中，第一個月「無接續加工製程資訊情境」甚至較原情境多。然而，由於「無接續加工製程資訊情境」假設相鄰製程階段之任一製程規格組合皆可接續加工，使第二階段模式在該情境下會將產量配置於訂單鮮少甚至不會指定之相鄰製程規格組合，導致第二階段模式所規劃之部分可連續代工數量於訂單分配時無法被有效地利用。

以第二階段模式在原情境與「無接續加工製程資訊情境」下之規劃結果來說：在原情境「相鄰製程階段可接續加工之製程資訊(表4- 2)」中，「製程規格3」加工完成後不可轉移至「製程規格5」，且「製程規格4」加工完成後不可轉移至「製程規格9」。因此，在原情境之規劃結果(表4- 21)中，即不會將上述之製程規格組合視為可連續代工之製程規格組合。相較之下，在「無接續加工製程資訊情境」之規劃結果中，可連續兩階段代工之數量(表4- 53)：「代工廠商1」「製程規格3」配「製程規格5」的40,000單位，以及「代工廠商5」「製程規格4」配「製程規格9」的80,000單位，即因訂單鮮少指定該製程規格組合，而在訂單分配時無法被充分運用來減少訂單之生產週期時間，同時在產量配置成本有限的情況下，亦使得其它相鄰製

程規格組合無法增加可連續代工之數量。

經上述之成本效益評估可知，若晶圓製造業者在執行產量配置規劃時可取得可接續加工製程資訊($fit_{i,i'}$)，則在規劃代工廠相鄰製程可連續加工之數量時，即可避免將產量配置於訂單鮮少甚至不會指定之相鄰製程規格組合，以確保所規劃之可連續加工數量可被充分利用，提升訂單可採「連續代工方案」之數量，使部分交期緊迫之訂單得以縮短其生產週期時間，降低急單造成訂單分配成本提升的可能。



第五章 結論與未來研究方向

5.1 結論

「半導體後段一元化代工服務」係晶圓製造業者提供客戶從晶圓製造、晶圓針測、晶圓封裝到最終測試的全套代工服務。為提供優質的一元化代工服務，晶圓製造業者須考量外包成本、後段代工廠商之加工能力等特性，依其訂單預測需求進行產量配置，以選擇適當的後段代工廠商並預先配置產量，接下來針對短期來到訂單進行訂單分配，以妥善地將各訂單分配至適當的後段代工廠商進行加工。

在晶圓製造業者主導之一元代工服務模式下，晶圓製造業者會整合旗下多座晶圓製造廠之外包訂單，以利用後段代工廠商所提供之「數量折扣」來降低其外包成本，藉此維持或提昇其整體獲利。此外，為避免訂單分配時因訂單交期緊迫而導致外包成本的提升，在進行產量配置規劃時，即須考量訂單是否可在同一代工廠商連續加工多階段製程之特性，藉此縮短訂單所需之生產週期時間。

有鑑於過去相關研究在中、短期生產規劃時，並未將後段代工廠商所提供之數量折扣及代工廠商可連續加工多階段製程的特性納入考量。本文因而針對上述特性，站在晶圓製造業者的立場，建構一「半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式」，其中包括「產量配置模組」及「訂單分配模組」，以下將分別簡述各模組之功能與特色：

(1) 產量配置模組

在已知規劃幅度各製程規格每月之預測需求下，產量配置模組依據各合格後段代工廠商之代工能力，考量數量折扣及連續代工的特性，規劃每月各代工廠商各製程規格之配置量及單價。確保晶圓製造業者能在後段代工廠商產能充足穩定的情況下，以最小成本執行一元化代工服務。本模組將分成兩階段進行求解：

- 第一階段

以最小化總配置成本為目標，將代工廠商所提供之數量折扣資訊納入考量，利用整數規劃模式求解滿足訂單預測需求下之最小產量配置成本。

- 第二階段

以第一階段所求得之最小配置成本作為參考依據，由晶圓製造業者給定一允許之成本變動上限，考量相鄰製程階段能否接續加工之製程資訊，以最大化代工廠商相鄰製程可連續代工之加權數量為目標，利用整數規劃模式求解每月配置於各代工廠商各製程規格之數量及對應單價。

(2) 訂單分配模組

訂單分配模組在已知短期內多晶圓製造廠之外包訂單資訊下，以最小化總訂單分配成本為目標，考量產量配置規劃結果、各訂單之需求限制、各代工廠商可提供之連續代工方案及其相關資訊，發展一整數規劃模式，求解各訂單每日採各式代工方案分配至各代工廠商各製程規格之數量，確保允諾承接之訂單皆能如期如量地達交。

經由 4.3 節之成本效益評估結果，本文將「半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式」之成本效益歸納如下：

(1) 產量配置模組

- 第一階段模式

第一階段模式可輔助晶圓製造業者運用各代工廠商所提供之數量折扣資訊來進行產量配置，以大幅地降低規劃幅度內之總產量配置成本。此外，即使晶圓製造業者於產量配置規劃時未能取得各代工廠商之數量折扣資訊，第一階段模式仍可執行產量配置規劃。

● 第二階段模式

第二階段模式可輔助晶圓製造業者規劃代工廠商相鄰製程可連續代工之數量，並利用相鄰製程能否接續加工之製程資訊，確保所規劃之可連續加工數量能被充分利用，使訂單藉由「連續代工方案」於交期內達交，避免急單導致總訂單分配成本的提升。此外，即使晶圓製造業者於產量配置規劃時未能取得相鄰製程階段能否接續加工之製程資訊，第二階段模式仍可規劃代工廠商相鄰製程可連續代工之數量並執行產量配置規劃。

(2) 訂單分配模組

訂單分配模組可求解貼近實務環境之訂單分配問題，利用代工廠商可連續加工多段製程的特性來縮短訂單所需之生產週期時間，以最小之訂單分配成本將短期來到訂單妥善地分配至各代工廠商進行所需製程。此外，在模式設計方面，吾人利用符號(代工狀態)及限制式的設計，使決策變數之種類及數量皆少於朱氏[10]所提之訂單分配模式。

5.2 未來研究方向

綜觀本文所建構之生產規劃模式，雖已獲得預期之成效，但仍有部分未臻完善之處，本文將其歸納整理如下：

- (1) 本文所考量之數量折扣模式，係基於晶圓製造業者(買方)的單一觀點，且規劃幅度內之訂單需求量固定，加上後段代工廠商(賣方/供應商)所提供之數量折扣方案為「全量折扣」的情況。然而，實務上仍有許多數量折扣模式可供後續研究做為延伸，例如由買賣雙方共制定價格折扣、買方需求隨時間變動、「增量折扣」等。
- (2) 本文係利用整數規劃模式來求解訂單分配的問題。然而當問題規模逐漸擴大時，即有變數過多而求解不易的情況產生。因此，後續研究可發展啟發式演算法來解決此一問題。
- (3) 本文所考量之一元化代工服務模式係由晶圓製造業者所主導，仍有其它後段代工業者所主導之一元化代工服務模式，值得進一步探討。

參考文獻

- [1] Benton, W. C., "Quantity Discount Decisions Under Conditions of Multiple Items, Multiple Suppliers and Resource Limitations," *International Journal of Production Research*, Vol. 29, No. 10, pp. 1953-1961, 1991.
- [2] Benton, W. C. and Park Seungwook, "A classification of literature on determining the lot size under quantity discounts," *European Journal of Operational Research*, Vol. 92, Issue 2, pp. 219-238, 1996.
- [3] Chung, S. H., Chung, I. P. and Lee, A. H. I., "Collaborative Production-Distribution Planning for Semiconductor Production Turnkey Service," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 4705, pp. 860-870, 2007.
- [4] Chung, S. H., Chung, I. P., Tai, Y. T. and Chu, Y. M., "The Design of Outsourcing Planning for Semiconductor Backend Turnkey Service," *4th International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management*, Vol. 2, pp. 701-706, 2008.
- [5] Guo, R. S., Chiang, D. M. and Pai, F. Y., "Multi-objectives exception management model for semiconductor back-end environment under turnkey service," *Production Planning & Control*, Vol. 18, No. 3, 203-216, April 2007.
- [6] Hsu, H. P. and Su, C. T., "The implementation of an activity-based costing collaborative planning system for semiconductor backend production," *International Journal of Production Research*, Vol. 43, No. 12, pp. 2473-2492, June 2005.
- [7] Lu, J.K., Hsieh, S. T., Feng, C. C. and Hsu, H. W. "B2B in TSMC Turnkey Services," *2001 IEEE International Semiconductor Manufacturing Symposium*, pp. 41-44, 2001.

- [8] Pirkul, H. and Aras, O. A., "Capacitated Multiple Item Ordering Problem with Quantity Discounts," *IIIE Transactions*, Vol. 17, No. 3, pp. 206-211, 1985.
- [9] Yang, P., "Supply chain consolidation and the next-generation foundry model," *6th International Conference on Solid-State and Integrated-Circuit Technology, 2001. Proceedings*, Vol. 1, pp. 438-441, 2001.
- [10] 朱昱銘,「半導體後段一元化代工服務之生產規劃模式建構」, 國立交通大學工業工程與管理學系, 碩士論文, 民國 97 年。
- [11] 邱勝寬,「關鍵鏈專案管理在半導體一元化代工服務之研究」, 國立交通大學工業工程與管理學系, 碩士論文, 民國 90 年。
- [12] 邱創鈞,「供應鏈體系下藉由價格折扣與預算限制機制以創造互惠之批量補貨策略研究」, 東海大學工業工程與經營資訊學系, 博士論文, 民國 92 年。
- [13] 李玉純,「半導體供應鏈一元化代工服務的例外管理系統之構建」, 國立交通大學工業工程與管理學系, 碩士論文, 民國 90 年。
- [14] 林美鳳,「單項產品、多個供應商存貨模型- 考慮前置時間、數量折扣和資源限制」, 彰化師範大學商業教育學系, 碩士論文, 民國 89 年。
- [15] 吳宛婕,「半導體產業一元化代工服務(TurnKey Service)之研究」, 國立交通大學工業工程與管理學系, 碩士論文, 民國 90 年。
- [16] 吳佩容,「半導體後段製程產出之預警機制」, 國立交通大學工業工程與管理學系, 碩士論文, 民國 90 年。
- [17] 凌繼遠,「半導體產業多階多廠產能分配機制之構建」, 國立交通大學工業工程與管理學系, 碩士論文, 民國 95 年。
- [18] 特許半導體, <http://www.charteredsemi.com/>。
- [19] 許靜娟、徐聞天,「台灣半導體產業供應鏈管理之探討」, 資訊與電腦, 第 229 期, 第 63-72 頁, 1998 年 8 月號。
- [20] 葉麗雯,「供應廠產能有限及價格折扣下多產品多供應商最佳化採購決策」, 元智大學工業工程與管理學系, 碩士論文, 民國 91 年。

- [21] 黃祥銘，「考慮欠撥折扣下與不良品修復之整合性存貨模式研究」，南台科技大學工業管理研究所，碩士論文，民國 97 年。
- [22] 經濟部工業局半導體產業推動辦公室，<http://proj.moeaidb.gov.tw/sipo/>。
- [23] 聯華電子公司，<http://www.umc.com/english/index.asp>。
- [24] 謝中翰，「季節性商品在供應鏈中結合買品與數量折扣之定價模式」，國立中央大學工業管理研究所，碩士論文，民國 95 年。
- [25] 鍾淑馨，「半導體後段一元化代工服務之協同式生產規劃及策略聯盟廠商遴選」，國科會專題研究計劃申請書，民國 96 年。



附錄 A、產量配置第一階段規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)

$Q[1,1,2,1]$ = 60000	$Q[2,1,2,1]$ = 60000	$Q[3,1,3,1]$ = 80000	$Q[4,1,2,1]$ = 70000	$Q[5,1,2,1]$ = 100000	$Q[6,1,2,1]$ = 100000
$Q[1,1,3,1]$ = 10000	$Q[2,1,3,1]$ = 10000	$Q[3,1,4,3]$ = 360000	$Q[4,1,3,1]$ = 80000	$Q[5,1,3,1]$ = 30000	$Q[6,1,3,1]$ = 120000
$Q[1,1,4,3]$ = 320000	$Q[2,1,4,3]$ = 320000	$Q[3,1,5,2]$ = 240000	$Q[4,1,4,3]$ = 360000	$Q[5,1,4,3]$ = 400000	$Q[6,1,4,3]$ = 400000
$Q[1,1,5,2]$ = 200000	$Q[2,1,5,2]$ = 200000	$Q[3,2,1,2]$ = 320000	$Q[4,1,5,2]$ = 240000	$Q[5,1,5,2]$ = 280000	$Q[6,1,5,2]$ = 280000
$Q[1,2,1,2]$ = 280000	$Q[2,2,1,2]$ = 280000	$Q[3,2,2,3]$ = 280000	$Q[4,2,1,2]$ = 320000	$Q[5,2,1,2]$ = 360000	$Q[6,2,1,2]$ = 360000
$Q[1,2,2,3]$ = 240000	$Q[2,2,2,3]$ = 240000	$Q[3,2,3,1]$ = 20000	$Q[4,2,2,3]$ = 280000	$Q[5,2,2,3]$ = 300000	$Q[6,2,2,3]$ = 300000
$Q[1,2,3,1]$ = 40000	$Q[2,2,3,1]$ = 40000	$Q[3,3,1,1]$ = 80000	$Q[4,2,3,1]$ = 20000	$Q[5,2,3,1]$ = 120000	$Q[6,2,3,1]$ = 30000
$Q[1,3,1,1]$ = 70000	$Q[2,3,1,1]$ = 70000	$Q[3,3,2,1]$ = 70000	$Q[4,3,1,1]$ = 80000	$Q[5,3,1,1]$ = 90000	$Q[6,3,1,1]$ = 90000
$Q[1,3,6,2]$ = 110000	$Q[2,3,6,2]$ = 110000	$Q[3,3,6,2]$ = 230000	$Q[4,3,6,2]$ = 150000	$Q[5,3,5,1]$ = 70000	$Q[6,3,6,2]$ = 200000
$Q[1,3,9,1]$ = 70000	$Q[2,3,8,1]$ = 6000	$Q[3,4,7,2]$ = 280000	$Q[4,3,8,1]$ = 16000	$Q[5,3,6,2]$ = 200000	$Q[6,3,8,1]$ = 104000
$Q[1,4,7,2]$ = 240000	$Q[2,4,7,2]$ = 240000	$Q[3,4,8,1]$ = 64000	$Q[4,3,9,1]$ = 80000	$Q[5,4,7,2]$ = 320000	$Q[6,4,7,2]$ = 320000
$Q[1,4,8,1]$ = 6000	$Q[2,4,8,1]$ = 6000	$Q[3,4,9,1]$ = 80000	$Q[4,4,7,2]$ = 280000	$Q[5,4,8,1]$ = 26000	$Q[6,4,8,1]$ = 26000
$Q[1,5,6,3]$ = 440000	$Q[2,4,9,1]$ = 70000	$Q[3,5,6,3]$ = 370000	$Q[4,5,5,1]$ = 60000	$Q[5,4,9,1]$ = 90000	$Q[6,4,9,1]$ = 90000
$Q[1,5,7,1]$ = 60000	$Q[2,5,6,3]$ = 440000	$Q[3,5,7,1]$ = 70000	$Q[4,5,6,3]$ = 450000	$Q[5,5,6,3]$ = 450000	$Q[6,5,6,3]$ = 450000
$Q[1,5,8,1]$ = 24000	$Q[2,5,7,1]$ = 60000	$Q[3,5,8,1]$ = 16000	$Q[4,5,7,1]$ = 70000	$Q[5,5,7,1]$ = 80000	$Q[6,5,7,1]$ = 80000
$Q[1,5,9,2]$ = 280000	$Q[2,5,8,1]$ = 18000	$Q[3,5,9,2]$ = 320000	$Q[4,5,8,1]$ = 64000	$Q[5,5,8,1]$ = 104000	$Q[6,5,9,2]$ = 360000
$Q[1,6,4,1]$ = 80000	$Q[2,5,9,2]$ = 360000	$Q[3,6,4,1]$ = 90000	$Q[4,5,9,2]$ = 320000	$Q[5,5,9,2]$ = 360000	$Q[6,6,4,1]$ = 100000
$Q[1,6,5,1]$ = 50000	$Q[2,6,4,1]$ = 80000	$Q[3,6,5,1]$ = 60000	$Q[4,6,4,1]$ = 90000	$Q[5,6,4,1]$ = 100000	$Q[6,6,5,1]$ = 70000
	$Q[2,6,5,1]$ = 50000				

註： $Q[t,w,i,s] = Q_{w,i,s}^t$

附錄 B 產量配置第一階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)

L[1,1,1] = 1	L[2,1,2] = 1	L[3,1,1] = 1	L[4,1,1] = 1	L[5,1,1] = 1	L[6,1,1] = 1
L[1,2,1] = 1	L[2,2,3] = 1	L[3,2,1] = 1	L[4,2,1] = 1	L[5,2,1] = 1	L[6,2,1] = 1
L[1,3,1] = 1	L[2,3,1] = 1	L[3,3,1] = 1	L[4,3,1] = 1	L[5,3,1] = 1	L[6,3,1] = 1
L[1,4,3] = 1	L[2,4,1] = 1	L[3,4,1] = 1	L[4,4,1] = 1	L[5,4,1] = 1	L[6,4,1] = 1
L[1,5,2] = 1	L[2,5,1] = 1	L[3,5,1] = 1	L[4,5,1] = 1	L[5,5,1] = 1	L[6,5,1] = 1
L[1,6,1] = 1	L[2,6,1] = 1	L[3,6,2] = 1	L[4,6,1] = 1	L[5,6,3] = 1	L[6,6,1] = 1
L[1,7,1] = 1	L[2,7,1] = 1	L[3,7,1] = 1	L[4,7,2] = 1	L[5,7,1] = 1	L[6,7,1] = 1
L[1,8,1] = 1	L[2,8,1] = 1	L[3,8,1] = 1	L[4,8,1] = 1	L[5,8,1] = 1	L[6,8,1] = 1
L[1,9,1] = 1	L[2,9,1] = 1	L[3,9,1] = 1	L[4,9,1] = 1	L[5,9,2] = 1	L[6,9,1] = 1

註： $L[w,i,s] = L_{w,i,s}$

附錄 C 產量配置第一階段規劃結果：每月各代工廠商是否承包各製程規格($X_{w,i}^t$)

X[1,1,2] = 1	X[2,1,2] = 1	X[3,1,3] = 1	X[4,1,2] = 1	X[5,1,2] = 1	X[6,1,2] = 1
X[1,1,3] = 1	X[2,1,3] = 1	X[3,1,4] = 1	X[4,1,3] = 1	X[5,1,3] = 1	X[6,1,3] = 1
X[1,1,4] = 1	X[2,1,4] = 1	X[3,1,5] = 1	X[4,1,4] = 1	X[5,1,4] = 1	X[6,1,4] = 1
X[1,1,5] = 1	X[2,1,5] = 1	X[3,2,1] = 1	X[4,1,5] = 1	X[5,1,5] = 1	X[6,1,5] = 1
X[1,2,1] = 1	X[2,2,1] = 1	X[3,2,2] = 1	X[4,2,1] = 1	X[5,2,1] = 1	X[6,2,1] = 1
X[1,2,2] = 1	X[2,2,2] = 1	X[3,2,3] = 1	X[4,2,2] = 1	X[5,2,2] = 1	X[6,2,2] = 1
X[1,2,3] = 1	X[2,2,3] = 1	X[3,3,1] = 1	X[4,2,3] = 1	X[5,2,3] = 1	X[6,2,3] = 1
X[1,3,1] = 1	X[2,3,1] = 1	X[3,3,2] = 1	X[4,3,1] = 1	X[5,3,1] = 1	X[6,3,1] = 1
X[1,3,6] = 1	X[2,3,6] = 1	X[3,3,6] = 1	X[4,3,6] = 1	X[5,3,5] = 1	X[6,3,6] = 1
X[1,3,9] = 1	X[2,3,8] = 1	X[3,4,7] = 1	X[4,3,8] = 1	X[5,3,6] = 1	X[6,3,8] = 1
X[1,4,7] = 1	X[2,4,7] = 1	X[3,4,8] = 1	X[4,3,9] = 1	X[5,4,7] = 1	X[6,4,7] = 1
X[1,4,8] = 1	X[2,4,8] = 1	X[3,4,9] = 1	X[4,4,7] = 1	X[5,4,8] = 1	X[6,4,8] = 1
X[1,5,6] = 1	X[2,4,9] = 1	X[3,5,6] = 1	X[4,5,5] = 1	X[5,4,9] = 1	X[6,4,9] = 1
X[1,5,7] = 1	X[2,5,6] = 1	X[3,5,7] = 1	X[4,5,6] = 1	X[5,5,6] = 1	X[6,5,6] = 1
X[1,5,8] = 1	X[2,5,7] = 1	X[3,5,8] = 1	X[4,5,7] = 1	X[5,5,7] = 1	X[6,5,7] = 1
X[1,5,9] = 1	X[2,5,8] = 1	X[3,5,9] = 1	X[4,5,8] = 1	X[5,5,8] = 1	X[6,5,9] = 1
X[1,6,4] = 1	X[2,5,9] = 1	X[3,6,4] = 1	X[4,5,9] = 1	X[5,5,9] = 1	X[6,6,4] = 1
X[1,6,5] = 1	X[2,6,4] = 1	X[3,6,5] = 1	X[4,6,4] = 1	X[5,6,4] = 1	X[6,6,5] = 1
	X[2,6,5] = 1				

註： $X[t,w,i] = X_{w,i}^t$

附錄 D、產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商各製程規格之配置量($Q_{w,i,s}^t$)

Q[1,1,1,1] = 70000	Q[2,1,1,1] = 70000	Q[3,1,1,1] = 80000	Q[4,1,1,1] = 80000	Q[5,1,1,1] = 90000	Q[6,1,1,1] = 90000
Q[1,1,3,1] = 40000	Q[2,1,2,1] = 60000	Q[3,1,2,1] = 70000	Q[4,1,2,1] = 70000	Q[5,1,2,1] = 100000	Q[6,1,2,1] = 100000
Q[1,1,4,3] = 320000	Q[2,1,3,1] = 40000	Q[3,1,3,1] = 80000	Q[4,1,3,1] = 80000	Q[5,1,3,1] = 120000	Q[6,1,3,1] = 120000
Q[1,1,5,1] = 50000	Q[2,1,4,3] = 320000	Q[3,1,4,3] = 360000	Q[4,1,4,3] = 360000	Q[5,1,4,3] = 400000	Q[6,1,4,3] = 400000
Q[1,2,2,3] = 240000	Q[2,2,2,3] = 240000	Q[3,2,2,3] = 280000	Q[4,1,5,1] = 60000	Q[5,1,5,1] = 70000	Q[6,2,2,3] = 300000
Q[1,2,3,1] = 10000	Q[2,2,3,1] = 10000	Q[3,2,3,1] = 20000	Q[4,2,2,3] = 280000	Q[5,2,2,3] = 300000	Q[6,2,3,1] = 30000
Q[1,3,1,2] = 280000	Q[2,3,1,2] = 280000	Q[3,3,1,2] = 320000	Q[4,2,3,1] = 20000	Q[5,2,3,1] = 30000	Q[6,3,1,2] = 360000
Q[1,3,2,1] = 60000	Q[2,3,5,2] = 200000	Q[3,3,5,2] = 240000	Q[4,3,1,2] = 320000	Q[5,3,1,2] = 360000	Q[6,3,5,2] = 280000
Q[1,3,5,2] = 200000	Q[2,3,6,2] = 110000	Q[3,3,6,2] = 150000	Q[4,3,5,2] = 240000	Q[5,3,5,2] = 280000	Q[6,3,6,2] = 200000
Q[1,3,6,2] = 140000	Q[2,3,8,1] = 24000	Q[3,3,8,1] = 16000	Q[4,3,6,2] = 150000	Q[5,3,6,2] = 250000	Q[6,3,8,1] = 104000
Q[1,3,8,1] = 24000	Q[2,3,9,2] = 280000	Q[3,3,9,2] = 320000	Q[4,3,8,1] = 60000	Q[5,3,8,1] = 104000	Q[6,3,9,2] = 360000
Q[1,3,9,2] = 316000	Q[2,4,7,2] = 240000	Q[3,4,7,2] = 280000	Q[4,3,9,2] = 320000	Q[5,3,9,2] = 404000	Q[6,4,7,2] = 320000
Q[1,4,7,2] = 240000	Q[2,5,6,3] = 440000	Q[3,5,4,1] = 90000	Q[4,4,7,2] = 280000	Q[5,4,7,2] = 320000	Q[6,5,4,1] = 100000
Q[1,5,6,3] = 410000	Q[2,5,7,1] = 60000	Q[3,5,6,3] = 450000	Q[4,5,4,1] = 90000	Q[5,5,6,3] = 400000	Q[6,5,6,3] = 450000
Q[1,5,7,1] = 60000	Q[2,5,8,1] = 6000	Q[3,5,7,1] = 70000	Q[4,5,6,3] = 450000	Q[5,5,7,1] = 80000	Q[6,5,7,1] = 80000
Q[1,5,8,1] = 6000	Q[2,5,9,1] = 70000	Q[3,5,8,1] = 64000	Q[4,5,7,1] = 70000	Q[5,5,8,1] = 26000	Q[6,5,8,1] = 26000
Q[1,5,9,1] = 70000	Q[2,6,4,1] = 80000	Q[3,5,9,1] = 80000	Q[4,5,8,1] = 20000	Q[5,5,9,1] = 90000	Q[6,5,9,1] = 90000
Q[1,6,4,1] = 80000	Q[2,6,5,1] = 50000	Q[3,6,5,1] = 60000	Q[4,5,9,1] = 80000	Q[5,6,4,1] = 100000	Q[6,6,5,1] = 70000

註： $Q[t,w,i,s] = Q_{w,i,s}^t$

附錄 E、產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包價格等級($L_{w,i,s}$)

L[1,1,1] = 1	L[2,1,1] = 1	L[3,1,2] = 1	L[4,1,1] = 1	L[5,1,1] = 1	L[6,1,1] = 1
L[1,2,1] = 1	L[2,2,3] = 1	L[3,2,1] = 1	L[4,2,1] = 1	L[5,2,1] = 1	L[6,2,1] = 1
L[1,3,1] = 1	L[2,3,1] = 1	L[3,3,1] = 1	L[4,3,1] = 1	L[5,3,1] = 1	L[6,3,1] = 1
L[1,4,3] = 1	L[2,4,1] = 1	L[3,4,1] = 1	L[4,4,1] = 1	L[5,4,1] = 1	L[6,4,1] = 1
L[1,5,1] = 1	L[2,5,1] = 1	L[3,5,2] = 1	L[4,5,1] = 1	L[5,5,1] = 1	L[6,5,1] = 1
L[1,6,1] = 1	L[2,6,1] = 1	L[3,6,2] = 1	L[4,6,1] = 1	L[5,6,3] = 1	L[6,6,1] = 1
L[1,7,1] = 1	L[2,7,1] = 1	L[3,7,1] = 1	L[4,7,2] = 1	L[5,7,1] = 1	L[6,7,1] = 1
L[1,8,1] = 1	L[2,8,1] = 1	L[3,8,1] = 1	L[4,8,1] = 1	L[5,8,1] = 1	L[6,8,1] = 1
L[1,9,1] = 1	L[2,9,1] = 1	L[3,9,2] = 1	L[4,9,1] = 1	L[5,9,1] = 1	L[6,9,1] = 1

註： $L[w,i,s] = L_{w,i,s}$

附錄 F 產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商是否承包各製程規格($X_{w,i}^t$)

X[1,1,1] = 1	X[2,1,1] = 1	X[3,1,1] = 1	X[4,1,1] = 1	X[5,1,1] = 1	X[6,1,1] = 1
X[1,1,3] = 1	X[2,1,2] = 1	X[3,1,2] = 1	X[4,1,2] = 1	X[5,1,2] = 1	X[6,1,2] = 1
X[1,1,4] = 1	X[2,1,3] = 1	X[3,1,3] = 1	X[4,1,3] = 1	X[5,1,3] = 1	X[6,1,3] = 1
X[1,1,5] = 1	X[2,1,4] = 1	X[3,1,4] = 1	X[4,1,4] = 1	X[5,1,4] = 1	X[6,1,4] = 1
X[1,2,2] = 1	X[2,2,2] = 1	X[3,2,2] = 1	X[4,1,5] = 1	X[5,1,5] = 1	X[6,2,2] = 1
X[1,2,3] = 1	X[2,2,3] = 1	X[3,2,3] = 1	X[4,2,2] = 1	X[5,2,2] = 1	X[6,2,3] = 1
X[1,3,1] = 1	X[2,3,1] = 1	X[3,3,1] = 1	X[4,2,3] = 1	X[5,2,3] = 1	X[6,3,1] = 1
X[1,3,2] = 1	X[2,3,5] = 1	X[3,3,5] = 1	X[4,3,1] = 1	X[5,3,1] = 1	X[6,3,5] = 1
X[1,3,5] = 1	X[2,3,6] = 1	X[3,3,6] = 1	X[4,3,5] = 1	X[5,3,5] = 1	X[6,3,6] = 1
X[1,3,6] = 1	X[2,3,8] = 1	X[3,3,8] = 1	X[4,3,6] = 1	X[5,3,6] = 1	X[6,3,8] = 1
X[1,3,8] = 1	X[2,3,9] = 1	X[3,3,9] = 1	X[4,3,8] = 1	X[5,3,8] = 1	X[6,3,9] = 1
X[1,3,9] = 1	X[2,4,7] = 1	X[3,4,7] = 1	X[4,3,9] = 1	X[5,3,9] = 1	X[6,4,7] = 1
X[1,4,7] = 1	X[2,5,6] = 1	X[3,5,4] = 1	X[4,4,7] = 1	X[5,4,7] = 1	X[6,5,4] = 1
X[1,5,6] = 1	X[2,5,7] = 1	X[3,5,6] = 1	X[4,5,4] = 1	X[5,5,6] = 1	X[6,5,6] = 1
X[1,5,7] = 1	X[2,5,8] = 1	X[3,5,7] = 1	X[4,5,6] = 1	X[5,5,7] = 1	X[6,5,7] = 1
X[1,5,8] = 1	X[2,5,9] = 1	X[3,5,8] = 1	X[4,5,7] = 1	X[5,5,8] = 1	X[6,5,8] = 1
X[1,5,9] = 1	X[2,6,4] = 1	X[3,5,9] = 1	X[4,5,8] = 1	X[5,5,9] = 1	X[6,5,9] = 1
X[1,6,4] = 1	X[2,6,5] = 1	X[3,6,5] = 1	X[4,5,9] = 1	X[5,6,4] = 1	X[6,6,5] = 1

註： $X[t,w,i] = X_{w,i}^t$

附錄 G、產量配置第二階段規劃結果：各代工廠商各製程規格之承包單價($C_{w,i}$)

$C[1,1] = 0.60$	$C[2,1] = 0.60$	$C[3,1] = 55$	$C[4,1] = 0$	$C[5,1] = 0$	$C[6,1] = 0$
$C[1,2] = 0.50$	$C[2,2] = 0.40$	$C[3,2] = 50$	$C[4,2] = 0$	$C[5,2] = 0$	$C[6,2] = 0$
$C[1,3] = 0.40$	$C[2,3] = 0.40$	$C[3,3] = 0$	$C[4,3] = 0$	$C[5,3] = 0$	$C[6,3] = 0$
$C[1,4] = 2.80$	$C[2,4] = 0$	$C[3,4] = 0$	$C[4,4] = 0$	$C[5,4] = 3.10$	$C[6,4] = 3.10$
$C[1,5] = 6.80$	$C[2,5] = 0$	$C[3,5] = 6.50$	$C[4,5] = 0$	$C[5,5] = 6.80$	$C[6,5] = 6.80$
$C[1,6] = 0$	$C[2,6] = 0$	$C[3,6] = 5.50$	$C[4,6] = 0$	$C[5,6] = 5.30$	$C[6,6] = 5.70$
$C[1,7] = 0$	$C[2,7] = 0$	$C[3,7] = 0$	$C[4,7] = 0.55$	$C[5,7] = 0.60$	$C[6,7] = 0$
$C[1,8] = 0$	$C[2,8] = 0$	$C[3,8] = 0.70$	$C[4,8] = 0.70$	$C[5,8] = 0.70$	$C[6,8] = 0$
$C[1,9] = 0$	$C[2,9] = 0$	$C[3,9] = 0.75$	$C[4,9] = 0.80$	$C[5,9] = 0.80$	$C[6,9] = 0$

註： $C[w,i] = C_{w,i}$

附錄 H、產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商相鄰製程進行連續兩階段代工之數量($SQ_{w,i,i'}^t$)

$SQ1[1,1,3,4]$ = 40000	$SQ1[2,1,1,4]$ = 70000	$SQ1[3,1,1,4]$ = 80000	$SQ1[4,1,1,4]$ = 80000	$SQ1[5,1,1,4]$ = 90000	$SQ1[6,1,1,4]$ = 90000
$SQ2[1,5,6,7]$ = 60000	$SQ1[2,1,2,4]$ = 60000	$SQ1[3,1,2,4]$ = 70000	$SQ1[4,1,2,4]$ = 70000	$SQ1[5,1,2,4]$ = 30000	$SQ1[6,1,2,4]$ = 100000
$SQ2[1,5,6,8]$ = 6000	$SQ1[2,1,3,4]$ = 40000	$SQ1[3,1,3,4]$ = 80000	$SQ1[4,1,3,4]$ = 80000	$SQ1[5,1,2,5]$ = 70000	$SQ1[6,1,3,4]$ = 120000
$SQ2[1,5,6,9]$ = 70000	$SQ2[2,3,5,8]$ = 24000	$SQ2[3,3,5,8]$ = 16000	$SQ2[4,3,6,8]$ = 60000	$SQ1[5,1,3,4]$ = 120000	$SQ2[6,3,5,8]$ = 104000
	$SQ2[2,5,6,7]$ = 60000	$SQ2[3,5,4,7]$ = 70000	$SQ2[4,5,4,7]$ = 70000	$SQ2[5,3,5,9]$ = 148000	$SQ2[6,5,4,8]$ = 26000
	$SQ2[2,5,6,8]$ = 6000	$SQ2[3,5,6,8]$ = 64000	$SQ2[4,5,4,8]$ = 20000	$SQ2[5,5,6,7]$ = 80000	$SQ2[6,5,6,7]$ = 80000
	$SQ2[2,5,6,9]$ = 70000	$SQ2[3,5,6,9]$ = 80000	$SQ2[4,5,6,9]$ = 80000	$SQ2[5,5,6,8]$ = 26000	$SQ2[6,5,6,9]$ = 90000
				$SQ2[5,5,6,9]$ = 90000	

註： $SQ[t,w,i,i'] = SQ_{w,i,i'}^t$

附錄 I、產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商相鄰製程進行連續三階段代工之數量($TQ_{w,i,i',i''}^t$)

TQ[1,3,1,5,9] = 140000	TQ[2,3,1,5,9] = 176000	TQ[3,3,1,5,9] = 224000	TQ[4,3,1,5,9] = 240000	TQ[5,3,1,5,8] = 104000	TQ[6,3,1,5,9] = 160000
TQ[1,3,1,6,8] = 24000	TQ[2,3,1,6,9] = 104000	TQ[3,3,1,6,9] = 96000	TQ[4,3,1,6,9] = 80000	TQ[5,3,1,5,9] = 6000	TQ[6,3,1,6,9] = 200000
TQ[1,3,1,6,9] = 116000				TQ[5,3,1,6,9] = 250000	
TQ[1,3,2,5,9] = 60000					

註： $TQ[t,w,i,i',i''] = TQ_{w,i,i',i''}^t$

附錄 J、產量配置第二階段規劃結果：每月各代工廠商各連續代工型態之數量($Z_{w,m}^t$)

Z[1,1,1] = 110000	Z[2,1,1] = 170000	Z[3,1,1] = 230000	Z[4,1,1] = 230000	Z[5,1,1] = 310000	Z[6,1,1] = 310000
Z[1,3,2] = 340000	Z[2,3,1] = 24000	Z[3,3,1] = 16000	Z[4,3,1] = 60000	Z[5,3,1] = 148000	Z[6,3,1] = 104000
Z[1,5,1] = 136000	Z[2,3,2] = 280000	Z[3,3,2] = 320000	Z[4,3,2] = 320000	Z[5,3,2] = 360000	Z[6,3,2] = 360000
	Z[2,5,1] = 136000	Z[3,5,1] = 214000	Z[4,5,1] = 170000	Z[5,5,1] = 196000	Z[6,5,1] = 196000

註： $Z[t,w,m] = Z_{w,m}^t$

附錄 K、訂單分配規劃結果：各訂單每日採各代工狀態於各代工廠商各製程之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$)

P[2,1,1,2,1]=5K	P[5,1,2,2,1]=10K	P[7,1,3,6,5]=15K	P[9,1,3,1,8]=10K	P[11,1,0,10,9]=99K	P[12,1,5,4,8]=20K	P[14,1,0,12,5]=50K
P[2,1,2,2,1]=10K	P[5,1,5,4,1]=20K	P[7,1,5,6,5]=15K	P[9,1,3,5,2]=10K	P[11,1,1,4,8]=15K	P[12,1,6,4,9]=15K	P[14,1,1,2,13]=10K
P[2,1,3,2,1]=20K	P[5,1,5,6,3]=15K	P[7,1,6,6,5]=20K	P[9,1,4,7,1]=15K	P[11,1,3,1,8]=5K	P[12,2,0,10,6]=30K	P[14,1,1,5,15]=10K
P[2,2,1,2,1]=15K	P[5,2,3,6,3]=15K	P[7,2,3,2,2]=5K	P[9,1,5,4,8]=20K	P[11,1,3,1,14]=15K	P[12,3,0,11,6]=30K	P[14,1,2,2,13]=10K
P[3,1,2,2,1]=10K	P[5,3,1,4,1]=5K	P[8,1,0,10,5]=99K	P[9,1,6,4,9]=15K	P[11,1,3,5,2]=15K	P[12,3,3,5,2]=10K	P[14,1,3,1,14]=20K
P[3,1,3,2,1]=5K	P[6,1,0,10,3]=99K	P[8,1,1,1,4]=20K	P[9,2,3,2,2]=10K	P[11,1,3,9,3]=5K	P[13,1,0,12,5]=15K	P[14,1,3,8,6]=4K
P[3,2,1,2,1]=15K	P[6,1,1,4,1]=15K	P[8,1,2,2,2]=10K	P[9,2,3,6,3]=15K	P[11,1,4,7,1]=20K	P[13,1,0,12,8]=30K	P[14,1,3,9,3]=5K
P[3,3,1,4,1]=15K	P[6,1,2,2,2]=10K	P[8,1,3,1,8]=20K	P[9,2,5,6,3]=15K	P[11,1,5,4,9]=10K	P[13,1,1,4,9]=15K	P[14,1,4,7,9]=15K
P[4,1,0,10,3]=99K	P[6,1,3,1,8]=20K	P[8,1,3,6,5]=15K	P[9,3,3,5,2]=5K	P[11,1,6,4,9]=15K	P[13,1,3,1,7]=5K	P[14,1,4,7,12]=5K
P[4,1,2,2,1]=10K	P[6,1,5,6,3]=15K	P[8,1,4,7,1]=15K	P[9,3,3,9,3]=15K	P[11,2,0,11,4]=50K	P[13,1,3,1,14]=15K	P[14,1,5,5,15]=10K
P[4,1,3,2,1]=5K	P[6,2,1,1,8]=15K	P[8,1,6,4,8]=15K	P[10,1,0,10,9]=99K	P[11,2,5,4,9]=5K	P[13,1,3,9,3]=20K	P[14,1,5,6,14]=15K
P[4,1,5,4,1]=15K	P[6,2,3,2,2]=15K	P[8,2,5,6,3]=15K	P[10,1,1,4,9]=15K	P[11,3,0,12,4]=50K	P[13,1,4,7,1]=20K	P[14,2,0,10,12]=30K
P[4,1,5,6,3]=15K	P[6,2,3,6,3]=15K	P[8,3,1,4,8]=15K	P[10,1,3,1,8]=20K	P[11,3,3,9,3]=15K	P[13,1,5,4,9]=20K	P[14,2,1,2,13]=10K
P[4,2,1,2,1]=5K	P[7,1,0,10,5]=99K	P[8,3,3,5,2]=15K	P[10,1,3,5,2]=15K	P[12,1,1,4,8]=15K	P[13,1,5,6,14]=15K	P[14,2,3,2,13]=15K
P[4,2,3,6,3]=15K	P[7,1,1,1,4]=20K	P[9,1,0,10,9]=99K	P[10,1,4,7,1]=20K	P[12,1,3,1,7]=5K	P[13,1,6,4,8]=10K	P[14,2,3,5,15]=15K
P[4,3,1,4,1]=15K	P[7,1,1,4,1]=15K	P[9,1,1,4,9]=15K	P[10,1,6,4,9]=15K	P[12,1,3,1,14]=15K	P[13,1,6,4,9]=5K	P[14,2,5,4,9]=5K
P[5,1,0,10,3]=99K	P[7,1,2,2,2]=10K	P[9,1,2,2,2]=10K	P[10,2,3,6,3]=15K	P[12,1,3,9,3]=15K	P[14,1,0,10,15]=50K	P[14,3,0,11,12]=30K
P[5,1,1,4,1]=10K	P[7,1,3,1,8]=20K	P[9,1,3,1,4]=10K	P[10,3,3,9,3]=15K	P[12,1,4,7,1]=20K	P[14,1,0,12,2]=15K	P[14,3,3,9,3]=15K

註： $P[t,k,w,i,a] = P_{w,i,a}^{t,k}$ ；1K=1,000 單位

附錄 K、訂單分配規劃結果：各訂單每日採各代工狀態於各代工廠商各製程之加工量($P_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

P[14,3,5,9,3]=10K	P[16,1,3,1,14]=20K	P[18,1,1,5,13]=10K	P[20,1,1,2,13]=5K	P[22,1,0,10,15]=99K	P[24,3,5,9,15]=5K
P[15,1,0,12,2]=5K	P[16,1,4,7,9]=20K	P[18,1,2,2,13]=10K	P[20,1,1,5,13]=10K	P[22,1,0,12,14]=15K	P[25,1,0,10,11]=99K
P[15,1,0,12,8]=20K	P[16,1,5,6,14]=15K	P[18,1,4,7,9]=20K	P[20,1,2,2,13]=10K	P[22,1,1,3,10]=20K	P[25,1,0,12,14]=25K
P[15,1,1,4,7]=10K	P[16,3,1,5,13]=10K	P[18,1,5,6,14]=15K	P[20,1,3,9,13]=5K	P[22,1,2,3,10]=10K	P[25,1,3,9,13]=10K
P[15,1,2,2,13]=10K	P[16,3,3,5,13]=15K	P[18,1,5,7,12]=20K	P[20,1,5,6,14]=15K	P[22,1,3,9,13]=5K	P[25,2,0,11,10]=50K
P[15,1,3,1,14]=20K	P[17,1,0,10,15]=5K	P[18,2,3,5,13]=15K	P[20,2,3,1,14]=15K	P[22,2,5,5,13]=15K	P[25,3,0,12,10]=50K
P[15,1,3,8,6]=20K	P[17,1,0,12,2]=15K	P[18,3,5,7,9]=5K	P[20,3,3,5,13]=15K	P[22,3,3,6,14]=15K	P[25,3,3,9,13]=10K
P[15,1,4,7,9]=20K	P[17,1,0,12,8]=15K	P[19,1,0,10,15]=5K	P[20,3,3,6,14]=10K	P[22,3,3,9,13]=15K	P[26,1,0,10,11]=99K
P[15,1,5,6,14]=15K	P[17,1,2,2,13]=10K	P[19,1,2,2,13]=10K	P[20,3,3,9,15]=15K	P[23,1,0,10,11]=99K	P[26,1,0,12,14]=30K
P[15,1,5,8,6]=6K	P[17,1,3,1,14]=15K	P[19,1,3,9,13]=10K	P[20,3,5,7,9]=25K	P[23,1,0,12,14]=15K	P[26,3,3,9,13]=20K
P[15,2,1,2,13]=10K	P[17,1,4,7,9]=20K	P[19,1,3,9,15]=10K	P[21,1,0,12,14]=15K	P[23,1,1,3,10]=20K	P[27,1,0,10,11]=99K
P[15,2,3,5,15]=15K	P[17,1,5,6,14]=15K	P[19,1,4,7,9]=20K	P[21,1,3,9,15]=10K	P[23,1,3,6,11]=15K	P[27,1,0,12,14]=30K
P[15,2,5,4,9]=20K	P[17,1,5,7,12]=5K	P[19,1,5,6,14]=15K	P[21,1,4,7,7]=10K	P[23,1,3,9,13]=10K	P[27,3,3,9,13]=20K
P[15,3,1,5,13]=10K	P[17,2,3,2,13]=20K	P[19,1,5,7,9]=25K	P[21,2,3,1,14]=15K	P[23,1,5,6,11]=15K	P[27,3,5,9,13]=15K
P[15,3,3,9,3]=15K	P[17,2,3,5,13]=10K	P[19,2,3,1,14]=10K	P[21,2,3,5,13]=10K	P[23,3,3,9,15]=10K	P[28,1,0,10,11]=99K
P[15,3,5,9,3]=20K	P[17,2,3,5,15]=5K	P[19,2,3,5,13]=15K	P[21,3,3,5,13]=5K	P[24,1,0,10,11]=99K	P[29,1,0,10,11]=99K
P[16,1,0,12,2]=10K	P[18,1,0,12,2]=25K	P[19,2,5,5,15]=5K	P[21,3,3,6,14]=15K	P[24,1,0,12,14]=15K	P[30,1,0,10,11]=99K
P[16,1,2,2,13]=10K	P[18,1,0,12,8]=45K	P[20,1,0,12,14]=15K	P[21,3,3,9,15]=10K	P[24,3,3,9,13]=20K	P[30,1,0,12,11]=30K

註： $P[t,k,w,i,a] = P_{w,i,a}^{t,k}$ ；1K=1,000 單位

附錄 L、訂單分配規劃結果：各訂單每日採各代工狀態於各代工廠商各製程之完工量($E_{w,i,a}^{t,k}$)

E[2,2,1,2,1]=15K	E[7,2,1,1,8]=15K	E[10,1,1,4,1]=10K	E[11,3,3,9,3]=15K	E[13,1,3,9,3]=5K	E[14,1,6,4,9]=15K	E[15,3,5,9,3]=10K
E[3,1,0,10,3]=99K	E[7,2,3,2,2]=15K	E[10,1,2,2,2]=10K	E[12,1,0,12,5]=15K	E[13,1,4,7,1]=20K	E[14,2,1,2,13]=10K	E[16,1,0,10,15]=5K
E[3,1,1,2,1]=5K	E[7,3,1,4,1]=15K	E[10,1,3,1,4]=10K	E[12,1,0,12,8]=30K	E[13,1,5,6,5]=15K	E[14,2,3,6,3]=15K	E[16,1,0,12,2]=15K
E[3,1,2,2,1]=10K	E[8,1,0,10,9]=99K	E[10,1,3,1,8]=10K	E[12,1,1,4,1]=15K	E[13,1,6,4,9]=15K	E[14,2,5,6,3]=15K	E[16,1,0,12,8]=15K
E[3,2,1,2,1]=15K	E[8,1,2,2,2]=10K	E[10,1,4,7,1]=15K	E[12,1,3,1,8]=5K	E[13,1,6,6,5]=20K	E[14,3,3,5,2]=5K	E[16,1,1,4,8]=15K
E[4,1,0,10,3]=99K	E[8,1,3,1,8]=20K	E[10,1,5,4,1]=20K	E[12,1,3,1,14]=15K	E[13,2,0,10,12]=30K	E[15,1,0,12,2]=10K	E[16,1,2,2,13]=10K
E[4,1,2,2,1]=10K	E[8,2,3,2,2]=5K	E[10,1,5,6,3]=15K	E[12,1,3,6,5]=15K	E[13,2,3,6,3]=15K	E[15,1,1,2,13]=10K	E[16,1,3,1,14]=20K
E[4,1,3,2,1]=20K	E[8,2,3,6,3]=15K	E[10,2,0,11,4]=50K	E[12,1,4,7,1]=20K	E[13,2,5,6,3]=15K	E[15,1,1,4,9]=15K	E[16,1,3,5,2]=15K
E[4,2,1,2,1]=5K	E[8,3,1,4,1]=15K	E[10,2,3,2,2]=10K	E[12,1,5,6,3]=15K	E[13,3,0,11,12]=30K	E[15,1,2,2,13]=10K	E[16,1,3,9,3]=5K
E[5,1,0,10,3]=99K	E[9,1,0,10,9]=99K	E[10,2,3,6,3]=15K	E[12,1,6,4,8]=15K	E[13,3,3,5,2]=15K	E[15,1,3,1,14]=20K	E[16,1,4,7,9]=15K
E[5,1,2,2,1]=10K	E[9,1,1,1,4]=20K	E[10,3,0,12,4]=50K	E[12,3,1,4,8]=15K	E[14,1,0,12,2]=5K	E[15,1,3,5,2]=10K	E[16,1,4,7,12]=5K
E[5,1,3,2,1]=5K	E[9,1,2,2,2]=10K	E[10,3,3,9,3]=15K	E[12,3,3,9,3]=15K	E[14,1,0,12,8]=20K	E[15,1,3,9,3]=20K	E[16,1,5,4,9]=10K
E[6,1,0,10,5]=99K	E[9,1,3,1,8]=20K	E[11,1,1,4,1]=15K	E[13,1,0,10,15]=50K	E[14,1,1,4,9]=15K	E[15,1,4,7,1]=20K	E[16,1,6,4,9]=15K
E[6,1,2,2,1]=10K	E[9,1,5,4,1]=15K	E[11,1,3,1,8]=20K	E[13,1,0,12,2]=15K	E[14,1,3,1,7]=5K	E[15,1,6,4,9]=15K	E[16,3,3,9,3]=15K
E[6,1,3,2,1]=5K	E[9,2,3,6,3]=15K	E[11,1,4,7,1]=15K	E[13,1,0,12,5]=50K	E[14,1,3,1,14]=15K	E[15,2,1,2,13]=10K	E[16,3,5,9,3]=20K
E[7,1,0,10,5]=99K	E[9,3,1,4,1]=5K	E[11,1,5,6,3]=15K	E[13,1,3,1,7]=5K	E[14,1,3,9,3]=15K	E[15,2,3,2,13]=15K	E[17,1,0,12,2]=25K
E[7,1,2,2,2]=10K	E[10,1,0,10,9]=99K	E[11,2,0,10,6]=30K	E[13,1,3,1,14]=15K	E[14,1,4,7,1]=20K	E[15,2,5,4,9]=5K	E[17,1,0,12,8]=45K
E[7,1,3,1,8]=20K	E[10,1,1,1,4]=20K	E[11,3,0,11,6]=30K	E[13,1,3,6,5]=15K	E[14,1,5,4,8]=20K	E[15,3,3,9,3]=15K	E[17,1,1,4,8]=15K

註： $E[t,k,w,i,a] = E_{w,i,a}^{t,k}$ ；1K=1,000 單位

附錄 L、訂單分配規劃結果：各訂單每日採各代工狀態於各代工廠商各製程之完工量($E_{w,i,a}^{t,k}$)(續)

E[17,1,2,2,13]=10K	E[18,2,3,2,13]=20K	E[20,1,5,6,14]=15K	E[22,1,0,12,14]=15K	E[24,1,1,3,10]=20K	E[26,1,0,10,11]=99K
E[17,1,3,1,14]=20K	E[18,2,5,4,9]=5K	E[20,1,5,7,12]=20K	E[22,1,1,5,13]=10K	E[24,1,1,5,13]=10K	E[26,1,0,12,14]=30K
E[17,1,3,5,2]=15K	E[18,3,1,5,13]=10K	E[20,2,3,1,14]=15K	E[22,1,3,9,13]=5K	E[24,1,2,3,10]=10K	E[26,1,5,6,14]=15K
E[17,1,3,8,6]=4K	E[19,1,0,12,14]=15K	E[20,2,3,5,15]=15K	E[22,1,5,6,14]=15K	E[24,1,3,9,13]=5K	E[26,2,3,5,13]=10K
E[17,1,4,7,9]=20K	E[19,1,2,2,13]=10K	E[21,1,0,10,15]=99K	E[22,2,3,5,13]=10K	E[24,1,5,6,14]=15K	E[26,2,5,5,13]=15K
E[17,1,5,4,8]=20K	E[19,1,4,7,9]=20K	E[21,1,0,12,14]=15K	E[22,2,3,5,15]=5K	E[24,2,0,11,10]=50K	E[26,3,3,5,13]=5K
E[17,1,6,4,8]=10K	E[19,1,5,5,15]=10K	E[21,1,1,2,13]=5K	E[22,3,3,9,15]=10K	E[24,2,3,5,13]=15K	E[26,3,3,6,14]=15K
E[17,1,6,4,9]=5K	E[19,1,5,6,14]=15K	E[21,1,2,2,13]=10K	E[23,1,0,10,11]=99K	E[24,3,0,12,10]=50K	E[26,3,3,9,13]=10K
E[17,3,3,5,2]=10K	E[19,1,5,7,12]=5K	E[21,1,3,9,13]=10K	E[23,1,0,12,14]=15K	E[24,3,3,6,14]=10K	E[27,1,0,10,11]=99K
E[18,1,0,10,15]=5K	E[19,2,3,1,14]=10K	E[21,1,3,9,15]=10K	E[23,1,1,3,10]=20K	E[24,3,3,9,15]=10K	E[27,1,3,9,13]=10K
E[18,1,1,4,9]=15K	E[19,2,3,5,15]=15K	E[21,1,4,7,9]=20K	E[23,1,3,9,15]=10K	E[25,1,0,10,11]=99K	E[27,3,3,9,13]=20K
E[18,1,1,5,15]=10K	E[19,2,5,4,9]=20K	E[21,1,5,6,14]=15K	E[23,1,4,7,7]=10K	E[25,1,0,12,14]=30K	E[28,1,0,10,11]=99K
E[18,1,2,2,13]=10K	E[19,3,1,5,13]=10K	E[21,1,5,7,9]=25K	E[23,1,5,6,14]=15K	E[25,1,3,9,13]=10K	E[28,1,3,6,11]=15K
E[18,1,3,1,14]=15K	E[19,3,5,7,9]=5K	E[21,2,3,1,14]=15K	E[23,2,3,5,13]=15K	E[25,1,5,6,14]=15K	E[28,3,3,9,13]=20K
E[18,1,3,8,6]=20K	E[20,1,0,12,14]=15K	E[21,3,3,5,13]=15K	E[23,2,5,5,15]=5K	E[25,3,3,5,13]=15K	E[28,3,5,9,13]=15K
E[18,1,4,7,9]=20K	E[20,1,1,4,7]=10K	E[21,3,3,9,15]=15K	E[23,3,3,9,13]=15K	E[25,3,3,6,14]=15K	E[29,1,0,10,11]=99K
E[18,1,5,4,9]=20K	E[20,1,2,2,13]=10K	E[21,3,5,7,9]=25K	E[24,1,0,10,11]=99K	E[25,3,3,9,13]=20K	E[29,1,0,12,11]=30K
E[18,1,5,8,6]=6K	E[20,1,4,7,9]=20K	E[22,1,0,10,11]=99K	E[24,1,0,12,14]=25K	E[25,3,5,9,15]=5K	E[29,1,5,6,11]=15K

註： $E[t,k,w,i,a] = E_{w,i,a}^{t,k}$ ；1K=1,000 單位

附錄 M、訂單分配規劃結果：分配量低於代工廠商 w 內製程規格 i 預定配置的數量($U_{w,i}$)

$U[1,1] = 15,000$	$U[2,2] = 90,000$	$U[3,5] = 10,000$	$U[5,6] = 185,000$
$U[1,4] = 145,000$	$U[3,1] = 5,000$	$U[3,9] = 16,000$	$U[5,9] = 20,000$

註： $U[w,i] = U_{w,i}$

附錄 N、訂單分配規劃結果：是否允諾承接訂單 a (Y_a)

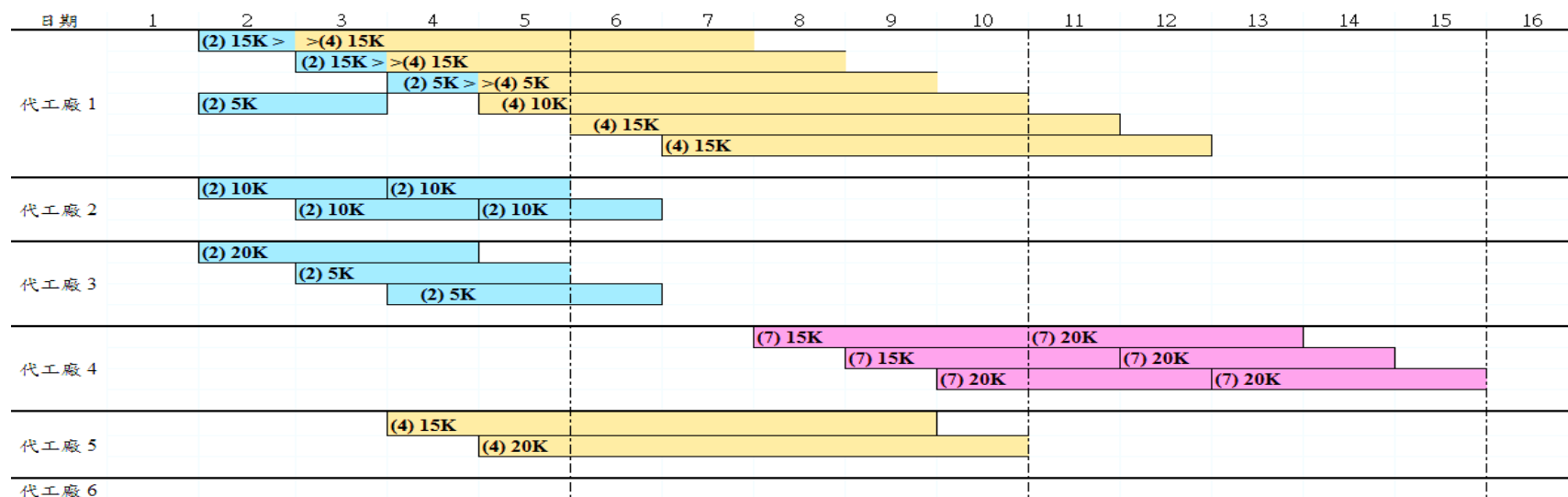
$Y[1] = 1$	$Y[6] = 1$	$Y[11] = 1$
$Y[2] = 1$	$Y[7] = 1$	$Y[12] = 1$
$Y[3] = 1$	$Y[8] = 1$	$Y[13] = 1$
$Y[4] = 1$	$Y[9] = 1$	$Y[14] = 1$
$Y[5] = 1$	$Y[10] = 1$	$Y[15] = 1$

註： $Y[a] = Y_a$



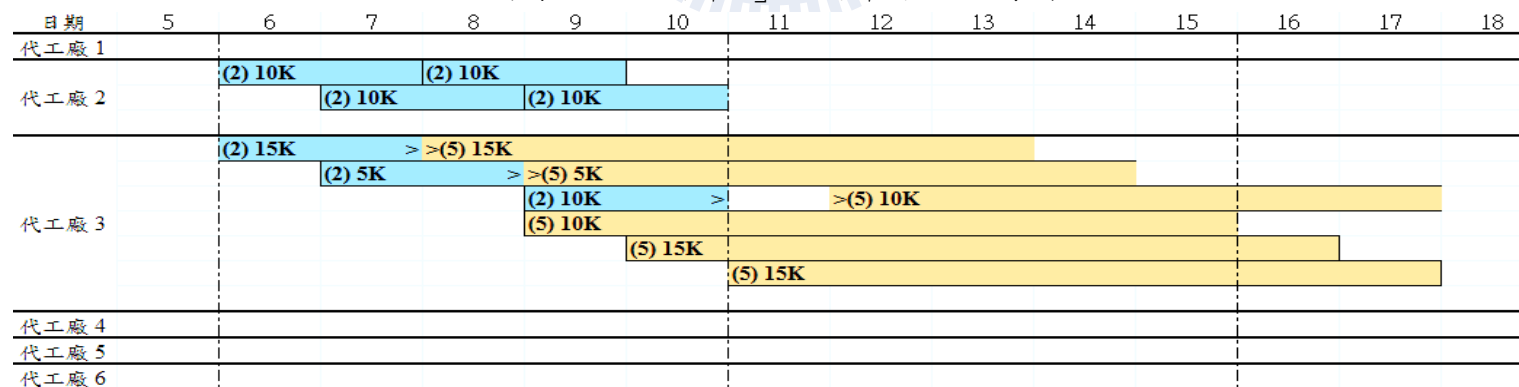
附錄O、訂單分配規劃結果：各訂單之訂單分配甘特圖

附錄O-1、「訂單1」之訂單分配甘特圖



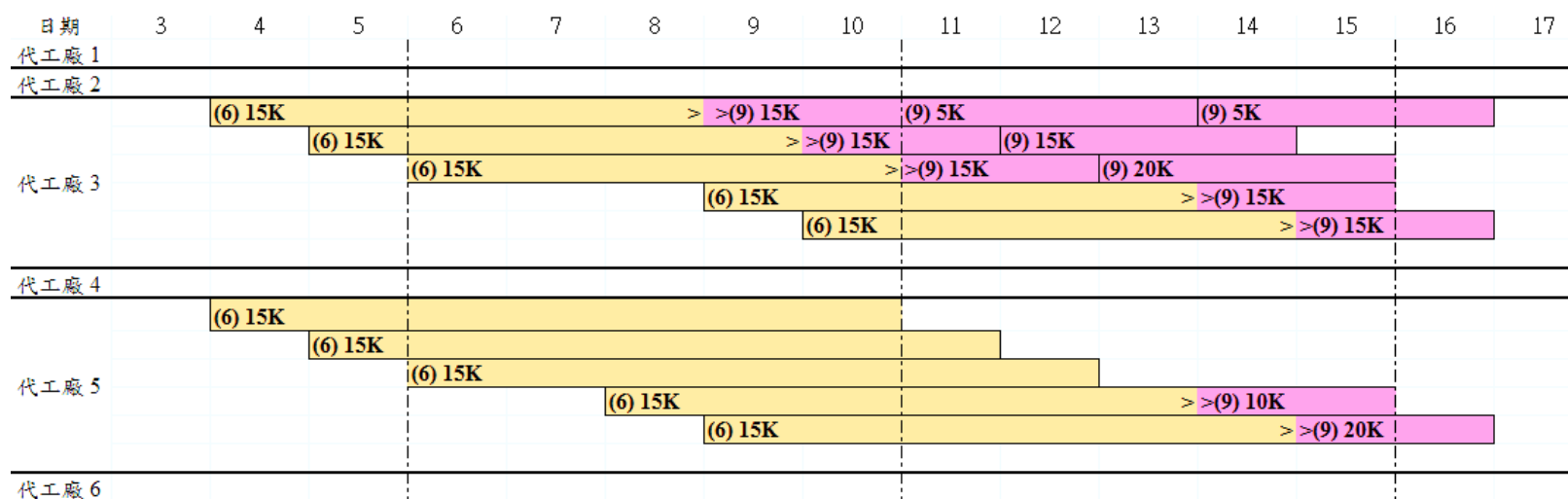
註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K：(製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>：連續代工的第一階段; >(#)#K：連續代工的後續階段

附錄O-2、「訂單2」之訂單分配甘特圖



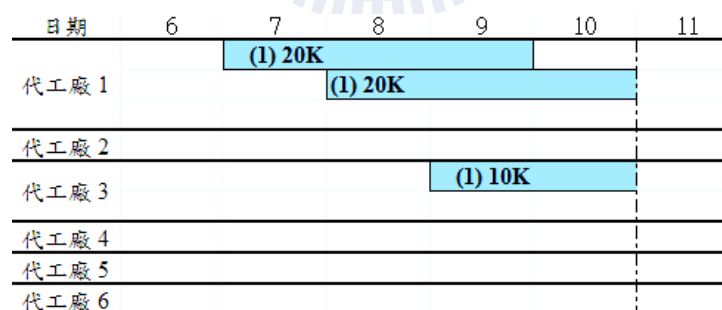
註：晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K：(製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>：連續代工的第一階段; >(#)#K：連續代工的後續階段

附錄O-3、「訂單3」之訂單分配甘特圖



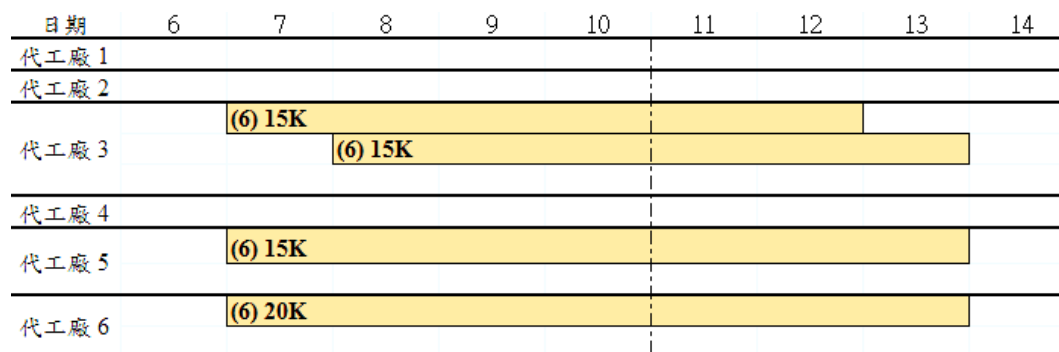
註: 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-4、「訂單4」之訂單分配甘特圖



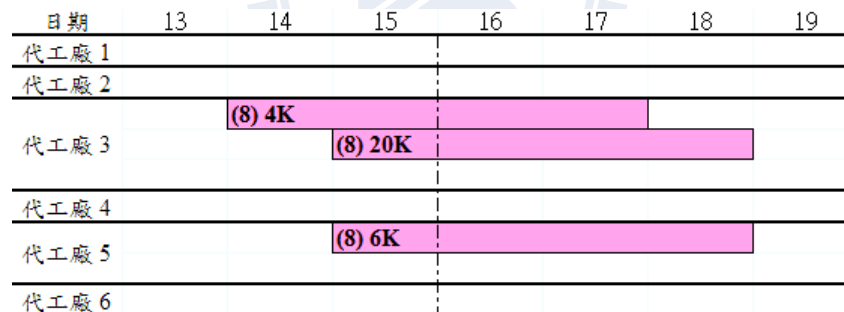
註: 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-5、「訂單5」之訂單分配甘特圖



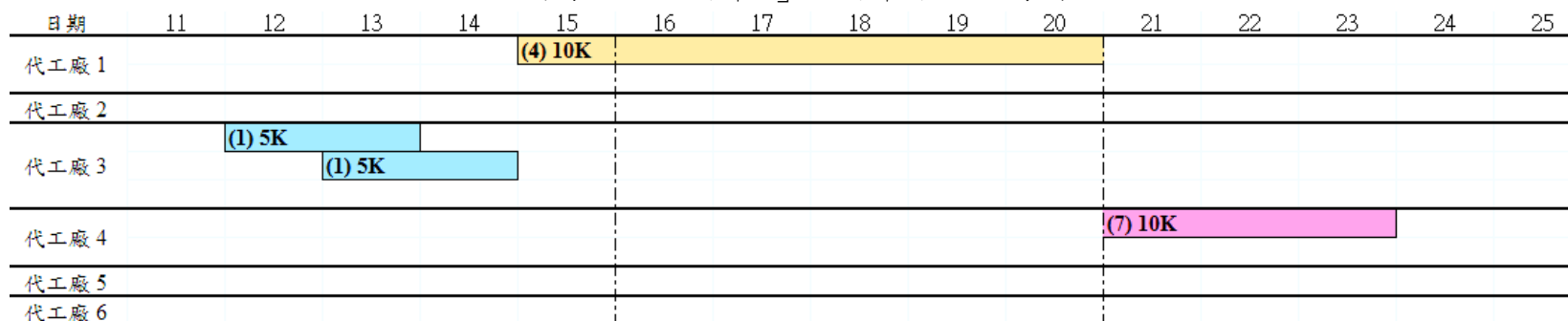
註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (>#)#K: 連續代工的第一階段; ≥(#)#K: 連續代工的後續階段

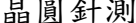
附錄O-6、「訂單6」之訂單分配甘特圖



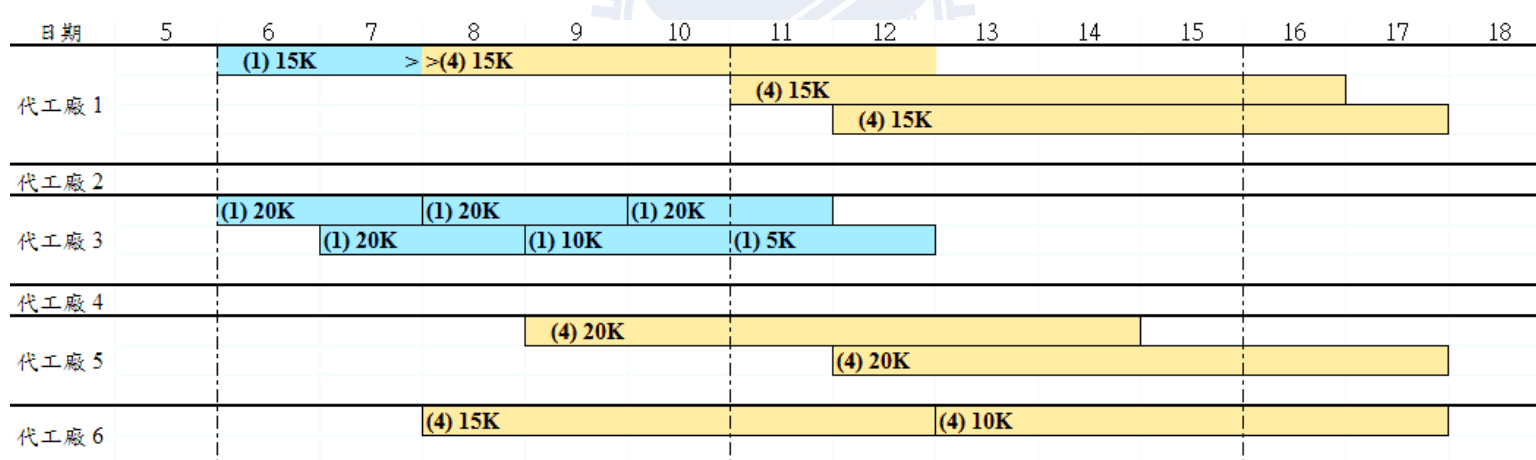
註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (>#)#K: 連續代工的第一階段; ≥(#)#K: 連續代工的後續階段

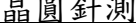
附錄O-7、「訂單7」之訂單分配甘特圖



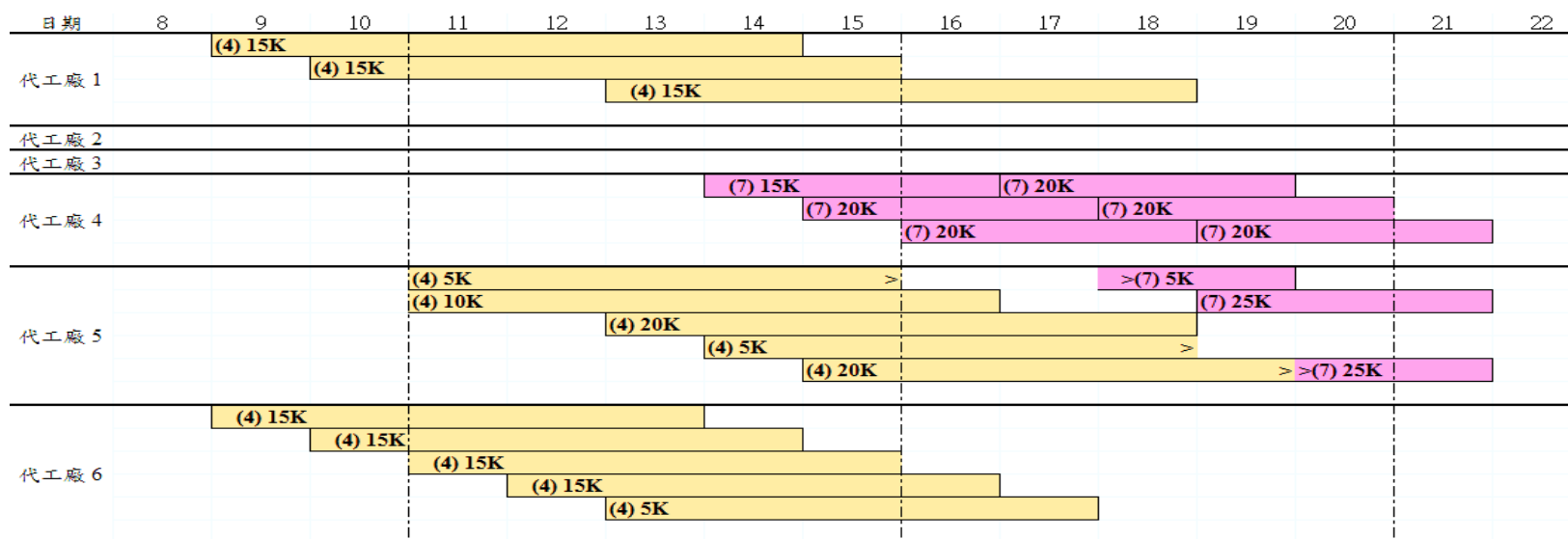
註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-8、「訂單8」之訂單分配甘特圖



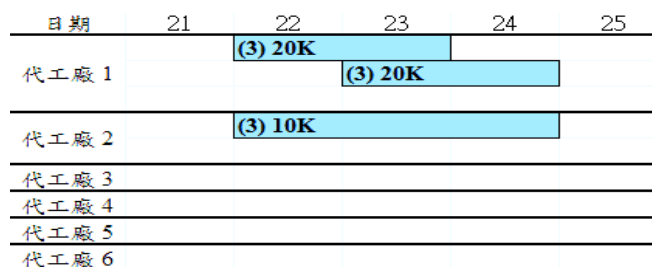
註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-9、「訂單9」之訂單分配甘特圖



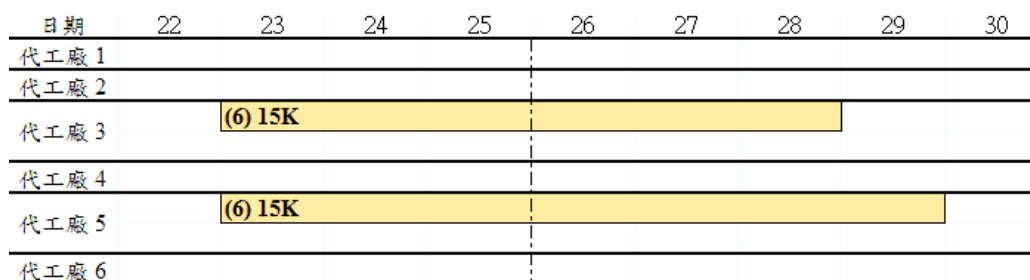
註: ■晶圓針測 ■晶圓封裝 ■最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-10、「訂單10」之訂單分配甘特圖



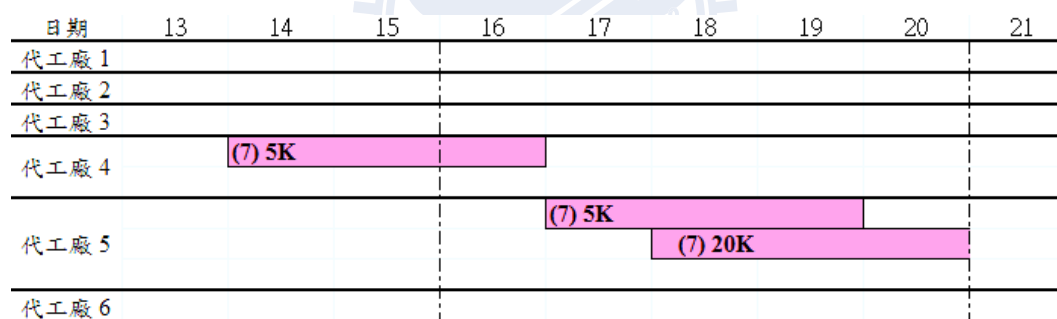
註: ■晶圓針測 ■晶圓封裝 ■最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-11、「訂單11」之訂單分配甘特圖



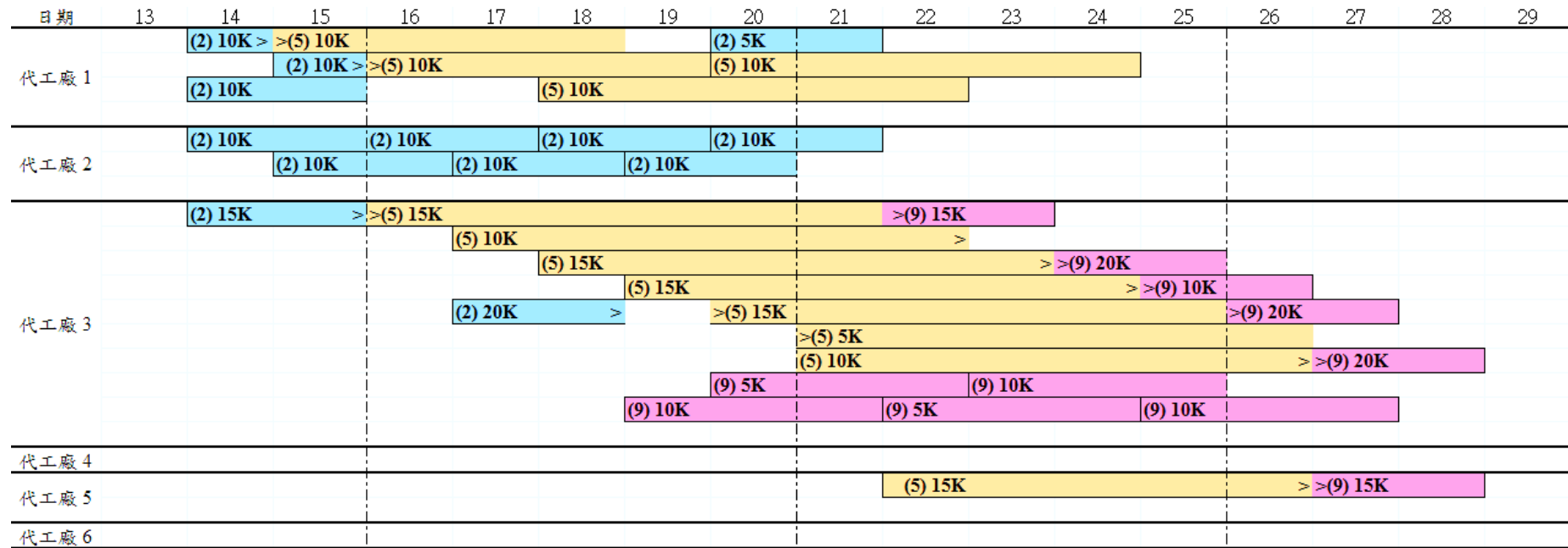
註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-12、「訂單12」之訂單分配甘特圖



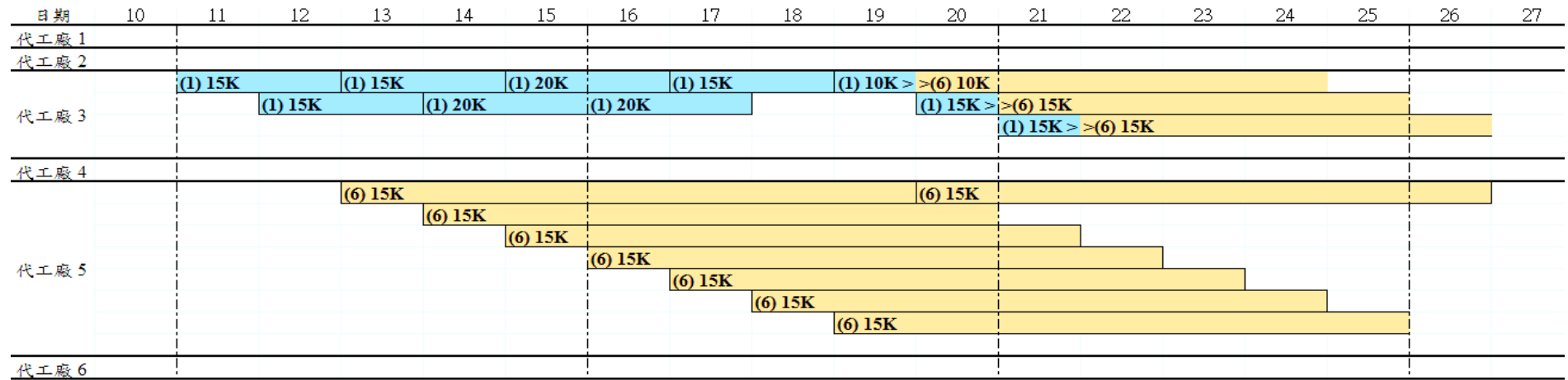
註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-13、「訂單13」之訂單分配甘特圖



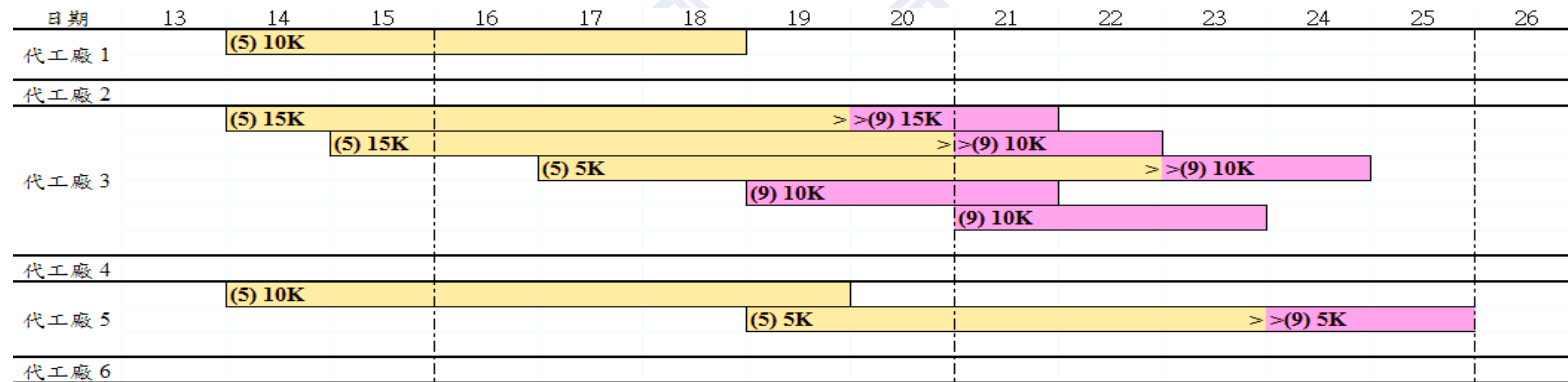
註: 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (>#)#K>: 連續代工的第一階段; >(>#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-14、「訂單14」之訂單分配甘特圖



註: 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄O-15、「訂單15」之訂單分配甘特圖



註: 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄P、訂單分配結果：各代工廠商每日承包資訊

附錄P-1、「代工廠商 1」之每日承包資訊

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
代工廠商 1		1_(2) 15K >	> 1_(4) 15K	1_(2) 5K >	> 1_(4) 5K	8_(1) 15K >	4_(1) 20K	> 8_(4) 15K	9_(4) 15K	9_(4) 15K
		1_(2) 5K	1_(2) 15K >	> 1_(4) 15K	1_(4) 10K	1_(4) 15K	1_(4) 15K	4_(1) 20K		
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8_(4) 15K	8_(4) 15K	9_(4) 15K	13_(2) 10K >	> 13_(5) 10K			13_(5) 10K		13_(2) 5K
				13_(2) 10K	13_(2) 10K >	> 13_(5) 10K				13_(5) 10K
				15_(5) 10K	7_(4) 10K					
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		10_(3) 20K	10_(3) 20K							

註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄P-2、「代工廠商 2」之每日承包資訊

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
代工廠商 2		1_(2) 10K	1_(2) 10K	1_(2) 10K	1_(2) 10K	2_(2) 10K	2_(2) 10K	2_(2) 10K	2_(2) 10K	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
				13_(2) 10K	13_(2) 10K	13_(2) 10K	13_(2) 10K	13_(2) 10K	13_(2) 10K	13_(2) 10K
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		10_(3) 10K								

註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄P-3、「代工廠商 3」之每日承包資訊

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
代工廠3		1_(2) 20K	1_(2) 5K	1_(2) 5K	3_(6) 15K >	8_(1) 20K	8_(1) 20K	8_(1) 20K	4_(1) 10K	8_(1) 20K
				3_(6) 15K >		2_(2) 15K >	2_(2) 5K >	> 2_(5) 15K	8_(1) 10K	2_(5) 15K
						3_(6) 15K >	5_(6) 15K	5_(6) 15K	2_(2) 10K >	3_(6) 15K >
									3_(6) 15K >	> 3_(9) 15K
									2_(5) 10K	
									> 2_(5) 5K	
									> 3_(9) 15K	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8_(1) 5K	7_(1) 5K	7_(1) 5K	14_(1) 20K	14_(1) 20K	14_(1) 20K	13_(2) 20K >	13_(5) 15K >	14_(1) 10K >	> 14_(6) 10K
	14_(1) 15K	14_(1) 15K	14_(1) 15K	13_(2) 15K >	15_(5) 15K >	> 13_(5) 15K	13_(5) 10K >		13_(5) 15K >	> 13_(5) 15K
	> 3_(9) 15K	> 2_(5) 10K	3_(9) 20K	15_(5) 15K >	6_(8) 20K		14_(1) 15K		13_(9) 10K	13_(9) 5K
	3_(9) 5K	3_(9) 15K		6_(8) 4K	> 3_(9) 15K		15_(5) 5K >		15_(9) 10K	14_(1) 15K >
	2_(5) 15K			> 3_(9) 15K						> 15_(9) 15K
				3_(9) 5K						
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	14_(1) 15K >	> 14_(6) 15K	11_(6) 15K	> 13_(9) 20K	> 13_(9) 10K	> 13_(9) 20K	> 13_(9) 20K			
	> 13_(5) 5K	13_(9) 5K	13_(9) 10K		13_(9) 10K					
	13_(5) 10K >	> 13_(9) 15K	> 15_(9) 10K							
	> 14_(6) 15K									
	> 15_(9) 10K									
	15_(9) 10K									

註: 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄P-4、「代工廠商 4」之每日承包資訊

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
代工廠 4								1_(7) 15K	1_(7) 15K	1_(7) 20K
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1_(7) 20K	1_(7) 20K	1_(7) 20K	9_(7) 15K	9_(7) 20K	9_(7) 20K	9_(7) 20K	9_(7) 20K	9_(7) 20K	
				12_(7) 5K						
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	7_(7) 10K									

註: 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄P-5、「代工廠商 5」之每日承包資訊

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
代工廠 5				1_(4) 15K	1_(4) 20K	3_(6) 15K	5_(6) 15K	3_(6) 15K >	8_(4) 20K	
				3_(6) 15K	3_(6) 15K				3_(6) 15K >	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	9_(4) 5K >	8_(4) 20K	9_(4) 20K	9_(4) 5K >	9_(4) 20K >	14_(6) 15K	14_(6) 15K	14_(6) 15K	15_(5) 5K >	14_(6) 15K
	9_(4) 10K		14_(6) 15K	15_(5) 10K	14_(6) 15K		12_(7) 5K	> 9_(7) 5K	14_(6) 15K	> 9_(7) 25K
				14_(6) 15K	6_(8) 6K			12_(7) 20K	9_(7) 25K	
				> 3_(9) 10K	> 3_(9) 20K					
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		13_(5) 15K >	11_(6) 15K	> 15_(9) 5K			> 13_(9) 15K			

註: 晶圓針測 晶圓封裝 最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段

附錄P-6、「代工廠商 6」之每日承包資訊

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
代工廠 6							5_(6) 20K	8_(4) 15K	9_(4) 15K	9_(4) 15K
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	9_(4) 15K	9_(4) 15K	8_(4) 10K							
			9_(4) 5K							
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

註:  晶圓針測  晶圓封裝  最終測試; (#)#K: (製程規格)投入量; 1K=1,000 單位; (#)#K>: 連續代工的第一階段; >(#)#K: 連續代工的後續階段