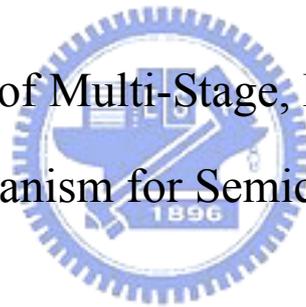


國立交通大學
工業工程與管理學系

碩士論文

半導體產業多階多廠產能分配機制之構建

The Construction of Multi-Stage, Multi-Site Capacity
Allocation Mechanism for Semiconductor Industry



研究生：凌繼遠

指導教授：鍾淑馨 博士

中華民國九十五年七月

半導體產業多階多廠產能分配機制之構建

The Construction of Multi-Stage, Multi-Site Capacity
Allocation Mechanism for Semiconductor Industry

研究生：凌繼遠

Student : Chi-Yuan Ling

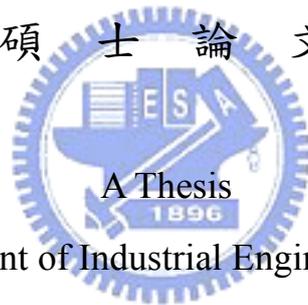
指導教授：鍾淑馨 博士

Advisor : Shu-Hsing Chung

國立交通大學

工業工程與管理學系

碩士論文



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

July 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十五年七月

半導體產業多階多廠產能分配機制之構建

研究生：凌繼遠

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

隨著半導體產業的蓬勃發展及不斷增加的市場需求，各公司開始在由晶圓製造、晶圓針測、IC 封裝及 IC 最終測試組成的半導體供應鏈中，進行水平和垂直方向的擴廠或是結盟。這導致排程問題也由簡單的單廠規劃問題，變成了複雜的多階多廠規劃問題。因此，本文提出一半導體產業多階多廠產能分配機制，用以導出可交貨時程表，使得各產品工單的整體供應鏈生產週期時間和達交率能符合市場競爭力，並且能作為判斷新顧客訂單允收與否的參考依據。

此機制共分為「半導體產業多階多廠產能分配模組」和「接單判斷模組」兩個部分。「半導體產業多階多廠產能分配模組」是規劃半導體供應鏈中，各製程階段各廠的工單分配狀況。本模組細分為「半導體產業多階多廠產能分配」和「整體供應鏈生產週期時間檢測」兩階段。前者是依序對供應鏈的四個製程階段進行產能需求估算、粗略產能分析、多廠間產能分配、生產週期時間檢測、工單承接和工單可交貨時程排定等步驟。而後者則是將根據前者規劃的結果，檢測工單的整體供應鏈生產週期時間是否合乎市場需求，並整理出半導體供應鏈可交貨時程表。

「接單判斷模組」主要目的是依據半導體供應鏈可交貨時程表來快速回應顧客允收與否，或是進行更進一步的協商。最後會針對整理已允收的訂單並指派內部的工單與之對應。

實例驗證結果顯示，本文提出之半導體產業多階多廠產能分配機制其規劃結果可以使工單有符合市場競爭力的整體供應鏈生產週期時間和達交率，也能作為回應顧客訂單的良好依據。

關鍵字：半導體供應鏈、多階、多廠、產能規劃

The Construction of Multi-Stage, Multi-Site Capacity Allocation Mechanism for Semiconductor Industry

Student : Chi-Yuan Ling

Advisor : Dr. Shu-Hsing Chung

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

Abstract

Facing the growth of semiconductor industry and the increasingly demand, companies began to expand and ally horizontally and vertically in the semiconductor supply chain composed of wafer fabrication, probing, packaging, and final testing. Therefore, the scheduling problem transformed from simple single-site planning problem into complicate multi-site planning problem. This thesis proposes a multi-stage, multi-site capacity allocation mechanism for semiconductor industry to derive the order delivery schedule, which ensures the supply chain cycle time and delivery rate of job orders competent, and can be the reference for customer order promising.

This mechanism is divided into “multi-stage, multi-site capacity allocation module” and “customer order promising module”. The “multi-stage, multi-site capacity allocation module” allocates the job orders to each factory for every stage of semiconductor supply chain. This module is also divided into “multi-stage, multi-site capacity allocation phase” and “supply chain cycle time testing phase”. The former phase executes these step for every stage of supply chain: 1. capacity demand estimation, 2. rough capacity analysis, 3. multi-site capacity allocation, 4. cycle time testing, 5. job order transferring, and 6. job orders delivery time table arrangement. The latter phase tests the supply chain cycle time of job orders according to the result of the former phase. Then, present a semiconductor supply chain delivery time table.

“Customer order promising module” aims to rapidly reply customers about order accepted or further negotiation needed. Finally, accepted orders be arranged and transformed into job orders.

The experimental results showed that both supply chain cycle time and delivery rate of job orders were competent, and semiconductor supply chain delivery time table can be a good reference for customer order promising.

Keywords: semiconductor supply chain, multi-stage, multi-site, capacity planning



誌謝

當我完成這篇論文的那一剎那，心中百感交集，五味雜陳，有一點喜悅、有一點悲傷，還有一點悵然若失。因為我的能力、心態、個性等種種因素，讓我在研究所的求學過程中，足足花了四年的時間，是一般人的兩倍之多。回想這四年來的點點滴滴，有歡笑，有難過，有自暴自棄的深夜，也有奮發向上的清晨。但如今，直到如今，我總算能對自己說，「我來過、我已走、我留下痕跡」。

在這跌跌撞撞、走走停停的碩士生涯裡，我要特別感謝指導教授鍾淑馨老師，因為她從來沒有放棄我，即使在我經歷人生最低潮的時候，依然給我鼓勵，使我能夠克服內心的軟弱，鼓起勇氣繼續前進，在此要向老師說聲：謝謝您，您的耐心與關懷，將會是我回憶中最美好的一部份！另外還要感謝彭文理老師和明賢學長，謝謝您們平日的指導與教誨，讓我受益良多。

我最親愛的同學：亞妮、涵琦、羨群、簡城、育燐、清泓、益參、毓淳，你們是我最堅強的戰友，不論是前兩年求學時的共同努力、一起歡笑，還是你們畢業後依然對我不曾間斷的關心，這當中有太多太多的感動讓我想對你們說一聲：謝謝，幸好有你們，相信既然有緣份相遇，我們就會是一輩子的好朋友。

俊穎學長和于婷學姊，感謝您們無論是課業上的指導，或是不時地激勵與關心，這些都化為我前進的動力。清貴、建和以及其他博士班的學長姊，感謝您們多年的陪伴。90級的學長姊：瓊瑛、柏堅、俊昇、秉宏、睿鈞、冠鵬和勇巨，感謝您們在我剛入研究所那一年指導我的一切。92級的學弟：國基、運達、庚鑫、億昌，感謝你們在我延畢第一年的陪伴。93級的學弟妹：進立、蕙純、宇帆、志偉、自誠、哲豪、頌翔、雅斐、佩青、

源翌、翊展和柏先，感謝你們最後一年的陪伴與協助。94 級的學弟妹：文萱、書銘、孟儒、東錡和耀陞，雖然只有短短的一年，但還是要感謝你們的陪伴。也許是讀了四年的緣故吧，洋洋灑灑寫下來，發現我要感謝的人實在是太多了，在此雖然只有簡短的幾句，但卻包含了我無盡的謝意。

最後，我要感謝我的父母和姊姊，您的支持，是我最堅強的依靠，我知道您們都因我的延畢而煩憂，但您們卻從不對我勸退或催促，有的只是永不變的鼓勵與包容，是您們讓我能走過生命中的低潮，若將來我能有所成就，願這份成就與榮耀與您們分享。

在此，要獻給看到這篇文章的所有朋友一句話，一句伴我渡過艱辛困難絕境的話。

「就算跌到谷底也絕不要放棄」



繼遠 2006.09.01 于交大生管實驗室

目錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
誌謝.....	iv
目錄.....	vi
圖目錄.....	ix
表目錄.....	x
符號表.....	xiii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	1
1.3 研究範圍與限制.....	2
1.4 研究方法與步驟.....	5
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 半導體供應鏈.....	7
2.1.1 半導體供應鏈簡介.....	7
2.1.2 半導體製程簡介.....	8
2.1.3 與本論文相關之生管特性.....	12
2.2 供應鏈管理.....	14
2.2.1 供應鏈管理概述.....	14
2.2.1.1 供應鏈管理之定義.....	14
2.2.1.2 供應鏈管理之原則.....	17
2.2.1.3 供應鏈管理與其他領域之關係.....	18
2.2.2 半導體供應鏈管理.....	20
2.2.2.1 半導體產業之趨勢.....	20
2.2.2.2 半導體供應鏈管理之困難.....	22
2.2.2.3 半導體供應鏈管理之目標.....	23
2.2.2.4 半導體供應鏈管理相關研究.....	24
2.3 多廠規劃.....	27
2.3.1 多廠規劃之定義.....	27
2.3.2 多廠規劃相關研究.....	29
2.4 本文各製程階段使用之生產週期時間估算法.....	32
2.4.1 晶圓製造階段.....	32
2.4.2 晶圓針測階段與 IC 最終測試階段.....	35
2.4.3 IC 封裝階段.....	38
第三章 半導體產業多階多廠產能分配機制之構建.....	39
3.1 問題定義與分析.....	39

3.2	整體邏輯與架構	42
3.3	半導體產業多階多廠產能分配模組	44
3.3.1	半導體產業多階多廠產能分配階段	46
3.3.1.1	產能需求估算	46
3.3.1.2	粗略產能分析	46
3.3.1.3	多廠間產能分配模式	47
3.3.1.3.1	晶圓製造、晶圓針測及 IC 最終測試多廠間產能分配模式	48
3.3.1.3.2	IC 封裝階段產能分配模式[44]	51
3.3.1.4	生產週期時間檢測	59
3.3.1.5	工單承接機制	61
3.3.1.6	工單可交貨時程表	64
3.3.2	整體供應鏈生產週期時間檢測階段	69
3.4	接單判斷模組	70
3.4.1	訂單允諾階段	70
3.4.2	訂單分配階段	71
第四章	模擬驗證	72
4.1	系統環境說明	72
4.1.1	生產環境說明	72
4.1.1.1	產品基本資料	72
4.1.1.2	晶圓製造廠基本資料	73
4.1.1.3	晶圓針測廠	74
4.1.1.4	IC 封裝廠	75
4.1.1.5	IC 最終測試廠	77
4.1.2	訂單相關資料設定	78
4.1.3	生產排程規劃設定	78
4.2	規劃過程與結果	79
4.2.1	半導體產業多階多廠產能分配模組	79
4.2.1.1	半導體產業多階多廠產能分配	80
4.2.1.1.1	晶圓製造階段規劃過程與結果	80
4.2.1.1.2	晶圓針測階段	95
4.2.1.1.3	IC 封裝階段	102
4.2.1.1.4	IC 最終測試階段	110
4.2.1.2	整體供應鏈生產週期時間檢測	115
4.2.2	接單判斷模組	118
4.2.2.1	訂單允諾	118
4.2.2.2	訂單分配	122
4.3	工單達交率驗證	123

4.3.1 模擬驗證.....	123
4.3.2 工單達交率驗證結果分析.....	124
第五章 結論與未來研究方向.....	125
5.1 結論.....	125
5.2 未來研究方向.....	127
參考文獻.....	129
附錄 A 各製程階段可交貨時程表.....	136
A.1 晶圓製造階段第二個月各工單可交貨時程表.....	136
A.2 晶圓針測階段 Period29 各工單可交貨時程表.....	147
A.3 IC 封裝階段 Period30 各工單可交貨時程表.....	149
A.4 IC 最終測試階段 Day61 各工單可交貨時程表.....	151
附錄 B 各工單半導體供應鏈可交貨時程表.....	152
附錄 C 各工單模擬結果.....	164



圖目錄

圖 1 - 1 研究範圍	4
圖 1 - 2 研究步驟流程圖	6
圖 2 - 1 廣義半導體供應鏈 [38].....	7
圖 2 - 2 半導體供應鏈 [23].....	8
圖 2 - 3 晶圓製造流程 [47].....	9
圖 2 - 4 晶圓針測流程 [52].....	10
圖 2 - 5 IC 封裝流程 [44].....	11
圖 2 - 6 IC 最終測試流程 [44].....	12
圖 2 - 7 晶圓代工成長歷程與趨勢[36].....	21
圖 2 - 8 晶圓代工廠在半導體供應鏈之定位[36].....	21
圖 2 - 9 區段基礎式週期時間估算法之估算機制[45].....	32
圖 2 - 10 區段分割示意圖[45].....	33
圖 2 - 11 測試機群生產週期時間估算流程圖[46].....	36
圖 2 - 12 預燒機群生產週期時間估算流程圖[46].....	37
圖 3 - 1 晶圓針測流程 [52].....	41
圖 3 - 2 整體邏輯與架構圖	43
圖 3 - 3 半導體產業多階多廠產能分配模組流程圖	45
圖 3 - 4 零工式虛擬生產線[44][50].....	51
圖 3 - 5 工單承接機制流程	63

表目錄

表 2-1 過去文獻對供應鏈管理定義之範例 [10][20].....	15
表 2-2 供應鏈之管理原則 [20].....	17
表 2-3 區域排程與整體排程之比較 [29][30].....	28
表 3-1 封膠機台設置次數與產品種類數的關係[44].....	55
表 4-1 產品資料表	72
表 4-2 晶圓製程階段各廠瓶頸工作站之製程規格能力與加工時間.....	73
表 4-3 各廠各機群與各產品瓶頸製程總加工時間對照表	73
表 4-4 晶圓針測階段各廠瓶頸工作站機群之製程規格能力、機台數與產品加工時間對照表.....	74
表 4-5 晶圓針測階段各廠雷射修補工作站、研磨工作站與檢查工作站機台數與產品加工時間對照表.....	75
表 4-6 IC 封裝階段各產品加工時間資料	75
表 4-7 各 IC 封裝廠各工作站機台數	76
表 4-8 IC 封裝階段各廠瓶頸機台製程規格能力	76
表 4-9 IC 最終測試階段各廠瓶頸工作站之製程規格能力	77
表 4-10 各測試廠測試工作站各機群機台數	78
表 4-11 各測試廠預燒工作站機台數、載入批量與各產品加工時間.....	78
表 4-12 晶圓製造階段工單需求	80
表 4-13 晶圓製造階段各廠各機群可用產能	81
表 4-14 晶圓製造階段各機群各工單之最大可生產數	82
表 4-15 晶圓製造階段各類型工單之最大可生產數	82
表 4-16 晶圓製造階段第二個月多廠間產能分配模式之結果 ...	84
表 4-17 晶圓製造階段第二個月各廠各類型工單生產週期時間估算結果.....	85
表 4-18 晶圓製造階段第二個月廠一機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表.....	90
表 4-19 晶圓製造階段第二個月廠一機群 1 之 B1H 工單可交貨時程表.....	91
表 4-20 晶圓製造階段第二個月 B2N 工單可交貨時程表.....	92
表 4-21 晶圓製造階段各期各工單產出數量	95
表 4-22 晶圓針測階段各廠各機群可用產能	96
表 4-23 晶圓針測階段各類型工單之最大可生產數	96
表 4-24 晶圓針測階段 Period29 多廠間產能分配模式之結果...	97

表 4 - 25 晶圓針測階段 Period29 各廠各機群各類型工單之生產週期時間估算結果.....	98
表 4 - 26 晶圓製造階段 Period28 各機群各類型工單產出數量...	99
表 4 - 27 晶圓針測階段 Period29 工單承接機制之結果.....	99
表 4 - 28 晶圓針測階段 Period29 廠二機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表.....	100
表 4 - 29 晶圓針測階段 Period29 B2N 工單可交貨時程表	100
表 4 - 30 晶圓製造階段 Period28 B2N 工單產出資料	101
表 4 - 31 晶圓針測階段 Period29 B2N 工單完成實際工單指派後之工單可交貨時程表.....	102
表 4 - 32 晶圓針測階段各期各工單產出數量	102
表 4 - 33 IC 封裝階段各廠封膠工作站可用產能	103
表 4 - 34 IC 封裝階段各產品工單之最大可生產數	104
表 4 - 35 IC 封裝階段 Period30 產品轉換編號後之產品需求批數.....	104
表 4 - 36 IC 封裝階段 焊線機台可用產能	104
表 4 - 37 IC 封裝階段 Period 29 各廠各封膠機台最後生產之產品.....	105
表 4 - 38 IC 封裝階段 Period 30 多廠間產能分配模式之結果.....	105
表 4 - 39 IC 封裝階段 Period30 封膠機台產線配置之結果.....	106
表 4 - 40 IC 封裝階段 Period30 非規劃瓶頸機台產線配置之結果.....	107
表 4 - 41 IC 封裝階段 Period 30 各廠各機群各產品生產週期時間估算結果.....	107
表 4 - 42 晶圓針測階段 Period29 各機群各類型工單產出數量.....	108
表 4 - 43 IC 封裝階段 Period30 工單承接機制之結果.....	109
表 4 - 44 IC 封裝階段 Period30 廠二機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表.....	109
表 4 - 45 IC 封裝階段 Period30 B2N 工單可交貨時程表	110
表 4 - 46 IC 封裝階段各期各工單產出數量	110
表 4 - 47 IC 最終測試階段各廠各機群可用產能	112
表 4 - 48 IC 最終測試階段各類型工單之最大可生產數	112
表 4 - 50 IC 最終測試階段 Day61 各廠各機群各類型工單之生產週期時間估算結果.....	113
表 4 - 51 IC 封裝階段 Day60 各機群各類型工單產出數量.....	114
表 4 - 52 IC 最終測試階段 Day61 工單承接機制之結果.....	114
表 4 - 53 IC 最終測試階段 Day61 廠一機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表.....	115

表 4 - 54	IC 最終測試階段 Day61B2N 工單可交貨時程表	115
表 4 - 55	半導體供應鏈第二個月投料之 B2N 工單半導體供應鏈生產資訊 (部分)	116
表 4 - 56	各類型工單之平均 X-Factor 與平均 X-Factor2	117
表 4 - 57	原始產品 D1 已允收之顧客訂單資料	118
表 4 - 58	原始產品 D1N 工單之半導體供應鏈可交貨時程表 ...	119
表 4 - 59	原始產品 D1R 工單之半導體供應鏈可交貨時程表....	119
表 4 - 60	接單後產品 D1 已允收之顧客訂單資料	121
表 4 - 61	接單後產品 D1N 工單之半導體供應鏈可交貨時程表	121
表 4 - 62	接單後產品 D1R 工單之半導體供應鏈可交貨時程表	121
表 4 - 63	重新分配後產品 D1 N 工單之半導體供應鏈可交貨時程表.....	122
表 4 - 64	規劃結果與模擬結果比較表	123



符號表

上下標

e	: 封裝階段中 l 廠第 e 條專用生產線, $e=1,2,3\dots E_l$ 。
f	: 封裝階段中 l 廠第 f 條混用生產線, $f=1,2,3,\dots Fl$ 。
g	: 世代別 ($g=1, 2, \dots, G$)。
gr	: 產品族別, $gr=1,2,3\dots GR$ 。
i	: 產品別 ($i=1, 2, \dots, I$, I 為產品總數)。
i^{gr}	: 產品族 gr 中第 i^{gr} 種產品別, $i^{gr}=1,2,3,\dots I_{gr}$ 。
j	: 機群別 ($j=1, 2, \dots, J_k$, J_k 為製程階段 k , 所有廠瓶頸工作站的機群加總之數量)。
k	: 半導體供應鏈製程階段: $k=1$ 表示晶圓製造階段; $k=2$ 表示晶圓針測階段; $k=3$ 表示 IC 封裝階段; $k=4$ 表示 IC 最終測試階段。
l	: 工廠別 ($l=1, 2, \dots, L_k$, L_k 為製程階段 k 之工廠總數)。
md	: IC 封裝階段中的封膠工作站。
pri	: 工單等級別: $pri=1$ 表示緊急工單(<i>hot</i>); $pri=2$ 表示次緊急工單(<i>rush</i>); $pri=3$ 表示一般工單(<i>normal</i>)。
seq	: 同類型工單在機群內的順序。
SEQ	: 同等級工單在該製程階段內的順序。
sn	: 工單在半導體供應鏈中的流水號。
t	: 時段 ($t=1, 2, 3, \dots, T$, T 為時段總數)。
v	: IC 封裝階段中 l 廠第 v 台封膠機, $v=1,2,\dots V_l$ 。
w	: IC 封裝階段中 l 廠第 w 台焊線機, $w=1,2,\dots W_l$ 。
wb	: IC 封裝階段中的焊線工作站。
ws	: 工作站序號。

符號

- $AG_{l,v}$: 為一二元變數，判別第 l 個封裝廠第 v 台封膠機所生產的各產品所屬產品族是否有與上一期該機台上所生產之最後產品種類同一產品族。
- $AP_{l,v}$: 為一二元變數，判別第 l 個封裝廠第 v 台封膠機所生產的產品是否有與上一期該機台所生產之最後產品相同。
- $\alpha_{i,g,j}^{k,t,pri}$: 製程階段 k 時段 t 中於機群 j 加工的產品 i 世代 g 等級 pri 的工單，其生產週期時間寬放比例。
- bat_{ws}^k : 製程階段 k 工作站 ws 的載入批量。
- $bigM$: 為一相對其他變數極大的值。
- $C_j^{k,t}$: 製程階段 k 時段 t 機群 j 能提供的最大產能。
- c_j^k : 製程階段 k 機群 j 的機台數。
- $CWS_{l,ws}^k$: 製程階段 k 廠 l 工作站 ws 能提供的最大產能。
- $cws_{l,ws}^k$: 製程階段 k 廠 l 工作站 ws 的機台數。
- $Cn_{i,g}^{t,pri,order}$: 時段 t 第 $order$ 張顧客訂單對產品 i 世代 g 等級 pri 的產品數量需求。
- $CX_{i,g}^{t,pri,order}$: 時段 t 第 $order$ 張顧客訂單對產品 i 世代 g 等級 pri 的工單數量需求。
- $CT_{i,g,j}^{k,t,pri}$: 製程階段 k 時段 t 中於機群 j 加工的產品 i 世代 g 等級 pri 的工單，其生產週期時間。
- CT_{sn} : 流水號為 sn 的工單，其供應鏈整體生產週期時間。
- D_j^k : 製程階段 k 機群 j 的機台的當機時間比例。
- $Del^k(n)$: 該張工單在製程階段 k 時之可交貨時點。
- $Dmd_{l,gr,i^{gr},v}$: 第 l 個封裝廠第 v 台封膠機需生產產品族 gr 第 i^{gr} 種產品之數量。
- $d^{k,t,pri}$: 製程階段 k 時段 t 中，所有等級 pri 工單之平均投料間隔時間。

- $d_{i,g,j}^{k,t,pri}$: 製程階段 k 時段 t 中，機群 j 的產品 i 世代 g 等級 pri 工單之平均投料間隔時間。
- $d(gr, ws)$: 晶圓製造階段，產品族 gr 和其他產品族在工作站 ws 的平均耗用產能差距中的最大值。
- $h_{l,gr,i^{gr},v}$: 二元參數。為表達製程規格能力，第產品族 gr 第 i^{gr} 種產品可在第 l 個封裝廠第 v 個封膠機台上加工，其值為 1；反之，若無法加工則為 0。
- $h_l^{k,t}$: 製程階段 k 時段 t 工廠 l 的 *hot* 等級工單數佔總工單數的上限。
- $hr_l^{k,t}$: 製程階段 k 時段 t 工廠 l 的 *hot* 等級工單數和 *rush* 等級工單數佔總工單數的上限。
- $ini_{l,gr,v}$: 二元參數，為表示第 l 個封裝廠第 v 台封膠機台在上一期所生產的最後一個產品族是否為產品族 gr 。若是，則 $ini_{l,gr,v} = 1$ ；反之則 $ini_{l,gr,v} = 0$ 。
- $ini_{l,gr,i^{gr},v}$: 二元參數，為表示第 l 個封裝廠第 v 台封膠機台在上一期所生產的最後一個產品是否為產品族 gr 第 i^{gr} 種產品。若是，則 $ini_{l,gr,i^{gr},v} = 1$ ；反之則 $ini_{l,gr,i^{gr},v} = 0$ 。
- $Job_{i,g,j,seq}^{k,t,pri}$: 製程階段 k 時段 t 中，機群 j 的產品 i 世代 g 等級 pri 順序 seq 的工單。
- $Job_{i,g,seq}^{k,t,pri}$: 製程階段 k 時段 t 中，產品 i 世代 g 等級 pri 順序 seq 的工單。
- $Job_{SEQ}^{k,t,pri}$: 製程階段 k 時段 t 中，等級 pri 順序 seq 的工單。
- $KG_{l,v}$: 第 l 個封裝廠第 v 台封膠機台所生產的產品族個數。
- $KP_{l,v}$: 第 l 個封裝廠第 v 台封膠機台所生產的產品別個數。
- $lz_{i,g}^{pri}$: 一張產品 i 世代 g 等級 pri 工單的 lot 數。
- $lz_{gr,i^{gr}}^{pri}$: IC 封裝階段，第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品等級 pri 工單 lot 數。

M_j^k	:	製程階段 k 機群 j 的機台的維修保養時間比例。
$M(l,e)$:	IC 封裝階段，廠 l 第 e 條專線的封膠機台集合。
$Mmix(l,f)$:	IC 封裝階段，廠 l 第 f 條混線的封膠機台集合。
$Ms(l)$:	工廠 l 各瓶頸工作站機群形成的集合。
$n_{i,g}^{k,t,pri}$:	製程階段 k 在時段 t 中產品 i 世代 g 等級 pri 的需求工單數。
$n_{gr,i^{gr}}$:	IC 封裝階段。第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品需求 lot 數。
$nGR_{l,gr}$:	晶圓製造階段廠 l 的產品族 gr 數量上限。
$P(l,e)$:	IC 封裝階段， l 廠第 e 條專線所生產的產品集合。
$Pmix(l,f)$:	IC 封裝階段， l 廠第 f 條混線所生產的產品集合。
$PR_{l,gr,v}$:	二元變數，判別第 l 個封裝廠第 v 台封膠機台是否生產產品族 gr 的產品。
$PR_{l,gr,i^{gr},v}$:	二元變數，判別第 l 個封裝廠第 v 台封膠機台是否生產產品族 gr 第 i^{gr} 種產品。
$PT_{i,g,j}^{k,pri}$:	製程階段 k 中機群 j 加工一張產品 i 世代 g 等級 pri 的工單所需之加工時間。
$PT_{gr,i^{gr},md}$:	產品族 gr 第 i^{gr} 種產品在 IC 封裝階段封膠步驟所需的加工時間。
$PT_{gr,i^{gr},wb}$:	產品族 gr 第 i^{gr} 種產品在 IC 封裝階段焊線步驟所需的加工時間。
$PTWS_{i,ws}^{k,pri}$:	製造階段 k 中，產品 i 等級 pri 的工單，在工作站 ws 的加工時間。
$PTWSGR_{gr,ws}^k$:	製造階段 k 中，產品族 gr 的工單，在工作站 ws 的平均加工時間。
$RI^k(n)$:	該張工單在製程階段 k 時之可投料時點。
$S_j^{k,t}$:	製程階段 k 時段 t 機群 j 的剩餘產能。
st_{md}	:	封膠機台針對同族產品間所需之設置時間。
stg_{md}	:	封膠機台針對不同族產品間所需之設置時間。

$Tr_{j^*j'}$:	某類型工單由上游機群 j^* 指派給下游機群 j' 的數量。
TT	:	規劃週期時間長度。
TS	:	規劃週期開始時點
$u_j^{k,t}$:	製程階段 k 時段 t 機群 j 的產能利用率上限。
$u_{l,ws}^{k,t}$:	製程階段 k 時段 t 廠 l 工作站 ws 的產能利用率上限。
w_j^{k-1}	:	製程階段 k ，其上游機群中某類型工單產出量最大的機群 j^* ，該類型工單產出量。
$w_{j'}^k$:	製程階段 k ，某類型工單分配量最大的下游機群 j' ，該類型工單分配量。
$x_{i,g,j}^{k,t,pri}$:	製程階段 k 時段 t 機群 j 分配到產品 i 世代 g 等級 pri 的工單數。
$x_{l,gr,i^{gr}}$:	IC 封裝階段封裝廠 l 分配到第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品之工單數。
$x_{gr,i^{gr},j}$:	IC 封裝階段機群 j 分配到第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品之工單數。
$X_{i,g,j}^{k,t,pri}$:	製程階段 k 時段 t 機群 j 能生產的產品 i 世代 g 等級 pri 工單的最大數量。

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

我國政府有鑑於現有半導體產業的優勢及其未來發展的潛力，特地將半導體產業列入「兩兆雙星計畫」中的兩個兆元產業之一。半導體產業和影像顯示產業、數位內容產業以及生物技術與醫藥工業並列為我國未來重點發展的產業；並預計半導體產業產值於二〇〇六年將可達到新台幣一兆五千九百一十二億元[38]。

在半導體產業蓬勃發展時，面對源源不絕的需求，各公司無不紛紛往水平方向或是供應鏈上下游方向擴廠或是尋求聯盟。當生產規劃的範圍由單一工廠擴及到水平方向或供應鏈上下游的多廠時，追求單一工廠績效最佳化的傳統規劃方式已不再適用，而需要講究協調合作、追求供應鏈整體最佳化的供應鏈多廠規劃。

反映著半導體產業的榮景，半導體廠排程問題也成為熱門的研究主題，不過這些研究多只有探討整個半導體供應鏈製造階段中的其中一個製程階段，鮮少有以整體供應鏈的角度來研究整體產能利用的問題。即使把單一工廠的績效最佳化，卻忽略了水平方向或上下游的各廠在產能方面是否能夠配合，一旦無法配合，將造成了整個供應鏈資源的浪費。由此可知，一個適當的半導體供應鏈產能分配模式需求之殷切。

1.2 研究目的

本文之研究目的主要是針對整個半導體供應鏈的特性，以供應鏈整體為考量重點來發展一半導體產業多階多廠產能分配機制，規劃出各製程階

段各廠最適宜生產之產品別、等級別及數量，加上適當的工單承接機制，使得工單能有符合市場競爭力的整體供應鏈生產週期時間和達交率，並配合接單判斷模式，讓供應鏈內有限的資源能得到最充分的利用。

本研究有以下三個目的：

1. 建構出一個各製程階段都為多廠環境的半導體產業多階多廠產能分配機制。
2. 建構出一個各製程階段間工單承接機制
3. 建構出一個半導體供應鏈接單判斷模式

1.3 研究範圍與限制

廣義的半導體供應鏈體系十分的繁雜龐大，包含了設計、製造、行銷和其他相關的輔助成員，而本論文所探討的半導體供應鏈範圍則只包含了和製造加工有關的四個階段：晶圓製造、晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試。另外為了縮小研究的範圍使研究得以進行，在不影響真實性的前提下，訂出了下述的假設與限制，以縮小研究範圍。

本文的假設與限制如下：

1. 本文探討的對象為半導體供應鏈中晶圓製造、晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試等四個製程階段，且各製程階段都有多廠之情境。
2. 本文的半導體供應鏈各階段皆屬於接單式生產的環境（Make To Order；MTO）。
3. 各階段若有產能不足之情形，不採用外包策略。
4. 不考量各廠間之搬運時間及成本等問題。
5. 針對各階段各廠瓶頸製程工作站內的各機群，且假設其可用產能已知。

6. 本文不考慮拆單和併單的情形，只要於晶圓製造階段投入的工單，都會單獨且完整的通過四個製程階段。
7. 本文中各製程階段投料皆為一次投入一張工單。
8. 本文考量製程規格能力限制。
9. 本文中最終測試階段的預燒機台假設無製程規格能力限制。
10. 本文中各晶圓製造廠瓶頸工作站內的各機群為了經濟效益，只專注生產同一世代的產品。

本文的研究範圍如圖 1-1 所示：



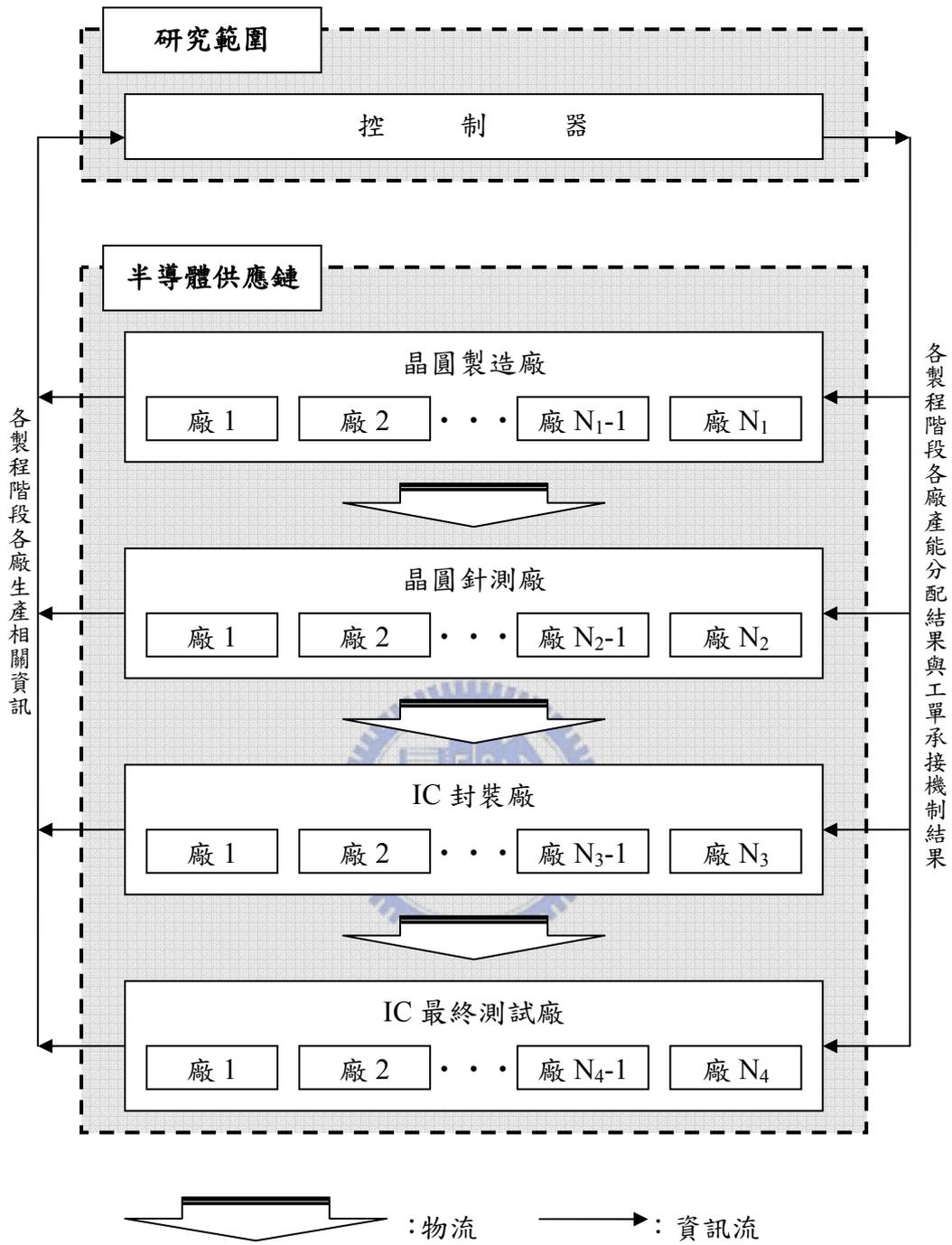


圖 1 - 1 研究範圍

1.4 研究方法與步驟

為達成前述的研究目的，本文的研究方法與步驟依下列方式進行：

1. 文獻探討

蒐集並整理國內外相關文獻，作為解決半導體供應鏈問題時之參考。

2. 問題定義與分析

分析半導體供應鏈的特性，並就本論文的主題，釐清問題的定義、範圍及限制，並分析如何進行研究。

3. 設計適當的半導體產業多階多廠產能分配機制

經過審慎的問題定義與分析後，針對半導體產業多階多廠產能分配問題，提出一適當的可行方案。

4. 實驗驗證

依本論文的問題與方法論，設計一情境來驗證方法論的可行性。

5. 結論與建議

依據研究結果，提出適當的結論，檢討不足的地方並提出未來的研究發展方向。

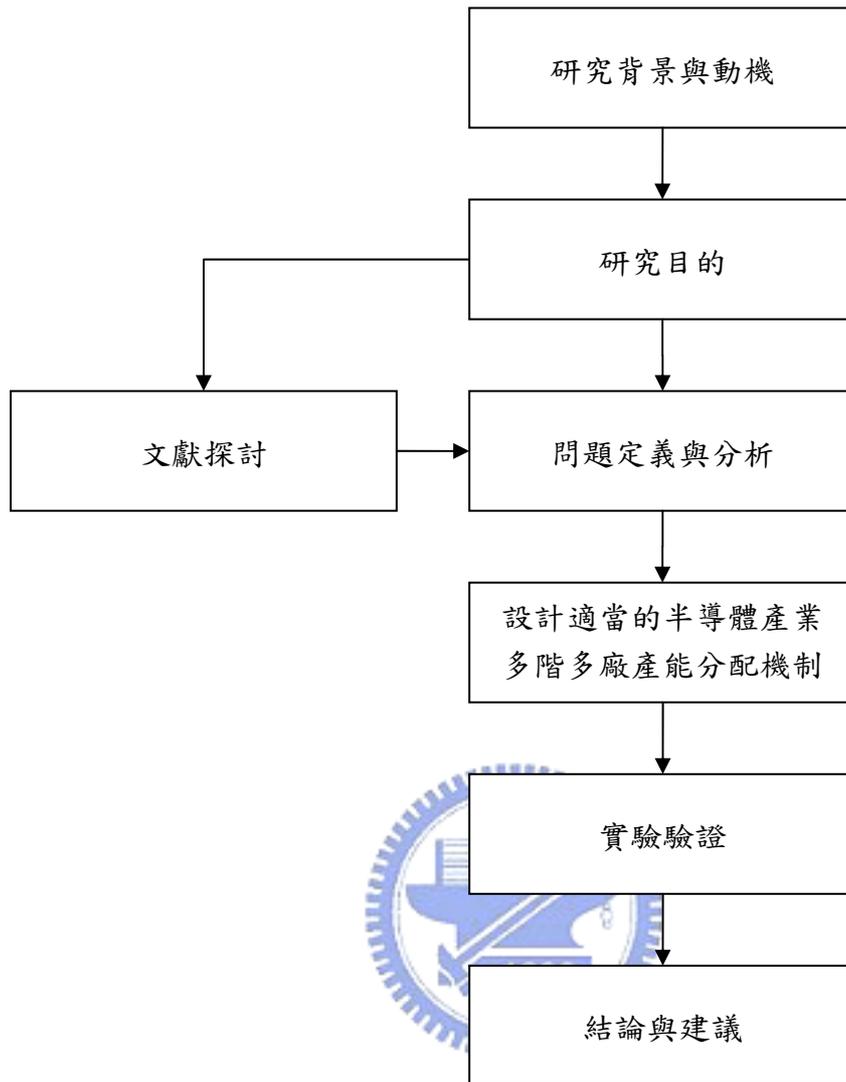


圖 1 - 2 研究步驟流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 半導體供應鏈

2.1.1 半導體供應鏈簡介

半導體產業是一個非常龐大複雜的產業，這同樣的反映在其供應鏈組成上。廣義的半導體供應鏈所包含的成員十分的廣泛，從上游到下游約可粗略分為和半導體製造直接相關的核心成員，以及提供副原料和其餘相關服務的輔助成員兩大類，如圖 2 - 1[38]所示：

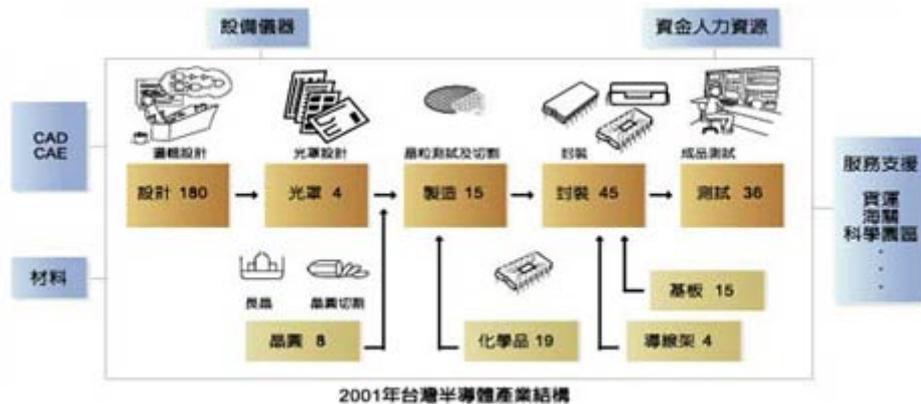


圖 2 - 1 廣義半導體供應鏈 [38]

核心成員包含有：

1. IC 設計：邏輯、電路、布局。
2. 光罩：圖形處理、光罩布局、光罩製作、光罩檢驗。
3. 晶圓製造：氧化、沉積、微影、蝕刻、擴散、離子植入、金屬化。
4. 晶圓針測：晶圓針測、雷射修補。
5. IC 封裝：黏晶、焊線、封膠、成型。
6. IC 最終測試：最終測試。

輔助成員包含有：

1. 生產設備儀器：自動搬運系統、顯影機、針測機台、封膠機、測試機台等。
2. 廠房設施：無塵室、冷卻水、電力、空調、超純水、廢水處理等。
3. 間接原物料：石英、氣體、化學品等。
4. 導線架製作：備模備料、衝壓、蝕刻、電鍍。
5. 長晶切削：單晶成長、切片、研磨。
6. 應用軟體：電腦輔助製造，電腦輔助設計等。
7. 運輸：貨運、物流等。

本論文研究的重點在於和製造有直接相關的部分，是由晶圓製造、晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試等四個製程階段所構成的半導體供應鏈。

2.1.2 半導體製程簡介

半導體由晶圓開始直到最終產品產出共需要經過晶圓製造、晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試等四個製程階段，如圖 2 - 2[23]所示：

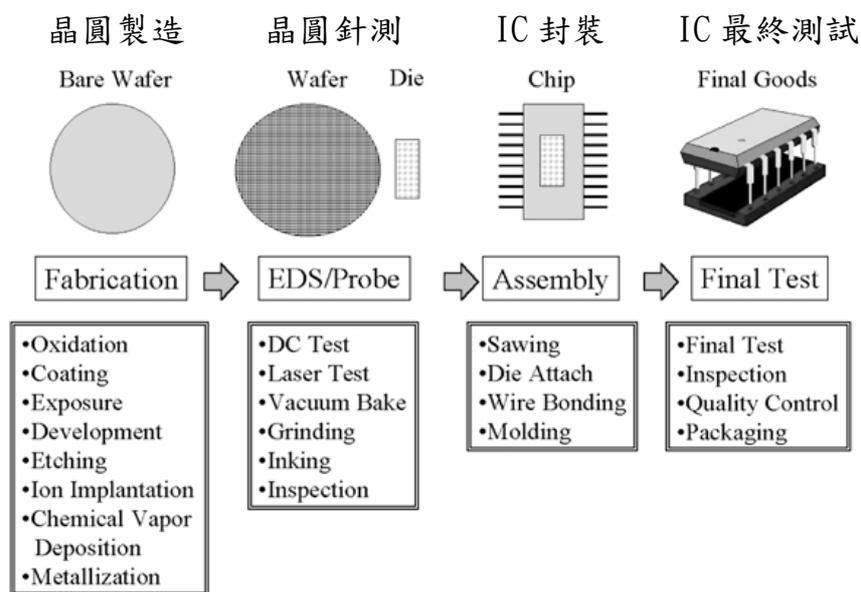


圖 2 - 2 半導體供應鏈 [23]

以下簡略敘述各階段製程：

1. 晶圓製造 (Wafer Manufacturing) [39][47]

先依照設計好之 IC 電路圖製作光罩，之後晶圓製造階段會將光罩上的電路圖一層層的建構在晶圓上的一格一格晶粒中。基本步驟通常是先將晶圓經過適當的清洗，接著進行氧化和沈積使得晶圓上形成薄膜，之後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。利用蝕刻技術將未受光阻保護的薄膜部分去除以留下需要的電路部分，再對特定區域進行離子植入以獲得精確的電子特性，最後把光阻去除即在晶圓上完成一層的電路圖。將這些步驟重複 15 到 30 次不等即可在晶圓上完成一格格有完整立體電路的晶粒。由此可知晶圓製造階段製程非常複雜且需要很長的加工時間。目前晶圓生產的大小從六、八到十二吋都有，而同樣的產品在面積大的晶圓上可製造出較多的晶粒。目前的線寬製程能力從 0.15 微米、0.13 微米和 0.09 微米都有(目前已有 0.065 微米製程的產品出現，唯其良率不高故不討論，而 0.045 微米製程還在研發中)，同樣地，在相同尺寸的晶圓上加工，線寬較小的製程可生產較多的晶粒，但線寬也會影響到產品的特性。

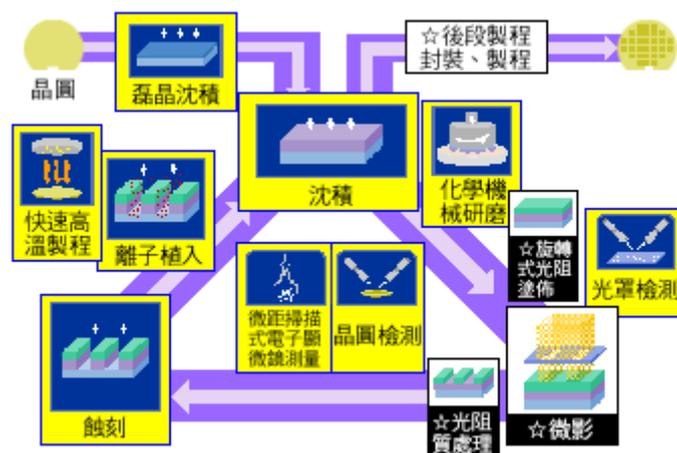


圖 2-3 晶圓製造流程 [47]

2. 晶圓針測 (Wafer Sort, Probe) [39][52]

在完成晶圓製造階段後，每片晶圓上都佈滿了一格格的晶粒，但並非每一個晶粒都是合格品，為了避免這些不良品造成之後 IC 封裝和 IC 最終測試兩階段的產能和成本浪費，所以必須對晶圓上的每一格晶粒做測試以找出不良品。在晶圓針測階段，邏輯性產品和記憶體產品的流程稍有不同，邏輯性產品只需經過一次針測而記憶體產品則需經過常溫和高溫兩種環境下的針測。晶圓針測階段主要是利用極細微的探針或是雷射來測試晶圓上每一個晶粒的電氣特性，不合格的晶粒會被標註上記號以和合格品做區別。但對於有希望修復的不合格品則會另外進行雷射修補的工作來嘗試修復。

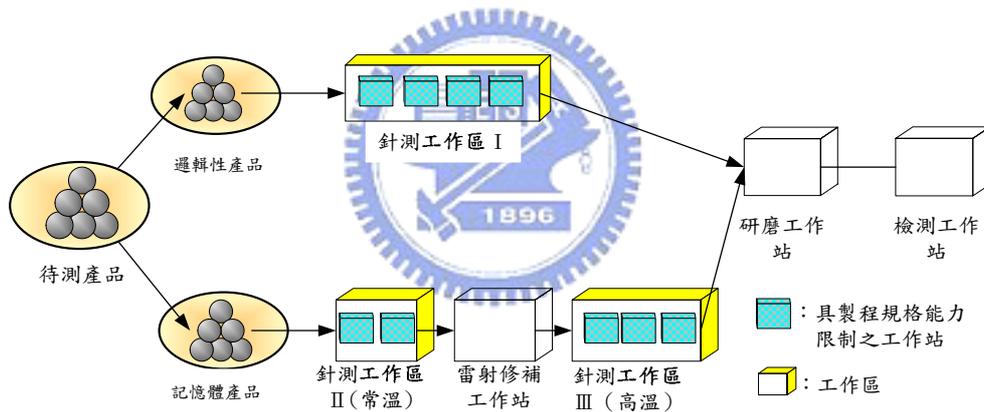


圖 2 - 4 晶圓針測流程 [52]

3. IC 封裝 (Assembly, Packaging) [39][44][50]

IC 封裝製程階段會對切割好的晶粒做出傳輸電力和訊號的線路，並用塑膠或陶瓷將晶粒包覆以保護晶粒和將晶片運作時產生的熱量散往外界。而目前使用的封裝技術有很多種，如焊線封裝、覆晶封裝等。本文所探討的是焊線封裝，因其有發展較早、應用較廣和技術較成熟的優點。焊線封裝主要流程是：將晶圓切割成一顆顆獨立的晶粒，再將晶粒黏著固定在導線架上，並將晶粒上的電路接點用極細的金線連結到導線架的內引腳。接著將晶

粒用塑膠或陶瓷包起來硬化後，便可以將產品資訊印在上面。之後將導線架的引腳進行電鍍以防鏽、抗氧化和增加導電性，並且進行封裝好之產品外型的修整與外引腳的成形。最後是檢測產品的電路特性和外觀。

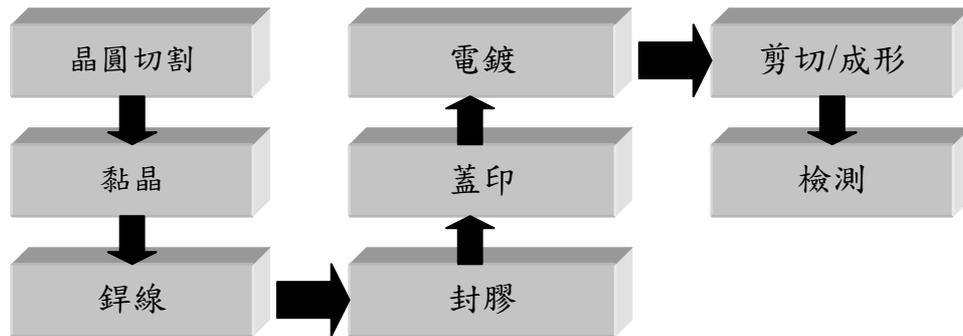


圖 2 - 5 IC 封裝流程 [44]

4. IC 最終測試 (Final Testing) [39][44][46]

先做電性功能的檢測，挑選出因封裝過程而造成的不良品，並對每一個檢測後的產品依其電性做分類，以作為未來評斷不同等級產品的依據，最後再對產品的外觀作檢測。在最終測試階段，邏輯性產品和記憶體產品的流程稍有不同，邏輯性產品只需經過一次測試而記憶體產品則需經過常溫、高溫和低溫三種環境下的測試。IC 最終測試流程主要是先擺放好待測 IC，之後依產品進行相對應的測試流程，如果需要進行高溫環境下的測試，則需要進行預燒流程以產生高溫、高電壓、高電流的嚴苛環境使品質不夠好的 IC 提早老化損壞。電性測試完後開始檢測外觀，首先是用機械視覺設備掃瞄產品上的 Mark，看其是否端正清晰，接者是檢驗接腳的對稱性、平整性和共面度。在電性和外觀都檢測完後要將產品的水氣烘乾以免受損，最後就可依產品不同而進行包裝。

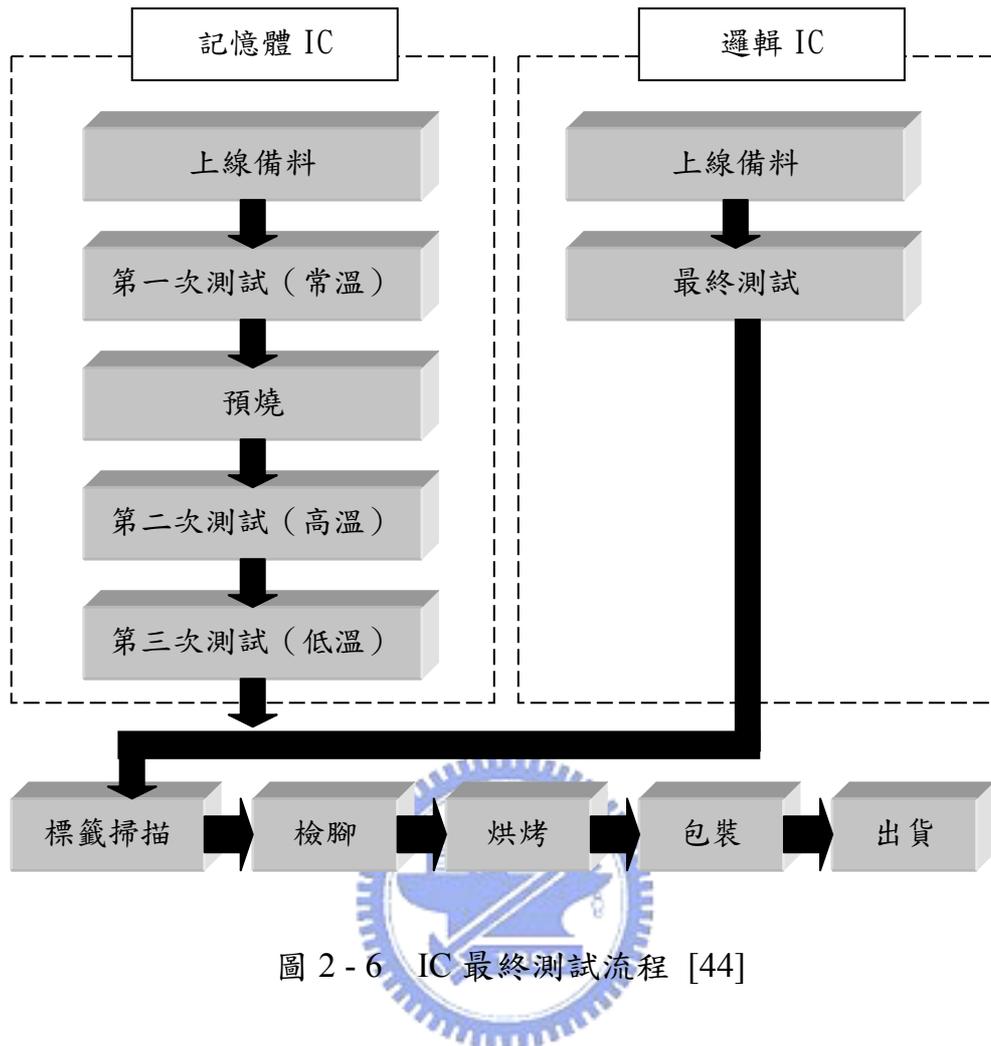


圖 2 - 6 IC 最終測試流程 [44]

2.1.3 與本論文相關之生管特性

半導體供應鏈是由四個複雜的製程階段串接而成，每個階段都有很多獨特或共通的一些特殊生管特性，例如再回流、機台設置時間序列相關和製程規格能力限制等特性，如果在規劃時沒有考慮到這些特性的話，規劃的結果將會失去真實性和可行性。在上述這些生管特性中，本論文會在進行各製程階段多廠間產能分配時，將製程規格能力限制列入考量。

鍾氏和黃氏[51]對製程規格能力的定義是「製程規格能力(capability)係指為達成某一特定之製程作業，機台所必須具備之特定的製造能力」。因此，相同功能的機台間可能會因為使用的技術和製造年代等的不同，造成針對某一產品某一製程能否加工或是加工速度不同等的差異。此特性會

使機台間可能具有不完全相互支援的能力，造成產能規劃上的困擾。製程規格能力限制的特性在半導體供應鏈中非常常見，例如晶圓針測階段的針測機台[52]和最終測試階段的測試機台[44][46]以及晶圓製造階段的多種機台[49][51]等。另外造成製程規格能力限制的原因不只侷限於機台的加工能力本身，還有可能是因為顧客要求只能在其認可的機台上加工。



2.2 供應鏈管理

2.2.1 供應鏈管理概述

2.2.1.1 供應鏈管理之定義

供應鏈管理的範疇非常廣泛，而且跨越眾多不同的領域，Croom *et al.*

[10]列舉了下列十一項與供應鏈管理相關的領域：

1. 採購與供應
2. 運籌與運輸
3. 行銷
4. 組織行為、工業組織、交易成本經濟
5. 權變理論
6. 組織社會學
7. 系統工程
8. 網路
9. 最佳活動
10. 策略管理
11. 經濟發展



只要有觸及其中一個領域或多個領域，就可以被歸類在供應鏈管理的研究範圍。另外 Croom *et al.* [10]也將過去一些供應鏈管理文獻的研究主體大致分為以下六類：

1. 策略管理 (strategic management)
2. 運籌 (logistics)
3. 行銷 (marketing)
4. 關係/夥伴 (relationship/partnership)

5. 最佳活動 (best practices)
6. 組織行為 (organisational behaviour)

供應鏈管理的領域十分廣泛，各學者對於供應鏈管理研究的角度、範圍和主題也十分的多樣化，Croom *et al.* [10]和 Kotzab *et al.* [20]曾收集整理過去一些相關文獻對於供應鏈管理的定義，列於表 2 - 1[10][20]

表 2 - 1 過去文獻對供應鏈管理定義之範例 [10][20]

作者	供應鏈管理之定義
Tan <i>et al.</i> [32]	供應鏈管理涵蓋從基本原物料到最終產品(包含回收和在利用的可能)的物料/供應管理。供應鏈管理專注在公司如何利用供應商的流程、科技和能力以提升競爭力優勢。這是一套藉由將擁有最佳化及效率等共同目標的貿易伙伴聯繫在一起，來延伸傳統企業間活動的管理哲學。
Berry <i>et al.</i> [1]	供應鏈管理以建立互信、市場需求資訊交換、發展新產品和藉由特定的 OEM 廠來減少供應商等為目的，以便於投入管理資源來發展有意義的長期關係。
Jones and Riley [17]	一套解決從供應商到最終客戶物料流的計畫與控管的整合性方法。
Saunders [31]	外部的鏈是一條從源頭的原物料，經過其中的各種公司對原物料進行提煉或加工、製造、組裝、配銷和零售給最終客戶，各環節都在進行交換的鏈。
Ellram [11]	一個公司間傳遞產品或服務給最終客戶的互動關係，以及連結從原物料供應到最終出貨的流動所構成的網路。
Christopher [7]	從上游到下游的各個連結中，可以對最終客戶手中的產品或服務產生價值的許多不同流程和活動的組織所構成的網路。

表 2 - 1 過去文獻對供應鏈管理定義之範例 [10][20] (續)

作者	供應鏈管理之定義
Lee and Billington [21]	製造廠和配銷廠用來購買原料，將原料轉換成半成品和成品，以及將成品配送給顧客的網路。
Kopczak [19]	一組包含供應商、運籌服務提供商、製造廠、配銷商和零售商等的實體，並藉由物料、產品和資訊等的流通來連結。
Lee and Ng [22]	由供應商的供應商開始，到顧客的顧客為止的各個實體間，生產和配銷產品與服務所構成的網路。
Bhattacharya <i>et al.</i> [2]	供應鏈管理被視為藉由前置時間和成本的降低，來提高客戶滿意度的關鍵。
Bowersox [4]	供應鏈管理是一以合作為基礎的策略，可用來連結跨企業的商業活動以達成共享市場機會資訊。
Bowersox and Closs [5]	供應鏈管理的基本觀念就是可藉由資訊分享和共同計畫來提升效率，整體供應鏈的管理著重在從供應商的採購到最終客戶的允收為止的所有運籌活動之整合管理。
Cavinato [6]	供應鏈是各公司間相連結以達到共同節省成本、提昇產品和有競爭力的服務。
Cooper <i>et al.</i> [9]	供應鏈管理即是整合供應鏈上所有的關鍵商業流程。
Ellram and Cooper [12]	一個管理從供應商到最終顧客間，所有配銷管道流動的整合性哲學。
Ellram and Cooper [13]	供應鏈管理跨越了傳統的開放市場關係和充分的垂直整合，代表了一個在今日全球化經濟下競爭的創新方法。
Houlihan [16]	供應鏈管理涵蓋了產品從供應商經過製造、配銷到最終顧客的流動。

表 2 - 1 過去文獻對供應鏈管理定義之範例 [10][20] (續)

作者	供應鏈管理之定義
Klaus [18]	供應鏈管理是主動設計和持續協調產業中的所有通路，以達成維持或增加鏈中成員的成功。
Metz [25]	整合的供應鏈管理是一個流程導向和整合性的方法，用以採購、生產和傳送產品和服務給客戶。
The Global Supply Chain Forum [33]	供應鏈管理是從最終使用者到源頭的供應商，所有能提供為顧客增加價值的產品、服務和資訊的成員，其商業流程都能被整合。

本論文的供應鏈是由晶圓製造、晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試等四個製造相關階段組成，而將供應鏈管理定義為整合供應鏈上的所有階段，達到有效利用資源與增進整體利益的目標。



2.2.1.2 供應鏈管理之原則

雖然有各式各樣關於供應鏈管理的研究，但其中還是有一些原理原則可循，Kotzab[20]列舉出了幾點供應鏈管理的原則，如表 2 - 2[20]所示。

表 2 - 2 供應鏈之管理原則 [20]

供應鏈管理原則	原則的架構
精簡	減少鏈上的節點數或成員數，和減少任兩節點的實際距離。主要應用在結構上和成本上
加速	減少鏈上或網路中任兩節點間和流程中前後兩階段間移動所需時間。主要應用在流程上，其目標是時間。

表 2-2 供應鏈之管理原則 [20] (續)

供應鏈管理原則	原則的架構
合作	增加決策單位間的合作行為的強度和範圍。主要應用在關係、計畫、排程和執行上，其目標是成本和服務。
整合	減少流程間和流程中任兩活動間移動所耗費的時間、努力、成本和績效帶來的損失。可應用在連續（活動 A 到活動 B）、垂直（一般流程 A 到一般流程 B）和水平（活動 A 被產品 X 和 Y 佔用）。主要應用在流程上，其目標是時間和成本。
最佳化	利用量化模型使目標函數的值最大化。主要應用在計畫和排程，其目標是時間和成本。
模組化	減少因為更換鏈上某特定部分所耗費的時間、努力、成本和績效帶來的損失。主要應用在產品和流程上，其目標是成本和時間。
平準化	減少目標某特定參數變異的程度。可應用在物流和訂單流上。主要應用在產品和訂單的流動上，其目標是成本。
延遲	將產品差異發生的時間和地點移到較靠近消費處。

本論文將會參考與應用這些原則來設計供應鏈，使得整體供應鏈的利益最大化。

2.2.1.3 供應鏈管理與其他領域之關係

還有學者將其他不同領域的方法應用在供應鏈管理上，如 Pérez [28] 便將限制理論從單一工廠管理的應用延伸到供應鏈管理上，認為整條供應

鏈的績效是由最弱的一環所決定，這和限制理論中瓶頸決定產出的想法不謀而合。而應用在傳統限制理論的指導原則也可應用在供應鏈管理中，共有三個指導原則：

1. 選擇希望鏈上的哪個環節能持續成為瓶頸。
2. 確定瓶頸能夠一直按照步調與依最終客戶需求建立的優先權來運作。
3. 協調所有的非瓶頸以確保瓶頸永遠不會飄移。

但其研究中也有指出，將限制理論應用在供應鏈管理上可能會遭遇到下列五點困難處：

1. 傳統的限制理論是應用在工廠環境。
2. 技術上的挑戰：計算和溝通上需要跨越地理上的障礙。
3. 文化上的挑戰：推動供應鏈管理的整合方案需要協調一個龐大且複雜團體中每一個成員的行動。
4. 無法保證限制不會飄移到系統外部。
5. 缺乏這些限制理論的觀念和活動能否應付供應鏈議題的推斷和證據。

還有兩種源自於限制理論的狀況會影響整條鏈的績效，一是每一個成員都會傾向追求自身的績效最佳，而忽略了整體績效；另一是下游必須知道上游花多少時間在最終客戶上。

而在實際推行上，文中有提到一般人認為整體就是把每一個體加總起來的觀點是錯的，因為這會衍生出需要各部分的詳細資訊才能管理整體的謬誤，並造成資訊超載，反而不利於供應鏈管理。另外如果不能有效的管

理整條供應鏈，往往會因為不同的產品組合和需求量，使得讓不同的環節在不同的時候成為限制整體績效的瓶頸，造成管理的困難。

而本論文在將會參考限制理論中，瓶頸限制整體產出的觀念，將規劃的目標放在各階段的瓶頸以及整個供應鏈的瓶頸，希望能以只規劃管理關鍵部分，達到降低複雜度和提升規劃結果可行性。

2.2.2 半導體供應鏈管理

2.2.2.1 半導體產業之趨勢

隨著半導體產業的日漸發展，市場需求熱絡，各企業無不挹注更多資本以求得近一步的發展。但隨著市場結構改變和全球化的趨勢下，企業鮮少能以一己之力在市場上競爭，所以和上下游或水平方向的企業合作已是不得不為的策略。

Yang [36]指出，自 1987 年起本身沒有晶圓廠的半導體公司的數量便快速地成長，如圖 2-7 所示。這些無晶圓廠半導體公司藉由策略性的應用能提供可靠產能和先進製程技術的晶圓代工廠，來達到節省成本和發展新世代產品的目的。而造成這種現象的原因有兩個，一個是因為晶圓廠建置成本十分昂貴，往往達數十億美金之譜，不是一般公司能夠負擔的起；另一個則是半導體公司只需要專注於所擅長的晶片與系統設計和行銷上的核心競爭力，而不需煩惱製程技術問題。故隨著無晶圓廠半導體公司的快速成長，晶圓代工產業也隨之蓬勃發展起來。

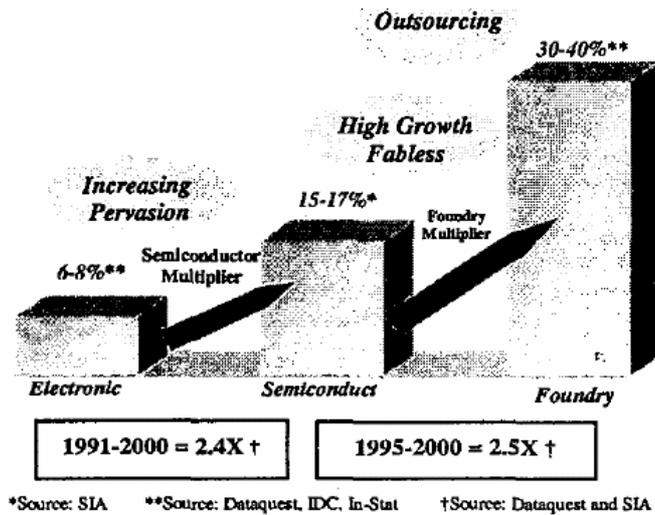


圖 2 - 7 晶圓代工成長歷程與趨勢[36]

而當半導體公司只負責設計和行銷時，晶圓代工廠將從原本的只負責晶圓製造，轉變成半導體製造供應鏈上控制中樞的角色。半導體公司在下訂單給晶圓代工廠後便不再插手製造方面的事務，而由晶圓代工廠負責協調所有製造相關的廠商，除了原本負責的晶圓製造以外，還需要連後續的封裝、測試到出貨一併控管[36]。

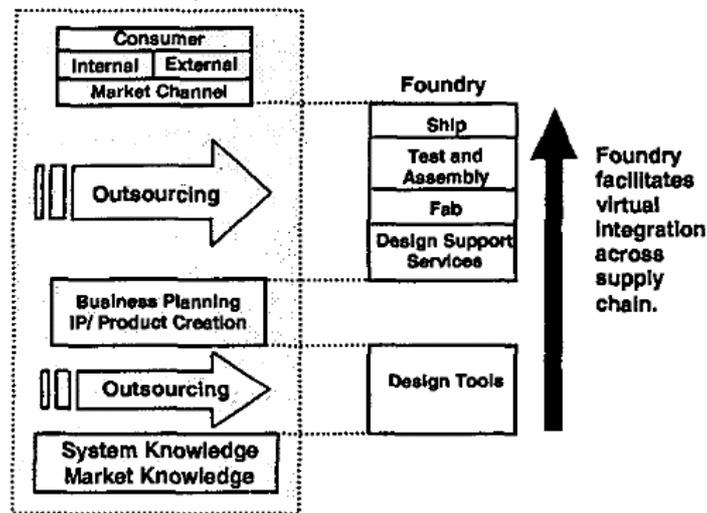


圖 2 - 8 晶圓代工廠在半導體供應鏈之定位[36]

無論未來半導體製造供應鏈中樞的角色是否仍由晶圓代工廠繼續扮演，但能確定的是半導體製造供應鏈的整合已是無法阻擋的趨勢。

2.2.2.2 半導體供應鏈管理之困難

半導體產業有一個很重要的特性，就是資本需求很高，尤其晶圓製造階段更是如此，故在機台折舊成本和其他投入資本的壓力下，如何提高產量並追求利潤最大化成了晶圓製造階段各廠的首要目標。但是其後的晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試階段因為是類似服務業的接單式生產，且機台設備相對於晶圓製造廠來說比較便宜，所以多以顧客滿意度為目標。當供應鏈上下游的目標不一致時，便會導致整體供應鏈的效率低落、資源浪費與在製品存貨居高不下等問題。很多學者在其研究中皆提及這一點。

Ovacik[27]便有提到，傳統上在半導體製造的規劃會比較注重前段製程，尤其是需要高投資成本的晶圓廠更是受到關注，不過因為現在越來越重視顧客需求，所以後段製程也有逐漸受矚目的趨勢。因此會將晶圓廠的目標訂在產量最大化，而將交期表現和顧客滿意度訂為後段的目標，不過交期表現往往和產量相衝突，所導致的結果就是大量的在製品堆積在前後段的中間。

Lee[23]也指出相同的看法，晶圓廠的目標往往是產量最大化和提高瓶頸機台的利用率，而後段製程卻是以交期表現和顧客滿意度為績效衡量的指標。產量與交期相關指標往往是相衝突的，結果就造成了大量的存貨堆積在前後段製程的交接處。

Murty[26]同樣也指出當晶圓廠、封裝廠和測試廠各自擁有其目標，且這目標不是其下游廠所需要或所能生產時，則會產生過多的庫存、較長的前置時間、較差的產能利用率和令人無法接受的達交率，而且整體的產量和金流都會受損。

而除了供應鏈上各工廠的目標不同且相衝突外，位在不同階層的規劃系統也常常相衝突。

Makatsoris[24]提到上層規劃系統往往和各區域系統在執行任務時有歧異，而且在供應鏈網路中每個單位都有自己的控制系統和基礎建設，這些都會導致很多問題。組織的各階層之間缺乏協調和正確的資訊流使得全球化的控管難以實現。

而我們長期視為理所當然的階層式規劃架構也同樣受到質疑，Wortman[35]指出階層式的規劃往往是指長期產能規劃是以總體的角度來運作，而短期產能規劃則是以詳細的角度來運作。但這隱含了一個假設，即一個長期的總體（aggregate）可行解會保證可導出短期的詳細且可行之排程。但是這個假設並非永遠成立。

而本論文在面對這些問題時，希望能以建立整體供應鏈共同目標的方法，改變各階段各工廠各自為政的現象，來達到各階段各廠生產的一致性，降低在製品堆積如山的可能性。



2.2.2.3 半導體供應鏈管理之目標

當考慮到上面所述半導體供應鏈的特性和規劃的難處，各家學者便訂出不同的半導體供應鏈管理目標。

Frederix[14]認為計畫和排程的目的是希望所有顧客訂單都能達交、存貨水準低、前置時間短和生產成本最低，但這些目標往往相衝突。因為藉由高存貨水準可以滿足顧客訂單，同樣地投資大量資本購買機台來降低機台產能利用率可以達到縮短前置時間。所以此時計畫和排程的目的是在上述的各個目標中找到一平衡點以確保整體的獲益能力。

Lee[23]認為交期表現和降低生產週期時間在全球化的供應鏈環境中日漸重要，如何維持晶圓流動的平衡和低在製品量就成為主要的議題。

Bouff[3]供應鏈管理的外部核心是處理預期需求和部署資源以因應需求，內部工作著重在這些資源如何反應特殊需求，以及這些需求如何對照到可交貨產品數。

Bouff[3]定義了三個目標：對顧客需求的績效、回覆能力和對允諾的績效。對顧客需求的績效即預計能滿足多少需求量。回覆能力是回覆顧客交期的能力。對允諾的績效則是指完成前兩者的能力。

Frederix[14]成功的關鍵不在於提升製造績效（manufacturing performance），而在於提升製造能力（manufacturing capability）。製造能力包含產能、製程能力、滿足顧客需求等的基本要素和對改變的反應。

而本論文半導體供應鏈管理的目標有兩個，一個是保持產品平順的流動，降低系統中的在製品量，並期望整體的生產週期時間能符合具有市場競爭力的標準；另一個是期望能夠針對最終顧客有高達交率。

2.2.2.4 半導體供應鏈管理相關研究

Makatsoris[24]提到虛擬企業的觀念，並將此觀念引用在半導體供應鏈上，提出一套規劃的架構。虛擬企業即是指供應鏈中的一部份成員和流程，因為朝著共同目標互相協調合作，所以行為表現的如同單一個公司。在虛擬企業中特別重視的是彼此間的協調（coordination）和合作（cooperation）。

Lee[23]提出如果主要管理目標是藉由產量和瓶頸利用率的最大化來達成利潤最大化，則推式型態的管理是已知最適用的方法；如果目標改成顧客滿意度、及時交貨和延遲相關的指標，則拉式型態的管理是已知最適用於製造線依訂單生產產品。將之對應到半導體供應鏈上，可推得前段製程適合用推式管理而後段適合用拉式管理。

Ovacik[27]分成配銷規劃、製造規劃和訂單允收三階段來規劃半導體供應鏈，目標是供應鏈的總成本最小化，和在兼顧高顧客滿意度的同時達到產量最大化。配銷規劃是在整體階層（aggregate level）並且假設好產能、交期和 demand 預測。此階段會包含哪一個廠進行製造、針測、封裝和測試。目的在於建立一個最小成本且可行的分配。製造規劃是在工廠階層，在前段製程的規劃是根據需求預測轉換成生產量，類似存貨式生產環境，目標是最大產量或在給定排程之情況下的最小生產週期時間。在後段製程則類似於接單式生產，目標是在已給定交貨排程和完成前段製程之在製品庫存量的情況下，顧客訂單達交率最大化。在此階段用的資訊是實際訂單和部分預測資料。訂單允收階段是根據產能來判斷是否允收，並指定交期給已允收的訂單。所用的資訊是根據歷史資料得來的前置時間和可交貨數量。

Bouff[3]將半導體供應鏈分成前段製程、後段製程和最終產品配銷給顧客等三個部分。前段製程資訊是用預測的方法所以是推式，後段製程資訊比較確定所以是拉式，而最終產品配銷給顧客則是資訊非常確定，反而由顧客來拉。

Murty[26]的在其研究案例中，使用線性規劃讓求出的排程解在追求達交率和產量最大化與存貨最小化的同時，也兼顧在製品、產能和物料的可行性。另外此研究中也說明了因為如再回流、反覆對需求和產能規劃作 what-if 分析等特殊需求，所以採用線性規劃模型來求解而非 MRP 軟體。而模擬同樣也有其限制，例如模擬雖然可以非常詳細地分析評鑑各種 what-if 情境，但卻無法對一規劃進行最佳化，甚至無法在沒有進行很多回合模擬的情形下找出可行解。故能輕鬆處理各種動態變化的線性規劃便成為首選。

本論文中將採用分階段的方式規劃，在各製程階段運用線性規劃模式，依據該階段當期的需求量，且找出該階段各單廠的最適分配量，而後

再將各階段的規劃結果適當地連結起來，成為整體供應鏈的規劃結果。另外還會依據此規劃結果作為接單的依據，以確保最終顧客的達交率能維持在一定水準之上。



2.3 多廠規劃

2.3.1 多廠規劃之定義

對於「多廠」(multi-site)的定義，各家學者都有不同的說法，如 Frederix[14]將多廠視為如同供應鏈般的前後關係，即是將從上游到下游不同功能的各廠視為多廠規劃的主體，是屬於垂直整合的多廠關係。而 Thierry *et al.*[34]則將多廠定義為「當一個公司的生產設備位於不同的地理位置即為多廠生產」，即是將散佈在各地且功能類似的工廠視為多廠規劃的主體，是屬於水平整合的多廠關係。在本論文中將純粹的垂直多廠關係視為供應鏈管理的一部份，安排在 2.2 節供應鏈管理的部分介紹，因此 2.3 節多廠規劃的部分所提到的多廠規劃文獻都是在探討水平的多廠關係。

除了對多廠的定義有不同的看法，各家學者對於多廠規劃的目的雖然大同小異，但也有些微的差異，如 Thierry *et al.*[34]認為多廠規劃的目的在於決定各產品在各生產單位的生產分配量，和在不同時段中各生產單位間的運輸。Sauer *et al.*[30]認為多廠規劃的目的在於產生一穩健的排程，也就是此排程要使各單廠的排程人員有足夠的彈性去處理各自的變異，並且不會影響到其他工廠。Guinet[15]則認為多廠生產規劃的目的在於找出「誰該生產」與「什麼時候產品和工件必須生產」這兩個相關問題的答案。

就本質上來說，多廠規劃問題和一般單廠規劃問題不同，Sauer *et al.*[29]指出，當規劃問題由單廠提升到多廠的層級，將會面臨下列的特性：

1. 不同廠間的生產流程有複雜的相依關係。
 - 中間產品到最終產品的先後關係。如上游廠的產品可能是下游廠需要的物料。
 - 相同工件可以由不同的廠製造（成本可能不同）

- 不同廠間的運輸問題。
- 2. 整體排程使用的資料類型為一般性的資料，而非精確的資料。
 - 以機台群組的產能資訊代替單一機台的產能資訊。
 - 中間產品或最後產品的製造時間多為估計值。
- 3. 各單廠之既存排程系統的整合
- 4. 在變動且分散的生產環境下，所有單廠之分散的排程活動，其協調合作的必要性。
- 5. 各單廠實際情況的不確定性。

多廠規劃的困難度即在於該如何克服上述的各廠間相依之關係，並求得一穩健有彈性的規劃結果。

在 Sauer *et al.*[29][30]的研究中，將多廠規劃的層級分為整體（多廠）和區域（單廠）兩層，並將其差異如列成表 2-3：

表 2-3 區域排程與整體排程之比較 [29][30]

	區域排程	整體排程
資源	機台	機台群組
可生產產品	由多道生產步驟組成的中間產品	由多個中間產品組成的最終產品
實際訂單	中間產品的內部訂單	最終產品的外部訂單
硬性限制	對所有訂單排程 考量生產的需求（如先後順序限制等）	對所有外部訂單排程 考量生產的需求（如產能限制）
軟性限制	機台利用率最佳化 符合交期 在製品成本最小化	符合交期 運輸時間或成本最小化 生產負荷平準化 減少存貨成本

2.3.2 多廠規劃相關研究

Thierry *et al.*[34]將用於限制滿足問題(Constraint Satisfaction Problem)領域的滿足限制方法應用於多廠規劃之線性規劃模式的求解。並同時考慮到有些生產單位在切換生產產品時需要較長設置時間的特性。限制滿足問題的求解法是藉由限制來一步步縮小求解空間，等到無法再縮小時，就利用各種啟發式方法來快速找到好的解。此研究有考慮到當某些生產單位在切換生產產品時需要較長設置時間的特性，所以各生產單位在規劃時的時間區間大小不同。而此研究的情境中，需要較常設置時間的生產單位都是位於原物料的最上游。

Sauer *et al.*[29]使用模糊理論的概念來處理傳統上會用固定值代替或是忽略不記的一些不確定因素如產能和運輸時間等。使得整體排程規劃能夠更穩健且具有彈性。

Sauer *et al.*[30]則是進一步的將各廠間的運輸排程問題納入多廠規劃的求解中，藉由將運輸排程問題轉換成類似於生產排程的問題，之後和其餘各廠一起規劃求解。

Guinet[15]指出多廠規劃問題可以被建構成受限於變動和固定成本的流動問題(flow problem)，或者是以提早和延遲總和最小化為目標的非相關平行機台排程問題。而其在考量產能限制和機台設置特性，以及生產、設置和運輸等成本最小化的情形下，提出了一個「主要-對偶線性規劃法」來求解多廠規劃問題。

王氏等人[37]以存貨式生產的 TFT-LCD 產業為研究對象，藉由 ATP、CTP 和 SCP 三個模組來規劃多廠區訂單分配。ATP 模組用來查詢新訂單(ATP 訂單)能否由存貨和預計產出來滿足，並由預定好的法則來決定由哪些廠的存貨或預計產出來滿足。如果存貨和預計產出無法滿足需求時，

則必須要開立新製令，並由 CTP 模組依照多條準則將其中大部分的製令分配給各廠區生產。最後將未被分配廠區的製令透過 SCP 模組讓各廠依自身情況來競標爭取。

鄭氏等人[48]以物料的觀點提供了一多廠區整體物料規劃的線性模式。該模式分為四個子模式，各自負責不同的功能。多廠訂單分配模式會根據各廠物料存或來分配訂單。多廠物料需求展開模式會依據各廠非配到的訂單，而將所需的物料項目和數量展開。跨廠物料規劃模式會將適用於跨廠規劃的物料進行跨廠規劃，求得最佳的採購決策與各廠間物料互相支援決策。跨廠安全存量設定模式會考量各廠可互相支援的情況下的各廠安全存量。但此研究是建立在各廠現階段產能都充足的前提下，只單純以物料作為判斷的基礎。

呂氏等人[40]提出了適用於半導體產業的一個以先進規劃排程系統為基礎之全球產能規劃模式。該研究將規劃分為兩階段：第一階段讓需求規劃和生產規劃協同合作，第二階段則讓生產規劃和物料需求規劃協同合作。而所提出的產能分配流程可分三階段：第一階段是依照工廠數來將訂單分組，並希望每一組的訂單為同一產品族或擁有相似的製程。第二階段是求解一線性規劃模式，希望在利益最大化的目標下將每一組訂單分配給適當的工廠生產。第三階段是求解一線性規劃模式，來將各廠分配到的訂單再分配到各適當的時間區間生產，其中可以依策略的不同而選用不同的目標式。

賴氏[49]提出了一晶圓製造廠多廠間生產規劃模式。其中包括了產出規劃模組和訂單規劃模組。產出規劃模組首先會考量企業的整體獲利目標、各廠產能狀況、製程能力和同族產品數量限制，利用限制滿足規劃的方法篩選出多個指定各廠應生產產品及數量的可行解，之後再依瓶頸是否會飄移及生產週期時間是否符合市場預期來進一步篩選，最後在剩下的可

行解中挑選創造獲利最大的解。訂單規劃模組會以預排程的方法，建立一可交貨日規劃表以輔助接单決策和回應顧客，並且將允收訂單依其在各廠的邊際貢獻，快速指派到可使企業獲利最大的單廠生產。

而本文對於各個製程階段中的多廠間產能分配，將會在考量產能限制、生產週期時間、製程規格能力和其他相關限制的情況下，採用線性規劃模式來求算出各廠所需生產的產品種類、工單等級別和生產數量。



2.4 本文各製程階段使用之生產週期時間估算法

2.4.1 晶圓製造階段

本文在估算晶圓製造階段各工單生產週期時間時，是用柯氏[42]與陳氏[43]以 Chung and Huang[8]所發展出之晶圓製造廠區段基礎式週期時間估算法(BBCT)為基礎，所發展之多工單等級下晶圓廠生產週期時間估算模式(BBCT-MP)。以下將援引賴氏[49]對這兩種方法的介紹。

針對晶圓製造特殊的環境，Chung and Huang[8]認為在進行週期時間的估算時，除了純製程時間(T_p)外，尚須將等候時間區分為源於工作站負荷水準所形成之等候時間(T_Q)，以及源於前後製程工作站之載入批量差異及產出差異所形成之等候時間(T'_B)。

關於 T_Q 值，則運用 M/M/c 等候模式進行估算；至於 T'_B 與 T_p 值，合併簡稱為 T_B 值，將運用 BBCT 演算法來進行估算。工件流經工廠所須之整體週期時間 TT ，則等於 T_Q 與 T_B 之和。其概念如圖 2-9 所示：

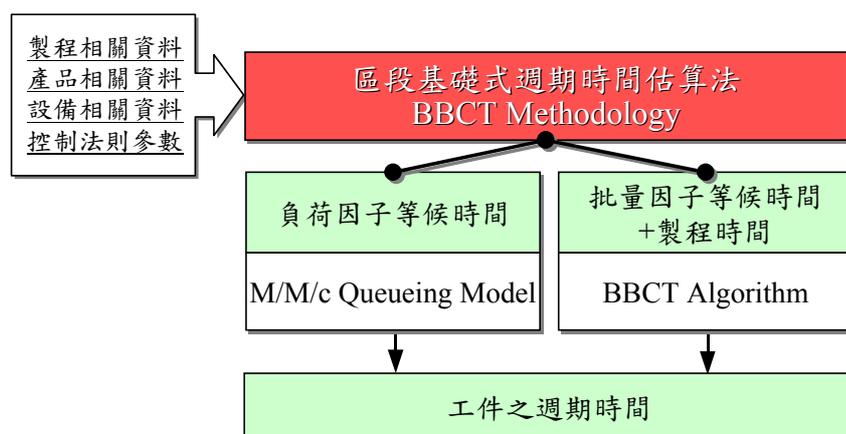


圖 2-9 區段基礎式週期時間估算法之估算機制[45]

BBCT 演算法之基本運作程序，共分為三個階段。第一階段為「分解與辨識」階段，其目的在於依據物流相似性，將複雜的製程「分解」成為獨立的區段與子區段，並「辨識」出各子區段所對應之週期時間模型；第二階段為「基本運算」階段，其目的在於發展各子區段週期時間估算之數學式，並進行估算；第三階段為「組合運算」階段，其目的在於將各子區段週期時間「組合」成為區段週期時間，乃至整個製程之週期時間。

所謂區段(block)，係包含製程中兩個相鄰的批次製程步驟，及介於其中之所有序列製程步驟之集合。此外，由於產品製程的起點與終點皆非批次製程步驟，故將「製程起點至第一個批次製程步驟」視為第一個區段，將「最後一個批次製程步驟至製程終點」視為最後一個區段，如圖 2 - 10 所示。因此，一般晶圓製程可分為 SB 型、BB 型、BSB 型與 BS 型區段。所謂 SB 型區段其僅發生在製程之最前端，區段起始加工步驟為序列加工 (serial-type) 製程、區段結束加工步驟為批次加工 (batch-type) 製程。而 BB 型區段為相鄰兩個批次製程步驟形成之區段，區段之起始、結束加工步驟皆為批次加工製程，其間不含序列加工製程。至於 BSB 型區段，其區段起始、結束加工步驟皆為批次加工製程，且區段中含若干序列加工製程。而 BS 型區段，則僅發生在製程之最末端，區段起始加工步驟為批次加工製程、區段結束加工步驟為序列加工製程。

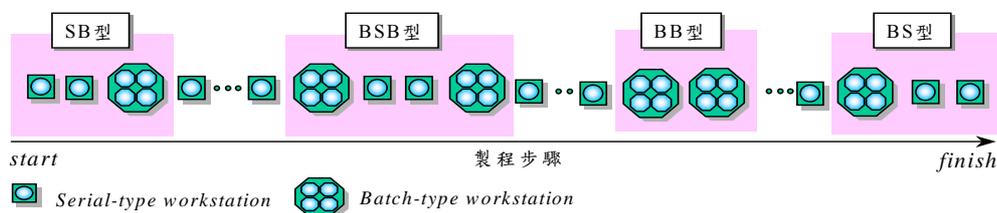


圖 2 - 10 區段分割示意圖[45]

由於區段中產出速率最低的機種對於整個區段之物流速度有決定性的影響，Chung and Huang[8]以此作為區段週期時間之估算基礎，估算前述

四種類型區段之週期時間。柯氏[42]與陳氏[43]以 Chung and Huang[8]所發展之 BBCT 為基礎，進一步拓展至多工單等級之環境，發展多工單等級下之區段基礎式週期時間估算法(BBCT-MP)。

BBCT 估算法之特點主要是以批次工作站作為製程之分割點，將整個產品之製程切割成一段段的區塊製程，並融合限制理論之瓶頸概念，考量各區塊中流速最慢之機種特性，來估算各區塊中工單之流動時間，最後將各區塊之流動時間加總並扣除重複之部分，可得工單之產品流動時間，再結合因負荷因素引發之等候時間即可估算出產品之生產週期時間。

由於 BBCT 估算法並無考量多工單等級之情況，因此柯氏[42]與陳氏[43]採用產能分割之概念，將 BBCT 估算式做適當之修正。其主要將工作站之產能依照工件之等級而加以分割，使其能適用於多工單等級之環境。

由於工作站主要可分為批次工作站與序列工作站，其等候時間之來源，主要可分為批量因素與負荷因素。對於批次工作站而言，批量因素主要為工件集批之等候時間。而對於序列工作站而言，批量因素在於批次工作站加工完成所釋放出來大量之晶圓批數，會造成後續作業之序列工作站負荷瞬間的增加，以至形成尖峰負荷，使得等候時間增加。亦即，批量因素對序列工作站之影響為尖峰負荷所造成序列工作站之等候時間遽增。

此外，由於生產週期時間分為負荷因素等候時間、批量因素等候時間及理論週期時間。因此，在進行多工單等級之生產週期時間估算時，需先求得各等級下各產品之每一製程步驟之批量因素等候時間與負荷因素之等候時間，加總負荷因素等候時間、批量因素等候時間與理論週期時間，即可求得各等級下各產品之每一製程步驟之生產週期時間。加總各產品之各製程步驟之生產週期時間，即可得各產品之生產週期時間。

2.4.2 晶圓針測階段與 IC 最終測試階段

本文在估算晶圓針測階段與 IC 最終測試階段各工單生產週期時間時，是以黃氏[46]所發展出之 IC 最終測試廠記憶體 IC 生產週期時間估算法為基礎來進行估算，以下將簡述黃氏[46]之 IC 最終測試廠記憶體 IC 生產週期時間估算法。

在黃氏[46]的論文中，IC 最終測試廠記憶體 IC 生產週期時間估算法主要可以分為測試機群和預燒機群生產週期時間估算兩部分。

在估算測試機群各產品各等級測試批生產週期時間方面如圖 2 - 11 所示。

1. 依據各機群所分配到的各產品各等級測試批數，以及利用機率理論在考量序列相關設置時間的情況下，求出各產品各等級測試批在各機群之期望設置時間，藉以計算各機群產能利用率。
2. 依據各產品各等級測試批的測試時間，在考量機台當機與保養維修的情況下，估算各產品各等級測試批在各機群之產出率。
3. 依據各機群所分配之各等級測試批數，乘上對應之生產時間，換算為等級別產能負荷後，除以該機群總產能負荷，以求得在各機群之各等級產能負荷比例。
4. 依據各機群產能利用率、產出率、等級產能負荷比例與機台數估算各產品各等級測試批在各機群之來到率。
5. 將各機群之產能利用率、以及各產品各等級測試批在各機群之產出率和來到率等資料，代入 M/D/C 非逐位優先等候模式中計算各產品各等級測試批在各機群之等候時間與生產週期時間。
6. 將各產品各等級測試批之期望設置時間與等候模式求算出之生產週期時間相加，求得實際生產週期時間。

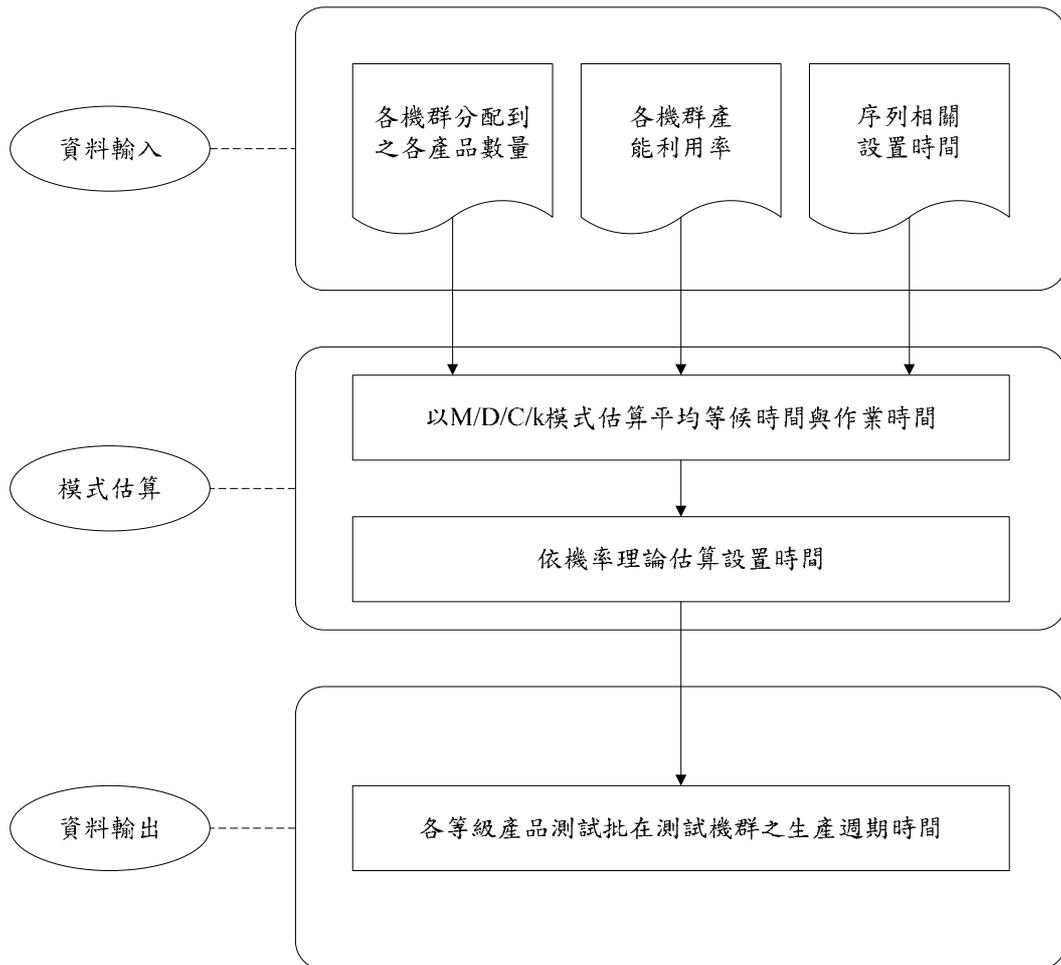


圖 2 - 11 測試機群生產週期時間估算流程圖[46]

在估算預燒機群各產品測試批生產週期時間方面如圖 2 - 12 所示。

1. 依據各機群所分配到的各產品各等級測試批數，以及各機群最小加工批量，計算各機群產能利用率。
2. 依據各產品各等級測試批的預燒時間，在考量機台當機與保養維修的情況下，估算各產品各等級測試批在各機群之產出率。
3. 依據各機群產能利用率、產出率與機台數，估算各產品各等級測試批在各機群之來到率。
4. 由於預燒機台為批次機台的緣故，每次作業必需超過預設之最小加工批量方可進行加工。依據前一個製程（即第一次測試）之輸出，估算各機群不同產品之集批速度。

5. 將各機群之產能利用率、以及各產品測試批在各機群之產出率 and 來到率等資料，代入 M/D/C 等候模式中計算各產品測試批在各機群之等候時間與生產週期時間。
6. 上述計算過程可以得到以最小加工批量為單位的等候時間。而為了令測試機群與預燒機群的估算單位一致，並且符合最小加工單位為批之假設，因此預燒機群的等候時間必須轉換為以批為單位，作為生產週期時間估算的標準。

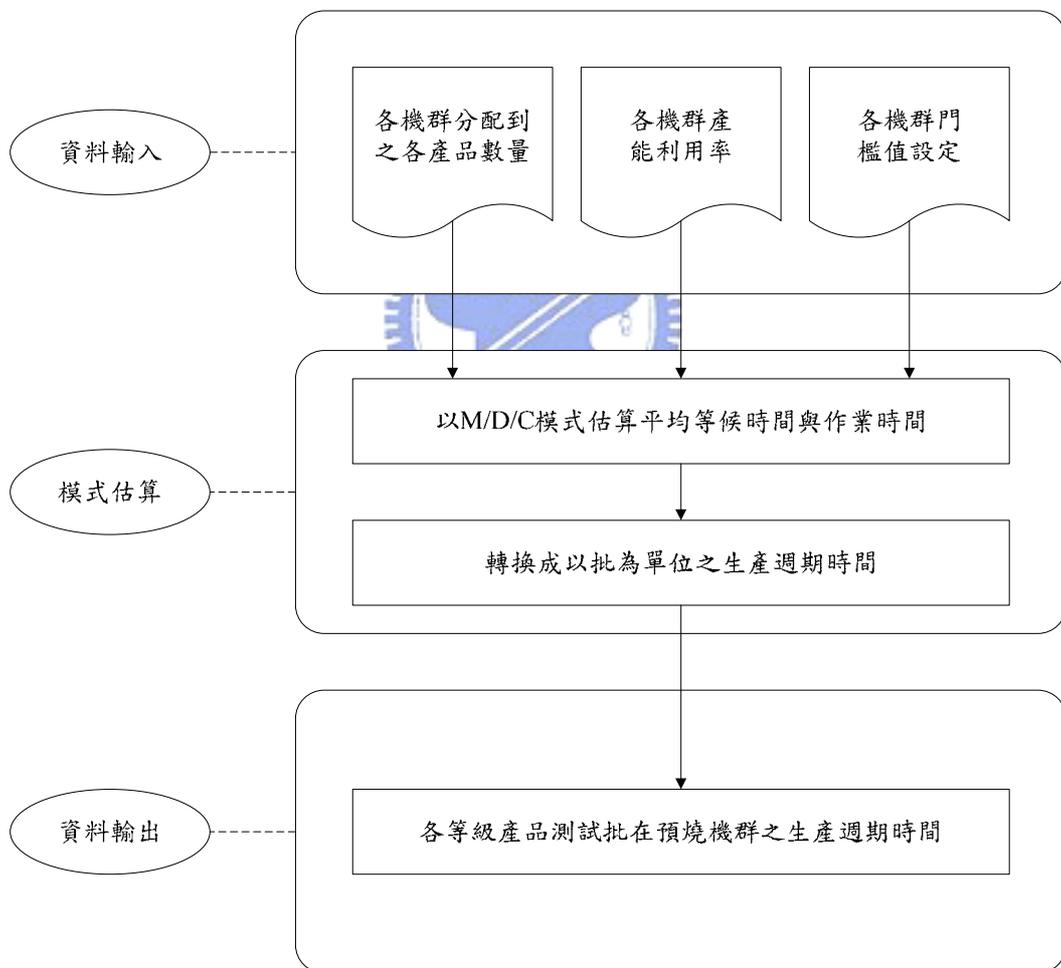


圖 2 - 12 預燒機群生產週期時間估算流程圖[46]

2.4.3 IC 封裝階段

本文在估算 IC 封裝階段各工單生產週期時間時，是以陳氏[44] 發展出之 IC 封裝生產週期時間估算法為基礎來進行估算。以下將簡述陳氏[44] 之 IC 封裝生產週期時間估算法。

1. 將各製程所需的加工時間除以各工作站的可用產能時間比例，以求得工件批在各工作站之生產週期時間。
2. 將各工作站的生產週期時間加總，以求得工件批之總生產週期時間。



第三章 半導體產業多階多廠產能分配機制之構建

3.1 問題定義與分析

半導體產業是國內炙手可熱的當紅產業，也是國家重點發展的主力產業之一。當半導體產業蓬勃發展時，各公司無不紛紛往水平及上下游方向建廠或是策略聯盟，謀求更大的競爭力；在此同時也將規劃的問題從原本單純的單廠規劃，轉變成複雜的多廠規劃或是供應鏈管理。

晶圓製造廠的特性之一就是建置成本昂貴，新一代的晶圓製造廠其建廠成本往往達數百億之譜；如何有效的利用產能，提高產出量往往成了各晶圓製造廠追尋的目標。但是位於其下游的晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試三個製程階段卻是以提高顧客滿意度和達交率為目標，當供應鏈上下游目標不一致時，在製品存貨堆積如山、喪失市場競爭力的生產週期時間，以及低顧客滿意度與達交率等問題就侵蝕了整體供應鏈的競爭力。

在過去的研究中，研究範圍大多專注於半導體供應鏈中之某單一製程階段，探究如何將晶圓製造廠的機台利用率提高和產量最大化，或如何將 IC 封裝廠的訂單達交率提高。但不斷地追求某一製程階段的局部最佳績效，卻忽略了整個供應鏈的績效是由最弱的一環（也就是瓶頸）所決定，其結果就是大量的在製品堆積在瓶頸製程階段，造成冗長的生產週期時間並導致產品良率下降和喪失市場競爭力。有鑑於此，如何協調半導體供應鏈各階段的產能，建構出以半導體供應鏈整體利益為考量的產能分配模式成了當務之急。

當分配好各階段各廠的產能後，還必須建立一個機制來規劃工單該如何在各階段各廠間流動，盡量讓屬於同一張訂單的工單在生產時能夠在同一機群上加工，以保持品質的一致性。

在半導體供應鏈中，有許多特殊的生產特性，如製程規格能力限制等，在做產能規劃時若不將這些特性考慮在內，則規劃出來的結果將會失去真實性和可行性。

最後，由於本論文的範圍鎖定在接單式生產的半導體供應鏈，所以訂單達交率的好壞將是一個重要的績效指標，故需要一個接單判斷機制來輔助訂單允收決策。

為了使研究的範圍縮小與增加研究成果可行性，本文做了下列的假設與設定：

1. 本文假設晶圓製造階段為整個半導體供應鏈總瓶頸製程階段。
2. 本文為多工單等級的環境，等級由高到低依次為 *hot*、*rush* 和 *normal*，不同等級的工單所含批數不同。
3. 本文中即使產品相同，但如世代不同，則視為兩種不同的產品。
4. 瓶頸工作站由功能相同但製程規格能力不同的機群組成，機群則由完全相同的機台組成。
5. 本文中假設 IC 最終測試階段的預燒機台沒有製程規格能力的限制。
6. 本文中假設晶圓針測階段的各廠機台佈置如圖 3 - 1 所示，負責針測記憶體產品的兩針測工作區之機台組合完全相同，即兩工作區內含的機群數，各機群的製程規格能力、數量及產能皆相同。因此被指派到工作區 II 某機群的工單，都會被指派至工作區 III 相對應的機群上，故在進行產能分配時，只需分配工作區 II 的機群即可，而運算時各工單所耗用的產能以在前後兩製程中較大者為代表。但進行生產週期時間估算時，仍應分別計算。

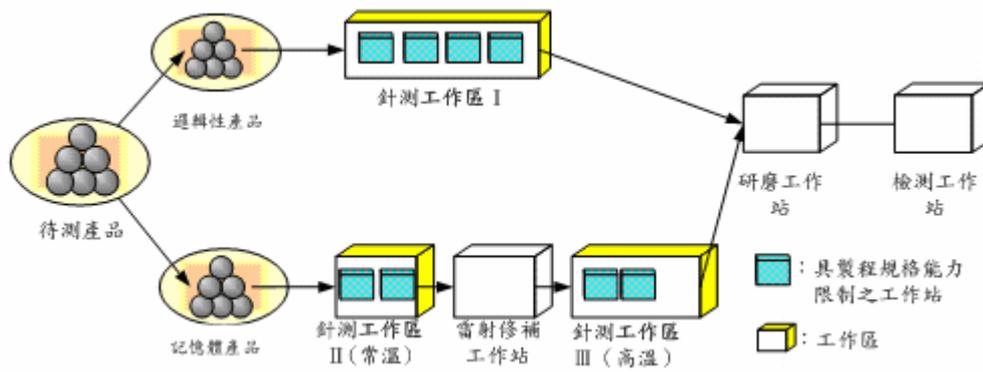


圖 3 - 1 晶圓針測流程 [52]

7. 本文中假設 IC 最終測試階段的生產週期時間只需計算測試與預燒階段。



3.2 整體邏輯與架構

本文有兩個主要工作，一為建立一個半導體產業多階多廠產能分配機制來協調各階段各廠的產能分配，另一則為建立接單判斷機制來輔助決策者作為接單時的參考。而為了完成這兩項工作，本論文的整體邏輯與架構將如圖所示，分為「半導體產業多階多廠產能分配模組」和「接單判斷模組」兩部分，分別負責產能規劃和判斷是否接受顧客的訂單。

「半導體產業多階多廠產能分配模組」將根據所收集彙整的生產相關資訊如產能需求、各階段各廠產能利用情形和產品製程等資訊，適當地將各階段各廠的產能分給所需生產的產品，並產生一可交貨時程表以供後續模組做為參考。

「接單判斷模組」會依據「半導體產業多階多廠產能分配模組」所產生的半導體供應鏈可交貨時程表資料來判斷是否有足夠的預定產出量來滿足顧客的訂單需求。

由於半導體產業四個製程階段的生產週期時間差異很大，在晶圓製造階段的生產週期時間往往長達半個月以上，而後續三個製程階段卻又只有數天，因此本文設定整體的規劃幅度為 28 天，晶圓製造階段的規劃週期為 28 天，後續的晶圓針測、IC 封裝及 IC 最終測試三個製程階段的規劃週期則分別為 2 天、2 天和 1 天。

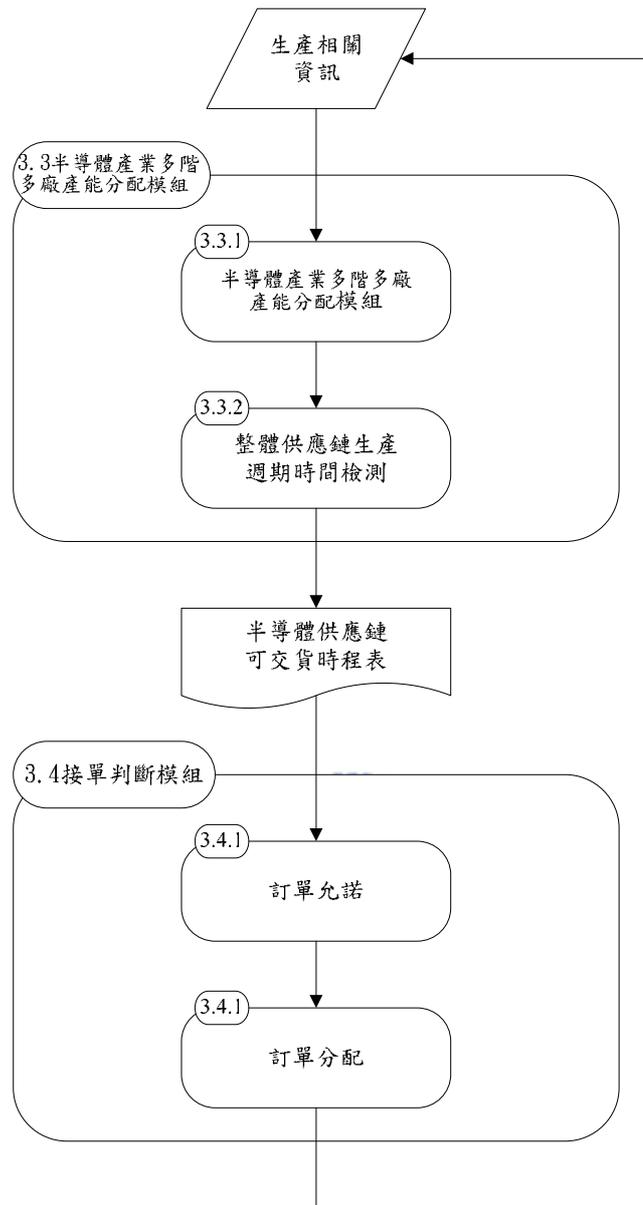


圖 3-2 整體邏輯與架構圖

3.3 半導體產業多階多廠產能分配模組

半導體產業多階多廠產能分配模組如圖 3-3 所示可以分成「半導體產業多階多廠產能分配」和「整體供應鏈生產週期時間檢測」兩階段。

半導體供應鏈共有晶圓製造、晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試四個製程階段，以往的研究多只專注在追求其中一個製程階段的最佳績效，而忽略了整體供應鏈的共同利益。有鑑於此，本論文在進行「半導體產業多階多廠產能分配」時，雖然也是各製程階段各自執行一線性規劃模式以找尋該階段的最佳解，但為了達到協調供應鏈各製程階段的效果，本論文還採用了回饋上層的機制，即只要有任何一個製程階段出現找不出可行解或是未能通過各項檢測的情形發生，就會回饋上層去修改生產相關資訊如工單需求量、產品組合或是機台利用率限制等，之後再從頭進行產能分派。如此不斷的反覆修正以求出最符合供應鏈整體利益的可行解。

「整體供應鏈生產週期時間檢測」主要目的是檢測依據產能分配的結果分配各階段各廠的產能，是否能讓各世代各產品各等級工單的整體供應鏈生產週期時間具備市場競爭力。如果未通過檢測的話，就必須回饋上層去修改生產相關資訊如工單需求量、產品組合或是機台利用率限制等，並從頭進行半導體產業多階多廠產能分配。

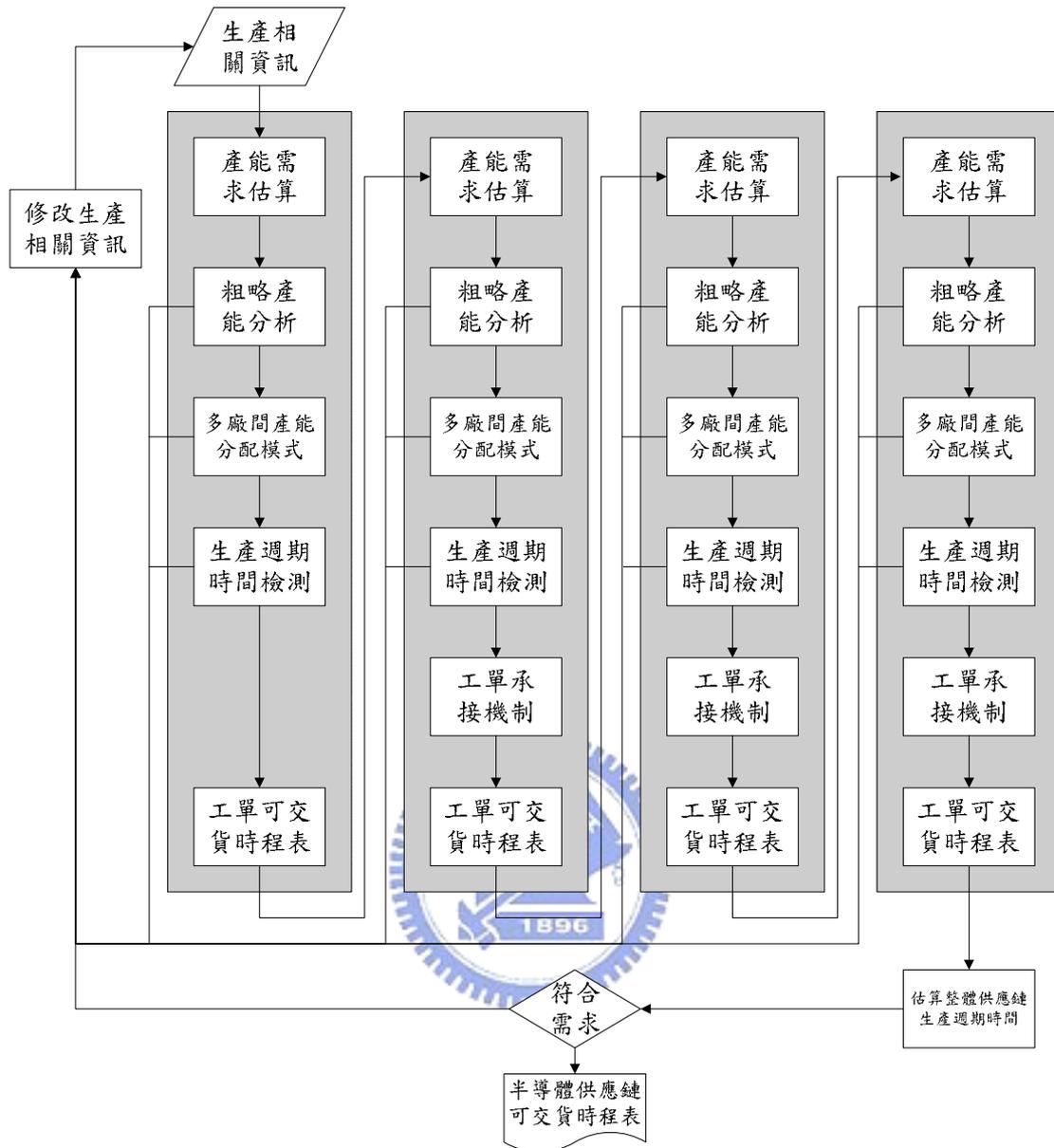


圖 3-3 半導體產業多階多廠產能分配模組流程圖

3.3.1 半導體產業多階多廠產能分配階段

本模組藉由分階段逐步分配的方式，由上游製程階段到下游製程階段，一一將各製程階段在規劃週期 t 中各產品各世代各等級的工單需求，適當地分配給該階段各廠瓶頸工作站的各機群，並建立一回饋機制，有效地以整個供應鏈的瓶頸來決定整體產出，而非一味地追求某個製程階段的局部最佳績效。

如圖 3-3 所示，在半導體產業多階多廠產能分配階段中，是於各製程階段重複執行類似的步驟：估算本期產能需求、粗略分析產能是否足夠、進行產能分配、檢查生產週期時間是否過長、決定本製程階段各機群如何承接前一製程階段各機群產出的工單和編排工單可交貨時程表。由於各製程階段執行的步驟類似，故下文僅一一解說各個步驟，而非就每一製程階段都做解說。



3.3.1.1 產能需求估算

上層規劃系統考量客戶對最終產品的需求預測資訊和已確定接單資訊，以及四個製程階段的產能狀況與產出情形，求算出製程階段 k 在時段 t 中各產品各世代各等級的工單需求量 $n_{i,g}^{k,t,pri}$ 。在晶圓製造階段是根據上層規劃的結果，找出該週期必須生產的工單種類和數量。在晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試則是依據其上游階段的可交貨時程表，將可交貨時點落在前一週期之內的工單轉換成本期需生產的各類型工單數量。

3.3.1.2 粗略產能分析

在此先快速地粗略估算製程階段 k 在時段 t 中，是否有足夠產能去負荷各產品各世代各等級工單需求量。另外由於 IC 封裝階段的生產特性（詳

見 3.3.1.3.2 節)，在進行粗略產能分析時，是針對封膠機台（規劃瓶頸）而非焊線機台（產能瓶頸）。

步驟一：計算時段 t 中，機群 j 在考慮當機時間比例 D_j^k 、維修時間比例 M_j^k 和利用率上限 $u_j^{k,t}$ 後，機群內所有機台的可用產能 $C_j^{k,t}$ 。

$$C_j^{k,t} = TT \times (1 - D_j^k - M_j^k) \times u_j^{k,t} \times c_j^k \quad \text{for each } j \quad \text{式 3 - 1}$$

步驟二：計算時段 t 中，機群 j 在將所有可用產能用於生產產品 i 世代 g 等級 pri 的工單時，所能生產之最大工單數 $X_{i,g,j}^{k,t,pri}$ 。

$$X_{i,g,j}^{k,t,pri} = \left\lfloor \frac{C_j^{k,t}}{PT_{i,g,j}^{k,pri}} \right\rfloor \quad \text{for each } i \text{ each } g \text{ each } pri \text{ in each } j \quad \text{式 3 - 2}$$

步驟三：將所有可加工產品 i 世代 g 工單的機群，其能加工產品 i 世代 g 等級 pri 的最大工單數加總起來，即可得本製程階段產品 i 世代 g 等級 pri 的最大可加工總工單數。各類型工單的最大可加工總工單數必須要大於該類型工單的需求數，如果產能無法滿足，則必須要重新修正工單資訊。

$$\sum_{j=1}^{J_k} X_{i,g,j}^{k,t,pri} \geq n_{i,g}^{k,t,pri} \quad \text{for each } i \text{ each } g \text{ each } pri \quad \text{式 3 - 3}$$

3.3.1.3 多廠間產能分配模式

多廠間產能分配模式是用來將各製程階段於時段 t 的各類型工單需求，分配各廠的各機群，但因為在本文的半導體供應鏈四個製程階段中，IC 封裝階段的特性與其他三個製程階段不同。在 IC 封裝階段，雖然產能瓶頸工作站是焊線工作站，但是封膠機台的長機台設置時間特性，使得在進行產能分配時不得不將之考慮在內，否則有瓶頸飄移之虞，因此 IC 封

裝階段的多廠間產能分配模式也與其他三個製程階段不同，必須獨立探討，故本小節將分兩子節分別探究。

3.3.1.3.1 晶圓製造、晶圓針測及 IC 最終測試多廠間產能分配模式

晶圓製造、晶圓針測及 IC 最終測試多廠間產能分配模式，是用來求算於製程階段 k 時段 t 所需加工的各類型工單，在各機群的最適分配量，其線性規劃模式如下：

目標式：

$$Max \min(s_1^{k,t}, s_2^{k,t}, \dots, s_{J_k}^{k,t}) \quad \text{式 3-4}$$

限制式：

$$\sum_{j=1}^{J_k} x_{i,g,j}^{k,t,pri} = n_{i,g}^{k,t,pri} \quad \text{for each } i \text{ each } g \text{ each } pri \quad \text{式 3-5}$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{pri=1}^3 PT_{i,g,j}^{k,pri} x_{i,g,j}^{k,t,pri} \leq C_j^{k,t} (1 - s_j^{k,t}) \quad \text{for each } j \quad \text{式 3-6}$$

$$x_{i,g,j}^{k,t,pri} \in \text{integer}, \quad x_{i,g,j}^{k,t,pri} \geq 0, \quad 1 \geq s_j^{k,t} \geq 0$$

式 3-7、式 3-8 和式 3-9 是為使生產環境較複雜之晶圓製造階段生產更加順暢所附加的限制式，分別是各廠 *hot* 等級工單等級比例限制式、各廠 *hot* 和 *rush* 等級工單等級比例限制式，以及賴氏[49]提出之晶圓製造階段各廠同產品族數量限制式。

$$\sum_{j \in Ms(l)} \sum_i^I \sum_g^G x_{i,g,j}^{k,t,1} \leq \left(\sum_{j \in Ms(l)} \sum_i^I \sum_g^G \sum_{pri=1}^3 x_{i,g,j}^{k,t,pri} \right) h_l^{k,t} \quad \text{for each } l \quad \text{式 3-7}$$

$$\sum_{j \in Ms(l)} \sum_i^I \sum_g^G x_{i,g,j}^{k,t,1} + \sum_{j \in Ms(l)} \sum_i^I \sum_g^G x_{i,g,j}^{k,t,2} \leq \left(\sum_{j \in Ms(l)} \sum_i^I \sum_g^G \sum_{pri=1}^3 x_{i,g,j}^{k,t,pri} \right) hr_l^{k,t} \quad \text{for} \quad \text{式 3-8}$$

each l

$$\sum_{j \in Ms(l)} \sum_{i \in gr} \sum_{g=1}^3 x_{i,g,j}^{k,t,3} \leq nGR_{l,gr} \quad \text{for each } gr \text{ each } l \quad \text{式 3-9}$$

模式說明：

式 3 - 4 為本線性規劃模式之目標式。在此線性規劃模式中，為使各機群產能負荷平準化，所以採用最大化所有機群中的最小剩餘產能為目標式，使各機群的產能利用率如連通管一般，由高處往低處移動，最終達到各機群利用率相近。

式 3 - 5 為滿足需求限制式。各類型工單分配在各機群的數量加總起來要必須等於時段 t 中的需求量。

式 3 - 6 為各機群產能限制式。在機群 j 中，加總所分配到的各類型工單數量乘以其加工時間，必須要小於或等於機群 j 的可用產能。

式 3 - 7、式 3 - 8 和式 3 - 9 是晶圓製造階段附加的限制式。

式 3 - 7 為各廠 *hot* 等級工單佔全廠工單比例限制式。為了不讓過多的 *hot* 等級工單擾亂工廠生產活動的平順，所以限制所有分配在屬於廠 l 瓶頸工作站所屬機群的緊急工單總量，不能大於所有分配在屬於廠 l 瓶頸工作站所屬機群的所有工單數量的比例 $h_l^{k,t}$ 。

式 3 - 8 為各廠 *hot* 與 *rush* 等級工單佔全廠工單比例限制式。為了不讓過多的 *hot* 等級工單和 *rush* 等級工單擾亂工廠生產活動的平順，所以限制所有分配在屬於廠 l 瓶頸工作站所屬機群的緊急工單加上次緊急工單總量，不能大於所有分配在屬於廠 l 瓶頸工作站所屬機群的所有工單數量的比例 $hr_l^{k,t}$ 。

式 3 - 9 是賴氏[49]所提出晶圓製造階段為了避免瓶頸飄移而設的同產品族數量限制式。因為同一產品族的產品製程類似，耗用各工作站產能的

比例也類似，為避免同一產品族的產品過於集中在某一廠而造成瓶頸飄移，故必須考慮各產品族在各廠的總數上限。以下為計算同產品族數量限制之步驟：

步驟一：計算產品族 gr 在各非瓶頸工作站的平均耗用產能。在此因為 *normal* 等級工單數量多，且因其單張工單所含批量多導致加工時間較長，故求算平均耗用產能時只考慮 *normal* 等級訂單。

$$PTWSGR_{gr,ws}^k = \frac{\sum_{i \in gr} PTWS_{i,ws}^{k,3}}{I_{gr}} \quad \text{for each } ws \quad \text{式 3-10}$$

步驟二：求出產品族 gr 在各工作站上和其他產品族產品的耗用產能差距最大者。

$$d(gr, ws) = \max\{PTWSGR_{gr,ws}^k - PTWSGR_{gr',ws}^k \mid \forall gr' \neq gr\} \quad \text{式 3-11}$$

for each ws

步驟三：找出產品族 gr 與其他產品族耗用產能差異最大的工作站 ws^*

$$ws^* = \max_{ws} \{d(gr, ws)\} \quad \text{式 3-12}$$

步驟四：算出 l 廠工作站 ws^* 的可用產能。

$$CWS_{l,ws^*}^k = TT \times (1 - D_{ws^*}^k - M_{ws^*}^k) \times u_{l,ws^*}^{k,t} \times cws_{l,ws^*}^k \quad \text{式 3-13}$$

步驟五：算出產品族 gr 的在 l 廠的同產品族限制，為工作站 ws^* 可用產能乘上該工作站載入批量除此產品族平均加工時間。

$$nGR_{l,gr} = (bat_{ws^*}^k \times CWS_{l,ws^*}^k) / PTWSGR_{gr,ws^*}^k \quad \text{式 3-14}$$

雖然本文之多廠間產能分配模式意旨在於藉由讓各機群中的最小剩餘產能最大化，亦可說是各機群中的最大產能利用率最小化，達成各機群產能利用率平準化的目標。但假如各機群可依照製程規格能力分成互不相關的多個集合，有如多組互不相通的連通管的話，則此線性規劃模式將只能使平均產能利用率最高的機群集合，其集合內部各機群利用率平準化，而無視其他集合內各機群的產能分配結果。例如機群 1、2 只生產產品 A 屬於集合 1；機群 3、4 只生產產品 B 屬於集合 2，假設機群 3、4 的產能利用率均高於機群 1、2，此時線性規劃求得的結果只能保證其機群集合 2 中的機群 3、4 能達到利用率平準化，機群集合 1 中的機群 1、2 則可能利用率差異很大。為避免此種情況，故必須將每個互不相通的機群集合都進行一次產能分配，並彙總出最終結果。

3.3.1.3.2 IC 封裝階段產能分配模式[44]

雖然實務上大多數封裝廠的機台佈置可能採用功能別佈置，但因為封膠機台長設置時間的特性，如採用零工式生產，將會耗費過多的時間在機台設置上而影響產出量。本文根據陳氏[44]與戴氏[50]的研究，在 IC 封裝階段將採用零工式虛擬生產線的概念，即在功能別佈置的環境中，指定特定機台專門生產特定產品，達到類似序列式生產的效果，如圖 3-4 所示。

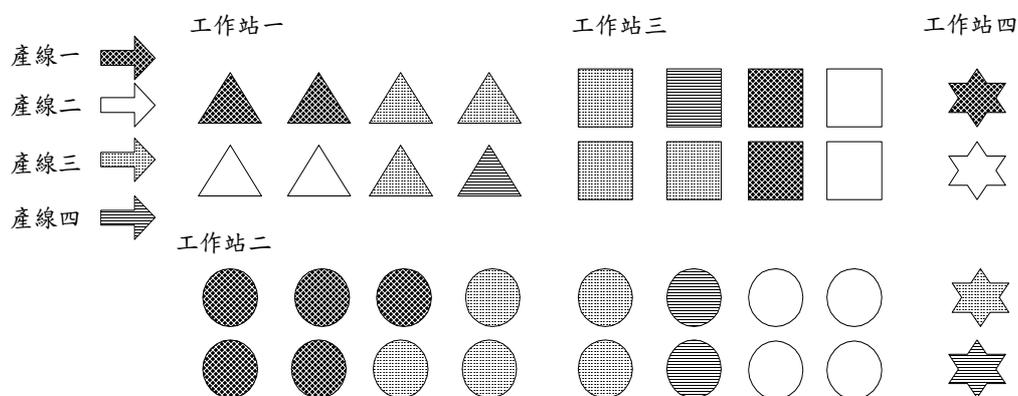


圖 3-4 零工式虛擬生產線[44] [50]

而因為 IC 封裝階段採用零工式虛擬生產線以及封膠機台長設置時間等特性，造成此製程階段產能分配模式需要考慮的特性與其他三個製程階段不同，故不能採用前述的多廠間產能分配模式。本文將採用陳氏[44]的方法，以封膠機台設置次數最小化為目標來進行產能分配。

本文中，為減少線性規劃求解時間，在 IC 封裝階段採取兩項作法來降低複雜度。一、封裝廠是採用類似序列式生產效果的虛擬生產線形式生產，即指定特定機台專門生產特定產品。因為一條虛擬生產線所生產的為同一產品，不需特別利用高工單等級來縮短生產週期時間。另外，雖然高等級工單可能因其批量小而使耗用的產能也較少，但為了降低複雜度，在此將假設三個等級工單耗用的產能相等以去除等級別。二、本階段的製程規格能力與產品世代無關，只與產品種類有關，故亦將世代別去除。此兩項用意旨在減少變數數目，降低求解時間。另外，封膠機台的設置時間序列相關特性是當前後兩加工產品為同產品族時，設置時間為約四小時，跨產品族時，則為約十六小時，此設置時間長且序列相關的特性，將會對產能造成重大影響，故進行產能分配時，必須考慮產品族別，因此本製程階段的工單需求改以產品族及產品族內產品別為基礎進行彙整，以進行後續 IC 封裝階段產能分配、生產週期檢測、工單承接機制與投料時點求算。式 3-15 即是將產品的待分配需求由原本的考慮產品別、世代別、等級別等，改用產品族別與產品族內產品別表示，並將工單數轉換為 lot 數。

$$n_{gr,i^{gr}} = \left(\sum_{g=1}^G \sum_{pri=1}^3 n_{i,g}^{3,t,pri} \right) \times lz_{i,g}^3, \text{ for each } i \quad \text{式 3-15}$$

式 3-16 和式 3-17 為求算在規劃幅度內，封裝廠內規劃瓶頸的封膠工作站和產能瓶頸的焊線工作站內各機台，在扣除機台當機與維修保養的產能浪費並考慮利用率上限的限制後，所能提供的最大產能。

$$C_{l,md} = TT \times (1 - D_{md} - M_{md}) \times u_{l,md} \quad , \text{ for each } l \quad \text{式 3 - 16}$$

$$C_{l,wb} = TT \times (1 - D_{wb} - M_{wb}) \times u_{l,wb} \quad , \text{ for each } l \quad \text{式 3 - 17}$$

IC 封裝階段產能分配模式[44]

目標式：

$$\min \sum_{l=1}^L \sum_{v=1}^{V_l} \left[(KG_{l,v} - AG_{l,v}) \times stg_{md} + (KP_{l,v} - KG_{l,v} + AG_{l,v} - AP_{l,v}) \times st_{md} \right] \quad \text{式 3 - 18}$$

限制式：

$$\sum_{l=1}^{L_3} x_{l,gr,i^{gr}} \times lz_{gr,i^{gr}} = n_{gr,i^{gr}} \quad , \text{ for each } gr, \text{ and } i^{gr} \quad \text{式 3 - 19}$$

$$\sum_{v=1}^{V_l} Dmd_{l,gr,i^{gr},v} = x_{l,gr,i^{gr}} \times lz_{gr,i^{gr}}^3 \quad , \text{ for each } l, gr, \text{ and } i^{gr} \quad \text{式 3 - 20}$$

$$Dmd_{l,gr,i^{gr},v} \leq bigM \times h_{l,gr,i^{gr},v} \quad , \text{ for each } l, v, gr, \text{ and } i^{gr} \quad \text{式 3 - 21}$$

$$PR_{l,gr,v} \leq \sum_{i^{gr}=1}^{I_{gr}} Dmd_{l,gr,i^{gr},v} \leq PR_{l,gr,v} \times bigM \quad , \text{ for each } l, v, \text{ and } gr \quad \text{式 3 - 22}$$

$$KG_{l,v} = \sum_{gr=1}^{GR} PR_{l,gr,v} \quad , \text{ for each } l \text{ and } v \quad \text{式 3 - 23}$$

$$AG_{l,v} = \sum_{gr=1}^{GR} (ini_{l,gr,v} \times PR_{l,gr,v}) \quad , \text{ for each } l \text{ and } v \quad \text{式 3 - 24}$$

$$PR_{l,gr,i^{gr},v} \leq Dmd_{l,gr,i^{gr},v} \leq PR_{l,gr,i^{gr},v} \times bigM \quad \text{ for each } l, v, gr, \text{ and } i^{gr} \quad \text{式 3 - 25}$$

$$KP_{l,v} = \sum_{gr=1}^{GR} \sum_{i^{gr}=1}^{I_{gr}} PR_{l,gr,i^{gr},v} \quad , \text{ for each } l \text{ and } v \quad \text{式 3 - 26}$$

$$AP_{l,v} = \sum_{gr=1}^{GR} \sum_{i^{gr}=1}^{I_{gr}} (ini_{l,gr,i^{gr},v} \times PR_{l,gr,i^{gr},v}) \quad , \text{ for each } l \text{ and } v \quad \text{式 3 - 27}$$

$$\sum_{gr=1}^{GR} \sum_{i^{gr}=1}^{I_{gr}} (x_{l,gr,i^{gr}} \times PT_{gr,i^{gr},wb}) \leq C_{l,wb} \times cws_{l,wb}^3 \quad , \text{ for each } l \quad \text{式 3 - 28}$$

$$\sum_{gr=1}^{GR} \sum_{i^{gr}=1}^{I_{gr}} (Dmd_{l,gr,i^{gr},v} \times PT_{gr,i^{gr},md}) + (KG_{l,v} - AG_{l,v}) \times st_{gmd} + (KP_{l,v} - KG_{l,v} + AG_{l,v} - AP_{l,v}) \times st_{md} \leq C_{l,md}$$

for each v and l 式 3 - 29

$KP_{l,v} \geq 1$ for each v and l 式 3 - 30

$x_{l,gr,i^{gr}}, Dmd_{l,gr,i^{gr},v}, KP_{l,v}$, and $KG_{l,v} \in \text{integer}$

$AG_{l,v}, AP_{l,v}, PR_{l,gr,v}$, and $PR_{l,gr,i^{gr},v} \in \text{binary}$

模式說明：

式 3 - 18 為本線性規劃模式的目標式，在此線性規劃模式中，因為封膠機台的設置時間非常長，而其設置時間又會因為前後兩產品是否為同一產品族而有所不同，當前後產品為同一產品族時，設置時間約為四小時，而當前後產品為不同產品族時，則設置時間將激增為約十六小時，所以在進行產能分配時必須考慮到盡可能將封膠機台的設置次數減少，以避免浪費太多時間在機台設置上而使瓶頸飄移。在此式中以各封膠機台同產品族間的設置次數和不同產品族間的設置次數為決策變數，並個別以其設置時間為權重值。

針對每一台封膠機台而言，該期所須生產的產品族數目、產品數目以及上一期最後生產之產品種類皆會影響該期所需之最少設置時間。假設該機台所須生產的產品種類為 m 種，可分為 n 族。那麼與上期生產之最後一種產品的產品種類對該機台所需的設置次數之交互影響如表 3 - 1 所示：

表 3 - 1 封膠機台設置次數與產品種類數的關係[44]

該期所生產的產品所屬產品族中，是否有與上期最後生產之產品所屬產品族相同？	是	是	否
該期生產的各產品中是否存在與上期最後生產之產品別相同？	是	否	否
$AG_{l,v}$	1	1	0
$AP_{l,v}$	1	0	0
不同產品族間的設置次數	n-1	n-1	n
同產品族內設置次數	m-n	m-n+1	m-n

式 3 - 19 為總需求量限制式。各封裝廠 l 所分配到第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品的 lot 數總和必須等於該產品總工單數所包含之 lot 數。

式 3 - 20 為各廠需求量限制式。在第 l 個封裝廠各封膠機所生產第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品的 lot 數總和必須等於第 l 個封裝廠分配到該產品總工單數所包含之 lot 數。

式 3 - 21 為製程規格能力限制式。當第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品可在第 l 個封裝廠的第 v 個封膠機台上加工時， $h_{l,gr,i^{gr},v} = 1$ ；反之，當第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品無法在第 l 個封裝廠第 v 個封膠機台上加工時， $h_{l,gr,i^{gr},v} = 0$ ，如此將迫使 $Dmd_{l,gr,i^{gr},v} = 0$ ，亦即使第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品分配到第 l 個封裝廠第 v 個封膠機台的批數為 0。

式 3 - 22 為各封膠機台是否生產某產品族之限制式。在此式中， $PR_{l,gr,v}$ 為一二元變數，用以判定封膠機台 v 是否需要生產第 gr 產品族之產品。

式 3 - 23 用於計算在該目標機台上共需要生產多少種類的產品族數目。

式 3 - 24 用於判斷所生產的產品族之中是否有任一產品族與上一規劃週期所生產之最後一種產品所屬的產品族相同。

式 3 - 25 為各封膠機台是否生產某產品之限制式。在此式中， $PR_{l,gr,i^{gr},v}$ 為一二元變數，用以判定封膠機台 v 是否需要生產第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品。

式 3 - 26 用於計算在該目標機台上生產的產品別數目。

式 3 - 27 用於判斷所生產的產品之中是否有與上一規劃週期所生產之最後一種產品別相同的產品。

式 3 - 28 為焊線機台產能負荷限制式。因為本文定義在封裝階段中，各封裝廠的產能瓶頸工作站為焊線工作站，因此必須考慮到各廠的焊線工作站產能需求不能超過所能提供之各廠最大總產能。

式 3 - 29 為封膠機台產能負荷限制式。因為本文定義在封裝階段中，各封裝廠的焊線工作站為規劃瓶頸工作站，因此必須考慮到各廠的各封膠機台所分配到的產能需求加上機台設置所耗用的產能，不能超過該機台所能提供之最大總產能。

式 3 - 30 為防止封膠機台閒置之限制式，亦即每個封膠機台至少需要加工一種產品。在此需注意當產能需求無法讓每個封膠機台至少分配到 1 lot 產品加工時，此限制式會使本線性規劃模式找不到可行解，此時需把本限制式從線性規劃模式中刪除。

產線配置[44]

將 IC 封裝階段產能分配模式所求算出的最佳解加以整理，將各廠內只加工同一產品的封膠機台集結成各產品的專線，並將須加工多種產品的封膠機台則各自成為一條混線，據此整理出各封裝廠的專線和混線。

在 IC 封裝階段產能分配模式所求算出的最佳解中，變數 $Dmd_{l,gr,i^{gr},v}$ 代表著第 l 個封裝廠第 v 台封膠機所須生產第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品的工單數，由此可知當針對某一特定的 l 與 v ，只有一組 (gr, i^{gr}) 使得 $Dmd_{l,gr,i^{gr},v}$ 不等於 0 時，即可知第 l 個封裝廠第 v 台封膠機為第 gr 產品族第 i^{gr} 種產品的專用機台；反之，當同時有二組以上 (gr, i^{gr}) 值使得 $Dmd_{l,gr,i^{gr},v}$ 不為 0 時，該機台即為共用機台；透過以下步驟可決定各封裝廠之產線數目與各產線所需之封膠機台數。



步驟 0：初始化變數： l, v, gr, i^{gr} ，分別代表封裝廠，封膠機台，產品族及產品種類。而 e 與 f 為專線及混線序號指標，亦為計數用指標，兩者初始值為 1。

步驟一：由 $gr=1, i^{gr}=1$ 開始在各封膠機台之集合中尋找，將所有 $KP_{l,v}=1$ 且 $Dmd_{l,gr,i^{gr},v}>0$ 的機台，組成該封裝廠該產品之專線，並給予該產線序號為 e 。將該產品種類 $\{gr, i^{gr}\}$ 加入該專線所生產之產品集合 $P(l,e)$ 中，並將機台加入該專線封膠機台集合 $M(l,e)$ 中， $e=e+1$ 。

步驟二：若該產品族 gr 仍有下一產品種類， $i^{gr}=i^{gr}+1$ ，重覆步驟一。反之進行步驟三。

步驟三：若還有下一產品族則 $gr=gr+1, i^{gr}=1$ ，重覆步驟一。反之，則完成專線封膠機台之配置作業，進行步驟四。

步驟四：計算混線之機台數，由 $v=1$ 之封膠機台開始搜尋，若 $KP_{l,v} > 1$ ，則該機台為混線機台，並給序號 f 。將該封膠機台所生產之所有產品種類 $\{gr, i^{gr}\}$ 加入該混線所生產之產品集合 $Pmix(l,f)$ 中，並將機台加入該混線封膠機台集合 $Mmix(l,f)$ 中， $f=f+1$ 。重覆該步驟，直到完成混線之封膠機台配置。

步驟五：將每一條生產線所屬的封膠機台視為一個機群，將各機群編號 $j=1.. \sum_l^{L_3} (E_l + F_l)$ ，並求算各類型工單在各機群的分配量

$$x_{gr, i^{gr}, j} \circ$$



非規劃瓶頸機台產線配置[44]

遵循各產線相同製程步驟之工作站能盡量符合負荷平準的原則，此處採用陳氏[44]的非規劃瓶頸機台產能配置機制，分配各非規劃瓶頸機台給各封膠機群，完成各封裝廠零工式虛擬生產線的配置，其步驟簡述如下。

步驟一：估算各虛擬生產線中各工作站所需之機台數。首先計算出各個非規劃瓶頸工作站之單機最大產能。再計算各產線針對該工作站所需之產能。接著將需求產能除以單機可提供產能，即可得各虛擬生產線中各工作站所需機台數。

步驟二：將各工作站的機台配置給各虛擬生產線，如果所有工作站都無剩餘機台，則結束非規劃瓶頸機台產線配置流程；如果有工作站有剩餘未被配置之機台，則進行步驟三。

步驟三：計算該工作站中各虛擬生產線之利用率，將一台剩餘機台分配到利用率最高之虛擬生產線上並更新其利用率。重複此步驟直到該工作站沒有剩餘機台為止。

步驟四：是否所有工作站都無剩餘機台，若有則進行步驟三；若無則結束非規劃瓶頸機台產線配置流程。

3.3.1.4 生產週期時間檢測

分別藉由陳氏[43]的 BBCT-MP 估算式、陳氏[44]的 IC 封裝廠生產週期時間估算模式，陳氏[44]與黃氏[46]的 IC 最終測試廠生產週期時間估算模式，以及由黃氏[46] IC 最終測試廠生產週期時間估算模式修改而來之晶圓針測廠生產週期時間估算模式，估算晶圓製造、晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試各個階段的各產品各世代各等級工單之生產週期時間 $CT_{i,g,j}^{k,t,pri}$ ，並檢驗各工單的 *X-Factor* 是否在一般業界認定有競爭力之標準內，如不符合業界標準，則需要修改相關生產資訊並重新規劃。

在四個製程階段所使用的生產週期時間估算法中，除了晶圓製造階段使用陳氏[43]的 BBCT-MP 估算式可直接求算含不同批數的多等級工單之生產週期時間外，其餘三個製程階段所引用的生產週期時間估算法，其原始用途是用來估算單一工件批的生產週期時間，故此處必須進行修正以符合估算含不同批數的多等級工單之生產週期時間之用。

在晶圓針測與 IC 最終測試階段方面，當估算出單一工件批在各工作站的生產週期時間與該製程階段生產週期時間後，會依據不同等級工單所含的批數以及該機群或工作站的機台數之關係而進行修正，以求得工單之該製程階段生產週期時間。修正法為將各等級工單的批數除以被指派到之

瓶頸機群的機台數，把所得結果無條件進位成整數，此結果即為該機群需加工幾次才能完成該張工單。如果加工次數為 1，則完成該張工單的製程階段生產週期時間即等於完成單一工件批之製程階段生產週期時間；如果大於 1，則加工次數減去 1 乘以單一工件批在瓶頸機群之生產週期時間，再加上單一工件批之製程階段生產週期時間，所得結果即為該張工單的製程階段生產週期時間。

而在 IC 封裝階段方面，當估算出單一工件批在該虛擬生產線各工作站的生產週期時間與該製程階段生產週期時間後，尚須進行修正以換算成工單之製程階段生產週期時間。首先要算出各產品在其被分配到之虛擬生產線中各工作站的產出速率，其算法為該虛擬生產線中各工作站機台數除以該產品單一工件批相對應之純製程時間。接著找出該虛擬生產線中，機台數小於該張工單批數的工作站中產出速率最慢者。將該工單的批數除以該工作站的機台數，把所得結果無條件進位成整數，此結果即為該工作站需加工幾次才能完成該張工單。如果加工次數為 1，則完成該張工單的製程階段生產週期時間即等於完成單一工件批之製程階段生產週期時間；如果大於 1，則加工次數減去 1 乘以單一工件批在該工作站之生產週期時間，再加上單一工件批之製程階段生產週期時間，所得結果即為該張工單的製程階段生產週期時間。

進行生產週期時間檢測後，因為晶圓製造階段是半導體製造供應鏈的最上游，不存在著和上游配合的問題，所以如果目前進行的是晶圓製造階段的規劃，則可略過 3.3.1.5 工單承接機制部分，直接進行 3.3.1.6 工單可交貨時程表排定。但如果是晶圓針測、IC 封裝和 IC 最終測試三個製造階段，則需要進行工單承接機制後再進行工單可交貨時程表排定。

3.3.1.5 工單承接機制

當求出具有合理生產週期時間的各機群工單分配量後，接著必須決定各工單的流向，亦即前一製程階段各機群完成的工單該由後一製程階段的哪一機群承接並進行加工。一般而言為了保持管理上的方便和產品品質的穩定，會將在上游同一機群上加工的工單盡可能分配給下游的同一機群。秉持這個原則，本文乃採用一直觀式的工單承接機制來分派上游各機群的工單給下游的各機群。此機制的精神是將上游產出產品 i 世代 g 等級 pri 工單數量最大的機群的產出量，優先分配給在多廠間產能分派模式中，對該類型工單分配量最大的下游機群。以下是工單承接機制詳細步驟：

步驟一：令 K =本製程階段 ($k \geq 2$)，由第一項產品、第一個世代和第一個等級的工單開始分配。

步驟二：找出在前一製程階段 ($k-1$) 機群中產出該類型工單數量最大的機群 j^* ，令其產出量為 w_j^{k-1} 。

步驟三：找出在本製程階段多廠間產能分配模式中，該類型工單分配量最大的機群 j' ，令其分配量為 $w_{j'}^k$ 。

步驟四：比較 w_j^{k-1} 和 $w_{j'}^k$ 的大小，若前者大於等於後者，則該類型工單由上游機群 j^* 指派給下游機群 j' 的數量 $Tr_{j^*,j'}$ 即為 $w_{j'}^k$ 並接著進行步驟五；如果後者大於前者，則 $Tr_{j^*,j'}$ 即為 w_j^{k-1} 並接著進行步驟六。

步驟五：將已滿足分配量的下游機群 j' 自下游待分配機群集合中移除，重新找出該類型工單待分配量最大的下游機群，並回到步驟四。

步驟六：將已用盡指派量的上游機群 j^* 自上游待指派機群集合中移除，並檢查是否還有需指派工單的上游機群，如有則重新找出該類型工單待指派量最大的上游機群，並回到步驟四。如沒有則表示已分配完該類型工單，接著進行步驟七。

步驟七：檢查是否所有類型的工單都已分配指派完畢，若是則結束工單移轉指派流程；若不是則更換產品別、世代別或等級別，回到步驟二進行下一類型工單的工單承接機制。

在此要注意因為 IC 封裝階段是採用虛擬生產線的形式，所以必須先經過修正才能進行工單承接機制流程，其修正法必須視該 IC 封裝廠為全專線或是摻有混線而定。如果該廠所有虛擬生產線皆為專線時，則只需將各專線的各產品皆除以該產品最低等級工單所含之批數，即可得各專線需生產之各產品工單數，並以此結果進行工單承接機制流程。但如果該 IC 封裝廠有混線時，則需進行較複雜之修正程序。

步驟一：算出各虛擬生產線各產品的完整工單數及未能湊滿一張完整工單的剩餘批數。

步驟二：將同廠各產線同一產品剩餘的批數湊成完整之工單。其拼湊方法為盡量由專線的剩餘批數去補充混線剩餘批數不足之部分，另外盡量讓此跨產線生產的工單其組成為一條專線和一條混線為原則。

步驟三：視這些工單哪一條產線生產的部分較多而加計在該產線生產之工單數目上，並以此結果進行工單承接機制流程。在此要注意 IC 封裝階段在進行工單承接流程時，需將晶圓針測階段（前一製程階段）同一產品不同世代不同等級的工單全

部視為同一種工單，即不管世代別和等級別而只看產品別來進行分配。

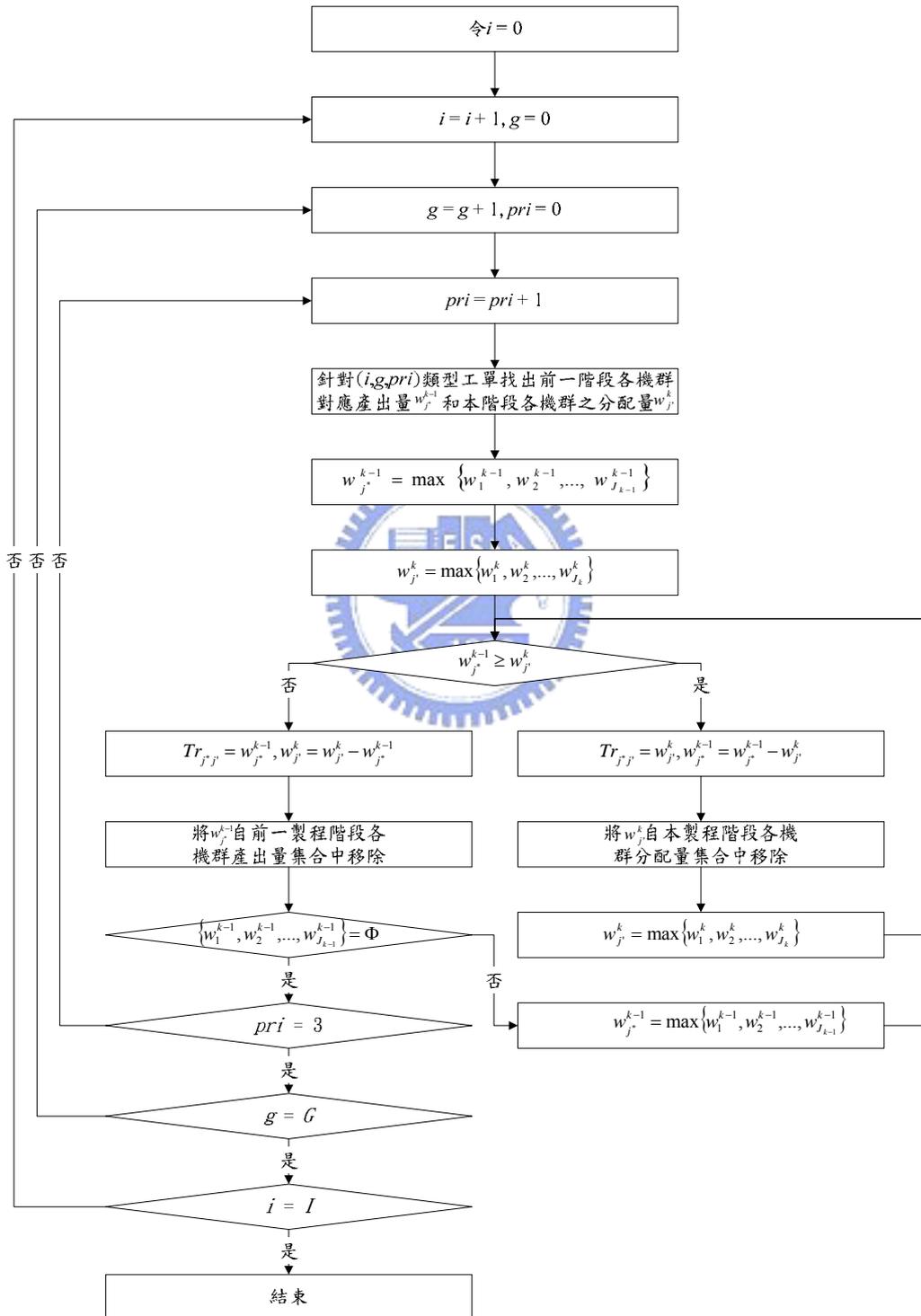


圖 3-5 工單承接機制流程

3.3.1.6 工單可交貨時程表

工單可交貨時程表主要是提供各產品各世代各等級工單的可交貨時程資訊，提供後續製程階段作為需求分析、產能分配、工單承接的依據。可交貨時程的推估為投料時點加上寬放後之生產週期時間。

由以固定在製品量為原則之穩態產出的觀念，發展出投料時點的推估方法。根據穩態產出的觀念，機群中某產品某世代某等級的工單的分佈，長期來看可視為呈現均勻分佈，即每過一固定時間間隔，就可加工完一工單。這個固定時間間隔，即為該產品該世代該等級工單的平均產出間隔。由於本論文採用此一觀點，故平均產出間隔即為為該世代該產品該等級工單的平均投料間隔。而平均投料間隔的估算方法為規劃週期時間長度除以該機群所分配到該產品該世代該等級工單數。當求解出平均投料間隔時間後，各工單的投料時間即為由規劃週期開始時點起算，每間隔一平均投料間隔時間即為一張該產品該世代該等級工單的實際投料時點。但是在本文中只有 *normal* 等級工單之投料時點是以機群為主體求算，而 *hot* 與 *rush* 等級工單因為對整體的影響較大，如各機群獨立求算 *hot* 與 *rush* 等級工單投料時點，可能會造成對後續製程階段而言，此二等級工單的過度集中於某些時段，故 *hot* 與 *rush* 等級工單的投料時點必須要跨產品、跨世代、跨機群和跨廠際來求算。

normal 等級工單投料時點

步驟一：將規劃週期時間長度除以機群 j 所分配到的產品 i 世代 g

normal 等級的工單數，即可求得平均投料間隔時間 $d_{i,g,j}^{k,t,3}$ 。

$$d_{i,g,j}^{k,t,3} = TT / x_{i,g,j}^{k,t,3} \quad \text{for each } i \text{ each } g \text{ in each } j \quad \text{式 3 - 31}$$

步驟二：由規劃週期開始時點起算，每隔一平均投料間隔時間便投入一張產品 i 世代 g normal 等級的工單，故排序第 seq 的產品 i 世代 g normal 等級的工單，其投料時點即為規劃週期開始時點加上 $seq-1$ 個平均投料間隔時間。

$$Rl^k (Job_{i,g,j,seq}^{k,t,3}) = TS + (seq - 1) \times d_{i,g,j}^{k,t,3} \text{ for each } seq$$

式 3 - 32

each i each g in each j

hot 與 rush 等級工單投料時點

步驟一：求算該時段所有等級 pri (=hot 或 rush) 的工單數量，並將規劃週期時間長度除以該等級工單總數，求得所有等級 pri 工單在本製程階段的平均投料間隔時間。

$$d^{k,t,pri} = TT / \sum_i^I \sum_g^G n_{i,g}^{k,t,pri}$$

式 3 - 33

步驟二：將所有等級 pri 工單先就產品別均勻分佈在規劃週期內，各產品內再就世代別均勻分佈，求得各工單的排序後，排序第 SEQ 的工單，其投料時點即為規劃週期開始時點加上 $SEQ-1$ 個平均投料間隔時間。

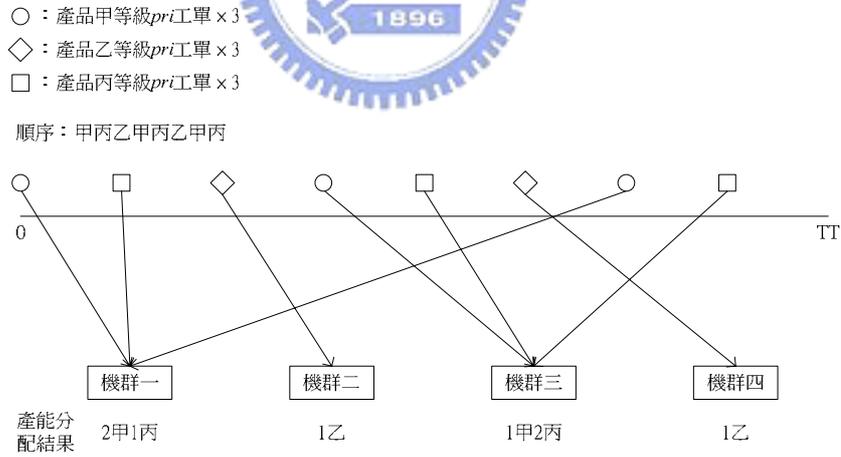
$$Rl^k (Job_{SEQ}^{k,t,pri}) = TS + (SEQ - 1) \times d^{k,t,pri} \text{ for each } SEQ$$

式 3 - 34



步驟三：將各產品各世代等級 pri 的工單依機群編號順序，一一指派給產能分配結果中，需加工該類型工單的機群，此時便可得該工單於該機群的投料時間。

$$RI^k (Job_{i,g,j,seq}^{k,t,pri}) = RI^k (Job_{SEQ}^{k,t,pri}) \text{ for each } SEQ \quad \text{式 3 - 35}$$



在知道投料時點後，便可求算各工單的可交貨時點。其算法是投料時點加上寬放後之生產週期時間。生產週期時間 $CT_{i,g,j}^{k,t,pri}$ 可從生產週期時間檢測步驟中得知，而寬放值 $\alpha_{i,g,j}^{k,t,pri}$ 則取決於生管人員的判斷。由於在多工單

等級的生產環境中，等級低的工單往往會受到等級高的工單的影響而使其生產週期時間變異加大，所以較低等級的工單其寬放值要比較高等級的工單為大，以吸收因優先權等級所造成的變異。

步驟一：將投料時點加上寬放後之生產週期時間，便可得產品 i 世代 g 等級 pri 的工單的可交貨時點。

$$Del^k(Job_{i,g,j,seq}^{k,t,pri}) = Rl^k(Job_{i,g,j,seq}^{k,t,pri}) + CT_{i,g,j}^{k,t,pri} \times (1 + \alpha_{i,g,j}^{k,t,pri}) \quad \text{式 3 - 36}$$

for each i each g each pri in each j

步驟二：將所有機群的同類型工單之可交貨時點彙整，即可得該類型工單於此製程階段之可交貨時程總表 $Del^k(Job_{i,g,seq}^{k,t,pri})$ ， $seq = 1, \dots, n_{i,g}^{k,t,pri}$ 。

在此要注意因為 IC 封裝階段是採用虛擬生產線的形式，再加上會有各工單有可能在專線或是混線上生產，所以必須先經過修正才能求出各工單實際的投料時點和可交貨時點。另外，由於 IC 封裝階段最大的特性就是封膠機台的長設置時間，所以盡量減少封膠機台的設置次數為進行規劃的首要原則，因此在規劃混線的生產排程時時，會採將同一種產品的工單集中生產完畢後，才換線生產下一種產品的工單之原則。而在規劃混線生產產品的順序時，先生產和混線封膠機台前次生產產品相同的產品，如無相同產品，則看是否有和前次生產產品相同產品族的產品，如果也沒有，則選任一產品的工單生產。

當決定好混線生產順序後，便可進行各工單的投料時點和可交貨時點的估算。首先計算產線上生產的所有工單總數，如果產線上有跨產線生產之工單時，也要一併加總。如果是專線，則將規劃週期時間長度除以工單總數即為該專線工單的平均投料間隔；如果為混線，則將規劃週期時間長

度減去封膠機台設置時間之結果，除以和工單總數減去產品種類數之結果，即為該混線工單的平均投料間隔。接著如果是專線，則由規劃週期零點開始，每隔一平均投料間隔即為一張工單之投料時點；如果是混線，則除了依先前排定之各產品生產順序投料外，不同產品工單間之投料間隔為該混線封膠機台所需的設置時間。另外，混線在生產同一產品工單時，完整的工單會先生產，而跨產線工單會排在同產品完整工單後生產，此時如果該跨產線工單其餘部分是在專線上生產，則在該專線已排定的工單投料時點中選擇和該跨產線工單在混線之投料時點相近的投料時點投料。如果還有例外情形則需進行人為判斷。進行完上述程序後，再依據 IC 封裝階段生產週期時間估算法之結果和工單的寬放值，就可以求得各工單的可交貨時點。此處要注意跨產線工單要以最後一個 lot 可交貨時點作為工單的可交貨時點。

在晶圓製造階段於求得工單可交貨時程表後，會將各類型工單依投料時點排序，如投料時點相同者，則再依可交貨時點排序，之後按照此順序給予各工單一工單流水號 sn 。

在其他三製程階段於求得工單可交貨時程表後，會將各個工單依據工單承接機制之結果與可交貨時程表，進行實際工單之指派。

步驟一：將前一製程階段之該類型工單依照工單流水號排序。

步驟二：將本期該類型工單依照可交貨時點排序。

步驟三：依據 3.3.1.5 工單承接機制之結果，將前一製程階段的工單依序指派至後製程可承接此該工單的機群中，尚未被指派之工單中可交貨時點最早者，令其承接該工單之流水號。

步驟四：重複步驟一至三，完成各類型工單之流水號承接。

在此還要注意 IC 封裝階段在進行實際工單之指派時，需將晶圓針測階段（前一製程階段）同一產品不同世代不同等級的工單全部視為同一種工單，即不管世代別和等級別而只看產品別來進行指派。

3.3.2 整體供應鏈生產週期時間檢測階段

此階段的主要工作是驗證工單完整的進行四個製程階段的加工，所需的整體供應鏈生產週期時間是否符合一般業界認定具有市場競爭力的標準。雖然在半導體產業多階多廠產能分配階段已經進行過各製程階段的生產週期時間檢測，但是其檢測範圍是只有從工單投料開始直至工單完工的時間，而忽略了工單從前一製程階段完工後，在下一製程階段前等候投料的時間。有鑑於此，這裡的整體供應鏈生產週期時間是用工單在 IC 最終測試階段的可交貨時點減去該工單在晶圓製造階段的實際投料時點而得。並以此時間和業界標準做比較，若合乎標準則接受半導體供應鏈多廠間產能分配模組的結果，反之則需要修改生產相關資訊，重新由半導體供應鏈多廠間產能分配模組開始規劃。

步驟一：計算所有工單的整體供應鏈生產週期時間 CT_{sn} ，由工單在 IC 最終測試階段的產出時點減去該工單在晶圓製造階段的投料時點。在此將 $Del^4(sn)$ 設定為流水號為 sn 之工單在 IC 最終測試階段時段的可交貨時點； $Rl^1(sn)$ 設定為流水號為 sn 之工單在晶圓製造階段的投料時點。

$$CT_{sn} = Del^4(sn) - Rl^1(sn) \quad \text{for each } sn \quad \text{式 3-37}$$

步驟二：檢測所有類型的工單其 *X-Factor* 是否符合一般業界認定有競爭力之標準內，如不符合業界標準，則需要修改相關生產資訊並重新規劃。

3.4 接單判斷模組

接單判斷模組共分為「訂單允諾」和「訂單分配」兩階段。

訂單允諾階段的工作是生管人員以半導體產業多階多廠產能分配模組產生之半導體供應鏈可交貨時程表為依據，判斷能否允收顧客之需求訂單。

訂單分配階段的工作是將已允收之訂單和已標註為被允諾之工單重新配對，以免較早生產之工單被分配到交期較晚之訂單。

3.4.1 訂單允諾階段

此階段生管人員會以半導體產業多階多廠產能分配模組產生之半導體供應鏈可交貨時程表做接單判斷依據。當顧客有訂單需求時，先將訂單需求的產品數量，依照該產品工單的批量轉換成需求工單數。對照半導體供應鏈可交貨時程表，判斷在顧客訂單需求交期前是否有足夠的未允諾工單，若有則接受此訂單並將這些工單標註為已允諾；若不足則回報顧客產能狀況以做進一步的磋商。

步驟一：將顧客訂單產品需求量 $Cn_{i,g}^{t,pri,order}$ 依照該類型工單之批量

$lz_{i,g}^{pri}$ ，轉換成該訂單對應之工單需求數 $CX_{i,g}^{t,pri,order}$ 。

$$CX_{i,g}^{t,pri,order} = \left\lceil \frac{Cn_{i,g}^{t,pri,order}}{lz_{i,g}^{pri}} \right\rceil \quad \text{式 3 - 38}$$

步驟二：檢查顧客訂單所要求之交期前是否還有足夠的未允諾工單，若尚有足夠的未允諾工單的話，依序從離交期最近的可允諾工單開始標記成已允諾，直到達到需求工單數為止。

3.4.2 訂單分配階段

因為在訂單允諾階段，生管人員在判斷訂單是否允收時，只有根據顧客需求交期前是否有足夠之未允諾工單，若足夠，則將未允諾工單標註成已允諾工單，但此時並未明確指定這些已允諾工單被分配給哪一張訂單。為了避免交期較晚之訂單其工單被排到交期較早之訂單的工單前生產，故在規劃生產之前必須將訂單和工單做一整理。把訂單按照交期之先後重新分配工單，由交期較早之訂單開始，一一就可用工單中，從可交貨時點最早的工單開始選取，直至滿足該訂單需求之數量為止，此舉可確保較早生產之工單都被分配到交期較早之訂單。當訂單與工單關係對應好之後，各階段各廠即可依照此分配結果開始生產。



第四章 模擬驗證

為驗證本文所規劃模式之成效，本章擬以一半導體四製程階段的資料[41][44][49]為例，並以第二個月之生產情形為範例，執行供應鏈四個製程階段之規劃步驟。在進行之前，本文擬就系統環境作一描述與說明。

4.1 系統環境說明

4.1.1 生產環境說明

本文所採用生產環境資料係以賴氏[49]、李氏[41]及陳氏[44]的研究資料為基礎，配合本文需要修改而得。由於本文資料係參考前述作者論文而得，且產品製程資料及機台資料為公司機密，故無法列出，本章於計算需要時將直接提出數據以供規劃計算用。

4.1.1.1 產品基本資料

本案例中共有 A、B、C、D 和 E 等五種產品如表 4 - 1 所示，其中 A 為邏輯產品，B、C、D 和 E 為記憶體產品。產品 B 和產品 C 為同一產品族，產品 D 和產品 E 為同一產品族。產品 A 有三個世代，產品 B 和產品 C 有兩個世代，產品 D 和產品 E 則只有一個世代。各產品有三個訂單等級。本文中即使是同一產品，只要其世代不同，則所需的製程規格能力不同，故被視為是不同產品。在本文中，各類型工單如世代 1 之產品 A 的緊急工單表示為 A1H，世代 3 之產品 D 一般工單表示為 D3N，其餘以此類推。

表 4 - 1 產品資料表

種類	邏輯產品	記憶體產品			
產品族	1	2		3	
產品	A	B	C	D	E
工單等級數	H、R、N	H、R、N	H、R、N	H、R、N	H、R、N
世代數	1、2、3	1、2	2、3	1	3

4.1.1.2 晶圓製造廠基本資料

有三座晶圓製造廠，各晶圓製造廠內的瓶頸工作站有多組機群，每一機群皆由相同的機台組成。各廠瓶頸工作站各機群之製程規格能力如表 4-2 所示。而各廠瓶頸工作站各機群與各產品瓶頸製程總加工時間如表 4-3 所示。

表 4-2 晶圓製程階段各廠瓶頸工作站之製程規格能力與加工時間

廠別	機群	製程規格能力	單一瓶頸製程加工時間 (視製程步驟而定，分/lot)	機台數
廠一	機群 1	世代 1	34、10	5
	機群 2	世代 2	36、14	5
	機群 3	世代 3	37、16	3
廠二	機群 1	世代 2	34、14	5
	機群 2	世代 3	41、14	8
廠三	機群 1	世代 1	34、12	7
	機群 2	世代 2	37、14	6

表 4-3 各廠各機群與各產品瓶頸製程總加工時間對照表

(分/lot)

機群	A	B	C	D	E
廠一機群 1	506	574	-	536	-
廠一機群 2	546	618	510	-	-
廠一機群 3	566	-	529	-	598
廠二機群 1	518	586	484	-	-
廠二機群 2	616	-	575	-	644
廠三機群 1	512	580	-	548	-
廠三機群 2	560	634	523	-	-

(表中為各產品各世代等級 H 工單加工時間，等級 H、R 和 N 工單加工時間比為 1：6：6)

4.1.1.3 晶圓針測廠

有兩座晶圓針測廠，各晶圓針測廠內的瓶頸工作站有多組機群，每一機群皆由相同的機台組成。各廠瓶頸工作站各機群之機台數、製程規格能力及加工時間如表 4-4 所示。

表 4-4 晶圓針測階段各廠瓶頸工作站機群之製程規格能力、機台數與產品加工時間對照表

(小時/lot)

廠別	機群	機台數	A1	A2	A3	B1	B2	C2	C3	D1	E3
廠一	1	3	4.55	5.15	5.36	—	—	—	—	—	—
	2	3	4.82	5.25	5.52	—	—	—	—	—	—
	3	4	—	—	—	4.46 2.87	4.85 3.35	4.49 3.41	5.06 3.88	—	—
	4	3	—	—	—	4.41 2.67	4.74 3.25	4.36 3.32	4.96 3.8	—	—
	5	4	—	—	—	—	—	—	—	7.98 4.7	7.44 6.02
	6	4	—	—	—	—	—	—	—	9.47 6.02	7.81 6.61
廠二	1	3	4.74	5.2	5.44	—	—	—	—	—	—
	2	4	—	—	—	4.18 2.63	4.73 3.23	4.61 3.5	5.16 3.97	—	—
	3	3	—	—	—	4.05 2.55	4.7 2.95	4.26 3.21	4.77 3.65	—	—
	4	4	—	—	—	—	—	—	—	8.02 5	8 6.4
	5	3	—	—	—	—	—	—	—	8.38 5.31	8.2 6.56

(等級 H、R 和 N 工單之加工時間比為 1:6:6，有兩筆資料者表示該產品需要進行兩次針測。)

表 4-5 晶圓針測階段各廠雷射修補工作站、研磨工作站與檢查工作站機台數與產品加工時間對照表

(小時/lot)

產品		A1	A2	A3	B1	B2	C2	C3	D1	E3
廠別	機台數	雷射修補								
廠一	6	—	—	—	1.5	1.54	1.6	1.63	3	2.8
廠二	6	—	—	—	1.5	1.54	1.6	1.63	3	2.8
廠別	機台數	研磨								
廠一	6	1.567	1.567	1.567	1.389	1.389	1.389	1.389	1.44	1.44
廠二	6	1.567	1.567	1.567	1.389	1.389	1.389	1.389	1.44	1.44
廠別	機台數	檢查								
廠一	3	0.694	0.694	0.694	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
廠二	3	0.694	0.694	0.694	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67

(表中為各產品各世代等級 H 工單加工時間，等級 H、R 和 N 工單加工時間比為 1:6:6)

4.1.1.4 IC 封裝廠

有兩座 IC 封裝廠，各 IC 封裝廠內的瓶頸工作站有多組機群，每一機群皆由相同的機台組成。各廠各工作站機台數、各產品加工時間資料與各廠瓶頸機台製程規格能力如表 4-6、表 4-7 和表 4-8 所示。

表 4-6 IC 封裝階段各產品加工時間資料

(小時/lot)

	A	B	C	D	E
SAW	1.2	0.72	0.72	0.6	0.69
DB	2.28	1.37	1.37	0.96	0.96
WB	11.33	9.07	10.4	20.43	24
MOLD	3.33	2.29	2.4	2.00	2.00
BAKE	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
MARK	1.2	0.72	0.72	0.7	0.7
Plating	0.53	0.32	0.32	0.3	0.3
T/F	3.32	1.99	1.99	2.15	2.15
INSP	2	1.44	1.44	0.8	1.07

表 4-7 各 IC 封裝廠各工作站機台數

	廠一機台數	廠二機台數
SAW	5	5
DB	7	7
WB	37	37
MOLD	8	8
BAKE	6	6
MARK	6	6
Plating	5	5
T/F	10	10
INSP	7	7

表 4-8 IC 封裝階段各廠瓶頸機台製程規格能力

封裝廠	機台編號	A	B	C	D	E
封裝廠 1	Mold_m1	Y*	Y	Y	-	-
	Mold_m2	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m3	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m4	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m5	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m6	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m7	-	-	-	Y	Y
	Mold_m8	-	-	-	Y	Y
封裝廠 2	Mold_m1	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m2	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m3	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m4	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m5	Y	Y	Y	-	-
	Mold_m6	-	-	-	Y	Y
	Mold_m7	-	-	-	Y	Y
	Mold_m8	-	-	-	Y	Y

*「Y」表可進行加工步驟；「-」表無法加工。

4.1.1.5 IC 最終測試廠

有兩座 IC 最終測試廠，各 IC 最終測試廠內的瓶頸工作站有多組機群，每一機群皆由相同的機台組成。各廠各工作站機台數及各廠瓶頸工作站各機群之製程規格能力及加工時間如表 4-9、表 4-10 和表 4-11 所示。

表 4-9 IC 最終測試階段各廠瓶頸工作站之製程規格能力
(小時/lot)

測試機群	加工時間&製程規格能力				
	A	B	C	D	E
測試階段 1					
廠一機群 1	6	-	-	-	-
廠一機群 2	-	3.2	-	3.2	4
廠一機群 3	-	-	3.6	2.67	-
廠二機群 1	5.5	-	-	-	-
廠二機群 2	-	3.55	-	3.33	4.2
廠二機群 3	-	-	3.4	2.5	-
測試階段 2					
廠一機群 1	x	-	-	-	-
廠一機群 2	x	2	-	2.13	2.67
廠一機群 3	x	-	1.6	2.4	-
廠二機群 1	x	-	-	-	-
廠二機群 2	x	2.2	-	2.45	2.83
廠二機群 3	x	-	1.23	2.11	-
測試階段 3					
廠一機群 1	x	-	-	-	-
廠一機群 2	x	4	-	2.67	4.53
廠一機群 3	x	-	2.8	3.2	-
廠二機群 1	x	-	-	-	-
廠二機群 2	x	4.33	-	2.85	4.92
廠二機群 3	x	-	2.26	2.8	-

(表中為各產品等級 H 工單之加工時間，等級 H、R 和 N 工單之加工時間比為 1:6:6)

表 4 - 10 各測試廠測試工作站各機群機台數

廠別	測試廠一			測試廠二		
機群別	1	2	3	1	2	3
機台數	6	19	7	6	20	6

表 4 - 11 各測試廠預燒工作站機台數、載入批量與各產品加工時間
(小時/次)

廠別	機台數	載入批量	A	B	C	D	E
廠一	18	3		8	24	24	16
廠二	18	3		8	24	24	16

4.1.2 訂單相關資料設定

本文假設每張顧客訂單只列示一種產品，且除了緊急訂單之外，其餘等級訂單的訂購數量一定要為六 lots 的倍數，以利將顧客訂單轉換成所需工單數。



4.1.3 生產排程規劃設定

為考量規劃幅度能涵蓋產品之生產週期時間，故本範例在晶圓製造階段的規劃幅度與週期皆為 28 天。其餘三個製程階段規劃幅度為 28 天，規劃週期各為 2 天、2 天與 1 天。由於晶圓針測階段之規劃週期為 2 天，故為了符合晶圓針測階段規劃之需要，晶圓製造階段之產出結果將以 2 天為一期呈現。IC 封裝階段之產出也基於相同的原因，其產出結果將以 1 天為一期呈現。

本文所考量之工單等級，主要包含三種等級：緊急工單 (H)、次緊急工單 (R) 與一般工單 (N)。其中緊急工單具有最高優先權等級，且不受批量法則限制，其一批即可進行投料與派工。而次緊急訂單與一般工單，

其以六批進行投料，在派工時，其亦需受限於批量法則之限制。唯當次緊急工單與一般工單同時在機台前等候時，次緊急工單較一般工單具有較高之優先權等級。但在本文中，IC 封裝階段沒有加工等級之區分。

而在機台派工方面，依各工單之優先權等級決定其優先序。對於相同優先權等級之工單，則以「先進先出法」(first in first out, FIFO)進行派工。

本文中假設緊急工單、次緊急工單、一般工單之交期寬裕度分別為 0.1、0.12、0.15。

本文中假設晶圓製造階段、晶圓針測階段、IC 封裝階段和 IC 最終測試階段之瓶頸機台利用率上限為 0.9、0.9、0.9 和 0.8。

本文假設晶圓製造階段 *hot* 等級工單比例上限為 0.05，*hot* 與 *rush* 等級工單比例上限為 0.15。



4.2 規劃過程與結果

4.2.1 半導體產業多階多廠產能分配模組

半導體產業多階多廠產能分配模組功能在於找到一個能使各工單整體供應鏈生產週期時間符合業界標準之各製程階段之產能分配結果，並且產生一高準確性的半導體供應鏈可交貨時程表供生管人員參考。本模組可以分成半導體產業多階多廠產能分配和整體供應鏈生產週期時間檢測兩階段。

4.2.1.1 半導體產業多階多廠產能分配

半導體產業多階多廠產能分配階段將如圖 3-3 所示之流程，進行四個製程階段之多廠間產能分配，並估算工單在各製程階段之生產週期時間，投料時點、可交貨時點亦或是可移轉至下一製程階段之時點。另外由於四個製程階段所需執行之步驟相似，故此處將僅就晶圓製造階段進行一完整之規劃流程及說明，其餘三個製程階段只就不同於晶圓製造階段之處做說明，相同之處將只列示結果。

4.2.1.1.1 晶圓製造階段規劃過程與結果

晶圓製造階段規劃流程有以下六個部分：產能需求估算、粗略產能分析、多廠間產能分配模式、生產週期時間檢測、工單可交貨時程表排定，以下將一一說明。



4.2.1.1.1.1 晶圓製造階段產能需求估算

根據上層規劃結果，本規劃週期內晶圓製造階段需生產的工單如表 4-12 所示。

表 4-12 晶圓製造階段工單需求

產品	A1N	A2H	A2R	A3R	A3N
工單數	35	6	2	10	32
批數	210	6	12	60	192
產品	B1H	B1R	B2R	B2N	C2R
工單數	6	2	10	87	2
批數	6	12	60	522	12
產品	C2N	C3N	D1R	D1N	E3N
工單數	21	22	6	54	20
批數	126	132	36	324	120

4.2.1.1.1.2 晶圓製造階段粗略產能分析

在此先粗略且快速地估算本週期的產能需求有無超出可提供之產能。

步驟一：步驟一計算本週期中，各機群在考慮當機時間比例、維修時間比例和利用率上限後，機群內所有機台的可用產能。以廠一機群 1 為例。

$$C_j^{k,t} = TT \times (1 - D_j^k - M_j^k) \times u_j^{k,t} \times c_j^k \quad \text{for each } j \quad \text{式 4 - 1}$$

$$C_1^{1,t} = 28 \times 24 \times 60 \times (1 - 0.06 - 0.03) \times 0.9 \times 5 = 165110 \quad (\text{分/月})$$

其餘機群之可用產能如表 4 - 13 所示。

表 4 - 13 晶圓製造階段各廠各機群可用產能

機群	(1-D-M)	機台數	利用率上限	單機產能 (分/月)	總產能 (分/月)
廠一機群 1	0.91	5	0.9	33022	165110
廠一機群 2	0.91	5	0.9	33022	165110
廠一機群 3	0.91	3	0.9	33022	99066
廠二機群 1	0.91	5	0.9	33022	165110
廠二機群 2	0.91	8	0.9	33022	264176
廠三機群 1	0.91	7	0.9	33022	231154
廠三機群 2	0.91	6	0.9	33022	198132

步驟二：計算本週期中，各機群在將所有可用產能用於生產同一種類工單時，所能生產之最大工單數。以廠一機群 1 能生產 A1N 工單最大數為例。

$$X_{i,g,j}^{k,t,pri} = \left\lfloor \frac{C_j^{k,t}}{PT_{i,g,j}^{k,pri}} \right\rfloor \quad \text{for each } i \text{ each } g \text{ each } pri \text{ in each } j \quad \text{式 4 - 2}$$

$$X_{1,1,1}^{1,t,3} = \left\lfloor \frac{165110}{506 \times 6} \right\rfloor = 54$$

所有種類工單在各機群之最大可生產數如表 4 - 14 所示

表 4 - 14 晶圓製造階段各機群各工單之最大可生產數

機群	世代	A	B	C	D	E
廠一機群 1	1	54	47	-	51	-
廠一機群 2	2	50	44	53	-	-
廠一機群 3	3	29	-	31	-	27
廠二機群 1	2	53	46	56	-	-
廠二機群 2	3	71	-	76	-	68
廠三機群 1	1	75	66	-	70	-
廠三機群 2	2	58	52	63	-	-

(表中數字為 rush 和 normal 等級工單最大可加工數目，各等級工單最大可加工數目比為 hot : rush : normal = 6 : 1 : 1)

步驟三：將所有可加工同一種類工單的機群，其能加工該中工單的最大工單數加總起來，即可得該種工單在本製程階段的最大可加工總工單數。各類型工單的最大可加工總工單數必須要大於該類型工單的需求數，如果產能無法滿足，則必須要重新修正工單資訊。以 A1N 工單最大可生產數為例。

$$\sum_{j=1}^{J_k} X_{i,g,j}^{k,t,pri} \geq n_{i,g}^{k,t,pri} \text{ for each } i \text{ each } g \text{ each } pri \quad \text{式 4 - 3}$$

54 + 75 = 129 ≥ 35

所有種類工單在本製程階段之最大可生產數如表 4 - 15 所示

表 4 - 15 晶圓製造階段各類型工單之最大可生產數

工單	A1N	A2H	A2R	A3R	A3N
本期需求工單數	35	6	2	10	32
工單最大可生產數	129	966	161	100	100
工單	B1H	B1R	B2R	B2N	C2R
本期需求工單數	6	2	10	87	2
工單最大可生產數	678	113	142	142	172
工單	C2N	C3N	D1R	D1N	E3N
本期需求工單數	21	22	6	54	20
工單最大可生產數	172	107	121	121	95

4.2.1.1.1.3 晶圓製造階段多廠間產能分配模式

多產間產能分配模式步驟將在考量製程規格能力限制的情況下，求解出一各機群各類工單最適分配量，以使本製程階段各機群產能負荷平準化。但晶圓製造階段由於為半導體供應鏈之瓶頸製程階段，且製程步驟較複雜其多廠間產能分配模式比其餘階段多出了各廠 *hot* 等級工單佔全廠工單比例限制式，各廠 *hot* 與 *rush* 等級工單佔全廠工單比例限制式，和同廠同產品族數量限制式。以下將說明同產品族限制數量之求解過程。

步驟一：在晶圓製造階段，產品分為邏輯產品與記憶體產品兩個產品族。此處計算各產品族在各非瓶頸工作站的平均耗用產能。在此因為 *normal* 等級工單數量多，且因其單張工單所含批量多導致加工時間較長，故求算平均耗用產能時只考慮 *normal* 等級訂單。以 W29 與 W64 兩工作站為例。

$$PTWSGR_{gr,ws}^k = \frac{\sum_{i \in gr} PTWS_{i,ws}^{k,3}}{I_{gr}} \quad \text{式 4-4}$$

$$PTWSGR_{1,64}^1 = \frac{360 \times 6}{1} = 2160$$

$$PTWSGR_{2,29}^1 = \frac{(346 + 692 + 1038 + 1038) \times 6}{4} = 4761$$

步驟二：求出各產品族在各工作站上和其他產品族產品的耗用產能差距最大者，及耗用產能差異最大的工作站。W64 為邏輯產品族耗用各工作站總產能與記憶體族耗用各工作站總產能差距最大之工作站，而 W29 為記憶體產品族耗用各工作站總產能與邏輯產品族耗用各工作站總產能差距最大之工作站。

步驟三：算出前一步驟找到工作站之可用產能。本文在此假定晶圓製造階段非瓶頸工作站的利用率上限約為瓶頸工作站利用率上限的 70%，本文瓶頸工作站利用率上限為 0.9，則此處非瓶頸工作站的利用率上限則為 0.6。以前一步之驟找到廠一的 W64 和 W29 工作站的可用產能為例。

$$CWS_{l,ws}^k = TT \times (1 - D_{ws}^k - M_{ws}^k) \times u_{l,ws}^{k,t} \times cws_{l,ws}^k \quad \text{式 4-5}$$

$$CWS_{64}^{1,1} = 28 \times 24 \times 60 \times (1 - 0.09 - 0.13) \times 0.6 \times 8 = 150958 \quad (\text{分})$$

$$CWS_{29}^{1,1} = 28 \times 24 \times 60 \times (1 - 0.02 - 0.05) \times 0.6 \times 5 = 112492 \quad (\text{分})$$

步驟四：算出各產品族的在各廠的同產品族限制，為該工作站可用產能乘上該工作站之載入批量除此產品族之平均加工時間。以廠一邏輯產品和記憶體產品數量限制為例。

$$nGR_{l,gr} = (bat_{ws}^k \times CWS_{ws}^{k,l}) / PTWSGR_{ws,gr}^k \quad \text{式 4-6}$$

$$nGR_{1,1} = (1 \times 150958) / 2160 = 69$$

$$nGR_{1,2} = (6 \times 112492) / 4761 = 141$$

當算出所有輸入資料後，便進行多廠間產能分配模式，結果如表 4-16 所示。

表 4-16 晶圓製造階段第二個月多廠間產能分配模式之結果

機群	工單	數量
廠一機群 1	A1N	35
廠一機群 1	B1H	3
廠一機群 1	B1R	2
廠一機群 1	D1R	6
廠一機群 2	B2N	36
廠一機群 2	C2R	1
廠一機群 3	A3R	3

表 4 - 16 晶圓製造階段第二個月多廠間產能分配模式之結果 (續)

機群	工單	數量
廠一機群 3	A3N	6
廠一機群 3	C3N	14
廠一機群 3	E3N	2
廠二機群 1	A2H	5
廠二機群 1	B2R	2
廠二機群 1	B2N	36
廠二機群 2	A3R	7
廠二機群 2	A3N	26
廠二機群 2	C3N	8
廠二機群 2	E3N	18
廠三機群 1	B1H	3
廠三機群 1	D1N	54
廠三機群 2	A2H	1
廠三機群 2	A2R	2
廠三機群 2	B2R	8
廠三機群 2	B2N	15
廠三機群 2	C2R	1
廠三機群 2	C2N	21

4.2.1.1.1.4 晶圓製造階段生產週期時間檢測

將晶圓製造階段多廠間產能分配模式之結果，代入陳氏[43]之 BBCT-MP 估算式，求得各廠各類型工單之生產週期時間估算結果，結果如表 4 - 17 所示。

表 4 - 17 晶圓製造階段第二個月各廠各類型工單生產週期時間估算結果

機群	工單	純製程時間 (分)	生產週期時間 (分)	X-Factor
廠一機群 1	A1N	11075	16079	1.451828442
廠一機群 1	B1H	11942	13952	1.168313515
廠一機群 1	B1R	11942	16210	1.357394071
廠一機群 1	D1R	12532	18117	1.445659113
廠一機群 2	B2N	11986	17403	1.451943935

表 4-17 晶圓製造階段第二個月各廠各類型工單生產週期時間估算結果

(續)

機群	工單	純製程時間 (分)	生產週期時間 (分)	X-Factor
廠一機群 2	C2R	11140	15950	1.431777379
廠一機群 3	A3R	11135	15391	1.382218231
廠一機群 3	A3N	11135	16355	1.468792097
廠一機群 3	C3N	11159	16848	1.509812707
廠一機群 3	E3N	12632	18928	1.498416719
廠二機群 1	A2H	11087	12692	1.144764138
廠二機群 1	B2R	11954	16237	1.358290112
廠二機群 1	B2N	11954	17108	1.431152752
廠二機群 2	A3R	11185	15075	1.347787215
廠二機群 2	A3N	11185	15782	1.410996871
廠二機群 2	C3N	11205	16346	1.45881303
廠二機群 2	E3N	12678	18304	1.443760846
廠三機群 1	B1H	11948	13175	1.102695012
廠三機群 1	D1N	12544	18850	1.502710459
廠三機群 2	A2H	11129	12254	1.10108725
廠三機群 2	A2R	11129	15392	1.383053284
廠三機群 2	B2R	12002	16486	1.373604399
廠三機群 2	B2N	12002	17241	1.436510582
廠三機群 2	C2R	11153	16250	1.457007083
廠三機群 2	C2N	11153	16738	1.500762127

因為晶圓製造階段已是半導體製造供應鏈的最上游，所以不存在著和上游配合的問題，故本次規劃將略過工單承接機制部分，直接進行工單可交貨時程表排定。

4.2.1.1.5 晶圓製造階段工單可交貨時程表

工單可交貨時程表主要是提供各產品各世代各等級工單的可交貨時程資訊，提供後續製程階段作為需求分析、產能分配、工單承接的依據。工單可交貨時點的推估為投料時點加上寬放後之生產週期時間。各類型工

單之生產週期時間已由生產週期時間檢測步驟算出，而在此則需要算出各工單之投料時點與可交貨時點。在求算各工單投料時點時，由於 *hot* 與 *rush* 等級工單對生產穩定性影響較大，必須跨世代、跨產品、跨機群和跨廠改以整個週期來考量，而影響較小的 *normal* 等級工單只需就單一機台考量即可。以下將進行 *normal* 工單投料時點與 *hot* 和 *rush* 工單投料時點部分之計算。

計算 *normal* 工單投料時點

步驟一：將規劃週期時間長度除以各機群所分配到的各類型工單數，即可求得各類型工單在各機群之平均投料間隔時間。以廠一機群 2 生產的 B2N 工單為例。

$$d_{i,g,j}^{k,t,pri} = TT / x_{i,g,j}^{k,t,pri} \quad \text{for each } i \text{ each } g \text{ each } pri \text{ in} \\ \text{each } j$$

式 4 - 7

$$d_{2,2,2}^{1,t,3} = 28 \times 24 \times 60 / 36 = 1120 \quad (\text{分})$$

步驟二：由規劃週期開始時點起算，每隔一平均投料間隔時間便投入一張工單到該機群，藉此算出每張工單之投料時點。以廠一機群 2 生產的 B2N 工單為例

$$Rl^k (Job_{i,g,j,seq}^{k,t,pri}) = TS + (seq - 1) \times d_{i,g,j}^{k,t,pri} \quad \text{for each } seq \\ \text{each } i \text{ each } g \text{ each } pri \text{ in each } j$$

式 4 - 8

$$Rl^1 (Job_{2,2,2,1}^{1,t,3}) = TS + (1 - 1) \times 1120 = TS$$

$$Rl^1 (Job_{2,2,2,2}^{1,t,3}) = TS + (2 - 1) \times 1120 = TS + 1120 \quad (\text{分})$$

以此類推。TS 為規劃週期開始時點，此處指第二個月之開始時點。

計算 hot 與 rush 等級工單投料時點

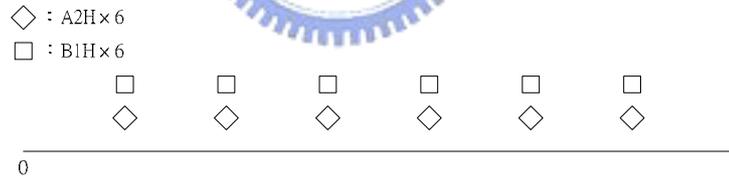
以 hot 等級工單為例

步驟一：求算該時段所有等級 pri (=hot 或 rush) 的工單數量，並將
 規劃週期時間長度除以該等級工單總數，求得所有等級 pri
 工單在本製程階段的平均投料間隔時間。以 hot 工單為例，
 本週期之 hot 工單總共有 A2H 和 B1H 各 6 張。

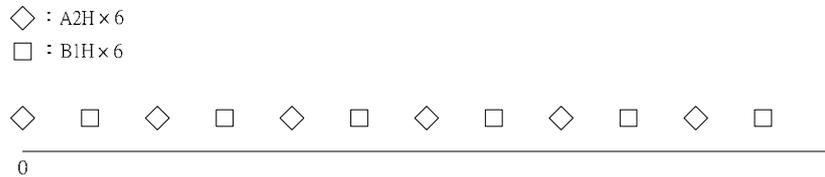
$$d^{k,t,pri} = TT / \sum_i^I \sum_g^G n_{i,g}^{k,t,pri} \quad \text{式 4-9}$$

$$d^{1,t,1} = 28 \times 24 \times 60 / (6 + 6) = 3360 \text{ (分)}$$

步驟二：將所有等級 pri 工單先就產品別均勻分佈在規劃週期內，各
 產品內再就世代別均勻分佈，求得各工單的排序後，排序第
 SEQ 的工單，其投料時點即為規劃週期開始時點加上 $SEQ-1$
 個平均投料間隔時間。以 hot 工單為例。



順序：A2H, B1H, A2H, B1H, A2H, B1H, A2H, B1H, A2H, B1H, A2H, B1H



順序：A2H, B1H, A2H, B1H, A2H, B1H, A2H, B1H, A2H, B1H, A2H, B1H

$$Rl^k(Job_{SEQ}^{k,t,pri}) = TS + (SEQ - 1) \times d^{k,t,pri} \quad \text{for each}$$

式 4 - 10

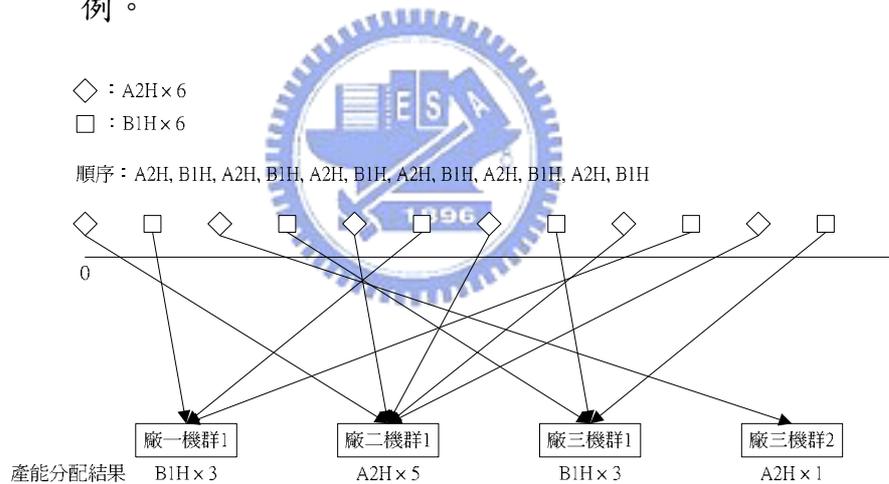
SEQ

$$Rl^1(Job_1^{1,t,1}) = TS + (1 - 1) \times 3360 = TS$$

$$Rl^1(Job_2^{1,t,3}) = TS + (2 - 1) \times 3360 = TS + 3360 \quad (\text{分})$$

以此類推， TS 為規劃週期開始時點，此處為第二個月之開始時點。

步驟三：將各產品各世代等級 pri 的工單依機群編號順序，一一指派給產能分配結果中，需加工該類型工單的機群，此時便可得該工單於該機群的投料時間。以廠一機群 1 之 B1H 工單為例。



$$Rl^k(Job_{i,g,j,seq}^{k,t,pri}) = Rl^k(Job_{SEQ}^{k,t,pri}) \quad \text{for each } SEQ$$

式 4 - 11

$$Rl^1(Job_{1,2,4,1}^{1,t,1}) = Rl^1(Job_2^{1,t,1}) = TS + 3360 \quad (\text{分})$$

$$Rl^1(Job_{1,2,4,2}^{1,t,1}) = Rl^1(Job_6^{1,t,1}) = TS + 16800 \quad (\text{分})$$

以此類推， TS 為規劃週期開始時點，此處為第二個月之開始時點。

在知道各工單投料時點後，便可求算各工單的可交貨時點。其算法是投料時點加上寬放後之生產週期時間。生產週期時間則可從生產週期時間檢測步驟中得知，而寬放值則取決於生管人員的判斷。本文各等級工單的交期寬放值為 $hot=1.1$ $rush=1.12$ $normal=1.15$ ，以廠一機群 2 生產的 B2N 工單為例。

步驟一：將投料時點加上寬放後之生產週期時間，便可得到該工單的可交貨時點。以廠一機群 2 生產的 B2N 工單為例。

$$Del^k(Job_{i,g,j,seq}^{k,t,pri}) = Rl^k(Job_{i,g,j,seq}^{k,t,pri}) + CT_{i,g,j}^{k,t,pri} \times \alpha_{i,g,j}^{k,t,pri} \quad \text{式 4-12}$$

for each i each g each pri in each j

$$Del^1(Job_{2,2,2,1}^{1,t,3}) = TS + 0 + 17403 \times 1.15 = TS + 20013 \text{ (分)}$$

$$Del^1(Job_{2,2,2,2}^{1,t,3}) = TS + 1120 + 17403 \times 1.15 = TS + 21133 \text{ (分)}$$

TS 為規劃週期開始時點，此處為第二個月之開始時點。所有廠一機群 2 生產的 B2N 工單可交貨時點如表 4-18 所示。 Hot 與 $rush$ 等級工單之可交貨時點算法與 $normal$ 等級工單相同。所有廠一機群 1 之 B1H 工單可交貨時點如表 4-19 所示。

表 4-18 晶圓製造階段第二個月廠一機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表

順序	投料時點	可交貨時點
1	28 00:00:00	41 21:33:00
2	28 18:40:00	42 16:13:00
3	29 13:20:00	43 10:53:00
4	30 08:00:00	44 05:33:00
5	31 02:40:00	45 00:13:00
6	31 21:20:00	45 18:53:00
7	32 16:00:00	46 13:33:00
8	33 10:40:00	47 08:13:00
9	34 05:20:00	48 02:53:00

表 4 - 18 晶圓製造階段第二個月廠一機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表(續)

順序	投料時點	可交貨時點
10	35 00:00:00	48 21:33:00
11	35 18:40:00	49 16:13:00
12	36 13:20:00	50 10:53:00
13	37 08:00:00	51 05:33:00
14	38 02:40:00	52 00:13:00
15	38 21:20:00	52 18:53:00
16	39 16:00:00	53 13:33:00
17	40 10:40:00	54 08:13:00
18	41 05:20:00	55 02:53:00
19	42 00:00:00	55 21:33:00
20	42 18:40:00	56 16:13:00
21	43 13:20:00	57 10:53:00
22	44 08:00:00	58 05:33:00
23	45 02:40:00	59 00:13:00
24	45 21:20:00	59 18:53:00
25	46 16:00:00	60 13:33:00
26	47 10:40:00	61 08:13:00
27	48 05:20:00	62 02:53:00
28	49 00:00:00	62 21:33:00
29	49 18:40:00	63 16:13:00
30	50 13:20:00	64 10:53:00
31	51 08:00:00	65 05:33:00
32	52 02:40:00	66 00:13:00
33	52 21:20:00	66 18:53:00
34	53 16:00:00	67 13:33:00
35	54 10:40:00	68 08:13:00
36	55 05:20:00	69 02:53:00

表 4 - 19 晶圓製造階段第二個月廠一機群 1 之 B1H 工單可交貨時程表

順序	投料時點	可交貨時點
1	30 08:00:00	40 23:47:00
2	39 16:00:00	50 07:47:00
3	49 00:00:00	59 15:47:00

步驟二：將所有機群的同類型工單之可交貨時點彙整，即可得該類型工單於此製程階段之可交貨時程總表。以 B2N 為例，將 B2N 在廠一機群 2、廠二機群 1 和廠三機群 2 的可交貨時點彙整，即可得 B2N 工單在此階段的可交貨時程表。另外，由於晶圓製造階段是半導體供應鏈第一個製程階段，工單將於此階段以投料順序來其 授予一流水號以作為其於半導體供應鏈流通之識別。以 B2N 工單為例，第一個投料之工單其流水號即為 B2N02001，其中 02 表示為第二個規劃幅度。如表 4-20 所示。

表 4-20 晶圓製造階段第二個月 B2N 工單可交貨時程表

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02001	廠二機群 1	28 00:00:00	41 15:54:00
B2N02002	廠三機群 2	28 00:00:00	41 18:27:00
B2N02003	廠一機群 2	28 00:00:00	41 21:33:00
B2N02004	廠二機群 1	28 18:40:00	42 10:34:00
B2N02005	廠一機群 2	28 18:40:00	42 16:13:00
B2N02006	廠二機群 1	29 13:20:00	43 05:14:00
B2N02007	廠一機群 2	29 13:20:00	43 10:53:00
B2N02008	廠三機群 2	29 20:48:00	43 15:15:00
B2N02009	廠二機群 1	30 08:00:00	43 23:54:00
B2N02010	廠一機群 2	30 08:00:00	44 05:33:00
B2N02011	廠二機群 1	31 02:40:00	44 18:34:00
B2N02012	廠一機群 2	31 02:40:00	45 00:13:00
B2N02013	廠三機群 2	31 17:36:00	45 12:03:00
B2N02014	廠二機群 1	31 21:20:00	45 13:14:00
B2N02015	廠一機群 2	31 21:20:00	45 18:53:00
B2N02016	廠二機群 1	32 16:00:00	46 07:54:00
B2N02017	廠一機群 2	32 16:00:00	46 13:33:00
B2N02018	廠二機群 1	33 10:40:00	47 02:34:00
B2N02019	廠一機群 2	33 10:40:00	47 08:13:00
B2N02020	廠三機群 2	33 14:24:00	47 08:51:00
B2N02021	廠二機群 1	34 05:20:00	47 21:14:00
B2N02022	廠一機群 2	34 05:20:00	48 02:53:00

表 4 - 20 晶圓製造階段第二個月 B2N 工單可交貨時程表 (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02023	廠二機群 1	35 00:00:00	48 15:54:00
B2N02024	廠一機群 2	35 00:00:00	48 21:33:00
B2N02025	廠三機群 2	35 11:12:00	49 05:39:00
B2N02026	廠二機群 1	35 18:40:00	49 10:34:00
B2N02027	廠一機群 2	35 18:40:00	49 16:13:00
B2N02028	廠二機群 1	36 13:20:00	50 05:14:00
B2N02029	廠一機群 2	36 13:20:00	50 10:53:00
B2N02030	廠二機群 1	37 08:00:00	50 23:54:00
B2N02031	廠三機群 2	37 08:00:00	51 02:27:00
B2N02032	廠一機群 2	37 08:00:00	51 05:33:00
B2N02033	廠二機群 1	38 02:40:00	51 18:34:00
B2N02034	廠一機群 2	38 02:40:00	52 00:13:00
B2N02035	廠二機群 1	38 21:20:00	52 13:14:00
B2N02036	廠一機群 2	38 21:20:00	52 18:53:00
B2N02037	廠三機群 2	39 04:48:00	52 23:15:00
B2N02038	廠二機群 1	39 16:00:00	53 07:54:00
B2N02039	廠一機群 2	39 16:00:00	53 13:33:00
B2N02040	廠二機群 1	40 10:40:00	54 02:34:00
B2N02041	廠一機群 2	40 10:40:00	54 08:13:00
B2N02042	廠三機群 2	41 01:36:00	54 20:03:00
B2N02043	廠二機群 1	41 05:20:00	54 21:14:00
B2N02044	廠一機群 2	41 05:20:00	55 02:53:00
B2N02045	廠二機群 1	42 00:00:00	55 15:54:00
B2N02046	廠一機群 2	42 00:00:00	55 21:33:00
B2N02047	廠二機群 1	42 18:40:00	56 10:34:00
B2N02048	廠一機群 2	42 18:40:00	56 16:13:00
B2N02049	廠三機群 2	42 22:24:00	56 16:51:00
B2N02050	廠二機群 1	43 13:20:00	57 05:14:00
B2N02051	廠一機群 2	43 13:20:00	57 10:53:00
B2N02052	廠二機群 1	44 08:00:00	57 23:54:00
B2N02053	廠一機群 2	44 08:00:00	58 05:33:00
B2N02054	廠三機群 2	44 19:12:00	58 13:39:00
B2N02055	廠二機群 1	45 02:40:00	58 18:34:00
B2N02056	廠一機群 2	45 02:40:00	59 00:13:00
B2N02057	廠二機群 1	45 21:20:00	59 13:14:00
B2N02058	廠一機群 2	45 21:20:00	59 18:53:00

表 4 - 20 晶圓製造階段第二個月 B2N 工單可交貨時程表 (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02059	廠二機群 1	46 16:00:00	60 07:54:00
B2N02060	廠三機群 2	46 16:00:00	60 10:27:00
B2N02061	廠一機群 2	46 16:00:00	60 13:33:00
B2N02062	廠二機群 1	47 10:40:00	61 02:34:00
B2N02063	廠一機群 2	47 10:40:00	61 08:13:00
B2N02064	廠二機群 1	48 05:20:00	61 21:14:00
B2N02065	廠一機群 2	48 05:20:00	62 02:53:00
B2N02066	廠三機群 2	48 12:48:00	62 07:15:00
B2N02067	廠二機群 1	49 00:00:00	62 15:54:00
B2N02068	廠一機群 2	49 00:00:00	62 21:33:00
B2N02069	廠二機群 1	49 18:40:00	63 10:34:00
B2N02070	廠一機群 2	49 18:40:00	63 16:13:00
B2N02071	廠三機群 2	50 09:36:00	64 04:03:00
B2N02072	廠二機群 1	50 13:20:00	64 05:14:00
B2N02073	廠一機群 2	50 13:20:00	64 10:53:00
B2N02074	廠二機群 1	51 08:00:00	64 23:54:00
B2N02075	廠一機群 2	51 08:00:00	65 05:33:00
B2N02076	廠二機群 1	52 02:40:00	65 18:34:00
B2N02077	廠一機群 2	52 02:40:00	66 00:13:00
B2N02078	廠三機群 2	52 06:24:00	66 00:51:00
B2N02079	廠二機群 1	52 21:20:00	66 13:14:00
B2N02080	廠一機群 2	52 21:20:00	66 18:53:00
B2N02081	廠二機群 1	53 16:00:00	67 07:54:00
B2N02082	廠一機群 2	53 16:00:00	67 13:33:00
B2N02083	廠三機群 2	54 03:12:00	67 21:39:00
B2N02084	廠二機群 1	54 10:40:00	68 02:34:00
B2N02085	廠一機群 2	54 10:40:00	68 08:13:00
B2N02086	廠二機群 1	55 05:20:00	68 21:14:00
B2N02087	廠一機群 2	55 05:20:00	69 02:53:00

本規劃週期其餘工單之工單可交貨時程表請見附錄 A.1。

4.2.1.1.2 晶圓針測階段

4.2.1.1.2.1 晶圓針測階段產能需求估算

晶圓針測階段的產能需求會承接晶圓製造階段的產出結果，因為晶圓針測階段之規劃週期為 2 天，為了符合晶圓針測階段規劃之需要，此處將晶圓製造階段之產出以 2 天為一週期呈現，如表 4-21 所示。

表 4-21 晶圓製造階段各期各工單產出數量

	A1N	A2H	A2R	A3R	A3N	B1H	B1R	B2R	B2N	C2R	C2N	C3N	D1R	D1N	E3N
Period19	3	1	0	1	3	0	0	1	6	0	2	2	0	4	2
Period20	2	0	0	1	2	0	0	1	7	0	1	1	1	4	1
Period21	3	0	0	0	3	1	1	0	7	0	2	2	0	3	1
Period22	2	1	0	1	2	0	0	0	6	1	1	1	0	4	2
Period23	3	0	1	0	3	1	0	1	6	0	2	2	1	4	2
Period24	2	1	0	1	1	0	0	1	6	0	1	1	0	4	1
Period25	3	0	0	1	2	0	1	0	6	0	2	2	1	4	1
Period26	2	1	0	0	3	1	0	1	6	0	1	2	0	4	2
Period27	3	0	1	1	2	0	0	1	6	0	2	1	1	4	1
Period28	2	0	0	0	3	1	0	1	7	0	1	2	0	3	1
Period29	3	1	0	1	2	0	0	0	6	1	2	1	0	4	2
Period30	2	0	0	1	3	1	0	1	6	0	1	2	1	4	2
Period31	3	1	0	1	1	0	0	1	6	0	2	1	0	4	1
Period32	2	0	0	1	2	1	0	1	6	0	1	2	1	4	1
Period33	3	1	0	1	3	0	0	1	6	0	2	2	0	4	2
Period34	2	0	0	1	2	0	0	1	7	0	1	1	1	4	1
Period35	3	0	0	0	3	1	1	0	7	0	2	2	0	3	1
Period36	2	1	0	1	2	0	0	0	6	1	1	1	0	4	2

此處將以晶圓製造階段 Period28 之產出作為本期之產能需求，進行晶圓針測階段 Period29 之規劃。

4.2.1.1.2.2 晶圓針測階段粗略產能分析

由於計算方法與晶圓製造階段相同，此處只列示出結果，結果如表 4-22、表 4-23 所示。

表 4-22 晶圓針測階段各廠各機群可用產能

機群	(1-D-M)	機台數	利用率上限	單機產能 (小時/Period)	總產能 (小時/Period)
廠一機群 1	0.8767	3	0.9	37.87344	113.6203
廠一機群 2	0.8833	3	0.9	38.15856	114.4757
廠一機群 3	0.87	4	0.9	37.584	150.336
廠一機群 4	0.85	3	0.9	36.72	110.16
廠一機群 5	0.8633	4	0.9	37.29456	149.1782
廠一機群 6	0.88	4	0.9	38.016	152.064
廠二機群 1	0.89	3	0.9	38.448	115.344
廠二機群 2	0.86	4	0.9	37.152	148.608
廠二機群 3	0.8567	3	0.9	37.00944	111.0283
廠二機群 4	0.865	4	0.9	37.368	149.472
廠二機群 5	0.8575	3	0.9	37.044	111.132

表 4-23 晶圓針測階段各類型工單之最大可生產數

工單	A1N	A3N	B1H	B2R	B2N
本期需求工單數	2	3	1	1	7
工單最大可生產數	11	9	108	16	16
工單	C2N	C3N	D1N	E3N	
本期需求工單數	1	2	3	1	
工單最大可生產數	18	14	10	11	

4.2.1.1.2.3 晶圓針測階段多廠間產能分配模式

將工單需求輸入晶圓針測階段之多廠間產能模式，以求得各廠各機群之各類型工單分配量。由表 4-4 可以看出晶圓針測階段的各針測機群可以依照彼此間製程規格能力之關聯性分成三個機群集合。第一個機群集合為

{廠一機群 1, 廠一機群 2, 廠二機群 1}, 第二個機群集合為{廠一機群 3, 廠一機群 4, 廠二機群 2, 廠二機群 3}, 第三個機群集合為{廠一機群 5, 廠一機群 5, 廠二機群 4, 廠二機群 5}。各機群集合間彼此獨立, 分配產能時工單無法在分屬不同集合之機群間轉移, 亦即不同集合之產能無法平準化, 故要針對各機群集合皆進行一次多廠間產能分配模式運算, 求出每個機群集合各自使其內部成員產能平準化之產能分配, 再將所有機群集合之產能分配結果彙整出晶圓針測階段之多廠間產能分配模式最終結果。結果如表 4 - 24 所示。

表 4 - 24 晶圓針測階段 Period29 多廠間產能分配模式之結果

機群	工單	數量
廠一機群 1	A1N	1
廠一機群 1	A3N	1
廠一機群 2	A3N	1
廠一機群 3	B1H	1
廠一機群 3	B2R	1
廠一機群 3	B2N	1
廠一機群 3	C3N	1
廠一機群 4	B2N	1
廠一機群 4	C3N	1
廠一機群 5	D1N	1
廠一機群 6	D1N	1
廠二機群 1	A1N	1
廠二機群 1	A3N	1
廠二機群 2	B2N	3
廠二機群 3	B2N	2
廠二機群 3	C2N	1
廠二機群 4	D1N	1
廠二機群 5	E3N	1

4.2.1.1.2.4 晶圓針測階段生產週期時間檢測

將多廠間產能分配模式之結果，輸入經由黃氏[46]IC 最終測試生產週期時間估算式修改成之晶圓針測廠生產週期時間估算式，求得各機群各工單之生產週期時間，如表 4-25 所示

表 4-25 晶圓針測階段 Period29 各廠各機群各類型工單之生產週期時間估算結果

機群	工單	純製程時間 (分)	生產週期時間 (分)	X-Factor
廠一機群 1	A1N	681.66	799.914	1.1735
廠一機群 1	A3N	778.86	917.382	1.1779
廠一機群 2	A3N	798.06	824.574	1.0332
廠一機群 3	B1H	653.34	699.414	1.0705
廠一機群 3	B2R	998.94	1100.67	1.1018
廠一機群 3	B2N	998.94	1231.8	1.2331
廠一機群 3	C3N	1061.34	1323.372	1.2469
廠一機群 4	B2N	979.74	1148.4	1.1721
廠一機群 4	C3N	1044.54	1222.32	1.1702
廠一機群 5	D1N	1546.2	1571.268	1.0162
廠一機群 6	D1N	1804.2	1850.124	1.0255
廠二機群 1	A1N	704.46	829.842	1.178
廠二機群 1	A3N	788.46	931.914	1.1819
廠二機群 2	B2N	977.34	1087.458	1.1127
廠二機群 3	B2N	956.94	1564.692	1.6351
廠二機群 3	C2N	923.34	1504.644	1.6296
廠二機群 4	D1N	1569	1594.458	1.0162
廠二機群 5	E3N	1672.2	1825.314	1.0916

4.2.1.1.2.5 晶圓針測階段工單承接機制

由於晶圓針測階段並不是半導體供應鏈第一個製程階段，所以會面臨該如何從前一製程階段，亦即晶圓製造階段的各機群處承接工單之問題。當求出晶圓針測階段具有合理生產週期時間的各機群工單分配量後，接下

來必須決定晶圓針測階段各機群該由晶圓製造階段哪一個機群處承接什麼種類的工單多少張來進行本階段之生產。如圖 3 - 5 所示，根據晶圓製造階段（上游製程階段）各機群各類型工單產出數量（表 4 - 26），與晶圓針測階段（本製程階段）多廠間產能分配模式求算出之各機群各類型工單分配結果（表 4 - 24），進行之工單承接機制流程，以求算各機群各類型工單由上游移轉至下游各機群之數量。結果如表 4 - 27 所示

表 4 - 26 晶圓製造階段 Period28 各機群各類型工單產出數量

工單	機群	數量
A1N	廠一機群 1	2
A3N	廠一機群 3	1
A3N	廠二機群 2	2
B1H	廠三機群 1	1
B2N	廠一機群 2	3
B2N	廠二機群 1	3
B2N	廠三機群 2	1
B2R	廠三機群 2	1
C2N	廠三機群 2	1
C3N	廠一機群 3	1
C3N	廠二機群 2	1
D1N	廠三機群 1	3
E3N	廠二機群 2	1

表 4 - 27 晶圓針測階段 Period29 工單承接機制之結果

工單	晶圓製造階段 (上游製程階段)	晶圓針測階段 (本製程階段)	數量
A1N	廠一機群 1	廠一機群 1	1
A1N	廠一機群 1	廠二機群 1	1
A3N	廠二機群 2	廠一機群 1	1
A3N	廠二機群 2	廠一機群 2	1
A3N	廠一機群 3	廠二機群 1	1
B1H	廠三機群 1	廠一機群 3	1
B2N	廠一機群 2	廠二機群 2	3
B2N	廠二機群 1	廠二機群 3	2

表 4 - 27 晶圓針測階段 Period29 工單承接機制之結果 (續)

工單	晶圓製造階段 (上游製程階段)	晶圓針測階段 (本製程階段)	數量
B2N	廠二機群 1	廠一機群 3	1
B2N	廠三機群 2	廠一機群 4	1
B2R	廠三機群 2	廠一機群 3	1
C2N	廠三機群 2	廠二機群 3	1
C3N	廠一機群 3	廠一機群 3	1
C3N	廠二機群 2	廠一機群 4	1
D1N	廠三機群 1	廠一機群 5	1
D1N	廠三機群 1	廠一機群 6	1
D1N	廠三機群 1	廠二機群 4	1
E3N	廠二機群 2	廠二機群 5	1

4.2.1.1.2.6 晶圓針測階段工單可交貨時程表

因其求算方式與晶圓製造階段相同，故此處只列示結果。

以 B2N 工單為例，其在廠二機群 2 之可交貨時程如表 4 - 28 所示，而在本期的可交貨時程如表 4 - 29 所示。

表 4 - 28 晶圓針測階段 Period29 廠二機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表

順序	投料時點	可交貨時點
1	56 00:00:00	56 20:51:00
2	56 16:00:00	57 12:51:00
3	57 08:00:00	58 04:51:00

表 4 - 29 晶圓針測階段 Period29 B2N 工單可交貨時程表

機群	投料時點	可交貨時點
廠二機群 2	56 00:00:00	56 20:51:00
廠一機群 4	56 00:00:00	56 22:01:00
廠一機群 3	56 00:00:00	56 23:37:00
廠二機群 3	56 00:00:00	57 05:59:00
廠二機群 2	56 16:00:00	57 12:51:00
廠二機群 2	57 08:00:00	58 04:51:00
廠二機群 3	57 00:00:00	58 05:59:00

在求得可交貨時程表後，會將各類型工單依據工單承接機制之結果與可交貨時程表，進行實際工單之指派。

步驟一：將前一製程階段產出之該類型工單依照流水號排序。以 B2N 工單為例，其晶圓製造階段產出之工單如表 4 - 30 所示。

表 4 - 30 晶圓製造階段 Period28 B2N 工單產出資料

工單流水號	機群
B2N02040	廠二機群 1
B2N02041	廠一機群 2
B2N02042	廠三機群 2
B2N02043	廠二機群 1
B2N02044	廠一機群 2
B2N02045	廠二機群 1
B2N02046	廠一機群 2

步驟二：將本期該類型工單依照可交貨時點排序。以 B2N 工單為例，結果如表 4 - 29 所示。

步驟三：依據工單承接機制之結果，將前一製程階段的工單依序指派至後製程可承接此該工單的機群中，尚未被指派之工單中可交貨時點最早者，令其承接該工單之流水號。以 B2N 工單為例，晶圓製造階段第一張 B2N 工單為晶圓製造階段廠二機群 1 所產出工單流水號為 B2N02040 之工單，依據本週期工單承接之結果(表 4 - 27)，其在晶圓針測階段可以移轉的機群有廠二機群 3 和廠一機群 3，這兩個機群在本製程階段還未被指派的工單中，可交貨時點最早者是廠一機群 3 於 56 23:37:00 產出之工單，此時就將工單流水號 B2N02040 指

派給該張工單，至此即完成一張工單之實際工單指派。按照相同方法依序完成剩餘工單之實際工單指派，結果如表 4 - 31 所示。

步驟四：重複步驟一至三，完成各類型工單之流水號承接。

表 4 - 31 晶圓針測階段 Period29 B2N 工單完成實際工單指派後之工單可

交貨時程表

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02041	廠二機群 2	56 00:00:00	56 20:51:00
B2N02042	廠一機群 4	56 00:00:00	56 22:01:00
B2N02040	廠一機群 3	56 00:00:00	56 23:37:00
B2N02043	廠二機群 3	56 00:00:00	57 05:59:00
B2N02044	廠二機群 2	56 16:00:00	57 12:51:00
B2N02046	廠二機群 2	57 08:00:00	58 04:51:00
B2N02045	廠二機群 3	57 00:00:00	58 05:59:00

本規劃週期各類型工單完整之工單可交貨時點表請見附錄 A.2。

4.2.1.1.3 IC 封裝階段

4.2.1.1.3.1 IC 封裝階段產能需求估算

IC 封裝階段的產能需求乃是承接晶圓製造階段的產出結果，晶圓針測階段各期各工單產出數量如表 4 - 32 所示

表 4 - 32 晶圓針測階段各期各工單產出數量

	A1N	A2H	A2R	A3R	A3N	B1H	B1R	B2R	B2N	C2R	C2N	C3N	D1R	D1N	E3N
Period20	2	1	0	1	3	0	0	1	6	0	1	2	1	5	2
Period21	3	0	0	1	2	0	0	1	7	0	2	1	0	3	1
Period22	3	0	0	0	3	1	1	0	6	0	1	1	1	5	2
Period23	2	1	0	1	2	0	0	0	8	1	2	2	0	3	1

表 4-32 晶圓針測階段各期各工單產出數量 (續)

	A1N	A2H	A2R	A3R	A3N	B1H	B1R	B2R	B2N	C2R	C2N	C3N	D1R	D1N	E3N
Period24	2	0	1	0	3	1	0	1	5	0	1	2	0	4	2
Period25	3	1	0	1	1	0	0	1	7	0	2	1	1	5	2
Period26	3	0	0	1	2	0	1	0	5	0	1	2	0	2	0
Period27	2	1	0	0	3	1	0	1	7	0	2	2	1	5	2
Period28	2	0	1	0	2	0	0	1	6	0	2	1	0	3	1
Period29	3	0	0	1	3	1	0	1	5	0	1	2	1	5	2
Period30	3	1	0	1	2	0	0	0	8	1	2	1	0	3	1
Period31	2	0	0	1	3	1	0	1	6	0	1	2	0	4	2
Period32	3	1	0	1	1	0	0	1	6	0	2	1	1	5	2
Period33	2	0	0	1	2	1	0	1	5	0	1	2	0	2	0
Period34	2	1	0	1	3	0	0	1	6	0	1	2	1	5	2
Period35	3	0	0	1	2	0	0	1	7	0	2	1	0	3	1
Period36	3	0	0	0	3	1	1	0	6	0	1	1	1	5	2
Period37	2	1	0	1	2	0	0	0	8	1	2	2	0	3	1

此處將以晶圓針測階段 Period29 之產出為本期之產能需求，進行 IC 封裝階段 Period30 之規劃。



4.2.1.1.3.2 IC 封裝階段粗略產能分析

由於計算方法與晶圓製造階段相同，此處只列示出結果。另外，因為 IC 封裝階段製程規格能力是以產品別來分類，故再計算工單最大可生產數時要以產品別為求算依據，結果如表 4-33、表 4-34 所示

表 4-33 IC 封裝階段各廠封膠工作站可用產能

機群	(1-D-M)	機台數	利用率上限	單機產能 (小時/Period)	總產能 (小時/Period)
封裝廠一封膠機台	0.973	8	0.8	37.3622	298.9056
封裝廠二封膠機台	0.973	8	0.8	37.3622	298.9056

表 4-34 IC 封裝階段各產品工單之最大可生產數

產品	A	B	C	D	E
本期需求工單數	7	7	3	6	2
工單最大可生產數	20	29	28	15	15

4.2.1.1.3.3 IC 封裝階段多廠間產能分配模式

由於 IC 封裝階段除了不管產品世代別及等級別外，還必須先將各工單轉換成以產品族和產品族內編號表示，並且以同產品的工單總數乘以 *normal* 工單的 lot 數，當作執行產能分配模式時該產品的需求。以產品 B 為例（B1H、B2R 和 B2N 工單各 1 張、1 張和 5 張）。

$$n_{gr, i^{gr}} = \left(\sum_{g=1}^G \sum_{pri=1}^3 n_{i,g}^{3,t, pri} \right) \times lz_{i,g}^3, \text{ for each } i \quad \text{式 4-13}$$

$$n_{2,1^2} = (1+1+5) \times 6 = 42$$



表 4-35 為各產品去除世代別和等級別後，並且轉換編號後之各產品需求批數。

表 4-35 IC 封裝階段 Period30 產品轉換編號後之產品需求批數

產品	A	B	C	D	E
產品族編號	1	2		3	
產品族內編號	1	1	2	1	2
需求 lot 數	42	42	18	36	12

表 4-36 IC 封裝階段 焊線機台可用產能

機群	(1-D-M)	機台數	利用率上限	單機產能 (小時/Period)	總產能 (小時/Period)
封裝廠一焊線機台	0.9474	37	0.9	40.9277	1517.3249
封裝廠二焊線機台	0.9474	37	0.9	40.9277	1517.3249

表 4 - 37 IC 封裝階段 Period 29 各廠各封膠機台最後生產之產品

封膠機台	A	B	C	D	E
廠一封膠機台 1	1				
廠一封膠機台 2	1				
廠一封膠機台 3	1				
廠一封膠機台 4		1			
廠一封膠機台 5			1		
廠一封膠機台 6			1		
廠一封膠機台 7				1	
廠一封膠機台 8				1	
廠二封膠機台 1	1				
廠二封膠機台 2	1				
廠二封膠機台 3		1			
廠二封膠機台 4		1			
廠二封膠機台 5		1			
廠二封膠機台 6				1	
廠二封膠機台 7				1	
廠二封膠機台 8					1

(1 表示為該封膠機台該期最後生產該產品)



將工單需求、和機台產能配合 Period 29 各廠各封膠機台最後生產之產品資料(表 4 - 37)，輸入 IC 封裝階段之多廠間產能模式，以求得 Period 30 各廠各封膠機台的各產品分配批數，結果如表 4 - 38 所示。

表 4 - 38 IC 封裝階段 Period 30 多廠間產能分配模式之結果

封膠機台	產品	數量 (批)
廠一封膠機台 1	A	8
廠一封膠機台 2	A	11
廠一封膠機台 3	A	11
廠一封膠機台 4	B	12
廠一封膠機台 5	C	15
廠一封膠機台 6	C	3
廠一封膠機台 7	D	11
廠一封膠機台 8	D	1

表 4 - 38 IC 封裝階段 Period 30 多廠間產能分配模式之結果 (續)

封膠機台	產品	數量 (批)
廠二封膠機台 1	A	11
廠二封膠機台 2	A	1
廠二封膠機台 3	B	16
廠二封膠機台 4	B	1
廠二封膠機台 5	B	13
廠二封膠機台 6	D	18
廠二封膠機台 7	D	6
廠二封膠機台 8	E	12

將各廠各封膠機台產能分配結果進行封膠機台產線配置，以將生產相同產品之封膠機台集結成一機群，達到類似虛擬生產線之專線的目的，其結果如表 4 - 39 所示。

表 4 - 39 IC 封裝階段 Period30 封膠機台產線配置之結果

封裝廠	機群	封膠機台	產品	數量 (工單)
封裝廠 1	機群 1	封膠機台 1	A	5
		封膠機台 2		
		封膠機台 3		
	機群 2	封膠機台 4	B	2
	機群 3	封膠機台 5	C	3
		封膠機台 6		
	機群 4	封膠機台 7	D	2
		封膠機台 8		
封裝廠 2	機群 1	封膠機台 1	A	2
		封膠機台 2		
	機群 2	封膠機台 3	B	5
		封膠機台 4		
		封膠機台 5		
	機群 3	封膠機台 6	D	4
		封膠機台 7		
	機群 4	封膠機台 8	E	2

將產線配置結果，進行陳氏[44]之非規劃瓶頸機台產線配置流程，求出每個封膠機群需搭配其他各個工作站多少機台以組成一虛擬生產線，其結果如表 4-40 所示，其中各機群之封膠機台數可以對應到表 4-39 封膠機台產線配置之結果。

表 4-40 IC 封裝階段 Period30 非規劃瓶頸機台產線配置之結果

機群	SAW	DBD	WBD	MOLD	BAKE	MARK	Plating	T/F	INSP
廠一機群 1	2	3	14	3	2	3	2	5	3
廠一機群 2	1	1	5	1	1	1	1	1	1
廠一機群 3	1	2	8	2	2	1	1	2	2
廠一機群 4	1	1	10	2	1	1	1	2	1
廠二機群 1	1	2	4	2	1	1	1	2	2
廠二機群 2	2	2	9	3	2	2	2	3	3
廠二機群 3	1	2	15	2	2	2	1	3	1
廠二機群 4	1	1	9	1	1	1	1	2	1

4.2.1.1.3.4 IC 封裝階段生產週期時間檢測

將多廠間產能分配模式、封膠機台產線配置與非規劃瓶頸機台產線配置之結果，輸入陳氏[44]之 IC 封裝廠廠生產週期時間估算式，求得各產線各產品之生產週期時間，如表 4-41 所示。

表 4-41 IC 封裝階段 Period 30 各廠各機群各產品生產週期時間估算結果

機群	工單	純製程時間 (分/批)	生產週期時間 (分/批)	X-Factor (批)	純製程時間 (分/工單)	生產週期時間 (分/工單)	X-Factor (工單)
廠一機群 1	A	1559.4	1620.816	1.039384	1759.2	1826.166	1.0381
廠一機群 2	B	1123.2	1168.572	1.040395	1810.2	1874.652	1.0356
廠一機群 3	C	1209.6	1259.592	1.041329	1497.6	1555.596	1.0387
廠一機群 4	D	1724.4	1805.766	1.047185	1982.4	2072.37	1.0454
廠二機群 1	A	1559.4	1620.816	1.039384	2239.2	2338.38	1.0443
廠二機群 2	B	1123.2	1168.572	1.040395	1260.6	1309.788	1.039
廠二機群 3	D	1724.4	1805.766	1.047185	1964.4	2052.438	1.0448
廠二機群 4	E	1960.2	2053.902	1.047802	2560.2	2670.582	1.0431

4.2.1.1.3.5 IC 封裝階段工單承接機制

將晶圓針測階段（上游製程階段）各機群各類型工單產出數量（表 4-42），與 IC 封裝階段（本製程階段）多廠間產能分配模式、封膠機台產線配置之結果（表 4-38、表 4-39），進行如圖 3-5 所示之工單承接機制流程，以求算各機群各類型工單由上游移轉至下游各機群之數量。因其求算方式與晶圓製造階段相同，故此處只列示結果。結果如表 4-43 所示。

表 4-42 晶圓針測階段 Period29 各機群各類型工單產出數量

工單	機群	數量
A1N	廠一機群 1	2
A1N	廠二機群 1	1
A3N	廠一機群 1	1
A3N	廠一機群 2	1
A3N	廠二機群 1	1
A3R	廠二機群 1	1
B1H	廠一機群 3	1
B2N	廠一機群 3	1
B2N	廠一機群 4	1
B2N	廠二機群 2	2
B2N	廠二機群 3	1
B2R	廠一機群 3	1
C2N	廠二機群 3	1
C3N	廠一機群 3	1
C3N	廠一機群 4	1
D1N	廠一機群 5	2
D1N	廠一機群 6	1
D1N	廠二機群 4	2
D1R	廠一機群 6	1
E3N	廠二機群 4	1
E3N	廠二機群 5	1

表 4 - 43 IC 封裝階段 Period30 工單承接機制之結果

工單	晶圓針測階段 (上游製程階段)	IC 封裝階段 (本製程階段)	數量
A1N	廠一機群 1	廠一機群 1	A1N
A1N	廠二機群 1	廠二機群 1	A1N
A3N	廠一機群 1	廠一機群 1	A3N
A3N	廠一機群 2	廠二機群 1	A3N
A3N	廠二機群 1	廠一機群 1	A3N
A3R	廠二機群 1	廠一機群 1	A3R
B1H	廠一機群 3	廠二機群 2	B1H
B2N	廠一機群 3	廠一機群 2	B2N
B2N	廠一機群 4	廠一機群 2	B2N
B2N	廠二機群 2	廠二機群 2	B2N
B2N	廠二機群 3	廠二機群 2	B2N
B2R	廠一機群 3	廠二機群 2	B2R
C2N	廠二機群 3	廠一機群 3	C2N
C3N	廠一機群 3	廠一機群 3	C3N
C3N	廠一機群 4	廠一機群 3	C3N
D1N	廠一機群 5	廠二機群 3	D1N
D1N	廠一機群 6	廠二機群 3	D1N
D1N	廠二機群 4	廠一機群 4	D1N
D1R	廠一機群 6	廠二機群 3	D1R
E3N	廠二機群 4	廠二機群 8	E3N
E3N	廠二機群 5	廠二機群 8	E3N

4.2.1.1.3.6 IC 封裝階段工單可交貨時程表

因其求算方式與晶圓製造階段相同，故此處只列示結果。

以 B2N 為例，其在廠二機群 2 之工單可交貨時程表表 4 - 44 所示，而在本期的工單可交貨時程如表 4 - 45 所示。

表 4 - 44 IC 封裝階段 Period30 廠二機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表

順序	投料時點	可交貨時點
1	58 19:12:00	59 20:18:00
2	59 04:48:00	60 05:54:00
3	59 14:24:00	60 15:30:00

表 4 - 45 IC 封裝階段 Period30 B2N 工單可交貨時程表

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02042	廠一機群 2	58 00:00:00	59 11:56:00
B2N02041	廠二機群 2	58 19:12:00	59 20:18:00
B2N02043	廠二機群 2	59 04:48:00	60 05:54:00
B2N02040	廠一機群 2	59 00:00:00	60 11:56:00
B2N02044	廠二機群 2	59 14:24:00	60 15:30:00

本規劃週期期各類型工單完整之工單可交貨時點表請見附錄 A.3。

4.2.1.1.4 IC 最終測試階段

4.2.1.1.4.1 IC 最終測試階段產能需求估算

IC 最終階段的產能需求乃是承接 IC 封裝階段的產出結果，因為 IC 最終測試階段之規劃週期為 1 天，為了符合 IC 最終測試階段規劃之需要，此處將 IC 封裝階段之產出以 1 天為一週期呈現，如表 4 - 46 所示

表 4 - 46 IC 封裝階段各期各工單產出數量

	A1N	A2H	A2R	A3R	A3N	B1H	B1R	B2R	B2N	C2R	C2N	C3N	D1R	D1N	E3N
Day42	0	1	0	1	1	0	0	0	4	0	1	1	0	2	0
Day43	2	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	1	1	2	1
Day44	3	0	0	0	1	0	0	0	4	0	2	0	0	3	1
Day45	0	0	0	1	2	0	0	1	3	0	0	1	0	1	1
Day46	3	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	0	1	0
Day47	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	1	0	1	3	1
Day48	1	1	0	0	1	0	0	0	4	0	1	1	0	3	1
Day49	1	0	0	1	1	1	0	0	4	1	1	1	0	1	1
Day50	1	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	2	0	2	0
Day51	1	0	0	0	2	0	0	1	2	0	1	0	0	2	1
Day52	1	1	0	0	1	0	0	0	4	0	1	1	0	2	1
Day53	2	0	0	1	0	0	0	1	3	0	1	0	1	2	1
Day54	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	3	1
Day55	0	0	0	1	2	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0
Day56	1	1	0	0	0	0	0	1	4	0	2	0	0	2	0

表 4-46 IC 封裝階段各期各工單產出數量 (續)

	A1N	A2H	A2R	A3R	A3N	B1H	B1R	B2R	B2N	C2R	C2N	C3N	D1R	D1N	E3N
Day57	1	0	0	0	3	1	0	0	3	0	0	2	1	2	1
Day58	0	0	1	0	1	0	0	1	3	0	2	0	0	3	1
Day59	2	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	0	1	1
Day60	1	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	2	1	1	0
Day61	2	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	3	1
Day62	2	1	0	0	1	0	0	0	4	0	1	1	0	3	1
Day63	1	0	0	1	2	1	0	0	4	1	1	0	0	1	1
Day64	2	0	0	1	0	0	0	0	3	0	1	1	0	2	0
Day65	0	0	0	0	3	0	0	1	3	0	0	1	0	2	1
Day66	1	1	0	1	0	0	0	1	3	0	2	0	0	2	1
Day67	2	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	1	2	1
Day68	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	3	1
Day69	0	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0
Day70	0	1	0	1	1	0	0	0	4	0	1	1	0	2	0
Day71	2	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	1	1	2	1
Day72	3	0	0	0	1	0	0	0	4	0	2	0	0	3	1
Day73	0	0	0	1	2	0	0	1	3	0	0	1	0	1	1
Day74	3	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	0	1	0
Day75	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	1	0	1	3	1
Day76	1	1	0	0	1	0	0	0	4	0	1	1	0	3	1

此處將以 IC 封裝階段 Day60 之產出做為本期之產能需求，進行 IC 最終測試階段 Day61 之規劃。

4.2.1.1.4.2 IC 最終測試階段粗略產能分析

由於計算方法與晶圓製造階段相同，此處只列示出結果，結果如表 4-47、表 4-48 所示。

表 4 - 47 IC 最終測試階段各廠各機群可用產能

機群	(1-D-M)	機台數	利用率上限	單機產能 (小時/Day)	總產能 (小時/Day)
廠一機群 1	0.9583	6	0.8	18.39936	110.3962
廠一機群 2	0.9583	19	0.8	18.39936	349.5878
廠一機群 3	0.9583	7	0.8	18.39936	128.7955
廠二機群 1	0.9583	6	0.8	18.39936	110.3962
廠二機群 2	0.9583	20	0.8	18.39936	367.9872
廠二機群 3	0.9583	6	0.8	18.39936	110.3962

表 4 - 48 IC 最終測試階段各類型工單之最大可生產數

產品	A1N	A3R	A3N	B2R
本期需求工單數	1	1	1	1
工單最大可生產數	6	6	6	12
產品	B2N	C3N	D1R	D1N
本期需求工單數	2	2	1	1
工單最大可生產數	12	4	18	18

4.2.1.1.4.3 IC 最終測試階段多廠間產能分配模式

將工單需求輸入 IC 最終測試階段之多廠間產能模式，以求得各廠各機群之各類型工單分配量。由表 4 - 9 可看出 IC 最終測試階段的各測試機群可以依照彼此間製程規格能力之關聯性分成二個機群集合。第一個機群集合為{廠一機群 1, 廠二機群 1}，第二個機群集合為{廠一機群 2, 廠一機群 3, 廠二機群 2, 廠二機群 3}。必須對兩個機群集合都進行一次多廠間產能分配模式，再將兩者之結果彙整成 IC 最終測試階段多廠間產能分配模式之最終結果。結果如表 4 - 49 所示。

表 4 - 49 IC 最終測試階段 Day61 多廠間產能分配模式之結果

機群	工單	數量
廠一機群 1	A3N	1
廠一機群 2	B2N	1
廠一機群 2	D1N	1
廠一機群 3	C3N	1
廠二機群 1	A1N	1
廠二機群 1	A3R	1
廠二機群 2	B2R	1
廠二機群 2	B2N	1
廠二機群 2	D1R	1
廠二機群 3	C3N	1

4.2.1.1.4.4 IC 最終測試階段生產週期時間檢測

將多廠間產能分配模式之結果，輸入黃氏[46]之 IC 最終測試生產週期時間估算式，求得各機群各工單之生產週期時間，如表 4 - 50 所示。

表 4 - 50 IC 最終測試階段 Day61 各廠各機群各類型工單之生產週期時間
估算結果

機群	工單	純製程時間 (分)	生產週期時間 (分)	X-Factor
廠一機群 1	A3N	360	392.262	1.0896
廠一機群 2	B2N	1032	1077.312	1.0439
廠一機群 2	D1N	1920	1965.342	1.0236
廠一機群 3	C3N	1920	1953.096	1.0172
廠二機群 1	A1N	360	504.336	1.4009
廠二機群 1	A3R	360	423.558	1.1766
廠二機群 2	B2R	1032	1072.314	1.0391
廠二機群 2	B2N	1032	1072.374	1.0391
廠二機群 2	D1R	1920	1970.586	1.0263
廠二機群 3	C3N	1920	1961.376	1.0216

4.2.1.1.4.5 IC 最終測試階段工單承接機制

將 IC 封裝階段 Day60 各機群各類型工單產出數量 (表 4 - 51)，與 IC 最終測試階段多廠間產能分配模式求算出之各機群各類型工單分配結果 (表 4 - 49)，進行如圖 3 - 5 所示之工單承接機制流程，以求算各機群各類型工單由上游移轉至下游各機群之數量。結果如表 4 - 52 所示。

表 4 - 51 IC 封裝階段 Day60 各機群各類型工單產出數量

工單	機群	數量
A1N	廠一機群 1	1
A3N	廠二機群 1	1
A3R	廠一機群 1	1
B2N	廠一機群 2	1
B2N	廠二機群 2	1
B2R	廠二機群 2	1
C3N	廠一機群 3	2
D1N	廠一機群 4	1
D1R	廠二機群 3	1

表 4 - 52 IC 最終測試階段 Day61 工單承接機制之結果

工單	IC 封裝階段 (上游製程階段)	IC 最終測試階段 (本製程階段)	數量
A1N	廠一機群 1	廠二機群 1	1
A3N	廠二機群 1	廠一機群 1	1
A3R	廠一機群 1	廠二機群 1	1
B2N	廠一機群 2	廠一機群 2	1
B2N	廠二機群 2	廠二機群 2	1
B2R	廠二機群 2	廠二機群 2	1
C3N	廠一機群 3	廠一機群 3	1
C3N	廠一機群 3	廠二機群 3	1
D1N	廠一機群 4	廠一機群 2	1
D1R	廠二機群 3	廠二機群 2	1

4.2.1.1.4.6 IC 最終測試階段工單可交貨時程表排定

因其求算方式與晶圓製造階段相同，故此處只列示結果。

以 B2N 為例，其在廠一機群 2 之可交貨時程表如表 4-53 所示，而在本期的可交貨時程如表 4-54 所示。

表 4-53 IC 最終測試階段 Day61 廠一機群 2 之 B2N 工單可交貨時程表

順序	投料時點	可交貨時點
1	60 00:00:00	60 20:39:00

表 4-54 IC 最終測試階段 Day61B2N 工單可交貨時程表

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02041	廠二機群 2	60 00:00:00	60 20:33:00
B2N02042	廠一機群 2	60 00:00:00	60 20:39:00

本規劃週期各類型工單完整之工單可交貨時點表請見附錄 A.4。

由於 IC 最終測試階段是半導體供應鏈四個製程階段中的最後一個階段，故各工單在 IC 最終測試之可交貨時點即為該工單於半導體供應鏈之可交貨時點。

4.2.1.2 整體供應鏈生產週期時間檢測

此階段的主要工作是驗證工單完整的進行四個製程階段的加工，所需的整體生產週期時間是否符合一般業界認定具有市場競爭力的標準。當完成半導體產業多階多廠產能分配模組之規劃流程後，可以得到各工單在各

製程階段的投料時點和可交貨時點，此處在計算工單的整體供應鏈生產週期時間之方式，是將各工單於 IC 最終測試階段之可交貨時點，減去該工單於晶圓製造階段之投料時點，即可求得該工單之整體供應鏈生產週期時間。另外，本文附帶求算各工單的純生產週期時間，以利在不考量各工單於各製程階段等候投料和等候移轉下一製程階段兩因素的情況下，進行整體供應鏈生產週期時間之分析。各工單純生產週期時間算法為其於四個製程階段求算出之生產週期時間之總和。

步驟一：計算所有工單的整體供應鏈生產週期時間，由工單在 IC 最終測試階段的產出時點減去該工單在晶圓製造階段的投料時點。以 B2N02041 之工單為例。

$$CT_{sn} = Del^4(sn) - Rl^1(sn) \text{ for each } sn \quad \text{式 3 - 39}$$

$$CT_{B2N02041} = 60\ 20:33:00 - 40\ 10:40:00 = 20\ 09:53:00$$

表 4 - 55 是以 B2N 工單為例之部分結果。

表 4 - 55 半導體供應鏈第二個月投料之 B2N 工單半導體供應鏈生產資訊

(部分)

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
B2N02035	59 04:26:00	38 21:20:00	20 07:06:00	10 13:47:00	1.9194	14 07:25:00	1.3532
B2N02036	59 12:26:00	38 21:20:00	20 15:06:00	10 14:38:00	1.9444	14 12:41:00	1.3694
B2N02038	59 20:33:00	39 16:00:00	20 04:33:00	10 13:47:00	1.9093	14 07:31:00	1.3536
B2N02037	59 20:38:00	39 04:48:00	20 15:50:00	10 23:21:00	1.8828	14 19:27:00	1.3497
B2N02039	60 08:33:00	39 16:00:00	20 16:33:00	10 14:38:00	1.9501	14 12:47:00	1.3697
B2N02041	60 20:33:00	40 10:40:00	20 09:53:00	10 14:16:00	1.9267	14 11:53:00	1.3682
B2N02042	60 20:39:00	41 01:36:00	19 19:03:00	10 23:44:00	1.8013	14 19:42:00	1.3487
B2N02043	61 20:33:00	41 05:20:00	20 15:13:00	10 13:24:00	1.9543	14 14:54:00	1.3848
B2N02040	61 20:45:00	40 10:40:00	21 10:05:00	10 23:15:00	1.9528	14 18:58:00	1.3484
B2N02044	62 08:33:00	41 05:20:00	21 03:13:00	10 14:16:00	1.9948	14 11:53:00	1.3682

步驟二：檢測所有類型的工單其 *X-Factor* 是否符合一般業界認定有競爭力之標準內，如不符合業界標準，則需要修改相關生產資訊並重新規劃。在此本文求算半導體供應鏈第二個月各類型工單之平均 *X-Factor* (整體供應鏈生產週期時間/純製程時間) 與平均 *X-Factor*2 (純生產週期時間/純製程時間)。由表 4 - 55 可以得知，單就只考量各階段生產週期時間的 *X-Factor*2 指標來看，*hot* 等級工單皆小於 1.2，*rush* 等級工單皆小於 1.5，*normal* 等級工單也皆小於 2.0，符合於一般業界的標準。而就將等候投料、等候移轉等時間包含在內之 *X-Factor* 指標而言，所有工單也都有符合業界標準的結果，故本次的規劃是符合標準，並不需要修改產品需求量或是各瓶頸機台利用率上限等生產參數。

表 4 - 56 各類型工單之平均 *X-Factor* 與平均 *X-Factor*2

產品	<i>X-Factor</i>	<i>X-Factor</i> 2
A1N	1.9654	1.3842
A2H	1.5773	1.1058
A2R	1.8059	1.3217
A3R	1.7568	1.2959
A3N	1.9128	1.3522
B1H	1.5166	1.1084
B1R	1.7908	1.2991
B2R	1.8028	1.303
B2N	1.9175	1.3593
C2R	1.9731	1.331
C2N	1.9416	1.3868
C3N	1.854	1.3685
D1R	1.8818	1.3211
D1N	1.8275	1.3713
E3N	1.8167	1.344

完整之各工單半導體供應鏈可交貨時程表請見附錄 B。

4.2.2 接單判斷模組

接單判斷模組共分為「訂單允諾」和「訂單分配」兩階段。訂單允諾階段的工作是生管人員以半導體產業多階多廠產能分配模組產生之半導體供應鏈可交貨時程表為依據，透過該表，生管人員可以立即得知整個半導體供應鏈的生產情形，查詢是否還有尚未被允諾的工單能滿足顧客需求，以求在短時間內回應顧客訂單的允收與否。訂單分配階段的工作則是將已允收之訂單和已標註為被允諾之工單重新配對，以免較早生產之工單被分配到交期較晚之訂單。

4.2.2.1 訂單允諾

此階段生管人員會以半導體產業多階多廠產能分配模組產生之半導體供應鏈可交貨時程表做接單判斷依據。當顧客有訂單需求時，先將訂單需求的產品數量，依照該產品工單的批量轉換成需求工單數。對照半導體供應鏈可交貨時程表，判斷在顧客訂單需求交期前是否有足夠的未允諾工單，若有則接受此訂單並將這些工單標註為已允諾；若不足則回報顧客產能狀況以做進一步的磋商。

以產品 D1 為例，假設已允收的訂單需求如表 4 - 57 所示，表中之訂單編號是依顧客訂單到臨之先後順序而給定，而 D1N 和 D1R 工單之剩餘數量如表 4 - 58 和表 4 - 58 所示。

表 4 - 57 原始產品 D1 已允收之顧客訂單資料

訂單編號	訂單交期	需求數量 (批)
COD1001	59 00:00:00	36
COD1002	60 00:00:00	30

表 4 - 58 原始產品 D1N 工單之半導體供應鏈可交貨時程表

訂單編號	訂單交期	可交貨時點	工單流水號	投料時點
		52 13:46:00	D1N02005	30 01:48:00
		53 13:43:00	D1N02006	30 14:15:00
		54 01:43:00	D1N02009	32 03:36:00
COD1002	60 00:00:00	54 13:44:00	D1N02007	31 02:42:00
COD1002	60 00:00:00	55 01:44:00	D1N02010	32 16:03:00
COD1001	59 00:00:00	55 13:35:00	D1N02008	31 15:09:00
COD1001	59 00:00:00	55 21:35:00	D1N02011	33 04:30:00
COD1001	59 00:00:00	56 05:35:00	D1N02012	33 16:57:00
COD1001	59 00:00:00	57 13:43:00	D1N02013	34 05:24:00
COD1001	59 00:00:00	58 01:43:00	D1N02014	34 17:51:00
COD1001	59 00:00:00	58 13:35:00	D1N02015	35 06:18:00
COD1002	60 00:00:00	59 01:35:00	D1N02016	35 18:45:00
COD1002	60 00:00:00	59 13:39:00	D1N02017	36 07:12:00
COD1002	60 00:00:00	59 21:39:00	D1N02018	36 19:39:00
		60 05:39:00	D1N02019	37 08:06:00
		60 13:46:00	D1N02020	37 20:33:00
		61 13:40:00	D1N02021	38 09:00:00
		62 13:46:00	D1N02022	38 21:27:00
		62 13:46:00	D1N02023	39 09:54:00
		62 13:47:00	D1N02024	39 22:21:00

表 4 - 59 原始產品 D1R 工單之半導體供應鏈可交貨時程表

訂單編號	訂單交期	可交貨時點	工單流水號	投料時點
		55 04:58:00	D1R02001	30 15:00:00
		58 12:35:00	D1R02002	35 00:00:00
		62 04:47:00	D1R02003	39 09:00:00

此時如有新的顧客訂單來到，其交期為 61 00:00:00 數量為 18 批，則進行以下步驟。

步驟一：將顧客訂單產品需求量依照該類型工單之批量轉換成該訂單對應之工單需求數。本次顧客需求為 18 批，亦即三張工單的量。

$$CX_{i,g}^{t,pri,order} = \left\lceil \frac{Cn_{i,g}^{t,pri,order}}{Iz_{i,g}^{pri}} \right\rceil \quad \text{式 3 - 40}$$

$$CX_{4,1}^{t,3,3} = \left\lceil \frac{18}{6} \right\rceil = 3$$

步驟二：檢查顧客訂單所要求之交期前是否還有足夠的未允諾工單，若尚有足夠的未允諾工單的話，依序從離交期最近的可允諾工單開始標記成已允諾，直到達到需求工單數為止。以本例來說，先在產品 D1N 工單之半導體供應鏈可交貨時程中，由訂單交期往前尋找，看是否有足夠之未被預定工單可以滿足顧客需求。由表 4 - 58 中可知尚有足夠的未允諾工單可滿足本筆訂單之需求，此時將該筆訂單指派一訂單編號 COD1003，並將產品 D1 之半導體供應鏈可交貨時程表中，符合本筆訂單需求的未允諾工單之訂單編號及訂單交期兩個欄位填入本筆訂單之編號及交期，以茲識別被預訂與否。

如此時再有一筆 D1 產品之訂單需求來到，其交期為 62 00:00:00，數量為 30 批，亦即 5 張工單，此時由表中可查知只剩下三筆 D1N 工單半未被預訂，但 D1R 工單尚有足夠的未允諾工單可補足差額，此時將詢問顧客意見，問其是否可以接受較晚的交期，亦或是部分工單轉為價格較高之 D1R 工單，如是接受後者，則將該筆訂單指派之訂單編號 COD1004，並在 D1N 及 D1R 等級工單的半導體供應鏈可交貨時程表中，將符合需求之未允諾工單之訂單編號及訂單交期兩欄位填入該筆訂單之編號與交期，表 4 - 60、表 4 - 61 和表 4 - 62 表示接受兩筆新訂單後，更新過後之以允收支顧客訂單資料以及 D1N 和 D1R 工單之半導體供應鏈可交貨時程表。

表 4 - 60 接單後產品 D1 已允收之顧客訂單資料

訂單編號	訂單交期	需求數量 (批)
COD1001	59 00:00:00	36
COD1002	60 00:00:00	30
COD1003	61 00:00:00	18
COD1004	62 00:00:00	30

表 4 - 61 接單後產品 D1N 工單之半導體供應鏈可交貨時程表

訂單編號	訂單交期	可交貨時點	工單流水號	投料時點
COD1004	62 00:00:00	52 13:46:00	D1N02005	30 01:48:00
COD1004	62 00:00:00	53 13:43:00	D1N02006	30 14:15:00
COD1003	61 00:00:00	54 01:43:00	D1N02009	32 03:36:00
COD1002	60 00:00:00	54 13:44:00	D1N02007	31 02:42:00
COD1002	60 00:00:00	55 01:44:00	D1N02010	32 16:03:00
COD1001	59 00:00:00	55 13:35:00	D1N02008	31 15:09:00
COD1001	59 00:00:00	55 21:35:00	D1N02011	33 04:30:00
COD1001	59 00:00:00	56 05:35:00	D1N02012	33 16:57:00
COD1001	59 00:00:00	57 13:43:00	D1N02013	34 05:24:00
COD1001	59 00:00:00	58 01:43:00	D1N02014	34 17:51:00
COD1001	59 00:00:00	58 13:35:00	D1N02015	35 06:18:00
COD1002	60 00:00:00	59 01:35:00	D1N02016	35 18:45:00
COD1002	60 00:00:00	59 13:39:00	D1N02017	36 07:12:00
COD1002	60 00:00:00	59 21:39:00	D1N02018	36 19:39:00
COD1003	61 00:00:00	60 05:39:00	D1N02019	37 08:06:00
COD1003	61 00:00:00	60 13:46:00	D1N02020	37 20:33:00
COD1004	62 00:00:00	61 13:40:00	D1N02021	38 09:00:00
		62 13:46:00	D1N02022	38 21:27:00
		62 13:46:00	D1N02023	39 09:54:00
		62 13:47:00	D1N02024	39 22:21:00

表 4 - 62 接單後產品 D1R 工單之半導體供應鏈可交貨時程表

訂單編號	訂單交期	可交貨時點	工單流水號	投料時點
COD1004	62 00:00:00	55 04:58:00	D1R02001	30 15:00:00
COD1004	62 00:00:00	58 12:35:00	D1R02002	35 00:00:00
		62 04:47:00	D1R02003	39 09:00:00

4.2.2.2 訂單分配

由於之前工單與訂單之對應關係是以訂單來到順序來決定，故會產生交期較晚訂單其對應工單比交期較早之訂單其對應工單還要早投料，如表 4 - 61 所示即為一例。為了將完成品堆積在工廠內過久之情況降低，此時將根據各訂單的交期，重新分配工單給各訂單。由交期較晚之訂單開始先分配工單，依次分配後，工單與訂單新的對應關係如表 4 - 63 所示。

表 4 - 63 重新分配後產品 D1 N 工單之半導體供應鏈可交貨時程表

訂單編號	訂單交期	可交貨時點	工單流水號	投料時點
COD1001	59 00:00:00	52 13:46:00	D1N02005	30 01:48:00
COD1001	59 00:00:00	53 13:43:00	D1N02006	30 14:15:00
COD1001	59 00:00:00	54 01:43:00	D1N02009	32 03:36:00
COD1001	59 00:00:00	54 13:44:00	D1N02007	31 02:42:00
COD1001	59 00:00:00	55 01:44:00	D1N02010	32 16:03:00
COD1001	59 00:00:00	55 13:35:00	D1N02008	31 15:09:00
COD1002	60 00:00:00	55 21:35:00	D1N02011	33 04:30:00
COD1002	60 00:00:00	56 05:35:00	D1N02012	33 16:57:00
COD1002	60 00:00:00	57 13:43:00	D1N02013	34 05:24:00
COD1002	60 00:00:00	58 01:43:00	D1N02014	34 17:51:00
COD1002	60 00:00:00	58 13:35:00	D1N02015	35 06:18:00
COD1003	61 00:00:00	59 01:35:00	D1N02016	35 18:45:00
COD1003	61 00:00:00	59 13:39:00	D1N02017	36 07:12:00
COD1003	61 00:00:00	59 21:39:00	D1N02018	36 19:39:00
COD1004	62 00:00:00	60 05:39:00	D1N02019	37 08:06:00
COD1004	62 00:00:00	60 13:46:00	D1N02020	37 20:33:00
COD1004	62 00:00:00	61 13:40:00	D1N02021	38 09:00:00
		62 13:46:00	D1N02022	38 21:27:00
		62 13:46:00	D1N02023	39 09:54:00
		62 13:47:00	D1N02024	39 22:21:00

4.3 工單達交率驗證

4.3.1 模擬驗證

本文將以 eM-plant 模擬軟體依照前述之各製程階段生產環境，分別建立四個製程階段之模擬程式，並且重複進行三個規劃幅度（即三個月）的生產，以第一個月之工單作為整個系統達到穩態前之 warm-up time 生產之用，並取達到穩態後之第二個規劃幅度之工單之資料，與 4.2 前規劃之結果作對照，用以驗證各工單是否能夠在規劃之預定可交貨時點當天達交。在驗證過程中，除晶圓製造階段外，其餘製程階段都將依照前一製程階段模擬的結果，作為該製程階段規劃的依據，而非直接沿用本文前一節規劃的結果。若有工單的模擬產出時點與其依據前一製程階段模擬結果規劃而得的該製程階段產出時點不同之情況，如果為提早產出，則將按原規劃結果進行移轉；如果為延遲產出，則將依照模擬之實際產出時點進行移轉。另外，本文在此假設工單只要在規劃之預期可交貨時點當天以前（含當天）產出，即為達交。其結果如表 4 - 64 所示，所有工單皆能在預定交期當天達交，表示本次規劃之結果是可行的。

表 4 - 64 規劃結果與模擬結果比較表

工單	規劃數量	達交數量	延遲比例
A1N	35	35	0
A2H	6	6	0
A2R	2	2	0
A3R	10	10	0
A3N	32	32	0
B1H	6	6	0
B1R	2	2	0
B2R	10	10	0
B2N	87	87	0
C2R	2	2	0
C2N	21	21	0

表 4 - 64 規劃結果與模擬結果比較表 (續)

工單	規劃數量	達交數量	延遲比例
C3N	22	22	0
D1R	6	6	0
D1N	54	54	0
E3N	20	20	0

各工單詳細資料請見附錄 C。

4.3.2 工單達交率驗證結果分析

由模擬驗證結果可以得知，本次規劃結果和模擬結果完全一致，即使有少數工單的產出時點比規劃的產出時點稍晚，但也都在同一天內產出，經由資料分析後得出下列兩點結論。

1. 本文之半導體供應鏈四個製程階段，位於最上游之晶圓製造階段是整個半導體供應鏈之產能瓶頸，而後續三個製程階段其產能利用率相對來說顯得較為充足。因此在這種後續製程階段的產能較為充足的情況下，不僅可以吸收前一製程階段產出的變異。如再配合第二點結論所提之因素，將可使延誤的工單在後續製程階段趕上預定的時程。
2. 在各製程階段規劃出工單可交貨時程表並進行實際工單之指派時，會盡量將該製程階段該機群可被分配到的工單中，工單流水號較前的工單優先指派到擁有較早可交貨時點的位置。亦即該工單可以在該製程階段較早產出、較早移轉。因此，延誤的工單就有可能追上原本規劃之半導體供應鏈可交貨時點。

第五章 結論與未來研究方向

5.1 結論

在半導體產業蓬勃發展時，面對源源不絕的需求，各公司無不紛紛往水平方向或是供應鏈上下游方向建廠或是尋求聯盟。當生產規劃的範圍由單一工廠擴及到水平方向或供應鏈上下游的多廠時，追求單一工廠績效最佳化的傳統規劃方式已不再適用，而需要講究協調合作、追求供應鏈整體最佳化的供應鏈多廠規劃。

本文主要是針對整個半導體供應鏈的特性，以供應鏈整體為考量重點來發展一半導體產業多階多廠產能分配機制，規劃出各製程階段各廠最適宜生產之產品別、等級別及數量，加上適當的工單承接機制，使得訂單能有符合市場競爭力的整體供應鏈生產週期時間和達交率，並配合接單判斷模式，讓供應鏈內有限的資源能得到最充分的利用。因此，本文提出一半導體產業多階多廠產能分配機制，以期能達成協調各製程階段的目的。

本文之半導體產業多階多廠產能分配機制。主要架構為「半導體產業多階多廠產能分配模組」分配產能，再輔以一「接單判斷模組」幫助接單決策。

「半導體產業多階多廠產能分配模組」分為「半導體產業多階多廠產能分配階段」和「整體供應鏈生產週期時間檢測」。半導體供應鏈產能分配階段是考量各製程階段皆有之製程規格能力限制及其他生管特性的情況下，在四個製程階段中利用線性規劃模式進行產能分配。其目標是在 IC 封裝階段追求設置時間最小化，以及在其他三個製程階段中各機群負荷平準化。藉由使各製程階段中各機群產能負荷平準化，可驅使各製程階段的產出呈現一均勻產出之狀態，使其後續製程階段不會面臨忽高忽低之產能

需求，造成暫時性地產能不足或是機台閒置之情形。各製程階段在求得產能分配之結果後，可以推知各工單的生產週期時間和各工單之投料時點以及可交貨時點。彙整所有工單可交貨時點後，整理出該製程階段之工單可交貨時程表作為其後續製程階段求算各期產能需求之依據。當執行完四個製程階段之半導體產業多階多廠產能分配模組後，可以彙整出半導體供應鏈可交貨時程表，並接著進行整體供應鏈生產週期時間檢測。本文是藉由各工單在晶圓廠之投料時點和 IC 最終測試廠之可交貨時點來求算整體供應鏈生產週期時間。求得各工單之整體供應鏈生產週期時間後，便可檢驗各工單之整體供應鏈生產週期時間是否符合業界標準，如不符合則需要修改如產能需求等參數，回饋給半導體供應鏈多廠間產能分配模組重新執行，以求得一可接受之整體供應鏈生產週期時間。

「接單判斷模組」分為「訂單允諾」和「訂單分配」兩模組，訂單允諾模組是以半導體供應鏈多廠間產能分配模組求算出之半導體供應鏈可交貨時程表為參考，短時間內查出有多少數量的工單可以在顧客訂單需求交期前產出，而這些工單中又有多少是尚未允諾給其他顧客，藉此判斷是否可以滿足顧客訂單需求。由於訂單允諾階段會按照顧客訂單來到順序而預定工單，故會有交期較晚之訂單其工單比交期較早訂單之工單還要早投料生產，如此會造成有些工單完成後閒置在廠內。故要於訂單分配階段重新分配訂單與工單間之對應關係，讓交期較早的訂單其工單能夠較早生產。

根據第四章模擬驗證的結果，本文提出之半導體產業多階多廠產能分配機制，不但求算出一使各工單整體生產週期時間符合業界需求之各階段產能分配，而且各工單也多能在規劃之可交貨時點當天完成，如此也連帶了驗證半導體供應鏈可交貨時程表的準確性，使得根據半導體供應鏈可交貨時程表之資訊做為判斷基礎的接單判斷模組，其正確性也得到驗證。

綜觀來說，本文之規劃流程有下述幾項特點：

1. 因為在各製程階段分配產能時，是以產能負荷平準化為目標，不但使得各製程階段的產出均勻，也使得同類型的工單即使於各製程階段是在不同的機群加工，依然能有相近的整體供應鏈生產週期時間，有助於生管人員進行規劃。
2. 本文之半導體供應鏈可交貨時程表是由數學模式求算而得，而非由生管人員的經驗法則求出，故有較高之準確性，可以增加訂單的達交率和提升顧客滿意度。
3. 在本文中，各個工單將藉由各製程階段之間工單流水號的移轉指派，實際完整進行四個製程階段之生產。此點有助生管人員掌握各個工單在各製程階段間的流通情形，使得各個工單之半導體供應鏈可交貨時點的可信度增高。

5.2 未來研究方向



本文所發展之半導體產業多階多廠產能分配機制雖然已有相當成效之結果，但仍有以下數點課題值得進一步探討。

1. 本文中設定晶圓針測、IC 封裝與 IC 最終測試等製程階段之規劃週期分別為 2 天、2 天和 1 天。在研究過程中發現若是規劃週期過長，則工單之半導體生產週期時間會因為等待投料及等待移轉等無意義之等待時間而被拉長。但若是規劃週期過短，則每一規劃週期之可用產能便減少，一旦前一製程階段有工單延遲產出的情形發生，將可能導致後續製程階段因為增加這些延遲工單之額外產能需求，造成產能不足而無法進行規劃。如何設計一機制求算出適當之規劃週期，使其兼顧各期產能需求穩定和整體供應鏈生產週期時間，為一可探究之課題。

2. 本文中設定對半導體供應鏈的產品需求是固定的，未來能設計一模組解決臨時抽單或換單的問題，將可使本機制更具實用性。
3. 本文中設定半導體供應鏈中，各製程階段間沒有保護性在製品庫存，雖然此項設定使得半導體供應鏈中在製品減少，且整體供應鏈生產週期時間較短，但系統卻也因此變得較為敏感，承受變異的能力較低。未來可研究該如何設定各製程階段間之保護性在製品庫存量，以便兼顧系統穩定性、供應鏈在製品數量和整體供應鏈生產週期時間等目標。



參考文獻

- [1] Berry, D., Towill, D. R., and Wadsley, N., "Supply chain management in the electronics product industry," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 24, No. 10, pp. 20-32, 1994
- [2] Bhattacharya, A., Coleman, J., and Brace, G., "The Structure conundrum in supply chain management," *International journal of logistics management*, Vol. 7, No. 1, pp. 39-48, 1996.
- [3] Bouff, J. L., "Semiconductor Manufacturing: A Supply Management Perspective," *Conference on Global Supply Chain Management, Singapore*, 1997.
- [4] Bowersox, D., "Integrated Supply Chain Management: A Strategic Imperative," *Council of Logistics Management (CLM) (ed.): Annual Conference Proceedings, Chicago, Illinois, October 5-7, 1997*, pp. 181-189, 1997.
- [5] Bowersox, D., and Closs, D., *Logistical Management: The Integrated Supply Chain*, New York: McGraw-Hill, 1996.
- [6] Cavinato, J., "Identifying interfirm total cost advantages for supply chain competitiveness," *International Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 27, No. 4, pp. 10-15, 1991.
- [7] Christopher, M., *Logistics and Supply Chain Management*, Pitman Publishing, London, 1992.
- [8] Chung, S. H., and Huang, H. W., "The Block-Based Cycle Time Estimation Algorithm for Wafer Fabrication Factories," *International*

Journal of Industrial Engineering: Theory Applications and Practice, pp. 307-316, 1999.

- [9] Cooper, M., Lambert, D., and Pagh, J., "Supply Chain Management: More than a new name for logistics," *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-14, 1997.
- [10] Croom, S., Romano, P., and Giannakis, M., "Supply chain management: an analytical framework for critical literature review," *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 6, pp. 67-83, 2000.
- [11] Ellram, L. M., "Supply chain management: the industrial organization perspective," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 21, No. 1, pp. 13-22, 1991.
- [12] Ellram, L., and Cooper, M., "Supply Chain Management, Partnerships, and the Shipper - Third Party Relationship," *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 2, No. 2, pp. 1-10, 1990.
- [13] Ellram, L., and Cooper, M., "The Relationship between Supply Chain Management and Keiretsu," *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 4, No. 1, pp. 1- 12, 1993.
- [14] Frederix, F., "Planning and Scheduling Multi-Site Semiconductor Production Chain: A survey of needs, current practices and integration issues," *Conference on IT and Manufacturing Partnerships: Delivering the Promise, Galway, Ireland*, pp. 107-116, 1996.
- [15] Guinet, A., "Multi-site planning: A transshipment problem," *International Journal of Production Economics*, Vol. 74, pp. 21-32, 2001.

- [16] Houlihan, J., "International Supply Chain Management," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 15, No. 1, pp. 22–38, 1985.
- [17] Jones, T., and Riley, D. "Using Inventory for Competitive Advantage through Supply Chain Management," *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, Vol. 15, No. 5, pp. 16-26, 1985.
- [18] Klaus, P., *Supply Chain Management*, Klaus, P., and Krieger, W. (ed.), Gabler Lexikon Logistik, Wiesbaden, Gabler, pp. 434-441, 1998.
- [19] Kopczak, L. R., "Logistics partnership and supply chain restructuring: survey results from the US computer industry," *Production and Operations Management*, Vol. 6, No. 3, pp. 226-247, 1997.
- [20] Kotzab, H., and Otto, A., "Transferring End-user Orientation to Physical Distribution action - considering Supply Chain Management as a Logistical Marketing Approach," *Journal of Modern Business*, 2000.
- [21] Lee, H. L., and Billington, C., "Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities," *Sloan eManagement Review*, Vol. 33, No. 3, pp. 65-73, 1992.
- [22] Lee, H. L., and Ng, S. M., "Introduction to the special issue on global supply chain management," *Production and Operations Management*, Vol. 6, No. 3, pp. 191-192, 1997.
- [23] Lee, Y. H., "Supply Chain Model for the Semiconductor Industry of Global Market," *Journal of Systems Integration*, No. 10, pp. 189-206, 2001.

- [24] Makatsoris, C., Leach, N. P., Richards, H. D., Besant, C. and Risic, M., “Addressing the planning and control gaps in semiconductor virtual enterprises,” *Conference on IT and Manufacturing Partnerships: Delivering the Promise, Galway, Ireland*, pp. 117-129, 1996.
- [25] Metz, P., “Demystifying Supply Chain Management: Accomplishments and Challenges,” *Council of Logistics Management (CLM) (ed.): Annual Conference Proceedings, Chicago, Illinois, October 5-7, 1997*, pp. 237-255, 1997.
- [26] Murty, S. V., and Bienvenu, J. W., “Global Planning at Harris Semiconductor,” *IEEE International Symposium on Semiconductor Manufacturing*, pp. 18-23, 1995.
- [27] Ovacik, I. M., and Weng, W., “A Framework for Supply Chain Management in Semiconductor Manufacturing Industry,” *IEEE/CPMT International Electronics Manufacturing Technology Symposium*, pp. 47-50, 1995.
- [28] Pérez, J. L., “TOC for World Class Global Supply Chain Management,” *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 33, Issue. 1-2, pp.289-293, 1997.
- [29] Sauer, J., Suelmann, G., and Appelrath, H. J., “Multi-site scheduling with fuzzy concepts,” *International Journal of Approximate Reasoning*, Vol. 19, Issue. 1-2, pp. 145-160, 1998.
- [30] Sauer, J. and Appelrath, H. J., “Integrating Transportation in a Multi-Site Scheduling Environment,” *Proceedings of the IEEE 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol. 2, 2000

- [31] Saunders, M. J., "Chains, pipelines, networks and value stream: the role, nature and value of such metaphors in forming perceptions of the task of purchasing and supply management," *First Worldwide Research Symposium on Purchasing and Supply Chain Management, Tempe, Arizona*, pp. 476-485, 1995.
- [32] Tan, K. C., Kannan, V. R., and Handfield, R. B., "Supply chain management: supplier performance and firm performance," *International Journal of Purchasing and Material Management*, Vol. 34, No. 3, pp.2-9, 1998.
- [33] The Global Supply Chain Forum, cit. Lambert, D., Stock J., and Ellram L., *Fundamentals of Logistics Management*, Boston, Irwin-McGraw Hill, pp. 504, 1998.
- [34] Thierry, C., Besnard, P., Ghattas, D., and Bel, G., "Multi-Site Planning: Non Flexible Production Units and Set-Up Time Treatment," *INRIA/IEEE Symposium on Emerging Technologies and Factory Automation*, 1995. ETFA '95, Proceedings, Vol. 3, pp. 261-269, 1995
- [35] Wortman, J. C., Euwe, M. J., Taal, M., and Weiss, V. C. S., 1996, "A review of capacity planning techniques within standard software package," *Production Planning and Control*, Vol. 7 No2. pp117-128
- [36] 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.

- [37] 王立志、袁明鑑、黃彥彰，「TFT-LCD 產業多廠區訂單規劃與排程」，中國工業工程學會九十二年度論文集，31 頁，2003。
- [38] 半導體產業推動辦公室， <http://www.sipo.org.tw/>
- [39] 半導體製造自動化， http://www.semilink.com.tw/info/semi_index.html
- [40] 呂俊德、曾暉家、阮約翰，「半導體產業在先進規劃系統架構下的跨國多廠產能規劃方法」，中國工業工程學會九十二年度論文集，139 頁，2003。
- [41] 李瓊瑛，「整合晶圓製造與針測流程之生產規劃系統建構」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，2003。
- [42] 柯文清，「晶圓製造廠多工單等級下生產規劃模式之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，2000。
- [43] 陳志強，「多工單等級下晶圓廠生產週期時間估算法」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，2000。
- [44] 陳益參，「整合 IC 封裝與 IC 最終測試之生產規劃系統之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，2004。
- [45] 黃宏文，「晶圓製造廠區段基礎式週期時間估算法」，國立交通大學工業工程與管理學系，博士論文，2002。
- [46] 黃信榮，「記憶體 IC 最終測試廠主生產規劃系統之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，2003。
- [47] 臺灣應用材料，「半導體製程簡介」，
http://www.amt.com.tw/product/process/product_process.html

- [48] 鄭元杰、周哲維、林進添，「多廠區生產之整體物料規劃」，中國工業工程學會九十二年度論文集，75 頁，2003。
- [49] 賴欣瑜，「晶圓製造廠多廠間生產規劃模式之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，2001。
- [50] 戴于婷，「IC 封裝廠中期生產規劃系統之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，1998。
- [51] 鍾淑馨、黃宏文，「具製程規格能力限制之晶圓製造廠負荷分配演算法」，工業工程學刊，第十八卷，第四輯，第 82-96 頁，2001
- [52] 羅湘君，「晶圓廠針測區多工單等級生產規劃系統之設計」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，2002。



附錄 A 各製程階段可交貨時程表

A.1 晶圓製造階段第二個月各工單可交貨時程表

A1N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A1N02001	廠一機群 1	28 00:00:00	40 20:11:00
A1N02002	廠一機群 1	28 19:12:00	41 15:23:00
A1N02003	廠一機群 1	29 14:24:00	42 10:35:00
A1N02004	廠一機群 1	30 09:36:00	43 05:47:00
A1N02005	廠一機群 1	31 04:48:00	44 00:59:00
A1N02006	廠一機群 1	32 00:00:00	44 20:11:00
A1N02007	廠一機群 1	32 19:12:00	45 15:23:00
A1N02008	廠一機群 1	33 14:24:00	46 10:35:00
A1N02009	廠一機群 1	34 09:36:00	47 05:47:00
A1N02010	廠一機群 1	35 04:48:00	48 00:59:00
A1N02011	廠一機群 1	36 00:00:00	48 20:11:00
A1N02012	廠一機群 1	36 19:12:00	49 15:23:00
A1N02013	廠一機群 1	37 14:24:00	50 10:35:00
A1N02014	廠一機群 1	38 09:36:00	51 05:47:00
A1N02015	廠一機群 1	39 04:48:00	52 00:59:00
A1N02016	廠一機群 1	40 00:00:00	52 20:11:00
A1N02017	廠一機群 1	40 19:12:00	53 15:23:00
A1N02018	廠一機群 1	41 14:24:00	54 10:35:00
A1N02019	廠一機群 1	42 09:36:00	55 05:47:00
A1N02020	廠一機群 1	43 04:48:00	56 00:59:00
A1N02021	廠一機群 1	44 00:00:00	56 20:11:00
A1N02022	廠一機群 1	44 19:12:00	57 15:23:00
A1N02023	廠一機群 1	45 14:24:00	58 10:35:00
A1N02024	廠一機群 1	46 09:36:00	59 05:47:00
A1N02025	廠一機群 1	47 04:48:00	60 00:59:00
A1N02026	廠一機群 1	48 00:00:00	60 20:11:00
A1N02027	廠一機群 1	48 19:12:00	61 15:23:00
A1N02028	廠一機群 1	49 14:24:00	62 10:35:00
A1N02029	廠一機群 1	50 09:36:00	63 05:47:00

A1N (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A1N02030	廠一機群 1	51 04:48:00	64 00:59:00
A1N02031	廠一機群 1	52 00:00:00	64 20:11:00
A1N02032	廠一機群 1	52 19:12:00	65 15:23:00
A1N02033	廠一機群 1	53 14:24:00	66 10:35:00
A1N02034	廠一機群 1	54 09:36:00	67 05:47:00
A1N02035	廠一機群 1	55 04:48:00	68 00:59:00

A2H

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A2H02001	廠二機群 1	28 00:00:00	37 16:41:00
A2H02002	廠三機群 2	32 16:00:00	42 00:39:00
A2H02003	廠二機群 1	37 08:00:00	47 00:41:00
A2H02004	廠二機群 1	42 00:00:00	51 16:41:00
A2H02005	廠二機群 1	46 16:00:00	56 08:41:00
A2H02006	廠二機群 1	51 08:00:00	61 00:41:00

A2R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A2R02001	廠三機群 2	33 06:00:00	45 05:19:00
A2R02002	廠三機群 2	40 06:00:00	52 05:19:00

A3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A3N02001	廠二機群 2	28 00:00:00	40 14:29:00
A3N02002	廠一機群 3	28 00:00:00	41 01:28:00
A3N02003	廠二機群 2	29 01:51:00	41 16:20:00
A3N02004	廠二機群 2	30 03:42:00	42 18:11:00
A3N02005	廠二機群 2	31 05:33:00	43 20:02:00
A3N02006	廠二機群 2	32 07:24:00	44 21:53:00
A3N02007	廠一機群 3	32 16:00:00	45 17:28:00
A3N02008	廠二機群 2	33 09:15:00	45 23:44:00
A3N02009	廠二機群 2	34 11:06:00	47 01:35:00
A3N02010	廠二機群 2	35 12:57:00	48 03:26:00
A3N02011	廠二機群 2	36 14:48:00	49 05:17:00
A3N02013	廠二機群 2	37 16:39:00	50 07:08:00
A3N02012	廠一機群 3	37 08:00:00	50 09:28:00

A3N (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A3N02014	廠二機群 2	38 18:30:00	51 08:59:00
A3N02015	廠二機群 2	39 20:21:00	52 10:50:00
A3N02016	廠二機群 2	40 22:12:00	53 12:41:00
A3N02018	廠二機群 2	42 00:03:00	54 14:32:00
A3N02017	廠一機群 3	42 00:00:00	55 01:28:00
A3N02019	廠二機群 2	43 01:54:00	55 16:23:00
A3N02020	廠二機群 2	44 03:45:00	56 18:14:00
A3N02021	廠二機群 2	45 05:36:00	57 20:05:00
A3N02022	廠二機群 2	46 07:27:00	58 21:56:00
A3N02023	廠一機群 3	46 16:00:00	59 17:28:00
A3N02024	廠二機群 2	47 09:18:00	59 23:47:00
A3N02025	廠二機群 2	48 11:09:00	61 01:38:00
A3N02026	廠二機群 2	49 13:00:00	62 03:29:00
A3N02027	廠二機群 2	50 14:51:00	63 05:20:00
A3N02029	廠二機群 2	51 16:42:00	64 07:11:00
A3N02028	廠一機群 3	51 08:00:00	64 09:28:00
A3N02030	廠二機群 2	52 18:33:00	65 09:02:00
A3N02031	廠二機群 2	53 20:24:00	66 10:53:00
A3N02032	廠二機群 2	54 22:15:00	67 12:44:00

A3R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A3R02001	廠一機群 3	28 00:00:00	39 23:18:00
A3R02002	廠二機群 2	31 12:00:00	43 05:24:00
A3R02003	廠一機群 3	35 21:00:00	47 20:18:00
A3R02004	廠二機群 2	37 15:00:00	49 08:24:00
A3R02005	廠一機群 3	42 00:00:00	53 23:18:00
A3R02006	廠二機群 2	45 12:00:00	57 05:24:00
A3R02007	廠二機群 2	47 06:00:00	58 23:24:00
A3R02008	廠二機群 2	49 21:00:00	61 14:24:00
A3R02009	廠二機群 2	51 15:00:00	63 08:24:00
A3R02010	廠二機群 2	54 06:00:00	65 23:24:00

B1H

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B1H02001	廠一機群 1	30 08:00:00	40 23:47:00
B1H02002	廠三機群 1	35 00:00:00	45 01:32:00
B1H02003	廠一機群 1	39 16:00:00	50 07:47:00
B1H02004	廠三機群 1	44 08:00:00	54 09:32:00
B1H02005	廠一機群 1	49 00:00:00	59 15:47:00
B1H02006	廠三機群 1	53 16:00:00	63 17:32:00

B1R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B1R02001	廠一機群 1	28 21:00:00	41 11:35:00
B1R02002	廠一機群 1	36 18:00:00	49 08:35:00

B2N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02001	廠二機群 1	28 00:00:00	41 15:54:00
B2N02002	廠三機群 2	28 00:00:00	41 18:27:00
B2N02003	廠一機群 2	28 00:00:00	41 21:33:00
B2N02004	廠二機群 1	28 18:40:00	42 10:34:00
B2N02005	廠一機群 2	28 18:40:00	42 16:13:00
B2N02006	廠二機群 1	29 13:20:00	43 05:14:00
B2N02007	廠一機群 2	29 13:20:00	43 10:53:00
B2N02008	廠三機群 2	29 20:48:00	43 15:15:00
B2N02009	廠二機群 1	30 08:00:00	43 23:54:00
B2N02010	廠一機群 2	30 08:00:00	44 05:33:00
B2N02011	廠二機群 1	31 02:40:00	44 18:34:00
B2N02012	廠一機群 2	31 02:40:00	45 00:13:00
B2N02013	廠三機群 2	31 17:36:00	45 12:03:00
B2N02014	廠二機群 1	31 21:20:00	45 13:14:00
B2N02015	廠一機群 2	31 21:20:00	45 18:53:00
B2N02016	廠二機群 1	32 16:00:00	46 07:54:00
B2N02017	廠一機群 2	32 16:00:00	46 13:33:00
B2N02018	廠二機群 1	33 10:40:00	47 02:34:00
B2N02019	廠一機群 2	33 10:40:00	47 08:13:00
B2N02020	廠三機群 2	33 14:24:00	47 08:51:00
B2N02021	廠二機群 1	34 05:20:00	47 21:14:00
B2N02022	廠一機群 2	34 05:20:00	48 02:53:00

B2N (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02023	廠二機群 1	35 00:00:00	48 15:54:00
B2N02024	廠一機群 2	35 00:00:00	48 21:33:00
B2N02025	廠三機群 2	35 11:12:00	49 05:39:00
B2N02026	廠二機群 1	35 18:40:00	49 10:34:00
B2N02027	廠一機群 2	35 18:40:00	49 16:13:00
B2N02028	廠二機群 1	36 13:20:00	50 05:14:00
B2N02029	廠一機群 2	36 13:20:00	50 10:53:00
B2N02030	廠二機群 1	37 08:00:00	50 23:54:00
B2N02031	廠三機群 2	37 08:00:00	51 02:27:00
B2N02032	廠一機群 2	37 08:00:00	51 05:33:00
B2N02033	廠二機群 1	38 02:40:00	51 18:34:00
B2N02034	廠一機群 2	38 02:40:00	52 00:13:00
B2N02035	廠二機群 1	38 21:20:00	52 13:14:00
B2N02036	廠一機群 2	38 21:20:00	52 18:53:00
B2N02037	廠三機群 2	39 04:48:00	52 23:15:00
B2N02038	廠二機群 1	39 16:00:00	53 07:54:00
B2N02039	廠一機群 2	39 16:00:00	53 13:33:00
B2N02040	廠二機群 1	40 10:40:00	54 02:34:00
B2N02041	廠一機群 2	40 10:40:00	54 08:13:00
B2N02042	廠三機群 2	41 01:36:00	54 20:03:00
B2N02043	廠二機群 1	41 05:20:00	54 21:14:00
B2N02044	廠一機群 2	41 05:20:00	55 02:53:00
B2N02045	廠二機群 1	42 00:00:00	55 15:54:00
B2N02046	廠一機群 2	42 00:00:00	55 21:33:00
B2N02047	廠二機群 1	42 18:40:00	56 10:34:00
B2N02048	廠一機群 2	42 18:40:00	56 16:13:00
B2N02049	廠三機群 2	42 22:24:00	56 16:51:00
B2N02050	廠二機群 1	43 13:20:00	57 05:14:00
B2N02051	廠一機群 2	43 13:20:00	57 10:53:00
B2N02052	廠二機群 1	44 08:00:00	57 23:54:00
B2N02053	廠一機群 2	44 08:00:00	58 05:33:00
B2N02054	廠三機群 2	44 19:12:00	58 13:39:00
B2N02055	廠二機群 1	45 02:40:00	58 18:34:00
B2N02056	廠一機群 2	45 02:40:00	59 00:13:00
B2N02057	廠二機群 1	45 21:20:00	59 13:14:00
B2N02058	廠一機群 2	45 21:20:00	59 18:53:00

B2N (續)

B2N02059	廠二機群 1	46 16:00:00	60 07:54:00
B2N02060	廠三機群 2	46 16:00:00	60 10:27:00
B2N02061	廠一機群 2	46 16:00:00	60 13:33:00
B2N02062	廠二機群 1	47 10:40:00	61 02:34:00
B2N02063	廠一機群 2	47 10:40:00	61 08:13:00
B2N02064	廠二機群 1	48 05:20:00	61 21:14:00
B2N02065	廠一機群 2	48 05:20:00	62 02:53:00
B2N02066	廠三機群 2	48 12:48:00	62 07:15:00
B2N02067	廠二機群 1	49 00:00:00	62 15:54:00
B2N02068	廠一機群 2	49 00:00:00	62 21:33:00
B2N02069	廠二機群 1	49 18:40:00	63 10:34:00
B2N02070	廠一機群 2	49 18:40:00	63 16:13:00
B2N02071	廠三機群 2	50 09:36:00	64 04:03:00
B2N02072	廠二機群 1	50 13:20:00	64 05:14:00
B2N02073	廠一機群 2	50 13:20:00	64 10:53:00
B2N02074	廠二機群 1	51 08:00:00	64 23:54:00
B2N02075	廠一機群 2	51 08:00:00	65 05:33:00
B2N02076	廠二機群 1	52 02:40:00	65 18:34:00
B2N02077	廠一機群 2	52 02:40:00	66 00:13:00
B2N02078	廠三機群 2	52 06:24:00	66 00:51:00
B2N02079	廠二機群 1	52 21:20:00	66 13:14:00
B2N02080	廠一機群 2	52 21:20:00	66 18:53:00
B2N02081	廠二機群 1	53 16:00:00	67 07:54:00
B2N02082	廠一機群 2	53 16:00:00	67 13:33:00
B2N02083	廠三機群 2	54 03:12:00	67 21:39:00
B2N02084	廠二機群 1	54 10:40:00	68 02:34:00
B2N02085	廠一機群 2	54 10:40:00	68 08:13:00
B2N02086	廠二機群 1	55 05:20:00	68 21:14:00
B2N02087	廠一機群 2	55 05:20:00	69 02:53:00

B2R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2R02001	廠二機群 1	32 09:00:00	45 00:05:00
B2R02002	廠三機群 2	34 03:00:00	46 22:44:00
B2R02003	廠二機群 1	38 12:00:00	51 03:05:00
B2R02004	廠三機群 2	41 03:00:00	53 22:44:00
B2R02005	廠三機群 2	42 21:00:00	55 16:44:00

B2R (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2R02006	廠三機群 2	46 09:00:00	59 04:44:00
B2R02007	廠三機群 2	48 03:00:00	60 22:44:00
B2R02008	廠三機群 2	50 18:00:00	63 13:44:00
B2R02009	廠三機群 2	52 12:00:00	65 07:44:00
B2R02010	廠三機群 2	55 03:00:00	67 22:44:00

C2N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
C2N02001	廠三機群 2	28 00:00:00	41 08:49:00
C2N02002	廠三機群 2	29 08:00:00	42 16:49:00
C2N02003	廠三機群 2	30 16:00:00	44 00:49:00
C2N02004	廠三機群 2	32 00:00:00	45 08:49:00
C2N02005	廠三機群 2	33 08:00:00	46 16:49:00
C2N02006	廠三機群 2	34 16:00:00	48 00:49:00
C2N02007	廠三機群 2	36 00:00:00	49 08:49:00
C2N02008	廠三機群 2	37 08:00:00	50 16:49:00
C2N02009	廠三機群 2	38 16:00:00	52 00:49:00
C2N02010	廠三機群 2	40 00:00:00	53 08:49:00
C2N02011	廠三機群 2	41 08:00:00	54 16:49:00
C2N02012	廠三機群 2	42 16:00:00	56 00:49:00
C2N02013	廠三機群 2	44 00:00:00	57 08:49:00
C2N02014	廠三機群 2	45 08:00:00	58 16:49:00
C2N02015	廠三機群 2	46 16:00:00	60 00:49:00
C2N02016	廠三機群 2	48 00:00:00	61 08:49:00
C2N02017	廠三機群 2	49 08:00:00	62 16:49:00
C2N02018	廠三機群 2	50 16:00:00	64 00:49:00
C2N02019	廠三機群 2	52 00:00:00	65 08:49:00
C2N02020	廠三機群 2	53 08:00:00	66 16:49:00
C2N02021	廠三機群 2	54 16:00:00	68 00:49:00

C2R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
C2R02001	廠一機群 2	29 18:00:00	42 03:44:00
C2R02002	廠三機群 2	43 18:00:00	56 09:20:00

C3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
C3N02001	廠二機群 2	28 00:00:00	41 01:18:00
C3N02002	廠一機群 3	28 00:00:00	41 10:55:00
C3N02003	廠一機群 3	30 00:00:00	43 10:55:00
C3N02004	廠二機群 2	31 12:00:00	44 13:18:00
C3N02005	廠一機群 3	32 00:00:00	45 10:55:00
C3N02006	廠一機群 3	34 00:00:00	47 10:55:00
C3N02007	廠二機群 2	35 00:00:00	48 01:18:00
C3N02008	廠一機群 3	36 00:00:00	49 10:55:00
C3N02009	廠一機群 3	38 00:00:00	51 10:55:00
C3N02010	廠二機群 2	38 12:00:00	51 13:18:00
C3N02011	廠一機群 3	40 00:00:00	53 10:55:00
C3N02012	廠二機群 2	42 00:00:00	55 01:18:00
C3N02013	廠一機群 3	42 00:00:00	55 10:55:00
C3N02014	廠一機群 3	44 00:00:00	57 10:55:00
C3N02015	廠二機群 2	45 12:00:00	58 13:18:00
C3N02016	廠一機群 3	46 00:00:00	59 10:55:00
C3N02017	廠一機群 3	48 00:00:00	61 10:55:00
C3N02018	廠二機群 2	49 00:00:00	62 01:18:00
C3N02019	廠一機群 3	50 00:00:00	63 10:55:00
C3N02020	廠一機群 3	52 00:00:00	65 10:55:00
C3N02021	廠二機群 2	52 12:00:00	65 13:18:00
C3N02022	廠一機群 3	54 00:00:00	67 10:55:00

D1N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1N02001	廠三機群 1	28 00:00:00	43 01:18:00
D1N02002	廠三機群 1	28 12:27:00	43 13:44:00
D1N02003	廠三機群 1	29 00:54:00	44 02:12:00
D1N02004	廠三機群 1	29 13:21:00	44 14:38:00
D1N02005	廠三機群 1	30 01:48:00	45 03:06:00
D1N02006	廠三機群 1	30 14:15:00	45 15:32:00
D1N02007	廠三機群 1	31 02:42:00	46 04:00:00
D1N02008	廠三機群 1	31 15:09:00	46 16:26:00
D1N02009	廠三機群 1	32 03:36:00	47 04:54:00
D1N02010	廠三機群 1	32 16:03:00	47 17:20:00
D1N02011	廠三機群 1	33 04:30:00	48 05:48:00

D1N (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1N02012	廠三機群 1	33 16:57:00	48 18:14:00
D1N02013	廠三機群 1	34 05:24:00	49 06:42:00
D1N02014	廠三機群 1	34 17:51:00	49 19:08:00
D1N02015	廠三機群 1	35 06:18:00	50 07:36:00
D1N02016	廠三機群 1	35 18:45:00	50 20:02:00
D1N02017	廠三機群 1	36 07:12:00	51 08:30:00
D1N02018	廠三機群 1	36 19:39:00	51 20:56:00
D1N02019	廠三機群 1	37 08:06:00	52 09:24:00
D1N02020	廠三機群 1	37 20:33:00	52 21:50:00
D1N02021	廠三機群 1	38 09:00:00	53 10:18:00
D1N02022	廠三機群 1	38 21:27:00	53 22:44:00
D1N02023	廠三機群 1	39 09:54:00	54 11:12:00
D1N02024	廠三機群 1	39 22:21:00	54 23:38:00
D1N02025	廠三機群 1	40 10:48:00	55 12:06:00
D1N02026	廠三機群 1	40 23:15:00	56 00:32:00
D1N02027	廠三機群 1	41 11:42:00	56 13:00:00
D1N02028	廠三機群 1	42 00:09:00	57 01:26:00
D1N02029	廠三機群 1	42 12:36:00	57 13:54:00
D1N02030	廠三機群 1	43 01:03:00	58 02:20:00
D1N02031	廠三機群 1	43 13:30:00	58 14:48:00
D1N02032	廠三機群 1	44 01:57:00	59 03:14:00
D1N02033	廠三機群 1	44 14:24:00	59 15:42:00
D1N02034	廠三機群 1	45 02:51:00	60 04:08:00
D1N02035	廠三機群 1	45 15:18:00	60 16:36:00
D1N02036	廠三機群 1	46 03:45:00	61 05:02:00
D1N02037	廠三機群 1	46 16:12:00	61 17:30:00
D1N02038	廠三機群 1	47 04:39:00	62 05:56:00
D1N02039	廠三機群 1	47 17:06:00	62 18:24:00
D1N02040	廠三機群 1	48 05:33:00	63 06:50:00
D1N02041	廠三機群 1	48 18:00:00	63 19:18:00
D1N02042	廠三機群 1	49 06:27:00	64 07:44:00
D1N02043	廠三機群 1	49 18:54:00	64 20:12:00
D1N02044	廠三機群 1	50 07:21:00	65 08:38:00
D1N02045	廠三機群 1	50 19:48:00	65 21:06:00
D1N02046	廠三機群 1	51 08:15:00	66 09:32:00
D1N02047	廠三機群 1	51 20:42:00	66 22:00:00

D1N (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1N02048	廠三機群 1	52 09:09:00	67 10:26:00
D1N02049	廠三機群 1	52 21:36:00	67 22:54:00
D1N02050	廠三機群 1	53 10:03:00	68 11:20:00
D1N02051	廠三機群 1	53 22:30:00	68 23:48:00
D1N02052	廠三機群 1	54 10:57:00	69 12:14:00
D1N02053	廠三機群 1	54 23:24:00	70 00:42:00
D1N02054	廠三機群 1	55 11:51:00	70 13:08:00

D1R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1R02001	廠一機群 1	30 15:00:00	44 17:11:00
D1R02002	廠一機群 1	35 00:00:00	49 02:11:00
D1R02003	廠一機群 1	39 09:00:00	53 11:11:00
D1R02004	廠一機群 1	44 15:00:00	58 17:11:00
D1R02005	廠一機群 1	49 00:00:00	63 02:11:00
D1R02006	廠一機群 1	53 09:00:00	67 11:11:00

E3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
E3N02001	廠二機群 2	28 00:00:00	42 14:50:00
E3N02002	廠一機群 3	28 00:00:00	43 02:47:00
E3N02003	廠二機群 2	29 13:20:00	44 04:10:00
E3N02004	廠二機群 2	31 02:40:00	45 17:30:00
E3N02005	廠二機群 2	32 16:00:00	47 06:50:00
E3N02006	廠二機群 2	34 05:20:00	48 20:10:00
E3N02007	廠二機群 2	35 18:40:00	50 09:30:00
E3N02008	廠二機群 2	37 08:00:00	51 22:50:00
E3N02009	廠二機群 2	38 21:20:00	53 12:10:00
E3N02010	廠二機群 2	40 10:40:00	55 01:30:00
E3N02011	廠二機群 2	42 00:00:00	56 14:50:00
E3N02012	廠一機群 3	42 00:00:00	57 02:47:00
E3N02013	廠二機群 2	43 13:20:00	58 04:10:00
E3N02014	廠二機群 2	45 02:40:00	59 17:30:00
E3N02015	廠二機群 2	46 16:00:00	61 06:50:00
E3N02016	廠二機群 2	48 05:20:00	62 20:10:00
E3N02017	廠二機群 2	49 18:40:00	64 09:30:00

E2N (續)

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
E3N02018	廠二機群 2	51 08:00:00	65 22:50:00
E3N02019	廠二機群 2	52 21:20:00	67 12:10:00
E3N02020	廠二機群 2	54 10:40:00	69 01:30:00



A.2 晶圓針測階段 Period29 各工單可交貨時程表

A1N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A1N02018	廠一機群 1	56 00:00:00	56 15:20:00
A1N02019	廠二機群 1	56 00:00:00	56 15:54:00

A3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A3N02018	廠一機群 2	56 00:00:00	56 15:48:00
A3N02019	廠一機群 1	56 00:00:00	56 17:35:00
A3N02017	廠二機群 1	56 00:00:00	56 17:52:00

B1H

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B1H02004	廠一機群 3	56 00:00:00	56 12:49:00

B2N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02041	廠二機群 2	56 00:00:00	56 20:51:00
B2N02042	廠一機群 4	56 00:00:00	56 22:01:00
B2N02040	廠一機群 3	56 00:00:00	56 23:37:00
B2N02043	廠二機群 3	56 00:00:00	57 05:59:00
B2N02044	廠二機群 2	56 16:00:00	57 12:51:00
B2N02046	廠二機群 2	57 08:00:00	58 04:51:00
B2N02045	廠二機群 3	57 00:00:00	58 05:59:00

B2R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2R02005	廠一機群 3	56 00:00:00	56 20:33:00

C2N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
C2N02011	廠二機群 3	56 00:00:00	57 04:50:00

C3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
C3N02012	廠一機群 4	56 00:00:00	56 23:26:00
C3N02013	廠一機群 3	56 00:00:00	57 01:22:00

D1N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1N02023	廠一機群 5	56 00:00:00	57 06:07:00
D1N02024	廠二機群 4	56 00:00:00	57 06:34:00
D1N02025	廠一機群 6	56 00:00:00	57 11:28:00

E3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
E3N02010	廠二機群 5	56 00:00:00	57 10:59:00



A.3 IC 封裝階段 Period30 各工單可交貨時程表

A1N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A1N02017	廠一機群 1	58 00:00:00	59 11:00:00
A1N02018	廠一機群 1	58 19:12:00	60 06:12:00
A1N02019	廠二機群 1	59 00:00:00	60 20:49:00

A3R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A3R02005	廠一機群 1	58 09:36:00	59 20:36:00

A3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A3N02018	廠二機群 1	58 00:00:00	59 20:49:00
A3N02019	廠一機群 1	59 04:48:00	60 15:48:00
A3N02017	廠一機群 1	59 14:24:00	61 01:24:00

B1H

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B1H02004	廠二機群 2	58 00:00:00	58 22:24:00

B2R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2R02005	廠二機群 2	58 09:36:00	59 10:42:00

B2N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02042	廠一機群 2	58 00:00:00	59 11:56:00
B2N02041	廠二機群 2	58 19:12:00	59 20:18:00
B2N02043	廠二機群 2	59 04:48:00	60 05:54:00
B2N02040	廠一機群 2	59 00:00:00	60 11:56:00
B2N02044	廠二機群 2	59 14:24:00	60 15:30:00

C2N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
C2N02011	廠一機群 3	59 08:00:00	60 13:49:00

C3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
C3N02012	廠一機群 3	58 00:00:00	59 05:49:00
C3N02013	廠一機群 3	58 16:00:00	59 21:49:00

D1R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1R02003	廠二機群 3	58 00:00:00	59 15:20:00

D1N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1N02021	廠一機群 4	58 00:00:00	59 15:43:00
D1N02022	廠二機群 3	58 12:00:00	60 03:20:00
D1N02023	廠二機群 3	59 00:00:00	60 15:20:00
D1N02024	廠一機群 4	59 00:00:00	60 15:43:00
D1N02025	廠二機群 3	59 12:00:00	61 03:20:00

E3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
E3N02009	廠二機群 4	58 00:00:00	60 03:11:00
E3N02010	廠二機群 4	59 00:00:00	61 03:11:00

A.4 IC 最終測試階段 Day61 各工單可交貨時程表

A1N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A1N02017	廠二機群 1	60 00:00:00	60 09:40:00

A3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A3N02018	廠一機群 1	60 00:00:00	60 07:31:00

A3R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
A3R02005	廠二機群 1	60 00:00:00	60 07:54:00

B2N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2N02041	廠二機群 2	60 00:00:00	60 20:33:00
B2N02042	廠一機群 2	60 00:00:00	60 20:39:00

B2R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
B2R02005	廠二機群 2	60 08:00:00	61 04:01:00

C3N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
C3N02012	廠一機群 3	60 00:00:00	61 13:26:00
C3N02013	廠二機群 3	60 00:00:00	61 13:36:00

D1N

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1N02021	廠一機群 2	60 00:00:00	61 13:40:00

D1R

工單流水號	機群	投料時點	可交貨時點
D1R02003	廠二機群 2	60 16:00:00	62 04:47:00

附錄 B 各工單半導體供應鏈可交貨時程表

A1N

工單流水號	可交貨時點	投料時點	整體供應鏈		X-Factor (1)/(2)	純生產		X-Factor2 (3)/(2)
			生產週期時間 (1)	純製程時間 (2)		週期時間 (3)		
A1N02001	46 07:31:00	28 00:00:00	18 07:31:00	9 18:58:00	1.8705	13 10:12:00	1.3713	
A1N02002	46 20:54:00	28 19:12:00	18 01:42:00	9 15:48:00	1.871	13 08:26:00	1.3824	
A1N02003	48 07:34:00	29 14:24:00	18 17:10:00	9 18:58:00	1.9116	13 10:13:00	1.3713	
A1N02004	49 09:40:00	30 09:36:00	19 00:04:00	9 15:16:00	1.972	13 08:58:00	1.3879	
A1N02005	50 09:40:00	31 04:48:00	19 04:52:00	9 15:16:00	1.9928	13 12:53:00	1.4048	
A1N02006	51 08:54:00	32 00:00:00	19 08:54:00	9 15:16:00	2.0102	13 12:13:00	1.4019	
A1N02007	52 07:34:00	32 19:12:00	19 12:22:00	9 15:16:00	2.0252	13 11:04:00	1.3969	
A1N02008	53 08:54:00	33 14:24:00	19 18:30:00	9 15:16:00	2.0517	13 07:03:00	1.3796	
A1N02009	53 20:54:00	34 09:36:00	19 11:18:00	9 15:16:00	2.0206	13 07:03:00	1.3796	
A1N02012	54 07:31:00	36 19:12:00	17 12:19:00	9 19:08:00	1.7876	13 11:33:00	1.376	
A1N02010	54 08:54:00	35 04:48:00	19 04:06:00	9 15:16:00	1.9895	13 07:32:00	1.3817	
A1N02011	54 20:54:00	36 00:00:00	18 20:54:00	9 15:38:00	1.9552	13 08:00:00	1.3815	
A1N02014	56 07:31:00	38 09:36:00	17 21:55:00	9 18:58:00	1.8297	13 10:11:00	1.3712	
A1N02013	57 08:54:00	37 14:24:00	19 18:30:00	9 15:16:00	2.0517	13 07:32:00	1.3817	
A1N02015	59 08:54:00	39 04:48:00	20 04:06:00	9 15:16:00	2.0933	13 12:10:00	1.4017	
A1N02016	59 20:54:00	40 00:00:00	19 20:54:00	9 15:16:00	2.0621	13 12:10:00	1.4017	
A1N02017	60 09:40:00	40 19:12:00	19 14:28:00	9 15:16:00	2.0343	13 12:50:00	1.4046	
A1N02018	61 08:54:00	41 14:24:00	19 18:30:00	9 15:16:00	2.0517	13 07:29:00	1.3814	
A1N02019	61 20:54:00	42 09:36:00	19 11:18:00	9 23:38:00	1.9501	13 16:31:00	1.3709	
A1N02020	62 07:34:00	43 04:48:00	19 02:46:00	9 18:36:00	1.9555	13 09:51:00	1.3719	
A1N02021	62 08:54:00	44 00:00:00	18 08:54:00	9 15:48:00	1.9021	13 08:44:00	1.3837	
A1N02022	63 09:40:00	44 19:12:00	18 14:28:00	9 15:48:00	1.9261	13 09:24:00	1.3865	
A1N02023	64 08:54:00	45 14:24:00	18 18:30:00	9 15:16:00	1.948	13 07:35:00	1.3819	
A1N02024	64 20:54:00	46 09:36:00	18 11:18:00	9 23:48:00	1.8486	13 17:56:00	1.3759	
A1N02026	66 07:34:00	48 00:00:00	18 07:34:00	9 15:48:00	1.8963	13 06:48:00	1.3753	
A1N02025	67 08:54:00	47 04:48:00	20 04:06:00	9 23:16:00	2.0233	13 16:04:00	1.3711	
A1N02027	67 20:54:00	48 19:12:00	19 01:42:00	9 15:48:00	1.9745	13 07:57:00	1.3803	
A1N02028	68 07:31:00	49 14:24:00	18 17:07:00	9 15:16:00	1.942	13 06:19:00	1.3764	
A1N02029	68 07:31:00	50 09:36:00	17 21:55:00	9 18:58:00	1.8297	13 10:12:00	1.3713	
A1N02030	71 08:54:00	51 04:48:00	20 04:06:00	9 15:16:00	2.0933	13 12:14:00	1.402	
A1N02031	71 20:54:00	52 00:00:00	19 20:54:00	9 15:16:00	2.0621	13 12:14:00	1.402	
A1N02034	72 08:54:00	54 09:36:00	17 23:18:00	9 18:58:00	1.8356	13 11:24:00	1.3764	

A1N (續)

工單流水號	可交貨時點	投料時點	整體供應鏈	純製程時間	X-Factor	純生產	X-Factor2
			生產週期時間 (1)				
A1N02032	72 08:54:00	52 19:12:00	19 13:42:00	9 15:16:00	2.031	13 12:14:00	1.402
A1N02033	72 20:54:00	53 14:24:00	19 06:30:00	9 15:16:00	1.9999	13 07:31:00	1.3816
A1N02035	74 08:54:00	55 04:48:00	19 04:06:00	9 15:16:00	1.9895	13 07:32:00	1.3817

A2H

工單流水號	可交貨時點	投料時點	整體供應鏈	純製程時間	X-Factor	純生產	X-Factor2
			生產週期時間 (1)				
A2H02001	42 07:12:00	28 00:00:00	14 07:12:00	9 11:37:00	1.5078	10 13:31:00	1.1138
A2H02002	48 07:12:00	32 16:00:00	15 15:12:00	9 12:19:00	1.6433	10 05:34:00	1.0756
A2H02003	52 07:12:00	37 08:00:00	14 23:12:00	9 11:37:00	1.5781	10 12:51:00	1.1109
A2H02004	56 07:09:00	42 00:00:00	14 07:09:00	9 11:37:00	1.5076	10 12:49:00	1.1107
A2H02005	62 07:12:00	46 16:00:00	15 15:12:00	9 11:37:00	1.6484	10 13:19:00	1.1129
A2H02006	66 07:12:00	51 08:00:00	14 23:12:00	9 11:34:00	1.5784	10 12:46:00	1.1107

A2R

工單流水號	可交貨時點	投料時點	整體供應鏈	純製程時間	X-Factor	純生產	X-Factor2
			生產週期時間 (1)				
A2R02001	50 07:54:00	33 06:00:00	17 01:54:00	9 17:28:00	1.7557	12 20:19:00	1.3206
A2R02002	58 07:19:00	40 06:00:00	18 01:19:00	9 17:28:00	1.856	12 20:48:00	1.3227

A3R

工單流水號	可交貨時點	投料時點	整體供應鏈	純製程時間	X-Factor	純生產	X-Factor2
			生產週期時間 (1)				
A3R02001	45 07:54:00	28 00:00:00	17 07:54:00	9 18:12:00	1.7758	12 19:44:00	1.314
A3R02002	49 07:54:00	31 12:00:00	17 19:54:00	9 18:43:00	1.823	12 15:16:00	1.2921
A3R02003	53 07:19:00	35 21:00:00	17 10:19:00	10 02:12:00	1.7272	13 03:58:00	1.3046
A3R02004	55 07:54:00	37 15:00:00	17 16:54:00	9 19:02:00	1.8078	12 15:46:00	1.2924
A3R02005	60 07:54:00	42 00:00:00	18 07:54:00	9 18:02:00	1.8796	12 21:54:00	1.3242
A3R02006	63 07:54:00	45 12:00:00	17 19:54:00	9 22:12:00	1.7964	12 19:05:00	1.2892
A3R02007	64 07:19:00	47 06:00:00	17 01:19:00	9 19:02:00	1.7415	12 15:17:00	1.2904
A3R02008	66 07:19:00	49 21:00:00	16 10:19:00	10 02:52:00	1.6236	12 22:28:00	1.2783

A3R (續)

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
A3R02009	69 07:54:00	51 15:00:00	17 16:54:00	9 19:02:00	1.8078	12 14:28:00	1.2869
A3R02010	70 07:19:00	54 06:00:00	16 01:19:00	10 03:02:00	1.5854	13 00:42:00	1.2867

A3N

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
A3N02002	47 07:31:00	28 00:00:00	19 07:31:00	9 21:22:00	1.9527	13 16:30:00	1.3839
A3N02001	47 08:54:00	28 00:00:00	19 08:54:00	9 18:43:00	1.9807	13 04:33:00	1.3486
A3N02003	47 20:54:00	29 01:51:00	18 19:03:00	9 19:02:00	1.9191	13 05:12:00	1.3496
A3N02004	48 07:31:00	30 03:42:00	18 03:49:00	9 19:02:00	1.8543	13 02:03:00	1.3362
A3N02005	49 07:31:00	31 05:33:00	18 01:58:00	9 22:12:00	1.8219	13 06:55:00	1.3389
A3N02006	50 07:31:00	32 07:24:00	18 00:07:00	10 03:02:00	1.778	13 13:18:00	1.3385
A3N02008	51 07:31:00	33 09:15:00	17 22:16:00	9 19:02:00	1.8307	13 04:46:00	1.3478
A3N02007	51 08:54:00	32 16:00:00	18 16:54:00	10 02:02:00	1.8547	14 00:14:00	1.3892
A3N02009	52 07:31:00	34 11:06:00	17 20:25:00	10 02:52:00	1.764	13 10:02:00	1.326
A3N02010	55 07:31:00	35 12:57:00	19 18:34:00	9 18:43:00	2.0219	13 03:21:00	1.3435
A3N02011	55 09:40:00	36 14:48:00	18 18:52:00	9 22:12:00	1.8928	13 08:51:00	1.347
A3N02012	57 08:54:00	37 08:00:00	20 00:54:00	9 21:22:00	2.026	13 17:41:00	1.3889
A3N02014	57 08:54:00	38 18:30:00	18 14:24:00	9 18:43:00	1.9019	13 04:33:00	1.3486
A3N02013	57 20:54:00	37 16:39:00	20 04:15:00	9 22:22:00	2.0315	13 06:39:00	1.3368
A3N02015	58 07:31:00	39 20:21:00	18 11:10:00	9 22:22:00	1.8592	13 08:08:00	1.343
A3N02016	59 07:31:00	40 22:12:00	18 09:19:00	9 22:22:00	1.8514	13 08:08:00	1.343
A3N02018	60 07:31:00	42 00:03:00	18 07:28:00	10 03:02:00	1.8083	13 10:16:00	1.326
A3N02019	61 07:31:00	43 01:54:00	18 05:37:00	9 18:43:00	1.8644	13 03:17:00	1.3433
A3N02017	62 08:54:00	42 00:00:00	20 08:54:00	9 18:02:00	2.089	13 14:17:00	1.3942
A3N02020	63 08:54:00	44 03:45:00	19 05:09:00	9 18:43:00	1.9647	13 04:35:00	1.3488
A3N02021	63 20:54:00	45 05:36:00	18 15:18:00	9 22:12:00	1.8778	13 09:54:00	1.3514
A3N02023	65 07:31:00	46 16:00:00	18 15:31:00	10 01:53:00	1.8501	13 21:28:00	1.3786
A3N02022	65 08:54:00	46 07:27:00	19 01:27:00	9 18:52:00	1.9477	13 05:20:00	1.3511
A3N02024	65 20:54:00	47 09:18:00	18 11:36:00	9 18:52:00	1.8887	13 05:20:00	1.3511
A3N02025	67 07:31:00	48 11:09:00	18 20:22:00	9 18:43:00	1.9273	13 03:21:00	1.3435
A3N02026	69 07:31:00	49 13:00:00	19 18:31:00	9 18:43:00	2.0217	13 03:19:00	1.3434
A3N02027	69 09:40:00	50 14:51:00	18 18:49:00	9 22:12:00	1.8926	13 08:49:00	1.3468

A3N (續)

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產 週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)				
A3N02029	70 07:34:00	51 16:42:00	18 14:52:00	9 18:52:00	1.9026	13 04:11:00	1.3462
A3N02028	71 07:31:00	51 08:00:00	19 23:31:00	10 02:12:00	1.9798	14 02:05:00	1.3959
A3N02030	72 08:54:00	52 18:33:00	19 14:21:00	9 18:52:00	2.0026	13 05:20:00	1.3511
A3N02031	73 07:31:00	53 20:24:00	19 11:07:00	9 18:43:00	1.9901	13 03:19:00	1.3434
A3N02032	73 09:40:00	54 22:15:00	18 11:25:00	9 22:12:00	1.8615	13 08:49:00	1.3468

B1H

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產 週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)				
B1H02001	46 19:28:00	30 08:00:00	16 11:28:00	10 08:08:00	1.5938	11 17:37:00	1.1349
B1H02002	49 19:44:00	35 00:00:00	14 19:44:00	10 07:43:00	1.436	11 03:53:00	1.0814
B1H02003	57 19:39:00	39 16:00:00	18 03:39:00	10 07:25:00	1.7608	11 16:38:00	1.1343
B1H02004	59 19:44:00	44 08:00:00	15 11:44:00	10 08:14:00	1.4975	11 04:39:00	1.0822
B1H02005	63 19:39:00	49 00:00:00	14 19:39:00	10 07:25:00	1.4375	11 16:40:00	1.1344
B1H02006	67 20:01:00	53 16:00:00	14 04:01:00	10 07:31:00	1.3737	11 04:02:00	1.0829

B1R

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產 週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)				
B1R02001	46 19:49:00	28 21:00:00	17 22:49:00	10 11:28:00	1.7132	13 14:19:00	1.2977
B1R02002	56 07:49:00	36 18:00:00	19 13:49:00	10 11:28:00	1.8683	13 15:00:00	1.3004

B2R

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產 週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)				
B2R02001	51 20:01:00	32 09:00:00	19 11:01:00	10 13:24:00	1.843	13 18:09:00	1.3029
B2R02002	54 04:08:00	34 03:00:00	20 01:08:00	10 14:54:00	1.8875	13 20:36:00	1.3048
B2R02003	56 19:50:00	38 12:00:00	18 07:50:00	10 13:44:00	1.7334	13 15:26:00	1.2905
B2R02004	59 07:51:00	41 03:00:00	18 04:51:00	10 14:32:00	1.7163	13 19:50:00	1.3037
B2R02005	61 04:01:00	42 21:00:00	18 07:01:00	10 14:54:00	1.7223	13 20:49:00	1.3057
B2R02006	65 20:13:00	46 09:00:00	19 11:13:00	10 14:32:00	1.8356	13 19:57:00	1.3042

B2R (續)

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
B2R02007	67 08:01:00	48 03:00:00	19 05:01:00	10 14:32:00	1.8112	13 19:57:00	1.3042
B2R02008	70 07:49:00	50 18:00:00	19 13:49:00	10 14:12:00	1.8482	13 19:59:00	1.306
B2R02009	71 20:01:00	52 12:00:00	19 08:01:00	10 14:54:00	1.8204	13 20:16:00	1.3035
B2R02010	74 07:50:00	55 03:00:00	19 04:50:00	10 14:35:00	1.8101	13 20:09:00	1.3047

B2N

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
B2N02002	48 14:25:00	28 00:00:00	20 14:25:00	10 23:44:00	1.8747	15 02:04:00	1.3729
B2N02001	48 20:25:00	28 00:00:00	20 20:25:00	10 13:24:00	1.9748	14 14:20:00	1.3825
B2N02003	49 02:25:00	28 00:00:00	21 02:25:00	10 23:25:00	1.9225	14 21:11:00	1.356
B2N02004	49 08:25:00	28 18:40:00	20 13:45:00	10 13:47:00	1.9456	14 07:24:00	1.3531
B2N02005	49 14:25:00	28 18:40:00	20 19:45:00	10 13:56:00	1.968	14 11:35:00	1.3688
B2N02008	49 20:38:00	29 20:48:00	19 23:50:00	10 23:41:00	1.8197	14 17:38:00	1.3411
B2N02006	49 20:45:00	29 13:20:00	20 07:25:00	10 14:06:00	1.9182	14 08:32:00	1.3559
B2N02007	50 04:45:00	29 13:20:00	20 15:25:00	10 13:56:00	1.951	14 11:53:00	1.37
B2N02009	50 12:45:00	30 08:00:00	20 04:45:00	10 13:47:00	1.9101	14 07:42:00	1.3543
B2N02011	50 20:21:00	31 02:40:00	19 17:41:00	10 14:06:00	1.8642	14 08:07:00	1.3543
B2N02010	50 20:45:00	30 08:00:00	20 12:45:00	10 23:25:00	1.8706	14 21:58:00	1.3589
B2N02013	51 08:21:00	31 17:36:00	19 14:45:00	10 14:35:00	1.8491	14 10:14:00	1.36
B2N02014	51 20:33:00	31 21:20:00	19 23:13:00	10 14:06:00	1.8859	14 08:17:00	1.3549
B2N02012	51 20:39:00	31 02:40:00	20 17:59:00	10 23:25:00	1.8905	14 21:52:00	1.3586
B2N02015	52 20:34:00	31 21:20:00	20 23:14:00	10 14:16:00	1.9792	14 12:23:00	1.3701
B2N02016	52 20:42:00	32 16:00:00	20 04:42:00	10 13:47:00	1.9099	14 07:35:00	1.3538
B2N02020	53 08:34:00	33 14:24:00	19 18:10:00	10 14:32:00	1.8629	14 08:08:00	1.352
B2N02017	53 08:42:00	32 16:00:00	20 16:42:00	10 23:05:00	1.888	14 21:14:00	1.3579
B2N02018	53 20:34:00	33 10:40:00	20 09:54:00	10 14:06:00	1.928	14 08:16:00	1.3548
B2N02019	53 20:42:00	33 10:40:00	20 10:02:00	10 23:05:00	1.8627	14 21:14:00	1.3579
B2N02021	54 08:34:00	34 05:20:00	20 03:14:00	10 13:47:00	1.9041	14 07:28:00	1.3534
B2N02022	54 20:34:00	34 05:20:00	20 15:14:00	10 14:38:00	1.9449	14 12:28:00	1.3685
B2N02023	54 20:50:00	35 00:00:00	19 20:50:00	10 22:53:00	1.8139	14 17:16:00	1.3438
B2N02025	55 08:34:00	35 11:12:00	19 21:22:00	10 14:35:00	1.8751	14 10:16:00	1.3601
B2N02026	55 20:21:00	35 18:40:00	20 01:41:00	10 22:53:00	1.8323	14 16:51:00	1.3422

B2N (續)

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
B2N02024	55 20:21:00	35 00:00:00	20 20:21:00	10 14:38:00	1.965	14 12:17:00	1.3678
B2N02027	56 20:22:00	35 18:40:00	21 01:42:00	10 14:38:00	1.986	14 12:18:00	1.3678
B2N02028	56 20:42:00	36 13:20:00	20 07:22:00	10 22:33:00	1.8563	14 16:57:00	1.3443
B2N02029	57 08:22:00	36 13:20:00	20 19:02:00	10 14:16:00	1.9626	14 12:06:00	1.369
B2N02030	57 08:42:00	37 08:00:00	20 00:42:00	10 14:06:00	1.8918	14 07:59:00	1.3537
B2N02032	57 20:34:00	37 08:00:00	20 12:34:00	10 14:16:00	1.9372	14 12:16:00	1.3697
B2N02031	57 20:50:00	37 08:00:00	20 12:50:00	10 23:21:00	1.8714	14 19:17:00	1.3491
B2N02033	58 08:34:00	38 02:40:00	20 05:54:00	10 14:06:00	1.9122	14 07:52:00	1.3533
B2N02034	58 20:26:00	38 02:40:00	20 17:46:00	10 23:25:00	1.8897	14 21:54:00	1.3587
B2N02035	59 04:26:00	38 21:20:00	20 07:06:00	10 13:47:00	1.9194	14 07:25:00	1.3532
B2N02036	59 12:26:00	38 21:20:00	20 15:06:00	10 14:38:00	1.9444	14 12:41:00	1.3694
B2N02038	59 20:33:00	39 16:00:00	20 04:33:00	10 13:47:00	1.9093	14 07:31:00	1.3536
B2N02037	59 20:38:00	39 04:48:00	20 15:50:00	10 23:21:00	1.8828	14 19:27:00	1.3497
B2N02039	60 08:33:00	39 16:00:00	20 16:33:00	10 14:38:00	1.9501	14 12:47:00	1.3697
B2N02041	60 20:33:00	40 10:40:00	20 09:53:00	10 14:16:00	1.9267	14 11:53:00	1.3682
B2N02042	60 20:39:00	41 01:36:00	19 19:03:00	10 23:44:00	1.8013	14 19:42:00	1.3487
B2N02043	61 20:33:00	41 05:20:00	20 15:13:00	10 13:24:00	1.9543	14 14:54:00	1.3848
B2N02040	61 20:45:00	40 10:40:00	21 10:05:00	10 23:15:00	1.9528	14 18:58:00	1.3484
B2N02044	62 08:33:00	41 05:20:00	21 03:13:00	10 14:16:00	1.9948	14 11:53:00	1.3682
B2N02045	62 20:25:00	42 00:00:00	20 20:25:00	10 13:24:00	1.9748	14 14:47:00	1.3843
B2N02046	63 02:25:00	42 00:00:00	21 02:25:00	10 23:25:00	1.9225	14 21:11:00	1.356
B2N02047	63 08:25:00	42 18:40:00	20 13:45:00	10 13:47:00	1.9456	14 08:00:00	1.3555
B2N02048	63 14:25:00	42 18:40:00	20 19:45:00	10 13:56:00	1.968	14 11:35:00	1.3688
B2N02050	63 20:33:00	43 13:20:00	20 07:13:00	10 14:06:00	1.9174	14 08:20:00	1.3551
B2N02049	63 20:33:00	42 22:24:00	20 22:09:00	10 23:41:00	1.9044	14 18:58:00	1.3462
B2N02051	64 08:33:00	43 13:20:00	20 19:13:00	10 13:56:00	1.9659	14 11:42:00	1.3693
B2N02052	64 08:33:00	44 08:00:00	20 00:33:00	10 14:06:00	1.8912	14 08:20:00	1.3551
B2N02055	64 20:21:00	45 02:40:00	19 17:41:00	10 13:44:00	1.8669	14 07:13:00	1.3527
B2N02053	64 20:45:00	44 08:00:00	20 12:45:00	10 23:05:00	1.873	14 21:58:00	1.3607
B2N02056	65 08:21:00	45 02:40:00	20 05:41:00	10 14:38:00	1.9074	14 12:39:00	1.3692
B2N02054	65 20:22:00	44 19:12:00	21 01:10:00	10 23:21:00	1.9182	14 18:56:00	1.3478
B2N02057	66 04:22:00	45 21:20:00	20 07:02:00	10 13:44:00	1.9195	14 07:14:00	1.3527
B2N02058	66 12:22:00	45 21:20:00	20 15:02:00	10 14:38:00	1.9441	14 12:40:00	1.3693
B2N02060	66 20:34:00	46 16:00:00	20 04:34:00	10 23:41:00	1.8377	14 19:17:00	1.3474

B2N (續)

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產 週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)				
B2N02059	66 20:42:00	46 16:00:00	20 04:42:00	10 14:06:00	1.9075	14 07:57:00	1.3536
B2N02061	67 08:42:00	46 16:00:00	20 16:42:00	10 13:56:00	1.956	14 11:50:00	1.3698
B2N02062	67 20:22:00	47 10:40:00	20 09:42:00	10 22:56:00	1.8624	14 17:18:00	1.3437
B2N02063	68 04:22:00	47 10:40:00	20 17:42:00	10 13:56:00	1.96	14 11:33:00	1.3687
B2N02064	68 12:22:00	48 05:20:00	20 07:02:00	10 14:06:00	1.9167	14 07:40:00	1.3525
B2N02066	68 20:34:00	48 12:48:00	20 07:46:00	10 14:12:00	1.9188	14 10:34:00	1.3634
B2N02065	68 20:50:00	48 05:20:00	20 15:30:00	10 23:25:00	1.8811	14 21:34:00	1.3574
B2N02067	69 08:34:00	49 00:00:00	20 08:34:00	10 14:06:00	1.9227	14 07:48:00	1.353
B2N02068	69 20:21:00	49 00:00:00	20 20:21:00	10 23:25:00	1.8995	14 21:09:00	1.3558
B2N02069	69 20:21:00	49 18:40:00	20 01:41:00	10 14:06:00	1.8956	14 07:37:00	1.3523
B2N02070	70 20:21:00	49 18:40:00	21 01:41:00	10 14:16:00	1.9888	14 11:44:00	1.3676
B2N02073	70 20:45:00	50 13:20:00	20 07:25:00	10 23:47:00	1.8478	14 22:38:00	1.3596
B2N02071	71 04:21:00	50 09:36:00	20 18:45:00	10 14:12:00	1.962	14 16:01:00	1.3848
B2N02072	71 12:21:00	50 13:20:00	20 23:01:00	10 13:44:00	1.9825	14 06:48:00	1.351
B2N02075	71 20:33:00	51 08:00:00	20 12:33:00	10 23:47:00	1.8673	14 22:27:00	1.3589
B2N02074	71 20:45:00	51 08:00:00	20 12:45:00	10 13:44:00	1.942	14 07:09:00	1.3524
B2N02076	72 20:25:00	52 02:40:00	20 17:45:00	10 13:44:00	1.9617	14 06:51:00	1.3512
B2N02077	73 02:25:00	52 02:40:00	20 23:45:00	10 14:16:00	1.9812	14 11:46:00	1.3677
B2N02078	73 08:25:00	52 06:24:00	21 02:01:00	10 23:21:00	1.9215	14 19:14:00	1.3489
B2N02079	73 14:25:00	52 21:20:00	20 17:05:00	10 14:06:00	1.9563	14 07:40:00	1.3525
B2N02080	73 20:21:00	52 21:20:00	20 23:01:00	10 14:16:00	1.9783	14 11:43:00	1.3675
B2N02083	73 20:39:00	54 03:12:00	19 17:27:00	10 23:44:00	1.7952	14 19:54:00	1.3495
B2N02081	74 08:21:00	53 16:00:00	20 16:21:00	10 14:06:00	1.9534	14 07:37:00	1.3523
B2N02082	74 20:21:00	53 16:00:00	21 04:21:00	10 14:16:00	1.9993	14 11:43:00	1.3675
B2N02084	74 20:39:00	54 10:40:00	20 09:59:00	10 23:15:00	1.8613	14 18:42:00	1.3474
B2N02085	75 20:25:00	54 10:40:00	21 09:45:00	10 14:16:00	2.0205	14 11:46:00	1.3677
B2N02086	76 02:25:00	55 05:20:00	20 21:05:00	10 13:24:00	1.9774	14 14:20:00	1.3825
B2N02087	76 08:25:00	55 05:20:00	21 03:05:00	10 14:16:00	1.9943	14 11:46:00	1.3677

C2R

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
C2R02001	51 00:37:00	29 18:00:00	21 06:37:00	10 18:41:00	1.9739	14 05:47:00	1.3212
C2R02002	65 00:37:00	43 18:00:00	21 06:37:00	10 18:54:00	1.9723	14 11:08:00	1.3408

C2N

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
C2N02001	49 13:35:00	28 00:00:00	21 13:35:00	10 18:33:00	2.0019	15 01:52:00	1.3996
C2N02002	50 16:29:00	29 08:00:00	21 08:29:00	10 18:54:00	1.9795	14 22:36:00	1.3851
C2N02003	52 13:36:00	30 16:00:00	21 21:36:00	10 18:14:00	2.0354	15 03:53:00	1.4091
C2N02004	53 13:37:00	32 00:00:00	21 13:37:00	10 18:14:00	2.0045	15 03:54:00	1.4092
C2N02005	54 13:26:00	33 08:00:00	21 05:26:00	10 18:54:00	1.9677	14 20:23:00	1.3765
C2N02006	56 13:26:00	34 16:00:00	21 21:26:00	10 18:14:00	2.0347	15 01:18:00	1.3991
C2N02007	57 13:26:00	36 00:00:00	21 13:26:00	10 18:14:00	2.0037	15 01:18:00	1.3991
C2N02008	57 13:37:00	37 08:00:00	20 05:37:00	10 18:54:00	1.8757	14 20:11:00	1.3758
C2N02009	59 13:29:00	38 16:00:00	20 21:29:00	10 18:54:00	1.937	14 20:05:00	1.3754
C2N02010	59 13:35:00	40 00:00:00	19 13:35:00	10 19:14:00	1.8114	14 20:39:00	1.3758
C2N02011	62 13:36:00	41 08:00:00	21 05:36:00	10 18:14:00	1.9734	15 02:40:00	1.4044
C2N02012	63 13:35:00	42 16:00:00	20 21:35:00	10 19:14:00	1.9349	14 19:58:00	1.3732
C2N02013	64 13:26:00	44 00:00:00	20 13:26:00	10 19:14:00	1.9034	14 19:50:00	1.3726
C2N02014	65 13:35:00	45 08:00:00	20 05:35:00	10 18:54:00	1.8756	14 20:12:00	1.3758
C2N02015	67 13:26:00	46 16:00:00	20 21:26:00	10 18:54:00	1.9368	14 19:58:00	1.3749
C2N02016	67 13:37:00	48 00:00:00	19 13:37:00	10 19:14:00	1.8116	14 20:39:00	1.3758
C2N02017	69 13:38:00	49 08:00:00	20 05:38:00	10 18:54:00	1.8758	14 20:07:00	1.3755
C2N02018	71 13:35:00	50 16:00:00	20 21:35:00	10 18:14:00	1.9424	15 01:09:00	1.3985
C2N02019	73 13:29:00	52 00:00:00	21 13:29:00	10 18:14:00	2.0039	15 01:04:00	1.3982
C2N02020	73 13:35:00	53 08:00:00	20 05:35:00	10 18:54:00	1.8756	14 20:05:00	1.3754
C2N02021	76 13:35:00	54 16:00:00	21 21:35:00	11 00:09:00	1.9897	15 07:54:00	1.3928

C3N

工單流水號	可交貨時點	投料時點	整體供應鏈		純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
			生產週期時間 (1)	週期時間 (3)			X-Factor2 (3)/(2)	
C3N02001	47 13:26:00	28 00:00:00	19 13:26:00	11 03:00:00	1.7582	14 22:19:00	1.342	
C3N02002	49 13:29:00	28 00:00:00	21 13:29:00	10 20:38:00	1.9855	15 00:42:00	1.3839	
C3N02003	50 16:29:00	30 00:00:00	20 16:29:00	10 20:56:00	1.9027	15 00:46:00	1.3826	
C3N02004	51 13:27:00	31 12:00:00	20 01:27:00	10 21:08:00	1.8437	14 15:31:00	1.3461	
C3N02005	51 13:35:00	32 00:00:00	19 13:35:00	10 20:38:00	1.8017	15 00:18:00	1.3824	
C3N02006	53 13:26:00	34 00:00:00	19 13:26:00	10 20:56:00	1.7991	14 22:06:00	1.3724	
C3N02007	55 13:26:00	35 00:00:00	20 13:26:00	10 21:42:00	1.8855	14 15:46:00	1.3442	
C3N02008	55 13:38:00	36 00:00:00	19 13:38:00	10 20:22:00	1.8037	14 23:54:00	1.3823	
C3N02009	58 13:26:00	38 00:00:00	20 13:26:00	10 20:22:00	1.8951	14 23:39:00	1.3813	
C3N02010	58 13:38:00	38 12:00:00	20 01:38:00	10 21:08:00	1.8444	14 15:27:00	1.3459	
C3N02011	60 13:26:00	40 00:00:00	20 13:26:00	10 19:50:00	1.899	14 23:12:00	1.3824	
C3N02012	61 13:26:00	42 00:00:00	19 13:26:00	10 21:08:00	1.7977	14 15:18:00	1.3453	
C3N02013	61 13:36:00	42 00:00:00	19 13:36:00	10 20:38:00	1.8018	15 01:29:00	1.3869	
C3N02014	63 13:29:00	44 00:00:00	19 13:29:00	10 20:22:00	1.8032	14 23:52:00	1.3822	
C3N02015	65 13:27:00	45 12:00:00	20 01:27:00	10 21:08:00	1.8437	14 15:21:00	1.3455	
C3N02016	66 13:26:00	46 00:00:00	20 13:26:00	10 20:22:00	1.8951	14 23:42:00	1.3815	
C3N02017	68 13:37:00	48 00:00:00	20 13:37:00	10 20:22:00	1.8959	14 23:53:00	1.3822	
C3N02018	69 13:26:00	49 00:00:00	20 13:26:00	10 21:08:00	1.8896	14 15:13:00	1.345	
C3N02019	70 13:26:00	50 00:00:00	20 13:26:00	10 20:22:00	1.8951	14 23:35:00	1.3811	
C3N02020	71 13:27:00	52 00:00:00	19 13:27:00	10 20:22:00	1.803	14 23:47:00	1.3818	
C3N02021	72 13:36:00	52 12:00:00	20 01:36:00	10 21:08:00	1.8443	14 15:33:00	1.3462	
C3N02022	74 13:35:00	54 00:00:00	20 13:35:00	10 19:50:00	1.8996	14 23:20:00	1.3829	

D1R

工單流水號	可交貨時點	投料時點	整體供應鏈		純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
			生產週期時間 (1)	週期時間 (3)			X-Factor2 (3)/(2)	
D1R02001	55 04:58:00	30 15:00:00	24 13:58:00	12 11:38:00	1.969	16 13:33:00	1.3268	
D1R02002	58 12:35:00	35 00:00:00	23 12:35:00	12 13:05:00	1.8752	16 14:51:00	1.3247	
D1R02003	62 04:47:00	39 09:00:00	22 19:47:00	12 15:40:00	1.8039	16 15:52:00	1.3168	
D1R02004	68 12:38:00	44 15:00:00	23 21:38:00	12 11:22:00	1.9162	16 13:15:00	1.327	
D1R02005	73 00:46:00	49 00:00:00	24 00:46:00	12 15:56:00	1.8977	16 15:49:00	1.3155	
D1R02006	76 12:49:00	53 09:00:00	23 03:49:00	12 15:56:00	1.8287	16 15:51:00	1.3156	

D1N

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產 週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)				
D1N02001	50 13:42:00	28 00:00:00	22 13:42:00	12 11:52:00	1.8065	17 04:06:00	1.3743
D1N02002	51 13:35:00	28 12:27:00	23 01:08:00	12 11:52:00	1.8446	17 04:00:00	1.3739
D1N02003	52 01:35:00	29 00:54:00	23 00:41:00	12 19:44:00	1.796	17 09:51:00	1.3578
D1N02004	52 13:45:00	29 13:21:00	23 00:24:00	12 12:31:00	1.8382	17 04:35:00	1.3729
D1N02005	52 13:46:00	30 01:48:00	22 11:58:00	12 11:52:00	1.8007	17 06:22:00	1.3818
D1N02006	53 13:43:00	30 14:15:00	22 23:28:00	12 11:57:00	1.8385	17 04:13:00	1.3743
D1N02009	54 01:43:00	32 03:36:00	21 22:07:00	12 16:10:00	1.7297	17 04:24:00	1.3558
D1N02007	54 13:44:00	31 02:42:00	23 11:02:00	12 11:57:00	1.8771	16 23:41:00	1.3592
D1N02010	55 01:44:00	32 16:03:00	22 09:41:00	12 11:52:00	1.7931	17 13:09:00	1.4045
D1N02008	55 13:35:00	31 15:09:00	23 22:26:00	12 12:59:00	1.9085	17 02:40:00	1.3644
D1N02011	55 21:35:00	33 04:30:00	22 17:05:00	12 18:19:00	1.7795	17 10:35:00	1.3665
D1N02012	56 05:35:00	33 16:57:00	22 12:38:00	12 16:10:00	1.7774	17 04:19:00	1.3556
D1N02013	57 13:43:00	34 05:24:00	23 08:19:00	12 12:15:00	1.8662	17 19:52:00	1.425
D1N02014	58 01:43:00	34 17:51:00	23 07:52:00	12 11:52:00	1.8671	17 04:02:00	1.3741
D1N02015	58 13:35:00	35 06:18:00	23 07:17:00	12 12:15:00	1.8627	16 23:56:00	1.3586
D1N02016	59 01:35:00	35 18:45:00	23 06:50:00	12 13:17:00	1.8548	17 03:03:00	1.3643
D1N02017	59 13:39:00	36 07:12:00	23 06:27:00	12 11:52:00	1.8623	17 04:03:00	1.3741
D1N02018	59 21:39:00	36 19:39:00	23 02:00:00	12 11:52:00	1.8475	17 04:03:00	1.3741
D1N02019	60 05:39:00	37 08:06:00	22 21:33:00	12 19:44:00	1.7858	17 09:49:00	1.3577
D1N02020	60 13:46:00	37 20:33:00	22 17:13:00	12 11:52:00	1.8182	17 04:08:00	1.3744
D1N02021	61 13:40:00	38 09:00:00	23 04:40:00	12 12:15:00	1.854	17 19:44:00	1.4246
D1N02022	62 13:46:00	38 21:27:00	23 16:19:00	12 11:34:00	1.8971	17 03:48:00	1.3747
D1N02023	62 13:46:00	39 09:54:00	23 03:52:00	12 11:50:00	1.8539	16 23:23:00	1.3587
D1N02024	62 13:47:00	39 22:21:00	22 15:26:00	12 12:15:00	1.8099	17 00:08:00	1.3593
D1N02025	63 13:39:00	40 10:48:00	23 02:51:00	12 15:52:00	1.826	17 03:56:00	1.3556
D1N02026	63 21:39:00	40 23:15:00	22 22:24:00	12 12:15:00	1.8331	16 23:59:00	1.3588
D1N02027	64 05:39:00	41 11:42:00	22 17:57:00	12 19:44:00	1.7741	17 09:46:00	1.3576
D1N02028	64 13:47:00	42 00:09:00	22 13:38:00	12 11:52:00	1.8062	17 04:13:00	1.3747
D1N02029	65 13:35:00	42 12:36:00	23 00:59:00	12 11:52:00	1.8441	17 04:03:00	1.3741
D1N02030	66 01:35:00	43 01:03:00	23 00:32:00	12 19:44:00	1.7955	17 09:46:00	1.3576
D1N02031	66 13:47:00	43 13:30:00	23 00:17:00	12 12:15:00	1.8394	17 04:33:00	1.374
D1N02032	66 13:57:00	44 01:57:00	22 12:00:00	12 12:08:00	1.7992	17 06:30:00	1.3811
D1N02033	67 13:43:00	44 14:24:00	22 23:19:00	12 11:57:00	1.838	17 04:10:00	1.3741
D1N02036	68 01:43:00	46 03:45:00	21 21:58:00	12 16:10:00	1.7292	17 04:25:00	1.3559

D1N (續)

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
D1N02034	68 13:37:00	45 02:51:00	23 10:46:00	12 11:57:00	1.8762	16 23:37:00	1.3589
D1N02037	68 13:45:00	46 16:12:00	21 21:33:00	12 12:08:00	1.7511	17 13:11:00	1.4033
D1N02035	69 13:35:00	45 15:18:00	23 22:17:00	12 12:59:00	1.908	17 02:42:00	1.3645
D1N02038	69 21:35:00	47 04:39:00	22 16:56:00	12 19:44:00	1.7708	17 09:46:00	1.3576
D1N02039	70 05:35:00	47 17:06:00	22 12:29:00	12 18:19:00	1.7645	17 10:34:00	1.3665
D1N02040	71 13:35:00	48 05:33:00	23 08:02:00	12 12:15:00	1.8652	17 19:40:00	1.4244
D1N02041	72 01:35:00	48 18:00:00	23 07:35:00	12 11:34:00	1.868	17 03:34:00	1.3739
D1N02042	72 13:46:00	49 06:27:00	23 07:19:00	12 12:15:00	1.8628	17 00:07:00	1.3593
D1N02043	72 13:47:00	49 18:54:00	22 18:53:00	12 12:59:00	1.817	17 02:55:00	1.3652
D1N02044	73 13:39:00	50 07:21:00	23 06:18:00	12 11:34:00	1.8637	17 03:49:00	1.3747
D1N02045	73 21:39:00	50 19:48:00	23 01:51:00	12 11:52:00	1.847	17 04:09:00	1.3744
D1N02046	74 05:39:00	51 08:15:00	22 21:24:00	12 19:44:00	1.7853	17 09:49:00	1.3577
D1N02047	74 13:45:00	51 20:42:00	22 17:03:00	12 12:08:00	1.816	17 04:03:00	1.3729
D1N02048	75 13:40:00	52 09:09:00	23 04:31:00	12 11:57:00	1.8554	17 19:24:00	1.4249
D1N02049	76 13:39:00	52 21:36:00	23 16:03:00	12 11:34:00	1.8962	17 03:37:00	1.374
D1N02050	76 21:39:00	53 10:03:00	23 11:36:00	12 11:34:00	1.8814	16 23:22:00	1.3599
D1N02052	77 05:39:00	54 10:57:00	22 18:42:00	13 08:18:00	1.7068	17 21:29:00	1.3409
D1N02051	77 13:39:00	53 22:30:00	23 15:09:00	12 11:57:00	1.8908	16 23:41:00	1.3592
D1N02053	77 21:39:00	54 23:24:00	22 22:15:00	12 12:15:00	1.8326	16 23:57:00	1.3587
D1N02054	78 05:39:00	55 11:51:00	22 17:48:00	12 19:44:00	1.7736	17 09:44:00	1.3575

E3N

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產	
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)			週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
E3N02001	50 08:36:00	28 00:00:00	22 08:36:00	12 21:03:00	1.7363	17 02:28:00	1.3282
E3N02002	52 08:09:00	28 00:00:00	24 08:09:00	12 19:32:00	1.8995	17 11:38:00	1.3645
E3N02003	53 08:16:00	29 13:20:00	23 18:56:00	12 20:18:00	1.8519	17 01:26:00	1.328
E3N02004	54 08:16:00	31 02:40:00	23 05:36:00	12 20:18:00	1.8086	17 01:26:00	1.328
E3N02005	55 08:16:00	32 16:00:00	22 16:16:00	12 18:59:00	1.773	17 08:54:00	1.3581
E3N02006	58 08:17:00	34 05:20:00	24 02:57:00	12 21:14:00	1.8722	17 18:17:00	1.3785
E3N02007	59 08:26:00	35 18:40:00	23 13:46:00	12 21:03:00	1.8307	17 02:19:00	1.3277
E3N02008	60 08:10:00	37 08:00:00	23 00:10:00	12 21:03:00	1.7867	17 02:05:00	1.3269
E3N02009	62 08:15:00	38 21:20:00	23 10:55:00	12 20:29:00	1.8248	17 17:22:00	1.3789

E3N (續)

工單流水號	整體供應鏈			純製程時間 (2)	X-Factor (1)/(2)	純生產 週期時間 (3)	X-Factor2 (3)/(2)
	可交貨時點	投料時點	生產週期時間 (1)				
E3N02010	63 08:26:00	40 10:40:00	22 21:46:00	12 21:02:00	1.779	17 00:11:00	1.3208
E3N02011	64 08:15:00	42 00:00:00	22 08:15:00	12 21:03:00	1.7352	17 02:13:00	1.3273
E3N02012	66 08:15:00	42 00:00:00	24 08:15:00	12 19:32:00	1.8998	17 11:47:00	1.365
E3N02013	67 08:16:00	43 13:20:00	23 18:56:00	12 20:18:00	1.8519	17 01:23:00	1.3279
E3N02014	68 08:17:00	45 02:40:00	23 05:37:00	12 20:18:00	1.8087	17 01:24:00	1.3279
E3N02015	69 08:16:00	46 16:00:00	22 16:16:00	12 18:59:00	1.773	17 08:54:00	1.3581
E3N02016	72 08:15:00	48 05:20:00	24 02:55:00	12 20:29:00	1.8767	17 17:22:00	1.3789
E3N02017	73 08:26:00	49 18:40:00	23 13:46:00	12 20:18:00	1.8351	17 01:36:00	1.3286
E3N02018	74 08:09:00	51 08:00:00	23 00:09:00	12 21:03:00	1.7866	17 02:11:00	1.3272
E3N02019	76 08:26:00	52 21:20:00	23 11:06:00	12 20:29:00	1.8254	17 17:31:00	1.3794
E3N02020	77 08:26:00	54 10:40:00	22 21:46:00	12 21:02:00	1.779	17 00:11:00	1.3208



附錄 C 各工單模擬結果

A1N

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
A1N02001	46 07:31:00	45 5:06:38:32	0
A1N02002	46 20:54:00	46 6:13:04:48	0
A1N02003	48 07:34:00	47 7:12:11:05	0
A1N02004	49 09:40:00	48 8:13:50:33	0
A1N02005	50 09:40:00	49 9:14:01:44	0
A1N02006	51 08:54:00	50 0:14:04:12	0
A1N02007	52 07:34:00	51 1:12:00:00	0
A1N02008	53 08:54:00	52 2:06:00:00	0
A1N02009	53 20:54:00	53 3:07:56:34	0
A1N02010	54 08:54:00	53 3:06:00:00	0
A1N02011	54 20:54:00	53 3:19:37:58	0
A1N02012	54 07:31:00	53 3:18:06:28	0
A1N02013	57 08:54:00	55 5:07:00:14	0
A1N02014	56 07:31:00	56 6:13:27:19	0
A1N02015	59 08:54:00	58 8:06:16:56	0
A1N02016	59 20:54:00	58 8:18:00:00	0
A1N02017	60 09:40:00	59 9:07:48:23	0
A1N02018	61 08:54:00	60 0:06:38:25	0
A1N02019	61 20:54:00	60 0:19:03:54	0
A1N02020	62 07:34:00	61 1:12:00:00	0
A1N02021	62 08:54:00	62 2:13:12:15	0
A1N02022	63 09:40:00	63 3:07:41:43	0
A1N02023	64 08:54:00	63 3:19:24:57	0
A1N02024	64 20:54:00	64 4:12:50:48	0
A1N02025	67 08:54:00	66 6:06:37:19	0
A1N02026	66 07:34:00	65 5:12:09:13	0
A1N02027	67 20:54:00	66 6:18:05:35	0
A1N02028	68 07:31:00	67 7:07:20:48	0
A1N02029	68 07:31:00	67 7:07:15:54	0
A1N02030	71 08:54:00	70 0:12:56:37	0
A1N02031	71 20:54:00	70 0:18:56:37	0
A1N02032	72 08:54:00	71 1:06:55:23	0

A1N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
A1N02033	72 20:54:00	71 1:19:39:05	0
A1N02034	72 08:54:00	71 1:07:24:30	0
A1N02035	74 08:54:00	73 3:06:20:18	0

A2H

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
A2H02001	42 07:12:00	41 1:06:00:00	0
A2H02002	48 07:12:00	47 7:06:00:00	0
A2H02003	52 07:12:00	51 1:06:00:00	0
A2H02004	56 07:09:00	55 5:06:00:00	0
A2H02005	62 07:12:00	61 1:06:00:00	0
A2H02006	66 07:12:00	65 5:06:00:00	0

A2R

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
A2R02001	50 07:54:00	49 9:06:55:53	0
A2R02002	58 07:19:00	57 7:06:36:24	0

A3R

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
A3R02001	45 07:54:00	44 4:07:33:39	0
A3R02002	49 07:54:00	48 8:06:10:30	0
A3R02003	53 07:19:00	51 1:07:27:24	0
A3R02004	55 07:54:00	54 4:08:30:57	0
A3R02005	60 07:54:00	59 9:07:29:27	0
A3R02006	63 07:54:00	61 1:06:19:58	0
A3R02007	64 07:19:00	63 3:07:09:36	0
A3R02008	66 07:19:00	65 5:06:51:35	0
A3R02009	69 07:54:00	68 8:07:10:27	0
A3R02010	70 07:19:00	70 0:06:15:53	0

A3N

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
A3N02001	47 08:54:00	46 6:06:00:00	0
A3N02002	47 07:31:00	46 6:06:00:00	0
A3N02003	47 20:54:00	47 7:06:13:35	0

A3N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
A3N02004	48 07:31:00	47 7:18:35:27	0
A3N02005	49 07:31:00	48 8:06:56:25	0
A3N02006	50 07:31:00	49 9:06:13:56	0
A3N02007	51 08:54:00	50 0:08:04:12	0
A3N02008	51 07:31:00	50 0:06:00:00	0
A3N02009	52 07:31:00	52 2:06:19:42	0
A3N02010	55 07:31:00	54 4:07:10:30	0
A3N02011	55 09:40:00	54 4:15:04:18	0
A3N02012	57 08:54:00	56 6:08:02:17	0
A3N02013	57 20:54:00	56 6:07:27:19	0
A3N02014	57 08:54:00	56 6:18:56:55	0
A3N02015	58 07:31:00	57 7:08:37:44	0
A3N02016	59 07:31:00	58 8:06:39:42	0
A3N02017	62 08:54:00	61 1:14:08:23	0
A3N02018	60 07:31:00	59 9:19:37:13	0
A3N02019	61 07:31:00	60 0:07:10:33	0
A3N02020	63 08:54:00	62 2:06:26:50	0
A3N02021	63 20:54:00	62 2:06:32:38	0
A3N02022	65 08:54:00	64 4:07:15:13	0
A3N02023	65 07:31:00	64 4:06:50:48	0
A3N02024	65 20:54:00	64 4:18:00:00	0
A3N02025	67 07:31:00	66 6:06:19:39	0
A3N02026	69 07:31:00	68 8:07:34:09	0
A3N02027	69 09:40:00	68 8:13:36:31	0
A3N02028	71 07:31:00	70 0:06:00:00	0
A3N02029	70 07:34:00	69 9:06:06:07	0
A3N02030	72 08:54:00	70 0:20:50:24	0
A3N02031	73 07:31:00	72 2:08:52:14	0
A3N02032	73 09:40:00	72 2:13:49:55	0

B1H

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
B1H02001	46 19:28:00	45 5:17:12:00	0
B1H02002	49 19:44:00	49 9:18:04:03	0
B1H02003	57 19:39:00	56 6:19:39:03	0
B1H02004	59 19:44:00	59 9:17:12:00	0

B1H (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
B1H02005	63 19:39:00	63 3:18:55:08	0
B1H02006	67 20:01:00	67 7:18:00:37	0

B1R

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
B1R02001	46 19:49:00	45 5:21:16:26	0
B1R02002	56 07:49:00	55 5:07:29:57	0

B2R

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
B2R02001	51 20:01:00	50 0:17:31:38	0
B2R02002	54 04:08:00	53 3:20:27:40	0
B2R02003	56 19:50:00	55 5:18:14:08	0
B2R02004	59 07:51:00	58 8:19:58:33	0
B2R02005	61 04:01:00	60 0:19:46:05	0
B2R02006	65 20:13:00	64 4:21:32:34	0
B2R02007	67 08:01:00	67 7:21:15:58	0
B2R02008	70 07:49:00	69 9:07:09:34	0
B2R02009	71 20:01:00	71 1:01:37:21	0
B2R02010	74 07:50:00	73 3:09:12:00	0

B2N

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
B2N02001	48 20:25:00	47 7:17:25:55	0
B2N02002	48 14:25:00	47 7:13:36:17	0
B2N02003	49 02:25:00	48 8:02:29:54	0
B2N02004	49 08:25:00	47 7:18:42:09	0
B2N02005	49 14:25:00	48 8:23:10:22	0
B2N02006	49 20:45:00	49 9:04:03:13	0
B2N02007	50 04:45:00	49 9:09:51:56	0
B2N02008	49 20:38:00	48 8:12:03:19	0
B2N02009	50 12:45:00	49 9:20:37:16	0
B2N02010	50 20:45:00	50 0:06:00:36	0
B2N02011	50 20:21:00	50 0:18:31:31	0
B2N02012	51 20:39:00	50 0:18:39:48	0
B2N02013	51 08:21:00	50 0:12:06:10	0

B2N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
B2N02014	51 20:33:00	51 1:18:40:03	0
B2N02015	52 20:34:00	51 1:18:36:17	0
B2N02016	52 20:42:00	52 2:19:53:36	0
B2N02017	53 08:42:00	52 2:07:19:17	0
B2N02018	53 20:34:00	53 3:04:44:48	0
B2N02019	53 20:42:00	52 2:22:55:50	0
B2N02020	53 08:34:00	52 2:09:19:01	0
B2N02021	54 08:34:00	53 3:11:00:37	0
B2N02022	54 20:34:00	53 3:18:21:00	0
B2N02023	54 20:50:00	54 4:02:06:50	0
B2N02024	55 20:21:00	54 4:17:52:56	0
B2N02025	55 08:34:00	54 4:10:29:26	0
B2N02026	55 20:21:00	54 4:20:44:22	0
B2N02027	56 20:22:00	55 5:19:05:07	0
B2N02028	56 20:42:00	56 6:19:26:11	0
B2N02029	57 08:22:00	55 5:19:58:00	0
B2N02030	57 08:42:00	57 7:03:09:00	0
B2N02031	57 20:50:00	57 7:20:18:47	0
B2N02032	57 20:34:00	57 7:11:01:34	0
B2N02033	58 08:34:00	58 8:03:36:17	0
B2N02034	58 20:26:00	58 8:20:00:37	0
B2N02035	59 04:26:00	58 8:09:50:45	0
B2N02036	59 12:26:00	58 8:19:05:11	0
B2N02037	59 20:38:00	58 8:14:32:25	0
B2N02038	59 20:33:00	59 9:18:00:37	0
B2N02039	60 08:33:00	59 9:06:11:53	0
B2N02040	61 20:45:00	60 0:19:21:54	0
B2N02041	60 20:33:00	60 0:18:16:06	0
B2N02042	60 20:39:00	61 1:07:18:58	0
B2N02043	61 20:33:00	61 1:19:27:59	0
B2N02044	62 08:33:00	61 1:11:51:44	0
B2N02045	62 20:25:00	60 0:18:00:00	0
B2N02046	63 02:25:00	62 2:08:14:57	0
B2N02047	63 08:25:00	61 1:20:00:37	0
B2N02048	63 14:25:00	62 2:18:23:20	0
B2N02049	63 20:33:00	63 3:07:04:33	0

B2N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
B2N02050	63 20:33:00	62 2:19:00:37	0
B2N02051	64 08:33:00	63 3:20:14:01	0
B2N02052	64 08:33:00	64 4:09:12:00	0
B2N02053	64 20:45:00	64 4:18:28:22	0
B2N02054	65 20:22:00	64 4:19:12:51	0
B2N02055	64 20:21:00	63 3:19:04:33	0
B2N02056	65 08:21:00	65 5:05:13:44	0
B2N02057	66 04:22:00	65 5:19:01:03	0
B2N02058	66 12:22:00	65 5:11:14:57	0
B2N02059	66 20:42:00	65 5:19:06:25	0
B2N02060	66 20:34:00	66 6:09:45:18	0
B2N02061	67 08:42:00	66 6:19:00:03	0
B2N02062	67 20:22:00	66 6:18:56:18	0
B2N02063	68 04:22:00	67 7:09:13:12	0
B2N02064	68 12:22:00	67 7:09:23:53	0
B2N02065	68 20:50:00	67 7:18:09:26	0
B2N02066	68 20:34:00	68 8:11:58:52	0
B2N02067	69 08:34:00	68 8:23:06:17	0
B2N02068	69 20:21:00	68 8:20:28:01	0
B2N02069	69 20:21:00	69 9:08:00:37	0
B2N02070	70 20:21:00	69 9:17:12:00	0
B2N02071	71 04:21:00	70 0:17:44:54	0
B2N02072	71 12:21:00	70 0:18:31:13	0
B2N02073	70 20:45:00	69 9:20:23:03	0
B2N02074	71 20:45:00	71 1:09:32:33	0
B2N02075	71 20:33:00	71 1:18:00:39	0
B2N02076	72 20:25:00	71 1:19:47:45	0
B2N02077	73 02:25:00	72 2:03:07:31	0
B2N02078	73 08:25:00	72 2:10:32:59	0
B2N02079	73 14:25:00	72 2:10:57:07	0
B2N02080	73 20:21:00	72 2:21:40:25	0
B2N02081	74 08:21:00	73 3:07:11:17	0
B2N02082	74 20:21:00	73 3:18:56:53	0
B2N02083	73 20:39:00	72 2:20:58:03	0
B2N02084	74 20:39:00	73 3:19:16:26	0
B2N02085	75 20:25:00	74 4:21:39:05	0

B2N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
B2N02086	76 02:25:00	75 5:02:06:40	0
B2N02087	76 08:25:00	75 5:06:43:23	0

C2R

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
C2R02001	51 00:37:00	49 9:20:40:22	0
C2R02002	65 00:37:00	63 3:10:20:57	0

C2N

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
C2N02001	49 13:35:00	48 8:10:54:15	0
C2N02002	50 16:29:00	49 9:10:25:37	0
C2N02003	52 13:36:00	51 1:11:06:02	0
C2N02004	53 13:37:00	52 2:08:51:44	0
C2N02005	54 13:26:00	53 3:11:07:13	0
C2N02006	56 13:26:00	55 5:10:01:33	0
C2N02007	57 13:26:00	56 6:11:39:21	0
C2N02008	57 13:37:00	56 6:10:35:36	0
C2N02009	59 13:29:00	58 8:12:11:16	0
C2N02010	59 13:35:00	59 9:12:11:47	0
C2N02011	62 13:36:00	61 1:09:45:32	0
C2N02012	63 13:35:00	62 2:10:42:58	0
C2N02013	64 13:26:00	63 3:09:54:42	0
C2N02014	65 13:35:00	64 4:10:49:34	0
C2N02015	67 13:26:00	66 6:11:20:05	0
C2N02016	67 13:37:00	67 7:09:08:10	0
C2N02017	69 13:38:00	68 8:16:01:20	0
C2N02018	71 13:35:00	71 1:12:10:58	0
C2N02019	73 13:29:00	72 2:08:00:00	0
C2N02020	73 13:35:00	73 3:09:48:12	0
C2N02021	76 13:35:00	75 5:09:20:36	0

C3N

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
C3N02001	47 13:26:00	46 6:12:14:37	0
C3N02002	49 13:29:00	48 8:11:36:00	0

C3N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
C3N02003	50 16:29:00	49 9:14:49:37	0
C3N02004	51 13:27:00	50 0:12:09:11	0
C3N02005	51 13:35:00	50 0:10:35:37	0
C3N02006	53 13:26:00	52 2:08:11:16	0
C3N02007	55 13:26:00	54 4:09:50:06	0
C3N02008	55 13:38:00	54 4:10:24:37	0
C3N02009	58 13:26:00	57 7:10:25:37	0
C3N02010	58 13:38:00	58 8:09:35:51	0
C3N02011	60 13:26:00	59 9:12:30:23	0
C3N02012	61 13:26:00	60 0:10:32:15	0
C3N02013	61 13:36:00	60 0:12:11:37	0
C3N02014	63 13:29:00	62 2:16:03:07	0
C3N02015	65 13:27:00	64 4:09:42:20	0
C3N02016	66 13:26:00	65 5:12:12:26	0
C3N02017	68 13:37:00	67 7:13:16:33	0
C3N02018	69 13:26:00	69 9:11:33:30	0
C3N02019	70 13:26:00	70 0:09:24:37	0
C3N02020	71 13:27:00	70 0:09:57:38	0
C3N02021	72 13:36:00	72 2:13:12:10	0
C3N02022	74 13:35:00	73 3:09:25:50	0

D1R

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
D1R02001	55 04:58:00	53 3:09:03:25	0
D1R02002	58 12:35:00	57 7:10:40:16	0
D1R02003	62 04:47:00	62 2:01:27:45	0
D1R02004	68 12:38:00	67 7:13:28:04	0
D1R02005	73 00:46:00	72 2:07:41:52	0
D1R02006	76 12:49:00	75 5:09:54:20	0

D1N

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
D1N02001	50 13:42:00	49 9:06:40:12	0
D1N02002	51 13:35:00	50 0:11:38:46	0
D1N02003	52 01:35:00	50 0:22:05:17	0
D1N02004	52 13:45:00	51 1:12:04:47	0

D1N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
D1N02005	52 13:46:00	51 1:11:41:18	0
D1N02006	53 13:43:00	52 2:09:54:12	0
D1N02007	54 13:44:00	53 3:10:28:18	0
D1N02008	55 13:35:00	54 4:13:53:54	0
D1N02009	54 01:43:00	52 2:20:38:56	0
D1N02010	55 01:44:00	54 4:17:13:22	0
D1N02011	55 21:35:00	55 5:08:00:00	0
D1N02012	56 05:35:00	55 5:00:34:15	0
D1N02013	57 13:43:00	56 6:09:38:48	0
D1N02014	58 01:43:00	56 6:21:53:33	0
D1N02015	58 13:35:00	57 7:10:29:08	0
D1N02016	59 01:35:00	58 8:10:05:31	0
D1N02017	59 13:39:00	57 7:22:19:30	0
D1N02018	59 21:39:00	58 8:22:20:03	0
D1N02019	60 05:39:00	59 9:01:04:03	0
D1N02020	60 13:46:00	59 9:12:00:20	0
D1N02021	61 13:40:00	60 0:08:29:24	0
D1N02022	62 13:46:00	60 0:23:16:54	0
D1N02023	62 13:46:00	61 1:09:16:27	0
D1N02024	62 13:47:00	61 1:10:42:29	0
D1N02025	63 13:39:00	62 2:08:39:06	0
D1N02026	63 21:39:00	62 2:19:40:49	0
D1N02027	64 05:39:00	63 3:11:02:52	0
D1N02028	64 13:47:00	63 3:01:37:25	0
D1N02029	65 13:35:00	64 4:10:27:00	0
D1N02030	66 01:35:00	64 4:20:30:28	0
D1N02031	66 13:47:00	65 5:08:42:00	0
D1N02032	66 13:57:00	65 5:12:26:35	0
D1N02033	67 13:43:00	66 6:09:19:35	0
D1N02034	68 13:37:00	67 7:12:14:44	0
D1N02035	69 13:35:00	68 8:10:49:24	0
D1N02036	68 01:43:00	66 6:14:32:49	0
D1N02037	68 13:45:00	68 8:23:36:32	0
D1N02038	69 21:35:00	68 8:10:44:21	0
D1N02039	70 05:35:00	69 9:12:28:44	0
D1N02040	71 13:35:00	70 0:10:17:37	0

D1N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
D1N02041	72 01:35:00	71 1:00:13:18	0
D1N02042	72 13:46:00	71 1:12:50:42	0
D1N02043	72 13:47:00	72 2:12:43:11	0
D1N02044	73 13:39:00	71 1:22:53:17	0
D1N02045	73 21:39:00	72 2:12:19:33	0
D1N02046	74 05:39:00	73 3:10:33:32	0
D1N02047	74 13:45:00	73 3:21:16:40	0
D1N02048	75 13:40:00	74 4:12:19:34	0
D1N02049	76 13:39:00	75 5:12:45:15	0
D1N02050	76 21:39:00	75 5:18:39:27	0
D1N02051	77 13:39:00	76 6:13:11:23	0
D1N02052	77 05:39:00	76 6:02:26:27	0
D1N02053	77 21:39:00	76 6:16:00:00	0
D1N02054	78 05:39:00	77 7:10:44:07	0

E3N

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
E3N02001	50 08:36:00	50 0:08:35:05	0
E3N02002	52 08:09:00	51 1:03:51:18	0
E3N02003	53 08:16:00	52 2:07:56:57	0
E3N02004	54 08:16:00	53 3:05:54:07	0
E3N02005	55 08:16:00	54 4:06:31:10	0
E3N02006	58 08:17:00	57 7:05:41:50	0
E3N02007	59 08:26:00	58 8:05:25:44	0
E3N02008	60 08:10:00	59 9:06:14:15	0
E3N02009	62 08:15:00	61 1:05:58:37	0
E3N02010	63 08:26:00	62 2:08:29:08	0
E3N02011	64 08:15:00	63 3:10:21:15	0
E3N02012	66 08:15:00	65 5:05:22:36	0
E3N02013	67 08:16:00	66 6:05:12:37	0
E3N02014	68 08:17:00	67 7:08:22:33	0
E3N02015	69 08:16:00	68 8:06:38:36	0
E3N02016	72 08:15:00	71 1:09:45:02	0
E3N02017	73 08:26:00	72 2:08:07:12	0
E3N02018	74 08:09:00	73 3:03:45:40	0

E3N (續)

工單流水號	規劃可交貨時點	模擬可交貨時點	延遲天數
E3N02019	76 08:26:00	75 5:06:37:36	0
E3N02020	77 08:26:00	76 6:11:38:25	0

