

國立交通大學  
工業工程與管理學系

碩士論文

快速評估 12 吋晶圓廠 AMHS 的模擬方法

An Efficient Simulation Methodology for Evaluating  
the Performance of AMHS Systems in 12” Wafer Fabs

研究生：顏豪君

指導教授：巫木誠 博士

中華民國九十五年五月

快速評估 12 吋晶圓廠 AMHS 的模擬方法

An Efficient Simulation Methodology for Evaluating  
the Performance of AMHS Systems in 12” Wafer Fabs

研究生：顏豪君

Student: Hao-Chun Yen

指導教授：巫木誠博士

Advisor: Dr. Muh-Cherng Wu

國立交通大學

工業工程與管理學系

碩士論文



A Thesis

Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Industrial Engineering

May 2006

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十五年五月

# 快速評估 12 吋晶圓廠 AMHS 的模擬方法

研究生：顏豪君

指導教授：巫木誠 博士

國立交通大學工業工程與管理研究所

## 中文摘要

12 吋晶圓廠由於晶舟重量上升導致自動化物料搬運系統 (AMHS) 的設計與運作變的相當重要。過去研究往往使用模擬來評估 AMHS 的績效，然而兩個問題油然而生。第一，模擬系統針對於 (layout) 的改變上並不够人性化，略作改變就得大幅變更模型。第二，包含機台與搬運行為的模擬程式由於系統複雜度高和物件數多，在模擬上相當耗時。

本研究希望改善這兩個問題來增進程式的使用彈性與效率。在解決第一個問題上，利用 AutoCAD 結合 e-Mplant，僅需利用 AutoCAD 繪出設施規劃則模擬系統即可自動產生來增加模型彈性。若 layout 略作修改也僅須針對 AutoCAD 略作修正再重新讀入模擬系統。第二，將每個加工中心間的搬運行為模擬成不同的運輸時間分配，則模擬系統利用不同的運輸時間分配來取代模擬 AMHS 部分的模型來降低系統複雜度和物件數，實驗結果指出在實際晶圓廠模型中，與考量機台與搬運的模擬系統的績效指標差異不大但可節省約 94% 的模擬時間。

關鍵字：離散事件模擬系統、十二吋晶圓廠、自動化物料搬運系統

# An Efficient Simulation Methodology for Evaluating the Performance of AMHS Systems in 12” Wafer Fabs

Student : Hao-Chun Yen

Advisor : Dr. Muh-Cherng Wu

## Abstract

In a semiconductor fab that manufactures 12” wafers, the weight of a wafer cassette increases substantially. The design and operation of the AMHS (automatic material handling system) thus becomes more important than ever. Prior research often uses discrete-event simulation to justify the effectiveness of an AMHS in a 12” fab. Yet, two efficiency problems would arise in such simulations. First, a modified AMHS layout may need substantial human intervention to modify the existing simulation problem. Second, it takes lengthy computation time to run a simulation program that attempts to comprehensively model both machine operations and material handling. This research aims to solve the two efficiency problems. To solve the first problem, we develop and implement a CAD-simulation interface methodology, by which a simulation program for a manually modified CAD layout can be automatically generated. To resolve the second efficiency problem, we attempt to model the material handling times between tool groups by probabilistic time distributions. The simulation model is then simplified by considering only the material-handling time distributions and ignores the exact simulation of AMHS. Experiments indicate that the simplified simulation methodology would yield results, compatible to that obtained by a comprehensive simulation model.

Keywords: discrete-event simulation, 12” fab, AMHS, simplified simulation.

## 誌謝

我終於畢業了！回憶兩年的研究所生活，心中感受悲喜交。喜的是終於從無形壓力中解脫，悲的是要離開陪伴我六年的交大以及一切已付出感情的人、事、物。首先要感謝的是巫木誠教授。巫教授除了在論文及專業上不留餘力的指導之外，也常常在平時言談過程中，教導學生待人處事與工作上所應有的正確態度，讓學生獲益良多，相信老師的教導對自己在未來人生的道路上有著很大的啟發。同時也感謝許錫美教授、彭德保教授、陳文智教授在論文口試時，所給予的寶貴意見與指導，讓本論文更臻完備。

此外，要感謝博士班泰盛、昌甫學長，同門老怪、黑輪、阿猴、阿伯與清仔，以及 188、中任、小民、大銘與學弟振富、建中、龜霖與其他研究室啟峰、肥趴等及好友豬頭、翊庭、五百、建勳、小彭、豬標、瑟欽、婷婷等和家族學弟妹彥樵、國峰、嘟嘟和族繁不及備載的各位朋友們對我的鼓勵及協助，讓我在這點點滴滴 2 年的研究生日子裡，過得相當的充實。

最後深深感謝我的父母親顏振川先生與高鈺緣女士、妹妹秀如和秀聿，在這漫長辛苦的求學階段，由於你們不斷地鼓勵與支持，讓我能夠沒有後顧之憂，得以專心完全學業，且擁有不斷學習、克服萬難且勇往直前的勇氣，衷心感謝你們所給予我的精神支持。最後僅將此份榮耀獻給我親愛的家人以及所有關心我的師長、朋友和學弟妹，謝謝你們。

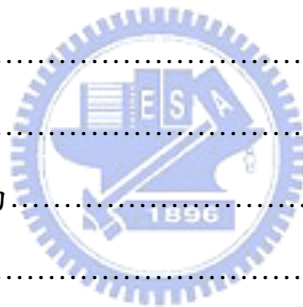
顏豪君 于風城交大

2006/6/19

# 章節目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
致謝.....	iii
章節目錄.....	iv
圖目錄.....	vi
表目錄.....	vii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 論文章節安排.....	3
第二章 文獻回顧.....	4
2.1 晶圓廠模擬模型文獻.....	4
2.2 自動化物料搬運系統文獻.....	4
2.2.1 設施規劃問題.....	5
2.2.2 車輛管理問題.....	5
2.2.3 資源配置問題.....	6
2.2.4 績效分析問題.....	6
2.3 本論文的研究重點.....	7
第三章 模型建構邏輯.....	8
3.1 物件導向介紹.....	8
3.2 e-Mplant 介紹.....	9
3.3 模擬系統架構分析.....	9
3.4 資料模組.....	10
3.5 AutoCAD 模組.....	11

3.6 虛擬晶圓廠模組.....	12
3.7 自動建廠模組.....	17
第四章 加速模型.....	21
第五章 模擬實驗一.....	24
5.1 環境設定.....	24
5.2 進行實驗.....	25
第六章 模擬實驗二.....	27
6.1 環境設定.....	27
6.2 案例一.....	27
6.3 案例二.....	29
6.4 案例三.....	31
6.4.1 環境設定.....	31
6.4.2 實驗結果.....	32
第七章 結論與未來研究方向.....	33
參考文獻.....	34
附錄一.....	36
附錄二.....	37
附錄三.....	40



## 圖目錄

圖 1.1 分離式軌道系統.....	1
圖 1.2 半連接式軌道系統.....	1
圖 1.3 連接式軌道系統.....	1
圖 3.1 e-Mplant 介紹.....	9
圖 3.2 模擬系統架構分析.....	10
圖 3.3 資料模組介紹.....	11
圖 3.4 AutoCAD 模組介紹.....	12
圖 3.5 序列機台加工模式.....	13
圖 3.6 批次機台加工模式.....	13
圖 3.7 機台加工完流程圖.....	14
圖 3.8 default stocker 選擇示意圖.....	15
圖 3.9 自動建廠模組介紹.....	17
圖 3.10 自動化建廠模組步驟.....	18
圖 3.11 物件介紹.....	18
圖 3.12 軌道配置示意圖.....	19
圖 3.13 定位圖.....	19
圖 4.1 加速模型介紹.....	21
圖 4.2 運輸時間分類圖.....	22
圖 5.1 投入批量數的決定.....	24
圖 5.2 廠 layout 圖.....	25
圖 5.3 廠 layout 修正圖.....	25
圖 6.1 廠 layout 圖.....	31



## 表目錄

表 2.1 AMHS 文獻整理.....	6
表 5.1 績效指標整理.....	26
表 6.1 案例一多情境績效.....	28
表 6.2 案例一績效表.....	28
表 6.3 案例二多情境績效.....	29
表 6.4 案例二績效表.....	30
表 6.5 兩案例統整表.....	30
表 6.6 實驗結果.....	32



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

目前在台灣電子業已成為影響整體經濟的重大產業，其中又以半導體業為首，資金與技術最為密集。為了降低成本及增大其經濟效益，製程的演進和擴大晶圓尺寸是必須的。晶圓尺寸增大自 1960 年至今已經歷了二吋、三吋、四吋、五吋、六吋、八吋、十二吋共七個世代，這導致晶圓片上的晶粒數上升且每顆晶粒的製造成本大幅下降，但對於設備成本來說成本提高更多，十二吋廠資本為八吋廠的 1.5 倍左右[17]。基於十二吋晶圓加上載具的重量已超過人力搬運所能負荷的安全性考量，利用自動化設備將晶舟由機台搬運至機台，不需人力搬運的自動化物料搬運系統（automated material handling system, AMHS）系統因應而生。

AMHS 的主要構成要件有四種，inter-bay 搬運系統主要負責加工中心間（bay-to-bay）的搬運任務，intra-bay 搬運系統負責加工中心內（within bay）的搬運需求，機台扮演執行加工的任務，而倉儲（stocker）為儲存在製品或提供 inter-bay 與 intra-bay 系統搬運轉換的機制。主要類型有三，分離式（segregate）、半連接式（partial connect）和連接式（connect），主要分別在於 inter-bay 和 intra-bay 兩種搬運系統的連接方式。分離式為兩種搬運系統不互相連接，運輸上需藉由倉儲轉運。半連接式中兩搬運系統亦不互相連接，各加工中心的 intra-bay 軌道可能有互通，搬運時不一定需要轉運的機制亦可直接運到目的地。連接式為兩種搬運系統互相連接，搬運上更加方便。如圖 1.1~1.3。

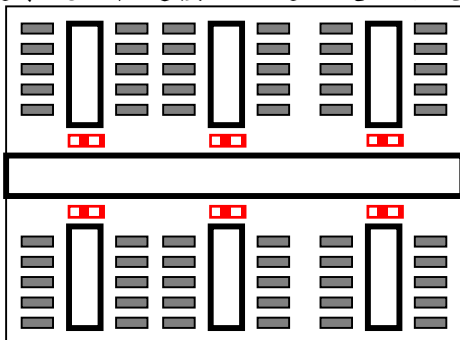


圖 1.1 分離式搬運系統

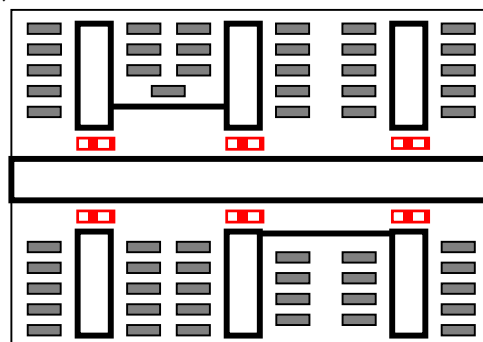


圖 1.2 半連接式搬運系統

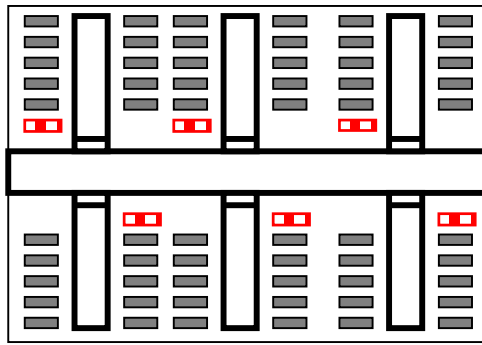


圖 1.3 連接式搬運系統

通常晶圓片是採取批量的搬運方式，一般而言，一個批量有二十五片晶圓，一個批量稱為晶舟，由於晶圓尺寸上升導致晶舟重量由八吋的 3.5 公斤膨脹到 8.5 公斤，因此 AMHS 的重要性日漸升高。主要原因在於半導體產業製程複雜且生產過程長，造就搬運頻繁，晶圓重量上升造成人工搬運困難。導入 AMHS 能有效掌握晶圓狀態和減少人為因素對於整體績效的影響[12]。

晶舟在機台間搬運頻繁，擔任介面的 AMHS 在搬運時可能會發生「塞車」的現象，繼而造成晶舟無法及時送達加工中心，機台閒置和產出降低的問題隨之而來。為了避免機台閒置，原本排定在此機台加工的晶舟因為無法及時到達而被捨棄，繼而選取能在此機台加工且距離最近的晶圓批來進行加工，但對於產出並無太大幫助。所以如何適時把「正確的東西」放到「正確的地方」是 AMHS 面臨的一大問題。

過去針對於 AMHS 的研究上主要在廠房配置和車輛管理。目的都在於提升搬運的效率。但是在評估如何加軌道來提升效率上探討的不多，但這是現場目前最需要得知的訊息，決策者希望能針對此與其他變動做快速的反應，能提供完整資訊的電腦化系統相對的重要。

過去模擬系統應用於晶圓廠的研究分為下列三種：

- ◆ 投料與派工：此種研究只考量機台而不考慮搬運行為。
- ◆ 自動化物料搬運系統：此種研究只考量搬運而不考量機台行為。
- ◆ 同時考慮兩者：通常會受限於工具的限制而無法進行各種研究，例如此類型的模擬系統有模擬時間過長的問題，約為第一種的十倍長。

## 1.2 研究目的

有鑑於此，本研究對於評估運輸系統績效產生兩大想法暨求提升整體效率，首先針對於評估不同設施規劃（layout）能彈性更改模型的模擬系統，此系統包含了機台和搬運行為，過去在評估設施規劃上必須人工修改模擬系統，這是相當費時，且不懂模擬的人根本無法使用。本研究擬針對此方面利用 AutoCAD 來做修正，提供簡單化的功能。第二部分針對於同時考量機台與搬運行為的模擬系統，因為複雜度高導致模擬時間過長的問題提供新的構想，希望發展一個快速且有效評估 12 吋廠績效的系統。產出量和週期時間為評估晶圓廠最重要的指標，在不影響重點指標下針對於系統進行「簡化」是加快模擬速度的關鍵。

## 1.3 論文章節安排

在論文章節安排上如下，第二章為晶圓廠模擬模型與 AMHS 文獻回顧。第三章與第四章分述彈性化與效率化的建構邏輯與方法，第五章與第六章是模擬實驗，第七章是結論與建議。



## 第二章 文獻回顧

本文獻回顧分為兩部份，首先針對於晶圓廠模擬系統(包含機台與搬運行為)模型建構上的文獻稍做論述，第二部份針對於 AMHS 相關研究做整理。

### 2.1 晶圓廠模擬模型文獻

針對於如何建構模擬模型上過去的研究相當少，而且都有個共通的缺點就是模型變更困難且不符合真實情況。

Campbell 等人[1]利用 AutoSchedAP 來模擬機台，AutoMod 來模擬搬運系統，建構完成利用所提供之 socket 介面將二者結合。介紹應用這兩種工具來建構十二吋廠的模擬模型，此篇文章最大價值在於提供後人一參考方向。但是利用這兩種軟體建構的模擬程式有三個很大的缺點，就是使用者無法明確觀察到系統的運作邏輯，類似個黑箱。其二就是太佔資源往往模擬時間過長會導致當機。由於模型建構上只能使用 AutoMod 所提供的元件與方法，造就了彈性上的不足，往往使用者得配合其建構的模型在運作。

張氏[11]所使用的資料和 Campbell 相同之下，利用 e-Mplant 來改善上述的黑箱問題，但是其建構之模型由於假設上的限制僅能提供分離式搬運系統，若針對於真實晶圓廠，由於每個廠的設施規劃皆不盡相同，張氏所建構的模型就無法配合不同晶圓廠提供分析功能且其比較有考慮全廠(機台行為和自動物料搬運系統)的模擬程式和僅考量機台行為的模擬時間差距約為十倍。

### 2.2 自動化物料搬運系統文獻

自動化搬運系統中存在硬體設計與軟體控制兩階段問題。硬體設計主要為設施規劃和資源配置 (resource allocation)，軟體控制則為績效分析 (performance analysis) 和車輛管理 (vehicle management)。然而設施設計會帶來車輛管理上的需求，車輛如何管理將會影響整個系統的績效，因此有績效分析的問題，簡而言

之其實各個問題是環環相扣的。

### 2.2.1 設施規劃問題

Kurosaki 等人[2]針對於分離式和連接式自動化物料搬運系統進行模擬分析，分離式表示 inter-bay 和 intra-bay 間的搬運需靠倉儲系統的幫忙，此為半導體廠最常見的方法。連接式為 inter-bay 和 intra-bay 間利用同類型的軌道連接，即搬運時不需藉由倉儲系統的幫忙。連接式所需花費的總搬運時間（晶圓等待被搬運時間和搬運時間）比分離式來的短。Bahri 等人[8]提出其他令搬運車不需經由轉運即可達成運輸的軌道佈置，如半連接式軌道等，不論在成本考量或總搬運時間上表現較佳。

針對於捷徑（shortcut）的問題，Pierce 和 Stafford [4]提出轉車台（turn table）和高速道（high-speed Lane）用於 inter-bay 上，發現可以有效降低晶圓搬運時間，但對於整個晶圓的生產週期並無顯著改善。Peters 和 Yang [5]利用網路問題解決 inter-bay 系統的軌道設計，主要針對於轉車台的設計問題應用於 spine 和 perimeter 兩種設施規劃方式。

### 2.2.2 車輛管理問題

隨著十二吋廠全面自動化的來臨，搬運車可說是相當重要，如何令交通不致於癱瘓並提升其績效是現在所面臨的重點，例如派車問題、交通管理問題等。

交通管理方面必須避免的現象包含阻塞（blocking）、死鎖（deadlock）等，陳氏[13]針對於阻塞提出 PV（push vehicle）方法，將阻擋於執行搬運任務之搬運車前停靠在軌道上等待搬運任務的車輛往前推，藉以保持軌道暢通，對於死鎖提出 STS（send to stocker）法則，將負載晶舟之搬運車的目的地無法卸下晶舟時將晶舟先送往倉儲系統暫存，在於產出量和搬運時間上皆有良好表現。

Lin 等人[7]針對於派車問題（車選晶舟和晶舟選車）應用於雙向迴圈的

inter-bay 上選用幾種方法來比較，發現在不同車數和來到率之下，車選晶舟採用一碰到晶舟就搬運，晶舟選車採用先選搬運距離最短的軌道再選最近的車輛，大部分績效會最佳。

Lin 等人[3]提出在一連接式搬運系統下，不同車型的車種（不同車型表示運行的範圍不同）交互搭配，發現在不同車數和來到率之下，三種混合不同車型的方法下並無哪種最佳，但可找到此三種方法之最佳組合。

### 2.2.3 資源配置問題

Schulz 等人[6]提出倉儲系統的容量大小、機器手臂速度會顯著影響整體系統效能。

### 2.2.4 績效分析問題

Wang 和 Liao [9]針對於不同優先權晶舟 hot lot 應用於 intra-bay 搬運系統下的產出量差異比較。Tyan [10]找出機台派工與自動搬運車派車的最佳組合。

表 2.1 AMHS 文獻整理

問題分類	研究主題	作者	工具	備註
廠房設計	分離式和整合式 AMHS 研究	Kurosaki1997	模擬	只考慮搬運
	各種類設施規劃比較	Namdar2001	模擬	只考慮搬運
	轉車台、高速道分析	Pierce1994	模擬	只考慮搬運
	轉車台設計問題	Peters1997	OR	只考慮搬運
車輛管理	提出避免交通阻塞的方法	陳氏 1999	模擬	只考慮搬運
	比較不同派車法則績效	Lin2001	模擬	只考慮搬運
	比較不同車型混合之績效	Lin2003	模擬	只考慮搬運
資源配置問題	倉儲系統參數影響整體效能	Schulz2000	模擬	考慮機台和搬運
績效分析問題	hot lot 應用在 intra-bay 不同水準之產出差異	Wang2002	模擬	考慮機台和搬運
	機台派工與自動搬運車派車的最佳組合	Tyan2004	模擬	考慮機台和搬運

### 2.3 本論文的研究重點

針對於表 2.1 的整理，大部分 AMHS 系統的研究都只考量搬運系統的模式，若考量機台與搬運行為的研究多利用 Campbell 與張氏所建的模型來進行，但是模擬時間過長且研究受模型所侷限。本研究希望提供彈性化與效率化的模擬平台提供後續研究者能有效的進行研究，彈性化部份利用 AutoCAD 結合 e-Mplant，僅需利用 AutoCAD 繪出設施規劃則模擬系統即可自動產生來增加模型彈性，效率化部份利用「簡化」來降低模擬時間。





## 第三章 模型建構邏輯

在建構邏輯上由於有用到物件導向的概念，所以在以下章節先對物件導向和模擬軟體 e-Mplant 稍做介紹。

### 3.1 物件導向介紹

其概念大致包含：物件 (object)、類別 (class)、繼承 (inheritance)、多型 (polymorphism)，分述如下：

物件定義具有狀態、行為和識別性。利用狀態可對物件所有的靜、動態屬性加以描述，因應不同狀態而有不同的處理方法。物件與物件之間會有訊息的傳遞即為行為的表現。此外每個物件都能被識別。如道路上汽車會因其他物件的狀態而改變（前車減速，自身減速）或訊息傳遞（閃大燈），自己的汽車是可被辨識的而不會認錯。

類別定義為一群擁有相同資料結構與相同行為的物件所形成的集合。例如房車為物件，而當其與休旅車、小客車等聚在一起則形成汽車類別。

繼承為物件導向核心，即物件可從父層級接受其特性或特徵。即當物件狀態或屬性必須改變時，不同以往直接修改需大幅修正，由於繼承的觀念，只要修改父層級即可達到修正全體的功效。掌握此特性必能有效發揮物件導向的威力。

多型定義為相同操作方法在面對不同的類別時可顯現不同的行為。利用相同的名稱代表不同的動作，不用去管對象為何即可針對所需做出不同的因應。

### 3.2 e-Mplant 介紹

e-Mplant 有別於其他的模擬軟體，為物件導向為基礎的模擬軟體，使用者可快速且有彈性的構建模擬系統，e-Mplant 擁有以下特點（如圖 3.1 所示）：

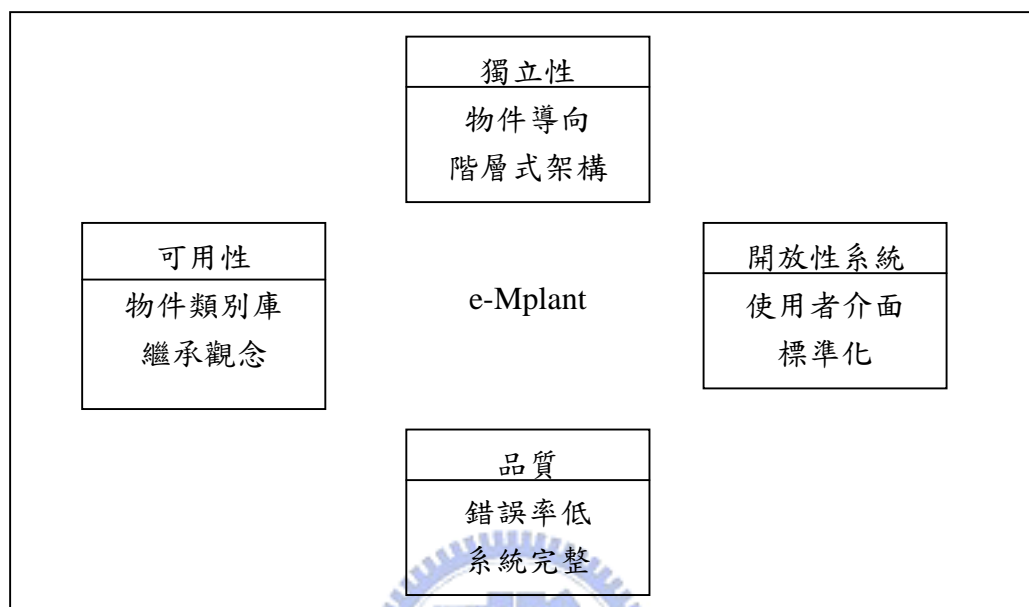


圖 3.1 e-Mplant 介紹

1. 擁有較高的發展速度與模擬模式品質
2. 準確建構模擬系統
3. 可直接在現有的系統上進行擴充功能
4. 操作人性化

### 3.3 模擬系統架構分析

建構系統之前，本研究先對如何建構系統做分析，主要分為兩大步驟（圖 3.2），規劃及自動建廠兩大模組，利用這兩模組即可完整的自動建立模擬程式來分析問題。規劃模組主要進行蒐集模擬系統所需要的資訊（資料與 AutoCAD 模組）與晶圓廠內部實體的運作邏輯（V-Fab 模組），例如工件在系統中加工、等後、移動等過程如何設計。自動建廠模組主要將規劃模組所蒐集到的資訊自動化產生虛擬晶圓廠。規劃模組分為三大模組：AutoCAD、資料與虛擬晶圓廠（V-Fab）模組，主要功能如下：

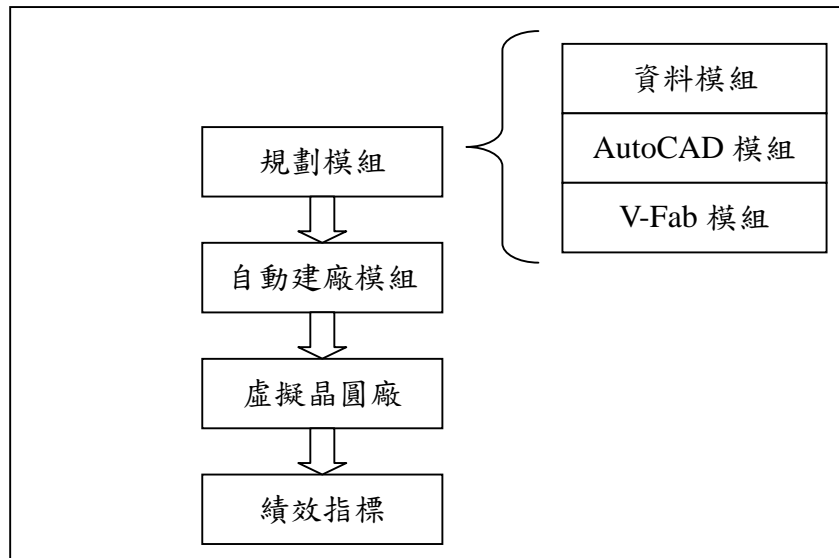


圖 3.2 模擬系統架構分析

#### 3.4 資料模組：

此模組介紹所需要蒐集的資訊主要分為三部分(圖 3.3):機台、倉儲與搬運車三大實體系統。機台系統主要有機台的種類-序列和批次和位置座標，當機設定主要蒐集當機時間 MTBF (mean time between failure) 和維護保養時間 MTTR (mean time to repair) 做為設定機台當機的依據。緩衝區 (loadport) 與內部緩衝區的數目，緩衝區位在機台外部，為料件送入機台時暫放料件的地方，內部緩衝區位在機台內部，僅有批次機台擁有，其功能在於批次機台有集批限制，其大小依據批量來決定，將料件放在機台內部較不易因等候時間過長導致料件毀損。裝卸時間代表搬運車將料件運往緩衝區等待時所需要的時間。預定倉儲的設計主要針對於料件根據途程規劃 (routing) 會將料件送往目的地機台加工，但是由於搬運系統的限制，可能無法直接將料件送往機台僅能送到倉儲暫存，為了降低倉儲到目的地機台的搬運時間，所以有預定倉儲的設定，即機台根據倉儲距離的遠近做設定，篩選最近的倉儲做為其預定倉儲，通常會設置好幾個。

倉儲部分主要蒐集其位置座標、容量大小以及裝卸時間。裝卸時間代表機器手臂將搬運車上的料件運往倉儲所需要的時間。搬運車主要蒐集其速度、容量、長度與種類。

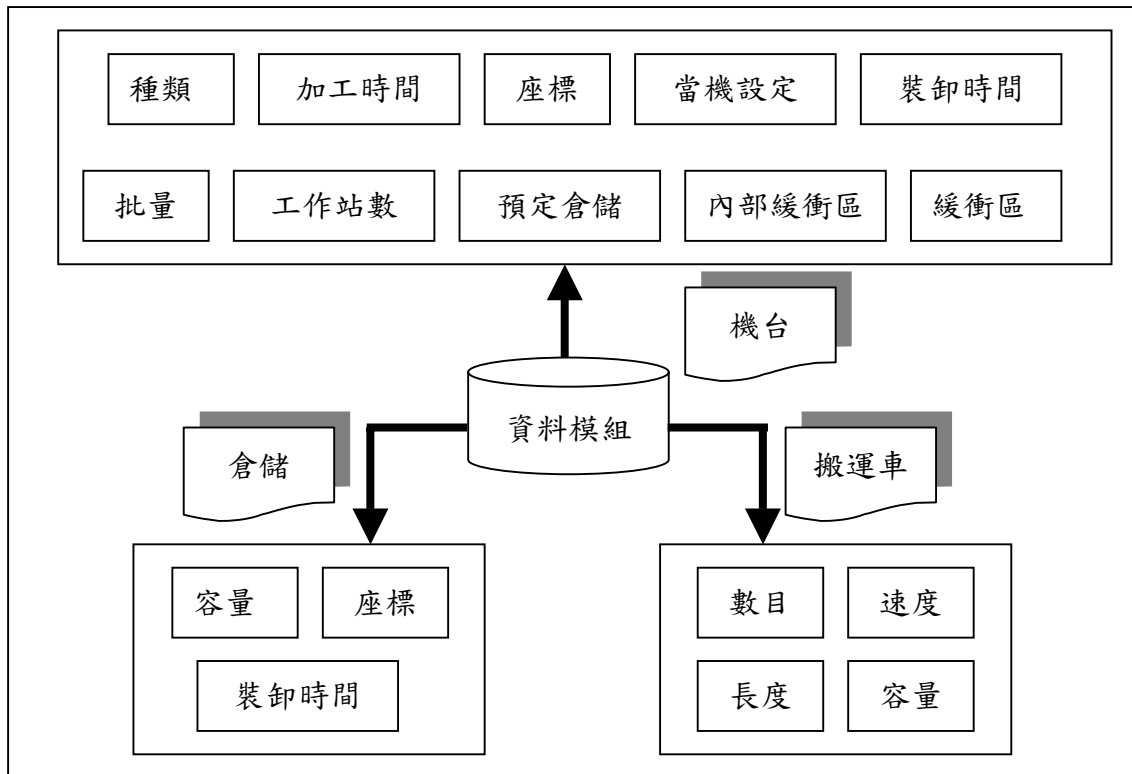


圖 3.3 資料模組介紹

### 3.5 AutoCAD 模組：

此模組為能彈性更改模擬模型的關鍵。晶圓廠 layout 可視為 2-D 圖形，所以可用 AutoCAD 畫出我們所需要的圖形來取得資訊，在此主要介紹如何利用 AutoCAD 繪圖。在包含機台與搬運行為的系統中，軌道、機台和倉儲的「位置」與軌道的「運輸方向」是相當重要的。以往只有考慮機台的模型僅需建構出不同的工作站再藉由途程規劃將料件運送到不同工作站加工即可，但本研究模型由於考量搬運行為，當搬運車在軌道上運行的同時，得判斷何處有機台或倉儲，這時就得利用位置來做定位的功能，運輸方向主要提供在模擬系統中如何配置軌道。利用 AutoCAD 繪圖之前，先針對以下名詞作定義，轉折點 (vertex) 代表著軌道的轉彎處，而兩轉折點間的連線定義為區段軌道。如圖 3.4 為 AutoCAD 所畫出的圖形，主要內容有四：轉折點、區段軌道、機台和倉儲，圖中線段的部分代表軌道，上頭轉彎處的圓點為轉折點，兩轉折點間的線段則為區段軌道，在非轉彎處的圓點則為機台或倉儲，藉由將這四部份定義「名稱」即可取得所需資訊。



序列機台：當搬運車將料件送往機台緩衝區暫存的同時，有裝卸時間的存在。當料件移到緩衝區時，搬運車會在原地停留直到料件搬入緩衝區。將料件送入緩衝區的同時系統會紀錄此 lot 的相關資訊，如 lot 的編號，狀態等。當機台閒置時則會將緩衝區內的工件依序送入機台內加工。

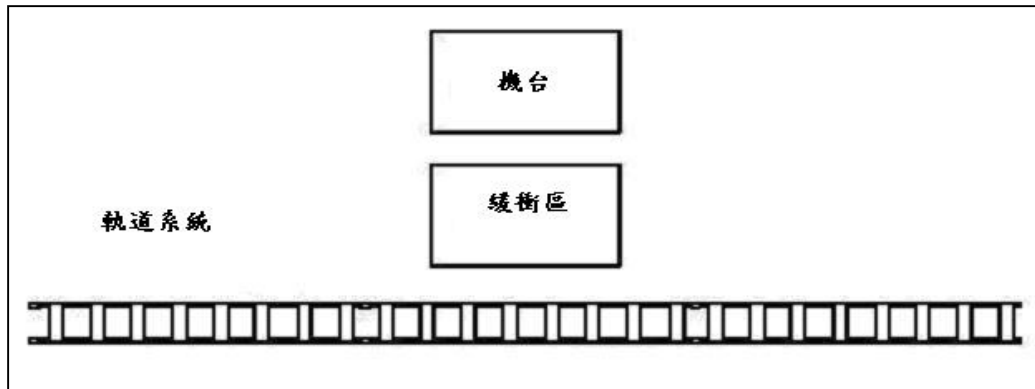


圖 3.5 序列機台加工模式

批次機台：動作和序列機台很類似，只在於料件搬入緩衝區後，還要將料件移入內部緩衝區暫存等待集批 (minimal batch size, MBS)，等機台閒置時再將料件送入機台加工。

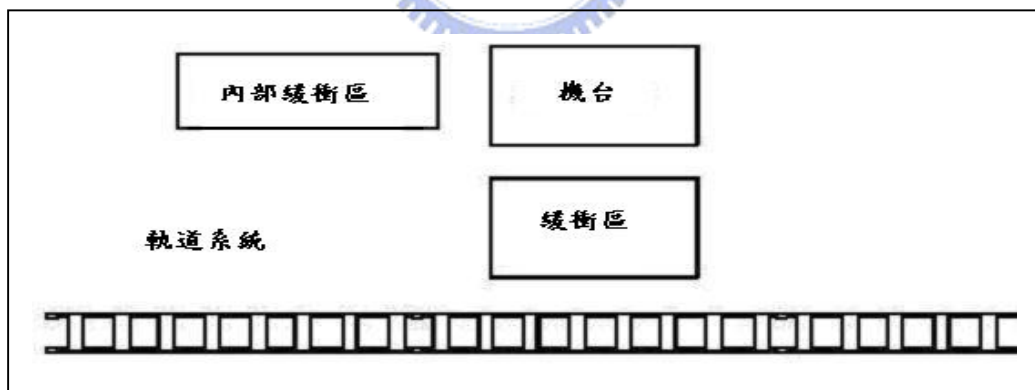


圖 3.6 批次機台加工模式

接下來介紹機台加工完成後所需進行的動作 (如圖 3.7)。當機台加工完成後 (不論序列或批次) 得進行選料和送料法則，這兩大法則主要決定機台接下來要加工的料件為何以及當成加工的料件該送去何處。接下來進行選車與選路徑法則，告知如何將料件送往目的地，該選哪台空車搬運及行走路徑為哪條。以下一介紹各種方法的運作邏輯。

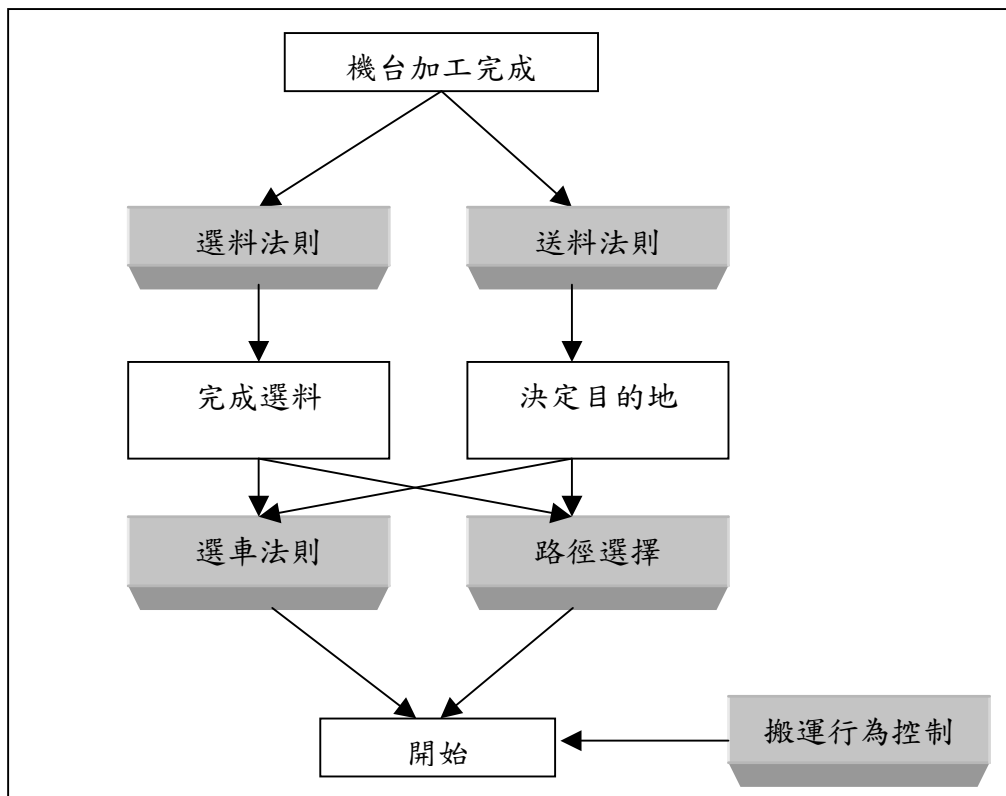


圖 3.7 機台加工完流程圖

選料法則：選擇在倉儲暫存的料件，將料件運往機台緩衝區等後加工，而緩衝區大小則代表機台可放置緩衝料件的容量，當機台容量已滿則不進行選料的動作，在模擬系統中，採用 `Virtual_Mum` 和 `Real_Mum` 兩變數來控制機台容量，`Real_Mum` 代表實際存在此機台緩衝區等候加工的料件數目，`Virtual_Mum` 則代表 `Real_Mum` 加上目前在搬運車上即將運往此機台緩衝區暫存的料件。此模擬模型中設定的方法為最短距離 (short distance) 和先進先出法 (first in first out, FIFO) 為先尋找最近的倉儲，再找最早存在於此倉儲且能在此機台加工的料件。

送料法則 (where's next)：依據途程規劃將料件運往下一站進行加工或暫存，但是會隨著搬運模式的不同目的地會有不同，若搬運模式為轉運模式，將要決定目標倉儲系統 (default stocker)，即選定目的地為何處的倉儲進行暫放。若搬運模式為非轉運模式，則可直接將料件送往可進行下一站加工中最近且有空間的機台，若判斷沒有空間的機台時才將料件送往目標倉儲系統暫存等候機台選料。以下為目標倉儲系統的決定邏輯：

Step 1 : 找出能加工下個道次的所有機台

Step 2 : 預定倉儲中所存放同道次的所有在途量 (total WIP)，小的優序較高

Step 3 : 剔除利用率高於 80% 的倉儲系統

Step 4 : 搬運

用圖 3.8 來說明，第一步驟找到機台二和機台三，第二步驟比較機台二跟三中暫存等待進行此道次的晶舟，如 Bay1-C 中 WIP = 10 表示此倉儲系統中所儲存等待此道次的料件有十個，以此類推，機台所擁有的所有在途量可計算出來，機台三的所有在途量為 21，機台二的所有在途量為 35，則機台三優序比機台二高，第三步驟剔除利用率高於 80% 的倉儲系統，所以 Bay2-A 和 Bay1-A 剔除，最後結果最佳目的地倉儲系統為 Bay1-C，但為了避免 Bay1-C 在運到前空間被占滿或是壞掉的情形發生，所以有目的地倉儲系統的優序的決定，此例子的優序為 Bay1-C → Bay3-D → Bay3-E。

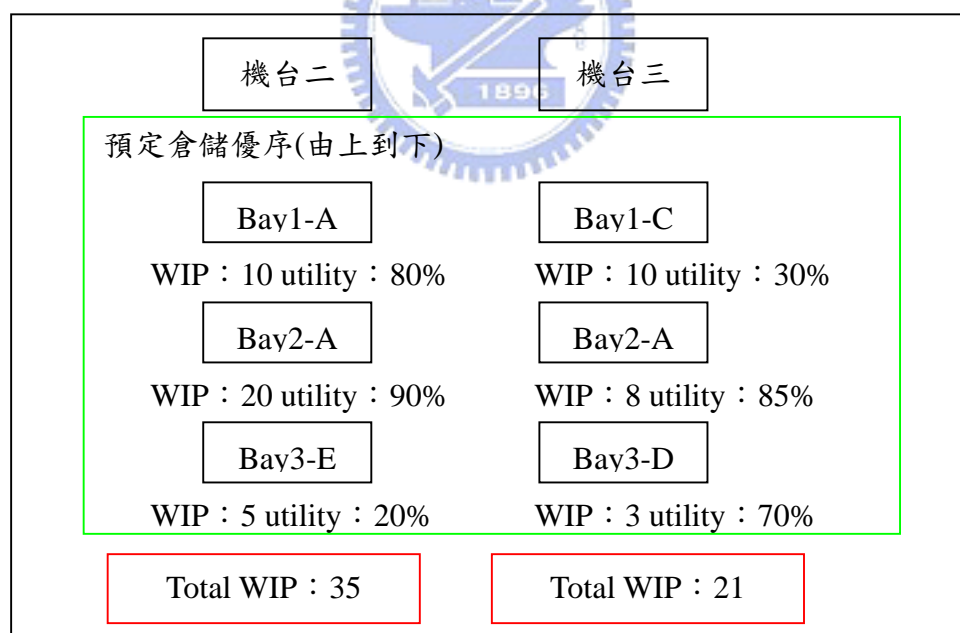


圖 3.8 default stocker 選擇示意圖

選車法則：主要可分為兩種情境，首先為料件選車，其次為車選料件。

情境一：料件選車發生的時機出現在機台加工完成時，主要目的在運送被選到即將從倉儲送到此機台緩衝區暫存的料件和運送在此機台加工完成即將送往



目的地的料件。皆為利用給搬運車和料件幾個變數來做控制，以前者為例，給搬運車到倉儲路徑（GOPath）、倉儲名稱（GOTarget）及欲接送料件（Entitly\_NO）的資料三個變數，給料件從倉儲到目的機台的路徑（GOPath）和目的機台名稱（GOTarget）。當搬運車利用這些變數順利前往倉儲將料件送往搬運車的同時，會將搬運車上的變數清除並將料件的變數複製到搬運車上，因為搬運車會藉由這些變數識別是否到達目的地。後者的話則給搬運車到機台路徑、機台名稱和欲接送料件的資料三個變數，給料件從機台到目的地的路徑以及目的地名稱。此模擬模型中設定的方法為最短距離，即選擇最近的空車來進行搬運，當找不到空車來搬運時則將此料件設定為「呆料」，停留在原地等候另一情境進行搬運。

情境二：車選料件發生的時機出現在搬運車完成搬運且系統中存在呆料時，此時搬運車設定的方法為最短距離，會搜尋最近的呆料進行搬運，亦如情境一利用幾個變數來做控制，給搬運車到呆料的路徑（GOPath）、呆料的位置（GOTarget）和欲接送呆料資料（Entitly\_NO），給呆料從呆料位置到目的地路徑（GOPath）和目的地名稱（GOTarget）。

介紹完機台的運作邏輯後接下來介紹倉儲的運作行為。倉儲主要的功能在存放料件和進行轉運的功能，當料件進入倉儲為存放料件的同時，會進行「推料」的動作，即判斷鄰近且可加工此料件的機台是否有空間，如果有的話即將料件送往機台的緩衝區存放以節省搬運的時間。而料件送入倉儲時，由於倉儲僅依靠一支機器手臂將料件從搬運車上搬入倉儲，所以利用裝卸時間來模擬這段時間，此時搬運車是停在原地不動的，搬入後並紀錄料件的相關資訊。

最後介紹搬運車的運作行為。搬運車依照著軌道的方向往前運作，但是如何得知到達目的地要送料還是接料，此利用一個變數（DOWhat）來控制，當料件要進出機台時則將變數設定為「inmachine」或「Outmachine」，進出倉儲則設定為「inStocker」或「OutStocker」，利用變數控制搬運車即可順利的進行搬運。而空車管理上則設定空車僅在 inter-bay 的軌道上繞行。

### 3.7 自動建廠模組：

前面所分析的三個模組主要在於建立與蒐集所需要的資訊，若要發揮物件導向技術的優點與彈性，還需配合繼承性的使用，就是以下要介紹的自動建廠模組。以圖 3.9 來介紹，透過自動建廠模組的執行，可產生一個虛擬晶圓廠的模擬模型，其內部所有的物件皆來自於規劃模組的複製，並繼承其父類別的屬性與操作，當修改規劃模組的資訊時，可經由自動建廠模組快速將系統修正。

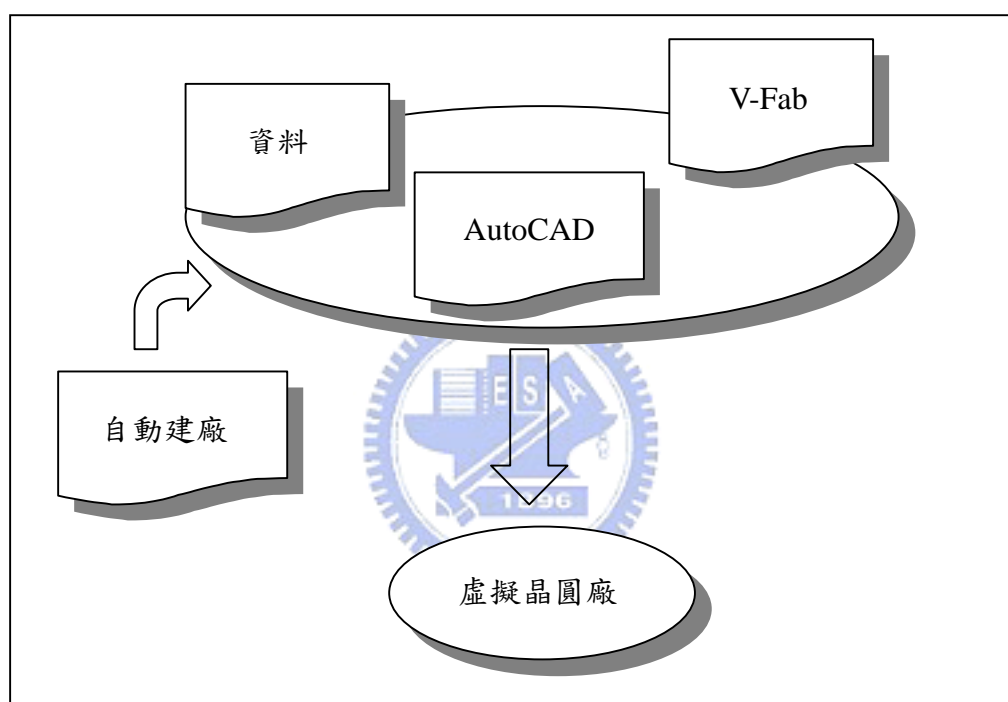


圖 3.9 自動建廠模組介紹

整個自動建廠流程主要可分為四步驟（如圖 3.10），第一步驟在於讀入新的資訊，第二、三步驟為如何利用 AutoCAD 所得到位置與方向的資訊建立搬運系統和搬運系統與機台、倉儲的關係，第四步驟為建立實體的加工系統，如機台、倉儲及搬運車，以下會針對第二、三與第四步驟詳細介紹。

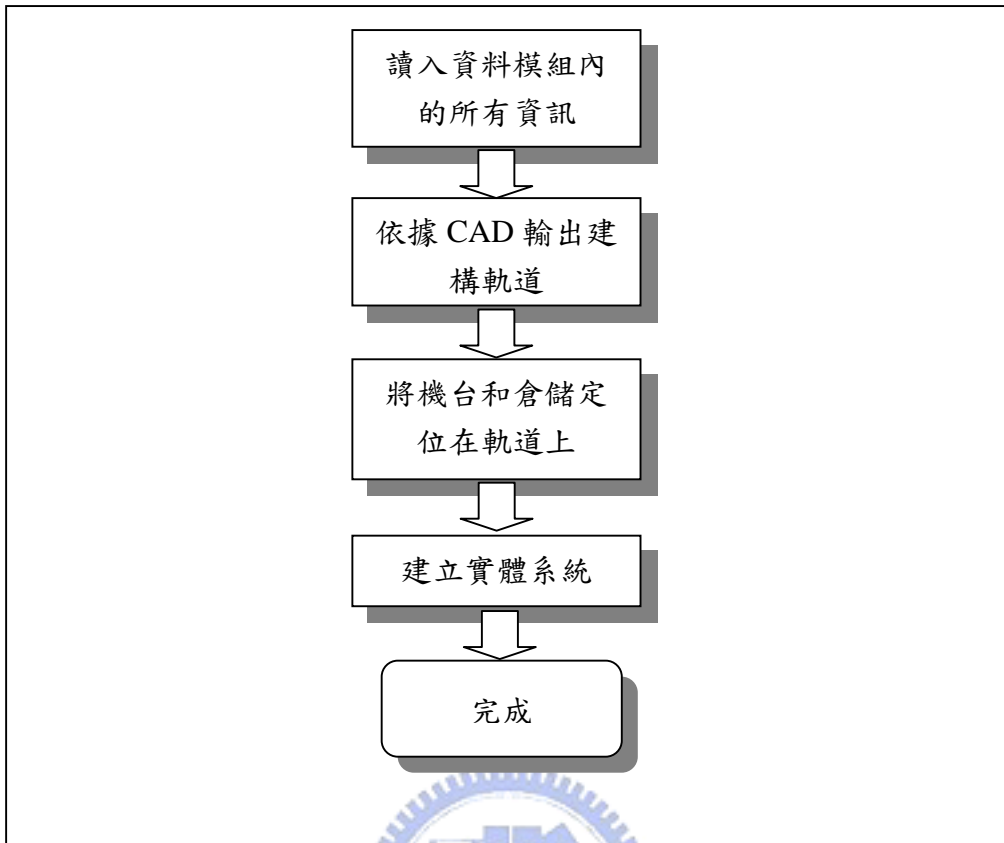


圖 3.10 自動化建廠模組步驟

在軌道的配置上，主要輸入變數為轉折點的座標與從至圖，先對「track」與「transporter」和「method」物件做介紹，「track」是 e-Mplant 裡面專門用來模擬真實世界的運輸路徑的工具，「transporter」為專門模擬搬運車的工具，而「method」主要是提供撰寫控制法則的工具。「track」主要功能在於能讓「transporter」能在其上隨著連接的路線前進，「track」的屬性可將「method」擺在它的某段位置讓「transporter」經過時觸發，如此以來即可控制搬運車的搬運行為，圖 3.11 為這三個物件圖形介紹。以下為軌道配置的步驟。

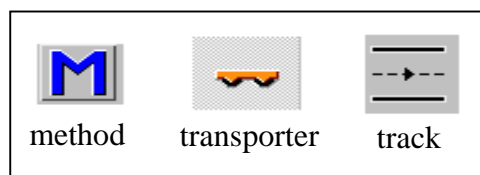


圖 3.11 物件介紹

Step 1：利用轉折點座標於模擬系統中進行「定位」的動作

Step 2：定位完成後利用從至圖將所有轉折點依照軌道方向做連接

Step 3：連接的軌道利用物件「track」擺入來代表區段軌道

如圖 3.12 所示，依據上述步驟即能在模擬系統中將軌道畫出並加以連接。

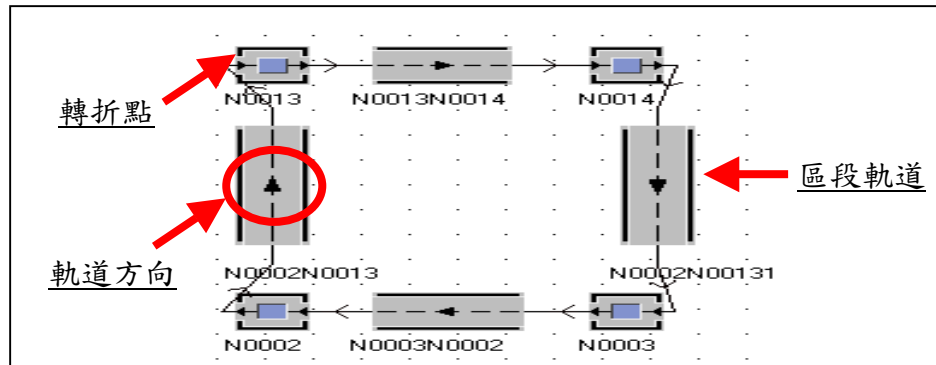


圖 3.12 軌道配置示意圖

在軌道與機台、倉儲（定義為靜態資源）的關係上，由於搬運車於軌道上運行且利用控制法則來執行搬運的動作，所以必須將靜態資源和軌道做連接，將其定位在某段區段軌道上的某個位置並把撰寫完成的 method 擺入，如此搬運車才有辦法進行搬運動作。如圖 3.13 所示，長 10 公尺的軌道在某點上擺入 method，當搬運車在運行時走到軌道上的那個點則會觸動 method 來執行搬運動作，利用此當作搬運車運行到某點時碰到了機台或倉儲，於是如何將靜態資源定位在某段區段軌道的某點上，以下有詳細步驟介紹。

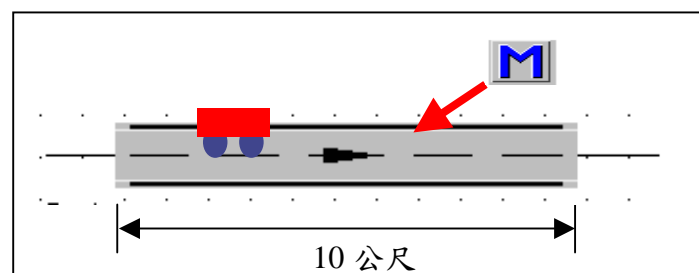


圖 3.13 定位圖

Step 1：將所有靜態資源的座標做為投入變數

Step 2：靜態資源持續擴大搜尋範圍找尋轉折點

Step 3：判斷兩兩轉折點是否相連且靜態資源與轉折點的斜率是否相同

Step 4：不同則進行 Step 2，相同視為找到區段軌道

Step 5：找到定位點（離區段軌道的起始端座標的長度即為其定位點）

Step 6：擺入 method

第四步驟針對於建立實體系統，這是物件導向的威力所在，利用之前建構的虛擬晶圓廠模組為父層級即可迅速的建立機台與倉儲系統。而搬運車的配置上，主要是將搬運車設定入虛擬晶圓廠中的初始狀態，擺入的法則先依照區段軌道數擺入搬運車，若車數大於區段軌道時再從頭擺入搬運車。如車數 30，區段軌道數 14，除了某兩段區段擺入三輛車外每段區段各擺入兩輛車。



## 第四章 加速模型

由於系統考量機台和搬運行為使得複雜度高且物件數多，這會導致模擬時間相當長，本章節針對於耗時上希望提出一個構想能夠快速且有效的評估十二吋晶圓廠（包含機台和搬運行為）的績效。

主要構想希望能降低模擬系統中的物件數使系統複雜度降低來達成加速的效果。若實際的運輸行為上利用運輸時間分配來代表，並將其投入不考量搬運行為的模型中，利用運輸時間分配來模擬料件在工作站間流動的運輸時間，若與考量機台和運輸行為的模型上重要績效指標沒有太大差異，則可利用此簡化大幅降低物件數和系統複雜度來降低模擬時間。如圖 4.1，T-Fab 和 Non-T-Fab 分別代表兩種系統，前者為包含機台和搬運行為模型，後者僅包含機台行為模型，搬運時間設定為 0。在 T-Fab 中主要投入變數為增減軌道、控制法則和增減車輛數，輸出變數為運輸時間，運輸時間又包含搬運時間和找車時間兩種。搬運時間定義為搬運車在執行某次任務完所花的時間，例如執行 A 工作站機台到 B 工作站倉儲暫存的時間，而找車時間定義為料件在機台加工完成後找到空車來進行搬運的時間。在控制法則相同之下，藉由增減軌道會影響搬運時間的多寡，而增減車輛也會影響找車的時間。將此兩種時間找出其分配後投入 Non-T-Fab 系統中，並將運輸時間設定為某分配，這就是本研究主要構想。

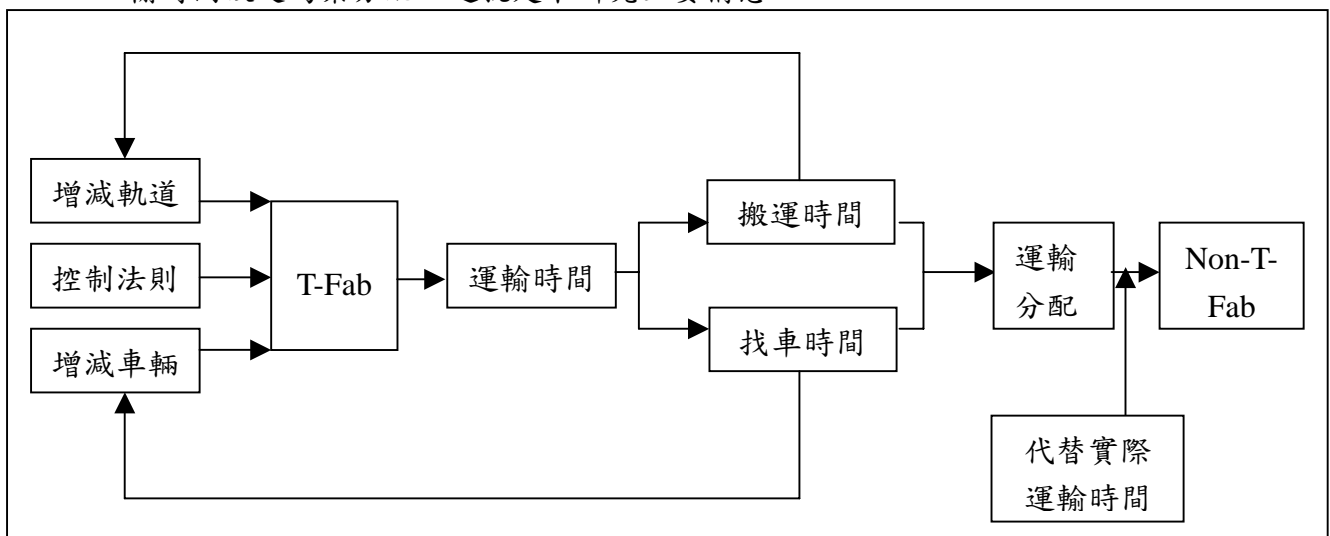


圖 4.1 加速模型介紹

假設 AMHS 為連接式搬運系統，搬運方式採用轉運模式，搬運車所執行的任務主要可分為從「機台」將料件送往「倉儲」與從「倉儲」將料件送往「機台」兩類型。前者搬運時間的計算由找到車開始計算到抵達倉儲為止所花的時間。由於將料件送到倉儲的同時會進行「推料」的動作，料件有時不用實際進入倉儲即被送往機台緩衝區暫存，於是後者的搬運時間可分為兩類，料件有送入倉儲再被取出送往機台與未送入倉儲直接運往機台兩類搬運時間。而在找車時間的統計上，料件在機台加工完成後不一定能馬上找到空車來進行搬運，於是找車時間的計算由料件加工完成到找到空車為止的時間。如圖 4.2 將運輸時間的分類作以下整理，有底色處為主要需蒐集的四種運輸時間。以下為加速模型的執行步驟。

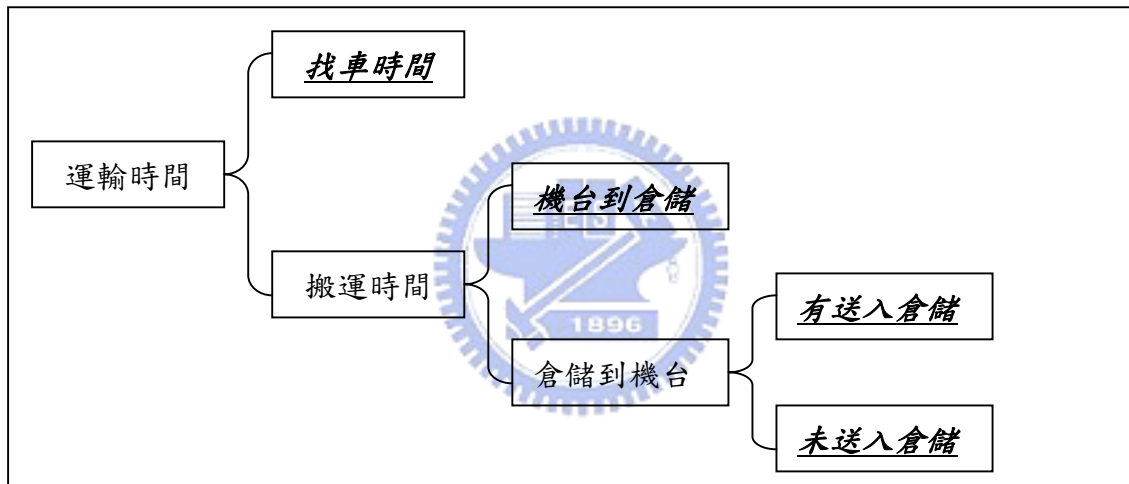


圖 4.2 運輸時間分類圖

步驟如下：

Step 1：取得穩態下的WIP

利用 Non-T-Fab 模型在達穩態後即將當時在每個工作站的 WIP 分佈取出，並將 WIP 分佈投入 T-Fab 模型中。

Step 2：取得運輸時間

利用 T-Fab 模型在輸入 WIP 分佈後執行模擬的過程中，將搬運車進行完的每次搬運時間和找車時間分別紀錄，將所有達穩態後的運輸時間取

出。搬運行為為機台到倉儲上由於會在不同工作站間運作，於是必須統計出不同工作站間的搬運時間。搬運行為為倉儲到機台上由於搬運會在相同工作站內運作，於是僅需統計同工作站間的搬運時間。例如機台到倉儲上：工作站 A 的機台到工作站 C 的倉儲，將此段上的所有運輸時間全部紀錄。

### Step 3：取得運輸時間分配

Bestfit 這套軟體主要功能是将所輸入的變數找出最適分配。適配度檢定採用卡方（Chi-Square）檢定。將所有運輸時間分別輸入軟體中求出其分配。Non-T-Fab 中來代表各自的運輸時間。如工作站 A 機台到 B 倉儲的時間分配來代表所有料件在這兩站的運輸時間。

### Step 4：模擬

利用 Non-T-Fab（包含運輸時間分配）的模擬模型來進行模擬。

### Step 5：比較差異

晶圓廠主要績效指標為產出量（throughput，THP）與週期時間（cycle time，CT），比較 T-Fab 和本構想在模擬一段時間（不考量非穩態），主要績效指標是否差異性不大來驗證本構想的可行性。





## 第五章 模擬實驗一

本章以模擬方式驗證程式的彈性與可行性。是否在修改模型後模擬程式（包含機台與搬運行為）仍能正常使用並取得績效。

### 5.1 環境設定

此模擬實驗為虛擬晶圓廠，修改自國內某晶圓廠的實際資料的縮小模型。共有 10 個工作站，其中有 9 個序列工作站，一個批次工作站，共有 60 部機台。機台設置（setup）時間併入加工時間計算。並不考量機台當機的情形。

本實驗僅投入一種產品來進行測試，由於模型縮小，在產品的加工步驟上將其縮小為 50 道次，內包含 10 個區段（layer）數，產品的加工時間為定值。投料採用均勻（uniform）投料，每八小時投入 7 個批量，此投料批量的決定是逐漸增加投入量，直到模擬系統內的在製品達到穩定狀態，如圖 5.1。

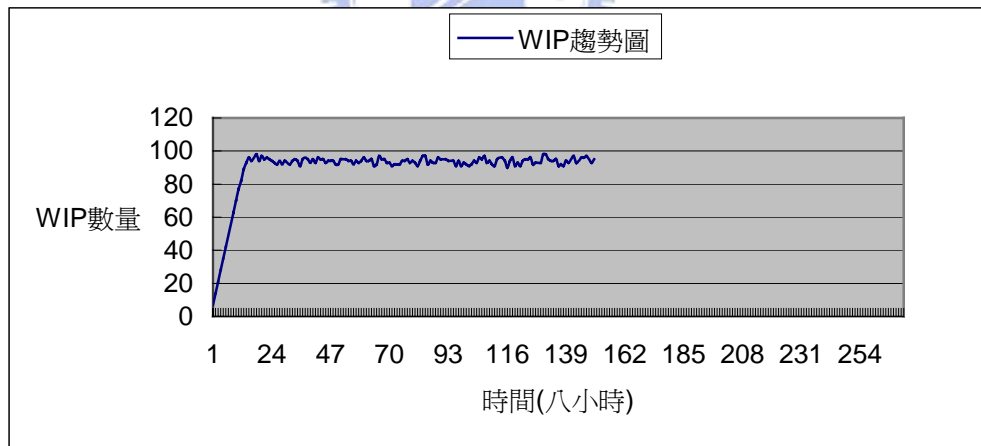


圖 5.1 投入批量數的決定

而 AMHS 的模型上採用連接式搬運系統（如圖 5.2），規模為  $50 \times 30$  (m)，共分為六個加工中心（bay），每個加工中心內各有十部機台和一個倉儲，機台有考量緩衝區（loadport）容量限制，倉儲容量假設無限。搬運車數目為 30 台，車速 1 (m)，搬運行為上採取轉運模式，搬運車若無接到任務需求會在 inter-bay

上繞行，軌道為順時針的單向軌道，選車、選料等的法則皆採用 FIFO。

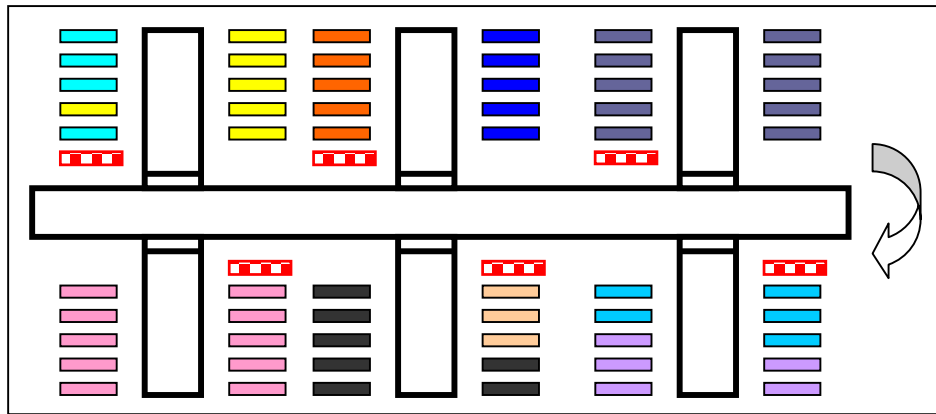


圖 5.2 廠 Layout 圖

本模擬以空廠開始投料，總模擬時距 (time horizon) 為 50 天，收集後 40 天的資料。本模擬實驗的硬體是用 AMD 處理器 (3.0G) 之個人電腦，軟體採用 Tecnomatix 公司開發之模擬軟體 eM-plant 7.0。

## 5.2 進行實驗

如圖 5.3 圓框處，在 inter-bay 軌道上隨意增加軌道。比較的績效指標有產出量、週期時間、週期時間變異、總搬運時間與總搬運時間變異，總搬運時間計算以料件在機台加工完成後找到車來進行搬運的同時到到達目的地的時間加總。

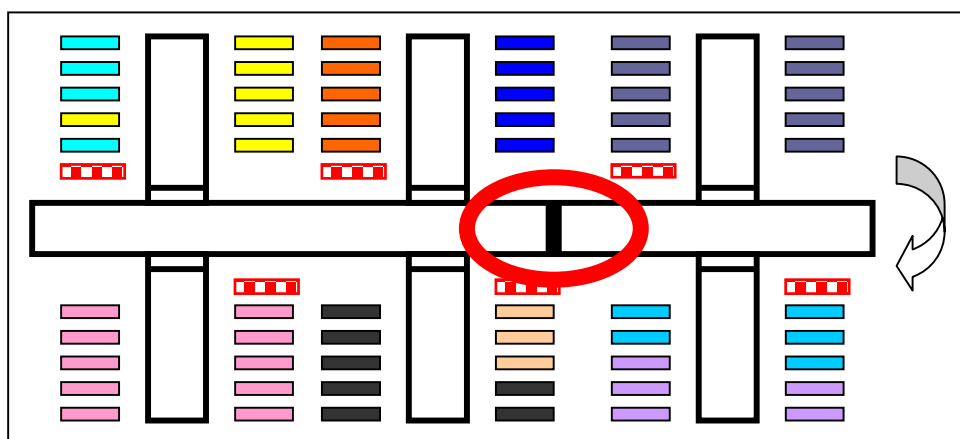


圖 5.3 廠 layout 修改圖

表 5.1 績效指標整理

	產出量	週期時間	週期時間變異	總搬運時間	總搬運時間變異
模式 1	840 (個)	113.08 (hr)	5.579 (hr)	1.27 (hr)	0.38 (hr)
模式 2	840 (個)	113 (hr)	5.795 (hr)	1.158 (hr)	0.31 (hr)

根據表 5.1 結果顯示，增加軌道在總搬運時間與總搬運時間變異上約可降低 8.8% 與 18%，但對於產出量與週期時間和週期時間變異上並不會有太大影響，原因有二，其一為搬運時間占總週期時間的比例不大，其二，降低搬運時間僅是將料件塞到機台前面暫存，導致機台前面的在製品數上升，即只是將瓶頸由搬運系統移至機台系統上。



## 第六章 模擬實驗二

本章以模擬方式驗證加速模型是否在不影響重要績效指標下能有效縮減模型來降低模擬時間，利用三個案例來說明，前兩者利用小廠來驗證若運輸時間所占整體週期時間的比例不同上，是否皆不影響重要績效指標。而第三個利用實際晶圓廠來進行驗證當模擬系統不考量搬運行為時是否有差異。

### 6.1 環境設定

前兩個案例的模擬情境如同第五章的環境設定，車速為 1 與 0.1 (m/s) 做比較。T-Fab 和 Non-T-Fab 分別代表包含機台和搬運行為模型與僅包含機台行為（搬運時間設定為 0）模型。

### 6.2 案例一 搬運佔小比例的情形（約占 1%）

步驟一：首先將 Non-T-Fab 先跑至穩態下的某時間點（本實驗取第 20 天）將此時的各工作站的 WIP 分佈取出，並將 WIP 分佈輸入於 T-Fab 中，WIP 分佈的資料如附錄二。

步驟二：取得運輸時間上，主要取得分為四部分，機台到倉儲、倉儲到機台（未進入倉儲）和倉儲到機台（有進入倉儲）和找車時間。

步驟三：將上述所得的運輸時間利用 Bestfit 這套軟體求得各自的分配，分配資料如附錄二，並將分配投入 Non-T-Fab 模擬模型中。

步驟四：利用 Non-T-Fab（包含運輸時間分配）的模擬模型來進行模擬。

步驟五：比較 T-Fab 和本構想在模擬一段時間（不考量非穩態且在第 10 天後達穩態）的績效指標差異。由於在不考量當機的情形下，T-Fab 僅跑單一情境，而本構想在 Non-T-Fab 跑 15 種情境。表 6.1 為 15 種情境的指標，表 6.2 為主要績效指標下的差異。

表 6.1 案例一多情境績效

	週期時間 (hr)	產出 (lot)
情境一	112.92	840
情境二	113.35	841
情境三	112.90	839
情境四	112.63	838
情境五	112.90	843
情境六	113.03	837
情境七	113.30	839
情境八	113.22	841
情境九	113.30	840
情境十	113.08	837
情境十一	113.30	837
情境十二	112.97	843
情境十三	112.93	836
情境十四	113.23	840
情境十五	112.98	838

表 6.2 案例一績效表

單位：hr	T-Fab	本構想	信賴區間範圍
平均週期時間	113.08	113.07	(112.95, 113.18)
平均產出量 (lot)	840	839.27	(838.07, 840.46)

判斷在 T-Fab 與本構想的績效指標是否無差異下，利用本構想所求得的 15 種情境下找出 95% 的信賴區間，藉由 T-Fab 是否為在於區間內進行判斷。由表 6.2 的信賴區間範圍可看出 T-Fab 所求得的平均週期時間與平均產出量皆位在信賴區間內，表示兩者並無差異。

### 6.3 案例二 搬運佔較大比例的情形（約占 15%）

步驟一：首先將 Non-T-Fab 先跑至穩態下的某時間點（本實驗取第 20 天）將此時的各工作站的 WIP 分佈取出，並將 WIP 分佈輸入於 T-Fab 中，WIP 分佈的資料如附錄三。

步驟二：取得運輸時間上，主要取得分為四部分，機台到倉儲、倉儲到機台（未進入倉儲）和倉儲到機台（有進入倉儲）和找車時間。

步驟三：將上述所得的運輸時間利用 Bestfit 這套軟體求得各自的分配，分配資料如附錄三，並將分配投入 Non-T-Fab 模擬模型中。

步驟四：比較 T-Fab 和本構想在模擬一段時間（不考量非穩態且在第 10 天後達穩態）的績效指標差異。由於在不考量當機的情形下，T-Fab 僅跑單一情境，而本構想在 Non-T-Fab 跑 15 種情境。表 6.3 為 15 種情境的指標，表 6.4 為主要績效指標下的差異。

表 6.3 案例二多情境績效

	週期時間 (hr)	產出 (lot)
情境一	129.49	737.00
情境二	129.35	733.00
情境三	129.58	735.00
情境四	129.38	731.00
情境五	129.55	738.00
情境六	129.67	732.00
情境七	129.75	734.00
情境八	129.83	737.00
情境九	130.55	736.00
情境十	130.03	734.00
情境十一	129.70	740.00
情境十二	130.90	740.00
情境十三	129.67	736.00
情境十四	129.62	734.00
情境十五	130.38	733.00

表 6.4 案例二績效表

單位：hr	T-Fab	本構想	信賴區間範圍
平均週期時間	129.6	129.83	(129.58, 130.08)
平均產出量 (lot)	736	735.33	(733.83, 736.84)

判斷在 T-Fab 與本構想的績效指標是否無差異下，利用本構想所求得的 15 種情境下找出 95% 的信賴區間，藉由 T-Fab 是否為在於區間內進行判斷。由表 6.4 的信賴區間範圍可看出 T-Fab 所求得的平均週期時間與平均產出量皆位在信賴區間內，表示兩者並無差異。

表 6.5 兩案例統整表

	案例一	案例二
所佔比例	1%	15%
模擬天數	50	50
達穩態天數	10	15
平均週期時間	T-Fab：113.08 本構想：113.07	T-Fab：129.6 本構想：129.83
平均產出量	T-Fab：840 本構想：839.27	T-Fab：736 本構想：735.33

在兩案例的績效指標統整（如表 6.5）顯示不論運輸時間是否為瓶頸，所取得績效指標皆無差異，但在模擬時間上差異很大。

T-Fab 所花的模擬時間為：

$$(\text{模擬時間}) \times (\text{seed 數}) = 152 \times 1 = 152 (\text{分})$$

本構想所花的模擬時間為：

$$(\text{Non-T-Fab 取 WIP 時間}) + (\text{T-Fab 取運輸時間}) + [(\text{Non-T-Fab 模擬時間}) \times (\text{seed 數})] = (1) + (20) + [(1) \times (15)] = 36 (\text{分})$$

所以本構想在模擬時間上約節省 76%。

## 6.4 案例三

本案例主要利用實際晶圓廠案例來驗證是否考量搬運行為對於績效指標的差異，與本構想在此案例下可節省的模擬時間。

### 6.4.1 環境設定

此模擬實驗針對國內某晶圓廠的實際資料建構的虛擬晶圓廠，共有 60 個工作站，其中 54 個為序列工作站，6 個為批次工作站。機台不考慮光罩數目的限制，機台設置 (Setup) 時間併入加工時間計算。且不考量機台當機的情形。

本實驗僅投入一種產品來進行測試，產品的加工步驟為 344 道次，內包含 12 個區段 (layer) 數，產品的加工時間為定值。投料採用均勻 (uniform) 投料，每八小時投入 6 個批量。

而 AMHS 的模型上採用連接式搬運系統(如圖 6.1)，規模為  $107 \times 62(m)$ ，共分為 15 個加工中心 (bay)，每個加工中心內各有 20 部機台和 1 個倉儲，機台有考量緩衝區 (loadport) 容量限制，倉儲容量假設無限。搬運車數目為 30 台，車速 1 (m)，搬運行為上採取轉運模式，搬運車若無接到任務需求會在 inter-bay 上繞行，軌道為順時針的單向軌道，選車、選料等的法則皆採用 FIFO。

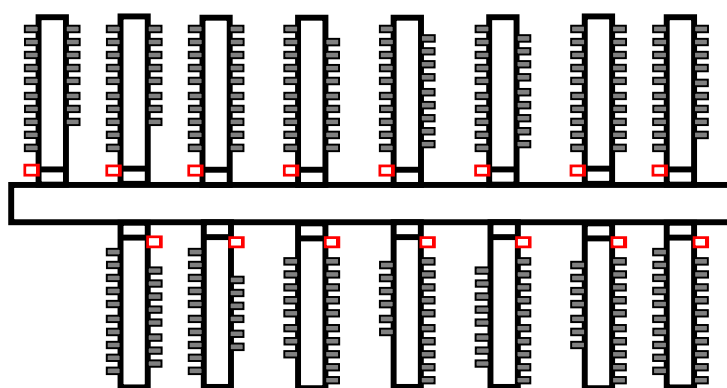


圖 6.1 廠 Layout 圖

本模擬以空廠開始投料，總模擬時距 (time horizon) 為 80 天，收集後 50 天的資料。本模擬實驗的硬體是用 AMD 處理器 (3.0G) 之個人電腦，軟體採用



Tecnomatix 公司開發之模擬軟體 eM-plant 7.0。如同前兩個案例，T-Fab 跑單一情境而本構想的 Non-T-Fab（包含各種不同運輸時間分配）跑 15 種情境。

#### 6.4.2 實驗結果

由表 6.6 得知，由於搬運比例約占 8%，搬運行為其實可算是瓶頸，針對於不考量搬運行為的平均週期時間與平均產出量與考量搬運行為上有較顯著的差異性。若搬運行為在晶圓廠中亦為瓶頸時則必須考量，不然績效指標相差甚大。

表 6.6 實驗結果

	考量搬運行為		不考量搬運行為
搬運所佔比例	8%		0%
模擬系統	T-Fab	本構想	Non-T-Fab
平均週期時間 (hr)	662.14	670.28	620.35
平均產出量 (lot)	870.6	872	891

在考量搬運行為上，T-Fab 與本構想上的差異性不大的情形下，本構想可節省的時間相當的多。

T-Fab 所花的模擬時間為：

$$(\text{模擬時間}) \times (\text{seed 數}) = (70 (\text{時}) \times 60) \times 1 = 4200 (\text{分})$$

本構想所花的模擬時間為：

$$(\text{Non-T-Fab 取 WIP 時間}) + (\text{T-Fab 取運輸時間}) + [(\text{Non-T-Fab 模擬時間}) \times (\text{seed 數})] = (3) + (150) + [(7) \times (15)] = 258 (\text{分})$$

所以本構想在模擬時間上約節省 93.86%。

隨著廠規模的上升，在績效指標差異仍可接受的範圍內所能節省的時間相對的由 76% 提升到 93.86%，效果相當顯著。

## 第七章 結論與未來研究方向

### 7.1 結論

12 吋廠由於晶舟的重量上升導致自動化物料搬運系統 (AMHS) 的設計與運作變的相當重要，過去研究往往使用模擬來評估 AMHS 的績效，但在模擬系統上缺乏彈性且效率差，本研究利用 AutoCAD 和 e-Mplant 開發出一套包含機台與搬運行為的模擬系統，且針對於過去系統上的缺失提供解決方法，在建模彈性上大幅增加，不同的設施規劃皆能自動產生。在效率上提出構想的運用上，縮小規模的晶圓廠約可節省 76% 的模擬時間，而實際規模的晶圓廠約可節省 93.86% 的模擬時間。

### 7.2 未來研究方向

本研究僅對於模擬進行的技巧提供建議，對於晶圓廠生產效能的實際改善上，並無進行任何分析。未來可針對於晶圓廠方面的研究，如投料派工、自動化物料搬運系統等方面進行研究。

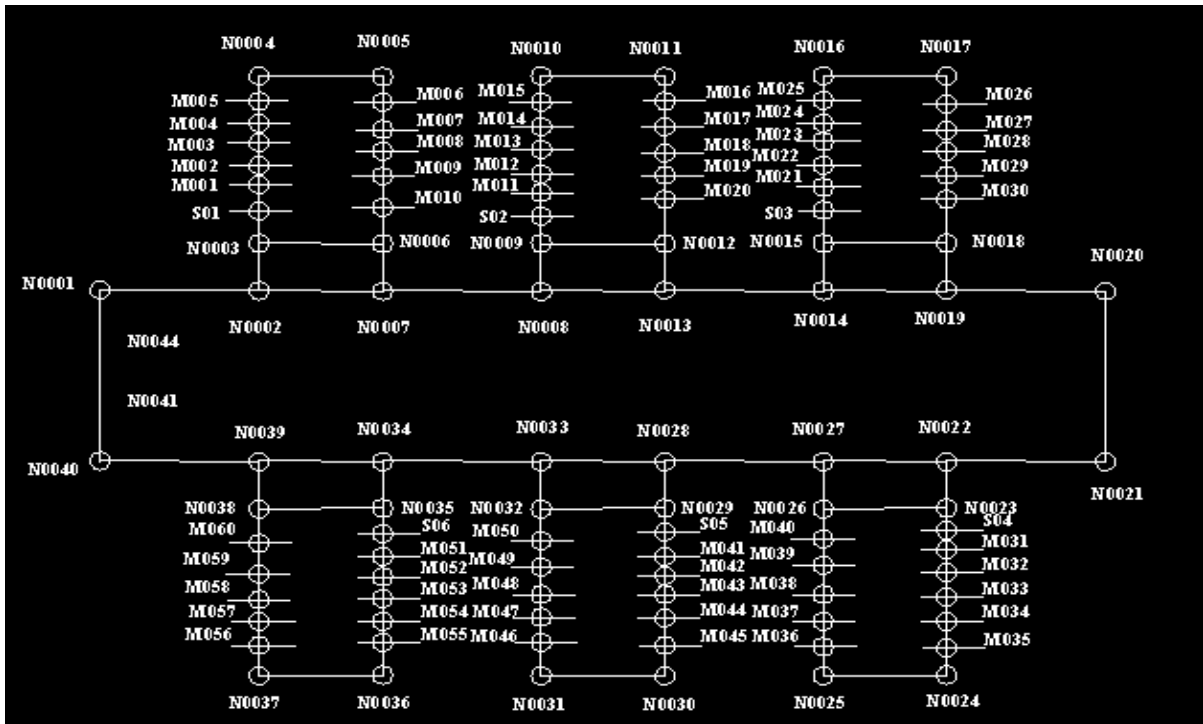


## 參考文獻

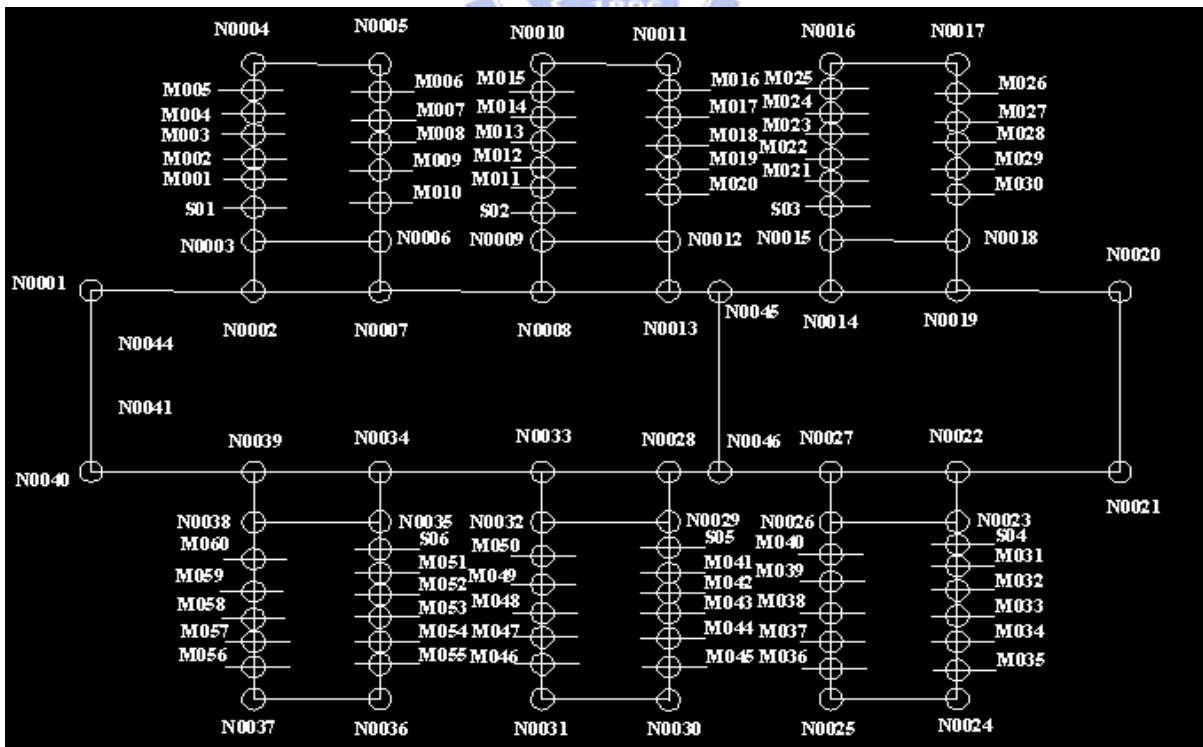
- [1] Campbell E., Ammenheuser J., "300 mm Factory Layout and Material Handling Modeling :Phase II Report," *International SEMATECH*, Technology Transfer # 99113848B-ENG 2002.
- [2] Kurosaki R., Nagao N., Komada H., Watanabe Y. and Yano H., "AMHS for 300mm Wafer," *IEEE International Symposium on Semiconductor Manufacturing Conference*, pp.D13-D16, 1997 .
- [3] Lin J. T., Wang F. K., and Wu C. K., "Simulation Analysis of the Connecting Transport AMHS in a Wafer Fab ," *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing* , Vol.16 , No. 3 , pp555-564 , 2003 .
- [4] Pierce N.G., Stafford R., "Modeling and Simulation of Material Handling for Semiconductor Wafer Fabrication," *Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference*, pp900-906 , 1994 .
- [5] Peters B. A., Yang T., "Integrated Facility Layout and Material Handling System Design in Semiconductor Fabrication Facilities," *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing* ,Vol 10, No 3 ,. pp360 - 369 ,1997 .
- [6] Schulz M. Stanley T.D., and Renelt, B., "Simulation Based Decision Support for Future 300mm Automated Material Handling," *Proceedings of the 2000 winter Simulation Conference* , pp1518-1522 , 2000 .
- [7] Lin J. T., Wang F. K., Yen P. Y., "Simulation Analysis of Dispatching Rules for an Automated Interbay Material Handling System in Wafer Fab," *International Journal of Production Research* , Vol. 39, No.6 , pp 1221-1238 , 2001 .

- [8] Namdar Bahri, Joe Reiss, Brian Doherty, "A Comparison of Unified vs. Segregated Automated Material Handling Systems for 300mFabs," *IEEE International Semiconductor Manufacturing Symposium* , pp3-6 , 2001 .
- [9] Tyan J.C., "Multiple response optimization in a fully automated FAB : an Integrated Tool and Vehicle Dispatching Strategy," *Computers & Industrial Engineering* , 46 , 121-139 , 2004 .
- [10] Wang C.N., Liao D.Y., "Proiritized Automatic Material Handling Services in 300mm Foundry Manufacturing." *IEEE Semiconductor Manufacturing Technology Workshop* , 109-114 , 2002 .
- [11] 張逸輝，『晶圓廠模擬模式之建立與分析』，國立成功大學製造工程研究所碩士論文，2004。
- [12] 楊景如，『晶圓廠自動物料搬運系統之搬運車運作策略模擬研究』國立清華大學工業工程與工程管理學系研究所碩士論文，2002。
- [13] 陳紹偉，『12吋IC代工廠自動物料搬運系統之系統模擬與派工法則的研究』，國立台灣大學機械工程研究所碩士論文，1999。
- [14] 劉得昌，『以 e-Mplant 軟體建構晶圓廠生產排程系統與模擬平台』，國立交通大學工業工程與管理學系研究所碩士論文，2001。
- [15] 林則孟，系統模擬理論與應用，滄海書局，2001。
- [16] 姜林杰祐等，系統模擬 eM-Plant(SiMPLE++)操作與實務，華泰公司，2001
- [17] 電子時報，矽島新勢力-半導體與零組件產業趨勢，大椽會股份有限公司，2002。

# 附錄一 AutoCAD 建構圖形



AutoCAD 原先 layout 建構圖形



AutoCAD 修改 layout 建構圖形

## 附錄二 加速模型案例一

WIP 分佈表

工作站	機台	倉儲	工作站	機台	倉儲
1	√		5	√	
2	√		5		√
2	√		5		√
2	√		6	√	
2	√		6	√	
2	√		6	√	
2		√	6	√	
2		√	6	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		9	√	
3		√	9	√	
4	√		9	√	
4	√		9	√	
4	√		9	√	
4	√		9		√
4	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10		√

各工作站機台到倉儲的搬運時間分配

From	To	分配	參數 1	參數 2	From	To	分配	參數 1	參數 2
0	5	gamma	25.72157	3.290803	5	9	uniform	71.31984	111.9602
1	3	gamma	47.46984	0.957298	6	2	gamma	129.9176	0.690872
1	9	uniform	94.99774	136.2423	6	3	gamma	103.7389	1.026259
2	1	gamma	22.71401	1.819925	6	7	uniform	29.3178	100.0876
2	4	gamma	31.38593	1.460315	6	9	uniform	42.16306	74.92234
2	5	gamma	50.64419	1.16781	7	2	gamma	128.2729	0.695506
2	9	gamma	154.4686	0.667031	7	5	gamma	149.7626	0.772892
3	1	uniform	121.5973	174.1227	7	6	gamma	20.79851	1.995427
3	4	uniform	29.5355	94.8245	7	8	gamma	28.01963	1.776225
3	5	uniform	36.04224	107.1178	7	10	gamma	36.76855	1.697209
3	9	uniform	82.18512	128.5349	8	9	uniform	31.27515	73.24485
3	10	uniform	92.99186	129.6481	8	10	gamma	56.86275	0.851979
4	3	normal	38.71822	6.926794	9	4	normal	88.57037	8.18826
4	6	gamma	73.11803	1.031396	9	5	gamma	164.0363	0.624073
4	7	gamma	74.13992	1.041577	9	7	gamma	252.5689	0.530457
4	8	gamma	117.1904	0.776154	9	8	gamma	28.9879	1.369281
4	10	gamma	141.4497	0.726644	9	10	gamma	32.02415	1.427065
5	2	uniform	112.7199	155.7201	10	0	gamma	68.29147	0.803443
5	3	gamma	272.3719	0.485845	10	2	uniform	41.4942	126.1058
5	4	gamma	263.8338	0.498083	10	3	gamma	140.4122	0.541597
5	6	uniform	51.96471	95.23689	10	5	uniform	68.41901	154.101
5	7	uniform	38.11715	105.8028					

找車時間分配

分配	參數 1	參數 2
uniform	0	403.32

倉儲到機台的搬運時間分配

工作站	入倉儲			未入倉儲		
	分配	參數 1	參數 2	分配	參數 1	參數 2
1	normal	5.23	1.159			
2	uniform	4.36	22.04			
3	Lognormal	6.122537	1.639503	exp	1018.876	
4	uniform	16.248525	22.59148	uniform	39.8751	2342.965
5	Lognormal	7.391764	3.363408	uniform	228.5551	1975.565
6	uniform	3.894428	20.14557			
7	uniform	5.775484	23.46452			
8	Lognormal	4.769321	0.617792			
9	uniform	8.76	24.28	gamma	1.695387	640.2532
10	uniform	4.089029	21.55097			





### 附錄三 加速模型案例二

WIP 分佈表

工作站	機台	倉儲	工作站	機台	倉儲
1	√		5	√	
2	√		5		√
2	√		5		√
2	√		6	√	
2	√		6	√	
2	√		6	√	
2		√	6	√	
2		√	6	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		7	√	
3	√		9	√	
3		√	9	√	
4	√		9	√	
4	√		9	√	
4	√		9	√	
4	√		9		√
4	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10	√	
5	√		10		√

各工作站機台到倉儲的搬運時間分配

From	To	分配	參數 1	參數 2	From	To	分配	參數 1	參數 2
0	5	uniform	570.3764	1256.424	5	9	uniform	561.6562	1385.544
1	3	uniform	300.1575	821.6425	6	2	gamma	91.83934	9.572206
1	9	uniform	892.9284	1357.472	6	3	uniform	738.469	1395.061
2	1	gamma	7.991867	46.88129	6	7	normal	405.1303	105.3089
2	4	gamma	11.89334	35.78204	6	9	uniform	211.3571	804.3729
2	5	gamma	16.64041	32.99852	7	2	gamma	35.74291	24.85888
2	9	uniform	741.7291	1466.671	7	5	gamma	71.03026	15.96534
3	1	uniform	1155.396	1622.804	7	6	gamma	11.66678	30.92813
3	4	uniform	228.4611	975.1389	7	8	gamma	13.11414	35.14198
3	5	uniform	284.9877	891.8123	7	10	gamma	30.79866	19.39378
3	9	uniform	749.384	1479.416	8	9	uniform	265.9982	809.0018
3	10	uniform	870.4965	1358.303	8	10	uniform	327.029	885.371
4	3	gamma	5.88976	55.61093	9	4	gamma	67.74951	12.36805
4	6	uniform	483.7755	1081.974	9	5	uniform	738.7867	1422.413
4	7	gamma	35.7599	19.7198	9	7	gamma	111.8113	11.3367
4	8	uniform	603.5217	1521.878	9	8	gamma	6.498452	52.44445
4	10	uniform	729.2346	1372.965	9	10	uniform	168.4372	920.3128
5	2	uniform	999.5321	1491.868	10	0	uniform	312.989	1138.411
5	3	uniform	1059.593	1629.007	10	2	uniform	370.219	1172.361
5	4	uniform	1135.483	1784.717	10	3	uniform	499.7885	1188.011
5	6	uniform	391.1998	1083.4	10	5	uniform	615.7072	1234.473
5	7	gamma	46.77141	13.3267					

找車時間分配

分配	參數 1	參數 2
uniform	0	1812

各工作站機台到倉儲的搬運時間分配

工作站	入倉儲			未入倉儲		
	分配	參數 1	參數 2	分配	參數 1	參數 2
1	uniform	16.24844	48.55156			
2	uniform	16.54731	193.4527			
3	uniform	12.30738	67.49262	exp	1086.255	
4	uniform	142.0085	195.3915	lognormal	1038.825	798.3317
5	exp	42.35		uniform	455.7992	1828.801
6	exp	48.19029				
7	uniform	36.94318	201.4568			
8	uniform	14.71818	35.28182	uniform	75.4713	2103.129
9	uniform	60.6	199.8	lognormal	1195.291	956.8937
10	uniform	13.8612	182.5388			

