

科技用書

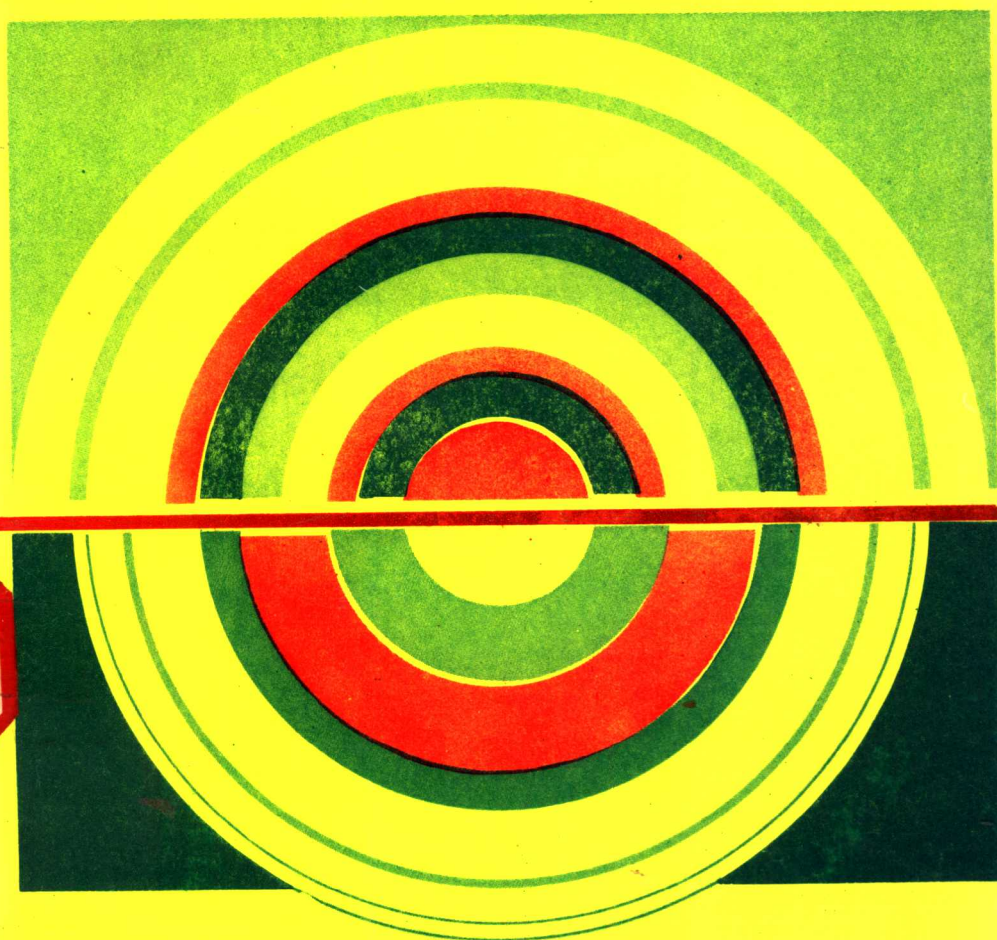
模具的CAD/CAM系統實務

CAD = Computer Aided Design

CAM = Computer Aided Manufacturing

吉田 弘美 著

賴 耿 陽譯著



5
85

科技用書

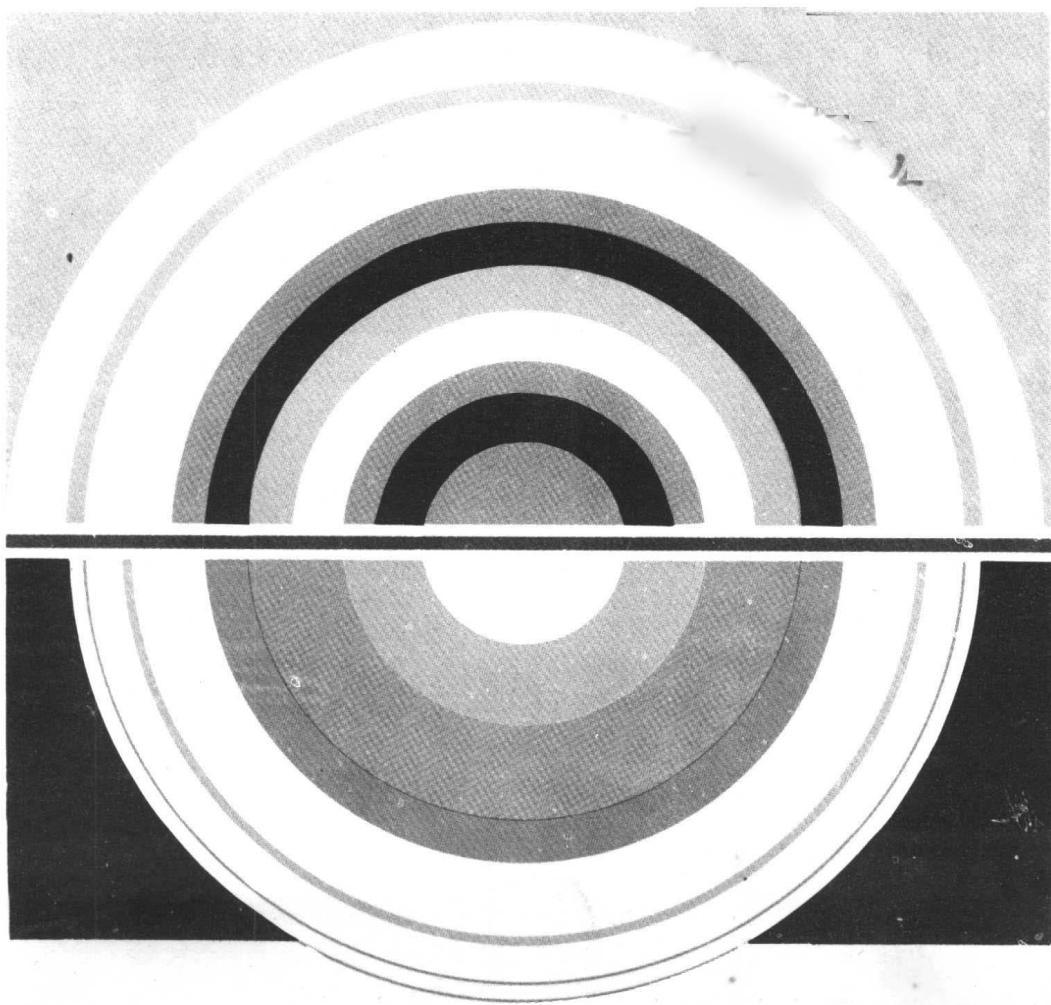
模具的CAD/CAM系統實務

CAD = Computer Aided Design

CAM = Computer Aided Manufacturing

吉田 弘美 著

賴 耿 陽譯著



模貝的CAM系統實務

二月出版

香港經銷有限公司
YAU SHING BOOK CO., LTD.
香港柴灣康民街2號
康民工業中心10字樓8號
TEL: 5-580280, 5-580288, 5-580289

版權所有
翻印必究

平裝 二二〇元
精裝 二二〇元

原著者：吉田弘美

譯著者：賴耿陽

出版者：復漢出版社

地址：台南市德光街六五一號

郵政劃撥三一五九一號

發行人：沈岳林

印刷者：國發印刷廠

地址：台南市安平路五五六號

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第〇四〇二號

模具製造的現代技術，導入CAD/CAM的必要性日漸增高，技術情報也成正比增多中，但大致上有關CAD 資訊，內容大都以相關圖形的形態處理。

用電腦在顯示器上，畫出3次元圖形，使之傾轉的顯示也很常見。

電腦界的技術者表示，用這些系統作設計不需模型，即可行3次元加工，設計時間減省為1 / 4，似乎今後的模具製造設計唯有利用CAD /CAM一途。

當然，也有許多常接觸這些情報的人士，却懷疑實際是否像說的那麼順利？如何實際利用到自廠的模具製造上？真的可快速、廉價作成模具？一連串的疑慮，都欠缺實例及參考資料。

平常自己辛苦才能設計作成的模具，不詳知本廠技術的電腦技術人員所作成的電腦系統，真能那麼能簡單代勞？調查那些實際已導入CAD /CAM的企業，發見模具製造導入CAD/CAM當然有其難處。

最大的肇因是CAD/CAM的系統原廠或導入的用戶都僅考慮提升企業的形象，強調好的一面，却忽視或不大探討技術上麻煩的部份。

CAD/CAM是系統，是要把設計思考具體化，因而，瞭解CAD/CAM是接觸其思想，模具設計的CAD/CAM 才剛剛起步，未解決的問題仍多，相對有較多的可能性和前瞻性。

追求此可能性，進行開發的過程仍是一項連續的辛苦用腦，但辛苦的程度與固有技術的累積成正比，須摒除不勞而獲的觀念。

筆者對電腦並非專家，而以模具技術為出發點，而且本書內容又涉及多方面，得以承蒙各方面的專家不吝提供意見及參考資料，方能成書付梓，特此致謝。

目次

第1章 CAD/CAM 的概要..... 1

1.1 電腦的特色與機能的界限..... 1

1.1.1 電腦的角色 1 1.1.4 電腦化..... 3

1.1.2 電腦的機能 2 1.1.5 電腦的界限 4

1.1.3 電腦與人 3

1.2 何謂CAD/CAM..... 5

1.2.1 何謂 CAD/CAM ... 5 1.2.3 CAD/CAM之例..... 6

1.2.2 系統 6

1.3 CAD/CAM的用途..... 7

1.3.1 建築(CAD) 7 1.3.4 印刷回路基板的回

1.3.2 造船(CAD/CAM 路設計..... 8

)..... 7 1.3.5 裝置的配管設計..... 8

1.3.3 飛機 7 1.3.6 其他..... 9

1.4 模具製造用 CAD/CAM..... 9

1.4.1 各種計算 9 1.4.4 局部變更 11

1.4.2 自由形狀的 3 次元 1.4.5 形狀的伸縮與反轉 12

表現(立體圖)..... 9 1.4.6 權限的委託與標準

1.4.3 情報的記錄與叫出 10 化 12

第2章 導入 CAD/CAM 的目的與效果..... 13

2.1 目標與效果..... 13

2.1.1 目標的明確化..... 13 2.1.2 效果的把握與評價 14

2.2 對模具設計及製造的效果..... 15

2.2.1 模具設計的合理化 15 2.2.2 技術水準的提升 ... 17

2.2.3 模具加工的合理	化	17
2.3 總合效果		19
2.3.1 推進全廠的標準	2.3.4 增高可靠性	20
化	19	2.3.5 改善企業體質
2.3.2 改善模具製造系	2.3.6 順應時代	21
統	19	2.3.7 強化企業的競爭力
2.3.3 確保人材	19	21
2.4 CAD/CAM的短處		21
2.4.1 短處	21	2.4.2 具體的短處
	21	21

第3章 CAD/CAM 系統 24

3.1 硬體與軟體		24
3.1.1 硬體與軟體的角	3.1.2 CAD/CAM的機能	25
色	24	
3.2 硬體		34
3.2.1 電腦 (基本電腦	體的連接	37
)	34	3.2.4 輸入裝置
3.2.2 圖形顯示器裝置 ..	35	3.2.5 輸出裝置
3.2.3 顯示器與電腦本		39
3.3 軟體		40
3.3.1 圖形處理	40	
3.4 利用個人電腦的系統		49
3.4.1 個人電腦的硬體 ..	49	3.4.3 CAD/CAM與個人
3.4.2 軟體	50	電腦
		51
3.5 利用小型電腦的CAD/CAM		53
3.5.1 獨立工作型CAD/	3.5.3 以2次元處理的模具	
CAM	54	製造用CAD/CAM
3.5.2 CAM用3次元自	3.5.4 有泛用性的3次元	
動程式設計	54	CAD/CAM系統 ..
		57
3.6 利用大型電腦的CAD/CAM		58
3.6.1 系統的概要	58	3.6.2 系統的構成
		59

3.6.3 系統的實例.....	59
------------------	----

第4章 衝床模具的標準化 62

4.1 標準化的目的.....	62
4.1.1 標準化的必要性...	62
4.1.2 自動處理.....	63
4.2 標準化的推進法.....	64
4.2.1 情報的收集與整	66
理.....	64
4.2.2 作成廠內規格.....	65
4.2.3 模具製造的系統	67
4.2.4 GT化	67
4.2.5 勿以100%爲目標	69
4.3 模具構造的標準化.....	70
4.3.1 CAD/CAM與模	75
具構造的標準化...	70
4.3.2 影響構造的要因...	71
4.3.3 標準模具構造	75
4.3.4 單元化	78
4.3.5 部份單元	82
4.4 模具零件的標準化.....	89
4.4.1 模具零件的規格...	89
4.4.2 JIS規格.....	92

第5章 塑膠用模具的標準化 97

5.1 標準化的現狀.....	97
5.2 構造的標準化.....	97
5.2.1 塑膠的成形法	97
5.2.2 影響模具構造的	105
要因	98
5.2.3 構造例.....	102
5.2.4 單元標準化.....	105
5.2.5 零件的標準化.....	109
5.2.6 加工的標準化.....	112
5.2.7 情報的標準化.....	114

第6章 CAD/CAM 的導入 116

6.1 目標的明確化.....	116
6.1.1 未來的預測與計	116
劃	116
6.1.2 目前生產系統的	117
6.1.3 CAD/CAM的評價	118

6.2 現狀分析	118
6.2.1 企業的特質(個性)	118
6.2.2 把握問題	120
6.2.3 重估現狀生產系統	121
6.2.4 設備能力與人員	123
6.3 與素來技術的連結	125
6.3.1 素來加工法的活用	125
6.3.2 加工技術的調和	126
6.4 製造廠及系統的選擇	126
6.4.1 調查	126
6.4.2 調查表	127
6.5 新模具製造系統的設計	131
6.5.1 CAD/CAM的地位	131
6.5.2 營運	133
6.5.3 素來技術的活用	
6.5.4 與CAD/CAM	134
6.5.5 擔當者的選任	135
6.5.6 企業的體質改善	136

第7章 CAD/CAM 的營運 138

7.1 營運的方法	138
7.1.1 開放制與關閉制	138
7.1.2 併用制	138
7.2 硬體的維護	139
7.2.1 準備	139
7.2.2 原廠的服務體制	139
7.2.3 其他	140
7.2.4 硬體的擴張和等級提升	140
7.3 軟體的維護	140
7.3.1 原廠的軟體維護服務	140
7.3.2 企業內的軟體保養	141
7.4 技術的改進	142
7.4.1 導入CAD/CAM所致技術的改進	142
7.5 提升系統的等級	143
7.5.1 提升等級的必要性	143

第8章 實例1 汽車用異形中、大物用模具 145

8.1 汽車製造廠.....	145
8.1.1 資料的一元化與 資料項目	145
8.1.2 模具製造用 CAD	147
8.1.3 模具製造用 CAM	148
8.1.4 企業群的生產系 統	149
8.2 模具製造廠.....	149
8.2.1 CAD/CAM 導入	149
8.2.2 CAD/CAM 例.....	150

第9章 實例2 自移模、其他小物用模具..... 153

9.1 自移模的製造與 CAD/CAM.....	153
9.1.1 製造上的問題	153
9.1.2 CAD/CAM 的利 用	154
9.2 自移模的製造系統.....	156
9.2.1 設計製圖	156
9.2.2 加工.....	158
9.3 CAD/CAM 的實例.....	162
9.3.1 系統的概要	162
9.3.2 模具構造	164
9.3.3 模具設計	166

第10章 今後的展望..... 170

10.1 系統的开发.....	170
10.1.1 市售的 CAD/ CAM	170
10.1.2 硬體.....	170
10.1.3 軟體.....	171
10.2 從再生到創製.....	171
10.2.1 再生與創製.....	171
10.2.2 模擬.....	172
10.3 鉗工及細磨.....	173
10.3.1 裝配調整	173
10.3.2 細磨.....	174
10.4 FMS 及 FA.....	174
10.4.1 CAD/CAM 與 FMS 及 FA.....	174
10.5 結語.....	176

附錄..... 177

第 1 章 CAD/CAM 的概要

1.1 電腦的特色與機能的界限

1.1.1 電腦的角色

電腦進行複雜計算、畫圖的能力驚人，而且機械性運動部份少，外部完全不知其過程。

所以有人誤以為「電腦真棒！有了它，萬事 OK！」，人對不大瞭解的事物不是過度期望，就是排斥。

利用電腦的 CAD/CAM 也同樣，有人誤以為無人即可設計與加工模具，也有人否定其可行性。

CAD/CAM 的電腦只是設計者及加工者的工具，僅此而已。

但此工具稍異於素來用慣的工具，不是肌肉（力）的幫助，而是頭腦（情報）的輔助。

利用電腦時最重要的不是瞭解電腦的機構或編寫程式，而是瞭解、應用電腦的機能。

通常活用電腦的人與作程式的人不同，角色各異，這宛如開發、製造汽車結構的人與實際駕駛利用汽車的人立場不同。

電腦的特色是「忠實履行被教示的作業而記憶良好、無融通性的頑固部下」，被教導的事忘不了，卻不會教導，會反覆同樣的事情，卻不成長。

再簡單的事也同樣，常有人說「可做那麼高級的工作，為何這麼簡單的事情不會？」，過去導入電腦系統的企業在導入後想不到「這種工作也不會？」。要點在依活用的方式，瞭解此工具的多項可能性而活用，電腦本身無所謂好壞。

1.1.2 電腦的機能

電腦誕生未滿 40 年，當時使用約 19000 支真空管，大小約 100 平方公尺，後因電晶體、IC（積體電路）、LSI、VLSI 等半導體元件顯著進步，傾向小形化、低廉化，處理速度大幅改高。

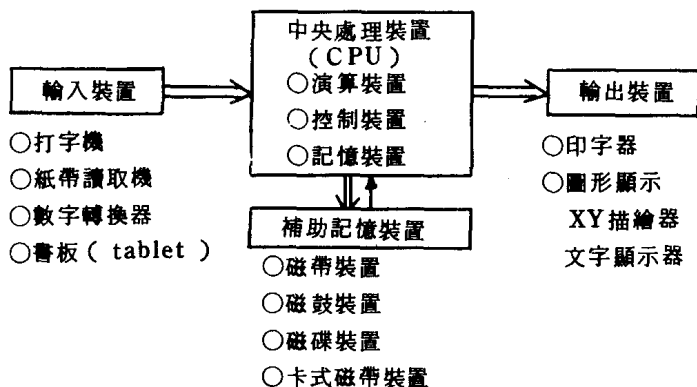


圖 1.1 電腦的構成

目前仍進步中，利用技術也配合周邊裝置的進步而急速進展。

電腦由圖 1.1 的要素構成。

(1)中央處理裝置 (CPU) 為電腦的中樞，相當於人的頭腦，由下示裝置構成。

①演算裝置

進行邏輯演算或 2 進數算術演算的部份。

②控制裝置

解讀從記憶裝置依序取出的命令，對各裝置發出指令。從輸入裝置輸入資料或演算，把資料 (data) 記憶於記憶裝置，或送出於輸出裝置。

③主記憶裝置

記憶程式或記憶計算用資料或計算結果的資料。

(2)輸入裝置及輸出裝置

為驅動中央處理裝置，需要情報或指令的輸入裝置與以人所需形式取出結果的輸出裝置，人與電腦的情報授受即經由輸入裝置與輸出裝置。

輸入裝置常用打字機、紙帶讀入機、數字轉換器 (digitizer)、tablet 等，輸出裝置用印字器、X-Y 作圖器、文字顯示器、圖形顯示器等。

(3)補助記憶裝置

把大量資料貯存於主記憶裝置自有其限，也有的派不上用場。

外部的補助記憶裝置即是高密度記憶這些資料，必要時取出。補助記憶裝置用磁帶、磁鼓、磁碟等。

1.1.3 電腦與人

最近電腦的計算速度是十億分之一秒以下，爲人速度的 2 千萬～ 5 千萬倍快，最新式的超級電腦可記憶 10 億 bit，人腦可記憶其 100 倍，而且人腦有無意識的部份，存有 1 萬兆 bit，此腦又是進化 10 億年以上的結果，此部份爲創造力、創思力之源，可新發見或處理混雜的事情。

以同一判斷基準比較人腦與電腦是無意義的，最好是人腦擔當電腦無法取代的創造性部份，電腦迅速執行既定情報的反覆作業，增高效率。

1.1.4 電腦化

人們彼此以常識判斷而適當處置的事在利用電腦時也常不通用。

電腦只要條件俱全，複雜的形狀也容易處理，但條件不充分的「模稜兩可」「適當圓滑連接」等人拿手的曖昧性處理就難倒電腦。

人人都會的無意識步行在機器人是很難的動作。

故須從製品圖面、模具圖面等除去曖昧性，逐一理論佐證或數值化。

電腦化須先重新整理圖面的畫法、尺寸的記入方法，設計或加工的人也須改變觀念配合電腦。

模具製造系統全體也須修改爲符合電腦的形式，須改變企業全體的體質。

利用電腦並不是指把設計、加工、事務等的一部份交給電腦代行。爲求有效活用電腦，人與電腦須溝通傳達情報，使用電腦的難處大都在

此。

1.1.5 電腦的界限

對電腦的錯誤觀念之一是通用與人同樣的常識。

複雜的自移製造用模具的裝配圖雖能迅速正確畫成，電腦也不會精通模具，完全不意識到何謂模具，只是照指示移動而已，這是根本異於人的設計之處。

人設計時，至少要瞭解內容，畫 1 條線、畫 1 個圓都知道它的意義。

例如在圖 1.2 的板中畫圓時，人想到開圓孔，電腦却只照畫圓的指令畫圓。

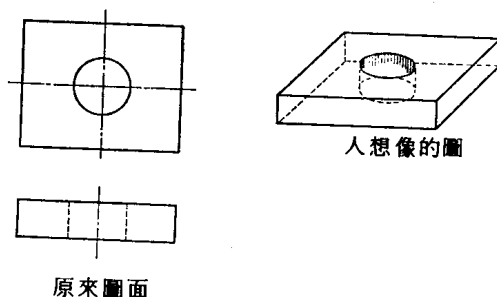


圖 1.2

欲說此圓為孔時，須附加定義。具體如下：

(1) 無妥協

0.1mm 以下均可，不成問題時差 0.01mm 也常成錯誤，雖說勿把這麼細小的事當成問題也不行（圖 1.3(a)）。

一部份不成問題的不明確性也行不通，反之，過度指示，小矛盾也成為錯誤（圖 1.3(b)）。

(2) 常識不通用

數值弄錯 1 位或弄錯 + 與 - 也照樣處置，常識想來奇怪的事行不通。若輸入錯誤或程式錯誤，也可能在板外開孔。若欲以常識判斷為乖謬，須一一記憶常識而比較，一般的常識不通用。

畫圖形時，人比較式樣就注意到可疑，電腦却不認識式樣，只會以

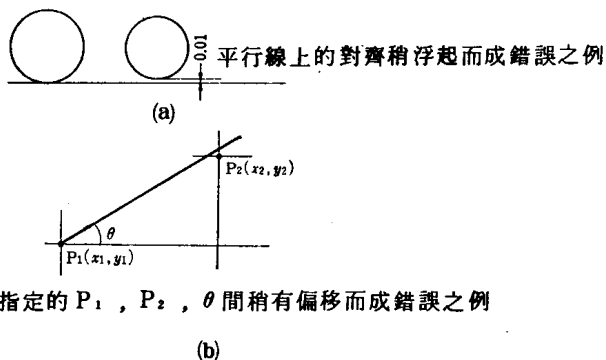


圖 1.3 肉眼看不出的圖形上輕微誤差造成的錯誤例

數值之差比較。

(3) 不會應用

有會 3 次元自由形狀加工而不會圓孔加工的實例，再簡單的事不編排程式也不會作。

利用泛用系統者更有此傾向，常在各場合增加軟體，「會那個，當然會這個」的觀念不切實際，唯有逐件檢討。

(4) 不會進步

人持續同樣的工作，會老練或改進，電腦就不會，即使失敗，只要人不糾正，還是反覆再錯，為求進步，人須重新送入資料或修正程式。

1.2 何謂CAD/CAM

1.2.1 何謂CAD/CAM

CAD/CAM是 Computer Aided Design & Computer Aided Manufacturing 的簡稱，可直譯為電腦支援（輔助）的設計製圖及製造。

作製品時，從企劃構想到檢查、出貨的何一階段為 CAD 、何一階段為 CAM ，很難明確區分。

廣義上，如圖 1.4 所示，從企劃構想到生產設計為 CAD ，包括生產設計的以後階段為 CAM 。

如此說來，結束製品的詳細設計，作成零件圖，零件加工用模具製

造已是 CAM 階段。但模具製造中有從企劃構想經加工到檢查的過程，需要 CAD 與 CAM。

實際以汽車生產用模具的 CAD/CAM 為例，從車體的造形、構造設計階段，到模具的設計、製造，有全體製程用一車體形狀資料的總合系統、從製品圖或母模開始的系統。

1.2.2 系統

開發 CAD 及 CAM 系統的企業常將獨自的式樣 (pattern) 發表為 CAD/CAM 系統，它們造成 CAD

/CAM 的固定印象，但須更廣泛解釋，把電腦視為工具而活用。不必太拘泥於已作成的系統。

利用電腦而能稍節省設計、製圖手續的話，可視為 CAD 的一部份，在此意義下，個人電腦等也有效。

狹義的 CAM 以 NC 工作母機的紙帶作成爲中心，在模具加工的中心爲

①作成以簡單輸入加工 3 次元形狀的紙帶。

②從裝配圖等直接作成零件圖的 NC 紙帶。

有時把 CAD 與 CAM 分開討論，當成不同的系統，但在模具製造，設計與加工無法分開考慮。

特別是今後的模具加工以 NC 工作母機加工爲中心，須視為 CAD/CAM 的一整個系統，如此可把設計階段所用對形狀的情報直接用於 NC 紙帶作成。

1.2.3 CAD/CAM 之例

CAD/CAM 已導入所有產業，不過，半導體及電氣配線 (IC 及印刷回路基板)、建築、造船、飛機等常用 CAD，汽車、工具及模具、工

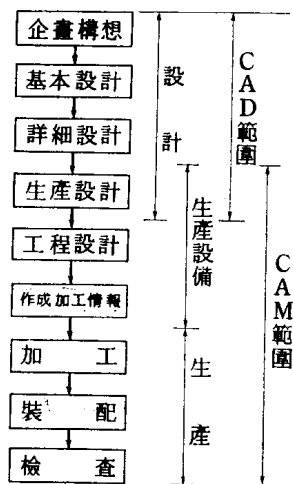


圖 1.4 CAD/CAM 的適用範圍

作母機及精密機械等常用 CAD/CAM的全系統 (total system) 。

各業種今後都會採納導入計劃，開發各種系統。

1.3 CAD/CAM 的用途

CAD/CAM用於很多產業，代表性者如下述：

1.3.1 建築 (CAD)

個別住宅、集合住宅、大樓等常為特別訂製，設計及製圖很費時間，但基本配件（窗、門、壁、調理台等）一定而標準化，房間的大小、格局、樓梯、升降機等也標準化。

預將它們登錄於電腦，隨時叫出而組合，即可設計。

也可用自動製圖機製圖，也可從平面圖作成正面圖，也可檢查外觀。

。

預先記錄全體的平面圖，也容易局部變更，不必每次重畫。

在建築設計中，製圖占設計時間的一半左右，製圖作業合理化的效果很大。

高樓對地震的耐震性、人的流通量與升降機及入口數等的模擬或解析等也可因導入電腦而大進步，以往不可能者漸成可能。

●

1.3.2 造船 (CAD/CAM)

造船大部份為訂製生產，各船個別設計製造，一條船常需 1 萬張以上的龐大圖面。

造船的 CAD/CAM包括基本設計階段的船體形狀資料、構造資料、詳細設計階段的零件圖設計、生產設計階段的單品設計、加工階段的 NC紙帶作成等。

1.3.3 飛機

飛機製造用 CAD/CAM系統以 Lockheed 公司開發的 CADAM最有名。

製造飛機需要 3 萬張以上的圖面，需要處理龐大的情報和複雜的形狀，早就想利用電腦，今天利用的 CAD/CAM 不少為其波及效果。

CAD/CAM 在設計的初期階段把機體的 3 次元形狀數字模型化，以此為基準，用於以下部份：

- (1) 作成風洞用模型
- (2) 燃料容量裝備設計
- (3) 性能計算
- (4) 空力計算（安定操縱解析、翼形設計等）
- (5) 構造計算（用有限要素法的應力計算和振動計算）
- (6) 裝備設計
- (7) 詳細設計
- (8) 工模工具設計
- (9) 作成 NC 紙帶
- (10) 作成品質檢查基準
- (11) 其他

加工方面注目的是 NC 系統，此系統有工模工具的作成、機身框架、主翼外板及其他各零件的輪廓控制及 5 軸 NC 紙帶作成與其編集機能。

1.3.4 印刷回路基板的回路設計

印刷回路基板用 CAD/CAM 有設計自動化（DA）的機能，可自動處理很多部份。

代表性系統有二：

(1) 人手佈置圖案，據此輸出印刷回路基板的製造資料。

有修正圖案、檢查設計及輸入失誤的機能。

(2) 藉自動設計機能，在系統中進行回路設計、基板設計、基板製造資料的輸出。

機能是把主要零件最適配置於基板上、自動配線處理、檢查等。

1.3.5 裝置的配管設計

發電裝置、石油化學裝置等裝置漸大形化、多樣化，配管設計占很大的比重，配管設計的難處在短期間須處理大量設計業務，與主要機器的關連也多，也常變更或修正，為解決這些問題而導入 CAD。