

電腦輔助機械製圖能力本位訓練教材

電腦製圖軟硬體需求

編號：PMT-CAD0302

編著者：鄭光臣

審稿者：康鳳梅、黃泰翔、林瑞乾

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十二月

單元 PMT-CAD0302 學習指引

電腦的廣泛應用已是不爭的事實，其所帶來的便利和效率是最大的誘因，在 CAD 的領域裏，針對不同的專業需求及特殊需要，發展出各種不同 CAD 軟體，不僅其應用領域及特長有所不同，價格與硬體搭配需求上也是在選用 CAD 軟體時十分重要的思考要項。

本單元繼續延伸前面的敘述，將目前在 PC 上執行的各種 CAD 軟體，其所具備之功能特長、價位和應用領域及所需求之硬體配備做一敘述，也將國內各不同領域使用 CAD 軟體的概況資料列出，供我們在選用 CAD 相關軟、硬體時的一個參考。

是故，建議您在閱讀本單元之前，先將自己定位在一個 CAD 軟體的使用者及採購者，您已經清楚自己專業領域的需求，對於軟硬體效率、價格等條件也有大致概念；如此去閱讀本單元，相信會有更大的效果。

引言

電腦輔助繪圖的軟體應用越來越廣泛，這是因為它改善了傳統手工繪圖的效率及不易修改圖面等等缺點，而且越來越便宜，但在專業領域中使用泛用型的電腦輔助繪圖軟體來用並不適合，因此選用一套合適的專業電腦輔助繪圖軟體，往往能事半功倍，這種投資是絕對必要的。

由於電腦輔助繪圖軟體市場的需求殷切與廠商產品競爭激烈，如何採購到適合公司需求的電腦輔助繪圖軟體，在價格合理的考量下，也就必須下一番功夫才能達到。

本單元將介紹電腦輔助繪圖軟體所須搭配的硬體及重要週邊設備之相關知識，不僅可更進一步了解使用電腦輔助繪圖軟體所需之電腦硬體設備，也可以做為電腦軟硬體選用上的參考依據。

定義

CAD：常被解讀成『電腦輔助繪圖』(Computer Aided Drafting)，而在演進的過程中，早期因為電腦的使用尚不普及，引用於製圖領域的技巧也不甚成熟，因而大多是一些專業人士用於作輔助設計的工作，此時的CAD應解釋為『電腦輔助設計』(Computer Aided Design)較為貼切；至1985年後，電腦被廣泛的應用於製圖及其相關領域中，且使用者的範圍普及到一般非專業人士，因而CAD用『電腦輔助繪圖』(Computer Aided Drafting)來解釋更為符合現況。

CADD：由於CAD可以解讀成『電腦輔助繪圖』(Computer Aided Drafting)或是『電腦輔助設計』(Computer Aided Design)，同樣是利用電腦為主要工具來輔助設計或繪圖，因此亦有人用『電腦輔助設計與繪圖』(Computer Aided Design and Drafting，CADD)來綜合描述電腦在製圖領域的應用概況。

CAM：電腦輔助製造(Computer Aided Manufacture，CAM)

同步工程：所謂同步工程(Concurrent Engineering)是指從設計開發到製造生產的流程中，讓設計、分析、設計變更、製造加工等步驟可以同時並行，以縮短產品開發的時間；在傳統的概念中，這些步驟都是有一定先後順序的，想要同時並進當然需要利用一些工具與技巧，而未來的CAD可以以群組化合作設計的方式以達到同步工程的理想。

CAE：電腦輔助分析(Computer Aided Engineering，CAE)

PDM：產品資料管理(Product Data Management，PDM)

學習目標

- 一、不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖替代傳統的製圖方式的趨勢之問題中 3 題是非題和 2 題填充題，正確答對至少 2 題及 6 格以上。
- 二、不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖於機械領域應用概況及趨勢相關知識之問題中 4 題選擇題和 3 題填充題，正確答對至少 3 題及 6 格以上。
- 三、不用參考相關資料，你可以在各種目前常見電腦輔助繪圖軟體相關知識中是非題 5 題及填充題 4 題 11 格，正確答對至少 7 題及 8 格以上。
- 四、不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖軟體所須搭配硬體及重要週邊設備相關知識之問題中 5 題選擇題及填充題 4 題 12 格，正確答對至少 4 題及 10 格以上。

假如你認為能夠勝任以上四項學習目標的能力，請翻至第 40 頁做學後評量的測驗。假如你需要更多學習的話，請翻到第 4 頁開始學習。

學習指引

本單元之學習以電腦製圖軟硬需求的相關知識介紹為主，在學習的過程中，可以將相關的知識條列整理以幫助記憶，多與日常生活上的應用產生聯想以加深印象，此外，也可以參考以下的相關資料來增加深度與廣度。

- 一、參閱 電腦繪圖與設計雜誌(CADesigner) 第 118 期(1998 年 1 月) 第三波文化事業股份有限公司出版 P36~P40、P174~P176。
- 二、參閱 電腦繪圖與設計雜誌(CADesigner) 第 119 期(1998 年 2 月) 第三波文化事業股份有限公司出版 P48~P51、P226~P232。
- 三、參閱 電腦繪圖與設計雜誌(CADesigner) 第 120 期(1998 年 3 月) 第三波文化事業股份有限公司出版 P36~P45。
- 四、參閱 電腦繪圖與設計雜誌(CADesigner) 第 121 期(1998 年 4 月) 第三波文化事業股份有限公司出版 P36~P54、P73~P80、P250。
- 五、參閱 電腦繪圖與設計雜誌(CADesigner) 第 122 期(1998 年 5 月) 第三波文化事業股份有限公司出版 P200~P207。
- 六、參閱 電腦繪圖與設計雜誌(CADesigner) 第 122 期(1998 年 5 月) 第三波文化事業股份有限公司出版 P200~P207。
- 七、參閱 電腦繪圖與設計雜誌(CADesigner) 第 159 期(2001 年 6 月) 第三波文化事業股份有限公司出版。
- 八、參閱 AutoCAD R2000 使用手冊 松崗電腦圖書資料股份有限公司出版 P1-4~P1-6。
- 九、參閱台灣歐特克(Autodesk) 目錄、CADKEY 目錄、Cimatron 目錄、I-DEAS 目錄、Microstation 目錄、Pro/ENGINEER 目錄、SolidEdge 目錄、SolidWorks 目錄、TwinCAD(視窗版)目錄。

本單元的第一個學習目標是

不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖替代傳統的製圖方式的趨勢之問題中 3 題是非題和 2 題填充題，正確答對至少 2 題及 6 格以上。

傳統的製圖方式是利用鉛筆或針筆、直尺、丁字尺或平行尺、圓規、量角器、三角板等製圖工具來繪製的，隨著資訊時代的來臨，電腦大量的被應用於資料處理，在製圖的領域中引入電腦，也產生了很大的變革。

就現今趨勢而言，電腦輔助繪圖幾乎完全替代傳統的手工製圖方式成為主流。至於使用電腦輔助繪圖(以下簡稱 CAD)的優點，分述如後：

- 一、改善傳統製圖修改不易的缺點：利用 CAD 繪圖來建立資料庫的方式，可存取圖形資料的，因而設計的變更或圖形的修改，只須修改相關資料庫內的資料，即可輸出一張修正後完整而美觀的圖面。
- 二、簡化繪圖程序和提高工作效率：傳統手工繪圖須要各種工具、紙張等配置妥當後才能開始工作，而 CAD 在電腦系統安裝完成後，只要電腦開機即能從事繪圖的工作。
- 三、圖檔資料保存和管理較為方便：傳統手工繪圖後之圖紙成品，不論是整理、保存及管理上往往都大費周章且效果不彰；反觀 CAD 繪製後將圖形資料以數位式電子資料存檔，不僅儲存容易且管理方便，可省下許多人事、物料成本。唯圖檔資料必需另作備份，以防檔案毀損或檔案誤殺。
- 四、圖檔資料正確且圖形輸出美觀：CAD 繪圖系統的精確度高，且能利用相關編輯的功能，避免人為視覺差誤。當繪製完成後可運用列表機或繪圖機輸出美觀、整齊的圖形，其便利性遠勝於傳統手工繪圖。
- 五、提供 3D 繪圖功能強化視覺效果：由於 3D 實體彩現、曲面相關的模組功能、實體化參數式的設計及動畫模擬等功能，能立即呈現產品結構，他使繪圖工作變得更人性化、親合力，能有效的降低設計成本和時間。
- 六、CAD/CAM 整合及自動化的達成：傳統手工繪圖，工作人員根據工作圖的設計，選用材料並安排加工程序後，上生產線加工。在這過程中，設計人員與現場工作人員的溝通上亦可能有非預期的差誤、然而現場工作人員的加工程序也可能會出錯誤，因此整個生產過程出現錯誤的機率較高。反觀透過 CAD/CAM 的整合，則只要在 CAD 繪圖給予正確的設計資料，傳送至 CAM 模組圖形資料，直接轉換為 NC 碼加工程序進行模擬一次，確認加工無誤後可進行加工，這樣 CAD/CAM 整合流程，不僅使發生錯誤的機會大大的降低，整個流程的簡化更提高了效率及不必要的成本支出。

學習評量一

一、不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖替代傳統的製圖方式的趨勢之問題中 3 題是非題和 2 題填充題，正確答對至少 2 題及 6 格以上。

(一)是非題：

- 1.() 就現今的趨勢上而言，電腦輔助繪圖幾乎完全替代傳統的手工製圖方式成爲主流。
- 2.() 電腦被廣泛的應用於製圖及其相關領域中，且使用者的範圍普及到一般非專業人士，因而 CAD 稱爲電腦輔助製造。
- 3.() CAD/CAM 的整合，則只要在 CAD 繪圖給予正確的設計資料，傳送至 CAM 模組圖形資料將直接轉換成現場加工所須的 NC 碼進行加工。

(二)填充題：

1. CAD 一詞早期因大多爲專業人士使用於設計的工作，因而解釋爲 _____ 較爲貼切，至 1985 年後，使用者的範圍已普及到非專業人士，因而 CAD 用 _____ 來解釋更爲符合現況。
2. 使用 CAD 替代傳統手工繪圖的優點有：
 - ①. _____
 - ②. _____
 - ③. _____
 - ④. _____
 - ⑤. _____
 - ⑥. _____

學習評量一答案

(一)是非題：

1.(○) 2.(×) 3.(○) 。

(二)填充題：

1. 電腦輔助設計、電腦輔助繪圖。
2. ①. 改善了傳統製圖修改不易的缺點
②. 簡化繪圖程序和提高工作效率
③. 圖檔資料保存和管理較為方便
④. 圖形資料正確且圖形輸出美觀
⑤. 提供 3D 繪圖功能強化視覺效果
⑥. CAD/CAM 整合及自動化的達成

本單元的第二個學習目標是

不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖於機械領域應用概況及趨勢相關知識之問題中 4 題選擇題和 3 題填充題，正確答對至少 3 題及 6 格以上。

一、電腦輔助繪圖於機械領域應用概況：

根據電腦繪圖與設計雜誌(CADesigner)1998年4月號第121期調查報告中顯示，電腦輔助繪圖在各種相關產業中的使用概況分述如后：

- (一)機械業：佔 52%
- (二)建築業：佔 24%
- (三)電子業：佔 12%
- (四)影像動畫類：佔 6%
- (五)其他：佔 6%

由以上的數據可以明顯的看出，電腦輔助繪圖於機械相關領域的應用比重佔有二分之一強；這表示在機械相關領域中使用電腦輔助繪圖之成果、效益獲得肯定，因而受到廣泛而普遍的採用。

另外，這一份調查報告中電腦輔助繪圖硬體工作平台與作業系統方面，亦呈現出一些十分重要的資訊分述如后：

(一)使用之硬體工作平台：

- 1.個人電腦(Personal Computer, PC)：佔最多。
- 2.工作站(WorkStation, WS)：佔次之。
- 3.麥金塔(MACintosh, MAC)：則佔最少。

(二)使用之作業系統(OS)之百分比：

- 1.Windows 98 & Windows 98ME：佔最多。
- 2.Windows NT4.0 & Windows2000：佔次之。
- 3.DOS & UNIX：則佔最少。

(三)機械業中使用之電腦輔助繪圖軟體：本國使用電腦輔助繪圖軟體以 AutoCAD 為最多，其次是 CADKEY、Microstation、TwinCAD；3D 方面則以 Solidworks、Pro/E、MDT 三種平分秋色，各佔 15%，其餘如：CATIA、EUCLID、I-DEAS、Cimatron、SolidEdge、Helix、UG II 等皆佔 2%不等。

(四)使用者認為在採用 CAD 所遭遇到最大的困難及障礙依序為：

- 1. CAD 專用的軟體，教育版價位偏高，至於企業版價位更高。
- 2. CAD 軟體自我學習較不易，必經較長時間的專業教育訓練。
- 3. CAD 軟體售後專業技術服務很難達到，缺乏專業顧問指導。
- 4. CAD 軟體專業功能略有不足，無法完全適用於各職類所需。

大部分廠商對於CAD軟體使用後的績效評估都只有60分左右的及格分數而已，顯見各軟體尚有很大的發展空間，其關鍵應在於人才的教育訓練及軟體價格之合理化。

二、電腦輔助繪圖於機械領域應用趨勢：展望未來 CAD 軟體在機械相關領域的發展方向與趨勢分述如后：

- (一)以視窗作業系統為主要的操作環境：由於微軟(Microsoft)公司全力拓展其視窗作業系統的佔有率，加上 PC 性能快速提昇而價格亦漸趨合理，具備高度親和力、圖形化介面(GUI)的視窗作業系統搭配 PC 是未來中階、甚至部分高階 CAD 軟體主要的操作環境與配備。
- (二)由線架構製作進化到實體模型製作：較早在 PC 上的 CAD 軟體是以 2D 線架構繪製的方式為主，3D 部分的功能很少，例如：AutoCAD 軟體在 R12 之前的版本，其 3D AME (Advanced Modeling Extension，AME)必須另外加掛，而自 AutoCAD R13 以後便成為內含的功能；隨著 PC 上使用圖形介面(GUI)及處理速度的增進，實體模型的體架構、曲面架構的繪圖方式得以實現並實用化，如此可以在設計階段擴大檢驗的項目及範圍，減少試作及設計變更的工時，使產品設計與生產設計可以同時並進，這樣在 CAD 軟體設計的過程中便能預視及確認產品製作生產的可行性並及早發現瑕疵，不僅加強了產能效率，更可以大大的降低設計開發之成本。例如：AutoCAD 2000 和 MDT4.0(Mechanical DeskTop，MDT)整合唯一套，便是個十分典型的實例。
- (三)圖檔、產品管理及整合性解決方案：CAD 軟體並非獨立發展的，為符合產業實際需要，必須和電腦輔助製造(Computer Aided Manufacture，CAM)、電腦輔助分析(Computer Aided Engineering，CAE)等整合應用才能發揮其最大的效益，此種作法的趨勢已是不爭的事實，隨著產品資料管理(Product Data Management，PDM)的加入使得這樣的整合性解決方案(Total Solution)更為完整而符合實際需求。
- (四)單一資料庫及參數化設計：前述之整合性解決方案中很重要的一個工作是資料、檔案與資源的共享；在 CAD 軟體的範疇中，單一資料庫讓資料的管理及共享變得單純而容易，並避免了資料不一致的情形發生，而參數化設計讓設計變更的工作變得輕鬆而簡單，能促進資源的共享與使用。

(五)同步工程與網路化：所謂同步工程(Concurrent Engineering)是指從設計開發到製造生產的流程中，讓設計、分析、設計變更、製造加工等步驟可以同時並行，以縮短產品開發的時間；在傳統的概念中，這些步驟都是有一定先後順序的，想要同時並進當然需要利用一些工具與技巧，而未來的CAD軟體以群組化合作設計的方式，以達到同步工程的理想。

今日電腦網路的應用無遠弗屆，CAD軟體的發展自然也與其脫不了關係。利用CAD軟體繪製的模型、數位圖檔等資料，其流通及共享最快速的方式便是上網，例如：AutoCAD公司將複雜的.DWG圖檔格式簡化轉換成網際網路交流圖檔格式.DWF，並提供了隨插即用(Plug-In)的觀圖程式，便是一個最具體明顯的例子。

學習評量二

一、不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖於機械領域應用概況及趨勢相關知識之問題中 4 題選擇題和 3 題填充題，正確答對至少 3 題及 6 格以上。

(一)選擇題：

1. () 電腦輔助繪圖於下列何種相關領域的應用為最廣泛而普遍？ (A)機械業 (B)建築業 (C)電子業 (D)影像動畫類 的相關領域。
2. () 電腦輔助繪圖硬體工作平台下列何種最廣泛而普遍？ (A)個人電腦 (B)工作站 (C)麥金塔 (D)以上皆非。
3. () 機械業中使用以何種電腦輔助繪圖軟體為最多？ (A)CADKEY (B)Microstation (C)AutoCAD (D)TwinCAD。
4. () 採用 CAD 軟體最大的困難除了軟體價位偏高外，尚有 (A)軟體自我學習較不易 (B)軟體售後專業技術服務很難 (C)軟體專業功能略有不足，無法完全適用於各職類所需 (D)以上皆是。

二、填充題：

1. 目前 CAD 軟體在機械業中使用的比重約佔所有產業的_____。
2. 目前 CAD 軟體使用之作業系統(OS)之百分比，以_____為最多，約佔 41%，_____次之，約佔 25%。
- 3、未來 CAD 軟體在機械相關領域的發展方向與趨勢：
 - ①. _____
 - ②. _____
 - ③. _____
 - ④. _____
 - ⑤. _____

學習評量二答案

(一)選擇題：

1.(A) 2.(A) 3.(C) 4.(D)。

二、填充題：

1. 52%或一半以上。
2. Windows 98、Windows NT。
3. ①. 以視窗作業系統為主要的操作環境
②. 由線架構製作進化到實體模型製作
③. 圖檔、產品管理及整合性解決方案
④. 單一資料庫及參數化設計
⑤. 同步工程與網路化

本單元的第三個學習目標是

不用參考相關資料，你可以在各種目前常見電腦輔助繪圖軟體相關知識中是非題 10 題及填充題 11 格，正確答對至少 8 題及 8 格以上。

前面我們對於電腦輔助繪圖的使用概況及未來發展趨勢做了簡單介紹，接下來的課題便是針對需求，評估選用適合的電腦輔助繪圖軟體。首先，我們就以目前市場上常見各種 CAD 軟體，逐一摘要其國內代理廠商所做的介紹供作參考，分述如后：

一、AutoCAD & Mechanical DeskTop (MDT)：在 PC 級 CAD/CAM 軟體中，以台灣歐特克公司 AutoCAD 在 2D 的市場中無疑的是居於霸主的地位，但隨著 3D 市場的興起，各家廠商紛紛推出 3D 軟體，競食從 2D 升級至 3D 與欲進入 3D 領域者的這塊大餅，這位 2D 的霸主卻甚晚才推出 Mechanical DeskTop (MDT)。由於市場的走向極鮮明，台灣歐特克知道這個轉變，但為何會比較晚進入 3D 的市場呢？因為 Autodesk 公司認為國際分工是現在的趨勢，以 ACIS 為核心的 MDT 與其他軟體不同的是，為了結合各家 3rd Party 專業廠商，整合而成最好的產品。歐特克產品所提供的是一個開放式的平台，讓所有的使用者能依其不同的需求，選擇結合不同的專業廠商。因此一般來說，在中小企業用戶是夠用的，唯航太、汽車等業者需要更複雜的 3D 軟體，即需高階與中階軟體。由於歐特克在 2D 市場中已經有良好的基礎，雖然 MDT 進入市場的時間比其他廠商晚了二年，但基於上述種種因素 Autodesk 公司仍深具信心。

AutoCAD 是國內使用最多的 CAD 軟體，其功能及使用之相關資訊、教育訓練等都不虞匱乏，在稍後的課程中會有詳盡的解說，於此便不贅述。

至於 Autodesk Mechanical DeskTop 是一套個人電腦系列之機械設計軟體，這是以傳統的 2D 圖面和 3D 功能元件為基礎的實體模型、曲面模型、及組立模型製作能力整合成一個機械設計環境，它提供的操作環境，不論是外觀或感覺都和世界最暢銷的電腦輔助設計環境 AutoCAD 大致一樣。

它的安裝程序非常簡單而且自動，其次圖形使用者介面是特別為機械設計師和工程師而建立的，並提供大家熟悉的工程術語，讓使用者能輕鬆的在整合後的各項功能之間隨意切換。只要利用滑鼠按一、兩下，就可以執行許多功能的作業。將其重要相關資料條列如后：

- (一)研發廠商：台灣歐特克 (Autodesk) 公司
- (二)作業平台：PC Pentium 系列以上
- (三)作業系統：Windows95/98 & Windows NT /2000
- (四)功能：Autodesk Mechanical DeskTop 4，用於 3D 實體和組立模型製作、AutoSurf R4，用於混合的 3D NURBS 曲面模型製作、AutoCAD 2000，細部設計和製圖之電腦輔助設計環境、AutoCAD IGES Translator 2000，用來與其他的電腦輔助設計系統進行檔案交換作業。
- (五)特性：提供專業人員彈性的設計環境，可以選擇在 2D、3D 或同時具有 2D、3D 的設計環境下作業。可支援未限制的幾何圖形，只要將概念素描出來，就可展示各種可行的選擇，然後系統就會將素描轉換成精確的剖面圖、自動設定限制條件。
- (六)適用範圍：機械、模具業等相關行業。先進的實體模型、NURBS 曲面模型、強健的組立模型、自動化關聯式繪圖，如圖 1、圖 2、圖 3、圖 4 所示。

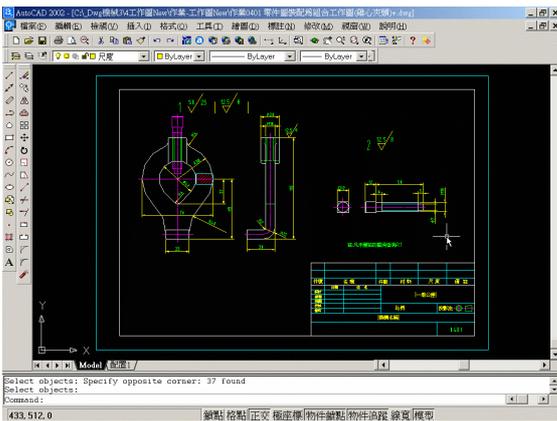


圖 1 AutoCAD 2000 圖例(零件圖)

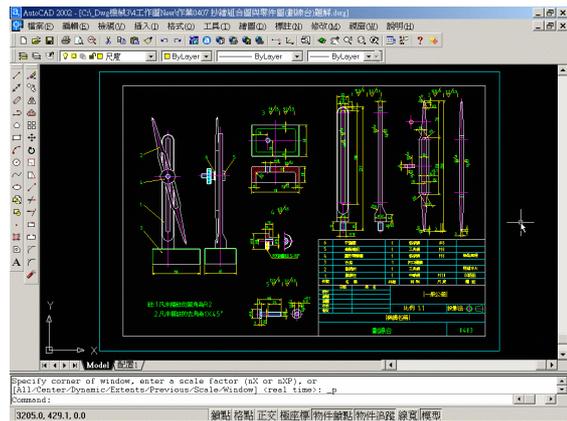


圖 2 AutoCAD 2000 圖例(組合圖)

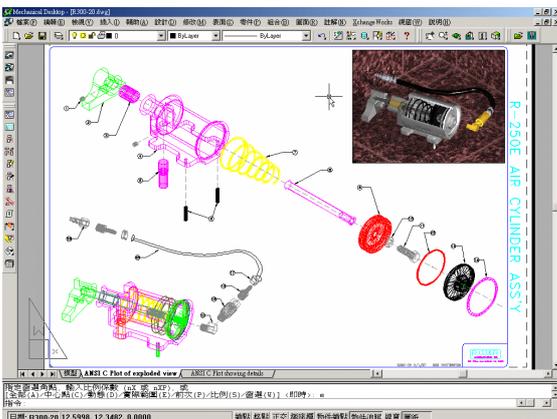


圖 3 MDT4 圖例

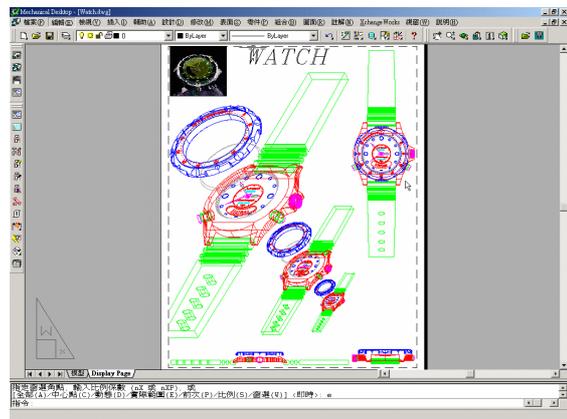


圖 4 MDT4 圖例

二、CADKEY：CADKEY2001 是具有國際中文化使用介面，支援線架構圖素與實體模型綜合運用。提供巨集(Macros)指令使用，以提升操作效率。提供廣泛的硬體環境相容性從 DOS 到 Windows98/NT，所有的資料完全相容共通，可直接升級擴充。現有 300 種以上 3rd-Party 軟體可供選用，85%皆與機械工程相關。其相關資料如下：

(一)研發廠商：美國 Baystate Technologies 公司

(二)作業平台：pentium 個人電腦

(三)作業系統：Windows95/98/NT

(四)功能特性：

1. 支援 OpenGL 圖形語言，實體模型具備動態旋轉及即時光跡追蹤能力。
2. 具 hybrid modeling 能力，可同時處理線架構，曲面及實體模型功能的 PC 級 CAD 軟體。
3. 更方便的 3D 到 2D 關聯式資料結構，將 2D 反 3D 功能全部整合，並以 3D 幾何模型為核心。
4. 具備 PARASOLID 及 ACIS 兩大核心程式的 CAD 軟體。快速原型 RP、虛擬實境、向量剪貼資料及 IGES、STEP、SAT、VDA、STL、VRML、DWG、DXF 等多種資料交換格式，並支援 ANSI/ISO/DIN/JIS 機械製圖標準。
5. 具強大的曲面與實體建構與編修功能，輕易構建各式複雜的曲面外型，諸如倒圓角、鑽孔、剖面、薄殼皆可實體功能快速完成。
6. 唯一具有將線架構模型轉換為實體模型能力的 CAD 軟體；並將指令簡化為一般系統的二分之一，而後續擴充應用並未受到限制。

(五)適用範圍：模具、金屬加工、電子、電腦、紡織、製鞋業等，如圖 5、圖 6 所示。



圖5 CADKEY圖例

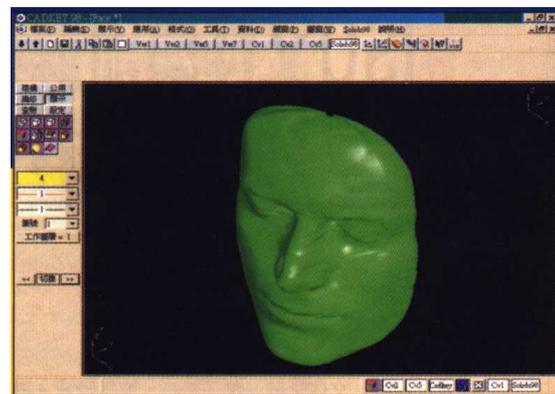


圖6 CADKEY圖例

三、Cimatron：Cimatron V12 版、ELITE 3.0 版具有簡易之操作界面，完整性的功能，提供多種且穩定的加工方式，強大的資料轉換界面以接受其它系統資料。繪圖設計、加工、分析。導引式操作指令，單一指令整合複雜動作。不論是利用線架構(Wireframe)、曲面架構(Surface)或實體模型(Solid)讓您想像得到的就能畫出。其重要相關資料條列如下：

(一)研發廠商：以色列Cimatron 原廠，希馬頓科技有限公司

(二)作業平台：586 以上個人電腦

(三)作業系統：WindowsNT

(四)功能特性：

1. 高階 3D 曲面模型。
2. 參變數式之實體模型。
3. 2-5 軸 CAM 加工。
4. 車床、線切割模組。
5. FEM 有限元素分析。
6. Drafting 繪圖模組。
7. 模具市場佔有率第一的 CAD/CAM 系統。

(五)適用範圍：模具生產、造型設計研發，如圖 7、圖 8、圖 9、圖 10 所示。

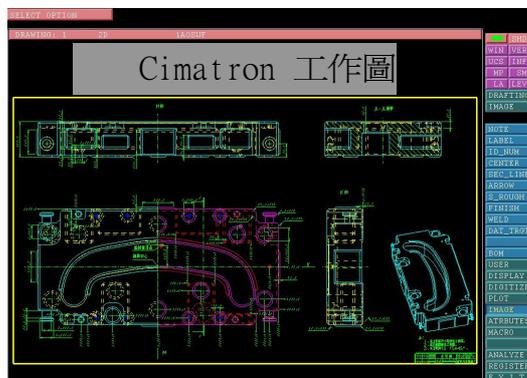


圖7 Cimatron圖例

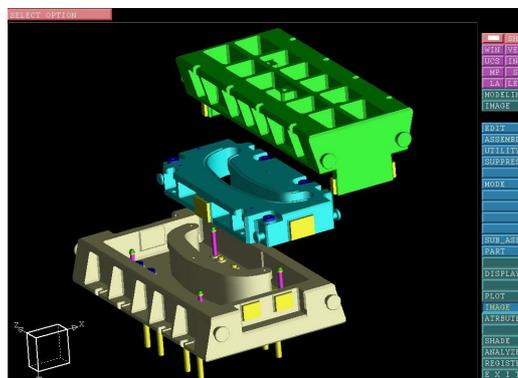


圖8 Cimatron圖例



圖9 Cimatron 圖例

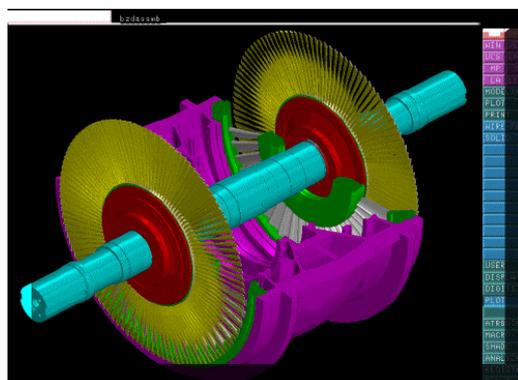


圖10 Cimatron 圖例

四、I-DEAS：是一套全功能的參變數實體設計自動化軟體。可兼用實體與曲面模型建構的特長與曲面模型建構的特長。以團隊合作的同步工程導向為基礎，工程師們能以更高的效率進行設計、繪圖、分析、模擬、測試及製造，詳細相關資料說明如后：

(一)研發廠商：美國 SDRC 公司

(二)作業平台：Pentium 586 以上之 Workstation 64 MB SDRAM、2.5G 之 Hard Disk 以上及 17” 螢幕、Mouse (3 鍵)、網路卡、顯示卡支援 Open GLI-DEAS。

(三)作業系統：Windows NT4.0 或 UNIX

(四)標準模組：Core Master Modeler、Surfacing Set、Assembly Set、Core Drafting 等四個標準模組。

(五)功能特性：是一個高效率的 3D 設計系統並以多方位建構幾何為基礎，利用特徵實體模型之建構環境來設計複雜的機械元件。

1. Master Modeler：最新 VGX 運算核心，特徵幾何參變數系統。Nurbs 曲面雙精度系統。自動圖檔管理系統。動態導引系統。易學易用

2. Master Surfacing：完全整合曲面及實體。雙精度 Nurbs 曲面。高階曲面品質非近似曲面。自由曲面拉伸及點控制。高斯...等曲面品質檢測。最佳 IGES 轉換界面。

3. Master Assembly：自動產生組裝圖、爆炸圖、B.O.M、零件的組裝數量不受限制、關連性的零件複製系統、半自動化拆模系統、機構模擬系統、自動干涉檢測。

4. Master Drafting：2D 與 3D 同步工程的關聯性。可獨立存在系統。易學易用易設變。多視窗鷹眼裝置。標註位置可任意調整。完整國際標準加工符號。

(五)適用範圍：有限元素、工程製圖、NC 加工消費性電子產品、模具、航太、汽車等各類產品之電腦輔助設計、分析及製造，如圖 11、圖 12 所示。

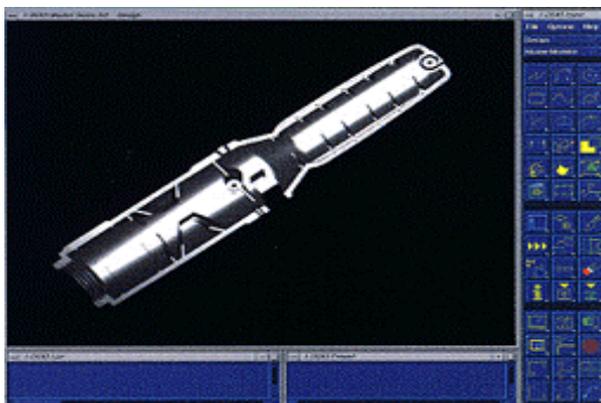


圖 11 I-DEAS 圖例

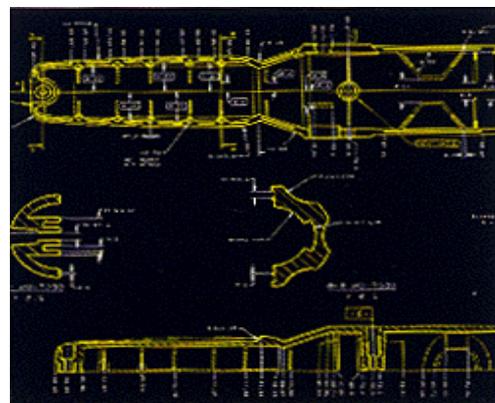


圖 12 I-DEAS 圖例

五、Microstation：是全參數化特徵基礎的實體模組，它是整合 Constructive Solid Geometry(CSG)與 Boundary-Representation (B-Rep)技術混合的實體模組，因為它可完全整合進 Microstation 的環境裡，所以它包含了基本繪圖工具、曲面構建、資料庫連結和採現的功能，以 ACIS 幾何模型為其核心引擎，詳細相關資料說明如后：

- (一)研發廠商：Bentley Systems Inc. 美商賓特利系統(股)公司
- (二)作業平台：PC、DEC、MAC、HP、IBM、SGI 等工作站
- (三)作業系統：Windows 3.1/95/NT、MAC、UNIX 等 16 種
- (四)功能特性：Microstation 是一套全功能 2D/3D 工程設計軟體，包含了繪製剖線及尺寸標註、自定線形、可變尺寸設計等超強 2D 工具，以及掃描進來的影像檔支援，在專業 3D 設計及虛擬功能上包含了 NURBS 曲面模型建立、逼真的上彩表現，以及動畫。Microstation 也內建工程圖檔連結資料庫的功能，例如：Oracle、Infomix、ODBC 及 Dbase 系列，這些非圖形資料的資訊都能加入你的設計圖中。
- (五)適用範圍：工程、建築、機械產品、模具，如圖 13、圖 14 所示。

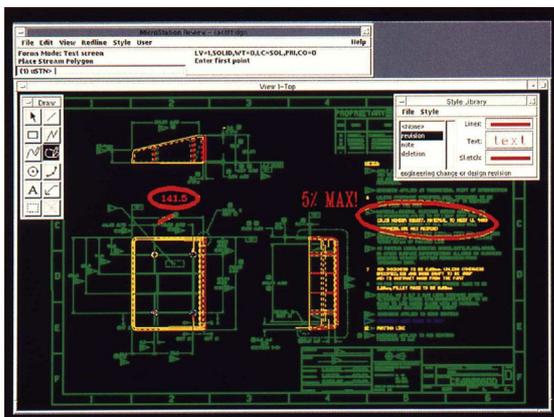


圖 13 Microstation 圖例

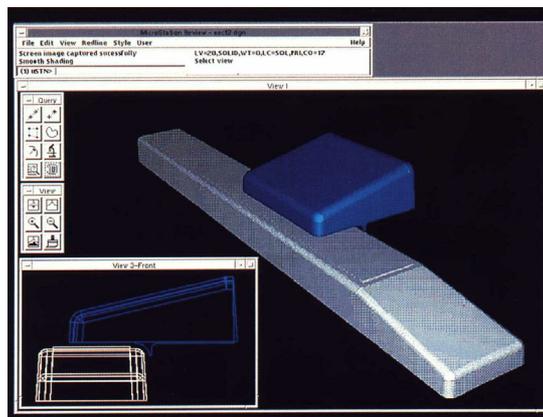


圖 14 Microstation 圖例

六、Pro/ENGINEER：Pro/ENGINEER R20 版，其操作介面環境在完全視窗化後，有很大幅度的修改，除了加入工具圖示與對話框外，更加上意向管理者 (Intent manger) 功能，可在繪圖之同時預測繪圖者意向自動為草圖加上必要的約束條件，而系統完全設計程序的功能，能讓使用者充分掌握成品的製程流向。在台灣地區的佔有率亦頗高外，全世界佔有率最高的 3D CAD/CAM 軟體，應用的範疇亦日益增加。

(一)研發廠商：Parametric Technology Corporation

(二)作業平台：INTEL PIII 500 以上、128MB RAM、HDD 6GB 以上、VGA TNT2 (32MB RAM)、17 吋螢幕以上。

(三)作業系統：UNIX、Windows 95/98 Windows NT4.0/2000

(四)功能特性：

1. 3D 參數式實體曲面系統。
2. 2D Sketch 全自動標尺寸。
3. 三次元逆向工程點資料處理。
4. 複雜多曲面自動拆模、NC 加工殘料清除。
5. 單一資料庫，全 BIG-5 中文。

(五)適用範圍：具工業造型、機構設計、模具、汽機車、工具機、管路設計、CNC 加工、自動繞線等功能，如圖 15、圖 16 所示。

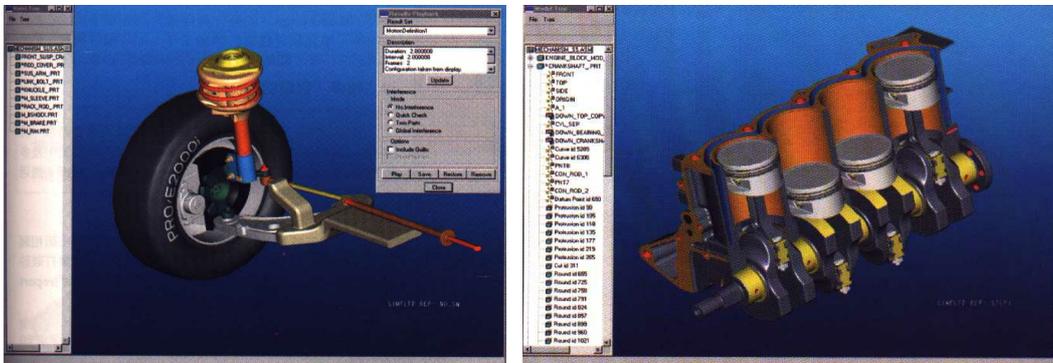


圖 15 Pro/ENGINEER(組合圖)

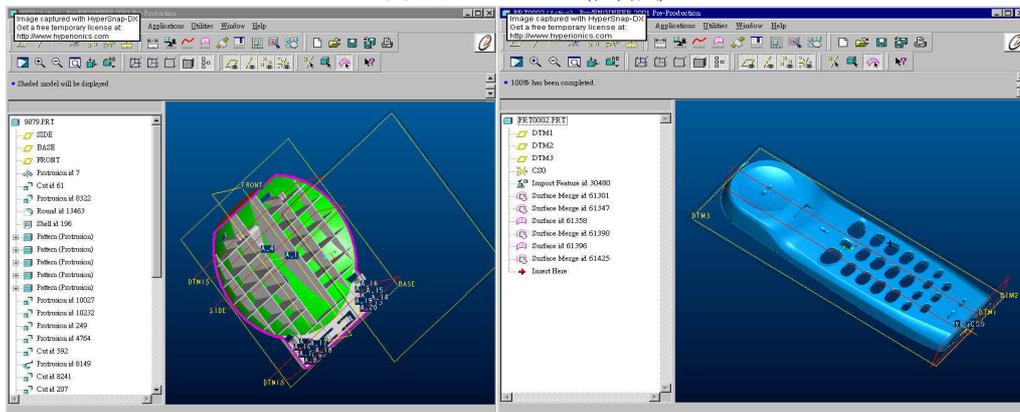


圖 16 Pro/ENGINEER(零件圖)

七、SolidEdge：SolidEdge 具備建構零件模組(Part)、組裝零件模組(Assemble)、2D 圖面佈置模組(Drafting)，提供全方位之設計流程。革命性的參變數實體處理，完全依據設計人員的思維程序及邏輯習慣所設計的人性化介面，3D 模型以真實投影方式自動產生 2D 圖面，使設計與思考完全流線化，以組裝概念進行設計工作，以最有效率的方式完成整體設計目標。您可以在工作進行中隨時執行組裝測試及干涉檢查，並可在組裝過程中任意建立或編修其零件。以下再將其重要相關資料條列如下：

(一)研發廠商：美國 INTERGRAPH Inc. 美商優擎 (股)公司

(二)作業平台：Pentium 個人電腦

(三)作業系統：Windows 95/98/NT

(四)功能特性：

1. 是目前市面上唯一一套橫跨 Parasolid 與 ACIS 實體核心架構的 3D 機械用參變數式特徵導向 CAD 軟體。
2. 它具有較其他所有同級 PC 級 CAD 軟體更強的工程圖與板金模組。
3. 具備功能完整的零件模組與組件模組；可提供標準零件庫與工具機零件庫等專為特定使用者開發的模組。內含一套 DataCenter 模組可以做圖檔管理以及完整的 PDM 介面可以和 SmarTeam 做整合。
4. 具有完整的開發介面—標準零件庫、工具機專用零件庫，內建塗彩以及貼圖功能，圖層控制並支援大型組件設計，高效率的大型組件設計功能，STD PART FOR SolidEdge 正式推出，WWW 上實體動態瀏覽技術等。
5. 它的分析模組可以和 COSMOS/EDGE 整合去做結構、熱傳與挫曲分析。它並且可以和 IPA 結合做動態模擬與分析，如圖 17、圖 18 所示。

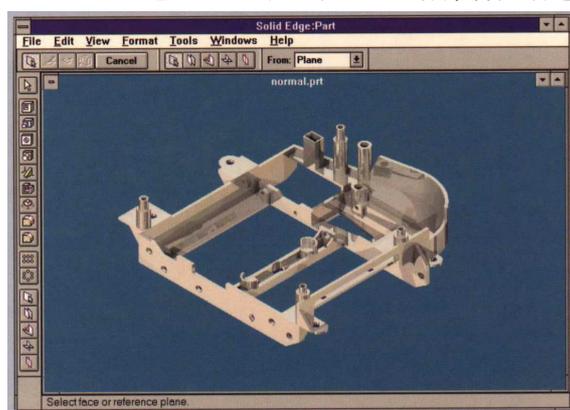


圖 17 SolidEdge 圖例

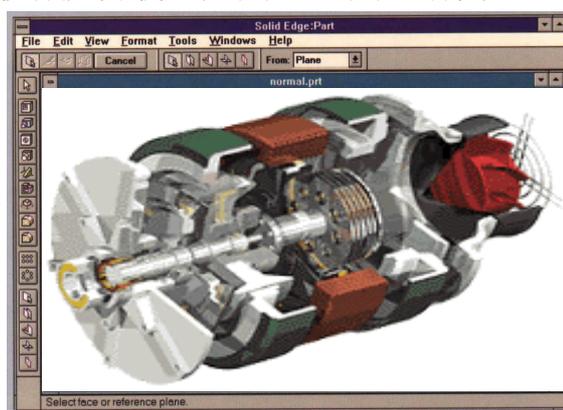


圖 18 SolidEdge 圖例

八、SolidWorks：SolidWorks 2001 版是一套真正植入 Windows 核心的 CAD 系統、完全以使用者為中心的整合架構、人性化操作介面、易學易用的指令導引、具有管理流程與設變的特徵管理員、強大的參數實體建構能力與鈹金展開、提供完整由上而下與由下而上的零組件設計能力。以下再將其重要相關資料條列如下：

(一)研發廠商：SolidWorks，實威科技

(二)作業平台：Pentium 個人電腦

(三)作業系統：Windows 95/98/NT

(四)功能特性：

1. 3D 參變數 Solid Modeling、影像 ICON、可直接打開 AutoCAD 2000 圖檔、提供 SolidBasic 語言等。
2. 為機械專用 3D 繪圖軟體，建立 3D Model 後輕鬆產生 2D 工程圖及爆炸圖，且 2D 工程圖與 3D 實體模型雙向關聯、並可作簡易之機構模擬。
3. 完全以使用者為中心的人性化操作介面整合架構、易學易用的指令導引、具有管理流程與設變的特徵管理員、強大的參變數實體建構能力與鈹金展開、提供完整由上而下與由下而上的零組件設計能力、支援完整的檔案格式、完全的開放性架構並支援 OLE2.0，可完全整合 windows 上應用軟體。
4. 3D 參變數 solid，含 part/assembly/drawing/sheet，Metal；開檔可預視，特徵(feature)影像管理；smartsketch，可在 3D 上作 2D 圖形；螺旋線繪製，攻牙表示法，具透視表現方式；成品可做分模線拆公母模；2D 工程圖型自動出材料表。
5. SolidWorks 2001 是一套參變數式特徵導向機械設計相關 3D CAD 軟體。它具有零件設計、組件設計以及工程圖設計等三個基本模組，以及可以解靜力與熱傳分析的有限元素分析模組和完整的 PDM 模組。
6. 可以做圖檔管理、版本與流程管理、電子保險箱管理以及完整的安全管理與瀏覽功能。
7. 是目前市面上唯一且獨家推出的完整 SolidWorks 軟體組合。所有的軟體模組皆完整的整合於單一 SolidWorks 視窗之中，使用方便。

(五)適用範圍：電子資訊業、家電業、機械業、汽機車業、航太業、模具業、家具業等，如圖 19、圖 20、圖 21、圖 22 所示。

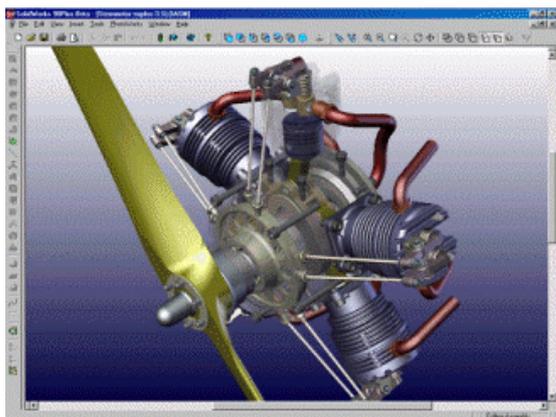


圖 19 SolidWorks(組合圖) 圖例

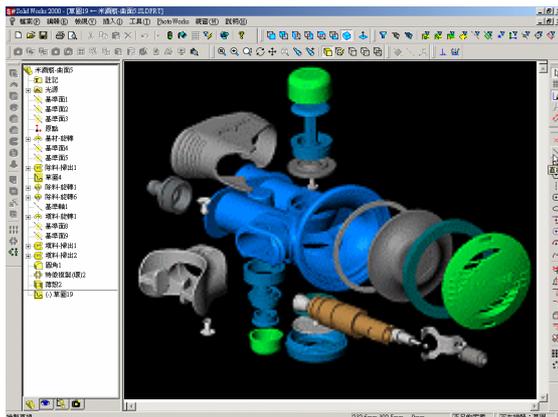
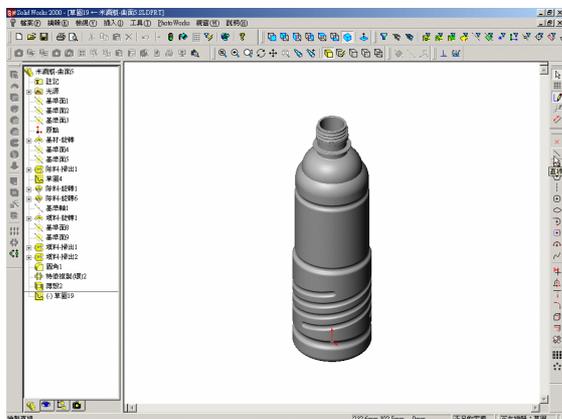
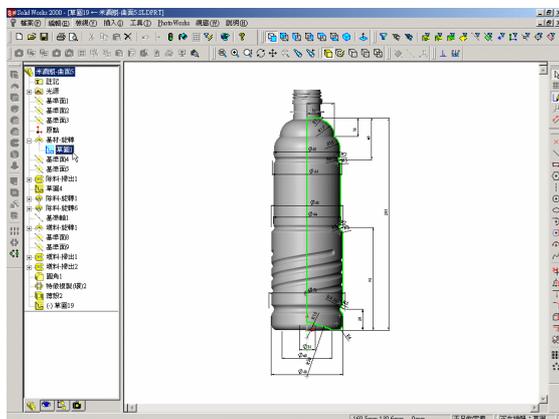


圖 20 SolidWorks(立體系統圖)圖例

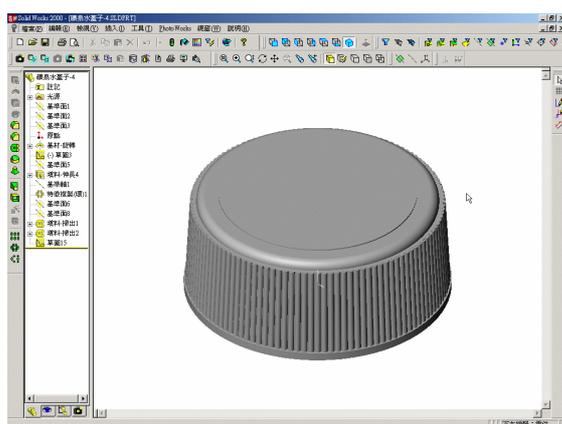


(a)

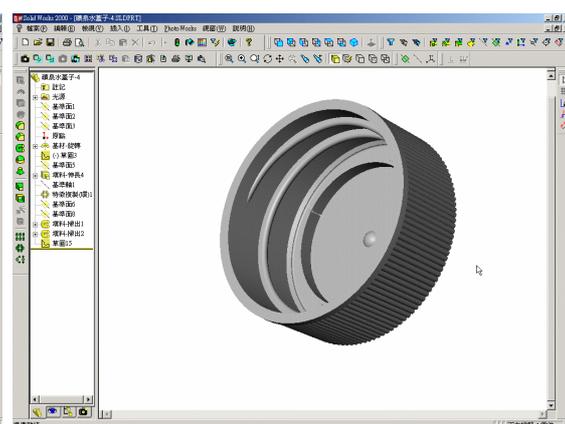


(b)

圖 21 SolidWorks 圖例(米酒瓶)



(a)



(b)

圖 22 SolidWorks 圖例(米酒瓶蓋)

九、TwinCAD 視窗版

(一)研發廠商：台灣統達電腦

(二)作業平台：Windows/95/98 Windows NT/2000

(三)功能：TwinCAD 係一套直接從 TCAM/TurboCAD 移植到微軟視窗作業環境下的全功能 CAD 軟體系統，具有親和的視窗操作界面。TwinCAD 採取 All-in-one 的設計理念，所有 CAD 功能一應俱全。具有強大的平面製圖功能及操作簡易的特性。

(四)特性：

- 1.強大的尺度標註功能：動態拖曳式尺度標註、模具式自動尺度標註、支援 ISO PLANE 模式下的立體圖尺度標註、支援 CNS、ISO、JIS、DIN 等多種尺度標註標準。
- 2.親善的人機操作介面：操作簡單，提供下拉式、圖像式等功能表操作。
- 3.符號庫功能：可依需求自行創建符號庫使用、提供多層式視窗操作、可加上標籤屬性功能。
- 4.正面投影功能：可將 2D 平面圖轉為立面投影圖，提供等角、二等角及不等角立體投影圖。
- 5.提供應用程式開發工具：與 C 語言類似的 TCL 指令語言。
- 6.豐富的文字表現：支援 Windows TrueType 及 PostScript 字形、提供圓弧式文字書寫功能、可直接讀取 AutoCAD 的 .SHX 字型。
- 7.圖檔交換功能：可直接讀寫 AutoCAD.DWG 圖檔、支援 DXF 檔案，如圖 23、圖 24 所示。

圖 23 TwinCAD 圖例

圖 24 TwinCAD 圖例

上介紹了目前在 PC 上常見的電腦輔助繪圖軟體，可以做為我們選購採用上的一個參考，除此之外，在前一單元中我們也可以知道 AutoCAD 是國內目前市場佔有率及使用人數最多的 CAD/CAM 電腦繪圖軟體，因 AutoCAD 有以下的優點及特性歸納整理如下，可作為在選用電腦輔助繪圖軟體時，除了顧慮到價格、功能性之外，另外一層更週到的思考：

- 一、提供開放式的架構：AutoCAD 軟體開放式的架構之所以能擁有那麼高之佔有率的主因。早期 CAD 軟體在 DOS 下執行，非圖形介面對初學者而言，往往總是艱澀難懂，再者，軟體能力十分局限，擴充不易。Autodesk 公司似乎感受到使用者的這一個訊息，AutoCAD 採用開放式架構 Release 給使用者，讓使用者可以十分自由的因應不同行業的特色及需求，修改其內定指令或定義使用者自己所專屬的操作環境，再搭配上 AutoLisp、VisualLisp、VBA 程式，更進一步可擴充其工作效率及功能，使 AutoCAD 的使用者由開始習慣，然後慢慢喜愛，最後這個原本是一般性用途的 AutoCAD 繪圖軟體，成為個人專屬的專業繪圖軟體來使用。
- 二、交談式操作介面：交談式操作是在圖形介面尚未普遍之時，最為方便的操作方式之一，特別是初學者，面對太多不熟悉的指令往往不知所措，但 AutoCAD 透過滑鼠或數位板等指位裝置及交談式選單的配合，提供了一個易學易用的工作及學習環境。
- 三、相關軟體支援豐富：由於 AutoCAD 採用開放式架構，不同專業領域為其專業需求發展出各式各樣的功能程式或模組，Autodesk 公司亦順勢將這些 3rd Party Utility 納入 AutoCAD 中，有形的增進了其功能，無形中更提高了佔有率與競爭力；此外，也配合 AutoCAD 發展出一系列軟體，例如：使用於建築業的 AutoCAD-AEC，其除了原有 AutoCAD 功能外，另外附加建築業專用符號，使得在繪製建築藍圖時可以事半功倍；假如您所繪製的是 3D 立體圖，配合 3Dstudio 則可以輕易讓您的產品產生電腦動畫的效果；其它尚有 AutoLisp(AutoCAD 輔助運算程式)、Animator(AutoCAD 動畫系統)等，此外，許多國內公司為 AutoCAD 發展出一系列中文系統或資料庫；這些都可以幫助您在 CAD 領域的應用上有更彈性而寬廣的空間。
- 四、2D、3D 繪圖功能強大：CAD 軟體最基本的能力便是繪圖，AutoCAD 能夠受到青睞，除了上述種種之外，提供了功能強大的 2D、3D 繪圖指令當然是無庸置疑的，只要具備了簡單繪圖基礎，配合完備、容易操作的繪圖指令，就可以在 AutoCAD 中，充分發揮您的想像力和創意。
- 五、3D 立體著色功能：電腦科技快速發展，3D 圖形繪製及各種相關的處理都不再是難事，AutoCAD 為了使 3D 圖形更具有立體物件的說服力，內建了陰

影著色的功能，除了著色的功能之外，還可以設定點光源的位置及強度以便對物體之陰影、明暗等作更佳的描繪，讓物體得以呈現最佳之立體效果。

六、提供處理各種圖形影像檔案的能力：近年來多媒體、網際網路(Internet)及全球資訊網路(WWW)的盛行帶動了軟體處理各種檔案的功能的需求，在AutoCAD中除了處理DXF、IGS等圖形檔的能力外，陸續也加入了GIF、PCX、TIF檔案等影像檔的能力，以便符合新世代CAD應用的需求。

Autodesk 3D設計新產品Inventor R4，自適性(Adaptive)資料架構設計，採直覺化方式，完成模型的建構與修改，網際網路協同見構大型組件效能，3D機械設計後市有待觀察。

使用合法軟體：響應使用合法軟體才能促進電腦軟體工業持續成長，因此在軟體使用上應採用合法軟體，並將尊重智慧財產權的觀念應從學校正規課程中，積極宣導及執行日後社會大眾才能深獲根植。同時商業軟體聯盟(BSA乃是一國際性組織)也積極的透過教育宣導、國際公共政策及配合當地政府法律行動，來加強保護全球電腦軟體著作權，以促進電腦軟體工業持續成長。

使用盜版軟體，除了侵害他人版權，也可能對您的電腦使用造成不良影響，其中較會發生的現象有軟體中電腦病毒、或為軟體的孤兒或使用不完整的軟體程式，詳細分述如后：

- (一)中電腦病毒：您若未能採取適當合宜的電腦軟體管理程序，可能會導致的電腦系統遭受嚴重的病毒侵擾。這些病毒可能會造成具破壞性的、有時甚至是無法挽回的資料損失。
- (二)電腦軟體的孤兒：非法電腦軟體的使用者沒有原版使用者手冊，而且無法獲原廠的技術支援。
- (三)使用不完整的電腦軟體程式：非法的盜版電腦軟體可能未包括所有的必要程式，因不完整的工作程式所導致的結果在技能工作上的處理照成不便。

所以爲了保護軟體著作權他以及您的權益，請勿任意使用盜版軟體。

學習評量三

一、不用參考相關資料，你可以在各種目前常見電腦輔助繪圖軟體相關知識中是非題 10 題及填充題 11 格正確答對至少 8 題及 8 格以上。

(一)是非題：

1. () 電腦程式著作並非著作權法中，所謂享有著作權之著作。
2. () 軟體合法使用人為配合其硬體需求而修改軟體，必須經由軟體著作權人同意後始得為之。
3. () CAD 除了繪圖功能之外，並可從事設計功能。
4. () 使用 CAD 後，對於傳統機械製圖的學習都是多餘而沒有必要的。
5. () CAD 是電腦輔助製造的簡稱。
6. () 購買有版權的軟體，如價格太昂貴，為了經濟考量，可向別人借來拷貝使用。
7. () 擁有合法的 CAD 軟體者，即代表其擁有再拷貝供人使用的權利。
8. () 目前對於取締盜版軟體工作的執行法令依據為著作權法。
9. () 使用盜版軟體，侵害他人版權，妨害電腦軟體工業持續成長。
10. () 使用盜版軟體，也可能對您的電腦較會發生的現象有軟體中電腦病毒、成為軟體孤兒或不完整的電腦軟體程式。

(二)填充題：

1. 目前在 PC 上常見的電腦輔助繪圖軟體，以 AutoCAD 為最多，其主要原因是因為 AutoCAD 具備以下的特點：

- ①. _____
- ②. _____
- ③. _____
- ④. _____
- ⑤. _____
- ⑥. _____

2. 請列舉五套目前市場上較常見 PC 級的 CAD 電腦軟體，分述如后：

- ①. _____
- ②. _____
- ③. _____
- ④. _____
- ⑤. _____

學習評量三答案

一、不用參考相關資料，你可以在各種目前常見電腦輔助繪圖軟體相關知識中是非題 10 題及填充題 11 格正確答對至少 8 題及 8 格以上。

(一)是非題：

- 1.(×) 2.(○) 3.(○) 4.(×) 5.(×) 6.(×) 7.(×) 8.(○)
9.(○) 10.(○)。

(二)填充題：

1. 目前在 PC 電腦輔助繪圖軟體上，常選用的是因為 AutoCAD 具備以下的特點：

- ①. 提供開放式的架構
- ②. 交談式操作介面
- ③. 相關軟體支援豐富
- ④. 2D、3D 繪圖功能強大
- ⑤. 3D 立體著色功能
- ⑥. 提供處理各種圖形影像檔案的能力

2. 請列舉您認識的五套目前市場上較常見 PC 級的 CAD 電腦軟體

- ①. AutoCAD & Mechanical DeskTop (MDT) , 台灣歐特克(Autodesk)公司
- ②. CADKEY , 美國 Baystate Technologies 公司
- ③. Cimatron , 以色列 Cimatron 原廠
- ④. I-DEAS , 美國 SDRC 公司
- ⑤. Microstation , Bentley Systems Inc. 公司
- ⑥. Pro/E , Parametric Technology Corporation 公司
- ⑦. SolidEdge , 美國 INTERGRAPH 公司
- ⑧. SolidWorks , SolidWorks 公司
- ⑨. TwinCAD , 台灣統達電腦公司

本單元的第四個學習目標是

不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖軟體所須搭配硬體及重要週邊設備相關知識之問題中 5 題選擇題及填充題 4 題 12 格，正確答對至少 4 題及 10 格以上。

前面我們對目前 PC 上的各種常見的 CAD 軟體功能特性做了一個簡單的介紹與瀏覽；要使軟體功能適切有效率的發揮，選用合宜的硬體配備是基本的條件，前述也大概提供了一些線索資料，接下來我們就以目前佔有率仍最高的 2D CAD 軟體，Autodesk 公司的 AutoCAD 2000 及其 3D CAD 軟體 MDT4 為例，列舉出其所需的基本及建議硬體配備，其他同級的 CAD 軟體的硬體需求則大同小異，可參考其做小幅度修改即可。

一、電腦輔助繪圖軟體所須搭配硬體：

即使到了 MDT4 需架構是在 AutoCAD 2000 上，其硬體需求在今天仍可以輕易的用十分合理的價格購置完備，一套可執行 AutoCAD 2000 的完整軟硬體設備應該是：

1. 作業系統軟體：Windows 98ME 或 Windows NT4.0 & Windows 2000 版以上。
2. AutoCAD 軟體：MDT4 中文版原版軟體。
3. 中央處理器(CPU)：Intel Pentium III 或 Pentium IV 以上機種或其相容機種；使用此類機型的主機優點在於記憶體擴充方便、處理速度快。
4. 主記憶體：至少 128MByte 以上，主機板上應可擴充至 256 ~ 512 MByte 以上的記憶體容量；較大延伸記憶體容量可使 AutoCAD 2000 在作業時更能利用以提高整個 CAD 效益。
5. 硬碟空間：AutoCAD 2000 的系統檔案需至少 200MByte，而至少要有 500MByte 以上的硬碟空間來容納完整的 AutoCAD 2000；另外，CAD 工作站上應配備高容量的硬式磁碟機，目前較經濟的組合是 30GB 以上的硬式磁碟搭配 EIDE 介面的硬式磁碟機的組合會更有效率。
6. 指向設備：一般使用滑鼠既可。
7. 軟式磁碟機：可配備單台 3.5" 軟式磁碟機。

8. 顯示卡及顯示器：儘量使用 1024x768 解析度以上之 SVGA 級以上的彩色顯示器，以達到有豐富色彩及擬真呈現的效果。在螢幕與顯示卡的搭配具 32MB Video RAM 以上的 TNT2 全彩顯示卡來配合 SVGA 級以上的顯示器為較普遍的組合。其中顯示卡的部份，您可換上其它高速真實色彩顯示卡，但要注意其是否提供可上 AutoCAD 2000 版的驅動程式。彩色螢幕尺寸方面：17"螢幕是最基本的，19"與 21"為較佳顯示器設備。
9. 輸出設備：繪圖機或印表機，出圖規格至少 A3 滿版以上為宜，解析度 600dpi 以上，以噴墨式或雷射式印表機為佳。
10. 唯讀光碟機：用於安裝 Windows 98 或 NT 作業系統軟體或其它軟體；AutoCAD 2000 亦是利用光碟片來安裝的。至於要使用幾倍速的唯讀光碟機，則視您當時欲購買時，最穩定與經濟的機種即可。

以上所列基本硬體配備是可以執行的基本要求，建議配備則可以更有效率，若要提高產能，更快的 CPU、更多的記憶體 RAM 及硬碟 HDD 空間是可以考慮的大方向。由於 CAD 越來越倚重 GUI 介面來呈現，3D 立體的彩現、旋轉等處理越來越頻繁，因此，選用一片優良的繪圖加速卡和一個解析度佳的大尺寸螢幕將是不可避免的趨勢。

二、電腦輔助繪圖軟體所須重要週邊設備：以下將針對這二項 CAD 的重要硬體配備再做更進一步的介紹。況且繪圖卡及顯示器的硬體配備汰換週期一般較長而且影響生產力甚鉅，因此值得選用較高等級的產品。

(一)繪圖加速卡：繪圖卡(Graphic Card)是指顯示器(Monitor)與 PC 連線時，附加在主機板上的介面卡，用以將電腦所送出的訊號顯示在螢光幕的正確位置或加速圖形的處理，對初級品又稱為顯示卡；對中級品、高級品則稱為繪圖加速卡。以 PC 為架構的工作站市場，在這一兩年以相當驚人的速度向上竄升，使得很多原本以 UNIX 為基礎平台的軟體使用者，開始考慮便宜系統，各廠商知悉此一商機均卯足了勁推出更多高階的圖形工作站，搶奪市場的大餅。此風潮是如何而來，歸納起來其原因如下：

1. CPU 的推陳出新：PC Workstation 能夠快速成長，CPU 速度提昇、性能提高功不可沒。今年 Intel、AMD、Cyrix 紛紛推出新款更快的 CPU。這些 CPU 大廠未來之競爭，是將個人電腦的性能與 UNIX 工作站的性能拉近，對於使用高階應用軟體的使用者來講，已可滿足大部分設計上之需求，然而在價錢上卻比工作站便宜許多。

2. NT 作業系統及 3D API OpenGL 之普及：OpenGL 原來為 SGI 所研發多用途的 3D 立體運算設計應用程式開發介面(API)。它改良了平面與立體的運算設計應用程式，使得從個人電腦、工作站到超級電腦的協力廠商都能提供高性能的 3D 立體運算解決方案。因此在軟體方面，研究開發人員可以利用 OpenGL 來節省開發應用程式的時間。由於 SGI 已將 OpenGL 授權給多家科技廠商使用，如 Compaq、ELSA GmbH、INTEL、HP、SUN Microsystem 等，使得 OpenGL 結合微軟的 NT 作業系統，快速推動 3D 在 PC 上之蓬勃發展。
3. 3D 繪圖加速卡，滿足 Real Time 之需求：在 PC 工作站的領域，如果在繪圖方面不能更上層樓，充其量也不過是一部跑得較快的機器，只能針對運算上提供更好的處理速度。然而我們現在面對的環境及使用之工具，無一不對 3D 繪圖方面具有強烈之需求。

舉例來說，工程師在設計一個零件時，如果在 3D 軟體上使用一個著色或是 3D 旋轉的指令，都要耗上幾秒鐘的話，實在是一件非常沒有效率的工作。雖然使用者可以使用軟體 OpenGL 來處理，但是可以忍受的範圍還是有限。

在這種情形下，使用硬體加速的確能為高性能的 PC 工作站，加了一具更強而有力的繪圖引擎，以滿足使用者繪圖即時之需。

由上可知在軟硬體搭配時機成熟下，PC 工作站已漸漸成為各種 3D 應用程式之主力平台；而應用軟體的蓬勃發展導致對繪圖加速卡產品的迫切需要，特別是自 Windows NT 環境與 OpenGL 的崛起，圖形使用者介面(GUI)普遍獲得市場的支持與好評，大量圖形處理軟體如：AutoCAD、Autodesk Mechanical Desktop、Inventor、EDS/Unigraphics、I-DEAS、Microstation、Microcadam Helix、Pro-ENGINEER、Softimage 3D、ALLPLAN、HiCAD、SolidWorks、MSC/NASTRAN 等軟體便如雨後春筍般地相繼推出，使用者對資料顯示和圖形處理的速度與品質都要求殷切，甚至對於高效能的 3D 繪圖、全影像處理以及全彩功能顯示需求，這正是 3D 繪圖加速卡急速竄起的原因。

接下來，對於繪圖加速卡在 CAD/CAM 應用軟體上的需求作一簡單介紹，分述如后：

1. 3D CAD/CAM 軟體：以往 3D CAD/CAM 軟體，如 SDRC 之 I-DEAS 或 PTC 之內 Pro/Engineer 等均須在 Unix 工作站上，方能有最佳的表現。其中考量的一點，即是在繪圖能力上，工作站皆優於 PC 甚多。然而這種優勢，已漸為式微，原因是 3D 繪圖加速卡在性能上快速提升，加上先進的驅動程式，已成為專業 PC 工作站上繪圖表現的最佳利器。即使性能離 SGI Unix 工作站，如 Onyx2、Octane 等仍有一段差距，

但是後者價格及維修費用的確高出前者甚多，況且並非所有的使用者都需要有最好的 3D 處理速度，因此 3D 繪圖加速卡能夠與 PC 搭配成爲高階 CAD/CAM 軟體之主力平台。

2. I-DEAS 軟體：再就軟體的觀點來看，以 SDRC 的 I-DEAS 爲例：

- (1) 3D 檔案的大小與繪圖處理的速度：I-DEAS 在建構模型時是以變數式爲基礎，因此經過布林運算求解後，或再經組裝，其資料量皆甚爲龐大，再加上在 NT 上是以 Exceed 模擬 X 介面，因此 Graphics 上之需求較高；儘管在 MasterSeries 5 新版中 Graphics Performance 已增進不少，硬體加速功能仍對處理較大 3D 檔案有顯著之影響。
- (2) 即時表現：放 3D 的大、縮小、平移、移轉，在缺乏硬體加速的環境下，即使 3D 的線架構之移動，都會有不連續之情形產生，顯示在重繪過程中，沒有硬體支援 Double Buffering(雙緩衝區)，會無法立即更新繪圖，因此造成閃動的狀況，這對使用者的眼睛是一大考驗。另外在 MasterSeries 5 中，3DVariational Feature(VGX)提供 3D 互動式的幾何建模方式，更須直接處理著色後之模型，可見在硬體加速環境成熟後，軟體功能之需求亦接踵而至。相信在未來使用者會更樂於「享用」3D 即時處理的效果。
- (3) 著色(shading)、透明效果(transparency)、材質貼圖(texture mapping)：一般在建構 3D 之模型後會對產品本身做一些外觀上的處理，以接近真實的外形。這些效果不外乎上色、貼上材質、產生透明感、打上燈光等。藉由軟體的功能，可以產生上述之效果。但是由於描述各值圖素(pixel)之資訊量大增，會佔掉很多的顯示記憶體，因此若無好的硬體加速，旋轉時將會嚴重遲滯，這是設計者最難以接受的。除此之外著色之品質及防鋸齒狀(Anti-aliasing)之功能等，都能夠顯示出繪圖加速卡的好壞。所以單靠軟體 OpenGL 來處理，的確是一件很辛苦的事，除非硬體真的無法支援此項功能、軟體才會替代上場。
- (4) CAM/CAE 之繪圖需求：I-DEAS 爲一整合性的軟體，從 CAD 的資料，傳到 CAM 做加工，再到 CAE 做分析。整個處理過程中，你可以模擬整個真實加工或受力過程。我想愈來愈多的功能會傾向在 3D 上直接運作，因爲加上著色後，已相當具有臨場感，也才能真正表現出整體之效果。而這完全仰賴 3D 繪圖加速卡功能之提昇。所以從高階 CAD/CAM 軟體的應用來看，由於 3D 繪圖加速卡支援的功能愈來愈多，軟體的附加價值也愈來愈高，帶動軟體及硬體的快速普及。這也就是爲什麼 3DCAD/CAM 軟體在近一兩年成長相當快速的原因。

在繪圖加速卡中，從最高階的產品用於 UNIX 工作站上的加速卡，到最低階的 VGA 卡，都有眾多的硬體廠商在生產。然而就如上所述，PC 工作站在成熟的軟硬體架構下，已有直追 UNIX 工作站的趨勢。於是在此一中價位、易於昇級及維護的系統就漸為使用者所接受。然而使用者在選擇繪圖加速卡以搭配 CAD/CAM 軟體時，常常陷於一些迷思中。

有些人一切以價格為考慮，只要堪用就好，殊不知 3D 軟體的功能已非昔比，愈來愈多的功能不斷推陳出新，作業系統更新及軟體的更新，除了藉重 CPU 的速度較快，就是 3D 繪圖加速卡快速的表現圖形。由於 3D 繪圖加速卡的價位從初級品的一萬元台幣到中、高級品十幾萬元都有，因此使用者在選購時不可不慎，萬一買了不適用的繪圖加速卡，性能不符使用損失可大了。以下是一些選購上的建議：

1. 驅動程式(Driver)的重要性：繪圖加速卡的驅動程式寫得好不好，對不同應用軟體執行的效能影響十分大。因此選擇繪圖加速卡時應觀察其製造商對驅動程式的專業及研發投資能力。以價格戰切入市場的廠商幾乎不可能投資人力在後續開發新驅動程式，並免費讓用戶由網路下載使用，或因應軟體更新而修改驅動程式的週期不夠快。所以在購買之初應考慮這些廠商是否有能力投資往後續開發新驅動程式。當您有一天買了新軟體，發現原有的繪圖加速卡不支援或執行效能很差時，這時損失可就大了。
2. 記憶體(Memory)是否可擴充：圖形檔中貼的材質(Texture)的大小對於佔用的記憶體(Texture Buffer)空間不同。當記憶體不足時會使處理的效能(Performance)大大的降低。因此，須仔細評估使用目的以及未來規劃，視必要而選用記憶體可升級的繪圖卡，保留以後升級的彈性空間最佳。
3. 驅動程式支援的完整性：目前在 PC 上 Windows NT 是唯一具有高效率 3D 繪圖功能的系統，其提供的繪圖介面稱為 OpenGL。OpenGL 原是電影"侏羅紀公園"和"魔鬼終結者"創造視覺效果所採用的 SGI 工作站上的 3D 繪圖介面。SGI 工作站專屬系統，價格約為一般 NT 工作站的兩倍，之後 Microsoft 與 SGI 才聯手將 OpenGL 整合到 NT 系統中。但是硬體的進步日新月異，在選購時除了必須具備 Windows 98XP & Windows 2000 之外，而提供更新的驅動程式支援，這也是售後服務中須特別強調的重點。

4. 不容忽視的售後服務：售後服務主要的評估點在於繪圖加速卡製造商的維修退換的及時性，而最主要的是其驅動程式(Driver)更新的速度。這是因為繪圖卡的品質相當嚴格，可信賴度很高；但是驅動程式的學問可就大了。一般廠商要不就是採用公共的驅動程式，不然就是限於研發人力成本，一套驅動程式"行遍天下"。當原有軟體有更新版或是其他新軟體上市時，使用者就得擔心是否驅動程式太舊了而無法支援？
5. 不同應用領域的區隔：因應不同的應用領域，適用的繪圖加速卡功能及要求各不相同，若依不同的應用領域來區分，繪圖加速卡可分為：
 - (1) 3D GAME：像有名的遊戲軟體 Doom，屬初階應用，加速卡的價位約在一萬元左右，應支援 Windows 98、Direct3D。
 - (2) 3D/CAD/CAM/Animation：應用在設計方面，如 AutoCAD、I-DEAS、Pro-ENGINEER、Solid Works 等。屬中、高階應用，繪圖加速卡價位約介於 1~20 萬之間，應支援 Windows 2000、OpenGL。
 - (3) VR 製作及瀏覽/電影視覺效果：如"侏羅紀公園"電影的製作，這種專業級的需求，則需 SGI 工作站級的繪圖加速卡，SGI 為專屬封閉系統。

所以選用繪圖加速卡應先確定自己的應用領域，是專注於 3D Game、CAD/CAM 設計或是 VR 的應用，再審慎地評估後，選擇適合的繪圖加速卡。

市面上常兒許多廠商拿 Benchmark 測試結果大肆吹噓，而事實是 Benchmark 測試結果只能供作參考。因為不同領域的應用有不同適用的 Benchmark，配合不同的硬體平台也會產生不同結果。Driver 的更新速度更應是考慮的重點，因為可能在舊版 Driver 中稍落後的數據，在新版中即大幅改進，聰明的讀者，務必認清 Benchmark 的迷思。

3D CAD/CAM 應用軟體在近一兩年可謂百家爭鳴。這要歸功於 PC 硬體平台性能的迅速提升，繪圖速度的加快以及維修昇級的容易。我們可預見未來，愈來愈多的高階應用軟體，已可在 PC 上有相當令人滿意的表現。而其中繪圖加速卡卓越的繪圖表現，佔了相當大的因素。

(二)顯示器(Monitor)：國內顯示器的市場在這兩年氣勢相當興盛，除了許多本土知名品牌紛紛在世界各國獲得大獎而揚眉吐氣之外，市場上的激烈競爭，也使得從前高不可攀的大尺寸顯示器價格不斷滑落，讓一般的非 CAD 使用者也能買一台 21 吋的顯示器回家，享受大螢幕所帶來的舒適。

雖然國內顯示器廠商還是以使用日製的 CRT 為主，但是在品質方面不斷地提昇，功能也不斷地增加，這些都是讓消費者願意將購買電腦預算的大部分花在顯示器的重要原因。

在 CAD/CAM/CG 的領域中，顯示器的價格就不是考量時最重要的因素了。顯示器在基本功能上，品質、顏色的表現、服務、支援等，都是很重要的因素。以 CAD/CAM/CG 使用者來說，17 吋顯示器算是入門的選擇。從 19 吋一直到 21 吋以上，對 CAD/CAM/CG 使用者來說都不會嫌大，因此在目前顯示器已經從 CRT 轉變成液晶型的產品時，大尺寸的顯示器將成為主流。

對一般的使用者來說，顯示器的大小適度、安裝容易、價格是最重要的採買標準。但是對從事電腦繪圖相關行業的使用者來說，和眼睛接觸的最前線。顏色，可是最重要的因素。除了顏色之外，畫質的精細度、色彩是否柔和及準確、眼睛看久了會不會累，都是要考慮的因素。而是否著重於這些因素，也是所謂「高階顯示器」和「一般顯示器」的重大差異所在。

以下針對電腦繪圖相關行業的使用者所採用的高階顯示器；即 17 吋以上，點距範圍為 0.25mm 以下，解析度至少要在 1280x1024 於 75Hz 之顯示器的重要諸元及功能特性做一簡單介紹，不僅可對高階顯示器有進一步的認識，更可做為選用上的參考。

1. 映像管：顯示器最重要的部分是映像管，一般可區分為四方平面和縱向平面兩種陰極射線管。
 - (1) 四方平面是最常見的類型，不過實際上它並不是平面式的映像管，而是比傳統的 CRT 曲度小一點。
 - (2) 縱向平面是指它的縱軸是平面的，而橫軸則和一般的 CRT 一樣，新力的特麗霓虹 CRT 是最著稱縱向平面式映像管，而對應的就是 MITSUBISHI 的 DAMONDRON。
2. 點距：點距也會影響螢幕影像品質，顯示器內部都有一層採用合金做成的遮罩，其上密布無數小孔不過 SONY 特麗霓虹的遮罩採用溝槽設計來取代小孔，稱之為光圈柵或帶狀遮罩，遮罩上的每一個小孔都有一個有色的螢光(包括了紅、綠、藍三色)，點距是以公厘計算，指介於一個特定色點和最鄰近相同色點之間的距離。點距越小，影像就越清晰，在高階顯示器中 0.25mm 或 0.26mm 是 17、19 吋顯示器較佳的點距值，而 20 吋以上則是 0.28mm 的點距值。

3. 功能：抗眩光處理可以避免顯示器受到日光燈影響螢幕的顯示品質，不過有些使用者也許不喜歡處理後較昏暗的螢幕，因此這是一項比較主觀的因素。
4. 掃瞄頻率：交錯可掃瞄顯示器就和我們家中的電視一樣，需要掃瞄兩次才能產生出完整的影像，先掃偶數再掃奇數掃瞄線。交錯掃瞄對移動影像並無不良影響，因為螢幕一直都在變換，不過顯示靜態影像和文字數字時就比較差。水平頻率是顯示器的水平掃瞄速率，亦即每秒繪出的線條數，是以 KHz 為單位。跟它相關的是每秒繪製的螢幕數量，稱之為垂直掃瞄或垂直再生率，以 Hz 為單位。當解析度越高的時候，需要繪製的線條就會越多，因此垂直再生率通常會降下來，而再生率越低則螢幕越容易出現閃爍的現象。一般而言，當垂直再生率降到 60Hz 之下時，大多數人都可察覺到螢幕在閃動，因此選購時應特別注意顯示器在不同的解析度時的再生率；雖然 72Hz 是可以接受的值，但是 VESA 的建議值是 85Hz。另外多頻也是最混淆的一個項目了，它是指顯示器以數種解析度顯示影像的能力。多頻顯示器分為定頻和變頻兩種，分述如后：
 - (1) 定頻：只支援標準解析度而無法辨識一些偏離其狹窄範圍的訊號。
 - (2) 變頻：顯示器能自動感測並顯示其特定範圍內的任何訊號。變頻顯示器是比較好的設計，因為它們可以採用較多的解析度顯示，所以在未來圖型卡上的昇級比較具有相容性。目前被廣泛使用的絕大部分都是變頻顯示器，採購時若預算允許建議選擇水平掃瞄範圍最廣的顯示器。
5. 包裝使用元件：顯示器的元件相當敏感，不良的包裝及運送可能會造成損壞，因此買回來之後，應該立即檢查螢幕是否出現不良的聚合、光點或影像扭曲等。
6. 體積及重量：欲選購大螢幕時別忘了考慮機器所需要的桌面空間。如果準備將顯示器放在主機上面，則重量也是要考量的重點之一。另外，您必須對自己的圖型卡有一定的了解，掃瞄頻率是否能搭配。

學習評量四

一、不用參考相關資料，你可以在電腦輔助繪圖軟體所須搭配硬體及重要週邊設備相關知識之問題中 5 題選擇題及填充題 4 題 12 格，正確答對至少 4 題及 10 格以上。

(一) 選擇題:

1. () CAD 若要提高產能，硬體配備除了有更大硬碟空間和更快的 CPU 外尚可選用？ (A)更多的記憶體 (B)優良的繪圖加速卡 (C)解析度佳的大尺寸螢幕 (D)以上皆是 將是不可避免的趨勢。
2. () 螢幕的點距也會影響螢幕影像品質，在 17、19 吋高階顯示器中，較佳的點距值為？ (A)0.25mm (B)0.26mm (C)0.28mm (D)以上皆可。
3. () 水平頻率是顯示器的水平掃描速率，亦即每秒繪出的線條數，是以何種單位？ (A)MByte (B)rpm (C)KHz (D)mm/sec 為單位。
4. () 每秒繪製的螢幕數量，稱之為垂直掃描或垂直再生率，是以何種單位？ (A)MByte (B)Hz (C)KHz (D)mm/sec 為單位。
5. () 螢幕再生率越低則越容易出現閃爍的現象。一般而言 VESA 的垂直再生率建議值是在 (A)50Hz (B)60Hz (C)72Hz (D)85Hz 的值為佳。

(二) 填充題:

1. 電腦輔助繪圖軟體必須搭配合宜硬體配備可以更有效率，若想更進一步提高產能，_____、_____ 及_____是可以考慮的大方向。
2. 關於 3D 繪圖加速卡選購上的建議：
 - ①. _____
 - ②. _____
 - ③. _____
 - ④. _____
 - ⑤. _____
3. 顯示器最重要的部分是映像管，一般可區分為_____和_____兩種陰極射線管。
4. 點距越小，影像就越清晰，在高階顯示器中 17 吋顯示器較佳的點距是_____mm，而 20 吋以上顯示器較佳的點距值則是小於_____mm。

學習評量四案答

(一) 選擇題:

1.(D) 2.(A) 3.(C) 4.(B) 5.(D)。

(二) 填充題:

1. 更快的CPU、更多的RAM及更大的HDD空間

①. 驅動程式(Driver)的重要性

②. 記憶體(Memory)是否可擴充

③. 驅動程式支援的完整性

④. 不容忽視的售後服務

⑤. 不同應用領域的區隔

2. 四方平面、縱向平面

3. 0.25mm或0.26mm、0.28mm

現在你已經知道電腦輔助繪圖(CAD)含義及定義,並對各種目前常見電腦輔助繪圖軟體有所了解,其所須搭配硬體及重要週邊設備之相關知識也有具體的概念,假如你仍未有充分把握,請重覆學習編號 PMT-CAD 0501 第 1 到 38 頁直到熟悉為止,若有疑問或困難則去請教你的老師,直到你能勝任學習目標所列之能力為止,然後請翻至下一頁接受學後觀念評量的檢驗。

學後評量

請不要用參考資料或翻閱前面的資料，寫出下列各題電腦製圖軟硬需求的相關知識，並將正確的答案填入各題前之空格內。

一、是非題：

1. () 電腦程式著作並非著作權法中，所謂享有著作權之著作。
2. () 軟體合法使用人為配合其硬體需求而修改軟體，必須經由軟體著作權人同意後始得為之。
3. () CAD 除了繪圖功能之外，並可從事設計功能。
4. () 使用 CAD 後，對於傳統機械製圖的學習都是多餘而沒有必要的。
5. () CAD 是電腦輔助製造的簡稱。
6. () 購買有版權的軟體，如價格太昂貴，為了經濟考量，可向別人借來拷貝使用。
7. () 擁有合法的 CAD 軟體者，即代表其擁有再拷貝供人使用的權利。
8. () 使用電腦輔助製圖後，可用繪圖機(Plotter)輸出其圖形。
9. () CAD 軟體屬於系統軟體的一部份，其可編譯程式及偵錯程式。
10. () CAD 軟體是用於機械設計，故無法用於電路設計。

二、選擇題：

1. () 一般常見的輸出裝置有 (A)數位板 (B)顯示器 (C)鍵盤 (D)滑鼠。
2. () 下列視頻介面卡(video interface card)中，解析度最高者為：(A)MGP 卡 (B)CGA 卡 (C)EGA 卡 (D)VGA 卡。
3. () 螢幕的輸出品質由那項標準而定？(A)解析度 (B)重量 (C)輸出速度 (D)大小。
4. () 在電腦系統中，要安裝週邊設備時，常在電腦主機板上安插一硬體配件，以便系統和週邊設備能適當溝通，其名稱為 (A)介面卡 (B)讀卡機 (C)繪圖機 (D)掃描器。
5. () 下列何者不是彩色螢幕之顯示卡？(A)VGA (B)CGA (C)SVGA (D)MGA。
6. () 螢幕顯示的字型是以什麼矩陣(Matrix)組成的？(A)點 (B)立體 (C)面 (D)線。
7. () 連接主機與週邊之介面卡是插在何處？(A)CPU (B)擴充槽 (C)主機外面 (D)記憶單元。

- 8.()繪圖機(plotter)的規格一般是以：(A)繪圖筆的裝載數量 (B)繪圖的數率 (C)能畫出的圖紙規格 (D)廠牌不同而定。
- 9.()繪圖機(plotter)的精度是以：(A)圖紙大小 (B)筆數多寡 (C)筆移動的速度 (D)筆移動的最小值 來表示。
- 10.()電腦輔助機械製圖與傳統機械製圖應用比較上最大的特色：(A)可繪彩色圖形 (B)圖形編修容易 (C)可畫立體圖 (D)求取交線容易。
- 11.() LISP 是指 (A)程式語言 (B)網路作業系統 (C)電傳資訊 (D)列印程式。
- 12.()避免軟體遭受病毒的最好方法是 (A)變更系統時間 (B)使用合法授權軟體 (C)每次使用電腦前先關電源再開機 (D)將資料檔案格式化。
- 13.()電腦螢幕的規格為 (A)螢幕水平寬 (B)螢幕垂直高 (C)螢幕對角線長 (D)螢幕面積大小表示。
- 14.()CAD 中所用的滑鼠(mouse)的規格一般是以：(A)輸入單元 (B)控制單元 (C)記憶單元 (D)輸出單元。
- 15.()電腦輔助製圖通常稱為 (A)CAN (B)CAE (C)CAD (D)CAS。
- 16.()CAD 若要提高產能，硬體配備除了有更大硬碟空間和更快的 CPU 外尚可選用？(A)更多的記憶體 (B)優良的繪圖加速卡 (C)解析度佳的大尺寸螢幕 (D)以上皆是 將是不可避免的趨勢。
- 17.() 螢幕的點距也會影響螢幕影像品質，在 17、19 吋高階顯示器中，較佳的點距值為？(A)0.25mm (B)0.26mm (C)0.28mm (D)以上皆可。
- 18.()水平頻率是顯示器的水平掃描速率，亦即每秒繪出的線條數，是以何種單位？(A)MByte (B)rpm (C)KHz (D)mm/sec 為單位。
- 19.()每秒繪製的螢幕數量，稱之為垂直掃描或垂直再生率，是以何種單位？(A)MByte (B)Hz (C)KHz (D)mm/sec 為單位。
- 20.()螢幕再生率越低則越容易出現閃爍的現象。一般而言 VESA 的垂直再生率建議值是在 (A)50Hz (B)60Hz (C)72Hz (D)85Hz 的值為佳。

三、填充題：

- 1、CAD 一詞早期因大多為專業人士使用於設計的工作，因而解釋為_____較為貼切，至 1985 年後，使用者的範圍普及到一般非專業人士，因而此時 CAD 用_____來解釋更為符合現況。
- 2、目前 CAD 在機械業中使用的比重約佔所有產業的_____。
- 3、目前 CAD 使用之作業系統(OS)之百分比，以_____為最多約佔 41%，次之，約佔 25%。

- 4、使用者認為在採用 CAD 所遭遇到最大的困難及障礙依序為：
 ①. _____、②. _____、③. _____、
 ④. _____。
- 5、電腦輔助繪圖軟體必須搭配合宜硬體配備可以更有效率，若想更進一步提高產能，_____、_____及_____是可以考慮的大方向。
- 6、近年來在多媒體功能的需求下，AutoCAD 中除了處理_____、_____等圖形檔的能力外，陸續也加入了_____、_____、_____檔案等影像檔的能力，以便符合新世代 CAD 應用的需求。
- 7、顯示器(Monitor)與 PC 連線時，附加在主機板上的介面卡，用以將電腦所送出的訊號顯示在螢光幕的正確位置或加速圖形的處理，初級品稱為_____；對中級品、高級品則稱為_____。
- 8、顯示器最重要的部分是映像管，一般可區分為_____和_____兩種陰極射線管。
- 9、點距越小，影像就越清晰，在高階顯示器中 17 吋顯示器較佳的點距是_____mm，而 20 吋以上顯示器較佳的點距值則是小於_____mm。

四、簡答題：

1、使用 CAD 替代傳統手工繪圖的優點有：

- ①. _____
 ②. _____
 ③. _____
 ④. _____
 ⑤. _____
 ⑥. _____

2、未來 CAD 在機械相關領域的發展方向與趨勢：

- ①. _____
 ②. _____
 ③. _____
 ④. _____
 ⑤. _____

3、目前在 PC 上常見的電腦輔助繪圖軟體，以 AutoCAD 為最多，其主要原因是因為 AutoCAD 具備以下的特點：

- ① . _____
- ② . _____
- ③ . _____
- ④ . _____
- ⑤ . _____
- ⑥ . _____

4、關於3D繪圖加速卡選購上的建議：

- ① . _____
- ② . _____
- ③ . _____
- ④ . _____
- ⑤ . _____