

中文摘要

測試是檢驗測試對象的功能、性能是否滿足使用要求，亦是產品研製過程中確保產品質量與及時發現問題之必要程序。隨著測試需求的提高，近年來在測試領域中新的技術得到了快速的發展，尤其是軟硬體技術方面皆有長足的進步；如各種新型的儀器總線相繼推出和應用，小型化、合成化和綜合化的儀器不斷湧現，及自動化測試系統的蓬勃發展；消費型電子產品進入量產階段後，建立快速穩定有效率的測試系統才能應付大量產品之生產測試需求。文中著重從自動控制及電腦技術應用的角度論述了如何有效提升測試速度的方法。

關鍵詞：自動化, RFID 辨識, 輸送帶, AS-I 總線。



Abstract

Testing is the most important and effective method for checking if product under test meet function demand and it is also the best way for finding defect in first place during design and manufacturing phase, since test market grows up rapidly, new technologies for testing have been developed in test field very fast, esp. software and hardware all made great progress ; for example ,all kind of different bus protocol for measurement instrument have been applied , small multi-function device launched out in market and New Boom in auto testing system ;however , how to build up stable and effective test system is the key point to meet mass production requirement for consumer electronic market ,this paper emphasizes how to elevate testing speed in the point of view from automation and computer science.

Keywords: automation , RFID identification, conveyer , AS-I bus。

目次

中文摘要	1
Abstract	2
壹、緒論	5
一、微型顯示器簡介	5
二、微型顯示器產品應用及市場發展	10
三、測試自動化之動機與改善目標	14
四、自動化測試系統規劃概述	18
貳、自動測試線系統概述及操作流程	21
一、系統框架及工作流程	21
二、自動測試線 RFID 辨識系統概述	24
三、自動測試系統之現場總線概述	32
參、自動測試線系統硬體設計	42
一、電源硬體設計	42
二、輸送帶控制系統流程及硬體設計	42
三、燒機站系統流程及硬體設計	43
四、最終測試站系統流程及硬體設計	45
五、自動分檢站系統流程及硬體設計	57
肆、自動測試線系統軟體設計	61

一、軟體結構	61
二、系統軟體設計	63
伍、 結論	74
參考文獻	77

壹、緒論

一、 微型顯示器簡介

測試系統之設計與開發必須基於待測產品類別與其特性,故本文首先介紹本測試系統之待測產品微型顯示器之模組構造與產品應用範圍,消費者喜歡小型手持電子產品,但不喜歡只能顯示小圖像的小顯示屏。因此,包括便攜媒體播放器(PMP)、DVD播放器和移動電視在內的手持設備生產商,都希望通過提供具有嵌入式微型投影機和近眼顯示器的產品來改善觀賞體驗。微型顯示器與較大的平板顯示器一樣,也能提供大量的視訊資訊,但不同的是,它的可攜帶性和方便性卻大為提高,而且成本較低、功耗下降、重量和尺寸亦減小。新興的微型顯示器技術較現行的微型顯示器具有更好的彩色品質和增大了的視角,不久會有更多新的應用領域。隨著微型顯示器市場的復興,湧現出幾種新的顯示技術,如:矽片上的液晶(LCoS)和矽片上的有機發光二極管(OLED)等顯示技術。

由於LCoS微型顯示器能將嵌入的控制電子線路包含在內,從而使顯示器成本降低,且體積減小。然而,LCoS微型顯示器也有一些缺點,那就是這種顯示器是不發光的,因而當需要增加其功率和面積時,就需要額外的照明。LCoS微型顯示器的另一個缺點是,形成時

間連續色彩的電路非常昂貴並且要求提供更多的功率 對於 LCoS 來說，實現實用的大視野裝置是很困難的，因為輸出的光線要有很大的角度要求，但是對於安裝在頭上的微型顯示器（Head Mounted Device）來說大視野並沒有必要。此外，LCoS 要求比投射式 LCD 或發光技術更複雜的光學部件。

對於那些影響近眼裝置在顯示器市場中成為主打產品的所有問題來說，OLED 微型顯示器提供了可能的解決辦法。做在 IC 上的有機二極管能夠以寬視角的方式提供類似於 CRT（陰極射線管）的來自每個像素（Pixel）的全色光。OLED 技術的基本特性是能提供許多勝過 LCoS 的好處。因為 OLED 本身會發射光，所以它們比 LCoS 微型顯示器具有更寬的視角，同時由於它們在整個正向視角上具有同樣的高亮度，因而它們允許有更大的視野和優良的光學影像。與 LCoS 微型顯示器（對於彩色連續情況，LCoS 需要光源和單獨的 ASIC 控制，以及存儲晶片）不同，基於 OLED 的微型顯示器自身幾乎完全包含這些配套部件，從而降低了整個裝置的成本。這類器件在電學上與無機的 LED 類似，只是 OLED 是由類似於塑膠的有機材料製成的，而 LED 一般都是由鎵和砷製成的。基本的小分子團 OLED 單元的結構（由柯達首創並取得專利）是由夾在透明的陽極和金屬陰

極之間的一堆有機薄層構成的。有機薄層包括一個有孔的入射層、一個有孔的輸送層、一個發射層和一個電子輸送層。當把適當的電壓(一般為幾伏)加到這個單元上時,注入的正電荷和負電荷在發射層內復合而生成光(場致發光)。設計好有機層的結構並選擇好陽極和陰極,可使發射層中的復合過程達到最大,從而可從 OLED 元件中獲得最大的光輸出。

在 2001 年 4 月,第一批用於視頻的全色 OLED 微型顯示器已能量產供貨。SVGA+高解析度的微型顯示器具有超過 150 萬個的潛在的彩色子像素,並可在顯示器陣列中的每個像素元上貯存全部的色彩和亮度資訊。同時也消除了大多數其他高解析度顯示器技術常會遇到的閃爍或彩色蛻變。通過產生包括白光在內的均衡光譜,基於 OLED 的裝置為客戶提供了比其他便攜式顯示器技術所能達到的更好的彩色範圍。結合每個像素上精密的亮度等級控制和每個像素上的彩色儲存,OLED 微型顯示器為用戶提供了優越的視頻品質和可移動的資訊產品的性能。這些改進不僅消除了彩色蛻變及閃爍,同時也降低了裝置的電源消耗和成本,從而,在均衡的全色光譜方面,OLED 視頻微型顯示器超過了可量產供貨的最好的 LCD 筆記本顯示器。

對於某些技術來說，最有趣的、同時也是最困難的是光學要求。

為了存取大量的資訊並產生大螢幕的感受，一個大的視角是很必要的。為了在即使是戴眼鏡時也能舒適地觀看，讓眼睛得到極大地鬆弛也是必不可少的。還需要充足的出射光孔，以確保當靠眼睛轉動來適應大視角時讓瞳孔充滿，同時保證微型顯示器相對於眼睛的一些移動不會使圖像衰變。當頭戴式設備(HMD)不再用手來操縱時，也就是說，當不能進行細調時，後者是特別重要的。這也會使眼睛的疲勞降低到最低程度。就 LCD 技術來說，存在著眾所周知的亮度和對比度隨著一個方向(通常是垂直方向)的角度而變化的現象。如果顯示器是 Lambertian 式的(亮度或色彩存在著與角度無關的始終如一的狀態)，則在微型顯示器中，顯示器的狀態將與眼睛的位置和轉動無關。對 LCD 而言這是一個難以實現的要求，因為靠通常採用的扭曲向列 LCD 不能滿足這一要求。同樣地，LCD 通過的偏振光會在低成本快速模壓的聚丙烯鏡片中增加畸變。採用 OLED 微型顯示器，用戶不需要使頭戴式設備那麼精確地定位到眼睛上，因為眼睛的適度移動不會改變影像的亮度或色彩，也允許把顯示器和鏡片放在離眼睛更遠一些的地方。此外，OLED 微型顯示器能提供更快的響應時間，並且可比其他解決辦法消耗更低的功率，這是因為發光薄膜的厚度僅為幾十 nm，所以在 OLED 中，像素(Pixel)可以構造得非常之小。OLED

微型顯示器有可能為極輕便的數位裝置和娛樂類產品創造新的機會。OLED 微型顯示器的製造商通過把數百萬個個別的低壓光源做在低成本的矽集成電路晶片上，就能生產出單色、白色或全色的顯示器系列。此外，還可以把視頻電子系統的功能直接嵌入在 OLED 下面的矽內，結果是在降低整個系統成本的情況下，與其他可能的技術相比，它成為超小型的裝置。

本系統所測試之產品即為聚合物有機發光二極管（POLED）微顯示器。它是一個全彩、高解析度的微顯示器。它能提供極低的功率消耗和高水準的顯像品質（就對比度和像素而言）。POLED 微型顯示器既不需要背光，也不需要驅動晶片和複雜的光學系統。對角線長度為 6 毫米（0.24 英吋），提供 QVGA 解析度（320*240 像素），具有 4：3 的幅型比，這是目前在移動和個人媒體播放器上針對電視視頻眼鏡的標準比例。尺寸僅為 1410 毫米，可在 -20 到 60 之間工作，它集成了一個 50 毫米的柔性橡膠電纜，供電電源為 2.5 V，功耗僅為 50 mW—相當於單個鹼性 AA 電池 30 小時的理論壽命。產品中集成了驅動電路和彩色濾波器，還包含一個串列雙線的 RGB 介面和一個與 BT.656 標準相容的並行視頻介面，形成一個數位信號通路。此款 0.24 英吋的彩色聚合物 OLED QVGA 顯示器已成功整合於太陽眼鏡中並可與手持裝置連接。由於該技術可自發光而不需要背光源，因

此可被用於視訊眼鏡或頭戴式顯示器、電子取景器 (EVF) 和夜視系統等可攜式應用中。此產品還具備數位視訊介面與整合的顯示驅動器，無需額外的驅動器 IC。

二、 微型顯示器產品應用及市場發展

目前，存在著兩種基本的靠近眼睛的虛像裝置應用：取景器和頭配顯示器。微型投影機則是另一項頗受歡迎的應用,其產品應用介紹如下:

(一) 電子取景器 EVF (Electronic View Finder):

顯示裝置通常直接安裝在一個臨時固定在靠近眼睛的設備上,如攝錄像機或瞄準器。主要功能是為數碼相機和數碼攝像機拍攝時用來觀看所拍攝的景物，即取景之用。一般數碼相機上的 LCD 取景器上的顯示內容都可以用 EVF 顯示。EVF 較 LCD 省電，而且能在任何環境光線下採用。特別是在強光下也不用擔心取景困難。一般數碼設備上採用的電子取景器 (見圖一) 有黑白和彩色之分，其大小為 0.25~0.5 英吋左右 (面積約 36~169 mm²)。電子取景器的缺點是，所顯示的質量和光學取景器會有些差別。圖像色彩也會因為解析度較低而不會像拍攝的圖像本身那樣鮮豔細膩。顯得較粗糙和有顆粒感。無法顯示所拍攝圖像的最小細節，比如人眼是不是睜開等等。但是，任何事物

都有不盡完美之處，電子取景器帶來的方便之處還是為攝影愛好者所喜愛的。



圖一、電子取景器模組

(二) 頭配顯示器 (head-mounted display, HMD) :

HMD 裝置就是戴在頭上的顯示裝置，HMD 含有安在頭盔裡或頭盔上的微型顯示器、眼鏡、防護鏡或簡單的頭帶。HMD 頭配顯示器可以算是一種相當精巧的視覺感知器，其產品特色是可以近眼顯示呈現中、大型畫面的影像感受，且頭配方式不需手持的設計，讓使用者能靈動雙手而不受限制。其作用原理是將顯像源貼近人眼投射展示文字圖片或是影像資訊，近距離的與人眼作用，節省顯像源與產品的大小與重量，所以可以兼具私密性與活動性。推動頭配顯示器最有力的一環當屬於顯示器技術的進步，為了使產品更為輕巧，必須使用小型化的顯示器，但同時需要兼顧所顯示影像的品質（解析度、對比），近年來一方面由於顯示器技術的進步，另一方面源於頭配概念的改

變，頭配設計方式仍以 near-to-eye 為設計原則，舊有頭盔形式則改良成為 eye glass 的太陽眼鏡形式（見圖二），甚至有 HMD 採用半封閉式設計，使用者可以透過 HMD 觀看實體影像，同時接收到虛擬之影像顯示資訊，此類產品很適合醫療手術、機械修護等專業領域使用以及娛樂用途，提供高解析度的影像顯示效果。



圖二、整合於太陽眼鏡之 HMD

(三) 微型投影機 (Pico-Projector) :

微型顯示器技術也已經應用在微型投影機(見圖三)。3M 於 2007 年的 CES 國際消費電子展上首度展示一款微型投影機的原型機，採用 LCoS 技術，其體積為 $4 \times 3 \times 1 \text{ cm}^3$ (長 \times 寬 \times 厚)。然而，不論是採用 LCoS、DLP 或 3LCD 技術所開發的口袋型與微型投影機，各家廠商均是採用 LED 光源，亮度則是介於 20~40 流明度，因此必須在較昏暗的環境下才可以投影出較清晰的影像，若廠商要擴大其應用，亮度的提升將是重要的關鍵。



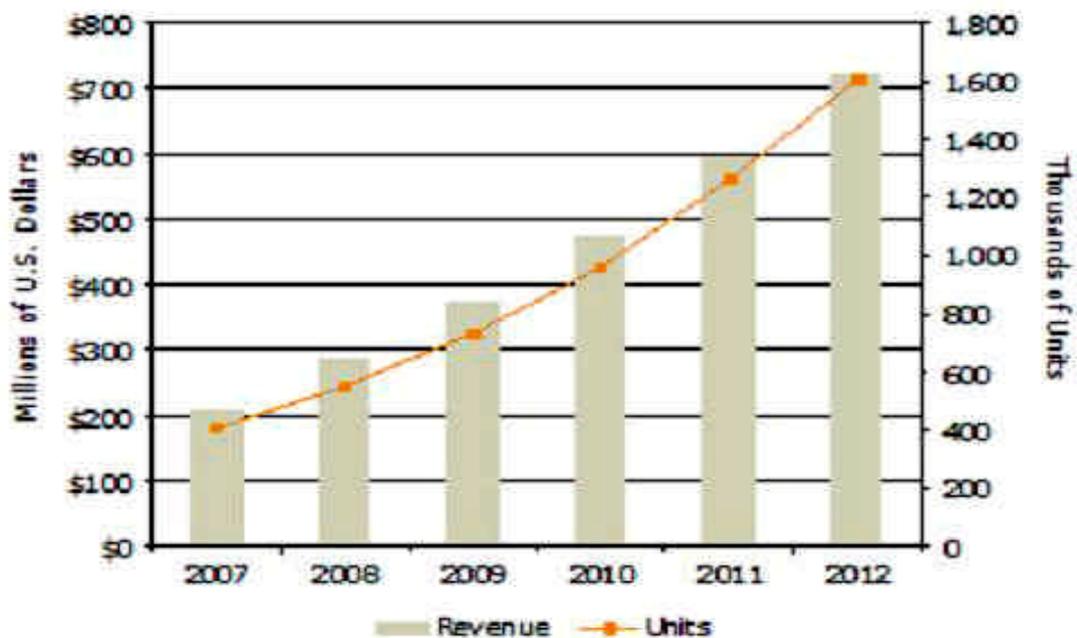
圖三、微型投影機

微型顯示器的市場發展

HMD 出貨量呈增長之勢，預計 2012 年 HMD 銷售額將從 2007 年的 2.09 億美元上升到 7.24 億美元，年複合增長率為 28.2%。圖四所示為 iSuppli 對 2007~2012 年全球 HMD 銷售額的預測。HMD 技術在圖像尺寸、功耗和私密性方面具有優勢，因此，HMD 市場的增長力道正在逐步增強。HMD 可以顯示 20~100 英寸的虛擬影像，其提供的觀賞體驗比通常用於手機或視頻 iPod 的 2~8 英寸顯示器更加賞心悅目。HMD 的功耗亦低於 20~80 英寸液晶或等離子顯示器。在某些情況下，甚至小於筆記本所用的 14 英寸顯示器。HMD 還對那些想在飛機、火車或者地鐵等公共場合看視頻的人提供了私密性。許多在 20 世紀 90 年代或 21 世紀初生產 HMD 的廠商，如 Planar、奧林巴斯和 Liquid Image，已經退出了這個領域。但是，新的一批 HMD 製造商取代了它們，並開始改進結構設計和推出了更薄、更輕和價格更低的產品。HMD 主要用於消費市場，具體應用有 iPod 手機和 PC，

還有玩遊戲、觀看電影和電視節目等。專業設計的 HMD 還用於軍事、工業和醫療市場。

嵌入式微投影機方面,市場對於嵌入式微投影機的需求日益增高。商務旅行者比較喜歡便攜投影機,因為可以隨時隨地向一小群人進行陳述。雖然目前的便攜投影機的設計和規格都有幾分相似,但未來的產品將更加多元化。而且,未來的便攜投影機將利用包括 LCD、矽基液晶(LCOS)、數位光處理(DLP)和其他微電機系統(MEMS)解決方案在內的微顯示器技術。這些近期將出現的投影機還將利用包括燈泡、LED、雷射器和 LED/雷射器組合在內的光源。



圖四、iSuppli 對 2007~2012 年全球 HMD 銷售額市場分析圖

三、 測試自動化之動機與改善目標

由於消費型電子產品生產數量龐大,測試系統是否具備足夠的能力應付量產測試的需求極為關鍵,在規劃其測試系統時往往需要考慮不同的因素,達成系統最佳化的目的,一般消費型電子產品量產測試目標如下:

1.提高測試效率

量產測試首重測試效率的部份,由於大量產品必須於一定時間內完成測試,以便順利出貨,如何提高測試系統效率是當務之急,開發測試系統時應注意下列幾點:

(一)整合性的測試環境:

整合測試環境中的理想硬體組件是基於像開放 PXI 標準這樣的緊密型高吞吐量平台的模組化儀器儀表及搭配 PC 作為儀器控制的中心。由於整合設計環境能夠透過測試軟體整合測試環境,運用開放軟體模式和 PC 處理能力的優勢,使用者可以將所有必要的測量工作從模組化儀器提供的資料中抽取出來,讓使用者得以彈性地設計所需要的系統,其對製造性測試來說具有高的吞吐量,同時保持較高的品質和可靠性。利用模組化儀器,開發人員可以利用多廠商支援的開放性標準及軟體彈性的優勢,建立由使用者定義的解決方案,以滿足其特殊應用需求。透過使用模組化技術和開放標準,使用者可以輕鬆地將多家廠商的元件整合至一個系統,並依需求擴充系統。藉由提供高資

料傳輸量、低延遲性，以及軟體彈性，開發人員可以建立由使用者定義的系統，能夠滿足許多應用效能的需求。

(二)高速的儀器控制介面:

-GPIB

70年代，為了讓電腦控制許多獨立的量測儀器，IEEE定義了一套高速資料傳輸的協定—488.1/488.2。對於基於電腦的數位化測量測試儀器，人們將其稱為虛擬儀器（VI）。GPIB技術就是IEEE488標準的虛擬儀器早期的發展階段，它的出現使電子測量從獨立的單台手工操作向大規模自動測試系統發展

-PXI

PXI是PCI eXtensions for Instrumentation的縮寫。直觀地說，CompactPCI + Extensions for Instrumentation = PXI。對於PXI的發展，首先要提到制訂並推廣PXI規格的組織—PXISA (PXI System Alliance)。PXISA於1997年成立，同年推出了1.0版的PXI規格。隨著PXISA的接受度提高，以及PXI標準的不斷完善，PXI的規格和相關產品也逐漸走向了標準化的道路。1998年，PXI被定為工業標準，PXI開始快速而穩健地發展。2000年時，PXISA又推出了PXI 2.0版，並於2003年2月將規格更新至2.1版。PXI的儀器延伸信號，提供了各PXI模組之間的一個硬體的管道，不需經過軟體的監督，PXI

的模組可即時地在此管道上利用硬體的信號互相溝通 如此可以減低 CPU 的負擔，並加速軟體程式的執行。隨著 PXISA 的接受度提高，以及全球眾多廠商的加入，PXI 已不會讓客戶有被單一廠商綁住規格的憂慮，且市場上有超過 600 種不同的 PXI 模組問世。

(三) 高效能硬體及良好的軟體架構

在成本可接受的情況下，選用較高效能之量測儀器及高速 I/O 控制卡 等控制元件，加速硬體反應時間，並搭配良好的軟體架構，且採用適合自動化量測和控制系統高整合度的軟體，例如 NI LabVIEW，可從數千種的儀器、資料擷取裝置，和量測裝置快速擷取資料。數百種以上的量測分析和訊號處理功能，可快速從資料中取得有用的資訊。大量提昇軟體開發及運行效能。

2. 加強量測精確度及穩定性

如何在高速量測中仍然保持精確度及穩定性，除了選擇精度較高的儀器外亦須定時校驗以保持其精確度，對於測試環境中雜訊干擾的問題也必須特別用心的處理，測試系統所遇到的干擾問題同樣也是琳瑯滿目，解決之方法不外乎移除或有效隔離干擾源，也可以系統補償的方式校正干擾源所帶來的影響。

3. 避免人工誤判

在開發量產測試系統時應盡量避免系統中存在人工判斷的部份，某些測試系統操作人員需依照測試程式所顯示的測試結果進行人工分類或判斷的動作，尤其在測試規範定義不明確時，這些動作極可能會引起人工誤判的情形發生，造成產品品質的問題。

4. 減少成本

提高系統自動化程度可以有效降低人力成本，及減少人工操作所造成的錯誤現象；此外，實現以上系統最佳化的各點目標即能有效降低生產測試成本。

四、 自動化測試系統規劃概述

在導入自動測試線之前，此產品之量產測試採用手動測試機台擔任生產測試的工作，舊的手動測試系統有以下之缺點：

(一) 需手動載入及卸載待測物及操作儀器，軟體未最佳化，故測試效率不彰。

(二) 光學量測部份因外部光源干擾，量測穩定度不高。

(三) 影像品質部份採人工判別，誤判率高。

(四)單機需搭配一位專職操作員，人力成本較高。

如何改善手動測試機台的缺點並達到測試系統自動化，我們可以從下列幾個自動化目標來思考規劃：

物流自動化：為使待測產品能夠在自動測試線中，依控制邏輯進入不同的站別進行測試及分類，我們需要一套流水線控制系統來負責控制整個物流的過程，結合運輸帶及辨識系統(RFID)以達到物流自動化的目標。

資訊透明化：為了使得控制及測試過程的資訊更透明化，方便查詢測試紀錄及追蹤不同工單之生產良率，及監控量測系統的穩定度，我們在自動測試線中建立了更有效率的資料庫，可以應付多方查詢，並利用 SQL 語言開發各種系統分析軟體。

控制自動化：為了達到控制自動化目標，我們必須依系統內各段不同的控制需求，選擇適合的自動控制元件進行系統設計與規劃，例如程式化控制器(PLC)、伺服馬達控制器、擋停器、氣閥等。

系統整合化及穩定化：由於控制元件分散在系統各地，我們必須選擇適合的通訊協定及自動控制單元並加以整合，解決系統異構及系統相容性等問題，整合性的測試系統也是提升效率必要的目標，本文將提及如何進行測試軟硬體整合。系統穩定化方面，我們亦規劃一感測器網路監控系統內可能發生故障的部份，達到系統穩定運行的目標。

維修簡易化:為了簡化系統, 規劃系統線路時需盡量減少佈線數量, 方便日後系統故障時線路檢錯的效率, 及整合性除錯機制, 新的自動測試系統中我們規劃了一個整合性的檢錯程序(SCADA/HMI)監控所有感測器網路及 PLC 的實時狀態。

以下各章節會對如何規劃自動化測試系統的軟硬體及系統流程做詳細介紹。

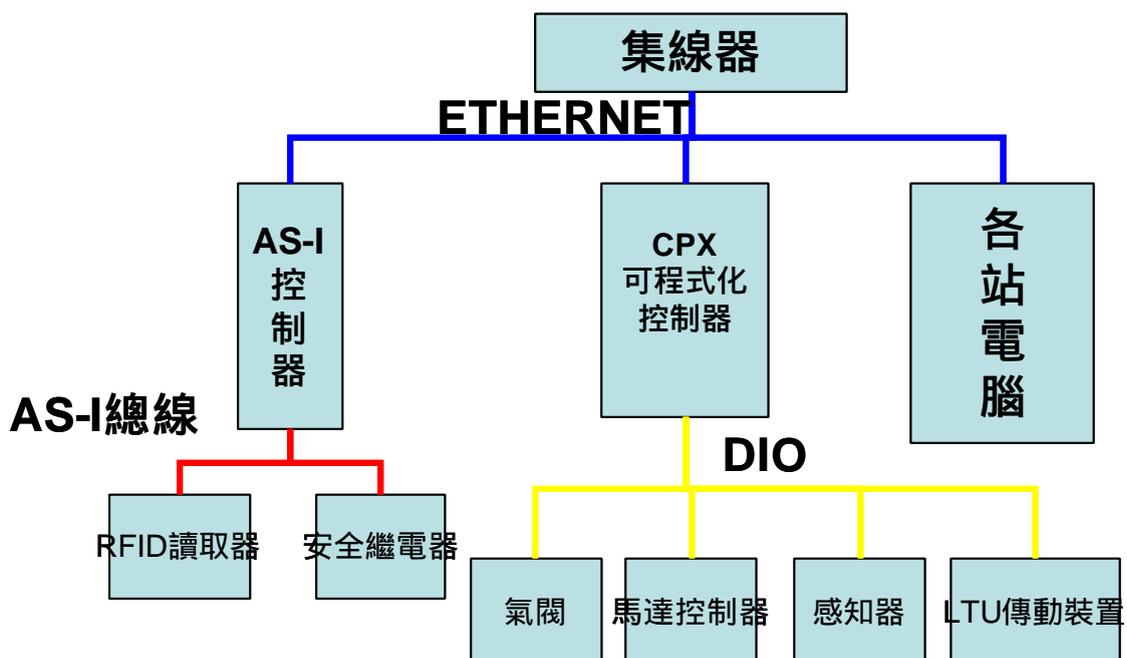
貳、自動測試線系統概述及操作流程

一、系統框架及工作流程

自動輸送帶在工廠自動化和物流自動化系統中有廣泛的應用。小型可程式控制器（PLC）作為一種成熟的電氣控制設備具有良好的邏輯運算、邏輯控制和順序控制能力。而且 PLC 易於編程，可模組化操作，可靠性高。但受到內部硬體電路的限制，在運算速度、資料處理能力方面和 PC 相比要遜色很多。工業現場中自動輸送帶是比較複雜的控制物件，可以借助上層 PC 來建立生產模型，讓下層 PLC 完成具體的直接數位式控制，實現複雜控制。同時，上層 PC 和下層 PLC 還可構成監控系統，完成現場監控的功能。

本系統可大致分成三級結構。第一級由已聯網的數台計算機組成，作為系統上層監控的部分。其中輸送帶控制主機是 CCS（CONVEYER CONTROL SYSTEM），安放在配電箱附近，其作用是監控輸送帶運作過程，並通過乙太網與輸送帶上各 PLC 互相傳遞即時資料。鑒於系統設計的方便性，作為各站之用的其他電腦不需參與輸送帶控制功能，只對當站現場運行情況和資料進行監測、處理。第二級是 FESTO 公司 CPX-FEC 系列之 PLC 及 IFM 公司 AS-I 控制

器，完成感測器、測試載具 ID 辨識、伺服馬達控制等資料獲取和設備的梯級控制。FESTO 公司所推出的 CPX-FEC，是一款堅固的小型 PLC 控制器，模組化的設計結構靈活，適合不同的應用需求，CPX 與 AS-I 控制器這兩種設備皆具有現場總線及採用 MODBUS TCP/IP 協定的通信介面，實現與其他 PLC 或網路上的 PC 高速度、高可靠度的資訊交流。第三級則是安裝在工作現場的各類感測器和伺服馬達控制器等設備（控制系統架構圖見圖五）。



圖五、控制系統架構圖

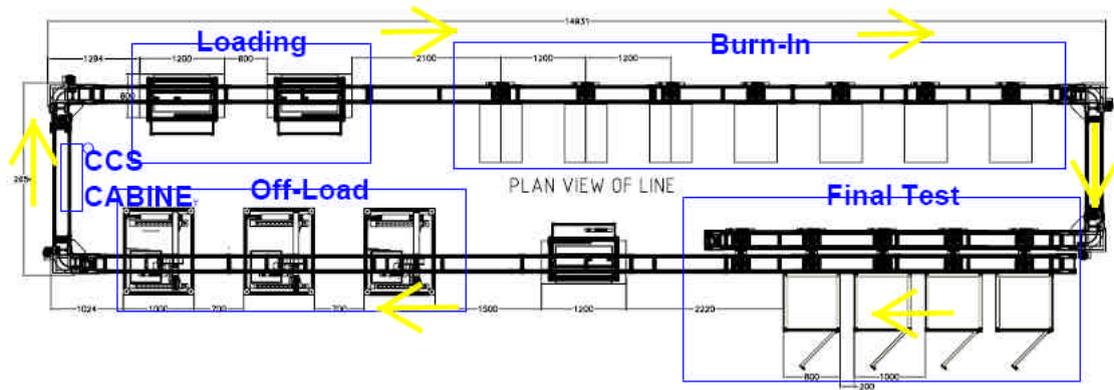
CPX 及 AS-I 控制器這兩套 PLC 為控制層的核心，負責高速資料獲取及設備控制，實現邏輯、定時、計數等控制任務。其實現功能為：

接收上層 CCS 電腦控制命令啟閉測試自動線相關輸送帶控制單元，和 CCS 主機連線回饋生產線即時資訊； 搜集載具上之 RFID 標籤內容，並回饋 CCS 主機進行測試載具路徑控制； 將各站相關感測器信號送往各站 PC 主機以利程式進行系統狀態判斷； 透過伺服馬達控制器偵測各站之馬達狀態，達到運動設備檢錯功能，並可接受上層各站 PC 主機之命令完成馬達動作控制。

電腦為監管層中心，CCS 主機負責檢測各站 PC 主機是否在線、輸送帶上之 PLC 是否異常及向 PLC 發送控制命令，實現系統的遠端智慧控制。各站 PC 主機負責向當站 PLC 發送控制命令，或透過 PLC 取得感測器等現場資料，監管層電腦其實現功能為：

定時查詢和收集控制層上傳的現場設備運行過程或生產測試結果等實時資訊，生成現場即時資料庫； 根據生產線運行狀況向各 PLC 發送相應的控制指令； 即時顯示全線運行相關狀態。產生故障時，通過緊示燈、語音、畫面顯示警示資訊； 自動生成生產數量及生產良率圖表、系統故障分析、操作記錄、運行狀態等各種報表。

本系統中採用 BOSCH 公司的產品構建環狀（CLOSED LOOP）自動輸送帶。輸送帶的運轉流程如圖六所示。



圖六、輸送帶運轉流程

依站別來分共分為載入區 (LOADING)，燒機測試區 (BURN-IN)，最終測試區 (FINAL TEST)，及自動分檢區 (AUTO OFFLOAD)，載入區利用操作人員手動載入方式將待測品置入載具中，產品進入燒機測試區後將通電 20 分鐘並進行內建自測試 (Build-In SelfTest)，通電 20 分鐘目的是讓生命週期較短的待測品在燒機的過程中提早的顯現出來，並利用 BIST 篩除內部元件有早衰現象之待測品，最終測試區是負責產品電性和光學品質等功能性測試之測試區，也是產品品質控管最主要的一站，其測試方式將會在本節中介紹，自動分檢區因應出貨產品需分類的需求，設有三個子站，依序將產品分級為等級 A、等級 B 及不良品區，自動分檢區各子站會自動查詢資料庫中測試資料，並進行挑揀分類的動作。

二、自動測試線 RFID 辨識系統概述

如第一章所提之自動測試系統規劃目標,需導入一套物品辨識系統以實現物流自動化功能,讓流水線控制系統辨識各載具 ID,並將承載待測產品之載具分流至系統各站進行測試及分類動作,本節將介紹有關技術、在生產製造領域的應用以及 RFID 於自動測試系統中的系統規劃。

2.2.1 RFID 系統介紹

射頻類別技術與傳統條碼 (Barcode) 技術相互比較,射頻類別擁有許多優點,如:可容納較多容量、通訊距離長、難以複製、對環境變化有較高的忍受能力、可同時讀取多個標籤。相對地有缺點,就是建置成本較高。不過未來透過 RFID 技術的大量使用,生產成本就可大幅降低。射頻識別即 RFID (Radio Frequency Identification) 技術,又稱電子標籤、無線射頻識別,是一種通信技術,可通過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據,而無需識別系統與特定目標之間建立機械或光學接觸。RFID 技術可以實現從商品設計、原材料採購、半成品與製成品之生產、運輸、倉儲、配送、銷售,甚至退貨處理與售後服務等所有供應鏈環節之即時監控及物流控制,準確掌握產品相關資訊,諸如各類、生產商、生產時間、地點、顏色、尺寸、數量、到達地、接收者等。

射頻識別技術包括了一整套資訊技術基礎設施，包括：射頻識別標籤，射頻識別讀寫設備以及與相應的資訊服務系統。射頻識別標籤（RFID TAG）是目前射頻識別技術的關鍵。射頻識別標籤可存儲一定容量的資訊並具一定的資訊處理功能，讀寫設備可通過無線電訊號以一定的數據傳輸率與標籤交換資訊，作用距離可根據採用的技術從若干釐米到 1 千米不等。目前有四種頻率的標籤在使用中比較常見。他們是按照他們的無線電頻率劃分：低頻標籤（125 或 134.2 千赫），高頻標籤（13.56 兆赫），超高頻標籤（868 到 956 兆赫）以及微波標籤（2.45GHz）。頻率越高，作用距離就越大，數據傳輸率也就越高。隨著射頻識別的普及，關於不同廠家的標籤和讀寫設備之間的相容性也將成為值得關注的問題。此外，使用壽命、使用環境和可靠性也是重要參數。RFID 標籤依設計方式不同亦可分為被動，半被動（也稱作半主動），主動三類：

（一）被動式：被動式標籤沒有內部供電電源。其內部集成電路通過接收到的電磁波進行驅動，這些電磁波是由 RFID 讀取器發出的。當標籤接收到足夠的訊號時，可以向讀取器發出數據。這些數據不僅包括 ID 號，還可以包括預先存在於標籤內 EEPROM 中的數據。由於被動式標籤具有價格低廉，無需電源的優點。目前市場的 RFID 標籤主要是被動式的。

(二) 半被動式：一般而言，被動式標籤的天線有兩個任務。第一，接收讀取器所發出的電磁波，藉以驅動標籤 IC；第二，標籤回傳信號時，需要靠天線的阻抗作切換，才能產生 0 與 1 的變化。問題是，想要有最好的回傳效率的話，天線阻抗必須設計在「開路與短路」，這樣又會使信號完全反射，無法被標籤 IC 接收，半主動式標籤就是為了解決這樣的問題。半主動式類似於被動式，不過它多了一個小型電池，電力恰好可以驅動標籤 IC，使得 IC 處於工作的狀態。這樣的好處在於，天線可以不用管接收電磁波的任務，充分作為回傳信號之用。比起被動式，半主動式有更快的反應速度，更好的效率。

(三) 主動式：與被動式和半被動式不同的是，主動式標籤本身具有內部電源供應器，用以供應內部 IC 所需電源以產生對外的訊號。一般來說，主動式標籤擁有較長的讀取距離和較大的記憶體容量可以用來儲存讀取器所傳送來的一些附加訊息。

2.2.2 RFID 與輸送帶系統結合之規劃

輸送帶在現代的工業自動化中扮演著非常重要的角色，因為它有效地節省物體在不同區域間傳輸的時間與人力成本，使得流程與流程間的串連更加順暢，讓產線或物流的整體效率得以提昇。故輸送帶是

自動化生產線不可或缺之角色，這項傳統的工具更因為 RFID 技術的加入而增添了新的風貌。在實務上 RFID 非常適用於與輸送帶的組合，首先由於輸送帶皆為循序一對一的讀取，因此降低了一對多讀取需考慮的堆疊方式或彼此干擾的複雜性；其次由於輸送帶有強制經過的特性，因此將物品的動線以及讀取範圍侷限在一定的空間中，便於 RFID 的讀取；此外 RFID 大範圍讀取的功能解除了以往使用高速條碼機掃描必須限定標籤位置的限制，使得自動化的應用更具彈性。

目前輸送帶結合 RFID 的典型應用為製造業的產線自動化以及結合自動倉儲的自動分流系統：

(一) 產線自動化：在現實的產線中，為了發揮設備最大的產能，生產線往往處於多產線、多工單以及多工作站錯綜複雜的情況，如何追蹤以及監控各工單以及各工作站的生產以及備料狀態並詳實紀錄，使得產線能順利運作便成為重要的課題。RFID 能在生產的過程中即時監控工單的生產進度，並記錄生產的時間、機臺狀況、人員等資訊以作為逆物流或未來 EPC 架構中的重要資訊。

(二) 物流自動化：物流中心裡或工廠的出貨端每日有相當多不同來源以及不同目的地的貨品川流不息的交錯著，RFID 正確的識別貨品

的身份以及目的地，並結合自動倉儲的分流系統讓貨品有條不紊地，以最快的速度配送至正確的位置。

雖然 RFID 輸送帶的應用有上述種種的優點，但也不盡然是完全沒有限制的，當我們在規劃時仍必須謹記下列可能的影響因素：

(一) 讀取速度：由於不同的輸送帶系統有不同的傳輸速度，因此規劃 RFID 系統時必須考慮讀取速度及輸送帶速度的匹配性，本系統建構時曾針對輸送帶速度進行調整作業，使其達到流程需求之速度及兼顧 RFID 讀取準確率 > 99% 的目標。

(二) 電子標籤的選用：RFID 標籤的選用也會影響讀取的穩定度，本系統在輸送帶系統上選用的是金屬材質的測試載具 (Pallet)，標籤必須附著於載具上，而無線電的一個重要屬性是接近某些東西時候會出現異常，如液體、金屬、疏鬆的物體，愈高頻的無線電訊號在這種情況下訊號會被金屬或液體反射回來造成干擾，故本系統選用 125 Hz 之低頻 RFID 標籤，低頻的最大的優點在於其標籤靠近金屬或液體的物品上時能夠有效發射訊號，不像其他較高頻率之標籤，在這種情況下訊號會被金屬或液體反射回來，但缺點是讀取距離短、無法同時進行多標籤讀取以及資訊量較低，由於輸送帶所需之辨識功能皆為循序一對一的讀取，並無一對多讀取的需要，其次由於輸送帶有強制經過

的特性，將物品的動線以及讀取範圍侷限在一定的空間中，因此低頻標籤非常適合使用於本系統。

(三) 干擾因素：輸送帶上主要的干擾因素有三種

(1) 輸送帶本身(滾輪)以及周遭的金屬環境：因此在規劃階段必須先針對預定的安裝地點進行勘驗；(2) 近距離天線間彼此的干擾：選用具防干擾功能的讀取器或指向性的天線限制電波範圍，並妥善規劃天線的方向以減低天線的相互干擾；(3) 機台以及其他無線環境的干擾：除了需事先瞭解使用現場的無線環境以及應用限制外)，來增加 RFID 的讀取效果並阻絕與外界的干擾。

(四) 系統整合：系統整合包含硬體整合與軟體的整合。硬體整合方面，RFID 讀取器可能需要連接其他的訊號輸入或輸出，如接受 PLC 資料以便進行比對，利用感應器觸發讀取事件。規劃時務必確認讀取器及需外接的設備的通訊介面等規格，對於各設備間的訊號流程以及位置也必須妥善規劃以達到預期的效果；軟體整合需確認讀取器與後端主機的資料連接方式(有線或無線)、資料過濾或事件的條件以及資料傳輸的間隔時間等，在硬體安裝後必須進行實測，確定資料的準確性以及讀取效能符合需求。在某些情況下，讀取的效果會由於程式設計而有很大的差異。

規劃階段必須針對安裝環境以及基礎設施的限制、作業流程的影響以及上述的影響因素做進行整體的考量，就應用方式進行適當的測試計畫。

2.2.3 自動測試線 RFID 系統概述

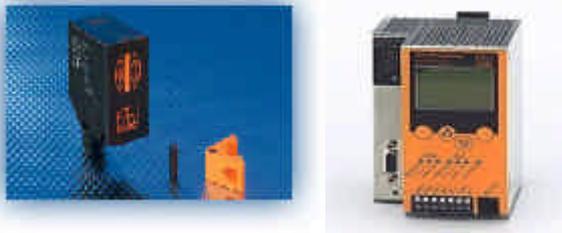
本系統 RFID 設備採用 AS-Interface 總線之 IFM 公司 RFID 系統（見圖七），此設備非常適用於工廠之製造應用，應用範圍包括貨盤追蹤、零件識別，智慧型生產路徑規畫、組裝驗證等，IFM 公司所販售之 RFID 系統產生 125 KHz 頻率之電磁場進行資料之讀取及寫入。被動式 RFID 標籤設計，天線所發射之電磁場將感應一電壓供給被動式標籤，故標籤不需加裝電池供電，這個電壓將啟動 ID 標籤並回饋系統它的編碼內容，讀寫模組處理這組編碼並將它傳送至 AS-I 系統中，AS-I 通訊協定將在下一節中詳細介紹。

RFID 裝置與 AS-I 總線的結合有以下優點：

（一）安裝便捷：兩線制的通訊協定，AS-I 裝置皆可由 AS-Interface 電纜供電，這樣通訊和 24V 電源可共同使用同一對電纜，減少了電纜數可使現場佈線及配線檢錯更為便捷。

(二)即時性要求：對於一個帶 31 個標準從站的實用系統輪循時間值最大為 5 毫秒。根據擴展規範 2.1，一個完全實用的 AS-Interface 系統可以帶 62 個從站，其最大輪循時間為 10 毫秒。

相較於其他架構之 RFID 系統，AS-Interface 使得 RFID 網絡的架設工作更加簡化，確保了現有的操作和維護人員能夠迅速地使用和接受它。與傳統電纜方式相比，AS-Interface 方式一般能夠節省約 15~40% 的成本，而同時兼具質量和可靠性。



圖七、 IFM 公司 RFID 模組

三、自動測試系統之現場總線概述

2.3.1 現場總線與自動化控制

作為連接生產現場的儀表、控制器等自動化裝置的通訊網絡，現場總線是新一代全分佈式控制系統的核心技術。我們在規劃自動控制系統時，有許多控制單元採用現場總線協定作為通訊之用。

現場總線控制系統有如下優點：

(一) 全數位化：在採用 FCS 的企業中，用於生產管理的乙太網能夠與用於自動控制的現場總線網絡緊密銜接。此外，數位化信號固有的高精度、抗干擾特性也能提高控制系統的可靠性。全分散式 FCS 中各現場設備有足夠的自主性，它們彼此之間相互通信，完全可以把各種控制功能分散到各種設備中，而不再需要一個中央控制計算機，實現真正的分散式控制。

(二) 雙向傳輸：傳統的 4~20mA 電流信號，一條線只能傳遞單一信號。現場總線設備則在一條線上即可以向上傳遞傳感器信號，也可以向下傳遞控制資訊。

(三) 節省布線費用：傳統的控制系統每個儀表都需要一條線連到中央控制系統，在中央控制系統裝備一個大配線架。而在 FCS 系統中多台現場設備可串列連接在一條總線上，大量節省了布線費用。

(四) 開放性：1999 年底現場總線協議已被 IEC 批准正式成為國際標準，從而使現場總線成為一種開放的技術。開放性現場總線標準保證不同廠家的產品可以相容操作，避免了傳統控制系統中必須選用同一廠家的產品限制，促進了有效的競爭，降低了控制系統的成本。

(五) 智能化與自治性：現場總線設備能處理各種參數、運行狀態資訊及故障資訊，具有很高的智慧，能在部件、甚至網絡故障的情況下獨立工作，大大提高了整個控制系統的可靠性和容錯能力。

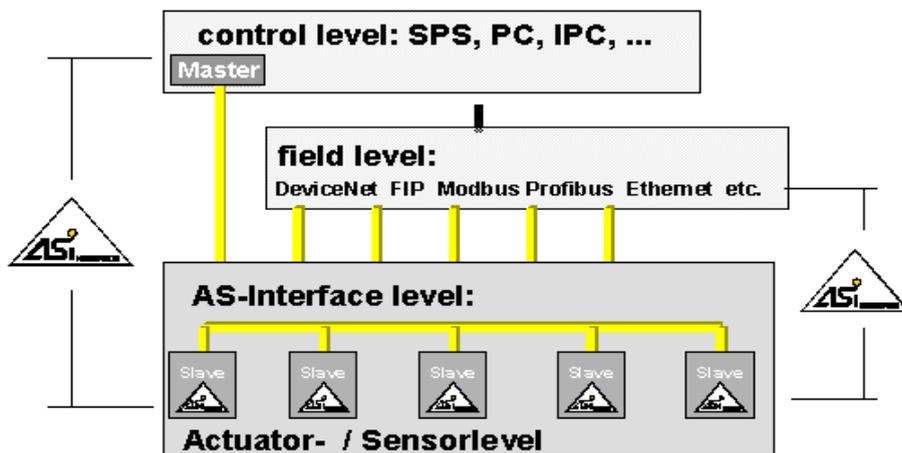
目前世界上存在著大約四十餘種現場總線，如法國的 FIP，英國的 ERA，德國西門子公司 Siemens 的 ProfiBus，挪威的 FINT，Echelon 公司的 LONWorks，PhenixContact 公司的 InterBus，RoberBosch 公司的 CAN 等。本文將於 2.3.2 及 2.3.3 介紹本自動測試系統主要的兩種現場總線協定。

2.3.2 AS-Interface

AS-Interface 匯流排是近年來國際上較為新型的匯流排周邊設備，它主要應用於多層的自動控制系統中。作為連接最底層設備的介面匯流排，具有對各類信號採集、跟蹤、通信、控制等功能，用來實現控制系統全面智慧和網路化。在現場匯流排技術廣泛應用的今天，AS-Interface 開闢了一個便捷、低成本、高集成化的新的技術領域。AS-Interface 是 Actuator-Sensor-Interface 的縮寫（以下縮寫為 AS-I）。名字代表了其概念—執行器、傳感器介面，它也就是為這些產品而設計的。AS-I 在全世界範圍內都有應用但在歐洲比較多，特別是在德國以及有西門子背景的公司。參加單位包括：P+F、FESTO、

SIEMENS、AS INTERNATIONAL、ITEI、SEARI、TSINGHUA 等。

AS-I 是一種匯流排系統，為感測器與執行器提供智慧型介面的匯流排形式，特別適用於由一個控制器連接多個數位設備及其元件的控制系統中（架構見圖八）。AS-I 可直接被嵌入於感測器、執行器或其他設備和元件中，為其提供智慧化的解決方案，它順應了當前感測器與控制設備智慧化、網路化的趨勢。此外，AS-I 也可作為分立式模組來使用，能夠方便的為現今廣泛。AS-Interface 不僅允許與幾乎任意的數位感測器和執行器與之相連，更可連接附帶“智能”資訊的現代 AS-Interface 專門設備。用戶使用 AS-Interface 的優勢在於不必將所有的感測器、執行器均連接到控制器 I/O 模組，而是將它們替換成完全相容的感測器—執行器介面。



圖八、AS-I 系統架構

現代工業的各個領域均擁有大量的感測器和執行器用來監控流水線。自動化流水線利用 PC、PLC 以及更高等級的現場匯流排進行控

制。AS-Interface 消除了過去每一個感測器和執行器都要分別接線困擾。所有的元件可以與標準化非遮罩的 2 芯 AS-Interface 電纜相連。至多 124 個感測器和 124 個執行器可以在同時在同一個網路裏工作。帶 31 個從站，匯流排迴圈週期僅 5 ms，每個從站上可以帶 4 個數位元件。使用 version 2.1 版本，可以使從站的數量多一倍。多達 62 個從站可以由單個主站控制。迴圈週期會相應多一倍。完全的相容性使得現有的從站和新的從站可以同時使用。元件的供電也由 AS-Interface 線路完成。如果需要，元件還可擁有外接電源。

一方面，AS-Interface 直接相容集成 AS-Interface 晶片的執行器和感測器，另一方面，不直接相容 AS-Interface 的傳統感測器和執行器可使用一個集成 AS-Interface 晶片(ASIC 晶片)的 AS-Interface 模組與之連接，該模組包含了所有的從站功能，能將並行的感測器信號轉換成串列的 AS-Interface 相容信號。如果採用 AS-Interface 相容感測器或者執行器，其內部已經集成有 ASIC 晶片，可以直接在任意位置使用特殊的接線方式與 2 線電纜相連。採用微型適配模組連接 AS-Interface 相容感測器和執行器會使安裝變得尤其方便快捷。經 ASIC 晶片處理的資料經 AS-Interface 傳輸線送往主站 AS-Interface 主站管理著整個 AS-Interface 網路中資料交換，使連接暢通。此外，

主站的資料還用來監控網路和系統診斷。

為了具有較短的迴圈時間，AS-Interface 的封包 (PACKET) 長度非常短，緊隨主站請求 (從主站到從站) 之後立即是從站的應答：在起始和控制位之後是 5bits 位址和信息。請求以一個校驗位元和一個停止位元結束；之後，從站以同樣的協議格式發送 4 位元應答資訊到主站 (通訊封包定義見圖九)。在傳送給從站的資訊部分 (8...12 位元)，能夠傳送三種資訊：

■ 標準運算元數據

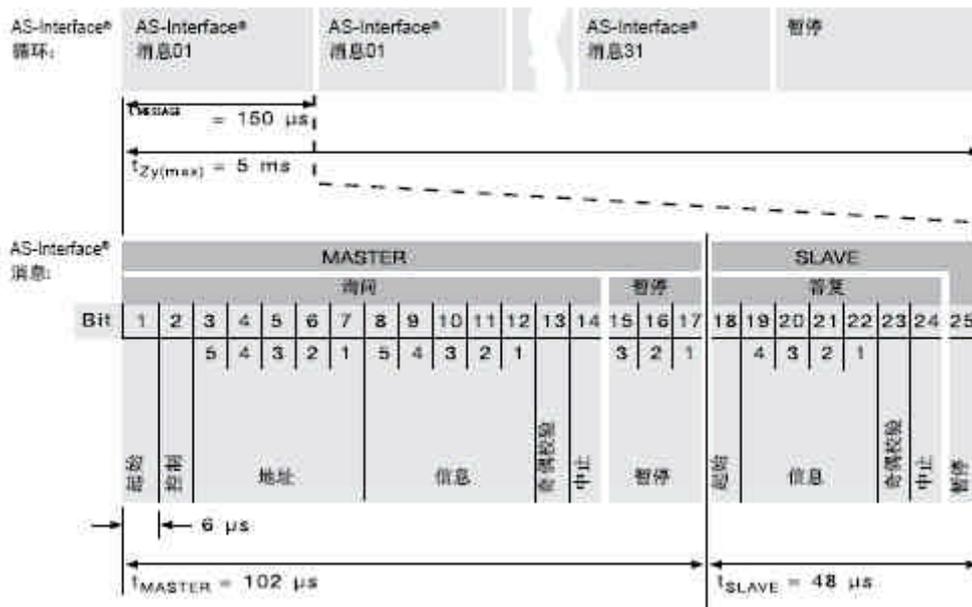
這是控制執行器的標準運算元數據

■ 配置感測器參數

配置感測器的參數。這些參數每個迴圈週期傳送一次給一個從站 (例如選通、檢測距離調整)

■ 控制指令

從站的控制指令 (例如，位元址的編制)



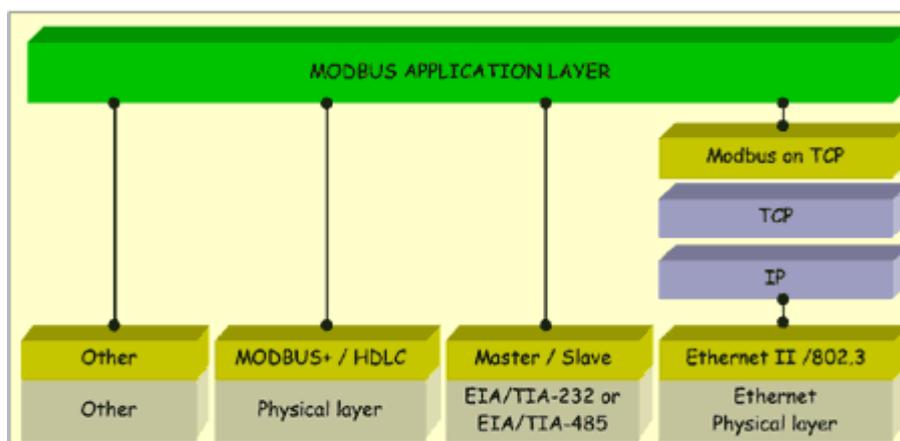
圖九、主站與從站通訊協定

2.3.3 Modbus-TCP

自 1979 年開始使用的 Modbus 協議, 為其增加基於乙太網 TCP/IP 的傳輸技術是絕對有必要的。Modbus 協議本身的 Modbus 服務和對象模式在 Modbus-TCP 中都沒有改變, 並簡單地採用 TCP/IP 作為數據傳輸協議。這使得 Modbus 擁有了一系列協議, 目前包括傳統的 Modbus-RTU (提供 RS-232 或 RS-485 的異步數據傳輸)、Modbus-Plus (通過權杖環網絡的高速數據通訊) 和 Modbus-TCP (基於乙太網 TCP/IP 的客戶 / 服務器通訊)。所有這些協議都使用相同的應用層協議規定了統一的用戶數據和通訊服務 (見圖十)。

Modbus-TCP 網絡的性能與乙太網的類型和設計有很大關係, 並且與不同設備通訊介面所使用的處理器性能也有很大關係。

Modbus-TCP 的協議效率高達約 60%。這是因為其應用層協議允許在一個 TCP/IP 幀中傳輸多個寄存器，另外 TCP/IP 協議本身只增加了幾個字節的封包頭。Modbus-TCP 是一種在自動化設備中使用乙太網作為數據傳輸媒體的務實方法。在網絡架構（星型拓撲和智能交換機）上附加的成本費用被證明是合理的，因為乙太網能夠傳輸大量數據，還能同時具有附加功能（嵌入式 Internet、email 和文件傳輸）。與其他工業乙太網系統相比。Modbus-TCP 的市場表現已明顯領先，並且在考慮初始投資和充分利用現有資源上有明顯優勢。



圖十、MODBUS 通訊架構圖

MODBUS TCP 的優點：

TCP/IP 已成為信息行業的標準；使用 TCP/IP Modbus 的原因包括：

（一）易於與各種系統互連：Modbus 是標準協議，它已提交給 IETF

(Internet Engineering Task Force, 互聯網工程任務部), 將成為 Internet 標準。因自 1978 年, 工業自動化行業已安裝了百萬計串口 Modbus 設備和十萬計 Modbus TCP/IP 設備, 擁有超過 300 個 Modbus 相容設備廠商, 還有 90% 的第三廠家 I/O 支援 Modbus TCP/IP, 所以是使用廣泛的標準, 可用於管理網、實時監控網及現場設備通信; 另外, 幾乎可找到任何現場總線到 Modbus TCP 的網點, 方便用戶實現各種網絡之間的互聯。

(二) 網絡實施價格低廉: Modbus 的普及得益於使用門檻很低, 硬體成本低廉, 世界上 93% 的網絡都使用 TCP/IP, 只要在應用層使用 Modbus TCP, 就可實現工業乙太網數據交換, 故可使用通用網絡組件來架構網絡。

(三) 用戶強烈要求: 目前世界各地已把 Modbus TCP 作為工業網絡標準之一, 用戶可免費獲得協議及樣板程式, 可在 Unix、Linux、Windows 下運行, 不需要專門驅動程式。在國外, Modbus TCP 被國際半導體業 SEMI 定為網絡標準, 國際水處理、電力系統也把它作為應用的事實標準, 還有越來越多行業作為標準來用; 且在網上有很多免費資源, 如 C/C++、JAVA 樣板程式、ActiveX 控制項、各種測試工具等, 不需交任何費用, 所以用戶使用很方便。廠家能提供完整

解決方案：工業乙太網的接線元件，包括工業集成器、工業交換機、工業收發器、工業連接電纜。工業乙太網服務器，包括遠程、分佈式 I/O 掃描功能，設備地址 IP 的設置功能，故障設備在線更換。功能，分組的資訊發佈與訂閱功能，網絡動態監視功能，還有支援瘦客戶機（thin client）的 Web 服務。其他工控設備的支持：如工業用人機介面、變頻器、軟起動器、電動機控制中心、乙太網 I/O、各種現場總線的網橋、甚至帶 TCP/IP Modbus 的傳感器，都為用戶使用提供了方便。

（四）高速的數據：用戶最關心的是所使用網絡的傳輸能力，100M 乙太網的傳輸結果為：每秒 4000 個 Modbus TCP 封包，而每個封包可傳輸 125 個字（16bit），故相當於：

$$4000 \times 125 = 500000 \text{char./sec} = 8000000 \text{bps}$$

? 、自動測試線系統硬體設計

一、電源硬體設計

在本系統中，總共有三種不同的電壓：240 V、24 V 及 5 V。

電源硬體電路主要有兩部分：高壓電路、系統工作電壓轉換電路。系統主電源為高壓電路的供電源，主要是驅動馬達所需的電壓。系統工作電壓轉換電路的主要功能是將 240 V 市電轉換成測試介面卡所需的 + 5 V 電壓及氣閥和感測器所需的 + 24 V 之電壓。主電源及系統工作電壓轉換電路皆具有過載保護裝置，可防止設備短路，過載現象所造成之系統設備損壞。

二、輸送帶控制系統流程及硬體設計

輸送帶控制的核心為 CCS (CONVERYER CONTROL SYSTEM) 與控制單元 PLC 的互動所完成，主要任務包括停線保護機制及輸送帶流程控制；停線保護機制方面，本系統採用 Siemens 公司之 AS-I 介面安全繼電裝置，它與各站緊急重置按鈕 (E-STOP) 和維修開關連接也同時與伺服馬達控制器狀態信號連接，藉以在系統上電進入 RUNNING MODE 之前檢測伺服馬達狀態是否正常，安全繼電器透過 AS-I 總線連接至 AS-I 控制器，AS-I 控制器透過乙太網與 CCS 主機相連，自動測試線啟動時 CCS 主機便開始持續監控安全繼電裝置

之觸發事件，當有人員受傷或失火等緊急情勢發生時，按下線上各站緊急重置按鈕，CCS 主機會立即斷開主電源採取停機停線動作。

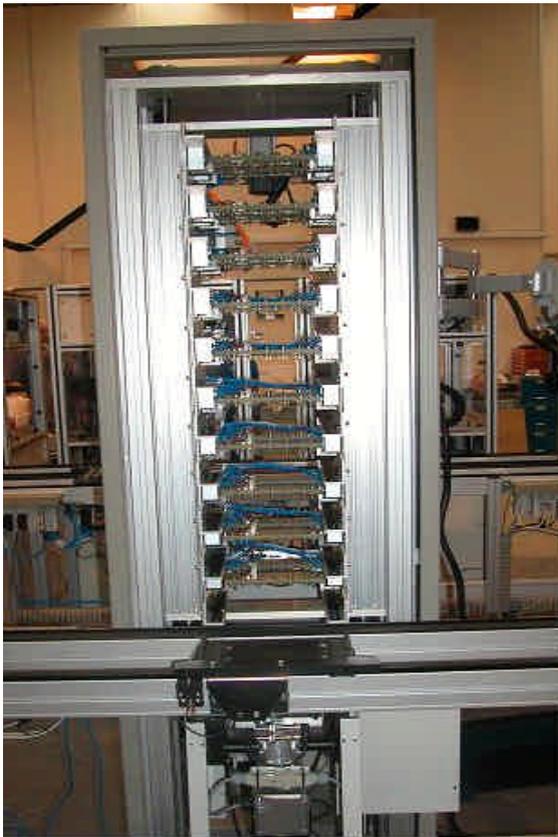
輸送帶流程控制方面，整個作業流程中線上各站皆設有傳動裝置 (Lift and Transfer Unit) 與擋停器 (Stop Gate)，CCS 主機通過 PLC 控制氣閥的開閉來升起或降下擋停器允許或阻止載具的通過，也可控制傳動裝置 (LTU) 作動將載具送入某站，輸送帶上 AS-I 介面 RFID 讀取器連接至 AS-I 控制器，自動測試線啟動後 AS-I 控制器透過乙太網與 CCS 主機相連，CCS PC 便開始持續監控 RFID 之觸發事件，當 CCS 接受到線上各站 RFID 讀取器傳來之觸發事件後會針對控制邏輯 (同一站別由左至右) 及判斷該站現況 (是否已經滿載) 等要素決定該載具進入該站或通過，並控制相關 LTU 或擋停器作動，輸送帶四個角落皆設有流量感測器，若線上載具數量過多造成隊列時將觸發該感測器，通知 CCS 主機將載入區釋放測試載具之按鈕功能鎖死，停止加載的動作，直到多餘載具消化後，才恢復該按鈕之功能。

三、燒機站系統流程及硬體設計

因為每個產品經過燒機站時需停留 20 分鐘，故本系統採多層移動式層架設計 (見圖十一)，才有足夠的吞吐量應付大量的產能需求，單

站共有 10 層測試區可同時容納 10 台測試載具，每個載具可載入 10 片待測品，7 台燒機站滿載狀態吞吐量約為 2.1k 片/hr，移動式層架之動力驅動裝置，採 Rexroth 公司 EcoDrive 系列 240 V 之伺服驅動馬達，其為超小型伺服傳動裝置，功率低至 100 到 750 瓦，其為目前最緊湊的伺服傳動裝置，適用於互聯、多軸配置系統，或標準化現場總線上的智能單軸傳動，此伺服馬達負責驅動螺旋滑軌組來帶動載具層架上下移動，並內含一組 Rexroth Ecodrive 控制器與 CPX 相連，Ecodrive 控制器可直接控制伺服馬達組，內部包含了馬達設定配置，當它接收到 CPX 控制訊號時，能驅動馬達移動至不同位置或切斷馬達的運作，燒機站主機會與 CPX，ECODRIVE 控制器等單元溝通，完成載具層架及探針式測試介面卡進程之運動控制，這些運動控制的邏輯皆存在於燒機站電腦程式中，燒機站主機程式還會即時監控所有感測器之狀態值，每一燒機站共包含 27 個感測器，目的在防止系統誤動作，誤動作將導致嚴重後果，例如載具載入至站內時沒有到達定位，若沒有感測器告知系統，層架移動時便會造成載具掉落而損壞系統。本系統任何誤動作所造成之感測器狀態錯誤皆會透過 CPX 即時傳至燒機站主機，接著主機中之程式會判定該站故障，緊急燈號亮起，並通知 CCS 將該機設為離線狀態，移動式層架中每一層皆安裝有測試介面卡為 BIST 測試之用，內含探針組用於測試時與

載具上的測試點接觸，當燒機站主機程式偵測到某層 PALLET PRESENT 感測器的信號啟動時，它會透過氣閥控制該層測試介面卡與載具上的測試點接觸進行測試，燒機站主機透過 USB 集線器與 PCB 上 ASIC 溝通後觸發待測品內 BIST 自檢測項目並讀取測試結果，接著將所有測試結果透過乙太網存入 CCS 主機資料庫中。

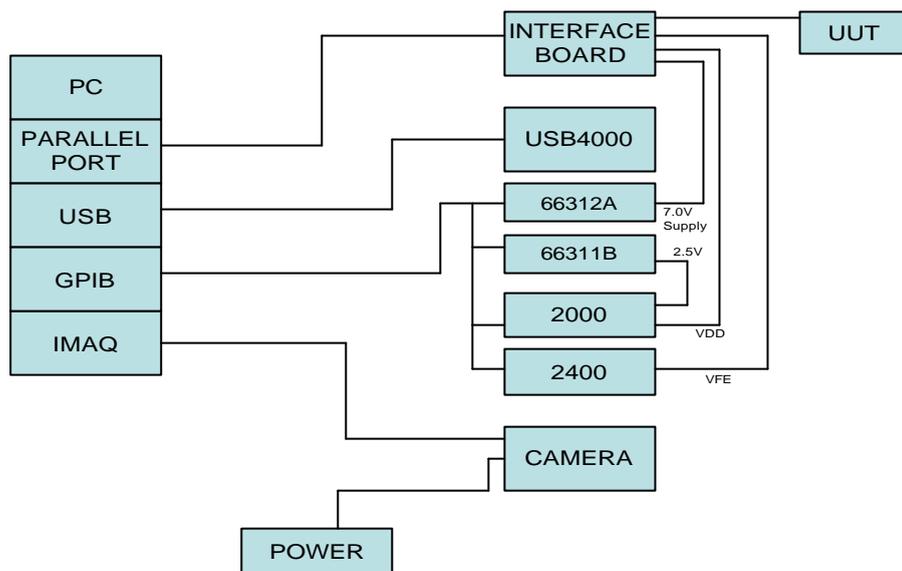


圖十一、燒機站外觀

四、最終測試站系統流程及硬體設計

測試項目主要分為電性量測，光學量測及影像品質三部份，測試系統架構為 PC-BASED 之自動測試系統，分別利用光譜儀及數位電錶及

高解析度的攝影鏡頭等儀器進行所有測試項目，PC 利用 PCI 介面 GPIB 控制卡透過 GPIB 總線連接不同的數位電錶，數位電錶負責調光訊號 VFE 及兩組產品電源 VCC&VDD 的提供和電氣訊號的量測工作（系統架構見圖十二）。



圖十二、測試系統架構圖

電性量測包含了檢測 CMOS 電路非常普遍之靜態漏電流 (IDDQ) 及裝置輸出電壓等電性量測，Iddq 測試的原理就是檢測 CMOS 電路靜態時的漏電流，電路正常時靜態電流非常小 (nA 級)，而存在缺陷時 (例如柵氧短路或金屬線短接) 靜態電流就大得多，如果用 Iddq 法測出某一電路的電流異常，則意味著此電路可能存在缺陷。對於正常的器件，因製造工藝的改變或測量的不準確，也可能得出 IDDQ 電

流過大這樣的判斷，這種情況應先予以排除。雖然 IDDQ 的概念比較直觀，但對於 VLSI 而言，IDDQ 測試並不簡單，關鍵問題是如何從量值上區分開正常電路的電流和有缺陷電路的電流。1996年 Willams T.E. 提出了用靜態電流分佈來區分電路“好壞”的概念。用靜態電流分佈曲線來描述。可參照 CMOS 反相器的靜態電流分佈曲線圖，正常 CMOS 反相器的均值為 M ，有缺陷的 CMOS 反相器的，均值为 M_a ，如果 M 和 M_a 的差值比較大，就可以比較容易地選擇一個靜態電流上限值來區分電路的“好”或“壞”，該電流限值不但與電路的設計參數和製造工藝有關，還與測試手段有關。

即使電路功能正常，IDDQ 測試仍可檢測出橋接、短路、柵氧短路等物理缺陷。但是 IDDQ 測試並不能代替功能測試，一般只作為輔助性測試，不足之處一是需要選擇合適的測量手段，二是對於深次微米 (Deep-Submicron) 技術來講，由於次臨限 (Sub-threshold) 值元件的增加，靜態電流已高得不可區分。

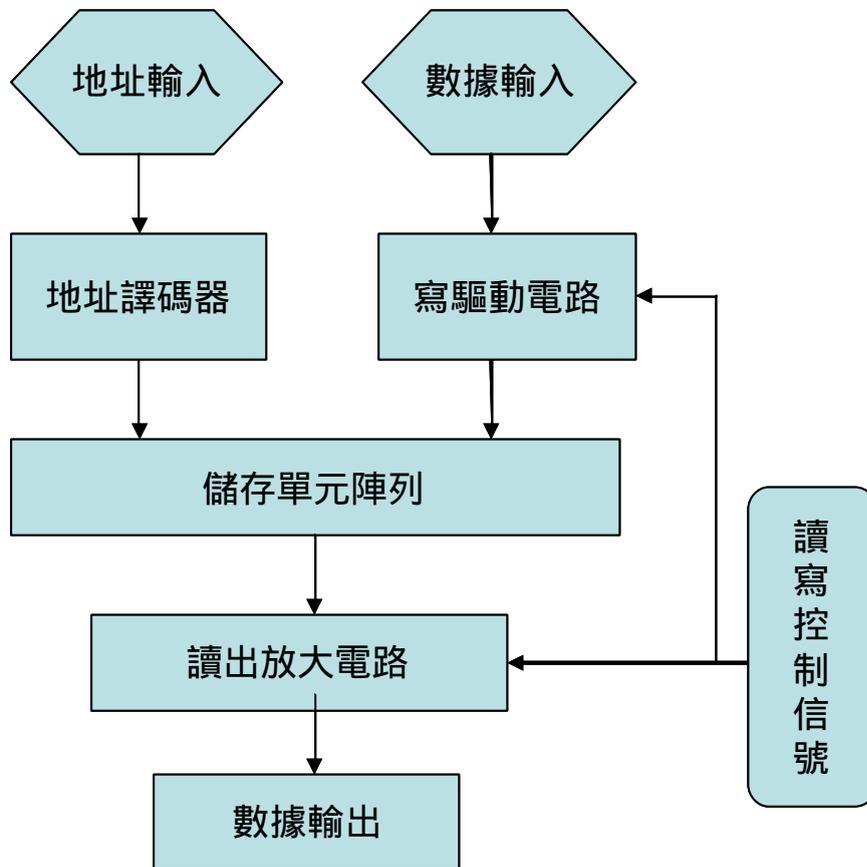
電性量測另外還有包含由待測產品內部軟體所進行之 SRAM 檢測項目，嵌入式 SRAM 的測試方法說明如下：

SRAM 由存儲單元陣列、位址解碼電路和讀寫控制電路等組成（見

圖十三) 通常 SRAM 記憶體是由儲存單元和外同信號介面組成。儲存單元儲存實際的資訊,而週邊信號介面則是實現對儲存單元中的資訊進行存取的信號介面,包括資料線、位址線以及相應的控制信號線。因此,故障可能出現在儲存單元上,也可能出現在資料線、位址線或控制信號線上。下面是一些典型的 SRAM 存儲器故障:

- (1) 粘著故障 (Stuck-At Fault, SAF): 指一個儲存單元或者一個陣列總是 0 (SA0) 或者 1 (SA1)。
- (2) 跳變故障 (Transition Fault, TF): 當存儲器陣列中一個特定單元在一定的跳變序列過後不能進行 0-1 或者 1-0 翻轉。
- (3) 關聯故障 (Coupling Fault, CF): 儲存單元與儲存單元之間的短接或耦合,造成一個儲存單元狀態的改變必然會引起另一個儲存單元的狀態改變,即對某單元的寫操作,改變其狀態 (“0-1”或“1-0”)的同時,改變了另一個單元的狀態,稱為關聯。
- (4) 解碼器故障 (Address decoder Fault, AF): 當位址解碼邏輯存在如下操作:一個位址訪問不存在的單元,某個單元不存在可訪問的位址,多個單元被一個位址訪問,多個位址訪問一個單元。
- (5) 讀寫邏輯故障 (Reading or Writing Fault, RWF): 讀寫邏輯中的故障主要有以下幾種形式:儲存單元中的一位元或多位固定為 “1” 或 “0” (Stuck-at 0 or 1 Fault); 單元中的一位元或多位元

同定為開路故障 (Stuck—open Fault) ; 存儲單元中的任意兩位元之間有狀態耦合障礙 (Coupling Fault) 。



圖十三、SRAM 組成架構

記憶體 SRAM 的故障模型與數位元邏輯的故障模型相比有很大的不同，通過上面分析我們可以知道，它不僅有粘著故障、跳變故障，還有記憶體特有的關聯故障、讀寫邏輯故障等，故記憶體的測試也與對一般數位邏輯電路不一樣。嵌入式 SRAM 的測試方法一般有五種：第一種是用 ASIC 功能測試方法進行測試分析，利用供應商提供的簡單讀/寫操作，直接寫入測試圖形 (pattern) 和它的反碼，然後再讀出記

憶體內容。這種方法只用於小型記憶體，不適用於大型記憶體。

第二種是直接訪問的測試，在訪問記憶體時通過 I/O 多路器直接施加測試的方法已經廣泛應用於嵌入式記憶體。這種方法是將嵌入式 SRAM 的所有輸入輸出埠直接連到外部封裝引腳，並在埠增加一個多路選擇器。由於增加了多路選擇器，所以會對電路造成永久的不利影響。並且在對測試圖形串型化的過程會增加測試複雜度和測試時間，因此不能全速測試。

第三種方法是掃描寄存器的測試應用，通過給嵌入式記憶體增加 DI1~JNRI 試外殼 (wrapper) (邊界掃描的外殼)。由於外殼的延遲以及測試圖形的串列移入移出，增加了測試時間，所以全速測試是不可能的。

第四種方法是利用嵌入微處理器來測試記憶體，把微處理器的一些代碼作為測試向量放入被測試的存儲器中進行測試，不過這些測試向量 (代碼) 必須手工開發，且設計中必須有處理器。

第五種測試方法便是本系統採用之記憶體內建自測試 MBIST (Memory Built-In Self-Test)，這種方法是自己生成測試向量，而且它依靠自身邏輯來判斷所得到的測試結果是否正確，降低了對測試設備的要求，從而降低測試費用，並允許對嵌入式記憶體進行高速測試，並且與其他測試方法相比，BIST 的硬體開銷是最小的，所以它

是目前應用最廣的記憶體測試方法。

另外，系統採用 Ocean Optic 公司所設計之 USB 介面的頻譜儀 USB4000 負責光學訊號的量測工作，測項包括紅藍綠光顯示之流明值及 CIE XY 色座標等測項，為了精確的規定顏色，目前國際上較普遍的表色系統有孟塞爾（Munsell color system）表色系統和國際照明委員會 CIE1931 標準色度系統，表一是 CIE1931 標準色度圖表，以兩個事實為根據：一、任何一種光的顏色都能用紅藍率三原色的光匹配出來；二、大多數人具有非常相似的顏色視覺。前之敘述可知，物體的顏色可由 CIE 三刺激值 X,Y,Z 值來表示，但是只知道三刺激值要斷定何種顏色卻很困難；因此將 X,Y,Z 三值轉換成色度座標（chromaticity coordinates），分別為 x, y 及 z 值；其公式如下：

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

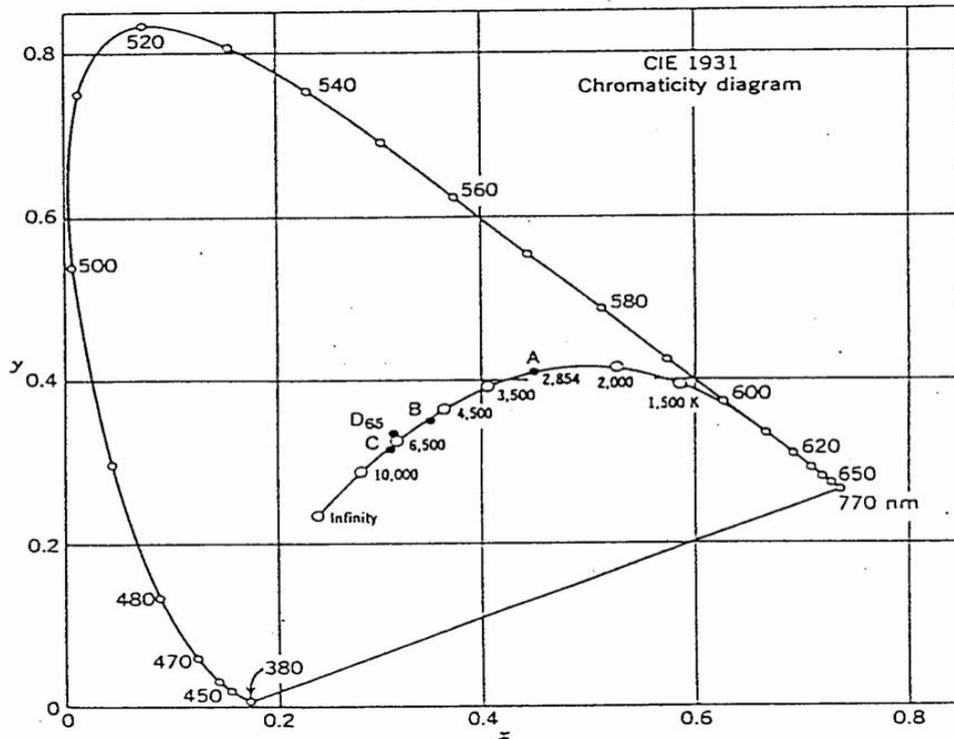
由於 $x + y + z = 1$ 因此只要得知三值中的二個值就可以表示顏色，一般我們使用 x, y 值來表示；以 x 為橫軸，y 為縱軸，即可在繪圖紙上建立一色度座標圖來表示顏色，先將光譜上各單色光的 X,Y,Z 值算出，再計算 x, y 值，然後點在繪圖紙上的色度座標上，再把這些點依序連起來就可以得到一色度曲線，再將兩端以直線相連即成為 CIE 的 x, y 色度圖，此一直線亦稱為紫色線（該線位於最大飽和紅紫

色、紫紅、藍紅色區而得名)。色度座標圖見圖十四

CIE標準 照明體	CIE 1931 色度座標		CIE 1964 色度座標	
	x	y	x	y
A	0.4476	0.4074	0.4512	0.4059
B	0.3484	0.3516	0.3498	0.3527
C	0.3101	0.3162	0.3104	0.3191
D ₅₅	0.3324	0.3475	0.3341	0.3487
D ₆₅	0.3127	0.3290	0.3138	0.3310
D ₇₅	0.2990	0.3150	0.2996	0.3173

表一、CIE 標準照明體的色度座標

USB4000 的特點在於具有 16 位 A/D 轉換，4 種觸發模式，根據溫度變化的暗噪聲校正和 22 針的介面（包括 8 個用戶可編程 GPIO 埠）。USB4000 可以相容 Linux，Mac 或 Windows 等不同的操作系統。模塊化的 USB4000 光譜儀可以響應從 200 到 1100 nm 的光譜範圍，可以跟海洋光學生產的各種光學平臺組件、光源和採樣光纖配合，為上千種吸收、反射和發射測量應用搭建各具特色的系統。



圖十四、色度座標圖

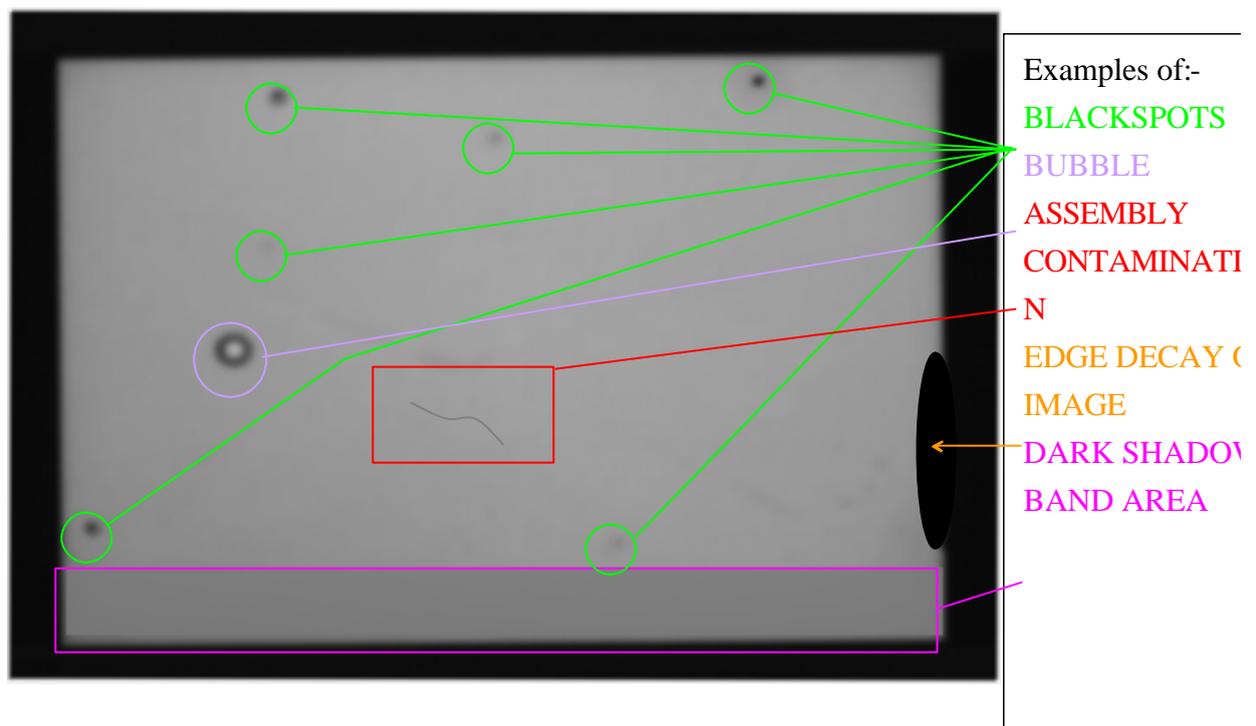
USB4000 光譜儀具有強大的電子系統：帶有自動歸零功能的 16 位 A/D 轉換器（增強的電子暗電流校正）；採用 EEPROM 存儲校正係數，方便操作；8 個可編程 GPIO 介面用來控制外圍設備；以及一個電子快門，可使積分時間最短達到 3.8 毫秒，有效地避免探測器飽和。而且 USB4000 的信噪比可以達到 300:1，光學解析度 (FWHM) 為 0.03~8.4 nm（依賴於選用的光柵和入射狹縫）。USB4000 可通過 USB2.0 與電腦連接。每台 USB4000 光譜儀的特性數據都存儲在它的內存中；採用跨平臺 (Linux, Mac 或者 Windows) 的 SpectraSuite 軟件，可以很容易地讀取這些數據並且可以支援熱交換。當通過 USB

與計算機連接時，USB4000 將依靠計算機供電，無需外接電源。

USB4000 使用了東芝公司的高性能 3648 像素的 CCD 探測器，和一個小到足以放入手掌的光學平臺。它的工作原理與海洋光學公司生產的其他光譜儀一樣；它接受通過單芯光纖傳來的光，通過一個固定光柵發散後照射到線陣 CCD 探測器上，探測器的響應波長範圍為 200~1100nm。

影像品質測試的部份是利用 NI 公司 IMAQ 介面卡控制高速攝影鏡頭擷取待測品影像，圖像採集卡：我們選用的是 NI 公司出品的 PC1-1410 型號的圖像擷取卡。它是可用於標準或非標準視頻信號源的 4 通道黑白圖像擷取卡，具有類比區域和線掃描功能、以及不受大小限制的採集視窗，並帶有 16 Mb 板載記憶體。CCD 攝像機和光學鏡頭：本系統採用 JAI 公司之 CCD 攝像頭和光學鏡頭。其中該 CCD 攝像機是類比的 30 萬像素的黑白相機，與圖像擷取卡可以相容。光學鏡頭是需要根據現場範圍、物像間距、被照體景深等參數進行選擇的，本鏡頭可以連續變倍，放大倍數達 45 倍，滿足檢測精度的需要。工作原理為利用固定在支架上的攝像頭對微型顯示器顯示區的部份進行圖像拍攝，然後利用圖像擷取卡將類比信號的圖像資料進行模數轉換，從而變成數位圖像資料並將之傳遞給 PC 機。而後，在 PC 機

上利用 LabVIEW 及其強大的圖像處理功能套裝軟體 IMAQVision 進行檢測系統的軟體發展。設計完成後，數位圖像資料可以通過檢測系統，並在圖像標定、圖像預處理、圖像數位化、圖像分析等操作後得出檢測微型顯示器之影像品質是否有缺陷存在(缺陷定義如圖十五)



圖十五、顯示區缺陷定義

因為測試時光學儀器必須位於待測品之正上方進行光學量測及影像擷取，最終測試站系統設計了一組直角座標機械裝置，此運動裝置配備裝有測試儀器組（頻譜儀、攝影機及測試介面卡）之機械手臂，直角座標機械裝置之動力驅動，採 IAI 公司伺服馬達組，搭配 X-SEL 控制器驅動 IAI 伺服馬達進行 X、Y 軸平面移動用以定位測試儀器組

至載具上方依序對準載具上之待測品進行測試;測試介面卡之用途為點亮待測品及連接 GPIB 數位電表進行電性量測,硬體部分具有雙通道設計,擁有 2 個群組各 30 pin 的探針組,亦含有 2 組 TI XILINX FPGA 元件;在進行產品測試時測試介面卡與待測載具上的測試點相連接,其中一組硬體用於電性和亮度測試時點亮待測品並對其供電,另一組用於影像品質測試時點亮待測品並對其供電,此雙通道設計的原因在於配合測試平行化處理,為了加快測試流程,測試系統採多線程平行處理架構,在系統利用攝影鏡頭進行待測物影像擷取及分析的同時,另一側之光譜儀將同步進行下一片待測物的電性及光學量測。在亮度測試中,我們需以紅綠藍白光的順序依序點亮待測品,如何依不同的顏色點亮待測品進行測試解釋如下,測試介面卡一端與 PC 之平行埠溝通,另一端連接待測品,產品內含有 2 線制 (I2C) 協定的控制電路提供外部訊號存取裝置中的可程式化控制及狀態暫存器之用,此產品包含數種影像介面模式如 serial RGB、progressive、interlaced and BT-656,測試程式透過電腦平行埠發出 I2C 命令給產品內部 VIDEO_SRC 暫存器將產品切換成串列 RBG 模式,接著測試程式透過 I2C 發出點亮裝置命令給測試介面卡中 FPGA 元件,當接收到命令後此 FPGA 內部邏輯組合電路會送出符合串列 RBG 規範之時序信號點亮裝置, D[7 0]是決定 PIXEL 陣列 RGB 值之資料匯流

排，不同信號組合可使待測品呈現不同顏色，輸入控制信號之列表如表二。

Signal	Default polarity	Description
CLK	Active low	System Clock,Leading edge is used to sample VSYNC,HSYNC,DV and D[7:0] signals.
VSYNC	Active low	Vertical synchronization.Sampled leading edge indicates start of new frame(field).Asserted for one or more clock,and may be asserted for several lines.
HSYNC	Active low	Horizontal synchronization.Sampled leading edge indicates new line.In interlaced scanning mode,it is also used to define field.
DV	Active high	Data valid flag.Data presented on D[7:0] is sampled if DV is asserted.Can be gated internally using DV_MODE register.
D[7:0]	Active high	Input R' G' B' data bus.

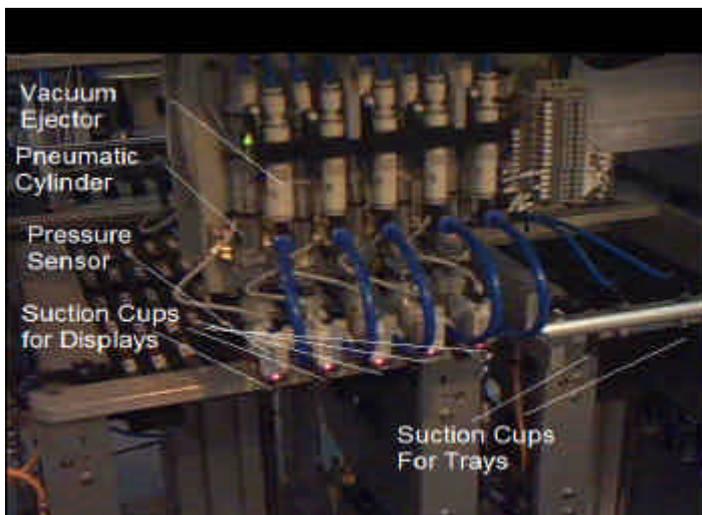
表二、 控制訊號列表

五、 自動分檢站系統流程及硬體設計

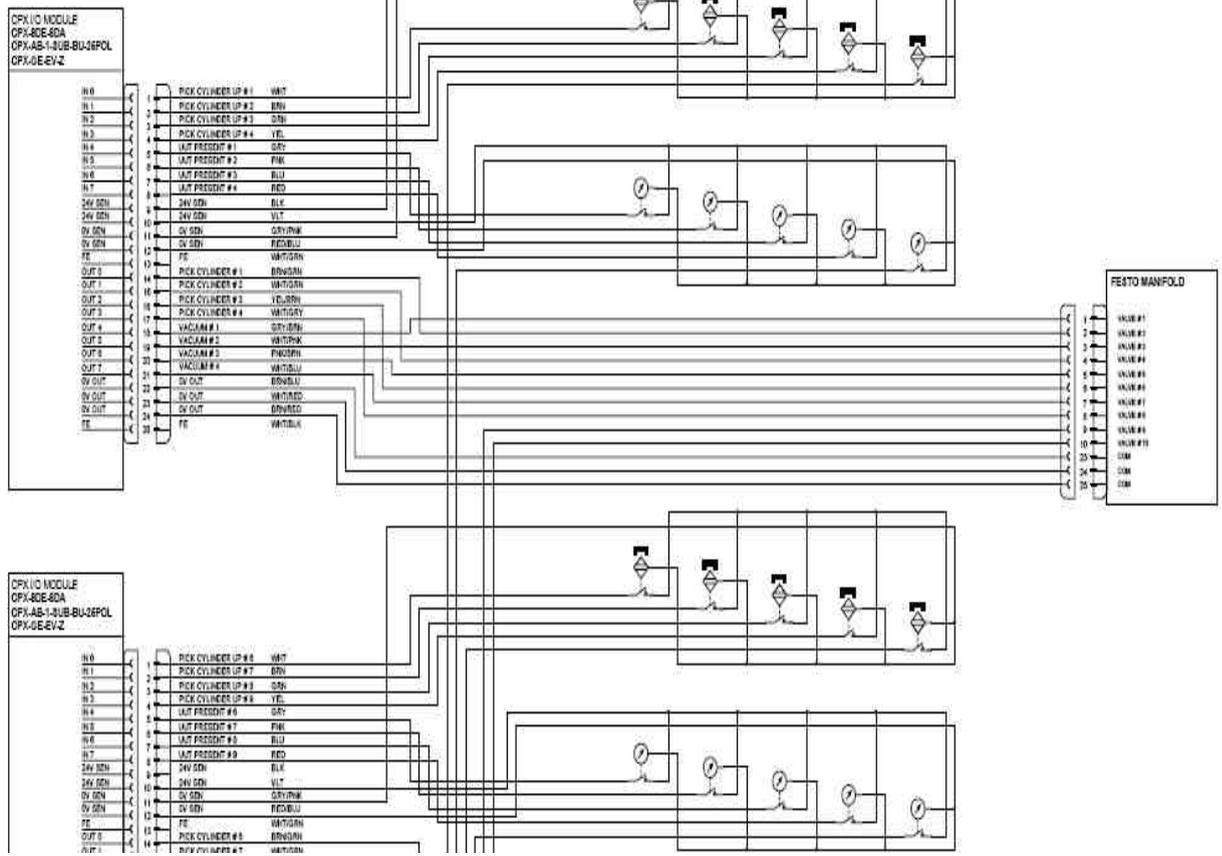
自動分檢系統左右兩側各有一個貨盤(TRAY)升降平臺，皆受 parker 步進馬達控制，右邊升降機負責將空貨盤載入系統，左邊的升降機則負責從系統卸載放置有挑揀後產品的貨盤，當分檢作業進行前，左右兩邊的貨盤升降平臺同時降到最底部，當作業人員將空貨盤放置於右

側升降平臺，按下載入按鈕，左右兩側升降平臺皆會升起，兩個升降機皆具備貨盤感測器，在分揀程式啟動前，系統會先檢查此兩個感測器之狀態，以確認貨盤被正確載入系統，自動分揀系統亦擁有一組直角座標機械裝置，此運動裝置主要配備裝有 FESTO 公司閥組 (valve manifold) 與真空吸盤組之機械手臂 (見圖十六) ; 直角座標機械裝置之動力驅動，採 IAI 公司伺服馬達組，搭配 X-SEL 控制器驅動 IAI 伺服馬達進行 X、Y 平面移動，分揀程式將透過 CPX 控制 X-SEL 控制器驅動直角座標機械裝置定位至右側升降平臺，並利用閥組中 4 個具備強力真空噴射器 (VACUUM EJECTOR) 的真空吸盤負責將空貨盤由右側升降平臺吸附後置入左側升降平臺等待分揀系統放置挑揀過的產品，右邊升降機 4 個角落中各設置了一個氣動的貨盤分離器 (TRAY SPLITTERS)，在真空吸盤吸附貨盤的同時、貨盤分離器會協助貨盤順利分離，當左側空貨盤裝滿分揀後的產品時，系統將繼續從右側吸附空貨盤至左側升降平臺，貨盤被真空吸盤吸起或放置的同時，系統透過貨盤感測器 (TRAY SENSOR) 決定升降機需要調整的高度並進行調整，左側平臺貨盤滿載時，系統會立即通知該站 LED 滿載燈號亮起，左右兩邊的貨盤 (TRAY) 升降平臺同時降到最底部，人員即可將貨盤取出，完成卸載動作。在分揀作業進行時，當自動分揀站程式接收到當站 RFID 讀取機傳來的觸發事件時，會透過乙太網

查詢 CCS 電腦資料庫中該測試載具最新之測試資料，程式將透過 CPX 連接 X-SEL 控制器，驅動直角座標機械裝置定位至測試載具上方對準載具上之待測品，機器手臂會利用 10 個氣閥組成之閥組及真空吸盤吸附載具上符合該站等級之產品，並將其置於左側升降平臺之貨盤 (TRAY) 中。相關閥組控制電路請參考圖十七。



圖十六、 閥組及吸盤等組成元件外觀圖



圖十七、閥組控制電路

肆、自動測試線系統軟體設計

一、軟體結構

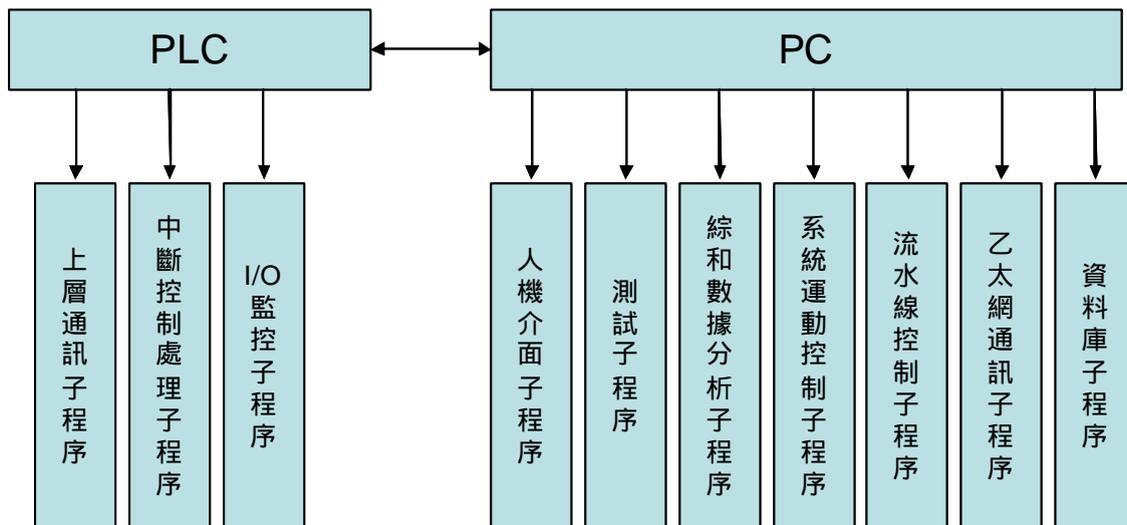
網路級同構主要是解決網路體系結構和網路通信協定這兩方面的異構性，由於乙太網的開放性、廣泛的應用性以及對資訊網路良好的集成性，使得基於 TCP/IP 協定的乙太網成為網路級同構的主要方法，這種概念也廣泛被許多的自動化系統運用，本系統包括現場總線控制系統（FCS）、PLC 及監管層（PC）都統一連接到以 TCP/IP 協議為基礎的乙太網平臺上，其軟體便是基於網路級同構所開發具有系統監控和資料擷取功能的 SCADA（Supervisor Control And Data Acquisition）系統軟體。

自動測試系統控制層 CPX 設備軟體部分採 FESTO 公司與 CPX-FEC 配套推出的編程軟體 FST，具有完整的檔化管理功能、擁有大量可直接調用的功能模組和程式模組的專案庫、編程簡便等特點，從而大大縮短了系統的設計和調試週期，可應用 FST 中 STL（LANGUAGE STATEMENT LIST）或 LDR（LADDER DIAGRAM）兩種編程方式透過乙太網實現對 CPX 的編程操作，上層電腦並可利用 FST 透過網路線上監控所有的 I/O、計時器、計數器和寄存器的工作情況，本系統採 LDR 梯型圖編程方法，其開發環境中含有接點、

功能框、網路等圖像模組，圖像化之編程方法較為簡易快速，視覺化的設計具有方便除錯的優點，並可通過乙太網實現數台 PC 與數台 CPX 通信，對專案庫模組的運用可極大地降低調試與編程難度，增強控制功能，從而發揮出 CPX 在自動化控制中的強大功能。

監控層電腦軟體則統一使用 VB.NET 作為開發平臺，有開發效率高，易維護等優點，減少 Bug，加快應用開發並簡化使用，例如 .Net 可以處理內存分配和回收，進程及線程的創建和終止，以及運行代碼的訪問許可等操作。程式開發人員先前面臨的問題 - 比如內存管理、線程和進程創建 - 現在都可以由 .Net 來處理。 .Net 代為處理這些操作後，內存洩露和其他 Bug 出現的可能性將大大減少。而控制層軟體結構可分為 I/O 監控、中斷控制處理、上層通訊等副程式；監控層軟體結構則可分為人機介面、測試、綜和數據分析、系統運動控制、流水線控制、乙太網通訊、資料庫等副程式。系統軟體結構示意圖如圖十八所示。

本系統軟體的設計重點是測試程式、輸送帶控制程式和資料庫程式的設計，下面以這幾個子程式為重點對系統的軟體特性進行介紹。



圖十八、系統軟體結構示意圖

二、系統軟體設計

4.2.1 測試程式

本系統針對舊有手動測試程式完成下列改進目標。

(1) 多工測試程式開發

此產品最先使用手動機台做為生產測試之用，手動機台的測試程式為單線程，循序測試之架構；程式依據產品測試規格書中的測試項目依序進行訊號量測，單片產品測試時間需費時 90 秒左右，測試時間往往浪費在等待儀器回應及資料儲存這些項目上，面對大量生產的目標，為提高測試吞吐量，在新的自動測試系統中導入平行化架構。多處理器並行測試結構一般適用於高速測試領域中，對系統硬體要求較高，結構複雜，對作業系統也要有深刻的瞭解這種結構往往不能減少測試成本。真正普遍適用且能大幅降低測試成本的還是基於單處理

器、從軟體設計上來實現的多進程（ Multiple Processes ）結構和多線程（ Multiple Threads ）結構。

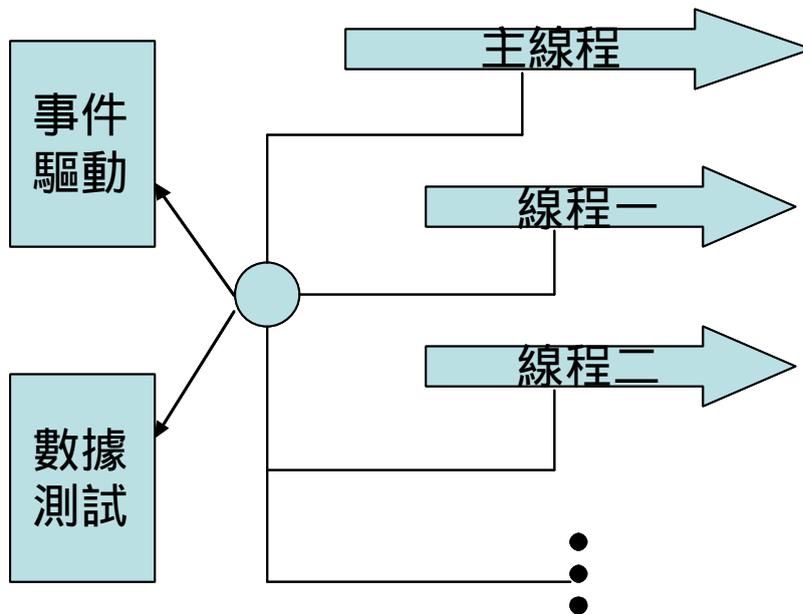
多進程結構

多進程結構就是單個電腦中有多個進程同時執行測試任務的結構，主要是通過 CPU 在進程間的切換來完成並行測試任務的。在多進程結構中由作業系統來隔離每個進程的記憶體位址空間，防止因一個進程測試執行的故障而導致整個系統發生崩潰。然而，正是由於每個進程記憶體位址空間被嚴格隔離，儀器設備和資料共用變得非常難並且低效。為了實現在各個進程間通信，必須使用諸如共用記憶體、管道、動態資料交換 DDE 等機制。如果沒有提供源代碼，則這些機制將難以實現。

多線程結構

多線程結構是在一個進程中有多個線程同時執行測試任務，它主要是通過在線程間切換來完成並行測試任務的，如圖十九所示。多線程結構中，並行測試程式在一個進程中執行，這個進程擁有一個簡單記憶體位址。每個進程都有一個線程，即主線程，它有一個控制流程來控制所有步驟的執行。主線程可以創建或刪除其他不同的線程來完成並行測試任務。多線程結構的一個重要特點就是所有線程都存於一個進

程中，它們能更好的共用測試資源和線上程間通信，而且在多線程間切換相對於在多進程間切換，其開銷要小的多，因此多線程結構是物美價廉的，是一種較為合適的並行測試結構。



圖十九、多線程架構

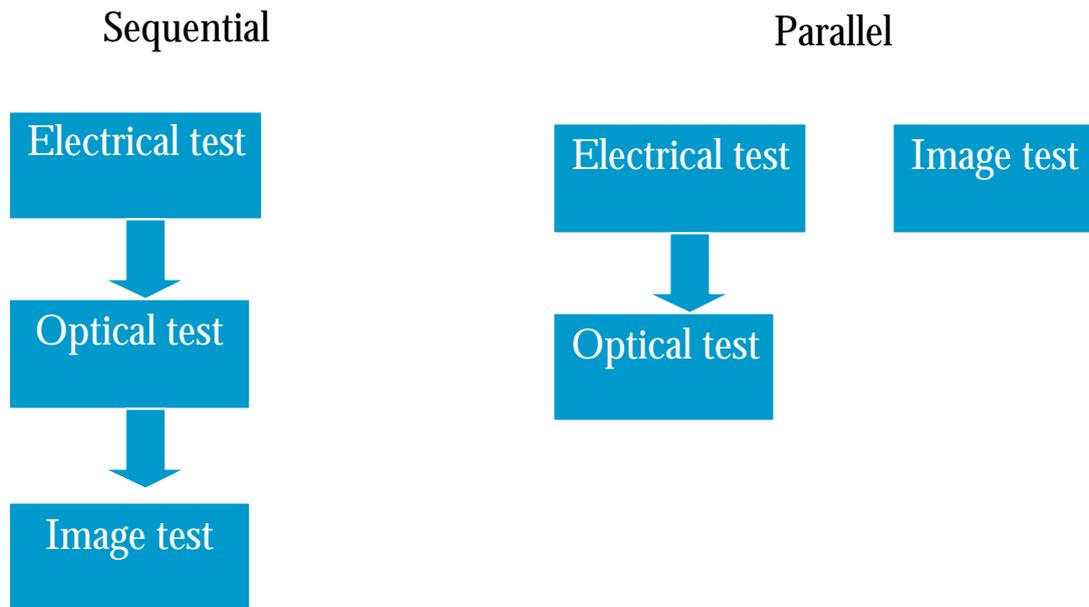
本系統採用多線程結構作為提高測試效率之用，多線程的好處在於可以提高 CPU 的利用率。在多線程程式中，一個線程必須等待的時候，CPU 可以運行其他的線程而不是等待，這樣就大大提高了程式的效率，多線程技術的優勢在於將進程分解為多個線程，在主線程外產生一個或幾個輔助線程，用於完成如數據採集、儀器訪問、網路訪問、資料存儲等工作，多線程結構的一個重要特點就是所有線程都存於一個進程中，這些線程可以很方便的共用進程中的資料，多線程程式主要是通過在線程間切換來完成並行測試任務的。

本系統主要將光學量測及電性量測歸為同一線程，影像品質測試獨立為另一個線程（見圖二十），再搭配雙通道測試介面卡硬體可同時點亮 2 片待測品，並利用頻譜儀及攝影機進行同步光電量測及影像品質測試，加快測試速度，對於大量的資料處理工作，可以用一個低優先順序的線程在測試後臺進行，而在前臺繼續執行其他測試，從而節省時間來完成測試。測試程式中使用了 System . Threading 命名空間中的類來完成多線程部分的開發，在 . NET Framework 類庫中，所有與多線程機制應用相關的類都被封裝在 System . Threading 命名空間中。該命名空間提供 Thread 類用於創建線程，ThreadPool 類用於管理線程池等，此外還提供解決了線程執行安排，鎖死，線程間通訊等實際問題的機制。這個類實現編寫線程函數、創建線程、終止線程 設定線程優先順序以及掛起和恢復線程等多線程編程的基本函式。作業系統中一個完整的進程擁有自己獨立的內存空間和數據，但是同一個進程內的線程是共享內存空間和數據的。一個進程對應著一段程序，它是由一些在同一個程序裡面獨立的同時的運行的線程組成的。線程有時也被稱為並行運行在程序裡的輕量級進程，線程被稱為是輕量級進程是因為它的運行依賴與進程提供的上下文環境，並且使用的是進程的資源。多線程程式必須得有好的設計以避免不同的線程執行時的相互干擾。

如果一個程序有很多的線程，那麼其他程序的線程必然只能佔用更少的 C P U 時間；而且大量的 C P U 時間是用於線程調度的；操作系統也需要足夠的內存空間來維護每個線程的上下文信息；因此，大量的線程會降低系統的運行效率。故於測試程式中使用多線程的話，程序的線程管理必須設計的很好，否則帶來的好處將遠小於壞處。我們必須小心的處理這些線程的創建，調度和釋放工作。

設計多線程測試程序亦需考慮線程優先權問題，顯然用戶的輸入需要得到第一時間的響應，而儀器量測或者做大量資料 I/O 處理的則需要大量的時間，因此用戶輸入(GUI)線程將需要高的優先級，而儀器量測或者做大量資料 I/O 處理設定低優先級即可。這些線程之間相互獨立，相互不影響。

此外，我們也必須注意到線程同步的問題及線程共享資源的問題。 .NET framework 提供了很多的類和數據類型來控制對共享資源的訪問。有一些全局變量和共享的類變量，我們需要從不同的線程來更新它們，可以通過使用 System.Threading.Interlocked 類完成這樣的任務，但是 I/O 操作；盡可能的使用局部變量來代替全局變量；同步用在那些部分代碼被多個線程和進程訪問和狀態被不同的進程共享的地方；安排你的代碼使得每一個數據在一個線程裡得到精確的控制；不是共享在線程之間的代碼是安全的；



圖二十 循序架構及平行架構示意圖

(2) IMAQ 庫於影像辨識之運用:

舊的手動機台測試程式，待測物影像品質測試項目中，程式只完成待測物圖像擷取的功能，至於麻點、氣泡等影像品質缺失的判別只能靠操作員用肉眼判斷，誤判率高，新的測試程式導入了 NI IMAQ Vision 軟件庫，IMAQ Vision 是一套包含各種圖像處理函數的功能庫，它將 400 多種圖像函數集成到 LabVIEW 和 Measurement Studio、LabWindows/CVI、Visual C++及 Visual Basic.net 開發環境中，為圖像處理提供了完整的開發功能。本系統利用此一軟件庫作為圖像分析的工具，辨識率非常高，硬體部分選用的是 NI 公司出品的 PCI-1410 型號的圖像擷取卡，擷取圖像主要有 IMAQ Snap 和 IMAQ Grab 這兩個函數，前者用於擷取單張圖像，後者用於連續擷取圖像，其功能

是驅動 IMAQ PCI-1410 圖像擷取卡將攝像機所拍攝下來的圖像信號轉換為數位信號後傳遞給電腦。再用 IMAQ Vision 裏包含的 IMAQ MathLookup 等函數作圖像預處理動作，圖像分析則利用 IMAQ Particle Analysis 等相關函數完成。

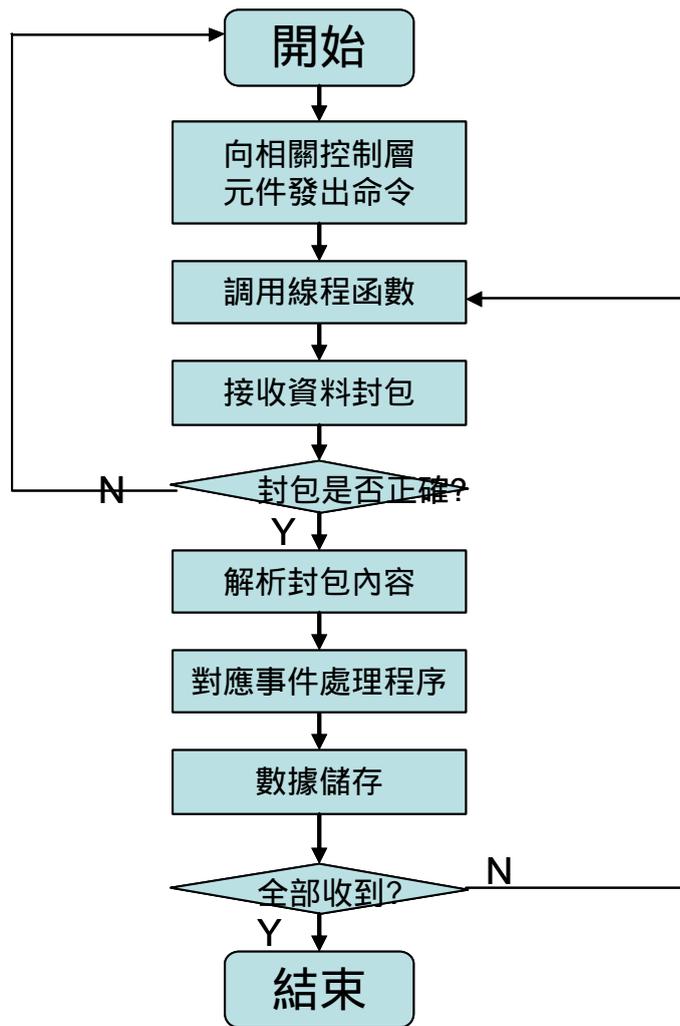
4.2.2 輸送帶控制程式

輸送帶控制程式是由 CCS 電腦發送資料獲取的命令碼給 AS-I 控制器及 CPX，這些現場控制器接收到命令碼後會開始透過乙太網將定義好的資料上傳給 CCS 主機。這些定義好的資料內含裝置 ID，事件內容等欄位，當 CCS 收到這些資料封包後便會開始解析，不同的裝置 ID 或事件會對應不同的事件處理函式，事件處理結束後，程式會將接收到的數據加以儲存，輸送帶控制程式流程圖如圖二十一所示。

CCS 主機中人機介面 (HMI) 程式可以通過讀取資料儲存區中的資料來顯示輸送帶上可程式控制器傳來之包括載具傳動裝置 (LTU) 及擋停器 (STOP GATE) 等設備之即時狀態資訊。

輸送帶控制程式與控制層各控制器之通訊方式採用異步 WinSock 通訊及多線程 TCP/IP 監聽的方式進行，用一個主線程進行監聽一個埠，如果有客戶端發出 Socket 連接請求時，主線程將創建子線程跟

它通信，原來線程則繼續其監聽的工作。異步的多線程編程在 TCP 通訊程式中是必要的。在 4.2.1 節中我們介紹了測試程式怎麼實現多線程程式架構及線程的同步等線程管理的技巧，但是這樣的架構有一個固有的缺點。那就是每個線程必須作同步調用，也就是等到其他的功能完成，否則就阻塞。當然，某些情況下，對於那些邏輯上相互依賴的任務來說是足夠的。異步編程允許更加複雜的靈活性。一個線程可以作異步調用，不需要等待其他的東西。你可以使用這些線程作任何的任務，線程負責獲取結果推進運行。這給予了那些需要管理數目巨大的 TCP SOCKET 連接請求而且負擔不起請求等待代價的 TCP 通訊程式更好的可伸縮性。



圖二十一、輸送帶控制程式流程圖

4.2.3 資料庫程式

自動測試系統的資料庫選用的是微軟公司的 SQL SERVER 2005 作為本系統的資料庫支援。在實時控制系統中各站用戶需同時連接到資料庫查詢或寫入資料。SQL Server 2005 為連線環境穩定性提供了全面的保護，具有防止問題發生的安全措施，例如，可以防止多個用戶

試圖同時更新相同的數據。SQL Server 2005 還在多個用戶之間有效地分配可用資源，比如內存、網絡帶寬和磁碟 I/O，提高連線效率，此資料庫系統安裝於 CCS 電腦中，各站主機 Visual Basic.NET 的數據庫編程可利用 ADO.NET 的方式連接資料庫，ADO.NET 的核心對象有 Command、Connection、DataReader 和 DataAdapter。它們是 .NET 中所有數據操作的基礎，ADO.NET 應用程式通常使用 .NET Framework Data Provider for SQL Server 連接到 SQL Server。該資料提供者使用其自身的內部通訊協定使 ADO.NET 對象能夠與 SQL Server 直接進行通信。通常，應用程式使用 SqlConnection 對象建立連接，然後使用 SqlCommand 對象向服務器發送命令，並接收服務器返回的結果。SqlDataAdapter 和 SqlDataReader 類通常與 SqlCommand 一起使用，以便通過託管的代碼應用程式與 SQL Server 進行交互。通過 OleDbConnection 類，ADO.NET 應用程式還可以使用 SQLOLEDB OLE DB 提供程式與 SQL Server 進行交互。此外，它們可以通過 OdbcConnection 類使用 ODBC 訪問 SQL Server，燒機站及最終測試站等站利用這種方式連接資料庫將測試資料上傳，自動分檢站則利用它進行資料庫查詢動作。

產品製造及運送過程的途中因為落塵等環境因素,會造成部份顯

示？遭到污染，在進行最終測試時經常因顯示？上的髒汙造成產品被判別為不良品，處理方式是將影像品質測試不良的產品清潔後進行重測，故資料庫中經常散落多筆重複的測試資料，生成良率報表、系統穩定性分析報表、分檢程式在進行資料庫查詢時，皆需要過濾掉這些不必要之重複性紀錄，本系統在進行查詢動作時會先使用 SQL 語法取得同一產品（DeviceID 欄位）最後一筆資料，再執行查詢統計的動作，其語法如下：

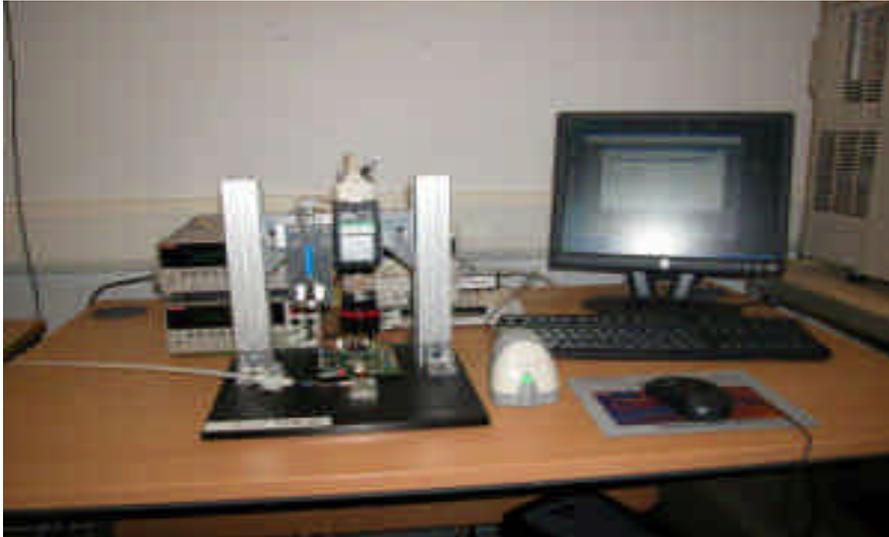
```
Select * from tblFinalTestUSI where [TestDate] (select  
Max([TestDate]) from [tblFinaltestUSI] as a where a.[DeviceID]  
[tblFinalTestUSI].[DeviceID])
```



伍、結論

一、自動測試系統之改善目標

可以從兩方面分析本系統帶來的益處，一方面是測試效率的提升，因導入多線程平行測試架構(軟體平行化處理的部份請參考伍之第二章)，及自動化影像辨識系統，大量提升測試吞吐量達 8 倍，每片待測產品測試時間由原先手動測試機台的 90 秒提升至 45 秒(見表三)，若加上之前手動測試機台因人工誤判造成重測所浪費的時間，吞吐量的提升將更為顯著。另一方面則是測試系統穩定度的提升，手動測試系統因機構設計較為簡單，在進行顯示光學測試時，易受外部光源干擾，自動測試系統改善了機構設計，光學量測時，光譜儀可貼近待測品，並在光譜儀探棒前緣黏著一組遮光罩以隔絕外部光源，我們使用 MSA 統計分析作業軟體 JMP 作為自動測試系統穩定度評估的工具，對資料庫中特定測試資料加以分析，評估量測系統的"重覆性"(Repeatability)及"再現性"(Reproducibility)兩項指標。經觀察光學測量所有相關測試項 GAGE R&R 值皆高於手動測試系統，手動測試系統見圖二十二。



圖二十二、手動測試系統

	電性測試	光學測試	影像測試	總測試時間
手動系統	25 sec	20 sec	45 sec	90sec
自動系統	45 sec		40 sec	45sec

表三、測試時間比較表

利用電腦控制輸送帶將測試載具送至線上各測試站進行測試，加快了測試流程的速度，導入 RFID 標籤使得輸送帶流程控制的動作更加順暢，新的測試系統架構，其自動化程度也大幅提升，實現了系統資料獲取處理、系統各環節狀況檢測控制、系統監控管理、系統網路

化等全方位、全數位化、全開放的自動化目標。提高了測試效率也節省下了許多人力成本，自動影像辨識及自動分檢作業功能避免許多過去因人工分類造成的錯誤，達到生產測試最佳化的目標。

參考文獻

[1]王力加, 淺論 RFID 於輸送帶上的應用「物流與戰略雜誌」第 29 期, pp 115-116.

[2]LeeKB, Schneeman RD.Distributed Measurement and Control Based on the IEEE 1451.Smart Transducer Interface Standards[J].IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement,2000, (3).

[3] 丁鏞、李環安、廖志偉、李俊忠、陳志和,“奶油廠之生產自動化工程,”第十二屆全國自動化科技研討會, 2001.

[4]<http://msdn.microsoft.com>.

[5]<http://www.ni.com/support/imaqsupp.htm>.

[6]Festo KG. “ FESTO Software Tools WinFST” FESTO Co., September 2000.

[7] Actuator Sensor Interface Complete Specification Version 2

[8] Imprint Everything about AS Interface -Rolf Becker