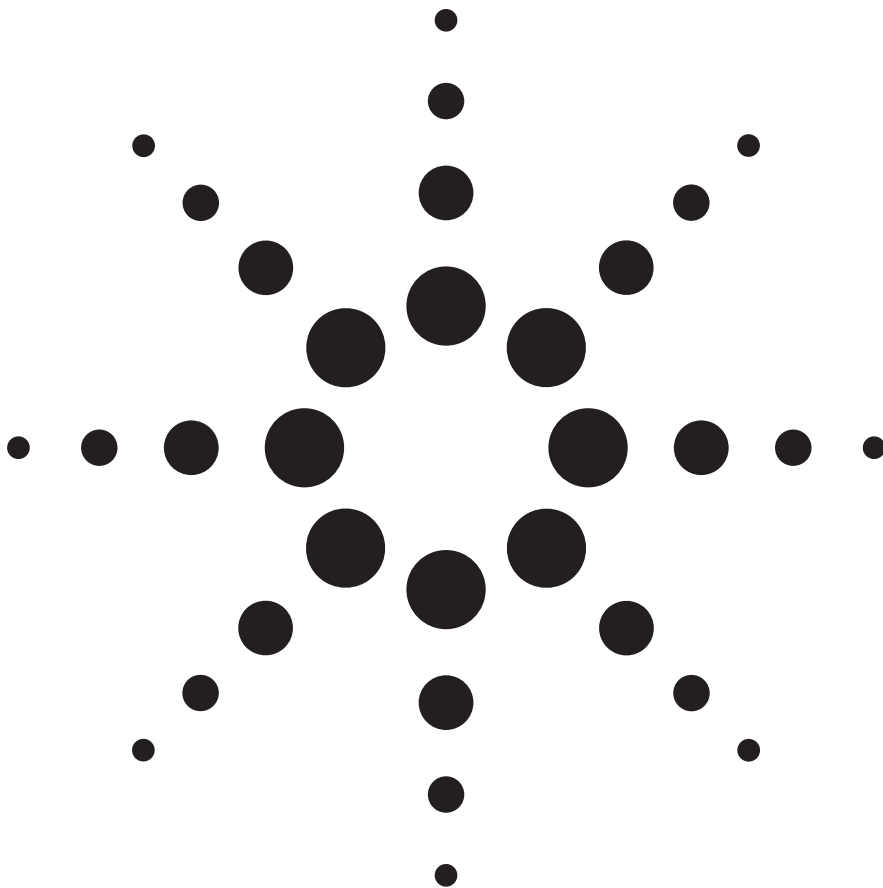


讓安捷倫科技的光電耦合器為您建置安全穩固的工業系統

白皮書



作者：Jeremy Seah Eng Lee、Alexander Jaus、Patrick Sullivan、Chua Teck Bee

安捷倫科技
半導體產品事業部
隔離產品部門



Agilent Technologies

簡介

在工業自動化的公司中，不論發生大小狀況都可能導致其自動化生產系統停擺。甚至可能造成數百萬元與機會成本的浪費，還得花費更多資源與金錢才能讓系統恢復並再次運作。實際上，造成這些停機的部分原因是由一開始的設計考量，像是電磁干擾、高電壓突波或甚至安全標準等方面的問題所導致。

隨著乙太網路¹的成長以及工業環境的轉移，原本針對辦公室配置的硬體轉變為在工廠地面上使用的堅固硬體，如此的變化勢必會產生迫在眉梢的挑戰。再加上乙太網路與 Fieldbus 及裝置層級的整合，接收端所收集之資料的準確度重要性更甚以往。

光電耦合器基於各種用途被廣泛地應用於工業網路系統中，它們可讓電路與各種電壓搭配使用於同一個系統中，同時保持電氣隔離或是電化²隔離。它們還可以用於確保數據傳輸無誤、保持數據完整性並保護互連設備間的高速 Fieldbus 通訊。光電耦合器在工業通訊應用中的用途包含工業用的輸出入系統、感應器與溫度控制系統、電源供應器與穩壓系統、電子馬達的控制與驅動系統、測試儀器與醫療系統。

在本白皮書中，我們將討論在建置安全穩固的工業系統時該考量哪些重要因素。

光電耦合器基本知識

基本的光電耦合器包含發光二極體 (LED)、光電感測器，以及光學透明的電氣絕緣帶或介電質。當電流驅動 LED 時，它會發光，並透過介電質傳送至光電感測器。光電感測器接著會產生與傳送之光量等比例的電流。該電流可用多種電路圖予以控制，執行特定的功能。光電耦合器的主要功能在於避免電路某一端的高電壓或電壓瞬變造成另一端的元件損壞或傳送失真。這可藉由以光學傳遞所要的信號來達成，同時還可維持兩個系統間的電氣隔離。

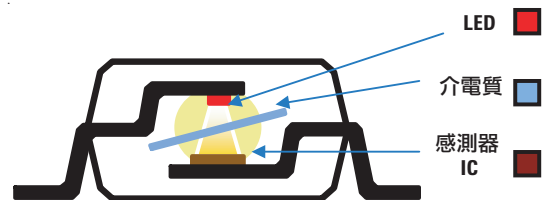


圖 1. 安捷倫光電耦合器的剖面部分

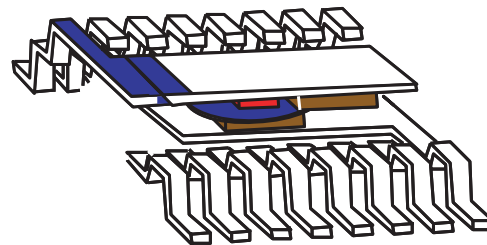


圖 2. 光電耦合器的側面圖

1 乙太網路：由 Xerox Corporation 所開發的技術，可將電腦互連至高速網路。乙太網路被廣泛地用於區域網路，因為它可將為數眾多的電腦連結至網路，不具專有性，而且元件可從許多商業來源取得。

2 電化隔離：是一項設計或材料技術，可透過絕緣物質確保隔離電壓與雜訊。

電路設計人員在設計其應用時通常會遇到下列三種與隔離相關的問題：

- **電壓瞬變**：這些是潛在的**高電流與電壓突波**，可能造成元件損壞並導致觸電，甚至危害人身安全。它們通常是兩個電路或系統間的短暫、密集突波。
- **接地迴路電流**：這些是不同接地電位間互連所出現的不必要之信號，會造成接地迴路破裂。它們通常發生於在各個連接節點有**不同接地點**的通訊網路。這些接地點之間的電位差可能會是交流電 (AC) 或是直流電 (DC)，再加上通訊系統中發現的各種雜訊元件。如果電壓電位過高，可能會導致設備 (例如通訊埠) 損壞、傳輸錯誤或資料信號衰減。長期使用下可能會導致電路板過熱並燒毀，進而損壞元件並造成觸電，某些情況下還可能對生命安全形成危害。
- **高電壓位準改變**：隨著數位 IC 不斷轉變為低操作電壓，對於可將敏感電氣隔離於高電壓電氣之裝置的需求也不斷提高。為了確保可靠的資訊交換，並避免不同接地參考電壓之間出現電流，因此必須進行隔離。舉例來說，在馬達控制應用中，馬達的電子系統包含兩個階段：低電壓控制器與電源模組。在這樣的系統中，保護這兩個階段並將其隔離於轉換暫態與常用模式之電壓波動是很重要的。同時，還必須提供位準改變與信號隔離給**介面控制**和**回饋電路**。

(A) 隔離裝置的安全標準

發佈國際安全標準的目的在於確保安全設備與產品的一致性。這些標準關乎觸電、機械危害、火災與電磁干擾等的大眾安全。系統與元件方面有許多的隔離安全標準，它們不只會因地區而異，還會隨著各種設備的應用而有所不同。在工業市場方面，系統層級的安全標準有：IEC 604³ (國際電工委員會)，其為全球或國際性的標準、UL508⁴ (美國安全檢測實驗室) 適用於美國、而 EN 50178⁵ (歐盟) 則適用於歐洲。至於光電耦合器的元件部分，其安全標準有：適用於國際的 IEC 60747-5-2、適用於美國的 UL 1577，以及適用於歐洲的 EN 60747-5-2。

目前確定的是，在未來光電耦合器的標準及其維護方面，將會由「國際電工委員會」(IEC) 取得領導地位，並變得更加普遍。針對 IEC60747-5-2 核准，光電耦合器的元件進行過許多嚴格的驗證測試，包含環境、機械、隔離與電子測試。元件的通過標準則是「**局部放電**」(PD) 測試，其嚴峻的上限為 5pC。

絕緣的定義是，在元件損壞之前能夠隔絕電流的材料屬性。因此，絕緣是一項重要的產品安全設計因素。產品安全的設計基本原則是將帶有觸電危險的電路絕緣於其他電路，或是使用者可能會接觸到之設備或連接至其他設備的部分零件。除了在正常使用下，電路還必須能在故障的情況下保持其**安全性**。有著明顯安全區別的兩大絕緣等級包含「**基本絕緣**⁶」與「**加強絕緣**⁷」。

³ **IEC 604**：國際工業標準，用於設備與機器。(網頁連結：<http://www.iec.ch>)

⁴ **UL 508**：美國工業標準，用於機器。(網頁連結：<http://www.ul.com/>)

⁵ **EN 50178**：歐洲標準，用於工業設備。(網頁連結：<http://www.newapproach.org/>)

⁶ **基本隔離**：用於使用中零件的絕緣，可提供基本的保護，使其免於**觸電**。(http://www.601help.com/Disclaimer/glossary.html)

⁷ **強化絕緣**：用於使用中零件的單一絕緣系統，可提供某種程度的保護，使其免於**觸電**，等同於 IEC 60601-1 中所指明的**雙重絕緣** 狀況。(http://www.601help.com/Disclaimer/glossary.html)

• **基本絕緣**

自 2004 年 1 月起，在光電耦合器方面的德國安全標準認證 VDE 0884 被 IEC/EN/DIN EN 60747-5-2⁸ 所取代，它是直接應用於光學隔離裝置的安全標準。雖然此項標準僅適用於光學隔離器，但使用其他隔離技術的裝置 (例如磁隔離器或電容隔離物質) 也令人驚訝地 (也許是錯誤應用) 獲得了此項光電耦合器安全標準的認證。不過，對它們的認可僅止於「基本絕緣」，而這絕緣等級是無法提供「故障保護作業」的。

這表示，通過 IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 認證並核准為「基本絕緣」的裝置只能提供對觸電的基本保護。它們無法被視為具有「故障保護⁹」，因此這些裝置不應該被使用者所使用。我們其中一家競爭者提供了採用空心變壓器的隔離，以下為從其資料表下方註腳處之絕緣特性所引述的部分：「此隔離器僅適用於基本的電氣隔離...」。由於此技術並不是 IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 標準所適用的光學絕緣技術，因此它們只能通過驗證主體部分「基本電氣隔離」的驗證與核准。如前所述，定義中的基本絕緣可能在單一的故障狀況下變成故障或短路。

• **強化絕緣**

其所需的這個絕緣等級在故障狀況下與元件的故障模式有高度的相依性。「強化絕緣」僅核准具有「故障保護」的元件。這表示「強化絕緣」不只能提供對觸電的保護，更是一項故障保護設計，可允許使用者的使用。

安捷倫科技在製造光電耦合器方面已有超過 30 年的歷史，並擁有範圍最廣的產品線，從光感電晶體到業界速度最快 (50MBd) 的光電耦合器都有。我們是領先的供應商之一，具有的最高隔離工作電壓為 1414V_{peak}。安捷倫科技所有的光電耦合器都通過元件等級之安全標準的核准與認可，包含 UL1577 (美國安全檢測實驗室)、CSA (加拿大標準協會) 以及 IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 (國際電工委員會、歐盟、德國國家標準)。UL 與 CSA 的評比都是根據介電質在一分鐘內暫時所能承受的電壓量，而 IEC/EN/DIN EN 評比則是根據長期的工作電壓與高電壓暫態。

如圖 3 中的資料表所指出，安捷倫科技所有的光電耦合器產品都提供了「故障保護」等級的高電壓隔離。

IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 相關絕緣特性 (Option 060)

說明	符號	HCPL-772X Option 060	HCPL-072X Option 060	單位
安裝分類，依 DIN VDE 0110/1.89 表 1		I-IV	I-IV	
主額定電壓 < 150 V rms		I-IV	I-IV	
主額定電壓 < 300 V rms		I-III	I-III	
主額定電壓 < 450 V rms				
氣候分類		55/85/21	55/85/21	
污染程度 (DIN VDE 0110/1.89)		2	2	
最高工作絕緣電壓	V _{IORM}	630	560	V _{peak}
輸入至輸入測試電壓，方法 b† V _{IORM} × 1.875 = V _{PR} ， 100% 產能測試 t _{in} = 1 秒，局部放電 < 5 pC	V _{PR}	1181	1050	V _{peak}
輸入至輸入測試電壓，方法 a† V _{IORM} × 1.5 = V _{PR} ，類型與樣本測試， t _{in} = 60 秒，局部放電 < 5 pC	V _{PR}	945	840	V _{peak}
允許的最高電壓† (高電壓暫態，t _{in} = 10 秒)	V _{IOTM}	6000	4000	V _{peak}
安全極限值 (發生故障時允許的最高值，另請參閱 圖 11 的熱衰減曲線)。				
機箱溫度	T _S	175	150	°C
輸入電流	I _{S,INPUT}	230	150	mA
輸出電力	P _{S,OUTPUT}	600	600	mW
絕緣電阻在 T _S , V _{IO} = 500 V	R _{IO}	> 10 ⁹	> 10 ⁹	Ω

†如需詳細說明，請參閱「Isolation and Control Component Designer's Catalog (隔離與控制元件設計型錄)」中「Product Safety Regulations (產品安全法規) 區段 IEC/EN/DIN EN 60747-5-2」下面的光電耦合器一節前段。
注意：這些光電耦合器只有在安全極限資料的範圍之內才適用於「安全電氣隔離」。安全資料的維護應透過保護性電路予以驗證。
注意：表面黏著類型為 Class A，符合 CECC 00802。

圖 3. 擷取自安捷倫科技光電耦合器 HCPL-0720 的資料表 (第 6 頁)

8 IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 : (網頁連結：<http://www.cenelec.org/>)

9 故障保護：一種系統中斷的模式，會在發生故障或是在系統中偵測到故障時自動將系統的處理器與元件保留在安全的狀態中。
(<http://homepage.mac.com/antallan/gistf.html>)

(B) 高電壓絕緣的可靠度

光電耦合器常用於高電壓環境中。雖然有許多安全標準法規可提供業界關於高電壓應用的指南，但絕緣體的問題在於，由於我們對衰減與故障機制在電子及熱壓力下的了解微乎其微，因而無法確定其可靠度。

最近有許多評估測試，針對其隔離物質一端可成功絕緣另一端之高電壓的隔離裝置，試著判斷其持續時間。此項測試的目的在於評估裝置在高電壓效能與絕緣完整性方面的可靠度。所進行的高電壓壽命測試是一項具有破壞性的測試，持續將高達 2.5KV 的高電壓用在競爭者的 (A) 裝置上，而在安捷倫科技的光電耦合器上則用了 3.75KV 的電壓 (根據安捷倫科技資料表中的規格)。然後以小時為間距監控隔離器的壽命，直到隔離物質損毀或直到測試隔離器完全毀壞為止。

競爭者 (A) 磁隔離器有很多零件是隨機選出來進行測試的。如下表所示，測試的結果證明測試的隔離器在 8.5 小時至 10.5 小時之間會完全毀壞。另一方面，安捷倫科技的光電耦合器在 3.75KV 的高電壓之下則至少可以持續使用 168 小時。表 1 說明競爭者 (A) 以及安捷倫科技產品的測試摘要，這可以證明安捷倫科技的光電耦合器系列在可靠度測試過程中備受肯定的表現。

表 1. 高電壓壽命測試結果

	高電壓	
	2.5KV	3.75KV
	磁隔離器	光電耦合器
競爭者的 3 通道 (A) 器件	於 8.5 小時失敗	
競爭者的 4 通道 (A) 器件	於 10.5 小時失敗	
安捷倫數位高速 CMOS 零件 (25MBd)		於 168 小時後仍持續運作
安捷倫數位高速 CMOS 零件 (50MBd)		於 168 小時後仍持續運作

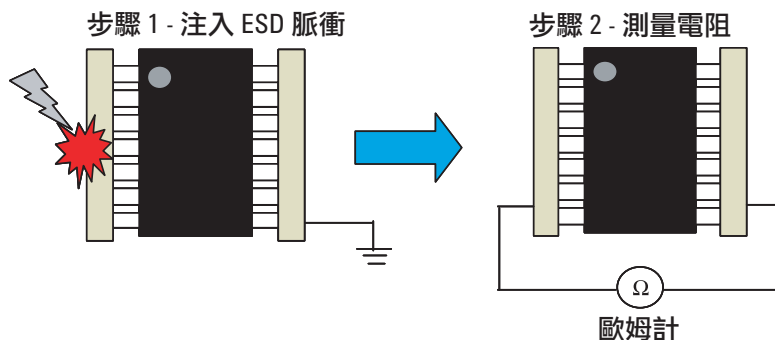


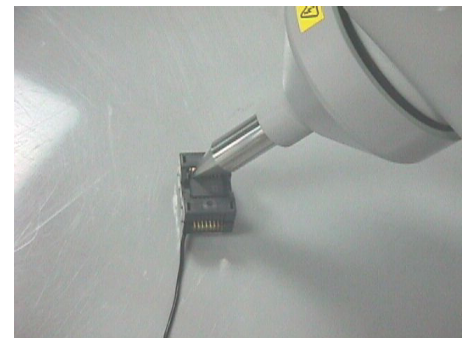
圖 4. ESD 測試

(C) 靜電放電

造成高速邏輯電路中元件故障的主要原因之一就是「靜電放電」(ESD)。ESD 可能發生於許多狀況之下，不正確的處理裝置或電路板，或是閃電或其他現象造成裝置介面出現高電壓突波都有可能。當設備遭到 ESD 毀損時，受到影響的設備可能會停止運作、出現參數衰減或失敗率提高。此時，唯一的修復方法只有更換受損的元件。

光電耦合器在避免 ESD 問題方面有著優異的表現，尤其是在高電力需求環境中將兩個系統連結再一起時。光電耦合器可進行接地隔離，讓系統能夠維持本身的電中性，即時它們是在充滿電子雜訊的環境中亦然。包含像是馬達控制、開關式電源供應器、工業網路與醫療應用等方面。

最近也進行了許多 ESD 測試，評估並衡量光學以及磁技術的效能。此項測試評估以這兩種不同技術所製造之介電質材料在受到 ESD 脈衝後的影響。在使用測試需求 IEC-6100-4-2 標準之下，對象為隨機選取的 5 組競爭者 (A) 零件樣本，將 ESD 脈衝注入其輸入端，同時將輸入與輸出端個別的所有針腳短路，如圖 4 步驟 1 所示。然後測量輸入與輸入端的電阻 (圖 4，步驟 2)，其結果以表格的方式呈現於表 2。



• 測試結果

如先前所提到，測試的進行是將 ESD 脈衝注入五組競爭者 (A) 裝置的輸入端，接著將 ESD 電壓位準從 5.5KV 以每步驟 0.5KV 予以提高，直到隔離器故障或損壞為止。這表示，在測量輸入與輸出端之間的電阻時，記錄的讀數接近零 ohms，也就是說測試的隔離器已短路。接著，再使用同樣的方法測試三組安捷倫科技的光電耦合器，其結果顯示，安捷倫科技的光電耦合器沒有任何介電質故障，即使 ESD 電壓位準高達 11KV 也一樣。但是，ESD 電壓位準在接近 11.5KV 時發生外部電弧放電的現象，因此無法進一步測試。

如果我們檢視表 2，可以發現在五組競爭者 (A) 零件當中，其中三組的介電質故障會發生於接近 10KV 時，而另外兩組甚至失敗於 ESD 電壓位準分別在更低的 6.5KV 與 8.0KV 時。這表示，競爭者 (A) 比安捷倫科技的光電耦合器更容易出現 ESD 壓力。此項測試更指出，光電耦合器的絕緣功能在測試過程中並未受到 ESD 壓力的干擾。

為了調查測試零件故障的原因，都已將隔離器的封裝拆開。可以發現，變壓 IC 與驅動 IC 上出現了燒痕 (請參閱圖 5)。其說明了 ESD 對磁隔離器的影響，造成了「穿通」效應，並導致測試隔離器損壞。

表 2.

競爭者 (A) - 磁隔離器			
裝置	競爭者 (A) KV	電阻 (Gnd 至 Gnd) Kohm	註解
1	6.5	4.7	
2	10.0	9.3	
3	10.0	191.2	短路
4	8.0	11.1	
5	10.5	13.9	

安捷倫 HCPL-314J 光電耦合器			
S/N	HCPL-314J KV	電阻 (Gnd 至 Gnd) Kohm	註解
1	11.5	-	
2	11.5	-	發生外部電弧放電
3	11.5	-	

驅動 IC - 燒毀



變壓 IC - 燒毀

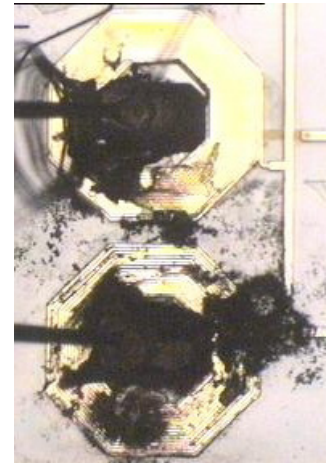


圖 5. 競爭者 A 零件上出現燒痕

(D) 電磁干擾 (EMI)

「**電磁干擾**」(EMI) 可定義為一種電磁性的干擾，它會阻擾、衰減或以其他方式干擾允許的電子射線，進而限制電子與電氣設備的有效效能。它發生的可能原因有：在某些型態的電子戰中被蓄意引發，或因為假性射線與回應而不小心引發、互相調制產品、大氣擾動(包含閃電)以及大氣層以外的來源(例如太陽黑子)。無線電干擾(RFI)是一種特別的EMI類型，其無線電的傳送(通常為窄頻)會導致設備操作出現意外問題。無線電干擾可能導因於各式各樣的來源，像是行動電話或電源線、變壓器、醫療設備、機電開關器，以及其他在工業環境中特別常見的發射器等。

EMI 有兩種形式，「**輻射性 EMI**」與「**傳導性 EMI**」。「**輻射性 EMI**」是一種透過空氣從來源傳送到接收源的干擾，而「**傳導性 EMI**」則是透過傳導性的路徑傳送。兩者都可能會傳送不需要的電子訊號，傳導授權的訊號，進而藉由更換掉正常的作業參數，干擾設備或裝置的正常運作。這樣的失敗通常歸類為「**電磁干擾**」或「**EMI 故障**」。

要解決 EMI 問題是一項重大的挑戰。當懷疑有電磁干擾的情形時，解決這個問題的第一步就是判斷受影響裝置的能源轉移機制：輻射、傳導或感應。可以藉由限制感應能源的數量加以改善，方法則是移除問題的根本原因(實際分開)，或保護故障的裝置，例如在電信部分加入屏蔽。但這個程序也會有**相關成本**。要避免可能的 EMI 問題發生的最好方法，就是**選擇較不敏感或免疫的裝置**、將配置進行最佳化以降低伴隨而來的效應，以及正確的屏蔽。

市面上各種隔離器與耦合器都含有集成式的 CMOS 或雙極 IC。耦合器部分則是導致目前各種技術歧異的因素，它分為光學的耦合隔離器(光電耦合器)、磁性的耦合隔離器(磁耦合器)，以及電容的耦合隔離器(電容耦合器)。它們每一種在強力電磁場的行為都不同。耦合器 LED/光電二極體的組合因為使用光學耦合路徑，確定可免疫於電磁干擾，而磁隔離器則由於其微架構與磁耦合因而在 EMI 方面有所限制。磁耦合器的故障可能發生於電場(0 Hz)的 DC 位準，也可能發生於不同電場強度位準的各種頻率。

設計人員的考量關鍵因素在於避免未來可能發生在其應用或設備中的 EMI 問題，特別是用於工業環境以及與馬達控制過度接近的設備。**光電耦合器**是用來解決問題的首選，因為它們可以提供優異的 EMI 效能，與目前市面上所有其他的隔離器相較之下，還能承受更高的電磁場。

摘要與結論

設備與元件的安全在優秀工業系統的設計上有著關鍵的角色，尤其在使用高電壓(DC 48V、AC 110 以上)時更是主要考量之一。而這些類型的系統通常有著馬達起動器、伺服驅動器、可編程邏輯控制器、電源轉換器，因此，為人員提供安全的工作環境在系統設計方面便扮演著舉足輕重的角色。此外，系統關鍵應用在元件損壞處更應具有**故障保護**功能，因為其可能會導致機器故障，造成如同簡介中所述的企業成本浪費。

安捷倫科技的光電耦合器在業界已有 30 多年的歷史，被廣泛應用於各種工業市場之中，公認可提供可靠、穩固的零件，以滿足這些應用需求。在設計安全穩固的工業系統方面，我們討論過四個因素，如下列：

- 適用於隔離元件的各種安全標準，特別要注意的是，安捷倫科技的光電耦合器具有能提供故障保護作業的「強化絕緣」。
- 高電壓絕緣的可靠度，其可降低元件因為系統發生高電壓突波因而損壞的機率。注意，安捷倫科技的光電耦合器能夠在 3.75KV 的高電壓下持續使用長達 168 小時，而不會出現故障。
- 靜電放電 (ESD)，可能導致系統降級或故障。請注意，即使是在 11KV 的 ESD 電壓位準，安捷倫科技的光電耦合器也不會出現介電質損壞的故障。
- 電磁干擾 (EMI) 也是另一項導致工業系統故障的重要因素。同樣地，安捷倫科技的光電耦合器證實能夠提供優異的效能，且幾乎免疫於 EMI。

設計人員在一開始選擇隔離產品時的首要考量不外乎有大小、低耗電與低成本，但千萬不能忘記，隔離的基本需求其實是隔離掉不要的信號，同時絕緣高電壓。因此，以上強調的這四項重要因素可以成為您在設計安全且可靠的工業系統時，進行選擇的關鍵條件。

參考資料

[1] Agilent Regulatory Guide for Isolation Circuits

出版編號：5989-0342EN

網頁連結：<http://www.agilent.com/view/optocouplers>

第 61 頁至第 69 頁

[2] Agilent High Speed CMOS digital optocoupler datasheet

出版編號：5989-0790EN

網頁連結：<http://www.agilent.com/view/optocouplers>

第 6 頁的 IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 相關絕緣特性 (Option 060)

[3] ESD Considerations in High Speed Circuits

Integrated Device Technology, Inc.

Application Notes AN-123

網頁連結：http://www1.idt.com/pcms/tempDocs/AN_123.pdf

[4] Isolation and Safety Standards for Electronic Instruments

National Instrument Developer Zone

網頁連結：<http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/6D1C1BE6590C0D4A86256C1A0078763C?opendocument>

[5] IEC/UL 60950-1 Application Guideline 3.1.9-1

CENELEC 發表了一項 EN50116 標準，定義常用的電子安全測試與套用程序，可在驗證並宣告符合 EN60950 之 IT 設備的製造過程中間或之後進行。

網頁連結：<http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/6D1C1BE6590C0D4A86256C1A0078763C?opendocument>

www.agilent.com/ semiconductors

如需產品詳細資訊以及代理商的完整清單，請造訪我們的網站。

如需技術協助，請電：

美國/加拿大：+1 (800) 235-0312

或 (408) 654-8675

歐洲：+49 (0) 6441 92460

中國：10800 650 0017

香港：(+65) 6756 2394

印度、澳洲、紐西蘭：(+65) 6755 1939

日本：(+81 3) 3335-8152 (國內/國際)，

或 0120-61-1280 (僅限國內)

韓國：(+65) 6755 1989

新加坡、馬來西亞、越南、泰國、

菲律賓、印尼：(+65) 6755 2044

台灣：(+65) 6755 1843

資料可能隨時變更，恕不另行通知。

Copyright © 2005 Agilent Technologies, Inc.

2005 年 11 月 22 日

5989-1774ZH



Agilent Technologies

SUNSTAR 商斯达实业集团是集研发、生产、工程、销售、代理经销、技术咨询、信息服务等为一体的高科技企业，是专业高科技电子产品生产厂家，是具有 10 多年历史的专业电子元器件供应商，是中国最早和最大的仓储式连锁规模经营大型综合电子零部件代理分销商之一，是一家专业代理和分销世界各大品牌 IC 芯片和电子元器件的连锁经营综合性国际公司，专业经营进口、国产名厂名牌电子元件，型号、种类齐全。在香港、北京、深圳、上海、西安、成都等全国主要电子市场设有直属分公司和产品展示展销窗口门市部专卖店及代理分销商，已在全国范围内建成强大统一的供货和代理分销网络。我们专业代理经销、开发生产电子元器件、集成电路、传感器、微波光电元器件、工控机/DOC/DOM 电子盘、专用电路、单片机开发、MCU/DSP/ARM/FPGA 软件硬件、二极管、三极管、模块等，是您可靠的一站式现货配套供应商、方案提供商、部件功能模块开发配套商。商斯达实业公司拥有庞大的资料库，有数位毕业于著名高校——有中国电子工业摇篮之称的西安电子科技大学（西军电）并长期从事国防尖端科技研究的高级工程师为您精挑细选、量身订做各种高科技电子元器件，并解决各种技术问题。

微波光电部专业代理经销高频、微波、光纤、光电元器件、组件、部件、模块、整机；电磁兼容元器件、材料、设备；微波 CAD、EDA 软件、开发测试仿真工具；微波、光纤仪器仪表。欢迎国外高科技微波、光纤厂商将优秀产品介绍到中国、共同开拓市场。长期大量现货专业批发高频、微波、卫星、光纤、电视、CATV 器件：晶振、VCO、连接器、PIN 开关、变容二极管、开关二极管、低噪晶体管、功率电阻及电容、放大器、功率管、MMIC、混频器、耦合器、功分器、振荡器、合成器、衰减器、滤波器、隔离器、环行器、移相器、调制解调器；光电子器件和组件：红外发射管、红外接收管、光电开关、光敏管、发光二极管和发光二极管组件、半导体激光二极管和激光器组件、光电探测器和光接收组件、光发射接收模块、光纤激光器和光放大器、光调制器、光开关、DWDM 用光发射和接收器件、用户接入系统光收发器件与模块、光纤连接器、光纤跳线/尾纤、光衰减器、光纤适配器、光隔离器、光耦合器、光环行器、光复用器/转换器；无线收发芯片和模组、蓝牙芯片和模组。

更多产品请看本公司产品专用销售网站：

商斯达微波光电产品网：[HTTP://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/)

商斯达中国传感器科技信息网：<http://www.sensor-ic.com/>

商斯达工控安防网：<http://www.pc-ps.net/>

商斯达电子元器件网：<http://www.sunstare.com/>

商斯达消费电子产品网：<http://www.icasic.com/>

商斯达实业科技产品网：<http://www.sunstars.cn/> 射频微波光电元器件销售热线：

地址：深圳市福田区福华路福庆街鸿图大厦 1602 室

电话：0755-83396822 83397033 83398585 82884100

传真：0755-83376182 (0) 13823648918 MSN: SUNS8888@hotmail.com

邮编：518033 E-mail:szss20@163.com QQ: 195847376

深圳赛格展销部：深圳华强北路赛格电子市场 2583 号 电话：0755-83665529 25059422

技术支持：0755-83394033 13501568376

欢迎索取免费详细资料、设计指南和光盘；产品凡多，未能尽录，欢迎来电查询。

北京分公司：北京海淀区知春路 132 号中发电子大厦 3097 号

TEL: 010-81159046 82615020 13501189838 FAX: 010-62543996

上海分公司：上海市北京东路 668 号上海赛格电子市场 D125 号

TEL: 021-28311762 56703037 13701955389 FAX: 021-56703037

西安分公司：西安高新开发区 20 所(中国电子科技集团导航技术研究所)

西安劳动南路 88 号电子商城二楼 D23 号

TEL: 029-81022619 13072977981 FAX:029-88789382