

## HDMI 測試詳解

高解析多媒體影音介面(High Definition Multimedia Interface；HDMI)已快速成爲全球消費性電子產品的數位介面標準並逐漸成爲了家電產品的標準傳輸介面，無論是液晶電視、電漿電視、背投影電視、DVD 播放機、或者次世代 DVD 播放機，隨處都可見 HDMI 的影子。HDMI 可以同時傳送音頻和影音信號的特性與支援 1080p 高畫質的優勢已是衆所皆知，隨者其版本的不斷更新，不但對 HDMI 裝置和間的互連以及 CEC( Consumer Electronics Control)更深入的規範，傳輸速度更最快可以到 10.2Gbps 以及可以支援更大的頻寬以及最高到 48bit 的「Deep Color」。

### HDMI 版本比較

HDMI Revision	1.0	1.1	1.2/1.2a	1.3/1.3a
Max signal bandwidth (MHz)	165			340
Max TMDS (Gbit/s)	4.95			10.2
Max video (Gbit/s)	3.96			8.16
Max audio (Mbit/s)	36.86			
Max Resolutions over Type A HDMI at 24bits	1080p60			2560x1600p60
RGB	Yes			
YCbCr	Yes			
xvYCC	no			yes
Deep Color	no			yes
Max Color Depth (bits)	24			48
Consumer Electronic Control (CEC)	Yes			
Updated list of CEC commands	No			No Yes
Auto lip-sync	No			Yes
8channel/192 kHz/24-bit audio capability	Yes			
DVD-A support	No	Yes		
SACD (DSD) support	No		Yes	
Dolby TrueHD and DTS-HD Master Audio bitstream	No			Yes
support EDID、 DDC2, HDCP	Yes			
Blu-ray/HD DVD video and audio at full resolution	Yes			

### 相容認證測試概念

HDMI Licensing, LLC 爲了確保 HDMI 產品品質的一致性與連結性，在訂定技術規格的同時也詳細的規範了測試策略和準則。測試的項目分爲四類，分別是:接收端(Sink-TV、Monitor、Projector)，發送端(Source-DVD Player、Set Top Box、Game Console、Graphics Card、Notebook)、複送器(Repeater-AV Center、HDMI Switcher)以及 Cable。所需通過的測試項目包含了 EDID/E-DDC Test、Electrical Test、Protocol Test、Video Test、Audio Test、Interoperability with DVI Test 以及 Advanced Features

Test。通過前述測試項目的驗證才能確保產品在音視訊、電器規範、通訊協定…等的設計皆符合了標準規範，可與市面上的其他 HDMI 產品相容。目前最新測試版本為 1.3c。

### **1. EDID/E-DDC Test**

測試 HDMI Source 端的待測物(DUT)是否備有 VESA 增強型擴充顯示識別資料(E-EDID)結構並可被 HDMI 的增強型顯示資料通道(E-DDC)讀取，並驗證 EDID 結構是否與 VESA 及 CEA-861B 標準相容。而針對 Sink 端則需驗證 DUT 是否包含可透過 DDC 讀取有效的 EDID。

### **2. Electrical Test**

測試 HDMI Source 及 Sink 端的待測物(DUT)是否有遵守 HDMI 第四章電氣特性的規範，如 Jitter tolerance, Eye diagram, Differential impedance, DDC capacitance 及 +5V 及 CEC 電壓的測試。

### **3. Protocol Test**

測試 Source 端的待測物(DUT)資訊在流通於 Control Periods、Data Island Periods 與 Video Periods 時，是否包含有效的編碼序列。而針對 Sink 端則須確保待測物(DUT)能在最短的 Control Periods 與資料同步串流，且 DUT 可接收所有指定的封包類型。

### **4. Video/Audio Test**

測試 Source 端的待測物(DUT)是否支援 YCbCr 4:2:2 與 4:4:4 位元編碼，以及是否強制支援 RGB 4:4:4 位元編碼。CEA-861B 定義的視訊格式中所有位元數目、行數與位元時脈頻率都必須符合標準的規格，並以相容性測試加以驗證。接著需先確立待測物是否支援音訊並驗證音訊封包中的欄位是否符合 HDMI 規格。

### **5. Interoperability with DVI Test**

確保 Source 端的待測物(DUT)與 DVI 的互通性。待測物(DUT)不可傳送任何 HDMI 指定資料(如 Video Guard Band 或 Data Island)至 EDID 內不含 HDMI VSDB 的 Sink 端。

DVI 互通測試能夠確保 Sink 端待測物可接收無 HDMI 特定資料的 DVI 訊號，且能正常顯示視訊。

### **6. Advanced Features Test**

測試 Source 端的待測物(DUT)是否可以正確輸出 Deep Color、xvYCC color space, High Bitrate Audio 及 One Bitrate Audio 的訊號，而 Sink 端的待測物(DUT)則是測試是否可以正確接收 Deep Color 及 xvYCC color space 的訊號。

### **認證申請方式**

HDMI 測試認證規範中規定，三個類型中(Sink, Source, Repeater)每類的第一次送測產品，則屬於 First Model，都須通過 ATC(Authorized Test Center)的測試才能獲得使用 HDMI 徽標的權利，而後續機種(Subsequent Model)則可在自我測試(Self-test)後，再將測試結果送交 HDMI Licensing, LLC 審核即可。目前 HDMI 的 ATC 共有

七家，各位在中國、法國、印度、日本和美國。但由於需測試的產品類型眾多，在測試的排程上往往會耗費漫長的等待時間。因此我們建議廠商可以在送交 First Model 至 ATC 之前，先進行 pre-test 檢視產品的設計，以避免重新測試的高昂費用，才不會讓產品的出貨時程在送測的過程而延誤。

HDMI 的測試需要完整的環境才能執行，同時對於測試步驟與測試結果提交也須有一定程度的熟析與了解。百佳泰便備有包括 Digital Storage Oscilloscope、Digital Sampling Oscilloscope、Arbitrary Waveform Generator、Signal Generator、Data Timing Generator、LCR Meter、Protocol/Video/Audio Analyzer、DC Voltage Current Source/Monitor 等完整的測試環境，不但可以提供跟 ATC 相同的測試服務，還可提供相關的技術諮詢、預先測試(pre-test)，以及測試提交協助，幫助廠商以最有效率的方式取得 HDMI 認證。

HDMI 相容規範中並且訂定了一些須注意的項目：(1)如果所有條件皆符合 CDF(Capability Declaration Form)中“Declaration for Family Model”所訂定，則可視為 Family Model，不需再 re-test；(2)所有的要申請測試的 Device，其 Connectors 皆須是通過測試的並且在 Approved Connector List 可被查詢的到。(3)在 CTSv1.3 版本中規定，如果產品有支援 HDCP 的功能，則須通過 HDCP 的相容測試。

上述所提的 HDCP 全名是 High-Bandwidth Digital Content Protection；高頻寬數位內容保護，是由 Intel 子公司 Digital Content Protection 開發的一項保護數位娛樂內容的技術，用以確保數位化的影像與聲音資料在通過傳輸介面傳送時不會遭到非法拷貝。HDCP 的保護機制包括了三個元素：(1)HDCP 發送器(Transmitter/Source)立即認證下游對接收器的連結。認證協定會確保 HDCP 發送器發出的訊號是 HDCP 接收器所授權接受的。(2) DCP LLC 會撤銷授權無效之 HDCP 接收器的授權。(3) 在有 HDCP 保護的訊號下發送與接收的同時，不斷的對視訊內容進行額外的驗證。

此外，欲應用 HDCP 技術於產品上的廠商，皆須先成爲 DCP LLC 的會員(會費美金 15,000)並取得授權，授權等級依產品的開發程度有不同分類，而僅有取得全部授權的廠商能取得唯一的密鑰集(稱作 KSV)以開發或販售產品，此授權密碼並會記錄於 DCP LLC，一但授權廠商會員過期，則其 KSV 會在 DCP LLC 的資料庫標示爲撤銷密鑰。

由 DCP LLC 所訂定的 HDCP 相容性測試(HDCP Compliance Test)爲採用 HDCP 規格的業者提供了一個有效的管道，以確保他們所開發的產品能與市面上其他 HDCP 產品相容。除了原有在 HDMI 規格下制定的相容規範，隨著 VESA DisplayPort 相容認證測試的推出在今年也增加了 DisplayPort 的 HDCP 測試。目前

授權的測試中心(Authorized Testing Center; ATC)包括 DCP, LLC HDCP Lab、Allion Test Labs(百佳泰), Matsushita Electric Industrial Co., Ltd, NXP Semiconductors, Silicon Image 和 Sony, 而其中僅有 Allion Test Labs 同時可執行 HDMI HDCP 與 DisplayPort HDCP 的相容認證測試。

HDCP 依不同的裝置類別而訂定不同的測試程序。裝置上所有 HDCP 輸入端與輸出端都必須進行相容性的測試。而在每項裝置類別中，針對各種待測物(DUT)必須執行不同的層級測試。針對發送器(Source)與接收裝置(Sink)需測試其對 KSV 值交換驗證與建立溝通橋樑的同步性。複送器(Repeater)測試則包括發送裝置與接收裝置中的所有測試，以及檢核其統整下游複數接收裝置(Repeater 或 Receiver)之認證協定能力。

### **HDMI 的選擇測試項目－CEC 相容測試**

CEC 全名為 Consumer Electronics Control，在 HDMI1.0 版本時被制定，直到 1.2a 版本時才完全的被確認及提出測試的規範。其基本的原理和技術來自於歐洲的 SCART，HDMI 採用並且予以增強其功能，CEC 為單線雙向傳輸，使用的是 DDC 的通道，是用來做為影音器材彼此控制和偵測的一種技術，旨在減少遙控器的數量和使用者按下按鈕的次數，在其 HDMI 從上而下連接的網路架構下，CEC 可以允許裝置透過直接連接或非直接連接的方式來溝通，顯示裝置原則上會被認為 Root，而 Switches 就像是 Branches，而其他的播放裝置則會是 Leaf 節點。

規格書當中描述的 CEC 特色規類為幾種。第一是 One Touch Play，允許只要按下一鍵就可以使裝置被播放和成為 Active Source。而 System Standby 的功能則讓使用者只要按下一鍵，就可以隨意切換每一個或全部的裝置進入 Standby 模式，One Touch Record 讓消費者只要按下一鍵就可以看到什麼就錄什麼，Timer Programming 允許消費者可以透過 EPG 或去其他方式去 Program 設備的 Timer 來設定錄影機的預錄功能，Deck Control 利用裝置去控制另一台裝置的功能例如播放或是快轉，在這裡 Deck 是指受控制的裝置，例如 DVD Player，Device Menu Control 利用顯示設備上的 user Interface 去控制另一台裝置，Remote Control Pass Through 將遙控器的控制命令透過 HDMI 連接界面傳到另外一台裝置去直接控制，System Audio Control 利用電視遙控器去控制你的 AV 擴大機的音量調整或是一些其他的基本切換的功能。

雖然 HDMI 的測試規範中訂定了 CEC 的相容性測試，但此項目並不是強制的測試項目，也並未有認證的 Logo。CEC 的相容性測試項目也分為三類：Sink, Source 以及 Repeater，所需通過的測試項目包含了：Electrical Test, Protocol Test 和 Feature Test。

## 常見的測試問題

在 Sink EDID 的 DTD 內有被定義的 video timings，請記得把它們也寫在 SVD 內，而差動阻抗方面，大都是由 ESD 元件所以引起，所以在採用 ESD 元件，必須先了解它的規格才能避免影響 TMD5 線路上差動阻抗過大而導致無法控制在所以規定的標準內。而 Source 的 Eye Diagram 的則是必需避免把 Transmitter IC 到 HDMI 接頭的線路長度拉的太長，而導致訊號衰減過大，而無法通過測試。

目前在 Source 的 PC 產品比較不容易通過 HDCP 的測試，因為在 PC 產品上，常因作業系統、播放軟體、顯示晶片三者間複雜的相容性問題，導致 DUT 不容易通過 HDCP compliance test。在 HDCP 上建議 OEM 廠商可向晶片廠商詢問適合的播放軟體，以順利通過 HDCP compliance test。

HDMI 在相容性的配套上並沒有詳細的規範，導致在市場上採用 HDMI 的產品在相容性上有著品質不一的情形，不同的產品組合和介面間的切換，更提高了不相容情況所發生的機率。

通過了 HDMI 的認證測試並不能確保產品的相容性，要提升產品相容性的方法唯有透過完整的 Matrix 環境組合。其中要須考慮的因素除了測試環境裝置的種類、地區別、以及品牌，在測試的同時，還要能模擬消費者的使用習慣，並且分別針對不同的產品特性，驗證其應有的品質功能和解決問題的能力。

## HDMI 曾經發生過的相容性問題



由左至右:螢幕雪花、錯誤訊息、訊號偵測錯誤

文章提供: 百佳泰股份有限公司 技術部副理李長宗