

# HDMI 2.0如何增强多媒体体验

January 2014

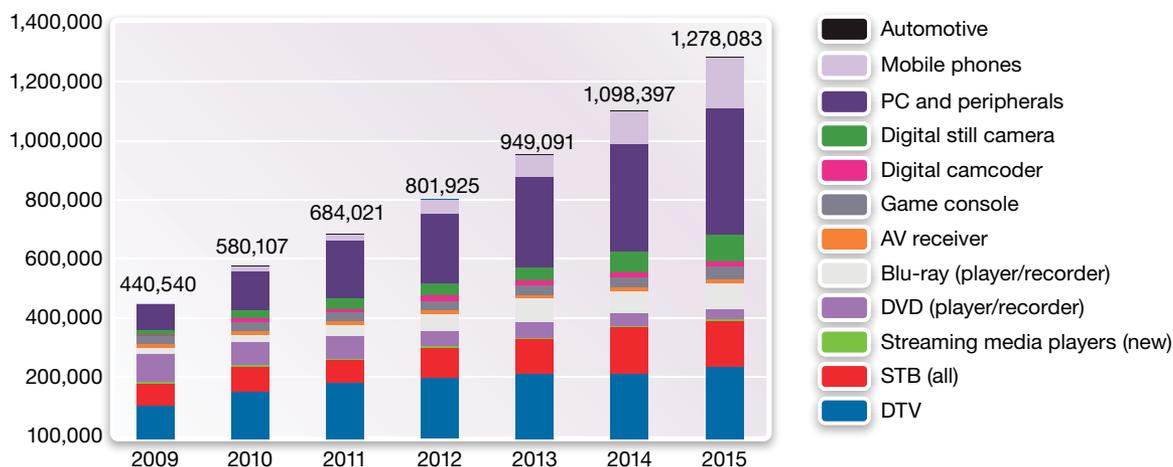
作者:

新思科技Synopsys  
产品市场经理  
Manmeet Walia

新思科技Synopsys  
研发经理  
Luis Laranjeira

## 前言

由于全球有超过30亿部设备采用HDMI接口，令其已经成为事实上的数字家庭和移动多媒体设备的互联标准<sup>i</sup>。HDMI技术的快速增长已超越了数字家庭设备领域，迈入了日益广阔的应用和行业领域，其中包括手机和平板电脑等移动应用、汽车信息娱乐应用、数字标牌和监控等商务应用以及投影机等办公应用，如图1所示。Gartner 2012年统计显示，HDMI市场的增速是整个无线接口市场增速的三倍。<sup>ii</sup>

图1: HDMI设备的增长: 2009-2015年<sup>iii</sup>

新近发布的HDMI 2.0规范是首个由一个覆盖广泛的企业团体构建的规范版本，将进一步强化HDMI的“性能、可靠、简约”的箴言<sup>iv</sup>。自2002年年末问世以来，HDMI的每一次改版都会包含一个核心主题。如图2所示，HDMI 1.3提供更高的带宽，支持深色模式；HDMI 1.4提供3D模式和一条音频回授通道。HDMI 2.0将把带宽提高近一倍，从10.2Gbps增至18 Gbps，以便提供 60Hz 帧速率的4K视频格式，将超高清（HD）体验带入数字电视。

为了给消费者带来终极的家庭影院体验，片上系统（SoC）设计人员必须了解HDMI 2.0中的各项新特性和其它特性，这些特性将推动HDMI在各类行业、办公和游戏应用中的普及。

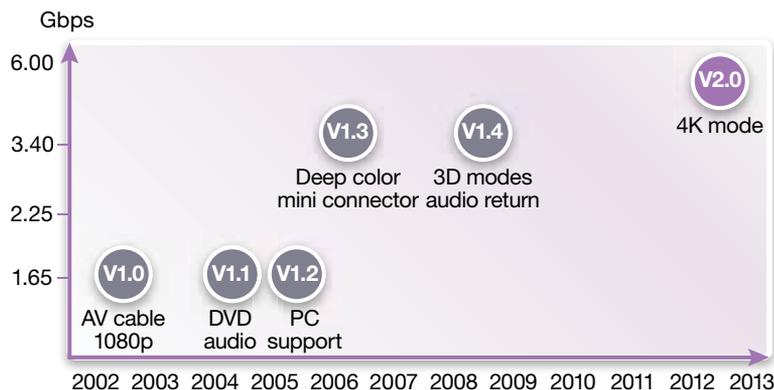


图2: HDMI的演进

## 4K电视的观众

高清 (HD) 的定义是720p (准高清) 或1080p (全高清), 两者所提供的图像信息均超过了标清格式。图像的像素越多, 所能看到的细节就越多, 曲线和斜线会显得更加平滑。超高清将这种细腻程度提至一个新的高度, 其像素是当今高清设备的四倍多: 从全高清的1920 x 1080像素到超高清的4096 x 2160像素。

更多的像素还能放大图像, 同时保持良好的视觉体验, 而这符合电视机尺寸日益增大的发展趋势。超高清正在进军数字摄像头领域; 好莱坞拍摄的几乎所有的电影和电视节目都是4K格式。

当然, 所能感知的图像分辨率 (视觉质量) 与观看距离和屏幕尺寸有关。如果观看者靠近屏幕, 而且屏幕的尺寸很大, 高分辨率4K图像将带来超越1080p的视觉冲击。像素密度增加后, 即使消费者靠近屏幕而坐, 像素网格也不会明显。

## 为何发布HDMI 2.0?

制订HDMI 2.0规范的主要目的是支持4096 x 2160像素的超高清体验。支持这种4K分辨率可让消费者在很大的屏幕上观看高清品质的视频, 但它也带来了一系列涉及带宽的技术挑战, 如最小化传输差分信号 (TMDS) 加扰、多种色度空间格式等。

此外, HDMI技术的任何更新都必须考虑过去十多年来所形成的装机量。近100%的数字家庭多媒体设备都配有HDMI接口。这意味着, 消费者拥有庞大数量的设备, 任何一部采用最新HDMI技术的设备都必须与采用旧版HDMI技术的设备共存。HDMI规范在制订时就考虑了这种使用场景, 因此它内含各种机制, 用以确保后向兼容性, 并确保HDMI发送设备向目标设备发送对于两个设备而言均为最佳品质的视频信号。

HDMI 2.0将使用与此前版本相同的硬件连接器, 因此, 新标准兼容HDMI 1.4以及此前的标准。主要的不同之处是: 通过这个连接器的带宽将增至18 Gbps。

## HDMI 2.0的技术挑战和特性

为了增强用户体验, 将超高清体验和后向兼容性视为基本要求的HDMI 2.0将提供一系列广泛的新特性:

- ▶ 60Hz 帧速率的4K x 2K视频格式和24位色度可带来超高清体验; 带宽从10.2 Gbps增至18 Gbps (每条数据通道的带宽从3.4 Gbps增至6 Gbps), 以支持超高清视频格式。
- ▶ 支持10.2Gbps 数据速率以上的TMDS加扰, 以减少电磁干扰 (EMI)。
- ▶ YCbCr 4:2:0等全新编码格式可利用一半所需带宽打造一种视觉无损超高清体验。
- ▶ Consumer Electronic Control (CEC) 2.0提供统一遥控器功能, 可提升易用性, 增强用户体验。

## HDMI论坛历史

2011年年末之前, HDMI LLC一直是一个封闭的由7个创始者和1000多个采用者组成的标准化组织。HDMI规范是由这7个创始者在一个封闭的环境中构建的。

2011年10月, HDMI创始者组建了一家名为HDMI Forum (HDMI论坛) 的非营利性企业, 目的是促使行业广泛参与HDMI规范未来版本的制订工作。过去两年来, 论坛成员数量从约30个增加到约80个, 主要包括PC、CE和半导体公司等消费电子行业巨头。某些零售商和内容提供商也是HDMI论坛的成员。

HDMI论坛由技术工作组 (TWG) 和营销工作组 (MWG) 构成, 他们积极参与下一代HDMI的制订工作。董事会负责监督HDMI论坛的管理和运作。

- ▶ 将电缆特性考虑在内的低级检错特性。
- ▶ 可带来真实影院体验的全新21:9帧格式。
- ▶ 支持高端家庭影院系统的32条声道。
- ▶ 支持新型游戏和信息娱乐应用的多串流音视频特性。
- ▶ 支持数字版权管理的High-bandwidth Digital Content Protection (HDCP) 2.2

### 可带来超高清体验的更高带宽

HDMI 2.0提供60Hz 帧速率的4K x 2K视频格式和24位色度，可带来超高清体验。如图3所示，4K帧中所包含的像素是1080p帧的四倍多。



图3: 4K帧中所包含的像素是全高清1080p帧的四倍多

如以下公式和图4所示，4K x 2K帧共需17.82 Gbps的带宽：

带宽=水平像素\*垂直像素\*帧数/秒\*色度位数/像素\*10/8 TMDS编码

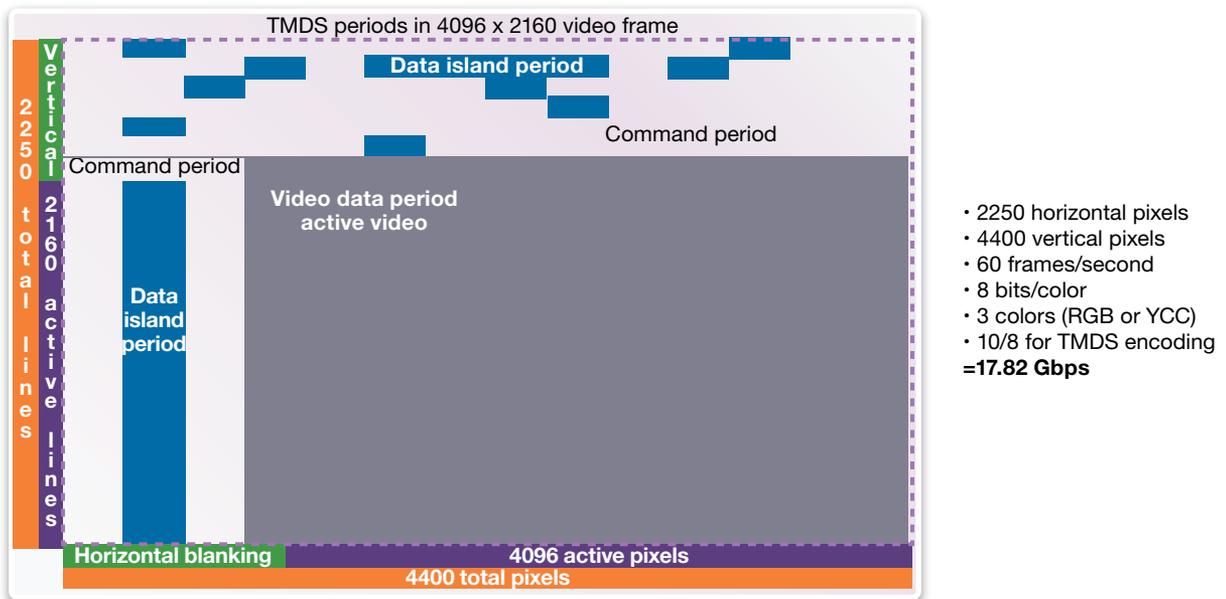


图4: 4K x 2K视频帧的带宽

需要注意的是，4K视频帧不同于四倍高清视频帧。4K帧专指4096 x 2160的分辨率，这也是大多数4K录制内容的分辨率。四倍高清帧的分辨是3840 x 2160视频像素，低于4K帧，是全高清分辨率1920 x 1080的整四倍。

除了4K帧之外，3D支持特性也得到了改进，支持更高的带宽。

虽然2009年发布的HDMI 1.4也支持4K视频帧,但帧速率被限制在30Hz,因为HDMI 1.4中定义的最大带宽为10.2 Gbps。然而,30Hz帧速率对于某些内容类型(如体育节目)显得不够,因此,不能为人眼展示连续的图像,而且会在屏幕上闪烁。带宽增至18 Gbps后,帧速率现在可以翻倍至60Hz,因此更适合展示那些快速移动的内容。

### 可减少EMI的TMDS加扰

自问世以来,HDMI链路一直由三条DC耦合数据通道和一条时钟通道构成。数据通道承载TMDS,它是8b/10b编码数据。根据定义,8b/10b编码数据包含重复数据模式,后者可导致高能频段和较大的EMI。由于HDMI 2.0将每条数据通道的带宽从3.4 Gbps增至6 Gbps,EMI问题进一步恶化,而这又导致了信号完整性问题。如图5所示,通过加扰TMDS数据消除峰值,EMI和信号完整性问题可以得到部分解决。

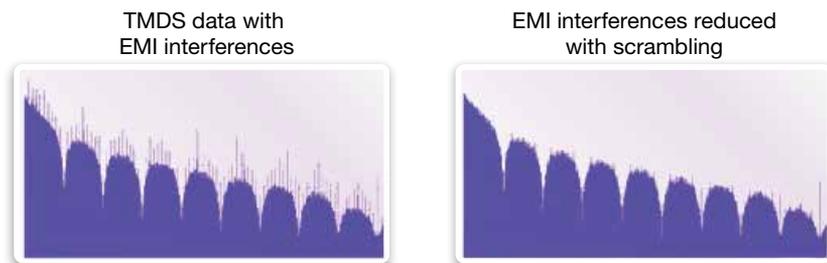


图5: 未经加扰和经过加扰的TMDS数据

### 可打造低带宽、无损高清体验的全新编码格式

人眼对于色度分辨率的敏感度低于对于亮度分辨率的敏感度。因此,一种用于减少所传输的视频信息的通用技术就是色度抽样。HDMI 2.0规范支持蓝光光盘中常用的YCbCr 4:2:0。与HDMI规范此前版本中使用的YCbCr 4:4:4相比,YCbCr 4:2:0只需一半数据,而且对于视觉体验的影响很小。HDMI 2.0技术可将原始内容格式传送至接收设备(数字电视机),然后对其补强至全色,以驱动显示器。

### 可提供统一遥控器功能的CEC 2.0

CEC是HDMI规范的一部分,定义了一种用于在通过HDMI互连的不同设备之间交换控制功能的协议。例如,A/V接收器的遥控器可用于激活数字电视机或蓝光播放机的功能。尽管如此,大多数功能仅支持相同品牌的互连设备。

HDMI规范中的CEC 2.0规范通过新增一些必选特性扩展了此前的CEC规范,这些特性可提升不同品牌的HDMI设备的互操作性,从而极大增强了用户体验,实现了设备之间的无缝操作。

### 将电缆特性考虑在内的低级检错特性

低级检错特性是一个将电缆特性考虑在内的创新机制。截至目前为止,在一条典型的HDMI链路中,接收端设备的扩展显示标识数据(EDID)将选择接收端和发送端设备所支持的最高分辨率/帧速率/色深。这个机制通常很有效,但在某些情况下,随着带宽的增加,信号完整性问题将使HDMI电缆中的HDMI信号的质量变得恶化。不良信号可导致接收端侧出现误码、图像失真甚至完全丢失图像。

为了应对这个问题,HDMI 2.0支持低级检错,接收端设备将统计数据错误,并向发送设备上报。如果接收端侧出现太多错误,接收端侧将与发送端侧协商一个较低的带宽(分辨率、帧速率或色深)。随着带宽/频率的降低,信号完整性将会改善,并将恢复信号保真度。总而言之,低级检错特性将传递电缆特性所允许的最佳品质的视频信号。

### 可带来真实影院体验的全新21:9帧格式

虽然市场仍被16:9的电视机所统治,但某些厂商已在HDMI 2.0问世之前开始推出21:9的电视机。这个纵横比可以显示采用电影格式录制的内容,同时消除屏幕顶端和低端的黑带。为了填满屏幕,需要对原始的16:9内容进行处理,首先水平扩展图像,然后垂直剪切图像(目的是消除黑带)。最终的结果接近影院格式,但由于这个图像缩放过程,图像质量并未得到提升。

## HDMI LLC 和CEA 861-F 之间的联络

HDMI技术可通过HDMI链路传输任何视频格式时序。尽管如此,一组标准化的DTV格式被预先定义,以便提升HDMI发送设备和接收端设备之间的兼容性。为了实现这个目标,HDMI规范引用了由消费电子协会(CEA)制订和维护的CEA-861规范(一个面向未压缩高速数字接口的DTV规范),一个正式的联络组用于协调这两个组织间的标准制订工作。

HDMI 2.0规范所引用的最新的CEA-861-F规范是一次重大更新,有助于推动超高清和宽屏市场的发展,其中包括支持最新的超高清和宽频格式以及HDMI 2.0规范中所支持的全新色度空间。

HDMI 2.0规范所引用的CEA-861-F规范包含64:27格式。该格式的营销术语是“21:9”，它支持采用21:9格式并通过HDMI连接传送原始内容，不需要在电视机中进行图像处理。

### 支持高端家庭影院系统的32条声道

HDMI 2.0规范包含更加丰富的音频功能，支持3D音频。在5.1/7.1音频系统中，扬声器通常被安放在一个水平的2D平面上；但在一个3D音频系统中，扬声器的位置还要考虑扬声器的高度。例如，22.2环绕立体声利用三个层面上的24个扬声器打造更加丰富的音响体验。HDMI 2.0规范最多支持32条声道，包括10.2、22.2和30.2环绕立体声。

### 多图视频和多流音频特性

HDMI 2.0规范中的多图视频和多流音频特性可为游戏和汽车行业提供有趣的用例。如图6所示，它们可以为两个人提供两个独立的音视频串流。例如，在一个游戏应用中，两个玩家在竞技时，每个玩家可能需从自己的位置查看屏幕。与此类似，在一个汽车应用中，驾驶员可能需要查看GPS/地图数据，而乘客想要在同一时刻看电影。这个特性在某种程度上类似于3D特性，利用立体视觉成像概念从不同的角度呈现每个视频，它们取决于人眼的视角。



图6: 多视点应用举例

### 支持数字版权管理的 HDCP 2.2

High-bandwidth Digital Content Protection (HDCP) 是一个数字版权管理系统，用于防止音视频内容在高带宽接口上传输时被复制。当前的HDMI 2.0规范强制使用一个HDCP 1.4加密系统，但HDCP 1.4已被破解。与此同时，WirelessHD、DisplayPort等其它高带宽接口已经迁移至基于HDCP 2.2的更加高级的内容保护系统。来自超高清内容提供商的压力促使HDMI规范包含HDCP 2.2，从而使HDMI在内容保护领域与其它高带宽接口处于同等水平。

HDCP 2.2包含一个新的更加强大的认证协议和一个用于确认目的端和发送设备相互靠近的位置检查功能。它得到了内容提供商、半导体行业和消费电子厂商的广泛支持。HDCP 2.2不能向后兼容HDCP 1.4(表1)，这意味着，两个保护系统将共存。

Parameter	HDCP 1.4	HDCP 2.2
Increased authentication strength	-	New Tx, Rx and repeater FSMs
Encrypted I2C data exchange	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Random number generation requirements	1x64 bits	4x64 bits 2x128 bits
Extended cipher	24 bits	128 bits
Encryption status signaling	OESS/EESS	EESS
Confidential value requirements	<1K bits	>2.5K bits
Tx keys	40x56 bits	128 bits
Rx keys	40x56 bits	128+5200 bits
SRM memory (non-volatile, Tx only)	5K bytes	5K bytes
Maximum DEVICE_COUNT	127	31
HDCP converters (2.2 to 1x and/or 1.x to 2.2)	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Content management information	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Test keys	<input checked="" type="checkbox"/>	-

表1 - HDCP 1.4和2.2数字版权管理特性对比

## HDMI 2.0对新型市场和应用的影响

随着HDMI 2.0的日益普及，市场上将同时出现支持4K分辨率和21:9纵横比的显示器。多家消费电子巨头已经推出了十几款超高清数字电视机，并能通过升级固件支持60Hz的4K内容。可以通过支持YCbCr 4:2:0实现这一固件升级，以便打造一种视觉无损体验。随着内容和服务提供商开始创建/传送4K内容，发送和接收设备将需要支持高效视频编码（H265），以便支持超高清体验所需的高带宽。此外，虽然HDMI 2.0要求使用 HDCP 1.4，但大多数4K内容提供商将规定必须使用 HDCP 2.2防止高价值4K内容传输时被复制。

由于HDMI 2.0支持很大的高分辨率显示器，它将超越数字家庭发送和接收设备，渗入到数字标牌等工业应用。此外，汽车/信息娱乐领域也将利用多图视频等HDMI 2.0的众多特性。

此外，借助32条声道、1536-kHz的音频采样率以及可同时为4个用户传送多流音频信号的能力，HDMI 2.0还将进一步增强音频体验的深度和细腻度。我们将看到，下一代AVR将支持HDMI 2.0的最新音频特性。

## 结束语

作为多媒体设备的首选接口，HDMI标准将继续演进，提供更多的新特性、新功能和更高的带宽，以满足未来应用的需求。HDMI论坛的出现促进了创新以及行业的广泛参与。HDMI 2.0是首个由一个覆盖广泛的企业团体构建的规范版本，提供众多创新特性，并具备掀起一场家庭影院革命的潜力。除了提供影院品质的体验和家庭般的舒适之外，HDMI 2.0还提供更多特性，这些特性将推动其在各类行业、办公和游戏应用中的普及。HDMI 2.0的第一波影响将会到来，因为4K数字电视机将在几个月后问世。HDMI 2.0的很多特性最终将成为多个应用的“必选项”，而HDMI论坛将继续制订新特性，延续演进进程。

有关新思科技的DesignWare HDMI TX和RX IP解决方案的更多信息，敬请访问：[www.synopsys.com/hdmi](http://www.synopsys.com/hdmi)

## 参考文献

- <sup>i</sup> “HDMI specification marks 10 year milestone as de-facto standard for HD connectivity.” 8 January 2013. [http://www.hdmi.org/press/press\\_release.aspx?prid=132](http://www.hdmi.org/press/press_release.aspx?prid=132). 17 October 2013.
- <sup>ii</sup> “2012 Interface and Analog IP Market.” Semiconductor Interface IP Revenue by Segment. (2012年接口与模拟IP市场。各个细分市场的半导体接口IP营收) Gartner 2012.
- <sup>iii</sup> In-Stat, IN1104981 MI, 2011年12月。 [http://www.hdmiforum.org/Documents/2012-01-09\\_HDMI\\_LLCForum\\_CES\\_PressPresentation\\_FINAL.pdf](http://www.hdmiforum.org/Documents/2012-01-09_HDMI_LLCForum_CES_PressPresentation_FINAL.pdf) 2013年10月18日。
- <sup>iv</sup> “Introducing HDMI 1.4 Specification Features.” (HDMI 1.4规范特性介绍) Steve Venuti, HDMI Licensing, LLC. 2009年8月31日。 [http://www.dnetsolution.com/assets/pressbriefing\\_hdmi1\\_4\\_final\\_083109.pdf](http://www.dnetsolution.com/assets/pressbriefing_hdmi1_4_final_083109.pdf) 2013年10月17日。