



RGB激光投影—— 实现Rec. 2020色域

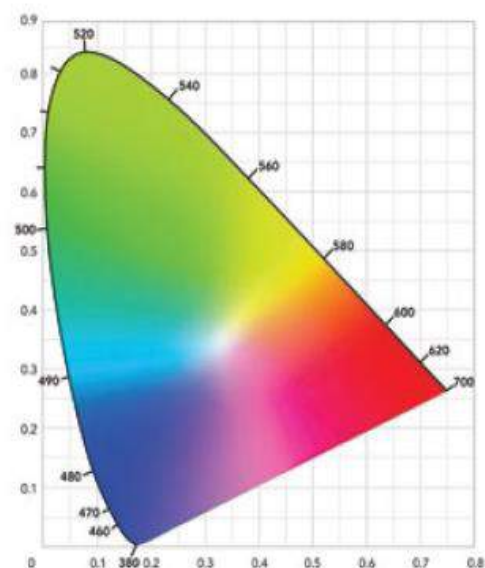
走进Rec. 2020色彩世界

2012年，国际电信联盟（ITU）针对超高清电视（UHDTV）发布了ITU-R BT.2020建议（Rec. 2020），其中涵盖了用于下一代电视显示系统的图像参数，包括针对高分辨率、高帧速和进一步扩展的色彩表现的相关建议。该机构正在研究面向电影院的更广泛的Rec.2020色域，并对采用激光投影技术表现出了极大的兴趣。在本文中我们将讨论Rec.2020的色彩建议的含义、对更广泛色彩的需求以及实现该目标所面临的实际难题。

我们如何定义颜色？

国际照明委员会（CIE）的色彩科学家们基于人眼的感色灵敏度为我们能看到的每一种颜色都设定了对应数字。CIE 1931色彩空间图（图1）对这些颜色作了展现。每一种颜色都被分配了一个唯一的坐标（x,y），颜色的明度或亮度作为另外一个单独值来表示。

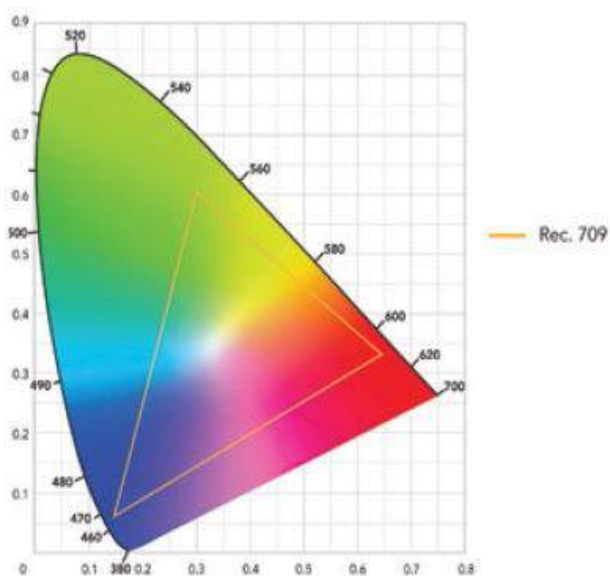
(x,y)颜色表示法构成了传统色彩学的基础，我们使用它来理解目前色彩空间的表示方式、其局限范围，以及通过色彩表现的扩展来提供更丰富图像。



▲ 图1: CIE 1931色彩空间。图中主要分三个部分。横轴(x)和纵轴(y)用于通过一对数字来定义图上任一点。它们称为色品坐标。请注意，图的中心呈现白色，而且随着向周边的扩散，颜色的饱和度也会逐渐增加。该周边区域称为光谱轨迹。光谱轨迹周围显示的数字指的是构成该颜色的光的波长。

彩色显示：我们如何进行色彩再现？

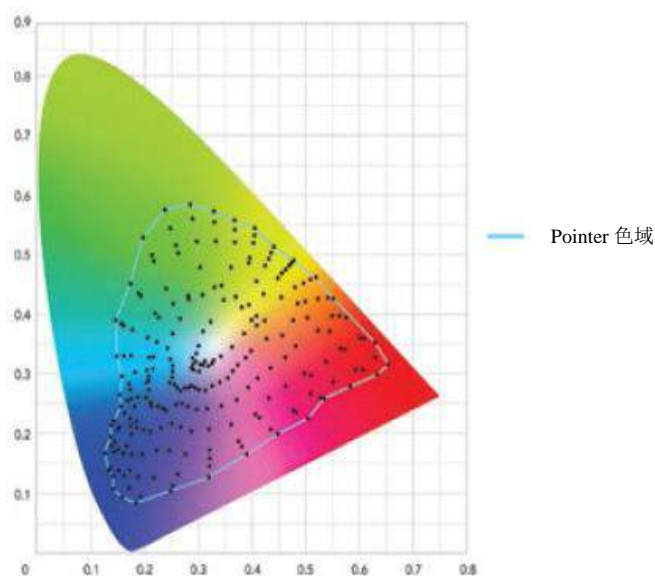
在数字显示世界中，颜色通常是通过对红、绿、蓝三基色进行混合来再现。对这三个基色按一定比例进行混合，从而得到期望的颜色。色彩学让我们能够确定一个屏幕的总体显色能力，具体方法是在CIE图上绘制每个基色的色品坐标(x,y)并通过基色画出一个三角形。这个三角形可以定义显示屏的“色彩范围”。任何处在三角形内的颜色都是可以实现的，而以外的颜色则无法再现。例如，目前的电视色域是根据 Rec. 709来定义的，结果如图2所示。



▲ 图2：电视色域。目前的电视标准（Rec. 709）的三个基色红、蓝、绿分别处在三角形的三个顶点。三角形内包含的颜色都可以通过这几个基色来再现。请注意，很多饱和度更高的颜色都处在三角形范围以外，它们无法通过此色域进行再现。

真实世界颜色：它们实际上是什么颜色？我们需要呈现出什么颜色？

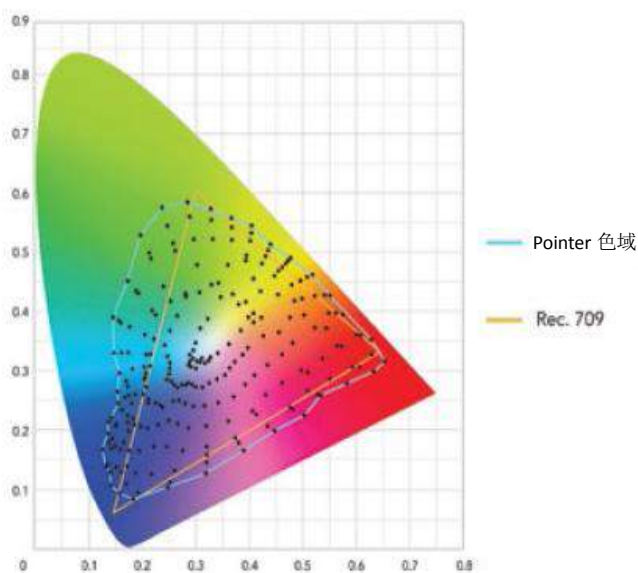
在色域选择上的一个重要考虑因素是能否展示出真实世界的色彩。尽管CIE 1931提供了所有可见颜色的呈现，但它并没有告诉我们哪些颜色是日常生活中较常见的。1980年，Michael Pointer博士发布了一系列真实世界色彩³，它们被人们广泛视为能代表自然出现的反射颜色的范围。其结果是一个自然出现的不规则的色彩范围。它们的绘制情况参见图3。除了真实世界反射颜色之外，还存在像霓虹招牌、LED刹车灯、激光剑等自发光颜色，它们的饱和度较高，并且大部分都超出了Pointer色域范围。



▲ 图3：Pointer真实世界色域。CIE图上绘制出了Pointer真实世界色彩。在这些颜色周围画出了一条边界线，代表“真实世界”色彩的范围。

如何比较色彩标准与真实世界色彩？

我们可以将任何色域同Pointer真实世界色域进行比较，并确定它是否具有优秀的色彩再现能力。图4显示了Pointer色域以及目前高清电视标准(Rec. 709)的色域。很明显，有很多色彩都是目前标准所无法再现的。在缺失的色彩中，有一些在视效方面非常重要。此问题在黄色和金色区域(肤色)以及青色和蓝色区域(热带地区水域和天空)尤其突出。

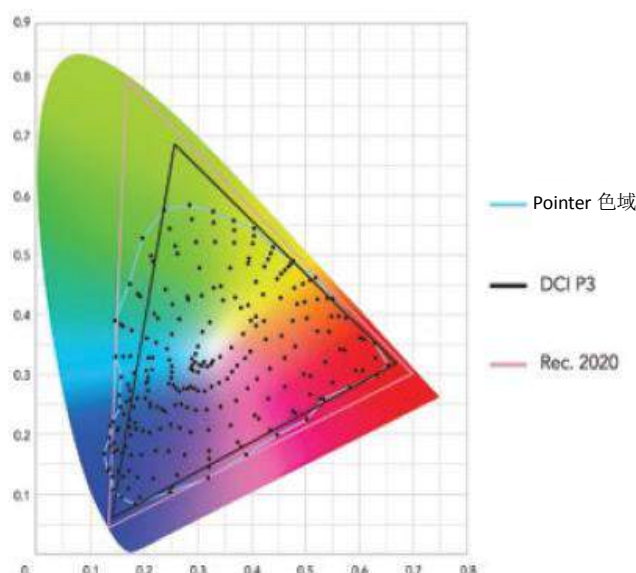


▲ 图4: 叠加在Pointer真实世界色域上的目前HDTV色域。从这张图上可以看到目前高清电视标准难以完全呈现出自然出现的黄色、金色, 及绿-青-蓝色。

而 Rec. 2020广色域: 这是什么, 如何将其同影院DCI P3色域进行比较?

Rec. 2020可以应对经过扩展的色彩范围。此范围是我们基于三基色体系在捕捉真实世界色彩的过程中开发出来的。Rec. 2020标准委员会选择了位于可见色彩空间最边缘处的基色坐标。这些基色可借助RGB激光照明投影技术来获得。图5显示了叠加在CIE 1931色彩空间图上的Rec. 2020色域, 同时绘制出了Pointer色彩和DCI P3影院色域以供参考。

在捕捉Pointer色域上, 数字影院色彩空间做的更好, 但仍有一些色彩超出了其能力范围, 特别是在青色区域(图5)。如图所示, 所有这些缺失的色彩都被囊括到了Rec. 2020色域中。



▲ 图5: Pointer真实世界色彩(同时标记出了DCI P3(影院)和 Rec. 2020标准色域) 可以看到, DCI P3色域涵盖了金黄色部分, 但仍缺乏青色和蓝色。而 Rec. 2020囊括了全部Pointer色域。

激光投影如何获得Rec. 2020色域？

而 Rec. 2020将基色定义在光谱轨迹处。这意味着只需要极窄带宽的基色就能在基色点上实现色度。出于实际考虑，需要将一些附近波长进行混合，从而获得基色。理论上讲，这将使基色色度离开光谱轨迹。但实际上，混合一些相近的波长能够在保证合理测量准确度的基础上实现目标色度。

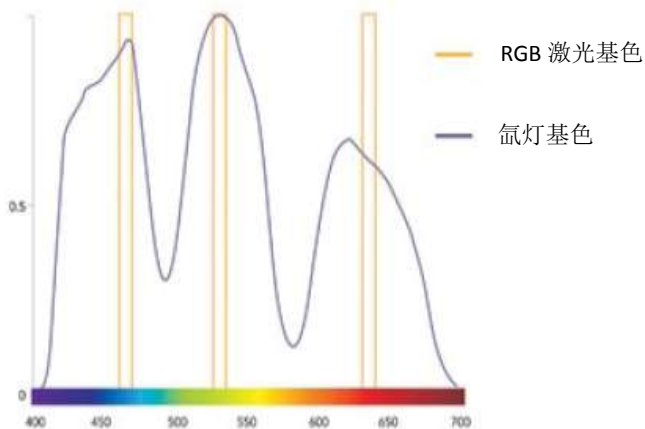
RGB激光投影机，如科视Christie 3P RGB激光投影系统，已经选择了用于优化Rec. 2020基色供应的波长，从而获得完整Rec. 2020色域，实现广色域体验。

结论

而 Rec. 2020色彩让我们有机会更好地再现真实世界色彩，而不仅仅是电视电影常用的普通色彩空间。实际操作中要想获得这些基色，并不仅限于单一波长，而是可通过多个波长来实现。对此而言，激光投影机是理想选择。

Matt Cowan

Matt Cowan 是 Entertainment Technology Consultants的联合创始人，也是从事影院影像质量方面的色彩专家。他在色彩与数字影院动态特性的标准化方面作出了很大贡献，经常受邀出席影院产业会议并发表演讲。



▲ 图6: Rec. 2020激光投影机与传统影院氙灯数字投影机的光谱比较。激光系统所获光谱带越窄，Rec. 2020色域表现所需基色的饱和度就越高。

¹ <http://www.itu.int/md/R12-SG06-C-0221/en>

² <http://www.itu.int/rec/R-REC-BT.2020-1-201406-I>

³ M. R. Pointer, The Gamut of Real Surface Colours, Colour Res. Appl. 5, 145-155 (1980)

公司总部

美国科视数字系统有限公司
美国 - 塞浦路斯
电话: 714 236 8610

加拿大科视数字系统有限公司
加拿大 - 基奇纳
电话: 519 744 8005

独立销售
咨询办事处

意大利
电话: +39 (0) 2 9902 1161

全球办事处

澳大利亚
电话: +61 (0) 7 3624 4888

巴西
电话: +55 (11) 2548 4753

中国 (北京)
电话: +86 10 6561 0240

中国 (上海)
电话: +86 21 6278 7708

东欧及
俄罗斯联邦
电话: +36 (0) 1 47 48 100

法国
电话: +33 (0) 1 41 21 44 04

德国
电话: +49 2161 664540

印度
电话: +91 (080) 6708 9999

日本 (东京)
电话: 81 3 3599 7481

韩国 (首尔)
电话: +82 2 702 1601

南非共和国
电话: +27 (0)11 510 0094

新加坡
电话: +65 6877 8737

西班牙
电话: +34 91 633 9990

阿拉伯联合酋长国
电话: +971 4 3206688

英国
电话: +44 (0) 118 977 8000



有关最新规格信息, 请登陆www.christiedigital.com/cn



美国科视数字系统公司2014年版权所有。保留所有权利。所有品牌名称和产品名称分别为各所有人持有的商标、注册商标或者商标名称。加拿大科视数字系统公司已通过ISO 9001和ISO 14001认证。本文性能规格为典型参数。研究仍在进行, 如有规格参数变化, 恕不另行通知。采用再造纸于加拿大印刷。 4049 4月15日

CHRISTIE®