

真实硬件校正

— 高阶屏幕质量校正与验证的关键要素

Paul Lindström, Digital Dots Ltd. 色彩顾问兼资深技术编辑

Chris Bai, BenQ Corp. 产品经理兼 G7 专家

屏幕校正不仅对印刷，对任何影像专业人员都至关重要，包括以网络和印刷发表作品的摄影师和设计师。进行专业修图与软件校样时，先将屏幕校正为设定标准是关键。采用的标准取决于要进行的应用类型。不论用的是哪一套标准，成功的校正可以确保将任何色彩、亮度、Gamma 和灰平衡的变化降至最低，并维持在您为应用类型设定的容许值内。

简介

业界普遍认为质量校正需要透过「硬件校正」来完成。但硬件校正的内容却众说纷纭。在此白皮书中，我们不仅将厘清硬件校正的意涵，并且将介绍并说明高阶屏幕及校正软件应该考虑的其他关键参数，提供做为专业、高阶的解决方案。



什么是硬件校正，又为什么重要？

校正屏幕有很多方法，而市场上也有很多解决方案。以真实硬件校正为例，屏幕的色彩输出会以仪器测量，并透过能连接与控制屏幕电子组件的专用校正软件来调整屏幕的输出讯号。仅透过视觉而未使用测量仪器的屏幕校正不属于硬件校正。虽然硬件校正常被普遍误解为使用硬件测量装置，然而，就此单一概念并无法真正达到真实硬件校正的标准。在大部分的情况下，校正软件只能调整显示适配器

接收的讯号，而且有时甚至需要由用户透过 **OSD**（屏幕显示菜单）来进行额外的手动调整。这就是市面上多数校正解决方案的运作方式。

真实硬件校正的条件是校正软件能够调整屏幕内部的讯号以符合亮度、白点、黑点、色彩范围、灰阶和 **Gamma** 的所需设定。这样的讯号调整应该「不需动手」，不由使用者或操作员手动介入。为达此目的，校正软件需与屏幕硬件紧密整合，且通常为该屏幕品牌和机型所专用。此类高质量校正在市面上很罕见，只由少数的制造商提供。只有真实硬件校正能提供专业、高阶修图及软件校样所需的精确影像讯号调整与控制。当然，这种校正对屏幕本身的质量及屏幕连接的方式有较高需求。

进行真实硬件校正时，旧式 **VGA** 连接的 **8** 位模拟数据传输无法完全支持。以 **VGA** 连接时，至少有 **1** 或 **2** 位的数据会遗失；所以实际上每个通道不会有想象中的 **8** 位位深度。因此，即使希望每个 **RGB** 通道都有 **256** 层灰阶（原则上需要 **24** 位的色彩数据和 **1670** 万色的色彩范围），透过 **VGA** 缆线连接的屏幕将无法提供。真实硬件校正需要 **10** 或 **12** 位的数据连接，可由 **DVI**、**HDMI** 和 **Display Port** 等较新的联机类型提供。除了以缆线连接来传输高分辨率和高位深度的影像讯号，还需要额外的数据连接来控制屏幕设定和调整。这些连接需求可以透过 **DVI**、**HDMI** 或 **Display Port** 缆线以较低的数据速率达成，或以专用的 **USB** 缆线更佳。**10** 或 **12** 位的数字讯号可执行高质量校正来确保以最理想的方式使用屏幕并呈现最佳效果，完全发挥屏幕的潜能。

该根据甚么标准进行校正？

高阶屏幕主要有两个用途：照片的预览和修图，以及印刷前进行的影像或页面预览及软件校样。摄影师可能会把屏幕用在这两个用途，且一般会以 **Adobe RGB** 等常见的色彩范围来校正屏幕。其它也有如 **sRGB** 之类的标准 **RGB** 色彩范围，但明显小于 **Adobe RGB**，并不适合高阶摄影。另外还有大于 **Adobe RGB** 的色彩范围可用于 **RGB** 影像或 **RAW** 档案，但对一般用途而言，**Adobe RGB** 已经足以保留专业数字相机拍摄的数字影像原始质量。**Adobe RGB** 其实相当接近，甚至稍微大于用在高阶逼真印刷的广色域喷墨打印机色彩范围。这让 **Adobe RGB** 色域成为广受专业摄影师欢迎的选项，以及拣选专业屏幕的重要标准。软件校样传统上由印前公司、出版社或设计师进行。这时候，屏幕不以 **RGB** 显示影像，而是被要求将 **ICC** 的输出配置文件套用于影像数据，并根据 **CMYK** 印刷的呈现方式来预览（软件校样）页面或影像。这类色彩转换透过软件辅以 **MS Windows** 或 **Apple Mac OSX** 计算机操作系统中的颜色管理系统来进行。为了使两种典型的应用呈现最佳结果，屏幕的校正需要根据稍有不同的设定来调整。这是因为不同的标准需参考不同的白点设定，也有一部份和屏幕校正的亮度有关。

Adobe RGB 色域采用 **6600K** 白点，其中 **K** 为 **Kelvin** 的缩写，是白色色调变

化的单位。白光有很广的色调变化，从非常红的烛光、红黄色的灯泡光到相当蓝（「冷」）的日光灯管类白光。「标准日光」一词有时被理解为 **6500K** 的自然光源，但事实上，自然光源即使在太阳光下还是会变化。因此标准日光应该被理解为一系列大致符合某种规格的人工光源。不仅在 **CIE D65** 这类的标准光源中对白点有规定；光源波长的光谱分布也应符合设定的理想曲线，而白点应尽可能接近 **6500K**。然而，日光光源还有其它标准，像是 **ISO** 印刷标准参考用的 **D50**。

因此，虽然在照片预览和修图时偏好将白点校正为接近 **Adobe RGB 6600K** 的 **D65**，而软件校样时却又需要校正为 **5000K** 白点的 **D50**。有了真实硬件校正，这就非常容易达成。

其它也可能用到的 **ISO** 标准有适用于对色箱的 **ISO 3664**、美工校样屏幕采用的 **ISO 12646**，以及印刷标准的 **ISO 12647** 系列。屏幕需要有够广的色彩范围才能在参考色彩范围中重现色彩，例如以 **Adobe RGB** 或 **ISO 12647-2** 于高质量涂布纸上进行平版印刷。硬件校正使用的校正软件应该不仅要能为这些应用类型建立校正，更要执行校正验证来确认符合规格的容许值。

其它对高阶修图及软件校样屏幕的需求

我们的结论是在进行非常精确的校正时需要真实硬件校正，而屏幕必须具有够广的色彩范围来正确显示色彩。为了正确检视以 **Adobe RGB** 储存的照片，自然必须使用可以重现完整 **Adobe RGB** 色彩范围的屏幕。虽然 **24** 位图档案（每 **RGB** 信道 **8** 位）中的 **RGB** 独立色彩组合数为 **1670** 万色，人的眼睛其实无法分辨非常细微的色彩差异。一般认为人类分辨两种颜色所需的差异最低值是 $\Delta E 1$ (**Delta E**)；若分析数字影像时，仅以 ΔE 差异值至少为 **1** 来计算，**Adobe RGB** 则有约 **120** 万种不同的色彩。因此，高阶显示器应该要能够产生 **120** 万以上的色彩来忠实呈现以 **Adobe RGB** 储存的影像。

针对会以 **CMYK** 色彩模式印刷的页面或影像软件校样，计算方法类似，但有些小差异。**CMYK** 的色彩集合和使用 **RGB** 时不同，但当我们分析用于现代颜色管理的 **ICC** 配置文件时，以 **ISO 12647-2** 于高质量涂布纸上进行的平版印刷「只」会看到大约 **4000,000** 种色彩。而 **CMYK** 的原始色彩或油墨为青、洋红、黄和黑（称为基色）。屏幕的原色模型则是 **RGB**，即红、绿和蓝。当屏幕重现青色时，需要混合绿和蓝色。因此在采用加色法的 **RGB** 色彩系统中，**CMY** 色彩为第二次色。原始的 **RGB** 色彩很生动，而第二次色本身的性质就较不生动，因此 **RGB** 屏幕在尝试重现纯粹的 **CMY** 色彩时就会碰到一些困难。减色法的 **CMYK** 色彩系统具有纯粹的 **CMY** 原始色彩，但在重现第二次色的红（以洋红和黄产生）、绿（以青和黄产生）和蓝（以青和洋红产生）时一样会遇到困难。黑色油墨只用在文字和强化影像中的对比，以及暗化饱和的色彩。结果就是当使用 **CMYK** 在涂布纸上进行平版印刷时，屏幕用来进行页面或影像软件校样的色彩范围会约略与 **Adobe RGB** 的色彩范围相等。任何色彩范围小于 **Adobe RGB** 的屏幕不太可能有办法够精确地呈现 **CMYK** 色彩。

亮度

虽然色彩范围是关键，屏幕也需要有足够的亮度来符合专业对色箱需求。对色箱应符合 ISO 标准 3664，这代表需要 2000 勒克斯左右的超高亮度。对亮度以每平方公尺烛光 (Cd/m²) 计算的屏幕而言，此亮度相当于 700 Cd/m²。但是如果要把印刷或校样和屏幕上显示的影像（软件校样）进行并列比较，ISO 3364 标准则提供较低的亮度设定。此软件校样设定为 600 勒克斯，接近对办公室环境的建议亮度。实际上，这代表了屏幕在身处如同一般办公室照明的环境光线中应具备所需的足够亮度。虽然多数的现代屏幕可以达到 300 Cd/m² 以上的亮度，但是设为 300 Cd/m² 的屏幕会非常亮，整天使用下来会造成眼睛负荷。120 到 160 Cd/m² 的屏幕亮度应足以符合对色箱的 600 勒克斯亮度设定。

均匀度

如果屏幕的色彩范围够广，并且可以产生够高的亮度，那下一个要检查的项目就是色调值在整个屏幕表面上是否能够精确地重现。这样的均匀度在进行修图和使用屏幕来进行软件校样时都很重要。专业的校正软件应该要能检查色调变化，理想情况为整个显示器表面不超过 10%。

低视角灵敏度

对高阶影像而言，屏幕上最后一个要检查的参数是对用户视角的灵敏度。如果色彩或灰阶在头上下、左右移动时有变化，代表屏幕对视角敏感。此项目较难透过校正软件检查，但可以经由从不同视角比较不同影像样本来轻松察觉。

目前有一项面板技术在提供所需的低视角敏感度方面很突出：IPS（横向电场效应）技术。IPS LCD 屏幕可提供更广视角的色彩一致性与精确度，因此在选购屏幕时应列入考虑。

屏幕遮光罩

做为最后的重点，用于高质量修图和软件校样的专业屏幕应该要具有屏幕遮光罩来降低环境光线的影响并减少屏幕表面的反光。

在办公室环境使用屏幕时，杂光永远会产生反射，因此降低显示器的对比。虽然副厂的屏幕遮光罩永远是一种选择，但即使未直接纳入套件中，任何的专业影像屏幕供货商应该都会将此配件列为选购项目。

结论

对从事摄影和设计的专业人士而言，如果没有硬件校正，代表可能没有看见影像的全部。色偏和对比偏差将在您不知不觉下影响工作质量。美丽的夕阳和平滑的地平线可能显得苍白并出现渐层线条，或有不恰当的曝光程度。

硬件校正是确保 Adobe Photoshop 或 Lightroom 处理的影像能与在线及印刷成

品呈现一致的关键。

您想必会问 **BenQ** 的高阶屏幕是否能满足真实硬件校正和专业影像使用的所有要求？答案显而易见 - 「是」。透过专属的 **Palette Master** 校正软件，真实硬件校正可以用市面上它支持的测量装置进行。**BenQ** 屏幕和计算机之间以 **USB** 缆线连接。屏幕设定和数据控制是透过这条 **USB** 缆线传递，而视频信号是透过您选择的视讯缆线（例如 **DVI**、**HDMI** 或 **DisplayPort**）传递。**BenQ** 专业屏幕和硬件校正解决方案让影像专业人士和爱好者能完美呈现他们的最佳作品。

图片说明

对真实硬件校正而言，校正软件必须能够透过专用的 **USB** 缆线或 **DVI**、**Display Port** 来调整所有屏幕设定。

不同的光源有不同的光谱分布，包含各种白色色调变化。左边的图表显示 **5000K** 标准日光白点 **D50** 的光谱分布。在右边可以看到 **D65** 标准日光的白点是 **6500K**。

硬件校正的意义之一是在过程中使用测量装置。而使用屏幕遮光罩来阻挡环境光线和减少屏幕表面反光也很重要。