

摄像机的设置、调整和匹配测量

应用指南

介绍

无论是在外景拍摄场地还是在演播室,要得到高质量的图像质量,首先要对用来捕获景物的摄像机进行正确的调整。在光信号转换为电信号的过程中,所进行的许多处理均会影响图像的质量。了解摄像机的各种调整方法是必要的,采用适当的摄像机测试卡和波形监测仪进行调整是确保高质量图像的关键,它能够避免各种错误的发生,如果把这些错误放在后期制作中进行修正则需要付出高昂的代价。

白底色失真

在摄像机的调整过程中,白场中的底色失真对图像质量有着重大的影响,它常常被人们所忽视甚至出现更糟的情况,这是由不合格的操作人员使用不适当的设备所造成的。调整摄像机需要一些基本工具,这些其中工具必须是高质量的高清晰度(HD)波形监测仪(如泰克公司WFM8300/8200, WFM7120或WFM7020,也可使用便携式的WFM5200/5000)以及照度均匀的光源(如DSC Ambi照明设备的漫射板)。在这篇应用文章中,我们主要采用泰克公司WFM5200波形监测仪以说明如何进行各种必需的测量。为取得最佳的信号质量,推荐采用摄像机的HD-SDI输出,它的调整方法与标准清晰度(SD)类似。

每一位摄像机操作员都应当熟悉白场中的底色失真调整技术。在整个图像中,总的亮度应当是均匀的。在演播室中采用的是固定镜头的摄像机,其调整环境和拍摄条件均处于相同的控制环境中,但室外环境下的数字摄像与此不同,后者需要经常更换镜头。因此,在演播室中拍摄时,就不需要经常检查摄像机的白底色失真。

在进行以上的测量时,一名合格的操作人员首先要确保摄像机的每一通道均经过适当的校正,因为只有在这样的控制环境中才能完成摄像机的调整。可以将最终的调整结果保存为场景文件,这样,在室外拍摄中如果需要更换镜头或滤色片时,就可以很快地调出已保存的场景文件。

白底色失真(调整)是对亮度或彩色中的错误进行电子补偿的过程,底色失真主要是由摄像机的光学系统引起的。我们经常遇到的问题是图像中心处的亮度高于边缘处的亮度。这种类型的色差通常是由摄像机光学系统部件(例如棱镜或其它光学部件)产生的,特别是在老式镜头中更容易发生。此外,在由一个滤色片更换为另一个滤色片时也容易出现这种现象。要注意的是,在均匀的图像中也存在着彩色位移和非彩色位移之间的差别。例如,增加一个Wratten中性滤色片会使亮度降低,这样摄像机输出的图像看起来呈暖色。更换镜头也可以改变着色,不过效果一般不太明显。更常见的现象是边缘至边缘处的亮度有明显的差异,并在图像的中心处出现斑点。

为了调整摄像机的白底色失真,需要使用一种照度非常均匀的光源(例如DSC实验室的Ambi照明设备),它能够提供准确的、均匀的亮度场景。尽管有很多光源可以用在Ambi照明设备上,不过仍建议使用工业标准3200钨光源。钨的照度具有弯曲的频谱,比HMI(Hydrargyrum Medium-arc Iodide)或荧光源要平坦些。气体放电光源不能使Ambi漫射体获得均匀的照度,在对摄像机的底色失真进行调整时,不推荐使用这种光源。



图 1a. 无图案的 Ambi 照明设备。



图 1b. 带有透明光栅的 Ambi 照明设备。

白底色失真测量

首先开启摄像机、波形监测仪以及DSC Ambi照度设备的电源，而后将摄像机的HD-SDI输出与WFM5200相连接，先花几分钟时间使光源和被测系统稳定到正常工作色温，随后再开始测量。

Ambi 漫射体具有垂直可调整的光源，如图 1 所示。不过，为得到更高的精确度，应使用亮度光点式指示表 (luminance spot meter) 测量该器件的光输出并调整 AmbiMirror 和光源。利用 AmbiGrid (如图 1b 所示，在漫射体的前方有一线状网格) 可以很方便地将该漫射体区域划分为几个相等的象限。将亮度光点式指示表对准每一矩形的中心并记录每一象限的亮度和色温值。调整靶门 (barn door) 以及 DSC AmbiLight 至 AmbiMirror 的垂直距离，直至每一象限的光输出尽可能地相等。典型的测量偏差值为 $\pm 0.5\%$ ；不过，偏差为 1% 或更高一些也并不罕见。

将摄像机的增益设置为 0 dB，确认摄像机的拐点和其它伽马控制已被关闭。将摄像机定位于 Ambi 漫射体面板的前方，调整摄像机的焦距并过调少许以利用面板的

中心。确信摄像机的镜头设置为手动光圈模式，斑马设置调整到 95% 以使斑马复盖整个图像。注意，如果没有使用亮度光点式指示表，因而不能确信光照是否均匀以及斑马是否复盖整个图像，那么应当重复进行以上步骤直至斑马复盖整个图像为止。调整摄像机的镜头光圈，使光圈数在 f4 和 f5.6 之间。为此，调整摄像机至 Ambi Light 的物理距离以使光圈数值满足上述要求。在进行以上调整时，可能还要调整 Ambi Light 光源以使光照均匀，以上的步骤可能需要反复进行。

完成以上调整后，接着调整摄像机的白平衡，可以使用亮度光点式指示表和波形监测仪以检查白平衡是否调整妥当。在白平衡调整后，色温读数应当为 3200 度，为此，也许要调整摄像机的红通道和兰通道的增益。

而后使摄像机的镜头略微散焦以进一步减轻漫射错误的影响。在摄像机的底色失真菜单 (shading menu) 中，调整垂直和水平 saw 至 50。应当把垂直和水平部分设置为 0 以作为基线。如果以上数据是关闭的，说明摄像机的伽马控制是开启的，因此应当先关闭伽马控制而后再进行调整。

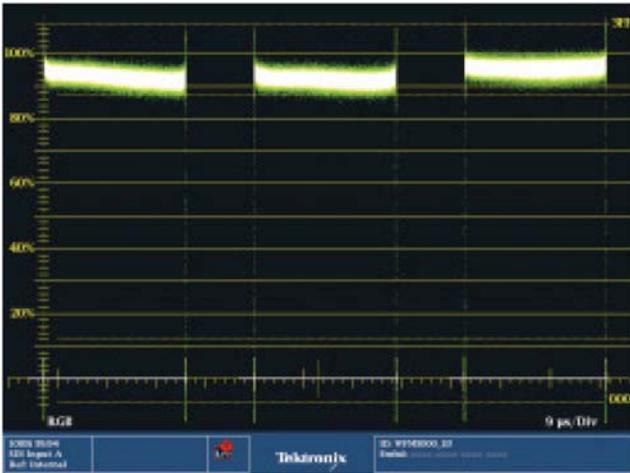


图 2. WFM5200 上的 RGB 并列显示(调整底色失真之前)。

选择WFM8300, WFM7120, WFM5200或WFM5000的WFM波形监测仪模式。按下并保持WFM按钮以显示菜单，配置波形显示为RGB并列模式，确保所有通道均被选中，如图2所示。如需更详细地了解波形监测仪的波形显示，可参考附录 1: *Interpreting a waveform monitor display*(解释波形监测仪的显示)

在摄像机中调整白底色失真，可按照以下顺序进行：绿、红和兰。调整方法与摄像机的控制旋钮有关，您可能要对摄像机的绿、红和兰通道分别进行调整。起初可以关闭波形监测仪上的红、兰通道，在波形监测仪上只显示绿通道并(在摄像机上)调整H和V Saw以使迹线尽可能地平坦。然后(在摄像机上)调整H和V Par 以使绿迹线尽可能地平坦。在波形监测仪按照以上同样的方法

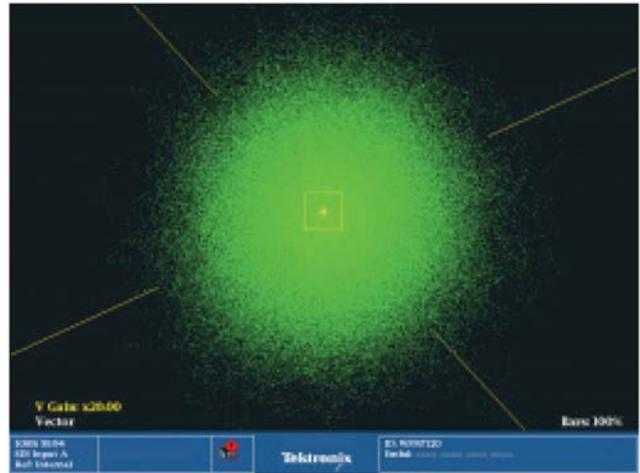


图3. 摄像机底色失真调整正确后的矢量显示(矢量增益设置为20X时)。

对红通道进行调整，注意要关闭绿、兰通道，在监测仪上只显示红通道。最后在波形监测仪上关闭绿和红通道只显示兰通道以对兰通道进行调整。在兰通道上对摄像机的Saw和Par进行调整以使兰通道的波形迹线尽可能地平坦。以上的调整一旦全部完成，选择波形监测仪上的矢量显示并将显示增益设置为最大值。按下并保持波形监测仪上的Gain(增益)按钮以进入菜单，选择5 × 增益设置并激活可变增益。而后在波形显示器中旋转 general knob(通用旋钮)直至显示器的左下角的读数指示为 20 × 最大值。在矢量显示器中的中心处应当可以直接观察到小圆周迹线，如图3所示。有关矢量显示的形成请参阅附录: *Understanding the vector display*(了解矢量显示)。

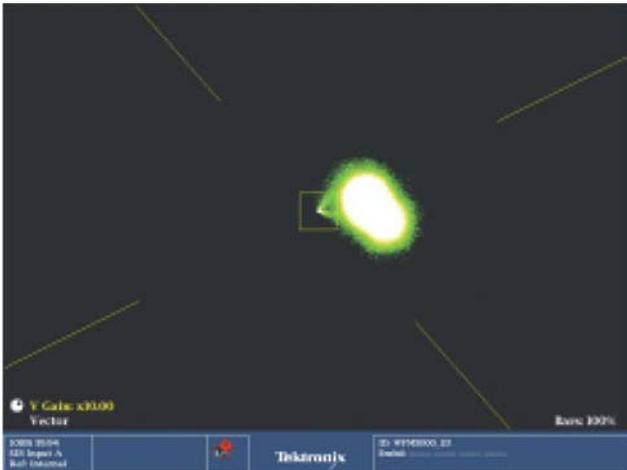


图 4. 摄像机调整不正确时的矢量输出显示。

在某些摄像机上不能对RGB的底色失真(shading)参数分别进行调整，这时就要用一单独的主控旋钮来代替。在这种情况下只调整矢量显示器的增益为最大值，并调整(摄像机的)主控旋钮以显示圆周迹线，图4显示的是最初的矢量显示图形，这表明底色失真未得到正确的调整，此时应调整主控旋钮以使该圆周尽可能地圆，如图3所示。注意如果偏离了矢量显示器的中心则表示图像中的彩色不正确，在这种情况下白场图像可能带有一点

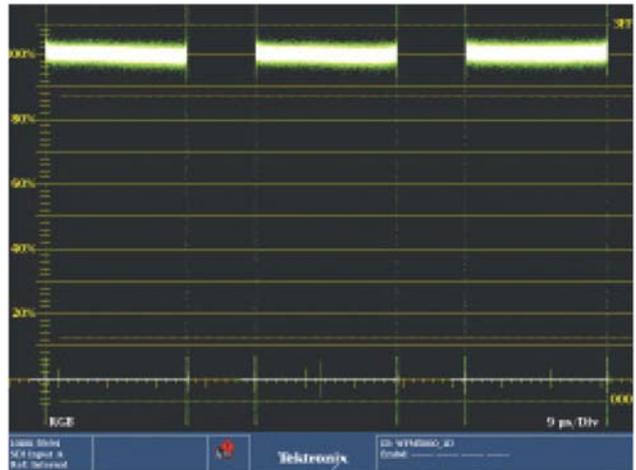


图 5. 摄像机的白平衡调整完成后的 WFM5000 波形显示。

彩色色调；色调的类型决定于偏离的角度。调整摄像机的控制旋钮应能校正这种错误。一旦上述调整全部完成后就可以将这些设置保存为一个新的镜头文件预置。如果使用这种特定的镜头，那么，可以认为摄像机应该能获得正确的白底色失真校正。在使用不同的镜头和滤色片配置时，可重复以上调整步骤，并将这些配置保存妥当以备以后使用。图5表示摄像机的底色失真调整完成后，最后所得到的 RGB 信号并列波形显示。

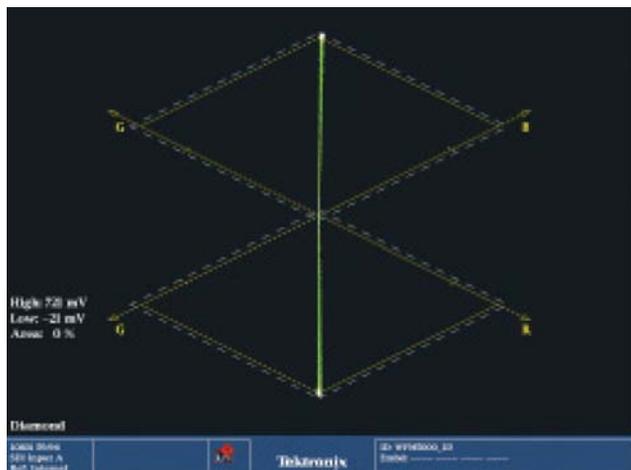


图 6. 摄像机白平衡正确时的钻石显示。

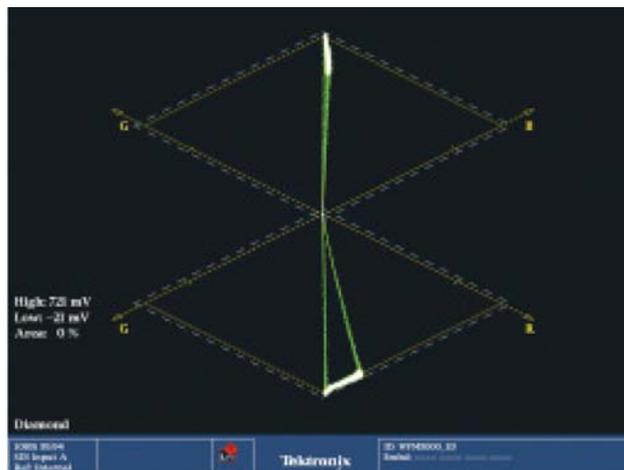


图 7. 白平衡调整过程中红增益不正确时的钻石显示。

利用钻石显示可以帮助我们校正摄像机的白平衡和底色失真。在钻石显示中，信号处理是在 RGB 色域中进行的，这恰如摄像机对输入信号的处理。当 R、G 和 B ($R' = B' = G'$) 的数值是相等的则它们的组合信号为一灰度数值。其结果是：灰度测试图卡或照度均匀的白场会在上、下钻石显示图形中呈现为一条垂直的线条，此时摄像机的白平衡调整是正确的，如图 6 所示。有关钻石显示的详细信息请参考附录 1: *Understanding the Tektronix Diamond Display* (了解泰克公司的钻石显示)。红、绿和兰通道的任何偏离，在钻石显示中均能很容易地观察到。在图 7 中，上部钻石显示中的迹线略有偏离，它表示的是绿通道和兰通道的平衡状况。在下部的钻石显示中，绿、红通道之间有明显的偏离，此时

应对摄像机进行调整以使红、绿和兰通道的电平相等，并产生一较垂直的迹线，如图 6 所示。一旦摄像机的操作人员掌握了这种显示方法，他们会发现，仅在一种显示模式中就可以很容易地观察到所有通道之间的相互平衡状况。

有很多方式可能会使摄像机的白底色失真造成错误，如同有很多方式会使摄像机的白平衡不正确。例如，当用一张带有兰色频谱色调的白纸或不均匀的照度来调整摄像机的白平衡时就会出现这个问题，而这常常被摄像机操作人员所忽视。对摄像机的白底色失真进行校正时也是一样。摄像机中每一 RGB 通道中的 saw 和 par 的特性均需要理想的照明即照亮表面，任何不均匀的照度均会引起几何失真。

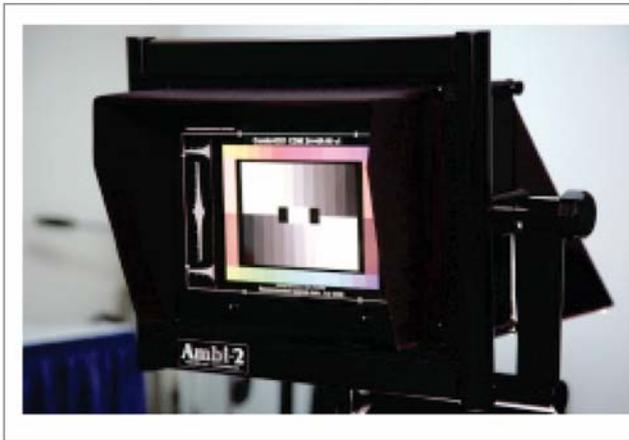


图 8a. CamAlign (背光)。

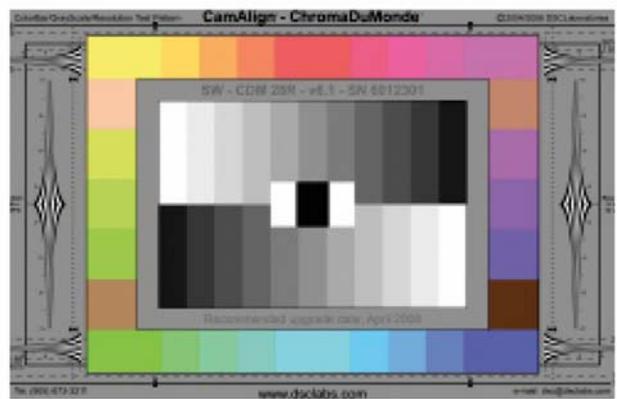


图 8b. Combi ChromaDuMonde (前光)。

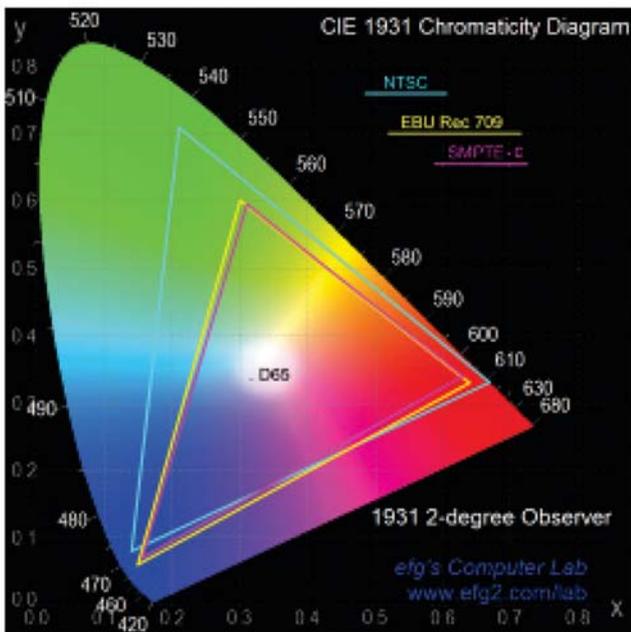


图 9. 1931 色度图。

色度和曝光度的正确设置

底色失真主要与信号的亮度调整有着密切的关系,不过它对于确保图像的彩色保真度也十分重要。一般而言,我们的目标是在监测仪中或电视机中重现场景图像,并使它与原始的场景尽可能地一致。为此,需要使用一种精确的测试卡,这种测试卡能够提供标准的参考图案。摄像机经由 CCD 器件(电耦合器件)将测试卡的光图像转换为数字电压电平,而后摄像机又将电信号转换为

HD-SDI输出。利用WFM8300, WFM7120或WFM5200/5000测量HD-SDI输出信号,这样就可以量化摄像机输出信号的技术特性。

一种精确的测试卡是很有用的,不过还需要一种电子测试图案发生器,它提供了摄像机的“Taking Characteristics”(拾取特性)。通常用拾取特性来描述摄像机的光信号转换为电信号过程中的许多要素,这些要素包括镜头和适配器、棱镜组件、分光镜和滤色片,以及CCD或其它图像器件的彩色特性。场景光照的频谱分布和色温的变化也会影响摄像机的拾取特性。

对摄像机作精确的评测需要使用一种精密的测试卡,例如Ambi Combi(背光,如图8a)或DSC实验室的CamAlign测试图案(前光,图8b)。它们是一些独特的测试图案,能够提供有意义的测试信号,使得摄像机的调整和图像控制更为简捷方便。可以利用这些图卡中包含的灰度级和彩色台阶特性来调整摄像机的各种设置。

图像质量的优化主要取决于单个摄像机的调整特性。DSC彩色图案是专门为最近国际电信联盟发布的ITU-BT.709色度标准而设计的,它可用于HD标准(即SMPTE 274M和296M)。注意,如图9所示的NTSC标准的彩色色域范围较宽,如果电视机采用这种标准,那么它的销售状况就不会很好,因为采用这种标准的图像太暗且必须在较黑暗的房间中观看。为此用SMPTE C标准取代了NTSC标准的色度分量,尽管SMPTE C标准的色域范围明显地缩小了,然而却提供了更为明亮的图像。

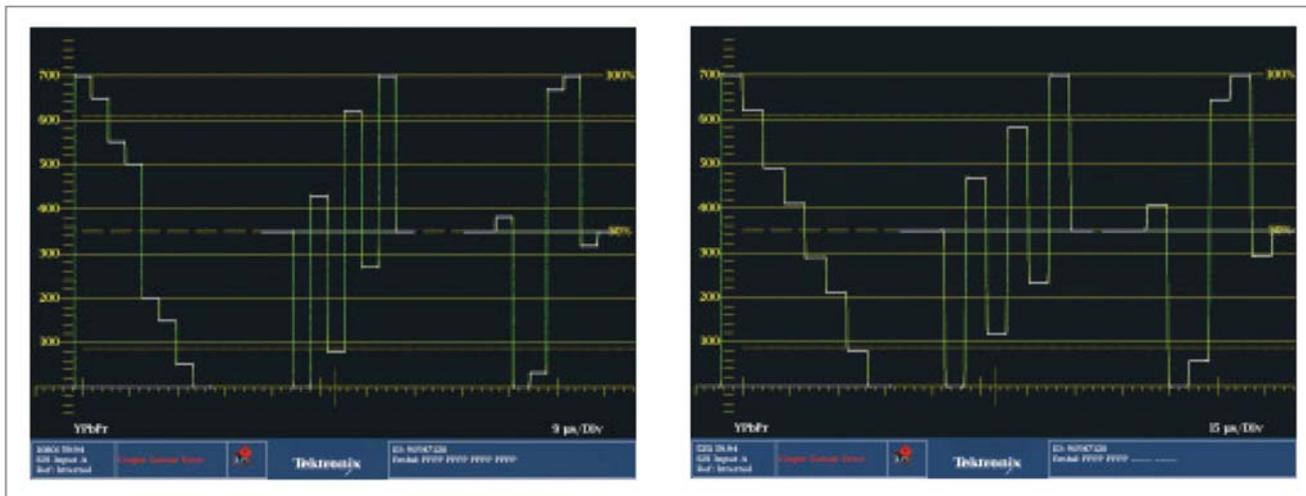


图 10. 100%的彩条信号，其中左为 HD 信号，右为 SD 信号。

当用波形监测仪观看 HD 和 SD 信号时，了解它们之间的色度学差别是很重要的。在图 10 中，以 YPbPr 波形模式给出了 HD 和 SD 格式的 100%彩条测试信号。注意，在 HD 信号和 SD 信号中，Y 通道绿-品红之间的过渡特性是不一样的。熟悉 SD 信号的用户可能一开始认为 HD 信号经过了不正确的调整。其实情况并非如此。每一彩色分量的电平差是符合标准的，它们的区别仅在于 HD 和 SD 信号分别采用了不同的色度方程。

使用波形监测仪调整灰度台阶

不要使用真实的中性灰度级来设置曝光量，因为它可能导致明显的跟踪错误。不过，使用灰度卡来设置正确的曝光电平则是一种相对简单的方法。典型的灰度卡更黄些，接近中性而指向黑。利用这种图卡会产生不自然的兰色，也就是说，在光照色调中，看起来为冷色。在大多数图像中，这样的效果是我们不希望的，因为观察者更喜爱色调为暖色的图像。DSC 实验室的专利技术解决了这一问题，它使灰度级中的每一台阶均为中性。

在使用灰度级测试图案时，无论是动态范围还是台阶之间的过渡和级数都是十分重要的。在早期的电视技术中，摄像机的动态范围被限制为大约是 25:1，灰度级图案的动态范围相对较低。现代的灰度级图卡具有 11 级台阶图案。9 级台阶和 11 级台阶图案之间的步进比例是不同的。就光的反射比率而言，9 级台阶呈对数关系，而在 11 级台阶中，其台阶电压则是呈线性的。在 9 级台阶测试图卡中，入射在（图卡上对应）最亮台阶处的光有 60% 被反射；作为比较，在 11 级台阶的测试图卡

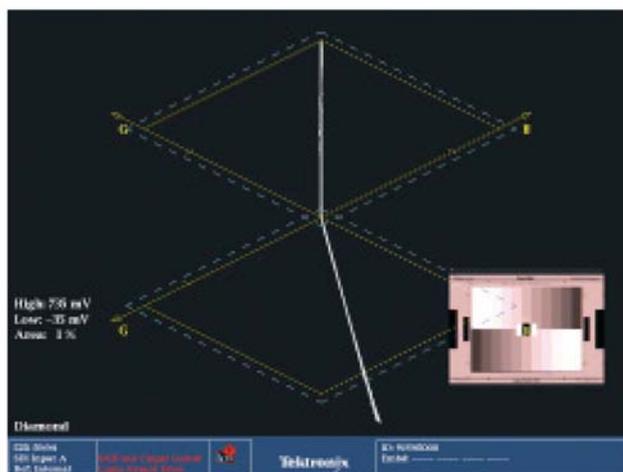


图 11. 泰克公司的钻石显示，该图中红灰度级出现了错误。

中，其中白条台阶上有 90% 的光被反射。DSC 图卡具有 11 级灰度级台阶，如图 8b 所示。注意在 11 级台阶图案中，与典型的 9 级台阶图案相比较，有着更大的动态范围，其白条处更白，暗条处更暗。在用 9 级或 11 级台阶图卡调整摄像机时，由于测试图案之间的不同光密度曲线，会导致重现图像的明显差异。如果用动态范围受限的、不准确的灰度级图卡来调整摄像机，会使摄像机拍摄的图像质量不佳，而且这种质量不良的图像实际上是不可补救的。利用钻石显示可以帮助我们校准灰度台阶测试图卡。在钻石显示中，校准正确的灰度信号迹线应当是一条笔直的垂直线，如图 6 所示。如果信号迹线偏离了垂直线，表明 RGB 分量中出现了错误。在图 11 中，下端的信号迹线朝向红色弯曲，表示红通道的调整不正确。

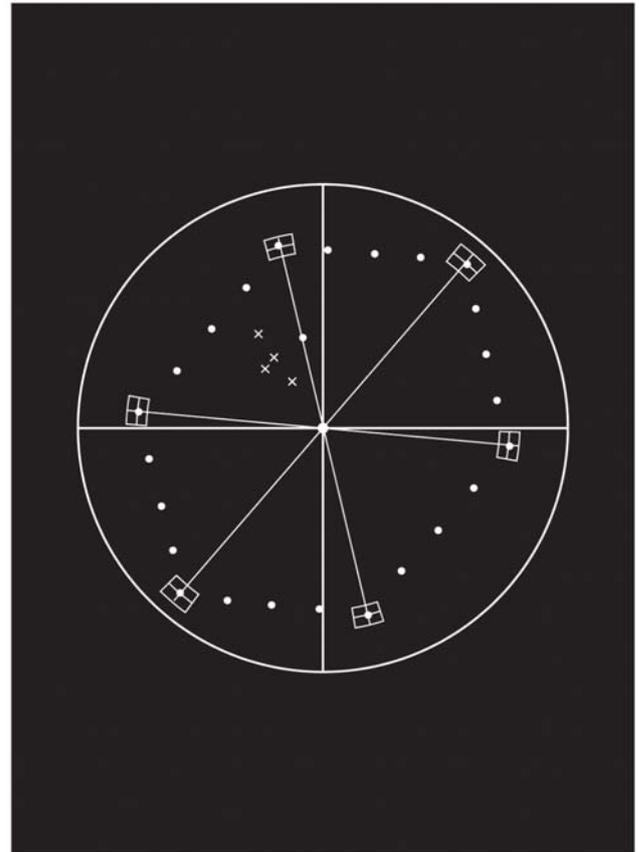
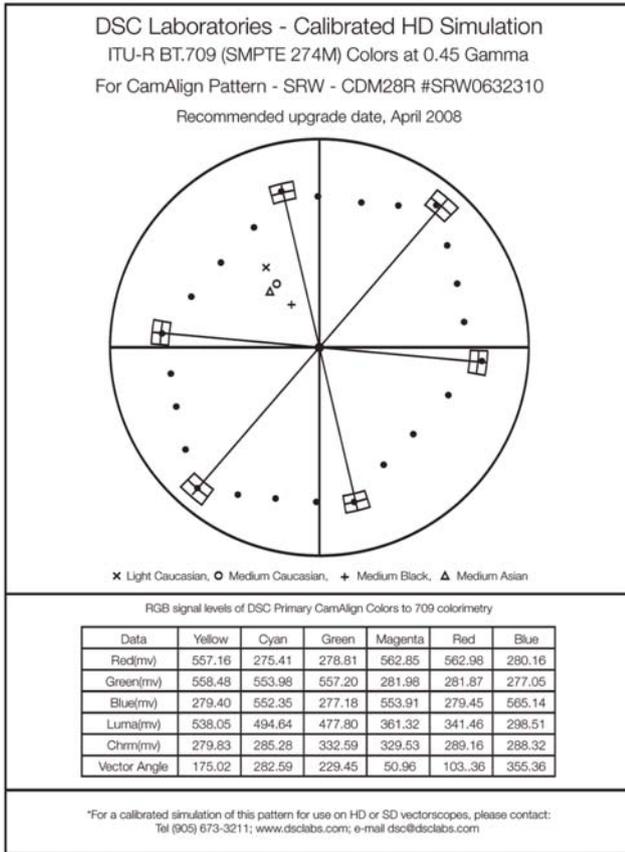


图 12. DSC CamAlign 彩色原基色及其矢量显示。

尽管每位工程师和 DP (摄影导演) 都有自己的一套摄像机调整方法, 不过, 以下所介绍的方法是相当典型的。

用一均匀照射 ChromaDuMonde 图卡或用一背光照射 Combi 图卡, 摄像机聚集图卡并正确成像, 光圈设置为中间值(一般在 f4 和 f8 之间), 调整光圈的曝光量使 DSC 灰度卡的白条为 700mv (100%)。跟踪调整 RGB 通道应使整个灰度卡呈中灰显示, 随后调整摄像机的黑平衡和白平衡 (顺便说一句, 由于所有的 DSC 彩色组合为平衡的灰度色, 大多数摄像机可以在 DSC 色卡上调整白平衡, 就象在真实的白测试卡上进行精确调整一样)。在正常情况下, 无论是 ComAlign 测试卡还是 ChromaDuMonde 灰度级测试卡, 它们的真实黑条均应设置为靠近 0mv。注意: 在北美地区, 如果监视的是摄像机的 NTSC 复合输出, 那么应将上述真实黑条产生的黑电平设置为 7.5 IRE, 但在日本, 因 NTSC 信号无黑电平偏置, 则将黑电平设置为 0 mv。调整摄像机, 应使伽马或 11 级台阶图卡的交叉台阶处为一直线。这样

可以精确地再现灰度测试卡。必须注意的是, 尽管此时摄像机能够准确地再现灰度测试卡, 但它的彩色再现仍然可能很差, 因此还需要作进一步的调整。

利用 WFM5200 矢量仪调整彩色

DSC 彩条是用来再现真实世界中的可见彩色饱和度电平。这样, 在使用矢量仪并将刻度设置为 75% 时, CamAlign 和 ChromaDuMonde 彩色信号将准确地落在矢量仪对应的小盒内。还有, 如果将矢量仪的增益直接增加到 2.0 ×, 当摄像机精确地再现彩色时, 所有的原基色彩色信号会在它们的小盒内。ChromaDuMonde 测试卡总共有 28 个彩色块。位于其四角以及上、下矩形的水平中心处的原基色彩色会落在对应的矢量仪小盒内。其它彩色则顺序排列在这些原基色之间。图 12 表示的是这些原基色在矢量仪中的显示图形。

现代的摄像机具有先进的多矩阵设置, 这样可以将每一基色与矢量仪小盒对准, 不过也有可能减小总的彩色色域。

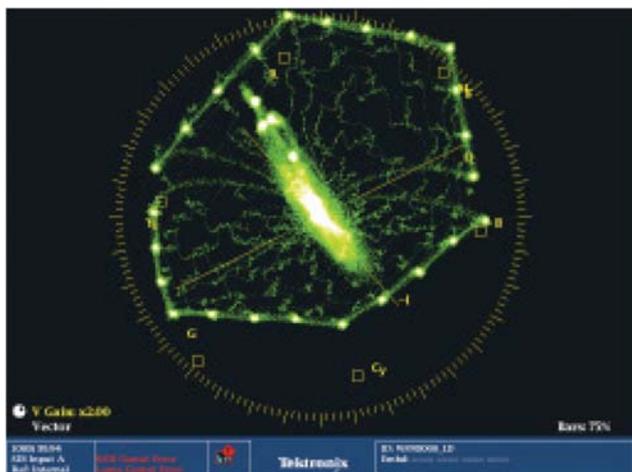


图 13. 默认的摄像机设置(校准之前)。

图 13 为调整之前的摄像机默认输出显示。在 WFM5200 的矢量仪显示中，设置为 75% 彩条刻度，增益设置为 $2 \times$ 。注意在摄像机的默认设置中，加重了红色分量，这样绿分量和青色分量的增益明显地小于其它彩色分量。在校准摄像机的矩阵时，增加某一特定彩色的灵敏度，可能会影响其它许多彩色的在矢量仪中的定位。因此，在对摄像机进行调整时，需要有足够的耐心，可能要反复对摄像机进行多次的调整，这样才能将摄像机正确地校准。DSC 测试卡使这一调整过程变得十分简单，因为每一 DSC 基色均具有相同的 RGB 电平组合，如同每一基色一样。如果图案中有着不同的亮度关系，真实的基色会增加工作色域空间的失真，就用彩色矩阵调整来取

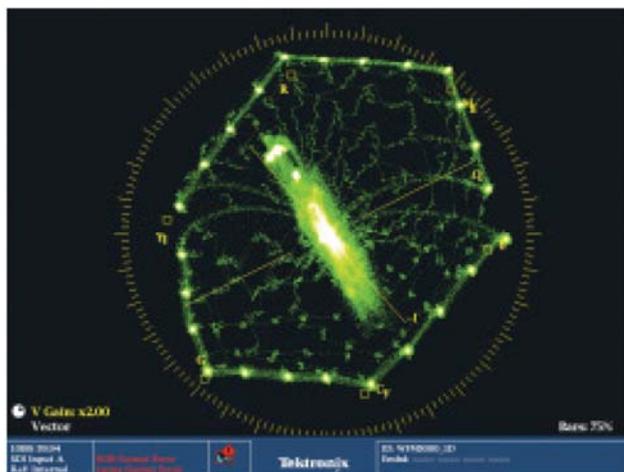


图 14. 调整后的摄像机输出。

代显示虚假基色的色域。例如，当进入摄像机矩阵设置以调整彩色灵敏度时，这就是一个例子。注意在许多例子中，一种特定的彩色不能选择它自身，可以改变为 $B - Y$ 和 $R - B$ 等。当这些设置增加或减少时，在矢量仪上所有其它的彩色均会产生位移。因此，一种彩色调整不正确会影响到整个彩色空间，对于这点我们必须充分地考虑到。图 14 表示的是经过调整且已校准好的摄像机输出信号在矢量仪中的显示。注意，图中的彩色分量并非与彩色的理论计算值完全吻合，然而，这却是这种摄像机经过多次反复调整后所能达到的最佳折衷。一旦所有的调整均已完成，则可将摄像机的配置保存妥当以备后用。

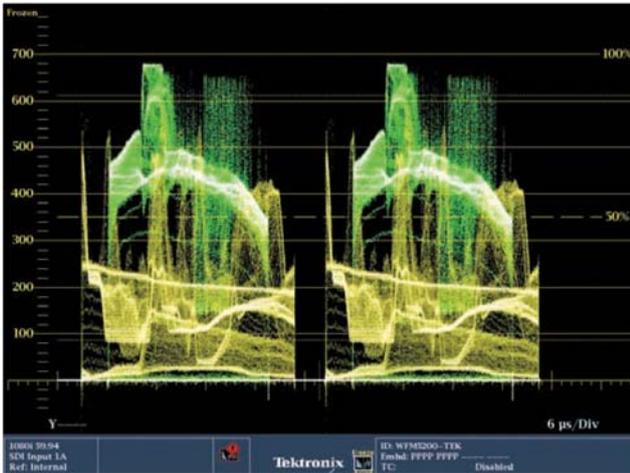


图 15. 利用WFM5200的冻结功能可以对视频信号进行比较。

摄像机之间的匹配

我们已经校准好了一台摄像机，但是，演播室里还有多台摄像机，我们还需要对其它摄像机进行同样的校准操作。重要的是，对于多台摄像机而言，无论是在演播室中还是在室外拍摄场地，其它摄像机均应与这台已校准的摄像机相匹配。这样才能保证不同场景之间或不同摄像机之间的拍摄图像看起来是相匹配的。由于没有两台完全相同的摄像机，那么，采用简单的方法即将一台摄像机的设置传送到另一台摄像机的作法是不可靠的。能够有效地使多台摄像机匹配的唯一方法是：在相同的光照条件下，使用同一种精密的测试图卡调整每台摄像机的矩阵设置。可以按照上述摄像机的调整方法进行一致性检查，设置曝光电平、设置白平衡，然后用矢量仪对彩色进行校正，使其一致。

为对摄像机之间的匹配进行调整，可以使用WFM5200/5000的冻结功能，以便对现场实况视频信号和冻结显示信号进行比较，这样能够比较不同的输入信号或者观察摄像机的预置信号。为对波形监测仪进行配置，可将参考摄像机的输出信号作为比较的输入参考信号并将其送入到波形监测仪中，再按下仪器的冻结按钮以抓取当前显示器的屏幕快照。冻结图像的显示迹线为黄色迹线，用户可以在实况信号和冻结信号之间来回切换，如图 15 所示。利用这种模式，可以以冻结信号为参考继续比较其它各个摄像机的输入，这样便于直观地观察两台摄像机之间的匹配状况，从而有助于操作者迅速调整摄像机以使摄入的场景相互匹配，确保整个制作过程外在显示状态上完全一致。

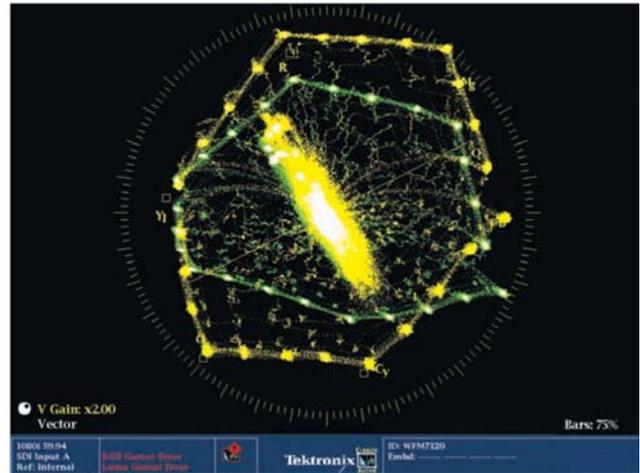


图 16. 利用WFM7120的CaptureVu特性，可以将摄像机的现场视频输出信号(绿色迹线)与先前捕获的、已正确校准的信号(黄色迹线)进行比较。

WFM8300或WFM7120波形监测仪凭借其CaptureVu™特性提供了高级捕获功能。利用CaptureVu特性，可以将一完整帧的视频数据保存在缓存中。所保存的视频数据能够重新生成任一种信号迹线(如波形显示和钻石显示等)或者呈现为图像显示。与上述的冻结功能一样，由CaptureVu捕获的数据也呈现为黄色迹线，这样可以很方便地对视频实况信号进行比较。图 16 给出的是将一早已校准的摄像机与另一台准备校准的摄像机同时显示以进行匹配调整。而后用户可以用同样的方法将下一台摄像机与早已校准的摄像机进行比较，直至它们之间实现准确的匹配。WFM8300或WFM7120的前面板均设有USB接口，因此，也可以将CaptureVu捕获的数据传送到USB记忆棒中以供日后使用。保存在记忆棒中的已捕获数据，既可以用于在不同的摄像机之间进行匹配比较和调整，也可以在过一段时间之后对已校准的摄像机再次进行观察，看这时该摄像机是否失配而需要重新校准。需要注意的是，在将捕获的数据返回恢复到WFM8300或WFM7120时，波形监测仪的视频格式必须与当前视频输入格式相同。因此，以该视频格式的标记指示来命名已保存的文件是有用的。总之，WFM8300或WFM7120的这种保存完整视频帧的捕获功能可以帮助用户匹配摄像机，还可以提供摄像机输出的视频数据记录(保存在USB记忆棒中)以监视日后可能发生的任何信号劣化。

利用TG700和HD3G7模块可以生成ChromaDuMonde图案的测试信号。这种测试信号可以作为摄像机输出的比较参考信号，这样有助于将摄像机调整到最佳性能状态。

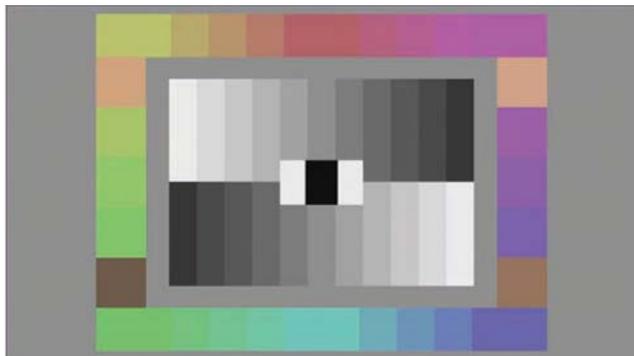


图 17. TG700 HD3G7 模块输出的 ChromaDuMonde 测试图案。

我们在拍摄外景时,在场景的头部或尾部录制几秒钟的 DSC 测试图案,实际上捕获的是一个美工人员在后期制作过程中为场景的彩色校正或场景的匹配所必须了解的各种信息。这将有助于简化节目后期的制作过程,避免代价高昂的失误发生。

多台摄像机之间的匹配

在节目制作期间,需要不断地对每一台摄像机进行调整以使它们的外在显示状态保持一致。在演播室中,时常要移动摄像机以使它们处于最佳的拍摄机位,位置的挪动可能会影响摄像机生成图像时的彩色保真度或者总亮度。这就需要快速地对每一台摄像机进行调整以保持制作过程中显示状态的一致。为了帮助操作人员能够迅速地比较各台摄像机的视频输出电平,带有选件CAM的 WFM5200 波形监测仪提供了摄像机的平衡模式,当然,也可以使用 WFM8300 和 WFM8200 的平衡模式。在摄像机的平衡模式中,操作人员可以在全屏模式中同

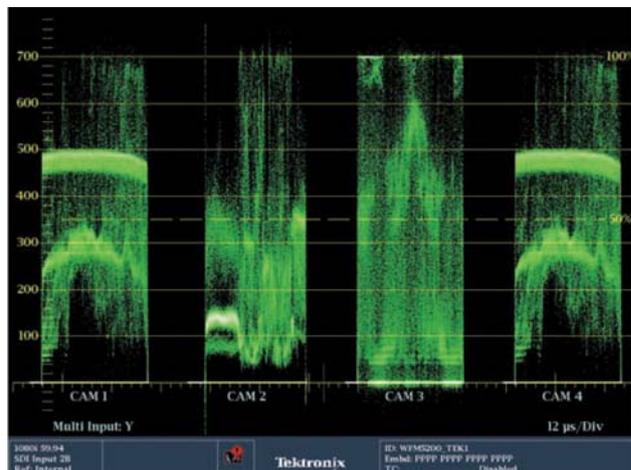


图18. 在摄像机的平衡模式中,以并列方式同时显示四台摄像机的输入信号迹线。

时观看四路信号的波形迹线(WFM8300和WFM8200需要配置 2SDI 选件以同时监视 4 路 SDI 输入)。这样,操作人员能够很方便地同时比较这四路摄像机的输入信号,从而确保所有摄像机的黑白平衡是相近的。操作者还可以为每个通道创建字符标记,这样操作人员可以迅速地识别各个摄像机,以便他方便地对每一单路信号进行适当的调整。图 18 显示的是 WFM5200 的摄像机平衡模式。由图 18 容易看出,其中一台摄像机的黑电平设置错误,它和其它 3 台摄像机的输入信号的设置不一致。如果要使标记为 CAM-1、CAM-2 和 CAM-4 的摄像机的黑电平与另一个标记为 CAM-3 的摄像机具有相同的黑电平,就不得不调整它们的黑电平。反之,作为选择,还可以调整 CAM-3 的黑电平,以使它与其它三台摄像机的外观显示响应相匹配。

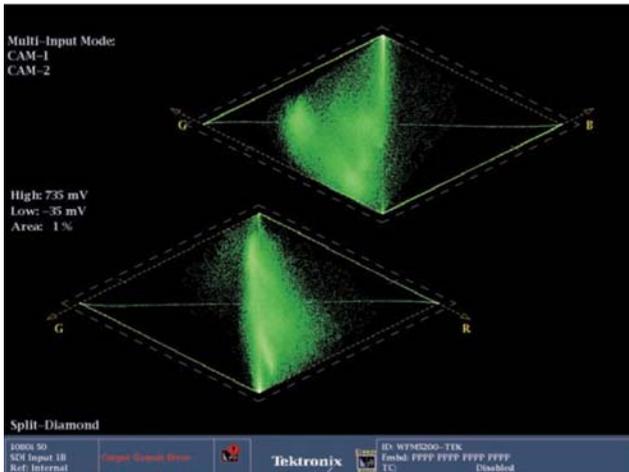


图 19. 多路输入相叠加的钻石显示。

摄像机的平衡模式也可用于其它迹线显示,例如矢量显示、闪电显示、钻石显示、分离钻石显示、矛头显示和箭头显示等。在利用这些显示迹线中进行信号比较时,可以将多路信号的输入在显示迹线的顶部相互重叠,然后再进行比较。在进行比较时,您只需在波形监测仪上选择对应的输入信号按钮即可迅速地激活或解除某路输入信号,这样便于用户选择某路输入信号进行比较,如图 19 所示。

在现场实况的制作过程中,无论是在演播室,还是在外景拍摄场地,如果需要对摄像机进行快速的校准,以使在露天的阴影区或者明亮的阳光下均能够保持图像的平衡状况,那么,钻石显示和分离钻石显示将是一种理想的监测调试工具。在钻石显示中,由中心到显示迹线外轮廓顶点的垂直轴表示的是被测信号的亮度分量。对于一个平衡良好的图像来说,它应当具有相当垂直的亮度分量。如果在钻石显示迹线的上半部相对垂直线出现了偏离,说明需要对蓝色通道进行调整;反之,如果显示

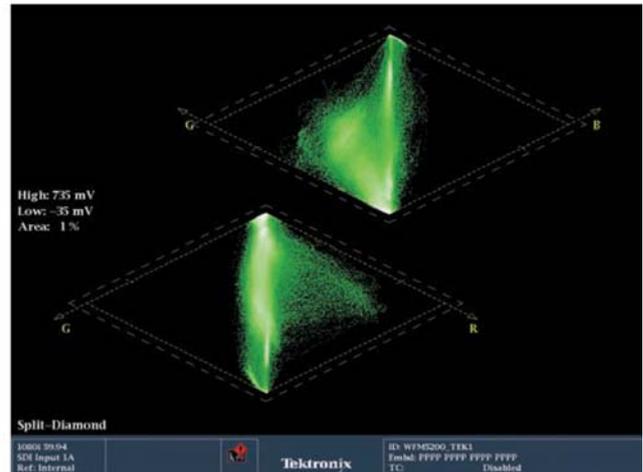


图 20. 实际图像信号的钻石显示。

迹线的下半部出现了偏离,则需要对红色通道进行调整。

另一方面,当您进行彩色调整时为使信号彩色不超出色域容限,利用钻石显示迹线您也可以观察到还有多大的调整余量。钻石显示的水平轴指示当前信号中的色度量,您可以在各个摄像机之间进行匹配调整以使图像具有最大的彩色保真度。还有,为了帮助您进行黑电平调整,可以使用分离钻石显示,这样便于观察被测信号中是否有某些部分处于黑电平以下。图20给出的是某一实况视频信号的分离钻石显示。由图可以很容易地看出,该显示迹线由中心点至分离钻石显示的上、下外轮廓顶点的全部亮度迹线是垂直的,这说明该图像的平衡状况是良好的。不过,在上部钻石显示迹线的的最高点处,即在信号迹线的色域容限边缘处似乎出现了些限幅,这是因为该信号迹线太亮了;另一方面,在每一信号通道的黑电平处,也出现了类似的限幅,这表示在中心黑电平处的部分信号迹线较亮。

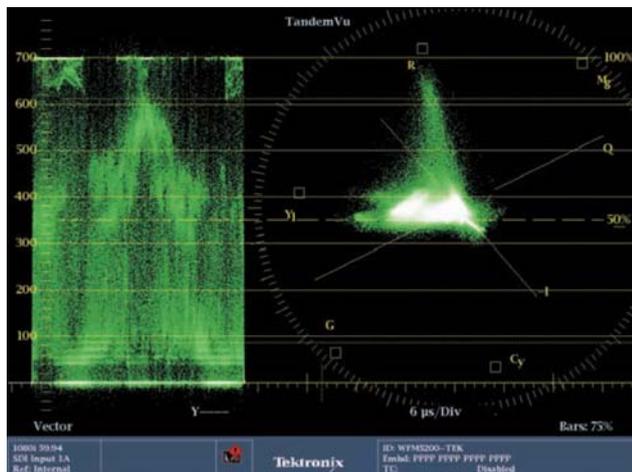


图21. TandemVu显示显示亮度(Y通道)和色度信号在矢量显示中。

TandemVu™

操作人员在调整摄像机的信号电平时,通常需要在波形监测仪上同时观察亮度(Y)和色度(C)通道的信号,以保证在摄像机屏幕上显示的人体肤色具有适当的视频电平,同时在矢量仪中也具有适当的色调和饱和度。泰克公司的波形监测仪WFM5200和WFM5000系列,提供了TandemVu显示功能,它使用户能够在波形监测仪上同时观看到信号的最大波形和信号的矢量显示。为适合于操作人员的实际应用,可以将波形监测仪配置为信号波形和矢量显示的叠加显示。在调整摄像机时,一个有用的设置是在监测仪上以2行扫描方式显示信号波形,并将该波形向显示屏的最左侧移动使之只出现一行。而后将矢量显示图形向显示屏的最右侧移动,如图21所示。在这样的显示器配置中,用户可以十分清楚地观察到如何在同一个显示屏面上进行亮度电平和色度信号的调整。

结语

采用前面介绍的技术来校准摄像机,掌握DSC摄像机测试卡和Ambi照明设备的正确使用方法,用户就能够确信摄像机所捕获的图像是经过正确调整和校准过的信号。利用泰克公司的波形监测仪,用户能够监视摄像机的图像输出,以确保摄像机的输出信号具有正确的视频电平,其彩色经过准确的校准,并能与其它摄像机相匹配。了解波形监测仪的各种显示模式(波形、矢量、钻石和矛头),有助于用户对摄像机进行正确的调整,以使摄像机输出的视频图像具有正确的和最佳的保真度。无论是在演播室中还是在外景拍摄场地,在实况视频的制作期间,均可使用波形显示、矢量显示和钻石显示以确保摄像机的正确平衡。

感谢DSC实验室(www.dsclabs.com)的Michael Kent对本文的贡献。

文中复制的插图已经过DSC实验室的同意。

附录



图 1a. 监测仪上的波形显示。

解释波形监测仪的显示

波形监测仪可用来观测视频信号，其中垂直轴用来显示视频幅度电平的大小，较低的电平表示图像的黑色部分，高端电平表示图像信号的明亮部分。黑电平在 0% 点处，白电平在 100% 刻度标记处(700mv)。

以监测仪的水平轴来代表时间，从左到右为时间增加的正方向。在监测仪中，可以用多种方式来显示被测信号的单个分量，例如并列(parade)方式，它是将各分量并排显示在屏幕上，以便对信号的分量进行比较；还有叠加(overlay)方式，它是将监测仪输入信号中的各分量相互重叠显示在屏幕上。在波形显示屏的下方给出了每格的时间指示。

视频信号是由大量的视频行组成的，这些视频行构成了完整的图像。在波形监测仪上可以用各种不同的方式来显示视频行。在行模式中，所有的视频信号行相互重叠显示在屏幕上，在场模式中，所有的信号行是一行接一行地显示在显示屏上，从而可以观察到整个图像的信号变化状况。

了解矢量显示

矢量显示是将色差信号 $P_b(B - Y)$ 分量描绘在水平轴上而将 $P_r(R - Y)$ 分量描绘在垂直轴上形成的, 参见图1b。在矢量显示中, 用户可以选择75%或100%的刻度。在进行测量时要确认被测源信号的幅度是否与矢量刻度相匹配。当用户将100%的彩条或75%的彩条信号输入到波形监测仪时, 应在波形监测仪上选择相应的刻度指示, 以使每一彩色分量的信号迹线落入到对应的刻度小盒中。如果某一彩色分量的幅度不正确, 那么与该信号分量相对应的迹线末端圆点就不会落入到刻度小盒中。例如, 如果 P_r 增益过高, 那么在屏幕的上半部分, 迹线末端圆点会落入到小盒的上方区域; 而在屏幕的下半部分, 圆点会落入到小盒的下方区域。利用信号的极性显示您可以测量彩色信号的色调即色度信号的相对相位。由屏幕中心出发而朝向色度信号点的位移表示该色度信号的幅度。由某一色度点至另一色度点的过渡可以提供有用的定时信息。信号的定时差表现为过渡线的来回循环或呈弯曲状。

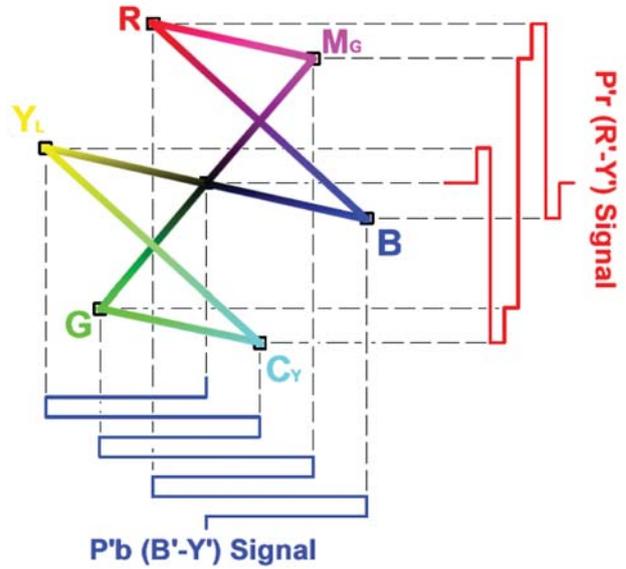


图 1b. 矢量示波器上的分量显示。

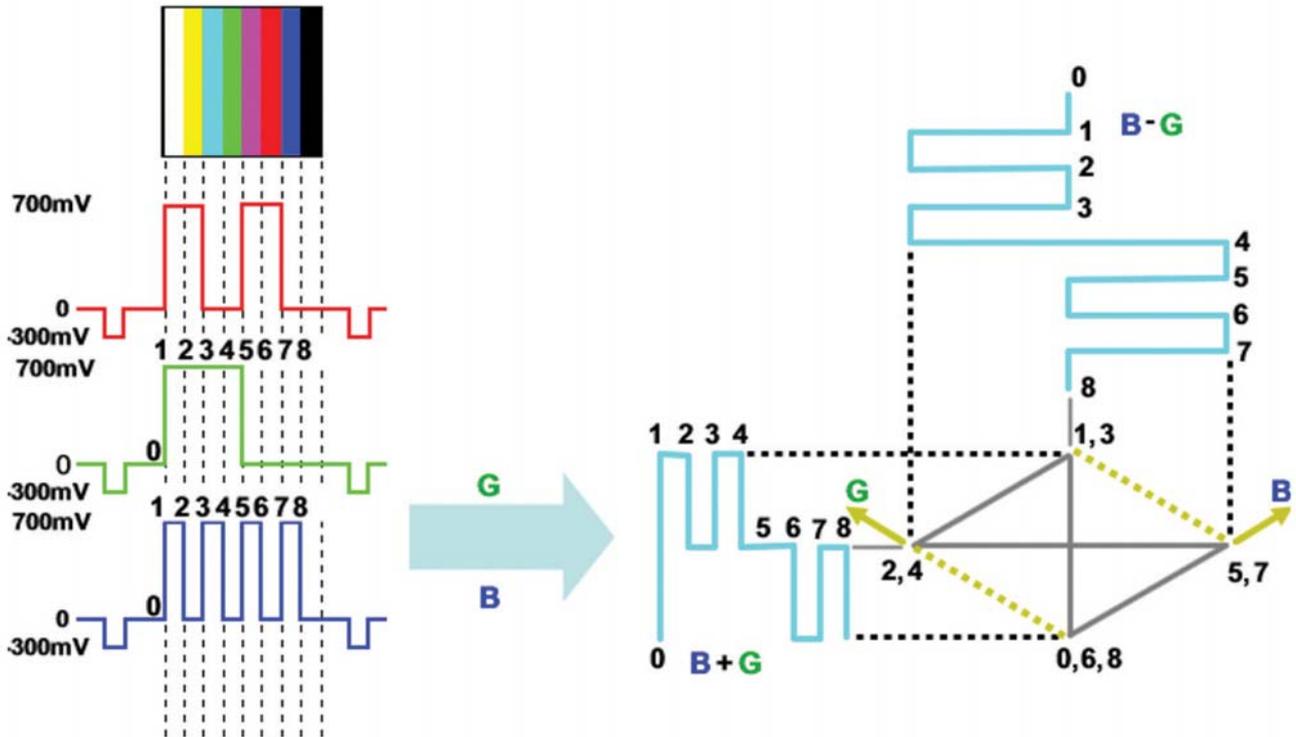


图 1c. 100%的彩条信号描绘出钻石显示的上半部分(G' & B' Diamond)的示意图。

了解泰克公司的钻石显示

利用泰克公司创建的钻石显示，有助于更形象地观察红、绿和蓝分量之间的相互作用状况。这种钻石显示是由R、G、B三个分量信号组合形成的，它表现为两维显示图形。

当您最初看到钻石显示中的100%彩条信号时，您也许不能立即观察到彩条信号是如何形成这种显示图形的，不过，当您了解到钻石显示图形是如何形成的以及如何将它用于RGB色域空间后，它将显著地简化摄像机的调整过程。

如果被观测的视频信号是其它格式，例如是YPbPr格式，那么应当首先将这三个分量转换到R、G、B色域中。在X/Y平面上将 $B'+G'$ 信号施加于垂直轴，同时将 B' 、 G' 信号施加在水平轴，这样就形成了钻石显示的上半部分。将 $(R'+G')$ 信号施加于垂直轴并将 R' 、 G' 信号施加于水平轴，则形成了钻石显示的下半部分。这两个钻石合在一起则共同组成了一对钻石显示图形。另外，还可以在信号上施加于相应的低通滤波器以消除短时间的、超出容限的其它信号，通常用于消除亮度和色差分量之间的各种带宽信号的组合产物。

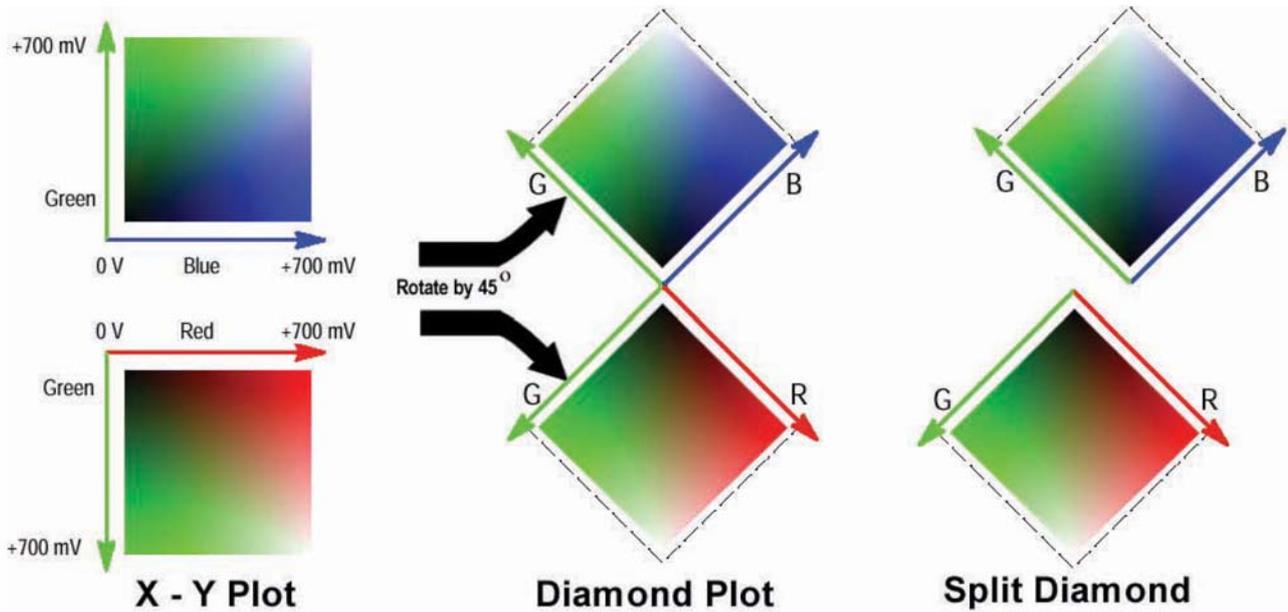


图 1d. 钻石显示和分离钻石显示的结构示意图。

由前面的叙述可知，在X/Y平面上，G'和B'形成了上方的钻石图形，G'和R形成了下方的钻石图形。在钻石显示中，如果信号迹线落在刻度边框的里面，则可以非常直观地观察到各分量信号是在RGB色域内。如果迹线落在刻度边框的外面，表明分量信号超出了RGB色域。如果是绿分量错误，它会对上、下两个钻石显示带来相同的影响。如果是蓝分量错误，它会影响上方的钻石显示，红分量错误则会影响下方的钻石显示。此外，经过改进的泰克公司钻石显示是分离的钻石显示，当需要观察被测信号黑色电平附近的色域错误时(如图1d所示)，它将更加方便。

钻石显示也是调整摄像机亮度信号的理想工具。当摄像机对准灰度测试卡的白色部分时，如果白平衡正确，那么信号迹线应当是从钻石中心(黑电平处)朝向两端(钻石的最上端和最下端，即白电平处)的一条笔直的垂直线。如果被测信号的分量不平衡，则会引起信号迹线的弯曲。

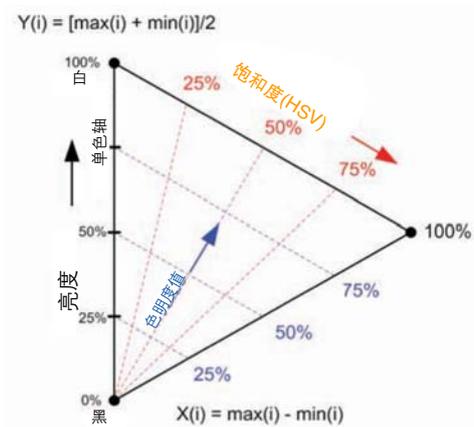


图1e. 矛头显示图形(具有恒定饱和度和色明度值的刻度线)。

使用泰克公司的矛头显示工具进行彩色校正

泰克公司最新开发的色域显示工具是矛头显示,这种色域显示工具将彩色饱和度、色明度值和亮度的艺术度量值与RGB色域范围容限巧妙地组合在一起。利用矛头显示图形,艺术工作者可以在HSV(色调、饱和度和色明度)空间内对实际视频信号进行调整,并使被测信号保持在合法有效的信号色域范围内。矛头显示是这样构成的:它将每一样值的R'、G'和B'三基色的最大值与三基色的最小值进行比较而绘出的三角形图形。其最终的图形如图1e所示。该三角形所包含的区域就代表着整个RGB的色域范围。可以转动这个三角形,以使它的垂直轴($\max(i) + \min(i) / 2$)代表亮度,而水平轴($\max(i) - \min(i)$)代表非标准化的饱和度。

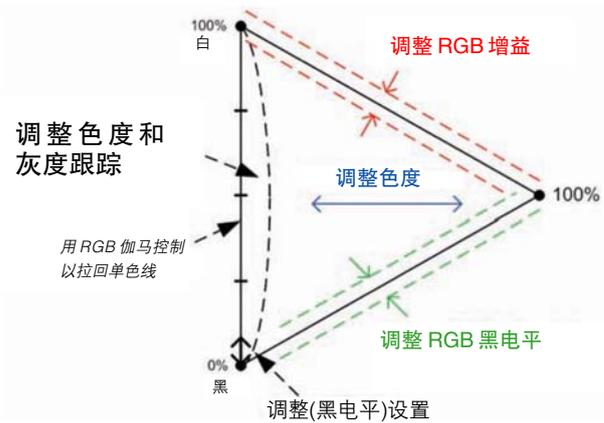


图1f. 使用矛头显示以进行彩色校正。

利用矛头显示可以快速地进行彩色校正调整,如图1f所示。调整图像点位置以对准矛头三角形的左下角可以方便地设置黑色台阶电平(Setup)或黑电平。调整R'G'B'的白电平或增益将影响矛头三角形上边附近图像点的位置,从而增加或减少图像的色明度(Value)或亮度(intensity)。调整R'G'B'的黑电平控制将影响矛头三角形下边附近图像点的位置,从而增加或减少图像的彩色饱和度。调整色度电平,即可沿着水平轴方向伸长或缩短图像点的位置,此时饱和度和明度将会同时改变。最后,控制R'G'B伽马的灰度平衡可以使图像的单色分量对准矛头三角形的左边垂直轴。

注意: $\max(i) = r(i)、g(i)、b(i)$ 的最大值,以毫伏计,
 $\min(i) = r(i)、g(i)、b(i)$ 的最小值,以毫伏计。

泰克科技(中国)有限公司
上海市浦东新区川桥路1227号
邮编: 201206
电话: (86 21) 5031 2000
传真: (86 21) 5899 3156

泰克北京办事处
北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编: 100088
电话: (86 10) 5795 0700
传真: (86 10) 6235 1236

泰克上海办事处
上海市徐汇区宜山路900号
科技大楼C楼7楼
邮编: 200233
电话: (86 21) 3397 0800
传真: (86 21) 6289 7267

泰克深圳办事处
深圳市福田区南园路68号
上步大厦21层G/H/I/J室
邮编: 518031
电话: (86 755) 8246 0909
传真: (86 755) 8246 1539

泰克成都办事处
成都市人民南路一段86号
城市之心23层D-F座
邮编: 610016
电话: (86 28) 8620 3028
传真: (86 28) 8620 3038

泰克西安办事处
西安市二环南路西段88号
老三届世纪星大厦20层K座
邮编: 710065
电话: (86 29) 8723 1794
传真: (86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处
武汉市解放大道686号
世贸广场1806室
邮编: 430022
电话: (86 27) 8781 2760/2831

泰克香港办事处
香港九龙尖沙咀弥敦道132号
美丽华大厦808-809室
电话: (852) 2585 6688
传真: (852) 2598 6260

更多信息

泰克公司备有内容丰富的各种应用手册、技术介绍和其他资料, 并不断予以充实, 以帮助那些从事前沿技术研究的工程师们。请访问: www.tektronix.com.cn



版权© 2011, 泰克公司。泰克公司保留所有权利。泰克公司的产品受美国国外专利权保护, 包括已发布和尚未发布的产品。TEKTRONIX和TEK是泰克有限公司的注册商标。所有其他相关商标名称是各公司的商务标记、商标或者是已注册的商标。

07/11 EA/FCA-POD

25C-27159-0

Tektronix®