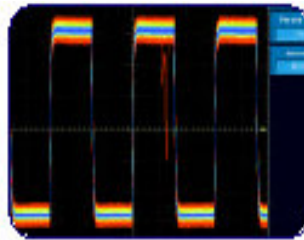


## ▶ 色域测量的有关问题



## 目录

色域测量的有关问题——WFM601和WFM700系列的主要应用 .....	2
一、什么是色域: .....	2
二、什么叫合法信号和有效信号?.....	2
三、色域检测的适用范围.....	3
四、色域测量的主要方式.....	3
五、钻石 (Diamond) 显示.....	4
六、箭头 (Arrowhead) 显示.....	9
七、闪电 (Lightning) 显示.....	10
八、小结.....	11

## 色域测量的有关问题——WFM601和WFM700系列的主要应用

### 一、什么是色域：

色域的英文单词为“Gamut”。Gamut这个单词有如下含义：音阶、全音域、色域、色移、全范围及全程等。Gamut的基本词义是“范围”。在电视视频检测和信号分析中，Gamut表示“色域”。那么，在这个领域中，色域到底指的是什么呢？色域是一个彩色范围。它是用D65基准白光源照射景物，再由PAL/NTSC或高清晰度电视系统重现景物所包含的整个彩色范围。色域由给定系统的色度值或CIE色度坐标规定。通过分别调整R'G'B'分量信号电平值，可再现彩色色域中的任何颜色。当 $R'=G'=B'$ ，即各分量电平都相等时，图像呈黑白状态。因为R'G'B'分量信号电平的各组数值直接对应于各种颜色，所以也常把色域看作R'G'B'信号的电平范围。

### 二、什么叫合法信号和有效信号？

对色域范畴而言，合法信号就是在其使用的特定格式中，信号的每个分量电平都没有超出该格式所规定的最大和最小限值。在基色分量信号R'G'B'系统中，色域上限值为700mV，下限值为0mV。而在色差分量信号Y'P'bP'r系统中，亮度信号Y'的允许范围是0mV至700mV，两个色差信号P'b和P'r的允许范围则是±350mV。如果某一通道的分量信号电平超出该格式信号电平所规定的上限值或下限值，这就产生了色域越限。在它的特定格式中，违反色域限值的信号称为非法信号。

就色域概念来说，有效信号指的是该信号处于特定彩色格式色域范畴之中，并在转换为任何其它格式时，始终保持为合法信号的信号。有效信号不管在什么格式下，始终是合法的。也就是说，有效信号转换成任何其它格式信号，其各分量幅度都在各种格式规定的限值之内。在R'G'B'系统中，因各分量的信号电平是独立的，所以在R'G'B'系统中合法的信号一定是有效的。而在色差分量信号Y'P'bP'r系统中，因分量信号电平不是独立的，所以在Y'P'bP'r格式中合法的信号却不一定是有效的。在Y'P'bP'r系统中，很可能因为增益的失真而造成虽然它在Y'P'bP'r格式中是合法的但却是无效的信号的现象。

下面举例说明。图1A是一个标准的合法Y'P'bP'r色差信号。它转换为R'G'B'信号后也是合法的（如图1B所示）。所以它是一个有效信号。在图2A的Y'P'bP'r色差信号中，亮度通道出现失真。Y'的幅度仅为标称值的90%。在图2A中的这个信号变换为R'G'B'格式后，所有三个分量信号（R'、G'、B'）电平的最小值均超出系统的最低电平限值0mV（如图2B所示）。所以这个信号虽然

在 $Y'P'_bP'_r$ 格式中是合法信号，但它却是一个无效信号。以上这些论述可用表1来概括。

表1. 合法信号与有效信号的关系

项目	总体概括	在 $R'G'B'$ 系统中	在 $Y'P'_bP'_r$ 系统中
两者关系	有效信号一定是合法信号，但合法信号却不一定是有效信号。	有效信号一定是合法信号。而在 $R'G'B'$ 系统中，合法信号也一定是有效信号。	有效信号一定是合法信号。在 $Y'P'_bP'_r$ 系统中的合法信号却不一定是有效信号（可能是，也可能不是）。
具体说明	合法信号是在其使用的特定格式中，其电压值没有超出限值。而有效信号是在转换为任何格式时，都始终保持为合法信号。	各分量信号的电平是独立的。所以在 $R'G'B'$ 系统中合法的信号不管如何变换格式也不会超出色域范围。	各分量信号电平不是独立的。很可能因增益失真等原因，形成虽然是合法的但却是无效的信号。

### 三、色域检测的适用范围

对视频分量信号进行色域检测，并不是一项常规的视频测量，因为通过摄像得到的景物图像和视频信号发生器产生的图像信号一般不会超出色域范围。但是随着计算机和数字技术的发展，利用图形工作站制作视频节目的应用越来越广泛。而且，即使利用摄像机拍摄景物，在技术处理和后期制作中，也可能使信号超出色域范围。当出现色域差错时，就会产生一个问题，那就是在传送和记录视频信号时，生动的彩色画面会失去色彩鲜明度。特别是在各种格式及模数转换中，超出色域的信号会给后续处理带来很多麻烦。色域检测特别适用于节目制作、技术处理和后期调试。

### 四、色域测量的主要方式

色域测量主要有三种显示图案：钻石（Diamond）显示、箭头（Arrow-head）显示和闪电（Lightning）显示。他们各有其特点，能够针对不同格式的视频分量信号简化色域的符合性评价。

钻石显示的上半部钻石由绿色（G）和蓝色（B）分量形成，而钻石显示的下半部钻石由绿色（G）和红色（R）构成。不管在任何输入信号情况下，只要 $R'G'B'$ 基色分量信号或 $Y'P'_bP'_r$ 色差分量信号处于色域之内，那么所显示的钻石

轨迹就会落在双钻石电子刻度线内。如果发生越限情况，轨迹就会落在刻度线的一个或两个边界之外。钻石显示除了能进行可靠的色域指示之外，还可用来显示通道间的增益误差和定时误差。而且它还能用于黑平衡和灰度调整。WFM700系列波形监视器新增加的分离钻石显示，可清楚地观测黑色区域的色域差错。这在传统的钻石显示中往往会被掩盖。

箭头显示的特点是在分量信号输入的情况下，就能够确定经过PAL或NTSC复合编码后，信号是否会超出色域，而无需经过复合编码对分量信号进行处理后再确定。

闪电显示可用于快速调整色差分量彩条信号，以保证正确的信号幅度和定时。传统的矢量显示只能给出色度信息的显示，而闪电也显示可同时给出亮度和两个色差分量显示。

## 五、钻石 (Diamond) 显示

钻石显示由它的图案形状而得名。图3为100%彩条信号(100/0/100/0)的钻石显示。图4是钻石显示的电子刻度线。从图中可以看到，钻石显示的上半部钻石由G(绿色)和B(蓝色)分量组成。而钻石显示的下半部钻石由(G)和R(红色)形成。

### 1. 钻石显示的形成

100%彩条信号基色分量(R、G、B)的波形如图5所示。由它可得到图6中的B+G和B-G波形。蓝和绿分量组合B+G用于驱动上半部钻石显示的垂直轴。而用B-G驱动其水平轴。从图6可以看出，怎样由B+G和B-G信号形成钻石显示的上半部图案。图6中B+G和B-G波形上的序号与菱形显示四角的序号相对应。顺着这些序号你可以很容易地描绘出100%彩条信号所形成的钻石显示的轨迹。通过同样的方法，用-(R+G)和R-G波形可描绘出钻石下半部的显示轨迹。

### 2. 为什么要接入低通滤波器?

泰克公司的数字视频波形监视器的主要特点之一，是在色域检测的水平偏转和垂直偏转电路前都接入了低通滤波器。垂直通道低通滤波器接在B'+G'或-(R'+G')与垂直偏转放大器之间；而水平通道低通滤波器连入B'-G'或R'-G'与水平偏转放大器之间，如图7所示。

那么，为什么要在色域检测的电路中接入低通滤波器呢？这是因为在Y'P'bP'r色差分量格式中，亮度分量和色差分量信号的带宽是不相等的。亮度(Y')通道带宽通常至少是色差信号(P'b、P'r或B'-Y'、R'-Y')通道带

宽的两倍。当信号由  $Y'P'_bP'_r$  转换成  $R'G'B'$  信号的过程中, 信号阶跃处的幅度会瞬间超出  $R'G'B'$  信号的有效范围, 从而导致色域违规, 这种高频越限电平的削波会或多或少对图形显示有所影响。但视频专家认为, 这种色域越限对  $R'G'B'$  系统来说是可以接受的。在色域检测中, 不宜判为色域越限。不然会使问题变得特别复杂。在色域检测的电路中, 接入低通滤波器的目的就是要尽量减少这种色域误告警。加入低通滤波器这种处理可使我们忽略对图像影响甚微的快速过渡, 而将注意力主要集中于时间周期较长、图像面积较大的明显越限干扰。

大多数其它公司的色域检测系统, 滤波器仅设置在水平范围内。泰克公司的水平加垂直低通滤波器, 不仅可扩展滤除人为产物的能力, 而且还可使图像域内的检测对称实施。

### 3. 钻石显示的优点

对基色分量  $R'G'B'$  格式, 钻石显示是最可靠、最有效的色域越限指示图形。因为钻石显示的上部钻石表示的是蓝色和绿色分量信号电平, 而下部钻石显示表示的是红色和绿色分量信号电平, 所以很容易分辨出究竟哪一个通道或哪几个通道出现色域越限。钻石显示即不会误告警, 也不会漏过严重的色域越限而不告警。钻石显示的另一个优点是它可以直观显示出色域越限的严重程度。钻石显示可非常方便地作为计算机图形制作和摄像机拍摄图像后期调整的监测工具。

### 4. 红、绿、蓝色域越限的典型情况

在图像制作和后期调试中, 利用钻石显示可非常直观、方便地确定  $R'G'B'$  通道是否出现色域越限。因为钻石显示的上部钻石和下部钻石均包含绿色通道显示, 所以如果绿色通道越限, 必然会对钻石显示的上部和下部产生同样的影响。图 8 示出了 100% 的彩条信号的绿色通道增益增高约 10% 的图像显示。从图 8 中可以看到, 在钻石显示的上部和下部钻石沿绿色通道方向有同样的偏移, 需要进行调整。在图 8 中还可以看出, 钻石显示右边的蓝色和红色通道显示是正常的, 这说明蓝色和红色通道的信号电平和增益是正确的, 无需调整。

图 9 给出仅有红色越限的 100% 彩条信号的钻石显示。从图中可以看到, 它仅对钻石显示的下半部钻石显示有影响。它造成 R (红色) 刻度箭头处有所偏移。图 10 是含有红色不平衡误差的 10 阶梯波信号的钻石显示。它在红色区超出了色域范围。

钻石显示是非常可靠的色域指示图形。钻石显示不会给出“虚假肯定”指示, 也就是说, 如果被测信号色域显示在其对应的钻石刻度线范围之内, 那么被测信号肯定不存在色域越限。相反, 钻石显示也不会给出“虚假否定”指示, 即如果被测信号的色域显示出现在钻石显示刻度线之外, 那么被测信号肯定存在色域越限现象。必要时, 一定要进行调整。

这里要特别注意，对人们熟悉的 NTSC SMPTE 彩条信号，当将其转换为 R'G'B' 进行色域显示时，在钻石显示中会出现色域越限。在 B（蓝色）通道刻度线附近会出现其它矢量，如图 11 所示。因此，虽然 SMPTE 彩条信号在复合彩色域中是合法的，但在 R'G'B' 域中却是无效的。

## 5. 如何利用钻石显示进行主观评测

色域测量的目的不是要仅仅给出有无色域越限简单结论的传统硬性判断。而是要根据色域越限的时间长短、次数多少、面积大小及偏离刻度线的部位来分析它对被监视图像显示质量的影响程度。对那些严重危害图像显示质量的色域越限，一定要在播出前进行合理调试。而对那些不会给图像质量造成多大影响的轻微色域越限，则不必花费更多的精力去做无用补偿。钻石显示是用于色域越限主观评测分析的最佳显示图案。

短时间的色域越限，会在钻石显示刻度线边界之外，形成模糊不清、亮度较暗的点和线。而长时间、重复多次的色域越限会使错误点和迹线变亮。不同种类的多种越限情况，会使色域越限的面积增大。有经验的工作人员可根据色域越限的时间长短及面积大小来判断对图像显示的影响程度，以决定是否采取相应措施。这样，就不会陷入由电平检测器硬性判断而带来的困扰。

钻石显示还能用于监视活动图像的色域越限情况，如图 12、图 13 所示。图 12 所显示的图像仅在上部钻石 G（绿色）刻度线附近有微弱的色域越限。它不影响图像的质量，不必加以处理。而图 13 对应的图形则在 G 区（绿色）和 R 区（红色）外，有较明显的色域越限情况，它将对图像的显示质量构成影响。应当在节目完成之前予以校正。通过用钻石显示图形对活动图像的监视，一方面可以提醒我们对严重影响图像质量的画面进行处理，另一方面也使我们减少了许多不必要的设备调整。所以，钻石显示是保证快速、高效进行图像调整的色域显示方式。

在 WFM700 系列多格式高清晰度和标准清晰度波形监视器中，对钻石显示图形又做了新的改进。增加了分离钻石显示图形，就是把钻石显示的上部和下部钻石分开一定距离，如图 14 所示。这样便于观察黑色区域的色域越限。在传统的钻石显示图形中，上下两个钻石可能会互相掩盖黑色区域的某些色域越限成分。

在 WFM700 系列波形监视器中，用户可以自行设置色域告警的门限电平。这时只需选择“Set Thresholds”（设置门限），就可在相应菜单中设定色域门限的上限值和下限值。在图 15 中，选择的是默认的上限值+721mV 和默认的下限值-21mV。图中的虚线即为所选择的色域容限图形。

WFM700系列波形监视器还有另外两种特殊功能。一个是“面积掩蔽”(Area Masking)设置。通过相应菜单可以设置面积掩蔽的百分数。它是设置一个总图形像素的百分数,如5%。如果色域越限的像素数小于图像总像素数的5%,这种情况将不作为色域越限告警。仅当超过5%,才给出警告。其百分数的设定取决于在色域越限方面对图像质量的要求。对图像质量要求越高,设定的百分数应越小。设置值最大不能超过10%,其默认值为0%。WFM700波形监视器的另一功能是可设置仅有水平低通滤波器或同时具有水平加垂直低通滤波器。由于亮度和色差信号的带宽不同,所以亮度信号的上升和下降时间与色度信号的上升和下降时间也一定不同。这样在信号由 $Y'P'_bP'_r$ 格式转换为 $R'G'B'$ 格式时,就会在信号阶跃处产生小的上冲和下冲。采用低通滤波器就是要消除这些对图像质量本无损伤的上冲和下冲的影响。水平模式仅消除水平信号的过冲。而水平加垂直模式,不仅可在水平和垂直两维空间上消除过冲,而且还可以使图像的色域监测在水平和垂直方向上对称。

## 6. 定时误差观测

视频各分离通道间的定时误差会使图像变得模糊,而不象人们所期望的那样鲜明清晰。在钻石显示中,水平过渡线的弯曲程度表明误差的大小。它是由视频分量某一通道的定时漂移引起的。在图16中,上部钻石显示的水平过渡线呈现明显的弯曲状态,这说明B(蓝色)通道存在着定时误差。图16中下部钻石显示的水平过渡线则比较平直,它表明R(红色)通道不存在定时误差。钻石显示方式的定时误差监测很敏感,即使仅有20ns的时延;也能在钻石显示图形上明显地察觉。如果红色通道存在定时误差,则钻石显示下部钻石的水平过渡线将呈现弯曲。但在钻石显示中,从水平过渡线的弯曲方向和弯曲程度上不能给出定时误差的定量信息。

## 7. 黑平衡调整

钻石显示还能非常直观地检测出黑平衡的有关问题。经过正确黑平衡调整的包含真正黑区的任何静止和活动信号都会在上、下钻石显示的精确连接点处产生一个很小的圆点。如果黑平衡调整不当,该中心点就会向信号分量过强的方向延伸。图15示出的就是在摄像机镜头盖闭合的情况下,在进行黑平衡调整过程中,因为R(红色)过强所出现的效果。通过钻石显示不仅能够发现测试信号中或摄像机调整时的黑平衡问题,而且对于活动的电视图像,利用钻石显示也能直观地监测出黑平衡所存在的问题。图18示出的是带有红平衡误差的活动图像。图19是具有蓝平衡误差的活动图像。而图20从上下两个钻石显示图形中均可以看出,这是含有绿平衡误差的活动图像显示。

## 8. 伽马(Gamma)调整和灰色跟踪



钻石显示是用于伽马调整的有效工具。虽然钻石显示的垂直轴或称中心轴并不代表真实的亮度，但它却表示上部钻石的绿色电平和蓝色电平以及下部钻石的绿色电平和红色电平相等的点。因此，所有的黑白信号点 ( $R'=G'=B'$ )，必然落在两个钻石区的中心垂直线上。利用钻石显示的这一特性将使灰度跟踪调整变得十分方便。

图 21 是经过正确调整平衡的白场信号的钻石显示。它具有由钻石显示中心点向上笔直延伸的轨迹，这说明蓝色电平和绿色电平刚好相等。由钻石显示中心点向下延伸也有一条笔直的迹线。它表明红色电平和绿色电平完全相同。图 21 显示的情况，仅出现在  $R'=G'=B'$  的状态。它表示信号呈纯黑白状态。图 22 示出的是摄像机镜头对向标准白场时所形成的钻石显示。该摄像机的蓝色通道已做了伽马设置，这使得景物的暗区有些发亮，它是具有蓝伽马误差的钻石显示。

图 23 是红色增益失调的钻石显示，所以下部钻石显示迹线偏向 R（红色）轴。利用钻石显示，从黑色到白色调整三个通道的增益匹配十分简便和直观。这只需要调整 B 通道和 R 通道的增益使钻石显示轨迹平直向下即可。要特别注意，钻石显示并不是专为伽马校正调整应用而设计的。伽马还必须利用波形显示来调整。但是为了使蓝色通道和红色通道与绿色通道的伽马值相匹配，这却是一种非常简便实用的方法。钻石显示特别适用于在图形监视器上为特技效果进行伽马调整。

## 9. 色域/幅度监视

泰克公司的 WFM601 和 WFM700 系列波形监视器即具有波形幅度的准确测量功能又具有色域监视能力。对于那些需要严格测量信号幅度的环节，例如在节目制作和设计过程中，可利用波形监视器的顺序 (Parade) 和叠加 (Overlay) 波形显示功能，采用光标方式对信号各分量幅度进行准确测量。然而在监视测试信号和活动图像有无色域越限时，钻石显示则明显地显现出其优越性。用于色域容限监视的钻石显示还能检测出两分量间微小的定时误差。利用钻石显示可迅速的查找出造成色域越限的特定分量。

尽管信号传输很少采用  $R'G'B'$  形式，但  $R'G'B'$  色域监视功能还是有广泛地应用领域。在许多制作和运行控制中，经常采用  $R'G'B'$  格式的信号。例如计算机的图形工作站和绘图系统就工作在  $R'G'B'$  彩色环境中，它们是无效视频图像的重要来源。在图像制作过程中或节目完成后，用钻石显示对其进行色域越限的检测可大大提高电视节目播出的质量。另外，摄像机控制单元 (CCU)、电视电影、彩色调整和伽马校正也都工作在  $R'G'B'$  彩色控制环境。利用钻石显示功能可很好地保证以上系统的正常工作。

钻石显示的优势主要体现在 R'G'B' 格式分量视频信号。对于复合彩色信号和色差分量信号，泰克公司的波形监视器具有对应的其它功能。这就引出了下面介绍的箭头显示和闪电显示方式。

## 六、箭头 (Arrowhead) 显示

在上一节详细论述的钻石显示，特别适用于 R'G'B' 基色分量格式信号。但在很多情况下，视频信号是以复合信号进行传输并最终以复合信号方式进行分配或显示。另外，在制作各种分量视频信号节目时，要想知道对应的复合视频信号是否超出色域限值，最典型的方法就是利用复合编码器将分量视频信号转换成复合视频信号，再用人们熟悉的模拟波形监视器和矢量示波器进行检测。那么，我们能否在制作各种分量视频格式节目时，不经过复合编码，就知道该分量信号所对应的复合视频信号是否合法，即是否超过规定的色域限值。泰克公司开发的“箭头”显示就是为解决这类问题而设计的。图 24 是 PAL 制的箭头结构显示，而图 25 是 NTSC 制所对应的箭头结构显示。

在箭头显示中，垂直轴代表亮度电平，消隐电平位于箭头的左下角。箭头的水平轴表示亮度电平等上色度副载波的幅度。副载波为零时，位于箭头的最左端。箭头上部斜线的刻度指示代表 100% 彩条信号的亮度电平与彩色副载波的幅度之和。箭头下部斜线的刻度指示，代表朝信号同步顶方向（最大发射功率方向）亮度电平与彩色副载波的幅度之和。整个被测信号显示的轨迹是亮度分量电平与色度分量幅度的合成。从表 2. “100% 彩条信号的亮度电平和色度幅度值”与图 24 “PAL 制箭头结构显示”的对应关系可清楚地看出这一点。在箭头显示中，还可设置限值可调的告警功能。通过箭头显示，在制作分量视频信号节目时，就避免了在复合传输状态下的色域越限情况。

在通常情况下，NTSC 制信号的门限电平设置在 110IRE。因为如果超过此值，有可能在发射机中出现问题。图 26 为 NTSC SMPTE 彩条信号的箭头显示。在图 26 中，彩条信号都落在箭头显示的容限之内，这说明在复合视频状态下它是合法的。图 27 所示的是 100% 彩条信号的箭头显示。该信号在 R'G'B' 域中是合法的，然而它在复合 NTSC 域中却超出了容限。对 WFM601 波形监视器，NTSC 制信号的门限电平范围可设置在 100IRE 到 131IRE 之间。而 PAL 制信号的门限电平设置范围要比 WFM601 还要大一些。对 NTSC 信号为 90 IRE 到 135.7IRE，PAL 制信号为 630mV 到 950mV。

另外，WFM700 系列波形监视器还可在 0% 和 7.5% 之间设置黑电平台阶 (setup, 即黑电平与消隐电平之差相对于白电平的百分数)，以适合相应的广播制式。它主要用于 NTSC 制信号。WFM700 系列是一种多格式的波形监视器。它的箭头显示不仅适用于标准清晰度电视信号，而且也适用于高清晰度电视信号。后者可向下兼容标准清晰度格式，以用于制作、播出和分配系统。

箭头显示不仅可利用测试信号检查有关设备的色域越限情况，而且还可对实际的活动图像进行监测。图 28 就是对实际的活动图像的箭头显示。图中的容限设置为 120IRE。可以看到在该箭头显示中，给出了复合色域差错的指示。

## 七、闪电 (Lightning) 显示

与钻石显示和箭头显示相比，应该说，我们对闪电显示了解得更早一些。闪电显示是泰克公司的又一专利。图 29 就是 VM700T 视频测量装置 SDI (串行数字接口) 应用选件对彩条信号进行测量的闪电显示。它不仅能给出闪电显示图形，还能给出 B-Y、R-Y、Y 的实测电平值及其误差。相比之下，通用的矢量显示只能给出各色度幅度及相位指示，而给不出亮度信息。在传统的矢量图中，从黑到白的亮度信号都集中于矢量图的原点。

WFM601 和 WFM700 系列波形监视器都具有闪电显示功能。图 30 是闪电显示如何形成的图示。闪电显示的上半部图形由  $P'_b$  ( $B'-Y'$ ) 信号与  $+Y'$  信号形成。而下半部图形则由  $P'_r$  ( $R'-Y'$ ) 信号与  $-Y'$  信号产生。在正常情况下，所有彩色的亮点都应位于对应的小方框内，如图 31 所示。但是，如果被测信号的亮度增益过高，闪电图形会在垂直方向上延伸，如图 32 所示。如果  $P'_b$  存在偏差，则闪电显示图形的上半部将沿着水平方向出现偏离，如图 33 所示。同样，如果  $P'_r$  存在偏差，则闪电显示图形的下半部也会在水平方向上产生偏离。

在 WFM601 和 WFM700 系列波形监视器闪电显示的上半部和下半部图形中，各增加了一条由 9 个小十字标记符组成的定时误差测量刻度线。在正常情况下，绿色 (G) 和品红色 (Mg) 之间的过渡线应正好通过定时刻度的中心十字标记符，如图 31 所示。这表明  $P'_b$  与  $Y'$  及  $P'_r$  与  $Y'$  间不存在定时误差。如果色差信号与亮度之间存在时延误差，那么各彩色点间的过渡连线就会发生弯曲。过渡线弯曲的程度越大就说明色差信号与亮度信号间的时延越大。可在闪电显示的上半部图形上测量  $P'_b$  对  $Y'$  的定时关系，而在闪电显示的下半部图形上测量  $P'_r$  对  $Y'$  的定时误差。如果彩色点间的过渡线向外朝白色弯曲，表示色差信号超前于亮度信号，如图 34 所示。相反，如果过渡线向内朝黑区图形中心处弯曲，则表明色差信号滞后于亮度信号，如图 35 所示。从绿色 (G)、品红色 (Mg) 过渡线与 9 个定时十字标记符组成的刻度线的交叉情况可直接读取色差信号与亮度信号的时延差值。表 3 给出 WFM700 系列波形监视器的四对十字标记符所对应的时延误差校准值。

表 3. 时延误差校准值

SD 十字标记符定时误差校准值		HD 十字标记符定时误差校准值	
刻度标记	说明	刻度标记	说明
中心	无时延	中心	无时延
第一对标记	20ns	第一对标记	2ns
第二对标记	40ns	第二对标记	5ns
第三对标记	74ns(一个亮度取样时间)	第三对标记	13.5ns(一个亮度取样时间)
第四对标记	148ns(一个色度取样时间)	第四对标记	27ns(一个色度取样时间)

注：只有彩条信号矢量位于靶标内,刻度校准值才正确。

从以上分析可知，闪电显示可同时给出亮度电平、色差幅度及各通道间的定时误差的检测结果。这可以利用标准彩条信号从一个闪电显示图案上得到。所以说，闪电显示特别适合于  $Y'P'_bP'_r$  格式分量视频信号的调整与检测。

## 八、小结

钻石显示、箭头显示和闪电显示是泰克公司的专利。三种显示方式各有其特点。综合起来可完成各种视频格式信号的色域检测。无论是在视频信号的制作、调整、传送和分配过程中都会起到独特的作用。

钻石显示特别适用于  $R'G'B'$  格式的分量视频信号。尽管目前实际上在大多数情况下，都是以标准的色差格式 ( $Y'P'_bP'_r$ ) 来传送分量视频信号，但在  $R'G'B'$  彩色空间观测这些信号仍然是必要的。特别是随着计算机视频制作技术的广泛应用，出现非法色域视频信号的可能性越来越大。为了在节目制作的源头环节就把握住图像的质量关，钻石显示具有举足轻重的作用。钻石显示具有直观地彩色分量校正、灰度跟踪调整和黑电平检测等功能。在数字视频混合应用设备中，箭头显示能使我们在数字域视频分量信号阶段，不经过实际复合视频编码，就能保证在 PAL 或 NTSC 复合视频环境下的传输中仍然有效。闪电显示特别适合于  $Y'P'_bP'_r$  格式的视频分量信号。在利用彩条信号进行录像机调整时，可同时保证亮度  $Y'$  电平，色差信号 ( $P'_b$ 、 $P'_r$ ) 幅度及各通道间定时关系的正确。

泰克公司的 WFM601 波形监视器和 WFM700 系列波形监视器都具有钻石显示、箭头显示和闪电显示等功能。WFM601 波形监视器只适用于标准清晰度电视信号 (SD)，而 WFM700 系列波形监视器即适用于高清晰度电视信号 (HD)，也适用于标准清晰度电视信号 (SD)。泰克公司的 1760 系列波形监视器具有分量模拟信号的钻石和闪电显示功能。

泰克公司独特的钻石显示、箭头显示和闪电显示方式，有助于电视专业技术人员在日益复杂的视频环境中，直观方便地完成他们的各项工作任务。