

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2012年9月7日 (07.09.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/116468 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04N 9/69 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/000327
- (22) 国际申请日: 2011年2月28日 (28.02.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (72) 发明人; 及
- (71) 申请人: 刘世昌 (LIU, Shichang) [CN/CN]; 中国陕西省西安市金花南路西安理工大学住宅区 28 号楼 408 室, Shaanxi 710048 (CN)。刘·特拉维斯 (LIU, Travis) [AU/AU]; 澳大利亚维多利亚州海德堡高地地区劳森路 10-12 号 8 单元, VIC 3081 (AU)。刘筠 (LIU, Yun) [CA/CA]; 加拿大不列颠哥伦比亚省慕迪港市全景路 11-2200 号, BC V3H 5M2 (CA)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: IMAGE TRANSMISSION AND DISPLAYING METHOD BASED ON PRINCIPLE OF CHROMA AND VISUAL FIDELITY

(54) 发明名称: 按色度和视觉保真原则传送及显示图像的方法

(57) Abstract: An image transmission and displaying method based on the principle of chroma and visual fidelity are disclosed, which relate to image transmission and displaying technology field. In order to fully exclude the factors that influence the image fidelity during the image transmission at the camera terminal and the image reproduction on a display (including channel non-independence of tricolor, spatial non-independence of tricolor, red shift phenomenon, gamma correction, method for constructing brightness information and chroma information, gamma correction for multi-type displays, etc.), a group of mathematical models and methods are created. Based on the principle of taking the color fidelity and visual fidelity both into consideration, the data streams are operated, so that the displayed images can be maintained with constant hue, correct gray color reproduction and constant chroma coordinate ratio. The provided method is a common method for displaying the image with fidelity, which is generally applicable for televisions, computers and mobile communication devices, also provides colorimetry and methodology supports for color management system, related software and hardware designing and high-definition digital television and computer integration system.

[见续页]



WO 2012/116468 A1



(57) 摘要:

公开了一种按色度和视觉保真原则传送及显示图像的方法,属于图像传送和显示技术领域。为全面排除在摄像端发送和在显示器上重现图像时影响图像保真度的因素(包括三基色的通道非独立性、空间非独立性、红移现象、伽马校正、构造亮度信息和色度信息的方法及多种类显示器的伽马校正问题等),创建了一组数学模型和方法,按色度保真度和视觉保真兼顾原则操作数据流,使显示的图像能够保持色相不变、灰色重现正确和色度坐标比值不变的特性。这是一种通用的保真显示图像的方法,对电视、计算机和移动通讯设备普遍适用,同时也为色彩管理系统、相关软硬件的设计及高清数字电视与计算机相融合的系统提供色度学和方法学的支持。

说明书

按色度和视觉保真原则传送及显示图像的方法

一、技术领域

本发明是为确保图像精确重现而创造的按照色度保真和视觉保真兼顾原则发送和显示图像的方法，属于电子图像传送和显示技术领域，主要应用对象是以电视机、计算机、手机为代表的电子图像发送和显示设备、色彩管理系统、电视·多媒体计算机系统以及相关集成器件的设计、制造领域。

二、背景技术

彩色数字电视或者多媒体计算机系统都需要保真度良好的图像显示支持，已经得到广泛应用的数字电视和计算机相融合的多媒体计算机系统具有更多的优点，它将成为信息基础设施的重要组成部分，在家庭、商业、医疗、出版印刷、战术显示、卫星图像和工业设施中发挥作用。正确显示图像的基础是对颜色信息的正确处理，失真的颜色信息只会产生出失真的图像，因此，以电视显示技术为基础发展起来的图像显示和传送技术在色彩重现技术方面必须进行一些根本性地变革，才能适应高清电视、计算机图像的实际需要和显示器多样化、数字电视与计算机相融合的形势，这里所说的变革主要包括：1，描述显示色度所遭遇过的困难曾经阻碍 525 行电视系统建立一个真正意义上的色度学标准，也使显示器所表现的色调总是不如彩色照片那样富于表现力。究其原因，基色的通道非独立性当属首要因素，常用的 GOG、PLCC 模型并不能使基色通道真正获得独立性；例如，人们早已认识到多普勒效应会使光波产生红移现象，但却没有认识到红移给通道独立性带来的损害及由此给电视图像、航空图像、医学图像带来的信息失真；2，基色的空间非独立性同样损害电子图像正确重现，传统的采用线性叠加原理合成颜色的方程无力排除空间非独立性引起的色度失真，例如：当灰色信号从小到大变化时，所显示的颜色在 CIE—xy 色度图上并不具有相同的色度坐标；3，在伽马校正之后，只有等 T 白色、红、绿、蓝三基色及其补色青、品、黄等七个颜色不会受显示器非线性的影响，对于其余的颜色来说，色度坐标之间的比例关系已经改变；还有，图像系统的总伽玛值应该等于 1、但基于反差的考虑，总是让它适当大于 1，这些已知的引起色度失真和图像细节损失的技术环节，不应该让它持续下去；4，要使一种伽玛校正曲线对 CRT、PDP、LCD、LED 显示器都适合是不可能的，由于现代摄像机具有线性响应，所以 SMPTE 标准建议：对特定显示器的校正应该由显示器自身完成，以便使现在和将来的显示器都能描绘出同样的色度，这意味着迫切需要一种能够为多种显示器所共享的伽马校正方法。

以上列举了四个方面的问题，本发明认为，解决的途径在于避免不符合色度学原理和引起误差累积的近似算法，在于解决问题的方法要符合色彩管理原则，否则，数字电视和计算机图像的固有色度失真还将保留，导致高清晰数字图像名不副实，因为提高图像分辨率无助于改善混沌的色度处理方法。本发明的目的就在于针对前述问题提供一个综合性的、对电视显示和计算机显示普遍适用的解决方法；所以本发明决不采用线性方法近似地处理非线性的色彩问题，而是创建了一些并不复杂的非线性方程，除了灰色标定方程以外，实时应用的色彩处理方法都是可用解析方法计算的一次或二次函数。

三、发明内容

声明：本说明书中出现的数学模型采用统一的命名和标示符号，为了避免不必要的重复解释，只在该数学符号首次出现的时候才注明含义，敬请注意。

1. 一种基于新原理的 XYZ— $r_v g_v b_v$ — $d_r d_g d_b$ 色空间转换方程

方程的用途和特点：本方程的用途是以它为基础引伸出 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正方程。本方程根据给定的三刺激值 XYZ 计算相应的三基色量 r 、 g 、 b ，并经由 r 、 g 、 b 获得显示 XYZ 的驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b ，其特点是：方程中的灰核参数 r_v 、 g_v 和 b_v 是具有基准基色量属性的、和白平衡、伽玛校正相关联的参数，它们和色貌保持参数 λ 相结合能够使转换前后的颜色达到色相不变、整体色貌不变，但是用本方程得到的图像色调偏暗，所以必须使此方程进一步具备伽玛校正功能。

XYZ— $r_v g_v b_v$ — $d_r d_g d_b$ 色空间转换方程的格式：

为提高算法效率、获得符合色度学原理的、精确的转换结果，转换方程具有 $r_v g_b$ 、 $r g_v b$ 和 $r g b_v$ 三种大同小异的格式，它们都是二次方程，三种方程把整个色空间划分成三个区域进行转换计算，根

据待转换颜色 XYZ 的主色相，选用其中的一种格式对 XYZ 实施转换，三种格式如下所示：

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda X = (1-r_v)(1-g)(1-b)X_k + r_v(1-g)(1-b)X_r \\ + (1-r_v)g(1-b)X_g + (1-r_v)(1-g)bX_b + (1-r_v)gbX_c \\ + r_v(1-g)bX_m + r_v g(1-b)X_y + r_v gbX_w \\ \lambda Y = (1-r_v)(1-g)(1-b)Y_k + r_v(1-g)(1-b)Y_r \\ + (1-r_v)g(1-b)Y_g + (1-r_v)(1-g)bY_b + (1-r_v)gbY_c \\ + r_v(1-g)bY_m + r_v g(1-b)Y_y + r_v gbY_w \\ \lambda Z = (1-r_v)(1-g)(1-b)Z_k + r_v(1-g)(1-b)Z_r \\ + (1-r_v)g(1-b)Z_g + (1-r_v)(1-g)bZ_b + (1-r_v)gbZ_c \\ + r_v(1-g)bZ_m + r_v g(1-b)Z_y + r_v gbZ_w \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda X = (1-r)(1-g_v)(1-b)X_k + r(1-g_v)(1-b)X_r \\ + (1-r)g_v(1-b)X_g + (1-r)(1-g_v)bX_b + (1-r)g_v bX_c \\ + r(1-g_v)bX_m + r g_v(1-b)X_y + r g_v bX_w \\ \lambda Y = (1-r)(1-g_v)(1-b)Y_k + r(1-g_v)(1-b)Y_r \\ + (1-r)g_v(1-b)Y_g + (1-r)(1-g_v)bY_b + (1-r)g_v bY_c \\ + r(1-g_v)bY_m + r g_v(1-b)Y_y + r g_v bY_w \\ \lambda Z = (1-r)(1-g_v)(1-b)Z_k + r(1-g_v)(1-b)Z_r \\ + (1-r)g_v(1-b)Z_g + (1-r)(1-g_v)bZ_b + (1-r)g_v bZ_c \\ + r(1-g_v)bZ_m + r g_v(1-b)Z_y + r g_v bZ_w \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda X = (1-r)(1-g)(1-b_v)X_k + r(1-g)(1-b_v)X_r \\ + (1-r)g(1-b_v)X_g + (1-r)(1-g)b_v X_b + (1-r)gb_v X_c \\ + r(1-g)b_v X_m + r g(1-b_v)X_y + r gb_v X_w \\ \lambda Y = (1-r)(1-g)(1-b_v)Y_k + r(1-g)(1-b_v)Y_r \\ + (1-r)g(1-b_v)Y_g + (1-r)(1-g)b_v Y_b + (1-r)gb_v Y_c \\ + r(1-g)b_v Y_m + r g(1-b_v)Y_y + r gb_v Y_w \\ \lambda Z = (1-r)(1-g)(1-b_v)Z_k + r(1-g)(1-b_v)Z_r \\ + (1-r)g(1-b_v)Z_g + (1-r)(1-g)b_v Z_b + (1-r)gb_v Z_c \\ + r(1-g)b_v Z_m + r g(1-b_v)Z_y + r gb_v Z_w \end{array} \right.$$

在上面的三组方程中：XYZ 是待转换颜色的三刺激值，数值是已知的，参数 r、g、b 表示三个未知的基色量，r、g、b 分别是以驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b 为自变量的幂函数，幂函数的格式是：

$$r = d_r^{Y_{rp}Y_{pd}}, \quad g = d_g^{Y_{gp}Y_{pd}}, \quad b = d_b^{Y_{bp}Y_{pd}}, \quad r_v = p_v^{Y_{rp}} = d_v^{Y_{rp}Y_{pd}}, \quad g_v = p_v^{Y_{gp}} = d_v^{Y_{gp}Y_{pd}}, \quad b_v = p_v^{Y_{bp}} = d_v^{Y_{bp}Y_{pd}}$$

幂函数的指数 $Y_{pd}Y_{rp}$ 、 $Y_{pd}Y_{gp}$ 、 $Y_{pd}Y_{bp}$ 是和设备及媒体特性相关的数据，需要用刘氏基色钳位方程和刘氏灰色标定方程作为工具、通过特性化方法获取它们的数值。方程中的 $X_wY_wZ_w$ 、 $X_kY_kZ_k$ 分别表示显示器白点和黑点的实测三刺激值， $X_rY_rZ_r$ 、 $X_gY_gZ_g$ 、 $X_bY_bZ_b$ 分别表示在 d_r 、 d_g 、 d_b 具有最大值时红、绿、蓝基色的实测三刺激值， $X_cY_cZ_c$ 、 $X_mY_mZ_m$ 、 $X_yY_yZ_y$ 分别对应于 d_r 、 d_g 、 d_b 取最大值时，由 $(d_g + d_b)$ 、 $(d_r + d_b)$ 、 $(d_r + d_g)$ 合成的青、品红和黄色的三刺激值。

参数 r_v 、 g_v 、 b_v 取名灰核参数，其含义是：当用三基色合成了一个颜色时，含量最少的那种基色和其它两种基色结合后，形成该颜色的灰色成分，这个含量最少的成分可以看作该颜色的灰色核心，如果红基色 r 是 r、g、b 中的最小值，那么 r 就成为该颜色的灰核，并且用 r_v 表示，以此类推，如果有两个颜色，其中含量最少的基色成分分别是 g 和 b，那么就分别用 g_v 、 b_v 表示它们的灰核。灰核参数和 r、g、b 具有相同的函数表达式，两者的不同之处仅仅在于：灰核参数是三基色中含量最少的那种基色，它是根据颜色 XYZ 的灰色成分含量计算出来的数值，并且用算出的已知数值传入本方程，每种转换方程只包含一种灰核参数；如果用参数 p_v 表示颜色 XYZ 中灰色含量，那么 p_v 的大小是和灰核的大小成正比的，计算 p_v 的方法将在后面叙述。每种转换方程都有三个未知变量：除灰核之外的另外两个基色量参数以及色貌保持参数 λ ， λ 是一个重要参数，取名为色貌保持参数，由于参数 λ 和灰核参数的共同作用，确保转换之后得到的驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b 能够重现 XYZ 的色相，这是线性转换方程所不能企及的。参数 λ 还是一个接口参数，可以在系统 γ 不等于 1 时，仍然保持被重现颜色的色相和色度特性不变。

前面已经提及，使用本方程得到的图像色调偏暗，这是因为显示器本身所具有的非线性光电转换特性造成的，所以必须这个方程的基础上，建立一个与方程对应的具备伽玛校正功能方程。

2. 一种基于新原理的 $XYZ-r_v'g_v'b_v'-d_r d_g d_b$ 伽玛校对方程：伽玛校对方程的主要功能是获取已知颜色 XYZ 的反伽玛数值解 $X'Y'Z'$ 和与 $X'Y'Z'$ 相对应的驱动数值 $d_r d_g d_b$ ，使显示器表现出色调合适的图像。 $XYZ-r_v'g_v'b_v'-d_r d_g d_b$ 伽玛校对方程是在 $XYZ-r_v g_v b_v -d_r d_g d_b$ 色空间转换方程的基础上增添了伽玛校正功能，只要显示器不是理想的线性显示器，那么伽马校正就是不可避免的。和前述的 $XYZ-r_v g_v b_v -d_r d_g d_b$ 色空间转换方程相对应，伽玛校对方程也具有 $r_v g_b$ 、 $r_g b_v$ 和 $r_g b_v$ 三种大同小异的格式，同样也是二次方程，下面依次列出这三个方程：

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda X = (1-r_v')(1-g)(1-b)X_k + r_v'(1-g)(1-b)X_r \\ + (1-r_v')g(1-b)X_g + (1-r_v')(1-g)bX_b + (1-r_v')gbX_c \\ + r_v'(1-g)bX_m + r_v'g(1-b)X_y + r_v'gbX_w \\ \lambda Y = (1-r_v')(1-g)(1-b)Y_k + r_v'(1-g)(1-b)Y_r \\ + (1-r_v')g(1-b)Y_g + (1-r_v')(1-g)bY_b + (1-r_v')gbY_c \\ + r_v'(1-g)bY_m + r_v'g(1-b)Y_y + r_v'gbY_w \\ \lambda Z = (1-r_v')(1-g)(1-b)Z_k + r_v'(1-g)(1-b)Z_r \\ + (1-r_v')g(1-b)Z_g + (1-r_v')(1-g)bZ_b + (1-r_v')gbZ_c \\ + r_v'(1-g)bZ_m + r_v'g(1-b)Z_y + r_v'gbZ_w \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda X &= (1-r)(1-g_v')(1-b)X_k + r(1-g_v')(1-b)X_r \\ &+ (1-r)g_v'(1-b)X_g + (1-r)(1-g_v')bX_b + (1-r)g_v'bX_c \\ &+ r(1-g_v')bX_m + rg_v'(1-b)X_y + rg_v'bX_w \\ \lambda Y &= (1-r)(1-g_v')(1-b)Y_k + r(1-g_v')(1-b)Y_r \\ &+ (1-r)g_v'(1-b)Y_g + (1-r)(1-g_v')bY_b + (1-r)g_v'bY_c \\ &+ r(1-g_v')bY_m + rg_v'(1-b)Y_y + rg_v'bY_w \\ \lambda Z &= (1-r)(1-g_v')(1-b)Z_k + r(1-g_v')(1-b)Z_r \\ &+ (1-r)g_v'(1-b)Z_g + (1-r)(1-g_v')bZ_b + (1-r)g_v'bZ_c \\ &+ r(1-g_v')bZ_m + rg_v'(1-b)Z_y + rg_v'bZ_w \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda X &= (1-r)(1-g)(1-b_v')X_k + r(1-g)(1-b_v')X_r \\ &+ (1-r)g(1-b_v')X_g + (1-r)(1-g)b_v'X_b + (1-r)gb_v'X_c \\ &+ r(1-g)b_v'X_m + rg(1-b_v')X_y + rgb_v'X_w \\ \lambda Y &= (1-r)(1-g)(1-b_v')Y_k + r(1-g)(1-b_v')Y_r \\ &+ (1-r)g(1-b_v')Y_g + (1-r)(1-g)b_v'Y_b + (1-r)gb_v'Y_c \\ &+ r(1-g)b_v'Y_m + rg(1-b_v')Y_y + rgb_v'Y_w \\ \lambda Z &= (1-r)(1-g)(1-b_v')Z_k + r(1-g)(1-b_v')Z_r \\ &+ (1-r)g(1-b_v')Z_g + (1-r)(1-g)b_v'Z_b + (1-r)gb_v'Z_c \\ &+ r(1-g)b_v'Z_m + rg(1-b_v')Z_y + rgb_v'Z_w \end{aligned} \right.$$

将上列三个伽玛校正方程和前述的三个 XYZ—r_vg_vb_v—d_rd_gd_b 色空间转换方程进行比较可以得知，两者仅存在参数 r_v、g_v、b_v 和参数 r_v'、g_v'、b_v' 的不同，在 XYZ—r_v'g_v'b_v'—d_rd_gd_b 伽玛校正方程中，r_v'、g_v'、b_v' 是灰核 r_v、g_v、b_v 的反伽玛映射值，其它的变量符号和常量符号都是相同的，由此你可以猜测到：伽玛校正正是通过把灰核参数 r_v、g_v、b_v 改变成 r_v'、g_v'、b_v' 实现的，事实正是这样，它们的关系是：

$$\begin{aligned} r_v' &= (p_v)^{1/\gamma_{rp}} = d_v^{1/(\gamma_{rp}\gamma_{pd})}, & g_v' &= (p_v)^{1/\gamma_{gp}} = d_v^{1/(\gamma_{gp}\gamma_{pd})}, & b_v' &= (p_v)^{1/\gamma_{bp}} = d_v^{1/(\gamma_{bp}\gamma_{pd})} \\ r &= d_r^{1/(\gamma_{rp}\gamma_{pd})}, & g &= d_g^{1/(\gamma_{gp}\gamma_{pd})}, & b &= d_b^{1/(\gamma_{bp}\gamma_{pd})} \\ d_r &= r^{\gamma_{rp}\gamma_{pd}}, & d_g &= r^{\gamma_{gp}\gamma_{pd}}, & d_b &= r^{\gamma_{bp}\gamma_{pd}} \end{aligned}$$

在上面的灰核函数式 r_v'、g_v'、b_v' 中，参数 p_v 就是前面提到过的灰色量参数，它表示颜色 XYZ 中的灰色含量。将 r_v、g_v、b_v 和 r_v'、g_v'、b_v' 进行比较可知，它们都是以驱动数值 d_v 为自变量的函数，而

幂函数的指数互为倒数，显然，这是一种新的伽玛校正形式，基色量 rgb 指的是和显示器显色特性直接关联的显示基色量。

灰核参数 r_v' 、 g_v' 、 b_v' 的体现了优先确保灰成分的重现原则，色貌保持参数 λ 则满足了色度保真的条件，也是亮度成比例和对比度相等的条件。伽玛值 $V_{rp}V_{pd}$ 、 $V_{gp}V_{pd}$ 、 $V_{bp}V_{pd}$ 的数值需要通过特性化方法获取，后面将会叙述到特性化的方法。

3. 基色钳位方程及由该方程导出的参数模型

用途：媒体中的‘红移现象’是多普列效应的一种特殊形态，由飞行器、广播车发送的图像或医学图像会出现红移现象，经非线性媒体调制的颜色也会产生红移现象，由于‘红移现象’的存在，当驱动数值改变时基色色相并不保持恒定，在用三基色 rgb 匹配一个颜色时，基色色相的变异破坏了基色的独立性质；如果让某一种基色的驱动数值在 0 到 1 之间等间隔的变化，然后测量每次显示的颜色后就会发现，这些颜色的色度坐标是连续改变的；前面提到的灰核参数 r_v 、 g_v 、 b_v 和 r_v' 、 g_v' 、 b_v' 都是以基色钳位方程为基础间接得到的参数，都已经获得了‘通道独立’的优良特性，前面已经给出过 r_v 、 g_v 、 b_v 的幂函数格式，幂函数的指数是依赖于媒体和设备特性的常量数值，必须根据实际测量的数据在特性化过程中决定它们的具体数值，以基色钳位方程及由它衍生的参数模型作为工具，就可以赋予 r_v 、 g_v 、 b_v 、 r_v' 、 g_v' 、 b_v' 通道独立的特性，再通过 r_v 、 g_v 、 b_v 、 r_v' 、 g_v' 、 b_v' 和色貌保持参数 λ 的共同作用， $XYZ \rightarrow r_v g_v b_v - d_r d_g d_b$ 色空间转换方程和 $XYZ \rightarrow r_v' g_v' b_v' - d_r d_g d_b$ 伽玛校正方程中的基色量参数 rgb 也被赋予通道独立的特性。

方程的格式、衍生模型及涵义：在显示器上逐个显示红、绿、蓝三基色梯尺的每个颜色，假定每条梯尺包含 41 级，每输入一个驱动数值，就用分光光度计测量这一级的三刺激值，一共测得三组、共计 123 组基色三刺激值，这些数据要用基色钳位方程进行处理，方程的通用格式如下所示：

$$\begin{cases} \lambda X = (1 - a_t) X_k + a_t X_s \\ \lambda Y_t = (1 - a_t) Y_k + a_t Y_s \\ \lambda Z = (1 - a_t) Z_k + a_t Z_s \end{cases}$$

在上面的方程中： X 、 Z 是在显示器上实测三刺激值 X 、 Y 、 Z 中的其中两个刺激数值； X_k 、 Y_k 、 Z_k 对应于数字驱动数值为零时的屏幕颜色， X_s 、 Y_s 、 Z_s 对应于数字驱动数值为 255 时在屏幕上实测的基色三刺激值。参数 λ 、 a_t 、 Y_t 是变量参数， λ 称为色貌保持系数， a_t 称为钳位基色量， Y_t 称为基色的钳位亮度，根据上面的方程可以算出：当驱动数值等于 255 时， $a_t=1$ ，当驱动数值等于 0 时， $a_t=0$ ， a_t 的数值域是 $0 \leq a_t \leq 1$ ，数字驱动数值为 255 时的基色量 a_t 就是单位基色量。

基色钳位方程所起的作用是：把驱动数值为 255 时的基色色相作为基色的基准色相，那么由基色钳位方程决定的基色量 a_t 和基准色相是一致的，并且亮度为 λY_t 。 a_t 所表示的颜色并不等于实测三刺激值 X 、 Y 、 Z ，而是 λX 、 λY_t 、 λZ ，基色量 a_t 所表示的颜色与单位基色量的色相始终是一致的。下面写出根据基色钳位方程推导出来的三个参数表达式：

$$Y_t = \frac{(Y_s - Y_k) \cdot \{X[Y_k(Z_s - Z_k) - Z_k(Y_s - Y_k)] - Z[Y_k(X_s - X_k) - X_k(Y_s - Y_k)]\}}{(X_s - X_k)[Y_k(Z_s - Z_k) - Z_k(Y_s - Y_k)] - (Z_s - Z_k)[Y_k(X_s - X_k) - X_k(Y_s - Y_k)]}$$

$$\lambda = \frac{Y_k(Z_s - Z_k) - Z_k(Y_s - Y_k)}{Y_t(Z_s - Z_k) - Z(Y_s - Y_k)} \quad a_t = \frac{\lambda Y_t - Y_k}{Y_s - Y_k}$$

基色钳位方程及其导出参数带来的有益效果：由基色钳位方程可以推导出钳位亮度 Y_t 的计算公式， Y_t 是计算钳位基色量 a_t 所需要的数据。色貌保持系数 λ 与钳位亮度 Y_t 的乘积就是钳位基色量 a_t 所具有的亮度值， λ 的用途是多方面的，最主要的用途是把红移成分分离出来和展示出不同波长基色的相对红移量，本发明把具有上列格式的基色方程称为刘氏基色方程。

4. 计算基准基色量的新数学模型

用途：经过钳位方程的规范，钳位基色量 a_i 已经成为一个色相独立、亮度为 λY_i 的颜色，虽然 λY_i 是一个确定的、可以用模型描述的量，但是基色量 a_i 的优良属性还是不够充分的，由 a_i 演变得到的基准基色量 a 可以使基色量参数获得更好的三维属性：具有确定的色相、确定的色度坐标比值和去除‘红移现象’引起的基色亮度偏移。

基准基色量模型的格式：其通用格式是：
$$a = \frac{Y_i - Y_k}{Y_s - Y_k}$$

上式中： a 表示基准基色量，为方便起见，以后径直把 a 称为基色量， Y_i 表示钳位亮度。下面分别写出计算红、绿、蓝基色量的模型：

$$r = \frac{Y_{tr} - Y_k}{Y_r - Y_k}, \quad g = \frac{Y_{tg} - Y_k}{Y_g - Y_k}, \quad b = \frac{Y_{tb} - Y_k}{Y_b - Y_k}$$

上式中： r 、 g 、 b 分别表示红、绿、蓝基色的基色量， Y_r 、 Y_g 、 Y_b 分别是数字驱动数值 $d_r=255$ 、 $d_g=255$ 、 $d_b=255$ 时，屏幕上红、绿、蓝基色的实测亮度值， Y_{tr} 、 Y_{tg} 、 Y_{tb} 分别是三基色的钳位亮度。

基色量模型的有益效果：用刘氏基色量模型确定的基色量 a 具有如下特征：由 r 、 g 、 b 表示的基准基色量和单位基色量具有一致的色相，其彩度是由实测 X 、 Z 值和钳位亮度值 Y_i 确定的，亮度等于钳位亮度值 Y_i ，实测亮度 Y 包含有红移成分，不是基色量 a 的应有亮度， Y_i 才是‘纯净’的基色亮度。刘氏基色量模型可以获得‘纯净的’、空间坐标确定的基色量数据，使基色获得良好的独立性，本发明把这个新基色量模型叫做刘氏基色量模型。

5. 灰色标定方程

用途：用灰色标定方程可以把白点适应的中性灰色分解成三个组分基色量。对于以三基色为基础显示的电子图像来说，仅仅确保基色在混色中的‘通道独立性’还是不充分的，基色混色的‘空间非独立性’也是必须解决的问题，传统的基于基色叠加原理的线性方程不能排除‘空间非独立性’造成颜色失真，前面讲到， $XYZ-r_v g_v b_v - d_r d_g d_b$ 色空间转换方程是一个非线性转换方程，可以解决‘空间非独立性’的困扰，但是，该方程中的灰核参数 r_v 、 g_v 、 b_v 是依赖于设备和媒体特性的变量，这就需要用灰色标定方程作为工具、以‘白点适应灰梯尺’的三刺激值数组作为基准数据对灰核参数 r_v 、 g_v 、 b_v 进行标定，使 r_v 、 g_v 、 b_v 不但获得基准基色量的基本属性，而且在整个颜色空间内具有相对独立的特性，根据‘白点适应灰梯尺’标定的三个基色 r_v 、 g_v 、 b_v 还有一个宝贵的特性：由它们合成灰色是视觉对白色基准适应的灰色，与观察条件发生了联系。

灰色标定方程的格式：

$$\left\{ \begin{array}{l} X = (1-r_x)(1-g_x)(1-b_x)X_k + r_x(1-g_x)(1-b_x)X_r \\ + (1-r_x)g_x(1-b_x)X_g + (1-r_x)(1-g_x)b_x X_b + (1-r_x)g_x b_x X_c \\ + r_x(1-g_x)b_x X_m + r_x g_x(1-b_x)X_y + r_x g_x b_x X_w \\ Y = (1-r_y)(1-g_y)(1-b_y)Y_k + r_y(1-g_y)(1-b_y)Y_r \\ + (1-r_y)g_y(1-b_y)Y_g + (1-r_y)(1-g_y)b_y Y_b + (1-r_y)g_y b_y Y_c \\ + r_y(1-g_y)b_y Y_m + r_y g_y(1-b_y)Y_y + r_y g_y b_y Y_w \\ Z = (1-r_z)(1-g_z)(1-b_z)Z_k + r_z(1-g_z)(1-b_z)Z_r \\ + (1-r_z)g_z(1-b_z)Z_g + (1-r_z)(1-g_z)b_z Z_b + (1-r_z)g_z b_z Z_c \\ + r_z(1-g_z)b_z Z_m + r_z g_z(1-b_z)Z_y + r_z g_z b_z Z_w \end{array} \right.$$

在上面的方程中：X、Y、Z 表示待匹配颜色的三刺激值， $X_w Y_w Z_w$ 、 $X_k Y_k Z_k$ 分别是显示器白点和黑点的实测三刺激值， $X_r Y_r Z_r$ 、 $X_g Y_g Z_g$ 、 $X_b Y_b Z_b$ 分别表示驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b 取最大值时红、绿、蓝基色的实测三刺激值； $X_c Y_c Z_c$ 对应于 d_g 、 d_b 取最大值时，由 $(d_g + d_b)$ 同时驱动所得到的间色青的三刺激值， X_m 、 Y_m 、 Z_m 对应于 d_r 、 d_b 取最大值时，由 $(d_r + d_b)$ 同时驱动所得到的间色品红的三刺激值， X_y 、 Y_y 、 Z_y 对应于 d_r 、 d_g 取最大值时，由 $(d_r + d_g)$ 同时驱动所得到的黄色刺激值。

方程右端的变量参数 r_x 、 r_y 、 r_z 、 g_x 、 g_y 、 g_z 、 b_x 、 b_y 、 b_z 被命名为通道基色量，拿它们去匹配方程左端 X 刺激值、Y 刺激值、Z 刺激值，从这个角度看，通道基色量具有‘通道独立的特性’。然而，通道基色量并不是简单变量，而分别是基色量 r、g 和 b 的函数，函数格式是：

$$r_x = r^{Y_{xr}}, r_y = r^{Y_{yr}}, r_z = r^{Y_{zr}}, \quad g_x = g^{Y_{xg}}, g_y = g^{Y_{yg}}, g_z = g^{Y_{zg}}, \quad b_x = b^{Y_{xb}}, b_y = b^{Y_{yb}}, b_z = b^{Y_{zb}}$$

观察上列函数式可以发现，基准基色量参数 rgb 是通道基色量函数的公共自变量，它们使 XYZ 三个独立的通道产生了交叉联系，变量 rgb 具有基准基色量的特性，仍然保持其本身固有的‘基色独立特性’，并不因为 rgb 的变化而影响通道基色量的独立性，完全克服了传统基色叠加式线性方程‘通道的非独立性’和‘空间的非独立性’引起的混色偏差；请注意：基色量参数 r、g 和 b 又进一步是驱动参数 d_r 、 d_g 、 d_b 的函数，即存在如下的函数关系：

$$r = d_r^{Y_{rd}}, \quad g = d_g^{Y_{gd}}, \quad b = d_b^{Y_{bd}} \quad \text{对此三式求反解得：} \quad d_r = r^{1/Y_{rd}}, \quad d_g = r^{1/Y_{gd}}, \quad d_b = r^{1/Y_{bd}}$$

上列函数式中的指数是取决于设备和媒体特性的参数，需要通过特性化方法决定它们的数值。为了便于区别起见，本发明把这个标定方程称为刘氏灰色标定方程，可以用迭代方法解这个方程。

6. 一种对灰色标定方程实施特性化的方法

用途：灰色标定方程中的幂指数 Y_{xr} 、 Y_{yr} 、 Y_{zr} 、 Y_{xg} 、 Y_{yg} 、 Y_{zg} 、 Y_{xb} 、 Y_{yb} 、 Y_{zb} 、 Y_{rd} 、 Y_{gd} 、 Y_{bd} 的数值需要通过如下的特性化方法获取它们的数值。

方法步骤：

第一步，在既定观察条件和某一固定亮度下调节显示器、按照企业规定的白场色温调节 RGB 三基色信号的幅度，使合成的最亮白色达到基准白的色温要求；

第二步，在屏幕上用既定的驱动数值 d_{ri} 、 d_{gi} 、 d_{bi} 逐个显示并测量基色梯尺的这些颜色，字符 i 表示各个基色梯尺包含的级数，例如包括：41 个红基色、41 个绿基色、41 个蓝基色、用相等的驱动数值 $(d_r + d_g + d_b)$ 合成的 41 个灰色，用驱动数值 $d_r = 0$ ， $d_g = 0$ ， $d_b = 0$ 生成的屏幕黑点的三刺激值，用驱动数值 $d_r = 255$ ， $d_g = 255$ ， $d_b = 255$ 生成的屏幕白点的三刺激值；除此之外，还需要显示 $(d_r = 255, d_g = 255)$ 、 $(d_r = 255, d_b = 255)$ 、 $(d_g = 255, d_b = 255)$ 等三个间色，一共需要显示和测量 167 个颜色的三刺激值，对于输入的驱动数值 d_i 要进行归一化处理；

第三步，根据基色梯尺的实测三刺激值用钳位亮度模型分别计算红、绿、蓝基色梯尺的钳位亮度 Y_{tri} 、 Y_{tgi} 、 Y_{tbi} ；

第四步，根据钳位亮度数值 Y_{tri} 、 Y_{tgi} 、 Y_{tbi} 用刘氏基色量公式计算基准基色量数据 r_i 、 g_i 、 b_i ；

第五步，计算三基色的通道基色量数据，下面以蓝基色为例进行说明，其它基色依此类推：把 41 个依序排列的蓝基色实测三刺激值 X_{bi} 、 Y_{bi} 、 Z_{bi} 代入下列模型，计算通道基色量 b_{xi} 、 b_{yi} 、 b_{zi} ：

$$b_x = (X - X_k) / (X_b - X_k), \quad b_y = (Y - Y_k) / (Y_b - Y_k), \quad b_z = (Z - Z_k) / (Z_b - Z_k)$$

上式中， b_x 、 b_y 、 b_z 分别表示蓝基色在 X、Y、Z 通道的通道基色量。对于绿基色，将以上三个模型中的字符 b 改成 g 即可；对于红基色，将以上三式中的字符 b 改成 r 即可。

第六步，把三基色的基准基色量数组 r_i 、 g_i 、 b_i 作为自变量，把通道基色量数组 r_{xi} 、 r_{yi} 、 r_{zi} 作为因变量进行曲线拟合，即得通道基色量的函数式和其中的指数数据：

$$r_x = r^{Y_{rx}}, r_y = r^{Y_{ry}}, r_z = r^{Y_{rz}} \quad g_x = g^{Y_{gx}}, g_y = g^{Y_{gy}}, g_z = g^{Y_{gz}} \quad b_x = b^{Y_{bx}}, b_y = b^{Y_{by}}, b_z = b^{Y_{bz}}$$

第七步，把三基色的基准基色量数组 r_i 、 g_i 、 b_i 作为因变量，把对应的驱动数组 d_{ri} 、 d_{gi} 、 d_{bi} 作为自变量进行曲线拟合，即得如下所示三基色量的函数式和指数数据：

$$r = d_r^{Y_{rd}}, g = d_g^{Y_{gd}}, b = d_b^{Y_{bd}}$$

通过上述步骤，就得到了上列幂函数式中的所有指数数值，特性化即告完成。

7. 一种把颜色 XYZ 分割成灰色成分和彩色成分的亮度—色度分割方程及其应用方法

用途：在前述 XYZ— $r_v g_v b_v$ — $d_r d_g d_b$ 色空间转换方程和 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校对方程中，分别包含有灰核参数 b_v 、 g_v 、 r_v 和 r'_v 、 g'_v 、 b'_v ，它们是根据一个颜色的灰色量计算出来的，或者说是根据一个颜色的灰成份含量 p_v 或者 p'_v 计算出来的，这就需要把已知的颜色 XYZ 分割成灰色成分和彩色成分两部分；同样的情况也出现在图像信息的发送端，例如出现在电视摄像机或数字照相机等颜色信息的发送端，在那里需要把一个颜色构造成亮度信号和色度信号进行传送或进行压缩处理，值得注意的是：在面对显示器这样的非线性设备时，现行的在 YUV 空间或 YC_rC_b 空间构造亮度信号和色差信号的方法，在传送过程中并不能确保彩色电视的恒量度原则，不能保证色度信息不影响亮度信息，在经过伽马校正之后并不能正确重现图像细节中的亮度信息，特别是靠近显示基色（例如蓝色）的那些颜色就会产生明显的彩度偏差，不仅使图像细节的显示质量降低，色相也会发生偏移；本发明提供的亮度—色度分割方程是提供传送信息的模型，能够保证发送中的亮度信息不受色度信息的影响，即使色度信息出现误差，被传送颜色的色相仍然保持不变。该方程是一个二次方程，可以被简化成简单的代数式，精确、快速的计算目标参数，为简明起见本发明把这种新创建的方程称为刘氏分割方程。

刘氏分割方程的格式：和 XYZ— $r_v g_v b_v$ — $d_r d_g d_b$ 色空间转换方程的格式一样，刘氏分割方程也有下列 $r_v g_b$ 、 $rg_v b$ 、 rgb_v 三种格式，三个方程把被转换的颜色空间划分成三个区域进行分割：

$$\begin{cases} X = [(1-g)(1-b)X_k + g(1-b)X_g + b(1-g)X_b + gbX_c] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot X_w \\ Y = [(1-g)(1-b)Y_k + g(1-b)Y_g + b(1-g)Y_b + gbY_c] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot Y_w \\ Z = [(1-g)(1-b)Z_k + g(1-b)Z_g + b(1-g)Z_b + gbZ_c] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot Z_w \end{cases}$$

$$\begin{cases} X = [(1-r)(1-b)X_k + r(1-b)X_r + b(1-r)X_b + rbX_m] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot X_w \\ Y = [(1-r)(1-b)Y_k + r(1-b)Y_r + b(1-r)Y_b + rbY_m] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot Y_w \\ Z = [(1-r)(1-b)Z_k + r(1-b)Z_r + b(1-r)Z_b + rbZ_m] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot Z_w \end{cases}$$

$$\begin{cases} X = [(1-r)(1-g)X_k + r(1-g)X_r + g(1-r)X_g + rgX_y] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot X_w \\ Y = [(1-r)(1-g)Y_k + r(1-g)Y_r + g(1-r)Y_g + rgY_y] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot Y_w \\ Z = [(1-r)(1-g)Z_k + r(1-g)Z_r + g(1-r)Z_g + rgZ_y] \cdot (1-p_v) + p_v \cdot Z_w \end{cases}$$

在上面的方程中： p_v 表示颜色 XYZ 中包含的灰色量，基色量 rgb 是未知量。值得注意的是：每个方程都含有两个基色量参数和一个灰色量参数，当 p_v 从 0 变化到 1 的过程中， $p_v X_w$ 、 $p_v Y_w$ 、 $p_v Z_w$ 实际上构成了一个视觉对白点适应的灰色梯尺，色差部分所占的比例为 $(1-p_v)$ 。

刘氏分割方程的用法：首先将输入颜色 XYZ 分别除以白点三刺激值 X_w 、 Y_w 、 Z_w ，然后根据标定后的 XYZ 选用分割方程的格式，原则是：如果 X 是三刺激值 X、Y、Z 之中的最小值，那么用 $r_v g_b$ 类分割方程对 XYZ 进行分割，如果 Y 是 X、Y、Z 之中的最小值，那么用 $rg_v b$ 类分割方程对 XYZ 进行分割，否则，用 rgb_v 类分割方程对 XYZ 进行分割。

8. 一种生成‘白点适应灰色梯尺’的方法

目的：为了向 XYZ—r_vg_vb_v—d_rd_gd_b 色空间转换方程动态的提供‘灰核’数据 r_v、g_v、b_v，必须生成一条‘白点适应灰色梯尺’，利用‘白点适应灰色梯尺’作为工具，可以得到一种计算‘灰核’r_v、g_v、b_v、r_v'、g_v'、b_v'的数学模型。

方法步骤：第一步，在显示器获得正确调节的状态下，用指定的 d_{ri}=d_{gi}=d_{bi} 数字驱动数值序列 [0, 0, 0], [4, 4, 4], [8, 8, 8], [12, 12, 12], ..., [255, 255, 255] 在屏幕上逐一显示并测量 41 个灰色的三刺激值，可得灰色梯尺的三刺激值数组 [X_i、Y_i、Z_i];

第二步，计算白点的色度坐标：假定由驱动数组 [255, 255, 255] 生成了白平衡颜色，它的实测三刺激值是 X_w、Y_w、Z_w，屏幕白点的色度坐标是 x_w、y_w，那么：

$$x_w = X_w / (X_w + Y_w + Z_w), y_w = Y_w / (X_w + Y_w + Z_w)$$

第三步，根据白点的色度坐标 x_w、y_w 和实测亮度数值 Y_i、计算白色适应灰色梯尺的三刺激值 X_{vi}、Y_{vi}、Z_{vi}:

$$X_{vi} = (x_w / y_w) \cdot Y_i, \quad Y_{vi} = Y_i, \quad Z_{vi} = (1 - x_w - y_w) \cdot Y_i$$

9. 建立灰核函数 r_v、g_v、b_v 和 r_v'、g_v'、b_v' 的方法和和对灰核函数实施特性化的方法

目的：通过特性化确定灰核幂函数式中的指数数值和得到一种根据灰色量参数 p_v' 计算灰核参数 r_v'、g_v'、b_v' 的方法，这对提高算法效率、优先确保灰色阶调的正确重现是非常有效的。

方法步骤：

为了灰核 r_v、g_v、b_v 的方法：

第一步，计算灰色量数组 [p_{vi}]：用如下所示模型根据三基色合成灰色梯尺的 41 个亮度值 Y_{vi} 计算灰色量，就可以得到灰色量数组 [p_{vi}]： p_v=(Y_v-Y_k) / (Y_w-Y_k)

第二步，用刘氏灰色标定方程对白色适应灰色梯尺的三刺激值 X_{vi}、Y_{vi}、Z_{vi} 进行配色计算，可以算得匹配灰色 X_{vi}、Y_{vi}、Z_{vi} 的三基色量数组 [r_{vi}]、 [g_{vi}]、 [b_{vi}]：

第三步，将三基色量 r_v、g_v、b_v 表示成灰色量 p_v 的函数：以灰色量 [p_{vi}] 为自变量数组，分别以 [r_{vi}]、 [g_{vi}]、 [b_{vi}] 为因变量数组拟合曲线得到 r_v、g_v、b_v 的函数式如下：

$$r_v = p_v^{\gamma_{rp}}, \quad g_v = p_v^{\gamma_{gp}}, \quad b_v = p_v^{\gamma_{bp}} \quad \text{由左式可得: } p_v = r_v^{1/\gamma_{rp}}, \quad p_v = g_v^{1/\gamma_{gp}}, \quad p_v = b_v^{1/\gamma_{bp}}$$

第四步，将灰色驱动数值 d_v=d_r=d_g=d_b 分别表示成以灰核 r_v、g_v、b_v 为自变量的函数：

首先以灰色量数值 [p_{vi}] 为因变量数组，以灰色驱动数值 [d_{vi}] 为自变量数组拟合幂函数可得灰色量 p_v 的函数式：

$$p_v = d_v^{\gamma_{pd}}, \quad \text{由左式可得: } d_v = p_v^{1/\gamma_{pd}}$$

对于白色适应灰色梯尺来说，存在如下关系：

$$d_v = p_v^{1/\gamma_{pd}} = (r_v^{\gamma_{rp}})^{1/\gamma_{pd}} = r_v^{(\gamma_{rp}/\gamma_{pd})}, \quad d_v = p_v^{1/\gamma_{pd}} = (g_v^{1/\gamma_{gp}})^{1/\gamma_{pd}} = g_v^{(\gamma_{gp}/\gamma_{pd})}$$

$$d_v = p_v^{1/\gamma_{pd}} = (b_v^{1/\gamma_{bp}})^{1/\gamma_{pd}} = b_v^{(\gamma_{bp}/\gamma_{pd})}$$

第五步，将灰核幂函数格式推广到基色量参数 r、g、b：根据上面的推导可知，灰色就是三基色处于灰色平衡的状态，这时，灰色驱动数值 d_v=d_r=d_g=d_b，当用三基色匹配非白光时，三基色就失去平衡，配出的颜色就离开白色而呈现彩色，因为灰核实际上是三基色中的最小成分，所以可以把上面推导的函数 r_v、g_v、b_v 和灰色驱动数值函数 d_v 推广到一般形式，即在 XYZ—r_vg_vb_v—d_rd_gd_b 色空间转换方程中，变量 r、g、b 和 d_r、d_g、d_b 具有如下所示的函数格式：

$$r = d_r^{Y_{rp}Y_{pd}}, \quad g = d_g^{Y_{gp}Y_{pd}}, \quad b = d_b^{Y_{bp}Y_{pd}}, \quad d_r = r^{1/(Y_{rp}Y_{pd})}, \quad d_g = r^{1/(Y_{gp}Y_{pd})}, \quad d_b = r^{1/(Y_{bp}Y_{pd})},$$

为了灰核 r'_v 、 g'_v 、 b'_v 的方法：

第一步，对 p_v 参数进行伽玛校正得： $p'_v = d_v^{1/\gamma_{pd}} = p_v^{1/\gamma_{pd}^2}$

第二步，将灰核参数 r'_v 、 g'_v 、 b'_v 表示成 p'_v 的函数：根据 r_v 、 g_v 、 b_v 函数式，可以直接写出以 d_v 为自变量的 r'_v 、 g'_v 、 b'_v 函数式：

$$r'_v = d_v^{1/(Y_{rp}Y_{pd})}, \quad g'_v = d_v^{1/(Y_{gp}Y_{pd})}, \quad b'_v = d_v^{1/(Y_{bp}Y_{pd})}, \quad \text{又因为 } p'_v = d_v^{1/\gamma_{pd}}$$

$$\text{所以 } r'_v = d_v^{1/(Y_{rp}Y_{pd})} = (p'_v)^{1/\gamma_{rp}}, \quad g'_v = d_v^{1/(Y_{gp}Y_{pd})} = (p'_v)^{1/\gamma_{gp}}, \quad b'_v = d_v^{1/(Y_{bp}Y_{pd})} = (p'_v)^{1/\gamma_{bp}}$$

第三步，将灰核幂函数格式推广到基色量参数 r 、 g 、 b ：根据上面的推导可知，灰色就是三基色处于灰色平衡的状态，这时，灰色驱动数值 $d_v = d_r = d_g = d_b$ ，当用三基色匹配非白光时，三基色就失去平衡，配出的颜色就离开白色而呈现彩色，因为灰核实际上是三基色中的最小成分，所以可以把上面推导的函数 r'_v 、 g'_v 、 b'_v 和灰色驱动数值函数 d_v 推广到一般形式，即在 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正方程中，变量 r 、 g 、 b 和 d_r 、 d_g 、 d_b 具有如下所示的函数格式：

$$r = d_r^{1/(Y_{rp}Y_{pd})}, \quad g = d_g^{1/(Y_{gp}Y_{pd})}, \quad b = d_b^{1/(Y_{bp}Y_{pd})}, \quad d_r = r^{Y_{rp}Y_{pd}}, \quad d_g = g^{Y_{gp}Y_{pd}}, \quad d_b = b^{Y_{bp}Y_{pd}}$$

10. 在摄像端构造亮度信息的和色差信息的非线性方法

用途：由摄像机拍摄的电视图像或者数码照相机拍摄的彩色图像信息需要发送到接收端，传统的方法是根据 Howells 提出的传输基色概念在 YUV 或者 YC₁C₂ 颜色空间完成亮度—色度分离、用经过伽玛校正后的基色电压构成亮度电压信号和色差电压信号进行传送，虽然这种方法比较简单，但因显示系统是非线性的，使得彩色电视的恒亮度原则遭到破坏，损害了图像的显示质量，SMPTE 标准强烈要求所有的摄像机制造者加装一个按数学精密定义的非线性转换电路，针对这种情况，本发明提出了一种新的构造亮度和色差信息的方法，这种方法可以作为摄像机设计非线性转换电路的数学和色度学基础；在计算机图形显示中，也应当用此方法构造 JPEG 文件。

第一步，写出把三基色信号转换成标准三刺激值的标准矩阵方程式：以 PAL—D 制为例，在有关标准中可以找到把三基色信号转换成标准三刺激值的标准矩阵方程式如下所示：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4469 & 0.3197 & 0.1847 \\ 0.2421 & 0.6855 & 0.0724 \\ 0.0028 & 0.0934 & 0.9909 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

本发明的构造亮度信息的和色差信息的非线性方法不是根据基色电压数值，而是根据摄像端的三基色信号所对应的标准三刺激值构造亮度信号和色差信号，这是因为对于不同类型的显示器来说，用标准三刺激值传递颜色信息最具有普遍意义，标准三刺激值等同于色彩管理中的 PCS 颜色空间，用三基色电压值构造亮度信息的和色差信息的方法则达不到‘使现在和将来的显示器都能描绘出同样色度’的目标。构造亮度信息的和色差信息的第一步是将摄像端颜色的三基色电压值信号 RGB 代入上面的标准矩阵方程式算出标准 XYZ 值；

第二步，根据上面的标准矩阵方程式，计算红、绿、蓝三基色，二次色青、品红、黄、等 T 白色和黑点等 8 个基本色的三刺激值，这 8 个色的色坐标依次具有这样的特征：RGB 中有两个色坐标值等于 0、RGB 中有 1 个色坐标值等于 0、三个色坐标值都等于 1 或等于 0，将这 8 种情况下的色

座标值分别代入上面的矩阵方程，就可以分别算出这 8 个基本显示色的三刺激值 $[X_{er} Y_{er} Z_{er}]$ 、 $[X_{eg} Y_{eg} Z_{eg}]$ 、 $[X_{eb} Y_{eb} Z_{eb}]$ 、 $[X_{ec} Y_{ec} Z_{ec}]$ 、 $[X_{em} Y_{em} Z_{em}]$ 、 $[X_{ey} Y_{ey} Z_{ey}]$ 、 $[X_{ew} Y_{ew} Z_{ew}]$ 、 $[X_{ek} Y_{ek} Z_{ek}]$ ；

第三步，根据第一步算得的被拍摄颜色 XYZ 的主色相选择刘氏分割方程，将 XYZ 分割成亮度信号和色差信号两个部分，摄像端的分割方程格式如下所示：

$$\begin{cases} X = [(1-g)(1-b)X_{ek} + g(1-b)X_{eg} + b(1-g)X_{eb} + gbX_{ec}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot X_{ew} \\ Y = [(1-g)(1-b)Y_{ek} + g(1-b)Y_{eg} + b(1-g)Y_{eb} + gbY_{ec}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Y_{ew} \\ Z = [(1-g)(1-b)Z_{ek} + g(1-b)Z_{eg} + b(1-g)Z_{eb} + gbZ_{ec}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Z_{ew} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X = [(1-r)(1-b)X_{ek} + r(1-b)X_{er} + b(1-r)X_{eb} + rbX_{em}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot X_{ew} \\ Y = [(1-r)(1-b)Y_{ek} + r(1-b)Y_{er} + b(1-r)Y_{eb} + rbY_{em}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Y_{ew} \\ Z = [(1-r)(1-b)Z_{ek} + r(1-b)Z_{er} + b(1-r)Z_{eb} + rbZ_{em}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Z_{ew} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X = [(1-r)(1-g)X_{ek} + r(1-g)X_{er} + g(1-r)X_{eg} + rgX_{ey}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot X_{ew} \\ Y = [(1-r)(1-g)Y_{ek} + r(1-g)Y_{er} + g(1-r)Y_{eg} + rgY_{ey}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Y_{ew} \\ Z = [(1-r)(1-g)Z_{ek} + r(1-g)Z_{er} + g(1-r)Z_{eg} + rgZ_{ey}] \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Z_{ew} \end{cases}$$

根据 XYZ 的主色相用选定的一个分割方程计算出 p_e 值，并把 p_e 值当作 XYZ 的亮度信号传送；上面方程中的 $[X_{er} Y_{er} Z_{er}]$ 、 $[X_{eg} Y_{eg} Z_{eg}]$ 、 $[X_{eb} Y_{eb} Z_{eb}]$ 、 $[X_{ec} Y_{ec} Z_{ec}]$ 、 $[X_{em} Y_{em} Z_{em}]$ 、 $[X_{ey} Y_{ey} Z_{ey}]$ 、 $[X_{ew} Y_{ew} Z_{ew}]$ 、 $[X_{ek} Y_{ek} Z_{ek}]$ 是在第二步算出的数值；

第四步：为了计算颜色 X、Y、Z 中的色度分量 X_t 、 Y_t 、 Z_t ，可将刘氏分割方程改写成等效的线性方程格式，等效线性式如下所示，简称线性刘氏分割方程式：

$$\begin{cases} X = X_t \cdot (1-p_e) + p_e \cdot X_w \\ Y = Y_t \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Y_w \\ Z = Z_t \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Z_w \end{cases}$$

在上式中，等号右端表示颜色 X、Y、Z 被分割成为亮度成分和色差成分两个部分。将第一步算得的 p_e 值代入上式，就可计算出色差分量 X_t 、 Y_t 、 Z_t ：

$$X_t = (X_e - p_e \cdot X_w) / (1-p_e)$$

$$Y_t = (Y_e - p_e \cdot Y_w) / (1-p_e)$$

$$Z_t = (Z_e - p_e \cdot Z_w) / (1-p_e)$$

第五步，计算色差分量 X_t 、 Y_t 、 Z_t 的色度坐标 x_t 、 y_t ，计算方法如下：

$$x_t = X_t / (X_t + Y_t + Z_t), \quad y_t = Y_t / (X_t + Y_t + Z_t)$$

在向接收端传送颜色 XYZ 时，把 x_t 、 y_t 数值作为色差信号传送，把 p_e 值作为亮度信号传送。

本方法带来的有益效果：分割方程能够确保拍摄颜色 XYZ 以不变的色相、不变的亮度、不变的色度坐标比值被传送到显示端。

11. 在图像接收端复原三刺激值 X、Y、Z 的方法：

可以根据接收到的色度坐标 x_t 、 z_t 和灰色量 p_e 信息用下面的刘氏复原方程复原三刺激值 XYZ：

$$\begin{cases} X = (x_t/y_t) \cdot (1 - p_e) + p_e \cdot X_w \\ Y = y_t \cdot (1 - p_e) + p_e \cdot Y_w \\ Z = (1 - x_t - y_t) \cdot (1 - p_e) + p_e \cdot Z_w \end{cases}$$

本方法带来的有益效果：在方程中，由于参数 p_e 和 $(1 - p_e)$ 的作用，即使亮度出现随机误差，被传送颜色的色相和色度坐标间的比例关系也不会改变，即保持色貌不变，能够正确重现图像细节中的亮度信息，即使对于饱和度高的颜色也不存在亮度失真，本复原方法也十分简便。

12. 一种通过建立管道函数实现伽马校正的方法

目的：在制定 SMPTE 标准时，就已经认识到显示器不可避免的演进趋势，所以设定的目标是：要求显示系统针对特定的显示技术，如 CRT、PDP、LCD 显示器等，本身有能力完成不同的色度学变换和伽玛校正。实际上，这意味着必须在摄像端抛弃已经沿用了数十年的按照 $\gamma=0.45$ 实施伽玛校正的方法，在显示端，不同种类的显示器，如 CRT、PDP、LCD、LED 等，都要按照显示器的实际伽玛特性由自身完成不同的色度学变换和伽玛校正，这是合乎逻辑的、恰当的技术目标，目前流行一种在摄像端按 CRT 的 $\gamma=0.45$ 进行伽玛校正，而后在显示端去除这个伽玛效果、再根据 PDP、LCD 显示器自身的伽玛数值、利用内置可编程的色度校正电路达到伽玛匹配的方法，这种方法照顾了传统的 CRT 电视设备，但是这对于新型的、比 CRT 使用更广泛的 PDP、LCD、LED 显示器用户来说则是非常不利的，因为那是一个会产生累积误差的、缺乏通用性的、不利于标准化的方法，只能算是权宜之计，如果从计算机图形传递考虑，这样的权宜之计则应当及早丢弃。为此本发明提出一种对不同类型显示器都通用的伽玛校正方法，这种方法和色貌保持参数 λ 相结合，能够使重现的颜色收到色度保真和视觉保真的双重功效。

方法：

第一步，在显示器端，根据已经得到的灰色量函数 $p'_v = d_v^{\gamma_{pd}}$ 和驱动数组 $[d_{vi}]$ 可以算得灰色量 $[p'_{vi}]$ 的数值；

第二步，根据电视广播技术规范，可以写出摄像端的亮度方程式如下：

在 NTSC 制中： $Y = 0.2966R + 0.5888G + 0.1146B$

在 PAL-D 制中： $Y = 0.2421R + 0.6855G + 0.0724B$

用指定的 $R_i = G_i = B_i = d_{vi}$ 数字驱动数值序列 $[0, 0, 0]$, $[4, 4, 4]$, $[8, 8, 8]$, $[12, 12, 12]$, ..., $[255, 255, 255]$ 逐组代入上面所示的亮度方程式，即可算得摄像端的灰色亮度数组 $[Y_{ei}]$ ；

第三步，根据灰色亮度数组 $[Y_{ei}]$ 计算灰色量数组 $[p_{ei}]$ ：让 $p_{ei} = (Y_{ei} / Y_{we})$ ，就可以算得摄像端的灰色量数组 $[p_{ei}]$ ；

第四步，以 $[p'_{vi}]$ 数组为因变量，以 $[p_{ei}]$ 数组为自变量进行数据拟合，将得到一个新的函数，为避免变量符号重复和引起误解，将拟合得到的新函数用 p_u 表示，那么 $p_u = p'_v = p_e^{\gamma_e}$ ，函数 p_u 表达了图像发送端灰色量 p_e 和显示端灰色量 p'_v 的映射关系，也就是说，把函数 p_u 作为沟通发送端和接收端的管道，根据发送端传来的灰色量 p_e 就可以算出任何一种显示器的伽玛校正灰色量 $p'_v = p_u = p_e^{\gamma_e}$ ，所以可以把函数 p_u 称为刘氏管道函数；

第五步，将函数 p_u 数值插进实际应用的 XYZ—r'g'b'—d_gd_b 伽玛校正流程计就可以算出基色量 rgb；

第六步，根据基色量数值 rgb 又可以计算出驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b ；用 d_r 、 d_g 、 d_b 驱动显示器，就可以显示出经过伽马校正的颜色，实际应用的伽马校正流程将在实施方式中进行说明。

四、附图说明

Fig.1 灰色标定方程和灰核参数的特性化流程图；

Fig.2 $XYZ \rightarrow r, g, v, b_v \rightarrow d, d_g, d_b$ 转换流程原理图；

Fig.3 $XYZ \rightarrow r', g', v', b_v' \rightarrow d, d_g, d_b$ 伽玛校正流程原理图；

Fig.4 实际应用的 $XYZ \rightarrow r', g', v', b_v' \rightarrow d, d_g, d_b$ 转换流程图。

五、具体实施方式

下面将参照附图，以在电视和计算机显示器上实施本发明的为例，叙述实施原理和具体的实施方案。

1. 对刘氏灰色标定方程实施特性化的流程

1) 为刘氏灰色标定方程准备特性化数据：参照 Fig.1 的左上部，这里要解决的问题是获取刘氏标定方程中所包含的所有幂函数指数的数值，可按如下流程进行：

第一步：将显示器调整到规定的标准工作状态；

第二步：确定要实际测量的样本颜色：包括红、绿、蓝三基色样本和三基色等量合成的灰色样本，这四个梯尺样本的驱动数值从 0 到 255 都按照 41 个级别从小到大依次进行显示和测量，对于这四种梯尺来说，对应级别的输入值都是相同的，也就是说，如果输入驱动数值的级数用 i 表示，红、绿、蓝、灰色等颜色样本的显示级数分别用 i_r 、 i_g 、 i_b 、 i_s 表示的话，那么 $i_r = i_g = i_b = i_s = i = 41$ ，另外还需要显示和测量黄、品红、青等三个二次颜色的三刺激值，它们的输入值分别是 (R255+G255)、(R255+B255)、(G255+B255)；

第三步，测量和记录上述样本色的三刺激值 XYZ；

2) 分别计算基色 R、G、B 三组样本色的基准基色量，基准基色量的最小值是 0，最大值是 1，下面仅以蓝基色为例分步进行说明，对红和绿基色的计算以此类推：

第一步，用如下的刘氏箝位亮度的模型，算出蓝基色的箝位亮度值 Y_{tb} ：

$$Y_{tb} = \frac{(Y_b - Y_k) \cdot \{X [Y_k (Z_b - Z_k) - Z_k (Y_b - Y_k)] - Z [Y_k (X_b - X_k) - X_k (Y_b - Y_k)]\}}{(X_b - X_k) [Y_k (Z_b - Z_k) - Z_k (Y_b - Y_k)] - (Z_b - Z_k) [Y_k (X_b - X_k) - X_k (Y_b - Y_k)]}$$

第二步，用刘氏基色量计算模型算出蓝基色量 b_i 的数值： $b = \frac{Y_{tb} - Y_k}{Y_b - Y_k}$

第三步，根据蓝基色的实测三刺激值序列 X_i 、 Y_i 、 Z_i 用如下模型计算通道基色量：

$$b_x = (X - X_k) / (X_b - X_k), \quad b_y = (Y - Y_k) / (Y_b - Y_k), \quad b_z = (Z - Z_k) / (Z_b - Z_k)$$

上式中， b_x 、 b_y 、 b_z 分别表示蓝基色的通道基色量，计算所得到的结果就是蓝基色量数组 b_{xi} 、 b_{yi} 、 b_{zi} 。

第四步，用曲线拟合方法构造通道基色量函数：将蓝基色的基准基色量数组 b_i 与对应的通道基色量数组 b_{xi} 、 b_{yi} 、 b_{zi} 进行曲线拟合，即得通道基色量的幂函数表达式和幂函数指数的值：

$$b_x = b^{y_{xb}}, \quad b_y = b^{y_{yb}}, \quad b_z = b^{y_{zb}}$$

第五步，用曲线拟合方法构造基准基色量函数：以 b_i 为因变量数组，以对应的驱动参数 d_{bi} 为自变量数组进行数据拟合，即得基准基色量的幂函数表达式和幂函数指数的具体数值，函数格式是：

$$b = d_b^{\gamma_{bd}} \quad \text{由此可得} \quad d_b = b^{1/\gamma_{bd}}$$

第六步，仿照前述的步骤也可以得到红和绿基色的通道基色量函数式：

$$\begin{aligned} r_x &= d_r^{\gamma_{xr}}, & r_y &= d_r^{\gamma_{yr}}, & r_z &= d_r^{\gamma_{zr}}, & g_x &= d_g^{\gamma_{xg}}, & g_y &= d_g^{\gamma_{yg}}, & g_z &= d_g^{\gamma_{zg}} \\ r &= d_r^{\gamma_{rd}}, & d_r &= r^{1/\gamma_{rd}}, & g &= d_g^{\gamma_{gd}}, & d_g &= g^{1/\gamma_{gd}} \end{aligned}$$

到此为止，对刘氏灰色平衡方程的特性化标定即告完成。

2. 灰核函数 r_v 、 g_v 、 b_v 的特性化流程，请参照 Fig.1 的左半部分和下半部分

第一步，用刘氏灰色标定方程把‘白色适应灰梯尺’的灰色三刺激值 X_{vi} 、 Y_{vi} 、 Z_{vi} 转换成它们的基色组份量 r_{vi} 、 g_{vi} 、 b_{vi} ；

第二步，将 41 级灰色的驱动数值 d_i 分别除以 255，归一化成为从 0 到 1 的依序排列的数组 d_i ；

第三步，把灰色三刺激值中的亮度值 Y_{vi} 用模型 $p_{vi} = (Y_{vi} - Y_k) / (Y_w - Y_k)$ 换算成灰色量 p_{vi} ；

第四步，以基色分量 r_{vi} 、 g_{vi} 、 b_{vi} 为因变量，以白色量 p_{vi} 为自变量进行数据拟合，得到基色组分量 r_v 、 g_v 、 b_v 的幂函数式如下所示：

$$r_v = p_v^{\gamma_{rp}}, \quad g_v = p_v^{\gamma_{gp}}, \quad b_v = p_v^{\gamma_{bp}}$$

将上面所得到的函数 r_v 、 g_v 、 b_v 插入 XYZ—rgb— $d_r d_g d_b$ 转换流程即可。

3. XYZ— $r_v g_v b_v$ — $d_r d_g d_b$ 色空间转换流程

为了有助于理解 XYZ— $r_v g_v b_v$ — $d_r d_g d_b$ 转换原理，按照 Fig.2 的流程进行解说：

第一步，把待转换颜色 XYZ 标定到白点的三刺激值 $X_w Y_w Z_w$ ，得 $X_o Y_o Z_o$ ，即：

$$X_o = X / X_w, \quad Y_o = Y / Y_w, \quad Z_o = Z / Z_w$$

第二步，确定 $X_o Y_o Z_o$ 之中的最小值 \min ，然后按照如下条件为 XYZ 选择适用的分割方程：如果 $\min = X_o$ ，那么选用 $r_v g_b$ 类分割方程，否则，如果 $\min = Y_o$ ，那么选用 $rg_v b$ 类分割方程，否则，选用 rgb_v 类分割方程。

第三步，用选中的分割方程对 XYZ 的实施分割计算，得到灰色成分量 p_v 的解：

第四步，根据得到的亮度成分 p_v 计算所需要的灰核数值 r_v 、或 g_v 、或 b_v ：如果 p_v 值是来自 $r_v g_b$ 类分割方程，那么让 $r_v = p_v^{\gamma_{rp}}$ ，如果 p_v 值是来自 $rg_v b$ 类分割方程，那么让 $g_v = p_v^{\gamma_{gp}}$ ，如果 p_v 值是来

自 rgb_v 类分割方程，那么让 $b_v = p_v^{\gamma_{bp}}$ ；

第五步，将算得的灰核数值 r_v 、或者 g_v 、或者 b_v 传入选中的 XYZ— $r_v g_v b_v$ — $d_r d_g d_b$ 转换方程，即可算得两个基准基色量数值和刘氏色貌保持系数 λ ：以 $r_v g_b$ 类刘氏转换方程为例，转换后所得到的解是：基色量 $r = r_v$ 、 g 、 b 和刘氏色貌系数 λ ；

第六步，根据基色量 r 、 g 、 b 计算驱动参数值 d_r 、 d_g 、 d_b ：即让： $d_r = r^{1/\gamma_{rp}}$ ， $d_g = g^{1/\gamma_{gp}}$ ， $d_b = b^{1/\gamma_{bp}}$

4. XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正流程

为了有助于理解伽玛校正的原理，按照 Fig.3 的流程进行解说：

第一步，把待转换颜色 XYZ 标定到白点的三刺激值 $X_w Y_w Z_w$ ，即：

$$X_o = X / X_w, \quad Y_o = Y / Y_w, \quad Z_o = Z / Z_w$$

第二步，确定 $X_0Y_0Z_0$ 之中的最小值 \min ，然后按照如下条件为 XYZ 选择适用的刘氏分割方程：如果 $\min=X_0$ ，那么选用 $r_{v}gb$ 类分割方程，否则，如果 $\min=Y_0$ ，那么选用 $rg_{v}b$ 类分割方程，否则，选用 rgb_{v} 类分割方程：

第三步，用选中的分割方程完成对三刺激值 XYZ 的转换，得到灰色量 p_v 的解：

第四步，对 p_v 的阶调进行伽玛校正得： $p'_v = p_v^{1/\gamma_{sp}}$

第五步，根据得到的灰色量 p_v 为伽玛校正方程计算灰核数值 r'_v 、 g'_v 、 b'_v ，遵循的规则是：如果选中的是 $r_{v}gb$ 类分割方程，那么只计算 r'_v 的数值，如果选中的是 $rg_{v}b$ 类分割方程，那么只计算 g'_v 的数值，如果选中的是 rgb_{v} 类分割方程，那么只计算 b'_v 的数值，即让：

$$r'_v = (p'_v)^{1/\gamma_{rp}}, \quad g'_v = (p'_v)^{1/\gamma_{gp}}, \quad b'_v = (p'_v)^{1/\gamma_{bp}}$$

这里叙述了一个原理性质的流程，实用中，例如在实际的电视系统或数字图像发送中，颜色分割方程所承担的任务是在摄像端完成的，在那里把颜色分割成灰色成分和色差成分进行传送：

第五步，将上面算得的基色分量 r'_v 、 g'_v 、 b'_v 传入对应的 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正方程，即可算得两个映射基色量数值和刘氏色貌保持系数 λ ：

第六步，根据算出的 r'_v 、 g'_v 、 b'_v 计算驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b ：

$$d_r = r'^{\gamma_{rp}}, \quad d_g = g'^{\gamma_{gp}}, \quad d_b = b'^{\gamma_{bp}}$$

6. 实际应用的 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 转换流程：请参照 Fig.4

前述 XYZ— $r_{v} g_{v} b_{v}$ — $d_r d_g d_b$ 转换原理和 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正原理可以看作是对流程原理和推导过程的认识，在这两种流程中都包含有使用分割方程的步骤，如果把这个分割步骤放在摄像端进行，不论从成本角度还是从效率角度看，都更有利于接收端，这可以为众多的电视机和计算机用户降低费用，所以在实际应用的 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正流程中，已经把分割颜色的任务从 XYZ— $r_{v} g_{v} b_{v}$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正方程搬到摄像端进行，在实际应用的 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正流程中要用管道函数 p_u 取代原来的函数 p_v ，这个方法使得 XYZ— $r'_v g'_v b'_v$ — $d_r d_g d_b$ 伽玛校正流程变得简洁、精确、高效，下面请参照 Fig.4 理解这个方法：

第一步，根据接收到的 p_e 和色度坐标 x_t 、 y_t 用刘氏复原方程复原来自发送端的三刺激值 XYZ：

$$\begin{cases} X = (x_t/y_t) \cdot (1-p_e) + p_e \cdot X_w \\ Y = y_t \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Y_w \\ Z = (1-x_t-y_t) \cdot (1-p_e) + p_e \cdot Z_w \end{cases}$$

第二步，把 X、Y、Z 标定到白点的三刺激值 $X_w Y_w Z_w$ ，即让：

$$X_o = X/X_w, \quad Y_o = Y/Y_w, \quad Z_o = Z/Z_w$$

第三步，确定 $X_o Y_o Z_o$ 之中的最小值 \min ，然后按照如下条件为 X_e 、 Y_e 、 Z_e 选择适用的转换路径：如果 $\min=X_o$ ，那么选用 $r_{v}gb$ 类的计算路径，否则，如果 $\min=Y_o$ ，那么选用 $rg_{v}b$ 类的计算路径，否则，选用 rgb_{v} 类的计算路径，这一步骤可用电路快速实现：

第四步，根据来自摄像端的灰色量 p_e 计算管道参数 p_u 的值，即让 $p_u = p_e^{\gamma_{pe}}$ ；

第五步，根据所选定的计算路径计算所需要的灰核数值 r'_v 、或者 g'_v 、或者 b'_v ：

第六步，根据算得的 r_v' 、或者 g_v' 、或者 b_v' 就可以计算出其余两个基色量的数值；

第七步，根据得到的三个基色量数值 r 、 g 、 b 就可以计算出显示所需要的驱动数值 $d_r d_g d_b$ 。

权利要求书

1. 一种按色度和视觉保真原则传送及显示图像的方法,其特征在於:第一,从发送图像信息到显示图像信息的整个信息流程都按照色度保真和视觉保真兼顾的原则进行;第二,创新的基色钳位方程及其衍生的参数模型排除了红移影响、揭示和量化了色相、彩度和亮度之间的正确关系,赋予基色以‘通道的独立性’;第三,用创新的灰色标定方程描述颜色 XYZ 与通道基色量、基准基色量和数字输入值之间的函数关系,能够保证基色配色的‘通道独立性’和‘空间独立性’;第四,用基色钳位方程及其衍生的参数模型对灰色标定方程进行标定和特性化,再用灰色标定方程对‘白点适应灰梯尺’进行标定和特性化,藉此获得灰核函数式并把基色的通道独立特性传给灰核参数;第五,用创新的 $XYZ-r_v'g_v'b_v'-d_v'd_g'd_b$ 色空间转换方程实施色空间的转换计算,为推导伽玛校正方程铺平道路;第六,用创新的 $XYZ-r_v'g_v'b_v'-d_v'd_g'd_b$ 伽玛校正方程实现伽玛校正功能并通过灰核数据和参数 λ 使伽玛校正方程中的基色量参数 rgb 获得通道独立性;第七,分别用非线性的和线性的亮度—色差分割方程把颜色三刺激值分割成为灰色分量和色度分量两个部分并作为亮度信息和色差信息为显示器提供信源数据;第八,显示端用创新的复原方程快速复原被分割颜色的三刺激值;第九,用创新的管道函数作为沟通发送端和显示端的管道,从而使来自摄像信源的图像能够在 CRT、PDP、LCD、LED 等不同类型的显示器上显示出外观一致的图像。
2. 一种为实施权利要求 1 的 $XYZ-r_v'g_v'b_v'-d_v'd_g'd_b$ 色空间转换方程,其特征在於:第一,转换方程具有创新的 $r_v'g_v'b_v'$ 和 rgb_v 三种格式,将色空间划分成三个子域进行精确转换;第二,方程中的灰核参数 r_v' 、 g_v' 和 b_v' 是具有基准基色量属性的、和白平衡、伽玛校正相关联的参数,它们和色貌保持参数 λ 相结合能够使转换前后的颜色达到色相不变、良好的色纯度、灰色平衡和伽玛适配的目的;第三,转换方程是一个二次方程,能够简化成简单的格式用解析方法计算。
3. 一种为实施权利要求 1 的 $XYZ-r_v'g_v'b_v'-d_v'd_g'd_b$ 伽玛校正方程,其特征在於:第一,方程具有前述色空间转换方程的全部特征;第二,灰核参数 r_v' 、 g_v' 、 b_v' 体现了方程所具有的伽玛校正功能。
4. 一种为实施权利要求 1 的基色钳位方程及由该方程导出的参数模型,其特征在於:第一,基色钳位方程具有创新的、独特的格式和拥有色貌保持系数 λ 、钳位亮度 Y_1 和钳位基色量 a_i 等三个变量参数;第二,钳位方程具有准确描述和量化基色三属性相互关系的功能,色貌保持参数 λ 可以展现不同波长基色所表现的红移状态的不同;第三,钳位基色量 a_i 所表示的颜色总是和单位基色量具有一致的色相;第四,基色钳位方程赋予基色以通道独立的特性。
5. 一种为实施权利要求 1 的计算基准基色量的数学模型,其特征在於:第一,基准基色量计算模型具有新创的、独特的格式;第二,基准基色量 a 所表示的颜色具有钳位亮度 Y_1 , Y_1 代表颜色的‘纯净’亮度;第三,基准基色量 a 所表示的颜色总是和单位基色量具有一致的色相;第四,基准基色量 a 所表示基色三刺激值与实测三刺激值相比较,色度坐标 x 和 z 之间的比例不变。
6. 一种为实施权利要求 1 的灰色标定方程,其特征在於:第一,具有新创的、独特的格式;第二,颜色 XYZ 是以通道基色量 r_x 、 r_y 、 r_z 、 g_x 、 g_y 、 g_z 、 b_x 、 b_y 、 b_z 为自变量的函数;第三,通道基色量 r_x 、 r_y 、 r_z 、 g_x 、 g_y 、 g_z 、 b_x 、 b_y 、 b_z 分别是基准基色量 r 、 g 、 b 的幂函数,通道基色量和基准基色量都是本发明新创立的概念;第四,基准基色量 r 、 g 、 b 又分别是驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b 的幂函数;第五,本标定方程具有把图像的灰色阶调标定到基准基色量的功能和顾及到视觉对白点适应的功能。
7. 一种为实施权利要求 6 的特性化灰色标定方程的方法,其特征在於:第一,特性化是以基色钳位方程为基础、以基准基色量为中心、通过数据拟合方法完成的;第二,通道基色量是以基准基色量为自变量的幂函数,特性化得到的幂函数指数与基色光的红移特性相关联;第三,基准基色量是驱动数值的幂函数,特性化得到的幂函数的指数是对显示基色非线性特征的描述。
8. 一种为实施权利要求 1 的亮度—色度分割方程,其特征在於:第一,方程具有新创的格式;第二,方程分为 $r_v'g_v'b_v'$ 和 rgb_v 三种不同的类型,以满足精确转换和快速转换兼得的要求;第三,方程能够通过灰色量参数 p_v 和 $(1-p_v)$ 把一个三刺激值为 XYZ 的颜色精确地分解成为灰色和彩色两个部分,当灰色分量 p_v 从 0 到 1 按照既定步距变化的时候,灰色部分实际形成了一个白色适应灰梯尺,梯尺的每个梯级都和白点的色度坐标相同;第三,利用灰色分量 p_v 可以便捷地为转换方

程提供灰核数据 r_v 、 g_v 、 b_v ；第四，对于电视机和数字照相机来说，如果利用分割方程为图像传送构造亮度和色度信号的话，那么只需要给接受端传送代表亮度信息的 p_e 和代表彩色部分的色度坐标值 x_t 、 y_t 就可以在接收端复原出颜色的三刺激值，并且不存在因系统非线性造成的色度损失；第五，分割方程是二次方程，可以简化成代数式用解析方法计算；第六，本方法认为，黑点三刺激值 X_k 、 Y_k 、 Z_k 是与转换计算密切相关的参数，这组数据的数值虽小，但它们并不是一组可以用减法处理的参数。

9. 一种为实施权利要求 2 的生成白点适应灰色梯尺的方法，其特征是：第一，每个梯级的亮度值都是三基色等值驱动所生成实测亮度数据 $[Y_{vi}]$ ；第二，每个梯级的色度坐标都等于白点的色度坐标。
10. 一种为实施权利要求 2 和权利要求 3 的建立灰核函数和对灰核函数实施特性化的方法，这种方法的特征在于：第一，灰核参数是匹配‘白点适应灰梯尺’的三个基准基色量，需要用新创建的灰色标定方程通过特性化的步骤获取；第二，对于任何一个偏离视感灰色的颜色，其最小的组分基色形成了该颜色的灰核，另外两种基色成分就是偏离灰核数值基色量；第三，在 $XYZ-r_v g_v b_v-d_r d_g d_b$ 色空间转换方程中，灰核函数是以灰核参数为因变量、以灰色量 p_v 为自变量进行数据拟合得到的幂函数，三基色量 rgb 是由灰核数值 $r_v g_v b_v$ 和色貌保持系数 λ 决定的，驱动参数 $d_r d_g d_b$ 是以基色量 rgb 为自变量的幂函数；第四，在 $XYZ-r'_v g'_v b'_v-d_r d_g d_b$ 伽玛校正方程中，灰色量 p'_v 是以灰色量 p_v 为自变量的幂函数，三基色量 rgb 是由灰核数值 $r'_v g'_v b'_v$ 和色貌保持系数 λ 决定的，驱动参数 $d_r d_g d_b$ 是以基色量 rgb 为自变量的幂函数；第五，八个创新的特性化方法和步骤。
11. 一种为实施权利要求 1 的在摄像端构造亮度信息的和色差信息的非线性方法，其特征是：第一，本方法不是根据基色电压数值，而是根据三基色信号所对应的标准三刺激值构造亮度信号和色差信号；第二，本方法是用前述的非线性亮度—色差分割方程获得亮度信息，用前述线性亮度—色差分割方程获取色差信息；第三，新创建的非线性亮度—色差分割方程和线性亮度—色差分割方程都具有新创的独特格式；第四，在传送过程中亮度信息保持独立特性，色差信息保持色度坐标等比例特性，色相保持恒定特性；第五，创新的构造亮度信息 p_e 和色差信息 x_t 、 y_t 的五个步骤。
12. 一种为实施权利要求 1 的在图像接收端复原三刺激值 X 、 Y 、 Z 的方法，其特征是：第一，颜色三刺激值复原模型具有创新的独特格式；第二，该方法利用接收到的灰色量 p_v 和色度坐标 x_t 、 y_t 数值恢复被发送的源端颜色的三刺激值。
13. 一种通过建立管道函数实现伽玛校正的方法，其特征是：第一，新创的在摄像端构造的灰色量数组 $[p_{ei}]$ 的方法；第二，用新创建的管道函数 $p_v = p_{e'}^{y_e}$ 作为沟通摄像端和显示端伽玛特性的渠道；第三，独特的建立管道函数的方法，分为四个步骤：1，根据灰色量函数模型计算灰色数组 $[p_{vi}]$ ，2，让 $R_i = G_i = B_i = d_{vi}$ ，计算摄像端的亮度数组 $[Y_{ei}]$ ，3，根据亮度数组 $[Y_{ei}]$ 计算灰色量数组 $[p_{ei}]$ ，4，通过数组 $[p_{ei}]$ 和数组 $[p_{vi}]$ 的拟合获得管道函数 p_u ；第三，用管道函数 p_u 表达图像发送端灰色量和显示端灰色量映射关系；第四，把函数 p_u 引入实际应用的伽玛校正流程，从而达到伽玛校正的目的；第五，因为数组 $[p_{vi}]$ 总是和实际使用的显示器类型相联系的，所以这种方法对现有的任何一类显示器都是适用的。
14. 一种为实施权利要求 2 的 $XYZ-r_v g_v b_v-d_r d_g d_b$ 色空间转换流程，其特征是：第一，根据目标色的主色相选择方程的类型，即把目标色空间的转换划分为三个子域进行；第二，利用亮度—色度分割方程计算颜色的灰色量 p_v ；第三，根据算得的 p_v 计算灰核数值 r_v 、或者 g_v 、或者 b_v ；第四，用解析模型计算另外两个基准基色量；第五，根据基准基色量算出驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b 。
15. 一种为实施权利要求 3 的 $XYZ-r'_v g'_v b'_v-d_r d_g d_b$ 伽玛校正流程，其特征是：第一，根据被转换颜色的主色相选择转换方程的类型，把待转换的色空间划分为三个区域进行转换；第二，利用亮度—色度分割方程计算颜色的灰色量 p_v ；第三，通过对 p_v 的伽玛校正获取映射灰色量 p'_v 的数值；第四，根据算得的 p'_v 计算灰核数值 r'_v 、或者 g'_v 、或者 b'_v 的数值；第五，用解析模型计算另外两个基准基色量；第六，根据基准基色量算出驱动数值 d_r 、 d_g 、 d_b 。
16. 一种实际应用的 $XYZ-r'_v g'_v b'_v-d_r d_g d_b$ 转换流程，其特征是：第一，本流程把一个机理复杂的颜色

信息变换流程简化成为简单、高效的实用流程；第二，用新创建的复原方程复原摄像端的三刺激值 XYZ；第三，将 XYZ 对基准白进行标定；第四，根据 XYZ 的主色相选择转换路径；第五，应用管道函数把 XYZ 的灰色量从源端的 p_e 映射到显示端的 p_u ；第六，根据灰色量 p_u 计算灰核数值 $r'_v'g'_v'b'_v$ ；第六，根据灰核数值 $r'_v'g'_v'b'_v$ 计算基准基色量 rgb；第七，根据基准基色量数值 rgb 计算驱动数值 $d_r d_g d_b$ 。

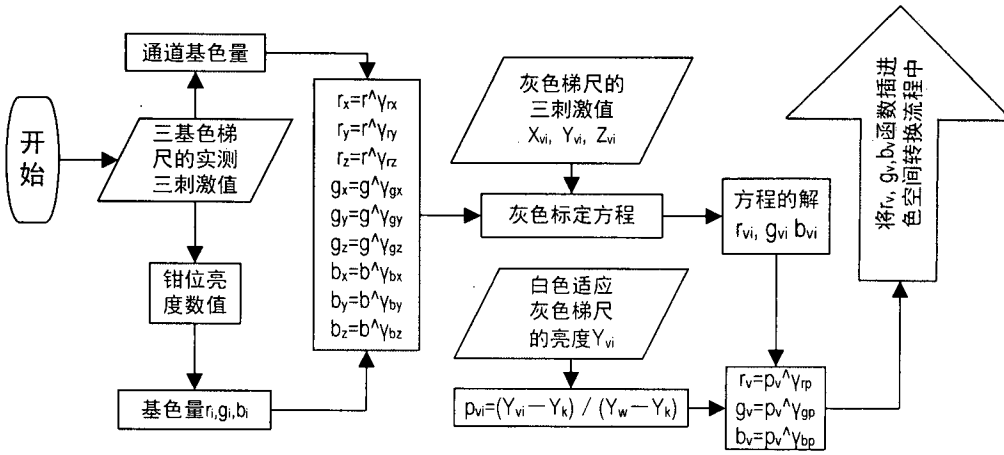


Fig.1

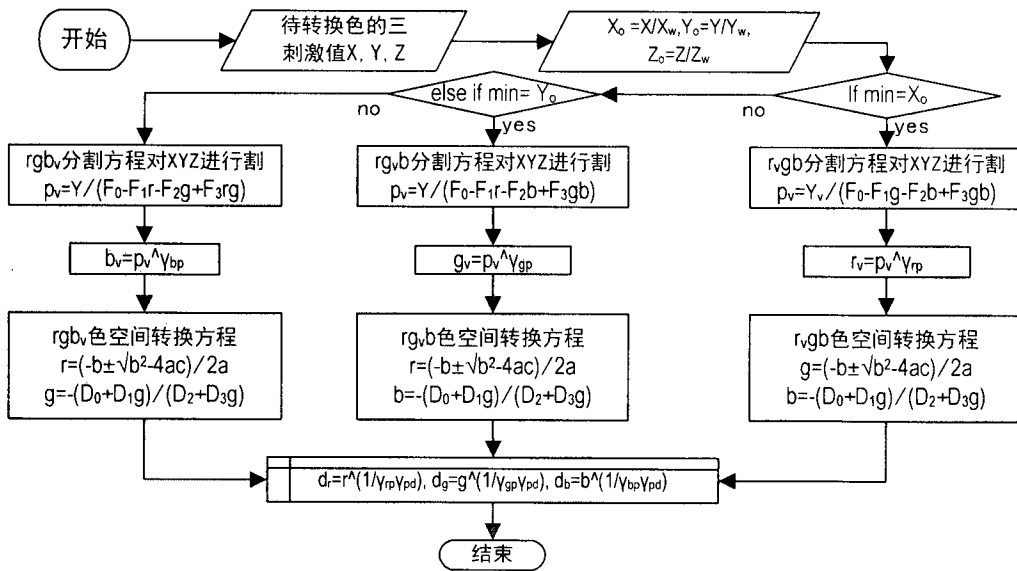


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/000327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/69 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04N9/00,9/64,9/68,9/69,G06T1/00; G09G3/00,3/04,3/34,3/36; G06K9/00,9/36,9/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: colo?r, independenc+, einstein shift, excit+, exclud+, eliminat+, remov+, fidelity, channel, space, special, Einstein, shift, compatible

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN101137070A (HUAWEI TECH CO., LTD.) 05 Mar. 2008 (05.03.2008) specification P3 lines 8-9, P9 line 18 to P23 line 8, abstract, figs. 1-12	1-16
A	CN101421758A (TOKYO INST, TECH.) 29 Apr. 2009 (29.04.2009) whole document	1-16
A	CN101635858A (WINTEK CORP.) 27 Jan. 2010 (27.01.2010) whole document	1-16
A	CN1991956A (CAIYI INTERNAT COUNCILOR CO., LTD.) 04 Jul. 2007 (04.07.2007) whole document	1-16
A	US5991456A (RAHMAN,Zia-ur et al.) 23 Nov. 1999 (23.11.1999) whole document	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
24 Oct. 2011(24.10.2011)

Date of mailing of the international search report
24 Nov. 2011 (24.11.2011)

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer
CHEN, Ronghua
Telephone No. (86-10)62414014

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/000327

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101137070A	05.03.2008	CN100551080C	14.10.2009
CN101421758A	29.04.2009	WO2007122766A1	01.11.2007
		GB2450295A	17.12.2008
		CN101421758B	21.09.2011
		US2010215264A1	26.08.2010
		US7970236B	28.06.2011
		JP4617470B2	26.01.2011
CN101635858A	27.01.2010	US2010002010A1	07.01.2010
		CN101635858B	24.08.2011
CN1991956A	04.07.2007	CN100530330C	19.08.2009
US5991456A	23.11.1999	WO9745809A1	04.12.1997
		CA2256670A	04.12.1997
		AU3122797A	05.01.1998
		EP0901671A1	17.03.1999
		AU713076B	25.11.1999
		AU713076C	27.03.2003
		JP2000511315A	29.08.2000
		JP4036391B2	23.01.2008
		AT249073T	15.09.2003
		DK901671T	08.12.2003
		ES2206717T	16.05.2004
		DE69724610T	05.08.2004

A. 主题的分类

H04N9/69 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H04N9/00,9/64,9/68,9/69,G06T1/00; G09G3/00,3/04,3/34,3/36; G06K9/00,9/36,9/40

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: colo?r, independenc+, einstein shift, excit+, exclud+, eliminat+, remov+, fidelity, channel, space, special, Einstein, shift, compatible, 色, 独立, 灰核, 刺激, 通道, 空间, 保真, 红移, 电视, 计算机, 兼容, 融合

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN101137070A (华为技术有限公司) 05.3 月 2008 (05.03.2008) 说明书第 3 页第 8-9 行, 第 9 页第 18 行至第 23 页第 8 行, 摘要, 图 1-12	1-16
A	CN101421758A (国立大学法人东京工业大学) 29.4 月 2009 (29.04.2009) 全文	1-16
A	CN101635858A (胜华科技股份有限公司) 27.1 月 2010 (27.01.2010) 全文	1-16
A	CN1991956A (采亦国际顾问有限公司) 04.7 月 2007 (04.07.2007) 全文	1-16
A	US5991456A (RAHMAN,Zia-ur 等) 23.11 月 1999 (23.11.1999) 全文	1-16

其余文件在 C 栏的续页中列出。

见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
24.10 月 2011(24.10.2011)

国际检索报告邮寄日期
24.11 月 2011 (24.11.2011)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员
陈荣华
电话号码: (86-10) **62414014**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/000327

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101137070A	05.03.2008	CN100551080C	14.10.2009
CN101421758A	29.04.2009	WO2007122766A1	01.11.2007
		GB2450295A	17.12.2008
		CN101421758B	21.09.2011
		US2010215264A1	26.08.2010
		US7970236B	28.06.2011
		JP4617470B2	26.01.2011
CN101635858A	27.01.2010	US2010002010A1	07.01.2010
		CN101635858B	24.08.2011
CN1991956A	04.07.2007	CN100530330C	19.08.2009
US5991456A	23.11.1999	WO9745809A1	04.12.1997
		CA2256670A	04.12.1997
		AU3122797A	05.01.1998
		EP0901671A1	17.03.1999
		AU713076B	25.11.1999
		AU713076C	27.03.2003
		JP2000511315A	29.08.2000
		JP4036391B2	23.01.2008
		AT249073T	15.09.2003
		DK901671T	08.12.2003
		ES2206717T	16.05.2004
		DE69724610T	05.08.2004