

# GY

中华人民共和国广播电视行业标准

GY/T XXX—XXXX

## 监视器亮度和对比度校准用 PLUGE 测试 信号规范及校准步骤

Specifications of PLUGE test signals and alignment procedures for setting of  
brightness and contrast of monitors

(ITU-R BT. 814-4:2018, Specifications of PLUGE test signals and alignment  
procedures for setting of brightness and contrast of displays, MOD)

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家广播电视总局 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 缩略语 .....	1
4 PLUGE 测试信号规范.....	1
4.1 概述 .....	1
4.2 超高清及高清 PLUGE 测试信号 .....	2
4.3 标清 PLUGE 测试信号 .....	4
5 监视器亮度和对比度校准步骤 .....	6
5.1 HDR 监视器.....	6
5.2 SDR 监视器.....	7
附录 A（资料性附录） 本标准与 ITU-R BT. 814-4:2018 相比的结构变化情况 .....	8
附录 B（资料性附录） 非参考观看环境下 HLG 监视器的伽马调整.....	9
附录 C（资料性附录） 非参考观看环境下 PQ 监视器的黑电平控制 .....	10

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用ITU-R BT. 814-4:2018《显示器亮度和对比度校准用PLUGE测试信号规范及校准步骤》。

本标准与ITU-R BT. 814-4:2018相比，在结构上有较多调整，附录A中列出了本标准与ITU-R BT. 814-4:2018章条编号变化对照一览表。

本标准与ITU-R BT. 814-4:2018的技术性差异及其原因如下：

- 根据我国的电视制式，删除了与525行电视系统相关的内容；
- 为增强本标准的可操作性，在监视器亮度和对比度校准步骤中增加第一个步骤，明确了应根据监视器的监看图像格式，输入并显示相应格式的PLUGE测试信号。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国广播电影电视标准化技术委员会（SAC/TC 239）归口。

本标准起草单位：国家广播电视总局广播电视规划院。

本标准主要起草人：王惠明、宁金辉、邓向冬、张乾、欧臻彦。

# 监视器亮度和对比度校准用 PLUGE 测试信号规范及校准步骤

## 1 范围

本标准规定了广播电视行业用监视器亮度和对比度校准用PLUGE测试信号及校准步骤。

本标准适用于广播电视行业用超高清晰度、高清晰度和标准清晰度监视器的研发、生产、测试和运行维护。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3174—1995 PAL-D制电视广播技术规范

GB/T 14857—1993 演播室数字电视编码参数规范

GY/T 155—2000 高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值

GY/T 307—2017 超高清晰度电视系统节目制作和交换参数值

GY/T 315—2018 高动态范围电视节目制作和交换图像参数值

ITU-R BT. 2022 采用平板显示器进行标清电视和高清电视图像主观评价的通用观看条件 (General viewing conditions for subjective assessment of quality of SDTV and HDTV television pictures on flat panel displays)

ITU-R BT. 2035 高清电视节目素材和成品节目评价的参考观看环境 (A reference viewing environment for evaluation of HDTV program material or completed programmes)

## 3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EOTF 电光转换函数 (Electro-optical Transfer Function)

HDR 高动态范围 (High Dynamic Range)

HLG 混合对数伽马 (Hybrid Log-Gamma)

PLUGE 图像校准信号发生器 (Picture Line Up Generating Equipment)

PQ 感知量化 (Perceptual Quantization)

SDR 标准动态范围 (Standard Dynamic Range)

## 4 PLUGE 测试信号规范

### 4.1 概述

监视器亮度和对比度校准应采用PLUGE测试信号。PLUGE测试信号的分类、图像格式及信号结构见表1。

表1 PLUGE 测试信号分类、图像格式及信号结构

序号	PLUGE 测试信号分类	图像格式	信号结构
1	超高清 HDR PLUGE	符合 GY/T 315—2018	见 4.2
2	超高清 SDR PLUGE	符合 GY/T 307—2017	
3	高清 HDR PLUGE	符合 GY/T 315—2018	
4	高清 SDR PLUGE	符合 GY/T 155—2000	
5	标清 SDR PLUGE	符合 GB/T 14857—1993	见 4.3

4.2 超高清及高清 PLUGE 测试信号

超高清及高清PLUGE测试信号的有效区域图、波形图见图1和图2。图1和图2中的采样点序号（水平）规定见表2，行序号（垂直）规定见表3和表4。信号电平样值规定见表5和表6。

超高清及高清 PLUGE 测试信号的图像左侧信号由两组水平窄条组成，每组包含 10 个窄条，每个窄条的宽度为若干扫描行（高清为 10 行，4K 超高清为 20 行，8K 超高清为 40 行）。位于上部的窄条电平高于黑电平约 2%，位于下部的窄条电平低于黑电平约 2%。图像右侧的信号由两个矩形组成。位于上部的矩形电平高于黑电平约 2%，位于下部的矩形电平低于黑电平约 2%。中间为较高电平的窗口信号。

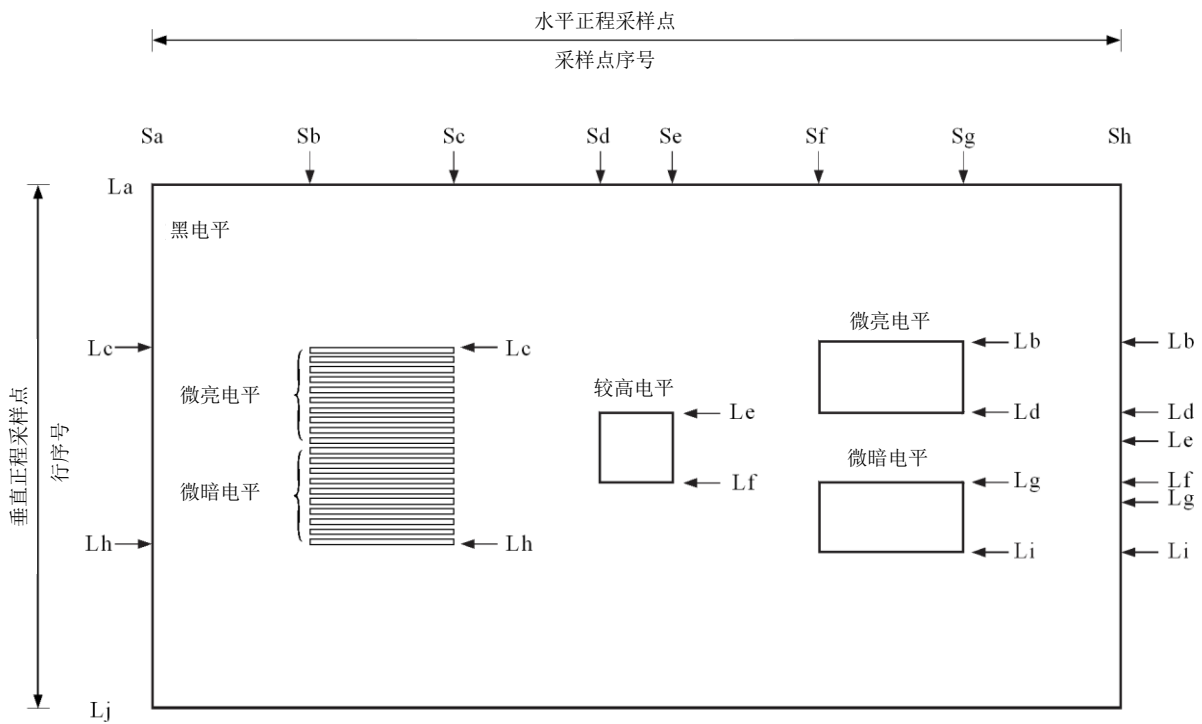


图1 超高清及高清 PLUGE 测试信号有效区域图

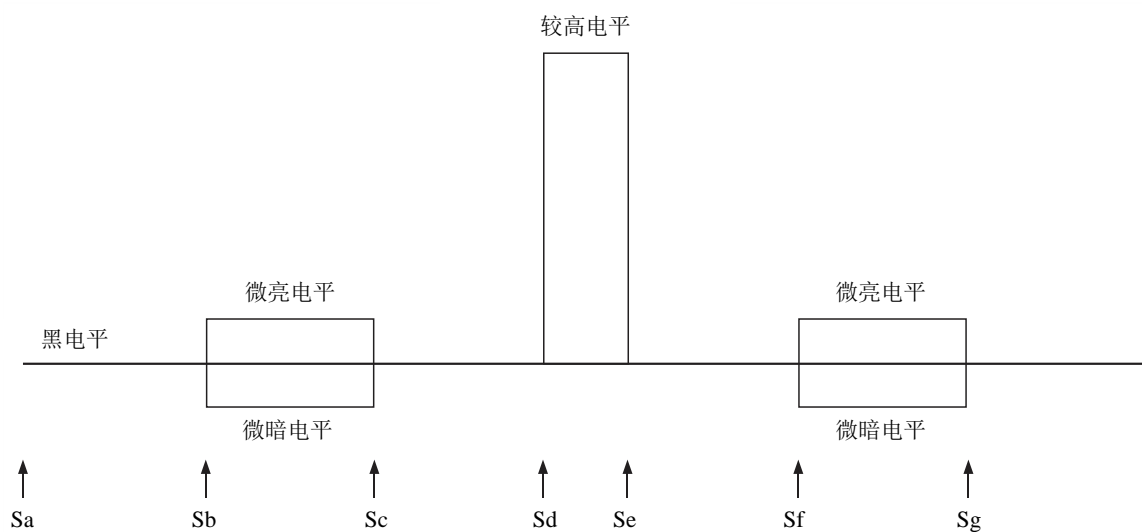


图2 超高清及高清 PLUGE 测试信号波形图

表2 超高清及高清 PLUGE 测试信号对应的采样点序号（水平）

采样点序号（水平）	高清	4K超高清	8K超高清
Sa	0	0	0
Sb	312	624	1248
Sc	599	1199	2399
Sd	888	1776	3552
Se	1031	2063	4127
Sf	1320	2640	5280
Sg	1607	3215	6431
Sh	1919	3839	7679

表3 高清 PLUGE 测试信号对应的行序号（垂直）

GY/T 155—2000中的行序号	高清（隔行）	高清（逐行）
La	21, 584	42
Lb	183, 746	366
Lc	194, 756	387
Ld	254, 817	509
Le	255, 818	510
Lf	326, 889	653
Lg	327, 890	654
Lh	388, 950	776
Li	398, 961	797
Lj	560, 1123	1121

表4 超高清 PLUGE 测试信号对应的行序号（垂直）

GY/T 307—2017和GY/T 315—2018中的行序号	4K超高清	8K超高清
La	0	0
Lb	648	1296
Lc	690	1380
Ld	935	1871
Le	936	1872
Lf	1223	2447
Lg	1224	2448
Lh	1469	2939
Li	1511	3023
Lj	2159	4319

表5 超高清 SDR 和高清 SDR PLUGE 对应的信号电平样值

图 1 和图 2 的参数	信号电平样值（8bit）	信号电平样值（10bit）	信号电平样值（12bit）
较高电平	235	940	3760
黑电平	16	64	256
微亮电平	20	80	320
微暗电平	12	48	192

表6 超高清 HDR 和高清 HDR PLUGE 对应的信号电平样值（窄范围）

图 1 和图 2 的参数	信号电平样值（10bit）	信号电平样值（12bit）
较高电平	399	1596
黑电平	64	256
微亮电平	80	320
微暗电平	48	192

注1：“较高电平”对于PQ和HLG信号均为38.2%电平，当采用峰值亮度为1000cd/m<sup>2</sup>的PQ或HLG监视器显示该信号电平时，PQ和HLG的显示亮度均近似为27cd/m<sup>2</sup>。

注2：当采用峰值亮度为L<sub>w</sub>的HLG监视器显示“较高电平”时，对应的显示亮度值L<sub>H</sub>的计算见式(1)。

$$L_H = L_w \times 0.048748^{(1.2 + 0.42 \times \lg(L_w / 1000))} \dots\dots\dots (1)$$

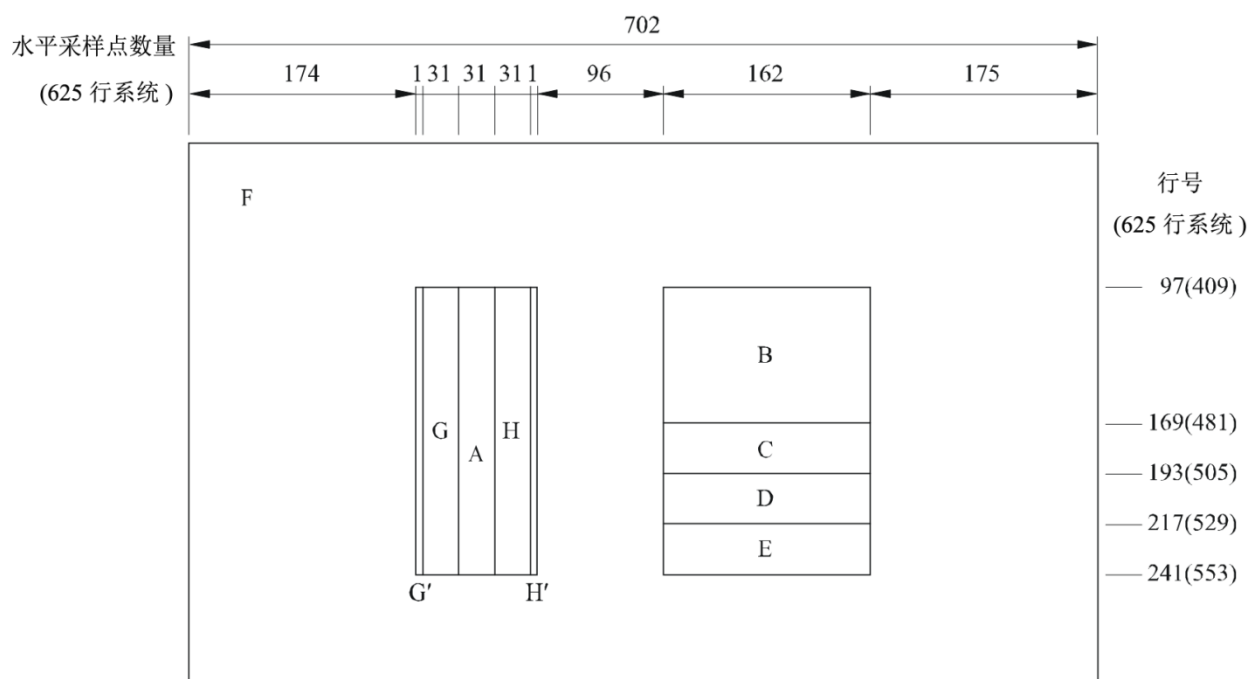
### 4.3 标清 PLUGE 测试信号

标清PLUGE测试信号的应用场合分为运行监看和主观评价两种，在这两种场合下，信号结构相同，但波形幅度稍有差异。该信号的有效区域图和波形图见图3，信号电平见表7。

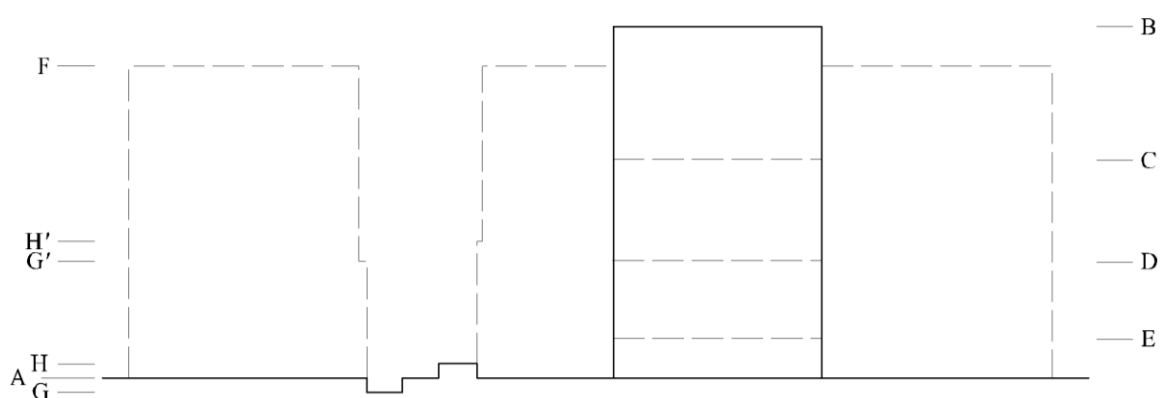
该信号的图像左侧由三个相邻窄竖条组成。中间竖条A为黑电平，左侧竖条G比中间竖条更暗一些，右侧竖条H比中间竖条更亮一些。考虑到人眼的特性，在不同的应用场合下，竖条的亮度略有不同，具体电平值见表7。

图像右侧为宽条状信号。该信号分为四个区域，最上方的区域B为白电平，该区域足够大，可以满足测量仪器的取样要求。另外三个区域为递减的灰电平。上述窄竖条和宽条的周围为均匀背景，该背景具有两种不同的电平：

- 对于运行监看场合，该背景电平设定为黑电平；
- 对于主观评价场合，该背景电平设定为表 7 所示的灰电平。灰电平的优化设计是为了让监视器显示该信号时的主观质量接近于显示主观评价图像序列时的质量。



a) 有效区域图



b) 波形图

图3 标清 PLUGE 测试信号有效区域图和波形图

图3中，标清PLUGE测试信号的水平采样点数量少于GB/T 14857—1993中规定的720个采样点，图像应位于数字有效行的中央，误差应在 $\pm 2$ 个采样点内。



表7 标清 PLUGE 测试信号电平

图3中的参数		亮度信号电平	
区域编号	电平名称	对于运行监看场合	对于主观评价场合
A	黑电平	0% 0mV (16) 64	
B	白电平	100% 700mV (235) 940	
C	灰电平3	63.0% 441mV (154) 616	
D	灰电平2	35.2% 246mV (93) 372	
E	灰电平1	15.1% 105mV (49) 196	
F	背景电平	0% 0mV (16) 64	70.3% 492mV (170) 680
G	黑条电平	-1.8% -13mV (12) 48	-2.7% -19mV (10) 40
G'	黑条电平与背景电平之间的中间电平	0% 0mV (16) 64	33.8% 237mV (90) 360
H	灰条电平	1.8% 13mV (20) 80	2.7% 19mV (22) 88
H'	灰条电平与背景电平之间的中间电平	0% 0mV (16) 64	36.5% 256mV (96) 384
注1：以10bit数字电平值为基准值，其他值可以通过推导得出。括号中为8bit数字电平值。 注2：数字电平的表示方式同GB/T 14857—1993。模拟电平的表示方式同GB 3174—1995。 注3：对于主观评价场合，G'和H'是为避免波形跃变引起振铃现象而设计的。			

5 监视器亮度和对比度校准步骤

5.1 HDR 监视器

HDR监视器亮度和对比度的校准对观看条件有较强的依赖性，观看距离和环境照明条件宜符合GY/T 315—2018的规定。

HDR监视器亮度和对比度校准步骤如下：

- a) 根据监视器的监看图像格式，输入并显示相应格式的 PLUGE 测试信号，包括超高清 HDR 或高清 HDR；

- b) 仅对于 HLG，应按照 GY/T 315—2018 表 5 中脚注 e 的规定，根据目标峰值亮度来调整监视器的系统伽马值，使显示亮度与观看环境相适应；
- c) 仅对于 HLG<sup>1)</sup>，用户黑电平提升控制应首先设置为 0，然后再调整用户增益控制，使得屏幕中心的较高电平区域拥有表 6 所规定的标称亮度值；
- d) 仅对于 HLG，在非参考观看环境下，可参照 GY/T 315—2018 表 5 中脚注 f 和本标准附录 B 进一步调整系统伽马值进行补偿；
- e) 对于 PQ 和 HLG，应调整用户黑电平提升控制，使得屏幕上低于黑电平约 2%的水平条刚好消失，而高于黑电平约 2%的水平条仍然可见。在非参考观看环境下，对于 PQ 监视器，可参照附录 C 进行用户黑电平控制。

## 5.2 SDR 监视器

SDR监视器亮度和对比度的校准对观看条件有较强的依赖性，观看距离和环境照明条件宜符合ITU-R BT. 2022和ITU-R BT. 2035的规定。

SDR监视器亮度和对比度校准步骤如下：

- a) 根据监视器的监看图像格式，输入并显示相应格式的 PLUGE 测试信号，包括超高清 SDR PLUGE、高清 SDR PLUGE 或标清 PLUGE；
- b) 调节监视器的用户增益控制（传统的“对比度”控制），使得屏幕上的峰值白电平对应的亮度达到期望的亮度；
- c) 调节监视器的用户黑电平提升控制（传统的“亮度”控制），使得屏幕上低于黑电平约 2%的水平条刚好消失，而高于黑电平约 2%的水平条仍然可见。

---

1) 对于 PQ 图像，用户增益控制不需要调整，因为监视器的亮度由 PQ EOTF 曲线决定（可显示的最高峰值亮度仍取决于监视器的显示能力（额定最大亮度））。

附录 A  
(资料性附录)

本标准与 ITU-R BT. 814-4:2018 相比的结构变化情况

本标准与ITU-R BT. 814-4:2018相比在结构上有较多调整，具体章条编号对照情况见表A. 1。

表 A. 1 本标准与 ITU-R BT. 814-4:2018 的章条编号对照情况

本标准章条编号	对应 ITU 标准章条编号
1	范围
—	关键词
—	考虑点
—	建议
—	进一步建议
2	—
3	—
4	—
4.1	—
4.2	附件 2
4.3	附件 1
5	—
5.1	附件 3 第 2 条
5.2	附件 3 第 1 条
附录 A	—
附录 B	附件 5
附录 C	附件 4

附 录 B  
(资料性附录)

非参考观看环境下 HLG 监视器的伽马调整

GY/T 315—2018中表5的脚注f指出，如果周边光和环境光更亮，应降低系统伽马值，以补偿眼睛适应状态的差异。在非参考环境下，显示伽马的调整方法见式（B.1）。

$$\gamma_{bright} = \gamma_{ref} - 0.076 \lg\left(\frac{L_{amb}}{5}\right) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$\gamma_{bright}$ ——环境亮度超过5cd/m<sup>2</sup>时的监视器系统伽马；

$\gamma_{ref}$  ——根据GY/T 315—2018中表5的脚注e计算的系统伽马；

$L_{amb}$  ——环境亮度，单位为坎德拉每平方米（cd/m<sup>2</sup>）。

通过调整显示器伽马以补偿非参考观看环境的方式，可以在广泛的生产环境中获得更一致的结果。

附录 C  
(资料性附录)

非参考观看环境下 PQ 监视器的黑电平控制

在非参考环境下，为了进行 PQ PLUGE 调整，PQ EOTF<sup>2)</sup> 中的  $E'$  可用  $\max(0, aE' + b)$  替代。因此，EOTF 的计算见式 (C.1)。

$$F_D = \text{EOTF}[\max(0, aE' + b)] \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$F_D$  ——调整后所显示的线性分量  $\{R_D, G_D$  或  $B_D\}$  的亮度值<sup>3)</sup>，单位为坎德拉每平方米 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )；

$E'$  ——表示一个非线性 PQ 颜色值  $\{R', G'$  或  $B'\}$ ；

$b$  ——用户黑电平提升控制的变量；

$a$  ——衰减因子<sup>4)</sup>。应用该因子，在  $b$  被调整后，仍可使得当  $E' = E'_m$  时， $F_D$  保持恒定的亮度  $L_m$ 。 $a$  的计算见式 (C.2)。

$$a = 1 - b / \text{EOTF}^{-1}[L_m] \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

$L_m$  ——显示器额定最大亮度。

注： $E'_m$  是指使显示器达到额定最大亮度所对应的  $E'$  值。

$E'_m$  计算见式 (C.3)。

$$E'_m = \text{EOTF}^{-1}[L_m] \dots\dots\dots (C.3)$$

---

2) PQ EOTF 已在 GY/T 315—2018 中规定。  
 3) 在本标准中，单个彩色分量 ( $R_D, G_D$  或  $B_D$ ) 的亮度，等效于三个彩色分量等于该值时的黑白信号亮度值。  
 4) 如果没有衰减因子补偿， $b$  的增加将导致所有  $E'$  值对应的  $F_D$  增加。这种亮度的整体提升可导致 PQ 监视器的亮度范围内的像素超过其亮度范围。 $L_m$  是显示器的最大额定亮度，如果应用衰减因子  $a$ ，即使  $b$  被调整了，当  $E' = E'_m$  时， $F_D$  仍能保持在恒定的  $L_m$  值。