

ICS 33.050
CCS M 30

团 体 标 准

T/TAF 130—2022



移动智能终端变频显示性能测评方法

Evaluation method of variable refresh rate performance for mobile
intelligent terminal

2022-09-15 发布

2022-09-15 实施

电信终端产业协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基础显示性能测评	2
5 游戏场景测评	2
5.1 目的	2
5.2 测试设备	2
5.3 测试场景	2
5.4 测试设置	2
5.5 测试方法	3
5.5.1 发现目标延时	3
5.5.2 开镜延时	3
5.5.3 瞄准延时	3
5.5.4 击中反馈延时	4
5.5.5 综合延时	4
5.5.6 温升限帧延时	4
5.5.7 视角转动时的画面卡顿感	4
6 非游戏场景测评	5
6.1 测试条件	5
6.2 测试设置	5
6.3 测试方法	5
6.3.1 最低显示刷新率	5
6.3.2 最高显示刷新率	5
6.3.3 动态显示刷新率	6
6.3.4 升频速度	6
6.3.5 降频速度	7
6.3.6 变频闪烁	8
6.3.7 定频闪烁	8
6.3.8 低频拖影	8
7 功耗续航测评	9
7.1 测试设置	9
7.2 测试方法	9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由电信终端产业协会提出并归口。

本文件起草单位：OPPO广东移动通信有限公司、中国信息通信研究院、维沃移动通信有限公司、小米通讯技术有限公司、北京三星通信技术研究有限公司、广州视源电子科技股份有限公司、博鼎实华（北京）技术有限公司

本文件主要起草人：来航曼、王月文、高延凯、姜春生、王亚军、翟梦冉、董千洲、苏兆飞、高立发、于磊、吴越、梁霞女、郑海霞。



引 言

近年来，随着移动游戏的蓬勃发展，消费者对移动游戏的体验需求越来越高，变频显示技术应运而生。这种技术可以根据前端产生图像的速度来动态调整显示刷新率，在有效平衡手机性能和功耗之间矛盾的同时，大幅提高游戏的跟手性、拖影、延迟等流畅性体验，逐渐被各终端厂家列为重点技术研发方向，支持变频显示技术的移动智能终端产品已陆续上市。

本文件旨在引导移动终端变频显示技术升级进步，保障行业良性发展。



移动智能终端变频显示性能测评方法

1 范围

本文件规定了移动智能终端变频显示性能的测评方法,包括游戏场景下的性能评测和非游戏场景下的性能评测。

本文件适用于采用OLED显示屏的手机、平板等移动智能终端产品。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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。

YD/T 1607-2016 移动终端图像及视频传输特性技术要求和测试方法

T/TAF 024-2018 游戏手机性能测评方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

变频显示 variable refresh rate display

一种可以根据前端产生图像的速度来动态调整显示刷新率的技术。

3.2

变频闪烁 variable refresh rate flicker

显示刷新率变化时产生的亮度差异导致的闪烁现象。

3.3

定频闪烁 fixed refresh rate flicker

固定显示刷新率下,由于像素电路漏电等造成的闪烁现象。

3.4

低频拖影 low refresh rate smear

显示屏工作在较低的刷新率时,由于响应时间、亮度和色度差异等导致的拖影现象。

3.5

升频速度 refresh rate increase speed

显示屏从最低刷新率上升到最高刷新率所需的时间。

3.6

降频速度 refresh rate decrease speed

显示屏从最高刷新率降低到最低刷新率所需的时间。

3.7

温升限帧 rising temperature frame limit

当设备温度高于一定阈值时，通过限制软件帧率及显示刷新率的功耗策略。

4 基础显示性能测评

参见 YD/T 1607-2016 中第 9 章节。

5 游戏场景测评

5.1 目的

在游戏场景下，图像从应用（游戏APP）到显示通常需要经过绘制、合成和送显三个步骤，传统的固定显示刷新率为了防止画面出现撕裂采用的是垂直同步的方式，图像的每次合成和送显都需要等待同步信号才能开始执行，造成了一定程度的等待延时。而变频显示技术采用了动态同步的方式，可以根据前端产生图像的速度来自适应调整显示刷新率，在保证画面不撕裂的前提下，图像的合成和送显都不需要等待同步信号，因而可以大幅降低游戏画面的显示延迟，提升游戏跟手性和卡顿感。

5.2 测试设备

测试设备包括：

- a) 机械手；
- b) 高速摄像机：帧率不低于480fps。

5.3 测试场景

测试场景包括：

- a) 和平精英特训岛；
- b) 室外靶场、车辆区、广场等区域；
- c) 支持8倍镜的枪械和8倍镜。

5.4 测试设置

测试设置包括：

- a) 亮度：将设备调节至最大亮度，并关闭自动亮度；
- b) 网路：开启飞行模式，关闭移动4/5G网络，连接专用的测试WIFI（信号强度>-50dbm）；
- c) 游戏设置：画面品质-高清，帧数设置-极限，打开游戏助手中的动态变频功能（如有）；
- d) 安装测试APP并更新至最新版本，其他设置均为默认。

5.5 测试方法

5.5.1 发现目标延时

打开测试用游戏APP，用两台相同型号移动终端的2个账号组队登录特训岛，移动终端A站在车辆区域广场正对草坪缺口的黄色区域位置，移动终端B站到正对A的草坪后面，如图1所示。



图1 发现目标延时测试示例

测试步骤如下：

- A开镜观察B的位置，高速相机同时拍摄2台移动终端；
- 使用机械手点击B的跳跃图标，计时开始；
- 在手机A的画面中看到B的头部后计时结束；
- 计算计时开始到结束的时间差；
- 重复测试10次取平均值。

5.5.2 开镜延时

打开测试用游戏APP，站到“TRAINING”后面左数第二个站位，姿势站立，瞄准右手边第100米的靶位中心，如图2所示。



图2 开镜延时测试示例

测试步骤如下：

- 使用机械手点击开镜图标，计时开始；
- 高速相机拍摄开镜过程，开镜结束计时结束；
- 计算计时开始到结束的时间差；
- 重复测试10次取平均值。

5.5.3 瞄准延时

打开测试用游戏APP，站到“TRAINING”后面左数第二个站位，姿势站立，瞄准右手边第100米的靶位中心，如图3所示。



图3 瞄准延时测试示例

测试步骤如下：

- a) 在开镜状态下，滑动转动视角，设定好机械手的滑动速度（ $\geq 200\text{mm/s}$ ），实现从瞄准右手边第100米靶心移动到瞄准左手边第100米靶心；
- b) 高速相机拍摄整个过程；
- c) 计算开始滑动到最后瞄准所用的时间；
- d) 重复测试10次取平均值。

5.5.4 击中反馈延时

打开测试用游戏APP，站到“TRAINING”后面左数第二个站位，姿势站立，瞄准右手边第100米的靶盘边的小靶位，如图4所示。



图4 击中反馈延时测试示例

测试步骤如下：

- a) 使用机械手点击射击图标，计时开始；
- b) 高速相机拍摄射击过程，看到命中特效后计时结束；
- c) 计算计时开始到结束的时间差；
- d) 重复测试10次取平均值。

5.5.5 综合延时

将5.5.1至5.5.4中的发现目标延时、开镜延时、瞄准延时、击中反馈延时的测试值相加，得到综合延时。

5.5.6 温升限帧延时

确认被测移动智能终端是否有游戏场景下的温升限帧策略，如有，触发温升限帧后进行4.4.1至4.4.5的测试。

5.5.7 视角转动时的画面卡顿感

打开测试用游戏APP，在特训岛广场中央，用机械手按照一定速度滑动转动视角，用高速相机拍摄转动过程，计算画面中同一个静止的物体在原地停留的时间，重复测试10次取平均值。

6 非游戏场景测评

6.1 测试条件

测试仪器：亮度计，采样率 $\geq 1\text{kHz}$ ，采样时间 $> 2.5\text{s}$

6.2 测试设置

亮度调节至最大亮度，关闭自动亮度，刷新率设置为高刷新率，其他设置均为默认。

6.3 测试方法

6.3.1 最低显示刷新率

关闭自动亮度功能，将显示亮度调节到最大亮度，在纯白色255灰阶画面，完全静止时，同时抓取显示屏的瞬时亮度和平均亮度数据，采样时间 $> 2.5\text{s}$ ，分析亮度随时间变化的频率。

如图5所示，被测产品在画面完全静止时的瞬时亮度和加权亮度都是以100ms为周期进行周期性变化，表明被测产品100ms刷新一次，即最低显示刷新率为10Hz。

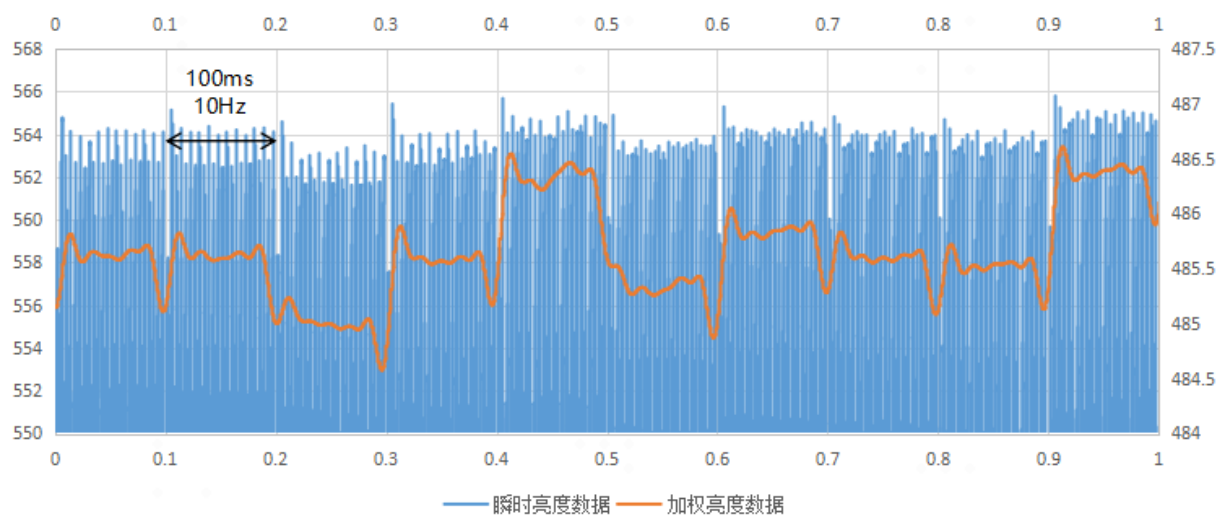


图5 最低显示刷新率亮度波形图示例

6.3.2 最高显示刷新率

关闭自动亮度功能，将显示亮度手动调到最大亮度，在纯白色255灰阶画面，进行快速滑动操作的同时抓取显示屏的瞬时亮度数据，采样时间 $> 0.1\text{s}$ ，分析亮度随时间变化的频率。

如图6所示，被测产品在滑动操作时的亮度以8.3ms为周期进行周期性变化（一个周期内有三个亮度脉冲），表明被测产品8.3ms刷新一次，即最高显示刷新率为120Hz。

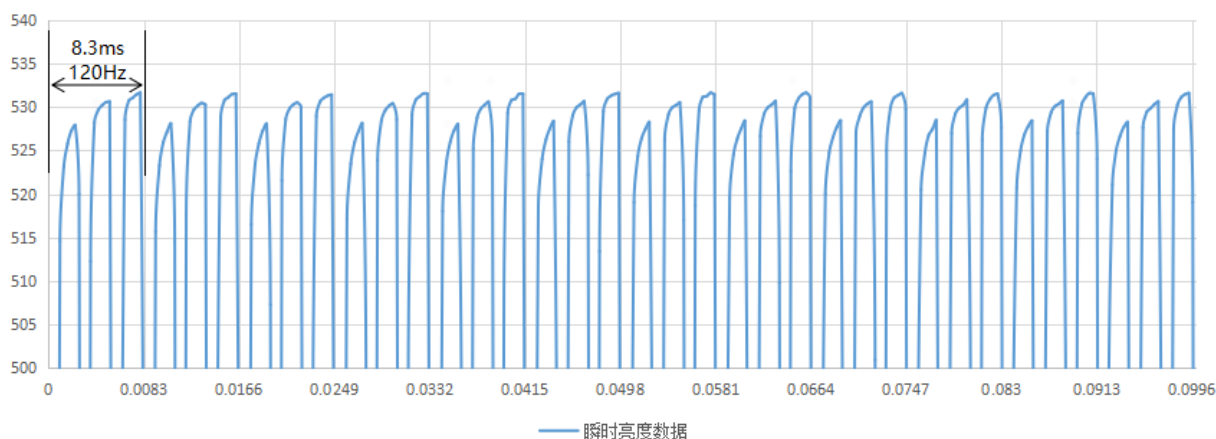


图6 最高显示刷新率亮度波形图示例

6.3.3 动态显示刷新率

关闭自动亮度功能，将显示亮度手动调到最大亮度，播放不同帧率的视频源：10fps、24fps、30fps、60fps，视频内容为黑白画面切换，间隔时间为1s，抓取瞬时亮度波形，测量白色画面1s时间内实际刷新的帧数，作为平均显示刷新率，如图7所示。平均显示刷新率与视频源的帧率值越接近，说明显示刷新率与视频源的动态匹配性越好。

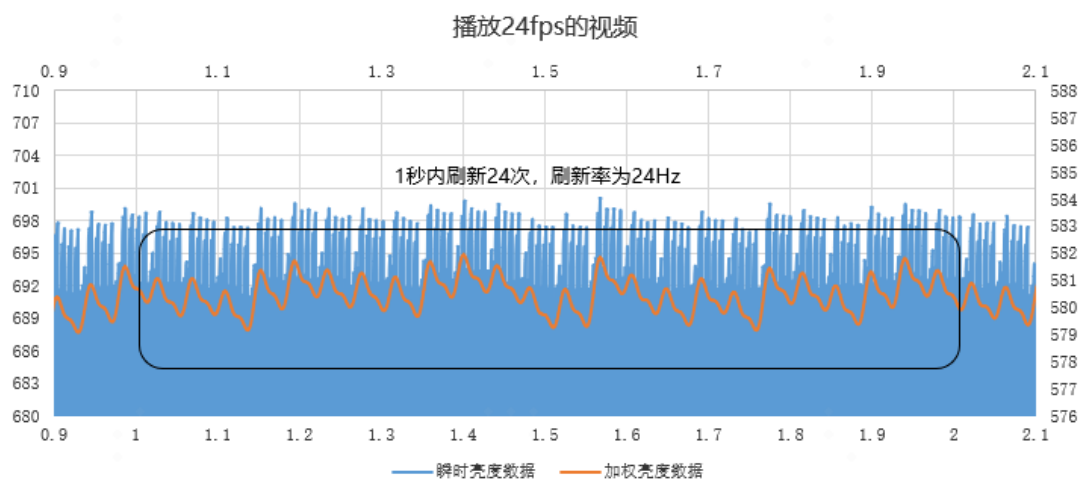


图7 动态显示刷新率亮度波形图示例

6.3.4 升频速度

关闭自动亮度功能，将显示亮度调到最大亮度，进行滑动操作使画面进行不同灰阶的切换，同时抓取显示屏的瞬时亮度数据，分析灰阶切换过程中亮度规律变化的频率，计算刷新率从最低升到最高所用的时间。

注：至少连续2帧都为最高显示刷新率，才可认为刷新率升到了最高。

以0~255的灰阶切换为例，如果黑转白的第一帧已经是当前屏幕所支持的最高显示刷新率，则定义升频速度为0s，如图8所示。该产品已按照6.3.1和6.3.2的测试方法，确定了最低显示刷新率为1Hz，最高显示刷新率为120Hz。图中黑转白的第一帧刷新时间为8.3ms即120Hz，且连续2帧都为120Hz，表明该产品在黑转白的第一帧已经达到最高的显示刷新率120Hz，升频速度为0s。

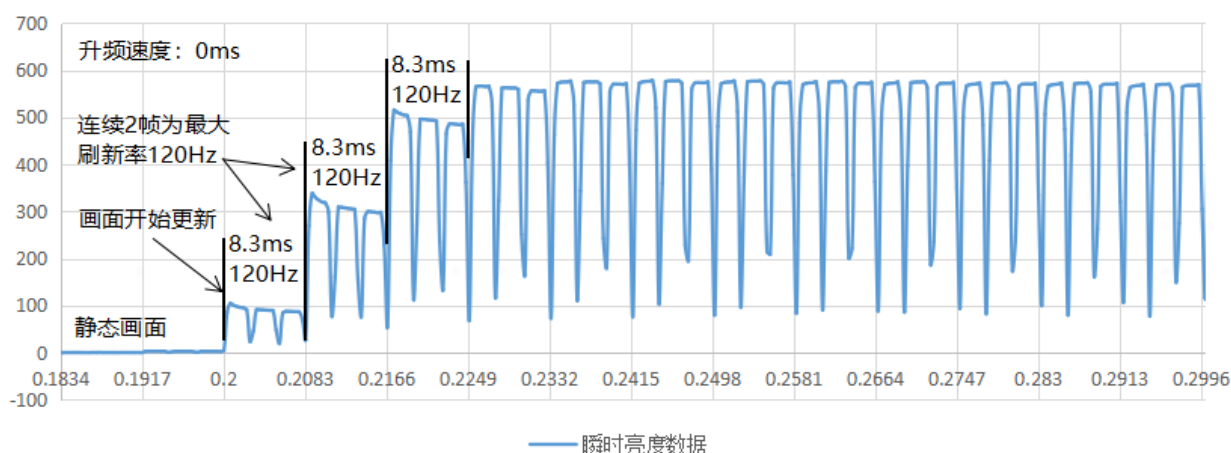


图8 升频速度亮度波形图示例1

同样以0~255的灰阶切换为例，如果黑转白的第一帧不是当前屏幕所支持的最高显示刷新率，则计算从第一帧的起始点到最高显示刷新率起始点的时间，作为升频速度，如图9所示。该产品已按照6.3.1和6.3.2的测试方法，确定了最低显示刷新率为10Hz，最高显示刷新率为120Hz。图中黑转白的第一帧刷新时间为12.5ms即80Hz，直到第4帧刷新时间才变为8.3ms即120Hz，且连续2帧都为120Hz，表明该产品在黑转白的第4帧才达到最高显示刷新率，计算第1帧起始点到第4帧起始点的时间为37.5ms，即升频速度为37.5ms。

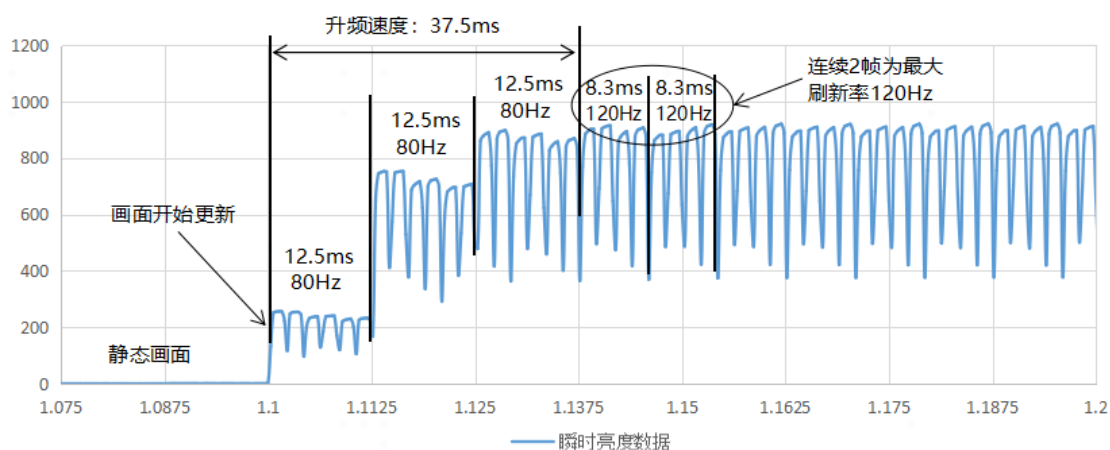


图9 升频速度亮度波形图示例2

6.3.5 降频速度

关闭自动亮度功能，将显示亮度调到最大亮度，进行滑动操作使画面进行不同灰阶的切换，使用亮度计同时抓取显示屏的瞬时亮度数据，分析灰阶切换过程中亮度规律变化的频率，计算刷新率从最高降到最低所用的时间。

注：至少连续2帧都为最低显示刷新率，才可认为刷新率降到了最低。

以0~255的灰阶切换为例，如图10所示，该产品已按照6.3.1和6.3.2的测试方法，确定了最低显示刷新率为10Hz，最高显示刷新率为120Hz。滑动操作触发黑色画面切为白色画面时，刷新率升到了最高

的120Hz，没有画面更新后刷新率开始降低，从120Hz降到60Hz再降到30Hz并最终降到了10Hz，且连续2帧都为10Hz，表明该产品的刷新率已经降到了最低。计算从最高刷新率120Hz最后一帧结束点到最低刷新率10Hz第一帧起始点的时间为150ms，即降频速度为150ms。

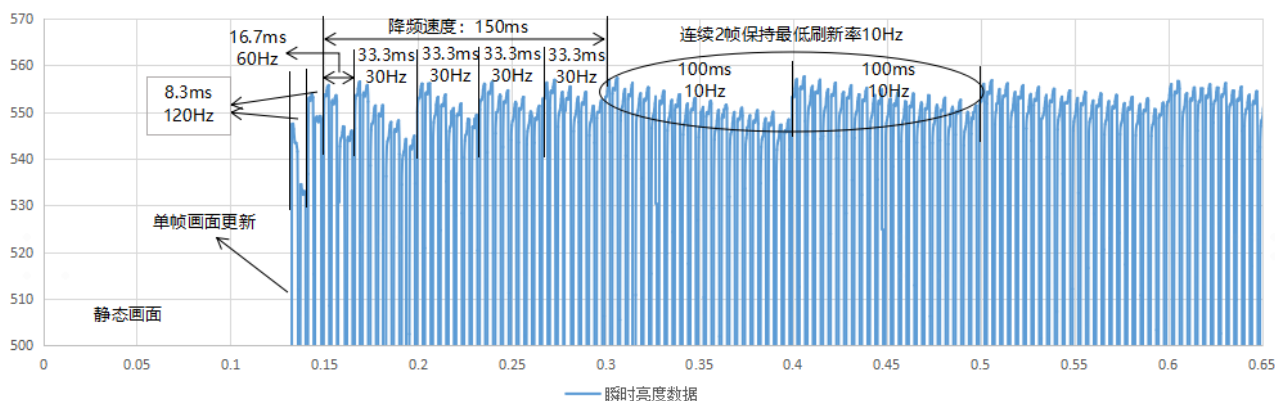


图10 降频速度亮度波形图示例

6.3.6 变频闪烁

全屏灰阶画面，进行最大与最小显示刷新率的切换（按照终端实际支持的变频范围，如10~120Hz），进行不同亮度档位，不同灰阶的测试，如450nit@G255、450nit@G32、100nit@G255、100nit@G32、50nit@G255、50nit@G32。

测试结果：定义刷新率a下的亮度和色度数据为 $L_a, (u'_a, v'_a)$ ，刷新率b下的亮度和色度数据为 $L_b, (u'_b, v'_b)$ ，按照以下公式计算刷新率a和b的亮度和色度变化，用来评估变频闪烁。

$$\Delta L = \frac{|L_a - L_b|}{\max(L_a, L_b)}$$

$$\Delta u'v' = \sqrt{(u'_a - u'_b)^2 + (v'_a - v'_b)^2}$$

式中：

ΔL ——刷新率进行切换时显示屏的亮度变化；

L_a ——刷新率a下显示屏的亮度；

L_b ——刷新率b下显示屏的亮度；

$\Delta u'v'$ ——刷新率进行切换时显示屏的色度变化；

u'_a, v'_a ——刷新率a下显示屏的色度；

u'_b, v'_b ——刷新率b下显示屏的色度。

6.3.7 定频闪烁

播放不同帧率视频源：10fps、30fps、60fps，视频源内容为固定的全屏灰阶画面。

进行不同亮度档位，不同灰阶的测试，如450nit@G255、450nit@G32、100nit@G255、100nit@G32、50nit@G255、50nit@G32。

按照Y/DT 1607中9.16所描述的频闪测试方法进行测试得到不同频率的Flicker值（单位dB）。

6.3.8 低频拖影

关闭自动亮度功能，将显示亮度调到最大亮度，在全屏黑色和白色之间切换，采集黑转白时X, Y, Z三个参数的数据，得到亮度散点波形图，如图11所示。

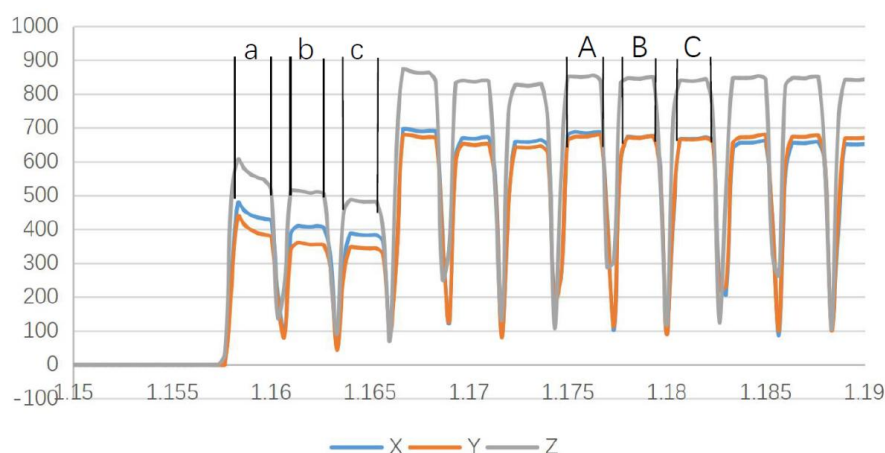


图11 亮度散点波形图示例

图11中 被测产品在进行黑白切换时以120Hz进行刷新，且每帧有3个亮度脉冲，定义黑转白第1帧的每个亮度脉冲的平均值计算区间为a, b, c，定义亮度稳定后的第n帧的每个亮度脉冲的平均值计算区间为A, B, C。定义第1帧每个亮度脉冲的X, Y, Z的平均值为 $X_a, X_b, X_c, Y_a, Y_b, Y_c, Z_a, Z_b, Z_c$ ，定义第n帧每个亮度脉冲的X, Y, Z的平均值为 X_n, Y_n, Z_n ，按照以下公式计算拖影亮度比LR和拖影色差JNCD，用来表示拖影的严重程度。

$$X_1 = \frac{X_a + X_b + X_c}{3}, \quad Y_1 = \frac{Y_a + Y_b + Y_c}{3}, \quad Z_1 = \frac{Z_a + Z_b + Z_c}{3}$$

$$u'_1 = \frac{4X_1}{X_1 + 15Y_1 + 3Z_1}, \quad v'_1 = \frac{9Y_1}{X_1 + 15Y_1 + 3Z_1}$$

$$X_n = \frac{X_A + X_B + X_C}{3}, \quad Y_n = \frac{Y_A + Y_B + Y_C}{3}, \quad Z_n = \frac{Z_A + Z_B + Z_C}{3}$$

$$u'_n = \frac{4X_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n}, \quad v'_n = \frac{9Y_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n}$$

$$LR = \frac{Y_1}{Y_n} \times 100, \quad JNCD = \frac{\sqrt{(u'_1 - u'_n)^2 + (v'_1 - v'_n)^2}}{0.004}$$

7 功耗续航测评

7.1 测试设置

测试设置包括：


- 亮度：将设备调节至最大亮度，并关闭自动亮度；
- 网路：开启飞行模式，关闭移动4/5G网络，连接专用的测试WIFI（信号强度 $> -50\text{dbm}$ ）；
- 游戏设置：画面品质-高清，帧数设置-极限，打开游戏助手中的动态变频功能（如有）；
- 安装测试APP并更新至最新版本，其他设置均为默认。

7.2 测试方法

T/TAF 130-2022

参见T/TAF 024-2018中第5章节。





电信终端产业协会团体标准
移动智能终端变频显示性能测评方法

T/TAF 130—2022

*

版权所有 侵权必究

电信终端产业协会印发

地址：北京市西城区新街口外大街 28 号

电话：010-82052809

电子版发行网址：www.taf.org.cn