

团体标准

T/CESA XXXX—202X

远望屏技术规范

Technical Specification of Distant-Image Screen Display

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国电子工业标准化技术协会 发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目 次

目 次..... II

前 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 缩略语..... 3

5 要求..... 4

 5.1 正常使用条件..... 4

 5.2 技术要求..... 4

6 测试方法..... 5

 6.1 外观和结构..... 5

 6.2 功能测试..... 5

 6.3 显示性能测试..... 6

 6.4 视觉舒适度测试..... 12

 6.5 电磁兼容性测试..... 14

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。

本文件由京东方科技集团股份有限公司提出。

本文件由中国电子工业标准化技术协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

远望屏技术规范

1 范围

本文件规定了远望屏产品的外观结构、功能、显示性能、视觉舒适度性能、主观评价、环境适应性技术要求及测试方法。

本文件适用于远望屏产品的测试、生产、设计及交付。

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。

- GB 17625.1-2021 电磁兼容 限值 第1部分：谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）
- GB/T 18910.61-2021 液晶显示器件 第6-1部分：液晶显示器件测试方法光电参数
- GB/T 36537-2018 电子经纬仪
- GB/T 9254-2008 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第1部分：发射要求
- GB/T 9254.2-2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第2部分：抗扰度要求
- SJ/T 11281-2007 发光二极管（LED）显示屏测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

远望屏 Distant-Image Screen Display

可将终端显示设备（如手机、平板等）上的图像投影至距离人眼5米以外的空间中，并形成一个人眼观察的虚像的虚拟图像投影设备。

3.2

设计眼位 design eye position

远望屏的出瞳与光轴的交点位置。

注：设计眼位为远望屏的设计坐标原点。

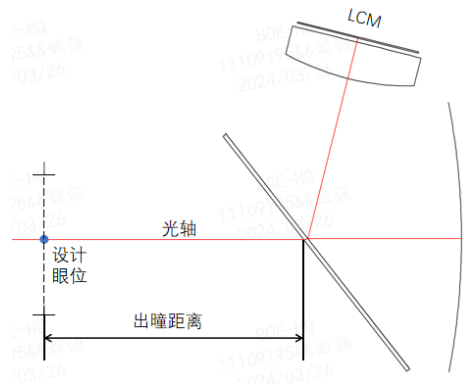


图1 设计眼位示意

3.3

视场角 Field of View

远望屏所形成的图像中，人眼可观察到图像的边缘与观察点（人眼瞳孔中心）连线的夹角。

注1：包括水平视场角（HFOV）、垂直视场角（VFOV）、对角线视场角（DFOV）。

注2：视场通常写成方位×俯仰或对角（显示比例）的形式，如40°×30°或50°（16：9）。

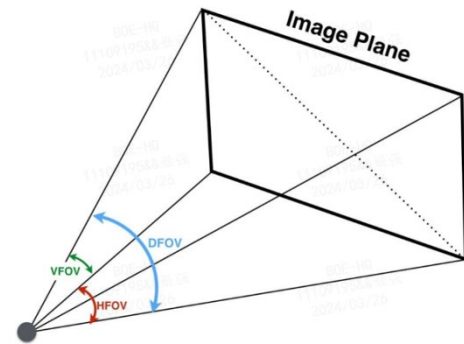


图2 视场角示意

3.4

出瞳距离 Exit pupil distance

沿着光轴方向从设计眼位到达远望屏第一个光学镜片的距离，单位为mm。

注：出瞳距离一般为设计标称值。

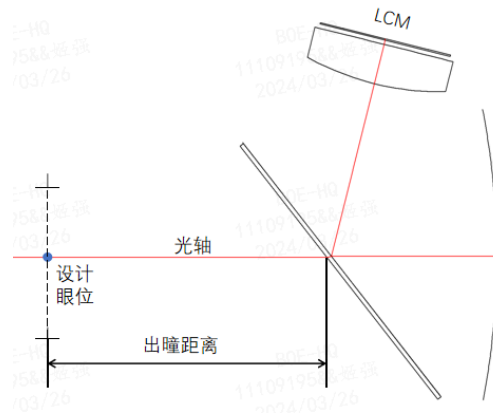


图3 出瞳距离示意

3.5

眼盒 Eye box

观察者眼睛在能够清晰地看到远望屏上呈现的完整虚像时，其所允许在三维空间中活动的最大范围。

3.6

TV 畸变 TV Distortion

远望屏成像所产生的虚像相对于原始图像所发生的非线性变形。

3.7

鬼像 ghost image

在眼盒内进行观察时，除正常显示的主显示图像之外，观察者能够观察到的其它的图像信息。

3.8

视度（屈光度）

远望屏成像所产生的虚像所在位置与出瞳平面之前距离的倒数。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件

CIE: 国际照明委员会 (International commission on illumination)

ER: 出瞳距离 (Exit pupil distance)

EB: 眼盒 (Eye box)

FOV: 视场角 (Field of view)

LMD: 光测试装置 (light measurement device)

MTF: 调制传递函数 (Modulation Transfer Function)

VID: 虚像显示距离 (Virtual Image Distance)

5 要求

5.1 正常使用条件

正常使用条件应符合下列规定：

- 温度：0℃～35℃；
- 相对湿度：40%～90%，
- 大气压力：86kPa～106kPa；
- 电压：AC 215V～225V，49Hz～51Hz。

5.2 技术要求

5.2.1 外观结构要求

远望屏外观要求如下：

- 外观应整洁，表面不应有凹凸痕、划伤、裂缝、毛刺、霉斑等缺陷，表面涂镀层不应起泡、龟裂、脱落等；
- 金属零件不应有锈蚀及其它机械损伤，灌注物不应外溢，外观面无残留胶体；
- 开关、按键的操作应灵活可靠，零部件应紧固无松动；
- 说明功能的文字和图形符号的标志应正确、清晰、端正、牢固、指示应正确。

5.2.2 功能要求

远望屏功能要求应满足表2规定

表1 远望屏功能要求

项目	说明	要求
接口	外接设备输入格式、分辨率、刷新率	由产品标准规定
中文菜单	—	可选
声音	—	可选

5.2.3 显示性能要求

远望屏显示性能要求应满足表2规定。

表2 远望屏显示性能要求

项目	单位	性能要求	测试方法
亮度	cd/m2	>250	6.3.4
亮度均一性	%	>70	6.3.4
对比度	/	>1000:1	6.3.5
视场角	°	>25	6.3.6
眼盒	mm	≥100×50	6.3.7
出瞳距离	mm	>200	6.3.8

项目	单位	性能要求	测试方法
畸变	%	<3	6.3.9
分辨率	Pixel	≥1920×1080	6.3.10
刷新率	Hz	≥60	6.3.11
灰阶响应时间	ms	≤45	6.3.12
MTF	-	≥0.3	6.3.13
视度	D	-0.2~0	6.3.14

5.2.4 视觉舒适度性能要求

远望屏视觉舒适度性能要求应满足表3规定

表3 远望屏视觉舒适度性能要求

特性	单位	性能要求	测试方法
虚像距离	m	≥5	6.4.2
蓝光特性	%	≤50	6.4.2
反射强度	%	≤1.5	6.4.3
水波纹/橘皮	-	目视黑色或深色背景下，文字和图像时，视线上下、左右呈45度斜角移动，观察文字不允许有明显抖动，文字不允许有重影	-
闪烁	-	画面不应有闪烁画面	-

5.2.5 电磁兼容性能要求

5.2.5.1 无线电骚扰

只适用于交流供电的产品。
产品的无线电骚扰限值应符合GB/T 9254-2008中对B级所规定的无线电骚扰限值。

5.2.5.2 谐波电流

产品的谐波电流应符合GB 17625.1-2021中对D类的限值要求。

5.2.5.3 抗扰度

产品的抗扰度限值应符合GB/T 9254.2的要求

6 测试方法

6.1 外观和结构

6.1.1 一般性外观

在较好的自然光或散射光照背景条件下，样品垂直放置，在距样品600 mm处进行目视检查并记录外观质量。

6.2 功能测试

6.2.1 接口

在一般室内照明测试条件下，播放图片与视频，至少包含若干高饱和度纯色与黑底色画面，让正常色觉的人在正对屏幕方向、正常观看距离上进行体验，看彩色显示效果是否正常。

6.2.2 中文菜单

按产品规格书规定执行。

6.2.3 声音

按产品规格书规定执行。

6.3 显示性能测试

6.3.1 测试条件

对远望屏进行显示性能测试时应符合下列规定：

- 温度：15℃～35℃；
- 相对湿度：25%～75%，
- 大气压力：86kPa～106kPa；
- 电压：AC 215V～225V，49Hz～51Hz。

6.3.2 测试环境

测试应在暗室条件下进行，暗室内的杂散光照度<0.5Lux。

6.3.3 测试仪器

- a) 亮度计：光谱响应符合CIE光谱光视效率函数， $CIEf_1$ 的值不大于3%。亮度值大于 10cd/m^2 时，相对不确定度不超过4%（相对于CIE A照明体），亮度值小于或等于 0.1cd/m^2 时，相对不确定度不超过10%；
- b) 色度计：根据CIE 1931标准色度观察者，探测器的光谱响应符合颜色匹配函数，且CIE色品坐标x和y的准确度为0.002（相对于CIE A照明体）；
- c) 经纬仪：应满足GB/T 36537-2018要求；

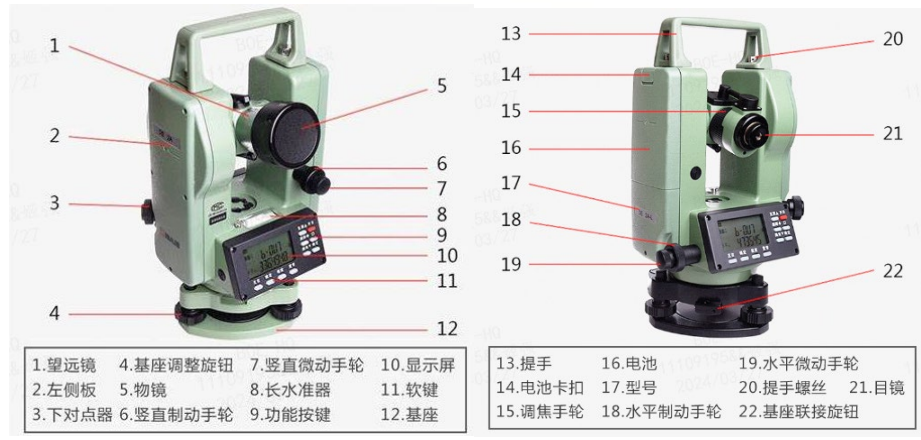


图4 经纬仪示意

- d) 视度筒：测量范围±5D，测量精度：0.1D；



图5 视度筒示意

- e) 针孔光学测试系统：由针孔相机（孔径小于或等于1mm）和以针孔相机入瞳中心为原点的六轴调整机构组成，系统连接图像显示设备将针孔相机的图像显示在图像显示设备上以便观看。可以用于调整针孔相机的位移，并且可以绕针孔相机的入瞳中心进行三维方向旋转，试验装置示意图如下：

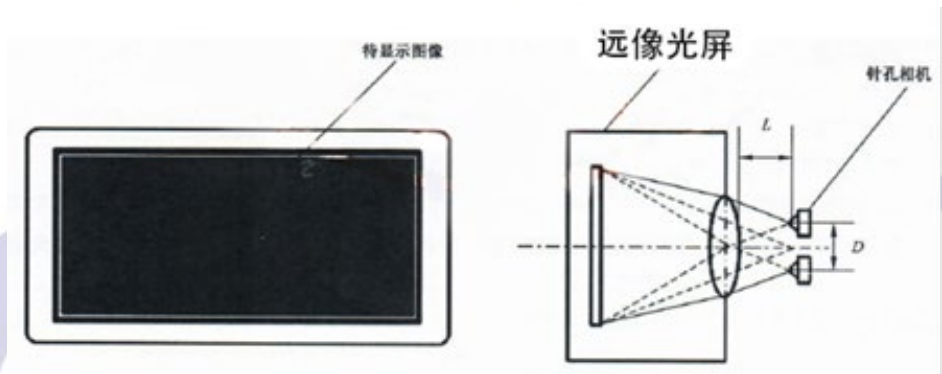


图6 针孔光学测试系统示意

6.3.4 亮度及亮度均匀性

具体测试过程如下：

- 1) 将待测产品放置到光学平台上通电并正常显示字符或图像画面，手动将显示亮度调至最大；
- 2) 标定待测产品设计眼位，将亮度计/色度计镜头出瞳中心对准待测产品设计眼位，将显示画面聚焦清晰；将显示画面切换为白场画面。
- 3) 采用遮光罩覆盖亮度计/色度计镜头，对亮度计/色度计进行零位校正；
- 4) 零位校正完成后，去掉亮度计/色度计镜头前遮光罩，关闭环境光源，拍摄白场画面；在所拍摄的白场画面中选取9个特征点，特征点尽可能覆盖整个显示区域，逐个记录各特征点亮度 L_i ；

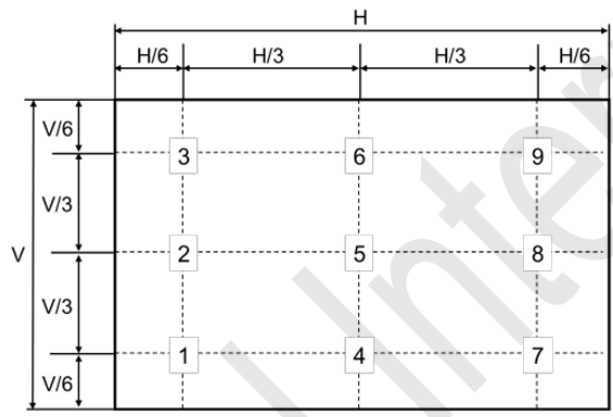


图7 特征点示意图

5) 显示亮度均匀性计算公式如下：

$$U = \frac{L_{min}}{L_{max}} \tag{1}$$

式中：

- L_{min} —— 亮度最小值；
- L_{max} —— 亮度最大值；

6.3.5 对比度测试

按照GB/T 18910.61-2021中5.5规定进行。2

6.3.6 视场角

视场角测试过程如下：

- 1) 将待测产品放置于光学平台上，通电并显示下图所示的大十字测试画面，画面中大十字横线和竖线应贯穿整个显示器，线宽宜为 $1 \pm 0.3 \text{ mrad}$ 。

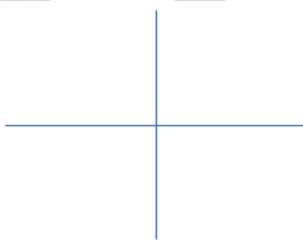


图8 大十字测试画面示意

- 2) 标定待测产品的眼位，并将经纬仪固定在由位移台、升降台组成的三维调整平台上。调整平台使经纬仪与待测产品设计眼位重合并保持水平。调整经纬仪目镜和物镜焦距，直至测试人员通过目镜能清晰观察到大十字测试画面。
- 3) 释放经纬仪制动，调整经纬仪及其望远镜，使待测网格中心在经纬仪显示视场中心附近。锁紧制动后微调，使测试画面与分划板十字丝中心对齐，将此时经纬仪读数置零。
- 4) 释放水平制动，旋转经纬仪以横扫测试画面，将测试画面大十字横线两端分别调整至视场中心附近。锁紧水平制动后，微调经纬仪水平及竖直微动手轮，使横线两端分别与分划板十字丝对齐，并记录方位角度 θ_l 、 θ_r 。

- 5) 释放经纬仪水平与竖直制动，回调经纬仪至测试画面中心与分划板十字丝对齐。锁紧水平制动后，竖扫测试画面，将测试画面大十字竖线两端分别调整至视场中心附近。锁紧竖直制动，微调经纬仪水平及竖直微动手轮，使竖线上下端分别与分划板十字丝对齐，并记录俯仰角度 θ_u 、 θ_d 。

- 6) 待测产品的视场角按公式（1）计算，对角视场按公式（2）计算

$$FOV = |\theta_r - \theta_l| \times |\theta_u - \theta_d| \quad (2)$$

$$FOV_{\text{对角}} = 2 \times \arctan \left(\sqrt{\tan^2 \left(\frac{\theta_r - \theta_l}{2} \right) + \tan^2 \left(\frac{\theta_u - \theta_d}{2} \right)} \right) \quad (3)$$

6.3.7 眼盒

测试过程如下：

- 1) 按照6.3.3 e)搭建试验设备并初始化，将远望屏通电点亮，显示全视场边框图像。根据远望屏自身的视场，选择针孔相机视场，针孔相机视场应大于远望屏显示视场；
- 2) 标定设计眼位，通过专用设备三维方向的移动将针孔相机的出瞳调整至与远望屏设计眼位重合，以此为坐标原点，对应坐标为(0, 0, 0)；
- 3) 调整针孔相机使其沿双眼连线平行方向即左右方向移动，通过图像显示设备观察针孔相机拍摄到的显示图像，并分别记录能看全显示画面时针孔摄像机向左、向右移动的最大距离，记录对应坐标为(x_{left} , 0, 0)、(x_{right} , 0, 0)，向左移动时距离为正，反之则为负，即 x_{left} 为负值， x_{right} 为正值；
- 4) 调整针孔相机使其沿垂直方向分别向上、向下移动距离 D_y （ D_y 为标称眼盒尺寸的n等分尺寸，宜取1mm，向上移动时 D_y 为正，反之则为负），重复步骤3)，记录对应坐标为(x_{left} , D_y , 0)、(x_{right} , D_y , 0)。
- 5) 重复步骤4)，记录对应坐标(x_{left} , $m \times D_y$, 0)、(x_{right} , $m \times D_y$, 0)直至针孔相机拍摄不到全视场画面；
- 6) 调整针孔相机使其沿光轴即与出瞳平面垂直方向移动距离 D_z （ D_z 通常为标称眼盒前后方向尺寸的n等分尺寸，通常取1mm，向待测产品方向移动时 D_z 为正，反之则为负），重复步骤3)~5)，记录对应坐标(x_{left} , $m \times D_y$, $p \times D_z$)、(x_{right} , $m \times D_y$, $p \times D_z$)，直至针孔摄像机拍摄不到全视场画面。
- 7) 根据记录各坐标点绘制三维眼盒形状，并计算三维眼盒尺寸；

6.3.8 出瞳距离

待测产品的出瞳距离根据产品标称值确定。

6.3.9 TV 畸变

测试过程如下：

- 1) 将待测产品放置于光学平台通电并显示下图所示的测试画面，测试画面网格相临横线/竖线角度间隔应为全视场的n等分，宜为 $2^\circ \sim 5^\circ$ ，如对于 $40^\circ \times 30^\circ$ 的显示视场，可选 5° 作为间隔；网格画面横线和竖线应贯穿整个显示器，线宽宜为 $1 \pm 0.3 \text{ mrad}$ ；

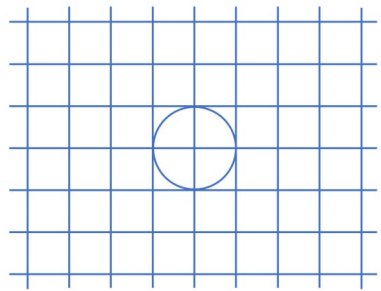


图9 网格测试画面示意

- 2) 标定待测产品的眼位，并将经纬仪固定在由位移台、升降台组成的三维调整平台上。调整平台使经纬仪与待测产品设计眼位重合并保持水平。调整经纬仪目镜和物镜焦距，直至测试人员通过目镜能清晰观察到清晰的网格测试画面。
- 3) 释放经纬仪水平与竖直制动，旋转经纬仪及其望远镜，使待测网格中心与视场中心对齐。锁紧制动后，将经纬仪读数置零。
- 4) 调整经纬仪望远镜将测试网格上边缘横线调至视场中心。锁紧竖直制动并松开水平制动，从测试画面最左端扫至最右端，记录横线与经纬仪十字丝横线在俯仰方向向上、向下偏离最大位置。调整经纬仪分别将该位置横线调至视场中心，锁紧水平制动，微调竖直手轮使横线与经纬仪十字丝横线对齐，记录最大、最小俯仰角度 θ_{1max} 、 θ_{1min} 。重复上述步骤，将下边缘横线调至中心并记录 θ_{2max} 、 θ_{2min} 。
- 5) 调整经纬仪望远镜将测试网格左边缘横线调至视场中心，锁紧水平制动并松开竖直制动，从测试画面最上端扫至最下端，记录竖线与经纬仪十字丝竖线在方位方向向左、向右偏离的最大位置。调整经纬仪分别将该位置竖线调至视场中心，锁紧竖直制动，旋拧水平手轮使竖线与经纬仪十字丝竖线对齐，记录最大、最小方位角 θ_{3max} 、 θ_{3min} 。重复上述步骤，将右边缘竖线调制中心并记录 θ_{4max} 、 θ_{4min} 。
- 6) TV畸变计算公式如下：

$$D_i = \frac{\tan\theta_{imax} - \tan\theta_{imin}}{2\tan\theta_{imax}} \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (4)$$

$$D_{TV} = \max(D_i) \quad (5)$$

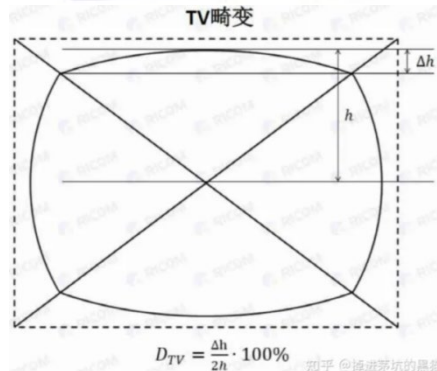


图10 TV 畸变计算示意

6.3.10 分辨率

按照GB/T 18910.61-2021中5.11规定进行

6.3.11 显示刷新率

具体测试过程如下：

- a) 远望屏的显示部分以最快频率刷新画面，交替显示白画面与黑画面；
- b) 用示波器连接光敏探测器，将探测器固定在显示屏幕的中心位置；
- c) 调整示波器显示光敏探测器电流变化周期 T ；
- d) 显示刷新率按下式计算。

$$FC = \frac{2}{T} \tag{6}$$

式中：

FC ——显示刷新率；

T ——周期；

6.3.12 灰阶响应时间

按照GB/T 18910.61-2021中5.3规定进行

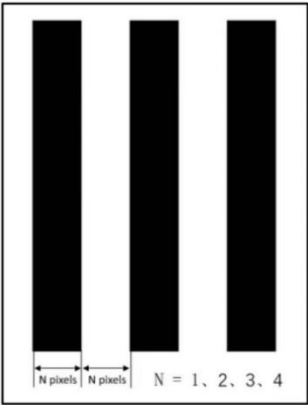
6.3.13 MTF

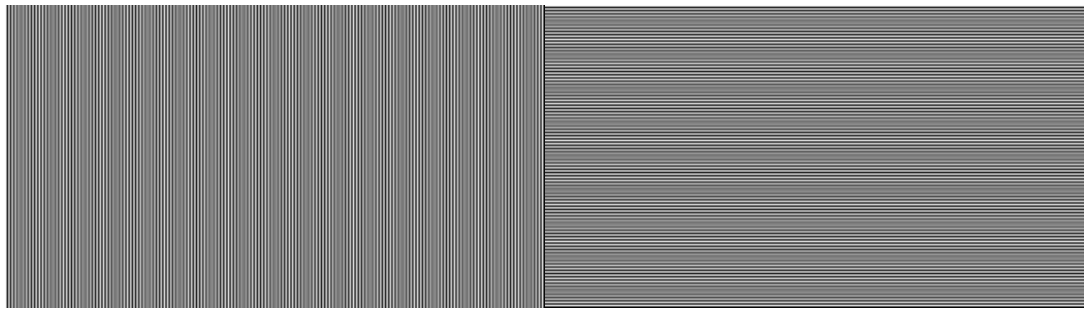
具体测试过程如下：

- 1) 将待测产品放置到光学平台上，标定待测产品设计眼位；
- 2) 将摄像机镜头出瞳中心对准待测产品设计眼位，将显示画面聚焦清晰，关闭环境光源；
- 3) 通电并显示不同分辨率的栅格画面，栅格画面为不同分辨率的黑白相间的横线和竖线条纹，具体如图5所示。
- 4) 采用摄像机拍摄所显示的栅格画面，获取不同位置处黑白条纹亮度最大值和最小值，计算得到对应分辨率下栅格画面不同区域横线和竖线的MTF值，计算公式如下：

$$MTF_{\text{横线}} = \frac{\max(L_{\text{横线}}) - \min(L_{\text{横线}})}{\max(L_{\text{横线}}) + \min(L_{\text{横线}})} \tag{7}$$

$$MTF_{\text{竖线}} = \frac{\max(L_{\text{竖线}}) - \min(L_{\text{竖线}})}{\max(L_{\text{竖线}}) + \min(L_{\text{竖线}})} \tag{8}$$





a) 竖线 b) 横线

图11 分辨率图

6.3.14 视度

视度测试过程如下：

- 1) 将待测产品放置到光学平台上通电并显示下图所示的网格测试画面，测试画面网格相邻横线/竖线角度间隔为全视场的 n 等分，宜为 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，如对于 $40^{\circ} \times 30^{\circ}$ 的显示视场，可选区 5° 作为间隔；网格画面横线和竖线贯穿整个显示器，线宽宜为 $1 \pm 0.3 \text{ mrad}$ 。

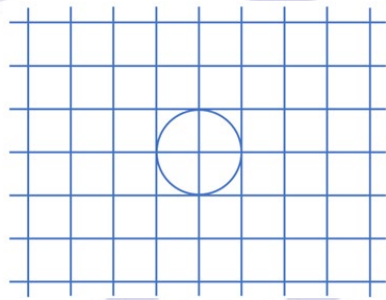


图12 测试画面

- 2) 目视观察视度筒内分划板画面，旋转视度筒目镜屈光度调节手轮，将视度筒目镜视度与测试人员视度调至匹配，即测试人员可清晰观察分划板画面为止。
- 3) 确定待测产品设计眼位，将视度筒物镜前端对准设计眼位。
- 4) 透过视度筒观察显示画面，将视度筒对准网格测试画面中心区域，松开视度筒物镜调焦轮并前后移动，至可清晰观察显示画面为止，读取视度筒上刻度值 D 。
- 5) 重复步骤4，将视度筒对准网格测试画面的不同区域，测试显示画面不同区域的视度，并记录待测画面视角及视度。

6.3.15 副像

副像测试过程如下：

- 1) 将待测产品放置到桌面或专用光学平台上，通电并显示网格测试画面。
- 2) 标定待测产品眼盒及设计眼位，根据产品副像指标要求选择对应的滤光片，如副像指标要求不大于主像亮度的1%，则选用1%滤光片。
- 3) 在设计眼盒范围内目视观察显示画面，逐渐降低显示器亮度直至观察不到副像。
- 4) 透过1%滤光片观察显示画面，如主画面清晰可见，则产品合格，否则产品不合格。

6.4 视觉舒适度测试

6.4.1 望远距离

望远距离可采用视度筒进行测试，测试过程如下：

- 1) 将待测产品放置到光学平台上通电并显示网格测试画面；
- 2) 目视观察视度筒内分划板画面，旋转视度筒目镜屈光度调节旋钮，将视度筒目镜视度与测试人员视度调至匹配，即可清晰观察分划板画面为止；
- 3) 确定待测产品设计眼位，将视度筒物镜前端对准设计眼位；
- 4) 透过视度筒观察显示画面，将视度筒对准网格测试画面中心区域，调节视度筒物镜调节旋钮，直至可清晰观察显示画面为止，读取视度筒上刻度值 D ，则望远距离

$$L = \frac{1}{D} \quad (9)$$

式中：

L ——远望屏的望远距离，单位为m。

D ——测试视度值，单位为 m^{-1} ；

- 5) 重复步骤4，将视度筒对准网格测试画面的不同区域，测试整个显示画面的望远距离。

6.4.2 蓝光特性

具体测试过程如下：

- a) 按照图 13 设置远望屏和测试设备，将终端调整至工作状态；
- b) 设置待测终端显示全白场画面；
- c) 将光轴对准远望屏出瞳位置，测量波长在 415 nm 至 455 nm 之间的光谱辐亮度 $L_{e,\lambda}$ ，按公式（10）计算窄波段蓝光辐亮度：

$$L_{nBlue} = \int_{415}^{455} L_{e,\lambda} d\lambda \quad (10)$$

测量波长在 400 nm 至 500 nm 之间的光谱辐亮度 $L_{e,\lambda}$ ，按公式（11）计算蓝光辐亮度；

$$L_{Blue} = \int_{400}^{500} L_{e,\lambda} d\lambda \quad (11)$$

按公式（12）计算高能蓝光辐射亮度比：

$$R_{nBlue} = \frac{L_{nBlue}}{L_{Blue}} \times 100\% \quad (12)$$

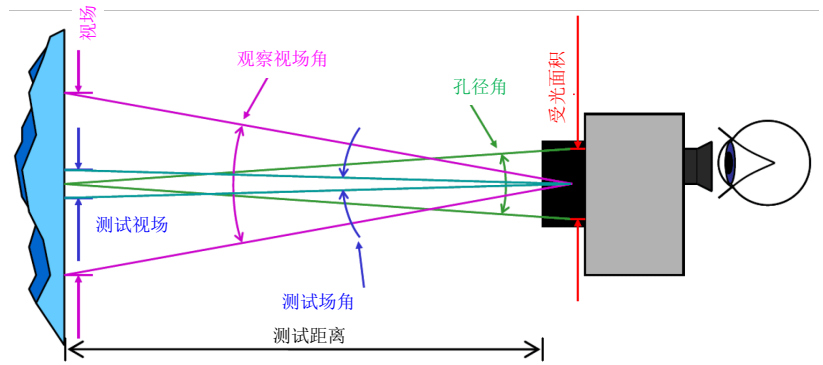


图13 远望屏蓝光测试装置示意

6.4.3 反射率

具体测试过程如下：

- a) 采用激光发射器和能量计测量远望电子显示终端的反射率。测试系统如下图所示，在远望电子显示终端的眼盒范围内，放置一个激光发射器，激光波长为 525nm，带宽小于 10nm；在激光反射器的侧边放置能量接收器。
- b) 由激光发射器发出的激光经过远望电子显示终端反射后进入能量计，调整激光发射器的角度，找到能量计最大计数值，记录该数值 E_1 。然后令激光发射器发出的光直射到能量计，读取能量计的最大计数值 E_0 ，根据下式计算远望电子显示终端的反射率：

$$R = \frac{E_1}{E_0} \times 100\% \tag{13}$$

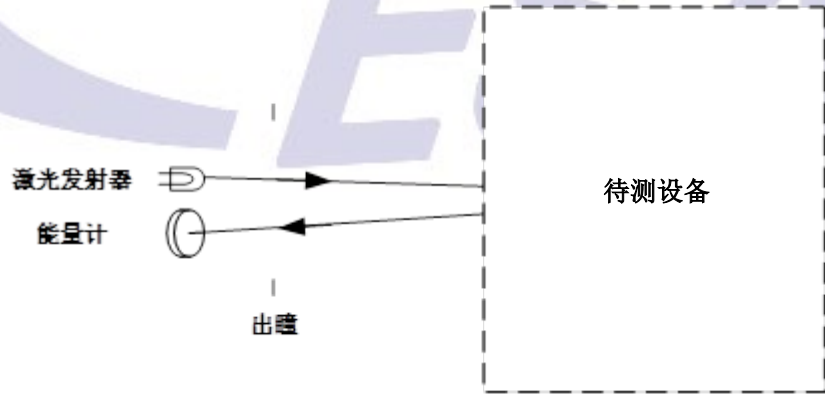


图14 远望屏反射率测试示意图

6.5 电磁兼容性测试

按照GB 17625.1-2022和GB/T 9254.1-2021规定的方法检测。