

ICS 33.160.25

CCS M 74

团 体 标 准

T/SUCA 015—2021

超高清医用显示器技术规范

Technical specification for ultra-high definition medical displays

2022-06-01 发布

2022-06-01 实施

深圳市 8K 超高清视频产业协作联盟 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 缩略语	3
5 技术要求	3
5.1 像素缺陷	3
5.2 安全	4
5.3 电磁兼容	4
5.4 能源效率	4
5.5 限用物质	4
5.6 功能	4
5.7 环境适应性	5
5.8 显示性能	5
6 测试要求	9
6.1 环境条件	9
6.2 测试设备	9
7 测试方法	10
7.1 环境光照度	10
7.2 测试准备	10
7.3 像素缺陷	12
7.4 安全	12
7.5 电磁兼容	12
7.6 能源效率	12
7.7 限用物质	12
7.8 功能	12
7.9 环境适应性	12
7.10 显示性能	13
8 检验规则	22
8.1 检验分类	22
8.2 定型检验	23
8.3 逐批检验	23
8.4 周期检验	23
9 标志、包装、运输和贮存	24
附录 A (资料性) 故障分类与判据	24
参考文献	25

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。

本文件由深圳市 8K 超高清视频产业协作联盟归口。

本文件起草单位：惠仁康宁(苏州)健康科技有限公司、中国电子技术标准化研究院、南京巨鲨显示科技有限公司、苏州惠仁康宁检测技术有限公司、北京高光文明科技有限公司、深圳市巨烽显示科技有限公司、佛山电器照明股份有限公司、中国电子学会生命电子学分会、中国生物医学工程学会医学物理分会、中国医疗器械行业协会视觉与听觉健康产业技术分会、中国电子视像行业协会立体视像分会、中关村医疗器械产业技术创新战略联盟、中关村视界裸眼立体信息产业联盟、北京市泰瑞特检测技术服务有限责任公司、北京万东医疗科技股份有限公司、上海联影医疗科技股份有限公司、中国信息通信研究院、北京大学医学部医学技术研究院、南京航空航天大学自动化学院、江苏省生物医学工程学会、中国医学科学院肿瘤医院、首都医科大学宣武医院、首都医科大学附属北京同仁医院、四川大学华西医院、重庆医科大学附属第一医院、江苏省人民医院、复旦大学电光源研究所、京东方科技集团股份有限公司、TCL华星光电技术有限公司、青岛海信医疗设备股份有限公司、惠州市康力电子有限公司、上海复瞻智能科技有限公司、苏州市计量测试院、国家平板显示产业计量测试中心（苏州）、上海复诺视觉科技有限公司、南京图格医疗科技有限公司、安徽福晴医疗科技有限公司、致晶科技(北京)有限公司、深圳康佳电子科技有限公司、深圳创维-RGB电子有限公司、广州视源电子科技有限公司、光华临港工程应用技术研发（上海）有限公司、厦门厦华科技有限公司、江苏迈特菲光电技术有限公司、杭州海康慧影科技有限公司、杭州微笑光电有限公司、通标标准技术服务有限公司、广州希科医疗器械科技有限公司、南京麦澜德医疗科技股份有限公司。

本文件主要起草人：邱学军、张素兵、唐斌、张小元、王利顺、潘建亚、郑惠娜、徐君、李帅、赵晓莺、吴蔚华、邢旭光、黄安国、高嵩、钱志余、卢洁、宋红欣、李真林、吕发金、李大鹏、林燕丹、高维嵩、张志刚、黄卫东、于苒、李成洋、齐殿元、林军、门阔、戎冬冬、牛延涛、顿胜堡、曹建伟、李文涛、祝桥桥、宋俊、刘玉龙、刘宏欣、乐刚、汪彦刚、杜汇雨、李劲、蒋浩、王玉年、熊世明、周莉、薛元、丁宝国、殷鹏飞、陆晓奋、申川、路建彬、黄勇、史志怀。

超高清医用显示器技术规范

1 范围

本文件规定了超高清医用显示器的技术要求和检验规则，描述了相应的测试方法。
本文件适用于超高清医用显示器的设计、生产、试验和应用。

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/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB 4943.1-2022 音视频、信息技术设备和通信技术设备 第1部分 安全要求
- GB/T 7921-2008 均匀色空间和色差公式
- GB/T 9254.1-2021 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
- GB/T 17618-2015 信息技术设备 抗扰度 限值和测量方法
- GB 17625.1-2022 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 $\leq 16\text{A}$ ）
- GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB 20943-2013 单路输出式交流-直流和交流-交流外部电源能效限定值及节能评价
- GB 21520-2023 显示器能效限定值及能效等级
- GB/T 33762-2017 有机发光二极管（OLED）电视机显示性能测量方法
- GB/T 39560.1-2020 电子电气产品中某些物质的测定 第1部分：介绍和概述
- GB/T 39560.2-2020 电子电气产品中某些物质的测定 第2部分：拆解、拆分和机械制样
- GB/T 39560.301-2020 电子电气产品中某些物质的测定 第3-1部分：X射线荧光光谱法筛选铅、汞、镉、总铬和总溴
- GB/T 39560.4-2021 电子电气产品中某些物质的测定 第4部分：CV-AAS、CV-AFS、ICP-OES和ICP-MS测定聚合物、金属和电子件中的汞
- GB/T 39560.5-2021 电子电气产品中某些物质的测定 第5部分：AAS、AFS、ICP-OES和ICP-MS法测定聚合物和电子件中镉、铅、铬以及金属中镉、铅的含量
- GB/T 39560.6-2020 电子电气产品中某些物质的测定 第6部分：气相色谱-质谱仪（GC-MS）测定聚合物中的多溴联苯和多溴二苯醚
- GB/T 39560.701-2020 电子电气产品中某些物质的测定 第7-1部分：六价铬 比色法测定金属上无色和有色防腐镀层中的六价铬[Cr(VI)]
- GB/T 39560.8-2021 电子电气产品中某些物质的测定 第8部分：气相色谱-质谱法（GC-MS）与配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱法（Py/TD-GC-MS）测定聚合物中的邻苯二甲酸酯
- SJ/T 11292-2016 计算机用液晶显示器通用规范
- YY/T 0910.1-2021 医用电气设备-医学影像显示系统 第1部分：评价方法
- YD/T 1644.2-2011 手持和身体佩戴使用的无线通信设备对人体的电磁照射人体模型、仪器和规程 第2部分：靠近身体使用的无线通信设备的比吸收率（SAR）评估规程（频率范围30MHz~6GHz）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

医用显示器 medical displays

用于医学用途的影像显示器。

注：包括医用影像诊断显示器、医用模态显示器、临床专科显示器、电子健康记录显示器等。

3.2

医用影像诊断显示器 medical image diagnostic displays

用于辅助医生作医学影像诊断的影像显示器。

注：包括医用桌面阅片诊断、便携移动诊断及影像大屏会诊显示器，通常用于放射科（如 DR、DSA、Computed Tomography、MRI）影像判读诊断和一些临床专科如骨科（如 DR）、核医学科（如 PET、SPECT）影像判读、以及放射治疗科 Computed Tomography、MRI 模拟定位和放射治疗计划系统（RTPS）中勾画肿瘤靶区和正常组织器官轮廓等用途。

3.3

医用模态显示器 medical modality displays

用于医学图像采集、生成、重建、图像后处理等用途的影像显示器。

注 1：包括与操作者互动的 US 超声、X 线透视图像显示，以及与 DR、DSA、Computed Tomography、MRI、PET、SPECT 等放射图像或核医学图像适配的放射治疗计划系统（RTPS）、微创介入手术、内窥手术、外科手术规划、护理、临床教学与培训等用途的桌面、便携移动和大屏多模态影像显示器。

注 2：图像后处理包括勾画感兴趣区域、屏幕捕捉、多模态影像同屏显示与融合。

3.4

临床专科显示器 clinical specialist displays

用于辅助临床专科医生做出快速健康管理决策的便携移动或桌面影像显示器。

注：临床专科医生如急诊科医生，一般在放射诊断科医生最终提出判读诊断报告之前就需要调阅查看患者的图像。

3.5

电子健康记录显示器 electronic health record displays

用于对电子病历影像和电子健康记录进行调阅浏览和初步观察用途的便携移动或桌面影像显示器。

3.6

亮度比 luminance ratio

环境光条件下显示器屏幕最大亮度值与最小亮度值的比值。

注：也可用环境光条件下的全白场信号屏幕亮度值与全黑场信号亮度值的比值表示。

3.7

比吸收率 specific energy absorption rate

生物组织单位时间、单位质量所吸收的电磁波能量。

注：比吸收率计算方法见式（1）。

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{\rho dV} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

SAR ——比吸收率，单位为瓦特每千克（W/kg）；

dt——时间微元，单位为秒（s）；
 dm——质量微元，单位为千克（kg）；
 dV——体积微元，单位为立方米（m³）；
 ρ ——等效组织的密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；
 dW——电磁波能量微元，单位为焦耳（J）。
 也可按公式（2）或公式（3）来计算 SAR。

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E ——等效组织内电场强度的RMS值，单位为伏特每米（V/m）；
 σ ——等效组织的导电率，单位为西门子每米（S/m）；
 ρ ——等效组织的密度，单位为千克每立方米（kg/m³）。

$$SAR = C_h \left. \frac{dT}{dt} \right|_{t=0} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

C_h ——等效组织的比热容，单位为焦耳每千克开尔文（J/(kg•K)）；
 $\left. \frac{dT}{dt} \right|_{t=0}$ ——等效组织内初始时刻温度对时间的微分，单位为开尔文每秒（K/s）。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DR：数字摄影术（Digital Radiography）
 DSA：数字减影血管造影（Digital Subtraction Angiography）
 EHR：电子健康记录（Electronic Health Record）
 GSDF：灰阶标准显示函数（Grayscale Standard Display Function）
 LR：亮度比（Luminance Ratio）
 MRI：核磁共振成像（Nuclear Magnetic Resonance Imaging）
 NTSC：美国国家电视标准委员会（National Television Standards Committee）
 PET：正电子发射型计算机断层扫描（Positron Emission Computed Tomography）
 RG0：蓝光辐射危害风险等级为0级的豁免级安全限值（Blue Light Radiation Hazard Exemption Level Safety Limiting Value at Risk Grade 0）
 RTPS：放射治疗计划系统（Radiation Treatment Planning System）
 SPECT：单光子发射计算机断层扫描（Single Photon Emission Computed Tomography）
 SAR：比吸收率（Specific Absorption Rate）
 US：超声诊断（Ultrasonic Diagnosis）

5 技术要求

5.1 像素缺陷

5.1.1 缺陷类型

医用显示器像素缺陷类型如下：

- 缺陷A：子像素（灰阶像素的部分或者彩色像素的一种基本色部分）常亮的亮点。
- 缺陷B：子像素常暗的暗点。

- 缺陷C: 不属于缺陷类型A或者B的异常子像素, 例如子像素被灰尘隐藏的部分, 中间状态的子像素, 闪烁的子像素, 杂质及散射光等。
- 缺陷簇: 在一组5×5像素内由两个或者多个缺陷类型组成的缺陷簇。**要求**超高清医用显示器的像素缺陷要求见表 1。

表 1 像素缺陷要求

缺陷 A	缺陷 B	缺陷 C	缺陷簇
≤0	≤2	≤2	≤2
注: 用任一百万像素内每种类型最大像素缺陷个数表示像素缺陷结果。			

5.2 安全

应符合GB 4943.1-2022的规定

5.3 电磁兼容

5.3.1 无线电骚扰

应符合GB/T 9254.1-2021中的B级无线电骚扰限值。

5.3.2 抗扰度

应符合GB/T 9254.2-2021中的规定。

5.3.3 谐波电流

应符合 GB 17625.1-2022 中的规定。

5.3.4 静电防护

静电放电抗扰度根据 GB/T 9254.2-2021 中 8.3 要求, 在接触放电±8kV、空气放电±15kV 测试条件下, 应满足性能判据 B 的要求。

5.4 能源效率

应符合GB 21520-2023中显示器能效等级2级中的1.0 cd/W要求。

显示器关闭状态功率修约值应不大于0.50 W, 睡眠状态功率修约值应不大于1.2 W。

有适配器的产品, 其适配器的平均效能值应满足GB 20943-2013中的要求。应满足 GB/T 39560 中对电子电气产品中限用物质限量要求的规定。

5.6 功能

5.6.1 接口

应支持一种或多种视频接口。

注: 视频接口包括但不限于 USB Type-C、DVI、HDMI、SDI、DP 及光纤接口等。

5.6.2 黑白/彩色切换

彩色超高清医用显示器应支持黑白显示模式与彩色显示模式切换功能。

5.6.3 阅片灯功能

超高清医用影像诊断显示器应支持阅片灯功能，通过白场显示阅读胶片。

5.7 环境适应性

5.7.1 产品气候环境适应性

应符合 SJ/T 11292-2016 中 4.8.1 的规定。

5.7.2 产品机械环境适应性

应符合 SJ/T 11292-2016 中 4.8.2 的规定。

5.8 显示性能

5.8.1 总体要求

未按产品分类区分的参数适用于所有类型的超高清医用显示器，按产品类型区分的参数则要求该产品应满足其分类下的参数要求。

5.8.2 显示分辨率

超高清医用显示器的分辨率应不小于 3840×2160 像素或不小于 2160×3840 像素。

5.8.3 显示尺寸

应满足表 2 要求。

表 2 超高清医用显示器显示尺寸要求

单位为英寸

医用影像诊断显示器		医用模态显示器		临床专科显示器		EHR 显示器
便携、移动	≥5	-	-	便携、移动	≥5	≥21.3
桌面	≥21.3	桌面	≥21.3	桌面	≥21.3	
大屏，会诊	≥55	大屏，会诊	≥55	大屏，会诊	≥55	

注：1 英寸= 25.4 mm。

5.8.4 色域覆盖率

应不小于 90% NTSC。

5.8.5 色彩一致性

色坐标误差 Δx 应不大于 0.02 且 Δy 应不大于 0.02。

5.8.6 色差

应不大于 3。

5.8.7 色彩位深

应不小于 10bit。

5.8.8 最大校准亮度

最大校准亮度应满足表 3 要求。

表 3 超高清医用显示器最大校准亮度要求

单位为坎德拉/平方米

超高清医用显示器类别	可接受范围
医用影像诊断显示器（乳腺诊断）	≥ 450
医用影像诊断显示器（非乳腺诊断）	≥ 350
医用模态显示器	≥ 250
临床专科显示器	
EHR 显示器	

5.8.9 最小校准亮度

最小校准亮度应满足表 4 要求。

表 4 超高清医用显示器最小校准亮度要求

单位为坎德拉/平方米

超高清医用显示器类别	可接受范围
医用影像诊断显示器（乳腺诊断）	≥ 1.2
医用影像诊断显示器（非乳腺诊断）	≥ 1.0
医用模态显示器	≥ 0.8
临床专科显示器	
EHR 显示器	

5.8.10 亮度误差

亮度误差不应超过 $\pm 5\%$ 。

5.8.11 亮度比

LR 应满足 $250 < LR < 450$ ，推荐值为 350。

5.8.12 对比度

应不小于 1000:1。

5.8.13 可视角度

应不小于 170° 。

5.8.14 曲线偏差

超高清医用显示器曲线偏差包括 GSDF 亮度响应偏差和 Gamma 值偏差。

GSDF 亮度响应偏差应满足表 5 要求。

表 5 超高清医用显示器 GSDF 亮度响应偏差要求

超高清医用显示器类型	推荐校准值
医用影像诊断显示器	$\leq 10\%$
医用模态显示器	$\leq 20\%$
临床专科显示器	
EHR 显示器	

灰阶 Gamma 值和彩色 Gamma 值偏差均应不大于 10%。

5.8.15 亮度均匀性偏差

应不大于 20%。

5.8.16 灰阶色度偏差

应满足表 6 要求。

表 6 超高清医用显示器灰阶色度偏差要求

超高清医用显示器类型	推荐校准值
医用影像诊断显示器	≤ 0.01
医用模态显示器	≤ 0.015
临床专科显示器	
EHR 显示器	

5.8.17 色度均匀性偏差

应满足表 7 要求。

表 7 超高清医用显示器灰阶色度均匀性偏差要求

超高清医用显示器类型	推荐校准值
医用影像诊断显示器	≤ 0.01
医用模态显示器	≤ 0.015
临床专科显示器	
EHR 显示器	

5.8.18 画面质量视觉评价

产品在实际使用环境中，整体图像质量需满足表 8 要求。

表 8 整体图像质量要求

检查项	要求
线对检查（高对比度）	可观察到四角和中心处的高对比度线对，无弯曲模糊
5% 和 95% 图形检查	可清晰观察到 5% 和 95% 图形
低对比度字母检查	可观察到所有字母
低对比度图案	低对比度图案是否清晰可见
网格边缘	网格区域边缘可显示完整，网格线无弯曲，网格为正方形
16 个亮度图形检查	所有 16 个亮度图形可区分
灰阶过渡检查	灰阶过渡平滑连续，无反转
黑色-白色图形检查	可清晰观察到白色-黑色图形及黑色-白色图形的边缘，且无拖影。

表 8 整体图像质量要求（续）

检查项	推荐校准值
注：“低对比度字母检查”项对于医用模态显示器、临床专科显示器、EHR 显示器检查标准可降低要求，具体标准如下： a) 白色及灰色区域所有字母清晰可见； b) 黑色区域低对比度字母“QUALITY CONTR”清晰可见。	

5.8.19 反射检查

产品在实际使用环境中，不应观察到外界高对比度对象（如太阳，照明灯或观察者）在屏幕上的反射光。

5.8.20 显示器辐射健康防护

5.8.20.1 概述

显示器辐射健康防护包括低频、射频电磁辐射防护和蓝光辐射防护。

5.8.20.2 低频、射频电磁场辐射要求

如超高清医用显示器内无其他无线发射器，其对人体的电磁辐射应符合表9和表10的要求。

表9 超高清医用显示器电磁场（1Hz-100kHz）对人体电磁辐射的参考限值（未受干扰均方根 RMS 值）

频率范围	电场强度 E kV/m	磁场强度 H A/m	磁通密度 B T
1Hz-8Hz	5	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^{-2} / f^2$
8Hz-25Hz	5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$
25Hz-50Hz	5	1.6×10^2	2×10^{-4}
50Hz-400Hz	$2.5 \times 10^2 / f$	1.6×10^2	2×10^{-4}
400Hz-3kHz	$2.5 \times 10^2 / f$	$6.4 \times 10^4 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$
3kHz-100kHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}

注：f为以Hz为单位的频率。

表10 超高清医用显示器电磁场（100kHz-300GHz）对人体电磁辐射的参考限值（未受干扰均方根 RMS 值）

频率范围	入射电场强度 $E_{inc} (V \cdot m^{-1})$	入射磁场强度 $H_{inc} (A \cdot m^{-1})$	入射功率密度 $S_{inc} (W \cdot m^{-2})$
0.1 - 30 MHz	$671 / f_M^{0.7}$	$4.9 / f_M$	—
> 30 - 400 MHz	62	0.163	10
> 400 - 2000 MHz	$4.72 f_M^{0.43}$	$0.0123 f_M^{0.43}$	$0.058 f_M^{0.86}$
> 2 - 6 GHz	—	—	40
> 6 - < 300 GHz	—	—	$55 / f_G^{0.177}$
300 GHz	—	—	20

注1：“—”表示在本单元格内无参考限值。
注2： f_M 单位为MHz； f_G 单位为GHz。
注3： S_{inc} 、 E_{inc} 和 H_{inc} 均为时长为6min时的时间平均值。

如超高清医用显示器内置无线发射器，其无线发射器还应符合表11的要求。

表11 超高清医用显示器电磁场（100 kHz-300 GHz）对人体电磁辐射的基本限值

暴露分类	频率范围	局部SAR (头部和躯干) W/kg	局部SAR (四肢) W/kg	局部吸收功率密度 S_{ab} W/m ²
公众暴露	100kHz - 6GHz	2	4	—
	>6GHz - 300GHz	—	—	20

表11 超高清医用显示器电磁场（100 kHz-300 GHz）对人体电磁辐射的基本限值（续）

暴露分类	频率范围	局部SAR (头部和躯干) W/kg	局部SAR (四肢) W/kg	局部吸收功率密度 S_{ab} W/m ²
注1：局部SAR（头部和躯干）、局部SAR（四肢）和局部 S_{ab} 的暴露平均时间不少于6min； 注2：局部SAR采用10g立方体平均； 注3：局部 S_{ab} 在6GHz~30GHz的频率区间为身体表面4cm ² 正方形面积的平均值；在大于30GHz的频率区间，需要采用进一步的限制，以保证局部 S_{ab} 在身体表面1cm ² 正方形面积的平均值不超过4cm ² 正方形面积的平均值的2倍； 注4：“—”表示在本单元格内无基本限值。				

5.8.20.3 蓝光辐射要求

超高清医用显示器对人眼视网膜的蓝光辐射功率量值应满足限值要求并提供其安全边界。

- a) 蓝光辐射对人眼视网膜的辐射功率量值 $P_{B \times t}$ 应不大于 0.220 焦耳 (J)。
- b) 超高清医用显示器应提供至少涉及显示器亮度、色温、蓝光辐射影响累积时间等主要参数对人眼遭受蓝光辐射影响的辐射功率量值的一种安全边界。

注：在安全边界曲面或曲线上的各点，应满足蓝光辐射危害豁免安全限值 RG0 (即 0.220J)，而位于 RG0 边界曲面 (或曲线) 低取值侧的区域为蓝光辐射无危害风险的安全区域，而位于 RG0 边界曲面 (或曲线) 高取值侧的区域则为存在蓝光辐射有危害风险的区域。

6 测试要求

6.1 环境条件

6.1.1 试验环境条件

试验均可在下述测试条件下进行：

- a) 温度：15℃ ~ 35℃；
- b) 相对湿度：30% ~ 75%；
- c) 大气压：86kPa ~ 106kPa。

除特别要求外，超高清医用显示器试验环境光色温建议采用 6500K，环境光亮度与最小亮度之比不大于 1/4。

SAR 测量环境应满足 YD/T 1644.2-2011 中 5.1 要求。

测试前，产品应在上述环境下放置 1 h。

6.1.2 使用环境条件

超高清医用影像诊断显示器阅片室及影像诊断场景环境光照度要求见表 12。

表 12 超高清医用影像诊断显示器阅片室及影像诊断场景环境光照度要求

场景	环境光照度要求/lx
医用影像诊断显示器阅片室及影像诊断	25~75

6.2 测试设备

采用以下测试仪器设备：

- a) 分光辐射亮度计：精确度优于 5%，亮度计的孔径角不超过 5°，亮度测量范围应大于 (0.05 ~ 3000) cd/cm²。
- b) 照度计：精度优于 5%，测量范围应大于 (1 ~ 1000) lx。
- c) 五轴显示屏全自动测试系统：X 轴、Y 轴、Z 轴直线运动模组，如图 1 所示，其中，控制仪器与被测产品距离方向的轴重复定位精度优于 0.1mm，其它两轴重复定位精度优于 0.05mm；U 轴、V 轴旋转模组，角度重复定位精度优于 0.1°。

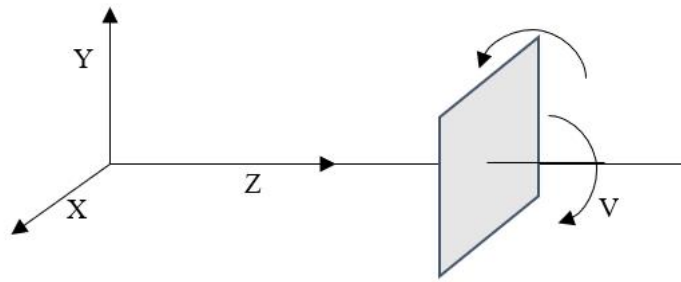


图 1 测试系统运动轴示意图

d) 电磁辐射测量设备应符合表 13 要求。

表 13 电磁辐射测量设备基本要求

磁场				
频率范围	频率响应	动态范围	解析度	结果类型
1Hz~400kHz	平坦 (Flat)	测量范围不低于 80mT	不低于 1nT	支持 RMS
400kHz~30MHz	平坦 (Flat)	不低于 80dB	不低于 0.1mA/m	支持 RMS
电场				
频率范围	频率响应	动态范围	线性度	探头各向同性
1Hz~400kHz	平坦 (Flat)	不低于 105dB	不低于±0.2dB (在 1 V/m 至 1kV/m 区间)	不低于±0.54dB
400kHz~6GHz	平坦 (Flat)	不低于 70dB	不低于±0.5dB	不低于±1.2dB
6GHz~90GHz	平坦 (Flat)	不低于 55dB	不低于±3dB	不低于±2dB
>90GHz	/	/	/	/
SAR				
SAR 测量系统应满足 YD/T1644.2 中第 5 章的要求。				
注：在每个方向上，磁通密度的测量值是 100cm ² 面积上的平均值。参考传感器由 3 个相互正交的同轴线圈组成，其测量面积是 100cm ² ±5cm ² ，并具有各向同性的灵敏度。参考传感器的外部直径不应超过 13cm。				

7 测试方法

7.1 环境光照度

应满足 6.1.1 和 6.1.2 的要求。

7.2 测试准备

除特殊规定外，在每一项测量之前，设备标准工作状态按以下步骤进行调整。如测试中更改了输入接口，应重新调整标准工作状态。

a) 初始化状态

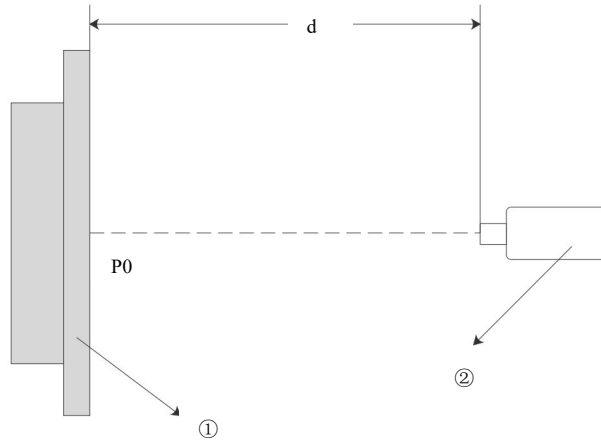
将设备设置恢复到出厂状态。OLED 产品参照 GB/T 33762-2017 中 4.4.4 的要求调整至标准工作状态。

b) 稳定时间

为了确保测量开始后，显示设备的特性不随时间而有明显的变化，显示设备应在标准工作状态下工作 30 min，以使被测设备性能稳定。

c) 测试设备摆放

如图2所示，保持亮度计与测试屏表面垂直。



标引序号说明：

①——显示器；

②——分光辐射亮度计；

d——测试距离；

P0——显示器屏幕的中心点。

图 2 显示器测试设置

测试距离按照表14要求。

表 14 超高清医用显示器测量距离要求

单位为厘米

产品类型	测试距离 D
便携、移动显示器	20
桌面显示器	50
大屏幕触摸显示器	50
大屏幕非触摸显示器	200

d) 测试点位置如图 3 所示，显示区域分为 9 个均等区域，P0~P8 测试点为每个均等区域的中心点。

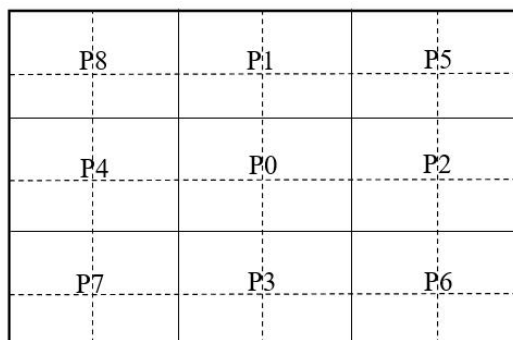


图 3 超高清医用显示器显示区域测量定位图

7.3 像素缺陷

使用 YY/T 0910.1-2021 中 TG18-UN10 图像目测或显微镜检查亮点，使用 TG18-UN80 图像目测或显微镜检查暗点。

7.4 安全

按 GB 4943.1-2022中有关规定进行。

7.5 电磁兼容

7.5.1 无线电骚扰

按 GB/T 9254.1-2021 中规定的方法进行。

7.5.2 抗扰度

按 GB/T 17618-2015 中规定的方法进行。

7.5.3 谐波电流

按 GB 17625.1-2022中规定的方法进行。

7.5.4 静电防护

超高清医用显示器的静电放电抗扰度依据 GB/T 17626.2-2018，在接触放电 $\pm 8\text{kV}$ 、空气放电 $\pm 15\text{kV}$ 条件下进行测试。

7.6 能源效率

产品的能效测试方法按 GB 21520-2023中规定的方法进行测试。

带电源适配器的产品，其电源适配器的能效测试按 GB 20943-2013 中规定的方法进行测试。

7.7 限用物质

按 GB/T 39560 中的规定的方法进行检测。

7.8 功能

7.8.1 接口

按产品规格说明书，采用目视法，观察接口类型。

7.8.2 黑白/彩色切换

手动切换黑白/彩色切换功能键，采用目视法观察黑白/彩色切换功能是否正常。

7.8.3 阅片灯功能

手动切换阅片灯功能键，采用目视法观察阅片灯功能是否正常。

7.9 环境适应性

按 SJ/T 11292-2016 中 5.9 规定的方法进行试验。

7.10 显示性能

7.10.1 分辨率

按照 SJ/T 11292-2016 中 5.6.12 规定的方法进行测试。

7.10.2 显示尺寸

按照 SJ/T 11292-2016 中 5.6.10 规定的方法进行测量。

7.10.3 NTSC 色域覆盖率

NTSC 色域覆盖率的测试方法如下：

- 将超高清医用显示器调至默认出厂状态下，在屏幕上分别显示全红场、全绿场、全蓝场信号。
- 依次测量屏幕中心点的色坐标 (x'_r, y'_r) 、 (x'_g, y'_g) 、 (x'_b, y'_b) 。
- 在 CIE1931 Y_{xy} 均匀色空间，NTSC 色度三角形色域为 0.1582，按公式 (4) 计算 NTSC 色域覆盖率，数值以%表示。

$$G_{NTSC} = \frac{s}{0.1582} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

G_{NTSC} ——NTSC 色域覆盖率；
 s ——显示器三色色域面积。

7.10.4 色彩一致性

色彩一致性的测试方法如下：

- 被测产品输入白场信号。
- 分别测量并记录图 3 中 9 个测量点的色坐标 x 、 y 。
- 按照公式 (5) 计算，并取绝对值最大的一组数据。

$$\Delta x = |x_i - x_0|; \quad \Delta y = |y_i - y_0| \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

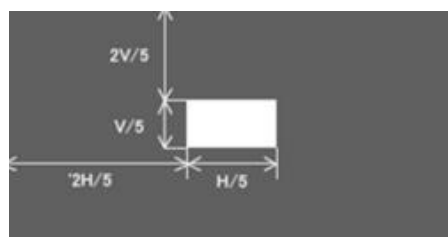
Δx 、 Δy ——色坐标偏差；
 x_0 、 y_0 ——中心点对应的色坐标；
 x_i 、 y_i ——除中心点外其它点对应的色坐标。

7.10.5 色差

色差的测试方法如下：

- 单一显示器色差测试方法

— 将超高清医用显示器调至默认出厂状态下，在屏幕上显示色差测试图，如图 4。



注 1：H 显示宽度。

注 2: V 显示高度。

图 4 色差测试示意图

色差示意图背景为 40% 的灰色，屏幕中央为 4% 窗口框，依次显示红 (255, 0, 0)、洋红 (255, 0, 255)、绿 (0, 255, 0)、黄 (255, 255, 0)、蓝 (0, 0, 255)、蓝绿 (0, 255, 255)、白 (255, 255, 255)、黑 (0, 0, 0)，共 8 种颜色。

- 测量中心点每种颜色的三刺激值。
- 按照 GB/T 7921-2008 中 5.2.1 方法计算出每种颜色的 L_i^* 、 u_i^* 、 v_i^* ($i=1,2,\dots,8$)，按照公式 (6) 计算相应的色差 ΔE_i^* ，色差 ΔE_{uv}^* 取 ΔE_i^* 的最大值。

$$\Delta E_i^* = \sqrt{(L_i^* - L_{iS}^*)^2 + (u_i^* - u_{iS}^*)^2 + (v_i^* - v_{iS}^*)^2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

L_{iS}^* 、 u_{iS}^* 、 v_{iS}^* ——相应色彩的标准值；

ΔE_i^* ——每种颜色对应的色差。

b) 同一型号多个显示器的色差测试计算方法

按照 a) 中描述的方法测试同一型号不同显示器，计算得到同一色彩对应的 L_j^* 、 u_j^* 、 v_j^* ($j=1,2,\dots,8$)，按照公式 (7) 计算色差 ΔE_{ij}^* ，色差 ΔE_{uv}^* 取 ΔE_{ij}^* 的最大值。

$$\Delta E_{ij}^* = \sqrt{(L_i^* - L_j^*)^2 + (u_i^* - u_j^*)^2 + (v_i^* - v_j^*)^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

ΔE_{ij}^* ——不同显示器同一色彩的色差。

7.10.6 色彩位深

色彩位深的测试步骤如下：

- a) 将超高清医用显示器调至默认出厂状态下，在屏幕上显示 YY/T 0910.1-2021 中的 TG18-MP 测试图。
- b) 记录垂直方向条状灰度区域中可观察到的灰阶过渡线。
- c) 灰阶过渡线与两条长刻度线重合或两条长刻度线之间可以观察到一个灰阶过渡线，系统为 8bit；灰阶过渡线与两条短刻度线重合或两条短刻度线之间可以观察到一个灰阶过渡线，系统为 10bit。

7.10.7 最大校准亮度

最大校准亮度的测试步骤如下：

- a) 关闭环境光，将产品的亮度调节至默认设置，显示全白场信号。
- b) 将亮度计对准显示器屏幕中心位置，待亮度计读数稳定后，记录最大亮度值 L_{max} 。
- c) 关闭显示器，在环境光的条件下，使用亮度计对准显示器屏幕中心位置，待亮度计读数稳定后，记录 L_{amb} 。
- d) 最大校准亮度是最大亮度 L_{max} 与环境光亮度值 L_{amb} 的和。

7.10.8 最小校准亮度

最小校准亮度的测试步骤如下：

- a) 关闭环境光，将产品的亮度调节至默认设置，显示全黑场信号。
- b) 将亮度计对准显示器屏幕中心位置，待亮度计读数稳定后，记录最小亮度值 L_{min} 。
- c) 关闭显示器，在环境光的条件下，使用亮度计对准显示器屏幕中心位置，待亮度计读数稳定后，记录 L_{amb} 。

d) 最小校准亮度 L'_{min} 是最小亮度 L_{min} 与环境光亮度值 L_{amb} 的和。

7.10.9 亮度误差

亮度误差的测试步骤如下:

- 将超高清医用显示器调至默认出厂状态下, 在屏幕上显示 YY/T 0910.1-2021 中 TG18-LN8-18 测试图。
- 使用亮度计对准显示器屏幕中心位置, 测试中心点亮度 L'_{max} 。
- 按照公式 (8) 计算测量值与声明值 L'_{target} 之间的误差, 数值以%表示。

$$\Delta L'_{max} = \frac{L'_{max} - L'_{target}}{L'_{target}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

7.10.10 亮度比

根据 7.10.7、7.10.8 测试的数据, 按照公式 (9) 计算亮度比。

$$LR = L'_{max} / L'_{min} \quad \dots\dots\dots (9)$$

7.10.11 对比度

按照 SJ/T 11292-2016 中 5.6.3 规定的方法进行测试。

7.10.12 可视角度

按照 SJ/T 11292-2016 中 5.6.5 规定的方法进行测试。

7.10.13 曲线偏差

7.10.13.1 GSDF 偏差

按照 YY/T 0910.1-2021 中 7.4.3 规定的方法进行测试。

7.10.13.2 Gamma 偏差

a) 灰阶 Gamma 曲线偏差的测试步骤如下:

- 将超高清医用显示器调至默认出厂状态下, 选择显示器的 Gamma 模式。
- 分别显示 0,15,30...255 级共 18 ($i=1,2,3...18$) 个灰阶图像。
- 测试每个图像信号中心点亮度。
- 按公式 (10) 计算出对应图像级标准亮度值。

$$L'_{(V_i)} = \frac{L_{V_{18}} - L_{V_0}}{255^{\gamma_s}} (V_i - V_1)^{\gamma_s} + L_{V_0} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$L_{(V_i)}$ ——中心点亮度;

$L'_{(V_i)}$ ——标准亮度值;

V_i ——对应图像级;

V_1 ——0 级图像级;

γ_s ——显示器选择的 Gamma 值。

按公式 (11) 计算灰阶 Gamma 曲线偏差, 数值以%表示, 取最大值。

$$g_{DRg} = \frac{|L'_{(V_i)} - L_{(V_i)}|}{L'_{(V_i)}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

g_{DRg} ——灰阶 Gamma 曲线偏差。

b) 彩色 Gamma 值偏差的测试步骤如下：

- 将超高清医用显示器调至默认出厂状态下，选择显示器的 Gamma 模式。
- 分别显示 0,15,30...255 级共 18 个灰阶、红色、绿色及蓝色图像。
- 测试每个图像信号中心点亮度 $L(V_i)$ 。
- 按公式 (12) 计算出灰阶、红色、绿色及蓝色的 Gamma 值 γ_j ($j=1,2,3,4$)。

$$\log [L(V_i) - L_1] = \gamma_j \log (V_i - V_1) + \log (a) \quad \dots\dots\dots (12)$$

- 按公式 (13) 计算彩色 Gamma 值偏差，数值以%表示。

$$g_{DRcol} = \frac{\sum_{Q=1}^3 \frac{|\gamma - \gamma_Q|}{\gamma}}{3} \times 100 \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

g_{DRcol} ——彩色 Gamma 曲线偏差；

γ ——灰阶 Gamma 值；

γ_Q ——彩色 Gamma 值， $Q=R,G,B$ 。

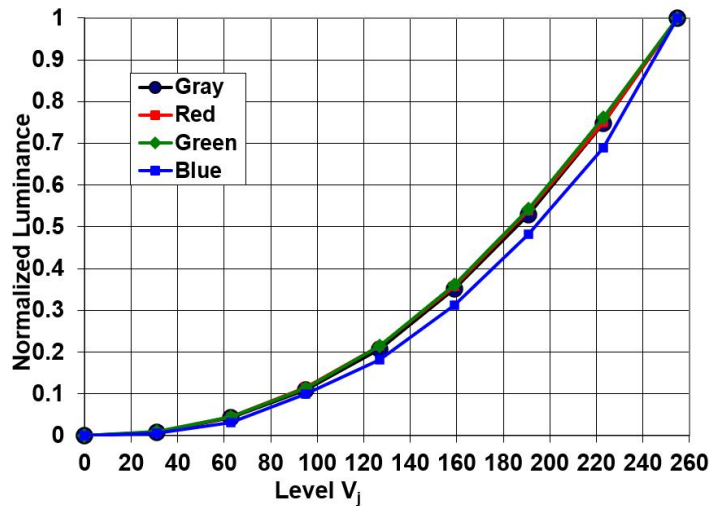


图 5 彩色 Gamma 曲线图

7.10.14 亮度均匀性偏差

亮度均匀性偏差的测试步骤如下：

- a) 将超高清医用显示器调至默认出厂状态下，分别显示灰度为 200、100、20 的 10 位图像测试图，如图 6。
- b) 分别测量测试图 9 个区域的中心点亮度。
- c) 按公式 (14) 计算每个测试图的亮度均匀性偏差，数值以%表示，取最大值。

$$LUDM = \max (100 \times \frac{|L'_n - L'_{med}|}{L'_{med}}) \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$LUDM$ ——亮度均匀性偏差；

L'_n ——代表每个测量点的亮度值；

L'_{med} ——代表 9 个测量点亮度值的中位值。

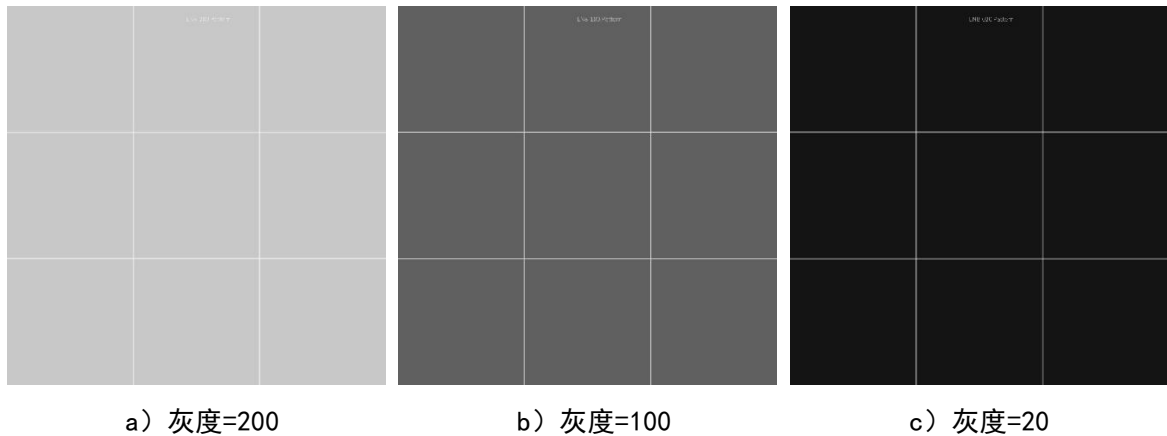


图 6 10 位测试图

7.10.15 灰阶色度偏差

灰阶色度偏差的测试步骤如下：

- 在无环境光的条件下，将超高清医用显示器调至默认出厂状态下，依次显示 YY/T 0910.1-2021 中 TG18-LN8-01 到 TG18-LN8-18 共 18 个图像。
- 使用分光辐亮度计测量图像所对应的亮度值及 (u', v') 色坐标。记录亮度值不小于 5cd/m^2 的测试图对应的色坐标值。
- 按公式 (15) 计算这些色坐标与 D_{65} 标准色坐标 ($u'=0.19783$, $v'=0.46833$) 的最大距离偏差。

$$\text{灰阶色度偏差} = \sqrt{(u'_i - u')^2 + (v'_i - v')^2} \quad \dots\dots\dots (15)$$

注： (u'_i, v'_i) 代表亮度大于 5cd/m^2 的测试图对应的色坐标。

7.10.16 色度均匀性偏差

色度均匀性偏差的测试步骤如下：

- 将超高清医用显示器调至默认出厂状态下，分别显示 200、100、20 灰度 10 位测试图。
- 分别测量测试图的 9 个测量点的色坐标。
- 按公式 (16) 计算任意两点色空间坐标距离，取三个测试图中 $\Delta u'v'$ 的最大值作为色度不均匀性偏差。

$$\Delta u'v' = \sqrt{(u'_1 - u'_2)^2 + (v'_1 - v'_2)^2} \quad \dots\dots\dots (16)$$

注： (u'_1, v'_1) 及 (u'_2, v'_2) 是同一测试图下任意两点的色坐标。

7.10.17 画面质量视觉评价

按照 YY/T 0910.1-2021 中 7.3.2 规定的方法进行测试评价。

7.10.18 反射检查

目力观察，如果屏幕上能够观察到高对比度对象的反射光，则应调整显示器的摆放位置或室内环境光照度。

7.10.19 显示器辐射健康防护

低频、射频电磁辐射和蓝光辐射按照以下方法进行测试。

7.10.19.1 低频、射频电磁辐射测试

a) 测量环境及测量条件

电场、磁场的测量场地应为开阔场或暗室，测量前应测量背景噪声，背景噪声等级应小于对应限值的 5%。对于室内使用的被测设备，测量环境温度为 $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ ；对于室外使用的被测设备，测量环境温度宜在被测设备厂商标明的的工作温度范围内；未标明工作环境温度的，宜参照室内被测设备测量环境温度要求。

SAR 测试的环境应满足 YD/T 1644.2-2011 中 5.1 规定的要求。

b) 测试距离选择

测试距离见表 14。

c) 测试布置

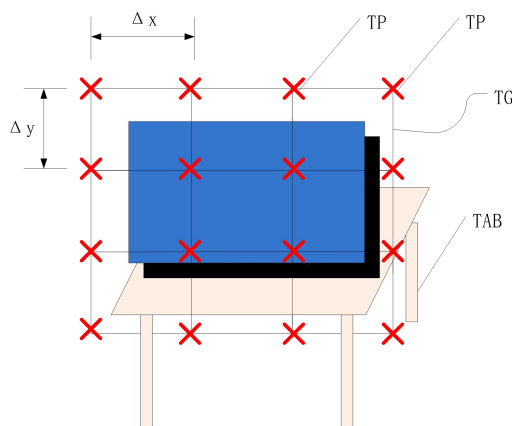
被测设备按照厂商说明书要求进行安装。安装在实验台或固定支架时，电源及其他线缆附件应采用厂商出厂配置的附件，实验时电源插座尽量远离被测设备测量面（利用原厂电源线最长长度来确保与被测设备的距离），插座应放置在被测设备的反方向（如测量屏幕前方时，插座应布置在屏幕背面方向）。

在显示器正常安装使用状态下，除人体无法接触的面不需要测量外，其他面均需要测量。

注：对于桌面固定式超高清医用显示器，除安装在桌面的底部外，其他面均应测量；对于墙面固定式超高清医用显示器，除了紧贴墙面的背面无需测量外，其他面均需要测量；对于便携式超高清医用显示器，每个面均需要测量。

与被测设备距离 D 且平行被测面的一个特定平面，称之为测量网格。每个测试位置布置一个测量网格，测量网格的尺寸应大于设备被测面的尺寸，测量网格中探头测量的步长为 15cm，如图 7 和图 8 所示。

被测设备应安置在木质实验台或固定支架上，或者为低损耗和低介电常数的材料（其材料的损耗正切不大于 0.05，相对介电常数不大于 5）制成的实验台或固定支架上，其他无关电子电气设备应远离被测设备。



注 1： Δx 为水平测量步长，距离为 15cm（测量探头中心点之间的距离）。

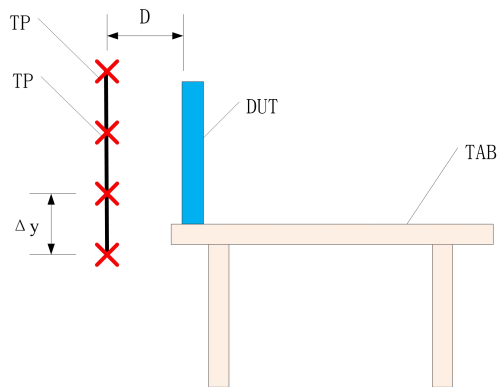
注 2： Δy 为垂直测量步长，距离为 15cm（测量探头中心点之间的距离）。

注 3：TP 为测量点。

注 4：TG 为测量网格。

注 5：TAB 为实验台。

图 7 测量布置示意图-前视图



注 1: TP 为测量点。

注 2: Δy 为垂直测量步长, 距离为 15cm (测量探头中心点之间的距离)。

注 3: D 为测量距离, 测量探头中心到 DUT 表面的距离。

注 4: DUT 为被测设备。

注 5: TAB 为实验台。

图 8 测量布置示意图-侧视图 (图中的 D 见表 14 中的测试距离)

d) 测量方法

超高清医用显示器内无其他无线发射器时的测量方法如下:

1) 电场的测量

如果被测设备的内部变压器或电路的工作电压低于 1000V, 不需要测量电场。

如果被测设备的内部变压器或电路的工作电压不小于 1000V, 按照如下步骤测量电场。

- 测量场地背景噪声, 直至满足背景噪声等级小于限值的 5%方可进行下一步测量;
- 按照图 7、图 8 安装、布置被测设备。
- 按照产品规格配置说明书, 将被测设备的产品亮度等参数设置到最大负荷状态。
- 根据设备类型确定测量位置。
- 在测量位置根据被测设备尺寸布设测量网格, 使用固定支架固定测量探头。
- 依次对测量位置的所有测量点位进行测量。
- 依次对所有测量位置进行布设, 并测量。

2) 磁场的测量

如果被测设备内部存在持续时间小于 200ms 的瞬时磁场, 如开关瞬间, 那么这种瞬时磁场应忽略。

如果测量仪器达到最终值的 90% 的响应时间不能超过 1s, 应使用 1s 的平均时间来确定磁通密度;

对于 10Hz-400kHz 的信号, 如果持续时间超过 1s, 可采用更短的采样周期。

磁场测量步骤如下:

- 测量场地背景噪声, 直至满足背景噪声等级小于限值的 5%方可进行下一步测量。
- 按照图 7、图 8 安装、布置被测设备。
- 按照产品规格配置说明书, 将被测设备的产品亮度等参数设置到最大负荷状态。
- 根据设备类型确定测量位置。
- 在测量位置根据被测设备尺寸布设测量网格, 使用固定支架固定测量探头。
- 依次对测量位置的所有测量点位进行测量。
- 依次对所有测量位置进行布设, 并测量。

在以上所有的测量过程中，磁场测量探头应保持固定不动。

如果在测量过程中有开关动作，需按照上面步骤重复进行测量。

3) 简化的测试方法

对设计时仅在工频及其谐波上产生磁场的被测设备可仅在低于 2kHz 的频率范围内测量，被测设备需满足下列条件：

- 电流(包括谐波电流)产生的磁场是已知的。
- 所有高于工频幅值 10%的谐波电流在整个频率范围内是递减的。
- 在工频处测得的磁通密度小于工频参考限值的 50%。
- 磁通密度是在频率范围内的宽带测量过程中测得的(工频是压缩的)，且其值小于工频参考限值的 15%。

注：压缩主频的一个较为适当的方法是使用有源陷波滤波器。如果条件不满足的话，可以根据推荐的参考方法采用其他的测量方法。

- 对设计时以工频为主，且仅产生微弱磁场的设备，当下列条件都满足时可认为其符合本标准的电磁辐射限值要求：
- 电流(包括谐波电流)产生的场是已知的。
- 所有高于工频幅值 10%的谐波电流在频率范围内是递减的。
- 在整个频率范围内测得的磁通密度小于工频参考限值的 30%。

超高清医用显示器内有其他无线收发器时的测量方法：

4) 磁场、电场测量

被测设备内置无线发射器的，应设置无线发射模块最大功率持续发射状态，持续时间应长于单次测量的时间，按照产品规格配置说明书，设置产品亮度等参数在最大负荷状态下。再按超高清医用显示器内无其他无线发射器时的测量方法和步骤测量磁场和电场。

5) 比吸收率 (SAR) 测量

当测量电场、磁场、功率密度超出表 10 中的参考限值时，需对被测设备进行 SAR 测量，测量距离统一为 20cm，按照 YD/T 1644.2- 2011 中 6 的 SAR 评估规程进行测试。

e) 数据处理

1) 超高清医用显示器内无其他无线发射器时

需同时测量电场和磁场，且每个测量点位的电场和磁场都应满足限值。

2) 超高清医用显示器内有其他无线发射器时

- 在 30MHz 以下的情况，需同时测量电场和磁场，且每个测量点位的电场和磁场都应满足限值。
- 在 30MHz 及以上的情况，只需测量电场或磁场或功率密度或 SAR 任意一种参数即可，且每个测量点位的测量数据都应满足限值。但是，如果测量的电场或磁场或功率密度超出表 10 中参考限值时，需要进一步进行 SAR 评估。
- 在 30MHz 及以上的情况，内置无线发射模块发射功率大于 20mW 时，应优先采用 SAR 评估，SAR 值应满足表 11 中的限值。

7.10.19.2 蓝光辐射测试

超高清医用显示器蓝光辐射对人眼视网膜的辐射功率量值及安全边界测试计算：

a) 超高清医用显示器对人眼蓝光辐射的辐射功率量值的测试：

- 显示器显示全白场信号。
- 使用分光辐射亮度计进行测量，显示器分别在最小色温、6500K、最大色温下，调节显示器亮度，调节方法按照从最小值至最大值等间隔调节，共 10 个亮度值水平，并按照图 3 测试点位分别测量 9 个点位的光谱辐亮度值（波长 λ 从 380nm-700nm，间隔 5nm）。

按照公式 (17) 计算显示器对人眼蓝光辐射的辐射功率量值:

$$P_{\lambda}(\lambda) = L(\lambda) \cdot A \cdot \Omega \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

$P_{\lambda}(\lambda)$ ——波长相关的光谱辐射功率, 单位为焦耳每秒每纳米 ($J \cdot s^{-1} \cdot nm^{-1}$);

$L(\lambda)$ ——光谱辐亮度值, 单位为瓦每平方米每立体角每纳米 ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$);

A ——人眼长时间观察屏幕的瞳孔面积, 单位为平方米 (m^2);

Ω ——光源在瞳孔对应的立体角, 单位为球面度 (sr);

λ ——波长, 单位为纳米 (nm);

按照公式 (18) 计算蓝光辐射能量, 取各组数据最大值。

$$P_B \times t = \int_{380}^{700} P_{\lambda}(\lambda) * B(\lambda) * t d\lambda \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$P_B \times t$ ——蓝光辐射能量, 单位为焦耳 (J);

$B(\lambda)$ ——与波长相关的蓝光危害加权函数 (见表 15 和图 9);

t ——辐射曝光累积时间, 单位为秒(s)。

注: 在通常日间工作观视情况下, 医用显示器辐射曝光累积时间 t 可为 8h (28800s)。

表 15 蓝光危害加权函数

λ / nm	$B(\lambda)$	λ / nm	$B(\lambda)$	λ / nm	$B(\lambda)$
380	0.01	515	0.050	650	0.001
385	0.013	515	0.040	655	0.001
390	0.025	525	0.032	660	0.001
395	0.05	530	0.025	665	0.001
400	0.10	535	0.020	670	0.001
405	0.20	540	0.016	675	0.001
410	0.40	545	0.013	680	0.001
415	0.80	550	0.010	685	0.001
420	0.90	555	0.008	690	0.001
425	0.95	560	0.006	695	0.001
430	0.98	565	0.005	700	0.001
435	1.00	570	0.004	—	—
440	1.00	575	0.003	—	—
445	0.97	580	0.003	—	—
450	0.94	585	0.002	—	—
455	0.90	590	0.002	—	—
460	0.80	595	0.001	—	—
465	0.70	600	0.001	—	—
470	0.62	605	0.001	—	—
475	0.55	610	0.001	—	—
480	0.45	615	0.001	—	—
485	0.40	620	0.001	—	—
490	0.22	625	0.001	—	—
495	0.16	630	0.001	—	—
500	0.100	635	0.001	—	—

505	0.079	640	0.001	—	—
510	0.063	645	0.001	—	—

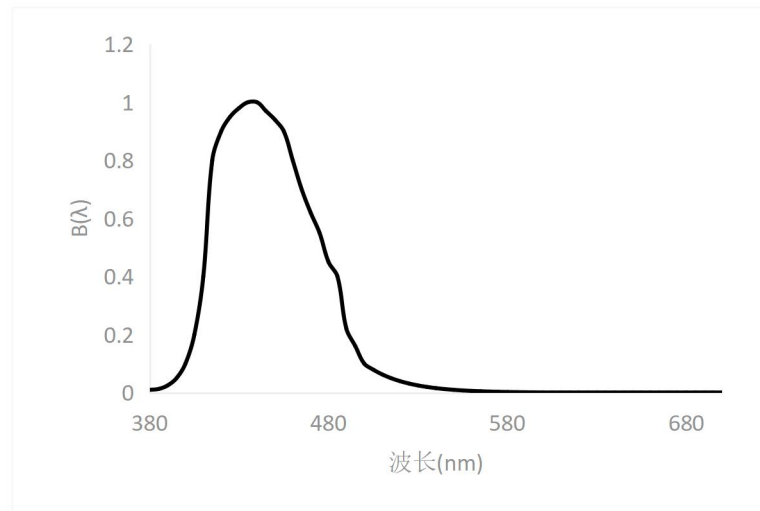
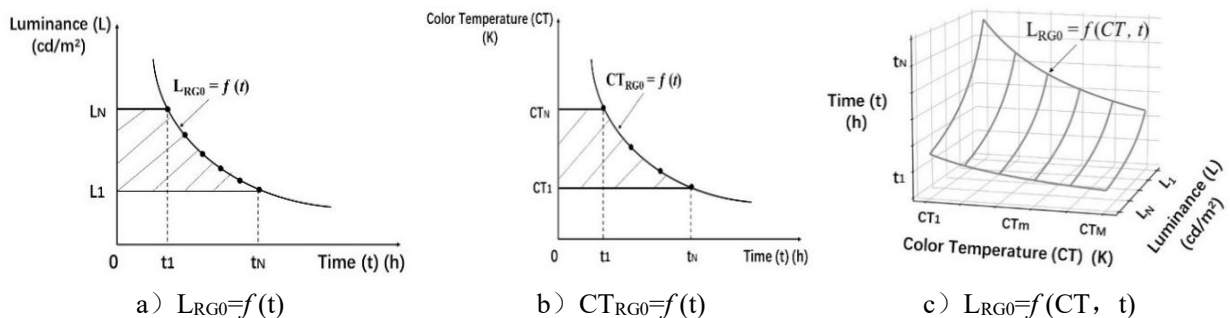


图9 蓝光危害加权函数

b) 计算拟合医用显示器亮度 (L)、色温 (CT)、蓝光辐射影响累积时间 (t) 参数对人眼的蓝光辐射危害能量值 ($P_B \times t$) 满足豁免级安全限值 $RG0$ ($=0.220J$) 时的安全边界曲面或曲线, 即把满足蓝光辐射危害豁免级安全限值 $RG0$ 所对应的各采样点 n ($n=1, 2, \dots, N$) 的矩阵 (L_n, CT_n, t_n) 各点, 用多项式函数拟合形成满足蓝光辐射危害豁免级安全限值 $RG0$ 情形下的亮度、色温、蓝光辐射影响累积时间的临界安全边界曲面 (或曲线)。

二维 $RG0$ 临界安全边界曲线关系式 $L_{RG0}=f(t)$ 、 $CT_{RG0}=f(t)$, 和三维 $RG0$ 临界安全边界曲面关系式 $L_{RG0}=f(CT, t)$, 见图 10 所示。

图 10 医用显示器非电离辐射危害豁免级 $RG0$ 安全边界曲面或曲线示意图

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分类如下:

- 定型检验;
- 逐批检验;
- 周期检验。

各检验项目和顺序分别按表 16 规定。若产品标准中有补充检验项目，应将其插入表的相应位置。

表 16 检验项目

检验项目	技术要求	试验方法	定型检验	逐批检验	周期检验
像素缺陷	4.1	6.3	○	○	○
安全	4.2	6.4	○	○	—
电磁兼容性	4.3	6.5	○	—	—
能源效率	4.4	6.6	○	—	—
限用物质的限量要求	4.5	6.7	○	—	—
功能	4.6	6.8	○	—	—
环境适应性	4.7	6.9	○	—	—
显示性能	4.8	6.10	○	○	○

注：“○”表示应进行的检验项目，“—”表示不检验的项目。

8.2 定型检验

定型检验按照以下要求进行：

- a) 产品在定型时应进行定型检验。
- b) 定型检验由产品制造单位指定单位负责进行。
- c) 定型检验中除可靠性鉴定各检验项目故障的判定和计入方法见附录 A。其余项目均按以下规定进行。检验中出现故障或某项指标不合格时，应停止试验。查明故障原因，提出故障分析报告，重新进行该项试验。若在以后的试验中再次出现故障或某项不合格时，在查明故障原因，排除故障，提出故障分析报告后，应重新进行定型检验。
- d) 检验后要提交定型检验报告。
- e) 安全、电磁兼容性、能源效率、限用物质的限量要求和环境适应性，以产品通过的相关认证作为定型检验依据。

8.3 逐批检验

逐批检验按照以下要求进行：

- a) 批量生产或连续生产的产品，应进行交收检验，检验中，出现任一项不合格时，返修后重新进行检验。若再次出现任一项不合格时，该台产品被判为不合格产品。检验按 GB/T 2828.1-2012 进行抽样检验，产品规范中应具体规定抽样方案和拒收后的处理方法。
- b) 逐批检验由产品制造单位质量检验部门负责进行。

8.4 周期检验

周期检验按照以下要求进行：

- a) 已安装的产品，每季度至少进行一次周期检验。
- b) 周期检验由产品制造单位质量检验部门或上级主管部门指定或委托的质量检验单位负责进行。
- c) 周期检验中检验项目的故障处理按以下规定进行。检验中出现故障或任一项通不过时，应查明故障原因，提出故障分析报告，经修复后应重新做该项检验；之后，再顺序做以下各项检验，

如再次出现另一项故障或其余项通不过，在查明故障原因，提出故障分析报告。

d) 检验后应提交检验报告。

9 标志、包装、运输和贮存

应符合 SJ/T 11292-2016 中 7 的规定。

附录 A

(资料性)

故障分类与判据

A.1 故障定义和解释

按GB/T 5271.14-2008规定的故障定义，出现以下情况之任何一种均解释为故障。

- a) 受试样品在规定条件下，出现了一个或几个性能参数不能保持在规定值的上下限之间；
- b) 受试样品在规定应力范围内工作，出现了机械零件、结构件的损坏或卡死，或出现了元器件的失效或断裂，而使受试样品不能完成其规定的功能。

A.2 故障分类

故障类型分为关联性故障（简称关联故障）和非关联性故障（简称非关联故障）。

关联故障是受试样品预期会出现的故障，通常都是由产品本身条件引起的。它是在解释试验结果和计算可靠性特征值时必须计入的故障。

非关联故障则是受试样品出现非预期的故障，这类故障不是受试样品本身条件引起的，而是试验要求之外而引起的。非关联故障在解释试验结果和计算可靠性特征值时不计入。在试验中做记录，以便于分析和判断。

A.3 关联故障判据

判据如下：

- a) 经更换元器件、零部件或设备才能排除的故障；
- b) 损耗件在其寿命期内发生的故障；
- c) 对接插件、电缆等进行修整，以消除短路和接触不良，方可排除的故障；
- d) 不是同一因素引起而同时发生两个以上的关联的故障，则如数计入。如果是同一因素引起的，则只计入一次；
- e) 出现造成测试和维护人员的不安全或危险或造成受试样品和设备严重损坏的故障，立即做出拒收判定，并中止试验；
- f) 程序偶然停运或运行失常，但无须做任何维修和调整，再经启动就能恢复正常，这种偶然跳动故障积累数达三次者(指同一受试样品)，计为一次关联故障，不足三次以非关联故障处理；
- g) 承担确认试验的检测单位，根据故障情况和分析结果，有资格认定某种故障为关联故障。

A.4 非关联故障判据

判据如下：

- a) 从属性故障

由于受试样品中某一元器件、零部件失效或出现设备故障而直接引起受试样品另一相关元器件或零部件的失效而造成的故障，或者由于试验条件变化已超出规定的范围（如突然断电，电网电压和频率的变化，温湿度变化，严重的机械环境和干扰等）而造成的故障。

b) 误用性故障

由于操作人员过失而造成的故障，如安装不当，带电插拔有源接口或线缆，施加超过规定的应力条件，或者按产品规范的规定允许调整的部件没有得到正确的调节，显示画面失步等，而造成的故障。

c) 诱发性故障

在检修期间，因为维修人员的过失而造成的故障。

d) 承担确认试验的检验单位，根据故障和分析结果，有资格认定某种故障为非关联故障。

参考文献

- [1] GB/T 5271.14-2008 信息技术 词汇 第14部分：可靠性、可维护性与可用性
- [2] GB/T 20145-2006 灯和灯系统的光生物安全性
- [3] IEC 62563-1-2021 Medical electrical equipment - Medical image display systems - Part 1: Evaluation methods
- [4] IEC 62563-2-2021 Medical electrical equipment - Medical image display systems - Part 2: Acceptance and constancy tests for medical image displays
- [5] ICNIRP GUIDELINES: FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME - VARYING ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (1Hz - 100kHz),HEALTH PHYSICS 99(6): 818 - 836; 2010
- [6] ICNIRP GUIDELINES: FOR LIMITING EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS (100kHz TO 300GHz),HEALTH PHYSICS 118(5): 483 - 524; 2020
- [7] AAPM Report No. 03 (AAPM TG18 Report): Assessment of display performance for medical imaging systems
- [8] AAPM Report No. 260 (AAPM TG260 Report): Considerations for the use of handheld image viewers
- [9] AAPM Report No. 270 (AAPM TG270 Report): Display quality assurance
-