



团 体 标 准

T/CQAE XXXX—XXXX

用户体验 车载显示设备抗晕动质量测评技 术规范

User Experience-Technical Specification for Anti-Motion-Sickness Evaluation of
Vehicle Display

(报批稿)

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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国电子质量管理协会 发布

目 次

前 言	III
引 言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
4 技术要求	2
4.1 一般要求	2
4.1.1 安全要求	2
4.1.2 测试设置	2
4.2 客观性能参数技术要求	2
4.2.1 像距	2
4.2.2 亮度	3
4.2.3 亮度对比度	3
4.2.4 字符清晰度	3
4.2.5 角分辨率	3
4.2.6 色域覆盖率	3
4.2.7 闪烁	4
4.2.8 畸变	4
4.2.9 环境光对比度	4
4.2.10 反射率	4
4.3 抗晕动人因测评技术要求	5
4.3.1 抗晕动人因测评一般要求	5
4.3.2 抗晕动指数（AMSI）要求	6
4.4 总分要求	6
5 测试方法	6
5.1 客观性能参数测试方法	6
5.1.1 像距	6
5.1.2 亮度	7
5.1.3 亮度对比度	7
5.1.4 字符清晰度	8
5.1.5 角分辨率	8
5.1.6 色域覆盖率	9
5.1.7 闪烁	10
5.1.8 畸变	11
5.1.9 环境光对比度	11
5.1.10 反射率	12
5.2 抗晕动指数测评方法	13
5.2.1 测试准备	13

5.2.2 测试流程	13
5.2.3 结果计算	13
5.3 总分计算方法	14
附录 A （规范性） 车载显示设备抗晕动客观性能参数评价表.....	15
附录 B （规范性） 主观量表.....	17
参考文献	18

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。

本文件由北京科电联盟信息传播有限公司提出。

本文件由中国电子质量管理协会归口。

本文件起草单位：中国标准化研究院、华为技术有限公司、通标标准技术服务（上海）有限公司、中国电子质量管理协会、北京科电联盟信息传播有限公司、北京耐德佳显示技术有限公司、重庆渝微电子技术研究院有限公司、北京恒挚科技有限公司、北京津发科技股份有限公司、海信视像科技股份有限公司、比亚迪股份有限公司、赛力斯汽车有限公司、北京人因智能工程技术研究院、卡仕达电子科技有限公司，神通科技集团股份有限公司。

本文件主要起草人：张运红、程银、司峰、梁倩霞、林碧珠、陈兆梅、李勃、吴庆利、漆奇、李甲华、刘远、李刚、王志强、李世钰、杨毅、刘国利、胡悦琳、赵起超、杨苒、朱小青、范洁云、石磊、王其为、王阳、姚成、徐兴红、刘娟。

引 言

随着汽车行业的技术升级，汽车逐渐成为人们未来生活的移动第三空间，车内的显示设备也将成为各类信息传递的重要载体。然而，很多人对当前的车载显示设备会表现出晕动的症状，导致车载显示设备不能大面积普及。当前，由观看车载显示设备引起的晕动病问题成为困扰业界技术发展的关键问题，亟需研制车载显示设备抗晕动质量特性的测评标准及相关技术要求。抗晕动作为车载显示的重要质量特性，也是影响车载显示用户体验的最重要因素，需从用户的角度进行测评，利用用户测评结果来规范并引领车载显示设备主观质量的持续改进和不断提升，以适应未来车载显示设备行业高速发展的需求。

用户体验 车载显示设备抗晕动质量测评技术规范

1 范围

本文件规定了车载情境下乘客使用显示设备抗晕动能力的主客观技术要求及测评方法。

本文件适用于车载情境下乘客使用显示设备抗晕动能力测评，其主观测评方法同时适用于车载情境下针对乘客的晕车体验测试。

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。

T/CVIA-75-2019 健康显示器件第3部分 低闪烁显示器件技术要求与测试方法

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

晕动 motion sickness

乘坐交通工具时，人的视觉系统、前庭系统以及本体觉感知到信息之间的冲突导致的不适，其症状包括眩晕、恶心、面色苍白、出冷汗、腹痛、呕吐等。

3.1.2

主试者 experimenter/observer

实验中，主持实验进展的人员。

注：主试者的任务主要是在实验中按照实验设计给测试对象指导语并执行实验程序。

[来源：GB/T 40230.1—2021, 3.4]

3.1.3

被试者 subject/participant

实验中，参加实验过程或接受实验的人员。

注：也叫受试者或被测者。

[来源：GB/T 40230.1-2021, 3.5]

3.1.4

视觉任务 visual task

给被试者观看的视觉刺激材料。

3.1.5

像距 image distance

显示设备所成实像或虚像平面到出瞳（人眼瞳孔）的距离。

[来源：GB/T 382539-2019, 3.18, 有修改]

3.1.6

亮度对比度 luminance contrast ratio

信息亮度与背景亮度之比。

[来源：SAE J1757-1 2021]

3.1.7

角分辨率 pixel per degree

在用户视野中，沿某一方向，每个单位角度内能够看到的显示设备所输出像素的数量。

[来源：GB/T 382539-2019, 3.19]

3.1.8

色域覆盖率 color gamut coverage

在CIE 1976均匀色度空间 (u', v') 或者CIE 1931 色度空间 (x, y)，显示设备显示的色域面积（即三基色R.G.B三角形的面积）占 (u', v')，(x, y) 色度空间全部可见光谱（从380nm至780nm）所对应的面积的百分比。

[来源：SJ/T11324-2006]

3.1.9

闪烁 flicker

闪烁是指发光体亮度在一定周期时间内（通常很短）的变化能够被人眼所分辨的一种现象。

[来源：T/CVIA 75-2019, 3.1]

3.1.10

畸变 distortion

畸变是指光学系统对物体所成的像相对于物体本身而言的失真程度。

3.1.11

精密度 precision

在规定条件下，独立测试结果间的一致程度。

[来源：GB/T 6379.1-2004, 3.12]

3.1.12

量表 scale

确定主观的、有时是抽象的概念的定量化测量的程序和工具。

3.1.13

抗晕动指数 anti-motion-sickness index

在规定时间和规定测试条件下，乘客观看显示设备进行视觉任务过程中及过程后所产生的晕动情况的综合量化评价结果。

3.2 缩略语

DUT——被测显示设备(Display Under Test)；

LMT——光测量设备(Luminance Measurement Terminal)；

PMT——光电倍增管(Photomultiplier Tube)。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 安全要求

应确保测试过程、测试产品和操作规范符合相关安全要求，符合现有交通法律法规。

4.1.2 测试设置

关于测量，如果本标准中未另行规定则被测装置应在默认模式下。

4.2 客观性能参数技术要求

4.2.1 像距

对不同类型的车载显示设备的像距具体要求应不同。在保证可以清晰观看显示内容的基础上，像距越大越有利于降低晕动感。

不同像距评价得分/等级技术要求如表1所示，权重见附录A。

表1 像距评价得分/等级技术要求

像距技术要求	得分
像距<300 mm	5分
300 mm≤像距<500 mm	6分
500 mm≤像距≤2000 mm	7分
2000 mm<像距≤2500 mm	8分
像距>2500 mm	9分

4.2.2 亮度

最大亮度应 ≥ 150 cd/m²。

4.2.3 亮度对比度

不同亮度对比度评价得分/等级技术要求如表2所示，权重见附录A。

表2 不同亮度对比度评价得分/等级技术要求

亮度对比度技术要求	得分
亮度对比度<200	0分
300:1>亮度对比度 $\geq 200:1$	1分
400:1>亮度对比度 $\geq 300:1$	2分
600:1>亮度对比度 $\geq 400:1$	3分
800:1>亮度对比度 $\geq 600:1$	4分
1000:1>亮度对比度 $\geq 800:1$	5分
2000:1>亮度对比度 $\geq 1000:1$	6分
5000:1>亮度对比度 $\geq 2000:1$	7分
10000:1>亮度对比度 $\geq 5000:1$	8分
亮度对比度 $\geq 10000:1$	9分

4.2.4 字符清晰度

字符清晰度应 $\geq 75\%$ 。

4.2.5 角分辨率

对于显示类产品，角分辨率PPD数值越大，说明对细节的显示越精细，用户对显示画面的感受越清晰。

不同评价得分/等级角分辨率技术要求如表3所示，权重见附录A。

表3 不同角分辨率评价得分/等级技术要求

角分辨率技术要求	得分
15>角分辨率 ≥ 10	0分
20>角分辨率 ≥ 15	1分
30>角分辨率 ≥ 20	2分
40>角分辨率 ≥ 30	3分
50>角分辨率 ≥ 40	4分
60>角分辨率 ≥ 50	5分
70>角分辨率 ≥ 60	6分
80>角分辨率 ≥ 70	7分
90>角分辨率 ≥ 80	8分
角分辨率 ≥ 90	9分

4.2.6 色域覆盖率

常见的有sRGB、DCI-P3和NTSC等，不同类型的色域覆盖率要求如下：

- $\geq 95\%$ sRGB 覆盖率;
- $\geq 72\%$ NTSC 面积比;
- $\geq 90\%$ DCI-P3 覆盖率。
- 以上三种色域覆盖技术要求满足其一即可。

4.2.7 闪烁

不同闪烁评价得分/等级技术要求如表4所示，权重见附录A。

表4 不同闪烁评价得分/等级技术要求

闪烁技术要求	得分
$-20\text{db} < \text{闪烁} \leq -15\text{db}$	0分
$-25\text{db} < \text{闪烁} \leq -20\text{db}$	1分
$-30\text{db} < \text{闪烁} \leq -25\text{db}$	2分
$-35\text{db} < \text{闪烁} \leq -30\text{db}$	3分
$-40\text{db} < \text{闪烁} \leq -35\text{db}$	4分
$-45\text{db} < \text{闪烁} \leq -40\text{db}$	5分
$-50\text{db} < \text{闪烁} \leq -45\text{db}$	6分
$-55\text{db} < \text{闪烁} \leq -50\text{db}$	7分
$-60\text{db} < \text{闪烁} \leq -55\text{db}$	8分
闪烁 $\leq -60\text{db}$	9分

4.2.8 畸变

不同畸变（允许畸变校正）评价得分/等级技术要求如表5所示，权重见附录A。

表5 不同畸变评价得分/等级技术要求

畸变技术要求	得分
$4.0\% < \text{畸变} \leq 5.0\%$	0分
$3.5\% < \text{畸变} \leq 4.0\%$	1分
$3.0\% < \text{畸变} \leq 3.5\%$	2分
$2.5\% < \text{畸变} \leq 3.0\%$	3分
$2.0\% < \text{畸变} \leq 2.5\%$	4分
$1.5\% < \text{畸变} \leq 2.0\%$	5分
$1.0\% < \text{畸变} \leq 1.5\%$	6分
$0.5\% < \text{畸变} \leq 1.0\%$	7分
$0.1\% < \text{畸变} \leq 0.5\%$	8分
畸变 $\leq 0.1\%$	9分

4.2.9 环境光对比度

典型行车环境，环境光对比度应 $\geq 10:1$ 。

4.2.10 反射率

不同反射率评价得分/等级技术要求如表6所示，权重见附录A。

表6 不同反射率评价得分/等级技术要求

反射率技术要求	得分
$10 < \text{反射率} \leq 15$	0分
$7.5 < \text{反射率} \leq 10$	1分
$6.5 < \text{反射率} \leq 7.5$	2分
$5.5 < \text{反射率} \leq 6.5$	3分
$4.5 < \text{反射率} \leq 5.5$	4分

反射率技术要求	得分
3.5<反射率≤4.5	5分
2.5<反射率≤3.5	6分
1.5<反射率≤2.5	7分
1<反射率≤1.5	8分
反射率≤1	9分

注1：本条款仅针对透射式车载显示设备。

4.3 抗晕动人因测评技术要求

4.3.1 抗晕动人因测评一般要求

4.3.1.1 测试机构资质要求

测试机构需通过CNAS或CMA认可，其管理和技术符合CNAS要求。

4.3.1.2 测试场地和环境

测量应在模拟行驶现场的车内中进行，且车状况完好，没有出现重大交通事故等问题。

模拟现场测试时，应保证每个被试的测试路线相同，测试时长设置相同，如40分钟。测试路线应包括不同类型的弯道及其震动程度。

4.3.1.3 被试者选择要求

被试者的选择影响实验结果的适用性和一致性，应排除不能完成实验任务的人。

被试招募要求如下：

- 典型目标用户：被试者应为所测产品类型的典型使用且易晕车被试者，不同晕车程度的被试者比例为轻度被试者 30%，中度被试者 50%，重度被试者 20%，被试者晕车程度可使用 MSSQ 等量表进行筛选；
- 被试者人数应不小于 15 人；
- 基础视力要求：无眼疾，视力或矫正视力正常，近视度数宜控制在 300° 以内且散光控制在 50° 以内；
- 语言理解和表达能力：应能够清楚无误地理解测试时所需要完成的任务，并具有清晰表达能力。

被试的选择依据、样本量、样本选择方法、被试的眼部疾病史、脑部疾病史等情况应有记录并保存归档。存档日期应依据所在实验室对原始数据的保存时间而定。

4.3.1.4 主试者资质要求

从事测试的主试者应具有心理学、人类工效学、眼视光学、社会学、生物学等相关领域工作经验，测试前需要确认是否有相关资质，并经过专业培训。

4.3.1.5 测试工具要求

脑电设备每导采样率 $\geq 500\text{Hz}$ ，共模抑制比 $\geq 100\text{dB}$ ，额区导联数 ≥ 8 导。

量表工具采用信度和效度来评价其可靠性和有效性，要求所选择的晕动评价量表信度应 ≥ 0.90 ，效度应 ≥ 0.80 。

4.3.1.6 数据记录及报告要求

数据记录集结果报告应符合以下要求：

- 实验数据记录应完整清晰，宜包括必要的被试者基本信息资料，如年龄、性别、色盲及色弱情况，眼疾患病史，晕车程度，是否患有精神疾病及脑部疾病等；
- 测试数据的保存及销毁应依据相关规章制度来执行；
- 结果表述中的数据小数点后数字需至少保留两位有效数字；
- 数据结果报告需详细介绍测试的被试者情况、测试工具、测试程序等。

4.3.2 抗晕动指数（AMSI）要求

抗晕动指数的得分范围为0~10分，抗晕动指数应 ≥ 5.50 ，分数越高说明所引起的晕动程度越轻，对大脑晕动的影响越小。抗晕动指数的不同等级要求见表7。

表7 抗晕动指数的等级要求

设备类型	抗晕动指数等级		
	3级	2级	1级
车载显示设备	$AMSI < 5.50$	$5.50 \leq AMSI < 7.50$	$AMSI \geq 7.50$
评价	不合格	合格	优良

注：AMSI为抗晕动指数。

4.4 总分要求

总分的得分范围为0~10分，总分应 ≥ 5.50 ，分数越高说明所引起的晕动程度越轻，对大脑晕动的影响越小。总分的不同等级要求见表8。

表8 总分的等级要求

设备类型		总分等级		
		3级	2级	1级
车载显示设备	光学权重 30%	$WAMSI < 5.50$	$5.50 \leq WAMSI < 7.50$	$WAMSI \geq 7.50$
	人因权重 70%			
评价		不合格	合格	优良

5 测试方法

5.1 客观性能参数测试方法

5.1.1 像距

5.1.1.1 测量条件

模拟车载情境正常观看显示设备，将高清相机中心对准虚像显示产品显示内容：线对图或点阵图。

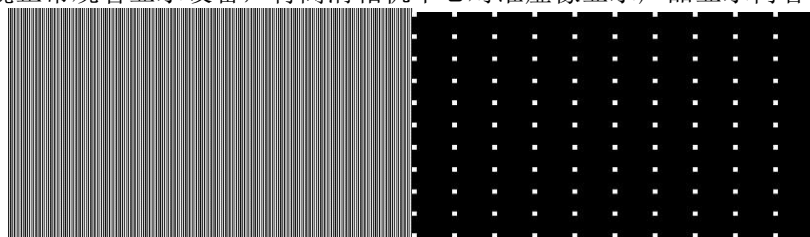


图1 虚像测试线对及点阵图

5.1.1.2 测试步骤

测试应遵循以下步骤：

- 将测试相机中心对准点阵图中心位置，保证中心对齐且无左右倾斜。
- 在被测虚像显示设备及测试相机位置确定后，显示黑白线对图或点阵图用于测试相机对焦。测试相机通过对焦直到图像清晰，分别记录不同对焦距离和图像清晰度的关系曲线，清晰度越高，测得的边缘信息越多。
- 读取不同对焦距离和图像清晰度的关系曲线峰值，峰值对应的对焦距离即为虚像显示产品的虚像距。
- 记录虚像距数值。

5.1.1.3 结果表示

像距：XXmm。

5.1.2 亮度

5.1.2.1 测量条件

测量素材应为全屏幕白色模式。

5.1.2.2 测试步骤

测试应遵循以下步骤：

- DUT 显示测量图案，将测试设备的光轴对准图像的中心；
- 在 P_0 的位置测量中心亮度 L_0 ，如图 2 所示。

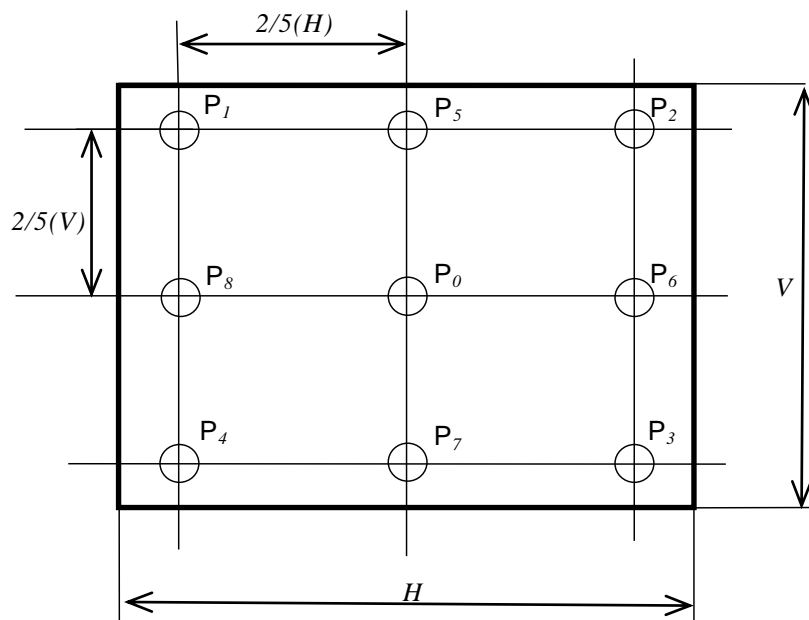


图2 亮度测量的测试位置示意图

5.1.2.3 结果表示

最大亮度：XX cd/m²。

5.1.3 亮度对比度

5.1.3.1 测量条件

测量图案：全屏幕白色模式和全屏幕黑色模式。

5.1.3.2 测试步骤

在全屏幕白色模式和全屏幕黑色模式下分别测量中心位置 P_0 的亮度。

5.1.3.3 结果计算

对比度的计算如公式 (1) 所示。

$$CR = \frac{L_W}{L_B} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CR——亮度对比度；

L_W ——测量全屏幕白色模式的亮度；
 L_B ——测量全屏幕黑色模式的亮度。

5.1.4 字符清晰度

5.1.4.1 测量条件

测量图案：全屏幕显示不同分辨率不同像素线宽（建议4像素）的垂直黑白线对，如图3所示。



图3 不同分辨率的垂直黑白线对示意图

5.1.4.2 测试步骤

测试步骤如下：

- DUT 显示全屏幕垂直黑白线对；
- 将测试设备的光轴对准测试画面的中心；
- 测量中心位置的最大亮度 $L_{max,0}$ 和最小亮度 $L_{min,0}$ ；
- DUT 显示其他的黑白线对测试图，重复步骤 a) ~步骤 c) 得到不同黑白线对测试图下的最大亮度 $L_{max,i}$ 和最小亮度 $L_{min,i}$ 。

5.1.4.3 结果计算

字符清晰度的计算如公式（2）所示。

$$C_i = \frac{L_{max,i} - L_{min,i}}{L_{max,i} + L_{min,i}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- C_i ——不同分辨率的黑白线对条件下的字符清晰度；
 L_{max} ——最大亮度；
 L_{min} ——最小亮度；
 i ——不同分辨率的黑白线对测试图。

5.1.5 角分辨率

5.1.5.1 测试步骤

测试步骤如下：

- 被测设备显示测量图案：全屏幕白色模式；
- 调整光测量设备的入瞳位置至被测设备的眼点，且位于双轴旋转台的交叉点上，将光测量设备的光轴对准虚拟图像的中心；
- 直接拍摄被测设备显示的测量图案或旋转光测量设备，从中心向左右和上下分别测量显示图像的边界，记录左右和上下对应的水平角度（ H_L 、 H_R ）和垂直角度（ V_T 、 V_B ），单位为度（°）。

5.1.5.2 结果计算

计算步骤如下：

- a) 首先计算水平和垂直方向的视场角，水平视场角的计算如公式（3）所示，垂直视场角的计算如公式（4）所示。

$$FOV_H = H_L + H_R \dots\dots\dots (3)$$

$$FOV_V = V_T + V_B \dots\dots\dots (4)$$

式中：

FOV_H ——水平方向的视场角；

FOV_V ——垂直方向的视场角；

H_L ——水平中心向左的角度；

H_R ——水平中心向右的角度；

V_T ——垂直中心向上的角度；

V_B ——垂直中心向下的角度。

- b) 通过分辨率和视场角计算 PPD，水平方向的 PPD 的计算如公式（5）所示，垂直方向的 PPD 的计算如公式（6）所示。

$$PPD_H = \frac{Pixel_H}{FOV_H} \dots\dots\dots (5)$$

$$PPD_V = \frac{Pixel_V}{FOV_V} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

PPD_H ——水平方向的角分辨率；

PPD_V ——垂直方向的角分辨率；

$Pixel_H$ ——水平方向的像素点个数；

FOV_H ——水平方向的单眼视场角；

$Pixel_V$ ——垂直方向的像素点个数；

FOV_V ——垂直方向的单眼视场角。

5.1.6 色域覆盖率

5.1.6.1 测量条件

测量图案：全屏幕红色，绿色和蓝色模式。

5.1.6.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) DUT 显示全屏幕红色；
- b) 调整 LMT 的入瞳位置至 DUT 的眼点，且位于双轴旋转台的交叉点上，将 LMT 的光轴对准虚拟图像的中心；
- c) 测量中心位置的色度坐标 (x_R , y_R)；
- d) DUT 显示全屏幕绿色和蓝色，重复步骤 b) ~步骤 c) 来测量绿色和蓝色的色度坐标 (x_G , y_G) 和 (x_B , y_B)。

5.1.6.3 结果计算

色域面积比按照公式（7）计算，色域覆盖率按照公式（8）计算。

$$G_{NTSC} = \frac{|(x_R - x_B) \times (y_G - y_B) - (x_G - x_B) \times (y_R - y_B)|}{0.3141} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

$$G_{coverage} = \frac{(y_G - y_B) \times (x_R - x_B) - 0.5 \times (x_R - x_B) \times (y_R - y_B) - 0.5 \times (x_R - x_G) \times (y_G - y_R) - 0.5 \times (y_G - y_B) \times (x_G - x_B)}{color\ space} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

G_{NTSC} ——色域面积比；

- $G_{coverage}$ ——色域覆盖率；
 X_R ——红色的 CIE1931 的 x 坐标；
 Y_R ——红色的 CIE1931 的 y 坐标；
 X_G ——绿色的 CIE1931 的 x 坐标；
 Y_G ——绿色的 CIE1931 的 y 坐标；
 X_B ——蓝色的 CIE1931 的 x 坐标；
 Y_B ——蓝色的 CIE1931 的 y 坐标。

5.1.7 闪烁

5.1.7.1 测量条件

依次测量以下条件的闪烁情况：

- 白画面 $R=G=B=255$ (10%lum, 20%lum, 30%lum, 40%lum, 50%lum, 100%lum)；
- 127 灰阶画面 $R=G=B=127$ ；
- 棋盘格画面 (6×10)。

5.1.7.2 测试步骤

测试方法要求见 T/CVIA-75-2019，具体步骤如下：

- 将设备调整到测试画面，预热 10 分钟；
- 使用 PMT 或者专用闪烁设备在最佳对焦位置或者设计观看位置进行数据采集（建议采样频率不低于 20KHz），将输出的模拟亮度波形信号转化为数字亮度波形信号，并对数字亮度波形信号进行傅里叶变换，获得特定的频率波幅值；
- 将每个频率的幅值 P 乘以人眼闪烁敏感度曲线对应的频率处的敏感度因子（Flicker Sensitivity, FS），人眼闪烁敏感度曲线图 4 所示，人眼闪烁敏感度曲线对应的频率处的敏感度因子如表 9 所示，找到最大值。

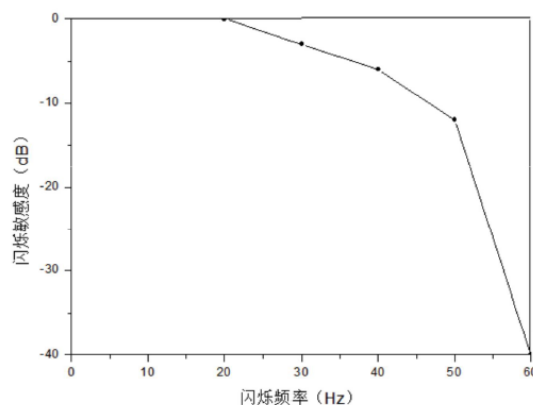


图4 闪烁频率与闪烁敏感度的关系示意图

表9 不同闪烁频率条件下的闪烁灵敏度和灵敏度因子

频率 (Hz)	闪烁灵敏度 (dB)	灵敏度因子
20	0	1.000
30	-3	0.708
40	-6	0.501
50	-12	0.251
≥60	-40	0.010

5.1.7.3 结果计算

闪烁的计算如公式 (9) 所示，结果保留三位有效数字。

$$F = 20 \lg \left(\frac{\sqrt{2} \times \max(P \times FS)}{P_0} \right) [dB] \dots\dots\dots (9)$$

式中：

F —— 闪烁；

FS —— 灵敏度因子；

P_0 —— 直流分量的幅值。

5.1.8 畸变

5.1.8.1 测量条件

测量图案：全屏幕显示黑场白窗格画面，黑框宽度为全屏幕的十分之一，如图 5 所示。



图5 畸变测试画面

5.1.8.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) DUT 显示测量图案；
- b) 将测试设备的光轴对准虚拟图像的中心；
- c) 拍摄 DUT 显示的测量图案，得到图像中心位置的长度 (L)、宽度 (W) 和对角线长 (D_1 , D_2)。

5.1.8.3 结果计算

畸变的计算如公式 (10) 所示。

$$Distortion = 1 - \frac{2 \times \sqrt{L^2 + W^2}}{D_1 + D_2} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$Distortion$ —— 畸变；

L —— 图像中心位置的长度；

W —— 图像中心位置的宽度；

D_1 —— 对角线长；

D_2 —— 对角线长。

5.1.9 环境光对比度

5.1.9.1 测量条件

光谱辐亮度测试设备，稳定的匀光光源，光源照度均匀性需要 $\geq 90\%$ 。

5.1.9.2 测试步骤

- a) DUT 设置标准状态，关闭环境光自适应功能，亮度调制最亮，测试视角 10° ；
- b) 分别设置环境光照度匹配当下使用场景，建议 $45000lx$ ；
- c) 测试相应环境光照度白画面亮度 L_w ，黑画面亮度 L_b 。

5.1.9.3 结果计算

对比度 ACR 的计算如公式 (11) 所示。

$$ACR = \frac{L_w}{L_b} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

ACR ——对比度；

L_w ——白画面亮；

L_b ——黑画面亮度。

5.1.10 反射率

5.1.10.1 测量条件

测试装置包含以下部分：

——光谱辐亮度测试设备；

——积分球漫射光源，积分球采样口应比测试探头孔径光阑大 20-30%，采样球直径应不小于采样口尺寸的 6 倍，光源采用宽光谱光源，光源在红外波段的分量应尽量少；

——测试采用 d/8 结构，如下图所示，光测试探头置于积分球的测试口，与显示屏法线成 $8^\circ - 10^\circ$ 的方向观测被测终端显示屏中心并聚焦于显示屏表面；

——已知漫反射比的标准白板。

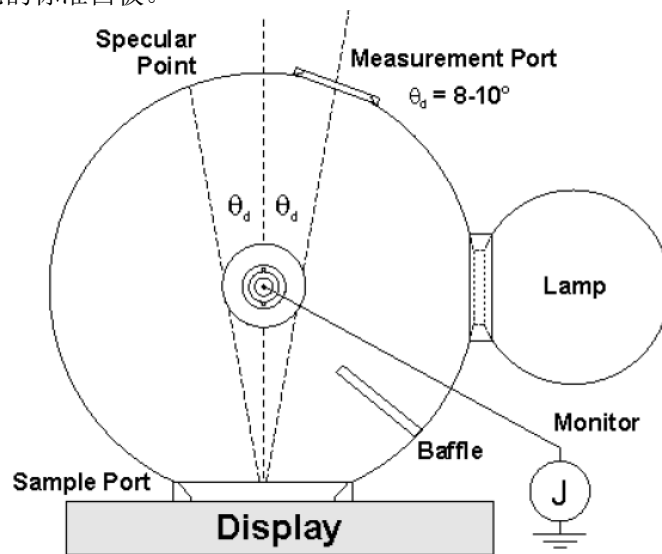


图6 d/8 积分球结构图

5.1.10.2 测试步骤

在积分球提供的均匀漫反射照明下，在探测器倾角为 8° 时，测量显示器的反射参数 SCI 以及 SCE。

5.1.10.3 结果计算

反射比的计算如公式 (12) 所示。

$$SCI = \frac{L_{Display}}{L_{Standard}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- SCI ——反射率；
 $L_{Display}$ ——显示屏息屏亮度；
 $L_{Standard}$ ——标准漫反射板亮度。

5.2 抗晕动指数测评方法

5.2.1 测试准备

5.2.1.1 实验伦理登记和审核

实验前宜进行实验伦理登记和审核。

5.2.1.2 测试环境搭建

测试环境为实际带弯道的道路进行，应包含不同类型的路段，即弯道、颠簸路段、上下坡、红绿灯（启停加减速）。如实验设计另有特殊要求，应符合实验设计要求。

5.2.1.3 视觉任务

当视觉任务为视频时，视频素材的选取一般遵循应至少遵循以下原则：

- 体验素材应为情绪效应中性，不会引起观看者剧烈的情绪波动；
- 画面整体颜色亮度保持一致，不会出现大幅变化。

5.2.1.4 招募和筛选被试

依据实验目的和测试设备要求确定被试招募原则并对被试进行筛选，具体要求请参考4.3.1.2。

5.2.2 测试流程

具体的测试流程如下：

- a) 预约并确认被试是否符合测试要求（详见4.3.1.2），对符合测试要求的被试者签署知情同意书。
- b) 填写被试基本情况登记表。
- c) 正式测试开始前应根据实验目的要求进行任务培训，以确保被试者熟悉测试任务及相关测试设备。
- d) 测试前应记录被测设备的亮度、色温等，同时确保被试坐姿舒适，记录被试舒适观看时的眼睛高度、观看距离以及观看角度等。
- e) 在被试正式进行任务之前，对被试当前状态进行基准测试，根据实验设计确定采集何种数据。如，基线脑电和晕动量表等数据需在测试前采集。
- f) 进行诱发晕动的实验任务，一般采用观影任务。观影时长通常设置为40分钟，同时记录脑电实验数据，并进行必要的事件标记。
- g) 脑电测试完成进行晕动主观量表调研。
- h) 测试完成后需结清被试费用，检查测试数据是否完整，并拷贝测试数据备份，收拾实验场地，将实验设备存放原处等。

5.2.3 结果计算

根据附录B或其他对应的量表要求进行主观晕动分数计算，并进行反向标准化。根据实验设计及实验目的，截取脑电相应时间段的原始或预处理后的相对功率数据，进行反向标准化，计算脑电EEG晕动指数。不同指标的权重利用主客观结合的方法进行计算。

抗晕动指数的计算如公式（13）所示。

$$AMSI = M_{Sub} * W_{Sub} + M_{Obj} * W_{Obj} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

- $AMSI$ ——表示抗晕动指数；
- M_{Sub} ——表示反向标准化后的主观晕动量表分数；

- W_{sub} ——表示晕动量表的权重；
 M_{obj} ——表示反向标准化后的脑电EEG晕动分数；
 W_{obj} ——表示脑电EEG的权重。

5.3 总分计算方法

总分的计算如公式（14）所示。

$$WAMSIS = M_{OP} * 0.3 + AMSI * 0.7 \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- $WAMSIS$ ——表示加权抗晕动总分；
 M_{OP} ——表示客观性能参数得分；
 $AMSI$ ——表示抗晕动指数。

附录 A
(规范性)

车载显示设备抗晕动客观性能参数评价表

车载显示设备抗晕动不同客观性能参数的权重、技术要求及得分如表 A.1 所示。

表A.1 车载显示设备抗晕动客观性能参数评价表

序号	项目	权重	技术要求	得分
1	像距	40%	像距 < 300 mm	5 分
			300 mm ≤ 像距 < 500 mm	6 分
			500 mm ≤ 像距 ≤ 2000 mm	7 分
			2000 mm < 像距 ≤ 2500 mm	8 分
			像距 > 2500 mm	9 分
2	亮度	0%	最大亮度 ≥ 300 cd/m ²	不计分
3	亮度对比度	5%	亮度对比度 < 200	0 分
			300:1 > 亮度对比度 ≥ 200:1	1 分
			400:1 > 亮度对比度 ≥ 300:1	2 分
			600:1 > 亮度对比度 ≥ 400:1	3 分
			800:1 > 亮度对比度 ≥ 600:1	4 分
			1000:1 > 亮度对比度 ≥ 800:1	5 分
			2000:1 > 亮度对比度 ≥ 1000:1	6 分
			5000:1 > 亮度对比度 ≥ 2000:1	7 分
			10000:1 > 亮度对比度 ≥ 5000:1	8 分
4	字符清晰度	0	字符清晰度 ≥ 75%	不计分
5	角分辨率	20%	15 > 角分辨率 ≥ 10	0 分
			20 > 角分辨率 ≥ 15	1 分
			30 > 角分辨率 ≥ 20	2 分
			40 > 角分辨率 ≥ 30	3 分
			50 > 角分辨率 ≥ 40	4 分
			60 > 角分辨率 ≥ 50	5 分
			70 > 角分辨率 ≥ 60	6 分
			80 > 角分辨率 ≥ 70	7 分
			90 > 角分辨率 ≥ 80	8 分
			角分辨率 ≥ 90	9 分
6	色域覆盖率	0	≥ 95% sRGB 覆盖率, 或者 ≥ 72% NTSC 面积比, 或者 ≥ 90% DCI-P3 覆盖率	不计分
7	闪烁	10%	-20db < 闪烁 ≤ -15db	0 分
			-25db < 闪烁 ≤ -20db	1 分
			-30db < 闪烁 ≤ -25db	2 分
			-35db < 闪烁 ≤ -30db	3 分
			-40db < 闪烁 ≤ -35db	4 分
			-45db < 闪烁 ≤ -40db	5 分
			-50db < 闪烁 ≤ -45db	6 分
			-55db < 闪烁 ≤ -50db	7 分
			-60db < 闪烁 ≤ -55db	8 分
			闪烁 ≤ -60db	9 分
8	畸变	10%	4.0% < 畸变 ≤ 5.0%	0 分
			3.5% < 畸变 ≤ 4.0%	1 分
			3.0% < 畸变 ≤ 3.5%	2 分
			2.5% < 畸变 ≤ 3.0%	3 分
			2.0% < 畸变 ≤ 2.5%	4 分
			1.5% < 畸变 ≤ 2.0%	5 分

			1.0% < 畸变 ≤ 1.5%	6分
			0.5% < 畸变 ≤ 1.0%	7分
			0.1% < 畸变 ≤ 0.5%	8分
			畸变 ≤ 0.1%	9分
9	环境光对比度	0	45000lx 下, 对比度 ≥ 10: 1	不计分
10	反射率	15%	10 < 反射率 ≤ 15	0分
			7.5 < 反射率 ≤ 10	1分
			6.5 < 反射率 ≤ 7.5	2分
			5.5 < 反射率 ≤ 6.5	3分
			4.5 < 反射率 ≤ 5.5	4分
			3.5 < 反射率 ≤ 4.5	5分
			2.5 < 反射率 ≤ 3.5	6分
			1.5 < 反射率 ≤ 2.5	7分
			1 < 反射率 ≤ 1.5	8分
			反射率 ≤ 1	9分

注：反射率仅针对透射式车载显示设备，如为反射式车载显示设备，客观性能参数得分计算公式如下：

$$M_{OP} = (\sum_{i=1}^9 Index_i * W_i) \div 0.85 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

M_{OP} ——表示客观性能参数得分；

i ——表示客观性能参数项目的序号；

$Index_i$ ——表示第 i 项客观性能参数的得分；

W_i ——表示第 i 项客观性能参数的权重。

附录 B
(规范性)
主观量表

车载显示晕动测试主观量表可选择合适的晕动症评价量表，如SSQ（Simulator Sickness Questionnaire）等。SSQ量表通常用来评价被试的主观晕动程度。该量表包括恶心、眼部不适和方向障碍三个维度及总分。各个选项对应的分值及其权重如下表B.1所示。

表B.1 SSQ 量表评分及权重计算

症状 (symptom)	评分 (score)				权重 (weight)		
	0	1	2	3	N	O	D
一般不适 (general discomfortable)					1	1	
疲劳 (fatigue)						1	
头痛 (headache)						1	
眼睛疲劳 (eyestrain)						1	
聚焦困难 (difficulty focusing)						1	1
唾液分泌增加 (increased salivation)					1		
出汗 (sweating)					1		
恶心 (nausea)					1		1
难以集中 (difficulty concentration)					1	1	
头胀 (fullness of head)							1
视力模糊 (blurred vision)						1	1
头晕, 睁眼 (dizzy, eyes open)							1
头晕, 闭眼 (dizzy, eyes closed)							1
眩晕 (vertigo)							1
胃部不适 (stomach awareness)					1		
打嗝 (burping)					1		
总评分 (Total Score, TS)					[1]	[2]	[3]
<p>注：上述SSQ表共包含16种症状，每种症状分0~3这四个评分等级。</p> <p>——恶心 (Nausea, N)：反映肠胃不适感，与自主神经系统相关；</p> <p>——眼部不适 (Oculomotor, O)：反映视觉障碍，与视觉相关；</p> <p>——方向障碍 (Disorientation, D)：反映前庭障碍，与前庭系统紊乱相关。</p> <p>各维度的计算方法如下：</p> <p>——N = [1] × 9.54；</p> <p>——O = [2] × 7.58；</p> <p>——D = [3] × 13.92。</p>							

参 考 文 献

- [1] IEEE 3079-2020 - IEEE Standard for Head-Mounted Display (HMD)-Based Virtual Reality(VR) Sickness Reduction Technology.
- [2] Kennedy R S, Lane N E, Lilienthal M G, et al. Profile Analysis of Simulator Sickness Symptoms: Application to Virtual Environment Systems[J]. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1992, 1(3):295-301.
- [3] Lim H, Ji K, Ye S W, et al. Test-retest reliability of the Virtual Reality Sickness Evaluation using Electroencephalography (EEG)[J]. Neuroscience Letters, 2020, 743:135589.
- [4] K.-M. J, Kwon M, Nam S G, et al. Estimating objective (EEG) and subjective (SSQ) cybersickness in people with susceptibility to motion sickness[J]. Applied Ergonomics, 2022, 102:103731.
- [5] ISO/TR 9241-393: Ergonomics of human-system interaction—Part 393: Structured literature review of visually induced motion sickness during watching electronic images.
- [6] IDMS VERSION 1.1a INFORMATION DISPLAY MEASUREMENTS STANDARD.