

# 团体标准

T/ITS 0220-2023

## 智能座舱健康度技术要求和测试方法

Intelligent cockpit health score technical requirements and test methods

2023-12-26 发布

2023-12-26 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语、定义和缩略语 ..... 1

4 智能座舱健康度评价指标体系 ..... 2

5 技术要求 ..... 3

6 测试方法 ..... 6

参考文献 ..... 11

## 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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：交通运输部公路科学研究所、中国汽车工程研究院股份有限公司、清华大学、东风商用车股份有限公司、重庆渝微电子技术研究院有限公司、重庆邮电大学、北京汽车研究总院有限公司、北京航空航天大学。

本文件起草人：刘璐、朱立伟、董轩、耿心、汪旗航、唐秋阳、张强、黄阳、王建强、袁泉、李阳、赵红旺、漆奇、王丽丽、曾素华、蒋建春、林峰、于洲、强同磊、苑春霞、夏海英、崔志勇。

# 智能座舱健康度技术要求和测试方法

## 1 范围

本文件规定了汽车智能座舱健康度的术语和定义，评价指标体系，技术要求和测试方法等内容。  
本文件适用于具备智能座舱的汽车，其他包含车载光系统和电磁系统的可参照执行。

## 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 8702—2014 电磁环境控制限制

GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全性

GB/T 37130—2018 车辆电磁场相对于人体暴露的测量方法

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

GB/T 20145、GB 8702界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**环境光对比度 ambient contrast ratio**

在一定环境光照度下，显示屏显示画面明暗的对比程度。

#### 3.1.2

**蓝光加权辐亮度 blue light weight radiance**

用蓝光光谱加权函数加权过的辐亮度。

[来源：GB/Z 39942—2021，3.10，有修改]

#### 3.1.3

**蓝光加权辐照度 blue light weighted irradiance**

用蓝光光谱加权函数加权过的辐照度。

[来源：GB/Z 39942—2021，3.5，有修改]

#### 3.1.4

**眼盒 eyebox**

驾驶员眼睛对应虚像有效孔径立体角的并集，规定了能观察到完整虚像显示信息的人眼最大移动范围，一般包括水平参数和垂直参数。

## 3.1.5

**眼点 eye point**

驾驶员两眼之间的中心点。

## 3.1.6

**视场角 field of view**

驾驶员眼点与虚像边界线形成的夹角,水平面内驾驶员眼点与虚像纵向边界线的夹角为水平现场角,垂直面内驾驶员眼点与虚像水平边界线的夹角为垂直视场角。对角线视场角是水平视场角与垂直视场角的矢量和。

## 3.1.7

**频闪 flicker**

由屏幕所发出视觉刺激亮度的暂时变化,通常由显示内容的刷新过程或由背景光亮度变化产生。

## 3.1.8

**角分辨率 pixels per degree**

在视场角内,每 $1^{\circ}$ 范围内的像素数量。

## 3.1.9

**虚像 virtual image**

抬头显示器光机显示的影像经成像介质投影后形成的可以被驾驶员直接看到的图像,此图像无法被光屏承接。

## 3.1.10

**虚像距离 virtual image distance**

驾驶员眼点到虚像的距离。

## 3.1.11

**虚像重影 virtual ghost image**

因成像介质对光机发出的出射光进行多次反射而产生多个可见且位置偏差的虚像。

## 3.1.12

**虚像采集基准姿态 Virtual Image Acquisition Reference Pose**

在采集虚像数据的过程中,采集设备所建立的固定三维参考坐标或位置。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DUT: 受试设备 (Device under Test)

HUD: 抬头显示器 (Head-Up Display)

FOV: 视场角 (Field of View)

PPD: 角分辨率 (Pixels per Degree)

## 4 智能座舱健康度评价指标体系

智能座舱健康度用于评估汽车座舱内光学设备和电磁学设备对人视觉、皮肤以及电磁辐射的影响,具体包括:①视疲劳和眩晕健康度、②视网膜健康度、③皮肤和角膜健康度、④电磁辐射健康度。智能座舱健康度评价指标体系见表1。

表 1 评价指标体系

| 一级指标  | 二级指标      | 三级指标      |
|-------|-----------|-----------|
| 光学健康度 | 视疲劳和眩晕健康度 | 环境光对比度    |
|       |           | 频闪        |
|       |           | HUD虚像距离   |
|       |           | HUD虚像重影   |
|       |           | HUD角分辨率   |
|       | 视网膜健康度    | 蓝光加权辐亮度   |
|       |           | 蓝光加权辐照度   |
|       |           | 热危害加权辐亮度  |
|       | 皮肤和角膜健康度  | 热危害辐照度    |
|       |           | 红外辐照度     |
| 电磁健康度 | 电磁辐射健康度   | 电场强度      |
|       |           | 磁场强度      |
|       |           | 磁感应强度     |
|       |           | 等效平面波功率密度 |

## 5 技术要求

### 5.1 光学健康度

#### 5.1.1 视疲劳和眩晕健康度

##### 5.1.1.1 环境光对比度

按照6.1中规定的环境光照度条件、6.2中规定的测试方法进行试验，环境光对比度的技术要求应符合表2的要求。

表 2 环境光对比度最低要求

| 环境条件 | 环境光对比度    |
|------|-----------|
| a    | 大于等于10: 1 |
| b    | 大于等于2: 1  |
| c    | 大于等于3: 1  |
| d    | 大于等于2: 1  |

##### 5.1.1.2 频闪

按照6.2中规定的方法进行试验，频闪的技术要求应符合表3的要求。

表 3 DUT 频闪最低要求

| 频率范围  | 频闪 (%)     |
|---|------------|
| $< 90 \text{ kHz}$                            | $< 0.025f$ |
| $90 \text{ kHz} \leq f \leq 1250 \text{ kHz}$ | $< 0.08f$  |
| $f \geq 1250 \text{ kHz}$                     | -          |

## 5.1.1.3 HUD 虚像距离

按照6.3规定的方法进行试验，HUD系统的虚像距离应符合表4的要求。

表4 虚像距离最低要求

| HUD 类型    | 虚像距离 (m) |
|-----------|----------|
| 组合式 HUD   | 大于等于 1.6 |
| 风挡抬头式 HUD | 大于等于 2.0 |
| 增强现实式 HUD | 大于等于 7.0 |

## 5.1.1.4 HUD 虚像重影

按照6.4规定的方法进行试验，HUD系统的虚像重影 $\gamma$ 应不大于3角分。

## 5.1.1.5 HUD 角分辨率

按照6.5规定的方法进行试验，抬头显示角分辨率宜在60 PPD~80 PPD之间。

## 5.1.2 视网膜健康度

## 5.1.2.1 蓝光加权辐亮度

根据GB/T 20145—2006中4.3.3式(14a)和式(14b)计算的光源蓝光加权辐亮度不应超过GB/T 20145—2006中规定的限值，见表5。

表5 蓝光加权辐亮度限值

| 曝辐时间 (s)       | 视场弧度 (°)                | 辐亮度限值 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ ) |
|----------------|-------------------------|---|
| 0.25~10        | $0.011\cdot\sqrt{t/10}$ | $10^6/t$  |
| 10~100         | 0.011                   | $10^6/t$  |
| 100~10 000     | $0.001\ 1\sqrt{t}$      | $10^6/t$  |
| $\geq 10\ 000$ | 0.1                     | 100   |

## 5.1.2.2 蓝光加权辐照度

对于对变角小于0.011弧度的小型光源，根据GB/T 20145中4.3.4式(16a)和式(16b)计算的蓝光加权辐照度不应超过GB/T 20145—2006中规定的限值，见表6。

表6 蓝光加权辐照度限值

| 曝辐时间 (s)   | 视场弧度 (°)  | 辐亮度限值 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ ) |
|------------|-----------|---|
| $\leq 100$ | $< 0.011$ | $100/t$   |
| $> 100$    |           | 1.0   |

## 5.1.2.3 热危害加权辐亮度

根据GB/T 20145中4.3.5式(18)计算的热危害加权辐亮度不应超过GB/T 20145—2006中规定的限值，见表7。

表 7 热危害的加权辐亮度限值

| 曝辐时间 (s) | 视场弧度 (°)                  | 辐亮度限值 ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ ) |
|----------|---------------------------|---|
| $<0.25$  | 0.011 7                   | $50\,000/(\alpha \cdot t^{0.25})$                             |
| 0.25~10  | $0.011 \cdot \sqrt{t/10}$ | $50\,000/(\alpha \cdot t^{0.25})$                             |

## 5.1.3 皮肤和角膜健康度

## 5.1.3.1 热危害辐照度

根据GB/T 20145中4.3.8式(21)计算的,可见光和红外辐射(380 nm~3000 nm)对皮肤的辐照度不应超过GB/T 20145—2006中规定的限值,见表8。

表 8 热危害辐照度限值

| 曝辐时间 (s) | 视场弧度 (°)        | 辐照度限值 ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ ) |
|----------|-----------------|---|
| $<10$    | $2\pi\text{sr}$ | $2\,000/t^{0.75}$   |

## 5.1.3.2 红外辐照度

对于波长在780 nm~3 000 nm之间的红外辐射,根据GB/T 20145中4.3.7式(20a)和式(20b)计算,不应超过GB/T 20145—2006中规定的限值,见表9。

表 9 红外辐照度限值

| 曝辐时间 (s)    | 视场弧度 (°) | 辐照度限值 ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ ) |
|-------------|----------|---|
| $\leq 1000$ | 1.4      | $18\,000/t^{0.75}$  |
| $>1000$     | 1.4      | 100   |

## 5.2 电磁健康度

## 5.2.1 电磁辐射健康度

## 5.2.1.1 电场强度

按照GB/T 37130中规定的测量场地、测量仪器、测量位置和测量方法进行试验,电场强度要求不应超过GB 8702—2014中的限值,见表10。

表 10 电场强度最低要求

| 频率范围            | 电场强度 (V/m)    |
|-----------------|---------------|
| 10 kHz~57 kHz   | 小于等于 70       |
| 57 kHz~100 kHz  | 小于等于 $4000/f$ |
| 100 kHz~400 kHz | 小于等于 40       |

注: 频率  $f$  的单位为所在行中第一栏的单位, 如 50 kHz 即  $f$  取值 50。

## 5.2.1.2 磁场强度

按照GB/T 37130中规定的测量场地、测量仪器、测量位置和测量方法进行试验,磁场强度要求不应超过GB 8702—2014中的限值,见表11。



表 11 磁场强度最低要求

| 频率范围            | 电场强度 (A/m)  |
|-----------------|-------------|
| 10 kHz~57 kHz   | 小于等于 $10/f$ |
| 57 kHz~100 kHz  | 小于等于 $10/f$ |
| 100 kHz~400 kHz | 小于等于 0.1    |

注：频率  $f$  的单位为所在行中第一栏的单位，如 50 kHz 即  $f$  取值 50。

### 5.2.1.3 磁感应强度

按照GB/T 37130中规定的测量场地、测量仪器、测量位置和测量方法进行试验，磁感应强度要求不应超过GB 8702—2014中的限值，见表12。

表 12 磁感应强度最低要求

| 频率范围            | 电场强度 ( $\mu\text{T}$ ) |
|-----------------|------------------------|
| 10 kHz ~57 kHz  | 小于等于 $12/f$            |
| 57 kHz~100 kHz  | 小于等于 $12/f$            |
| 100 kHz~400 kHz | 小于等于 0.12              |

注：频率  $f$  的单位为所在行中第一栏的单位，如 50 kHz 即  $f$  取值 50。

### 5.2.1.4 等效平面波功率密度

等效平面波功率要求应符合表13的要求。

表 13 等效平面波功率密度最低要求

| 频率范围            | 等效平面波功率密度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) |
|-----------------|-------------------------------------|
| 10 kHz ~57 kHz  | —                                   |
| 57 kHz~100 kHz  | —                                   |
| 100 kHz~400 kHz | 小于等于 4                              |

## 6 测试方法

### 6.1 测试光照条件

- 试验光照应为从车辆上方均匀照射的光，地面处光照度不应超过10 lx，色温为  $(6500 \pm 325)$  K。
- 试验光照应为从车辆上方均匀照射的光，地面处光照度不应超过  $(250 \pm 12.5)$  lx，色温为  $(6500 \pm 325)$  K。
- 试验光照应为从车辆上方均匀照射的光，地面处光照度不应超过  $(5000 \pm 250)$  lx，色温为  $(6500 \pm 325)$  K。
- 试验光照应为从车辆上方均匀照射的光，地面处光照度不应超过  $(45000 \pm 2250)$  lx，色温为  $(6500 \pm 325)$  K。环境光对比度

### 6.2 环境光对比度

各个环境光条件下的试验步骤如下：

- 按照6.1中测试光照条件调整测试环境；
- DUT以正常电气连接,屏幕显示功能处于正常运行状态并显示棋盘格测试卡,见图1。屏幕输出默认亮度；
- 选取8个棋盘格黑色区域亮度取样点和8个棋盘格白色区域亮度取样点并利用亮度采集设备进行采集；
- 计算白色采集点均值 $L_w$ ；
- 计算黑色采集点均值 $L_b$ ；
- 按照式(1)计算各个环境光中环境光对比度：

$$C = L_w / L_b \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$C$  ——环境光对比度；

$L_w$  ——白色取样点亮度均值 ( $\text{cd} / \text{m}^2$ ) ；

$L_b$  ——黑色取样点亮度均值 ( $\text{cd} / \text{m}^2$ ) 。

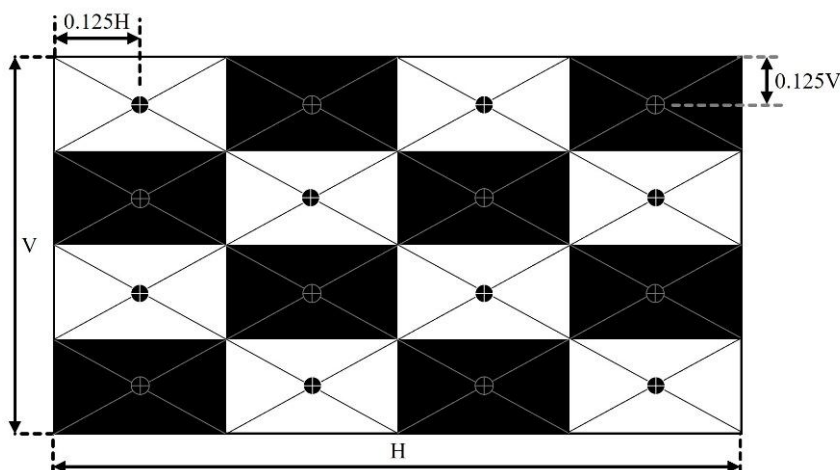


图 1 亮度取样点位置示意图

### 6.3 频闪

最大频闪比例的测试步骤如下：

- DUT以正常电气连接，屏幕显示功能处于正常运行状态并输出默认亮度，显示全白人工影像测试画面；
- 在6.1(c)要求的光照条件下，亮度采集设备采集显示图像；
- 按图2选取亮度取样点并利用亮度采集设备进行采集；
- 按照式(2)计算各个环境光下最大频闪比例：

$$M(\%) = 100 \times \frac{(L_{max} - L_{min})}{(L_{max} + L_{min})} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$M$  ——最大频闪比例；

$L_{max}$  ——取样点中亮度最大值 ( $\text{cd} / \text{m}^2$ ) ；

$L_{min}$  ——取样点中亮度最小值 ( $\text{cd} / \text{m}^2$ ) 。

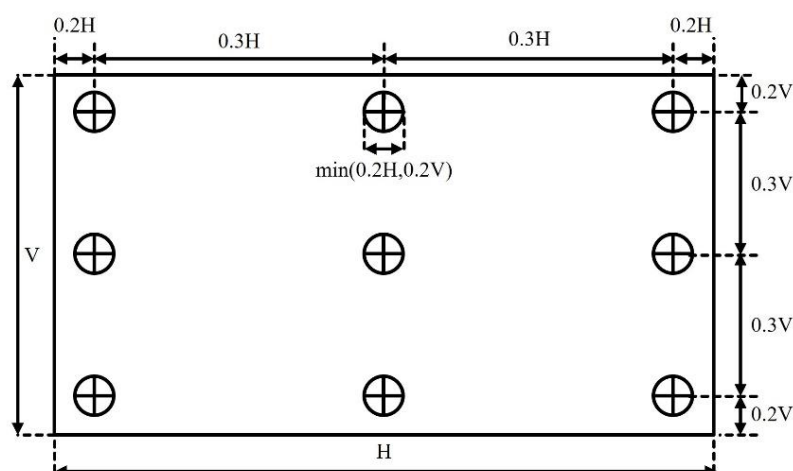


图2 亮度取样点位置示意图

#### 6.4 抬头显示虚像距离

HUD虚像距离的测试步骤如下：

- DUT以正常电气连接，抬头显示设备显示功能正常运行并输出默认亮度，显示全虚像中心点标志画面。将眼盒高度调整至默认位置虚像采集设备呈虚像采集基准姿态；
- 在6.1（a）要求的光照条件下，虚像采集设备分别在左移和右移32.5mm后采集并记录虚像；
- 按照式（3）计算虚像距离：

$$V_{id} = \frac{f \cdot B}{x_l - x_r} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$V_{id}$  ——虚像距离（mm）；

$f$  ——虚像距离采集设备成像点至虚像距离中心点距离（mm）；

$B$  ——65mm，驾驶员双眼眼距；

$x_l$  ——虚像采集设备基于虚像采集基准姿态左移32.5mm后，系统虚像中心点标志在虚像采集设备成像面上的水平位置值（mm）；

$x_r$  ——虚像采集设备基于虚像采集基准姿态右移32.5mm后，系统虚像中心点标志在虚像采集设备成像面上的水平位置值（mm）。

#### 6.5 抬头显示虚像重影

HUD虚像重影的测试步骤如下：

- 按照6.1中测试光照条件调整测试环境；
- DUT以正常电气连接、显示功能正常运行、输出默认亮度、眼盒高度调整至默认位置、显示重影测试画面，见图3；
- 利用抬头显示光学特性测试设备寻找到图3中P5点及P5点的重影点；
- 测量P5点及P5点的重影点的距离 $D_5$ ，见图4；
- 重复测量P2点及P8点的重影距离，分别记为 $D_2$ 和 $D_8$ ；
- 计算 $D_2$ 、 $D_5$ 和 $D_8$ 的平均值 $D_{avg}$ ；
- 按照式（4）计算各个环境光下虚像重影角度：

$$\gamma = \tan^{-1} \frac{D_{avg}}{V_{id}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\gamma$  ——重影角度 (°);  
 $D_{avg}$  ——重影距离平均值 (mm);  
 $V_{id}$  ——虚像距离 (mm)。

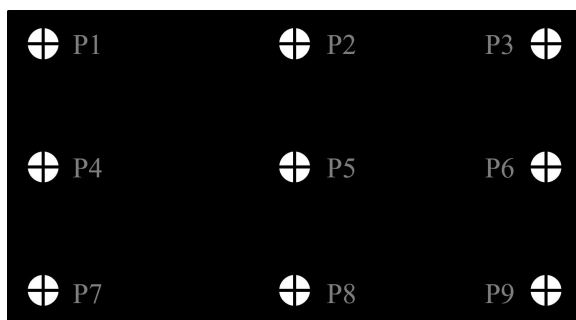


图3 抬头显示虚像重影测试图像

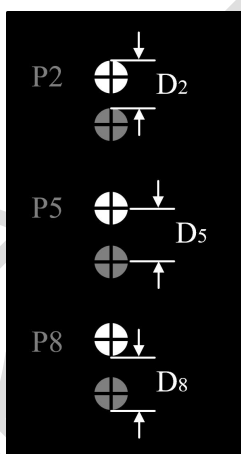


图4 抬头显示虚像重影距离

## 6.6 抬头显示角分辨率

用于衡量HUD成像清晰度的指标PPD的试验步骤如下:

- DUT以正常电气连接、显示功能正常、输出默认亮度、显示测试画面,眼盒高度调整至默认位置,虚像采集设备设定为采集基准姿态;
- 测量对角线视场角 $\theta_{FOV}$ ;
- 通过抬头显示的分辨率及对角线尺寸计算出对角线视场角内像素点的总数量 $N_p$ ;
- 按照式(5)计算角分辨率:

$$P = N_p / \theta_{FOV} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$P$  ——角分辨率 (PPD);  
 $N_p$  ——视场角内像素点总数量;  
 $\theta_{FOV}$  ——视场角。

#### 6.7 蓝光加权辐亮度

测量条件及测量过程应按照GB/T 20145—2006中5.1和5.2.2规定的方法进行。

#### 6.8 蓝光加权辐照度

测量条件及测量过程应按照GB/T 20145—2006中5.1和5.2.1规定的方法进行。

#### 6.9 热危害加权辐亮度

测量条件及测量过程应按照GB/T 20145—2006中5.1和5.2.2规定的方法进行。

#### 6.10 热危害辐照度

测量条件及测量过程应按照GB/T 20145—2006中5.1和5.2.1规定的方法进行。

#### 6.11 红外辐照度

测量条件及测量过程应按照GB/T 20145—2006中5.1和5.2.1规定的方法进行。

参考文献

- [1] GB/Z 39942—2021 应用GB/T 20145评价光源和灯具的蓝光危害
- [2] ISO 15008 道路车辆 交通信息和控制系统的人机工程学方面 车内视觉显示的规范和符合程序  
(Road Vehicles—Ergonomic aspects of transport information and control systems—Specifications and test procedures for in-vehicle visual presentation)
- [3] VESA 平面显示器测量标准2.0 (flat panel display measurements standard V2.0)
- [4] GB 15084—2022 机动车辆 间接视野装置 性能和安装要求
- [5] IEEE 1789—2015 在高亮度发光二极管中调节电流以减轻对观众健康风险的推荐行操作规范  
(IEEE recommended practices for modulating current in high-brightness LEDs for mitigating health risks to viewers)
- [6] SAE J1757-2 汽车用光学系统 HUD (Optical system HUD for automotive)
- [7] Pankratz, Steve & Diepholz, William & VanDerlofske, John. (2021). Investigating Human Perception of Head - Up Display Ghosting. Information Display. 37. 30-35. 10.1002/msid.1181.
-

中国智能交通产业联盟

标准

智能座舱健康度技术要求和测试方法

T/ITS 0220-2023

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2023 年 12 月第一版 2023 年 12 月第一次印刷