



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 汽车用主动红外探测系统

Automotive active infrared detection system

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2021年7月30日）

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

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号和缩略语 .....	2
5 要求 .....	3
6 试验方法 .....	11
7 检验规则 .....	25
附 录 A （资料性） 主动红外照明部件光生物安全管控要求 .....	27
附 录 B （资料性） 图卡样式与布置 .....	30
附 录 C （资料性） 耐久性试验 .....	32
附 录 D （资料性） 耐久性试验计算模型 .....	33

## 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。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC 114）归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

# 汽车用主动红外探测系统

## 1 范围

本文件规定了汽车用主动红外探测系统的技术要求、试验方法、检验规则的内容。

本文件适用于感知由主动红外照明部件发射的经物体反射的红外光线的汽车用主动红外探测系统（以下简称系统）。

## 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 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/T 18655—2018 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法

GB/T 19951—2019 道路车辆 电气/电子部件对静电放电抗扰性的试验方法

GB/T 20145—2006 灯和灯系统光生物安全性

GB/T 21437.2—XXXX 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第2部分：沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性

GB/T 21437.3—XXXX 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第3部分：对耦合到非电源线电瞬态的抗扰性

GB/T 24824—2009 普通照明用LED模块测试方法

GB 25991—2010 汽车用LED前照灯

GB/T 28046.2—2019 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷

GB/T 28046.3—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷

GB/T 28046.4—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷

GB/T 28046.5—2013 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第5部分：化学负荷

GB/T 30038—2013 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP代码）

GB 34660—2017 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

QC/T 1128—2019 汽车用摄像头

ISO 4892-2:2013 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯（Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps）

ISO 12233:2017 摄影 电子静态图像成像 分辨率和空间频率响应（Photography — Electronic still picture imaging — Resolution and spatial frequency responses）

ISO 14524 数码照相机 光电转换函数（OECFs）的测量方法（Photography — Electronic still-picture cameras — Methods for measuring opto-electronic conversion functions（OECFs））

ISO 15739:2017 摄影 电子照片成像 噪声测量方法（Photography — Electronic still-picture imaging — Noise measurements）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

## 3.1

**主动红外探测系统 active infrared detective system**

安装在车辆上，在低照度环境下感知主动红外照明部件发射的经过物体反射的红外光线，并转换成可分辨的图像信号的系统。

## 3.2

**主动红外照明部件 active lighting units**

用于发射红外光线的装置，简称补光灯。

## 3.3

**像素 pixel**

电子影像传感器上能单独感光的物理单元。

[来源:QC/T 1128-2019, 3.4]

## 3.4

**帧率 frame rate**

单位时间产生完整图像的画面数。即单位时间对视频信号空间行的全部扫描数。

[来源:QC/T 1128-2019, 3.3]

## 3.5

**有效像素 effective pixel**

电子影像传感器中能进行有效光电转换并输出影像信号的像素。

[来源:QC/T 1128-2019, 3.5]

## 3.6

**视场角 field viewing angle**

在摄像设备中，以摄像设备的镜头中心为顶点，被测目标的物像可通过镜头的最大范围的两条边缘构成的夹角。

[来源:QC/T 1128-2019, 3.10]

## 3.7

**光轴中心精度 optical axis center precision**

摄像设备的实际成像中心与光学成像理论中心的偏差。

[来源:QC/T 1128-2019, 3.11]

## 3.8

**曝光调节速率 exposure adjustment rate**

曝光量随外部环境光强度变化而自动调整的速度。

## 3.9

**启动时间 begin time**

系统从上电到完成启动的时间。

## 3.10

**系统延时 system delay**

系统从感知到红外光线到输出图像信号的时间间隔。

## 4 符号和缩略语

下列符号和缩略语缩略语适用于本文件。

DMS: 驾驶员监控系统 (Driver Monitoring System)

OMS: 车内监控系统 (Occupant Monitoring System)

$T_{max}$ : 最高工作温度 (Maximum Operating Temperature)

$T_{min}$ : 最低工作温度 (Minimum Operating Temperature)

$U_N$ : 标称电压 (Nominal Voltage)

$U_t$ : 试验电压 (Test Voltage)

$U_{Smax}$ : 最高供电电压 (Maximum Supply Voltage)

$U_{Smin}$ : 最低供电电压 (Minimum Supply Voltage)

## 5 要求

### 5.1 系统分类

主动红外探测系统可分为I型、II型和III型，如表1所示，分别应满足以下要求：

- a) I型系统应能探测车辆外部前方视野范围区域；
- b) II型系统应能探测车辆内部驾驶员区域；
- c) III型系统应能探测车辆内部座舱区域。

表1 系统分类

分类	探测范围	应用场景示例
I	车辆外部前方视野范围	夜视系统
II	车辆内部驾驶员区域	驾驶员状态监控 (DMS)
III	车辆内部座舱区域	乘员监控 (OMS)

### 5.2 外观与结构要求

#### 5.2.1 外观

按照 6.2 进行试验，系统的外观应符合以下要求：

- a) 无明显机械损伤、涂覆层剥落、锈蚀、倒刺现象；
- b) 镜头无气泡、划痕、裂纹、异物等缺陷。

#### 5.2.2 结构

按照 6.2.2 进行试验，系统应装配牢固，紧固部位无松动，连接可靠。

### 5.3 图像性能

#### 5.3.1 帧率

按照6.3.1进行试验，系统的帧率应不小于25fps。

#### 5.3.2 有效像素

按照6.3.2进行试验，系统的有效像素应符合表2的要求。

表2 有效像素

单位为像素点

参数名称	100万级像素	200万级像素
有效像素	$\geq 1280 \times 720$	$\geq 1920 \times 1080$

## 5.3.3 MTF 值

按照6.3.3进行试验，系统的MTF50P值应符合表3的要求。

表3 MTF 值

单位为线宽每像高

视场	100万级像素	200万级像素
中心区域	$H \geq 350, V \geq 350$	$H \geq 500, V \geq 500$
70%场区域	$H \geq 250, V \geq 250$	$H \geq 350, V \geq 350$

## 5.3.4 SNR

按照6.3.4进行试验，系统的SNR应符合表4的要求。

表4 SNR

单位为分贝

参数名称	限值
SNR	$\geq 34.7$

## 5.3.5 光轴中心精度

按照6.3.5进行试验，系统的光轴中心精度应在 $(0 \pm 2)^\circ$ 范围内。

## 5.3.6 曝光调节速率

按照6.3.6进行试验，在自动增益测试中，不同光源切换后的响应时间应不大于1s。

## 5.3.7 启动时间

按照6.3.7进行试验，系统的启动时间应不大于1s。

## 5.3.8 系统延时

按照6.3.8进行试验，系统延时应不大于100ms。

## 5.3.9 亮度均匀性

按照6.3.9进行试验，系统的亮度均匀性应符合表5的要求。

表5 亮度均匀性

参数名称	I型系统	II型、III型系统
中心视场和70%视场的比值	$\geq 70\%$	$\geq 50\%$

## 5.3.10 强光抑制

按照6.3.10进行试验，I型系统在图像上以不同距离捕获的光源不应显示出大于光源半径2倍的光晕（重影伪影）。

## 5.3.11 有效识别范围

按照6.3.11进行试验，I型系统的有效识别距离应在不小于80m，且目标在成像区域占像素点应不少于 $20 \times 40$ 。



II型系统的有效识别距离应在0.3m~1.5m范围内，III型系统的有效识别距离应在0.3m~3m范围内。  
注：I型系统试验使用的行人模型参考ISO 19206中规定。

### 5.4 主动红外照明部件性能要求

#### 5.4.1 波长

按照6.4.1进行试验，系统主动红外照明部件的波长应在780 nm~1101 nm范围内。

#### 5.4.2 辐射强度

按照6.4.2进行试验，II型和III型系统的主动红外照明部件的峰值辐射强度应不小于2W/Sr。

I型系统的主动红外照明部件在基准轴线上的辐射强度应不小于140 W/Sr。主动红外照明部件所发出的各个测量方向的红外光，投射到图1配光分布的发光强度，不应低于图1中上所示各个百分比值与140 W/Sr的乘积。

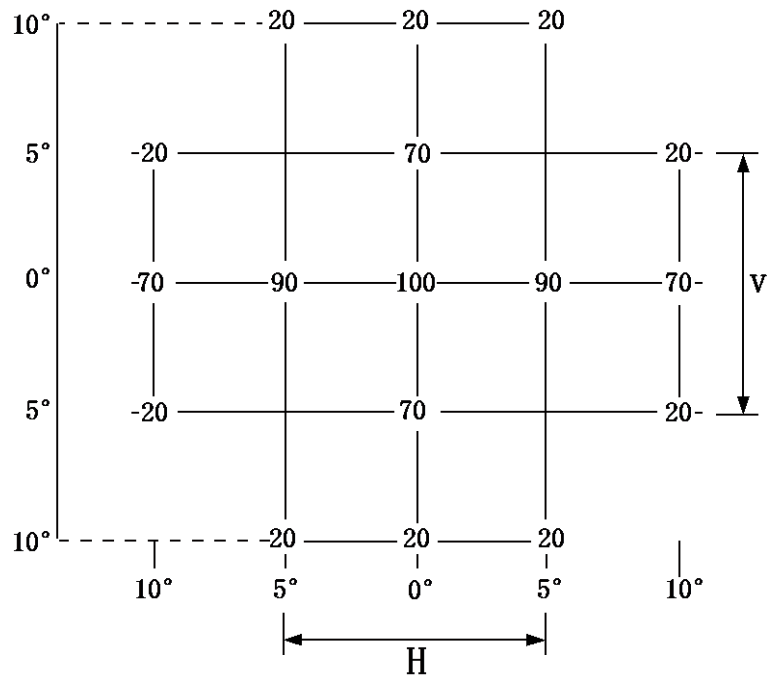


图1 I型主动红外照明部件的配光分布

#### 5.4.3 光生物安全

按照6.4.3进行试验，系统光辐射安全等级应符合表6的要求：

表6 光辐射安全等级要求

系统类型	I型系统	II型系统	III型系统
危险等级	小于2类	0类	0类

注：系统照明部件的光生物安全要求见附录A。

### 5.5 车规环境要求

#### 5.5.1 功能状态分级

系统的功能状态分级见表7。

表7 五级损伤制评分分级

评分	分级损伤描述
A	全部功能满足设计要求，图像上不能觉察有损伤和干扰，图像清晰。
B	试验过程中或施加干扰时，全部功能满足设计要求，图像明暗出现轻微变化或有轻微的噪点、水波纹、斜纹，图像较清晰且可明显识别；试验结束后或撤消干扰，图像恢复正常。
C	试验过程中或施加干扰时，允许部分功能失效，图像上有明显的噪点、花屏、水波纹以及轻微的闪屏、滚屏、画面抖动、短时能恢复的黑屏或白屏等现象，试验结束后或撤消干扰，图像恢复正常。
D	试验过程中或施加干扰时，允许多数功能失效，图像出现卡滞、明显的闪屏、滚屏、花屏、长时间能恢复的黑屏或白屏，画面抖动，图像不清晰，影响观看，试验结束后或撤消干扰，需手动操作上电或重启，图像才能恢复正常。
E	试验过程中或施加干扰时，允许多数或全部功能失效，图像上出现严重损伤或严重干扰、长时间不能恢复的黑屏或白屏现象，不能观看，甚至硬件损坏，需要维修或更换器件，图像才能恢复。

## 5.5.2 电气性能

### 5.5.2.1 直流供电电压

按照6.5.1.1进行试验，系统的直流供电电压范围应符合表8的规定，试验中和试验后，当电压在 $U_{Smin} \sim U_{Smax}$ 范围内，系统的功能状态应达到A级，MTF值应符合表3的规定。

表8 直流供电电压范围

单位为伏特

标称电压 ( $U_N$ )	直流供电电压	
	$U_{Smin}$	$U_{Smax}$
5V	4.75	5.25
12	9	16
24	16	32

注：标称电压不在本表范围内的，其供电电压范围和试验方法由供需双方协商确定。

### 5.5.2.2 过电压

#### 5.5.2.2.1 ( $T_{max}-20^{\circ}C$ ) 条件下

按照6.5.1.2.1试验，系统的功能状态应不低于B级。

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

注：对于具有过压保护功能的系统，试验中功能由供需双方协商确定。

#### 5.5.2.2.2 室温条件下

按照6.5.1.2.2试验，系统的功能状态应不低于B级。

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

注：对于具有过压保护功能的系统，试验中功能由供需双方协商确定。

### 5.5.2.3 叠加交流电压

按照6.5.1.3试验，试验中和试验后，系统的功能状态应达到A级。

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

#### 5.5.2.4 供电电压缓降和缓升

按照6.5.1.4试验，试验中当电压在 $U_{Smin}$ 时及试验后，系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.2.5 供电电压缓降和快升

按照6.5.1.5试验，试验中当电压在 $U_{Smin} \sim U_{Smax}$ 范围内和试验后，系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.2.6 供电电压瞬态变化

##### 5.5.2.6.1 电压瞬时下降

按照6.5.1.6.1试验，系统的功能状态应不低于C级。

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

##### 5.5.2.6.2 对电压骤降的复位性能

按照6.5.1.6.2试验，试验中当电压恢复到 $U_{Smin}$ 时和试验后，系统的功能状态应达到A级。

##### 5.5.2.6.3 启动特性

按照6.5.1.6.3试验，系统的功能状态应不低于C级。

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

##### 5.5.2.6.4 抛负载

按照6.5.1.6.4试验，系统的功能状态应不低于C级。

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

#### 5.5.2.7 反向电压

按照6.5.1.7试验，试验后系统的系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.2.8 短时中断供电

按照6.5.1.8试验，试验中当供电中断时间不超过100 $\mu$ s时，系统的功能状态应达到A级；当供电中断时间超过100 $\mu$ s且不超过2s时，系统的功能状态应不低于C级。试验后系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.2.9 开路

##### 5.5.2.9.1 单线开路

按照6.5.1.9.1试验，试验后系统的功能状态应达到A级。

##### 5.5.2.9.2 多线开路

按照6.5.1.9.2试验，试验后系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.2.10 短路保护

按照6.5.1.10试验，试验后系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.2.11 绝缘电阻

按照6.5.1.11试验，系统的绝缘电阻应不小于10M $\Omega$ ，试验后系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.2.12 参考接地和供电偏移

按照6.5.1.12试验，系统的功能状态应不低于B级。

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

### 5.5.3 机械性能

#### 5.5.3.1 机械振动

按照6.5.2.1试验，试验中和试验后系统不允许出现物理损坏，且功能状态应不低于B级。

#### 5.5.3.2 机械冲击

按照6.5.2.2试验，试验中和试验后系统不允许出现物理损坏，且功能状态应达到A级。

#### 5.5.3.3 自由跌落

按照6.5.2.3试验，试验后系统的功能状态应达到A级。

注：外观和内部损伤程度由供需双方协商确定。

#### 5.5.3.4 碎石冲击

按照6.5.2.4进行试验，试验后，安装在车辆外部的摄像头镜头不应碎裂（允许其表面镀膜层有不影响图像质量的轻微损伤），系统的功能状态应达到A级。

安装在车辆内部的摄像头不作要求。

#### 5.5.3.5 镜头耐磨

按照6.5.2.5进行试验，试验后，安装在车辆外部的摄像头镜头镀膜层不允许脱落，系统的功能状态应达到A级。

安装在车辆内部的摄像头不作要求。

#### 5.5.3.6 线束拉脱力

按照6.5.2.6进行试验，试验后有线束的系统不应有损伤、线束断裂、端子脱落等现象，系统的功能状态应达到A级。

无线束的系统不作要求。

### 5.5.4 环境耐候性能

#### 5.5.4.1 温湿度范围

系统的贮存环境温湿度范围和工作环境温湿度范围应符合表9的规定。

表9 温湿度范围

安装位置	贮存环境温度 ℃	工作环境温度 ( $T_{min} \sim T_{max}$ ) ℃	工作环境相对湿度 %
乘客舱内阳光直射高温区	-40~95	-40~90	25~75
无特殊要求	-40~90	-40~85	

#### 5.5.4.2 低温要求

##### 5.5.4.2.1 低温贮存

按照6.5.3.1.1试验，试验后系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.4.2.2 低温工作

按照6.5.3.1.2试验，系统的功能状态应不低于B级。

#### 5.5.4.3 高温要求

##### 5.5.4.3.1 高温贮存

按照6.5.3.2.1试验，试验后系统的功能状态应达到A级。

##### 5.5.4.3.2 高温工作

按照6.5.3.2.2试验，试验中和试验后系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.4.4 温度梯度

按照6.5.3.3试验，系统的功能状态应不低于B级。

#### 5.5.4.5 温度循环

##### 5.5.4.5.1 规定变化率的温度循环

按照6.5.3.4.1试验，系统的功能状态应不低于B级。

##### 5.5.4.5.2 规定转换时间的温度快速变化

按照6.5.3.4.2试验，试验后系统的功能状态应达到A级。

#### 5.5.4.6 湿热要求

##### 5.5.4.6.1 湿热循环

按照6.5.3.5.1试验，试验中和试验后，安装在乘客舱内部的系统或单元的功能状态应达到A级，显示区域内部不允许有结露现象。

安装在车辆外部的系统或单元不做要求。

##### 5.5.4.6.2 温度/湿度组合循环

按照6.5.3.5.2试验，试验中和试验后，安装在车辆外部的系统或单元的功能状态应达到A级，显示区域内部不允许有结露现象。

安装在乘客舱内部的系统或单元不做要求。

##### 5.5.4.6.3 稳态湿热

按照6.5.3.5.3试验，试验最后一小时和试验后，系统的功能状态应达到A级，显示区域内部不应有结露现象。

#### 5.5.4.7 冰水冲击

按照6.5.3.6进行试验，试验中和试验后，安装在车辆外部的系统或单元的功能状态应达到A级。

安装在乘客舱内的系统或单元不做要求。

#### 5.5.4.8 耐盐雾

##### 5.5.4.8.1 腐蚀

按照6.5.3.7.1进行试验，试验后，安装在车辆外部的系统或单元的功能状态应达到A级。  
安装在乘客舱内的系统或单元不做要求。

#### 5.5.4.8.2 渗漏和功能

按照6.5.3.7.2进行试验，试验中和试验后，安装在车辆外部的系统或单元的功能状态应达到A级，试验后不得有盐水进入壳体。

安装在乘客舱内的系统或单元不做要求。

#### 5.5.4.9 太阳光辐射

按照6.5.3.8进行试验，试验后，安装在车辆外部或安装在乘客舱内太阳直射处的系统或单元的表面涂（镀）层不应有脱落、龟裂、起泡等现象（允许外观有不影响图像质量的轻微失色和变色）。

#### 5.5.5 防尘防水

##### 5.5.5.1 防尘性能

按照6.5.4.1试验，安装于乘客舱内部的系统或单元，其防护等级应符合GB/T 30038—2013中IP5KX的规定，试验后功能等级应达到A级；安装于车辆外部的系统或单元，其防护等级应符合GB/T 30038—2013中IP6KX的规定，试验后系统的功能状态应达到A级。

##### 5.5.5.2 防水性能

按照6.5.4.2试验，安装于乘客舱内部的系统或单元，其防护等级应符合GB/T 30038—2013中的IPX2，试验后功能等级应达到A级；安装于车辆外部的系统或单元，其防护等级应符合GB/T 30038—2013中的IPX7，试验后功能等级应达到A级。

##### 5.5.6 化学负荷

按照6.5.5试验，试验后表面不应有起泡、龟裂、脱落、锈蚀和机械损伤，系统的功能状态应达到A级。

##### 5.5.7 电磁兼容性

###### 5.5.7.1 对静电放电产生的电骚扰抗扰

###### 5.5.7.1.1 电子模块不通电

按照6.5.6.1.1试验，试验后系统的功能状态应达到A级。

###### 5.5.7.1.2 电子模块通电

按照6.5.6.1.2试验，系统的功能状态应达到B级。

###### 5.5.7.2 对由传导和耦合引起的电骚扰抗扰

###### 5.5.7.2.1 沿电源线的电瞬态传导抗扰

按照6.5.6.2.1试验，抗扰试验等级和试验要求应符合表10的规定。

表10 沿电源线瞬态传导的抗扰性能

试验脉冲	抗扰试验等级	试验要求
------	--------	------

1	III	C级
2a	III	B级
2b	III	C级
3a/3b	III	试验中和试验后 A级
注：抗扰试验等级定义见GB/T 21437.2—XXXX的附录A。		

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

#### 5.5.7.2.2 除电源线外的导线通过容性耦合的电瞬态抗扰

按照6.5.6.2.2试验，系统的功能状态应达到B级。

#### 5.5.7.3 对电磁辐射的抗扰

按照6.5.6.3试验，系统的功能状态应达到B级。

#### 5.5.7.4 无线电骚扰特性

##### 5.5.7.4.1 传导发射

按照6.5.6.4.1试验，系统应符合GB/T 18655—2018中表5、表6等级3的要求。

$U_N$ 为5V的系统不作要求。

##### 5.5.7.4.2 辐射发射

按照6.5.6.4.2试验，系统应符合GB/T 18655—2018中表7等级3的要求。

#### 5.5.8 高温耐久性

按照6.5.7试验，系统的功能状态应不低于B级。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件、工作模式和对象

#### 6.1.1 试验条件

##### 6.1.1.1 试验环境条件

如无其他规定，试验环境条件应符合表11的规定。

表11 试验环境条件

温度 ℃	相对湿度 %	气压 kPa
23±5	25~75	86~106

##### 6.1.1.2 试验电压条件

如无其他规定，试验环境条件应符合表12的规定。

表12 试验环境条件

单位为伏特

标称电压 ( $U_N$ )	试验电压 ( $U_T$ )
5	$5 \pm 0.1$
12	$14 \pm 0.2$
24	$28 \pm 0.2$

## 6.1.2 试验工作模式

### 6.1.2.1 工作模式 A

工作模式A1: DUT未通电, 未与连接器、线束进行连接。

工作模式A2: DUT未通电, 与连接器、线束进行连接。

### 6.1.2.2 工作模式 B

工作模式B: DUT正常电气连接, 系统功能正常运行。

## 6.1.3 试验对象

对于I型系统来说, 5.1、5.2、5.3.1-5.3.9条和5.5条要求的试验对象为系统的摄像头单元, 5.4条要求的试验对象为系统的主动红外照明部件, 5.3.10和5.3.11条要求的试验对象为系统。

对于II型和III型系统来说, 试验对象均为系统。

## 6.2 外观及结构检查

系统以工作模式A1, 在  $(800 \pm 80)$  lux的照明条件下, 以300mm左右的视距进行目测和手感检查。

## 6.3 图像性能试验

### 6.3.1 帧率试验

系统以工作模式B, 用视频分析设备对输出的视频信号进行测试。

### 6.3.2 有效像素试验

系统以工作模式B, 用视频分析设备对输出的视频信号进行测试。

### 6.3.3 MTF 试验

#### 6.3.3.1 II型、III型系统

使用系统自带主动红外照明部件进行测试, 参考图2所示布置测试设备和符合ISO 12233:2017附录C要求的斜边测试图卡。

DUT以工作模式B进行测试, 测试程序如下:

- 调整 DUT 使视场中测试卡方格的边缘与其对应方向的夹角约  $5^\circ$  ;
- 将 DUT 设置在红外模式;
- 调整 DUT 到使用距离, 使其镜头和图卡的物理中心重合;
- 通过视频分析设备中图像处理软件分析中心视场和 70%场 (左上、右上、左下、右下四个边) 的 MTF50P 值。



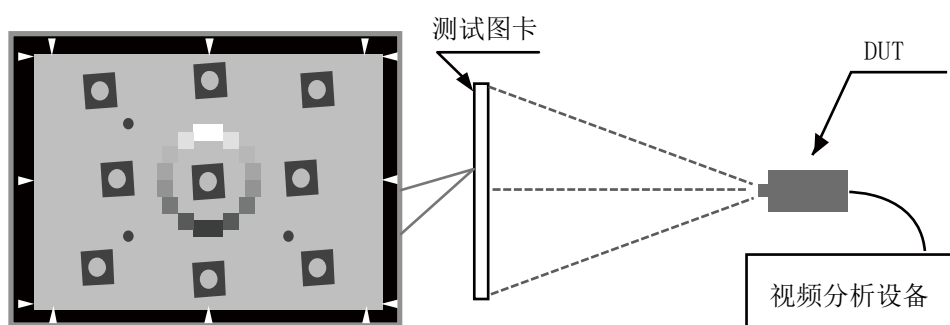


图2 II型、III型系统 MTF 测试图

### 6.3.3.2 I型系统

参考图3所示布置测试设备和图卡，根据不同DUT采用适合的单/多平行光管测试方案，图卡使用斜边测试卡，样式参见附录B中的图B.1和图B.2。内置补光装置的波长与系统补光波长保持一致，且发光面均匀性应不小于90%。

DUT以工作模式B进行测试，测试程序如下：

- 将 I 型系统使用的 DUT 放置在平行光管测试系统对应的工作距离；
- 按照表 12 设置光源照度等于模拟距离下车灯对应的辐照度；
- 可变焦平行光管调整到模拟摄像头标称的使用距离；
- 调整平行光管和摄像头的相对位置和角度，使得测试图卡分别位于画面中心视场和 70%视场（左上、右上、左下、右下）处，测试图卡的边缘倾斜角度约  $5^\circ$ ；
- 通过视频分析设备中图像处理软件分析中心视场和 70%场（左上、右上、左下、右下四个边）的 MTF<sub>50P</sub> 值。

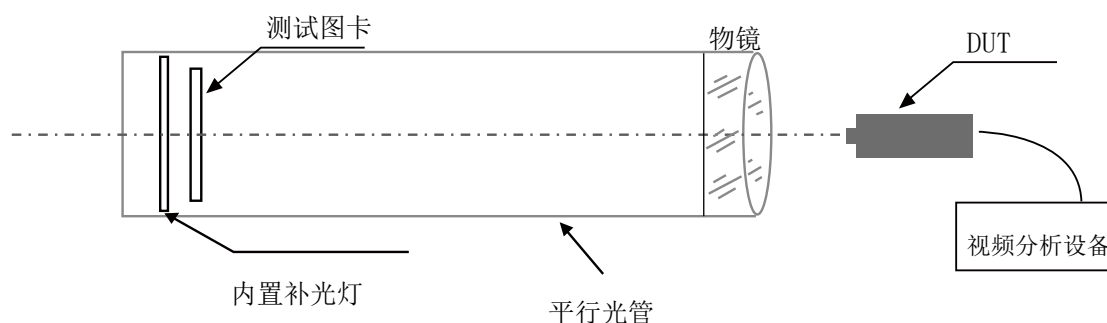


图3 I型系统 MTF 测试图

表13 辐照度距离换算表

距离 m	辐照度最小限值 $\text{mW}/\text{m}^2$
80	4
120	2
150	1

### 6.3.4 SNR 试验

### 6.3.4.1 II型、III型系统

参考图2所示布置测试设备和符合ISO 12233:2017的斜卡测试图卡，图卡灰阶反射率和阶数应符合ISO 12233:2017中附录C或者ISO 14524中20灰阶卡的规定，DUT以工作模式B按照如下测试程序进行试验，测试程序如下：

- 调整 DUT 位置到测试距离（II型测试距离 0.5m，III型测试距离 1m），使其镜头和图卡的物理中心重合；
- 切换 DUT 到红外模式，调整产品，使成像清晰；
- 使用图像处理软件，根据 ISO 15739:2017 进行分析，获得所有灰阶 SNR 的总平均值作为测评值。

### 6.3.4.2 I型系统

参考图4所示布置测试设备和符合ISO 12233:2017附录C要求的斜边测试图卡，DUT以工作模式B进行测试按照如下测试程序进行试验，测试程序如下。

- 调整测试图卡至 DUT 成像画面中心，且图卡距离需使用平行光管或增距镜模拟摄像头实际使用距离，平行光管如图 3 所示布置，增距镜如图 4 所示；
- 设置外置光源照度为模拟距离下（参考辐照度表 12）车灯对应的辐照度；图卡表面的照度均匀性应不小于 90%，光源波长与系统主动红外照明部件波长需保持一致；
- 使用图像处理软件，根据 ISO 15739:2017 附录 B 进行分析，获得所有灰阶 SNR 的总平均值作为测评值。

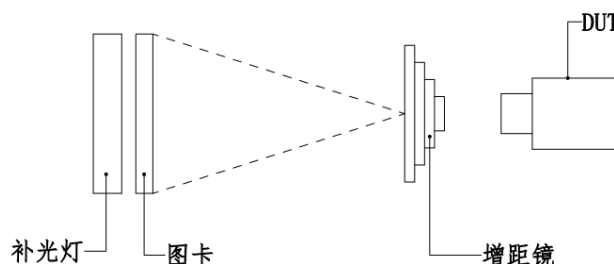


图4 I型系统 MTF 测试图

## 6.3.5 光轴中心精度试验

### 6.3.5.1 II型、III型系统

参考图5所示布置测试设备和十字标测试图卡，DUT以工作模式B，测试程序如下：

- 测试前 DUT 固定在测试台架上，II型、III型系统使用自带主动红外照明部件，使 DUT 自带红外照明光斑同镜头和图卡的物理中心重合，且照明范围尽可能均匀覆盖测试台架，校准 DUT 光轴与测试卡十字标垂直；
- 测试卡应处于 DUT 景深范围内，且光轴通过测试卡的中心，画面稳定；
- 通过视频分析设备，测量测试卡中心在图像中成像位置与 DUT 成像画面的物理中心的偏移量，计算光轴偏移角度。

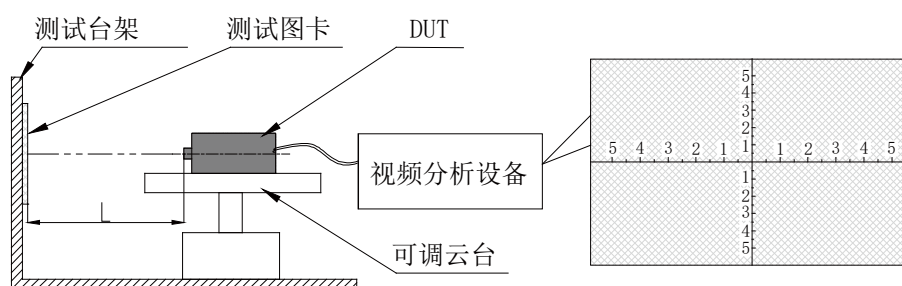


图5 II型、III型系统光轴中心精度测试布置图

### 6.3.5.2 I型系统

参考图6所示布置测试设备和带十字标靶的平行光管，DUT以工作模式B，测试程序如下：

- 测试前 DUT 固定在测试台架上，I 型系统使用带十字标靶的平行光管，使 DUT 的镜头和并行光管的物理中心重合，校准 DUT 光轴与测试卡十字标垂直；
- 测试卡应处于 DUT 景深范围内，且光轴通过测试卡的中心，画面稳定；
- 通过视频分析设备，测量测试卡中心在图像中成像位置与 DUT 成像画面的物理中心的偏移量，计算光轴偏移角度。

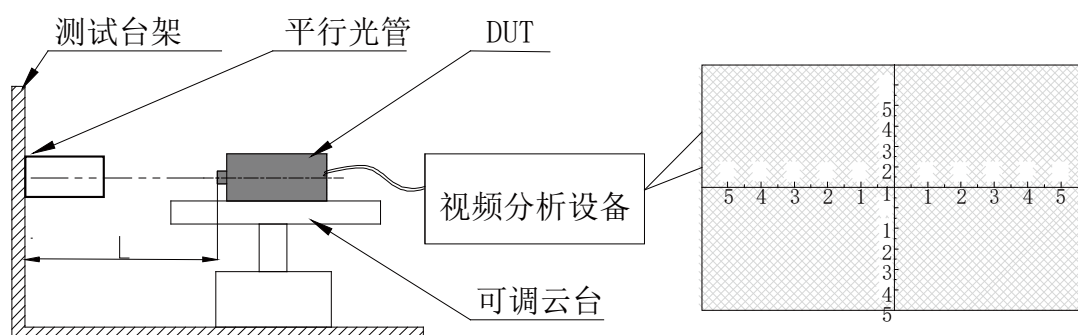


图6 I型系统光轴中心精度测试布置图

### 6.3.6 曝光调节速率试验

#### 6.3.6.1 II型、III型系统

参考图7所示布置测试设备，外置主动红外照明部件可采用透射式或反射式，参考图为反射式的方式。DUT以工作模式B，测试程序如下：

- 安置好 DUT，关闭或遮挡系统主动红外照明部件；
- 使用显示器显示 DUT 拍摄画面，使用视频分析设备录制 DUT 拍摄的图像；
- 使用反射率 18% 的灰卡，使测试图卡充满摄像头成像画面，II 型测试距离 0.5m，III 型测试距离 1m；
- 在小于 100ms 时间内迅速将光源由暗切亮（通过开启外置主动红外照明部件或者开启系统主动红外照明部件），通过视频分析设备录制相机拍摄视频，统计视频中曝光调节开始到曝光稳定的帧数，计算帧数/视频帧率，得到曝光由暗到亮调节稳定时间 X1；
- 间隔 5s 以上时间后，在小于 100ms 时间内迅速将光源由亮切暗（通过关闭外置主动红外照明部件或者关闭系统主动红外照明部件），通过视频分析设备录制相机拍摄视频，统计视频中曝光调节开始到曝光稳定的帧数，计算帧数/视频帧率，得到曝光由亮到暗调节稳定时间 X2；

- f) 取 2 次测试结果的平均时间作为系统稳定时间  $X=(X1+X2)/2$ ;
- g) 测试结果应满足 5.3.6 要求。

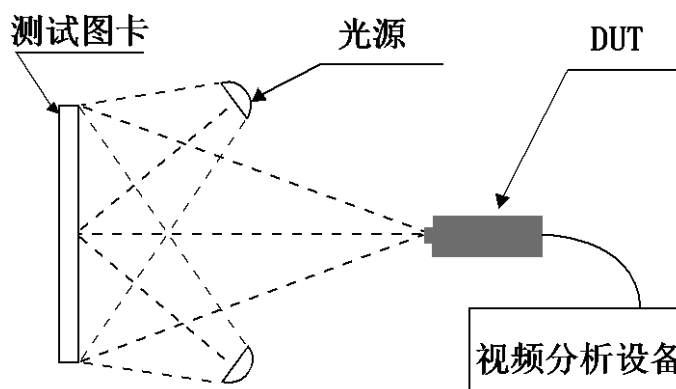


图7 曝光调节速率测试布置图

### 6.3.6.2 I 型系统

参考图3所示布置测试设备。DUT以工作模式B按照如下步骤进行试验：

- a) 安置好DUT，关闭或遮挡系统主动红外照明部件；
- a) 使用显示器显示 DUT 拍摄画面，使用视频分析设备录制 DUT 拍摄的图像；
- b) 使测试图卡充满摄像头成像画面，图卡类型不做要求；
- c) 在小于 100ms 时间内迅速将光源由暗切亮（通过开启/调亮平行光管内的主动红外照明部件），摄像头接受的辐照度应不小于  $200\mu\text{w}/\text{cm}^2$ ，通过视频分析设备录制相机拍摄视频，统计视频中曝光调节开始到曝光稳定的帧数，计算帧数/视频帧率，得到曝光由暗到亮调节稳定时间  $X1$ ；
- d) 间隔 5s 以上时间后，在小于 100ms 时间内迅速将光源由亮切暗（通过关闭/调暗平行光管内的主动红外照明部件），摄像头接受的辐照度应不大于  $2\mu\text{w}/\text{cm}^2$ ，通过视频分析设备录制相机拍摄视频，统计视频中曝光调节开始到曝光稳定的帧数，计算帧数/视频帧率，得到曝光由亮到暗调节稳定时间  $X2$ ；
- e) 取 2 次测试结果的平均时间作为系统稳定时间  $X$ ；
- f) 测试结果应满足 5.3.6 要求。

### 6.3.7 启动时间试验

按照 QC/T 1128-2019 中 6.3.2.12 中启动时间的试验方法进行。

### 6.3.8 系统延时试验

参考图8示布置测试设备，环境红外照度应不大于  $2\mu\text{w}/\text{cm}^2$ ，DUT以工作模式B按照如下步骤进行试验应符合5.3.8的规定：

- a) 采用红外光源，使光源均匀照明被测 DUT 和参考传感器的整个视场；
- b) 开启参考传感器，示波器记录信号 1（参考传感器）波形；
- c) 开启光源，提取信号 1 和信号 2（DUT）的差异时间作为系统延时（图中的  $t_{sl}$ ）。

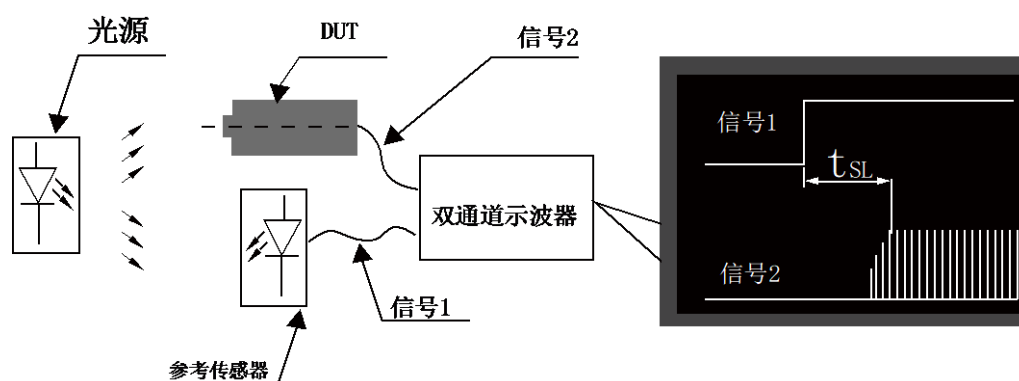


图8 系统延时测试布置图

注 1：光源波段应包括参考传感器波段和 DUT 感光波段，其响应时间不大于 5 $\mu$ s，对测试结果的影响可以忽略。

注 2：双通道示波器的模拟带宽大于 100MHz (采样速率大于 0.5G Samples/sec)。

### 6.3.9 亮度均匀性试验

#### 6.3.9.1 II 型、III 型系统测试方法

采用系统自带主动红外照明部件进行测试。参考图5所示布置测试设备，DUT以工作模式B按照如下步骤进行测试，测试程序如下：

- 开启系统主动红外照明部件，切换相机到红外模式，调整产品，使成像清晰；
- 调整摄像头光轴中心和图卡垂直，保证图卡充满摄像头的成像视野；
- 通过视频分析设备中图像处理软件分析中心视场和 70% 场（左上、右上、左下、右下四个边）的亮度均匀性值。

注：图卡背景色应满足特定波长的反射率不小于90%的纯白色卡，且像素取值范围在摄像头短边（垂直）有效像素5% $\pm$ 1%。

#### 6.3.9.2 I 型系统测试方法

使用平行光管系统测试，参考图9所示布置测试设备，DUT以工作模式B按照如下步骤进行测试，测试程序如下：

- 将车外系统使用的摄像头放置在平行光管测试系统对应的工作距离；
- 参考辐照度表设置光源照度为模拟距离下车灯对应的辐照度，内置补光装置的波长与系统补光波长保持一致，且磨砂玻璃发光面均匀性应不小于 90%。
- 切换相机到红外模式，调整产品，使成像清晰；
- 调整摄像头光轴中心和磨砂玻璃面垂直，保证磨砂玻璃面充满摄像头的成像视野；
- 通过视频分析设备中图像处理软件分析中心视场和 70% 场（左上、右上、左下、右下四个边）的亮度均匀性值。

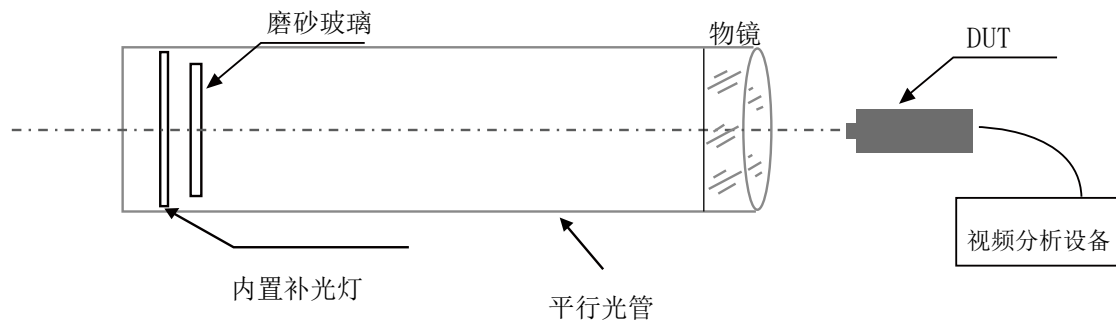


图9 亮度均匀性 I 型系统测试示意图

### 6.3.10 强光抑制试验

在环境红外光亮度小于1lux条件下，将标准光源组件沿中心放置在DUT正前方不同距离处，对一帧图像进行评估。

标准光源组件的亮度应在1100至1800流明范围内，光束扩展应为 $(40 \pm 20)$ 度；光源组件发光后，到不同距离的照度值如表14所示。

表14 汽车前照灯照度值

名称		光源亮度 (流明)	光源亮度 (坎德拉)	距离				
				3米	5米	10米	20米	50米
标准光源 组件	最小	1100	20000	4.5 lux	1.6 lux	0.4 lux	0.10 lux	0.01 lux
	最大	1800	100000	22.5 lux	8.1 lux	2.0 lux	0.51 lux	0.08 lux

如图10所示，蓝圈表示光源组件的光晕范围大小，即强度从中心降低到50%的区域，红圈表示汽车远近光灯发光面范围大小，计算蓝圈半径与红圈半径的比值。

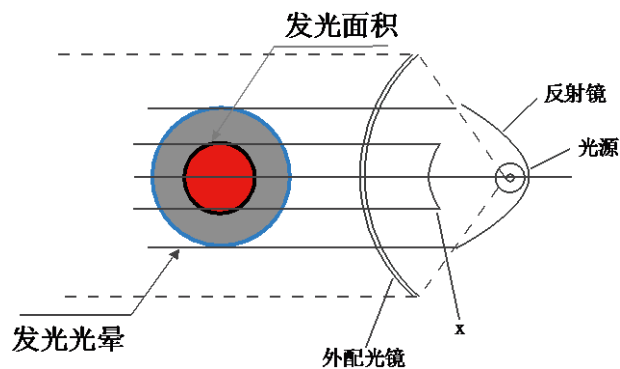


图10 强光抑制测试示意图

### 6.3.11 有效识别范围试验

#### 6.3.11.1 I 型系统

在干燥平坦的沥青或者水泥路面进行试验，环境的红外光照度不应超过1lux，且背景透空，测试道路应包含至少100m的直路，道路宽度至少为20m。

三个观察员对行人的动作行为进行识别，其中两个人对所有动作都能够识别的距离为有效识别距离。

### 6.3.11.2 II型、III型系统

在不小于4m×4m的暗房、环境光照度不超过1 lux且背景透空环境下进行试验。

在进行II型系统试验时，三个观察员对目标人物距离DUT0.3m, 1.0m, 1.5m位置时的动作进行观察，其中两人及两人以上能够识别的距离为有效识别距离；在进行III型系统试验时，三个观察员对目标人物距离DUT0.3m, 1.5m, 3.0m位置时的动作进行观察，其中两人及两人以上能够识别的距离为有效识别距离。

## 6.4 主动红外照明部件性能试验

### 6.4.1 波长

将主动红外照明部件放在光谱仪前方，DUT以工作模式B进行测试。

### 6.4.2 辐射强度

I型系统按照GB 25991-2010中6.3测试方法进行测试，II型、III型系统按照GB/T 24824-2009中5.2及附录A.7的方法进行测试，其中均须使用辐照度计（辐射强度计）替代可见光照度计进行测试。

### 6.4.3 光生物安全

按照GB/T 20145-2006第5章灯和灯系统测试方法进行测试。

## 6.5 车规环境试验

### 6.5.1 电气性能试验

#### 6.5.1.1 直流供电电压试验

DUT以工作模式B，先将直流稳压电源电压调至 $U_N$ ，然后逐渐将电压调至 $U_{Smin}$ 稳定10min，再逐渐将电压调至 $U_{Smax}$ 稳定10min。

#### 6.5.1.2 过电压试验

##### 6.5.1.2.1 ( $T_{max}-20^{\circ}C$ ) 条件下

DUT以工作模式B， $U_N$ 为12V的DUT按照GB/T 28046.2—2019中4.3.1.1.2的方法进行试验； $U_N$ 为24V的DUT按照GB/T 28046.2—2019中4.3.2.2的方法进行试验。

##### 6.5.1.2.2 室温条件下

DUT以工作模式B， $U_N$ 为12V的DUT按照GB/T 28046.2—2019中4.3.1.2.2的方法进行试验。

#### 6.5.1.3 叠加交流电压试验

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.4.2严酷度2的方法进行试验。

#### 6.5.1.4 供电电压缓降和缓升试验

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.5.2的方法进行试验。

#### 6.5.1.5 供电电压缓降和快升试验

DUT以工作模式B，按照表15的方法进行试验。

表15 供电电压缓降和快升试验

序号	名称	试验参数		
1	$U_N$	5V	12V	24V
2	试验电压	下降阶段 $U_{Smax} \sim 0V$		
		上升阶段 $0V \sim U_{Smax}$		
3	电压下降速率	$(0.5 \pm 0.1) V/min$		
4	电压上升时间	$\leq 0.5s$		
5	试验循环次数	1次		

### 6.5.1.6 供电电压瞬态变化试验

#### 6.5.1.6.1 电压瞬时下降

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.6.1.2的方法进行试验。

#### 6.5.1.6.2 对电压骤降的复位性能

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.6.2.2的方法进行试验。

#### 6.5.1.6.3 启动特性

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.6.3.2等级II的方法进行试验。

#### 6.5.1.6.4 抛负载

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.6.4.2的方法进行试验。

#### 6.5.1.7 反向电压试验

DUT以工作模式B，按表16进行试验。试验后进行功能检查。

表16 反向电压试验

序号	名称	试验参数		
1	$U_N$	5V	12V	24V
2	试验电压（电源输入接口正负极反接）	-5V	-14V	-28V
3	试验时间	$(60 \pm 6)s$		
4	试验循环次数	1次		

#### 6.5.1.8 短时中断供电试验

DUT以工作模式B，按表17和图11的波形进行试验。

表17 短时中断供电试验

序号	名称		试验参数		
1	$U_N$		5V	12V	24V
2	试验电压		4.75V	11V	22V
3	试验时间	$t1/$ 步进	$>10\mu s$ 至 $100\mu s$ / $10\mu s$		
			$100\mu s$ 至 $1ms$ / $100\mu s$		
			$1ms$ 至 $10ms$ / $1ms$		
			$10ms$ 至 $100ms$ / $10ms$		



			100ms至2s / 100ms
4	试验时间	t2	≥2s
5	试验循环次数		1次

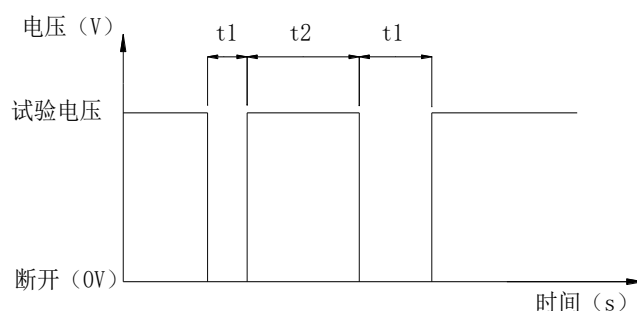


图11 短时中断供电波形

### 6.5.1.9 开路试验

#### 6.5.1.9.1 单线开路

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.9.1.2的方法进行试验。试验后进行功能检查。

#### 6.5.1.9.2 多线开路

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.9.2.2的方法进行试验。试验后进行功能检查。

### 6.5.1.10 短路保护试验

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.10.2.1的方法进行试验。试验后进行功能检查。

### 6.5.1.11 绝缘电阻试验

DUT以工作模式A1，按照GB/T 28046.2—2019中4.12.2的方法进行试验。试验后以工作模式B进行功能检查。

### 6.5.1.12 参考接地和供电偏移试验

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.2—2019中4.8.2的方法进行试验。试验后进行功能检查。

## 6.5.2 机械性能试验

### 6.5.2.1 机械振动试验

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.3—2011中4.1.2.4.2或4.1.2.7.2的方法进行试验。试验后进行功能检查。

### 6.5.2.2 机械冲击试验

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.3—2011中4.2.2.2的方法进行试验。试验后进行功能检查。

### 6.5.2.3 自由跌落试验

在增加了镜面的防护措施后，DUT以工作模式A1，按照GB/T 28046.3—2011中4.3.2的方法进行试验。试验后以工作模式B进行功能检查。

### 6.5.2.4 碎石冲击试验

DUT以工作模式A1,按照QC/T 1128—2019中6.6.4规定的方法进行试验。试验后以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.2.5 镜头耐磨试验

DUT以工作模式A1,按照QC/T 1128—2019中6.6.5规定的方法进行试验。试验后以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.2.6 线束拉脱力试验

DUT以工作模式A2,按照QC/T 1128—2019中6.6.6规定的方法进行试验。试验后以工作模式B进行试验。

### 6.5.3 环境耐候性试验

#### 6.5.3.1 低温试验

##### 6.5.3.1.1 低温贮存

DUT以表9贮存温度下限和工作模式A1,按照GB/T 28046.4—2011中5.1.1.1.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温,以工作模式B进行功能检查。

##### 6.5.3.1.2 低温工作

按照图12和图13进行试验布置,DUT以 $T_{min}$ 和工作模式B,按照GB/T 28046.4—2011中5.1.1.2.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温,以工作模式B进行功能检查。

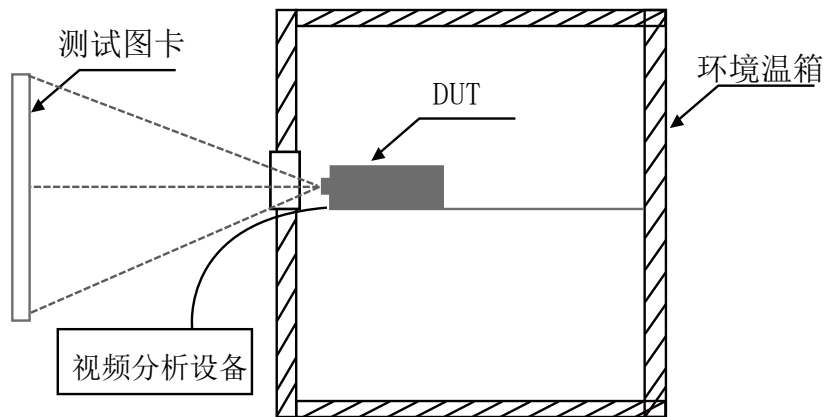


图12 II型和III型系统试验环境温箱布置图

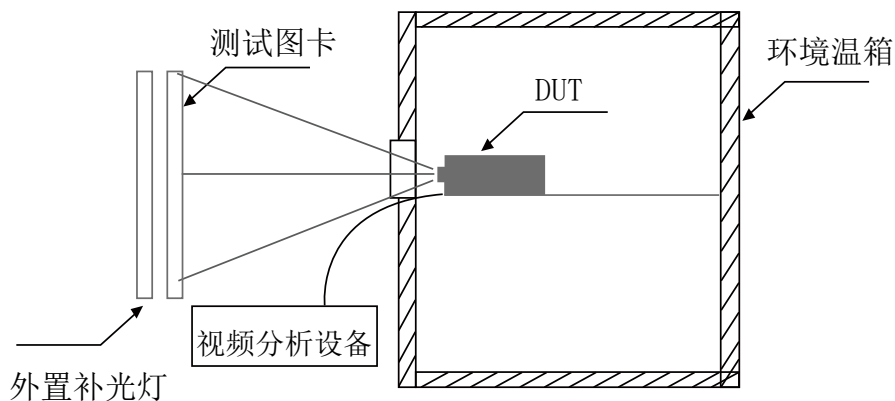


图13 I型系统试验环境温箱布置图

### 6.5.3.2 高温试验

#### 6.5.3.2.1 高温贮存

DUT以表9贮存温度上限和工作模式A1，按照GB/T 28046.4—2011中5.1.2.1.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.3.2.2 高温工作

按照图12和图13进行试验布置，DUT以 $T_{max}$ 和工作模式B，按照GB/T 28046.4—2011中5.1.2.2.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以工作模式B进行功能检查。

### 6.5.3.3 温度梯度试验

DUT以 $T_{min} \sim T_{max}$ 范围和工作模式A2，按照GB/T 28046.4—2011中5.2.2的方法进行试验，试验中以工作模式B进行功能检查。试验后静置2h恢复常温，以工作模式B进行功能检查。

### 6.5.3.4 温度循环试验

#### 6.5.3.4.1 规定变化率的温度循环

DUT以工作模式A2，在 $T_{min} \sim T_{max}$ 范围内，按照GB/T 28046.4—2011中5.3.1.2的方法进行试验，试验中以工作模式B进行功能检查。试验后静置2h恢复常温，以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.3.4.2 规定转换时间的温度快速变化

DUT以工作模式A2，在 $T_{min} \sim T_{max}$ 范围内，按照GB/T 28046.4—2011中5.3.2.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以工作模式B进行功能检查。

### 6.5.3.5 湿热试验

#### 6.5.3.5.1 湿热循环

DUT以工作模式A2，按照GB/T 28046.4—2011中5.6.2.2的方法进行试验，试验中以工作模式B进行功能检查。试验后静置2h恢复常温，以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.3.5.2 温度/湿度组合循环

DUT以工作模式A2，按照GB/T 28046.4—2011中5.6.2.3的方法进行试验，试验中以工作模式B进行功能检查。试验后静置2h恢复常温，以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.3.5.3 稳态湿热

DUT以工作模式B，按照GB/T 28046.4—2011中5.7.2的方法进行试验，在试验最后一小时进行功能检查。试验后静置2h恢复常温，以工作模式B进行功能检查。

### 6.5.3.6 冰水冲击试验

DUT以工作模式A2，按照GB/T 28046.4—2011中5.4.2.1的方法进行试验，试验中和试验后以工作模式B进行功能检查。

### 6.5.3.7 耐盐雾试验

#### 6.5.3.7.1 腐蚀

DUT以工作模式A2，按照GB/T 28046.4—2011中5.5.1.2的方法进行试验。试验后以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.3.7.2 渗漏和功能

DUT以工作模式A2，按照GB/T 28046.4—2011中5.5.2.2的方法进行试验。试验中和试验后以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.3.8 太阳光辐射试验

安装在车辆外部的DUT以工作模式A1，按照ISO 4892-2:2013中表1（方法A）和表3循环1的规定进行600 h试验。

安装在乘客舱内太阳直射处的DUT以工作模式A1，按照ISO 4892-2:2013中表2（方法B）和表3循环2的规定进行600 h试验。

#### 6.5.4 防尘防水试验

##### 6.5.4.1 防尘试验

DUT以工作模式A2，按照GB/T 30038—2013中8.3.3.2规定的方法进行试验，试验后以工作模式B进行功能检查。

##### 6.5.4.2 防水试验

DUT以工作模式A2，按照GB/T 30038—2013中8.4.3规定的方法进行试验，试验后以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.5 化学负荷试验

安装在乘客舱内部的DUT以工作模式A1，按照GB/T 28046.5—2013中表1安装位置代码[B]选择试剂和暴露条件以及表2的湿润方法和4.8的程序进行试验。试验后以工作模式B进行功能检查。

安装在车辆外部的DUT以工作模式A1，按照GB/T 28046.5—2013中表1安装位置代码[D]选择试剂和暴露条件以及表2的湿润方法和4.8的程序进行试验。试验后以工作模式B进行功能检查。

#### 6.5.6 电磁兼容性试验

##### 6.5.6.1 对静电放电产生的电骚扰抗扰试验

###### 6.5.6.1.1 电子模块不通电

DUT以工作模式A1，按照GB/T 19951—2019附录C中表C.1、C.2 的类别1试验严酷等级不低于L<sub>3</sub>的试验电压要求和第9章规定的方法进行试验。试验后以工作模式B进行功能检查。

###### 6.5.6.1.2 电子模块通电

DUT以工作模式B，按照GB/T 19951—2019 附录C中表C.1、C.2、C.3的类别1试验严酷等级不低于L<sub>3</sub>的试验电压要求和第8章规定的方法进行试验。

##### 6.5.6.2 对由传导和耦合引起的电骚扰抗扰试验

###### 6.5.6.2.1 沿电源线的电瞬态传导抗扰

DUT以工作模式B,按照表10规定的抗扰试验等级和GB/T 21437.2-XXXX中的脉冲1,2a,2b,3a,3b的方法进行试验。

#### 6.5.6.2.2 除电源线外的导线通过容性耦合的电瞬态抗扰

DUT以工作模式B,按照GB/T 21437.3—XXXX表B.1、B.2中CCC模式以及等级III的要求和4.5的方法进行试验。

#### 6.5.6.3 对电磁辐射的抗扰试验

DUT以工作模式B,按照GB 34660—2017中4.7的电波暗室法、大电流注入法的抗扰试验强度和GB 34660—2017中5.7规定的方法进行试验。

#### 6.5.6.4 无线电骚扰特性试验

##### 6.5.6.4.1 传导发射

DUT以工作模式B,按照GB/T 18655—2018中6.3和6.4的方法进行试验。

##### 6.5.6.4.2 辐射发射

DUT以工作模式B,按照GB/T 18655—2018中6.5的方法进行试验。

#### 6.5.7 高温耐久性试验

高温耐久性试验见附录C,耐久性试验计算模型见附录D。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

系统的出厂检验项目至少应包括外观、结构检查和功能检查。

### 7.2 型式试验

#### 7.2.1 型式试验的抽样和分组

型式试验应从出厂检验合格的系统中按照GB/T 2828.1规定的一次抽样方案进行抽取。先按出厂检验的项目进行复检,复检合格后的样品数量为每组6件共计8组,每件样品应编上样品编号和分组编号。

系统按分组依次进行以下试验:

- a) 第1组:系统要求试验、耐盐雾试验(3件DUT腐蚀试验;3件DUT渗漏和功能试验);
- b) 第2组:电气性能试验、线束拉脱力试验、化学负荷试验;
- c) 第3组:温度试验、湿热试验;
- d) 第4组:自由跌落试验、机械冲击试验、镜头耐磨试验;
- e) 第5组:机械振动试验、碎石冲击试验;
- f) 第6组:防尘防水试验(3件DUT防尘试验;3件DUT防水试验)、冰水冲击试验;
- g) 第7组:电磁兼容性试验(3件DUT)、太阳光辐射试验(3件DUT);
- h) 第8组:高温耐久性试验。

#### 7.2.2 合格判定

系统的型式试验项目应全部符合规定的要求。如有一项不合格，可重新抽取加倍数量的样品就该不合格项目进行复检，如仍有不合格时，则该批样品判为不合格。但对高温耐久性试验不合格时不应重新抽取，直接判为不合格。

## 附录 A

(资料性)

## 主动红外照明部件光生物安全管控要求

## A.1 一般要求

## A.1.1 供应商要求

对主动红外照明部件提供正确的危险类别和安全控制措施是制造商的职责，制造商提供的主动红外照明部件光辐射安全应满足以下要求：

- a) 根据 GB/T 20145-2006 的分类规则，按第 5 章的规定确定主动红外照明部件危险类别；
- b) 根据 GB/T 30117.2-2013 的指导原则，按第 6 章的规定对主动红外照明部件采取安全措施
- c) 如果主动红外照明部件被修改，额外增加了光束整形元件或该做其他用途，应对其进行重新评估，给出相应的危险类别和正确使用要求。

注：制造商不仅包括主动红外照明部件研制企业，还包括外购主动红外照明部件与车辆制造商等集成开发企业。

## A.1.2 安装和维护人员要求

安装和维护人员应按照制造商提供的安装或维护说明书进行作业，并做好相应的防护措施。

## A.1.3 公众要求

被动接受主动红外照明部件照射的公众应按照主动红外照明部件的警告标识的要求保持安全距离，并不应注视主动红外照明部件。

## A.2 危险类别和评估要求

## A.2.1 危险类别分类

根据光辐射对人眼造成的不同危害程度，主动红外照明部件光生物辐射安全等级分为3个类别：

——0 类危险 (RG0) —豁免类。在可预见的条件下，不造成任何光生物辐射危害。0 类危险主动红外照明部件的光辐射应同时满足以下要求：

- 在0.25s内不造成视网膜热危害 (LR)；
- 在1000s内不造成对眼睛的红外辐射危害 (EIR)；
- 在发射红外辐射但没有强视觉刺激 (即小于 $10\text{cd}/\text{m}^2$ )，并且1000s内不造成近红外视网膜危害 (微弱视觉刺激) (LIR)。

——1 类危险 (RG1) —低危险类。在正常使用的条件下，根据人的正常光照行为不会造成光生物危害。1 类危险主动红外照明部件的光辐射应同时满足以下要求：

- 在100s内不造成对眼睛的红外辐射危害 (EIR)；
- 在发射红外辐射但没有强视觉刺激 (即小于 $10\text{cd}/\text{m}^2$ )，并且100s内不造成近红外视网膜危害 (微弱视觉刺激) (LIR)。

——2 类危险 (RG2) —中度危险类。根据人眼对高亮度光源的炫目回避或热辐射的不舒适反应，不造成光生物辐射危害。2 类危险主动红外照明部件的光辐射应同时满足以下要求：

- 在10s内不造成对眼睛的红外辐射危害 (EIR)；
- 在发射红外辐射但没有强视觉刺激 (即小于 $10\text{cd}/\text{m}^2$ )，并且10s内不造成近红外视网膜危害 (微弱视觉刺激) (LIR)。

## A.2.2 连续发射主动红外照明部件发射限值要求

连续发射主动红外照明部件的发射限制应符合表 A.1 的要求。

表A.1 连续发光主动红外照明部件不同危险类别的发射限值

危害类型	波长范围 nm	符 号	发射限值			单位
			0类危险	1类危险	2类危险	
视网膜热危害	380~1400	$L_R$	$28000/\alpha$	-	-	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
角膜和晶状体的红外辐射危害	780 ~ 1400	$E_{IR}$	100	570	3200	$W \cdot m^{-2}$
视网膜的、微弱的、视觉的刺激	780 ~ 1400	$L_{IR}$	$6000/\alpha$	$11000/\alpha$	-	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$

### A.2.3 评估要求

#### A.2.3.1 一般规则

依据下述规则进行危险类别分类：

- 所有工作方式的主动红外照明部件均在200mm距离进行评估；
- 评估时的测量孔径为7mm；
- 主动红外照明部件的有效辐照度和有效辐亮度测量参照GB/T 34075-2017的方法进行。

#### A.2.3.2 安全距离

0类危险以上类别的主动红外照明部件都应评估安全距离，其评估方法参照GB/T 30117.2-2013进行。

#### A.2.3.3 危险距离

除0类主动红外照明部件外，参照GB/T 30117.2-2013的方法确定主动红外照明部件的危险距离，并遵循：2类危险主动红外照明部件应确定1类危险距离。

### A.2.4 控制措施

#### A.2.4.1 总则

主动红外照明部件的光辐射安全控制措施应按GB/T 30117.2-2013的规定执行。

主动红外照明部件制造商应进行危险类别分类及危险评估，以确定采取必要的安全措施，对用户的预期使用危险提出必要的警告并建议用户进行安全防护。

一般而言，在预期使用条件下主动红外照明部件的控制方式不恰当或者不能实行时，需考虑培训，限制进入危害区域和配备个人防护设备。

#### A.2.4.2 工程控制措施

##### A.2.4.2.1 产品研制

参照GB/T 37958-2019规定执行。

##### A.2.4.2.2 产品使用

主动红外照明部件在使用过程中，应根据实际情况，采取安全措施，包括但不限于：

- 对于 I 类以上危险等级的主动红外照明部件，根据车速控制主动红外照明部件亮度，从而减少对大众造成伤害的可能。
- 采用低照度性能好的图像传感器，从而降低对主动红外照明部件强度的需求。



——采取智能算法判断行人的位置和距离，从而采取合理的措施，减少对大众造成伤害的可能。

#### A. 2. 4. 3 安全告知要求

参照GB/T 37958-2019相关规定执行。

附录 B  
(资料性)  
图卡样式与布置

B.1 图卡样式

I 型系统单平行光管测试方案所用的MTF测试图卡参照图B.1所示。

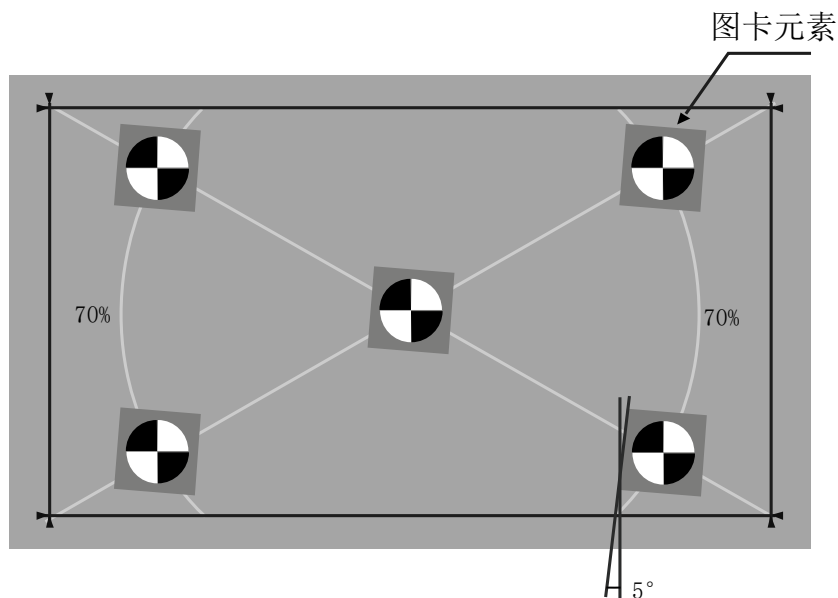


图 B.1 单平行光管测试方案的 MTF 测试图卡定义

I 型系统多平行光管测试方案所用的MTF测试图卡参照图B.2所示。

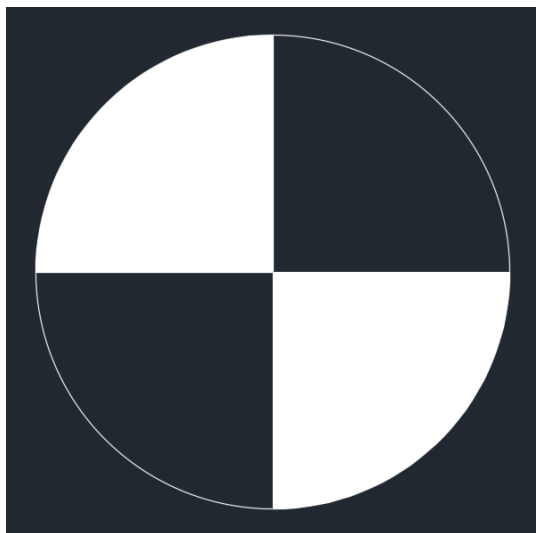


图 B.2 多平行光管测试方案的 MTF 测试图卡定义

B.2 图卡布置

I 型系统多平行光管测试方案参照图B.3所示。

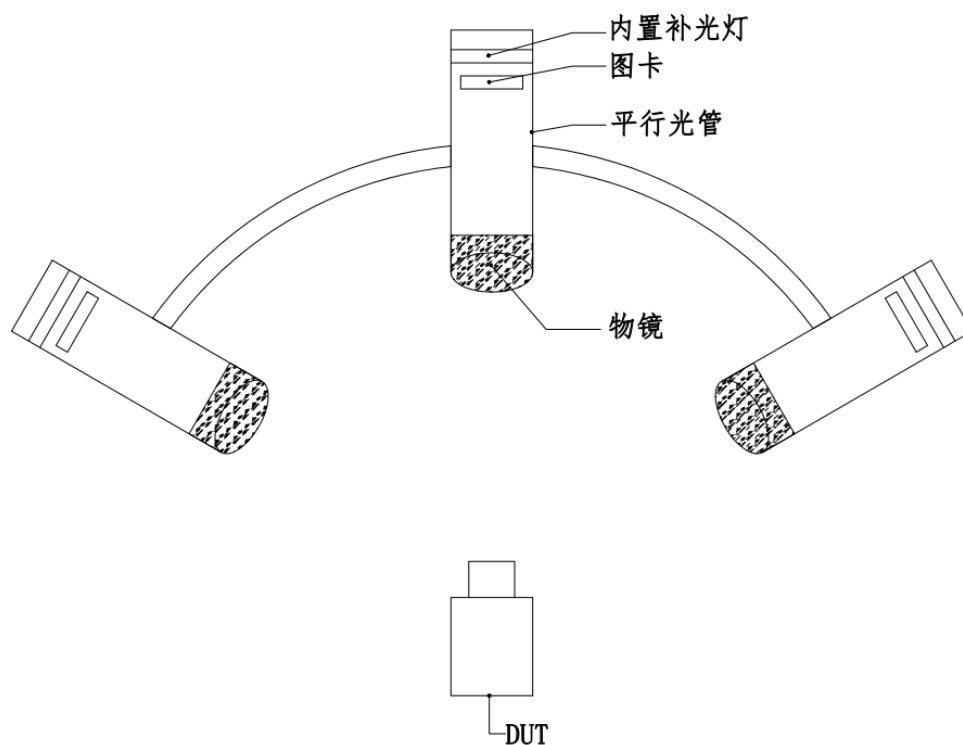


图 B.3 多平行光管测试方案示意图

图卡背景在特定光谱反射率应满足在15%~25%中性色之间且测试图卡的黑白对比度应满足4:1。

图B.2中，图卡元素为可移动元素。即当把测试相机放置到特定距离处，需将图卡元素放置在相机成像中心视场及70%视场处，同时图卡元素按倾斜 $5^\circ$ 角放置。

## 附录 C

### (资料性)

### 耐久性试验

#### C.1 耐久性试验

##### C.1.1 高温耐久性

安装在乘客舱内太阳直射处的DUT在 $T_{max}$ 以工作模式B进行试验，试验持续时间为1407h。在试验期间按照试验持续时间的25%、50%、75%进行检查，试验后以工作模式B进行测试，并按照6.3.3测试MTF值。

安装在其他位置的DUT在 $T_{max}$ 以工作模式B、运行47h和工作模式A2、运行1h为循环进行试验，试验持续时间为1200h。在试验期间按照试验持续时间的25%、50%、75%进行检查，试验后以工作模式B进行测试，并按照6.3.3测试MTF值。

注：持续试验时间按附录D中Arrhenius模型计算。

##### C.1.2 温度交变耐久性

安装在乘客舱内太阳直射处的DUT按照表C.1规定的方法和图C.1的温度曲线进行试验，试验循环为135min、循环次数为543个循环。试验期间按照试验持续时间的25%、50%、75%进行检查，试验后以工作模式B进行测试，并按照6.3.3测试MTF值。

安装在其他位置的DUT按照表C.1规定的方法和图C.1的温度曲线进行试验，试验循环为132min、循环次数为325个循环。试验期间按照试验持续时间的25%、50%、75%进行检查，试验后以工作模式B进行测试，并按照6.3.3测试MTF值。

注：试验循环时间和循环次数按附录D中Coffin-Manson模型计算。

表C.1 温度交变耐久性试验方法

序号	名称	试验参数
1	工作模式和循环	GB/T 28046.1-2011 定义的工作模式 3.2
2	试验温度曲线	图 A.1
3	最低试验温度	$T_{min}$
4	最高试验温度	$T_{max}$
5	温度梯度	4°C / min
6	在 $T_{min}$ 和 $T_{max}$ 下保持时间	在温度完全渗透之后 15min

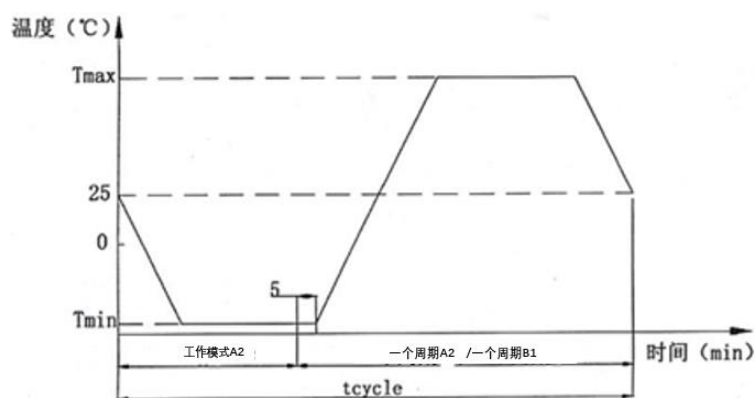


图 C.1 试验温度曲线

附 录 D  
(资料性)  
耐久性试验计算模型

### D.1 系统在汽车上安装位置的典型温度模型

#### D.1.1 系统在汽车安装位置的平均温升

系统在汽车上不同安装位置的平均温升如表D.1所示。

表D.1 不同安装位置的温度模型和平均温升

汽车上的安装位置	位置温度模型	位置平均温升 ( $\Delta T$ )
无特殊的要求	1	36K
乘客舱内太阳直射处	2	46K

#### D.1.2 系统在不同温区的占比

产品的位置温度模型1见表D.2，位置温度模型2见表D.3。

表D.2 位置温度模型 1

温度 ( $T_i$ ) ℃	温度占比 ( $P_i$ ) %
-40	6
23	20
40	65
80	8
85	1

表D.3 位置温度模型 2

位置温度 ( $T_i$ ) ℃	温度占比 ( $P_i$ ) %
-40	6
23	20
50	65
85	8
90	1

### D.2 高温耐久性试验 Arrhenius 计算模型

为了计算高温耐久寿命试验的持续时间，应按照系统的应用条件，并结合温度分布百分比计算汽车在当前场地下的工作小时 $T_{oper}$ 进行考虑，温度集中模型见表D.4。

表D.4 温度集中模型

温 度 ( $T_i$ )	位置温度分布 ( $P_i$ )
$T_1$	$P_1$
$T_2$	$P_2$

.....	.....
T. n	Pn

对于T. 1 .....T. n 的各个温度，按公式D. 1计算模型的加速度系数AT. 1.....AT. n:

$$AT. i = e^{-(EA/K) * [1/(T_{test} + 273.15) - 1/(T. i + 273.15)]} \dots\dots\dots (D. 1)$$

式中:

AT. i——Arrhenius 模型的加速度系数;

EA —— 激活能量EA=0. 45eV;

K——玻尔兹曼常数 (K=8. 617×10<sup>-5</sup> eV/K) ;

T<sub>test</sub>——试验温度[°C]，通常为T<sub>max</sub>;

T. i——按照应用曲线在温度集中之后的位置温度;

-273. 15°C——温度的绝对零点。

按公式D. 2计算加速度系数得出高温耐久性试验的持续时间:

$$T_{test} = T_{oper} \sum P_i / AT. i \dots\dots\dots (D. 2)$$

式中:

T<sub>test</sub>——高温耐久性试验的试验持续时间 (h) ;

T<sub>oper</sub>——安装位置的耐久性工作时间;

P<sub>i</sub>——产品在安装位置温度T. i下的工作时间百分比数;

AT. i——温度T. i的加速度系数。

以安装在无特殊要求区域的DUT为例，耐久性为10年，每天工作2h，T<sub>oper</sub>为7300h，表D. 2位置温度模型2给出的T. i，T<sub>test</sub>=T<sub>max</sub>=85°C为例计算，由公式D. 1计算可得出:

AT. 1 ≈2483. 61;

AT. 2 ≈21. 17;

AT. 3 ≈8. 13;

AT. 4 ≈1. 23;

AT. 5 =1. 00;

由公式D. 2计算可得出:

$$T_{test} = 7300 \times [(0. 06/2483. 61) + (0. 20/21. 17) + (0. 65/8. 13) + (0. 08/1. 23) + (0. 01/1)] \approx 1200 (h)$$

即：安装在无特殊要求区域的DUT高温耐久寿命试验的持续时间为1200h。

### D. 3 温度交变耐久性试验 Coffin-Manson 计算模型

为了计算温度交变条件下的耐久性试验的持续时间，应考虑产品由表D. 1安装位置ΔT的平均温度变化和寿命期间的温度循环次数N<sub>cycle</sub>。

按公式D. 3计算Coffin-Manson模型的加速度系数与场地平均温度变化的关系:

$$ACM = (\Delta T_{test} / \Delta T)^c \dots\dots\dots (D. 3)$$

式中:

ACM——Coffin-Manson 模型的加速度系数;

ΔT<sub>test</sub>——在一次试验循环期间的温差 (ΔT<sub>test</sub>=T<sub>max</sub>-T<sub>min</sub>) ;

ΔT——在场地使用寿命期间的平均温差，见表B. 1;

C——Coffin-Manson 模型参数 (在本文件中c固定设置为2. 5)。

按公式D. 4计算试验循环的总次数:

$$N_{test} = N_{cycle} / ACM \dots\dots\dots (D. 4)$$

式中:

N<sub>test</sub>——试验循环次数;

N<sub>cycle</sub>——在安装位置使用寿命期间的温度循环次数;

ACM——Coffin-Manson模型的加速度系数。

以安装在无特殊要求区域的DUT为例，耐久性为10年，每天使用2次， $N_{\text{cycle}}$ 为7300次，表C.2位置温度模型2给出的 $T_{\text{min}}=-40^{\circ}\text{C}$ 和 $T_{\text{max}}=85^{\circ}\text{C}$ ，由表C.1安装位置平均温升 $\Delta T=36\text{K}$ 的产品为例进行计算：

$$\Delta T_{\text{test}} = 85^{\circ}\text{C} - (-40^{\circ}\text{C}) = 125^{\circ}\text{C}$$

按公式D.3计算出Coffin-Manson模型的加速度系数为：

$$\text{ACM} = (125/46)^{2.5} \approx 22.47$$

按公式D.4计算出试验循环次数为：

$$N_{\text{test}} = 7300/22.47 \approx 325\text{次}$$

产品温度热浸透的时间为15min，设定温度在20min后浸透部件，则保持时间为35min来计算一次循环的时间为：

$$T_{\text{cycle}} = 2 \times [(T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) / (4^{\circ}\text{C}/\text{min}) + 35\text{min}] = 132.5\text{min}$$

599次循环时整个试验时间为：

$$t = (325 \times 132.5\text{min}) / 60\text{min} \approx 717.7\text{h}$$

即：温度交变耐久性试验的每个循环时间为132.5min，总循环次数为325次，试验总的时间为717.7h。