

团 体 标 准

T/ITS 0111—2021

营运车辆全景环视系统技术要求和试验方 法

Commercial vehicle around view monitor system technical requirements and test
methods

2021 – 12 – 07 发布

2022 – 03 – 01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义、缩略语.....	3
3.1 术语和定义.....	3
3.2 缩略语.....	6
4 功能要求.....	6
4.1 全景拼接.....	6
4.2 驾驶员盲区监测.....	8
4.3 视图切换.....	8
4.4 静态辅助线.....	8
4.5 动态轨迹线.....	8
4.6 故障检测.....	9
5 性能要求.....	9
5.1 系统摄像头图像质量.....	9
5.2 系统启动时间.....	9
5.3 系统延时.....	9
5.4 视图切换延时.....	9
5.5 输出显示帧率.....	9
5.6 全景图像拼接质量.....	9
5.7 驾驶员盲区监测范围.....	11
5.8 电源适应性.....	14
5.9 环境适应性.....	14
5.10 电磁兼容要求.....	14
5.11 稳定性要求.....	15
6 安装要求.....	15
7 试验方法.....	15
7.1 一般要求.....	15
7.2 功能试验方法.....	15
7.3 性能试验方法.....	16
附 录 A （规范性） 测试图卡、测试板技术要求.....	28
附 录 B （规范性） 图像分析软件技术要求.....	31
附 录 C （规范性） 全景图像拼接质量测试场地技术要求.....	32

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件起草单位：杭州海康汽车技术有限公司、交通运输部公路科学研究院、比亚迪汽车工业有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、厦门金旅客车有限公司、东风商用车有限公司、徐州徐工汽车制造有限公司、北京福田戴姆勒汽车有限公司、浙江大华技术股份有限公司、深圳市有为信息技术发展有限公司、江苏清之鹰汽车科技发展有限公司、东南大学、深圳市华宝电子科技有限公司、深圳市锐驰曼科技发展有限公司、鹰驾科技（深圳）有限公司、上海保隆汽车科技股份有限公司、魔视智能科技（上海）有限公司、重庆渝微电子技术研究院有限公司、汉熵通信有限公司、华为技术有限公司、南京晓庄学院、重庆车辆检测研究院有限公司、中公高远（北京）汽车检测技术有限公司。

本文件主要起草人：林成琳、章晓凌、董轩、王洪军、晋杰、吕书军、刘延、周炜、贾红、李旭、任春晓、李文亮、梁丰收、罗东海、周金应、曹琛、刘应吉、张浩、李阳、叶慧海、龙军、金大鹏、李军亮、张汝辉、袁卫波、武文翀、许忠、杨昌元、陈文明、王伟、郑智宇、许定超、漆奇、王铁军、黄振华、王戡、宋翔、田俊涛、李博、姚实聪、徐德强、楼超级、胡佳妮。

营运车辆全景环视系统技术要求和试验方法

1 范围

本文件规定了营运车辆全景环视系统的功能要求、性能要求、安装要求和试验方法等。

本文件适用于安装在营运车辆上的全景环视系统。

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/T19951—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 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 30038 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP代码）

GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

GB/T 39265—2020 道路车辆 盲区监测（BSD）系统性能要求及试验方法

QC/T 1128—2019 汽车用摄像头

ISO 12233 数码相机分辨率测量标准（Photography Electronic still picture imaging Resolution and spatial frequency responses）

ISO 15739 摄影. 电子静止图象成像. 噪声测量（Photography - Electronic still - picture imaging - Noise measurements）

ISO 15781 摄影 数码相机 测量滞后的拍摄时间、快门释放时间间隔、拍摄率、启动时间（Photography - Digital still cameras - Measuring shooting time lag, shutter release time lag, shooting rate, and start-up time lag）

ISO 16505 道路车辆-摄像机监控系统（Road vehicles - Ergonomic and performance aspects of Camera Monitor Systems - Requirements and test procedures）

3 术语和定义、缩略语

GB/T 39265—2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

全景环视系统 around view monitor system

由电子控制单元和摄像头等环境感知传感器组成的行车辅助系统,能够将同一时刻采集到的车身周边环境信息处理成一幅空中某点俯视车身四周的实时全景鸟瞰图,并在车辆屏幕上显示。

3.1.2

静态辅助线 static trajectory line

全景环视系统显示画面上绘制于车身周围的静态标尺线,作为车周距离示意或车辆行驶区域界限示意,辅助驾驶员根据标尺判断障碍物与车身的距离。

3.1.3

动态轨迹线 dynamic trajectory line

全景环视系统显示画面上绘制于车身前/后的动态导向线,随着方向盘转动实时标记虚拟行车路线,辅助驾驶员规划行车路径。

3.1.4

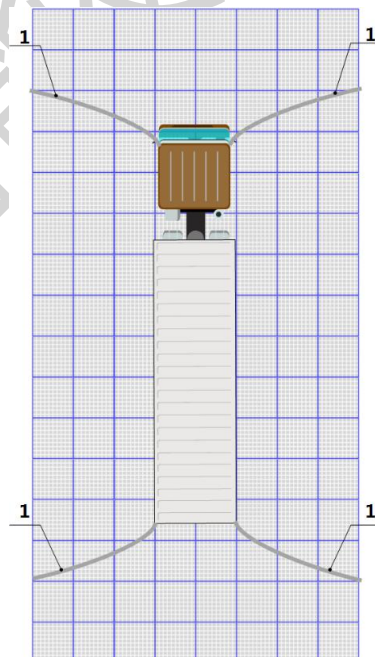
可视范围 visual range

全景环视系统显示画面中车身周边可见区域。

3.1.5

拼接缝隙 stitching seam

全景环视系统多摄像头拼接全景视图时,在画面特定位置(一般是各摄像头视野的连接处)产生的画面衔接缝隙,如图1所示。



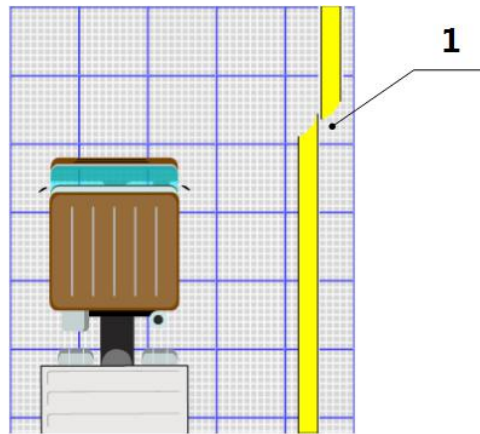
标引序号说明:
1—拼接缝隙。

图 1 拼接缝隙示意图

3.1.6

拼接错位 stitching dislocation

全景环视系统多摄像头视图拼接为全景视图时，在视图局部（一般是拼接缝隙处）发生的图像错位，如图2所示。



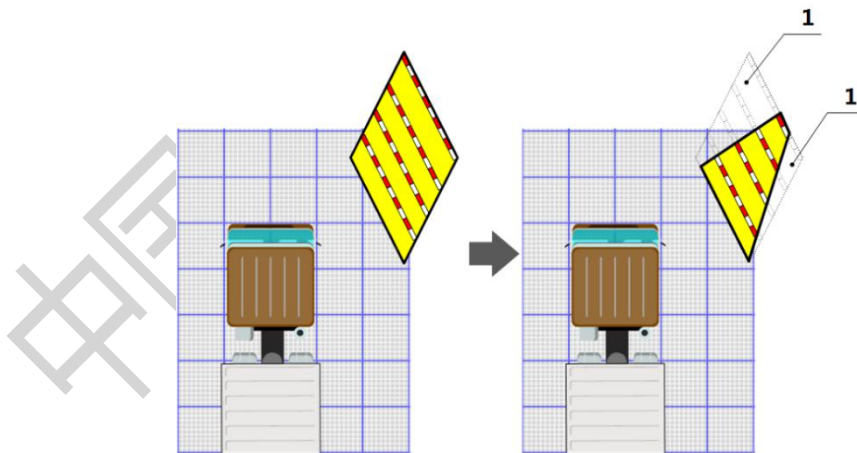
标引序号说明：
1—拼接错位。

图2 拼接错位示意图

3.1.7

拼接损失 stitching loss

全景环视系统多摄像头视图拼接为全景视图时，物体或物体的局部在视图中（一般是拼接缝隙处）消失，如图3所示。



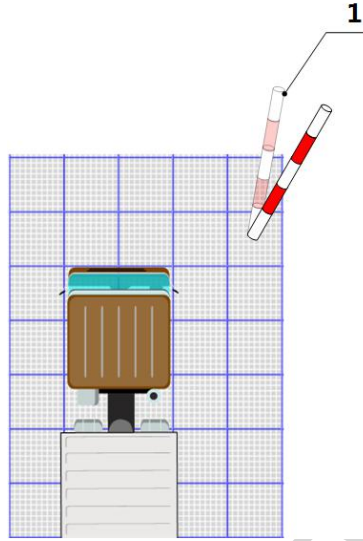
标引序号说明：
1—拼接损失。

图3 拼接损失示意图

3.1.8

拼接重影 stitching ghosting

全景环视系统多摄像头视图拼接为全景视图时，同一物体或物体的局部在视图中（一般是拼接缝隙处）出现额外的影像，如图4所示。



标引序号说明：
1—拼接重影。

图 4 拼接重影示意图

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DUT——受试装置 device under test

MTF——调制传递函数 modulation transfer function

TTC——距离碰撞时间 time to collision

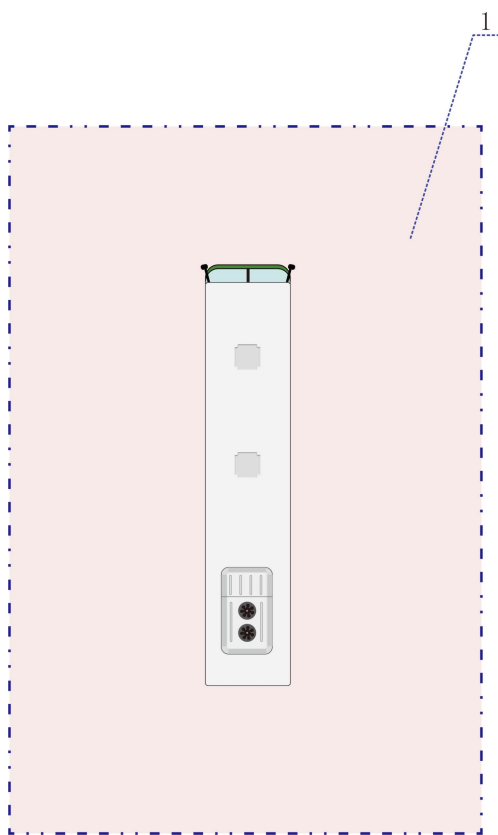
4 功能要求

4.1 全景拼接

4.1.1 一般要求

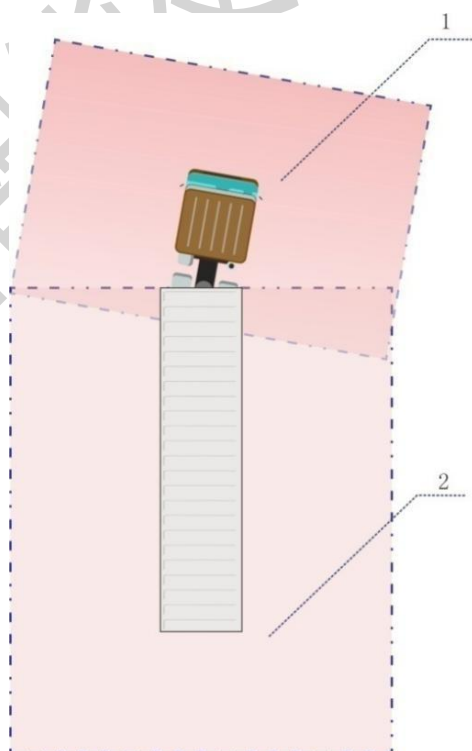
全景环视系统（以下简称系统）应至少能在车辆启动后至车速提升至15km/h前和倒车时显示全景拼接图像，具体要求如下：

- a) N类和M类车辆的全景环视系统应支持360°全景拼接，如图5所示；
- b) 汽车列车的全景环视系统应支持下列拼接方式之一：
 - 1) 全车360°全景拼接；
 - 2) 牵引车270°（左、前、右三面）和挂车270°（左、后、右三面）全景拼接，如图6所示；



标引序号说明：
1—全车360°全景拼接；

图5 全车 360° 全景拼接示意图



标引序号说明：

- 1—牵引车 270°全景拼接;
2—挂车 270°全景拼接。

图 6 牵引车 270° 和挂车 270° 全景拼接示意图

4.1.2 安装于汽车列车系统的要求

安装于汽车列车的系统满足以下要求:

- a) 若挂车采用 270° 全景拼接方式, 应在挂车完成图像拼接;
- b) 挂车应以高清格式向牵引车传输 270° 全景拼接图像。

4.2 驾驶员盲区监测

系统的驾驶员盲区监测功能满足以下要求:

- a) M、N 类车辆的全景环视系统在车辆直线行驶状态下, 宜支持探测车辆左、右相邻区域内的目标机动车, 并在目标的任一部分进入监测范围时发出警告, 警告信息应能清晰指示目标出现在车辆哪一侧;
- b) M₂、M₃、N₂、N₃ 类车辆及汽车列车的系统在判定车辆即将或正在进行右转向操作时, 应能显示车辆右转弯盲区并探测进入盲区的机动车、非机动车及行人等目标, 在目标的任一部分进入监测范围时在显示画面中进行明显标示并以声音或触觉方式进行警告;
- c) M₂、M₃、N₂、N₃ 类车辆及汽车列车的系统在判定车辆即将或正在进行左转向操作时, 宜支持显示车辆左转弯盲区并探测进入盲区的机动车、非机动车及行人等目标, 在目标的任一部分进入监测范围时在显示画面中进行明显标示并以声音或触觉方式进行警告;
- d) 驾驶员盲区监测范围应满足 5.7 要求。

4.3 视图切换

系统应支持切换显示全景视图、驾驶员盲区视图及单视图。

4.4 静态辅助线

系统应支持静态辅助线显示, 倒车场景下视图中车辆后方应显示静态辅助线, 静态辅助线应满足以下要求:

- a) 辅助线清晰, 无毛边、重影, 边缘平顺细腻无锯齿;
- b) 辅助线起始端点贴近车身, 车身后部的静态辅助线起始点与车身后边缘的距离小于 10cm;
- c) 辅助线延伸长度不小于 3m;
- d) 辅助线与车身纵向中心线的夹角在 $\pm 3^\circ$ 偏差范围内;
- e) 辅助线能标识障碍物与车身的相对距离, 辅助线上的距离标尺所标识的距离与实际距离的误差小于 10%。

4.5 动态轨迹线

系统宜支持动态轨迹线显示。动态轨迹线满足以下要求：

- a) 辅助线应清晰，无毛边、重影，边缘平顺细腻无锯齿；
- b) 方向盘转角为 0° 时，动态轨迹线与车身纵向轴线的夹角应在 $\pm 3^{\circ}$ 范围内；
- c) 动态轨迹线应随方向盘转动，指示车辆运行路线的趋势，轨迹线应与实际行车轨迹一致。

4.6 故障检测

系统故障检测应满足以下要求：

- a) 系统支持上电自检，和运行过程中的故障检测；
- b) 系统至少支持系统供电异常提醒、控制器故障提醒、传感器故障提醒、传感器脏污/遮挡失效提醒；
- c) 系统在检测到故障时，发出声学或光学或触觉提醒，或将故障信息上报给车内其他设备进行故障提示。

5 性能要求

5.1 系统摄像头图像质量

系统摄像头应满足以下要求：

- a) 选用不低于100万像素的高清晰度（HD）摄像头；
- b) MTF值、动态范围、最高照度、最低照度、自动增益、白平衡、色彩还原、炫光满足QC/T 1128—2019中5.2的要求；
- c) 曝光响应时间不大于1s。

5.2 系统启动时间

从系统上电到全景视图清晰显示的时间应不超过15s。

5.3 系统延时

系统延时应不超过0.35s。

5.4 视图切换延时

全景视图切换的延时时间应不超过0.5s。

5.5 输出显示帧率

系统输出显示帧率应不小于25fps。

5.6 全景图像拼接质量

5.6.1 可视范围

系统全景视图可视范围应满足表1的要求。

表 1 可视范围

单位为米

车型	车身后后		车身左右	
	最近	最远	最近	最远
M ₁	≤0.3	≥3	≤0.15	≥2
M ₂ 、M ₃	≤0.1	≥3.5	≤0.1	≥5
N ₁ 、N ₂ 、N ₃ 、汽车列车	≤0.3	≥3	≤0.15	≥5

5.6.2 画面对称性

系统全景视图中，车身模型应位于全景视图正中，全景视图左侧内外边缘间的距离与右侧内外边缘间的距离偏差应小于3%。

5.6.3 画面亮度均匀性

系统全景视图的画面亮度应满足以下要求：

- 在照明均匀的场地内，车周各区域的亮度应保持一致，不存在某一区域过亮或过暗，画面中最亮处与最暗处的亮度差不超过 20%；
- 在正向、逆向、侧向单侧光照的场景下，向光区域与背光区域相接处亮度自然过渡，无亮度突变或偏色。

5.6.4 画面清晰度

在距离车身2m处，按7.3.6.4 进行试验，系统在车身前、后、左、右侧的清晰度应满足如下要求：

- 全景视图中，各试验点在沿车长方向的 X 方向（以下简称“X 方向”）、沿车宽方向的 Y 方向（以下简称“Y 方向”）的清晰度均不低于 100 LW/PH；
- 全景视图中，车身单侧试验点在 X 方向、Y 方向的清晰度均高于 200 LW/PH 的试验点个数超过单侧试验点总数的 60%；
- 单视图中，各试验点在 X 方向、Y 方向的清晰度均不低于 200 LW/PH。

5.6.5 拼接缝隙

系统全景视图可视范围内，拼接缝隙（以下简称“拼缝”）应满足以下要求：

- 拼缝位置避开车身固有盲区（如A柱盲区等）；
- 拼缝分别在红色和中性灰色背景下，与拼缝相邻两侧图像的CIEDE2000色差值均不高于20。

5.6.6 拼接错位

系统全景视图可视范围内，拼接错位应满足以下要求：

- 沿车长方向的拼接错位量不超过全景视图总长度的3%；
- 沿车宽方向的拼接错位量不超过全景视图总宽度的3%；

5.6.7 拼接损失

系统全景视图可视范围内，拼接损失应满足以下要求：

- a) 各拼缝在地面处的平面拼接损失总面积不超过 0.7m^2 ;
- b) 各拼缝上距车身 2m 处垂直于拼缝(或拼缝切线)竖直放置符合A.3 的测试板,在离地高度 1m 以下测试板的拼接损失宽度小于 0.5m 。

5.6.8 拼接重影

系统全景视图可视范围内,拼接重影应满足以下要求:

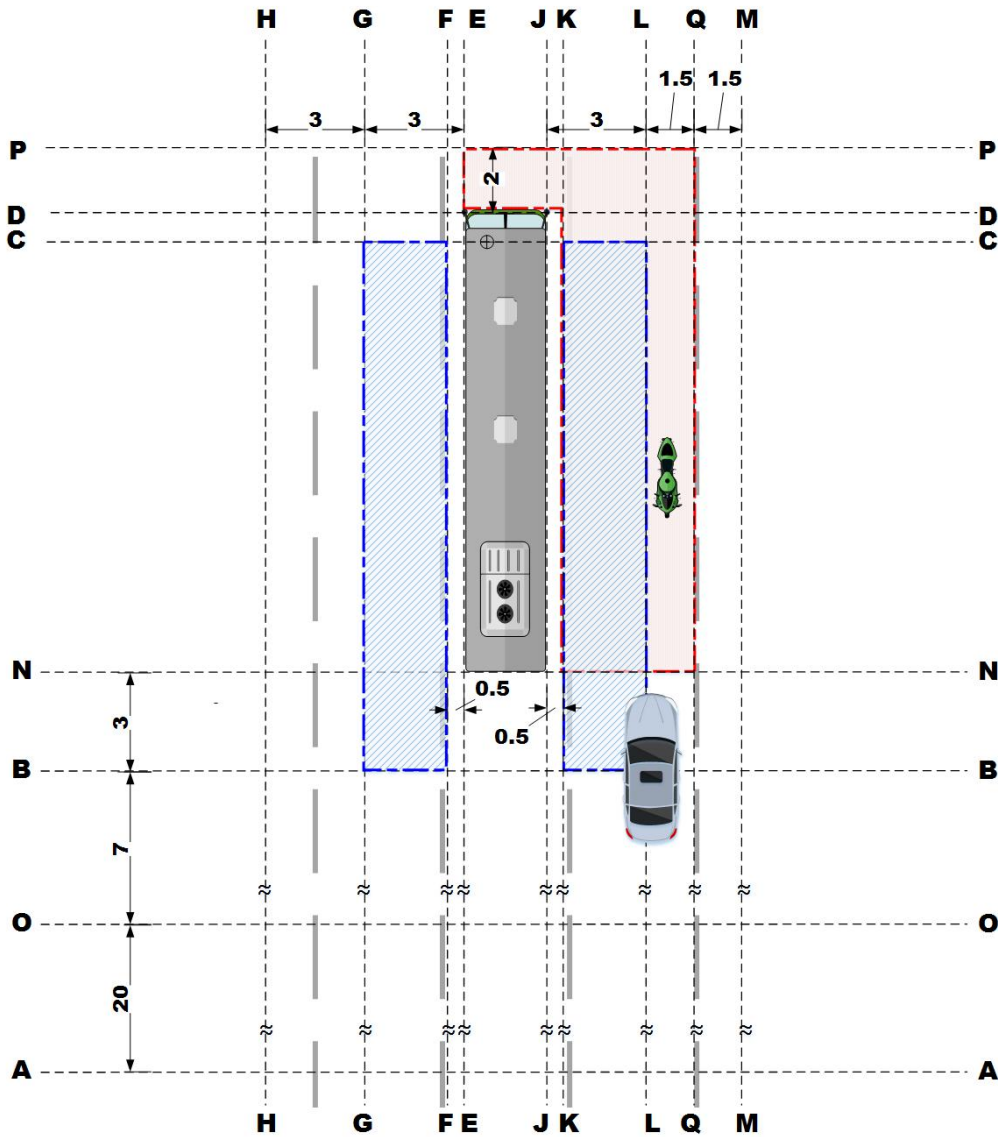
- a) 各拼缝在地面处的单个平面拼接重影与本体不重叠部分的面积均小于 0.09m^2 ;
- b) 各拼缝上的单个立体物出现的重影数量不超过1个。

5.7 驾驶员盲区监测范围

5.7.1 M、N类车辆盲区监测范围

M、N类车辆盲区监测范围如图7所示,其中蓝色边框标注区域为直行盲区(线CFBG与线CLBK围成的区域),红色边框标注区域为 M_2 、 M_3 、 N_2 、 N_3 类车辆右转盲区(线PQNKDE围成的区域),具体各线条含义如下所示:

- 线A平行于车辆后缘,并位于车辆后缘后部 30.0m 处;
- 线B平行于车辆后缘,并位于车辆后缘后部 3.0m 处;
- 线C平行于车辆前缘,并位于95%眼椭圆中心位置;
- 线D为车辆前缘的双向延长线;
- 线E平行于车辆中心线,并位于车辆车身(不包括外后视镜)左侧的最外缘;
- 线F平行于车辆中心线,并位于车辆车身左侧最外缘的左边,与左侧最外缘相距 0.5m ;
- 线G平行于车辆中心线,并位于车辆车身左侧最外缘的左边,与左侧最外缘相距 3.0m ;
- 线H平行于车辆中心线,并位于车辆车身左侧最外缘的左边,与左侧最外缘相距 6.0m ;
- 线J平行于车辆中心线,并位于车辆车身(不包括外后视镜)右侧的最外缘;
- 线K平行于车辆中心线,并位于车辆车身右侧最外缘的右边,与右侧最外缘相距 0.5m ;
- 线L平行于车辆中心线,并位于车辆车身右侧最外缘的右边,与右侧最外缘相距 3.0m ;
- 线M平行于车辆中心线,并位于车辆车身右侧最外缘的右边,与右侧最外缘相距 6.0m ;
- 线N为车辆后缘的双向延长线;
- 线O平行于车辆后缘,并位于车辆后缘后部 10.0m 处;
- 线P平行于车辆前缘,并位于车辆前缘前部 2.0m 处;
- 线Q平行于车辆中心线,并位于车辆车身右侧最外缘的右边,与右侧最外缘相距 4.5m 。



注：蓝色边框标注区域为直行盲区，红色边框标注区域为右转盲区

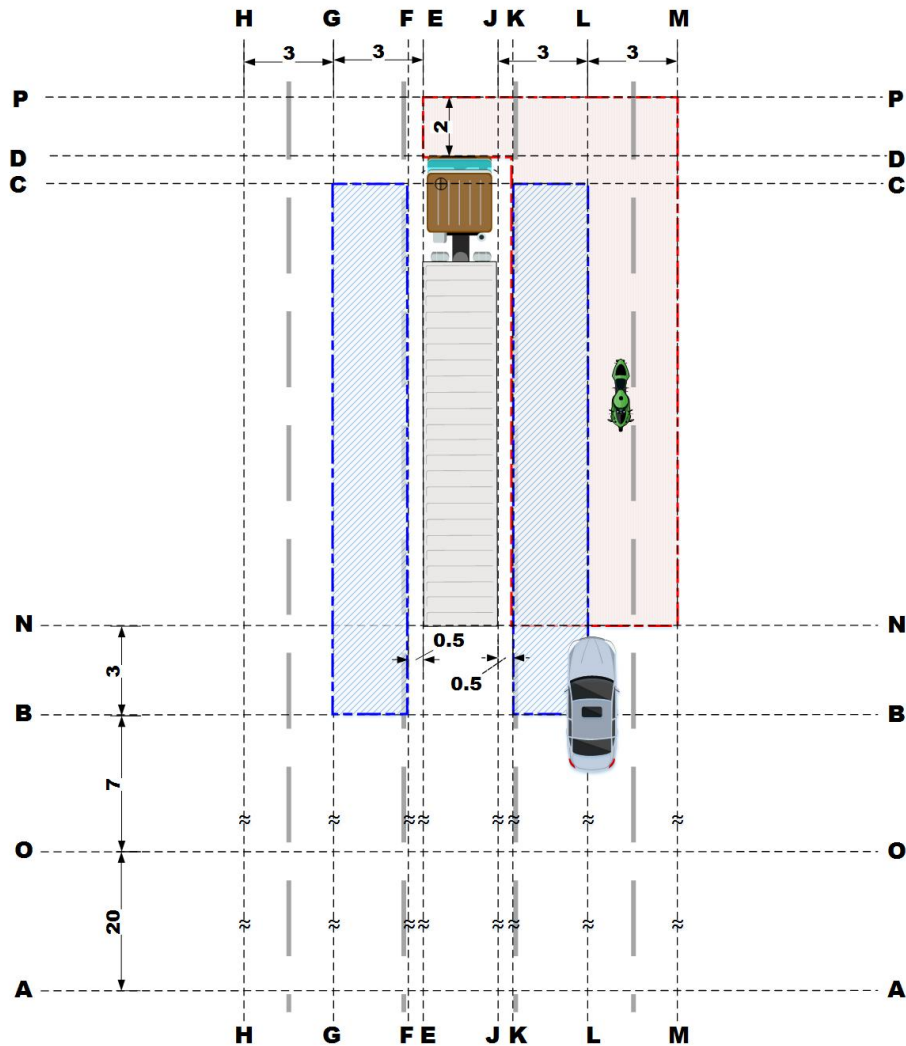
图 7 M 类 N 类车辆盲区监测范围示意图

5.7.2 汽车列车盲区监测范围

牵引车与挂车保持平行时，汽车列车盲区监测范围如图8所示，其中蓝色边框标注区域为直行盲区（线CFBG与线CLBK围成的区域），红色边框标注区域为右转盲区（线PQNKDE围成的区域），具体各线条含义如下所示：

- 线A平行于车辆后缘，并位于车辆后缘后部30.0m处；
- 线B平行于车辆后缘，并位于车辆后缘后部3.0m处；
- 线C平行于车辆前缘，并位于95%眼椭圆中心位置；
- 线D为车辆前缘的双向延长线；

- 线E平行于车辆中心线，并位于车辆车身（不包括外后视镜）左侧的最外缘；
- 线F平行于车辆中心线，并位于车辆车身左侧最外缘的左边，与左侧最外缘相距0.5m；
- 线G平行于车辆中心线，并位于车辆车身左侧最外缘的左边，与左侧最外缘相距3.0m；
- 线H平行于车辆中心线，并位于车辆车身左侧最外缘的左边，与左侧最外缘相距6.0m；
- 线J平行于车辆中心线，并位于车辆车身（不包括外后视镜）右侧的最外缘；
- 线K平行于车辆中心线，并位于车辆车身右侧最外缘的右边，与右侧最外缘相距0.5m；
- 线L平行于车辆中心线，并位于车辆车身右侧最外缘的右边，与右侧最外缘相距3.0m；
- 线M平行于车辆中心线，并位于车辆车身右侧最外缘的右边，与右侧最外缘相距6.0m；
- 线O平行于车辆后缘，并位于车辆后缘后部10.0m处；
- 线P平行于车辆前缘，并位于车辆前缘前部2.0m处。



注：蓝色边框标注区域为直行盲区，红色边框标注区域为右转盲区

图8 汽车列车盲区监测范围示意图

5.8 电源适应性

根据不同的供电方式，系统应能在表2所示的电压要求下正常工作。

表 2 电源适应性要求

供电电压要求	供电方式		
	12V车身电池供电	24V车身电池供电	5V其它设备供电
U_{max}	16V	32V	5.5V
U_{min}	9V	16V	4.5V
注 1: U_{max} 表示在规定的供电电压范围内产品能达到全部正常功能的最大供电电压; 注 2: U_{min} 表示在规定的供电电压范围内产品能达到全部正常功能的最小供电电压。			

5.9 环境适应性

5.9.1 温度性能

系统贮存温度范围为：-40℃~85℃，工作温度范围为：-35℃~85℃。

5.9.2 防护等级

安装于车身的摄像头防护等级应不低于IP67，安装于自卸汽车及混凝土搅拌运输车的摄像头应不低于IP69K。

5.9.3 振动要求

安装在 M_1 类车辆上的系统应符合GB/T 28046.3—2011中4.1.2.4规定的振动要求；安装在 M_1 类以外车辆上的系统应符合GB/T 28046.3—2011中4.1.2.7规定的振动要求。

5.10 电磁兼容要求

5.10.1 一般要求

系统的电磁辐射发射限值、电磁辐射抗扰性能、沿电源线瞬态传导的抗扰性能、瞬态传导发射限值应满足GB 34660的要求。

5.10.2 静电放电抗扰度

系统的静电放电抗扰度在通电运行和不通电状态下分别应符合GB/T 19951—2019附录C中的特定等级。具体等级如表3和表4所示：

表 3 通电运行试验严酷等级要求

项目	严酷程度等级 kV	功能状态分类
接触放电	±7	B
空气放电	±14	C
注1：每个点最少放电次数为3次，每次最小放电间隔为5s。 注2：功能状态分类B表示设备或系统在暴露于干扰期间，能执行其预先设计的所有功能。然而，有一项或多项指标超出规定偏差。所有功能在移除直接暴露干扰之后自动恢复到正常允许范围内。预先设计功能维持A类水平。 注3：功能状态分类C表示设备或系统在暴露于干扰期间，不执行其预先设计的所有功能，但在移除直接暴露干扰之后能自动恢复到正常操作状态。		

表 4 不通电状态试验严酷等级要求

项目	严酷程度等级 kV	功能状态分类
接触放电	±8	A
空气放电	±15	A
注1：每个点最少放电次数为3次，每次最小放电间隔为5s。		
注2：功能状态分类A表示设备在暴露于干扰期间和之后，能执行预先设计的所有功能。		

5.11 稳定性要求

系统在正常工作条件下，连续工作24h，不应出现电、机械或操作系统的故障。

6 安装要求

系统安装应满足以下要求：

- 系统按照制造商的推荐要求安装。系统各模块有合理的布局，满足良好的散热和电磁兼容等要求，不与车内其他设施、结构件相干涉；
- 系统摄像头安装位置不遮挡车身警示灯和警示标识；
- 系统摄像头具有固定结构或支架；
- 系统安装后不改变车辆的外廓尺寸。

7 试验方法

7.1 一般要求

系统的功能要求、全景图像拼接质量、驾驶员盲区监测，应对安装于整车的系统进行试验。测试开始前根据制造商提供的相关说明进行系统安装与设置，测试开始后不允许改变传感器安装和系统设置。

全景图像拼接质量测试应在符合附录C.1的场地内进行，并在空载、满载状态下分别测试。

系统其余技术要求可通过模拟系统/组件在车辆上的安装状态对被测系统/组件进行试验。

7.2 功能试验方法

7.2.1 视图切换

系统安装于测试车辆上，确认系统视图切换方式，使用路径遍历法，遍历所有视图切换路径，观察并确认：

- 切换的视图应与预期一致；
- 切换过程应平顺，无闪屏、卡顿；
- 反复切换视图，应无异常。

7.2.2 静态辅助线

系统安装于测试车辆上，按下列步骤进行测试：

- 切换到显示静态辅助线的视图，辅助线显示应满足 4.4 a) 的要求；
- 在地面查找视图上静态辅助线起始端点，标记为点 A，测量标记点 A 与车身后边缘的实际距离，

距离应符合 4.4 b) 的要求；

- c) 在地面查找视图上静态辅助线末端，标记为点 B，使用直线连接地面标记点 A、B，测量该直线段长度，长度应符合 4.4 c) 的要求
- d) 测量连接标记点 A、B 的直线段与车身纵向中心线的夹角，夹角应符合 4.4 d) 的要求；
- e) 在地面查找视图上静态辅助线标尺刻度线所在位置，依次作标记点，测量各标记点与车身后边缘的实际距离，距离误差应符合 4.4 e) 的要求。

7.2.3 动态轨迹线

系统安装于测试车辆上，按下列步骤进行测试：

- a) 切换到显示动态轨迹线的视图，轨迹线显示应满足 4.5 a) 的要求；
- b) 方向盘转角置于 0° 位，按静态辅助线的测试方法在地面查找并标记动态轨迹线实际位置，测量动态轨迹线与车身纵向中心线夹角，夹角应符合 4.5 b) 的要求；
- c) 先后以顺时针、逆时针分别转动方向盘至 90° 、 180° 、 360° 、最大转角处，在地面查找视图上动态轨迹线对应位置，以不大于 20cm 间隔均匀地作多个标记点，用弧线连接各标记点使地面弧线与视图中动态轨迹线贴合，保持方向盘转角进行车辆行驶，确认实际行车轨迹，应符合 4.5 c) 的要求。

7.2.4 故障检测

在系统上电自检阶段、运行过程中分别执行如下测试，系统均应检出相应异常并按 4.6 c) 的要求发出故障提醒：

- a) 调节供电电压超出表 2 要求的电压范围；
- b) 拔除摄像头或更换为故障的摄像头；
- c) 使用异物、脏污等遮挡摄像头。

7.3 性能试验方法

7.3.1 车身摄像头图像质量

7.3.1.1 MTF 值、动态范围、最高照度、最低照度、白平衡、色彩还原、炫光

按照 QC/T 1128—2019 中 6.3.2 规定的方法进行试验。

7.3.1.2 曝光响应时间

将 DUT 对着测试图卡，并且充满全屏，按下列步骤进行测试：

- a) 设置测试图卡光源照度（用照度计指向 DUT 方向在图卡中心测量）不低于 $10001x$ ，并确保视频信号稳定输出 5s 以上；
- b) 在 1s 以内迅速切换图卡光源照度为 $(2 \pm 0.2) 1x$ ，从照度切换完毕开始计时，测量 DUT 视频信号从开始变化到稳定的时间 t_1 ，并确保视频信号稳定输出 5s 以上；

- c) 在 1s 以内迅速切换图卡光源照度至 1000lx 以上, 从照度切换完毕开始计时, 测量 DUT 视频信号从开始变化到稳定的时间 t_2 ;
- d) 取 t_1 与 t_2 的平均值为测试数据;
- e) 重复步骤 a) 到 d), 连续测试三次, 取平均值作为测试结果。

7.3.2 系统启动时间

系统正常上电并开启计时器, 查看从上电开始到输出全景视图的时间间隔, 连续测试三次取最大值。

7.3.3 系统延时

按照 ISO 16505:2019 中 7.9.3 的方法, 参考图 9 所示布置测试设备, 系统延时按下列步骤进行测试:

- a) 在每个摄像头正前方布置 LED 光源 1, 在 LED 光源附近布置光电探测器 5, LED 光源共用电源;
- b) 在系统显示器 3 正上方, 按照拼接后画面中每个 LED 光源显示对应位置, 垂直于系统显示器布置光电探测器 4 (注: 此光电探测器应具有遮光环, 可阻挡对应 LED 光源区域外其他光线影响);
- c) 将光电探测器 4、5 信号接入多通道示波器 6;
- d) 同时开启 LED, 分别计算每个 LED 光源附近的光电探测器 5 和拼接画面中对应位置的光电探测器 4 的数据延时, 连续测试三次取最大值, 都应符合 5.3 要求。

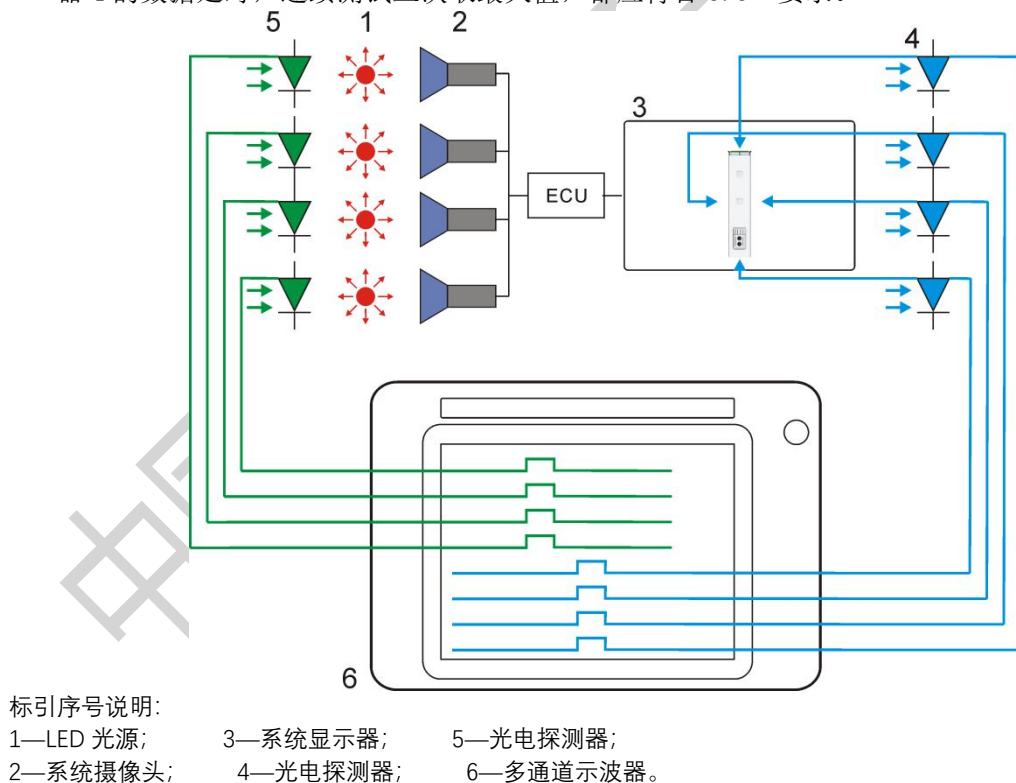


图 9 系统延时测试布置图

7.3.4 视图切换时间

以不低于25fps的帧率拍摄并录制系统视图切换全过程，回放录像，统计从上一个视图开始消失到下一个视图出现并完整显示之间的帧数，视图切换时间=帧数/帧率。

7.3.5 输出显示帧率

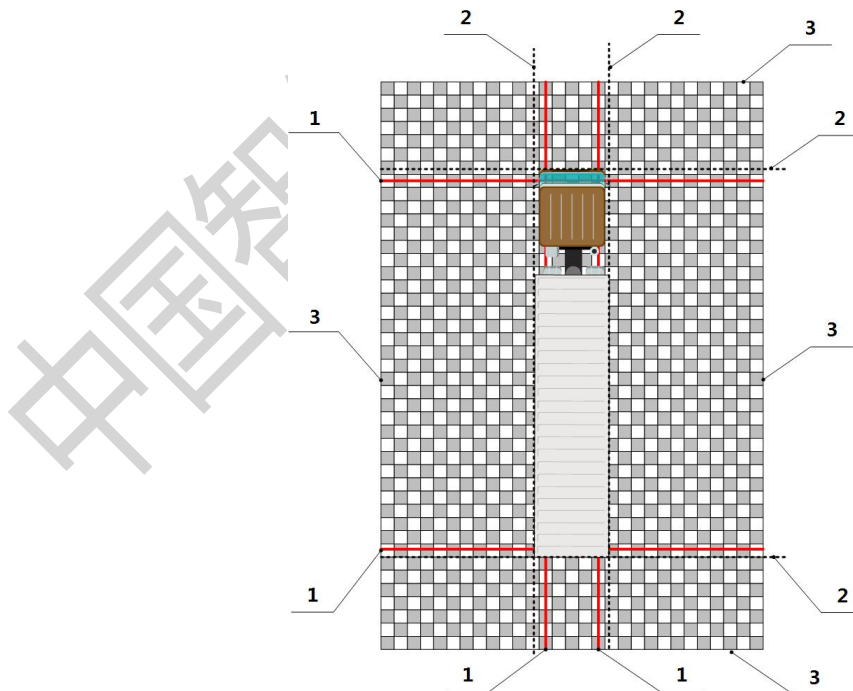
将ISO 15781:2019 B.2所示LED面板设置为帧率模式，将摄像头对着LED面板拍摄并充满全屏，从低到高调节LED面板频率，直至LED在输出显示屏上停止闪烁，此时LED面板的帧率即为被测系统的输出显示帧率。

7.3.6 全景图像拼接质量

7.3.6.1 可视范围

系统可视范围按下列步骤进行测试：

- 在测试车辆周围布置超出系统可视范围要求的规则图案测试图（例如：符合C.2要求的测试图），如图10所示；
- 通过水平仪等器材查找车身（不含外视镜、拖钩）的前、后、左、右最外边缘，在地面标记为车身边缘线；
- 开启全景视图；
- 将全景视图导入图像分析软件，查找全景画面中车身模型的外边缘标记为全景画面的内边缘线；
- 测量全景画面内边缘线与车身边缘线的距离，记为可视范围的最近距离，测量全景画面外边缘与车身边缘线的距离，记为可视范围的最远距离。



标引序号说明：

1—车身边缘线；

2—全景画面内边缘线；

3—全景画面外边缘。

图10 全景视图可视范围测量示意图

7.3.6.2 画面对称性

系统画面对称性按下列步骤进行测试：

- a) 在测试车辆周围布置超出系统可视范围要求的规则图案测试图（例如：符合 C.2 要求的测试图），如图 10 所示；
- b) 开启全景视图；
- c) 将全景视图导入图像分析软件；
- d) 全景视图车身模型应位于画面中心，车身模型中心线应位于画面正中，且无倾斜；
- e) 分别测量全景画面左侧内边缘线到左侧外边缘线、右侧内边缘线到右侧外边缘线之间的距离，计算两者偏差。

7.3.6.3 画面亮度均匀性

系统画面亮度均匀性按下列步骤进行测试：

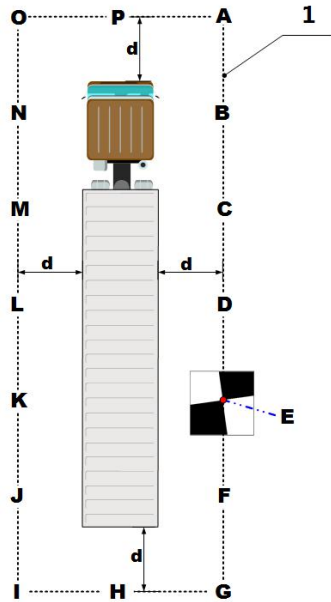
- a) 开启全景视图；
- b) 将全景视图并导入图像分析软件，以 10×10 像素为最小单元，将全景视图分割成若干个单元，计算图片中除车模外所有单元的亮度值；
- c) 取图片中亮度最大单元的亮度值 L_{max} ，亮度最小单元的亮度值 L_{min} ，计算两者的亮度差；
- d) 将试验场地中的环境照度降为 $(2 \pm 0.2) \text{ lx}$ ；
- e) 分别在车辆前方、左侧、右侧、后方开启单侧光源，将单侧光照射下的全景视图分别导入图像分析软件，分析全景画面中向光侧和背光侧的画面亮度。

7.3.6.4 画面清晰度

系统画面清晰度按下列步骤进行测试，如图 11 所示：

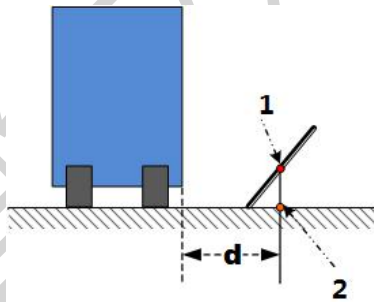
- a) 开启全景视图；
- b) 在距离车身 d （单位为米）处的地面绘制基准线，其中， d 按 5.6.4 要求取值；
- c) 在基准线上等间距标记一系列测试点，要求车身左、右两侧的测试点不少于 7 个，车身前、后两侧的测试点不少于 3 个，基准线的顶点必须布置测试点；
- d) 在各测试点位依次（或同时）摆放符合 A.1 要求的测试图卡，保证图卡中心在地面的投影与标记的测试点位完全重合，且落在基准线与车身之间的图卡边缘平行于基准线放置于地面，如图 11 所示，对于采用 2D 拼接、3D 拼接的系统分别按下列方法进行测试：
 - 1) 对于 2D 拼接，将测试图卡水平放置在地面进行测量；
 - 2) 对于 3D 拼接，应将测试图卡竖起，调节图卡与地面的夹角，使图卡在拼接视图画面中畸变最小，如图 12 所示；
- e) 将全景视图导入图像分析软件中，分别测量各测试点在全景视图中 X 方向（沿车长方向）、Y 方向（沿车宽方向）的清晰度（MTF50P）；

- f) 切换到单视图，将单视图导入图像分析软件中，分别测量出各测试点在单视图中 X 方向（沿车长方向）、Y 方向（沿车宽方向）的清晰度（MTF50P）；
- g) 统计各测试点的全景视图清晰度、单视图清晰度。



标引序号说明：
1—距离基准线。

图 11 全景视图清晰度测试点位示意图（测试点左右各 7 个，前后各 3 个）



标引序号说明：
1—图卡中心；
2—测试点。

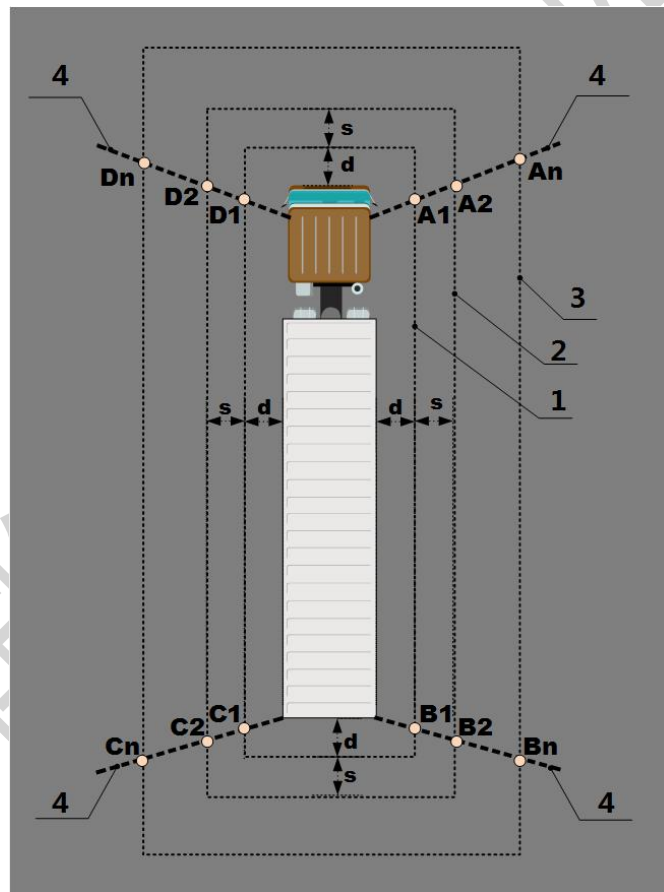
图 12 3D 拼接清晰度测试图卡摆放示意图

7.3.6.5 拼接缝隙

系统拼接缝隙按下列步骤进行测试：

- 开启全景视图；
- 在距离车身 d （单位为米）处标记距离基准线 1，其中， d 取值为 1；
- 将三角锥或其他立体物摆放在地面上，在上一步骤距离基准线上绕行车身一周，当立体物在全景视图上出现模糊/损失/错位/重影时，在地面标记点 A1、B1、C1、D1……，其中，字母序号

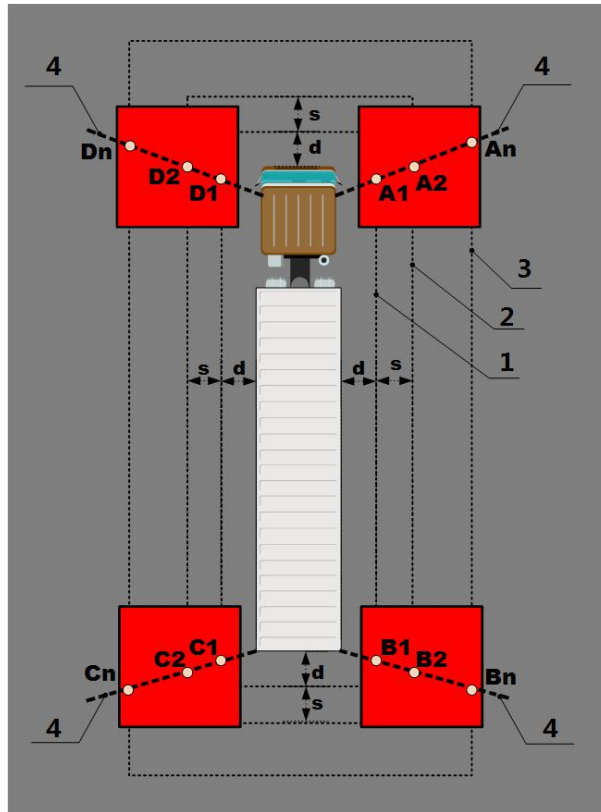
- (A、B、C……)表示拼缝的编号，数字序号(1、2、3……)表示当前处于车身外围第几周；
- d) 在步骤 b) 距离基准线基础上向外延伸 s (单位: m), 标记距离基准线 2, 其中, s 取值为 1;
 - e) 重复步骤 c), 在地面标记点 A2、B2、C2、D2……;
 - f) 重复步骤 d)、e), 在距离基准线 n 的地面标记点 An、Bn、Cn、Dn……, 当预期拼缝为直线时, n 取值不小于 2, 当预期拼缝为曲线时, n 取值不小于 3;
 - g) 将全景视图导入图像分析软件, 使用直线或平滑的弧线由内向外连接字母序号相同的标记点, 确认各条拼缝所在位置, 拼缝为直线时如图 13 所示;
 - h) 在各条拼缝地面上摆放符合 A.2 A.2 要求的红色测试图卡, 如图 14 所示, 将全景视图导入图像分析软件;
 - i) 计算步骤 g) 和步骤 h) 的全景视图中, 各条拼缝分别在中性灰和红色背景下与拼缝相邻两侧图像的 CIEDE2000 色差。



标引序号说明:

1—距离基准线 1; 2—距离基准线 2; 3—距离基准线 n ; 4—拼接缝隙(以直线拼缝为例)。

图 13 拼接缝隙查找及色差测试示意图(中性灰背景)



标引序号说明：

1—距离基准线 1； 2—距离基准线 2； 3—距离基准线 n； 4—拼接缝隙（以直线拼接为例）。

图 14 拼接缝隙色差测试示意图（红色背景）

7.3.6.6 拼接错位

系统拼接错位按下列步骤进行测试：

- 在距测试车辆车身前、后、左、右侧 d （单位：m）处平行于车身分别绘制（或粘贴）白色或黄色实线，其中， d 按 5.6.6 取值，实线宽度不小于 0.2m，实线两端应分别延伸至系统最远可视范围之外，如图 15 中箭头左侧图所示；
- 开启全景视图功能；
- 将全景视图导入图像分析软件，测量平行于车身后后的实线上各处错位中靠近车身一侧边缘之间的错位量，记为此处平面错位沿车长方向的错位量 Δx ，测量平行于车身左右的实线上各处错位中靠近车身一侧边缘之间的错位量，记为此处平面错位沿车宽方向的错位量 Δy ，如图 15 中箭头右侧图所示；
- 分别计算各处错位量 Δx 与全景视图长度之间的比值，各处错位量 Δy 与全景视图宽度之间的比值。

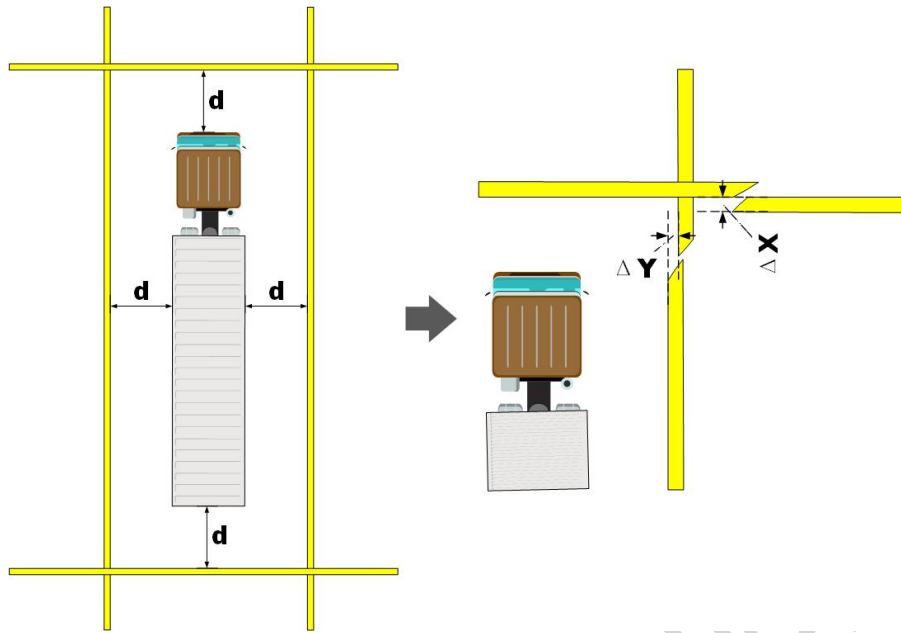
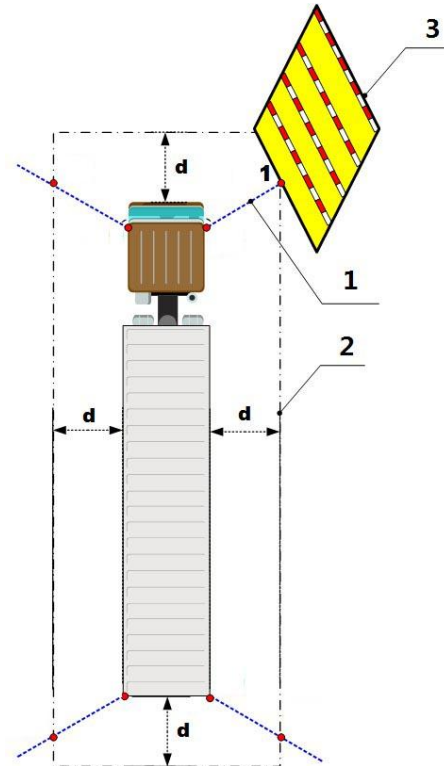


图 15 地面平面拼接错位测试示意图

7.3.6.7 拼接损失

系统拼接损失按下列步骤进行测试：

- 在测试车辆周围布置超出系统可视范围要求的规则图案测试图（例如：符合 C.2 要求的测试图），开启全景视图；
- 按 7.3.6.5 找出拼接缝隙所在位置；
- 将全景视图导入图像分析软件，测量各拼缝在地面处的平面拼接损失面积，计算系统可视范围内所有平面拼接损失面积的总和；
- 将满足 A.3 的测试板竖立于地面，测试板底边中心置于拼缝上，底边垂直于拼缝（或拼缝切线）放置在距离车身 d （单位为米）处，其中， d 按照 5.6.7 b) 的要求取值，如图 16 所示；
- 将全景视图导入图像分析软件，计算步骤 d) 的测试板在距离地面 1m 处的拼接损失宽度。



标引序号说明：

1—拼接缝隙（以直线拼缝为例）； 2—距离基准线；
3—拼接损失测试板（竖直于地面、底边垂直于拼缝或拼缝切线放置）。

图 16 立体拼接损失测试示意图

7.3.6.8 拼接重影

系统拼接重影按如下步骤进行测试：

- 在测试车辆周围布置超出系统可视范围要求的规则图案测试图（例如：符合 C.2 要求的测试图），开启全景视图；
- 按 7.3.6.5 找出拼接缝隙所在位置；
- 将全景视图导入图像分析软件，测量各拼缝在地面处的单个平面拼接重影与本体不重叠部分的面积；
- 将三角锥等立体物竖直于地面，在距车身不同位置处的拼缝上放置，查看拼缝上立体物出现的重影数量。

7.3.7 驾驶员盲区监测

7.3.7.1 直线行驶盲区监测试验

按照GB/T 39265—2020中6.3.2规定的方法进行。

7.3.7.2 车辆右转弯盲区监测试验

7.3.7.2.1 一般要求

试验应遵守如下要求：

- a) 应分别进行车辆右转时右侧盲区与前方盲区监测测试。
- b) 试验有效性要求：测试开始后，自车与道路中心线偏差不超过自车宽度±20%，车速 $10 \pm 0.5 \text{ km/h}$ ；非机动车与预定道路偏差不超过 0.2m，车速 $15 \pm 0.5 \text{ km/h}$ 。
- c) 试验通过性要求：非机动车进入车辆的盲区检测范围内，车辆应立即发出报警。

7.3.7.2.2 右侧盲区监测试验

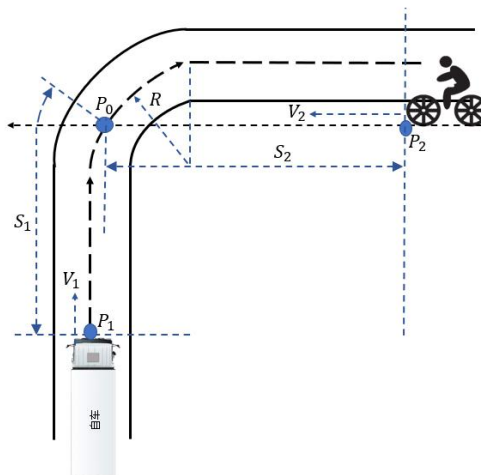
右侧盲区监测试验按以下要求进行：

- a) M2、M3、N2、N3 类车辆右转时右侧盲区监测按照 GB/T 39265—2020 中 6.3.3 条款规定的方法进行；
- b) 汽车列车在进行右转时右侧盲区监测测试时，应先将车辆右转使车头位于 GB/T 39265—2020 中 6.3.3.1 中规定的刚越过 R 线位置后静止停放，保证挂车不会阻挡牵引头对后方识别，向系统输入车辆右转信息，之后非机动车及假人按照 GB/T 39265—2020 中 6.3.3.2 规定的方法进行测试；

7.3.7.2.3 前方盲区监测试验

前方盲区监测试验按以下要求进行：

- a) 测试工况：车辆右转时右侧时前方盲区监测测试应按如下要求分别进行右侧非机动车驶入与左侧非机动车驶入两种工况测试；
- b) 右侧非机动车驶入测试：图 17 为右侧非机动车驶入时，全景环视弯道碰撞报警测试方法示意图，自车到达测试路段起点 P_1 时，车速达到 $V_1=10 \text{ km/h}$ ，然后匀速行驶到 P_0 点，非机动车到达测试路段起点 P_2 时，车速达到 $V_2=15 \text{ km/h}$ ，然后匀速行驶到 P_0 点。其中测试弯道半径为 5m，非机动车到碰撞点距离 S_2 为 10m，则碰撞时间 $TTC=S_2/V_2$ ，自车到碰撞点距离 $S_1 = V_1 \times TTC$ 。当自车到达 P_1 点，同时非机动车到达 P_2 点时，测试开始，当自车在到达碰撞点前发出碰撞预警或与非机动车发生碰撞，试验结束。进行 3 次测试；

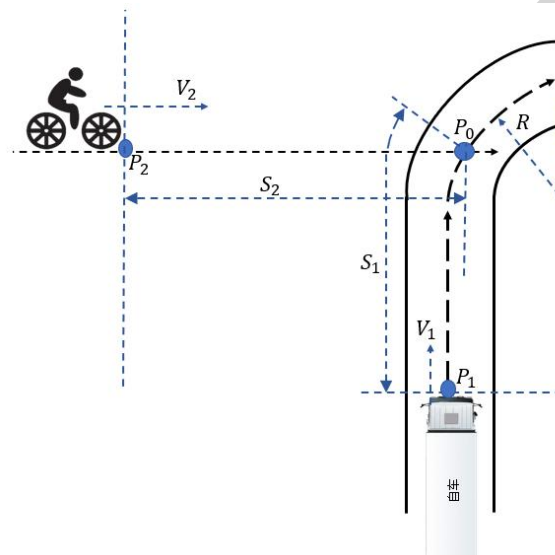


标引序号说明：

P_0 —碰撞点； P_1 —自车测试路段起点； P_2 —非机动车测试路段起点；
 S_1 —自车到碰撞点距离； S_2 —非机动车到碰撞点距离； V_1 —自车车速；
 V_2 —非机动车车速； R —测试弯道半径。

图 17 右侧车辆碰撞报警测试方法示意图

c) 左侧非机动车驶入测试：图 18 为左侧非机动车驶入时，全景环视弯道碰撞报警测试方法示意图，自车到达测试路段起点 P_1 时，车速达到 $V_1=10\text{km/h}$ ，然后匀速行驶到 P_0 点，非机动车到达测试路段起点 P_2 时，车速达到 $V_2=15\text{km/h}$ ，然后匀速行驶到 P_0 点。其中测试弯道半径为 5m，非机动车到碰撞点距离 S_2 为 10m，则碰撞时间 $TTC=S_2/V_2$ ，自车到碰撞点距离 $S_1=V_1 \times TTC$ 。当自车到达 P_1 点，同时非机动车到达 P_2 点时，测试开始，当自车在到达碰撞点前发出碰撞预警或与非机动车发生碰撞，试验结束，进行 3 次测试。



标引序号说明：

P_0 ——碰撞点； P_1 ——自车测试路段起点； P_2 ——非机动车测试路段起点
 S_1 ——自车到碰撞点距离； S_2 ——非机动车到碰撞点距离； V_1 ——自车车速
 V_2 ——非机动车车速； R ——测试弯道半径

图 18 左侧车辆碰撞报警测试方法示意图

7.3.8 电源适应性

系统电源适应性按如下步骤进行测试：

- 临界值测试。调节电压至 U_{\max} (在规定的供电电压范围内产品能达到全部正常功能的最大供电电压) 或者 U_{\min} (在规定的供电电压范围内产品能达达到全部正常功能的最小供电电压)，给系统系统上电，观察系统能否正常启动，并能够持续正常工作；
- 继续增大电压至大于 U_{\max} 或者减小电压至小于 U_{\min} ，给系统上电，观察系统能否正常启动，并能够持续正常工作；
- 调节电压至 U_{\min} 与 U_{\max} 之间，给系统上电，观察系统能否正常启动，并能够持续正常工作。

7.3.9 环境适应性试验方法

7.3.9.1 温度性能

按照QC/T 1128—2019中6.7.1.1和6.7.1.2规定的方法进行试验。

7.3.9.2 防护等级

按照GB/T 30038规定的方法进行试验。

7.3.9.3 振动试验

按照GB/T 28046.3—2011 4.1.2规定的方法进行试验。

7.3.10 电磁兼容性

7.3.10.1 一般要求

按GB 34660的要求规定的方法进行试验。

7.3.10.2 静电放电抗扰度试验

按GB/T 19951-2019第8章和第9章规定的方法进行试验。

7.3.11 稳定性

模拟实车环境搭建整套设备，上电连续运行24h以上，查看系统是否能够正常运行。

中国智能交通产业联盟

附录 A
(规范性)
测试图卡、测试板技术要求

A.1 全景拼接清晰度测试图卡

全景图清晰度测试图卡用于全景视图的清晰度评价，图卡具体规格以及软件计算方法，参考ISO 12233:2017第六章所述的斜边清晰度算法中的图卡要求。图卡的长、宽不小于2m。图卡表面应该为哑光材质，样式如图A. 所示。

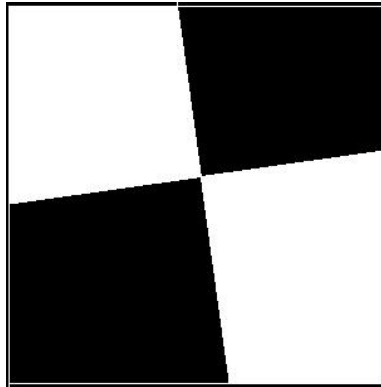


图 A.1 全景拼接清晰度测试图卡

测试过程中，按图A. 所示框选测试框，其中，测试框1、3任选1个可测试画面水平（横向）清晰度，测试框2、4任选1个，可测试画面竖直（纵向）清晰度。各测试框大小建议不小于20×20像素，在避开图卡边缘以及黑色块相接处的同时，应尽可能保证框选足够长的斜边，如图A. 所示。

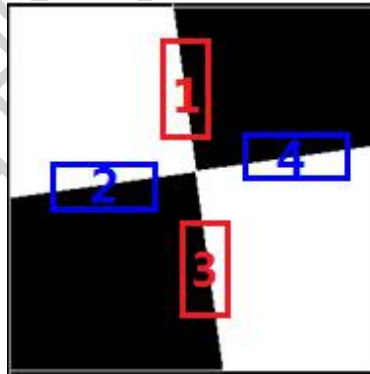


图 A.2 清晰度测试框选择示意图

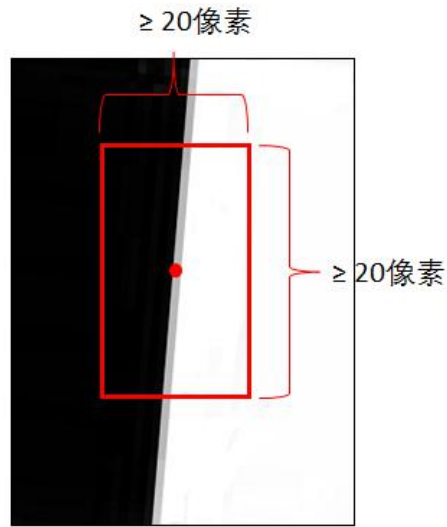


图 A.3 像素占比要求

A.2 全景拼接缝隙色差测试板

全景拼接缝隙色差测试板的长、宽不小于1米，以红色填充。测试板表面应该为哑光材质。红色拼接缝隙色差测试板样式如图A. 所示。

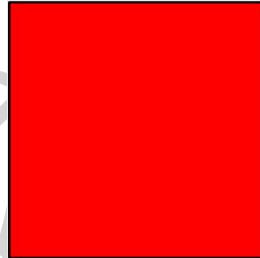


图 A.4 拼接缝隙色差测试板

A.3 全景拼接损失测试板

全景拼接损失测试板高度不小于100cm，宽度不小于100cm。自底端向上至顶端每隔20cm高度处都有一条长度与测试板宽度相同，高度不小于5cm的不同颜色色块相间的水平标尺。水平标尺上单个色块的宽度为10cm。测试板底色宜为黄色等与地面能显著区分的颜色，水平标尺宜为红白色块相间。测试板表面应为哑光材质。如图A. 所示为高度105cm、宽度100cm，自底端向上至顶端平均分布5条100cm宽5cm高的水平标尺的测试板。

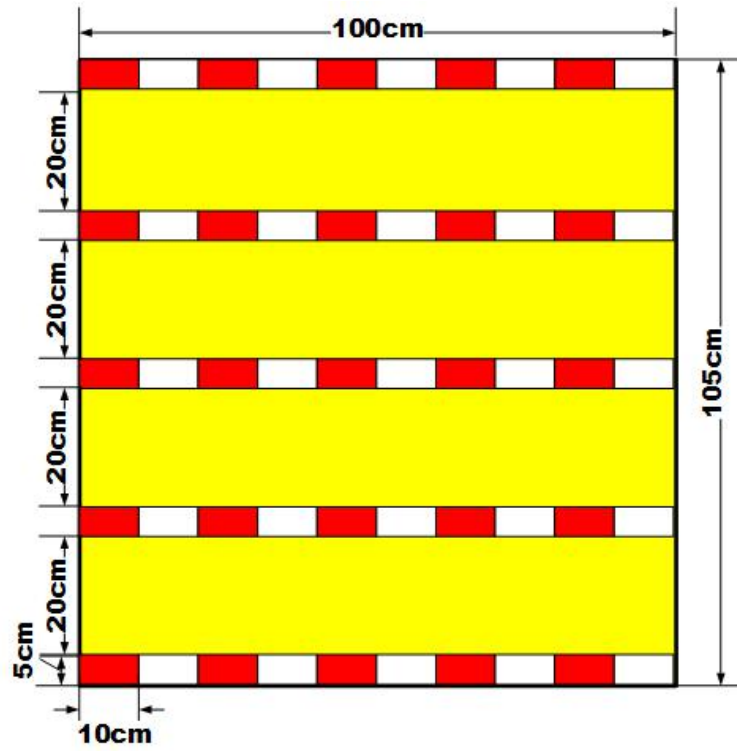


图 A.5 拼接损失测试板

附录 B
(规范性)
图像分析软件技术要求

B.1 数据源支持

图像分析软件数据源支持功能满足以下要求：

- a) 应支持 8bit 图像数据分析，宜支持 16bit 图像数据分析；
- b) 应支持 JPEG、JPEG 2000、BMP、PNG 格式的静态图片分析；
- c) 宜支持 YUV 数据分析，宜支持 RAW 文件分析；
- d) 宜支持 MP4、MKV、AVI 文件分析。

B.2 功能支持

图像分析软件具有以下功能：

- a) 应支持车身摄像头图像质量分析；
- b) 应支持全景图像可视范围画面清晰度、画面对称性、画面亮度均匀性分析；
- c) 应支持标注全景拼接缝隙，并对拼接缝隙、错位、损失、重影进行分析；
- d) 应分别支持在画面上框选特定的检测区域分析和全图分析；
- e) 宜支持画面上多个检测区域的批量分析；
- f) 宜支持 MP4、MKV、AVI 文件帧率分析；
- g) 分析结果在软件上应能以图表的方式清晰直观展示；
- h) 应支持将分析结果按指定的报告格式导出。

B.3 计算依据

图像分析软件应按以下依据进行分析计算：

- a) 按 QC/T 1128—2019 描述的方法实现车身摄像头图像质量分析计算；
- b) 根据 ISO 12233:2017 实现 SFR 分析计算；
- c) 根据 ISO 16505:2019 实现视频帧率分析计算。

B.4 测量误差

同一画面多次测量分析结果之间的最大偏差应不超过±3%。

B.5 运行效率

软件单个检测区域单次分析耗时不应超过5秒。

附录 C
(规范性)
全景图像拼接质量测试场地技术要求

C.1 一般要求

全景图像拼接质量测试场地满足下列要求：

- a) 场地尺寸应大于系统标称的全景可视范围；
- b) 在系统标称全景可视范围内的地面平整度偏差使用 2m 靠尺测量应不超过 5mm；
- c) 地面应为颜色均匀的中性灰或灰偏黑哑光材质；
- d) 在正常光照场景试验过程中，场地内应照明均匀，各处照度偏差应不超过 10%；
- e) 在低照度场景试验中，场地内照度应控制在 $(2 \pm 0.2) lx$ 以内。
- f) 场地内应具备可移动的单侧光源；
- g) 场地宜布置可使测试车辆居中停放的设施，相应设施不应产生对测试过程的干扰；
- h) 测试车辆周围地面应便于铺设规则图案的测试图（如：黑白格测试图等），可辅助图像分析软件测试全景拼接效果；
- i) 测试车辆周围地面宜具有可供测试图卡支架绕车周移动的运动导轨。

C.2 黑白格测试图

黑白格测试图是由大小相同的正方形黑色和白色格子相间布置组成，平整的铺设在地面上，如图 C.1 所示。黑白格子的尺寸应为 $0.3m \times 0.3m$ 。

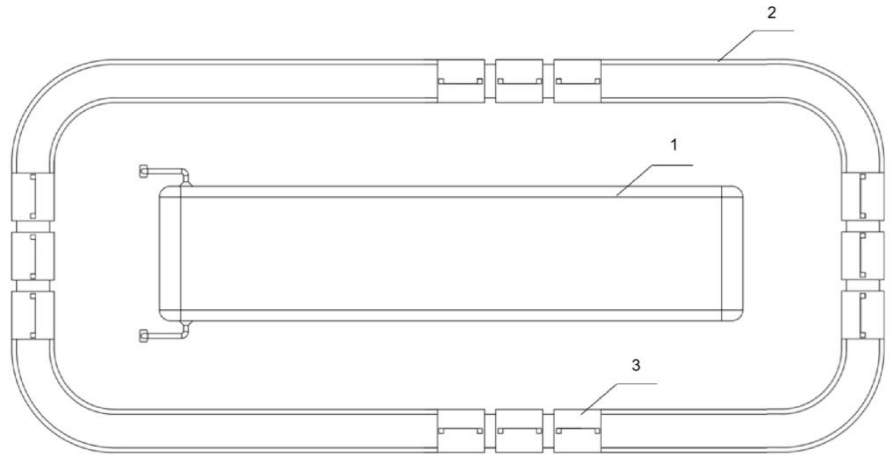


图 C.1 黑白格测试图

C.3 测试图卡支架和运动导轨

测试图卡支架应支持调整测试图卡的高度和俯仰角。

测试图卡的运动导轨应支持测试图卡支架沿导轨围绕测试车辆进行平面移动,且应方便测试车辆出入。运动导轨布置方式示例如图 C.2。



标引序号说明:

1—测试车辆;

2—运动导轨;

3—测试图卡支架。

图 C.2 运动导轨和测试图卡布置示意图

T/ITS 0111-2021

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

标准

营运车辆全景环视系统技术要求和试验方法

T/ITS 0111-2021

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>

2021 年 12 月第一版 202X 年 12 月第一次印刷