

国家标准
高速公路 LED 可变信息标志
（征求意见稿）
编制说明

标准起草组
2021 年 9 月

目 录

一、工作简况	1
二、标准编制原则和标准主要内容	4
三、产品（试验）验证、预期的经济效益、社会效果及环境效果分析	45
四、与国际、国外同类标准水平的比较情况	45
五、与有关现行法律、法规和其他标准的关系	45
六、重大意见分歧的处理结果和依据	46
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	46
八、贯彻标准的要求和措施建议	46
九、废止现行有关标准的建议	46
十、其他应予以说明的事项	46

一、工作简况

（一）任务来源

以 LED 为光源的主动发光交通标志在传统逆反射标志的基础上进一步提高了交通标志的视认距离和视认范围，尤其在夜间、雨雾等环境能见度较差的情况下视认性的提升尤其显著，而随着多色 LED 产品性能的不断提高以及控制技术的发展，利用 LED 光度和色度指标良好的动态响应特性研制成功的可变信息标志也在交通领域备受关注，其作为管理单位向道路使用者提供动态信息的重要手段，对提高道路交通管理服务水平起到了不可替代的作用，单色、全彩的 LED 可变信息标志在交通领域的用途和规模均得到了极大的增加，交通运输部、国家质检总局先后颁布了《高速公路 LED 可变信息标志技术条件》（JT/T431-2000）、《高速公路 LED 可变信息标志》（GB/T23828-2009）对相关产品的性能指标和测试方法等作出了规范。

近年来智慧交通研究与建设的蓬勃发展，以及节能减排工作的不断深入对公路 LED 可变信息标志产品的功能、指标提出了更高的要求，现行高速公路 LED 可变信息标志的产品标准中对可变信息标志的结构尺寸、色度性能、光度性能、通信接口、安装配合、电气安全、环境适应性能等主要技术参数作了规定，对提高我国 LED 可变信息标志产品质量、规范市场起到了积极的作用，但受限于当时 LED 可变信息标志产品、测试手段，特别是设计、应用理念的限制，现行标准在产品全天候条件下的有效视认性水平、节能设计等方面与行业目前的需求和发展趋势存在越来越大的脱节，标准的修订工作已刻不容缓。

有鉴于此，2020 年 11 月，国家标准化管理委员会发布《国家标准化管理委员会关于下达 2020 年第三批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发【2020】48 号文），立项由中路高科交通检测检验认证有限公司等单位主持国家标准《高速公路 LED 可变信息标志》的修订工作，计划号 20203671-T-469。

（二）起草单位

在本标准的制定过程中，开展了广泛的调研和大量的试验验证工作，得到了相关单位的支持、协助，取得了大量试验数据和标准制定建议，保证了标准的制定质量。起草单位名单如下：

1. 中路高科交通检测检验认证有限公司

2. 交通运输部公路科学研究所
3. 国家交通安全设施质量监督检验中心
4. 上海三思电子工程有限公司
5. 招商新智科技有限公司
6. 国家信息中心
7. 深圳市显科科技有限公司

（三）主要工作过程

中路高科交通检测检验认证有限公司接到标准修订计划任务后，立即着手进行标准修订工作，主要工作过程如下：

1. 2020 年 11 月～2020 年 12 月，中路高科交通检测检验认证有限公司牵头成立了标准起草组。课题组广泛调研了国内外有关高速公路 LED 可变信息标志，以及其他 LED 显示产品和相关器件、技术的应用现状和发展趋势，梳理标准修订需补充或完善的主要性能、指标及测试方法，提出了标准修订的原则、编写思路及人员分工，编写了标准研究大纲。

2. 2021 年 1 月～2021 年 4 月，标准编写组调研国内外公路 LED 可变信息标志及其相关产品、材料、测试方法的标准规范，确定研究内容的研究方法，开展研究工作。

3. 2021 年 5 月～2021 年 6 月，通过试验、调研相结合的方法，标准编写组确定标准修订的主要内容，形成标准草案，并在 6 月召开了专家征求意见会，对标准框架、内容等进行意见征集。

4. 2021 年 7 月，标准编写组根据修改意见扩大调研范围，并补充了测试数据，对标准草案进一步完善形成了标准征求意见稿。

（四）主要起草人及其所做的工作

表 1 标准主要起草人及分工

序号	姓名	单位	分工
1	杨勇	中路高科交通检测检验认证有限公司	负责编写组的组织、协调工作，负责高速公路 LED 可变信息标志 5.2 材料要求、5.5 光度性能、5.6 色度性能、5.7 视认性能及相应测试方法的研究工作。

序号	姓名	单位	分工
2	朱传征	中路高科交通检测检验认证有限公司	负责高速公路 LED 可变信息标志 5.8 能耗要求、5.16 功能要求相关内容及相应测试方法的研究工作。
3	田晓辰	中路高科交通检测检验认证有限公司	负责高速公路 LED 可变信息标志 5.11 电磁兼容性能要求及相应测试方法的研究工作，参与 5.17 信息安全相关内容及相应测试方法的研究工作。
4	王磊	中路高科交通检测检验认证有限公司	负责国内外高速公路 LED 可变信息标志及其器件相关标准的收集、整理工作。
5	汪成	中路高科交通检测检验认证有限公司	参与高速公路 LED 可变信息标志光学 5.5 光度性能、5.6 色度性能及相应测试方法的研究工作。
6	刘燕飞	中路高科交通检测检验认证有限公司	参与国内外高速公路 LED 可变信息标志及其器件相关标准的收集、整理工作。
7	李伟	中路高科交通检测检验认证有限公司	参与高速公路 LED 可变信息标志 5.2 材料要求、5.5 光度性能、5.7 视认性能及相应测试方法的研究工作。
8	陈建	中路高科交通检测检验认证有限公司	参与高速公路 LED 可变信息标志 5.11 电磁兼容性能要求及相应测试方法的研究工作。
9	陈永刚	国家信息中心	负责高速公路 LED 可变信息标志 5.17 信息安全相关内容及相应测试方法的研究工作。
10	唐小红	上海三思电子工程有限公司	参与国内外高速公路 LED 可变信息标志及其器件相关标准的收集、整理工作。
11	何站稳	招商新智科技有限公司	参与国内外高速公路 LED 可变信息标志及其器件相关标准的收集、整理工作。
12	陈旺松	深圳市显科科技有限公司	参与高速公路 LED 可变信息标志 5.13 通

序号	姓名	单位	分工
			信性能及附录消息通讯内容的研究工作。
13	向鹏	上海三思电子工程有限公司	负责高速公路 LED 可变信息标志 5.13 通信性能及附录消息通讯内容的研究工作。
14	王兆明	招商新智科技有限公司	参与高速公路 LED 可变信息标志 5.13 通信性能及附录消息通讯内容的研究工作。
15	金春辉	深圳市显科科技有限公司	参与国内外高速公路 LED 可变信息标志及其器件相关标准的收集、整理工作。

二、标准编制原则和标准主要内容

（一）标准编制原则

1. 制订工作要突出重点、有的放矢。重点针对高速公路 LED 可变信息标志的应用需求、器件性能差异和测试应用中存在的问题，开展标准制订工作。

2. 技术内容要科学、合理以及具备可操作性。兼顾高速公路 LED 可变信息标志及相关器件的应用现状和发展趋势，按照规定的格式要求，合理编排章节与条款内容，广泛征求主管部门、建设单位、设计、施工单位以及产品生产企业等的意见，凝聚共识。制订的技术内容要充分考虑产品能效评定实施的可行性和可操作性。

3. 标准内容与相关标准规范协调一致。注重标准规范间的协调性，遵循互为补充、系统配套的原则，处理好本标准技术指标与现行高速公路 LED 可变信息标志有关标准之间的关系，以及所用测试方法与现行国家标准之间的关系。

4. 术语应标准、简洁、明确。按照标准编制的要求，进一步规范术语、细化条款，形成适用于全国高速公路 LED 可变信息标志设计、生产、选型、应用的技术标准。

（二）标准的主要内容的说明

本标准为《高速公路 LED 可变信息标志》，属于修订标准，包括术语和定义、分类与组成、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等内容。

本次修订的主要内容见表 2:

表 2 修订主要内容说明

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
1.	增加	“屏体”和“LED 可变信息标志”的术语和定义	/	<p>3.9 屏体 panel</p> <p>由一个或若干个显示模组拼接而成，可由显示控制系统进行控制，完成画面显示。</p> <p>3.10 LED 可变信息标志 LED changeable message signs</p> <p>通过自动或手动可在 LED 显示屏上变换不同交通标志信息的设备。</p>	<p>本次标准修订增加了大量产品光学指标的技术要求，尤其是 LED 可变信息标志发光面表面照度和发光性能的关系，增加“屏体”的定义首先是便于突出产品发光面，避免表面照度理解为水平照度的歧义，其次也是为了将基本发光器件与包含控制、通信、外壳等在内的完整设备区分开。</p> <p>增加 LED 可变信息标志的定义是为了强调本标准所对应的产品属于交通标志的一种，所发布的信息亦应是交通标志信息范畴内的内容。</p>
2.	增加	高速公路 LED 可变信息标志不同发光颜色在不同屏体表面照度条件下法向亮度的最大值、最小值	/	<p>5.5.1</p> <p>屏体表面不同照度条件下，产品不同发光颜色的法向发光亮度应符合表 3 的要求。</p>	<p>为满足公路使用者对标志内容的视认要求，标志信息与背景必须达到一定的亮度对比度，因此规定了不同屏体表面照度（背景亮度相关）条件下 LED 可变信息标志的发光亮度最小值，而为了避免亮度过高会导致眩光，同时规定了标志发光亮度的最大值，由于人眼辨识不同颜色发光的亮度对比度不同，结合不同颜色 LED 发光（混光）的技术指标水平，规定了不同发光颜色在不同屏体表面照度条件下法向发光亮度的上、下限值。</p>
3.	增加	高速公路 LED 可变信息标	/	5.5.2	增加亮度比的要求同样是为了标志信息

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
		志不同颜色发光在屏体表面照度 40000lx 条件下的亮度比技术指标要求		屏体表面平均照度在 40000±4000lx 时，产品不同发光颜色在法向和非法向处测试的亮度比应符合表 4 的要求。	与背景亮度对比度能够满足视认要求，亮度比过低会导致视认性能下降，5.5.1 的技术要求主要是为了保证 LED 可变信息标志自身的发光亮度，是提高亮度对比度的前提，而亮度比则更为全面，还综合考虑了屏体反光性能对背景亮度的影响。
4.	增加	高速公路 LED 可变信息标志光束角的要求	/	5.5.3 在光束角范围内，任意角度测试得到的产品发光亮度应符合表 3 的要求，且不小于法向发光亮度的 50%，不大于法向发光亮度的 150%。	光束角从水平、垂直两个方向对 LED 可变信息标志在不同角度的发光亮度做出了量化要求，可以有效保证视认角度和视认距离满足需要，同时垂直方向的光束角要求有助于优化标准产品发光的配光设计，在不影响使用效果的前提下降低能耗。
5.	增加	高速公路 LED 可变信息标志能耗要求的技术要求	/	5.8 5.8.1 发光像素由直插式发光二极管组成的高速公路 LED 可变信息标志能耗要求 5.8.1.1 全彩色高速公路LED可变信息标志全屏显示白色，法向发光亮度、亮度比、光束角宽度均符合 5.5 中屏体表面平均照度为 40000lx 条件下的技术要求时，其功率因数应不小于 0.9，I 级高速公路LED可变信息标志功率应不大于 100 W/m ² ，II 级高速公路LED可变信息标志功率应不大于 120 W/m ² ，III级高速公路	情报板能耗已经是公路运营单位关注的重点指标，标准针对采用直插式 LED 或贴片式 LED 和全彩色 LED 可变信息标志和双基色 LED 可变信息标志提出了在满足标准光学指标要求下的单位面积分级能耗指标，便于生产企业、设计单位、使用单位根据产品分类选择产品能耗要求。

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
				<p>LED可变信息标志功率应不大于 200 W/m^2。</p> <p>5.8.1.2 双基色高速公路LED可变信息标志全屏显示黄色，法向发光亮度、亮度比、光束角宽度均符合 5.5 中屏体表面平均照度为 $400001x$ 条件下的技术要求时，其功率因数应不小于 0.9，I 级高速公路LED可变信息标志功率应不大于 60 W/m^2，II 级高速公路LED可变信息标志功率应不大于 80 W/m^2，III级高速公路LED可变信息标志功率应不大于 140 W/m^2。</p> <p>5.8.2 发光像素由贴片式发光二极管组成的高速公路 LED 可变信息标志能耗要求</p> <p>5.8.2.1 全彩色高速公路LED可变信息标志全屏显示白色，法向发光亮度、亮度比、光束角宽度均符合 5.5 中屏体表面平均照度为 $400001x$ 条件下的技术要求时，其功率因数应不小于 0.9，功率应不大于 180 W/m^2。</p> <p>5.8.2.2 双基色高速公路LED可变信息标志全屏显示黄色，法向发光亮度、亮度比、光束角宽度均符合 5.5 中屏体表面平均照度为 $400001x$</p>	

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
				条件下的技术要求时，其功率因数应不小于 0.9，功率应不大于 100 W/m ² 。	
6.	增加	高速公路 LED 可变信息标志泄露电流的技术要求	/	5.9.5 产品工作时电源接线端子对接地端子的泄露电流应小于 0.75 mA。	泄露电流是指运行的电气部分与绝缘之后的金属间的安全电流，是衡量电气产品绝缘性能的一个重要指标。
7.	增加	“浪涌抗扰度”、“静电放电抗扰度”、“辐射电磁场抗扰度”和“电快速瞬变脉冲群抗扰度”的技术要求	/	5.11 5.11.1 浪涌抗扰度应符合 GB/T 17618 的要求。 5.11.2 静电放电抗扰度应符合 JT/T 817-2011 中 4.11.2 的要求。 5.11.3 辐射电磁场抗扰度应符合 JT/T 817-2011 中 4.11.3 的要求。 5.11.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度应符合 JT/T 817-2011 中 4.11.4 的要求。	路侧机电设施的数量、功率、电磁干扰等都呈现快速增长的趋势，要保证 LED 可变信息标志产品在电磁干扰条件下可以稳定可靠的工作，需要通过电磁兼容（抗干扰）测试对产品及其元器件性能进行检验。
8.	增加	本地存储功能	/	5.16.6 支持本地数据存储功能，能够存储图片、文本等信息。	本地存储功能便于预存要发布的信息，一方面调用本地信息可以减少通信传输，最主要的是防止故障或恶意破坏导致的通讯中断时可以强制调用本地信息避免被盗用。
9.	增加	“信息安全”的技术要求	/	5.17 5.17.1 一般要求	信息安全是 LED 可变信息标准使用过程中非常重要的一个方面，防止发布的信息被恶意篡改是管理单位关注的重中之重，本

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
				<p>控制器应具有明显的不易去除的标识，并具备断电报警、非授权拆除报警等功能。</p> <p>5.17.2 接入与访问控制</p> <p>只有授权的控制器才可以接入产品。</p> <p>控制器应对上位机和用户具有身份鉴别的能力，只有授权的上位机和用户才能对控制器软件进行配置或策略变更。</p> <p>5.17.3 远程安全管理功能</p> <p>控制器应能提供安全传输通道，支持对关键密钥、关键配置参数、关键系统补丁等进行远程更新。</p> <p>5.17.4 应急显示功能</p> <p>当控制器故障、掉电、或与上位机发生通讯连接中断时，可自动显示黑屏或指定信息。</p> <p>5.17.5 日志记录功能</p> <p>控制器应具有记录操作日志的功能，对重要的用户行为和安全事件进行记录，日志信息应包括重要操作的日期和时间、操作/事件类</p>	次标准修订中相应增加了与信息安全相关的软硬件技术要求。

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
				<p>型、主体标识、客体标识、操作结果等。</p> <p>5.17.6 安全通信功能</p> <p>应采用密码技术鉴别信息的保密性和通信过程中数据的完整性。</p> <p>5.17.7 合规性要求</p> <p>控制器中使用到的密码算法、密码技术、密码产品等，应符合法律、法规的规定和密码相关国家标准、行业标准的有关要求。</p>	
10.	增加	法向发光亮度、亮度比和光束角宽度试验方法的要求	/	<p>6.5</p> <p>6.5.1 测试系统由太阳光模拟器和亮度计组成，发光亮度和亮度比测量示意图如图4所示，为了减小测量失误，测试系统的部分角度进行了限定。6.5.2 太阳光模拟器法线与亮度计法线夹角为 10°，关闭太阳光模拟器，调节并测试屏体法向发光亮度，使其满足表3在屏体表面平均照度 $40000 \pm 40001x$ 条件下的要求。</p> <p>6.5.3 关闭高速公路LED可变信息标志，调节太阳光模拟器，使屏体表面平均照度达到 $400001x$，测试屏体亮度 L_{b10} 并记录，打开LED可变信息标</p>	根据技术要求增加的内容相应增加了试验方法。

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
				<p>志，测试屏体发光亮度L_{a10}并记录，依据公式计算亮度比：</p> $LR_{10} = \frac{L_{a10} - L_{b10}}{L_{b10}}$ <p>式中：</p> <p>隧道环境应用的高速公路 LED 可变信息标志不需测试亮度比。</p> <p>6.5.4 测试光束角时，应在关闭太阳光模拟器的状态下进行测试，光束角宽度等级与最小角度的对应关系如表 6 所示。</p>	
11.	增加	“浪涌抗扰度”、“静电放电抗扰度”、“辐射电磁场抗扰度”和“电快速瞬变脉冲群抗扰度”的试验方法	/	<p>6.11</p> <p>6.11.1 浪涌抗扰度</p> <p>按 GB/T 17618 的规定执行。</p> <p>6.11.2 静电放电抗扰度</p> <p>确定试验等级 2，按照 GB/T 17626.2 的规定执行。</p> <p>6.11.3 辐射电磁场抗扰度</p> <p>确定试验等级 2，按照 GB/T 17626.3 的规定执行。</p> <p>6.11.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度</p>	根据技术要求增加的内容相应增加了试验方法。

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
				确定试验等级 3，按照 GB/T 17626.4 的规定执行。	
12.	增加	自检功能和调光功能的试验方法	/	<p>6.16.2</p> <p>自检功能测试应断开或拆除 5.16.4 规定的相关器件或模块、分别打开和关闭箱门、模拟电源输入电压与机箱内温度等参数变化，并查看上位机的显示信息。</p> <p>6.16.3</p> <p>调光功能测试应通过模拟环境光的照度，逐级验证调光功能。对于调光功能，控制屏体所有像素显示统一颜色，启动亮度调节功能并模拟不同等级的屏体表面照度，使用亮度计在距离标志投影距离不小于 30m 处测量标志发光亮度，亮度计测量轴指向标志测试区域的几何中心，且与水平轴呈 3° 夹角，读取标志发光屏或显示模组的上中下五个区域的亮度值，取算术平均值为测量结果。</p>	根据技术要求增加的内容相应增加了试验方法。
13.	增加	信息安全的试验方法	/	<p>6.17</p> <p>6.17.1 一般要求</p> <p>目测检测标识，模拟断电、非</p>	根据技术要求增加的内容相应增加了试验方法。

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
				<p>授权拆除检验是否报警。</p> <p>6.17.2 接入与访问控制</p> <p>分别采用授权和非授权控制器接入产品，检查产品是否可正常受控工作。</p> <p>分别采用授权和非授权的上位机、用户访问控制器，检查是否可对控制器软件进行配置或策略变更。</p> <p>6.17.3 远程安全管理功能</p> <p>采用授权用户远程访问控制器，检查是否可对关键密钥、关键配置参数、关键系统补丁等进行远程更新。</p> <p>6.17.4 应急显示功能</p> <p>模拟控制器故障、掉电或与上位机发生通讯连接中断时，产品是否可自动显示黑屏或指定信息。</p> <p>6.17.5 日志记录功能</p> <p>核查产品日志，以及日志内容是否包括重要操作的日期和时间、操作/事件类型、主体标识、客体标识、操作结果等。</p>	

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
				<p>6.17.6 安全通信功能</p> <p>核查是否采用密码技术的加解密功能对通信过程中敏感信息或通信报文进行机密性保护，并验证敏感信息或通信报文机密性保护机制是否正确和有效。</p> <p>核查是否采用基于对称密码算法或密码杂凑算法的消息鉴别码（MAC）机制、基于公钥密码算法的数字签名机制等密码技术对通信过程中的数据进行完整性保护，并验证通信数据完整性保护机制是否正确和有效。</p> <p>6.17.7 合规性要求</p> <p>核查所使用的密码技术是否以国家标准或行业标准形式发布，核查密码算法是否以国家标准或行业标准形式发布，或取得国家密码管理部门同意其使用的证明文件。</p>	
14.	增加	附录 A 数据交换格式的要求	/	附录 A 详见标准征求意见稿附录。	规范数据交换格式，提高不同厂家、不同平台之间通信数据格式的一致性，降低建设、维护成本和难度。
15.	更改	环境温度适用条件的要求	5.1.3 环境温度：	5.1.3 环境温度：	提高了温度适用范围的高温上限，有助于提高 LED 可变信息标志在高温、太阳直射条件下的工作稳定性，夏季高温、高辐射

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由														
			—— A 型：-20℃～+55℃； —— B 型：-40℃～+50℃； —— C 型：-55℃～+45℃。	——A 型：-20℃～+55℃； ——B 型：-40℃～+50℃； ——C 型：-55℃～+45℃； ——D 型：-40℃～+70℃。	地区在选用产品时可参考该要求。														
16.	更改	“发光二极管的半强角 $\theta_{1/2}$ ”的技术指标要求	5.2.3 发光二极管的半强角 $\theta_{1/2}$ 不小于 11.5°。	5.2.2 表 1 直插式 LED 单管法向发光强度、半强角和偏差角的技术要求 <table border="1"><tr><td>LED 管等级</td><td>I 类</td><td>II 类</td><td>III 类</td></tr><tr><td>半强角，°</td><td>10</td><td>15</td><td>30</td></tr><tr><td>偏差角，°</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td></tr></table> 5.2.3 表 2 贴片式 LED 单管法向发光强度和半强角的技术要求 <table border="1"><tr><td>半强角，°</td><td>30</td></tr></table>	LED 管等级	I 类	II 类	III 类	半强角，°	10	15	30	偏差角，°	2	2	3	半强角，°	30	由于标准细化了对 LED 可变信息标志视认角度和光束角的划分，基本发光单元 LED 单管的半强角技术指标要求也做了细化。
LED 管等级	I 类	II 类	III 类																
半强角，°	10	15	30																
偏差角，°	2	2	3																
半强角，°	30																		
17.	更改	彩色图形标志亮度等级的要求	5.5.4 彩色图形标志对三基色发光像素的亮度等级控制不少于 16 级。	5.6.3 彩色图形标志对三基色发光像素的亮度等级控制不少于 32 级。 彩色图形标志的灰度等级不少于 256 级。	亮度等级划分的越细，越有利于精确的调光控制，在避免眩光的同时保证 LED 可变信息标志的视认性能，降低能耗，本次标准修订根据现有 LED 可变信息标志厂家的技术能力和常规产品性能适当提高了亮度等级的分级要求。														

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由								
18.	更改	高速公路 LED 可变信息标志水平方向视认角的技术指标要求	5. 6. 1 标志产品的视认角应不小于 30°。	5. 7. 1 高速公路 LED 可变信息标志应用在单向两车道的直线路段时，其水平方向的视认角应不小于 15°；应用在其他场合的产品，其水平方向的视认角宜不小于 30° 。	原标准中 LED 可变信息标志水平方向的视认角度技术指标要求单一且数值较大，在线形较好的单向两车道公路场景中使用视认角度冗余过大，会导致产品成本和运维成本的提高，本次标准修订规定了两种水平方向视认角的技术要求，便于生产、设计、使用单位根据应用场景的实际条件进行参数选择。								
19.	更改	高速公路 LED 可变信息标志“调光功能”的技术指标要求	5. 12. 5 可变信息标志应设置环境照度检测装置，根据环境照度调整发光像素的发光强度，以避免夜间照度较低时形成眩光，影响信息的视读，夜间亮度应符合表 2 要求。 表 2 夜间亮度 单位为坎德拉每平方米 <table><tr><td>黄色</td><td>红色</td><td>绿色</td><td>蓝色</td></tr><tr><td>150 ±10</td><td>105 ±10</td><td>180 ±10</td><td>70 ±10</td></tr></table>	黄色	红色	绿色	蓝色	150 ±10	105 ±10	180 ±10	70 ±10	5. 16. 5 可变信息标志应设置环境照度检测装置，根据环境照度调整发光像素的发光强度，以避免环境照度较低时形成眩光，影响信息的视读。	原标准中夜间亮度的技术要求在本次标准修订中 5. 5. 1 法向发光亮度中已经有了相应的规定，调光功能中删除了相关内容。
黄色	红色	绿色	蓝色										
150 ±10	105 ±10	180 ±10	70 ±10										
20.	更改	通信的技术要求	5. 9	5. 13	根据通信技术和公路建设的实际情况，用以太网接口的技术要求取代了传								

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
			<p>5.9.1 接口：机械接口应使用 25 针 RS-232C 阴性插座和四针 RS-485 阳性插座，该两种接口的电气性能应符合相应标准的要求；接口与外部的连接应便于安装和维护，并采取防水、防尘等措施。</p> <p>5.9.2 通信规程：按 JT/T606.1 和 JT/T606.3 执行。</p> <p>5.9.3 通信方式：异步，全双工。</p> <p>5.9.4 通信速率：1200 bit/s ~19 200bit/s。</p> <p>5.9.5 在满足 5.9.1~5.9.4 的条件下，生产企业可以提供其它接口和规程，但应向需方提供详细的接口参数和通信规程，以便与系统连接。</p>	<p>5.13.1 接口：应使用速率不低于 10/100Mbit/s 的以太网接口，接口应符合 IEEE802.3 规定的 10BASE-T 和 100BASE-TX 规范；接口与外部的连接应便于安装和维护，并采取防水、防尘等措施</p> <p>5.13.2 生产企业可以提供其它接口和规程，但应向需方提供详细的接口参数和通信规程，以便与系统连接。</p> <p>5.13.3 产品所采用的数据交互格式应按附录 A 的规定。</p>	统的串口通信技术要求。同时，标准修订中增加了通讯数据交换格式的规定，以提高不同厂家、不同平台之间通信数据格式的一致性，降低建设、维护成本和难度。
21.	更改	自检功能的技术要求	<p>5.12.4</p> <p>产品应设置自检功能和工作状态指示灯。通过自检功能，将发光像素、通信</p>	<p>5.16.4</p> <p>产品应设置自检功能，可自动检测并向上位机反馈发光像素、驱动模块、通讯接口的工作状态及故障定</p>	根据 LED 可变信息标志的技术发展现状和应用需求，在故障自检的基础上增加了故障定位功能，提高了维护效率，同时增加了开门报警、电压监测、温度监测等常用

序号	变化	内容	2009 年版 条号+规定的内容	本次修订 条号+规定的内容	理由
			接口以及其它单元的工作状态正确检测出来，在工作状态指示灯上显示并上传给主控单元。	位；可自动检测并向上位机反馈防雷器的工作状态；可自动检测并向上位机反馈箱门开关状态；可自动检测并向上位机反馈电源输入电压、机箱内温度等参数。	自检功能。
22.	更改	“像素发光时颜色”的试验方法	<p>6.6.2</p> <p>对于发光像素发光时颜色的测量按 GB/T7922 用光谱辐射法测得，也可在暗室中用色测量仪器直接读取色品坐标，当读取整个版面的色品坐标时观测距离应不小于 30m，测量仪视场角的覆盖范围应不小于显示屏的 80%，但不应超出显示屏的有效范围。</p>	<p>6.6.2</p> <p>对于发光像素发光时颜色的测量按 GB/T 7922 用光谱辐射法测得，也可在暗室中用色测量仪器直接读取色品坐标，当读取整个屏体的色品坐标时测试距离应不小于 30m，测试法线与屏体法线的夹角不少于 0°、5°、10° 和 15°，测量覆盖范围应不小于屏体的 60%，但不应超出屏体的有效范围。</p>	增加了法线以外的角度的像素发光时颜色的测试，用以保证 LED 可变信息标志在不同视认角度条件下颜色的一致性。

1. 关于 LED 可变信息标志的分类

常见的高速公路 LED 可变信息标志可根据用途、支撑方式、环境温度适用等级等使用条件进行分类，也可根据发光像素的发光颜色、亮度等级等性能指标进行分类，本次标准修订根据相关产品工程验收和实际应用中发现的问题，以及相关器件、技术等发展情况，重点研究了高速公路 LED 可变信息标志根据不同环境温度、亮度等级等的分类情况，其中有关亮度等级的分类将在后面做详细的分析。

一般，我国户外气候分为七种类型，其绝对极值的划分见表 3，由于日光辐射的影响，在考虑高温时还应在表 3 绝对极值数上再增加一定的冗余。

表 3 户外七种气候类型绝对极值划分表

气候类型	低温 ℃	高温 ℃
寒 冷	-55	+40
寒湿 I	-40	+40
寒温 II	-45	+35
暖 温	-30	+45
干 热	-30	+45
亚湿热	-15	+45
湿 热	0	+40

众所周知，任何电子元器件都有使用温度的要求，在我国一般分为商业级（ $-5^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ）、工业级（ $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ ）和军品（ $-55^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$ ）等不同级别，其价格成本相差巨大，生产企业可根据不同的使用场合，选择不同的元器件级别或加装调温措施。在原标准中，出于当时技术水平状况、经济性、覆盖面等综合考虑，规定了三个级别的使用温度，A 型： $-20^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ，一般适用于南方地区；B 型： $-40^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ ，主要适用于北方部分地区；C 型： $-55^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 主要适用于东北、西北等特别寒冷地区。

但是这些温度是指环境温度，并没有考虑太阳辐射和元器件发热形成的温升，由于高速公路 LED 可变信息标志大量应用在户外条件下，在日照较强时，箱体温度会远远高于环境温度，严重影响设备自身散热的同时还会向箱体内部传递热量，进一步提高电子器件的温度，因此在高速公路 LED 可变信息标志根据环境温度适用等级进行分类时，在原标准的基础上，增加了第四种类型 D

型，其温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 。

2. 关于 LED 法向发光强度、半强角和偏差角要求

直插式 LED 芯片是最先研发成功并投放市场的 LED 产品，技术成熟、品种繁多。图 1 为常见的 Lamp LED 封装结构示意图，通常支架的一端有“碗杯形”结构，将 LED 芯片固定在“碗杯形”结构内，然后采用灌封封装。灌封是先在 LED 模腔内注入液态环氧树脂，然后插入压焊好的引脚式 LED 支架并放到烘箱中让环氧树脂固化，再从模腔中脱离出 LED 即成型，成为 LED 产品。



图 1 直插引脚式 LED 结构封装示意图

直插式封装技术的制造工艺简单、成本低，有着较高的市场占有率。目前，直插式引脚封装的 LED 通常是单色（红色、绿色、蓝色）发光应用于大屏幕点阵显示、指示灯等领域。早期，全彩的 LED 显示屏是通过将红色、绿色和蓝色的 3 个或 4 个 LED 做为一个像素点拼接成的。近年来，RGB 三合一 LED 也在研发中，以满足高亮、高分辨、高效率拼接的要求。目前直插式 LED 主要应用于户外点间距在 P10 以上的大屏，其亮度优势、可靠性优势较明显，但由于户外点间距也朝着高密方向发展，直插受限于红绿蓝 3 颗器件单独插装，很难高密化，所以在户外点间距 P10 以下逐渐被 SMD 器件所替代。

表贴三合一（SMD）式 LED 于 2002 年兴起，并逐渐占据 LED 显示屏的市场份额，从引脚式封装转向 SMD。表贴封装是将单个或多个 LED 芯片粘焊在带有塑胶“杯形”外框的金属支架上（支架外引脚分别连接 LED 芯片的 P、N 极），再往塑胶外框内灌封液态封装胶，然后高温烘烤成型，最后切割分离成单个表贴封装器件。由于可以采用表面贴装技术（SMT），自动化程度较高。与引脚式封装技术相比，SMD 式 LED 的亮度、一致性、可靠性、视角、外观等方面表现都良好，并且体积更小，重量更轻，且适合回流焊接，尤其适合户内、外全彩显示

屏的应用。

根据直插式和表贴式两种 LED 芯片在公路 LED 可变信息标志产品上的应用情况，为方便相关产品生产企业的原材料选型和质量控制，结合公路应用实际需求和主流 LED 芯片生产企业的产品技术参数，对直插式和表贴式 LED 芯片的法向发光强度、半强角和偏差角分别进行了规定，由于直插式 LED 已经进行了配光设计，而表贴式 LED 所用的器件指标较为近似，一般需要进行二次光学设计，因此对于直插式 LED 的光学参数技术要求分为了三类，而表贴式 LED 芯片本身仅做了单一的技术要求，具体技术要求如下所示。

(1) 直插式 I 类

- a) 红色不小于 9000mcd;
- b) 绿色不小于 18000mcd;
- c) 蓝色不小于 6000mcd;
- d) 黄色不小于 5500mcd。

表 4 LED 单管半强角和偏差角的技术要求

半强角 °	偏差角 °
≥ 10	≤ 2

(2) 直插式 II 类

- ① 红色不小于 4000mcd;
- ② 绿色不小于 15000mcd;
- ③ 蓝色不小于 2500mcd;
- ④ 黄色不小于 5000mcd。

表 5 LED 单管半强角和偏差角的技术要求

半强角 °	偏差角 °
≥ 15	≤ 2

(3) 直插式 III 类

- ① 红色不小于 3000mcd;
- ② 绿色不小于 6000mcd;
- ③ 蓝色不小于 2000mcd;
- ④ 黄色不小于 4500mcd。

表 6 LED 单管半强角和偏差角的技术要求

半强角 °	偏差角 °
≥30	≤3

发光像素为贴片式发光二极管，在无透镜条件下，其法向发光强度应满足：

- ① 红色不小于 800mcd；
- ② 绿色不小于 2000mcd；
- ③ 蓝色不小于 400mcd。

表 7 LED 单管半强角的技术要求

半强角 °
≥30

3. 平均发光亮度技术要求

研究不同环境照度（晴朗白天、黄昏和夜间）条件下高速公路LED可变信息标志的亮度指标需要采用试验的方法确定。基本思路是：先通过主观评价法确定最佳视认效果，用亮度计测试最佳效果时屏幕的亮度（cd/m²）确定为客观指标，然后在不同环境照度下，对不同颜色、不同亮度级别下的视认距离进行测试，最终确定不同环境照度下，高速公路LED可变信息标志亮度指标的标准。

测试 LED 可变信息标志视认性能的主要依据，一是对标志所显示信息的客观视认距离，二是其视觉清晰程度及主观感受评价结果，在确定显示信息的条件下，最重要的影响因素就是屏体的发光亮度和所处的环境照度，所以我们在标准修订中也重点关注了平均亮度和应用场景环境照度。

环境照度主要以三种典型天气情况为主，包括晴朗白天、黄昏、夜间，三种典型环境照度界定标准范围见表 8。

表 8 三种典型的环境照度界定

环境	白天 (06: 00~17: 00)	黄昏 (17: 00~18: 00)	夜间 (18: 30~06: 00)
照度值(lx)	5000~40000	50~500	0.6 以下

现行的GB/T 23828-2009 中，由于当时的产品技术性能和测试条件，对高速公路LED可变信息标志亮度指标的规定较少，且选择的是通过LED单管法向发光

强度计算得到的平均亮度，即“像素的结构排列间距可根据设计亮度调整，图形标志达到白平衡时的设计亮度或文字标志的最大设计亮度应不小于 8 000cd/m²”。

这一规定随着产品、原器件及测试方法等的进步已经显示出其局限性，突出表现在：

- (1) 计算得到的平均亮度反映的是产品可能达到的亮度上限，但与实际情况存在较大的偏差；
- (2) 单一的平均亮度指标对于指导高速公路 LED 可变信息标志产品光学器件、驱动方式、调光控制等的选型、设计、应用远远不够；
- (3) 仅考虑产品的发光亮度并不能客观反映不同像素间距、不同发光器件类型的高速公路 LED 可变信息标志的视认性能差异。

EN 12966-2014 中对于 LED 可变信息标志不同发光颜色在不同照度条件下的发光亮度取值范围做出了详尽的规定，以 LED 可变信息标志发光为白色时为例，如图 2 所示，在标准表面照度分别为 40000lx、10000lx、4000lx、400lx、40lx 和 ≤4lx 时，白光法线发光亮度的取值范围均被划分为三级，以满足不同应用场景下的需求。

Table 4 — L_e and L_a luminance limits for white on reference axis

Row reference	Sign illuminance (lx)	Luminance classes (cd/m ²)					
		L3, L3(*)		L2, L2(*)		L1, L1(*)	
		$L_e(\min)$	$L_a(\max)$	$L_e(\min)$	$L_a(\max)$	$L_e(\min)$	$L_a(\max)$
1	40 000	12 400	37 200	6 200	18 600	3 100	9 300
2	10 000	12 400 (*)	37 200	6 200 (*)	18 600	3 100 (*)	9 300
3	4 000	2 200	6 600	1 100	3 300	550	1 650
4	400	600	1 800	300	900	150	450
5	40	250	750	200	600	100	300
6	≤ 4	75	225	60	180	30	90

图 2 EN 12966 中有关 LED 可变信息标志白光亮度范围的规定

为了便于 LED 可变信息标志产品的设计、生产和应用，从我国高速公路 LED 可变信息标志的应用需求出发，标准编写组对 EN 12966 的技术要求进行了分析、简化。

首先，在 EN 12966 中对不同发光颜色、不同（屏体表面）照度条件下对应的发光亮度的最小值和最大值进行了规定，其主要目的是根据视认距离或者说

视认反应时间的不同，选择不同的亮度，一般来说需要的视认距离越小，发光亮度也就越低，而本标准的技术指标主要针对LED可变信息标志在高速公路场景下的应用需求，其视认距离一般在 200m以上，即使在其他公路条件下进行使用，所服务的受众也包括驾驶车辆高速行驶的人群，为保证视认距离，情报板发光亮度的取值宜选取较高等级，且标志表面照度 40000lx条件下的白光发光亮度不小于 12400cd/m²的规定，也与JTG 2182-2020《公路工程质量检验评定标准第二册 机电工程》中LED可变信息标志平均亮度最大值≥8000cd/m²的规定较为接近，考虑到本标准为产品标准，性能指标的要求应适当高于工程应用时的指标要求，因此在标准修订过程中，选择了EN 12966 中L3 级的亮度要求。

其次，EN 12966 中标志表面照度为 10000lx 的情况下发光亮度的要求与 40000lx 时的要求相同，该条技术指标主要是针对太阳高度角较小而日照又相对较强的情况，对于设计应用的指导意义更大，而考虑到 40000lx 照度一档已经有了对应的发光亮度指标测试，在标准中简化了标志表面照度 10000lx 时的技术要求。

同时，考虑到标准中已经对高速公路 LED 可变信息标志的调光功能和亮度等级控制功能进行了要求，在白天环境照度较强时，基本可忽略由于产品发光亮度调节能力不足带来的眩光问题，但夜间或其他环境照度较低时的条件下，高速公路 LED 可变信息标志则可能由于亮度下限过高导致形成眩光或影响标志信息的有效视认，因此标准修订了表面照度 400lx、40lx 和<4lx 条件下对应的最大发光亮度要求。

LED 可变信息标志发光为黄色、红色、绿色和蓝色的技术要求与上述发光颜色为白色的情况类似，在标准修订中也同样选择了 EN 12966 中 L3 级的发光亮度范围。

经整合后，本次标准在屏体表面不同照度条件下，高速公路 LED 可变信息标志发光亮度的规定如表 9 所示：

表 9 不同照度条件下高速公路 LED 可变信息标志法线发光亮度技术要求

屏体表面照度 lx	发光亮度 cd/m ²									
	白色		黄色		红色		绿色		蓝色	
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值

40000	12400	37200	7440	22320	3100	9300	3720	11160	1240	3720
4000	2200	6600	1320	3960	550	1650	660	1980	220	660
400	600	1800	360	1080	150	450	180	540	60	180
40	250	750	150	450	63	189	75	225	25	75
≤4	75	225	45	135	19	57	23	69	7.5	22.5

同时要求安装在隧道照明中间段的高速公路LED可变信息标志的法向亮度不宜大于 3000 cd/m²。

4. 关于亮度比的技术要求

除了高速公路 LED 可变信息标志的发光颜色、发光亮度等指标外，影响其视认性的另一个重要的指标是显示信息与标志底板、不同显示信息之间亮度的对比度和颜色的对比度，由于颜色的对比度受限于发布内容的合规性，在本标准修订中不做考虑，所以主要确定对于高速公路 LED 可变信息标志显示信息亮度的对比度的影响因素。

在不产生眩光、光晕等干扰的前提下，亮度的对比度提高意味着显示内容更容易被辨识，因此，除了高速公路 LED 可变信息标志的发光颜色、发光亮度等自身指标的影响外，标志屏体的本底亮度越高就意味着亮度的对比度越低，也正是基于这一考虑在原标准《高速公路 LED 可变信息标志》（GB/T 23828-2009）中规定“显示屏基底应为亚光黑色，色品坐标应在规定的色品区域内，亮度因数不大于 0.03”，从而降低本底的反光因素。但除了显示屏基底外，LED 本身同样是一个反光体，甚至透镜的反射率要远高于亚光黑色的基底，在显示屏表面环境照度较高时对标志亮度的对比度影响也更为显著。

参考 EN 12966 的规定，如图 3 所示，LED 可变信息标志在不同发光颜色的条件下，发光亮度比按照 R3、R2、R1 三级分别规定了光轴和离轴条件下的亮度比，考虑到本标准对应的高速公路 LED 可变信息标志具有受众移动速度快、反应时间短的特点，因此应选择较高的亮度对比以保证驾乘人员快速、有效的识别标志发布的信息，因此在标准修订中仅保留了 R3 级的亮度比技术要求。

Table 10 — Minimum luminance ratio values (LR) for various colours and classes R1, R2 and R3, at test angles on the reference axis and off the reference axis

Colour	Minimum luminance ratio classes					
	R3		R2		R1	
	on reference axis	vertical off axis	on reference axis	vertical off axis	on reference axis	vertical off axis
White	16,7	8,35	10	5	5	3
Yellow	10	5	6	3	3	1,8
Orange	6,5	3,25	3,9	1,95	1,9	1,15
Green	5	2,5	3	1,5	1,5	0,9
Red	4,2	2,1	2,5	1,25	1,25	0,75
Blue	1,7	0,85	1	0,5	0,5	0,3

图 3 EN 12966 关于亮度比的技术要求

同时，在光束角的技术要求中规定了在光束角范围内，任意角度测试得到的产品发光亮度应符合标准中有关发光亮度的要求的要求，且不小于法向发光亮度的 50%，不大于法向发光亮度的 150%。考虑到 LED 可变信息标志屏体表面材料均为亚光黑色材料和 LED，不同方向的光学反射率较为接近，在不同方向发光亮度不低于法向发光亮度 50%的情况下，如果标志轴线方向的亮度比符合要求，则离轴方向的亮度比亦不会低于轴线方向亮度比的 50%，因此为简化测试要求，仅保留了轴向的亮度比技术要求。标准中规定的各种颜色的最小亮度比要求如表 10 所示。

表 10 不同发光颜色对应的亮度比技术要求

颜色	最小亮度比
白色	16.7
黄色	10
绿色	5
红色	4.2
蓝色	1.7

由于亮度比除了与颜色相关外，还与屏体表面照度、发光亮度和光束角有关，简言之就是与产品的应用场景和需求有关，本标准主要针对高速公路用 LED 可变信息标志，因此需要的视认距离较远，但设置产品的区域一般道路线形较好，且观察者位于 LED 可变信息标志显示面的前方，即视认角或者说光束角较小。

5. 关于光束角的技术要求

在原标准《高速公路 LED 可变信息标志》（GB/T 23828-2009）中规定，

“标志产品的视认角应不小于 30°”，但并没有对高速公路 LED 可变信息标志整体发光亮度的角度进行量化的规定，这就使得相关指标的测试评估主观性较强，且结果较为单一、宽泛，并不能结合应用场景和实际需求充分发挥 LED 的优势，导致器件选材、运营能耗等方面的浪费。

没有经过配光设计的高速公路 LED 可变信息标志发出的光，大部分都散射到水平向上的天空或者道路路面宽度之外的两侧。并且随着驾驶员距离越近，高速公路 LED 可变信息标志的亮度也在增加，晚上行车穿过高速公路 LED 可变信息标志门架时驾驶员容易产生眩光。因此，本标准规定采用不对称配光最大限度的将发出的光投射到有效视认区域内，确保高速公路 LED 可变信息标志满足驾驶员动、静态视认距离的要求。如图 4 所示，设置在路面正上方的门架式高速公路 LED 可变信息标志通过配光设计后，可将光几乎全部投射到满足驾驶员视认方向的区域内，尽量减少在无效视认区域内的损失，配光光束边界区域如图 5 所示。

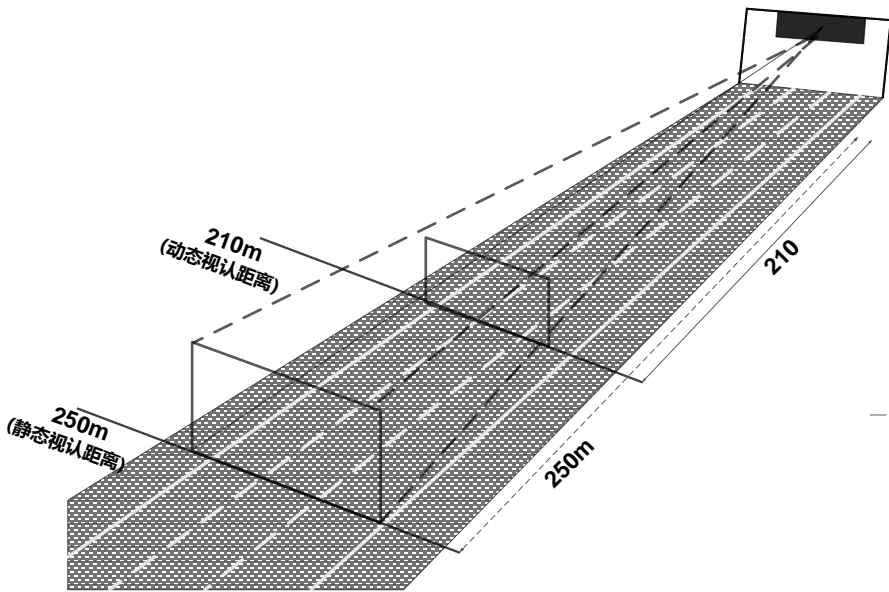


图 4 门架式高速公路 LED 可变信息标志配光视认区域示意图

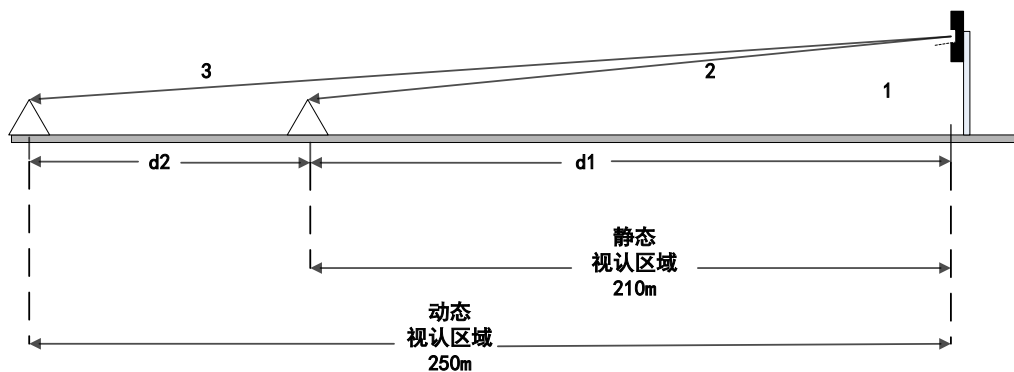


图 5 门架式高速公路 LED 可变信息标志配光投射边界范围区域

路侧悬臂式高速公路 LED 可变信息标志配光投射区域的设计效果如图 6 所示，配光光束边界区域如图 7 所示。

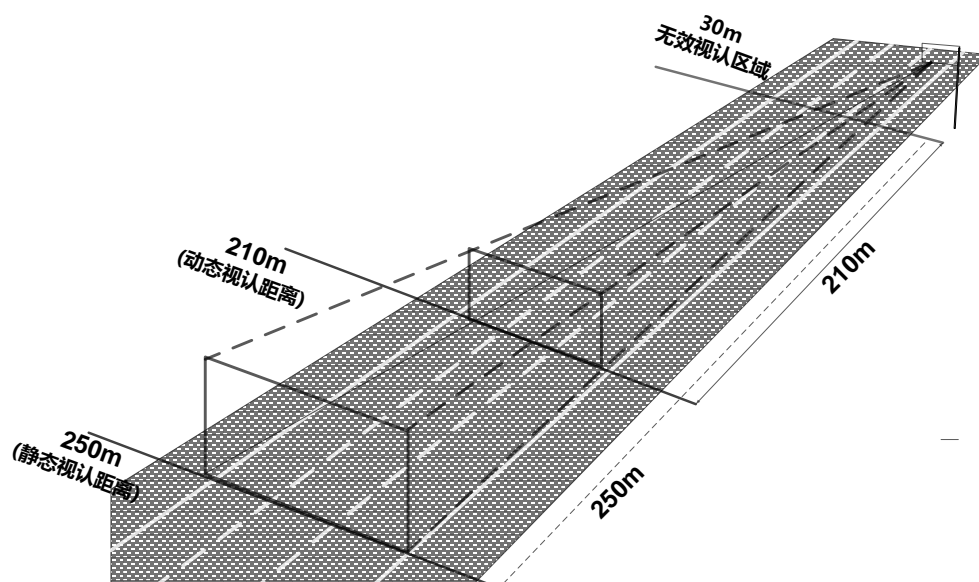


图 6 路侧悬臂式高速公路 LED 可变信息标志配光视认区域

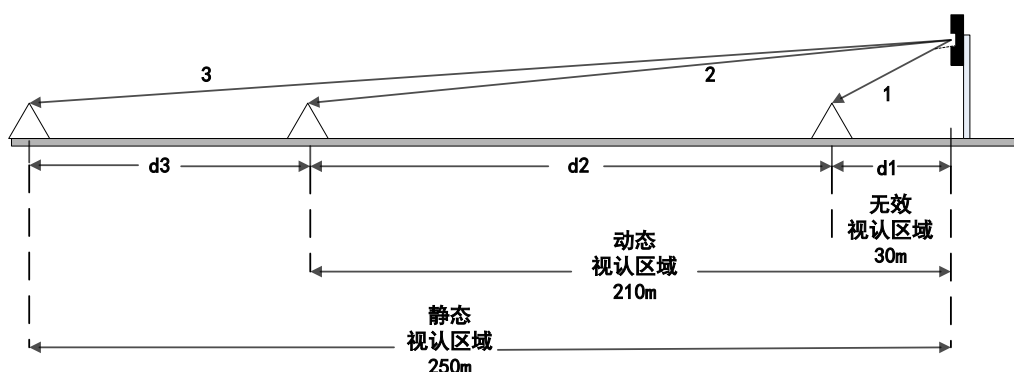


图 7 路侧悬臂式高速公路 LED 可变信息标志配光投射边界区域

本次标准修订的一方面是根据公路，尤其是高速公路的线形特点和 LED 可变信息标志设置的一般要求细化视认角度，另一方面将采用光束角这一指标对

产品的发光性能进行量化规定并分级。

在 EN 12966 中根据 LED 可变信息标志不同的使用需求将标志光束角宽度分为了 7 级，并规定了各自对应的水平方向（左右两侧）和垂直方向（向下）的边界角度如图 8 所示。

Table 11 — Beam width classes

Beam width class	Beam angles (degrees)	
	Horizontal	Vertical
B1	-5	0
	+5	0
	0	-5
B2	-7	0
	+7	0
	0	-5
B3	-10	0
	+10	0
	0	-5
B4	-10	0
	+10	0
	0	-10
B5	-15	0
	+15	0
	0	-5
B6	-15	0
	+15	0
	0	-10
B7	-30	0
	+30	0
	0	-20

图 8 EN12966 规定的光束角宽度等级及角度条件

在光束角范围内，任意角度测试得到的产品发光亮度应符合 LED 可变信息标志在不同屏体表面照度条件下的亮度取值范围要求，且不小于法线发光亮度的 50%，不大于法线发光亮度的 150%，这也有有效保证了标志的视认角度。

考虑到 EN 12966 中光束角宽度等级 B1 级和 B2 级对应的水平角度范围分别为 $\pm 5^\circ$ 和 $\pm 7^\circ$ ，为避免光束角宽度过小，而超出光束角宽度范围后 LED 配光快速降低减小视认角度，本次标准修订未采纳这两级的光束角要求，最终确定的光束角宽度等级与最小角度的对应关系如表 11 所示。

表 11 光束角宽度等级与角度的对应关系

光束宽度等级	测试角	
	水平	垂直

I 级	-10	0
	+10	0
	0	-5
II 级	-10	0
	+10	0
	0	-10
III 级	-15	0
	+15	0
	0	-5
IV 级	-15	0
	+15	0
	0	-10
V 级	-30	0
	+30	0
	0	-20

其中，水平方向的光束角主要考虑了在一般道路线形、不同车道数量条件下，在要求的视认范围内，驾乘人员在最不利条件下观察 LED 可变信息标志的角度，一般而言线形直线性越好，车道数量越少对水平光束角的要求越小；较大的水平光束角产品多用于超宽道路或收费广场、服务区等场所。垂直光束角只规定了水平面以下的垂直角，主要是规定视认截止距离，水平面以上的发光由于并不能被道路上的驾乘人员观察到，应通过配光的方法尽可能的降低，在提高发光利用率的同时还是减小光污染、降低背景亮度。

6. 关于公路 LED 可变信息标志产品能耗的技术要求

高速公路 LED 可变信息标志是公路沿线独立用电能耗比较高的设备之一，其电能消耗已经成为我国公路运营单位的主要经济负担。研究制定高速公路 LED 可变信息标志能效限定值及其能效等级，推动高效能产品的使用比例，引导产品技术更新，提升我国高速公路 LED 可变信息标志的能效水平，是支撑绿色交通和绿色公路的建设工作的重要举措之一。

LED 可变信息标志的能耗测试要在保证产品基本性能的前提下进行，由于本次标准修订将调整高速公路 LED 可变信息标志的发光亮度技术要求，并增加亮度比的技术要求，相应的，产品能效指标的测试方法和技术要求也会做相应的

调整，修改为全屏白色发光（三基色）或全屏黄色发光（双基色）条件下，法向亮度、不同角度下亮度比满足板面照度为 40000lx 情况下的单位面积能耗指标下限。

在前期的研究中，通过对国内不同规模、不同技术水平的 10 多个厂家深入调研和技术沟通，结合近年来国家交通安全设施质量监督检验中心积累的试验数据，汇总得到了国内主流高速公路 LED 可变信息标志生产企业相关产品的工作能耗指标，在满足标志正常工作时光学指标要求的前提下，测试得到 LED 可变信息标志在全屏显示白色时的法向发光亮度和单位面积标志能耗数据如表 12 所示：

表 12 全彩 LED 可变信息标志单位面积能耗与法线发光强度的关系

序号	单位面积功率 W/m^2	法向发光亮度 cd/m^2
1	56	14760
2	70	14420
3	75	14590
4	76	12125
5	79	12001
6	80	12120
7	84	14950
8	86	12340
9	89	13920
10	90	13650
11	91	14350
12	91	12110
13	95	14920
14	97	14630
15	99	14570
16	103	12121
17	104	14984
18	106	12440
19	106	12197
20	108	14490

21	110	14300
22	111	14900
23	114	12290
24	119	14540
25	125	14500
26	126	14900
27	128	14972
28	147	14440
29	150	12300
30	268	14380

所选取高速公路LED可变信息标志的能耗数据所对应法向发光亮度均介于 12000cd/m^2 至 15000cd/m^2 之间,满足屏体表面照度为 400001x 条件下的技术要求,考虑到数据调研期间P16 以下间距的高速公路LED可变信息标志的样品较少,而不同像素间距和不同LED数量的LED可变信息标志在相同发光亮度的条件下具有一定的差别,为了在体现LED可变信息标志节能性能的同时保护较小间距新产品的推广应用,标准修订中选取了单位能耗降序排序中 30%的产品数据作为 I 级能耗要求,排序中 60%的产品数据作为 II 级能耗要求,排序中 90%的产品数据作为 III级能耗要求,低于III级能耗要求的产品纳入IV级能耗。

于是得到全彩色高速公路LED可变信息标志在全屏显示白色,光学指标符合屏体表面照度为 400001x 条件下的技术要求时, I 级能耗产品功率应不大于 90 W/m^2 , II 级能耗产品功率应不大于 105 W/m^2 , III级能耗产品功率应不大于 130 W/m^2 。

采用相同的调研、测试方法,标准编写组获得了大量双基色高速公路 LED 可变信息标志的能耗数据,在满足标志正常工作时光学指标要求的前提下,测试得到 LED 可变信息标志在全屏显示黄色时的法向发光亮度和单位面积标志能耗数据如表 13 所示:

表 13 双基色 LED 可变信息标志单位面积能耗与法线发光强度的关系

序号	单位面积功率 W/m^2	法向发光亮度 cd/m^2
1	33	8353
2	35	7722

3	35	7650
4	36	8110
5	36	7647
6	36	8311
7	37	8385
8	40	7667
9	41	7642
10	41	7915
11	41	8093
12	42	7849
13	43	8140
14	43	8127
15	46	7583
16	47	7821
17	47	8020
18	48	7642
19	48	8385
20	48	8028
21	49	7998
22	49	7467
23	50	8108
24	51	7951. 1
25	51	8194. 5
26	51	7886
27	52	8403
28	53	8318
29	55	7855
30	55	7658
31	57	7648
32	57	8361
33	57	8094
34	57	8337
35	58	7999

36	59	7761
37	59	8223
38	60	7811
39	61	7880
40	61	8207
41	61	7639
42	62	7659
43	62	8058
44	62	8914
45	63	8368
46	63	8258
47	64	7907
48	65	8015
49	66	8694
50	67	7918
51	67	8361
52	70	7799
53	74	7743
54	77	7899
55	79	8261
56	79	8210
57	107	7787
58	110	8237
59	118	7767
60	122	8062
61	125	7809
62	131	8372

标准修订中选取了单位能耗降序排序中 30%的产品数据作为 I 级能耗要求，排序中 60%的产品数据作为 II 级能耗要求，排序中 90%的产品数据作为 III 级能耗要求，低于 III 级能耗要求的产品纳入 IV 级能耗。

于是得到双基色高速公路 LED 可变信息标志在全屏显示黄色，光学指标符合屏体表面照度为 400001x 条件下的技术要求时，I 级能耗产品功率应不大于 50 W/m²，II 级能耗产品功率应不大于 60 W/m²，III 级能耗产品功率应不大于 80

W/m²。

7. 关于电磁兼容性能的技术要求

电磁兼容性（EMC）是指设备或系统在其电磁环境中符合要求运行并不对其环境中的任何设备产生无法忍受的电磁干扰的能力。因此，EMC 包括两个方面的要求：一方面是指设备在正常运行过程中对所在环境产生的电磁干扰不能超过一定的限制；另一方面是指器具对所在环境中存在的电磁干扰具有一定程度的抗扰度，即电磁敏感性。EMC 的测试可分为干扰（骚扰）和抗干扰两类试验，具体包括的试验项目如图 9 所示。

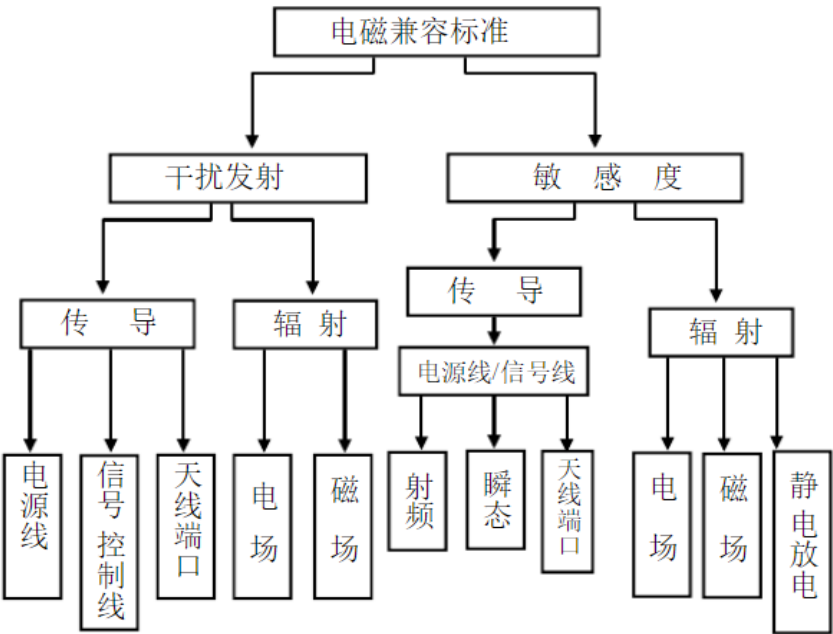


图 9 电磁兼容项目

电磁干扰(Electromagnetic Interference)简称 EMI，一般测试两个参数，即辐射干扰和传导干扰，所谓辐射干扰是指通过空间传播的干扰，所谓传导干扰是指通过电源端而产生的干扰。测试电磁干扰所需的主要设备有：EMI 测试接收机、接收天线、人工电源网络、电压探头、功率吸收钳、喀喇声分析仪、谐波电流测试仪器、闪烁测试仪器等。

电磁敏感性（Electromagnetic Susceptibility）简称 EMS，这方面的测试参数一般有 10 项，分别为：静电放电、无线电频率的电磁辐射场、电快速瞬变脉冲群、浪涌、由射频场引起的射频传导、脉冲电磁场、工频电磁场、阻尼振

荡电磁场、电压跌落与短时中断和振荡（铃）波抗扰度试验等。其中无线电频率的电磁辐射场和由射频场引起的射频传导这两项试验所需的仪器主要有高频信号源、高频功率放大器、功率计、场监系统、计算机及相应的专用测试软件和接口等，其他试验大都是专用或几合一的专用仪器设备，如：浪涌测试仪、静电发生器、电快速瞬变脉冲群模拟器等。

为了能够模拟复杂的电磁波环境及保证 EMC 测试结果的准确性和可靠性，EMC 测试对环境要求较高，电磁兼容的测试除了要利用上述测试仪器外，还要使用专门设计的测试场地，主要包括开阔场地、电波暗室、屏蔽室等。

高速公路 LED 可变信息标志是指用远程遥控装置控制，实时显示前方公路上因天气、自然灾害、交通事故等原因发生变化的行车环境的公路交通标志。它可以储存有多种信息，控制人员可根据行车环境的变化，即时通过远程遥控装置手动或自动使该标志显示其中相应的某种信息其采用公路沿线电网供电，与公路沿线的各种机电设施、设备等处于同一电网中，其受控信号经各类型信号线传输至设备终端并且暴露在各种电磁场的周围环境下，受到外界环境的电磁干扰时会产生一系列不利影响，所以对其进行电磁兼容性能测试是十分必要的。

电磁兼容性包括了电磁干扰和电磁敏感性，高速公路 LED 可变信息标志本身是由 LED 等发光器件将规定内容显示出来，是一个典型的监控信息发布设备，国际上对于电子、电器、工业设备产品的抗扰性测试日渐重视，且趋向整合以 IEC（International Electrotechnical Commission）国际规格为测试标准，我国通过参考 IEC 电磁兼容类标准，制定了 GB/T 17626 系列电磁兼容测试标准。

浪涌（冲击）抗扰度

浪涌包括浪涌电压和浪涌电流。浪涌电压是指超出正常工作电压的瞬间过电压；浪涌电流是指电源接通瞬间或是在电路出现异常情况下产生的远大于稳态电流的峰值电流或过载电流，是发生在仅仅几百万分之一秒时间内的一种剧烈脉冲。浪涌产生的时间非常短，大概在微微秒级。浪涌出现时，电压电流的幅值往往能够超过正常值的两倍以上。浪涌普遍的存在于配电系统中，可以说浪涌无处不在，在一般情况下，设备受到浪涌干扰后会自动停止或启动，用电

设备中有空调、压缩机、电梯、泵或电机等大功率设备，电气设备由于故障、不知原因的复位等。

浪涌对电子电器设备的影响或破坏是巨大的，它能够击穿半导体器件、破坏元器件金属化表层、破坏印刷电路板印刷线路或接触点、数据文件部分破坏、数据处理程序出错、接收、传输数据的错误和失败、零部件提前老化、电器寿命大大缩短、输出画面质量下降等等，造成不可逆转的破坏，而高速公路 LED 可变信息标志有大量的电子器件、半导体器件等，所以对其进行浪涌（冲击）抗扰度试验是十分必要的。

（1）试验等级

GB/T 17626.5 中对浪涌（冲击）抗扰度试验等级的规定，如表 14。

表 14 浪涌（冲击）抗扰度试验等级

等级	开路试验电压 kV	
	线-线	线-地 b
1	—	0.5
2	0.5	1.0
3	1.0	2.0
4	2.0	4.0
× a	特定	特定
^a “×” 可以是高于、低于或在其他等级之间的任何等级。该等级应在产品标准中规定。 ^b 对于对称互连线，试验能够同时施加在多条线缆和地之间，例如“多线-地”。		

选择浪涌试验等级就要先分析浪涌的来源。从配电系统的角度看，浪涌可以分成系统外的和系统内的两种。系统外的浪涌主要来自于雷电和其它系统的冲击，在雷击放电时，以雷击为中心（1.5~2）KM 范围内，都可能产生危险的过电压。雷击引起（外部）电涌的特点是单相脉冲型，能量巨大。外部电涌的电压在几微秒内可从几百伏快速升高至 20000V 以上，可以传输相当长的距离，瞬间电涌可高达 20000V，瞬间电流可达 10000A，其占比大约为 20%；系统内的浪涌主要来自于系统内部用电负荷的冲击，如空调、压缩机、泵或马达等电力大负荷的投入和切除、感性负荷的投入和切除、功率因素补偿电容器的投入和切除、短路故障和机械触点的频繁动作等，其占比大约为 80%。

由于高速公路 LED 可变信息标志基本都是 220V 交流工作电压而信号线产生浪涌的几率很低，所以浪涌（冲击）试验仅考虑供电端子。被测设备通过电力

设备共用电网供电并通过公共接地系统接地，而且安装位置基本都在 6 米以上，很可能会受到供电电网或雷电产生的干扰电压干扰。在同一供电电网内，其他设备由于接地故障、开关操作和雷击而引起的电流会在接地系统中产生幅值较高的电压，而不同电缆之间也不采取隔离措施，通常这种使用环境下，浪涌电压一般不会超过 2kV，所以浪涌（冲击）抗扰度的试验等级选择 3 级（线-线 1kV、线-地 2.0kV），开路电压波形选择（1.2/50） μ s、短路电流波形选择（8/20） μ s。

静电放电抗扰度

静电放电是指具有不同静电电位的物体互相靠近或直接接触引起的电荷转移，它是一种常见的近场危害源，可形成高电压、强电场、瞬时大电流等，并伴有强电磁辐射，形成静电放电电磁脉冲。

静电放电的最常见原因是两种材料的接触和分离，最经常发生的静电起电现象是固体间的摩擦起电现象，物体的静电起电一放电一般具有高电位、强电场和宽带电磁干扰等特点。在电子产品使用过程中，操作者无疑是最活跃的静电源，人体穿着绝缘材料的织物，并且其鞋也是对地绝缘的时候，衣物等相互摩擦就可能积累一定数量的电荷，当人体接触与地相连的电子元件、装置等的时候就会产生静电放电。

静电会对电子设备造成故障或误动作，击穿电路、精密元件等，促使元器件老化，设备使用寿命大大降低。高速公路 LED 可变信息标志用于室外环境下，在安装、维修或养护期间，人体接触设备十分频繁，出现静电放电现象的概率很高，而且产品内部有大量的集成电路和半导体器件，对静电放电很敏感很容易造成仪器本身性能下降甚至硬件损坏、失效，所以对高速公路 LED 可变信息标志进行静电放电抗扰度测试是十分必要的。

（1）试验等级

GB/T 17626.2 中对静电放电抗扰度试验等级的规定，如表 15。

表 15 静电放电抗扰度试验等级

接触放电		空气放电	
等级	试验电压 kV	等级	试验电压 kV
1	2	1	2

2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
× a	特定	× a	特定
^a “×”可以是高于、低于或在其他等级之间的任何等级。该等级应在专用设备的规范中加以规定，如果规定了高于表格中的电压，则可能需要专用的试验设备。			

表 15 中包括了接触放电和空气放电两种形式的试验等级。高速公路 LED 可变信息标志用于道路，属于室外设备，使用环境变化频繁，高温、低温、高湿、低湿等情况均会出现，但静电放电的产生主要还是操作人员进行安装、维修等过程中出现，所以要按人体与设备出现静电放电的严酷程度选择试验等级。静电放电的形式与带电体的几何形状、电压和带电体的材质有着密切的关系，所以既要考虑接触放电形式也要考虑空气放电形式。

一般来说，操作人员的衣物，如：棉、毛、合成纤维等与干燥的气候相结合特别有助于静电电荷的产生。充电过程的变化有多种可能性，较为常见的情况是某操作者在日常工作活动中，操作者的衣服之间的摩擦会产生电荷的交换，而操作者在室外环境下很难做到充分接地，操作者的身体可能被直接充电或静电感应。

人体与大地之间的电容不高，约为 50pF~250pF，故少量的人体静电荷即可导致很高的静电势；在干燥的冬季，衣物摩擦后很容易积聚静电，一般我们的衣服上一般会贮存有 3000V 左右的静电电压。根据高速公路 LED 可变信息标志的使用环境与维修频率等因素综合考虑，将接触放电等级选择为 2 级（4kV）作为试验等级；同时，考虑到使用空气放电的对象大多数是合成类非金属材料，所以将空气放电等级选择为 3 级（8kV）作为试验等级。

电快速瞬变脉冲群抗扰度

电快速瞬变脉冲群是指数量有限且清晰可辨的脉冲序列或持续时间有限的振荡，脉冲群中的单个脉冲有特定的重复周期、电压幅值，上升时间，脉宽。

群脉冲一般发生在电网中众多机械开关在切换过程（切断感性负载、继电器触点弹跳等）时所产生的干扰。这类干扰的特点是：成群出现的窄脉冲、脉冲的重复频率较高（kHz~MHz）、上升沿陡峭（ns 级）、单个脉冲的持续时间短暂（10ns~100ns 级）、幅度达到 kV 级。成群出现的窄脉冲可对半导体器件的结电容充电，当能量累计到一定程度后会引引起线路或设备的出错。会出现诸如

被测试设备通讯短时间内异常中断，屏体闪道、闪屏、黑屏，被测试设备故障，如死机需要重启等，被测试设备误动作，如内部继电器误动作等。

重复性快速瞬变脉冲试验是一种将由许多快速瞬变脉冲组成的脉冲耦合到电气和电子设备的电源端口、控制端口、信号端口和接地端口的试验。此试验会验证电气和电子设备对诸如来自切换瞬态过程（切断感性负载、继电器触点弹跳等）的各种类型瞬变骚扰的抗扰度。

高速公路 LED 可变信息标志在日常工作中，每时每刻都显示着信息，不定时还需要更换信息内容，而其本身由一个拥有大量机电设备的电网来供电，电网中存在各种各样的设备，这些设备在开、关或者动作时对电网供电线路会产生大量的电快速瞬变脉冲群，所以对高速公路 LED 可变信息标志进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验是很有必要的。

（1）试验等级

GB/T 17626.4 中对重复性快速瞬变脉冲试验等级的规定，如表 16。

表 16 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验等级

开路输出电压和脉冲的实验频率				
等级	在供电电源接口，保护接地（PE）		在 I/O（输入/输出）信号、数据和控制端口	
	电压峰值 kV	重复频率 kHz	电压峰值 kV	重复频率 kHz
1	0.5	5 或者 100	0.25	5 或者 100
2	1	5 或者 100	0.5	5 或者 100
3	2	5 或者 100	1	5 或者 100
4	3	5 或者 100	2	5 或者 100
×a	特定	特定	特定	特定
注 1：传统上采用 5 kHz 的重复频率；然而 100 kHz 更接近实际情况。专业标准化技术委员会应决定与特定的产品或者产品类型相关的那些频率。 注 2：对于某些产品，电源端口和 I/O 端口之间没有清晰的区分，这种情况下，应由专业标准化技术委员会根据实验目的来确定如何进行。 ^a “×”是一个开放等级，在专用设备技术规范中必须对这个级别加以规定。				

高速公路 LED 可变信息标志由庞大的公路机电设备供电电网供电，在此电网中有着大量的各种各样的机电设备，但电网本身不具备抑制电快速脉冲群的条件，其安装环境中可能存在有工业输电线路且分离的不是很完善或彻底；虽然其分别采用专用的电压、信号、控制电缆，但三者之前分离并不完善，接地

还是由接地导体或者接地网等统一接地，所以这种使用环境下属于典型的工业使用环境，应选择 3 级（2kV）作为电快速脉冲群抗扰度的试验等级。

辐射电磁场辐射抗扰度

电磁辐射是指能量以电磁波形式由源发射到空间的现象，或能量以电磁波形式在空间传播。辐射电磁场辐射又称射频辐射，是非电离辐射的一部分，频率大约为 100kHz~300GHz 的电磁辐射。其包括高频电磁场和微波，特点是能量较小、波长较长（波长范围 1mm~3000m）。辐射电磁场辐射对设备的干扰往往是由设备操作、维修和安全检查人员在使用移动电话、无线电台、电视发射台、移动无线电发射机等电磁辐射源产生的（以上属有意发射），或者汽车点火装置、电焊机、晶闸管整流器、荧光灯工作时产生的寄生辐射（以上属无意发射）。国家正在大力推广智慧交通、车路协同等，解决各种道路问题，使人、车在道路上行驶时能够更加顺畅，车路、车车等之间的数据就要靠无线通信技术来实现，在未来道路上高速公路 LED 可变信息标志的使用环境周围会充斥的这种频段不同功率的电磁辐射，这些电磁辐射均可能对使用设备造成干扰。

试验表明，当微波强度比较低，为（0.01~1）mW/cm² 时，可以干扰工作在相应频段的雷达和通信设备使之无法正常工作。增加到（0.01~1）W/cm² 时，可使通信、雷达、导航等系统的微波电子元器件失效或烧毁。增加到（10~100）W/cm² 时，其瞬变电磁场可使各种金属表面产生感生电流，通过天线、导线、电缆等各种入口进入目标内部电路。轻者使电路功能混乱，出现误码，抹掉记忆信息等现象，重者则烧毁各类电子元器件。这种效应又称为非核电磁脉冲效应。微波强度再增加，达到（1000~10000）W/cm² 时，则会在极短的时间内加热破坏目标。所以高速公路 LED 可变信息标志进行辐射电磁场辐射抗扰度试验是十分必要的。

（1）试验等级

GB/T 17626.3 中对辐射电磁场辐射抗扰度试验等级的规定，如表 17。

表 17 辐射电磁场辐射抗扰度试验等级

等级	试验场强 V/m
1	1

2	3
3	10
4	30
×	特定
注：×是一开放的等级，可在产品规范中规定。	

试验等级说明：

等级 1：低电平电磁辐射环境。位于 1 km 以外的地方广播电台/电视台和低功率的发射机/接收机所发射的电平为典型的低电平。

等级 2：中等的电磁辐射环境。使用低功率的便携收发机（通常功率小于 1 W），但限定在设备附近使用，是一种典型的商业环境。

等级 3：严重电磁辐射环境。便携收发机（额定功率 2 W 或更大），可接近设备使用，但距离不小于 1m。设备附近有大功率广播发射器和工科医设备，是一种典型的工业环境。

等级 4：距离设备 1m 以内使用便携收发机，或距离设，1m 以内使用严重的干扰源。

等级×：×为一开放的等级，可以通过协商或在产品标准或设备说明书中规定。

需要特别说明的是，表 17 中的试验等级所在频率范围是从 80MHz～1000MHz、1.4GHz～6GHz，但通常试验不应在整个频率范围内选择单一的试验等级，因为使用环境中不同频率的电磁场场强是不同的，差异可能较大。高速公路 LED 可变信息标志的使用环境虽然充斥着各种频率的辐射电磁场，但主要还是无线通讯类或微波类设备发出的电磁场，此类设备通常功率很小（通常小于 100mW），距离相对较远，而且被测设备本身对辐射电磁场不是十分敏感，所以为了更好的统一试验的严酷等级，综合考虑高速公路 LED 可变信息标志的辐射电磁场辐射抗扰度试验等级选为 2 级（3V/m）较为合适。

8. 关于信息安全的技术要求

在日常的使用过程中，高速公路 LED 可变信息标志终端显示的信息有可能被恶意的修改，不仅干扰正常交通信息的发布，甚至可能被用做散步反动信息的工具。随着高速公路 LED 可变信息标志应用规模的不断扩大，以及全社会对网络信息安全的高度关注，这也对 LED 可变信息标志的终端控制技术提出了更

高的要求，成为物联网模式下必须解决的问题。

一般来说，可以通过高清同异步双模发送卡进行控制，取代人工控制，既可以对系统的终端有较强的辨别性，又可以自动获取 IP，防止黑客入侵，防止播放失误，提高系统的安全性。还可以通过视频监控功能，将信息发布系统和网络摄像头完美对接，通过信息发布监控窗口查看 LED 播放的内容，及时进行信息控制。除了上述两种方式外，需要重点介绍的是 LED 可变信息标志的信息加密方法，即在上位机与高速公路 LED 可变信息标志之间通讯过程增加加密解密流程，对于现有的控制中心通信机以及外场可变 LED 可变信息标志都进行软件升级来实现加解密，保障通讯安全，其主要内容和常见方法如下：

（1）通讯报文信息加密

在现有的有关显示内容报文基础之上，在应用层与 TCP/IP 层之间，增加加密层，进行加密解密的处理：双方通过约定密钥，使用某种加密方式对报文进行加密解密处理，完成通信机节点与诱导板节点的加解密处理。控制中心通过密钥，对发送的报文进行加密，可变 LED 可变信息标志通过密钥，对接收到的报文进行解密。

（2）初始密钥

厂家提供给业主初始密钥，业主可通过初始密钥进行通讯数据加密传输

（3）修改密钥

后期业主投入使用 LED 可变信息标志可通过控制中心的加解密测试客户端自行修改密钥（可多次修改），且密钥更新过程也通过 AES 加密算法传输，保证密钥安全可靠。

（4）有效密钥

用户通过控制中心加解密测试客户端修改密钥后，旧密钥将自行失效，使用旧密钥无法正常显示上传通讯报文。

（5）加密保存素材

可变 LED 可变信息标志在接收到显示素材后会对素材文件加密保存在本地，播放时实时解密，保证素材安全性，可有效防止 LED 可变信息标志本地数据被篡改

（6）通讯过程

LED 可变信息标志的每次通讯过程都有完整的一个来回：1 控制中心发送端向 LED 可变信息标志发送命令帧 2LED 可变信息标志向控制中心发送端发送应答帧，控制中心等待应答帧时间不超过 3 秒。

（7）帧校验

通讯报文中含有数据完整性的帧校验，保证数据的完整性，帧校验采用 16 位 CRC 校验。

（8）应答帧

控制中心要收到应答帧后才认定本次通讯正常完成，未收应答帧会重新发送，若连续三次发送失败，将不再发送。

（9）数据包重发

具有数据包重发功能，若控制中心未等待到应答帧，等待时间大于设定的超时时间，控制中心发送端会将数据包进行重新发送。

（10）回读内容显示

控制中心发送端可实时监测 LED 可变信息标志当前显示播放内容，可读取 LED 可变信息标志当前画面，进行实时监控防止非法控制。

（11）立即关屏

如控制中心发现 LED 可变信息标志实时显示内容与要求显示内容不一致时可通过通讯报文发送关屏命令，实现一键关屏。

（12）与控制中心失联对策

LED 可变信息标志与控制中心发送端通过有效通讯数据包保持密切联系，如果超过设定时间范围未接收到控制中心的有效数据包，将判定 LED 可变信息标志与控制中心失联，会自行切换至预制好的安全信息进行播放；控制中心按预设周期向 LED 可变信息标志发送通讯信息，超过时间没有收到，则判定 LED 可变信息标志与监控中心失联，失联后会自行切换至预制好的安全信息进行播放。

在标准的技术要求中，将上述主要内容凝练为若干个关键功能要求，以及对应消息通讯内容作为规范性附录，主要内容如下：

加密传输功能，支持与上位机通信的报文加密传输。

信息回传功能，支持将可变信息标志实时显示的内容自动回传至上位机。

通信丢失应急功能，当与上位机发生通讯丢失时，可自动显示黑屏或指定信息。

接入权限功能，不应响应本地或远端的未授权接入命令，同时需记录该未授权命令的相关信息并自动发送到上位机。

三、产品（试验）验证、预期的经济效果、社会效果及环境效果分析

本标准有利于规范、提升 LED 可变信息标志产品的性能指标和质量水平，随着交通建设的快速发展，城市交通管理日趋现代化，作为信息提供设备的 LED 可变信息标志应用越来越多，其应用对象不仅限于高速公路，城市道路、一般公路同样在大量应用。

同时，部分国内企业的产品出口到了欧美，也有国外的企业产品进口到中国，该类产品的国际贸易十分活跃，顺应 LED 可变信息标志产品及其相关器件、技术的应用现状和发展趋势，对原有国家标准进行修订，对于推动公路 LED 可变信息标志产业良性发展，提升产品应用效果具有重要的现实意义。

四、与国际、国外同类标准水平的比较情况

本标准的修订充分考虑了我国公路 LED 可变信息标志的应用需求、技术水平及发展趋势，在延续了现行标准基本框架和电气安全性能、环境适应性能等技术要求的基础上，充分考虑了产品视认需求的针对性和表贴式 LED 芯片在较小间距产品中的应用带来的技术指标变化，在产品发光亮度、亮度比和光束角宽度等指标的技术要求方面充分借鉴了 EN12966-2014《Road vertical signs—Variable message traffic signs》的有关内容，并进行了有针对性的简化或细化，在保证修订标准与国际标准接轨的同时，使得标准的实用性更强，更便于知道公路 LED 可变信息标志产品的设计、生产、选型和测试。

五、与有关现行法律、法规和其他标准的关系

本标准相关的高速公路 LED 可变信息标志产品作为标志的一种，其基本的显示功能符合强制性国家标准 GB 5768-2009《道路交通标志和标线》的要求，环境适应性、电气安全性符合 JT/T 817-2011《公路机电系统设备通用技术要求

及检测方法 》中室外机电设备的要求。

六、重大意见分歧的处理结果和依据

无遗留的重大意见分歧。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议标准作为推荐性标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

标准发布后，在正式实施前和实施过程中建议对交通运输行业的从事与 LED 可变信息标志产品设计、制造、检测及养护等工作相关的单位做好该标准的宣传和培训工作。

九、废止现行有关标准的建议

本标准发布实施后，废止现行标准。

（一）关于过渡期的建议

过渡期建议为 6 个月，或按发布单位要求执行，起草组无特殊要求。

十、其他应予以说明的事项

（二）关于专利的说明

本标准不涉及专利。