**汽车LED照明应用要求专门的SAE标准**

　　焦建中总结了专用于汽车照明应用的LED标准的广泛前景，涉及到流明维持、可靠性、工作寿命以及发光光谱等各种特定属性。

　　1990年代早期发展起来的铝铟磷化镓(AUnGaP)材料技术，使黄一红色发光二极管(LED)的发光效率及可靠性得到提高。差不多与此同时，用于各种照明应用的LED技术也在发展当中。汽车外部照明就是首批采用这种技术的应用领域之一，其最初应用的是中央高位刹车灯(CHMSL)。1980年代晚期，SAE(汽车工程师协会)国际照明委员会开始开发LED汽车照明标准，他们的工作一直延续到今天。大多数汽车外部照明用灯都被认为是关乎安全的设备，因此都受到美国联邦或州一级的管制。出于天然的对安全性的需求，LED照明的引入，带来了几种不同的观点的融合，使之成为SAE照明委员会进行LED照明标准开发的中心焦点。

　　SAE的LED照明标准包含两个类别：元器件或LED封装级标准，以及包含了整个灯泡的系统级标准，比如一只信号灯或头灯(注意，在汽车界所谓的系统级照明产品指的就是一只灯泡，而不是灯具)。系统级标准仅涉及灯泡的测试和性能等方面。其他有关光源的要求没有涉及。

**汽车信号灯**

　　首个制定的LED汽车照明标准是SAE J1889.用于LED信号装置，包括所有有关信号及标记用灯泡，例如制动灯、尾灯、转向信号灯、以及白天行驶灯(DRL)等。在过去的年月里，该标准已经被更新了多次。

　　SAEJ1889的一项重要内容是关于信号灯的测试流程，即针对使用LED作为光源的信号灯和使用白炽灯作为光源的信号灯，它们的测试流程应该如何不一样，原因在于LED灯内部包含有电子元器件，白炽灯则没有。因为LED光源具有温度依赖性，其光输出会随着半导体结温的上升而下降，相关的测试需求就必须刻画这方面的特性，以确保安装在汽车上的灯能够满足光度学性能要求。正因为如此，光度学测量的进行是在灯泡达到热稳定之后。

　　此外，大多数汽车用灯都有最小和最大的光度级要求(在角测试点( angular test points)处的光强度值)。对功能组合灯来说，还有一个光强比例的要求。例如，刹车灯功能和尾灯功能之间的光强比例就必须满足人眼能够识别的水平。这些功能性的光强比例要求，在SAE有关灯的标准的不同文档中有着描述。同时，SAE儿889还包含了许多其他方面的要求，包括初始光强输出、稳定光强输出、设备性能的最小及最大值、以及光强比例要求等。

**前向照明标准**

　　在2000年代早期，随着白光LED技术上的突破让LED头灯成为可能，SAE照明委员会就开发并建立了一项新的LED照明标准，即SAEJ2650，它涵盖了对LED前向照明设备的要求，例如头灯和雾灯。

　　其中，用于决定光度值比例的最大和最小值以及热稳定性能的测试与SAE儿889定义的方法类似，但前者增加了两项用于LED前向照明设备的性能要求。第一项新增的要求是对(发光光谱中)红色成分的测试，这是因为对道路环境中的红色物体(包括障碍物、行人及标志牌——尤其是红色停车信号)进行有效的呈现非常重要。



图：奥迪公司矩阵式头灯是多模组LED汽车照明产品的一个例子，它能产生可调节的光束，从而提高可视性。

　　汽车头灯的辐射光谱必须包含足够多的红色成分以对这些信号进行有效的呈现，从而让驾驶员能够正确识别这些信号。因此，SAE J2650包括了一项对红色光成分在全部可见光谱的功率分布中所占百分比的要求。

　　第二项新增的内容是对灯泡在其生命周期之内对流明维持性能的要求。典型情况下，SAE照明标准并不涉及对产品寿命的要求，但在这个实例中之所以如此考虑，是鉴于LED光源具有更长的使用寿命这一事实。因为LED的光输出会在生命周期中逐渐降低，其设计的指导方针就是确保LED头灯在其额定寿命之内维持一个建议的最小光度输出，即不低于其初始输出功率的80%。

**流明维持**

　　2007年，SAE照明委员会着手开发有关LED光通量(即流明)维持性能的测试标准。经过多年的工作，到2012年，SAE J2938标准发布了。在大多数的车用LED灯内，LED运行条件通常达到或接近于允许的最大结温。

　　LED的工作电流通常被设计成接近其最大结温。由于车辆使用情况和环境条件变化不定，标准的设计就是确保即便在最差的工作条件下，LED灯也能满足最低的光度学要求。因此，对汽车用灯来说，LED外壳温度由这样的条件来确定：结温达到其最大允许值，或者距离其最大允许值10。之内。即便实际情况下LED可能工作在更低结温区间(结果是光通量维持寿命得以延伸)，SAE J2938标准还是建议进行最差场景的测试。汽车OEM厂商和车灯制造商都期望，LED寿命应当延续到汽车的整个生命周期。虽然有一些汽车厂商可能已经对某些特定的车型进行了整车寿命过程的车灯使用测试，业界还没有一个可靠而综合的数据库，来制定这样的工作寿命标准。2008年，密歇根大学交通运输研究院(UMTRI)发布了两份报告，对美国境内乘用车的照明设备的实际使用频度做出了平均意义上的总结。

**车灯寿命**

　　UMTRI的报告为SAE J2938所建议的测试持续期确立了基础和依据。对美国境内的乘用车来说，其尾灯的最长工作周期为略小于2000小时。昼行灯(DRL)的寿命则大约是尾灯的三倍。因此，SAE J2938对LED的流明维持测试周期所建议的最小值是2000小时。而对昼行灯和重负荷车灯来说，可以使用更长的周期。如果需要对这些情况进行更长期的流明维持估计，则建议参考IES TM-21标准。

　　也是在2007年，可替换LED光源的应用成为了标准开发的话题之一。现有的汽车车灯，大多数使用的是可替换的光源(灯泡)。