



International Metro Transit  
Exhibition & Forum  
Beijing

北京国际城市轨道交通展览会  
暨高峰论坛(2019)

**标题：思索-照亮前方的路**

**单位：天津轨道交通运营集团有限公司**

**姓名：王兴佳**





## 目录

- 01** 个人经历分享
- 02** 照明技术发展
- 03** 车辆客室照明标准与不足
- 04** 从常见问题谈LED选择
- 05** 车辆客室照明展望





# 一、个人经历分享

## 1 攻坚克难，精益求精

### 1) 列车低速牵引振动问题

现象：增购车调试过程中，列车低速牵引过程中，发生上下方向的明显振动  
解决：对于造成电机振动的原因进行逐项排查，通过振动试验确定电机与转向架共振引起，通过牵引软件优化得到解决。

作为增购车的基地调试负责人，与厂家技术人员多次交流探讨如何解决这个问题，并跟进了整个问题的解决，自己也对牵引常用的矢量控制和直接转矩控制、机械和电气原因造成的电机振动进行了研究学习，自己对于牵引控制的理解有了较大幅度提升。（现场实践+厂家交流+自主学习）

2019年X月，调试工程师向反馈，我们的第1X列架修车试车线牵引调试过程中，车辆剧烈振动，室内讨论是否取消晚上的正线调试工作，取消将影响整个架修进度。

**调查：**我询问工程师及调试人员：列车牵引发生纵向（沿轨道方向）为主，加速度不够，调试人员采用了高加速模式，振动加剧。（了解现场情况）

**分析：**根据之前牵引振动研究，结合试验前下小雨，认为是车辆牵引防滑引起，调取车辆事件记录仪数据与推测一致，室内认可我的分析结果，同意正线调试正常进行。（理论+经验+数据）

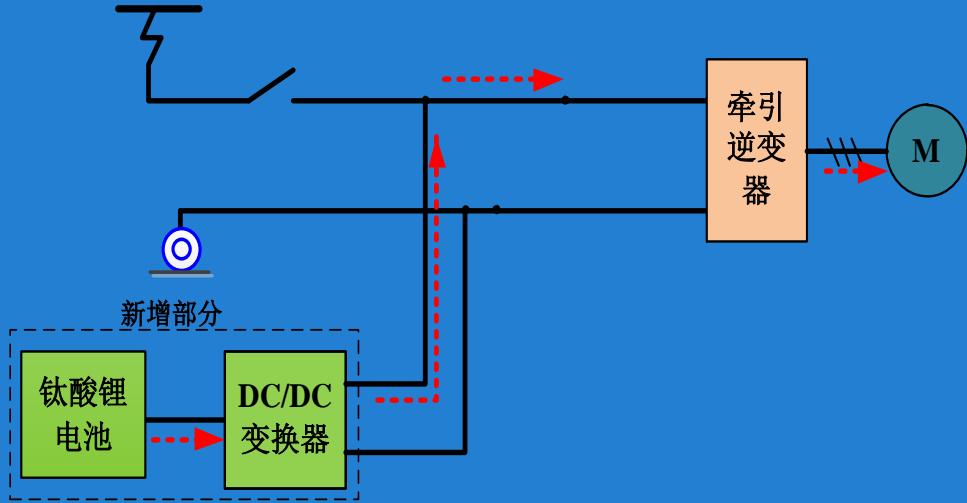
**结果：**当晚试车线试验顺利，分析正确。（避免了架修进度受影响）

# 1 攻坚克难，精益求精



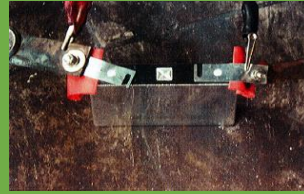
Metro Trans

## 2) 蓄电池无高压牵引科研试验

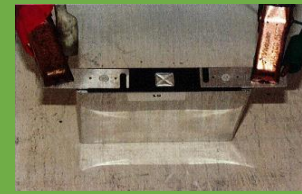


本试验在缺少电客车锂电池标准条件下，借鉴电动车锂电池相关标准，有效保证了试验的安全，完成了电客车锂电池无高压牵引试验工作，为列车蓄电池牵引改造和后续新购车辆提供科学依据，也获得了天津市优秀QC小组。因自己积极推进并参与完成3个QC小组，获得了天津市级优秀推进者个人荣誉。

依据GB/T31485-2015 电动汽车用动力锂电池安全要求及试验方法：



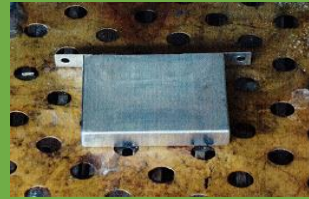
过充电



过放电



短路



加热



挤压



针刺

跌落、海水浸泡、温度循环、低气压及模组的上述试验。检验结果显示被测电池均未出现爆炸、起火、漏液等现象





## 2 赠人玫瑰，手有余香

8年的工作中，自己也在不断地和同事、厂家交流，共同学习进步。帮同事解决车站闸机、空调、照明等问题的同时，也是自己熟悉车站的大部分电气设备，为自己参加施耐德2018数字创新挑战赛打下了很好的基础。（赠人玫瑰，手有余香）

参赛的《绿色地铁站电气系统设计方案》在300多份方案中脱颖而出，进入前十决赛，在北京的决赛中获得了三等奖。

1)参加比赛自己应具备的素质：

(1) 学习国家和行业相关标准

国家和行业标准是工作开展的准则和前提。

(2) 相关专业书籍的学习

如何落实应用国家标准，完成相关工作。

(3) 参加论坛和企业资料学习

熟悉具体产品信息，掌握最新技术发展动态

(4) 正确理解大赛的要求，设计出符合要求的方案。

2)对自己有信心。狭路相逢勇者胜，有了前面的准备，我们就有能力完成比赛要求。





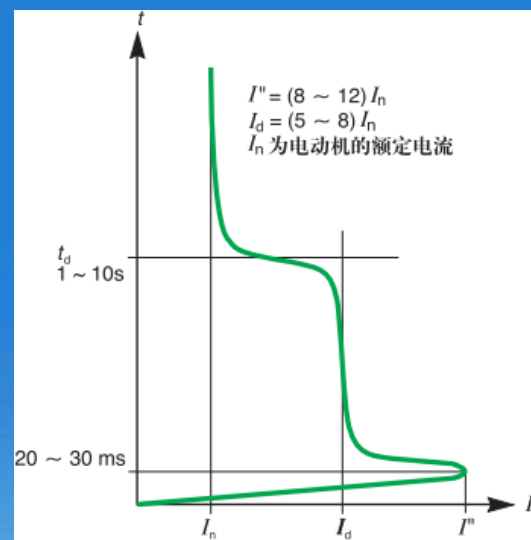


### 3 持续学习，不断进步

(1) 注册电气工程师学习。通过参加注册电气工程师考试，系统学习了供配电领域相关国家标准和技术手册资料，其中的安全、节能、低压电气设备和导体选择、电气传动、照明等内容，在工作中都得到了较多的应用，提高了自身技术水平和工作效率。

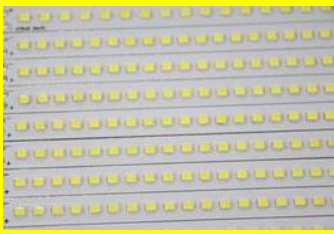
(2) 车辆技术的学习。铁路技术近年来飞速发展，新技术层出不穷，技术管理人员学好技术，才能跟上时代的发展。厂家的技术资料、公开出版的技术书籍、相关国家标准、行业论坛都是很好的学习途径。

(3) 大家工作中讨论最多最热的话题，还是节能问题。从空压机（或压缩机）起动造成增购车照明变暗，我开始关注研究照明技术，电气比赛智能照明技术应用，注电考试照明学习，自己对于照明技术的理解也在不断地深入，接下来给大家分享一下车辆照明LED的应用。





## 二、照明技术发展

	一代光源	二代光源	三代光源	四代光源
典型灯具	白炽灯	直管荧光灯	金属卤化物灯	LED
典型灯具图片				
光效	8~12	65~105	52~100	60~120 
显色指数	99	80~85	65~80	60~80
平均寿命 (光衰70%)	1000	12000~15000	10000~20000	25000~50000
启动时间	快	0.5~1.5S	2~3min	特快
性价比	低	高	较低	较低
典型应用	除特殊要求的场所外，禁止低光效的普通白炽灯应用。目前主要是宾馆和家庭使用。	对于高度较低的功能性照明场所（如办公、教室、高度在8m以下的工业生产房间等）应宜采用细管径直管荧光灯	适用于大面积和高度较高的功能性照明场所。体育场、大于8m的工业生产场所等。	适用于所有照明应用场所。



## 二、照明技术发展

国家	计划名称	主要内容
日本	日本21世纪光计划及发展战略	日本是世界上最早启动半导体照明计划的国家，“21世纪光计划”始于1998年，计划的财政预算约为60亿日元。该计划由日本经产省为新能源产业技术综合开发机构提供资助，具体由NEDO和日本金属研究开发中心共同实施。
美国	美国国家半导体研究计划及发展战略	能源部2000年开始启动国家下一代照明计划，计划从2000~2010年投入5亿美元，用LED取代部分白炽灯和荧光灯。随后计划在2012将商业冷白光LED光效至少达到135lm/w。计划的战略措施包括基础研究、核心技术研究、产品开发、商业化支持、标准开发以及产业合作。
欧盟	欧洲彩虹计划及发展战略	欧盟于2000年7月实施“彩虹计划”，设立执行研究总署，通过欧盟的BRITE/EURAM-3推广白光LED的应用。“彩虹计划”主要推动两个重要的市场增长：一是高亮度户外照明；二是高密度光碟存储。最终目标是LED产品和激光二极管。
中国	中国LED照明产业政策	发展LED照明符合我国产业发展战略，我国十分重视半导体照明产业的发展，相继出台了一些列政策，促进相关产业发展。我国于2003年开始启动了“半导体照明工程”。2010年8月发改委发布《半导体照明节能产业发展意见》。2012年由财政部、国家发改委、科技部组织开展“半导体照明产品财政补贴推广项目”





### 三、车辆客室照明标准与不足

标准名称	主要内容	备注
GB/T16275-2008 城市轨道交通照明	<p><b>1范围</b></p> <p>本标准规定了城市轨道交通运营各场所的照明一般规定、照明照度值、应急照明、照明质量和照明功率密度。</p> <p>本标准适用于城市轨道交通运营各场所的照明。</p> <p>本标准不适用于城市轨道交通车辆的照明。</p>	不适用
LB/T 010-2011 地铁场所照明用LED 灯具技术规范	<p>本规范规定了地铁运营各场所的半导体（LED）照明（以下简称 LED 照明）的功能照明部分，包括：一般规定、照明照度值、应急照明、照明质量和照明功率密度值。</p> <p>注：本规范不适用于城市轨道交通车辆的照明。本规范中没有作规定的安全部分参照相应的国家标准。</p>	不适用
TB/T 2917—1998 铁道客车电气照明 技术条件	<p>照度的基本要求</p> <p>5.1.1. 客室一般照明必须有足够的照度，使车上的旅客可阅读书报。平均照度应达到：</p> <p>——荧光灯照明 150lx(或 100lx，对卧车和照明系统由蓄电池供电的客车)；</p> <p>——白炽灯照明 120lx(或 80lx，对卧车和照明系统由蓄电池供电的客车)。</p>	适用车辆照明，无LED要求

## 四、从常见问题谈LED选择

针对缺少城市轨道交通车辆LED照明国家标准情况下，本文结合GB50034-2013及LED相关国家和国际标准，城市轨道交通车辆自身特点和天津地铁实际应用情况，探讨车辆客室LED照明选择：

### 1 什么样的照明显示效果好？

1) **显色指数 $R_a \geq 80$** 。光源显色指数越高，其显色性越好，颜色失真小，最高值为100，一般认为 $R_a$ 为80~100显色性优良。目前车辆使用的荧光灯均满足 $R_a \geq 80$ 要求，LED灯具显色性应满足 $R_a \geq 80$ 要求，以保证显色性良好，目前市场上优质LED能够满足上述要求。



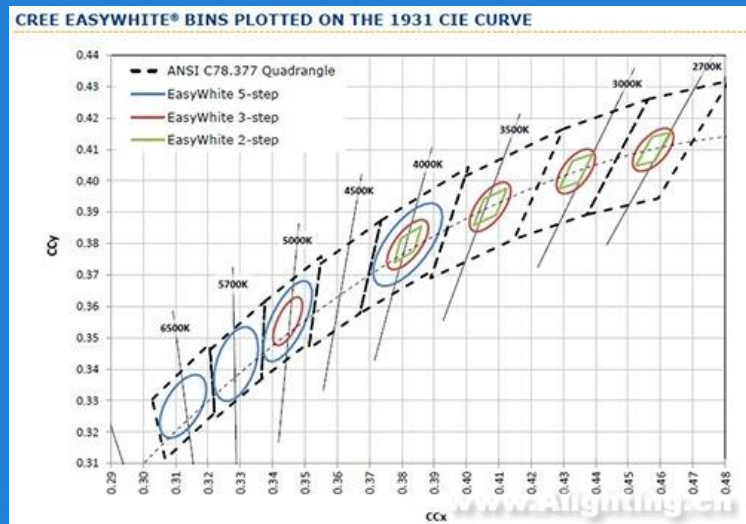
2) **特殊显色指数 $R_9 > 0$** 。目前LED灯具黄绿光成分多，红光成分少， $R_9 < 0$ 会导致场景呆板枯燥，影响照明环境质量。

## 四、从常见问题谈LED选择

**2 什么样的光线不刺眼。统一眩光值 $UGR \leq 19$ 。**根据室内照明及其影响，为乘客提供舒适环保照明，选择统一眩光值 $UGR \leq 19$ 。

$UGR$	不舒适眩光的主观感受
28	严重眩光，不能忍受
25	有眩光，有不舒适感
22	有眩光，刚好有不舒适感
19	轻微眩光，可忍受
16	轻微眩光，可忽略
13	极轻微眩光，元不舒适感
10	元眩

**3 如何选择光源不出现视觉色差。**同一场所相同光源色容差不大于 $5SDCM$ 。相同光源间存在较大色容差势必影响视觉环境质量。

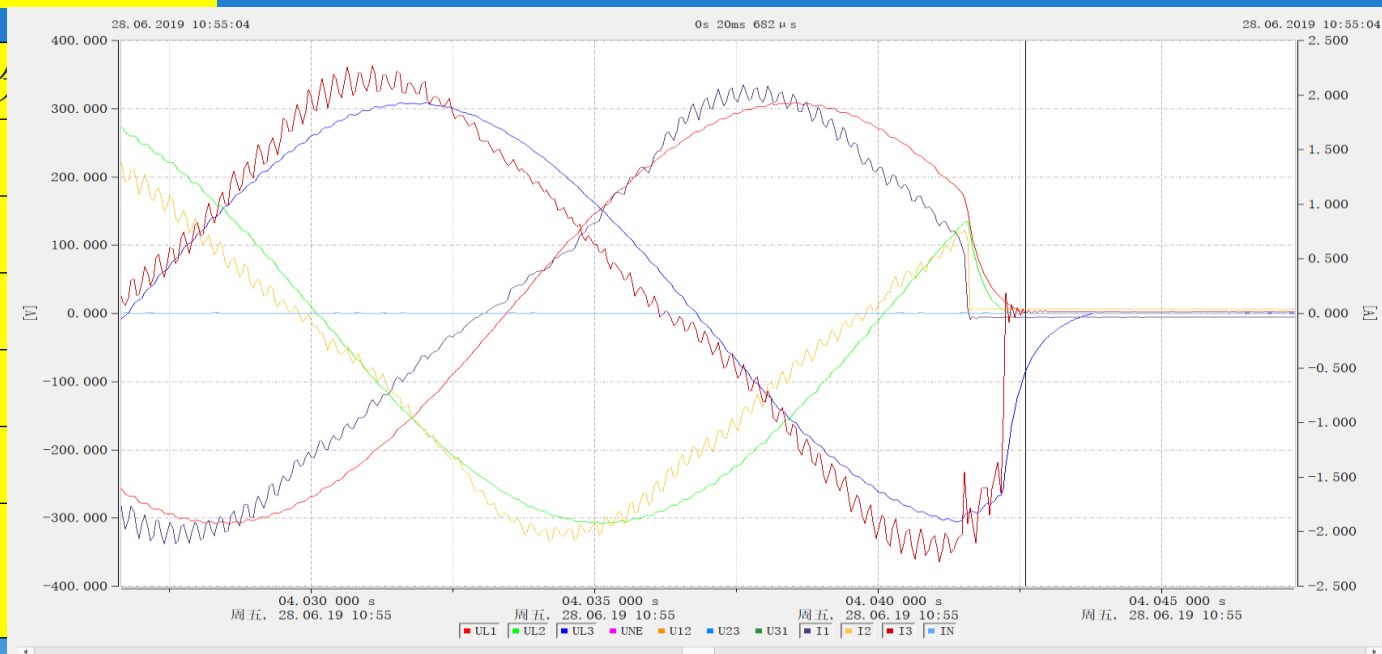


## 四、从常见问题谈LED选择

**4 如何选择光源更省电。25W以上灯具谐波含量应符合GB17625.1-2012规定的谐波限值。25W以下灯具因谐波限值过于宽松，使用时建议采用定制镇流器，将谐波限制在25W以上灯具要求谐波水平。**

### C 类设备(照明)的谐波电流限值(灯的有功功率大于25W)

谐波次数	基波频率下输入电流以百分
2	
3	
5	
7	
9	
11 ≤ N ≤ 39 (仅有奇次谐波)	



注 1 功率不大于25W的放电灯，应符合下列两项要求：①用谐波电流与功率相关的限值表示，3次谐波电流不超过3.4mA/W；5次谐波电流不超过1.9mA/W；②用基波电流百分数表示，3次谐波不应超过86%，5次谐波不应超过61%。  
 $\leq 25W$ 不做限制： $I = \sqrt{I_1^2 + 0.86^2 I_3^2 + 0.61^2 I_5^2} = 1.45 I_1$  (计入3、5次谐波)  $24 \times 1.45 = 35W$   
 40W荧光灯 (含镇流器)： $I = \sqrt{I_1^2 + 0.12^2 I_3^2} = 1.007 I_1$  (计入全部谐波)

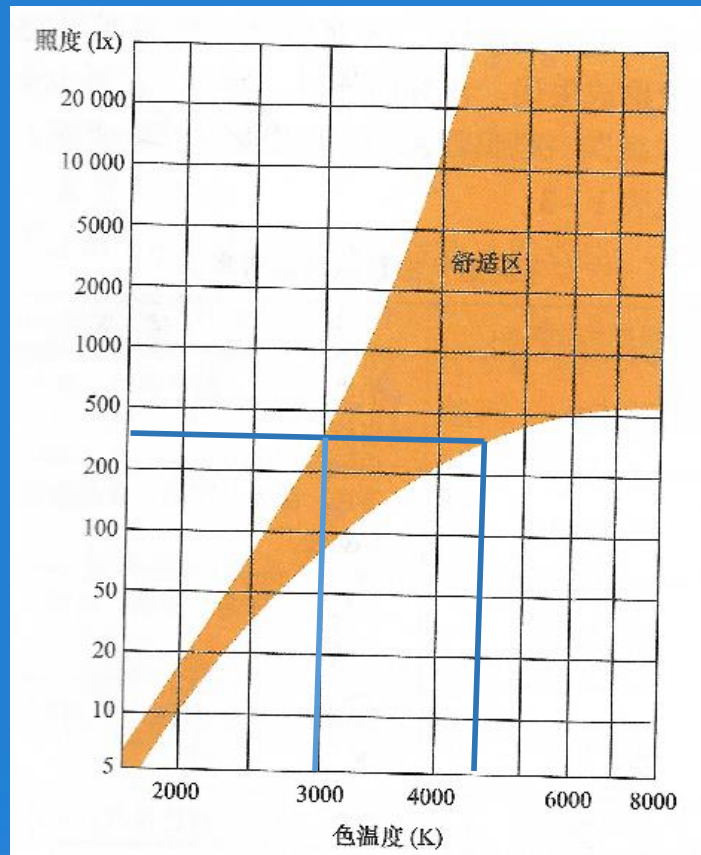




## 四、从常见问题谈LED选择

5 如何选择光源乘客更舒服。根据照度与色温选择对应关系，选择适合色温的客室照明(300~500lx)，选择暖色或中色温，提高乘客舒适度。

照度 (lx)	灯光色表		
	暖	中间	冷
< 500	舒适	中性	冷
500 ~ 1000	↑	↑	↑
1000 ~ 2000	刺激	舒适	中性
2000 ~ 3000	↑	↑	↑
> 3000	不自然	刺激	舒适



类别	色表	相关色温	应用场所举例
I	暖	< 3300	客房、卧室、病房、酒吧、餐厅
II	中间	3300 ~ 5300	办公室、阅览室、教室、诊室、机加工车间、仪表装配
III	冷	> 5300	高照度场所、热加工车间，或白天需补充自然光的房间



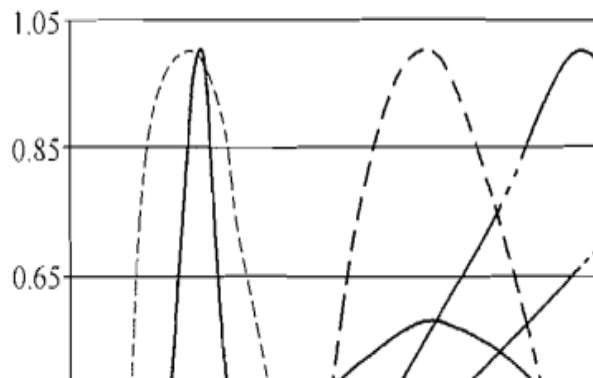
## 四、从常见问题谈LED选择

### 6 如何避免蓝光伤眼。客室照明灯具，色温不宜超过4000K。

根据国家标准GB/T20145-2006《灯和灯系统的光生物安全性》中定义：**蓝光危害是由波长400nm与500nm的辐射照射后引起的光化学作用，导致视网膜损伤的潜能。由于LED产品具有光谱窄、亮度大等特点，特别是其**

虽然CIE认为“蓝光危害”对于一般照明中使用的白光光源甚至富含蓝光成分的光源来说都不是问题，但针对多日连续暴露于接近蓝光危害曝光极限的光辐射这类情况仍建议谨慎。事实上应避免这种暴露。这种曝光对于白光光源来说不太可能，但是对于主要发出蓝光的光源来说则是可能的。

还应认识到，使用主要发出蓝光的光源导致儿童眼睛的暴露同样需要引起顾虑。尽管没有超过蓝光曝光极限，这样的光源对于儿童来说太亮了而会使他们感到眩晕。因此，不建议对儿童可能看到的玩具和其他设备使用蓝色指示灯。如果在此类产品中使用蓝光为主要光源，则蓝光曝光极限应降低为十分之一。这对于发出紫外光和深紫光的光源尤为重要。



查阅法国当局的报道，主要强调LED灯发射的蓝光对视网膜的损伤，导致视力的下降，增加与年龄相关的黄斑变性，甚至是诱发失明。



Agence nationale de sécurité sanitaire  
de l'alimentation, de l'environnement  
et du travail

Accueil > Toutes les actualités > LED : les recommandations de l'Anses pour limiter l'exposition à la lumière bleue

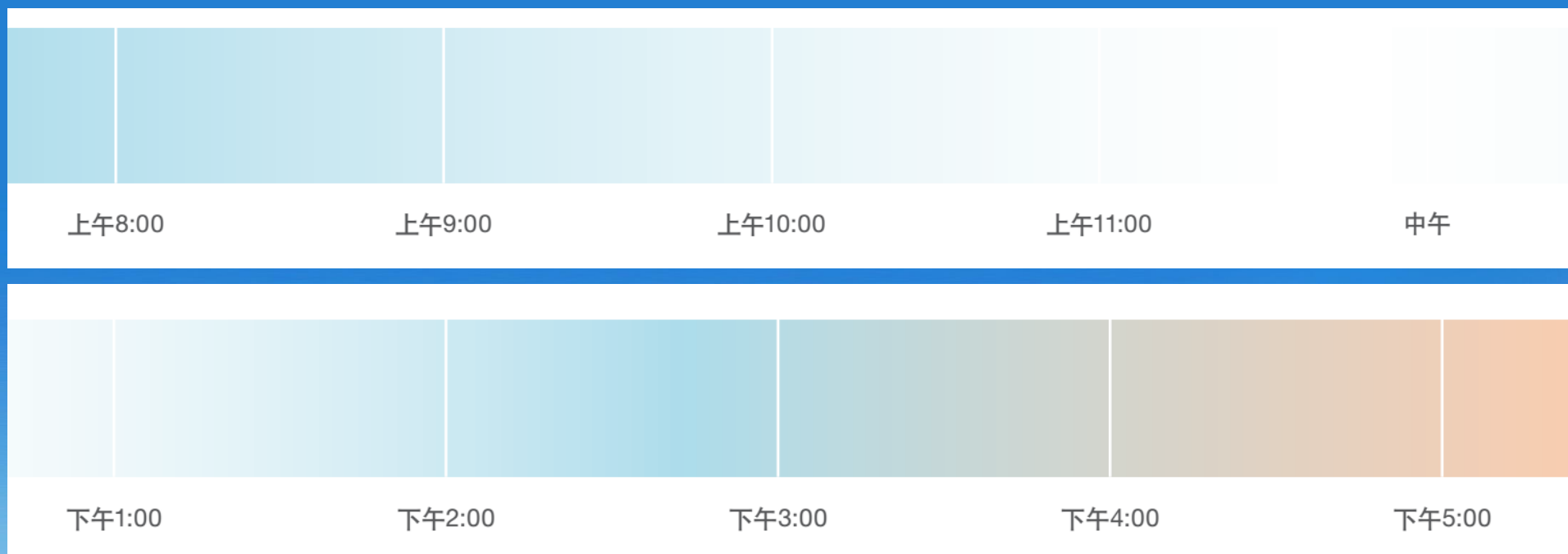
### LED : les recommandations de l'Anses pour limiter l'exposition à la lumière bleue



## 五、车辆客室照明展望

### 1人本（因）照明技术的发展

“人因照明”解决方案则是以动态方式调节照明灯的亮度和颜色，使其符合日光自然变化的过程，把光线从具有激发人体活力作用的冷白色光，逐渐调节成为令人感到舒适放松的暖白色光。“人因照明”动态照明解决方案通过模拟自然光线的变化过程，能够大幅提升人的注意力、工作效率、机敏度及睡眠质量，提高乘客身体健康和舒适性。



# 五、车辆客室照明展望

## 2 OLED未来的应用

OLED手机屏幕的流行，也说明较LED屏，具有一定的优势，在显示效果和护眼方面都具有一定的优势，是未来发展的新趋势。

### 有机发光半导体(OLED)

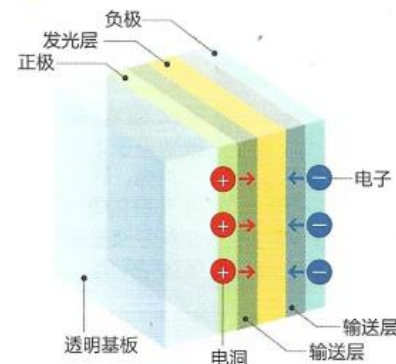
近年来各家厂商开始出售 OLED 照明，OLED 照明相对于 LED 照明更加环保，而且自然性的发光也不会伤到眼睛。另外，OLED 还具有整面发出均等的光芒、构造非常轻薄等特征，与传统

灯具有着截然不同的性质。因此 OLED 照明如果可以普及的话，将从根本上改变照明的形态与一般人对它的认识。

### OLED 的特征

- 可以整面发出均等的光。
- 自然性发光，没有闪烁不均的现象。
- 可以在不改变厚度的状况下，让地板、天花板、墙壁、桌子等面状的家具转变成照明器具。厚度在1 mm以下，可大幅节省空间。
- 把塑料膜当作基板，可以制造出柔软、可以弯曲的照明器具，让照明设计更加自由。
- 散发的热量较少，对生鲜食品和绘画等物品的伤害也比较低。
- 能量转换效率高、耗电量力低，有助于降低二氧化碳的排放量。
- 没有使用水银等有害物质，是环保型的照明器具。

### OLED 的构造



对正极、负极赋予电压，因此产生的电洞和电子通过输送层，在发光层进行结合。这让发光层进入高能量状态，从高能量状态回到原本的稳定状态时发出亮光。

### 与其他照明器具的对比

	OLED	白炽灯泡	日光灯	LED
特征	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 以面来发光</li> <li>• 节能</li> <li>• 发热量较低</li> <li>• 厚度较薄</li> <li>• 重量较轻</li> <li>• 较为环保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 点状发光</li> <li>• 耗电量大</li> <li>• 发热量高</li> <li>• 色调与自然光接近</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 线状发光</li> <li>• 节能</li> <li>• 使用水银当作材料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 点状发光</li> <li>• 节能</li> <li>• 寿命较长</li> <li>• 容易小型化</li> <li>• 环保</li> </ul>
用途	所有居住空间、办公室、装饰性照明、车内照明等	客厅、卧室、间接照明等	所有居住空间、办公室、商业空间等	所有居住空间、间接照明、投射灯等

## 五、车辆客室照明展望

### 3 行业标准的制定

国家或行业标准，是车辆照明工作设计、维护的依据。目前行业标准针对LED车辆客室照明方面的不足，有必要进行优化完善。让车辆LED照明有法可依，有据可循，提高车辆照明整体质量，淘汰落后产品，吸引更多优质供应商加入，促进行业健康有序发展。





Metro Trans

谢谢！  
THANKS！

