

# 色彩照度计在 LED 灯具测量中的应用

——柯尼卡美能达

## 前言

随着 LED（发光二极管）大幅度在照明领域应用的提升，LED 已迅速进入照明市场并逐步取代传统光源，许多照明厂家在收获 LED 的高能效所带来的喜悦同时，也不忘对 LED 的发光属性及色度改进作深入研究。

由于具有与传统照明光源截然不同的空间发光特性，原本适用传统光源的测量方法如光通量（Luminous Flux）、光强度（Luminous Intensity）及光效（efficacy）的测量，已不能满足对 LED 照明产品的品质控制。针对 LED 照明产品在颜色方面测量的要求，国内外各大标准起草者和协会已对 LED 的色度、相关色温（Correlated Color Temperature; CCT）、显色指数（Color Rendering Index; CRI）等要求增补入列。如美国国家标准照明组提出的《固态照明产品的色度指标》被作为能源之星项目评估灯具光色的重要参考，日本致力 LED 研究的几个团体最早也提出了《照明用白色 LED 测光方法通则》，对日本的白光 LED 的发展有明确指导。我国在 LED 照明灯具的光度和色度检测要求目前没有相关的国家标准规定，但一些地方性标准的出台，给 LED 灯具厂家在颜色品控和研发上提供重要参考。

由于中国政府对节能环保的 LED 照明的推广，十城万盏计划的实施，各地对 LED 路灯的评测项目陆续进行，深圳、上海等地的 LED 路灯项目对光色度检测也提起了很大重视。

目前，针对整个 LED 灯具或发光面积大的 LED 灯泡，其光度和色度的检测与单颗 LED 截然不同，LED 灯具（如 LED 路灯，LED 灯管）面积较大，发光方向性强，在实际照明环境中，我们更关心灯盘或灯管的照度、均匀度、亮度，灯具在点亮后温度与颜色的变化以及灯具对人眼感觉的影响，所以用照度计或亮度计测量安装后灯具的色度和光度是常用的方法。

与传统照明灯具相比，LED 灯具发光特性的不同主要表现为：

- 1) LED 灯盘由许多单颗 LED 组成，不同颗粒间一致性不同容易导致亮度和色温有差异；
- 2) 即使同一批次的单颗 LED 也会产生色度和主波长飘移，从而引起灯具整体的色度和照度不均匀；

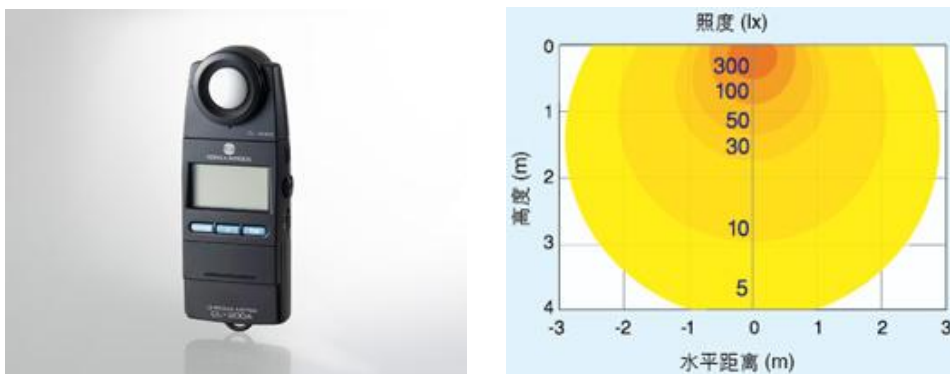
- 3) LED 发光有很强的方向性，一般 LED 发光是中间亮、两侧暗；灯具的光学设计至关重要；
- 4) LED 灯在点亮后颜色和亮度会随温度升高发生变化，所以随着时间的推移，LED 灯具会出现色温偏移、亮度和色温不均匀等现象。

在实验室，一般可通过积分球或分布式光度计进行测量，但这无法替代灯具在现场安装后的实地测量。而现场的实地测量就要求能有一款小巧、方便携带，同时测量准确的照度、亮度和色温测量计。

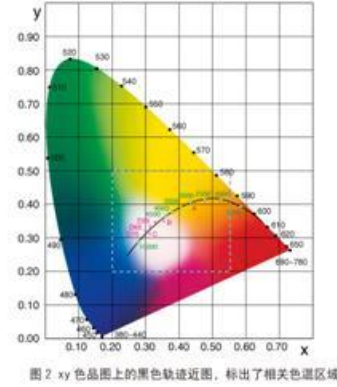
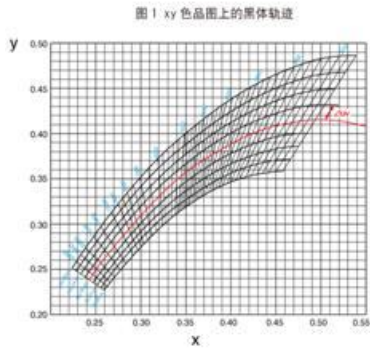
在上海半导体照明工程技术研究中心举办的 LED 路灯测试大赛中，柯尼卡美能达生产的色温照度计 CL-200 就因为满足了上述要求，而且发挥了重要的作用！为现场的实地测量提供了准确而高效的测量数据！

### 轻巧的色度和色温测量计 CL-200A，LED 照明色彩测量的理想工具

2010 年 8 月，百年光学产品老店柯尼卡美能达针对在 CL-200 的基础上，针对 LED 市场推出了新一代的色彩照度计 CL-200A，一款既可以用于测量整个 LED 灯具也可以测量单颗 LED 照度和色度、色温的便携轻巧型仪器。



老产品 CL-200 已经在传统照明行业拥有广泛的客户。新品 CL-200A 对传感器技术作了改进，使之与 CIE (International Commission On Illumination) 制定的人眼视觉匹配函数非常吻合，保证了测量的精度，尤其在测量 LED 等非连续性发光光谱的光源时；同时 CL-200A 在 CL-200 的基础上增加了 LED 常用的色纯度和主波长测定功能。CL-200A 还可以通过配套电脑软件评定 LED 的等级，方便直观地为工程师对提供 LED 灯具光度和色度参考。



作为全球领先的光学测量专家，柯尼卡美能达的新品色彩照度计可用于 LED 光源或者投影仪光源的照度、色度、色温、主波长和色纯度等参数测量，为全球众多 LED 灯具和 LED 模组以及投影仪生产商的设计研发部门和生产部门提供了可靠的测量工具。



对从事 LED 照明灯具设计和舞台射灯研发的人员来说，CL-200A 也是理想的测量工具。为了更好地了解照明环境及舞台空间的色温、色度、照度等数据，以指定空间内光度和色度的分配，实现二次配光设计，方便工程人员与 LED 灯具供应商作进一步的数据沟通，使用 CL-200A 进行测量无疑是为灯具研发工程师提供精准的灯光改良参照，也为照明工程调光提供了惬意的设计方向。

CL-200A 完全符合关于非有害接触物质的欧洲 RoHS 标准，以五号碱性或充电电池为电源，设计便携轻巧，可帮助测量人员简便实现户外测量作业。下面让我们了解下色彩照度计 CL-200A 的功能及其应用：

我们可以用色彩照度计 CL-200A 的测量什么？

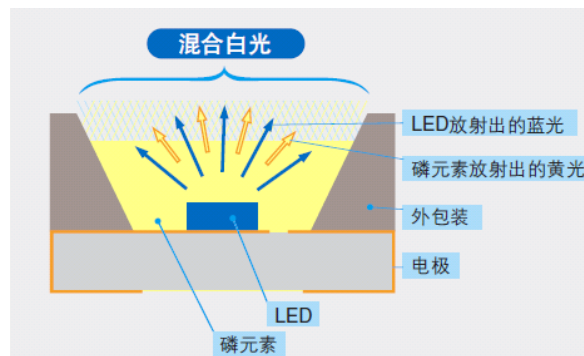
- 1) 照度值
- 2) 相关色温 CCT (用来表示颜色和温度联系的方法，单位: K)
- 3) xy 色坐标 (1931 CIE 定义色度图)， u'v'色坐标 (1976 CIE 定义)，三刺激值
- 4) 主波长 (单位: nm)

- 5) 色纯度
- 6) 单灯混色充分度
- 7) 批次间灯具的色差
- 8) 透镜配光效果评估

如何在品控和研发中应用 CL-200A?

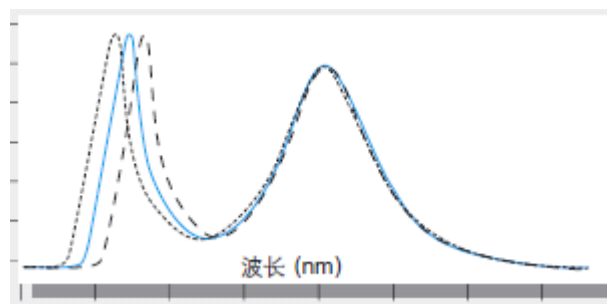
## 色彩照度计 CL-200A 的主要功能

### 1 适用于白光 LED 的品质控制



为了很好地混合白光，通常会用 LED 发散的蓝光和磷发出的黄光混合。但由于 LED 发出的蓝光谱线分布较广，容易导致混合出的白光不稳定。因此，LED 灯通常会使用多个 LED 组合而成，有利于颜色的混合和稳定。

通常同一批次的 LED 发光的辐射曲线会有所偏移，而且 LED 在蓝光波段能量较集中，与传统光源相比，LED 色度与主波长的偏移误差明显增大。针对这一特性，CL-200A 可以更好地测出误差，协助研发工程师解决 LED 在颜色表现方面的问题。无论是单颗 LED 和磷的色度，还是最后装配起来的白色 LED 灯，CL-200A 都可以对其色彩输出质量进行精确的评估。

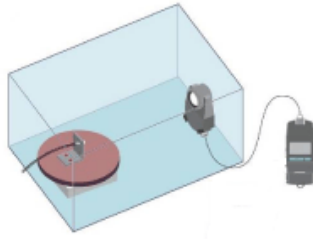


#### 常规应用:

- 1) 测量每个 LED 的发光特性并划分等级
- 2) 测量磷的发光特性并划分等级
- 3) 根据不同等级的 LED 和磷，组合成期望的白光
- 4) 检测输出的光线质量并配成白色 LED 灯

## 2 可拆卸的测量探头

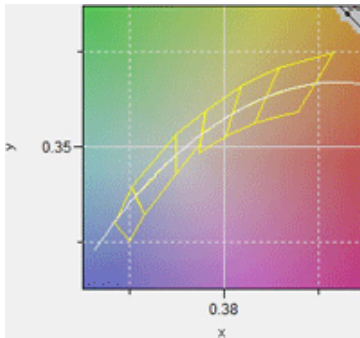
---



仪器的测量探头可从主机身上拆卸下来，并通过一根连接线与主机相连，这样可使测量探头单独进入积分球、暗室、检测系统等装置。机身可选配一套适配器和连接线，最多可连 30 个探头同时测量，方便测量灯具的照度均匀度。

## 3 内置 LED 评级功能

---



CL-200A 配置的数据管理软件 CL-S10w 可针对 LED 行业中最关心的色彩变化，提供一个量化数据和评级的功能。让操作人员在掌握颜色数据基础上对 LED 进行色品评级，对灯具的光斑进行测量，方便对多个 LED 灯在色坐标、色温、色纯度等方面进行综合对比，为研发人员了解灯具的光度和色度表现提供了重要参数。

## 4 多点测量及用户校准功能

CL-200A 最多可扩展连接 30 个测量探头同时进行多点测量。另外，用户校准的功能可使测量数据更接近理想的目标值。CL-200A 可通过单点校准或 RGB 校准进行用户校准。柯尼卡美能达为客户提供精确的光学传感技术和解决方案，除了有适用于 LED 照明的色彩照度计 CL-200A，还有适用于照明亮度和色度方面检测的分光辐射色彩亮度计 CS-2000、色彩亮度计 CS-200、CS-100A 等。柯尼卡美能达专注为客户提升光学测量的重要价值。

---

## CL-200A 应用案例

下面，我们来介绍 Longman international Group（以下称 Longman Lighting）使用 CL-200A 测定光斑色度的案例，通过测定光斑的色度值  $x,y$ ，计算灯具 RGB 的混光充分度指标 SDC，即色品标准方差。

Longman Lighting 根据内部制定的测量标准 SDC，以圆形 LED 灯具为例，在距离灯具中心 1-2 米处放置一个大尺寸黑屏，灯光垂直投影在黑屏上产生圆弧形光斑。以光斑中心为最大光强点，从中心向外缘光强从 100%-0% 递减，在圆周内 5% 照度梯度范围内按照不同照度梯度和每个象限上均匀取 8 个点，并分别用 CL-200A 测每个点的色度值，然后用 SDC 公式计算 RGB 的混色充分度比例。

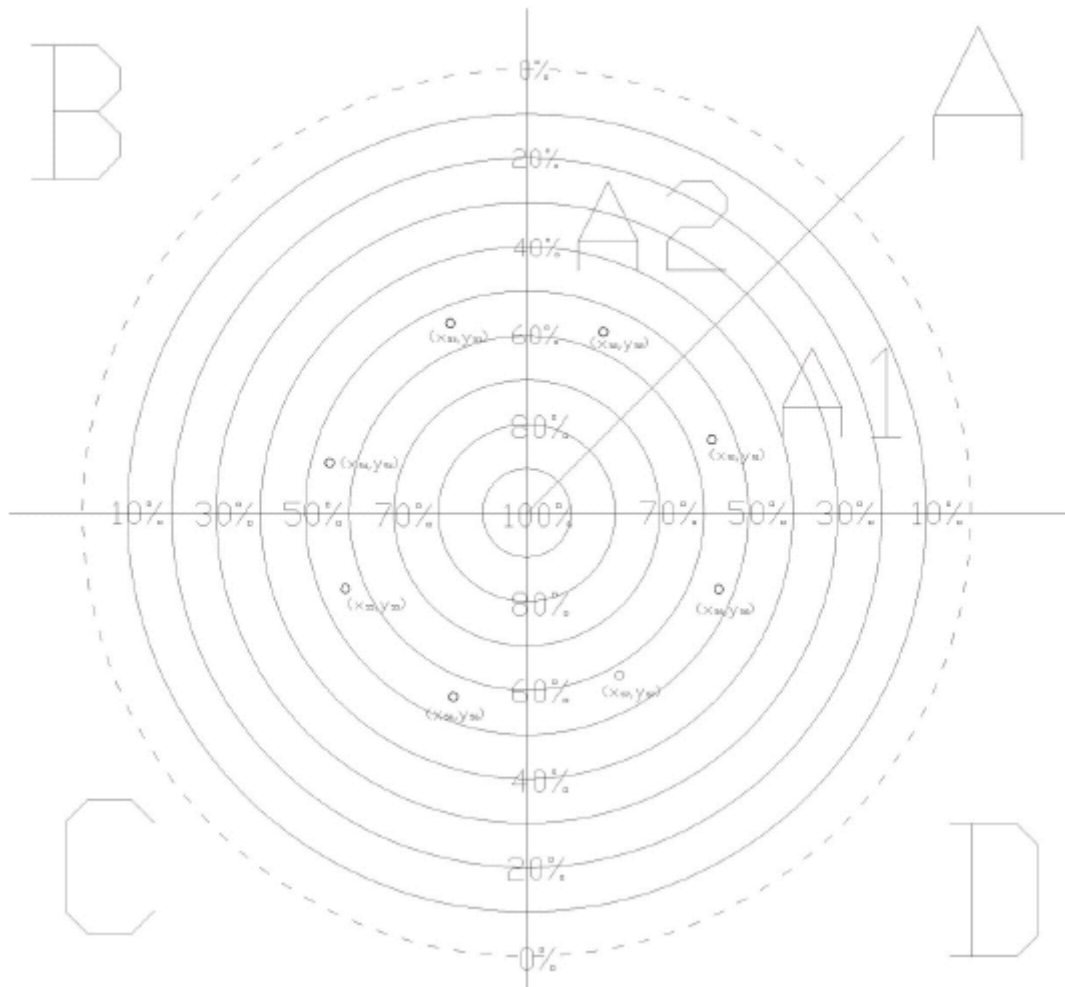
对非圆形 LED 灯具，灯具垂直投射在黑屏上产生光斑，透过在不同的光束角和测量距离，在 1 平方米的黑屏上等分取  $11 \times 11 = 121$  个点，并用 CL-200A 测定每个点的色度值  $(x,y)$ ，然后根据 SDC 公式计算 RGB 混光充分度比例。以下是 SDC 计算方法和对其他类型灯具的测量方法：

SDC 的定义：

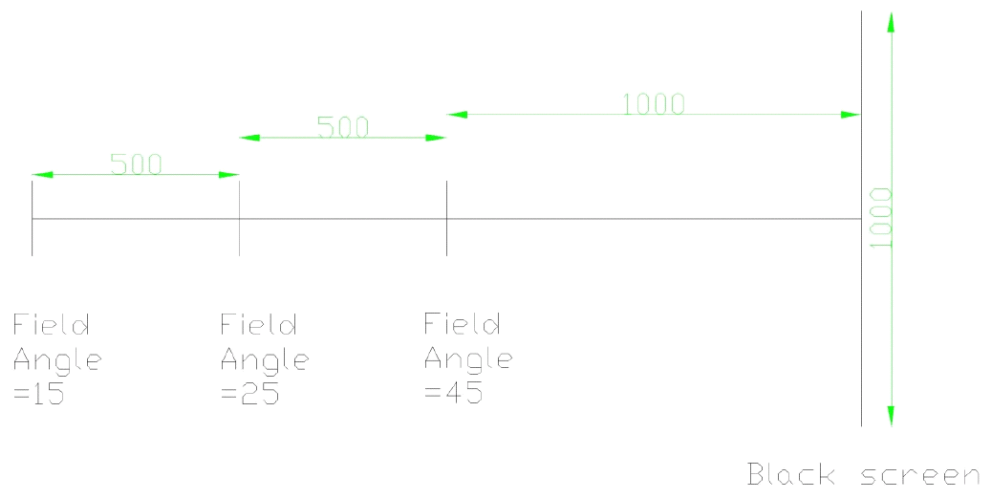
$$SDC = SDC_{Full} - \frac{\sum_{\theta=1}^{\theta=F} SDC_{\theta}}{F}$$

Full 指整体混合的效果，F 指颜色的数量， $\theta$  指颜色的次序

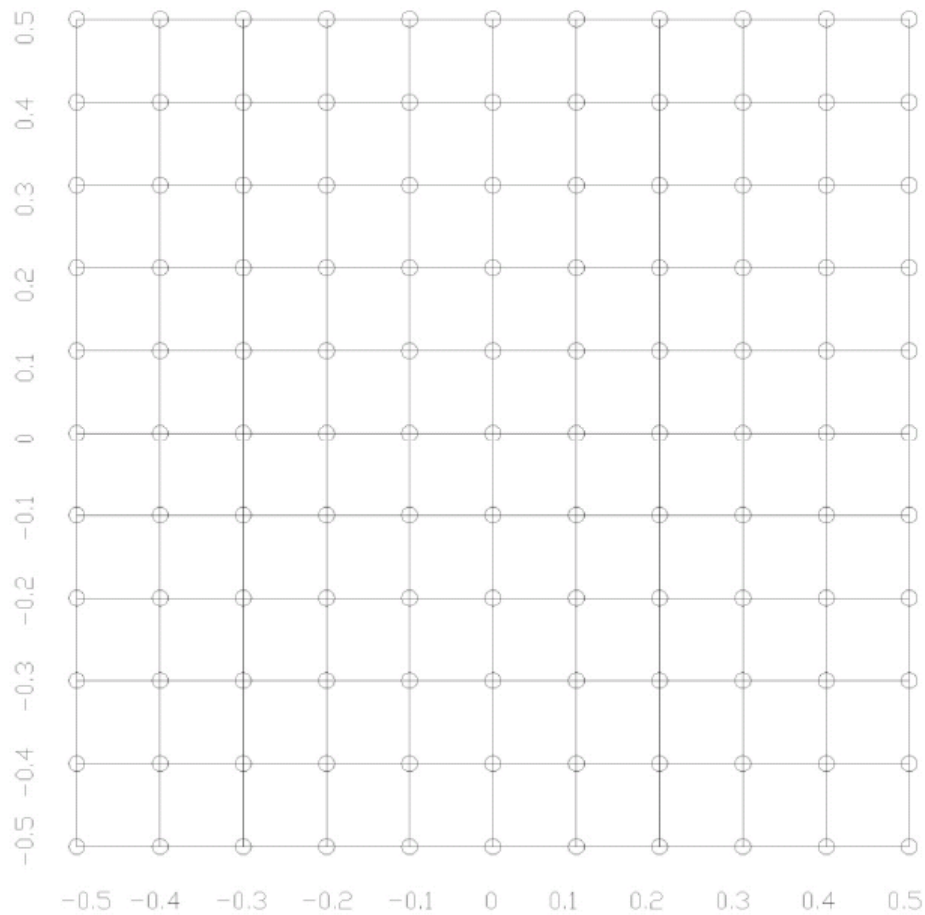
Picture 1: sample of points choosing and data acquisition



Picture 2: distance between black screen and light with different field angle



Picture 3: Black Screen 11\*11 points layout (1m\*1m)



参考文献:

- (1) 《光测量合集》，柯尼卡美能达
- (2) 《光的语言》，柯尼卡美能达
- (3) 《RGB灯具混光测量标准 QB-0908》，Longman Lighting, Longman international Group, for more information refer to [www.longmanlight.com](http://www.longmanlight.com)