

# 从水立方始 未来世界将由 LED 照明

施 坚

2008 北京奥运会盛大开幕式取得了空前的成功，让世界更深入了解北京，了解了中国。事实上，北京奥运不仅是体育的盛会，也是有史以来 LED（发光二极管）使用量最大的一场科技超级灯光秀。

## 一、开幕式每个场节都使用 LED 技术， 无数颗 LED 将鸟巢打造得流光溢彩

开场的画轴打开在一个巨大的 LED 屏幕上。屏幕长 147 米，宽 22 米，是科技含量最高的一个巨大平台，构成历届开幕式面积最大的一个舞台，上面铺了 4 万 4 千颗 LED。LED 制造的光影效果和表演密切结合，幻化出各种图案，将观众引入梦幻般的世界中。

升入空中的“梦幻五环”，也是由 4 万 5 千颗 LED 在一张大网上描绘而成，五环出现的瞬间，实际上它早就提早升上了半空，只是在瞬间通过感应元件点亮它。连演员身上的演出服也缀满了一颗颗 LED，随着演员阵形变化，让星空降临人间、“鸟巢”幻影重现……

开场的“击缶而歌”也是一个 LED 创造出的奇迹。2008 个缶上都安装了一个触碰感应 LED 发光面，每个发光面约有十余颗 LED，总量超过 3 万颗，缶上的 LED 灯光与现场的背景灯光相互配合，最终营造出令人难忘的开幕式“倒数”效果。

鸟巢里面的大屏幕也是 LED 显示。

最传神的应用当属水立方。水立方留给人们的印象是蓝色的外观，这是由气枕里面安置的 LED 灯所控制的。



水立方提供了约 44 万套 LED 照明器件，LED 照明模组与水立方 4 个墙壁和屋顶的钢结构完整地结合在一起，每一个模组都重点为每一个水泡进行了特殊设计，通过电脑控制，三种基色可以自由组合，能呈现出你所能想象的任何一种颜色和不同的色彩图案效果，以“盛开的鲜花”、“雨天”等主题形式展现给大众。

北京奥运开幕表演，成功地让全世界看到绚烂

夺目且增添艺术价值的 LED 应用展示，也预示着 LED 环保节能照明的未来。

LED 太神奇了，早在 1963 年 2 月，LED 的发明者 N.Holonyak 在美国杂志《读者文摘》上发表观点，表示坚信 LED 会发展成实用的白色光源，并作了明确的预言：“将来的灯可以是铅笔尖大小的一块合金，它实用且不易破碎，绝不会被烧毁。与今天通用的灯泡相比，其转换效率至少高 10 倍。”也就是说，白炽灯、荧光灯这些传统照明灯将被逐渐淘汰，取而代之的是节能、高效的 LED 灯具。

## 二、LED 的技术原理及优越性

LED 是一种固态的半导体器件，可以直接把电能转化为光能。它采用电场发光，改变了白炽灯发光的原理。LED 的结构主要有 PN 结芯片、电极和光学系统，通常采用砷化镓、镓铝砷和磷化镓等材料制成，其内部结构为一个 PN 结，具有单向导电性。当在发光二极管 PN 结上加正向电压时，PN 结势垒降低，载流子的扩散运动大于漂移运动，致使 P 区的空穴注入到 N 区，N 区的电子注入到 P 区，这样相互注入的空穴与电子相遇后会产生复合，复合时产生的能量大部分以光的形式出现，因而发光。电子和空穴之间的能量差越大，产生的光子的能量就越高。能量（能量级差）大小不同，产生光的频率和波长就不同，相应的光的颜色就不同，故发光二极管可直接发出人眼可看到的红、橙、黄、绿、蓝等颜色的可见光及近红外的不可见光。发光二极管在制作时，使用的材料有所不同，那么就可以发出不同颜色的光。

LED 照明技术是利用半导体材料的光电特性，将其制作成适于照明的半导体发光二极管及其应用灯具的技术。由于其具有节能环保、使用寿命长、色彩丰富等优点，因此被誉为传统光源的革命性替代品。与白炽灯相比，LED 在性能上具有很多优点，白炽灯通过钨丝把大部分电能转化成了热能，仅有 10% 被转化为光能。而 LED 的光谱几乎全部集中于可见光频段，发光效率可达 80%~90%，所释放的热量大大低于其他照明系统。发出同样强度的光，LED 所消耗的电能只有白炽灯的 10%，荧光灯的 50%。我们以飞利浦公司的某款 LED 产品为例（表

1), 对白炽灯与 LED 的性能作了比较。

表 1 白炽灯与 LED 的性能比较

	LED	白炽灯
色温/K	3000~10000	2500~3000
光效/lm/W	~15	15
反应速度/ $\mu$ s	0.1	100,000
冲击电流	0	10 倍额定电流
耐压击性	很强	易断裂
寿命/h	>20,000	<1000

随着对 LED 研究的进一步深入, 其光效将进一步得到提高。LED 的另一个优点是容易控制, 其发光亮度可以通过工作电压(电流)的大小来调节。在很宽的工作电流范围内, LED 的发光亮度与工作电流大小呈线性关系, 这使得利用 LED 制备的器件也比较容易控制; 用 LED 传播信息速度快, 显示内容与计算机监视器窗口上的内容实时同步, 可以即编即现。随着科技的进步, LED 成本将进一步下降, 在不久的将来 LED 取代白炽灯甚至荧光灯而发展成 21 世纪的一种主要的照明光源将成为一种趋势。

### 三、LED 在现代生产、生活及工程领域中得到广泛应用, 前景不可估量

LED 在生活中的应用范围越来越广, 在显示屏、道路交通信号灯、手机、景观照明、便携式照明等领域的应用已趋成熟。下面, 就近期几个主要应用的发展作简要介绍:

**汽车灯** LED 在汽车信号灯和车内照明的应用技术已趋成熟, 并很快得到推广, 下一个主要增长点将是汽车前照灯。如 2007 年, 奥迪 A8 6.0 首先使用 LED 作为汽车前照灯。LED 也广泛应用于新型交通红绿灯、航班警告灯、跑道灯等。

**LED 液晶显示背光源** 一块指甲盖大小的有机 LED, 在接通了普通干电池电源后, 便会发出耀眼的单色黄光, 这种产品不需要背光, 所以有机 LED 显示屏可以比液晶显示屏更薄。2005 年, 3.5 英寸液晶显示屏已全面使用 LED 背光; 到 2006 年, 使用 LED 背光的 7 英寸屏已达 30%; 2007 年, 11 英寸屏也开始用 LED 背光。今后, 12 英寸~15.4 英寸的笔记本电脑 LED 背光将有较大增长。目前, 苹果公司已宣布该公司生产的笔记本电脑全用 LED 背光源。因为具有超薄和节电的优点, LED 背光也将在监视器和电视机中得到应用。另外, 有机 LED 显示技术还可以在塑料等一些柔性材料上使用, 使

电脑屏幕可以像窗帘一样任意拉起放下, 且显示效果比液晶显示器更清晰、柔和, 甚至在日光照射下画面仍然清晰。

**半导体路灯** 目前 LED 路灯应用市场已经启动, 原因如下: 第一, 在中间视觉条件下, 目前路灯大量采用的钠灯光源, 其效率比明视觉条件下测量的效率要低 30%, 而 LED 是全光谱, 蓝、绿光部分效率会有较大增加, 所以总效率会提高 40%, 目前取代钠灯能节电 30%~50%, 符合国家节电、减排政策; 第二, 寿命长, 可免维修费用, 由于驱动电流小, 电缆、变压器和工程费用也相应减少; 第三, 白光下视感和分辨率都较单色光(黄光)下有所提高; 第四, 由于耗电少和驱动电压低, 易与光伏电池组成太阳能路灯。

**信息化领域** 光纤通信通常使用激光器作为光源, 现在已可以用 LED 来替代, 大大降低整个系统的成本, 而且工作寿命要比激光器高 10 倍以上。LED 也被发展应用于打印机, 这种打印机具有小巧, 光学系统简单、速度快、分辨率高以及行宽方向设计自由度大等诸多方面的优势, 远非激光打印机能比。而且 LED 技术还解决了激光打印机打印速度和解像度的矛盾。

**生物领域** 利用 LED 技术已开发出新颖的种植蔬菜的技术, 因为 LED 可以发出红、绿、白等各种色光, 根据需求调整不同的色光, 可实现高效地生产蔬菜, 如红光可使作物光合作用更为活跃, 蓝光可使胡萝卜根部变大。而调整不同色光照射的时间, 可缩短作物的生产期, 营养更丰富, 口味更好, 产量更高。

再如, 临海市将节能理念融入城市亮化工程步伐, 据悉, 临海市道路、桥梁护栏、楼梯轮廓、湖泊景观、城市广场灯亮化工程推广采用的都是绿色照明材料——LED 灯。LED 光源的特点是寿命长、光效高、无辐射、低功耗与维护成本低, 而且, 可以组合成成千上万种光色, 通过芯片程序控制做到多种颜色变化, 实现丰富的色彩效果, 这是许多传统光源所不可能实现的。

时至今日, LED 外延技术、芯片制造技术和封装技术都有了长足的进步, Holonyak 的预言正在一步步成为现实。世界著名 LED 生产商 Cree 公司的总裁认为“集节能、环保、低维护成本于一身的 LED 照明设备已是真正替代传统照明的解决方案”。从“水立方”开始, 未来世界将由 LED 灯照亮。

(江苏省梁丰高级中学 215600)