



LED在普通照明中的应用前景

复旦大学电光源研究所

刘木清

2008.9.7



报告提纲

一、引言——CIE 与LS会议

二、为什么LED受如此关注？

- 节能是世界的焦点
- 照明节能是节能的重要组成部分
- 照明节能的主要指标
- LED的光效与其他光源光效的比较

三、LED的主要特点及应用领域

LED的主要特点

当前的主要应用领域

潜在的应用领域

四、LED的普通照明的应用

普通照明的主要指标

LED的光效

正确认识LED的光效

LED路灯可行吗？

五、LED的两个例子

LED路灯可行吗？

LED隧道灯可行吗？

六、LED的普通照明的关键技术

- LED与其它光源的竞争
- 如何提高LED应用产品的竞争力——三大关键技术
- 对LED灯具形式的思考。。。
- LED的应用领域的扩展

七、LED产业链



一、引言：CIE与LS会议

◆ CIE：国际照明委员会

百年历史；

关注照明科学的问题

目前仅有国家会员，共49个。

上一任主席Ir. Wout J.M. Van Bommel

CIE 26：2007年7月在中国的北京召开



本次会议最大的关注之一：LED

大会的三个邀请报告之一即为LED



一、引言：CIE与LS会议（续）

◆ LS会议：国际光源科技研讨会

30多年的历史；

关注光源科技的问题

目前理事会全球15人，包含Philips, OSRAM, GE等公司的首席科学家及多个大学的光源研究教授。

一、引言：CIE与LS会议（续）

中国复旦大学教授

日本Ehime大学教授

OSRAM首席科学家

美国 Wisconsin 大学教授

松下公司研发中心主任

东芝公司高管

Philips公司首席科学家

英国Sheffield大学教授

德国等离子体研究所科学家

贺立士公司高管

GE公司首席科学家

法国图鲁士大学教授





一、引言：CIE与LS会议（续）

◆ LS会议：国际光源科技研讨会

30多年的历史；

关注光源科技的问题

目前理事会全球15人，包含Philips, OSRAM, GE等公司的首席科学家及多个大学的光源研究教授。

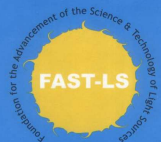
主席英国Sheffield 大学的Robin教授

组织全名：FAST—LS，国际光源科技委员会

LS: 11 2007年5月在中国的上海复旦大学召开

LIGHT SOURCES 2007

Proceedings of the 11th International Symposium
on the Science and Technology of Light Sources
May 20th – 24th, 2007, Shanghai, China



Edited by M. Q. Liu and R. Devonshire

本次会议最大的关注之一：LED

大会以LED开头，以最后一天全天为LED结尾



二、为什么LED受如此关注？

1. 节能是世界的焦点

一些事件：

2007年2月在巴黎召开的“紧凑型荧光灯质量与逐步淘汰白炽灯战略”会议。

2007年2月澳大利亚政府宣布将逐步淘汰白炽灯。

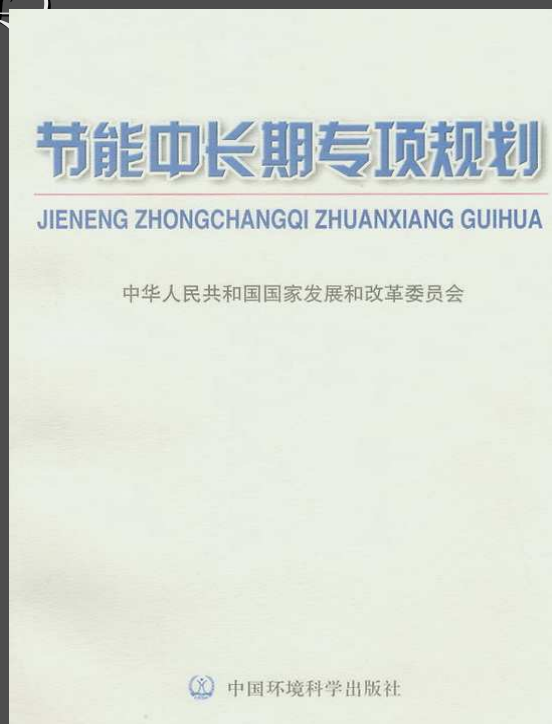
2007年3月： 欧盟首脑峰会， 欧盟理事会， 决定2012年禁止生产白炽灯

○ ○ ○ ○ ○ ○



二、为什么LED受如此关注（续）

1. 节能是世界的焦点 (续)



节能减排综合性工作方案

一、进一步明确实现节能减排的目标任务和总体要求

（一）主要目标。到2010年，万元国内生产总值能耗由2005年的1.22吨标准煤下降到1吨标准煤以下，降低20%左右；单位工业增加值用水量降低30%。“十一五”期间，主要污染物排放总量减少10%，到2010年，二氧化硫排放量由2005年的2549万吨减少到2295万吨，化学需氧量（COD）由1414万吨减少到1273万吨；全国设市城市污水处理率不低于70%，工业固

中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要

专栏10 节能重点工程



二、为什么LED受如此关注（续）

2. 照明节能是节能的重要组成部分

全世界照明用电情况:

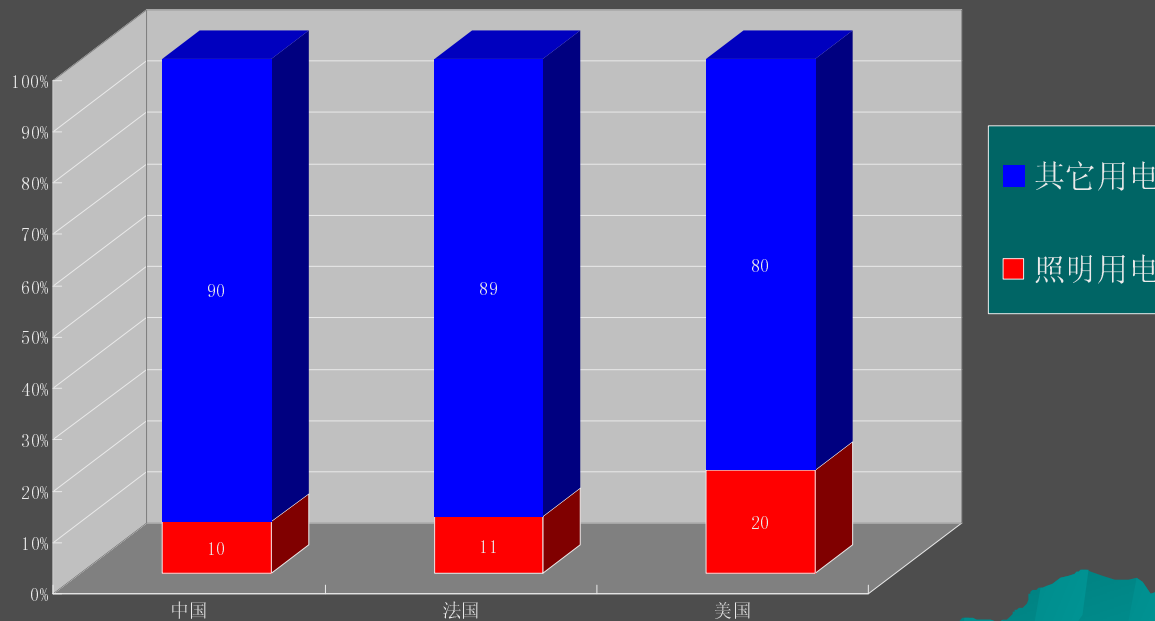
照明用电耗电:

20%总用电,

中国: ~13%,

法国: ~11%,

美国: ~20%



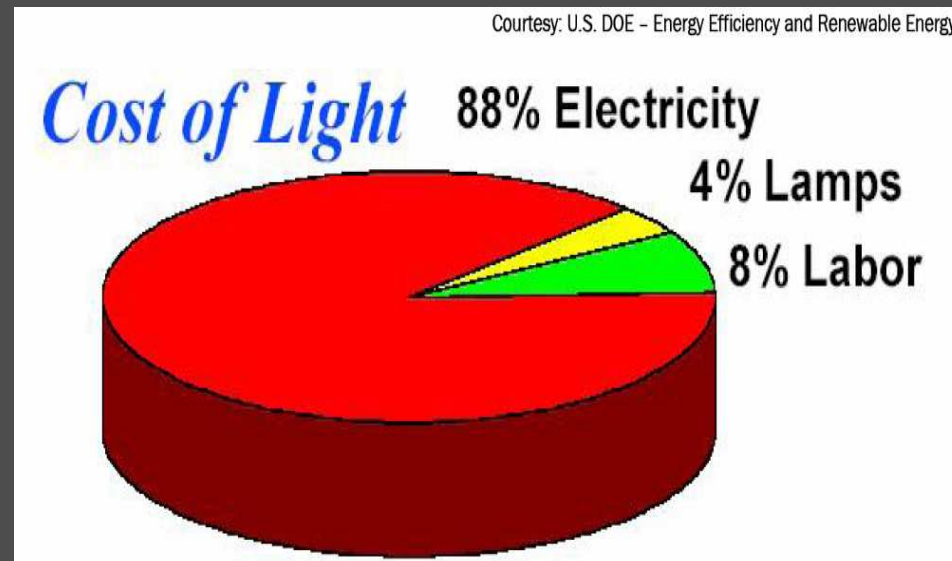


二、为什么LED受如此关注（续）

3. 照明节能的主要指标

◆照明节能的主要指标：光效

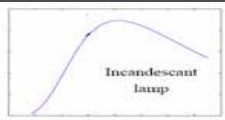
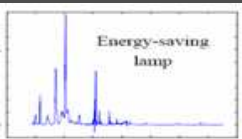
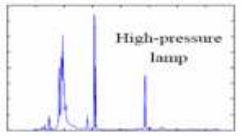
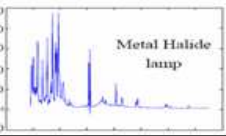
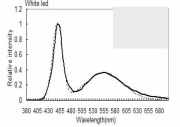
- ◆与光效相关的有两点：
- ◆光效高：节电（国家关注）
- ◆省钱（用户关注）





二、为什么LED受如此关注（续）

4. LED的光效与其它几种主要光源光效的比较

光源种类	典型光谱 能量分布	辐射光效K (lm/W)	能效	(lm/W)	光效很难提高的原因
白炽灯		154	10%	15.4	辐射中 红外光谱 太多
荧光灯		289	33%	96	荧光粉能量转换效率 原理性低，以及电极 等损耗大
高压钠灯		338	36%	122	电极等损耗大，辐射 光谱中含较大非可见 光谱
金卤灯		288	35%	100	电极等损耗大，辐射 光谱中含较大非可见 光谱
LED		355	25%	90	理论潜力很大



二、为什么LED受如此关注（续）

4. LED的光效与其它几种主要光源光效的比较（续）

美国Jeff Y. Tsao的计算结果：

Jeff Y. Tsao

wide, the figures are all about a factor of 3-4 higher) [4].

The aim of this article is twofold. First, we give a brief historical and forward-looking overview of conventional and SSL lighting technologies. We focus on SSL technology based on inorganic light-emitting diodes (SSL-LEDs), rather than that based on organic light-emitting diodes (SSL-OLEDs), as SSL-LED technology is more advanced and more likely to be first to enter general illumination applications.

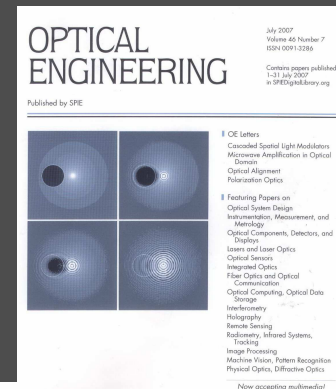
Second, we describe some of the simplest but most important lamp, chip, and materials design choices that will need to be made. We especially focus on the constraints imposed on those design choices if SSL-LED technology is to fulfill its promise for general illumination. Note that quantifying these

been achieved in emitting devices. If visible spectrum, a 150-200 lm/W than fluorescent incandescent lamps. ge the way we live A New Lighting could be enhanced temperature are

8755-3996/04/\$20.00 ©2004 IEEE IEEE CIRCUITS & DEVICES MAGAZINE ■ MAY/JUNE 2004

复旦大学的计算结果：355lm/W，

发表于2007年



Calculation of tricolor RGB white light, CRI=89, luminous efficacy: 371 lm/W

Color	Wave-length (nm)	Spectral Width (nm)	lm. Efficacy (lm/W)	Light/ LED (lm)	Power/ LED (mW)
Blue	465	20	56	15	260
Green	546	30	634	241	370
Red	614	20	309	115	370

4.3.1 RGB-LED

We have used three primary color LEDs, as Tsao did,² to produce white light, and have used the simulation model to produce their spectrum. We have calculated that the power ratio of the three color LEDs (R : G : B) must be 1.0 : 1.2 : 1.0 to produce GLW. Then we obtain the RGB-LED's efficacies as shown in Table 4. In this case, the general efficacy is lower than that of energy-saving lamp, high-pressure sodium lamp, and metal halide lamp. If we can increase the LEE from 50% to 70%, the IQE of the green LED from 10% to 40%, and the IQE of the blue LED from 69% to 80%, as listed in Table 5, then we shall obtain a general efficacy of 146 lm/W, which is satisfactory. The RGB-LED's chromaticity coordinates are (0.34, 0.35), and the color rendering index is 87. Therefore, this will be a good general lighting source. Furthermore, the maximum efficacy for the RGB-LED is 355 lm/W when the IQE and the LEE are both 100% for all the color LEDs.



一、为什么LED受如此关注（续）

4. LED的光效与其它几种主要光源光效的比较（续）

2007年在复旦大学召开的LS: 11

Nakamura:

实验室水平:

150m/W@20mA



2008年深圳的SSL会议上,
(132lm/W @350mA Lumileds)



二、为什么LED受如此关注（续）

5. 正确认识LED的光效

- 当前大功率LED的光效：80~90lm/W
- 〈高压钠灯，荧光灯等的光效
- 但是：我们其实关心的是光源作为照明系统的整体光效。。。。。。



三、LED的主要特点及应用领域

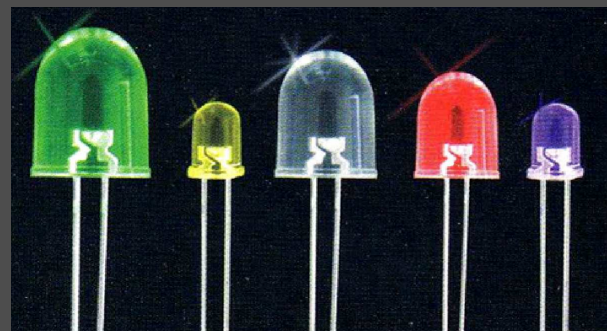
1、LED的主要特点

一般认为**LED**的优点为：

1. 长寿命
2. 响应快
3. 环保，固态光源
4. 低电压，安全
5. 具有潜在的高光效
6. 体积小（准点光源）
7. 窄的光谱

缺点：

太贵；
单颗总光通量
还太低；





三、LED的主要特点及应用领域

2、LED的应用领域 (续)

LED不同的光效阶段，有不同的应用领域

很成功的应用领域：

- 1、交通信号灯；
- 2、景观灯；
- 3、显示；
- 4、小型被光源

普通照明市场：

2007年：

2000亿， 27%增长

LED的下一步增长点在于普通照明

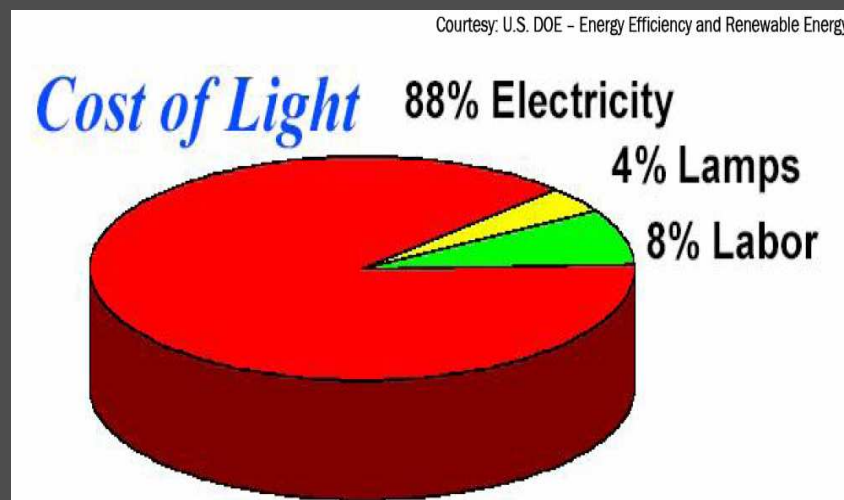


四、LED的普通照明的应用

1、普通照明的主要指标

普通照明关注的主要参数:

- ◆ 光效（光通量）
- ◆ 寿命
- ◆ 价格
- ◆ （显色指数，可靠性等）



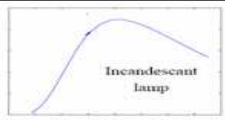
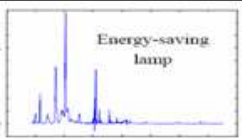
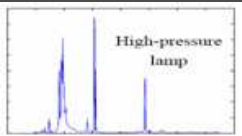
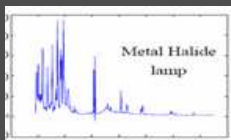
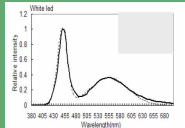
◆照明节能的主要指标：光效

- ◆与光效相关的有两点：
- ◆光效高：节电（国家关注）
- ◆省钱（用户关注）



四、LED的普通照明的应用（续）

2、LED的光效与其它几种主要光源光效的比较

光源种类	典型光谱 能量分布	辐射光效K (lm/W)	能效	(lm/W)	光效很难提高的原因
白炽灯		154	10%	15.4	辐射中 红外光谱 太多
荧光灯		289	33%	96	荧光粉能量转换效率 原理性低，以及电极 等损耗大
高压钠灯		338	36%	122	电极等损耗大，辐射 光谱中含较大非可见 光谱
金卤灯		288	35%	100	电极等损耗大，辐射 光谱中含较大非可见 光谱
LED		355	25%	90	理论潜力很大

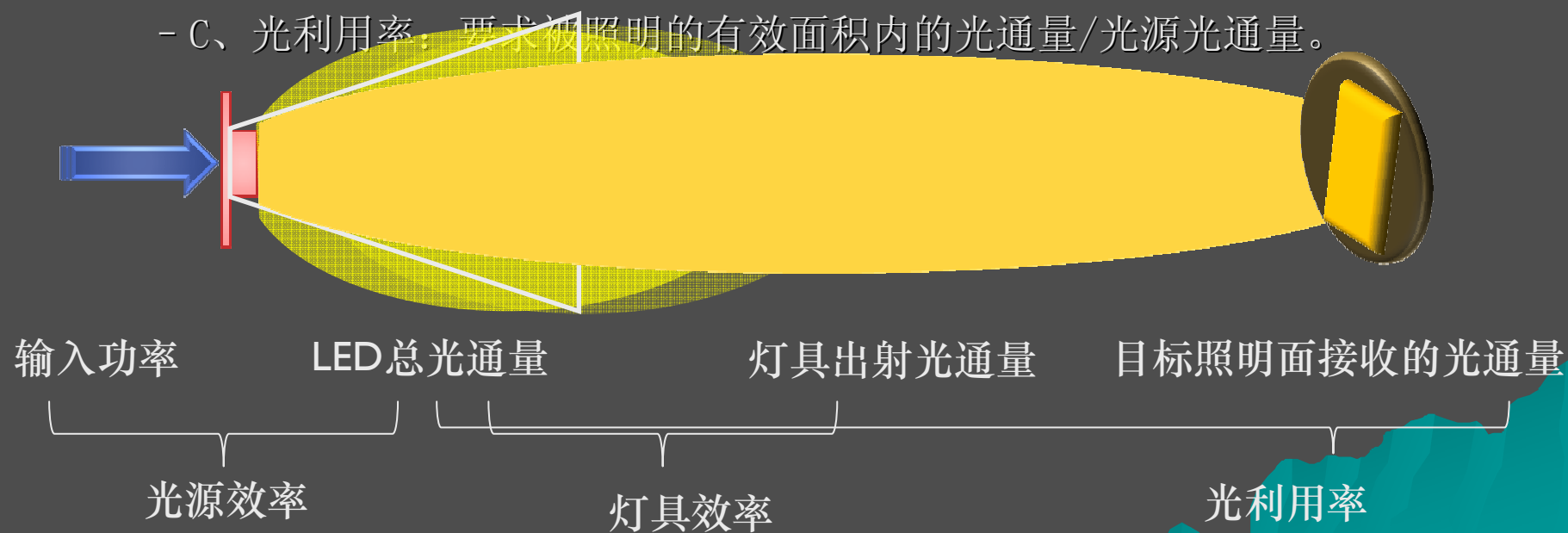


四、LED的普通照明的应用（续）

3、正确认识LED的光效：光效的三个概念：

念：

- A、光源光效：总光通量/总功率；
- B、灯具效率：灯具出射光通量/光源光通量；
- C、光利用率：要求被照明的有效面积内的光通量/光源光通量。





四、LED的普通照明的应用（续）

3、正确认识LED的光效：光效的三个概念：

念：

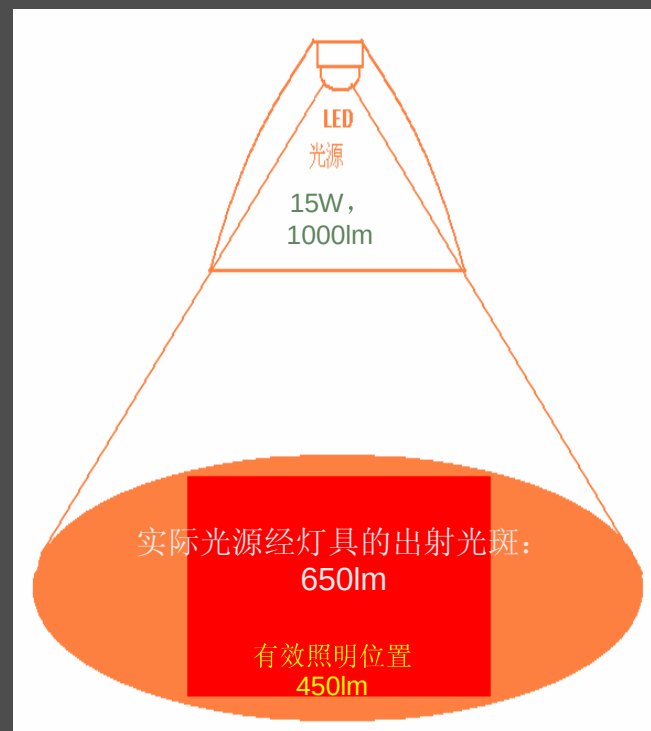
如图：光源光效= $1000/15=67\text{lm/W}$;

灯具效率= $650/1000=65\%$;

光利用率= $450/1000=45\%$;

传统光源由于：

- A、四面发光，部分光被光源本身挡住；
- B、发光点大，不易做光学设计，灯具效率不高，且出射光斑不会与要求的有效照射面重合而会浪费部分光；





四、LED的普通照明的应用（续）

3、正确认识LED的光效：光效的三个概念：

可见：

灯具的整体光效最重要。

对定向照明，LED由于近点光源的特性，使其易于通过光学设计获得较大的光利用率。

依靠：二次光学设计



五、LED的两个应用例子

1、LED路灯可行吗？

(1)、绝对光效的比较：目前路灯的主流光源是高压钠灯

高压钠灯 光效高达120lm/W

LED光源 光效80~90lm/W

(2)、光利用率：高压钠灯照在有效路面的光通量约40%

高压钠灯：有效光效=120*40%=48lm/W

LED 有效光效=90* ? =?

小结论：LED灯具的有效光利用率必须 大于 55%以上，才可能节能。

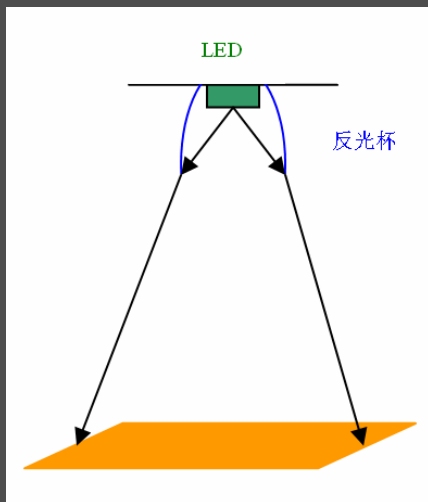
可能吗？ YES



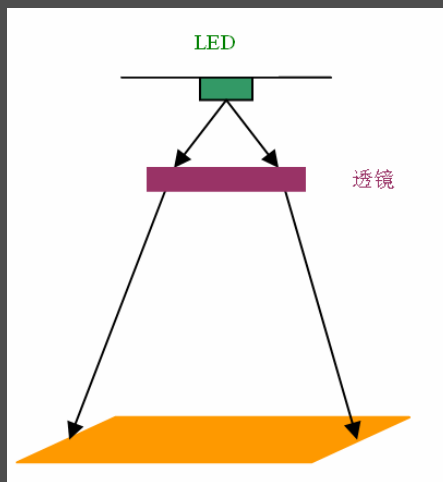
五、LED的两个应用例子（续）

按光学元件分类：

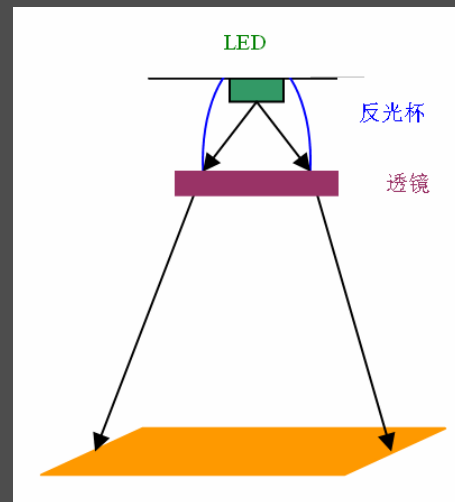
(1)、LED+反光杯



(2)、LED+透镜



(3)、LED+反光杯+透镜



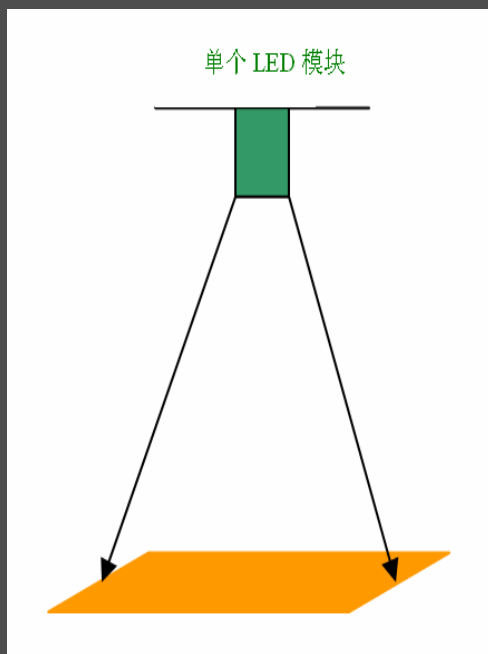


五、LED的两个应用例子（续）

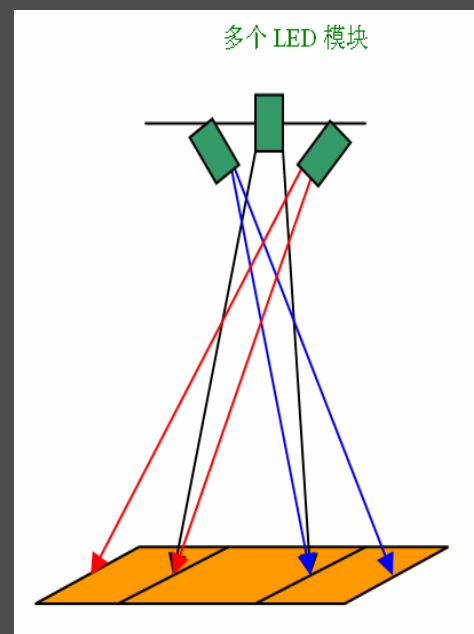
提高灯具的有效光利用率是**LED**路灯的必要途径：
通过二次光学设计实现

按投射方式分类：

(1) 单个LED模块投照

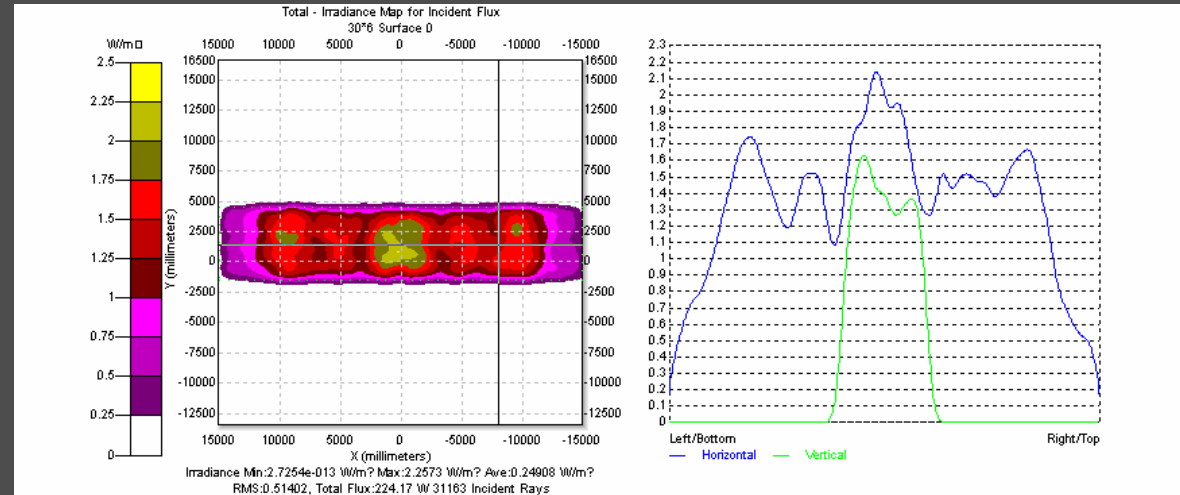


(2) 多个LED模块分区域投照

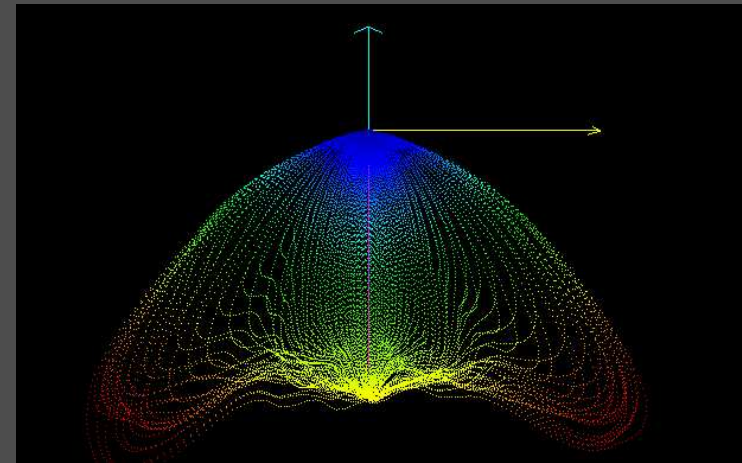
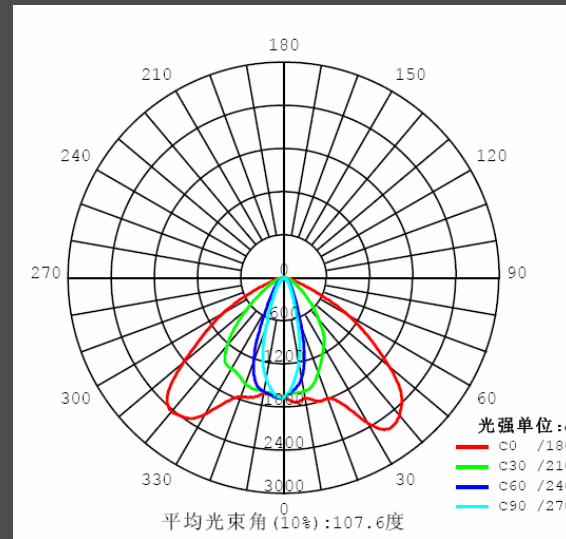




模拟效果:



实测配光:





五、LED的两个应用例子（续）

2、LED隧道灯可行吗？

隧道照明的主要要求：均匀性、照度（亮度）、眩光、频闪。

当前隧道照明的主要光源是：高压钠灯、金卤灯，直管型荧光灯，LED（？）

光效比较：

高压钠灯	光效高达120lm/W
金卤灯	光效 80~90lm/W
直管型荧光灯	光效 80~90lm/W
LED光源	光效80~90lm/W



五、LED的两个应用例子（续）





六、LED的普通照明的关键技术

1、LED与其它光源的竞争

LED的市场空间：

新开辟的市场：由于传统光源的特点，不能实现的领域。如：手机背光源

传统光源已有的市场： LED的应用主流空间。

可见：LED与传统光源的竞争在所难免。

竞争： 性能+价格

LED目前价格没有优势， 所以， 提高性能是必要途径。



五、LED的普通照明的关键技术

2、如何提高LED应用产品的竞争力——三大关键技术

光学设计：提高LED的实际光利用率

散热设计：提高LED的光效，减少LED的光衰及延长寿命

驱动器设计：提高LED灯具的整体光效

总体：让LED灯具的整体光效高，及寿命长。



报告提纲

一、引言——CIE 与LS会议

二、为什么LED受如此关注？

- 节能是世界的焦点
- 照明节能是节能的重要组成部分
- 照明节能的主要指标
- LED的光效与其他光源光效的比较

三、LED的主要特点及应用领域

LED的主要特点

当前的主要应用领域

潜在的应用领域

四、LED的普通照明的应用

普通照明的主要指标

LED的光效

正确认识LED的光效

LED路灯可行吗？

五、LED的普通照明的关键技术

- LED与其它光源的竞争
- 如何提高LED应用产品的竞争力——三大关键技术
- 对LED灯具形式的思考。。。
- LED的应用领域的扩展

六、LED产业链



六、LED产业链

- 1、材料：大投入，技术密集型，资金密集型
- 2、芯片：大投入，技术密集型，资金密集型
- 3、封装：投入较小，技术一般，劳动密集型
- 4、应用：技术一般，传统照明企业有优势



谢谢!