



LED

及其应用技术 问答

杨清德 杨兰云 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

LED 及其应用技术问答

杨清德 杨兰云 主编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 8 章, 主要介绍了 LED 照明产业的发展、LED 入门基础、LED 芯片与灯具的制造技术、LED 驱动与控制技术基础、LED 的典型驱动电路、常用 LED 照明灯具的性能及应用、LED 照明与装饰灯具的安装、LED 显示屏应用技术等知识和技能, 并对这些专业知识和技能进行了归类、整理和提炼。本书从实际工作出发, 从基本理论知识到实用技术、技能均做了较全面的、深入浅出的解答。

本书是 LED 行业工人、LED 工程技术人员必备的读物, 也是 LED 设计工程师的重要参考用书, 还可作为企业员工自学和培训的参考用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容
版权所有·侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

LED 及其应用技术问答/杨清德, 杨兰云主编. — 北京: 电子工业出版社, 2011.1
ISBN 978-7-121-12138-8

I. ①L… II. ①杨…②杨… III. ①发光二极管—问答 IV. ①TN383-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 211187 号

策划编辑: 窦 昊

责任编辑: 谭丽莎

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 20.25 字数: 428 千字

印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zls@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着国家对绿色节能的大力倡导，LED 逐渐走进了人们的视线，并且在近年来得到前所未有的飞速发展，国内 LED 的上游、中游和下游企业已形成规模产业。LED 将从三个方面改变中国：政府通过奥运会、世博会等政府形象工程和系列指导文件改变中国照明产业发展方向；市场需求驱动 LED 向中国的家居照明、背光和景观等领域渗透；在 LED 普及的过程中，低碳社会、环保意识将深入中国人的心灵。

随着中国经济的持续高速发展和半导体 LED 光电器件技术的进步，国内 LED 行业必将有进一步的快速发展。高亮度、低能耗、长寿命、安全环保等特性，使半导体 LED 产业成为未来全球最具有发展潜力的产业之一。LED 是一个新兴产业，需要的从业人员必将越来越多。由于各种原因，已经进入和即将加入 LED 产业的人群中，许多人掌握的专业知识不系统、不全面，在实际工作中常常遇到不少难题。为此，我们有针对性地编写了本书，以帮助急需学习 LED 专业知识，尤其是需要掌握 LED 新技术、新工艺、新产品、新应用等方面专业知识和技能的读者，为他们提高技术水平与技术素质提供帮助。

本书共分 8 章，主要介绍了 LED 照明产业的发展、LED 入门基础、LED 芯片与灯具的制造、LED 驱动与控制技术基础、LED 的典型驱动电路、常用 LED 照明灯具的性能及应用、LED 照明与装饰灯具的安装、LED 显示屏应用技术等知识。本书详细介绍了 2009 年、2010 年面世的大量最新电路、最新产品、最新应用技术，这在目前的 LED 技术书籍中是绝无仅有的。

本书在编写时，充分考虑了 LED 多数一线从业人员及初学者的实际情况和知识结构层次，选择了大家在平时工作中最容易遇到的一些技术问题及疑惑，采用一问一答的编写形式，将 LED 从业人员必备的专业知识和技能进行归类、整理和提炼，从实际工作出发，从基本理论知识到实用技术、技能均做了较全面、深入浅出的解答。本书注重内容上的系统性、完整性、先进性、实用性，文字上力求简明扼要、精练易懂。本书介绍的知识内容针对性强，讲解的技术、技能可操作性强。本书是 LED 行业工人、LED 工程技术人员必备的读物，也是 LED 设计工程师的重要参考用书，还可作为企业员工自学和培训的参考用书。

本书在编写过程中参考了大量资料，并从中选编了可靠、可行的操作技能介绍及详细的图表数据，在此对原作者及提供技术资料的厂家表示真诚的感谢。

本书由杨清德、杨兰云主编，参加编写工作的还有刘华光、杨卓荣、胡大华、康娅、杨松、李建芬、兰晓军、古春燕、李春林、黄兴龙等同志，在此对他们表示感谢。

由于编者水平有限，在本书的编写过程中难免存在不少错误，诚望各位读者提出宝贵意见，以便再版时修改。作者的电子邮箱：yqd611@163.com。

编 者
2011年1月

目 录

第 1 章 LED 照明产业的发展	1
1. LED 产业链由哪些产业构成?	1
2. 如何评价我国 LED 照明产业的发展现状?	1
3. 国内 LED 的主要应用领域有哪些?	2
4. 未来几年 LED 的应用机会如何?	3
5. LED 技术与产业发展竞争的焦点有哪些?	4
6. 全球 LED 技术产业发展的竞争格局如何?	4
7. 为什么说 LED 用于一般照明领域尚需较长时间的研发?	5
8. 目前已经发布的全国半导体照明电子行业标准有哪些?	6
9. 北美 LED 节能灯的检测要点有哪些?	6
10. 国外半导体照明芯片技术的发展现状如何?	9
11. 国内半导体照明芯片技术的发展现状如何?	10
12. 目前大功率 LED 功能照明产品有何特点?	12
第 2 章 LED 入门基础	14
1. 什么是 LED? 它是如何发光的?	14
2. LED 的 PN 结是如何制成的? 常用来制造 LED 的半导体材料有哪些?	14
3. LED 芯片由哪些部分组成? 各组成部分的作用是什么?	15
4. LED 照明有何优点? 它与白炽灯有何不同?	17
5. 为什么说 LED 是环保、节能的冷光源?	19
6. LED 是怎样分类的?	19
7. LED 经历了哪些发展阶段?	20
8. LED 发展史上有哪些关键技术的突破?	22
9. LED (第四代光源) 的优点是什么?	24
10. LED 为什么寿命长?	25
11. 如何衡量 LED 的寿命?	25
12. LED 灯具的寿命究竟有多少小时?	26

13. 判断 LED 失效的依据是什么?	27
14. LED 的光衰究竟是怎么回事?	28
15. LED 的极限参数有哪些?	29
16. 什么是 LED 的结温? 结温是如何产生的?	29
17. PN 结最高结温的含义是什么?	30
18. LED 的光电参数有哪些?	31
19. 不同应用场合对 LED 的技术参数要求有何不同?	33
20. 什么是 LED 的发光颜色?	33
21. 什么是白光 LED?	34
22. 实现白光 LED 的方法有哪些?	35
23. 目前白光 LED 光源还存在哪些问题?	36
24. 什么是 LED 发光效率? 提高发光效率的主要技术措施有哪些?	38
25. 什么是 LED 流明效率?	39
26. 照明用白光 LED 的技术指标有哪些?	39
27. 什么是 LED 的热阻?	40
28. 静电对 LED 有何影响? 如何提高 LED 的抗静电能力?	41
29. 在 LED 生产过程中有哪些防静电措施?	42
30. 白光 LED 的光谱与单色光 LED 的光谱有什么区别?	42
31. LED 器件对 LED 全彩显示屏性能参数有何影响?	43
32. 大功率 LED 灯具发出的光能使人兴奋吗?	45
33. 当前市场上的 LED 路灯光源主要有几种?	45
34. 为什么用太阳能电池与白光 LED 组合的照明系统被称为 “真正的绿色照明”系统?	46
35. LED 灯具的眩光及其产生原因是什么?	47
36. LED 的主要性能和传统光源有哪些区别?	48
37. 什么是 LED 的导通压降?	49
38. LED 和 LED 灯具有何不同?	50
39. 什么是 OLED?	50
40. OLED 灯的应用领域有哪些?	52
41. OLED 可作为通用照明使用吗?	52
42. OLED 是 LED 的新一代产品吗?	53
43. LED 的测试项目及方法是什么?	53
44. LED 焊接一般应注意哪些问题?	56
45. 直插式 LED 的焊接应注意哪些问题?	57

46. 贴片式 LED 的焊接应注意哪些问题?	58
47. 大功率 LED 的焊接应注意哪些问题?	58
第 3 章 LED 芯片与灯具的制造技术	59
1. LED 的制造流程是什么?	59
2. LED 的产品生产有哪四个环节?	59
3. 小功率 LED 芯片的制造工艺流程是什么?	60
4. LED 芯片的主要制造工序有哪些?	62
5. 大功率 LED 的封装生产工艺流程是什么?	64
6. 选择 LED 衬底材料的基本要求有哪些?	65
7. 选择 LED 外延片的衬底材料应考虑哪些因素?	66
8. 什么是蓝宝石衬底?	66
9. 什么是硅衬底?	67
10. 什么是碳化硅衬底?	68
11. 什么是氮化镓衬底?	69
12. 什么是氧化锌衬底?	70
13. 什么是 MOCVD?	70
14. 什么是 GaN 基外延层的激光剥离技术?	71
15. 什么是晶片键合技术? 什么是芯片键合技术?	71
16. 什么是倒装芯片技术?	72
17. 什么是表面粗糙化技术?	73
18. 什么是透明衬底技术?	75
19. 什么是金属膜反射技术?	75
20. LED 光刻技术有何最新进展?	75
21. 什么是 LED 扩片?	78
22. LED 的芯片为什么要分成大小不同的尺寸?	78
23. 如何切割 GaN 蓝宝石 LED 芯片?	78
24. 为什么要对 LED 芯片进行分选?	80
25. 如何对 LED 进行分选?	80
26. 为什么要对 LED 芯片进行封装?	81
27. LED 的封装有何特殊性?	82
28. LED 的封装形式有哪些?	83
29. 什么是 LED 引脚式封装?	86
30. 什么是 LED 表面贴装?	87

31. 表面贴装封装的工艺流程是什么?	87
32. 什么是 LED 功率型封装?	88
33. 什么是功率型 LED 的多芯片组合封装? 这种封装应注意哪些问题?	89
34. LED 封装的发展方向是什么?	90
35. LED 支架的检验项目及检验标准有哪些项目?	91
36. LED LAMP 半成品检验规范的标准是什么?	92
37. LED 透镜检验项目及标准是什么?	95
38. 如何清洗自动装架机胶盘?	96
39. 黏结胶、芯片、支架三者的位置规范如何?	96
40. 采用目测方法外观检查 LED 芯片可发现哪些工艺缺陷?	96
41. 对 LED 芯片的异常情况如何处理?	97
42. 传统芯片结构与薄膜结构芯片有何不同?	98
43. 薄膜型白光 LED 芯片是如何开发的?	99
44. 大功率 LED 灯具为什么要散热?	102
45. 大功率 LED 的散热路径有哪些?	103
46. 大功率 LED 的散热机构有哪几种形式?	104
47. LED 数码管的生产流程是什么?	107
48. LED 柔性灯带的生产工艺流程是什么?	107
49. LED 日光灯为什么要优先选用贴片式 LED?	108
50. 制造 LED 护栏管时如何选用灌封胶?	109
51. 食人鱼 LED 的封装工艺是什么?	109
第 4 章 LED 驱动与控制技术基础	111
1. 什么是 LED 驱动器? 其主要任务是什么?	111
2. LED 驱动器的技术要求是什么?	111
3. LED 驱动电路是如何分类的?	112
4. 常用 LED 驱动方案有哪些种类?	113
5. 采用电池供电的 LED 驱动器有哪些种类?	114
6. 什么是 LED 恒流源驱动电路?	115
7. 恒流电源设计与恒压电源设计的最大区别是什么?	115
8. 未来 LED 照明驱动方式是什么?	116
9. 什么是采用恒流二极管或恒流三极管的 LED 恒流驱动器?	116
10. 如何调节 LED 的亮度?	117
11. 什么是 PWM 调光驱动? 常用调光方法有哪些?	118

12. 常用恒流驱动集成电路有哪些?	120
13. 什么是 LED 电荷泵驱动器?	120
14. LED 选用电荷泵驱动时应考虑哪些要素?	121
15. LED 电感式驱动与电荷泵驱动有何不同?	121
16. CAT 系列电感式升压串行 LED 驱动器有何特性?	122
17. LED 灯具对低压驱动芯片有哪些技术要求?	125
18. LED 驱动电路的技术发展趋势是什么?	125
19. 常用 LED 电源芯片控制模式有哪些?	126
20. LED 全部串联方式应采取什么技术措施?	127
21. LED 全部并联方式应采取什么技术措施?	128
22. LED 混联方式有哪些?	130
23. 什么是 LED 交叉阵列形式连接?	131
24. 小功率高亮度 LED 阵列方式有哪几种? 如何确定多个 LED 的排列距离? ..	132
25. LED 的不同连接方式有何优缺点?	133
26. 恒流 LED 驱动器的过压保护措施有哪几种?	134
27. LED 驱动电源为什么要设计负载断开功能?	134
28. 设计 LED 线性驱动器时有哪些常见错误?	135
29. 怎样选择白光 LED 驱动方案?	136
30. 设计小型背光源 LED 时应考虑哪些因素?	137
31. 为什么说电解电容是 LED 电源寿命的瓶颈?	140
第 5 章 LED 的典型驱动电路	142
1. 选用 LED 驱动 IC 的一般原则是什么?	142
2. 驱动 LED 有哪三种常用的电路拓扑?	142
3. AMC7150 的典型应用电路是什么?	144
4. SB42511 的典型应用电路是什么?	145
5. CAT4201 的典型应用电路是什么?	145
6. ZXLD1350 的典型应用电路是什么?	146
7. LM3402 的典型应用电路是什么?	146
8. LM3404 的典型应用电路是什么?	146
9. PT4107 的典型应用电路是什么?	148
10. BP1361 用于 LED 射灯的典型应用电路是什么?	150
11. MAX16819/MAX16820 的典型应用电路是什么?	151
12. LM3401 的典型应用电路是什么?	151

13. MAX16802 的典型应用电路是什么?	152
14. MAX16818 的典型应用电路是什么?	153
15. AS1110 的典型应用电路是什么?	155
16. CAT4103 的典型应用电路是什么?	156
17. 由 NCP3065 组成的高亮度 LED 恒流驱动电路是什么?	157
18. MAX1848 的典型应用电路是什么?	159
19. 如何用 A6282/A6285 组成十六通道恒流驱动电路?	160
20. AS3691 的典型应用电路是什么?	161
21. SiP12401 的典型应用电路是什么?	162
22. MAX1576 的典型应用电路是什么?	163
23. SN3352 的典型应用电路是什么?	164
24. PT4201 的典型应用电路是什么?	166
25. SD42522 的典型应用电路是什么?	167
26. LT3474 的典型应用电路是什么?	167
27. BP1360 的典型应用电路是什么?	168
28. SP6648 的典型应用电路是什么?	170
29. SP6682 的典型应用电路是什么?	171
30. R1211 的典型应用电路是什么?	173
31. BL8532 的典型应用电路是什么?	173
32. LTC3783 的典型应用电路是什么?	175
33. LM3445 的典型应用电路是什么?	177
34. SSL2101 的典型应用电路是什么?	178
35. LT3519 的典型应用电路是什么?	179
36. LT3743 的典型应用电路是什么?	181
37. HV9918 的典型应用电路是什么?	185
38. HV9961 的典型应用电路是什么?	185
39. SD42524 的典型应用电路是什么?	186
40. LM3553/LM3554 的典型应用电路是什么?	187
41. ADP1655 的典型应用电路是什么?	188
42. FAN5646 的典型应用电路是什么?	189
43. MAX8834 的典型应用电路是什么?	190
44. CAT4106 的典型应用电路是什么?	191
45. LT3599 的典型应用电路是什么?	193
46. ADP8860 的典型应用电路是什么?	195

47. LM3431 的典型应用电路是什么?	195
48. HL4929 的典型应用电路是什么?	197
49. 如何利用线性稳压器改善白光 LED 的匹配度?	199
50. 如何利用工作在降压模式的升压变换器驱动白光 LED?	200
第 6 章 常用 LED 照明灯具的性能及应用	202
1. 什么是 LED 彩虹管? 它有何特点?	202
2. LED 彩虹管有哪些基本技术参数?	202
3. LED 柔性霓虹灯有哪些技术优势?	203
4. 与传统霓虹灯相比, LED 柔性霓虹灯有何应用优势?	204
5. 什么是 LED 护栏管? 它有何用途?	205
6. 常用 LED 护栏管的外观形状有哪些? 外壳颜色有哪几种?	205
7. LED 护栏管由哪几个部分组成? 影响其使用效果及寿命的因素有哪些?	206
8. LED 护栏管的发光颜色有哪几种? 其内部安装了多少个 LED?	207
9. LED 护栏管的控制方式有哪些?	207
10. LED 护栏管最容易出现的问题是什么, 怎样解决容易出现的问题?	207
11. 什么是 LED 光条? 它一般适合在哪些场合使用?	208
12. 柔性 LED 光条和 LED 硬光条有何区别?	209
13. 什么是 LED 方块背光源?	210
14. LED 电线灯有何用处?	210
15. LED 射灯是如何分类的?	210
16. LED 下照射灯有哪些种类? 如何应用?	211
17. LED 路轨射灯有什么作用?	211
18. LED 射灯有何特点?	211
19. 选用 LED 射灯时应注意哪些问题?	212
20. LED 射灯有哪些控制方式?	213
21. LED 旋转射灯的常用型号有哪些?	213
22. 如何选用户外型高压多行旋转射灯?	214
23. 如何选用户外型单行旋转射灯?	215
24. LED 水底灯有何技术特性?	215
25. LED 地埋灯有何技术特性?	216
26. LED 庭院灯有何技术特性?	217
27. 什么是 LED 模组?	218
28. LED 洗墙灯有何技术特性?	218

29. LED 丽得管的主要特性有哪些?	219
30. LED 灯柱主要应用在哪些场合?	220
31. 什么是 LED 幕墙灯?	220
32. LED 超薄幕墙灯的主要参数有哪些?	221
33. LED 灯杯有何技术特性?	222
34. 常用 LED 灯泡的主要技术参数有哪些?	223
35. LED 日光灯有哪些优点?	226
36. 采用内置电源的 LED 日光灯有何优点和缺点?	228
37. 集中式外置电源 LED 日光灯有何优点?	229
38. 怎样辨别 LED 光源和灯具的优劣?	230
39. 在业余条件下如何鉴别 LED 亮度的高低?	231
40. 大功率 LED 天花射灯有何结构特点?	232
41. LED 透明薄片有何特点? 其工作原理是什么?	232
42. LED 艺术灯具有哪些种类?	233
43. LED 艺术灯具的发光部件为什么只能做成薄片形?	233
44. 微型小功率 LED 与 LED 艺术灯有何关系?	234
45. 在 UL 标准中 LED 灯具是如何分类的?	235
46. LED 灯带规格是如何规定的?	237
47. LED 灯带不亮的原因有哪些?	238
48. 什么是 LED 橱柜灯? 它有何作用?	238
第 7 章 LED 照明与装饰灯具的安装	240
1. LED 工程在安装时一般应注意哪些问题?	240
2. 安装 LED 彩虹管的常用附件有哪些?	241
3. 如何安装圆二线彩虹管?	242
4. 如何安装方形 LED 彩虹管?	244
5. LED 护栏灯的安装步骤是什么?	244
6. 安装 LED 彩虹管的注意事项有哪些?	246
7. 在同一平面上如何安装 LED 护栏灯?	246
8. 如何安装 LED 护栏灯的 L 形连接器?	247
9. 如何安装 LED 丽得管?	248
10. 安装 LED 丽得管时对接头处如何进行连接处理?	250
11. DMX 迷你丽得管如何进行电气连接?	250
12. 如何进行 LED 投光灯的安装接线?	251

13. 如何安装 LED 水底灯? 252

14. 如何安装 LED 游泳池灯? 255

15. 如何安装 LED 地埋灯? 257

16. 如何安装 LED 砖灯? 259

17. 如何安装 LED 灯泡 (灯杯)? 260

18. 如何计算 LED 灯带的工程安装成本? 261

19. 在室内如何安装 LED 灯带? 262

20. 在室外如何安装 LED 灯带? 263

21. LED 灯带最长可以连接多少米? 263

22. 如何在字母及图案上安装 LED 扁带灯? 264

23. 如何安装柔性 PCB 背光源? 265

24. 如何安装 LED 大功率方块背光源? 266

25. 如何安装 LED 日光灯? 268

26. 如何安装 LED 太阳能路灯和庭院灯? 268

第 8 章 LED 显示屏应用技术..... 272

1. LED 显示屏是如何分类的? 272

2. LED 显示屏有哪些主要技术指标? 273

3. 什么是实像素? 什么是虚拟像素? 虚拟像素分几种? 277

4. 什么是智能型 LED 显示屏? 277

5. 常见室内 LED 全彩显示屏方案有何优缺点? 277

6. 什么是单色、双基色、伪彩、全彩色显示屏? 278

7. 什么是静态驱动? 什么是扫描驱动? 两者的区别是什么? 278

8. 什么是非线性校正? 278

9. 什么是额定工作电压? 什么是工作电压? 什么是供电电压? 278

10. 什么是同步系统? 什么是异步系统? 279

11. 什么是盲点检测? 什么是电源检测? 279

12. 什么是亮度检测? 什么是亮度调节? 279

13. 什么是远程控制? 在什么情况下使用? 279

14. 什么情况下用网线传输? 什么情况下用光纤传输? 279

15. 什么是 ARM 系统? 对于 LED 行业而言, 它有什么用处? 280

16. 图文显示屏有何特点? 280

17. LED 图文显示屏的基本结构是什么? 281

18. LED 电子显示屏具有哪些功能? 282

19. LED 电子显示屏控制 LED 亮度的方法有哪些?	283
20. LED 显示屏对供电系统有何要求?	284
21. LED 图文显示屏的典型控制方式有哪些?	284
22. 如何选用户内 LED 显示屏?	285
23. 选用户外 LED 显示屏应主要考虑哪些因素?	286
24. 选用户外 LED 显示屏的注意事项有哪些?	286
25. 如何选择 LED 显示屏?	287
26. LED 显示屏的 IP 等级的含义是什么?	287
27. LED 显示屏的安装方式有哪些?	288
28. 如何安装户内 LED 显示屏?	289
29. 如何安装户外 LED 显示屏?	290
30. 使用 LED 显示屏的注意事项有哪些?	292
31. LED 显示屏软件操作的注意事项有哪些?	292
32. 如何处理 LED 显示屏的简单故障?	293
33. 条屏出现显示乱码故障时应如何排除?	294
附录 A 中国照明学会团体会员名单	295
附录 B LED 及其照明灯具常用术语解释	302
参考文献	309

第 1 章

LED 照明产业的发展

1. LED 产业链由哪些产业构成？

LED 产业链大致可以分为五个部分：一是原材料；二是 LED 上游产业，主要包括外延材料和芯片制造；三是 LED 中游产业，主要包括各种 LED 器件和封装；四是 LED 下游产业，主要包括各种 LED 的应用产品的产业；五是测试仪器和生产设备。

LED 发光材料和器件的原材料包括衬底材料砷化镓单晶、氮化铝单晶等。它们大部分是 III-V 族化合物半导体单晶，生产工艺比较成熟，已有开启即用的抛光性供货。其他原材料还有金属高纯镓、高纯金属有机物源，如三甲基镓、三乙基镓、三甲基烟、三甲基铝、高纯气体氨、氮氢等。

原材料的纯度一般都要在 6N（即 99.9999%）以上。封装材料有环氧树脂、ABS、PC、PPD 等。

外延材料的测试仪器主要有 X 射线双晶衍射仪、荧光谱仪、卢瑟福背散射沟道谱仪等。

芯片、器件的测试仪器主要有 LED 光电特性测试仪、光谱分析仪等，其主要测试参数为正反向电压、电流特性、法向光强、光强角分布、光通量、峰值波长、主波长、色光标、显色指数等。

生产设备有 MOCVD 设备、液相外延炉、镀膜机、光刻机、划片机、全自动固晶机、金丝球焊机、硅铝丝超声压焊机、灌胶机、真空烘箱、芯片计数器、芯片检测仪、倒膜机、光色电全自动分选机等。

2. 如何评价我国 LED 照明产业的发展现状？

2008 年，LED 技术及其产品应用于国家的重点工程拉开了序幕，水立方、鸟巢两座 LED 建筑照明里程碑顺利落成，不仅给人们带来了视觉上的冲击，同时也预示着 LED 技术已经结束“锦上添花”的时代，在国家的一些重点项目中开始崭露头角，扮演着越来越重要的角色。

2009 年 4 月 28 日，国家科技部正式发 189 号文，同意在上海、成都、天津等 21 个城市开展半导体照明应用工程（简称“十城万盏”）试点工作。同时早在 2008 年 12 月，中国广东省大规模更换 LED 路灯计划和 LED 路灯重大科技专项示范工程也开始实施，即

要在两年内在东莞、佛山、惠州、肇庆、中山等 10 个城市实现 1500 千米十万盏 LED 路灯的更换，向世人宣布 LED 照明由传统景观照明走向道路照明，并顺利走向规模化使用。

在诸多企业和政府部门的努力下，我国 LED 产业已经初步形成珠江三角洲、长江三角洲、东南地区、北京与大连等北方地区四大区域，每一区域基本形成了比较完整的产业链。总体而言，我国的 LED 产业格局为南方产业化程度较高，而北方则依托众多高校和科研机构形成了较强的产品研发实力。在地域分布上，珠三角和长三角是国内 LED 产业最为集中的地区，其上、中、下游产业链比较完整，集中了全国 80% 以上的相关企业，也是国内 LED 产业发展最快的区域，产业综合优势比较明显。与 LED 有关的设备及原材料供应商纷纷在这两个区域落户，其与国际应用市场便捷的联系也为 LED 产业的发展创造了良好的服务及市场环境，产业集群效应正在逐步显现。

目前中国半导体照明产业的现状是：外延芯片产业发展快速，而封装企业数量众多，但普遍规模较小，应用发展也比较快，如太阳能 LED 路灯的应用等。

在外延和芯片方面，中国企业成长迅速，并且开始冲击高端市场。目前国产 LED 芯片的光效已经达到了 90~100 lm/W（大规模生产型），研发（实验室）水平已经达到了 100~110 lm/W。尤其值得关注的是，拥有自主知识产权的基于硅衬底的 LED 光效已经达到了 70 lm/W。

从数字上看，尽管国产 LED 芯片性能改善了许多，但仍与国外先进水准差距很大。目前中高端应用方面 50% 采用的是国产芯片，但在大功率 LED 方面 80% 仍依赖进口。

在封装领域，目前中国的封装厂家已经达到 1000 多家，但其规模普遍较小，80% 的企业产值低于 1000 万人民币，产值上亿的企业仅 50 多家。换句话说，中国目前无论在外延芯片，还是在封装应用方面，均缺乏龙头型企业。

尽管中国 LED 产业发展非常迅速，但必须要指出的是，中国 LED 产业仍面临许多挑战，其中人才的缺乏，尤其是高端人才的缺乏是目前制约我国 LED 产业发展的重要问题。根据统计，目前中国大陆的 LED 从业人员超过 80 万，但预计 2010~2012 年新增人才需求达 60 万，缺口仍非常大。

目前中国 LED 产业面临的其他挑战还包括知识产权和专利的匮乏、创投和其他资本的介入问题、技术上的挑战及市场挑战（LED 灯与节能灯的关系）。

3. 国内 LED 的主要应用领域有哪些？

国内 LED 除了大量用于各种电器及装置、仪器仪表、设备的显示场合外，主要集中在以下几个方面。

(1) 大、中、小 LED 显示屏：室内外广告牌、体育场记分牌、信息显示屏等。

(2) 交通信号灯：全国各大、中城市的市内交通信号灯、高速公路、铁路和机场信号灯。