

文章编号:1007-2780(2011)03-0320-04

大尺寸 LED 背光源的热分析

周 昊¹, 马 青¹, 尹大根¹, 尚 飞¹, 柳奉烈¹, 黄 鑫²

(1. 北京京东方光电科技有限公司, 北京 100176, E-mail: zhouhao15@126.com;

2. 北京化工大学 机械工程学院, 北京 100029)

摘 要: 以 119.4 cm(47 in)侧光式 LED 背光源为模型, 采用有限元方法对其进行热分析, 计算出不同情况下的温度场。由计算结果可知: 采用铝材做背板, 散热性能比电镀锌钢板(EGD)材料好 20% 以上。对 LED 背光源的温度场进行了实际测量, 计算结果和实测温度相一致, 证明所提出的分析方法是可行的。

关 键 词: 发光二极管; 背光源; 温度场; 热分析

中图分类号: TN141.9

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20112603.0320

Thermal Analysis of Large Scale LED Back Light Unit

ZHOU Hao¹, MA Qing¹, YOON Dae-keun¹, SHANG Fei¹, RYU Bong-yoel¹, HUANG Xin²

(1. Beijing BOE Optoelectronics Technology Co. Ltd., Beijing 100176, China, E-mail: zhouhao15@126.com;

2. College of Mechanical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: The temperature field of 119.4 cm(47 in) LED backlight unit was analyzed by finite element method. As a result, the efficiency of Al back cover is better than that of EGI one over 20%. Comparing the calculation result with the real temperature, the relative error is only 1.65%. The experimental results show that the temperature field analysis method for LED backlight unit is feasible.

Key words: light-emitting diode; backlight unit; temperature field; thermal analysis

1 引 言

随着全球环保意识的抬头, 节能省电已成为当今发展的趋势^[1]。近年来, 采用 LED 背光源的液晶显示产品在市场中的份额逐渐增加。与传统的荧光灯管相比, LED 产品具有节能省电、效率高、反应速度快、寿命长、环境适应性强和抗冲击性好等优点^[2]。2004 年, SONY 公司推出全世界第一台以 LED 作为背光源的 116.9 cm(46 in)液晶电视; 随后, 友达、三星、LG、飞利浦等公司也纷纷推出了各自的以 LED 为背光源的大尺寸液晶电视, LED 背光源从此成为众厂家研发的热点。

LED 光电转化率较低, 工作时会有大量电能转化为热能。产生的热量若无法导出, 将会使 LED 结面温度过高, 进而影响 LED 的生命周期、发光效率和稳定性; 同时, 过高的温度会使液晶屏的电光性能发生变化, 影响整个产品的使用。所以, 如何提高散热能力是 LED 背光源亟待解决的关键技术之一^[3-4]。LED 背光源有直下式和侧光式两种基本结构。直下式背光源工艺简单, 不需要导光板, LED 阵列置于灯箱底部, 从 LED 发出的光经过底面和侧面反射, 再通过表面的扩散板和光学模组均匀射出。侧光式 LED 背光源使用的 LED 颗数较少, 它是将点状光源设置在经过特殊设计的导光板侧边, 再通过光学模组将光均匀

射出。大尺寸 LCD 需要使用较大功率的 LED, 散热的问题就显得更加重要。因散热问题牵扯到光、电、色等一系列的问题, 因此对 LED 背光源进行热分析是十分必要的^[5-6]。

在 LED 散热, 尤其是大功率 LED 的散热方面, 国内外已有很多研究^[7-8]; 但是这些研究主要集中在 LED 灯条本身, 通过采用新材料、新技术使 LED 本身的散热性能提升^[9-10], 从而提高 LED 的光效转换^[11], 而对背光源整体的研究则很少。本文利用通用有限元软件 ANSYS, 针对 119.4 cm(47 in)侧光式 LED 背光源, 建立了 LED 背光源模型, 分析了几种情况下背光源的温度场分布情况, 并和实际测量结果进行了对比。计算结果和实测温度之间的误差只有 1.65%, 证明本文所提出的分析方法是可行的。

2 分析流程和模型的建立

2.1 ANSYS 软件

ANSYS 软件是融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型通用有限元分析软件。由世界上最大的有限元分析软件公司之一的美国 ANSYS 开发, 它能与多数 CAD 软件接口实现数据的共享和交换, 如 Pro/Engineer、NASTRAN、Alogor、I-DEAS 和 AutoCAD 等, 是现代产品设计中的高级 CAD 工具之一。ANSYS 软件是第一个通过 ISO9001 质量认证的大型分析设计类软件, 是美国机械工程师协会 (ASME)、美国核安全局 (NQA) 及近 20 种专业技术协会认证的标准分析软件。

在热分析方面, ANSYS 可处理热传递的 3 种基本类型: 传导、对流和辐射。对热传递的 3 种类型均可进行稳态和瞬态、线性和非线性分析。热分析还具有可以模拟材料固化和熔解过程的相变分析能力以及模拟热与结构应力之间的热-结构耦合分析能力^[12]。

2.2 分析流程

利用 ANSYS 软件对 119.4 cm(47 in)LED 背光源进行有限元分析。首先建立 3 维几何模型, 然后划分网格生成有限元模型, 确定材料属性和相关边界条件, 计算出温度场。将计算值和实际测量值相比较, 如果两者误差在 5% 以内, 则证明该方法是可行的。分析流程图如图 1 所示, 其中 T_c 为计算最高温度, T_R 为实测最高温度。

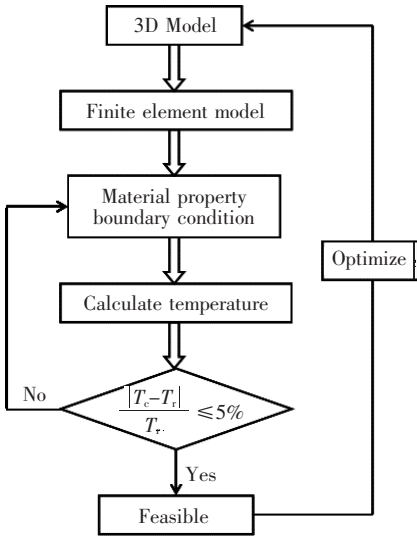


图 1 分析流程图
Fig. 1 Analysis flowchart

2.3 研究范围

LED 背光源的散热途径主要是热传导, LED 产生的热量通过 LED 灯条最终由背板导出, 因此将背光源的研究范围确定为 LED、LED 灯条、导热胶、散热 Al 块和背板。119.4 cm(47 in)侧光式 LED 背光源结构基本对称, 因此将模型简化为 1/4 模型, 如图 2 所示。

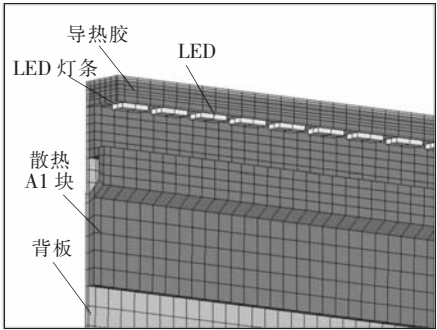


图 2 1/4 模型简化图
Fig. 2 Simplified 1/4 model

2.4 材料参数和边界条件

各部分材料参数见表 1。其中 LED 灯条选用 Al 基材(上层为 FR4 材料, 底层为 Al 基材), 背板选用两种材料(EG1、Al)模拟。

LED 作为热源, 其中电能 30% 转化为光能, 70% 转化为热能。计算出 LED 的热生成率为 $18.3 \times 10^6 \text{ W/m}^3$; 初始温度为 20°C , 背板和外界空气对流换热, 环境温度为 20°C , 空气自然对流

表 1 材料热性能参数

Table 1 Thermal properties of materials		
品名	材料	导热系数/(W·mK ⁻¹)
LED 灯条	FR4 0.2t	3
	Al 基材 1.0t	237
导热胶	1.0t	3
散热 Al 块	Al 1.5t	237
背板	EGI/Al 0.8t	50/237

表 2 LED 相关参数

Table 2 Relative parameters of LED	
LED	主要参数
功耗(Max)	540 mW
功耗(Normal)	396 mW
外形尺寸	5.6 mm×3.0 mm×0.9 mm
操作温度	−40~85 ℃

系数为 10 W·m^{−2}·K^{−1}。

2.5 计算工况

计算了如下几种工况：

- (1)1/4 模型,60 颗 LED,LED 间距为 2.9 mm,背板为 EGI 材料；
- (2)1/4 模型,60 颗 LED,LED 间距为 2.9 mm,背板为 Al 材料；
- (3)1/4 模型,63 颗 LED,LED 间距为 2.65 mm,背板为 EGI 材料；
- (4)1/4 模型,63 颗 LED,LED 间距为 2.65 mm,背板为 Al 材料；
- (5)1/4 模型,66 颗 LED,LED 间距为 2.3 mm,背板为 EGI 材料；
- (6)1/4 模型,66 颗 LED,LED 间距为 2.3 mm,背板为 Al 材料。

3 结果分析

根据以上工况计算得到的结果如下：

采用 Al 材做背板,散热性能比 EGI 好 20% 以上。

参 考 文 献：

[1] 张普雷,史永胜,史耀华,等. 大功率背光源用 LED 驱动电路的研究现状与进展[J]. 液晶与显示,2010,25(1): 68-74.

表 3 各工况下温度场计算结果

Table 3 Calculation results of the temperature field under various conditions			
LED 颗数	EGI T _{MAX} /℃	Al T _{MAX} /℃	(T _{EGI} −T _{AL})/T _{EGI}
60	55.149	43.402	21.3%
63	56.488	44.230	21.7%
66	58.141	45.259	22.1%

对 119.4 cm(47 in) LED 背光源的温度场进行了实际测量,该背光源结构与计算模型相同,其中 LED 为 66×4 颗,背板为 EGI 材料,用红外热成像仪测量 LED 背光源的温度场,实测结果如图 3 所示。

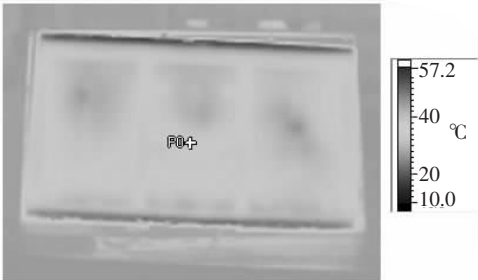


图 3 实测温度值

Fig. 3 Measured temperature values

由图 3 可以看出,该背光源的温度最大值为 57.2 ℃,计算结果与实测结果的相对误差为：

$$\frac{|T_C - T_R|}{T_R} = 1.65\%$$

两者误差远小于 5%，证明本文提出的背光源温度场分析方法是可行的。

4 结 论

分析了 119.4 cm(47 in) LED 背光源的温度场,建立了背光源温度场的分析方法。由计算结果可知,采用 Al 做背板,散热性能比 EGI 好 20% 以上;计算温度与实测温度的相对误差仅为 1.65%，证明了该方法的合理性。应用该分析方法,可以合理选择 LED 的型号、LED 分布等,为设计良好的背光源散热结构提供依据。

[2] 李英峰,刘晶,夏伟,等. 照亮未来的技术-记 LED 照明技术培训[J]. 国际学术动态, 2007,(4): 35-37.

[3] 陈焕庭,吕毅军,王亚军,等. LED 热阻测试方法的研究进展[J]. 现代显示,2007,增(1): 129-134.

[4] 张琦,陈旭. LED 路灯热分析及散热结构设计[J]. 电子与封装,2009,9(5):44-48.

[5] 刘敬伟,王刚,马丽,等. 大尺寸液晶电视用 LED 背光源的设计与制作[J]. 液晶与显示,2006, 21(5):539-544.

[6] 梁萌,王国宏,范曼宁,等. LCD-TV 用直下式 LED 背光源的光学设计[J]. 液晶与显示,2007,22(1):42-46.

[7] Han J M,Seo D S. Electric-optical characteristics of backlight unit with LED light source in low temperature condition [J]. *Transactions on Electrical and Electronic Materials*, 2007,8(2): 93-96.

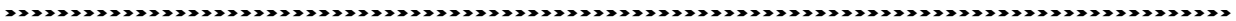
[8] 刘雁潮,付桂翠,高成,等. 照明用大功率 LED 散热研究 [J]. 电子器件,2008,31(6):1716-1719.

[9] 陈强,谭敦强,余方新,等. 功率型 LED 散热基板的研究进展 [J]. 材料导报,2009,12(23):61-64.

[10] 刘一兵,黄新民,刘国华. 基于功率型 LED 散热技术的研究[J]. 照明工程学报,2008,19(1):69-73.

[11] 姜凤山,李兵,李宏岱,等. LED 背光源热设计研究[J]. 现代显示,2009,(100):53-56.

[12] 张国智,胡仁喜,陈继刚. Ansys 工程应用实例解析[M]. 北京:机械工业出版社,2007.



欢迎订阅 2011 年《液晶与显示》

《液晶与显示》是中国最早创办的液晶学科专业期刊,也是中国液晶学科和显示技术领域中的唯一的综合性专业学术期刊。它由中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、中国物理学会液晶分会和中国光学光电子行业协会液晶分会主办,科学出版社出版。

《液晶与显示》以创新性、综合性、实用性为办刊特色,内容丰富,涵盖面广,信息量大,可读性强,既是启迪科技人员开拓创新思路的参考期刊,又是从事液晶和显示技术研究与开发的广大科技人员、大专院校师生及相关领域的科技工作者进行学术交流的论坛,也是图书、情报等部门必不可少的信息来源。

《液晶与显示》为双月刊,国内定价 40.00 元,全年 240.00 元,国内外公开发行。国内邮发代号:12—203,国内读者可在当地邮局订阅;也可通过“全国非邮发报刊联合发行部”订阅(地址:天津市大寺泉集北里别墅 17 号,邮编 300385),本刊的代号为:5074。国外读者可通过中国国际图书贸易总公司订阅(地址:北京 399 信箱,邮编:100044),国外发行代号:4868BM。同时,《液晶与显示》编辑部将竭诚为广大读者服务,随时办理订阅。

地 址:长春市东南湖大路 3888 号 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	
《液晶与显示》编辑部	邮 编:130033
电 话:0431-86176059 0431-84613406	传 真:0431-84695881
E-mail: yjxs@ciomp. ac. cn; yjyxs@126. com	http://www. yjyxs. com