

解决方案：大尺寸超薄侧光式 LED 背光源设计

引言

液晶屏自身并不发光，为了可以清楚地看到 LED 显示屏的内容，需要一定的白光背光源。背光源是存在于液晶显示器内部的一个光学组件，由光源和必要的光学辅助组件构成。传统的背光源采用的是冷阴极荧光灯（CCFL），色彩还原性差，含有对人体有害的汞蒸气。LED 背光源色彩还原性好、寿命长、不含汞、有利于环境保护。就驱动电路而言，传统的 CCFL 背光驱动线路十分复杂，要求上千伏特的驱动电压，利用专门的逆变器才能驱动起来。而 LED 可以低电压工作，响应速度快，控制较为方便。近年来 LED 被逐渐引入到现有的液晶显示技术中，背光源非常有可能成为下一个被 LED 垄断的产业。LED 背光源如果通过增加对比度、区域控制等手段，性能要远远优于 CCFL 背光源。目前，LED 背光源已经在中小尺寸面板中普及，如手机、数码相框等，随着 LED 技术的发展和 LED 芯片的不断成熟，LED 液晶电视将可能逐步取代传统的 CCFL 液晶电视。

背光源根据光源的位置不同分为直下式背光源和侧光式背光源。直下式背光源，直接把 LED 光源放在出光面下面，光源发出的光经过一段空间距离和扩散板的扩散和混合后，成为面光源发射出来，直下式背光源需要一定的混光距离。而侧光式背光结构对超薄化的模块设计则更具优越性，随着“超薄风”的刮起，大尺寸超薄侧光式 LED 背光源成为各大电视厂商及上游企业的研究热点。

1 结构设计

本文所设计的 LED 背光源是侧光式超薄结构，整个结构包括：LED 灯条、驱动板、膜材、导光板、散热块、上框架、背板。背光源采用白光 LED，整个结构设计以 Active Area 的中心点为所有部件的设计中心，以液晶电视所用液晶屏的尺寸为前提，设计其它尺寸。综合考虑电路设计及光学设计的要求，对结构进行设计。结构设计先从 UIVOUT 布局图着手，表达整体机构以及各部件相互之间的装配关系，然后着手零件图结构设计。上框架采用分段式设计，在长度方向上分段，避免长度过长。灯条的出线端设置在背板的四个角处，减少绕线长度。

2 光学设计

背光模组的作用是把点光源发出的光通过漫反射使之成为面光源。为了得到合格的面光源，首先要选择合适的 LED，本设计采用的是白光双芯片 LED。通过预设白场光度指标，结合对液晶屏、光学膜等影响因素的研究分析，完成对整个背光源所需光通量的计算。根据计算的光通量，结合 LED 的光学特性计算出所需 LED 的颗数。表 1 所示为所选 LED 的电学及光学特性。

表 1 LED 电学及光学特性

材料	正向电压/V		光通量/lm		出射角/deg	条件
	最小	最大	最小	最大		
GaN	3.2	3.6	22	28.5	120	$I_f=120\text{mA}$

为了提高背光源的亮度,膜材结构搭配为:一层扩散片+一层 BEF+一层 DBEF。其中,扩散片的作用是借扩散物质的折射与反射将光雾化,让射出的光更加均匀;BEF 的作用是将光线聚拢,使其垂直进入液晶模块以提高辉度;DBEF 是利用原先被传统吸收型偏光片吸收的 50% 的光线来增加亮度。导光板网点直径为 0.54~1.55mm. 图 1 所示为导光板的部分网点分布图。

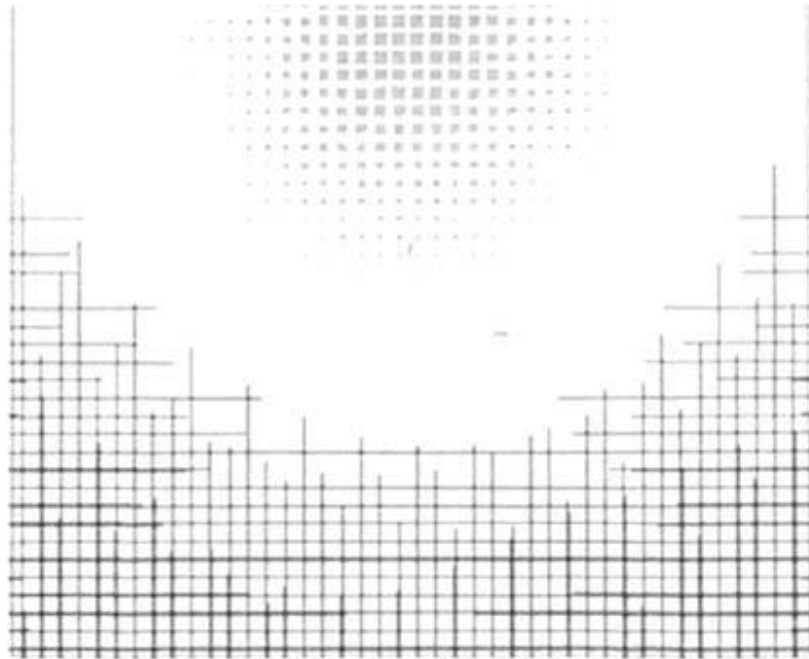


图 1 导光板网点分布图

3 电路设计

LED 背光源电路设计主要包括灯条设计和驱动控制电路设计，图 2 所示为整个电路部分的结构框图。

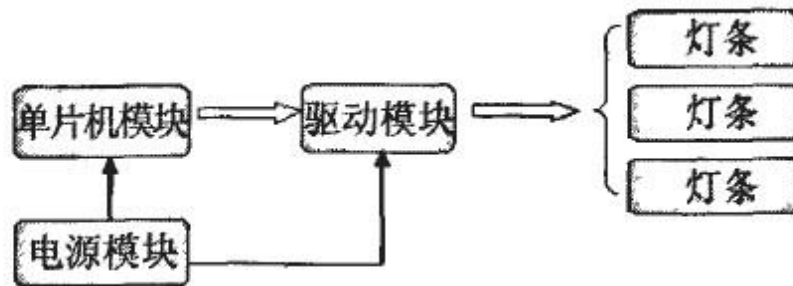


图 2 电路结构框图

3.1 灯条设计

光源采用双芯片白光 LED，灯条分布在背光源的四周。为了达到更好的电流均一性，灯条采用串并混联，实行两并多串。为了取得更好的散热效果，LED 灯条采用铝基板加工制作。整个系统输入电压为 24V，此电压由外部电源转换器提供。

3.2 驱动控制电路设计

驱动芯片是三路峰值电流模式 PWM 控制器，通过闭环控制输出电流提供高精度 LED 电流。该芯片包含三个峰值电流模式控制器，给 IC 提供反馈，以确保更高效率和更高精度。芯片上的栅极驱动器进行了优化，用来驱动 0.25A 源电流或 0.5A 沉电流的逻辑电平 FET，每个输出电流可通过线性或 PWM 调光方法进行单独调光。

该芯片的闭环系统能动态调节它的输出电压，以适应 LED 电流的线路和负载调整。单一封装内集成的三路驱动器保证了每串间有更好的电流匹配，同时降低了整个系统的芯片数量。具有 40V 线性稳压器，提供 5V 电源给 IC 供电，三个转换器的开关频率由内部振荡器控制，三路有 120° 的相位差，以降低输入电流波纹。高压驱动，电流匹配度良好。LED 串间电流精度为 4-2%，支持线性和 PWM 调光。

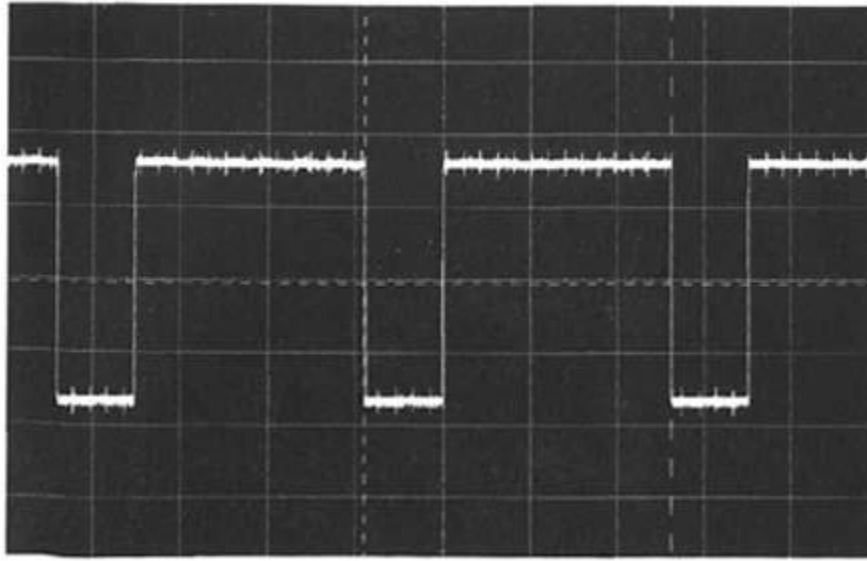


图 3 PW_M_波形图 (D=75%)

3.3 散热设计

由于 LED 的光效较低, 工作时会产生大量的热量, 如果不解决散热问题, 会导致 LED 发光亮度的衰减和使用寿命的缩短。为了抑制 LED 产生的热量影响背光模组的辉度和色度, 就要对 LED 进行散热设计。

为了达到更好的散热效果, 将 LED 阵列焊接在铝基板上 (MCPCB), 铝基板比普通的 PCB (FR4 材质的 PCB) 散热效果要好很多倍。在铝基板下面, 设计了长条形的散热块。在散热块和灯条之间贴敷导热双面胶, 并用螺钉固定铝基板和散热块。在背光源的四周热量聚积地带, 贴敷带保护膜的导热片。为了降低热阻, 在 LED 焊盘上加导热过孔。这样, 减少了 PCB 板垂直于热流方向的截面积, 从而减少了顶层和底层之间的热阻而加强了 LED 灯热量的传导。最后, 依靠电视机壳里的空气对流将热量散掉。

4 测试结果

本文所设计的液晶电视用超薄 LED 背光源为侧光式结构, 光源采用白光 LED。图 4 所示为组装后的 LED 背光源, 厚度为 9.9mm。利用 BM-7 进行九点测试,

中心辉度为 5,500nit, 亮度均匀性为 82%, 色彩还原性达到 95%@CIE 1976。背光源整体功率为 150W, 其中 LED 功耗为 135W, 驱动电路效率达 90%。背光系统的驱动电路属于高压驱动, 电路简单, 电流一致性良好。

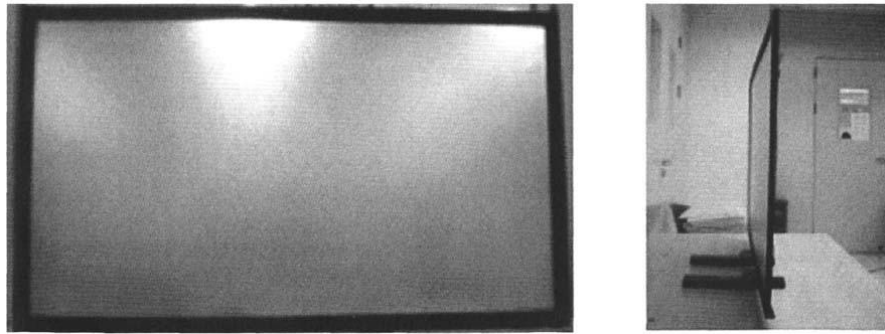


图 4 组装后的背光源

5 结论

本文设计了一款大尺寸超薄液晶电视用 LED 背光源, 中心亮度达到 5,500nit, 整体背光源功率为 150W, 亮度均匀度为 82%。整机厚度为 9.9mm, 达到业内领先水平。本文设计的背光源已通过信赖性测试, 为量产打下了基础。