

提升液晶电视 LED 背光性能的新趋势

DavidBrown
战略应用工程部门
研诺逻辑公司

随着成本和功率效率推动新系统架构的发展和克服设计挑战,业内大尺寸液晶电视的背光正不断从冷阴极荧光灯(CCFL)过渡到白光 LED。液晶电视设计人员在 LED 背光方面所面临的主要挑战就是如何在系统设计复杂性、元件成本和功率转换效率之间取得平衡。液晶电视 LED 背光的总系统效率受到几个因素的影响。新型 LED 背光驱动 IC 正力求解决这些挑战,为液晶电视设计人员提供了切实可行的解决方案。

LED 背光类型

在 CCFL 背光向白光 LED 背光转变的过程中出现了两大类白光 LED 背光解决方案。大多数解决方案通常属于“直下式”或“侧入式”LED 背光方案。

- “直下式”LED 背光是指 LED 直接在液晶面板后方投射灯光。直下式背光系统通常由短的 LED 串组成,一般是排列成多个通道或“模块”的 8 至 12 组白光 LED。每块液晶面板使用模块或通道的数量多达 64 至 128 个。相比原先的 CCFL 系统,直下式背光系统的优势在于对比度更佳,因为每个 LED 串或模块本身都是液晶显示屏画面的独立发光源。直下式背光系统的缺点在于较高的系统成本和控制复杂性。



图 1：直下式背光液晶电视 LED 串排列成一组背光“模块”格

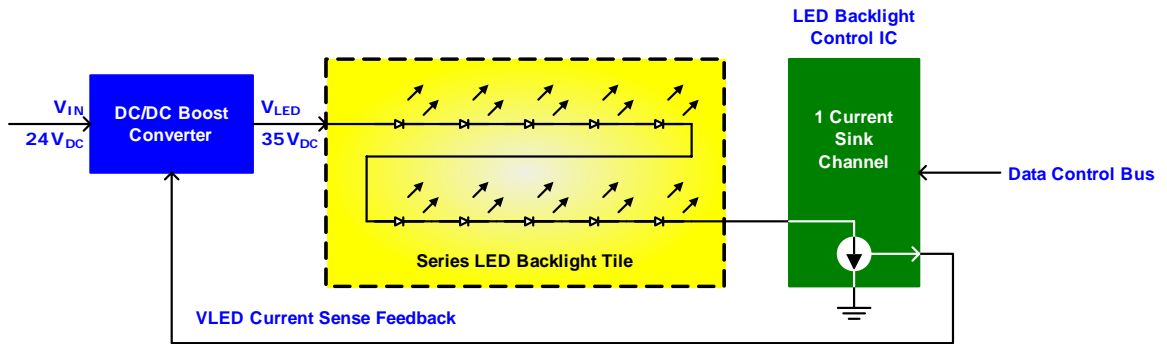


图 2：直下式背光单个 LED 通道图示

- 侧入式背光系统将 LED 在液晶面板侧边或顶部和底部排列成较长的串或“灯条”。每根灯条的 LED 串可包含多达 20 至 50 组 LED。侧入式背光优势在于更低的系统成本和复杂性。但由于液晶面板照射并非直入，因此对比度品质常常会与原先的 CCFL 系统一样。侧入式背光的一大优势在于它可用于替代几乎不能调整背光系统信号或硬件的传统 CCFL。

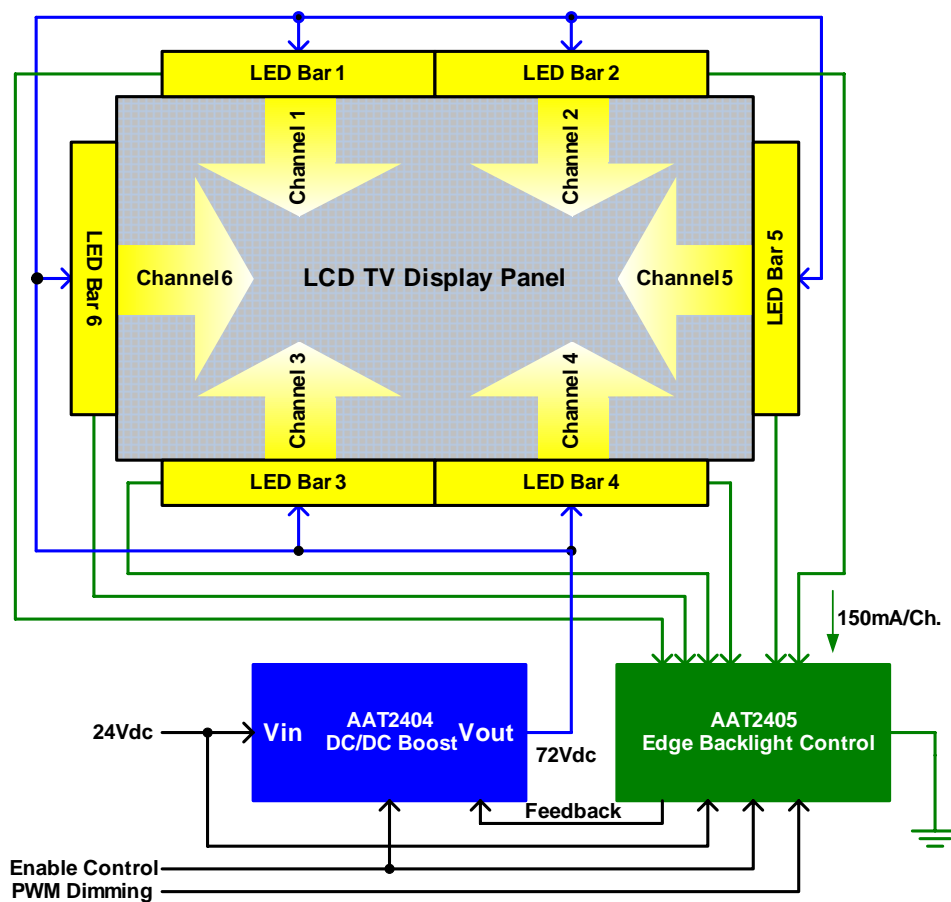


图 3：侧入式背光液晶面板图示

设计挑战和解决方案

直下式和侧入式背光系统通常都会遇到的设计挑战便是功率转换效率及其相关散热问题。目前市场上已有几种液晶电视 LED 背光驱动集成电路可为这一问题提供技术解决方案。

所有液晶电视系统（包括直下式和侧入式背光系统）设计人员都必须确定既定系统所需LED串和/或通道的数量，以及每条串所需的LED数量。系统设计人员还需要确定达到规定液晶背光亮度所需的最大正向电流。一旦确定了这些最高级别的系统要求，下一步必须要考虑的技术问题便是LED正向电压(V_F)以及因LED V_F 差总值而导致的后续LED串电压变化。加上每个LED串之间的 V_F 差将对总系统效率产生最大的影响。

所有白光LED的 V_F 差在同一生产类型中的差别高达 500mV，有时甚至更大。考虑到成本因素，实际测试分类和部件装箱只能将LED V_F 差缩小至大约 $\pm 100\text{mV}$ 的范围。总电压最大 V_F 的LED串将决定LED高侧电源输出电压。接下来产生的问题则是利用较低 V_F 总值控制LED亮度的电流阱必须耗尽过量电压差生成的电源。既定串中的LED数量越多 V_F 差越大，这一规律不容忽视。例如，图 4 中系统的LED串共有 10 组，每组 V_F 差都为 $\pm 100\text{mV}$ ，因而导致的LED串电压失配高达 2V。若 V_F 差高于 $\pm 100\text{mV}$ ，或使用的LED超过 10 个，那么通道之间的失配率将会增加。

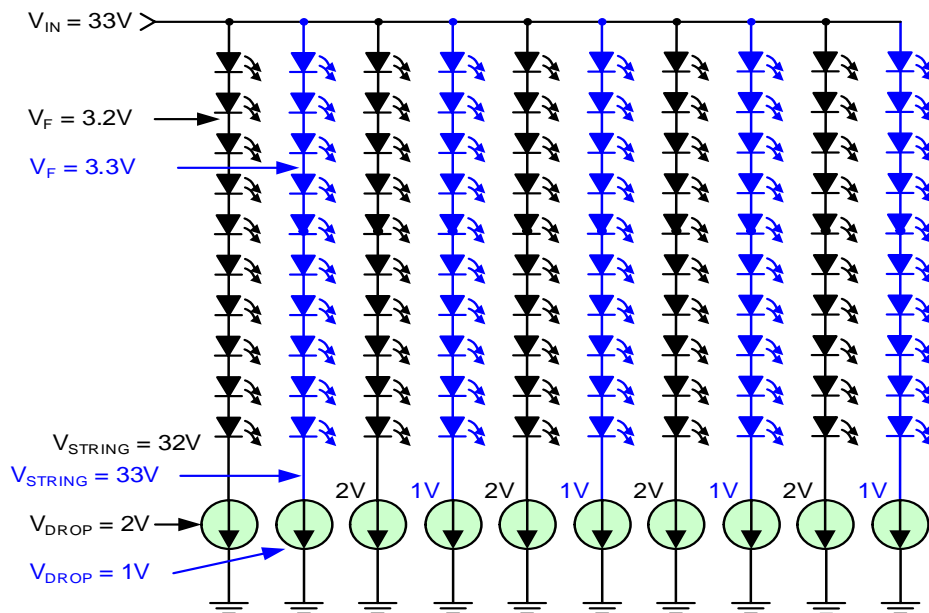


图 4：常见的 16 通道，10 组 LED 背光阵列

背光控制IC提供的第一项重要功能是一种电压反馈方法，即将电压从LED通道电流阱回馈至可调节LED(V_{LED})电源的交流/直流(AC-DC)或直流/直流(DC-DC)升压转换器。每个LED通道电流阱的内部电压传感电路均为多路传输，可选择电压降最低的电流阱。电压降最低的电流阱将代表 V_F 总计最高的最差条件下LED串。选择要求最高电压的LED串将确保所有LED串的运行在工作电流给定的情况下可获得足够的电压余度。对混合 V_F 要求较低的相邻通道而言，过剩功耗将以热的形式散失掉，但电源反馈将维持最低电压以保证系统的正常运行。如果没有电源反馈，一个固定的LED设备电压必须设置成超出所需水平，并会导致系统功率效

率的下降。

在使用配有集成电流阱的背光控制IC时,设计人员必须对LED通道电压差进行测量和评估,并计算每个LED控制IC的最差条件下混合功耗,以确保在周围工作温度给定的情况下,它们不会超过IC最大功耗定额。一般的液晶电视系统运行时的内部环境温度在 65°C以上,大部分IC的额定运行环境温度高达 85°C以上。因此不会给系统运行留下很多散热空间。其次,在运行的正向电流水平达到 70mA至 120mA时(常见于很多直下式背光应用),配有集成电流阱的IC最适合于LED串系统,不超过 8 到 12 串LED,并且具备了十分匹配的 V_F 特性。如果要进行 8 至 12 串LED驱动,LED电压源将达到 35V至 45V之间,最新一代背光驱动器IC通常为 45V至 50V的额定运行电压。如果LED串短路,这些IC器件在保护下不会被损坏。此外,液晶电视通用电压是 12V至 24V,而额定高压IC通常可直接在这样的电压下工作。它们并不需要额外的本地降压调节器,这样可以节省设计时间、印刷电路板(PCB)空间和成本。

直下式背光系统的功能要优于控制 IC 额定功率侧入式背光系统,后者不管在什么地方通常都要求某个指定的 LED 串要达到 20-50 甚至更多串 LED,而直下式背光系统则要求采取不同的方法。这项应用提出了配有集成电流阱的控制 IC 所无法解决的两大问题。首先是电流阱的功耗问题,其次是 LED 串工作电压远大于控制 IC 的绝对最大额定值。对这些应用而言,控制 IC 可调节每个 LED 串的外部电流阱金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。外部 MOSFET 有助于分散控制 IC 以外的功率损耗,并可调整大小来满足系统需求。对于用在侧入式背光灯条等地方的高压 LED 串应用来说,LED 工作电压最高可达到 200V 至 300V。在这些情况下,可将另一个高压支柱型串联 MOSFET 放置在电流阱 MOSFET 和 LED 串之间,以便在 LED 串发生短路的情况下缓冲低侧电流控制。

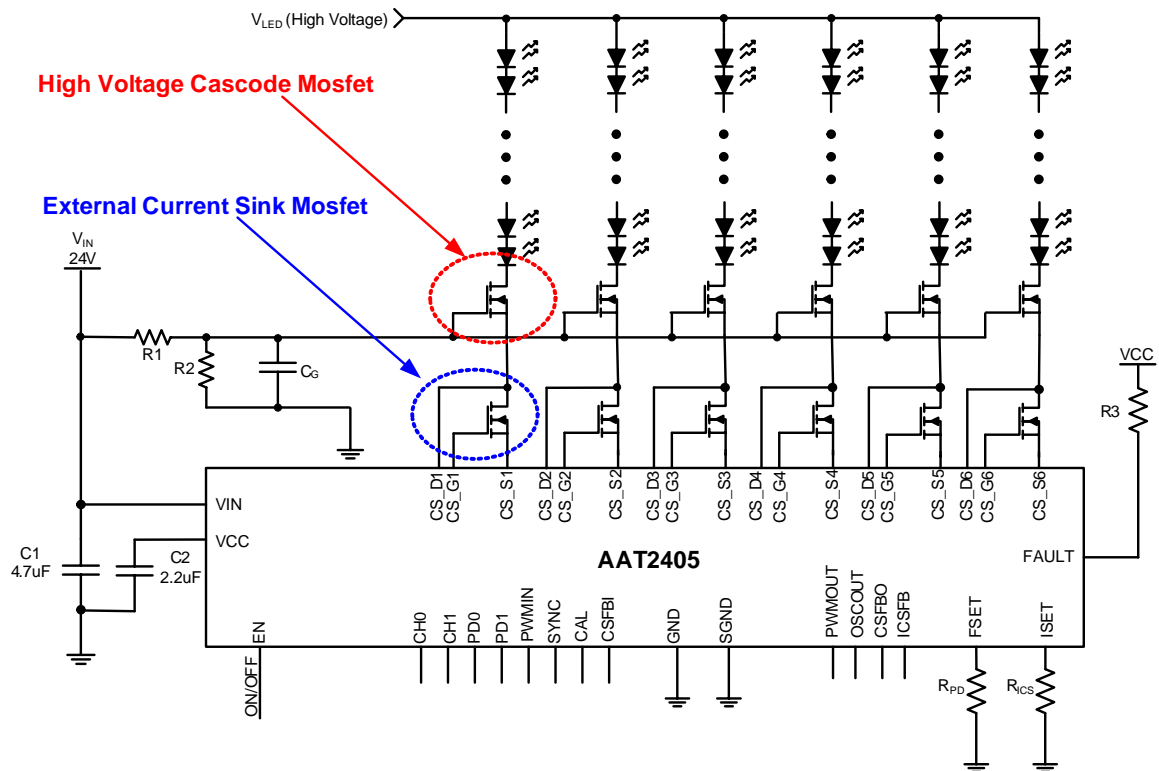


图 5：配有外部 MOSFET 电流阱和可保护每个 LED 通道的高压支柱型串联 MOSFET 的 IC 背光驱动器图示

用来安装 LED 背光驱动器及其相应电路的印刷电路板(PCB)对实现最佳系统性能至关重要。许多传统的液晶电视采用的是低成本的双面印刷电路板。而在新的 LED 背光液晶电视系统中，印刷电路板不再只是一种安装和连接元件的方法，它应被视作是一个复杂的电源管理系统中电路的一部分。电路板设计师发现，有专门电源层和地层的四层电路板可大大增强性能。电源层和地层增加了电路板铜的份量，这就提高了电路板的热质和导热性能。这些外加层还为输入电源供应器提供低阻抗路径以及与高速数字数据信号和其它噪音源相隔离的电源地面返回路径。此外，元件安放和走线设计必须手动完成。为了使背光控制 IC 能够发挥有效作用，各元件应安放在印刷电路板物理尺寸所允许的最大距离外。理念就是分散印刷电路板上的 IC 和外部电流阱 MOSFET（如果使用的话），以便更好地分散电路板上功耗点源及其产生的热量。印刷电路板走线在设计时应为所有功率输入和输出提供尽可能最低的阻抗连接。为最大程度上降低印刷电路板走线的阻抗和实现印刷电路板蓄热功能的最大化，建议针对所有电源走线使用一盎司或两盎司铜。对数据信号走线来说，半盎司铜就足够了，但使用最大量的铜则会产生最佳的效果。

许多传统的 CCFL 背光系统无法向 CCFL 灯管添加相位延迟。基于这点，许多 LED 背光设计人员就延续这种做法，不向 LED 背光串添加任何相位延迟，但具有波动噪声降低和许多高端直下式背光架构的高级液晶除外。这些传统 CCFL 背光系统的设计人员常常没有可用于多通道脉宽调制相位延迟的控制信号。此外，有限的时间和资源限制了为电视系统增加新的控制界面和微控制器。最新一代的 LED 背光 IC 控制器可针对 LED 背光电流阱脉宽调制调光信号内部生成用户可编程的相位延迟，从而解决了这个难题。图 7 显示，针对 CCFL 背光设计的液晶电视具有在 120Hz 到 480Hz 范围内的简单脉宽调制调光信号，并使用了可编程相位延迟。在这种情况下，一个侧入式背光应用可使用 6 个 LED 电流阱通道，从而实现了从现有的 CCFL 液晶电视到 LED 背光的升级。这 6 个通道就具有 60 度相位延迟，可用于平均分配通道开启/关闭时间，并通过 LED 串交流-直流或直流-直流升压电源降低峰值电流和平均电流。这就提高了电源效率，并且通过降低峰值电感电流，可为系统选择具有更低饱和电流规格的低成本电感器。

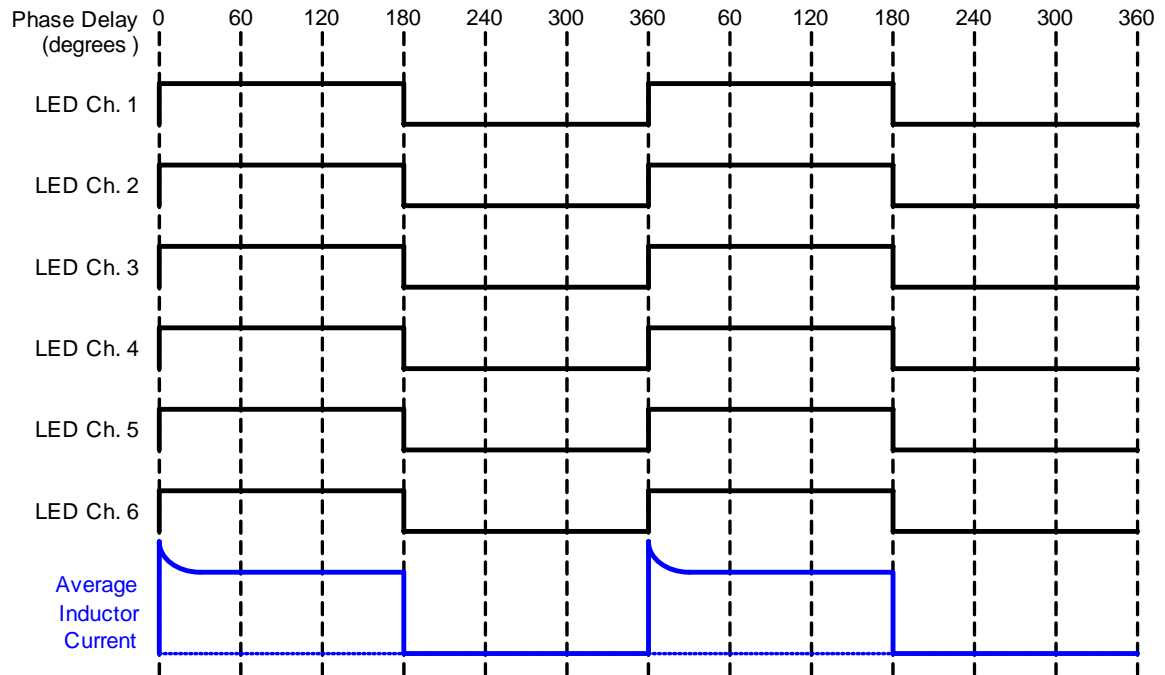


图 6:背光系统没有相位延迟可用于针对每个 LED 通道的脉宽调制调光信号

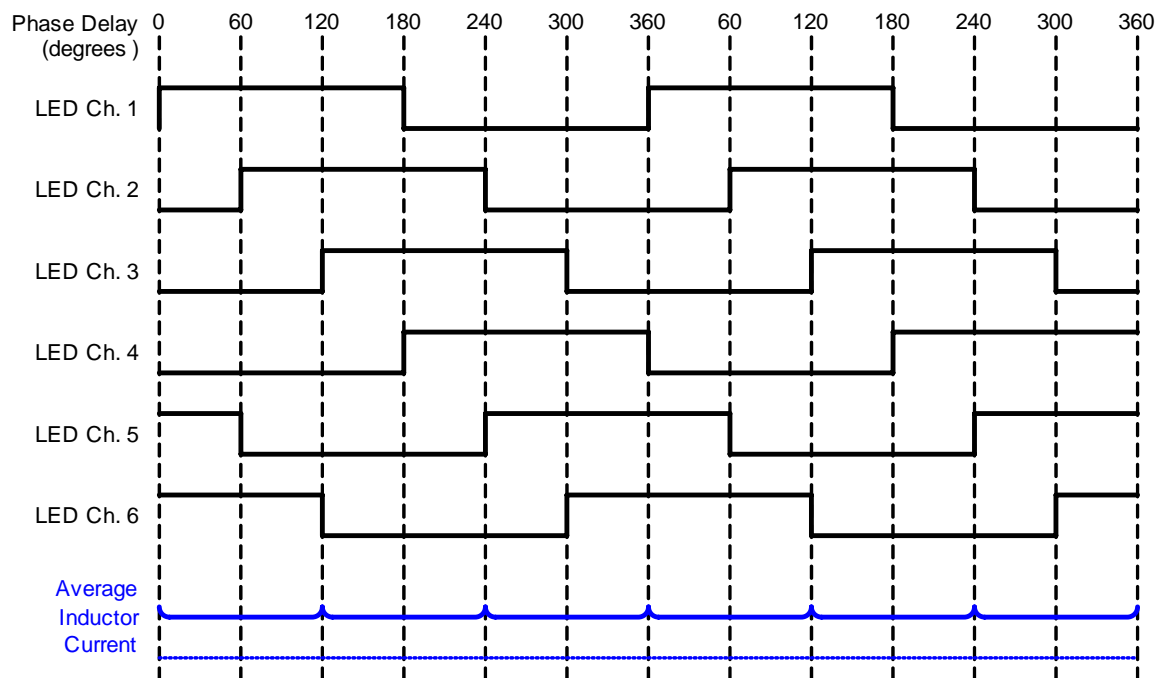


图 7:背光系统有 60°相位延迟可用于针对每个 LED 通道的脉宽调制调光信号

结论

随着 LED 电视背光系统的不断发展，新型液晶电视 LED 背光控制 IC 为设计人员带来了更好的解决方案。在选择 LED 背光控制 IC 时，应考虑以下系统特点：

- LED V_F 规格和容差
- 根据LED V_F 量所需的LED串电压总值

- 计算并联 LED 电压失配造成的功率消耗以及所需的最大 LED 电流
- 系统可以使用配有集成电流阱的 IC 或需要带有外置 MOSFET 的控制器吗？

一旦最高级别的系统参数降低后，就可以选择 IC。设计人员必须解决最糟糕的情况下 LED 串功率消耗的问题。LED 电源设计应具有来自控制 IC 电流阱的正反馈信号，以降低 LED 串过多的电源电压，从而使总系统功率转换效率最大化。在排布背光电源印刷电路板时，请考虑电路板和放置元件的热属性，尽可能分散消耗功率，使电路板的热量和热源分布最大化。此外，设计人员应利用最新一代 LED 背光控制 IC 里先进的新功能，如脉宽调制调光相位延迟控制、电源电流检测反馈以及根据既定串为任意数量的 LED 配置多个 LED 串和/或通道的功能。具有更佳额定电压的 IC 现已面市，可直接在 12V 至 24V 电源下工作，并且可在 50V 时关闭。对于那些对电压和 LED 电流要求更高的设计而言，可选择驱动外置 MOSFET 的控制器，并可将其升级至能够满足当今高级液晶电视背光应用的要求。