

大屏幕液晶显示屏背光灯及高压驱动电路原理及电路分析（一）

（目前液晶电视的销量和社会保有量非常大，液晶电视的维修资料奇缺，而液晶电视的背光灯高压驱动电路又是液晶电视中极易发生故障的部位，它类似于 CRT 电视的行扫描电路，是高压大电流电路，其故障率不低于 CRT 电视的行扫描电路。目前对于该部分的原理电路分析维修的资料很少，该文对于背光灯管及驱动电路的特性、构造、组成、要求、电路原理分析比较详尽，以帮助维修人员更加深刻的理解液晶电视背光灯驱动电路，为下一步维修打好基础）

液晶电视的显示屏是属于被动发光型的显示器件，液晶屏自身不发光，它需要借助背光灯来实现屏的发光，即背光灯管发出光线通过液晶屏透射出来，利用液晶的分子在电场作用下控制通过的光线（对光进行调制）以形成图像，所以一块液晶屏工作成像必须配上背光源才能成为一个完整的显示屏，要显示色彩丰富的优质图像，要求背光灯的光谱范围要宽，接近日光色以便最大限度的展现自然界的各种色彩。目前的液晶屏背光灯，一般采用的是光谱范围较好的冷阴极荧光灯（cold cathode fluorescent lamp; CCFL）作为背光光源。

大屏幕的液晶电视要保证有足够的亮度、对比度和整个屏幕亮度的均匀性，均采用多灯管系统，32 寸屏一般采用 16 只灯管，47 寸屏一般采用 24 只灯管。耗电量每只灯管约为 8W 计算，一台 32 寸屏的液晶电视背光灯耗电量达到 130W，一台 47 寸的液晶电视背光灯的耗电量达到近 200W（加上其它电路耗电，一台 32 寸屏的液晶电视耗电量在 200W 左右）

冷阴极荧光灯的构造和工作原理

冷阴极荧光灯 CCFL 是气体放电发光器件，其构造类似常用的日光灯，不同的是采用镍、钼和锆等金属做成的无需加热即可发射电子的电极——冷阴极来代替钨丝等热阴极，灯管内充有低气压汞气，在强电场的作用下，冷阴极发射电子使灯管内汞原子激发和电离，产生灯管电流并辐射出 253.7nm 紫外线，紫外线再激发管壁上的荧光粉涂层而发光，图 1。

冷阴极荧光灯的特性

冷阴极荧光灯是一个高非线性负载，它的触发（启动）电压一般是三倍于工作（维持）电压，（电压值的大小和灯管的长度和直径有关）冷阴极荧光灯在开始启动时，当电压还没有达到触发值（1200~1600V）时，灯管呈正电阻（数兆欧），一旦达到触发值，灯管内部产生电离放电产生电流，此时电流增加，灯管两端电压下降呈负阻特性 图 2，所以冷阴极荧光灯触发电点亮后，在电路上必须有限流装置，把灯管工作电流限制在一个额定值上，否则会因电流过大烧毁灯管，电流过小点亮又难以维持。

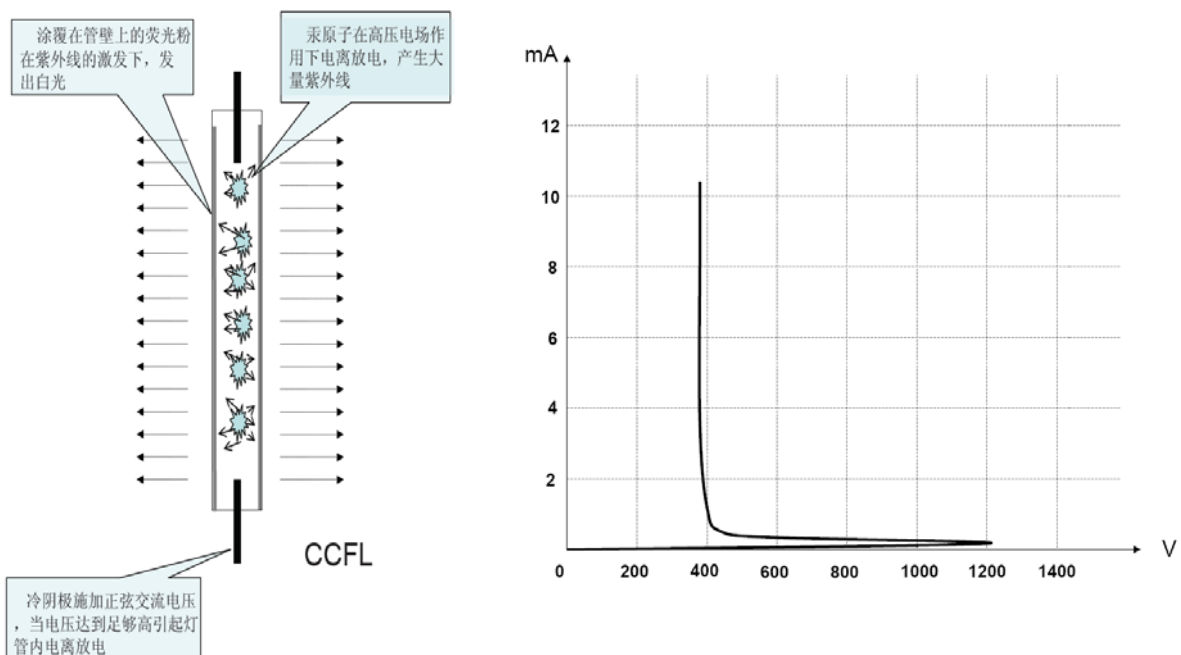


图 1

图 2

图 2 是冷阴极荧光灯的电压电流特性，垂直轴表示流过灯管电流，水平轴表示灯管两端电压。在灯管开始点亮之前，水平轴上灯管两端的电压上升，当还未达到灯管触发电压时（1200V~1600V 以下），灯管电流基本没有，当达到触发电压时（1200V~1600V）灯管内部汞原子电离，产生电流，灯管点亮由于电流上升，灯管两端电压急剧下降，并维持在 400V~600V 左右，此时由于外电路的限流作用，灯管两端的电压基本上维持在触发电压的大约三分之一处，灯管两端电压的小幅度变化会引起灯管电流较大幅度的变化（电流大幅度的变化，直接影响灯管的使用寿命）。点亮灯管后维持灯管两端电压的稳定性是重要的。

冷阴极荧光灯在良好的供电环境下，寿命可以达到 25000~50000 小时（近似于 CRT 寿命），即灯管供电的频率、波形、触发电压、维持电压、灯管电流要符合该灯管的特性。对于有亮度控制的灯管，波形要求更加严格，否则灯管寿命大大缩短（有些屏的背光灯管和液晶屏是做成一个整体是不可换的，灯管损坏，屏体整体也成废品）。

冷阴极荧光灯要求高效率、长寿命，那么对其灯管的供电、激励部分是要符合灯管的特性，供电源必须是交流正弦波，频率为 40K~60K 左右，触发电压在 1200~1600V，维持电压约是触发电压的三分之一（由灯管的长度和直径决定），由于每一只灯管的电压/电流特性并不是完全一样，灯管不能直接并联使用（串联应用虽然可以点亮，由于特性的差异造成相串联的灯管的亮度不同，会造成整屏亮度不均匀），所以在多灯管液晶屏中，每一只灯管均配单独一只高压变压器，图 3 是三星 32 寸屏的背光灯高压驱动板，该屏有 16 只灯管，其驱动板上就有 16 个高压输出变压器，图 4 是高压变压器。图 5 是三星 32 寸液晶平背光灯高压驱动电路的信号流程及简单框图。

目前背光灯高压驱动板和液晶屏是配套出厂的，不同型号、尺寸的液晶屏其高压驱动板是不可互换的。



图 3

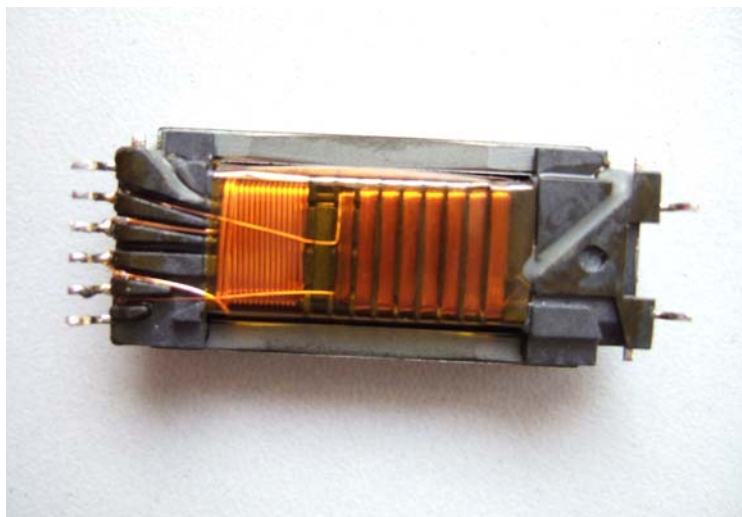


图 4

关于冷阴极荧光灯的亮度控制；液晶电视也应该和 CRT 电视一样能进行亮度控制，但是冷阴极荧光灯因为其特有的非线性特性，用普通的依靠改变电压控制电流的亮度控制方法，有一定的困难，虽然发光亮度的增大可以通过增大灯管的电流来实现，但增大电流改变亮度的作用是有限的，且过大的电流会使灯管的电极受到损害，进而导致灯管的寿命缩短，同样减小电流控制亮度减小的作用也极其有限，并且电流减小会使放电难以维持导致熄灭，灯管弱电流放电对灯管的寿命也是不利的。

所以目前冷阴极荧光灯的亮度控制均采用脉冲调光，具体方法是：用 30~200Hz 的低频 PWM 脉冲波（PWM 脉冲波的宽度受控于 CPU）对施加于冷阴极荧光灯管上的连续振荡高压进行调制，使连续振荡波变成断续振荡波，从而达到控制亮度的目的，其控制原理是：断续的在极短间内停止对冷阴极荧光灯供电，由于停止时间极短，不足以使灯管的电离状态消失，但是其辐射的紫外线强度下降，管壁上的荧光粉的激发量减小，亮度也下降，只要控制 PWM 的脉冲的占空比，就可以改变灯管在一个导通/关闭周期的时间比，从而达到控制灯管平均亮度的目的 见图 5 中，调制器输出的脉冲串信号，目前的技术可以达到 400:1 或更高的调光控制。

但是，由于此种控制方式是反复的启动、截止灯管，即在每一个启动、关闭周期都会造成灯管高启动电压及电流的突变的冲击，这对于气体放电灯的电极而言是极为不利的，会大大的缩短灯管的寿命，为了解决这一问题，目前均采用一种“柔性”启动技术，即对调光脉冲的包络的前沿和后沿，采用连续线性增幅和降幅的处理（前沿是一个逐步增大的过程，在后沿是一个逐步减小的过程）图 6，这样经过线性变幅处理后的高压脉冲波，再作用于灯管上，就不会对灯管造成损伤，也不会影响灯管的寿命。为了防止断续时间过长灯管熄灭，PWM 脉冲信号的频率控制在 50~200Hz 范围内。脉冲调光方法控制亮度的范围比较大，只要波形符合要求，对灯管的寿命没有影响。目前具有亮度控制笔记本电脑的液晶屏的亮度控制，均采用此方法。但是具有脉冲调光的背光灯驱动电路比较复杂，技术要求高。

对于多灯管屏的亮度控制，如果同时间断灯管的瞬间供电，PWM 的间断频率会和液晶屏的刷新频率差拍，液晶屏会出现滚道干扰、闪烁、亮度不均匀等现象，为了防止这种现象产生，加于每个灯管的断续脉冲波相位上有所差异，即对灯管来说，短暂停止供电在多根灯管中，不是同时断电、供电，必须是交替轮流断电、供电。多灯管系统一般把灯管分为 4 组，

供电系统的 PWM 脉冲有 4 个通道，输出 4 路经过 PWM 调制的高频脉冲波，每个通道向一组灯管供电，通道之间输出的 PWM 调制脉冲，依次移相 90° ，这样 4 组灯管则达到轮流断电、供电，使亮度更均匀，干扰最小，三星 32 寸液晶屏有 16 根灯管，分为 4 组，每组 4 根灯管（24 根灯管液晶屏的就每组 6 根灯管）。

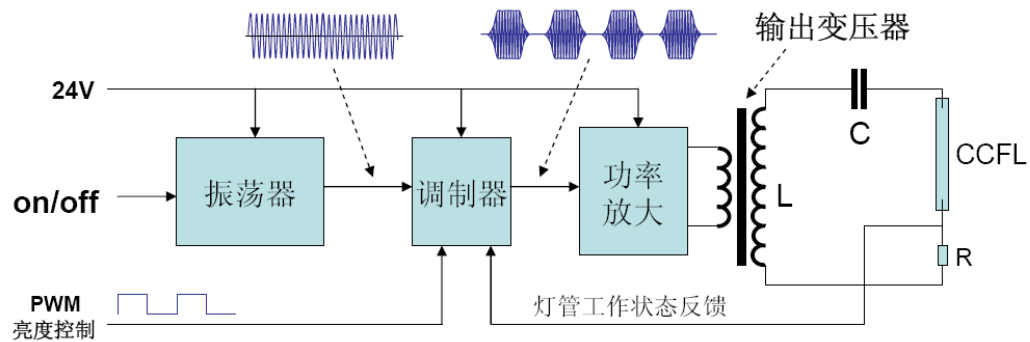


图 5

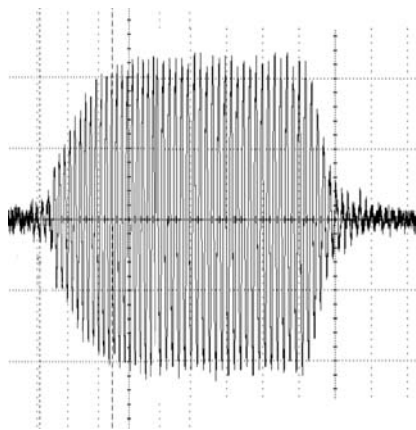


图 6

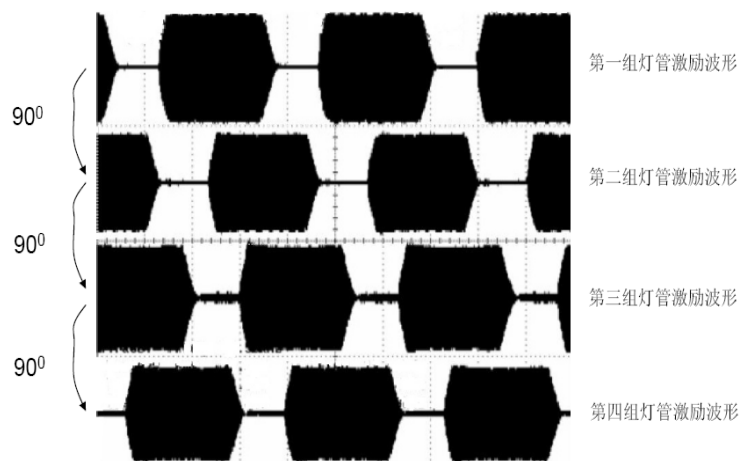


图 7

功率放大器和输出电路；功率放大器的作用是把调制器调制的高频断续脉冲波，经过放大到足够激励点亮冷阴极荧光灯管点亮的功率。输出电路是利用变压器对功率放大后的激励信号进一步的升压以达到激励并点亮灯管电压，输出电路还有一重要的作用，即是把功率放大输出的方波转化为冷阴极荧光灯管工作必须的正弦波。

功率放大器在目前各厂家生产的背光灯高压驱动电路中均采用 MOSFET 组成的功率输出电路，电路形式有所不同，总的不外以下四种形式；

1、全桥架构；

全桥架构功率放大电路 图 8，放大元件由 4 只 MOSFET（两只 N 沟道及两只 P 沟道）组成，应用的供电电压范围宽（6V~24V）最适合在低电源电压的场合应用。适合低电源电压

的设备 如笔记本电脑等低压供电的设备。

2、半桥架构；

半桥架构功率放大电路如图 9；和全桥架构相比，节省了两只功率放大管（一只 N 沟道和一只 P 沟道的 MOSFET）。在相同的输出功率和负载阻抗情况下，供电电压比全桥架构要提高一倍（电流为全桥架构的一半），用在供电电压较高的设备上（大于 12V）。

以上两种架构的功率输出电路的每一个桥臂的放大元件是 N 沟道和 P 沟道 MOSFET 组成的串连推挽功率输出电路。

3、推挽架构；

这种架构的功率放大电路如图 10，只用两只廉价的低导通电阻的 N 沟道 MOSFET，使电路的效率更高（P 沟道的 MOSFET 价格高、由于导通电阻大，电路的效率较低），对于 MOSFET 的筛选要求也低，电路所用元件也少，有利于最大限度降低成本。该推挽架构对电源的稳定要求较高（如稳定的 12V 供电），对于如笔记本电脑的电池电压在使用中逐渐下降的设备，不易采用此推挽架构的电路。

4、Royer 架构（自激振荡）；

自激振荡器方式 图 11，不需要激励控制电路，主要两只功率管和变压器加反馈电路组成的最简单应用方式，是在不需要严格控制灯频和亮度的设计中。由于 Royer 架构是自激式设计，受元件参数偏差的影响，很难严格控制振荡频率和输出电压的稳定，而这两者都会直接影响灯的亮度、使用寿命。并且无法对液晶屏进行亮度控制，一般应用在廉价的节能灯上，正因为此，Royer 架构一般不被用于液晶显示屏上。尽管它是本文所述四种架构中最简单、廉价的。

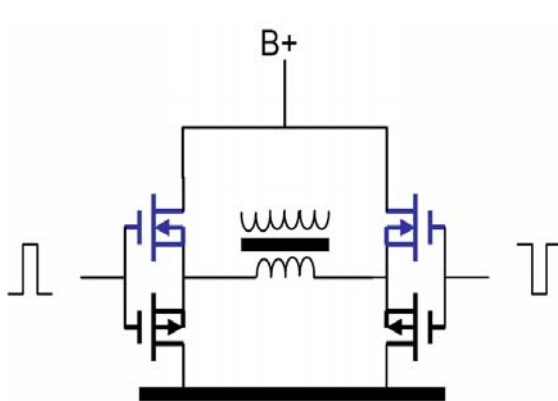


图 8 全桥架构

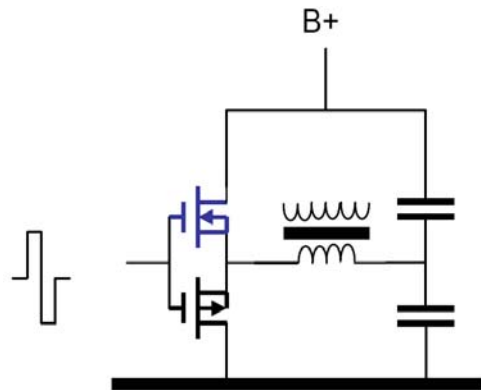


图 9 半桥架构

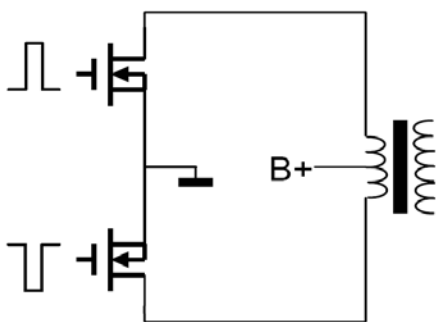


图 10 推挽架构

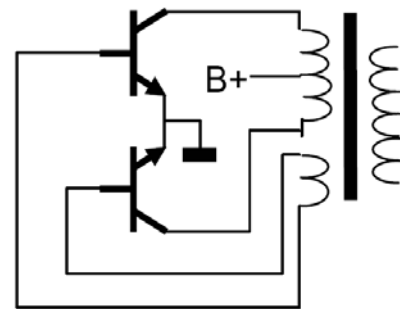


图 11 Royer 架构

输出电路及正弦波的形成;

背光板驱动电路中前级(振荡器和调制器)和功率输出部分,基本上是在开关状态(开关状态工作效率高、输出功率大),输出基本也是开关信号,前面已经提到冷阴极荧光灯的最佳供电电压波形是正弦波,为了保证背光灯管工作在最佳状态(对于发光亮度及寿命是非常重要的),还必须把功率输出级输出的信号变换为正弦波。

正弦波的转换;

整个背光灯驱动电路我们可以把它看成是一个它激振荡器。

作为一个振荡器输出什么波形,完全取决于振荡器的输出电路特性,输出电路是非谐振电路,输出是脉冲波(输出特性是纯容性输出锯齿波,输出特性是纯阻性输出方波,输出特性是纯感性输出微分波为主),输出电路如果是谐振电路输出必然是正弦波。我们只要把背光灯高压驱动输出电路,做成一个谐振电路就可以输出正弦波,如果谐振电路的谐振频率就是振荡器的振荡频率,那么该背光灯驱动电路,就能做到最大限度的高效的把能量传输给灯管。

输出电路的处理方式是;在高压变压器的输出端(输入端也可以)和灯管连接处串连一只电容器 C 图 12,电容器 C 和输出高压变压器输出端 L 及负载 R(灯管)组成了一个低 Q 值的串连谐振电路。等效电路 图 13。在图中 对于功率输出信号的频率作用于电感 L 和电容 C,来说,在此频率下,当电感 L 的感抗 X_L 等于电容 C 的容抗 X_C 时,电路产生谐振,在此谐振电路中即产生谐振,由于组成是串连谐振电路,所以谐振时;电流达到最大值,此最大电流即是流过冷阴极荧光灯管的电流。其谐振时达到的最大值,也意味着功率输出的能量,最大限度的输送给了灯管,由于灯管也串连在电路中的一部分,形成了串连谐振电路的电阻份量,所以该谐振电路是低 Q 值电路,即使是振荡频率略有偏差,也能保证能量的传输。

前面介绍过,在灯管点亮后的负阻特性,必须有限流的作用,此电路中电容器 C 的容抗,正好起到限流的左右,此种方式限流能量损耗极小,此输出电路极为巧妙。

但是为了保证电容 C 和电感 L 的谐振频率就是振荡器的振荡频率,又要使电容 C 的容抗 X_C 的大小基本正好是灯管的限流值,电路的精确设计是至关重要的。

在维修中,电容 C 是比较容易损坏的元件,如有损坏,一定要用和原来一样的电容代换,否则其性能会大幅下降,甚至不能使用。

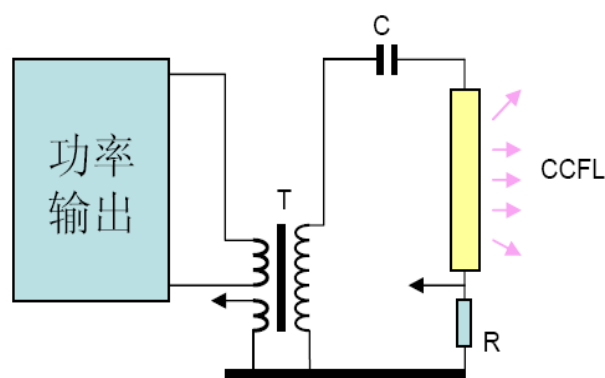


图 12

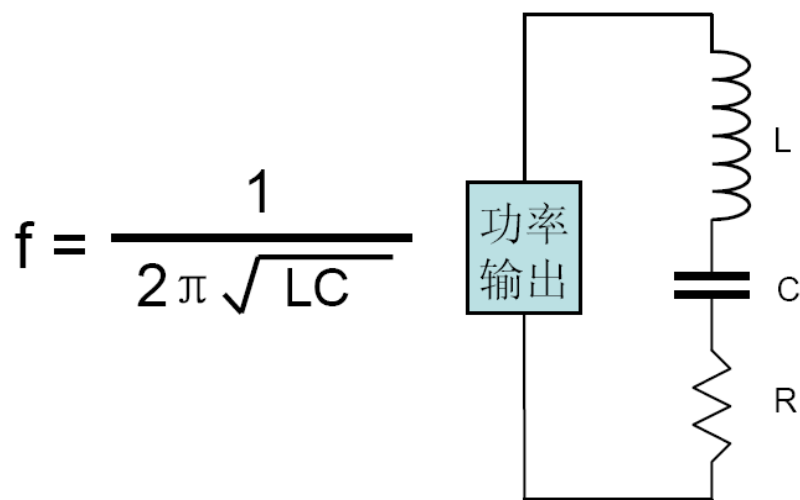


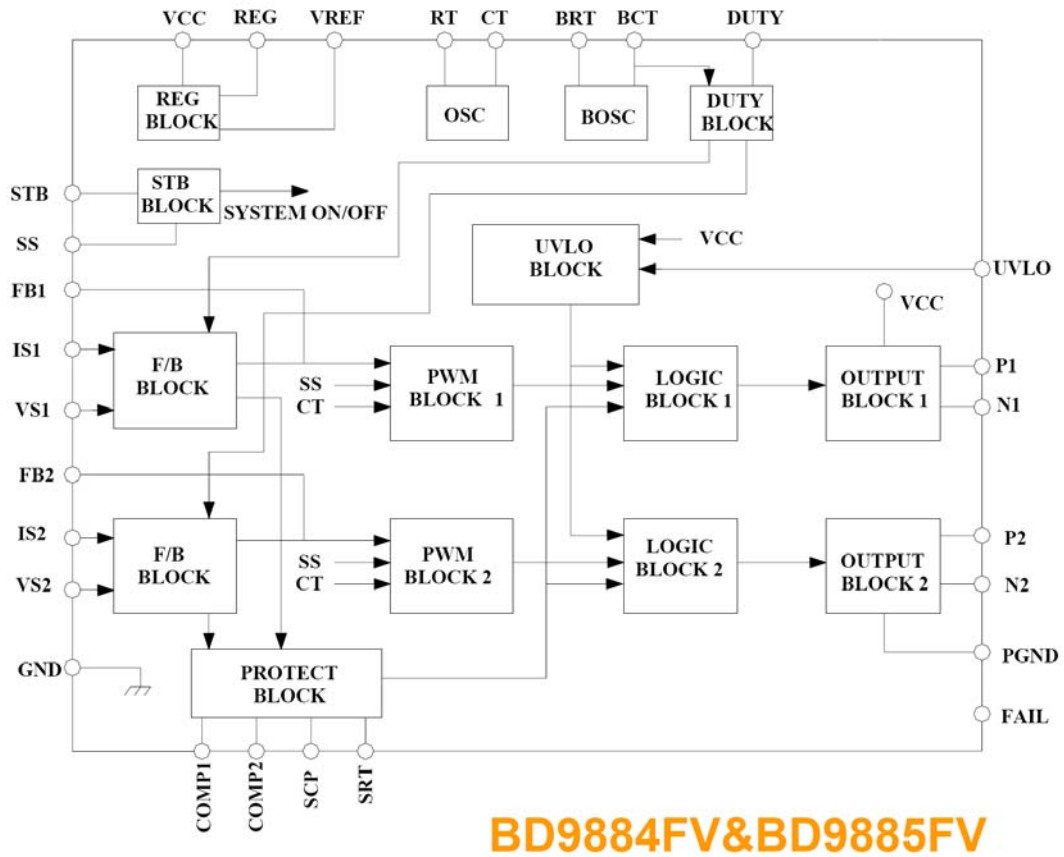
图 13

以上第一部分 主要介绍 冷阴极荧光灯的构造、特性。工作时对驱动电路的要求，特别是具有亮度控制的冷阴极荧光灯及多灯管液晶屏系统灯管的驱动供电要求作了介绍。

下一部分；是冷阴极荧光灯高压驱动电路的电路原理，故障分析，以三星屏为例。

内容：

- 一、电路组成
- 二、工作原理
- 三、保护电路
- 四、检修方法及注意事项
- 五、BD9884FV 详细分析



海信 TLM-3277 液晶电视 采用韩国三星屏，该屏内置冷阴极荧光灯管 16 只。冷阴极荧光灯驱动电路板，随屏配套。

该冷阴极荧光灯驱动电路由两块 BD9884 及 8 组全桥架构功率输出电路组成，功率输出采用 8SPM3 MOSFET N 沟道、P 沟道模块。两只 8SPM3 模块及输出高压变压器组成一个桥式输出架构。变压器有初级绕组 X X 接功率输出模块，次级高压绕组 X X 接冷阴极荧光灯管 次级低压绕组 X X 为作为取样电压送往 BD9884 的电压检测部分。

BD9884 有两路激励输出 ②⑥ ②⑦ 输出一路 ②③ ②④ 一路，每一路激励输出向两个全桥功率电路提供激励信号，每一组全桥功率输出向两个高压变压器驱动电压（点亮两只冷阴极荧光灯管），这样；每一块BD9884 可以驱动 8 只灯管，两只BD9884 共驱动 16 只灯管。

在两块集成电路的 4 路输出激励信号中，在进行亮度控制时，是采用 PWM 方式控制，4 路 PWM 脉冲，每路之间的相位差为 90°