

# VFD 应用指南

- 一、什么是 VFD
- 二、VFD 的结构及工作原理
- 三、灯丝及驱动方法
- 四、栅极与阳极
- 五、荧光粉的特性
- 六、基本驱动电路
- 七、VFD 电源及特性要求
- 八、亮度调整
- 九、常见的技术问题及处理方法
- 十、滤色板的选择原则
- 十一、注意事项

## 一、什么是 VFD

真空荧光显示屏 (VACUUM FLUORESCENT DISPLAY) 是从真空电子管发展而来的显示器件, 由发射电子的阴极 (直热式, 统称灯丝)、加速控制电子流的栅极、玻璃基板上印上电极和荧光粉的阳极及栅网和玻盖构成。它利用电子撞击荧光粉, 使荧光粉发光, 是一种自身发光显示器件。由于它可以做多色彩显示, 亮度高, 又可以用低电压来驱动, 易与集成电路配套, 所以被广泛应用在家用电器、办公自动化设备、工业仪器仪表及汽车等各种领域中。

VFD 根据结构一般可分为 2 极管和 3 极管两种; 根据显示内容可分为: 数字显示、字符显示、图案显示、点阵显示; 根据驱动方式可分为: 静态驱动 (直流) 和动态驱动 (脉冲)。

## 二、VFD 的结构及工作原理

VFD 种类繁多, 以其中最被广泛应用的 3 极管构造为例说明其基本构造与原理。

图 1 是 VFD 结构的分解斜视图, 图 2 为剖面图, 其构造以玻盖和基板形成一真空容器, 在真空容器内以阴极 CATHODE (灯丝 FILAMENT)、栅极 GRID 及阳极 ANODE 为基本电极, 还有一些其它的零件 (如消气剂等)。

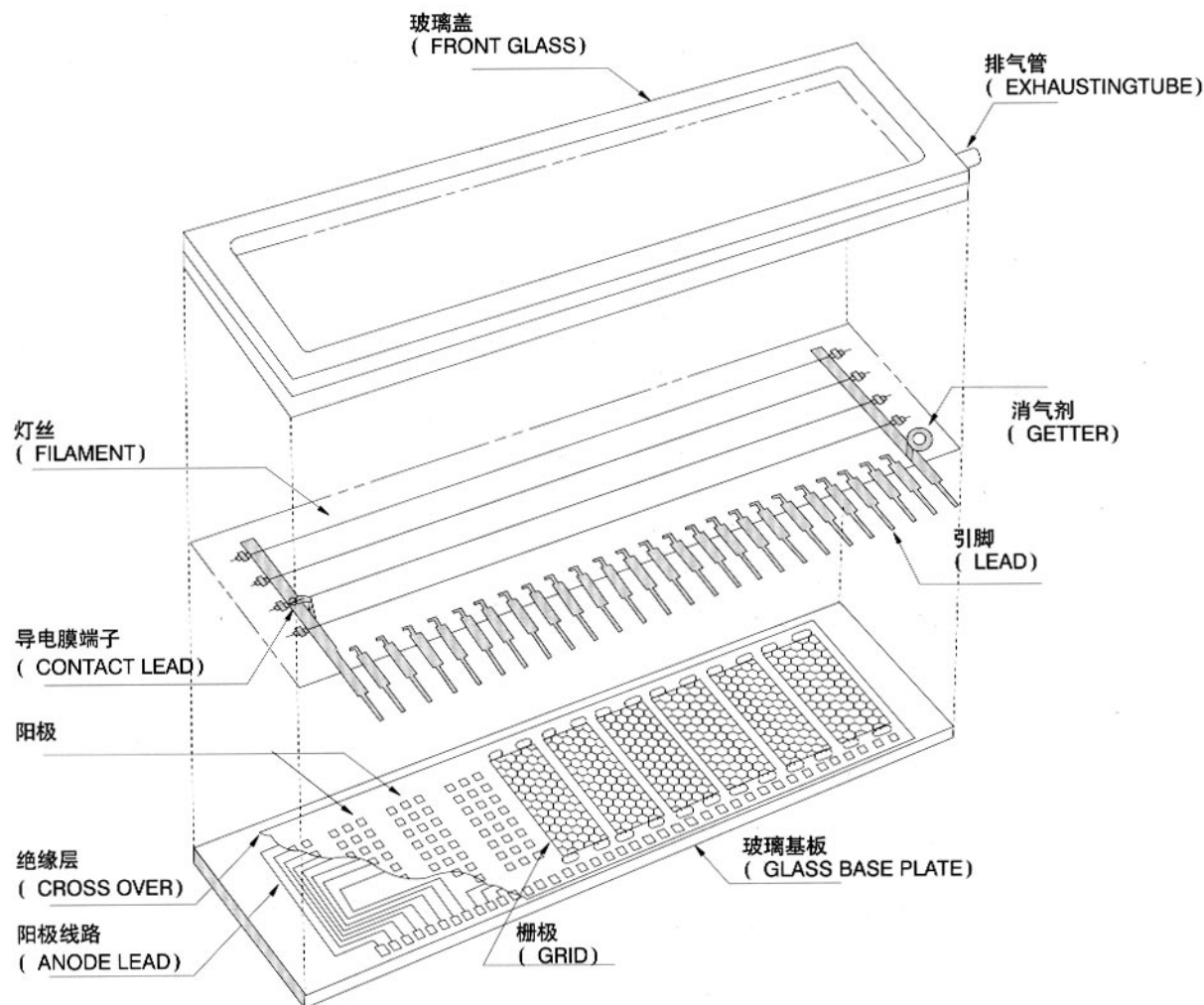


图 1. VFD 的分解斜视图

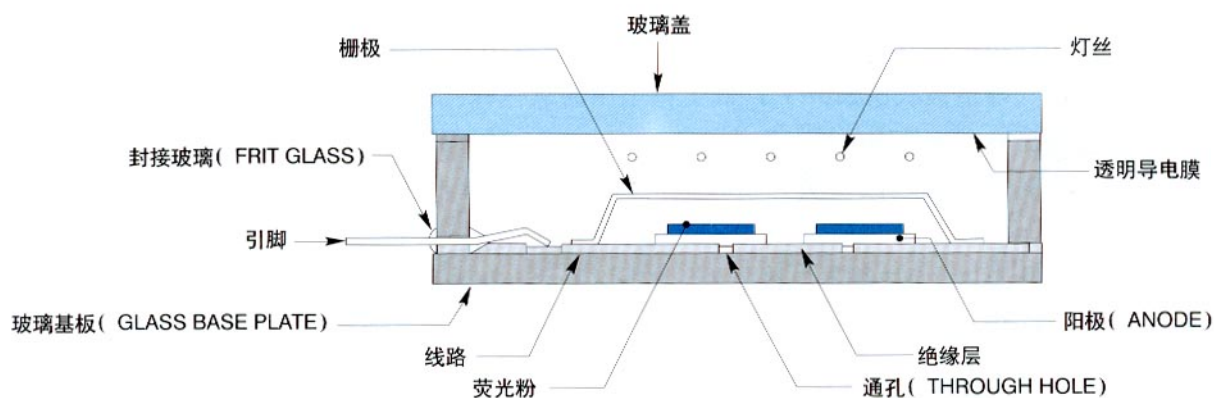


图 2. VFD 的剖面图

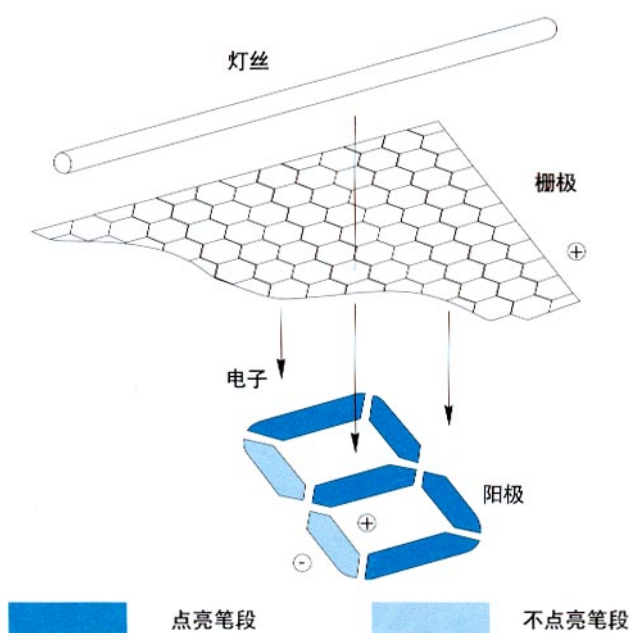


图 3. VFD 的基本工作原理

灯丝是在不妨碍显示的极细钨丝蕊线上，涂覆上钡（Ba）、锶（Sr）、钙（Ca）的氧化物（三元碳酸盐），再以适当的张力安装在灯丝支架（固定端）与弹簧支架（可动端）之间，在两端加上规定的灯丝电压，使阴极温度达到  $600^{\circ}\text{C}$  左右而放射热电子。

栅极也是在不妨碍显示的原则下，将不锈钢等的薄板予以光刻蚀（PHOTO-ETCHING）后成型的金属网格（MESH），在其上加上正电压，可加速并扩散自灯丝所放射出来的电子，将之导向阳极；相反地，如果加上负电压，则能拦阻游向阳极的电子，使阳极消光。

阳极是指在形成大致显示图案的石墨等导体上，依显示图案的形状印刷荧光粉，於其上加上正电压后，因前述栅极的作用而加速，扩散的电子将会互相冲击而激发荧光粉，使之发光。图 3 即表示其基本工作原理。发光色为绿色（峰值波长  $505\text{nm}$ ），低工作电压的氧化锌：锌（ $\text{ZnO: Zn}$ ）荧光粉则是目前最被广为使用的荧光粉。

另外，通过改变荧光粉种类，可以获得自红橙色到蓝色的各种不同颜色。

除了以上 3 种基本电极之外，如图 2 所示，在玻璃盖内表面形成透明导电膜（NESA），并且接上灯丝电位或正电位，形成静电屏蔽层可以防止因外部的静电影响而降低显示品质。

图 1 的消气剂 (GETTER) 是维持真空的重要零件。在排气工程的最后阶段, 可利用高频产生的涡流损耗对消气剂加热, 在玻璃盖的内表面形成钨的蒸发膜, 可用来进一步吸收管内的残留气体 (GAS)。

### 三、灯丝及驱动方法

#### 3.1. 灯丝

灯丝电压与灯丝电流的关系如图 4 所示。图 5 则是灯丝电压与栅极及阳极电流的关系。其与亮度的关系则如图 6 所示。在此例中, 灯丝电压标准值是  $3.0\text{Vac}$ , 灯丝电压值的设定, 对保证显示品质及寿命有重要的影响。如果灯丝电压过高, 电流或亮度并不随之增加, 反而因阴极温度上升, 而加速钨丝蕊线上氧化物的蒸发, 同时也会污染荧光粉表面, 使发光效率及亮度提早下降, 而缩短寿命。相反, 如果灯丝电压过低, 因阴极温度下降, 便无法获得充分而稳定的热电子发射, 致使显示品质劣化或灯丝电压变动而使亮度不稳定。其次, 灯丝长时间在低的电压条件下使用, 会引起可靠性下降, 必须特别留意。

因此, 重要的是灯丝电压设定应在标准值  $\pm 10\%$  的范围内使用。

在实际使用中, 绝对不可只着重在图 6 的特性而用调整灯丝电压来调整亮度。

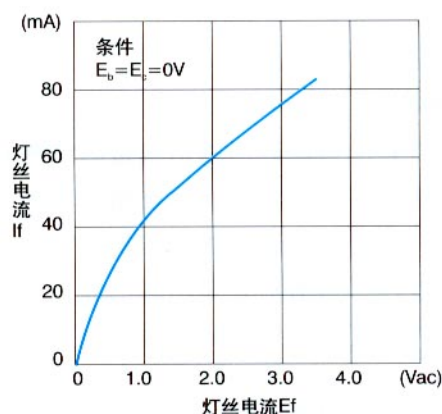


图 4. 灯丝电压与灯丝电流 ( $E_f$ - $I_f$ ) 特性

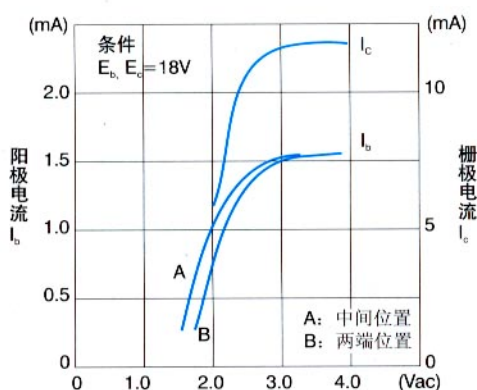


图 5. 灯丝电压与阳极栅极电流 ( $E_f$ - $I_b$ ,  $I_c$ ) 特性

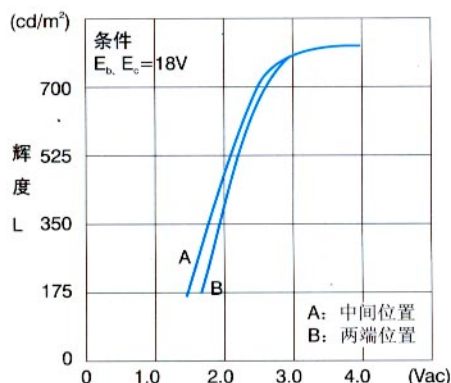


图 6. 灯丝电压与亮度 ( $E_f$ - $L$ ) 特性

#### 3.2. 灯丝电源

为了让阴极加热到设定的温度值, 以获得良好的热电子发射, 需要对灯丝通电加热, 灯丝电压 ( $E_f$ ) 的施加方法有以下几种, 但为达到规定的阴极温度, 所施加的灯丝电压的有效值, 必须与规格中心值一致。

##### 3.2.1 交流驱动

交流灯丝电压的基本连接图如图 7 及图 9 所示, 其各自的电位关系则如图 8 及图 10 所示。图 7 是与灯丝

的单侧（该图的左侧）接地，图 9 是与灯丝变压器的中心抽头接地，图 7 的例子中，灯丝的接地侧，阳极端所加的电压相当于  $E_b$ ，栅极端所加的电压相当于  $E_c$ ，另一侧的阳极、栅极电压则在  $\{(E_b, E_c) - \sqrt{2}E_f\}$  与  $\{(E_b, E_c) + \sqrt{2}E_f\}$  间变动，通常能得到均匀的亮度。而在图 9 的例子中，灯丝电位的振幅较小，可降低对截止偏压（CUT-OFF BIAS VOLTAGE）的要求，因此推荐尽可能使用中心抽头的方式。其次，如选用有中心抽头的脉冲变压器的 DC-DC 变换器（CONVERTER）时，要注意不能有极端的直流成分、可闻频率成分或尖峰脉冲（SPIKE），而且有效值要与标准值一致，振荡频率则建议在 30KHz 以上。

### 3.2.2 直流驱动

灯丝电压加上直流电压时的基本连接图如图 11，其电位关系则如图 12 所示。由于灯丝加热电压在灯丝上有一个电位分布，存在左高右低梯度。亮度近似与电位差的二分之五次幂成比例，也就同样会产生右高左低的现象。为了获得均匀的亮度，必须对荧光显示屏的栅极和灯丝间的实际距离进行设计补偿。在使用中，灯丝工作电压必须按照规定的正负极性连接，否则，亮度差异反而会更大。

鉴于设计补偿的范围是有限的，直流灯丝的构造设计，一般只限于灯丝较短的荧光显示屏。

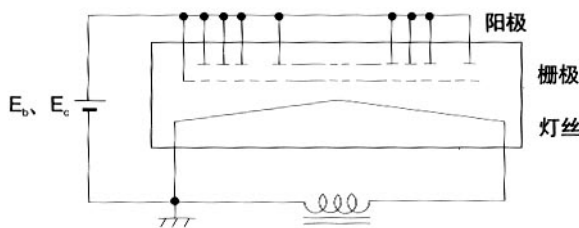


图 7. 交流驱动连接图 (1) (单侧接地)

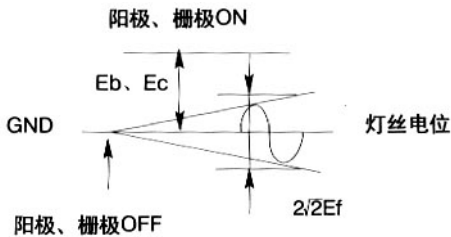


图 8. 图 7 的电位关系

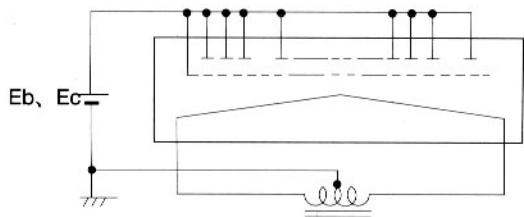


图 9. 交流驱动连接图 (2) (中心抽头)

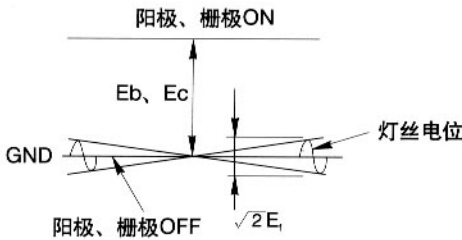


图 10. 图 9 的电位关系

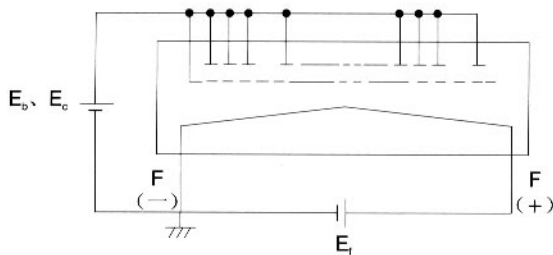


图 11. 直流驱动连接图

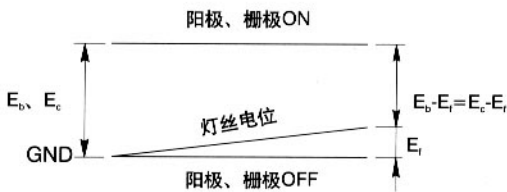


图 12. 图 11 的电位关系

### 3.2.3 脉冲驱动

以上是一般灯丝电压的施加方法，在实际应用中（如汽车、户外用便携式仪表），还可采用 DC-AC 变换电路获得脉冲电压给灯丝提供电源。但为了使有效值与标准电压保持一致，必须对工作周期进行调整。另外要谨慎设定电路振荡频率，避免因机械性共振或电磁波的干扰而发生杂音，可以在暗室内将已加上标准直流电压灯丝与热红色做比较，以确认有效电压的施加是否正确。

## 四、栅极与阳极

### 4.1. 栅极与阳极

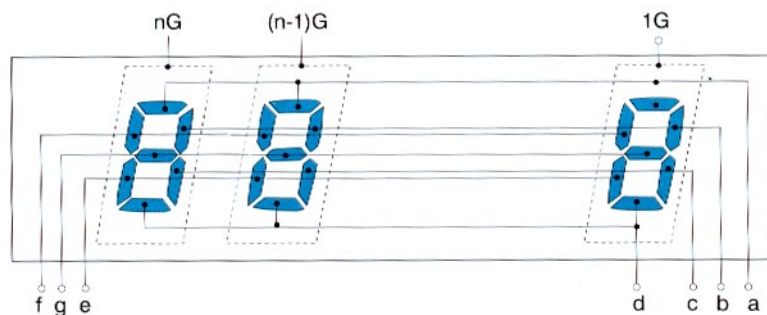


图 13. 动态驱动方式荧光显示屏的电极连接

栅极和阳极的内部电极连接与导线的引出因驱动方式而异，在此先做简单的说明。

图 13 和图 14 所示是动态驱动方式和静态驱动方式荧光显示屏的基本电极连接图。图 13 可以清楚看到动态驱动是每个栅极各自独立引出，阳极则是每个栅极所对应的笔划共同连接、共同引出，因此即使位数多，阳极引出脚也无须随之增加。在多位数显示时，一边对各栅极加上栅极扫描电压（Gird-scan），同时也适时地对选择各阳极施加 ON（正）或 OFF（负）的脉冲电压，以快到肉眼无法觉察其间断的扫描速度，进行分时的动态驱动。

另一方面，静态驱动用则如图 14 所示，栅极是电气性的单独引出，与位数多少无关，阳极则是除了同时显示的笔段以外，应分别单独引出。一般而言，栅极可始终施加直流正电压，而阳极则根据显示要求分别加上直流正或负电压，以显示指定的笔段。

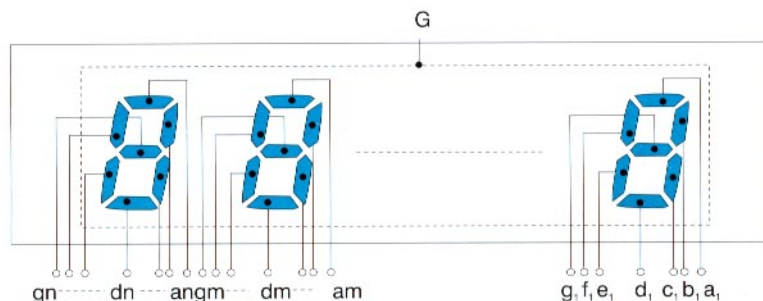


图 14. 静态驱动方式荧光显示屏的笔划电极连接

如上所述，驱动方式不同电极连接及施加电压波形也不一样，但在正常显示下，无论何种方式，都是对阳极与栅极施加正电压，以下即就其特性做说明。

### 4.2. 栅极与阳极的特性

图 15 及图 16 是阳极与栅极电压对电流特性图，图 17 及图 18 则是亮度特性图。工作时间阳极及栅极几乎使用同一电压，故阳极、栅极的电流特性可参照 2 极管的特性。

简而言之，阳极电流  $i_b$  的计算式如下：

$$i_b = (G \cdot e^n) / (1+K) \cdots \cdots (1) \text{ 表示}$$

G: 电子管电导系数（PERVEANCE）（依据电极间尺寸所决定的系数）

e: 阳极（栅极）电压

n:  $\approx 1.7$

K: 电流分配率 ( $i_c/i_b$ )

而阳极、栅极电压与亮度的关系则为阳极的消耗功率乘以发光效率  $\eta$  及占空比 ( $Du$ ) 之积, 亮度  $L$  的计算式如下:

$$L = \eta \cdot e \cdot G \cdot e^n \cdot Du / (1+K) = A \cdot e^{n+1} \cdot Du \cdots \cdots (2) \quad (A: \text{常数})$$

如前所述  $n$  值约为 1.7 左右, 如果  $Du$  值固定, 则无论采用何种驱动方式, 荧光显示屏的亮度将与阳极、栅极电压呈 2.7 次方的关系 (参照图 17, 18)

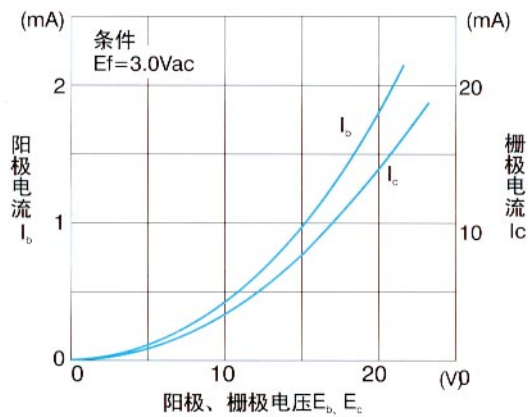


图15.  $E_b$ 、 $E_c$ — $I_b$ 、 $I_c$  (静态驱动)

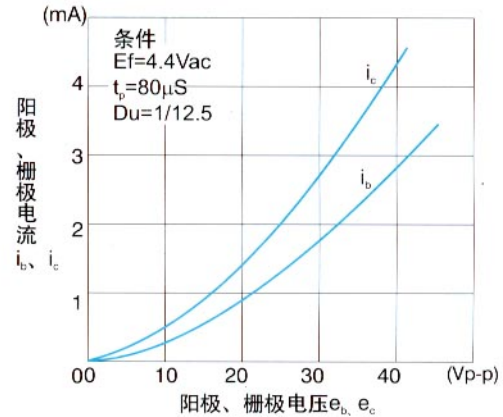


图16.  $e_b$ 、 $e_c$ — $i_b$ 、 $i_c$  (动态驱动)

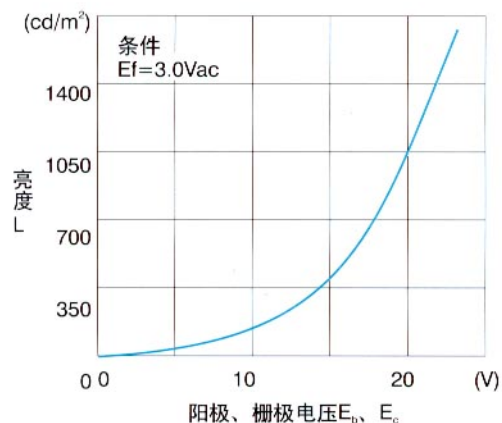


图 17.  $E_b$ 、 $E_c$ - $L$  特性 (直流驱动)

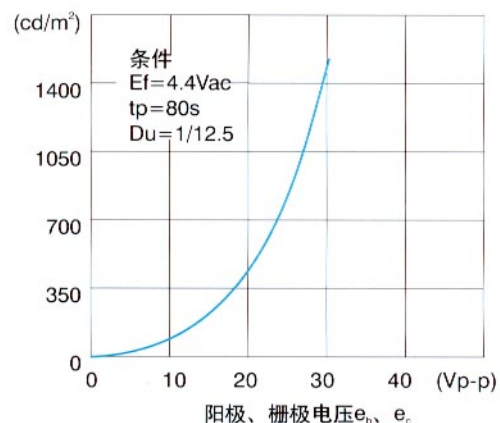


图 18.  $e_b$ 、 $e_c$ - $L$  特性 (动态驱动)

如图所示, 阳极、栅极的电流与阳极、栅极电压的 1.7 次方、亮度的 2.7 次方呈正比。同样地, 阳极及栅极的损耗功率比例也约为 2.7 次方倍, 所以使用时要注意避免让栅极过载引起热变形, 甚至与其它电极短路, 或是因阳极温度上升过骤而导致特性恶化。另外考虑到灯丝热电子发射能力的限制, 阳栅极电压不能超过规定的最大值。

#### 4. 3. 阳极、栅极电压的设定

阳极与栅极电压是决定亮度的重要因素, 在设定时要考虑到使用环境的亮度、滤色板的色调、透过率及显示屏差异等因素的影响。为获得一定的亮度, 静态驱动的阳极、栅极可通过改变电压对亮度进行调整。而动态驱动除阳极、栅极电压外, 占空比 ( $Du$ ) 也会影响亮度, 可根据  $Du$ - $e_b$ 、 $e_c$  工作领域特性 (如图 19 所示) 来设定工作条件。



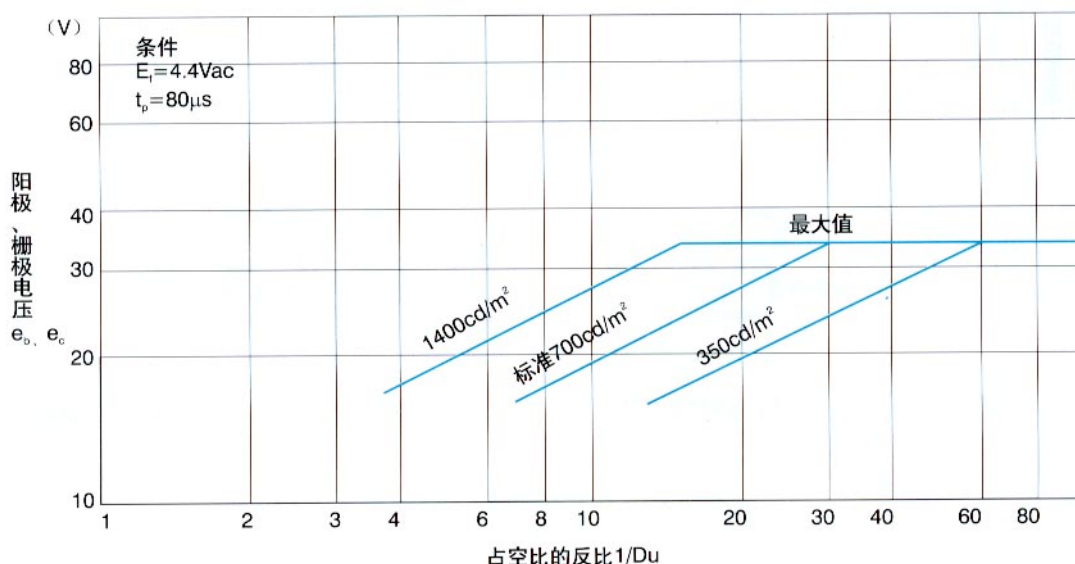


图 19. 动态驱动用荧光显示屏的工作领域特性

#### 4.4. 截止 (CUT-OFF) 特性

如前所述，在阳极、栅极上相对灯丝电位加上正电压，笔段 (SEGMENT) 就会被点亮。若要完全消除显示，必须使阳极或栅极的任何一方相对灯丝为零电位或更负的电位。消除显示的电压称为截止电压，为了完全消除漏光，必须施加截止偏压。截止方法有两个：一为施加阳极截止电压消除漏光；一为施加栅极截止电压消除漏光。前者以静态驱动为主、后者以动态驱动为主，由于存在荧光粉发光的临界值，若灯丝电压不是特别高，则阳极截止电压可以是零伏特 (0V) 或相当小的负电压。相对地，栅极截止电压因灯丝所放射的热电子的最初速度或灯丝的标准电压、灯丝本身的电位倾斜等原因，比阳极截止电压更大，必须加上比灯丝电位低数伏特左右的偏压。而前图 7~图 10 已显示出，灯丝单端接地的方式所需的截止偏压，比灯丝变压器中心抽头接地方式更大。

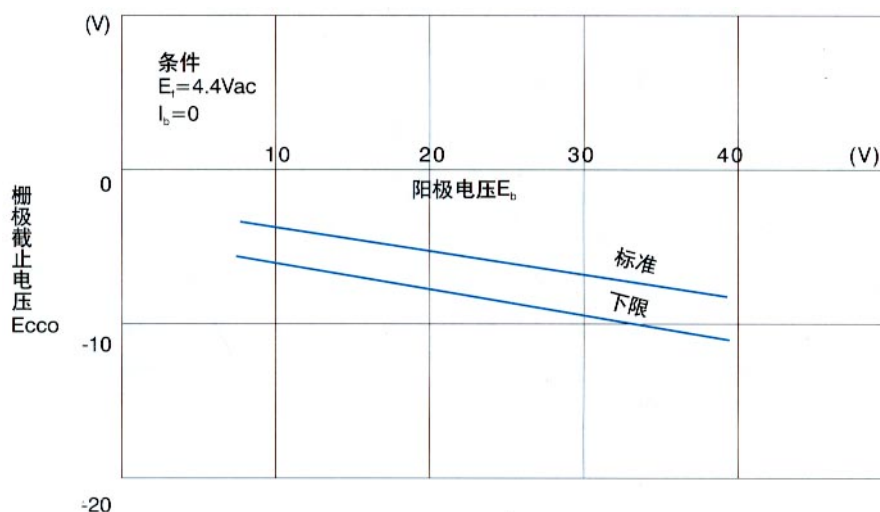


图 20.  $E_b$ - $E_{cco}$  特性 (灯丝单侧接地)

#### 4.5. 透明导电膜

荧光显示屏若在结构上无屏蔽，会受外部静电场的影响，干扰电子束的走向，致发光状态不稳定。为防止这种现象发生，通常在玻璃盖的内表面涂覆形成一层透明导电膜 (GTO)，在其上加上一一定的电位，使成为一电气性的防护层 (SHIELD)，免于受到外界的干扰。



4. 6. 特别说明

在叙述中，我们使用了正电位（正电压）和负电位（负电压）的术语，其正负是指对于灯丝为参照点的相对值。在使用荧光显示屏的电路中，荧光显示屏正常工作电路的设置参照点是灯丝，与总体电路的参照地电位没有直接的关系。通常只要正确保持荧光显示屏电极间的相对电位，就能保证它的正常工作。

五、荧光粉的特性

5. 1. 荧光粉的发光频谱

图 21 为目前可供使用的多种荧光粉发光频谱，从短波长的蓝色开始至长波长的红橙色止，有多种荧光粉可供选择。通常用得最多的是低电压高亮度的绿色荧光粉，其它彩色荧光粉可同时并用。

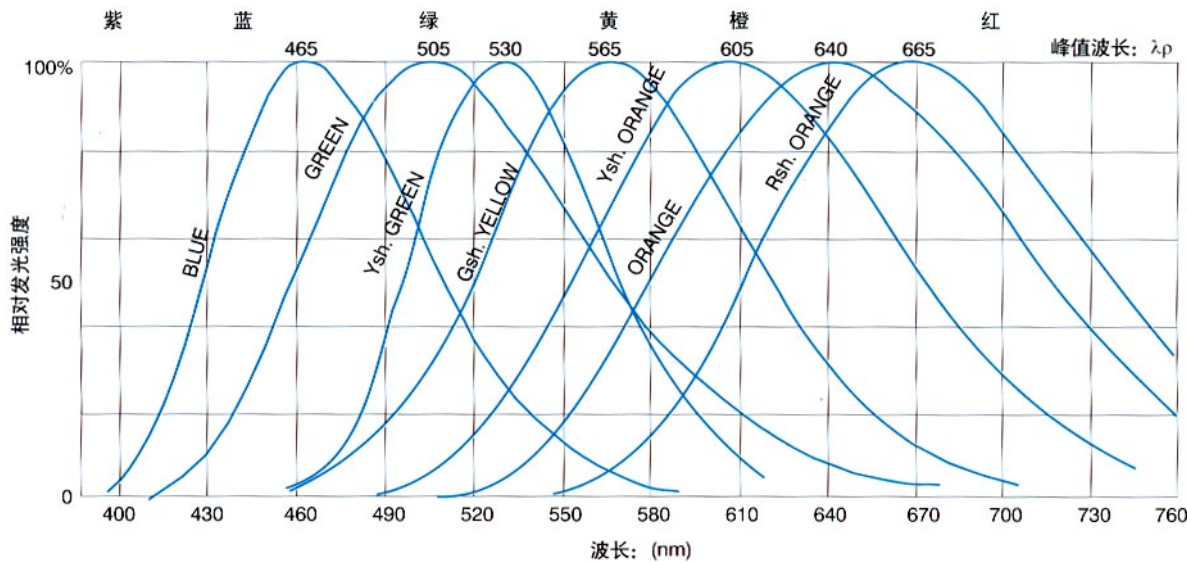


图 21. 各种色彩荧光粉的发光频谱

5. 2. 荧光粉的温度特性

荧光粉的发光效率一般与使用温度成反比，周围温度高、其相对亮度就下降。图 22 所示即是各种荧光粉以室温（25℃）为基准的相对亮度的变化

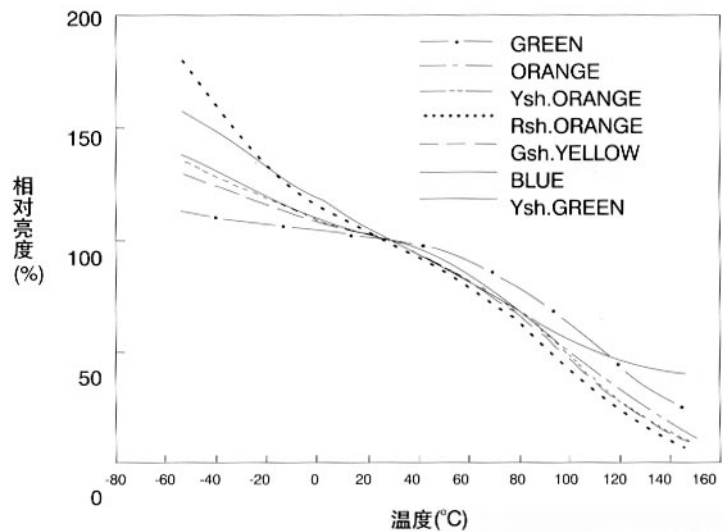


图 22. 各种荧光粉的温度特性

## 六、基本驱动电路

### 6.1. 静态驱动

图 23 是静态驱动 (static) 的基本电路。

灯丝电路施加与图 9, 10 相同的交流电压, 灯丝变压器为中心抽头接地, 可不施加截止电压。但是如灯丝电压较高, 或因条件限制而不能采用中心抽头而必须自灯丝的一侧取出阴极电流时, 就必须加上截止偏压 (如图 24 所示), 否则将产生漏光现象。

栅极在此为控制电极, 以脉冲电压进行截波 (CHOPPING), 并根据占空比 (Du) 调整亮度; 除了静止显示的情况以外, 一般都始终施加直流正电压, 成为加速电极, 使其正常工作。

阳极必须将所有笔段分别与周围电路连接 (除了部份可共同连接的笔段以外), 但是在位数多、或阳极 (笔段) 数多的情况下采用静态驱动并不合适, 因其电路布线复杂, 元器件数也相应增多。而在位数少、或因动态驱动有高频噪声干扰的问题、及因车用电源成本的考虑, 而要求低电压下获得高亮度时, 静态驱动是最适当的驱动方式。

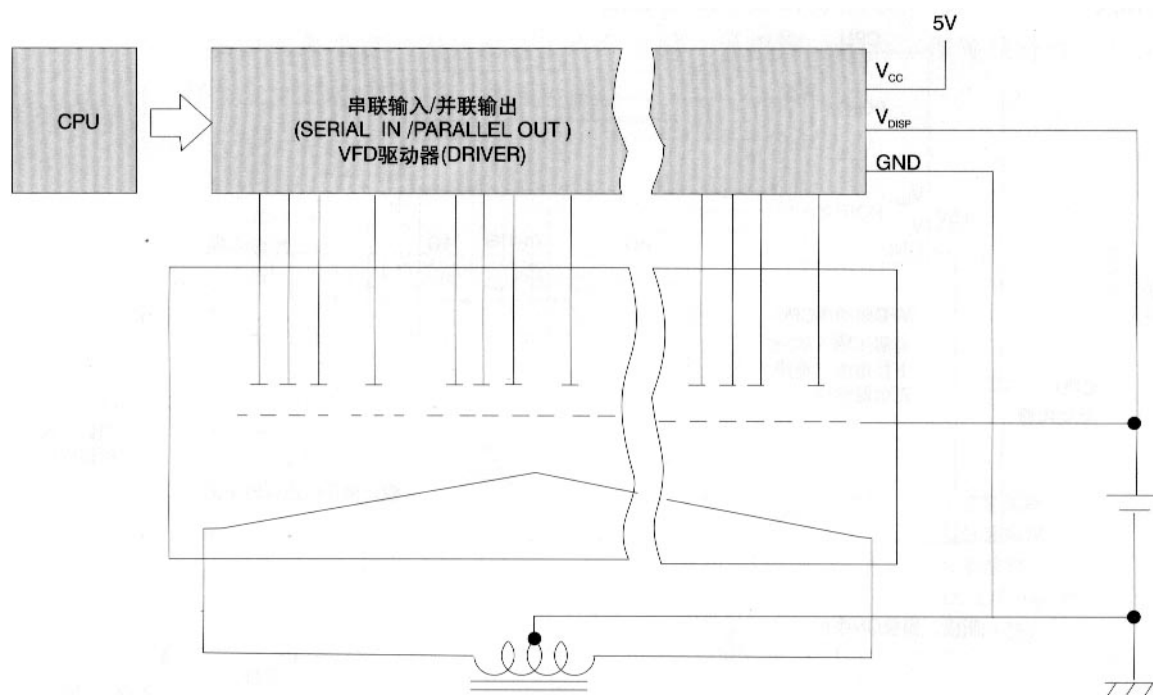


图 23. 静态驱动的基本电路

### 6.2. 动态驱动

图 24 是动态驱动的基本电路与电位关系, 图 25 是栅极 (位数) 与阳极 (笔段) 上脉冲信号的时序。在每个分离出来的栅极上, 顺序施加配合图 25 的位数信号的脉冲电压, 在阳极上则施加配合栅极扫描信号的脉冲电压 (图 25 下方以“1234”所示的 4 位数)。

灯丝采用一般的交流电压, 并利用灯丝变压器的中心抽头上的稳压二极管 (ZENER DIODE) 所获得的截止偏压, 以消除漏光。如果阳极、栅极电流汇合的阴极电流的取出点不在灯丝变压器的中心抽头, 而在灯丝的单侧, 则截止电压就必须更大, 其原因自图 7~图 10 可明白看出。

在关闭脉冲信号时, 为加快振荡衰减, 在输出线与栅极之间必须加上下拉电阻 (PULL DOWN)。而在已施加电压 (ON) 的状态下, 下拉电阻则是一种与显示屏并联的负载, 会消耗无效电力, 因此取值不能太小, 反之, 如果取值太大, 容易产生振荡, 或因尖峰电压 (SPIKE NOISE) 而有漏光的现象, 通常以数 10K  $\Omega$  (欧姆) 左右最为合适。一般市面上的驱动用 CPU 或驱动器都掩膜有下拉电阻 (ACTIVE PULL-DOWN)。

图 24 即为 CPU 掩膜下拉电阻的例子。

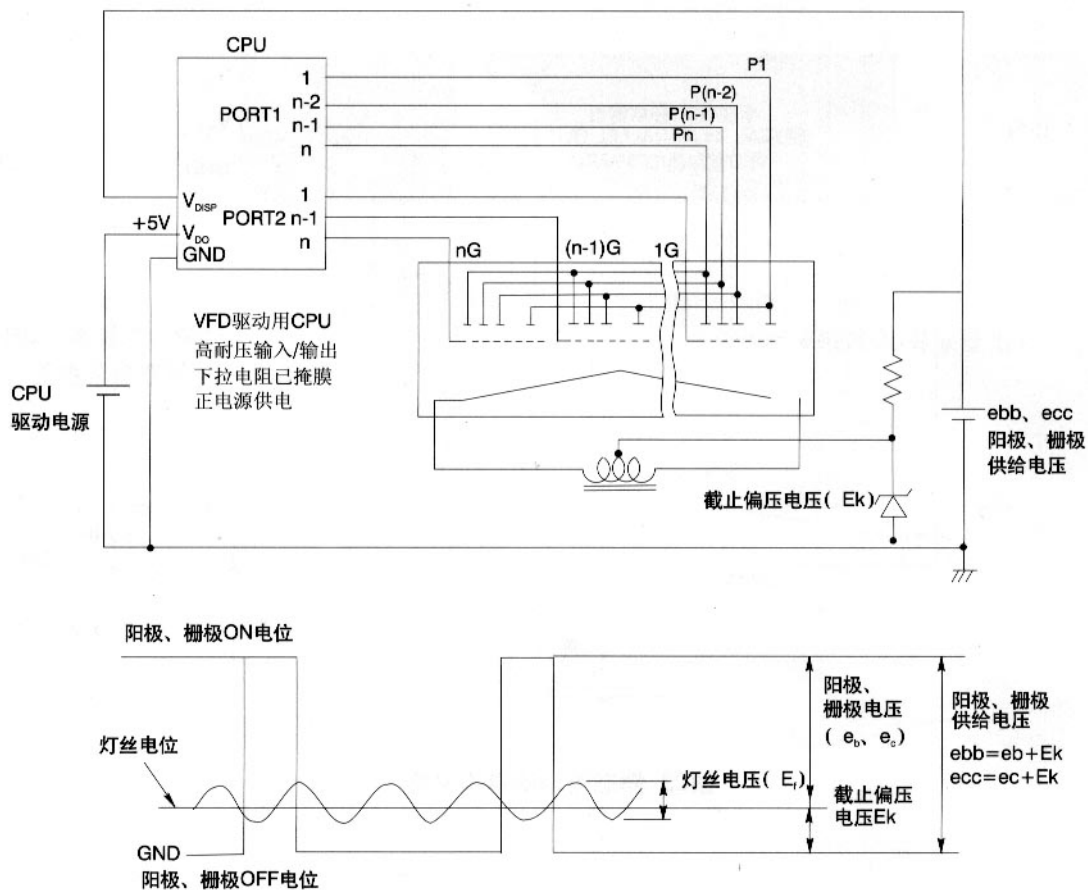


图 24. 动态驱动的基本电路与电位关系

另一方面，图 25 中以  $t_b$  来表示消隐时间（BLANKING）。一般情况下，扫描信号的脉冲不可能是标准的矩形方波，这种扫描脉冲存在着上升和下降沿延迟时间，如果脉冲之间没有消隐时间，就会产生信号的部分重叠，而产生错误的显示或漏光。在设计应用电路扫描信号时，每位之间应设置大约  $10\sim 20\mu s$  的消隐时间，若消隐时间过长，则扫描占空比减小，导致亮度减低。

其次，为了避免因肉眼的视觉残留造成闪烁的现象，脉冲的周期  $T$  必须设定在  $20ms$  以下，特别在观察者移动时，更易产生闪烁的现象，所以最好能在  $10ms$  以下。

此外，如果灯丝电源的频率接近栅极、阳极驱动频率时，由于相互的电位关系，频率差将导致亮度闪烁的现象。

另一方面，当栅极、阳极的驱动频率与灯丝的固有振动频率相等或接近整数倍时，灯丝因外力而振动时，因电极间尺寸的细微变化，及栅极、阳极驱动信号的相互作用，形成闪烁的现象。因此，在选择灯丝电源频率及亮度调整时，要作周全的考虑。

根据上述理由，栅极扫描的速度愈快亮度均匀性愈佳，最好在  $200Hz$  以上。占空比（ $Du$ ）大致上，可依据栅极数（计时分割数）与熄灭时间的脉冲振幅比率来决定，因此设定工作条件时，须根据前述的工作领域特性，从所需亮度及  $Du$  求出阳极、栅极电压。

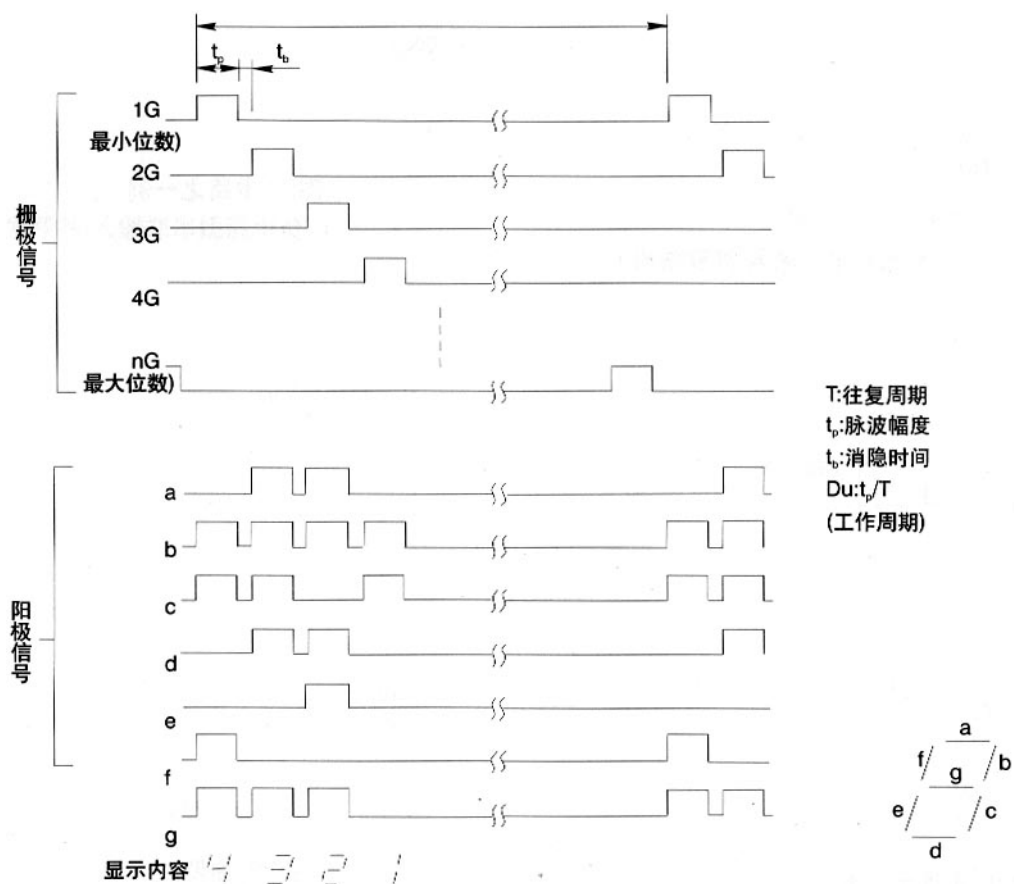


图 25. 栅极（位数）与阳极（笔划）信号的时序

### 6.3. 驱动器件

无论是动态或静态驱动，一般多采用 **TTL** 或 **CMOS** 数字电路作信号输出，也可采用直接驱动荧光显示屏的单片机或专用驱动芯片。

电路的构成如图 26～图 29 所示，可大致分为串联输入/并联输出及并联输入/并联输出两种方式。根据电源的供给方式则可分为正电源供电和负电源供电两种。

驱动器件可采用单个晶体管 (**TRANSISTOR**) 或电阻来构成，但为了简化电路我们推荐使用市场出售的各种专用驱动 IC。

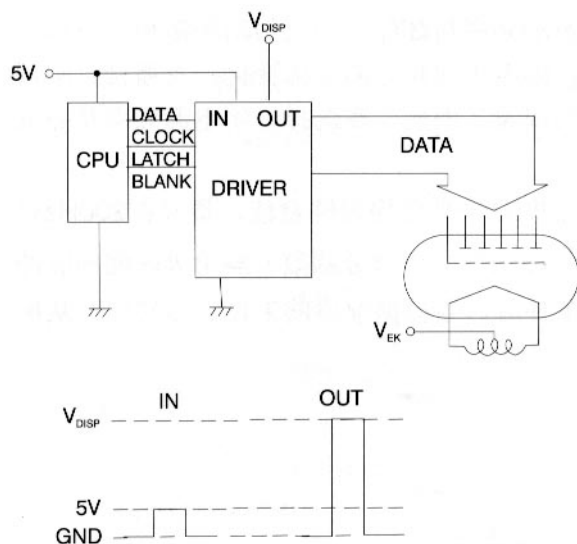


图 26. 电路之一例  
(正电源型串联输入/并联输出)

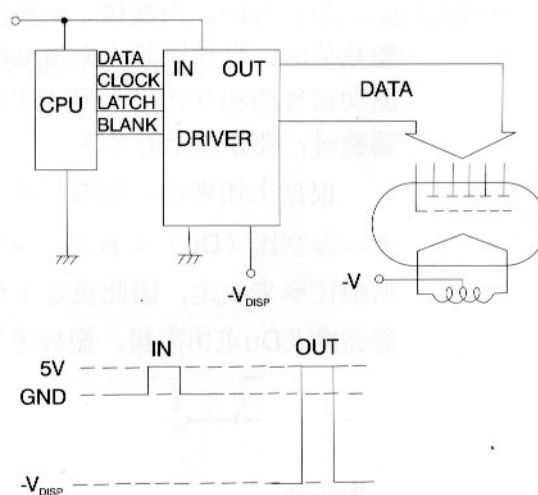


图 27. 电路之一例  
(负电源型并联输入/并联输出)

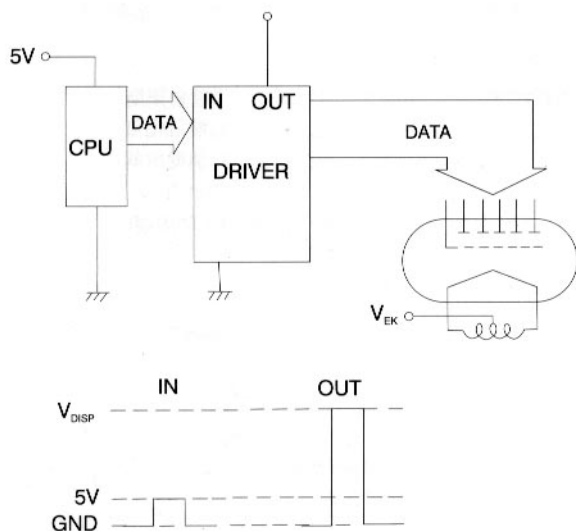


图 28. 电路之一例  
(正电源型串联输入/并联输出)

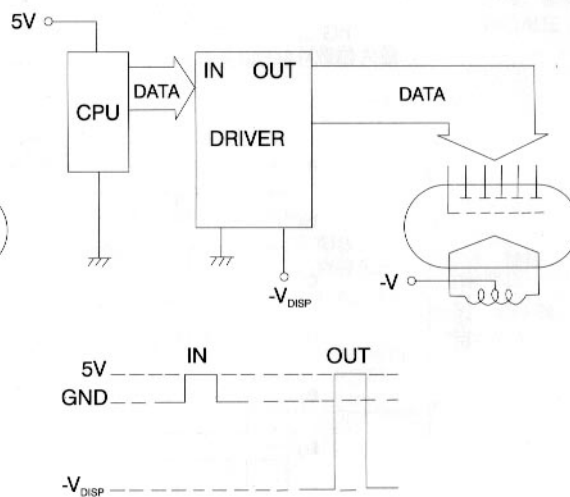


图 29. 电路之一例图  
(负电源型并联输入/并联输出)

## 七、VFD 电源及特性要求

### 7.1. 典型供电电路

电源可分为两类：第一类，工业市电经变压器降压和整流后产生规定的电压，如图 30 所示。第二类，直流电源（如电池组）经 DC/DC 变换产生规定的电压，如图 31 所示。

逻辑电源和阳栅极的电源不同，是实用电路构成的供电要求不一致决定。

在驱动电路中，电压参照点设在接地点，和荧光显示屏电压参照点设在灯丝的变压器中心抽头或灯丝的端头是不一样的，在使用中要特别注意。

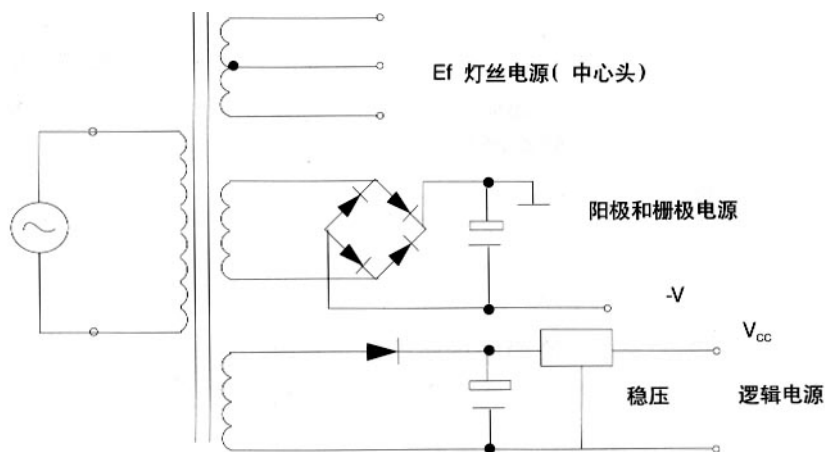


图 30. 市电供电典型原理图

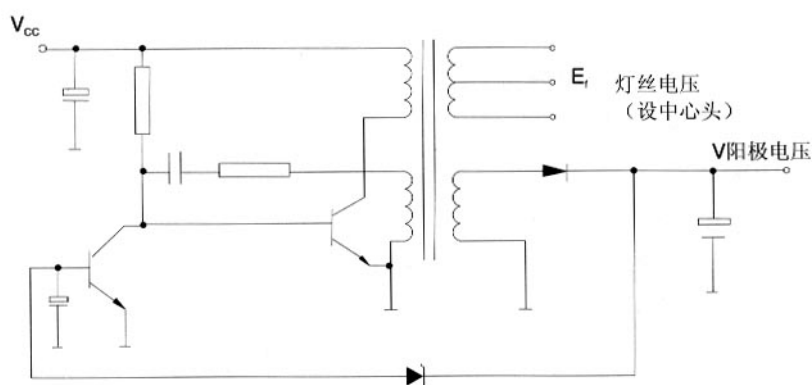


图 31. DC/DC 变换电路例图

## 7.2. 电源的特性要求

### 7.2.1. 灯丝电源

A、设定值：必须是相应规格的额定值（有效值）。

如果不能按照额定值设定，必须是在额定值的 $\pm 10\%$ 以内波动，或更小的偏差。

B、波动范围：必须是相应规格额定值的 $\pm 10\%$ 。

C、电流容量：在最大规范值时不得有电压降落。

D、频率：AC 驱动，高于音频小于 1MHz，以工业市电为特例，而与栅极扫描频率绝对值之差应是 30Hz 或更大。

E、波形：AC 驱动时，用正弦波或除尖峰脉冲外的其它任何波形。

F、中心抽头：在交流电驱动下，务必设置中心抽头。

### 7.2.2. 栅极和阳极电源

A、设定值：是相应规格所要求的额定值。如果设定值偏离额定值，必须不超过最大值。包括波动范围，当截止电压是用稳压二极管取得时，截止电压加上阳极或栅极电压的值必须是电源的设定值。

B、波动范围：必须是相应规格的额定值的 $\pm 10\%$ 或更小的范围内。

C、电流容量：必须满足最大规范值。

### 7.2.3. 截止电源

设定值：可比相应规格的额定值低。然而，也不能过低，截止过低会影响亮度，致使电子不能均匀地射入阳极，产生如阴影这种缺陷，因此，要求设定值接近或稍低于额定值。



## 八、亮度调整（DIMMING）

荧光显示屏的亮度一般是固定的，但有些环境亮度变化较大的场合则必须对其亮度进行调整。

亮度调整的方法有二，一是改变阳极、栅极电压，二是改变脉冲电压的  $Du$ 。

### 8.1. 电压调整

方法比较简单，在标准电压的范围内则无问题，但一般而言，大多数的场合都希望比该范围来得暗，如此一来栅极对电子的加速、扩散作用会减弱而使显示品质低下，易产生显示不匀的现象，所以必须在可调整的范围内设定界限。固定阳极及栅极电压、提高截止偏压的方法地实质上与降低阳极及栅极电压接近，但截止偏压过大，容易造成字段边缘阴影，要特别留意，也因此并不鼓励使用此方法。

### 8.2. 脉冲调整

如 4.2 项所述，其它条件一定，则亮度与占空比（ $Du$ ）成正例。因此在不改变阳极、栅极电压及占空比的情况下改变脉冲幅度、或是不改变阳极、栅极电压及脉冲幅度而改变占空比（ $Du$ ），均可以调整亮度。此方法无论在任何比率下，都不致造成显示品质低落，因此请尽量采用此方法。但对静态驱动的 VFD 改变  $Du$  进行调光时，必须施加栅极截止偏压。

## 九、常见的技术问题及处理方法

在前几章叙述了荧光显示屏实际使用中为达到额定显示亮度而涉及到的各类电路要求的设置方法及要点。用户在使用中按额定值设计各类驱动电路，就能使荧光屏正常工作。但是，有时用户的整机产品受客观条件限制，而不能达到要求的工作条件，本章就是给用户提供一些解决的方法，给出非标准应用电路和一些实例以及常见故障排除方法的思路。

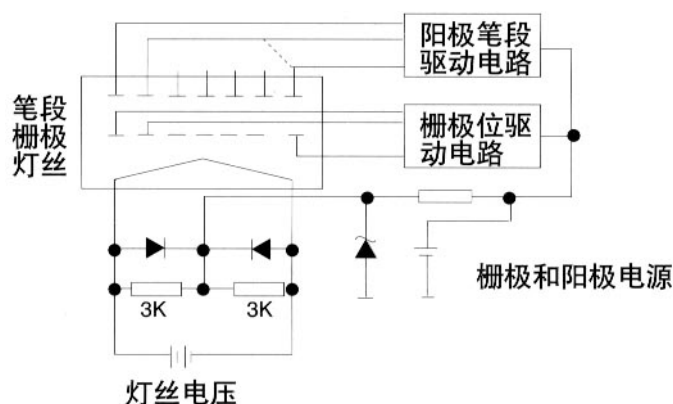


图 32. 交流电灯丝直流供电驱动

### 9.1. 非标准电源驱动灯丝

#### 9.1.1. 交流电驱动灯丝用直流电驱动

在第三章中讲到，直流电驱动灯丝和交流电驱动灯丝 VFD 的结构不一样，交流电驱动灯丝没有补偿措施，如果用直流电驱动，将会带来电位梯度，使亮度不均匀。如果使用图 32 所示的电路，就会显著减小亮度不均匀性，基本能保证正常使用。

在使用该电路时，给灯丝供电的直流电源必须悬浮，同时，只能在灯丝驱动电压较低的 VFD 上使用。

该电路的原理是利用了二极管的单向导电特性，把 VFD 的驱动电压的参照点接到了灯丝的二端。相当于有中心抽头变压器供电方式。

#### 9.1.2. 无中心抽头变压器驱动灯丝

电路结构如图 33 (a)、(b)，该电路是二极管和电阻把灯丝参照电位接到了灯丝的中心，类似于有中心抽头变压器供电方式。

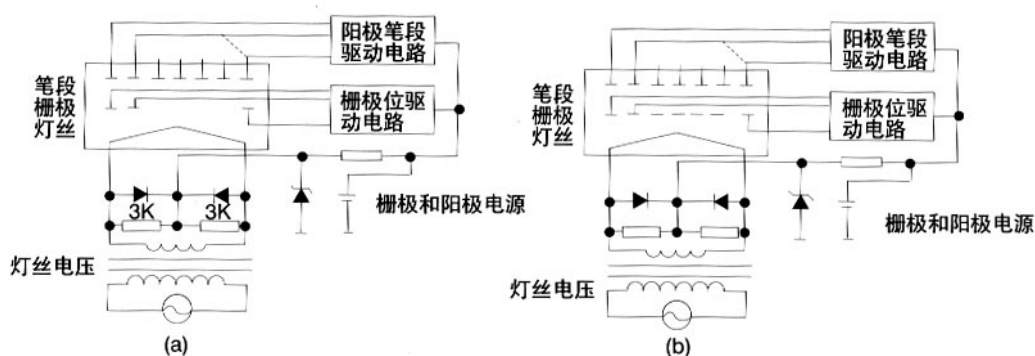


图 33. 交流电灯丝变压器无中心抽头驱动电路 (a、b)

### 9.1.3. 开关电源驱动灯丝

用开关电源驱动灯丝的基本要点和第七章 AC 驱动系统中叙述的 DC-DC 变换器基本要求是一致的。

A、设定值：应是相应规格的额定值的有效值。灯丝电源要保证灯丝加热到特定的温度，当有效值较难确定时，可用比较法确定其峰-峰值电压。其方法是在较暗的环境下，用工业交流电按规定值给一只 VFD 的灯丝供电，同时用开关电源给另一只相同型号的 VFD 灯丝供电，阳栅极不加电压，调整开关电压，使两只 VFD 的灯丝的红热程度相一致。此时开关电源的峰-峰值电压就是灯丝的工作电压。

B、波动范围：必须是额定值的  $\pm 10\%$ 。

C、电流容量：在最大规范值（有效值）时不得有电压降落。

D、频率：高于音频，小于 1MHz。

E、波形：正弦波和除直流成份和尖峰脉冲外的其它波形。

F、中心抽头：要设置中心抽头。在不便于设置中心抽头时，可采用图 33a、b 的电路结构。

## 9.2. 虚像

要荧光显示屏工作时某些不应显示的图形发光，但亮度比其应显示的图形暗得多，这就是所谓荧光显示屏的虚像。

A、要加规范规定的足够的截止电压。

B、栅极扫描脉冲的位与位之间要留有  $10\sim 20\mu s$  的消隐时间。

C、用晶体管阵列 IC 做驱动接口时，与荧光显示屏的阳和栅极连接输出端必须分别加下拉电阻。在开发有 VFD 驱动接口的单片微机时，要掩膜下拉电阻。

## 9.3. 阴影

所谓阴影是荧光显示屏工作时，显示图形的周围或端部比中央部位暗，产生阴影的主要原因是工作电压不合适。

### 9.3.1. 灯丝的加热电压偏低

在荧光显示屏的使用过程中，如果灯丝电压偏低，超过额定值的 10% 的范围，灯丝进入温度限制区，处于热电子发射不稳定状态，不能发射足够的电子，引起亮度不均匀。

### 9.3.2. 截止电压偏低

截止电压偏低，加速电压过低，使电子不能均匀地进入阳极，导致荧光显示屏亮度降低，严重时产生阴影。

解决方法是施加合适的截止电压，使它等于或略小于额定值，使荧光显示屏亮度提高，阴影消失。

### 9.3.3. 阳栅极电压波动过大，超过规定值

这主要是阳栅极电源的电流容量不够大，当阳栅极开通电流增加时，阳栅极电压明显降低，波动值超过额定值的 $\pm 10\%$ ，引起亮度不匀和阴影。

## 十、滤色板的选择原则

通常，VFD 的显示都需要采用滤色板，其作用有二：一是拦阻环境光线影响 VFD 的发光，使图案的背景纯净，发光效果更加清晰夺目；二是利用滤色板的作用，使荧光粉的发光加以选择通过，从而获得其它的颜色。

与 LED 不同，一般荧光粉的发光波谱较宽（可参看前面一章：荧光粉的发光频谱）。如绿粉的频谱可涵盖从红到蓝的范围，但是由于对于存在峰值波长  $505\text{nm}$  ( $\lambda_p$ )，视觉上仍表现出绿色。如果采用一个光学带陷的滤色镜，滤除峰值波长的频率，那么其它频谱顺利通过的总和即为白色。绿色的荧光粉发光强度很大（高于其它荧光粉数倍以上），为了获得较好的亮度平衡，或者为了取得特定的视觉效果（如白色）。通常采用酒红色滤色板来作为绿色峰值带陷，使用在室内电器上可取得良好的视觉效果。但是在其它场合，如周围环境光线较强或者要求高亮度显示（如汽车、加油机），这时候不能采用酒红色滤色板，因为酒红色滤色板将最大程度阻碍绿光频率通过，事实上是牺牲了荧光粉的最大能谱范围，在这种情况下，绿色（单色通过）滤色板成为最佳选择。如果同时存在其它颜色的荧光粉，必须也考虑这些颜色荧光粉的通过无碍（采用多路带通滤波），甚至在某些场合，采用多片不同颜色滤色板拼接来取得最佳的使用效果。

以上是讲了一些常识性的知识。事实上滤色板可视为一个精密光学器件，制造非常复杂，滤色板质量的优劣直接影响到 VFD 的发光效果，务必引起充分的重视。

## 十一、注意事项

- 11.1. 由于荧光显示屏是玻璃制品，尽量避免受到冲击和碰撞。
- 11.2. 在安装时，可用双面海棉胶带把荧光显示屏粘贴在印刷电路板和它平板上，或是固定在塑料架上等。需采取必要的防震措施。
- 11.3. 在安装时，排气管周围要留有一定的空间，不要接触其它零件或壳件。
- 11.4. 使用中需要折弯管脚时，不能使管脚与玻璃封接部位受力。同时，折弯部位要离根部大于  $2\text{mm}$ 。
- 11.5. 电烙铁焊接温度最高为  $350^{\circ}\text{C}$ ，但不能超过 3 秒。浸锡槽温度最高为  $260^{\circ}\text{C}$ ，不能超过 5 秒。在浸锡槽焊接时，不能把排气管浸入焊锡槽中，以免排气管破裂。
- 11.6. 管脚焊接后，尽可能避免超声波清洗，长时间使用强超声波，会震断灯丝和导致荧光粉剥落。