第1章 新型显示器基本原理

显示器是微型计算机系统中最基本的外部设备，是实现人机对话的窗口。由于视频显示卡决定显示器的显示颜色和显示字符或图形的质量，所以将视频显示卡和显示器合称为微型计算机的显示系统。

计算机技术的快速发展，大大促进了显示器更新换代和技术的高速发展。显示器自从 20 世纪 80 年代初的 CGA 显示器问世，它的分辨率仅为 320×200，显示颜色 4 色。但不到 20 年时间，其显示方式已从 CGA、EGA、SEGA、VGA、SVGA 发展到现在的超高清晰度、纯平或超平、大屏幕、绿色环保、低辐射、低功耗和操作简单的 VGA 兼容型显示器。分辨率从 320×200 发展到 1280×1024 甚至 1800×1440 以上，显示颜色从 4 色发展到无穷大，点距从 0.6mm 发展到 0.24mm 以下，行频由 15.7kHz 发展到 120kHz 以上，场频由 46Hz 发展到 160Hz 以上，信号从 TTL 信号输入方式发展为模拟(Analog)输入方式，视频带宽发展到 203MHz 以上。20 世纪 80 年代后期，世界上不断涌现出不同的显示模式、不同的扫描频率，日本 NEC 公司首先推出多频同步扫描显示器，以一种显示器可适应多种显示模式。目前，17 英寸纯平显示器已成为彩色显示器的主导产品。

第 1 节 显示器的分类、特点和主要技术指标

目前技术成熟的显示器有两大类：一类是阴极射线管 CRT(Cathode Ray Tube)显示器，另一类是平板显示器。由于 CRT 显示器具有色彩好、亮度高和成本低等优点，所以仍然是目前显示器的主流产品。平板显示器主要有液晶显示器 LCD(Liquid Crystal Display)、场致发光显示器 ELD(Electro Luminescence Display)、真空荧光显示器 VFD(Vacuum Fluorescent Display)、等离子体显示板 PDP(Plasma Display Panel)等，由于平板显示器具有功耗低、重量轻、体积小和无辐射等优点，随着成本降低和清晰度的提高，最终将成为显示器的主流产品。由于目前 CRT 显示器仍然是主流产品，所以仅介绍 CRT 显示器的分类特点和技术指标。

一、显示器的分类

1.按显示颜色分类

1)单色显示器

单色显示器也称多灰度单色显示器。此类显示器屏幕所显示字符的颜色由显示管荧光屏所涂荧光粉的颜色决定。主要的颜色有纸白色（Paper White)、琥珀色(Amber)、绿色(Green)等几种。由于单色显示器具有清晰度高、体积小和价格便宜等优点，所以广泛地应用在金融系统，如实达系列终端机。

2)彩色显示器

彩色显示器可显示出不同的颜色，所以广泛地应用在教学、工程设计和家庭中。彩色显示器

需要全本请访问 www.ertongbook.com

是目前显示器的主导产品。

2.按节能分类

1)节能型显示器

凡是符合 VESA DPMS(显示器电源管理发送）标准的显示器，便是节能型显示器。此类显示器通过 Windows98/2000 等操作系统电源管理的设置,键盘或鼠标在设置时间内不工作时,系统将在 DPMS 模式下设置同步信号，使显示器处于节能状态。在节能状态期间，只要移动或敲击键盘，将操作系统激活，使显示卡恢复正常的同步信号输出，被显示器识别后自动进入正常工作状态。此类显示器通常有两个电源指示灯：一个用于表明显示器处于正常工作状态；另一个用于表明显示器处于节能状态。通常电源指示灯发光为绿色时表明显示器处于工作状态，发光为橙色或红色（多处于闪烁发光状态）时表明显示器处于节能状态。目前，新型显示器已全部是节能型显示器。

2 非节能型显示器

凡是不符合 VESA DPMS 标准的显示器，便是非节能型显示器。此类显示器是否工作与微型计算机的设置无关，只要接通电源开关，显示器便处于工作状态，并且电源指示灯发光为绿色；若指示灯熄灭，说明电源开关被断开。单频彩色显示器和早期的多频显示器均属于非节能型显示器,如长城 GW500 等彩色显示器。

3.按调节方式分类

1)模拟调节方式

模拟调节方式是通过显示器面板上设置的旋钮进行亮度、行幅和场幅等模拟量调节的。采用该调节方式主要有以下缺点：①旋钮采用可调电阻进行，所以电路结构复杂，故障率高;②调节功能少，只有一些常见的功能;③调节范围小;④调节没有存储功能，在进行模式变换后，画面变形较大，需要进行多方面的调节。

2)数控调节方式

数控调节方式是通过显示器面板上设置的轻触按键或单键飞梭键进行行幅、场幅等模拟量调节的。采用该调节方式主要有以下优点：①采用微处理器进行操作信息识别，通过 D/A 变换器产生的直流控制电压对所控制电路进行控制，因省略了可调元件，所以故障率低；②调节功能多，有十几种调节功能③调节范围大;④调节有存储功能,在进行显示模式变换后,画面变形小,只需进行简单的调节。

另外，目前许多新型显示器采用屏幕菜单显示（On Screen Display,缩写 OSD)方式,它能够以量化的方式将模拟量调节情况直观地显示在屏幕上，简单的调节功能窗口，使调节方法简单、方便。

3)模拟、数控方式

由于模拟调节方式具有调节方便的优点，而数控方式具有功能强可记忆等优点，所以有些新型显示器采用模拟数控组合方式，即常用的亮度、对比度控制采用模拟方式，而其他功能采用数控方式。

二、特点

新型显示器主要特点如下：

分辨率高 无闪烁、低辐射 即插即用 操作简单、自如 能够调节色温 绿色环保 智能省电；手动消磁功能 具有 OSD 显示功能；具有无信号检测功能；具有倾斜校正功能；可视面积大。

三、主要技术指标

1. 点距

点距是指荧光屏上相邻的同一颜色的两个荧光点之间的距离，它是由显示管的荫罩孔决定的。点距与清晰度和成本成反比，即点距越小，清晰度和成本越高，价格越贵。随着显示管技术的发展，点距由 0.6mm 以上，很快发展为 0.39mm→0.31mm→0.28mm→0.26mm→0.24mm→0.21mm 以下。

由于阴罩式和栅罩式显示管结构不同，所以它们的点距定义也不同，有“点距”“栅距”和“水平点距”等各种说法。对于阴罩式显示管，它的红、绿、蓝色三基色荧光点是三角排列的，所以点距可分对角点距和水平点距两类，通常以对角点距为标称点距，例如标称点距 0.28mm 的水平点距在 0.22mm 左右。对于栅罩式显示管，它的红、绿、蓝色三基色荧光点是垂直排列的，所以它在垂直方向上的点距可以看做是 0，其标称点距则以水平点距为准，实际应称为“栅距”，通常在 0.25mm 以下，因此比阴罩式显示管精细得多。

阴罩式显示管为了减小点距，是通过减小阴罩孔大小来实现。由于阴罩孔大小需要与阴罩板的厚度相匹配，即阴罩孔的大小不应该小于阴罩板的厚度。当阴罩板的厚度小于 0.28mm 后，容易变形，所以阴罩式显示管点距的大小受到限制。而栅罩式显示管则通过围框张力把薄薄的阴栅支撑住，从而在加大这个张力度时，便可进一步减小点距。

若将屏幕上 3 个彼此最接近的同色荧光点连接后，可构成一个等边三角形，这样三角形垂直于水平方向的底边长就是点距，而这底边上的高即斜边（也等于底边，即点距）在水平方向的投影，其长度就是水平点距。此时，水平点距是点距的 0.866 倍，所以不少的厂商利用这一点进行误导，标称其显示器的水平点距值，有的厂商却将水平点距直接标注为点距值。

2. 刷新频率

显示器是靠电子束击打荧光屏上荧光粉来发光的，当荧光粉被电子束击打后，发光的时间较短，这需要电子束重新激活荧光粉，这个过程便是刷新，击打同一个荧光粉的频率便是刷新频率。通常认为对人眼不会造成伤害的最低刷新率为 75Hz，目前新型显示器推荐为 85Hz 以上。

由于刷新率设置的高低，不但取决于显示器，还由显示卡性能决定。当显示卡的性能较差，便不能设置较高的刷新率。当显示器的行频范围较低，而使用中设置过高的刷新率时，有的显示器不能显示画面，而在屏幕上显示“OUT OF FREQUENCY”，超频信号，有的会导致显示器的行输出管损坏。因此，在检修行输出管损坏的故障时，不能忽略对分辨率和刷新率的检查，以免行输出管再次损坏。

3. 分辨率

分辨率就是荧光屏上所能显示像素数的多少，而分辨率高低是由显示管点距、有效显示面积和视频信号的带宽来决定。通常讲点距越小，有效面积越大，视频带宽越宽，则分辨率越高。分辨率越高，表明清晰度越高。分辨率通常用列×行点阵表示，目前许多显示器的最大分辨率多为 1024×768，有许多新型显示器可达到 1600×1200 或 1800×1440，有的甚至可达到 2048×1536。当分辨率为 1024×768 时，1024 表示屏幕上水平方向显示的点数，768 表示屏幕上垂直方向显示的点数。

在实际应用过程中分辨率与刷新率有直接关系，只有在刷新率达到“无闪烁刷新频率”时，显示器能达到的最高分辨率才是显示器的最高分辨率的数值。

4. 视频带宽

视频带宽是指视频放大电路的增益下降 3dB 时所对应的频率范围，它是衡量视频放大器频

率响应特性的技术指标。然而，视频带宽是随分辨率和场频升高而升高的。通常 14 英寸 VGA 显示器视频带宽应大于 50MHz，15 英寸显示器的视频带宽应大于 75MHz，17 英寸以上显示器的视频带宽应大于 100MHz。估算方法是 视频带宽 = 视频像素 × 垂直像素 × 分辨率 × 额外开销（通常为 1.5）视频带宽不够时将导致清晰度下降。下面给出几种常见分辨率和分辨率时的视频带宽数据，如表 1-1 所列。

表 1-1 视频带宽与刷新率、分辨率的关系表

分辨率	640×480	640×480	800×600	800×600	1024×768	1024×768
刷新率/Hz	75	85	75	85	60	70
视频带宽/MHz	35	39	54	61	71	83
分辨率	1024×768	1024×768	1280×1024	1280×1024	1280×1024	1280×1024
刷新率/Hz	75	85	60	70	75	85
视频带宽/MHz	88	100	118	138	147	167

5. 绿色环保

凡是符合视频电子标准协会（VESA）、美国环保机构（EPA）和瑞典雇员联盟（NUTEK）规定的能源标准的显示器，便是绿色环保型显示器。当用户在规定时间内没有操作键盘或鼠标，被微型计算机识别后，显示卡不能输出行同步信号或场同步信号输出时，被显示器内的同步识别电路识别后，微处理器便发出节能控制信号，使显示器进入节能状态。因此不但降低了电能，而且延长了显示器的使用寿命。

在节能状态期间，只要移动鼠标或敲击键盘，微型计算机的操作系统被激活后，显示卡输出正常的行场同步信号，显示器自动恢复到工作（ON）状态。节能状态通常有待机（或称等待（Stand-by））、响应（或称挂起（Suspend））和关闭（或称离机（OFF））3 种工作方式。

6. 即插即用

随着 Windows98/2000 等操作系统的应用，若显示器符合 VESA DDC（显示数据通道协议）标准的 DDC1/2B。（DDC1 是显示器到微型计算机连续传送 EDID 信息的单向数据通道，DDC2B 是符合 I^2C 总线协议的双向数据通道），那么微型计算机可通过 DDC2B 通道获得 EDID 信息，使显示器能够匹配最佳的设置或预先设置的显示模式，从而实现即插即用（Plug and Play）功能。

7. 亮度和对比度

最大亮度是屏幕在显示白块的最大亮度，其单位是 cd/m^2，通常情况下，背景较亮时白色的亮度在 $70cd/m^2$ 以上便可达到令人满意的效果，但为了兼顾单色颜色显示时的亮度或者使用场合较亮以及某些特殊画面效果的要求，产品制造时往往将亮度指标设置有较大的余量。但是，并非越亮越好。

对比度是画面或字符显示（测试时用白块信号）与屏幕背景的亮度之比。对比度越大，则显示的画面或字符越清晰，通常要求显示器在正常显示时其底色调到基本看不见即可。

8. 可视尺寸

显示器的屏幕尺寸实际上是显示管的尺寸。由于显示管荧光屏的四周有一定面积的边框，所以可视范围并不能达到这个尺寸。 14 英寸显示管的可视范围通常在 12 英寸，15 英寸显示管的可视范围通常在 13.8 英寸，个别的可达到 14 英寸，17 英寸显示管的可视范围通常在 16 英寸。因此，在购买显示器时一定要挑选可视范围大的显示器。

第 2 节　多频显示器的构成与功能

一、多频显示器的构成

显示器是由电源电路、行扫描电路、场扫描电路、视频处理电路、同步信号处理电路、亮度控制电路和显示管电路组成，如图 1-1 所示。

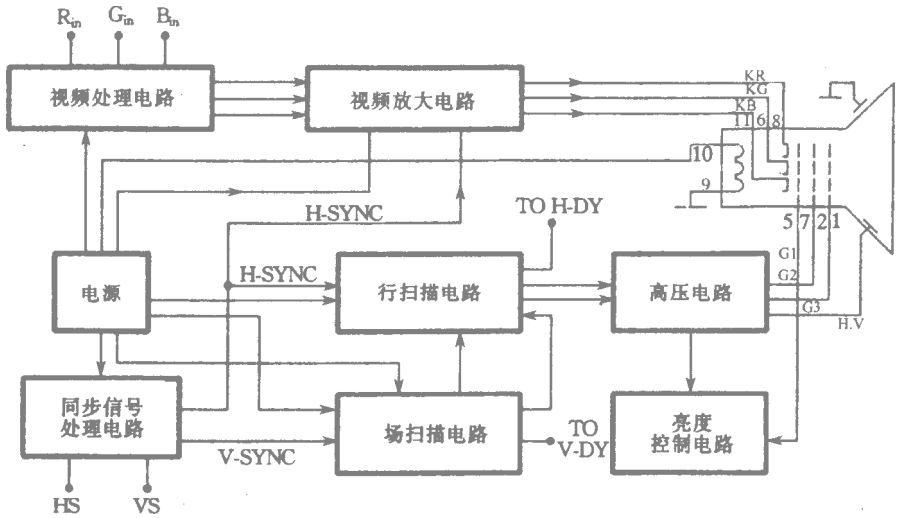


图 1-1　显示器构成方框图

二、单元电路功能

1.电源电路的功能

电源电路主要是为整机负载电路提供工作电压。由于多频显示器的行频随着分辨率升高而升高，由于行频升高，将导致行逆程脉冲幅度下降，所以采用恒定的供电电压不能保证行幅和显示管供电的正常，因此行输出电路需要设置单独的供电电路，确保行输出电路的供电随行频升高而升高。实现可变的行输出供电通常采用两种方式：一种是切换方式，即在行频升高时，利用模式识别信号，对供电切换管进行切换，确保行频升高时行输出电路供电相应升高；另一种是采用开关电源方式，此类开关电源利用稳压调节电路对显示管高压或行逆程脉冲电压进行检测，控制开关管的导通时间，从而实现行输出供电随行频升高而升高。而显示管灯丝、行场等小信号处理电路、接口电路和视频处理等电路的供电需要稳定。因此，大部分新型显示器采用两套或三套开关电源为不同负载电路供电。

1)主电源电路的功能

(1)为同步信号极性处理、微处理器等电路提供 5V 供电电压。

(2)为显示管灯丝提供 6.3V 电压。在新型显示器中，该电压还为倾斜校正等电路供电。

(3)为行、场扫描和视频等小信号处理等电路提供 12V 电压。

(4)为视频输出放大器供电。该供电根据亮度控制方式不同有两种：当亮度控制采用栅极控制方式的供电为 80V 左右；当亮度控制采用阴极控制方式的供电为 120V 左右。

(5)为场输出放大器供电。该供电根据场输出电路的不同有 4 种：当场输出电路采用分立元件构成的供电电压为 120V 左右；场输出电路采用 LA7835、LA7838 等集成电路构成的多采用

需要全本请访问 www.ertongbook.com

26V 左右供电；场输出电路采用 TDA4866 等集成电路构成的供电电压多为 ±12V 左右 若采用 TDA8172 等集成电路构成的供电为 45V左右。

(6)为行输出电源电路供电。该供电根据行输出电源电路采用的方式不同有两种：当行输出电源采用串联型开关电源时供电多为 160V～200V ；当行输出电源采用并联型开关电源时供电多为 50V～80V。

2)行输出电源电路的功能

行输出电源电路为行输出电路提供的工作电压随行频升高而升高，其变化范围与行频自动同步范围大小有关。行输出供电通常用 B+表示,变化范围在 100V左右。

2.视频预处理电路的功能

视频预处理电路的功能是将 R、G、B 模拟信号进行放大，并进行黑电平钳位、对比度控制和亮度控制。为了确保画面清晰，要求该电路有足够的带宽和放大量。早期视频预处理电路通常采用 LM1203、M51378 或 TLS1233 等芯片，目前显示器多采用 KA2143、LM2138、LM2149、M52743、TDA9210 和 MC12382 等芯片。

3.视频输出放大电路的功能

视频放大电路对前置放大器输出的信号进行放大，以满足显示管正常工作的需要。暗平衡调节通常由该电路完成。同样,为了确保画面清晰,要求该电路有足够的带宽和放大量。视频放大电路有的由分立元件构成,有的由 LM2045～LM2049、LM2437、LM2439 等芯片构成。

4.同步信号处理电路的功能

同步信号处理电路主要的功能是将微型计算机显示卡输出的行、场同步信号进行极性处理，满足行场扫描电路正常工作的需要。同时还产生节能、 S校正电容切换、行场幅度控制等多种自动控制信号。

在新型显示器中该部分电路的功能多由微处理器完成。

5.行扫描电路的功能

(1)为行偏转线圈提供线性良好、峰值可达几安培的行锯齿波电流，以产生垂直方向的偏转磁场,使显示管的电子束完成水平方向的扫描,即行扫描。

(2)为显示管提供正常工作的阳极、聚焦、加速极电压。早期显示器的显示管灯丝也由行输出电路供电。目前,许多 17 英寸以上的显示器为了提高工作的稳定性能，将行输出电路与高压产生电路分离。行输出电路仅为行偏转线圈提供锯齿波电流,而阳极高压、聚焦极电压和加速极电压均由独立的逆变电路产生。

(3)为 AFC 电路提供行逆程脉冲,行逆程脉冲经积分后形成比较信号,与行同步信号进行比较，达到行扫描频率与相位同步的目的。

(4)为行输出电源电路提供取样电压，以便行输出管的供电随行频升高而升高。

(5)为 X射线保护电路提供取样电压，以免行输出电源电路、行逆程电容等异常，引起行逆程脉冲过高带来的危害。

(6)为开关电源提供‘锁频’脉冲,使开关电源工作被行频同步,以免开关电源与行扫描电路互相干扰。

(7)具有行幅、行位移和行中心调整功能。

(8)具有东西枕形、梯形等失真校正功能。

(9)具有 OSD 功能的显示器，行输出电路还为 OSD 处理电路提供用于水平定位的行同步脉冲。

(10)具有水平鱼尾纹消除功能。有的还具有行动态聚焦功能。

6.场扫描电路的功能

(1)为场偏转线圈提供线性良好的，并有足够幅度的锯齿波电流，以便使电子束完成垂直方向的扫描，即场扫描。

(2)具有场幅、场中心的调节功能。

(3)能够为东西枕形失真校正、行动态聚焦电路提供正常的场频抛物波。

(4)能够提供正常的场消隐信号，以免逆程期间出现场回扫线。

(5)具有 OSD菜单功能的显示器,场输出电路还为 OSD处理电路提供用于垂直定位的场同步脉冲。有的新型显示器场扫描电路还有鱼尾纹消除功能。

第 3 节　多频扫描显示器的构成与功能

一、分辨率与同步信号的关系

由于多频扫描彩色显示器,能够在不同分辨率条件下工作。而分辨率在不同的设置时,将导致微型计算机显示卡输出的行、场同步信号的频率和极性不同。视频信号、同步信号时序图如图 1-2 所示。显示模式与行场同步信号的关系通常如表 1-2 所列。有些显示器的显示模式少于表 1-2所列,有些显示器的显示模式多于表 1-2所列。

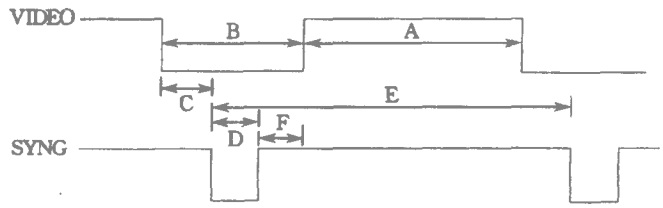


图 1-2　视频信号、同步信号时序图

表 1-2　显示模式与同步信号的关系表

模式 / 参数	预置模式										
	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9	模式 10	模式 11
	640×480	800×600	800×600	1024×768	640×400	640×480	800×600	640×480	832×624	1024×768	1024×768
行频/kHz	37.5	46.88	53.68	68.667	31.47	31.47	37.88	43.27	49.75	60.02	63.98
总周期 $E/\mu s$	26.67	21.33	18.63	14.561	31.78	31.78	26.4	21.11	20.1	16.66	15.63
视频有效时间 $A/\mu s$	20.32	16.16	14.22	10.836	25.42	25.42	20	17.78	14.52	13	11.85
消隐时间 $B/\mu s$	6.35	5.17	4.41	3.725	6.36	6.36	6.4	5.33	5.58	3.66	3.78
信号前沿 $C/\mu s$	0.51	0.32	0.57	0.508	0.64	0.64	1	1.556	0.55	0.2	0.44
同步信号时间 $D/\mu s$	2.03	1.616	1.14	1.016	3.81	3.81	3.2	1.556	1.12	1.22	1.04
信号后沿 $F/\mu s$	3.81	3.071	2.7	2.201	1.91	1.91	2.2	2.222	3.91	2.24	2.3
场频/Hz	75	75	85.06	85	70.08	59.94	60.32	8.015	74.95	75	60

（续）

模式 / 参数	预置模式										
	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9	模式 10	模式 11
	640×480	800×600	800×600	1024×768	640×400	640×480	800×600	640×480	832×624	1024×768	1024×768
总周期 E/ms	13.335	13.331	11.775	11.764	14.269	16.684	16.579	11.763	13.407	13.328	16.66
视频有效时间 A/ ms	12.907	12.798	11.178	11.182	12.712	15.254	15.84	11.093	12.542	12.795	16.005
消隐时间 B/ms	0.533	0.533	0.577	0.582	1.557	1.43	0.739	0.67	0.865	0.533	0.656
信号前沿 C/ms	0.026	0.021	0.018	0.014	0.414	0.318	0.026	0.023	0.021	0.017	0.015
同步信号时间 D/ms	0.08	0.064	0.056	0.044	0.063	0.063	0.106	0.069	0.06	0.05	0.047
信号后沿 F/ms	0.427	0.448	0.503	0.524	1.080	1.049	0.607	0.578	0.784	0.466	0.594
行信号极性	−	+	+	+	−	−	+	−	−	+	+
场信号极性	−	+	+	+	+	−	+	−	−	+	+

二、同步信号输入电路

早期显示器采用的行、场扫描集成电路要求输入的同步信号有正、负极性之分，如 LA7850、LA7851/KA2138、TDA7852、TDA2595 和 HA11235 等集成电路采用的负极性信号输入方式，HA11423、MC1391 和 AN5790 等集成电路采用正极性输入方式。而后期显示器采用的行、场扫描集成电路不论输入正极性信号，还是输入负极性信号均能同步，如 TDA4850～TDA4858、STV7779、TDA9102、TDA9103、TDA9107 和 TDA9109、TDA9111、TDA9115 等。为此，许多显示器根据扫描芯片的需要设置同步信号处理电路。将微型计算机显示卡输出的行同步信号 HS 和场同步信号 VS，经同步信号处理电路统一为负极性或正极性信号。

第2章 厦华 MC-1498 显示器电路分析与检修

厦华(XOCECO)MC-1498是厦门华侨电子有限公司（显示器分公司）生产的 14 英寸超高清晰度彩色显示器。该显示器的主要特点如下。

(1)采用 14英寸高分辨率彩色显示管 CDT(Color Display Tube),该显示管点距为 0.28mm,可视尺寸为 13.2英寸。

(2)可与多种视频标准 VGA、SVGA、VESA 兼容。

(3)行频在 30kHz～48.07kHz 之间能够自动同步,场频在 50Hz～87Hz 之间能够自动同步。

(4)符合 VESA无闪烁模式,画面稳定完美。

(5)电源电路可在市电电压为 100V～240V,频率为 50Hz/60Hz 范围内正常工作，世界通用。

(6)省电功能符合 EPA 能源之星。

(7)符合 VESA 显示器电源管理 (DPMS)。

第 1 节 电源电路分析

由于该机是多频扫描显示器，所以要求行输出电路的供电随行频升高而升高，必须采用单独的可变电源供电,而显示管灯丝、场输出等电路供电要求稳定,因此,MC-1498 彩色显示器采用两套开关电源为不同的负载电路供电。

一、主电源电路

参阅图 2-1所示电路。主电源电路是由 N101(KA3842)为核心构成的变压器耦合它激式开关稳压电源,主要为微处理器、存储器、显示管灯丝、场扫描电路、行输出电源等电路提供工作电压。KA3842 的内部电路如图 2-2 所示，其引脚功能如下。

①脚是误差放大器输出端。①脚通常与误差放大器反相输入端②脚之间加入 RC 补偿网络,改变 RC 网络元件参数的大小，便可改变闭环增益和频响。①脚与输出端电压的逻辑关系是 输出端电压↑→①脚电压↓→输出端电压↓。也有个别的显示器开关电源将该脚作为误差取样信号的输入端。

②脚是误差放大器反相输入端。通常误差取样电路产生的取样的电压由该脚输入，与误差放大器同相输入端的 2.5V基准电压进行比较，控制误差放大器输出端电平的高低。②脚与输出端电压的逻辑关系是 输出端电压↑→②脚电压↑→输出端电压↓.

③脚是电流感应比较器同相输入端。开关电源初级的峰值电流经取样电阻转换成电压由该脚输入，与误差放大器输出的信号进行比较，产生驱动开关管的脉宽调制(PWM)控制电压。③脚与输出端电压的逻辑关系是 输出端电压↑→③脚电压↑→输出端电压↓.

④脚是内接振荡器,外接 RC定时元件。振荡器与 RC 元件产生的振荡频率，作为开关电源

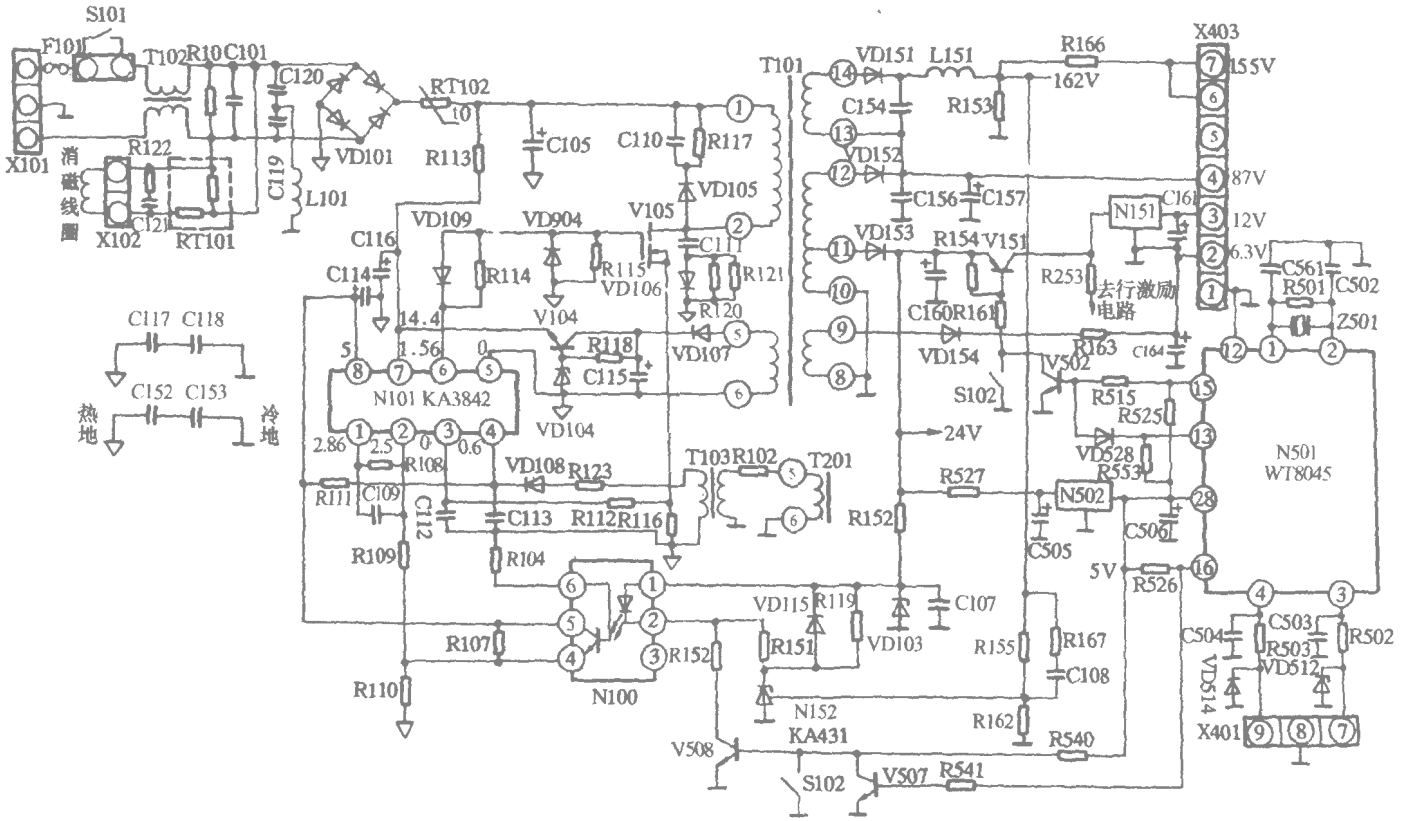

S101
F101
T102
R10
C101
C120
RT102
X101
消磁线圈
R122
C121
X102
RT101
C119
L101
VD101
R113
C105
C110
R117
VD105
VD109
VD904
V105
C116
C114
R114
R115
VD106
C111
R121
R120
V104
14.4
5
1.56
0
R118
VD107
C115
N101 KA3842
VD104
2.86
2.5
0
0.6
R108
VD108
R123
T103
R102
T201
R111
C109
C112
C113
R112
R116
R109
R104
R107
R110
N100
R152
VD115
R119
VD103
C107
R151
R155
R167
C108
N152
KA431
R162
R540
V508
S102
V507
R541
C117 C118
C152 C153
热地
冷地
T101
VD151
L151
R166
162V
C154
R153
VD152
C156
C157
VD153
R154
V151
C160
R161
VD154
R253
去行激励电路
N151
C161
C163
R163
C164
V502
S102
24V
R515
R525
VD528
R553
N502
C505
C506
R527
R152
5V
R526
X403
15.5V
8.7V
12V
6.3V
C561
R501
C502
Z501
N501
WT8045
C503
R503
R502
C504
VD512
VD514
X401

图 2-1　主电源电路图

电路在行扫描电路启动前的工作频率；行扫描电路工作后，由④脚输入行逆程脉冲电压，使开关管工作频率与行扫描电路工作频率一致，以免开关电源与行扫描电路工作频率不同而影响显示器正常工作。

⑤脚是接地端。

⑥脚是推挽放大电路输出端。可直接驱动电源开关管（双极型大功率管或大功率场效应管），驱动电流的平均值可达到 ±200mA，最大峰值电流可达到 ±1A。

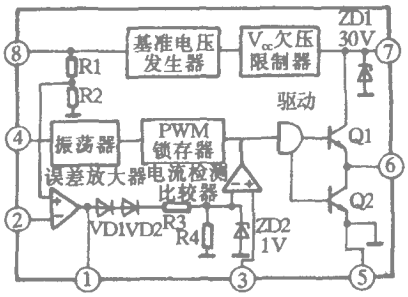


图 2-2 KA3842 内部电路功能方框图

⑦脚是电源供电端，欠压保护检测端。启动时⑦脚电压若低于 16V，KA3842 不能启动。进入正常工作状态后，若自馈电电路为⑦脚提供的工作电压低于 10V，KA3842 停止工作，进入欠压保护状态，以免开关管因激励电压不足而损坏。由于该保护电路未采用锁存方式，所以保护电路动作后，当启动电压达到 16V 仍可启动。正常工作时⑦脚电压多为 15V 左右。

⑧脚是 5V 基准电压输出端。

1.启动与振荡

接通电源开关 S101 后，220V 市电电压经 T102、R101、C101 滤除电网中的高频杂波后，分两路输出：一路利用消磁电阻 RT101 的热敏性能，在消磁线圈中产生一个由强变弱的交流磁场，完成对显示管及其附件的消磁；另一路经 VD101 桥式整流，再经负温度系数热敏电阻 RT102 限流后，在 C105 两端产生 300V 左右直流电压。300V 电压不但经开关变压器 T101 初级绕组(①～②绕组)送到开关管 V105D 极，而且经 R113 限流对 C116 充电。当 C116 两端充电电压达到 16V 时，N101⑦脚内的 5V 基准电压发生器产生 5V 电压。5V 电压不但为振荡器等电路供电，而且由⑧脚输出，并经 R111、C113 与 N101④脚内部电路充、放电，在 N101④脚上形成锯齿波脉冲电压，再经整形电路获得矩形脉冲电压由⑥脚输出，使 V105 工作在开关状态。

V105 工作后，由开关变压器 T101 变换能量，不但为负载电路供电，而且 T101⑤～⑥绕组产生的脉冲电压经 VD107 整流，在 C115 两端产生的直流电压，再经 V104、VD104 和 R118 稳压产生 14.4V 电压，送到 N101⑦脚，为 N101 提供完成启动后的工作电压。

2.稳压调节电路

稳压调节电路是由误差取样放大电路和 N101②脚内部误差放大器、电流比较器和 PWM 锁存器共同完成。市电电压或负载没有发生变化时，N101②脚输入的取样电压保持不变，N101⑥脚输出的驱动电压占空比保持稳定，只有在市电电压或负载电路变化时，N101②脚电压在误差取样电路控制下发生变化，使 N101⑥脚输出的驱动电压占空比发生变化，致使开关变压器 T102 存储的能量不随市电电压或负载变化而改变，从而达到稳定输出端电压的目的。

当市电电压升高或负载变轻，引起输出端电压升高时，C160 两端升高的电压经 R152 限流，再经 VD103 稳压后，使光电耦合器 N100①脚电位保持 12V 不变，而 C154 两端升高的电压经误差取样电路 R155、R162 取样后的电压超过 2.5V，再经三端误差放大器 N152 内部比较放大后，使 N100②脚电位下降。此时 N100 内的发光管因导通电压升高而发光加强，致使 N100 内的光敏管因受光照加强而导通加强，使其 ce 结内阻下降。此时，N101 基准电压输出端⑧脚输出的 5V 电压，经光敏管 ce 结内阻//R107 与 R110 分压后的电压升高，再经 R109 限流，使 N101 误差放大器反相输入端②脚的电压超过 2.5V。该电压通过误差放大器比较放大后，使 N101⑥脚输出的驱动电压占空比下降，进而使开关变压器 T101 储能下降，最终使输出端电压下降到规定电

需要全本请访问 www.ertongbook.com

压值。

当输出端电压下降时，稳压调节过程相反。

3.保护电路

1)软启动电路

R167、C108 组成软启动电路。该电路可在开机瞬间为 N152 输入端提供一个高电位，使 N101②脚瞬间超过 2.5V，使开关管 V105 导通时间受到限制，以免稳压调节电路没有及时进入正常工作状态，导致 V105 过激励损坏。当 C108 充电结束后，软启动电路功能消失。R107 不但与 N100 内的光敏管 ce 结内阻并联后参与稳压调节，而且在 N100、N152 等异常时可限制输出端电压升高的幅度。

2)尖峰电压吸收回路

该电源电路在开关管 V105D 极设置了 R117、C110、VD105 和 C111、VD106、R120、R121 构成两套尖峰电压吸收回路，以免 V105 在截止期间被过高的尖峰电压损坏。

二、节能控制电路

由 WT8045 构成的显示器能够在 VESA DPMS(显示电源管理信号)控制下，以 4 种模式工作 正常工作(开机状态)、待机状态(等待状态)、响应状态(挂起状态)和关闭状态(停机状态)。DPMS 功能是通过主机的控制来实现的。若键盘或鼠标长时间处于不工作状态，系统就将在 DPMS 模式下设置同步信号。输入信号与所处状态如表 2-1 所列。

表 2-1 输入信号与显示器所处状态表

工作状态		信号			电源功耗/W	省电率/%	指示灯
		行同步	场同步	视频			
正常工作		有	有	有	85	0	橙色
节能状态	待机状态	无	有	消隐	<18	>82	绿色
	挂起状态	有	无	消隐	<15	>85	绿色
	关闭状态	无	无	消隐	<5	>92	绿色

由于 WT8045 的⑭脚没有使用，所以该显示器仅有响应状态、停机状态和正常工作状态 3 种模式，下面分别介绍各种模式的工作原理。

1.正常状态

当计算机主机处于正常工作状态时，由显示卡输出的行、场同步信号分别经连接器 X401 的⑦脚、⑨脚输入，再分别经 R502、R503 限流，由 N501(WT8045)③脚、④脚输入。行、场同步信号被 N501 检测、识别后，N501⑮脚、⑯脚输出高电平。⑯脚的高电平使 V507 导通，进而使 V508 截止，对光电耦合器 N100 没有影响，于是主电源电路在 N101、N152 等控制下，处于正常工作状态。同时，N501⑮脚输出的高电平使 V502 导通，进而使 V151 导通。

V151 导通后，其集电极输出的 19V 电压经 12V 稳压器 N151 稳压获得 12V 电压，为行、场扫描等小信号处理电路供电，使整机处于工作状态。

当显示器处于工作状态时，行输出变压器 T201 锁频绕组产生的脉冲电压，经变压器 T103 耦合，再经 VD108 限幅，送到主电源电路控制芯片 N101(KA3842)④脚，使主电源电路的工作频率由自由振荡状态进入与行频同步状态。

2.待机/挂起状态

当鼠标、键盘长时间不工作，被 N501 检测后，控制电路进入挂起／待机状态。在挂起／待机

状态期间，N501 挂起／待机控制端⑮脚为低电平，使 V502 截止，进而使 V151 截止，导致 V151 集电极没有电压输出，从而使行、场扫描电路、视频处理等电路停止工作。

3. 离机状态

当利用程序关机时，系统将在 VESA DPMS(显示电源管理信号)模式下设置同步信号，使连接器 X401 的⑦脚、⑨脚没有行、场同步信号输入，被 WT8045 检测后，除了使其⑮脚为低电平，而且使⑯脚为低电平。⑮脚为低电平后，行、场扫描等电路因失去供电电压而停止工作。同时⑯脚为低电平，导致 V507 截止，进而使 V508 导通。V508 导通后，N100②脚经 R152、V508ce 结接地，使 N100 内的发光管、光敏管导通加强，进而使主电源电路处于弱振状态。此时 19V 电压在 6.5V～7.2V 之间波动，能够满足 5V 稳压器 N501 供电，确保 WT8045 在停机状态的正常工作；145V 电压在 56V～62V 之间波动；87V 电压在 23V～26V 之间波动；6.3V 电源在 0.4V 左右波动。此时除了主电源电路，同步脉冲检测识别电路处于工作状态。

在节能状态下只要移动鼠标或敲击键盘，显示卡自动恢复行、场同步信号输出时，使显示器进入工作状态。

4. 超频控制电路

参阅图 2-1 所示电路。V502b 极不但受 N501⑮脚电位高低进行控制，还受 N501⑬脚电位高低的控制。N501⑬脚是 52kHz 识别输出端，而该机设置的最大行频为 48.4kHz。为此，若用户设置分辨率使行频超过 52kHz 时，N501 ⑬脚为低电平，使 V502 截止，负载电路因没有 12V 供电电压而停止工作，从而避免了行频过高带来的危害。

5. 指示灯控制电路

参阅图 2-3 所示电路。在正常工作状态时 24V 电压使 12V 稳压管 VD524 击穿导通，进而使 V512 导通，V513 截止，电源指示灯 VD001 内的绿色发光因没有导通电压而不能发光，同时 12V 电压经 R549 限流，使电源指示灯 VD001 内的橙色发光管发光。当处于停机状态时，24V 电压下降为 9V 左右且波动，VD524、V512 相继截止，V513 导通，87V 电源下降为 24V 左右的电压，并由 V513e 极输出，经 R543、VD523 限流、隔离，加到 VD001 内的绿色发光管正极，于是 VD001 发光是绿色的。因 24V 和 87V 电源是波动的电压，所以 VD001 发光是闪烁的。

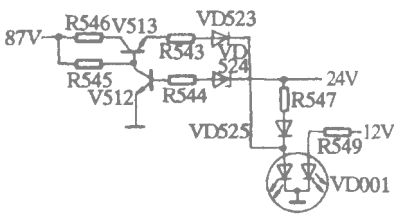


图 2-3　指示灯控制电路

6. 节能状态的解除

在节能电路中，设置了一个双刀二切一开关 S102。当开关 S102 处于图 2-1 所示位置时节能功能有效。当 S102 被按下时，导致 V502c 极、V508b 极接地，节能功能被解除，便于在没有微型计算机时对一些故障的检修。

三、行输出电源电路

当显示模式被改变时，显示卡输出的行同步信号的频率是变化的。当同步信号频率升高时，行扫描频率相应升高，行正程时间 T_s 减小，由公式 $I_{pp}=E_cT_s/L_y$ 可知，行扫描电流 I_{pp} 下降，导致行幅下降。在行偏转线圈电感 L_y 不变时，若保持 I_{pp} 不变，必须增大供电电压 E_c。

改变 E_c 的方法主要有两种：第一种是利用互感变压器对行输出电流进行检测，再通过稳压调节电路控制行输出电源电路的 PWM 控制电路，改变开关管导通时间，达到改变 E_c 的目的；第二种是对行输出电路产生的行逆程脉冲进行检测，再通过稳压调节电路控制行输出电源电路的 PWM 控制电路，改变开关管导通时间，达到改变 E_c 的目的。通常行输出电源电路采用第二种

方法，仅有少部分高档机采用第一种方法。

该机行输出电源电路的稳压调节电路是由 N201、N202 为核心构成的，如图 2-4 所示。N201、N202 内部构成如图 2-5 所示。

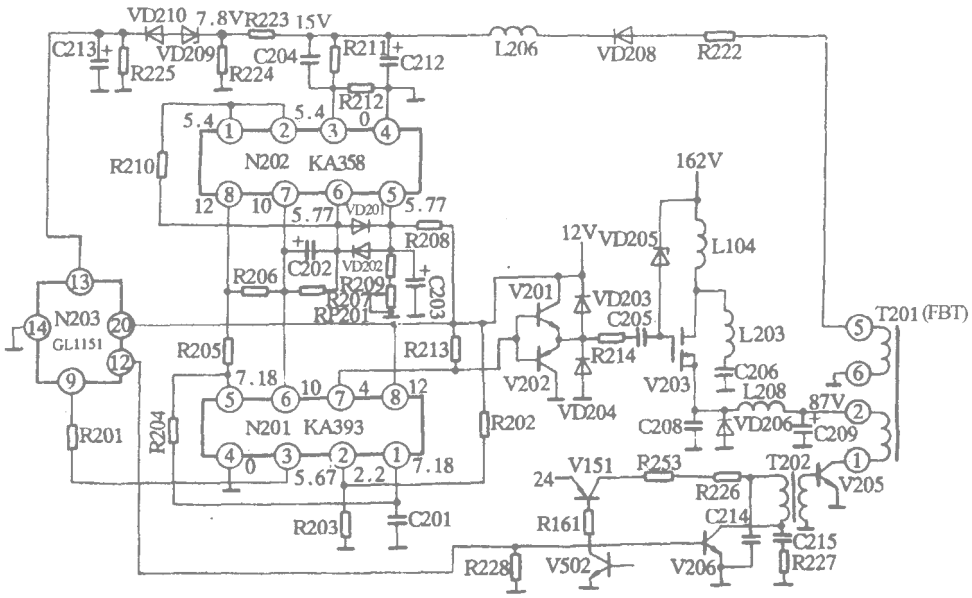


图 2-4 行输出电源电路图

1 工作过程

当 N201、N202、N203 得到 12V 电压后，开始进入工作状态。由 N203⑨脚输出的行锯齿波脉冲电压，经 R201 限流后送到 N201③脚。由图 2-5 所示电路可知，N201③脚内接比较器 A1 的同相输入端，而 A1 反相输入端接的是由 12V 电源经 R202、R203 分压提供的 2.2V 基准电压，经 A1 比较放大后，由 N201①脚输出经整形的锯齿波比较电压，该电压经 R204 限流，由 N201⑤脚输入，该电压与⑥脚输入的误差信号经比较器 A2 放大后，由⑦脚输出驱动电压。⑦脚输出的驱动电压经推挽放大电路放大后，使开关管 V203 工作在开关状态。

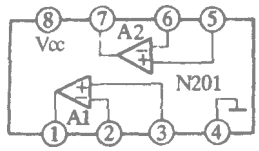


图 2-5 N201、N202 内部方框图

因 V203 采用的是 P 沟道场效应管 IRF9610，所以 V201 导通时 V203 截止，V202 导通时 V203 导通。V203 导通期间，162V 电源经 V203、电感 L208，对滤波电容 C209 充电。当 V203 截止期间，L208 感应的左端负、右端正的脉冲电压，经 C209、续流二极管 VD206 和 L208 构成充电回路，使 C209 继续获得能量。因此，由该开关电源提供的供电电压不但纹波小，而且开关管 V203 的反峰电压低。

2. 稳压调节电路

当负载变轻引起 C209 两端电压升高时，相应引起行输出变压器 T201 各个绕组的脉冲电压升高，T201⑤脚升高的脉冲电压经 R222 限流，再经 VD208 整流，在滤波电容 C212 两端产生的误差取样电压超过 15V，该电压经 R211、R212 取样后的电压超过 5.4V，由 N202③脚输入，经 N202 内的 A1 射随后，由 N202①脚输出并送到 N202⑥脚，与⑤脚上的基准电压比较放大后，由⑦脚输出误差信号，送到 N201⑥脚，与⑤脚输入的锯齿波信号经 N201 内的 A2 比较后，使 N201

⑦脚输出的驱动电压占空比变小，经推挽放大电路放大后，使开关管 V203 导通时间缩短，L208 储能下降，C209 两端电压恢复到规定值。反之，稳压调节过程相反。

调节 RP201 阻值的大小，可改变 N202 ⑤脚基准电压的大小，最终可改变 C209 两端电压的高低。在未联机时 C209 两端电压为 87V。

改变显示模式使行频升高时，将导致 C212 两端产生的电压下降，经稳压调节电路的控制，必然会导致 C209 两端电压升高，在行频为 37.5kHz 时 C209 两端电压升高为 109V。这样，在行频变化时显示管的高压基本不变，使显示画面的幅度保持稳定。

3. 行逆程脉冲过压保护电路

参阅图 2-4 所示电路。当行逆程电容失容、V205 供电过高或行频过低，引起行逆程脉冲过高，导致 C212 两端的电压升高，经 R223、R224 取样后的电压超过 9V(正常时为 7.8V)时，8.2V 稳压管 VD209 击穿导通，使 VD210 导通，进而使扫描芯片 N203 (GL1151)X 射线保护信号输入端⑬脚有 0.5V 以上的触发电压，于是 X 射线保护电路动作，关闭 N203⑫脚的行激励电压输出，使行扫描电路停止工作，不但避免了过高的 X 射线给人体带来的危害，而且避免行输出管 V205 等元件过压损坏。

第 2 节行、场扫描电路分析

一、GL1151 内部功能方框图和引脚功能

该机行、场扫描电路是由 N203(GL1151)为核心构成的。GL1151(同 LA7851)内部功能方框图如图 2-6 所示，引脚功能和电压数据如表 2-2 所列。

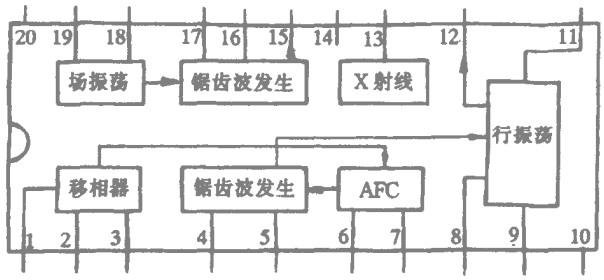


图 2-6 GL1151 内部功能方框图

表 2-2 GL1151 引脚功能和电压数据表

引脚	功 能	电压/V	引脚	功 能	电压/V
1	行同步信号输入端	3.7	11	行激励脉宽调节端	6
2	行相位时间常数控制端	8	12	行激励电压输出端	0.4
3	同步脉冲宽度调整端	8.4	13	X 射线保护信号输入端	0
4	行逆程脉冲输入端	0.2	14	接地端	0
5	AFC 比较锯齿波形成端	3.8	15	场激励电压输出端	7.93
6	AFC2 电路滤波端	3.14	16	场锯齿波输出	10.6
7	AFC 控制电压输出端	6.17	17	场锯齿波形成端	0.56
8	行锯齿波脉冲形成端	6.2	18	场振荡器定时端	5.8
9	放电端	5.67	19	场同步信号输入端	6
10	行扫描 12V 供电端	12	20	场扫描 12V 供电端	12
注：测 8 脚电压时有“吱吱”声，测 11、13 脚时行振荡器停振					

二、行扫描电路分析

1. 行振荡与 AFC 电路

参阅图 2-7 所示电路。N203 供电端⑩脚分别得到 12V 供电电压后，开始处于工作状态。N203⑧脚、⑨脚内的行振荡器与外接定时元件 R231、RP203、C217 经充、放电过程，在 N203⑧脚上产生行锯齿波脉冲。该锯齿波频率高低还受同步识别电路控制。

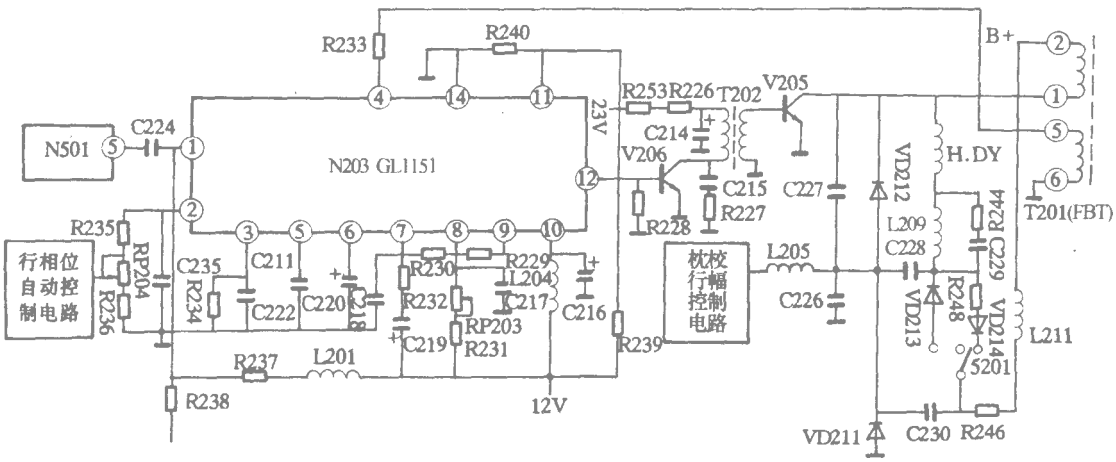


图 2-7　行扫描电路图

行同步信号由 N501(WT8045)⑤脚输出，由 N203①脚输入并送到 AFC1 环路。在 AFC1 环路中行同步脉冲信号与振荡器产生的行振荡信号进行频率和相位比较，产生与相位差成正比的误差电流，经②脚外接的双时间滤波器 R235、C235 和 RP204 等平滑为误差控制电压，用于控制振荡器的频率。当 AFC1 环路锁定后，行振荡器的频率与相位达到完全同步，同步后的行频信号送到 AFC2 环路，而由行输出变压器 T201⑤脚产生的行逆程脉冲经 R233 限流后，由 N203④脚输入。④脚输入端行逆程脉冲再经内部电路与⑤脚外接的 C211 积分产生锯齿波比较信号，于是同步的行振荡频率与该比较信号在 AFC2 环路中进行相位比较，确保行同步信号与行逆程脉冲的相位准确，保证图像在显示管屏幕上正常的位置。最后，同步的行激励电压经缓冲放大后并由⑫脚输出，使行激励管 V206 工作在开关状态。

2. 行激励与行输出电路

该机为了防止行输出电路对行振荡电路产生干扰，所以行激励电路采用反极性激励方式，即行激励管 V206 导通时行输出管 V205 截止，V206 截止期间 V205 导通。C215、R227 构成的是阻尼电路，以免 V206 截止期间因其 c 极尖峰电压过高而损坏。

该行输出电路有两个阻尼二极管（即 VD212、VD211），有两个串联的行逆程电容(即 C226、C227)，并且在阻尼管、行逆程电容的节点处接有调制电感 L205 和调制电路，所以该行输出电路是具有枕形失真校正功能的 DDD(DDD 是双阻尼二极管的英文缩写）型行输出电路。该行输出电路与以往的行输出电路不同的是，不但便于东西枕形校正，而且便于行幅的调节，所以近些年被广泛应用在新型彩色显示器中。

1)普通行输出电路

为了便于理解新型行输出电路的工作原理，先对图 2-8(a）所示的普通行输出电路工作原理作一简单的介绍。S 校正电容 C_s 的容量较大，在理想状态时，其两端电压保持不变，所以可将 C_s

看做一个电源 E_c，行输出电路的波形如图 2-9(a)、(b)所示。

正程后半段 $t_0 \sim t_1$ 期间，行输出管 V 导通，行偏转电流是由 Q 和行偏转线圈 L_Y、电源 E_c 构成回路产生的，它是由 0 逐渐升高为正的最大值。在此期间显示管中的电子束在偏转线圈产生的磁场作用下，完成由屏幕左端到中心的扫描过程。

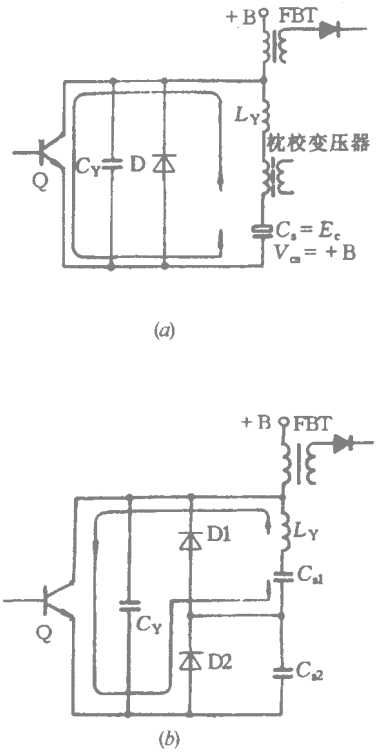


图 2-8 行输出电路图

(a) 普通型行输出电路；(b)DDD 型行输出电路。

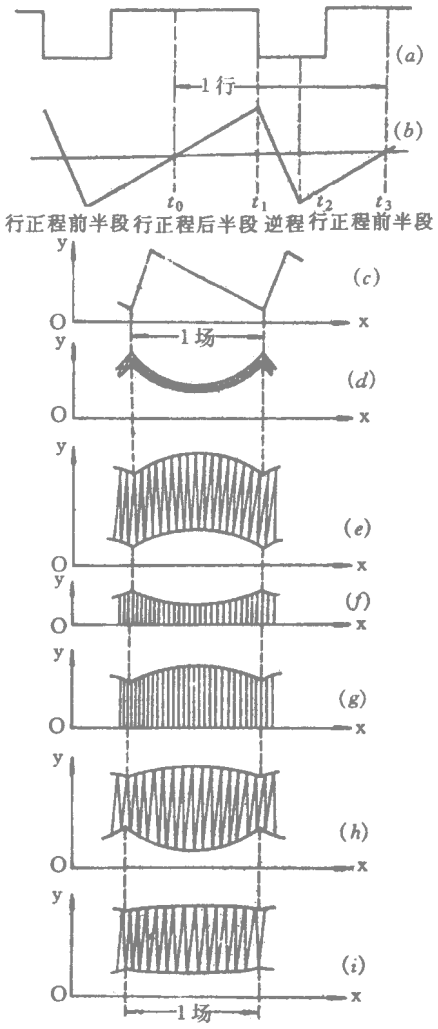


图 2-9 行输出波形图

行逆程 $t_1 \sim t_2$ 期间，行逆程锯齿波电流是由 L_Y 和电容 C_Y 构成谐振回路产生的。在此期间显示管中的电子束在偏转线圈产生的磁场作用下，完成水平回扫全部过程。

正程前半段 $t_2 \sim t_3$ 期间，行偏转电流是由阻尼管 D 和 L_Y、电源 E_c 构成回路产生的，它是由负的最大值逐渐升高为 0 在此期间显示管中的电子束在偏转线圈产生的磁场作用下，完成由屏幕中心到右端的扫描过程。

2)具有东西枕形失真校正功能的 DDD 型行输出电路

由于显示管中心电子束会聚在荧光屏内壁作水平扫描，但因荧光屏曲率半径大于电子束的偏转半径，所以在每场起始和结束部分的行扫描线速度增大，导致行扫描光栅在荧光屏四角延

需要全本请访问 www.ertongbook.com