

第一章 综 述

第一节 CRT 显示器发展概况

近年来,在计算机领域,无论是硬件、软件还是外设技术,发展得非常快。尤其是在硬件方面,几乎一两年左右,就会产生一代新产品,随之便产生各类新的软件系统和外设。

在显示器方面,尤其是在高分辨率显示器方面,它的发展是与计算机同步的。可以说正是由于计算机的发展,促进了高分辨率彩色显像管(CDT-Color Display Tube)和高清晰度显示器的发展。高分辨率显示器几年前已投放市场,可是详细介绍显示器方面的技术资料很少,其原因,一是显示器的显示方式是根据显示卡而定的,一般印象是把显示卡与主机联系到了一起,显示器只是外设的一部分,介绍系统时,显示器常常是被一带而过。另外,显示器的电路工作原理大部分与电视机相近,所以国内外专门论述显示器电路的资料也很少。再一个原因是显示器的研制与生产不像电视机那样普及,在世界上,相对集中在某些国家和地区。就以美国来说,可算是计算机最大的市场了,但在他的本土几乎不生产显示器。世界上微机制造厂家和经销公司多得无法统计,有许多公司只生产主板或部分模块。一些微机供货商从这个国家或地区买主板,从另外的国家或地区买硬盘,再在其它地区购电源、机箱等,东拼西凑,找一个加工厂一组装,就可以销售了。但显示器是不可能这样做的,它必须经过统一的、连续的、集中的生产、测试、才能够作为产品销往市场,所以许多外商经销微机产品和显示器时,对微机的性能、指标、术语等都非常了解,而对显示器的了解,只能说个大概。显示器是属于计算机领域的,虽然与电视机相似处很多,但计算机与电视机行业不同,对计算机行业来讲,显示器的配套固然很重要,但作为外设产品,处于从属地位,可以采取购买整机或委托设计、委托加工、技术转让等多种渠道解决。世界上许多大的计算机公司是这样做。像长城计算机集团公司这样既有微机产品的开发生产,又有显示器、打印机等外设的开发生产综合庞大的公司,在世界上并不多。而对电视机行业来讲,由于与计算机行业跨度很大,对显示器技术很少问津。如果与计算机行业没有较密切的合作联系,开发、生产显示器产品就会遇到很多困难。因为计算机的市场变化很快,显示器产品的开发生产如果跟不上计算机的发展,那么产品从设计到投入生产经过一个周期时,还来得及投入市场就有被淘汰的危险。世界上有些国家和地区大的显示器生产厂家原来就是生产电视机的,后来经过与计算机公司合作,为其配套显示器产品,逐渐才形成了具有相当规模的显示器专业生产厂。在我国,有些电视机厂也很想上显示器项目,但由于以上或其它种种原因,很难下决心进行决策。无论从技术力量和生产设备来讲,电视机厂生产显示器是不会有问题的,关键的问题在于市场。由于上述原因,所以近几年来,对显示器技术的探讨远不如对计算机那样深入、普及。这就形成了显示器技术和产业的特殊地位。

随着微机技术的迅速发展,用户对系统的要求越来越高。高速度、大容量、灵活性、扩展性、高分辨、多色彩、低价格已成为发展趋势。仅对彩色显示器发展而言,80年代初,CGA

(Color Graphic Adaptor)彩色显示方式问世,它的分辨率为 320×200 ,颜色为4色。但在不到十年的时间内,显示方式已从CGA、EGA(Enhanced Graphic Adaptor)、SEGA(Super Enhanced Graphic Adaptor)、VGA(Video Graphic Adaptor)、SVGA(Super Video Graphic Adaptor)发展到现在的超高分辨率的显示方式,显示精度从 320×200 发展到 1280×1024 以上,显示颜色从4色发展到无穷多,显示管阴罩点距从0.6mm以上发展到0.21mm以下,扫描频率从15.7kHz发展到120kHz以上,信号从TTL向Analog转化。正是由于微机不断地更新换代,促进了显示技术的飞速发展。在80年代中期,面对世界上不断涌现出的各种显示方式,不同的扫描频率,日本NEC公司首先推出了多频同步扫描显示器(Multisync),以一种显示器适用于多种显示卡。由于当时售价较高,销售量并不是很大,但它的设计思想和技术引起了人们的重视。从那时候开始,显示器的研制逐渐向多功能、低价格发展。例如14英寸Multisync彩色显示器在1987年国际市场的零售价约600美元,现在,该档次的显示器最低零售价降到了350美元以下,比单一显示方式的显示器价格贵得并不多,但功能大幅度增强。高性能和低价格,使这类显示器在国际市场上的销售量上升很快。从目前国际市场上看,16~20英寸彩色高分辨率显示器几乎都是多频同步扫描显示器,这类显示器深受高档微机 and CAD工作站等用户的喜爱。

据Dataquest预测,1995年全世界将年产2000万台微机,多频同步扫描显示器将占到显示器配套的30%,达600余万台。

当前世界上主要生产显示器的国家和地区是南朝鲜、日本和台湾。据统计,台湾目前从事显示器生产的厂商超过60家,1990年总产823万台,占全世界约1/3的市场。目前显示器的主力产品以VGA为主,彩色品种已多于单色品种,占60%以上。

美国IBM公司为PS/2型微机设计的高分辨率图形显示模式8514/A推出后,台湾积极进军世界专业工作站市场,开发17英寸以上的高分辨率彩色VGA产品。由于工作站和终端机需要大屏幕和高分辨率产品,且必须与大型电脑联接,因此台湾显示器生产厂家广泛接收IBM8514/A界面,并以此为标准。

IBM又于去年年底公布了XGA(扩展图形处理阵列)视频图形显示控制器,拟配置在基于1486的新PS/2系列90型和95型机中,IBM把XGA称之为视频显示系统的新标准。但是,若不配置19英寸以上的显示器,则很难充分发挥XGA的长处。因此,已有不少显示器厂商瞄准了XGA,加紧开发生产大屏幕显示器以适应新技术的需要。

在我国“七·五”期间,国内一些显示器开发、生产单位成功地推出了一些中、低档次的彩色、单色显示器产品,使国内计算机配置的国产显示器比例有了很大提高,几年内向国内市场提供几万台国产显示器。在1987年,制定了国家标准;1990年,首次进行了全国显示器集中测试,对全国现有显示器产品进行了全面考评;1990年又制定了“八·五”期间的发展规划,对重点项目进行了大量投资。1989年起,我国的中、低档显示器产品开始出口,而且在数量上逐渐增加。可以预计,在“八·五”期间,我国显示器无论是品种、质量、产量都会有大幅度地提高,出口将会有很大的突破。

在长城系列微机中,1985年推出的中文彩色图形显示卡是在CGA的基础上增加了中文字符显示功能(640×400 即015卡)和增强型图形显示功能(640×504 即014卡)。这一显示系统解决了高速汉字显示的难题,在国内外影响很大,GW200显示器是作为显示终端而问世的。该显示卡和显示器共同构成的显示系统,无论从中文的信息处理,还是从图显

分辨率、色彩来讲,在当时都是具有先进性的。这个显示系统与长城 0520CH 微机构成的微机系统,使长城系列微机系统占据了国内微机行业的主导地位。

随着国际上 EGA 显示方式的普及推广,在该方式上聚集了丰富的软件资源,从而使长城系列微机采用的中文彩色图形显示系统逐渐暴露出不足。GW200 显示系统不兼容 EGA 显示方式,使国内长城机用户不能共享国外巨大的软件财富。这对长城机来讲,无疑是个缺陷。1987 年 6 月,长城计算机集团公司开始研制 GW300 彩色高分辨率显示器,到 1987 年 11 月,CEGA 显示卡与 GW300 显示器开发成功,投入了大批量生产。该系统不仅保留了中文显示的全部功能,而且全部兼容 EGA 方式的软件显示,它标志着我国研制开发微机显示系统已达到了一个新的水平。

80 年代后几年,显示器的国际市场非常好,处于供不应求的局面,最受欢迎的产品是 EGA、VGA 两种,EGA 显示方式是从 CGA 的基础上发展起来的,它不仅全部兼容 CGA 的显示方式,而且把显示分辨率提高到了 640×350 ,变为高分辨率显示。GW300 显示器,采用软件兼容的方式兼容了 EGA 和 CGA,但与标准 CGA、EGA 的扫描频率相差较大,GW300 显示器出口遇到了技术上的障碍。1986 年,美国 IBM 公司首次在 PS/2 上推出 VGA 显示系统,这种系统以分辨率高(640×480),色彩丰富(256K 选 256 色)赢得了用户的喜爱,各电脑厂家随后纷纷推出兼容产品,VGA 很快就与 EGA 一样,成为新一代国际流行的显示系统。1988 年,长城计算机集团公司研制成功了 EGA、VGA 显示器,在多频扫描的技术、高频信号处理的技术上,实现了新的突破。

长城显示器单色品种也是从 1987 年起步研制的。当时,无论是 CGA、EGA、VGA 还是长城中文显示系统 CVGA,其根本的出发点都是“彩色”。那时,不论在国内还是国外,单色显示系统是不能运行彩色软件的。为适应国内市场需要,考虑到单色显示系统成本低,价格便宜,更利于长期作文字处理的电脑操作人员的使用,长城计算机集团公司提出利用单色显示系统,以灰度的层次来显示彩色的软件,这一大胆的设计一经提出,即被列入了国家重点攻关项目。经过一年的努力,长城 GW100 型单色多灰度高分辨率显示器与中文单色显示卡即 CMGA 卡构成的显示系统开发成功,投入市场。GW100 显示器以 16 个灰度,兼容了长城系列微机的彩色软件和 Hercules 软件的显示,以它独特的优势占据了国内很大的市场。目前,国内许多大的用户,例如银行系统、统计系统、教育系统,以长城单色显示系统作为数据、文字、图形处理,大规模联网使用,受到了普遍欢迎。

进入 90 年代,长城计算机集团公司相继开发出了 GW500 彩色多频扫描高分辨率显示器,GW400B 增强型 VGA 显示器,GW240A 型 EGA/CGA 显示器和 GW140 增强型单色 VGA 显示器和 GW100C 型单色多灰度显示器,这些产品都迅速进入了国内外市场。GW500 系列彩色显示器产品在美国通过了 FCC 电磁兼容 class B 的标准。

正是由于有力的科技导向,有特殊优越的开发、生产环境和市场支持,才使长城显示器产品很快地实现了系列化,形成了独特的风格,而被广大用户所接受。

第二节 CRT 显示器的几点说明

1 显示器设计上的几个难点

很多人包括电子行业的技术人员,都认为显示器的外形、工作原理和电路与电视机大致相似,甚至比电视机简单,因为显示器起码没有高频接收和伴音等部分。实际上,显示器与电视机在技术上有很大差别。首先是扫描技术的差别。计算机的显示卡和显示方式多种多样,它的扫描频率也有多种,所以显示器不能像电视机那样使用 15625Hz 的行频和 50Hz 的场频,它的扫描频率由显示方式需要而定,频率越高,对电路方式、元器件的性能要求就越高,相应扫描频率越宽,电路实现就越困难、越复杂。采用 CGA 彩色显示方式时,它的行扫描频率与电视标准基本相同,而 EGA 显示方式,行频一下提高到了 21.85kHz。EGA 又需兼容 CGA,这时候便产生了两种行频(即 15.7kHz 和 21.85kHz)的显示器,这是显示器在扫描技术上的一个飞跃。随后出现了 SEGA 显示卡, TTL 信号接口显示器的行扫描频率提到了 31.5kHz,它又需兼容 CGA 和 EGA 扫描方式,随后又出现了 VGA、SVGA、TVGA 等等。国内也先后出现了 014、015、CEGA、CVGA 等等。长城 CVGA 卡的行扫描频率已达到近 40kHz,这是当时在 14 英寸显示器上出现的最高行频。目前流行的 14 英寸彩色高分辨率显示器显示方式,可支持 1024×768 的显示。分辨率越高,点频越高,相应的行扫描频率就越高,在电路设计上,元器件的选择上也就越应慎重。例如,偏转线圈(DY)的选择,目前普遍使用的是 S-T 的绕制方法,但应注意到 S-T DY 的工作频率上限是 38kHz。如果扫描频率超过它的使用极限,由于温度升高会引起不良后果,所以 14 英寸彩显如行频超过 38kHz,应选用 S-S DY。如果行扫描频率在 45kHz 以上,就应选择多股线绕制的 DY。

另外在晶体二、三极管和集成电路选择上,应注意到频率效应,不可盲目地仿造电视机的某部分电路。因为仅 14 英寸显示器的行频已是电视机的 2~3 倍,如果选用元器件不当,就会造成多处温度过高,使整机可靠性下降。

现在,世界上有的 20 英寸大屏幕显示器的行频达到了 120kHz,面对这么多种、这么高的行频,对显示器的扫描技术的要求远远高于电视机。显示器电路要稳定可靠地工作在高行频下,这是显示器在设计上的难点之一。

显示器在设计上的另一个难点,是对显示器的画面显示质量,有着非常严格的要求(要比电视机要求高得多)。直觉上,不允许出现丝毫的画面干扰和像素抖动。电视机在接收活动图像时,图像显示内容造成的像素晃动程度,要比因设计或工艺造成电路上细小的干扰所产生的像素晃动程度大得多。这些细小的干扰会被掩盖,即使电视机在接收(如测试卡、点标测试信号等)静止信号时,由于屏幕刷新等原因,画面也会出现轻微抖动,这些都是允许的。但对于显示器来说,它的每屏显示内容都是相对静止的,如果出现视觉感觉到的细小的像素晃动,若是设计原因造成,则视为设计失败;若是生产工艺造成,则视为不合格产品。所以显示器在设计时,元器件的安放位置、走线的长度与路径、地线的接法、电路模块与整机的屏蔽措施等方面,都有严格的要求,都需通盘进行仔细的考虑、计算、推敲、设计和试验。

显示器产品是否符合电磁兼容和安全标准,也是显示器在设计中的一大难题。国家电

兼容标准，目前相当于美国 FCC class A 级标准，距 FCC class B 尚存在着很大差距，在此方面的设计难度是相当大的。这也是显示器设计的一个重要的课题。

2 分辨率与行、场频的关系

我国电视标准行扫描频率为 15625Hz，场扫描频率为 50Hz，每场的扫描线数为：

$$\text{行频/场频} = 15625/50 = 312.5 \text{ 线}$$

因为采用的是隔行扫描，每一幅的画面由 2 场组成，即为 625 线。为了使显示器显示的内容稳定，效果更佳和计算机硬件实现起来更方便，显示卡和显示器构成的显示系统尽可能采用逐行扫描而不用隔行扫描，显示器的扫描频率与扫描线数的关系与电视机相同。但要注意，显示器垂直分辨率与扫描线数不是一个概念。

以下以长城 CEGA 显示系统举例来说明其中的关系。

如果按电视机的行、场、线之间的关系推算，GW300 显示器行扫描频率为 26kHz，场频为 48.5Hz，那么逐行扫描的垂直线数大致应为：

$$26\text{kHz}/48.5\text{Hz} = 536 \text{ (线)}$$

而实际上 GW300 显示器垂直分辨率指标为 504 线。

这个关系是这样的：

CEGA 显示卡使用的晶振为 41.6MHz，经过 2 分频，变为 20.8MHz 输出，它的水平总编程值为 64H (16 进制数)，它可以显示 8 点阵的字符 100 个，那么就有 800 个点。

每点的周期为：

$$1/\text{点频} = 1/20.8\text{MHz} = 48.1\text{ns}$$

那么一行的周期为：

$$\text{点周期} \times \text{点数} = 48.1 \times 800 = 38.5\mu\text{s}$$

$$\text{行频} = 1/\text{行周期} = 1/38.5\mu\text{s} = 26\text{kHz}$$

(以上算出的值均为近似值)

表 1.2.1 给出 CEGA 卡与 GW300 显示器的水平编程值与时序关系。

表 1.2.1 水平编程值与时序关系

编程值名称	编程值	西文字符	点位置	时间(μs)
总编程	64H	100	800	38.5
回扫位置	53H+1	84	672	32
水平显示总数	50H	80	640	30.8

时序关系如图 1.2.1 所示。

CEGA 卡的垂直总数编程值为 10AH，因为行总数寄存器只有 9 位，最大编程值只能到 2⁹=512 行，对精度较高的显示，只有利用每行编程值两线予以实现。所以垂直总数实际值是 536 线。CEGA 显示卡的行频为 26kHz，那么就有：

$$\text{场频} = \text{行频}/\text{垂直线数} = 26\text{kHz}/536 = 48.5\text{Hz}$$

$$\text{场周期} = 1/\text{场频} = 1/48.5\text{Hz} = 20.6\text{ms}$$

场扫描的编程与时序关系见表 1.2.2。

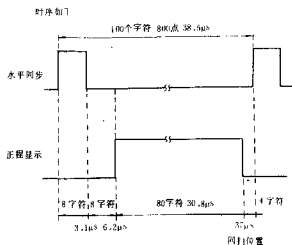


图 1.2.1 时序关系图

表 1.2.2 场扫描的编程与时序关系

编程值名称	编程值	垂直线位置	时间(ms)
总数编程	10AH	536	20.6
垂直显示(西文)	FOH×2	480(西文)	18.5
垂直显示(中文)	ICH×18	504(中文)	19.4
回扫位置	(FBH+1)×2	504	19.4

时序关系如图 1.2.2 所示。

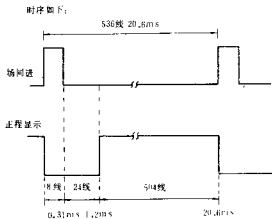


图 1.2.2 时序关系图

上述列举了 CEGA 卡和 GW300 显示器的扫描频率、时序和编程值之间的关系。其它各种显示系统虽然各有所不同，但频率关系是有一定规范的，即由点频决定行频、场频。显示卡的编程值决定显示区域内，每行可显示信息的点(简称可显点)数和每场有可显点的行数，它可以大于或小于显像管阴罩孔的数目。在显示卡中每个可显点对应一个存储单元，GW300 的垂直扫描线数是 536 线，但其中只有 504 线为可显点，虽然剩下的 32 线也为扫

描线,但是由于没有对应的可显点信号,在这32线上也就没有任何信息的显示。显示卡中每行的可显点数和每场的有可显点的行数,构成了显示系统的显示方式。至于分辨率,是由显像管的阴罩点距和显示器的有效显示尺寸以及视频信号通道的带宽决定的。例如在显示器产品的说明中,提到最大分辨率为:640×480、800×600或其它等等。一般14英寸彩色显示器水平有效显示尺寸为250mm左右,如果使用0.31mm阴罩点距的显像管,粗略计算可以实现水平方向800点的显示,但有的14英寸显示器说明上,提到支持1024×768的显示方式,这并不等于水平方向上能够清晰地显示1024个点的内容,而只是说明在显示卡中,每行有1024个可显点的信号输出,在使用0.31mm点距显像管的显示器显示时,每行最多只能显示800个左右的像素,1024个点中的一部分重合,一部分被阴罩阻止。IBM8514/A 1024×768的显示,使用0.28mm点距的显像管,只有在16英寸以上的显示器屏幕上才能得到完整清晰的显示。如果使用14英寸显像管,若要清晰完整地显示出1024点×768线,则需用0.24mm点距以下的显像管才可实现。就是说使用0.31mm点距或0.28mm点距的14英寸显像管,虽然可以显示1024×768的方式,但在一些显示内容上,尤其是精细字符、图形的边缘上,效果是不会很理想的。

另外说明一点,就是GW300显示器使用的是中余辉显像管,之所以这样,也是由CEGA显示系统的时序关系决定的,从以上给出的参数可以看到,CEGA卡给出的场频为48.5Hz,比较低。一般人眼睛对闪烁的敏感频率在47Hz左右,如果使用短余辉显像管,就会给用户造成由于屏幕刷新引起的闪烁感。中余辉显像管在48.5Hz的场频工作下,利用加长余辉时间来抵消掉这种闪烁。这种做法,在一些场频较低的工业监视器、计算机显示器、雷达等方面普遍采用。

表1.2.3给出国内外流行的显示方式和行、场扫描频率关系,供读者参考。(仅以14英寸显示器为例)

表 1.2.3 显示方式和行、场扫描频率关系

显示方式	最高分辨率	显示颜色	行频(kHz)	场频(Hz)	扫描方式
IBM CGA	640×200	4/16	15.7	60	逐行
IBM EGA	640×350	16/64	21.85	60	逐行
IBM MDA Hercules	720×348	2	18.4	49.6	逐行
长城 CEGA	640×504	16/64	26	48.5	逐行
IBM PGC	640×480	无穷	31.5	61.4	逐行
IBM VGA	640×480	无穷	31.5	60/70	逐行
Macintosh Video card	640×480	无穷	35.0	66.7	逐行
super VGA	800×600	无穷	35.2	56.0	逐行
IBM 8514/A	1024×768	无穷	35.5	43.5(帧频)	隔行
长城 CVGA	960×676	无穷	39.4	54	逐行
	1024×768	无穷	38.5	53.4	隔行

3 显示器的显示颜色

许多用户对显示器的显示颜色定义不太理解,例如在 EGA 档次的显示器说明中,有的标明为 64 色,有的标明 64 选 16 色,在 VGA 档次的显示器说明中,有的注明为无穷,有的注明为 256 色或 256K 色选 256 色等等。

作为显示器,EGA 标准应该有 64 种颜色,VGA 应有无穷多色,但就每一屏显示内容来说,也就是同时出现在屏幕上的色彩种类,EGA 应为 16 色,VGA 应为 256 色。这主要是受显示卡调色板的约束而形成的。

EGA 信号传输位置有 6 个 TTL 信号,即 R、G、B 和 R'、G'、B' 它有 $2^6=64$ 种颜色的组合。显示过程中,在字符方式下,有 I、R、G、B 4 种属性位,故 $2^4=16$ 色;在图形方式下,VRAM(显示存储器)分为 4 个体,每一个显示点对应着四个体内的同一位置的一个二进制位。故每一个点可用一个 4 位二进制数表示其颜色,即 $2^4=16$ 色。EGA 控制芯片内,有 16 个内部寄存器调制,把 4 位二进制数对应成 6 位二进制数,从而在 $2^6=64$ 色中选出 $2^4=16$ 色进行显示。

VGA 信号传输位置只有 R、G、B 三个模拟信号,从显示的角度看,它可组合成无穷的颜色。在显示卡上,把 VRAM 分为 8 个体(显示卡上处于 256 色彩方式时),每一个显示点对应着 8 个体内同一位置的一个二进制位,故每一点可以用一个 8 位二进制数表示其色彩 $2^8=256$ 色。显示卡上同时还有一个调色板(一般用可编程的数/模转换器实现),此调色板可以把 8 位数据调制成按 24 位二进制数分级的色彩信号,即 $2^{24}=256K$ 种颜色。具体形式如图 1.2.3 所示。

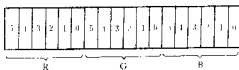


图 1.2.3 调色板形式

即对 R、G、B 每个色彩可分成 $2^8=256$ 个等级,综合形成 $64 \times 64 \times 64=256K$ 种颜色效果。所以,整体效果为 256 色/256K 色。

4 通道带宽

在国内外显示器的技术说明或用户手册中,一般都给出带宽这个指标。例如 GW300 显示器,它注明的带宽大于 22MHz,GW500 注明大于 35MHz,国外 VGA 显示器的说明中,也是注明为大于 35MHz。这个带宽并不是指显示器通道放大电路使通道增益下降 3dB 时所对应的频率,即 3dB 带宽,而是根据显示方式和主机点频的频率来确定的。GW300 所配置的显示卡的点频在 21MHz 左右,所以显示器带宽说明为大于 22MHz;一般 IBM 标准 VGA 的点频在 35MHz 左右,与之相配置的显示器都注明带宽大于 35MHz。可以用目测的方法检查一台显示器的带宽。按显示器的显示方式接上相应的显示卡,用测试软件或作出尽可能多的方格图形和满屏“H”字符,在 50cm 处观看横、竖线的亮暗情况是否基本一致,“H”字的边

缘是否清晰(检查一下聚焦是否到最佳,如果外部可调,可调整一下,使聚焦最佳),将亮度和对比度逐渐调暗,若横竖线可基本同时消失,字符边缘清晰,就认为带宽满足要求。若字符边缘不清,调整聚焦又无效或竖线过早消失等,都可认为带宽不够。

5 会聚和色纯

随着计算机系统水平的不断提高,用户的使用水平也不断提高,对显示器的性能指标的要求也越来越高。我们目前使用的彩色高分辨率显像管,都是日本厂家提供的。日本所有生产0.28mm、0.31mm点距显像管厂家,会聚标准都相差无几。实际上,显像管出厂时会聚调整的好坏,基本决定了整机的会聚水平。但整机的会聚与显像管出厂时的会聚不可能一致,因为影响整机会聚和色纯的因素很多。我国幅员辽阔,各地地磁场差别很大,尤其是南北方向,相距越远,差别就越明显。例如长城显示器产品是在深圳生产的,而长城集团销售中心在北京,深圳与北京的地磁场是有差别的(详见本章后附的世界地磁场分布表)。不同地区的地磁场,对会聚、色纯有不同的影响。如果显示器产品出口到南半球的一些国家和地区,那里处在负磁场中,显像管在生产时,要按照负磁场来制造,否则影响将更加明显。按照显像管生产厂家和整机的技术要求,在检查会聚、色纯以及其它显示指标时,应将显示器置于东西方向位置进行检测。

另外,显示器要求屏蔽比较严格,屏蔽的金属结构、材料所产生的磁场对红、绿、蓝三个电子枪打出的电子束有着不同程度的影响,也会造成会聚精度下降和色纯度变坏,使用环境如所处的电磁场强度较大的地方,靠近磁性材料较近的地方,会聚精度和色纯度受到的影响更大些。

会聚不可能做到没有误差,应尽量采取措施缩小误差。调整会聚、色纯时,要在无磁室中进行。

表 1.2.4 为世界上主要地区地磁场的分布情况,供读者参考。

6 色温

GW 系列显示器各彩色产品的色温指标现在基本都定为 CIE 坐标 9300°K

$$X=0.281 \pm 0.020 \quad Y=0.311 \pm 0.020$$

最早投入市场的 GW300 显示器,它当时的色温定为 6774°K(C 白)

$$X=0.310 \pm 0.020 \quad Y=0.311 \pm 0.020$$

经过 1 万台左右的生产后,在征求用户意见时,发现绝大部分用户喜欢使用色温偏高的显示器,尤其是国内用户,他们认为高色温的白色偏蓝,显示汉字时,字符清晰透亮。国外的产品色温几乎都很高,有的 $X=0.281, Y=0.311$; 有的 $X=0.275, Y=0.275$; 有的 $X=0.285, Y=0.285$ 等等。使用这几个坐标的显示器为多数,而用 C 白、D 白的很少。通过观察,我们发现高色温下,显示的字符、图形比低色温的显示更清晰、漂亮,同时又可以大大掩盖会聚不良。在边缘显示的亮线或字符,如果会聚误差为 0.3mm,红色“镶边”要比蓝色“镶边”显眼得多。对同一台显示器,如果将色温分别调到 6774°K 和 9300°K,那么它在低色温下,白色偏红,在高色温下,白色偏蓝,用会聚镜观察,会聚在两种色温下偏差并不大,但从直觉上看,高色温的会聚感觉要好一些。

表 1.2.4 主要地区地磁场分布情况

洲	国 名	地 区	垂直分量 (高斯)	水平分量 (高斯)	全磁场 (高斯)	磁倾角 (度)	偏移角 (度)	
亚 洲	中 国	北京	0.45	0.30	0.54	56	5N	
		广州	0.24	0.38	0.45	32	2N	
		台湾高雄	0.22	0.37	0.43	31	2N	
			香港	0.22	0.38	0.44	31	2N
	日 本	横 内	0.42	0.26	0.49	59	10N	
		横 滨	0.33	0.30	0.45	48	6N	
	南朝鲜	汉 城	0.39	0.31	0.50	52	6N	
	菲律宾	马尼拉	0.12	0.38	0.40	18	0	
	越 南	胡志明市	0.03	0.41	0.41	4	1E	
	缅甸	仰 光	0.14	0.41	0.43	19	0	
	泰 国	曼谷	0.07	0.415	0.42	10	0	
	南 洲	马来西亚	吉隆坡	-0.10	0.40	0.41	-14	0
			新加坡	-0.10	0.40	0.41	-14	1E
		印 尼	雅加达	-0.24	0.37	0.44	-33	1E
		印 度	新德里	0.30	0.35	0.46	41	0
		斯里兰卡	科伦坡	0	0.40	0.40	0	4N
		巴基斯坦	卡拉奇	0.26	0.35	0.44	37	0
		伊 朗	德黑兰	0.36	0.28	0.46	52	5E
		土耳其	伊斯坦布	0.37	0.25	0.45	56	2E
黎巴嫩		贝鲁特	0.30	0.30	0.42	45	2E	
伊拉克		巴格达	0.30	0.30	0.42	45	3E	
沙特阿拉伯	利雅得	0.22	0.34	0.41	33	2E		
北 洲	埃 及	开 罗	0.26	0.30	0.40	41	2E	
		的黎波里	0.25	0.28	0.38	42	3N	
	阿尔及利亚	阿尔及尔	0.30	0.26	0.40	49	7N	
	苏 丹	喀土穆	0.07	0.35	0.36	11	0	
	塞内加尔	达喀尔	0.10	0.31	0.33	18	15N	
	加 纳	阿克拉	0.04	0.31	0.31	7	12N	
	坦桑尼亚	达累斯	-0.20	0.28	0.34	-36	5N	
	马达加斯加	安塔那	-0.29	0.21	0.36	-54	12N	
	安哥拉	罗安达	-0.20	0.25	0.32	-39	12N	
南非共和国	约翰内斯堡	-0.28	0.14	0.31	-63	20N		
北 美 洲	美 国	安克治	0.55	0.15	0.57	75	25E	
		檀香山	0.22	0.29	0.36	37	10E	
		纽 约	0.53	0.17	0.56	72	15N	
		洛杉矶	0.42	0.26	0.49	58	15E	
	加拿大	蒙特利尔	0.54	0.15	0.56	75	15N	
		温哥华	0.53	0.18	0.56	71	25E	
	墨西哥	墨西哥城	0.32	0.30	0.44	47	8E	
	古巴	哈瓦那	0.40	0.27	0.48	56	3E	
	危地马拉	危地马拉	0.28	0.26	0.42	42	7E	
	哥斯达黎加	圣约瑟	0.24	0.31	0.39	38	6E	
	巴拿马	巴拿马	0.24	0.30	0.38	39	5E	

洲	国名	地区	垂直分量 (高斯)	水平分量 (高斯)	全磁场 (高斯)	磁倾角 (度)	偏移角 (度)	
南 美 洲	委内瑞拉	加拉加斯	0.25	0.28	0.38	42	4N	
	哥伦比亚	波哥大	0.20	0.30	0.36	34	1E	
	厄瓜多尔	基多	0.14	0.30	0.33	25	5E	
	秘鲁	利马	0	0.28	0.28	0	6E	
	玻利维亚	拉巴斯	-0.02	0.27	0.27	-4	2E	
	巴西	里约热内卢	-0.07	0.23	0.24	-17	15N	
	巴拉圭	亚松森	-0.07	0.26	0.27	-15	4N	
	乌拉圭	蒙得维的亚	-0.11	0.22	0.25	-27	0	
	阿根廷	布宜诺斯 艾利斯	-0.13	0.22	0.26	-31	1E	
	智利	圣地亚哥	-0.14	0.24	0.28	-30	10E	
欧 洲	挪威	奥斯陆	0.45	0.15	0.47	72	4N	
	瑞典	斯德哥尔摩	0.45	0.15	0.47	72	0	
	芬兰	赫尔辛基	0.46	0.15	0.48	72	4E	
	丹麦	哥本哈根	0.43	0.17	0.46	68	3N	
	冰岛	雷克雅未克	0.49	0.13	0.51	75	25N	
	苏联	莫斯科	0.52	0.12	0.53	77	10E	
		莫斯科	0.47	0.17	0.50	70	7E	
		巴库	0.41	0.25	0.48	59	5E	
		波兰	华沙	0.43	0.18	0.47	67	1E
		德国	柏林	0.42	0.18	0.46	67	2N
		法兰克福	0.41	0.19	0.45	65	5N	
		荷兰	阿姆斯特丹	0.42	0.18	0.46	67	6N
		比利时	布鲁塞尔	0.41	0.19	0.45	65	7N
		爱尔兰	都柏林	0.43	0.18	0.47	67	12N
		英国	伦敦	0.42	0.18	0.46	67	8N
		法国	巴黎	0.41	0.19	0.45	64	7N
		捷克	布拉格	0.41	0.19	0.45	65	2N
		奥地利	维也纳	0.41	0.20	0.46	64	2N
		匈牙利	布达佩斯	0.41	0.21	0.46	63	1N
		罗马尼亚	布加勒斯特	0.40	0.23	0.46	60	2E
		南斯拉夫	贝尔格莱德	0.40	0.22	0.46	61	0
		保加利亚	索非亚	0.36	0.24	0.43	56	1E
		希腊	雅典	0.32	0.26	0.41	51	0
		瑞士	苏黎世	0.40	0.20	0.45	64	5N
		意大利	罗马	0.37	0.23	0.44	58	2N
		西班牙	马德里	0.35	0.24	0.42	56	9N
		葡萄牙	里斯本	0.33	0.25	0.41	53	11N
	大 洋 洲	澳大利亚	布里斯班	-0.45	0.30	0.54	-56	10E
		墨尔本	-0.56	0.23	0.61	-68	10E	
新西兰		威灵顿	-0.52	0.24	0.57	-65	20E	

第二章 GW500 彩色多频同步 高分辨率显示器

第一节 整机电路结构与特点

目前,国际市场上 14 英寸彩色显示器越来越多地采用多频同步(Multisync)、又称多频扫描(Multiscan)高分辨率显示器。GW500 型彩色多频同步高分辨率显示器,它的最大优点是行频自动同步范围宽,行频从 15kHz 连续升高到 45kHz,场频自动同步范围为 40~90Hz,从而能兼容目前国际上流行的 CGA、Hercules、MDA、EGA、CEGA、SEGA 卡,以及 VGA、SVGA 和 CVGA 等显卡,大大扩展了普通显示器的单一显示功能。由于 GW500 采用了点距为 0.28mm 的 14 英寸黑底防眩彩色显像管,其最高分辨率达到 900×600 线,整机电路带宽达到 40MHz 以上,能支持 1024×768(隔行)显示方式。因此,GW500 能代替国际上流行的大部分 14 英寸彩色显示器。

除了上述多频自动同步功能外,GW500 电路还具有一些新特点:如自动 S 校正电路,场幅自动控制与手动调节相结合,行中心与行幅调整,自动亮度控制和高压自动稳定功能等,以及抗传导干扰和辐射干扰能力强,经过了严格的电磁兼容设计,达到了美国 FCC 标准(B 级)。另外,显示器与主机显示卡的接口采用一根电缆来兼顾数字和模拟信号的显示,不但节省了转换开关,还避免了操作失误。GW500 显示器整机电路功能方框图见图 2.1.1。

GW500 整机电路的基本功能大致可划分为六个部分:

- 接口、显示换色与数模转换;
- 视频信号处理(视放、亮度和对比度调节、自动亮度控制);
- 多频自动同步与自动 S 校正;
- 行扫描(行振荡、鉴相、行激励和行输出,以及行幅、线性性和行中心调节)与高压发生、高压保护;
- 场扫描(场振荡、线性校正、场激励和场输出,以及场幅自动控制和场中心调节);
- 开关电源(一组输出可变电电压,另一组输出四路固定电压)等。

下面先简要介绍整机的简要工作原理(参见附录 E 整机电路图)。

由计算机显示卡输出的 R、G、B 和 R'、G'、B' 数字信号或模拟信号,分别经主机的 9 芯或 15 芯插座和电缆,加到 GW500 显示器背部插座和主板 JC3 或 JC2 插座。其中模拟信号直接送往 IC701 视频信号处理集成电路 LM1203;TTL 数字信号则先输入接口电路 IC601 六反相器 74LS04P,经倒相整形的 R、G、B 和 R'、G'、B' 六路信号又分别送往 IC602 数字信号处理集成电路 N82S147N,它是一块具有 4K-Bit 的 TTL 双极型 PROM 电路,可将输入数字信号进行逻辑运算,以实现 CGA、EGA 和 Hercules 卡等各种显示方式。GW500 整机前面板的三档换色开关(彩色/单色/琥珀色转换),正是通过改变加到 IC602 的控制电压来实现的。

由 N82S147AN 输出的六路数字信号,又分别送到数模变换(D/A)电路 R613~R623 和 D601~D608,变换成三路模拟信号,分别经 C701、C702 和 C703 输入 IC701 视频信号处理集成电路 LM1203。IC701 完成对比度(视放增益调节)和亮度(黑电平箝位)手动控制,经放大达到 3V 峰峰值的 R、G、B 三路视频模拟信号。从 IC701 分别送入末级三路宽频带共发——共基视频电压放大器 Q801~Q809,以产生 60V_{pp} 高增益视频电压去激励彩色显像管阴极。

IC701-12 脚外部自动亮度控制电路 Q701、Q702 和 R721、R722 等接行逆程变压器 FBT-4 脚,当显像管束电流过大使荧光屏亮度过高或束电流过小使亮度过暗时,电路能自动控制束电流大小使亮度维持在正常范围。GW500 显像管亮度控制电路和消隐脉冲叠加、消除关机亮点电路,都是直接通过控制显像管的栅极电压来实现的。由 FBT-5 脚输出的一 190V_{pp} 负脉冲,经 D404 整流和大电容 C426 滤波、电阻分压后加到栅极 G1,放电回路被切断,因此关机后栅极负压(-27V~-64V)可维持几分钟之久,足以使显像管阴极冷却,不出现亮点损伤荧光粉。

由主机显示卡输入的行、场同步脉冲信号,经电缆插座和阻抗匹配电路输入 IC501 四异或门集成电路 74LS86P,以产生负极性的行、场同步脉冲信号,分别送往行扫描、场扫描、频率电压变换 IC201 和场幅自动调整电路等,以同步行、场振荡和进行多种自动控制。

由同步信号处理集成电路 74LS86P 输出的负极性同步脉冲,一路加到场幅自动调整电路 Q501 和 Q502,使分流电阻 R508 和 R509 接通或断开,改变 IC301-7 脚电流,以自动调整场扫描输出的锯齿波幅度,从而保证在不同显示方式的不同行频时,光栅的场幅能自动维持在适当的范围内,避免不同显示卡场线数差异较大时场幅过大或过小的现象。

IC301 采用了包含场振荡、场同步、锯齿波线性校正、场激励和场末级输出等全部功能在内的单片式场扫描集成电路 TDA1170N。另一路负极性场同步信号同时加到 IC301-8 脚和 9 脚,从而确保 TDA1170N 的场频同步变化范围宽达 80Hz 以上,即场频从最低 40Hz 到最高 120Hz 以上都能稳定同步。由场振荡脉冲形成同频的场锯齿波电压,它经交、直流负反馈电路校正锯齿波线性,又经场激励倒相放大后,加到场末级无输出变压器型(OTL)乙类推挽功率放大器。在逆程泵电源自举升压电路作用下并叠加场消隐脉冲,从而提供场偏转所需要的负向锯齿波电压。另外,在场输出端还设置了场中心调节电路,以满足显示器电路的特殊需要。

从同步信号处理 IC501 输出的一路负极性行同步信号加到 IC401 行扫描集成电路 TDA2595-11 脚,另外一路行同步脉冲加到频率/电压转换器 IC201-6 脚,其输出直流电压与输入信号频率成线性关系,该电压控制 IC501-14 脚的直流电流,能够调节行同步范围,从而确保 GW500 显示器在很宽行频范围里(15~45kHz),能连续稳定地同步行振荡频率,实现兼容国际上流行的不同行频的各种显示卡,这是整机的最大优点之一。

TDA2595 内设有行振荡、相位检波(鉴相)、行频激励放大、过压保护等电路,以及 GW500 尚未利用的行与场同步脉冲分离、场同步、复合同步开关与输出等电路。由 IC401-4 脚输出的行频矩形波经分压后加到行激励管 Q401 基极,经倒相放大和变压器 T401 耦合匹配,提供足够大的激励电压和激励电流加到行输出管 Q403 基极,使之工作在高频高压和大电流的开关状态,它一方面在正程期间产生峰峰值高达 7A_{pp} 的行锯齿波电流加到行偏转线圈,以提供电子束作水平偏转的功率指数,另一方面在逆程期间产生幅度高达七、八百伏

的行逆程脉冲加到行输出变压器 10 脚,经 FBT 一体化升压后产生 25kV 超高直流电压加到彩色显像管阳极,保证电子束有足够大的加速度轰击荧光屏使之发亮。显像管的 6000 伏聚焦电压也是由 FBT 分压滤波后得到的。

流过行偏转线圈的行频锯齿波大电流还流过串联的行线性线圈 L402、行枕校变压器 T403 次级、行幅调整变压器 T404 初级和 S 校正电容器 C424~C420 等。为了校正正程期间回路电阻(包括偏转线圈铜阻、行输出管和阻尼管导通内阻)引起的锯齿波非线性失真(水平方向呈左宽右窄现象),有必要采用电感量可调的饱和电抗器,使之与行偏转线圈相串联,为了校正因屏幕曲率半径大于电子束偏转半径而引起的延伸性失真(水平方向呈中间窄两边宽现象),有必要在行偏转线圈串联回路里设置若干工作状态受控变化的 S 校正电容器 C420、C421、C422 和 C423,使电容器在行频降低时接通者增多,反之在行频升高时断开者增多;另外,为了校正光栅的行场枕形失真,也设置了 T403 枕校变压器。与彩色电视机电路不同,GW500 显示器在行输出电路里还增加了行中心调整电路 L401、VR404、D405、D406,它与行偏转线圈相并联,利用 VR404 左右阻值可变,从而形成峰值不同的正向与反向锯齿波电流,达到调节光栅中心位置的目的。

GW500 电源电路采用了两组互相独立的单端自激反相式开关电源:一组输出可变范围为 45~135V 的直流电压,专供行输出级使用。它受从行输出变压器反馈的一路 B₁ 电压控制,B₁ 大小与行逆程脉冲幅度和行频成一定比例关系,它可调整该开关电源的开关频率及输出电压,达到在不同行频时都能自动稳定阳极高压之目的。另一组开关电路分别输出 120V、25V、16.5V 和 8V 四路固定电压;其中 120V 电源专供视放末级用;25V 电源专供场扫描 TDA1170N 用;16.5V 电源不但供行激励级,还经 IC402 和 IC702 分别产生两组 12V 稳压电源,供行、场扫描、视频信号处理等小信号处理电路、多频同步 IC 及显示换色等使用;8V 电源不但供彩色显像管作灯丝电压(降到 6.3V),还产生 5V 稳压电源供接口与数字信号处理、D/A 变换和同步信号处理电路等使用。

各部分电路的工作原理,在第二节至第九节中作详细介绍。

第二节 接口、显示换色与数模转换电路

GW500 显示器的接口、显示换色与数模转换电路包括反向器电路、数字视频信号处理电路、显示控制电路、同步信号处理电路、场幅微调电路与开关电路、D/A 转换电路、行消隐及射极跟随器电路。

1 简介

接口与数模转换电路的主要作用是对输入的数字视频信号进行缓冲、预处理,然后进行数字信号到模拟信号的转换,以形成模拟视频信号处理电路所需的信号形式。与此同时,对行、场同步信号进行预处理,以便形成各种控制。其原理框图如图 2.2.1 所示(请参照 GW500 的电原理图)。

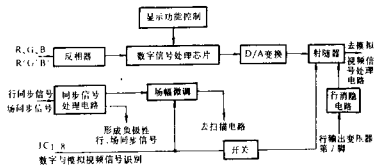


图 2.2.1 GW500 接口与 D/A 变换方框图

2 反相器电路

这里,74LS04P 六反相器集成块作为缓冲、整形之用。由于 GW500 是多行频同步的彩色显示器,所以对主机输出的数字信号与模拟信号,分别有 JC1、JC2 两个输入信号插座。其对应插脚的含义见表 2.2.1。

表 2.2.1 输入信号插座插脚信号

JC1 插座	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	R'	G'	B'	地	B	G	R	地	行同步信号	场同步信号
JC2 插座	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	地	地	地	地	R	B	G	行同步信号	场同步信号	

由于模拟信号直接馈至模拟视频信号处理电路,所以当涉及到视频信号时,本节指的都是 TTL 数字信号。在主机与显示器相连后,R、G、B、R'、G'、B' 经 470Ω 电阻分流、47Ω 电阻降压之后,馈至输入端,这样就能够防止因瞬时输入电压过高、输入电流过大而损坏反相器,从而提高了整机的可靠性。视频信号经反相后送至数字视频信号处理电路 N82S147N。在这里,对分流电阻、分压电阻的参数选取作一说明。为了保证主机输出信号为低电平时,反相输出为高电平,分流电阻、分压电阻不能取得过大。否则会使 74LS04P 输出低电平,如图 2.2.2 所示。

虚线右边是 74LS04P 的内部电路。如果主机输入为 0,则 R_1 电阻接地,输出端 $Y=1$ 时,Q2、Q3 均截止,Q1 微导通,Q4 饱和导通,Q5 导通。74LS04P 的关门电平 V_{off} 约为 0.8V。设 D1 的导通电压为 0.7V,那么由 $V_A = i \times R_1 = \frac{V_{CC} - 0.7}{R_1 + 20} \times R_1 \leq V_{off}$,可得 $R_1 \leq 4.5k\Omega$,因此降压电阻 R602、R604、R606 不能选得过大,以免在主机输出为 0 时,造成显示错误。同时分流电阻 R601、R603、R605 也不宜选得过大,否则,会使分流作用降低。

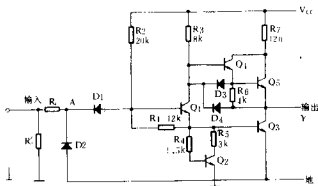


图 2.2.2 74LS04P 内部电路图

3 数字视频信号处理电路

该部分电路的核心是集成功 N82S147AN，它起着信号变换、整形作用。由此，可以对 R、G、B、R'、G'、B' 进行逻辑运算，从而实现 CGA、EGA、CEGA、Hercules 等卡的各种显示功能。

N82S147AN 各引脚的定义及其与外围电路的连接关系，如图 2.2.3 所示。

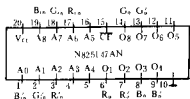
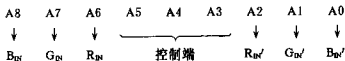


图 2.2.3 N82S147AN 的管脚图及其与外围电路的连接关系

N82S147AN 是 4K-bit TTL 双极型 PROM，A0~A8 是九位地址，O1~O8 是八位(一个 byte)输出， \overline{CE} 是片选信号，当它处于低电平时，N82S147AN 工作， \overline{CE} 处于高电平时，输出 O1~O8 处于高阻状态。现在分析 N82S147AN 的逻辑功能。

根据图 2.2.3，可以看到地址 A0~A8 与输入信号的对应关系如下：



输出 O1~O8 与输出信号的对应关系如下：

