

1 绪 论

1.1 CAD 技术发展概况

计算机辅助设计(computer aided design,CAD)技术是电子信息技术的一个重要组成部分;是促进科研成果开发和转化、实现设计自动化、加快国民经济发展和国防现代化的一项关键新技术;是提高产品和工程设计水平、降低消耗、缩短科研和新产品开发周期、大幅度提高劳动生产率的重要手段;是科研单位提高自主研究与开发能力,企业提高创新能力和管理水平、参与国际竞争的重要条件;也是进一步向计算机辅助制造(computer aided manufacturing, CAM)、计算机集成制造系统(computer integrated manufacturing system,CIMS)发展的重要基础。

早期的 CAD 也就是计算机绘图(computer graphics,CG),以完成图形的设计与绘制工作为主。经过 40 多年的研究与应用,CAD 的概念已发生了本质的飞跃,它不仅包括图形处理,还包括概念设计、造型设计和原理样机设计等内容。它吸收和运用了更多的与设计技术相关联的科学技术和理论(如数学、物理、力学等),以及优化设计、可靠性设计、有限元分析、价值分析和系统工程等知识。与传统设计方法比较,CAD 彻底改变了设计的方式,提出了新的设计理念,把设计人员从繁琐、机械的设计工作中解脱出来,将精力和聪明才智转移到创造性的设计过程中,大大提高了产品设计的精度和可靠性,缩短了产品设计周期,降低了产品的成本。

应用 CAD 技术来进行产品设计,能使设计、生产、维修工作快速而高效率地进行,所带来的经济效益十分明显。例如,美国的波音 747 飞机比英国的三叉戟飞机晚开工,但由于波音公司采用了 CAD 技术,结果比英国早 1 年完成;美国的 GM 公司在汽车设计中应用了 CAD 技术,使新型汽车的设计周期由 5 年缩短到 3 年,新产品的可信度由 20%提高到 60%;日本东洋运搬机株式会社生产叉车设备,用户有新要求,需要更改设计,因为采用了 CAD 技术,在 15 天内即交货,工作效率比一般企业高出近 100 倍;美国一家医疗仪器公司,采用 CAD 技术,把一个本来需要两个月以上的复杂电子心脏定调器的设计周期缩短到两周;美国、法国、日本等国家利用 CAD 技术进行车辆运输中冲撞分析研究,帮助设计人员选择车辆的材料及结构,以确保乘客的安全,获得很好的效果。以前波音公司仅飞机维修手册叠在一起就有 3m 多厚,1990 年在设计和制造 777 型飞机时,全面采用了 CAD/CAM 技术,机上全部零件(13 万多种,300 多万件)使用数字化设计,实现了人们多年来追求的理想——无图化设计。如此种种事例,都是应用 CAD 技术的结果。

我国 CAD 技术的研究、开发和应用工作起步相对较晚,20 世纪 80 年代初才引入了 CAD 这一概念,并在高校和科研院所进行理论研究。经过 20 多年的发展,国内 CAD 技术的研究也取得了一定的成绩,大量自主知识产权的 CAD 应用软件相继问世。国家对 CAD 技术的开发与应用推广也十分重视,“九五”期间,国家科委颁布了《1995—2000 年我国 CAD 应用工程发展纲要》,原机械部颁发了《机械工业 1995—2000 年推广应用 CAD/CAM 技术发展规划》,并把 1997 年定为“CAD 推广年”,把 CAD 推广工作作为重中之重的项目。由于各方面的努力,CAD 技术已经在机械制造、建筑工程、轻工化纺、船舶汽车、航空航天、影视广告等各个领域广泛应用。

在竞争日趋激烈的今天,加快产品的更新换代,提高产品设计速度和设计质量是求生存和发展的先决条件。大量 CAD 技术应用的事例充分显示了这一新技术在设计生产领域中的优势和广阔的应用前景。

1.2 CAD 系统的硬件组成

CAD 系统包括硬件系统和软件系统两大部分。硬件系统是 CAD 系统的物质基础和技术保证;软件系统是 CAD 系统的核心和灵魂,它决定了系统所具有的功能。CAD 技术是随着计算机硬件的发展而发展的,事实上一切计算机应用技术都是随着硬件的发展而发展的。因此,了解和掌握 CAD 技术,研究和开发 CAD 系统,就必须具备一定的硬件知识。

1.2.1 系统的基本构成

CAD 系统的硬件一般由计算机主机、常用外围设备和专用外围设备组成。专用外围设备是从事 CAD 工作必须配置的图形输入和输出设备,它种类繁多,可根据需要选配。现代 CAD 系统都是交互系统,通常使用图形输入输出设备实现用户与系统的交互操作。图 1-1 表示了一个 CAD 系统的基本构成。

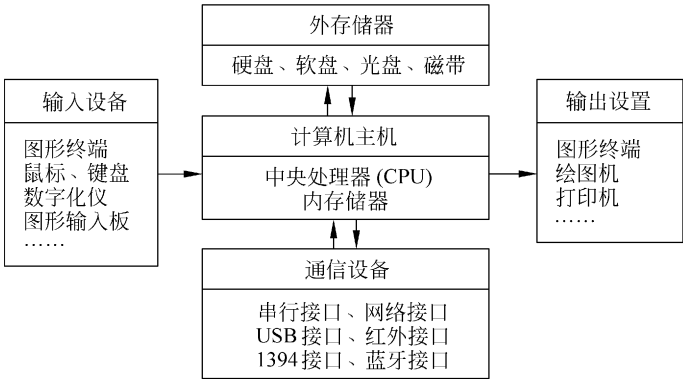


图 1-1 CAD 硬件系统的基本构成

1.2.2 系统总体结构分类

CAD 系统作为计算机应用系统的一个重要分支,也经历了三个阶段的发展,即多个用户共享一台计算机;一个用户使用一台计算机;一个用户共享多台计算机。因此,从系统结构看,CAD 系统总体结构配置大致可以分为三大类,即单机式系统、集中式系统、工作站网络系统。

单机式系统的结构模式如图 1-2 所示,这种系统为单用户单任务环境,主机常采用 PC 机,并配置一个图形终端——高分辨率图形显示器,以保证对操作命令的快速响应。近来随着微机性能的不断提高,尤其是高性能 CPU 的问世,使微机的速度、精度等各方面指标得到了极大提升,已完全能满足 CAD 应用的要求,且价格越来越低。其次,丰富的基于微机的软件资源为用户从事 CAD 工作提供了强有力的技术支持。因此,微机系统在中小型企业中得到了广泛的应用。

集中式系统的结构模式如图 1-3 所示,这种系统采用功能较强的一台计算机,配置多个图形终端,供多用户使用,用户之间可实现资源共享。但这种系统使用极不方便,因此现在已不常采用。

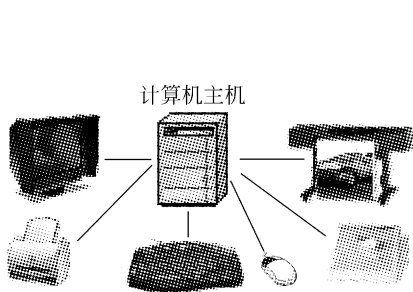


图 1-2 单机式系统的结构模式示意图

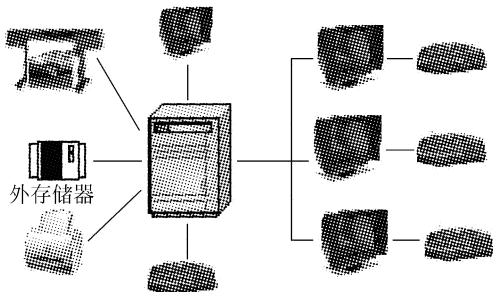


图 1-3 集中式系统的结构模式示意图

自工作站问世以后,绝大多数用户都趋向采用工作站网络系统来代替集中式 CAD 系统。工作站网络系统以开放式标准化的功能向用户提供有效的网络接口,操作系统也包含了完整的网络功能,因此,工作站能与各类计算机连接工作。图 1-4 是工作站网络系统的结构模式示意图。

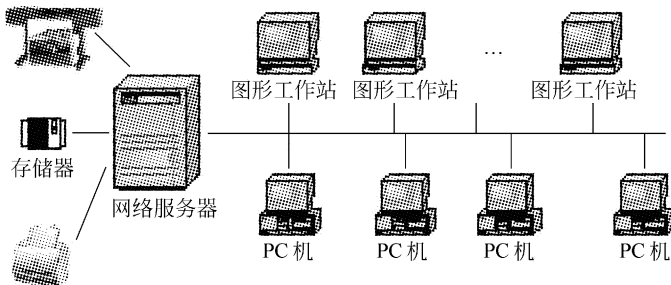


图 1-4 工作站网络系统的结构模式示意图

建立企业网络系统,可以摆脱机器实际位置的束缚,无论用户在什么地方,都可以使用网络中的程序、数据和设备,实现网络资源共享,既方便使用又节省投资。

随着国际互联网(Internet)的蓬勃发展,CAD 系统的硬件结构也跨入了一个新的阶段。通过 Internet 使计算机之间的通信更加简便快捷,从而实现了在更广阔时空范围内的计算机资源的共享。可以预见,Internet 将给 CAD 系统带来一场新的变革。

1.2.3 图形输入设备

图形输入设备是 CAD 中实现人机交互的重要工具。光笔、操纵杆和跟踪球是早期使用的图形、数据输入设备,目前主要使用的输入设备有鼠标、数字化仪、扫描仪等。

下面简要介绍目前常用的几种图形输入设备的工作原理。

1. 鼠标

鼠标(mouse)是计算机系统上的定位设备,显示器屏幕上的光标跟随鼠标一起运动,用于拾取坐标点和选择菜单命令等。它是 CAD 系统中最常用的图形输入设备。

鼠标是一种手持式的可移动装置,普通鼠标正面有 2~3 个按键,按其结构形式分为机械鼠标和光电鼠标。图 1-5 所示为鼠标的结构示意图。机械鼠标背面装有滚动球(见图 1-5(a)),当鼠标在平面上移动时,在摩擦力作用下,滚动球与鼠标体之间发生相对滚动,与滚动球啮合的机械装置根据滚动球的相对滚动量,测出鼠标在 x, y 方向上的移动量,将该信息输入计算机后,屏幕上的光标也相应地移动一定的距离。光电鼠标背面装有可发送和接受光信息的光电二极管和感光二极管(见图 1-5(c)),当光电鼠标在能够反光的板上滑动时,板上反射的光的强度交替变化,感光二极管测得这一变化量,经转换后送入计算机,就可以控制光标在屏幕上的移动。

随着技术的发展,已出现了各种各样的新型鼠标,如无线鼠标、滚轮鼠标等。图 1-6 是 Genius 旋风轮鼠标,具有全球独有的滚轮设计专利技术,特别适合上网操作,独特的滚轮可上下、左右卷动各视窗应用软件页面,而不需要移动鼠标。

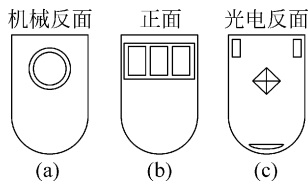


图 1-5 鼠标结构示意图



图 1-6 Genius 旋风轮鼠标

鼠标结构简单,价格低廉,使用方便,是计算机操作中使用频率较高的外部设备。

2. 数字化仪

将图纸上的图形输入计算机中是一件极其繁琐的工作,人工读取图纸上的坐标点时又极易出错,因此用数字化仪来拾取图形坐标和输入图形,可大大简化这项工作。

数字化仪(digitizer)是一种图形数据采集装置,它由一块平板和游标定位器组成,游标也可用感应触笔代替。目前使用的数字化仪都是电磁感应式的,平板下覆盖了一层网状金属线,构成感应阵列。游标上有一检测线圈,当游标在平板上移动时,平板下的金属

网线在游标线圈产生的磁场的作用下,将产生感应电压,由于不同的金属线代表了各自 x,y 坐标位置,当金属线上的感应电压信号输入到计算机系统时,就获得了相应游标所在的精确位置,同时对应地将光标显示在屏幕上。将游标在数字化仪平板上移动,对准图纸的某一个位置,按动游标的按钮,则可将该点的坐标送入计算机或选择该位置的功能菜单。

数字化仪在一般的 CAD 系统中都不配置,因为鼠标就可实现它的大部分功能。只有需要对光标实行精确定位时,才用它来代替鼠标。如图 1-7 所示为胜马 SummaSketch III 数字化仪。

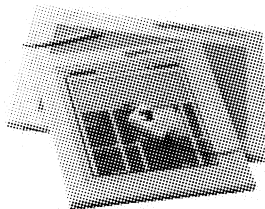


图 1-7 胜马 SummaSketch III 数字化仪

3. 扫描仪

扫描仪(scanner)是新一代输入设备,它将图形(如工程图样)或图像(如照片、画片)经扫描进行光电转换后,输入计算机中得到光栅图像。

扫描仪的主要技术指标如下。

(1) 扫描幅面。

(2) 分辨率。指在原稿上每英寸上取样点数(dots per inch,用 dpi 表示),目前市面上销售的扫描仪的光学分辨率一般在 600~1200dpi,对于专业级图像扫描仪的光学分辨率可达 2400dpi。

(3) 图像的颜色数量与灰度等级。一般以描述一个像素点所需的位数或字节数来定义,如 32bit 或 4Byte。

(4) 扫描速度。指最大幅面、最大分辨率时扫描一页所需的时间。

扫描仪分单色扫描仪和彩色扫描仪,一般彩色扫描仪都可进行单色扫描。按扫描仪的结构和操作方式可分为滚筒式、平板式和手持式 3 种。滚筒式扫描仪的扫描幅面可达 A0 加长,平板式扫描仪的幅面一般为 A3,A4。如图 1-8 所示为 A4 平板式扫描仪。

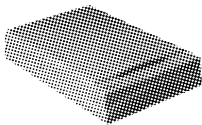


图 1-8 A4 平板式扫描仪

由于扫描仪得到的是光栅图像,因此扫描工程图样时,还必须将光栅图像矢量化,得到矢量图形,以便 CAD 软件对它进行编辑和修改。矢量化工作由专门的软件来完成。

1.2.4 图形显示设备

图形显示设备是 CAD 系统中必备的图形输入输出设备,通常由显示器和图形适配器(简称显示卡)这两个设备单元构成。显示系统的组成如图 1-9 所示。它的基本工作原理是将显示屏按预先规定的分辨率在水平和垂直方向上划分成点阵,每个单元称为像素,每个像素都有自己的 x,y 屏幕地址。假如显示屏的像素阵列为 $n \times m$,即有 m 行及 n 列的像素,每一行代表一条扫描线。矢量光栅转换器将要显示的图形(在内存显示文件中获取)也按此方式离散成像素,每个像素除了它的 x,y 地址,还有表示明暗或颜色的属性值。光栅化后的像素与屏幕像素阵列是一一对应的,将光栅化后的像素信息存入帧缓冲存储器,供显示控制器读取。

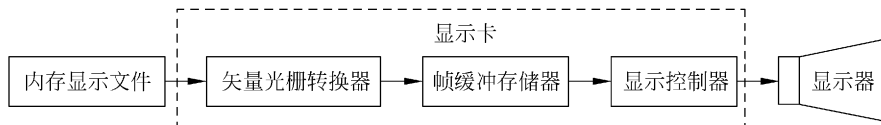


图 1-9 显示系统的组成

目前最常见的显示器是阴极射线管(CRT)显示器,除此之外,还有种类繁多的平面显示器,其中包括受光型的液晶显示器(LCD)、发光型的等离子显示器(PDP)、场致发射显示器(FED)、投影机等。下面对 CRT 显示器以及几种目前发展已经比较成熟的显示器进行详细介绍。

1. 阴极射线管显示器

图 1-10 是阴极射线管显示器的结构示意图。其基本工作原理是电子枪沿显像管轴线方向发射电子束,经聚焦系统将电子束聚集成非常细小的圆点,再经过偏转线圈的作用向正确目标偏离,穿越阴罩的小孔或栅栏后,轰击显示屏。显示屏内侧涂有荧光材料,在电子束的轰击下便发出光点(称为屏幕像素点)。显示控制器控制偏转系统,使电子束按恒定的速度从上到下、从左向右扫描显示屏。与此同时,显示器控制器控制电子枪发射电子束的强度,于是被电子束轰击的荧光材料便发出不同亮度的光点。例如,在屏幕上显示一条直线,当电子束要扫描位于直线上的点时,便打开电子枪发射电子,直线上的点就被点亮;而扫描其余点时,则关闭电子枪,使这些点不发光,于是屏幕上的发光点就构成了一条直线。

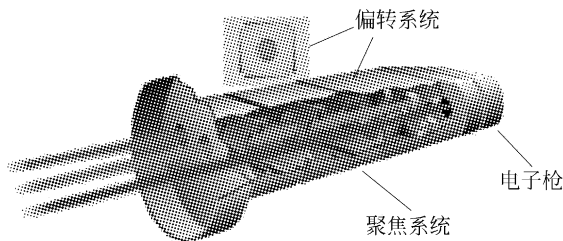


图 1-10 CRT 显示器的结构示意图

要显示一幅稳定的图形或图像,电子束就要不停地扫描整幅屏幕,每秒钟扫描整幅屏幕的次数称为帧频。要想获得不闪烁的图像,帧频不得小于 50Hz。

彩色光栅扫描显示器是在屏幕内侧的每一个像素点处都涂上 3 种不同的荧光材料,它们被电子束激励后分别发出红、绿、蓝 3 种颜色的光。每种荧光材料被激励所需的电子束强度范围差别必须很大,因而采用 3 支电子枪分别发射强度在一定范围内的电子束,在一定范围内改变 3 束电子束的强度,3 种荧光材料便发出不同强度的红、绿、蓝光,混合后就产生了不同颜色的光。

显示器的主要技术指标有分辨率、帧频、点距和有效显示范围。分辨率、帧频只有与显示卡匹配时,才能发挥其最大性能。点距指 CRT 上两个颜色相同的磷光点之间的距离,如图 1-11 所示显示器的点距是 0.28mm。事实上点距也就是像素点的大小,点距越小显示的图像越精细、越逼真。

CRT 显示器按屏幕表面曲度,可以分为球面、平面直角、柱面和完全平面 4 种。目前球面管的显示器已淘汰;平面直角显示器是现在最普遍的显示器;而以采用索尼的特丽珑显像管和三菱的钻石珑显像管为代表的柱面显示器,由于更清晰、失真更小,成为了高档机型。但上述这些显像管,依旧没有达到完完全全的平面,因此,所显示的画面或多或少都会有一点变形和扭曲,依然不够令人满意。完全平面显示器通过采用特殊的栅条网(如图 1-12 所示),使传统的 CRT 显示器终于走上了完全平面的道路,将成为未来市场的热点。

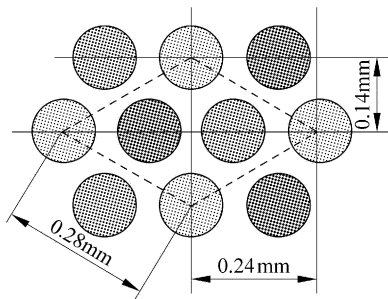


图 1-11 点距

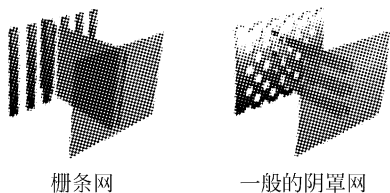


图 1-12 纯平面的栅条与一般的阴罩网

2. 液晶显示器

液晶显示器(LCD)是一种非发光性的显示器件,它不像 CRT 靠器件本身发光来实现显示,而是依赖对环境光的反射或是对外加光源加以控制来实现显示。液晶显示器由 6 层薄板组成,如图 1-13 所示。

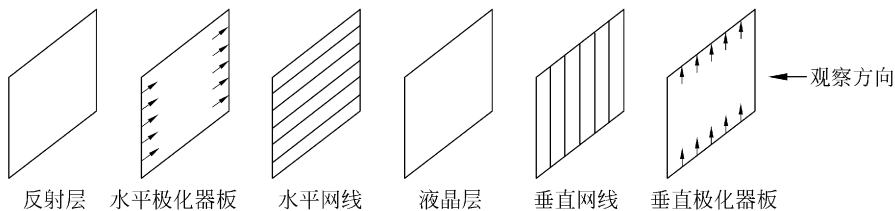


图 1-13 液晶显示器的结构示意图

液晶材料是由长晶线分子构成的,所有晶粒以螺旋形式排列。如果液晶层厚度适当(约 0.177mm),便可将穿过它的光线的极化方向旋转 90° 。这样,被垂直极化器板极化为垂直方向的光线穿过液晶层后,其极化方向就改变成水平方向,这种光线可以通过水平极化器板到达反射层,并以相同的过程返回,屏幕上的这些有光线返回的点就是亮点。

在电场的作用下,液晶层的晶体将排列成行,且方向相同。此时,液晶层的晶体不再改变穿透光的极化方向。具有垂直极化方向的光线穿过液晶层后,由于其极化方向不变,也就不能通过水平极化器板,于是屏幕上的这些点就呈暗点。

若将垂直网线层的第 x 根导线加正电压($+V$),将水平网线层的第 y 根导线加负电压($-V$)。点 (x, y) 处的电压差已经达到了液晶的触发电压,而使该点的液晶排列成行,于是屏幕上点 (x, y) 就呈暗点。但是位于第 x 和第 y 根导线上的其余液晶所加电压还没

有达到液晶的触发电压,因此这些点呈亮点。通过给垂直网线和水平网线上的某些导线加电压,屏幕上将得到预期的一些暗点——像素点,从而实现字符、图形和图像的显示。

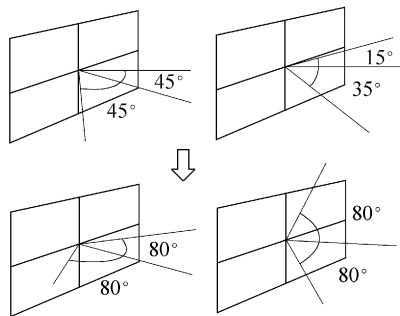


图 1-14 可视角度

液晶显示器的主要技术参数有:

(1) 可视角度。一般而言,LCD 的可视角度都是左右对称的。但上下不一定对称,常常是上下角度小于左右角度,如图 1-14 所示。当可视角是 80° 时,表示站在屏幕法线 80° 的位置时仍可清晰看见屏幕图像。

(2) 亮度、对比度。TFT 液晶显示器的可接受亮度为 $150\text{cd}/\text{m}^2$ 以上(cd/m^2 是一种衡量亮度的单位)。目前国内使用的 TFT 液晶显示器亮度都在 $200\text{cd}/\text{m}^2$ 左右。

(3) 响应时间。响应时间反应了液晶显示器各像素点对输入信号反应的速度,即 pixel 由暗转亮或由亮转暗的速度。响应时间越小,使用者在看运动画面时越不会出现尾影拖拽的感觉。所以响应时间越小越好。

(4) 显示色素。几乎所有 15in 的 LCD 都只能显示高彩(256K),因此许多厂商使用了所谓的 FRC(frame rate control)技术,以仿真的方式来表现出全彩的画面,但此全彩画面必须依赖显示卡的显存。

按照使用范围,液晶显示器可分为笔记本计算机液晶显示器(Notebook LCD)以及桌面计算机液晶显示器/Desktop LCD)。Notebook LCD 是目前在国内最常见到的大众化液晶显示器产品;Desktop LCD 则是传统 CRT 显示器的替代产品,目前已出现在国内市场上,如图 1-15 所示。Desktop LCD 的可接受亮度、可视角度都比 Notebook LCD 大。

按照物理结构,LCD 可分为 DSTN 双扫描扭曲阵列和 TFT 薄膜晶体管。前者的对比度和亮度较差,可视角度小,色彩欠丰富;但是它结构简单、价格低廉,因此仍然有一定的市场。后者的每一液晶像素点都由集成在其后的薄膜晶体管来驱动,与前者相比,TFT-LCD 具有屏幕反应速度快、对比度和亮度高、可视角度大、色彩丰富等特点,克服了前者固有的许多弱点,是当前 Desktop LCD 和 Notebook LCD 的主流显示设备。

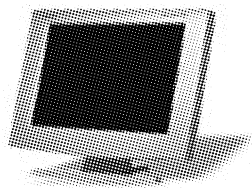


图 1-15 Desktop LCD

3. 等离子显示器

等离子显示器(PDP)是继 CRT,LCD 后的新一代显示器,其特点是厚度极小,分辨率佳,可以作为家庭壁挂电视使用,占用极少的空间,代表了未来显示器的发展趋势。

PDP 的技术原理是利用惰性气体(Ne, He, Xe 等)放电时所产生的紫外线来激发彩色荧光粉发光,然后将这种光转换成人眼可见的光。PDP 采用等离子管作为发光元件,大量的等离子管排列在一起构成屏幕,每个等离子对应的每个小室内都充有氖、氙气体。在等离子管电极间加上高压后,封在两层玻璃之间的等离子管小室中的气体会产生紫外光,激励平板显示屏上的红、绿、蓝三基色荧光粉发出可见光。每个等离子管作为一个像

素,这些像素通过明暗和颜色变化的组合,产生各种灰度和色彩的图像,与显像管发光很相似。

根据电流工作方式的不同,PDP 可以分为直流型(DC)和交流型(AC)两种,而目前研究的多以交流型为主,并可依照电极的安排区分为二电极对向放电(column discharge)和三电极表面放电(surface discharge)两种结构。

等离子技术同其他显示方式相比存在明显的差别,它具有体积小、重量轻、无 X 射线辐射的特点,由于各个发光单元的结构完全相同,因此不会出现 CRT 显像管常见的图像几何畸变。PDP 屏幕亮度非常均匀,没有亮区和暗区,不像显像管的亮度,屏幕中心比四周亮度要高一些,而且,PDP 不会受磁场的影响,具有更好的环境适应能力。表面平直也使大屏幕边角处的失真和色纯度变化得到彻底改善。同时,其高亮度、大视角、全彩色和高对比度,意味着 PDP 图像更加清晰,色彩更加鲜艳,感受更加舒适,效果更加理想。与 LCD 相比,PDP 有亮度高、色彩还原性好、灰度丰富、对迅速变化的画面响应速度快等优点。由于屏幕亮度高达 150lux,因此可以在明亮的环境之下使用。另外,PDP 视野开阔,视角宽广(高达 160°),能提供格外亮丽、均匀平滑的画面和前所未有的更大观赏角度。另外,PDP 最突出的特点是可做到超薄,并轻易做到 40in 以上的完全平面大屏幕,而厚度不到 100mm。如图 1-16 所示。



图 1-16 PDP

当然,由于 PDP 的特殊结构也带来了一些弱点。譬如由于等离子显示是平面设计,且显示屏上的玻璃极薄,所以它的表面不能承受太大或太小的大气压力,更不能承受意外的重压。PDP 的每一像素都是独立地自行发光,相比于 CRT 显示器使用的电子枪而言,耗电量自然大增。一般 PDP 的耗电量高于 $300\text{V} \cdot \text{A}$ 。由于发热量大,所以 PDP 背板上装有多组风扇用于散热。另外,目前的价格也比较高,但随着 PDP 的大规模生产,其价格将会大幅度下降。

4. 场致发射显示器

场致发射显示器(field emission display,FED)技术将成为液晶显示技术的替代品,在显示技术舞台上成为主角。

FED 的工作原理是:使用电场(而非使用热能)使发射阴极放出电子,使得场发射电子束的能量分布范围较传统热电子束窄且具有较高的亮度,用场发射技术作为电子来源以取代传统 CRT 显像管中的热电子枪,因而可以用于平面显示器,并带来了很多优秀的特色。FED 非常薄、轻,并且节省能源。与 LCD 阻挡光线的受光型工作方式不同,FED 采用了类似传统 CRT 的方法,CRT 显像管用电子束轰击屏幕上的荧光粉,激活荧光粉而发光。为了使电子束获得足够的偏离,还不得不把显像管做得有一定的长度,因此 CRT 显示器又大、又厚、又重。FED 在每一个荧光点后面不到 3mm 处都放置了成千上万个极小的电子发射器,这使得 FED 显示技术能把 CRT 阴极射线管的明亮清晰与液晶显示的轻、薄结合起来,结果是既有液晶显示器的薄度,又有 CRT 显示器的快速响应速度和比液晶显示器大得多的亮度。因此,FED 在很多方面都具有比液晶显示器更显著的优点,

也不会像液晶显示器那样,一旦一个晶体管损坏整个显示器便会明显显露工作不正常的情况。

5. 投影机

投影机也属于显示设备,已经在政府、学校、公司等很多领域成了标准的配备之一。

投影机主要有两项参数:亮度和分辨率。根据现有国际标准,只有亮度在 500ANSI 流明以上的投影机,才可以在白天正常光线下使用而不影响效果。投影机按显示技术可分为 CRT 投影机、LCD 投影机和 DLP 投影机。

CRT 投影机是由 CRT 管和光学系统组成的投影机。通常所说的三枪投影机就是指由 3 个投影管组成的投影机。由于这种投影机使用内光源,因此也叫主动投影方式,是出现最早、应用最广的一种投影显示技术。

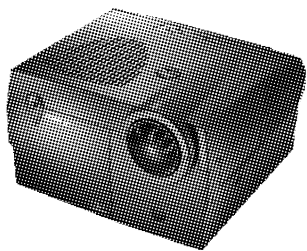


图 1-17 LCD 投影机

LCD 投影机利用液晶光电效应成像,现分为液晶板和液晶光阀两种。由于利用外光源,又称被动投影方式。液晶板投影机是目前市面上最流行的投影机,以液晶板作为成像器件,多为单片设计。液晶光阀投影机采用 CRT 管和液晶光阀作为成像器件,是目前亮度和分辨率最高的投影机,如图 1-17 所示。

DLP 投影机以数字微反射器(digital micromirror device,DMD)作为光阀的成像器件,采用数字光处理技术调制视频信号,驱动 DMD 光路系统,通过投影透镜获取大屏幕图像。DLP 技术是投影机未来的发展方向。

1.2.5 图形输出设备

图形显示设备只能在屏幕上显示图形,但工程中需要的往往是图纸,因此还必须将图形绘制在图纸上,完成这一工作的设备称为图形输出设备。图形输出设备的种类很多,最初使用的笔式绘图机只能绘制矢量图形;后来研制的喷墨绘图机不仅可以绘制矢量图形,还可以绘制光栅图像。事实上,传统意义所指的打印机和绘图机的界限现在已经越来越模糊了,它们都能完成相同的工作,惟一的差别也许只有打印幅面了。由于目前在 CAD 中,广泛使用的输出设备是彩色喷墨打印机/绘图机,而激光打印机、针式打印机、笔式绘图仪在 CAD 中已很少使用,因此,下面主要对喷墨打印机的工作原理作一介绍。

目前喷墨打印机按打印头的工作方式可以分为压电喷墨技术和热喷墨技术两大类型。按照喷墨的材料性质又可以分为水质料、固态油墨和液态油墨等类型的打印机。

1. 压电喷墨技术

压电喷墨技术是将许多小的压电陶瓷放置到喷墨打印机的打印头喷嘴附近,利用压电陶瓷在电压作用下会发生变形的原理,在工作中适时地把电压加到压电陶瓷上,压电陶瓷随之产生的伸缩使喷嘴中的墨被喷出,输出到介质表面形成图案或字符,如图 1-18 所示。用压电喷墨技术制作

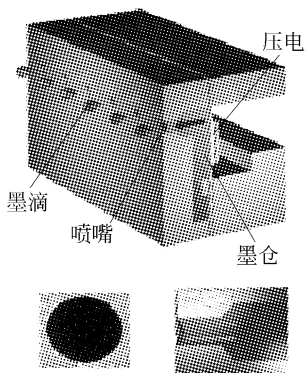


图 1-18 压电喷墨打印原理