

电脑绘图艺术

求知
文库

●高新科技专辑●



齐东旭 著

中国和平出版社

71
QDX
C-3

54

●求知文库

●高新科技专辑

电脑绘图艺术

齐东旭 著

中国和平出版社

(京)新登字 086 号

求知文库
电脑绘图艺术
齐东旭 著

*

中国和平出版社出版
(北京市西城区百万庄大街 8 号)
邮编 100037

新华书店北京发行所发行
浙江省浦江县第一印刷厂印刷

787×1092 1/32 3.625 印张 75 千字
1993 年 7 月第一版 1998 年 4 月第 1 次印刷
印数:29000—39000册
ISBN 7-80037-934-5/G·665 定价:4.00 元

《求知文库》编委会

主 编：华 剑

副主编：方 鸣 胡晓林 慕 京

目 录

一、从画家的工作室,到电脑图形工作站	(1)
二、拉斐尔的壁画“雅典学府”	(10)
三、美的“密码”	(13)
四、平面均匀镶嵌	(19)
五、电脑专家系统	(23)
六、变换	(28)
七、对称	(34)
八、随机	(40)
九、作图问题	(47)
十、从点到线、从线到面	(54)
十一、丢勒的“忧郁”	(64)
十二、柏拉图式的立体	(68)
十三、从低维走向高维	(76)
十四、奇妙的幻方	(81)
十五、埃舍尔与怪圈	(88)
十六、电脑动画	(95)
十七、方兴未艾的分形几何	(98)

一、从画家的工作室,到电脑图形工作站

我有幸到过一些画家的工作室。

几乎没有例外,这是杂乱无章的世界:参差不齐的画框、画架,今天摆在这里,明天又挪到别处;名目繁多的油彩挤在画板上,看来一塌糊涂;空气中弥漫着油漆腥味,画家的工作服本身已是一幅色彩斑斓的图画……。

多少年来,这样的环境中出现过许多像拉斐尔,米开朗基罗这样的艺术大师;这种环境,曾激发多少艺术家的灵感,产生过多少不朽的作品!

我无意置身于另外的画室。

这里没有油味,也见不到污染,电脑专家不时地敲击键盘或移动着称为鼠标器的东西,屏幕上随之出现色彩丰富的画面。它可以像油画,也可以像水彩。不用炭条可以作素描,不用刀可以产生木刻的效果(图 1.1—1.3)。如果你想清除不满意的部分,只须敲敲键盘;想保留的画面可以存储在所谓软盘或硬盘上随时调用,保证不会退色,不会走样……。目前,这类具有强大作图功能的电脑被称之为电脑图形工作站。

电脑的问世,使数学增添了有力的翅膀。

研究数学,当然是用头脑思考。但这种思考要有工具帮忙。从前,人们借助的工具是纸、笔、尺、算盘等等;现在,人们借助的工具是电脑。电脑不同于以往任何工具,它可以帮助人们创造美妙无比的奇迹。

故非工派图幽串隆,室非工内案画从,一



图 1.1.1 爱因斯坦的头像

电脑令人惊奇的头一件事是数值计算:它处理数字的速度令人望尘莫及,成千上万次的四则运算可在瞬间完成。

电脑令人惊奇的第二件事是符号演算:它可以完成像因式分解、不定积分等代数式子的运算,甚至可以做几何定理的证明。

人们,主要,等等等等。只,等,那是具工内曲曲曲人,前从。才组带以可,具工内升升以干同不融串。融串具工内组带,在在在出天对美壹壹曲人



the Computer Graph By CAD Center of North China University of Technology 1897

图 1.2

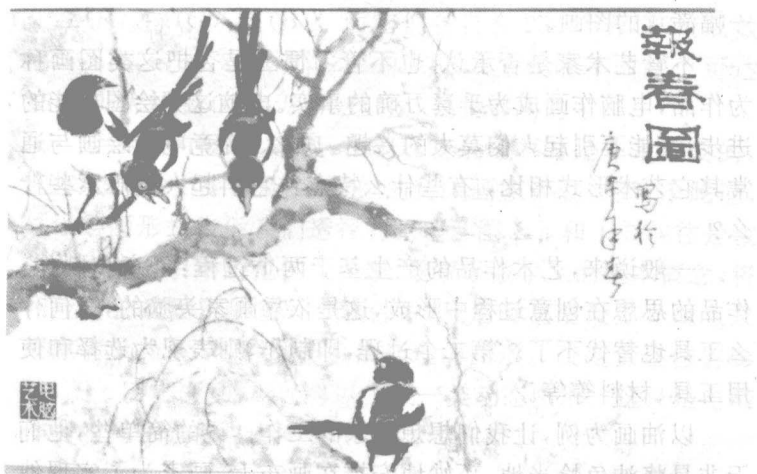


图 1.3

电脑的这种功能帮助人们进行逻辑思维。那么,电脑能在形象思维方面给人帮忙吗?回答是肯定的。这便是电脑技术进步使人更为惊奇的事情。电脑绘图,即电脑处理“形”的本事令人叹为观止。

数与形,是数学中的两件大事。特别是形,它在视觉信息的获取中,起着十分重要的作用。有各种各样的图形,我们着重谈谈绘画。

为了使电脑像画家那样挥毫作画,本世纪 80 年代以来,电脑专家在人与电脑之间研制了简便的通讯方式,称之为交互式设计系统。如果想在屏幕上作画,只须通过该系统控制指挥之下的光笔或十字游标,来实现用户的意愿。具体说,用光笔或游标指点颜色清单,这一动作相当于画家在调色板上沾笔。取到颜色之后,又按光笔或游标指示的位置,“涂”到屏幕上,这就完成了一次作画动作。反复多次如此动作,终能作成一幅满意的图画。

不管艺术家是否承认,也不管习惯上是否把这类图画称为作品,电脑作画成为千真万确的事实。电脑这类绘图功能的进步,不能不引起人们莫大的兴趣。那么,究竟电脑绘画与通常其它艺术形式相比,有些什么特点?它引起人们思索些什么?

一般说来,艺术作品的产生基于两个过程:创意和制作。作品的思想在创意过程中形成,这是依靠画家头脑的,任何什么工具也替代不了。第二个过程,即制作,则表现为选择和使用工具、材料等等。

以油画为例,让我们想想画家的工作。说的简单些,他们无非是将油色恰当地、巧妙地安排在画布上。画家为了实现他追求的效果,用刷子涂,用画刀刮,千方百计,就是为了使他的

处理不同于别的画面,这便是创作。我们看看他们的工具和材料,很难讲这些东西是一成不变的。有的画家自己制造些颜料,有的画家设计怪里怪气的方式(有人用手抹,有人用木片挠等等)将颜料安排在画布上,其目的在于追求不同的效果。诞生于西方的油画,表现力强,作品给人以坚实、稳重、深厚的感觉。中国的水墨写意画,手法或潇洒,或清雅,或豪放,留给人们含蓄、深远、抽象的印象。

电脑绘画又有何特色呢?

电脑容易做到的,人却很难做到。例如,要画出 100 条相互平行的直线,徒手作业谁也难免出些疵漏,但电脑干这件事则百分之百保证质量。又假如,画家想再现已扔掉的颜色是很难准确做到的,因为画笔沾上不同的颜色调合在一起,成分难以定量。可是电脑调合颜色时,每种成分都有数量标志,下次只要设定同样参数,则保证再现同样的颜色。电脑产生颜色基于红(R)、绿(G)、蓝(B)。而它们各自有 256 个等级,记以数字 0,1,2,……,255。那么,总共可以生成的不同颜色可达 256^3 ,即大约 1600 多万种,这应该说是够用的了!

绘画中的投影、透视,在表现复杂场面时是非常重要的。艺术大师达·芬奇及 16 世纪的传大画家丢勒,都精于此道,并以绘画形式告诉人们透视的原理。图 1.4 和 1.5 往往是教科书中诸多引用的范例。投影、透视是数学上的基本概念,将相应的公式固定编在一个软件中,应用时只要设定光源点及观察者的位置,电脑立即给出合理的图形。改变上述位置参数,图形随之变动,据此可以生成一类动态图形。这又是电脑作画的另一大特点。

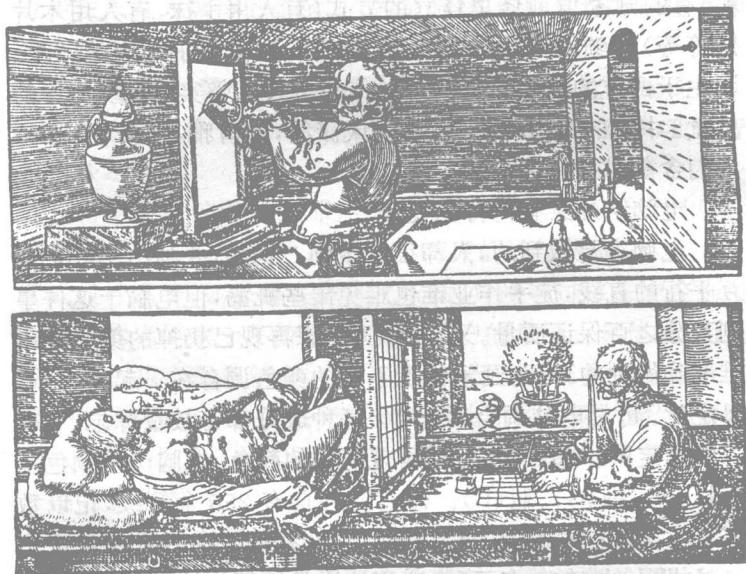


图1.4—1.5

无论是复现自然界客体形象,还是制造前所未有的景观,电脑绘图技术已经取得巨大的进步。21世纪将是人们寄予厚望的时代,有人说,谁能掌握电脑图形学进步的脉搏,谁就能在未来高科技的竞赛中立于不败之地。

这个领域之所以富于挑战魅力,是由于电脑绘图可以做到:

1. 直观具体,一目了然。要了解一幢尚未施工的楼房,当然可以去看看工程图纸;不过,虽然图纸包括了全部信息,但可惜的是只有建筑工程师才能全部看懂。现在,可以将楼房的

全部数据输入电脑,然后在电脑屏幕上得到从不同角度观察到的景象。甚至可以自由地“进入”楼内,观看各个房间、设备与结构。当然,不满意时可以修改,并显示修改后的景象,直到满意为止。

2. 万紫千红,光彩夺目。万紫千红是说颜色。前面说过,通过红绿蓝(RGB)的组合,可以产生 256^3 种颜色。模拟画家的调色盘,电脑屏幕上也可以出现一个“电脑调色板”(图 1.6)。

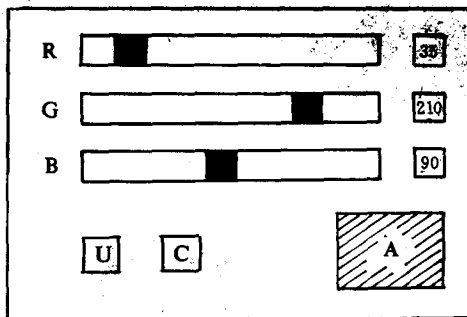


图 1.6

移动光标拾取 R、G、B 的数值,它们显示在右侧的小格内。图中所示,为取“红色的第 35 个等级,绿色的第 210 个等级,蓝色的第 90 个等级”。合成后的颜色在 A 处显示。满意,则按 U 格拾取;取消,则按 G 格刷掉。作画者观察 A 处,决定取舍。除了如此多种颜色可供选择之外,还可以设置光照,形成高光、反光、透明等效果,令画面更生动。

3. 变幻莫测,扑朔迷离。数学变换的运用,使描述的对象

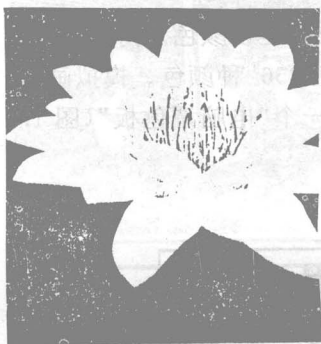


图 1.7

4. 维妙维肖,真假难辨。图 1.7, 1.8 所示的鲜花,是电脑绘制的,它好像是实物拍摄的。图 1.9^①所示的水,也是电脑作品。看来有可能以假乱真了。可以想象,随着电脑图形学及硬件的发展、进步,“以假乱真”的技术将达到更加完善的程度。无论从积极方面(它带来的巨大效益),还是消极方面(诸如

在几何形状及质感、色彩等方面出现各种各样的、有时是意料不到的变化。例如,要使 100 个球在空间运动,这个画面对电影导演及道具设计师来说是很困难的。电脑产生这个画面却十分方便,即可按预定的方案让它们运动,也可以让它们随机游动、改变尺寸、改变颜色,甚至一个球穿过另一个球等等。当电脑适当作模糊处理之后,可以产生不分明的虚幻景物,令观众进入扑朔迷离的境界中。

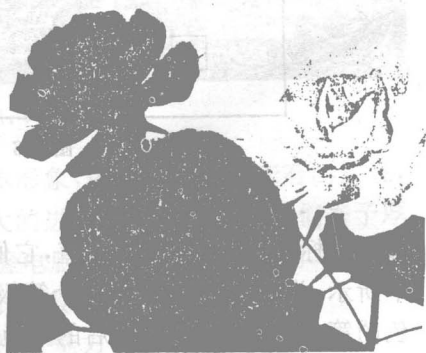


图 1.8

① 图 1.8—1.9 取自 1991 年 SIGGRAPH'91 会议资料。

制造假照片、假文件等麻烦),都会促进社会的发展。电脑图形学引起的社会效应,十分值得重视。

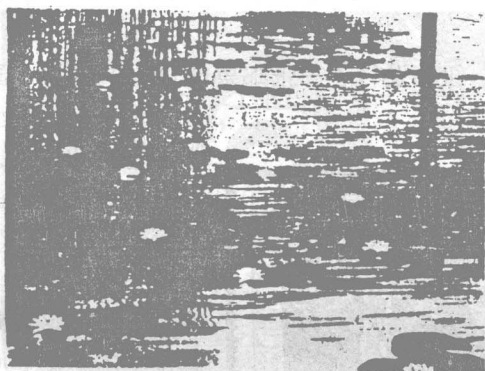


图 1.9

5. 有惊无险,代价低廉。新型飞机及飞船的首航是个大问题。为保证驾驶员及设备的安全,往往考虑到了一切细节仍不令人放心。能否在升空之前,在实验室里模拟一切?这种模拟的环境,图形占有最大的比例。环境画面的生成,如山脉、陆地、水面、云层、水焰等等,是模拟成功与否的关键。然而,无论多么惊险的场面,都不会出现意外事故。无论从成本、时间或最终效果,这都是令人满意的。

当思考上面的几个特点的时候,我们已经超越了绘画这一领域。如果艺术仅作为欣赏而言,似乎有没有电脑艺术这一新东西是无所谓的。然而,科学与艺术是不可能分家的。科学技术的进步将成为艺术进步的巨大推动力,这是不言而喻的,我们在本书后面还将讨论这个话题。

二、拉斐尔的壁画“雅典学府”

1983年,纽约发行了一张邮票(图2.1)。邮票上画的是欧几里得与他的学生们进行学术讨论的情景。



图 2.1

这张邮票的画面乃是名画“雅典学府”之局部,它的作者就是著名画家拉斐尔。发行这张邮票是纪念拉斐尔诞生500周年。

拉斐尔的不朽作品“雅典学府”创作于1505年至1512年之间。“雅典学府”描写了公元前300年左右,古希腊学术的繁荣盛况。画面上庄严的建筑、云集的学者,使人感受到古希腊的文化壮举及科学的神圣与尊严。

我们之所以谈起这张名画,除了欣赏的兴趣之外,还因为它与电脑有些关联。

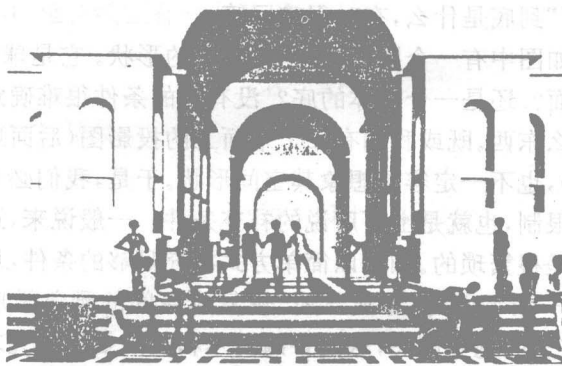
1986年德国达姆斯达特的电脑专家鲁姆柯尔和霍夫曼发表了一篇有趣的文章,题目是“拉斐尔‘雅典学府’之重建与模拟”(图2.2)。

油画“雅典学府”是画在平面上的,实际的雅典学府则是

立体的,占据空间的。数学上说,平面是二维的,空间是三维的。油画“雅典学府”是实在的雅典学府在平面上的投影,即三维实体向二维平面的投影。现在鲁姆柯尔和霍夫曼要做的事情是:已知二维(平面上)的画面,反过来重建三维实体。



Raphael, *The School of Athens* fresco, stanza della segreteria, Vatican (courtesy of Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1986).



The reconstructed model from Raphael's viewpoint (courtesy of Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1986).

图 2.2

从三维空间向二维平面作变换,这是常见的。实际上,摄影师做的就是这种变换工作。它选择了一个空间的对象,然后用照相机把目标的形象、彩色等留在感光的胶片上。画家对着模特儿画肖像,对着大自然作写生,这也可认为他们是作立体向二维的变换工作。把一个三维的对象变换成一个二维的画面或照片,要紧的是保留其诸多重要特征。

那么,从二维到三维见得多吗?雕塑家根据文献照片创作浮雕或塑像是这样;工程技术人员看着图纸用机床加工出纸上画的零件,也是这样。鲁姆柯尔等人想干的似乎是同类工作,不同之点在于他们采用电脑。

为了实现三维重建,鲁姆柯尔和霍夫曼对这幅油画作了数量分析,尤其是注意出现在画面上建筑物和人群的几何特性。一般说来,从二维图形重建三维结构,解答不是唯一的。如果不能给出恰当的限制和附加必要的补充条件,则这种重建非常困难甚至是不可能的。

从一张画上看到的,只是面对观察者的情景。在所画图形的“后面”到底是什么,有时很难回答。

假如图中有一个圆,这是正面看去的形状。它是球?是圆柱的截面?还是一个锥体的底?没有别的条件很难确定它到底是什么东西。既或我们有二个平面上的投影图(后面还要谈到投影),也不一定容易想象其空间形状。于是,我们必须给出另外的限制,也就是上面所说的补充条件。一般说来,这些补充条件是很繁琐的。如何以简单方式补充足够的条件,从而使我们将一张平面的“雅典学府”恢复成空间的雅典学府之造型,有许多问题要解决,这是鲁姆柯尔和霍夫曼的研究之困难所在。当然,我们也可由此想到电脑之于造型,多么重要!