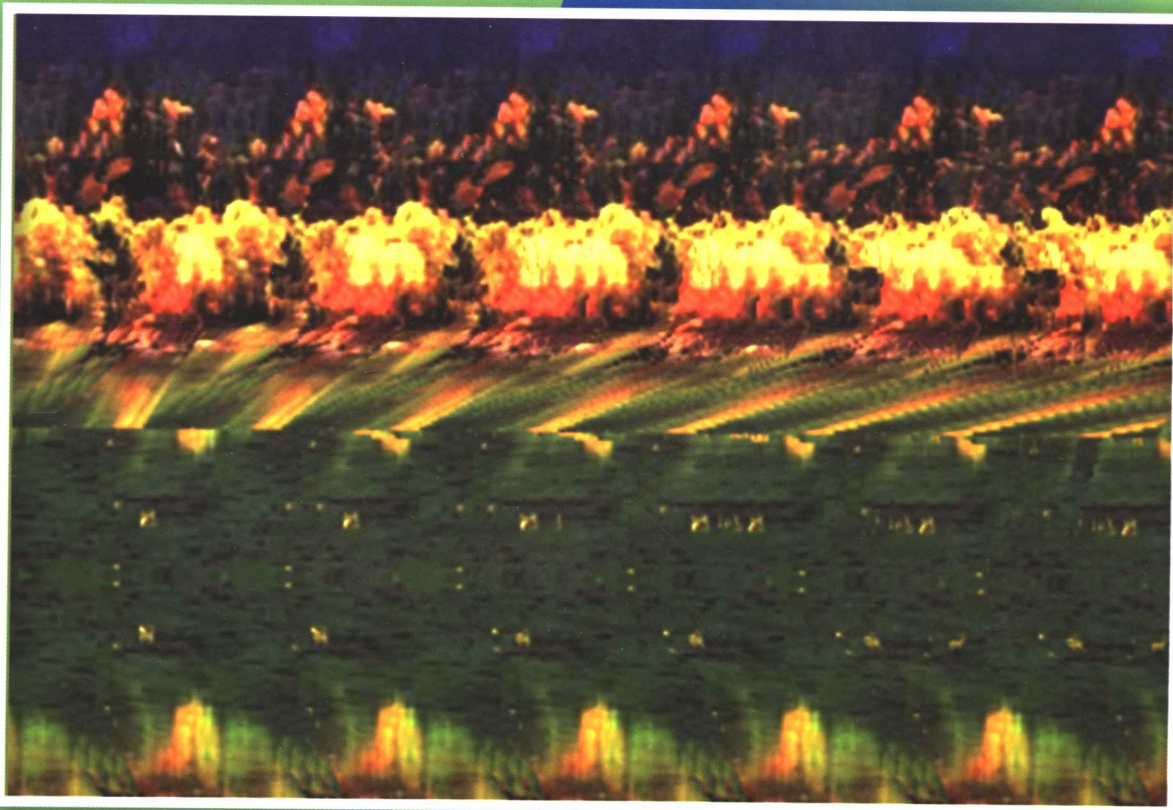


视差立体图像 及其实现算法

汪明霓 著



科学出版社
www.sciencep.com

视差立体图像 及其实现算法

汪明霓 著

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地阐述了视差立体图像的成像机理、分类方法、制作过程和实现算法,首次提出了用涂色等高面表示隆起曲面的设计理念,并开创了视差立体动画的研究领域,总结出视差立体动画的生成策略。附录中归纳了视差立体图像的多种观察方法,并收集了作者创作的若干富有民族特色和科学意识的视差立体图像精品。观察视差立体图像有困难的读者,推荐先看附录。

本书附有光盘。盘中收集了多幅视差立体动画和静态视差立体图像,还收录了视差立体图像的生成程序,供读者自己进行视差立体图像的创作。

本书可作为高等院校相关专业的辅助教学用书,也可供心理学者、图形工作者、美术工作者、科普工作者及对视差立体图像有兴趣的人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

视差立体图像及其实现算法/汪明霓著. —北京:科学出版社, 2005

ISBN 7-03-015507-6

I. 视… II. 汪… III. 视差-立体图-算法设计 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 046497 号

责任编辑:吕建忠 马琳/责任校对:耿耘

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005年5月第一次印刷 印张:12 3/4 插页:2

印数:1-3 000 字数:300 000

定价:27.00元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换<双青>)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8001(BI01)

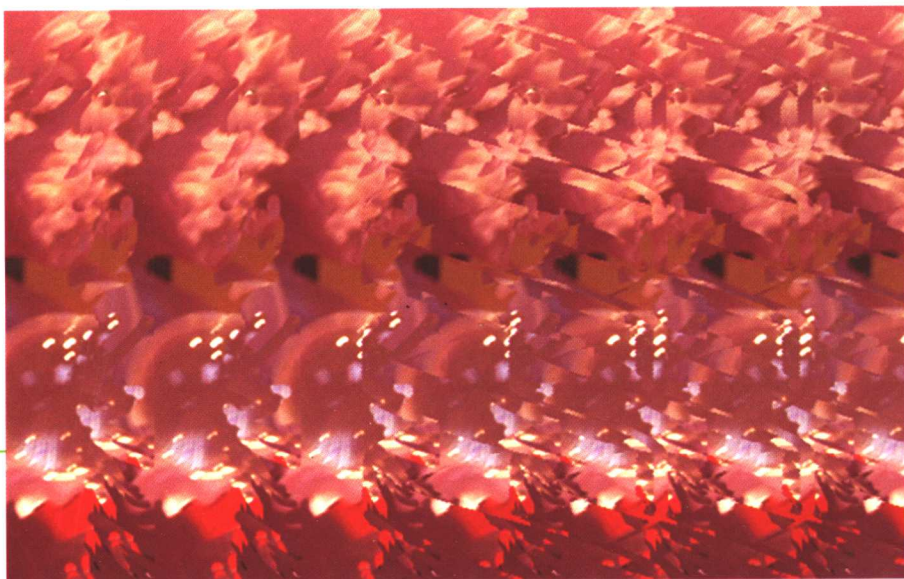
视差立体图像 及其实现算法



彩图1 爱不释手



彩图2 LOVE

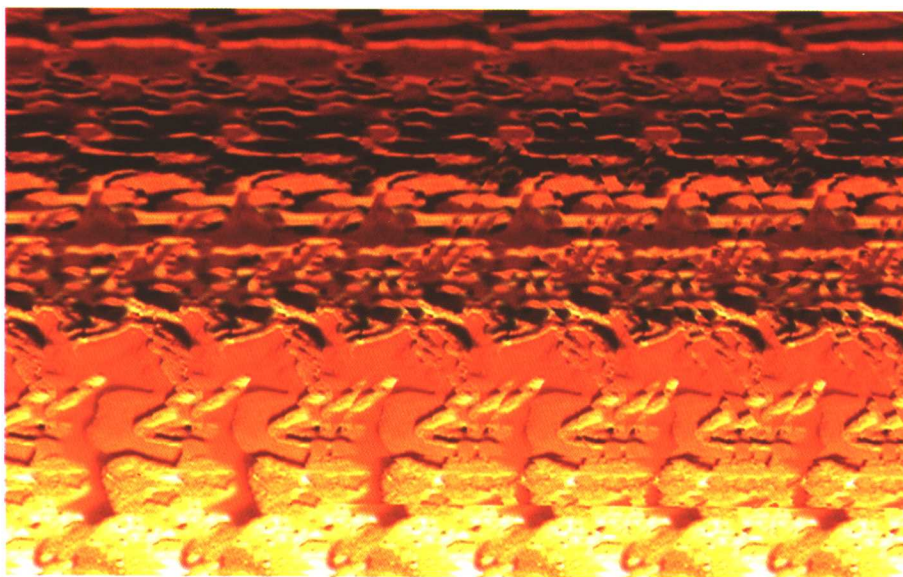


彩图3 DNA

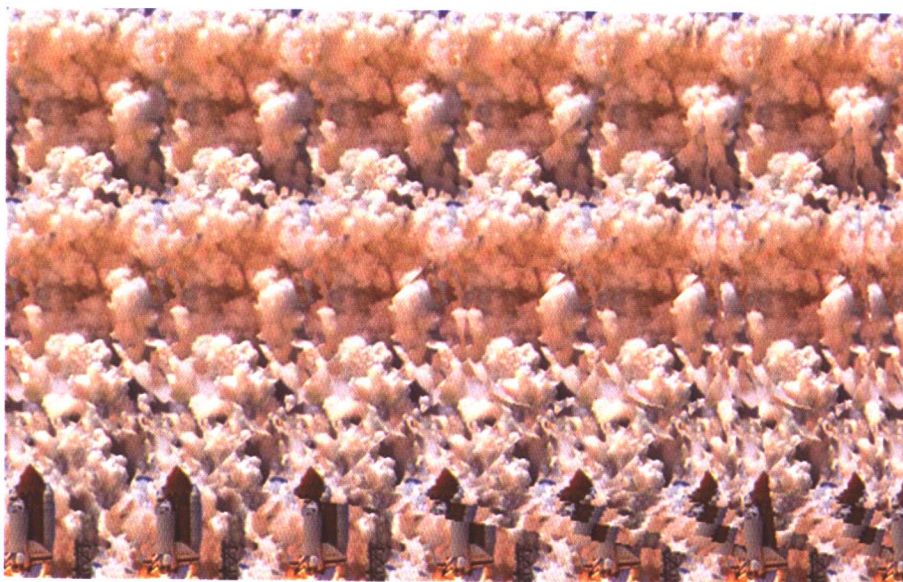


彩图4 蝶舞蓝天

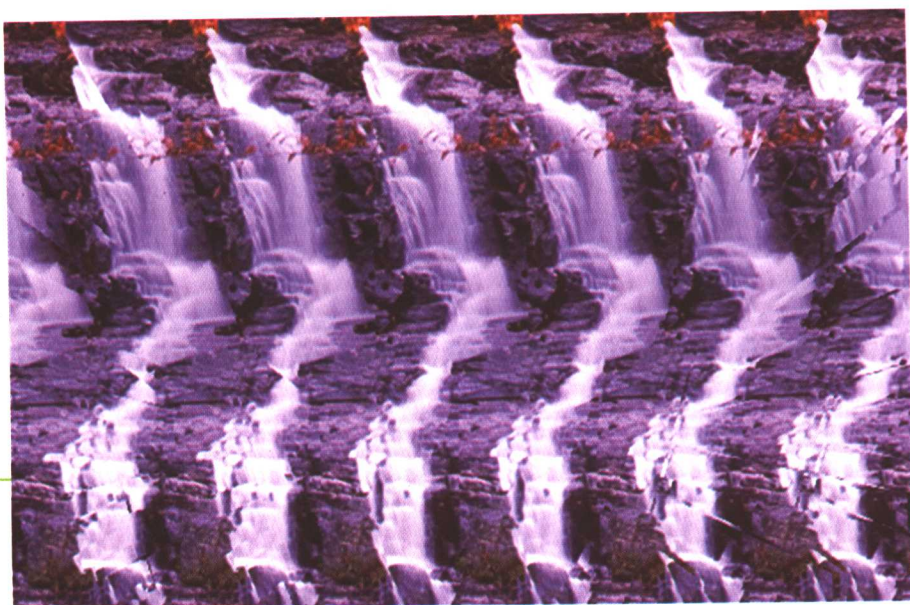
视差立体图像 及其实现算法



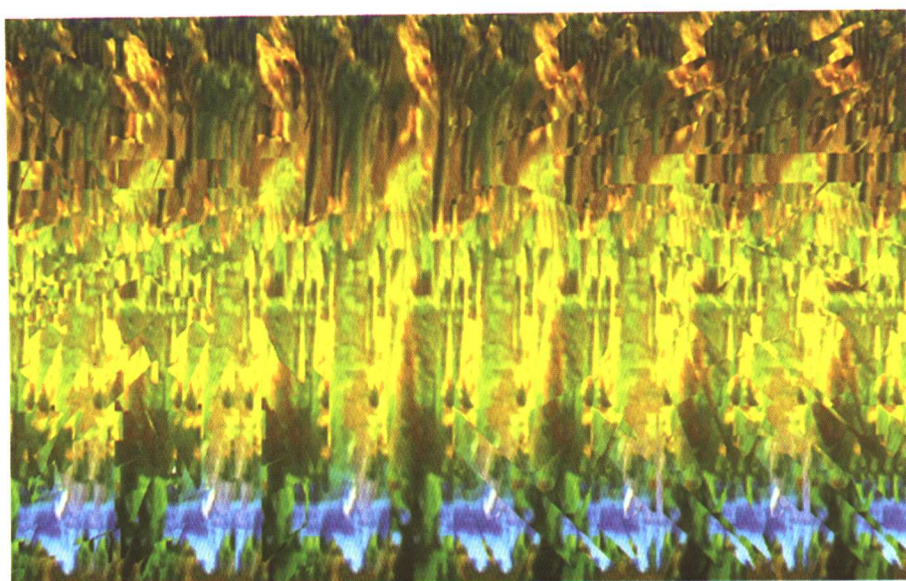
彩图5 RECYCLE



彩图6 三面角



彩图7 马鞍面



彩图8 包络线

前 言

人人都有两只眼睛，一左一右。若问，两只眼睛看东西比一只眼睛看好在哪里？你也许会回答：两只眼睛看东西要清楚一些。这个回答不能令人满意。其实，两只眼睛看东西最重要的长处在于看到的東西是立体的、分远近的，而用一只眼睛看就没有这种效果。试闭上一只眼睛，把你的钢笔插入笔套试试看，弄不好就插偏了。至于穿针引线，睁一只眼、闭一只眼则几乎是不可能办到的了。

为什么用两只眼睛看东西就有立体感呢？

人用眼睛看见东西，这话其实只说对了一半。人的视觉是眼睛和大脑共同作用的结果。外界物体在视网膜上成像，这个像经视神经传递到大脑中去，经过加工，人们就“看到”了物体，而人的两只眼睛之间则有一定的距离（约 6cm）。这样一来，看同一个物体时两只眼睛的视线角度是不一样的，从而这个物体在两张视网膜上所成的像就有着一一定的差别，这叫视差。正是这点视差，经过大脑加工处理后，我们便“看到”了立体的图像。

历史上，欧几里得和达·芬奇等人都研究过这种视差立体成像的原理。1838 年，英国的查理士·威斯顿爵士发明了立体双图（stereo pair，即两张描绘同一景物但却有视差的图像）及其观察器，成为视差立体图像技术的先驱者。

1839 年，人们发明了立体照相机，它有平行设置的两个镜头，两张底片同时曝光（见图 1）。得到的两张照片虽然照的是同一景物，但拍摄角度却有着细微的差别，这两张照片即构成了立体双图（见图 2）。

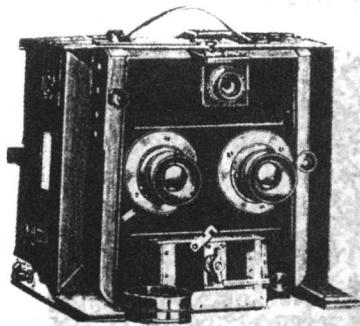


图 1 立体照相机

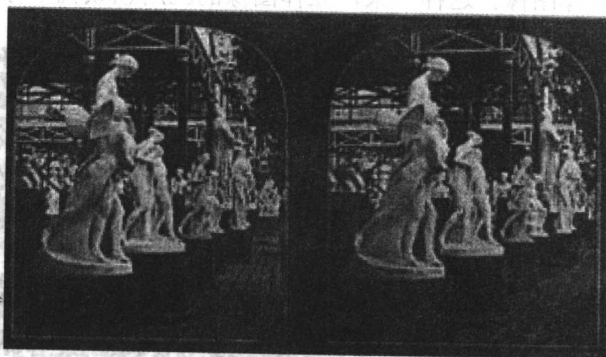


图 2 立体双图照片

在 19 世纪下半叶和 20 世纪初，立体双图在西欧一直是很时髦很热门的一项技术，并逐渐和艺术融合起来。大量的立体摄影作品和绘画作品被创作了出来。同时，这类作品也开始了向东方的传播。

计算机的发明、发展和广泛应用，使视差立体图像技术发生了革命性的变化。

1959 年，雷达专家贝勒·居里兹博士参照雷达成像的原理，第一次用计算机作出了

随机点立体双图 (two-pictures random-dot stereogram, 简称 two-pictures R.D.S., 见图 3)。图 3 中的两幅图看起来都不含什么特殊图像, 只是一些随机点, 但如果采用附录一所述的方法来观察图 3, 可以看到三个不同层次的正方形, 一个重一个, 这确实是使人始料不及的。

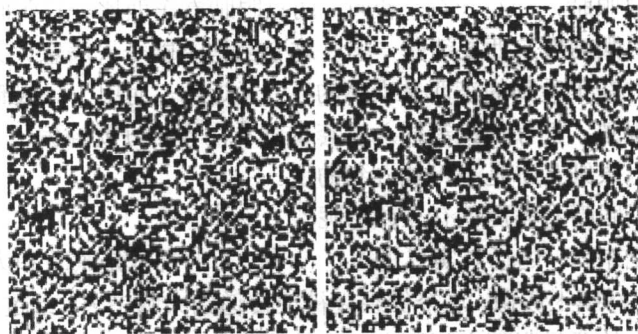


图 3 随机点立体双图

居里兹博士的工作的重大意义在于: 他首次证明了立体双图中的每一幅图不必一定是可观赏的景物, 可以是没有意义的随机点阵, 而两幅图的叠合却可形成一定的立体图像。

1979 年, 克里斯多福·泰勒博士实现了视差立体图像技术中的最重要的突破, 他发明了单画面的随机点视差立体图像 (single-picture R.D.S., 见图 4)。这种图像实质上是大量随机点的横向的有规律的重复和组合。在立体双图中, 由于人的两眼距离的限制, 两幅图的横向宽度均不能超过 6cm (指平行视线观察法), 这就大大限制了其应用范围。而泰勒博士发明的单画面立体图像就突破了这种限制, 人们可以根据需要制作任何幅面的立体图像。这样一来, 立体图像的应用领域就十分广阔了。

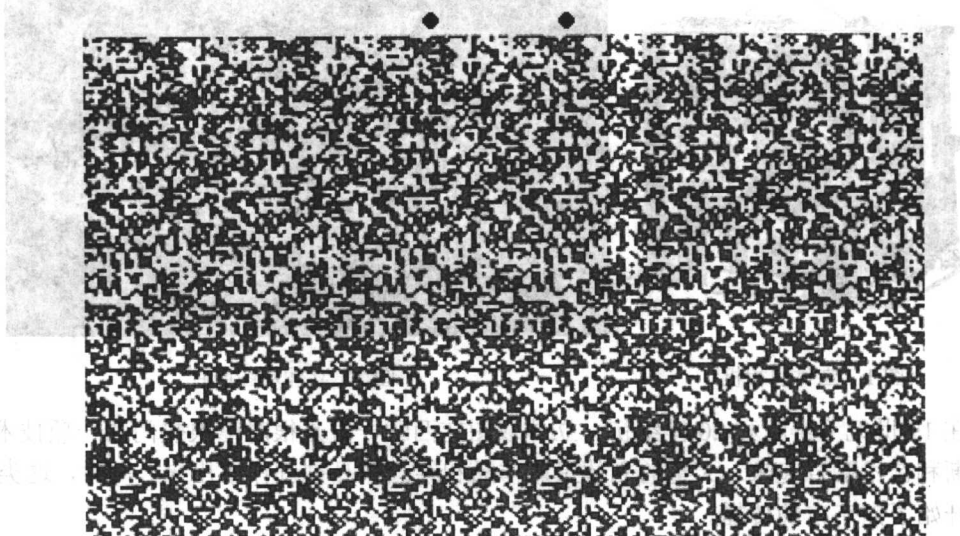


图 4 单画面随机点视差立体图像

近年来,人们在泰勒的工作的基础上不断探索创造,推陈出新。比如,把随机点涂上不同的颜色,就得到彩色视差立体图像(color field stereogram);把随机点换成小图样,像树叶、花朵、条纹等,可得到更近于自然景物的生动立体图案,我们称之为艺术视差立体图像。科学与艺术的结合,使视差立体图像领域呈现出一派百花齐放、五彩缤纷的局面。

很明显,视差立体图像技术可以广泛应用于织物和成衣的印花、装饰材料的图案设计、产品包装装潢、工艺美术品制作等许多领域。它也是科普教育和开发儿童智力的极好课题。

本书系统阐述了视差立体图像的成像机理、分类方法、制作过程和实现算法,同时提出了视差立体动画的概念及其生成策略。第一章讲述最简单的视差立体图像——立体双图。第二章讲述立体双图的扩充——浮画。第三至五章是本书的核心部分,其中第三章阐明了视差立体图像的基本算法;第四章描述了视差立体图像中的 Σ 面;第五章描述了视差立体图像中的 Ω 面。第六至八章是视差立体图像的扩充内容,其中第六章描述了几种特殊的视差立体图像;第七章描述了用交叉视线法观察的视差立体图像;而第八章则把视差立体图像与动画技术相融合,从而得到视差立体动画。

附录一总结了视差立体图像的多种观察方法,供读者参考。观察视差立体图像有困难的读者,可首先参看附录一。

附录二和彩页中收集了作者创作的若干富有民族特色和科学意识的视差立体图像精品。

本书为杭州师范学院出版专项经费资助项目。

目 录

第一章 立体双图	1
第一节 立体双图相片的制作与观察	1
一、用普通相机制作立体双图相片	1
二、拍摄间距 d 的确定	3
三、视差原理的其他应用	4
第二节 立体双图的计算机辅助设计	5
一、程序生成法	5
二、几何投影法	7
三、复制平移法	9
第三节 双色立体双图	14
一、图像颜色的转换	15
二、双色立体双图的观察	17
第四节 立体双图的其他应用	18
第二章 浮画	20
第一节 伪浮画	20
一、用图形复制法制作伪浮画	20
二、用程序生成法制作伪浮画	22
第二节 真浮画	24
一、用程序制作真浮画	24
二、用几何投影法制作真浮画	26
三、用三维图形软件来制作真浮画	30
四、用普通相机制作真浮画	35
第三章 随机点视差立体图像	38
第一节 随机点立体双图	38
第二节 单画面随机点视差立体图像	42
第三节 视差立体图像生成算法的优化	48
一、同步生成算法和异步生成算法	48
二、数据文件的压缩	49
三、补隙	49
第四章 视差立体图像中的 Σ 面描述	56
第一节 Σ 面原始模板的获取	56

一、程序生成	56
二、收集现成图案	64
三、原始图案的选取原则	65
第二节 原始图案的改造	67
一、图像的对称变换	68
二、关于图元宽度的讨论	69
第三节 基于图面美化的算法调整	72
一、图像两侧均衡变化	72
二、原始模板的接痕处理	76
三、与隆起面 Ω 的巧妙配合	78
第五章 视差立体图像的 Ω 面描述	81
第一节 用颜色标注等高面	81
一、颜色系统的选择	82
二、QBASIC 颜色系统的使用	83
第二节 等高面涂色图的绘制方法	87
一、解析法	87
二、截面法	96
三、外包络法	99
四、阴影法	104
第三节 柱形隆起面的描述	108
一、基于母线的柱形面数据文件的生成	108
二、柱形面视差立体图像的生成	109
三、柱形面和普通隆起面的融合	111
第四节 作图精度的提高	118
一、采用 RGB 颜色系统	118
二、改变作图分辨率	120
第六章 特殊的视差立体图像的设计	122
第一节 可双向观察的视差立体图像	122
第二节 与浮画融合的视差立体图像	126
第三节 双层面视差立体图像	129
第四节 融入自然景观的视差立体图像	134
第五节 将表现主题置入图面的视差立体图像	136
第六节 连续 Σ 面的长幅视差立体图像	137
第七节 大幅面视差立体图像	139
第七章 用交叉视线法观察的视差立体图像	142
第一节 观察视差立体图像的两种不同方法	142

第二节 供交叉视线法观察的视差立体图像的设计	144
第三节 自然形成的视差立体图像	146
第八章 视差立体动画	150
第一节 动态立体双图	150
第二节 动态浮画	154
一、图元作视觉平面内的运动	154
二、图元作垂直于视觉平面的运动	159
三、图元本身进行变化	161
第三节 含隆起曲面的视差立体动画	163
一、动态的面 Σ ，静态的面 Ω	163
二、静态的面 Σ ，动态的面 Ω	170
三、面 Σ 和 Ω 均为动态	171
第四节 特殊的视差立体动画	176
一、融合了动态浮画的视差立体动画	176
二、双层面视差立体动画	177
附录一 视差立体图像的观察方法	181
一、平行视线法	181
二、交叉视线法	184
附录二 精品欣赏	186
主要参考文献	193

第一章 立体双图

立体双图 (stereo pair), 指两张描绘同一景物但却有视差的图像。

立体双图可以分为相片和绘图两大类, 本书将分别加以研究。同时, 我们将讨论一种可实际应用于立体几何教学的立体双图——双色立体双图。观察立体图像的方法, 请读者参阅附录一。

第一节 立体双图相片的制作与观察

一、用普通相机制作立体双图相片

现在市场上出售的立体双图相片及其观察镜如图 1.1 和图 1.2 所示。这种立体相片是使用正片胶卷拍摄、制作的, 如同两张并列镶嵌的老式幻灯片。把它插入观察镜, 就可以通过镜头看到立体图景, 效果相当逼真。

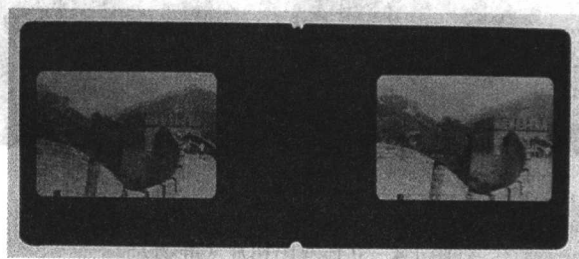


图 1.1 立体双图相片

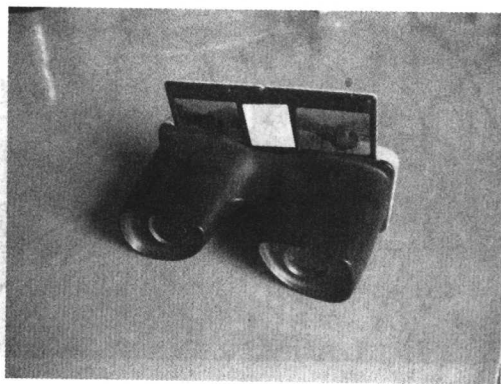


图 1.2 立体观察镜

制作高质量的立体双图相片, 一般采用特制的立体照相机。然而, 我们也可以使用

普通的照相机，制作出立体双图相片。

对准静态景物中选定的某一个基准点，先照一张相片，然后将相机平移一个距离 d ，再对准该基准点，再照一张相片，如图 1.3 所示。这样得到的两张相片即构成一对立体双图。图 1.4 和图 1.5 就是按照这种方法制作出来的。

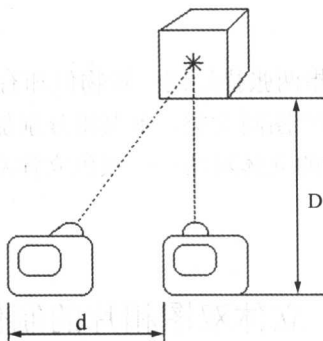


图 1.3 两次拍摄法制作立体双图相片

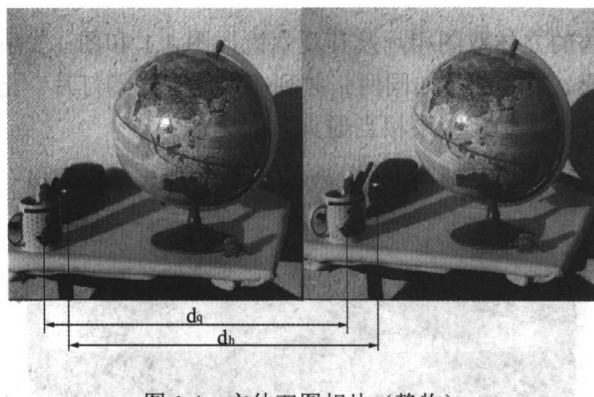


图 1.4 立体双图相片（静物）



图 1.5 立体双图相片（风景）

立体双图相片不宜太大，如相片的宽度超过了两眼间的距离（6cm），则很难直接用

肉眼进行观察。

由于立体双图相片的尺寸小，观察效果不是很理想。

可以使用图 1.6 所示的观察器来观察立体双图相片。由于凸透镜的放大作用，视野显得很宽阔，景物看起来就十分逼真。

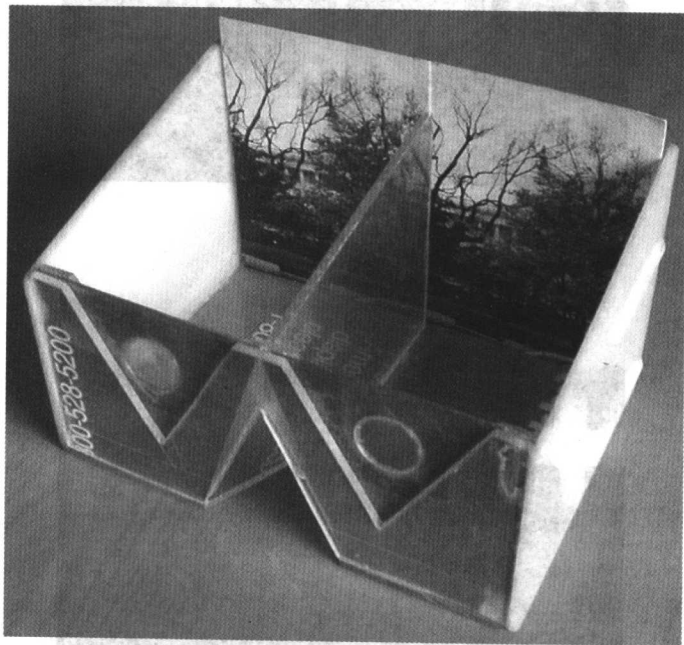


图 1.6 自制的立体双图相片观察器

二、拍摄间距 d 的确定

在图 1.3 中，拍摄间距 d 是一个十分重要的参数，下面分三种情况来进行讨论。

(1) 如果 d 等于两眼间距，所得的立体双图相片中的景物观察起来具有最自然的立体效果。这个结论是显而易见的。

(2) 如果 d 小于两眼间距，则拍摄的角度偏差（相当于视差）就小，所得的立体双图相片中的景物观察起来会具有减弱的立体效果。

(3) 如果 d 大于两眼间距，则拍摄的角度偏差（相当于视差）就大，所得的立体双图相片中的景物观察起来就会具有夸张的立体效果。

根据以上结论，为了得到最好的观察效果，拍摄间距 d 应该根据相机与景物的距离 D 进行调整。

(1) 在拍摄一般距离的景物（例如室内拍摄）时， d 应与两眼间距相同或相近，即 6cm 左右。

(2) 在拍摄近距离的景物（例如桌面上的物体）时， d 可以适当小于 6cm。

(3) 在拍摄远距离的景物（室外）时， d 应大于 6cm，通常 d 可取 7~12cm。景物越远，拍摄间距 d 可以越大。如果是拍远山的风光， d 甚至可达 20cm 以上。

图 1.7 拍摄的是室内景物, 图 1.8 拍摄的是室外景物。它们的拍摄间距都大于两眼间距, 所以都具有夸张的立体效果。

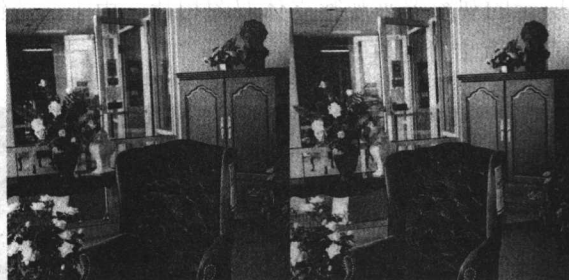


图 1.7 室内景物



图 1.8 室外景物

三、视差原理的其他应用

军用望远镜的设计就利用了视差原理, 其光路是折线状的, 如图 1.9 和 1.10 所示。这样设计的目的, 一是在有限的空间内加长镜筒的长度 (即加大前后镜头间的距离); 二是加宽两个镜筒间的距离, 即扩大视差, 从而使远处的景物有夸张的立体效果。

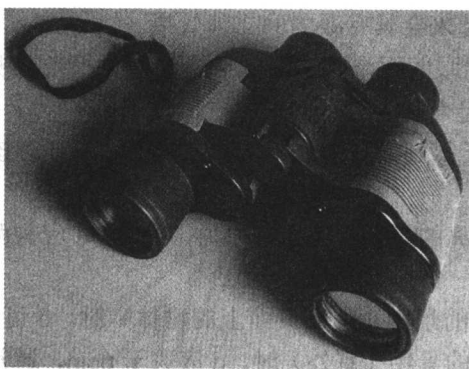


图 1.9 军用望远镜