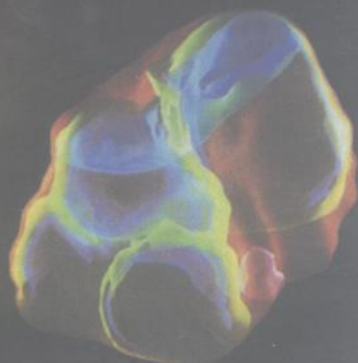
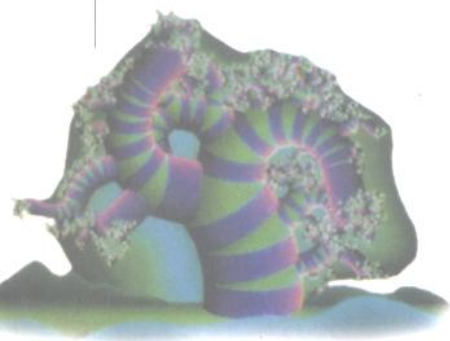


浙 江 科 学 技 术 出 版 社

王 坚 孙宇浩 / 编著 DANGDAIQINGNIAN KEPUWENKU

# 身 临 奇 境

——虚拟现实科学与技术



浙 江 科 学 技 术 出 版 社

王 坚 孙宇浩 / 编著

DANGDAIQINGNIAN

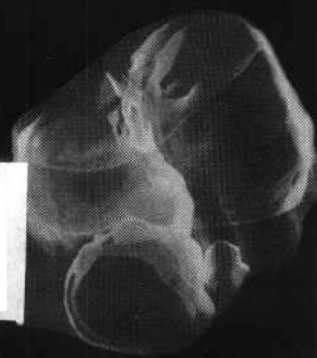
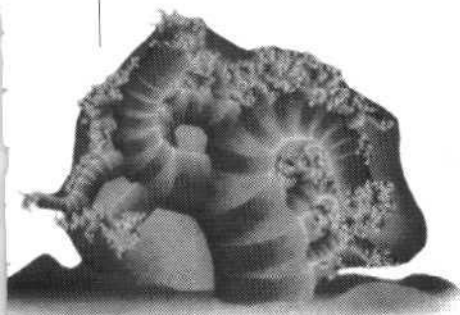
KEPUWENKU

TP391.49-49  
01

# 身 临 奇 境

虚拟现实科学与技术

00018607



## 图书在版编目(CIP)数据

身临奇境:虚拟现实科学与技术/王坚,孙宇浩编著.  
—杭州:浙江科学技术出版社,1999.12  
(当代青年科普文库)  
ISBN 7-5341-1378-4

I. 身… II. ①王… ②孙… III. 虚拟技术-普及  
读物 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 72148 号

当代青年科普文库

### 身临奇境——虚拟现实科学与技术

出 版 浙江科学技术出版社

E-mail zjkj@188.net

印 刷 山东新华印刷厂

发 行 浙江省新华书店

开 本 850×1168 1/32

印 张 2.875 插页 2 字数 70 000

版 次 2000 年 3 月第 1 版  
2000 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5341-1378-4/G·260

定 价 4.50 元

## 《当代青年科普文库》顾问

吴阶平 (全国人民代表大会常务委员会副委员长)

周光召 (全国人民代表大会常务委员会副委员长)

朱丽兰 (科学技术部部长)

陈至立 (教育部部长)

路甬祥 (中国科学院院长)

邬书林 (中共中央宣传部出版局局长)

杨牧之 (新闻出版署副署长)

## 《当代青年科普文库》编委会

主 任 周 谊 王为珍

副主任 (按姓氏笔画为序)

李建臣 肖尔斌 张培兰 林万泉 孟祥林 胡大卫 胡明琇

委 员 (按姓氏笔画为序)

王浩荧 刘 红 刘振杰 杨新书 李书敏 李光炜 肖尔斌

汪 华 沈火生 张培兰 张敬德 林万泉 胡大卫 胡明琇

赵守富 袁大川 夏 祯 夏同珩 徐惠国 席广辉 黄达全

寇秀荣 覃 春 谢荣岱 曾勇新 额敦桑布

总体策划工作组

组 长 胡明琇 汪 华

成 员 (按姓氏笔画为序)

杨勇翔 李永平 李建臣 汪 华 宋德万 张虹霞 张洁佩

孟祥林 胡明琇 徐荣生 黄元森

出版一套面向广大青年的科普图书,是许多地方科技出版社萦怀已久的愿望,但是由于种种原因,一直没有哪一家出版社独自将之付诸实施,这常常让我们引为憾事。1995年,新闻出版署确定了《当代青年科普文库》为国家“九五”出版重点选题,才使我们有机会通过联合出版的方式了却大家的夙愿。

今天,世界处在科学技术飞速发展、社会生活瞬息万变的时代。处于高科技时代的青年人,通过耳濡目染或者孜孜以求,已经打开了曾经狭窄的眼界,而从各种不同的途径汲取知识,丰富自己,以求得多元的而不是单一的知识结构。将会影响21世纪人类命运和前途的高新科学技术知识,便成为他们涉猎的热点。青年人清醒地认识到,21世纪是青年人的世纪,他们背负着时代赋予的重大责任,而科学技术知识恰恰能开发他们担负起这种责任的巨大潜能。

地方科技出版社承担着向青年系统地进行科学普及教育的重要任务,这是具有使命性的任务。科学普及事业直接影响着社会进步和民族兴衰。翻开历史的卷页,许多事实都证明,科学技术对社会的影响既取决于科学技术的发展水平,又取决于科学技术被公众理解的程度,所以说,科学普及与一切科学活动、科学成就具有等量齐观的价值。我们注意到,由于现代科学技术发展迅速,知识更新日益加快,自然科学的各分支学科之间、自然科学与社会科学之间的融合愈加紧密,再像过去那

JS437/01

样仅向青年人介绍一般的科学常识已经不足以提高他们的科学文化素质。因此,《文库》除介绍了当代科学技术的重要知识内容,并竭力避免浮光掠影地粗浅描述外,还十分注重一定层次的整体描述,企望以此引导青年朋友改变传统的、陈旧的思想观念,确立新的科学理念、科学精神、科学方法和科学的思维方式。

在人类社会发 展进程中,科学技术从来不是孤立存在的,它是社会文化的重要组成部分。今天,人们越来越重视科学技术的文化意义,这对当今社会的进步具有重大意义。我们力求把科学技术放 到大的文化背景中,采用合理的文化观念描述人类、自然、社会相互间的关系,使当代青年从单纯了解科学技术事实的局限中解脱出来,看到科学技术更为广阔和动人的图景。

《当代青年科普文库》的前期准备工作进行了将近两年,总体策划工作组在广泛调查研究的基础上,拿出了选题设想和文库整体编辑方案,之后多次进行了充分的讨论并召开专家论证会,确定了最后的选题编辑方案,这一方案经过地方科技出版社社长、总编年会通过后才正式加以实施。参加这一工程的共有 27 家地方科技出版社。

在《文库》即将全部付梓之际,我们倍觉欣慰。与此同时,我们对在《文库》策划、编辑、出版过程中,给予关心和支持的中宣部出版局、新闻出版署图书司和中国版协科技委员会的领导表示敬意和感谢;对应邀担任《文库》顾问的各位领导和科学家表示诚挚的谢意;对在很短的时间内编写出高质量稿件的各位作者表示衷心的感谢;对承担《文库》编辑、出版工作的各地方科技出版社的领导、责任编辑致以深切的慰问。作为跨世纪的大型科普书,这是我们奉献给当代青年的一份礼物,希望他们能够喜欢这份礼物。

中国出版工作者协会  
科技委员会地方工作部

1999 年 6 月

|                     |    |
|---------------------|----|
| 近在眼前的虚拟现实           | 1  |
| 虚拟故宫                | 1  |
| 长长的过去，短暂的历史         | 4  |
| 发明虚拟现实的人            | 10 |
| 虚拟现实必将腾飞            | 13 |
| 探索人类自身奥秘的科学         | 17 |
| 心理学——虚拟现实的物理学       | 17 |
| 走进立体的世界             | 19 |
| 运动中的世界              | 22 |
| 听声辨位                | 23 |
| 看得见也摸得着             | 26 |
| 将虚拟变为现实             | 28 |
| 建立起虚拟世界的模型          | 28 |
| 转动虚拟世界的引擎           | 35 |
| 给虚拟世界注入生命           | 37 |
| 生机勃勃的虚拟世界           | 39 |
| 威力无比的人机界面           | 39 |
| 界面的故事               | 42 |
| 心理学家的课题             | 45 |
| 将键盘和鼠标送入博物馆         | 49 |
| 渐行渐深，渐行渐宽           | 50 |
| 网络上的虚拟现实——进入他人的虚拟世界 | 56 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 虚拟现实上天入地·····      | 61 |
| 火星探险·····          | 61 |
| 三峡工程与金门大桥·····     | 63 |
| 在虚拟现实战胜恐惧症·····    | 65 |
| 虚拟现实系统的主要应用领域····· | 67 |
| 迎接未来的挑战·····       | 80 |
| 席卷世界的虚拟现实·····     | 80 |
| “紫禁城”之外的问题·····    | 86 |



# 近在眼前的虚拟现实

## ■虚拟故宫

1996年4月，北京，军事博物馆。

在一个特别的展台前，几百人排起了长长的队伍。有的人不惜等上整整一天，只为了能亲身体验一下以往只有在科幻片里才会见到的高科技成果：虚拟现实。

这正是国家“863”计划十年成果展示会现场。人们争相先睹为快的，就是当时杭州大学心理学系的最新科研成果“紫禁城”：只要戴上一副特殊的头盔，骑上一辆特殊的自行车，就可以在虚拟的故宫中瞻前顾后，往返穿行，俯瞰仰察，如同身临其境一般。

在短短的6天里，有3000多人来到这个小小的展台，“紫禁城”成了整个展示会中最热闹，也是最繁忙的地方。看过的人们都津津乐道于前所未有的奇妙经历；只听别人说过，自己却没能亲眼目睹的人们只好遗憾地叹口气：“可惜不能搬回家里

去。”



图1·“紫禁城”

但展览毕竟是展览，没有人能把那个展台放到自家客厅里去。要知道，当时能让“紫禁城”运行起来的，是价值20万美元的SGI图形工作站，6天的演示是以每天2000元的高额租用费为代价的。对寻常百姓来说，它简直和几百年前真正的紫禁城一样，可望而不可及。除了在展览这短暂的几天里，哪里还能找到这样一座神奇的宫殿呢？“搬回家里去”，简直如同说梦一般。

可是，就在短短的两年之后，梦想竟然真的变成了现实。今天，就如同我们能够登上庄严的天安门城楼一样，普通人也可以安坐在家中，享受虚拟故宫带来的奇妙体验了。

1998年3月6日，这是一个值得记住的日子。就在这一天，“紫禁城Ⅱ”出现在因特网上。在此之前，所有的人都“不曾

在网上看到过如此奇妙的动感世界”，古老的中华文明，借助20世纪最有影响力的科技成果，向全世界展现了她的无穷的魅力。

为此，国内外数十家大报社争相发布消息：“故宫上了因

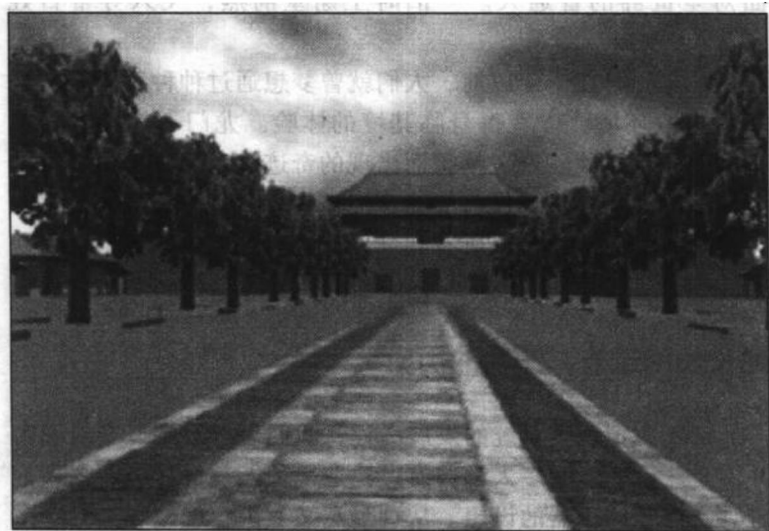


图2·“紫禁城Ⅱ”

特网”，“杭州大学与英特尔公司共同运用虚拟现实技术，把故宫搬上了因特网”。一个星期内，英特尔的网页访问者超过10万，“紫禁城Ⅱ”被数千人下载，它成了全世界的焦点。

与两年前相比，1998年的“紫禁城Ⅱ”在许多方面有了重大的改进，图景也由简单三维变成了真实立体。在各项改进中最明显、也是最令人欣慰的变化是：今天的“紫禁城Ⅱ”可以在一台P C，而不是当年的工作站上，以更快的速度运行。是

的，只要有一台PC，不再需要昂贵的工作站，更真实的体验，更自然的交互，更流畅的图景，更详尽的细节，这所有的一切都会清清楚楚地出现在眼前，人们可以自由自在地行进在前所未有的奇妙世界之中。正因如此，它才能够出现在因特网上，面对全世界的普通人。“旧时王谢堂前燕，飞入寻常百姓家”。

其实，早在千年以前，人们就曾梦想通过种种手段来营造一个虚拟环境，以获得身临其境的体验。龙门石窟，敦煌壁画，无一不是伴随这一梦想而出现的奇迹。今天，中国的科学家们终于用当今世界最前端的虚拟现实技术，将昔日的梦想变为了现实，虚拟故宫令所有到过和从未到过故宫的人都叹为观止。

### ■长长的过去，短暂的历史

回顾虚拟现实系统的发展历程，我们可以看到，虚拟现实并不是新发明。许多人都曾有过建造一种能替代环境而令人拥有真实体验的机器的设想。从这个意义上讲，虚拟现实有一个长长的过去。但早期的所谓“虚拟现实系统”与计算机并没有多大关系，它们只能被称为虚拟现实的雏形。只是在计算机技术比较成熟的今天，虚拟现实才有可能实现。因此，虚拟现实又只有一个短暂的历史。

同其他高新技术一样，客观需求是促进虚拟现实技术发展的动力。在它的发展历程中，对“与计算机直接交流”的追求，始终是不断激励科学家们对其进行改进的直接动力。为了建立能使人沉浸其中，超越其上，进出自如，无缝交互的多维化信息环境，科学家们不断努力，完成了一个又一个里程碑式的作品。

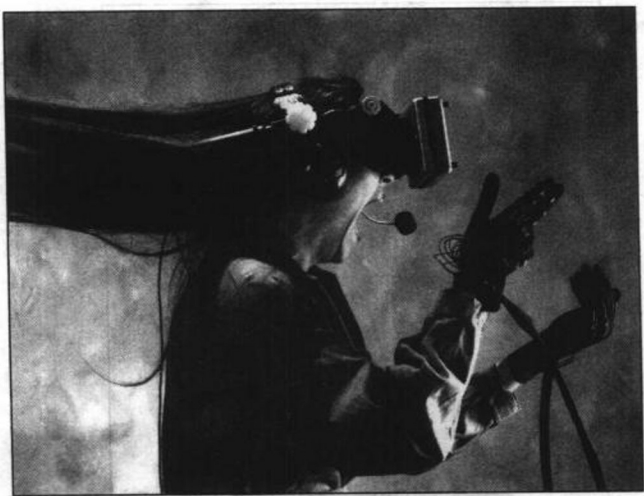


图3 让人身临其境的虚拟现实

### “SENSORAMA” 传感影院

1956年，美国科学家莫顿·黑林（Morton Heilig）开发出一种新的传感系统的模拟机。黑林给它起了一个很古怪的名字：SENSORAMA（传感影院），也有人称之为“多感觉人工体验机”。顾名思义，这种模拟机可以提供许多不同的感觉，并能将它们联合起来。在这个机械装置上，你可以驾驶一辆摩托车，穿越曼哈顿。你不仅可以看到各种景象，听到各种声音，还可以感觉到因道路颠簸而带来的震动和从耳畔呼啸而过的气流。更为奇妙的是，你还可以闻到跟现实生活中一样的各种气味，比如汽车排出的废气，或者食品店里烤面包的味道等。

令人遗憾的是，虽然传感影院让机器以前所未有的方式在人类面前出现，但它在商业上却并不成功。



图4 世界上第一台虚拟现实的游戏机

## 头盔显示器的出现

头盔显示器的出现，使虚拟现实所要表达的人机界面和交互的概念向前迈进了一大步，机器开始向人性贴近。

在虚拟现实的发展历史中，有一位不得不提的人物，他就

是伊凡·苏森兰德（Ivan Sutherland）。他的许多关于如何改善人机界面的设想都大大推动了虚拟现实前进的步伐。

1965年，担任美国高级研究计划局（ARPA）信息处理技术办公室主任的苏森兰德发表了一篇题为《终极的显示》的论文。在论文中，他描述了如何把计算机显示屏幕作为“一个通过它观看虚拟世界的窗口”，提出了使计算机显示器成为观察客观世界的“窗口”的设想。他认为，可以制造出一种显示器，这种显示器产生的图像将与真实事物别无二致。

苏森兰德的这篇文章向计算机世界提出了挑战，人们把这篇论文称为是研究虚拟现实系统的开端。

1966年，在美国的ARPA和海军科研办公室的联合资助下，美国麻省理工学院（MIT）的林肯实验室正式开始了头盔显示器（HMD）的研制工作。第一个头盔显示器十分笨重。它被挂在天花板上，使用了一个机械的注视跟踪系统，每秒钟能够显示30幅图像。虽然当时还不能显示出立体图像，但苏森兰德坚信，实现真正的立体图像是指日可待了。就在第一个头盔显示器样机完成后不久，研制者又把能模拟力量和触觉的力反馈装置加入到该系统中。第一个力反馈操纵杆是由美国贝尔实验室的迈克尔·诺尔（Michael Noll）在20世纪60年代研制成功的。当用户与一个由计算机所创建的物体发生碰撞时，用户会感到某种程度的震动感，并能做出相应的反应。1970年，第一个功能比较齐全的头盔显示器系统问世了。为了改进这个头盔显示器的三维图形质量，研制人员还为该系统设计了几个专用的硬件加速器。而在此之前，也就是1968年，苏森兰德在哈佛大学制作了第一幅由头盔显示器加以驱动的计算机图形。苏森兰德的系统的独特之处在于，它可以和一个头部传感系统相连。头部传感系统可以觉察到观察者头部的方位，并显示出在一个模拟图像环境中从每个位置所看到的東西。一个完整的三维头盔

显示器，可以让用户看到“线框”的三维物体，这个物体可以被固定在房间的某个位置，或是随着观察者的头部移动。只要想一下20世纪60年代末所能提供的技术条件，你就不能不对苏森兰德所取得的成就留下深刻印象。

### 数据手套粉墨登场

虽然头盔显示器已经很好地体现了虚拟现实的概念，但真正让虚拟现实“火”起来的功臣还得首推数据手套。

其实，早在1977年，就出现了一种名为Sayre手套的弯曲感受型手套。它是由芝加哥伊利诺斯州立大学的丹·沙丁（Dan Sarndim）、理查德·沙克（Richard Sayre）和托马斯·德法提（Thomas Defatti）发明的。然而，给人们印象最为深刻的，当数VPL研究公司的数据手套。

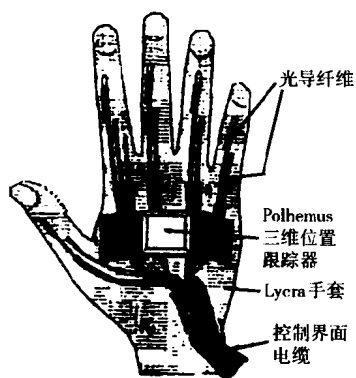


图5·VPL数据手套

1983年，托马斯·斯摩尔曼（Thomas Zimonerman）申请了一项光纤弯曲感应手套的专利。斯摩尔曼觉得原来的手套外部设备太不灵活，于是他就在能够传导光线的宽塑料管的基础上



发展了这种系统。塑料管附在手套中，并连接着一个光源和光感受器，当手运动时（比如手指的弯曲），它便可以测量出光水平的变化，并将这种变化同真实的手指位置联系起来。

据说斯摩尔曼在等待专利被批准的时候无事可干，便去了美国Atari的Suaryvate研究实验室工作。在那里，他遇见了詹荣·兰尼尔（Jaron Lanier）和斯科特·费舍尔（Scott Fisher），结果斯摩尔曼成了VPL研究公司创始人中的一员，并将他的数据手套专利给了这个新公司。兰尼尔建议给手套加上一个空间搜寻系统，以便给出新的方向、位置和手指的弯曲程度。斯摩尔曼和兰尼尔的同事查尔斯·布兰克拉德（Charles Blaclard）、扬·亚克维尔（Young Acrvill）以及史蒂文·布瑞森（Steven Bryson）同他们一起开发出数据手套的软件。

后来，其他的研究者也开发出很多不同的测量手指弯曲的装置，贝尔实验室的斯嘉瑞·格瑞姆斯（Sgary Grimes）就是其中的一位。然而，直到1987年《科学美国人》将数据手套作为杂志封面的时候，整个世界才开始为“虚拟现实”所激动。

## 视频空间

现在，人机界面的概念已经远远超越了传统的控制设备的范畴，它可以允许现实物理世界中的参与者与计算机图形环境进行交互。视频空间系统实际上便是这样一种人机界面。它包括一个参与者的活生生的视频图像和一个计算机图形世界。在这个计算机图形环境中，参与者的影像可以被投射到一个视频屏幕上。当参与者看到自己的影像用一个图形物体显示时，他们通常会感到好奇，并会忍不住上去摸一摸，他们甚至希望这种触摸可以对图形世界产生影响。如果将参与者放在一个物质背景上，就可以对他们的影像进行数字化处理，并且当参与者触摸自己的投影时，视频空间系统可以对其加以辨认，然后引