



科学的灵感，决不是坐等可以等来的。如果说，科学上的发现有什么偶然的机遇的话，那么这种“偶然的机遇”只能给那些学有素养的人，给那些善于独立思考的人，给那些具有锲而不舍的精神的人，而不会给懒汉。

——华罗庚（中国）

# 虚拟现实

主编：杨广军 本册主编：于长虹



天津人民出版社

《破解科学》系列

# 虚拟现实

丛书主编 杨广军

丛书副主编 朱焯炜 章振华 张兴娟

徐永存 于瑞莹 吴乐乐

本册主编 于长虹

本册副主编 崔建华 李艳萍

天津人民出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实 / 于长虹主编. —天津: 天津人民出版社, 2012. 1

(巅峰阅读文库. 破解科学)

ISBN 978-7-201-07309-5

I. ①虚… II. ①于… III. ①虚拟技术—普及读物  
IV. ①TP391.9-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 245275 号

天津人民出版社出版

出版人: 刘晓津

(天津市西康路 35 号 邮政编码: 300051)

邮购部电话: (022) 23332469

网址: <http://www.tjrmcbs.com.cn>

电子信箱: [tjrmcbs@126.com](mailto:tjrmcbs@126.com)

北京一鑫印务有限公司印刷 新华书店经销

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 16 开本 12 印张

字数: 240 千字

定 价: 23.80 元

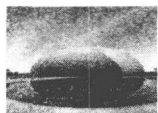
# 卷首语

探索未知是人类最可贵的精神。从石器时代到今天，人类的历史进程经历了语言的使用，文字的出现，印刷术的发明，电话、广播、电视的使用，计算机、多媒体与互联网的应用……

科学技术的发展是如此迅速，今天，我们还在图书馆里或互联网上查阅技术手册；明天，已经可以使用新的工具进行实验与革新，如果给这个工具起个名字，我们就叫它“虚拟现实”吧！在虚拟的世界里，人类将可以实现现实世界的一切，就像《星球大战》、《盗梦空间》一样。计算机软硬件环境将更为强大，更为灵巧；人与机器的关系将更加密切，更加和谐。

当这一天来临时，人类文明将迈向一个新纪元。来吧，让我们一起走进本书，一起走进那个虚拟的世界。

10



XUNI  
XIANSHI

## 虚拟现实

### 虚拟的光芒——虚拟现实在生活中的应用

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 视觉盛宴——电影与艺术 .....  | (63)  |
| 空中楼阁——虚拟实景看房 ..... | (75)  |
| 消费乐园——虚拟商城 .....   | (80)  |
| 无尽畅游——网上世博会 .....  | (89)  |
| 欲罢不能——游戏世界 .....   | (94)  |
| 学海无涯——教育培训 .....   | (100) |
| 延伸生命线——医疗 .....    | (111) |

### 虚拟的力量——虚拟现实在生产 and 军事中的应用

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 海市蜃楼——建筑工程 .....     | (121) |
| 创意无限——汽车设计与制造 .....  | (130) |
| 英雄是这样炼成的——军事训练 ..... | (140) |
| 外太空之旅——航空航天 .....    | (152) |

### 未来的生活片段——虚拟现实的今天与明天

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 梦境的翅膀——开发工具 .....     | (167) |
| 虚拟技术之眼——科学计算可视化 ..... | (173) |
| 万丈高楼平地起——虚拟环境建模 ..... | (179) |
| 虚实之间——虚拟现实技术展望 .....  | (184) |

# 你从哪里来

## ——虚拟现实前传

在人类漫长的历史中，从远古粗糙的石器工具，到今天精密的高性能计算机与互联网，人们认知与改造世界的能力日益增强，现实世界中的一切都被数字化，这一切变化都与人类感觉器官的进化和延伸是密不可分的。我们是如何使用这些器官的？又是如何感知世界的？

在计算机与互联网逐渐走进寻常百姓家的今天，我们可以足不出户，进行网上购物、网上充值、网上缴费、网上交流，人与信息的接触越来越密切，人与计算机的关系越来越和谐，这一切靠的是什么呢？

自人类产生之初，为了应对恶劣的自然环境，梦想就开始与我们相伴相随。古时候，许多人梦想能遨游太空，也有人梦想去海底探险，还有人梦想能领略宇宙深处的风光，更有人梦想能到微观世界里去探索“细微”的精彩。先人们又是如何做的呢？





| Author(s)         | Year | Country      | Sample Size | Study Design    | Findings                                                                                         |
|-------------------|------|--------------|-------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Smith et al.      | 2015 | USA          | 1,200       | Longitudinal    | Increased risk of mental health issues in children of parents with mental health problems.       |
| Johnson et al.    | 2016 | UK           | 800         | Cross-sectional | Higher levels of parental mental health problems associated with lower child cognitive outcomes. |
| Williams et al.   | 2017 | Canada       | 1,500       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Chen et al.       | 2018 | China        | 2,000       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |
| Miller et al.     | 2019 | Australia    | 900         | Longitudinal    | Parental mental health problems in adolescence predict later child mental health issues.         |
| Lee et al.        | 2020 | South Korea  | 1,100       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with lower child academic achievement.                |
| Wong et al.       | 2021 | Malaysia     | 1,300       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Ng et al.         | 2022 | Singapore    | 1,400       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |
| Patel et al.      | 2023 | India        | 1,600       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Almeida et al.    | 2024 | Brazil       | 1,700       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with lower child cognitive outcomes.                  |
| Kim et al.        | 2025 | South Korea  | 1,800       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Nguyen et al.     | 2026 | Vietnam      | 1,900       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |
| Okunribido et al. | 2027 | Nigeria      | 2,100       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Sayid et al.   | 2028 | Lebanon      | 2,200       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with lower child cognitive outcomes.                  |
| Al-Murayri et al. | 2029 | Yemen        | 2,300       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Hadi et al.    | 2030 | Iraq         | 2,400       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |
| Al-Jarrah et al.  | 2031 | Saudi Arabia | 2,500       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Murayri et al. | 2032 | Yemen        | 2,600       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with lower child cognitive outcomes.                  |
| Al-Hadi et al.    | 2033 | Iraq         | 2,700       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Jarrah et al.  | 2034 | Saudi Arabia | 2,800       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |
| Al-Murayri et al. | 2035 | Yemen        | 2,900       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Hadi et al.    | 2036 | Iraq         | 3,000       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with lower child cognitive outcomes.                  |
| Al-Jarrah et al.  | 2037 | Saudi Arabia | 3,100       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Murayri et al. | 2038 | Yemen        | 3,200       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |
| Al-Hadi et al.    | 2039 | Iraq         | 3,300       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Jarrah et al.  | 2040 | Saudi Arabia | 3,400       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with lower child cognitive outcomes.                  |
| Al-Murayri et al. | 2041 | Yemen        | 3,500       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Hadi et al.    | 2042 | Iraq         | 3,600       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |
| Al-Jarrah et al.  | 2043 | Saudi Arabia | 3,700       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Murayri et al. | 2044 | Yemen        | 3,800       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with lower child cognitive outcomes.                  |
| Al-Hadi et al.    | 2045 | Iraq         | 3,900       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Jarrah et al.  | 2046 | Saudi Arabia | 4,000       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |
| Al-Murayri et al. | 2047 | Yemen        | 4,100       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Hadi et al.    | 2048 | Iraq         | 4,200       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with lower child cognitive outcomes.                  |
| Al-Jarrah et al.  | 2049 | Saudi Arabia | 4,300       | Longitudinal    | Parental mental health problems in early childhood predict later child mental health issues.     |
| Al-Murayri et al. | 2050 | Yemen        | 4,400       | Cross-sectional | Parental mental health problems associated with increased child behavioral problems.             |

1

睁开眼睛，世界的一切都等待我们去观察和欣赏；闭上眼睛，耳朵就像飞翔的天使带我们聆听世界。当耳朵和眼睛对世界关闭的时候，我们还可以用双手和身体触摸世界。那么，我们是如何用这些器官去感知世界的呢？就请听我一一道来吧。



## ◆感知世界

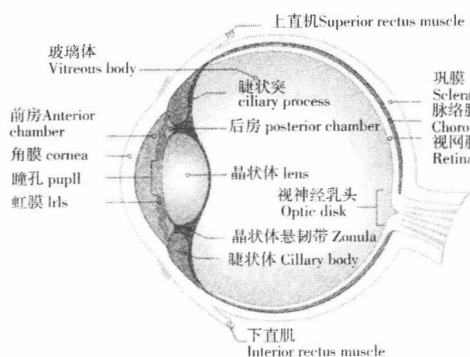
## 观察世界

俗话说，眼睛是心灵的窗户。人对世界的感知有 80%~90% 来自于视觉。人的眼睛就是实现视觉的桥梁。



XUNI  
XIANSHI

## 虚拟现实



### ◆眼睛的结构

(也就是对物体作出解释)，这时候人们就看到了物体的大小、形状和颜色。

除了物体的大小、颜色和形状之外，人们同时也感受到了物体的深度和运动状态。为什么会有这种感觉呢？

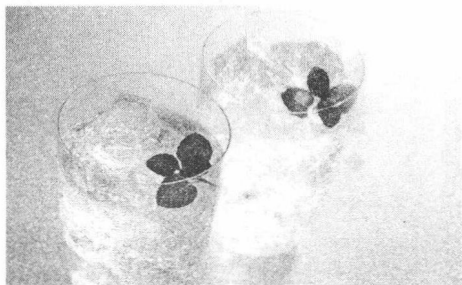
秘密就是——立体感的存在。

由于人的两眼之间有 5 厘米的距离，因此观察物体的时候，左眼和右眼看到的两个图像之间有一些微小的差别。大脑将这两幅图像进行组合生成一个立体图像，就使物体产生了立体感。



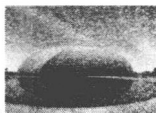
### 小实验——立体感是如何产生的？

首先，请双眼平视注视前方。很好，先闭上左眼（或者用左手遮住左眼也可以），只用右眼仔细观察一下周围的景象。注意：观察的时候，只能眼睛转动，头不可转动。好的，睁开左眼（或者把左手从左眼上拿开）闭上右眼（或者用右手遮住右眼），用左眼再仔细看一看，观察一下周围的景象。有没有发现和刚才的景象不太一



### ◆观察两只玻璃杯

样呢？没有发现？没关系，现在把双眼同时睁开，是否感觉出不一样了？立体感就这么产生了（如果这样感觉不明显的话，可以将两个茶杯一前一后放在桌子上



再试一次，一定就会产生立体感了)。

## 倾听世界

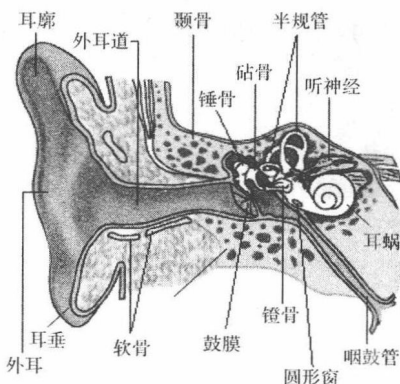
听觉是人类感知世界的第二大渠道，耳朵就是实现听觉的器官。

听觉是如何产生的呢？这和人的耳朵构造有着密切的关系。人的耳朵分为外耳、中耳、内耳。这三个部分各有分工、各司其职：外耳和中耳负责接受声音并对声音进行传导，内耳则是感受声音和对声音进行初步分析的场所。

当外界发出声音的时候，周围空气分子发生振动，这就是声波。人的耳廓像张开的口袋一样接受了声波，外耳就把声波引导进入内耳。声波冲击内耳的鼓膜使鼓膜产生振动，振动传到耳蜗，并且加大了20倍。振动在内耳中转变成神经脉冲，再经过耳蜗神经传入大脑。大脑听觉中枢对传入的神经脉冲进行综合分析和处理，并将它们解释为噪音、语音、音乐等，最后使人们感觉到了声音，也就是平常所说的人就听到了声音。



### ◆倾听



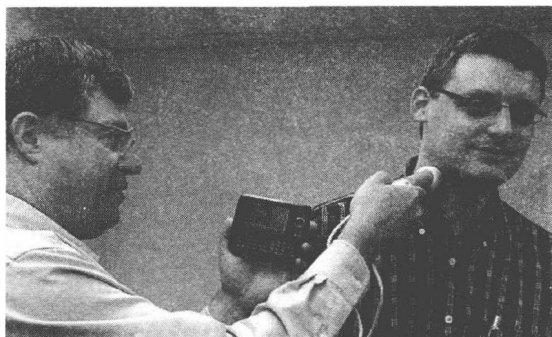
### ◆耳朵的结构



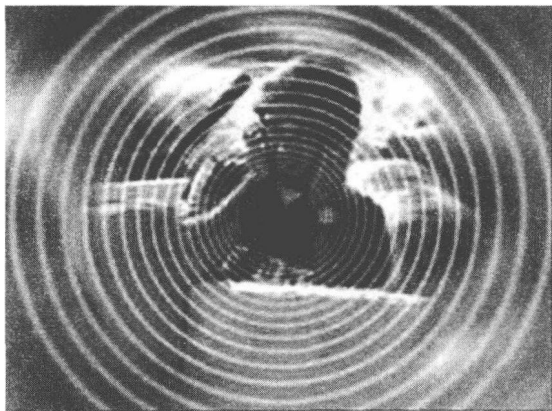
### 小知识——人耳听不见的声音

什么？还有耳朵听不见的声音吗？

是的，并不是所有的声音都可以被我们的耳朵听到。研究表明，人耳听到的



◆ 华盛顿大学研制出手机超声波诊断装置



◆ 次声波武器威力巨大

中。现代医学领域中利用超声波进行医疗诊断已经非常普遍。

随着科学的发展，次声成为当今科学研究的热点。次声的频率极低（频率范围在 0.01 赫兹—20 赫兹之间），也是一种人耳听不见的声音。地震、火山爆发、龙卷风等许多自然灾害在爆发之前都会发出次声波。次声波具有来源广、传播远、穿透力强的特点，因此，它不仅可以穿透大气、海水、土壤，而且还能穿透坚固的钢筋水泥筑成的建筑物，甚至穿透坦克、军舰、潜艇和飞机都不在话下。次声穿透人体时，不仅能使人头晕、烦躁、耳鸣、恶心、心悸、视物模糊、吞咽困难、胃痛、肝功能失调、四肢麻木，甚至会致人死亡，因此，次声波对体会危害很大。利用次声波制作武器已经成为军事领域研究的重要课题。

声音的频率范围约在 20 赫兹—20000 赫兹。在这个范围内，人耳可以听到各种各样的声音。高于 20000 赫兹的声音称为超声（也叫超声波），而低于 20 赫兹的声音则称为次声（也叫次声波），这两种都是人耳听不见的声音。那么这两种听不到的声音有什么作用吗？

实际上，超声和次声的作用可大啦。在第一次世界大战期间，法国的物理学家朗之万利用超声波侦察敌国舰艇，利用超声波回音确定敌国潜艇的位置。这是超声技术最早的应用。超声波为什么有如此神奇的本领呢？原来它的方向性很强，几乎是沿直线传播；超声波的能量很大，穿透能力强；而且超声波还可以在不同的界面上产生反射、折射。因此，超声波被广泛应用到各个领域。

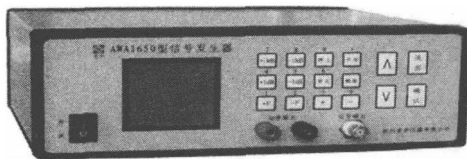


## 你从哪里来——虚拟现实前传



### 小实验——测测你听觉的频率范围

用一台音频发生器由低到高发出不同频率的声音。你先闭上眼睛仔细听，当刚听见声音时就举起手臂，直到听不见声音时再把手臂放下。另一位同学根据你的动作记录相应声音频率的数值，这就是你能听见的声音的频率范围。



◆音频发生器

用同样的方法测一测其他同学的听觉范围，比一比，看看听到的结果相同吗？

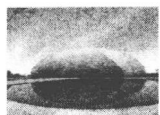
## 感觉世界

与视觉、听觉不同，身体感知周围环境和自身状态的方式独具特色。身体感觉是通过收集来自身体的信息使人们知道并感觉世界。比如在黑暗的房间人们通过用手触摸物体来感觉它的表面是粗糙还是光滑，是冰冷还是滚烫等。身体感觉可以分为痛感、触觉、温觉、体位感。

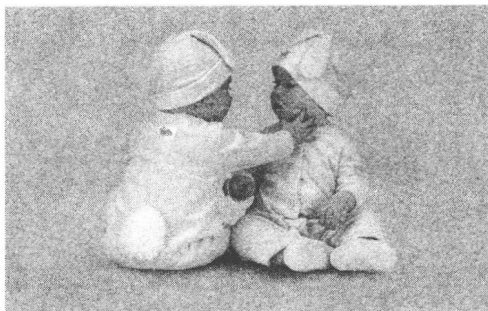


◆触摸世界

身体感觉与我们感觉物体的方式密切相关。通过身体与物体的接触，分布在体表及深层组织内的感受器接收到人体感觉的信号，大脑的体感皮层将接收到的信号转化为身体的各种感觉。



### 小知识——身体的感觉有哪些？



#### ◆触摸的感觉

人的身体感觉可以分为多种，有痛感、触觉、温觉和体位感。痛感是指人的身体受到损害或者压迫时，身体发出的警告信号。触觉是由以下原因引起：接触、压力、颤动。温觉是通过人体皮肤感受到的周围物体的温度变化。体位感则与身体的静态或者动态位置有关，人的身体根据各个关节、肌肉提供的身体信息来判断身体是处于静止状态还是运动状态，是否超出了身体的活动范围等。



### 小实验——测测你的触觉

坐在一张桌子前，闭上双眼，双手平放在桌面上，手心朝上。让一位同学帮你在手上放上各种各样的物品，你通过手的触摸，说出这些物品的形状、大小、冷热、表面粗糙度以及物品的材料。

说完之后，睁开眼睛看一看，你说对了吗？

然后和同学交换一下角色，让他也做这个实验，比一比，看谁的触觉更灵敏。



#### ◆测测你的触觉

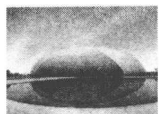


## 科学仪器——人类感觉器官的延伸

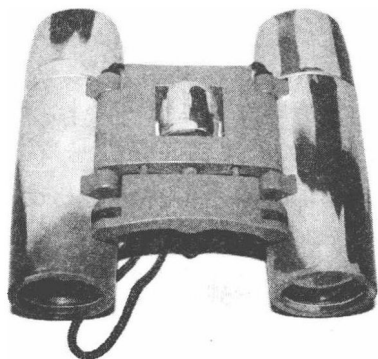
科技的发展带来了人类感觉器官的延伸：因为望远镜的诞生，眼睛不再是观察世界的唯一工具；因为喇叭的问世，人类的耳朵开始有了“伙伴”；因为传感器的发明，人类可以不仅仅依靠双手和身体去感受世界。这些东西都是人类感知世界的帮手，它们都有一个共同的名字：科学仪器。科学仪器的诞生拉近了人和世界的距离。有了科学仪器，人类迈出的脚步更加有力；有了科学仪器，人类观看世界的眼睛更加明亮。那么科学仪器到底是些什么样的呢？我们一起去了解一下吧。



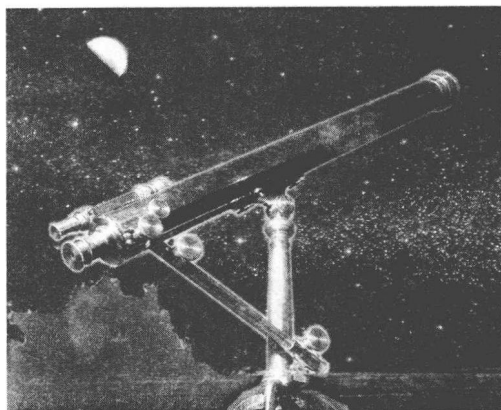
◆另眼看世界



## 望远镜



◆双筒望远镜

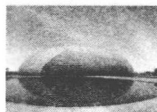


◆天文望远镜

古时候，人们对太空充满了好奇，但是他们只能通过肉眼来观察太空。这种观察工具注定让古人对太空的认识是模糊的，他们看到的天是宏观的、大概的、浑然一体的。一个偶然的机会，望远镜出现了。

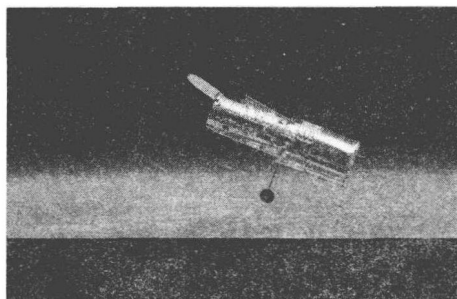
17 世纪初的某一天，荷兰一个小镇上，一家眼镜店的主人汉斯·利伯希（Hans Lipper-shey）为了检查磨制出来的透镜的质量如何，就顺手把一块凸透镜和一块凹镜排成一条线。当他通过透镜看过去的时候，奇迹出现了：远处的教堂塔尖好像变大了、拉近了。于是望远镜的秘密无意中被发现了。1608 年汉斯·利伯希为自己制作的望远镜申请专利。当然，按照当局的要求他制造了一个双筒望远镜。

除了普通的望远镜之外，还有专门用来观测太空的天文望远镜。此外，显微镜的出现也让我们能进入微观世界研究细胞、原子。望远镜、显微镜都是人的认识工具的延伸，是人的眼睛的延伸。



## 小知识——哈勃空间望远镜

哈勃空间望远镜（Hubble Space Telescope，缩写为 HST）是为了纪念当代美国天文学家爱德温·哈勃（Edwin Powell Hubble）而以他的名字命名的太空中的望远镜。哈勃望远镜是由美国国家航空航天局（NASA）和欧洲航天局（ESA）共同出资建造和管理的巨型空间天文台。



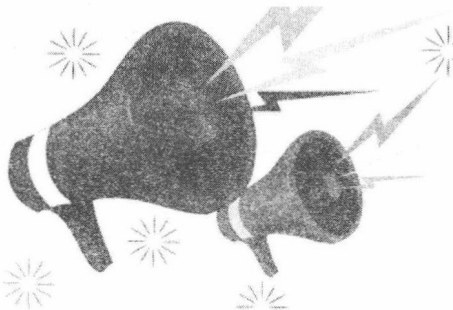
哈勃望远镜的地面控制中心是美国加利福尼亚州的霍普金斯大学。该控制中心向哈勃空间望远镜发出指令并接收返回的各种观测数据。

哈勃空间望远镜在太空中位置极佳，它位于 600 千米以上的地球大气层之外，因此它能拍摄到地面天文台观察不到的太空影像。如它能拍摄到太空中遥远的星系结构；通过拍摄的图像测量宇宙的年龄；拍摄了宇宙中最遥远的天体——类星体；证实星系中存在黑洞等。哈勃空间望远镜的成功发射弥补了地面观测的不足，帮助天文学家解决了许多天文学上的基本问题，使得人类对天文物理有更多的认识。

## 喇叭与耳机

喇叭（也称做扬声器），它的作用就是将电信号转换为声音。

早在 1877 年，德国西门子公司一位名叫厄恩斯特·沃奈尔的人根据弗莱明左手定则，获得动圈式喇叭的专利。1898 年，英国一位名为奥利弗·洛治的爵士按照电话传声筒的原理发明了锥盆喇叭，这种喇叭与我们今天看到的喇叭十分



◆喇叭