

Mc  
Graw  
Hill Education

# Physics: Principles and Problems

# 物理：原理与问题

(第一册)

● [美] 保罗·齐策维茨 著  
● 仲新元 译

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书是美国中学教材《Physics: Principles and Problems》的力学部分,讲述了物理学力学部分基础理论,内容包括力、直线运动、曲线运动、万有引力、动量、能量、功和简单机械以及矢量等。内容的选择上除了力学的基本内容外,每章都有学习目标、例题讲解、课后习题和物理实验室。为了扩展学生的知识领域,激发学生  
学习物理的兴趣,还开辟了“袖珍实验室”“物理学与社会”“物理学与技术”“小资料”“问题解决策略”“连接”等  
小栏目,以备教师选讲及学生选读。这些栏目内容丰富,集知识与趣味于一体,是本书的一大特点。

本书宜作为中学物理的辅助教材,是一本中学物理教师教学或学生自学的参考用书。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

物理. 第1册: 原理与问题/(美)保罗·齐策维茨著;  
仲新元译. —上海: 上海科学技术出版社, 2005. 1

ISBN 7-5323-7762-8

I. 物... II. ①齐... ②仲... III. 物理课—中学—  
教材 IV. G634.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 128751 号

---

世纪出版集团 出版、发行  
上海科学技术出版社

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

新华书店上海发行所经销 常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17 字数 408 000

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—4 000

ISBN 7-5323-7762-8/G·1699

定价: 27.50 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,  
请向本社出版科联系调换

Paul W. Zitzewitz

Physics: Principles and Problems

ISBN: 0-02-825473-2

Copyright © 1999 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Except as permitted under the United States Copyright Act of 1976, no part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database or retrieval system, without prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Shanghai Scientific and Technical Publishers.

本书中文简体字翻译版由上海科学技术出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

上海市版权局著作权合同登记号:图字 09-2003-458 号

PHYSICS: PRINCIPLES AND PROBLEMS

物理：  
原理与问题

G-634.7

11/1

(第一册)

[美] 保罗·齐策维茨 著  
仲新元 译

上海科学技术出版社

# 译者序

一个偶然的机会有，我得到了一本最新版的《物理：原理与问题》。阅读伊始，就被它简洁的文字、精美的插图、高质量的印刷所吸引，产生了要把它介绍给国内同仁的冲动。因深知水平有限，几经鼓劲，多次提笔、搁笔。两易寒暑，终于撮成付梓。

《物理：原理与问题》是美国麦格劳-希尔公司出版的高水平9~12年级(高中)物理教材，作者是美国密执安-迪尔伯恩大学的著名物理学教授保罗·齐策维茨博士。教材一经面世，即风行于世界，为很多国家选作教材或教学参考书，后经多次修订，至今仍长盛不衰。本次译文的版本为1996年美国《国家科学课程标准》颁布之后，作者结合科学课程标准编写的修订本。这次修订的主要目的是力图在教材中体现国家科学课程标准的精髓，即科学的本质、作为探究对象的物理学、科学与技术、从个人和社会视角所见的科学。

为此，《物理：原理与问题》教材设计了“物理实验室”“自己设计的实验”“袖珍实验室”“物理学与技术”“物理学与社会”“与社会、文化、其他学科相连”“小资料”“它是如何工作的”等多个各具特色的系列内容，给出了配套网站以扩大学生的知识面，这些均体现了美国国家科学课程标准中9~12年级教学内容的精髓。

本书中习题较多。各节末有复习题，各章末的“复习”中有更多的习题，习题分层、分类。“批判性思考”题和“更进一步”题更是有助于培养学生自主、合作、探索性地解决物理问题的能力。

笔者认为，这部教材有如下特点：

(1) 用各类实验突出了科学探究；(2) 用具体事例强调了物理与技术、物理与社会的关系；(3) 加强了包

含文理各学科间的联系渗透；(4)在很大程度上反映出了科学的人文性。

《物理：原理与问题》在内容的编排上构思巧妙、综合性强、难度较大，有很多值得我们借鉴的地方。

当前，正值我国依据国家新课程标准编写的高中物理教材陆续问世之际，如这本译作能为我国的高中物理教学提供一些的启示，将是我最大的欣慰。

在本书的翻译、审校过程中，仲志昆、孟强、吴小凡、邱益民、范安生、徐善辉等老师拨冗对本书进行了认真的审校，指出了一些译文的不当或原书中存在的错误之处，并提出了改进意见；上海科学技术出版社的编辑们认真负责的工作和巧妙的编排，也为本书增色不少。在此，对他们的工作谨表谢意。

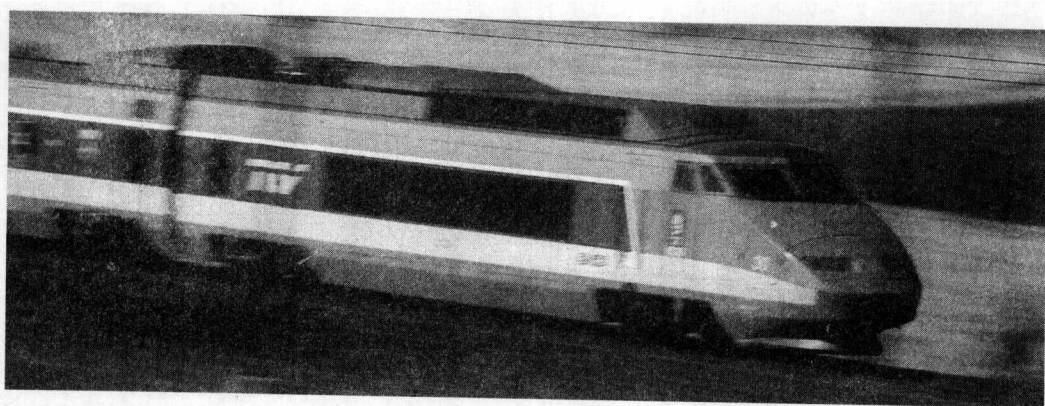
由于译者的水平有限，不当和错误之处在所难免，敬请广大同仁不吝指教。

**仲新元**

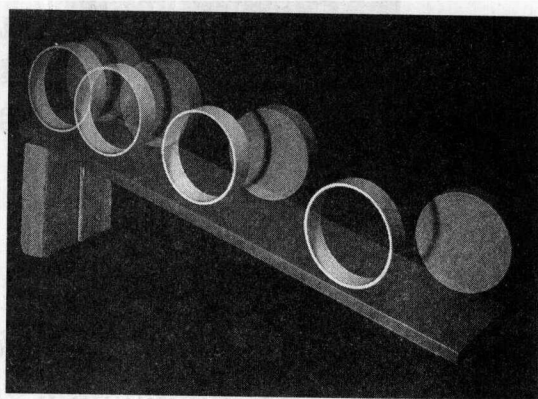
2004年7月于徐州

# 目 录

第 1 章 什么是物理学? .....	9
物理学:探究事物.....	9
第 2 章 数学工具.....	21
2.1 科学测量 .....	21
2.2 测量中的误差 .....	28
2.3 直观可见的数据 .....	34
第 3 章 描述运动.....	49
3.1 图示运动 .....	49
3.2 何时何地? .....	52
3.3 速度和加速度 .....	57
第 4 章 矢量知识.....	67
4.1 矢量的性质 .....	67
4.2 矢量的分量 .....	74
第 5 章 运动的数学模型.....	85



5.1	直线运动图像	85
5.2	直线运动速度	92
5.3	加速度	95
5.4	自由下落	105
<b>第6章 力</b> .....		
6.1	力和运动	123
6.2	应用牛顿定律	130
6.3	相互作用力	141
<b>第7章 两个方向上的力和运动</b> ...		
7.1	两个方向上的力	153
7.2	抛体运动	158
7.3	圆周运动	166
<b>第8章 万有引力</b> .....		
8.1	在天空和在地球上的运动	181
8.2	万有引力定律的应用	189
<b>第9章 动量及动量守恒</b> .....		
9.1	冲量和动量	205
9.2	动量定恒	211
<b>第10章 能量、功和简单机械</b> .....		
10.1	功和能	229
10.2	机械	237
<b>附录</b> .....		
1.	单位	252
2.	数学手册	253
3.	练习答案	262
4.	应用公式	267
5.	安全符号	267







### 物理实验室

纸塔 .....	17
自己设计的实验: 谜点 .....	35
自己设计的实验: 运动概念 .....	61
纸河 .....	72
自己设计的实验: 小球追汽车 .....	101
乘电梯 .....	140
自己设计的实验: 掷垒球 .....	165
轨道 .....	184
爆炸 .....	217
自己设计的实验: 你的功率 .....	236

### 袖珍实验室

落体 .....	10
测试你的眼力(2.1) .....	24
圆周和直径的关系(2.3) .....	35
滚动(3.2) .....	54
摆动(3.3) .....	59
瓢虫(4.2) .....	75
是否匀速?(5.1) .....	90
小球赛跑(5.2) .....	93
保龄球的位移(5.2) .....	95
加速度的方向(5.3) .....	100
永远是多远?(6.1) .....	124
拔河比赛(6.1) .....	128
摩擦力和哪些因素有关?(6.2) .....	134
下落中的伞兵(6.2) .....	137
使物体停下的力(6.3) .....	145
滚出边缘(7.2) .....	159
球在哪里弹起?(7.2) .....	164
怎样打得准?(7.3) .....	167

哪个落得快?(7.3) .....	169
奇怪的轨道(8.1) .....	182
自由落体中的重力(8.2) .....	192
到处喷的都是水(8.2) .....	192
小车的动量(9.1) .....	209
滑板迷(9.2) .....	212
做功(10.1) .....	230
斜拉物块(10.1) .....	232
轮轴(10.2) .....	241

### 问题解决策略

估算 .....	22
单位换算中的因子法 .....	25
描点法作图 .....	35
解题步骤 .....	60
力和运动 .....	132
相互作用力 .....	143
抛体运动 .....	159

## 物理学与社会

研究工作 .....	16
评估危险 .....	73

## 它是如何工作的？

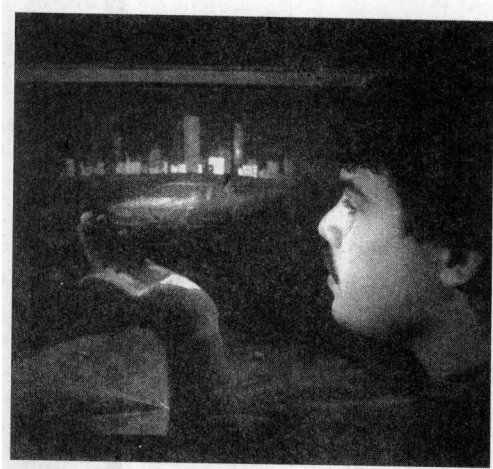
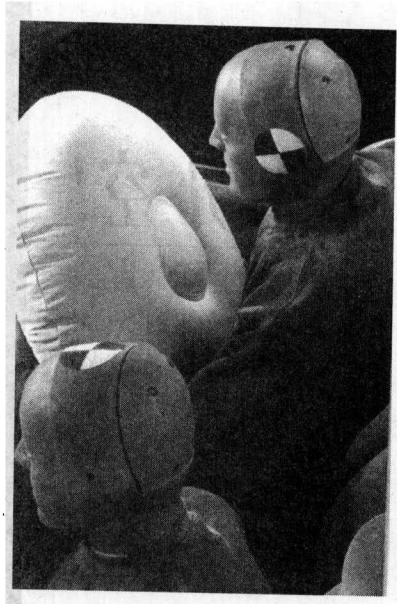
电子计算器 .....	38
速度表 .....	56
钢琴 .....	144
拉链 .....	244

## 物理学与技术

零重力训练器 .....	97
过山车 .....	171
全球定位系统 .....	184
高技术含量的网球拍 .....	207

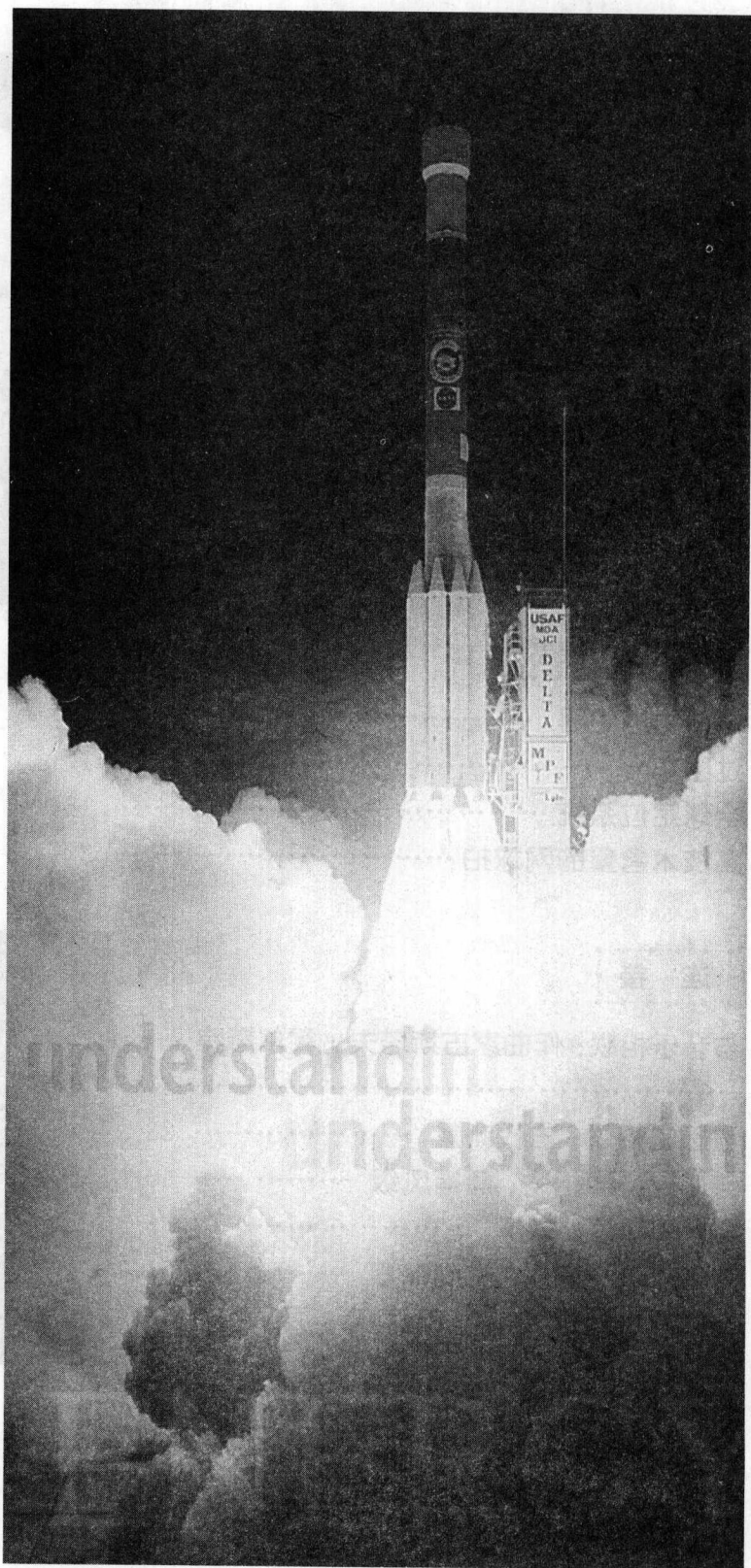
## 连接

与音乐相联：作曲家古斯塔夫·霍尔斯特 .....	11
与历史相联：古代测量 .....	23
与地球科学相联：蒲福风级 .....	60
与艺术相联：矢量 .....	68
与地球科学相联：空间探索 .....	91
与地球科学相联：圣安德利斯断层 .....	134
与动物相联：蛙跳 .....	161
与文学相联：儒勒·凡尔纳 .....	194
与艺术相联：亚力山大·考尔德 .....	210



# 点火升空!

“火星探路者”飞船发射升空了,它以较低的费用把科学仪器送上了遥远的火星表面,人们能接收到仪器发回的科学数据.那么,物理学家在这项工作中起到了什么作用呢?



# 第1章 什么是物理学?



当你看到“物理”一词时将会作何感想?你可能想起朋友说过这是一门很难学的课程,也可能联想到那写满了公式的黑板、想到原子弹爆炸时恐怖的蘑菇云、想到穿着白大褂做实验的人们、想到阿尔伯特·爱因斯坦(A. Einstein)和斯蒂芬·霍金(S. Hawking)……

是的,物理学以难学而著称,数学也确实它是它强有力的工具,但除此之外,物理学还包括用语言文字表述的概念、设想及原理。

虽然可怕的原子弹是众多物理学家研制出来的产物,但造福人类的电子计算机和电视系统的集成电路芯片、用于制造吉他和高尔夫运动器材的环氧石墨材料、播放音乐的CD机、电子游戏机、录制及播放电影的激光视盘等,也都是物理学家研制出来的。

爱因斯坦和霍金是众多物理学家的杰出代表。但在大专院校、中学、工业、国家实验室和医院,甚至在华尔街上,都有众多的男女物理学家在工作着。对了,你的隔壁邻居可能就是物理学家,将来,你也有可能成为物理学家。

## 物理学：探究事物

物理学(physics)是人们研究客观世界知识的分支。物理学家研究从小至亚原子粒子到大至宇宙的物体;他们研究物质和能量的本性以及它们间的相互关系。物理学家和其他科学家用睿智的目光审视周围的世界,通过观察,他们提出了很多问题:太阳为什么会发光?行星是如何形成的?物质是如何构成的?如此等等。对此,物理学家通过观察、实验、建立模型和理论体系试图解答这些问题。但在说明这些原始问题时,却往往又导致了更多问题的产生,于是又要进行更多的观察、实验和理论的建立。科学家的目标是想最大限度地解释多种不同现象并能预言其发展规律,从而能更好地理解宇宙万物。

有时,一些物理学家的研究成果仅对其他物理学家有用。但

### 你将学到什么?

- 为了观察和解决问题,你将学会提出问题——“我们如何才能知道?”“我们凭什么要相信?”及“根据是什么?”
- 若你能理解,甚至能预见到你周围所发生的物理现象,你将产生一种满足感。

### 为什么这部分内容是重要的?

- 学好物理学将有助于你在日趋复杂的世界里成为高素质的公民。

### 因特网

链接 [WWW. glencoe. com/sec/science](http://WWW.glencoe.com/sec/science) 网站,你将能了解更多相关知识。

### 学习目标

- 定义物理学。
- 在物理学研究中发挥作用的理论、实验和应用间建立关系。
- 知道科学家使用的也是普通的方法,并不存在专门为他们设计的所谓“科学方法”。

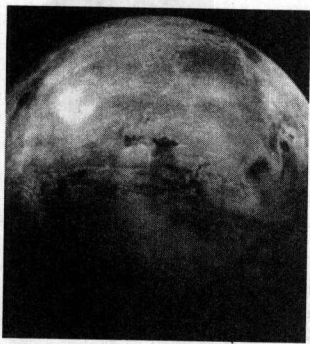


图 1-1 美国宇航局的科学家用 102 张由海盗号轨道器发回的图像合成的火星照片。

更重要的是，他们的工作导致了诸如激光、通信系统、电子计算机装置和能改变所有人一生的物质的出现。作为一个例子，让我们来看看图 1-1 中的行星——火星的照片，是科学方法的发展才使探测它成为可能。

## 一、天际漫游者

你看见过火星吗？火星是夜空中的一颗明亮的星。古人用观察天体的方法来测定一年的时间或确定在地球上旅行中的方向。这些观测者注意到了天空中 5 个明亮的“漫游者”，即行星。它们通常沿东方天际的轨道运行，而不像恒星那样能周期性地运行到西方的天际。这些行星中，深红色的那颗使古巴比伦人将它和灾难联系起来，而古罗马人又用他们神话中的战神玛尔斯（Mars，即火星——译者注）来命名它。早期关于火星的记录帮助人们在望远镜出现之前就发展了太阳系的观念。

### 恒星和行星与地球相像吗？

约 2 500 年前，古希腊哲学家就试图通过观察每天发生的事来推断世界的构成。其中很多学者认为，所有地球上或靠近地球的物质都是由土、水、空气和火这 4 种基本要素组成的。每一种要素又被认为占有各自的天然位置。如最高位置的是火，接下来是空气、水，土在最底层。这些要素想要通过直线到达它们的天然位置时，运动也就因此产生了。

后来人们从观察中了解到，太阳、月亮、恒星和诸如火星那样的行星却没有遵从这种运动方式，而是如我们每个人都知到的形式，沿着球形轨道不停地运行着。它们肯定没有遵循地球上物体的运动规律，这好像表明它们不是由这 4 种要素构成的，而应是由另外的第 5 种要素形成的。

这些在欧洲已失传了千百年的早期希腊文的记载，却被阿拉伯学者译成阿拉伯文字进行研究。在 12 世纪，这些文献又传回到了欧洲，并被不加置疑地奉作神明。但也有欧洲科学家经过观察和探究后公开宣称：古书中的内容不能取代观察和实验，伽利略（G. Galileo, 1564—1642）就是其中一位。

## 二、伽利略和科学方法

1609 年，伽利略制造了如图 1-2 所示的望远镜，用它能更有效地观测天空。他由此发现月球表面并非是绝对的球面，也分布着山脉。并从这些山脉的阴影中估算出山的高度。他发现木星有 4 个“月亮”绕其运行；银河是由难以想像



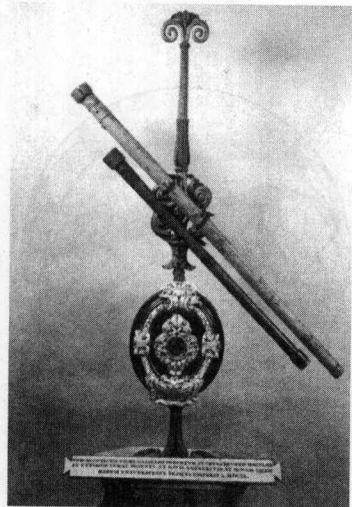
### 袖珍实验室

#### 落体

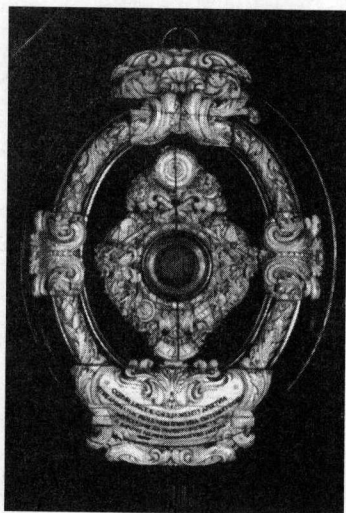
古希腊哲学家认为重的物体比轻的物体下落得快，但伽利略却认为他们下落得一样快。你认为如何？取 5 个硬币，将其中 4 个扎在一起，再把它们和另一个硬币自同一高度同时释放；将一张纸撕成两半，把其中一块揉成小球，用这纸球和另半张纸重复上述实验。每次你都观察到了什么？

分析并作出结论：古希腊哲学家和伽利略，谁是正确的？

的无数恒星形成的；金星也有圆缺现象等。基于这些观测结果，伽利略勇敢地提出：地球和其他行星实际上都是绕太阳运行的。



(a)



(b)

图 1-2 伽利略用于观察木星卫星的望远镜(a)和透镜(b)。

伽利略研究天文学和地球上物体的运动，并由此发展了系统的观察、实验和分析方法，现在被称之为科学方法 (scientific method)。他用他的母语——意大利文写科学文章，而不是用只有学者们才能看得懂的拉丁文写，以至于使每个受教育的人都能阅读并能理解。因此，伽利略被人们称之为现代实验科学之父。

伽利略的方法并非科学研究中的惟一方法。所有科学家都以分析的方式研究问题，即将系统实验、细致测量和数据分析结合起来，从分析中得出结论。但这些结论还需要验证其是否有效。从伽利略时代起，全世界的科学家都采用这种方式来更好地探索宇宙万物。另外，知识、技能、运气、想像、尝试和错误、有根据的猜测、极大的耐心等，都在科学研究中起到重要的作用。

### 三、火星近况

随着望远镜的改进，天文学家和公众都对火星产生了浓厚兴趣，这在很大程度上是因为火星看起来和地球很相像。天文学家发现火星上好像有冰盖出现或消退的迹象，可能是植物受到与地球相似的季节的影响而使火星出现了颜色变化，将火星上

#### 与音乐相联

作曲家古斯塔夫·霍尔斯特 (G. Holst, 1874—1934) 因他的交响乐“行星”而闻名于世。这一交响乐有 7 个乐章，每个乐章描述一颗行星，地球和冥王星除外 (因冥王星至 1930 年才发现，是霍尔斯特谱成此曲后的 12 年)。霍尔斯特不是基于天文学，而是从占星术和神话的角度来谱曲和命名的，例如：火星——战争的携带者；水星——信使之翼等。你认为这些标题表明它研究的依据是什么？是神话，占星术，还是天文学？

较暗的区域认为是海洋等。早期的观测者还发现火星表面上有许多如图 1-3 所示的奇特痕迹,这种痕迹被错误地认为是火星上的智慧生物开凿的隧道或运河等,这种说法广为传播,以至于在 1938 年无线电台播放的一部火星人人侵地球的广播剧,在全美国引起了恐慌。

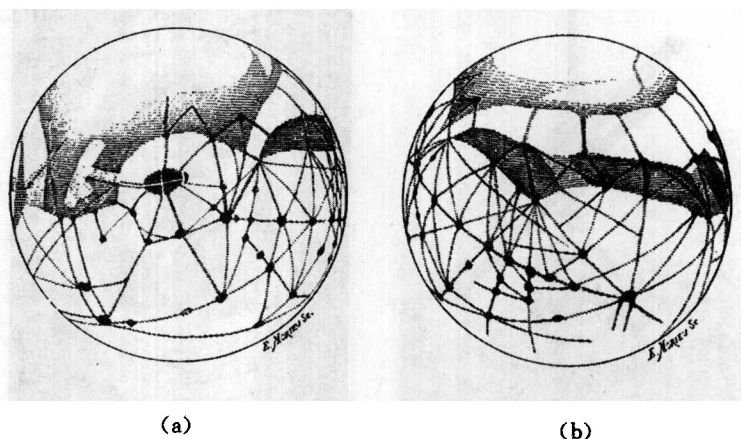


图 1-3 在 17、18 和 19 世纪,人们普遍认为火星上有火星人,图中的暗线被描述为运河。

20 世纪 60 年代,技术的发展使火箭能到达我们相邻的行星。美国和苏联向火星发射了一系列的探测器,在火星轨道上对火星进行拍照,着陆到火星表面并发回探测数据。表 1-1 即为发射这些探测器的时间表。

1997 年 7 月 4 日,新的探测器——费用比一部好莱坞大片还低的“火星探路者”,裹着气包弹跳着在火星表面着陆了,它释放出一台仅 10 kg 的行走机器人“漫游者”,对其附近的岩石进行了探测。数以百万人在家中用计算机通过因特网从美国宇航局的网站直接看到了这些图像,火星探测的新纪元开始了。

表 1-1

火星飞船		任务完成情况
1964 年	美国的“水手 4 号” 苏联的“火星 2 号”	从距火星表面 16 898 km 至 9 846 km 处发回第一幅照片 没能发回数据
1969 年	美国的“水手 6 号” 美国的“水手 7 号”	从高 3 430 km 处考查了火星赤道区域 从高 3 430 km 处考查了火星南半球和南极冰盖情况
1971 年	苏联的“火星 2 号” 苏联的“火星 3 号” 美国的“水手 9 号”	进入火星轨道 在火星表面着陆 从轨道上拍摄了整个火星体的照片
1973 年	苏联的“火星 5 号”	进入火星轨道

(续表)

火星飞船		任务完成情况
1975年	美国的“海盗1号”	从火星表面发回全景照片
	美国的“海盗2号”	在火星表面自动实验
1988年	苏联的“火卫-2号”	火星轨道器
1993年	美国的“火星观察者”	途中失败
1996年	美国的“环球探测者”	从火星轨道记录了火星表面特征、大气数据、磁性质等
	美国的“火星探路者”	在火星表面着陆并放出小车探测
目 标		
1998年	美国的“火星探测轨道器”	去测绘火星表面和天气,并作为着陆器、漫游器和地球间的通信卫星
1999年	美国的“火星探测着陆器”	在火星南极着陆,取样分析火星表层
2001年	美国的“轨道器和着陆器”	用新的轨道器代替通信中继卫星
以后	美国的取样和返回飞船	用轨道器和着陆器继续分析火星大气和表面 向地球送回火星岩石和土壤样品

### 为什么要研究火星?

火星在很多方面看起来和地球很相近,但人们坚信它们的气候差异很大,火星是对地质学和大气物理学感兴趣的科学家们的理想实验室。

在对火星的研究中科学家们知道了很多能导致地球上产生剧烈气候和大气变化的条件,以及整个太阳系的形成和演化过程。这些研究还有助于我们理解为什么火星在早期几乎没有大气时变冷,金星和地球却不是这样。

找水是以后探测的中心。火星的北极是否含有冰,是以后人类探测的热门课题。有迹象表明,是数十亿年前的大洪水才形成了火星现在的表面,但这些水哪里去了呢?是和岩石结合了?结成冰埋在地下了?还是逸进太空了?

若火星先前是温暖潮湿的,是什么破坏了它的气候并成了现在这种没有生命、荒芜和寒冷的世界呢?火星上是否曾经有过生命?现在火星上如果有生命系统的话,它就应能经受住无氧、使用长期贮存的水、住在地下或用防护装置阻挡太阳辐射和巨大温差的考验。1976年,“海盗号”着陆器没有发现火星上有生命的迹象,但在1996年,科学家宣称,极有可能在火星人发源地的火星南极发现了彗星中原始生命形式的证据。

### 谁来研究火星?

由很多男女队员组成的火星探测队,他们中有物理学家、化学家、地质学家和天文学家,还有电气、机械、航天和计算机工程



#### 小资料

1997年的火星探测器“漫游者号”,是为了纪念一位19世纪时期的美国妇女苏杰娜·特露丝(S. Truth)。她为反对奴隶制而周游美国演讲,故人们将苏杰娜称为“漫游者”。





### 小资料

迈尔·杰米逊(M. Jemison)凭着她工程师、医生、教师和非裔美国女宇航员的经历,在发展中国家中建立了高技术学院。

师,此外还有技术员、图形设计员、管理和行政人员等。他们具有一些共同的特征:好奇、富有创造性、喜欢解决谜一般的问题,他们除热爱自己的本职工作外,还有诸如音乐、戏剧、体育、登山等爱好。他们年轻时,除学习科学和数学课程外,还热衷于校内外外的许多活动。

火星探测队既要从事各自的实验,还要学会相互协作,如图1-4所示。人们往往会认为和一支队伍一起工作比自己单独工作要难,但一支队伍却能在分享设想和经验方面受到更多的益处,做多得多的工作,得到多得多的回报。

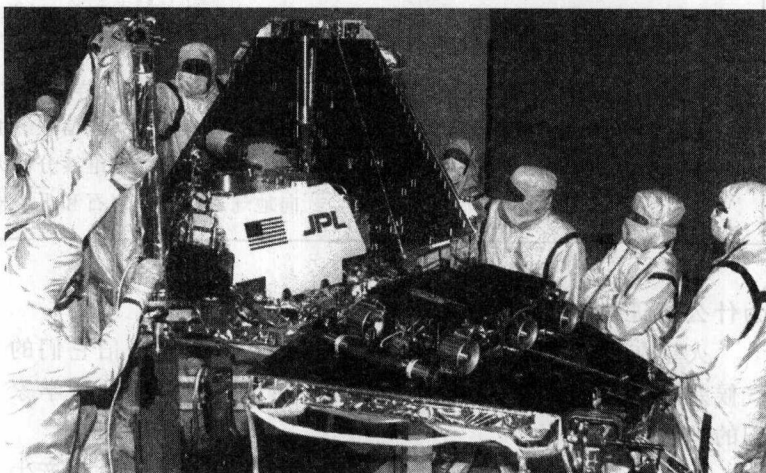
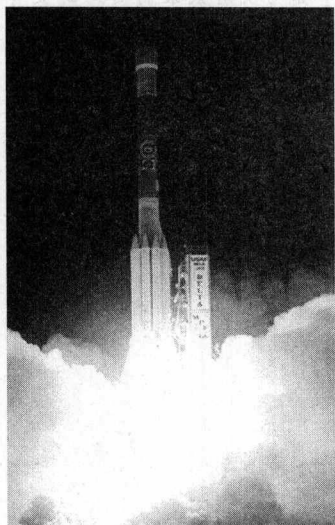


图 1-4 喷气推进实验室中的科学家在准备将“火星探路者”安装到德尔塔 II 型运载火箭的舱中。

发射升空!



使用因特网,你就可以向这一火星探测队发送 E-mail,提一些问题。你也可以实况跟踪探测进程:先于报纸看到照片;及时获取在 10s 后才提供给电视的更加详实的结果;你可能由此选择你的研究方向并为以后正式进行空间探测打好基础。

### 物理学重要吗?

大多数物理学家都没有直接投身于火星的探测,而大多数参与火星探测的人都不是物理学家,他们在大学中也没有主修物理学。

但火星探测的基础是物理学。从发射时就使用的火箭引擎、控制方向的陀螺仪、确定飞船位置和速度的精密仪表,到飞行中为与地球联系而提供电力的太阳能电池板和核能电源,还有向地球发回照片的照相机、电子计算机、无线电发射机和接收机,都是基于物理学原理设计制成的。

科学与技术一直是相互联系的。有时,根据科学研究的结果