

# PHYSICS

Fourth Edition

## Concepts & Connections

# 物理学 的概念与文化素养

第四版 翻译版

■ [美] Art Hobson 著  
■ 秦克诚 刘培森 周国荣 译



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

# 物理学的概念与 文化素养

第四版 翻译版

Physics: Concepts & Connections  
Fourth Edition

[美] Art Hobson 著  
秦克诚 刘培森 周国荣 译



高等教育出版社

## 图字:01-2007-1785号

Authorized translation from the English language edition, entitled PHYSICS: CONCEPTS & CONNECTION, 4<sup>th</sup> Edition, 0131879464 by HOBSON, ART, published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright © 2007 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINA SIMPLIFIED Language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and HIGHER EDUCATION PRESS, Copyright © 2008.

本书原版为由培生教育出版集团旗下 Prentice Hall 所出版的 PHYSICS: CONCEPTS & CONNECTIONS, 4<sup>th</sup> Edition, 0131879464, 翻译, 作者为 HOBSON, ART. 著作权 © 2007 版权所有。未经培生教育出版集团许可, 任何部分不得以任何形式、任何途径(电子版或纸质版)复制或传播, 包括影印、录制或信息存储及检索系统。

此中文简体版由培生教育出版集团和高等教育出版社合作出版。著作权 © 2008。

本书封面贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签。

无标签者不得销售。

For sale and distribution in the People's Republic of China exclusively (except Taiwan, Hong Kong SAR and Macao SAR).

仅限于中华人民共和国境内(但不允许在中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)销售发行。

### 图书在版编目(CIP)数据

物理学的概念与文化素养: 第四版: 翻译版 / (美) 霍布森(Hobson, A.) 著; 秦克诚, 刘培森, 周国荣译. 北京: 高等教育出版社, 2008.6

书名原文: Physics: Concepts & Connections

ISBN 978-7-04-023608-8

I. 物… II. ①霍…②秦…③刘…④周… III. 物理学—高等学校—教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 036109 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
印 刷	北京民族印刷厂		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
		畅想教育	<a href="http://www.widedu.com">http://www.widedu.com</a>
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2008 年 6 月第 1 版
印 张	34.5	印 次	2008 年 6 月第 1 次印刷
字 数	840 000	定 价	53.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23608-00



# 快速检索表

## 伟大的物理学思想

- 古希腊原子模型 30—32
- 原子的行星系模型 172—176
- 原子的量子理论 342—347

## 牛顿力学

- 惯性定律 57—60
- 速率和速度 60—62
- 加速度 62—63
- 伽利略落体定律 64—66
- 力 72—74
- 质量 74—76
- 牛顿运动定律 76—77
- 重量 78—79
- 作用力和反作用力定律 80—81
- 万有引力定律 91—97

## 能量

- 热运动 37,120—121
- 功 116—118
- 能量 117—121
- 能量守恒定律 122—123
- 功率 126—128
- 热传递 134—135
- 热力学第二定律
  - 表述为热传递定律 134—135
  - 表述为热机定律 136—138
  - 表述为熵增加定律 138—142
- 熵 139—140

## 电磁和光

- 波 161—163

干涉 164—167

光 167—169

电力 169—171

磁力 171—172

力场 177—180

电磁波 186—189

法拉第定律 180

## 爱因斯坦的相对论

- 相对性原理 223—224
- 光速不变原理 224—227
- 时间的相对性 228—232
- 时间旅行 232—233
- 空间和质量的相对性 234—237
- 质能等当性 237—241
- 广义相对论 248—253
- 弯曲空间 250—253
- 广义相对论的宇宙 254—269

## 量子物理学

- 光的量子化 302—307
- 量子化的电磁场 302—307
- 实物的量子化 308—315
- 量子化的物质场 312—315
- 量子不确定性原理 322—326
- 观测的效应 326—330
- 量子非局域性 331—335
- 非局域性原理 334—335
- 原子的量子理论 342—347

## 原子核

- 核力 354—355
- 核能 355—356

放射性衰变 357—360  
半衰期 361—362  
核聚变 378—381  
核裂变 383—386  
链式反应 387—389

## 量子场

量子化的场 434—436  
量子电动力学 436—439  
反物质 439—443  
电弱统一 443—448  
中微子的质量 445—446  
夸克 448—452  
标准模型 451—452  
希格斯场和质量 452—453  
大统一 452  
量子引力 453—457  
普朗克尺度 455—456  
弦假说 456—458

## 天文学

### 太阳系

观察夜空 5—8  
古希腊的宇宙理论 8—13  
托勒密的宇宙理论 12—13  
哥白尼的宇宙理论 14—16  
开普勒的宇宙理论 17—19  
“外层空间”的意义 58—59  
轨道运动 91—93  
太阳系的诞生和死亡 98—100  
太阳辐射 194  
太阳的能源 378—380  
元素的生成 382—383

### 引力塌缩

引力塌缩 98—103  
超新星爆发 100—102

中子星 101—102  
黑洞 102—103

## 宇宙学

星系 25  
大爆炸 254—256, 264—269  
宇宙的几何特性 256—259  
宇宙微波背景辐射 255—259  
暗物质 260—262  
暗能量 262—264  
加速膨胀的宇宙 262—264  
宇宙暴胀 264—269

### 其他

探寻地外智能 273—289  
星际交流和旅行 284—287  
UFO(不明飞行物) 290—295

## 社会性论题

### 运输

汽车和社会 142—149  
运输效率 146—149  
电动汽车 145  
油-电组合动力汽车 145  
燃料电池汽车 145—146

### 环境

全球臭氧枯竭 195—201  
臭氧条约 200—201  
全球变暖 201—210  
预防原则 210  
技术风险 370—372  
技术评估 415—418  
放射性的生物学效应 366—369

### 能量和社会

产业革命 115, 404—406

蒸汽发电厂 149—151  
热机的效率 136—138  
美国的能量消费 406—411,427—428  
化石燃料 115,204—210,415—418  
资源的使用 151—155  
指数增长 151—155  
能量的未来 404—429  
核动力 412—422  
聚变反应堆 408,413—414  
脱碳过程 417  
核废料 419  
可再生能源 410,422—426  
风能 423—424  
光电能 424—425  
太阳的热能 425—426  
节能 410—411,427—429

## 科学的认知过程

科学的认知过程 20—24  
我们怎么知道(在每一章里)  
探寻地外智能 273—295  
技术文明能够持久吗? 287—289  
伪科学 290—295  
UFO(不明飞行物) 291—292  
占星术 292—294  
特创论 294—295  
放射性年代测定和地质年代 362—366

## 核武器

核裂变武器 390—395  
核聚变武器 395—397  
核扩散 390—391,421  
核恐怖主义 398—399

## 哲学论题

探求知识的科学方法 20—24  
科学革命 20—24  
哥白尼革命 24—26

原子唯物论 41—43  
机械的宇宙 104—106  
牛顿物理学的局限 106—108  
牛顿世界观的衰落 190  
 $E=mc^2$  的意义 237—241  
探寻地外智能 273—289  
伪科学 290—295  
UFO(不明飞行物) 291—292  
占星术 292—294  
特创论 294—295  
后牛顿革命 300—302  
量子实在 335—337  
朝向一个后牛顿世界观 338—339  
对实在的力场观 240—241,434

## 大科学家

### 古代

毕达哥拉斯 9—14  
柏拉图 10—11  
阿里斯塔克 11  
托勒密 12—13  
德漠克利特 31,39,42,121  
亚里士多德 10,25,53—55

### 16—19 世纪

哥白尼 14—16  
第谷·布拉赫 17—18,22—23  
开普勒 18—19  
伽利略 55—57  
牛顿 71—72,91—95  
焦耳 117,124—125  
法拉第 180  
麦克斯韦 187  
赫兹 189

### 近代物理学

约塞琳·贝耳 101—102

J.J. 汤姆孙 174—175  
 卢瑟福 174—175  
 莫利纳 196  
 罗兰 196  
 所罗门 198  
 爱因斯坦 220—221  
 霍金 251  
 薇拉·鲁宾 260—261  
 古斯 264—265  
 普朗克 304—305  
 德布罗意 308—309  
 玻恩 316—317  
 薛定谔 317—318  
 海森伯 322—323  
 玻姆 326—327  
 约翰·贝耳 326—327  
 N. 玻尔 335—337  
 居里夫人 357  
 伊伦·居里 357, 383  
 西拉德 384  
 费米 384—385  
 诺达克 384—385  
 迈特纳 385—386  
 奥本海默 392, 394  
 特勒 396  
 朝永振一郎 436  
 费曼 436—437  
 施温格 436—437  
 狄拉克 438  
 安德森 438—439, 440  
 劳伦斯 441  
 萨拉姆 444  
 温伯格 444  
 小柴昌俊 446  
 盖耳曼 448—449  
 泰勒 449  
 弗里德曼 449  
 肯德尔 449

惠勒 454

## 对事物的解释

### 原子

气味 35  
 物态 35—36  
 扫描电子显微镜 39  
 燃烧 44—45  
 呼吸作用 45—46  
 光合作用 46

### 能量

代谢率 127  
 热传递 134—135  
 热机 136—138  
 通过一片叶子的能流 141  
 汽车发动机 143  
 通过一辆汽车的能流 143—144  
 汽车燃料代用品 144  
 电动汽车 145  
 油-电组合动力汽车 145  
 燃料电池汽车 145—146  
 蒸汽发电厂 149—151  
 通过一个发电厂的能流 150  
 穿过大气的能流 202—203  
 核裂变反应堆 412—413  
 核聚变反应堆 413—414  
 核动力事故 419—420  
 增殖反应堆 421  
 风能 423—424  
 光电效应 424  
 光电池 424—425  
 半导体 424  
 太阳能热电 425—426  
 被动式利用太阳能 426  
 荧光灯 427—428

## 电磁辐射

- 电磁波谱 191
- 无线电波 192
- 红外线,红外摄影 192
- 可见光,人眼 192
- 紫外线,皮癌 193
- X射线,X射线技术 193
- $\gamma$ 射线 193
- 太阳辐射 194
- 全球臭氧枯竭 195—201
- 全球变暖 201—210

## 相对论

- 迈克耳孙-莫雷实验 226—227
- 时间旅行 232—233

## 地外生命

- 地球上的生命的发展过程 277—281
- 星际交流和旅行 284—287

## 量子物理学和高能物理学

- 光谱仪,频谱仪 340
- 原子光谱 340—341
- 气体的激发 341
- 放电管 341
- 量子计算机 335
- 量子比特 335
- 云室,气泡室 438—439,441
- 粒子加速器 440—441

## 原子核物理学,核武器

- 放射性年代测定 362—363
- 辐射对人体的伤害 366—369
- 放射性尘埃 368
- 放射性的来源 368—369
- 太阳的能源 378—380
- 链式反应 387—388

- 曼哈顿计划 390—395
- 同位素分离 391—392
- 铀裂变炸弹 392—393
- 钚裂变炸弹 393—394
- 对广岛、长崎的轰炸 394—395
- 氢聚变炸弹 395—397

## 我们怎么知道……

- 地球是圆的? 10
- 地球和别的行星绕太阳公转? 15
- 更精确的行星位置? 17
- 万物都由原子构成? 31
- 原子存在? 39
- 物体下落时会加速? 64
- 更大的力意味着更大的加速度? 74
- 力总是成对出现? 80
- 引力定律? 97
- 我们的太阳系的过去和未来? 100
- 黑洞存在? 102
- 即使在原子核过程中能量也守恒? 123
- 即使涉及热能时能量也守恒? 124
- 没有任何热机的效率能达到100%? 137
- 光到底是波还是粒子? 167
- 光是一种波? 168
- 运动电荷的行为像磁铁? 172
- 电子存在? 174
- 每个原子都有一个原子核? 174
- 光的速率? 188
- 电磁波存在? 189
- 氯导致了臭氧空洞? 198
- 公元1000年以来地球的温度? 206
- 全球变暖是由人类引起的? 206
- 对一切观察者光都以同样的速率运动?  
226
- 对不同的观察者时间的流逝不同? 231
- 时间旅行是可能的? 233
- 质量随速率增大? 236
- $E=mc^2$ ? 239

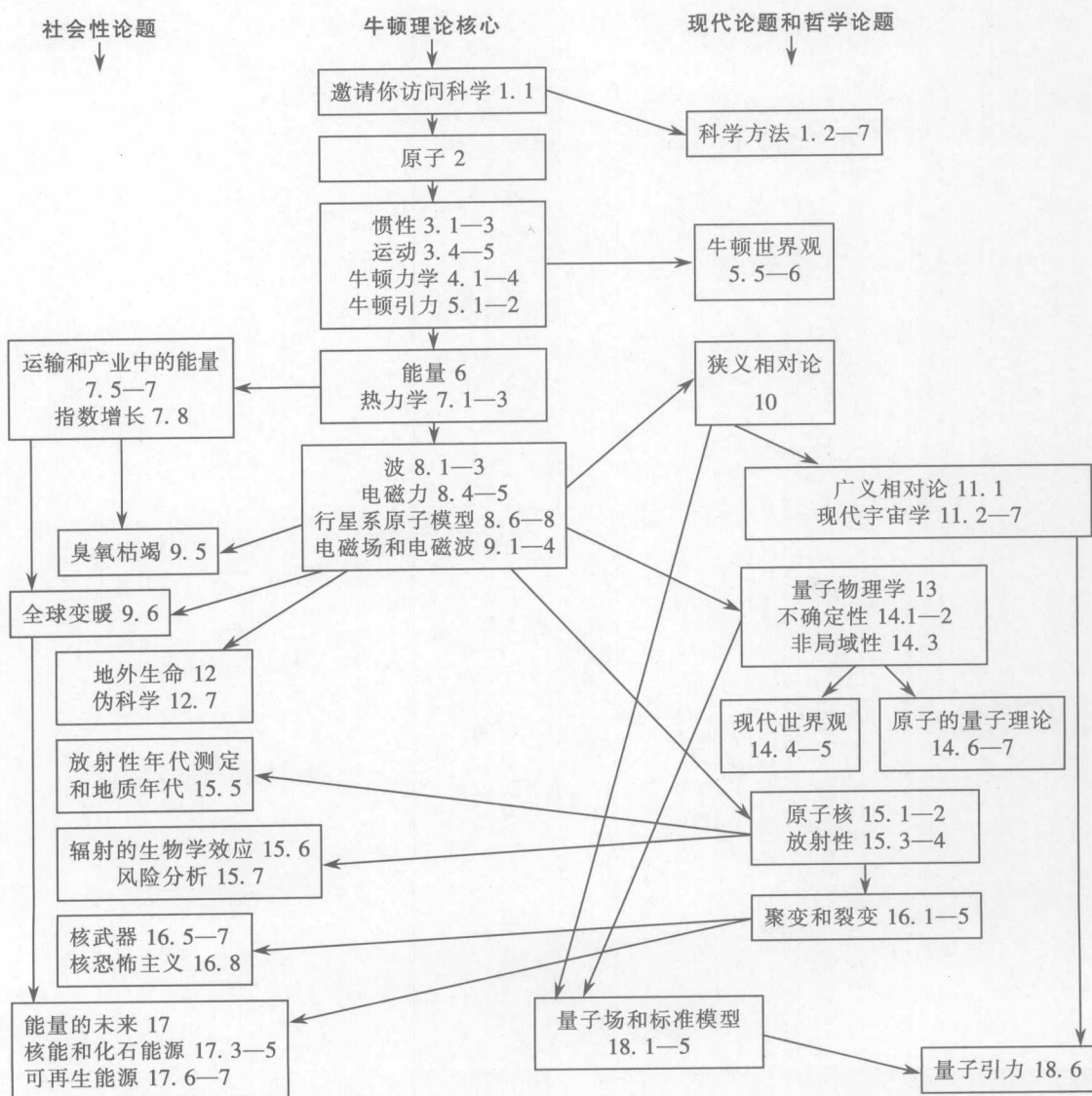


重力使光线弯曲? 250  
空间是弯曲的? 252  
曾发生过一次大爆炸? 254  
宇宙的形狀? 259  
暗物质存在? 260  
宇宙在加速膨胀? 263  
发生过宇宙暴胀? 267  
其他恒星周围行星的情况? 275  
化学反应能够生成生命的砖石? 278  
地球上的生命开始于几十亿年前? 279  
早期生命演化的情况? 281  
本星系的年龄? 288  
占星术不灵? 293  
光是量子化的? 303  
德布罗意的理论成立? 309

实物具有波动性? 310  
实物具有粒子性? 311  
仅仅观测就会影响远处的事件? 330  
大自然是非局域的? 332  
薛定谔方程是可靠的? 346  
物质的新的高能状态? 253  
放射性年代测定是可靠的? 365  
 $E$  确实等于  $mc^2$ ? 379  
原油的产量何时会到达巅峰? 409  
正电子和其他奇异的新粒子存在? 438  
反物质存在? 440  
“真空”中有能量涨落? 442  
中微子存在? 445  
中微子有质量? 446  
夸克存在? 449

# 内容流程图

图中给出了章节号,例如,3.1—3表示第3章1至3节。对于着重现代论题和哲学论题的课程,可略去社会性论题。对于着重社会性论题的课程,可略去许多现代论题和哲学论题。可以略去而不影响剩下的材料内容连贯性的章节,在目录中用星号表示。关于别种课程结构的进一步的细节见《教师手册》。



# 赵凯华教授序

阿特·霍布森(Art Hobson)教授写的 Physics: Concepts & Connections 一书本是为大学文科(人文科学和社会科学)学生写的物理教材,在美国有 130 所以上的大学使用这本教材。用原书作者自己的说法:本书内容是“所有人的物理学”(physics for all),即认为此书对提高一般公众的科学素质也是适用的。原书至今出到第 4 版,第 2 版的中译本是 2001 年 10 月由上海科学技术出版社出版的,中文书名名为《物理学:基本概念及其与方方面面的联系》。这里是原书第 4 版的中译本,中文书名改为《物理学的概念与文化素养》,由高等教育出版社出版。

大家都知道,物理学是一门基础自然科学,是许多新技术的基础。理、工、农、医科大学生需要学物理是没有问题的,文科学生是否也要学物理呢?一般公众的科学素质是否亟待提高呢?我们的时代是科学和技术的时代。科学技术以极高的速度发展,又推动社会飞速发展,影响着社会生活的方方面面。它们不仅是经济建设和国防建设的强大手段,又是探索宇宙和微观世界及人类自身的前沿研究、改善我们日常生活质量的工具,而且它们已成为人类文化的一部分。正确的世界观和价值观、正确的思想方法、各种观念和思潮,都必须以科学为依据。一个民族只有普及科学知识,受到科学精神的熏陶,崇尚科学,才能告别愚昧,自立于今日世界的民族之林。文科大学生虽然将来从事的专业工作不是科学技术方面的实际工作,但是同样应当受到科学精神和科学方法的教育。物理学作为研究自然界最普遍规律的科学和最成熟的自然科学,对科学世界观的形成所起的作用是最直接的,物理学的方法是科学方法的典型代表。

从另一个角度看,今天的许多社会问题和政策问题都与科学技术有着密切的联系。一方面,今天的科学技术的发展已成为一项有组织、有计划、需尽全国之力来进行的工作(如 20 世纪美国的曼哈顿计划、阿波罗计划和人类基因组计划,以及我国的三峡工程),用的是纳税人的钱,那么,对这些计划和工程的意义和价值,公民便不能不过问。另一方面,科学技术已经赋予了人类强大的能力,这就要求我们每一个人具有强烈的责任心,正确地掌握科学技术应用的方向,以有益而无害的方式使用这种力量。例如,对核电站和克隆人的争论,目前在许多国家和地区已成为重大的政治问题和社会伦理问题。这些问题的出现以及相应的解决方法都与科技密不可分。作为现代社会的一个公民,可以不了解这些问题的技术细节,但是对于一些方向性的问题,应当有自己的见解,不可以一切都留给专家和政府。这是一个公民应该具有的素质。这就需要公民接受科学教育,具备起码的科学知识,掌握科学方法,对我们正在做的事有所了解,因为无知和盲目地使用一种巨大的力量必然会带来灾难。我们的教育要转变为素质教育,一个重要的目标应当是使公民具有科学素质,接受科学精神和科学方法,了解科学的价值和功能。对于公民的科学素质教育,物理课起着无可替代的作用。

当然,文科的物理课不应是理工科物理课的浓缩或稀释,而应当有自己的特色。大体上说,文科物理课本的内容可以有三个方面:一是物理学基本概念的人文含义,如物理学发展史和物理学中的世界观、方法论、哲学意义等问题;二是与物理有关的社会问题,如能源、环境、武器等;三

是高科技和现代化日常生活中的物理学。国内已出版的文科物理教材较侧重于第三个方面，即物理学与现代高科技的关系。霍布森的这本书则定位于“一本人文的而非技术性的物理教材，他把物理学作为人类的奋斗历程；从其哲学和社会意义来介绍”。他把重点放在两个方面：一是物理学的基本概念及其人文意义，二是与物理有关的社会问题。在本书的第4版中有些章几乎是重写了，特别强调了近年来量子物理和宇宙学方面的最新进展及其对世界观的冲击。

阿特·霍布森教授初习音乐，作为爵士乐长号手在美军乐队中服役两年，1958年改学物理，1964年获博士学位。此后，他在美国阿肯色大学从事教学和科研35年，直到1999年退休。霍布森教授特别注重物理学与社会方面问题的研究。2006年他获得美国物理教师协会(AAPT)颁发的密立根奖，表彰他有力地吧物理学置于社会议题上并写出文科物理这本书所做的贡献。霍布森教授四次来中国，他说他很喜爱中国。我最初是在1994年夏天的一次探讨环境问题与物理教育的国际会议上结识霍布森教授的。当时他在会上介绍了这本即将出版的书，立即引起了我的注意和兴趣，事后我请求他将此书寄给我一本。是年秋天我就收到了一本刚出版的书，那是本书的第2版。当时我就想，如何将这样一本好书介绍给国内的同行和学生，苦于难以找到肯接受的出版社和自愿的胜任译者而作罢。以后几年我和霍布森教授多次在国际会议上相遇，成了好朋友。他生性豪放，关心社会问题，特别是对伪科学嫉恶如仇。1998年，上海科学技术出版社接受了该书中译本的出版，秦克诚教授也腾出手来，愿意担当组织此书翻译的工作，本书的翻译工作终于得以开始进行。霍布森教授对该书中译本的出版抱有极大的热情，不但放弃了个人的稿酬，还以自己的科研经费贴补版权费。他对他的书能在中国为提高公民科学素质发挥更大的作用感到高兴。

近年来我国不少高等院校为文科开设了物理课，在这个过程中也编写了几本文科用的物理教材。本书是国外这种教材中比较成功和流行的一种，“他山之石，可以攻玉”，希望它的中译本的出版能够对我国的教育事业和国际教育交流起到积极的作用。

赵凯华

于2007年12月



# 中文版序

我为本书第四版在中国翻译出版深感荣幸!

美国科学促进协会在其科学教育书籍《一切美国人的科学读本》中有这样一段话:

只有社会公众能够懂得科学、数学和技术,培养出科学思维的习惯,科学技术在改善生活质量方面的潜力才能发挥出来;如果人民没有科学素养,对一个更美好的世界的指望就会落空。

这些措辞强烈的话是世界上最大的科学组织之一说的。它意味着每个学生——每一个学生都需要学习一门与文化和社会相联系的物理课程。每个学生都需要具有“科学素养”——他们应当理解科学的工作机制,他们应当理解迷信和伪科学的害处,他们应当理解科学的主要事实和原理,他们应当能够阅读报章杂志上的科学文章,他们应当理解全球变暖、资源枯竭和其他与科学有关的环境问题将如何影响他们生活,并且他们应当终生保持对科学的兴趣。

考虑世界今日面对的某些问题:恐怖主义、贫穷、全球变暖、伪科学信仰、迷信、污染、核武器、人口过多、水资源短缺、许多地方食物不足、物种灭绝、疾病等;再考虑我们今天的生活胜过以往的许多方面:农业的进步、新能源、医药保健的巨大进展、计划生育方法、新的运输技术、新的教育方法、新的通信技术等等。所有这些问题和所有这些解决方法都和科学有关,他们之中许多直接来自科学。科学和技术推动着中国,推动着美国,也推动着每个别的国家。因此所有的人——出租汽车司机、律师、教师、新闻记者、政治家、母亲等等——都必须懂得科学。如果中国老百姓不懂科学,如果他们对科学抱负面的态度,如果他们不懂得人们如何影响他们的环境,如果他们接受伪科学的胡说八道,那么中国的前景就不会美妙。

不幸的是,在许多国家,大多数人缺乏科学素养。本书就是改变这种情况的一个尝试。

由于全球变暖、资源枯竭、全球贸易、能源紧张、污染、人口过多和迷信等诸多问题,世界正位于一个转折点上。大生物学家 E. O. 威尔逊曾把 21 世纪称为“瓶颈”,因为它代表一个危险的“隘口”,人类必须挤过这个隘口,才有望进入一个长期的和平与繁荣的未来。你们必须帮助我们挤过这个隘口,进入幸福的未来。

由于中国的快速经济增长率、她的巨大人口和她新近作为一个以技术为基础的近代社会出现,中国也许是今天全世界最重要的国家。中国将在许多方面决定我们这颗行星的命运。对中国和对世界的挑战是建立一种经济,它既能给人民带来良好和幸福的生活,同时又为现在和将来的一代人维持一个健康的环境。这不是一个容易的任务。

中国迅速的社会变化、中国对新技术的迅速采用和中国迅速的经济进步,为中国和世界的光明未来带来了希望。中国是这么大的国家,在全球化的世界上,中国对世界有极大的影响。因此,中国的公民都具备科学素养是特别重要的,这就包括你,亲爱的读者。例如,你每拧开一次电灯,每开一次汽车,每用一次计算机,每看一次电视节目,都是在使用科学技术的强大力量。你和

所有的公民需要懂得这股力量。

我高兴地看到，中国近来强调了人民的科学素养的重要性。SciDev 网站上 2006 年 3 月 29 日有一篇文章，题目为“科学素养：中国优先考虑的一个新策略”。据这篇文章说，“中国认为，全民的科学素养是她发展的关键。”美国杂志 *Science* 上最近的一篇文章（2007 年 6 月 9 日，第 1401 页）报道了中国第一次对全国县级官员科学知识的调查。十七省市的近 1000 名公务员参加了这次测验。不幸的是，只有 12% 通过了测试。这个结果并不令人吃惊，它和在所有其他国家中进行的测试的低科学素质结果相似。这次调查还表明，有一半以上的人信迷信；这也和在美国和其他国家的测试结果相似。我高兴的是，中国进行了这次科学素质调查，我希望别的国家也将进行这样的调查。调查结果使得这一点很明显：在中国和其他地方都真正需要科学素质教育。我希望，《物理学的概念和文化素养》将有助于（至少在某些小的方面）提高中国人民的科学素质。

我妻子和我喜爱访问中国。迄今我们已去过中国四次了，访问过桂林（那里的广西师范大学有一个很好的物理教育研究所）、北京（我们在北京大学物理系有几个好朋友）、上海、武汉、昆明、丽江、美丽的黄山和令人叫绝的古城西安。中国的进步、中国的许多健康的习惯如自行车的广泛使用、清洁的街道、美丽的公园和许多别的东西，总是给我们深刻的印象。这些东西使中国成为世界其他部分的极好的榜样。

我想在这里对几位为中文版做出贡献的人表示我的谢意。这个项目的组织者是北京大学物理系的赵凯华教授。是他倡议把这本书译成中文，并且组织了这个项目。从我和他的多次讨论，我得知赵先生是一位高瞻远瞩的物理教育家，对物理课程的现代化和向一切人进行与他们的生活息息相关的科技教育感兴趣。我对本书的主要译者，北京大学物理系的秦克诚教授和另外两位译者刘培森教授和周国荣教授满怀敬意，他们对许多很难译的页边引语和不习见的美国短语进行了艰苦的翻译工作。我知道他们尽心竭力，用了不少时间，以得出忠实流畅的译文，为此我感谢他们。秦克诚还建议做出若干修改，其中有些已被吸收进这一版，有些将在英文版的下一版出版时吸收进来。广西师范大学物理系物理教育研究所所长罗星凯教授曾组织了几次成功的物理教育活动，大大有助于我和中国的物理教育工作者的交流，我希望这些交流活动将提高本书中文版的使用效率。我感谢高等教育出版社出版本书，感谢本书的编辑陶铮和郭亚嫒。在美国这边，在我所在的阿肯色大学，我的朋友和同事萧敏教授极大地丰富了我关于中国的知识，给了我有关在中国旅行的很有用的忠告。最后，我想感谢我的妻子和最好的朋友 Marie Riley，她分享了我写本书的热情，她是我几次中国旅行的伴侣，并且多年来是鼓舞我工作的灵感来源。

阿特·霍布森

2007 年 4 月

# 原序

任何国家只有她们的公民具有科学素养才能繁荣兴旺。理由很简单，公民在日常生产、生活中要经常用到科学知识。正如美国科学促进协会所说，“没有具有良好科学素养的居民，一个更美好的世界的前景就没有指望。”我写这本书就是想要帮助提高公民的科学素养。

如果你想要更好地理解宇宙以及你和它的关系，特别是，如果你想在我们这颗行星的未来中起到你的一份作用，那么，《物理学的概念和文化素养》这本书就是为你写的。我写本书时，心中所想的使用这本书的学生，其专业和主要兴趣都很可能是在科学之外。本书从人类奋斗历程的角度着眼，结合其丰富的哲学含义和社会联系，呈现了古典物理学和现代物理学的广阔视野。许多团体<sup>①</sup>推荐了实施科学教育、提高科学素养的新方法。本书在以下这些方面反映了这些建议：

**科学素养** 本书论述科学的价值、哲学意义和社会影响，并强调科学的认知过程。

**现代的宇宙观** 本书用整整一半篇幅介绍后牛顿物理学：相对论、量子物理学、原子核物理学、量子场和现代宇宙学。

**社会联系** 本书包括了与物理学有关的社会论题，如臭氧枯竭、全球变暖、技术风险、能源、核动力、核武器、伪科学。

**互动式学习** 对物理教育的研究已经表明了互动式参与在学生在学习过程中的重要性。本书通过频繁出现的“概念检查”、“我们是怎么知道的？”等小节引导学生积极参与，选择这些题目的标准是它们和学生有关联，它们是理解的关键而不是技术细节。

**概念性的入门介绍，伴随适度的数量技巧** 物理教育方面的研究已经表明，将注意力明确地集中在物理学的意义上是非常重要的。对于非科学工作者，并不需要学习以代数运算为基础的解题技巧。另一方面，数量工具如曲线图、概率、估计和10的乘方对每个人都很重要。因此本教材是概念性的并带有数值计算，但是不带代数式子。不过，在许多章里仍包括基于数学的习题，以应那些认为它们是适当的班级之需。

**少而精** 本书叙述了大多数伟大的物理思想，但是忽略了入门教程中由于传统而包括进来的许多“古典”题目。研究发现，把一切传统题目放在一门课程中讲是一个错误。比起百科全书式的广度来，宁肯要深度，特别是如果这门课程想要超越19世纪物理学的话。

**统一的主题** 四条反复出现的主线统一了本书的叙述内容，并体现了本书的目标。

首要的主线是科学的认知过程，或我们是怎么知道的。科学并不仅仅是一堆知识。它是一个提出、检验和精炼一些想法的过程。知识来自经验并且必须经受观测和理性思维的检验这一观念是科学的最基本的价值，或许也是它带来的最大的好处。这个主题是第1章的主要内容，也

所有深思过治理人类的艺术的人，都深信帝国的兴亡倚赖于他们的青年人所接受的教育。  
——亚里士多德

<sup>①</sup> 这里举出几个：美国科学促进协会的《一切美国人的科学》计划、美国物理教师协会、物理教育研究会。

我们生活在一个复杂、危险和迷人的世界上。科学曾经对危机的产生起过作用，人们希望它也能有助于生成处理这些危机的方法。但是大部分这些问题不能、也不会仅由科学家处理。我们需要我们能得到的一切帮助，这种帮助必定来自有科学素养的广大公众。对科学技术的无知正在变为导致自我堕落的最后的奢侈。

——Jeremy Bernstein, 物理学家和作家

在全书不断反复。

第二个主题是后牛顿物理学的意义。“现代”(1900年之后)物理学揭示的宇宙与牛顿的宇宙(不可毁灭的粒子做可以预言的精确运动)有很大的不同。我们的文化仍然生活在牛顿时代，而科学却已远远超出它了。因此对近代物理学和现代物理学有一定深度的理解是重要的，特别对非科学家更是如此。

能量是本书的中心物理概念。能量原理为我们看待从石块的下落到原子核过程乃至宇宙的演化等自然界的过 程提供了一个极其统一的观点。此外，许多与科学有关的社会问题是与能量的使用和滥用相联系的。我希望读者将会养成一个习惯，把各种过程看成能量的转化，并且将在这些过程中察觉和领悟伟大的能量定律。

最后，第四个主题是物理学的社会联系。科学的巨大威力要求我们每一个人(包括读者你)承担巨大的责任。科学是太重要了，不能把它仅仅留给科学家。我是为你们，为未来的教师、诗人、政治家、企业家和其他人而写这本书的，你们一定能牵引我们大家通过这个科学时代的挑战。书中的社会性论题不是简单地加上去的，而是紧随在有关的物理学之后，成为内容的不可

分割的部分。例如，全球变暖是在第9章紧接着电磁辐射讨论的，所需要的预备知识在此之前都已讨论，如原子(第2章)、能量(第6章)和光(第8章)。

在每一章里，你将找到许多学习辅助材料：

页边引语提供了各种各样的观点以开阔眼界。这些引语可以用作课堂讨论或学生论文的基础。别以为我同意每一条引文！

脚注提供了某一方面的细节。对我来说，这是一种我能精确地写作但是不以过多的细节加重你的负担的方法。

概念检查是对你的理解程度的检查。你应该在看答案之前先回答问题。教师可能会在课堂中互动地使用这些问题。

我们怎么知道？这个小节突出科学认知过程，强调科学家的结论都是有证据的。作出估计是本书试图对学生培养的一种能力。

生成一个依赖于科学技术的社会，而在这个社会中，却很少有人了解和科学技术有关的事物，这无异于自取灭亡。

——萨根，物理学家和作家

关键概念列在每章之后；它们在考试复习时应当是有用的。

复习题和思考题在每章之后都有，按节组织。你对有关的章节粗看一遍就能够回答复习题。思考题是设计来操练你的心智的，就像慢跑操练你的身体一样。奇数题号思考题的答案在书末。

习题需要数学运算，除了第1章、第2章和第11章外每章后面都有，供容许有数学运算的课程使用。奇数题号习题的答案在书末。

请把你的评论和建议用电子邮件发到 [ahobson@uark.edu](mailto:ahobson@uark.edu)!



## 我对这一版作了哪些改进?

我删除了许多浮辞,办法是对全书的文字细心地炼词用字,同时删除多余的句子和无关的细节。其结果是功力更扎实的行文,更好的交流,尽管增添了好些新内容,正文篇幅却少了20 000个单词。我永远相信“少而精”,特别是在物理学教科书的情况下;我很高兴能减轻一些学生的负担而同时增进了他们的理解。

我更新了和改进了关于相对论的两章。近代物理学要求物理教科书的每次新版都进行广泛的刷新和修订,因为新结果不断出现。基于书评作者的反馈意见,我重新组织了关于狭义相对论和广义相对论的第10章和第11章,第11章在很大的程度上是重写。全部狭义相对论现在都在第10章里,全部广义相对论现在都在第11章里。第11章现在还包括近代宇宙学(这部分内容以前分散在第16章和第18章),并且反映了从1992年开始的这个“宇宙学黄金时期”中的新研究成果。第11章是讨论宇宙学的最自然的场所。

我改进了和更新了关于量子物理学的两章。我重新组织了关于量子物理学的第13章和第14章,改写了第13章,使它现在建立在更合逻辑的和更直截了当的对量子物理学的场(而不是粒子)的入门门径上,这样就避免了大多数同类书籍表述的波粒二象性的混淆,而突出了量子物理学的本质:量子化、不确定性和非局域性。一位在他的课程中使用本书老版教科书的书评作者评论说:“这一章里所有的内容从技术上说都是正确的,而其表述则是完全独特的。”在第14章里,我把关于原子的量子理论的材料移到章末,以保持和第13章的连续性及突出量子不确定性和非局域性。对非局域性的讨论现在更为简单和直接。

我更新了社会性论题以反映新近的发展。关于运输、臭氧枯竭、全球变暖、地质年代、风险评估、风能、光电池、能量效率和核能发电等节都已更新以反映新发展。我在第16章里加了关于核恐怖主义的新的一节。

增添了并改进了“我们怎么知道?”小节。这些重要的小节现在更优雅地与它们所在的章结为一体。许多读者称赞这些小节,它们强调了科学认知过程的观测基础。在这一版里,我对一些小节做了精简,对一些小节补充了附加的证据,并且另加了几小节新的。这些新增的有三处是在第12章“探寻地外智能”中,这一章的论题比较带推测性,需要细心地建立在真实证据的基础上。这些小节的完整目录见前面的“快速检索表”。

## 说给教师的话

本书的书名《物理学的概念和文化素养》指出,本书是采用概念性的方法而不是数学的方法向读者介绍物理学。物理教育研究表明,一切学生,不论是主修科学的还是不主修科学的,如果他们更优先地是通过具体的图像来思考物理问题,而不是通过方程式和数字,就能更好地掌握物理学的基本思想。而且,一般的不主修科学的学生并不特别需要数学的表述。

为了你能灵活挑选教学的题目,本书有意比一学期的用书要长一些。你可以省略而不致严重影响到其他内容的章节在目录中用星号标示。当然,其他许多省略也是可能的,只要你细心选择剩下的材料。前面的“内容流程图”表示了各个论题之间的联系。很多节只要指定给学生阅读