

科 学 家 谈 未 来 科 技

# 物 理 世 界

李国栋 / 编著

◆ 湖南师范大学出版社

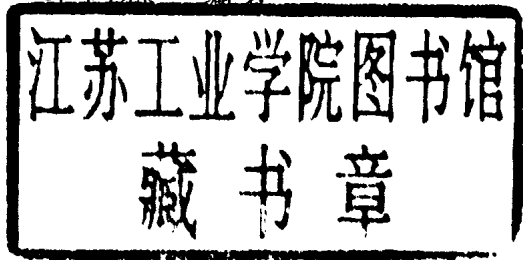


04-49

L31

# 物 理 世 界

李国栋 编著



湖南师范大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

物理世界 / 李国栋编著. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2001.5

(科学家谈未来科技)

ISBN7—81031—992—2/O·041

I. 物 ... II. 李 ... III. 物理学—概况—世界  
IV. 04—110.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 027800 号

## 物理世界

编 著: 李国栋  
策 划: 龚维忠  
组 稿: 孙利军  
责任编辑: 廖建军  
责任校对: 刘琼琳

湖南师范大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南省岳阳印刷厂印刷

850×1168 32 开 3.5 印张 79 千字

2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—5200 册

ISBN7—81031—992—2/O·041

定价: 6.80 元

---

# 总序

徐冠华

(国家科学技术部部长)

《科学家谈未来科技》丛书与广大读者见面了。它们精练地介绍了现代科学技术基础知识，并主要论及其未来发展趋势。

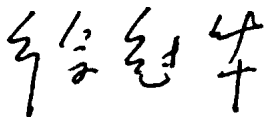
丛书共有 14 册，它们涉及物理世界、化学世界、宇宙繁星、茫茫太空、广阔深邃的海洋、人类居住的行星地球、生命之谜、太空生存与地外文明、太空航行、绿色能源、造万物的材料、制造自动化、信息世界、社会可持续发展等。全书图文并茂，向读者展现出自然界的图景，以及人类在生存和发展中改变自然环境的多种技术。它们包含着大量的知识，引导读者不断地追求知识，进入无限宽广的科学技术世界。

在人类发展的历史长河中，科学技术是人类创造的最成熟的知识体系，正是它使人类认识自然、认识自我，摆脱愚昧，从而建立起近现代文明，并将一直指引着人类走向更加文明的世界。

在构筑人类文明的过程中，中华民族曾创造了灿烂辉煌的古代文明，但自近代以来，我们落后了。华夏儿

女从反思中觉醒，并经一百多年的艰苦奋斗，才从近代社会转向了现代社会。在未来社会中，更需要崭新的科学技术知识，这就使我们立志，必须终身不断地学习，创造崭新的知识，最大限度地从整体上提高全民的科学文化素质。惟其如此，在新的历史时期，中华民族才能再现辉煌。

丛书的宗旨就在于启迪广大民众，特别是广大青年，在进入人类知识的海洋中，奠定牢固的基础，开拓视野，激起求知的兴趣，立志攀登科学技术的高峰。

Handwritten signature in black ink, consisting of four characters: 宋子群.

2001年1月3日

# 目 录

## 第 1 章 物理学就在我们身边

——物理学的基本内容····· (1)

### 1.1 从我们身边的物理学谈起

——物理学与广义物理学····· (1)

### 1.2 物质有哪些基本状态

——物质的基本状态····· (4)

### 1.3 苹果落地是引力作用，还有哪些力作用

——物质间的相互作用和作用力····· (8)

## 第 2 章 我们经常遇到和问到的物理学

——凝聚体物理学和光物理学····· (11)

### 2.1 我们常遇到哪些重要的固体材料

——凝聚体物理和材料····· (11)

### 2.2 如果温度和压力改变了，物质的性质也会改变么

——极端物理条件下的物性····· (14)

### 2.3 平常的光和激光有什么区别

——激光和光物理学····· (17)

## 第 3 章 我们身边的物质是如何构成的

——介观物理学和微观物理学····· (21)

### 3.1 非常薄的薄膜和非常细的细粉会改变其性质吗

- 
- 介观物理学和纳米材料…………… (21)
  - 3.2 我们身边的物质由原子构成, 原子又是由什么构成  
——原子核物理学及其未来…………… (24)
  - 3.3 比原子和原子核更小的物质是什么  
——基本粒子物理学及其未来…………… (28)
  - 第 4 章 在生物、地球和宇宙中是否也有物理学**  
——边缘物理学…………… (31)
  - 4.1 为什么会种瓜得瓜、种豆得豆  
——生物物理学及其未来…………… (31)
  - 4.2 怎样探测地球内部的构造  
——地球物理学及其未来…………… (34)
  - 4.3 宇宙是如何演化来的? 又将如何演化下去  
——宇宙物理学及其未来…………… (38)
  - 第 5 章 只有磁铁吸引铁、指南针指南北才是磁现象吗**  
——磁的普遍性…………… (42)
  - 5.1 磁是什么? 任何物质都有磁性吗  
——物质磁性的普遍性…………… (42)
  - 5.2 任何地方都有磁场吗? 人身体中也有磁场吗  
——磁场的普遍性…………… (45)
  - 5.3 为什么核磁共振 CT 会得到重要的应用  
——磁性和磁场重要应用的一个例子…………… (49)
  - 第 6 章 我们的生产、国防、科研和生活能离开磁么**  
——磁性材料和磁应用及其未来…………… (53)
  - 6.1 磁性和磁场有些什么应用  
——磁性和磁场的广泛应用…………… (53)
  - 6.2 磁应用离不开各种功能的磁性材料

- 
- 磁性材料及其未来…………… (56)
  - 6.3 磁的新材料和新应用都离不开磁学研究
    - 磁学研究及其未来…………… (59)
  - 第 7 章 在生物、地球和宇宙中也到处有磁吗**
    - 边缘磁学及其未来…………… (62)
    - 7.1 我们检查身体时常要检查心电图,也会有心磁图么
      - 生物磁学及其未来…………… (62)
    - 7.2 为什么喜马拉雅山上会有海洋生物化石
      - 地球磁学及其未来…………… (65)
    - 7.3 从月球磁场探测可以推测月球内部构造吗
      - 宇宙磁学及其未来…………… (68)
  - 第 8 章 为什么磁电子学是 20、21 世纪之交的新兴边缘磁学**
    - 磁电子学的兴起和发展…………… (72)
    - 8.1 从一种磁效应扩大发展为一个磁分支学科
      - 磁电子学的产生和发展…………… (72)
    - 8.2 一种磁效应可以在多种磁性材料中观测到吗
      - 磁电子学材料的发展…………… (75)
    - 8.3 巨磁电阻效应的发现和磁电子学的诞生是一种偶然现象吗
      - 巨磁电阻效应产生的条件和机理…………… (78)
  - 第 9 章 磁电子学有哪些创新应用**
    - 磁电子学材料的应用及其未来…………… (82)
    - 9.1 有了多种磁电子学材料就会有多种磁电子学应用么
      - 磁电子学的新应用及其未来…………… (82)
    - 9.2 有了真空电子管和半导体晶体管,还会有磁电子管吗
      - 磁电子管及其未来…………… (85)



---

9.3	向半导体随机存储器挑战的磁电子随机存储器	
	——磁电子随机存储器及其未来·····	(88)
第10章	未来的光子计算机也使用磁光子器件么	
	——磁光子学及其未来应用·····	(92)
10.1	什么是磁光子学	
	——磁光子学与磁电子学的比较·····	(92)
10.2	在CD(声光碟)、VCD(影光碟)和DVD (数字影光碟)中也有磁光碟么	
	——磁光子学的一类重要应用·····	(95)
10.3	未来的光子计算机也应用磁光子器件么	
	——磁光子学的未来重要应用·····	(98)

---

# 第 1 章 物理学就在我们身边

## ——物理学的基本内容

### 1.1 从我们身边的物理学谈起

#### ——物理学与广义物理学

在我们的日常生活中，常见到和遇到一些有趣和有意思的现象。

在我们乘轮船、乘飞机时，会感到轮船和飞机的速度都很快。但是轮船和飞机都很重，为什么能在水中和大气中快速运行？为什么能浮在水中和空气中呢？

在冬天天气变冷时，水会结冰变成固体；在水壶中烧水时，水烧开后会变成蒸汽。为什么水在受冷或受热时，会从液体变为固体或气体？

我们在听音乐时会感到心情舒畅、悦耳动听，但听到车辆和建筑的噪声时却会感到心烦意乱、不堪忍受，为什么不同的声音会产生很不相同的效果？

我们在生活中经常使用电灯电话，也经常使用磁录音磁录像，电和磁是什么？为什么电和磁会有多种多样的用途？

年纪大的人都记得，他们最初看的是黑白电影和黑白电视，后来才发展到彩色电影和彩色电视。在日出日没时，我们有时会

看到彩色云霞；在雨过天晴后，有时还会看到多种颜色的彩虹。这些彩色是怎样产生的？

经历过第二次世界大战的老人，他们会记得原子弹所具有的威力。关心发电和能源的人们也都听说过核能发电站，又称原子能发电，我国已建设了广东大亚湾和上海秦山核电站。核能是怎样产生的？还有更新更有效的能源吗？

前面列举的一些现象和应用是我们生活中常见到、听到或用到的。它们都属于物理现象和物理学的应用。那么，什么是物理学？物理学包含有哪些内容？它同其他科学和高新技术有什么关系？它未来会有哪些发展和可能的发展？这些同我们生活、生产和整个社会有什么联系？这些都是在本书里将要介绍和说明的。

什么是物理学？从上面讲到的一些物理现象和应用，可以归纳并加以概括为，物理学是研究宇宙间各种物质存在的形式和具有的性质，物质的各种运动和能量及其互相转化，物质的内部结构等各种物理现象、本质和基本规律。因此可以说物理学的内容非常丰富，应用十分广泛，同其他科学技术的联系也是很为密切的。但是本书由于本丛书的编写目的和读者对象，将着重介绍当代物理学的一些主要内容、新的发展和未来的可能发展，并以物理学中的磁学和磁学中的磁电子学为例加以较多介绍和说明。

关于“物理”一词的内涵，在历史上也曾有过演变的过程。在古代，不论在中国和西方，都曾将物理和哲学联在一起，把物理的内容看得异常广泛。例如，在唐代大诗人杜甫的《曲江对酒》诗中便有“……江上小堂巢翡翠，苑边高冢卧麒麟，细推物理须行乐，何用浮名绊此身。”中国科学院外籍院士、华裔物理学家、诺贝尔物理奖获得者李政道认为，杜甫诗中的“细推”是“仔细观察”和“推理”的意思，正是实验物理和理论物理的重

要研究方法。在 19~20 世纪之交时，我国曾把“物理”称为“格致”，是格物致知的意思。这表明任何事物包括科学在内都是在不断发展的。

物理学不但有悠长的发展历史，而且其内容也是不断深入、扩大和互相联系的。有的还表现“推陈出新”的特点。例如，磁铁分为磁北极和磁南极，同名磁极互相排斥，异名磁极互相吸引，这是历史上发现很早的一种磁力现象。但是，现代却利用这种磁力现象研究和试制成磁浮列车，也称磁浮火车或磁悬浮火车。这是利用火车与铁路之间的磁力使火车从铁路上浮起来，因而消除了火车轮与铁轨的摩擦力，大大提高了磁浮火车的速度。目前这种磁浮火车的速度已可超过每小时 500 千米（公里）。我国和日本、德国、美国等都在进行磁浮火车的研究和试验。例如，北京中国科学技术馆中便有磁浮列车（图 1-1），并可进行表演。还有北京八达岭长城风景区、上海浦东和四川都江堰市青

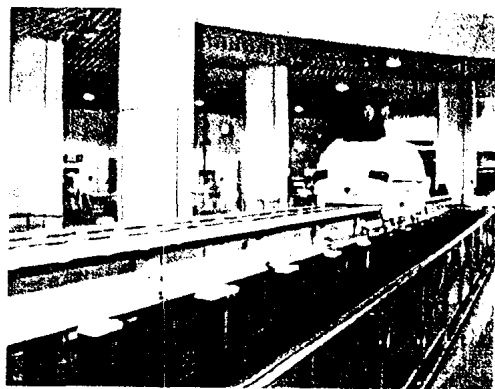


图 1-1 北京中国科学技术馆中的磁浮列车

---

城山风景区都将建设短程（几公里到几十公里）的磁浮列车。由于磁浮列车具有高速度、运行平稳安全、无震动和无噪声等优点，可以预料它将是未来一种应用广泛的陆上运输工具。

## 1.2 物质有哪些基本状态

### ——物质的基本状态

前面已经讲到，物理学所研究的内容及其应用都是非常丰富的，其未来的发展也是多种多样的。本书仅能选取其中的一部分加以扼要的介绍，想进一步作较详细和较深入的了解，或者作更多方面的了解，可以参阅其他有关的资料和书籍。

物理学的研究对象是宇宙间的各种物质，那么宇宙间的物质有多少种类和形态呢？初看起来，就是在我们身边的物质也是多种多样、千差万别的。就拿构成各种物质的化学元素来说，化学元素周期表上的天然元素，从氢（H）到铀（U）就有92种，加上现代用先进科学方法在实验室制造的人造元素（或称人工元素），已经使元素周期表中的化学元素高达109种，而且随着科学的不断发展，元素数目还将会增加。

从另一个方面看，物质存在的形态又有多少种呢？在我们日常生活中，经常接触到的物质形态就有气态、液态和固态。

什么是气态的物质？简单说来，就是物质在一定的温度下，由原子和分子组成的物质的体积和形状不是固定的，而是随着装这气态物质（简称气体）的密封容器的容积和形状而改变的。常见的气体是我们周围的空气，或者说是在大气层中的大气（空气）。如果温度降低到一定程度，气体就会转变为液体。

什么是液态物质（或称液体）？就是物质在一定温度下，这物质的体积不改变，但其形状却随着装这液体的容器的形状而改

变。常见的液体是水。如果温度升高到一定程度，液态的水会变为气态的水蒸气；如果温度降低到一定程度，液态的水会变为固态的冰。在发射火箭时，就会用到液（态）氢做燃料。

什么是固态物质（或称固体）？就是物质在一定温度下，这物质的体积和形状都不改变。我们身边常见和常用的大多是固体。如果温度升高到一定程度，固体会变为液体；如果温度再升高到一定程度，液体又会变成气体。

但是随着科学的发展和技术的进步，在物质状态（简称物态）上又会有新的发现。例如，在现代科学研究中，已经观察到介于液态与固态之间而具有液态和固态双重特点的液晶态，另外还有等离（子）态、超密态、反物质态和真空态等多种新的物质状态（物态）。

什么是液晶态？简单说来就是一种物质同时具有液态物性如流动性和晶态物性如光学上各向异性的物态。目前已经发现和研制出许多种液晶态物质或称液晶材料。液晶材料已经在钟表和电视显示器、无损探伤、化学分析和医学诊断等方面得到广泛和重要的应用。

什么是等离（子）态？一般是由大量带正电的离子和带负电的电子所组成的物质状态，又称等离（子）体态。有时等离态中也含有少量电中性的原子或分子，有时带正电和带负电的离子数并不相等。这是进一步的观测和研究扩大了这种物态的内涵。在地球上等离体虽少见，仅出现于高空电离层、闪电、极光等自然现象和高温电离气体、热核聚变装置等科学研究设备中，但在宇宙中却是物质存在的主要形式，如太阳等恒星、太阳喷射到太阳系空间的带电粒子流（称为太阳风）和星际空间中的多种星际物质都是等离体。等离体的一个重要特征是具有高的电导率，其运

动主要受电磁力支配，特别是磁场起着重要的作用。这是物质除气态、液态和固态之外的一种新物态，常称为物质第4态。

什么是超密态？这是指物质的密度大大超过寻常物质密度时出现的一种新物态。例如，在宇宙中的恒星演化到晚期，星体中的原子核反应因核燃料物质用完而停止后，失去热膨胀力，而星体引力却使星体收缩而密度增大。当晚期星体物质密度增大到一般物质的几十万到几百万倍或更高时，使原子中的电子壳层破坏，成为电子简并化的超密态物质。白矮星便是这类的天体。如果原来恒星的质量较大，演化到晚期的恒星引力超过白矮星，便会使这些恒星更加收缩，使原子中的电子压入原子核中，同核子的质子结合形成中子，这样便形成超密态的中子星，其密度增大到一般物质的10万亿到100万亿倍。这些超密态天体还具有超强的磁场。由于当代物理学和天体物理学的发展，白矮星和中子星的超密物态都已经得到科学观测上的证实。物质的超密态又称为物质的第五态。

什么是反物质态？大量的科学观测和实验研究已经证实，一般物质是由电子、原子和中子组成的。现代科学研究又已经观测到同电子和质子的质量相同、但电荷相反的反电子（即正电子）和反质子，同中子的质量相同，但磁性（磁矩）相反的反中子。正电子、反质子和反中子统称为反粒子。正像由正粒子组成一般（正）物质一样，由反粒子也可组成反物质。宇宙间是否存在反物质呢？1998年将 $\alpha$ 磁谱仪试验性发射到太空约10天，再在2003年发射到太空进行3~5年探测，其主要目的之一就是探测太空的反物质。 $\alpha$ 磁谱仪太空探测是由华裔物理学家、诺贝尔物理奖获得者丁肇中教授领导的由美国、中国等10多个国家和地区共同进行的一项重要的跨世纪科研项目。 $\alpha$ 磁谱仪中的永磁铁系统是由中国科学家进行设计、制造和安装的（图1-2），是人

类送入太空的第一个大型永磁铁系统。这对反物质态的观测和研究是极具重要意义的。

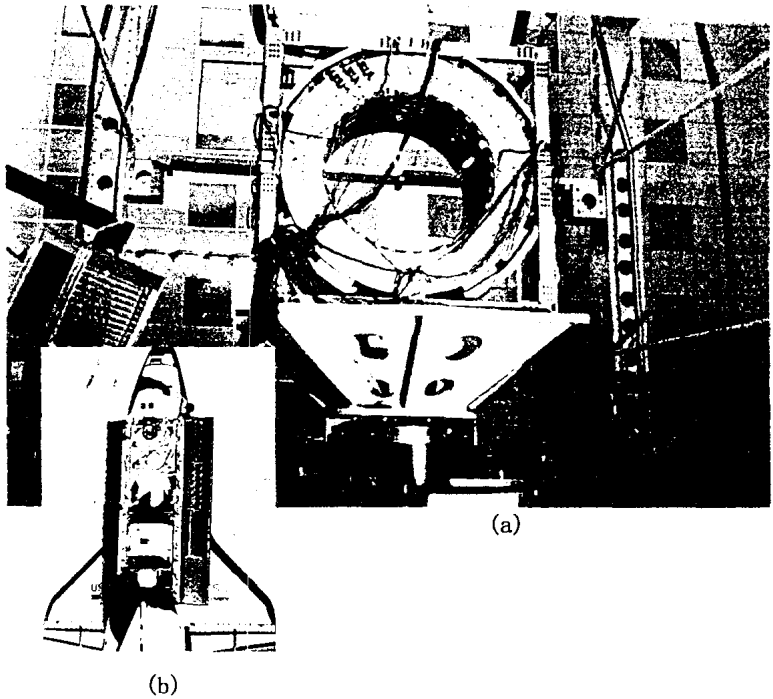


图 1-2  $\alpha$  磁谱仪的永磁体系统 (a), 及其在发现号航天飞机上

什么是真空态? 在一般人看来, 真空就是完全空无一物的状态。但是现代物理学研究从理论上指出, 真空涨落可以自发地出现物质, 例如, 在一定条件下真空态可以产生出电子和正电子(反电子)对。一种情况是产生的电子-正电子对又很快消失, 不能进行直接控制, 称为虚粒子。另一种情况是在超重原子核附近, 真空衰变可以产生长寿命的电子-正电子对。这是当前科学研究的一个重要课题。



从以上的多种物态介绍和当代物理学的发展，自然会进一步问：在地球上能实现超密态物质的产生条件吗？在太空中能观测到反物质吗？在实验中能证实关于真空态的理论吗？这些都是很有意义的留待未来物理学解决的重要问题。

### 1.3 苹果落地是引力作用，还有哪些力作用

——物质间的相互作用和作用力

前面介绍了常见的和不常见的物质状态，以及尚待科学观测研究证实的物质状态，有的还涉及到需要未来物理学解决的一些重要问题。现在再来看看物理学中另一个重要方面，这就是物质之间的相互作用，也就是作用到物质的力。关于牛顿从苹果落地到万有引力研究的故事，关于我国东汉王充做磁石引针，顿牟（琥珀或玳瑁）掇芥的记述，都是历史上对引力、静磁力和静电力的观察。当代物理学的研究对作用到物质的力又是怎样认识的？在未来可能有什么发展？

从物理学的发展看，对作用到物质的力（简称力）的认识有一个从部分到全面、从分开到统一的发展过程。例如，最初对磁力和电力是分开研究的，后来统一到电磁力。最初把电磁现象和光现象分别对待，后来才认识到它们都是电磁波谱中的不同波长的波段。最初把现象广泛存在和作用距离远的电磁力，与只存在和作用于原子核等微观范围的弱（作用）力认为是完全不同的两种力，后来才认识到电磁力和弱力在一定条件下是统一为电弱力的。进一步研究还表明，在另一种新的条件下，电弱力和作用于强子（如质子、中子和介子）的强作用力，又会统一起来的。甚至当前还正在研究，物质之间的4种作用力，即电磁力、弱力、强力和引力是否可以统一起来呢？因为把电磁力、弱力和强力的统一称为“大统一”，自然就把电磁力、弱力、强力和引力的进一步统一称为“超大统一”了。