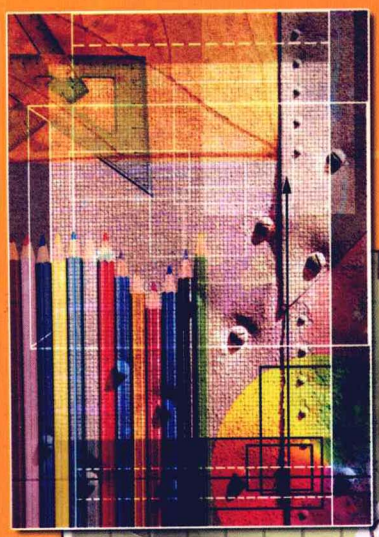
全民科学素质行动计划纲要书系

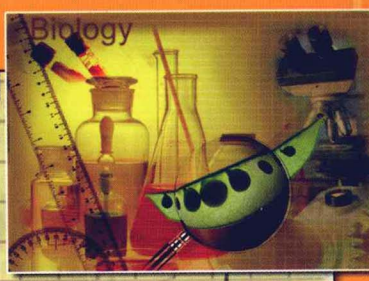
CAISE TUJIE DANGDAI KEJI

彩色图解当代科技

—— 物质科学

高 潮 甘华鸣 主编





科学普及出版社

全民科学素质行动计划纲要书系

CAISE TUJIE DANGDAI KEJI

彩色图解当代科技

——物质科学

高　潮　甘华鸣　主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

科学普及出版社
北　京

图书在版编目(CIP)数据

物质科学 / 高潮，甘华鸣主编.—北京：科学普及出版社，2008.1
（彩色图解当代科技）
ISBN 978-7-110-05979-1

Ⅰ.物... Ⅱ.①高...②甘... Ⅲ.物质—图解 Ⅳ.O4-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2007）第199366号

自2006年4月起本社图书封面均贴有防伪标志，未贴防伪标志的为盗版图书。

主　　编　高　潮　甘华鸣
副 主 编　王鸿生　段伟文　马俊杰　傅　立
　　孙立新

编　　委　（以姓氏笔画为序）
　　马建平　马建波　马俊杰　王鸿生
　　甘华鸣　刘　奇　孙立新　李　东
　　杨贤友　张舒阳　林　坚　段伟文
　　高　潮　高素兰　郭全胜　傅　立

策划编辑　肖　叶　崔　玲　　**责任编辑**　金　蓉
封面设计　阳　光　　**责任校对**　张林娜
责任印制　安利平　　**法律顾问**　宋润君

科学普及出版社出版
北京市海淀区中关村南大街16号　邮政编码：100081
电话：010-62103210　传真：010-62183872
http://www.kjpbooks.com.cn
科学普及出版社发行部发行
北京金盾印刷厂印刷
*
开本：720毫米×1000毫米　1/16　印张：9.75　字数：190千字
2008年1月第1版　2008年1月第1次印刷
ISBN 978-7-110-05979-1/O·78
印数：1-5000册　定价：36.00元

（凡购买本社的图书，如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责调换）

编者的话

现代科技正在不可思议地改变着世界。

人类从来没有像今天这样依赖于科学技术的发展和创新。我们不能设想，离开现代科技的支持，我们的社会和生活将会变成什么样?现代人的衣、食、住、行，乃至思想、观念、行为、情感、心理等诸多方面，都因为科学技术的发展而发生着前所未有的变化。“科技含量”这一概念，不仅仅是衡量某一产业、产品的关键标准，也是判断和考察人的生活质量的重要依据之一。科学家在现代社会里扮演着魔术大师一样的角色，他们的大量成就令人目瞪口呆。现代科学技术所达到的高度和取得的成就，超出了多数人的想象力和心理承受力，很容易让人产生“惊呆了”、“吓坏了”的感觉。现代科学技术所独具的无穷力量和巨大作用使得它被尊为“第一生产力”而受到格外的重视。“科教兴国”战略和“自主创新”战略的确立，把科学技术和创新体系作为国家兴盛、民族崛起和人民幸福的寄托、希望和实现途径。这是极为正确的战略抉择!

然而，在我们尽情享受现代科学技术创造和提供的一切成果的同时，我们对现代科技又知道多少呢?陌生的熟悉与熟悉的陌生，这种矛盾的感觉时常困扰着人们。对于司空见惯的东西，我们往往又所知甚少。科技成果与我们的生活息息相关，而科技活动又与我们相距甚远。有调查表明，现代人的科学水平和科学素质不容乐观。我们大多数人不可能也没有必要成为现代科技专家，但掌握一定的科学知识、科学方法、科

学思想，培养良好的科学态度和科学精神是每一个公民应具备的基本素质。理解科学才能尊重科学、使用科学。这就是我们从小就倒背如流的“学科学、爱科学、讲科学、用科学”。

《彩色图解当代科技》是一套内容与形式俱佳的高级科普读物。该书的特点非常鲜明：一是内容丰富，信息充足，重点突出，详略得当，抓住了“前沿”、“新进展”和“新成果”。二是体系严谨，条理清楚，语言精炼，表达准确，做到了用科学的语言叙述科学。三是图文并重，形象直观，尽量采用了准确简明的图表等非文字语言符号的表述形式，每一页文字都配置相应的一页彩图，作为前面文字的背景、佐证和辅助说明。

科学技术不是日常生活经验，更不是文学创作。试图通过听一个故事或打一个比喻就了解科学真义的想法是不现实的。科学有着自己独特的、规范的概念体系和语言表达方式。真正的科普读物首先要传达科学信息，其次要尽量通俗，既不能因深奥而难以理解，也不能因流俗而伤害科学，这两者结合得很好是一件不容易的事情。我们一直在努力。但即使如此，读高级科普读物仍不会像读小说那么轻松，我们相信，只要你对科学怀着一种敬重和执著，就一定能走近科学。《彩色图解当代科技》将帮助拉近你与现代科学技术之间的距离。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目录

001 **第一章 物质科学概述**

001 第一节 物质科学体系

005 第二节 物质现象

005 第三节 现代物质科学对经典物理学的突破

009 **第二章 物质的层次和演化**

009 第一节 物质的层次

019 第二节 物质的起源和演化

033 **第三章 物理定律不变性**

033 第一节 参照系

043 第二节 惯性参照系和非惯性参照系

047 第三节 物理定律不变原理

051 **第四章 狭义相对论**

051 第一节 两个基本原理

055 第二节 光速不变原理的效应

075 第三节 不同惯性系下物理量的变换

087 第四节 质能关系，能动关系
091 第五节 四维世界

099 **第五章 量子场论**
099 第一节 场
103 第二节 粒子
113 第三节 粒子之间的作用力
119 第四节 粒子间相互作用的过程
125 第五节 规范场
129 第六节 尖端课题

135 **第六章 对称性和守恒律**
135 第一节 对称性和对称性原理
139 第二节 对称性与守恒律的对应关系

第一章　物质科学概述

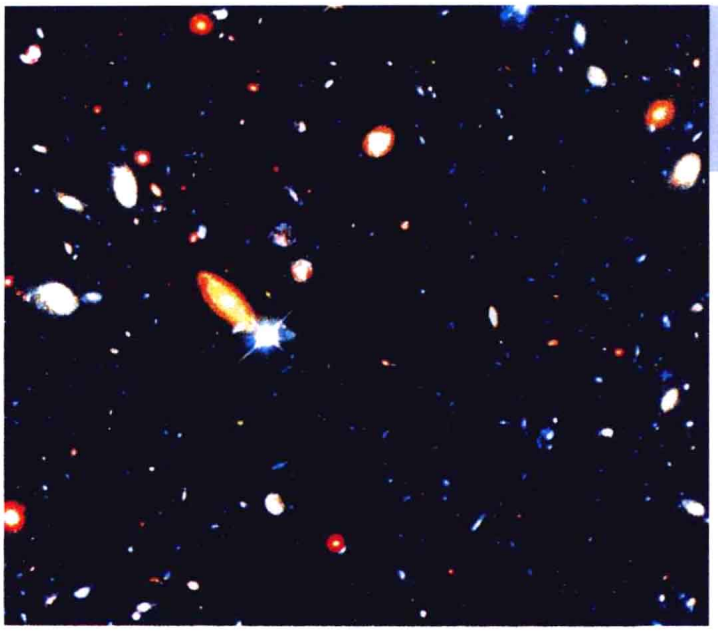
第一节　物质科学体系

世界是由物质组成的。随着人类对自然认识的深化，以物质的结构层次、运动形式和演化机制为研究对象的物质科学获得了巨大的发展。尤其是20世纪以来，以相对论和量子力学为支柱的现代物理学理论体系的建立，使人类的视野进一步拓展到微观、宇观和高速领域。

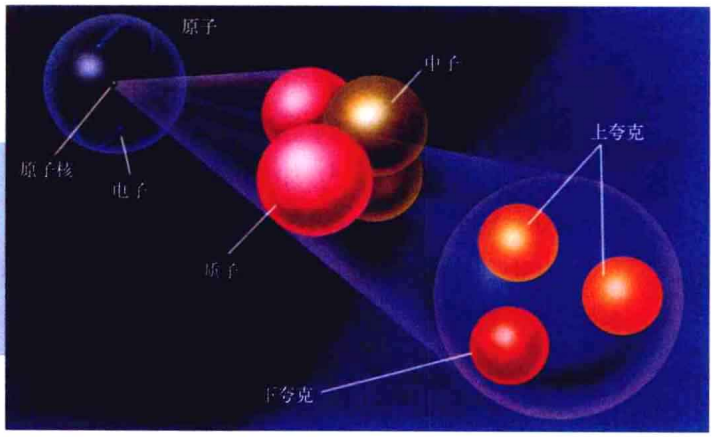
目前，利用精密的实验设备和先进的分析手段，人们已经可以对小到空间尺度为10^{-17}米的亚核世界，大到150亿光年（1.419×10^{26}米）左右的整个宇宙进行研究。

物质科学的核心内容是物理学。物理学所研究的是物质的基本结构和物质运动的基本规律，它不仅是物质科学最重要的领域，还为所有自然科学提供了统一的理论基础。

现代物理学将物质划分为不同层次，各个层次的物质又有其特殊的属性和运动规律，对这些属性和规律的探索导致了一个庞大的物质科学体系的形成。物理学的研究领域及相应的主要学科，可见表1－1。



◁ 哈勃太空望远镜所拍摄的最遥远的宇宙图景。其中，最远的星系距我们约120亿光年



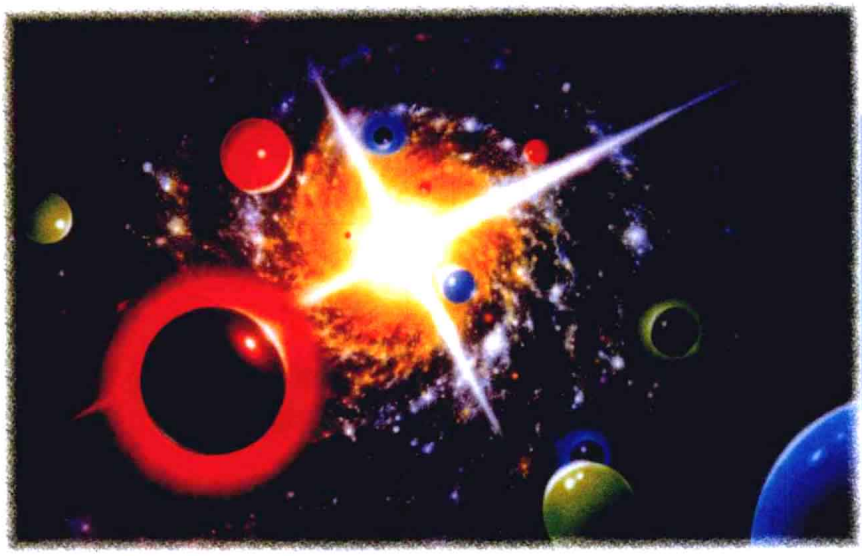
▷ 20世纪中，卢瑟福打开原子的大门之后，人类又进一步将物质科学的研究领域推进到原子核以及亚核层次

◁ 大型电子－正电子对撞机(LEP)，位于日内瓦欧洲核子研究中心（CERN），它埋设在图片中白色圆圈下面

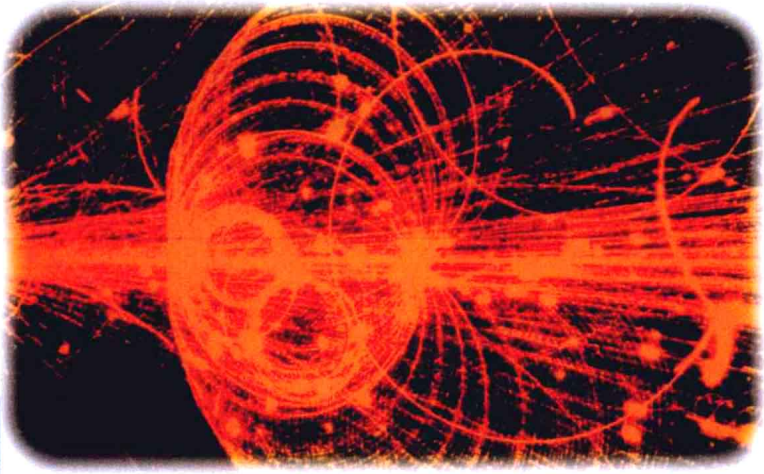
表 1－1　物理学的研究领域及主要学科

研究领域	空间范围（m）	主要学科
?	↑	物理学前沿
目前观测所及宇宙	10^{26} ~ 10^{27}	宇宙学
超星系团　星系团	10^{23} ~ 10^{24}	天体物理学 空间科学
星系（银河系）	10^{18} ~ 10^{22}（10^{21}）	
恒星（太阳）	10^{4} ~ 10^{12}（10^{9}）	
地球	10^{7}	地球科学
宏观物体	10^{-3} ~ 10^{6}	经典物理学
介观物质	10^{-8} ~ 10^{-6}	介观物理学（如超导理论）
分子	10^{-10} ~ 10^{-8}	原子物理学 分子物理学 凝聚态物理学 光物理学
原子	10^{-10}	
原子核	10^{-15} ~ 10^{-14}	原子核物理学
强子（中子、质子等）	10^{-15}	粒子物理学
夸克　轻子（电子等） 规范玻色子	$<10^{-16}$	
?	↓	物理学前沿

▷ 运用超导技术制造的超导列车具有广阔的前景



◁ 粒子物理学和宇宙学的研究目标是揭示粒子和宇宙的创生及演进历程



▷ 高速运动的基本粒子的轨道

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第二节　物质现象

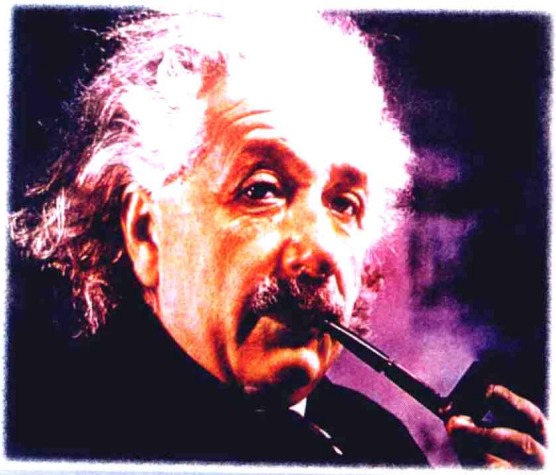
根据现代物质科学，物质具有复杂的层次结构，较低层次的元素（粒子）通过相互作用力结合为较高的层次系统，因此物质科学将物质不断地还原为更微观层次的元素及其间的作用力，企图将物质现象归结为一些不可再分的“基本”粒子和基本力。

物质科学将物质的运动规律归因于物质（粒子）间的四种基本力的作用结果。这四种基本力分别为引力、电磁力、弱力和强力。

目前，最“基本”的粒子（尚未发现内部结构的粒子）有夸克、轻子和传递基本力的各种规范玻色子（如光子、胶子）等共62种。依据量子场论的观点，粒子是场的激发态，各类基本力对应着特定的规范场，因此物质被进一步统一为实物粒子场、规范玻色子场等量子场。

第三节　现代物质科学对经典物理学的突破

到19世纪末，经典力学、经典热力学、统计物理学和经典电动力学分别明晰而深刻地描述了机械运动、分子热运动和电磁运动。其中，最为成功的是经典力学，它运用微积分建立了一系列严格的因果关系，科学家曾利用行星轨道的偏差和万有引力定律准确预言了海王星和冥王星的存在。拉普拉斯曾宣称，只要知道初始条件和力的变化规律就可以完全确定粒子的运动轨迹。经典物理学家进一步设想，物质由刚性微粒组成，运用统计方法和经典力学将研究领域拓展到热学领域。法拉第、麦克斯韦则用非经典粒子形态的波或场将电、磁和光统一为同一的电磁现象，创



△ 爱因斯坦创立了狭义相对论和广义相对论，突破了经典物理学的绝对时空观

△ 量子力学为微电子技术、激光技术、通信技术的发展奠定了坚实的理论基础

◁ 用扫描电子枪绘出的世界上最小的贺卡，此贺卡仅是普通贺卡的十亿分之一左右

立了经典电动力学。

20 世纪初，物理学发生了三次革命，深刻地改变了人们对物理世界的理解。这三次革命的标志和成果，就是狭义相对论（1905 年）、广义相对论（1915 年）和量子力学（1925 年）。在此基础上，后来又产生了量子场论。

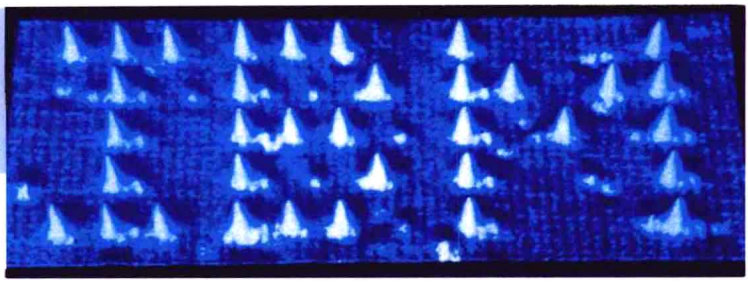
现代物质科学在经典物理学的基础上取得了四大突破：

（1）狭义相对论和广义相对论突破了经典物理学的绝对时空观，揭示了时间、空间、物质和运动的内在联系，建立了相对性的引力理论；

（2）量子力学突破了经典物理学对物理世界的直观描述方式和拉普拉斯决定论，运用抽象的概率幅函数揭示了微观世界的规律；

（3）量子场论突破了经典物理学中粒子和场（波）的对立，将物质的基本层次、基本力和物质世界的起源纳入了一个统一的理论范式；

（4）对对称性和守恒量的认识，一方面是方法论上的突破；另一方面揭示了自然的本质，这一跨越物理学各个领域的普遍法则已成为科学家探索未知的深层次奥秘的利器。



▷ 电子显微镜下拍摄的原子世界图景。微观世界的运动规律需要用量子理论描叙

◁ 著名理论物理学家史蒂芬·霍金。他将量子理论与广义相对论相结合，在量子宇宙学领域取得重大突破

▷ 人类对物质世界的探索永无止境

第二章　物质的层次和演化

物质科学的最新成就向我们展示了一个大到总星系、星系团、银河系、太阳系、地球、月球，小到分子、原子、原子核、粒子的丰富多彩的结构层次，以及所有结构层次随时间变化的演化机制。划分物质结构层次的主要标准是空间尺度，通常大致地分为宇观、宏观、微观。在有关物质演化机制的研究中，最为激动人心的是对宇宙演化的探索，从现代物质科学的主导研究策略分析还原方法来看，一部宇宙的演化史实际上是微观粒子和基本力的形成史。

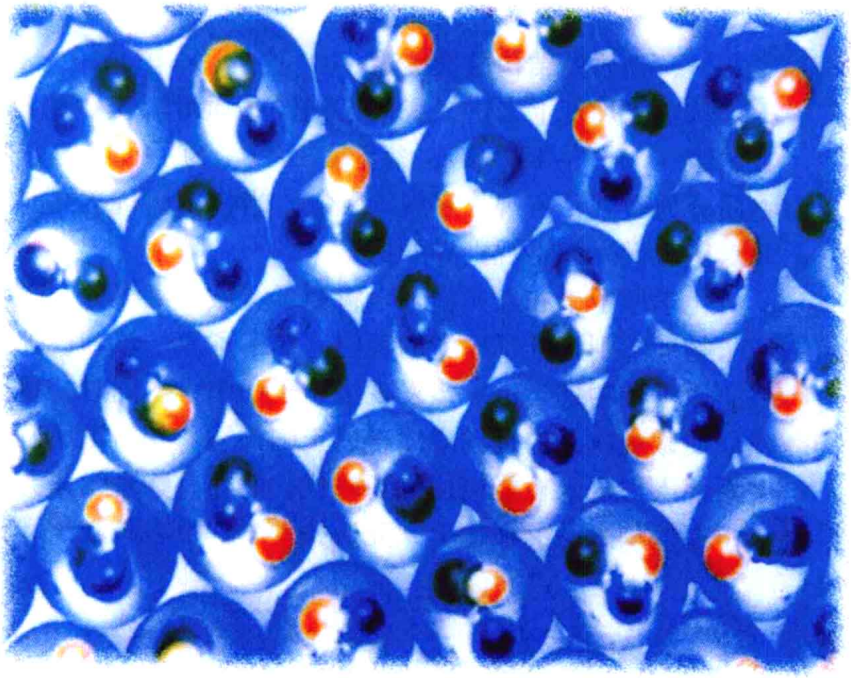
第一节　物质的层次

一、物质的结构层次概观

从空间尺度上来讲，我们已知的物质世界至少跨越了 42 个数量级（10^{-16} ~ 10^{26} 米），参见表 1 - 1。为了研究的方便，常将物质分为微观、宏观、宇观等领域。当代物质科学的前沿主要涉及对微观世界和宇观世界的探索。

化学原子论和经典物理学将原子看做不可再分的微粒。近代原子物理学则打开了原子的大门，揭示了原子核和核外电子的存在。原子核物理学进一步发现了质子和中子。同时，量子力学的建立使微观粒子的运动规律得以正确描述。相对论所阐明的质能关系使人类进入核能应用的新时代。然而，物理学家并未就此止步，在探幽入微的征途上，先后找到了四百多种粒子，他们将这

△ 物质·宇宙·生命



▷ 中子结构示意图。从中可见到中子内部有三个夸克

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com