

神材妙用
丛书

李景德 沈 韩 著

神妙材料

神在何处？
妙在何方？

内 容 简 介

本书以历史故事、神话小说、传媒和散文的混合形式，介绍神奇材料之“神”处与应用之“妙”。著者以导游身份陪同读者参加一次沙漠旅行，凭吊人类和自然在这里进行了数百年战争的古战场。按照科学技术史的发展，本书内容包括三部分：首先回顾导致产业革命的科技史故事；接着议论在第一片沙漠上建立起来的晶体管王朝的兴衰必然性；然后讲述自然为抵御人类的继续入侵而采取的对策。更引人入胜的是，介绍了各种典型材料在诞生过程中曲折离奇的故事。

本书适宜于具有中学以上文化程度的广大读者，特别适宜于准备升学或就业的青年学生。

图书在版编目 (CIP) 数据

神妙材料神在何处？妙在何方？/李景德，沈韩著.
—北京：科学出版社，2000（神材妙用丛书/蒋民华主编）
ISBN 7-03-008245-1

I. 神... II. ①李...②沈... III. 新材料应用—普及读物 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 00619 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717

北 京 双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000 年 7 月 第 一 版 开本：787×960 1/32
2000 年 7 月 第一次印刷 印张：6 1/2
印数：1—3 500 字数：122 000

定价：12.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈环伟〉)

《神材妙用丛书》编委会

主 编：蒋民华

副主编：周志刚 肖定全

钟维烈 李义发（常务）

编 委：（按姓氏笔画）

王永令 石力开 邝安祥

李景德 庄 严 孟中岩

赵明洲 张进修 夏钟福

雷清泉 鄢德平 薛文进

顾 问：（按姓氏笔画）

干福熹 王业宁 王占国

王震西 邹世昌 赵忠贤

殷之文 姚 熹 涂铭旌

《神材妙用丛书》出版说明

改革开放以来，我国在各方面都发生了翻天覆地的变化，国力大大加强，国际威望空前提高，科学技术取得了辉煌成就，在某些领域还处于国际领先地位。但就总体来讲，我国的科学技术与世界先进水平还有较大差距，特别在高科技（如新材料科学技术）方面，差距更大些。新材料科学技术是高科技的重要组成部分，而且新材料应用广泛，在许多方面已进入到老百姓家庭和日常生活之中，如各类家电和许多日常生活必需品等。可是，人们对于新材料科学技术知识了解不多，甚至许多人对于像“铁电”“压电”等高新技术名词术语都没有听过，更不用说去了解其含义。因此急待普及、宣传新材料科学技术知识。为此，我们特组织部分院士、博士生导师和有关专家共同撰写本丛书，以期达到人们对高新科学技术知识有初步的了解。此举也是为了进一步落实党中央“科教兴国”的伟大战略部署，为提高中华民族的科学技术和文化素质所做的一件实事和好事。本丛书的内容包括压电、激光、热电、电光、铁电、生态环境、声光、晶体、磁光、记忆合金等领域的神奇材料及它们的妙用。在撰写过程中，力求深入浅出，通俗易懂，文字简练，内容生动，做到科学性、趣味性和可读性的完美结合与统一。

我们深信，只要认真阅读本丛书，深入领会，一定可从中吸取新知识、新思想和新观点，一定可在较短时间内步入新材料技术的科学殿堂。

本套丛书可供具有中学以上文化程度的广大读者
阅读.

编委会

序 言

本书以历史故事、神话小说、传媒和散文的混合形式来介绍神奇材料的巧妙应用。这是科普著作的一种新笔法的大胆尝试。目的在于引起有中学以上文化程度的广大读者的兴趣，并易于理解；而专业行家看了也可博得一笑。从而使老中青的政治、经济、文化、技术等各行各业的人都来关心我国的科学事业。让我国逐渐富裕起来的人民群众知道，除了落后迷信和声色犬马场所之外，精神上还有科学和哲学等丰富多彩的广阔天地；至少可提供有益健康和高尚情趣的旅游之乐。彷徨于选择人生之路的高校考生也可借以参考，不至无知到要去复制牛顿和爱因斯坦的陈年记忆。

故事、小说的吸引力来自其神奇虚构，传媒炒作的煽动性隐藏于巧妙夸张。只有神奇会滑入邪教，单凭夸张其实是欺骗。故要兼用散文形式的无情剖析，以保本书的科学性而不陷入干瘪乏味的说教。世界上本来就有两种斗争：人和人的斗争，人和自然的斗争。文学家的创作偏爱描述第一种，在社会上已引起了自古以来的多少激情；今天还在继续哺育越来越多的各种追星群族。科学家为什么不可以借用文学家发明的绝招，推广到描述第二种斗争之中，以引起振兴中华的激情，形成科学的追星一族。

这是一本沙漠旅游记，介绍经历了三四百年的人和自然的残酷战争。文学家早就将神人格化了，在这里，自然和物也被人格化了。参与这场战争而作出牺

性的人，都是才华横溢的杰出科学家。不幸的是他们都被文学家丑化成了异类；这里则把他们还原为血肉之躯、具有常人感情的普通战士。文学家和传媒编的故事虽已很不少，但科学家讲的故事也许更能令人有一种别具风格的新鲜感。您会发现东方和西方人如何按各自的性格来创造神；这两方神圣为何犯了怎样的错误而留下千古遗憾。在战争中不仅有东方人布设过八阵图，而且有西方人布设的八阵图，还在围困着被认为很有智慧的许多学者。人类社会出现了各种邪教，可知物理学中也有邪教？对比一下信徒和物理学家对待邪教的态度，也许会给人以启发。书中用两种物的王朝之间的冲突，来比拟正在引起全世界注意的人类发展的危机；以说明每一个人只有不断提高科学和哲学素质而不沉迷于富贵物欲，才不致自己毁灭自己。人类战胜自然获得的战利品是知识和材料，这些战果可造就今天和明天的社会物质文明。

著 者

目 录

1	沙漠的诱惑	1
2	伏羲八卦之妙	9
3	神和人的争论	18
4	地图上的玄机	26
5	科学家走的路	36
6	苟全的生命	42
7	泄露天机的人	47
8	半导体王朝的兴衰	55
9	山在虚无缥缈间	65
10	通到广寒宫的桥	75
11	观音菩萨的瓶子	84
12	物理学的荒唐推论	92
13	麦克斯韦布下的八阵图	101
14	零的困惑	109
15	此恨绵绵无绝期	119
16	阴阳的统计原理	127
17	塑料王朝的歪理	136
18	材料结构中的乾坤	147
19	材料舞台的男女明星	158
20	小媳妇解放之路	166
21	走向海市蜃楼的结局	174
22	因果报应的评论	184
23	老子出关	192

1 沙漠的诱惑

沙漠是个神秘的去处；不同的人看它会感受到完全不同的景色，引发彼此无关的欲望。虔诚的教徒看见的是圣地，他们跪下来静候真主的福音。贪婪的商人看见的是那里埋着的黑金，盘算如何掠为己有。激情的诗人用它来对比金粉南朝的伤感没落，奋起振臂高呼：老夫犹堪捱大漠，诸君何事泣辛亭！物理学家来到沙漠，大为震惊地寻思：为什么这里到处都是那么多的水！

远处那起伏不尽的沙丘就像无边海洋上的巨浪。近处那地面更是令人难以置信，沙粒竟然严格有规则地高低相间排成层层等距的波纹；有如湖面上激起的涟漪。而所有这些都还不是静止的。如果用一个固定镜头对准同一视野，每隔一天拍一张底片依次连接成一卷拷贝，再用电影放映机以每秒 15 张的速度播放，普通人就可以在银幕上清楚地看到滚翻的浪涛和荡漾的涟漪。用物理学的语言来说这就是：沙漠和水面有着相同的运动规律；只是沙漠上的时间尺度慢了 100 万倍。在沙漠上的运动变慢了。物理学家面对着沙漠，思维也因而几乎停顿下来。研究这些沙粒的运动应该采用质点动力学还是要用流体力学，牛顿没有留下提示。

在沙漠上物理学家停下的只是思维，而旅行者停下的却是前进的脚步。饥渴、疲乏，路途还是那么遥远。不知什么时候，前方出现了海市蜃楼，那就是传说中的天国！天空也不知从何处飞来几只黑鸟。黑鸟

是不食活人肉的；它们盘旋等着旅行者最终倒下去，然后把他们的肉体带上天国。从此地上除了黄沙之外，偶而还可找到枯骨。

古人说，蜀道之难难于上青天；但既称蜀道，就是说还有路。沙漠上虽四面八方到处都走得通，却是完全没有路的。这里没有冲波逆折之回川，亦不必百步九折萦岩峦；不是雄伟气势，而是无名恐怖笼罩大地。别看它好像还晴朗宁静，金光灿烂；瞬息之间可以狂风骤起，阵沙蔽天，伸手不见五指。要想举步，后脚未曾跨起，前足就已被落沙没膝。近年，我国一位献身科学的科学家最神秘的死亡，就是这样发生在沙漠上。20 世纪的最后一场大战争几乎集中了全世界强国力量，使用了最先进的技术和武器，欲图占领而未果的无非也是一片沙漠。这才真正值得李白叹问：“嗟尔远道之人，胡为乎来哉！”

有人说：现代物理学的发展已经达到最后完善，只要解决技术问题就可以架一座桥由地球通到月亮。他们心中只有嫦娥，忘记了沙漠正以每年 2000 万亩的速度侵蚀我国的农田；沙漠的前锋已经进迫至离首都北京 70 公里。地球的北回归线一带已几乎全被沙漠侵占，只剩我国岭南鼎湖山附近还有小片原始森林；世界上善良的人们正在通过联合国援助保卫这片绿色原野。而有些炎黄子孙还在伴随着电视机里扭屁股的天王歌后为儿女私情对泣。

若以 1686 年牛顿的专著《自然哲学的数学原理》面世作为近代科学的开始，到现在物理学才走过了第一片大沙漠。而物理学中的第二片大沙漠还刚出现在前面；又有谁知道物理学中还有多少片大沙漠尚未有

人涉足呢？

历史称物理学中的第一片大沙漠为晶体。在西游记中猪八戒有 36 变，孙悟空有 72 变。晶体按方向对称有 32 变，按平移构造有 230 变；数学家分别称之为 32 种点群和 230 种空间群。连西游记的作者也想不到 36 和 72 之外还有没有别的变化。数学上却已严格证明了 32 和 230 之外不可能再存在别的晶体点群或晶体空间群。徒弟们的 36 和 72 变保住了唐僧平安到达西天。晶体的 32 和 230 变帮助了人类发展出今天的科学技术文明。历史记载下来科学家参悟出 32 和 230 变的研究晶体的艰难历程，使得 17 世纪中叶以后的二三百年间，晶体学被欧洲人称为物理学中的沙漠。在物理学渡越这第一片大沙漠的旅程中，曾有多少英雄为之折腰！关于晶体的研究，数学家将代数进一步加以抽象；发展成为抽象数学的一个新分支，叫做群论。而代数、几何和函数分析等，只不过是初等具体的数学。从牛顿到 20 世纪 30 年代，物理学形成了从宏观到微观的系统的基本原理。在四五十年代，物理学家以之为基础加上运用群论的抽象数学方法，创建了一整套的固体理论。后者是研究材料和设计其巧妙应用的依据；因为被称为材料的物质几乎都是固体。半导体的能带理论就是其中的重要成果之一。在这些物理学知识指导下，工程师才能够做出锗和硅等特种人工晶体，用来加工复杂的芯片，并组装成各种电子设备和计算机。这就是信息时代文明的由来。人们已经乐于在满园春色的信息网络中漫游；两三百年间在沙漠中挣扎的科学家的辛酸苦辣，可为丰盛的晚餐提供调味品。

1978年一群亚洲人聚会于庐山，商讨如何利用文化大动乱的劫后余生重建我国的物理学以迎接改革开放。在讨论中他们发现，物理学前面还有第二片大沙漠，叫做电介质物理学；当代材料研究和应用设计中许多基础问题都落入电介质物理范畴。预期若能在这方面取得突破，其功效比之20世纪50年代出现的半导体将有过之而无不及。因此，中国物理学会成立了电介质物理分会，决定在我国将电介质物理作为物理学的分支学科来建立。国外没有独立的电介质物理学科；美、日、西欧只从材料应用角度去研究电介质，东欧和前苏联则将电介质看作是半导体的一部分。

国人称电介质为物理学中的第二片大沙漠有两个原因。第一，自20世纪50年代以来固体理论在金属、磁学、半导体和超导等方面都有了深远的系统发展。但搜尽国内外叫做固体理论或凝聚态理论的每一本书，其中竟然找不到哪怕只有一章曾经提出可以叫做理论的“电介质理论”。显然，它尚未为世人所知，是物理学中的空白。今天，关于宏观物质的结构和性质的理论，必须建立在微观物理基础上。而现在涉及电介质材料及其应用时，还只能依据百多年前的经典物理。第二，近百年来不少天才理论物理学家都曾试图涉足这片领域，但全是寸步难行，无功而退。他们往往每举一步就得到任何正常人都能判断其为完全荒唐的理论结果。接着，他们只得花更多的时间和精力去证明常人均知为荒唐的理论真是荒唐的；哪里还有余力去走第二步。能够证明荒唐之所以为荒唐已经算是很成功的了。研究电介质所得到的理论上的荒唐结

论，还时常导致要几乎全部否定物理学本身。

现代物理学基本原理可归结为四大力学；这就是理论力学、电动力学、统计热力学和量子力学。只要不是太狂妄自大的物理学家都会觉察，既然从四大力学出发得出了自相矛盾的结论，物理学已有基本原理本身必然还存在尚未完善之处。这种不完善是研究新材料及其应用的最大障碍。

物理学是研究物质基本运动规律的科学。所谓科学，要求在严格条件下规律必须能够重现。近年来社会上流行许多所谓特异功能，那是不能重现的，都是伪科学。数学、物理、化学、生物等都是科学的一级分支，称为一级学科。从牛顿的年代起，物理学按基本运动的形式逐渐形成了它的二级学科分支；力学、电磁学、光学、热学、微观物理等都是物理学下属的二级学科。20世纪50年代以后，物理学又出现了第二种分支的方法；按物质的结构层次进行分支。基本粒子、核物理、原子和分子、凝聚态物理、地球物理、天体物理等成为新方法中物理学的下属二级学科。二级学科有两种分支方法依据的标准各不相同，分出来的二级学科是互相穿插的；这正如人可分男女，也可分为老中青。由于计算机技术的高度发展，物理学在70年代以后还出现二级学科的第三种分支方法；按物理研究中所用方法而将其分为实验物理、理论物理和计算物理。各级学科分支的划分方法是在历史发展过程中按其属性客观地自然形成的；并非可以凭主观决定。

古代，人们曾将宏观物质分为固体、液体和气体；合称为物质的三态。早在19世纪就出现了“固

体物理”这个概念。后来觉得这种分法有许多不方便之处，例如玻璃、石蜡、液晶、动物的肌肉等，很难说清楚它是固体或液体。因此，20世纪50年代以后逐渐将宏观物质改称为湍散态和凝聚态。凝聚态物理是范围大为扩宽了的固体物理。宏观物质由原子和分子等结构粒子所组成。当结构粒子的平均直径和彼此间的平均距离相近时，宏观物质的性质完全决定于各结构粒子之间的微观相互作用。此时，不再能近似地视各结构粒子为独立而必须考虑集体效应，这就是凝聚态物理要研究的问题。在湍散态物质中，结构粒子之间的平均距离远大于其平均直径，故可足够近似地认为各粒子独立地运动，只须计入它们偶而互相碰撞以交换能量。理想气体是典型化了的最简单的湍散态物质。

由于技术上应用的材料几乎都是凝聚态物质，和材料应用有关的基础研究早就积累了大量的科学知识。故在出现凝聚态物理这个二级分支学科的几乎同时，它就已经客观地自然形成了自己的三级学科分支；例如金属、磁学、半导体、电介质、超导、非晶固体等等。关于什么叫做电介质，曾出现过小小的争议。这种争议无非是从什么标准去将学科分支的问题。宏观物质在外电场作用下可以出现两种效应：电导和电感应。宏观物质按电导率的大小可分为导体、半导体、绝缘体、超导体等。金属是导体，但导体不限于金属；电解液也是很好的导体。电介质物理研究的不是物质的电导，而是电感应效应。绝缘体有电感应效应，良导体也可以有电感应效应；X光穿过金属时出现的效应就是标准的电感应，表现为相同频率的

X 光在不同金属中有不同的波长。

1871 年麦克斯韦提出了他的电磁理论。1873 年他完成了电磁理论历史上的第一部经典专著《电学和磁学》。在这本巨著中，他一开始就指出：宏观物质中存在各种束缚电荷，无外电场时束缚电荷处于力平衡位置；在强度为 E 的外电场作用下，束缚电荷将偏离平衡位置而产生位移，称为电位移，记为 D 。在最简单的情况下， D 和 E 成比例，比例常数 ϵ 称为介电常数。当时用厘米克秒制 (cgs) 单位，20 世纪 70 年代后习惯改用国际单位，故后来将比例常数改写为 $\epsilon \epsilon_0$ ，而称 ϵ 为相对介电常数。 $\epsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-12}$ 法拉每米 (F/m)，它是真空中的介电常数。 ϵ 是一个无量纲的纯数，在真空中， $\epsilon = 1$ 。当空间出现物质时总有别于真空，使得 $\epsilon \neq 1$ ， ϵ 不等于 1 的物质称为电介质，故所有宏观物质都是电介质，它包括了金属、半导体、绝缘体、有生命物质等等。电介质物理是研究宏观物质中电位移运动规律的科学，凭这个定义就可把它和凝聚态物理中的其他三级学科分支区别开来。

一个电容器，若在其两电极间充满电介质，则电容量比极间为真空时增大 ϵ 倍；故技术应用上常将介电常数改称为电容率。另一方面，由于历史习惯，许多教科书都不称 D 为电位移而称为电通量密度。约 130 年前，麦克斯韦为了得出他的电磁运动的统一方程组，对电位移这个概念曾作了过分的简化。名词的变更又附加了概念上的迷惘。物理学正是从这里进入第二片大沙漠的。要说服所有教科书的作者接受麦克斯韦建议的“电位移”这个概念十分困难；因为电

移本身十分复杂。宏观物质中全部原子核和绝大多数电子都是束缚电荷，其位移运动涉及物质的结构，从而可反映在其力学、热学、电学和光学等多方面性质的变化。材料的研究和应用恰好需要全面知道这些变化的规律。本丛书介绍的各种材料，从物理学角度看实际上多数都是电介质材料。

人类不自觉地被技术应用迫进了电介质物理这第二片大沙漠。物理学家却是受到诱惑心甘情愿地踏入这个绝境的；这里有人和自然斗争的最宽广的战场，任凭英雄逐鹿。这本小册子将带引读者参观人类战胜第一片大沙漠的古战场；其中有许多奇迹般的历史故事。但是，重点地将介绍关于第二片大沙漠的一些趣闻。

2 伏羲八卦之妙

《神材妙用丛书》要介绍的是神奇材料的巧妙应用；材料的神奇之处表现在其应用的巧妙。丛书的这第一分册要说明材料怎样做得越来越神，应用如何变成越来越妙；这是一个曲折离奇场面壮观的动人故事。世上本无材料，材料是人造出来的；世上本无神，神也是人造出来的。因此这本小册子所叙述的故事中的主角将包括各种教派的神和不同色彩的人，舞台遍布天上地下。

各种天然物质都不是材料，其中的一部分只可以称作原料。原料经过人工分离、粹取、合成、处理等许多步骤后得出了新的物质。它具有确定的成分、结构和性质，从而可提供人类所要求的技术应用。这种新物质才叫做材料。神话中最早关于神材妙用的故事是女娲炼石补天；炼，就是材料的制造。其妙用在于天也能补。其神在补天后剩下的残余还会变出一个妖怪，闹得天上地下都不得安宁。西游记描述的神话正在人间重现！

地球上出现人类约已有 250 万年。人和其他动物的区别在于人会制造工具；其实还有一个区别，就是人会制造神。材料的出现大概只是约五千年前的事。最早出现的材料是陶瓷、青铜和铁器；有了这些材料，人类才能用来创造文明。材料是人类文明诞生的助产士。外国人称中国为 China；china 的意思就是瓷器。可见中华民族历史上的光辉也是和神材妙用分不开的。名剑莫邪和干将，其神在金属材料的提炼和淬