

国家重点图书

章 综 主编 李国栋 著

我们生活在磁的世界里

—— 物质的磁性和应用



清华大学出版社
暨南大学出版社



章 综 主编 李国栋 著

我们生活在磁的世界里

—— 物质的磁性和应用



清华大学出版社



暨南大学出版社

(京)新登字 158 号

图书在版编目(CIP)数据

我们生活在磁的世界里:物质的磁性和应用/章琮主编;李国栋
著. —北京:清华大学出版社;广州:暨南大学出版社. 2000. 12

(院士科普书系/路甬祥主编)

ISBN 7-302-04201-2

I. 我… II. ①章… ②李… III. 磁学-普及读物

IV. 0441.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 83430 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

暨南大学出版社(广州天河,邮编 510630)

<http://www.jnu.edu.cn>

责任编辑: 宋成斌

印刷者: 北京市清华园胶印厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开本: 850×1168 1/32 **印张:** 8 **字数:** 158 千字

版次: 2000 年 12 月第 1 版 2000 年 12 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-302-04201-2/G·168

印数: 0001~5000

定价: 15.00 元

《院士科普书系》编委会(第二届)

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥

编委会委员 (两院各学部主任、副主任)

陈佳洱	杨 乐	闵乃本	陈建生	周 恒
王佛松	白春礼	刘元方	朱道本	何鸣元
梁栋材	卢永根	陈可冀	匡廷云	朱作言
孙 枢	安芷生	李廷栋	汪品先	陈 颢
王大中	戴汝为	周炳琨	刘广均	杨叔子
钟万勰	关 桥	吴有生	刘大响	顾国彪
陆建勋	龚惠兴	吴 澄	李大东	汪旭光
陆钟武	王思敬	朱建士	郑健超	胡见义
陈厚群	陈肇元	崔俊芝	张锦秋	刘鸿亮
方智远	旭日干	周国泰	王正国	赵 铠
钟南山	桑国卫			

编委会执行委员 郭传杰 常 平 钱文藻 罗荣兴

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 周先路(中国科学院学部联合办公室)

白玉良(中国工程院学部工作部)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总 策 划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 周继武 蔡鸿程 宋成斌

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交。

人类的文明进程至少已有 6000 余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起,是人类文明的发源地。

15 世纪之前,以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期,中国的科学技术在世界上一直领先长达 14 个世纪以上。在那个时期,影响世界文明进程的重要发明中,相当部分是中华民族的贡献。

后来,中国逐渐落后了。中国为什么落后?近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了唯一正确的回答:中国落后,是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌,更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打。所以要进行革命,通过革命从根本上改变旧的生产关系和政

治上层建筑,为解放和发展生产力开辟道路。于是,就有了 80 多年前孙中山先生领导的辛亥革命,就有了 50 年前我们党领导的新民主主义革命的胜利,以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革,都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在中国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的发展中大国里,再用 50 年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉

的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

A handwritten signature in black ink, reading '江泽民' (Jiang Zemin), written in a cursive style.

1999 年 12 月 23 日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰的

大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题,普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物,于科技知识中融入人文教育,不是一件容易的事。不少院士反映:写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中,科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题,科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言,指出科普是科教兴国的基础工程,勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识”,充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视,对提高全民族科技素质的殷殷期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程,成熟一批出版一批;另一方面随着科学技术的进步和创新,不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此,《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。

这一庞大的工程，不但需要院士们积极投入，还需要各界人士和广大读者的支持——对我们的选题和内容提出修订、完善的建议，帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量，使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面，我们也要以此为起点为开端，参与国际竞争与合作，勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

前 言

在许多人看来,磁是十分少见的现象,似乎只有吸铁的磁石和指示方向的指南针才同磁有关。在普通物理教科书中,同力、声、热、电、光等相比较,磁所占的篇幅和内容也是最少的。实际情况真是这样吗?

实践已经表明:随着社会的进步、科学的发展和高新技术的应用,在生产、国防、科学研究、高新技术和日常生活中已经离不开磁的应用,磁已成为电气化、电子化和信息化时代的宠儿。

科学研究还表明:近自我们的身体和我们居住的地球,远至月球、太阳、各类天体和宇宙空间;小至原子、原子核和各种基本粒子,大至天体和宇宙,构成它们的各种物质都具有磁性,它们所在的空间都存在磁场。这就是说,任何物质都具有或强或弱的磁性,任何空间都存在或高或低的磁场,即磁是普遍存在的。因此从某种意义上说,我们是生活在磁的世界里,磁的应用无所不在。

比如我们应用的磁录音、磁录像和磁光碟(盘);在医院中应用的核磁共振成像;正在上海浦东和四川都江堰市修建的时速可超过 500 公里的磁浮火车铁道;正在研制的具有非易失性、高信息存取速度和抗辐射的磁电子随机存储器;我国负责设计制造的探测太空反物质和暗物质的阿尔法磁谱仪;已测定北京猿人等年代的古地磁断代法;已用来证实大陆漂移和海底扩张的古岩石磁性研究。又比如由阿波罗飞

船登月测量月球磁场和月岩磁性可推测月球内部完全为固体;由宇宙飞船测量木星磁场可推定木星内部存在金属氢。从这些例子可以看出磁应用的重要性和广泛性,这些都将在本书中加以介绍。

从历史上看,我国古代在磁的发现和应⤿用,以及自然磁现象的观察和记载上的贡献都是很重要的。例如,我国最早发明和应⤿用了利用磁的指南器和指南针。指南针被称为中国对古代世界文明的四大贡献之一(其他为火药、印刷术和造纸术)。我国也最早将磁应用于医药,对地磁现象(如北极光)和太阳磁现象(如太阳黑子)都进行了最早的观察和最多的记载。因此,从这种意义上说,中国是磁的故乡,正像中国是茶的故乡、丝绸的故乡和陶瓷的故乡一样。我国古代在磁方面的许多贡献也将在本书中介绍。

综合说来,本书对磁的普遍存在、广泛应⤿用和多方面研究都将进行简明的介绍。

本书创作的参加者都是从新中国建国初期便开始从事磁学研究工作的,特别是后来主动坚持放弃署名的蒲富恪院士,原本也是作为主编之一,对本书的提纲和主要内容等都给予了很多的关注。希望通过此书介绍物质的磁性和各种应⤿用。在此,我们向蒲院士及所有提供帮助与合作的人表示深深的感谢。

我们深切地体会到,任何一门科学技术都同磁学一样,只要长期努力、深入钻研和多方合作,都会发现其广阔天地的。

章综 李国栋

2000年9月1日

目 录

1 磁是少见的吗

——磁的普遍性

- 1.1 任何地方都有磁的现象
——磁现象的广泛存在 1
- 1.2 磁是什么
——磁性和磁场 7
- 1.3 如何确定磁性强弱和磁场高低
——磁性和磁场的测量和单位 11
- 1.4 磁与电相似吗
——磁与电的关系和比较 14

2 中国是磁的故乡

——中国古代对磁学的贡献

- 2.1 磁石为什么叫慈石
——磁石的发现和应用 20
- 2.2 指南针同指南车有关吗
——中国最早发明和应用了指南针 24
- 2.3 北极光和太阳黑子跟磁有关吗
——中国有最早最多的地球磁现象和太阳磁现

象的记载	30
2.4 磁能入药和治病吗	
——中国有最早和丰富的磁石治病的记载	34
3 一切物质具有磁性,但大多数物质的磁性很弱	
——物质的弱磁性	
3.1 物质的磁性从哪里来	
——原子的磁性	40
3.2 为什么大多数物质的磁性很弱	
——物质的抗磁性和顺磁性	44
3.3 居里夫妇共同发现了放射性元素,也共同参加了磁学研究	
——物质弱磁性的特点	49
3.4 如何解决微波放大器的噪声问题	
——物质弱磁性的应用	56
4 常说的磁性材料,实际上是强磁(性)材料	
——物质的强磁性	
4.1 强磁材料有哪些主要表现	
——强磁性的宏观现象	61
4.2 强磁材料的强磁性是怎样产生的,强磁性是否只有铁磁性	
——强磁性的来源和中子磁结构分析	65
4.3 强磁材料能在任何条件下使用吗	

——强磁材料的若干特性	69
4.4 电话、电视和卫星通信所用强磁材料的磁特性 相同吗	
——强磁材料的不同频率磁特性和磁谱	74
5 磁与其他物性互相影响吗	
——物质的各种磁效应	
5.1 磁场能影响物质的电性,电场也能影响物质的 磁性吗	
——磁-电效应	80
5.2 怎样知道太阳黑子有很强的磁场	
——磁-光效应	85
5.3 测量汽车和火车重量的磁学方法	
——磁-力效应和磁-声效应	88
5.4 如何利用磁的方法达到目前最低的温度	
——磁-热效应	92
6 从核磁共振成像医学应用谈起	
——几种磁共振及其应用	
6.1 雷达和卫星通信中常用的多种磁性器件	
——铁磁共振及其应用	100
6.2 量子电子学的先导	
——顺磁共振及其应用	104
6.3 为什么说核磁共振成像将在 21 世纪获得更广	

泛的发展和应用	
——核磁共振及其应用	108
6.4 怎样测量半导体中电子和空穴的有效质量	
——回旋共振及其应用	112

7 为什么说磁性材料的种类繁多和功能齐全

——磁性功能材料的种类、特性和功能

7.1 能长久保持强磁特性的永磁材料	
——永磁功能材料	117
7.2 材料力学强度并不软的软磁材料	
——软磁功能材料	121
7.3 经历了几代的电子计算机为什么都离不开磁的应用	
——信(息)磁功能材料	125
7.4 多功能磁性材料会开辟新的应用领域吗	
——特(种)磁功能材料	129

8 如果没有磁,现代文明是不可想象的

——磁的广泛应用

8.1 阿尔法磁谱仪上天怎样探测反物质和暗物质	
——磁在高新技术中的应用	140
8.2 为什么发电和输电离不开磁	
——磁在传统技术中的应用	144
8.3 成本低效率高的电磁火箭和电磁炮	