



科普第一书 引领未来的新科技
KE PU DI YI SHU YIN LING WEI LAI DE XIN KE JI

第四次工业革命 纳米技术

罗振◎主编

吉林人民出版社



科普第一书 引领未来的新科技
KE PU DI YI SHU YIN LING WEI LAI DE XIN KE JI

第四次工业革命 纳米技术

罗振◎主编

吉林人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

第四次工业革命——纳米技术 / 罗振主编. —长春: 吉林人民出版社, 2014.7
(科普第一书)

ISBN 978-7-206-10866-2

I. ①第…

II. ①罗…

III. ①纳米技术—普及读物

IV. ①TB303-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第159383号

第四次工业革命——纳米技术

主 编: 罗 振

责任编辑: 孟 奇 王 丹

封面设计: 三合设计公社

咨询电话: 0431-85378033

吉林人民出版社出版·发行(长春市人民大街7548号 邮政编码: 130022)

印 刷: 北京中振源印务有限公司

开 本: 710mm×960mm

1/16

印 张: 10

字 数: 220千字

标准书号: ISBN 978-7-206-10866-2

版 次: 2014年7月第1版

印 次: 2014年7月第1次印刷

印 数: 1-8 000册

定 价: 29.80元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系调换。

前 言

科学技术是第一生产力。放眼古今中外，人类社会的每一次进步，都伴随着科学技术的进步。尤其是现代科技的突飞猛进，为社会生产力发展和人类的文明开辟了更为广阔的空间，有力地推动了经济和社会的发展。

科学技术作为人类文明的标志。它的普及，不但为人类提供了广播、电视、电影、录像、网络等传播思想文化的新手段，而且使精神文明建设有了新的载体。同时，它对于丰富人们的精神生活，更新人们的思想观念，破除迷信等具有重要意义。

而青少年作为祖国未来的主人，现在正处于最具可塑性的时期，因此，让青少年朋友们在这一时期了解一些成长中必备的科学知识和原理更是十分必要的，这关乎他们今后的健康成长。本丛书编写的宗旨就在于：让青少年学生在成长中学科学、懂科学、用科学，激发青少年的求知欲，破解在成长中遇到的种种难题，让青少年尽早接触到一些必需的自然科学知识、经济知识、心理学知识等诸多方面。为他们提供人生导航，科学指点等，让他们在轻松阅读中叩开绚烂人生的大门，对于培养青少年的探索钻研精神必将有很大的帮助。

现在，科学技术已经渗透在生活中的每个领域，从衣食住行，到军事航天。现代科学技术的进步和普及，对于丰富人们的精神生活，更新

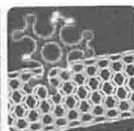
人们的思想观念，破除迷信等具有重要意义。世界本来就是充满了未知的，而好奇心正是推动世界前进的重要力量之一。因为有许多个究竟，所以这个世界很美丽。生动有趣和充满挑战探索的问题可以提高我们的创新思维和探索精神，激发我们的潜能和学习兴趣，让我们在成长的路上一直往前！

全套书的作者队伍庞大，从而保证了本丛书的科学性、严谨性、权威性。本书融技术性、知识性和趣味性于一体，向广大读者展示了一个丰富多彩的科普天地。使读者全面、系统、及时、准确地了解世界的现状及未来发展。总之，本书用一种通俗易懂的语言，来解释种种科学现象和理论的知识，从而达到普及科学知识的目的。阅读本书不但可以拓宽视野、启迪心智、树立志向，而且对青少年健康成长起到积极向上的引导作用。愿我们携起手来，一起朝着明天，出发！

目录

C o n t e n t s

第四次工业革命：纳米技术



第一章 开天辟地的科学：纳米科技 001

第一节 从认识纳米开始 002

 纳米的起源 002

 纳米的含义 005

 纳米的独特性 007

第二节 深入纳米科技 010

 纳米技术的含义 010

 纳米科技的特性 012

 蓬勃发展的纳米科技 016

 未来纳米的发展 019

第三节 纳米科技在中国 024

 机遇与挑战并存 024

 成长与超越并进 025

 纳米材料在中国“开花” 028

第二章 浓缩的精华：纳米材料 031

第一节 纳米材料时代的到来 032

 纳米材料的含义 032

 纳米材料的分类 033

 纳米材料的安全问题 035

 寻找纳米材料的过去 039

纳米材料的明天更辉煌	042
第二节 与众不同的纳米材料	045
独有的物理效应	045
奇特的物性	048
奇异的扩散及烧结性能	051
显著的力学性能	052
极强的超塑性	053
优异的光电性能	054
第三节 形形色色的纳米材料	056
纳米能源材料	056
纳米复合材料	059
纳米传感材料	062
纳米医用材料	063
纳米陶瓷材料	065
纳米薄膜材料	066
第四节 纳米材料的另类天地	068
纳米材料在催化方面的应用	068
纳米材料在涂料方面的应用	069
纳米材料在精细化工及纺织方面的应用	070
纳米材料在生物医药方面的应用	071

第三章 超越遗传密码：DNA 纳米技术

第一节 从 DNA 谈起	074
DNA 的特殊结构	074
DNA 也可以导电	075
DNA 分子器件的优势	078
第二节 开拓创新的 DNA 纳米技术	080
DNA 纳米技术	080
DNA 用于纳米粒子的组装	081

DNA 模板自组装的驱动力	082
DNA 作为模板制备分子导线	084

第四章 传奇的世界：纳米与科学

第一节 超级微粒的契机

强大的纳米盘	088
有趣的纳米收音机	089
神奇的纳米碳管	089

第二节 纳米机器的无限精彩

微型的纳米机器人	092
分子马达横空出世	096
能搬动原子的机器	100
精致的纳米火车	102

第三节 医学领域的潮流

能鉴别的纳米探针	106
健康卫士——纳米银	107
纳米技术让瞌睡虫无处可藏	109

第四节 其他纳米科学

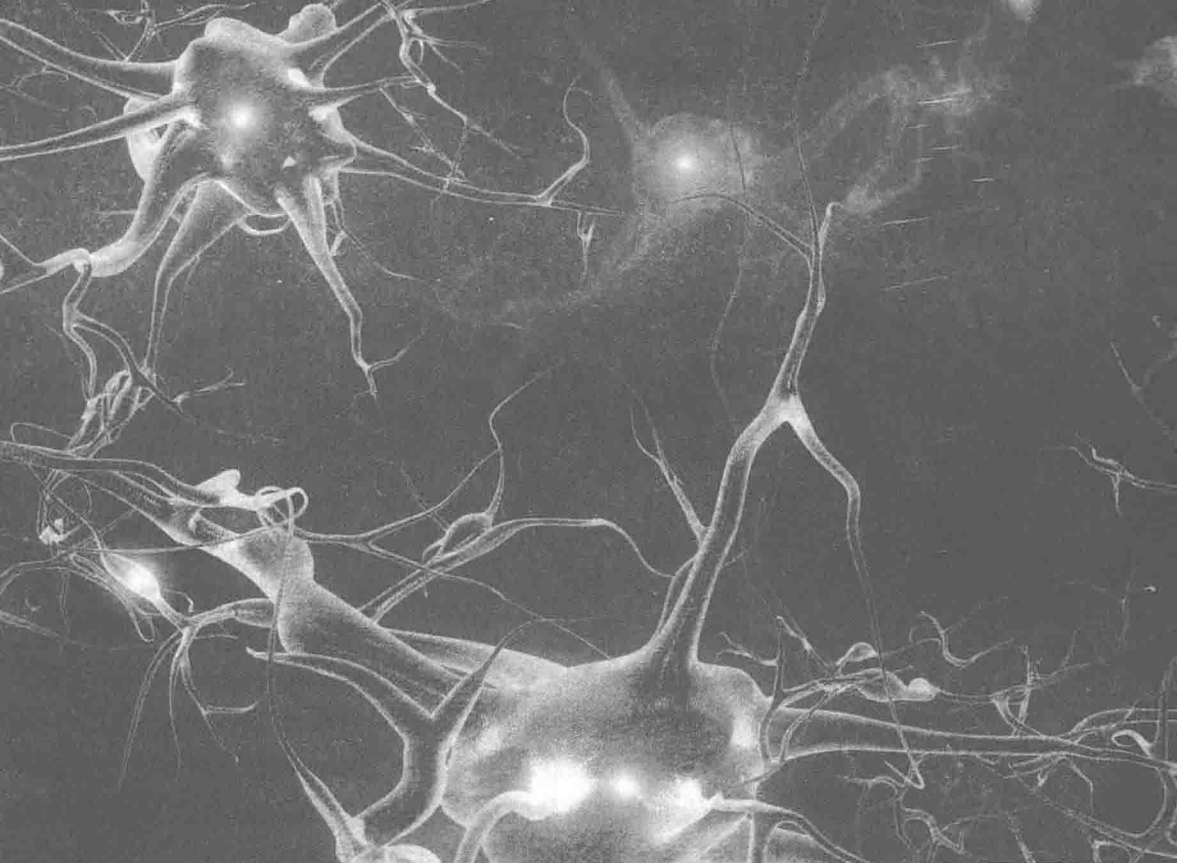
纳米技术与生活环境	111
纳米细菌	114
纳米塑料	117

第五章 军事最前沿：纳米与军事

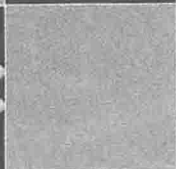
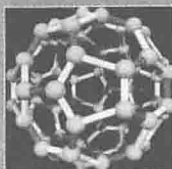
第一节 纳米科技大显“军威”

军事领域的“鲜血”——纳米技术	120
纳米金属材料的应用	121
纳米防护涂层的应用	123
纳米功能陶瓷的应用	126
纳米传感材料的应用	127

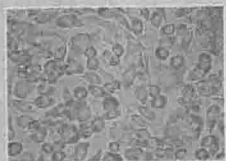
纳米隐身技术应运而生	129
武器装备的微型化和智能化	130
第二节 走在世界武器的前列	134
奇异的麻雀卫星	134
机器小鸟和昆虫	137
完美“007”	142
战场“小精灵”	144



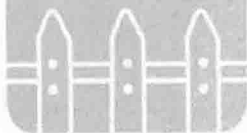
第一章 开天辟地的科学：纳米科技



纳米科技作为一种最具有市场应用潜力的新兴科学技术，其潜在的重要性毋庸置疑，一些发达国家投入大量的资金进行研究工作。如美国最早成立了纳米研究中心，日本文教科学部把纳米技术列为材料科学的四大重点研究开发项目之一。在国内，许多科研院所、高等院校也组织科研力量，开展纳米技术的研究工作，并取得了一定的研究成果。总之，纳米科技将为整个社会带来新的变革。



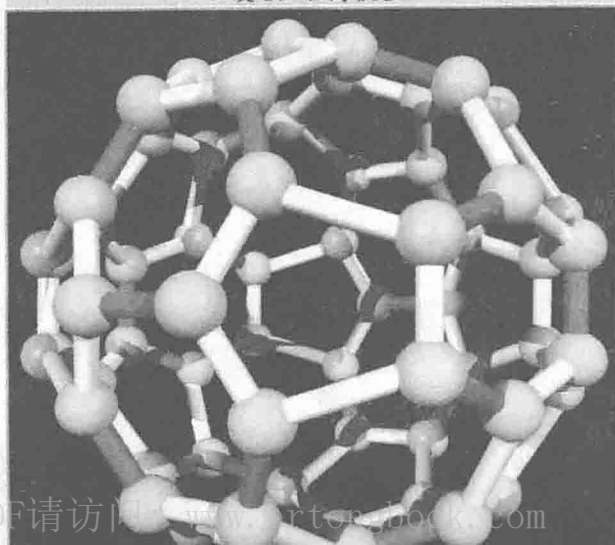
第一节 从认识纳米开始



纳米的起源

在一次偶然的机会中，人们了解了纳米的起源。1985年，在一次实验中，美国赖斯大学教授罗伯特·柯尔和理查德·斯莫利以及英国萨塞克斯大学教授哈罗德·克罗托发现了碳的球状结构。这些球状结构就是碳元素的新结构，富勒式结构是它的另一称谓，它是由60个碳原子组成的空心球状，也就是我们后来所说的碳60，它的形状与足球的形状非常相似。所以，基于各种特点，人们将其命名为“巴基球”，它是一种非常小的颗粒。除此之外，作为一项重大发现，碳60的发现者获得了1996年由瑞典皇家科学院颁发的诺贝尔化学奖。

碳60结构模型



你知道吗？

纳米“秤”的发明

1999年，巴西和美国科学家在进行碳纳米管实验时发明了世界上最小的“秤”，它能够称量十亿分之一克的物体，即相当于一个病毒的重量；此后不久，德国科学家研制出能称量单个原子重量的“秤”，打破了美国和巴西科学家联合创造的纪录。同年，美国科学家在单个分子上实现了有机开关，证实了在分子水平上可以发展电子和计算装置。

纳米以长度单位出现，这是第一次。最初，它被称为毫微米，也就是1/100微米。它是原子的4倍，与单个细菌的长度相比，其长度还小得多。在我们的日常生活中，人们根本无法用肉眼看到单个细菌，如果用显微镜去观察，也就是5微米左右。相信大家都觉得头发已经够细了，那么纳米到底多细？的确，如果你把一根头发分成5万根，那每一根的厚度差不多就是1纳米。可见，纳米是多么小！

在纳米被发现之后，它是如何被科学家应用的呢？在很久以前，科学家就希望能找到一种很小的并且带有洞的物质来容纳原子和离子，把原子和离子与它相掺和，从而制作出若干新型物质的分子容器，因为这样可以对宇宙化学、超导材料、材料化学、材料物理，甚至医学等研究有很大的价值。但是，在当时这只是科学家的愿望，由于受各种条件的限制，所以根本无法实施。而纳米的出现却为他们的愿望插上了飞翔的翅膀。后来，纳米技术也就出现了，它是利用纳米来发展的技术。

事实上，纳米技术并不是由纳米的发现者提出来的，它是在20世纪70年代中期由工程师埃里克·德雷克斯提出的。当时，他只是麻省理工学院的一名学生，在读到关于遗传工程的内容时，他就在考虑能不能用原子建造无机机器。之后，他就开始大量阅读书籍，勇于探索，发现之前的科学家与他的观点不谋而合。所以，他打算继续研究下去。在他看来，如果纳米技术能被应用，就能为人类带来更多的方便，利用它的自行复制能力就能产生很多的新鲜事物。如果有一块饼干，就可以利用纳米技术变成两块，数量也就会越来越多，相信饥饿就会很快消除……然而，这只是一种设想，如果真正变成现实还需要一段漫长的过程。当时，很多人认为他简

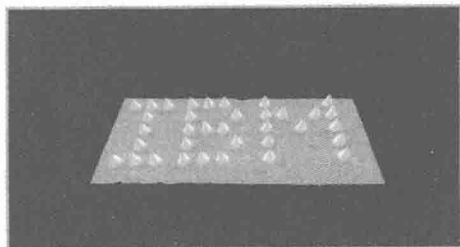


麻省理工学院

直是异想天开，他的想法也得不到人们的重视。

后来，随着科学技术的不断发展，很多人对埃里克·德雷克斯勒的想法产生了浓厚的兴趣。通过很多人的不断努力，在 20 世纪 80 ~ 90 年代，宾尼希和罗雷尔等人发明了扫描隧穿显微镜，它是以前科学家所期望的纳米科技研究的重要仪器。当然，它的出现所起的作用是不可估量的，它极大地推动了纳米的发展，因为它不仅以极高的分辨率揭示出了“可见”的原子、分子微观世界，同时也为操纵原子、分子提供了有力工具，从此，人们在探寻纳米技术的道路上前进了一大步，这台机器得到了很多科学家的喜爱和应用。

20 世纪 90 年代初，在使用扫描隧穿显微镜时，詹姆斯·金泽夫斯基和他的同事发现它有极小的探头，人们利用它可以记录原子的存在。所以他们就用了 35 个氩原子拼出了 IBM 3 个英文字母，这 3 个字母加起来不到 3 纳米长。在此基础上，他们制作出一台能计算的机器，也就是世界上的第一台分子算盘。其实，这个算盘的制作原理非常简单，就是把 10 个巴基球沿铜质表面上的一条细微的沟排成一行。从理论方面来说，该算盘储存信息的容量是常规电子计算机存储器的 10 亿倍。虽然人们在应用它的时候还感觉不到非常便利，但是它的出现就已经非常惊人了，因为人们在处理十分微小的物体方面取得了非常大的进步。



利用纳米技术将氩原子排出的 IBM

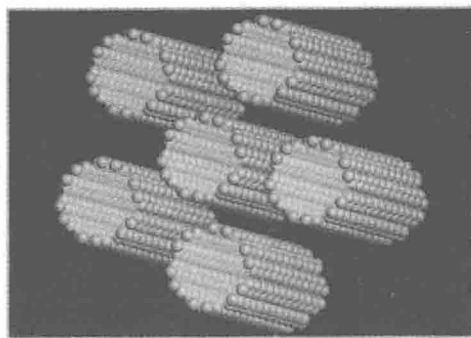
1990 年 7 月，第一届国际纳

米科学技术大会和第五届国际扫描隧穿显微学大会在美国巴尔的摩同时召开，正式宣告了纳米科技作为一门学科的诞生。此后，有越来越多的科学家开始关注纳米并推动其不断发展，如“纳米技术”、“纳米生物学”、“纳米粒子研究”等。相信在不久的将来，纳米科技一定会成为科技领域的一颗新星。



纳米的含义

目前对纳米真正了解的人还比较少，或者我们身边还有很多人不知道什么是纳米。更有意思的是，曾经有人把纳米当成是大米的一种，当他们在报纸或电视上听到这个词后，就问身边的人在哪里可以买到纳米，并且还问它的味道怎么样？其实，纳米和大米是完全不同的两种概念，虽然它们的名字中都含有一个米字，但是，纳米比大米小得多，而且还不能吃。那么，纳米究竟是什么东西呢？

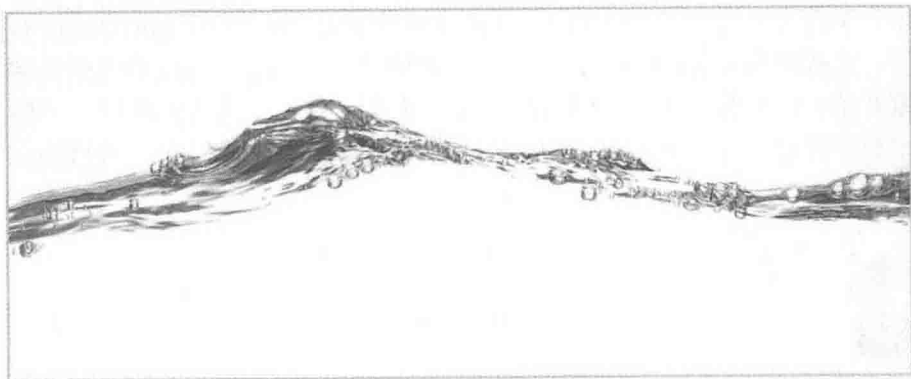


纳米管

纳米最初是由英文 nanometer 翻译而来的。它并不是某一种物质，而是一个长度单位，例如米、厘米、毫米等。但是，它又比这些长度单位短得多，1 纳米只相当于 10^{-9} 米。如果要通过一个形象的比喻来说明它的大小，如果地球是米，纳米在地球上就像是个小乒乓球。从这个比较中或许你

更能感觉出纳米的微小。我们把平常能接触到的世界叫做宏观世界，而把肉眼所看不见的原子核分子等微小粒子组成的世界叫做微观世界。那么，纳米属于哪个世界呢？

其实，纳米既不属于宏观世界也不属于微观世界，因为它的性质与宏观、微观世界物质的性质完全不同。例如，水是我们最熟悉的物质，并且我们还知道水和油不相溶，无论是宏观意义上的水还是微观意义上的水，都不和油相溶；但是，如果放在纳米的尺度上来讲，水可以和油相溶，并



在纳米世界，水和油可以相溶

且它们会溶合得很好，不会受外界其他物质的干扰，性质非常稳定。

这说明纳米世界是一个非常神奇的世界，我们普通世界中的物质到了纳米世界就会变得不一样。这也是纳米技术之所以比其他技术高超的主要原因。目前，纳米技术在我们生活中已经有很广泛的应用。比如，近年来我们曾听到广告词中所宣传的纳米冰箱、纳米洗衣机等。因此有科学家预言：纳米技术是最可能在未来取得突破的科学和工程领域，将会成为改变我们人类社会的主要科学技术。因为它已经迈入了一个崭新的微观世界，并且在这个世界中物质的运动要受量子原理主宰。构成物质的基本单位是原子，纳米技术的出现意味着人类将在原子层上认识未知世界。

你知道吗？

纳米洗衣机更健康

采用传统技术的洗衣机的内外桶，由于其结构的原因不能随意清洗，每次洗涤完衣物后，就会有一些污垢黏附在桶的表面，再加上适宜的温度和湿度就成为细菌滋生的温床。如果这些细菌不能被及时杀死，就会黏附在洗涤后的衣物上，形成二次污染，危害人体健康。洗衣机应用纳米技术，是指把纳米材料添加在内外桶材料或内外桶的表面涂敷材料中，使细菌无法在桶壁上存活，从而防止细菌的滋生，达到抗菌目的。

一些专门研究纳米材料和纳米结构的科学家预言：在不久的将来会出现由纳米材料组成的特种新奇的新材料。新材料的功能将远远超过目前所

使用的这些材料的功能，它不仅能够感知环境的变化，而且还能作出相应的反应。他们还认为，依照这样的发展速度，还会出现强度比钢铁大 10 倍的材料，但是，它的重量只有纸张的 $1/10$ ，并且具有超导电性。这样神奇的纳米真的会改变我们的生活吗？它又怎么样去改变的呢？科学发展的事实已经表明，纳米改变人类生活的事例很多。比如碳纳米管，虽然它的尺寸不到人头发直径的万分之一，但是它可以用作极细的导线或用于超小型电子器件中，这样就能大大提高电子器件的储存功能，甚至可以将一个拥有几百万册图书的图书馆信息放入一个只有糖块大小的装置中。另外，医学上还发现了一种叫“纳米机器人”的“小医生”，主要利用它进入纳米世界，打开了一扇更加宽阔的大门。

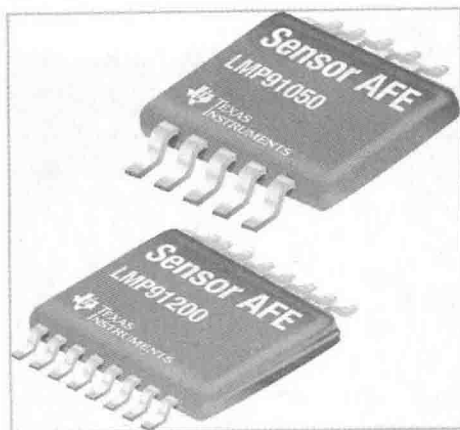


纳米的独特性

纳米的独特性主要体现在以下四个方面：

1. 光学特征

由于纳米粒子的粒径（一般在 $10 \sim 100$ 纳米）小于光波的波长，因此它常常与照射到它表面的入射光线产生复杂的交互作用。这也是纳米材料具有比较大的光吸收率的主要原因。因此，根据它的这一特殊光学特征，



红外线感测材料

可把它应用于红外线感测材料。此外，当我们把一些金属分割成只有几纳米大小的粒子时，金属就将失去它原有的光泽变成黑色。这是由于金属的粒子越小，它对光的吸收率就越低，所以就会变成黑色。利用这些特性，又可以将纳米粒子制成光热、光电等转换材料，从而提高太阳能转变为热能、电能的效率。此外，也可以将它应用到红外敏感元件以及红外隐身技术中。

2. 热学特征

对于固态物质来说，它的体积越大熔点就越高，体积越小熔点就越低。当一种物质的大小只有几纳米时，它的熔点显著降低。例如，一般金子的熔点为 1064°C ，但当它的大小减小到 10 纳米以下时，它的熔点就会降低 27°C ，当它的大小只有 2 纳米时，它的熔点仅为 327°C 左右，比正常的熔点低 737°C 。由此说明，纳米的热学性质非常的低。正因为如此，我们可以利用它的这一特征为科学领域服务，使那些熔点高的物质微分化，这样就能把它们应用到各个领域。

3. 磁学特征

一些动物体内含有一些超微的磁性粒子，它们的存在使动物具有一定的辨别方向的能力，能认识回家的路。那么，什么是磁性超微粒呢？它实质上就是一个生物磁罗盘。例如，生活在水中的趋磁细菌能依靠它游向营养丰富的水底。磁性超微粒为什么具有辨别方向的能力呢？通过电子显微镜的研究表明，在趋磁细菌体内通常含有直径约为 2 纳米的磁性氧化物颗粒。这些纳米磁性颗粒虽然非常微小，但是它的磁性却要比普通的磁铁强很多。在日常生活中，我们见到的螃蟹都是横着走的，其实，在很多年以前它也可以前后运动。这是为什么呢？据说，在亿万年前螃蟹的祖先体内具有几颗磁性纳米微粒，这样促使它具有走南闯北、前进后退、行走自如

磁性纳米微粒

