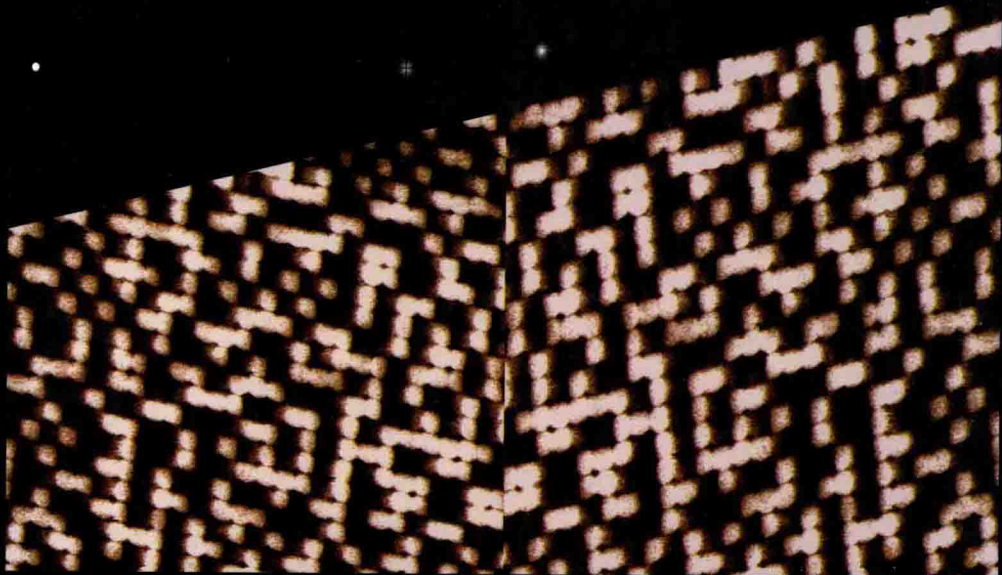


· 青少年科学素质培养丛书 ·



前途无量的 纳米技术

主编 谢宇 李翠

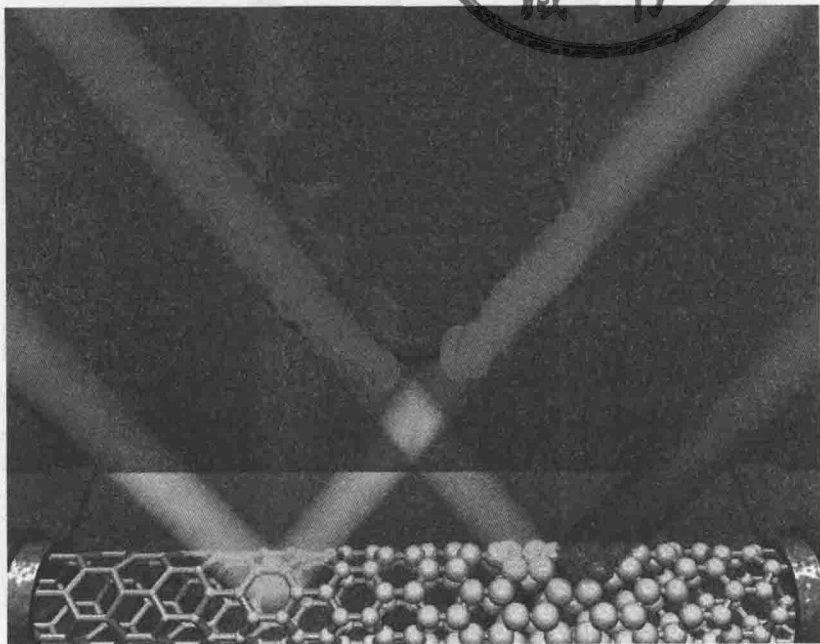


河北出版传媒集团
河北少年儿童出版社

青少年科学素质培养丛书

前途无量的纳米技术

主编 谢宇 李翠



河北出版传媒集团
河北少年儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

前途无量的纳米技术 / 谢宇, 李翠编著. -- 石家庄:
河北少年儿童出版社, 2012.9
(青少年科学素质培养丛书)
ISBN 978-7-5376-4969-8

I. ①前… II. ①谢… ②李… III. ①纳米技术 - 青
年读物 ②纳米技术 - 少年读物 IV. ①TB303-49
中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第149915号

前途无量的纳米技术 主编 谢宇 李翠

责任编辑 孟玉梅
出版 河北出版传媒集团
河北少年儿童出版社
地址 石家庄市中华南大街172号 邮政编码: 050051
印刷 北京市联华宏凯印刷有限公司
发行 新华书店
开本 700×1000 1/16
印张 11
字数 286千字
版次 2012年9月第1版
印次 2012年9月第1次印刷
书号 ISBN 978-7-5376-4969-8
定价 21.80元

编委会

主 编 谢 宇 李 翠

副主编 马静辉 马二力 李 华 商 宁 刘士勋

王郁松 范树军 矫清楠 吴 晋

编 委 刘 艳 朱 进 章 华 郑富英 冷艳燕

吕凤涛 魏献波 王 俊 王丽梅 徐亚伟

许仁倩 晏 丽 于承良 于亚南 王瑞芳

张 森 郑立平 邹德剑 邹锦江 罗曦文

汪建林 刘鸿涛 卢立东 黄静华 刘超英

刘亚辉 袁 玫 张 军 董 萍 鞠玲霞

吕秀芳 何国松 刘迎春 杨 涛 段洪刚

张廷廷 刘瑞祥 李世杰 郑小玲 马 楠

前言

在当今社会，“科学技术是第一生产力”的观念早已深入人心。人们已经认识到，先进的科学技术是一个国家取得长足发展的根本，一个充满活力的民族必然是一个尊重科学、崇尚真理的民族。

宇宙的无穷奥妙均蕴涵于科学之中，如变幻莫测的星空、生机勃勃的动植物王国、令人称奇的微生物、包含诸多秘密的地球内部……各个领域的无数令人惊奇的现象都可以用科学知识来解答，科学知识就是打开自然神秘大门的钥匙，它的不断发展使世界发生了天翻地覆的变化。掌握了科学知识的青少年，就像插上了一双翅膀，可以无拘无束地向着美好的未来飞去。

青少年是一个民族得以发展的未来中坚力量，正如梁启超在《少年中国说》中所写到的：“少年智则国智，少年富则国富，少年强则国强……”因此，提高青少年的科学素养，培养青少年的科学精神，成为当今社会最重要的问题。为了提高青少年学习科学知识的兴趣，我们结合青少年的年龄结构特点推出了这套《青少年科学素质培养丛书》，用于帮助广大青少年在课外补充学习简明、基础的科普知识。

考虑到青少年的阅读习惯，本套丛书按照学科种类进行组织编写，将复杂纷繁的科学内容分为五十部分，如人造奇观、生物工程、纳米技术、疫病、考古发现、生命遗传、医学发现、核能科技、激光、电与磁、物理、中外发明、自然景观、微生物、人体、地理发现、数学、能源等，据

此编辑为该套丛书的五十分册。这套丛书从浩瀚无垠的科学知识殿堂中精心挑选了对读者最有了解价值的内容，将当今主要学科领域的知识具体而又直观地介绍给读者，拓宽读者的视野，启迪读者的思维，引领读者一步步走进奥妙无穷而又丰富多彩的科学世界。这套丛书始终贯穿着探索精神和人文关怀，是一套将知识性和趣味性完美地融合在一起的科普读物。每一本书都精选了几十个主题，旨在揭开神秘世界的诸多奥秘，为青少年读者奉上一桌营养丰富的精神大餐，希望青少年朋友们能在妙趣横生的阅读中体会到学习科学知识的快乐。

这套丛书还配有上千幅精美的插图，有实物照片、原理示意图等，力求做到简单实用、通俗易懂，以便于青少年朋友们能够形象、直观地理解科学知识，激发大家的学习兴趣，拓宽大家的想象空间。

这套《青少年科学素质培养丛书》在编写的过程中将当今世界上最新的科技和时事动态融入其中，集权威性、实用性、准确性于一体。希望这套丛书就像神奇的帆船一样，能够将青少年朋友们轻松地带进浩瀚的科学海洋，使大家爱上科学，成为有科学头脑、有科学素养的人。

本书在编辑过程中得到了很多人的关心和指导，在此表示诚挚的感谢。另外，由于时间仓促，书中难免有不当之处，请读者批评指正。

编者

2012年9月



目录

第一章 神奇的纳米	1
巴基球的出现	1
比头发丝还细的纳米	8
纳米技术的应用	10
量子力学与纳米	14
层出不穷的纳米材料	17
看清楚微观世界显微镜的发明	20
纳米颗粒的几大特性	26
纳米的颠覆人类常识属性	29

世界各国纳米技术争夺战..... 31

第二章 纳米材料的制作和应用..... 36

纳米粉末的制备方法..... 36

纳米材料的广泛应用..... 42

第三章 研发纳米机器..... 58

纳米零部件的制造..... 58

能搬动原子的机器..... 62

机器鼠“提修斯”的启迪..... 70

纳米机器人的自我复制..... 74

世界上最小的火车——纳米火车..... 77

绝对虚拟现实与纳米机器人..... 80

第四章 纳米医学技术..... 82

纳米医学的奥秘..... 82

癌症克星——纳米生物导弹..... 88

在人体坐堂的纳米小“神医”..... 91

第五章 纳米科技与电脑应用 96

纳米技术“拯救”摩尔定律 96

纳米打造未来超级电脑 100

给人体“嫁接”电脑芯片 108

像一个人一样思维的神经电脑 111

第六章 军事上的纳米技术 114

隐身飞机与纳米材料 114

多功能隐身军服 117

奇异的麻雀卫星 120

机器小鸟和昆虫 124

超级间谍——“机器苍蝇” 130

战场超级迷你武器 132

第七章 纳米生物材料 139

高分子纳米生物材料 139

纳米生物陶瓷材料 144

纳米生物复合材料 149

第八章 纳米材料趣事..... 150

“神奇小子”办大事..... 150

纳米微粒本领高..... 152

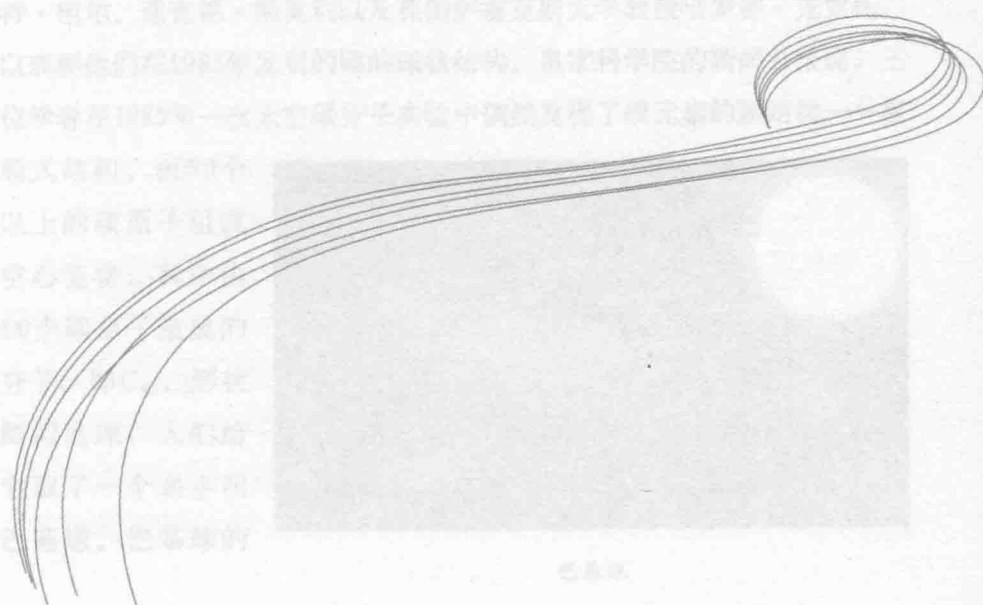
神奇的纳米碳管..... 154

第九章 21世纪的纳米科技..... 156

纳米技术成为产品革命的支柱..... 156

纳米造就新超级人类大脑..... 159

纳米时代的生活展望..... 162

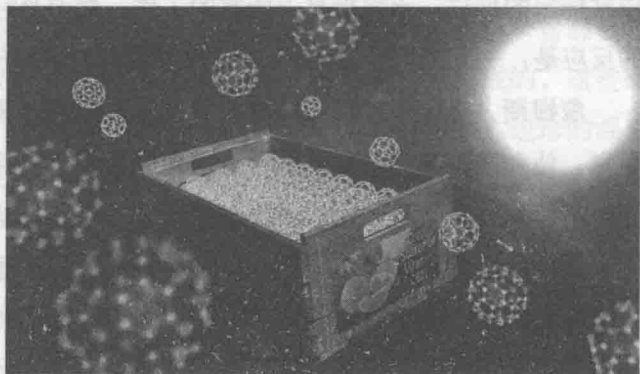


第一章 神奇的纳米

巴基球的出现

纳米技术如今成了科学研究领域的热门，成为世界许多国家科学家竞相研究的领域。神奇的纳米技术真可以说是引发了人类科技领域的一场革命，那么是什么点燃了这场革命的导火索呢？这里还不得不提到明星分子——巴基球。

瑞典皇家科学院把1996年诺贝尔化学奖授予美国赖斯大学教授罗伯特·柯尔、理查德·斯莫利以及英国萨塞克斯大学教授哈罗德·克罗托，以表彰他们在1985年发现的碳的球状结构。皇家科学院的新闻公报说，三位学者在1985年一次太空碳分子实验中偶然发现了碳元素的新结构——富勒式结构，由60个以上的碳原子组成空心笼状，其中由60个碳原子组成的分子，即 C_{60} ，形状酷似足球，人们给它取了一个名字叫巴基球。巴基球的



巴基球

直径只有0.7纳米，算得上是真正的纳米颗粒。

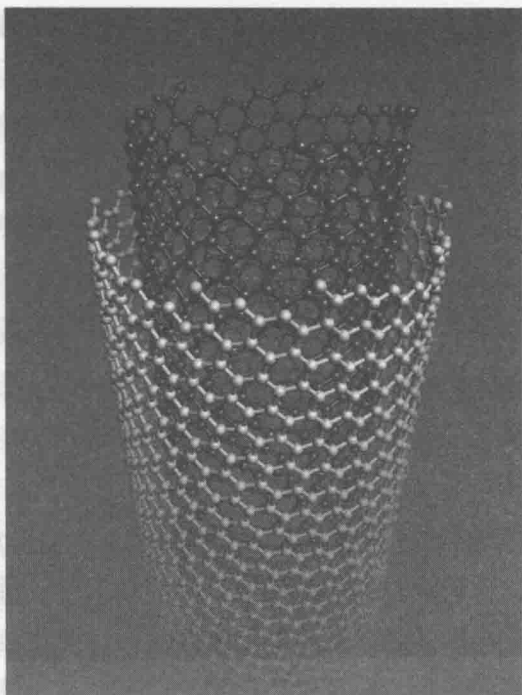
科学家们多年梦寐以求，希望制造一种有洞的分子来容纳或者传递不同的原子、离子，巴基球正好圆了这一梦想。目前，科学家们正尝试打开“球门”，把原子、离子掺杂其中，使之成为能制取若干新型物质的分子容器。三位诺贝尔奖获得者的这一发现开创了化学研究的新领域，对宇宙化学、超导材料、材料化学、材料物理，甚至医学的研究有重大意义。目前新发表的化学论文中很大一部分都涉及这一课题。

但纳米技术的真正倡导者是一位并不很出名的工程师埃里克·德雷克斯勒。德雷克斯勒在20世纪70年代中期还是麻省理工学院的一名大学生，他在科技图书馆里读到遗传工程的内容时产生了灵感。那时的生物学家们还在研究如何控制构成DNA链的分子。德雷克斯勒想，为什么不能用原子建造无机机器呢？直到后来他才知道，费曼几乎在20年前就已经提出了类似的看法。这种想法让德雷克斯勒着迷，他想：为什么不建造有自行复制能力的机器呢？1台机器会变成2台，2台变成4台，然后再变成8台……这样无穷地变下去，给那些能把简单的原料加工成特定制品的机器加上这个功能，会给饥饿的人生产无穷数量的食物，或者为无家可归的人建造无数的房屋，它们还可以在人的血管里游弋并修复细胞，从而可以防止疾病和衰老。人类有朝一日可以消遣放松一下，而纳米机器人则可以像科幻小说作家描写的那样，承担世界上所有的工作。然而当时多数主流科学家对此的反应是：一派胡言！但巴基球的诞生使研究人员开始着手做这件事。

詹姆斯·金泽夫斯基是IBM公司设在瑞士的苏黎世研究实验室的物理学家。他和同事一起摆弄的一台隧道扫描显微镜有极其纤细的探头，能像盲人阅读盲文那样透过物质表面记录原子的存在。他们不但用35个氩原子拼出了IBM三个英文字母，而且他和他的几个同事还想用一台隧道扫描显微镜(STM)和一些巴基球制作一个能计算的机器。1996年11月，他们推出了世界上第一台分子算盘。该算盘很简单，只是10个巴基球沿铜质表面上

的一条细微的沟排成一列。为了计算，金泽夫斯基用隧道扫描显微镜的探头把巴基球拖来拖去，细沟实际上是铜表面自然出现的微小台阶，它们使金泽夫斯基可在室温下演算。

理论上，金泽夫斯基的算盘储存信息的容量是常规电子计算机存储器的10亿倍。尽管在应用上它还很烦琐，但它显示了科学家在处理十分微小的物体方面已经非常熟练。这个工作可能是迈向制造出分子般大小的机器的第一步，移动单个分子或原子的技术是开发下一代电子元件的关键。



巴基管

说到巴基球，一定要谈到它的兄弟巴基管。巴基管是碳分子材料，与巴基球有着不同的形状、相似的性质，其大小处于纳米级水平上，所以又称为纳米管。它们的强度比钢高100倍，但重量只有钢的1/6。它们非常微小，5万个并排起来才有人的一根头发丝那么宽。巴基球和纳米管都是在碳气化成单个的原子后，在真空或惰性气体中凝聚而自然形成的，这些碳原子凝聚结合时会组合成各种几何图形。巴基球是五边形和六边形的混合组合，不同的混合产生不同的形状。然而，典型的纳米管完全是由六边形组成的，每一圈由10个六边形组成，当然也有其他的结构。巴基球和巴基管具有多种性质，科研人员一直在研究它们在激光、超导领域以及医药领域的应用前景，并取得了不少成果。

法国和美国科学家发现，利用单层碳片做成的单层纳米碳管具有规则

的结构和可预见的活动规律，这种极其细微的管子可用于许多领域，包括从未来的电子装置到超强材料。

人类发现一种新物质，就要研究它的性质和功能，人们发现巴基球具有很多意想不到的神奇性质。

先是日本冈崎国立共同研究机构分子科学研究所于1993年合成了含有 C_{60} 分子的新超导体。这种新超导体由钠、氮的化合物和 C_{60} 组成。据合成这种新超导体的冈崎国立共同研究机构主任井口洋夫等人介绍，他们先将氯化钠和 C_{60} 粉末按一定比例混合，然后将其置于真空中，再在 370°C 的温度下烧约20分钟，便合成了新的超导体。为防止这种混合物在大气中与水蒸气发生反应，所以将其置于真空中。井口洋夫说，含 C_{60} 的新超导体在 -258°C 表现出很好的超导性能。

美国纽约州立大学布法罗分校由华裔科学家组成的一个研究小组发现，巴基球在掺入氯化碘杂质后，可在绝对温度 60K ，即 -213°C 时产生超导现象。在该校物理系教授高亦涵、博士后研究助理宋立维以及机械航空工程系教授钟端玲、研究生符立德的这一发现之前，超导巴基球的临界温度约为 -243°C 。掺入氯化碘的巴基球还具有对于未来实际应用十分有利的空气稳定性。研究小组称，新发现的超导巴基球在置于空气中40天之后，依然可以探测到超导特性，而这是以前发现的超导巴基球并不具备的性质。

法国和俄罗斯科学家利用巴基球研制成一种新的材料，其硬度至少和金刚石相当，并能在金刚石表面刮擦起痕。据英国《新科学家》杂志报道，法国巴黎全国科学研究中心的物理化学家亨里·斯兹瓦赫同莫斯科高压物理研究所的科学家们，在高压条件下使由60个碳原子构成的碳球晶体化而制成了这种超强聚合物材料。斯兹瓦赫说，他们原来是打算利用 C_{60} 制造金刚石，没想到结果获得的是另一种更坚硬的物质。他们利用的是俄方高压物理研究所的机器，机器的中心是两个锥形金刚石，他们把 C_{60} 材料置于其中一个金刚石的表面上，然后施以大约20个千兆帕斯卡的高压(大约

相当于20000个大气压)。在这同时，旋转这两个锥形金刚石，以产生一种压力。法国科学家介绍说，碳球材料在12个千兆帕斯卡压力作用下就开始向新材料转变，但是施加更大的压力之后这个转变过程才全部完成。

人们还对巴基球在药物方面的应用作了研究。日本京都大学、东京大学等相继发现球形碳原子“ C_{60} ”能抑制癌细胞增殖、促进细胞分化，有望成为治疗癌症的新药。京都大学生物医疗工程研究中心发现，将球形碳原子注入白鼠的癌细胞后，在光的照射下就能产生破坏癌细胞的活性酶，可有效地抑制癌细胞的增殖。东京大学和日本厚生省国立卫生研究所也分别在试管实验中发现，球形碳原子的化合物同其他抗癌药物同时使用，能够提高医疗效果，促进细胞分化。

美国科学家则发现， C_{60} 具有保护脑细胞的作用，可望用它制造治疗中风等疾病的药物。美国华盛顿大学医学院的一个科研小组对它进行了改造，使其能溶于水，再将它的水溶液注入老鼠体内，结果发现该水溶液能吸收可引起机体功能退化的自由基，并能够防止脑细胞因缺少氧和葡萄糖而解体。研究人员解释说， C_{60} 是一种中空的大型无机分子，因而能吸引机体体内的一些有害分子。

除了对巴基球本身进行研究之外，人们还对许多其他类似巴基球的分子进行了研究。日本国立材料和化学研究所同日产公司合作，通过计算机模拟，得出了有可能用60个氮原子合成类似巴基球结构的 N_{60} 分子的结论。计算机模拟的结果显示， N_{60} 分子与 C_{60} 分子会有相似的结构，但稳定性较差。具体合成过程中，需要对氮气进行冷冻或加压，然后运用高强度激光照射，由此产生的分子团可能会具有强烈的挥发性，在受热情况下瞬间恢复气体状态，并释放出大量的能量。参与研究的科学家设想，利用这些性质， N_{60} 分子可能会成为具有商业化应用潜力的炸药或火箭燃料。计算机模拟也表明， N_{60} 分子如果用做火箭燃料，产生的动力会比目前火箭中使用的液态燃料高出10%。

巴基球研究可能对解开宇宙形成之谜提供答案。美国科学家在陨石中

发现了巴基球。这一成果证实了最早在实验室中发现并合成的球状结构碳分子在自然界中同样存在，它是继金刚石和石墨之后人们发现的碳的第三种同素异形体。这块名为“阿连德”的陨石1969年落于墨西哥境内。美国夏威夷大学和美国国家航空航天局的科学家在研究中首先用酸对陨石碎片样品进行了脱硫处理，然后将这些残渣放入有机溶剂，最终分离出球状碳元素，他们在英国《自然》杂志上详细介绍了有关的研究过程。科学家早在陨石坑周围的沉积物中就曾发现过球状碳，但科学家们在“阿连德”陨石中发现的球状碳不仅包含大量 C_{60} 和 C_{70} ，而且还有从 C_{100} 到 C_{400} 等一系列原子数更高的碳分子结构。据悉，在自然界发现原子数如此之高的球状碳分子尚属首次。科学家们指出，“阿连德”陨石中存在球状碳，这对研究该陨石形成时期，对太阳系中原始星云和尘埃物质的状况将有所帮助。另外，新发现也意味着在研究地球早期形成历史时，可能应考虑该种特殊结构碳分子所起的作用。因为空心笼状的这些碳分子具有较强的吸附气体能力，携带球状碳的陨石落到地球后，不仅可为地球带来碳元素，而且也有可能对地球大气构成产生相当大的影响。

科学家还用巴基球搞起了艺术品。在1998年世界杯足球赛期间，德国化学家突发奇想，在分子水平上制造了一座“大力神”金杯复制品。这一微型金杯最终被慷慨地赠与冠军得主法国队。微型“大力神”杯由单分子制成，高仅为3纳米，还不到高36厘米的真正“大力神”杯的亿分之一。作为国际足球界最高荣誉的象征，“大力神”金杯图案由两个大力神背对背高举双臂，背托一个地球而构成的。德国埃朗根—纽伦堡大学化学家赫希及其学生在研究中发现，一些具有特殊形状分子，可成为在微观尺度上制造“大力神”杯复制品的理想材料。赫希等利用被称为巴基球的 C_{60} 分子来模拟“大力神”杯中的地球图案，巴基球分子结构呈空心笼状，酷似微型足球。而微型“大力神”金杯底座则由一种杯状分子制成。赫希认为，这一特殊的结构很可能在科学上也能找到用途。他介绍说，光照射至巴基球分子后，会产生单电子而进入制造底座的杯状分子。如果能俘获这一单电子并将其引入

电通路，那么分子“大力神”杯有可能用来制造新型太阳能电池。

巴基球如此神奇，可是要想制造它们就不那么容易了，迄今为止这种神奇的小球的价格还是远远超过了黄金。这就为科学家们提出了新的挑战，促使他们寻找新的制造方法。尽管还不知道新方法将是一个什么样的过程，但是科学家们相信一定会找到这种新方法的。如果真能在工厂里大量生产，那也将是令人震惊的，如果你考虑到它的无数用途，其中包括用做其他分子之间的“分子导线”（用来制造新一代小型化学传感器）、用做能“感觉”物体表面单个原子结构的纳米探头的顶端（用来测试超纯硅芯片的质量）以及用做理想的结晶基。

在对巴基球热火朝天的研究中，中国科学家也不甘落后。他们采用计算的方法对巴基球的分子结构进行了精确的计算，得到的数据对实验非常有价值。

近年来，中国科学家在 C_{60} 的制备与分离技术方面也取得重大进展。中国科技大学设计建成的合肥国家同步辐射实验室的光谱实验站在 C_{60} 真空紫外吸收光谱的研究中取得令人鼓舞的成果。对 C_{60} 的研究是国际上继“超导热”之后的又一热门课题，这个实验站获得的阶段性成果在国内外均是首创性的。复旦大学、上海原子核研究所等单位组成的 C_{60} 课题攻关组，自行设计并建立的这套 C_{60} 制备装置，其含量稳定在15%左右，最高可达18%，日生产能力为30~35克。他们对分离方法做了重大改进，用新工艺可分离得到纯度99.5%以上的 C_{60} 。

巴基球奇妙的结构和神奇的性质激发了科学家们的灵感，使他们不断地感知到微观世界的奥妙，种种奇思妙想也同时应运而生，神奇的纳米世界的大门终究会被我们人类一点一点地打开。