

青 少 年 首 选 科 普 读 物

我的科学地带



YZLI0890130446

解密

微观世界

知识出版社

MY
SCIENCE
ZONE 我的科学地带

《我的科学地带》编委会 编

解密微观世界



知識出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

解密微观世界 / 《我的科学地带》编委会编.
— 北京 : 知识出版社, 2010.9
(我的科学地带)
ISBN 978-7-5015-6106-3

I. ①解… II. ①我… III. ①物理学—普及读物
IV. ①04-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第153065号

责任编辑: 李辛海
封面设计: 刘 嘉
版式设计: 史乐瑞
责任印制: 乌 灵

我的科学地带 (解密微观世界)

知识出版社出版

(北京阜成门北大街17号 邮政编码: 100037 电话: 010-68345010)

<http://www.ecph.com.cn>

开本 720×1020毫米 1/16 12印张

2010年9月第1版第1次印刷

高等教育出版社印刷厂印制

ISBN 978-7-5015-6106-3

定价: 19.00元

目 录

自然界中的“纳米高手”	1
耶稣的裹尸布与粒子加速器	9
暗能量之谜	13
真空的世界	17
次声波与超声波	22
神奇的汽化	26
纳米碳管艺术	28
生活中的“多普勒现象”	33
金属的疲劳	38
谈“辐”莫色变	43
高锟：“用光代替电流”	47
气泡里的妙趣	52
形形色色的纳米纸	56
终极对撞：撞出一个黑洞来？	61
解密光导纤维	69
物质的第六态——费米子凝聚态	74
大自然中的“反状态”	78
在显微世界里	82
敏感材料不寻常	87
相对论带来了什么	92

超导体不寻常	99
引力波之谜	104
反常的科学现象	108
不可思议的金属玻璃	112
神奇的X射线荧光技术	115
神通广大的导电塑料	118
超压、超强与超重	123
热电材料的未来	127
“光压”驱动人类科技	130
水是“万能溶剂”吗？	135
以柔克刚的隔震技术	138
流星引发的话题——音爆	143
小分子簇水的奥秘	146
奇妙的细管——虫洞	151
太空中的临界点研究	155
真空中的奇妙世界	159
寻找自由夸克	163
漫话次声波	166
不沾水的纳米涂层	170
话说大型强子对撞机	174
啤酒带来的发明	181
材料领域“多面手”——硅	185

自然界中的“纳米高手”



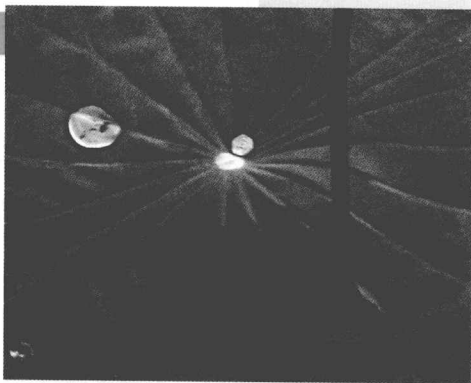
纳米是一个长度单位，指的是1米的10亿分之一。纳米技术，则是在纳米尺度（1~1000纳米之间）上研究物质的特性和相互作用，以及利用这些特性的技术。在纳米技术中，纳米材料是主要的研究对象与基础。

事实上，纳米技术并不神秘，也不是人类的专利。早在宇宙诞生之初，纳米材料和纳米技术就已经存在了。在地球的漫长演化过程中，自然界的生物，从亭亭玉立的荷花、丑陋的蜘蛛到诡异的海蛇尾，从飞舞的蜜蜂、水面的水黾到海中的贝壳，从绚丽的蝴蝶、巴掌大的壁虎到显微镜才能看得到的细菌……它们个个都是身怀多项纳米技术的高手。这些动植物们通过精湛的纳米技艺，或赖以糊口，或用以御敌，一代代，在大自然中顽强地生存下来，不仅丰富了我们周围的世界，而且给现代的纳米科技工作者带来了无数灵感和启示。

洁身自好的莲花

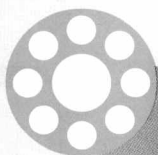
一提到莲花，人们很自然地就会联想到荷叶上滚动的露珠，以及其出淤泥而不染的高尚品格。

20世纪70年代，德国波恩大学的植物学家巴特洛特在研究植物叶面时发现，光滑的叶子表面有灰尘，要先清洗才能在显微镜下观察，而莲叶等叶面却总是干干净净。他们利用人造的灰尘粒



荷叶上的水珠

子污染玉兰、林山毛榉、莲花、芋、甘蓝等8种植物的叶面，然后用人造雨清洗2分钟，最后将叶面倾斜 15° ，使雨滴滑落，观察叶面灰尘粒子残留的状况。实验发现，有些植物叶面残留的污染物有40%以上，而莲花等植物叶面的污染物残留比例皆小于5%，这就是所谓的莲花效应。



那么，什么原因导致了这种莲花效应呢？莲花效应又能给植物本身带来哪些好处呢？

通过电子显微镜，我们可以观察到莲叶表面存在着非常复杂的多重纳米和微米级的超微结构。荷叶表面上有一些微小的蜡质颗粒，并且覆盖着无数约10个微米的突包，每个突包的表面又布满了直径仅为几百纳米的更细的绒毛。在突包间的凹陷部分充满着空气，这样就紧贴叶面形成一层极薄、只有纳米级厚的空气层，从而使得远大于这种结构的灰尘、雨水等落在叶面上后，不会大范围直接接触叶面，而要隔着一层极薄的空气，并且其能接触的点也只是叶面上若干个凸起的点。

这是自然界中生物长期进化的结果，正是这种特殊的纳米结构，使得荷叶表面不沾水滴，可以保持清洁：当荷叶上有水时，水会在自身表面张力的作用下形成球状。风吹动水珠在叶面上滚动时，水珠可以沾起叶面上的灰尘，并从上面高速滑落，从而使得莲叶能够更好地进行光合作用。

研究表明，这种具有自洁效应的表面超微纳米结构形貌，不仅存在于荷叶中，也普遍存在于其他植物中，某些动物的皮毛中也存在这种结构。

这种特性可以应用在玻璃上或是战机的雷达上，例如：经过纳米处理的玻璃本身也可以具有自洁效果。还有企业利用纳米技术处理涂料，涂上此涂料的物体因而也拥有了自洁效果。也许在未来的世界中，我们周围将会不断地出现不会脏的玻璃、墙壁和没有灰尘的电子产品。



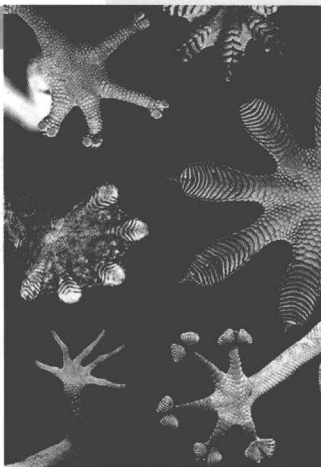
壁虎

飞檐走壁的壁虎

壁虎可以在任何墙面上爬行，反贴在天花板上，甚至用一只脚在天花板上倒挂，它依靠的就是纳米技术。

过去，人们以为壁虎飞檐走壁靠的是脚掌上的神奇吸盘，凭借着“吸力”，它们才能够让身体自由漫步在任意一个三维空间内，但事实并非人们想象的那样简单。

专家说，“壁虎漫步”靠的不是吸盘，而是脚趾上数以万计的细小刚毛。刚毛根部有几十微米粗，顶端分成很多更细更弯的绒毛，每根绒毛的直径仅几百纳米，其末梢延展成扁平形。这种精细结构，使得壁虎以几纳米的距离大面积地贴近墙面。尽管这些绒毛很纤弱，但足以使所谓的范德华键（有些物质的分子具有极性，其中分子的一部分带有正电荷，而分子的另一部分带有负电荷，一个分子的正电荷部位和另一分子的负电荷部位间以微弱静电引力相互吸引，使两者结合在一起，称为范德华键或分子键）发挥作用，为壁虎提供数百万个的附着点，从而支撑其体重，因此壁虎能够自由通过天花板或玻璃。



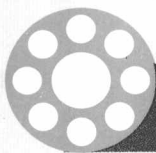
蜥蜴的脚掌

在现实生活中，专家们试图据此制造出神奇的纳米材料，并将其广泛地应用到我们的生活中。比如，我们可以制造出抓地更牢的运动鞋，可以制作雨雪环境中不再打滑的汽车轮胎。而在影视剧拍摄中，演员们可以告别工作室里的电脑，真正在摩天大楼的玻璃幕墙上一展身手。据此开发出的空间探测用攀爬型机器人，无论在什么恶劣的条件下都可以在太空飞行器的外表面行走，给飞行器进行“体检”。

贝类——娴熟的黏合高手

这里所指的是普通的贝类，也即我们与蔬菜一起烹饪、经常可以吃到的那种贝类，它们堪称纳米黏合技术的高手。

当贝类想把自己贴在一块岩石上时，就会打开贝壳，把触角贴到岩石上，它将触角拱成一个吸盘，然后通过细管向低压区注射无数条黏液和胶束，释放出强力水



下胶粘剂。这些黏液和胶束瞬间形成泡沫，起到小垫子的作用。贝类通过弹性足丝停泊在这个“减震器”上，这样，它们就可以随波起伏，而不至于受伤，这种牢固的胶粘效果就来自黏液和岩石纳米尺度下分子之间的相互作用。

依据这项研究，专家们设想未来也许可以研发出一种医用防水生物胶，这类粘胶不会侵害人体细胞或引发人体免疫反应，具有防水功能，能够成为黏接断裂骨骼和缝合软组织的理想材料，也适用于在潮湿的口腔中修复牙齿损伤。

眼观六路的海蛇尾

海蛇尾是一种带甲壳的碟形海底生物，酷似海星。它有5个触角，没有眼睛。尽管如此，海蛇尾却能够敏捷地感知远处潜在的天敌，并及时将触角缩进壳里。海蛇尾这种灵敏的感觉，长期以来，一直令生物学家迷惑不解。

近来，这个问题终于在其甲壳上找到了答案：海蛇尾身上长满了“眼”，即数以万计的完美的微型凸透镜，这样一来，整个毛茸茸的身体就构成了其眼观六路的眼睛。

研究还表明，一只海蛇尾身上的这种透镜数目大约有5万~10万个，它们都是由碳酸钙的纳米晶体组成。这种完美的光敏感微型透镜系统，是海蛇尾在生长过程中身体表面纳米结晶化的结果。为了防止不必要的色边，结晶化过程中，透镜内还吸收了适量的镁，既可以帮助海蛇尾更有效地过滤光线，又可以校正透镜的“球面像差”，进而提高发现天敌的效率。

自从发现海蛇尾的这种特性以来，科学家一直在研究将其运用于科技的潜力。比如，利用海蛇尾的特性制造出新型的光学仪器，或是为将来的通讯网络发展提供线索。现在，世界上的大多数光纤维用于通讯业，透镜被用来聚

焦和反射负载数字通讯信号的光线。科学家说，海蛇尾的光线聚焦能力是现有人工透镜的20倍，通过研究海蛇尾，可能会增加光纤传送的信息量。

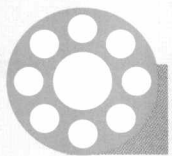
细菌：世界上“跑”得最快的生物

细菌的个头虽小，但它们的运动速度却相当惊人，许多细菌每秒钟前行数十微米，一种被称作逗点弧菌的，每秒钟可向前游动100微米。不能小看这个数字，它相当于细菌自身体长的50倍；而一个人类运动员每秒钟只能向前跑5.4倍于其体长的距离；即使是擅长短跑的猎豹，这个数字也只能达到25倍。从这个意义上讲，细菌应当是世界上“跑”得最快的生物。

细菌世界的成员众多，其运动方式和机制上也存在差异，但大部分能够运动的细菌都是依靠自身的运动器官——鞭毛的作用。鞭毛是一种蛋白丝状物，它附着于细菌的外表，一般长15~20微米、直径20纳米左右。

细菌鞭毛的功能相当于船的螺旋桨，在水中可以高速旋转，从而推动菌体前行，因此，水中是鞭毛细菌自由驰骋的天地。鞭毛的旋转速度非常快，每秒钟旋转200~1000多转，比一般的电动机要快得多。鞭毛的高速旋转是由其附着于菌体上的基体旋转带动的，基体实际上就是鞭毛的基部，它由一个中轴套上2个或4个环构成，镶嵌固定在细菌的体表（细胞膜和细胞壁）中。

在科学家的眼中，基体简直就是一台精巧的纳米分子马达，但这个马达并不是靠电流驱动，而是用伴随着细胞膜两侧质子梯度的消失产生的生物能量（ATP）来驱动。细菌的鞭毛马达还可以转向（从反时针旋转变为顺时针旋转），从而使菌体发生翻滚，进而改变细菌的运动方向。事实上，细



菌在游动时也并不是单纯地一直朝前游，而是伴随着不时地随机翻滚转向，但从表观上看仍表现为细菌的前行。

自由行走于水上的水黾

小型水生昆虫水黾被喻为“池塘中的溜冰者”，因为它不仅能在水面上滑行，而且还会像溜冰运动员一样在水面上优雅地跳跃和玩耍。它的高明之处是，既不会划破水面，也不会浸湿自己的腿。

水黾是如何练就如此水上绝技的呢？

对此，中国科学院化学所研究员江雷在国际权威期刊《自然》杂志上发表论文，揭开了水黾“水上轻功”的奥秘，并认为水黾腿部特殊的微纳米结构才是真正原因。

水黾属于水生半翅目类昆虫，因种类不同，大小也各不一样。一只中等大小的水黾重约30毫克，水黾的腿能排开300倍于其身体体积的水量，这就是该种昆虫具有非凡浮力的原因所在。

在高倍显微镜下可以发现，水黾腿部上有数千根按同一方向排列的多层微米尺寸的刚毛。这些像针一样的微米刚毛的表面上形成螺旋状纳米结构的构槽，吸附在构槽中的气泡形成气垫，这些气垫阻碍了水滴的浸润，宏观上表现出水黾腿的超疏水特性（超强的不沾水的特性）。正是这种超强的负载能力使得水黾在水面上行动自如，即使在狂风暴雨和急速流动的水中也不会沉没。

这一新的发现将有助于在将来设计出新型的微型水上交通工具。

利用“罗盘”定位的蜜蜂

研究表明，包括蜜蜂、海龟等在内的许多生物体内都存在着纳米尺寸的磁性颗粒。这些磁性纳米颗粒对于生物的定位与运动行为具有重要意义。最新的科学研究发现，蜜蜂的腹部存在着磁性纳米粒子，这种磁性的纳米粒子具有类似指南针的功能，蜜蜂利用这种“罗盘”来确定其周围环境，利用在磁性纳米粒子中存储的图像来判明方向。当蜜蜂采蜜归来时，实际上就是把自己原来存储的图像和沿途所见的图像进行对比。如果两个图像一致，即可据此来判断出蜂巢的所在。

利用这种纳米磁性颗粒进行导航，蜜蜂可以完成数千米的旅程。

五彩斑斓的蝴蝶

蝴蝶因为其翅膀上变化多端、绚烂美妙的花纹使人着迷。这也让生物学家们感到疑惑：蝴蝶令人眼花缭乱的颜色是如何形成的，又有什么不同的意义呢？

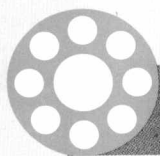
最近，荷兰格罗宁根大学的希拉尔多博士发现了解决这个问题的通道。在研究了菜粉蝶和其他蝴蝶翅膀的表面后，希拉尔多博士揭示了这个秘密：翅膀上的纳米结构正是蝴蝶的“色彩工厂”。

他的研究表明，蝴蝶翅膀上炫目的色彩来自一种微小的鳞片状物质，它们就像圣诞树上小小的彩灯，在光线的照耀下能折射出斑斓的色彩。蝴蝶翅膀上的颜色其实是一种身份的标志。不同颜色的翅膀，让形色万千的蝴蝶能在很远的地方就可以识别出同伴，甚至辨别出对方是雄是雌。

通过电子显微镜的观察，希拉尔多博士发现粉蝶翅膀的结构非常奇特，尽管不同种类的蝴蝶，鳞片的结构不同，但彼此之间还是有共同特征。一般来说，蝴蝶翅膀由两层仅有3~4微米厚的鳞片组成，上面一层鳞片像微小的屋瓦一样交替，每个鳞片的构造也很复杂，而下一层则比较光滑。蝴蝶翅膀这种井然有序的排列形成了所谓的光子晶体，也就是纳米结构。通过这种结构，蝴蝶翅膀能捕捉光线，仅让某种波长的光线透过。这便决定了不同的颜色。



灰日裳凤蝶



会吐丝的蜘蛛

蜘蛛网常常出现在长久没有清扫的房间角落。对于普通人而言，蜘蛛网并不是什么了不起的东西，用扫帚轻轻一拂，蛛网就被扫掉了。但是，蜘蛛丝本身确实是大自然的奇迹。自然界中的蜘蛛丝直径有100纳米左右，是真正的纯天然纳米纤维。如果用蜘蛛丝制成和普通钢丝绳一样粗细的绳索，可以吊起上千吨重的物体，其强度能与钢索相媲美。



蜘蛛网

除了用于捕捉飞虫外，几乎所有的蜘蛛都还用蛛丝作为指路线、安全绳、滑翔索。蜘蛛的腹部通常有几种腺体，被称为吐丝器。各种腺体产生不同类型蛛丝，腺体顶端有喷丝头，其上有数千只小孔，喷出的液体一遇空气即凝结成黏性强、张力大的蛛丝。通常，1000根蛛丝合并后比人的头发丝还要细1/10。

(沈海军 撰稿)

耶稣的裹尸布与粒子加速器



意大利的都灵大教堂，因为珍藏了一件绝世圣物而名传遐迩，这就是相传公元1世纪耶稣遇难后的裹尸布。

棘手的难题

这块裹尸布用亚麻织成，长约4.3米，供放在一个精致的盒子里，终年摆在教堂的圣坛上。

早在1357年，这块裹尸布就在法国的一个教堂中展示，轰动了整个宗教



科学家用粒子加速器检测物品

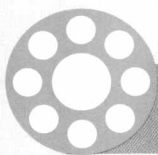
界。此后600多年来，它一直受到虔诚信徒们的顶礼膜拜。后来，才辗转传至都灵大教堂。虽然有不少人，包括某些有名的大主教在内，对这块裹尸布先后产生过种种怀疑和提出过许多异议，认为它只不过是一件中世纪时由好事者精心伪造出来的赝品，根本就不可信。但是，这块布上印有明显的伤痕，连钉在手腕上的钉子和长矛刺进肋部的地方都留下了斑斑的血迹，同《福音》书中所描述的耶稣受难时的情景非常吻合。加上王公贵族一直对它奉若神明，至使许多怀有强烈宗教信仰的忠实信徒深信不疑，把它奉为至高无上的圣物，不许有一丝一毫的亵渎和不敬。

随着科学技术的发展，特别是考古技术的进步，促使不少人要求对这块布进行分析鉴别。但是，由于不允许对它作破坏性取样，所以，目前的考古技术也无能为力。

至19世纪90年代，教堂才允许人们保持一定的距离对它拍照，直到1973年才同意从布上取下少量样品进行实验研究。

碳14断代的困难

对于含碳有机物亚麻的年龄测定，人们自然想到碳14测定法。



碳14测定年代的原理，是根据含碳有机体停止与大气交换后(对于动、植物来说就是死亡后)，剩余的碳14含量来计算年代的。因为有机体与大气进行碳元素交换时，大气中含有碳14的比例与有机体中的碳14比例有一定的关系，有机体死亡后交换平衡被破坏了，有机体内的碳14就不断发生衰变而减少；碳14的半衰期为5730年，即它在有机体残骸内每经5730年后减少一半。依此类推，生物体死亡的年代就可以得到。

问题是，怎样测量物体剩余的碳14含量呢？传统的方法是把样品碳化后，制成气体(如乙炔)或液体(如苯)，再用闪烁探测器测量其中碳14的衰变率。碳14每次衰变放出一个 β 粒子，因此设法测量出单位时间内样品放射的 β 粒子数，就能知道衰变率，从而推算出样品的年代。不过，因碳14在地球上含量极少，它在碳元素中占的比例只有 10^{-12} ，而且每分钟仅发生13.5次衰变(每克)，即平均每分钟放出13.5个 β 粒子，数量十分微少，加上仪器的探测效率又不是百分之一百，所以实际上能测到的 β 粒子数还达不到这个水平。

在实际的测量工作中，因为一个生物体死亡后埋葬时间越久远，碳14衰变率将越来越小，放出的 β 粒子数就更少；所以要准确测量它，需要很长的时间或者大量的碳。实验表明，测量距今5000到10000年的样品，如果要达到统计误差只有1%的精度，至少需要测量1万个 β 粒子，那就意味着要纯碳1~10克(实际标本量更要大)，连续计数1.5~15小时以上。

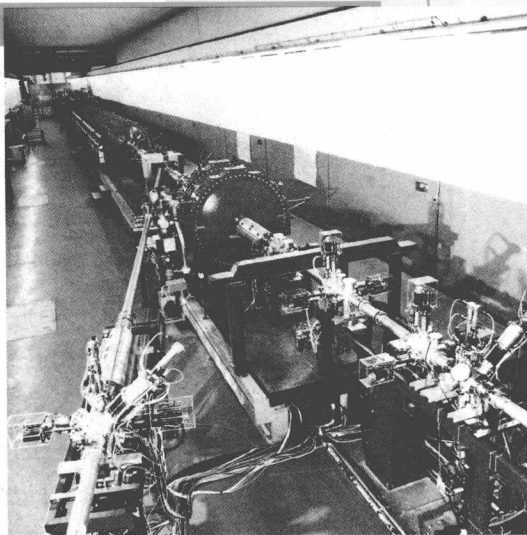
由此可见，尽管碳14测定年代法可以用来断定含碳有机物的年代，但对于不允许提供更多样品的耶稣裹尸布来说，它也无能为力。



加速器的协助

针对上述问题，人们对碳14方法提出重大改革，摒弃了测量碳样品中 β 衰变的方法，改为直接计数样品中的碳14原子。只要使碳14原子气化和电离，并使碳14离子加速后，就可能进行直接计数，而样品只需少量就成。

人们考虑的是应用粒子加速器协助。因为加速器可以使粒子获得比质谱仪所能提供的高得多的能量，一旦让这些离子获得很大的能量，即使是像碳14和氮14那样荷质比相同的离子，也会由于具有不同的电离率而在穿透另一种被电离物质时反映出不同的能力(即穿透距离有长有短)。美国加利福尼亚大学的劳伦斯实验室在加速器中用



德国达姆斯塔特重粒子直线加速器。

氦气作为介质，因为氮14对氦气的电离率大，它被加速而获得的能量全部花在电离氦气上，因此没有能力穿透氦气层，而碳14对氦气的电离率小，加速后获得的能量没有花在电离氦气时丧失精光，所以依靠这些能量可以穿过氦气层。这样，设置在氦气密室之后的计数系统所记录下来的，自然全是碳14离子的了。

另外，如果采用串联式范德格拉夫加速器，就不需要氦气密室这样一类离子甄别器了，因为这种加速器加速的只是碳14而不加速氮14。因此，对测定年代来说，它更加简便、优越。

几乎无损的鉴别

在鉴定珍贵文物的技术中，通常采用各种物理和化学分析方法来研究古代文物中物质的成份和结构状态，或探测它有无修补拼接，从而估计它的真伪，或推断它的年代。但迄今为止，所有的方法都不够完备，要么需要取一定数量的样品，这是文物保存中最忌讳的；要么只能提出一些疑点，并不能区别真伪；要么就是不能测定年代，或测不到比较精确的年代。目前，正在研究中的加速器测定文物年代的方法，也许是最理想的方法之一了。它与传统的测量放射性衰变率方法相比，样



品数量只需原来的一千分之一，只要几毫克的样品就成，可以做到几乎无损。而它的精确度相当高，例如距今5000年的样品，用传统的碳14方法测得的年代，误差约150年，用加速器协助直接计数测得的误差只有10年。这种新技术使碳14测定年代方法可测的最长年限（目前为4万年）扩大到10万年左右。新技术测量花费的有效时间，可大大缩短。

美国罗彻斯特大学的高夫在1979年宣称，他们应用串联式范德格拉夫加速器技术，可以做到仅用裹尸布上的一根20厘米长的亚麻线，就能对裹尸布的年代进行鉴别，其精确度为误差±150年，甚至还可以更精确些。无论什么时候，只要有标本，都可以进行试测。

不要很久，只要有关当局同意提供一根亚麻线，这块神秘的布究竟是何物，就将真相大白了。

（余刚 撰稿）