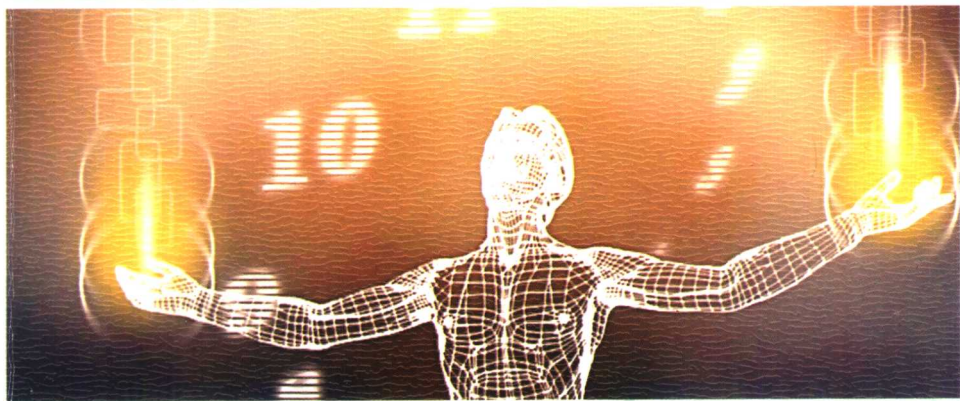


科技谜奥

〔二〕



《科学谜奥系列》，是一套帮助青少年了解学习科学知识的科普读物，内容新奇有趣，语言通俗易懂。融离奇性、怪异性、奥秘性于一炉，集知识性、趣味性、科学性于一体。可以引导读者去发现科学的奥妙，开阔读者的科学知识视野，激发读者的科学求索精神。因此，该系列是一套颇具特色的益智科普读物。

• 科学谜奥系列 •

科技谜奥

(二)

袁伟华 主编

延边大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科技谜奥/袁伟华主编. —2 版. —延吉: 延边大学出版社, 2006.12

(科学谜奥系列; 8)

ISBN 7-5634-1650-1

I. 科… II. 袁… III. 科技技术—青少年读物
IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 034621 号

科学谜奥系列

科技谜奥

袁伟华 主编

延边大学出版社出版发行

(吉林省延吉市延边大学院内)

北京冶金大业印刷有限公司印刷

850×1168 毫米 1/32

印张: 197.5 字数: 3490 千字

2002 年 6 月第 1 版

2006 年 12 月第 2 版第 1 次印刷

ISBN 7-5634-1650-1/G·382

定价: 780.00 元 (1—39 册)

内容简介

《科学谜奥系列》是一套帮助青少年了解学习科学知识的科普读物,共 39 本。各书从不同角度,分别对太空、地球、气象、海洋、湖泊、流泉、山洞、动物、植物、人体、外星人、野人、飞碟、科技、建筑、航天、医学、数学、物理、化学、人物、历史、文艺、军事、灵异、部族等方面的谜团及奇异现象,进行了详尽科学的介绍和解释。内容新奇有趣,语言通俗易懂。融离奇性、怪异性、奥秘性于一炉,集知识性、趣味性、科学性于一体。可以引导读者去发现科学的奥妙,开阅读者的科学知识视野,激发读者的科学求索精神。因此,该系列是一套颇具特色的益智科普读物。



目 录

神奇的“电眼”	(1)
苹果落下引起的灵感——万有引力	(14)
为什么要发展机器人	(17)
为什么计算机有记忆能力	(20)
计算机的智力会超过人吗	(23)
奇妙的基因工程	(26)
“克隆”奇术	(31)
为什么超声波能除尘、去污、消毒	(35)
电子战的奥秘	(38)
神奇的色光	(45)
身手不凡的红外线	(48)
用无线电跟踪野生动物	(53)
寻找自然界的奇异东西	(59)
为什么要发展仿真技术	(70)
动物仿生种种	(72)



神奇的“电眼”

——谈谈电子显微镜

你希望到微观世界去旅行吗？那里有许多奇妙的景象，有许多我们不曾知道的新鲜事情。

微观世界在哪里？

它就在我们周围，我们周围的一切东西，包括我们自己的身体在内，都是由分子组成的；分子又是由原子组成的，而原子则是更小的微粒组成的。但是我们的肉眼看不到这些微小的物体，因为它们实在太小了。小到什么程度呢？举个例子来说，一根头发丝掉在地上，就够难找的了；一个原子的大小大约只有头发丝粗细的一百万分之一。因为它太小太小了，人们在计量它的时候，就要用一个特殊的单位——“埃”。 $1 \text{ 埃} = \frac{1}{100000000} \text{ 厘米}$ （即一亿分之一厘米）。为了容易比较，我们把它写成 10^{-8} 厘米这样的形式（指数-8就表示分母是1后面带八个0）。物理学上把尺寸小于 $10^{-7} \sim 10^{-6}$ 厘米的东西，如分子和原子等叫微观粒子；微观世界就是指的微观粒子和它们的运动。



我们人类的眼睛，只能看清楚 $\frac{1}{100}$ 厘米（即 10^{-2} 厘米）左右的東西，相当于一根头发丝那么细，更小的就看不清了。我们把能够区分两点间尽可能靠近的最短距离的能力叫做分辨本领。你瞧， 10^{-2} 厘米和 10^{-8} 厘米之间相差100万倍！人们通常也说它们相差了六个“数量级”。可见，要使人的肉眼看清原子的图像，必须把它们的尺寸放大 10^6 倍，也就是100万倍。

你可能着急了，用什么办法才能使我们看到微观世界的情景呢。

科学家已经给我们准备了一种神奇的“电眼”，它能把微观世界里的物体放大几十万倍到100万倍，展示在我们眼前，而且还使我们直接观察到微观世界里正在运动的“活”东西。

这种科学的电眼就是这篇文章里要介绍的电子显微镜。人们靠它逐渐认识微观世界的客观规律。它是现代科学技术中不可缺少的工具之一。

光学“眼睛”

电子显微镜为什么能把肉眼看不见的东西变成肉眼看得见的东西呢？这就得从最简单的放大镜说起。

把一只筷子斜着放进有水的玻璃杯里，你会发现：筷子的水上部分和水下部分不在一条直线上了。这种情况是光的折射造成的。光线从一种透明物质进入到另一种透明物质的时候，在交界面的地方会改变前进的方向。



早在 13 世纪，人们就根据光线的折射原理，用玻璃制成了放大镜。放大镜是一个四周薄、中间厚的凸透镜。一束平行光线穿过以后，就会发生程度不同的折射，会聚在一点上，这一点就叫焦点。把要观察的物体放在焦点以内，就可以在物体的同一侧形成一个正立、放大的虚像（这个像我们可以在另一侧用眼睛看见它，但是不能把它显映在屏幕上，所以叫虚像）。

放大镜的放大倍数很有限，一般的只能放大两三倍，最好的也只能放大一二十倍，再大了，放出来的像就要变形。

1590 年，荷兰有位磨制眼镜片的技师詹森，无意中把两块凸透镜分别装在一只圆筒的两头。当用这个圆筒观察物体的时候，他惊奇地发现：物体变得非常大。詹森高兴极了，他由此得到启发，动手制作了世界上第一架原始的光学显微镜。

17 世纪，荷兰生物学家列文虎克也制成了一架简单显微镜。他自己磨成了一块放大倍数很高的凸透镜，并且把它嵌 [qiàn] 在一块木板的小孔里。然后他又用针尖挑起一点牙垢、牛奶或脏水，通过透镜去观察。出乎意料的是：他看到了一些从来没有见过的活泼好动的小东西。他把它们叫做“微生物”，其中有的就是我们现在叫做“细菌”的那种微生物。以后，英国物理学家胡克对简单的显微镜又作了许多改进，制成一架有实用价值的光学显微镜。他用这架显微镜观察到植物细胞，提出了细胞概念，这为 19 世纪细胞理论的建立奠定了基础，



使生物学发展到一个新的阶段。

从此，人类的眼睛突破了生理学上的限制，眼界大大开阔。人们凭借光学显微镜，能够看到 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ 厘米的微小东西。微观世界的大门就此被打开了。

后来，由于科学家们的不断努力，光学显微镜的构造越来越完善，性能越来越好。现代高效能光学显微镜的放大本领已经达到一千倍到一千五百倍，能够清楚分辨 2000 埃（即 $\frac{1}{50000}$ 厘米）左右的微小物体。

光学显微镜主要是由光源和若干个玻璃透镜组成的。玻璃透镜又分三组：聚光镜、物镜和目镜。聚光镜的作用是把大量光线汇集成一束强光，把要观察的物体照得很亮，便于观察。物镜和目镜都是放大镜。被观察的物体先由物镜进行第一次放大，再由目镜进行第二次放大。总的放大的倍数，就是物镜放大倍数和目镜放大倍数的乘积，比如物镜放大倍数是 10 倍，目镜放大倍数也是 10 倍，那么，最后看到的物体就被放大了 100 倍（ $10 \times 10 = 100$ ）。

光学显微镜是科学研究的重要工具，借助它，人们取得了许多科学上的新发现。直到今天，光学显微镜还广泛应用在工业、农业、医学等各个领域哩！

光波在作怪

光学显微镜使人们踏进了微观世界的大门，但是，这仅仅是初步的成果，人们还想向微观世界的纵深挺进，



还想看到更加微小的东西。

起初，研制显微镜的专家们是这样想的：既然增加一个透镜就能把图像放大一定的倍数；如果把显微镜的镜筒做得很长，多装几个镜片，多放大几次，不就能看到更小更小的东西了吗？

这种设想好像是合理的，但是，他们实际这样做的时候，就碰到了钉子。显微镜的放大倍数到了一定的范围，如果继续增大，那么，观察到的图像就点不成点、线不成线，一片模糊了。

是镜片研磨得不够光洁吗？是显微镜的结构不科学吗？都不是！

经过许多科学家的仔细研究，才找到了真正的原因：光学显微镜是依靠可见光波来观察物体的，它的分辨能力不能超过可见光波长的一半。可见光的波长范围是3900~7700埃，所以显微镜的最好分辨本领大约为2000埃，最大放大率只能是1000倍到1500倍。

为什么放大率会受波长的限制呢？

原来，光线是一种波，它同我们平常看到的水波相似。在平静的水面上，我们扔下一块石子，水面上会产生一个又一个同心圆，由近而远地传开去。这些同心圆时而高出来，时而凹下去。那高出来的地方叫做波峰，凹下去的地方叫做波谷，从一个波峰到下一个波峰之间的距离，就叫波长。

水波是机械波，光波是电磁波。这两种东西本质上是不同的，但是都具有波动的特征。因此，我们可以通



过水波现象来说明光波。

水波在传播途中，如果遇到一块礁石，而这块礁石的直径比水波的波长大，那么水波便被礁石粉碎成浪花而消失了，礁石后面就是平静的水面。如果水波遇到的是—根竹竿，而这根竹竿的直径比水波的波长小，那么水波便绕过竹竿继续向前传播，波形一点没有破坏，就好像没有碰到任何障碍一样。波能够绕过比它的波长小的物体而继续向前传播，这就是波的绕射现象。光既然也是波，所以也同样具有绕过障碍物的本领。

光的波长非常小，我们肉眼看得见的细小灰尘，同光的波长相比，仍然是很大的物体，所以光波碰到了它们便被挡住了，而在它们的另一面就会留下清楚的影子。我们从明暗的对比中，可以看见这粒灰尘。要是—个物体比—粒灰尘还小得多，小到比光的波长还小，于是光就绕过它继续前进，不留影子，我们也就看不见它了。

现在，你明白了吗？原来是光波在作怪。光学显微镜的极限，原来是光波造成的。

那么，出路何在呢？科学家们又继续探索。

电子束的波更短

到了本世纪 20 年代，法国科学家德布罗意发现电子束也具有波动的性质。所谓电子束，就是许多电子集合在一起，并且以很高的速度向着一个方向运动。电子束的波长远比光波的波长短。因为它是德布罗意发现的，有人就把它叫做德布罗意波。



科学家测量出：电子束的波长同自身运动的速度成反比例。也就是说，电子束跑得越快，它的波长就越短。电子是带负电荷，如果给它施加一个正电压，它就能跑得更快。正电压越大，电子的速度也就越快。

电子束的波长可以比光的波长小得多。让我们列一张表，把它们和可见光比较一下：

名 称	波 长 (埃)
可见光线	3900—7700
紫外线	400—3900
电子束 { 100 伏	1.23
{ 10000 伏	0.122
{ 100000 伏	0.0370

表上的“伏”就是电压的单位。电压不同的电子束，波长也不同。从表上可以看出来，电压为 10 万伏的电子束的波长比可见光中最小的波长还小 10 万倍。如果能够利用电子束代替可见光制作显微镜，分辨能力可以提高四个数量级，能看到 10~8 厘米大小的东西，这样，连原子的面貌也能看清了。

这是多么令人鼓舞的事情啊！

电子透镜

电子束和光线不同，玻璃透镜对它不起透镜作用。如果利用电子束代替可见光，就要找到另外一种能够代



替玻璃透镜的“透镜”。

科学家在实验中发现一种现象：当电流通过空心的电磁线圈的时候，线圈周围就会产生磁场。如果让电子束从线圈中穿过，线圈的磁场就会使电子束发生折射和会聚，就像玻璃透镜对光线的作用一样。这种空心线圈所形成的磁场就叫“电子透镜”或“磁透镜”。线圈中心形成的磁场也是物质，不过人的肉眼里看不见的，因此这种磁透镜看起来好像是一无所有的。

电子显微镜和光学显微镜一样，也有聚光镜和物镜，不过这些透镜统统都是特制的空心的强力线圈所形成的。

电子“眼睛”

只要把几个“磁透镜”像普通显微镜的透镜那样组合起来，人们就造成了探索微观世界的新武器——电子显微镜。

电子显微镜的制作原理同光学显微镜非常相似：电子束相当于可见光线；“磁透镜”相当于玻璃透镜。可是，“电眼”和“光眼”之间，也有几处很不一样的地方。

“电眼”里不能有空气，因为空气会阻碍电子束通过，所以必须把镜筒里抽成高度真空。还有，人的肉眼是看不见电子束的，因此，“电眼”必须装上像电视机那样的荧光屏，通过荧光屏把电子图像转换成能够看见的像；或者让电子射线投射在感光板上，由照相机拍摄成照片。



1932年，电子显微镜刚刚诞生的时候，只能把物体放大12倍，还不及光学显微镜。不过，这也是了不起的成就，因为它证明了科学家关于电子显微镜的设想是正确的。以后，经过科学家们的不断改进，电子显微镜的制造技术迅速提高。现在，先进的高压电子显微镜放大率已经达到几百万倍，分辨本领达到2~3埃。

假如我们拔下一根头发放在这种电子显微镜下看一看：哎呀，不得了，一根头发丝竟有一座大礼堂那么大！

各有巧妙不同

早期出现的电子显微镜叫做透射式电子显微镜。它是仿照光学显微镜制造出来的。这种显微镜具有极高的放大倍数和分辨本领，可是只能从一个角度观察样品的一个部分。

早期的电子显微镜要求把样品切得很薄。因为那时候电子显微镜的电压还不够高，电子射线穿透物体的能力非常弱。可是，这样一来，制造样品的切片就成了一项很烦琐复杂的工作。另外，样品切得很薄，放在高真空的环境里，也容易变形，结果，人们看到的图像就不够真实。

60年代初，科学家设法把电子显微镜的电压加大到10万伏以上，使电子穿透物质的能力大大提高，这样，即样品切得厚一些，电子也可以透射过去了。使用这种显微镜，不仅简化了样品的制作技术，而且观察到的图像也更加真实。并且，随着电压的增大，电子束的波长



也越短，分辨率和放大倍数也大大提高了。世界上第一台 100 万伏高压电子显微镜，是法国首先制造成功的。后来一些国家继续试制 1000 万伏的超高压电子显微镜。

世界上的物质形形色色，千差万别，并不是什么东西都能做成薄片来观察的；有的东西做成薄片就不是本来的样子了。而且制薄片的方法只能观察物体的一个局部，看不到它的全貌，更看不到它的运动变化。为了扩大观察的范围，科学家又制造出一种扫描式电子显微镜。它用电子束在样品上逐点扫描，然后按电视原理放大成像，显示在电视显像管上。应用扫描式电子显微镜，人们可以把要观察的样品任意转过来，调过去，从各个角度来仔细观察。观察固体样品的时候，放大的图像富有强烈的立体感，因此有人称这种显微镜为“立体电子显微镜”。

另外还有一种扫描透射式电子显微镜，兼有透射和扫描两种电子显微镜的特点。

70 年代起，人们又在扫描电子显微镜上配置了一些别的光学仪器，如 X 光谱仪、电子衍射仪器等。这种综合装置称为微区分析扫描电子显微镜。它不仅能够清晰地观察样品的表面形态，还可以对样品的一个个微小区域进行元素种类的测量有多少？人们可以直接把断裂口放到微区分析扫描电子显微镜下，在荧光屏上观察断口表面的形貌和结构，和电子显微镜联系在一起的 X 光谱仪的探测器还告诉人们：是哪一种杂质元素在作怪，含量是多少。



电子“眼睛”下的新世界

在电子显微镜诞生以前，人们对许多奇怪的现象都搞不清楚。微观世界中的谜非常多。有了电子显微镜，有些谜就陆续地被揭开了。例如：流行性感冒是一种很讨厌的常见病。许多年来，医学家都在寻找这种病的原因，希望找到使人得感冒的病原体，可是总也找不到。还有一种奇怪的病：当人被疯狗咬伤以后，大约过一两个月左右，病人一见到水，就非常惊恐不安，暴躁异常，全身抽筋，不久就死了。这种可怕的病叫做狂犬病，又叫恐水病。医学家们一直找不到病原体，也没有办法治疗。

在植物中，也存在许多奇怪的事情。一块长得好好的烟草田里，一大片烟草叶子会突然枯萎。过不多久，整块由的烟草都染上了这种病，最后，烟草一无所获。科学家也搞不清这到底是因为什么。

还有发生在动植物身上的许多离奇古怪的病，人们也查不出原因。长久以来，医学家和生物学家都为此大伤脑筋。有了电子显微镜以后，科学家终于弄清楚，原来微观世界里有一个病毒家族，那些讨厌的疾病都是它们引起的。

病毒有多大呢？只有几十埃到几千埃，即在 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 厘米之间。这么小的东西不用说人的肉眼，连能够放大 1500 倍的光学“眼睛”也看不见，非得用电子“眼睛”不可。现在，我们已经发现大约 400 种能使人及动



物、植物感染疾病的病毒，并且找到了对付它们的办法。

人们依靠电子显微镜的帮助，还看到了某些病毒对细菌的破坏作用。例如有一种叫 T_2 噬菌体的病毒，附在细菌的壁上打一个小洞，不到半小时，细菌突然裂开，释放出几千几万个发育成熟的 T_2 噬菌体，细菌本身就完蛋了。

自古以来，人们就在不断地探索生命的秘密。16 世纪出现的光学显微镜，帮助人发现了构成生物基础的细胞，使生物学有一个飞跃的发展。电子显微镜产生以后，人们可以看到细胞内部极为细小的结构，可以在分子的水平上研究生命的奥秘，由此产生了一门重要的新学科——分子生物学。

还在 19 世纪初，英国化学家道尔顿就正式提出了原子的学说，可是从那时到现在，谁也没有给原子照过像。1978 年，日本京都大学的科学工作者，终于用 50 万伏电压的电子显微镜，成功地拍摄到世界上第一张氯化铜——酞花青有机化合物的原子组成图像。

以前人们不明白金属钨为什么硬度和熔点都那么高，而且具有弹性。如今，利用电子“眼睛”一看，才揭开了这个谜：原来钨原子的排列有独特的精巧结构，像一幅美丽的图案画。

电子显微镜是现代科学技术的成果，也是推动现代科学技术向前发展的有力工具。我国从 1958 年开始研制电子显微镜，第二年就成功地制造了第一台 10 万倍三级电子显微镜。1977 年，我国又制成了一台 80 万倍的电子