

迁徙海龟靠地磁场找到回归路

奇云

迁徙中的海龟如何找到回归路？美国科学家在研究多年后发现，地球磁场是海龟回家时的罗盘和地图。有关成果发表在2004年4月29日出版的英国《自然》杂志上。

生殖季节到了，经过几年甚至十几年的生长已达到性成熟的海龟都踏上返回故乡的征程，到它们的出生地去生儿育女。人们将标记系在海龟身上，研究它们在海里的行动情况，发现它们并不是任意漂泊游荡，而向着目的地迅速前进。棱皮龟的游速可达每小时14千米以上。在南非塔尔标志的一只蠓龟，91天后在东非沿岸向北2500多千米处被捕到。在巴西近海栖息的棱皮龟经过8个星期的跋涉，不吃不喝，横渡1400海里，到大西洋的复活节岛上产卵。还有的记录更远，从南美洲到非洲西部，其间的距离达5920千米。

据美国科学家连续4年研究后最近报告，棱皮龟在迁移时走的是一条界限分明而又狭窄的路。经过对8只海龟跟踪研究，它们刚在哥斯达黎加产过卵，发现它们所走的路线都处于一条狭窄的“走廊”内，最宽也只有几百千米。其中的两只前后相隔13天先后离开同一海岸，37天游了700多千米之后，科学家发现它们彼此相距只有20千米。

在毫无定向标志的大海中，海龟究竟是依靠什么来作为生物罗盘和导航地图，以便可能在海天一色的苍茫汪洋里，准确完成长途往返使命的？美国北卡罗来纳大学教堂山分校的肯·洛曼研究小组在研究多年后发现，海龟对不同地理位置间的地磁场强度、方向的差别十分“敏感”，它们能通过地磁场

(如图1)为自己绘制一张地图。有关成果发表在上述《自然》杂志上。

研究动物磁场感应是个老题目，可是困难度颇高。许多动物也只有在活动时才表现出磁场感应之行为，使实验设计颇具挑战性。肯·洛曼研究小组的研究人员在佛罗里达州墨尔本海滩附近捉了24只小绿海龟，迅速将它们转移到临时实验室后院的一个大水盆中。接着把它们绑着，让它们虽然可以游向任何一方，可是却原地踏步(如图2)。他们在水盆外布置了一个有两层楼高的大线圈以模拟地磁场。通过轻微改变磁场，研究人员让小海龟误认为自己在“家乡”以北或以南340千米的地方，海龟于是开始在水盆中踏上向南或向北的“回家路”。这一结果表明，绿海龟知道自己在磁场中所处的位置，并能根据这一信息来计划自己的路线。

佛罗里达大西洋大学的海龟研究专家迈克·萨尔蒙说，海龟这种古老的甲壳类动物水手，像人类一样，使用一种全球定位系统(GPS)，定期来回航行于浩瀚的大洋之中。但与依靠卫星发回信号的人类不同，海龟似乎能够感受到地球的磁场，它们能够检测出不同强度的磁场。海龟能够分辨作用于地球表面的磁力线的倾斜角度，也就是说，它们“可能具有全

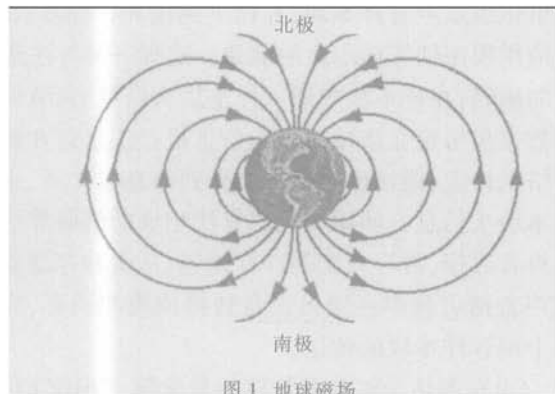
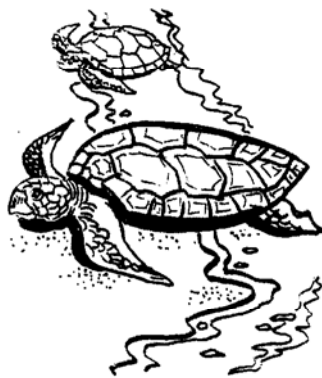


图1 地球磁场

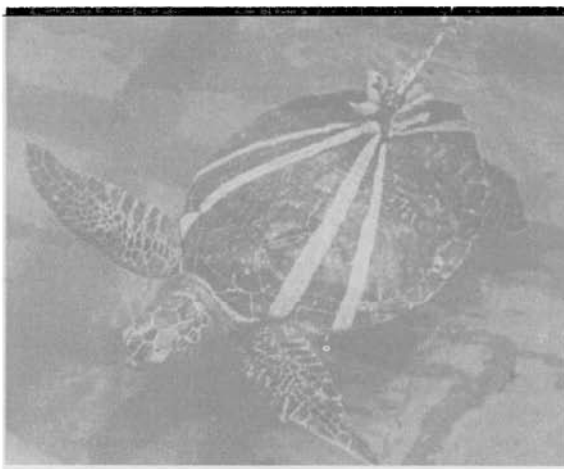


图2 绿海龟知道自己在磁场中所处的位置，并能根据这一信息来计划自己的路线

对反物质进行光谱测量的实验进展

高凌云 译

激光被首次用来成功制造出反氢原子，这样就可以对反物质原子进行精确的光谱测量。

哲学家威廉·詹姆斯说过：“如果你想推翻所有乌鸦都是黑的这个论断，那么不必证明它们都不是黑的，只要你找出一只白乌鸦就足够了。”同样，如果你想检验所谓的 CPT 定理——根据 CPT 定理，一个由反物质构成的世界其行为与一个由物质构成的世界完全相同，所以你也不必制造出整个“反物质世界”。只要能够证明反原子有一次发生跃迁的频率值与相应的原子在同样的跃迁中频率值不同，证据就非常充分了。

问题是在多大程度上实验已经能够探测到 CPT 定理的破坏？即这个世界在电荷共轭变换、空间反射和时间反演的联合变换下的对称性有多大程度的破坏。作为对这个结果的预期，没有人认为物质和反物质之间有什么不同，即使有，也非常微小。

能够用于对普通氢原子跃迁频率进行高精度测量的激光光谱仪也可以用来测量反氢原子的跃迁频率。这使反氢原子成为测量 CPT 定理的极好场所。现在，欧洲核子研究中心(CERN)的 ATRAP 研究组的科学家们，通过利用激光控制反氢原子的产生，已经沿着这个充满险阻的道路向目标迈出了重要的一步。

定轨的困难

反氢原子由一个正电子和一个反质子经库仑力束缚在一起而构成。自然界中并不存在反氢原子，因为它们会瞬间与普通物质发生湮灭。1995 年 CERN 在 PS210 实验中第一次制造出反氢原子，但是因为产生的反氢原子能量过高、速度过快，而无法用来精确检验 CPT 定理。当 CERN 的两个实验组 ATHENA 和 ATRAP 于 2002 年首次制造出“冷”反氢原子后，

球定位器官”。在海龟航行的大部分水域，磁场密度和倾斜面随方向的不同而变化，形成一个类似经纬线的网络。这些区域中的任何一点，都能用一组唯一的密度和倾角确定。所以，能够检测到这两个参数的海龟，可以在大脑中绘制出一张用来导航的“磁场地图”。海龟定期在觅食和巢穴海滩之间作长途航行。

情况才发生了转变。

实验原理类似于将空间探测器送入遥远的行星轨道——为了防止探测器从一端进入行星轨道，但因速度过快而在另一端逃离行星轨道，必须在探测器进入轨道的瞬间采取某种精细的操作，使探测器减速。同样的道理，正电子如果在进入反质子的周围时不释放一些能量和动量，它也不可能进入环绕反质子运行的轨道。空间探测器的减速是利用行星大气层的阻力或向相反方向喷射燃气而实现的。然而，正电子的减速只能通过有第三体参与的情况下才能实现，即正电子到达反质子的周围时，必须有另外一个正电子或电子及时带走必要的能量和动量。

另外一个严重的问题是，产生出来的反质子和正电子通常以接近光速的速度飞行。因此，即使它们能够相互靠近，也不会有足够的时间形成束缚态，而且为了带走正电子过多的动量，必须要求第三体在这一极短的时间段内接近这个短暂的束缚态。这些在技术上都难以实现。因此，为了能够真正制造出反氢原子，必须将产生出来的反质子和正电子提前减速。ATRAP 合作组应用了多种减速和预冷技术，将反质子和正电子的相对速度由 10^6km/s 降低到 1km/s ，这相当于把温度降低到 4K 。接下来，研究人员将反质子和正电子束缚在静电势阱中，这样就增加了正电子和反质子结合在一起的机会。

因为正电子带正电，而反质子带负电，所以正电子的势阱对于反质子来说就成了势“峰”。因此，ATRAP 小组采用势阱嵌套的结构，势阱中心包含一个势“峰”。这使得反质子与正电子被限制在势阱的不同区域，并诱使这些粒子相互结合。然而这一结合

例如，海龟孵化于佛罗里达的海滩，出壳后投身位于北美和非洲之间的波浪之中。当它们要产卵的时候，最后总是回到它们出生的海滩。萨尔蒙说，上述发现是一项“令人激动的成就”，这一发现同样可以用来解释其他很多动物的导航机制。

(安徽省淮南职业医学专科学校 232001)