
探秘生物“第六感”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14371.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

探秘生物“第六感”。在茫茫大海、荒漠戈壁中，人类有指南针、罗盘指引方向。殊不知，在自然界中，许多生物似乎并不需要借助任何外物，便可完成令人惊叹的长距离迁徙活动，比如，北极燕鸥每年往返4万公里于南北极、可可西里藏羚羊上千公里大迁徙、黑脉金斑蝶四代接力往返北美大陆.....

动物在迁徙过程中，究竟是如何导航和定位的？

近日，中国科学院合肥物质科学研究院研究员谢灿与英国牛津大学教授霍尔，德国奥登堡大学教授莫里特森等实验室组成的国际团队研究发现，迁徙鸟类的隐花色素cryptochrome4蛋白（以下简称Cry4）比非迁徙鸟类中的Cry4蛋白磁场敏感性更强，揭示了由Cry4蛋白介导的磁感应机理。相关研究成果于6月23日以封面文章形式发布于《自然》杂志。

生物方向感之争

过去数十年里，科学家们都在找寻动物身上的指南针究竟源自何处，但截至目前，没有任何一种模型能够很好地解释动物迁徙和生物导航中的所有问题。

欣喜的是，随着迁徙鸟类能感知地磁场的证据陆续被找到，科学家们逐渐关注到了生物感知地磁场这一重要领域，并尝试解读生物感知磁场的机制。这种生物磁感应被科学家生动地形容为第六感。

生物磁感应的领域从一开始就在质疑和希望中前行。谢灿感慨道。

上世纪六七十年代，德国科学家沃尔夫冈·威尔奇可和罗斯维塔·威尔奇可经过10余年的实验研究发现，知更鸟可以通过感知人工磁场进行定位，以及常见于北美的迁徙鸟类靛蓝彩鹀对地球磁北极和人工磁场磁北极有感知能力。至此，迁徙动物能感知地磁场的概念才终于被学术界广泛接受。

但只有行为学实验，这种行为如何解释？是哪些基因开关控制着这一行为？人们依然是不得而知。

直到1978年，德国化学家舒尔滕提出了磁感应的化学自由基对假说的初步模型，科学家们开始寻找生物体内能够产生自由基的基因开关。

终于在2000年，舒尔滕团队向世界公布了他们的发现，隐花色素Cryptochrome（简称Cry）很可能就是鸟类磁导航过程中的关键分子，并大胆推测了其磁感应过程，该模型不断被后来者研究推动。后来，隐花色素蛋白一直被认为是磁受体蛋白的唯一候选者。

隐花色素蛋白是一种对蓝光敏感的蛋白，它与辅因子黄素腺嘌呤二核苷酸(FAD)形成的自由基电子对在调节生物钟及感应磁场中发挥着重要的作用。

2015年11月，谢灿团队在《自然-材料》杂志上首次报道了一个全新的磁受体蛋白MagR，它能够通过聚合形成一个棒状的多聚体，并和Cry4蛋白质形成复合物，就像一个小磁棒一样有南北极，是一个生物指南针，该研究为揭开生物第六感的磁觉之谜提供了第二位候选者。

的确，动物如何感知地球磁场，经历了长时间的争议和辩论。自20世纪50年代至今，除了依赖隐花色素的化学自由基对模型，备受关注的磁感应假说主要有电磁诱导模型、磁铁矿颗粒模型、生物指南针模型。

谢灿直言，目前动物磁感应的机理还是一个未解之谜，并没有一个能被整个领域广泛接受的模型，无论是隐花色素蛋白，还是MagR蛋白，都依然处在争议当中。学术上的争议和辩论本身就代表了这一问题在科学上的重要性，在争论中发展，我们知道的東西总会越来越多，就会越来越逼近科学的真相。

眼睛或暗藏秘密之匙

2015年发现MagR蛋白，也让谢灿正式进入了生物磁感应领域，着迷于生物迁徙之谜的他渴望破解这生物磁感应的基因开关。也正是这一发现，也促成了谢灿与霍尔和莫里特森等国际团队的合作，他们都长期从事生物磁感应领域研究。

我们想从实验上验证自由基对磁感应这一假说，即测试隐花色素蛋白的磁场效应，而蛋白样品是测试的基石。重组蛋白表达并纯化，必不可少。莫里特森的博士生、论文第一作者许静静告诉《中国科学报》。

令霍尔和莫里特森感到兴奋的是，谢灿团队有着独特的蛋白表达纯化系统和在磁感应蛋白上的丰富经验，能有效纯化制备出大量折叠正确并结合了FAD辅基的隐花色素蛋白。

可以说，FAD是磁敏感的隐花色素蛋白的‘心脏’。许静静说，结合FAD的隐花色素蛋白样品才具有生物活性。FAD，其实是维生素B2，一种氧化还原的辅酶，它吸收蓝光，并被还原，从临近的色氨酸上夺取电子，这就是电子转移，未配对的电子形成了自由基对。

莫里特森说：大量制备FAD结合的鸟类隐花色素蛋白是一项重大成就，也是本次研究的关键第一步。

在前期的合作中，由谢灿实验室制备的隐花色素和磁受体蛋白跨越大洋到达牛津大学霍尔实验室，但研究人员发现这些蛋白在长途的运输过程和冻融过程中，蛋白活性大大下降。为了解决这一难题，2016年11月，许静静来到谢灿课题组，进行了两个月蛋白纯化的科学训练。

2017年1月19日，许静静抵达莫里特森的实验室，经过半年的实验和优化，终于实现了决定性的一步——她搭建好稳定高效的蛋白表达纯化平台，第一次大量制备了几种不同鸟类包括夜间迁徙

的欧洲知更鸟的隐花色素4蛋白。

此后的两年多，许静静在德国莫里特森实验室制备好隐花色素蛋白样品后，当天就带着样品乘飞机抵达英国牛津大学进行紧张的实验。其它合作者在牛津实验室使用多种磁共振和新的光谱技术来研究这种蛋白质，证明了它对磁场具有高度敏感性。

隐花色素蛋白受蓝光激发后发生电子转移，这一点在磁感应过程中至关重要。莫里特森解释说。蛋白质分子由一连串氨基酸组成：隐花色素4有527个氨基酸，其中的4个色氨酸对于磁敏特性尤为重要。量子力学的计算结果表明，电子可能从一个色氨酸转移到下一个色氨酸，产生了磁敏感自由基对。

为验证这个由四色氨酸组成的电子传递链，奥尔登堡大学和牛津大学的研究小组做了详尽的实验测试。结果显示，正如在计算中所预测的那样，电子是在色氨酸链中传递，由此产生的自由基对于解释观测到的磁场效应是必不可少的。

这也意味着研究人员从实验上用迁徙鸟类的隐花色素蛋白验证了自由基对假说。

霍尔认为，如果我们能证明隐花色素4是磁敏感分子，我们也就证明一个根本性的量子机制，它使得动物能感知极其微弱的环境刺激，这个刺激的强度比以前认为的要弱一百万倍。

牵手竞争对手

不过，研究人员坦承，这并不能确切证实隐花色素4就是他们正在寻找磁感受分子，因为在这项研究中，研究人员对单独的蛋白进行体外测试，并且实验中所使用的磁场强于地磁场。

但这些结果非常重要，因为它们第一次表明迁徙鸟类视觉器官中的一个蛋白质分子对磁场很敏感。但磁感应是否真的发生于鸟类眼睛中，这需要进一步证实，只是目前在技术上还无法实现。莫里特森说。

研究人员还认为，这些蛋白质在自然环境中的磁敏感程度应该更高。因为在视网膜的细胞中，隐花色素蛋白可能和其他蛋白质结合而具有一定的取向或整齐排列，这增加了它们对磁场方向的敏感性。此外，与隐花色素结合的其他蛋白，也可能通过某种机制放大磁敏感性，使得对微弱地磁场的检测成为可能。

我们仍在寻找其他可能参与这一复杂过程的蛋白质，包括但不限于MagR。我们对此持非常开放的态度，在这阶段，我们不能轻易排除任何可能的互作蛋白和可能的磁感应机制。谢灿说。正是平等包容的学术交流、基于科学精神的学术争鸣，推动了这个领域的快速发展。

事实上，莫里特森曾对谢灿团队发现的MagR蛋白持有质疑态度，甚至写了一篇长文来反驳。尽管如此，也丝毫不影响他们彼此之间的合作，而霍尔则更倾向于融合两者之间的观点。

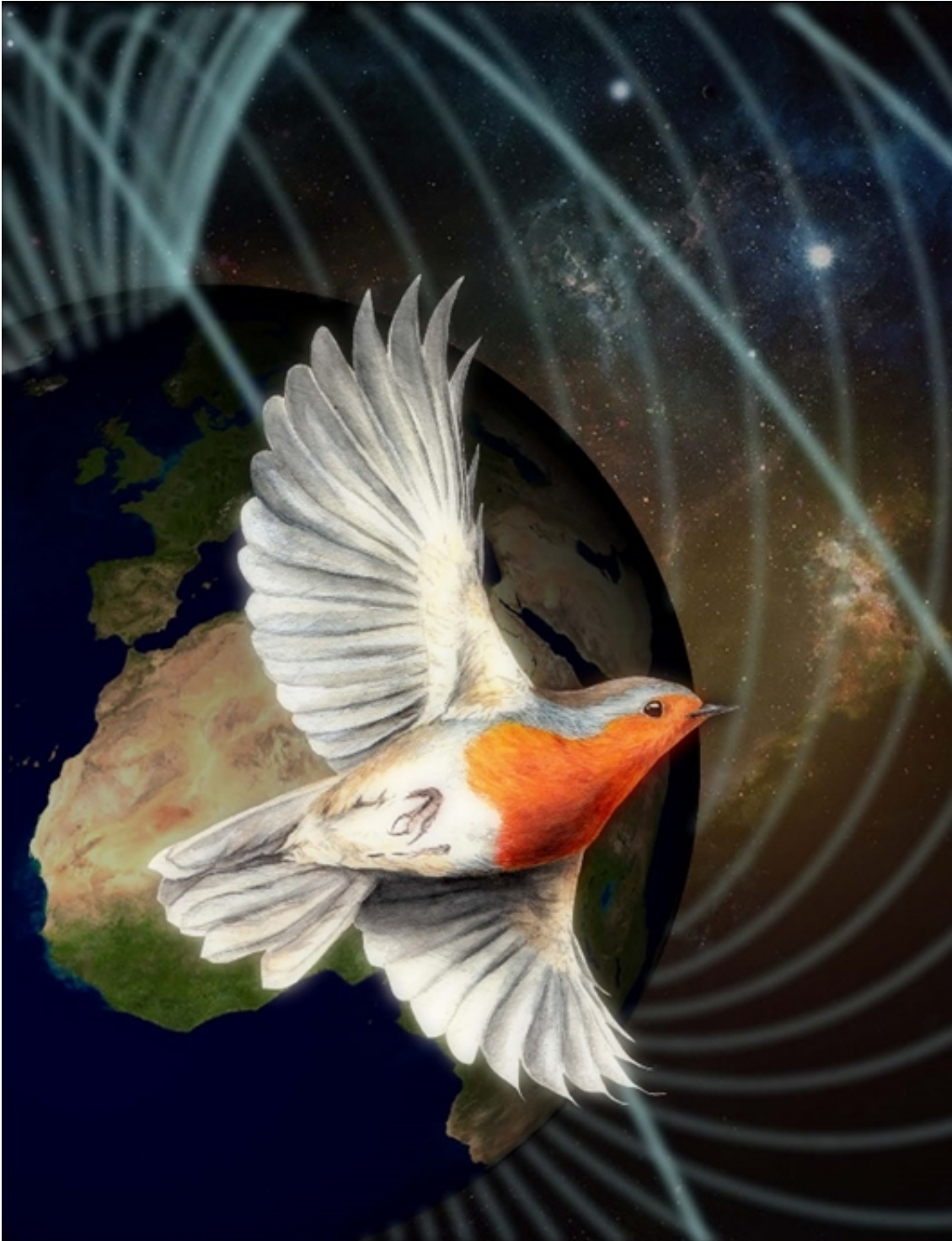
谢灿告诉《中国科学报》，即使在本研究中，我们三人也经常会有学术观点的分歧，但我们的目标是一致的，就是通过严谨的实验逐步揭开动物磁感应和生物导航的神秘机制，这才使我们能够求同存异，紧密合作。

在谢灿看来，磁感应和生物导航原理的阐明是生命科学中引人注目的未解之谜，

它可能引发物理学新模型的提出、生物学新机理的发现。随着生物导航机理的最终诠释, 或将催生新一代的仿生导航仪和定位仪的出现及新一代生物磁控技术的发展。

磁感应和生物导航的机理还远未明确, 我和莫里特森、霍尔还将长期合作下去, 也期待着更多不同研究背景科学家的加入。谢灿说。(来源: 中国科学报 韩扬眉)

相关论文信息: <https://10.1038/s41586-021-03618-9>



图片来源：Corinna Langebrake, Ilia Solov ' yov

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：谢灿等 来源：《自然》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发