



北磁极偏移 你我的手机导航都会受影响

实习记者 陆成宽

地球出了点怪事。因地核内液态铁的运动,地球北磁极由加拿大不断向西伯利亚偏移,最近它越过了国际日期变更线。

北磁极的快速移动迫使科学家不得不紧急更新世界地磁场模型(World Magnetic Model, WMM),近日,新模型已经更新完成。事实上,这一模型本该到2019年底才更新。

世界地磁场模型并非国际主流

所谓世界地磁场模型,是描述地球主磁场及其长期变化的全球地磁场模型。它由美国国家地球物理数据中心(NGDC)和英国地质调查局(BGS)联合研制,主要为美国国防部、英国国防部、北大西洋公约组织以及国际海道测量组织提供导航及定向服务,同时在民用导航定位系统和航空姿态测量系统中也有着广泛应用。

“按照场源的不同,地球磁场包括主磁场、地壳场、外部变化磁场及其在地球内部产生的感应场。各种场源对地球磁场的贡献也有所不同,其中主磁场占总磁场的95%以上,地壳场约占4%,外源场及其感应场只占总磁场的1%。世界地磁场模型描述的对象就是主磁场。”中国地震局地球物理研究所副研究员赵旭东告诉科技日报记者。

为了描述地磁场的时空变化,自上世纪60年代起,世界各地的科学家和组织陆续发布了自己的地磁场模型。

国际上通用的地磁场模型是国际参考地磁场(IGRF),由国际地磁与高空物理联合会(IAGA)成立专门工作组组织编制,从1969年推出的第一

代国际参考地磁场到现在,已经推出了十二代国际参考地磁场。“国际地磁与高空物理联合会在每届新模型发布之前会征集各地区、组织和研究者各自的模型,然后按一定权重集成发布。而世界地磁场模型只是国际参考地磁场的候选模型之一。”中国地震局地球物理研究所副研究员焦立果表示。

据了解,第一代世界地磁场模型从1990年开始发布,每5年更新一次,最新版本的世界地磁场模型,是在2014年12月发布的2015版(WMM2015)。原本科学家们预计,这个版本的模型使用到2020年是没有问题的。然而,这却是一个“命途多舛”的版本。2015版模型投入使用一年之后,位于南美洲下面的地磁场就出现了一次地磁脉冲,让地磁场产生了科学家始料未及的变化,也让本来打算使用5年的模型,在一年后就误差陡增。与此同时,这两年的地磁北极加速移动,更是让2015版模型的准确度大幅下降。2018年9月,科学家们发布了第二版的2015版模型(WMM2015v2)。

及时更新对所有导航系统至关重要

事实上,地磁极与地理极并不重合,这导致磁力线同子午线之间存在着一定的夹角,被称为“磁偏角”。古人很早就意识到了磁偏角的存在,

比如宋代的沈括在《梦溪笔谈》中就曾提到。根据地磁场模型,可以事先计算好任意空间位置的磁偏角;然后根据实测磁偏角,即可进行地

磁定位及导航。结合地磁场其余分量,可以得到更为准确的定位信息。“地磁图对导航非常重要,是现代导航的基础。GPS系统只能提供位置信息,无法确定方向,方向是由磁场(即地磁图)来确定的。因此地磁图不及时更新的话,会影响到所有的导航系统,特别是在北极圈以内。”焦立果说道。

他表示,相比国际参考地磁场,世界地磁场模型的空间分辨率略低,但是部分中国学者对两个模型对比分析后发现,世界地磁场模型在我国拥有更高的精度。人们在导航时通常采用世界地磁场模型。

赵旭东表示,精密地磁导航主要应用的是地壳场信息,地壳场最大的特点是空间结构极其复杂,而在时间上却非常稳定。获得地壳场信息就需要剥离掉其他场源的地磁场信息,而占

总磁场95%以上的地球主磁场信息就是首先要剥离掉的部分。因此,地球主磁场信息的准确性对于地壳场信息的获得至关重要。

在焦立果看来,准确的地磁导航取决于准确的地磁模型,以及对地磁变化的准确预测和及时校正。如果科学家无法及时更新一个对于导航系统来说非常重要的地球地磁模型,全世界的所有手机导航都会面临不准确的风险。

此外,除了船只定向、手机定向和导航以外,地磁场模型在矿产资源勘探、地震火山监测预警、水下目标探测、卫星设计和运行、电网运行以及军事国防等领域都有重要应用。比如,在石油工业的定向钻井中,就会用到地磁偏角校正北方向,能够有效避免其他定向设备在钻井过程中因为高温高压而出现偏差,提高了钻井定向的准确度。

修正周期可能会越来越短

实际上,地磁场包括地磁极和磁力线等一直处于非线性运动变化之中。早在1831年,英国探险家詹姆斯·克拉克·罗斯就注意到地磁极在加拿大北极圈内难以预测的运动。1904年,北磁极(地磁南极)开始以每年大约15千米的速度向东北方向移动,但在1990年代,极移速度突然加快,由之前的每年约15千米增加到每年55千米。自1900年开始,北磁极从北纬70°的加拿大,一直向北移动;现在,磁极已经越来越靠近地理北极。

那么,究竟为什么北磁极的移动速度会越来越快呢?

焦立果表示,关于近来的快速极移,学术界现在有两种观点:一是来自地核深部的快速磁流体波;另一种是来自加拿大下方地核内的液态铁水的高速射流。后一种思路认为,在加拿大和西伯利亚地区分别存在一个磁集中的磁斑区,两个磁斑区的竞争导致了磁极的移动。加拿大下方的高速射流导致该区域磁场减弱,在磁极竞争中输给了西伯利亚,从而导致磁极向西伯利亚方向移动。

赵旭东也持有类似的观点,他表示,目前普遍

认为地球主磁场产生于地球内部的地核磁流体发电机过程。由于地核具有液态的外核和固态的内核,在温度和密度差异的条件下,外核流体在地球自转系统中发生对流,从而产生了自激发电机过程。北磁极的快速运动可能与加拿大下方的液态铁高速射流有关。

那么,随着北磁极的快速移动,世界地磁场模型的修正周期会不会越来越短呢?

在赵旭东看来,地球主磁场模型的更新周期是基于地球主磁场的长期变化特征,以及观测技术、观测资料的处理周期而定的。“随着观测技术的发展,观测资料处理技术以及数据计算速度的提高,科学工作者对地磁认知程度的加深,以及空间天气预报和人类生活的需要,我认为地球主磁场模型的更新周期将会缩短。”赵旭东说。

焦立果也表示,经过此次“波折”,随着人们对定向和导航等应用中时变性需求的日益提高,相信地磁学家们会做出相应的调整,包括可能缩短模型发布周期,以及在地磁突发事件后及时发布最新模型等等。

新知



新型自生长材料 像健身增肌 那样变强健

日本北海道大学研究人员研发出一种新材料,可以像健身增肌那样在反复拉伸后变得更强健,未来有望用于制造柔性“机械护甲”。

发表在美国《科学》杂志上的这项研究,受到骨骼肌生长特性的启发。在健身房训练后,骨骼肌肌肉纤维会撕裂,而血液会运送新的氨基酸以生成更强壮的新纤维。研究人员设计了一种有双重网络结构的水凝胶材料,它有两层高分子聚合物网络,一层硬而脆,另一层软而韧。这种水凝胶材料浸泡在一种含有单分子的溶液中,这些单分子就像血液中的氨基酸,可以构建高分子聚合物的新“肌肉”。

研究显示,当水凝胶受到拉伸的力时,硬而脆的高分子链会断裂,溶液中的单分子会连接到高分子链上,使材料变得更硬,而反复拉伸后,这种材料的强度和硬度可分别提高1.5倍和23倍,而高分子聚合物的重量可以增加86%。



海鱼“裂唇鱼” 能认出 镜子里的自己

日本和德国一项合作研究发现,一种名为“裂唇鱼”的海鱼能认得镜子里的自己。这是首次发现鱼类也具有黑猩猩、大象、海豚和乌鸦等少数动物才有的这种能力。

裂唇鱼是一种生活在太平洋和印度洋中的小型鱼类,体长只有10厘米左右。它们能够帮助大型鱼类清理身上的寄生虫等,也被称为“医生鱼”。

研究人员在水槽中设置镜子,发现裂唇鱼在最初两三天会认为镜子中的自己是同类个体,会去攻击镜子中的自己。但它会逐渐认识到镜子中就是自己,并频繁观察自己的镜像。这种自我认识的过程和黑猩猩十分相似。

研究人员给裂唇鱼的喉部涂上类似寄生虫的茶色印记,实验所用8条裂唇鱼中,有7条在看了镜中的自己后会试着在水槽底部擦拭这个印记。但如果不给裂唇鱼照镜子,它不会去擦拭这种印记,说明确实是照镜子而不是其他因素起了作用。

趣图

画面超萌 南非两小象在马路上打闹



南非克鲁格国家公园,两头小象被拍到在马路上相互嬉戏打闹,画面萌到爆。32岁的摄影师伊内兹·阿林·韦豆在该公园游玩时拍下了它们打闹的画面。

(本版图片来源于网络)

三维光学拓扑绝缘体:让一束光跑出“Z”形弯道

第二看台

本报记者 江耘 实习生 洪恒飞
通讯员 周炜 柯溢能

光沿直线传播,这是写在我们常识里的一句话,科学家则想办法让光拐弯。浙江大学和新加坡南洋理工大学的科学家合作,构建出世界上首个三维光学拓扑绝缘体,在三维材料的“高速公路”上,一束光完美地跑出了“Z”字形。相关论文于近日发表在《自然》杂志上。

假如光像流水,就会发生 隐形奇迹

光线拐弯会发生许多有趣的现象,隐身衣就是其中一例。论文共同通讯作者、浙江大学教授陈红胜等曾在2013年制造出一种可见光波段的隐形器件,让金鱼、猫等动物在眼前遁形。

“我们能让光像流水一样,在物体表面不发生散射,而像溪流流经石头,顺着石头的形状绕过去,继续按照原来的传播方向前进。”陈红胜介绍,没有散射光的情况下,人眼就识别不出物体了。

在科学家希望隐形的名单中,材料的杂质、缺陷占据着重要位置。电磁波在光波导或在在介质交界面传播时,“途中”遇到的杂质、缺陷,都能让电磁波发生散射,导致传输效率下降。“如果能设

计出一种新型波导,让这些散射因素‘隐形’,将大大提高传输效率,在未来会有重大的应用前景。”陈红胜说。

在很多器件中,电磁波必须绕着弯走。“在目前的技术体系中,一旦转弯幅度大,电磁波就会发生散射,影响传输效率。转弯幅度小,就不利于节省空间。”一位从事电磁波研究的科学家认为,这是实现未来光子芯片的一项巨大挑战。“我们希望‘急转弯’的时候,也不发生散射。”

从电子到光子,研究一直在 在进步

论文第一作者、浙江大学信息与电子工程学院杨怡豪博士说,凝聚态物理的热门材料——拓扑绝缘体是这项研究的灵感之源。拓扑绝缘体是一种表面导电、内部绝缘的材料,它能让电子绕着材料表面传输,而在材料内部却“禁止通行”。

著名科学家张首晟在向公众介绍拓扑绝缘体时,曾以“高速公路”作比喻:电子在芯片里的运动,就像一辆辆跑车在集市里行驶,不断地碰撞,产生热量。而拓扑绝缘体好似为电子建立了高速公路,让电子在一条条“单向车道”上运行。

电子的“高速公路”,光子能跑吗?2005年,普林斯顿大学的邓肯·霍尔丹(2016年诺贝尔物理学奖得主)进行了一项理论实验,试图将拓扑绝缘体

的理论拓展到光学体系,直至2008年光学拓扑绝缘体的理论才正式问世。

2009年,麻省理工学院科学家首次通过实验实现了二维光学拓扑绝缘体,开启了光学拓扑绝缘体的实验研究。

当前,关于光学拓扑绝缘体的实验研究仍局限在二维材料。2017年,纽约城市大学的亚历山大教授团队提出了无磁性材料的三维光学拓扑绝缘体的设计理论。“我们关注到了这项工作,但其参数十分苛刻。”杨怡豪说。

浙江大学和新加坡南洋理工大学联合课题组开始尝试搭建新型的实验体系,这是科学界首次尝试用实验实现光学三维拓扑绝缘体。

“电子芯片的发热问题,拓扑绝缘体给出了很好的解决方案;光子芯片的信息耗散问题,科学家希望通过光学拓扑绝缘体给出方案。”杨怡豪说。

建“Z”形高速路,让光子 拐弯“奔跑”

从电子体系到光子体系,从二维到三维,研究对象存在许多本质区别,实验遇到了前所未有的困难。一开始,他们甚至没有现成的实验设备去测量。

杨怡豪巧妙地设计出一种由多个开口谐振器构成的单元结构。“这是‘高速公路’的路基,也是

实验成功的关键。”陈红胜说。最终,联合课题组首次实现了三维光学拓扑绝缘体,它具有宽频带拓扑能隙。

三维世界光子的“高速公路”,是“Z”字形的。表面波在界面传播时,能够无障碍地绕过Z形拐角。“通过对材料内部及表面电磁场分布成像,我们观测到了该材料的三维能隙,以及具有二维狄拉克锥形式的表面态——这些正是三维光学拓扑绝缘体的关键特征。”杨怡豪说。

“对表面波来说,这些拐角就像被隐形一样,而能够绕过拐角实现高效传播,这正是受益于三维光学拓扑绝缘体的拓扑保护特性。”陈红胜说。这便是“光子高速公路”的神奇之处。“在这条高速公路上,无论道路多么曲折,光子都能一往无前。”杨怡豪表示,这就能避免光发生散射导致信息耗散的问题。

“我们的工作首次赋予了三维光子带隙以拓扑性质,也就是说,将来可以像三维拓扑绝缘体控制电子一样,用三维拓扑光子晶体来控制光子。”合作研究者、新加坡南洋理工大学张柏乐教授说。

陈红胜认为,这项研究首次将三维拓扑绝缘体从费米子体系扩展到了玻色子体系,并可能应用于三维拓扑光学集成电路、拓扑波导、光学延迟线、拓扑激光器以及其他表面电磁波的调控器件等。

扫一扫
欢迎关注
共享科学之美
微信公众号

