

- 它为电影《流浪地球》中的地球发动机提供强大反冲力
- 它占宇宙中物质总量99%以上,是物质存在的主要形式
- 它具有优良的电磁性质,在国防军事领域应用潜力惊人

国防科技大学文理学院副教授钟鸣博士为您讲述——

# 等离子体：神秘的第四种物质存在形态

■本报记者 王撰文 通讯员 雷雯 张旭

## 科技大讲堂

近来,国产科幻电影《流浪地球》热播,有关专家和观众对此纷纷点赞,认为它开启了中国电影的“科幻元年”。

这部影片设定在2075年,以太阳内核急速老化不断膨胀即将吞噬地球为时代背景。为了逃脱被太阳吞噬的灾难,人类开启“流浪地球”计划,试图带着地球一起逃离太阳系,将其迁移到距太阳系最近的比邻星系,成为其中的一颗卫星。

人类举全球之力,在亚洲和美洲大陆上修建了1.2万台地球发动机。这种高达11000米的地球发动机的基本原理是:以岩石为燃料,利用岩石中的硅等重元素进行核聚变反应,从而产生高温高压的等离子体流,通过等离子体流喷射产生的巨大反冲力,推动地球迁徙,寻找新的家园。等离子体流无疑成为影片中拯救人类的一大“功臣”。

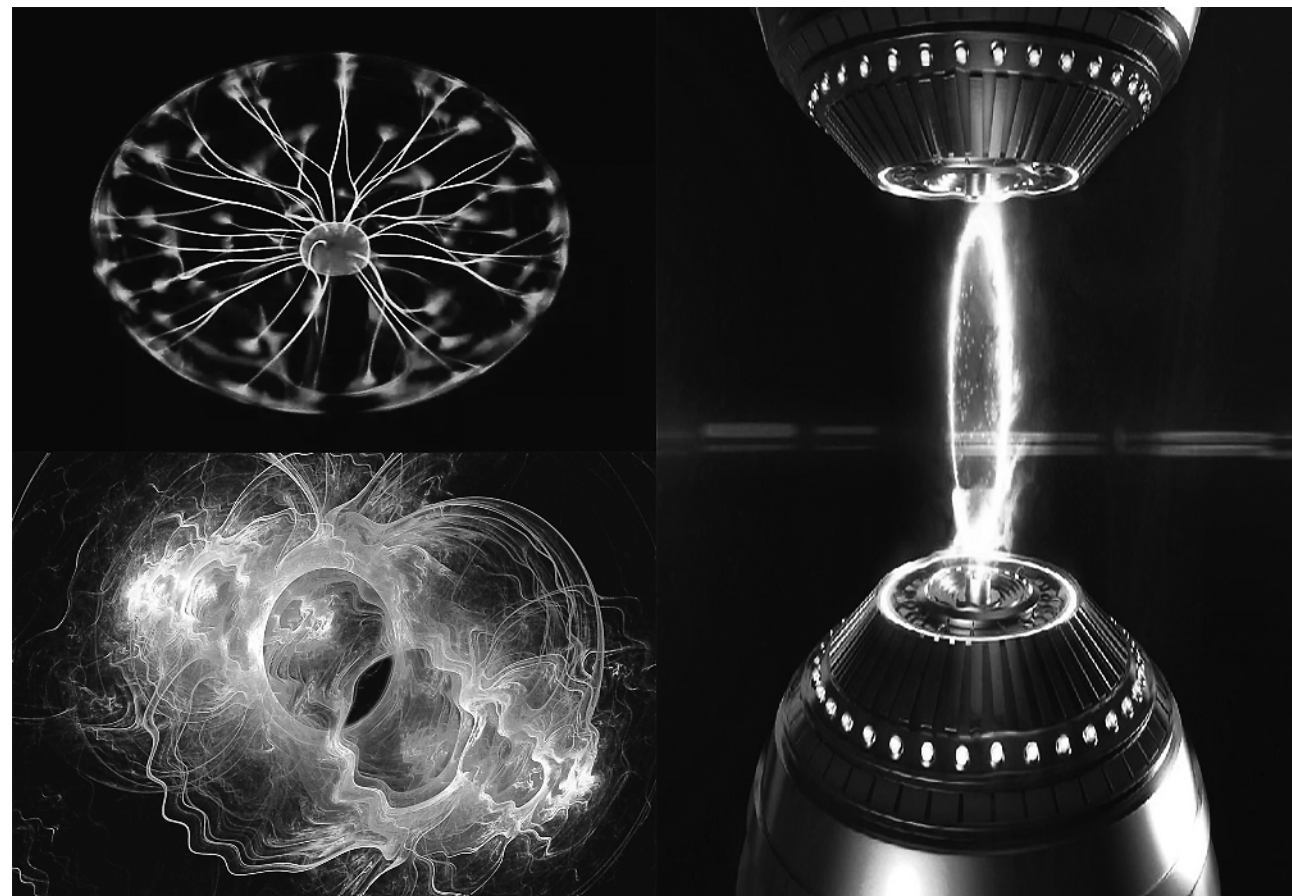
电影是科幻的,但等离子体是一种真实的客观存在,的确有一定的“魔力”。现在,就让我们以严谨的科学态度揭开它神秘的面纱。

### “超级大户”主宰宇宙

提起“等离子体”这个名字,是不是感觉有点“高大上”?它,含有的正负电荷总量相等,是一种电离了的气体。在自然界中,固态、液态、气态,是物质存在的3种形式,而等离子体则是区别于这3种形态的第四种基本形态。

那么,等离子体是怎样产生的呢?等离子体又称为“电离”或“离子”,是由大量正离子、负离子、电子、自由基和各种活性基团等带电粒子构成的电中性集合体。由于这种“电离”中的正负电荷总量相等,所以叫做“等离子体”。绚丽多彩的霓虹灯、炽热的火焰、光辉夺目的闪电以及绚烂壮观的极光,都是等离子体现象。电影中上万台地球发动机喷口喷射出蓝白色强光,形成一根根巨型光柱,就是在核聚变形成的高温高密度物理条件下产生的高温等离子体流。

在地球上,等离子体物质远比固体、液体、气体物质少。然而,在整个宇宙中,等离子体占据着99%以上的物质总量,广泛存在于星际空间、恒星内部、地球电离层等自然环境中,是物质存在



的主要形式,几乎主宰着整个宇宙。

地球上的等离子体,虽然比固体、液体、气体物质少,却容易人工制造。目前,较为成熟的等离子体产生方法,是将普通气体用射线辐照、加热到足够高的温度或加强电磁场,使得气体原子的外层电子由于运动加速或受力,而脱离原子成为自由电子。这样,原来的中性气体因电离,就变成了由带正电的离子、带负电的电子以及部分未电离的原子组成的一团均匀的“浆糊”,即“电离浆”,这团“浆糊”就是正负电荷总量相等的等离子体。比如,在化工、能源、材料和冶金等领域常见的电晕、辉光以及电弧等放电反应,均会产生等离子体。

### 特性神奇与众不同

以物质第四种形态存在的等离子体,与固体、液体、气体等普通物质相比,有着与众不同的神奇特性。主要体现在以下3个方面:

参数范围很大。等离子体的参数可以在数个数量级之间变化。例如,它的温度可以跨越7个数量级,密度跨越

更是达到约25个数量级。在这么大的参数范围内,等离子体的物理性质都会显现,尽管它有几个数量级的数值范围,但性质相似。

具有集体效应。等离子体具有很强的“集体主义”和注重协调一致的“团队精神”,这是它和其他物质的根本区别。普通物质由不带电的分子构成,分子间的作用力来源于分子的直接碰撞。而等离子体由带电粒子构成,带电粒子之间有长程的电磁相互作用力。带电粒子运动时,可通过长程力联系起来,引起正电荷或负电荷的局部分布,形成一个个体“小团体”,从而增强了“行动”的协调性和统一性,极大提高其“战斗力”,内部也因此存在多种集体振荡模式。

能够局域带电。等离子体虽然在整体上是电中性的,但是由于集体效应形成电荷的局部分布,它在空间小尺度上是带电的,具有微观电磁场。其内部的微观电磁场会影响带电粒子的运动,并伴有极强的热辐射和热传导。而等离子体与电磁场又存在极强的耦合作用,因而具有很高的电导率,内部存在多种集体振荡模式,能被磁场约束作回

旋运动。一些等离子体还具有良好的电磁波响应性质。此外,等离子体能以电磁波反射体形式,对电磁波产生干扰作用,使电磁波往返途弯曲。由此可见,以物质第四种形态存在的等离子体拥有优良的电磁性质。

### 军事应用潜力惊人

等离子体具有优良的电磁性质,这就决定了它具有极高的应用价值,其相关技术和工艺被广泛应用于照明、显示、医疗、喷涂、通信及半导体器件制造等行业中。在国防和军事领域,它更是有着极为广泛的应用前景,甚至是一种重要的国防资源。

近地空间等离子体环境数据应用广阔。当今世界,近地空间在军事领域中的地位和作用日益显现,成为各主要军事强国纷纷争夺的新高地。目前,几乎所有的洲际弹道导弹和潜射弹道导弹以及全球40%的航天飞行器,都运行于近地空间。地球电离层等离子体以及日地空间中的等离子体状态,对于航天器及导弹的正常飞行有重大的影响。比如,空间磁暴和地球电离层扰

动,会干扰电磁波传播和远距离微波通信;太阳活动引起的地磁风暴,能够致盲航天器上的传感器并干扰机载电子设备;日冕物质抛射或由太阳耀斑加速的高能粒子,可破坏航天器电子设备,甚至对宇航员的健康与生命安全造成威胁。人类要利用好近地空间,就必须以空间和地面观测数据为基础,对日地空间及电离层的等离子体形态结构建立数值模型,研究并预测近地空间等离子体环境特性及变化规律,以保护通信、导航、卫星、航天器等系统的正常运行,提高近地空间的管控和开发水平。

激光等离子体加速器潜力巨大。与传统加速器技术相比,激光等离子体加速器的加速梯度能够提高上千倍,可以在厘米尺度上把带电粒子加速到10亿电子伏的高能量,具有小型化、低成本的优势。加速器技术在国防工业等领域具有广泛而深入的应用。激光等离子体加速器与微波波荡器的结合,能够有效产生高亮度的X射线、γ射线、太赫兹等多种辐射,具有小型化、波段宽、亮度高的优点,可以应用于惯性约束核聚变中的靶丸状态诊断、库存武器无损检测和爆炸物鉴别。

等离子体隐身技术性能优越。利用等离子体发生器,在飞机表面形成一层等离子体云,设计等离子体的能量、电离度、振荡频率和碰撞频率等特征参数,使照射到等离子体云上的雷达波一部分被吸收,一部分改变传播方向,回波被有效减少,雷达难以探测,以达到隐身的目的。还能通过改变反射信号的路径,使敌方雷达测出错误的飞机位置和大小而迷惑敌人。与吸波材料等隐身技术相比,等离子体隐身技术具有吸收频带宽、隐身效果好、无需改变飞行器外形等优点。据报道,采用该技术的飞行器被敌方发现的概率可降低99%。

此外,利用等离子体替代金属可实现无线电信号的发射与接收,形成一种气态可重构天线技术。这种等离子体天线,即使在工作状态也不会反射普通的雷达波,它的宽带和可重构性能特别适用于扩频、跳频等主动隐身技术。而高压脉冲等离子体天线能够实现大功率输出,可解决目前微波天线设计中的大功率问题,同时具有抗干扰能力强、容易操控、结构轻巧等优点。

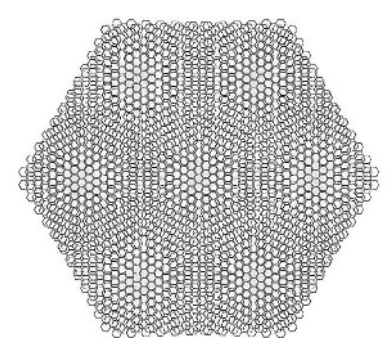
专家简介:钟鸣,国防科技大学文理学院物理系副教授,理学博士。发表论文30余篇,获军队院校育才奖银奖。

## 科技云

科技连着你我他

■本期观察:钟翔超 史双 董彦均

### 石墨烯的“魔法变幻”

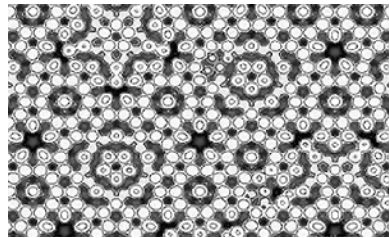


数十年以来,新材料石墨烯一直都是研究人员心中的“小超人”,不论其导电性、热传导性还是韧性,都是新材料领域中的佼佼者。最近,科研人员发现并证实:石墨烯可通过旋转实现超导。这一新发现将势必给“小超人”戴上一顶“超神”的光环了。

据《物理世界》杂志发布的公报说,麻省理工学院等机构研究人员通过将两层自然状态下的二维石墨烯材料相堆叠,并控制两层间的扭曲角度,当扭曲角度达到被称为“魔角”的1.1°时,石墨烯层中的电子能带结构不再对称,这一体系会表现出绝缘体的特性。而如果利用电场在石墨烯上吸附电子,即可构建性能出色的零电阻超导体。尽管该系统仍需被冷却至-271.45℃,但结果表明,它可像已知的高温超导体那样导电。

当今制造量子计算机原型的最先进技术是基于超导器件。“魔角”石墨烯超晶格可为我们提供一种新型的超导可调超导体,它们或许有一天会在量子计算和信息技术中被利用。

### 准晶体的“华丽转身”

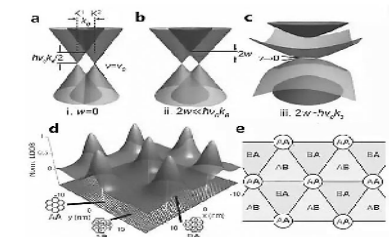


准晶体,从1982年被以色列材料科学家谢赫特曼发现,到逐渐为科学界所接受并认可,经历了数十年的曲折。近日,研究人员首次发现了一种超导准晶体,在晶体学界掀起了新的波澜。

由日本名古屋大学、丰田工业大学、丰田理化学研究所组成的一个研究团队,研究了一种由铝、锌和镁组成的合金。一般说来,晶体状态都被认为具有超导性。然而,铝锌镁合金的结构取决于这三种元素的比例。该研究团队发现,铝的占比对这种合金的性能有着至关重要的影响。在保持镁含量不变的情况下,当铝含量降低至合金的15%时,超导的临界温度将降低至0.05K左右,此时,该合金就变成了准晶体结构。

自从第一个准晶体被发现以来,有的物理学家就曾提出过设想——准晶体中可能存在超导性。现在,这一设想终于被发现并证实,将可能助推超导新材料的产生。

### 氧化物的“绿色蜕变”



超导体只能在临界温度以下才能进入超导态,且通常不可逆磁通超导体,该超导体在磁通下载无损耗电流的能力就越强。受这两个因素制约,现有的氧化物超导体材料很难进入大规模应用。近日,超导学界发明了一种绿色无毒的新材料,有望打破这一局面。

由于很多临界温度超过-173.15℃的超导体都具有毒性元素,因此南京大学物理学院的闻海虎教授团队,近几年特别关注怎样用无毒性元素取代这些毒性元素,同时使得不可逆磁通超导体不可逆磁通和临界电流问题的深入研究与认识,该团队利用高温高压合成技术,制备了一种无毒性铜氧化物超导体,其临界温度约为-157.15℃。通过仔细的电阻和磁化性质测量,表明该超导体在液氮温度及以上的温区,具有迄今为止最高的不可逆磁通。

目前,该材料是在高压下合成的,电阻和磁化结果是在常压下测量的,表明其在常压下是极其稳定的,这为其应用提供了可能。

## 科普笔记·AI②

上周,我小白带您来了个穿越,认识了AI这个既熟悉又陌生的朋友。

我们见证了AI的诞生,也看见过AI流浪失所的惨状。艰难困苦,玉汝于成。在世界机器翻译系统评测的赛场上,在韩国首尔的棋盘前,我们为重回聚光灯下的AI欢呼。

今年,AI六十有三,年逾花甲,却依然展现着青春的朝气。走下赛场,走进生活,“越老越妖”的AI正推动着一波波的发展浪潮。

根据融入程度和利用数据种类的不同,一些知名专家将AI的发展归纳为四波浪潮:互联网智能化、商业智能化、实体世界智能化和自主智能化。其中,互联网智能化以及商业智能化已出现在我们身边,且影响愈加广泛。现在,我就带您一起了解奔涌而来的前两波浪潮。

### 互联网智能化

互联网智能化兴起于15年前,在2012年前后成为主流。仔细看,这个时间节点正和“深度学习”的发展历程相吻合。不错,目前的AI均是架构在“深度学习”基础之上的。《麻省科技评论》曾撰文称:“今天的AI就是‘深度学习’……”

就像电动机离不开电力,“深度学习”需要大数据的“喂养”。如今二者兼备,那我们就一起来看看它们擦出什么样的火花。

去年的“双11”你“买买买”了吗?不知道在你全神贯注抢单时,有没有注意到天猫APP的首页焦点图与几年前相比有什么变化吗?图中有你心仪的商品吗?让你感觉更贴心了吗?如果

# AI浪潮：一浪更比一浪高

■谢啸天 权 补

有,那么恭喜你中“招”了。

在2018年“双11”期间,阿里巴巴为每个用户量身打造了焦点图,共有5亿张之多。这些图的设计师是一个叫作“鹿班”的AI系统,每秒钟,鹿班可以设计8000张。如果换作一个人类设计师,假定5分钟设计一张,需要连轴转工

作4700多年才能完成。

天猫之所以能知道你的需求,是因为你的每一次浏览、下单、评价,都成了你的“标签”,这些让天猫更加懂你。“双11”不只是一场消费狂欢,更重要的是产生了海量的消费数据。

在智能时代,哪个领域先积攒下足

够多的数据,它的研究进展就显得快人一步。在现实生活中,我们对这样的镜头肯定并不陌生:2019年2月28日11时20分,在北京市西城区工作的小袁摸了摸咕咕叫的肚子,拿出手机点开美团外卖APP,盘算着自己的午餐。12时整接到了外卖小哥打来的取餐电话。

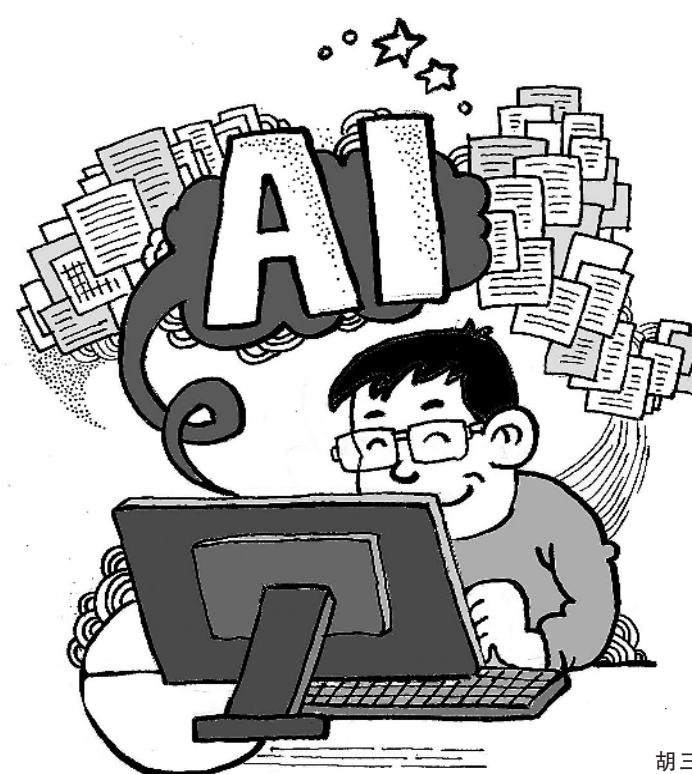
在这期间,我到美团总部的“超脑”AI管理系统里转了一圈。发现美团单日外卖交易数超过2100万单,要靠50多万名外卖小哥完成配送,高峰期一小时要进行29亿次路径规划。美团之所以能高效地处理如此庞大的数据,在用户下单后能准确地计算出配送时间,靠的就是“超脑”。据说“超脑”是由10000名工程师开发的,而管理这些工程师又要靠另一套AI系统。

看看我们周围的世界,随叫随到的网约车、爱不释手的短视频……无不是AI系统在设计,这些数据均来自于互联网用户。这,无疑是互联网智能化给我们带来的结果。

### 商业智能化

提起商业智能化,大家还记得1997年击败国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫的“深蓝”吗?它的后继者IBM的“超脑”——“沃森”,已在向商业中的金融服务进军。通过大量金融知识和案例训练的“沃森”,开始具备提供金融建议的能力。

AI+银行业,会产生怎样的效果



胡三银绘