

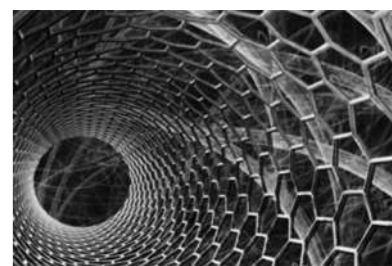
科技云

科技连着你我他

本期观察:任增荣 于童 宋琢

在科技高速发展的今天,纳米技术得到广泛应用。用纳米材料制作的器材,与其他材料相比,重量更轻、硬度更高、寿命更长、维修费用更低。

纳米发光材料

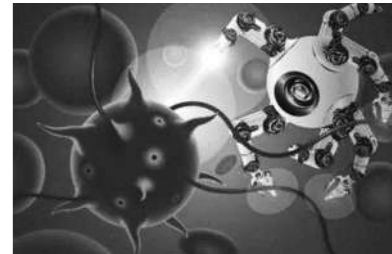


近日,新加坡国立大学参与研究的纳米发光材料取得重要突破:他们首次证明了配体对纳米粒子发出的光源具有长距离调控作用。这一成果,为基于配体的杂化纳米发光材料的构建,提供了关键理论依据和全新思路。

据介绍,超小稀土掺杂纳米发光颗粒,具有发光色纯度高、谱带多、范围广、稳定性强等优点,在超分辨显示、远程诊疗、生物标记等方面有重要应用。

但小尺寸纳米颗粒常因外部环境影响而受到发光阻碍,限制了这类材料在低浓度和高分辨率环境下的应用。该团队发现,通过利用具有特殊配位模式的有机配体,能激活被阻碍的发光离子,优化纳米颗粒中的能量传递过程。这一效应,可将10纳米尺寸内的纳米颗粒发光强度增加3000余倍。

纳米机器人

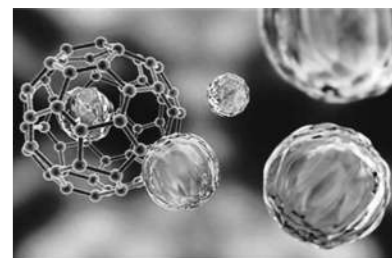


近期,中国科学院一科研团队用基因重组的蜘蛛丝蛋白,3D打印出纳米机器人,加工精度达到14纳米。这一技术有望用于智能仿生感知、药物递送等领域。

这款纳米机器人,形似长着须子的小鱼,可在人体血糖环境中游动。当环境达到设定的酸度时,这款机器人就能自动降解,释放出药物。

研究人员介绍,未来,纳米机器人还将有微小的“手指”,可精巧处理各种分子;有微小的“电脑”来指挥“手指”如何操作。“手指”可由碳纳米管制成,它的强度是钢的100倍,细度约是头发丝的五万分之一。“电脑”也可由碳纳米管制成。

蜂巢状纳米支架



前不久,中国科学院一研究机构创造性地通过纳米组装印刷方式,制备出蜂巢状纳米支架。

目前的主流平面柔性钙钛矿太阳能电池结构,冗杂的表面会消耗相当一部分入射光,不利于钙钛矿层的光吸收。相比平面型结构,蜂巢状纳米支架的引入,提高了钙钛矿层在基底的附着。同时,蜂巢状纳米支架与钙钛矿层相互填充,也可对器件的光路进行调节,显著提高入射光利用率,降低光的反射。

这一技术大幅提高了柔性钙钛矿太阳能电池的光电转换效率和力学稳定性,使大尺寸柔性钙钛矿太阳能电池应用于可穿戴设备变得更加可行,为研发新一代可穿戴电子设备提供了新的思路和方法。

据新华社报道,今年8月22日,中国科学院首次公开披露了JF-22型高超速激波风洞的建设情况,以及预计2022年建成的喜讯。

那么,何为风洞?尖端飞行器的研发与风洞有何关系?风洞对一个国家的航空航天事业会带来怎样的影响?请看解读。

风洞:飞行器的摇篮

张媛 周治宇 柳洁

高技术前沿

融汇高端技术

如果认为风洞就是个洞,那就错了。风洞通常是长条形盘绕的粗大管道。中国科学院公开披露的资料显示,JF-22型高超速激波风洞的上一代——JF-12激波风洞,主体是一根架离地面的金属长管子,265米的身长居世界激波风洞长度之首。在管道内,以人工控制的方式产生不同流速、不同密度,甚至不同温度的气流,也就是风。

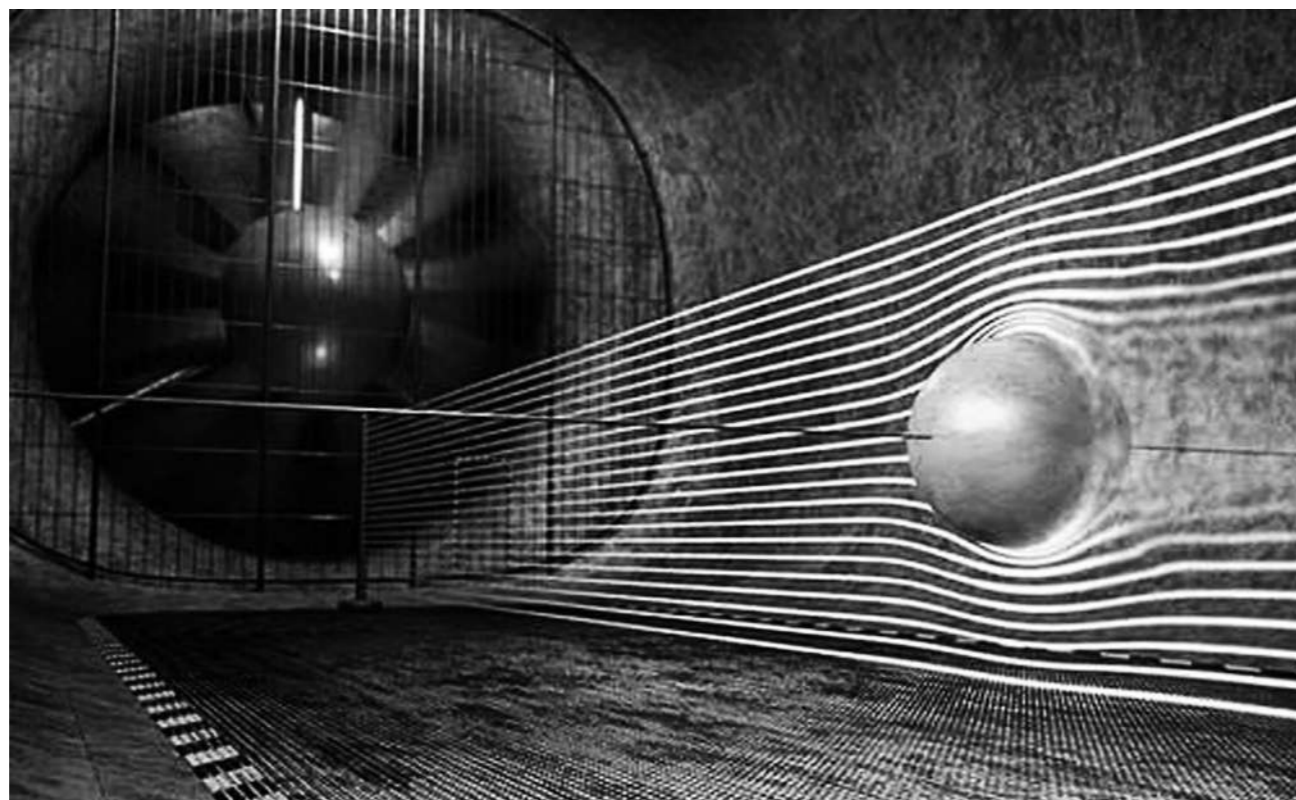
无论是飞翔的鸟还是呼啸的列车,通常情况下,都是物体在运动,我们去观察它与空气之间的作用。风洞反其道而行之,让物体固定,对它吹风来模拟自然环境中的气流运动状况。这样,能在地面之上形成一个特有空间,物体不动照样呈现运动效果。

风洞现已成为空气动力学研究和试验最广泛使用的工具。科研人员将模型或实物在风洞中反复吹风,观察、测量不同气流对其产生作用,从而为其结构设计、性能改进等提供方案依据。

风洞的原理听起来很简单,可要建成风洞并不容易,它涉及气动力学、材料学、机电、声学等20余个专业领域。

比如速度问题,根据气流速度大小的不同,风洞有低速风洞、高速风洞和高超音速风洞之分。低速风洞很多国家都有,但要达到超音速甚至高超音速异常艰难。

再如仿真性问题,风来无影去无踪,可是在风洞中,自由的风如何



被精准控制成规规矩矩、各种“形状”的气流?如何在有界的风洞中模拟无界的自然?如何减小诸如支架等附加实验设备的影响?这需要综合动力、电力、机电、控制、测量、模型制作等技术。

“吹”出尖端武器

现实生活中,风洞在许多方面发挥着作用。

大型风能发电用扇叶、高速列车、高达几百米的电视塔、数十公里的跨海大桥等,建造之前它们的模型必须在风洞中“吹一吹”。今年东京奥

运会上,我国运动健儿在游泳、赛艇等项目上夺取金牌的背后,也有低速风洞实验室的功劳。

在军事领域,大型高端风洞更是一个国家的重要战略资源。战斗机、航天器、舰艇、火箭、导弹、人造卫星等,在研发过程中必须过风洞这一关。因此,风洞也被称作“飞行器的摇篮”。

在研发一款新型飞机过程中,科研人员利用风洞实验,在了解飞机构造、获取完整气动性能数据、推算运动性能和验证气动布局之后,再进行完善外形设计、减阻降噪、强化装备性能等后续工作,就能达到事半功倍的效果。

1900年,莱特兄弟第二次建造风洞开展实验,世界上第一架飞机才得以问世。如今,高机动性能武器更要经历成

千上万小时的风洞实验,才能“百炼成钢”。美国F-22“猛禽”战斗机,经历了10年的风洞实验,其23种模型先后在15座风洞进行了75项、合计约4.4万小时的高低速风洞实验,才最终确定气动外形。

业内人士说,如果没有先进配套的风洞,很难研制出跨代武器。

“洞开”新的未来

临近空间,通常指距地面20~100千米的空域,介于飞机最高飞行高度与空间轨道飞行器最低飞行高度之间。

在军事上,这个空间是空天一体作

战的新高地,具有极强的战略意义。进入超音速时代后,空天高超音速飞行成为国际航空航天领域发展的必选项。

马赫数是速度与音速的比值。当比值达到5或6时,即可认为达到了高超音速。这个速度有多快呢?以5到10马赫飞行的高超音速飞机为例,一两个小时就可到达全球任何一个地方。

天下武功,唯快不破。高超音速飞行器的开发,将带领快速精确打击武器时代的到来。高超音速武器具备全球快速到达、远距离精确打击、难以拦截、威力巨大等传统武器无法比拟的优势,就像快、准、狠的尖刀。

近年来,世界强国都在高超音速科技领域加紧布局“先手棋”。如俄罗斯“匕首”“锆石”高超音速导弹,以及美国战木助推滑翔武器、高超音速巡航导弹等项目。

然而,高动态临近空间飞行器研发已有几十年,至今成功的案例依然屈指可数。其主要原因在于,临近空间飞行环境与对流层、平流层迥异。这个过程中,容易发生“分子振动激发”“真实气体效应”“稀薄气体效应”等复杂效应。同时,随着飞行器速度加快,其与空气摩擦后温度骤升,周围空气发生复杂的热化学过程,形成离子状态,飞行器就会像在泥潭中游泳一样。

高超音速飞行产生的全新复杂现象,颠覆了传统风洞实验相似模拟原则。因此,能反映“高超音速流动独有的热化学反应机制”能力的新一代风洞,在迫切的呼唤中诞生。

目前,美、俄、欧、日等航空航天大国,均已建成不同类型的高超音速风洞,为各种运载火箭、航天飞行器、空天飞机、高超音速飞行器、高超音速武器、中远程弹道导弹等,提供了有力的模拟手段。

左上图风洞原理示意图。

刻进历史的经典创新

1820年之前,人们并不知晓,电与磁是对“孪生兄弟”。连电磁学鼻祖吉尔伯特,也认为二者是“截然不同的现象”。

1820年4月的一天,丹麦哥本哈根大学校园响起清脆铃声。物理实验室里坐满了学生,奥斯特教授精神饱满地带着电池走来。当接通电池时,奥斯特突然发现,置于电池旁边的磁针随之偏转,在垂直于导线方向停了下来。学生们对这一现象并没在意,奥斯特却激动不已。因为,磁针的这一偏转现象,显示的正是他梦寐以求的电流感应效应。

为了彻底弄清电流对磁针的影响,奥斯特又进行了数十次实验论证。3个月,他发表论文《关于磁针上电流碰撞的实验》,向世人宣布了电流的磁效应。

接着,与电磁学相关的诸多研究如雨后春笋般涌现。其中,最具划时代意义的是英国科学家法拉第发现的电磁感应现象。

法拉第出身贫寒,只读过几年小学。从13岁开始,他就在书店一边打工、一边自学。21岁时,他被著名电学家戴维慧眼识中,推荐他到皇家学院,当上了戴维的实验室助手。此后,法拉第经常陪同戴维四处考察、

讲学,积累了丰富的科学知识与实践经验。

1821年,法拉第在为戴维搜集关于奥斯特发现的电磁学资料过程中,对电磁学产生了浓厚兴趣。于是,他展开逆向思维,头脑中冒出了“磁生电”的火花。

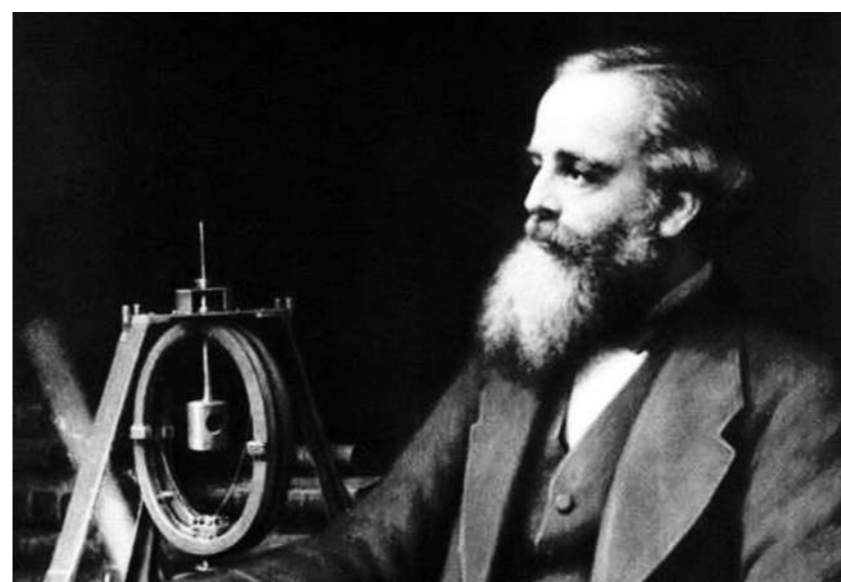
为了印证“磁生电”,法拉第经历了无数次失败。1831年,著名的“法拉第圆环实验”成功,他终于在人们见证下,完成了“磁生电”实验。接着,他又发现了磁电效应,并提出了电磁感应定律。法拉第将这些重要研究成果汇编成册,构成了电磁学传世之作——《电学实验研究》。

作为实验大师,法拉第有许多过人之处。他几乎没有数学功底,只能用直观形式表达自己的创见,对实验中发现的感生电流、电解定律、旋光效应,无法进行充分的数理分析和论证。

运用数学方法进一步总结当时实验电磁学成就,最终完成经典电磁学理论的,是另一位英国科学家麦克斯韦。

法拉第发现电磁感应现象那一年,麦克斯韦才出生。麦克斯韦16岁便进入爱丁堡大学学习数学和物理,后转入剑桥大学攻读理论物理。

大学毕业后,麦克斯韦偶然读到法拉第的大作《电学实验研究》,即被书中新颖的实验和见解所吸引。他发现,该书几乎找不到一个数学公式,导致理论不够严谨。于是,这位初出茅庐的青年



科学家决心用数学定量表述,来丰富法拉第的电磁理论。

1854年,经过潜心研究,麦克斯韦发表了第一篇论文《论法拉第的力线》,把直观形象的力线模型表述为清晰精准的数学公式,用无懈可击的数学语言阐述电磁感应规律,使法拉第的力线思想更加严谨。

之后,麦克斯韦发表了《论物理的力线》,提出“电场与磁场相互转化”的新论点,首次阐明“位移电流”概念;发表了《电磁场的动力学理论》,以演绎法建立系统的电磁学理论,预言了电磁波的存在,揭示了光的电磁本质,统一了

光学和电磁学。

1873年,麦克斯韦写出经典物理学重要支柱之一的《电磁学通论》。在这部著作里,麦克斯韦以他特有的数学语言,建立了电磁学微分方程组,揭示了电荷、电流、电场、磁场之间的普遍联系。这个方程组,就是后来著名的“麦克斯韦方程组”。

电与磁这对“孪生兄弟”,从此完美呈现在人们面前,一座宏伟的经典电磁学理论大厦也随之建成。

上图为正在实验室里做实验的麦克斯韦。

筑起电磁理论大厦

程志强 郭焯龙 赵煜川

体,两段桥体最终与引桥精准对接,随之惊艳世界。

近期,位于河北省保定市的转体斜拉桥——乐凯大桥完工,刷新世界建桥史上转体重量、转体跨度、球面半径直径长度3项纪录。

这一转体桥梁,总长495米、桥面宽39.7米、总重量8.1万吨,由北向南跨越京广铁路大动脉的21轨铁路线。如果不采用这一桥梁转体施工技术,很难保障京广铁路正常运行。

为此,该桥主桥施工,采用了国际领先的子母塔双转体施工技术。其中,子塔转体一侧的桥梁长度204米,重3.5万吨;母塔转体一侧的桥梁长度263.6米,重4.6万吨。通过转体施工,南侧子塔自梁面以上高53米,北侧母塔自梁面以上高68米,使桥梁建设对下方铁路大动脉产生的影响降到了最低程度。

据了解,桥梁转体施工技术,是将桥梁结构在非设计轴线位置浇筑或拼接成形后,通过转体就位的一种施工

方法。这种方法可使桥梁施工克服地形、交通、环境等条件制约,节省工程造价、缩短建设工期,同时确保施工过程的安全可靠。其中,一种特殊的桥梁支座产品——转体球铰,起着关键作用。

相关负责人介绍,在母桥桥体基座下面,施工方安装了一台直径6.5米、重92吨的转体球铰,通过它使整座万吨的桥梁转动起来。它显著降低了摩擦系数,又满足了大承载力设计要求,解决了大吨位桥梁转体装置超大承载力、灵活转动的难题。

左图为采用桥梁转体施工技术架设京广铁路上的乐凯大桥。

桥梁转体

张立山 王孝文

新看点

历经一千多个日夜的匠心打造,中国一座新建桥梁用时约70分钟进行转

