

摩擦力

走出课本 这种力很“魔”性

本报记者 俞慧友

“中学所学的固体间摩擦力,研究已相对成熟,但并不是没‘空间’。比如,决定摩擦力的关键因素中,存在‘接触面积’和‘接触线’之争。我们研究的是生活和生产中极为常见的液滴,在固体表面上的运动,及发生的摩擦阻力变化。当然,固液间摩擦力研究,未知可探‘空间’很大。”近日,复旦大学材料科学系博士后部楠,就科技日报记者问及发表在《自然·物理》上的一篇固-液间摩

擦力研究论文时,作出如此表述。

借此话题,记者与部分高校、科研院所物理研究人员谈及他们“饭碗里”的摩擦力,得到的回答大体分为两类:“印象仍停留在中学课本里”;摩擦力研究“水太深”,自己不算“专业”人士,不便作答。

很显然,生活中的“摩擦力”,不再是中学课本里那个“骨感”的概念了。它变幻莫测,充满“魔”性。因为“摩擦”,还诞生了可细分到五花八门领域的交叉学科——摩擦学。

造过程中,单位国内生产总值能耗约为日本的8倍,欧盟的4倍,世界平均水平的2.2倍。

这让摩擦学的研究备受重视。毕竟,“摩擦”关乎能源,也可能严重制约一个国家高端装备的升级换代与性能提升。摩擦学里的“三大件”中,摩擦研究,主要揭示摩擦力起源及其能量耗散规律等基本物理过程及机理;材料磨损研究,旨在揭示材料去除机制及影响因素,寻求润滑、表面处理等技术,减少摩擦和控制磨损;润滑研究,重在研制和正确使用润滑剂和润滑技术,是大幅提高机械效率、保证机械长期可靠的工作并节能的最主要技术途径。

随着摩擦学的发展,前沿研究已从宏观领域深入微观世界。从摩擦学分支研究中的部分基础与应用研究新进展,或从某个角度,窥见摩擦力的“魔”性。

轮胎花纹里,藏着摩擦力“艺术”

“橡胶摩擦力是个非常有趣和实用的课题,在轮胎制造等许多领域有广泛应用。”醉心摩擦力研究20多年的德国于利希研究中心科学家博培森,认为常被大家忽略的摩擦现象“奇妙无比”。譬如,对轮胎公司而言,通常要对制造出的轮胎质量进行逐个测试。但如果有一种模型,能靠谱地“预测”材料的摩擦性质,就能大幅省时省力。

关于橡胶摩擦力产生的主因,过去研究认为,取决于路面质地粗糙程度,及橡胶的自身黏弹性。不过近年,博培森团队的一项研究显示,橡胶

轮胎在沥青路面上滑行产生的摩擦力,还依赖于速度和温度。这一新发现意味着,橡胶摩擦力的产生,还必须考虑橡胶分子链与路面反复的黏合、拉伸和释放因素。

团队还给出了计算橡胶块和粗糙表面接触面积的方法。“橡胶和地面真正接触的面积其实非常小,对整只轮胎来说,大约只有一平方厘米的数量级。”博培森说。其实,这包含着不被大众理解的“实际意义”:如帮助轮胎公司选择适宜材料,制作出更高质量的轮胎花纹。

氧化碳含量很高,气候温暖。如今的北美洲西部大部分地区在当时是浅海,火山灰在海底沉积,形成岩石。

“这个研究解释了页岩气形成和白垩纪生物灭绝之间的关系,后者是地球历史上第五次生物大灭绝。”付碧宏肯定了相关研究的科学价值。据他解释,页岩气的形成和历史上几次生物大灭绝直接相关:已经证实的就包括4.49亿年前的奥陶纪末期、3.77亿年前的泥盆纪晚期、2.51亿年前的二叠纪末期、1.95亿年前的三叠纪末期以及本次证实的白垩纪时期。“这是有据可查的与页岩气形成相关的最近一次生物大灭绝。”付碧宏说。

据付碧宏介绍,这五个时期黑色页岩的形成都是差不多的情形:火山岩浆活动和海底岩浆喷发导致海水温度升高、海洋酸化,大量海洋生物灭绝,喷发产生的大量二氧化碳造成生物窒息死亡。生物灭绝事件发生一段时期以后,藻类生物在海洋或湖泊中大量繁衍,其生物量巨大,埋藏后形成富含有机质的黑色页岩。在这种还原环境中,不仅形成油气,还形成金属矿产。“黑色页岩可以一层一层薄薄地揭下来,像一页一页的书。页岩气一般就指生成和聚集在这种黑色页岩中的天然



视觉中国

摆脱摩擦损耗,“超滑”是个新技能

2017年,第21届材料磨损国际会议上,“润滑磨损”的探讨,特别吸引企业科研人员。毕竟,运用合适的润滑条件改善磨损,能极大提高材料及结构的服役性能和寿命。与润滑磨损相关的新技术新方法,能短时间为企业创造巨大效益。

在此领域,有一种能大大提高运动系统能源利用效率的“超滑”新技术。“超滑”,通常指两个物体表面间滑动摩擦系数在0.001量级或更小的超滑状态。自20世纪90年代初提出,它就吸引了摩擦学、机械学、物理学和化学等各界研究者的广泛关注。

在利用石墨烯实现固体超滑领域中,清华大学的机械工程系和摩擦学国家重点实验室,联合中国科学院化学研究所等单位,设计并制备出了一款用于原子力显微镜的、镀有石墨烯的探针,可实现石墨烯间摩擦系数测量。同时,他们获得了拥有“鲁棒”特性的超低摩擦:既能适于较宽范围的载荷、湿度、扫描范围及速度等实验条件,也可维持较长时间的超滑状态。该石墨烯探针还能在六方氮化硼晶体等其他二维材料上获得超滑,实现异质二维材料间的摩擦测量。

能“上天”的材料,要经得起摩擦力考验

空间运载机构(运载火箭等)和飞行器(人造地球卫星、载人飞船、空间站、空间探测器等)中的部分材料,在相对运动过程中会产生摩擦磨损。“空间摩擦学”由此诞生,其中仅“材料”的研究,便很让人“头疼”。

在空间应用中,涉及摩擦磨损的材料,统称为空间摩擦学材料。这些能“上天”的材料,生存环境极为严苛,要经受住如高真空、原子氧、微重力、宇宙射线和高低温等空间服役工况,摩擦磨损行为复杂性呈指数上升。一旦这类材料经不起摩擦磨损的考验,后果很严重。如“哥伦比亚号”航天飞机与大气间的高速摩擦,产生过度高温,使机外隔热瓦受损而遭遇解体坠毁。

“传统摩擦学材料,在空间极端复杂环境下易产生冷焊、热疲劳和表面侵蚀等破坏,地面优良的摩擦学性能得不到发挥。随着空间研究的不断深入,大量新型空间摩擦学材料需要不断被研制与

开发。”中南大学粉末冶金研究院教授姚萍屏说。美国、欧洲、日本及俄罗斯等国家和地区的航天部门,均成立了专门机构,开展空间摩擦学及其材料的基础性研究。

我国在此领域也颇有进展。空间对接装置是航天器与航天器,或空间站交会对接的关键部件,制造对接装置的摩擦材料,一直是各国“高保密级”技术。中南大学研制出的铜基粉末冶金摩擦材料,使我国进入了少数能提供对接机构摩擦副材料的国家行列。以此制造的摩擦副,也成功应用于神舟八号、九号、十号、十一号载人飞船与天宫一号“天宫一号”太空实验舱的在轨自动和手动交会对接机构与转动机构中。

“我们亟须改进空间环境地面模拟试验设备,研究相关理论,建设数据库,为实现对空间耐磨和空间减摩材料的设计改进提供保障。”谈及这一领域的“未来”,姚萍屏说。

成的,以下志留统龙马溪组为主的黑色页岩,其分布面积广、厚度大,页岩气储量丰富,工业开采价值大。

“伴随能源市场需求的增加和‘煤改气’等环保措施的实施,我国对天然气等清洁能源的需求越来越大。通过学习引进和消化,页岩气开采技术不断成熟。西南和湖北、湖南地区的黑色页岩分布广、厚度大,‘两桶油’等国企的雄厚资金和先进技术投入。这些都是我国页岩气产业发展的有利因素。”付碧宏说。

世界页岩气资源量为457万亿立方米,同常规天然气资源量相当,其中页岩气技术可采资源量为187万亿立方米。我国页岩气资源丰富,技术可采资源量为36万亿立方米,规模化开发的潜力很大。根据我国页岩气发展规划,在政策支持到位和市场开拓顺利的情况下,力争2020年实现页岩气产量300亿立方米,2030年实现800至1000亿立方米。

页岩气的成功开发曾对美国天然气市场和全球能源供需结构产生深远影响。从零开始到产量第三,未来“页岩气革命”也将改写我国的能源版图。

气。”付碧宏说。

页岩气的主要成分是甲烷,和常规天然气相同。但常规天然气形成后会迁移到其他储层中,而页岩气不同,它被吸附在油页岩中,以气或油的形式存在,给开采带来很大难度。

“页岩气革命”将改写能源版图

我国是世界上页岩气可采储量最丰富的国家之一,也是仅次于美国、加拿大的第三大页岩气产区,目前每年产量已近百亿立方米。作为世界第一大能源消耗国,页岩气的开采对于改善我国能源短缺状况,增加清洁能源使用有着革命性的意义。

美国页岩气开采已有百年历史,但由于技术要求高,近十几年才有突破性进展,开采成本大大降低。我国的页岩气开采是近十年的事情。2009年起,我国正式将页岩气开发纳入能源供应版图,起步晚但发展速度很快。

“页岩气吸附在页岩内部,开采时必须把页岩打碎,注入高压流体(水)破坏页岩层,才能将吸附的页岩气释放出来。”付碧宏解释道。我国目前大量开采的页岩气都是奥陶纪末期以来形

热点追踪

地球在发烧 “撒盐”降温是一剂良方吗?

本报记者 张晔 付丽丽

日前,由中国气象局发布的《2018年中国气候变化蓝皮书》显示,2017年全球表面平均温度比1981—2010年平均值(14.3℃)高出0.46℃,比工业化前水平高出约1.1℃。地球越来越热,该如何给它降温呢?

近日美国研究人员大胆提出“盐计划”:在大气对流层上部播撒细盐粉挡住太阳光,进而给地球降温。这一看似疯狂的设想是否可行,会不会带来新的隐患等一系列问题引发争议。南京信息工程大学庞小兵教授、智协飞教授等专家认为,此举创意大胆,但“副作用”明显,且现在不可能实现。目前,遏制人类活动造成气候变化的最佳方式还是应减少全球温室气体排放。

大胆的“地球工程”设想

几十年来,不断有科学家们提出用地球工程的方式来改变全球气候。这种人为干涉方式主要采用两种思路:一种是碳移除,指移除大气中的温室气体;另外一种叫太阳辐射管理,即通过降低地球对太阳能量的吸收来抵消温室气体的增温效应。

据《科学》杂志报道,“盐计划”并不是第一个看起来异想天开的建议。过去,也曾有人提议把被称为气溶胶的微小颗粒注入平流层,在这个大气中距离赤道18公里的对流层上方区域,这些气溶胶能够将部分太阳光反射回太空。

“不论是撒盐还是气溶胶,都是想模拟火山爆发时火山灰遮挡阳光使地球短暂变冷的过程。”庞小兵告诉科技日报记者,这样的想法理论上可行,但目前几乎不可能实现。国家气候中心首席专家周兵近日在接受记者采访时表示,撒盐降温在一定程度上比全球变暖还疯狂。

现有方案“副作用”多多

在科学家看来,这个大胆的想法并不是天衣无缝,它的局限性显而易见。因为不论是撒盐还是气溶胶,都会带来“副作用”。

“许多盐类,都含有卤素,也就是氟、氯、碘离子,它们生成的卤代自由基会破坏臭氧层。”庞小兵说,“而气溶胶是指漂浮在空中的1纳米至10微米微小颗粒,它们会通过静电吸附形成新的聚合物,反而能产生公众避之不及的雾霾,对人类健康构成严重威胁。”

周兵认为,“盐计划”不能减少二氧化碳等温室气体排放,还会随降雨落到地面,对土壤和淡水造成影响。

在象鼻科技气象技术专家欧波看来,这个计划可能有很多未知的、不可控的结果。究竟增加多少“盐颗粒”合适,这些“盐颗粒”循环降落到地面后是否会带来如“盐碱化”“荒漠化”等其他负面效应等都不明确。

智协飞教授也持观望态度:“现有的地球工程的设想,要么实施起来困难,要么存在明显副作用。”

即使可行也是治标不治本

“我们在想办法阻止这件事发生,但目前来看不可能完全阻止。”庞小兵和智协飞等专家对气候变化趋势的判断,让人不禁要唱一首《凉凉》了。

“全球气候变化主要还是人类活动造成,减少太阳光辐射,即使可行也是治标不治本。”庞小兵认为,固碳和减少温室气体排放才是应对气候变化最根本的举措。

“目前人类能用的手段还很有有限,减少温室气体排放可以最大程度上减缓气候变化。”智协飞说,太阳能、风能、核能等新能源已经开始大规模替代化石能源,但是目前人类对能源需求太大,新能源没有一个是完美的,所以进度仍不令人满意。

“我们不能坐以待毙,将来某一天地球工程或许能够有效调控地球温度,作为科学探索,应加以鼓励。”智协飞说。

新知

调整舞姿告诫同伴 蜜蜂这样减少有毒花蜜的伤害



蜜蜂在采集昆明山海棠花蜜。(受访者供图)

中科院西双版纳热带植物园的研究人员近日发表在权威期刊《实验生物学杂志》上的最新成果,得出了有毒蜜源植物损害蜜蜂的毒害机理,将为科学养蜂、提高蜂业效益奠定基础。

雷公藤属的昆明山海棠主要分布在我国西南山区,其花蜜中含有一种萜类化合物——雷公藤素,蜜蜂采食后会引引起中毒。最新研究使用伸吻反应(PCR)实验测试了急性和慢性条件下饲喂含有雷公藤素的花蜜对采集蜂嗅觉学习的影响。结果表明,在没有其他食物的情况下,采集蜂仍然会去采集昆明山海棠花蜜;在有选择的情况下,它们偏好采集无毒的花蜜,但能通过调整舞姿减少对同伴的招引,从而减少有毒花蜜对蜂群的危害。(记者赵汉斌)

(本版图片除标注外来源于网络)

第二看台

实习记者 崔爽

近日,美国科学家发表论文称“白垩纪的火山灰可能使海水富营养化,导致藻类大量繁殖,碳氢化合物聚集形成了今天北美洲的部分页岩油气储藏”。

美国莱斯大学研究人员表示,他们发现美国得克萨斯州到蒙大拿州的页岩油气田与距今约1.45亿至6500万年前的白垩纪火山灰有关,该结论可能也适用于其他时期和地区形成的页岩油气。

什么是页岩气?它的形成竟然与恐龙时代火山灰有关?近日,科技日报实习记者采访了中国科学院遥感与数字地球研究所付碧宏研究员,请他帮忙解开谜团。

来自生物大灭绝后的藻类繁衍

在相关论文中,研究人员指出,这些北美洲的部分油气田形成于约1亿至9000万年前,即恐龙时代晚期,当时地球火山活动非常活跃,使得大气二

扫一扫
欢迎关注
共享科学之美
微信公众号

