

美军方要求工业界研究二氧化碳产生燃料为军事行动提供电力

3月初，美国国防部预先研究计划局(DARPA)官员发布了一项广泛的机构公告(HR001124S0014)，内容涉及“远征碳利用促进能源恢复和稳定”(ExCURSion)项目。

电池和化石燃料是当今远征部队便携式能源存储和使用技术的主流。虽然电池可以从任何电源充电，但大多数电池的能量密度都很低，无法满足要求体积小、重量轻、功耗低(SWaP)的军事任务。虽然碳氢化合物化石燃料的能量密度要高得多，但它们仍然需要定期、昂贵和危险的补给。

DARPA的研究人员寻求从当地的二氧化碳资源中生成燃料的能力，从而将化石燃料的高能量密度与电力系统不依赖能源的优势结合起来，彻底改变远征能源后勤。

研究人员说，将二氧化碳捕集与封存技术和二氧化碳还原为储能燃料的技术相结合，将使一个完

全封闭的系统能够捕集自身的燃烧流，并在输入能量时补充其燃料含量充电。这种系统可以兼有传统化石燃料的高能量密度和电动电池系统的操作灵活性。

ExCURSion计划旨在使二氧



化碳的还原、捕获和储存成为未来自封闭系统的关键组成部分，以制造液态碳燃料，用于储存和执行军事任务。这种方法可以实现安全、可实地部署、高密度和可充电的能源存储。

3月1日，DARPA向工业界介绍了ExCURSion的情况。该局官员表示，他们计划授予几份合同。美军方向工业界介绍ExCURSion计划的愿景和目标；解释DARPA计划的机制和里程碑；鼓励潜在投标人之间的团队合作。

碳燃料电池原型是一种封闭式、便携式、可充电的燃料电池，它能利用燃料发电，并能捕捉自身排出的二氧化碳再生燃料。该计划和潜在的后继原型工作将在现场实现安全、高密度和可充电的能源存储。

ExCURSion面临着两个主要挑战：利用二氧化碳生产液体燃料的速度比锂电池充电至少慢30倍；从废气中捕捉和储存二氧化碳则受到工作状态和所用材料稳定性之间权衡的困扰。

ExCURSion有两个技术领域：将二氧化碳还原为高能量密度燃料，主要侧重于燃料生成率；二

氧化碳捕获和封存，主要侧重于工作能力和稳定性。在二氧化碳的捕集与封存方面，美国已有一定相关技术储备。据波士顿大学工程学院发表的一篇报道称，在去年11月，波士顿大学的一名研究人员因用化学方法开发一种新材料，可定向、高效地捕获二氧化碳而获得了DARPA青年教师奖。

DARPA表彰了约格·维尔纳(Joerg Werner)在开发一种捕获二氧化碳的材料方面所做的工作，这种材料可用于隔离和清除潜艇、地下掩体和载人航天器等封闭空间中可呼吸空气中的二氧化碳气体。

与此同时，休斯顿的埃克森美孚公司和俄亥俄州哥伦布市的巴特勒纪念研究所等公司也是公认的二氧化碳捕集与封存领域的领军企业。

(高飞)

中国科学家打破了光学衍射极限屏障



最近，2023年最流行的词汇出炉，人工智能大语言模型(LLM)毫无疑问高居榜首。作为领跑者，ChatGPT也成为年度国际流行语之一。人工智能领域的这些颠覆性创新在很大程度上要归功于大数据，大数据在其中发挥了举足轻重的作用。然而，人工智能同时也给大数据的发展带来了新的机遇和挑战。

在当今的数字经济时代，大容量数据存储是不可或缺的。然而，硬盘驱动器和半导体闪存设备等主要存储设备在成本效益、耐用性和寿命方面都面临着限制。光数据存储为具有成本效益的长期数据存储提供了一种前景广阔的绿色解决方案。然而，由于光学衍射的限制，光学数据存储的相干记录特征的间距方面遇到了根本性的限制。这一物理限制不仅阻碍了直接激光写入机的进一步发展，而且还影响了光学显微镜和存储技术。

根据《科学》杂志2021年发布的125个前沿科学问题，打破衍射极限屏障是物理学领域的首要挑战。它也是《自然》杂志预测的2024年及以后的七项技术突破之一。

由上海科技大学(USST)和中国科学院上海光学精密机械研究所(SIOM)顾敏教授领导的多学科团队成功攻克了这一难题。他们最近在《自然》(Nature)杂志上发表了最新研究成果，题为“具有千万亿次容量的三维纳米级光盘存储器”。

研究人员首次证明，通过将平面记录结构扩展到具有数百层的三维空间，从而打破纪录光点的光学衍射极限屏障，光数据存储容量可以达到千万亿(Pb)级别。在DVD大小的光盘区域内，存储容量可达10级，相当于至少10000张蓝光光盘或100块大容量硬盘。该论文的通讯作者是光子芯片研究所所长顾敏教授、中国科学技术大学文静教授和上海光机所阮昊教授。上海光机所博士后赵淼博士和中国科技大学文静教授均为共同第一作者。

具有百万亿位容量的三维纳米级光盘存储器这一突破性技术是革命性的。GPT背后的数据集包括58亿个索引网页和约56Pb的文本，通常需要一个操场面积的硬盘来存储。然而，三维纳米级光盘存储器可以将这一空间缩小到台式电脑的大小，从而大大降低了成本。此外，纳米级光盘存储器的能耗比传统方法低几个数量级，寿命可达50-100年。

2013年，顾敏教授及其研究团队实现了基于双光束写入技术的9纳米直接激光写入技术。德国科学家Stefan W. Hell教授因发明双光束超分辨显微成像技术获2014年诺贝尔化学奖。《自然》杂志发表的三维纳米级光盘存储技术成功打破了光学写入和读取的衍射极限障碍，开创了大数据数字经济的新时代。

(辛文)

“回南天”对飞机的影响以及歼15飞机设计保障措施

董冰 路涛骏 孙茜

“回南天”是我国南方地区特有的天气现象，它通常发生在春季，气温开始回暖而湿度猛烈回升。这种天气现象的出现，主要是因为冷空气消退后，暖气团迅速反攻，使得空气湿度加大。当冰冷的物体表面遇到暖气团时，会在表面凝结成水珠，形成湿漉漉的景象。

与之相近，部署在湿热环境中的飞机也有凝露等相似问题。飞机在湿热环境中，尤其是当飞机从空中寒冷环境快速进入地面温暖潮湿的环境时，飞机表面温度较低的部分(如外表面)会与高温高湿的空气相遇，空气中的水蒸气会在这些较冷的表面上凝结成水珠，即产生凝露。

“回南天”对飞机的影响

1. 座舱玻璃起雾，影响飞行员视线。
2. 设备舱内凝露。凝露的湿气以及残余污染物能够被一些装配较紧密的设备以及接点、结合面等部位吸收捕获，特别是某些垫圈、填充材料吸收了自身重量几倍的冷凝水后，当温度升高时，这些湿气就会转移到附近的密封区域，在连续加热冷却的循环中湿气在逐渐累积，破坏垫圈和密封材料的同时，对机载设备的稳定性产生了极大威胁，如电气短路、光学元件图像传输质量降低、隔热特性变化等。
3. 腐蚀问题。“回南天”里零件表面形成连续水膜，金属材料腐蚀加剧，非金属材料发霉。

歼15飞机防潮防湿设计保障措施

为了降低潮湿空气对飞机带来的影响，歼15飞机设计上从通风、密封和排水三方面开展了防

潮防湿设计：

一是全机外表面连接部位进行密封设计，如蒙皮与骨架、口盖与口框、机载产品安装处等。并且零件生产过程中加工的工艺孔，用防水涂胶布或堵盖进行堵塞，以减少潮湿空气进入机舱内部。

二是全机进行排水和疏水设计。结构构型上避免沟槽结构，防止积水，对容易积水的表面涂覆憎水剂进行疏水处理；除液体容易进入的部位进行排水设计外，为避免冷凝水的积聚，针对相对封闭的舱区考虑了冷凝水的排水设计；针对不能将水直接排出机外的舱区，设计了排水槽、排水管等收水设计，再经外表面的排水孔排出机外；充分利用结构缝隙进行排水。

三是座舱和飞机内部设备舱设计空调车地面通风口，实现对座舱和设备舱的除湿除潮。

针对“回南天”等潮湿气候使用环境，歼15飞机可加强外场的防潮防湿维护保障措施：

1. 雨、露等潮湿气候环境下，及时清除飞机表面、起落架及起落架舱内所有裸露表面的露水和冷凝水；并取下飞机蒙布、进气道和发动机舱堵盖，晾晒飞机和蒙皮，驱散机内潮气；
2. 潮湿天气，采用空调车对设备舱和座舱进行通风除湿；
3. 飞机飞行后，待舱内温度降低到环境温度后，再套上进气道和发动机舱前后堵盖，避免温差带来的舱内凝露问题；
4. 避免风挡玻璃起雾，研发了防雾剂，可起到72小时的防雾作用。

综上所述，“回南天”对飞机带来了潮湿环境的严酷考验，但歼15飞机通过在设计上和使用维护上采取的措施，可以保证飞机“干爽出行”，勇立“潮”头。



DARPA要求势必瑞公司开发先进能力架构

3月中旬，美国国防部预先研究计划局(DARPA)宣布与势必瑞公司签订一份价值1300万美元的合同，用于重新厘定“有可能的”项目。

美国的潜在对手已经开发出了对抗当今美国军事系统的方法，这些系统都是围绕复杂、单一的集成系统构建的。相反，DARPA的研究人员正在要求势必瑞公司开发革命性的系统架构，这种架构是独立的、分散的、有破坏性的，而且会给美国的对手产生迷惑。

DARPA的专家们希望找出有前途的技术，并迅速将其推进到下一阶段的研发工作中。势必瑞公司将开发提高弹性、响应速度、航程、杀伤力、获取能力、续航时间和经济性的技术，以实现新的联合部队作战概念。

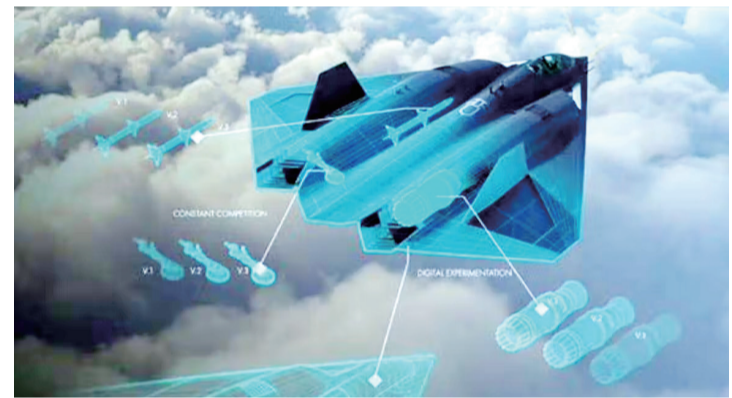
研究人员指出，对于飞机而言，隐身和低可观察性技术已不再具有以往的优势。自隐身技术发明以来，对手已经提出了一代又一代的反制措施，如今，使平台具有生存能力的方法已接近物理极限，继续走传统的隐身技术道路已不现实。

与此同时，无人战斗飞行器(UCAV)已得到广泛应用，对手也开发出了反制措施，使UCAV和隐身技术的有效性大打折扣。

DARPA要求势必瑞公司开发技术，以应对先进综合防空系统(IADS)技术的威胁，例如性能极强的地对空和空对空导

弹。

该公司将开发的技术包括：为下一代无人机系统提供生存能力；使用分布式和分解式系统，以减少对少量精巧昂贵平台的依赖；实现目标数据的及时传送；提高飞机推进能力；机器自



主，以最大限度地降低人类作战人员的风险；设计和开发工具，以快速开发和部署系统，如基于模型的系统工程、多维优化和增材制造等。

势必瑞公司还将考虑采用各种技术来改进无人地面系统之间以及与部队之间的集成，使两支部队能够有效地协同作战。

DARPA还希望有技术能提供小单位和单个作战人员的机动性和杀伤力；能将联合武器机动扩展到空中、建筑物内部和地下。对于这些技术，DARPA希望人工智能(AI)能发挥作用，人工智能可用于有人-无人地面部队的综合行动、地面机器人和地面机器人作战系统，让作战

速度跟上作战人员的行动。

对于有人和无人水面舰艇和潜艇，DARPA的研究人员对减少需要分层防空航空母舰依赖的技术很感兴趣。

为此，研究人员希望势必瑞公司开发能对抗敌方先进潜

日本学者新燃烧理论为超声速燃烧研究提供了方向

日本东北大学的研究人员在1月18日发表在《流体物理学》(Physics of Fluids)杂志上的一项研究中，从理论上将燃烧系统中的点火和爆燃联系起来，由于可能存在任意数量的稳态解，从而为稳定、高效的内燃机提供了新的构型。

东北大学流体科学研究所的森井友希说：“内燃机是二氧化碳排放的重要来源，这项研究通过提高内燃机的效率，直接应对了减少二氧化碳排放的挑战。”

流体科学研究所的丸田薰说：“更好地了解燃烧动力学也将有助于开发更安全、更可持续的工程解决方案。燃烧动力学涉及复杂的耦合流体和化学反应。研究人员利用计算流体力学帮助他们更好地理解和控制这一过程。”

如果能利用一种在稳态下稳定运行并对微小扰动有一定容差范围的系统，就能简化燃烧器的结构和控制，提高新型燃烧器设计商业化的可行性。

为了探索这一概念，东北大学的研究人员考虑了一个简单的一维反应流系统，其中未燃烧的预混气体从左侧入口边界进入燃烧室，而燃烧的气体或爆燃波从右侧出口边界排出。

迄今为止的工作理论认为，只有当入口速度与爆燃波(以亚声速传播)或爆燃波(一种冲击反应，流出的火焰以超声速传播)的速度相匹配时，才存在稳态解。

然而，这一传统观点是建立在预热区的化学反应可以忽略不计的假设



之上的。最近的研究强调了所谓“自燃辅助火焰”的重要性，即在炽热的未燃烧预混气体混合物中传播的爆燃在火焰前方化学反应的帮助下会加快传播速度。这表明，有许多稳态解决方案会影响气体在爆燃前的停留时

间。

在这些发现的基础上，东北大学的研究人员设计了一种理论，成功地揭示了点火波和爆燃波之间的差距，展示了在考虑自然反应波时可能存在的其他稳态解——这种波在预热区受到点火的影响，但行为类似于爆燃波。

森井友希说：“与亚声速一维系统中爆燃波只存在一个单一稳态解的普遍观点相反，我们的方法将无数个这样的解假定为自然反应波，断定点火和火焰是在内联系的。”

这意味着稳态解不仅存在于入口

速度与爆燃或爆燃波速度相匹配的两点，而且如果考虑自然条件，还存在于更广阔的区域。

研究小组进一步将理论扩展到涉及超声速入口速度的情况。在超声速状态下，传统的理解是，只有当入口速度与引燃波速度相匹配时，才有可能实现稳态求解。然而，鉴于自然反应波源于零维点火，研究人员认为它应该与入口速度无关。

森井友希说：“我们提出，即使在超声速条件下，自然反应波也存在无限多个稳态解。”

通过从理论上将点火和火焰联系起来，现在可以从一个新的角度来考虑发动机了。考虑到点火现象，就有可能实现更稳定的燃烧，从而产生比传统发动机更高效的新发动机概念。

森井友希表示：“这项关于稳定自然反应波的工作标志着一项根本性突破，有可能彻底改变燃烧系统的设计，尤其是在超声速燃烧领域。”

虽然理论和数值结果提供了一种新的发动机概念，但尚未得到实验验证。因此，研究小组计划通过联合研究进一步进行实验验证，将研究成果应用于实际发动机。

(逸文)