

## 从“三跑”到“三保”

## 他们把黑土区坡耕地变成“海绵农田”

■本报记者 倪思洁

“今年这块地产量没去年好，是不是试验造成的？”北大荒农垦集团友谊农场正值繁忙的收割季，青年庄小流域的一位农户突然找到友谊农场的工作人员。

接到消息后，中国科学院东北地理与农业生态研究所研究员、“黑土粮仓”科技会战三江示范区首席科学家刘焕军立即赶到现场。农户所说的地，正是他们布设了综合试验的一块坡耕地。

听完农户的抱怨，刘焕军拿出两张图。一张是这块地2019年7月7日的遥感影像，一条条侵蚀沟/水线像蚯蚓一样弯弯曲曲地爬在田间，把原本整齐的土地分割得支离破碎；另一张是这块地今年7月的遥感影像，“蚯蚓”变浅了，田地里绿油油一片。

“你就说这几年没增产吧！”站在一旁的友谊农场副场长杨慧反问。

农户点点头，不吱声了。虽然今年这块地的产量因为天气低温多雨稍微减少了一些，但与2019年相比，还是增产了不少。他心里清楚，2019年前，也就是把地租给科学家之前，这块地涝得严重，“产量低，根本不挣钱”。

## 坡耕地“三跑”之困

青年庄小流域共有4500亩地，地块坡度最大8-12度，属于三江平原非常典型的坡耕地。而坡耕地的黑土地保护问题一直是农场面临的难题。

“三江平原地处湿润区，水蚀是导致黑土地坡耕地退化的主要原因。”刘焕军介绍，由于坡耕地存在坡度，降水顺坡而下侵蚀黑土，会导致水土流失、低洼内涝、耕层变薄变硬、地块土壤肥力不均等问题。

刘焕军等人2019年来到友谊农场时，青年庄小流域地块已经表现出明显的坡耕地跑水、跑土、跑肥，即“三跑”症状。

杨慧回忆，当时，坡上的黑土层被冲刷得贫瘠泛黄，出现了“破皮黄”症状，几乎长不出庄稼，田间沟壑纵横，有些侵蚀沟深达3米，坡下沉积内涝，一下雨就出现积水的“鱼眼泡”，严重影响了农作物产量。

刘焕军的出现，让杨慧眼前一亮。2019年11月，国务院办公厅印发了《关于切实加强高标准农田建设提升国家粮食安全保障能力的意见》。杨慧知道，高标准农田建设，离不开科技。而他面前这位皮肤黝黑、戴着眼镜的高个子，是位农业遥感与信息技术专家，天天蹲在田间地头，一开口就是东北腔，一门心思把技术用到黑土地里去。

与杨慧的交流，也让刘焕军眼前一亮。刘焕军是通过朋友介绍来到友谊农场的。此前，



刘焕军介绍坡耕地上的土壤情况。 倪思洁/摄

他总是清早带着学生去田间采样，晚上回实验室工作，缺乏跟农户、农场的交流，工作进展缓慢。杨慧对农业信息化的兴趣，让刘焕军看到了合作的希望。

刘焕军告诉《中国科学报》，东北黑土区的坡耕地水土流失问题严重，而水蚀是导致黑土地耕地损毁、退化的主要原因，威胁着国家粮食安全与区域生态安全。如果能把他和团队研究了数十年的技术在友谊农场里用起来，将产生很明显的示范效应。

在杨慧的支持下，他们找到了位于水库边、集山水林田湖于一身的青年庄小流域。因为地力不行，农户愿意以很低的价格把地租给他们试验。

看着沟壑纵横的田地，刘焕军想：“保护黑土地，科技该用在哪里？不就是这里吗！”

## 为地块画像、开处方、做手术

两年后，刘焕军团队迎来了新的机遇。2021年3月，中国科学院主动“揭榜挂帅”，先后与吉林省、辽宁省、黑龙江省、内蒙古自治区签订框架协议，共同推进实施“黑土粮仓”科技会战。

刘焕军成为中国科学院“黑土粮仓”科技会战三江示范区团队的负责人。这支团队召集了28家单位的144位科研人员。

这下，刘焕军底气更足了：“这辈子我就搁这儿好好干了！”

刘焕军和团队早已立下目标：创新黑土地坡耕地保护利用系统解决方案。

他们计划基于山水林田湖草沙生命共同体理念，以友谊农场青年庄小流域为案例，综

合考虑耕地的白浆土障碍、不同退化程度坡耕地、低洼内涝耕地等问题，以及林地、湿地、水库等不同土地利用和生态系统类型的匹配与协调发展，创建黑土地坡耕地水蚀智能防控与地力提升协同发展技术体系，建立黑土地坡耕地水蚀系统防治与保护利用示范样板。

他们做的第一件事是“知己知彼”。刘焕军带着团队，用最擅长的农业遥感与信息技术，为农场里的地块“画像”。

“从2019年至今，我们利用天空地立体监测技术，结合3次百人规模的航空遥感实验，获取土壤、利用、产能、退化、生态等多维度米级高精度‘地块画像’数据，定量诊断白浆土与低洼内涝土壤障碍程度，摸清侵蚀沟、‘破皮黄’、‘鱼眼泡’等退化范围与程度，为科学设计坡耕地水蚀治理方案打下数据基础。”刘焕军说。

在地块画像与定量诊断的基础上，不同专业领域的科研人员共同为地块“开处方”，一步步形成了黑土地坡耕地保护利用技术体系。

“我们多措施、多尺度、多环节开出智能化处方。其中，多措施包括工程、农艺、生物等不同措施；多尺度包括小流域、田块、田块内部精准管理分区；多环节包括白浆土改土、水蚀阻控措施、地力与产量提升农艺措施等。”刘焕军告诉《中国科学报》。

“因地制宜”4个字，用在这里再合适不过。针对小流域内不同地形、不同退化类型与程度的地块，他们采取了不同措施。

中国科学院东北地理与农业生态研究所研究员宋春雨介绍，对于坡度在0.5~2.5度的缓坡地块，他们不再起直垄，而是沿着与等高线一定角度的曲线方向起垄，以减少水土流失；对于坡度在2.5~8.5度的缓坡地块，他们采用可耕作宽分段阻水；对于有可能形成侵蚀沟的水线，他们找到合适的草种，种上既能排水又不会被冲走的“草水道”；对于“破皮黄”等黑土层薄的区域，他们采用条带保护性耕作方式；对于低洼内涝、积水区域，他们在地下设置暗管排水，并设置集水井。

不仅如此，根据每块土壤的情况，他们还

开出了改土、农机深松深翻、改良剂、施肥量、有机肥等方面的智能化处方。

至此，科研人员以青年庄小流域为示范，将黑土地坡耕地水蚀智能防控与综合地力提升技术体系，转变成了一套“系统认知、监测诊断、技术处方、精准手术”的系统解决方案。

## “海绵农田”样板

青年庄小流域被“改造”后，在168亩的典型地块上，玉米产量连年增长——从之前的9吨多长到11吨、13吨甚至突破了14吨。

今年6月，一个月的降雨量超过往年大半年的降雨量，造成前期低温冷凉。“要是在2019年之前，青年庄小流域一定是内涝积水的重灾区。幸亏现在能够快速让水排掉，要不然这块地今年就废了。”杨慧说。

他介绍，今年青年庄小流域的典型地块玉米产量预计仍能维持在13吨。

“我们的初衷就是在保护黑土地的同时，提高农田的抗灾能力，保证国家粮食安全。”刘焕军说。

近年来，“黑土粮仓”科技会战三江示范区团队与北大荒集团合作提出“海绵农田”理念。“海绵农田”是一种“涝能排、旱能蓄”的农田，将跑水、跑土、跑肥的“三跑”坡耕地，变成保水、保土、保肥的“三保”田。友谊农场青年庄小流域也成为“海绵农田”的样板。

“中国科学院到友谊农场后，我们整个农业队伍在技术上有了提升，很感谢他们为我们提供这些高新技术，使我们的粮食产量有了提升。周边的农场经常到我们这里来参观。”杨慧笑着说。

目前，系统解决方案已推广至北大荒农垦集团友谊农场、曙光农场、北兴农场、鹤山农场及尖山农场等9个农场。

对于刘焕军和他的这支“黑土粮仓”科技会战团队来说，更重要的是把技术范例复制、推广到更广阔的田野上，在提升粮食产量的同时，保护好“耕地中的大熊猫”——黑土地。

据统计，坡耕地治理系统解决方案在三江平原的推广，已经为受惠农场带来了水分利用效率提高30%、粮食增产5%至22%、水土流失减少70%的综合效益，同时减少土壤养分流失60%以上，降低地块内作物长势异质性30%。

“未来，我们将继续通过坡耕地水蚀系统防治样板为东北黑土地坡耕地水蚀防治、低洼内涝耕地地力与产能提升、高标准农田建设方案，提供‘可复制、可推广’的技术范例，保障国家粮食安全，保护好‘耕地中的大熊猫’。”刘焕军说。

## 一所一人一事

## 蒲吉斌：为“大国重器”披“铠甲”

■本报记者 张楠

“工作到后半夜，好不容易躺在折叠床上休息，却根本睡不着。闭上眼睛，脑子里还是涂层研制中遇到的各种问题。”中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员蒲吉斌坦言，每次承担科研攻关任务，压力都非常大。

“但压力就是动力。在科研攻关中遇到困难挫折是常事，要迎难而上。”蒲吉斌说，“国家相信我们，给予各种资源，因此再难我们也要不辱使命。”

蒲吉斌和团队致力于研发在苛刻环境下坚不可摧的表面涂层。他们成功实现了我国堆堆核心部件表面防护材料保障能力的国产化和自主可控，并建设了工程化平台，实现了高性能防护涂层的工程化应用，保障了我国许多“大国重器”工程的顺利实施。

## 担当

2015年初，蒲吉斌接到一个电话，中国原子能研究院（以下简称原子能院）向他咨询反应堆安全服役的专业技术。正是这通电话，将蒲吉斌的研究生涯与核电快堆联系起来。

第四代核能钠冷快堆具有快中子通量高、运行温度范围宽的特点，能够解决目前核能发展过程中存在的铀资源不足和核废料处理难的问题，是我国核能发展“三步走”战略——“热堆—快堆—聚变堆”的重要阶段，将缓解能源危机，实现绿色可持续发展。

在250℃~650℃的高温液态金属腐蚀以及中子辐照、摩擦磨损等极端工作环境中，核心组件的可靠性和寿命关系着整个反应堆能否安全服役。

挂掉电话，蒲吉斌立刻意识到这里蕴含核能领域的一项重大需求——强韧耐蚀抗辐照特种涂层。但此前，我国在这一领域几乎没有技术积淀。

要确保快堆核心组件高安全可靠运转

40年，传统的润滑、耐磨、耐蚀涂层都无法满足要求。在快堆特种高温合金构件表面，可控地制备出能够耐受高安全服役需求的涂层，成为我国自主建设首座示范快堆的关键技术要求。

经过与原子能院近两年的技术沟通，蒲吉斌团队在2016年末争取到“涉钠设备表面处理及涂层研发”合同，开启了四代核能技术的相关研究。

2019年，该团队研制出国内首台液钠环境摩擦试验系统，在国际上首次报导了涂层在高温液钠中长期服役的结构演变和性能，提出液钠中高稳定相的设计准则，并发展出稀土调控和复合热扩渗技术，成功突破快堆合金表面特殊相结垢涂层的强韧耐蚀抗辐照一体化瓶颈，研发出6种快堆合金的涂层工艺，通过了6000小时液钠相容性考核。

## 攻坚

2020年2月，蒲吉斌团队又承担了示范快堆31根动导管的表面防护涂层工程化制备任务。

这是一项必须按快堆工程整体建设节点完成、只许成功不许失败的任务。

为保证按时合格交付任务，蒲吉斌还立下了“军令状”。“做科研就要敢啃硬骨头，并能啃下硬骨头。”他说。

示范快堆控制棒驱动系统的动导管长2.7米，是保障控制棒驱动机构可靠工作的重要组件，也是典型的大口径薄壁异型管，不仅要经受高温液钠的强腐蚀和辐照，同时还存在控制棒的冲击磨损，是堆内工况环境最苛刻的重要部件。彼时国内连满足要求的工程化设备都没有。

蒲吉斌带领团队从“零”开始，多方调研，不到一年就建成了具有自主知识产权的高温真空复合热扩渗工程化装备。然而，在距离任务交货期仅几个月的

关口，发生了新冠疫情。蒲吉斌和团队主动请缨回到封控区内的试验场所持续攻关，确保每个环节和细节都万无一失。

他们很快迎来工程化验证的关键时刻。但蒲吉斌甲状腺出了问题，要立刻做手术。直到手术前一天的夜晚，他还在处理事务，术后刚能坐起来就开始办公。

经过4个月的高强度攻坚，他们最终突破从材料、工艺、设备到工程化的全链条关键技术，成功解决了动导管表面涂层制备的控型控性工程化难题，确保了项目如期完成，为我国首座示范快堆核心组件的国产化应用作出了重要贡献。

## 征途

凭着坚韧不拔的意志，蒲吉斌接连承担苛刻环境特种防护材料攻关任务，研制出抗热腐蚀、抗磨损、高温阻氢等系列特种功能涂层，解决了航空航天、核能及海洋装备重要型号关键部件的损伤防护与延寿难题，为“大国重器”披上坚不可摧的“铠甲”。

“我们考虑，能够应用于长寿命航天器的新一代空间功能涂层，也要能面向滨海航天发射以及未来海上发射的场景，以及深空探测、探月、探火等场景。”蒲吉斌说。

他以我国空间站太阳能柔性电池翼为例，指出太阳能翼的低摩擦功能涂层在面向滨海发射的高温热环境时，需要具有可靠的环境适应性；长期在轨运行期间，要能够抵御高剂量原子氧的辐照。



蒲吉斌（中）与团队研讨技术问题。 中国科学院宁波材料技术与工程研究所供图

通过功能元素复合调空、纳米多层精细结构构筑及晶体取向的精准控制，蒲吉斌带领团队解决了空间特种功能涂层在海洋高湿热环境和空间原子氧辐照下的性能劣化以及早期失效难题。他们研发的海洋环境适应性抗辐照低摩擦涂层通过了发射场环境暴露适应性测试、全寿命高剂量原子氧加速辐照试验及热真空疲劳寿命试验，已经成功应用于中国空间站柔性太阳能翼伸展机构2万余个部件。

新一代空间功能涂层确保了我国空间站太阳能翼在10年以上的在轨服役期间，“张弛有度，收放自如”且“万无一失”。

一路走来，蒲吉斌带领团队始终聚焦国家需求，不断变化研究方向，从天空走向海洋、从临海进入深远洋，逐步形成了一支面向高技术领域的材料损伤防护与特种功能材料创新攻关团队。

“科研工作不仅要追求知识的积累，更重要的是解决实际问题，服务于国家的需要。”他希望这份责任感与使命感能代代传承。

## 发现·进展

## 中国科学院大连化学物理研究所等开发新型有机固态钾离子导体

本报讯(记者孙丹宁)中国科学院大连化学物理研究所研究员陈萍、何腾、副研究员于洋团队与美国国家标准与技术研究院吴慧合作，将团队前期开发的金属有机化合物材料应用于固态钾离子导体，制出一种全新的有机固态钾离子导体。该导体具优异的离子传导性能和界面稳定性。相关研究成果近日发表于《先进功能材料》。

开发固态电解质是电池领域解决液态电解质全问题的有效手段之一。目前，固态电解质的研究面临诸多问题，例如离子电导率低、界面兼容性差、批量合成工艺复杂等。

陈萍团队前期开发了一类金属有机化合物材料，并将其应用于锂、钠离子固态电解质，均表现优异的离子传导性能和界面稳定性。

在此次研究中，团队将金属有机化合物材料拓展应用到固态钾离子导体，合成出一种钾离子传导性能及界面稳定性。研究发现，在使用K作为电极的对称电池测试中，电解质在超过4小时的电化学循环测试中保持稳定，表现出较好的界面稳定性和兼容性。此外，材料易于合成、工艺简单。

该研究为固态钾离子导体及全固态钾离子电的开发和设计提供了新的选择和思路。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1002/adfm.2024126>

## 南方医科大学

## 虚弱与慢性肝病发生风险高显著相关



图片来源：pixabay

本报讯(记者朱汉斌)南方医科大学教授吴娟团队揭示了虚弱与慢性肝病之间的关联。相关研究成果近日发表于《肝病学杂志》。

虚弱作为一种多系统功能下降和压力敏感性高的状态，是近年老年医学领域被关注的重要衰指标之一。研究团队采用两种互补的虚弱评估工具——以体力表现为重点的身体虚弱和基于多维缺陷累积的虚弱指数，发现虚弱与代谢功能障碍相关性脂肪性肝病、肝硬化、肝癌及肝病相关死亡的生风险增高显著相关，且上述结果不受虚弱测量具的影响，具有较好的一致性和稳健性。

在获得纵向队列主要结论的基础上，研究团队针对完成磁共振成像(MRI)的参与者设计了一个断面研究，采用基于MRI的肝脏质子密度脂肪分(PDFF)，客观定量评估肝脏脂肪浓度和脂肪变性度，以捕捉社区人群中潜在的未诊断轻症病例。从弥补基于住院和死亡记录定义脂肪性肝病可能导致的漏诊偏倚。结果发现，虚弱与基于PDFF>5%的代谢功能障碍相关性脂肪性肝病显著相关。这一步支持了主要研究结论的可靠性。

论文通讯作者吴娟波表示，该研究提示，虚弱量有助于早期识别代谢功能障碍相关性脂肪性肝病、肝硬化、肝癌和肝病相关死亡的高危人群，针虚弱的预防和干预措施将有助于降低慢性肝病的发展和死亡风险，在指导慢性肝病的管理方面具有共卫生学意义。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2024.08.0>

## 中国科学技术大学

## 揭示应激血糖代谢新机制

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学研究员陈国栋团队揭示了肾上腺非依赖性的下丘脑—交感神经轴调控应激血糖代谢的新机制。相关研究成果近日发表于《自然-通讯》。

应激反应是动物在处理威胁时作出的本能反应，包括血糖快速上升以应对潜在危险。经典理论认为，应激血糖是通过经典下丘脑—垂体—肾上腺或者自主神经—肾上腺轴刺激肾上腺分泌肾上腺素产生的，但这两条通路均需要肾上腺介导，且在间上有明显的延迟，不符合应激过程快速释放血糖的生理需求。

课题组利用跨突触病毒示踪以及光遗传、化学遗传技术，研究了应激信号在下丘脑整合并调节糖的下行神经环路功能，发现腹内侧核CRHR2神经元接受CRH投射并通过交感神经直接控制肝的葡萄糖异生。这条新发现的通路并不依赖于肾上腺活性，并且在早期应激血糖的生产中起关键作用。

审稿人评价该研究“是一项有趣的研究，代表中枢调控行为相关的葡萄糖代谢领域的重要进展”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41467-024-52815>