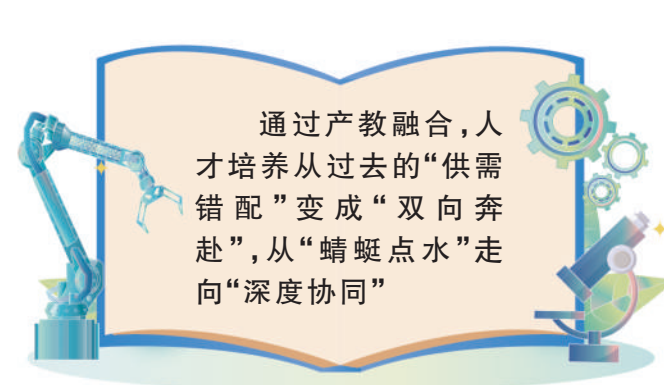




通过产教融合，人才培养从过去的“供需错配”变成“双向奔赴”，从“蜻蜓点水”走向“深度协同”

过去我们常讲“产教融合”，但在实践中，高校与企业、教育与产业往往是“两张皮”。高校深耕基础研究和前沿探索，企业更聚焦解决工艺、设备和成本方面的问题。校企在研究方向、评价体系、实践场景等环节衔接不畅，导致供需错配“两张皮”。因此，打通校企协同育人壁垒，让“两张皮”拧成“一股绳”，才能真正培养出一支掌握前沿技术的高素质工程人才队伍，夯实产业发展的人才根基。

近年来，中国石油集团将工程硕博培养纳入人才强企

创新谈

人才培养从“蜻蜓点水”走向“深度协同”

孙金声

布局，立足油气新能源、炼化新材料、生物制造等产业新赛道，联合29所“双一流”高校开展协同培养，依托重点科研平台，创设“教育科技人才一体化创新项目”，打造产教融合的工程硕博培养模式。这些项目将学生、校企双导师“捏合”成一个紧密的攻关团队，让工程硕博士作为攻关骨干，进入真实科研环境，触碰真问题、开展真科研。

具体看，一是“需求导向、项目育人”，企业每年提出百余项技术难题需求，校企双导师联合指导学生完成，用科研项目撬动人才培养；二是“把实验室建在生产线上”，成立工程师技术中心，构建实践保障体系，向学生开放真实生产场景、工业数据和试验条件；三是打破“唯论文”评价惯性，将实践成果与学位授予、留企推荐、职业资格认定直接挂钩，学生开发的软件在油田应用、工艺在产线试用、方案被决策采纳，都能成为毕业和晋升的有效“通行证”；四是推行“名师带徒”机制，择优

选聘两院院士、技术总师、首席专家等担任企业导师，常态化开展导师培训，健全考核激励机制，有效解决企业专家“不愿教、不会教”的育人难题。

在产教融合的工程硕博士培养模式下，玉门油田与浙江大学联合培养的工程博士王尊博，有效解决了氢氧分离罐液位差控制等难题，推动可再生能源制氢项目落地；新疆油田公司与浙江大学联合培养的工程博士陈香玉开展的研究，支撑了国内首个超稠油热采塔式水工质光热直热制蒸汽项目投产运行；石油化工研究院与中国科学技术大学联合培养的工程博士吴谨好作为第二完成人，深度参与《塑料快速差示扫描量热(FSC)法芯片量热法》国家标准的制定……

目前，我们已经优选300个工程硕博培养依托项目。今年，2026届毕业生中将有1/3学生以硬件产品、方案设计、

技术标准等形式的实践成果申请学位。通过产教融合，人才培养从过去的“供需错配”变成“双向奔赴”，从“蜻蜓点水”走向“深度协同”。企业说，这种模式切中实际问题的要害，攻关效率大大提升。高校说，这为深化合作、吸引优质生源打开新切口。学生们说，自己在实战中锤炼了解决复杂工程问题的硬本领。

强国之基，在于实业；实业之兴，在于人才。我们希望推动更多学生以实践成果完成学业、以技术创新赋能产业。持续深耕教育、科技、人才一体化发展路径，源源不断培育爱党报国、技术精湛、善于解决复杂工程问题的优秀工程人才，全力补齐能源领域高层次人才供给短板。我们也期待，这一培养模式能为其他行业提供更多可复制、可推广的经验，为新时代人才强国战略、创新驱动发展战略贡献力量。

(作者为中国工程院院士，谷业凯、耿莉采访整理)

深度观察

第四十二次南极考察多款国产极地装备实现验证及应用

冰原深处的中国智造

本报记者 刘诗瑶

前不久，我国第四十二次南极考察圆满结束，多款首台套国产极地装备在考察中穿越风雪、深入冰层、下潜深海，在冰原深处得到充分验证及应用。

探秘南极，各国核心技术和装备往往不会共享，他人经验也未必适合我国科考模式和队员需求，因而极地关键装备必须立足自主创新，掌握核心技术。

中国装备闪耀南极映照科技创新成色。越来越多的关键装备实现自主可控、持续迭代和协同创新，既推动我国极地考察持续进步，也彰显了我国创新实力和工程制造、系统组织能力。

热水钻——打破世界纪录，让科学家用更可靠的手段探索冰下奥秘

冰下湖是南极独特神秘的存在，被科学家视为“天然档案”，蕴藏着全球气候变迁的密码，还可能潜伏着不为人知的微生物群落。研究冰下湖对于揭示南极奥秘和掌握地球气候规律，具有重要意义。

然而，冰下湖上覆盖着厚实超过3000米的冰层，科考队员想一探究竟，需先钻透厚实坚硬的冰层屏障。“边加热、边钻进”的清洁热水钻成为国际探测冰下湖的主流技术。

第四十二次南极考察中，我国科考人员凭借自主研发的清洁热水钻系统，成功完成我国首次南极冰层热水钻探试验，钻深达3413米，突破了国际极地热水钻探2540米的纪录。

这是极地科考厚积薄发的成果。

10年前，我国曾研制出钻探能力达到2000米的热水钻机系统，但距离钻透较厚冰层还存在一定差距。在国内外均无3000米级热水钻机的形势下，我国科研人员立志要先研制出3000米级热水钻，占据先发优势。

“钻得直、钻得稳、钻得净”是热水钻的研制目标。中国第四十二次南极考察队冰下湖队队员李冰介绍，钻进冰层过程中，如果钻孔顶角变化太大，形成的钻孔直径不均匀，都可能导致钻探中断。为了维护南极的纯洁干净，还必须保证钻进用水的高度清洁，不产生环境污染。

从2021年起，冰下湖科研团队历经广泛调研、多轮设计测试等过程，先后攻克了10余项关键核心技术，研制出了3000米级的清洁热水钻。

“回想起来，整个过程最煎熬的时刻，是热水钻机系统在国内开展的联调联试。”冰下湖队队员张楠介绍，整套热水钻系统模块多、规模大，学科交叉程度高、涉及单位多，联调联试协调难度很大。团队将任务进行精细化拆分，各小组完成子系统调试后，再由项目组总体全面协调把关，集中讨论，提高问题解决效率。

“热水钻创下世界最深纪录，只是征程的开始。要让这个系统成为更可靠的平台，才是未来发展的目标。”冰下湖队队长郭井学说。

“我们正在研发新的热水钻孔内监测系统，通过传感器实时测量钻孔内的温度、压力、孔径和钻具姿态等，相当于为钻具安上一对“眼睛”，确保钻得又准又快。”冰下湖队队员官达说。

热水钻技术不仅应用于南极平原冰盖，将来也可能应用于冰架、山地冰川等复杂地形环境。到时，科学家能直接把观测仪器下放到冰架和冰川底部，用更可靠的手段探索冰下奥秘。



“雪豹”车——适合极端环境，扩展我国科考人员在南极内陆的活动半径

95%面积被冰雪覆盖，南极内陆被称为“白色沙漠”，目前有能力进入南极内陆科考的国家屈指可数。除了有限的飞机通航，雪地车成为进入南极内陆的主要方式。

在南极内陆特殊的冰雪环境中，世界上再先进的机械设备也很容易发生故障。对于内陆考察而言，可靠的运输设备被称为“生命线”也不为过。

长期以来，我国南极内陆考察主要依赖进口履带式车辆。这种装备速度慢，油耗高，运维成本也高，自主研制极地特种车辆成为必然选择。

在清华大学和自然资源部中国极地研究中心的联合攻关下，适合在南极内陆极端环境中行驶的极地特种车辆“雪豹”成功研制。“雪豹”能够在高寒、高海拔、高风险的区域作业，填补了我国在南极地面人员快速运送、科考保障、应急救援的装备空白。

“雪豹”系列特种载具总设计师、中国第四十二次南极考

察队格罗夫山队副队长孙鹏介绍，由于联合研制团队没有相关极地特种车辆研制经验，又缺乏南极真实环境中车辆试验的各项数据，为了少走弯路和缩短研制周期，研制团队坚持每年度、每次科考出征，都携带全新一代装备进行南极内陆现场的技术测试与工程验证。

真到了内陆现场，孙鹏才明白什么叫“万里长征第一步”。

他感慨，极地科考对装备的要求极为苛刻。实验室里表现良好的仪器，到了南极未必可靠；在常温下成熟的结构，在低温下可能脆裂；平原地区稳定的通信和能源系统，在冰原和海上可能面临完全不同的挑战。

“极地装备的成熟，不能只看设计图纸，更要看现场表现。能在南极用起来、用得稳、用得久，才是真正意义上的工程突破。”孙鹏说。

极低温、高海拔、低气压、暴风雪、强辐射、多裂隙等诸多要素叠加作用且持续影响，对“雪豹”提出了极其严苛的性能要求。这次南极考察，“雪豹”交出了令人满意的成绩：“雪豹”6×6轮式载具累计行驶12772公里，实现“零故障”可靠运行。常见的履带式车辆时速一般为15公里，经测试，“雪豹”6×6轮式载具在软雪路面、硬雪路面时速分别达到28公里、42公里，在坚冰区域能以65公里的时速稳定行驶，车辆满油状态下最大行驶里程约700公里。“雪豹”优异的表现，扩展了我国科考人员在南极内陆的活动半径。

内陆舱——改善生活条件，为科考人员提供一个安全舒适的“家”

南极内陆，又被称为“生命禁区”。不惧严酷环境，我国科考队员年年挺进内陆，每天开10个多小时的重型雪地车，每8个人挤在一个类似集装箱的舱内，往返60天不能洗澡，沿途开展科考作业。

为了改善内陆考察队员的生存状况，支持更好开展深入科考，急需研制一款能“随走随驻”、安全舒适、高度可靠的内陆舱。

小小的一座舱体，却几乎汇聚了极端环境工程的所有挑战。作为研制参与者，中国第四十二次南极考察队内陆队队长姚旭举例：等待组装的内陆舱体，需经科考船航运、直升机或雪地车拖运，总重量被严格限制在4.5吨以内。如何在“螺蛳壳里做道场”，集成所有生活与能源系统，是首要难题。



其次，这个内陆舱体需耐受零下40摄氏度甚至更低的极端低温，还有冰盖路面长达700公里的剧烈颠簸。现场一旦发生故障，几乎无法维修。

更大的难题是实现“移动—驻留”双模式的快速切换。行进时，内陆舱是内陆考察车队的一部分；驻留时，多个模块要能快速拼接成完整内陆舱营地。在没有起重机条件下，要实现半小时搭建、十几分钟拆卸。

还要想办法攻克低温环境下的高效融雪、防冻、节水技术，让洗澡从“奢望”变为“日常”。

为了实现轻量化和高保温性能，研制团队摒弃了传统笨重的岩棉夹芯板，全新研发了“结构保温装饰一体化”舱体；为了攻克淋浴难题，在国内搭建了1:1的真实融雪试验平台，前后试验了上百次，打造出高效的耐低温融雪淋浴系统……在科研人员坚持不懈的努力下，这些难题一一被破解。

在南极开展真实测试时，内陆舱的可靠性经受了考验。

在为期近50天的南极格罗夫山考察中，内陆舱跟随车队穿越超700公里，异常颠簸的冰裂隙绕行路线，经历频繁的“地吹雪”和零下40摄氏度的低温。内陆舱里融雪淋浴、生态马桶、光伏储能、柔性通道等全部系统实现稳定运行，我国南极内陆考察实现里程碑式的生活变革。

内陆舱不仅是保障队员生命安全的“生存舱”，更是提升科考效率和质量的“战斗舱”。由于节省了以往用于融雪取水、外出如厕、防寒穿戴的大量时间和体力消耗，科考队员将更多精力投入到科考任务上。内陆舱还集成了一部分环境传感器，沿途自动采集太阳辐照、风速、温湿度等数据，“一举两得”支持科研工作，做到“广表冰原随走随驻，哪里有科学问题，就在哪里安个家”。

南极科考并不止于冰盖内陆，还有南大洋。第四十二次南极考察中，大量国产自主研制的深海观测设备在南极海域顺利应用，使我国在南大洋现场观测能力上迈出重要一步。

我国自主研发的海底地震仪被布设到南极半岛海域，组成观测阵列，长期捕捉天然地震波动和地壳细微震动；我国自主研制的“深海玄武”浮标成功应用，能够自动下潜至6000米深度并返回海面，可持续获取深海的温度和盐度等关键环境参数……功能各异的国产装备，与“雪龙2”号科考船自身的走航观测设备结合，共同构成了一个从海面至深海的移动综合观测体系。

中国智造，正在以更加扎实的方式，支撑中国极地科学向更深处、更远处、更长期的方向迈进。

图①：“雪豹”车。自然资源部中国极地研究中心供图
图②：内陆舱。自然资源部中国极地研究中心供图
图③：我国首次南极冰层热水钻探试验现场画面。张楠摄

本版责编：陆凡冰 版式设计：汪哲平

我身边的最强大脑

只看一个手绘圆圈，能认出是谁写的吗？今年4月，在ICDAR 2026—CircleID圆圈书写者身份识别全球竞赛中，我们面对的正是这样一道考题：5905个圆圈、8种笔具、50多位书写者，还要识别样本库之外的未知人图。最终，我们团队从全球113支队伍中脱颖而出，以超过第二名11个百分点的巨大优势夺得第一。

我选择笔迹识别这个小众研究方向，很大程度上源于对书法的热爱，这使我更深入地思考不同书写者的书写特点。笔迹不仅是线条形状，更记录着书写者长期书写形成的肌肉记忆。每个人独特的运笔习惯，正是反映个人身份的重要行为生物特征。

随着数字化转型加速推进，越来越多业务从纸面走向线上。如何确认屏幕另一端的签署人就是本人，如何证明签署行为出于真实意愿，如何让电子证据经得起检验，是数字社会必须回答的问题。让笔迹成为可识别、可验证、可追溯的身份印记，正是我们攻关的方向。

圆圈识别的价值，在于它将笔迹识别的难度推到极限。圆圈没有复杂的文字结构和上下文，比赛提供的又是纸质扫描图像，书写速度、压力、加速度等动态信息全部缺失。不同

在AI笔迹识别赛道上创新突围

覃勋辉

笔具造成的线条粗细、晕染、摩擦等差异，也会干扰算法判断。算法必须在极少的信息中寻找稳定的个体特征。

比赛初期，我们采用主流视觉模型，将圆圈当作图像分类来处理，成绩长期徘徊在第三、第四名。看着榜单上其他队伍的成绩不断提高，参赛队伍又比往年增多，团队迫切需要创新方案来扭转不利局面。那段时间，我不断改进现有视觉方案，投入大量时间编写代码，但提升效果十分有限。我意识到，必须做出更大胆的尝试。圆圈留在纸上静态图像，而生成它的过程却是连续动作。如果能将静态圆圈重新转化为动态笔迹序列，结合我们更擅长的笔迹序列建模，或许能取得更优的效果。然而，这又引出了新的难题，由于存在大量笔迹断裂、墨迹不清晰等情况，还原圆圈从起笔到收笔的完整动态过程十分困难。

一个巧妙的想法帮助我们跳出思维定式：为什么非要追求严格的笔序复原？按照特定规律形成可对齐的笔迹序列，是否更可行？于是，我们将圆圈按0度到360度统一展开，像

把一条闭合曲线摊平来观察，提取椭圆形态、角度变化、线条起伏等模拟时序特征，再与视觉特征深度融合——回到我们熟悉的笔迹序列建模任务上。凭借长期积累的数字笔迹技术，方案很快实现，模型结果一跃成为新的第一名。技术路线得到验证，那一刻，团队上下倍感振奋。

技术只有走进应用，才能真正产生价值。近年来，我们团队参与了国家重点研发计划相关项目以及《手写电子签名笔迹鉴定技术规范》的编制工作，在政务服务、执法办案、金融风控、医院诊疗等场景中不断打磨能力。在线上签署、远程提讯等业务中，系统通过记录笔画、笔序、笔压、笔迹等动态笔迹特征，服务于可信签署、身份认证、意愿确认和电子存证。

接下来，我们将继续提高识别精度，推动建设中国人自己的笔迹数据库。对我来说，最理想的未来，是每一次线上签署、确认和授权，都能留下可信、可验、可追溯的身份印记。

(作者为重庆亲笔签数字科技有限公司算法专家，本报记者沈靖然采访整理)



覃勋辉近照，AI修饰生成素描画