

转化

改性粘土击退“红色幽灵”

■本报见习记者 高雅丽

赤潮在国际上被称为“红色幽灵”，它是在特定的环境条件下，海水中某些浮游植物、原生动物或细菌爆发性增殖或高度聚集而引起水体变色的一种有害生态现象，已经成为世界性“公害”。

近年来，一种名为“改性粘土”的技术在消除赤潮方面发挥了明显作用。该项技术的研发者是中科院海洋所海洋国家实验室海洋生态与环境功能实验室主任、研究员俞志明。他对《中国科学报》记者说：“十多年磨一剑，终于将这项技术投入到实际应用中。”

神奇的“改性粘土”

20世纪70年代，日本科研人员提出用粘土治理赤潮的技术，使天然矿物与导致赤潮的藻类结合后产生絮凝沉降效应，藻类沉到底部，不能产生光合作用，从而可以消除赤潮。

1991年，俞志明加入中科院海洋所，开始研究赤潮问题。“我的博士方向就是粘土吸附，蒙脱土和高岭土是粘土的两大种类，我发现当时日本选用粘性较大的蒙脱土作为治理赤潮的原料。每平方米用400克，一平方公里要用400吨粘土，用量非常大，并不能很好地大规模推广。”

使用天然粘土治理赤潮进入了瓶颈期。俞志明和团队成员潜心研究，发现高岭土的效果比蒙脱土好。通过机理研究，俞志明终于发现了其中的奥秘：“粘土表面含有负电，而赤潮生物也带有负电，负负相斥，所以天然粘土絮凝藻类生物的效率很低。相对来说，高岭土表面所含负电较蒙脱土少，所以高岭土的效果比蒙脱土好。”这一新的研究成果给俞志明一个重要启发，“如果通过技术手段，把粘土表面负电降低，甚至变成正电，那么治理赤潮的效果就会非常明显了。”

由此，俞志明提出了旨在提高粘土治理赤潮效率的“粘土表面改性理论”，在此理论指导下制备出高效改性粘土，其治理效率比原来提升了几十到几百倍，现在每平方公里用4吨到10吨改性粘土就可以消除藻类生物。

俞志明告诉记者，“找到负电影响治理效果的原因并不容易。”刚开始大家一头雾水，提出了无数种方案，“有时候失败也不知道是怎么失败的”。

“我们还对改性粘土治理赤潮进行了生理化和分子生物学机理方面的研究，发现藻类细胞受到改性粘土的撞击之后，即使没有沉到水底，细胞内部也会受到影响。”俞志明解释道，“通过现场试验，我们

实验室

郭春雷中美联合光子实验室：让中美科研成果落地长春

■本报记者 沈春雷

从零起点开始运转，再到30多人的团队，郭春雷中美联合光子实验室在中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（以下简称长春光机所）落成已有一年多时间。

实验室主任、美国罗切斯特大学光学所教授郭春雷在接受《中国科学报》记者采访时表示：“当年我以学生的身份离开长春，如今我以学者的身份回到长春，在这里建一座新的实验室，希望借助长春光机所和罗切斯特大学的研究基础，让中美科研成果落地长春。”

从散射光技术说起

材料表面的微纳结构对肉眼而言是不可见的，但它们却对材料的物理、化学和生物性质起到重要决定性作用。

在过去几年时间里，郭春雷及其研究团队通过将激光脉冲照射至材料表面，发现了操纵微纳结构的方法。他们改变了这些材料，使之抗水、亲水，并且吸收大量的光，“所有这些都不需要任何形式的镀膜。”郭春雷说。

今年，郭春雷团队又将研究推进了一步。“我们首创出一种技术，能够将材料表面的微纳结构形成的完整演变过程可视化。”郭春雷解释道，“我们首先确定了通过在材料表面创建微小结构可以大幅改变材料性质，于是下一步的工作就是理解这些结构是怎样形成的。”

目前，制成一英寸见方的金属样品大约需要1小时。明确微纳结构是怎样形成的，可能使科学家们将这些结构的制造流水线化——包括增加形成表面的速度和效率。

制作并改变这些小结构将使一些性质变为材料的本征性质，免掉了化学涂层的需求。为了产生这些效应，研究人员使用了飞秒激光器。该激光器输出了一个持续时间为几十飞秒的超快脉冲（1飞秒等于千万亿分之一秒）。

改变该激光器的条件可以导致表面结构的形态功能变化，比如，它们的几何性质、大小和密度等，使得材料可以展现出不同的特定物理性质。因为该过程发生在飞秒级、皮秒



科学家们正在利用改性粘土作业。

发现，藻类细胞抵抗粘土作用时，会产生含量过多的过氧化物，导致细胞停止生长，甚至死亡。所以改性粘土控制机理有两方面，一个是直接絮凝沉降，另一个是影响藻细胞的生理生化性质。”

如今，改性粘土治理赤潮技术是我国具有自主知识产权、目前国际上能够大规模应用的少数几种方法之一，2014年成为我国赤潮治理国家标准方法。该成果曾获得包括2015年海洋工程科学技术奖一等奖在内的多个科技奖项。

“小试牛刀”效果明显

2005年，改性粘土技术迎来了“首秀”，为南京玄武湖消除蓝藻水华。南京全运会召开在即，主办方在全国范围内广发“英雄帖”，征集有效的治理技术。经过筛选，俞志明团队进入最终环节。

俞志明说：“这是改性粘土技术第一次走出实验室，也是头一次用在淡水里，现场治理我们没有相关经验，所以心里还是有些打鼓。”为了确保治理方法的有效性和可靠性，主办方划出一部分水域，对改性粘土方法进行尝试。

8月份的南京气温高达40多摄氏度，俞志明和团队成员坐在船上喷洒粘土，“非常辛苦”。十天之后，“试验区”治理效果明显，得到了专家组的肯定，主办方最终将玄武湖的蓝藻水华治理全部委托给了俞志明团队。

历时三十余天，俞志明团队彻底消除了玄武湖的蓝藻水华，首战“一炮打响”，从此以后，改性粘土技术真正走出了实验室，得到大规模推广应用。

在治理中，也有不少人质疑，大量粘土沉到水底，是否会对水质产生不良影响。对此，俞志明解释说：“粘土的吸附功能，不仅可以控制藻类，还能吸附磷、氮类类的营养物质。例如养殖池中会产生养殖底泥，为了抑制有害物质，养殖户会喷一层粘土对它们进行固化。”为了确保改性粘土对现场的鱼、虾、贝等生物没有负面影响，俞志明团队做了大量的生态效应实验，“在实验中，我们使用了超过现场用量十倍的改性粘土，发现不会影响水里生物的生长。因此，我们得出结论，这项技术不仅不会产生危害，还能对水质环境起到改善作用”。

自2005年以来，改性粘土技术已成功应用于我国近海从北到南20多个水域有害赤潮的治理，分别保障了我国2008年奥帆赛、

2011年深圳世界大学生运动会等重要赛事的进行，并在核电站、养殖企业中发挥了重要作用。“根据不同的性质，我们研发了不同类别的粘土。例如针对核电厂源取水海域的棕囊藻赤潮，为了防止囊体的堵塞作用，就要用特殊材料，能够破坏囊体；而对养殖水域来说，在消除赤潮的同时，还要尽量降解藻毒素。”俞志明说。

走出国门广泛应用

随着技术逐渐成熟，改性粘土的名气也打到国外，被列入由联合国教科文组织出版的《近海赤潮监测和管理对策》一书，成为国内外赤潮治理方面的重要依据和指导。

最近，俞志明等人应国际赤潮研究领域影响最高的专业杂志 *Harmful Algae* 主编 Sandra Shumway 的邀请，就改性粘土理论、方法与应用等方面发表了综述性文章，进一步提高了改性粘土技术在国际上的影响力。

2015年，智利暴发了大规模赤潮，对其养殖业造成致命打击，造成10多亿美元的经济损失，并引发了社会动乱。2016年10月28日，智利鲑鱼联合会鲑鱼技术研究所总经理、智利农业部渔业与水产司环境保护专员等一行11人，到中科院海洋所考察了改性粘土治理赤潮项目。

“当时智利首先考虑的是韩国技术，但是国际上的一位赤潮权威专家建议，一定要来中国看看，因为中国的技术做得更加成功。”俞志明说。

不久前，智利 Virbac-Centrovet 公司与海洋研究所签署了独家代理合作协议，希望通过改性粘土技术，治理智利近海海域有害赤潮，减少养殖产业的损失。

俞志明说：“现在不仅是智利，新加坡也想用这个技术。当前赤潮是全球性问题，我们的技术已经成熟，我希望能够有更多机会，让中国的技术走出国门。”

据俞志明介绍，目前在改性粘土技术的实际应用中，主要还需要人工操作：“现场操作很累，我们目前正在研发自动化设备，以期实现高效、自动化的现场操作。现在设备已通过了初步试验，下一步就是针对市场需求，把设备标准化、商业化。”

目前，俞志明团队正在承担有关赤潮的国家重点科技研发项目。对于未来发展，他信心满满：“立足国家需求，放眼国际市场，我们将从‘一带一路’沿线国家入手，针对沿海国家赤潮问题很多的现状提出治理方法。”

10月19日，Nature 官网刊发谷歌 DeepMind 关于阿尔法狗 (AlphaGo) 的最新论文，引起热议。近几年，以深度学习、强化学习为代表的的人工智能 (AI) 理论和技术，已经在许多博弈对抗领域获得成功。2016~2017年，谷歌公司的阿尔法狗击败世界围棋顶级选手；2017年，加拿大阿尔伯特大学开发的 DeepStack 和美国卡内基梅隆大学开发的人工智能系统 Libratus 在德州扑克中击败人类顶级玩家；2017年 OpenAI 公司的人工智能程序在《Dota2》游戏中击败人类顶级玩家。

团队

这些人机对抗技术也在兵棋推演中获得应用。在中国科学院自动化研究所的智能化大厦里，有一支由青年科研骨干组成的团队——智能人机对抗团队，他们在智能人机对抗领域已经多次小试牛刀，并取得了不错的成绩。

兵棋推演系统获胜

在9月27日举行的2017全国首届兵棋推演大赛上，自动化所研制的人工智能程序“CASIA-先知 V1.0”，在“赛诸葛”兵棋推演人机大战中与全国决赛阶段军队个人赛4强和地方个人赛4强的8名选手激烈交锋，以7:1的战绩大胜。

自动化所智能人机对抗成员范国梁研究员告诉《中国科学报》记者：“该程序展示了人工智能技术在博弈对抗领域的强大实力，有望推动我国博弈对抗技术的深入发展。”兵棋推演，被誉为导演战争的“魔术师”，主要采取以计算机为载体的电子兵棋系统，推演者可运用统计学、概率论、博弈论等科学方法，对战争全过程进行仿真、模拟与推演，并按照兵棋规则研究和掌控战争局势，增加军队在未来战争中获胜的几率。

此次“赛诸葛”兵棋推演人机大战采用连级规模城镇居民地遭遇战的对抗想定，人工智能程序和人类选手在完全相同的场景和对等条件下进行指挥对抗。

同样来自自动化所的智能人机对抗成员兴军亮研究员介绍道，相比人类选手，人工智能程序“CASIA-先知 V1.0”能更加快速准确地进行态势判断和策略决策，很少犯低级错误，进而战胜经验丰富的人类高手。

据悉，“CASIA-先知 V1.0”采用知识和数据混合驱动的体系架构，构建了人工智能指挥员模型。目前在态势感知和作战决策的主要模块上采用知识规则+不确定推理的方式，第一步实现了知识驱动的人机对抗和机机对抗系统。

星际争霸：AI 大赛历练

10月初的一个周末，由美国人工智能协会 (AAAI) 所赞助的星际争霸 AI 大赛落下帷幕，自动化所智能人机对抗的一支参赛团队获得第四名。

星际争霸 AI 大赛是加拿大纽芬兰纪念大学 David Churchill 组织的年度活动，今年是第八届比赛，比赛的目的是评估即时战略游戏 (RTS) 对人工智能的意义。

自动化所有3个 AI Bot (软件) 参赛。其中，以独立队伍身份参赛的 CPAC 由张俊格、兴军亮等人完成，其研发的软件采用了知识+数据驱动的模式。另外两个 AI Bot 由朱圆恒、唐振韬、邵坤、李楠楠和赵永斌完成，代号分别为 Juno 和 KillAI。其中，CPAC 以 71.01% 的胜率排名第四。

兴军亮介绍道，《星际争霸》作为一款经典的即时战略游戏，已成为深度学习、强化学习、认知决策等人工智能算法研究和测试的主要平台和工具。“更为重要的是游戏还提供开发者接口，玩家可以编写自己的程序操控游戏，不只是人在玩，还可以用程序去玩。”

此外，《星际争霸》中包含的科学问题有多智能体协同、策略规划与推理、不完全信息博弈等。相关核心技术可以广泛应用于金融学、经济学、生物学、社会学、计算机科学和军事战略等领域。

当前，科技巨头争夺“XX 智力游戏首胜人类冠军”这一头衔已经越来越激烈化了，人工智能界的下一个目标则是即时战略游戏。今年8月，谷歌旗下人工智能公司 (也是阿尔法狗的创造者) DeepMind 就曾公开宣布，《星际争霸 2》将会是其下一个目标。

范国梁指出，自动化所之所以选择《星际争霸》来历练团队，主要是因为其作为即时战略游戏中的“即时”和“战略”恰恰是人工智能在创新之路路上需要挑战的。

未来，自动化所智能人机对抗团队将进一步对相关核心技术进行深入研究，打造决策与学习能力更强、更快的通用人工智能技术。

智能技术最终目的是为人服务

“无论是兵棋推演，还是星际争霸，此前我们已经在人工智能基础理论和方法领域进行了大量的研究，通过这些平台很好地验证了团队的方法。”兴军亮说，“博弈对抗是人工智能发展的新方向，通过人机对抗系统可以实现对抗数据收集整理，为下一步知识和数据混合驱动的博弈推理学习训练奠定了实验基础。”

博弈对抗问题广泛存在于军事、商业、安防、灾害应急等领域，大到影响国家战略，小到决定有限资源下的个人竞争。博弈对抗技术已经成为许多领域的标准分析工具之一，在证券学、生物学、国际关系、政治学和其他很多学科都有广泛的应用。

自动化所智能人机对抗团队的成立也是瞄准上述前沿应用。自去年团队组建以来，现在团队规模已达40人，平均年龄约35岁，团队由杨一平副所长、刘成林副所长负责，成员来自科研业务紧密关联的不同实验室 (研究中心)，比如范国梁来自综合信息系统研究中心，兴军亮来自模式识别国家重点实验室。

目前，智能人机对抗团队从基础研究着手，聚焦不完全信息态势感知和群体博弈策略优化的关键技术问题，发展了基于不完全信息态势估计的不确定决策推理技术。这种技术将大大提高博弈对抗的收益和效能，使我国在博弈对抗领域保持与世界先进水平同步。

尽管中国实验室目前的科研工作多数是在美国实验室的基础上开展，但瞄准应用领域是郭春雷中美联合光子实验室成立之初的使命。郭春雷说：“希望我们研究的技术能走进人们的日常生活。”

自动化所智能人机对抗成员范国梁研究员告诉《中国科学报》记者：“该程序展示了人工智能技术在博弈对抗领域的强大实力，有望推动我国博弈对抗技术的深入发展。”兵棋推演，被誉为导演战争的“魔术师”，主要采取以计算机为载体的电子兵棋系统，推演者可运用统计学、概率论、博弈论等科学方法，对战争全过程进行仿真、模拟与推演，并按照兵棋规则研究和掌控战争局势，增加军队在未来战争中获胜的几率。

此次“赛诸葛”兵棋推演人机大战采用连级规模城镇居民地遭遇战的对抗想定，人工智能程序和人类选手在完全相同的场景和对等条件下进行指挥对抗。

同样来自自动化所的智能人机对抗成员兴军亮研究员介绍道，相比人类选手，人工智能程序“CASIA-先知 V1.0”能更加快速准确地进行态势判断和策略决策，很少犯低级错误，进而战胜经验丰富的人类高手。

据悉，“CASIA-先知 V1.0”采用知识和数据混合驱动的体系架构，构建了人工智能指挥员模型。目前在态势感知和作战决策的主要模块上采用知识规则+不确定推理的方式，第一步实现了知识驱动的人机对抗和机机对抗系统。

星际争霸：AI 大赛历练

10月初的一个周末，由美国人工智能协会 (AAAI) 所赞助的星际争霸 AI 大赛落下帷幕，自动化所智能人机对抗的一支参赛团队获得第四名。

星际争霸 AI 大赛是加拿大纽芬兰纪念大学 David Churchill 组织的年度活动，今年是第八届比赛，比赛的目的是评估即时战略游戏 (RTS) 对人工智能的意义。

自动化所有3个 AI Bot (软件) 参赛。其中，以独立队伍身份参赛的 CPAC 由张俊格、兴军亮等人完成，其研发的软件采用了知识+数据驱动的模式。另外两个 AI Bot 由朱圆恒、唐振韬、邵坤、李楠楠和赵永斌完成，代号分别为 Juno 和 KillAI。其中，CPAC 以 71.01% 的胜率排名第四。

兴军亮介绍道，《星际争霸》作为一款经典的即时战略游戏，已成为深度学习、强化学习、认知决策等人工智能算法研究和测试的主要平台和工具。“更为重要的是游戏还提供开发者接口，玩家可以编写自己的程序操控游戏，不只是人在玩，还可以用程序去玩。”

此外，《星际争霸》中包含的科学问题有多智能体协同、策略规划与推理、不完全信息博弈等。相关核心技术可以广泛应用于金融学、经济学、生物学、社会学、计算机科学和军事战略等领域。

当前，科技巨头争夺“XX 智力游戏首胜人类冠军”这一头衔已经越来越激烈化了，人工智能界的下一个目标则是即时战略游戏。今年8月，谷歌旗下人工智能公司 (也是阿尔法狗的创造者) DeepMind 就曾公开宣布，《星际争霸 2》将会是其下一个目标。

范国梁指出，自动化所之所以选择《星际争霸》来历练团队，主要是因为其作为即时战略游戏中的“即时”和“战略”恰恰是人工智能在创新之路路上需要挑战的。

未来，自动化所智能人机对抗团队将进一步对相关核心技术进行深入研究，打造决策与学习能力更强、更快的通用人工智能技术。

智能技术最终目的是为人服务

“无论是兵棋推演，还是星际争霸，此前我们已经在人工智能基础理论和方法领域进行了大量的研究，通过这些平台很好地验证了团队的方法。”兴军亮说，“博弈对抗是人工智能发展的新方向，通过人机对抗系统可以实现对抗数据收集整理，为下一步知识和数据混合驱动的博弈推理学习训练奠定了实验基础。”

博弈对抗问题广泛存在于军事、商业、安防、灾害应急等领域，大到影响国家战略，小到决定有限资源下的个人竞争。博弈对抗技术已经成为许多领域的标准分析工具之一，在证券学、生物学、国际关系、政治学和其他很多学科都有广泛的应用。

自动化所智能人机对抗团队的成立也是瞄准上述前沿应用。自去年团队组建以来，现在团队规模已达40人，平均年龄约35岁，团队由杨一平副所长、刘成林副所长负责，成员来自科研业务紧密关联的不同实验室 (研究中心)，比如范国梁来自综合信息系统研究中心，兴军亮来自模式识别国家重点实验室。

目前，智能人机对抗团队从基础研究着手，聚焦不完全信息态势感知和群体博弈策略优化的关键技术问题，发展了基于不完全信息态势估计的不确定决策推理技术。这种技术将大大提高博弈对抗的收益和效能，使我国在博弈对抗领域保持与世界先进水平同步。

智能技术最终目的是为人服务

“无论是兵棋推演，还是星际争霸，此前我们已经在人工智能基础理论和方法领域进行了大量的研究，通过这些平台很好地验证了团队的方法。”兴军亮说，“博弈对抗是人工智能发展的新方向，通过人机对抗系统可以实现对抗数据收集整理，为下一步知识和数据混合驱动的博弈推理学习训练奠定了实验基础。”

博弈对抗问题广泛存在于军事、商业、安防、灾害应急等领域，大到影响国家战略，小到决定有限资源下的个人竞争。博弈对抗技术已经成为许多领域的标准分析工具之一，在证券学、生物学、国际关系、政治学和其他很多学科都有广泛的应用。

自动化所智能人机对抗团队的成立也是瞄准上述前沿应用。自去年团队组建以来，现在团队规模已达40人，平均年龄约35岁，团队由杨一平副所长、刘成林副所长负责，成员来自科研业务紧密关联的不同实验室 (研究中心)，比如范国梁来自综合信息系统研究中心，兴军亮来自模式识别国家重点实验室。

目前，智能人机对抗团队从基础研究着手，聚焦不完全信息态势感知和群体博弈策略优化的关键技术问题，发展了基于不完全信息态势估计的不确定决策推理技术。这种技术将大大提高博弈对抗的收益和效能，使我国在博弈对抗领域保持与世界先进水平同步。

智能技术最终目的是为人服务

“无论是兵棋推演，还是星际争霸，此前我们已经在人工智能基础理论和方法领域进行了大量的研究，通过这些平台很好地验证了团队的方法。”兴军亮说，“博弈对抗是人工智能发展的新方向，通过人机对抗系统可以实现对抗数据收集整理，为下一步知识和数据混合驱动的博弈推理学习训练奠定了实验基础。”

博弈对抗问题广泛存在于军事、商业、安防、灾害应急等领域，大到影响国家战略，小到决定有限资源下的个人竞争。博弈对抗技术已经成为许多领域的标准分析工具之一，在证券学、生物学、国际关系、政治学和其他很多学科都有广泛的应用。

自动化所智能人机对抗团队的成立也是瞄准上述前沿应用。自去年团队组建以来，现在团队规模已达40人，平均年龄约35岁，团队由杨一平副所长、刘成林副所长负责，成员来自科研业务紧密关联的不同实验室 (研究中心)，比如范国梁来自综合信息系统研究中心，兴军亮来自模式识别国家重点实验室。

目前，智能人机对抗团队从基础研究着手，聚焦不完全信息态势感知和群体博弈策略优化的关键技术问题，发展了基于不完全信息态势估计的不确定决策推理技术。这种技术将大大提高博弈对抗的收益和效能，使我国在博弈对抗领域保持与世界先进水平同步。

中科院自动化所智能人机对抗团队：打造更强更快通用人工智能技术

■本报记者 沈春雷 通讯员 刘勇进