

破解水处理难题——

“算法取水”更环保更高效

热点透视
redian toushi

传统水处理过程常依赖现场经验和人工计算,存在高能耗、高物耗、低效率问题。人工智能水务系统能够依据水质、水量以及工艺条件等因素的动态变化进行智能决策和调控,对推动水处理行业从“经验治水”迈向“算法取水”具有重要意义。

“水处理技术在低碳化与资源化领域的协同突破,关键在于与智能化技术的深度融合。”日前,在第Y12次香山科学会议上,中山大学计算机学院教授衡益分析,这意味着水处理技术的转型升级需从追求单一技术点的革新,转向依靠智能化实现系统级优化。

全链条赋能水处理过程

污水处理与再利用是实现水资源开源增量的重要途径。然而,水处理行业正面临绿色低碳转型的重大挑战。哈尔滨工业大学教授王威说,污水本身具有重要资源属性,但传统处理过程常常会耗散污水中的多种能量,还将某些资源转化为温室气体,且需额外投入能量和物质。这使传统水处理系统成为隐形的“能源消耗和碳排放大户”。

在衡益看来,下一代水处理技术应在低碳降耗工艺、资源回收及高效能源利用技术等领域实现协同突破。这不仅依赖材料科学和工艺工程的进步,更需要智能化技术深度介入,以实现复杂工艺参数的优化调控。

那么,人工智能技术究竟如何赋能水处理?

膜材料借助物理作用机制,可实现对污染物的精准分离,兼具高效处理与环保特性,因而被广泛应用于水质净化、废水处理等领域。南京工业大学教授孙世鹏介绍了纳滤膜技术从基础研究到工程应用的全链条创新路径。其团队建立轴向电荷分布传质模型,发现梯度电荷结构可产生内建电场,显著提升离子分离效率,据此研制出新型纳滤膜。他着重提出,未来需引入机器学习等人工智能技术,实现水处理技术向精准化与智能化跨越。

苏州大学副教授罗玖团队则聚焦反渗透膜系统的设计优化,运用三维高保



2025 世界人工智能大会暨人工智能全球治理高级别会议上,观众参观 AI+物联水利展台

真多物理场数学建模、高性能计算以及人工智能技术,提出基于超算的机器学习驱动高通量反渗透膜系统多尺度设计框架。该框架计算规模庞大,效率提升显著,可大幅缩短设计周期,为膜过程优化设计提供新思路。

除了膜材料与工艺方面的创新,催化过程也是人工智能赋能水处理的重要方面。

中国科学技术大学教授陈洁洁介绍,催化—生化耦合系统将化学催化与生物降解过程有机结合,兼顾处理效率与可持续性。该系统的优化控制是关键,需平衡污染物去除率与能耗、碳排放。她说,人工智能技术可实现实时监测与调控,并通过构建预测模型,智能调整催化剂投加量等参数,从而有效降低能耗与温室气体排放。

在新污染物控制方面,中山大学教授杨欣介绍,高级氧化技术正走向多元化发展,而人工智能将在催化剂设计、机理解析和工艺优化中发挥关键作用。

材料与工艺的突破只是起点,唯有借助全流程智能决策工业大模型,才能将各项先进技术在真实场景中实现最优协同与效能最大化。

中国市政工程华北设计研究总院副总工程师王浩正介绍,目前他所在团队研发的水工业大模型可实现供排水全流

程覆盖应用:在供水管网漏损管理中,能精准识别漏损并制定调控策略;在城市排水防涝管理中,可支持积水点预测、排水设施优化调度以及应急响应。在具身智能体应用上,团队正探索水工业大模型在空地网一体化巡检、诊断与控制中的“大脑”作用,以及云边缘一体化产品开发。

智慧水务面临三大挑战

尽管人工智能在水处理领域已有部分应用,但目前仍面临多方面挑战。

“什么是好模型?”“如何开发好模型?”“如何让人用好模型?”这些问题引起了与会专家的热烈讨论。

在清华大学副研究员邱勇看来,科研界已建立多种水处理模型方法和工具,产业界也在积极应用前沿技术。但上述三个问题若得不到解决,将阻碍人工智能在水处理领域进一步发展。未来需进一步打造垂类模型,深化垂类模型应用,加大人工智能技术对水处理领域的渗透。

中国科学院重庆绿色智能技术研究院副研究员殷逢俊介绍,在污水处理智能工艺研究中,纯机理与纯数据驱动的智能控制模型均存瓶颈,因此团队主张构建机理—数据耦合驱动模型,同时提出工艺可观可控性分析方法,以解决耦

合建模中的桥梁缺失问题。

中山大学教授方晶云认为,智慧水务面临三大挑战。一是基础设施落后,现有设备数据在线采集能力弱,需逐步更新智能传感设备。二是数据质量差,需建立数据清理体系以支撑智慧决策。三是智慧平台功能尚不完善,缺乏海量数据深度分析与预警能力,且全流程智慧决策大模型尚未成熟。她建议,应推动水处理与人工智能专家的深度协同,促进模型精准调优与智慧水务进化。

哈尔滨工业大学(深圳)研究员姜继平进一步分析,当前数字孪生技术在工程应用中的价值尚未充分释放,面临投入产出比失衡、硬件同步困难等挑战。他提出三大突破方向:模型工程化,实现算法模块标准化与认证;软硬件协同,构建分布式边缘计算网络;水信息业内核重构,建立以效率最高、能量最低、系统最稳定为第一性原理的决策体系。

苏州大学教授王进同样认为,数字孪生技术可为智慧水务发展带来新思路,但现有智慧水务系统仍存在实时性不足、算法与平台依赖国外、能耗偏高等问题。他提出,可利用云边协同计算降低带宽消耗和网络延迟,通过机器学习与强化学习实现水处理“预测—优化—控制”闭环。

此外,针对高校布局水处理相关工业软件研发问题,复旦大学教授陆帅提出的问题直指核心:高校角色如何定位?产学研合力如何真正落地?广州中望龙腾软件股份有限公司研发总监李士才以中山大学与该公司联合研发的FIND软件为例说,高校应聚焦核心技术攻关,而企业应提供场景与产品化支持,形成“学术创新—产品迭代”闭环。

天津工业大学研究员胡云霞进一步分析,水处理技术创新需在清晰的边界条件框架下推进。当下应重点考虑成本与能耗等现实约束,未来还需预判能源、空间等条件变化。她建议,凝聚行业共识建立分层评估体系,形成适合国情的多元化技术路径。

尽管挑战重重,但人工智能在水处理领域的发展前景依然广阔。与会专家们一致认为,人工智能、大数据等新兴技术正通过与传统工业技术深度融合,为水处理行业智能化与绿色化发展注入强劲动能。

宗诗涵

将创新势能转化为产业动能

■ 邓浩

创新杂谈
chuangxin zatan

从“嫦娥”落月、“天和”驻空,到“北斗”组网、C919大飞机实现商飞;从新能源汽车产销量连续多年保持全球第一,到工业机器人新增装机量占全球比重超50%;从人形机器人具备全产业链制造能力,到超导量子计算机、光量子计算机实现量子优越性验证……今天的中国,正加快将创新势能转化为产业动能。

制造业是国家经济命脉所系。历史与实践表明,没有强大的制造业,就没有强盛的国家和民族。我国制造业增加值占全球比重已接近30%,总体规模连续15年保持全球第一。“十四五”以来,每年制造业增加值都超过30万亿元,不能造的越来越少、能造的越来越好,实体经济根基越来越强。经济发展本身就是不断实现新旧动能转换的动态过程。新型工业化持续走深走实,“压舱石”作用更加凸显、产业结构更加优化、数智化应用更加普及,这些都离不开我国大力实施的创新驱动发展战略。

当前,新一轮科技革命和产业变革深入发展,创新渗透生产力诸要素,贯穿制造业全流程。作为发展新质生产力的基本路径,科技创新是产业升级的核心动力,产业创新则为科技创新提供广阔应用场景和市场空间,两者相互依存、相互促进。打通基础研究到产业应用的瓶颈,架起产品从“实验室”到“生产线”的桥梁……“十四五”时期,我国科技管理体制实现重塑,新型举国体制优势充分彰显。在制度创新的有力推动下,科技创新和产业创新加速融合。

展望未来,新型工业化之路充满机遇,但也面临挑战,关键技术攻关、产业结构优化等任务依然艰巨,产业非线性竞争的问题还比较突出。推动制造业高端化、智能化、绿色化发展,推进传统产业改造升级、新兴产业培育壮大、未来产业前瞻布局,还得紧抓创新这个“牛鼻子”。特别是人工智能近年来已成为全球科技竞争的关键领域,对于实现新型工业化这一关键任务,让人工智能更好赋能千行百业,已成为一道必答题而非选择题。

加快推动科技创新和产业创新融合发展,因地制宜发展新质生产力,才能锻造好新时代的立国之本、强国之基,从而在新型工业化的赛道上抢占先机,不断塑造经济发展新动能、新优势。

田静:以学术研究锚定行业痛点 用技术创新赋能造价管理

根据中研普华产业研究院于八月发布的《2025—2030年中国工程造价咨询行业竞争格局及发展前景预测报告》,工程造价行业已进入“技术重构服务边界、政策重塑市场规则、需求催生价值升级”的深度变革期。在这场深刻变革中,田静,这位长安大学土木工程专业出身的造价工程师,针对技术变革,探索出了一条独特的“论文+软著”驱动路径。她通过将深度学术研究与实践技术创新有机融合,不仅精准把握行业变革脉搏,更以实际行动推动行业向数字化、精细化方向转型升级。

从业18年来,田静始终聚焦工程造价核心问题,在《工程造价管理》等核心期刊发表多篇学术论文,每一篇都直指行业发展中的关键矛盾,部分被收录于国家科技图书文献中心。“学术研究不是空中楼阁,每一篇论文都应源于真实项目的痛点,最终要能落地解决实际问题。”田静表示。

2011年,在论文《建筑工程设计环节工程造价管理措施分析》中,田静敏锐地捕捉到建筑业企业已基本形成以工程项目管理为核心的生产运营管理机制。这一早期观察,为她后续的研究奠定了基础。

2018年成为田静学术研究的重要转折点。在参与某外商独资公司稀土镁硅合金生产线项目后,她撰写了论文《一个外商投资项目引发的对造价工程师职业规划的思考》。“那个项目打开了我对如何对工程造价进行全过程管理的思考视野,”田静表示,“跨境造价标准衔接、复杂工艺布局、数据快速响应,这些都需要更智能的解决方案”。

同年,她在论文《大型土石方工程造价控制主要风险点的分析与研究》中,以宁夏宁东基地工业园区的一个场平项目为案例,深入剖析了大型土石方工程造价控制的主要风险点。“我们发现了导致造价失控的重要因素:地质勘察滞后、施工组织方案脱离实际,”田静说,“这让我们意识到,造价控制的关键不是追求绝对精确,而是要为委托方识别重要风险点,从而在项目前期实施有效的管理。”

2022年,为响应国家推进全过程工程咨询的政策,田静在其《以概预算对比分析为主线的施工阶段全过程投资管控——以宁夏工人疗养院迁建项目为例》论文中聚焦政府投资项目,并以其参与的宁夏工人疗养院迁建项目为例,创新性地运用“概预算对比分析”方法,为破解设计、招标、施工三阶段分立的管理困境提供了有效方案。

然而,她并未止步于理论探索,而是进一步推动学术成果转化为推动行业进步的现实生产力。针对研究中发现的“预算效率低、监控滞后、算量误差大”等核心痛点,她带领团队成功研发出“建筑工程成本快速预算软件V1.0”“工程项目成本动态监控预警系统V1.0”等一系列数字化工具技术成果,真正实现了从理论论述到落地应用的闭环。

“建筑工程成本快速预算软件V1.0”,直接针对论文中提及的“工程造价能够对方案变化快速反应”问题——通过内置标准化预算模板与自动算量公式,显著减少建筑项目的预算编制时间,提升效率且控制误差率,解决效率与精度的双重难题。

“工程项目成本动态监控预警系统V1.0”,深度践行了其论文中倡导的“动态管控”理念。“这个系统最大的价值在于让造价管控从‘事后补救’变为‘事前预防’,”田静强调,“当成本超支达到预设阈值时,系统会自动触发预警并追溯原因,这已经在多个项目中帮助避免超支损失。”

“论文是技术研发的‘需求说明书’,软著是学术成果的‘实践转化器’,”田静这样总结道,“18年的从业经历让我深信,只有将理论研究与实践创新紧密结合,才能真正推动行业进步。”

在工程造价行业全面迈向数字化的今天,田静将继续以“学术引领创新、技术驱动变革”的发展模式,通过持续的理论研究和技术创新,为行业高质量发展注入新的动能。

赵为

全球顶尖科学家集聚上海——

勾勒科学未来式 分享创新最前沿

10月25日,2025世界顶尖科学家论坛在上海开幕。本届论坛以“未来科学:上海与世界”为主题,汇聚了来自全球10多个国家约150位科学家,包括4位诺贝尔奖得主、4位图灵奖得主以及16位中国科学院、中国工程院院士,成为亚洲规格最高、顶尖科学家出席人数最多的国际科学大会之一。

在开幕式主旨演讲环节,4位顶尖科学家围绕信息技术、生命科学、物理学等的最前沿进行演讲。从极微观的DNA结构到宏大的百亿亿次高性能计算技术,在这些硬核探索背后,是科学大师们为应对人类共同挑战探索的方案与路径。

人工智能正成为科学领域的热点。通过对高性能计算发展的分析,2021年图灵奖得主杰克·唐加拉展示了科学家

突破物理极限、不断开创新科学革命的责任感。在他看来,人工智能的影响将超过互联网。虽然硬件创新越来越难,但凭借算法和软件创新,超级计算机仍然拥有巨大发展空间,未来也将继续充当人类继续理论和实验之外,认识世界的“第三种范式”。

2000年图灵奖得主、中国科学院院士姚期智正在力求为世界寻找化解“生存风险”的解决之道。他认为,随着合成生物学、人工智能、量子计算等技术快速迭代,必须树立“全面系统的安全观”,用科技化解风险。“量子计算机如果建成,就可以破解标准的密码,特别是广泛使用的RSA密码系统。因此,我们需要研究后量子密码学,包括量子抗性代码、基于量子通信的量子密钥分发、量子位置验

证等技术手段。”姚期智说。

在2012年诺贝尔物理学奖得主塞尔日·阿罗什看来,量子科学正从基础研究走向实际应用,并有望在未来几十年内彻底改变计算、通信和安全领域。

生命科学领域正在经历前所未有的突破。在两届诺贝尔化学奖得主巴里·夏普利斯看来,“点击化学”的思维方式与人工智能的深度协同,将彻底颠覆新药研发的传统路径。“传统药物研发就像在废铁山中寻找完美钥匙,而通过人工智能技术可以快速找出几把钥匙,再联合‘点击化学’,将改变未来医学。”巴里·夏普利斯表示,“我们想要的,是一个人人都能获得医疗保障的世界。”

今年的世界顶尖科学家协会奖“生

命和产业变革机遇,在量子科技、生命科学、物质科学等领域取得一批重大原创成果,逐步破解“卡脖子”难题。

值得关注的是,五年来,我国构建支持全面创新的基础制度,形成全链条的创新支撑政策体系。从财税、金融、经贸、产业等各个方面,推出有利于科技创新的政策“组合拳”,促进了科技创新和产业创新深度融合,不断培育和发展新质生产力。

“‘十四五’时期,我国科技体制改革打开新局面,自主创新能力明显提升,基础前沿研究实现新突破,战略高技术迎来新跨越,创新驱动引领高质量发展取得新成效,经济实力、科技实力、综合国力跃上新台阶,以科技现代化支撑引领中国式现代化迈出新的坚实步伐,实现了良好开局。”中国科学院科技战略咨询研究院研究员万劲波感慨,这为“十五五”经济社会发展奠定了坚实基础,也让我们有底气打更硬的仗。

强国之路的“关键攻坚”

从“十四五”时期科技实力跃上新台

阶,到“十五五”时期科技自立自强水平大幅提高,再到2035年实现科技实力大幅跃升,党的二十届四中全会对我国科技事业发展的顶层设计清晰而鲜明、坚定而有力。

“十五五”是实现高水平科技自立自强、建成科技强国的关键攻坚期。在刘冬梅看来,“十五五”规划是推动科技强国建设的关键规划。

“‘十五五’时期,以人工智能为核心驱动力的新一轮科技革命和产业变革全面开启,加速演进。世界主要国家对科技竞争制高点争夺更加激烈,中美科技博弈不断加剧。我国产业转型升级迫切,人口老龄化等问题突出,对高质量科技供给也提出新需求。”她认为,“我们要进一步加强原始创新,进一步以科技创新引领产业创新,进一步提高国家创新体系整体效能,为中国式现代化提供更高质量的科技供给。”

万劲波分析,2035年建成科技强国、实现高水平科技自立自强,必须在“十五五”取得决定性进展。未来五年是中国抢抓新一轮科技革命和产业变革历史机

遇,竞赢大国科技博弈,以科技强支撑引领国家强的关键五年。比如,以改革创新为根本动力,扎实推进科技强国建设“五大任务”,推动科技创新和产业创新深度融合、实体经济与数字经济深度融合、源源不断涌现和催生新质生产力。

“全会对加快高水平科技自立自强,引领发展新质生产力,进一步作出部署和安排。这次把新质生产力与创新做了更紧密的结合,明确了创新是新质生产力的重要源头。”董煜表示,这意味着教育、科技、人才链条将进一步打通,科技创新和产业创新进一步深度融合。

党的二十届四中全会提出要加快高水平科技自立自强,引领发展新质生产力。科技部部长阴和俊表示,这是以习近平同志为核心的党中央深刻洞察国内国际发展大势、准确把握科技和经济社会发展规律作出的重大战略决策。“我们相信,经过未来五年的奋斗,中国的科技实力又将迈上一个大台阶,科技创新引领新质生产力、促进高质量发展将取得更大成效,为中国式现代化建设提供更加有力的支撑。”阴和俊说。

刘垲 操秀英