

附件 1：需求赛道赛题

赛题编号	赛题题目
领域一：水污染防治	
1	高浓度有机废水资源化利用与污染协同减排技术
2	小规模散养户养殖尾水低成本处理技术开发
3	饮用水源及水产养殖中痕量土臭素的快速精准检测技术开发
4	废水中盐的高效、低成本脱除技术
5	新型工业水处理技术与模式
6	绿色生物质吸附材料研发及水体氟污染深度治理技术研究
7	重金属污染地下水高效防控与资源化利用关键技术研究
8	垃圾渗滤液绿色低碳处理关键技术研发与应用
领域二：大气污染防治	
9	养殖恶臭经济型治理与资源化关键技术
10	典型生活垃圾焚烧企业可凝结颗粒物（CPM）排放特征研究
11	中小型中转站恶臭治理的技术创新与应用
12	室内环境中挥发性有机化合物防控技术研究与应用
领域三：土壤污染防治与质量提升	
13	工农业叠加区土壤重金属与新污染物复合风险评估/协同治理
14	土壤全氟和多氟烷基物质污染的潜在生态风险与防控研究
15	基于生物炭技术的土壤酸化治理及质量提升策略
16	土壤高效绿色生物药剂产品的研发及产业化应用
17	外源污染物对土壤环境的影响及其修复机制与模式研究
领域四：新污染物风险防控	
18	养殖废弃物的抗生素生态环境影响及防控
19	制药废水抗生素绿色治理与风险防控
20	农田新污染物非靶筛查技术研发及农作物生态风险评价研究
21	水体新污染物绿色低碳处理技术
22	抗生素废水的高效高级氧化治理技术研究
23	农田微/纳塑料污染的潜在生态风险与防控研究
领域五：废弃物资源化利用	
24	印染废水热能回收与污泥减量协同技术
25	农业废弃物制备碳量子点功能材料及应用研究
26	赤泥低碳高值化利用与生态安全协同技术研发
27	秸秆与剩余污泥协同厌氧共发酵产酸的效能与机制研究
28	农业产品加工副产物资源化利用技术研究
29	多源固废碳基材料开发及污染修复效能评价
30	污水再生与资源化利用技术与模式
领域六：生态修复与生物多样性保护	
31	生态系统多功能人工湿地营建技术
32	城市森林群落演替规律及生态化修复技术

33	亚热带低海拔地区落叶阔叶林形成机制及可持续经营技术
34	退化土壤微生物群落结构恢复与功能评价
35	湿地环境生态处理与利用模式研究
领域七：固碳减排关键技术	
36	工业园区多源碳排放协同管控与低碳固碳一体化方案研究
37	生物固碳与 CO ₂ 资源化利用关键技术
38	城市公共空间固碳减排能力提升解决方案
39	医药废水 Fenton-膜协同减污降碳治理新路径
40	市政污水绿色低碳处理技术与模式
41	污水处理中的关键节能降碳技术
领域八：环境智能感知与预警	
42	污水处理厂进水毒性智能预警技术与在线预警装备开发
43	水处理系统全流程 AI 预测与管控的研究与应用
44	环境监测全过程规范性非现场智能研判系统研究
45	基于深度学习的小尺度空间环境空气污染成因智能分析与溯源研究
46	基于深度学习的河流断面水质预测与超标预警模型研究
47	基于数智赋能的河道隐蔽排污口多源智能感知与预警研究
48	典型行业污染物排放特征库构建与在线监测数据异常智能研判研究
领域九：环境生态规划、设计与管理	
49	湿地环境生态规划与生物多样性生境构建研究
50	太湖沿岸生态湿地的规划设计
51	城市社区有机废弃物“微循环”生态工坊系统设计与实践
领域十：人工智能在环境生态领域中应用	
52	基于人工智能的污水处理工艺节能降碳智能优化技术研发
53	面向循环水养殖的水质健康评估与绿色运行优化系统
54	面向复杂城市场景的多功能环卫机器人
55	基于 AI 视觉识别的废水废气典型环保设施规范化运行问题智能诊断研究
56	基于 AI 与工艺优化的污水处理厂极限脱氮技术与智能控制系统开发
57	融合机理与数据的污水处理厂灰箱模型开发
58	排水管网具身智能（机器狗、无人机）智慧检测

【面向领域一】

水环境污染防治

【赛题题目 1】

高浓度有机废水资源化利用与污染协同减排技术

【背景说明】

食品加工、发酵、制药、精细化工等行业在生产过程中产生大量高浓度有机废水，普遍具有有机负荷高、组分复杂、处理能耗高、碳排放强度大等特征。传统工艺多以污染物去除和达标排放为目标，废水中的有机质往往被转化为二氧化碳、甲烷或剩余污泥，存在资源化利用不足、运行成本偏高、低碳化水平不够等问题。该类废水中富含糖类、醇类、有机酸、蛋白质、脂肪等可氧化有机物，具有较高的化学能和资源化利用潜力。围绕有机废水制氢、污染物协同减排和低碳运行优化，研发安全、经济、稳定且可工程化应用的处理技术，对推动工业废水治理由“污染削减”向“资源回收、低碳增值”转型具有重要意义。

【作品要求】

- 研发高浓度有机废水资源化制氢关键技术。
- 阐明废水有机质转化路径及资源化利用模式。
- 构建污染物协同减排工艺体系。
- 开展反应器设计、过程强化与运行参数优化。
- 建立绿色低碳综合评价体系。

【出题公司】

浙江宏电环保装备有限公司，以工业废气治理、三废协同治理与资源回收利用技术为核心驱动力，专注于环保装备研发、制造、工程总承包及环保智慧运维服务，为客户提供全方位、一站式的环境治理综合解决方案。公司的主营业务广泛覆盖废水资源化利用、危废减量、大气污染超低排放治理、VOCs 有机废气治理、溴盐锂盐碘盐提纯回收等多个国家重点支持领域。通过不断创新与技术升级，宏电环保装备在业内赢得了良好声誉，成为众多企业信赖的合作伙伴。浙江宏电环保装备有限公司凭借卓越的技术实力和创新能力，在行业内占据显著地位。公司荣获“国家高新技术企业”、省“专精特新”中小企业、衢州市“南孔精英”人才计划等多项荣誉。其主导开发的“高盐高有机物提溴装备”更是被列入《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录》，充分展现了公司在行业中的领先水平。

【面向领域一】

水污染防治

【赛题题目 2】

小规模散养户养殖尾水低成本处理技术开发

【背景说明】

浙江水产养殖发展质量位居全国前列，已形成模式创新、科技赋能、三产融合的共富型产业格局。相关资料显示，2025 年上半年全省淡水水产品总产量为 269.61 万吨，同比增长 5.2%；浙江省渔民人均纯收入连续 4 年居全国首位。高密度养殖过程中，未被利用的残饵和鱼类排泄物会增加水体氮磷负荷，易诱发局部水体富营养化，破坏水生态平衡。全国污染源普查数据显示，水产养殖排放的化学需氧量占农业排放总量的 4%，局部高密度养殖区域污染问题较为突出。浙江淡水池塘多位于村庄腹地并与河湖水系相连，尾水排放直接影响周边居民生活水环境，也增加了流域生态治理压力。浙江重点推广以“三池两坝/四池三坝”为核心的生态化尾水治理技术，并被农业农村部列为全国农业主推技术。其中，MABR 强化型“三池两坝”是浙江及长三角地区重点推广的绿色尾水治理升级方案，整体优势较为明显，但也存在建设投资较大、运维专业性要求较高、主要适用于规模化养殖等局限。对于难以实施生态化集中处理的小规模、散养户，研发低成本、易运维的养殖尾水处理技术具有现实市场需求。

【作品要求】

- 研发适用于小规模、散养户的低成本养殖尾水处理技术。
- 结合养殖场地条件，开发占地少、适配性强的尾水处理工艺。
- 形成运行管理简便、维护成本可控的尾水处理方案。
- 提出处理后尾水回用模式，并开展相关环境与养殖风险评价。

【出题公司】

杭州英普环境技术股份有限公司成立于 1998 年，是国家高新技术企业、浙江省“专精特新”企业和新三板挂牌企业。公司聚焦水与土壤环境治理、水处理系统运维、水务投资运营、废弃物资源化利用及土壤生态修复等领域，累计服务企事业单位 1000 余家。依托二十余年行业积累，公司坚持科技创新和资源循环利用，致力于为客户提供水环境治理与土壤修复综合解决方案，打造集技术、产品、服务和运营于一体的生态环境治理服务体系。

【面向领域一】

水污染防治

【赛题题目 3】

饮用水源及水产养殖中痕量土臭素的快速精准检测技术开发

【背景说明】

土臭素（Geosmin）是由水体中放线菌、蓝藻等微生物代谢产生的典型致嗅物质，是饮用水异嗅异味和水产品土腥味的重要诱因。我国《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）已将其纳入水质监测扩展指标，限值为 10 ng/L，而人体嗅阈值可低至 1—10 ng/L。在水产养殖场景中，养殖水体土臭素检出率可高达 97%以上，水产品中也较为常见；人体对水产品肌肉中土臭素的嗅阈值低至 0.9μg/kg。痕量土臭素残留不仅影响水产品品质和市场接受度，也制约水产养殖产业健康发展。然而，当前土臭素检测仍存在突出短板：一是常规实验室检测依赖大型质谱设备，前处理流程复杂、检测周期较长，难以满足现场快速筛查和应急监测需要；二是水体基质中腐殖质、挥发性有机物等干扰物较多，痕量浓度下检测抗干扰能力不足，易出现假阳性或定量偏差；三是饮用水源地和水产养殖场景缺乏低成本、易操作的快速检测方案，基层监测和产业端质量管控能力不足。因此，开发适用于饮用水源与水产养殖场景的痕量土臭素快速、精准、低成本检测技术，是保障饮用水安全、提升水产品品质、支撑水污染防治的重要需求。

【作品要求】

- 研发适配水体基质的土臭素高特异性前处理富集技术，实现痕量目标物的高效提取与基质干扰去除。
- 开发基于新型传感/光谱/单抗荧光免疫等技术的土臭素快速检测方法，检出限需满足饮用水 10ng/L 和鱼肌肉 0.9μg/kg 的限值要求。
- 建立饮用水源与水产养殖场景下土臭素检测的现场快速筛查装置。
- 形成低成本、易推广的土臭素检测技术方案，具备基层监测站或养殖主体的应用可行性。

【出题公司】

浙江国千环境科技发展有限公司是一家由国家“千人计划”专家团队创办的国家高新技术企业和“专精特新”企业。公司聚焦流域生态修复与水环境综合治理，围绕“厂-网-站-面-农-河-流域”全链条，开展市政污水提标改造、农业面源污染治理、断面水质提升、湖库综合整治、水产养殖尾水处理等业务。依托“人才+创新”驱动，公司汇聚 20 余名高端人才，承担省级重点研发项目，累计授权发明专利 100 余项，制定国家及行业标准 10 余项，荣获“科创中国”先导技术、中国发明创业奖创新一等奖等多项国家、省级科技奖项。公司具备环保工程专业承包二级、市政公用工程施工总承包二级及环境工程设计专项乙级资质，并通过 ISO 三体系认证。

【面向领域一】

水环境污染防治

【赛题题目 4】

废水中盐的高效、低成本脱除技术

【背景说明】

含盐废水主要来源于化工、煤化工、食品加工、油气开采等行业，具有产生量大、来源相对集中、成分复杂等特点，并伴随大量废盐危废产生。传统处理方式普遍面临投资高、能耗高、二次污染风险大等问题。未来含盐废水治理不应仅将其视为废弃物处理，而应作为水资源、盐资源和有价元素的复合载体，通过高效分离、深度净化和资源回收等技术，实现多品类资源化利用。

【作品要求】

- 研发有机废水中盐分高效、低成本脱除技术。
- 研发高含盐废水（100 g/L）中石油烃等有机污染物去除技术。
- 开发废盐再生与资源化利用技术。

【出题公司】

浙江歆舟环境技术有限公司专注于工业废水处理技术，致力于自主知识产权的环保技术研发和设备提供的高新技术企业。在工业废水处理技术领域，公司不断吸收国内外的各种先进技术，结合我国国情，坚持自主研发和技术创新，在工业废水处理领域研发了一批高效低碳技术及其配套设备，成功地用于化工、冶金、造纸、发酵等行业。

【面向领域一】

水污染防治

【赛题题目 5】

新型工业水处理技术与模式

【背景说明】

随着我国工业化进程持续推进，工业用水规模不断扩大，钢铁、化工、电子、制药、新能源、食品加工等行业产生大量高盐、高浓度、难降解和组分复杂的工业废水。传统工业水处理模式主要以末端治理和达标排放为目标，普遍存在能耗高、药耗高、资源回收率低、运行成本高等问题；部分行业还面临废水水质波动大、处理稳定性不足及二次污染风险等挑战，难以适应绿色低碳和高质量发展要求。然而，当前工业水处理仍存在工艺链条复杂、运行成本偏高、资源化利用水平不足、智慧化运维能力薄弱以及不同工业场景适配性不强等问题。传统依靠“扩容提标”的治理模式往往伴随更高能耗和投入，难以满足“双碳”目标与工业绿色转型需求。未来工业水处理应突出低碳化、资源化、智能化和系统化协同，通过工艺创新、能源优化、资源回收和智慧运维，构建高效、绿色、可持续的新型工业水处理技术与模式。

【作品要求】

- 提出面向全生命周期的智慧化管理模式与综合解决方案。
- 开发污染物源头减量和物质回收技术及装备。
- 形成低成本零排放技术路线与系统解决方案。
- 研发绿色低碳高级氧化技术及配套装备。

【出题公司】

北控水务集团（00371.HK）是北控集团旗下专注于水资源循环利用与水生态环境保护的旗舰企业，也是国内领先的综合性水务环境服务商。公司聚焦污水处理主业，业务涵盖供水、再生水、污泥处理、厂网一体化管网建设及水环境综合治理等领域，集投资、设计、建设、运营和技术服务于一体。作为行业龙头企业，北控水务连续 16 年位居“中国水业十大影响力企业”榜首，连续 7 年入选《财富》中国 500 强。截至 2025 年底，公司总资产约 1650 亿元，主营收入约 220 亿元，业务覆盖全国 31 个省市及 10 个海外国家，拥有水厂 1313 座，总设计处理能力达 4296 万吨/日，水环境综合治理项目覆盖河流 1500 余公里。公司始终践行绿色发展理念，致力于为生态文明建设和美丽中国建设提供高质量水务环境综合解决方案。

【面向领域一】

水环境污染防治

【赛题题目 6】

绿色生物质吸附材料研发及水体氟污染深度治理技术研究

【背景说明】

氟化物是浙江省水环境重点管控污染物。近年来，省内光伏、电子、化工等产业快速发展，产生大量高附加值含氟废水；同时，部分乡村地下水存在原生氟超标问题，形成水环境治理与氟资源回收并存的现实需求。根据《浙江省地方病防治巩固提升行动方案（2023—2025 年）》，全省持续推进农村改水降氟工程并强化供水水质氟指标管控；《化学工业主要水污染物排放标准（征求意见稿）》也进一步提高了工业含氟废水排放管控要求。浙江省生态环保产业发展规划明确提出推进工业特征污染物资源化回收，提升废水治理资源化利用率。现有混凝沉淀、膜处理、树脂吸附等除氟工艺多聚焦达标去除，仍存在深度处理能力不足、运维成本高、二次污染突出、氟资源回收效率低等问题，难以满足工业含氟废水资源化利用和乡村饮水安全双重需求。改性生物质吸附材料具有可再生、环境友好、成本低、选择性强、易解吸富集等优势，可精准捕获氟离子并实现富集回收。研发适配浙江本土水质工况的生物质除氟与氟资源回收耦合技术，有助于破解传统工艺“重去除、轻资源化”的瓶颈，为区域含氟水体绿色治理和氟资源循环利用提供技术支撑。

【作品要求】

- 面向水体氟污染特征，研发功能化改性生物质高效除氟吸附材料。
- 优化生物质吸附材料制备工艺和除氟工况参数，提升深度除氟效果。
- 解析生物质材料吸附氟离子的微观机理、抗干扰机制与稳定性。
- 开发吸附材料高效再生和循环利用技术，提高资源利用效率。
- 构建适配地下水、工矿尾水的低成本生物质除氟实用处理技术体系。

【出题公司】

台州市环境科学设计研究院有限公司拥有“国家级科技型中小企业”“台州市高新技术企业研究开发中心”“台州市企业技术中心”等创新平台和荣誉，业务覆盖环保数字化、环境咨询、工程治理、在线运维及环境检测等环保全产业链。公司长期服务政府、园区和企业，提供全要素、全过程、全方位环保技术服务，综合实力位居省内同行前列。公司具备环境咨询（环保管家）一级服务认证、环境污染治理工程总承包及专项设计、污染治理设施运营、环境监理、检验检测等多项专业资质，并通过 ISO 质量、环境和职业健康安全管理体系认证，获 AAA 级信用等级认证。

【面向领域一】

水环境污染防治

【赛题题目 7】

重金属污染地下水高效防控与资源化利用关键技术研究

【背景说明】

随着城市化和工业化持续推进，工业生产、矿山开采等活动导致部分区域地下水中铅、镉、铬、砷、汞等重金属超标问题突出。地下水污染具有隐蔽性、滞后性和治理难度大等特点，严重威胁饮用水安全、生态系统健康和人居环境安全。传统地下水重金属治理技术存在成本高、修复周期长、资源回收利用率低等短板，难以满足长效防控与绿色低碳治理需求。在“双碳”目标和生态文明建设背景下，研发高效、低成本、环境友好、可资源化利用的重金属污染地下水防治技术，构建“源头控制—过程阻断—修复治理—资源回用”一体化技术体系，对保障地下水生态安全、推动污染治理绿色转型和支撑区域高质量发展具有重要应用价值。

【作品要求】

- 研发地下水重金属污染高效、低成本原位治理修复技术。
- 研发地下水重金属污染物选择性吸附材料。
- 构建重金属污染地下水源头防控和污染溯源精准识别方法。
- 建立重金属污染地下水治理全生命周期环境与经济评价体系。

【出题公司】

浙江惠宇环境工程有限公司长期致力于地下水污染防治、生态环境修复、环保新材料研发与技术服务，聚焦重金属、有机物等典型污染物环境治理领域，拥有完善的研发平台、工程实践经验与技术转化能力。本公司具有环保工程专业承包贰级资质、市政公用工程施工总承包贰级、建筑工程施工总承包贰级、环保设计乙级资质（污染修复工程）、国家高新技术企业、浙江省科技型中小企业等资质。公司以绿色低碳、高效实用为导向，持续开展污染场地调查、风险评估、修复设计、工程施工与运维管理一体化服务，服务覆盖工业场地、矿山区域、农田灌区等多种场景。公司高度重视技术创新与人才培养，积极推动产学研深度融合，致力于为地下水生态安全保障提供先进技术解决方案，助力生态环境高水平保护与经济社会可持续发展。

【面向领域一】

水污染防治

【赛题题目 8】

垃圾渗滤液绿色低碳处理关键技术研发与应用

【背景说明】

垃圾渗滤液是垃圾填埋场和焚烧厂产生的高浓度有机废水，具有污染物种类多、浓度高、毒性强、可生化性差、处理难度大等特点。目前，常见的“生化+膜深度处理”工艺虽能实现达标排放，但仍存在能耗高、药耗大、温室气体排放量大等问题，难以满足绿色低碳发展的要求。在国家“双碳”目标和数字中国建设的双重背景下，亟需研发低碳、节能、高效、智慧化的垃圾渗滤液处理新技术，探索减污降碳协同增效的实现路径与评价方法，推动垃圾渗滤液处理向绿色、智能、可持续方向转型。

【作品要求】

- 研发新型垃圾渗滤液微生物功能填料/载体。
- 研发垃圾渗滤液功能菌剂，提高脱氮降碳效率。
- 构建垃圾渗滤液低碳处理新工艺，有效降系统低能耗与药耗。
- 设计智能化运行调控系统，提升处理系统运行能效与稳定性。

【出题公司】

浙江伍特环保科技有限公司成立于 2007 年 9 月，是一家由留德归国人员创办的国家高新技术企业，专注于环境污染治理，业务范围涵盖废水、废气及固废治理等领域，通过委托运营模式，为客户提供技术咨询、方案设计、工程建设、高端环保装备供应、调试验收、售后服务及托管运营等全过程解决方案，并在全国设有 12 个咨询与服务网点。近年来，公司在低碳水处理技术、智能化运维系统、碳减排评估等方面取得多项突破，承担国家和省级科研项目 10 余项，获得授权专利 20 余件。公司积极践行“绿水青山就是金山银山”理念，主动响应“双碳”战略，致力于推动环境基础设施绿色低碳转型，希望通过本届大赛挖掘具有创新思维、专业素养和实践能力的青年人才，共同探索垃圾渗滤液处理新路径，共守碧水、蓝天、净土。

【面向领域二】

大气污染防治

【赛题题目 9】

养殖恶臭经济型治理与资源化关键技术

【背景说明】

我国生猪养殖行业正面临经济效益下降和环保要求趋严的双重压力。养殖恶臭主要来源于猪舍、污水处理站及粪污处理区，具有超大风量、低浓度、多组分、扩散范围广等特点。以 2 万头育肥猪场为例，猪舍通风量可超过 800 万 m^3/h ，传统生物滤床、化学洗涤、活性炭吸附等工艺普遍存在投资高、运行费用大或除臭效果有限等问题，难以满足规模化养殖场低成本治理需求。随着恶臭排放监管和氨减排要求持续强化，恶臭治理已由“可选项”转变为“刚性需求”。亟需研发低成本、高效率、易运维、可资源化的恶臭综合治理技术，实现污染控制、投诉削减、资源循环与经济效益协同提升。

【作品要求】

- 研发适用于超大风量条件的恶臭源头削减与定向捕集技术，提高低浓度臭气收集效率。
- 开发投资 ≤ 2500 元/（万 m^3/h ）、运行费 ≤ 500 元/（万 m^3/h ）的经济型除臭工艺。
- 实现氨、硫等恶臭组分资源化利用，转化为硫酸铵、氮肥、硫肥等产品。
- 构建低成本智能监测预警与运维体系，实现臭气风险精准管控。
- 形成可落地、可复制、可推广的工程技术路线与商业运营模式。

【出题公司】

浙江天乙环保科技股份有限公司成立于 1993 年，长期从事废水、废气及固废治理，业务涵盖环保工程、环保装备制造及环保技术成果转化等领域。其子公司金华诚乙环保科技有限公司专注于废气废水治理工程设计与总承包，在化工、制药、半导体、光伏、危废处置等行业积累了丰富工程经验，掌握生物法、吸收法、活性炭吸脱附、沸石转轮+RTO 等多种治理技术。公司与浙江大学、北京化工大学、哈尔滨工业大学、北控水务等单位保持长期合作，在除臭、高效脱氮、污泥减量化等环保技术研发与成果转化方面具有较强实力。

【面向领域二】

大气污染防治

【赛题题目 10】

典型生活垃圾焚烧企业可凝结颗粒物（CPM）排放特征研究

【背景说明】

生活垃圾焚烧已成为我国城市生活垃圾无害化处理的主流方式。截至 2025 年底，全国焚烧设施达 1137 座，日处理能力超 118 万吨。随着焚烧规模持续扩大，烟气中颗粒物的排放总量相应增加，其中可凝结颗粒物（CPM）的环境影响日益凸显。CPM 是指在烟道内呈现气态、排放后因降温、稀释、冷凝等物理化学作用转化为颗粒态的物质。目前尚未被纳入国家强制排放标准体系，但其对大气 PM_{2.5} 的贡献以及对人体健康的潜在危害已引起广泛关注。研究表明，CPM 在垃圾焚烧企业总颗粒物（TPM）排放中占比极高——某典型垃圾焚烧电厂 CPM 分别占 TPM 的 97%、87%和 98%。CPM 粒径细小、成分复杂，既是二次气溶胶的重要前体物，又常富集重金属等有毒物质，对区域空气质量及国控点、省控点、居民集聚区等敏感点位构成潜在的环境健康风险。目前，垃圾焚烧企业普遍配置的除尘、脱硫、脱硝等常规烟气治理设施对 CPM 仅有有限的协同脱除效果，且国内尚缺乏系统、标准化的 CPM 现场采样与检测方法。为此，亟须开展典型生活垃圾焚烧企业 CPM 排放特征的系统研究，建立科学的采样检测方法，揭示其组分特征与生成机理，厘清垃圾成分与焚烧工况对 CPM 排放的影响规律，为后续燃烧优化控制和协同减排提供基础数据和理论支撑。

【作品要求】

- 研发针对垃圾焚烧烟气中 CPM 的采样检测方法，建立 CPM 排放特性数据库，分析其组分特征与生成机理。
- 研究垃圾成分、焚烧工况对 CPM 生成的影响规律，提出燃烧优化控制策略。

【出题公司】

浙江省环境科技股份有限公司位于杭州，注册资金 7350 余万元，是一家专业从事生态环境领域技术研发、综合治理及服务集成的节能环保产业平台，业务涵盖环保咨询、水/气/土污染治理、智慧环保及生态修复等全产业链。公司现为浙江省国有资本运营有限公司下属一级企业，是浙江省深入打好污染防治攻坚战的核心技术支撑单位。先后被评为国家级专精特新“小巨人”企业，浙江省生态环境技术服务领军企业、浙江省专精特新中小企业、“千万工程”和美丽浙江建设突出贡献集体。目前拥有浙江省重点企业研究院、省博士后工作站等科研平台，是工信部化学原料药环保技术服务平台、近海海洋工程环境与生态安全全省重点实验室等省部级平台的主要建设单位。

【面向领域二】

大气污染治理

【赛题题目 11】

中小型中转站恶臭治理的技术创新与应用

【背景说明】

中小型垃圾中转站作为城市生活垃圾收集、压缩与转运的重要节点，广泛分布于城市核心区域，在城市运行体系中发挥着基础性作用。然而，由于场地限制和技术制约，导致许多成熟有效的技术工艺难以在这些中小型中转站应用，致使垃圾集中处理过程中大量恶臭气体和粉尘排放，不仅造成站点自身环境恶化，更对周边居民的生活质量与生态环境安全构成威胁。鉴于场地、技术及资金限制，当前多数中转站仍依赖雾化喷洒除臭剂、物理隔断、负压收集洗涤等传统单一手段，存在治理效率低、效果不佳、易引发二次污染等问题，难以实现从源头到末端的系统化控制。因此，亟需面向中小型中转站空间条件和运行特性的限制，开展创新型、高效化的恶臭治理技术探索和研究，构建适配性强、推广性高的除臭技术体系，以缓解日益突出的环境矛盾，提升城市垃圾中转设施绿色管理水平，助力城市生态环境质量整体改善。

【作品要求】

- 研发高效除臭技术：针对中小型垃圾中转站恶臭气体的组分与释放特性，研发低成本、高效率的新型除臭工艺或装置，实现恶臭气体的有效控制与治理。
- 优化处理工艺：针对中小型垃圾中转站的位置特点，深入研究中转站除臭过程中的关键工艺技术问题，优化处理工艺，提高处理效率，降低处理成本，实现经济可行性和环境友好性的平衡。
- 构建综合评价体系：建立涵盖治理效果、运行成本、环境影响等维度的多指标评价体系，为技术优化及成果推广提供科学依据。
- 提出政策建议：基于研究成果，提出促进中转站恶臭治理的政策支持与管理建议，包括加强技术研发支持、完善法律法规标准、推动产业协同发展等内容。

【出题公司】

浙江爱科乐环保有限公司成立于2008年，专注于废气与异味治理，业务涵盖除臭工程、河道治理、污水处理、土壤修复及固废处理等领域，服务于市政、环卫、化工、医药、食品、造纸及养殖等行业。公司具有环保工程专业承包壹级、市政公用工程总承包贰级及环境工程设计专项乙级等资质，通过质量、环境和职业健康安全管理体系认证。公司为国家高新技术企业、专精特新企业和创新型中小企业，建有杭州市高新技术企业研发中心，拥有授权专利60余项。研发的生物法净化技术获环境保护科学技术奖二等奖，建设的杭州市餐厨垃圾处理一期工程除臭系统提升改造工程获2021年浙江省生态修复科学技术一等奖，在环保治理领域具有较强的技术研发与工程应用能力。

【面向领域二】

大气污染治理

【赛题题目 12】

室内环境中挥发性有机化合物防控技术研究与应用

【背景说明】

挥发性有机化合物（Volatile Organic Compounds, VOCs）是一类在常温下易挥发的有机化学物质，广泛存在于室内环境中，主要来源包括建筑装饰材料、家具、家电、清洁剂、油漆、胶粘剂等。VOCs 对人体健康和环境安全构成双重威胁：一方面，其可引发眼、鼻、喉刺激、头痛、恶心等急性症状，以及神经系统损害、肝脏损害等健康问题，长期暴露于高浓度 VOCs 环境还可能增加某些类型癌症的风险；另一方面，VOCs 是造成室内空气污染和室外光化学烟雾问题的重要因素之一。通过有效控制室内 VOCs 排放，不仅有助于改善居民健康水平，也能减轻大气污染负荷，助力城市空气质量提升。当前，提升公众防控意识、推动环保型产品开发、强化标准监管体系建设，是实现 VOCs 源头控制与全过程治理的关键途径。

【作品要求】

- 研发可消除或降解室内VOCs的设备或产品：面向室内复杂污染源，开发具有持续净化能力、安全性高、适应性强的VOCs治理产品或设备。
- 研发低VOCs或无VOCs的建筑装饰材料或产品：围绕室内建材源头控制，设计生产具备低排放或零排放特性的绿色环保材料或装饰产品。
- 建立或完善建筑装饰材料环保性能评价体系：构建科学、系统的材料环保性检测与评价标准体系，为产品市场准入和技术推广提供依据。

【出题公司】

杭州风铃草环保科技有限公司由浙江大学环境与资源学院博士、硕士团队于 2008 年创立，是国内较早从事室内环境控制技术研发与应用的企业之一。公司已服务客户超 10000 家，通过质量、环境和职业健康安全管理体系认证，获国家高新技术企业认定，拥有专利 20 余项及国家室内环境净化甲级资质。公司注重产学研协同创新，依托浙江大学污染环境修复与生态健康教育部重点实验室，并与清华大学、中国科学院等科研团队开展技术合作，持续推进室内环境净化技术研发与成果转化。公司在室内空气污染治理领域积累了丰富的工程实践经验，服务对象涵盖政府机关、企事业单位、学校、医院及居民住宅等，在室内环境治理与空气净化领域具有较强的技术研发和工程服务能力。

【面向领域三】

土壤污染防治与质量提升

【赛题题目 13】

工农业叠加区土壤重金属与新污染物复合风险评估/协同治理

【背景说明】

随着工农业生产的深度融合与区域经济的快速发展，生态环境正面临着复杂的多源污染挑战。传统重金属与各类新污染物在土壤和水体等环境介质中交叉累积，对生态系统健康构成潜在威胁，同时制约了区域产业的绿色可持续发展。当前环境治理面临诸多难点。首先，工农业复合污染的源头解析难度大，污染物跨介质迁移转化规律复杂。其次，现有的环境监管和治理体系往往侧重于单一污染物或单一行业，缺乏针对重金属与新污染物叠加效应的空间识别与协同管控机制。本赛题聚焦工农业活动叠加的典型区域，旨在利用空间分析与评价模型，精准识别复合污染的生态风险；探索包含污染溯源、绿色修复材料研发与产业优化在内的治理路径，助力区域生态环境质量全面提升。

【作品要求】

- 构建工农业叠加区重金属与新污染物复合污染的空间分布量化模型，明确多源排放的贡献权重与空间演变特征。
- 开展跨介质的生态系统与人体健康风险综合评估。
- 针对识别出的高风险区域提出绿色低碳的综合防控与生态修复方案。
- 结合区域产业特征提出完善环境监管体系、优化技术标准及配套经济政策的建议。

【出题公司】

浙江绿疆环保科技有限公司，是一家以环境、生态治理技术研发和工程应用为核心的高新环保企业，目前主要致力于水体、土壤和矿山污染修复等领域。公司拥有各项专利 10 余项，荣获浙江省科技型中小企业称号，并入选杭州市“金沙英才”高层次人才计划。

【面向领域三】

土壤污染防治与质量提升

【赛题题目 14】

土壤全氟和多氟烷基物质污染的潜在生态风险与防控研究

【背景说明】

全氟和多氟烷基物质（PFAS）因碳氟键高度稳定，被称为“永久化学品”，是全球关注的新型持久性污染物。土壤是 PFAS 的重要汇聚介质，也是其进入地下水、农作物和食物链的重要途径。研究表明，PFAS 可在土壤中长期残留，并通过迁移扩散和生物富集等过程持续积累。其中，短链 PFAS 易随水迁移污染地下水，长链 PFAS 则易在土壤和生物体内富集，进而影响土壤微生物活性、抑制植物生长，并增加生态与人体健康风险。近年来，国家持续加强新污染物治理。《重点管控新污染物清单》《新污染物治理行动方案》《“十四五”生态环境保护规划》等政策文件，均将 PFAS 等持久性有机污染物纳入重点管控范围，明确提出加强调查监测、风险评估和全过程管控。在保障土壤环境安全和农产品质量安全的背景下，工业排放、污泥土地利用、含氟农用材料及污染场地修复等领域对 PFAS 污染防控的需求日益迫切。目前，我国对土壤 PFAS 的污染分布特征、迁移转化规律、生态效应及修复技术仍缺乏系统认识，特别是在区域差异、复合污染影响和风险管控等方面仍存在不足。因此，开展土壤 PFAS 潜在生态风险与防控研究，对完善新污染物治理体系、保障土壤环境安全和维护生态健康具有重要意义。

【作品要求】

- 构建土壤 PFAS 多组分分离与高灵敏分析技术体系
- 建立区域土壤 PFAS 污染物的空间分布格局与生态安全阈值
- 揭示土壤中 PFAS 污染的潜在生态风险及其毒理机制
- 探究 PFAS 与其他共存污染物的联合暴露特征与复合生态风险
- 研发土壤 PFAS 污染的低成本高效防控和修复技术

【出题公司】

浙江绿疆环保科技有限公司，是一家以环境、生态治理技术研发和工程应用为核心的高新环保企业，目前主要致力于水体、土壤和矿山污染修复等领域。公司拥有各项专利 10 余项，荣获浙江省科技型中小企业称号，并入选杭州市“金沙英才”高层次人才计划。

【面向领域三】

土壤污染防治与质量提升

【赛题题目 15】

基于生物炭技术的土壤酸化治理及质量提升策略

【背景说明】

由于长期大量施用化肥以及工业污染物的累积影响，我国多个地区耕地土壤出现不同程度的酸化，进而导致作物生长受限、产量下降，同时引发重金属活化、有益微生物减少等次生问题，严重制约农业生产的可持续发展。面对这一挑战，亟需探索绿色、高效、可持续的土壤酸化治理技术。近年来，生物炭作为一种多功能土壤改良材料，因其碱性特征、高比表面积和稳定结构，在缓解土壤酸化、提高土壤有机质含量、改善团聚结构、增强保水保肥能力等方面展现出巨大潜力。通过研究生物炭在不同土壤类型中的应用效果及其机制，开发高效的制备技术和应用模式，不仅能够增强土壤肥力、改善土壤结构，还能促进作物健康生长，提高农作物产量和品质。此外，合理利用农业废弃物转化为有机肥料或土壤改良材料，既解决了环境污染问题，又实现了资源循环利用。

【作品要求】

- 制备并表征不同原料来源的生物炭材料，阐明其改良酸性土壤的作用机制和适用条件。
- 研发适应性强、高效可行的生物炭施用技术和模式，系统评估其在缓解土壤酸化与提升土壤质量方面的实际效果。
- 探索生物炭与其他土壤改良材料协同应用模式，提出适配不同酸化土壤类型的改良方案。
- 开展盆栽或田间验证，评价生物炭改良对作物生长、产量、土壤质量和经济可行性的影响。

【出题公司】

中科同奥农业科技（嘉兴）有限公司由长三角健康农业研究院与同奥集团共同组建，专注于农业有机废弃物资源化利用和土壤质量提升。公司以农业废弃物综合处理与循环利用为核心，围绕秸秆生物炭、炭基有机肥、生物有机肥、土壤基质、土壤调理剂及微生物菌剂等产品开展研发、生产与应用，提供土壤快速培肥和改良方案，推动农业废弃物“变废为宝”。公司在嘉兴市五县两区及杭州、金华、安徽等地设有多个处置点，年总处置量达 20 万吨，生物炭、炭基肥、有机肥、土壤基质、土壤改良剂、饲料、燃料等年产出 5 万吨，年参与土壤改良面积 3 万亩。公司农业科技产业化应用覆盖水稻、葡萄、生姜、茶叶、杭白菊、草莓、桃李等作物，并建有同奥核心示范园区，已成功落地国家级重点科研项目 5 个、年落地农业板块项目 10 个以上，具备较强的资源化处置、土壤改良和成果转化能力。

【面向领域三】

土壤污染防治与质量提升

【赛题题目 16】

土壤高效绿色生物药剂产品的研发及产业化应用

【背景说明】

目前，化学农药是我国土壤病害防治最常见的手段，但这只对少数土传病害有效，对大多数病害防效甚微。而且，长期使用化学药剂一方面会造成农药残留和污染环境，另一方面则会使病原菌对其产生抗药性，导致防效下降甚至失败。随着科学技术不断发展进步，减少使用化学农药，保护人类生存环境的呼声日益高涨。相较于传统化学农药，生物药剂通常是指利用生物活体或其代谢产物对害虫、病菌、杂草、线虫、鼠类等有害生物进行防治的一类农药制剂，或者是通过仿生合成具有特异作用的农药制剂。主要包括拮抗微生物菌剂、植物源农药、植物生长调节剂、抗生素农药等，具有易降解、生态安全、改善土壤环境等优点。因此，研究开发利用生物药剂防治农作物病虫害已经成为国内外植物保护科学领域的一个重要研究课题。

【作品要求】

- 研发高效、稳定、安全的土壤绿色生物药剂产品，优化制剂工艺、保存条件和施用方式。
- 评价生物药剂对主要土传病害的防控效果及其对土壤微生态、作物生长和环境安全的影响。
- 提出生物药剂规模化制备、应用示范和产业化推广方案。

【出题公司】

浙江益壤环保科技有限公司是专业从事环保技术研究和提供全方位环境修复解决方案的高新技术企业。公司由省万人计划领军人才罗春晖领办，引进并培养国家级人才熊忠、黄睿、绍兴市级领军人才吴鐔渝等作为公司主要技术专家，带领公司专业技术团队在污染场地土壤及地下水调查及风险评估、场地修复工程、农业数字化、河道底泥生态治理、棕地开发及资源化利用等领域进行开拓创新，可为客户提供一站式服务和全方位的环境修复解决方案。公司以产学研结合为宗旨，通过院士团队工作站、联合实验室、研究中心的建立以及重大研发项目联合申报等方式，在专家团队带领下积极与国内外知名环境修复公司和科研院所展开紧密合作，坚持引进、消化、吸收国际技术及自主技术集成与研发相结合的技术创新道路。目前公司拥有多项环境修复污染治理专利技术、自主研发智慧环保信息化平台、绿色环保药剂体系、成功完成多个大型环境修复类工程项目，致力于成为中国环境修复及资源化利用的领跑者。

【面向领域三】

土壤污染防治与质量提升

【赛题题目 17】

外源污染物对土壤环境的影响及其修复机制与模式研究

【背景说明】

自 2016 年以来，随着我国畜禽粪污治理的不断推进，以大型沼气工程为核心的畜禽粪污第三方集中治理模式日趋广泛。由于我国大型沼气工程多采用 CSTR 工艺，其发酵原料的进料浓度为 6% 左右，后续沼液的规模化处置和资源化利用正逐渐成为畜禽养殖粪污第三方集中处理的关键所在。自国务院办公厅发布的国办发（2017）48 号《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》文件发布以来，2019 年～2023 年间国务院、国务院办公厅陆续发布多项政策，倡导“种养结合”，畜禽养殖废弃物资源化利用。在农业农村部化肥减量的指导下，增加土壤有机质，改善土壤结构，保持土壤可持续性方面各地都做了不少工作。与此同时，投入的外源品（如畜禽粪污）带来的负面影响对土壤的长期和累积性不容忽视，急需建立这些投入外源有机质负面影响的评估及修复机制与模式。

【作品要求】

- 开展矿源有机肥、化肥等外源投入导致的土壤重金属污染对土壤微环境影响及修复机制分析，提出相应修复模式。
- 开展猪粪、鸡粪等有机肥料或土壤调理剂导致的土壤抗生素污染对土壤微环境影响及修复机制分析，形成相应修复模式。

【出题公司】

杭州英普环境技术股份有限公司成立于 1998 年，是国家高新技术企业、浙江省“专精特新”企业和新三板挂牌企业。公司聚焦水与土壤环境治理、水处理系统运维、水务投资运营、废弃物资源化利用及土壤生态修复等领域，累计服务企业事业单位 1000 余家。依托二十余年行业积累，公司坚持科技创新和资源循环利用，致力于为客户提供水环境治理与土壤修复综合解决方案，打造集技术、产品、服务和运营于一体的生态环境治理服务体系。

【面向领域四】

新污染物风险防控

【赛题题目 18】

养殖废弃物的抗生素生态环境影响及防控

【背景说明】

养殖行业抗生素使用带来的生态环境风险已较为明确。浙江省在相关污染调查和治理方面已取得阶段性进展，但仍面临监测覆盖不足、源头管控难度较大等问题。养殖废弃物排放会使环境中残留抗生素形成选择压力，驱动细菌通过突变或水平转移获得抗生素抗性基因（ARGs）。浙江相关调研显示，调查水域中多重耐药基因占比达 32.20%—50.70%，约 9.8% 的注释抗性基因存在质粒介导的水平转移风险。耐药基因若通过食物链传递至致病菌，将降低临床抗生素治疗效果，并威胁公共卫生安全。

【作品要求】

- 研究生态环境中抗生素及抗性基因简便、易用的快速检测方法。
- 研发养殖废弃物抗生素污染高效治理与防控技术。
- 建立抗生素及抗性基因综合生态环境影响评价体系。
- 结合大数据与 AI 模型，构建抗生素及抗性基因预测预警平台。

【出题公司】

杭州英普环境技术股份有限公司成立于 1998 年，是国家高新技术企业、浙江省“专精特新”企业和新三板挂牌企业。公司聚焦水与土壤环境治理、水处理系统运维、水务投资运营、废弃物资源化利用及土壤生态修复等领域，累计服务企事业单位 1000 余家。依托二十余年行业积累，公司坚持科技创新和资源循环利用，致力于为客户提供水环境治理与土壤修复综合解决方案，打造集技术、产品、服务和运营于一体的生态环境治理服务体系。

【面向领域四】

新污染物风险防控

【赛题题目 19】

制药废水抗生素绿色治理与风险防控

【背景说明】

制药废水是抗生素等新污染物进入水环境的重要来源之一，具有组分复杂、浓度波动大、可生化性差、生态风险隐蔽等特征。部分抗生素在水环境中难以自然降解，长期残留可能影响水生态安全，并增加耐药性传播风险。现有处理工艺在抗生素深度去除、转化产物风险削减和低成本稳定运行方面仍存在不足。在“双碳”目标和新污染物治理要求下，亟须开发适用于制药废水场景的绿色、低耗、高效治理技术。参赛团队可围绕抗生素污染识别、低成本材料开发、组合工艺优化、生态毒性削减、运行成本评价和工程化应用设计等方向提出创新且可操作的解决方案，推动制药废水治理由“达标排放”向“风险防控、低碳运行和安全排放”转型升级。

【作品要求】

参赛作品可以围绕制药废水中抗生素污染物绿色治理与风险防控开展研究，可包括但不限于以下内容：

- 分析典型抗生素污染物来源特征、环境风险及治理难点。
- 选择一种或多种目标抗生素，构建模拟或实际废水处理实验体系。
- 研发低成本、可再生环境功能材料及高效绿色处理技术。
- 构建吸附、氧化、还原、生物处理等单元或协同工艺。
- 评估抗生素去除效率、材料稳定性及复杂水质适应能力。
- 分析处理过程中的毒性变化、耐药风险及二次污染风险。
- 设计实验装置、工艺流程或工程化应用方案。
- 综合评价技术经济性、低碳性、运行成本及推广应用价值。

【出题公司】

北控（杭州）环境工程有限公司成立于 2018 年 6 月 29 日，是北控水务集团下属子公司，公司承担的余杭塘河流域水环境综合治理项目位于杭州市余杭区未来科技城核心区域，项目内容涵盖余杭污水处理厂四期、余杭塘河河道整治、南片水系综合整治、凤凰山公园建设及相关运维管理等内容，是集污水处理、河道治理、生态修复、景观提升和智慧运维于一体的综合性水环境治理项目。其中，余杭污水处理厂四期采用“地下建厂、地上建园”的建设模式，形成了节约土地、环境友好、公众共享的城市基础设施建设新范式。

【面向领域四】

新污染物风险防控

【赛题题目 20】

农田新污染物非靶筛查技术研发及农作物生态风险评估研究

【背景说明】

在集约化农业发展和产业迭代背景下，农药残留、抗生素、微塑料等农田新污染物持续进入农田生态系统，具有隐蔽性、累积性和持久性，可能危害土壤质量、农作物生长及农产品安全，已成为土壤污染防治的重要难题。国家出台《新污染物治理行动方案》《重点管控新污染物清单（2023 年版）》等政策，明确要求攻关新污染物筛查技术、完善风险评估体系，补齐农田新污染物监测评价技术短板。当前农田污染管控仍以重金属等传统污染物为主，传统靶向检测技术筛查范围有限，难以识别未知新型污染物；同时，现有评价体系更多聚焦土壤本体污染，对新污染物在土壤—农作物体系中的迁移富集、食物链传递风险研究不足，缺乏适配农田场景的系统化生态风险评估体系。因此，亟须研发农田新污染物非靶筛查技术，构建农作物生态风险评估评价体系，为农田土壤精准治理、耕地质量提升和农业绿色发展提供技术支撑。

【作品要求】

- 研发适配农田土壤的新污染物高效筛查、快速识别和定性定量检测技术。
- 构建农田未知新污染物溯源分析、污染特征研判和污染图谱构建方法。
- 研发农田新污染物在土壤—农作物体系中的迁移、富集和转化规律分析技术。
- 建立适配农田场景的新污染物农作物生态风险分级评价与预警体系。
- 研发低成本、可落地的农田新污染物源头防控与污染修复配套技术方案。

【出题公司】

金华新鸿检测技术有限公司成立于 2015 年，是一家具备独立法人资格的专业第三方检测与技术服务机构，深耕环保与职业卫生技术服务领域多年，拥有标准化实验场地与专业技术团队，具备完善的检测资质与技术服务能力，是本地极具实力的环境与职业卫生综合服务企业。公司核心业务涵盖环保与职业卫生两大板块，环保领域可提供环境检测、环评咨询、环保验收、环境突发应急预案编制及一站式环保管家服务，全方位助力企业合规排污、环境治理与生态管护。职业卫生领域专注职业病危害因素检测、评价及全过程职业病危害管理咨询管家服务，为企业安全生产与员工职业健康保驾护航。公司秉持专业、严谨、高效的服务理念，依托成熟的技术体系与丰富的项目经验，为政企单位提供标准化、定制化、可落地的技术解决方案，助力区域生态环境治理与企业安全生产规范化发展。

【面向领域四】

新污染物风险防控

【赛题题目 21】

水体新污染物绿色低碳处理技术

【背景说明】

制药、印染、养殖等行业的废水中常含有抗生素、内分泌干扰物、全氟化合物、微塑料等新污染物。新污染物在极低浓度下即可对生态系统和人体健康构成长期潜在风险，如何实现其高效去除与低碳、绿色处理工艺的协同，已成为行业亟待突破的瓶颈。现有常规生化及物化处理工艺对其去除效率有限，多采用高级氧化、膜分离、活性炭吸附等深度处理技术，但普遍存在能耗高、药剂消耗大、产生二次污染及碳排放较高等问题。此外，上述新污染物亦可作为资源化转化的潜在对象，研究其降解路径、低耗催化、生物强化、可再生吸附等绿色低碳处理技术，是为企业履行新污染物治理责任、助力“双碳”目标提供可落地解决方案的关键。

【作品要求】

- 研发针对典型新污染物的低碳高效去除技术。
- 揭示新污染物在绿色处理工艺中的降解路径与转化机理。
- 开发低二次污染、可再生的新型吸附或催化材料。
- 构建面向新污染物处理的碳排放核算模型。
- 设计低成本、易工程化应用的新污染物深度净化集成工艺。

【出题公司】

浙江臻净环境科技有限公司坐落于杭州钱塘江畔，是一家专注于高浓度工业三废治理与资源化的科技型企业。公司以湿式催化氧化和废盐热裂解循环利用为核心技术，同步掌握热解炭化、MVR 蒸发、汽提脱氨及新型铁碳 Fenton 等系列工艺，拥有多学科背景的博士、高工领衔的专业技术团队和完备的研发实验设施，参与实施过多项重大工业污水处理项目。公司业务覆盖医药、农药、染料、新材料、危废中心等行业的三废综合治理，尤其在高盐、高氨氮、高有机物等难降解污水领域形成了系统化的解决方案与工程化应用能力。

【面向领域四】

新污染物风险防控

【赛题题目 22】

抗生素废水的高效高级氧化治理技术研究

【背景说明】

抗生素广泛应用于医疗、畜禽及水产养殖等领域，我国是抗生素生产和消费大国。由于其在生物体内代谢率较低，多数以原药或活性代谢产物形式经粪尿排出，进入污水处理系统或直接排入环境。现有市政及工业园区污水处理设施多采用“生化+混凝沉淀+过滤”等常规工艺，对抗生素等难降解有机污染物去除能力有限，致使抗生素及抗生素抗性基因（ARGs）持续进入水体和土壤环境。抗生素长期残留不仅会对水生生物和土壤微生物产生慢性毒性，还会促进抗生素耐药菌（ARB）及 ARGs 的产生、富集和传播，进而加剧耐药性扩散风险，威胁生态环境与公共卫生安全。世界卫生组织已将抗生素耐药性列为全球十大健康威胁之一。

高级氧化技术（AOPs）可产生 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{SO}_4\cdot^-$ 等高活性自由基，攻击抗生素分子中的不饱和键、芳香环和酰胺键等结构，实现快速降解甚至矿化。典型工艺包括臭氧催化氧化、芬顿/类芬顿、光催化、电化学氧化、过硫酸盐活化及其耦合工艺等。然而，在高盐、高 COD、高氨氮的发酵制药废水或养殖废水处理中，AOPs 仍面临催化剂易失活、自由基利用率低、能耗药耗高、降解产物毒性不明等问题。如何阻断 ARGs 水平转移、实现抗生素深度矿化并避免生成高毒性中间产物，仍是亟待解决的关键科学问题。

【作品要求】

- 以典型抗生素（如四环素类、磺胺类、氟喹诺酮类、 β -内酰胺类等）为目标污染物，研发适用于抗生素废水的高级氧化处理工艺。
- 设计并制备高效、稳定、可循环利用的非均相催化剂。

【出题公司】

浙江省环境科技股份有限公司位于杭州，注册资金 7350 余万元，是一家专业从事生态环境领域技术研发、综合治理及服务集成的节能环保产业平台，业务涵盖环保咨询、水/气/土污染治理、智慧环保及生态修复等全产业链。公司现为浙江省国有资本运营有限公司下属一级企业，是浙江省深入打好污染防治攻坚战的核心技术支撑单位。先后被评为国家级专精特新“小巨人”企业，浙江省生态环境技术服务领军企业、浙江省专精特新中小企业、“千万工程”和美丽浙江建设突出贡献集体。目前拥有浙江省重点企业研究院、省博士后工作站等科研平台，是工信部化学原料药环保技术服务平台、近海海洋工程环境与生态安全全省重点实验室等省部级平台的主要建设单位。

【面向领域四】

新污染物风险防控

【赛题题目 23】

农田微/纳塑料污染的潜在生态风险与防控研究

【背景说明】

随着地膜使用、污泥农用和污水灌溉等农业投入持续增加，农田土壤已成为微/纳塑料的重要汇聚场所，对土壤健康与农业可持续发展构成潜在威胁。近年来，Nature Nanotechnology、Nature Food 等期刊连续报道，微/纳塑料可突破作物根系屏障并向可食部位转运，存在沿食物链传递的健康风险。我国围绕新污染物治理和农业生态安全，已出台《农业农村污染治理攻坚战行动方案》《“十四五”农业农村绿色发展规划》《关于进一步加强塑料污染治理的意见》等政策文件，明确提出加强农业面源污染治理、推进农田残膜回收、提升土壤环境质量和保障农产品安全。同时，“双碳”目标、乡村振兴和耕地质量提升战略，也对农田新污染物监测预警、风险评估与源头防控提出更高要求。因此，系统阐明农田微/纳塑料的污染来源、环境行为、生态效应及风险传递机制，既符合国家重大需求，也可为农业绿色转型和环境治理决策提供支撑。然而，现有研究在污染定量监测方法与标准、纳米尺度风险精准识别、复合污染协同效应解析及低成本高效防控技术等方面仍存在短板。基于此，本赛题面向国家需求与学科前沿，聚焦农区微/纳塑料污染生态风险与防控，具有重要理论价值和现实意义。

【作品要求】

- 建立农田土壤中微/纳塑料的分离和鉴定技术。
- 揭示农田微/纳塑料污染的潜在环境生态风险及其作用机制。
- 建立农田微/纳塑料污染的风险评估体系。
- 探究微/纳塑料与其他污染物的复合污染风险。
- 研发农田微/纳塑料污染的低成本高效防控和修复技术。

【出题公司】

浙江绿疆环保科技有限公司，是一家以环境、生态治理技术研发和工程应用为核心的高新环保企业，目前主要致力于水体、土壤和矿山污染修复等领域。公司拥有各项专利 10 余项，荣获浙江省科技型中小企业称号，并入选杭州市“金沙英才”高层次人才计划。

【面向领域五】

废弃物资源化利用

【赛题题目 24】

印染废水热能回收与污泥减量协同技术

【背景说明】

印染生产过程中排放的废水温度较高，通常约为 50℃。目前多数废水处理站采用开式冷却塔降温，大量低品位热能直接散失至大气；同时，废水处理产生的生化污泥和物化污泥含水率高、处置成本大。若回收印染废水热能并用于污泥低温干化或其他工艺环节，不仅可降低冷却能耗，还可实现污泥减量，减少外运处置带来的碳排放。当前市场已有热泵、换热器等热回收装备，但在印染废水高盐、高硬度、易结垢等工况下，设备选型和系统集成仍缺乏成熟方案。因此，开发适用于印染废水的热能回收与污泥减量协同技术，具有显著节能降碳价值。

【作品要求】

- 研发适用于印染废水高温、高盐、易结垢工况的余热回收关键装置。
- 建立印染废水余热回收与污泥低温干化协同处理工艺能效评价体系。
- 开发防垢、防腐型换热器表面改性技术或自清洁结构设计。
- 构建热能回收—污泥减量全过程碳减排定量核算模型。
- 形成可工程化应用的热能回收与污泥干化集成系统设计方案。

【出题公司】

开源环境科技集团有限公司位于杭州，成立于 2005 年，二十余年来专注印染工业废水处理及中水回用领域，业务涵盖工程设计、工程承建、第三方运营及园区项目投资，积累了丰富的工程、运营与投资经验。公司累计承担印染废水处理项目近 150 个，总废水处理量达 60 万吨/日，总回用水量达 15 万吨/日。第三方运营项目 15 个，其中 BOO 项目 7 个，运营总废水处理量达 10 万吨/日，膜回用水量达 5 万吨/日。公司现员工 180 余人，其中研发设计人员 50 余人，工程技术调试人员 30 余人，运营人员 100 余人。拥有高级工程师 5 人、中级工程师 20 余人。公司拥有专利 70 余项，其中发明专利 20 余件；获评国家高新技术企业，具备一级运营服务资质、工程专项设计资质及工程总承包资质。

【面向领域五】

废弃物资源化利用

【赛题题目 25】

农业废弃物制备碳量子点功能材料及应用研究

【背景说明】

我国每年产生大量农业废弃物，如秸秆、稻壳、果渣、畜禽粪污等。传统处理方式多以焚烧、填埋或简易还田为主，不仅造成生物质资源浪费，也可能带来温室气体排放、水体富营养化等环境问题。在“双碳”目标和乡村振兴战略背景下，探索农业废弃物高值化、功能化利用新路径，已成为资源环境领域的重要研究方向。碳量子点（CQDs）是一类新型荧光纳米材料，具有优良光学性能、生物相容性和可调控表面化学性质，在传感检测、生物成像、光电器件和催化等领域具有广阔应用前景。传统碳量子点制备多依赖化学试剂或化石基碳源，成本较高且不符合绿色化学理念。研究表明，农业废弃物富含纤维素、木质素、腐植酸前体等天然碳源，可通过水热法、热解法等绿色合成工艺转化为功能化碳量子点。这一路径既可实现废弃物资源化减量，又可获得高附加值纳米材料，为农业循环经济提供新思路。目前，农业废弃物基碳量子点在可控合成、结构—性能构效关系及场景化应用拓展方面仍处于起步阶段。如何依据废弃物特性设计绿色合成路径，调控碳量子点表面官能团和发光性能，并开发其在环境监测、荧光防伪、温度传感等领域的实用化功能材料，是亟待深入研究的关键问题。

【作品要求】

- 研发农业废弃物基碳量子点功能材料制备及应用技术。

【出题公司】

宁波观耘生态工程技术有限责任公司是一家以农业废弃物资源化利用技术研发与产业化运营为发展方向的初创公司。公司核心成员在土壤治理与改良、农田生态系统及生物多样性保护、水利工程咨询与管理行业有丰富的从业经验，致力于“深耕循环农业，服务美丽乡村”。公司发展着眼于循环农业理念所蕴藏的经济效益、环境效益与社会效益，通过聚焦新技术开发、新场景开拓，解决长期以来农业废弃物无法烧、无处去、无人做等难题，在实现健康可持续发展的循环农业的同时，也可为赋能新农业、构建新乡村提供新思路、打造新样板。

【面向领域五】

废弃物资源化利用

【赛题题目 26】

赤泥低碳高值化利用与生态安全协同技术研发

【背景说明】

赤泥是氧化铝工业生产过程中产生的强碱性大宗固废，是全球公认的固废治理难题。根据工信部《赤泥综合利用行动方案》及官方专家解读数据，我国赤泥年新增量超过 1 亿吨，历史累计堆存量近 14 亿吨，固废存量规模庞大、土地占用严重。赤泥具有强碱性、组分复杂、含微量重金属等特性，长期堆存易引发土壤盐碱化、地下水污染等生态风险；行业数据显示，2023 年我国赤泥新增综合利用率仅为 9.8%，整体资源化率长期低于 10%。当前传统处置及利用技术普遍存在能耗高、药剂消耗大、资源化成本高、产品附加值低、规模化推广难等痛点。赤泥富含铝、铁、硅、钙等有价值组分，可应用于低碳建材制备、退化土壤改良、矿山生态修复、工业碳捕集和有价金属回收等领域，是国家“双碳”战略和大宗固废资源化利用领域的重点攻关方向。

【作品要求】

- 研发赤泥低成本、低碳脱碱与稳定化技术。
- 构建赤泥有价值组分高效分离与高值材料制备方案。
- 开发赤泥基生态修复材料和低碳建材。
- 建立赤泥资源化利用环境风险评估与安全管控体系。

【出题公司】

北京建工环境修复股份有限公司（300958）成立于 2007 年，是国内较早专注环境修复的高新技术企业，于 2021 年在深交所创业板上市，入选国务院国资委“创建世界一流专精特新示范企业”。公司业务涵盖环境修复咨询、设计、治理、运营等全产业链，致力于为客户提供土壤污染防治、资源再生及智慧环境管理等综合解决方案。公司牵头建设污染场地安全修复技术国家工程实验室，承担国家重点研发计划等 20 余项科研课题，拥有 180 余项专利授权和多项核心修复技术。业务覆盖全国 29 个省（自治区、直辖市），累计实施环境修复项目 400 余个。

【面向领域五】

废弃物资源化利用

【赛题题目 27】

秸秆与剩余污泥协同厌氧共发酵产酸的效能与机制研究

【背景说明】

当前，我国污水处理规模已达 2.63×10^8 t/d，其碳排放量（以 CO_2eq 计）约占社会总排放的 1%—2%，成为碳减排升级改造的关键领域。随着污水排放标准的日趋严格，尤其是对总氮（TN）的排放限值不断收紧，生物脱氮系统碳源不足问题突出。据统计，我国约 1/3 城市污水处理厂面临碳源不足问题，需投加乙酸钠等外源碳源维持脱氮效率，不仅增加运行成本，也带来额外碳排放负担。与此同时，我国每年产生含水率 80% 的城镇湿污泥超过 6600 万吨。污泥富含有机质，是污水处理系统重要的潜在内碳源。2022 年，国家发展改革委、住房城乡建设部、生态环境部联合印发《污泥无害化处理和资源化利用实施方案》，提出到 2025 年城市污泥无害化处置率达到 90% 以上，加快推进污泥资源化利用。因此，开发高效稳定的污泥内碳源体系，既是降低外源碳依赖、减少污水厂碳排放的重要途径，也是推动污泥资源化利用的有效方向。针对单一污泥厌氧发酵产酸效率低、碳源品质不足等问题，引入农业秸秆协同厌氧共发酵，可实现废弃物资源化转化，为生物脱氮提供高品质碳源，构建“以废治废”的低碳循环模式。

【作品要求】

- 研发秸秆木质素脱除预处理技术。
- 研发秸秆与剩余污泥协同厌氧共发酵产酸技术。
- 评估协同厌氧共发酵产酸产物作为生活污水脱氮外加碳源的可行性。

【出题公司】

浙江衢州水业集团环境科技有限公司是衢州水业集团旗下综合性环境服务企业，专注于水环境治理、市政水务运营、环保技术研发及生态修复等领域。公司践行“绿水青山就是金山银山”理念，积极推进污水处理与新能源融合发展，建成污水处理厂分布式光伏项目，年发电量约 363 万千瓦时，每年可节约标准煤 1192 吨、减排二氧化碳 3624 吨。自 2003 年投运以来，公司累计处理城市污水超 4.7 亿吨，削减 COD 约 8.25 万吨、氨氮 6480 吨，为钱塘江流域水环境保护和区域绿色发展作出了重要贡献。

【面向领域五】

废弃物资源化利用

【赛题题目 28】

农业产品加工副产物资源化利用技术研究

【背景说明】

我国农产品加工规模庞大，每年产生数以亿吨计的加工副产物，如尾料、边角料、果皮、菜叶、茶渣、鱼骨、鱼鳞等。若采用丢弃或填埋等方式处理，不仅浪费高价值有机质资源，也可能造成土壤、水体污染和温室气体排放，成为制约环境保护与农业绿色发展的短板。近年来，《“十四五”全国农产品产地市场体系发展规划》《关于促进农产品加工副产物高值化利用的意见》等政策相继出台，明确提出以农产品加工副产物全值化、循环化利用为核心方向。传统处理方式多以简单烘干、堆肥或能源化为主，易导致营养成分流失、利用率低、产品同质化和低价竞争，技术链条较为粗放，与现代农业绿色高质量发展要求不相适应。农产品加工副产物利用应以生态化、高值化为导向，开发功能性饲料、生物基材料、天然食品配料等高值产品，减少资源浪费和处理成本，提高副产物附加值，实现乡村产业振兴与环境保护协同推进。

【作品要求】

- 建立农产品加工副产物生态化、高值化利用模式。
- 研发农产品加工副产物生态化、高值化利用核心技术。
- 研发农产品加工副产物资源化利用产品。
- 评估资源化产品的应用效益和推广价值。

【出题公司】

浙江知澈水产有限公司是商达公用旗下专业鱼品渠道发展平台，业务范围包含鱼品平台销售运营及水产食品深加工。公司倾力打造“知澈好鱼”等品质鱼品品牌，已成功开发千岛湖生态鳙鱼鱼头/鱼丸、蒲烧鳗鱼、烟熏三文鱼等产品，并构建起涵盖天猫旗舰店、电商直播间、供应链合作企业、大型生鲜合作平台等多元销售渠道。

【面向领域五】

废弃物资源化利用

【赛题题目 29】

多源固废碳基材料开发及污染修复效能评价

【背景说明】

工业排放、矿业活动、农业投入品累积以及有机废弃物处置不当等人类活动，导致土壤面临重金属、持久性有机污染物、氟化物等多类型复合污染，严重威胁农产品安全、土壤生态功能和人体健康。农业秸秆、城镇固废等有机固废年产量大，传统填埋、焚烧方式存在土地占用、碳排放高、资源化率低等问题。如何协同解决固废处置与污染土壤修复两类环境问题，即通过“以废治废”利用有机固废制备功能碳基材料用于污染土壤修复，已成为环境领域前沿方向。本赛题要求设计模块化、智能化系统，将多源废弃物协同热解转化为高效碳基修复材料，用于多污染物污染土壤原位修复，实现“固废资源化—污染修复—生态功能恢复”的闭环管理，探索有机固废高值化利用与土壤绿色修复协同新模式。

【作品要求】

- 研发生物质碳基材料制备与改性技术。
- 阐明碳基材料污染修复过程与作用机制。
- 建立碳基材料修复污染土壤的应用模式。
- 研发修复后土壤生态功能恢复评价方法。

【出题公司】

浙江双邦农业开发有限公司是浙江省农业固废资源化利用领域重点企业，专注于秸秆等农业废弃物高效转化与循环利用。公司采用微生物发酵等技术生产有机肥和营养土，年处理秸秆 1.6 万吨、生产有机肥超 3 万吨。创新实施“秸秆换肥”模式，构建“农户—企业—政府”协同机制，有效提升秸秆收储和资源化利用水平。公司积极探索绿色金融创新，年减排二氧化碳约 1.2 万吨，并作为省级秸秆产业化利用项目实施单位，助力区域秸秆综合利用率提升至 97%，为农业废弃物资源化和绿色低碳发展提供了示范样板。

【面向领域五】

废弃物资源化利用

【赛题题目 30】

污水再生与资源化利用技术与模式

【背景说明】

随着我国水资源短缺问题日益突出，以及“双碳”目标和生态文明建设持续推进，污水再生与资源化利用已成为缓解水资源压力、推动绿色低碳发展的重要方向。目前我国城市污水处理规模持续增长，但大部分污水处理后仍以达标排放为主，再生利用率和资源回收水平仍有提升空间。同时，污水中蕴含再生水、有机质、氮磷营养盐、热能等多种可利用资源，具有较高资源化利用潜力。当前污水再生与资源化利用仍面临再生水利用场景不足、区域管网和配套设施不完善、资源回收效率偏低、处理成本较高、公众接受度不足以及资源化模式缺乏系统协同等问题。传统以“处理—排放”为核心的模式已难以满足城市绿色发展和水资源循环利用需求。未来污水治理应强化“资源化、能源化、低碳化、智慧化”协同发展，通过技术创新和模式创新，推动污水由“污染物”向“资源”转变，形成水资源循环利用和减污降碳协同发展的新路径。

【作品要求】

- 开发高品质再生水处理技术与系统解决方案。
- 提出面向高端制造的模块化、智能化超纯水制备技术与解决方案。
- 研发低成本污水再生技术与系统解决方案。
- 形成污水能源与资源回收利用综合解决方案。

【出题公司】

北控水务集团（00371.HK）是北控集团旗下专注于水资源循环利用与水生态环境保护的旗舰企业，也是国内领先的综合性水务环境服务商。公司聚焦污水处理主业，业务涵盖供水、再生水、污泥处理、厂网一体化管网建设及水环境综合治理等领域，集投资、设计、建设、运营和技术服务于一体。作为行业龙头企业，北控水务连续 16 年位居“中国水业十大影响力企业”榜首，连续 7 年入选《财富》中国 500 强。截至 2025 年底，公司总资产约 1650 亿元，主营收入约 220 亿元，业务覆盖全国 31 个省市及 10 个海外国家，拥有水厂 1313 座，总设计处理能力达 4296 万吨/日，水环境综合治理项目覆盖河流 1500 余公里。公司始终践行绿色发展理念，致力于为生态文明建设和美丽中国建设提供高质量水务环境综合解决方案。

【面向领域六】

生态修复与生物多样性保护

【赛题题目 31】

生态系统多功能人工湿地营建技术

【背景说明】

当前水环境治理与生态修复需求迫切。人工湿地作为重要绿色生态基础设施，其生态功能正由单一水质净化向多功能协同方向拓展。本赛题旨在通过模拟自然湿地结构与功能，综合微地形改造、植物配置、栖息地营建等技术，高效去除水体污染物，为鸟类、两栖类、鱼类等野生动物提供优质栖息地，增强湿地系统固碳能力，并提升场地景观品质。赛题要求探索集水体净化、生物多样性保育、碳汇功能和景观提升于一体的人工湿地营建技术，实现生态效益与社会效益协同。

【作品要求】

- 研发适用于城市河道的多功能旁路湿地营建技术。
- 研发兼具生态系统多功能的人工湿地植物选择与配置技术。
- 研发基于生成式人工智能的多功能人工湿地设计技术。

【出题公司】

浙江弄潮儿智慧科技有限公司由“国家级海外高层次人才”于 2018 年创立，专注于山水林田湖草沙一体化保护修复、生物多样性保护监测、海洋生态监测评估和保护修复等领域的高科技企业。公司高度重视科研创新，提升技术水平，先后获得浙江省专精特新中小企业（2022）、国家高新技术企业（2023）、国家专精特新“小巨人”企业（2025）等多项荣誉资质，参与浙江省尖兵领雁科研攻关计划 2 项，并获梁希林业科学技术奖二等奖和浙江省生态与环境修复科学技术奖一等奖。公司以 AIoT 技术为核心，构建“传感器—人工智能大数据平台—应用场景”全链条解决方案，在生态大数据应用领域形成 100 余个细分场景方案，是国内少数实现“传感器研发-数据采集-智能分析”全链条覆盖的企业之一，在生态监测传感器市场居国内第一梯队，智慧自然保护地软件服务领域位列省内前三。公司技术产品广泛应用于国家和省级“蓝色海湾”综合整治项目、山水林田湖草沙一体化保护和修复工程、国家智慧海洋示范项目等项目。

【面向领域六】

生态修复与生物多样性保护

【赛题题目 32】

城市森林群落演替规律及生态化修复技术

【背景说明】

在城市化快速推进背景下，城市森林作为城市生态系统的重要组成部分，承担固碳释氧、环境净化、生物多样性维持等功能，是保障城市生态安全的关键屏障。然而，长期以来城市绿化偏重景观效果和覆盖率提升，人工林群落普遍存在结构单一、树种同质化、乔灌草层次缺失等问题，易形成“绿色荒漠”。受土壤压实、种源不足和人为干扰等因素制约，此类群落往往难以启动正向演替，甚至出现逆行退化，表现为自我更新能力弱、生物多样性低、野生动物栖息功能不足，生态服务效能显著受限。随着国土空间生态修复和生物多样性保护上升为国家战略，城市生态建设正由“增绿扩量”转向“提质增效”。因此，亟需通过理论研究、技术集成与实地应用等多元形式，探索城市森林生态化建设路径，为城市森林由单一“绿化”向复合“生态化”转型提供科学依据和可推广范式，助力人与自然和谐共生的韧性城市建设。

【作品要求】

- 阐明城市森林群落演替规律。
- 针对城市森林特点，研发种源配置、生境改良、群落调控等近自然生态化修复技术。

【出题公司】

建德市建德林场位于浙江省建德市，地处新安江、富春江、兰江三江交汇处，隶属建德市林业局管辖。林场经营总面积约 8.5 万亩，森林覆盖率达 93% 以上，是钱塘江上游重要的生态屏障。林场坚持“生态优先、保护为主、科学经营、绿色发展”的方针，多次荣获省市林业工作先进单位称号。

【面向领域六】

生态修复与生物多样性保护

【赛题题目 33】

亚热带低海拔地区落叶阔叶林形成机制及可持续经营技术

【背景说明】

亚热带低海拔地区水热条件优越，地带性植被本应为常绿阔叶林，但在长期反复人为干扰下，大量原生植被逆向演替为次生落叶阔叶林。目前，该类群落的形成与维持机制仍不清晰：其形成受何种干扰强度与频度驱动？落叶树种依赖何种功能性状组合获得竞争优势，并在退化生境中实现集群共存？群落是否具备向常绿阔叶林正向演替的内驱力，抑或已陷入“退化锁定”？关键生物与非生物限制因子是什么？上述问题悬而未决，使经营实践长期停留在封禁保护或简单补植阶段，难以精准调控群落演替方向，导致部分退化林演变为低效灌丛或入侵物种泛滥地，生态功能持续下降。在生态保护修复与“双碳”目标背景下，亟需从群落构建和演替机制层面突破经营技术瓶颈。本赛题聚焦亚热带低海拔次生落叶阔叶林，综合运用群落生态学、功能生态学与恢复生态学方法，解析干扰—群落—功能耦合关系，阐明其形成机制与演替轨迹，并构建以正向演替诱导为核心的可持续经营技术体系，为区域退化森林生态系统精准修复与功能提升提供科学依据和技术支撑。

【作品要求】

- 阐明落叶阔叶林群落形成机制、功能性状与演替动态。
- 形成落叶阔叶林群落定向调控技术体系。

【出题公司】

兰溪市林场成立于 1957 年，为国有公益一类事业单位，位于兰溪市黄店镇。现辖国有林地约 3.5 万亩，森林覆盖率超 93%，植被属中亚热带常绿阔叶林带，珍稀树种丰富。林场主要承担森林资源保护、林业科研推广、公益林建设等职责。近年来，林场深化改革，2024 年完成首批国有林场不动产确权登记；推进智慧管护，2026 年投用机巢式无人机巡护系统，搭载热成像与 AI 识别，实现“空地一体”智能化监控。生态建设成效显著，“兰江”“衢江”两条生态廊道入选全省首批亚运碳中和林，面积全省第一。下一步，林场将持续深化智慧体系建设，全力创建“生态保护优先、产业发展充分、设施完备、林区富裕和谐”的现代国有林场。

【面向领域六】

生态修复与生物多样性保护

【赛题题目 34】

退化土壤微生物群落结构恢复与功能评价

【背景说明】

长期单一种植模式、化肥农药过度施用及工业污染显著削弱土壤微生物多样性和群落平衡，导致养分转化效率降低、污染物降解能力减弱及土传病害增多，进而削弱土壤关键生态功能。微生物群落的退化会引发土壤生态系统的级联效应。虽然有机改良剂（如生物炭、堆肥、绿肥）可提升微生物丰度，但其对微生物群落重建机制及土壤功能恢复的长期效应尚需深入研究。本研究通过分子、群落及生态系统跨尺度体系，解析有机改良驱动微生物组功能重塑的动态过程，重点阐明菌群互作网络与有机养分耦合机制，为精准提升土壤健康提供理论依据和技术路径。

【作品要求】

- 研发基于有机改良剂的退化土壤微生物群落重建方案，明确适用对象和关键调控措施。
- 评价有机改良对土壤微生物多样性、群落结构、养分转化和污染物降解等功能恢复的效果。
- 揭示有机改良调控土壤微生物群落及生态功能恢复的作用机制。
- 提出低成本、可推广的退化土壤微生态修复与质量提升技术方案。

【出题公司】

浙江双邦农业开发有限公司是浙江省农业固废资源化利用领域重点企业，专注于秸秆等农业废弃物高效转化与循环利用。公司采用微生物发酵等技术生产有机肥和营养土，年处理秸秆 1.6 万吨、生产有机肥超 3 万吨。创新实施“秸秆换肥”模式，构建“农户—企业—政府”协同机制，有效提升秸秆收储和资源化利用水平。公司积极探索绿色金融创新，年减排二氧化碳约 1.2 万吨，并作为省级秸秆产业化利用项目实施单位，助力区域秸秆综合利用率提升至 97%，为农业废弃物资源化和绿色低碳发展提供了示范样板。

【面向领域六】

生态修复与生物多样性保护

【赛题题目 35】

湿地环境生态处理与利用模式研究

【背景说明】

近年来，由于资源过度开发利用和不合理开发建设，湿地面积减少、生态功能退化和生物多样性下降等问题日益突出。自加入《湿地公约》以来，我国持续加强湿地保护与修复，将重要湿地纳入生态保护红线管理。2022 年，国家林业和草原局、自然资源部联合印发《全国湿地保护规划（2022—2030 年）》，提出到 2025 年全国湿地保有量总体稳定、湿地保护率达到 55% 的目标，为湿地保护与可持续利用提供了重要指导。然而，随着人口增长和经济发展，部分湿地被开垦占用或作为工业废水、生活污水等排放场所，生态环境持续恶化。同时，过度捕捞、狩猎、砍伐和采挖等不合理利用行为，也导致湿地生物资源衰退和生物多样性下降。因此，开展湿地环境生态处理与利用模式研究，探索湿地保护、修复与可持续利用路径，对维护湿地生态系统稳定性和促进生态文明建设具有重要意义。

【作品要求】

- 评估湿地环境中污染物的生态与健康风险。
- 制定适用于湿地环境生态的保护与利用模式。
- 研发适用于湿地环境的保护与修复、污染控制与管理技术。

【出题公司】

浙江渔老大农业科技有限公司是一家从事水产苗种繁育与工厂化养殖的现代农业科技企业，占地 800 余亩，建有 2500 平方米循环水养殖系统和 500 平方米室内苗种繁育车间，并配备实验室及水质检测分析设备。公司长期开展水产养殖与生态环境相关技术研发，积极推进产学研合作，已获得 16 项专利并制定浙江省洁水养殖地方标准 2 项。公司在循环水养殖、水环境管理及生态养殖技术应用方面具有较好的实践基础。

【面向领域七】

固碳减排关键技术

【赛题题目 36】

工业园区多源碳排放协同管控与低碳固碳一体化方案研究

【背景说明】

工业园区是产业集聚、能源集中消耗和碳排放高度集中的重点区域，是实现“双碳”目标的重要阵地。近年来，国家和地方陆续出台绿色园区、低碳园区、工业节能降碳等政策文件，明确要求推动工业园区碳排放总量控制、节能增效与固碳增汇协同发展。当前工业园区碳排放呈现来源多、分布散、波动大、监管难等特点，现有管控模式多以单一节能改造或末端治理为主，缺乏碳排放精准核算、节能降碳、碳捕集利用与生态固碳相结合的一体化解决方案。同时，园区数智化监测、智能调度和低碳管理水平不足，难以满足绿色低碳、数智赋能的发展要求。以工业园区为对象，研究多源碳排放协同管控与固碳减排一体化技术，对推动园区低碳转型、提升生态环境质量、助力碳达峰碳中和具有重要现实意义。

【作品要求】

- 建立工业园区多源碳排放全要素核算方法和动态清单编制体系。
- 研发适配工业园区场景的低成本、小型化碳捕集、利用与封存（CCUS）关键技术或装置。
- 构建工业园区碳排放数智化监测、分析、预警与优化调度管控平台。

【出题公司】

浙江叁零陆零科技发展有限公司是一家专注于“双碳”领域咨询与数字化服务的科技企业，致力于为地方政府、产业园区及工业企业提供碳达峰专项方案编制、碳排放核算核查、产品碳足迹评价及绿色低碳咨询等一站式服务。公司拥有环境工程、生态学、资源与环境等领域专业技术团队，具备扎实的理论基础和丰富的项目实践经验。依托数字化技术赋能低碳管理，公司累计获得 14 项软件著作权，形成覆盖园区低碳监管、温室气体监测、企业碳减排评估等场景的技术支撑体系，为区域绿色低碳转型和“双碳”目标实现提供专业服务。

【面向领域七】

固碳减排关键技术

【赛题题目 37】

生物固碳与 CO₂ 资源化利用关键技术

【背景说明】

CO₂ 减排是实现“双碳”目标的核心任务。自然界中的微藻、光合细菌、植物等生物固碳过程可将 CO₂ 转化为有机质，但普遍存在转化效率偏低、产物较单一等问题；化学催化转化效率较高，但通常依赖苛刻反应条件或贵金属催化剂。近年来，生物—化学耦合体系（如微生物—电极、微生物—金属材料、微生物—光催化材料等）通过优势互补，可在温和条件下将 CO₂ 转化为甲酸、甲烷、生物燃料或多碳化学品，展现出良好应用前景。本赛题鼓励生物、环境、化工、材料等多学科交叉创新，开发高效、稳定、低成本的生物—化学耦合固碳技术，推动 CO₂ 减排与资源化利用实用化发展。

【作品要求】

- 提升生物—非生物界面电子传递效率的技术策略。
- 设计新型光/电活性材料与微生物耦合体系。
- 优化耦合体系长期运行稳定性和产物选择性调控方法。
- 耦合体系反应器开发或工艺优化。

【出题公司】

浙江卓锦环保科技股份有限公司成立于 2003 年，是上交所科创板上市公司（股票代码：688701）。公司拥有环保工程专业承包一级、市政公用工程施工总承包二级等多项资质，具备环境治理项目设计、建设与运营综合服务能力。公司坚持诚信经营和社会责任，先后担任中国环保产业协会理事单位、中国环境科学学会理事单位、浙江省环保产业协会副会长单位等职务，并获得浙江省商标品牌示范企业、浙江省信用管理示范企业、中环协企业信用等级 AAA 等多项荣誉。依托持续的技术创新，公司建有浙江省级博士后科研工作站、省级企业研究院和企业技术中心，并与浙江大学联合建设“水污染控制浙江省工程实验室”。在难降解工业废水深度处理、VOCs 有机废气治理与回收、污染土壤修复等领域取得多项技术突破，拥有多项国家发明专利并实现产业化应用。未来，卓锦环保将继续秉承“诚信、责任、专业、团队”理念，以技术创新为驱动，为生态环境治理和美丽中国建设贡献力量。

【面向领域七】

固碳减排关键技术

【赛题题目 38】

城市公共空间固碳减排能力提升解决方案

【背景说明】

在“双碳”目标背景下，城市公共空间是挖掘城市碳汇潜力的重要载体。本赛题聚焦城市公园、广场、公共屋顶、滨水空间、城市森林等典型场景，旨在探索城市固碳减排系统解决方案。参赛者需结合碳汇监测与碳捕集设备研发、城市碳汇效能快速评估方法、高碳汇城市绿地营建策略等内容，并融合新能源、人工智能等新技术，在满足城市公共空间基本功能的前提下，提出固碳减排解决方案，为低碳韧性城市建设提供创新路径。

【作品要求】

- 开发适用于城市公共空间的多功能碳汇监测或碳捕集设备。
- 构建高碳汇城市绿色基础设施。
- 研发城市碳汇与碳收支快速评估技术。

【出题公司】

浙江弄潮儿智慧科技有限公司由“国家级海外高层次人才”于 2018 年创立，专注于山水林田湖草沙一体化保护修复、生物多样性保护监测、海洋生态监测评估和保护修复等领域的高科技企业。公司高度重视科研创新，提升技术水平，先后获得浙江省专精特新中小企业（2022）、国家高新技术企业（2023）、国家专精特新“小巨人”企业（2025）等多项荣誉资质，参与浙江省尖兵领雁科研攻关计划 2 项，并获梁希林业科学技术奖二等奖和浙江省生态与环境修复科学技术奖一等奖。公司以 AIoT 技术为核心，构建“传感器—人工智能大数据平台—应用场景”全链条解决方案，在生态大数据应用领域形成 100 余个细分场景方案，是国内少数实现“传感器研发-数据采集-智能分析”全链条覆盖的企业之一，在生态监测传感器市场居国内第一梯队，智慧自然保护地软件服务领域位列省内前三。公司技术产品广泛应用于国家和省级“蓝色海湾”综合整治项目、山水林田湖草沙一体化保护和修复工程、国家智慧海洋示范项目等项目。

【面向领域七】

固碳减排关键技术

【赛题题目 39】

医药废水 Fenton-膜协同减污降碳治理新路径

【背景说明】

医药废水主要来源于抗生素、化学药、中成药及制剂生产过程，具有成分复杂、有机物浓度高、毒性强、含盐量高和可生化性差等特点，痕量药物残留还可能对水生态环境产生长期风险。浙江作为医药产业大省，行业高质量发展对废水深度治理、资源化回用、稳定达标排放及减污降碳协同提出了更高要求。目前，传统生化处理、单一 Fenton 氧化及常规膜分离技术在难降解有机物去除、药剂消耗、铁泥控制、膜污染防控及长期稳定运行等方面仍存在不足，难以满足绿色低碳和近零排放需求。新型 Fenton 氧化可有效降解难降解有机物、降低废水毒性并提升可生化性，MBR、NF/RO 等膜分离技术具有高效截留、出水稳定和资源化利用优势。通过集成新型 Fenton、电 Fenton、催化膜、抗污染膜及膜生物反应器等技术单元，并结合在线监测、膜污染预警、碳排放核算和智能优化控制，可构建“强氧化预处理-生物/膜分离-深度回用-低碳管控”的医药废水数智化治理体系，实现高效处理、资源回用和低碳运行。

【作品要求】

- 研发典型医药废水水质识别、污染负荷诊断和处理需求判别方法。
- 设计新型 Fenton/电 Fenton 与 MBR、NF/RO 协同的低碳深度处理工艺，研发高效低成本脱盐技术。
- 研发低药耗、低铁泥、高稳定性 Fenton 催化材料、电催化阴极材料、催化膜及抗污染分离膜材料。
- 建立膜污染识别预警与高效控制技术，提高系统运行稳定性并降低能耗。
- 构建在线监测、智能优化及碳排放核算一体化运行管理体系。
- 建立出水稳定达标、资源化回用、零排放或近零排放、经济低碳效果的综合评价体系，并提出可放大应用的装置设计、工程示范方案或产业化推广路径。

【出题公司】

浙江建投环境发展集团有限公司（简称“浙江环发集团”）成立于 2014 年，由浙江省建设投资集团股份有限公司（002761）投资设立，现为浙建集团旗下港股上市企业华营建筑集团控股有限公司（01582.HK）全资子公司。公司聚焦市政环保、新能源、资源循环利用和城市更新等领域，是浙建集团重点打造的投资建设运营平台。公司为国家高新技术企业、浙江省“专精特新”企业，建有省级研发平台，承担科研课题 50 余项，拥有多项核心技术和专利成果。公司具备环保工程施工及设计等相关资质，并与北京大学、浙江大学等高校保持长期合作，致力于为生态环境治理和绿色低碳发展提供投建运一体化综合解决方案。

【面向领域七】

固碳减排关键技术

【赛题题目 40】

市政污水绿色低碳处理技术与模式

【背景说明】

市政污水处理厂是城市重要基础设施，在水环境治理和污染减排中发挥关键作用。目前我国多数市政污水处理厂仍以“达标排放”为核心运行目标，处理过程中需要消耗大量电能、药剂和曝气动力，并伴随二氧化碳、甲烷、氧化亚氮等温室气体排放，是城市公共基础设施中的重要碳排放源之一。与此同时，污水所含有机质、氮磷资源和热能等尚未得到充分回收利用，污水处理厂“资源工厂化”水平仍有较大提升空间。当前市政污水处理行业仍面临运行能耗高、药耗高、碳排放核算体系不完善、资源回收效率低、智慧化运行水平不足等问题。传统“扩容提标”的工业化治理模式难以满足“双碳”目标和城市可持续发展要求。未来市政污水处理应以绿色低碳为导向，推动污水处理由“末端治理”向“能源资源循环利用”转变，通过工艺优化、能耗降低、资源化水平提升和智能化运行，实现减污降碳协同增效，为城市绿色发展和生态文明建设提供支撑。

【作品要求】

- 研发原位提标扩容与超负荷运行技术及装备。
- 研发低碳氮比生物脱氮除磷新技术及装备。
- 研发污泥减量、稳定化与资源化协同技术及装备。
- 开发基于 AI 智能控制的运行管控技术与解决方案。
- 研发低成本、高可靠的数据感知技术及装备。
- 开发基于 AI 的设备预测性维护与管理技术解决方案。

【出题公司】

北控水务集团（00371.HK）是北控集团旗下专注于水资源循环利用与水生态环境保护的旗舰企业，也是国内领先的综合性水务环境服务商。公司聚焦污水处理主业，业务涵盖供水、再生水、污泥处理、厂网一体化管网建设及水环境综合治理等领域，集投资、设计、建设、运营和技术服务于一体。作为行业龙头企业，北控水务连续 16 年位居“中国水业十大影响力企业”榜首，连续 7 年入选《财富》中国 500 强。截至 2025 年底，公司总资产约 1650 亿元，主营收入约 220 亿元，业务覆盖全国 31 个省市及 10 个海外国家，拥有水厂 1313 座，总设计处理能力达 4296 万吨/日，水环境综合治理项目覆盖河流 1500 余公里。公司始终践行绿色发展理念，致力于为生态文明建设和美丽中国建设提供高质量水务环境综合解决方案。

【面向领域七】

固碳减排关键技术

【赛题题目 41】

污水处理中的关键节能降碳技术

【背景说明】

在“双碳”目标推动下，污水处理行业正加快节能降碳转型。生化处理是污水处理的核心工艺，其中活性污泥法应用最为广泛，而曝气作为关键运行环节，其能耗约占污水处理厂总电耗的 50%—70%。因此，实现精准供氧和供气负荷智能调控，是保障生化系统稳定运行、提升处理效能和降低能耗的重要途径，也是污水处理领域节能降碳的重要方向。2021 年发布的《城镇水务 2035 年行业发展规划纲要》明确提出污水处理节能降耗目标：污染物削减单位电耗降低 30% 以上、单位总氮碳源药耗降低 30% 以上、单位总磷药耗降低 20% 以上，并以污染物削减总量和曝气量在线控制为核心，提升污水处理系统精细化运营管理水平。《关于推进污水处理减污降碳协同增效的实施意见》也明确要求持续提升行业能效水平和降碳能力。目前，市场上已应用多种精准曝气控制系统，并取得一定节能成效，但多数仍基于溶解氧与供气量的单变量控制模式，存在运行稳定性不足、综合节能效果不理想等问题。同时，受进水水质波动、生化工艺运行条件复杂及溶解氧分布不均等因素影响，仅依靠单一参数难以实现精准调控。为实现精准曝气，需在建立 COD、溶解氧与供气量关系模型的基础上，进一步研究溶解氧与水温、pH、水压、ORP 及活性污泥指标之间的多变量耦合关系，构建智能控制模型，通过曝气量动态优化分配与精准调控，实现污水处理系统精细化运行，进一步提升节能降耗和减污降碳水平。

【作品要求】

- 构建溶解氧与水温、pH、水压、ORP 及活性污泥指标的多变量关系模型。
- 研发生化池关键运行指标的精准采集与计量技术。
- 结合人工智能与大数据分析技术，开发基于多变量关系的智能控制模型、算法及纠错机制。

【出题公司】

杭州臻世环境科技有限公司成立于 2016 年 7 月，注册资金 200 万元，是一家以高校教师技术入股，以环保与节能技术融合的“双碳”技术创新、新型材料研发及其产业化为核心竞争力，致力于专业化节能减排及碳资产管理服务的高科技型企业。公司 2017 年获得了“浙江省科技型中小企业”称号，2018 年入选杭州市科技型初创企业培育工程”企业，2021 年年底通过“国家高新技术企业”认定，2024 年通过国高复评。团队成员均具有本科及以上学历，其中包括副教授 2 名，博士学位 2 人。现有已授权发明专利 3 项、实用新型专利 21 项、软件著作权 6 个。

【面向领域八】

环境智能感知与预警

【赛题题目 42】

污水处理厂进水毒性智能预警技术与在线预警装备开发

【背景说明】

污水处理厂进水中的未知毒性物质，如工业废水间歇排放的有机毒物、重金属、杀菌剂等，是导致生化系统崩溃、污泥活性抑制、出水超标甚至全厂停运的重要诱因。当前污水处理厂进水毒性监测手段明显滞后，主要依赖人工巡检或离线生物毒性检测（如发光细菌法），响应时间长、难以实现在线预警，容易造成不可逆的系统冲击。近年来，基于微生物呼吸代谢活性、电化学传感、光谱分析等原理的在线毒性检测技术逐步发展，但在复杂水质背景下，其抗干扰能力、预警准确性和工程适用性仍需提升。结合人工智能算法，融合多源传感数据和生化系统响应特征，构建高灵敏度、低误报率的进水毒性智能预警系统，并开发集成化在线预警装备，是保障污水处理厂安全稳定运行的关键技术方向。

【作品要求】

- 梳理污水处理厂典型毒性物质种类及其对生化系统的影响，建立毒性特征数据库。
- 研发或选用一种或多种在线毒性检测传感技术，实现传感信号采集与预处理。
- 构建基于机器学习的毒性识别与预警模型，实现毒性冲击自动识别，预警提前量不低于 30 分钟，准确率不低于 85%。
- 研发集传感监测、数据传输、智能预警和交互展示于一体的在线毒性预警装备样机。
- 完成至少 2 种典型毒性物质加标验证或现场测试，评估装备灵敏度、响应速度和应用效果。

【出题公司】

浙江百诺数智环境科技股份有限公司（873232）是国内领先的智慧环境综合服务商，专注于数智环保、环境咨询、环境工程、智慧治水及绿色低碳服务，为政府和企业提供“咨询—检测—建设—治理—监管—运维”全生命周期服务。公司以人工智能和大数据技术为核心，打造“线上 AI 智治+线下专业服务”模式，研发 AI 治水、治气及非现场监管等智能产品，服务覆盖 130 余个县市区、50 余个产业园区，累计服务企业超 5 万家。公司依托浙江大学、生态环境部华南所等科研机构开展产学研合作，拥有高层次人才 300 余名、省级以上资质 30 余项及专利、软件著作权 70 余项，在智慧环保与数字化环境治理领域具有较强竞争优势。

【面向领域八】

环境智能感知与预警

【赛题题目 43】

水处理系统全流程 AI 预测与管控的研究与应用

【背景说明】

水资源合理利用与保护对经济社会发展具有基础性作用。水处理系统是保障水质安全、实现水资源循环利用的关键环节，其运行稳定性和处理效率直接影响生产生活用水安全。传统水处理系统仍存在水质变化难以实时准确监测和预测、处理过程能耗药耗较高、人工调控精准性和及时性不足等问题。随着人工智能技术快速发展，将 AI 应用于水处理系统成为破解上述问题的重要路径。通过对水处理全流程数据进行深度挖掘与分析，可建立精准预测模型，提前识别水质变化趋势、设备运行状态和潜在风险，从而实现更加科学的过程管控。基于 AI 的智能管控系统还可实时监测设备运行状况，及时发现潜在故障并实施预防性维护，减少停机时间，提升水处理系统运行可靠性。

【作品要求】

- 阐明 AI 预测模型算法、参数设置及数据预处理、特征提取方法。
- 提供具有代表性的水质和设备运行数据，验证模型可靠性并分析数据质量对预测效果的影响。
- 面向废水处理场景设计 AI 预测与智能管控方案，体现针对性和应用价值。
- 从经济、环境和社会效益等维度评价方案应用效果。

【出题公司】

绍兴水处理发展有限公司成立于 2002 年，是国内规模较大的综合性污水处理企业，主要承担绍兴市及周边区域污水处理设施建设和运营管理。公司现有日处理污水能力 70 万吨，三期工程建成后将提升至 100 万吨/日，在行业规模、运营管理和技术水平方面处于领先地位。公司先后荣获“全国十佳城市污水处理厂”等荣誉，积极开展污泥无害化处置、新污染物监测与治理等技术研究，并与浙江树人学院共建浙江省工程研究中心，联合承担浙江省“领雁”研发攻关项目，持续推动污水处理领域技术创新与成果转化。

【面向领域八】

环境智能感知与预警

【赛题题目 44】

环境监测全过程规范性非现场智能研判系统研究

【背景说明】

环境监测数据是环境管理决策的重要依据，其质量直接关系到监管执法的科学性和公正性。当前，企业自行监测和第三方检测机构在采样、实验室分析及报告编制等环节仍存在不规范操作甚至数据造假问题。传统监管主要依赖现场检查 and 事后抽查，存在覆盖范围有限、监管效率不高等不足。随着监测现场视频记录、电子化原始记录和 LIMS 系统的广泛应用，基于全过程数据开展非现场智能监管已具备现实基础。利用 AI 技术，通过视频行为识别、数据统计规律分析和多源数据交叉验证等维度，对监测全过程规范性进行智能研判，是提升监测数据质量管理效能的重要技术方向，也是生态环境监管数字化转型的前沿课题。

【作品要求】

- 梳理环境监测全过程规范要求，建立涵盖采样、实验室分析和报告审核等环节的典型违规行为特征库（不少于 10 类）。
- 基于视频 AI 识别技术，实现采样操作自动识别与规范性判定，关键行为识别准确率不低于 80%。
- 构建实验室数据异常检测模型，识别标准曲线异常、平行样偏差异常、数据修改痕迹等典型问题。
- 建立多源数据交叉验证机制，实现监测数据自动比对、异常识别和研判报告生成。
- 完成不少于 2 类监测场景（如废水、废气监测）验证，形成可推广的非现场智能研判技术方案。

【出题公司】

浙江百诺数智环境科技股份有限公司（873232）是国内领先的智慧环境综合服务商，专注于数智环保、环境咨询、环境工程、智慧治水及绿色低碳服务，为政府和企业提供“咨询—检测—建设—治理—监管—运维”全生命周期服务。公司以人工智能和大数据技术为核心，打造“线上 AI 智治+线下专业服务”模式，研发 AI 治水、治气及非现场监管等智能产品，服务覆盖 130 余个县市区、50 余个产业园区，累计服务企业超 5 万家。公司依托浙江大学、生态环境部华南所等科研机构开展产学研合作，拥有高层次人才 300 余名、省级以上资质 30 余项及专利、软件著作权 70 余项，在智慧环保与数字化环境治理领域具有较强竞争优势。

【面向领域八】

环境智能感知与预警

【赛题题目 45】

基于深度学习的小尺度空间环境空气污染成因智能分析与溯源研究

【背景说明】

工业园区、城市街道等小尺度空间环境空气污染问题，是大气精细化管控的重点和难点。此类场景污染源类型复杂，工业排放、道路扬尘、餐饮油烟、机动车尾气等多源并存；污染物浓度受气象条件、排放规律等多重因素影响，呈现显著时空异质性。传统人工排查方式效率低、成本高，难以实现精准溯源。当前，各地已在重点区域布设密集的微型空气质量监测站网络，积累了大量高时空分辨率监测数据，但数据分析仍多停留在简单超标报警层面，缺乏对污染成因的深度智能分析能力。如何利用深度学习方法，融合多点位监测数据、气象数据（风向、风速、温湿度等）和污染源清单等信息，实现小尺度空间污染高值事件的成因自动分析和污染源智能溯源，是大气精细化管控的迫切需求，也是人工智能技术在环境领域落地应用的重要方向。

【作品要求】

- 构建典型小尺度区域空气质量、气象及污染源等多源数据集，完成数据预处理与特征提取。
- 构建基于深度学习的污染成因分析模型，实现污染高值事件自动分类识别，准确率 $\geq 80\%$ 。
- 研发基于风场与浓度梯度的污染源智能溯源算法，实现污染高值事件发生时污染源定位、影响范围识别及可视化展示。
- 设计污染事件智能分析与报告生成模块，自动输出成因分析、溯源结果及治理建议。
- 结合真实案例开展模型验证，并与人工分析结果进行对比评估。

【出题公司】

浙江百诺数智环境科技股份有限公司（873232）是国内领先的智慧环境综合服务商，专注于数智环保、环境咨询、环境工程、智慧治水及绿色低碳服务，为政府和企业提供“咨询—检测—建设—治理—监管—运维”全生命周期服务。公司以人工智能和大数据技术为核心，打造“线上 AI 智治+线下专业服务”模式，研发 AI 治水、治气及非现场监管等智能产品，服务覆盖 130 余个县市区、50 余个产业园区，累计服务企业超 5 万家。公司依托浙江大学、生态环境部华南所等科研机构开展产学研合作，拥有高层次人才 300 余名、省级以上资质 30 余项及专利、软件著作权 70 余项，在智慧环保与数字化环境治理领域具有较强竞争优势。

【面向领域八】

环境智能感知与预警

【赛题题目 46】

基于深度学习的河流断面水质预测与超标预警模型研究

【背景说明】

河流水质断面超标是流域水环境管理面临的核心难题之一。当前，各地已建立较为完善的水质自动监测站网络，积累了大量历史监测数据，但数据深度挖掘和智能应用仍然不足，水质管理仍以“事后响应”为主，缺乏有效提前预警能力。传统水质预测方法主要依赖水文水质机理模型，存在参数率定复杂、建模周期长等问题，对非线性、多因素耦合水质变化规律的刻画能力不足。近年来，LSTM、Transformer 等深度学习模型在时序数据预测领域表现突出，为水质预测提供了新的技术路径。如何从水质监测时序数据、气象数据、上游来水数据等多源输入中有效提取特征，构建准确的水质预测模型，并实现对 COD、氨氮、总磷等关键指标的提前预警，仍是亟待研究的实际问题。相关成果可直接应用于流域水环境精细化管控平台，支撑断面达标管理和科学调度决策。

【作品要求】

- 收集整理典型河流断面的水质监测历史数据（COD、氨氮、总磷、溶解氧等）、气象数据（降雨、气温等）和上游流量数据，完成数据清洗、缺失值处理与特征工程。
- 构建基于深度学习（LSTM、GRU、Transformer 等）的水质时序预测模型，实现目标断面未来 24—72 小时水质指标预测。
- 设计超标预警机制，依据预测结果自动识别超标风险，并给出预警等级和预警提前量。
- 利用物理机理知识（如污染物降解规律、水文传播时间等）对模型预测结果进行合理性验证，确保预测结果符合基本物理规律。
- 形成完整的模型训练、验证和测试报告，并对模型适用条件与局限性进行分析说明。

【出题公司】

浙江百诺数智环境科技股份有限公司（873232）是国内领先的智慧环境综合服务商，专注于数智环保、环境咨询、环境工程、智慧治水及绿色低碳服务，为政府和企业提供“咨询—检测—建设—治理—监管—运维”全生命周期服务。公司以人工智能和大数据技术为核心，打造“线上 AI 智治+线下专业服务”模式，研发 AI 治水、治气及非现场监管等智能产品，服务覆盖 130 余个县市区、50 余个产业园区，累计服务企业超 5 万家。公司依托浙江大学、生态环境部华南所等科研机构开展产学研合作，拥有高层次人才 300 余名、省级以上资质 30 余项及专利、软件著作权 70 余项，在智慧环保与数字化环境治理领域具有较强竞争优势。

【面向领域八】

环境智能感知与预警

【赛题题目 47】

基于数智赋能的河道隐蔽排污口多源智能感知与预警研究

【背景说明】

入河排污口是连接污染源与水生态环境的重要节点，也是流域水污染防治和水环境监管的重要抓手。我国高度重视排污口规范化管理，《中华人民共和国水污染防治法》明确要求严格规范排污口设置，并依法查处违法排污行为。近年来，国务院办公厅印发《关于深化入河入海排污口监督管理改革的指导意见》，全面推进以“查、测、溯、治”为核心的排污口整治工作，着力构建源头治理、系统治理和综合治理相结合的长效监管机制。然而，随着排污行为日趋隐蔽和监管要求不断提高，现有排污口监测技术已难以满足精细化监管需求。传统人工巡查和定点监测受地形、植被及水域条件限制，难以实现隐蔽管口、地下管网及暗管排放等目标的全面排查；现有监测方式以定期检查和事后监测为主，对夜间偷排、暴雨期超排等间歇性违法行为缺乏持续感知和动态预警能力。同时，多数监测手段依赖单一数据来源，易受水面反光、水体波动、植被遮挡及复杂气象条件干扰，存在误报率和漏报率较高等问题。因此，研发融合多源感知、智能识别与预警分析的数智化监测技术，构建全时空、多平台协同的入河排污口感知预警体系，实现排污口精准识别、异常排放动态监测和风险预警，对提升排污口监管效能和水环境治理水平具有重要意义。

【作品要求】

- 研发“空天地水”一体化的多维河道排污口感知技术。
- 研发多元智能探测与跨模态特征解析的河道排污口识别技术。
- 研发基于视频图像感知的河流排污口异常排放识别和预警技术。
- 建立可视化智能研判与预警的河道排污口原型平台。
- 研发高能效、易部署的轻量化河道排污口感知技术。

【出题公司】

上一云联环境（金华）有限公司成立于 2021 年，是由上一智慧环境（杭州）有限公司与教育部长江学者特聘教授钱跃竑博士联合创办的科技企业，专注于环境大数据分析、污染溯源预警及智慧环保运维解决方案。公司依托流体介质运动（LBM）算法等技术优势，拥有由高校学者和行业专家组成的研发团队，具备环境监测与数智化环保技术研发能力。

【面向领域八】

环境智能感知与预警

【赛题题目 48】

典型行业污染物排放特征库构建与在线监测数据异常智能研判研究

【背景说明】

污染源在线监测系统（CEMS）是生态环境监管的重要手段，但监测数据造假、治污设施异常运行等问题仍时有发生，影响监管数据真实性和执法有效性。当前异常数据识别主要依赖人工经验，存在效率低、主观性强、难以发现规律性问题等不足。化工、印染等行业具有相对稳定的生产工艺和产排污规律，正常情况下污染物排放与生产负荷、原辅料消耗及工艺参数之间具有明确关联。当发生数据篡改、治污设施停运或工况异常时，在线监测数据往往表现出异常平稳、与生产工况脱钩或规律性异常等特征。利用 AI 技术结合行业生产特征和排放规律，构建排放特征库并开展智能异常识别，是实现非现场精准监管、打击弄虚作假行为的重要技术路径，也是生态环境执法数字化转型的迫切需求。

【作品要求】

- 梳理化工、印染等 1—2 个典型行业生产工艺及产排污规律（涵盖排放浓度范围、时间变化规律、与生产工况的关联关系等），构建污染物排放特征库。
- 收集整理典型企业在线监测历史数据（废水 COD/氨氮或废气 SO₂/NO_x 等）及对应生产工况数据，完成数据清洗与特征提取。
- 构建基于机器学习或深度学习的异常识别模型，自动识别数据篡改、治污设施异常运行及规律性造假等典型问题，异常识别准确率不低于 80%。
- 设计异常研判规则引擎，将 AI 检测结果与排放特征库、历史基准数据相结合，自动生成异常研判报告，明确异常类型、异常时段、疑似原因和执法建议。
- 完成真实企业数据案例验证，并与人工研判结果开展对比分析。

【出题公司】

浙江百诺数智环境科技股份有限公司（873232）是国内领先的智慧环境综合服务商，专注于数智环保、环境咨询、环境工程、智慧治水及绿色低碳服务，为政府和企业提供“咨询—检测—建设—治理—监管—运维”全生命周期服务。公司以人工智能和大数据技术为核心，打造“线上 AI 智治+线下专业服务”模式，研发 AI 治水、治气及非现场监管等智能产品，服务覆盖 130 余个县市区、50 余个产业园区，累计服务企业超 5 万家。公司依托浙江大学、生态环境部华南所等科研机构开展产学研合作，拥有高层次人才 300 余名、省级以上资质 30 余项及专利、软件著作权 70 余项，在智慧环保与数字化环境治理领域具有较强竞争优势。

【面向领域九】

环境生态规划、设计与管理

【赛题题目 49】

湿地环境生态规划与生物多样性生境构建研究

【背景说明】

湿地具有丰富的水陆环境资源，大部分属于原始状态，尤其在平原地区生态环境相对单一。本赛题要求以嘉兴市嘉善县北祥符荡、台州飞龙湖等场地为研究对象，通过对湿地现状、本土动物和植物调研，获取该区域湿地特征、生物种类等基础信息，在此基础上进行湿地环境生态规划与生物多样性生境构建。主要通过陆地、水域、水陆交界处的生境构建手段，运用技术手段创建不同的生态大环境和生物小环境，提供多类型栖息地，一是增加物种多样性，吸引更多动植物栖息，二是由不同生境形成各种观赏地，增强视觉感受。并能从生物多样性角度入手，引入社会资源开展科教科普工作。

【作品要求】

- 研究区域场地动植物类群。
- 对湿地环境进行生态规划。
- 建立多种生物生境类型。
- 实施转化途径应用到设计和施工。
- 生境构建结合场景营造，参与性活动体验。
- 提出湿地生态系统的管理机制。

【出题公司】

浙江大学城乡规划设计研究院成立于 1994 年，为浙江大学控股集团全资国有企业，拥有城乡规划编制甲级、建筑工程设计甲级、风景园林工程设计甲级以及旅游规划、土地规划、文物保护工程设计、工程咨询等相关设计资质，提供包括研究、策划、规划、设计、咨询以及国际交流、教育培训等综合性服务，是集科研创新与规划实践于一体的国内领先规划设计研究机构。已获奖项目包括：国家优秀设计银质奖；建设部优秀设计一等奖、二等奖；省级优秀规划设计一、二、三等奖；此外，我院还承担多项国家、省厅科研课题以及行业技术规范、标准的编制工作。

【面向领域九】

环境生态规划、设计与管理

【赛题题目 50】

太湖沿岸生态湿地的规划设计

【背景说明】

为贯彻落实党中央、国务院关于推进生态文明建设、实施“让江河湖泊休养生息”的战略部署，统筹开展江河、湖泊、湿地生态保护与修复工作，需因地制宜推进人工湿地、水源涵养林、沿河沿湖植被缓冲带与隔离带等生态环境治理保护工程建设，提升流域环境资源承载能力。本赛题要求针对太湖生态环境压力、生态系统健康等问题，对太湖自身岸线和与太湖沟通联系的河道（包含太湖溇港）开展环境生态规划设计，从人类活动、太湖生态系统健康、太湖生态服务功能和太湖生态风险 4 个方面提出调查方法和技术要求，提出评估指标和表征方法。并选择太湖沿岸的一定区域进行生态环境调查与问题诊断，生态系统修复总体方案规划设计，在保持岸线、河道形态的基础上，对基底及岸坡进行修复，形成生态缓冲带，提升生态多样性，实现水质净化等，并提出相关工程项目的维护与管理方法、投资估算方法等。

【作品要求】

- 构建保障规划区域水质稳定并持续改善的生态环境规划设计方案。
- 研发河道自然岸线保护与生态修复技术，保持或恢复河道蜿蜒形态，优化生态化断面与护岸设计。
- 建立生态补水与生态流量保障方案。
- 结合河道特征，创建健康的河道生境条件，提高水生生物多样性。

【出题公司】

浙江天辰建筑设计有限公司的前身是长广煤矿公司设计研究院，成立于 1990 年 4 月。2001 年 6 月公司转企改制，经过几年的不断努力与创新，2010 年 1 月，公司正式更名为浙江天辰建筑设计有限公司。近年来，公司飞速发展，新组建的浙江天辰建筑设计有限公司现有一、二级注册建筑师，一、二级注册结构师、注册设备师等近 30 人，高级建筑师、高级工程师近 30 人，具有高、中级职称，初级职称等各类专业技术人员 50 人。

【面向领域九】

环境生态规划、设计与管理

【赛题题目 51】

城市社区有机废弃物“微循环”生态工坊系统设计与实践

【背景说明】

当前城市社区面临厨余垃圾与绿化废弃物协同处理的双重压力，传统集中转运与末端处理模式存在效率低、资源浪费与运维成本高等突出问题。为破解这一瓶颈，需构建基于“代谢共生体”理念的创新系统架构，通过模块化处理单元集成智能分选、高效发酵及生物消解等技术，实现有机废弃物的就地转化与资源闭环利用。该系统的核心创新体现在三个方面：一是空间整合，将处理设施有机嵌入社区景观体系，构建微型生态循环节点；二是工艺升级，采用动态控温技术显著缩短处理周期，提高转化产物稳定性；三是资源闭环，通过堆肥等产物反哺社区绿植养护，同时配套智慧化管理系统降低运维成本。上述模式打破传统处理边界，为高密度城区提供了可持续的分布式有机废弃物管理新范式。

【作品要求】

- 设计城市社区有机废弃物微循环生态工坊系统，明确处理对象、工艺流程、模块配置和运行边界。
- 优化厨余垃圾、绿化废弃物等有机废弃物协同处理工艺及菌剂配方，提升减量化和稳定化效果。
- 开发堆肥、有机肥或其他资源化产品，评价其质量、安全性和社区应用可行性。
- 评估系统运行成本、环境效益、碳减排效果和社区参与机制，形成可复制推广的实践方案。

【出题公司】

浙江双邦农业开发有限公司是浙江省农业固废资源化利用领域重点企业，专注于秸秆等农业废弃物高效转化与循环利用。公司采用微生物发酵等技术生产有机肥和营养土，年处理秸秆1.6万吨、生产有机肥超3万吨。创新实施“秸秆换肥”模式，构建“农户—企业—政府”协同机制，有效提升秸秆收储和资源化利用水平。公司积极探索绿色金融创新，年减排二氧化碳约1.2万吨，并作为省级秸秆产业化利用项目实施单位，助力区域秸秆综合利用率提升至97%，为农业废弃物资源化和绿色低碳发展提供了示范样板。

【面向领域十】

人工智能在环境生态领域中应用

【赛题题目 52】

基于人工智能的污水处理工艺节能降碳智能优化技术研发

【背景说明】

城镇及乡村污水处理系统具有典型的非线性、滞后性和时变不确定性，进水水质、水量存在显著时空波动。当前污水处理站运行多依赖运维人员经验设定参数，曝气系统冗余能耗高、药剂投加过量等现象较为普遍，导致系统能耗和药耗居高不下，是城镇生态环境领域重要碳排放源之一。据住建部、生态环境部行业统计数据，传统经验化运维模式下污水处理系统能耗浪费率超过 15%，节能降碳空间明显。常规机理建模和数理统计模型难以精准拟合复杂工况下的动态耦合关系，无法实现运行参数自适应优化。人工智能算法具备较强的非线性拟合和动态寻优能力，可基于海量运行时序数据挖掘工况变化规律，在保障出水水质稳定达标、满足水环境管控标准的前提下，对设备运行、药剂投加、曝气调控等关键单元实施智能优化，实现节能、降耗、减碳协同目标。

【作品要求】

- 构建适配水质、水量动态波动的工艺参数 AI 智能寻优模型。
- 研发多目标协同优化控制策略，构建低碳化智能运维机制。
- 建立污水处理全流程能耗、药耗和碳排放量化核算及评估体系。

【出题公司】

北京建工环境修复股份有限公司（300958）成立于 2007 年，是国内较早专注环境修复的高新技术企业，于 2021 年在深交所创业板上市，入选国务院国资委“创建世界一流专精特新示范企业”。公司业务涵盖环境修复咨询、设计、治理、运营等全产业链，致力于为客户提供土壤污染防治、资源再生及智慧环境管理等综合解决方案。公司牵头建设污染场地安全修复技术国家工程实验室，承担国家重点研发计划等 20 余项科研课题，拥有 180 余项专利授权和多项核心修复技术。业务覆盖全国 29 个省（自治区、直辖市），累计实施环境修复项目 400 余个。

【面向领域十】

人工智能在环境生态领域中应用

【赛题题目 53】

面向循环水养殖的水质健康评估与绿色运行优化系统

【背景说明】

工厂化循环水养殖（RAS）具有高密度、低换水、强循环和环境可控等特点，是水产养殖绿色化、集约化发展的重要方向。水温、溶氧、pH、氨氮、亚硝酸盐等指标直接反映养殖水体健康状况，并受投喂量、养殖密度、生物滤池运行和换水管理等因素影响。当前养殖管理仍较多依赖人工经验和定时检测，水质数据与生产运行数据协同利用不足，难以及时发现风险并形成优化决策。本赛题鼓励参赛团队运用人工智能、机器学习和数据建模技术，构建可解释、可演示、低成本的水质健康评估与绿色运行优化系统，实现水质状态识别、关键指标趋势预测、健康评价和绿色运行建议生成，为循环水养殖绿色低碳运行提供数字化决策支持。

【作品要求】

- 构建循环水养殖水质健康评价方法，明确评价指标、评分机制及判断逻辑。
- 运用人工智能或数据建模方法，基于公开数据、模拟数据或脱敏样例数据，开展水质状态识别、趋势分析或短期预测。
- 设计水质健康评分或分级机制，并对评价结果进行简要解释。
- 运用 AI 辅助决策方法，根据水质健康评价结果，生成投喂、增氧、换水、巡检、生物滤池维护等绿色运行优化建议。
- 开发可演示的软件原型，展示数据输入、AI 分析、健康评价、趋势预测和建议生成等核心流程，并形成简要技术方案及应用价值说明。

【出题公司】

浙江商达公用集团有限公司以“未来水产、美好生活”为发展理念，长期服务于城乡公用事业、生态环境治理、乡村振兴和数字化运营等领域。公司围绕现代农业和智慧渔业场景，持续推进工厂化循环水养殖、养殖数智化平台、智能装备和人工智能应用探索，已形成以“碧水渔仓”养殖管理平台、循环水养殖云管理平台、智能投喂机器人、水质监测与工单管理等为核心的数字化实践基础。公司技术研究院承担智能技术路线规划、平台研发、AI 应用、机器人协同和数字化系统建设等工作，重点推动 AI、物联网、自动化与养殖生产场景融合。本赛题来源于循环水养殖水质健康管理的真实需求，希望借助大学生创新力量，探索低成本、可推广、可演示的软件化解决方案，为绿色养殖和环境生态数字化应用提供新思路。

【面向领域十】

人工智能在环境生态领域中应用

【赛题题目 54】

面向复杂城市场景的多功能环卫机器人

【背景说明】

随着城市规模持续扩大和精细化治理需求不断提升，环卫作业场景正由传统单一、标准化道路环境，向人车混行、高密度、复杂动态环境延伸。商业街区、背街小巷、园区、公园、地下空间、夜间道路等复杂城市场景，对环卫作业智能化、精细化和安全性提出更高要求。传统环卫作业高度依赖人工，普遍存在劳动强度大、人员老龄化、用工成本持续上升以及恶劣环境下作业安全风险较高等问题，难以满足现代城市治理需求。当前环卫机器人实际应用仍面临复杂交通环境下动态避障与安全通行能力不足、狭窄空间和非结构化场景适应性较弱、多任务协同能力有限、续航和能源效率不足、设备运行成本较高等问题。传统以固定路线、单功能设备为主的作业模式，已难以满足未来城市精细化、低碳化和智慧化运营需求。未来环卫装备应更加注重智能感知、自主决策、多功能协同和群体化调度，通过机器人技术与城市服务场景深度融合，构建高效、安全、绿色的新型智慧环卫体系。

【作品要求】

- 研发基于多模态 AI 的垃圾分类识别与智能分拣机器人。
- 提出面向城市背街小巷场景的专项解决方案。
- 构建环卫作业安全巡检与应急处置机器人系统。

【出题公司】

北控水务集团（00371.HK）是北控集团旗下专注于水资源循环利用与水生态环境保护的旗舰企业，也是国内领先的综合性水务环境服务商。公司聚焦污水处理主业，业务涵盖供水、再生水、污泥处理、厂网一体化管网建设及水环境综合治理等领域，集投资、设计、建设、运营和技术服务于一体。作为行业龙头企业，北控水务连续 16 年位居“中国水业十大影响力企业”榜首，连续 7 年入选《财富》中国 500 强。截至 2025 年底，公司总资产约 1650 亿元，主营收入约 220 亿元，业务覆盖全国 31 个省市及 10 个海外国家，拥有水厂 1313 座，总设计处理能力达 4296 万吨/日，水环境综合治理项目覆盖河流 1500 余公里。公司始终践行绿色发展理念，致力于为生态文明建设和美丽中国建设提供高质量水务环境综合解决方案。

【面向领域十】

人工智能在环境生态领域中应用

【赛题题目 55】

基于 AI 视觉识别的废水废气典型环保设施规范化运行问题智能诊断研究

【背景说明】

废水处理和废气治理设施是工业企业污染防治的核心装备，其规范运行直接关系污染物稳定达标排放。当前，环保设施停运、非正常运行、旁路排放等问题仍时有发生，而传统现场检查存在频次低、覆盖面有限等不足，难以实现全过程监管。随着视频监控在废水处理站、废气治理设施等关键环节广泛应用，利用 AI 视觉技术开展环保设施运行状态非现场智能诊断已具备现实基础。如何将设施设计规范、运行要求与视觉识别技术相结合，实现对曝气池运行状态、药剂投加情况、废气处理设施启停状态、活性炭更换周期等典型问题自动识别和运行状态智能诊断，是提升非现场监管能力的重要技术方向。

【作品要求】

- 梳理废水、废气治理设施规范运行要求，建立典型违规行为特征库（不少于 5 类）。
- 构建环保设施规范化运行图像/视频数据集，收集或模拟正常运行和异常运行（停运、旁路、药剂不投加等）典型图像样本，完成数据标注。
- 基于 YOLO、ViT 等视觉 AI 模型开发运行状态识别算法，典型违规行为识别准确率 $\geq 85\%$ 。
- 设计规则引擎，将视觉识别结果与设施设计参数、运行规范要求相结合，自动判定设施运行是否规范，并生成问题诊断报告。
- 完成不少于 2 类典型环保设施的实证验证，分析模型适用范围与改进方向。

【出题公司】

浙江百诺数智环境科技股份有限公司（873232）是国内领先的智慧环境综合服务商，专注于数智环保、环境咨询、环境工程、智慧治水及绿色低碳服务，为政府和企业提供“咨询—检测—建设—治理—监管—运维”全生命周期服务。公司以人工智能和大数据技术为核心，打造“线上 AI 智治+线下专业服务”模式，研发 AI 治水、治气及非现场监管等智能产品，服务覆盖 130 余个县市区、50 余个产业园区，累计服务企业超 5 万家。公司依托浙江大学、生态环境部华南所等科研机构开展产学研合作，拥有高层次人才 300 余名、省级以上资质 30 余项及专利、软件著作权 70 余项，在智慧环保与数字化环境治理领域具有较强竞争优势。

【面向领域十】

人工智能在环境生态领域中应用

【赛题题目 56】

基于 AI 与工艺优化的污水处理厂极限脱氮技术与智能控制系统开发

【背景说明】

当前浙江省城镇污水处理厂出水总氮（TN）标准普遍控制在 10~12 mg/L，但部分敏感区域已提出 TN 低于 5 mg/L 的更高要求。受低碳氮比、低温及冲击负荷等因素影响，传统脱氮工艺难以稳定实现极限脱氮目标，而后置深度脱氮工艺存在投资和运行成本较高等问题。随着人工智能与过程控制技术的发展，通过构建机理与数据融合驱动模型，结合在线监测和智能控制算法，可实现碳源投加、回流比和溶解氧等关键参数精准调控，提高脱氮效率和运行稳定性。如何融合污水处理过程机理与深度学习、强化学习等 AI 技术，构建适用于极限脱氮（TN<5 mg/L）的智能控制策略，并在实际工程中进行验证，仍是当前研究的技术难点。该方向对提升污水处理厂出水水质、降低运行成本、支撑水环境高标准保护具有重要现实意义。

【作品要求】

- 收集并整理典型污水处理厂历史运行数据，完成数据清洗与特征工程。
- 构建机理与数据融合驱动的脱氮预测模型，出水总氮预测误差不大于 10%。
- 研发基于强化学习或模型预测控制（MPC）的极限脱氮智能控制算法，在满足 TN<5 mg/L 条件下降低运行成本。
- 搭建智能控制仿真平台，完成至少 3 种典型工况（低碳氮比、低温、冲击负荷）下的仿真验证，并与传统控制策略开展对比分析。
- 提出技术可行性评估与工程应用方案，分析模型适用范围、局限性及后续改进方向。

【出题公司】

浙江百诺数智环境科技股份有限公司（873232）是国内领先的智慧环境综合服务商，专注于数智环保、环境咨询、环境工程、智慧治水及绿色低碳服务，为政府和企业提供“咨询—检测—建设—治理—监管—运维”全生命周期服务。公司以人工智能和大数据技术为核心，打造“线上 AI 智治+线下专业服务”模式，研发 AI 治水、治气及非现场监管等智能产品，服务覆盖 130 余个县市区、50 余个产业园区，累计服务企业超 5 万家。公司依托浙江大学、生态环境部华南所等科研机构开展产学研合作，拥有高层次人才 300 余名、省级以上资质 30 余项及专利、软件著作权 70 余项，在智慧环保与数字化环境治理领域具有较强竞争优势。

【面向领域十】

人工智能在环境生态领域中应用

【赛题题目 57】

融合机理与数据的污水处理厂灰箱模型开发

【背景说明】

污水处理厂是城市水环境污染防治的重要基础设施，承担着有机物、氮、磷等污染物削减和水环境质量保障任务。当前污水处理厂普遍面临进水水质水量波动大、出水标准趋严、能耗药耗控制压力高、人工经验调控滞后等问题，尤其在降雨冲击、低碳氮比、低温运行和异常来水等工况下，传统运行方式难以及时准确判断系统状态，容易造成曝气过量、碳源投加不精准、脱氮除磷波动和运行成本升高。现有污水处理模型主要包括机理模型和数据驱动模型。机理模型具有较强解释性，但参数复杂、校准困难；数据驱动模型具有较强预测能力，但存在黑箱化、泛化能力不足和工程可信度不高等问题。因此，融合污染物转化机理与运行大数据的灰箱模型，能够兼顾机理解释和数据学习能力，为污水处理厂智能预测、精准调控、节能降耗和稳定达标提供技术支撑。本赛题鼓励参赛团队面向实际污水处理厂运行场景，开发可解释、可验证、可应用的灰箱模型，为智慧水务和低碳污水处理厂建设提供新方案。

【作品要求】

- 构建融合污水处理机理与运行数据的灰箱模型，实现 COD、氨氮、总氮、总磷等关键出水指标预测。
- 开发曝气量、碳源投加量、回流比、污泥龄等运行参数优化方法，提升污水处理厂稳定达标和节能降耗能力。
- 建立模型验证、可视化展示或原型系统，评价模型预测精度、解释能力、工程适用性和推广价值。

【出题公司】

北控（杭州）环境工程有限公司成立于 2018 年 6 月 29 日，是北控水务集团下属子公司，公司承担的余杭塘河流域水环境综合治理项目位于杭州市余杭区未来科技城核心区域，项目内容涵盖余杭污水处理厂四期、余杭塘河河道整治、南片水系综合整治、凤凰山公园建设及相关运维管理等内容，是集污水处理、河道治理、生态修复、景观提升和智慧运维于一体的综合性水环境治理项目。其中，余杭污水处理厂四期采用“地下建厂、地上建园”的建设模式，形成了节约土地、环境友好、公众共享的城市基础设施建设新范式。

【面向领域十】

人工智能在环境生态领域中应用

【赛题题目 58】

排水管网具身智能（机器狗、无人机）智慧检测

【背景说明】

排水管网是城市污水收集、雨水排放、内涝防治和水环境保护的重要基础设施。随着管网服役年限增长，破损渗漏、雨污混接、淤积堵塞、错接乱接及结构老化等问题日益突出，易引发污水外渗、河道污染、道路塌陷和城市内涝等风险。目前，排水管网检测主要依赖人工巡查、CCTV 管道机器人、QV 检测和声呐检测等方式，存在人工安全风险高、检测效率低、复杂环境适应性不足以及检测数据难以实时分析和闭环管理等问题。具身智能融合人工智能与机器人技术，可依托机器狗、无人机及管道机器人等装备，实现复杂环境下的自主巡检、环境感知、缺陷识别和风险预警。推动具身智能技术在排水管网检测中的应用，对提升城市排水系统智能化、精细化和安全化管理水平具有重要意义。

【作品要求】

- 研发适用于排水管网、检查井、箱涵、泵站或排口等场景的机器狗、无人机或多装备协同检测方案。
- 构建基于视觉、激光雷达、声呐、气体、水位或水质传感的智能识别方法，实现破损、渗漏、淤积、混接、异常排放等问题自动检测。
- 设计检测数据入库、缺陷定位、风险分级、工单派发或智慧水务平台联动方案，评价检测效率、安全性、识别准确率和工程推广价值。

【出题公司】

北控（杭州）环境工程有限公司成立于 2018 年 6 月 29 日，是北控水务集团下属子公司，公司承担的余杭塘河流域水环境综合治理项目位于杭州市余杭区未来科技城核心区域，项目内容涵盖余杭污水处理厂四期、余杭塘河河道整治、南片水系综合整治、凤凰山公园建设及相关运维管理等内容，是集污水处理、河道治理、生态修复、景观提升和智慧运维于一体的综合性水环境治理项目。其中，余杭污水处理厂四期采用“地下建厂、地上建园”的建设模式，形成了节约土地、环境友好、公众共享的城市基础设施建设新范式。