交叉创新领航谈

编者按　在新一轮工业革命浪潮到来之际，学科交叉已从学术探索的“选答题”升级为关乎大学存续发展的“必答题”。学校以服务国家重大战略为己任，聚焦城市更新与绿色发展、新材料、未来能源、工程智能、深地空间、生态环境、文物科技等新兴交叉学科方向，立足“建筑科技”学科链群发展基础，开辟出具有西安建大辨识度的交叉创新之路。

目前，学校已揭牌成立13个实体创新研究机构。为系统梳理学科交叉布局逻辑、总结实践经验、展望未来图景，党委宣传部联合交叉创新研究院共同策划推出“交叉创新领航谈”栏目，特邀各研究院院长深度解读研究院建设理念、运行机制与未来蓝图，立体呈现学校推进学科交叉融合的“建大方案”。

以韧性技术为笔　绘就城市安全新图景

——韧性城市规划工程研究院的探索与实践

◇刘西光

韧性城市规划工程研究院（以下简称“研究院”）围绕国家韧性城市建设重大需求，以提升城市抗风险能力为目标，立足西北，面向“两高一疆、一河一城”地区，传承中国本土城市韧性营造智慧，借鉴国际前沿韧性城市规划理论，研究城市灾害致灾机理与韧性评估方法，构建科学防灾与韧性恢复关键技术体系，为气候变化背景下城市风险防控、灾后恢复等问题提供系统性解决方案。

以双轨运行机制　搭建交叉科研底盘

研究院采取“专职管理运行团队+专兼职科学家团队”双轨运行机制，以美国范德比尔特大学教授、美国工程院青年委员Hussam Mahmound为首席顾问，聘任校内青年科研骨干担任执行院长，全职引进6名优秀青年博士组建创新科研团队，建成韧性城市规划工程、城市建筑（群）安全与韧性提升、城市生命线工程安全与韧性提升、城市生态韧性四个特色鲜明的研究方向。各方向相辅相成，推动土木工程、城乡规划学、建筑学等多学科交叉融合创新，重点开展科学防灾、韧性恢复的未来城市规划管理体系研究，承担韧性城市建设领域科学研究、人才培养、社会服务和学术传播等核心任务。

以典型案例研究　解析城市风险机理

围绕极端降雨背景下的城市洪涝风险识别与韧性提升，团队以2023年河北省涿州市特大洪涝灾害为典型案例，开展多尺度城市洪涝韧性评价与规划提升研究。团队构建涵盖省域、市域、社区和建筑四个尺度的洪涝韧性评价体系，综合运用遗传加速投影寻踪模型、GIS空间叠加分析、HEC-RAS洪水模拟及建筑易损性分析等方法，实现城市韧性水平评价、洪涝风险区域识别和建筑灾害损失估计。结合POI数据与元胞自动机模型探索城市未来用地布局及韧性规划优化方案，初步形成从宏观城市评价到微观建筑损失分析的多尺度技术体系，为城市洪涝风险防控、空间规划优化及韧性提升提供科学依据。

针对现有研究多将防灾政策与基础设施建设割裂分析、缺乏二者协同演进关系探讨的问题，以中国近20年洪水灾害管理为研究对象，通过灾害统计、多源空间数据与政策文本挖掘手段协同，基于ERA5-Land降水数据、EM-DAT灾害记录、基础设施年度建设投资数据及国家综合防灾减灾规划文件，建立国家与省域两级“降水背景—灾害事件—基础设施—政策文本”耦合分析框架，揭示洪涝灾害特征、基础设施建设进程及国家防灾政策焦点之间的互动机理与演进规律，明确不同省域在管网与堤防建设增速、洪涝风险类型及政策落地条件上的显著差异，为我国下一阶段防灾体系与韧性城市建设的差异化政策制定提供科学支撑。

围绕城市化发展与基础设施洪涝韧性的协调关系，基于我国各省份20余年的连续统计数据，构建压力—状态—响应综合评价指标体系，结合遗传加速投影寻踪模型、耦合协调度模型等开展综合评价与时空演变研究，为科学评价城市基础设施洪涝韧性、识别区域发展短板提供理论依据。

以成果反哺学科　延伸韧性建设边界

研究院科研骨干先后获准国家自然科学基金等国家级项目7项、省部级项目4项，以第一/通讯作者发表论文40余篇，授权发明专利10余项，主编地方标准1部、参编协会标准3部，获省部级奖励7项。研究院成员获宝钢优秀教师、教育部博士后海外引才专项等人才荣誉称号，探索西部绿色智能建造领域研究生培养模式，获陕西省高等教育（研究生）教学成果奖一等奖。持续开展国际合作与学术交流，柔性引进海外高层次人才9名，获批西安市国际科技合作基地、陕西省高等学校学科创新引智基地，召开10余次学术活动，与“一带一路”共建国家知名高校签订15项国际科技合作协议，获批省部级以上国际合作项目8项。

面向气候变化与存量更新双重背景，我国韧性城市建设正加速向全生命周期管理演进，未来将继续夯实四大核心研究方向。在规划端融入气候变化情景，构建多灾种风险预控机制；在建设运维端依托数字孪生与物联网技术，强化建筑群与生命线工程的动态监测与损伤预测；在更新提升端通过绿色基础设施的生态诊断与功能修复，恢复城市自然的缓释与自我恢复能力，推动城市由单一工程防御向具备自适应韧性能力的体系跨越。

（作者系我校交叉创新研究院韧性城市规划工程研究院执行院长）

以学科交叉之刃解固废产业化之题

——固废全量资源化工程应用研究院的实践与展望

◇潘爱芳

2025年底《固体废物综合治理行动计划》印发实施，2026年政府工作报告部署“实施固体废物综合治理行动”，治理范式正由“末端处置”向全链条资源化增值转型。矿山固废、煤基固废、冶炼渣等大宗固废存量规模大、资源禀赋突出，是极具价值的“城市矿山”，单一学科难以支撑高效开发。2023年3月，固废全量资源化工程应用研究院（以下简称“研究院”）揭牌，承接“双碳”战略与资源安全使命，服务学校“四+”转型：统筹校内环境、冶金、材料学科，联动长安大学、中国科学院地球环境研究所及陕西蔚然欣等企业协同攻关。

在摸索中构建协同攻关的运作体系

制度层面，适配交叉团队特点，搭建“基础研究与工程应用并举、技术研发与成果转化同步”机制：基础端深耕固废转化机理，应用端聚焦工艺集成优化，转化端依托企业落地产业场景，形成三线联动闭环。方向上，打造“基础—研发—应用—推广”全链条体系，布局大宗固废全量资源化、战略有价组分梯级提取、固废基高端功能材料制备、矿区生态系统修复四大板块，实现从消纳、提取、制备到生态复原的价值闭环。人才培养面向地质、环境、冶金、化工、材料等学科招收博硕研究生，入校即融入全链条任务。

用真实成果回应时代命题

研究院自揭牌起便同步布局技术研发与工程应用实验室，覆盖样品前处理、催化活化、组分表征检测全链条；2024年末联合地环所及两家企业，在西咸新区秦汉新城投建“固废全量资源化工程试验中心”，场地2250平方米、年试验处置2000吨，可复刻工业化生产场景。

针对固废处理成本高、资源化率低、二次废渣量大等难题，团队通过地球化学与冶金学交叉提出“冶金地球化学”新观点；思路上突破“沙里淘金”式利用，开创“取沙留金”新路径；技术上开发“催化活化”技术及工艺，在低能耗、低成本条件下将主量元素（“沙”）与微量元素（“金”）全部分离、转化为高附加值产品，获国家授权发明专利38项，整体技术成果达国际领先水平。2016年以来，在中铝山西铝厂、汉中锌业、商南金润等生产线，针对低品位铝土矿、赤泥、硫铁矿渣等实施工业试验均获成功，实现“吃干榨尽”式处置；西咸新区工业试验线已建成，技术进入大规模推广阶段。

三年来，研究院累计签约超1000万元、到账600余万元，完成小试30余项、中试8项；牵头金堆城钼尾矿、低品位铝土矿、白云鄂博、钒钛磁铁矿尾矿资源化利用等重大项目，获批秦创原“科学家+工程师”队伍；发表SCI论文12篇（一区4篇、二区6篇），申报发明专利8件、授权6件。与包钢联合承担的内蒙古重大科技专项100吨中试启动，金川镍渣全量资源化工业试验攻坚并规划10万吨级产线，府谷高铝煤矸石10万吨项目签约，山西孝义30万吨铝土矿项目开工，攀钢铁选固废项目协同推进；同时联合地环所谋划国家紧缺战略矿产重大专项，申报矿产资源三维全生命周期资源评估体系国家级应用场景。三项战略咨询专报先后获市、省及中央领导批示：《加快我国尾矿战略性矿产资源开发利用的建议》2026年2月获中央领导批示，自然资源部、中国地质科学院等专程赴院调研；省主要领导多次调度产业化推进；2026年10月，安芷生、周卫健院士两度莅临工程中心考察试验线。

以交叉之力推进固废全量化

成立三年，研究院实现“从0到1”的原始创新突破。面向“十五五”，提出三点构想：一是平台提质升级，把工程试验中心建成贯通实验室与产业端的枢纽，依托典型固废打造可复制示范线，力争布局1—2个标杆基地，争创国家级创新平台；二是学科树立标杆，持续培育“冶金地球化学”，构建理论框架与方法体系，深耕固废与低品位矿全量资源化、关键战略组分梯级富集分离、固废基高端新材料创制、矿区生态修复与综合治理四大方向；三是产业深耕与行业赋能，重心由“技术创新”转向“技术赋能落地”，加快孝义铝土矿脱硅提质、金川镍渣、金堆城钼尾矿、包钢尾矿等项目，深化与包钢、金川、中铝等龙头企业协同。交叉聚力，点废成金，推动大宗固废告别堆场、接入产线、再造资源，把“取沙留金”创新体系打造为中国原创、国际领跑的核心技术范式。

（作者系我校交叉创新研究院固废全量资源化工程应用研究院院长）

扎根黄土大地　聚力交叉创新

——黄土科学与工程技术研究院的建设实践

◇郑建国

黄土在西北地区分布广泛，其湿陷性、水敏性、结构性等性质，给工程建设带来巨大挑战。面对黄土地区边坡生态防护、地铁安全穿越、遗址无损勘测及抽蓄防渗等复杂场景，单一岩土手段已捉襟见肘，亟需多学科交叉破局。2023年3月15日，学校揭牌成立黄土科学与工程技术研究院（以下简称“黄土院”）。近四年来，黄土院直面重大工程需求，实质性推进交叉融合。在此，我围绕战略思考、实践探索、阶段成效与未来愿景四个方面介绍相关情况。

直面黄土工程挑战　为何必须走向交叉

黄土地区的工程问题，不仅是力学问题，更是生态、环境、能源乃至文物保护问题。例如，黄土沟壑区工程建设易诱发水土流失与滑坡，亟需安全低碳的生态防护技术；西安地铁建设必须解决长期振动对古城遗址的疲劳损伤；在“双碳”目标下，地热能开采与抽水蓄能建设更是岩土与能源工程的深度交叉。因此，推动多学科交叉融合，不仅是学校学科发展的内在需求，更是面向黄土地区重大工程建设国家战略的必然选择。

打破学科壁垒　构建交叉融合新机制

建院以来，黄土院扎实推进实质性交叉融合：在人才引育上，已初步形成一支多学科交叉的核心科研团队。团队由我任负责人（全国工程勘察设计大师、百千万人才工程国家级人选），聘任刘乃飞教授（陕西省岩土力学与工程学会副秘书长）、于永堂正高级工程师（陕西省三秦英才科技创新领军人才）、邓国华正高级工程师（西安市城轨危大工程库专家）兼任副院长，并全职引进张伟伟、王毓国、史嘉梁等优秀青年博士。团队涵盖了高校科研人员与工程一线专家，全职引进、柔性引进与校内双聘结构合理，有效打破了学科壁垒，实现了校内外资源的共享与互补。

在学科重塑上，打破单一范式，构筑了生态岩土工程（聚焦生物与土体互作）、文物岩土工程（运用物探等手段无损保护）、能源岩土工程（瞄准地热、抽蓄与地下储能）及岩土测试装备（融合机电技术研发智能装备）四大交叉方向。

在平台搭建上，联合企业建成盾构隧道足尺加载试验平台，为申报“黄土地铁隧道病害防控与安全运维重点实验室”奠定基础，并打造中试平台推动成果产业化。

聚焦工程真实痛点　产出硬核创新成果

目前，黄土院已获批多项国家级、省部级科研项目，主参编多项行业及地方标准，授权专利十余项。代表性成果如下：针对地铁运营期水环境变化及周边基坑卸荷风险，提出了深层黄土地基分级浸水试验方法及“湿陷－卸荷”沉降算法，研制出液压式无振动挤密装备与“管幕＋隔离桩”门式框架控制体系，成果已应用于西安、洛阳多项地铁工程。

针对黄土地基裂隙注浆隐蔽性强的痛点，构建了三维注浆模型，揭示了孔隙率与浆液流动特性对扩散半径及渗透路径的协同影响机制，推动注浆设计从经验导向转向量化指导。

面向“双碳”目标与西北储能需求，针对黄土地区抽水蓄能电站库水位调度引发的湿陷变形与渗漏风险，稳步开展抽蓄库区湿陷性评价、防渗及边坡防控研究，服务黄土高原抽蓄站点建设。

针对黄土变形和强度传统原位测试扰动大、效率低、测不准等痛点，将岩土与机电深度结合，自主研发了电控式钻孔剪切仪、预钻式静力贯入仪等智能装备，大幅提升了现场测试的可靠性与自动化水平。

面向“十五五”　打造黄土科技创新高地

当前，黄土院正处于从起步期向成长期跨越的关键阶段。“十五五”时期，我们将坚持按需引才与质量优先，全职引进优秀青年博士并积极申报国家级人才计划，逐步组建跨学科大团队，并全力推进省级重点实验室申报与校企合作，破解设备短缺难题。同时，紧扣黄土工程痛点，在四大交叉方向持续深耕，推动核心技术向行业标准转化，培育具有重大影响力的标杆成果。此外，依托交叉导师组，建立学术研讨与项目实践相结合的培养机制，着力培养具备扎实岩土基础与交叉视野的复合型创新人才。

（作者系我校交叉创新研究院黄土科学与工程技术研究院院长）