

袁宏永：为城市“生命线”筑牢安全屏障

2026年，一项源自实验室的科技成果被正式写入国务院《政府工作报告》：“加强城市基础设施生命线安全工程建设，提升高层建筑火灾防范和救援能力”，标志着“城市生命线安全工程”从科技创新上升为国家治理行动。这项工程的背后，站着一位三十余年深耕公共安全与能源安全领域的科学家——清华大学安全科学学院院长、清华大学合肥公共安全研究院院长袁宏永。

从火灾探测到应急指挥，从地下燃气管网到城市基础设施集群，袁宏永的科研轨迹始终围绕一个朴素而宏大的命题展开：如何用科技守护城市的安全与未来。

从0到1：构建国家级应急平台体系

本世纪初，公共安全领域正式被提升至国家战略高度。彼时，中国的公共安全研究几乎是一片空白，没有成熟的理论框架，没有现成的技术体系。带着使命感，立足国家应急体系建设现实需要，袁宏永锚定能源储运设施火灾爆炸等重大灾害事故防控研究方向，组织开展遥感测量与公共安全的交叉研究。他带领团队系统研究自然灾害、事故灾难、公共卫生、社会安全事件四大类、41亚类、269种突发事件的演化规律，首次提出灾害事故“链式效应”理论，创建了以“事件链”指引、“模型链”支撑、“预案链”为手段的“三链协同”综合应急技术。在此基础上，团队构建了融合灾害时空演变、救援行动与物资调配的应急效能优化模型，以及“应急一张图”协同指挥系统。

这套技术体系将灾害应急响应方案制定时间从2至3小时缩短至10分钟以内，次生衍生事件风险提示率高达95%。

相关成果在国家、省、市、县四级应急平台体系中全面应用，支撑了重大能源设施火灾爆炸、汶川地震、玉树地震等重大灾害的灾情研判与决策指挥。目前，该技术已落地全国11个部委、28个省份，并输出至10余个“一带一路”国家，成为国际公共安全领域的“中国名片”。

攻克地下燃气管网监测核心技术

近十年来，我国能源储运重要设施城市地下燃气管网规模扩展了二三十倍，地下燃气储量增加30倍以上。一座一线城市的地下燃气储量可达1500万立方米，燃气管网泄漏点多面广、隐蔽风险难以识别。然而，70%的燃爆事故源于中低压管网微小泄漏，且泄漏燃气常通过相邻的排污、排水、电力管道等空间集聚，形成新型燃爆风险。

更棘手的是，燃气探测核心元器件长期被国外垄断。进口探测器一套高达万余元，但在“高腐蚀、高潮湿、强酸强碱”环境下使用3个月后，半数失效，维护成本极高。

直面行业痛点，袁宏永带领团队摒弃国外固有技术路线，聚焦天然气/瓦斯激光光谱测量技术自主研发。团队从甲烷激光芯片这一核心瓶颈技术入手，建成全球首个全尺寸、等压力、等流量的多管线耦合实验系统，1:1复刻城市地下管网环境。经过艰苦攻关，成功研发国产化可燃气体激光探测器，将芯片良品率提升至90%，成本降低90%。同样的价格，技术指标比进口产品高一倍；同样的指标，良品率高一倍。

基于这一核心突破，团队建成了国内首个大规模城市燃气管网安全监测预警系统，将相关技术纳入国家标准。相关技术成果已在全国140多个城市落地应用，

累计预警燃爆险情2万余起，实现重大及以上事故“零发生”。

从“合肥模式”到全国推广

2013年，合肥市政府与清华大学联合成立清华大学合肥公共安全研究院，袁宏永先后担任执行院长、院长。合肥市开放了燃气、桥梁、供水、排水、热力、消防等八大领域场景资源，为技术转化落地提供了天然的试验场。

在地方场景支撑下，袁宏永带领团队打通了“前端感知—风险定位—专业评估—预警联动”的全链条，构建了城市生命线安全运行监测系统。该系统每天处理数据超百亿条，实现了城市安全管理“从看不见向看得见、从事后调查处置向事前事中预警、从被动应对向主动防控”的根本转变。

从技术研发到国家行动，城市生命线安全工程完成了跨越式发展：2022年，凝聚多年实践经验的“清华方案·合肥模式”正式形成，为全国推广提供可复制、可借鉴的范本；2023年，相关技术标准上升为行业规范，填补国内城市生命线安全监测领域标准空白，住建部同步在合肥召开工作现场会，将“合肥模式”向全国推广；2025年，国家标准《城市基础设施公共安全监测通用技术规范》发布实施，标志着该领域技术体系实现全国引领；2026年，城市生命线安全工程建设正式写入全国政府工作报告，完成从科研成果到国家行动的“三级跳”，地方探索全面升级为全国性重点建设任务。

面向未来：筑起巨灾科学防线

近年来，能源革命不断深入，极端灾



袁宏永。

害天气频发，超认知、超预期的灾害事件层出不穷。着眼高水平安全保障高质量发展，袁宏永统筹布局科研平台建设，牵头组建了城市生命线安全、消防安全、智能传感、安全新材料等18个实验室，建成亚洲领先的公共安全科技基础设施——巨灾科学中心。平台具备多类型极端灾害模拟试验能力，能够模拟实现台风、暴雨、暴雪、冰冻、严寒、酷热、强日照等多种极端灾害场景，以及多种灾害共同发生的复杂耦合环境，为未来灾害应对策略提供科学依据。

深耕科研三十余年，袁宏永先后斩获国家科技进步奖一等奖1项、二等奖3项、中国专利金奖及国家创新争先奖、国务院政府特殊津贴等荣誉，守护千家万户平安安稳，是他始终坚守的科研初心。

顶天、立地、树人——这是清华大学安全科学学院一以贯之的座右铭，也是袁宏永科研人生的真实写照。攀登世界科技高峰，将成果转化为国家能力，再将其传承给一代代年轻人，他正在用行动书写一部关于安全、责任与创新的中国故事。

(全媒体记者 黄文静)

黄方：用同位素解开地球和行星的“密码”

从嫦娥五号、六号带回的月壤，到寒武纪生命大爆发的奥秘，从俯冲带岩浆的形成，到阳澄湖大闸蟹的产地溯源——你或许很难想象，这些看似跨度极大的问题，背后站着同一位科学家。

他就是黄方，中国科学技术大学教授、深空探测实验室副主任。黄方从中国科大获得地球化学本科和硕士学位，在美国伊利诺伊大学获得博士学位，他用二十余年时间，在金属稳定同位素领域深耕细作，为我国深空探测、地球演化、矿产资源和科技考古打开了一扇又一扇新的窗口。

从分析方法到理论体系，他打下坚实“地基”

金属稳定同位素，听起来高深莫测，却是当代地球化学最前沿的工具之一。它像一把精密的“尺子”和“示踪剂”，帮助科学家还原地球和行星的演化历史。

应用金属稳定同位素的前提是，得先学会怎么“理解”它。黄方带领团队，从最基础的分析方法做起。他们建立了钒、钡、镁、硅、铁、铜、锌等一系列同位素的高精度分析体系，攻克了复杂样品前处理、基体干扰校正、超低含量精准测定等技术瓶颈，多项指标达到国际领先水平。

有了可靠的数据，他又系统厘定了地幔、地壳、陨石、海水等关键地球储库的同位素组成，为全球同行提供了基准数据。更重要的是，他结合实验、理论和观测，揭示了高温与低温条件下矿物—熔体—流体之间的同位素分馏规律，将同位素示踪从“定性描述”提升到“定量约束”与“机理

解释”的层面。

这套从方法到理论的完整体系，为我国金属稳定同位素研究跻身国际第一方阵奠定了坚实基础。

仰望星空：从月壤中寻找地球的“镜子”

作为深空探测实验室的核心成员，黄方将目光投向了更遥远的太空。

面向国家深空探测重大战略，他利用钙和硅同位素，揭示了地球、月球和行星岩浆洋的冷却结晶过程。真正让他走入公众视野的，是嫦娥五号和六号月壤的研究。

借助珍贵的月球样品，黄方团队利用硅同位素，系统对比了月球正面和反面的太空风化差异。这一成果为理解行星空间风化机制提供了全新的同位素证据，也让中国科学家在行星科学前沿发出了强有力的声音。

在他看来，研究月球不只是为了月球本身。“月球是一面镜子，它记录着早期太阳系的历史，也帮助我们理解地球是如何变得宜居的。”

脚踏实地：用同位素服务国家资源安全

仰望星空的同时，黄方从未忘记脚下的土地。

围绕国家战略性矿产资源安全需求，他以金属稳定同位素为核心工具，在俯冲带动力学、壳幔相互作用与岩浆成矿方向取得重要理论突破。他利用钒、铁、铜、锌等同位素，示踪岛弧岩浆的来源与演化过

程，提出了冷俯冲带“混杂岩熔融”等岛弧岩浆形成新机制，修正了传统模型。

这些基础研究的价值指向一个现实问题——关键金属如何富集、如何成矿？黄方将理论体系应用于岩浆—热液成矿系统，揭示了铜、金、铁、钒、锡等关键金属迁移与富集的地球化学机理，建立了成矿示踪与资源评价的新方法。基础研究与国家需求，在他的工作中实现了深度融合。

有趣且有用：从大闸蟹到青铜器

令人意外的是，这位深耕基础研究的科学家，还有着极具烟火气的一面。

他曾用锶同位素鉴定阳澄湖大闸蟹的产地——不同湖泊的螃蟹，其锶同位素组成差异显著，且主要受湖水控制。这一方法为食品地理标志提供了直接可靠的科技手段，“洗澡蟹”从此无所遁形。

他还与科技考古专家合作，测量了大批青铜器的铅同位素，为同位素地球化学与考古学的交叉开辟了新路径。他应《Nature Geoscience》邀请，写过一篇关于重晶石的科普文章，介绍这种“矿物界的重量级冠军”。“科学不应该是象牙塔里的孤芳自赏。”黄方说，“它既要解决重大科学问题，也要服务社会、走进生活。”

甘坐冷板凳，敢闯无人区

截至目前，黄方已发表论文超340篇，其中Nature正刊、子刊及PNAS十余篇，总被引超万次，荣获全国创新争先奖、



黄方。

安徽省自然科学一等奖、中国青年科技奖、教育部青年科学奖等重要奖励。他主持或承担了国家杰青基金、基金委群体项目、国家重点研发计划等重大科研任务，担任国际地球化学重要期刊《Geochimica et Cosmochimica Acta》副主编，是我国金属稳定同位素领域的学科带头人。但比起这些数字和头衔，更打动人心的是他身上那种“甘坐冷板凳、敢闯无人区”的科学家精神。

从2011年回国至今，黄方始终坚守科研一线。他学风严谨、治学笃实，坚持自主创新与问题导向。“我们这一代人，赶上了国家科技快速发展的好时代，没有理由不拼尽全力。”

在他的故事里，我们看到了基础科学的魅力，也看到了一位中国科学家将个人理想融入国家需求的赤子之心。从地球到月球，从岩石到大闸蟹，黄方用微小的同位素变化，解开这个星球和这个时代最深刻的密码。（全媒体记者 黄文静）