跨界融合引领地震监测技术创新——

“听诊”大地的震颤

经济日报·中国经济网记者 喻 剑

前沿探密

来自北京大学深圳地震监测预测技术研究中心的创客和研究团队独辟蹊径，历时5年研制出一种新型“地球听诊器”——AETA多分量地震监测系统，将其布设在地下或山洞内，可记录地震活动的前中后全过程，通过获取与分析“地声”与“电磁扰动”等地震前兆信息，可望发现规律，进而预测地震

▲ AETA多分量地震监测系统由一组设计精密的半导体传感器组成。

◀ AETA多分量地震监测系统团队大多数研发人员来自北京大学深圳研究生院信息工程学院微电子专业。 本报记者 喻 剑摄

AETA多分量地震监测系统有个形象的别称：“地耳”。这只地下的“耳朵”，能帮助人们探听来自地下的哪些音符与旋律？

绕开地震成因研究，直接聚焦地震前兆信号

关于地震的成因，地震学界众说纷纭。主流的板块构造学说、传统的大陆漂移学说、新兴的核裂变说等理论侧重不同、各有拥趸，学界尚无一套可以支撑地震短临预测的理论体系。

神秘的地球内部有着千变万化的地质结构和难以考证的能量场，地震预测成为举世公认的世界难题，它的复杂性令人望而生畏，有专家甚至断言“地震无法预报”。因此，通过研究地质结构、地壳形变、板块运动、地下流体等发现地震成因与机理，进而建立地震监测与预报体系的传统攻关模式，如天下雄关般殊难逾越。

深圳“AETA”团队反弹琵琶，选了一条截然不同的路。“我们绕开了对地震成因的研究，直接聚焦地震前兆信号。”“AETA”团队负责人、北京大学深圳地震监测预测技术研究中心主任王新安教授发现，不少专业文献都提到，几乎每一次地震发生全过程都有种种异常征兆：有人类感官能觉察到的“宏观前兆”，如“鸡飞狗跳”、轰鸣的地声、五彩的地光等；也有仪器和长期监测才能察觉到的“微观前兆”，如电磁波、地应力、地面倾斜等变化。

“地震的孕育和发生是地下巨大的能量活动过程，这个活动过程应该会伴随发生各种物理变化和化学变化。比如电磁异常，通常是地下岩石受力变形至突然破裂释放的大量电磁扰动信号。在震中区及其附近更大区域，这类前兆信号都可能是非常明显的。”“AETA”团队成员、北京大学深圳地震监测预测技术研究中心雍珊珊说。

工作人员在布设新的“AETA”设备。 本报记者 喻 剑摄

“AETA”团队成员、高级工程师徐伯星认为，地震的过程有些像“掰筷子”。“握住筷子持续缓慢发力，筷子在最后‘咔嚓’一声折断前，会不断发出响声。折断的一刹那，类似地震发生之时。”徐伯星说，“我们就是监测‘折断’之前的‘持续破裂’过程，试着从中找出、收集和分析与地震有关的前兆信号”。

理论上讲，“宏观前兆”和“微观前兆”都可以作为监测分量。但监测分量的选定和技术指标的制定，是基于对映震效果、系统成本、环境要求等多因素的综合考量。“AETA”团队最终选定了多频段电磁扰动和地声作为监测的两大分量，其他一些有研究意义的监测分量，比如地应力、氡气等惰性气体的观测，基于成本、布设等问题，暂时未作考虑。

隐伏于地下的“AETA”系统能充分适应严酷环境，灵敏度高

“AETA”由一组设计精密的半导体传感器——电磁传感探头、地声传感探头和数据处理终端、云平台数据存储分析系统组成。

电磁传感探头长48厘米、直径6厘米、呈长筒状，地声传感探头形似圆盘，两者均布设在震区山洞内或地表2米以下。数据处理终端放置在室内，数据通过网络发送到云平台进行数据存储和处理分析。隐伏于地下的“AETA”，恰似地球的“听诊器”。

电磁和地声传感器与前端信号处理，是“AETA”前端探头的核心。2015年，“AETA”原型机生产出来后的第一次现场实验，验证了AETA系统的灵敏度等系统可行性，但团队非常清晰地认识到，必须研制出高品质的工业级产品。王新安说，“如果不能很好地解决品质与量产问题，我们的科学实验就会纠缠于错乱的数据之中，无法进行下去”。

“AETA”团队与学术研发项目转化平台“深创谷”合作，用了半年时间反复改进、测试、再优化，大幅提升设备的可靠性、稳定性与一致性，确保“AETA”系统能充分适应地下和野外的严酷环境，高成本、低品质的原型机由此完成向低成本、高品质产品的升级；由于可靠性和一致性得到保障，产品很快实现了批量制造。

后端的数据分析也是研发重点，“AETA”团队主要通过数据处理算法，将实时采集的多种微观前兆信号转化成可视的图表与文字，监测人员可轻松实现“看图说话”。通过对地震前兆信号数据的采集与分析，辅助预测人员进行地震预测。

在位于龙门山断裂带北川—映秀断裂北段的四川广元—陕西宁强一带，北京大学深圳地震监测预测技术研究中心通过四川省地震局与当地防震减灾局合作，目前已在百公里范围内布设了8台“AETA”。

四川省广元市朝天区防震减灾局检测员林强起初并不看好“AETA”，但“AETA”在今年9月、10月青川的多次临震监测效果让他“眼前一亮”：“在地震发生前的十多天内，‘AETA’对电磁扰动的捕捉很灵敏。我们正在把‘AETA’与观测地壳形变的倾斜仪结合起来使用，测试映震效果、做好信息记录。”

林强认为，“AETA”在布设选址和多分量数据的积累与应用等方面，仍有待改进。“由于不同类岩石对入射电磁波具有不同反射、吸收性能，选址时应当远离高反射率、高吸收率的千糜岩，减小信号损耗；人类活动对分量数据采集也可能有影响，应当远离噪音源和马路。”他说，“每个片区还可以成立AETA地震预测分中心，用于数据交流和共享”。

从2015年开始小批量研制至今，“AETA”经历了从1.0版本向3.0版本的升级。“提升设备的灵敏度、可靠性与一致性，降低设备成本，降低设备对环境的要求是升级的主方向。”王新安介绍说。

大范围、高密度布设设备，有着更加不可替代的重要性。“震中区域与地震观测点之间的地质结构可以理解为一个‘滤波器’，会直接影响监测分量的强度、频率，这也是不同地点发生地震的异常征兆可能不同的主要原因，因此，开展多点合围观测至关重要。多点合围观测，就意味着大范围、高密度布设和大量的基础建设投入。”王新安说，“同时，因为地质环境差异，地震来临前，不同台站显示的信号会有或大或小的差别。因此在实际地震监测预报中，既要横向看周边台站，又要纵向看历史数据，长时间积累的历史数据具有很高参考价值。我们的研究步骤与阶段分为：均匀布设、独立分析；重点布设、融合分析；建立模型、提升分析。可见，要做好临震监测预报，必是久久为功，不可急于一时”。

过去3年，在中国地震局、各省区市地震局与防震减灾局的帮助下，北京大学深圳地震监测预测技术研究中心已在全国各地台站布设“AETA”186台，其中四川累计布设99台，云南28台，西藏7台，京津唐37台，广东10台等。龙门山断裂带等重点监测区的布设已初具规模。

“AETA”被看作“多学科交叉融合的实验性成果”

“AETA”团队大多数研发人员来自于北京大学深圳研究生院信息工程学院微电子专业。团队专业的传感器件及集成技术与地学、数据科学间的深度交叉与融合，借以深圳对创新硬件的快速整合与实现能力，共同浇灌出“AETA”这朵“双创之花”。

深圳市政府总值班室主任潘龙斌把“AETA”看作“多学科交叉融合的实验性成果”。“跨学科、跨行业没有权威。既然是实验性的新事物，就应当持鼓励和包容态度，帮助它建立理论、允许它试错，让它在实践中自我修正、不断完善。”潘龙斌说。

“在新经济发展领域，信息科学与其他科学领域的交叉融合既有必然性，也有必要性，深圳有着得天独厚的创新创业环境、制造业基础与金融支撑，这为学科与行业的交叉融合提供了肥沃的土壤。”潘龙斌提到，深圳的新兴产业无论是生物产业、新材料产业等战略新兴产业，还是智能装备产业、机器人产业等未来产业中，都有大量勇于探索不同领域交叉融合的企业，这些企业中或许就有未来的“华大基因”“光启”“大疆”。如今，融合业态云集的新兴产业对深圳地区生产总值贡献率已超五成，是名副其实的经济“新引擎”。

更多的跨界交叉融合，正在为深圳这座创新之城带来无限的活力与可能性。“深圳并不位于任何地震带上，深圳团队巧思妙想，研发用于临震监测预测的‘AETA’，着实令人鼓舞、给人启发。”潘龙斌透露，深圳市应急管理办公室正在尝试将“AETA”用于监测城市填海区、地铁沿线地质演变，服务城市公共安全，“地球听诊器”未来或将有更多的“用武之地”。

2017军民融合新材料新工艺高峰会议日前举行——

新材料新工艺带动产业创新

本报记者 姜天骄

材料与工艺是经济发展的核心技术，几乎带动所有领域，加快新材料产业发展是建设制造强国的迫切需要。在前不久召开的2017军民融合新材料新工艺高峰会议上，来自科研院所、高校的各界精英展示了我国在材料与工艺领域实现的前瞻性基础研究。这些原创性科研成果，不仅精准对接产业趋势，更带动了各行业的创新发展。

在此次新材料新工艺高峰会议上，3D打印仍然是很多科研机构瞄准的前沿领域。3D打印，又称三维增材快速制造，是以数字建模为基础，运用塑料、金属、陶瓷、橡胶、玻璃、色砂等多种可黏合材料，通过逐层增加材料“打印”出三维实物产品——被誉为第三次工业革命的重大标志性技术，甚至有人认为这项技术将颠覆传统制造业。

北京航空航天大学王华明院士表示，3D打印技术已成为制造技术大家庭中的一个“明星成员”。比如，对于一些尺寸非常大、结构非常复杂、性能要求非常高的构件，3D打印相比传统的减材加工技术，就有诸如节省材料、方便加工、缩短周期、降低成本等优势。

“如今，我们的工业产品着力在轻、小、强方面和耐久性方面发展，很多方面都要求把材料的性能发挥到极致。所以，材料变成制约我们国家工业发展的核心因素”。王华明院士认为，在3D打印过程中，可以合成出很多用传统方法无法合成的材料，也可以解决传统制备材料过程中无法解决的天花板问题。所以说，3D打印既是新工艺，更是新材料。3D打印目前主要解决的是技术问题，真正要走向工业化，任重而道远。即便对金属材料来说，也不是所有材料都可以，不是所有构件都适合做。3D打印未来发展方向，一定是打印专用的新材料。

王华明指出，3D打印对整个制造业仍具有变革性意义——比如他带领团队3D打印出飞机钛合金大型主承力构件，这是传统技术至今难以实现的。在面向未来的材料和工艺需求中，3D打印和其他先进制造技术互补结合，才能发挥更大的作用。

此外，超材料也成为本次会议关注的焦点。据中国航天科工集团有限公司先进材料技术首席专家裴雨辰介绍，超材料技术的起源可以追溯到1968年，最早的超材料是指电场强度、磁场强度和波矢量，不像通常的材料是满足右手螺旋关系，而是满足左手螺旋关系。超材料的根本特征是人为制造出来的，由于这种材料具有比较反常的性质，因此被称为超材料。

世界上最早出现的材料是天然材料，石头就是天然材料的一种；后来发展成冶金材料，比如铜、钢、钛合金、铝合金等；再后来是合成材料，纤维、橡胶等都是合成材料。超材料与这3种材料性质都不一样，它相当于是用这3种材料做出来的新材料，不存在冶金合成和化学合成的问题，这是它的本质。

超材料的最大特点是：它在自然界中不存在，是人工设计制造出来的，具有天然材料所不具备的超常物理性质的人工复合结构。目前，超材料在基础研究方面已经取得一些进展：一是利用人工超材料模拟了电磁黑洞。二是设计研制了微波波段的地面目标宽频带隐身地毯。三是发展了新型的超材料器件，比如雷达幻觉器件、新型天线罩、极化转换器等。此外，还提出了超材料与自然材料融合，构造新型功能材料的思想。

具体在工程应用方面，超材料一方面在航空航天特种部件上实现了工程化应用。另一方面是超材料天线即将推广应用到民用领域。第三方面是超材料的平板卫通产品，已经得到了实际应用。此外，一些超级WiFi有望在地铁等环境中使用。

科技万象

汇聚前沿力量 打造世界品牌

中科院合成生物学研究所揭牌

本报讯 记者杨阳腾报道：日前，中国科学院深圳先进技术研究院合成生物学研究所正式揭牌。据悉，该研究所拥有3个中美院士实验室、12个海归PI实验室，汇聚合成生物学前沿力量的国际化团队，有望成长为具有世界影响力的研究机构。

合成生物学是近年来发展迅速的新兴前沿交叉学科，被认为是继“DNA双螺旋发现”和“人类基因组测序计划”之后的第三次生物技术革命。其研究的终极目标是：采用工程化的设计理念，对生物体遗传物质进行设计、改造乃至全新合成，打破物种界限，创建人工生命体。在研究所（筹）揭牌仪式上，该研究所筹建所长刘陈立表示，合成生物学作为新兴的交叉学科，不仅有潜力帮助解决人类社会面临的诸多挑战，还能让大家从“造物”这一全新视角来揭开基础生命科学的奥秘。

据了解，中科院深圳先进院合成生物学研究所在生物功能分子合成进化、基因线路设计原理、酵母染色体合成、人工改造细菌治疗肿瘤、人工改造噬菌体治疗超级耐药菌感染等前沿项目上已有积累，部分达到了与国际先进水平并跑的层次。未来，他们将专注于人造生命元件、基因线路、生物器件、多细胞体系等的合成再造研究，旨在揭示生命本质和探索生命活动基本规律。

据介绍，该研究所下设定量合成生物学、合成生物化学、合成基因组学三大研究中心。

目前，合成生物学研究设施建设已被列入《国家重大科技基础设施建设中长期规划（2012-2030年）》的总体部署。深圳在这一方面领先全国，并将建设世界一流的合成生物重大科技基础设施，建设合成生物学国际创新研究院。

刘陈立介绍，大型基础设施基于智能化、自动化及高通量设备，主要由“设计学习”及“合成测试”两大核心平台及辅助检测平台构成，将推动软件控制、硬件设备和合成生物学应用整合，形成大型规模化合成生命体制造系统，实现全流程的高度集成和流水线作业，对于执行国家重大研究计划与科研项目不可或缺。刘陈立表示，这不仅会降低生物产业进入门槛，吸引多学科领域人才，还会催生全新产业链，实现高端自动化生物仪器制造的国产化。大设施建成后，将成为生物技术与信息技术有机融合、科技与产业有机融合的具有国际水准和引领作用的生命科学研发中心、生物产业创新中心，为我国建成世界科技创新强国作出贡献。

中科院深圳先进院合成生物学研究所揭牌仪式现场。 本报记者 杨阳腾摄

细数儿童接种疫苗误区

本报记者 吴佳佳

预防接种是预防、控制乃至消灭传染病最经济、最有效的手段。然而，一些家长仍然对疫苗接种存有顾虑。日前，由国家卫生计生委指导，相关专家编写的《儿童预防接种信息传播指南》正式推出。

据悉，目前我国提供乙肝疫苗、卡介苗等14种免费疫苗，可以预防15种疾病。针对家长们的顾虑，该指南盘点了常见误区，并给出了正确答案。

误区：接种疫苗会影响婴儿的自身免疫力。

正解：疫苗根本不会削弱正常婴儿的免疫系统，反而会增强婴儿防范严重疾病的能力。

误区：接种过疫苗就能100%不生病。

正解：疫苗只对特异性病原体类别预防，不包括所有的型别。此外，预防接种可以保护绝大多数人避免发病，但所有疫苗的保护率都不是100%。另外，有些受种者由于个体特殊原因，如免疫应答能力低下等因素，可导致接种后疫苗免疫失败。

误区：改善个人卫生和环境卫生就能远离疾病，没有必要接种。

正解：无论环境多么清洁，许多传染病依然能够传播。停止免疫接种计划，疫苗所预防的疾病会卷土重来。

误区：通过疾病获得免疫比通过疫苗获得的好。

正解：疫苗与免疫系统相互作用产生的免疫反应与通过自然感染产生的免疫类似，但疫苗不会导致疾病，也不会使接种者受到潜在并发症威胁。相比之下，通过天然感染获得免疫可能会付出高昂的代价。例如，b型流感嗜血杆菌感染会导致精神发育迟缓，风疹会导致出生缺陷，麻疹则能导致死亡。

误区：自费疫苗没有必要接种。

正解：自费疫苗（第二类疫苗）是免疫规划疫苗的有效补充，所预防的都是一些常见疾病，如水痘疫苗、肺炎球菌疫苗、轮状病毒疫苗等，有些第二类疫苗在一些国家已经列入免疫规划。接种自费疫苗时，可根据儿童具体情况和医生的推荐，在知情、自愿、自费、按需、科学的原则下选择。

本版编辑 郎 冰
联系邮箱 jjrbxzh@163.com