

钻探万米 “穿越时空” 向地球深部进军

孙友宏

站在地球一隅，你有没有想过，脚下的土地曾是一片汪洋，或是山势连绵、林海莽原？地质变迁，沧海桑田，蕴藏着科学原理。素有中国粮仓之称的东北松辽盆地，地面上是肥沃的黑土地，松花江穿流而过，一片静谧祥和。然而，这里曾经有过两阶段湖泊扩张、10次海侵和多期火山喷发。侏罗纪、白垩纪、古近纪、新近纪的地质变化，使这里经历了高山、湖泊、盆地等的巨变。

人类世世代代生活在地球上，却对它的内部所知甚少。探知脚下土地亿万年的变化，需要实施科学钻探工程，给地球做一系列“微创手术”。如果建造若干条通往地球深部的通道，就能将人类的“视距”向地球内部延伸数千米甚至上万米，通过岩心获得地壳运动及其演化的真实信息。如果在钻孔内布设长期观测仪器，动态实时观测地球内部，我们便能回答为何会有沧海桑田。

深钻技术是综合国力重要标志
科学钻探被誉为人类的“入地望远镜”和了解地球演化的“时光隧道”，是获取地球深部物质、了解地球内部信息最直接、最有效、最可靠的方法，也是解决资源、能源、环境等问题不可缺少的重要技术手段。它和航天技术一样，是一个国家综合国力和科学技术水平的重要标志，不少发达国家将其列入国家科技发展战略。

自古以来，“上天入地”就是人类的梦想。随着载人航天技术发展，“上天”已经实现，“入地”却困难重重。地球半径约为6371千米，人类目前入地最大深度12.2千米，仅为地球半径的0.19%。如果把地球比作一个鸡蛋，我们目前的探测还仅仅停留在

中国深井助力揭示气候之谜

科学钻探让我们可以穿越时空，获取不同时间尺度的气候、地质构造等记录，破解气候变化密码。比如，20世纪地球科学的一个重大进展，就是认识到人类活动会对地球表层系统和全球气候产生直接影响。近年来，全球平均温度升高约1摄氏度，两极冰川冰量持续减少，海平面上升。



作者孙友宏肖像画。

张武昌绘

活动、火山活动等。为此，世界各国在南北极开展了大量相关工程，其中欧盟在南极冰穹C完成的钻孔深度达3270米，获取的冰芯记录了过去80万年的连续气候环境变化信息，证明了南极洲曾出现以10万年为周期的冷暖交替现象，使我们对南极这片人类极少涉足的大陆有了更多认识。

通过深地观测网捕捉地 球变化

深部科学钻探不仅能够获得地质“史料”，还可以实时观测地球深处，帮助预测地质灾害。在科学钻井中安装先进的科学观测仪器，对地球深部的多种参数进行长期、连续、原位、实时的综合观测，相当于在地球内部布设“气象站”，建设“实验室”，成为继地面、空中、海底观测三种平台之外的第四种平台，形成观测监测网，使人类充分了解地球家园的细微变化。

比如火山和南极，一“热”一“冷”，是地质灾害观测的重点。借助深部科

学钻探技术，在活动断裂带、活火山附近，将观测仪器放到深井中的不同深度进行实时动态观测，有望揭示地震孕育过程和火山喷发机理，帮助科学家举一反三，动态评价地质灾害的发展趋势和地质作用过程，为更好地监测、预报和预警各类重大地质灾害提供技术支撑。除了获取冰芯，对南极大陆冰层及冰下地质环境钻孔，开展长期监测，了解冰盖分层流动、冰层内部温度、冰岩界面湿润状态等的变换规律，进而预测极地冰盖的不稳定性，助力更好保护人类生存环境。

促进深地钻探更好造福 人类

目前，深地观测仍然挑战重重。为克服深部井下高温、高压、高腐蚀、高应力、狭小空间等多种极端苛刻环境限制，我国科学家正在努力提升仪器系统的微型化、集成度及稳定性，努力建设以深井井群为基础、井中观测为核心的多井孔深地观测网。未来，深地探测将开创人类对地观测的新手段与新平台，有效提升地震与火山活动、缓慢地质作用过程等自然灾害监测预警能力，推动深地资源勘探开发、环境保护、国防军事安全等领域不断发展。

越来越多的证据表明，地球表层发生的现象，根子在深部；缺了深部研究，地球系统就无法理解，而且越是大范围、长尺度，越是如此。在科研创新之路上，会有更多科技工作者向我们脚下的地球深深扎根，让科学钻探工作结出服务国家发展和百姓生活的累累硕果。

(作者孙友宏为中国工程院院士、“地壳一号”万米大陆科学钻机项目研发总负责人，曾获得国家技术发明奖二等奖等奖项)

借助自主研发的“地壳一号”大陆深钻装备，中国科学家在东北松辽盆地“松科二井”顺利完成7018米钻孔，创造了亚洲国家实施的大陆科学钻井新纪录。

新华社发



孙友宏（持话筒者）在任中国地质大学（北京）校长期间看望慰问暑期在野外开展地质考察的师生。

鸡蛋壳层面。地球深处坚硬的岩石和高温、高压、高地应力的极端环境，成为深部科学钻探的巨大障碍。随着地层深度增加，地层温度平均以30摄氏度每千米梯度增加，压力以8—12兆帕每千米梯度增加，环境条件更加复杂危险，这些都对大陆科学钻探技术、装备与工程带来巨大挑战。

为了解地球深处的奥秘，科学家进行了各种尝试。1968年，美国率先发起深海钻探计划，为验证大陆漂移和板块学说提供了科学依据。几乎同时，苏联开启大陆科学钻探计划，1970年科拉超深钻开钻，用了近20年时间，创造了12262米的人类入地纪录。

“地壳一号”深钻成功 应用

1996年，中国、德国、美国共同发起“国际大陆科学钻探计划”，截至2023年，该计划已在全球实施了近百个大陆科学钻探项目，在地球气候与环境演化的规律及机理、地质资源的形成与勘探、地震和火山喷发的物理化学过程、地球演化的动力学过程等领域取得不少重大发现，促进了地球科学理论发展和地球探测技术提高。

钻探装备是解开地球奥秘的钥匙。为满足地球深部探测工程对高端专用装备的需求，2009年“地球深部探测技术与实验研究专项”启动，中国地球深部探测“入地”计划拉开序幕。“地壳一号”万米大陆科学钻机是其中的关键技术装备，于2013年完成自主研制。

2018年，这台高60米、占地超1

科技名家笔谈

中国科协科学技术传播中心、陈嘉庚
科学奖基金会与本报合作推出



近日，全球首艘漂浮式动力定位全液化网箱型工船“湛江湾一号”成功下水，标志着这艘承载着8万立方米养殖水体、具备年产2000吨名贵鱼类产能的“海上智慧渔场”正式建成。

“湛江湾一号”集海上半潜养殖、自主航行避台、绿色能源供给、智能控制等多项功能于一体。该船总长154米，宽44米，型深24.25米，最大养殖吃水20米，养殖水体8万立方米，相当于32个标准游泳池的水量，能够在全海域漂浮游弋并进行深海养殖，最大化利用海洋空间资源。该船投入使用后将开展全体系智能化渔业养殖试验。

超1.7万车次参与 深圳启动超大规模车网互动实测

深圳近日启动超大规模的V2G（车网互动）实测，全市超760个充放电站的1.8万个充电桩、超过1.7万车次参与互动，互动电量达8.8万度。

实测当日，深圳全市电动汽车车主都可以把富余电量反送回电网，每反送1度电可获得4元，与低谷期充电1度花费0.4元比相当于赚了3.6元差价。

记者在莲花山超充站门口看到，进出车辆络绎不绝，有来充电的，也有来向电网反送电的。“利用吃饭时间给电网反送1小时电，可以补贴200元，剩余的电量还够我跑一会儿。”网约车司机林先生说，他的电动汽车有点像城市电网的“移动充电宝”。

作为粤港澳大湾区最大规模的车网互动示范站之一，莲花山超充站目前配备22台V2G桩、36支V2G枪，可支持V2G最大放电功率达2160千瓦，可同时满足46辆车充放电需求。“本次活动，莲花山超充站实测最大放电功率达1052千瓦，实现了兆瓦级车网互动；单日放电量突破1.3万度，成为单日单站放电量破万场站。”南方电网深圳福田供电局营业部副主管钟文瑜说。

本次实测覆盖公共充放电站、商圈、公共机构、景区、园区、居民区等多元化场景。有广汽、蔚来等十多个品牌新能源汽车2732车次参与向电网放电，总放电量达到4.3万度，向新能源汽车车主发放补贴16.3万元；其中，纯电动重卡泥头车也加入了反向放电队伍。据统计，每辆重卡泥头车可持续放电高达300度，相当于30多户家庭一天所需的用电量，可为1.5万部手机充满电。

南方电网深圳供电局市场及客户服务部副总经理孙晓佳介绍，活动实现了多场站联动、多场景覆盖、多品牌不同车型参与实测，打通了重卡放电关卡，有效挖掘了车网互动调节潜力，验证了多项车网互动关键技术，对超大城市电网供需平衡、新能源消纳、应急保供、提升城市韧性有重大意义。

下一步，南方电网深圳供电局将持续推动车网互动规模化应用，丰富应用场景、促进商业模式发展，持续挖掘车网互动资源快速响应能力，助力新型能源体系和新型电力系统建设。

（据新华社电 记者王丰）

南宁支持中国—东盟 人工智能创新合作中心发展

本报南宁电（记者庞革平）为加快构建面向东盟的人工智能产业基地，助力广西打造成为中国面向东盟的人工智能枢纽，更好服务构建中国—东盟命运共同体，近日，南宁市政府新闻办公室召开新闻发布会，宣布南宁出台第一批22条政策措施支持中国—东盟人工智能创新合作中心（简称南A中心）高质量发展。

据介绍，相关政策措施以支持和服务企业落地、推动南A中心高质量发展为导向，强化场地、资金、人才、算力、数据等要素供给，从促进产业集聚、支持数据治理开放、支持模型开发应用、支持深化与东盟的合作等7大方面提出22条支持举措，为南A中心建设提供最优惠政策支持和最好服务保障，加快推动南宁建成面向东盟人工智能产业基地。

近年来，南宁抢抓国家实施人工智能能力建设普惠计划等重大机遇，主动拥抱人工智能时代，积极构建“北上广深研发+广西集成+东盟应用”的跨境产业生态，加快建设中国—东盟人工智能创新合作中心，推动人工智能和实体经济深度融合，为高质量发展培育新动能厚植新优势。