

钻探万米 “穿越时空” 向地球深部进军

张宏

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公里，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



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变的规律及机理、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

万平方米、钻深能力达1万米的科学超深井钻机，在松辽盆地“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。“地壳一号”的成功应用使中国成为世界上第三个拥有实施万米大陆科学钻探计划专用装备和相关技术的国家，用它钻取的岩心，为中国科学家建立地球演化档案提供了难得的原始资料。

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。近百年来，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。



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。

整个地球气候系统加速变暖，很可能是因为人类过量排放温室气体，造成“温室效应”。然而，人类活动造成的气候影响有多大？未来的极限情况又如何？这些问题迫切需要科学解答。

“松科二井”就为气候研究提供了关键“史料”。其获取的岩心来自白垩纪，这根4134.81米、完整度为96.61%、几乎没有损失的岩心，就像是一条通往白垩纪的“时光隧道”。通过研究这根岩心，地质学家发现在白垩纪（距今约1.45亿年至6600万年），地球大气中二氧化碳浓度超过0.1%，是现在的两倍多，陆地温度比现在高5—10摄氏度。另外，白垩纪大气二氧化碳浓度的波动，与气候冷暖变化具有一致性。这些成果，对研究当前气候变暖具有重要借鉴意义。

地球并不是一直变暖，探寻气候变化规律，有赖于更大时间尺度的“史料”，这需要科学钻探获取更多岩心。目前，相关研究已经表明，新生代（6400万年前至今）全球气候最显著的变化，是从“温室地球”到“冰室地球”。然而，缺乏对大陆环境的长时间尺度连续记录，制约了我们对新生代全球气候变化特征和动力学的深入理解。于是，我国实施了渭河盆地国际大陆科学钻探计划项目。渭河盆地位于黄土高原与秦岭造山带之间，对东亚季风气候变化非常敏感，还保存了超过7500米的巨厚细粒河湖相沉积，是“打一孔深井”的绝佳场地。这一钻探计划，第一阶段获取上部3000米沉积地层，第二阶段将获取盆地7500米完整的沉积记录，揭示新生代季风演化过程及其与青藏高原—秦岭隆升的耦合关系，为探寻气候变化规律提供更多扎实依据。

除了岩心，还可以通过冰芯研究气候环境演变。在地球上，不少地方被厚厚的冰层覆盖，通过钻探获取冰芯，可以得到近百万年来气温、降水、大气化学等气候环境各要素的变化信息，探究影响气候环境变化的驱动因子，如大气温室气体含量、太阳



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。

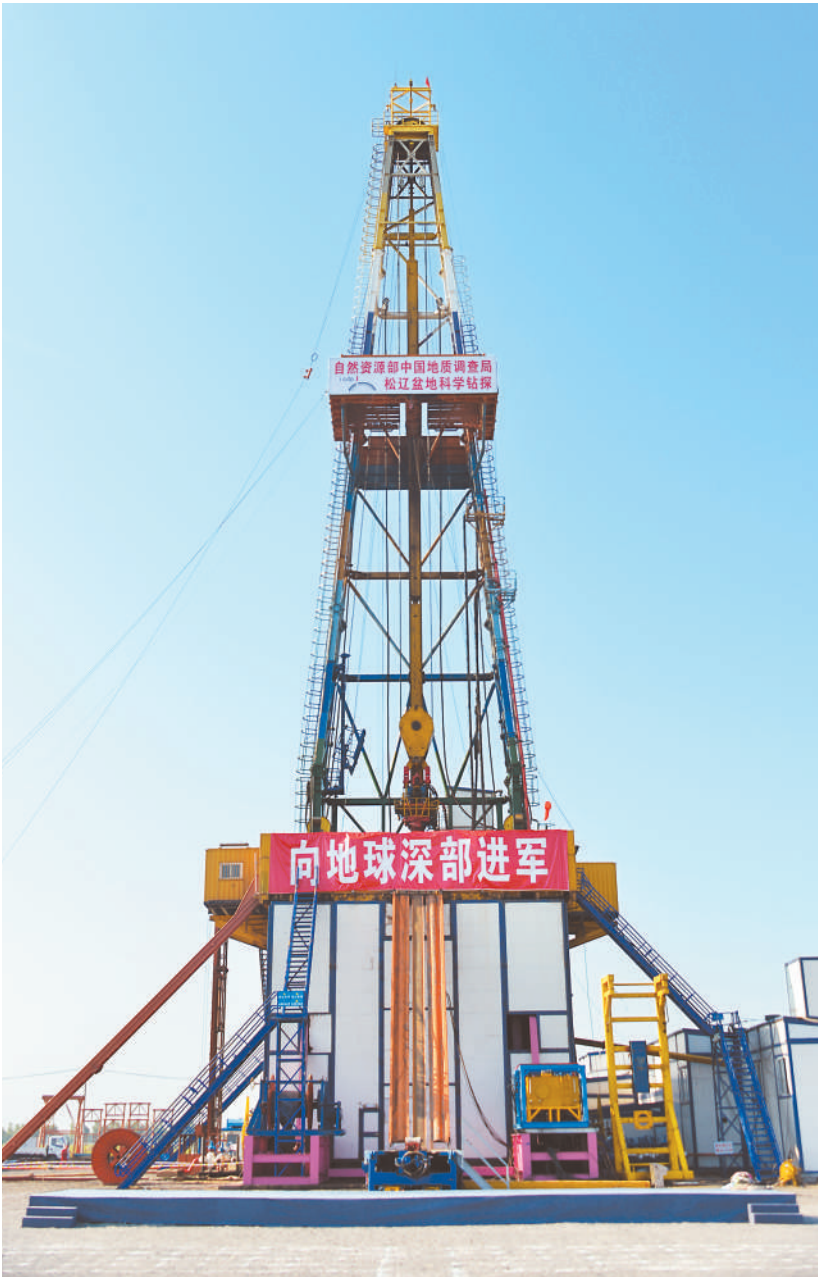
通过深地观测网捕捉地球变化

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”，成为继地面海面、空中遥感和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

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



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孔隙深地观测网。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）



近日，全球首艘漂浮式动力定位全域化网箱型工船“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，型宽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。

许丛军摄

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辆重卡充电需求。“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高地，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高地。

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。

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