

探索时间深处

本报记者 李 丹

在2025年度国家科学技术奖励大会的现场,由中国科学院院士、中国地质大学(北京)教授王成善牵头的“松辽盆地国际大陆科学钻探工程:创新与发现”荣获国家科学技术进步奖一等奖。

从2006年起,王成善团队布下“三井四孔”,历时16年持续攻关,国内40余家单位千余名科研人员参与,累计进尺逾万米,成功“打穿”白垩纪地层,获取8186.96米的连续岩心。这犹如一部记载地球一亿年前的“温室气体档案”,为破解全球变暖谜题提供了不可替代的核心科学依据。

为地球历史画像

在中国地质大学(北京)国家岩矿化石标本资源库中,储存着松科一井开采出的岩心。有的还保持着刚开采出来的圆柱形态,有的被纵向切开呈现出内部结构,还有的被磨成指甲大小的岩石薄片分类存放,等待科学家进一步研究。

“一米长度的岩心,能记载差不多一万年的地球信息。”王成善说,科学钻探是人类获取地球深部物质和了解地球内部信息最直接、最有效、最可靠的方法。

200多年前,英国地质学家詹姆斯·赫顿提出“深时”概念。在人类出现之前,地球经历了极其漫长的地质演化时间,人类的生命周期、文明史在“深时”面前只是瞬间,这深远的时间大多被封存在了地球上的岩石中。想了解时间的深处,需要借助向地球深部探索来完成。通过钻探技术从地下钻取的岩石标本,也就是岩心,成为地质学家探索深远时间的凭据。

1996年,由中、德、美三国发起的国际大陆科学钻探计划(ICDP)启动。ICDP的主要任务是瞄准具有全球意义的重大地球科学问题,通过科学钻探手段,研究地球结构、物质组成、深部过程以及环境演化过程,创新和形成最精准、最基础的地球科学知识。

岩心的完整性对于“深时”气候变化的研究至关重要,只有完整的岩心才能描述完整的历史。松辽盆地大陆科学钻探在16年时间里,通过三井联动获取8000余米连续岩心,取心率高达96%以上。这是ICDP成立以来钻探最深、取心最长、硬岩取心率最高、学术成果位居第一的项目,被ICDP和国际地科联誉为全世界的灯塔工程。在松辽盆

地科学钻探计划实施之前,国际上通过钻探已取得了大量白垩纪海洋沉积岩心,但仍缺乏完整连续的白垩纪大陆环境岩心记录。

通过布置在黑龙江大庆地区周边的松科一井(分南孔和北孔实施)、松科二井和松科三井分别对白垩纪地层的不同层段进行取心钻进,最终连接各井岩心,得到了世界唯一的、完整的、连续的白垩纪陆相沉积岩心记录,为研究距今1.4亿年至6500万年间地球温室气候和环境变化奠定了坚实基础。

“最近3年至5年,我们可以感受到地球气候正在快速变暖。未来还会持续变暖吗?地球未来会有多热?”王成善说,通过分析地球过去的温暖气候,尤其是距离人类最近的“三高时代”(高温、高海平面和高二氧化碳)白垩纪,对于预测、应对未来全球气候变化具有重大意义,“我们就是要为全球变暖提供一个过去曾经发生过的案例。”

努力向深部进发

松辽盆地国际大陆科学钻探工程由松科一井、二井、三井共三井四孔组成,获得连续完整的岩心8186.96米。其中,松科二井是整个工程的核心科学井,完井深度达到7018米,创下亚洲科学钻探深度纪录,代表了中国的“入地”能力。虽然表面看是打一口井,实际却是在考验一个国家的综合实力和科技发展水平。

地球的“三高”,即高温、高压、高地应力问题,是深井、超深井钻探工程中不得不面对的难题。“地下每下降100米,温度升高3.8摄氏度。在高温高压下,长达几千米的钻具变得像面条一样易断。”王成善说。

在科研人员的共同努力下,松科二井创新钻探技术,创造了我国钻探(井)工程241摄氏度完井井温纪录。他们经上千次实验,研发出在实验室250摄氏度48小时老化后流变性能仍然稳定的泥浆体系;研制出4种规格的常规涡轮钻具,发明了多项提高涡轮钻工作寿命的技术,以及适配涡轮钻高转速的取心钻具;研配了抗高温人造壁水泥浆体系及其注浆工艺。一项项创新技术的加持下,松科二井在地下6450米深度、210摄氏度的环境下,用高温水泥造壁工艺技术注浆造壁成功,确保后续施工过程中裸井264天,起下钻87次从未发生井内险情,为我国今后超深、特深科学钻探处置井壁故障开创了成功先例。

为提升工程质量和效率,松科二井还创新采用了大口径金刚石同径取心法,将完钻时间提前了

约140天。在钻进过程中,通过不断提高回次取心长度,减少起下钻回次数量(松科二井在7000米深井段的起下钻往返一次大约需要30小时),将回次进尺从10米逐步提升到20米、30米直至超过40米,大幅压缩了钻探辅助时间和工程成本。

“重大科研项目离不开来自各方的力量支持。”王成善感慨地说,松辽科钻项目的成功,来源于通过科学家的内在驱动力引领科研力量的集中。从经费支持来看,松辽科钻项目获得了包括国际大陆科学钻探计划在内的国际投入,以及多个部门的国内投入。从科研力量来看,松辽科钻是由来自多个国家的国际团队联合申报的,在国内更是横跨高校、科研院所和产业,项目参加单位20余家,科研人员百余名,实现了产学研一体共同研究。

当松科二井打到7018米深度时,在场的科研和工作人员像火箭发射前倒计时一样齐声喊:“10、9、8、7……3、2、1!”王成善手捧来自深处的岩心,脸上流露出一发自心底的笑容。

坚持长期主义

松辽科钻带来的财富不仅仅是对科学研究的贡献,更重要的是在长达16年的持续攻关中,培养了一批“深地”领域科研与工程人才。

继工程首席科学家王成善2013年当选为中国科学院院士之后,项目参与者孙友宏、刘合、高锐也分别当选中国工程院院士和中国科学院院士。此外,团队有15人次获得国家级人才称号,多人获得何梁何利基金科学与技术进步奖、国际沉积学家协会孙枢奖等国际国内奖项。各领域年轻专家迅速成长,形成一支从事深时古气候研究和大陆科学钻探技术研发的高水平科研队伍。

钻探工程虽已落幕,但科研仍在继续。在导师王成善的指导下,中国地质大学(北京)教授高远多年专注于对松辽盆地岩心进行深入的沉积学、古气候学及古地理学研究。“我们发现,在约1亿年前,松辽盆地是一个很深的湖泊。通过对湖泊沉积的泥和粉砂纹层进行分析,我们发现了0.1毫米厚度的泥和粉砂的互层。”高远解释说,夏天降雨多的时候,粉砂会被冲到湖泊里,冬天则主要是泥的沉积。

通过详细测定350个这样的纹层厚度,高远发现,纹层厚度与夏天降雨量相关,“夏天降雨量大的时候,会有更多的粉砂被冲到湖泊里面”。通过对纹层厚度进行频谱分析,团队发现非常明显的2年至4年周期,“从现代气候意义上来说,这就是一个厄尔尼诺周期。”高远说,这一结果证实了在白垩纪时期也存在厄尔尼诺。

结合古气候模拟与

现在的对比,高远发现,白垩纪时期的厄尔尼诺比现在要更强。“我们预测,在未来的温室气候下,厄尔尼诺会更频繁,且强度会更大。”高远说,这一研究对未来气候变化具有重要的借鉴和参考意义。

位于河北燕郊中国地质调查局实物地质资料中心内的国家实物地质资料库中,松辽盆地科学钻探获取的数千米岩心正在静静等待。“岩心取上来并不是结束,它还会发挥长久的作用。”中国地质大学(北京)副校长吴怀春表示,收获不仅是技术、科学问题上的突破,还证实了松辽盆地深部存在有利的页岩气层系,为油田企业深部能源勘探提供了新方向。“拿到国家科学技术进步奖一等奖,只是对过去成果的一个总结,未来10年、20年,我们还会在这个领域取得新的进展。”吴怀春说。

回顾松辽科钻项目的奋斗历程,王成善总结了一条经验,“科学研究要坚持长期主义。要以科学问题驱动、科学家主导,走出一条协同创新之路”。

□ 本报记者 徐毓雪

最近,许多关于老年人的视频火了。有人60多岁进健身房,练出了一身让年轻人都服气的线条。有人退休后拿起手机做直播,唱唱歌,做做饭,聚起几十万粉丝。还有人一头扎进老年大学,为了抢个座位,比年轻人挤早高峰还拼。网友叫他们“很新的老人”。

看着这些人,很多人先是惊叹,然后是羡慕。惊叹的是,他们打破了大众固有认知里老年人的刻板模样;羡慕的是,那份对生活饱满炽烈的热爱,很多时候甚至不输年轻人。种种情绪背后,折射出一种普遍的社会心理:我们总在潜意识里,为不同年龄划定了条条框框,预设好人生该有的模样。

这种年龄的桎梏,并非当下才有。几乎每一个时代,都流传着“什么年纪该做什么事”的规矩。少年当勤勉苦读,中年当建功立业,老年当含饴弄孙,这样一套人生秩序,在漫长岁月里深入人心,中外皆有相通之处。它曾维系社会运转、安顿世人内心,却也在无形之中,压抑过许多蠢蠢欲动的念头。

可我们自己的文化里,也始终流淌着另一种精神境界。

曹操写下“老骥伏枥,志在千里”时,已五十有余,在古代已然步入暮年,但胸中抱负不曾消减。王勃抒发“老当益壮,宁移白首之心”,虽作于青年之时,却为老年勾勒出昂扬向上的精神姿态。追溯至《论语》,“发愤忘食,乐以忘忧,不知老之将至云尔”更是流传千古。这里的“不知老之将至”,并非对年岁浑然不觉,而是因内心专注于所爱所志,无暇被年龄所牵绊。

穿越千百年时光,这些文字依旧富有现实力量。它们并不否认岁月会带走身体的部分活力,却更加坚信:那些时光带不走的精神追求,才是定义一个人真正模样的内核。

所以,“很新的老人”看着新鲜,根子其实很深,其精神根脉,深深植根于我们绵延不绝的文化文脉与精神气质之中。

而这份精神能在当下开花结果,也离不开现实的土壤。现在的老年人里,很多经历了改革开放的经济大潮,辛苦了大半辈子,手里有些积蓄。对他们来说,晚年有能力在条件允许的范围内,为自己花点钱,学点新东西,添点新装备,去看看没看过的风景。这份经济上的从容,让“老有所乐”多了实实在在的支撑。

当然,“很新的老人”们不是不知道自己年纪大了。体能在下降,记性在变差,学东西比年轻时慢。但他们更清楚另一件事:慢,不等于停。

人们常说,一个人真正的衰老,不在于长出第一缕白发,也不在于爬楼梯喘气的身体信号,而在心底冒出“算了吧,都这个岁数了”的念头。

生活中常提及要“服老”。可服老这件事,也有讲究。服的是身体,不是精神。身体好比一台机器,用了几十年,有些零件确实需要保养,有些动作确实要量力而行。但精神不一样。精神这东西,越用越活,越用越亮,越用越能照见内心真正的向往与追求。

人活一辈子,最难的不是在合适的年纪做合适的事;而是不管到了哪个岁数,都不被年龄定义。这份勇气,不分老少。20岁有20岁的坎,60岁有60岁的关。年轻人怕落伍,老人怕没用。怕的东西不一样,破局的法子却是一样的:把手头的事做好,把今天过好。

“很新的老人”让旁观的人看到,保持热爱,把心气留住,人就可以一点一点活回“年轻”。所以,不必过度拘泥于“什么年纪就该做什么事”的标准答案。世俗的经验,可以倾听参考,却不必全盘盲从。

真正要紧的,是心里那团火,还在不在。只要它还在,多大多不算晚。只要它不灭,多老都来得及。

本版编辑 王琳 林语晋 美编 高妍



视频报道请扫二维码

新三百六十行

用手艺雕刻声音

中央音乐学院提琴制作研究中心的工作室墙上,挂满了圆锯、平铲、音柱钩等提琴制作工具。工作台上,放着一把做了一半的琴——面板刚合上,还未上漆。高彤彤站在工作台前,接过记者递来的一把年久失修的小提琴,仔细查看。提琴的琴马歪了,弦也松了,面板上还有几道浅浅的划痕。

高彤彤是中央音乐学院提琴制作研究中心主任,从事提琴制作已有40多个年头。“从事这行的初心,是希望通过自己的努力,让我国的提琴演奏家在国际比赛中用上咱中国人自己做的琴。”带着这份坚持,高彤彤初中毕业考入北京乐器技校小提琴高级制作班,毕业后留校任教,后又顺利考入中央音乐学院提琴制作专业。大三那年,一份奖学金将他送往意大利克雷莫纳的国际提琴制作学校深造。

除了校内学习知识,高彤彤还跟随古典制琴泰斗学习技艺,刨木、雕刻、调试,日复一日,整整5年。“你们中国人是非常有耐心的。”老师的赞赏令高彤彤备受鼓励。

如今放在工作台上的琴,行内称为“白琴”,是提琴制作的阶段性成果。“一把手工琴要过百道工序,耗时250多个小时。选料、拼板、弧度塑形、挖F孔、雕刻琴头、合琴、装指板、刷漆、配零件……哪一步都急不得。”高彤彤指着白琴介绍。

工作室里,记者拿起刀具尝试割制音柱,这根被称作小提琴“魂柱”的小木棍是连接面板与背板的关键部件。原木比想象中更加厚重,刀刃落下时涩感明显,记者感到手臂很快僵硬。高彤彤在旁边指导:“如果感觉到阻力,就要停下来,让手臂放松一下,再重新开始。任何操作都是这样,包括拉琴、运弓,如果手臂僵硬就拉不出好的音色。”

他看向记者:“小时候拆过玩具吗?能原样装回去吗?”

“拆过,但常常装不回去。”记者答。

“既能拆又能装的人,就适合学提琴制作。干我们这行,最需要‘耐得烦’的性子。”高彤彤说。

1995年,意大利第五届全国提琴制作比赛上,他一举拿下小提琴、大提琴双料金奖;次年,波兰第九届维尼亚夫斯基

国际小提琴制作比赛中,他斩获铜奖,成为赛事自1957年创办以来首位获奖的华人。

虽然收获不少荣誉,高彤彤始终想着搭建更广阔的平台。2025年,他发起创办国际提琴制作艺术节,集中展出了10把来自意大利五大制琴学派的名琴,涵盖多位制琴史上最具代表性的大师作品。“早在克雷莫纳博物馆,站在世界级制琴大师的名琴前,那种震撼难以言表。乐器之精巧令人赞叹,与琴对望像在跟300年前的大师对话。”高彤彤说,“我总想让西方名琴来到中国,让学生在家门口就能看见顶尖作品,感受制琴艺术的魅力。”

谈及当下社会热议的人工智能,他说:“AI能算精度,可算不透木头的‘脾气’。每块木头的纹理、密度、弹性,都得靠手感和经验判断。我们培养的不是普通匠人,是懂声学、木材学、设计、制图,精通工艺的综合型制琴师。不仅要知道怎么做,更要明白为什么这么做。”他顿了顿,补充说,“手感这东西,是用时间一点点堆出来的,算法可能难以复刻。”