

编者按 为进一步深入学习贯彻落实习近平总书记对“科学与中国”院士专家代表重要回信精神，“科学与中国”20周年大会暨“千名院士·千场科普”行动近日在京启动，8位院士参与了“千名院士·千场科普”首场报告会。本报摘编刊发其中3位院士的精彩科普报告，以期在提高公众科学素养的同时，吸引更多科技工作者支持和参与科普事业。

院士科普：让公众遇见科学 预见未来

油气田开发，定向钻井“劳苦功高”

□ 高德利

石油和天然气是当今世界能源的两大支柱，尤其是石油，仍占比最高。石油和天然气在哪里？实际上，它们都埋藏在地下深处的盆地构造里，地域分布广阔，从陆地到海洋都有。

想把石油和天然气从地下找到并开采出来，需要一种称为“油气井”的通道，它既是物质通道，也是信息通道。近年来，为了满足油气田高效绿色开发的要求，人们对油气井型进行了很多技术创新。

开采地下“宝藏”，定向钻井功不可没

简单来讲，油气井有定向井、水平井、大位移井、多分支井及复杂结构井等诸多井型。所谓定向钻井，就是控制钻头按照不同的设计轨道或地质环境定向破岩钻进的一种三维钻井模式，要求安全高效钻达地下目标，是油气井工程关键核心技术之一。通过实施定向钻井，可以基于同一个作业平台有效扩大油气田的开发控制半径及泄流面积，提高油气田的综合开发效益以及采收率，也有利于降本增效、保护环境、节约工程作业平台及维护国家海洋权益等。

从1975年至今，我国在钻井技术方面的攻关研究一直没有停止过，如“七五”期间的“定向井、丛式井钻井技术研究”，“八五”期间的“石油水平井钻井成套技术”，“九五”期间开始重视大位移钻井技术，以及“十一五”开始将“复杂结构井优化设计与控制关键技术”列为国家科技重大专项攻关内容，等等，我国油气领域的定向钻井技术就是沿着这样的时序和路线创新发展的。

大位移钻井是挑战定向钻井极限的前沿技术。目前，我国的大位移钻井实践已超过了8公里水平位移，垂直钻井超过了9公里垂深，而全世界最大水平位移超过11公里，最大垂深超过12公里。当然，这里面存在工程作业极限问题，国内外一直都在努力研究与实践，但要突破极限并非易事。比如说，从地表向地球里画出一个圆柱体，其长度和圆半径均为12公里，目前全人类的定向钻井能力还难以钻达触及到这个圆柱体一半的空间范围。12公里只占地球半径的0.2%，也就是说全人类的钻井能力仍很有限，迄今只钻破了地球的“一层皮”。可以说上天下海，其实“入地、下海”也不容易，甚至更难。

随着我国浅层的、常规的油气资源开采程度越来越高，深层、深水、非常规等难采油气资源对于保障能源安全的重要性愈加凸显。而海洋定向钻井在海洋油气田高效绿色开发中已获显著应用实效，比如我国近海最大的油田——渤海油田，通过实施定向钻井与丛式井开发工程，实现了优快作业目标，取得了显著的综合开发效益。统计显示，南海东部在西江、惠州、番禺、流花、恩平、陆丰等六大油气区实施了130多口大位移井工程，其经济社会效益也很显著。

我国山区（如四川盆地）蕴藏着丰富的页岩气资源，但是其地表环境和地质条件都比较复杂，使这里的页岩气开发工程面临诸多重大技术挑战。通过实施大位移定向钻井可以建设大型丛式水平井组，有利于“节约土地、安全环保、增效降本”，以实现山区页岩气田高效绿色开发，我国的相关研究与实践目前已取得重大进展。

绿色低碳减排，“地下工厂”应时而生

作为油气钻采工程领域的一场技术革命，“页岩革命”使原本没有开采价值的页岩

气、页岩油等非常规油气资源得以经济有效地开发。另外，我国是一个煤炭大国，煤层气资源量巨大，至少与常规天然气资源相当。在过去的采煤过程中，煤层气（俗称“瓦斯”）会产生两大危害：一是被释放到大气中导致的温室效应远大于二氧化碳；二是容易发生煤矿瓦斯爆炸，导致极大的生命和财产损失。

煤层气地面开发，亦即“先采气后采煤”，这不仅能够减少煤矿开采过程中的瓦斯灾害，保护大气环境，而且还能增加天然气的供给，缓解我国天然气供求矛盾。所以，应该积极探索与创建深地煤炭与煤层气一体化绿色高效开发模式及其技术装备支撑体系，此举有望成为中国特色能源绿色低碳转型的重大战略举措之一。

于是，“地下工厂”应时而生。所谓“地下工厂”，就是在地下建设真正的工厂，或者叫复杂结构井工厂，有别于地面上搭建的相关工厂。“地下井工厂”具有立体化、多功能、多井型丛式井等基本特征，其应用领域非常广泛，除了煤炭地下气化之外，稠油、油页岩、页岩油等非常规石油高效绿色开发都有重大需求。



中国科学院院士、油气钻探与开采专家

“抓”回二氧化碳，助力碳中和

□ 金涌

“双碳”是涉及我国发展的重要议题。在现实生活中，发电厂烧煤、汽车燃油产生的二氧化碳排到大气中，让“天上”的二氧化碳越来越浓，导致地球的热量无法向太空扩散，地球的气温便会越来越高。科学家认为，地球上的温度最多只能上升2℃，否则地球两极的冰雪就会融化，届时海水水平面可能提高几十米，对人类生活会造成很大的影响。

打造二氧化碳零排放电力供应系统势在必行

作为一个发展中国家，我国向全世界宣示，二氧化碳排放量力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。也就是说，到2030年，我国的二氧化碳排放量力争不再增加；到2060年，二氧化碳要

争取实现零排放。碳中和的意思是，之前排了多少二氧化碳，就得回收多少二氧化碳。

我国的二氧化碳排放要实现碳中和，面临着四大挑战，即二氧化碳排放总量最大、从达峰到碳中和的时间紧迫、必须与经济发展同步进行、必须保持强大的制造业。

要改变现状，我们需要打造一个二氧化碳零排放的电力供应系统。目前，我国靠化石燃料提供能量，未来要靠可再生能源，也就是靠光伏发电、风力发电、水力发电等。光伏发电产生的一度电的成本，与风力发电、烧煤发电的成本基本持平，具有较好的发展前景。但是，如果将可再生能源作为主能源，最大的挑战就是电量稳定性。因此，储能技术必须要跟得上，发展储能技术和建设智能电网成为应有之义。

石油、煤炭从燃料变为材料

如果我们使用了可再生能源，那石油、煤炭就没用了吗？答案是否定的。因为油和煤是碳氢化合物，我们可以把它们变成材料。除了需要在未来探寻颠覆性的技术外，目前已知的最佳利用途径，是煤的分质利用。煤不是单纯的碳，煤中的碳氢比是1比0.8，也就是每10个碳原子伴有8个氢分子。如果用煤当燃料，就相当于把氢也一起烧掉了。煤的分质利用，是把煤所含的碳变成焦炭或半焦，把氢拿出来利用。

那么问题就是，将煤分质利用后，半焦要如何处理？如果用来烧，还是会产生二氧化碳，所以要为半焦找到出路。碳本身也是还原剂，如果把半焦加热到一定温度，碰到二氧化碳，就会把二氧化碳还原成一氧化

碳。一氧化碳在制作乙醇上具有一定优势。中国乙醇的生产量只有200万吨/年，美国的生产量是4000万吨/年。中国要生产乙醇，但苦于没有粮食。如果我们可以用一氧化碳发酵做原料，就不再需要用粮食制造乙醇。

最近我国正在研发一项将二氧化碳收集起来的技术，把烟囱里的二氧化碳气体重新变成固体储存或者使用起来。发电厂烟囱里的二氧化碳约占所有气体的14%，科学家通过一些化学链技术可以将烟囱里的二氧化碳气体变成粉末，把二氧化碳“抓”回来。

如果摆脱了资源和能源的匮乏，我们将迎来一个新的时代，即从化石能源时代进入到可再生能源时代。届时，化石能源也将迈入从燃料变成材料的时代。



中国工程院院士、清华大学化学工程系教授

计算：只有更快，没有最快

□ 孙凝晖

说到计算，我们首先会想到计算机。但对于计算的原理，真正了解的人并不多。计算到底是什么？计算机是如何诞生并推动计算的发展？计算速度的提升为什么成为人类不懈的追求？

计算要从算盘说起

计算是指将数学问题转化为数值或符号的操作，从而得出所需的结果。最早的计算应用工具可以追溯到算盘，这也是计算机的起点。

如果进行一个简单罗列，人类历史上第一个人造计算工具是诞生于中国公元1200年前的算盘；1642年，帕斯卡发明了第一台机械式加法机；1673年，莱布尼茨发明了机械式乘法器；1801年，杰卡德发明了首个可编程织布机，通过穿孔卡对织布机进行编程；1837年，巴贝奇设计了差分机与分析机，可以完成非常复杂的计算；1843年，世界上第一位程序员爱达

计了第一个利用计算机进行运算的算法程序；二战期间，图灵为了破译密码设计出“图灵甜点”解码机。

自此，机械式计算工具达到了工程技术积累的巅峰。当然，这离真正的通用计算机还有一定的距离。

1936年，图灵提出使用纸笔对数学运算的过程进行抽象，由一个虚拟的机器替代人类进行数学运算，包括纸带、笔与状态图三个核心元素，这就是著名的图灵机；1945年，约翰·冯·诺依曼起草了一个全新的“存储程序通用电子计算机方案”，确定了计算机的结构采用存储程序以及二进制编码等，这就是著名的冯·诺依曼体系结构，至今仍为电子计算机设计者所遵循；1946年，人类历史上第一台真正的通用计算机终于诞生；1947年，威廉·肖克利向全世界展示了晶体管，这也是能够实现计算机数学基础布尔代数的关键开关器件。

至此，人类最终奠定了现代通用计算机工程科学的基石。

让计算变得越来越快

通用计算机诞生后，人类对计算的运用也逐渐向神人化起来。

《流浪地球》系列电影中，计算专家认为只需一台超级电脑把人类数字化，就可以解决这场灭世危机。影片中，人类升级后的量子计算机550W就是那台最理想的超级计算机。虽然这只是科幻情节，但让计算机运算越来越快，一直是人类技术创新的努力方向。那么，如何让计算机的运算速度变得更快呢？

从最初的电子管到晶体管，再到如今的集成电路，计算的速度已经实现了质的飞跃。当然，仅拥有高速运算还不行，计算机应用的繁荣也很关键。

1974年，罗伯特·卡恩和温特·瑟夫提出了TCP/IP协议；1989年，蒂纳姆·李提

出了一种可跨操作系统的超文本链接方案——万维网（www）。自此，人类迈入数字文明的新时代。时至今日，全世界的网民人数已超过50亿。

虽然算盘这个计算的起点诞生于我国，但随后通用计算机发展的早期，几乎没有出现过我国科学家的身影。不过在通用计算机时代，计算的速度是通过半导体工艺和体系结构技术这两条腿来实现的。在体系结构技术领域，包括“中国计算机之母”夏培肃院士、“中国巨型计算机事业开拓者”金怡廉院士、汉字激光照排系统发明者王选院士在内，我国科学家为了让计算变得越来越快作出了杰出的贡献。

当前主流的高性能计算是每秒达到1018次浮点运算的E级系统，展望未来，希望到2035年能造出每秒1021次浮点运算的Z级计算系统，量子计算机也能实现重大突破，最好是《流浪地球》中的550W能成真。



中国工程院院士、计算机系统结构专家

（以上稿件由本报记者胡利娟、张英贤、陈杰整理）

开 榜 “ 封 ” “ 神 ”

□ 顾军

中国首部神话史诗电影《封神三部曲》开篇之作《封神第一部》暑期在全国各地上映，引起了广泛关注。这部电影主要取材于明代许仲琳的神魔小说《封神演义》，将商朝和周朝之争的历史进行了神化，描写了以元始天尊为代表的阐教与以通天教主为代表的截教斗智斗勇并最终封神的故事。那么，我们就来看看“封”和“神”两个字有什么来历。

甲 骨 文 金 文 小 篆 隶 书 楷 书

“封”的字形演变

先看看“封”。“封”的甲骨文字形象是把植物栽种到土里。到了金文中，字形左边的上半部分像是一棵植物，下半部分仍然是

土，右边像是一只手，合在一起表示用手往土里栽种植物。小篆的字形左边是“出”“土”，右边是“寸”，已经开始符号化了。隶书主要有两个形体：一个是左边像是植物，右边是“寸”；另一个是左边的上半部分和下半部分都是“土”，右边是“寸”。后一种写法被楷书沿袭了下来。

“封”最初的意义是往土里栽种植物。《左传·昭公二年》：“宥不敢封植此树。”这里的“封”和“植”都有“栽种”的意思。

远古时期的人们喜欢利用在大自然栽种的林木作为氏族之间的界线，这种现象被称为“封疆画界”。所以“封”可以引申出“疆界”的意思。“封”又可以指“使……成为疆界”。《左传·僖公三十年》：“既东封郑，又欲肆其西封。”这里是指晋国已经在东边使郑国成为它的疆界，又想往西扩大边界。

“封”还可以指帝王把爵位、土地、名号等赐人。《六国论》：“以赂秦之地封天下

之谋臣。”就是用贿赂秦国的那些土地来封给有谋才的大臣。“封建”最早是指封邦建国，也就是古代帝王把爵位、土地等分赐亲戚或功臣，使之在各该区域内建立邦国。

“封”还可以指古代帝王或大臣在山上举办筑坛祭神等活动。《永遇乐·京口北固亭怀古》：“元嘉草草，封狼居胥。”我国古代有封禅制，三国时期刘备的两个儿子刘禅和刘禅的取名就来自于此。所以，刘禅的“禅”应当读作shàn，不能读作chán。

此外，“封”还有“封闭”“堵塞”“封套存放物品的件数”等含义，如“封山育林”“封堵”“一封信”等。

甲 骨 文 金 文 小 篆 隶 书 楷 书

“神”的字形演变

再看看“神”。甲骨文和早期金文的“神”字只包含“申”而不包含“礻”。《说文解字·申部》：“申，神也。”“申”是闪电的形状，古人对自然界了解不够，认为闪电变化莫测，威力无穷，所以称为神。在后期的金文以及小篆、隶书、楷书等字体中增加了表示意义的“礻”，“申”则逐渐符号化，已经难以看出与闪电的联系了。

“神”原本的意义是“天神；神灵”。《说文解字·示部》：“神，天神，引出万物者也。”就是把“神”解释为能够引出万事万物的天神。

“神”还可以指“精神”。范仲淹《岳阳楼记》：“登斯楼也，则有心旷神怡，宠辱偕忘。”“心旷神怡”是指心境开阔，精神愉快。

如果把“精神”的范围缩小，“神”可以专门指“神采；动人的表情”。《红楼梦》第三回：“俊眼修眉，顾盼神飞。”“顾盼神

飞”的意思是左顾右盼，神采飞扬。天神往往具备神奇的本领，所以“神”又有“神奇”的意思。《资治通鉴》：“将军以神武雄才……当横行天下，为国家除残去秽。”“神武”是指神奇的武功，也就是武功高强的意思。

封神榜是小说《封神演义》中的宝物，用以号令天庭八部三百六十五正神。小说《封神演义》由于创造了众多被大众喜闻乐道的神话人物，如姜子牙、哪吒、雷震子、土行孙等，想象奇特丰富，数百年来久传不衰。

（作者系文学博士、广西语言学学会理事、桂林电子科技大学外国语学院汉语国际教育系教师）

有趣 · 有料 · 有效
中华字课