

地下10910米！为什么要“挖”这口深井

□ 科普时报记者 操秀英

1864年,儒勒·凡尔纳的科幻小说《地心游记》一经出版就迅速风靡全球。小说描写了一个有着大海、蘑菇森林和远古巨兽的地下世界,激发了几代人的好奇心。千百年来,和上天、下海一样,“入地”也一直是科学家孜孜以求的梦想。

近日,中国石油宣布了一条令人振奋的消息——我国首口超万米科探井“深地塔科1井”在新疆塔克拉玛干沙漠腹地成功完钻。这口井的垂直深度达到了惊人的10910米,一举刷新了亚洲纪录,成为亚洲第一、世界第二垂深井。

为什么要向深地进军

正如《地心游记》所描写的,深地,潜藏着这颗蓝色星球的无穷奥秘,以及人类对未知领域的强烈好奇。

地球到底是怎么演化成现在这样的?地震、火山等自然灾害是否有规律可循?应对它们的“秘诀”,是否就藏在地球深处?地球里面是否有我们不知道的宝藏?要寻找这些问题的答案,就必须向地球深部进军。

而且从现实情况来看,我国煤炭资源丰富,油气资源少,多年来,石油、天然气对外依存度都较高。目前,我国80%的油气产自深度小于4500米的中浅层,但随着中浅层油气勘探开发程度不断提高,油气发现的难度越来越大。因此,油气企业也需要在地球深部找到更多的油气资源,以保障国家能源安全。

“入地”难在哪

作为入地的重要手段之一,超深钻



深地塔科1井(中国石油天然气集团有限公司供图)

井被称为深入地球内部的“望远镜”。通过对钻具上搭载的探测设备所采集的各种地下数据和信息及钻探获取的“岩芯”进行分析,科研人员可以逐步揭示大陆地壳的物质组成与结构,探索地球深部流体系统、地热结构,解决地球演化等一系列重大基础科学问题。

但是,打一口超深钻井太难了。垂直深度越大,地层越硬,井下的压力和温度也越高。万米深井需要连接1000多根钻杆,而在高温高压下钻杆就像“煮熟的面条”一样,操作起来很难控制。同时,面对地下超过200℃的高温,一般设备和仪器内的电子元器件、橡胶件等都会损坏失效。

现在已知地球平均半径为6371千米,人类探索到的垂直深度仅有12.26千米。这意味着,人类花费300年时间仅向地心前进了0.19%。如果将地球比喻为

鸡蛋,那么现在连鸡蛋壳都没钻破。

另一个问题来了,打这么深的钻井,会引发地震或者对地球造成破坏吗?答案是不会。虽然我们不断地对地球深部进行钻探,但是目前还是在地壳浅部进行。地壳是地球最外部的圈层,最厚可达70千米(这个位置在珠穆朗玛峰),整个地壳平均厚度约17千米。目前的万米深井最深也不过12.26千米,所以不用担心对地球造成破坏。

“深地塔科1井”做到了

塔里木盆地不仅深,演化历史更加复杂,且缝洞型或者是断裂储层类型的钻探难度更大。中国石油是如何实现垂深10910米的?

近年来,我国在超深层储层立体成像、抗高温仪器和精准定向技术等领域取得了一批原创性成果,并成功研制出

全球首台1.2万米特深井自动化钻机、抗220℃水基钻井液、抗240℃高强度成套取心工具等一批核心技术和装备。这些技术和装备的应用,为我国深地探测提供了有力的保障。

“集中力量办大事”的体制优势发挥了重要作用。中国石油联合集团内外企业、科研机构以及高等院校,共计数万人开展集智攻关,将难题一一破解。同时,石油人不怕吃苦、实干苦干的精神也是成就10910米不可或缺的因素。

为什么是10910米

为什么这次“入地”的深度是10910米,而不往下继续打了呢?中国石油的专家说,这是因为在这个深度,这口井的科学探索、油气勘探、工程技术验证等任务都已圆满完成。经专家论证,从风险和收益角度看,这口井的深度保持在这一数字比较科学合理。

不负所望,“深地塔科1井”拿到了不少“宝贝”。它在万米深层取得珍贵岩心,获得5.4亿年前岩石标本,珍贵程度堪比“月壤”。科研人员根据首次获取的万米测井数据等地质资料,绘制出亚洲首套万米深层古地质图。更让人振奋的是,此次在万米深层发现了天然气,实现全球陆上万米以下油气发现零的突破,填补了万米地质理论认识空白。

正如中国石油的专家所说,10910米是个新起点。接下来,专家们要进一步分析此次获得的数据资料,解析出更多来自地球深部的“密码”。他们还将对“深地塔科1井”做更多工作,争取勘探开发出可用的天然气。也许过不了多久,10910米这个数字就会被刷新。

中国科学家破解高温超导难题,意味着什么

□ 段跃初

2月18日,由南方科技大学校长、中国科学院院士薛其坤领衔、南方科技大学副教授陈卓昱等组成的联合攻关团队,发现常压下镍氧化物的高温超导电性,相关研究成果发表在《自然》杂志上。该发现使镍基材料成为继铜基、铁基之后,第三类在常压下突破40K(约-233℃)的高温超导材料体系。

高温超导研究难题

什么是超导?这个问题听起来有点神秘莫测,其实离我们并不遥远。简单来说,超导是指某些材料在特定温度条件下,电阻突然消失,呈现出“零电阻”的特性,同时还具备“完全抗磁性”,即能够排斥磁场,让磁力线无法穿过材料内部。想象一下,当电流在超导材料中流动时,就像在一条没有任何阻力的高速公路上奔驰,不会有丝毫的能量损耗。

超导现象在1911年就被发现了,从那以后,寻找更高温度的超导材料成为国际科学界的一个重要研究方向。传统超导体的超导最高转变温度为40K,也就是“麦克米兰极限”。此前,铜基和铁基两类材料的超导转变温度

突破了“麦克米兰极限”,被称为高温超导体,但高温超导机理复杂如同“量子迷宫”,科学家探索近40年仍未破解。

近年来,镍基超导材料“异军突起”。2019年,美国科学家首次在镍基薄膜中观测到超导电性,但其超导温度较低。2023年,中国科学家在超过10万个大气压的高压环境下,实现了镍基材料的液氮温区超导。然而,如何摆脱高压限制、实现常压高温超导,成为全球科学家竞相追逐的目标。

突破性发现

针对这一挑战,3年来,薛其坤与陈卓昱率领的研究团队持续攻关,试验了1000多片镍氧化物样品,通过精密的电磁输运测量,观测到了零电阻与抗磁性,确认了高温超导电性的存在。

镍基超导研究是当前国际科学界的前沿热点,全球竞争异常激烈。美国斯坦福大学的研究团队与合作者几乎同时也报告了类似材料体系中的常压超导电性。中美团队研究路径独立,实验相互印证。特别值得一提的是,中国团队全部采用国产仪器,发展了独特的

强氧化能力薄膜生长技术,成功获得了晶体质量更高的薄膜材料,不仅实现了科学上的突破性发现,更为中国在超导乃至量子材料领域的长期自主发展奠定了坚实基础。

这一成果意义非凡。从科学研究角度看,镍基、铜基与铁基这三类高温超导体电子结构不同,通过对比研究,就像拿着不同的钥匙去开启同一扇科学之门,有助于深入理解高温超导电子配对的核心机制,为破解高温超导机理提供关键线索。从技术创新层面讲,其团队研发的成果解决了氧化物薄膜的缺氧难题,极大拓展了高温超导等强关联电子系统的人工设计与制备,为相关领域发展开辟了新路径。

带来更多可能性

在一些领域,高温超导材料的前景更是令人憧憬。比如,在能源领域,我国的西电东送工程若采用高温超导材料构建“零电阻”的超导电网,电力大幅损耗的情况将大为改观。根据理论研究和实验室模拟数据,超导电网能够将电力传输损耗降低至近乎为零。这意味着,每年输送的5000亿千瓦时电

量,几乎可以毫无损耗地抵达东部地区,极大地提高了能源输送效率。这不仅节省大量能源,减少因发电产生的环境污染,还能显著降低输电成本,对于我国能源结构优化和可持续发展具有举足轻重的意义。

在医疗领域,高温超导材料在改进核磁共振成像设备方面作用显著。目前的核磁共振成像设备磁场强度一般为1.5-3T,成像分辨率有限。研究表明,磁场强度提升后,成像分辨率可提高2-3倍,能够更清晰地呈现人体内部组织和器官的细微结构,使得病变检测准确率从当前的70%-80%提升至90%以上,更早、更准确地检测出病变,为患者的诊断和治疗提供有力支持。

尽管目前镍基材料的超导转变温度还需进一步提高,如达到液氮温区77K(约-196℃),但这一突破已为未来实现更高温度的超导应用铺就了基石。相信在科学家的不懈努力下,高温超导领域将为人类社会的发展带来更多可能。

(作者系中国未来研究会会员、中国科普作家协会会员)