



“海牛II号”搭乘科考船驶向深海。

白白

深海矿产资源丰富,发现、研究它们,需要通过水下钻探获取样本。在各种取样方式中,海底钻机以其钻探成本低、效率高、样品扰动小、易操作等优势,成为备受青睐的高技术装备。

不久前,我国自主研发的“海牛II号”海底大孔深保压取芯钻机系统,在超2000米深水中,成功下钻231米,刷新了深海海底钻机的世界纪录,标志着我国在该领域达到世界领先水平。

前沿科技

□喻思南 唐亚慧

# 深海钻探 “海牛II号”真牛

在超2000米水深中成功下钻231米,刷新世界纪录

看似笨重实则身手不凡 具备海洋资源全覆盖勘探能力

“海牛II号”由湖南科技大学教授万步炎领衔研发。万步炎介绍,“海牛II号”由海底钻机本体、海底原位探测器、移动式海底钻机配套收放系统等部分组成。“其中,钻机本体外观上是一个橙黄色、八边形的钢质构造,高7.6米,“腰围”10米,体重12吨,是目前我国水中最重的地质勘探科考装备。”

看似笨重的“海牛II号”,在海底干起活来却很灵活。它的“武器”是身上的78根钻杆,每根3米长,像左轮手枪的子弹一样排列在圆盘之上。操作时,通过圆盘旋转,机械手取杆上膛,把钻杆一根根钻进岩层。

钻头相当于“海牛II号”的犄角,由金刚石和硬质合金等材料制成。科研人员设计了不同种类的钻头,有的针对硬岩地层,有的适用于沉积岩软岩地层。

“海牛II号”是在4月7日刷新的世界纪录。万步炎告诉记者,当天,经过约两个半小时下潜后,“海牛II号”抵达水深2060米的海底。完成姿态调整后,“海牛II号”随即开展目标层保压取芯钻探作业。约15小时后,钻进孔深达到海底地下231米。

除了钻得深,“海牛II号”还有一项独门绝技——保压取芯。这是勘探可燃冰等某些海底矿产的关键。万步炎介绍,在海水压力下,可燃冰呈“冰”状,它一旦离开其适宜的海水深度,就会因压力减小而变成气体挥发。因而,普通深海钻机无法取样可燃冰,只有在保持海底地层相等压力的状态下,才能做到。

此前,全球海底钻机的最大钻孔深度设计能力为200米,而实际保压取芯作业最深只到达135米,“海牛II号”则大大刷新了这一纪录。

通过钻探取样分析,可以了解矿藏储量、品位和埋藏形态,为今后开采勾勒出一幅“藏宝图”。“钻得越深,能勘探的资源就越多。”万步炎说,当前人类发现的、具有商业开采潜力的海洋矿产资源,基本上在海底200米以内。钻探到200米以下,意味着我国在理论上具备了海洋资源全覆盖的勘探能力。

根据《联合国海洋法公约》,公海资源归全人类共有,资源开采权一般遵循谁勘探、谁优先的规则。业内专家表示,“海牛II号”是我国深海钻探的一把“利剑”,它的出鞘,使我国在海底固体矿产资源研究和开发上多了一份技术优势。

攻克多个技术难题 所有关键技术均为自主研发

深海压力大、温度低,“海牛II号”要在复杂的环境中,顺利实现钻机收放、姿态调整、耐压密封、钻杆及芯管接卸、自动测控等一系列操作,技术难度非常大。

据万步炎介绍,“海牛II号”主要攻克了全程保压绳索取芯、钻管存储与钻杆快速接卸、智能化与专家操作系统、海底钻机安全可靠下放和回收等技术难题。

钻探过程中,某一段实现保压取芯并不难,难的是全程保压。针对这一问题,科研人员连续多年攻关,通过大孔深遥控全孔全程保压绳索取芯,采用了独创的岩芯管全长直接密封保压取芯原理、技术与工艺,最终实现了海底钻机小口径大孔深高效、高可靠全孔全程保压取芯。

万步炎说,“海牛II号”很“聪明”。科研人员为它量身定制了很多传感器设备。这些传感器,融合了团队多年的海上实地钻探经验。到了海底,钻头会根据地层性状情况,快速自动判断并自适应调整钻进模式与参数,解决了海底钻机与配套取芯工艺对海底复杂地层的适应性难题,从而大幅提高了

钻探效率、取芯率和取芯质量。

得益于自动化、智能化的设计,一个人就可在母船上完成“海牛II号”操作。“海牛II号”在钻孔取芯的同时,还能干“兼职”:原位探测岩石的电阻率、孔隙率,给孔内周边岩石拍照等。

在海底钻机收放装置的设计和工艺上,团队解决了因母船摇晃导致海底钻机与收放装置对齐与靠拢困难、易发生冲击碰撞的问题,实现了海底钻机水中自动校正收放方位、垂直翻转过程自动抱紧海底钻机功能,提高海底钻机收放效率和收放过程的安全性及可靠性。

值得一提的是,“海牛II号”所有关键技术均为自主研发,目前已取得125项专利。

研制“海牛II号”,依托的是我国国家重点研发计划“深海关键技术与装备专项”课题。针对“海牛II号”,任务书有三大目标,即作业水深不少于2000米、钻进深度不低于200米、保压成功率不小于60%。令万步炎高兴的是,本次海试充分验证了“海牛II号”的设计性能,并超预期实现了任务目标。



“海牛II号”正在进行海试作业。

未来还将不断优化 挑战万米级水深地质钻探取样

“海牛II号”并非“横空出世”,而是20多年坚持不懈、持续研发的结果。2000年,万步炎团队开始研发深海海底钻机。3年后,团队做出了我国首台深海浅层岩芯取样钻机,并在海底下钻0.7米,获得首个岩芯样品。

2010年,这个团队研发的深海深孔岩芯取样钻机,又把海底钻探深度推进到20米。2012年,“海牛II号”的前身——“海牛号”研制项目正式启动。2015年,“海牛号”在3000米海水下下钻了60米。由此,我国成为世界上第四个拥有能在水深大于3000米的海底进行60米钻探技术的国家。

如今,我国多条海洋科考船配备了万步炎团队发明的专利设备,并在深海钻孔1000多个。

海底钻机的发展,与我国海底资源勘探历程紧密相连。万步炎告诉记者,1999年以前,中国没有能力研制大型深海机电装备,只能从国外租借设备。后来,我国决定自主研发深海钻探设备。万步炎团队迎难而上,接下了这项任务。他们几乎从零起步,不断摸索,奋勇攻关。

近年来,我国日益重视海洋技术装备研发。深海海底钻孔技术,对其他深海装备制造技术具有很强的辐射性,可以带动相关领域的研发。万步炎说,10多年前,科考船上基本所有设备都是进口的,如今国产装备达到80%以上,未来这一比例将越来越高。

万步炎表示,团队将进一步优化深海钻探设备性能,提升它的环境适应能力、作业性能和智能化程度。此外,他们还计划推进“海牛II号”量产,在海底油气采场和海上风电场建设与工程地质勘查领域推广应用。

当前,“海牛II号”还在海上工作。深度超过万米的马里亚纳海沟,至今没有人类进行海底钻探作业。“挑战万米级水深地质钻探取样,是我们团队接下来的目标。”万步炎说。

据《人民日报》