

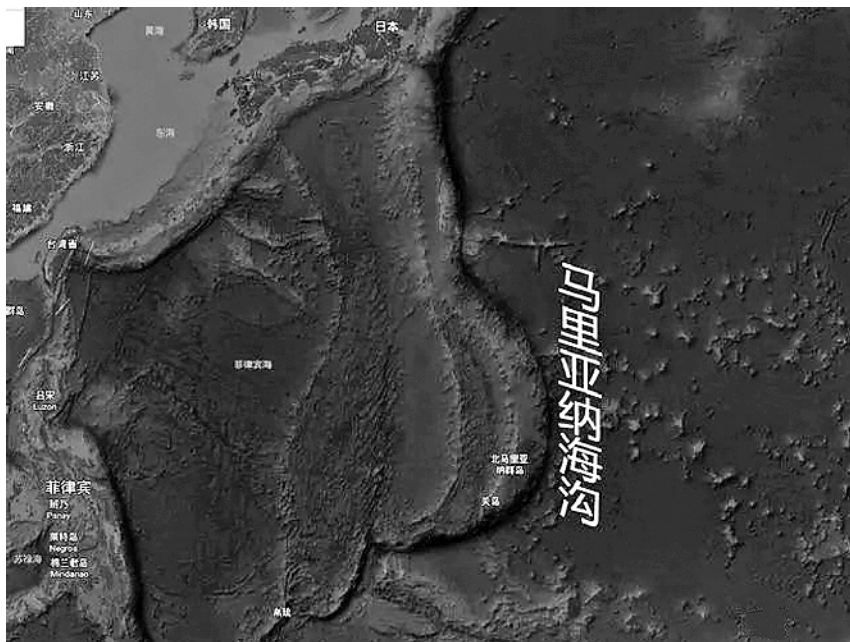
北太平洋西部马里亚纳群岛以东海底，有一条幽美的弧形洼地，如一抹“神秘微笑”镶嵌于深蓝。这就是人类已知的地球表面最深处——马里亚纳海沟。

近日，由中国科学院、中国工程院主办，两院院士投票评选产生的2020年中国十大科技进展新闻揭晓，其中一条新闻格外亮眼：我国“海斗一号”无人潜水器在马里亚纳海沟实现最大下潜深度10907米；“奋斗者”号载人潜水器在同一海沟成功坐底，创下10909米的中国载人深潜新纪录。

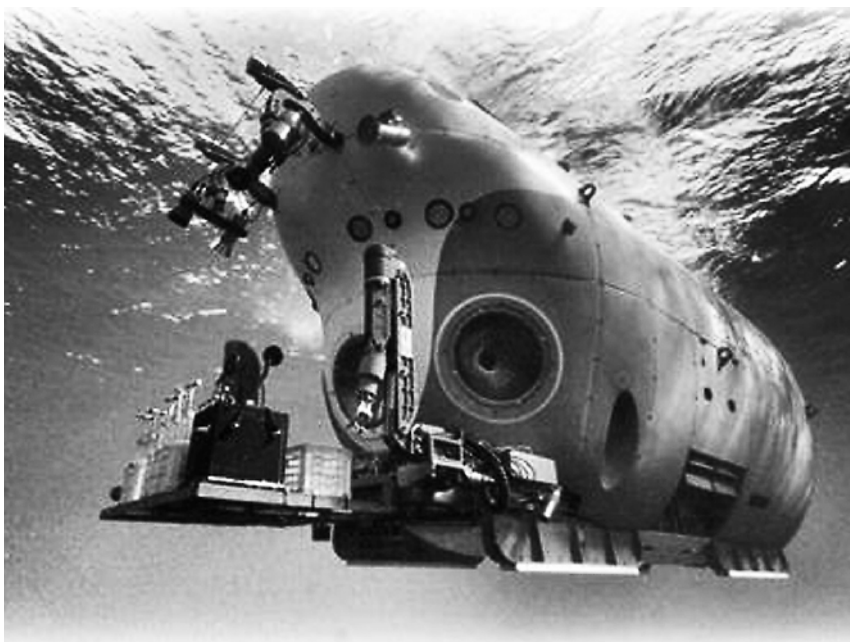
这一新闻，又一次把人们的目光引向了有着地球“第四极”之称的马里亚纳海沟。多少年来，来自世界各国的海洋学家和测量学家勇往直“潜”，在一次次突破极限中探索马里亚纳海沟的奥妙。“奋斗者”号此次深潜，是人类历史上第3次将载人潜水器送达这里。

# 探寻“神秘微笑”的深度

■李树军 陈瑜 本报特约记者 黎明宇



马里亚纳海沟地貌呈弧形分布，酷似一抹“神秘微笑”。



我国深海载人潜水器“奋斗者”号。

## 用好科技评价这根“指挥棒”

褚振江

### 论 见

科技评价是一项系统工程，根本目的在于促进科技创新发展、引领学术研究。改革科技评价制度，加快构建更加科学合理的评价体系，有助于进一步提升科技评价的公平、公正、公开水平，更好激发广大科研人员的创新创造活力。

在科研创新过程中，评价体系具有“指挥棒”作用，不同的成果评价导向决定了不同的科研倾向。必须树立起科学务实的评价导向，完善成果评价制度，定好“尺子”，再量“长短”。

当前，我国科技实力处于从量的积累向质的飞跃、点的突破向系统能力提升的重要时期，诸多重大创新成果竞相涌现，在世界范围内一些前沿技术进入“并行”“领跑”阶段。但也必须看到，与生机勃勃的科技创新局面相比，有的体制机制还存在一些亟待解决的问题。主要是科技评价体系和标准不够科学、评价社会化程度不高，项目及经费、论文数量、专利数量、获奖层级等量化指标占比较大；专利数量多，但质量不过硬、市场接受程度有限；科技发展仍存在基础研究及原始创新薄弱、很多“卡脖子”技术亟须“从0到1”突破。这就迫切需要调整优化评价体系导向的要求，改进科技评价配套方式方法，优化评价周期，畅通评价渠道。

科技创新，关键在导向，源泉在人才。必须强化国家使命导向，围绕重要学科领域和创新方向，培养造就一批具有国际水平的战略科技人才、科技领军人才和创新团队，建立有利于青年科技人才脱颖而出的机制；按照“干什么评什么”的原则，分类设置指标体系，并建立相应的动态调整机制，切实提升科技评价的科学性、客观性和实效性；确立以质量、贡献、绩效为核心的评价导向，建立“按方向选人、按人定任务”的机制，实行与不同类型科研活动规律相适应的跟踪和分类评价制度；落实用人单位的评价自主权，克服“唯论文、唯职称、唯学历、唯奖项”的倾向，避免评价结果与物质利益分配过度挂钩；在科技领域优化管理规范和制度，使科研团队有更大自主权，省心办事情，让科研人员集中精力潜心研究；对前沿研究、基础研究和颠覆性技术创新，还应建立容错机制，激励科研人员潜心研究、大胆探索、挑战未知。

励科研人员潜心研究、大胆探索、挑战未知。

当前，新一轮科技革命和产业革命加速推进，驱动人类进入智能化时代，世界发达国家纷纷在前瞻性领域加快战略布局，抢占未来发展制高点的竞赛已在全球展开。我们必须紧跟战争形态之变、科技发展之变、时代演进之变，以完善成果评价制度为切入点，深化人才评价改革，激发科技创新动能和活力；尽快实现关键领域自主可控，提升对产业链供应链安全稳定的科技支撑能力，把保障国家安全构筑在坚实的科技创新“堤坝”之上；加快突破关键核心技术，勇闯科技创新“无人区”，打造更多制胜未来的重大战略成果。

### 热点追踪

#### 秘境探险，各国竞相发力

马里亚纳海沟，长度延伸约2550千米，平均宽约70千米，整体水深深于6000米，最深处位于海沟内的查林杰海渊，为11040.4米。

这个深度是什么概念？如果把8848.86米的珠穆朗玛峰放在沟底，峰顶还会淹没在水下2100余米。

关于马里亚纳海沟的成因，说法不一。有的理论认为，是海洋板块与大陆板块相互碰撞所致，海洋板块因岩石密度大、位置低，俯冲插入大陆板块之下，进入地幔后逐渐融化而消失，在发生碰撞的地方形成了海沟；还有理论认为，其形成源于海底地壳的剧烈凹陷。

人类对于马里亚纳海沟的正式探测，始于20世纪50年代。

1951年，英国皇家海军“挑战者”号首次测量海沟，测得最大深度为10900米，所在海域以测量船名字命名为“Challenger Deep”（“查林杰海渊”）。

1957年，苏联科学院海洋研究所海洋考察船“斐查兹”号，对马里亚纳海沟进行了详细探测，在其西南部也发现了查林杰海渊，测得其最大深度为11034米。

1960年，瑞士著名深海探险家雅克·皮卡与美国海军中尉沃尔什，乘坐美海军“里雅斯特”号深海潜水器，首次成功下潜至马里亚纳海沟底部进行科学考察，创造了载人下潜海沟10916米的世界纪录。

1962年，机动载具“史宾塞·傅乐顿·拜尔德”号测得最大深度为10915米。1984年，日本将探测航具“拓洋”号送入马里亚纳海沟，测得其最大深度为11040.4米。1995年，日本深海探测机器人“海沟”号测得深度为10911米。

2012年，美国好莱坞著名导演詹姆斯·卡梅隆，独自乘坐“深海挑战者”号深潜器下潜至10929米深处，成为人类第二次载人深潜探底马里亚纳海沟、单枪匹马潜至地球最深处第一人。

我国深海勘探技术始于20世纪70年代。

1986年，中国第一艘深潜救生艇完成了300米深度试验，揭开了中国载人深潜序幕。随着近年来科技发展进步，我国先后自主研制了3艘载人潜水器，并成功进行了深海上潜试验，成为继美、法、俄、日之后世界上第5个掌握载人深潜技术的国家。

2012年，我国深海载人潜水器“蛟龙”号，在马里亚纳海沟先后进行了多次试潜，创造了下潜7062米的中国载人深潜纪录，也是世界作业类型潜水器最大下潜深度纪录。

我国第二台深海载人潜水器“深海勇士”号，2017年以来也多次在南海和马里亚纳海沟进行载人下潜试验，最成功下潜4500米。

2020年，我国第三台深海载人潜水器“奋斗者”号，多次成功进行万米海试，最深入马里亚纳海沟10909米，创下中国载人深潜新纪录，也创造了3名科考队员同时搭乘同一深潜器下潜到海洋最深处的世界纪录。

#### 勇往直“潜”，考验硬核实力

据初步探测，全球深于6000米的海沟约有37条。这些深海区域，几乎都是冰冷、高压和漆黑的世界。

马里亚纳海沟水温仅有2℃，水压高达上千个大气压，深潜器需要承受巨大压力，相当于30头大象站在一个成年人的手掌上。神话传说中，“八仙”凭借不同“法宝”，各显神通才成功渡海。现代测绘工作者想要在深海底“以手掌对抗大象的压力”，描绘出马里亚纳海沟这抹“神秘微笑”的深度，亦自有“法宝”：

**母船——坚实的“画板”。**绘就佳作少不了画板支撑，承载深潜器的母船像“画板”一样，为茫茫大海上的测绘工作提供了作业平台。

随着深海探测技术的深入发展，各国作业母船深潜科研保障能力越来越强，船上设备越来越先进。除有远洋航行和科考功能设备外，一般都有固定深潜器的装置、吊装潜水器的吊车、全海深地质绞车、光缆绞车、指挥和接收图像的操控室等。

据报道，我国“奋斗者”号万米深潜，采用了双母船护航模式。其中，载人潜水器“深海勇士”号的科研母船“勘探一号”作为支援船，和新建造的第一只专用万米深海科研母船“勘探二号”保障船“双船合璧”。“勘探二号”吨位大、性能好，搭载了多台（套）我国自主研发的科研设备和探测仪器，是一个多功能深海科研平台。

**深潜器——精准的“画笔”。**母船到达目标海域后，深潜器闪亮登场，如同一支在大海海底这页画纸上描绘的画笔。

打造一支好“画笔”，材料和工艺很重要。1960年，美国载人深潜器“里雅斯特”号，潜至9785米海深处时发生剧烈震动，一块19厘米厚的舷窗玻璃出现轻微裂痕，足见海底高压对潜水器材料和结构设计要求极高。

近年来，出现的新型钛合金材料，强度高、韧性好，经过多年试用，可完全满足深潜的高压和冲击要求。另外，精密的工业制造、冷弯和焊接技术，为载人潜水器载人舱的安全性提供了技术保障。

据悉，我国深海载人潜水器“奋斗者”号载人舱采用钛合金材料制造，耐压浮力好，直径达到2米，为世界最大深潜器。这标志着我国钛合金材料技术和焊接加工技术已处于国际领先水平。

黑暗中，“运笔”需更加灵敏。潜水器控制系统属于深潜器的“大脑中枢”，是保证深潜设备和潜航员安全的关键。过去，巡航过程中若前面出现巨石，深潜器需要绕过去；如果通过声波遥控实现避障，往往会来不及。现在，日益完善的自主导航技术，能保证深潜器按照预设航线自动巡航。特别是先进的避障系统，可确保潜水器在深海航行过程中规避障碍物。潜水器发生漏水等意外情况，控制系统可关闭液压系统，以保护潜水器主体和潜航员。

**声波——鲜艳的“颜料”。**由于海水吸收及散射作用，光波和无线电波均无法达到深海底，因而声波成了勾勒海沟深度痕迹的最佳“颜料”。声波在海水中的传播速度约为1500米/秒，正常情况下由母船传播到万米海底约需7秒钟。可采用有缆通信和无缆通信两种深海海水声通信技术。

有缆通信就是母船与深潜器之间采用的光缆通信。母船发出的信号和深潜器上实时获得的信息，通过光缆传输，操作人员可观察监视器上的图像，在母船上对深潜器进行操作。潜航员也可根据母船上的指令进行深海作业，实时上传获取数据。这种通信方式，信号传输精度高、损耗少，但上万米的线缆在海中容易缠绕到岩石上，且线缆长度会限制潜水器活动范围。

在万米海底，光缆还会因承受巨大水压而变形。20世纪90年代，日本“海沟”号深潜器试验时，曾出现过信号中断、图像消失的现象。其原因就在于电缆内有间隙，当遇上海底高压时，光纤出现了变形。后来，电缆中填充了软合成树脂，以保持其柔韧性，试验才取得成功。

无缆通信则是利用声波在海水中传播距离远、能量耗散低的特性，在母船和深潜器之间利用声波通信系统直接进行的通信。但由于受海水温度、盐度、密度、跃层及洋流、悬浮物等复杂因素影响，水声信号在深海传播也会发生散射、能耗等现象，致使母船和深潜器之间的通信时常出现信号减弱、延迟等。

据了解，我国目前载人深潜器都采用无缆通信方式。“奋斗者”号载人潜水器下潜万米海试中，成功实现全球首个万米水下高清视频信号直播

传输。

#### 展望未来，梦想照进深海

人类目前测得的海沟深度，并非深海探测的最终目的和科研顶峰。海底下，还蕴藏着无穷无尽的奥秘，等待着人类去追寻。展望未来，我国在这方面，尚处于刚刚起步，还需奋起直追。

在世界范围来看，目前各国对不超过6000米的海面探测深技术和4000米以内的海底浅层沉积物探测技术已经成熟。其原理都是利用船载探测设备上的换能器向海底发射声波，根据接收回波信号特征，获取测量数值和海底图像。而对深于6000米的海域，尚需深入研究声波在深海的传播规律，并研发应用于深海探测的多波束测深仪、侧扫声呐和浅地层剖面仪等高精度高分辨率深海测量设备，将其搭载在测量船上。如此，科研人员才能在海面精确探测出深海洋的深度，同时能给海底构成物质进行CT扫描诊断，提高探测精度。

此外，随着人工智能技术的发展，无人深潜器的研发和利用也将成为热门。

比起载人深潜器，无人深潜器不仅具有体积小、能提高深潜器在海底活动灵敏度等特点，还能降低深潜人员的作业风险。仅靠利用载人深潜平台，对一些重要海底区域进行深潜探测和采样作为补充手段，将所采集数据与海面仪器测量的海量数据进行比对校验，便可大幅提高深海探测效益，更精确地描绘出海底地貌形态。

2016年，我国自主研发的“海斗”号无人潜水器，随同母船“探索一号”科考船在马里亚纳海沟开展万米深潜试验，实现最大潜深10767米，创造了我国无人潜水器最大下潜及作业深度纪录，标志着我国无人下潜技术正在走向成熟。

纵横海底，科技日新月异，值得我们持续关注的是，还需推动深海探测法律体系的建立健全。

科考人员在深海探测马里亚纳海沟时，发现有沉积塑料，说明海洋污染已较为严重。各国对深海资源的探测、开采等，势必带来竞争，也会给深海洋造成一定的污染威胁。为此，完善深海洋资源开发方面的法律迫在眉睫，不能将开发深海资源变成打开“潘多拉魔盒”。

沧海变桑田，追梦无极限。随着我国综合科技实力从传承到创新、从量变到质变，随着海洋学家和测量学家的妙手勾勒，马里亚纳海沟这抹“神秘微笑”必将更加迷人。

供图：王皓凡

## 燃料电池：船舶新能源

■张曦 何朝楠 孙延来



### 新 看 点

前不久，我国第一艘燃料电池游艇“鑫湖”号完成试航。这标志着我国燃料电池在船舶动力上的应用迈出关键一步。

与传统船舶动力装置不同，燃料电池是一种未经燃烧就能把化学能转化为电能的装置，属于21世纪继水力发电、热能发电和原子能发电之后的第四种发电技术。

提及燃料电池的诞生和发展，还得追溯到1839年。当时，英国物理学家威廉·葛洛夫发明了燃料电池，并用它点亮了伦敦讲演厅的照明灯。后来，由于受材料、资金、市场等多方面因素限制，对燃料电池的研究和开发几经反复，直到20世纪才得到发展。

早期燃料电池应用，焦点集中在军事空间等专业应用及千瓦级以上分散式发电上。但随着技术进步，它用途更加广泛，既可用于军事、空间、发电厂领域，也可应用于船舶、机动车、移动设备和居民家庭等领域。

近年来，我国船舶产业不断发展进步，各项研究也不断深入，传统船舶动力装置如柴油机和燃气轮机，都存在能效转换率低、环境污染重、燃料单一等缺陷。多年来，科学家们始终致力于寻找既有较高能源利用效率，又不污染环境的新能源利用方式，而燃料电池正是比较理想的选择。

——高效率。燃料电池将燃料的化学能直接转化为电能，因此不会产生大

量废气与废热，可避免中间转换能量的损失，转化效率超过50%（传统柴油机或燃气轮机的转化效率一般在25%~40%），高效率即意味着高经济性。

——低排放。燃料电池以天然气等富氢气体为燃料时，二氧化碳的排放量比传统热机减少40%以上，这对缓解地球温室效应十分重要。另外，燃料电池使用中只进行电化学反应，没有高温燃烧过程，因此几乎不排放氮和硫的氧化物，减轻了对大气的污染。

——燃料多样化。对于燃料电池而言，只要含有氢原子的物质都可作为燃料，例如天然气、石油、沼气、酒精等。为此，燃料电池非常符合能源多样化需求，既能减少对石油产品的依赖，也可减缓主流能源的耗竭。

此外，燃料电池还具有噪声小、可靠性高、操作方便、易于建设等优点，备受人们青睐。

不过，在民用船舶领域，燃料电池目前尚不具备大规模应用的条件，主要是受其成本、安全、寿命等多种因素影响。同时，燃料电池燃料供应与提取、安全性、响应时间也需进一步改进。

“随着技术的不断革新，以及国际公约法规对船舶排放要求的日益严格，燃料电池将有可能打破现有船用动力系统格局。”相关研究人员表示，燃料电池船舶在不久的将来能否“唱主角”，还需拭目以待。

——上图：我国首艘燃料电池游艇“鑫湖”号。