

## 畅游海下300米 “龙宫”首迎中国客

## 饱和深潜的中国突破

张保淑 尤可可

“可上九天揽月，可下五洋捉鳖”。继嫦娥三号成功实施软着陆，开启“月宫”新生活后，我国深海饱和潜水又一次挑战了极限。近日，中国首次300米饱和潜水海底出潜探摸作业圆满成功。6名饱和潜水员在高压环境暴露生活了380小时，并完成减压后依序出舱，安全返回工作母船。他们经过24小时适应恢复后，目前身体状况良好。此次饱和潜水深海作业，实现了我国历史性的突破。

## 探秘海底 饱和潜水潜力巨大

在电影《深渊》中，潜到水下石油钻塔里的潜水员，让我们对美丽的海底世界产生无限神往，甚至出现了一些时尚的海底婚礼。随着时代的发展，潜水作业已成为援潜救生、海洋开发等工作中的重要内容，是不可或缺的水下技术。然而，随着潜水深度的加深，水下作业时间的延长，水中作业效率的降低，采用氦氧常规潜水技术在无潜水钟的条件下进行潜水作业，潜水员往往在水下减压时会经受寒冷、疲劳、饥饿、涌浪等不利因素影响。因此，为了提高潜水作业效率，完成水下复杂的作业任务，采取饱和潜水技术势在必行。

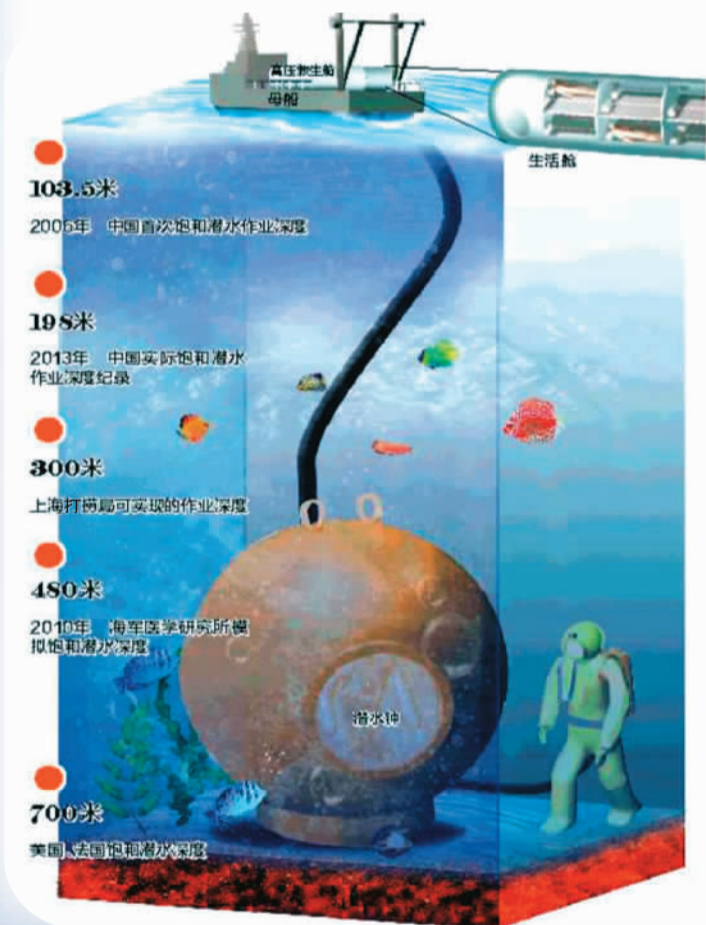
饱和潜水是一种适用于大深度条件下，开展长时间作业的潜水方式。潜水员在海洋的某个深度工作一段时间后，不必匆忙地回到海面上减压，可以继续在海中呆下去，直到工作完成后返回海面，进行一次减压。较之于空气潜水，饱和潜水可以在更深的大海深处进行潜水作业，拓展人类活动的空间。按照国际惯例，潜水作业深度超过120米、时间超过1小时，一般采用饱和潜水。

饱和潜水时，人体直接暴露于较深的海洋环境中，技术难点在于潜水员下潜时不断增大和上浮过程中不断降低的海水压力，对人体血管造成巨大冲击。潜水深度每超过10米，压力就增加1个大气压。正如我国载人潜水器“蛟龙号”5000米海试现场副总指挥崔维成所描述的那样：“下潜到300米深时，人体要承受30个大气压，相当于在指甲盖那么大的范围内，托举起一只沉重的铅球。”

饱和潜水技术，就是让潜水员体内各组织液中所溶解的惰性气体达到完全饱和的程度，来适应高压环境。作业完成后，需要在减压舱里完成逐步减压，才能返回正常生活。如果不减压，在高压下溶解而进入潜水员身体内的惰性气体会残留在身体组织中，造成严重的减压病，甚至危及生命。

## 你追我赶 主要强国竞相深蓝

2000年8月12日，俄罗斯海军核潜艇“库尔斯克”号失事，100多名官兵葬身海底。由于不具备深海潜水作业能力，俄罗斯不得不求助于英国和挪威。事实证明，世界各国都需要饱和潜水技术。在这场深潜科技竞赛中，欧美国家明显占据优势。据了解，英、美、瑞士、挪威等8国已先后突破400米深度；海上



饱和潜水系统及深度纪录



中国首次300米饱和潜水作业6名潜水员合影

实际深潜实验中，法国、日本已分别达到534米和450米。

深潜水是世界各国一直在攻关的尖端难关，实现深潜水的核心技术，就是饱和潜水。自从1957年，美国海军专家第一次提出以提高潜水作业效率为目的“饱和潜水”新概念以来，世界很多国家都进行了大量的饱和潜水技术方法及其医学保障的研究。1992年，法国进行了一次人体氦氧混合气模拟饱和潜水实验，深度达到了701米，压力为71.1个绝对大气压。这是当前人类承受的最高压力世界纪录。同时，日本、印度等国也一直在奋力追赶。近10年，日本几乎每年都进行饱和潜水训练，多次深度超过400米。2008年日本海上自卫队在海上完成了440米饱和潜水实际作业训练。

我国饱和潜水虽然起步较晚，但是发展迅猛。1975年，海军医学研究所开始进行饱和潜水动物实验研究，开辟了我国饱和潜水的“新大陆”。1976年，该所建立了我国第一座饱和潜水舱，开展了模拟空气饱和潜水的人体实验，填补了国内空白。30多年来，我国饱和潜水技术不断向深蓝迈进，2010年，突破400米深度，实现了潜水员直接暴露于高压环境下作业。2012年中国首艘300米饱和潜水母船“深潜号”在青岛露面，为首次300米饱和潜水的成功“埋下伏笔”。

## 后起之秀 奋进中国冲击500米

目前，作为唯一一种可使潜水员直接暴露于高压环境开展水下作业的潜水方式，饱和潜水已广泛应用于失事潜艇救援、海底施工作业、水下资源勘探、海洋科学考察等军事和民用领域。

在世界饱和潜水史上，下潜深潜300米是一道难以逾越的门槛，目前只有少数国家掌握并进行技术封锁。在近海海洋工程中，饱和潜水技术是潜水行业顶级核心技术，也是人类向海洋空间和生命极限挑战的前沿技术。饱和潜水作业的地位举足轻重，受到各国普遍重视。作为后起之秀的中国，首次探摸300米深海，不仅离不开我国科学技术以及综合国力的发展，还少不了整个科研团队只争朝夕的忘我奋斗精神。

从“深潜号”的建造完工到中国首次300米饱和潜水，不仅大大提升了我国应对大深度、大吨位应急打捞、大面积溢油及其它应急突发事件的快速处置能力，而且更好地促进了我国深水救援打捞及海洋事业的发展。同时，此次300米深海作业顺利完成，也标志着我国海上大深度饱和潜水作业能力实现了历史性的突破，对我国深海海洋资源开发、海上安全应急救援、海洋国防建设具有重大意义。

交通运输部上海打捞局局长沈灏表示，目前，交通运输部救援系统正在加快发展饱和潜水成套技术，加大研发力度，下一步将集中开展500米饱和潜水作业技术的攻关。由此可见，我国饱和潜水的发展将继续推进救援能力的提升，实现救援作业能力达到国际先进水平，为保障海上安全和建设海洋强国，实现中华民族伟大复兴的“中国梦”作出新的更大的贡献。

链接1:

## 饱和潜水

饱和潜水是一种适用于大深度条件下，开展长时间作业的潜水方式。简单来说，在几十米的水下，人呼吸压缩后的普通空气就行。随着深度增大，水下呼吸普通空气，其中的氮气在高压下易引发“氮麻醉”，而且呼吸阻力也随水压增大。这时只能呼吸氦等惰性气体和氧的混合气体来进行更深的潜水作业。而惰性气体吸入后会融入人体血液，这就决定了潜水员在水下作业时间越长，上浮减压的过程就越长，潜水作业效率将大大降低。如果不按规定进行减压，溶解在体内的惰性气体将在潜水员的关节或身体组织中形成气泡，会造成严重的减压病，甚至会危及生命。当潜水员在某一压力下连续停留24小时后，身体组织中溶解的惰性气体量也就达到了最大限度。严格地说，这时吸入的惰性气体与呼出的量相等，处于动态平衡。机体被惰性气体饱和和得愈多，其安全减压时间也愈长。如果溶解量达到一定极限，不再增加，其减压时间也可始终保持不变。这种潜水方法，就叫做“饱和潜水”。 (子 轩)

链接2:

## 饱和潜水系统及流程

饱和潜水系统包括甲板居住舱、过渡舱、潜水钟、潜水钟吊放系统、生命支持系统和中央控制室，以及潜水员热水供应、气体供应、氦气回收系统和观察通信、供电等设备。可适用潜水深度一般为200米—300米，最大可达400米—500米。

甲板居住舱，是供潜水员加压、饱和深度停留和减压使用的主要舱室。舱内有卧室和起居室，设有供氧、二氧化碳吸收、温湿度控制等装置。

居住舱与过渡舱相连接，两舱可独立使用。大型饱和潜水系统有2个或2个以上居住舱。每个居住舱一般可居住4名潜水员。过渡舱是供潜水员进出的通道，有多个舱门，可与潜水钟或外界相通。舱内通常装有气压吹除式抽水马桶、盥洗池、淋浴喷头等设备。

潜水钟是潜水员从甲板居住舱到海底作业、工作结束后回到甲板居住舱的运载设备，又称下潜式加压舱。呈圆柱形或球形，可承受内压和外压，一般可容纳3名潜水员，钟底部有一通道供潜水员出入。潜水钟以钟脐带同水面的潜水工作母船连接；饱和潜水器具又以潜水员脐带同潜水钟连接，脐带一般长15米—30米。

潜水钟吊放系统是保障潜水钟吊放及同居居住舱对接的设备。生命支持系统用于保证密闭环境中温度、湿度和气体成分、所需压力等达到额定指标，居住在压力下的潜水员能维持正常生活并保持有效工作能力。

中央控制室，用于对饱和潜水设备和各分系统进行集中操纵、控制和监护。饱和潜水系统中有的将居住舱设置在水下，称为水下居住舱。它是饱和潜水时水下定点作业的主要设备，由工作舱、过渡舱和生活舱等组成。潜水员在母船加压后，由潜水钟送到水下居住舱。 (珏 晓)

## 饱和潜水员的生活与常人有什么不同

## 呼吸

呼吸的气体是由氦气和氧气组成的混合体，氦气多，氧气少，混合的比例因水深不同而不同

在生活舱和海底呼吸的都是这种气体，呼吸过程不困难，但声音变得像鸭子叫一样

## 压力

常人承受的压力是1个大气压

在300米的深海里，潜水员要承受的压力是31个大气压，比常人多30倍

## 吃饭

不能吃硬的，会损伤牙齿  
不能吃黄豆等食物  
不能吃萝卜、韭菜等味道重的食物，以免污染狭小的环境  
米饭、馒头被挤压粘在牙上，很难受，需要使劲咀嚼，才能吃下去  
味觉变迟钝，饭菜吃不出咸味来  
要多吃牛排、鸡鸭鱼肉等高热量食物

## 睡觉

没有白天黑夜的感觉，睡觉不能关灯，以便地面上的监控室随时监控着潜水员的生命安全  
由于容易疲劳，一天睡12个小时以上  
除了睡觉、下海作业，剩余的时间只能看书

## 如厕

潜水员如厕、洗澡都在生活舱里，如厕、洗澡前要向地面监控人员报告。目的是绝对保证生活舱里不出现漏气现象

## 穿衣

生活舱里 保持38-40摄氏度  
下海作业时 穿的是“热水服”，流动着热水的水管密布在衣服的各处，不停地给潜水员加热，以抵御海水的寒冷和补充潜水员呼吸氦气而被带走的热量，保持潜水员的正常体温



潜水员完成减压依序出舱

## 深海体验

“加压到300米的时候，人的身体很是疲惫，呼吸也很累，干活的话比平时要累很多，好像背了很多东西在干活一样。减压随着深度变浅，人也越来越舒服了，轻松了，饭菜感觉越来越可口，越来越有味道。之前在300米的时候，吃饭像工作一样，反正是到点了就吃，没什么胃口，但是为了工作不吃又不行，必须要保持状态，必须要保持能量加进去。”

——饱和潜水员胡建

“海底作业区十分荒芜，几乎没有海洋生物。潜水员们忙着作业，一干就是8—10个小时，之后就是回舱睡觉休息，根本没有时间和心情去‘欣赏’海底景色。”

——饱和潜水员董猛

“忽然感觉挑战很大，饱和潜水就是个需要不停学习的职业。技术在不断革新，潜水钟里随时可能添置新设备，而且作业时舱里或钟里出现任何设备上的突发情况，潜水员必须有能力解决。”

——饱和潜水员李洪健 (子 轩整理)