

上天、入地、下海是人类拓展生存空间的三个探索方向。
与载人飞船发射升空一样,饱和潜水也是国家综合实力的体现。作为唯一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,饱和潜水技术不仅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——

深海500米,我国饱和潜水新目标

可用于深海海洋资源开发、失事潜艇救援及深海救捞等

□本报记者 矫阳

■解疑释惑

什么是饱和潜水

人在一定深度的高压环境中长时间潜水或生存(24小时以上),呼吸气体中的中性气体在身体各组织内的溶解度就达到饱和。无论再停留多久,中性气体不会更多溶解到组织中。

饱和潜水的概念,正是利用深度不变条件下组织的饱和原理,大幅增加人在一定深度下的活动和作业时间(此时人体组织内中性气体处于溶解的饱和态),待水下工程结束,一次性彻底地对人进行减压。

与常规潜水的区别

常规潜水使用的设备系统,一般的是以空气压缩机、减压舱、重装器具或便携式轻潜供气装置等组成。呼吸压缩空气,潜水深度为60米以内,工作效率很低。常规潜水,又称空气潜水或非饱和潜水。而氮氧常规潜水,亦属常规潜水。

而饱和潜水所使用的设备系统,是以一种庞杂而现代技术装备组成的甲板加压舱和潜水钟系统。其中有温、湿度和有害气体控制系统,氮氧(或氮氮氧)混合气体配气系统,氮语言通讯和电视观察控制系统、生理医学监控系统、动力和起吊设备系统以及饱和潜水母船等设施。有人说,现代饱和潜水设备系统不亚于宇航的技术装备,是有道理的。

最大难题是减压

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。按照国际惯例,当潜水作业深度超过120米、时间超过1小时,一般采用饱和潜水。

直接暴露在高压环境下的承压式潜水,是人类在深海极限面临的挑战。人类潜水的死敌是“减压病”。

简单地讲,在几十米的水下,人呼吸压缩后的普通空气就行。但随着深度增大,水下呼吸普通空气,其中的氮气在高压下易引发“氮麻醉”,呼吸阻力也随压力而增大。如果进行水下作业,必须呼吸氮氧的混合气体。

氮氧惰性气体,其吸入后会融入人体血液,这就决定潜水员在水下作业时间越长,上浮减压的过程就越长。如果不按规程进行减压,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,造成严重的减压病,甚至会危及生命。

300米工作母船“深潜号”



“深潜号”是我国第一艘自行建造的具备300米饱和潜水作业能力的深潜水工作母船,船上装备的300米饱和潜水系统由生活舱、过渡舱、潜水钟、生命保障系统等四个主要部分组成。

300米水深潜水员受压是常人的30倍

在整个潜水的过程中,与常人承受的压力是一个大气压相比之下,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。在这种压力下,人感觉就像被挤压住了一样,骨头与骨头贴得很紧,拍下手、动动脚,都很费力。

下海作业时,他们穿的是“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氮气而被带走的热量,保持潜水员的正常体温。

2014年1月12日10:54时,交通运输部上海打捞局胡建、管猛、董猛、谭辉、罗小明、李洪健6名饱和潜水员在南中国海海域成功跨越,完成出钟巡回潜水作业,潜水作业深度达到313.5米,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,深潜水作业能力进入了国际先进行列。

当前,世界上英国、美国、瑞士、挪威、法国、德国、日本、俄罗斯8国已先后突破400米深度潜水技术。其中,法国潜入了600米的深度。

继成功进行300米饱和潜水作业后,交通运输部已攻克500米饱和潜水作业技术列入计划。

此前一年至少3000万美元市场被老外挖走

1999年12月12日,装有3万吨重油的单壳油轮“爱力克”号在比斯开湾沉没(水深125米),15000吨货油泄漏,污染了法国400多公里的海岸线,经济损失达数十亿美元。

2000年4月,由法国CSO公司和STOLT OFFSHORE公司采用饱和潜水作业技术,历时3个月,潜水作业9600小时,成功抽除沉船内存油1万吨。

2001年,荷兰史密特公司和玛门特公司打捞俄罗斯“库尔斯克号”潜艇(水深108米),也是采用了饱和潜水技术。

2006年10月,南海番禺油田,每天盛产

10万桶原油的油田突然停产。海底油管破损,不得不关闭油田。油田去找外国潜水公司未果,抱着试试看的态度,向上海打捞局求助。

时任上海救捞局潜水队的金锋和另外11名潜水员,在深海中工作时间长达126个小时,完成油管更换任务。当时的潜水深度达到103.5米,我国氮氧饱和潜水首次实现实践应用。

日益增长的石油开发,对海洋的深潜水事业提出尖端要求,此前,中国一年至少3000万美元的潜水市场份额被老外挖走。

自主成套技术令我国成功潜入313.5米

2014年1月25日09:00时,靠泊在深圳赤湾码头的中国首艘饱和潜水工作母船“深潜号”上,在高压环境暴露生活了380小时的6名饱和潜水员完成减压依序出舱,安全返回工作母船,潜水员身体状况良好。

至此,中国首次300米饱和潜水作业取得圆满成功。

这次潜水运用的是我国自主研发的300米饱和潜水成套技术。

上海打捞局局长沈灏告诉记者,在原局长叶似虬的带领下,上海打捞局组成了深潜水研发团队,成立了深潜水技术研发中心,历经艰难,自主研发出成套的300米饱和潜水作业技术和标准,自行培养出深潜水技术

研发人员、管理指挥人员、潜水员、生命支持和医疗人员、设备管理和维护人员;依托的是我国自主建造的首艘深潜水工作母船“深潜号”。

我国于上世纪70年代开始饱和潜水技术的研究。此前曾有饱和潜水模拟试验到493米的科研记录和潜水器入深7000米,由机械手进行作业的记录。但潜水员到深海里探摸巡潜,只有上海打捞局攻克了这一难关。

“深海300米饱和潜水探摸作业取得成功,为我国向深海要资源,向深海拓展人类生存空间奠定了基础。”交通运输部救助打捞局局长王振亮说。

500米将令我国跻身世界领先水平

一般认为,饱和潜水到了水下300米为一个界,超过300米的为国际先进水平。而500米饱和潜水,则是中国饱和潜水的下一个目标。

由于饱和潜水的巨大优越性,以及在救助打捞、海洋开发、军事领域广泛应用的价值,国际上,特别是西方发达国家不惜动用国家力量发展饱和潜水作业能力。

国际上饱和潜水技术发展自上世纪60年代,在上世纪80—90年代迎来高峰,取得了实验性模拟饱和潜水701米,实践潜水534米的世界纪录,目前全世界已有英、美、瑞士、挪威、法、德、日本、俄罗斯、中国等9国在饱和潜水技术研究上先后突破400米

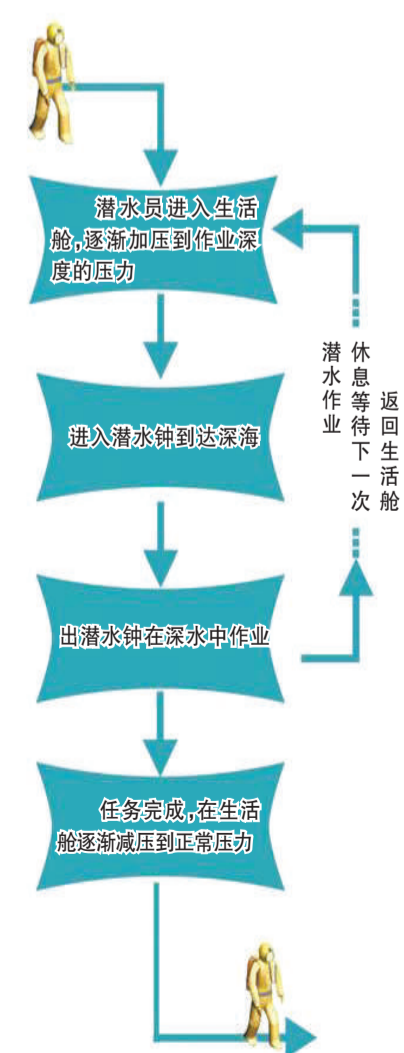
深度。

近几年饱和潜水在亚太地区和一些发展中国家发展也比较快,新加坡有多个西方国家开设的饱和潜水公司,澳大利亚有世界上最大的饱和潜水生产基地(英国DIVEX公司)。据了解,印度现在也拥有15套饱和潜水设备,而日本已具备水下450米的潜水作业能力。

目前全世界8个国家能进行饱和潜水的国家里,超过500米的有两个国家,法国和美国,美国现在是在到723米,是最深的。

不久前,交通运输部已正式立项500米深度的打捞技术。这一目标的实现,将令我国潜水饱和和技术跻身世界领先水平。

饱和潜水过程



饱和潜水技术发展趋势

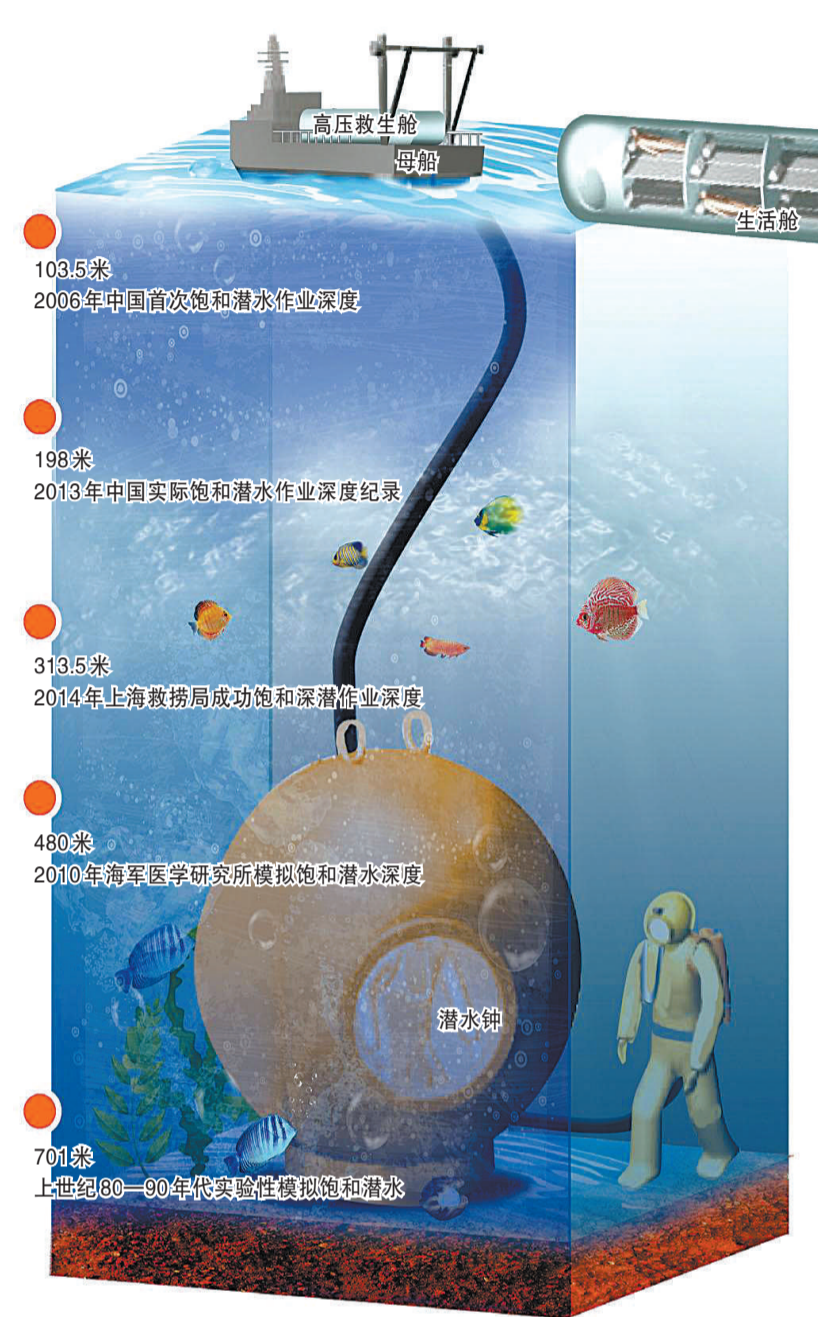
饱和潜水作业能力主要取决于三方面因素,即饱和潜水作业技术、饱和潜水作业设备(系统)和饱和潜水作业支持母船。

——重点研究氮氧饱和——
美国、法国等在继续研究三元混合气(氮、氧、氩)饱和潜水技术的同时,重点研究氮氧饱和潜水技术。

由于氢气价格低廉,而且分子量小,用氢气代替氮气,发展氢氧饱和潜水是国际上正在研究的课题。但是由于氢气十分容易发生爆炸,技术上还有很多问题,氢氧

我国饱和潜水技术大事记

- 1975年,我国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领域。
- 1976年,在海军医学研究所建立了我国第一座饱和潜水实验舱,并在国内首次将饱和潜水实验研究过渡到人,进行了模拟空气饱和潜水实验。
- 1987年,在海军某潜水母船上,海军医学研究所和海军东海舰队共同主持,第二军医大学海医系参加,应用英国进口的200米饱和潜水设备系统进行了我国首次的氮氧饱和潜水海上人体实验。
- 1989年,海军医学研究所在500米饱和潜水系统进行了模拟350米氮氧饱



■相关链接

蛟龙号虽可下潜更深,但机械手不能取代人

蛟龙号载人深潜技术已经达到7000米,为什么还要发展饱和潜水?

原交通部上海打捞局局长叶似虬说,蛟龙号实际上从本质上像是把人放在铁罐子里面,人不能到水里面去,它的优点是深度比较大,中国目前达到了水下7200多米。但是蛟龙号的一些作业是通过机械手完成,它的缺陷是不能进行非常复杂的作业,不能像人这么灵活地进行工作,它主要

的作用还是科学考察。

饱和潜水技术中,人是可以直接暴露在水里的,所以就可以由人来进行比较复杂的作业,这是蛟龙号不能取代的。

目前,机械作业还不能取代人,人还是作业能力最强的,正因为这样,那些西方发达国家,包括美国、法国还是花了很大力气发展饱和潜水作为技术。目前饱和潜水最为发达的美国,能够潜到700米作业。

饱和潜水至今还停留在实验室阶段。

——系统装备大型化——

饱和潜水系统技术发展趋势是装备大型化。一套饱和潜水系统,配置多个甲板居住舱,多个潜水钟,从而提高连续进行饱和潜水作业的时间,允许同时进行不同深度的饱和潜水作业,以及同时进行饱和潜水作业的潜水员数量等,进一步提高了饱和潜水作业能力、效率和安全。

——采用大型动力定位——

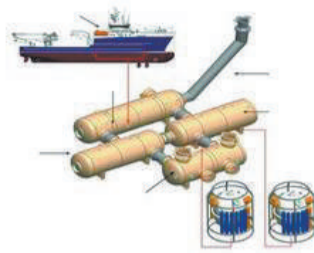
由于饱和潜水通常在水深较深的开阔

水域作业,海况条件恶劣,锚泊定位效果不好,所以目前饱和潜水作业支持母船技术发展的趋势是,采用大型动力定位潜水母船进行饱和潜水作业。母船的定位能力和定位能力的强弱,将直接影响饱和潜水的作业效率。

——培养潜水作业人员——

近7年以来,交通运输部上海打捞局在工作和实践中培养并形成了一批以潜水监督、潜水医疗人员、饱和潜水员和生命支持人员组成的具有丰富理论和实践经验的团队。

饱和潜水系统由什么组成?

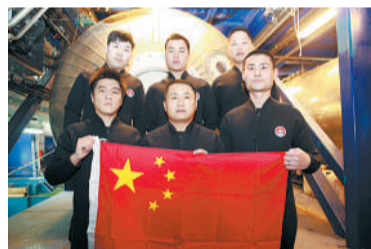


饱和潜水的作业系统主要有下列三种类型:甲板加压舱系统、水下居住舱系统和出入式深潜器系统,它们都可以把潜水员送到海中进行长时间的工作。

300米饱和潜水作业总监金锋介绍,潜水钟是椭圆形的,高处约2.5米左右,到潜水钟有一个直径是65公分、长度约90公分的通道,潜水员由过渡舱进入潜水钟。

潜水员进入潜水钟后,将与过渡舱分离,“深潜”号上的大吊机将潜水钟吊起送入300米海底。等潜水钟平稳放置于海底,潜水员出海进行海底作业。当潜水员完成作业返回潜水钟后,潜水钟将出水与过渡舱对接,潜水员再通过过渡舱进入生活舱休息。

饱和潜水员怎样生活?



胡建、管猛等6名潜水员1月13完成300米深海探摸后进入生活舱减压,24日才能出来。那么他们的生活有什么不同于常人?

常人呼吸的空气是由氮气和氧气组成的混合物,呼吸过程是几乎没有感觉的轻松行为。饱和潜水员呼吸的气体是由氮气和氧气组成的混合物,氮气多,氧气少,混合的比例因水深不同而不同。潜水员呼吸过程不困难,但声音变得像鸭子叫一样。

潜水员吃饭也与常人不一样。潜水员不能吃硬的,会损伤牙齿;不能吃黄豆等容易放屁的食物;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;要多吃牛排、鸡鸭鱼肉等高热量食物。

潜水员如厕、洗澡都在生活舱里,如厕完成后,也要报告。地面监控人员发出指令,潜水员才可放水冲马桶,并关上放水阀门。然后,地面人员再打开另一个阀门,把污物排出到一个圆筒内。这样做的目的是,绝对保证生活舱里不出现漏气现象

国际饱和潜水“之最”

- 1957年,美海军专家BOND第一次提出“饱和潜水”概念。
- 1962年,美军组织代号“人在海中”系列试验,这是世界第一次海上饱和潜水试验。
- 1988年,法国进行了一次饱和-巡回潜水实验,潜水员在地中海水下534米海底完成有效作业任务,这是人类真正到达的最深水下深度。
- 1989年,中国海军医学研究所在500米饱和潜水系统进行了模拟350米氮氧饱和-376米巡回潜水人体实验,创造当时亚洲纪录。
- 1992年,法国又进行了人体氮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。
- 1994年,俄罗斯进行动物饱和潜水试验,发现生物可以承受120—190个绝对大气压。也就是说,人类有通过饱和潜水下潜到近水下2000米的可能性。
- 2008年日本海上自卫队完成450米饱和-巡回潜水实验,潜水员巡潜深度达450米,为当时亚洲第一。