

科学丛书海洋的未来之一

深海遨游

吕文超 编译

上海科学技术文献出版社

封面设计 周海鸥

科学丛书《海洋的未来》之一

深 海 遨 游

吕文超 编译

*

上海科学技术文献出版社出版

(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行

上海商务印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 3.5 字数: 76,000

1979年4月第1版 1979年4月第1次印刷

印数: 1—200,700

书号: 13192·1 定价: 0.45 元

序 言

海洋与人类的关系极为密切，很早就引起了人们的注意。在我国，开发海洋有着悠久的历史。几千年前，我们的祖先就已经尝到了渔盐之利。远在五、六百年前，我国伟大的航海家郑和七下“西洋”（即今南太平洋、印度洋一带），堪称世界航海史上的创举。

今天我们已经知道，大海是我们陆地上风云变幻的渊源，干湿冷暖的调节者。大海是取之不尽、用之不竭的宝库，有食味鲜美的鱼、虾、贝、藻类；有各种矿藏，仅石油就占地球上总蕴藏量的三分之一（一千亿吨）；就目前了解，海水中有80多种元素可供提取。而对于海洋的开发利用，同海洋中所有的储量相比，那只是沧海一粟！

近十年来，国际上对海洋的研究已列为重点研究对象之一。在淡水日感缺乏的情况下，海水将成为淡水取之不尽的源泉；在能源日感不足的今天，向大海索取能源，将是一条广阔的道路。向大海索宝，开发海洋，对人类未来的发展，将具有重要的意义。

过去，那种“上天无路，入海无门”的时代已经一去不复返了。现代科学技术的发展可以使人能够翱翔于天际，往来于星球，而且可以预见，上天的路将是越来越宽。那么，入海是否有门呢？海中那个神秘世界的现状如何，将来又是个什么样子？科学小丛书《海洋的未来》讲述的就是这些内容。丛书共分三册：

《深海遨游》是这套丛书的第一册，主要介绍人类向深

海进军的历史，特别是较详细的介绍了水下实验室、水下工作站、深水潜艇等用来征服深海的工具和条件。

丛书之二《深海取宝》较详尽的介绍了海洋中的生物资源、化学资源、矿产资源及能量资源的开发利用和发展趋势。

丛书之三《深海乐园》重点介绍了征服海洋的科学幻想，提出了建造海上城市，游动城市，水下城市的设想，为人类征服海洋描绘出一幅绚丽的远景图画。

这套丛书主要是根据德国工程师Gottfried Kurze所著“Zukunft Weltmeer”一书编译的。

本书承蒙中国科学院海洋研究所金翔龙同志和国家海洋局海洋仪器研究所梁松同志审阅，在此表示感谢！

编译者

一九七八年八月

目 录

序言	(I)
从大海表面出发	(1)
深海麻醉和减压	(3)
水下作业 沉船复升	(14)
潜入千米深海	(20)
电子肺和两栖人	(24)
陆架海的水下工作站	(28)
水下“小圆屋”	(42)
海底实验室	(52)
从“凯奇号”到“黑海号”	(59)
洋底脱险	(65)
征服深海	(71)
研究用潜艇	(82)
乘“气球”潜入海底	(87)
顺流而下	(91)
捕鱼潜艇	(100)
玻璃球和水下滑翔器	(104)

封面设计：周海鸥

从大海表面出发

如果你能乘人造地球卫星飞出地球，在太空中俯首下望，就会发现，覆盖地球表面大部分的并不是陆地，而是海洋，人类赖以生存的五大洲简直成了这一片汪洋中的孤岛了！从这个意义上来说，与其把我们居住的这个星球称为“地球”，倒不如称为“水球”更恰当些！

人们把这一片相互连接的水域称为海洋。它占去了地球表面面积的71%，即361,160,000平方公里。海水的深度，在菲律宾附近的马利亚纳海沟，最深处可达11,036米。海洋的平均深度为4,117米。海水的总量为13.7亿立方公里。我们知道，地球表面面积为510,100,000平方公里，如果地球的表面没有高低起伏，而是象一个实心的皮球，那整个地球就都会被海水淹没，水深将达2,700米以上。

向海洋进军，并不是从我们这个世纪才开始的，古代就已经有人潜入海中，八百多年前就曾有过记载。当时人们潜水是为了捞取海藻、牡蛎、珊瑚、珍珠、海绵和其他有用的海产品。另外，在船舶损坏时，在海战中以及防护沿海城市都需要派潜水员下水。那时也有了探宝者和水下考古学家。这里对古代潜水员的功绩难以作出详尽的叙述，因为我们所见到的一些报道往往都是自相矛盾或渲染过甚的，譬如有一位古代作家曾报道过，当时已有人潜到了500米的深度，这在当时的技术条件下是不可能的。在十七世纪中叶，也许还会早一点，潜水员借助于辅助仪器，在30米深的水中，可以

持续 1 小时之久。不难想象，在当时的条件，肯定会发生一些不幸事故的。到十九和二十世纪，人们使用了带潜水头盔的潜水服和独立潜水器，在安全性、活动性和效率上都有所提高，但是在水下更深的深度和更长的时间，给人生理上造成的影响还没有能够从根本上克服。

在 1943 年 6 月，著名的海洋学家科斯蒂奥用装有全自动“水肺”的小箱子——一个新的潜水器，改变了水下操作技术和方法。在以后数十年中，使用和改进这种“水肺”，将会有助于克服生理上的局限。也就是从这个时候起，人类开始了向深水进军，逐步发展潜水技术，准备有计划的征服水下大陆。潜水技术的发展不仅经常受着军事目的的推动，而且还受着钻探石油、天然气及采掘有色金属、铁矿和其他有价值的海洋资源的影响。

由于使用了新型的潜水器、潜水技术和专门的混合呼吸气体，深入水下世界的深度已经越来越深了。同时，由于有效的基础研究和实际实验，深水麻醉和其他几种潜水病都已经能够克服了。用高度发达的超声波仪器可以开扩人们在水中的视野，使用电子仪器和机械辅助仪器，可以更好地提高人们在水下的工作能力。

随着电子计算机控制的自动混合气体呼吸器的使用，潜水



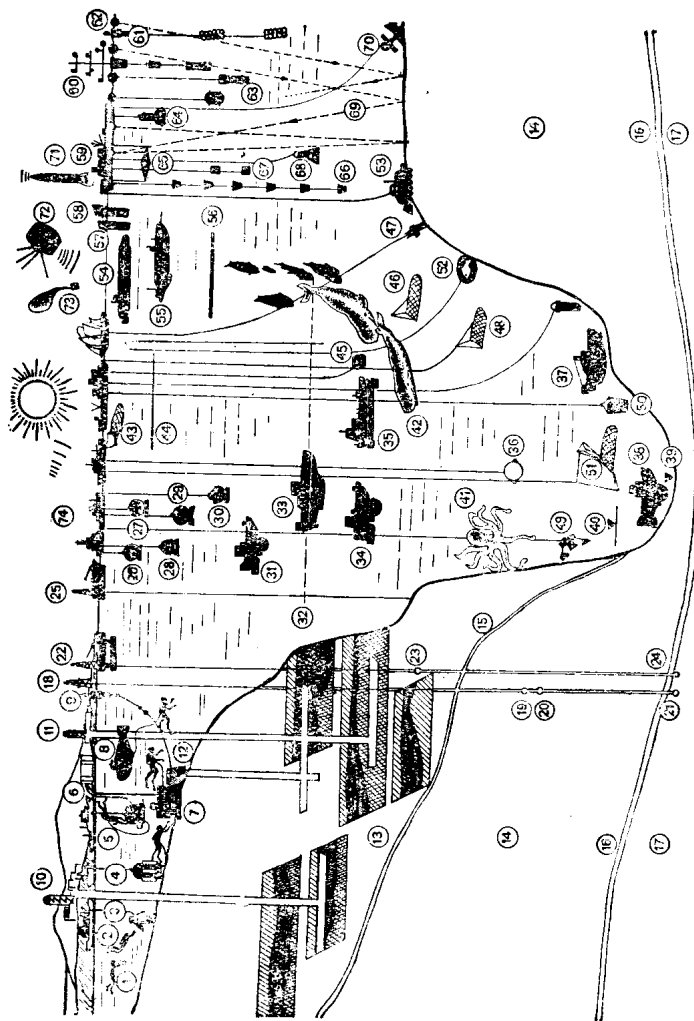
现在人们已经能够在水下进行照像、拍电影和电视，可以提供深水区的珍贵图象资料。

技术又发展到了一个新的阶段。现在科学家们正在致力于解决仿制鳃的问题，潜水者使用这种鳃可以从水中直接获得所需要的空气。在压力舱中，以及在其他种的潜水设备中，人们可以进入不同的深度，用这种新式仪器不仅可以潜水，工作人员还可以象在陆地上一样地在水下工作。

深水麻醉和减压

在人们向深海进军的行列中，自由潜水的深度纪录也在不断地刷新，1949年仅达到30米的深度，1960年就达到了49米的深度，而1971年的深度纪录，则达到了77米。若想单纯靠屏息呼吸潜得更深，看来是不大容易了，这就必须使用通气软管和供气设备。而这些设备的使用，又对潜水人员在水下的活动范围有很大的影响，于是就产生了所谓自动、独立呼吸器。使用这种仪器可以潜得更深，潜水时间也可以更长，自然，活动范围也会更大。

随着潜水深度的不断增加，伴随产生的一个问题，就是深水麻醉病的发生。在不穿潜水服潜水时，潜水员肺中氧气的百分比随深度的增加而不断减少，潜得越深，肺中所含氧气的成份就越少。而为了能使呼吸器灌上100%的混合气体（载气体），首先就要使用氮气，可是氮气对于潜水员来说，也同样是危险的。因为呼吸的气体不只在肺中发生气体交换，氮气和氧气一样也会进到血液和组织中去。氮气进入血液并产生一定压力，这种压力对潜水人员会引起一种麻醉作用。产生的这种麻醉状态，就是所说的深水麻醉，也称潜水病。这种病的发病症状就和喝醉酒出现的症状差不多。



海洋研究——海洋技术

1. 无呼吸器自由潜水员 (1971年达77米)；2. 带自动呼吸器的自由潜水员 (达300米)；3. 带软管供应器的潜水员 (达200米)；4. 带潜水舱的潜水员 (达50—100米)；5. 带深潜装置的水员 (达200—300米)；6. 活动式或固定式供应点；7. 由水下工作站出来潜水 (达200米)；8. 由潜水艇出来潜水 (达300米)；9. 水下工作站的供应浮标；10. 最深的陆地矿山，深达3340米 (印度)；11. 矿井口在陆地或岛上的水下矿山；12. 在海底的水下矿山；13. 花岗岩层；14. 玄武岩层；15. 地壳；16. 莫氏面；17. 上地幔；18. 陆地钻孔；19. 最深的苏联陆地钻井，深7000米 (石油产量丰富)；20. 最深的美国家陆地钻井，深8450米 (产量不佳)；21. 计划开钻的苏联钻井 (15000—30000米)；22. 计划开钻的美国钻井 (深海，15000米)；23. “库斯—1号”深海钻井 (3834.4米)；24. 计划开钻的深海钻井 (10600米)；25. “挑战者号”在6000米深的水中开钻；26. 阿蒂哥立欧乘的潜水球，达128米 (1951年)；27. 嘎雷兹乘的潜水球，达210米 (1932年)；28. 哈特曼乘的潜水球，达540米；29. 贝贝和巴统乘的潜水球，达923米 (1934年)；30. 巴统乘的潜水球，达1372米 (1949年)；31. A·皮卡得和J·皮卡得乘的“FNRS-2号”，达3150米 (1953年)；32. 世界海洋的平均深度3800—4000米；33. 侯欧特和威力姆乘的“阿鲁明诺号”，达5000米；34. J·皮卡得乘的“的里雅斯特号”，达5654米 (1959年)；35. “阿鲁明诺号”，达5000米；36. 塑料无人潜水器，达8200米；37. “阿基米德号”，达9525米 (1962年)；38. J·皮卡得乘的“的里雅斯特号”，达10916米 (1960年)；39. 苏联在船上用铅锤测得的最大水深 (11031米)；40. 在10000米深度 = 1000公斤/厘米²；41. 巨大的乌贼可以达到8100米的深度；42. 兰鲸和抹香鲸可以达到4000米的深度；43. 鱼界跃在500—800米之间；44. 透光最大深度达900米；45. 苏联水下“地质学家号”，达5000米；46. “瓦尔迪威亚号”的深海网达到6000米 (1898—1899年)；47. 从7800米深处取来的海底标本 (“信天翁号” 1877—1886年)；48. “威加斯号”的托网达到7210米 (1886—1889年)；49. 9200米深处的深海自动照象；50. “斯内流斯号”的取水器达到10035米；51. “喀拉塔号”的托网达到10189米 (1961年)；52. 从7130米深处取得的底层鱼 (“喀拉塔号”)；53. 计划开采的锰结核深达6000米；54. 一般类型的潜水艇深度可达600米；55. 核动力“潜艇深度”可达1000米；56. 电话电缆深度可达2000米；57. 58. 载人研究浮标深度可达100米及70米 (“潜水深度”)；59. 考察船；60. 气象测量浮标；61. 在5200米深处铺定的测量浮标 “罗蒙诺索夫号”；62. 地震反射测量；63. 带磁力的探测；64. 测温仪器；65. 测流计；66. 取水器；67. 梯度海流计；68. 深海海底深测取样器；69. 超声波测深仪；70. 深海锚定，深度达5500米；71. 气象火箭；72. 卫星；73. 无线电测深；74. 飞机直接测量，观察或询问浮标的测量结果。

患者失去正常的工作能力，动作失调，失去控制能力。在使用氮气充填的呼吸气体混合器时，达到40米深时就开始出现技能障碍，90米深时就能够使人失去知觉。

由于使用氮气存在着一定缺点，现在已经过渡到用氦气来代替普通混合呼吸气体中的氮气，也可以使用其他惰性气体，如氩、氙等的混合气体来代替氮气，氧气含量的百分比进一步减少。通过使用这些新的混合呼吸气体，并对潜水员进行一定的训练，消除潜水员的精神恐惧、深水麻醉及肌肉收缩等不良付作用都是有可能的。

1956年英国海军使用氧-氦混合气体，利用普通装备，达到了182米的深度。1961年6月28日，潜水员开勒和马克来师使用由6个钢瓶做成的自动呼吸装置，这个装置能装40,000立升的氧-氦混合气体，他们达到了222米的深度，上升时间持续了60分钟之久。这就说明，使用氧-氦混合气体是有可能达到更大的深度的。

后来开勒和斯马乐又创造了305米的深度纪录，但是不幸的是斯马乐在这个深度牺牲了。之后，潜水员们又数百次的达到了120—250米的深度，而且有的人在这个深度持续4小时之久。1970年三位法国潜水员在250米深处，还成功地进行了工作，其自然负荷与在相同深度的矿井中的负荷是一样的。潜水员在船的压力舱中进行两天多的习惯实验以后下水。1977年10月18日法国在地中海作了一次实验，使用JANUSIV型深潜器，潜水员实际达到了501米的最新纪录。

“亚努斯2号”也曾进行了这方面的实验，其目的在于寻求潜水员在陆架海中，安装和检修石油钻探的钻杆，输油管等设备时，进行自救和他救的可能性。

关于深水麻醉问题，现在还找不出一个所谓达到深水麻醉的最大界限，即深水麻醉的世界标准。不难理解，这个界限的确定，要比确定在水中逗留时间长短的界限，还要复杂得多。实际上，在水下工作时，由于深度的不同，逗留时间的长短也不一样，在120米深处可待1小时，在60—70米深处就可以待1周。实验界限已达到了在600米深处逗留数日，在100米深处停留1个月以上。1976年12月6日至22日，法国马赛的海洋鉴定公司（COMEX），有两名潜水员进入高压舱逐渐加压，做模拟实验，达到的最大模拟深度是612米。根据有的科学家预测，使用呼吸器的人可以进入到600—1,000米的深度，在深度超过500米时，可以用氢气作载体并与氧混合。这当然要注意防爆。人们都在期待着这项实验的成功。

荷兰人库乐斯特拉实验了一种完全不同的方法——液体呼吸，她用来作试验的老鼠在水中活了18个小时，用6只狗作潜水实验，狗的潜水时间长达20—30分钟。这项实验是把等渗压的液体充填到实验动物的肺中，渗透过程与体细胞相互作用，动物对氧气的吸收过程与海兽通过鳃呼吸来吸取水中氧气的过程是相类似的。1968年在深水潜水员法雷渠克身上进行了试验，在神智完全清醒的情况下，首先在一个肺叶中吸入0.9%的盐水，试验结果表明，人肺限制了对液体呼吸的忍受能力，在液体呼吸时，由于水溶液的粘度比空气大76倍，进行这种呼吸时，就要求有更大的力和能。因为在代谢过程中，二氧化碳不能充分吐出，液体中二氧化碳的化合物就会不断增加，这项试验最大的困难是如何把渗透液从肺中吸出，以恢复实验动物或人呼吸空气的能力。与此同时，医务

界也发明了一种与此相类似的洗肺法，用这种方法可以把患者的一叶肺用盐水单独冲洗，也许这两种方法会互相补益。

现在为了不同目的而设计的自动呼吸器的种类很多，至今还没有一个统计总数，而就其类型来说，一般可概括为下列三个大组：带开放式呼吸系统的仪器（主要是压缩空气——游潜器）、带封闭式呼吸系统的仪器和半封闭式呼吸系统的仪器（循环——游潜器）。



潜水员在苏联水下实验室“黑海号”的甲板上。他们穿着干式潜水服，这种潜水服与湿式潜水服的区别在于潜水员的身体不着水。

1945年以后，科斯蒂奥和喀各南改革了压缩空气器，从而使潜水运动进入了一个新时代，在科学技术上也卓有成效的利用了这个仪器。可是这个仪器在进入深水时对于克服深水麻醉，延长减压时间方面，还有明显的局限性。

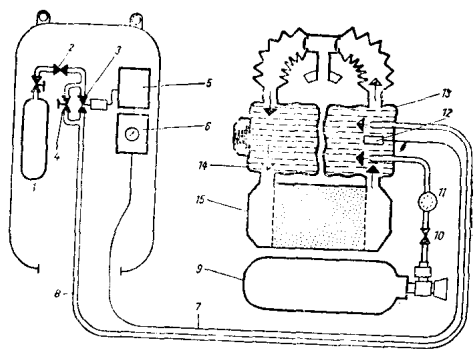
为了解决深水麻醉问题，科学家们也预见其他的可能性。但是，自从1961年第一次成功地解释了深水麻醉的病理机制以后，深水麻醉在人们心理上引起的恐惧已大大的减少了，在不久的将来用药物来治疗这种病也是完全可能的。

为了能在更深的海水中自由活动和工作，对于每个潜水

员来说必须解决的问题就是，当超过了潜水时间或是达到一定深度之后必须快速上浮时发生的一种病，就是大家熟悉的潜水箱病，或者叫作压缩空气病，减压病。因为，在潜水箱中从事工作的人，往往会出现这种病，所以叫潜水箱病。这种病的出现是因为深度超过了10米，在与深度相适应的压力下，在潜水箱中工作的人或是呼吸空气的潜水者的血液中，物理结合的气体比在一般正常压力下结合的要多。从海底工作室出来，或是潜水员快速上浮，在他们的血液和组织中结合的气体，首先是氮气就要施放出来，形成小气泡，血液中也就开始冒泡，称为氮栓塞。如果这些气泡固定在关节中，就要出现严重的关节痛，头痛、吐呕、神经障碍，厉害时甚至瘫痪或死亡。

这种病的成因主要是由于压力的突然减小造成的，如果外部压力不是突然减小，而是缓慢的减小，那么血液中物理结合的气体也就可以慢慢地消失了，对潜水员也就不造成伤害。这对于潜入10米以下的潜水人员来说，在实际潜水时，在确定潜入某一个深度前，不仅要遵守一个最可靠的总潜时间，还要在这个时间里事前仔细计算好他的上浮时间和减压时间。比如，一个潜水员要潜入40米水深处，在水中待50分钟，这其中也包括下潜到这个深度所用的时间，那么为了保证他安全地返回水面，所需的上浮时间和减压时间总共就要有61分钟。潜水员一定要在9米深处停留5分钟，之后在6米和3米深处再作有时可长达20分钟的上浮休息。若潜入120米深处，停留20分钟，其所需的减压时间就要长达180分钟左右。

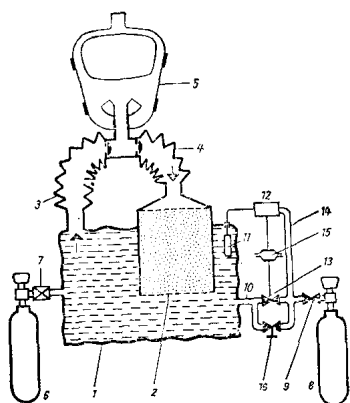
按常规方式潜水，在水下停留时间较长时，共有效率只



1. 氧气瓶;
2. 减压器;
3. 磁力阀;
4. 加氧阀;
5. 增强器;
6. 氧气测量器;
7. 测量导管;
8. 供氧软管;
9. 氮气瓶;
10. 减压器;
11. 氮气定量器;
12. 氧气测量器;
13. 吸人气囊;
14. 呼出气囊;
15. CO₂ 吸收器。

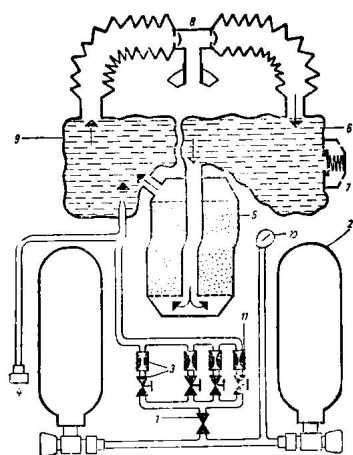
深水潜水员呼吸器

a) 通过一条软管与潜水员舱相联，供氧是密封大循环式的。



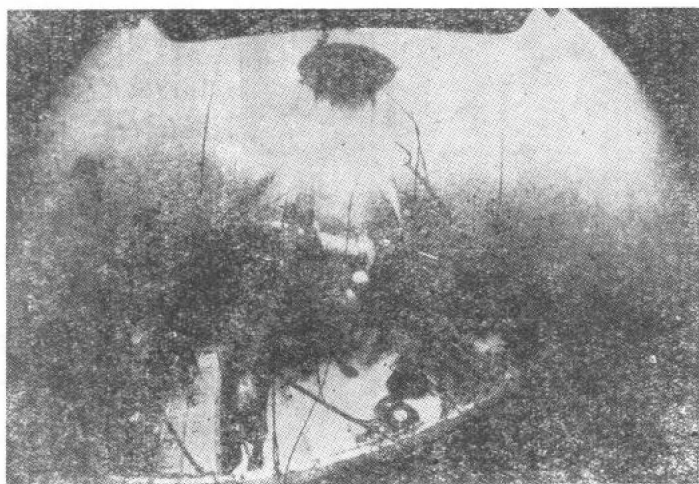
1. 呼吸囊;
2. CO₂ 吸收剂;
3. 吸气管;
4. 呼气管;
5. 面罩;
- 6 惰性气体瓶;
7. 阀门;
8. 氧气瓶;
9. 减压器;
10. 导管;
11. 测量器;
12. 增强器;
13. 输氧管;
14. 氧气分枝管;
15. 伺服发动
16. 加氧阀

b) 带有密封式呼吸系统和自动调节氧气输入量的独立呼吸器（小循环式的）



1. 减压器;
2. 带阀门的混合气瓶;
3. 带节流喷嘴的加入阀门;
4. 辅助气体供应连接管;
5. CO₂吸入容器;
6. 呼气囊;
7. 超压阀;
8. 对口器和调节阀;
9. 吸气囊;
10. 测压器;
11. 恒定定量器。

c) 带半封闭式呼吸系统的自动混合气体呼吸器



1970年在科西嘉水域，“亚努斯-2号”在253米深的海中进行了潜水试验

有5%。它是按潜水员的有效工作时间与所需的减压时间的百分比来计算的。可是，如果使用减压舱或进行饱和潜水时，潜入120米的深度，所需的减压时间可由180分钟缩短为5分钟，从而，也就大大提高了有效率。



“亚努斯-2号”的实验目的是为检查在至今尚不习惯的压力条件下工作人员的情况的。

减压的安全时间，不仅与潜水深度和持续时间长短有关，同时也与呼吸气体的组成成份有关系。在一个特定的深度，使用一定的混合呼吸气体，在很短的几个小时以内，潜水员体内就充满了这种混合气体，也正是出于这样一个原因，潜水员在体内混合气体达到饱和时马上返回水面，与在这个深度继续停留数日或数周之后再返回水面，其安全减压时间都是一样的。所以，在一定的压力下，在