



# 探索深海, 逐梦蔚蓝,



## 勇往直“潜”， 妙不可言

◇ 北京 刘 铭

2020年11月10日8时12分,我国研发的万米载人潜水器“奋斗者”号,在马里亚纳海沟成功坐底10 909 m,创造中国载人深潜新纪录。

在过去的十多年时间里,随着我国科技的不断发展,一批又一批勇于探索、甘于奉献的科研人员创造出一个又一个奇迹,他们登上了月球、丈量了珠峰、又下潜到目前所知地球上海洋的最深处,真可谓“上天入地无所不能”。而在“奋斗者”号之前,全世界也仅有三艘载人潜水器到达那里。为什么潜入深海进行科考实验,会有如此大的困难?

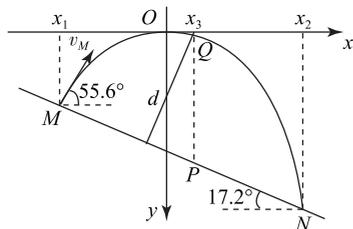


图 5

设运动员离  $AD$  最远时对应的坐标为  $Q(x_3, y_3)$ ,过该点作垂线交  $MN$  于  $P$  点,运动员离  $AD$  最远时,速度方向平行于  $MN$ .由抛物线在  $Q$  点处的导数为  $y' = 2ax_3 = \tan 17.2^\circ = a(x_1 + x_2)$ ,得  $x_3 = \frac{x_1 + x_2}{2}$ ,故  $x_3$  是  $x_1, x_2$  的中点.因此,  $y_P = \frac{y_M + y_N}{2}$ ,所以运动员腾空过程中离开  $AD$  距离的最大值  $d = (y_P - y_Q) \cos 17.2^\circ \approx 4.8 \text{ m}$ .

通过数学和物理相结合,对抛体运动可以获得更丰富的解题思路,帮助学生更深入地掌握运动规律.在高中物理中,数理结合可从基础问题开始,由浅入深,由简单到复杂,有意识地联系函数、导数、微分、数形结合等,让思维更具创造性.

(作者单位:江苏省外国语学校)

“奋斗者”号潜入深海需要承受水给它的巨大压强,我们知道液体压强  $p = \rho gh$ ,距离水面越深,受到液体给它的压强会越大.万米海域,产生的液体压强约为  $p = \rho gh = 1.0 \times 10^3 \times 10 \times 10^4 \text{ Pa} = 100 \text{ MPa}$ ,相当于两千只大象踩在一个人的背上,那真是“压力山大”.如果是普通钢制潜艇,会瞬间被压成纸片,所以深潜对潜水器耐压外壳的材料要求极高,“奋斗者”号使用的直径 2 m 的钛合金耐压外壳,是世界上直径最大的,由中国 30 多家企业联合制造而成.除此之外,潜水器酷似鸡蛋的形状也功不可没,鸡蛋这个形状在水下有很多优势:

1) 阻力小,有很多潜水器都是鸡蛋形状,以此来减小阻力(如图 1);



图 1 其他鸡蛋外型的深潜器

2) 空间大,有助于载人潜水;

3) 抗压能力强,这种形状可以使它表面均匀受力,把力量分散到各个角落,拐角的弧度越大受力就越均匀,越不容易发生形变和破裂.这也是自然界中鸡蛋等卵形结构形成的原因,动物在物竞天择中选择了最安全的外形.

“坚不可摧”的外壳护体,潜水器的鸡蛋形状(如图 2),每个观察窗的圆形设计(如图 3),正是科学家对潜水器设计种种细节的深思熟虑,才使得总质量近 2 t、可容纳三名潜水员的“奋斗者”号成功深潜.



图 2 “奋斗者”号的鸡蛋外型

搞定了材料,就意味着下潜万米海底不再困难了吗?显然并非如此,“奋斗者”号潜艇身上还需要留有观察窗、开关门、机械手臂等部件,如果没有精密的加工工艺,在下潜的过程中,材料中的分子和原子在持续不断受到压力时,会突然发生脆性断裂,因此精准的焊接工艺、制造精度和加工技术都是不可或缺的.

在万米海底除了超高压之外,还因常年无阳光照

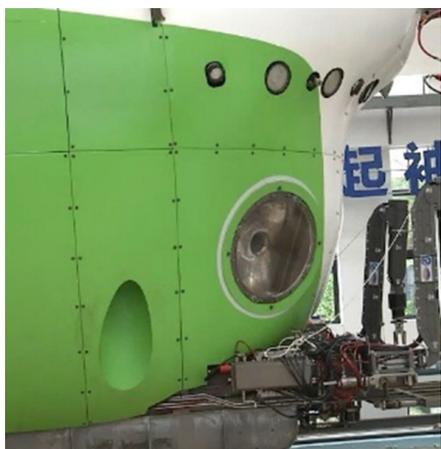


图3 “奋斗者”号的圆形观察窗

射而一片黑暗，“奋斗者”号要在这种极端环境下进行提取样本等科研活动，在连续6个小时的海底作业期间，潜航员通过潜水器搭载的声学通信系统，表达了巡航海底的感受：“万米的海底，妙不可言！”这来自万米海底的声音是如何传到地面的呢？

我们知道声音是在液体中传播的，“奋斗者”号跟水面上的母船进行沟通利用的就是水声通信系统。科研人员先把声音、文字或图象进行编码，比如，不同频率、不同振幅的声音代表着不同信息，这个携带信息的声音，传递给母船之后，母船再通过换能器对声波进行分析，转换成相应的信息，这样就实现了水下和水面间的正常通信了。

我们还知道声音在真空中不能传播，那航天器和地面之间的通信是如何完成的呢？这里用到的是电磁波，包括电话、微信等通信手段都利用了电磁波。电磁波是个“大家族”，它们在真空中的传播速度相同，但是波长和频率不同，长波具有能绕过障碍物的特点，既然电磁波可以实现与距离更远的航天器对话，那么水下通信是否也可以选择波长较长的电磁波呢？答案是否定的，因为海水对电磁波有较强的阻碍作用，一般电磁波只能深入到水下几十米，即使选用波长特别长的电磁波，也只能深入水下千米级别，所以用电磁波显然无法与万米海底进行通信。

这也是我们看到的海水为什么是蓝色的原因，因为可见光也是电磁波的一种（如图4），像红光、黄光这种波长比较长的光，可以直接穿透海水，而像蓝光、紫光这种波长比较短的光，就很难射入海水，反而会被海水反射回来进入人眼，而人眼对紫光不太敏感，所以我们看到的海水颜色是蓝色。

“奋斗者”号是如何实现在海水中自如上浮、下沉的呢？我们知道“奋斗者”号在水中受到的浮力 $F = \rho g V_{排}$ ，“奋斗者”号的船体体积越大，受到的浮力也越

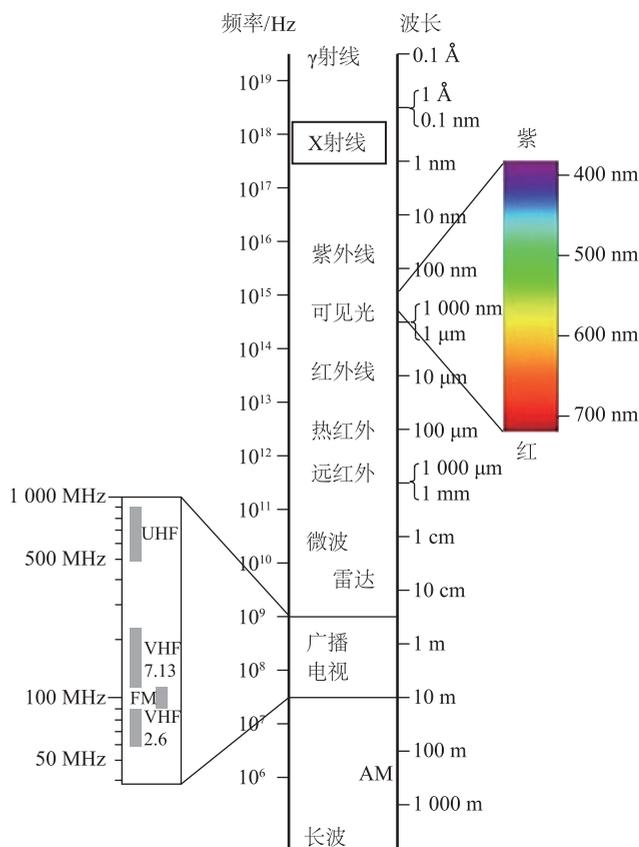


图4 电磁波谱

大，要做到快速下潜，需要增加自身重力，使得重力大于浮力，可以用向深潜器注水的方法进行。那么，要想上浮，能否向外排水呢？实际情况是，深海中有很大的压力，船体很难向外排水，可以通过抛弃一些自身佩戴的配重块，减轻自身重力，实现上浮，这种方法叫“可弃压载”，为了确保安全性，一般情况下会设计很多种抛弃压载铁的方法实现上浮。

从我国自主研发的“蛟龙”号到“深海勇士”号、再到“奋斗者”号，十几年的时间里，科研人员共同为这个足够激动人心的目标而努力，终于把人送到了海底一万里，这不仅是对自然边界的探索，更是对水声通信、合金材料、精密加工等高科技领域综合实力的考验，逐渐增加的也不只是下潜深度，还有我国为解决地球板块运动等科学难题作出的研究贡献，以及在科技领域自主研发的能力与信心。此后，万米深海不再是我国海洋科技的禁区，而是世界在载人深潜领域的一面旗帜，更多像“奋斗者”号一样的大国重器，将引领人们走向更深更远的广阔世界。

（作者单位：清华大学附属中学）