

★ 热点追踪

2022年北溪天然气管道突然爆炸,引发了全球能源市场的动荡。近两年时间,关于其爆炸原因的调查依然未曾停歇。该管道总长1232公里,其中有947公里穿越地形错综复杂、海流汹涌的波罗的海。不知您想过没有,这样一条穿越海底的长输管道,是如何铺设而成的?其中不得不提到一项关键技术——冲击射流。

冲击射流,顾名思义是指水以极高的速度从喷嘴中喷射出来,形成一股集中、强劲的水流。这种水流如同武侠小说中的“无形剑气”,看似无形,却拥有无比强大的穿透力和冲击力。当这股水流撞击到物体表面时,其产生的压力足以将物体击碎或穿透。

任何新技术,只要有可能应用于军事,就必然而且往往不以人的意志为转移地首先应用于军事。冲击射流也不例外。现代战争中,冲击射流技术已经被应用于清除地雷和未爆炸物。据《每日邮报》报道,美军曾在阿富汗部署了一种名为“刺鲇”(Stingray)的新型武器,能将水流加速成一条细薄、力大无比、能够轻松割断钢铁的“水刀”,用来穿透并摧毁路边炸弹等简易爆炸装置。这种武器不仅安全可靠,而且便于操作,能在安全距离外精准破坏目标,大大减少了士兵在排雷任务中的风险。

冲击射流:化柔为刚的「流体刺刀」

■ 贾轩 罗 灿

冲击射流以其独特的性质,在海洋工程中扮演着重要角色,比如说海底电缆的铺设。红海海底的亚洲非洲欧洲1号(AAE-1)电缆,长达15000英里,铺设极为复杂。利用高压水泵产生的高速水流,冲击射流技术展现出卓越的切割和冲刷能力,犹如海底的“清道夫”,快速清除泥沙和障碍,确保工程开展的畅通无阻。此外,冲击射流在海底管道和电缆的维护中也发挥着重要作用。在海洋环境中,管道和电缆可能会遭受泥沙堆积、生物附着等问题的困扰。而冲击射流能够快速而有效地清除这些杂物,确保管道和电缆的正常运行,延长其使用寿命。

冲击射流不仅是工程师的得力助手,也是科研人员探索未知领域的重要工具。

在材料科学纳米制备领域,科研人员可以通过控制射流的参数,如速度、压力和流体性质等,在材料表面制备出具有特定形貌和尺寸的纳米结构。这些结构在光学、电子、生物等领域具有广泛的应用前景。

未来,冲击射流设备将更加轻便、高效,其应用领域也将进一步拓宽。环境保护方面,冲击射流有望成为一种新型、高效的污水处理技术,为环境保护提供有力支持。航空航天领域,冲击射流可能会用于清除飞机表面的冰层和污垢,确保飞行安全。此外,冲击射流技术在地质勘探、材料加工等领域也具有广阔的应用前景。

从军用到民用,冲击射流就像一把“流体刺刀”,以其独特的穿透力和冲击力在各个领域展现出广泛的应用价值,冲击射流技术也将成为世界科技强国角逐的重要领域。

★ 科技大讲堂

从钢铁巨轮的“吃水线”说开去

■ 张志友 黎明宇

船是怎么浮起来的

如果一个人走近一艘船仔细观察,就会看到船体上有一道刻度尺似的标记,这个就是船的吃水线。在预期的设计中,当船自由地浮在静水上时,船体表面和水面的交线对应的刻度,就是此时船体浸在水中的深度。

船要想航行,首先要能稳定地浮在水上。浮性,就是指在一定装载情况下,船浮于一定水面或者水中位置的能力。如果浮性不足,船就会下沉,甚至沉没。

和水中任何物体一样,船漂浮在静止水面时会受到两种力的作用:一个是重力,一个是浮力。

在这里,重力大小不仅仅是船体本身的重量,比如军舰,还包括机电设备、武器装备、弹药、人员以及各种载荷的重量。这些重量形成一个垂直向下的合力,重心的位置则取决于全船重量的分布情况。

一张钢板会沉入水底,但钢板制成的船为什么能漂浮于水面?因为它是一个中空而水密(指在一定的水压作用下,船体内部保持不透水的密闭性能)的壳体,能排开相当重量的水而获得很大的浮力。

浮力是竖直向上的,作用点通过船的浮心。船漂浮在静止水面时,浸在水中的船体表面上每一部分都受到水的压力,这些压力都和船体表面垂直,力的大小和水的深度成正比。不论物体或船体是什么形状,从水平方向来看,来自水的压力都是互相抵消的,而从垂直方向来看,则会形成一个垂直向上的合力,这个合力就是船受到的浮力。

所以,当船舶静止漂浮在水面一定位置时,就处于平衡状态。此时,重力和浮力大小相等,方向相反。

排水量是什么

行业内的人在交流一艘船的基本信息时,常会先问:“多少吨?”这个“多少吨”,指的就是船的排水量。因为排开水的重量也就是船受到的浮力,所以排水量也可以理解成船本身的重量吨位。

即使是万吨级别的巨轮,要计算排水量也不是开这个简单的物理公式: $\Delta = \rho V$ 。其中,V指船排开水的体积, ρ 指水的密度,淡水密度为1.000g/cm³,海水密度为1.025g/cm³,计算的结果 Δ 就是船的排水量,也就是“船的吨位”。

不过,在实际使用过程中,船的载重量往往会发生变化,特别是在装卸时体现得最为明显。当载重减少时,船的重力小于浮力,船舶就会上浮一些,排水体积减小,这个过程中浮力减小,而



“中国海监1001”号船上的“吃水线”。

图片由作者提供

当浮力减小到与重力相等时,又会达到新的平衡;反之亦然。所以,货船和军舰在装卸货物或装备的过程中,船也会随着吃水量的变化而浮浮沉沉。

船的载重基本上分两类:不变重量(A)和可变重量(B)。其中,不变重量是船使用过程中,重量和重心位置固定不变的载重,比如船体、武器装备、各种装置设备和固定压载等。可变重量则是指,在使用过程中重量和重心位置会发生变化的载重,其中,燃油、滑油和备用锅炉水属于B2,余下的都是B1,包括人员、食品、淡水和弹药等。

随着可变重量装载情况的不同,船的排水量又可以分为:空载排水量、标准排水量、正常排水量、满载排水量和最大排水量。

其中,空载排水量是指舰船装备齐全,但没有可变重量时的排水量。这是舰船建造之后可能达到的最轻装载状况,也就是说,只有完整的船和装备。

标准排水量是指空载排水量加上全额的B1,但不包括B2。这相当于舰船上燃油、滑油和备用锅炉水全部消耗完时的装载状况——这时候,人可以在船上正常生活,但船没法开走。

正常排水量是在标准排水量基础上再加一半的B2,也是我们通常所指的舰船排水量。正常排水量常常作为舰船设计时的指标。

满载排水量是指空载排水量加上百分百可变载重(B)的排水量。这是一般情况下舰船出航时的装载状况,装满了人员、食品、淡水、弹药以及满满的燃油和锅炉用水。

最大排水量指舰船满载状态下,再加上超额的燃油、滑油、锅炉水、弹药以及超编的人员、粮食、淡水等。这也是舰船可能达到的最大的装载情况。

船为什么要储备浮力

船的吃水线反映了船的装载状态。船上的载重越多,吃水线也就越深。如果超过了一定的刻度,可能意味着“船需要卸掉一些载重”。

为了保证航行安全,吃水线上会有个安全刻度,只要保证水面在这个安全刻度以下,就意味着排水量足够,浮力“达标”。

但仅仅达标还不够,设计师往往会多留出一些份额。所以,吃水线之上的空间也会设计成不透水、不透水的密闭空间,作为船的水密体积,必要时产生储备浮力。2017年,美国军舰“菲茨杰拉德”与民船相撞,舰体受损严重,舱底进水,但船并没有沉,就是因为舱底上方还有一些水密空间,可以产生储备浮力。

保证规定的储备浮力,是保证船浮性的主要措施。船舶的储备浮力通常用“干舷”表示,也就是船舶中部由满载吃水线到甲板上缘的垂直距离。干舷越大,储备浮力就越大。

储备浮力的大小通常以正常排水量的百分数来表示。军舰从作战的安全性考虑,一般都会预留出自身排水量一倍的储备浮力,具体数值随舰种的不同而有所区别。例如,驱逐舰通常储备浮力为100%~150%,巡洋舰为80%~130%,潜艇相对较小,一般为16%~50%。与军舰相比,民船的储备浮力较

小,其大小根据船舶的类型、航海区域以及载运货物的种类而定。内河驳船的储备浮力为10%~15%,海船为20%~50%。

储备浮力有多重要呢?要知道,很多海上沉船事故源自船舶超载。超载除了会降低船舶的操纵性,还会使得干舷降低,储备浮力减少。所以,作为船舶预留的抵抗外界不利条件的水密空间,储备浮力十分重要。

要保证航行的安全,方方面面都要做储备保障,不管是看得见的“粮草”,还是看不见的“浮力”。



吃水线是怎么来的?扫码看吃水线的历史。

新型食品包装薄膜——

食物变质“警示灯”

■ 王梓嘉 黄辛舟

近期,美国麻省理工学院科研人员研发出一种由蚕丝制成的新型食品包装。包装材料能够通过颜色变化,在食物的储存和运输过程中实时监测食品状态。

这种新型食品包装为多功能双层薄膜。其中一层由从蚕丝中提取的蛋白质制成,它具有出色的机械性能、疏水性和生物降解性,因而可延长食品的保质期;另一层由一种共价有机框架(COF)制成,COF是一种具有高表面积的二维聚合物,具有较好的机械耐久性和耐刮擦带来的影响,同时也不会对自身生物降解性和防水性能产生负面影响。由于新型包装的COF层会与液体交换质子和电子,所以在其浸入不同PH值溶液时会发生颜色变化。因此,在食物变质导致PH值变化时,包装薄膜的颜色也会随之改变。

这种新型食品包装可以在封装时添加挥发性有机化合物(VOC)作为抗菌剂,以减缓高温和高湿条件下的生物腐败速度。研究人员使用商用聚乙烯保鲜膜和负载有乙醛的新型材料包装大豆进行对比实验,在35℃和75%湿度的模拟潮湿热带环境下静置12天后,使用商用聚乙烯保鲜膜包装的大豆上出现了大规模的霉菌生长,而使用新型薄膜包装的大豆上没有观察到可见的霉菌。结果表明,这种材料提供了一种简单而可靠的技术,在高温、高湿等恶劣气候条件下,可防止食物在储存和运输过程中过快变质。

随着经济社会的发展和科学技术的进步,可视化实时监测食品包装技术将不断趋于完善。各类新材料的运用,将会为特定气候条件下多功能食品包装和运输提供更好的条件,为保障食品安全再添一道屏障。

★ 新成果速递



食物包装薄膜。 资料图片



大型空分装置。 资料图片

新型气体分离薄膜——

气体分离“精密筛”

■ 黄辛舟 段 洁

在传统的工业生产过程中,氢气和氮气的分离通常依赖于物理或化学方法,如深冷分离、变压吸附等。这些方法能耗高、效率低,且需要大型设备和复杂操作来支撑。这使得氢气的生产成本居高不下,限制了其在清洁能源领域的出现,有望改变这一现状。

近期,苏州大学副教授刘琦和合作者成功研发出了一款全新的MOF薄膜,其单一晶胞厚度仅为2纳米。研究人员把MOF薄膜制成气体分离薄膜,发现它在氢气和氮气的高效分离方面展现出惊人的潜力,为未来能源科技领域的发展带来新的可能性。

这种薄膜是一种晶态多孔材料,由金属或金属簇节点和有机配体通过配位键连接而成,具有多孔性、高度有序性和结构可设计等特点,具备连

续可调的能力,因此非常适合成为气体分离材料。除了实现气体分离,这种薄膜还可以捕捉空气中的温室气体,从而减少大气污染。具备分子筛分的能力,使得这款薄膜在实现功能性应用方面大有可为,比如构筑优良性能的检测器件以及实现高密度的图案化等,为科学家和工程师们研究探索新技术提供了新手段。

值得一提的是,这种薄膜的制备过程相对简单,成本较低且具有良好的扩展性,这为其大规模生产和应用奠定了基础。同时,它还具有出色的稳定性和耐用性,能够在苛刻的工业环境中长期稳定运行,有助于减少工业生产过程中的能耗和污染排放。

这项薄膜技术的应用和发展,将为引导绿色技术创新、解决环境污染问题提供新思路,为实现可持续发展目标作出积极贡献。