



非常道



行驶的力学原理 帆船逆风

山东 范夕振 钟召强

2008年8月20日,奥运会帆板比赛在青岛分赛场举行,在女子帆板RS-X级决赛里,中国选手殷剑获得冠军,为中国代表团夺得奥运会历史上第一枚帆船项目的金牌(图1)。奥运会帆船比赛在绕标航行阶段,要经过逆风行驶阶段,帆船是依靠风力作为动力的,为什么可以逆风行驶呢?



图1

1 逆风行驶时,船的速度、真实风速、站在船上的运动员感觉到的风速三者之间的关系

图2中船正沿着水平线向右航行, v_T 为真实风速,与航向的夹角为 β ,称为真实风向角。 v_S 为船的速度, v_A 为站在船上的运动员感觉到的风速,称为相对风速。相对风速的方向与航向的夹角为 α ,称为相对风向角。可以看出,站在船上的运动员感觉到的风速与真实风速是不相同的,感觉到的逆风更为强劲。船所受的风力只与相对于船的风直接相关。

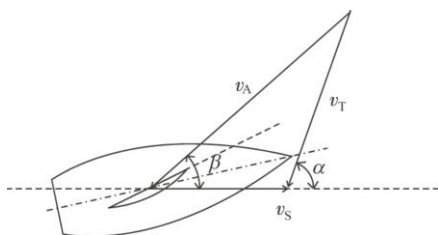


图2

2 由风帆受到的风力形成的推进力和横向力

帆的水平剖面像个机翼,直线部分称为弦(实际并不存在)。当风与帆弦成一定角度吹向风帆时(如图3所示),由于帆的前面的气流要走更长的距离来

和帆后面的气流相会合,因而就加快了流速,使帆的前面和后面的气流产生了不同的流速。流速慢处的压强比流速快处的压强大,这个压强差使帆获得了气动升力 F_L 。空气绕流帆翼时,不仅在垂直来流方向(相对风速)产生气动升力 F_L ,而且在沿着来流方向产生气动阻力 F_D 。由风引起的对帆翼的气动升力和阻力在帆船前进方向的分量的合力构成了帆船的推进力。

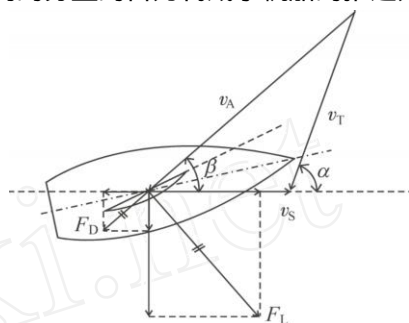


图3



例1 帆船的逆风行驶常常引起人们的兴趣,图2中帆船正沿水平线向右以速度 v_S 逆风航行。气流在绕流帆翼时,在垂直来流方向(v_A 的方向)产生气动升力 F_L ,在沿着来流方向产生气动阻力 F_D 。试求风对船的推进力。



解析 风对船的推进力是气动升力 F_L 和气动阻力 F_D 在帆船前进方向的分量的合力,将 F_L 和 F_D 分别分解到帆船前进方向和垂直于前进方向上,如图3所示。

$$\text{推进力 } F = F_L \sin \beta - F_D \cos \beta$$

帆的升力和阻力在垂直于前进方向上的合力形成了横向力,横向力企图将船压向下风。

3 帆船前进方向和垂直于前进方向两个方向上受力情况的综合分析

帆船逆风行驶时,不仅风帆所受的风力方向与风的方向不一致,航行方向与船头的指向也是不相同的,航向与船纵轴线的夹角叫做漂角。

正如空气绕流帆翼使帆翼受到气动升力和阻力,因船速引起的水绕船体的相对流动(沿与航向相反方向)也产生两个分力:与航向垂直的水动升力 F_S 和与航向相反的水动阻力 F_R ,如图4所示。

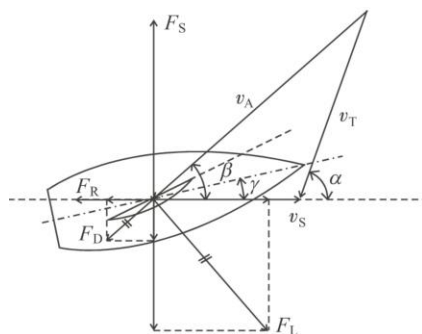


图4



例 2 作为奥运会比赛项目的帆船运动正在被越来越多的人所喜爱,图 2 中帆船正沿水平线向右以速度 v_S 逆风航行 (v_T 为真实风速, v_A 为相对风速). 气流在绕流帆翼时,在垂直来流方向 (v_A 的方向) 产生气动升力 F_L ,在沿着来流方向产生气动阻力 F_D . 在帆翼受到风力作用的同时,船体还要受到水力的作用:船体受到与航向垂直的水动升力 F_S 和与航向相反的水动阻力 F_R . 试求出图 4 中帆船所受水动升力 F_S 的大小(用 F_L 、 F_D 、表示).



解析 帆的升力和阻力在垂直于前进方向上的合力形成了风的横向力

$$F_t = F_L \cos \theta + F_D \sin \theta$$

船向右沿直线行驶时,在垂直于前进方向上的合力为零,即水动升力 F_S 与风的横向力 F_t 平衡

$$F_S = F_t = F_L \cos \theta + F_D \sin \theta$$

综合分析帆船的受力情况可以得知:

当风的推进力大于水动阻力 ($F > F_R$) 时,船加速,否则 ($F < F_R$) 船保持匀速或减速.

当风的横向力与水动升力大小相等 ($F_t = F_S$)、方向相反时,船在垂直前进方向上处于平衡状态,否则船将产生一横向加速度.

帆船在实际的航行中,在海风、水流、海浪的共同作用下,受力和运动情况十分复杂. 本文仅仅是在没有考虑力矩影响的情况下分析了帆船在静水中逆风行驶时的受力情况.

(作者单位:山东省高密市第五中学
山东省高密市康城中学)



帮你理清非金属元素

的性质及递变规律

江苏 陈宏兆

元素及其化合物的知识在中学化学教材中占有较大的比例,内容繁多琐碎,在学习时要尽可能以最佳的方法或方式总结成网络图,主线明确、脉络清晰. 每族元素抓住代表物,重点讨论该元素的单质、氧化物、氢化物、酸、碱或盐等有关知识;注意该族元素与其代表物在结构、性质上的相似性、递变性和特殊性. 高考重点考查各族元素的单质及其化合物的性质,学习非金属元素时要理清非金属元素的性质及递变规律等问题.

1 单质

1) 结构

除稀有气体外,非金属原子间以共价键结合. 非金属单质的成键有明显的规律性. 若它处在第 N 族,每个原子可提供 $8 - N$ 个价电子与 $8 - N$ 个同种原子形成 $8 - N$ 个共价单键,可简称 $8 - N$ 规则; (H 遵循 $2 - N$ 规则). 如 A 族单质: $X-X$; H 的共价数为 1, $H-H$, A 族的 S, Se, Te 共价单键数为 $8 - 6 = 2$, A 族的 P, As 共价单键数 $8 - 5 = 3$. 但第 2 周期的非金属单质中 N_2, O_2 形成多键.

2) 熔、沸点与聚集态

可以分为 3 类:

小分子物质. 如 H_2, O_2, N_2, Cl_2 等,通常为气体,固体为分子晶体.

多原子分子物质. 如 P_4 (白磷) 等,通常为液态或固态. 均为分子晶体,但熔、沸点因范德华瓦耳斯力较大而比 H_2, O_2, N_2, Cl_2 高, Br_2, I_2 也属此类,一般易挥发或升华.

原子晶体类单质,如金刚石、晶体硅和硼等,是非金属单质中高熔点“三角区”,通常为难挥发的固体.

3) 导电性

非金属一般属于非导体,金属是电的良导体,而锗、硅、砷、硒等属于半导体. 但半导体与导体不同点之一是导电率随温度升高而增大.

信仰是精神的劳动;动物是没有信仰的,野蛮人和原始人有的只是恐怖和疑惑. 只有高尚的组织体,才能达到信仰. ——契诃夫