

系泊系统设计

杜文霸

2024-08-11



CONTENTS

01 问题背景

02 问题一建模



01

问题背景



单浮筒系泊系统的简单示意图如下

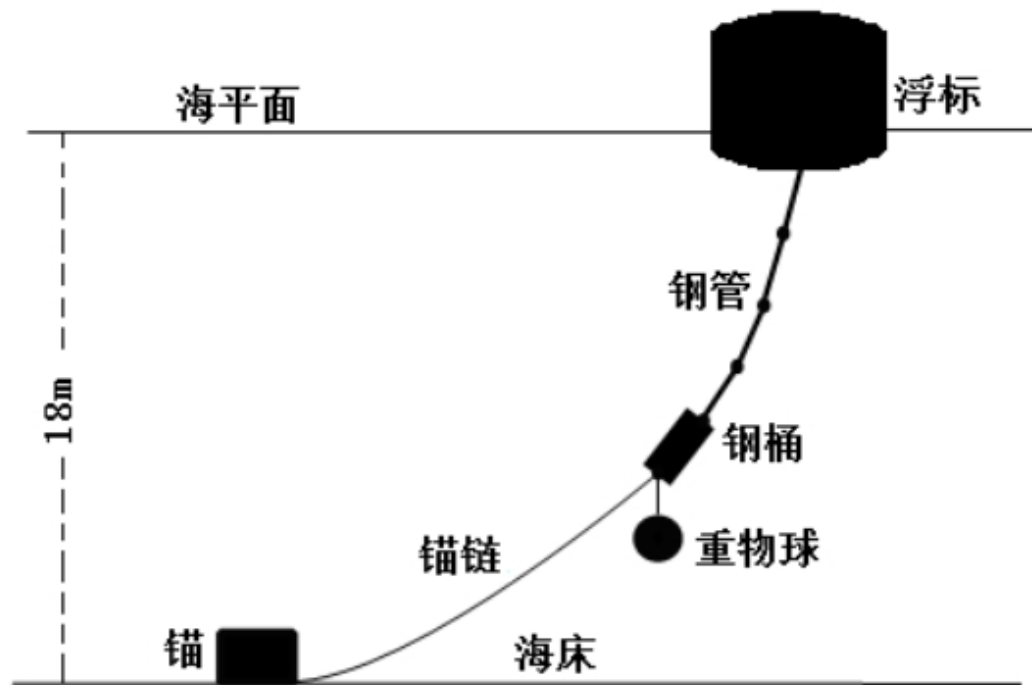


图 1 问题示意图

符号	说明
h	浮筒的吃水深度
M	整个系统的总质量
$V_{\text{没}}$	锚链、钢管、钢桶、重物球的总体积



02

问题一建模



对于浮标、锚链、钢管、钢桶以及重物球组成的系统，其受到的外力如图 2 所示。分别是：

- 风对系统的作用力 $F_{\text{风}} = 0.625 \times S v^2$ ，其中 S 为物体在风向发平面上的投影面积， v 为风速。
- 锚链的作用力 $F_{\text{锚}}$ ，其与水平方向的夹角设为 β 。
- 系统的总重力 Mg ，其中 M 为系统的总质量， g 为重力加速度。

整个系统在静止状态下受力平衡，即：

$$0.625 \times (2 - h) v^2 - F_{\text{锚}} \cos \beta = 0 \quad (1)$$

$$\rho g(\pi h) - F_{\text{锚}} \sin \beta - Mg = 0 \quad (2)$$

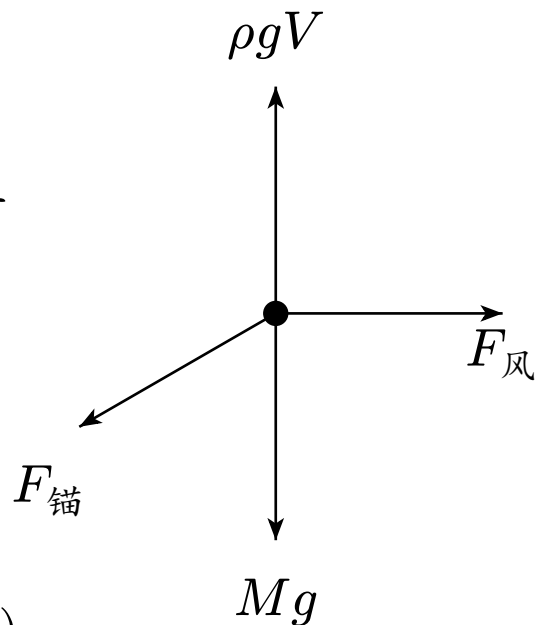


图 2 浮标与锚链
钢管钢桶的整体
受力分析

对于浮标，其受到的外力如图 3 所示。分别是：

- 风对系统的作用力 $F_{\text{风}} = 0.625 \times Sv^2$ ，与上文整个系统收到的浮力相同。
- 钢管对浮标的作用力 $F_{\text{管}}$ ，其与水平方向的夹角设为 β 。
- 系统的总重力 Mg ，其中 M 为系统的总质量， g 为重力加速度。

整个系统在静止状态下受力平衡，即：

$$0.625 \times (2 - h)v^2 - F_{\text{管}} \cos \gamma = 0 \quad (3)$$

$$\rho g(\pi h + V_{\text{没}}) - F_{\text{管}} \sin \gamma - Mg = 0 \quad (4)$$

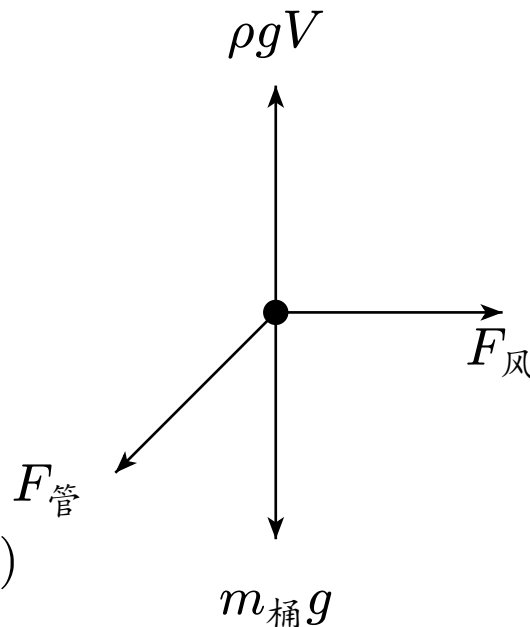


图 3 浮标受力分析

对于锚链、钢管、钢桶以及重物球组成的系统，其受到的外力如图 4 所示。分别是：

- 整个系统的浮力 $\rho g V_{\text{没}}$ ，其中 ρ 为海水密度， g 为重力加速度， $V_{\text{没}}$ 为整个系统的总体积。
- 整个系统的总重力 $m_{\text{没}} g$ ，其中 $m_{\text{桶}}$ 为系统的总质量。
- 锚点对系统的作用力 $F_{\text{锚}}$ ，其与水平方向的夹角设为 β 。
- 浮标对系统的作用力 $-F_{\text{管}}$ ，是钢管对浮标作用力的反作用力，大小与 $F_{\text{管}}$ 相同方向相反。

系统受力平衡，即：

$$\rho g V_{\text{没}} - m_{\text{没}} g + F_{\text{管}} \sin \gamma - F_{\text{锚}} \sin \beta = 0 \quad (5)$$

$$F_{\text{管}} \cos \gamma - F_{\text{锚}} \cos \beta = 0 \quad (6)$$

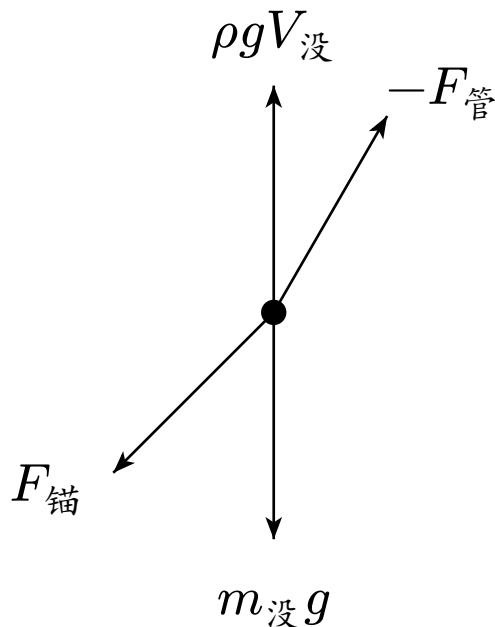


图 4 锚链、钢管、钢桶、重物球系统的受力分析

联立(1)~(6),得:

其中，各常数的值如下:

总质量 M	kg	$1140 + M_{\text{链}} + M_{\text{球}}$
$m_{\text{没}}$	kg	$140 + M_{\text{链}} + M_{\text{球}}$
$V_{\text{没}}$	m^3	$0.025\pi + V_{\text{链}} + V_{\text{球}}$
风速 v	m/s	12 or 24
海水密度 ρ	kg / m^3	1025
重物球质量 $M_{\text{球}}$	kg	1200