2008年春季学期船舶静力学考试标准答案和评分标准

一、（共40分）回答下列问题

1．船舶的浮性是如何定义的？（4分）

船舶能浮于水面并保持平衡的能力。

2．方形系数为0.6,垂向棱型系数为0.75，求水线面系数。（4分）。

$$C_{WP}=\frac{C_B}{C_{VP}}=0.8$$

3．为什么可以用纵稳性半径代替纵稳心高？（4分）

由于船舶的长宽比很大，纵稳心高要远大于重心到浮心的距离，为了计算方便起见，通常用纵稳性半径代替纵稳心高参与稳性计算。

4．型线图有哪几个视图组成？（4分）

横剖线图、纵剖线图和半宽水线图。

5．静水曲线图有那些曲线组成？（至少写出6条曲线的名称）（4分）

型排水量曲线，总排水量、排水体积曲线（3条）

浮心纵坐标、垂向坐标区曲线（2条）

漂心纵向坐标曲线

水线面面积曲线

TPC、MTC曲线（2条）

横稳心半径、纵稳心半径曲线（2条）

船型系数曲线（五个船型系数有5条曲线）

6. TPC是如何定义的？（4分）

吃水每增加1cm，排水量的增量。

7．某船重心垂向坐标zg=4.5m，横倾角45度时y_B=1.75m，z_B=3.2m，求此时的静稳性臂l。（4分）

$$l=y_B\cos\phi+(z_B-z_G)\sin\phi=1.75\times\frac{\sqrt{2}}{2}+(3.2-4.5)\times\frac{\sqrt{2}}{2}=0.318m$$ (仅写出公式得3分，若答案正确，可不写公式)

8．某船渗透率μ=1时的可浸长度为6米，当渗透率取0.75米是，可浸长度是多少？（4分）

8m

9．舱室破损有几种类型，都有什么特征？（4分）

三种类型，第一类舱室为整舱进水，无自由面，无水线面损失；

第二类舱室为部分舱室进水，舱内水和舱外水不联通，有自由面；

第三类舱室为部分舱室进水，舱内水和舱外水联通，有水线面的损失。

10．纵倾值和纵倾角之间有什么关系？（4 分）

$\tan\theta = \dfrac{t}{L}$，$\theta$为纵倾角，t 为纵倾值

二、某货船在 A 港内吃水 T＝5.5m，要进入 B 港，其吃水不能超过 T_1＝4.50m，已知吃水 T_2＝6m 时，水线面面积 A_W＝1860m^2，T3＝4m 时，A_W＝1460m^2，假设水线面面积随吃水的变化是线性的，求船进入 B 港前必须卸下的货物重量。（水的密度ρ＝1.00 ton/m^3）（10 分）

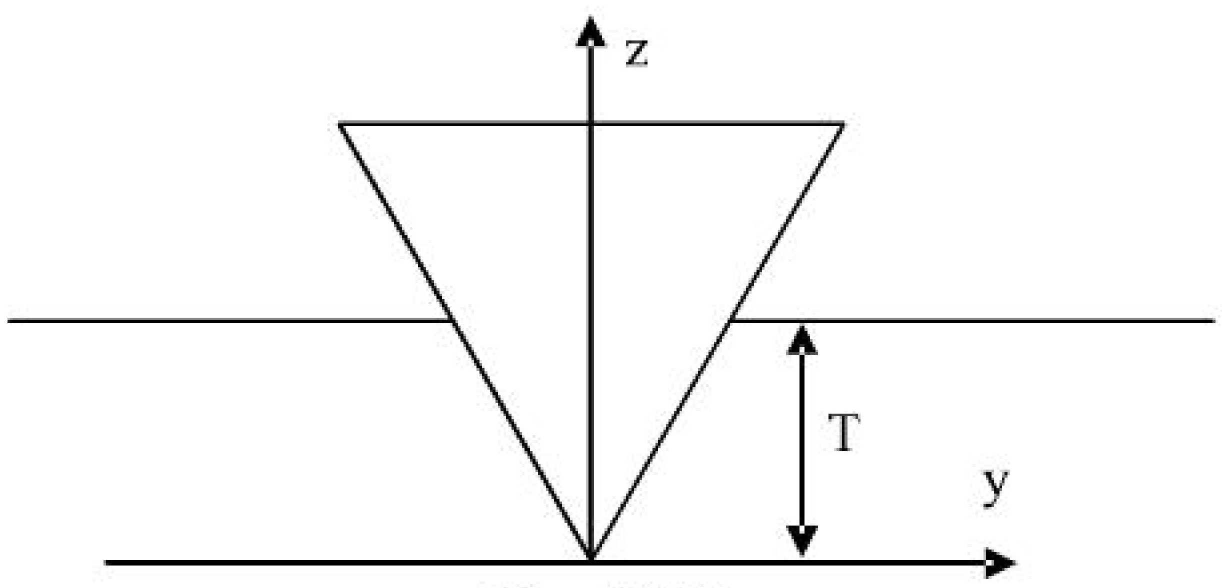
解：水线面面积曲线为：

$$A_W = 1460 + \frac{1860-1460}{2}(T-4) = 200T + 660m^2$$ （5 分）

卸货量

$$p = \int_{4.5}^{5.5} wA_W\,dT = (200\times 5 + 660)\times 1 = 1660$$ 吨（5 分）

三、三棱柱的横截面为正三角形，材质密度均匀，当三棱柱的密度载什么范围时，三棱柱能以图示状态浮于水面并保持浮态的稳定。（15 分）



第三题图

解：设三棱柱截面边长为 a，密度为ρ，当三棱柱浮于水面并保持平衡时

$$W = \rho\frac{\sqrt{3}}{4}a^2L = \Delta = 1\times\frac{\sqrt{3}}{3}T^2L < \Delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{4}a^2L \Rightarrow T^2 = \frac{3}{4}\rho a^2 \text{ 并且 } \rho < 1$$

（3 分）

浮心高度 $z_B = \dfrac{2}{3}T$　　　　　（2 分）

重心高度 $z_g = \dfrac{2}{3}\times\dfrac{\sqrt{3}}{2}a = \dfrac{\sqrt{3}}{3}a$　　（2 分）

横稳心半径 $BM = \dfrac{\dfrac{L}{12}\left(\dfrac{2\sqrt{3}}{3}T\right)^3}{\dfrac{\sqrt{3}}{3}T^2L} = \dfrac{2}{9}T$　（3 分）

横稳心高$GM = z_B + BM - z_G = \frac{2}{3}T + \frac{2}{9}T - \frac{\sqrt{3}}{3}a = \frac{8}{9}T - \frac{\sqrt{3}}{3}a$ （3）

若三棱柱能保持稳定平衡，则$GM > 0$（1 分）

即 $\frac{8}{9}T - \frac{\sqrt{3}}{3}a > 0 \Rightarrow (\frac{T}{a})^2 = \frac{3}{4}\rho > \left(\frac{\sqrt{3}}{3} \times \frac{9}{8}\right)^2 = \frac{27}{64}$

三棱柱稳定浮于水面的条件是$1 > \rho > \frac{9}{16}$（1 分）

四、（共 17 分）某船的静稳性臂和动稳性臂如图所示

求：1. 该船的稳性消失角（2 分）

2. 该船的最大恢复力臂（3 分）

3. 在静水中，动倾角$\phi_d = 60°$是对应的风倾力臂（6 分）

4. 该船在 20 度初始横倾角时的极限风倾力臂（6 分）

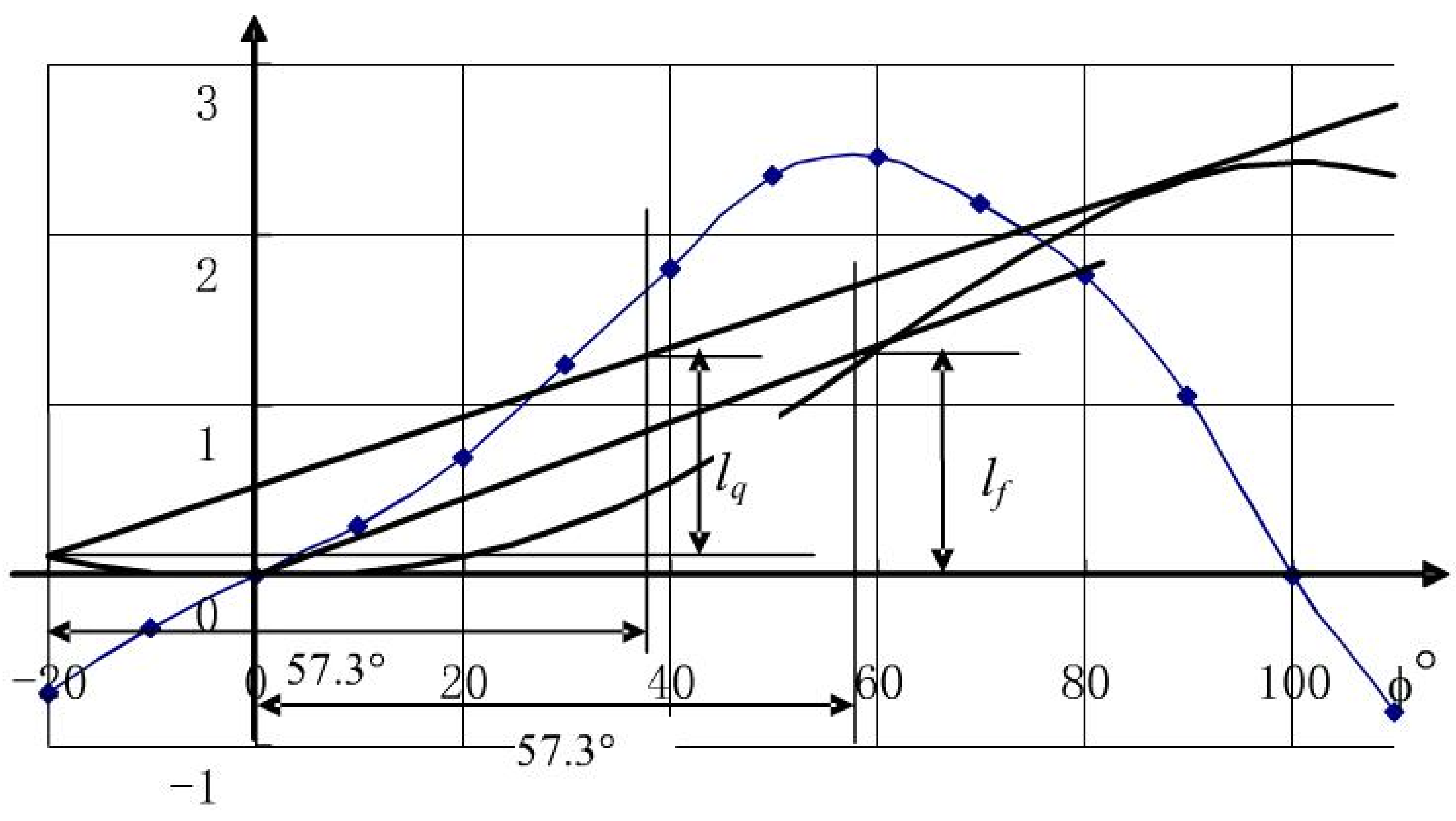
（3、4 问需在答题纸上用草图说明求解方法）

解：1.稳性消失角＝100 度　　（2 分）

2.最大恢复力臂$l_{\max} = 2.5 \pm 0.1m$ （在该范围内度视为正确答案）　（3 分）

3. $l_f = 1.3 \pm 0.1m$　（答案正确的 1 分，作图 5 分）

4. $l_{q20} = 1.2 \pm 0.1m$　（答案正确的 1 分，作图 5 分）



五、（18 分）某长方体船，$L \times B \times T = 20 \times 4 \times 3$m，某破舱水线首吃水$T_F = 6m$，

尾吃水$T_A = 4m$。求：

1．该破舱水线下，任意船长位置处的吃水和水线以下部分的横剖面(5 分)
2．该破舱水线下排水体积和浮心纵坐标（5 分）
3．该破舱水线对应的破舱体积和形心位置（5 分）
4．该破舱水线对应的可浸长度（假设破舱形心附近水线以下部分的横剖面面积为均匀分布）（3 分）

解：设计排水体积 $\nabla = 20 \times 4 \times 3 = 240$ (m^3)，浮心纵坐标 $x_B = 0$

极限破舱水线下的吃水

$$T(x) = 5 + \frac{x}{10} \quad (m) \qquad (3 分)$$

横剖面面积

$$A_s(x) = BT(x) = 20 + \frac{2}{5}x \quad (m^2) \qquad (2 分)$$

破舱水线下排水体积

$$\nabla_1 = \int_{-10}^{10} A_s dx = \int_{-10}^{10}\left(20 + \frac{2}{5}x\right)dx = 400\ (m^3) \qquad (2 分)$$

浮心纵坐标

$$x_{B1} = \frac{1}{\nabla_1}\int_{-10}^{10} xA_s dx = \frac{1}{\nabla_1}\int_{-10}^{10}\left(20x + \frac{2}{5}x^2\right)dx = \frac{1}{400} \times \frac{4 \times 1000}{15} = \frac{2}{3} \quad (m) \quad (3 分)$$

破舱体积

$$v = \nabla_1 - \nabla = 400 - 240 = 160 \quad (m^3) \quad (2 分)$$

形心纵坐标

$$x = \frac{\nabla_1 x_{B1} - \nabla x_B}{v} = \frac{400 \times 2/3 - 0}{160} = \frac{5}{3} \quad (m) \quad (3 分)$$

可浸长度

$$L = \frac{v}{As(\frac{5}{3})} = \frac{160}{20 + \frac{2}{5} \times \frac{5}{3}} = 7.74(m) \quad (3 分)$$