

海船積載計劃



И.А.安德烈夫著 龔錫麟譯

34
人民交通出版社

本書簡明地介紹了對編制積載計劃這一工作所必須具備的基本知識。它首先敘述了有關船舶耐航性的各項指標與計算船舶穩度的各種方法，以及積載計劃的營運指標和載重量、貨容量合理利用的意義。闡明了編制積載計劃的程序和方法，舉出編制前的準備工作和應注意的事項，還列舉積載上的有關文檔和必要的處理步驟，並附有算題作為示例。最後，談到幾種主要貨物的積載計劃的編制及其不同的特點等。

統一書號：15044·5089-京

海 船 積 載 計 劃

И. А. АНДРЕЕВ

ГРУЗОВОЙ ПЛАН

МОРСКОГО

СУДНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО "МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ"

МОСКВА 1952 ЛЕНИНГРАД

本書根據蘇聯海運出版社1952年莫斯科列寧格勒俄文版本譯出

龔 錫 鑾 譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版

（北京安定門外和平里）

新 華 書 店 發 行

公 私 合 營 慈 成 印 刷 工 廠 印 刷

1957年7月北京第一版

1957年7月北京第一次印刷

開本：787×1092

印張：4 1/2 插頁3頁

全書：95,000字

印數：1~500冊

定價（10）0.85元

（北京市書刊出版業營業許可證出字第004號）

目 錄

序言	1
----------	---

第一章 船舶耐航性指标	3
-------------------	---

§ 1. “耐航性”概念的定义	3
-----------------------	---

§ 2. 浮性与不沉性	4
-------------------	---

§ 3. 船舶的稳性	8
------------------	---

§ 4. 大傾角的稳度	20
-------------------	----

§ 5. 船舶的动稳性	24
-------------------	----

§ 6. 液体貨物对船舶稳性的影响	24
-------------------------	----

§ 7. 稳性标准	25
-----------------	----

§ 8. 縱差（吃水差）的确定	35
-----------------------	----

§ 9. Г. Е. 巴甫連柯教授的曲綫图	37
-----------------------------	----

§ 10. 稳性的近似計算法	41
----------------------	----

§ 11. 貨物的配置与船舶强度	55
------------------------	----

第二章 积載計劃的营运指标	59
---------------------	----

§ 12. 保証貨物的完整	59
---------------------	----

§ 13. 貨物的收发	65
-------------------	----

§ 14. 載重量与貨容量的利用	72
------------------------	----

第三章 积載計劃的編制程序	81
---------------------	----

§ 15. 編制积載計劃前的准备工作	81
--------------------------	----

§16. 編制积載計劃的范例.....	86
§17. 积載图.....	94
§18. 积載計劃的形式与积載書.....	97
§19. 甲板貨物的配載	100

第四章 編制各种貨物积載計劃的特征108

§20. 粮谷	108
§21. 矿砂	112
§22. 煤	115
§23. 木材	117
§24. 件貨	120
§25. 危險品	129

序 言

苏联海上运输是我们伟大祖国统一运输体系中的组成部分，其工作是以国民经济计划为基础的。

苏联海上运输船舶的船员及海运局的工作人员们均应努力以现有船舶消耗最少物料、资金及劳动来保证完成最大数量货物的计划运输。

以吨海里计的海船运输能力可用船舶的净载重量与其营运时间及船舶工作生产率测标的连乘积求得。而船舶工作生产率测标也可用船舶的航速与载重量使用率及航行率的连乘积而求得。

例如，若船舶的航速为每小时 10 海里，载重量的积载达到了 60%（即载重量使用率为 0.6），则船舶每载重吨航行一小时的生产率就为 10 海里 $\times$ 0.6 吨 = 6 吨海里/船吨小时。如船舶的一个航次需 12 昼夜，其中 5 昼夜为航行，7 昼夜为停泊，则在整个航次内的平均生产率为：

$$6 \frac{\text{吨海里}}{\text{船吨小时}} \times \frac{5 \text{ 昼夜}}{5 \text{ 昼夜} + 7 \text{ 昼夜}} = 6 \times 0.416 = 2.5$$

吨海里/船吨小时

考虑到停泊所需时间是等于二倍货物数量与总装卸定额之商时，可以这样说，船舶的运输能力是依载重量的使用程度、航速及装卸定额等而定的。

船上货物的配载对此三种测标的影响都很大。

如能正确配置货物，经济使用船舶的容积，就能装载更多货

物。

如在配置貨物时，考虑到各个艙口全面工作的可能性，則裝卸定額就能显著提高。

船上的貨物如能遵守穩性标准配載，則船舶就能达到額定航速，并且舵的效能良好。正确配置船上的貨物能保障船舶和貨物的安全。

因为現代海船都具有极大吨位，故船上的貨物須按事先編妥的所謂积載計劃来配載。

积載計劃是配載每批貨物于船上各个貨艙內的圖式。它是考虑到船舶的載重量和貨容量在保証船舶的耐航性、貨物的安全及最大裝卸速度的条件下都能充分利用而編成的。

本書論述了編制积載計劃的方法和程序。

本書的原稿是 И. 安德烈夫船長写的，經技术科学碩士 Я. 康多洛維契修改、整理付印，并由他补写了如下几节：3、7、8、9、12、13、15、16、17 及 19。

作者謹向曾校閱本書并提出一些宝貴意見的 И. И. 米洛須尼欽柯工程师、远洋船長 В. Д. 馬留科夫、В. М. 別克列米歇夫、И. А. 法富林四位同志深表謝忱。

第一章 船舶耐航性指標

§1. “耐航性”概念的定義

船舶于任何恶劣的天气下,在一定航区,以规定的速度,不危及船員和旅客的生命和健康以及貨物的完整无損而具有安全航行的能力称为耐航性。

保持船体、机械、装备及体系的良好技术状态,可以保障船舶的耐航性。

耐航性与船舶积载的性质也有关系。运输船舶的积载在貨物重量和品种上都经常变化:船舶有时仅压舱航行,有时装运矿砂,有时载运棉花航行等等。

总之,船舶无论装载何种貨物,都必须首先保障其耐航性。

要判断船舶的耐航性,就必须熟悉重载船舶和空船的如下性能:

1. 浮性,即船舶在一定的负载下浮于水面的能力,称为船舶的浮性。

2. 稳性,即船舶正浮的能力,亦即因受外力作用而失去原来的状态,但当此外力作用停止后,船体又回复至原始位置的这种能力,称为船舶的稳性(A. H. 克累洛夫院士所下的定义)。

3. 摇摆性,即船舶在外力的影响下,作有节奏的摇摆运动的性能,称为船舶的摇摆性。

4. 不沉性, 即当船舶部分淹入水中时, 但保持有最低耐航的性能, 使船舶能安然回复至原始位置, 仍能浮于水上的这种能力, 称为船舶的不沉性。

5. 快速性, 即船舶以额定速率循一定方向航行的能力, 称为船舶的快速性。

6. 灵活性, 即船舶受舵或螺旋桨的作用, 而变更航行方向的能力, 称为船舶的灵活性。

研究上述船舶的各种性能乃属于“船舶原理”的科学范畴。

就本书的目的来说, 只研究船舶的浮性、不沉性及稳性也就够了。

§2. 浮性与不沉性

浮动的船舶受着二种力的作用。一为重力, 其值等于船舶的重量 D 。其合力在船舶的重心 (G) 处, 垂直向下。(图 1)。船体的浸水部分, 即水线下的船舶体积 (V), 受着水压力的作用。水压力的总和是等于船体浸水部分体积的水重。这些力的合力, 其方向是垂直向上, 位于水线下船舶体积的重心 C 点处, 此点即称为船舶的浮心, 它在船体水线下部分的体积内。

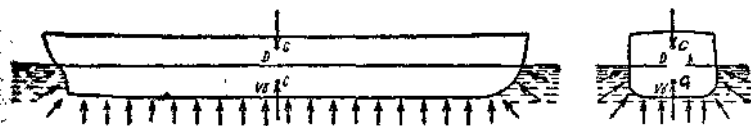


图 1

很明显, 在 $D = V\gamma$ (式中 γ 为水的比重) 的情况下, 船舶才能浮起。

船体在水线下的体积 V 称为排水量体积, 矩形截面的船舶 (即箱状的船舶), 其排水量体积为:

$$V = LBT$$

式中 L 、 B 及 T ——各为船舶的长度、宽度及吃水。

内接于此种箱状的海船，其排水量体积较小，因为它的艏艉部分渐趋收缩，且二舷至箱壁间也有空间。船舶的体积与此矩形体积之比值称为排水量系数 δ ，它可用下式表之：

$$\delta = \frac{V}{LBT}$$

亦即

$$V = LBT\delta$$

载重量是运输船舶最重要的指标。

船舶的最大载重量^①为船舶满载时的吨位排水量与空船的吨位排水量之差(即当船上无货时)：

$$P_{\text{полн}} = D_{\text{вп}} - D_{\text{ног}}$$

式中 $P_{\text{полн}}$ ——船舶的最大载重量；

$D_{\text{вп}}$ ——船舶满载时的吨位排水量；

$D_{\text{ног}}$ ——空船的吨位排水量。

其船满载时的吨位排水量是以该船的最大吃水来确定。

要增大船舶的最大载重量，就必须增大其最大排水量，这可用增大吃水或减小空船排水量(即减轻船体重量)的方法来达到。

但是，增大 $D_{\text{вп}}$ 可能会破坏 $D = V\gamma$ 这一等式。只要吨位排水量(即船舶重量)大于体积排水量与水的比重 γ 之乘积时(这在船舶体积为全部水密，航行于水中时，是可能有这种情况的)，则船舶就沉没。

^① 旧制在使用船舶的问题上多采用“死重”这一名称，而不用“最大载重量”。

理論上是絕不允許 $V\gamma$ 导向極限的。這就是說，只要增大 D_{ϕ} 極小一點，也就會引起 $D > V\gamma$ 這一危險的不等式。

為防止此種不等式的可能發生，必須在水面上保留有不浸水的船舶儲存體積。

此一體積決定於船舶的干舷高度，發生海事時，此一體積可能有部分被淹沒，以致減小了干舷高度，但當船舶在水面上還保留有某部分的干舷時是會沉的。

船舶在水上水密部分的體積是以干舷的高度來確定的，這一部分稱為船舶的儲存浮力。是低的干舷高度是由蘇聯海船登記局根據載重綫規則來加以規定。

載重綫是標繪在船舶二舷側的特种標識，它表示船舶在水中許可浸沒的部分，亦即船舶的最大吃水。載重綫標誌繪在船舷的中部。

根據海上船舶技術管理規則中 §51 的規定，船長對船舶超過干舷裝載出航負責。港務局和發給船舶出港證書的港口監督人員則對此種船舶放行出港負責。

船舶排水量、最大載重量、吃水及干舷高度之間的相互關係可見圖 2 所示的載重標尺。為便於使用這一標尺起見，特繪有載重綫，這就可確定船舶航行於各個季節及地區時的最大載重量：夏季載重綫為“ A ”，冬季載重綫為“ 3 ”，長度在 100.5 公尺以下的船舶，冬季航行於北大西洋區時的載重綫為“ 3CA ”，熱帶載重綫為“ T ”及淡水區的載重綫為“ TH ”。

在同一標尺上列有“每公分或每吋吃水的貨物噸數”測標這一欄。因為水的比重等於 1，這一測標等於載重水綫面積除 100（如為公制時），故隨着船舶吃水的減小，它也減小了；因此，為了正確計算起見，必須取相當於加載（或減載）貨物上船的當時吃水這一測標。

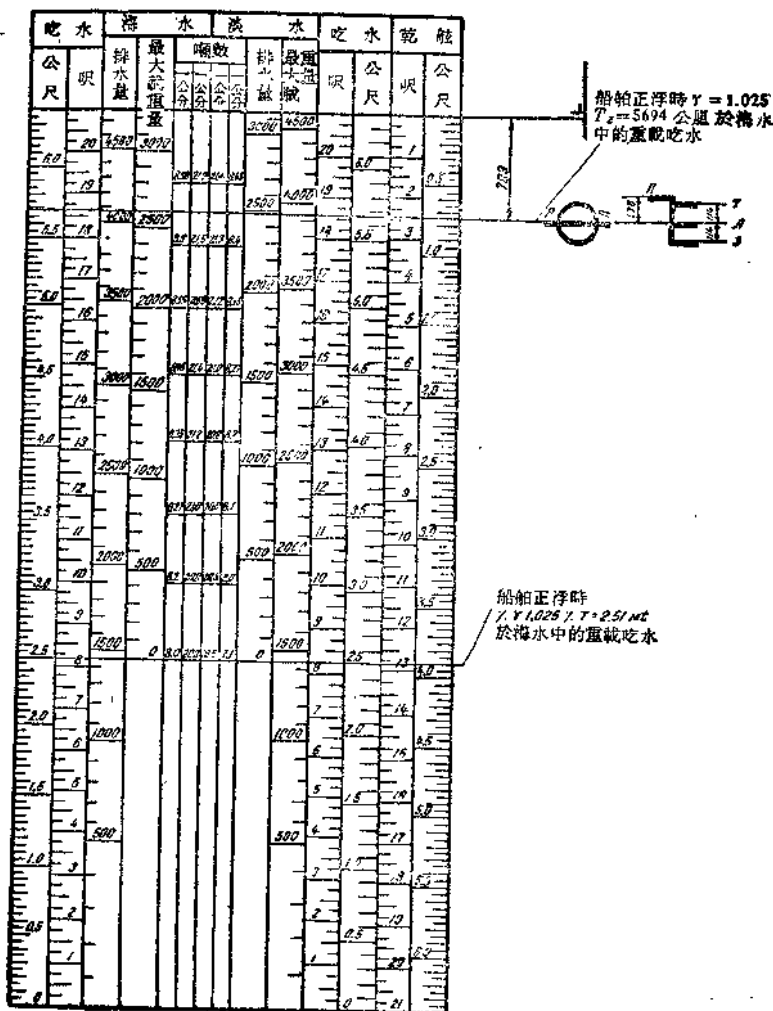


图 2

§3. 船舶的稳性

船舶的稳性是与其重心和浮心的相互位置以及载重水线的宽度和干舷高度等有关。

力对船舶稳性的影响是依船舶倾斜角度的大小而定。

稳性有小倾角(不大于 $10\sim 15^\circ$) 和大倾角(15° 以上者)之分。

船舶横向倾斜者称为侧倾。

船舶纵向倾斜时, 船艏部的吃水差称为纵差。

船舶的纵向倾斜很少超出小倾角的范围。因此, 船舶纵倾时的稳性可当作同型小倾角的稳性来研究。

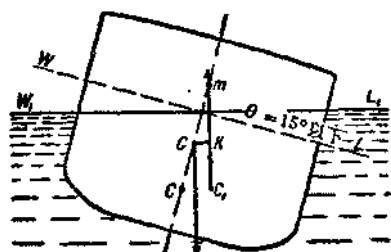


图 3

船舶因受外力作用的影响而失去原来正位, 倾斜至 $10\sim 15^\circ$ 的小倾角, 当外力作用中止后, 又回复至正位的这种能力称为船舶的初稳性。

图 3 所示为船舶的倾斜与水面成 θ 的横断面

图。船舶倾斜时之实际载重水线 W_1L_1 与船舶正浮时的载重水线 WL 相交成 θ 角。

船舶的重力 D 在船舶的重心处, 即在 G 点, 垂直向下 (垂直于 W_1L_1); 加于船舶浸水部分 $V\gamma$ 的水压力是在船舶的浮心处, 浮心由于船舶的侧倾而自 C 点移向 C_1 点处, 并垂直向上 (垂直于实际载重水线 W_1L_1)。

D 与 $V\gamma$ 两力构成力偶 (力臂为 GK), 使船舶向反侧倾方向回复。

在 D 与 $V\gamma$ 合力的类似情况下, 力偶力使船舶免于侧倾, 使其恢复正浮。

因此, GK 就称为船舶静稳度的复原力臂。

从船舶原理中可以求知:

$$GK = m G \sin \theta$$

因为我们已知实际力的数值, 所以, 使船舶恢复正浮的力矩为:

$$M = D m G \sin \theta$$

既然谈到小倾角, 那么 $\sin \theta$ 就可以用弧度表示的倾角代入 (弧度单位为径, 即等于 $57^\circ.3$ 的弧长)。将 $mC - CG$ 代入 mG , 得:

$$M = D (mC - CG) \frac{\theta}{57^\circ.3}$$

m 点称为横稳心。 mC 称为稳心半径, 命它为 ρ 。若船舶于正浮时, 重心在浮心之上, 以 a 代之, 则:

$$M = D (\rho - a) \frac{\theta}{57^\circ.3}$$

此式称为船舶侧倾时的稳心公式。若代以 $\theta = 1^\circ$, 则得: $M = \frac{D (\rho - a)}{57^\circ.3}$,

此亦即船舶侧倾 1° 时的力矩。

上述公式当侧倾角在 10° 以下时是十分准确的。

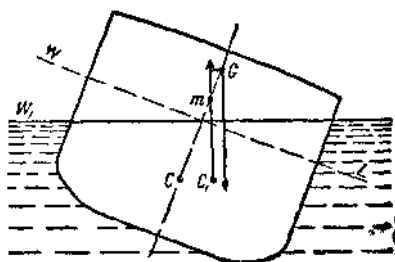


图 4

側傾角為 $10 \sim 15^\circ$ 時，則有 $2 \sim 4\%$ 的誤差。

若 $a > \rho$ ，則穩度的力臂和力矩均為負值。其理由可見圖 4，自該圖中可以看出，由於船舶積載的緣故，將貨物配置得很高，以致穩心 m 處在重心的下面。因而， $mC < CG$ ，於是 $mC - CG = -\rho$ 。

此時的力偶增大了側傾，有傾復船舶的趨向，在此種情形下， GK 稱為傾復力臂，而 DGK 則稱為傾復力矩。

從上述中可以看出，復原力矩和傾復力矩之值是決定於 $\rho - a = mG = h$ 這一數值的大小及其正負的。這一高度稱為橫向定傾高度，若定傾高度 h 很小，則船舶處於其側傾程度足以使其傾復的危險境界中（在某些情況下，船舶甚至在穩度為負值的側傾下尚能航行）。如 h 過份大，則會引起船舶劇烈搖擺，這就會損壞船板及船體其他結構部分接合處的完整，並造成對貨物的危險。貨船最理想的定傾高度 h 是 $0.3 \sim 0.8$ 公尺，而對於舷高的較大船舶來說， h 最好是低些。對於甲板上裝運木材的船舶來說，如木材堆積得相當高，則定傾高度可以低些，因為木材本身就有浮性，宛如增大船舶的干舷高度一樣。

穩心半徑 (ρ) 與船舶的寬度有很大關係。

在船舶原理中，証實：

$$\rho = \frac{I}{V}$$

式中 I ——載重水綫面積對通過船舶重心這一縱軸的慣性力矩；

V ——船舶的排水量體積。

I ——載重水綫面積 (S) 與其寬度平方之乘積，如水綫面積呈矩形狀，須除以 12，如含有肥瘠係數，則須除以接近 12 的數值

$$\alpha = \frac{S}{LB} \text{ ①}$$

因而，如为矩形水线，则为：

$$\rho = \frac{LB^3}{12 LBT} = \frac{1}{12} \cdot \frac{B^2}{T}$$

任何水线在 $\frac{B^2}{T}$ 时，其系数可取等于 $\frac{\alpha + \alpha^3}{24 \delta}$ (H. A. 雅柯佛列夫公式) 的近似值，于是：

$$I = \frac{\alpha + \alpha^3}{24 \delta} \cdot \frac{B^2}{T}$$

这就是说，甲板的宽度影响 ρ 值很大，因为 I 与甲板宽度的平方成正比。

若船舶的干舷很小，则在侧倾角度不大时，干舷就浸入水，因而， I 值就开始很快地缩小。

假定说，由于角度不大的侧倾（如侧倾超过 $10 \sim 15^\circ$ 时，则应按曲线图进行计算），船舶甲板最宽处有 $1/10$ 浸入水中，则：

$$\rho_1 = \frac{\alpha + \alpha^3}{24 \delta} \cdot \frac{(0.9B)^2}{T} = \frac{\alpha + \alpha^3}{24 \delta} \cdot \frac{0.81B^2}{T}$$

$$\text{亦即，} \quad \frac{\rho_1}{\rho} = \frac{\alpha + \alpha^3}{24 \delta} \cdot \frac{0.81B^2}{T} : \frac{\alpha + \alpha^3}{24 \delta} \cdot \frac{B^2}{T} = 0.81$$

因而，当船舶的甲板一缘浸入水中时，其横向稳心半径 ρ 要缩小 19%。若其半径原为 100 公分，则现在它仅为 81 公分，并因重心高出浮心的部分仍保持不变，故其横向稳心减至同样数值。

- ① 求载重水线面积的肥瘠系数与求排水量系数 (δ) 一样：如水线面积是在船长为 L ，船宽为 B 的矩形内，则载重水线面积与此矩形面积 S 之比即为载重水线面积的肥瘠系数：

$$\alpha = \frac{S}{LB} \circ$$

若又假定 $a=41$ 公分，因而， $p-a=40$ 公分，則在甲板注入水中后 $p-a=21$ 公分，這就是說，船舶因定傾高度不足而处于危險境界中。

具有相同数值 B 与 T 的另一艘船，但有較高的干舷，即使在船舶的初定傾高度不到 40 公分，而是 30 公分的情况下，它还是較安全的。

因此，每艘船舶都有自己的横向初定傾高度的标准。故在裝船时，証明定傾高度处在一般所許可的极限內是不夠的。定傾高度应以該船的定傾高度定額来进行比較。

若无此种定額，則可按雅柯佛列夫公式求出此一定額，为此，就必須知道排水量系数 δ 和載重水綫面积的肥瘠系数 α 。

为計算定傾高度，就必須具有船舶重心和浮心的座标資料。

船舶的重心高度（重心至龙骨間的距離） z_g 等于船舶各部分負載量（ P_D ）与各該重心（ z ）至龙骨^①基綫（于船舶正浮时）的間距相乘积之总和除以总重量所得之商：

$$z_g = \frac{\sum P_D z}{\sum P_D}$$

$\sum P_D$ 內包括空船排水量 D_0 （即总排水量中除去了所謂可變貨物时的排水量）与空船重心至龙骨基綫的間距 z_0 之乘积，即：

$$z_g = \frac{D_0 z_0 + \sum P z}{D_0 + \sum P}$$

要求出 z_g 就必須算出每种貨物的重心。如貨物是單种的，并且裝滿整个貨艙，則貨物的重心与貨艙容积的重心相重合，其座标应列于記載每艘船舶稳性的表中。

① 主龙骨的船舶除外。

在艙艙二端的貨艙中，其平行于船艙平面的斷面呈梯形狀，每批貨物的重心高度可按下述方法求得。

若貨艙中要堆裝幾種不同的貨物，則每種貨物或每批貨物的重心位置 z'_g 與 z''_g 可按下述方法確定。

1. 若貨物(或配合同種貨物，即按每批貨物)呈矩形狀，則龍骨上部的重心高度就等于下列各項之总和(见图 5a)：

- a) 双层底的最大高度 ($U_{0.0}$)；
- б) 最下层一批貨物的高度 (U_n)；
- в) 所述矩形之垂直斷面的半高 ($\frac{1}{2} U_n$)，即： $z'_g = U_{0.0} + U_n + \frac{1}{2} U_n$

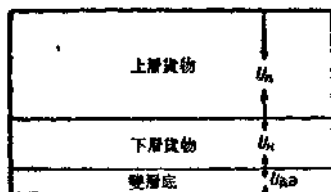


图 5a.

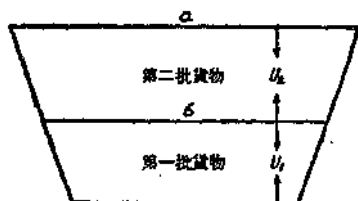


图 5б.

2. 假如有一批貨物裝在艙艙貨艙，呈被截的角錐體狀，其斷面平行于錐體的高，具有类似等边梯形的形式(图 5б)。此梯形底边的長度等于艙艙貨艙上下底(根据貨艙的長度)的平均数，于是，第二批貨物重心的高为：

$$z''_g = \frac{U_1}{3} \cdot \frac{б + 2a}{a + б}$$

式中 U_2 ——自底边 a 算起的梯形高度，第二批貨物的重心高度就为：

$$z'_g = U_{0.0} + U_1 + z''_g$$

3. 假如貨物呈不規則狀，則其重心的座標應載明在附于