



船舶積載的 校驗圖

Γ. E. 巴甫連柯教授著
卞雙昌譯

人民交通出版社

船舶積載的 校驗圖

Г. Е. 巴甫連柯教授著
卞燮昌 譯

人民交通出版社

16081
海運部長于1951年6月7日頒布第372号命令，凡所有干貨船、運油船及客貨船都一律采用Г.Е.巴甫連柯教授所著的船舶積載的校驗圖(船舶積載的控制与調節綫圖)。

在該命令中指出，根據采用此項綫圖的經驗，运用这个方法可能充分地利用儲備載重量，並同时保障船舶航行的安全。

此項綫圖實成海上及內河運輸部的中央設計局编制。凡新造船舶及基本修复的船舶進行設計时，此項綫圖应列入其技術設計書內作为其組成部分之一。

本書供設計機構工作人員作为繪制Г.Е.巴甫連柯教授的綫圖及制造其儀器的指南，也可作海運學校學生及運輸工作人員的參考書。

本書由卞燮昌翻譯，經王今校閱。

統一書号：15044-5059-京

船舶積載的校驗圖

Г.Е. ПАВЛЕНКО
ДИАГРАММА КОНТРОЛЯ
И РЕГУЛИРОВАНИЯ
НАГРУЗКИ СУДОВ
ВОДТРАНСИЗДАТ
МОСКВА-1954

蘇聯水運出版社1954年莫斯科俄文版本譯出

卞燮昌譯

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厂印刷

1957年3月北京第一版 1957年3月北京第一次印刷

開本：737×1092毫米 印張：3張，插頁10頁

全書：100,000字 印數：1—1600冊

定價(10)：1.10元

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号)

目 錄

序言

第一部分 綫圖的簡單說明及繪制綫圖的原始資料

一、用向量方法確定船舶的狀況·····	4
二、綫圖的說明·····	6
三、繪圖用的原始資料·····	11

第二部分 基本圖表的繪制及儀器的制造

四、貨物配置圖的繪制·····	13
五、吃水差圖表的繪制·····	34
六、高度圖的繪制·····	46
七、通用穩性曲綫圖的繪制·····	50
八、危險積載曲綫的繪制·····	60
九、儀器的制造·····	68

第三部分 补充圖表的繪制

十、不沉性圖的繪制·····	72
十一、海損穩性圖的繪制·····	75
十二、強度圖的繪制·····	82
十三、橫搖圖的繪制·····	109

第四部分 綫圖在船舶上的校正及起点的繪制

十四、綫圖的校正·····	113
十五、原始資料的確定及起点的繪制·····	113

序 言

船舶積載的校驗圖對於每艘船舶在編制一次以後，都可適用於該船的整個營運時期。

既然，此項綫圖是船舶營運時經常運用的工具，它的精確度對於合理使用船舶的載重量以及航行安全的關係至大。故當擬制綫圖時要求特別精細和注意，以保證所得到的結果可靠。首先必須對原始資料的確實性要十分有把握。

船舶綫型圖乃是所有以後計算的基礎，不管它是依據設計資料或按照建造好的船舶的測量而繪制的，都應從它是否符合實際的船舶綫型與尺度這一觀點來加以確實檢查。在實際工作中顯示不論屬於那一種情況都可能有不正確的地方，當利用不正確的綫型圖時，則全部用在繪制綫圖上的勞動白費；尤其是不正確的綫圖在其錯誤未經發現之前可能成為船舶營運中困難和損失的原因。

供繪制綫圖用的所有輔助資料：浮力曲線和初穩性曲線、積分曲線、在大角傾斜時穩性計算等等的檢查也應該嚴格。

不言而喻的，在以後的繪制綫圖的工作中其每一計算步驟都應當採取檢查方法，以保證結果的正確性和沒有錯誤。

最初借助於理論所擬定的一些方法、實用方式和建議，而後還要在實際工作中經過屢次檢查和校正。在許多的情況中，這些方法並不是唯一的方法。所有解決個別問題的合理方案均經檢查，在本書中引載其中最正確而簡便並最能避免錯誤的方法。

參加繪制那些供給海運船舶用的綫圖並將之運用到工作中去的有工程師 А.Н.巴西連夫斯基、А.С. 格斯伯略、Ю.И. 哥連也夫、

В.А. 克隆必尔格、В.Д. 立陶夫金、Я.М. 爱立斯、В.Г. 巴甫連柯以及敖德薩海运工程学院造船系學生們。

在本書中所引錄的數字實例中利用了敖德薩海运工程学院船舶理論教研室替黑海國家海运局某一型貨船所作的計算資料。

担任本書編輯的 А.Г. 發基利必克工程師曾提供許多寶貴的意見与切合实际的建議。

第一部分 綫圖的簡單說明及 繪制綫圖的原始資料

一、用向量方法確定船舶的狀況

船舶積載校驗的基礎就是用向量的方法來確定船舶的狀況，其要義如下：

組成船舶載貨的每一項貨物均可認為是具有分向量 p 、 m_x 、 m_z 的三項量度的向量，

此處： p ——貨物的重量；

m_x ——貨物對舢剖面的力矩；

m_z ——貨物對基平面的力矩。

同樣的概念应用于當將貨物總加時其相應的分向量（重量及對坐標平面的力矩）予以相加的情況，這是與向量相加的通常規則相符的。

實際上以 D 為船舶的排水量， M_x 及 M_z 各為船舶重量對坐標平面的力矩。

茲用 R 代表具有分向量 D 、 M_x 及 M_z 的向量，而用 r 代表具有分向量 p 、 m_x 及 m_z 的所添加貨物的向量。那麼裝進該項貨物後的船舶狀態將適合于向量 R' ：

$$\overline{R'} = \overline{R} + \overline{r}$$

其分向量為：

$$D' = D + p$$

$$M'_x = M_x + m_x$$

$$M'_z = M_z + m_z$$

这种具有三项量度的向量可以由其对二个直交平面上的投影以同一意义來確定。宜选取平面 DM_x 及 DM_z 作为这样的平面。貨物的裝入或卸去的运算繪在这些平面上便成为它們投影的加減的运算，相当于二項量度的向量的加減法則（圖 1）。

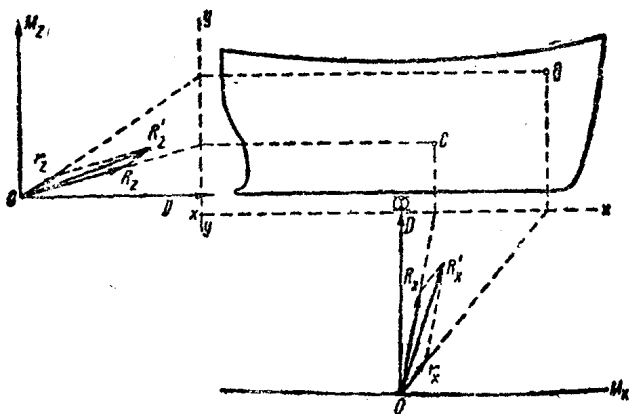


圖 1

同时向量投影对軸綫 OD 傾斜角度的正切（按相应的比例尺）示出貨物的重心坐标。

則
$$\operatorname{tg}(\overline{r_x}, D) = \frac{m_x}{p} = x_g$$

及
$$\operatorname{tg}(\overline{r_z}, D) = \frac{m_z}{p} = z_g$$

若知道个别貨物的重量及重心位置，則上述方法便可以按向量

总加的簡單方法來確定船舶于各种不同積載狀況下全船重量与重心的位置^①。

二、綫圖的說明

§ 1. 主要綫圖的說明

主要的綫圖用于確定船舶的吃水及穩性，包括下列各圖：

1. 貨物配置圖，它是船舶內部布置的簡單側面圖；通常用于迅速決定裝在船上貨物的重心位置。为了运用方便起見，該圖在長度及高度上采用不同的比例縮尺。

对于每一个裝于貨用的隔艙均繪出貨物容積重心曲綫 C 及貨物的表面重心曲綫 f 。

第一種曲綫系根据貨物的容積而決定同一類貨物的重心位置，第二種曲綫用于決定所添裝的貨物的重心。

对于裝有液体貨物的隔艙，則繪出假定的重心曲綫 M ，其运用与曲綫 C 相似。

对于某些液体隔艙，特繪制特別的綫段 I ，其目的用于計算在隔艙內的自由液面；綫段 I 的运用法將在第四章第二節中說明。在貨物配置圖上复標明水平及垂直比例標尺。貨物配置圖的式样如圖7所示。

2. 吃水差圖（縱差圖），由坐标 D 及 M_x 繪成，它是貨物向量的第一投影平面。在該圖上繪出相等的吃水差曲綫（ $\Delta = \text{常数}$ ）及最大吃水曲綫（ $T_{\text{最大}} = \text{常数}$ ）。

顯然，当 $\Delta > 0$ （艏吃水大）， $T_{\text{最大}} = T_{\text{艏}}$ （艏吃水），当 $\Delta < 0$ $T_{\text{最大}} = T_{\text{艉}}$ 。在該圖上复圖出排水量的垂直標尺；在圖的上部分有貨物重心的輔助軸綫，与貨物配置圖的水平比例尺重合。

在吃水差圖上表示船舶積載状态的点子位置決定船舶的吃水差

① 向量方法的較詳細敘述可以參閱Г.Е.巴甫連科著“船舶靜力學問題”第五篇第一章苏联海運出版社 1949 年版。

及最大吃水，即它的入水。

在吃水差圖上于其排水量軸綫上繪特別的點 O_0 ，称为焦點，在运用該圖時該點是必需的。該點的作用和它与力矩比例尺之关系將在第五章第二節內說明。吃水差圖的式样如圖10所示。

3. 高度圖（穩心高度圖），由坐标 D 及 M_z 繪成，它是貨物向量的第二投影平面。在該圖上示出：船舶重心在龍骨之上固定高度直綫組及固定的穩心高度曲綫組。在圖上繪出排水量水平标尺及垂直的輔助軸綫，后者具有与貨物配置圖上垂直比例标尺相重合的貨物重心高度的标尺。

在排水量标尺上繪有焦點 O_0 ，与吃水差圖上焦點 O_0 相似。

此外，在高度圖上繪有危險載重的特別的曲綫，系根据苏联登記局現行船舶穩性标准適合該类船舶而繪制的。該曲綫成为依上項标准出發，可以認為是船舶的裝載情况安全的範圍之上限。

高度圖可以断定船舶的初穩性，并从是否符合于苏联登記局标准的观点來調節船舶的裝載狀況。

高度圖的形式如圖19所示。

4. 通用穩性曲綫圖用于確定船舶在任意裝載的情况下于大橫傾角度时的穩性。

該曲綫圖系根据新原理，將船舶的靜穩性力臂分为二部分，就是：

1) 只根据排水量及橫傾角度 θ 而变的力臂：

$$l'_D = y \cos \theta + z \sin \theta,$$

式中 y 及 z 系在船舶傾斜时浮力中心坐标值。

2) 只根据船舶重心的高度及橫傾角度 θ 而变的力臂：

$$l'_z = z_g \sin \theta.$$

这里很容易看到如此选择的力臂差，即等于稳性总的力臂 l 。

按上述方法所选择的力臂在圖上可以繪成为二組曲綫。其中一組的参数是 D ，而另一組是 z_g 。二曲綫（一条符合于給定的 D ，而另一条符合于給定的 z_g ）合成表示靜穩性力臂綫圖，在橫向方向上至曲，但穩性臂（系根据当相当的 θ 时在兩曲綫間垂直距离量取）仍保持真实的数值。

要注意这样繪制的下列二特性：

1) 如果总穩性臂的兩個部分加或減去任意函数 $f(\theta)$ ，則該臂仍不改变。

2) 当同时改变穩性臂的二个部分的符号时，其絕對值不改变。

为了繪制便利起見，可利用上述二特性，取：

$$f(\theta) = l'_{D_0}$$

$$l_D = l'_{D_0} - l'_D$$

$$l_z = l'_{D_0} - l'_z$$

式中： D_0 ——某排水量，选取作为基本的排水量；

l_D ——排水量臂；

l_z ——重心臂。

繪有力臂 l_D 及 l_z 的曲綫的圖称为通用的穩性曲綫圖。

通用曲綫圖連同高度圖說明船舶当任何裝載情况下其穩性的全部情况。通用穩性曲綫圖的形式如圖17所示。

§2. 补充圖表的說明

所有补充圖表（輔表）均制在透明紙上，当应用时或放置在吃水差圖上，或放置在高度圖上。这六个补充圖表为：

1. 不沉性圖 I。

2. 不沉性圖Ⅱ。
3. 海損穩性圖Ⅰ。
4. 海損穩性圖Ⅱ。
5. 总强度圖。
6. 橫搖圖。

二个不沉性圖及总（一般）强度圖当应用时系放在吃水差圖上，而二个海損穩性圖（危險穩性圖）及橫搖圖則放在高度圖上。

补充圖表上的坐标与基本圖相同，其所以另外繪在透明紙上，只是为了不使吃水差圖及高度圖上綫条过多而不清的緣故。补充圖表上的数据是根据吃水差圖及高度圖上表明船舶狀況之点的位置而讀出來的。

每一种圖表的基本特性如下：

1. 不沉性圖能解答关于船舶于受損前之各种情况下当其任何一个艙淹沒（不沉性圖Ⅰ）或任何一对相鄰的艙淹沒（不沉性圖Ⅱ）时浮抑或沉的問題。

同时按照苏联登記局关于海船不沉性的規定的現行規則，認為如果船舶浸水的水綫低于界限綫（該綫低于甲板綫75公厘）的話，該船即不致沉沒。

在該圖上繪有与船上艙数（或相鄰艙对数）同样多的曲綫組。每一条曲綫相应于某一艙（或某一对艙）的一定可透系数值。每一組曲綫以及它們的符号皆以独特的顏色表明。

不沉性圖的形式如圖27及28所示。

2. 海損穩性圖（危險穩定圖）解决关于船舶于受損前任何裝載的情况下当其任何一个艙（圖Ⅰ）或二个相鄰艙（圖Ⅱ）淹沒时保持船舶的穩性問題。

在圖上繪若干組曲綫，每一組有它独特的顏色：各条曲綫相应于某个艙（或某一对相鄰艙）的一定的可透系数值。海損穩性圖形

式如圖33及35所示。

3. 船舶的总强度圖（船舶一般强度圖）用于决定船舶于各种不同的裝載情況下之舫弯曲力矩。

在圖上繪三組曲綫（每組皆有它自己的顏色）。第一組包括在靜水中船舶艏端浮力的固定弯曲力矩值，第二組为船在計算波浪的波峰上之艏端浮力固定弯曲力矩值，第三組系在波谷上者。

在总强度圖的下部繪有水平軸綫，上有力矩 M_x 的标尺，用于决定重力力矩，在該軸綫上标明空船艏端的重重力矩的点。

总强度圖的形式如圖45所示。

4. 橫搖圖可以决定当船舶在各种不同的裝載情況下橫搖时的自由搖擺周期。

在圖上繪制当船舶橫搖时自由搖擺周期的固定值曲綫。

橫搖圖的形式如圖46所示。

§3. 儀器的說明

为了应用方便起見，綫圖安置在專門的圖板上，并备有特別的丁字尺^①。圖板可以摺合，由二塊 $800 \times 500 \times 60$ 公厘的板所組成，用鉸鏈联接。在圖板的右边一半上部貼上貨物配置圖，其下面安放吃水差圖，該圖借專門的夾子把它固定起來。在圖板的左边一半上部（在貨物配置圖左边）同样借夾子安上高度圖；在它的下面貼上通用穩性曲綫圖。

貨物配置圖及通用穩性曲綫圖是綫圖的固定部分，而吃水差圖及高度圖为可以拿下的，因为繪制后作为航次的报告文件。

在圖板的左边一半在高度圖及通用穩性曲綫圖左方做成凹槽，在該处安放丁字尺。在这个凹槽上面有盖子。其上有專門的圖解說明書。在圖板的右边一半做有抽屜，在抽屜內安放补充圖表，如备

① 此处所述系指一种最新式的儀器，該儀器由敖德薩海运工程學院所制。

用的吃水差圖及高度圖、鉛筆等等。

圖板的一般形式如圖20及21所示。

當運用綫圖時供繪圖用的專門丁字尺由如下几部分所組成：

- 1) 基本規尺連橫板，在尺的長度大部分上做有縱向槽；
- 2) 滑板沿規尺槽而移動，下面有二個鉸鏈頭子；
- 3) 二個可迴轉的短規尺，與滑板用鉸鏈連接。

當應用丁字尺時，它的橫板貼靠在圖板的边上；貨物向量傾斜角度的安置是借可轉動的短尺之迴轉并將它用鉸鏈固定在所需要的地位上；貨物射線的平行移動方法就是將滑板拉出并將丁字尺的橫板沿圖板的邊遷移。

丁字尺結構及整個型式如圖22及23^①所示。

三、繪圖用的原始資料

繪制積載的校驗圖時，必須具備關於船舶本身的原始資料。所有需要的資料可以分成三類：基本的、補充的及校驗的。

基本的資料包括：

- 1) 船舶的綫型圖，開始運用前必須詳細地檢驗它的一致性及它和船舶的實際綫型是否相符合，如發現有差別，則予修正；
- 2) 船舶總布置圖應具有正確的輪廓及尺度，并說明每個安裝貨物的隔艙之用途：如貨艙、水艙、燃料艙等等；凡對某隔艙的用途與輪廓有所懷疑時均應在繪制校驗圖前予以解決；
- 3) 關於空船的排水量及吃水的資料及載重綫標記。

補充的資料包括：

- 1) 浮力曲綫及初穩性曲綫；

^① 儀器的詳細說明及它的应用方法載在Г.Е. 巴甫連柯所著“船舶積載的校驗儀”
蘇聯海運出版社 1951 年版(中國本已由人民交通出版社出版)。

- 2) 横剖面積曲綫;
- 3) 关于貨艙、水艙等等的容積資料;
- 4) 乞伯卸夫船体圖;
- 5) 当各种不同吃水时船舶的等容傾側計算。

校驗的資料应有:

- 1) 当船舶在各种不同的載貨情況下其入水及穩性的參考資料;
- 2) 穩性的橫截曲綫, 或綜合穩性曲綫。

第二部分 基本圖表的繪制及儀器的制造

四、貨物配置圖的繪制

§ 1. 最初的步驟

繪制貨物配置圖的第一步驟便是獲得关于各个裝載貨物、燃料、淡水及压載之隔艙的原始情况資料。

这里所謂隔艙的原始情况資料是指：

- 1) 限定隔艙的橫隔壁的位置（肋骨的实在号次和它对舢部的距离）；
- 2) 有否縱向隔壁及它的位置；
- 3) 隔艙的高度（双層底、深水艙等等）；
- 4) 裝貨容積的扣除——軸隧、軸隧室、艙道、隔壁的凹入处、錨鏈艙（在艏尖艙內）、它的輪廓、尺度等等。

根据此等資料而繪制船舶的貨物配置圖，在該圖上繪有艏、艉柱及龍骨的輪廓、甲板（舷綫）、上層建築甲板室、橫隔壁、双層底、深水艙、燃料艙以及从甲舷到乙舷所消耗的容積（例如，艏軸隧室）。

这里重要的一点是正確的選擇圖的水平及垂直比例尺。

水平比例尺应当選擇最大的，俾將船舶可容納在 500×500 公厘的圖紙上。

关于垂直比例尺可以作如下的介紹：在此比例尺上船深应当大約佔貨物配置圖高度的50%（即 ~ 25 公分）。

繪制貨物配置圖的第二步驟，也是最麻煩的步驟，便是隔艙容積中心曲線的繪制，或簡稱為隔艙的測量。因為隔艙的形狀、貨物的種類以及曲線的本身特點對於各種類型的隔艙皆有所不同，故對於每一類型的隔艙宜採用單獨的測量方法。

§2. 雙層底隔艙的測量

雙層底隔艙的測量即在於確定它的總的容積，確定這個容積的中心位置（即 x_c 及 z_c ），以及校正自由液面。因此對於每一條理論橫剖綫繪出雙層底剖面輪廓和算出這個剖面的面積，以及它對基平面的力矩。同時為了便利起見，用等值的梯形（在船的中部）或三角形（在二端）來代替真正的剖面輪廓。對於這種代替方法的二種情況如圖2所示。在這二種情況中都應當遵守二種條件：1)虛綫面積1及3應當相等，及2)它們的總和應當等於面積2。

然後繪制雙層底各剖面面積 F 圖，以及各該面積對基平面的力矩 M_{Fz} 圖。待將分隔雙層底隔艙的水密肋板繪於此等圖上，根據任何已知的方法，例如按照乞伯卸夫方

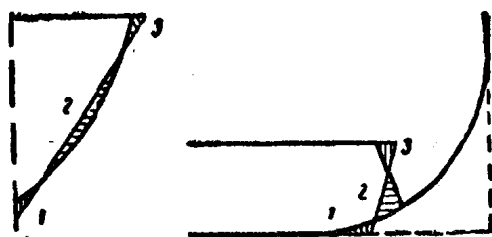


圖 2

法，對於每個隔艙的二條曲綫進行近似的積分。在每個隔艙的範圍內依曲綫本身的特性而取必要的站數。結果求得 V 及 M_z 的數值。同時 F 圖坐標乘以對隔艙中部的距離數值，並按已知的規則加起來便決定隔艙容積對其中綫的力矩值 M_x ，然後容易得到這個隔艙的 x_c 及 z_c 值。

關於在隔艙中自由液面對於船舶穩性的影響之估計，則採用專