



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 702-20XX

船舶液货计量舱容量

Ship's Liquid Cargo Tank Capacity

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

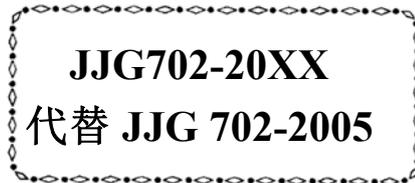
国家市场监督管理总局 发布

船舶液货计量舱容量

检定规程

Verification Regulation of Ship's

Liquid Cargo Tank Capacity



归口单位： 全国容量计量技术委员会

起草单位： 国家船舶舱大容积计量站

国家船舶舱容积计量站

中国计量科学研究院

本规程委托全国容量计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

杨荣淇（国家船舶舱大容积计量站）

周金河（国家船舶舱容积计量站）

李志月（国家船舶舱大容积计量站）

参加起草人：

刘飞进（国家船舶舱容积计量站）

王金涛（中国计量科学研究院）

苏雪龙（国家船舶舱大容积计量站）

目 录

引言	(III)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(2)
4 概述	(3)
4.1 构造	(3)
4.2 用途	(3)
4.3 测量原理	(3)
5 计量性能要求	(4)
5.1 容量比较法	(4)
5.2 几何测量法	(4)
5.3 最小计量高度	(4)
6 通用技术要求	(4)
6.1 船舶液舱建造要求	(4)
6.2 基准高度要求	(4)
6.3 计量口技术要求	(5)
6.4 液货技术要求	(5)
6.5 液货图纸资料	(5)
7 计量器具控制	(5)
7.1 检定条件	(5)
7.2 检定项目	(6)
7.3 检定前准备及注意事项	(7)
7.4 检定方法	(8)
7.5 数据处理	(12)
7.6 容量表编制	(18)
7.7 检定结果处理	(18)
7.8 检定周期	(18)
附录 A 计量管要求及安装方法	(19)

附录 B	三次均匀 B 样条插值算法	(20)
附录 C	检定记录表参考格式	(23)
附录 D	检定证书内页参考格式	(27)

引 言

本规程是以 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》为基础性规范进行修订。

本规程以国际法制计量组织(OIML)的 OIML R95:1990《国际建议》、ISO 8311:2013《国际标准》、JJF 1009《国家规范容量计量术语及定义》和 GB/T 7727-2017《船舶通用术语》为参考,针对我国船舶液货计量舱容量计量的现状,对 JJG702-2005《船舶液货计量舱容量》进行了修订。本规程与 JJG702-2005 相比,本规程主要技术变化如下:

- 增加了引言部分;
- 完善了引用文件;
- 修改了术语和计量单位;
- 增加完善了概述;
- 修改了计量性能要求;
- 完善了通用技术要求;
- 修改完善了计量器具控制的表述;
- 修改了船舶液舱检定项目;
- 完善了检定安全条件要求;
- 完善了对检定设备的要求;
- 增加了建立测量坐标系的方法;
- 修改了计量位置测量的方法表述;
- 修改完善了检定方法;
- 删除了混合测量方法的内容;
- 完善了检定周期的表述;
- 增加了三次均匀 B 样条插值算法;
- 修改了检定记录表参考格式;
- 完善了容量表参考格式。

本规程历次版本发布情况为:

- JJG702-1990《船舶液货计量舱容量》;
- JJG702-2005《船舶液货计量舱容量》。

船舶液货计量舱容量检定规程

1 范围

本规程适用于新造、改造、修造和使用中的容量大于等于 1m^3 且小于等于 100000m^3 的船舶液货计量舱（以下简称“液舱”）的首次检定、后续检定和使用中检查。本规程也适用于船舶污油舱、污水舱等其它液舱的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

JJF 1009 容量计量术语及定义（Metrological Terms and Definitions for Capacity）

GB/T 7727.2-1987 船舶通用术语—总体设计（General terminology for ships—General design）

GB/T 7727.3-1987 船舶通用术语—性能（General terminology for ships—Ship hydrostatics and hydrodynamics）

OIML R 95:1990 船舶舱—通用要求（Ship's tanks—General requirements）

ISO 8311:2013 冷冻轻烃液和非石油基液化气体燃料.船用隔膜式油罐和单独式油罐的标定.手工和内部光电测距法（Refrigerated hydrocarbon and non-petroleum based liquefied gaseous fuels. Calibration of membrane tanks and independent prismatic tanks in ships. Manual and internal electro-optical distance-ranging methods）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 术语

以下术语和定义适用于本规程。

3.1.1 液舱 liquid tank

船舶用来装载液体物品的舱室。

3.1.2 计量位置 measurement position

为测量液舱内液位高度而设定的一个位置，包括上部基准点、下部基准点、基准高度、上部高和内高等。

3.1.3 计量口 measurement mouth

为测量液舱内液位高度，凸出甲板的开口。

3.1.4 计量管 measurement tube

在液舱内用于引导测量液位装置的导向管。

3.1.5 上部基准点 upper reference point

计量口中下尺槽的垂线与计量口上边沿的交点。

3.1.6 下部基准点 dipping point

通过上部基准点的自由下垂线与液舱底部板或附板上表面的交点，也称零点。

3.1.7 基准高度 reference height

上部基准点与下部基准点之间的长度，以 H 表示。

3.1.8 上部高 upper height

上部基准点与液舱甲板之间的高度，以 h 表示。

3.1.9 内高 inner height

下部基准点与液舱甲板之间的长度，以 h_0 表示。

3.1.10 正浮 upright and even keel position

船舶艏艉、左右舷吃水深度相等。

3.1.11 纵倾 trim

船舶自正浮位置向船艉或船艏方向倾斜的一种状态。其大小用纵倾值表示，通常是艉吃水与艏吃水之差。

3.1.12 横倾 list

船舶自正浮位置向右舷或向左舷倾斜使左右舷吃水不等的状态。其大小以横倾角表示，通常向左舷倾斜为负，向右舷倾斜为正。

3.1.13 最大容量 max capacity

船舶在正浮状态下，在标准温度（20℃）时，直到溢出为止所能容纳的液体最大体积。

3.1.14 液舱底量 bottom capacity

船舶在正浮状态下，在标准温度（20℃）时，下部基准点水平面以下的液体体积。

3.1.15 实高 sounding

下部基准点至自由液面的距离。

3.1.16 空高 ullage

上部基准点至自由液面的距离。

3.1.17 最小计量高度 the smallest measurable height

为了保证液舱容量计量达到规定的不确定度，液舱内计量液体的最小高度。

3.1.18 构件与附件体积 deadwood volume

影响液舱容量的装配构件与附件所占的体积。当其体积使舱的有效容量增加时，称为正体积；当其体积使舱的有效容量减少时，称为负体积。

3.1.19 水尺间长 length between draft mark

船舶艏艉水尺之间的距离，用 L_{BDM} 表示。

3.2 计量单位

体积（容量）单位：升，符号 L；立方米，符号 m^3 。

长（宽、高）度单位：毫米，符号 mm；米，符号 m。

温度单位：摄氏度，符号 $^{\circ}C$ 。

时间单位：分，符号 min。

4 概述

4.1 构造

船舶液舱是由船体、纵横水密舱壁焊接而成的密闭金属容器，如图 1，由舱底板、前后壁板、中壁板、舷侧板、顶甲板、计量管、进出管线、扶梯及其它附件、构件所组成。

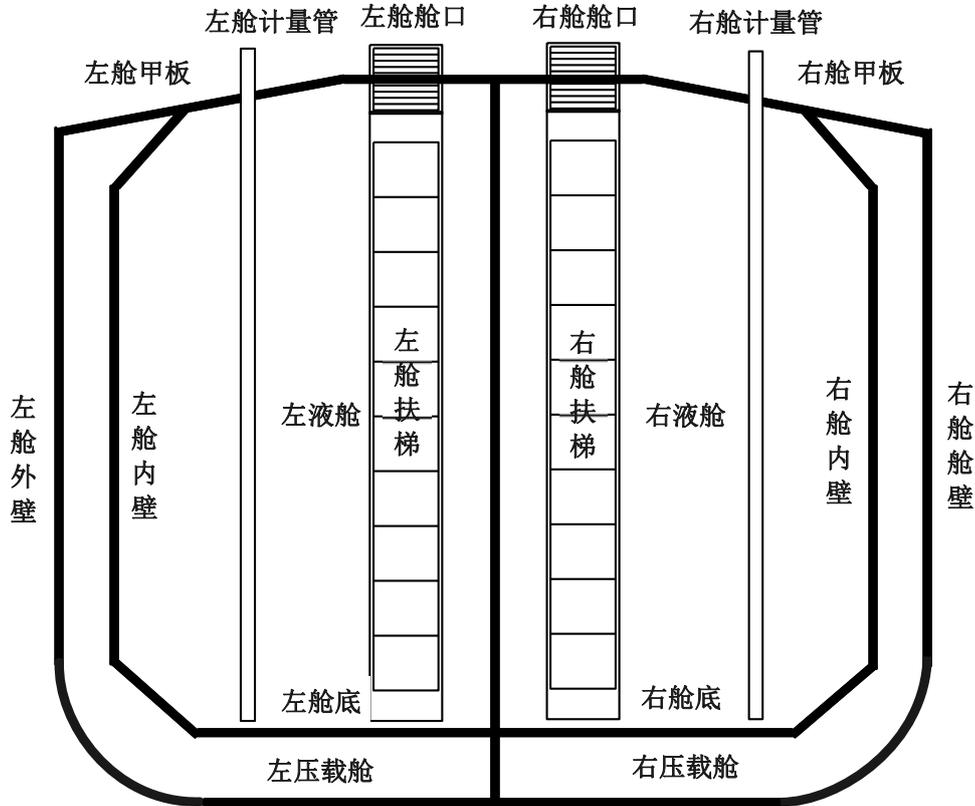


图 1 液舱舱体结构示意图

4.2 用途

船舶液舱是石油、液体石油产品以及其它液体介质贸易结算、环境监测及安全防护的计量器具。

4.3 测量原理

4.3.1 容量比较法

容量比较法计算模型如式 (1) 所示：

$$V = \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

式中：

V ——液舱在 20℃ 的总容量值， m^3 ；

n ——液舱在计量时划分的区段个数，个；

V_i ——液舱在第 i 区段中注入液体的容量值， m^3 。

4.3.2 几何测量法

几何测量法计算模型如式 (2) 所示：

$$V = \sum_{i=1}^n (A_i \times L_i) \quad (2)$$

式中：

V ——液舱在 20℃ 的总容量值， m^3 ；

n ——液舱在计量时划分的区段个数，个；

A_i ——在第 i 区段中液舱横剖面的面积， m^2 ；

L_i ——第 i 区段的长度， m 。

5 计量性能要求

5.1 容量比较法

容量为 (1~20) m^3 (含 1 m^3) 的液舱，容量检定结果的相对扩展不确定度为 0.3%，($k=2$)；

容量为 (20~200) m^3 (含 20 m^3) 的液舱，容量检定结果的相对扩展不确定度为 0.2%，($k=2$)；

大于 200 m^3 (含 200 m^3) 的液舱建议采用几何测量法。

5.2 几何测量法

容量为 (1~20) m^3 (含 1 m^3) 的液舱，容量检定结果的相对扩展不确定度为 0.6%，($k=2$)；

容量为 (20~200) m^3 (含 20 m^3) 的液舱，容量检定结果的相对扩展不确定度为 0.3%，($k=2$)；

容量大于 200 m^3 (含 200 m^3) 的液舱，容量检定结果的相对扩展不确定度为 0.2%，($k=2$)。

5.3 最小计量高度

为了保证扩展不确定度满足 5.1 与 5.2 的要求，液舱内液体的最小计量高度应大于等于 500mm。

6 通用技术要求

6.1 船舶液舱建造要求

受检船舶建造、强度和变形应符合国家有关规范的要求；受检船舶应有船名标识，受检液舱应有名称标识。

6.2 计量位置要求

6.2.1 计量管或计量口要有明确的标记或标识，以确定检尺位置。

6.2.2 液舱如果安装有计量管，其位置应尽可能接近液舱各水平剖面的型心。具体要求详见附录 A。

6.2.3 无论液舱内介质容量及温度等情况如何变化，基准高度的变化对测量结果不确定度的影响应忽略不计。

6.3 液舱技术要求

6.3.1 分隔液舱的舱壁及过舱管系不应泄漏和渗透。

6.3.2 若液舱内设置非油（水）密舱壁或构件，则该舱壁或构件上的开孔位置和面积应能使舱壁两侧液体高度保持一致。

6.4 液舱图纸资料

申请检定有必要时应提供以下能反映船舶实际新造、改造、修造情况的图纸及资料，包括：

- a) 反映实船型线的图样（型线图、型值表）；
- b) 反映实船液舱布置情况的图样（总布置图）；
- c) 反映实船液舱结构的图样（基本结构图、分段结构图、舱壁结构图等）；
- d) 反映实船液舱管系的图样（液舱管系分布图）；
- e) 反映实船液舱加热系统的图样（液舱加热管系布置图）；
- f) 反映实船液舱液位测量装置位置的图样；
- g) 反映实船液舱的其它资料。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 检定环境要求

检定环境应满足以下要求：

- a) 检定时液舱内应无振动干扰源；
- b) 液舱内应清洁干净，不应有残油和沉积物等影响检定工作的其它杂物；
- c) 舱内应无影响测距功能的悬浮灰尘颗粒；
- d) 应避免直射光源对光电测量仪器产生干扰；
- e) 当环境温度低于 0℃或高于 40℃时应停止检定工作；

7.1.2 检定安全要求

7.1.2.1 检定前液舱内氧气含量、可燃气体浓度、防爆条件和有害气体浓度等应符合相关安全要求。

7.1.2.2 在整个检定过程中，检定人员必须遵守相关的安全规程，避免交叉作业。

7.1.2.3 检定人员必须穿着防静电工作服、防护鞋，佩戴手套、安全帽以及安全带。根据现场实际情况选择佩戴空气呼吸器、戴防毒面具和护目镜等防护用品。

7.1.2.4 应认真检查液舱内扶梯和护栏以及能检查到的其它附着在舱壁的附件，确定其是否牢固，以保证人员和仪器的安全。

7.1.3 检定技术要求

7.1.3.1 新建的液舱必须经压载试验，水压试验应将水充装到舱总容量 80%以上，稳定时间不少于 72h，待排空后进行检定工作。

7.1.3.2 采用容量比较法检定时标准量器应放置于安全、平稳的地方，并保持水平状态。

7.1.3.3 采用容量比较法检定时船舶应尽可能处于正浮状态。

7.1.3.4 采用容量比较法检定时应连续进行，如因干扰中断（短时间）检定，也可继续进行，但必须做到：

- a) 中断前的测量记录必须完整清晰；
- b) 恢复测量前应进行多次复核测量，保证中断前后测量结果的连续性。

7.1.4 检定设备

检定主要设备及技术参数见表 1，配套设备及技术参数见表 2。表 1、2 中设备必须经检定合格或校准确认，其结果应符合表 1、2 的要求，且在有效期内使用。

表 1 主要设备及技术参数

设备名称	测量范围	准确度等级或最大允许误差	备注
标准金属量器	(100~1000) L	$\pm 0.025\%$	/
全站仪	(1.7~50) m	测角： $\pm 2''$ 测距： $\pm (2+2 \times 10^{-6}L)$ L 为测量距离，单位：mm	/
激光测距仪	(0.1~50) m	$\pm (1.5+5 \times 10^{-5}L)$ mm L 为测量距离，单位：mm	检定/校准证书必须有修正值，使用时必须修正；
测深钢卷尺	(0.5~30) m	± 2 mm	检定/校准证书必须有修正值，使用时必须修正；
三维激光扫描仪	(1.7~50) m	空间距离： ± 2 mm	/

表 2 配套设备及技术参数

设备名称	测量范围	准确度等级或最大允许误差	备注
钢卷尺	(0~30) m (0~5) m	$\pm (0.3+2 \times 10^{-4}L)$ mm L 为测量距离，单位：mm	检定/校准证书必须有修正值，使用时必须修正；使用时拉力与检定时拉力一致
钢直尺	300mm	± 0.10 mm	/
深度卡尺	(0~300) mm	± 0.10 mm	分辨力 0.1mm
温度计	(0~50) °C	± 0.1 °C	分度值优于 0.1°C
管型测力计	(0~100) N	$\pm 2\%FS$	/
测厚仪	(1.5~50) mm	$L \leq 10$ mm: ± 0.1 mm $L > 10$ mm: $\pm (0.1+1\%L)$ mm L 为测量厚度，单位：mm	/
秒表	(0~3600)s	± 0.5 s	分度值 0.01s
试水（油）膏	/	/	/

7.2 检定项目

船舶液舱检定项目见表 3。

表 3 船舶液舱检定项目一览表

序号	项 目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观及一般性能	+	+	+
2	计量位置	+	+	+
3	容量	+	+	-

注：表中“+”表示需要检定的项目；“-”表示不需要检定的项目。

7.3 检定前准备及注意事项

7.3.1 测量前应清除舱内钢板表面上所有影响测量结果的杂物，如铁锈、油污等。

7.3.2 如使用钢卷尺测量，应使钢卷尺与钢板的温度达到动态热平衡；测量时，钢卷尺施加与其检定/校准时相同的拉力。如用钢卷尺进行无依托测量时，根据力平衡原理，可按公式（3）修正示值。

$$\Delta L_1 = -\frac{L_V^3}{24} \times \frac{R^2}{P^2} \times 9.806^2 \times 10^3 \quad (3)$$

式中：

ΔL_1 ——钢卷尺无依托测量时的示值修正值，mm；

L_V ——钢卷尺测得的示值，m；

R ——钢卷尺单位长度的重量，kg/m；

P ——拉力，N。

经修正后的最终实际量值 L_p ，应为

$$L_p = L_V + \Delta L_1 + \Delta L_2 \quad (4)$$

式中：

L_p ——钢卷尺经修正后的测量值，mm；

L_V ——钢卷尺测得的示值，mm；

ΔL_1 ——钢卷尺无依托测量时的示值修正值，mm；

ΔL_2 ——钢卷尺检定/校准证书给出的修正值，mm。

7.3.3 建立液舱测量坐标系，测量坐标系如图 2 所示。

7.3.4 采用容量比较法进行，除满足以上 7.3.1~7.3.3 的要求外，还应注意以下事项：

- a) 开、关标准量器阀门时，应随时观察标准量器进、出液体系统工作是否正常。
- b) 注液过程要保证舱内舱壁、阀门密性，如发现穿漏时，应停止注液，待修好后重新检定。
- c) 单个舱的注液工作要求连续进行，不可中断。
- d) 为保持船舶随时处于正浮状态，左右两舱应同时注液。
- e) 任何情况下，单舱内注液总量不能超过该舱最大容量。

7.3.5 采用几何测量法进行，除满足以上 7.3.1~7.3.3 的要求外，还应注意以下事项：

- a) 仪器与周围环境温度平衡。仪器运输到测量现场后，需要等待仪器适应周围环境温度。仪器与周围环境温度每相差 1℃，适应时间大约为 2min，每次温度平衡适应时

间至少需要 15min。

- b) 使用的仪器应根据其操作手册进行设置。
- c) 如使用光电仪器设备进行坐标测量，为了保证测量数据的有效性，应设置稳固的测量标志作为归零检核目标。
- d) 如使用仪器设备进行距离测量，必须重复测量两次，两次测量值之差不超过 1mm，否则应重新测量。

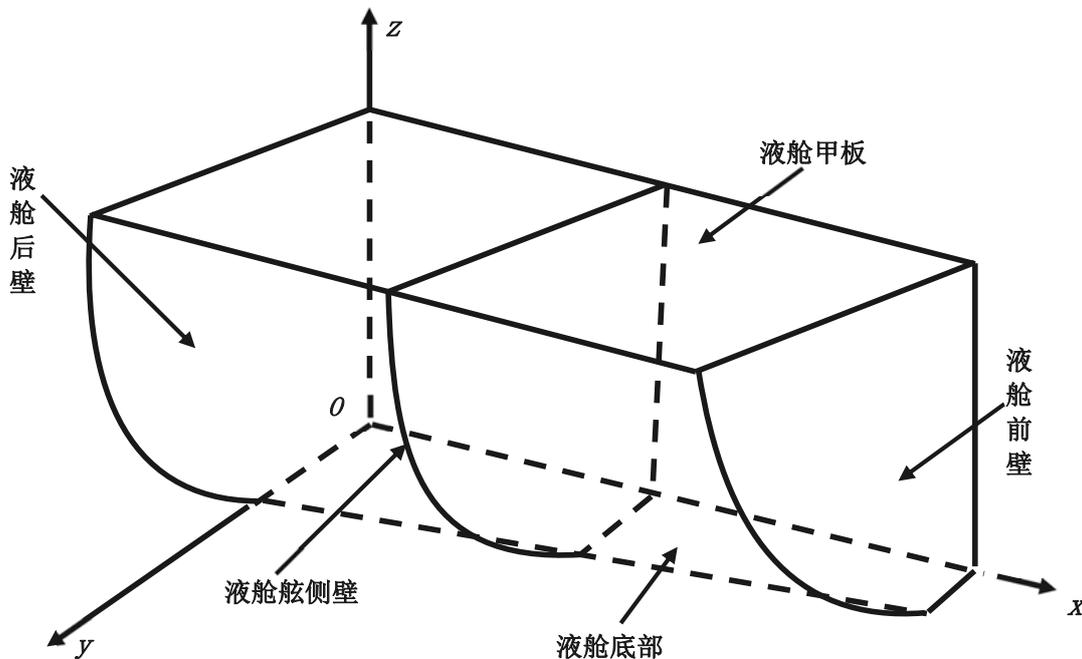


图 2 液舱舱体测量坐标系示意图

7.4 检定方法

7.4.1 外观及一般性能

7.4.1.1 观察船体建造情况，应符合 6.1 的要求。

7.4.1.2 检查计量管或计量口，观察是否有明显标识，应符合 6.2 的要求。

7.4.1.3 进入舱内，观察液舱舱壁、管系、设置非油（水）密舱壁和构件应符合 6.3 的要求。

7.4.2 计量位置

船舶液舱计量管或计量口测量示意图，如图 3.1、3.2 所示。

7.4.2.1 上部基准点坐标测量

- a) 在甲板上，测量上部基准点所在位置的坐标值 $X_{上}$ ， $Y_{上}$ ；
- b) 测量上部高 h ，测量计量管或计量口前后两个方向取平均值；
- c) 在甲板上，测量基准高度 H ，利用公式（5）计算上部基准点所在位置的竖坐标值 $Z_{上}$ 。

$$Z_{上} = H + Z_{下} \quad (5)$$

式中：

$Z_{上}$ ——上部基准点所在位置的竖坐标值，mm；

H ——计量管的基准高度，mm；

$Z_{\text{下}}$ ——下部基准点所在位置的竖坐标值，mm。

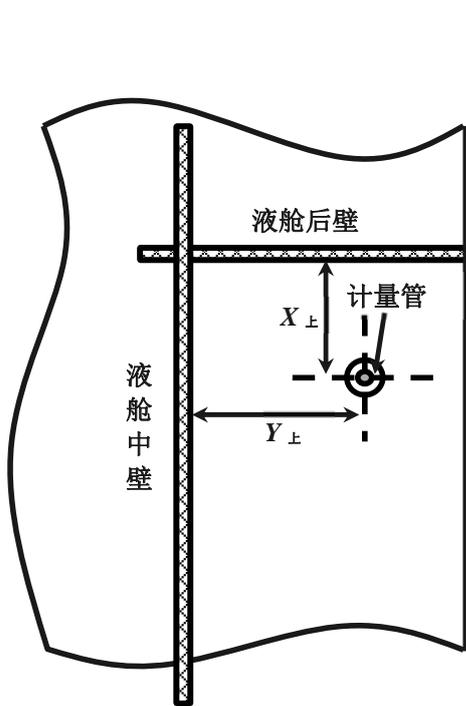


图 3.1 计量口俯视图

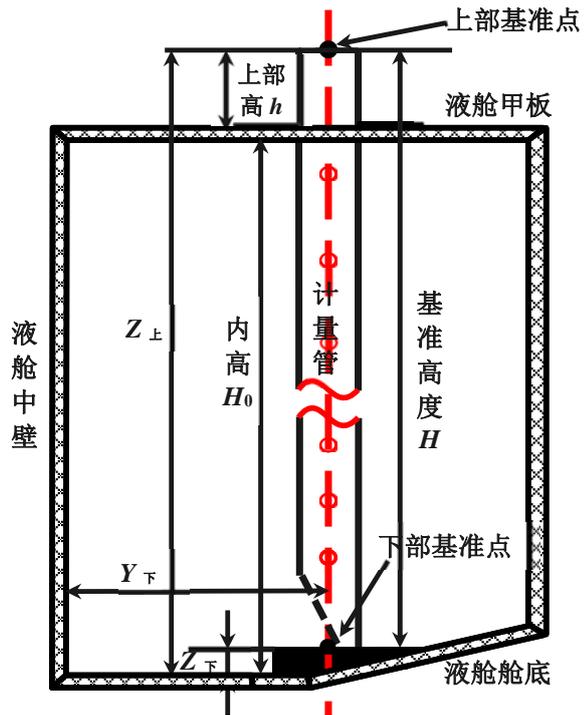


图 3.2 计量管正视图

图中：

$X_{\text{上}}$ ——上部基准点所在位置的纵坐标，mm；

$Y_{\text{上}}$ ——上部基准点所在位置的横坐标，mm；

$Y_{\text{下}}$ ——下部基准点所在位置的横坐标，mm；

$Z_{\text{下}}$ ——下部基准点所在位置的竖坐标，mm；

$Z_{\text{上}}$ ——上部基准点所在位置的竖坐标，mm。

7.4.2.2 下部基准点坐标测量

a) 容量比较法：先在舱内测量计量管下部基准点所在位置的坐标值 $X_{\text{下}}$ ， $Y_{\text{下}}$ ；再向舱内加注液体，当液面处于下部基准点所在平面时，测量液面的最大高度值即为计量管下部基准点所在位置的坐标值 $Z_{\text{下}}$ ，对应的容量即为液舱底量。并测量内高 H_0 。

b) 几何测量法：使用全站仪或三维激光扫描仪测量下部基准点的三维坐标 $X_{\text{下}}$ 、 $Y_{\text{下}}$ 和 $Z_{\text{下}}$ ，或者利用激光测距仪测量下部基准点的三维坐标 $X_{\text{下}}$ 、 $Y_{\text{下}}$ 和 $Z_{\text{下}}$ 。并测量内高 H_0 。

7.4.3 容量

7.4.3.1 容量比较法

a) 将标准量器放稳并调平后，用介质将标准量器及出口管线润湿，在滴流状态下等待约 2min 后，关闭标准量器出口阀。

b) 将介质注入标准量器中，调至刻度线处，并用温度计测量标准量器内介质温度 t_1 。

c) 打开标准量器的出口阀, 将介质注入舱内, 在滴流状态下等待 2min 后, 关闭标准量器出口阀。

d) 在标准量器内的介质完全注入舱内 2min 后, 待舱内液面较稳定时, 用测深钢卷尺测量舱内相对应的液面高度, 连续测量两次, 读数相差不得超过 1mm, 否则应重新测量。把数据记录在测量记录表 (见附录 C) 内。

e) 用温度计测量被检液舱内的介质温度 t_2 。

f) 重复 a) ~e) 过程, 并计算出与上一次注入介质后舱内液面高度的差值, 即每次注入介质的高差值。高差值计算按式 (6) 计算。

$$\Delta h = h_{i+1} - h_i \quad (6)$$

式中:

Δh ——高差值, mm;

h_{i+1} ——第 $i+1$ 次注入介质后舱内液面的高度值, mm;

h_i ——第 i 次注入介质后舱内液面的高度值, mm。

g) 注入介质直到舱内液面高度处于液舱透气孔下表面。整个过程中, 两次液位检定点间距不得超过 500mm, 间距应尽可能分布均匀且应根据船舶液舱水平剖面变化情况适当增加检定点数。

7.4.3.2 几何测量法

对舱内剖面沿形状轮廓进行间隔采样坐标点测量, 各测量点的选取应均匀分布。对于形状变化较大的区域, 应增加测量点数, 使之能反映变化 (变形) 的实际情况。

坐标点测量方法如图 4 所示, 选取测量点 A, 分别测量点 A 到平面 YOZ、平面 XOZ、平面 XOY 的距离, 即可得到测量点在测量坐标系下的三维坐标; 或直接采用三维坐标测量设备, 测量点 A 的三维坐标。

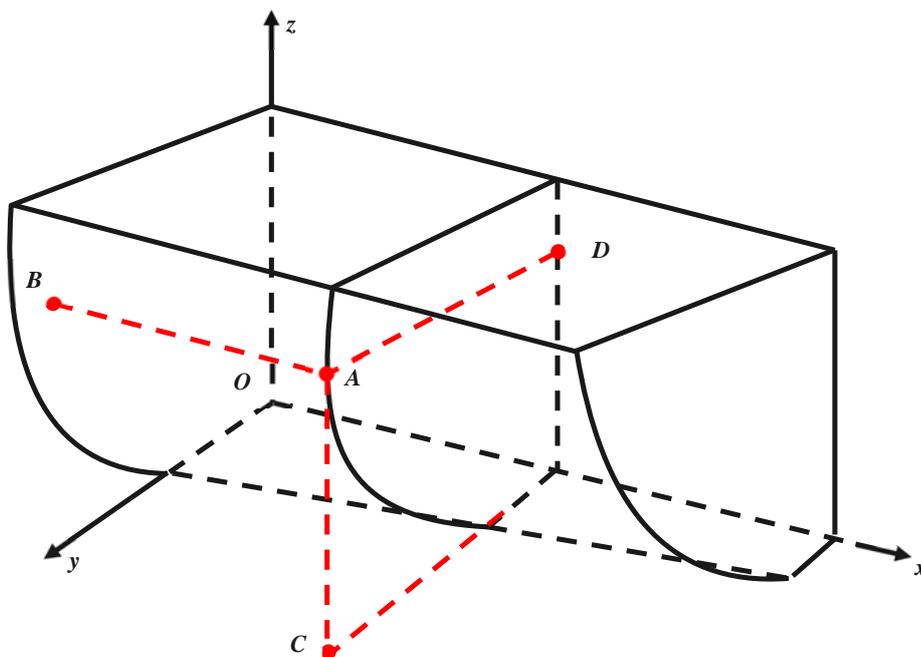


图 4 坐标点测量原理示意图

a) 剖面测量

1) 位置选取

- ① 剖面测量位置的选取应尽可能均匀分布，且能够反映液舱变化情况；
- ② 单个液舱剖面测量个数不少于四个，在曲率变化较大处，可适当增加剖面测量个数；

③ 剖面测量位置应包含液舱舱壁所在的剖面和有明显变化的剖面。

2) 测量点选取

① 剖面形状有明显折点，按折点分段测量，测量折点所在位置的三维坐标；每一分段上的测量点数尽可能均匀分布且间距不得超过 5000mm；

② 剖面形状无明显折点，按整体曲线测量，该曲线测量点数尽可能均匀分布且间距不得超过 5000mm；

③ 曲线曲率变化较大时，应适当增加测量点数。

④ 单个剖面形状上的总测量点数不得少于 5 个。

3) 测量点坐标测量

剖面上的测量点按照坐标点测量方法进行，依次测量剖面上选取的所有测量点的坐标。

b) 相邻剖面间距测量

在液舱两剖面不同高度位置上进行间距测量，其测量位置应尽可能均匀分布，且间距不得超过 5000mm，总测量点数不应少于三个。

c) 多站测量

采用三维坐标测量设备测量时，当液舱存在遮挡，单站测量不能完成所有剖面的测量工作时，应采用多站测量。

- 1) 采用多站测量应设置 3 个及 3 个以上的公共点或公共标志；
- 2) 每一站测量时，均应先对公共点或公共标志进行测量，再对剖面进行测量；
- 3) 多站测量应统一坐标系，进行坐标系转换，坐标系转换公式如下：

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix} + (1+m) \begin{bmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

式中：

(x_2, y_2, z_2) ——坐标系 2 下的测量点的三维坐标，mm；

$(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ ——坐标系转化中的平移参数，mm；

m ——坐标系转化中的尺度参数，无单位；

$(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z)$ ——坐标系转化中的旋转参数，mm；

(x_1, y_1, z_1) ——坐标系 1 下的测量点的三维坐标，mm。

d) 液舱内构件的测量

液舱内肋骨、肋板、纵桁、纵骨、垂直桁、扶强材、横梁等构件应测量其主要尺寸及位置。

e) 液舱内附件的测量

液舱内加热管系、输液管系、阀件等附件应测量其主要尺寸及位置。

7.5 数据处理

7.5.1 容量比较法

7.5.1.1 单次注入液体容量计算

将标准金属量器中单次注入液舱内的液体容量换算成 20°C 下的部分容量 $V_{20, i}$ ，按式 (6) 计算：

$$V_{20, i} = V_B [1 + \beta_1 (t_1 - 20) + \beta_2 (20 - t_2) + \beta_w (t_2 - t_1)] \quad (8)$$

式中：

$V_{20, i}$ ——液舱内第 i 次注入的液体换算成 20°C 下的部分容量值，L；

V_B ——标准金属量器 20°C 时的容量值，L；

β_1 ——标准金属量器的体积膨胀系数 ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)，不锈钢一般取 $50 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ ，碳钢一般取 $36 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ ；

t_1 ——第 i 次标准量器内介质的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

β_2 ——被检液舱的体积膨胀系数 ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)，碳钢一般取 $36 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ ；

t_2 ——第 i 次被检液舱内介质的温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

β_w ——介质在 ($t_1 \sim t_2$) $^{\circ}\text{C}$ 范围内的平均体积膨胀系数 ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)，介质为水时一般取 $\beta_w = 0.0002 \text{C}^{-1}$ ；

7.5.1.2 船舶液舱液位高度 h_i 处 20°C 下的容量 V_{20, h_i} 按式 (7) 计算

$$V_{20, h_i} = \sum_{i=1}^n V_{20, i} \quad (9)$$

式中：

V_{20, h_i} ——液位高度 h_i 处在 20°C 时的容量值， m^3 ；

$V_{20, i}$ ——第 i 次注入的液体容量换算成 20°C 下的部分容量值， m^3 ；

n ——检定点数，个。

7.5.1.3 液位在两检定点之间的容量计算

依据船舶液舱内一系列液位高度和其对应的 20°C 容量值，采用三次均匀 B 样条插值算法，计算相应高度所对应的容量值，详见附录 B。

7.5.2 几何测量法

7.5.2.1 选取船体坐标系，如图 5 所示，将测量坐标系下的数据转换为船体坐标系下的数据。

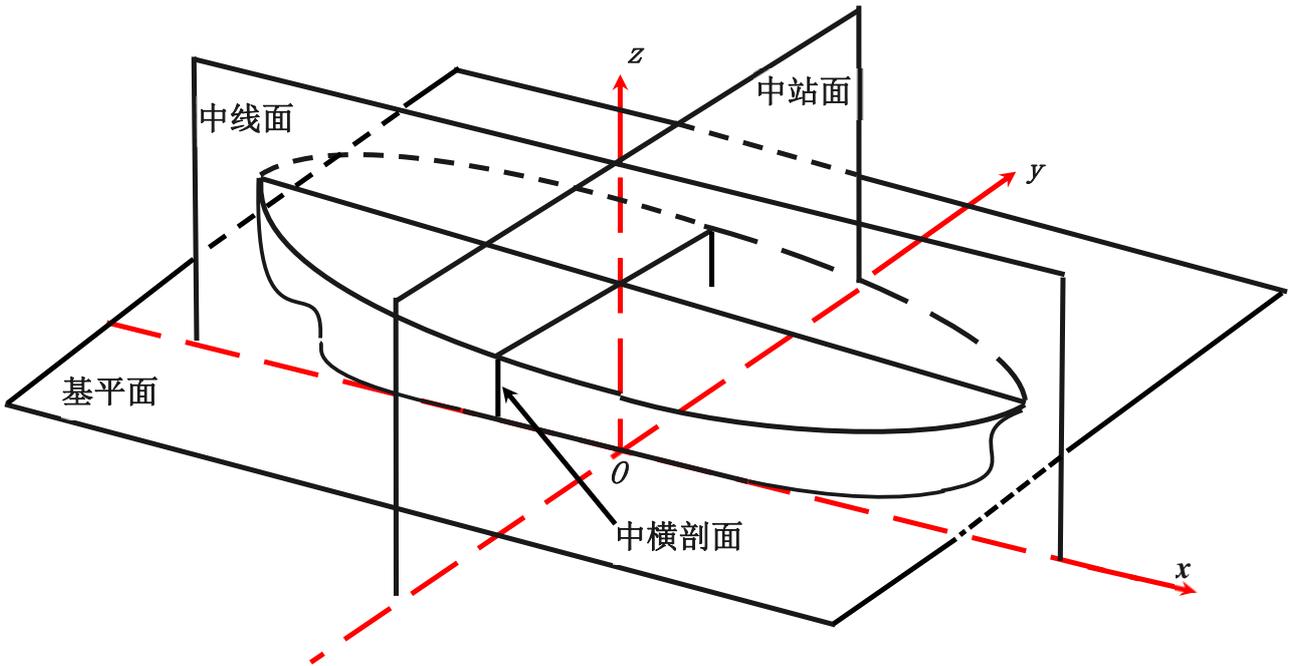


图 5 船体坐标系示意图

7.5.2.2 剖面面积计算

采用样条曲线拟合型线的方法，即 $y = f(z)$ （见图 6），其面积计算公式为

$$A_{ji} = \int_0^{z_i} y dz \quad (10)$$

式中：

A_{ji} —— 第 j 个剖面上 z_i 液面高度下的面积， m^2 ；

z_i —— 船舶液舱内的液面高度， m ；

y —— 液舱内横剖面的拟合曲线。

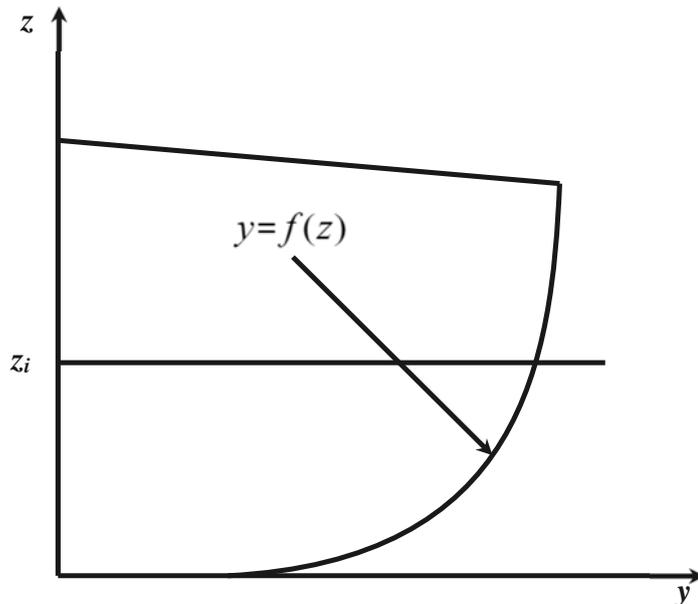


图 6 液货舱的横剖面示意图

7.5.2.3 液舱容量计算

a) z_i 液面高度下容量计算

$$V_{z_i} = \int_{x_1}^{x_2} A_{ji} dx \quad (11)$$

式中:

- V_{z_i} —— z_i 液面高度下的舱容量, m^3 ;
- x_1 —— 舱后壁所在位置的纵坐标值, m ;
- x_2 —— 舱前壁所在位置的纵坐标值, m 。

b) z_i 液面高度下附件与构件总体积 V_i' 计算

- 1) 按照测量附件几何尺寸和位置信息, 计算液舱内 z_i 液面高度下附件总体积 V_1' ;
- 2) 按照测量构件几何尺寸和位置信息, 计算液舱内 z_i 液面高度下构件总体积 V_2' ;
- 3) 计算 z_i 液面高度下附件与构件总体积 V_i'

$$V_i' = V_1' + V_2' \quad (12)$$

式中:

- V_i' —— z_i 液面高度下构件与附件的总体积, m^3 。
- V_1' —— z_i 液面高度下附件总体积, m^3 ;
- V_2' —— z_i 液面高度下构件总体积, m^3 。

注: 当构件或附件体积使液舱容量增加时, 计算体积为负值; 当构件或附件体积使液舱容量减少时, 计算体积为正值。

c) z_i 液面高度下净容量计算

$$V_{净i} = V_{z_i} - V_i' \quad (13)$$

式中:

- $V_{净i}$ —— z_i 液面高度下舱的净容量, m^3 ;
- V_{z_i} —— z_i 液面高度下舱的舱容量, m^3 ;
- V_i' —— 液面高度下的扣除物 (如构件、附件) 体积, m^3 。

7.5.2.4 液舱纵倾修正计算

a) 纵倾角度计算

当船舶发生纵倾时 (图 7), 为减小计量位置不在自由液面几何中心点引起的误差, 需对液面高度测量值进行修正, 此时纵倾角度为 α , 其计算公式为:

$$\alpha = \arctan \left(\frac{T_A - T_F}{L_{BDM}} \right) \quad (14)$$

式中:

- α —— 船舶纵倾角度, $^\circ$;
- T_A —— 船艏水尺读数, m ;
- T_F —— 船艉水尺读数, m ;
- L_{BDM} —— 船舶的水尺间长, m 。

注：当 $\alpha > 3^\circ$ 时，不予修正，应调整船舶吃水差。

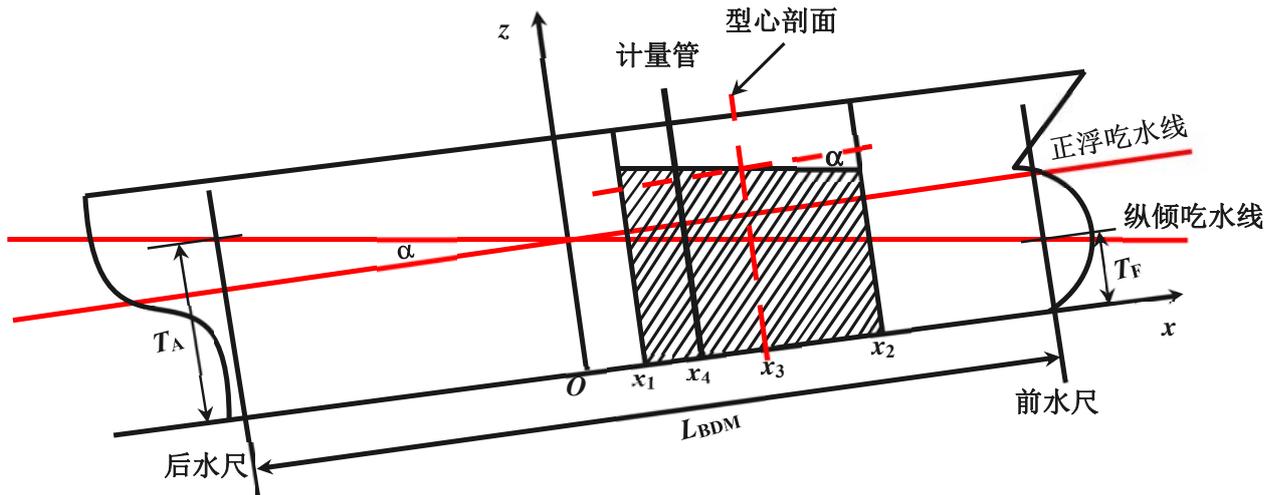


图 7 液货舱的纵倾状态下纵剖面示意图（有计量管）

图中：

- x_1 —— 液舱后壁剖面位置的纵坐标，mm；
- x_2 —— 液舱前壁剖面位置的纵坐标，mm；
- x_3 —— 自由液面型心所在剖面位置的纵坐标，mm；
- x_4 —— 计量口所在位置的纵坐标，mm；
- T_A —— 船艉水尺读数，mm；
- T_F —— 船艏水尺读数，mm；
- L_{BDM} —— 船舶的水尺间长，mm。

b) 纵倾修正值计算

① 当液舱安装计量管时，如图 7，计量管处的 x_4 横剖面液面高度纵倾修正值 Δz 的计算：

$$\Delta z = (x_3 - x_4) \tan \alpha \times 1000 \quad (15)$$

式中：

- Δz —— 船舶纵倾时液面高度修正值，mm；
- x_3 —— 自由液面型心所在剖面位置的纵坐标，m；
- x_4 —— 计量管所在位置的纵坐标，m；
- α —— 船舶纵倾角度， $^\circ$ 。

注：计量管在舱几何中心后，修正值为负，否则修正值为正。

② 当液舱未安装计量管时，如图 8，计量口处的 x_4 横剖面液面高度纵倾修正值 Δz 的计算：

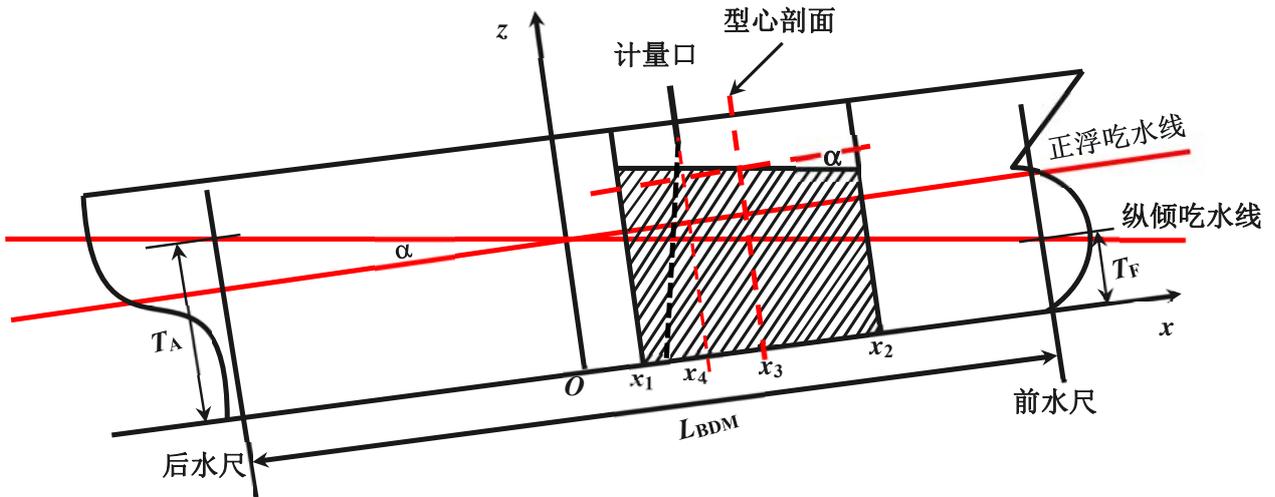


图 8 液货舱的纵倾状态下纵剖面示意图（无计量管）

图中：

- x_1 ——液舱后壁剖面位置的纵坐标，mm；
- x_2 ——液舱前壁剖面位置的纵坐标，mm；
- x_3 ——自由液面型心所在剖面位置的纵坐标，mm；
- x_4 ——计量口所在位置的纵坐标，mm；
- T_A ——船艉水尺读数，mm；
- T_F ——船艏水尺读数，mm；
- L_{BDM} ——船舶的水尺间长，mm。

计量口处的 x_4 横剖面液面高度纵倾修正值 Δz 的计算：

$$\Delta z = [(x_3 - x_4) \pm L \sin \alpha] \tan \alpha \times 1000 \quad (16)$$

式中：

- Δz ——船舶纵倾时液面高度修正值，mm；
- x_3 ——自由液面型心所在剖面位置的纵坐标，m；
- x_4 ——计量口所在位置的纵坐标，m；
- L ——液面至摆心处的长度，m；
- α ——船舶纵倾角度，°。

注：①当 $x_4 \leq x_3$ 时，式中取“-”，反之取“+”。

②计量口在舱几何中心后，修正值为负，否则修正值为正。

7.5.2.5 液舱横倾修正计算

当船舶发生横倾时（图 9），为减小计量位置不在自由液面几何中心点引起的误差，需对液面高度测量值进行修正，此时横倾角度为 β 。

注：当 $\beta > 5^\circ$ 时，不予修正，应调整船舶横倾。

a) 当液舱安装计量管时，如图 9，计量管处的 y_4 纵剖面液面高度纵倾修正值

$\Delta z'$ 的计算:

$$\Delta z' = (y_3 - y_4) \tan \beta \times 1000 \quad (17)$$

式中:

$\Delta z'$ ——船舶横倾时液面高度修正值, mm;

y_3 ——自由液面型心所在纵剖面位置的横坐标, m;

y_4 ——计量管所在位置的横坐标坐标, m;

β ——横倾角度, $^\circ$ 。

注: 计量管在舱几何中心右侧, 修正值为负, 否则修正值为正。

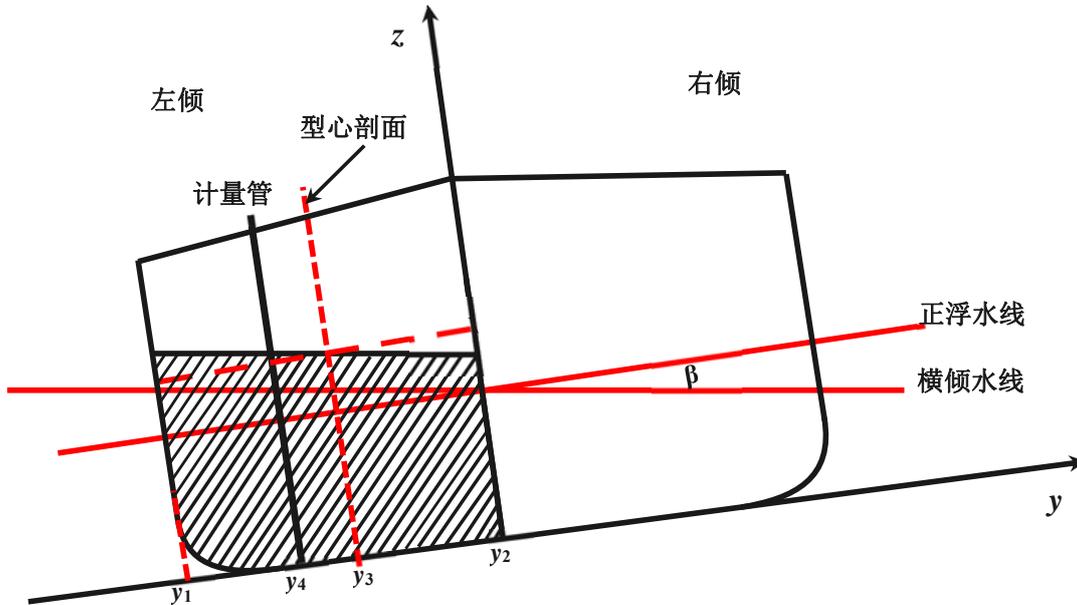


图9 液货舱的横剖面示意图 (左倾, 有计量管)

图中:

y_1 ——液舱舷侧舱壁剖面位置的横坐标, mm;

y_2 ——液舱中舱壁剖面位置的横坐标, mm;

y_3 ——自由液面型心所在纵剖面位置的横坐标, mm;

y_4 ——计量管所在位置的横坐标坐标, mm;

β ——横倾角度, $^\circ$ 。

b) 当液舱未安装计量管时, 如图 10, 计量口处的 y_4 纵剖面液面高度纵倾修正值 $\Delta z'$ 的计算:

$$\Delta z' = [(y_3 - y_4) \pm L \sin \beta] \tan \beta \times 1000 \quad (18)$$

式中:

$\Delta z'$ ——船舶横倾时液面高度修正值, mm;

y_3 ——自由液面型心所在纵剖面位置的横坐标, m;

y_4 ——计量口所在位置的横坐标, m;

L ——液面至摆心处的长度, m;

β ——船舶横倾角度, $^\circ$ 。

注：①当 $y_4 \leq y_3$ 时，式中取“-”，反之取“+”。

②计量口在舱几何中心右侧，修正值为负，否则修正值为正。

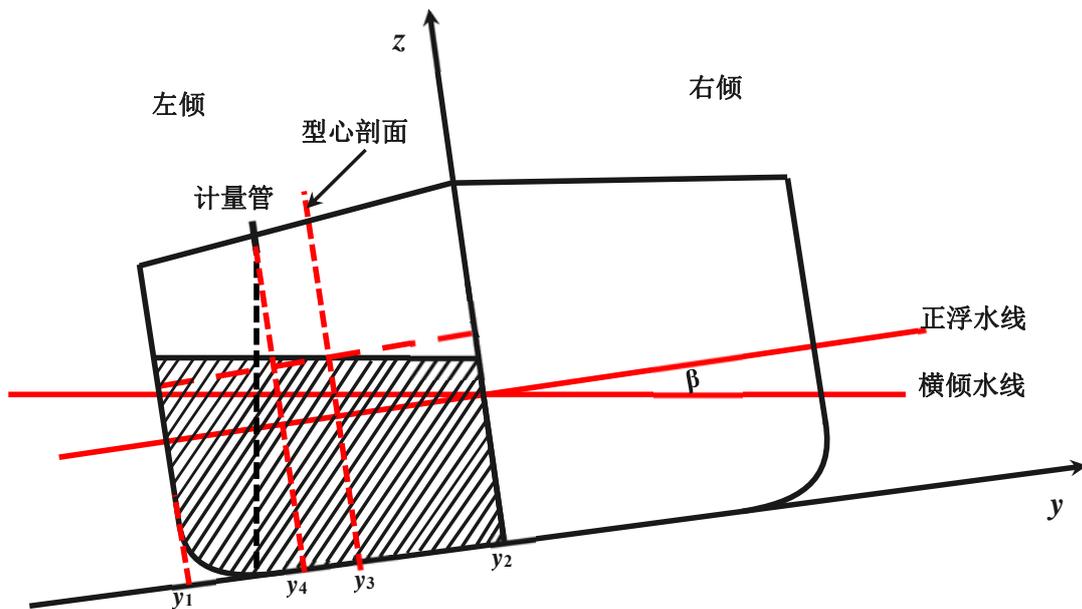


图 10 液货舱的横剖面示意图（左倾，无计量管）

7.6 容量表编制

7.6.1 容量比较法得到的容量表应尽可能在船舶正浮状态下使用。容量表的高度最小分度为毫米，容量最小分度为立方分米（升）。容量表的起点高度一般为零点，对应的容量为舱底量。

7.6.2 几何测量法计算得到的容量表应包含纵倾修正表和横倾修正表。容量表的高度最小分度为毫米，容量最小分度为立方分米（升）。容量表的起点高度一般为零点，对应的容量为舱底量。

7.7 检定结果处理

7.7.1 经检定符合本规程要求的液舱，出具检定证书和对应的容量表，作为计量舱使用。

7.7.2 经检定不符合本规程要求的液舱，出具检定结果通知书，并注明不合格项目，其内页格式同检定证书，不得作为计量舱使用。

7.7.3 检定证书内页格式见附录 D。

7.8 检定周期

a) 船舶液舱的检定周期一般不超过 3 年，到期前三个月内申请后续检定。

b) 液舱改造、严重变形、计量管/口发生变化或检定结果受到怀疑时，须重新申请检定。

附录 A

计量管要求及安装方法

为减小在船舶纵倾或横倾时液位测量误差的影响，计量管一般应安装在接近通过液舱各水平剖面的几何中心并于船底板垂直。如此处有障碍物时应以尽量靠近为原则。

A.1 计量管的要求

① 计量管一般采用钢管，其内直径至少为 50mm，其具体大小也应根据所装液体的特性选择；

② 计量管的管壁应有交叉的洞孔或条形孔，洞孔的直径应不小于 10mm，两孔的间距不大于 500mm，条形孔宽为 (8~10) mm；

③ 计量管底部朝船艏方向应有高度为 (80~120) mm 的楔形孔洞。

A.2 计量管的安装方法

计量管的安装方法示意图如图 A.1 所示。

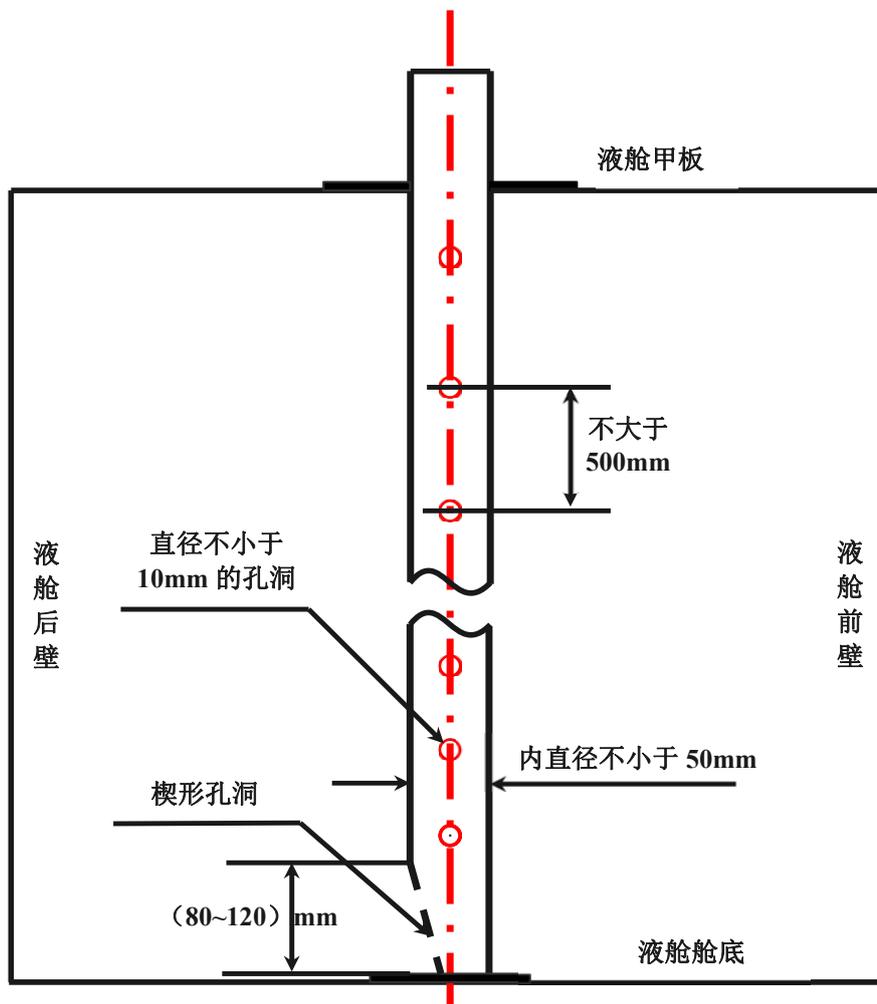


图 A.1 计量管安装方法示意图

附录 B

三次均匀 B 样条插值算法

任意给定 N 个互不重合的曲线点列 $\{Q_i(h_i, v_i)\}, i=0, 1, 2, \dots, N-1$, 可利用三次均匀 B 样条曲线插值方法插值一条分段连续的 B 样条曲线。公式 (B.1) 为分段插值方程:

$$S_i(t) = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 1 & t & t^2 & t^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 4 & 1 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & 0 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -1 & 3 & -3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{i-1} \\ P_i \\ P_{i+1} \\ P_{i+2} \end{pmatrix} \quad (\text{B.1})$$

$$t \in [0,1], i=0, 1, 2, \dots, N-1$$

式中, $\{P_i(s_i, t_i)\}, i=0, 1, 2, \dots, N+1$, 为曲线控制点列。

曲线控制点列的坐标由矩阵方程 (B.2) 求得。

$$\bar{A} \cdot \bar{P} = \bar{6Q} \quad (\text{B.2})$$

式中, A 为 $(N+2) \times (N+2)$ 维系数矩阵, 如公式 (B.3) 所示, 除非角线附近为非零元素外, 其余矩阵元素均为零。

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} 2 & -5 & 4 & -1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ & & 1 & 4 & 1 & & & & \\ & & & \cdot & \cdot & \cdot & & & \\ & & & \cdot & \cdot & \cdot & & & \\ & & & \cdot & \cdot & \cdot & & & \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & -1 & 4 & -5 & 2 \end{pmatrix} \quad (\text{B.3})$$

\bar{P} 为 $(N+2)$ 维控制点列, $\bar{P} = [P_0 \ P_1 \ P_2 \ \dots \ P_{N-1} \ P_N \ P_{N+1}]^T$ 。 \bar{Q} 为 $(N+2)$ 维数据点列, $\bar{Q} = [0 \ Q_0 \ Q_1 \ Q_2 \ \dots \ Q_N \ Q_{N+1} \ 0]^T$ 。

将型值点列 $\{Q_i(h_i, v_i)\}, (i=0, 1, 2, \dots, N-1)$ 的横、纵坐标分别代入矩阵方程 (B.2), 可分别求得曲线控制点列的横纵坐标 $h_i (i=0, 1, 2, \dots, N-1)$ 和 $v_i (i=0, 1, 2, \dots, N-1)$, 代入公式 (B.1) 可求得相应的插值曲线方程。

例: 给容量比较法测量数据点 $\{Q_i(h_i, v_i)\}, (i=0, 1, 2, \dots, 8)$, 即式 B.4, h_i 的单位为 mm , v_i 的单位为 L 。

$$\vec{Q} = \begin{pmatrix} 0 \\ Q_0 \\ Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \\ Q_5 \\ Q_6 \\ Q_7 \\ Q_8 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ h_0 & v_0 \\ h_1 & v_1 \\ h_2 & v_2 \\ h_3 & v_3 \\ h_4 & v_4 \\ h_5 & v_5 \\ h_6 & v_6 \\ h_7 & v_7 \\ h_8 & v_8 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 250 & 2002 \\ 550 & 6351 \\ 850 & 12285 \\ 1150 & 18708 \\ 1450 & 25475 \\ 1750 & 32170 \\ 2050 & 38455 \\ 2350 & 43954 \\ 2650 & 48340 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (\text{B.4})$$

将型值点列的横坐标代入方程 (B.2)，得到如下矩阵方程 (B.5)。

$$\begin{pmatrix} 2 & -5 & 4 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 4 & -5 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_0 & t_0 \\ s_1 & t_1 \\ s_2 & t_2 \\ s_3 & t_3 \\ s_4 & t_4 \\ s_5 & t_5 \\ s_6 & t_6 \\ s_7 & t_7 \\ s_8 & t_8 \\ s_9 & t_9 \\ s_{10} & t_{10} \end{pmatrix} = 6 \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 250 & 2002 \\ 550 & 6351 \\ 850 & 12285 \\ 1150 & 18708 \\ 1450 & 25475 \\ 1750 & 32170 \\ 2050 & 38455 \\ 2350 & 43954 \\ 2650 & 48340 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (\text{B.5})$$

求解该方程，可求得控制点列的序列 $\{P_i(s_i, t_i)\}$ ：

$$\vec{P} = \begin{pmatrix} P_0 \\ P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \\ P_6 \\ P_7 \\ P_8 \\ P_9 \\ P_{10} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_0 & t_0 \\ s_1 & t_1 \\ s_2 & t_2 \\ s_3 & t_3 \\ s_4 & t_4 \\ s_5 & t_5 \\ s_6 & t_6 \\ s_7 & t_7 \\ s_8 & t_8 \\ s_9 & t_9 \\ s_{10} & t_{10} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -50 & -1768 \\ 250 & 1876 \\ 550 & 6278 \\ 850 & 12198 \\ 1150 & 18639 \\ 1450 & 25494 \\ 1750 & 32237 \\ 2050 & 38580 \\ 2350 & 43954 \\ 2650 & 44174 \\ 2950 & 52067 \end{pmatrix} \quad (\text{B.6})$$

将 11 个控制点列分别代入方程 (B.1)，即可得到一条分段连续的均匀三次 B 样条曲线。要计算曲线上任一点的横、纵坐标时，只需将控制点列的横、纵坐标和参数 t

的值分别代入式 (B.1) 即可。

附录 C

检定记录表参考格式一

船舶液舱容量检定记录表（容量比较法）

船名				环境温度	℃	
舱名				下部基准点至舱顶高度	mm	
序号	标准金属量器测量数据		液舱测量数据		累计容量 (L)	备注
	容量 (L)	液体温度 (℃)	液位高度 (mm)	液体温度 (℃)		
1			0			
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

检定员：

核验员：

检定日期：

检定记录表参考格式二

船舶液舱容量检定记录表（手动几何测量法）

船名						环境温度	℃	
舱名:				肋位:				单位: mm
剖面 1: 肋位号:		距后:	中高:	边高:		剖面示意图		
点序号	y	z	点序号	y	z			
①			⑥					
②			⑦					
③			⑧					
④			⑨					
⑤			⑩					
剖面 2: 肋位号:		距后:	中高:	边高:		剖面示意图		
点序号	y	z	点序号	y	z			
①			⑥					
②			⑦					
③			⑧					
④			⑨					
⑤			⑩					
剖面 3: 肋位号:		距后:	中高:	边高:		剖面示意图		
点序号	y	z	点序号	y	z			
①			⑥					
②			⑦					
③			⑧					
④			⑨					
⑤			⑩					
剖面 4: 肋位号:		距后:	中高:	边高:		剖面示意图		
点序号	y	z	点序号	y	z			
①			⑥					
②			⑦					
③			⑧					
④			⑨					
⑤			⑩					
剖面间距 1-2			剖面间距 1-3			剖面间距 1-4		

检定员:

核验员:

检定日期:

检定记录表参考格式三

船舶液舱容量检定记录表（光电测距几何测量法）

船名		环境温度	℃
舱名		检定日期	
检定员		核验员	

全站仪或三维激光扫描仪直接导出的文件名信息以及存放位置。

注：此文件信息：全站仪或扫描仪直接导出的点的三维坐标 X,Y,Z 数据，扫描仪可能包含点序号和灰度信息即 RGB 信息的 TXT 文件。

例：

序号	点号	X	Y	Z	R	G	B
0	5628	8.81580000	9.77660000	-66.75870000	185	185	185
0	5632	8.81580000	9.77670000	-66.75840000	183	183	183

检定记录表参考格式四

船舶液舱容量检定记录表（长度及计量管/口、构件测量）

船名						环境温度	℃	
舱名:				肋位:				单位: mm
计量管/口测量								
上部基准点坐标测量			下部基准点坐标测量			计量管/口示意图		
X:			X:					
Y:			Y:					
L:			Z:					
H:			H ₀ :					
容量比较法舱底量:								
构件附件测量								
序号	名称	计算公式	几何尺寸	数量	起点	止点	备注	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								

注：附件总体积使液舱容量增加时，填写负值；附件总体积使液舱容量减少时，填写正值；

检定员：

核验员：

检定日期：

附录 D

检定证书内页参考格式一

检定证书及说明

1 检定证书

1.1 检定对象信息

检定对象信息应包含计量器具名称（船名）、规格型号、舱名、舱数和送检单位等信息。

注：舱名可按下述方式表示：

左 1 舱~左 5 舱，分别为 No.1 C.O.T(P) ~ No.5 C.O.T(P)；

中 1 舱~中 5 舱，分别为 No.1 C.O.T(C) ~ No.5 C.O.T(C)；

右 1 舱~右 5 舱，分别为 No.1 C.O.T(S) ~ No.5 C.O.T(S)；

左污油舱和右污油舱，分别为 SLOP T. (P) ~ SLOP T.(S)。

1.2 检定所使用的计量标准信息

计量标准信息应包含名称、测量范围、精度、计量标准证书号和有效期等信息，必要时应列清所使用的计量器具信息。

1.3 检定环境条件及地点

检定环境条件及地点应包含检定时的温度、湿度和检定地点等信息。

1.4 检定项目及结论：

序号	项目	检定结论
1	外观及一般性能	
2	计量位置	
3	容量	

1.5 检定结果

本证书附容量表_____页，总容量：_____m³；扩展不确定度：_____。

2 说明

2.1 本舱容表所示容量是标准温度 20℃时的容量，非 20℃温度时应按实际情况对舱容进行修正。液体温度为 t ℃时舱体热膨胀修正如下：

$$V_t = V_{20} [1 + 3\alpha(t - 20)]$$

式中： V_t ——液体温度为 t ℃时，对舱体热膨胀修正后的体积，m³；

V_{20} ——经倾斜修正后的舱容表中的体积，m³；

t ——舱壁平均温度，℃；

α ——舱体材料的线膨胀系数，℃⁻¹；取 $\alpha = 0.000012$ ℃⁻¹。

2.2 当舱容表附有倾斜修正时，若船舶存在倾斜时，应查对应倾斜的容量表或在查表前对检尺高度进行修正。

2.3 在舱容表所列倾斜和高度的范围内，对于不能直接从表中查阅的容量，应按内

2.10 液舱管系布置图，如图 D.2 所示。

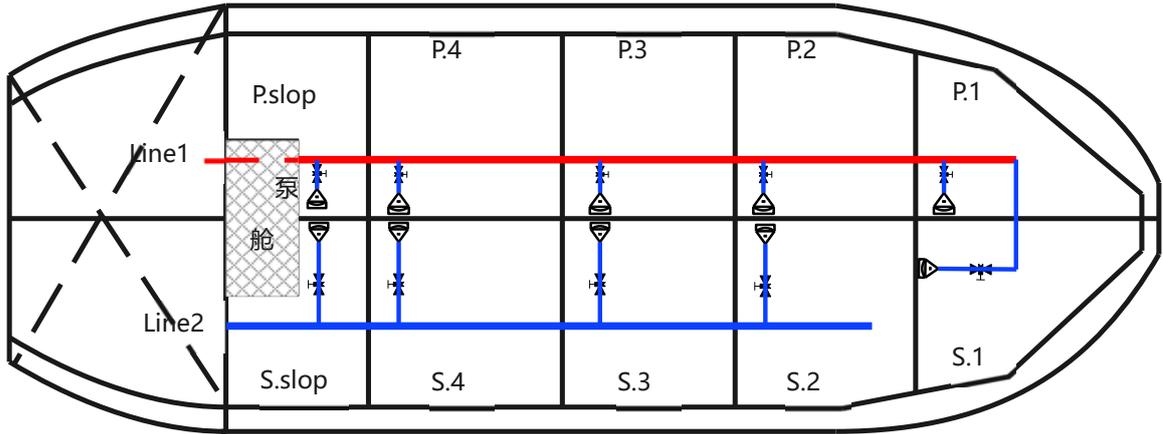


图 D.2 液货舱舱内货油管系布置图（例）

2.11 舱容量及舱内管线容量，如表 D.2 所示。

表 D.2 舱容量及舱内管线容量（例）

单位：m³

舱 号	管线容量			液舱容量
	管线 1	管线 2	管线 3	
No.1 C.O.T(P)				
No.1 C.O.T(S)				
No.2 C.O.T(P)				
No.2 C.O.T(S)				
No.3 C.O.T(P)				
No.3 C.O.T(S)				
No.4 C.O.T(P)				
No.4 C.O.T(S)				
No.5 C.O.T(P)				
No.5 C.O.T(S)				
总计				

