

浅谈 Framo 液货泵系统管路布置要点

陈云波

(中船澄西扬州船舶有限公司)

摘要: 挪威 Framo 公司的深井式不锈钢液货泵是在化学品船、成品油轮、大型原油及 FPSO/FSO 船等船型上常用的液压传动潜液泵。其原理是由液压泵站提供动力，由甲板液压总管将液压油输送至各液货泵，再由液压马达通过短传动轴联接叶轮，从而进行液货的驳运工作。本文以 55600DWT 化学品船为载体，结合本船建造过程中的一些问题，对 Framo 液货泵系统管路的设计、布置进行分析和总结。

关键词: Framo 液货泵 化学品船 液压系统

Discussion On Pipeline Layout of Framo Liquid Cargo Pump System

Chen Yunbo

(Chengxi Shipyard (Yangzhou) Co., Ltd.)

Abstract: The deep well stainless steel liquid cargo pump of FRAMO company in Norway is a hydraulic drive submersible pump commonly used in chemical carrier, product oil tanker, large crude oil and FPSO / FSO ship. Its principle is that the power is provided by the hydraulic pump station, the hydraulic oil is transported to each liquid cargo pump by the deck hydraulic main pipe, and then the impeller is connected by the hydraulic motor through the short drive shaft, so as to carry out the cargo barge work. This paper analyzes and summarizes the design and layout of FRAMO liquid cargo pump system pipeline based on 55600 DWT chemical carrier and some problems in the construction process.

Key words: FRAMO liquid cargo pump; Chemical tanker; Hydraulic system

概述:

Framo 液压系统从液压泵站至液货泵体之间管路上的主要部件有穿舱件、承重弹性支撑、横向弹性止动点、弹性管夹等，这些部件均由 Framo 厂家提供，厂家指导进行安装。所有液压管的安装原则是必须为弹性安装，是避免液压设备和管路 with 船体结构之间的刚性接触造成损坏。

1. 穿舱件:

液压管在穿过水密舱壁或有防火等级要求的舱壁时需要使用穿舱件的形式，该穿舱件为弹性穿舱件，相比较于传统的刚性穿舱件，可以避免管内液压油升温后热胀导致与舱壁之间产生应力，影响液压管强度。穿舱件布置时需要注意，在穿过甲板时不可将保护环的一侧朝向甲板下，见下图 1。

图 2 为本船艏绞车的穿舱件布置。

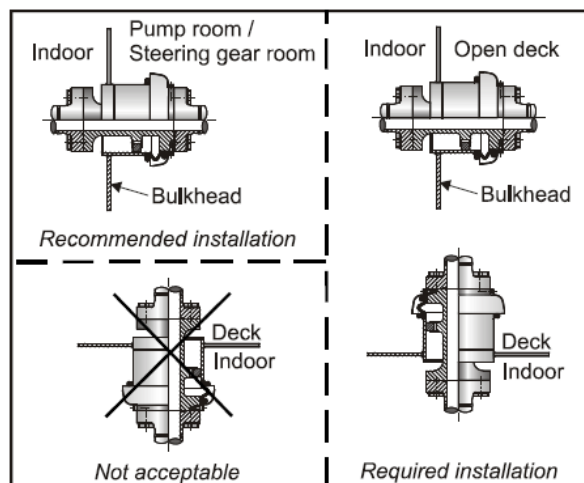


图 1



图 2

Framo 提供的该穿舱件满足 A0 级防火壁要求，在 A60 级防火壁处使用时需要增加额外的绝缘以满足要求。本船 Framo 液压管穿过主甲板液压泵站间前壁至主甲板室外时，因该舱壁防火等级为 A60 级，需要在室内管段处敷设 A60 绝缘延伸以保证防火分隔的完整性。

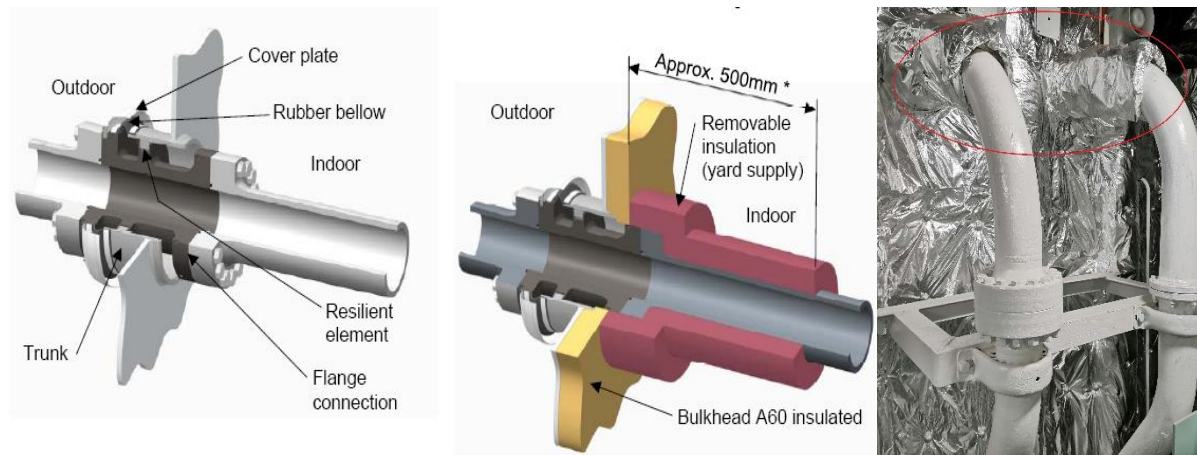


图 3

穿舱件安装前还需注意在开孔的上下方需要各加一根扶墙材，保证该处的结构强度。扶墙材应在开孔前安装到位，建议在结构设计时增加到图纸中去，避免后期遗漏。下图 4 中穿舱件已经安装完毕仍然未安装扶墙材，后续需要改进。

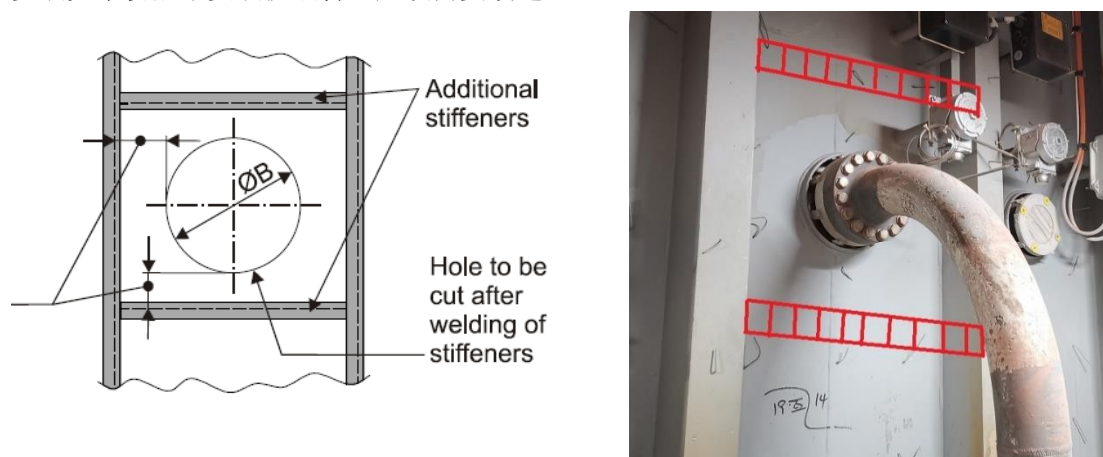


图 4

2. 弹性止动点及弹性支撑：

弹性止动点是装在主甲板管路膨胀节之间，以及靠近舱壁穿舱件处，其作用是消除管路上因轴向膨胀以及船体变形产生的应力。安装形式为止动点根部与液压管底部焊接固定，止动点上的方法兰连接一根调节短管，对管径为 73mm~80mm 的液压管，调节短管的长度为 100~200mm。弹性止动点一般为朝艏安装。

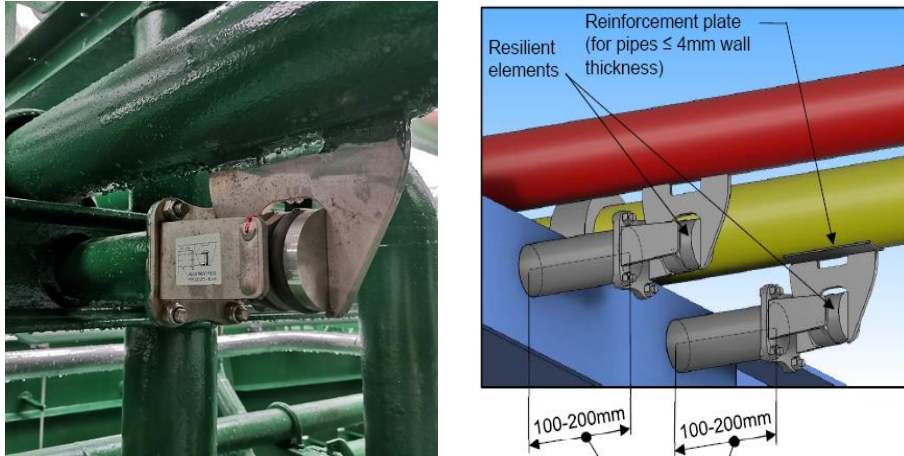


图 5

弹性支撑是安装在垂直方向的管路上，因管路的管夹均为弹性管夹，垂直管路的弹性支撑可以避免轴向管路上的管夹超负荷导致的损坏。

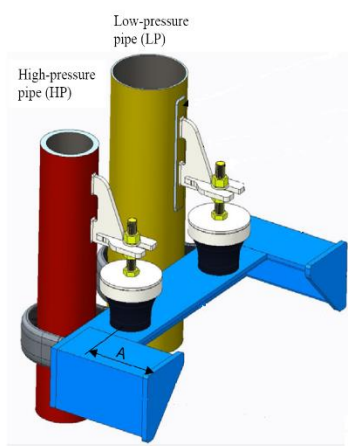


图 6



图 7

弹性支撑安装时需要注意以下几点：

- (1) . 液压管壁厚小于等于 4mm 时，弹性支撑肘板和液压管支架需要增加腹板；
- (2) . 弹性支撑上的 M16 螺母需要调节至该段管路上的弹性管夹在正确的安装位置；
- (3) . 弹性支撑所在的角钢支架支撑腿长度要求为：角钢为 L80*80*12 时支撑腿最长为 600mm；角钢为 L100*100*12 时支撑腿最长为 800mm，超过此长度的角钢支架不满足弹性支撑所需强度；
- (4) . 弹性支撑所在的角钢支架焊接的船体结构处需要有反面加强。
- (5) . 弹性支撑的最大允许负荷为 2500N。

3. 弹性管夹

弹性管夹是由不锈钢抱箍和弹性减震环组成，安装时需要注意以下几点：

3-1. 为了把噪音振动降到最低，弹性管夹所在的管支架支撑脚需要焊接在强结构处，这就要求在管支架设计时考虑支架形式和位置，部分舱壁的结构需要在支架背面设计反面加强，现场定位时需对准后焊接。推荐的安装形式可参照下图 8、图 9。图 10 中的支撑腿直接焊接在舱壁板且反面没有任何加强的形式是不接受的。此要求适用于所有安装在舱壁、甲板处的支架。另外还需注意一点，所有管夹在安装前支架的油漆需要达到完工状态。

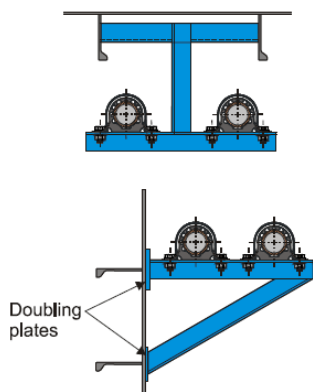


图 8

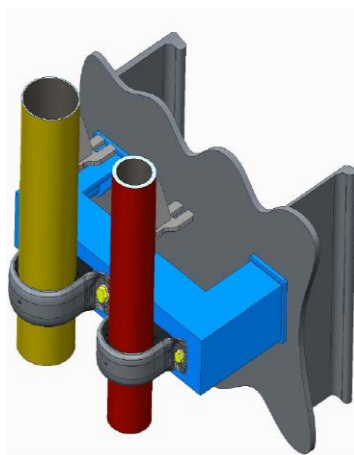


图 9

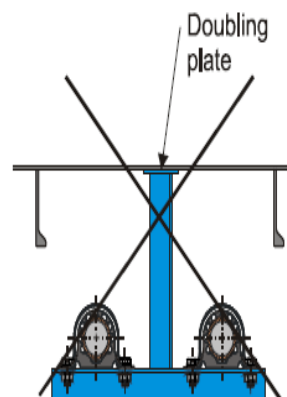


图 10

3-2. 弹性管夹的安装需要保证弹性减震环在管子周围均匀布置，不允许出现单面受压的情况，下图 11 中的两种情况均不满足要求，其中情况 1 可使用增加调整垫片的方法调整管夹高度，情况 2 需要通过修改支架。

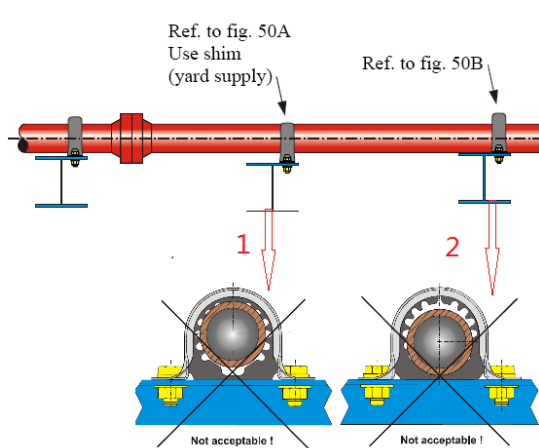


图 11



3-3. 弹性管夹的数量根据厂家的推荐，不同的管径给出了每两个管夹之间的最小距离和最大距离。总的来说，管径越小相邻管夹之间的距离也约小，这也是船上其它管子的常规要求。见下表 1。

Pipe OD (mm)	MD (m)
25 – 35	1,4 – 1,7
38 – 42	1,5 – 2,0
44,5 – 54	2,0 – 2,5
60 – 80	2,0 – 2,5
86 – 114,3	2,5 – 3,0
120	3,0 – 3,5
130 – 168,3	3,0 – 4,0
208 – 219,1	3,0 – 4,0

表 1

4. 膨胀弯设计

主甲板液压管设计时需要布置足够数量的膨胀弯（Ω 弯），该数量和位置需要根据液压系统的热膨胀、船体结构变形量等数据计算得出。膨胀弯水平布置。本船在主甲板面共设计 5 处膨胀弯，膨胀弯的最小横向偏移量根据液压管管径的不同，选取的数值也不同，即下图 12 和表 2 中的数值 A（高压管）和数值 C（低压管）。膨胀弯的纵向长度，即数值 B 和 D 根据管子的弯曲半径选取最小值即可。

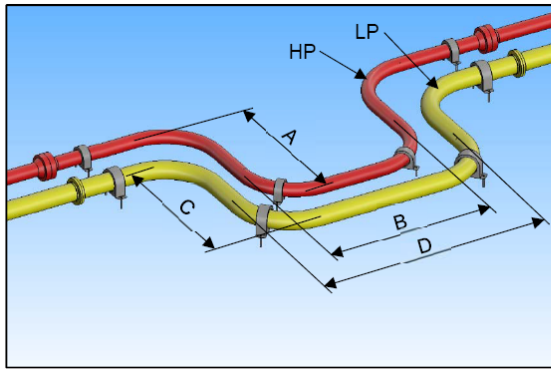


图 12

High-pressure (HP)			Low-pressure (LP)		
OD	A	B	OD	C	D
45	600	-	45	600	-
54	700	-	54	700	-
65	800	-	76,1	800	-
80	950	-	86	950	-
90	950	-	106	1200	-
100	1200	-	131	1400	-
120	1400	-	156	1460	-
130	1450	-	208	1450	-

表 2

液压管的热膨胀量计算根据温度升高的数值，计算公式如下：

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

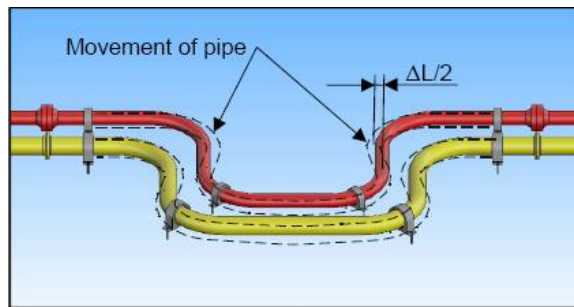
L = Length of pipe
 α = Thermal expansion coefficient
 $\Delta T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

L =液压管长度； α =热膨胀系数； ΔT =温升

本船甲板液压管所使用的双相不锈钢的热膨胀系数为 $0.0125\text{mm/m}^{\circ}\text{C}$ ，下表 3 中为各管径对应的最大膨胀量，如直管段长度超过此膨胀量则需布置膨胀弯。

OD	Max. ΔL	Axial Forces (kN)
54	19	4,8
65	15	3,8
80	13	4,8
90	18	9,5
100	19	9,8
120	18	12,5
130	18	16,0

表 3



膨胀弯处管夹设计也需要特别注意，不得出现阻碍液压管自由膨胀的现象，下图 13 中的两种安装形式均影响了膨胀弯的正常工作，不允许采用。

推荐的安装形式为在膨胀弯外侧的两个弯管处布置管夹，膨胀弯与直管段衔接的位置布置管夹，见下图 12。其中直管段上的管夹与膨胀弯横向管之间的距离 (L) 外侧管不得大于弯曲半径+300mm，内侧管不得大于弯曲半径+500mm。

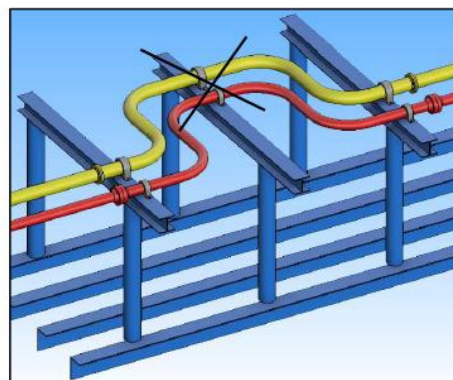
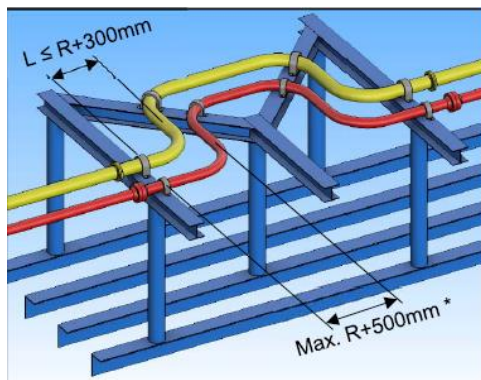


图 12

本船主甲板肋距为 3050mm，下图 13 中的“L”距离较大，需要在前后两侧的工字钢上增加门型支架以保证该处支架强度。



图 13

5. 支管设计

Framo 液压总管在每个液货舱处布置支管至液货泵，以及用于连接便携式液货泵的支管接头。本船主管上支管开口位置距离主甲板水平管的高度（下图 14 中 L1）约为 1800mm，垂直管段无需设计管夹，如此高度大于 2000mm 则需按照要求增加一只弹性管夹。

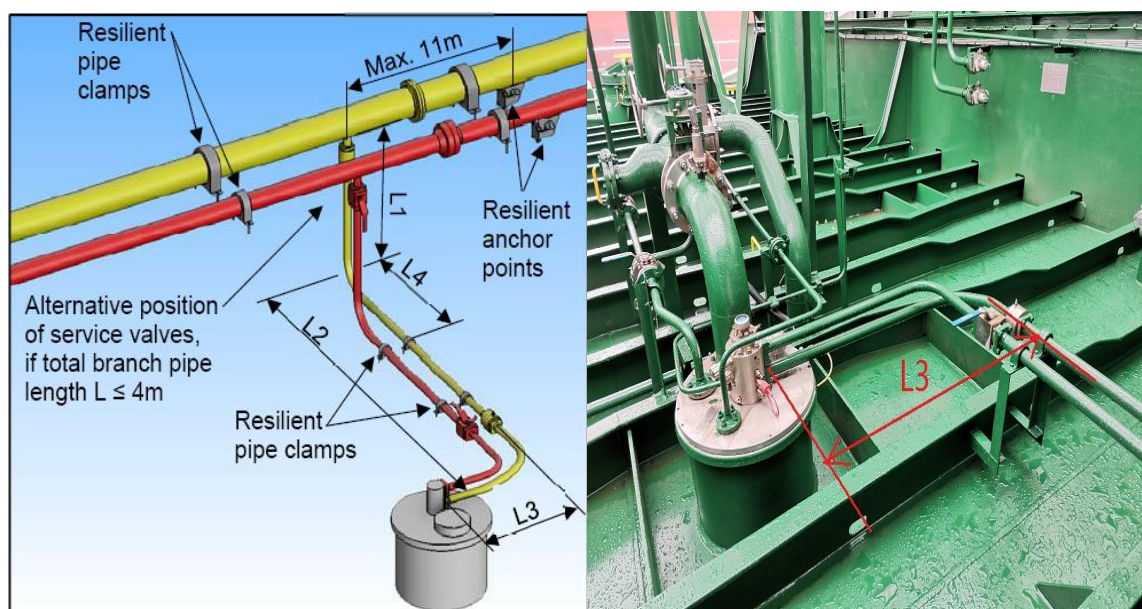


图 14

另外，根据总管与液货泵接口的横向距离（L2）不同，液货泵进出口的水平直管段长度（L3）也不能小于下表中的数值。如果该横向距离超过 12m，需要联系 Framo 厂家确定具体的方案。

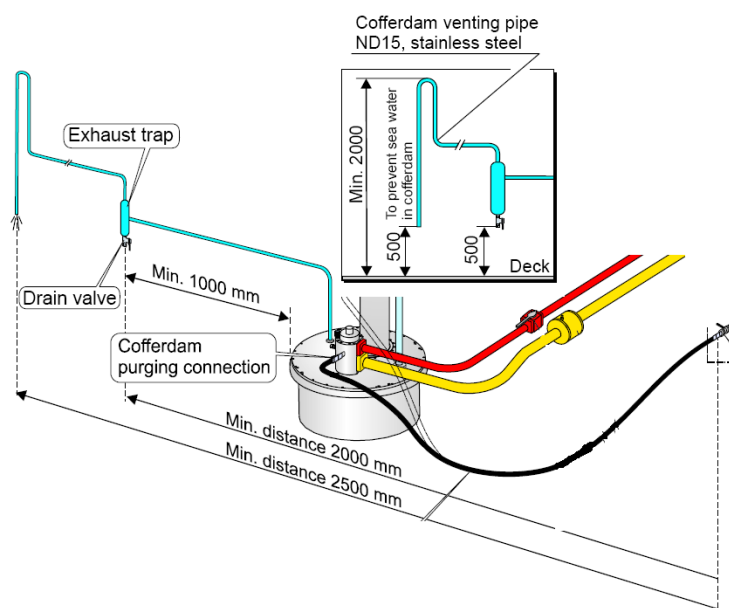
	$\leq OD44.5 \times 2$ $L4 = 0.3 - 0.5 \text{ m}$	$OD54 \times 2$ $L4 = 0.4 - 0.6 \text{ m}$	$OD76.1 \times 2$ $L4 = 0.6 - 0.8 \text{ m}$	$OD86 \times 3$ $L4 = 0.6 - 0.8 \text{ m}$
L2	L3 (Min.)	L3 (Min.)	L3 (Min.)	L3 (Min.)
2 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,5 m
4 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,5 m
6 m	0,3 m	0,4 m	0,8 m	0,8 m
8 m	0,3 m	0,6 m	1,0 m	1,0 m
10 m	0,6 m	0,8 m	1,1 m	1,2 m
12 m	0,9 m	1,0 m	1,2 m	1,4 m

考虑到液货泵可能出现故障或损坏的情况，导致无法卸货，高、低压液压管在每舱位置设置了

便携式液货泵的高、低压接口支管，该支管常规设计为垂直向下，下方分别安装一只球阀，用于连接液压软管至便携式液货泵。为保证软管连接后弯曲半径不能太小，上述球阀安装后距离甲板的高度须不小于 1.2m，如不能满足此要求，可将支管的方向改为斜向下 45°，按此布置接口距离甲板的最小距离可减小至 0.6m。

6. 集液管布置要点

每次卸货前后，要对 Framo 液货泵隔离空腔进行吹扫。任何可能通过液压油密封或液货密封的泄漏到隔离空腔的液体，都可以吹扫到甲板上的集液罐，从泄漏量可以判断密封情况。集液罐的位置需要距离泵体边缘至少 1000mm，集液罐泄放阀及透气口分别需要距离操作位置至少 2000mm 和 2500mm，保证操作者的安全，防止泵体空腔内有残留液体飞溅至操作者身体。另外为便于承接泄放出来的残液，泄放阀和透气口距离甲板的距离应设置为 500mm。



结束语:

Framo 液货泵系统的布置在整个化学品船管路设计中比较重要，需要注意大量的厂家要求及规范要求，本文概要地介绍了 55600DWT 化学品船的液货泵管路设计要点，通过实船交验，该系统的布置得到了船东船检的认可。为后续再次建造此类船舶打下了坚实的基础。

参考文献:

- 【1】《Framo Mounting Instruction》No.1401-0002-4，2016 年 4 月，版本 F。
- 【2】《Framo 液压管路系统技术文件》，2018 年 5 月，版本 G。

作者简介:

陈云波，男，工程师，中船澄西扬州船舶有限公司，工作内容为船舶设计，电话 18305255735



江苏船舶微信公众号，欢迎关注，欢迎投稿！