

# 框架式集装箱淡水运输系统设计

郭晓东

上海中远海运重工有限公司 上海 200122

**摘要:** 在船舶淡水运输项目中,在不改变原始船舶舱室结构功能前提,设计框架式集装箱淡水运输系统,实现模块化装卸,淡水快速加注及泄放的功能,满足客户特殊需求。该系统主要包含管道原理设计和框架式箱体设计两大部分,并在项目中交付中得以验证,为后期淡水运输补给提供了现实意义。

**关键词:** 船舶淡水运输, 框架式集装箱, 淡水囊

## Design of Framework Container Freshwater Transportation System

Guo Xiaodong

Shanghai COSCO Shipping Heavy Industry Co., Ltd. Shanghai 200122

**Abstract:** In the ship fresh water transport project, on the premise of not changing the structure and function of the original ship cabin, the frame container fresh water transport system is designed to realize the function of modular loading and unloading, fresh water rapid filling and discharge, to meet the special needs of customers. The system mainly includes two parts: pipeline principle design and frame box design, and is verified in the project delivery, which provides practical significance for fresh water transportation supply in the later period.

**Keywords:** Ship freshwater transportation, frame container, fresh water sac

### 1 引言

采用海水淡化装置已满足船舶,海工平台及岛屿居民对淡水的需求,但是在特殊情况下,这些用户依旧存在淡水短缺的风险。

船舶淡水运输项目借鉴了集装箱液袋在铁路项目中的经验,设计了框架式集装箱淡水囊存储及运输系统,满足了在不改变原船任何舱室结构的前提下,快速补给淡水,船舶运输淡水,快速泄放的目的,实现了海洋工程淡水需求的另一种补给方式。本文主要阐述框架式箱体设计与管道原理设计。

### 2 框架式箱体设计

#### 2.1 箱体容积选取

基于项目运输淡水总量的需求及箱数的配备,经过计

算,每个箱体需要装载约30T的淡水量,即箱体内部容积要不小于 $30\text{m}^3$ 。

参照规范ISO/TC-104中集装箱分类,外部尺寸和重量定额的要求,优先考虑20标尺集装箱。20标尺集装箱内部尺寸:长5900mm,宽2352mm,高2395mm;箱内体积 $33.2\text{m}^3$ ;额定总重量30.48T,空箱重量2.25T,载重28.23T。

箱体下端设置进排水口,上部设置呼吸阀门,且船舶在运营过程中存在一定角度的艏倾,因此即使20标尺集装箱箱内体积 $33.2\text{m}^3$ ,大于 $30\text{m}^3$ ,但是实际有效运载水量经过计算约28立方米,且载重不满足要求。而20英尺高箱的内部尺寸(长5900mm,宽2352mm,高2700mm)满足了单箱运载水量的需求,而箱体载重的设计将结合有限元分析而展开。

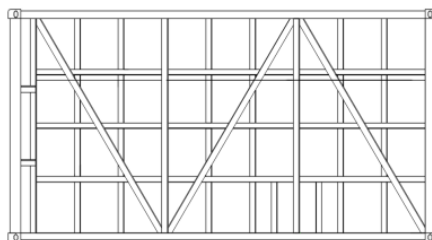


图1 箱体侧面示意图

## 2.2 箱体强度分析

框架式集装箱箱体结构强度计算采用有限元分析，模

型的建立和计算依照中国船级社的相关规定，分别采用MSC.PATRAN / NASTRAN软件执行。

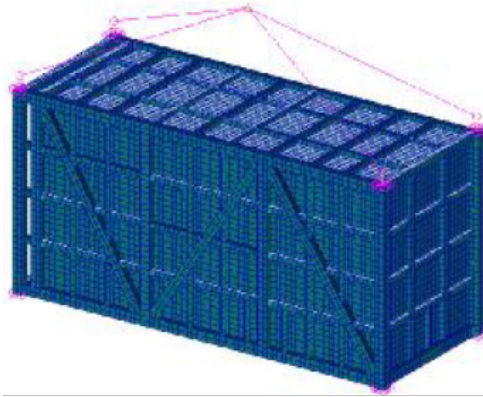


图2 双层集装箱有限元模型

计算模型包含整个箱体结构，对于第二层集装箱采取集中质量点模拟结构重量重心位置。模型构件尺寸和材料特性按照实际建造材料进行定义。边界条件仅设置于底部四个箱角位置，满足集装箱在长度及宽度方向上自由变形。

集装箱箱体采用船舶运输，因此箱体载荷包含以下三部分：

1) 静水压力，模型按照 $\rho gh$ 形式施加；

2) 船舶运动加速度，模型按照船级社推荐加速度进行计算，包含垂向合成加速度，横向合成加速度及纵向合成加速度，不同装载位置加速度不同，取最大加速度作为计算输入；

3) 晃荡载荷，基于CCS《液舱晃荡载荷及构件尺寸评估指南》2020进行载荷计算。

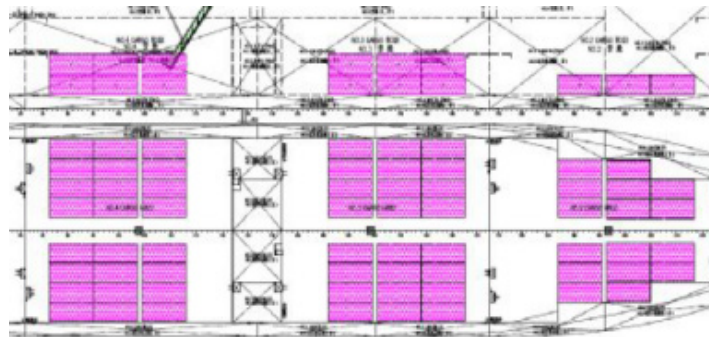


图3 淡水集装箱布置图

计算工况类别依据箱体布置在船舶的位置与三种箱体载荷自由组合，且增设单层集装箱端壁承受0.6倍满载荷 $p$ 的工况。

参照CCS《钢制海船入级规范》关于舱壁结构的许用应

力要求满足各种工况下结构构件的合成应力不大于 $220/K$ ， $K$ 为材料系数，AH36钢 $K$ 取0.72，Q345钢 $K$ 取0.735。

经过计算，各种工况下的箱体结构屈服满足要求，见应力云图。

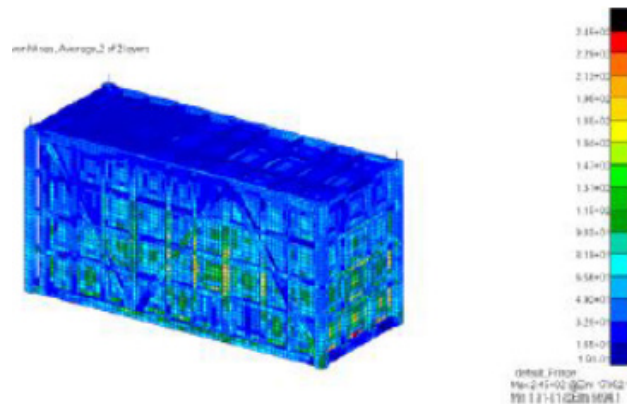


图4 淡水集装箱单元最大Von Mises应力云图

### 2.3 淡水囊材质选择

集装箱液袋是一种由软性材料制成,内装液体货物,使用20英尺标箱装运的密闭包装袋。淡水囊就是盛装饮用淡水的集装箱液袋,基于项目容积的要求,尺寸方面需要按照20英尺高箱的标准进行定制。

TPU即热塑性聚氨酯弹性体橡胶,具有卓越的高张力、高拉力、强韧和耐老化的特性,是一种成熟的环保材料。目前,TPU已广泛应用于医疗卫生、电子电器、工业及体育等方面,其具有其它塑料材料所无法比拟的强度高、韧性好、耐磨、耐寒、耐油、耐水、耐老化、耐气候等特性,同时他

具有高防水性透湿性、防风、防寒、抗菌、防霉、保暖、抗紫外线以及能量释放等许多优异的功能。因此,淡水囊体材质选用TPU与尼龙织布粘合而成的网格布。

### 3 淡水装载及泄放原理设计

基于项目功能要求,总管接口与码头软管连接后,在规定的时间内,可以实现按舱室加注与泄放的功能。结合箱体后期实际布置,选择在舱室内分组加注与泄放的原则,基本原理如下图所示,在每个舱室内部配备一台外输淡水离心泵,泵浦启动,通过打开分组总管上面的阀门,实现指定一组淡水集装箱内淡水的外输。

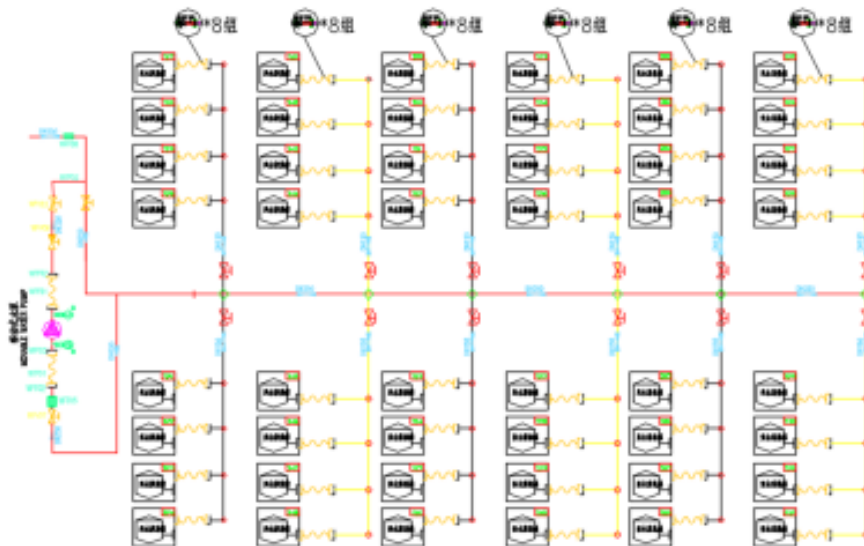


图5 淡水装载及泄放原理图

### 4 结论与建议

本文以入级CCS船级社的船舶淡水运输项目为例,设计了一整套特殊需求下采用框架式集装箱运输淡水的技术方案,并成功在项目中得到了应用,为后期类似项目提供了经验。鉴于项目特殊要求的制约,建议后期项目降低单箱载液量,采用标箱进行设计与加强,这样能够取得更好的经济性。

### 参考文献

- [1]高德胜. 集装箱液体集装箱袋运输德发展与运用管理[J]. 铁道运输与经济,2011,33(1):89-92.
- [2]钢制海船入级规范[S]. 中国船级社, 2021.
- [3]液舱晃动载荷及构件尺寸评估指南[S]. 中国船级社, 2020.