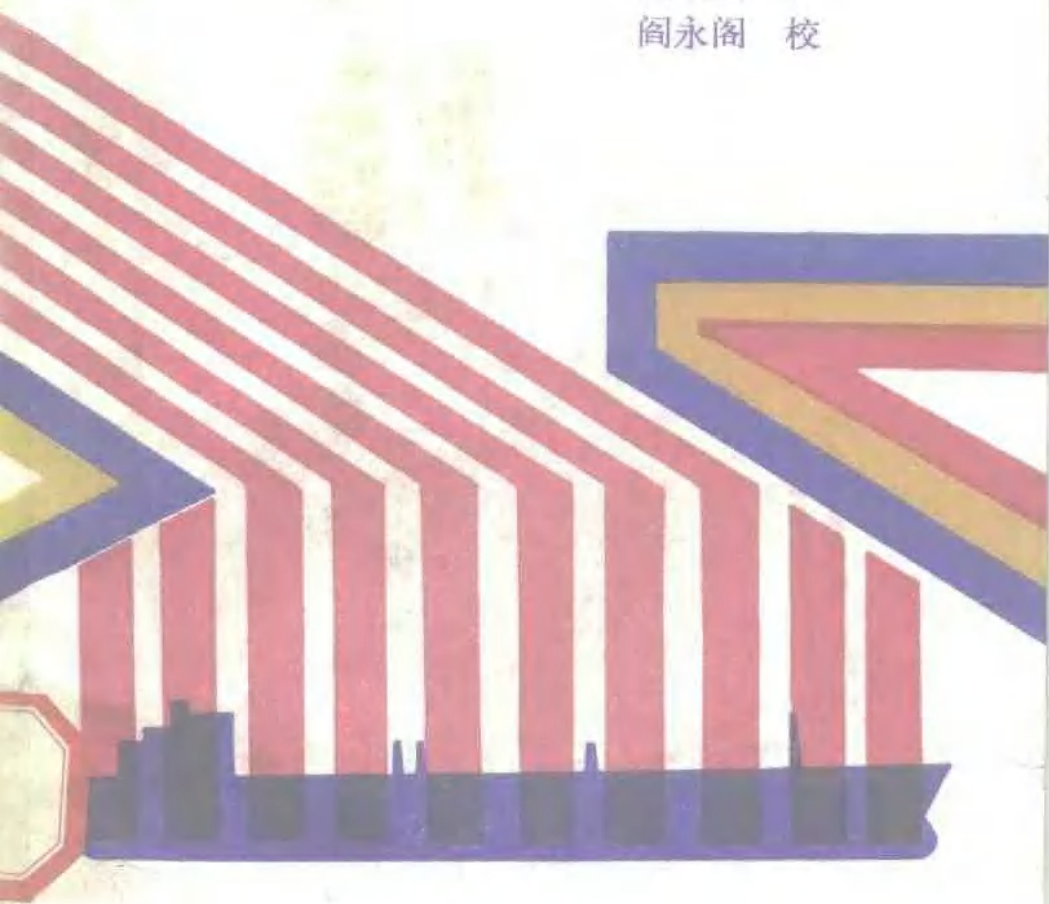


油 船 管 理

(日)油船装卸管理业务研究会 著

殷佩海 译

阎永阁 校



人民交通出版社

337813

油 船 管 理

Youchuan Guanli

(日)油船装卸管理业务研究会著

殷佩海 译

阎永阁 校



人 民 交 通 出 版 社

内 容 简 介

本书从油船操作管理的实际需要出发,比较详尽地介绍了现代油船的货油装卸设备、管路系统、测量仪表、惰性气体系统以及洗舱设备等的工作原理、具体构造和操作管理,同时还系统地介绍了货油装卸、原油洗舱、压载水的压入和排出以及油舱的清洗和驱气等作业的操作程序、提高作业效率的方法以及防止油污染和爆炸事故的安全措施。

本书可作为油船船员的培训教材,也可供船舶机务、航运、海务监督、港监、船检等部门的技术管理人员和有关院校师生参考。

D1108/10



(日) 油船装卸管理 研究会著

殷国海 译 阎永刚 校

人民交通出版社出版发行

(北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 7.125 插页: 2 字数: 174 千

1989年9月 第1版

1989年9月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—1,050册 定价: 5.50元

序 言

油船发生事故，不仅会夺去人的生命，给船舶、船东造成致命的损失，而且还会污染海面，给附近的船舶、港口和陆地设备等带来巨大的危害，对周围环境的影响也是无法估量的。

油船船员，特别是甲板部的驾驶员和水手等实际操作管理人员，在工作中必须最优先地加以考虑的就是防止发生事故。同其它类型的船舶不同，由于油船的装卸对陆上的依附程度很小，所以，操作管理人员的熟练技能、悉心专注和遵守正确的操作规程，也就成为防止发生事故和提高航运能力的最重要的一环。显然，只有少数的特定人员具有卓越的知识 and 技能，远不如参加操作和管理的全体人员都掌握一定水平的知识和技能更好，而且战斗力也更大。

作者在海技大学担任专修科“油船装卸”课程讲授时，就是从这个意义出发，站在驾驶员的立场，以管理者需要掌握的知识为中心来进行讲授的。

本书依据上述观点，在以往所用“油船管理”教科书的基础上，对有关各种机器、装置及标准等，又尽量增加了新的内容，并进行了全面的修改，因而成为一本具有油船管理实际经验的中级技术人员的指导书，书中的内容都是尽量从实际出发来加以讲解的。

当然，由于各造船厂的考虑不尽相同，各船所安装的设备、装置也就不尽一样，油船自然也不例外。因此，本书将在尽量进行普遍性讲解的基础上，具体地归纳介绍比较多用和可能多用的机种、原理、构造及管理。

本书如能供天天参加油船操作管理的人员参考，而在防止油船事故和提高运率方面起到作用时，作者将感到无比的喜悦。

最后，对在本书编写过程中提供过许多资料的日本邮船(株)、各机器制造厂家、以及允许参考各种资料、文献的各有关团体，谨致深切的谢意。

油船装卸管理业务研究会

松尾淳一 藤田凯三 井河寿美

目 录

第 1 章 石油	1
1.1 石油类的运输	1
1.2 原油的定义	1
1.3 原油的性质	2
1.4 原油的分类	2
1.5 原油的组成	6
1.6 原油气的组成	7
第 2 章 油船的构造	9
2.1 构造	9
2.2 油舱的布置和结构	11
第 3 章 油船的防爆电气设备	15
3.1 日本海事协会规则 (NK 规则)	15
3.2 油船和岸陆设施的国际安全规则 (IOTTSG)	17
第 4 章 管路系统	19
4.1 货油系统	20
4.2 货油系统管路的尺寸	21
4.3 钟型吸入口附近的构造	21
4.4 膨胀接头	22
第 5 章 货油阀	24
5.1 货油阀的名称	24
5.2 蝶阀	26
5.3 手动阀	26
5.4 液压驱动阀	27

第6章 液位计	57
6.1 浮子式液位计	57
6.2 遥控浮子式液位计概要	58
6.3 耐压防爆型浮子式液位计 (TKCFE-3型)	58
6.4 本质安全防爆型浮子式液位计 (TKCFS-1型)	63
第7章 泵	73
7.1 与货油装卸有关的各泵按工作原理的分类	73
7.2 主货油泵及压载泵	73
7.3 扫舱泵	92
7.4 喷射泵 (抽逐器)	98
第8章 自动扫舱装置	100
8.1 概述	101
8.2 喷射式自动扫舱系统 (JSS)	102
8.3 真空式自动扫舱系统 (SS)	106
8.4 再循环式自动扫舱系统	115
8.5 抽逐式自动扫舱系统 (ESS)	123
第9章 油舱清洗装置及洗舱	125
9.1 概述	125
9.2 洗舱装置	126
9.3 清洗方法	138
第10章 原油洗舱	146
10.1 原油洗舱定义	146
10.2 历史背景和今后的展望	146
10.3 原油洗舱的特点	148
10.4 必要的设备及条件	150
10.5 实施方法	151
第11章 透气系统	154
11.1 概述	154
11.2 防火罩	156
11.3 呼吸阀	157

11.4	压力释放阀	161
第12章	惰性气体系统	162
12.1	惰性气体系统概要	162
12.2	系统的主要组成设备及其功用	165
12.3	安全装置和仪表控制系统	176
12.4	操作	181
12.5	存在的问题	192
12.6	保养、检查	194
第13章	与装卸有关的一些作业	197
13.1	脏压载水的压入	197
13.2	脏压载水的排出	200
13.3	装于上部法	200
13.4	清洁压载水的排出	205
13.5	装油准备工作中海底浮动软管的连接方法	206
13.6	关于防止装油中产生冲击压力的问题	207
13.7	平舱作业	209
13.8	单点系泊浮筒(SBM)的系泊方式示例	211
第14章	进坞准备	212
14.1	驱气作业	212
14.2	驱气的检查	215
	参考文献	220

第1章 石油

1.1 石油类的运输

广义的讲石油类也应包括液化天然气（LNG）、液化石油气（LPG），但一般作为油船的货载而被运输的石油类，则是指原油和它的制成品挥发油（汽油、石脑油、轻质汽油）、煤油、轻油、重油和润滑油等，其中运输量最大的是原油，其次是重油。

近几年来，在世界海上运输中，石油类货物已占50%以上，其中大部分是原油，约占全部运输量的42%~43%。原油的运输大都使用大型油船，一般可以认为，所谓远洋油船就是指原油油船而言。

1.2 原油的定义

所谓原油就是取自油井而未加任何处理的石油。由于其含有气体成分和许多杂质，所以它一般都是有黑色的荧光和难闻的臭味，并且具有相当粘稠的液体。也就是说，在开采出来的原油里是溶有甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等碳氢化合物和有毒的硫化氢等，还含有硫磺、氮、氧的化合物与溶油性金属化合物以及泥和水分等多种杂质。

这样，如将原油原封不动的装船运输显然是不恰当的，因此，通常都是用简单的装置将气体、杂质分离处理后，再装船运输。即使这样，也仍有一部分气体成分和杂质不能去除，依然残留在原油中，特别是杂质，将会沉淀堆积在油船油舱的底部和内

部构造物上，形成所谓的油泥。它历来就是在油船运输过程中产生各种故障的最大原因。

1.3 原油的性质

原油的主要成分各种碳氢化合物的混和物，其中的各种碳氢化合物主要由石蜡烃类、环烷烃类和芳香烃组成，由于原油的产地不同，作为其主要成分的碳氢化合物的种类及非碳氢化合物的各种杂质的组成比例也就不尽相同，因此原油的性质也是千差万异的。

例如日本进口最多的中东原油一般介于石蜡烃类和环烷烃类两者之间，而且硫分多。印度尼西亚的米纳斯原油则是石蜡烃类，它含有许多分子量很大的固体石蜡，倾点超过 30°C ，在常温下呈固体状态，然而硫磺成分极少。

由此可见，由于产地或油层的不同，原油的性质也就差异很大，不能一概而论。日本进口的主要原油的性质列于表1-1。

另一方面，表中所列举的原油的性质虽然不同，但如就燃烧的危险程度而言，则任何原油基本上都是一样的。这是因为组成比尽管不同，但不论哪种原油都含有分子量比较小的碳氢化合物之故。原油中碳氢化合物的性质列于表1-2(高分子量的成分省略)。

1.4 原油的分类

原油的分类方法很多，既可按原油的物理性质依相对密度和成分的沸点来分类，也可按原油的化学性质依含有碳氢化合物的多少和碳氢化合物的种类来分类。

(1) 按相对密度分类：

15/4 $^{\circ}\text{C}$ 的相对密度表示15 $^{\circ}\text{C}$ 的油与4 $^{\circ}\text{C}$ 的水的质量之比。

轻质原油（小于0.830），中质原油（小于0.904），重质原油（小于0.966），特重质原油（0.966以上）。

表1.7 日本输人的主要原油性质(根据石油联盟1975年资料)

油 种	阿拉伯轻油	阿拉伯重油	阿拉伯中油	贝 里	科威特	保加利亚	哈夫杰	富 寿	伊朗轻油	伊朗重油
相对密度(15/4°C)	0.8524	0.8872	0.872	0.831	0.868	0.910	0.883	0.854	0.856	0.87
API度	34.4	27.9	30.7	38.7	31.4	23.9	28.7	34.1	33.7	31.1
蒸汽压 (10°Pa@37.8°C)	0.25	0.50	0.23	0.39	0.54	—	0.53	0.45	0.5	0.5
原 油	5.90(30°C)	22.4(30°C)	16.2(21°C)	37.8 (37.8°C)	7.0	—	19.5(30°C)	7.00(30°C)	7.5(30°C)	6.8
粘 度 (50°C)	—	—	—	—	—	43.7	—	—	—	—
流动点(°C)	-15以下	-20以下	-15以下	-32.5	-35以下	-17.5	-35.0	-25以下	-27.5	-35
蜡分(W%)	2.8	2.10	—	—	3.2	2.5	2.82	—	3.5	3.7
硫分(W%)	1.72	2.70	2.40	1.10	2.6	3.29	2.88	1.7	1.45	1.7
残炭(W%)	3.1	7.2	5.9	2.3	5.3	7.76	7.36	4.5	3.76	5.1
灰分(W%)	0.01以下	0.05	0.01	0.01	0.01	—	0.013	0.02	—	0.01
水混分(V%)	0.20	0.1	0.05	0.1	0.1以下	痕量	0.1	0.1	0.05	0.1以下
水分(V%)	0.15	0.1	—	—	0.1以下	痕量	0.05	0.05	0.05以下	0.1以下
盐分(W%)	0.005	0.006	0.001	0.003	0.0010	—	0.004	0.002	—	0.0015

续上表

油 种	卡塔尔	曼 塔	乌姆萨夫	扎库姆	阿 曼	厄日利 亚(福 卡多 斯)	厄日利亚 (阿斯克拉 巴斯)	苏门答腊 轻 油 (米纳斯)	秋 明	大 庆
相对密度(15/4°C)	0.829	0.823	0.840	0.827	0.850	0.8775	0.8454	0.8474	0.920	0.8591
API度	39.1	39.3	36.9	39.5	34.9	29.7	35.8	35.4	22.2	33.1
蒸汽压 (10 ⁵ Pa@37.8°C)	0.70	0.33	—	0.49	—	0.36	—	0.13	0.01	0.14
粘 度 (50°C)	2.20	2.5	3.8 (37.8°C)	2.4	4.99	4.4	4.6(30°C)	9.67	14.3	17
流动点(°C)	32.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
蜡分(W%)	37.5	-30.0	-15	-35以下	-20以下	-35.0	-2.5	+32.5	+5	+32.5
硫分(W%)	3.3	7.1	7.0	4.4	1.5	4.4	—	13.0	6.3	3.5
残碳(W%)	0.94	0.80	1.38	1.06	1.0	0.24	0.16	0.08	0.25	0.11
灰分(W%)	—	1.40	2.2	1.7	3.14	1.27	1.36	2.5	7.66	2.43
水分(V%)	—	0.01以下	0.004	0.01	—	0.01	0.002	0.01	0.01	0.01以下
盐分(W%)	痕 量	0.1以下	—	0.1	0.05	0.1	—	0.1以下	0.1	3.0
水分(V%)	—	0.1以下	—	0.1以下	0.05	0.1	—	0.1以下	0.1	2.8
盐分(W%)	—	0.0035	0.0005	0.0005	0.3	0.0010	0.036	0.005	0.003	0.0050

表1.2 原油成分中碳氢化合物的性质

碳氢化合物的种类	名称	分子式	分子量	沸点 (大气压下) (°C)	常温常压下的状态	闪点 (°C)	自燃点 (°C)	爆炸界限 (容积%)		气体相对密度 (空气为1)	
								下限 LEL	上限 UEL	纯可燃气的密度	可燃气的密度 (空气为1)
饱和碳氢化合物	甲烷	CH_4	16.0	-161	气体		537	5.3	14.0	0.55	0.96
	乙烷	C_2H_6	30.1	-89	气体		510	3.0	12.5	1.05	1.00
	丙烷	C_3H_8	44.1	-42	气体		467	2.2	9.5	1.56	1.05
液化石油气成分	异丁烷	C_4H_{10}	58.1	-12	气体		430	1.9	8.5	2.01	1.10
	正丁烷	C_4H_{10}	58.1	-0.5	气体	-60	543	1.8	8.4	2.01	1.10
	戊烷	C_5H_{12}	72.1	28	液体	-51	309	1.4	7.8	2.48	1.15
汽油成分	己烷	C_6H_{14}	86.1	50	液体	-29	260	1.2	7.5	3.00	1.20
	庚烷	C_7H_{16}	100.1	80	液体	-18	233	1.2	6.7	3.45	
	辛烷	C_8H_{18}	114.1	99	液体	-12	232	1.0	6.0	3.93	
环状碳氢化合物	壬烷	C_9H_{20}	128.1	150	液体	31	285	0.8	2.9	4.41	
	十烷	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	142.1	174	液体	46	250	0.8	5.4	4.90	
	十一烷	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	156.1	195	液体			0.6			
无	十二烷	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	170.1	216	液体						
	苯	C_6H_6	78.1	83	液体	-11	535	1.4	7.1	2.28	1.13
	甲苯	C_7H_8	92.1	110	液体	4	552	1.4	6.7	3.20	
无机	二甲苯	C_8H_{10}	106.1	136	液体	17	482	1.1	6.0	3.58	
	硫化氢	H_2S	34.1	-60.2	气体		260	4.3	45.0	1.19	

注: LEL, Lower Explosive Limits的缩写, 爆炸下限。

UEL, Upper Explosive Limits的缩写, 爆炸上限。

(2)按成分的沸点分类:

轻质原油——汽油成分、轻质油分多。有利于制造汽油、煤油、轻油。

重质原油——轻质油分少，重质成分多。有利于制造重油或润滑油。

(3)按含有碳氢化合物成分的多少分类:

酸性原油 (Sour Crude) ——多

脱硫原油 (Sweet Crude) ——少

(4)按碳氢化合物的种类分类:

石蜡烃基原油——含有大量石蜡烃系碳氢化合物。硫分多，适合于制造固体石蜡和优质润滑油。例如米纳斯原油、宾夕法尼亚原油等。

环烷烃基原油——含有大量环烷烃系碳氢化合物。由于沥青馏分多，也称沥青基原油。例如委内瑞拉原油、加利福尼亚原油、得克萨斯原油、墨西哥原油等。

混合基原油——具有上述两种混和成分的原油。例如阿拉伯原油、哈夫杰原油等。

特殊原油——含有大量石蜡烃、环烷烃以外的碳氢化合物的原油。例如芳香族系原油，婆罗洲原油、台湾原油等。

1.5 原油的组成

如上所述，原油的主要成分是碳氢化合物，其次还含有少量的非碳氢化合物。然而其性质却因产地的不同而有相当大的差异，元素的组成一般介于下述范围之内，其中大部分是碳和氢。

碳：82%~87%；

氢：11%~14%；

硫磺：5%以下；

氧：1 %以下；

氮：1 %以下；

金属：（钒、镍、铁等）：0.5 %以下。

硫磺、氮和金属的含量虽然很少，但对石油的性质却有很大的影响。例如，硫化物燃烧时将产生亚硫酸气体，这种气体腐蚀设备，污染大气，而且损害制成品的稳定性。

氮的化合物没有硫的危害大，但它是造成变色、发臭等的原因，对制成品的稳定性也有影响。

金属化合物则是造成设备腐蚀和损伤石油精炼催化裂化装置的根源。

1.6 原油气的组成

如前所述，原油中的常温常压下为气体状态的微量低分子量碳氢化合物（甲烷、乙烷、丙烷、丁烷），在装船时并不气化，仍在原油之中。然而这部分成分将在油船的油舱中慢慢气化，弥漫于油舱的上部空间（该空间称作空档）。充斥于空档中的原油气成分当然会因原油种类（即油种）的不同而不同，然而即使是同一种原油，由于装船的天数和航行情况的不同，也会发生变化。但是这种变化，只是气体成分组成的比例变化，至于整个气体的性质，特别是作为燃烧危险程度的指标即爆炸界限值则无多大变化。表 1.3 给出英国石油公司从原油油船空档空间取样分析的原油气成分实例。表 1.4 则是英国石油公司对原油油船在航运过程中气体成分如何变化的调查实例。

在空档空间中的气体，即使不属酸性原油，也含有若干数量对人体有毒的硫化氢化合物，如果在装船前的处理时间较短，则其浓度更有增大的可能，应予注意。

表1.3 空档部分的原油气分析实例(英国石油公司1967年)

气体名称	油种 混入丁烷的 伊朗原油	伊拉克 原油	科威特原油 (1)	科威特原油 (2)	石脑油 (参考)	汽油 (参考)
甲烷	2	30	11	9	—	—
乙烷	7	11	24	18	1	—
丙烷	18	14	35	27	3	3
丁烷	66	25	18	17	16	49
戊烷	6	13	7	9	52	45
己烷	2	9	5	4	28	3

表1.4 航运过程中空档部分的原油气分析实例
(英国石油公司1972年)

航运过程			卸油前	卸油后	洗舱前	洗舱后	
碳化氢							
气 体 名 称		分子式	在去除空气的混合气中所占的比例 (体积%)				
液化天然气成分	甲 烷	CH ₄	25	20	6	5	
	乙 烷	C ₂ H ₆	22	18	11	9	
液化石油气成分	丙 烷	C ₃ H ₈	30	30	26	23	
	丁 烷	C ₄ H ₁₀	16	20	27	28	
汽油成分	戊 烷	C ₅ H ₁₂	6	8	18	20	
	己 烷	C ₆ H ₁₄	1	4	12	15	
混合气的爆炸范围			LEL	2.5	2.3	1.8	1.7
(相对空气体积%)			UEL	10.6	10.1	9.0	8.8

第2章 油船的构造

2.1 构造

大型油船的船型都采用尾驾驶室、尾机舱、船体结构为纵骨架式。

最新的VLCC船（巨型原油运输船，一般多指 $20\sim 30\times 10^4$ DWT级的船舶）及ULCC船（超大型原油运输船， 30×10^4 DWT级以上）也均采用尾驾驶室。

尾驾驶室的优点：

- （1）船体中部没有分隔，有利于保持纵向强度。
- （2）居住区集中于一处，容易采取防止可燃性气体侵入的措施。
- （3）油舱内、甲板上的管路系统可保持连贯。
- （4）可减少建造费用。

所谓纵骨架式结构，就是指船体强度主要由强力的纵向骨架来保持，采用这种结构方式可使船体重量较轻，而且纵向强度优越，因此这种结构适用于象油船那样船体长大的船舶。

横向构件不论在任何部位都只起辅助作用。

油舱占据船体中部的大部分，上甲板、船侧外板、船底板等形成的船壳就是油舱的外壳。

在船底为单底的油舱内部，一般都由两条纵舱壁将其分隔成中舱和左右两舷边舱，再由横舱壁分隔成前后区间，横舱壁的间隔，例如 27×10^4 DWT的油船在55m以上，一个舱的容积有的在 35000m^3 以上。这样使用钢材相对较少，船体重量也轻，因此可