



石油储运 基础知识

吴世逵 编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油储运基础知识

吴世逵 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书内容包括五大模块:石油组成与性质、石油储罐、石油计量、石油储运与装卸、石油储运管理。重点介绍油罐的类型及构成、各种运输方式及装卸设施、石油计量、安全管理、质量管理、数量管理等石油储运基本知识,同时简单介绍了加油站管理知识。

本书可作从事石油储运、石油炼制、石油化工、石化商品销售等工作的一线劳动者和技术管理人员的培训教材和参考书,也可作石油院校的非储运工程专业学生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

石油储运基础知识/吴世逵编.

—北京:中国石化出版社,2006

ISBN 7-80229-109-7

I. 石… II. 吴… III. 石油与天然气储运
IV. TE8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 077271 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开本 7 印张 182 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

定价:18.00 元

前 言

石油储运是一门综合性工程学科，基础理论知识并不高深，掌握也不困难。但它涉及面广、实践性强，不同的企业和部门所涉及的储运任务及要求也各有区别。广义的石油储运包括原油、成品油、中间馏分、液化石油气、炼厂气以及天然气的储存和运输。在油田的原油和天然气的集输、储运，在炼厂的原油接卸、产品调合、输转、计量、储存、装卸，在产品的销售、调运、保管，在油库、管线、油码头的设计和管理等都属于石油储运范畴。

为满足社会对石油储运管理人才的需求，根据我校具体情况，石油化工专业、化学工程与工艺专业于2002年开设《油气储运技术与管理》课程。该课程的开设为毕业生从事石油储运等方面工作起到了积极作用。但在教学过程中发现，难以找到合适的教材，储运工程专业的教材偏重于工程、难度大，培训类教材又过于简单、偏重于操作。为满足《油气储运技术与管理》课程的教学要求，作者根据多年的教学和科研经验，于2005年编写了《石油储运》讲义，取得了较好的教学效果。在此基础上编写出版《石油储运基础知识》，突出实用性和基础性，较为系统而精炼地介绍通用而基础的石油储运知识。

本书的读者对象主要是从事或将来从事石油储运、石油炼制、石油化工、石化商品销售等工作的一线劳动者、技术管理人员及相关专业的在校学生。所以，本书侧重于炼油厂相关联的石

油储运，储运对象包括原油及石油产品。书中内容包括石油组成与性质、石油储罐、石油计量、石油储运与装卸、石油储运管理等五大部分。

全书由中国石化集团茂名石化港口公司总工程师陈康富高级工程师审阅。本书编写过程中，得到茂名学院化学工程与工艺教研室全体同仁、茂名石化公司有关领导及技术人员的大力支持和帮助。作者对此谨致以衷心的感谢。

作为一名主要从事炼油技术科研与教学的工作者，祈望为石油储运事业尽点微薄之力，斗胆从技术应用角度编写本书。由于水平所限，书中难免存在不足甚至错误之处，敬请众多储运专业专家和广大读者提出批评指正。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 石油储运的任务及意义	(1)
一、储运任务及意义	(1)
二、战略石油储备	(2)
第二节 油库的分类、分级及功能	(3)
一、油库的分类及分级	(4)
二、油库的功能及设施	(4)
第二章 石油的组成和物理性质	(6)
第一节 石油的组成	(6)
一、石油的一般性状	(6)
二、石油的元素组成	(6)
三、石油的化合物组成	(7)
第二节 石油及其产品的物理性质	(11)
一、密度和相对密度	(11)
二、蒸汽压	(14)
三、恩氏蒸馏及馏程	(14)
四、黏度	(16)
五、低温流动性	(18)
六、燃烧性能	(19)
七、其他物理性质	(21)
八、石油物性与馏分组成和化学组成的关系	(22)
第三节 石油产品的分类	(23)
一、石油产品总分类	(23)

二、石油燃料分类	(23)
第四节 汽油	(24)
一、汽油机的工作过程	(25)
二、汽油机内的正常燃烧及爆震现象	(27)
三、车用汽油的主要性能要求	(28)
第五节 柴油	(33)
一、柴油机的工作过程	(33)
二、车用柴油的主要性能要求	(34)
第六节 喷气燃料(航空煤油)及其他油品	(38)
一、喷气燃料(航空煤油)	(38)
二、燃料油	(40)
三、溶剂油	(41)
四、石油芳烃	(41)
五、化工轻油原料	(41)
六、液态烃	(42)
七、润滑油及润滑油基础油	(42)
第七节 原油	(43)
第三章 石油储罐	(45)
第一节 拱顶罐	(45)
一、油罐的主体结构	(45)
二、油罐附件及附属设备	(47)
三、拱顶罐系列	(57)
第二节 浮顶罐	(58)
一、浮顶	(59)
二、浮顶罐专用附件	(61)
三、浮顶罐系列	(63)
第三节 内浮顶罐	(63)
第四节 压力油罐	(65)

一、卧式圆柱形钢油罐	(65)
二、球罐	(66)
第四章 石油运输及装卸	(69)
第一节 石油的公路和铁路运输	(69)
一、公路运输	(69)
二、铁路运输	(72)
第二节 石油的水路运输	(79)
一、油船	(79)
二、港口和码头	(82)
三、装卸设备	(85)
四、装卸工艺	(88)
第三节 石油的管道运输	(90)
一、管线	(91)
二、阀门	(94)
三、常用管件	(102)
四、管线布置	(106)
五、石油储运用泵	(108)
六、管道输送工艺	(112)
第五章 石油计量	(118)
第一节 石油计量概述	(118)
一、计量的一般概念	(118)
二、油品计量方法概述	(121)
第二节 油罐计量	(122)
一、油罐计量中的计量器具	(122)
二、油罐计量(油罐内石油的计量方法)	(126)
第三节 容积表	(134)
一、立式金属罐容积表	(135)
二、浮顶罐容积表	(138)

三、卧式罐容积表·····	(140)
四、球形罐容积表·····	(141)
五、铁路罐车容积表·····	(142)
六、汽车油罐车容积表·····	(144)
七、油船舱容积表·····	(145)
第四节 油罐计量的计算方法·····	(148)
一、理论质量与商业质量的关系·····	(148)
二、油品交接计量的计算方法·····	(150)
三、立式金属罐交接油量计算·····	(151)
四、其他类型油罐的油量计算·····	(154)
第五节 石油自动化计量简介·····	(154)
一、容器计量的自动化仪表·····	(155)
二、流量计·····	(156)
三、衡器计量·····	(156)
第六节 石油计量管理·····	(158)
一、石油计量管理制度·····	(158)
二、石油计量通则·····	(159)
三、油品计量操作规程·····	(161)
四、检尺计量安全注意事项·····	(162)
五、计量器具的检定·····	(163)
第六章 石油储运管理·····	(165)
第一节 石油的储运特性及对储运管理的要求·····	(165)
一、石油的储运特性·····	(165)
二、对储运管理的要求·····	(167)
第二节 石油储运的安全管理·····	(167)
一、燃烧、爆炸的条件·····	(167)
二、石油储运的防火防爆·····	(168)
三、石油火灾的特征及石油储运的消防·····	(171)

四、石油储运的劳动保护·····	(174)
五、石油储运的安全管理制度·····	(175)
第三节 石油储运的质量管理·····	(176)
一、储运过程中影响油品质量的因素·····	(177)
二、储运各环节的质量管理·····	(178)
三、油品储运过程中的质量维护·····	(181)
四、石油储运质量管理制度·····	(181)
第四节 石油储运的数量管理·····	(183)
一、数量管理的意义·····	(183)
二、石油损耗原因及其分类·····	(184)
三、油品损耗管理中的分类与计算·····	(190)
四、石油损耗处理·····	(194)
第五节 油罐管理技术·····	(195)
一、合理使用油罐·····	(195)
二、正确操作油罐·····	(196)
三、精心维护油罐·····	(197)
第六节 管线使用与维修处理·····	(199)
一、管线的使用·····	(199)
二、管线吹扫及检修处理·····	(200)
三、管线检查与维护·····	(202)
第七节 油品泵房管理·····	(203)
第八节 加油站管理·····	(204)
一、加油站平面布置·····	(204)
二、加油站主要设备·····	(206)
三、加油站基本工艺流程·····	(208)
四、加油站管理·····	(210)
参考文献·····	(214)

第一章 绪 论

第一节 石油储运的任务及意义

一、储运任务及意义

油气储运是指油和气的储存与运输。在石油工业内部它是联接产、运、销各环节的纽带，包括矿场油气集输及处理、油气的长距离运输、各转运枢纽的储存和装卸、终点分配油库(或配气站)的营销、炼油厂和石化厂的内部油气储运。石油常被比喻为工业的血液，石油储运就是遍布全身保证血液流动的血管。

石油储运所涉及的流程可描述为：油田原油开采→(管)运输(罐)储集→预处理(脱水、轻烃回收)→罐储→(管、船)运→中转站(油库)→炼油厂→产品罐储→(管、船、火车、汽车)运→中转站(油库)→加油站→销售、使用。

按石油的包装方式，石油储运可分为散装储运和整装储运。

散装储运：石油储存于固定安装的油罐内，油罐不参与石油运销；运输时，只有石油进行转移交易，其运载工具(油船、油罐车、管道等)不参与交易。石油储运周转量大，一般采用散装储运方式。

整装储运：油品灌装在小型容器(油桶、油听)内，容器与油品一起进行储存、运输、转移、交易。主要用于生产批量少、产品质量要求高的润滑油、润滑脂和某些特种油品。

本书主要介绍散装储运的有关基本知识，并侧重于与石油炼制过程相关的石油储运，储运对象包括原油及石油产品。

二、战略石油储备

石油储运除满足国民经济建设需要外，在全国乃至世界范围内，也是能源保障系统的重要一环，在保证国防安全和经济安全等方面也具有重要意义。为了国家的政治和经济利益，许多国家建立了原油储备库。美国于 20 世纪 70 年代就建立了 5.71 亿桶的战略原油储备库，迄今只在海湾战争时期动用过一次。

原油储备库的作用主要有两个：一是当供油地区发生政治动荡等事件导致无法正常供油，或运输通道出现事端无法通航时，国家储备库可作为应急之需来保持本国的政治和经济形势稳定（在动用储备原油时间段内，紧张的形势可能会得到缓解，也可寻找其他途径解决所需的原油）。二是世界油价上下波动极大，有储备库时可低价买进，油价上涨时可暂不买甚至卖出，以为国家谋取经济利益。

原油储备量的多少直接影响原油价格。因此，由中东的伊朗、伊拉克、科威特、卡塔尔、沙特阿拉伯和阿拉伯联合酋长国，北非的阿尔及利亚和利比亚，西非的尼日利亚，亚太地区的印度尼西亚和南美的委内瑞拉等 11 个主要产油国成立的石油输出国组织欧佩克（OPEC, Organization of Petroleum Exporting Countries），除了通过调节石油产销量来稳定原油价格外，还通过原油储备总量来稳定原油价格。世界商业原油储备总量的可用天数一般控制在 52 天以内。

目前，世界上进行战略石油储备的国家基本上都是经济发达或比较发达的欧美国家。国际能源机构要求其成员国建立起至少维持各自消费 90 天的战略储备量。美国、日本和德国的石油储备分别达到 158 天、161 天和 127 天。

作为仅次于美国的世界第二大石油消费国，中国对石油的需求量正随着中国经济的快速增长而不断上升。中国 2003 年的石油消耗量达到 2.5 亿吨，其中进口量为 9112 万吨，石油进口依存度已达到 35%。目前，由于尚没有战略性储备库存，中国石

油系统(中石化、中石油、中海油)内部原油的综合储备天数仅为 21.6 天。一旦中东地区或马六甲海峡出现动荡以及国际原油价格出现大波动等,将给我国造成严重影响。因此,建立一定数量的原油储备刻不容缓。

2004 年我国国家战略石油储备建设工作启动,国家发展和改革委员会成立国家石油储备办公室,专门负责管理国家石油储备事务。我国战略石油储备实际上是由政府(国家)储备和民间(石油企业)商用储备两部分构成。首批被选定的国家战略石油储备基地有四个:镇海(浙江省宁波市)、岱山(浙江省舟山市)、黄岛(山东省青岛市)、大连(辽宁省大连市)。四大石油储备基地建成后,总共能形成约 10 余天原油进口量的政府战略石油储备能力。届时,我国总的石油储备能力将超过 30 天原油进口量。我国的远景规划是到 2015 年战略石油储备期达到 90 天。

中国石化的茂名石化分公司、镇海分公司、上海高桥分公司和中国石油的大连分公司、兰州分公司、抚顺分公司经改扩建先后建成为千万吨级炼化基地。目前,上海石化、齐鲁石化、湛江东兴、广州石化、惠州南海等正在按计划改造扩建或建设。由于我国炼化企业的相对集中和分布不均,对原油和油品的储运提出更高的要求。

中国石油与英国石油公司(BP)在广东合资建设 500 座加油站项目获得批准,英国石油公司(BP)与广州控股集团在广东合资兴建南沙油库,中海油也开始涉足石油产品终端销售。国内三大石油企业以及国外企业加入油品终端市场的竞争,更显石油储运的重要性。

第二节 油库的分类、分级及功能

凡是用于接收、储存和发放原油或石油产品的企业和单位都称为油库。它是协调原油生产、原油加工、成品油供应及运输的纽带,是国家石油储备和供应的基地。它对促进国民经济发展、

保障人民生活、国防安全都有特殊重要的意义。

一、油库的分类及分级

按油库的管理体制和经营性质可分为独立油库和附属油库。独立油库是指以专门接收、储存和发放油品的独立企业和单位；附属油库则是工业、交通或其他企业为了满足本身生产需要而设置的油库。商业和军事部门的大多数油库都属于独立油库，石油部门的油田原油库和炼油厂油库则属于附属油库(罐区)。

按照运输方式油库分为水运油库、陆运油库和水陆联运油库。油库还可按照石油产品性质分为原油油库、成品油油库，轻油、润滑油、重油油库，综合油库。油库储油还需考虑石油的火灾危险性，一般按表 1-1 所列危险等级分库或分区储存。

表 1-1 按危险等级分库储存

闪点/℃	< 28℃	28 ~ 45℃	45 ~ 120℃	> 120℃
级别	甲级	乙级	丙级 A	丙级 B
油品	汽油、原油	煤油	柴油	润滑油

石油库按其储油能力划分等级，按表 1-2 标准分为 4 个等级。

表 1-2 石油库的等级划分

等级	总容量/m ³	等级	总容量/m ³
一	≥ 50000	三	≥ 2500, < 10000
二	≥ 10000, < 50000	四	≥ 500, < 2500

二、油库的功能及设施

油库的主要功能有：①油田用于积聚和中转原油；②油料销售部门用于供应消费流通领域；③企业用于保证生产；④储备部门用于战略或市场储备。

油库的主要设施是围绕油品的收发和储存来设置的。其中包

括：装卸油栈桥或码头、输油管道、装卸油泵房、储油罐、罐桶间、火车和汽车装卸台等主要设施以及水、电、蒸汽、修洗桶等辅助设施。在油库经营中，除了保证油品能顺利而经济地收发外，还应特别注意安全，因为油料是易燃物品，管理不当或疏忽，将会带来不可弥补的损失。在油库设计、使用中要充分考虑这个问题。设计上要保持足够的安全距离，并有可靠的消防系统。

油库内的各项设施散发的油气量、火灾危险程度以及生产操作方式各不相同，而且差异较大。因此有必要按生产操作、火灾危险程度、经营管理特点将各项设施分区布置。将特殊的区域加以隔离，限制一定人员出入，有利于安全管理，并便于采取消防措施。一般按油库业务要求可分为储油区、装卸区、辅助生产区、行政管理区等四个区域。其中装卸区又可细分为铁路装卸区、水运装卸区和公路装卸区。为便于安全管理，生活区一般在库外，与油库分开布置。油库分区概况如图 1-1。

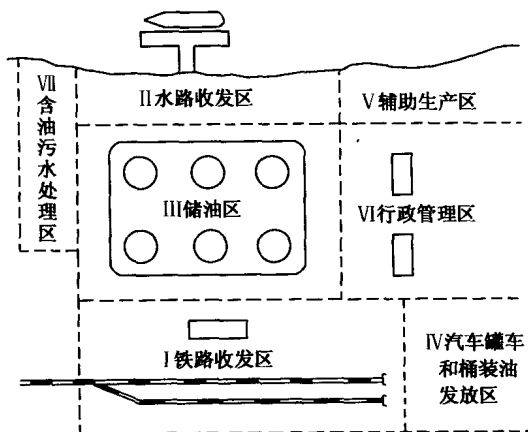


图 1-1 油库分区示意图

第二章 石油的组成和物理性质

第一节 石油的组成

一、石油的一般性状

石油是原油及其产品的总称，而原油是指从地下开采出来而未经加工的天然石油。原油是一种复杂的有机混合物，原油经过蒸馏(如图 2-1)可分离得到我们已认识的液化石油气、汽油、煤油、柴油、润滑油原料(可分离出石蜡)、燃料油(重油)、沥青(渣油)等石油产品。这些石油产品仍然是复杂的有机混合物，按顺序由轻变重、由无色向黄色直至黑色变化。原油是这些油品的总混合物，因此原油的外观类似重油，通常为黑色、褐色或黄色的流动或半流动的黏稠液体。因产地不同原油的性质也不同，分离出的各种油品的性质及含量也不尽相同。

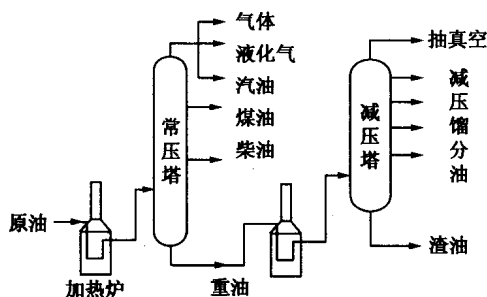


图 2-1 原油常减压蒸馏显示的原油构成示意图

二、石油的元素组成

世界上各种原油的性质虽然差别甚远，但基本上由碳、氢、

硫、氮、氧五种元素所组成，其中碳氢两种元素占 96% ~ 99%，见表 2-1。

表 2-1 原油的元素组成

元 素	碳(C)	氢(H)	硫(S)、氮(N)、氧(O)
质量分数/%	83 ~ 87	11 ~ 14	1 ~ 4

三、石油的化合物组成

原油包含着碳原子数从 1 到 1000、相对分子质量从 16 到上万、常压沸点从常温一直到 600℃ 以上的各种有机物质，常温常压下各纯物质的状态有气体、液体、固体。从化学组成看，石油由烃类和非烃类两大类化合物组成。烃类化合物仅含有碳、氢两种元素，非烃类化合物含有碳、氢及其他元素的组成。

(一) 石油中的烃类

石油中的烃类有烷烃、环烷烃、芳烃、烯烃(原油中不含烯烃)。

1. 烷烃

石油中的烷烃包括正构烷烃和异构烷烃，正构烷烃也称直链烃，异构烷烃直链上带有支链。因结构不同性质差距很大，如分子较大的正构烷烃在常温下为固体，而有相同相对分子质量的异构烃为液体。

