

石油化工工人技术等级教材

炼油厂油品储运

(中级本)

李佩琛 编



化学工业出版社

TE8
5
3-2

石油化工工人技术培训教材

炼油厂油品储运

(中级本)

李佩琛 编

8736/01

 赠阅



加工出版社

B438752

内 容 提 要

本书重点介绍了油品储存与运输技术各个环节的作用原理、工艺、管路的水力计算、油泵的选择使用、油罐的机械强度计算及油品的加热计算、油品蒸发损耗的发生过程和降低损耗应采取的措施,可作炼厂油品储运工人的培训教材,也适用于从事油品储运工作的人员阅读。

石油化工工人技术培训教材

炼油厂油品储运

(中级本)

李佩琛 编

·
烃加工出版社出版

北京密云华都印刷厂排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

87×1092毫米 32开本 6³/₄印张 156千字 印1—1200

1989年11月北京第1版 1989年11月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-100-2/TE·010 定价: 3.00元

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 石油的组成及其分类	(1)
第二节 石油的运输	(4)
第三节 炼油厂油品储运的任务	(6)
第二章 油罐	(8)
第一节 油罐的分类	(8)
第二节 地上立式圆筒形金属油罐	(11)
第三节 液化石油气储罐	(26)
第四节 油罐附件	(32)
第五节 地上金属油罐的地基和基础	(44)
第六节 金属油罐的建造与验收	(47)
第七节 非金属油罐	(59)
第八节 油罐的操作	(64)
第三章 管路	(88)
第一节 管路的设计	(88)
第二节 管路的水力计算	(97)
第三节 管路的热补偿	(108)
第四节 管路的保温及伴热	(113)
第五节 管路的防腐	(124)
第六节 管路的安装与验收	(127)
第七节 管路的操作方法	(133)
第四章 输油泵房	(136)
第一节 输油泵房的任务及各种不同形式的输油泵房	(136)
第二节 输油泵房的工艺流程	(137)

第三节	输油泵房的设备.....	(139)
第四节	输油泵房的平面布置、建筑要求与工业卫生...	(143)
第五节	输油泵房的操作.....	(145)
第五章	油品加热.....	(147)
第一节	油品加热的意义及其热源.....	(147)
第二节	油品加热的方法及加热器结构.....	(150)
第三节	加热器的计算.....	(159)
第四节	加热器的安装.....	(168)
第六章	石油及石油产品的蒸发损耗.....	(170)
第一节	损耗的种类及原因.....	(170)
第二节	油品的蒸发损耗.....	(172)
第三节	蒸发损耗数量的计算.....	(176)
第四节	降低蒸发损耗的措施.....	(180)
第七章	油品储运的安全技术.....	(195)
第一节	防止人身中毒.....	(195)
第二节	防止产生静电.....	(198)
第三节	防止雷击.....	(201)
第四节	防火防爆.....	(203)
附录		(208)
参考文献		(212)

第一章 概 述

第一节 石油的组成及其分类

1. 石油的组成

石油是一种黑色或黑褐色有时也有呈暗绿色的粘稠液体。未加工前的石油，通常称之为原油。尽管原油的产地不同，其成分也不完全相同，但它的主要成分却是一致的。它是由碳(C)和氢(H)两种元素所组成的多种化合物的混合物，含有少量的氮(N)、硫(S)、氧(O)之有机化合物，以及微量的氯(Cl)、碘(I)、磷(P)、砷(As)、钠(Na)、钾(K)、钙(Ca)、镍(Ni)、钒(V)等元素。

在石油的总含量中，碳和氢是占绝大多数的，约达97~98%左右，其中碳的含量占85%左右，氢的含量占13%左右。这两种元素组成的化合物，叫“烃”。在烃类的有机化合物中包括：烷烃、环烷烃、不饱和烃和芳香烃。在未加工之前的原油中不饱和烃类一般是不存在的，但是在原油加工以后的石油产品中如：裂化汽油、焦化汽油、催化裂化所生产的液态烃中是存在着不饱和烃的。在这些不饱和烃中最主要的是烯烃。如果烯烃类存在于汽油中则其安定性不好，油品质量将受很大的影响，应设法除掉。但液态烃中的烯烃如乙烯、丙烯的存在，却是一种宝贵的化工原料。

此外，原油中还存在着一些非烃类的有机物质。其中含

硫的有机物质为：硫醇、硫醚；含氧的有机物质为：脂肪酸、环烷酸；含氮的有机物质为：吡啶、喹啉。它们的含量总和仅占石油总含量的2%左右，但个别地区的原油含硫量达到11%左右。

为了合理的确定对某种原油的加工方案，就必须首先了解该原油的组成情况及其物理性质。因此，正确的评定原油的化学组成及物理性质是进行石油炼制工作不可缺少的重要一环。

2. 石油的分类

原油的分类法有很多种，常见的分类法有按原油的化学组成的不同来分类，或按其某项物理特性的不同来分类，也有从工业的加工观点来分类的。但通常以原油的化学组成分类法最常见。

(1) 原油的化学组成分类法：原油可分为：石蜡基原油、中间基原油和环烷基（包括沥青基）原油。

石蜡基原油烷烃含量在50%以上，其特点是含蜡量高，比重小，凝点高，含硫含胶质低；汽油的辛烷值低；柴油的十六烷值高；是生产润滑油的好原料。如大庆原油就是石蜡基原油。

环烷基原油环烷烃含量高达50%以上，其特点是比重大，凝点低；汽油的辛烷值较高；柴油的十六烷值较低，润滑油的粘温特性较差。这类原油中的重质原油含胶质和沥青质较多，故又称为沥青基原油。沥青基原油可生产出高质量的各种牌号的石油沥青产品。如孤岛原油就是属于环烷基原油中的沥青基原油。

中间基原油介于二者之间。

(2) 原油的工业分类法：通常是按原油的比重不同来分类，以及含硫的多少来分类。

a. 按含硫的多少来分类，原油可分为：低硫原油、含硫原油和高硫原油三种。通常把含硫量 $<0.5\%$ 的原油称为低硫原油，如大庆原油；含硫量在 $0.5\sim 2.0\%$ 之间的原油称为含硫原油，如胜利原油；含硫量 $>2.0\%$ 的原油称为高硫原油，如孤岛原油。

b. 按比重的大小来分类，原油可分为：轻质原油、中质原油、重质原油、特重质原油。

轻质原油的比重一般均不超过 0.826 。这种原油一般说来含汽油、煤油、柴油等轻质馏分较多，含硫量和含胶量均较少，如青海原油、延长原油等。另外一种轻质原油，它的轻质馏分含量并不高，但由于烷烃含量高，故比重较小，如大庆原油。重质原油通常含轻质馏分和蜡均较少，而含硫、氮、氧及胶质沥青质较多，如孤岛原油。

表1-1为几种原油的分类表

表1-1 原油分类表

原油名称	化学组成分类	比重分类	含硫分类
大庆原油	石蜡基	轻质原油	低硫原油
玉门原油	石蜡基	轻质原油	低硫原油
克拉玛依原油	石蜡基	轻质原油	低硫原油
胜利原油	中间基	中质原油	含硫原油
大港原油	中间基	中质原油	低硫原油
孤岛原油	环烷基	重质原油	高硫原油

第二节 石油的运输

当石油从油井中被开采出来以后，就通过管路送往选油站进行处理。主要是把原油从油井携带出来的沙子、水、盐等杂质脱净，还需将溶解在原油中的天然气分离开来，以免今后在储存与运输过程中，天然气的跑逸而造成原油的储存损耗加大。原油经过一系列的净化处理以后，就可通过各种运输方式运到炼油厂进行加工炼制各种用途的石油产品，最后运送到消费者手中。

石油、石油产品的运输工作，其基本任务是在保证油品质量不受损失的前提下，以最快的速度，最低的运费，将石油及石油产品运送到目的地。

石油、石油产品的运输方式有四种：

1. 铁路运输

铁路运输是将石油及各种石油产品装入铁路油槽车中，通过铁路运往各炼油厂或各消费地区。采用这种运输方式的特点是：

(1) 铁路运输不受季节的限制，一年四季运输比较均衡；

(2) 对于用量不大的特种油料以及固体石油产品是较为适宜的运输方式；

(3) 铁路的运输能力是有限的，当铁路线的通过能力达到饱和时，不能随意增加石油或石油产品的运量。这是它的缺点和不足。

2. 水路运输

水路运输是利用油槽船、油驳船等水上运输工具输送石

油及石油产品。其特点是：

(1) 在各种运输方式中，水路运输的费用为最低，通常水路运输比铁路运输便宜50%以上，但在内河航运时，往往因河道弯曲造成路途较长，因而运费也随着增加；

(2) 使用油槽船、油驳船运送石油及石油产品比使用铁路油槽车的输送损耗小，因为装油的油舱通常在水面以下，且水面气温往往低于陆地气温；

(3) 水路运输不像铁路运输一样受铁路的通过能力的限制，故只要增加船、驳，就可提高运量。但往往受季节影响很大，冬季停航期油田矿场、炼油厂、油库等均需建设大量油罐，以便在停航期间储存或发放油品。

3. 管路运输

管路运输是利用专门为输送石油和石油产品所铺设的长距离输油管线来完成输送工作的运输方法。是所有运输方式中优点最多的，其特点是：

(1) 可以根据发油单位与收油单位的具体情况共同商讨输油量，不受气候、季节等因素的限制。因此不存在不平衡性；

(2) 输送石油或石油产品时，因是在管路内密闭输送，所以运输损耗最小；

(3) 一条输油管路可按先后顺序输送两种以上的油品即顺序输送法，但经营管理较为复杂；

(4) 利用管路输油，经营管理较简单，便于实现机械化自动化；

(5) 铺设管线所需钢材量很大，投资很多，因此新铺一条长距离输油管线，必须反复论证其技术经济的合理性，

才能允许铺设。

4. 公路运输

公路运输是利用汽车油槽车及汽车油槽拖车对近距离的或无铁路、水路运输条件的地区单位输送石油产品，或对虽有其他运输条件但作为辅助运输方式，运送量少的特种油品时就显得灵活方便。但运输费用很高，是其最大缺点。

第三节 炼油厂油品储运的任务

石油储运工作包括：石油矿场油气储运，石油、石油产品和天然气的长距离管线输送，炼油厂的油品储存与运输，以及城市的各级储备、分配、销售油库的油品储运工作等。

油品储运工作实际上就是石油和石油产品的“储存”与“运输”。油品的储存主要靠各种类型和用途的油罐来完成，在炼油厂中只有极少数的油品是靠装在大桶里或其他形式的小包装来储存的。油品的运输工作除了包括油品的出厂运输以外还包涵着油品的厂内移动，而油品的厂内移动不仅仅是油品从甲罐到乙罐的流动或从罐区到炼油装置的简单“位移”，它还包括油品出厂前的“油品调合”工艺。

炼油厂的油品储运工作在整个炼油过程中虽不占主导地位，但它是与炼油装置紧密相连的中间环节，是炼油厂不可缺少的主要生产部门。炼油厂油品储运工作的主要内容是：

(1) 接收从油田运来的原油（无论是通过输油管进厂的、铁路油槽车进厂的还是水路油槽（驳）船进厂的），经过加温、沉降、脱水后按照生产工艺卡片所规定的数量和质量，均衡地输送至炼油装置；

(2) 接收从炼油装置送出的各种成品、半成品和污油；

(3) 将炼油装置送出的半成品油按工艺要求进行调合，使之达到某一成品油的出厂指标；

(4) 组织成品出厂；

(5) 供应并输送各种化学药剂和添加剂；

(6) 协助各炼油装置进行开停工并处理好回炼油工作；

(7) 管理好炼油厂尾气及紧急放空设施。

总起来说，炼油厂的油品储运工作的全过程就是担负着石油、石油产品的储存、缓冲、分配、调合、外运工作。完成上述的这些任务全靠炼油厂内星罗棋布的油罐群，纵横交错的管线带，一座座泵房内的油泵；以及各种汽车、铁路油槽车和水路的油槽（驳）船来完成。简单地说就是整个油品储运工作是利用油罐、管线、机泵来完成所有任务的。而这些设备的使用操作并不是简单的“瓶瓶”“罐罐”的操作问题，而是有一定的技术理论为内容，贯彻到每个操作环节上的。例如要在油品的储运与运输过程中安全优质地按时完成任务，就必须研究油品的蒸发损耗问题；要懂得油品在加热过程中所涉及到的传热理论；要懂得油品在管线内流动过程中的水力学原理；要懂得各有关设备的结构与工作原理；以及掌握一些必要的技术规范与操作技能。

总之，做为一个中级技术工人在基本理论上应达到技工学校毕业水平，在专业知识上应具有中等专业学校毕业水平，才能真正的成为技术工人队伍中的中坚力量。

第二章 油 罐

第一节 油罐的分类

一、概述

油罐是储存石油、石油产品的容器。世界上第一台油罐是在1861年建造的容积为 100m^3 左右的木质油罐。1864年便有了用螺钉继而用铆钉连接的 5600m^3 钢质油罐。以后到了1919年世界上最大容量的油罐已达 12700m^3 。1927年之后钢质油罐开始采用焊接技术，因而油罐的容积逐年扩大。至今世界上容量最大的油罐为 23.85万m^3 ，是美国芝加哥桥梁钢铁公司建造的。当前采用油罐的容量通常在 $8\sim 15\text{万m}^3$ 之间，且多为储存原油。

我国第一台油罐是于1938年在玉门油矿建造的，它是地下式砖砌水泥抹面的木顶油罐。为了油罐的保温起见，在油罐的木质顶盖上铺以羊毛毡，罐内设有蒸汽盘管加热器，容积为 300m^3 。1940年玉门油矿八号油井喷油，被迫利用山谷地形，一段一段的筑起约6m高的土石坝，建成了露天油池。1942年由于露天油池失火，造成很大的经济损失，所以开始兴建 100m^3 和 300m^3 两种螺栓连接的钢质油罐，继而在玉门炼油厂建造了 5400m^3 和 1050m^3 油罐各一个。随着我国石油工业的发展，炼油技术的不断进步，油罐的种类、容量和建造技术也随着发展起来。目前我国油罐的容量最大的已达5万

m³。

二、油罐的分类

油罐的种类繁多，类型复杂。难以简单的分类，只能从其安装形式、使用的材质、结构的不同及使用的区别来区分油罐的种类。

按油罐的安装形式不同，油罐可分为：地上式油罐、地下式油罐和半地下式油罐三种。

若油罐的底板标高与附近的地面标高相同或高于此标高，以及油罐的埋入地下深度小于油罐高度的一半时，则称为地上式油罐。

若油罐的最高液面，高出附近地区的地面标高不超过2米，且油罐的埋入地下深度为油罐高度的一半时，这样的油罐称为半地下油罐。

若油罐的最高液面比附近地区的地面标高低0.2m，或油罐被土壤围堆起来，且土壤边缘至罐壁宽度不小于6m，该油罐的最高液位仍低于围堆油罐土壤的土层表面0.2m，这样的油罐均属于地下式油罐。

地下式油罐和地上式油罐的优缺点：

(1) 地下式油罐实际上是处于地层之中，被土壤所掩埋，油罐中被储存的油品，其温度接近于土壤的温度，受大气温度的变化影响很小。因此，在地下式油罐中油品的储存损耗大大降低，保证了油品的储存质量。

(2) 地下式油罐能较为安全的储存油品，受火灾的威胁较小。地下油罐一旦失火，火势不致蔓延，即使燃烧着的油罐受热后发生了爆炸，也不会影响其它油罐的安全，也不致发生人身伤亡事故。因此地下式油罐是位于地面标高以下，

且被土壤所掩埋。此外，在油罐失火时不必用水对燃烧着的油罐和相邻的油罐进行冷却，从而大大的减少了用在消防设施方面的基本建设投资，同时也节省了在生产过程中的经营管理费用。

(3) 地下式油罐的缺点是：在建造时的土石方工程量很大。在生产过程中因为要满足输油泵吸入头的要求，而被迫将输油泵房也建成地下式泵房，从而大大的增加了基本建设的投资。

地上式油罐的优缺点正与地下式油罐的优缺点相反，故在此不再一一复述。

按油罐所使用的材质不同可分为：金属油罐与非金属油罐两种。

按油罐的使用情况不同还可将油罐分成为：轻油罐、重油罐、高压气体储罐三种。

按油罐的结构形式来分类，则可将油罐分成为：立式圆筒形油罐、卧式圆筒形油罐、球形罐等三种类型。

近年来，世界各国的近海石油勘探，开采海底石油，日益增多，发展很快。从而出现了一种海中油罐。这种油罐有沉没在海底的、有罐底虽搁在海底而顶部露出海面的，有作临时储存原油用的无底漂浮油罐、位于海水之中的钢筋混凝土油罐等各种形式的海中油罐。如在波斯湾离海岸 96.56 km 处，建设了一个直径为 82.3m、高 62m，重 15000t，容量达 7 万 t 的倒置漏斗式无底海中储罐，如图 2-1 所示。1972 年 3 月日本在印度尼西亚爪哇岛附近建成一座容量为 16 万 t 的海上漂浮式油罐。其外形象一艘船，长 142.6m，宽 48.2m，高 26.5m，设在水深 40m 处。

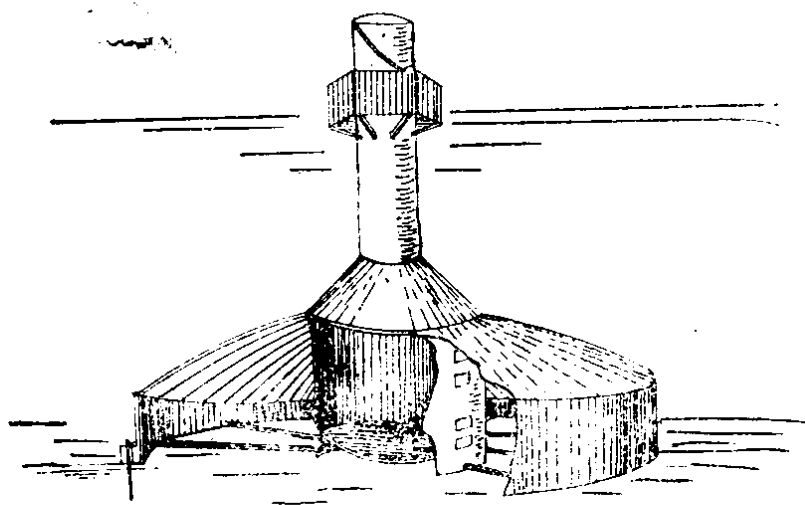


图2-1 倒置漏斗式海中储罐

图2-2为油罐的分类图。

第二节 地上立式圆筒形金属油罐

地上立式圆筒形油罐的型式很多，图2-2所示仅是其中常见者。但是它们的罐壁形状均为圆筒形，仅在罐顶和罐底的形状上加以变化而形成各种类型的油罐。例如：平底锥顶罐、平底拱顶罐、平底无力矩顶罐、平底球顶罐、锥底罐、球底球顶罐及平底浮顶油罐等等。我国在解放前大多数油罐都是平底锥顶罐，这种油罐的罐顶设有桁架，油罐的顶板是铺放在桁架上的。因为这种油罐能承受的内压较低，且耗用的钢材较多，所以现在已经不再采用这种类型的油罐。到了50年代初期，全国各地建造了一批从苏联引进的平底无力矩顶油罐。但因这种油罐的罐顶经常积水锈蚀严重，且罐顶因罐内的压力经常变化而上下活动，这样就更促使油罐的顶板加速损坏，故到了60年代平底拱顶油罐就完全取代了平底无力矩顶油罐，成为当前我国油罐系列中被广泛采用的一种油

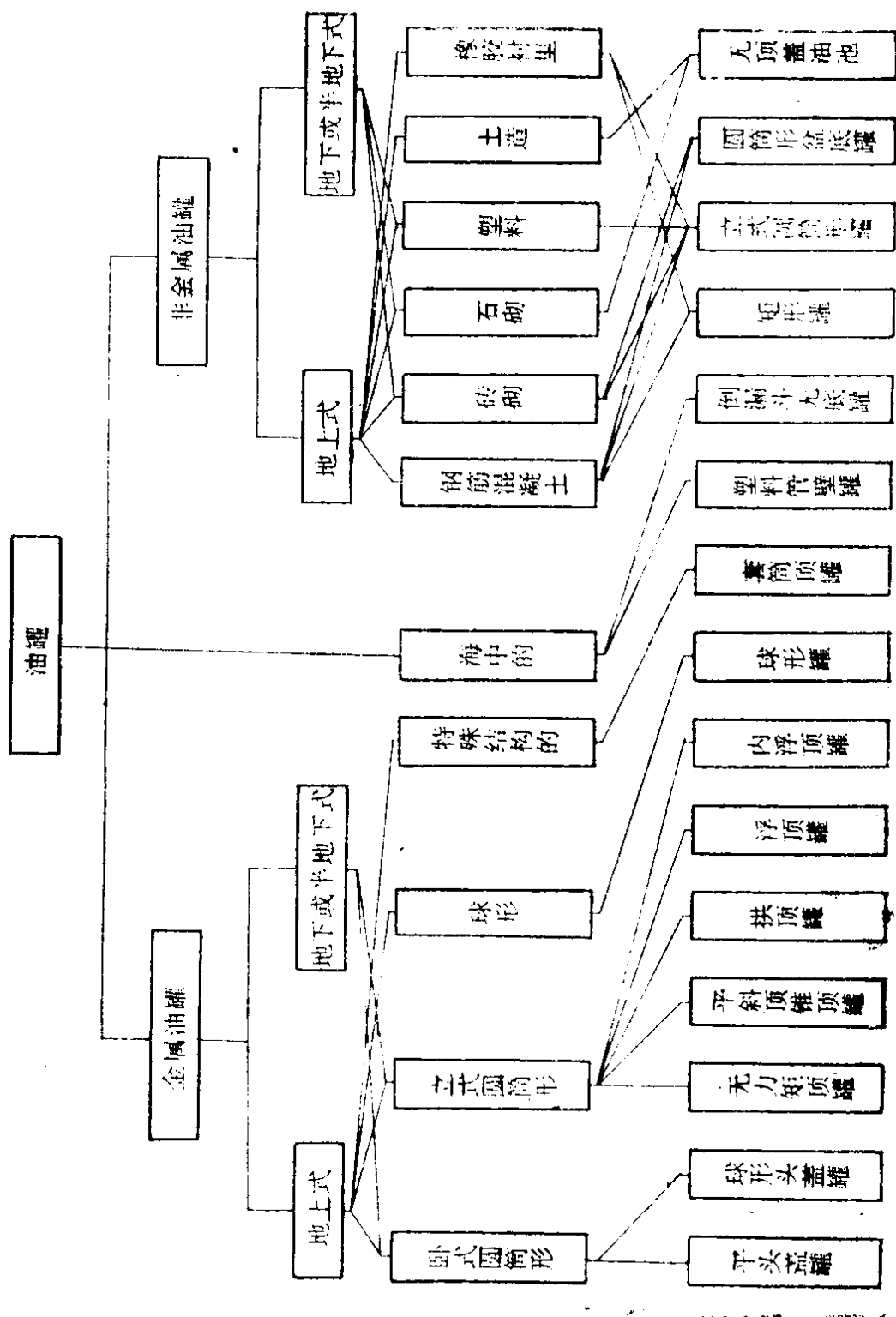


图2-2 油罐分类图