

Y

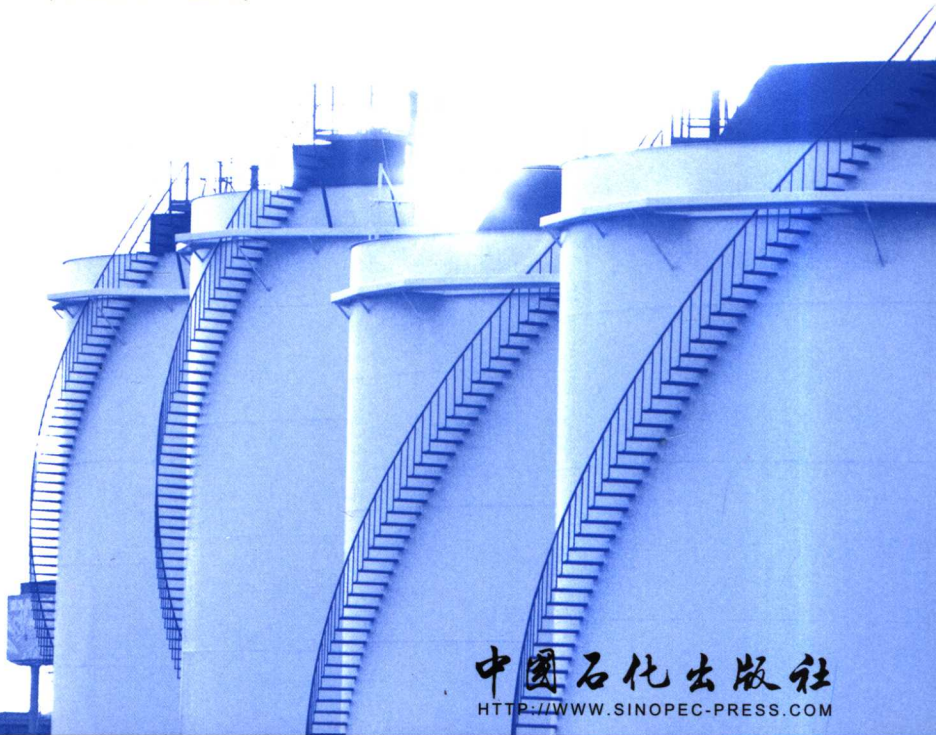
油库设备设施实用技术丛书

YOUKU SHEBEI SHESHI SHIYONG JISHU CONGSHU

油 罐

YOU GUAN

范继义 主编



中国石化出版社

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

油库设备设施实用技术丛书

油 罐

范继义 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书针对油罐运行和检修中存在的问题,依据与油罐运行、检修相关的国家标准和行业标准,总结多年来油罐运行管理经验和研究成果编写而成,主要包括油罐的结构与附件、油罐的运行管理、油罐涂料防腐、油罐检测与检修,适用于油罐操作使用与维护检修人员,以及油库设备管理和工程技术人员阅读,也可供油库工程设计和大专院校相关专业师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

油罐/范继义主编.
—北京:中国石化出版社,2006
(油库设备设施实用技术丛书)
ISBN 978-7-80229-185-0

I.油… II.范… III.油罐 IV.TE972

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122789 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

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开本 9 印张 234 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

《油库设备设施实用技术丛书》

编 委 会

主 任：吕 品

副主任：范继义

编 委：宋 伟 李建民 卢世红 张晓鹏
郭守香 杨进峰 马秀让 郭建新
王铭坤 侯遂旺 杨晓婕

《油 罐》

编 委 会

主 编：范继义

撰稿人员：范继义 张全奎 郭守香 刘春熙
陈 新 安乙丁 范建峰 牛留奇

前 言

油罐是油库储存油品的核心设备，管好用好油罐对油库安全运行和经济效益具有十分重要的意义。

本书针对油库一线工作人员、设备管理和工程技术人员需要，根据油罐运行与检修中存在的问题，依据与油罐相关的国家标准和行业标准，总结油罐运行管理经验及研究成果编写而成。全书分为五章二十五节，主要有油罐概述、油罐结构与附件、油罐的运行管理、油罐涂料防腐、油罐检测与检修等方面的操作使用、安全技术要求和经验方法。同时对新研制的“油罐内压智能检测装置”和“油罐呼吸阀智能检测仪”进行了介绍。

本书适用于油库油罐操作使用、维护检修人员以及设备管理和工程技术人员阅读，也可供油库工程设计人员和相关院校师生参阅。

本书在编写过程中，参阅了大量有关书刊、标准、规范，对这些作者深表谢意；编写时得到了兰州军区联勤部油料监督处，兰州军区 68078 部队、68101 部队和 69061 部队的大力支持，在此表示感谢。

由于编写人员水平有限，缺点、错误在所难免，恳请同行批评指正。

编 者

目 录

第一章 油罐概述	(1)
第一节 油罐发展简况	(1)
第二节 油罐类型与适用范围	(2)
一、油罐的分类	(2)
二、各种油罐的适用范围	(3)
三、油罐类型选择	(3)
第三节 立式钢质油罐的技术要求	(5)
一、立式钢质油罐完好标准	(5)
二、油罐检修周期	(7)
三、油罐报废条件	(8)
第二章 金属油罐的结构与附件	(9)
第一节 立式拱顶金属油罐	(9)
一、油罐基础	(9)
二、油罐底板	(14)
三、油罐壁板	(15)
四、油罐顶板	(16)
五、立式拱顶油罐系列	(17)
第二节 立式浮顶金属油罐	(20)
一、外浮顶油罐	(20)
二、内浮顶油罐	(21)
三、浮船的结构	(22)
四、密封装置结构	(23)
第三节 卧式金属油罐	(27)
一、卧式金属油罐结构	(28)
二、螺旋卧式油罐系列	(29)

三、地下卧式油罐系列·····	(30)
四、卧式金属油罐用途·····	(31)
第四节 油罐附件·····	(31)
一、进出油附件·····	(31)
二、计量附件·····	(39)
三、呼吸系统及附件·····	(40)
四、油罐通用附件·····	(50)
五、浮顶油罐专用附件·····	(51)
六、润滑油油罐专用附件·····	(56)
第三章 油罐运行与管理 ·····	(61)
第一节 油罐水压试验和基础沉降观察·····	(61)
一、注水试验的主要内容·····	(61)
二、注水试验的准备工作·····	(61)
三、注水试验·····	(62)
四、注意事项·····	(65)
五、几种检漏方法·····	(66)
第二节 油罐竣工验收与试收油·····	(68)
一、准备工作·····	(68)
二、听取施工等单位情况汇报·····	(69)
三、实施现场检测·····	(69)
四、评定工程质量,确定有关问题的处理原则·····	(69)
五、签署工程移交证明书·····	(70)
六、移交工程档案资料·····	(70)
七、新建油罐(含大修油罐)的试收油·····	(70)
第三节 油罐容积表的编制·····	(72)
一、在役油罐容积表存在的主要问题·····	(72)
二、立式油罐容积表编制条件和安全要求·····	(72)
三、容积表编制的原理和测量方法·····	(74)
四、容积表编制检定参数测量·····	(76)
五、立式圆筒型油罐容积表编制检定·····	(93)

六、油罐容积表使用举例	(94)
七、卧式油罐容积表编制检定	(96)
八、容积表和相关计量器具的检定周期	(99)
第四节 油罐的正确使用	(100)
一、建立油罐技术档案	(100)
二、制定作业程序和规章	(101)
三、油罐的日常管理	(110)
四、油罐的检查与维护	(111)
第五节 散装油品的“收储发”	(116)
一、散装油品的接卸	(116)
二、散装油品的储存	(119)
三、散装油品的发出	(129)
第六节 储油罐的技术管理	(134)
一、油罐罐体变形的检查观察	(134)
二、控制蒸发损耗	(135)
三、监测油罐内压	(137)
第四章 油罐涂料防腐	(141)
第一节 油罐腐蚀概述	(141)
一、腐蚀的定义与分类	(141)
二、腐蚀与锈蚀等级	(143)
三、油罐涂料防腐存在的问题	(150)
第二节 油罐涂料防腐方案	(155)
一、工程概况	(155)
二、施工组织	(156)
三、安全教育与培训	(156)
四、施工程序和时间	(156)
五、施工场所划分和隔离封堵	(157)
六、其他要求	(158)
第三节 油罐清洗	(158)
一、油罐清洗时机与方法选择	(158)

二、清除底油	(163)
三、清除污物	(164)
四、注意事项	(165)
五、质量检验	(165)
第四节 油罐除锈	(166)
一、手工和动力工具除锈	(166)
二、喷射或抛射除锈	(167)
三、酸洗除锈	(168)
四、质量检验	(169)
第五节 油罐防腐涂装	(170)
一、基本要求与设计	(170)
二、涂装施工	(181)
三、质量检验	(185)
四、附着力的分级和检测	(188)
第六节 竣工验收	(190)
一、验收准备	(190)
二、检查验收内容	(190)
三、验收交接手续和验收书	(191)
第七节 安全要求	(192)
一、共同安全要求	(193)
二、施工不同阶段的安全要求	(201)
第五章 油罐检测与检修	(207)
第一节 油罐检测	(207)
一、油罐腐蚀检测布点	(207)
二、油罐检测与评定	(208)
第二节 罐体修理	(212)
一、材料选用	(213)
二、罐底板修理	(213)
三、罐壁板修理	(216)
四、罐顶板修理	(220)

五、罐浮顶修理·····	(221)
六、油罐附件检修·····	(223)
七、焊接技术要求与质量检验·····	(223)
第三节 油罐不动火修理·····	(226)
一、环氧树脂玻璃布修补·····	(226)
二、螺栓环氧树脂玻璃布修补·····	(228)
三、弹性聚氨酯涂料修补·····	(229)
四、应急堵漏的方法·····	(232)
五、弹性聚氨酯和玻璃布大面积修理底板举例·····	(232)
第四节 油罐基础检修·····	(233)
一、差异沉降对油罐运行的影响·····	(233)
二、油罐基础(底)沉降检测与评定·····	(234)
三、基座(基础)检修的条件·····	(236)
四、基座(基础)检修技术规定·····	(237)
五、基座的其他检修方法·····	(237)
六、油罐倾斜的校正与修复·····	(238)
七、半圆周挖沟法校正油罐倾斜要点·····	(241)
第五节 金属油罐的变形与整修·····	(245)
一、金属油罐变形原因·····	(245)
二、金属油罐变形整修方法·····	(246)
三、整修变形金属油罐举例·····	(247)
四、吸瘪油罐加压整修的程序和注意事项·····	(252)
第六节 油罐呼吸阀智能检测仪·····	(257)
一、油罐呼吸阀检测原理·····	(257)
二、YHAT410-S型油罐呼吸阀智能检测仪结构·····	(259)
三、智能检测仪技术指标·····	(262)
四、智能检测仪的操作程序及使用方法·····	(267)
五、维护保养·····	(273)

第一章 油 罐 概 述

第一节 油罐发展简况

石油的开采、炼制、消费离不开油库，油库的主体设备是油罐。油库和油罐的发展是随着石油工业和国民经济的发展而发展的。油罐材料经历了非金属到金属再到非金属的循环发展历程，油罐容量经历了由小到大再到特大的过程。

最初发现石油时，储油容器极为简单，利用土坑、陶器、石臼等储油，后来曾采用过内涂石膏的皮囊，也使用过石或砖砌筑的坑穴。钢材作为储油容器在油库中使用是 19 世纪 70 年代，最初的容量只有几升、几十升，后来由几立方米到几百立方米。由于石油产量越来越大，各国都发展了大型油罐。20 世纪 60 年代日本建造了 10000m^3 油罐，70 年代建造了 160000m^3 油罐，80 年代建造了 180000m^3 油罐，目前世界上最大的油罐是美国一钢铁公司的 230000m^3 特大型油罐。我国油罐从几十立方米发展到 20000m^3 ，逐步形成系列化，20 世纪 80 年代建成 150000m^3 外浮顶油罐，在役的最大内浮顶成品油罐为 30000m^3 。

油罐的形式已发展成多样化、配套化、系列化，其中立式、卧式金属球顶油罐和立式浮顶油罐使用最为广泛；球形底罐、球形罐、滴状罐等得到了完善与发展。

石油工业的发展和石油战略位置的重要性推动了油库型式的多样性，油罐设置由地上油罐组发展到覆土半地下油罐，埋入地下坑穴的地下油罐，巷道式洞室油罐。随着海洋石油工业的发展，能适应海上储油要求的海上油罐应运而生。除此之外，还有地下水封油罐、地下盐矿洞和废矿坑储油。

第二节 油罐类型与适用范围

一、油罐的分类

油罐的分类尚无统一规定，常用的分类方法有按照安装位置、护体结构、建筑材料、几何形状四种分类方法，其中以几何形状分类使用较多，见图 1-1。

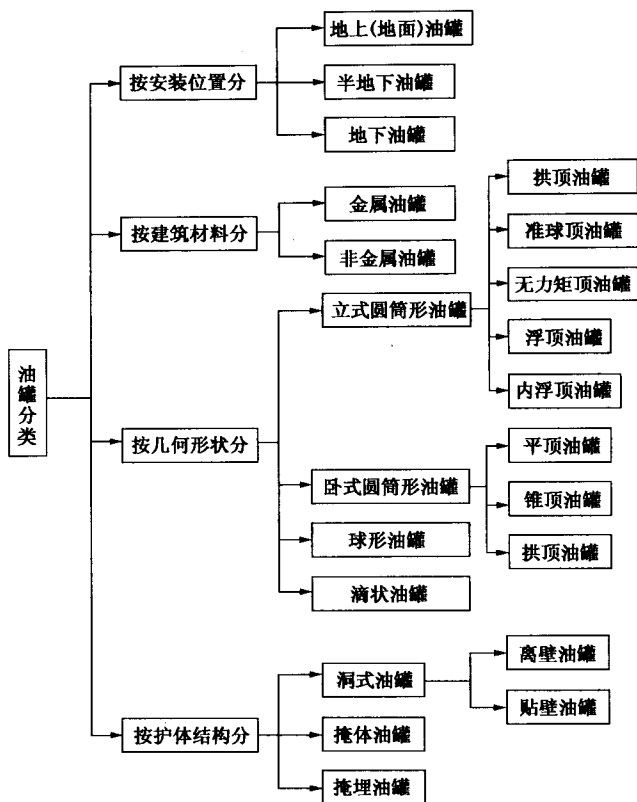


图 1-1 油罐分类方框图

二、各种油罐的适用范围

油库建设选择油罐类型时,应综合考虑油库类型、油品类型、周转频繁程度、储油容量、建设投资和建造材料供应情况等多种因素。从油罐安装位置考虑,民用中转油库、分配油库及一般企业附属油库,宜选用地上油罐;要求隐蔽或要求具备一定防护能力的油库,如国家储备油库、某些军用油库,宜选用山洞油罐,地下油罐或半地下油罐。油罐建筑材料,一般应选用钢材,只有在建造钢油罐确有困难时,才考虑选用小型非金属油罐。从油罐的几何形状考虑,挥发性较低或不挥发的油品,宜选用拱(固定)顶油罐;易挥发油品,如原油和汽油,宜选用外(内)浮顶油罐或其他变容积罐,如果要求储量较大且周转频繁时应优先选用浮顶(内浮顶)油罐。

三、油罐类型选择

(一) 油罐几何尺寸选择

油罐选用时,应本着结构安全,耗材量少、节省经费的原则,通过全面技术经济指标比较,选取经济合理的油罐尺寸。

1. 高、径比确定

一定容量下的油罐,通常按照油罐直径与高度的组合确定,但不同的直径和高度有多种组合,研究表明,油罐的尺寸在下列情况时材料最省或费用最低(不考虑地基),见表 1-1。

表 1-1 材料最省费用最低油罐尺寸

油 罐 型 式	材料最省的尺寸	费用最低的尺寸
敞口小容量油罐	$H \geq R$	$H \geq R$
封闭小容量油罐	$H \geq 2R$	$H \geq 2R$
封闭大容量油罐	$H \geq (\alpha \lambda)^{1/2}$	$H \geq (C_2 + C_3)/2C_1 \times R$

注:表中: H 为油罐高度, R 为油罐半径;

$$\alpha = [\sigma] \Phi / \gamma$$

其中: $[\sigma]$ 为钢材许用应力, Φ 为焊缝系数, γ 为储液重度;

$\lambda = \delta_1 + \delta_2$, δ_1 为罐顶厚度, δ_2 为罐底厚度;

C_1 、 C_2 、 C_3 分别为罐壁、罐底、罐顶单位面积每年平均费用。

2. 拱顶、准球型顶的曲率半径

在气体压力的作用下,拱顶、准球型顶和罐壁的厚度相同时,准球型顶的强度是罐壁强度的二倍,为了使其强度相等,罐顶的半径 R 应等于油罐的直径,一般取:

$$R = (0.8 \sim 1.2)D$$

拱顶通过包边角钢和罐壁相联接。为了减少罐顶和罐壁连接处的边缘径向应力,准球型顶和罐壁用小圆弧均匀调整转角方式联接,其曲率半径 ρ 取:

$$\rho = 0.1R$$

为了简化油罐设计,加速油库建设,便于订货、施工、管理,同一油库应尽量选用同形式、同容量的定型钢质油罐。

(二) 基础费用与消防

1. 基础费用

随着油罐向大型化发展和土地使用费用的增高,在油罐选型中必须重视基础费用的投入,因为在大型油罐建设中基础费用已经占有相当比例,不能简单地以高、径比确定油罐的基本尺寸。

2. 消防灭火

大型、特大型油罐的消防灭火比较困难,这个问题已经成为油罐大型化发展的一个瓶颈,因此在油罐选型时必须同时考虑消防灭火。国内成品油罐目前最大的容量为 30000m^3 ,消防灭火问题还不太突出。

(三) 油罐控制压力的选择

在《立式圆筒形钢制焊接油罐设计技术规定》中规定了油罐设计内压、外压两个方面的要求。

1. 固定顶的控制内压要求如下

(1) 柱支撑锥顶油罐的控制内压不应超过罐顶板单位面积的重量。

(2) 自支撑拱顶油罐和自支撑锥顶油罐的控制内压采用 1.2 倍呼吸阀开启压力减去罐顶单位面积重量。

(3) 内浮顶油罐固定顶的控制内压为零。

2. 固定顶油罐的控制外压, 取油罐顶自重与附加荷载之和

(1) 罐顶自重: 当油罐顶有隔热层时, 罐顶自重应计入隔热层的重量。

(2) 附加荷载: 取 1.2 倍呼吸阀的开启压力和活荷载之和, 活荷载是雪荷载与检修荷载二者中的较大值。在任何情况下, 固定顶油罐的罐顶附加荷载不得小于 $1.2 \times 10^7 \text{Pa}$, 内浮顶油罐的罐顶附加荷载不得小于 $7 \times 10^6 \text{Pa}$ 。

(四) 国内油罐常用控制压力

油罐的控制压力是根据油罐本身的设计允许承受压力来定的, 因油罐不同而有所区别, 常用油罐的允许承受压力见表 1-2。

表 1-2 各类油罐设计允许承受压力表

油 罐 类 型	设计允许承受压力(正压)/		设计允许承受真空度(负压)/	
	mmH ₂ O	kPa	mmH ₂ O	kPa
地上立式油罐	20 ~ 25	0.196 ~ 0.245	20 ~ 25	0.196 ~ 0.245
半地下立式油罐	200 ~ 400	1.96 ~ 3.92	20 ~ 25	0.196 ~ 0.245
卧式油罐	2500 ~ 5000	24.5 ~ 49.0	200 ~ 400	1.96 ~ 3.92
准球型顶立式油罐	200	1.96	60	0.588

第三节 立式钢质油罐的技术要求

一、立式钢质油罐完好标准

(1) 地上油罐至库内各建、构筑物的防火距离, 油罐距油罐的防火距离及防火堤的设置、油罐基础等符合 GBJ 50074—2002《石油库设计规范》的规定。

(2) 在役油罐几何尺寸不得大于以下规定:

① 罐壁板点蚀深度不超过表 1-3 规定值。

表 1-3 罐壁板点蚀深度允许最大值

钢板厚度/mm	3	4	5	6	7	8	9	10	12
麻点深度/mm	1.2	1.5	1.8	2.2	2.5	2.8	3.2	3.5	3.8

② 壁板凹凸变形不超过表 1-4 规定值。

表 1-4 罐顶板和壁板凹凸变形允许最大值

测量距离/mm	1500	3000	5000
偏差值/mm	20	35	40

③ 壁板折皱高度允许最大值不超过表 1-5 规定值。

表 1-5 壁板折皱高度允许最大值

壁板厚度/mm	4	5	6	7	8
7 折皱高度/mm	30	40	50	60	80

④ 罐底板余厚最小允许值不得超过表 1-6 规定。

表 1-6 底板余厚允许最小值

底板厚度/mm	4	> 4	边缘板厚度 t
允许余厚/mm	2.5	3	0.7t

⑤ 底板不得出现 2m^2 以上高出 150mm 的凸起；局部凹凸变形不大于变形长度的 2% 或超过 50mm。

⑥ 罐体倾斜度不超过 4‰，铅锤偏差值不超过 50mm。

(3) 油罐漆层完好，不露本体，面漆无老化现象、严重变色、起皮，脱落面积不大于 1/6，底漆无大面积外露。

(4) 油罐进出油管、排污管、量油孔、人孔、油面指示器(含自动测量装置)、胀油管(含安全阀)、升降管、旋梯、消防设备等附件齐全，技术性能符合要求；油罐加温装置的汽、水畅通，不渗漏，无严重锈蚀。

(5) 呼吸系统配置齐全完好，呼吸管畅通，呼吸阀控制压力符合技术要求，垂直安装，启闭灵活，密封性良好；阻火器有效，阻火芯片清洁畅通，无积尘、堵塞、冰冻，呼吸管口径(等于或大于油罐进出油管直径)符合流量要求。洞库呼吸管设有清扫口，洞外呼吸管口距离洞口不得小于 20m，管口必须设置阻火器。

(6) 防雷、防静电接地设置符合技术要求, 连接牢固, 接地电阻符合规定值(防雷接地电阻不大于 10Ω , 防静电接地电阻不大于 100Ω), 不能利用输油管线代替静电接地线。引至洞外的金属通风和呼吸管设有避雷针, 其保护范围在爆炸危险区之外。

(7) 油罐液位下与油罐连接的各种管线的第一道阀门(含排污阀)必须采用钢阀。

(8) 浮顶油罐密封装置及其螺栓、配件无腐蚀、损坏、开裂、剥离现象, 密封装置密封度大于 90%, 浮盘升降灵活。浮船中央凹陷处、夹层中无漏油, 固定零件不与壁板摩擦。

(9) 油罐配件材质、图纸、附属设备出厂合格证明书、焊缝探伤报告、严密性及强度试验报告、基础沉降观测记录、设备卡片、清洗和检修及验收记录、储罐容积表等技术资料齐全准确。

(10) 油罐编号统一, 标志清楚, 字体正规。

二、油罐检修周期

(一) 检修周期

油罐检修宜分为小修、中修、大修三种。其检修周期:

(1) 小修, 每半年至少一次。

(2) 中修, 当腐蚀速度大于 0.5mm/a 时, 每年一次; 当腐蚀速度小于 0.3mm/a 时, 每 2 ~ 3 年一次; 当腐蚀速度小于 0.1mm/a 时, 每 6 年一次。

(3) 大修, 当油罐结构的某一主要部件因腐蚀、磨损而接近报废程度时, 应组织大修。

(二) 大、中、小检修的划分

(1) 小修, 在不进行明火作业的情况下检修油罐顶板、上壁板, 检修安装在油罐外部的附件、设备和管线(管件)等。

(2) 中修, 必须进行油罐的清洗和排除油气; 应用焊接方法更换罐壁、罐顶、罐底的个别钢板; 去除损坏的焊缝; 检修或更换设备、平整油罐基座; 各部件和整个油罐的强度和严密性试验; 油罐防腐等。

(3) 大修, 包括中修规定的全部内容, 但实施的规模更大一