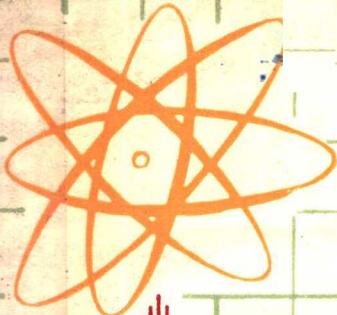




山东工业科技成果

非金属油罐防渗

山东工业科技成果

非金属油罐防渗

周惠南 编

山东科学技术出版社

一九七九年·济南

山东工业科技成果
非金属油罐防渗
周惠南编

*

山东科学技术出版社出版
山东省新华书店发行
山东新华印刷厂德州厂印刷

*

787×1092毫米32开本 2.25印张 41千字
1979年4月第1版 1979年4月第1次印刷
印数: 1—5,800

书号 15195·22 定价 0.20 元

前 言

非金属油罐是1972年以来大力推广应用的一种石油容器，具有节省钢材、施工方便、造价低、防渗效果可靠和使用寿命长等优点。

为了适应推广非金属油罐建设的需要，编者在山东建筑科学研究所的领导下，对非金属油罐进行了多年的科学研究，并积累了一些防渗的技术资料，编写了《非金属油罐防渗》一书。

本书除对中、小型非金属油罐的构造和施工作了简要介绍外，着重介绍了建罐应用的复合防渗层的有关技术和施工方法等内容。另外，还介绍了非金属油罐的使用、维护和发生渗漏后的修补方法。

本书部分内容由李银祥同志执笔，并协助整理，赵庆海同志提供了不少宝贵意见。书稿写成后，承中华人民共和国商业部燃料局许锡煌工程师、山东省石油公司李宝龙同志审阅，在此表示感谢。

编 者

一九七九年二月

目 录

第一章	非金属油罐的一般知识	1
一、	构造	1
二、	罐体施工	5
第二章	防渗水泥砂浆	11
一、	基本性能	11
二、	防渗机理	21
第三章	帝畏耐油防渗涂料	34
一、	原材料	34
二、	基本性能	35
三、	帝畏涂料对水泥砂浆的保护作用	38
第四章	复合防渗层	41
一、	采用复合防渗层的必要性	41
二、	复合防渗层的施工	42
三、	复合防渗层的应用	48
第五章	非金属油罐的维护	50
一、	保温与隔热	50
二、	防潮维护	55
第六章	非金属油罐渗漏的修补	58
一、	油罐发生渗漏的原因	58
二、	渗漏油罐的修补	62

第一章 非金属油罐的一般知识

非金属油罐是以砖石砌体、混凝土、钢筋混凝土为结构材料的一种石油容器。它具有结构简单、施工容易、就地取材、节省钢材和造价低、布点分散等特点，有利于支援工农业生产、有利于战备。

一、构造

非金属油罐，由罐底、罐壁、顶盖和防渗层四部分组成。

从外形分，有矩形罐和圆形罐。容积较大的，以建圆形罐为宜。同样的容积，圆形油罐用料最省。

从埋置深度分，有地下式、半地下式和地上式三种。地下式油罐保温、保潮条件好，使用寿命长。例如，山东高唐县棉花厂1952年修建的两个69立方米的室内地下油池，至今一直使用正常，不渗不漏。半地下式油罐埋入地下深度一般不少于罐高的一半，地上部分要采取一定的保温措施。地上式油罐必须覆土或砌筑防护墙（墙与罐壁间填土、炉渣或充水），但保温、隔热效果不如前两种罐稳定，造价较高，一般不宜采用。

山东省修建100立方米以下的小型油罐，主要采用地下或半地下式矩形排罐，如图1所示，也有采用圆形罐的。矩形

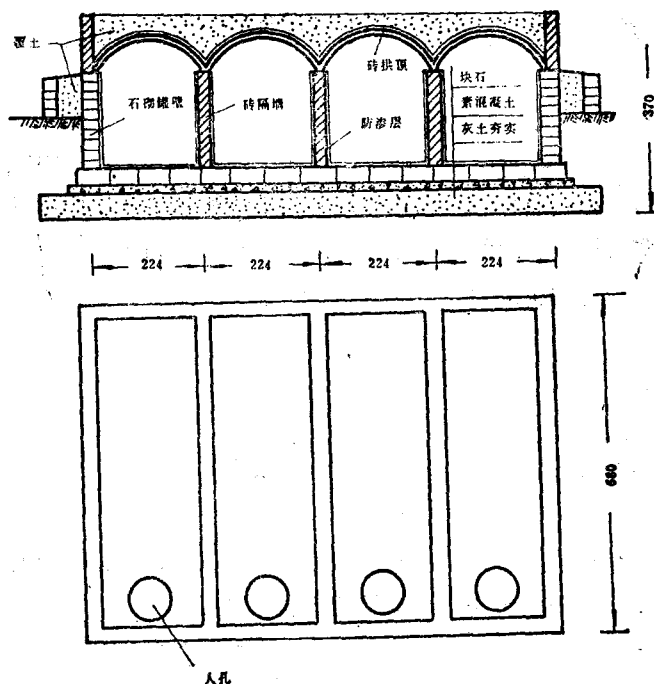


图1 半地下矩形排罐

排罐对于基层供销社贮存多品种油比较方便，但罐壁受力情况不如圆形罐合理，造价较高。这种油罐，一般采用砖石砌体的罐壁，也可采用混凝土浇筑的罐壁。罐底用3：7灰土分层夯实，平铺若干层砖，再用1：3的水泥砂浆灌缝，或采用混凝土底板。有石材的地区，可采用水泥砂浆平砌料石。罐

顶一般采用砖拱顶、砖扁壳顶，也可采用钢筋混凝土拱板、槽板或平板顶盖。有石材的地区，可采用石梁、石板顶盖。罐体地上部分必须覆土保温。

100立方米以上的中型油罐，如图2所示。这种油罐一

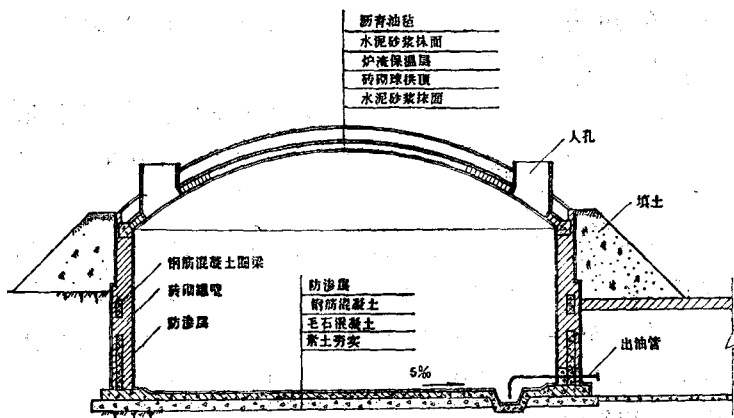


图2 中型油罐的一般构造

般为半地下式或地上式圆罐，四周覆土或做防护墙，罐顶铺设保温和防水层。罐壁采用砖石砌体，当砌体强度达不到要求时，一般在砌体中配制钢筋混凝土圈梁即可。底板采用钢筋混凝土。顶盖采用砖砌球拱顶或钢筋混凝土梁板结构。无胎模、无支撑的砖砌球拱顶，节约钢筋、木材和水泥，施工方便，很受群众欢迎，各地正在大量推广应用。

防渗层的做法，除第四章重点介绍的复合防渗层外，还有以下几种：

(一) 抹面防渗

在罐的内壁和底板上分层抹上水泥砂浆作为防渗层，称为抹面防渗。水泥和砂子的比例及抹的层数，各地都不一样，比较合理的配比为1:2.5，分2~3层抹。配制砂浆的水泥，可采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；小型罐也可采用矿渣硅酸盐水泥。若有条件时，可采用石膏矾土膨胀水泥、明矾石微膨胀水泥等。

抹面防渗的主要缺点是易产生干缩裂纹。在气候干燥地区，若不经常注意保潮，往往因干裂而失去防渗作用。

(二) 涂料防渗

在水泥砂浆基层上涂刷各种耐油涂料作为防渗层，称为涂料防渗。目前应用较多的涂料有：帝畏涂料、环氧煤焦油涂料、聚乙烯醇缩丁醛涂料、聚氨基甲酸酯7202涂料、环氧改性聚氨脂涂料、聚硫胶乳涂料等。此外，也有应用环氧树脂、生漆等作为耐油涂料的。

上述各种涂料，一般都要求水泥砂浆干透后才能涂刷，所以，往往由此引起砂浆基层空鼓、裂缝。

(三) 水封防渗

采用双层罐壁、双层底板（或在底板上贮水）空间贮水作为防渗层，称为水封防渗。水封罐有较好的温、湿度条件，使用效果较好。南方无冰冻地区，可建地上式；北方地区，可建地下式。水封防渗的主要缺点是造价偏高。

(四) 贴面防渗

采用玻璃板或瓷片贴于罐的内壁作为防渗层，称为贴面防渗。施工方法是：在水泥砂浆基层上，用水泥膏粘贴玻璃板

或瓷片，接缝处用环氧树脂填缝。贴面防渗的主要缺点是，施工操作较难掌握，造价较高，现已很少采用。

二、罐体施工

（一）地基基础

油罐的基础必须稳固，否则，地基沉陷过大，底板和罐壁会产生裂缝而漏油。建罐地点的地下水位要低，土质应均匀坚实，地基的耐压力应不小于 $10\text{吨}/\text{米}^2$ 。未经特殊处理的淤泥、流砂及湿陷性黄土，不应作为油罐的地基。

开挖基槽，若遇到软硬不均的地基，最好改变罐址，使油罐基础全部座落在硬土上。若不能改变位置，则必须对软土进行处理，以免使用过程中地基不均匀下沉，导致油罐裂缝渗油。基槽挖好后要夯实。接近地下水位的湿软槽底，可先铺一层碎砖、碎石，然后再夯实。雨季施工，应在地槽附近挖一个集水坑，防止槽内积水，浸泡地基。基槽夯实后，要尽快做好基础，以保护地基。垫层可采用灰土、毛石混凝土等。

中型罐底板所用混凝土的标号不应低于200号，板的厚度和混凝土中钢筋的数量，应根据结构计算确定。施工中除遵守国家建委颁布的《钢筋混凝土施工及验收规范》（GBJ 10—65）外，还要特别注意加强保潮养护，养护时间不得少于28天。养护完毕，若表面暂不涂耐油涂料，应继续浇水养护，不得任其干燥。

(二) 罐壁

罐壁是罐体的主要组成部分，需承受油液产生的压力，罐壁质量的好坏，直接关系到油罐能否正常使用，也是做好防渗工作的前提。

砖石砌体的罐壁，砌筑前首先要注意选择材料，砖的标号最好在100号以上，最低不应低于75号。结构酥松、挠曲的砖不应采用。砌筑前一天，砖要浸水，湿度达到10%左右为宜。试验证明，用这种湿度的砖砌筑罐壁，强度较高。

若采用块石砌筑罐壁，块石的上、下面应加工平整，并尽量挑选质地坚硬、结构密实且无风化裂纹的石材。风化石的结构不稳定，严禁采用。

砌筑砂浆在砖石砌体中起着重要作用，它把砖石砌体胶合成一个整体，各层砖石通过它可均匀地传递应力。砌筑砂浆的标号，一般不应低于100号。当罐体位于地下水位以上时，可采用水泥、石灰混合砂浆；当罐体位于地下水位以下时，则必须采用水泥砂浆。

油罐常年处于潮湿环境，对砂浆强度的增长有利。一般房屋建筑用的砂浆的标号，是在自然养护条件下测定的，在潮湿条件下的实际强度要高得多。例如，一般建罐采用的75号和100号砂浆配合比分别为1:0.3:4和1:0.2:3（水泥:石灰膏:砂）。根据试验测定，在潮湿条件下养护，上述配比的实际强度都在200号以上，而且其强度还随时间的变化而增长。

砖和砂浆的标号对罐体的强度影响很大。采用低标号砂

浆和砖石砌筑罐体,需要在罐壁附加钢筋混凝土圈梁,以增加其抗拉强度。但是,砖石砌体和钢筋混凝土圈梁共同作用的性能,并不完全符合计算。又由于砖石砌体与钢筋混凝土的线膨胀系数不同,所以,当温度变化时,易在两者结合处产生水平方向的裂缝,造成油罐漏油。若采用高标号砂浆和砖石砌筑罐体,严格施工,抗拉强度可大幅度提高,从而可省掉钢筋混凝土圈梁。这样,既简化了施工,降低了造价,又改善了罐体的结构性能,有利于提高油罐的使用寿命。

根据实际测定结果,并考虑了一定的强度储备后,不同标号的砂浆和砖砌筑的油罐,砌体的轴心抗拉强度和弯曲抗拉强度的参考值,见表1、表2。

表1 砖砌体沿砖截面和竖向灰缝破坏时的
轴心抗拉强度 (公斤/厘米²)

砖标号	砂 浆 标 号							
	75	100	150	200	250	300	350	400
75	5.0	5.5	6.0	6.5	7.5	8.0	8.5	9.0
100	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.5	9.0	9.5
150	6.0	6.5	7.0	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
200	6.5	7.0	7.5	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5

注:①本表适用于全部顺砌法砖砌体。

②当采用五顺一丁或三顺一丁砌筑法时,表中数据应乘以0.81的系数。

试验证明,砖的标号和湿润程度,砂浆的品种、稠度,砌筑的质量,养护、使用条件及龄期等,对砖砌体的抗拉强度都有不同程度的影响。特别是砂浆与砖的实际粘结度,对

表 2 砖砌体沿通缝截面破坏时的
弯曲抗拉强度 (公斤/厘米²)

砂 浆 标 号	75	100	150	200	250	300	350	400
弯曲抗拉强度	6.5	7.0	8.0	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0

抗拉强度的影响更大。粘结情况不良的砌体，尽管砂浆和砖的标号较高，抗拉强度仍可能很低。所以，只有从原材料的选择、砂浆配合比的选择及砂浆稠度、砖的湿度、砌筑质量、养护条件等方面加以注意，保证砂浆与砖之间粘结良好，才能得到高抗拉强度的砌体。砌筑过程中，应检查砖与砂浆的实际粘结情况。其方法是：把砌上不久的砖揭开进行观察，若发现粘结情况不良，应立即分析原因，采取改进措施。

砖砌体应全部采用顺砌、五顺一丁或三顺一丁法砌筑(图 3)，这样可以提高砌体的抗拉强度。

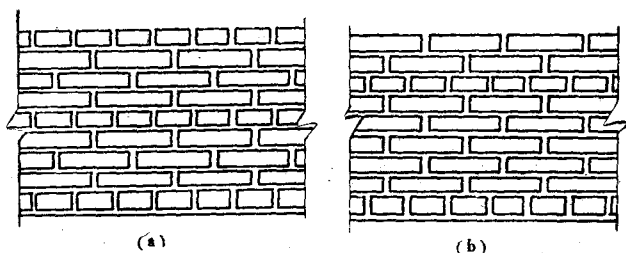


图 3 三顺一丁和五顺一丁砌砖法

(a) 三顺一丁

(b) 五顺一丁

砌罐壁时，灰缝控制在1厘米左右。罐壁内表面要留出1.5~2.0厘米深的纵横灰缝，以利于防渗水泥砂浆层与罐壁的粘结。砖、石料每砌一层要用1:3水泥砂浆灌缝。

要保证罐壁圆直度，做法是：在罐底中心沿铅垂方向立一钢管，钢管上端固定在基坑顶的木梁上。对于直径较大的罐，钢管上端可用三根拉线固定。钢管与一根长度等于油罐半径的方木垂直连接，使方木沿钢管升降和转动，以控制砌砖位置。

一般小型罐可不设进出油管道，出油时临时使用胶管。有些利用地形埋置在高处的地下或半地下罐，罐壁上设有进出油管道。

(三) 罐顶

砖砌球拱顶施工时，应做好如下的准备工作：

1. 检查圈梁是否水平，支承球拱顶的坡面是否符合要求。若高差较大，应用1:3水泥砂浆填补校正。

2. 定顶盖球心时，若球心位于底板或底板以下，应在底板中心处固定一个轴承（或能绕轴旋转的铁圈），系上铁丝作为圆规线。将球顶几何尺寸在地面上放出大样，用木料做成半跨拱架样板1~2个，在罐内支撑牢固，每砌一层砖用铁丝量一下，做上标记，以控制砌砖位置。

3. 罐内应贮水30厘米以上，或填砂10厘米左右，防止落砖损伤底板。

砌筑前一天，将砖浸湿洗净，砌筑应采用粘性较好的水泥石灰砂浆（水泥：石灰膏：砂=1:0.5:1）。用上述圆

规线严格控制砌砖位置，砌筑灰缝要小，顶盖下表面灰缝控制在 2 ~ 4 毫米左右。每砌完一圈，应将最后一块砖用石片嵌紧，各层砖缝应互相错开。当砌筑圈的直径较小时，砖块应适当砍短或利用断砖砌筑。砌筑者可站在已砌好的罐顶操作，但应采取系安全带等安全措施。

人孔框可用钢筋混凝土预制或用槽钢、角钢焊成。当罐顶砌上三层砖后，即可安装人孔框。

第二章 防渗水泥砂浆

配制防止石油渗透的水泥砂浆，有多种途径，如在水泥砂浆中掺入无机或有机化学外加剂、采用特种水泥或特殊施工工艺等。本章重点阐述不掺任何化学外加剂的普通水泥砂浆。实验结果和建罐实践证明，配合比合理、施工抹压密实、养护良好的普通水泥砂浆，其抗油渗能力，完全能满足油罐防渗的要求。

一、基本性能

（一）干缩性及其影响因素

收缩是普通水泥砂浆固有的特性，对油罐防渗是一个不利的因素。水泥砂浆在不失水的情况下，由于水泥水化后体积减小所发生的收缩，称为化学收缩。由于干燥引起的收缩，称为干缩。对于干缩的机理，现有两种观点：一种认为，主要是由于砂浆失水，使砂浆内部的毛细孔产生压力，导致收缩；另一种认为，主要是由于水泥凝胶失水，引起凝胶体积的改变，导致收缩。两种观点对收缩机理的解释虽不同，但都认为收缩是由于失水而引起的。因此，经常保持一定湿度或进行表面涂料处理，使砂浆内部水分不蒸发或少蒸

发, 就能大大减小干缩或不发生干缩。水泥砂浆失水发生干缩, 与很多因素有关, 处理好这些因素, 可使干缩值显著降低。

1. 砂浆配合比的影响

砂浆中的水泥、砂子和水的用量, 直接影响干缩值的大小 (表 3)。

表 3 配合比对水泥砂浆干缩性的影响

配 合 比 (水泥: 砂: 水)	不 同 龄 期 (天) 的 干 缩 值 (毫米/米)						
	1	3	7	14	21	31	60
1: 0: 0.385	0.094	0.350	0.805	1.110	1.410	1.590	2.300
1: 1: 0.39	0.081	0.213	0.338	0.519	0.562	0.760	0.895
1: 2.5: 0.40	0.081	0.169	0.368	0.520	0.437	0.520	0.662
1: 2.5: 0.50	0.025	0.119	0.250	0.400	0.444	0.562	0.742
1: 2.5: 0.60	0.019	0.160	0.282	0.487	0.550	0.669	0.860
1: 2.5: 0.70	0	0.088	0.282	0.520	0.588	0.720	0.925

注: ①水泥为山东铝厂生产的500号普通硅酸盐水泥。

②表内数据为试件湿养7天后测定的干缩值。

由表 3 可见, 砂浆的干缩值, 随着水泥用量的增大而显著增加, 如 1: 0: 0.385 的水泥石 (硬化的水泥浆), 60 天的干缩值为 1: 2.5: 0.5 砂浆干缩值的 3.1 倍。砂浆的干缩值, 随着用水量的增大而增加, 如 1: 2.5 的水泥砂浆, 当水灰比由 0.4 增大到 0.7 时, 60 天的干缩值增加了 40%。所以, 选定砂浆的配合比时, 水泥用量并非越多越好, 在满足抗渗和砌筑要求的前提下, 应尽量减少水泥和水的用量。盲目增大水泥用量, 对提高水泥砂浆防渗层的质量和使用寿命并无好处。