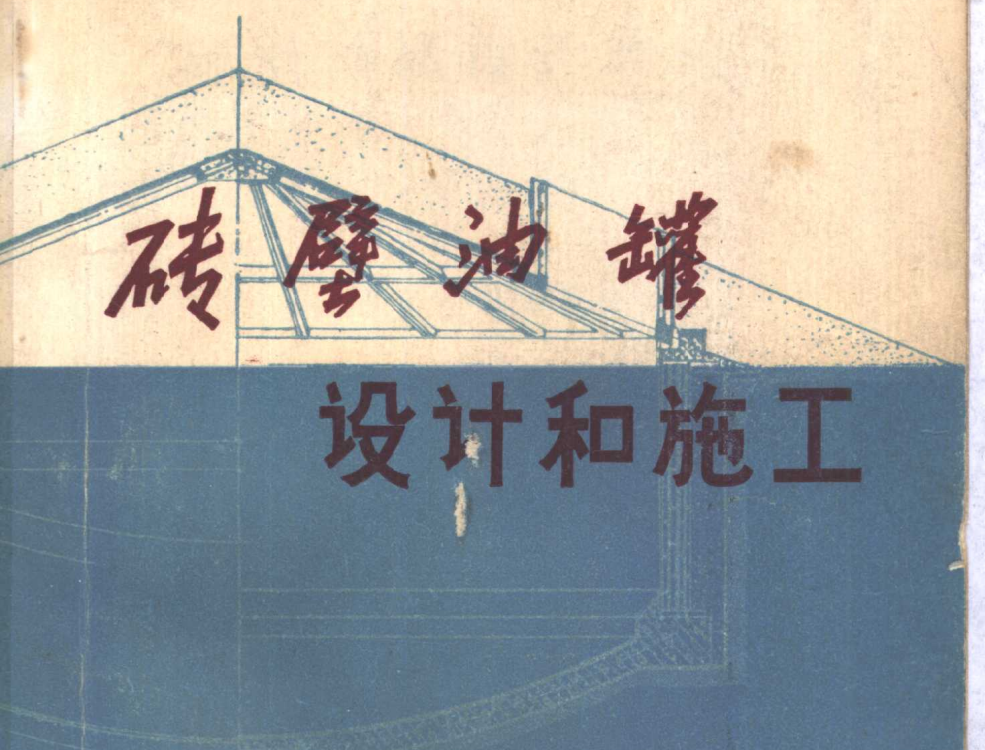


92216/107
30797



砖 壁 油 罐

设计和施工

上海人民出版社

砖壁油罐设计和施工

(第二版)

上海县建筑工程公司

上海人民出版社

砖壁油罐设计和施工

(第二版)

上海县建筑工程公司

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 10.375 字数 228,000

1973年9月第1版 1975年8月第2版 1975年8月第2次印刷

统一书号: 15171·99 定价: 0.60 元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

备战、备荒、为人民。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

精心设计、精心施工。

第二版说明

在伟大领袖毛主席关于“备战、备荒、为人民”的伟大方针指引下，各地为了适应石油生产、供应的迅速发展和备战的需要，广泛发动群众，发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，在建造金属油罐的同时，建造了一批砖壁油罐，扩大了石油储存能力，节省了钢材和资金，支援了工农业生产，并且创造了不少多快好省地建造油库的经验。

砖壁油罐是用砖、石、混凝土等材料砌筑成的，在内壁粉刷一层防渗材料做衬里，或涂刷耐油涂料，也有采用双壁水封的防渗办法，以防石油渗漏。这种油罐结构简单，建造方便，节省钢材、木材，能就地取材，便于迅速上马，造价低廉，深受使用单位欢迎。

砖壁油罐是广大群众在我国工农业生产迅速发展的形势下创造出来的。早在1958年，广大群众在建设社会主义的总路线精神鼓舞下，破除迷信，解放思想，土法上马，因地制宜地建造了一批砖壁油罐。这一新生事物一出现，就遭到刘少奇一伙所推行的修正主义路线的压制，使刚刚建造起来的砖壁油罐绝大部分停止使用。但是有些地区的革命群众顶住了这股妖风，保住了砖壁油罐。这些砖壁油罐一直使用到现在，效果良好。例如，四川省射洪县坚持用一座100立方米的砖壁油罐装油，12年来不渗油、不漏油。河北省昌黎县有五座砖壁油罐，装油14年，一直未漏过油。无产阶级文化大革命以来，各地认真总结了油库建设中两条路线斗争的历史经验，

更加坚定地贯彻执行土洋并举的方针，在全国范围内大力建造砖壁油罐，取得了显著成绩。

为了更好地做好石油的贮存工作，我们学习了兄弟单位的先进经验，在上海工业建筑设计院、上海市工程设计院、上海市建筑科学研究所、上海市化工局设计室以及上海县商业局、杜行公社修建队等单位领导、工人、技术人员的帮助下，根据我县建造砖壁油罐的一些体会，由张鲁山同志执笔，编写了《砖壁土油罐设计与施工》一书，主要介绍砖壁油罐设计、施工以及油库管理等知识，供有关同志在实际工作中参考。

《砖壁土油罐设计与施工》自1973年10月出版以来，受到有关单位和读者的热情支持，很多单位来信来访，提出了许多建设性意见，在此基础上，我们进行了修订，并将本书改名为《砖壁油罐设计与施工》（第二版）。在修订过程中，化工部第三设计院、上海市涂料研究所的有关同志给予很大的帮助，在此我们一并致谢。

毛主席教导我们：“人类认识的历史告诉我们，许多理论的真理是不完全的，经过实践的检验而纠正了它们的不完全性。许多理论是错误的，经过实践的检验而纠正其错误。”由于我们亲身参加实践和调查研究不多，加上建造砖壁油罐的历史还较短，尽管这次作了一些补充和修改，书中一定还存在不少缺点和错误；有些内容还不够成熟，尚需在生产斗争和科学实验中进一步完善。因此，希望广大读者继续提出宝贵意见，以便作进一步改正。

上海县建筑工程公司

1975年1月

目 录

第一章 概述	1
第二章 罐壁的计算	11
第一节 油罐容积和经济尺寸的计算	11
第二节 罐壁的主要外力	18
第三节 罐壁的形式及上下端的构造	33
第四节 罐壁的变形和内力计算	39
第五节 预应力的概念	70
第六节 罐壁的强度计算	80
第三章 盖板和底板的计算	90
第一节 平面梁板结构的内力计算与构造	91
第二节 曲梁和扇形板的计算	116
第三节 无梁楼盖的计算	123
第四节 球面形或圆锥形盖板和底板的计算与构造	145
第四章 油罐的抗浮计算	155
第一节 抗浮计算公式	155
第二节 罐壁外侧的摩擦力计算	157
第五章 其他几种形式的油罐	159
第一节 双壁水封油罐	159
第二节 球面壳顶平底油罐	161
第三节 球面壳顶盖与底板的油罐	162
第六章 计算例题与讨论	164
第一节 50 吨竖砌砖壁油罐	164
第二节 12 米砖砌球面形壳顶	180
第三节 400 吨平砌砖壁油罐	182

第四节 若干问题的讨论	215
第七章 油罐的施工	221
第一节 材料	222
第二节 开挖基坑	226
第三节 基坑排水	230
第四节 底板与顶板的施工	235
第五节 砖壁与底板连接处的施工	247
第六节 罐壁的施工	249
第七节 粉刷	255
第八节 回填土	257
第九节 养护	259
第十节 试水	263
第十一节 油罐渗漏的修补	265
第八章 耐油砂浆、耐油混凝土和耐油涂料简介	268
第一节 耐油砂浆	268
第二节 耐油混凝土	269
第三节 衬里材料与涂料	272
第九章 油库的安全设施、管理与消防	284
第一节 油罐的安全设施	284
第二节 油库管理	286
第三节 消防	288
附录 I 三角函数表	289
附录 II 圆形油罐计算温度应力的函数表	295
附录 III 材料强度、弹性模量、线膨胀系数、摩擦系数	309
附录 IV 其他	317

第一章 概 述

在毛主席的“独立自主、自力更生”的方针指引下,我国石油工业迅猛发展。继大庆油田之后,大港油田和胜利油田又建设成功,在我国石油资源的开发史上谱写了新的篇章。在极短的时间内,我国就摘掉了“贫油国”的帽子。现在,石油不仅能自给,而且有出口。

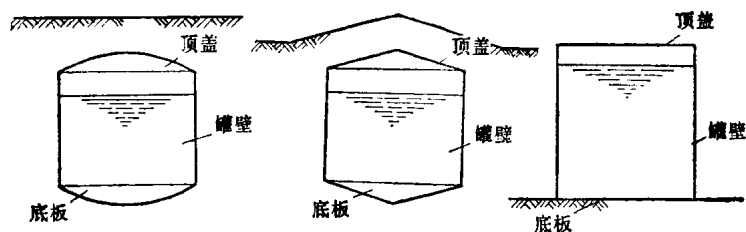
△ 随着石油、化工事业的飞跃发展,工业燃料用油、国防建设用油和农机用油的大量增加,必须相应地解决贮油问题。油罐建设已成为发展国民经济、加强战备的一个值得注意的方面。

近年来,各地建筑战线上的广大革命职工,遵循毛主席关于“打破洋框框,走自己工业发展道路”的教导,发扬了敢想、敢说、敢做的革命精神,建造了许多砖壁油罐、水池,并在实践中总结了不少丰富的经验。

砖是一种地方性材料,各地都可就地生产、取材。用砖建造中小型油罐,具有结构简单、节约木材和钢材、造价低廉、不需要特殊的技术要求和技术设备等优点。

油罐从平面形式可分为正方形、长方形、圆形等。从埋置深度可分为地下式、半地下式、地上式。从底板及顶盖的形状,又可分为球面形、圆锥形、平面形等(如图1所示)。

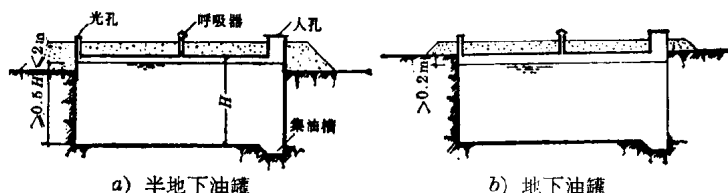
半地下油罐为罐底埋入地下深度不少于罐高的一半,且罐内的液体面不高于附近地面最低标高2米的油罐(如图2,a所示)。



a) 球形顶盖、底板 b) 圆锥形顶盖、底板 c) 平面形顶盖、底板

图1 油罐的顶盖与底板形式

地下油罐为罐内液体面低于附近地面最低标高二十厘米的油罐(如图2, b所示)。



a) 半地下油罐

b) 地下油罐

图2 地下油罐与半地下油罐

地下及半地下油罐有很多优点, 可使油罐减少外部动力的影响, 减少大气侵蚀和温度的影响。所以, 一般地下或半地下油罐、水池, 虽然使用时间较长, 结构仍完好。如上海某煤气厂已使用30多年的大型地下焦油池, 近年拆除时砌体完好无损。湖北省某市水厂的地下清水池, 使用50多年, 结构及池内粉刷仍然很好。地上砖壁油罐、水池的情况就不同。有些地上油罐、水池, 往往使用2~3年后就开始粉刷脱落, 在钢筋混凝土环梁处普遍产生水平裂缝。另外, 地下或半地下油罐, 置于地下, 上面有土覆盖, 有利于防火等工作。

因为砖壁油罐或水池的耐久性, 除了与材料及施工质量关系很大外, 更重要的还决定于防冻和防风化措施, 所以, 把

油罐置于地下或半地下,上面覆盖一定厚度的土层,对增加砖壁油罐的耐久性是很有效的。

当油罐内满罐加温时,地下或半地下油罐由于外部土压力的作用,改善了罐壁的受力情况;在无外部土压力作用时(如地上油罐或地下油罐外部检修时),罐壁往往容易产生裂缝。同时,由于土壤的覆盖,当油罐加温时,罐壁内外温差较小,可以减少油罐的温度应力。

从受力情况及经济指标方面来看,最有利的要算是圆形油罐,因为它在外力(液体压力、土压力等)作用下,罐壁在同一水平高度上所有点的应力大小都是相同的,这样给油罐的构造提供了很大的方便。另外,在同样容积的条件下,圆形油罐的表面积最小,就是说建造时所需的材料最省。所以,本书主要介绍圆筒形罐壁的油罐。

本书介绍的竖砌砖壁油罐,它是利用油罐四周奔实的灰土层来保证油罐外侧的土压力,以此来抵御油罐内部的液体压力,所以它只适用于建造地下油罐或露出地面不多的半地下油罐。由于土壤的物理性质(如含水量、容重等)和力学性质(如内摩擦角、凝聚力等)是随土质不同而有变化,而这些指标对土压力的关系均很大,因此这类油罐的设计建造必须结合当地的地质条件。此外,还受到一些施工条件的限制(如地下水),所以我县目前做的这类油罐一般容量都不大,在5吨~75吨。今后还需在实践中不断地摸索经验。因为地下油罐如能有效地利用外面的土压力,可以得到很大的经济效益。

平砌砖壁油罐,它主要是利用罐壁自身的强度来抵御外力的作用,所以它可取任何一种埋置方案。采用地下还是半地下油罐,主要考虑建造地点地质情况、当地施工条件以及贮运油品是否方便等因素。如采用半地下油罐时,油罐埋置深

度的决定,应考虑建造场地的土方平衡,使挖出的土方能足以覆盖油罐。覆土的厚度一般不少于50厘米。无论是地下或半地下油罐,覆土厚度均应满足油罐抗浮的需要。

底的形式主要看建造地点的地质情况及施工条件。如果土质情况较好,可以使土胎成形,即可采用球面形或圆锥形壳底。因为球面形或圆锥形壳受力性能比较好,象建造一般小型油罐,除了壳体边缘环梁需要配置适量钢筋外,底板中只需配一些构造钢筋,就能满足强度要求。此外,这类形式的底板,还可以增加油罐的有效容积,建议优先采用。如果土质情况差,土胎不易成形,则可做平底板。平底板施工比较方便,但消耗材料较多。

地上油罐的底板,应设置在老土上。为了避免地基土壤冻结后对油罐结构的不良影响,还需将底板设置在冻结深度以下。按照土壤冻结的可能性来确定底板的埋置深度时,还需根据土的种类、含水量以及地下水位的高低作全面的考虑。

为了便于油品流向集油槽,油罐底板应做成一定的坡度。

顶板形式主要看材料与施工条件等情况来选择。为了便于排除雨水,应根据具体情况,在油罐顶盖做出一定的坡度,一般宜不小于2%。

油罐除了结构部分的底、盖、壁外,还有下述几种附件:

(一)人孔和爬梯 油罐在使用过程中,供管理和维修油罐的工作人员出入。人孔一般设置一个至二个。如是内部做涂料的油罐,最好做二个人孔,以改善涂料时油罐内的通风条件。爬梯有固定和活动的二种。在砖壁上埋设固定爬梯,容易松动罐壁,造成渗漏,所以宜采用活动爬梯上下油罐。

(二)光孔 在油罐检修时供油罐内自然采光。

(三)通风孔 有二种形式:一种是对贮存重油的油罐,可以用铁管弯成如图 3, a 所示的形式,埋在油罐的最高处;一种是对贮存原油、轻油的油罐,为了密封油罐,减少油的蒸发,一般装置带有阻火网的呼吸阀,也称呼吸器。呼吸阀有机械呼吸阀与液压呼吸阀二种,图 3, b 所示的是机械呼吸阀。

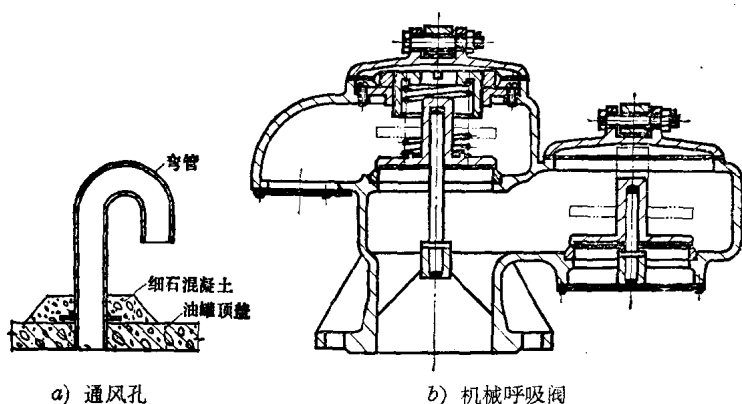


图 3 通风孔与呼吸阀

(四)加热器 对于贮存稠度较大的重油或原油的油罐,为了降低油品的稠度,便于油泵抽油,所以一般要设置加热器。加热器一般用白铁管弯成,通进蒸汽对油品进行加热。如在罐壁上设蒸汽管道时,蒸汽管道应与四周罐壁保持一定的间距,以减少管道热胀冷缩与局部升温对罐壁的不利影响。

(五)集水坑 用于排除油罐清扫时的污水。

(六)油位计 用于观察油品的贮存量;不得采用玻璃液位器,宜采用量油孔。

(七)进出油管 进出油管如工艺上许可,尽可能在油罐

顶上设置；或者采用一管二用，进出油管合一，进油不出油，出油不进油；或者采用大管套小管的方法，尽可能地减少罐壁开孔。

(八) 排污水管

(九) 灭火装置

砖壁油罐一般适用于罐壁高度与直径不大的中小型油罐，因为当油罐容量很大时，就会使罐壁做得很厚，材料消耗较多。另外，罐壁高度越高，渗透压力也越大，容易造成渗油现象。所以，根据各地已建的砖壁油罐的罐壁高度，很少超过7米的，一般宜在4~6米左右。因为砖石是一种脆性材料，油罐的平面尺寸过大，容易因地基不均匀沉陷而发生裂缝，造成渗漏。根据有关资料介绍，纯砖石结构的水池容积一般不宜大于500米³；钢筋混凝土环梁和砖砌体组合构造的水池容积一般不宜大于2000米³。平砌砖壁油罐的受力情况与水池相仿，在一般情况下，可参照水池的适用范围。但随着形势的发展，又有许多新的经验创造出来，最近广东茂名石油公司设计建造了15000米³平面为方形的砖砌油罐，正在试用中。

砖本身虽是透水性的材料，如砌筑质量好，砌体密实，对于防止渗漏可以起到一定的作用，此外还须做好内表面防渗层，在有条件的地方，再加耐油涂料，这样，渗漏问题基本上可以得到解决。一般贮藏柴油、重油一类油品的地下或半地下油罐，在南方潮湿地区，只要把施工质量特别是把耐油砂浆粉刷搞好，平时注意维护，可以不做涂料而经久使用。

材料质量是否符合要求，施工质量的好坏，对油罐的强度、防渗漏和耐久性都有很大影响，因此，凡不符合要求的材料均不能勉强使用。

选择油罐的建造场地,应从安全管理、消防、运输、地质情况等多方面考虑。油罐不宜紧靠公路,河道或居住房屋。油罐建造地点的选择,应与当地消防部门取得联系。尽可能选择比较隐蔽、管理与运输方便的地方。并应注意不占或少占农田。

在山区建造油罐,应依山就势,尽量利用原有的地形地貌;油罐靠山脚放置,形成天然的隐蔽条件,如条件不允许而放置在山沟低处时,要做好防洪措施。

为了防止风化岩石的坠落和土方的塌滑,油罐与山脚之间必须留有一水平缓冲地段,其水平地段宽度应根据具体地形、山坡地质情况而定。

对于容量较大的油罐,设计之前,一般需进行地质钻探,钻孔数量应根据具体情况而定。钻孔深度一般应不小于油罐的直径;对于土层较薄、岩石层埋置较浅的情况,钻孔深度一般钻到岩石层即可。

对于地下或半地下油罐,一般来说,由于挖去的土重往往大于油罐的重量,从理论上讲,在地基中并不引起新的附加应力,因此不会引起地基土层的变形,油罐不产生沉降。但是由于施工阶段中基坑底部因挖土卸荷、土壤中天然平衡遭到破坏而引起的回弹,因基坑底部一定深度的土层含水量增大、施工期过长、土壤受到水分浸泡及冰冻等而使基坑土壤结构遭到局部破坏,以及油罐结构的局部(如中间柱)荷载、油罐侧边的局部填土等因素,往往会引起油罐的局部沉陷,造成油罐结构的裂缝。这种情况在软土地基上建造油罐时应引起足够的重视。

为此,设计上如何加强油罐的整体刚度,并使油罐结构在重量和体形上均匀对称;在施工阶段如何降低地下水位,尽可

能地缩短地基开挖到油罐施工的时间，并尽可能地保持地基土壤的天然状态；在回填土阶段如何安排好填土的顺序、进度以及使油罐充水预压，以期减少填土等不均匀荷载所引起的局部沉陷等等，都是各地根据当地的地质情况以及设计、施工的经验所应注意解决的问题。

工程实践证明，油罐采用分期充水预压，控制加荷速率和油罐沉降速率，能充分发挥软土地基逐渐固结后强度提高的特性。

对于地上油罐，如果油罐的沉降较大，应采用预先抬高油罐标高的方法，并对进出油管等管路与油罐的连接接头采取必要的措施。

为了确保油罐的质量，应尽可能选择土质较好的地方建造油罐，切忌在暗浜以及接近河浜边缘建造油罐，因为这些地方的土质往往是比较松软而且不均匀，很难保证油罐的质量。

在岩石地基上建造油罐，要求对岩层的走向、倾角、裂隙节理的发育程度、断层、岩石性质等作充分了解。应注意岩石的稳定性，即基岩有无断层、是否会产生滑移等不利因素。要注意有些岩石的膨胀对油罐结构的不利影响。所以，不能一概而论地认为岩石地基一定是建造油罐的良好地基。必须对现场进行细致的勘察，研究岩层的构造、走向及地形地貌等情况，以便掌握第一手材料。如发现上述不利情况，应尽可能地避免把油罐设置在这类地基上，如平面布局不能改变时，则应根据具体情况决定切实可行的措施。如遇可能出现滑坡时，应查明滑坡的原因，然后采取挡土墙或者必要的隔水措施等。

地基虽然不是油罐结构的组成部分，但它支承着整个油

罐，直接影响着整个油罐的安危。因为砖砌体是一种脆性材料，所以罐壁对地基的不均匀沉陷比较敏感。由于基础产生过大的不均匀沉陷，引起这类构筑物裂缝的例子是很多的。这是因为地基不均匀沉陷引起结构的变形，比正常情况下的油罐变形大得多，恶化了受力状态，从而产生了相当大的附加应力，这些应力往往在设计上是难以预计的。因此，对于油罐的地基处理必须慎重。特别是容量较大的油罐，应当严格要求有正确的地质资料（土的物理、力学性质，地下水状况，水位标高以及侵蚀性等），避免将油罐设置在承载力不同或者压缩层厚度相差过大的地基上，并尽量避免在回填土的地基上建造油罐。油罐本身的强度和刚度，也是防止罐壁裂缝出现的很重要的因素。如重量和体形上的均匀和对称；在砖壁的水平缝内配置适量直径4~6毫米的环向封闭钢筋，或在砖砌罐壁内配置断面适当的钢筋混凝土圈梁，都是增大罐壁刚度的有效措施。避免在罐壁上端局部开槽，因为这样容易造成应力集中而引起裂缝。

建造在软土地基上的容量较大的油罐底板下面，设置一层砂垫层，这对改善软土地基的受力情况，减少地基沉降，有一定的作用，更重要的是使软土表面起到单向排水的作用，加速了软土地基的固结。

构件当温度变化时要产生伸缩，如果这个伸缩受到限制，会在构件中引起温度应力。当底板平面尺寸较大时，在钢筋混凝土底板与素混凝土垫层之间铺设一层便于底板滑动的柔性材料，这对减少底板的温度应力，防止混凝土产生裂缝是有益的。有些单位在底板与素混凝土垫层之间涂二层沥青，以期减少底板的摩擦阻力。

毛主席教导我们：“人类总得不断地总结经验，有所发现，