

非金屬油罐



石油工业出版社

說 明

本書是根据有关协作单位的資料，結合工地施工、操作和試驗成果，由石油工业部北京勘察設計院編写而成的。因受時間、人力和水平的限制，書中难免会有一些缺点和錯誤，希望讀者多提意見。

試驗研究协作單位：

石油工业部北京勘察設計院

建筑工程部水泥研究院

建筑工程部建筑科学研究院

商业部石油貿易局

海軍工程部

目 录

一、概 述.....	1
二、大孔混凝土水封式油罐.....	4
三、掺氢氧化铁耐油混凝土罐.....	13
四、加氟盐耐油素混凝土罐.....	22
五、石砌蝽虫胶罐.....	27
• 六、滋生漆砖罐.....	33
七、血料纸防渗层油罐.....	41
八、青灰水泥砂浆砖罐.....	51
九、砖砌内襯聚氯乙烯口袋罐.....	57
十、結束語.....	60

一、概 述

(一) 試驗目的

隨著石油工業的迅速發展，在全國範圍內對石油產品的需要日益迫切。為了適應這種形勢，急需在各地修建油庫和儲存油品的油罐。但是目前大量供應建罐鋼材還有困難。所以大力研究和推廣非金屬油罐有着非常重要的意義。

為了大力開展非金屬油罐的試驗工作，在國家經委的指導下，由石油工業部北京勘察設計院、建築工程部水泥研究院、建築工程部建築科學研究院、商業部石油貿易局等有關單位在建工部科學局的統一組織下成立了專題研究小組，分兩地進行試點。長辛店試驗工程由石油部勘察設計院負責。公主坡試驗工程由海軍工程部負責。

試驗的目的是為了解決用非金屬油罐儲存輕質石油產品的問題，以適於全國油庫遍地開花、各專區和县等用的小型磚石油罐為主。其次是為了節約鋼材，以混凝土罐代替中小型油庫的鋼板罐。這次試驗也可為今後作大型非金屬油罐的設計提出可靠的依據。

推廣非金屬油罐，不僅是能節約大量鋼材，同時還具有以下幾項優點：

(1) 因非金屬油罐比鋼罐壁厚，導熱係數小，因此減少了油品因溫度變化而產生的損耗。

(2) 鋼板罐壁易於腐蝕，每年要花費巨大費用塗刷油

漆来防止大气对鋼罐的腐蝕。据苏联資料，鋼筋混凝土罐使用年限比鋼罐多一倍。砖石油罐的年限也比鋼罐要长。

(3) 可以就地取材。

(4) 便于建造地下式或半地下式油罐。

缺点是：

(1) 施工質量与地区条件要求較高，一旦发生基础沉降、断裂不易补救，不如鋼易于修复，因此施工質量必須加倍注意。

(2) 不易拆迁。

(3) 竣工以后因生产需要改装油罐配件等比較困难。

(二) 使用非金屬油罐的一般情况

用非金屬油罐儲存輕質石油产品在世界各国尚无一套成熟的試驗。苏联在这方面曾作过很多工作。綜合各国的資料并結合我国实际情况，解决非金屬罐儲存輕油可用以下四种方法。

(1) 水封法，即在油罐罐壁和罐底都作上一层水隔层，因水的比重比油大，所以可用水的压力来隔絕油品的滲漏。

(2) 使用防油品滲漏的耐油混凝土。將混凝土砂石配成最密实的級配，在混凝土中加入一定量的掺合料。加掺合料的目的是为了能填充混凝土中的微气孔和毛細管，使混凝土不滲油。

(3) 在非金屬罐內加衬里，如衬薄鋼板、塑料板、磁砖面和玻璃板等。

(4) 使用塗料，在非金屬罐內塗或抹防渗层。如鹼水玻璃、漆料和各种塗料，抹防渗砂浆等。

(三) 試驗設計方案

根据以上四个方面，結合我国具体情况作出以下几个方案：

- (1) 水封式大孔混凝土罐，容积为75米³。
- (2) 掺氯盐的素混凝土罐，容积为10米³。
- (3) 掺加氢氧化铁的耐油混凝土罐，容积为100米³。
- (4) 石砌罐，内塗聚氯乙烯，容积为50米³（后因聚氯乙烯造价高，改塗虫胶）。
- (5) 砖砌油罐，内塗生漆，容积为100米³。
- (6) 砖砌罐，内衬酒篾，容积为50米³。（以猪血石灰为塗料）。
- (7) 砖砌罐，内貼磁砖，用塑料清縫，容积为50米³。（后因磁砖面加工困难而改抹青灰水泥砂浆）。
- (8) 以竹篾承重的酒篾油罐，容积为12米³。
- (9) 砖砌罐，内懸聚氯乙烯口袋，容积为10米³。

試驗地点：长辛店附近，該地冻结深度为0.6—1米，地下水在1.8米以下，基本地耐力14吨/米²（1.5—2米深时），其他气象資料同北京地区。为了便于观察，各油罐壁都露出地面上，将来可以填平油罐四周土，使油罐基础都可以埋于地面下0.8米。

油罐頂原設計为油毡卷材防水，为了降低造价，都改成青灰頂。进出管接合处是最易渗漏的，采用二种方法处理，一种是接合处内外抹膨胀水泥，一种是以塗塗料的紗布或血料紙包扎进出管再以卡子卡住。

二、大孔混凝土水封式油罐

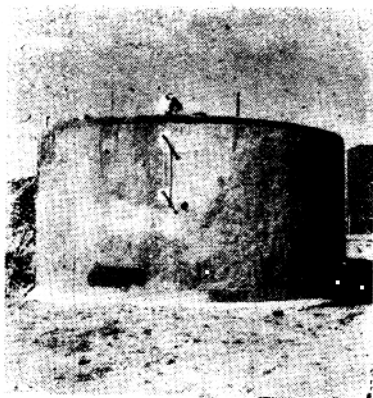
(一) 前 言

用水封式非金屬油罐來儲存輕質石油產品是一個比較有效的方法。其主要原理是在罐壁和底都隔上一層水，因水的比重比油大，可以阻擋油品的滲漏。在國外資料中也有記載。不過以往水封式油罐罐壁多為雙層鋼筋混凝土，中間隔一層水。也有用一層磚砌體一層鋼筋混凝土。不論怎樣都是雙層的。這樣的構造會增加大量的投資，所以不利於推廣。我們採用的是高強度大孔混凝土來作罐壁，是比較好的材料。高強度大孔混凝土本身是承重層，其孔隙內充滿鹼性水作為水隔層，這樣在材料的使用上是最經濟的。大孔混凝土分無砂大孔混凝土和少砂大孔混凝土。經驗證明，有少許砂子摻入能提高混凝土的強度。用高強度大孔混凝土作罐壁，強度宜在125#以上，空隙應保持20%以上。作混凝土的石料宜用礫石，粒徑在20毫米左右，用同樣大小的石子才能保證混凝土有足夠的空隙。

(二) 室內試驗情況

為了配制高強度大孔混凝土又要保證必要的空隙，我們在實驗室作一些配合比，其結果如下。

(1) 選用材料：



大孔混凝土水封式油罐立体图

A) 水泥400#及500#普通硅酸盐水泥。

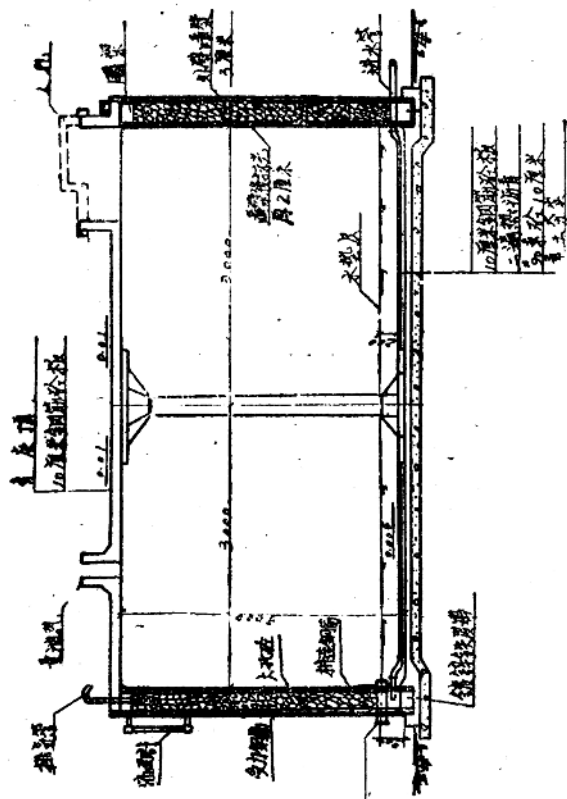
B) 北京西郊中砂(0.2—0.6毫米)。

B) 石子为西郊卵石，粒径15—20毫米，其中20毫米者佔70%。

(2) 試驗室試驗情况見表1。

(3) 操作及养护条件:

試块为 $15 \times 15 \times 15$ 厘米，用人工平头夯搗錘共夯搗24次。大孔混凝土塌落度1.5厘米—2.5厘米。均在标准养护室养护。温度 20°C ，相对湿度90%以上。



大口径罐土水封式油罐設計圖

(三) 設 計 說 明

大孔混凝土水封式試驗罐容 积 为 75米^3 ，內径 6 米，淨高 3 米，底和頂为 普通 200# 鋼筋混凝土，罐底垫层为 90# 素混凝土，其上有瀝青防潮层。罐壁上下有鋼筋混凝土圈梁。罐壁为 高強度大孔混凝土作成。为了考虑构造上和水隔层的需要，罐壁厚度采取 20 厘米，大孔混凝土壁外为 受力鋼筋，壁內設有构造鋼筋。壁外用高压噴水泥砂浆，厚 3 厘米。壁內噴 2 厘米并抹光。为了壁和底有較好連接和避免連接處滲油，罐底圈梁和底連接處有一鍍鋅鉄皮帶。鉄皮刷防銹油（保护层以里不塗，以利粘結）。混凝土配 比 用 1:0.6:6.4，水灰比 0.33，石子用砾石，粒徑在 1.5—2.5 厘米。砂用中砂。罐壁設有一进出油管，管外有一套管，还設有一虹吸管。罐內有一环形給水管，有 4 个接头伸入罐壁，可从罐外引水經环行管而灌入壁中。壁頂有 4 个通氣孔，为罐壁灌水时排氣用。罐外壁設有一液面計，以观测水位高度。使用时內底面垫水，罐壁装满水。灌油时先灌罐壁的水，永远保持罐壁水位高于油面，經驗証明在壁內水中加入 2—3% 生石灰，对鋼筋无銹蝕。

(四) 施 工 过 程

(1) 在安好的罐基上素土夯实后，打一步三七灰土 (15 厘米)。

(2) 灌 10 厘米厚的 90# 素混凝土垫层，用 400# 矿渣硅酸盐水泥，配合比 1:4.09:8.7，水灰比 1 (合舊建筑公司标准)。

編 号	水 泥 品 种	配 合 比	水 泥 用 量
1	400 # 水泥 石子粒径 < 20 毫米	1:0.6:6.4 水灰比 0.34	250 公斤/米 ³
2	400 # 水泥 石子粒径 ≥ 20 毫米	1:0.6:6.4 水灰比 0.34	250 公斤/米 ³
3	400 # 水泥 石子粒径 < 20 毫米	1:0.6:5.33 水灰比 0.34	300 公斤/米 ³
4	500 # 水泥 石子粒径 < 20 毫米	1:0.6:5.33 水灰比 0.34	300 公斤/米 ³

(3) 在垫层上刷二遍热瀝青，用3#石油瀝青。

(4) 为了加快速度，考虑試驗罐較小，会議决定取消鍍鋅鉄皮帶，使壁底圈梁和底一次搗好。罐壁豎筋很难插入，可先插一短筋，以后与罐壁筋連接。

(5) 立上罐壁鋼筋，内外鋼筋以拉鈎固定位置，立模板緊貼着鋼筋。拆模后使鋼筋露于罐壁表面。先立内壁模板。罐高3米分两次澆灌。外面模板只立1.5米。

(6) 混凝土攪拌时要控制水灰比在0.3—0.35，攪出来的大孔混凝土表面有水泥浆包着，表面发亮为佳，但不允許有浆下流。

(7) 澆灌混凝土时在罐周圍搭上木脚手板，板上置一鉄板。待混凝土手推車推来混凝土后，先倒在鉄板上用手工

表 1

砂 用 量	試 驗 結 果		
	強 度	容 量	空 隙 率
150公斤/米 ³	7天110公斤/厘米 ² 28天150公斤/厘米 ²	1880公斤/米 ³	24~26%
150公斤/米 ³	7天70公斤/厘米 ² 28天125公斤/厘米 ²	1950公斤/米 ³	28%
150公斤/米 ³	7天110公斤/厘米 ² 28天220公斤/厘米 ²	2150公斤/米 ³	25~27%
150公斤/米 ³	7天150公斤/厘米 ² 28天220公斤/厘米 ²	2150公斤/米 ³	25~27%

搅拌均匀后再倒入模板内，分层浇灌，每层厚度20厘米。不用机械和铁钎捣固，用平铁锤或木锤均可。我們用的是10×10×10厘米木锤夯，夯时既要保证混凝土强度，同时又不能夯得过死，要保證一定的空隙，每一处夯8—10下即可。

(8) 壁完后打混凝土顶。为了加快拆模时间，会议决定，原200#顶改为250#，配合比1:2.4:4.54，水灰比0.55，400#普通水泥。

(9) 10天以后拆模。水从壁顶灌入，均能畅通。后施工时试块试压75天，平均强度133公斤/厘米²。

(10) 罐壁内外喷水泥砂浆，压力2.5—3公斤/厘米²。

(11) 喷浆前一定要注意用压力水冲洗罐壁，同时要掌握送料均匀，否则喷浆层很容易与罐壁离鼓(喷浆层与罐壁脱

噴漿層厚度配比表

表2

構件	名稱	厚度 (公分)	配 比 水泥:砂	水 泥 品 種	備 註
罐外壁	底层	1.5	1:3	400#矿渣砂酸盐水	因砂較細用1:3
	面层	1.5	1:3	400#火山灰黃砂酸盐水	因矿渣酸水泥不够
罐內壁	底层	1	1:3	300#矿渣砂酸盐水	最后沒調到400#水泥
	面层	1	1:3	"	
罐底	一层	1	1:1	"	

离)。

(12) 噴漿完成后应用蓆子蔴袋等把噴漿层遮盖，然后經常洒水养护，保持潮湿状态。

(13) 待噴漿层強度达到70%后，检查是否噴漿层有空的現象，如有应把空的敲下，另重新噴补。

(14) 罐內壁底用300#水泥，1:2.5水泥砂浆抹光。

(15) 柱子刷两遍生漆，配比可参照塗漆罐第一、二遍配比。

(16) 整个罐作完后要进行試水，在罐壁和罐內都装满水，看罐壁是否有滲漏現象。

(五) 經 济 比 較

(1) 噴漿二层厚2—2.5厘米工料分析，見表3。

表 3

名 称	規 格	单 位	单价(元)	每米 ² 用量	每米 ² 单价(元)
水 泥	400#普通水泥	公斤	0576	50	2.89
砂		米 ³	5	0.5	0.5
机器设备		台班	10元	0.033	0.33
人 工	平均工資	工	2.2元	0.33	0.725
小 計					4.45/米 ²

(2) 每米³大孔混凝土用料, 见表 4。

表 4

水泥品种标号	配 比	水泥	中砂	砾 石	水
400#矿渣砂酸 盐水泥	1:0.6:6.4 水灰比0.35	242 (公斤)	146 (公斤)	1552(公斤)	85(公斤)

附註: 1. 噴漿人力組成 (用人工攪拌):

二人輪換掌握噴槍頭

噴槍罐一人

送料一人

水箱一人

人工和灰二人

运送水泥砂子二人

压缩空气机工二人

2. 每天噴漿二层 (8—2.5厘米厚) 按30米²計。

以 100 米³ 比較

表 5

名 称	鋼 用 量 (公斤/个)	造 价 元/个	比 較	
			鋼材用量	投資数量
无力矩鋼罐	4.665	4.196	100%	100%
大孔混凝土水封式罐	1.082	4.100.5	23.2%	97.7%

节省鋼材76.8%，降低投資2.3%。

(六) 經 驗 体 会

(1) 由实际証明，噴漿若噴的質量好能防止水的滲漏。大孔混凝土壁初次灌滿壁中水，壁一般的沒漏現象，只是凡有管子接合处有滲水現象。后用膨脹水泥填塞管子接头处。

(2) 外壁噴漿一定噴到罐底垫层为止，并自垫层向上至罐壁噴一外八字。我們噴漿只噴到罐底。罐壁水經圈梁向外滲水后，我們在罐壁底部作防水层（用摻氢氧化鉄水泥砂漿打底，外刷二遍熱瀝青，用1:1:2青灰水泥漿抹面，以防水砂漿护面（摻防水粉）。以后建議罐底罐壁下圈梁用防水混凝土作成。

(3) 噴漿时直接向大孔混凝土内外表面用压力噴漿，恐怕噴漿会填塞大孔混凝土，所以在在大孔混凝土外表面先刮一层水泥漿。以后实际証明，直接向大孔混凝土表面噴射水泥砂漿只会进去3—5厘米，不会堵死空隙。

(4) 大孔混凝土因罐壁充水，在北方若为地上罐，冬

天可加防冻剂。另外水封式油罐管理較麻煩，要經常向罐壁加水。可以考慮在罐頂上置一自動加水器。

(七) 儲油試驗結果

此罐在1958年9月29日裝入工業汽油情況良好，罐壁液面計指示出在三天降2—3厘米，這說明了並不象以往所往所想的要經常加水，管理麻煩。除含鉛汽油外，其他汽、煤、柴油均可用這種罐貯存。

三、摻氫氧化鐵耐油混凝土罐

(一) 前 言

一般的混凝土罐是不能用來儲存輕質石油產品的，因油品容易滲入開口氣孔，並沿着毛細管移動使混凝土飽和後即可滲透出去。若混凝土經過特殊處理，如在混凝土中加一些材料可以填補水泥在水化作用時所產生的微孔隙，則可達到防油的目的。在摻合料中採用摻入膠態氫氧化鐵效果較好。蘇聯在這方面1954年建了一個100米³預應力摻氫氧化鐵試驗罐，裝入汽油後到1957年7月為止沒發現汽油有任何損失和成分改變現象。

試驗表明，當加入為膠結料的1.5%時對混凝土沒有不良的影響。

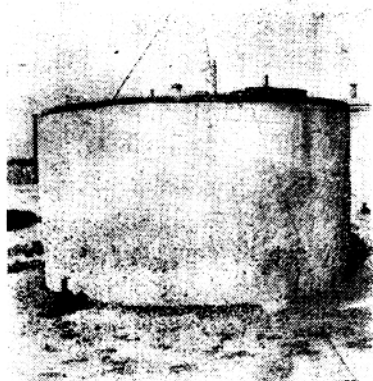
摻氫氧化鐵混凝土在乾燥空氣和綜合養護的條件下有較大的收縮變形。在正常溫度和水中養護條件下有較大的膨脹。由此得出，混凝土在潮濕條件下養護特別重要。

(二) 室內試驗情况

(1) 氫氧化鉄可由以下几个方案制成:

1. 市場上購買的細顆粒狀的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 不易溶解于水.2. 自制 $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{CaCl}_2$.3. 自制 $\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ $+ 3\text{NH}_4\text{Cl}$ $\longrightarrow$ 用水清洗4. 自制 $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ $+ 3\text{NaCl}$ $\longrightarrow$ 用水清洗5. 自制 用阳极电 解法: $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$.

(2) 抗滲試驗 (混凝土試塊上口直徑18.5厘米, 下口直徑17.5厘米, 高為16.5厘米), 見表1.



摻氫氧化鉄耐油混凝土罐立體圖