

立式鋼質油罐的安裝

苏联 B.C.卡尔尼宁卡著



石油工業出版社

内 容 提 要

本書內容通俗易懂，着重介紹苏联的实际經驗。書中首先对油罐安裝前的准备工作、油罐構件的供应和运输作了一般介紹。然后对罐底安裝、罐体逐块鋼板安裝及罐頂重型結構的安裝、用撈板法預制鋼体油罐的安裝，罐頂鋪板的焊接和拼裝都談得非常詳細。最后还談到了油罐塗漆、試驗和移交等方法。

本書可供培訓油罐的建築人員学习，也可供中等石油技术学校的学生参考。

В.С.КОРНИЕНКО

МОНТАЖ ВЕРТИКАЛЬНЫХ

СТАПНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

根据苏联建筑工程出版社 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ)

1956年莫斯科版翻譯

統一書号：15037-791

立式鋼質油罐的安裝

杜 光 宗譯

石油工业出版社出版 (社址：北京六鋪炕石油工部局內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印張9 $\frac{1}{2}$ * 205千字 * 印1-1,000册

1959年11月北京第1版第1次印刷

定 价 (10) 1.40元

前 言

国民經济的各个部門：工业、运输业、农业，对石油产品的需要量正日益增长。人們利用強大的技术工具开墾荒地，在这些过去很少需要燃料的地方，現在也正要求供应大量石油产品。

在建造油庫工程中目前还只是建造鋼質油罐。因此，在装配和焊接这些油罐时对每道工序的責任也在提高着。为了完成建造油罐中的安装-焊接工程，需要一批經過很好培訓的专家——工人，队长、工长。为此，对参加建造鋼質油罐的每个工长、队长和普通工人提出較高的要求，要求他們通曉油罐的装配和焊接工艺。

本書將帮助培訓油罐的建築人員掌握先进施工方法，和提高他們的技术。

作者將感謝讀者对本書提出的所有意見。

目 录

前 言

序 言

第一章 油罐的主要数据	6
1. 油罐的结构	6
2. 材 料	27
第二章 安装和焊接油罐的概論	37
1. 准备工作	38
2. 构件的供应和預制	39
3. 拼 装	42
4. 在拼装时接头的拉紧及固定	43
5. 焊 接	52
6. 冬季施工时油罐的安装及焊接	58
7. 对油罐焊工的要求	60
8. 工序間的质量检查	64
9. 防止油品蒸气爆炸的方法	65
第三章 油罐结构构件的装卸、藏存和运输	68
1. 油罐构件的装卸和运输	68
2. 油罐构件的运输	74
第四章 罐底的安装	78
1. 地 基	78
2. 驗收地基、构件的运输	81
3. 在木梁上和砂垫层上拼装罐底	82
4. 罐底的焊接	86
5. 罐底的試驗	95
第五章 逐块鋼板安装罐体及安装罐頂 的承重结构	101
1. 利用起重架进行安装	104

2. 用叶皮方諾夫式導車拼裝罐體	116
3. 用起伏起重桿和汽車吊車拼裝罐體和罐頂	122
4. 罐體的焊接、拼裝、焊接及裝腳手架的施工配合	126
5. 在施工過程中罐體焊縫的嚴密性試驗	133
6. 安全技術	134
第六章 用捲板法預制罐體的油罐的安裝	142
1. 概 論	142
2. 豎立鋼板捲的准备工作	143
3. 豎立鋼板捲到垂直部位	157
4. 展開鋼板捲、安裝罐頂結構及封閉安裝縫	161
5. 罐體封閉縫、環形焊縫的焊接及罐底焊接的收尾	173
6. 安全技術方面的措施	176
第七章 罐頂鋪板的拼裝和焊接	179
1. 把罐頂鋼板吊升到罐頂	179
2. 鋪板的安裝	182
3. 罐頂鋪板的焊接	184
4. 試驗罐頂焊縫的嚴密性	189
第八章 油罐配件的安裝	190
1. 在罐體上安裝的配件	191
2. 在罐頂上安裝的配件	201
第九章 油罐的試驗和移交	210
1. 利用 γ -射綫透視檢查焊縫質量	211
2. 油罐的水壓試驗	217
3. 用壓縮空氣試驗罐頂鋪板	220
4. 在負溫度下試驗油罐	220
5. 油罐的移交	228
第十章 油罐的油漆	230
1. 塗油漆前金屬表面的清整工作	231
2. 噴砂清整的安全技術	239
3. 油漆材料	239
4. 油漆所用的設備	241

5. 上油漆	245
第十一章 油罐測液表格的制訂	248
1. 測量儀器及附件	249
2. 油罐的測量	250
3. 編制測量表格並修正其校正數值	253
第十二章 施工準備	260

序 言

外壳成圓筒形、圓錐形、球形和平面形的立体密閉薄壁金屬結構均称为**鈹結構**。

貯存各种液体的油罐是鈹結構的一种类型。金屬油罐的外壳，也如其他各种鈹結構一样，由許多单块金屬鈹組成。为了使油罐适应自己的用途，鈹与鈹之間的全部接縫都应当是不能透过液体和气体的。按形状来分油罐有下列几类：

- 1) 立式圓筒形油罐，这种油罐多半带有平的罐底，但也有很少数是带有立体形罐底的；
- 2) 臥式圓筒形油罐，带有平的或立体形的罐底；
- 3) 球形油罐和水滴形油罐，这些油罐的使用范围比較有限。

本書中我們將具体研究一下用来貯存液态石油产品的鋼制立式圓筒形油罐。这种鋼質油罐乃是直立式薄壁圓筒，圓筒的下端和上端則用罐底和罐頂密封。

油罐的大小各各不同，从容量很小的油罐，直到容量以数千米³計算的巨型油罐。

俄国第一批用来貯存石油产品的圓筒形立式大油罐是根据著名的工程师——設計師、名譽院士B.Г.舒霍夫的設計建造的。

油罐各构件的尺寸很大，因此，在制造这些构件时需要大量鋼板。利用各种方法把鋼板連接起来形成罐底、罐体、罐頂。罐頂盖板支承在罐頂的金屬結構上。油罐上的接縫不可比拟地比别种金屬結構上的接縫要多，这些接縫既应坚固，又要紧密（这是鈹結構的特征）。

过去油罐上的鋼板都用鉚釘接合，但这种鉚釘通常只能用来保証接头的紧密性。鉚釘接縫的強度与基本金屬的強度的比例在搭接时等于0.67—0.73，在对接时等于0.75—0.93。而在采用优

質焊條和較嚴格地檢查焊接質量條件下，手工焊接，反面補焊的對接焊縫的強度和塑性則等於基本金屬的強度和塑性。因此，焊接油罐的金屬消耗量要比鉚接的少15—18%。

由於製造鉚接油罐既不經濟又很複雜，所以目前都製造焊接的油罐。

對用在焊接油罐上的金屬質量要求較高。

在生產時，油罐的大部分容積裝進石油產品，而上面的小部分沒有裝石油產品，這稱為氣體空間。根據石油產品和大氣條件不同，氣體空間內的油品蒸汽的飽和度亦各有不同；氣體空間內的壓力忽高忽低，有時亦會造成真空。往往在加熱和冷卻石油產品時和在油罐裝滿或倒空油品時會引起這些現象。

裝在油罐上的設備調節着壓力，有時向外放出多餘的蒸汽，而在真空時向內吸進空氣。蒸發的油品成蒸汽狀向外排出，消失於大氣中。

這種“呼吸”使大量燃料遭到損失，更重要的是，首先揮發出來的氣體那是油品中最寶貴的組成部分，因此也降低了油品的質量。

建造油罐時除了要考慮到油罐承受貯存在油罐里的液體所造成的負荷、風負荷、雪負荷以外，還應考慮承受氣體空間內的壓力昇高和降低所造成的負荷。

為了阻止蒸汽和空氣的循環，油罐的結構應當能夠承受較高的蒸汽壓力的作用，這樣石油產品的損失量會降低數倍。過去建造的立式圓筒形油罐的內表壓為20毫米水柱，所以燃料損失極大。後來為了降低損失，油罐的內表壓改為120毫米水柱。

目前油罐的內表壓為200毫米水柱（亦即0.02公斤/厘米²）和真空度25毫米水柱。採用這些油罐可以大大地減低石油產品的損失。

現在也採用內壓為2—6公斤/厘米²的球形油罐，內壓為0.4—0.6公斤/厘米²的水滴形油罐，帶有“呼吸”罐頂的油罐以及帶

有浮頂的油罐。石油产品貯存在这些油罐里，由蒸发所造成的损失量更会大大降低。制造和安装这样的油罐的价钱要比普通圓筒形油罐貴得多，又很繁重，因此很少采用它們。但是，据統計証明，建造水滴形油罐和带有“呼吸”罐頂及浮頂的油罐所需要的巨大代价很快地就会被所节约的燃料所偿还。

不久前容量大的油罐差不多都是在安装工地上由单块鋼板装配而成。

构件的制造虽然曾經在工厂里进行过，但在制造工厂主要是成套地制造罐頂的結構，校正、切割、軋压和加工罐体鋼板的边緣，有时制造工厂供应加过工和标好号的罐頂和罐底的鋼板。

加工好的每块鋼板都标上单独的标号后，即运去安装，因此所有最繁重的工序（装配、校正和焊接）都是在不便的工地条件下完成的。这种装配方法名叫拼板装配法，在頗大程度上是一种手工业式的方法，需要大量熟練的工人，造价比較貴，又不一定能保証所要求的質量和縮短施工期限。

油罐建筑者們曾不断想法使油罐的制造和安装工程工业化，把最重要和最繁重的工序移到工厂里去完成。但是做好了油罐太大了，不便于铁路運輸，更不便于汽車運輸。究竟在安装工地的条件下用单个构件制造和装配油罐的工作是很繁重的，苏联的油罐建造者开始在工厂里把油罐的构件預制成大的組合件。

在1929年把容积为 300米^3 的油罐罐体的各层圈板預先焊接好並捲成捲筒，然后利用倒装法安装。

1944年以巴頓命名的研究院的工作人員建議並設計了制造和安装油罐的工业化方法。这个方法是在工厂里把罐体和罐底焊好並捲成捲筒。所有的接縫都用助熔剂层下自动电焊焊接。在安装的时候只需要焊接剩下的极少量的焊縫。

鋼板捲的外形尺寸要适合于運輸条件，恰好能用铁路平板車把它們运到安装地点。

1945年在基輔用这种方法試制和安装了一个容积为 200米^3

的油罐。用同样的方法在1949年制造和安装了容积为5000米³的油罐，这个油罐的罐体是预先被装配和焊接成大块钢板并捲成捲筒。钢板捲的直径为2.6米，重40吨。

接受了这次安装工程的经验，油罐的建造者们改善了大型钢板捲的制造和展开方法。目前与采用拼板安装法安装油罐的同时，用捲形罐体预制品安装油罐的方法已经获得广泛推广。预先在工厂里制造好，并捲在捲筒上的罐底安装法亦正在顺利推广。采用钢板捲预制品的话，罐底直接在罐基上安装，并仅装配一整块或几大块完全焊接好的构件而已。

许多金属结构工厂目前都装备具有高度生产率的用来装配和焊接罐体和罐底钢板的双层装置。这些工厂顺利地掌握了大型油罐罐体钢板的制造工作，并且现在已大量生产。安装工人们已经设计、制造和使用各种专门的安装钢板捲的工具。现在用捲形预制品安装了数百个各种容量的油罐的罐体。按许多主管机关来看，在1954年和1955年内利用工业化捲装方法安装起来的油罐之总容量大大地超过了用拼板法安装的油罐之总容量。捲装法使得有可能减少安装工作的劳动量，提高了质量，并推广快速安装法。

但是，在有些地方拼板法还是个主要的方法或者是安装油罐的唯一方法。

拼板安装法多年的实际施工经验使得有可能总结出最方便的施工技术和工具，如果人们利用了这些技术和工具，就可以比较迅速和优质地建造油罐。目前在拼板装配罐体中最经常采用的安装机械有：起重架、起重桿，叶比方諾夫式导車以及装有伸长吊桿的汽车起重机。

最近几年来在安装实践中正设计和运用新的罐底装配法。过去罐底和第一层圈板都在垛架上装配，在試驗罐底后再下放到砂地基上。现在普遍采用直接在特殊建造的砂地基上装配罐底的方法。

由于建造油罐的安装-焊接工程特别重要，因此这些工程都应当严格地遵照设计，施工组织设计和工艺操作法的规程进行。

应当记住，贮存在油罐里的是对国家有重大价值的高贵的产品，即使总的焊缝的质量是好的，但是只要有很短的一段焊缝的质量不好，也会引起裂缝和罐体破裂，以致造成巨大的灾祸。

油罐的安装施工工作应当只委托给一些有经验、有知识的工人去作，他们必须严格正确地遵守操作规程和施工质量。

第一章 油罐的主要数据

1. 油 罐 的 結 構

立式油罐由下列主要构件組成：罐底、罐体和罐頂。此外，在油罐上还装有操作配件、安全配件和扶梯，在罐頂的某些地方还装有栏杆。立式油罐直接建造在地面上，砂垫层就作为油罐的地基。油罐的整个表面都应当支承在地基上。

用作貯存石油产品，带有平底的立式鋼質圓筒形容器——油罐目前都用焊接方法制造。鋼板的长边和短边各端互相搭接或对接。罐圈上的鋼板之豎对接縫互相錯开（成梯阶形）或（有些时候）全部或部分罐圈上的鋼板之对接縫互相重合，位于一条垂直綫上。

标准設計中規定有下列几种在圓筒形罐体上罐圈的配置方法：

1) 梯阶形——罐圈与罐圈間互相搭接，各层罐圈的位置依次内外交错分布（单数罐圈在外，复数罐圈在內，見表4中的图）。

2) 套筒形——罐圈与罐圈間互相搭接，但每一层罐圈都位于下一层罐圈的里面，即退进一块鋼板的厚度（图1）。

3) 直綫形——罐圈与罐圈間互相对接（图2）。

4) 混合式——有时一部分罐圈之間互相搭接，联接成梯阶形，另一部分罐圈联接成套筒形。或者，有时一部分罐圈之間互相对接，联接成直綫形，而另一部分罐圈联接成梯阶形（見表5中的图）。

每一种罐圈的布置方法都有它自己的使用范围。

由单块鋼板就地装配油罐时最通常采用套筒形油罐。

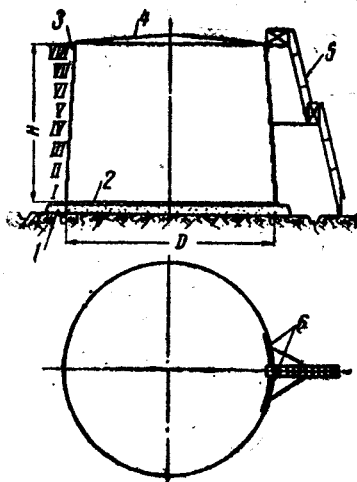


图 1 立式焊接油罐的螺旋形罐体
罐圈之間互相搭接
1—砂垫层；2—罐底；I—Ⅷ—罐圈
号；3—顶部角铁圈；4—罐顶盖板；
5—金属扶梯；6—罐顶上扶梯旁边的
栏杆。

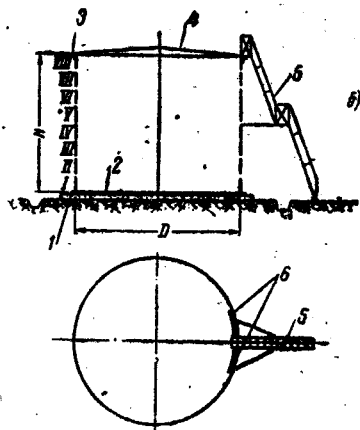


图 2 直线形罐体。
罐圈之間互相对接
(符号如同图 1 所示)

用捲装方法在工厂里制造油罐罐体的钢板时，罐圈之間采用对接联接，即罐体成直线形或混合式配置；下部罐圈之間互相对接，而上部罐圈之間互相搭接。

立式标准焊接油罐的主要数据载于表 1 内。油罐的实际容量取决于第一层罐圈的内径和罐底表面到顶部角铁圈之背稜的高度。

油罐按貯存比容为 0.9 吨/米^3 的石油产品及能承受内表压 200 毫米水柱的条件设计的。

设计中规定的负荷有改变时，则应当随之修改各构件的尺寸，构件的厚度，变更构件的固结方法等等。

随着油罐容量的增加，单位容积的金属消耗量相对地减少（见表 1）。

油罐上实际尺寸与设计尺寸的容许误差如下:

- 1) 所有油罐的高度之误差..... $\pm 0.005h$
- 2) 容积100—1000米³油罐的直径之误差..... ± 30 毫米
- 3) 容积2000—5000米³油罐的直径之误差..... $\pm 0.0025D$
- 4) 油罐罐体的垂直误差和罐体母线的弯曲

不得大于..... $0.005H$,

此处 H ——油罐的高度; D ——油罐的直径。

罐体是油罐的最重要构件, 罐体钢板的厚度沿油罐的高度而改变。最厚的钢板装在下面(即装在承受最大的液压的地方), 最薄的钢板装在上面。罐体钢板的最小厚度为4毫米。各种油罐的罐圈数量及其钢板的厚度载于表1内。

罐体钢板的竖向焊缝大部分是对接的(图3), 在焊接于6毫米厚的钢板时不用开坡口, 而钢板的厚度在7毫米以上时, 边缘应当进行加工。

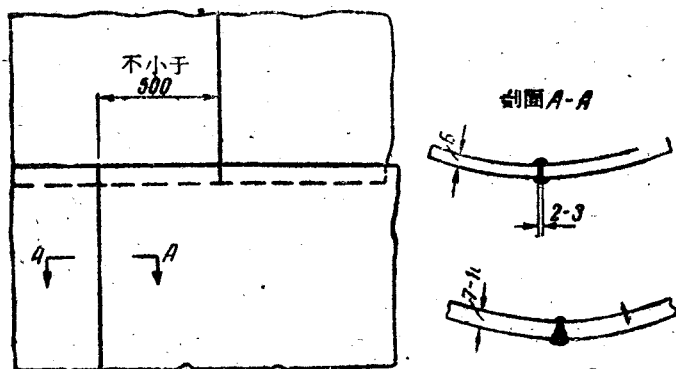


图3 对接竖焊缝的结构

罐体上的, 搭接竖焊缝只有当钢板厚度不大于4—5毫米时才采用。通常外部竖焊缝采用连续焊, 内部则是断续焊, 但有时也采用双面连续焊(图4)。

套筒形罐体上罐圈之间的全部环形横焊缝都是搭接的。用平

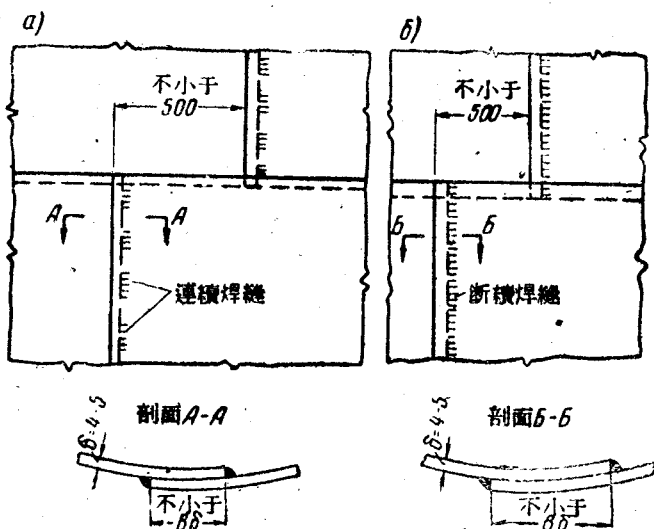


图 4 搭接豎焊縫的結構

a—外部焊縫是連續的，內部焊縫是斷續的；

b—內外焊縫都是連續的。

焊成成的外部焊縫是連續的，內部仰焊的焊縫則是斷續的（图 5）。

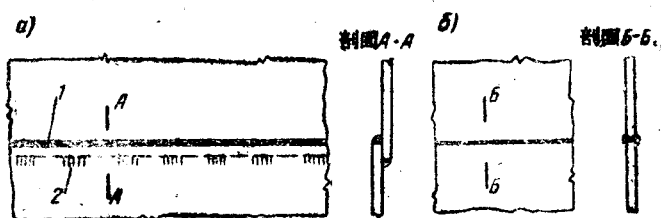


图 5 橫焊縫的結構

a—套筒形罐體的搭接縫；1—外部焊縫是連續的；

2—內部焊縫是斷續的；b—直綫形罐體的对搭縫。

罐體用二條連續的環形焊縫與罐底的邊緣鋼板相焊接（图 6，

a）。

頂部角鐵圈安裝在最上層圓板上，並與之相焊接。角鐵圈的

标准立式油罐

油罐的标号	油罐的容量 米 ³	罐底的直径 毫米	第一层罐圈的内径 米	第一层罐圈的外周 米	第一层罐圈上的注液 面积 米 ²	至角铁圈的高度 毫米	罐体的表面积 米 ²	罐顶中心升高 毫米	罐顶的表面积 米 ²
容积100米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—01 ...	123	5390	5330	16.76	22.30	5510	92.12	135	22.7
容积200米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—02 ...	240	6740	6670	20.96	34.92	6870	143.88	165	35.5
容积300米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—03 ...	345	8080	8000	25.15	50.24	6870	172.75	200	51.0
容积400米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—04 ...	414	8080	8000	25.15	50.24	8240	207.19	200	51.0
容积700米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—05 ...	737	10740	10670	33.53	89.36	8240	276.28	265	90.3
容积1000米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—06 ...	1085	12080	12000	37.71	113.04	9600	362.02	300	113.70
容积2000米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—07 ...	2145	15340	15250	47.93	182.56	11740	562.69	380	183.80
容积3000米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—08 ...	3352	19180	19060	59.89	285.17	11740	703.11	475	286.9
容积5000米 ³ 的油罐标准 设计№7 — 02—09 ...	4810	23000	22880	71.91	410.92	11700	811.30	570	412.0

的主要数据

表 1

罐圈的数量	罐圈钢板的厚度, 毫米	罐底中心升高度, 毫米	油罐及油罐零件的重量, 公斤							每立方米容积的金属消耗量, 公斤
			罐体总重	不带扶梯的总重	第一方罐底的重量	罐体的重量	罐顶金属结构的重量	罐顶盖板的重量	扶梯和栏杆的重量	
4	均为 4	40.0	5424	4838	707	3002	661	468	586	39.0
5	均为 4	51.0	8357	7677	1177	4723	1032	745	680	31.9
5	均为 4	60.5	10472	9792	1675	5665	1374	1078	680	30.4
6	均为 4	60.5	11991	10902	1675	6775	1374	1078	1089	29.0
6	均为 4	81.0	17442	16353	2929	5041	2473	1910	1089	23.7
7	4,4,4 4,4,4,5	90.5	23433	22177	3741	12279	3770	2387	1256	25.5
8	4,4,4 4,4 5,6,7	115.0	40423	39083	6981	21838	6354	3920	1465	18.8
8	4,4,4 5,5 6,7,8	144.0	59826	59361	11397	30766	10270	5928	1465	17.8
8	4,4 5,5,6 7,8,10	173.0	87691	86226	19680	42139	15890	8517	1465	18.2