

油 罐 电 焊 工

苏联 B. C. 柯尔尼延科等著

目 录

序言	1
第一章 焊接概述	5
第一节 材料	5
第二节 焊接应力与变形及其防止方法	8
第三节 焊接	11
第四节 焊缝的缺陷及其消除方法	16
第五节 油罐焊接质量的检验方法	20
第六节 油罐焊工的考试	23
第二章 罐底的焊接	25
第一节 装配质量的要求	25
第二节 罐底的焊接顺序	26
第三节 罐底的试验	34
第三章 罐体的焊接	35
第一节 罐体装配质量的要求	35
第二节 罐体的焊接	36
第三节 罐体的试验	40
第四章 罐盖的焊接	41
第一节 罐盖装配质量的要求	41
第二节 罐盖的焊接顺序	43
第三节 罐盖的试验	45
第五章 电焊工作的安全技术	46
第一节 用电的安全规程	46
第二节 电焊的安全规程	48
第三节 高空作业的安全规程	49
附录: 焊工证件	50

序 言

油罐是一种很重要的設備，它所貯存的石油产品对国民經济有着重大的作用。在油罐的使用过程中，它的各个部分都承受着很大的应力。因此，要特別注意使其各个部分都能牢靠地連接在一起。罐体和罐底是油罐最重要的部分。所以罐体和罐底的焊接質量也就应当很好。在焊接質量一般还好的情况下，即使焊缝的缺陷还不严重，都会使接合处断裂，以致使整个油罐遭到破坏，并造成人身事故。因此，油罐的各个部分均应由有經驗的焊工进行焊接。同时在焊接时，还应当使用優質电焊条，并严格地遵守規定的施焊程序。

油罐最重要的焊缝：如罐体圈板的立焊焊缝和連接罐体与罐底的环形丁字焊缝，均应由技术水平不低于六級的焊工焊接。他們都应当参加过鍋爐監督机构所組織的“重要焊接工作考試”，并已領到能担任重要焊接工作的証明書。

罐体的环形焊缝以及罐底和罐盖的焊缝，均应由技术水平不低于五級的焊工焊接。他們也都应参加过同样的考試，并領到鍋爐監督机构或建筑工程部的証明書。

装配时罐体立焊焊缝和連接罐体与罐底的焊缝的預点焊工作，根据技术条件的要求，也应当由技术水平不低于六級的焊工担任。其他焊缝的預点焊工作，应由技术水平不低于五級的焊工担任。他們都应参加过上述考試，并領到鍋爐監督机构或建筑工程部所發有权担任重要焊接工作的証明書。

每个油罐焊工都应研究焊接油罐的特点和油罐焊缝的施

罐蓋鋼板厚度為 2.5 公厘

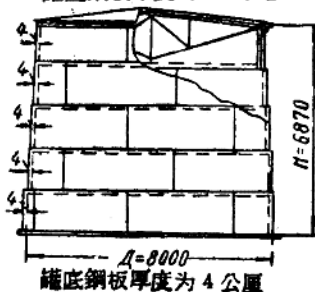


圖 1 容量為 345 公尺³的油罐 (PBC300)①

罐蓋鋼板厚度為 2.5 公厘

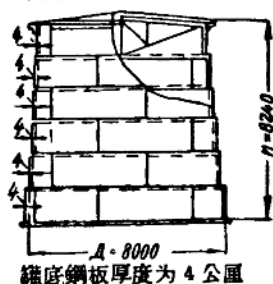


圖 2 容量為 414 公尺³的油罐 (PBC400)

罐蓋鋼板厚度為 2.5 公厘

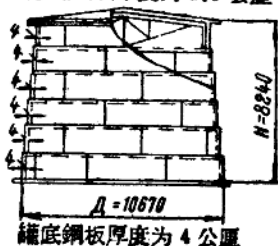


圖 3 容量為 700 公尺³的油罐 (PBC700)

罐蓋鋼板厚度為 2.5 公厘

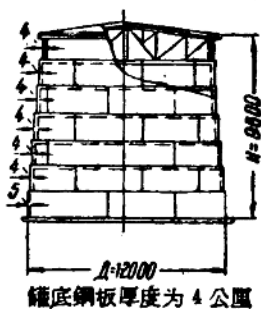


圖 4 容量為 1085 公尺³的油罐 (PBC1000)

焊程序；并应当注意：任何違反工藝的行為都將引起廢品的產生，因而，也就可能引起事故的發生。

① PBC 為 Резервуар вертикальный стальной 之縮寫，即立式鋼油罐之意。——譯者

编写本书的目的是为了对经常从事石油产品用的油罐焊接的电焊工能有所帮助。

本书所谈的是由钢板装配成的油罐的焊接。

罐体由板卷组成的油罐，其焊接工作量要小一些，这是

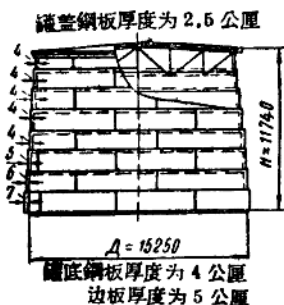


圖 5 容量为2145公尺³的油罐
(PBC2000)

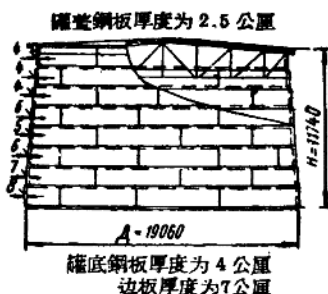


圖 6 容量为3352公尺³的油罐
(PBC3000)

因为在罐体上仅需要焊一道封闭的立焊焊缝就行了，而罐底的焊接、罐体与罐底的连接、罐盖盖板和盖架的焊接却像由钢板装配成的油罐的焊接一样。因此，参加用板卷制造油罐的焊工也可以使用本书。此外，他对安全技术还应当有一定的了解。

油库的油罐的容量从 100 到 5000 公尺³。

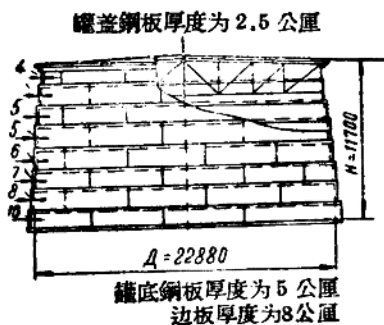


圖 7 容量为4810公尺³的油罐
(PBC5000)

圖 1、2、3、4、5、6 与 7 分別为容量 300、400、700、1000、2000、3000 和 5000 公尺³ 的油罐。圖中註有油罐的直徑和高度，以及罐底、罐体各圈板和罐盖鋼板之厚度。

下面用一般常用的 5000 公尺³ 油罐为例，以說明一般的焊接方法。

第一章 焊接概述

第一节 材料

貯存石油产品用的容量为 1000 公尺³和更大的立式圓筒形油罐的罐体与罐底用 ГОСТ380—50 的 С_т.3 号低碳平爐鑄靜鋼制造。此种鋼材的机械性能、屈服点、碳、硫和磷的極限含量均需符合于 A 組鋼材的标准(表 1)。制造盖架結構(桁架、標条、梁)和盖板允許采用 С_т.3 号沸騰鋼。梯子和圍棚可采用沒有出厂証明書的無牌号的鋼材,但必須按照 ГОСТ2523-51 进行鋼材的焊接性能試驗。

表 1

油罐所用鋼材的化学成份与机械性能标准

鋼 号	抗拉 極限 强度, 公斤/ 公厘 ²	伸長率, % 不小于		屈服 点, 公斤/ 公厘 ² 不低于	化 学 成 份, %				
		長試 样 δ_{10}	短試 样 δ_5		碳	錳	在鐵靜鋼与 半鐵靜鋼中 之硅	硫 不高于	磷 不高于
CT.338—40	23	27	24	0.14—0.22	0.40—0.65	0.12—0.30	0.055	0.050	
CT.341—43	22	26	24	0.14—0.22	0.40—0.65	0.12—0.30	0.055	0.050	
CT.344—47	21	25	24	0.14—0.22	0.40—0.65	0.12—0.30	0.055	0.050	

容量为 700 公尺³和更小的油罐允許采用 С_т.3 号平爐沸騰鋼。

油罐用的鋼材不能有夾層、斑疤、裂紋、砂眼和鼓起現象。

用手工焊接罐体立焊焊缝和罐体与罐底的连接焊缝时应使用 Э42A 型电焊条，而焊接其他焊缝时可用 Э42 型电焊条。

所有用于焊接油罐的电焊条都应有出厂证明书。在出厂证明书中註有：电焊条的制造厂、电焊条的牌号、类型和直径、焊丝的牌号及化学成份、电焊条的試驗結果和 ГОСТ 号碼。每束或每箱电焊条都要附有标签。此外，在标签上应註有电流种类、極性、焊接时焊缝的位置、推荐的焊接规范以及焊缝的机械性能。

根据 ГОСТ2523-51 焊接接合及焊缝金属的机械性能必須符合于下列要求(表 2)：

表 2

电焊条类型	焊 缝 金 属			焊 接 接 合	
	抗拉極限 强度， 公斤/公厘 ² 不小于	伸長率， % 不小于	抗冲击强度， 公斤·公尺/ 公分 ² 不小于	抗拉極限 强度， 公斤/公厘 ² 不小于	弯曲角， 度 不小于
Э42	42	18	8	42	120
Э42A	42	22	14	42	180

每种标准类型的电焊条均有几种牌号。例如：OMM-5、M33-04、LM-7 等牌号的电焊条属于 Э42 型；而 BH-48、УП-2/45、CM-11 等牌号的电焊条則属于 Э42A 型。

电焊条的某些缺陷可以用外觀檢查的方法查出。因此，当收到工作所用的电焊条时，应按下列規定进行檢查：

电焊条的塗料应牢实，無气孔、裂纹、鼓起和成堆現

象。为了便于引燃电弧，电焊条末端应潔淨，电焊条末端裸露部分的长度不应当超过焊絲直徑的一半。电焊条塗料强度的試驗方法如下：讓电焊条自由地平落在光平的鋼板上。电焊条自 0.5 公尺的高度落下后，塗料不应当破裂。

在塗料上不能有深度大于塗料厚度 25% 的划痕。塗料上長至 12 公厘而深度不超过塗料厚度一半的凹坑允許不多于两个。

除了外觀檢查以外，还必须根据 ГОСТ 2523-51 进行电焊条的工艺性能試驗。

檢驗之前，应將电焊条放入电热干燥箱或火焰加热干燥箱中經過烘焙。烘焙時間为 1.5—2 小时：

1. 塗料中含有能产生气体的有机成份之电焊条(如 OMM-5 和 UM-7)，其烘焙温度为 150—200°；

2. 塗料中不含能产生气体的有机成份之电焊条(如 УП-2/45 和 BH-48 等)，其烘焙温度为 250—300°。

工艺性能是通过观察电焊条的熔化过程和兩塊鋼板丁字焊接長为 100 公厘的單層焊縫(圖 8)的断口来檢驗。为了使断口位于焊縫，允許在焊縫开一小槽。鋼板的厚度和焊縫的側高根据电焊条的直徑而定(表 3)。

电焊条应易于引燃，其塗料熔化須均匀，不允許塗料形

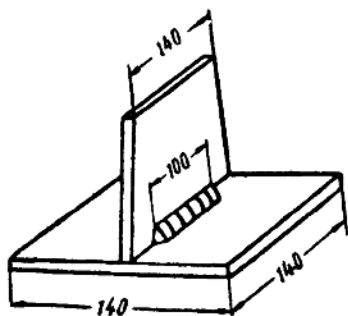


圖 8 試驗电焊条工艺性能所用的試样

电焊条应易于引燃，其塗料熔化須均匀，不允許塗料形

成“套罩”。

表 3

电焊条直径, 公厘	鋼板厚度, 公厘 不小于	焊缝侧高, 公厘 不小于
3.5 以下	6	5
3.5 以上	12	10

熔敷金属不应有气孔、裂纹和夹渣。

应当注意：在电焊条没有出厂证明書时，需从每批中抽出样品，以便按 ГОСТ 6996-54 进行焊接接合的机械性能試驗。

如試驗結果符合 ГОСТ 2523-51(見表 2) 的要求，則电焊条可以使用。

第二节 焊接应力与变形及其防止方法

在进行电弧焊接时，熔敷金属和焊缝鄰近的基体金属中会产生引起內应力及焊件变形(翘曲)的复杂現象。

担任油罐焊接的技术熟練的电焊工必須清楚地了解这些現象。

金属在加热时膨胀。如果金属加热均匀，并且也未固定住，則膨胀也很均匀。冷却至原来温度后，金属的尺寸会和未加热前的尺寸完全一样。

在焊接时，金属是在电弧与熔化金属之热量的影响下膨胀的。由于电焊时金属的加热区域不很大，即离焊缝只有 20—30 公厘。所以，鄰近加热小的金属区域会阻碍加热大的金属区域的膨胀，致使在金属中产生压应力。

在加熱較早的區域冷卻時，金屬的微粒將縮小自己的體積。但是，因為鄰近的區域阻礙其收縮，因此，在金屬中就產生了拉應力。

假如這些應力很大的話，就將引起焊件翹曲（變形）。焊件變形時，內應力減小，甚至於完全消失。如果焊件被固定住和不可能產生變形時，則內應力依然存在。

熔化金屬在凝固時會收縮，因為在固體狀態下熔化金屬的體積比在熔化狀態時要小，這稱為金屬的收縮。

在熔化金屬凝固的同時，往往在熔化金屬鄰近的金屬區域內會產生拉力。這種拉力也要在金屬中引起應力，並使焊件變形。

由於焊接的結果，在金屬中可能殘存一種甚至在焊接後還對焊接結構具有不良影響的應力。

如果這種殘余應力很大，那麼，焊接結構在使用過程中，在外力的同時作用下會出現過應力。這在某種情況下會引起裂紋的產生，有時，甚至可使一部分或整個結構破壞。

如果油罐中有過應力，則是特別危險的，因為因此而在焊縫中產生的即使是不大的裂紋，在液體壓力的作用下也可能使整個油罐遭到破壞。

為了減少內應力和變形，有下列幾種焊接方法，這些方法油罐電焊工應當加以採用。

焊縫的縱向收縮量決定於焊縫的長度，焊縫越短，收縮越小。因此，罐體和罐底的長焊縫應分段焊接，每段的長度為 200—300 公厘；而罐蓋的焊縫也應分段焊接，每段的長度為 350—450 公厘，並且每一段的焊接方向要與總的焊接方向相反。這種方法叫做逆向分段焊接法，這種方法是焊接

油罐的基本方法(圖9)。每一段的長度可根据电弧不間断熔化一根电焊条的情况来决定。

为了減少收縮和热应力，应采用能保証焊件焊口加热最小的焊接方法。

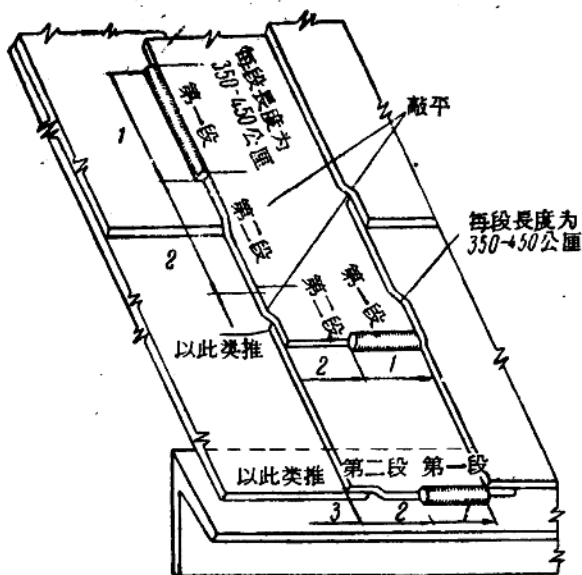


圖9 用逆向分段法焊接罐蓋的單層焊縫(箭头和数字表示焊縫的施焊方向和施焊程序)

焊接很厚的焊件时，其焊縫分若干層施焊，因为在这种情况下同时所發出的热量比在焊接截面大的單層焊縫时所發出的要少得多。

此外，应当考虑到：在施焊后一層时所發出的热量对前一層会起退火作用，所以就大大地減小了焊縫的中間層中之

內应力。

第三节 焊 接

焊接規則和电焊条的选择

电焊工在焊接油罐时应当遵守下列規則：

1. 在开始焊接以前，应仔細地把焊口及其附近寬为 20 公厘的金属表面清刷干淨，直到出現金属光澤为止。如在焊口上有鉄锈、污垢和油脂等，則無論如何也不能开始焊接；

2. 在焊接前，塗料还潮溼的电焊条应在前面所規定的温度（見第一节“材料”）下烘焙。禁止用潮的电焊条焊接油罐。

3. 由于在焊接之前不割去預点焊缝，并且預点焊缝的金属將成为主焊缝的組成部分，所以預点焊缝应有正常的焊透深度，并需使用与焊接主焊缝相同的电焊条。

4. 在焊接用預点焊所裝配的接合时，应特別仔細地焊透預点焊缝，將預点焊缝熔化，并焊透基体金属。

5. 在多層焊接时，应用直徑不大于 3—4 公厘的电

焊条施焊第一層。施焊后一層时，需將前一層的熔渣和飞溅

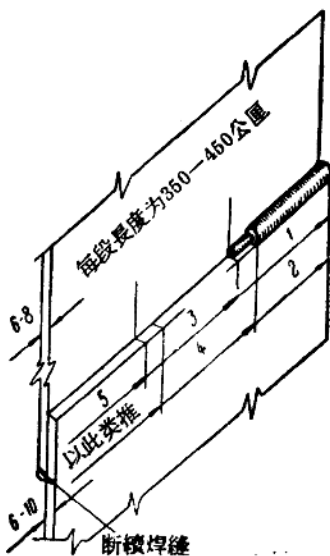


圖 10 罐体多層橫向焊缝的施焊順序(箭头和数字表示焊缝的施焊方向和程序)

仔細地刷淨。油罐的多層焊縫應採用逆向分段法施焊。每一層的每一段之開始和結束地方都應錯開(圖 10)，不使它們重合在一起。以後的每一層必須在前一層尚未冷卻時施焊。每一層的弧坑須引到基體金屬上，並焊滿。

6. 在刮風、下雨或下雪時，只有在焊接地點保護得不受氣候影響的情況下才能進行油罐的焊接。

7. 焊工在開始焊接和焊完每條焊縫時，應在焊件上打上自己的鋼印。如果焊縫很長，則應每隔 6 公尺打一次鋼印，鋼印必須打在離焊縫 20—30 公厘的基體金屬上。

焊縫質量的好壞取決於是否能正確地選擇電焊條的直徑與焊接電流。

電焊條的直徑可根據焊接金屬的厚度按下表(表 4)選擇。

表 4

金屬厚度，公厘	2—4	4—8	8—12
電焊條直徑，公厘	3—4	4—5	5—6

電焊條牌號	電 焊 接 時			
	平 焊			立
	3	4	5	3
OMM-5 OK-48p	100—140	160—200	220—250	85—120
УП-2/45	100—140	150—200	190—260	80—130
ВН-48	110—140	150—200	190—300	95—120

电流强度可根据焊缝在空间的位置、电焊条的直径与牌号按表 5 选择。

正确地选择电流种类和极性(见表 6)对于各种牌号的电焊条都是具有很重要的意义。

接触法快速焊接

现在于焊接罐体的环形搭接焊缝以及罐底和罐盖盖板的搭接焊缝时, 利用普通的焊接设备即可采用所谓接触法焊接(超短弧焊接)。

采用接触法焊接时, 焊条放在被连接钢板的焊口上, 电弧在电焊条上未熔化之涂料所形成的套罩内燃烧起来。由于电弧很短和套罩的存在, 电弧热量的消失比用一般方法焊接时要少些, 所以焊透深度增加。因为焊工不需要使电焊条保持悬空, 也用不着使电弧保持要求的长度, 焊工的工作也就大大地简化了。焊工的劳动生产率可提高 40—50%。

接触法焊接采用涂料比焊丝熔化稍慢一点的厚涂料电焊条。

表 5

的 位 置				
焊		仰 焊		
4	5	3	4	5
130—170	185—210	80—110	125—160	175—200
140—160	140—180	80—150	140—180	—
125—160	160—220	90—110	120—150	150—210

表 6

电焊条牌号	电焊条类型	电流种类	附 註
OMM-5	Э42	交流和直流电	在立焊时适宜于用 直流电
OK-48p	Э42	直流电反接	
BH-48	Э42A	1. 交流电 2. 直流电反接	
УП-2/45	Э42A	交流和直流电	

ЛМ-7с 号电焊条的使用效果很好，OMM-5 号和其他牌号的电焊条也可以采用。

用接触法焊接时，电焊条与焊缝成 $70-85^{\circ}$ （见图 11），并且电焊条也无需摆动，而沿焊缝做直线移动。

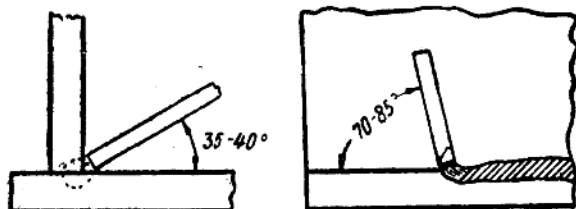


图 11 接触法焊接

焊工移动电焊条时要保持这样的速度，使熔渣及熔化的金属不致超越到电焊条顶端的前面。如果熔渣和熔化的金属超越到电焊条的前面，就会削弱焊接电弧对基体金属的作用，并且使焊透深度减小。如果电焊条的移动速度过高，也会使焊透深度减小，使焊缝形状变坏，使基体金属上产生咬边现象。

用于焊接油罐鋼板之搭接焊縫和丁字形焊縫的接触法焊接规范列于表 7：

表 7

鋼板厚度, 公 厘	焊縫側高, 公 厘	电焊条直徑, 公 厘	电流强度, 安 培	焊接速度, 公尺/小时
4—6	5	5	250—300	24—26
7—9	6—7	6	300—400	30—32
10	8—9	8	500—550	20—22

冬 季 焊 接

在冬季焊接油罐时，需遵守下列技术条件：

1. 在焊接对接焊縫，特别是搭接焊縫之前，应將焊口上的水、雪和冰清除干淨。

2. 应保証焊縫在焊接过程中有尽量收縮的可能性。因此，厚度为 6 公厘或更厚的鋼板通常不应用預点焊裝配，而需要用楔式夾具裝配。

3. 禁止用大錘或小錘敲打焊接处。

4. 当温度在零度以下时，焊縫上所發現的一切缺陷不宜用手鑿或風割去割。最好使用專門的表面割炬(牌号为 PBI-48)。

5. 应發給焊工暖和的工作服、鞋子和手套。在焊工的工作地点应鋪以輕便的木板或毛毡。

在下列室外温度下各种焊縫焊口不需預热即可进行焊接：

1. 温度至 -10° 时，可以焊接連接罐体与罐底的丁字形