

大型储罐底板换新的焊接

上海石化葆春机械有限公司 (201507) 张 勤

大型储罐在石油化工行业使用普遍，但由于原油及其产品具有较大的腐蚀性，而且油罐在长时间使用中会使油罐底部的沥青基础下陷，造成底板局部有较大凹陷，形成腐蚀点，故储罐在使用当中底板被腐蚀烂穿的情况也很普遍。底板漏油，储罐将被迫停用影响生产，重新制作安装新罐代价过高且制造周期长，而采用底板更换的办法，既缩短了施工周期又节约了资金，从而获得较为显著的经济效益。

近几年，上海石化股份公司也有一部分大型储罐的底板需要更新更换，而底板的平整度直接影响它的使用寿命。但由于底板面积较大且一般设计选用的钢板均较薄，所以焊接变形的控制就是底板更换的难点和重点，虽然国内外在这方面的实例很多，但公司在这方面的实际焊接经验几乎没有，为了满足上海石化设备更新更换的需要，同时为拓展本公司业务市场，我们对大型储罐底板的焊接进行了多次试验攻关，在此基础上为上海石化更换了几个容积在 10 000m³ 以上的大型储罐底板，取得了成功。这些储罐使用至今，目前情况良好。

一、底板腐蚀烂穿的原因

- (1) 原油及其产品本身具有较大的腐蚀性。
- (2) 油罐在长时间使用中会使油罐底部的沥青基础下陷，在物料重量作用下造成底板有局部凹陷，形成腐蚀点，钢板在此区域就容易腐烂。
- (3) 底板在焊接时焊缝中存在残余应力，在使用中钢板随着物料的增减，不停受力上下运动，焊缝及其热影响区中的焊接残余应力会造成焊缝区的应力腐蚀，使焊缝及其热影响区成为底板的腐蚀重灾区。

二、底板更换的前期准备

为了旧板拆除后能方便运出以及更换用新板顺利运进去，我们在储罐底圈壁上开一个 1.6m × 2.5m 的门洞。开门洞割下的门洞板要考虑底板更换结束后的复位。

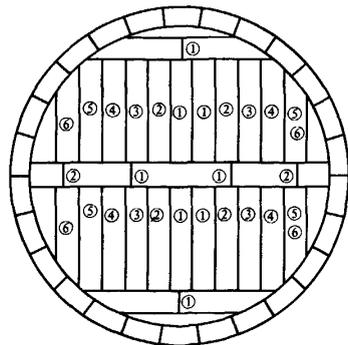
切割时可以直接割出坡口，并及时打磨去除渗碳硬化层。同时为了复位时保证焊接质量，门洞板上方两个角应切割成圆弧形。

由于底板的面积较大，焊缝纵横交错，故底板焊接过程中最主要的是焊接变形的问题。单条短焊缝的焊接主要是角变形，而长焊缝以及焊缝与焊缝连接后还会产生波浪变形，这种变形才是最严重的。另外，由于底板的反面有防腐层，焊接时热量的集中会使防腐层烧损，也会影响底板的使用寿命。

为了防止变形的产生和防腐层的烧损，所以对于底板的焊接必须做好事先的排版工作和防变形工装的设计安装，焊接过程中采用较小的焊接热输入，并且严格按照顺序进行焊接，焊后采取一定的消应力措施以消除焊缝中残存的应力。

三、底板的焊接

1999 年 5 月，我公司承接了上海石化 1 号储运区两台 10 000m³ 油罐的底板中幅板调换任务，底板材质为 Q235A，整个底板直径为 26m，钢板厚度为 8mm，底板焊接形式为搭接。我们对底板作的具体排版如下图所示。



底板排版顺序示意图

1. 焊前工艺措施

- (1) 焊接方法以及焊接材料的选择 焊接方法的不

同直接关系到焊接变形的大小，而焊接材料的选用更直接关系到焊缝质量和底板的使用寿命。我们必须选用焊接热输入较小的焊接方法，因为是搭接角焊缝，所以我们选用了 CO₂ 气体保护焊。它不仅能减小变形还能提高焊接效率。焊材选用杂质含量低并经过脱氢处理的，以使焊接接头的塑性优于母材或相当，因为母材是 Q235A，故焊材选用焊丝：TWE-711 (φ1.2mm)；气体：纯度 ≥99.99% 的 CO₂。

(2) 焊机的选择 选用 Kemppi pro5200 型熔化极半自动 CO₂ 气体保护焊机，要求焊机有提前送气和滞后断气装置，配套 CO₂ 气体加热带。

(3) 焊前清理 由于 CO₂ 气体保护焊对油、水、锈比较敏感，故在焊缝装配好，焊接前应去除焊缝两侧 20mm 范围内的泥沙、铁锈、油污、水等污物杂质。

(4) 焊前防变形工装的设计安装 为更有效的防止焊接变形，我们采用刚性固定法即焊接前在焊缝的一侧 200mm 处装上 22 号槽钢并用龙门卡压实。这一工装要到焊缝焊接以后完全冷却了才可以拆除。

2. 底板的焊接

(1) 底板的搭接焊缝焊脚高度为 8mm，我们采用两层焊接，用快速焊接的方法减小焊接热输入以减小变形，采用两层焊接时也能更保证焊接质量。

(2) 底板焊接时遵守分区施焊、装配定位点一块焊一块、短焊缝先点焊、长焊缝后焊后点以及不焊不点的原则。分区就是将每行中幅板分为几个单元，每个单元由 3~4 块板组成。我们先按单元进行焊接，各单元焊接完毕后，再焊接单元间的焊缝，即完成各行中幅板的焊接；最后，完成各行中幅板间的长焊缝的焊接。焊接顺序见上面示意图。

(3) 施焊时为了防止变形，整个底板整体的焊接趋势必须采取中心向四周辐射，施焊人员均匀分布；长焊缝采用中心向两边对称分段退焊的施焊方法，每段焊缝长度约为 2.5~3m。分区施焊时以每个区为一个整体。

(4) 同时为了防止焊接时的变形，长焊缝焊接时，在整条长焊缝一侧加设纵向加强直排板，加强直排板用 22 号槽钢制作，安装时用龙门卡进行固定。每条焊缝在焊完后应在热态下锤击焊缝以减小焊接变形和释放焊接内应力（锤击时应采用垫板，不可直接敲打焊缝），待焊缝完全冷却后再拆除防变形工装。

(5) 焊接参数如下表所示。

焊接参数表

层次	材料厚度 /mm	焊丝直径 /mm	焊丝干伸长 /mm	电流 /A	电压 /V	喷嘴直径 /mm	气体流量 /L·min ⁻¹
1	8	1.2	10~15	210	21	16	15
2	8	1.2	10~15	200	21	16	15

四、焊后检查

(1) 底板变形 我们对整个底板进行了平整度的检查，经检查底板焊接后局部凹凸变形的深度最大只有 26mm。

(2) 无损检测 我们对所有焊缝采用真空箱法进行严密性试验，试验负压值为 53 000Pa，以无泄漏为合格。共发现 6 处泄漏点。缺陷多为针状气孔。

我们对底板三层钢板重叠部分的搭接接头，在沿各方向 200mm 范围内进行渗透探伤及磁粉探伤，均未发现缺陷。

(3) 焊缝的返修 我们在真空箱严密性试验中，发现了 6 个漏点，用角向砂轮磨光机打磨至缺陷底部后进行修补，补焊长度 ≥50mm。补焊完毕，对该段焊缝再次进行严密性试验，经检查 6 个点全部一次性返修合格。

五、结语

该罐经过底板换新投入使用后，几年来，一直运转正常，底板基本没有腐蚀和损伤变形的现象，由此可证明我们所采用的工艺规范是合理有效的。

通过实践、摸索和学习，得出一些体会，只要掌握下列要点，焊接变形是可以控制的，焊接质量是可以保证的。

(1) 根据不同母材的性能要求，选用不同的焊接方法和焊接材料。

(2) 母材及焊材中的杂质含量，必须在技术条件允许的范围内。

(3) 选用合理的焊接参数来减少溶液在高温的停留时间。

(4) 避免强力组对，以减小焊接残余应力。

(5) 合理采用反变形手段和设置防变形工装。MW

(20090912)