

# 大型储罐底板的焊接方法

卞宗强

(齐鲁石化公司胜利炼油厂, 淄博, 255434)

**摘要** 对大型贮罐底板施工进行了全面的总结和论述。介绍了底板焊接应力分析、底板铺设、焊接及变形矫正的方法。

**关键词** 焊接应力 收缩 变形

以前我们施工的几个大型储罐中, 储罐罐底的施工是一个相当关键的部位。因为中幅板面积很大, 钢板的厚度与长、宽相比, 尺寸相差悬殊。这样大面积的搭接角焊缝, 如果铺设和焊接顺序安排不妥当, 焊后产生较大的内应力, 底板失稳就会引起凸鼓变形。若变形后再进行修理, 那就很困难, 对整个工程的质量和进度都是一个很大的影响。因此, 在大型储罐底板施工中, 必须予以重视。

## 1 焊接应力分析

底板焊接后变形的主要原因是由于搭焊接焊缝的纵向、横向的收缩以及环形角焊纵向收缩造成的底板变形。所以应从实际出发, 拟定较好的施工方法, 使焊缝按照人们的意愿收缩, 来达到防止底板焊接变形的目的。在施工底板之前, 首先要分析焊接时产生的应力情况, 确定焊接工艺, 并选择适当的排板形式来满足焊接需要。现分述如下:

### 1.1 两薄板搭接角焊应力的分析

两板搭接角焊施焊时, 焊接面温度高, 非焊接面温度低, 温度高的一面产生压缩塑性变形较大; 温度低的一面变形则较小。冷却时, 沿板厚出现不均匀的收缩, 这就产生了角变形。其大小与板的厚度有关; 对于薄板来说, 因为热能量传递得快, 沿厚度分布较均匀, 压缩塑性变形较小。如果在薄板搭接缝两侧外加横向水平力, 两板在近似刚性固定条件下施焊, 这样焊后角变形很小。此

时焊缝应力很小, 而横向应力对焊接变形起主导作用, 如图 1 所示。

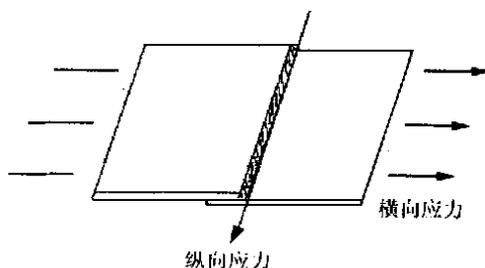


图 1 薄板搭接焊缝应力分析

### 1.1.1 纵向应力引起的变形

电弧从板的一端施焊到另一端过程中, 对薄板进行加热, 由于中间温度高的金属, 受到两边温度低的金属反作用而产生压力。当中间金属所受压力超过屈服点时, 该部位就出现了压缩塑性变形, 此时钢板中存在着压力和拉应力, 并处于平衡, 所以钢板就较原来伸长; 当焊缝冷却时, 由于中间部分金属, 在加热时产生压缩性变形的缘故, 最后的长度要比原来的短些。中间的应力与两边的应力是相互牵制影响的, 所以在焊后冷却时, 中间部分产生拉应力, 而在两边金属内部产生压力, 并达到相互平衡, 最终焊缝纵向产生收缩变形, 如图 2 所示。

由经验得知: 薄板搭接连续角焊缝纵向收缩

收稿日期: 2000 - 05 - 08; 修回日期: 2000 - 08 - 13。

作者简介: 卞宗强, 男, 30, 助工, 1994 年毕业于抚顺石油学院机械系, 一直从事化工设备检修施工工作。

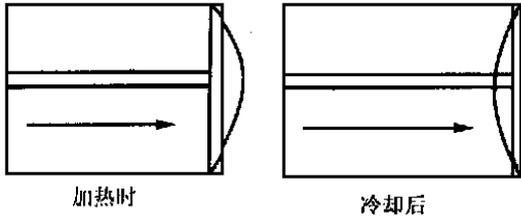


图 2 焊缝纵向收缩变形

注:箭头表示焊接方向

量为 0.2 ~ 0.4mm/m。这样纵向收缩量很小,对底板焊接影响不大,可由搭对余量来弥补。

### 1.1.2 横向应力引起的变形

在平行及方向相反的两外力作用下两板搭接焊时,其施焊过程中是有先后的。先焊的一部分焊缝,因受后焊部分对它的压缩作用,从而减低了横向拉应力的数值,而邻近焊缝区域内金属因受热产生的膨胀,受到相邻冷金属的约束,产生压缩塑性变形,随热源移动,各点不断重复这种过程。冷却后,同钢杆在加热膨胀受阻时的情况相似,生成横向收缩变形。由经验得知:对于 4 ~ 8mm 厚的钢板搭接连续角焊横向收缩量为 0.8 ~ 1.0mm/m。

如果没有外力固定的情况下,搭接焊缝的施焊不是在同一时间内完成的,先焊部分受到后焊焊缝横向收缩作用,而又限制了后焊焊缝横向收缩作用,因此在焊缝末端受到了拉应力作用,先焊部分受到压应力作用。如图 3 所示。总的横向应力就是由上述两部分应力合成的结果。由于这种横向应力作用产生的变形,即焊缝中间部分起拱或凹下,这对底板施工是十分有害的。

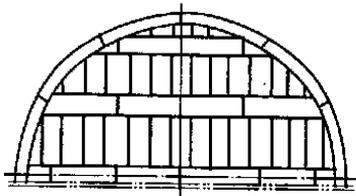


图 3 丁字形排板示意图

## 2 底板的排板与铺设

底板的排板是根据来料的几何尺寸对中幅板



图 5 长焊缝分段跳焊法

注:箭头表示运条方向,序号表示焊接顺序。

进行一次排列的。排板应满足施焊规定的条件,使中幅板在施焊过程受热面不集中而迅速均匀将热传递,还应满足铺设的方便、快捷和美观。它的一切应满足 GB128j - 90 要求。

国内常见的排列形式有:条形排板法,人字形排板法和丁字形排板法。比较上述 3 种排板方法,则丁字形排版法较好,其优点是:(1)排板时便于错缝,容易排列,外观整齐,美观大方;(2)能满足施焊条件,易避免在施焊过程中应力过分集中,并能迅速均匀地传递,从而克服中幅板焊后沿纵横方向收缩而使底板发生凹拱现象。

## 3 底板的焊接

### 3.1 焊接顺序的确定

要合理安排好焊接顺序,首先要分清那些焊缝施焊后能影响到底板变形。概括总结以下焊缝容易产生底板变形:(1)最低带壁板与弓形焊缝会引起弓形板变形;(2)中幅板与弓形板搭接角焊会引起周向收缩;(3)弓形板对接焊缝会引起周向收缩;(4)中幅板本身焊缝纵横方向的收缩。

上述影响因素相互牵连,因此要有意识地将底板焊接分段进行,使其都能均匀自由收缩。在具体焊接中,其措施如下:

(1)先焊中幅板错开的短焊缝,然后再焊直通的长焊缝。

对于短焊缝采用分段跳焊法,先将焊道分成 400mm 长的小段。然后如图 4 所示施焊。



图 4 短焊缝分段跳焊法

注:箭头表示运条方向,序号表示焊接顺序。

对于长焊缝则从中心向两端分成若干 400 ~ 500mm 的小段,由 2 名电焊工如图 5 所示,从中心向两边对称退步跳跃施焊。

(2) 焊接时用小手锤锤击焊缝区释放应力。第 1 遍与第 2 遍的焊缝应互相错开。

(3) 边缘板按要求铺好后,先焊接径向短焊缝外侧 200mm,焊后铲平与水平槽壁板连接部位的焊缝。

(4) 罐底与底圈壁板连接部位的焊缝焊接,为了减少焊缝变形,可以数对焊工对称分布在罐内与罐外,沿同一方向分段退焊(见图 6)。我们采取了先焊内圈再焊外圈的焊接顺序。为了防止在焊接过程中边板翘起过大,可用角钢每隔 1~2m 沿圆周支撑罐底和罐壁;将原来与中幅板连接的固定焊点打开,并用龙门楔铁固定。打开龙门板和边板要有 30mm 以上的间隙,便于收缩。

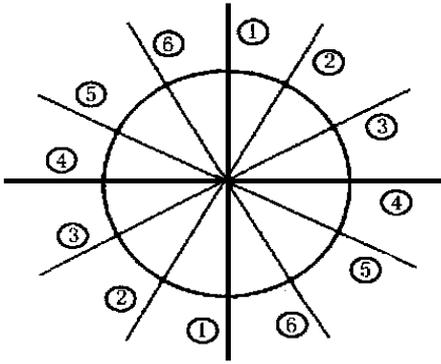


图 6 罐底焊接方法

(5) 边缘板的径向连接焊缝,可由外到内分段退焊,由数名焊工对称施焊。

(6) 最后焊边缘板与中幅板的连接缝,焊前将边缘板与中幅板之间的夹具松开,有焊接点的将焊点打开。焊工沿圆周对称均匀分布,沿同一方向分段退焊。

另外,为了有效防止因内应力而产生的罐底变形,在中幅板焊接完成前,留出一二道主要焊缝不焊,为以后步骤的焊接留下充足的焊接收缩余量。待罐底所有焊缝焊接完毕后,再进行施焊。

### 3.2 合理焊接工艺的选择

在实际的施焊过程中,采用的焊接工艺参数见表 1。

#### (1) 焊接电流

焊接电流的大小,对焊接质量有较大影响。

电流较小,电弧不稳定会造成未焊透和夹渣等缺陷,使生产率降低;电流过大,则易产生咬边,同时增加金属飞溅。

#### (2) 焊接速度

焊接速度大小直接影响生产率和质量。应该在保证质量的前提下,采用较大焊条直径和焊接电流,以获得最大的焊接速度(如表 1 所示)。

表 1 焊接工艺参数

| 焊层  | 焊接电压 / V | 焊接电流 / A | 焊接速度 / mm·min <sup>-1</sup> | 焊条牌号  | 焊条直径 / mm |
|-----|----------|----------|-----------------------------|-------|-----------|
| 第一层 | 24       | 90       | 120                         | E4303 | 3.2       |
| 第二层 | 24       | 100      | 120                         | E4303 | 3.2       |

#### (3) 选择合理的坡口

坡口的选择在保证焊透,尽量减少填充金属,焊接变形及应力尽可能小的前提下进行选择(如图 7 所示)。

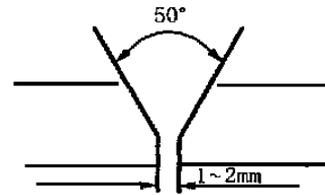


图 7 坡口形式图

#### (4) 引弧与收缩

施焊收弧时,焊接时每一层焊缝首尾重叠 30~50mm,使焊条与焊接平面的角度改为 20~25 度,引弧前用焊条将 1 根焊条收弧处来回划数次,使焊渣划开再引弧,这样可以避免在焊接接头产生夹渣和气孔,确保接头处的焊接质量。

## 4 结 语

以上方法在炼油厂大型的储罐及气柜底板施工中都得到广泛应用,效果很好,特别在 5 000m<sup>3</sup> 储罐施工中,有效地防止了罐底变形。