

10000m³ 原油贮罐底板的施工

李建平

大化集团工程公司安装一队 辽宁省大连市 116031

【摘要】 在大型贮罐施工中,底板的施工是非常重要的,文中主要叙述了在底板施工过程中应注意的问题,以及应如何合理安排焊接施工顺序等。

关键词: 原油贮罐 底板 敷设 焊接 应力 分析

中图分类号: TE972

1 前言

大型贮罐底板是贮罐施工的一个关键部位,因为中幅板表面积很大,钢板的厚度与长、宽相比,尺寸相差悬殊。这样大面积的搭接,如果铺设和焊接顺序不对,焊接后容易产生较大的内应力,就会引起底板失稳,产生较大的凸鼓变形,局部必须重新返工,因此在大型贮罐底板施工中,施工人员必须给予足够重视,合理安排焊接施工顺序。

2 焊接应力分析

底板焊后变形的主要原因是由于搭接焊缝的纵向、横向收缩以及环形角焊缝的纵向收缩造成的。因此应从实际出发,拟定合理的施工方法,使焊缝按照人们的意愿收缩,来达到以防止底板焊接变形的目的。在底板施工之前,首先要分析焊接时产生的应力情况,确定焊接工艺,选择适当的排板形式来满足焊接需要。下面对两板搭接角焊应力进行分析。

两板搭接角焊施焊时,焊接面温度高,非焊接面温度低,且焊缝熔池呈上宽下窄倒锥形,温度高的一面产生压缩性变形较大,温度低的一面变形则较小。冷却时,沿板厚出现不均匀收缩,这就产生了角变形。其大小不仅与板的厚度有关,还与焊缝的焊接层数及施焊方法有关。

如果在两板搭接缝两侧施加横向水平力,两板在近似刚性固定条件下施焊,这样焊后的焊缝应力为双向应力,即焊缝纵向应力近似横向应力。

2.1 纵向应力引起的变形

电弧从板的一端到另一端的过程中,对钢板进行加热,由于中间温度高的金属受到两边温度低的金属反作用力而产生压应力,当中间金属所受压力超过屈服点时,该部位就出现了压缩性变形,此时钢板中存在压应力和拉应力,并处于平衡状态,所以就较原来伸

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短些,中间的应力与两边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应力并相互达到平衡,最终焊缝纵向产生收缩变形,如图 1 所示。

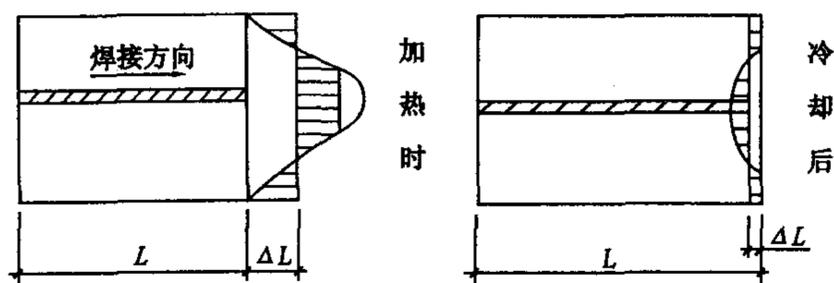


图 1 纵向应力引起的焊接变形

由经验得知:钢板搭接连续角焊缝纵向收缩量为 0.2~0.4mm/m,即纵向收缩量很小,对底板焊接影响不大,可由搭接余量来弥补。

2.2 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,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性变形,随热源移动,各点不断重复这种过程,冷却后生成横向收缩变形。如图 2 所示。

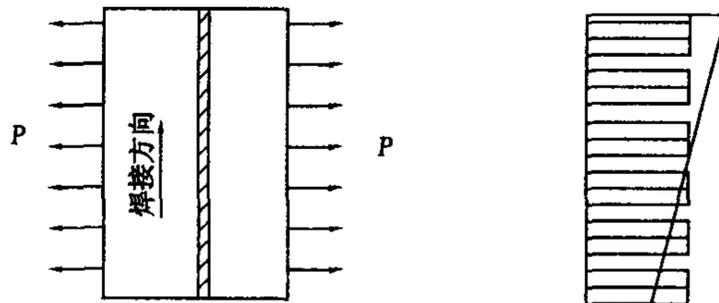


图 2 外力固定焊接时横向应力变形图

由经验得知,对于 12~14mm 厚的钢板搭接连续角焊缝横向收缩量如果没有外力固定的情况下,由于搭接焊缝不是在同一时间内完成的,先焊部分受到后

焊缝横向收缩作用,而它又限制后焊焊缝的横向收缩,因此在焊缝末端受到拉应力作用,先焊部分受到压应力作用。如图 3 所示。

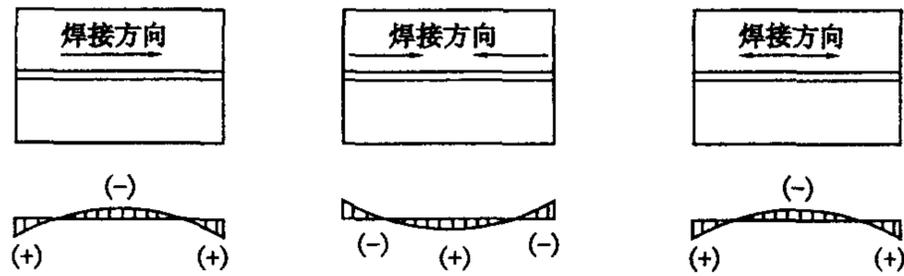


图 3 搭接焊应力图

总的横向应力是由上述两部分应力合成的结果。由于这种横向应力作用而产生变形,即焊缝中间部分起拱或凹下,这对底板施工是不利的。必须设法防止当这两种应力共同作用形成双向应力时,即钢板四周焊缝的纵向应力和横向应力共同作用时,使钢板中部拱起或凹下这一现象的发生。为此应采取合理排板及施焊工艺,将影响底板施工质量不利因素减少到最低限度,从而保证底板的施工质量。

综合上述应力分析,归纳施焊条件应满足在有外力固定的条件下,选择合理的焊接方法和焊接工艺,使焊缝均匀横向收缩。为防止焊缝中间起拱,必要时可在焊缝上加一槽钢做背杠固定(钢板越薄时越有必要加背杠)和在焊缝采用拱形板(俗称“马”)进行刚性固定和控制变形。

3 底板的排板与敷设

10000m³ 原油贮罐排板纵向以条形排板为主,横向边幅板为丁字形排板,底板的排板是根据来料的几何尺寸对中幅板进行一次排列。

排板图应符合下列要求:

- (1)为补偿焊接收缩,罐底的排板直径应比设计直径大 1.5%~2%。
- (2)罐底中幅板的宽度不应小于 500mm,长度不应小于 1000mm。
- (3)罐底边缘板沿贮罐半径方向的最小尺寸为 600mm。
- (4)贮罐内径等于或大于 16.5m 时,罐底周边宜采用弓形边缘板。
- (5)罐底板任意相邻两个接头之间的距离不应小于 200mm。

底板排板在满足上述有关要求条件外,还应满足底板在施焊过程中受热面不集中而且能迅速将热传递,铺设方便、速度快,施工作业面大等要求。

贮罐底板铺设前,在基础上划出十字中心线,按排板图直径在基础上划底圆线,将已预制的弓形边缘板按基础底圆线铺设。弓形边缘板在预制时其内圆焊缝间隙应大于外圆焊缝间隙 1.5~2.5mm 左右,以供壁板焊缝收缩之用。弓形边缘板铺设合格后进行中幅板的铺设。先铺设在罐中心的那块板,在这块钢板上画两条互相垂直的中心线,使这两条中心线与基础上已划好的两条中心线重合,则基础中心线与底板中心线重合。中心板定位后,继续铺设中间的一条长板,再以此长条板为准,由罐中心向两侧铺设中幅板,找正后采用卡具或定位焊固定。

4 底板的焊接

4.1 焊接顺序的确定

4.1.1 要合理安排好焊接顺序

合理的焊接顺序是减少焊接应力及变形的最有效的方法之一,通常在选择焊接顺序时,应遵循下列原则:

- (1)尽可能考虑焊缝能自由收缩,对大型构件的焊接应从中间向四周进行;
- (2)收缩量大的焊缝先焊;
- (3)采用对称焊接;
- (4)采用不同顺序焊接。

4.1.2 在施焊过程中,应首先分清哪些焊缝施焊后能影响到底板变形

研究表明以下焊缝收缩时容易产生底板变形:

- (1)第一带壁板与弓形边缘板环焊缝会引起弓形边缘板收缩;
- (2)弓形边缘板对接焊缝会引起周向收缩;
- (3)中幅板与弓形边缘板搭接角焊缝会引起周向收缩;
- (4)中幅板本身焊缝纵横方向收缩。

上述影响相互牵连,所以底板施焊应合理选择施焊顺序,焊接顺序建议按如下安排:

- (1)首先焊接弓形边缘板对接焊缝中第一带壁板底部 80~100mm 长焊缝,供组装之用;
- (2)施焊中幅板短缝;
- (3)施焊中幅板长缝;
- (4)施焊中幅板封闭焊缝;
- (5)第一带壁板立缝和底板环形角焊缝施焊完后,将弓形边缘板其余未焊的对接焊缝焊完,同时采取一定措施防止弓形板上翘;

(下转第 22 页)

表5 焊接工艺参数

焊接方法	层数	焊材及尺寸	电流种类及极性	焊接电流(A)	
手工氩弧焊	1	ERCuNi φ2	直流正接	120~130	
电弧电压(V)	焊接速度(mm/min)	钨极直径(mm)	喷嘴直径(mm)	气体及成分	气体流量(L/min)
8~10	75~85	φ3	φ18	Ar99.99%	15~18

7 检验

7.1 渗透检测

管—板接头全部焊完24小时之后,进行100%渗透检测,没有发现裂纹和气孔。

7.2 宏观金相

由于制造白铜管换热器在我所尚属首次,对白铜的焊接性不十分熟悉,为此,按GB151-1999《钢制管壳式换热器》附录B标准做了焊接工艺评定。在焊接工艺评定试板中取三块试样。取样采用线切割,这样可以保证切面的粗糙度较好,便于加工剖面和试样复位的完好性。试样经研磨和腐蚀后,对其中4个剖面的8个观察面进行检查,没有发现裂纹和内部气孔。所有受检查剖面的角焊缝H值均大于管壁厚的1.4

(上接第19页)

(6)最后焊接弓形边缘板与中幅板搭接焊缝。

4.2 焊接工艺选择

底板焊接采用手工电弧焊,在施焊过程中焊工分布应对称,焊接方法以跳焊法和逐步退焊法为宜。连续施焊前,先较密连续点焊,并随之除去焊缝上卡具,加拱形板(“马”)进行刚性固定,并将相邻两侧焊缝上的卡具卡紧,在达到有足够外力固定条件下焊接:先短缝后长缝,最后焊封闭焊缝。

4.2.1 焊接电流

焊接电流大小对焊接质量和生产率有较大影响:电流过小,电弧不稳定,会造成未焊透和夹渣等缺陷,且生产效率低;电流过大,则容易产生咬边,同时增加了金属飞溅。具体操作可根据经验式来掌握:

$$I = (45 \sim 55)d$$

式中 I ——焊接电流, A;

d ——焊条直径, mm。

4.2.2 焊接电弧

在焊接过程中,要求电弧不宜过长,否则不但会出现电弧燃烧不稳定,增加金属飞溅产生咬边现象,而且还会由于气体侵入而使焊缝产生气孔,所以在焊接时力求使用短弧,弧长略低于焊条直径,电弧电压为23~25V。

4.2.3 焊接速度

焊接速度大小直接影响焊接生产率和质量,应该

倍即2.8mm, H的平均值为3.5mm。符合GB151-1999《钢制管壳式换热器》附录B的指标要求。

8 结论

(1)根据焊接工艺评定及实际焊接结果证明,BFe30-1-1白铜管与BFe30-1-1/16MnR爆炸复合板连接接头的焊接性良好,不用采用预热措施。

(2)采用符合标准的焊接材料,正确的焊接程序和适宜的焊接工艺参数,能够避免产生焊接裂纹和气孔,从而得到满足使用要求的焊接接头。

(3)焊接时必须填丝以获得优质的焊接接头。

(4)该组设备已经安全运行近两年,说明采用此焊接工艺施焊的这批产品质量良好,完全符合设计要求。

参 考 文 献

- [1] 傅积和. 焊接数据资料手册. 北京:机械工业出版社, 1997, 550~552.
- [2] 俞尚知. 焊接工艺人员手册. 上海:上海科学技术出版社, 1991, 164~166.
- [3] GB151-1999. 钢制管壳式换热器.
- [4] 季杰. 铜及铜合金的焊接. 焊接技术, 1999, (2):13~15.

(收稿日期:2001年10月11日)

在保证质量的前提下采用较大焊条直径和焊接电流,以获得最大焊接速度。

10000m³原油贮罐罐底中幅板厚度为12mm,弓形边缘板厚度为14mm,底板搭接焊缝施焊速度考虑到满足焊肉高度,减少焊缝重复受热,提高生产效率等要求,可选用φ5.0mm焊条,电流为250~270A,焊接速度可根据焊缝形式及焊接层数合理掌握。

4.2.4 焊条角度

对于弓形边缘板对接平焊采用直线性运条方法,其焊条和焊件坡口垂直并向运条方向倾斜。对于中幅板搭接平焊,其实是一种填角焊,焊接时主要困难是上板边缘受电弧高热熔化而产生咬边,且易造成假满焊状态,同时焊缝容易产生单边,故运条方向夹角最好为45°,焊条与焊缝夹角宜在30°~60°之间,首次打底焊,焊条与焊缝夹角以45°为好。

4.2.5 引弧与收弧

施焊收弧时将焊把沿运条相反方向回一点,使焊条角度为25°~30°,引弧前用焊条在上一根焊条收弧处来回划几次,使焊渣划开再引流,这样可以避免在焊缝接头处产生夹渣和气孔,且每层焊接接头相互错开,确保接头处的焊接质量。

上述底板铺设与焊接方法,我们在大化集团30万吨合成氨厂10000m³原油贮罐施工中得以实践,证实其效果良好。

(收稿日期:2001年12月20日)