

内浮顶储罐焊接质量控制要点及控制措施

侯建胜（宁波大榭开发区信海油品仓储有限公司，浙江 宁波 315812）

摘要：近年来，随着国家对大型储罐安装工程重视程度进一步提高，储罐安装标准逐渐走向正规，同时储罐施工单位的安装水平不断提升，施工进度进一步加快，但是随着技术成熟进度加快，储罐安装的质量也就成为了新改扩建项目关注的重点。文章在对内浮顶储罐安装过程中焊接质量关注重点进行阐述的基础上，提出质量控制措施，从而为以后内浮顶储罐安装做出指导意义，保证储罐安装质量。

关键词：内浮顶储罐；焊接；质量控制；措施

1 内浮顶储罐的概念

一般的拱顶罐，是一个圆柱型或者是椭圆型，平放或立放，将要贮藏的东西（液体、液化气体、流体等）灌入罐内进行储存，而内浮顶储罐与拱顶罐不同，是在拱顶罐的内部，加设一套盘体，边缘加装密封装置，使其可以随内部的物体的增多或减少而上下移动，起到限制作用。优点在于内浮盘浮于液面上，使得液相没有蒸发空间，可以减少蒸发损失达85%~90%；此外，通过浮盘阻隔了空气与储液，在减少空气污染的同时减少了火灾危险发生的程度。

2 倒装法储罐安装技术

大型储罐贮罐倒装法用液压提升施工成套技术是以SQD-16——100s.f松卡式千斤顶（承载力16t，液压行程100mm）为主体，配以不同型号的液压泵站和液压管路系统等配件，组成大型储罐贮罐液压提升施工成套设备，可适用于大型储罐（拱顶储罐贮罐、浮顶储罐贮罐和内浮顶储罐贮罐）的提升施工。

3 罐底板焊接质量控制要点及控制措施

3.1 罐底板焊接的特点

罐底是整个储罐的关键部位，关系到整个储罐制作安装的成败。储罐底板是由多块条型中幅板和多块弓型边缘板拼接而成，是整个储罐受力最大的部位。其焊接特点为：直径大、板薄、钢板厚度与储罐底的宽度之比很小，刚度差，焊缝数量多，焊接应力大，易产生焊接变形且变形量大，控制难度大。因此分析焊接变形的机理及各种影响因素，掌握其变化规律，采取有效的减少变形措施，控制罐底的焊接变形，确保储罐罐底的制作质量，是整个储罐制作的重要环节。

3.2 变形产生的机理

①焊接局部的、不均匀加热和构件的刚性约束。焊接过程是对焊件进行局部、不均匀的加热过程，焊接时，高温区域（焊缝及焊缝的焊接侧）受热膨胀，受周边低温区域的刚性阻碍而不能自由伸长，产生热塑性变形，冷却时，高温区域因热塑性变形而产生收缩量大，低温区域产生收缩量小，这种不平衡的内部收缩导致底板产生凝缩应力和凝缩变形；②焊接时，高温区域的组织由珠光体变成奥氏体，冷却后，奥氏体转变为混合体，如珠光体加索氏体、索氏体加屈氏体等，甚至转变马氏体，

且焊接的加热与冷却速度都较快，焊后组织极不均匀，因此，焊缝及热影响区的硬度和脆性随之增大，延伸率和断面收缩率也随之加大，底板产生组织应力和组织变形。

凝缩变形和组织变形的共同作用，使底板产生纵向收缩变形和横向收缩变形，通过这两种变形引起底板的各种变形，如收缩变形、角变形、弯曲变形、扭曲变形、波浪变形等，而罐底的焊接变形主要是收缩变形、角变形、波浪变形。因此应采取如下措施进行安装焊接，防止产生变形。

3.3 罐底板变形的控制

3.3.1 设计措施

①罐底板的排版直径按其设计图纸直径放大0.15~0.2%，以补偿焊缝的纵向和横向焊接变形收缩量；②尽量选择大规格钢板。由于焊缝的纵向收缩量与焊缝长度成正比，采用大规格钢板后，罐底板的焊缝长度大量减少，纵向收缩变形也相应地减少，同时减少焊接工作量，降低材料消耗，节约人力和物力，缩短工期，提高效益；③采用带垫板的对接焊缝或者搭接焊缝，相当于钢板在焊接位置增加了加强筋，增强了底板的结构刚度，抵抗失稳变形的能力得到加强，使横向收缩变形与角变形变小，同时避免因为提高刚度而增加罐底板整体厚度而造成施工成本的浪费；④罐底板排版时，长焊缝应沿着罐底中心线排列对称，弓形边缘板以罐底的圆心为中心对称布置，这可以相互抵消大部分焊接变形，也为防止变形工艺措施的有效控制创造有利条件。

3.3.2 工艺措施

①底板铺设前，所有底板构件与基础接触的面均应按设计要求进行除锈，并涂刷防腐沥青，距离焊缝50mm范围不涂，涂刷遍数及厚度须经隐蔽工程检查验收；热切割底板施焊前需要对切割口进行UT检测，防止材质发生变化；②底板边缘板、中幅板的铺设应设计及排版图要求进行，罐底中幅板应搭在边缘板上；搭接宽度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；③底板组装焊接的所有焊道必须按规范要求进行打磨清理，应对焊道清理情况进行现场监督检查；④为控制底板焊接变形，焊接作业应严格按照规范要求的顺序进行，储罐的焊接顺序一般为边缘板外沿300mm范围内对称施焊—中幅板短焊缝焊接—中幅

板长焊缝焊接 - 罐壁板纵焊缝焊接 - 罐壁板环焊缝焊接 - 罐壁板与边缘板大角缝对称沿同一方向焊接 - 边缘板剩余部分的焊接 - 龟甲缝焊接; ⑤焊接过程中初层焊道采用分段退焊或跳焊的方式进行; ⑥边缘板外沿 300mm、中幅板的重叠焊缝焊接完成后进行 PT 无损检测, 其他焊缝进行抽真空检验。

4 储罐拱顶安装质量控制要点及控制措施

①采用倒装工艺的储罐外罐拱顶安装, 必须在足以支撑拱顶的临时支架上进行; ②由于拱顶为压力释放的部位, 厚度一般控制在 5-6mm, 但是 5mm 和 6mm 焊接工艺存在不同, $\geq 6\text{mm}$ 的钢板必须采用不少于两道的焊接方式进行, 保证焊高的前提下, 防止变形。5mm 以下的拱顶钢板没有两道完成的要求, 保证焊接高度, 焊接即完成; ③拱顶搭接焊缝一般采用内部先花焊, 外部再满焊, 同样满足先焊短焊缝、后焊长焊缝的方式进行焊接, 罐壁包边角钢的对接焊缝与壁板的对接焊缝至少留有 300mm 的距离, 蒙皮焊接时, 应先进行内侧花焊, 再进行外侧满焊, 以上都是为保证应力释放, 防止变形措施; ④网壳结构的拱顶, 焊接时为防止变形, 只进行蒙皮外侧满焊即可, 内侧不做焊接要求; ⑤顶部有关接管、人孔、平台、栏杆等部件、附件安装, 必须保证安装护板才可进行安装, 补强板应有信号孔, 整块钢板切割的补强板应有一个信号孔, 拼接完成的补强板, 应保证每块拼接板上都要有一个信号孔, 信号孔大小控制在 6-10mm, 位于开孔水平中心线上; ⑥罐顶焊接完成后, 对焊缝高度进行焊检尺测量, 保证搭接焊道高度不小于两板厚度较薄者。

5 储罐壁板安装质量控制要点

①壁板组装前, 应逐张检查确认预制的质量, 包括预制壁板的厚度、宽度、弧度, 以及坡口预制等, 合格后方可实施安装; ②应对壁板组对焊缝进行表面质量检查, 表面质量检验不合格的焊缝必须进行整改修补, 表面质量检验合格后方可进行无损检测; ③壁板组装时, 必须保证所有工夹具, 尤其是胀圈的安全可靠; ④所有壁板环缝、纵缝组对, 并点焊固定后, 必须进行罐壁板弧度 / 垂直度 / 错边量的检查, 合格后才能进行壁板的焊接; ⑤每带壁板的纵缝应错开 1/3 壁板长度, 保证壁板能够承受介质的外力; ⑥壁板的焊接采用先焊纵焊缝再焊环焊缝的施工工艺进行, 外侧焊接完成后, 进行内部气爆打磨再焊接, 保证焊接质量; ⑦大脚缝的焊接采用焊工均匀分布, 对称沿同一方向施焊的方法, 保证焊接余高达到最下壁板与边缘板中较薄钢板的厚度; ⑧壁板的无损检测按照规范 50128 的要求进行抽口检测。

6 罐底板的二次焊接质量控制要点

大脚缝焊接完成后, 应完成以下两方面的焊接:

①边缘板剩余焊缝的焊接, 大脚缝焊接完成后, 对边缘板除 300mm 以外剩余的焊缝进行焊接, 采用焊工均匀分布, 对称施焊的方式完成; ②边缘板完成后, 进

行边缘板与中幅板收缩缝的焊接, 同样采用对称施焊的方式, 已达到变形量最小的罐底板;

7 内浮顶焊接质量控制要点及控制措施

①内浮顶的组装应在固定的支架上进行, 单盘采用搭接结构, 实际搭接宽度不得小于 30mm。上表面为连续满角焊, 背面采用间断焊; ②浮舱底板采用搭接, 焊缝应避免浮舱隔板和框架横梁, 搭接宽度不得小于 30mm; ③内、外边缘板自身焊缝均采用全焊透对接, 完成后对焊缝进行煤油试漏检查; ④浮舱隔板四边的焊缝, 应在同一侧采用连续满角焊, 另一侧采用间断焊, 以防窜舱; ⑤内、外边缘板与浮舱底板之间应采用双面连续焊; ⑥浮舱内外边缘板、浮舱隔板及浮舱底板三者之间的所有连接焊缝应在浮舱顶板覆盖之前进行煤油试漏检查, 浮舱组装焊接完毕后, 应对每一个浮舱分别进行气密性试验, 试验压力为 80mm 水柱; ⑦浮舱底板、单盘板的所有焊缝应进行抽真空试验, 试验压力为 53kPa, 无渗漏为合格, 或者采用没有进行试漏; ⑧框架横梁与浮舱底板、浮舱立筋与内、外边缘板的焊接采用间断焊; ⑨与支柱相接触的罐底板处应设置厚度 $< 5\text{mm}$ 、直径 $< 500\text{mm}$ 的垫板, 垫板周边与罐底板之间应采用连续角焊缝。钢浮盘支柱不得与罐内附件相碰; ⑩导向柱应先于浮盘安装, 确定浮盘开孔尺寸后, 配合完成浮盘的预制安装。

8 储罐附件焊接质量控制要点与措施

8.1 人孔、接管法兰安装

①按图示方位、尺寸再拱顶和吊顶板上划出各个接管、人孔、安全阀等的位置及直径, 对于有补强板的接管, 则应同时划出不强板的安装基准线; ②开孔划线经检查无误后, 进行气割开孔, 开孔坡口可以用气焊切割的方法加工, 切割后及时清除氧化物, 并用磨光机将切口及热影响区打磨干净; ③装配人孔、接管及接管附件是应注意保持法兰面水平, 启误差应控制在 $1/100D$, 且 $\geq 3\text{mm}$ 的范围内; ④各类工艺接管、人孔、安全阀、呼吸阀等装配完成, 并经检验确认无误后方可进行相关焊接施工;

8.2 盘梯、栏杆等附件安装

储罐外部的盘梯在现场进行分段预制, 现场吊装就位, 栏杆在现场装配、焊接、钢结构本体在储罐上直接装配, 装配完成后检查确认合格后进行最终焊接。

9 焊接检验

储罐内浮盘安装完成后, 清理现场, 打磨大角缝, 并进行磁粉检测。

10 总结

此焊接施工质量控制要点及控制措施为现场总结的经验, 由于储罐的安装工序复杂, 难度较大, 通过该焊接控制流程, 有效防止了内浮顶储罐安装过程中存在的问题, 提高了焊接合格率, 减少了返工概率。