

化工容器设备焊接制造质量的安全控制

王 磊 (南京宝色股份公司, 江苏 南京 211178)

摘要: 近年来, 随着我国化工行业的迅猛发展, 化工容器设备广泛用于石油化工, 医疗, 电力等诸多领域, 其向大型, 多样, 复杂化的方向发展。容器制作质量将会直接影响后续企业生产的安全性, 其焊接质量控制尤为重要。焊接质量主要取决于焊接材料、焊接设备、焊接温度以及焊接过程中的化学反应等, 在焊接过程中, 一旦存在焊接质量控制不合格的情况, 将对设备的使用效果造成直接影响, 因此本文是基于影响焊接质量因素及过程控制进行简单分析, 以确保对化工容器制作质量控制, 提高其生产使用的安全性。

关键词: 化工容器; 焊接制造; 安全控制

0 引言

化工产业的应用范围正在逐步扩大, 化工容器设备的质量也尤为重要, 但由于化工容器设备在日常化工生产中运行工况复杂、环境恶劣, 且盛装的介质通常具有一定的危害性(如: 强腐蚀、剧毒、易燃易爆等), 因此化工容器设备制作质量控制是企业日常正常生产、人员和财产安全的保障。由于焊接结构其接头强度高、结构设计灵活性大、密封性好等方面的优越性, 在化工设备、管道等制作中, 通常优先选取通过焊接制造方法相连接使其处于良好状态。

1 影响化工容器设备焊接质量的因素

1.1 化学因素

随着我国化工容器设备焊接技术水平、装备自动化程度的逐步提高, 焊接质量水平有了明显提高, 但目前化工容器设备焊接技术中还存在一些问题影响质量和安全性。在焊接过程中析出的气体及热源周围空气中的氮、氢、氧和其他化学元素等对容器焊接的影响较大, 在焊接金属容器的过程中, 气体和焊接金属之间发生化学反应, 导致焊缝中氢原子、氧原子、氮分子的形成。焊缝金属中氢原子的融合, 焊缝易产生气孔及冷裂纹缺陷, 并造成钢的塑性严重下降; 熔敷金属和钢中氧大部分是以氧化物(FeO 、 MnO 等)和硅酸盐夹杂物的形式存在, 将使焊缝的韧性、塑性、强度、硬度性能明显下降, 还能引起焊缝金属的冷脆和时效硬化倾向增加, 导磁性、抗腐蚀性等物理性能恶化; 例如: 在化学容器设备中焊接的金属是铁, 在焊接过程中, 铁容易在焊接过程中损失氢原子, 从而导致焊接效果差, 同时二价铁和氧气反应产生 Fe_3O_4 和 Fe_2O_3 , 这增加了设备的焊接难度^[1]。焊接过程中氮原子与焊接金属发生反应形成氮化物, 降低焊缝的塑性、韧性。

1.2 温度因素

在焊接化工设备过程中, 必须在高温下溶解焊接点, 金属受高温影响, 会产生热膨胀和收缩的现象, 这样对于塑性比较差的材料就会在金属连接缝的地方出现裂纹现象, 因此为了减少因焊接时温度变化而产生的焊缝变形的情况, 需要对焊接阶段预估出物体的变形程度与变

形方向, 尽量的保证焊接的质量。其次由于焊接热源相对于工件的位置不断变化, 造成焊接热过程的不稳定性, 从而对焊缝及热影响区的组织性能、抗腐蚀性能及疲劳性能产生影响。另外, 手工操作焊接时, 焊接经验的不同或存在“经验主义”的情况, 导致施焊作业时不能合理地控制温度变化, 在反复循环条件下, 会改变金属的性能, 当容器设备投入生产使用时, 金属和所产生的化学物质的变化特性之间会发生化学反应, 对生产过程和人员安全有重大影响。

1.3 环境因素

在化工容器设备的施焊过程中应严格控制风速、湿度、焊件温度等指标参数, 针对不锈钢、有色金属材料施焊时应设置专用场地, 需和碳钢材料设备分开制作, 并控制作业空间内环境洁净度, 以免遭到铁污染, 尤其有色金属材料焊接应在微正压的洁净车间内施焊。若施焊环境洁净度及上述指标参数不满足, 施焊时焊缝易产生气孔、裂纹等焊接缺陷, 降低焊缝质量并增加返修工作量及生产成本。除此之外容器焊接还受空气当中氢氧等化学元素的影响, 然而化工容器设备焊接生产只能在自然环境中进行, 焊接流程中金属容器也是必不可少的, 焊接金属时空气中的氢氧分子会产生一定的化学反应, 主要是化工容器在焊接过程中产生的氢原子与空气当中的氧原子发生了碰撞, 给焊接带来了直接的影响, 出现了焊接裂缝也是因为氢原子在焊接当中的大量流失所导致。

2 对局部加热和迅速冷却产生焊接应力与变形的分析

在设备的焊接过程中, 存在局部加热不均匀和快速冷却的过程, 由于焊缝附近温度的急剧上升和下降, 在焊缝金属的收缩中会显示出一定的残余应力, 这会导致一定程度的拉伸塑性变形, 从而导致不良的塑性材料在接头处破裂。在焊缝冷却之后, 焊缝区域中的金属主要在焊缝长度的纵向方向上并垂直于焊缝的横向方向收缩, 由于在这两个方向上的收缩, 导致焊接部件的许多变形, 包括弯曲变形, 扭曲变形, 波浪变形, 角度变形和错边变形。其改变的形状, 程度和方向与焊接形状、

设计、长度、焊接方法、坡口形状、焊接顺序和焊接工艺参数（电流，电压，焊接速度等）密切相关。为了减少和控制焊接变形，必须研究变形的类型和方向，且必须估计或计算变形的程度，以便系统地考虑容器设备的焊接生产质量的安全控制^[2]。

3 化工容器设备焊接制造质量的一般安全控制方法

3.1 明确焊接的缺陷和影响

焊接质量的缺陷包括焊缝中的表面缺陷（如：咬边，弧坑，余高超标等缺陷），焊缝中的“冷裂纹”缺陷和内部缺陷（即未熔合，未焊透，气孔，夹渣等）；焊接中的烧穿是指在焊接过程中，金属出现断裂情况，主要是由焊接电流过大速度过慢，电弧在焊缝处停留过久所造成；焊接中焊瘤是指液态金属未与母材料相融合的现象，形成原因主要是焊接电源不稳定及操作姿势不规范造成；由上述焊接质量缺陷引起的设备破损，泄漏和爆炸的情况并不少见，因此焊接工人应对造成焊接缺陷的原因一一掌握，进而避免在焊接过程中出现错误行为。

3.2 合理选择原材料

化工容器设备要安全地控制焊接生产质量，则必须做到合理选择焊接所需的材料，其可以确保焊接材料具有良好的质量和安全性可以进一步保证焊缝的质量和安全性。因此需根据设备的使用特性需求，如：耐腐蚀性、耐磨性等，选取适宜的焊接材料；必要时，应进行相应的试验验证材料性能的符合性。例如，主要用来储存硫酸溶液的，选择的焊接材料应具有很强的耐腐蚀性，在当前化工容器设备焊接大多选择的焊接材料主要是碳钢板，其优点是在加工过程中它可以保持相对平衡的温度，并且具有相对较低的熔点冷却速度慢，焊接时能够有足够的时间进行处理，有助于提高焊接生产的质量和安全性^[3]。另外需严格把控焊接材料入库验收、存储环境温度和湿度等，以免出现材料受潮、表面破损、生锈等质量问题。

3.3 规范焊接流程

提高焊接质量和安全控制效果，必须从焊接过程的标准化控制的角度出发；对此，应根据设备使用要求及材料特性制定合理的焊接工艺，焊接人员均需经过培训考核上岗，以便他们能获得更高的焊接控制水平，并能完全按照规定的过程执行操作，避免“凭经验”操作的情况。另外，应保证所有与焊接生产有关的人员均能准确的运用焊接材料和使用设备；同时，温度表流量计转速表减压器等，在焊接生产过程中必须严格测试，发现问题后，必须及时进行调整。在焊接后完成，对焊缝执行质量的检测，及时维修^[4]。焊缝内部质量检测一般采用射线检测、TOFD检测、超声波检测，表面或近表面检测采用磁粉检测和渗透检测等，对具有延迟裂纹倾向的材料无损检测时机应严格按照规定间隔时限要求执行。对不合格焊缝要进行返修，以保证焊缝的焊接质量。无损检测由具有相应的资格证书人员和单位进行。

3.4 严格要求焊接表面

焊接人员应按照规定焊接工艺要求执行操作，焊缝成形后尺寸和外观应符合技术标准和设计图；同时，检查焊缝外部是否存在缺陷，应不得有表面裂纹、气孔，拱形坑和可见的夹渣杂物之类的缺陷，必须清除焊缝上的熔渣和两侧的飞溅物；检查尺寸是否适宜，焊缝余高、角焊成型及焊脚高度等；与此同时在焊接过程中，对熔化金属也要进行机械保护，使之与空气隔开。保护方式有三种：气体保护、熔渣保护和气-渣联合保护，并对焊接熔池进行冶金处理，主要通过焊接材料（焊条药皮、焊丝、焊剂）中加入一定量的脱氧剂（主要是锰铁和硅铁）和一定量的合金元素，在焊接过程中排除熔池中的FeO，同时补偿合金元素的烧损。通过对这些项目的检查与确认，能够及时发现制造过程中存在的焊接质量不达标问题。

3.5 做好配套工作

做好相应的支持工作，如定期对焊接工人进行技术培训，在培训后对其统一进行考试，考试不合格者不允许其参与焊接工作；仓库中不合格或标识不清晰的原料不应使用，未通过相关部门检验的装配零件，不得进行焊接；不符合规范的制造工艺也不能开展施工。同时，需做好对分包商的评审，并严格按照标准对分包商提供的产品和配件进行检查，对于那些不符合要求的不接受使用并将其产品与配件退回；在生产车间贴好安全作业要求细则，确保每位焊接工进入到生产车间时都能看到，另外，分析发现的安全质量问题和不符合项的原因，并采取相应的纠正预防措施加以解决，进而生产出符合要求的化工容器。

4 结语

综上所述，化工业是我国社会经济建设的极其重要的组成部分，有助于促进社会不断进步，而化工容器焊接在其中起着关键作用，在焊接化工设备时，焊接工作者需要全面掌握焊接的每一步流程，防止凭借自身经验进行焊接的情况发生，除此之外还应掌握造成焊接结果失败的影响原因，制定科学可行的方案并进行有效规避。在特定的焊接生产中，需要合理选择焊接材料并按照规定标准流程进行焊接。希望本文的相关研究对化工容器设备的焊接、生产质量管理和控制提供可参考的建议。

参考文献：

- [1] 刘玉娜,李占国.化工容器设备焊接制造质量的安全控制[J].化工设计通讯,2018,44(06):183.
- [2] 李伟.化工容器设备焊接制造质量的安全控制[J].绿色环保建材,2016(08):234.
- [3] 杜艳华,陈立明.化工容器设备焊接制造质量的安全控制[J].河南化工,2010,27(10):63-64.
- [4] 张今越.化工机械压力容器制造中焊接质量的控制分析[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(19):49-51.