

焊接材料在承压类特种设备领域的应用

张艺潇 (甘肃省特种设备检验检测研究院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 本文分析了焊接材料使用不合理会导致的问题, 然后分析不同类型承压设备的焊接材料应用, 然后对焊接中问题的控制进行分析, 以及研究如何做好相应的管理工作。帮助提升对焊接材料的合理使用, 保证承压特种设备的质量。

关键词: 焊接材料; 承压设备; 焊条; 管理

承压设备有着十分恶劣的工作环境, 因此必须要保证焊接质量才能确保承压设备具备相应的性能。目前, 针对焊接材料的使用存在不合理、管理不规范等问题, 影响了焊接效果, 必须要结合需求做好应用的控制, 保证焊接工作效果。近十年来, 国内焊接材料的出口数量增长了近 25%, 但出口的产品总体上以中低端产品为主, 在一些特殊服役环境 (如高温高压、超低温、耐腐蚀等) 所需的焊接材料很大程度上仍然依赖进口。截止到 2018 年, 我国焊接材料的总量占比为: 焊条约 38%, 气体保护实心焊丝约 43%, 埋弧焊丝和药芯焊丝共占 9%。对于承压类特种设备的焊接, 常用的焊接方法有手工焊条电弧焊、气体保护焊、埋弧焊和堆焊, 每种焊接方法都对应不同的焊接方法和焊接材料。目前, 在国内承压类特种设备领域, 焊条及气体保护电弧焊用焊丝的用量仍占主导。因此, 本文对国内常用的承压类特种设备用焊条及气体保护电弧焊用焊丝进行了总结归纳, 以便焊接材料相关单位能更好地掌握这两类焊接材料的应用。

1 承压设备合理使用焊接材料应用不合理导致的问题

承压设备需需要承受工业生产中的压力, 因此设备必须具备极高的性能, 尤其不能存在缺陷, 防止设备在正常工况下出现开裂、损坏等问题。如果设备存在比较严重的损坏, 还会引发严重的事故, 会导致财产损失甚至人员伤亡。对于承压设备的焊接位置, 必须具备与其他位置相同的强度, 如果焊接材料使用不合理, 就会导致设备难以满足性能要求, 会给设备的使用留下隐患。

1.1 焊接结构塑性和韧性不匹配

目前的生产要求中, 对钢材的拉伸强度最低值和最高值都做出了明确要求, 以保证钢材能同时具备塑性和韧性, 但是如果在使用焊接材料时, 没有根据钢材抗拉强度最大值选择熔敷金属, 就可能出现焊接头力学性能难以匹配的情况, 一旦焊接材料的强度超出了母材强度, 就必然导致焊接头塑性下降, 并且造成脆性转变温度升高, 最终出现韧性不足的问题。

1.2 焊材熔敷金不缺少弯曲试验

对焊接试板、焊接接头的力学性能都有明确的弯曲试验要求, 以满足对物理性质的检查需要。但是目前实际工作并没有对熔敷金属材料的弯曲试验, 很难对熔敷金属的塑性和致密性进行分析, 也难以发现其存在的塑性和致命性问题, 以及不能确定焊材存在的缺陷, 导

致接头的性能难以保证。

1.3 焊接材料的硫磷等含量不符合要求

在缺少合理的使用的情况下, 可能会出现焊接材料硫、磷高于母材要求的情况, 导致焊缝金属重点硫、磷含量偏高, 性能低于母材, 导致承压材料经过长时间使用之后可能出现失效的问题, 还会影响焊缝周围金属的强度, 导致整个设备不能继续使用。

2 不同类型承压设备焊使用

2.1 碳钢

碳钢焊接工作中, 需要根据母材的强度来选择焊条, 并且要考虑综合分析钢材成分、焊件尺寸、形状、坡口等影响因素。目前使用 E4303 具有比较稳定的焊弧, 并且熔道也非常美观, 焊接过程中的飞溅比较少; 使用 E4316 和 E4315 融入金属可以满足力学性能和抗裂的要求。在使用 E4316 时, 直流焊接的效果要强于交流焊接。使用 E5018, 能减少焊接的层数, 可以在相应强度等级的碳钢中使用。

2.2 低合金钢

低合金钢的焊接时对焊条的选择与碳钢相似, 一般都会选择高韧性、超低氢低合金焊条, 熔敷金属也要有很好的韧性、塑性和抗裂性能。比如使用 E5016G、E5015G 能够在高压管道、压力容器、锅炉等位置的焊接工作中。使用 E5515G 进行焊接时, 一般使用窄弧操作, 焊接时使用窄道有更好的焊接效果, 焊接时会将层间温度控制在 140℃ 左右。对于 E5915G 熔敷金属, 由于在韧性和抗裂性能上较强, 所以一般在压力容器等重要机构中使用。CF60 和钢的匹配度较好, 能够焊接中碳钢和其他相应强度的低合金高强钢结构。在使用 Q420 等焊条时, 使用直流焊接时会有更强的性能和稳定性, 焊接过程中一般都使用短弧操作的方式, 如果焊件比较厚, 应该将温度预热到 150℃ 以上, 焊接之后缓慢冷却。

2.3 不同成分耐热钢的焊条使用

在耐热钢成分不同的情况下, 其组织和微观结构也会有很大区别, 在焊接过程中需要使用的焊条和焊接工艺也会有明显的不同。例如在使用 E5515CM 时, 主要对工作温度在 510℃ 以下 CrMo 珠光体耐热钢进行焊接, 或者对高温、高压管道进行焊接。在焊接之前要做好预热工作, 控制预热温度在 90-110℃ 左右, 保证焊接质量。

对于 Cr2.5Mo 类珠光体耐热钢, 主要为工作温度在 550℃ 的高温高压升锅炉管道、合成钢工业机械等等, 使用 E62152C1M 进行焊接, 在焊接之前要将焊件预热到 250-300℃。E6216 和 E6215 主要用于焊接高温高压锅炉的过热管和封头, 比如 TP91 耐热钢, 需要在焊接之前将焊件进行预热, 提高温度到 220-300℃, 而且要做好对道间温度的控制, 完成焊接后也要采用缓冷的方式, 将温度控制到 80-100℃, 维持 2h。

3 焊接过程中的缺陷和控制

3.1 气孔

气孔是在焊接过程中, 熔池中的气泡在凝固的过程中没有逃逸导致空穴形成, 气孔出现的原因包括破口边缘没有做好清洁工作, 或者并没有根据焊材的使用规定对焊条进行烘焙, 或者焊芯出现锈蚀变质等问题。如果使用低氢形焊条, 在电弧过长, 焊接速度过快等情况, 也容易导致气孔的出现。气孔会导致焊缝金属的致密性不足, 影响承压设备强度。为了控制气孔, 需要做好对焊条的保管和清理工作, 并且在焊接工作中要禁止使用变质焊条, 如果发现焊条药皮出现剥落、变质的问题, 需要控制焊条的使用范围。也要根据焊条、母材的特点控制工艺参数, 保证焊接的总体质量。

3.2 咬边

焊接后焊缝的边缘如果有凹陷, 就是存在咬边的问题, 出现咬边主要来自于焊接电流过大, 焊条运动速度太快, 电弧过长等等。如果埋弧焊的焊接速度快快, 或者焊机的轨道不平, 也会导致焊件被融化一定的深度, 如果填充金属没能及时填满, 也会出现咬边问题。承压特种设备出现咬边之后, 母材接头的工作截面明显减小, 而且会导致咬边位置应力集, 所以必须做好对咬边的控制。为此, 焊接时应该使用适合焊接的电流大小, 以及控制运条手法, 而且要做好对焊条角度和电弧强度长度的控制。

3.3 冷裂纹的控制

焊缝金属在冷却之后, 母材和母材与焊缝交界融合线位置出现的裂纹就是冷裂纹。冷裂纹可能会在完成焊接之后马上出现, 也有可能是在焊接之后经过数小时、数天后才会出现。冷裂纹出现的本质原因是由于焊接热循环作用下, 在热影响区有淬硬组织形成, 或者焊缝中含有过量的扩散氢。

为了控制冷裂纹出现, 就要使用低氢的焊条, 从而有效控制焊缝中的扩散氢含量, 使用焊条时, 还要严格遵守材料的烘焙、保管要求, 防止焊条受潮影响正常使用。焊接之前要做好预热工作, 完成焊接之后必须进行缓冷处理, 并且根据材料等级、含碳量来选择焊条和控制焊接工艺。

4 承压特种设备焊接材料应用管理

4.1 做好批量控制

如果焊接材料的批量过大, 经过长时间储存之后焊接材料就会损坏, 影响对承压特种设备的焊接质量。而

且焊接材料没批的重量过多, 也会影响对焊接材料的质量管理, 难以对焊接材料的质量进行有效控制。因此, 需要在生产中控制每批焊接材料的最大重量, 保证焊材能够满足要求。

4.2 做好焊材的生产管理

焊材生产过程中, 原料准备比较复杂, 而且有十分严格的要求, 包括金属、非金属、化工产品等等是, 而且单一焊材的产地也有不同, 品质明显不同, 会影响焊材的生产质量。因此需要做好对原料的检查, 对原料的提出明确要求, 保证焊材的总体性能。

4.3 做好对焊材周转储运的维护

焊材从生产厂上到承压特种设备企业需要经过多个周转步骤, 目前皮鞭存在周转和储存的条件不合理, 导致焊材可能会在储运的过程中出现损坏。比如很多焊材离开生产车间之后并没有得到有效的隔离, 比如直接露天摆放或者在库房存放, 导致焊材的温度和湿度都不能满足要求。其次, 焊材在运输过程中也没有合理的维护, 导致焊材可能在运输途中出现损坏。必须针对焊材的存放和运输都做好温度、湿度方面的控制, 例如对于一级焊材, 库房温度应控制在 5℃ 以上, 湿度不能超过 60%, 运输途中也要做好隔离, 避免焊材损坏。

5 承压类特种设备用焊接材料发展趋势

随着我国产业结构的转型升级, 今后焊条产品的研发将更加注重工艺性能、药皮调整、无须焊前烘干、特殊品种开发等; 对于焊丝, 研发的重点应放在用于自动化焊接的高端焊丝产品上。在焊接材料的生产与应用方面, 国内应强化行业标准化工作, 加强焊接材料标准的制订与修订, 完善不同领域焊接材料产品的标准, 以提高焊接材料的品质、规范焊接材料的使用, 进一步与国际接轨。锅炉、压力管道、压力容器等承压类特种设备所用焊材的验收应从以往的通过材质单、外观或者工艺性能来实现, 转变为今后的按 NB/T 47018 标准进行验收。

综上所述, 承压特种设备工业生产等方面发挥着极为重要的作用, 因此必须要做好对设备的焊接工作。在焊接材料的应用中, 需要做好保存等工作, 并且要加强对焊接材料的研发, 加强焊接材料标准的制定和修订, 满足不同领域焊接材料产品标准的控制, 提升焊接材料使用的规范化。

参考文献:

- [1] 左亮, 曹平, 李少东. 承压设备焊接工艺评定 NB/T 47014 覆盖原则解析 [J]. 世界有色金属, 2019(18):230-231.
- [2] 王福军. 探究承压类特种设备制造过程中的焊接控制 [J]. 设备监理, 2019(06):28-29.
- [3] 陈蒙蒙. 厚壁哈氏 C-276 镍基复合板容器的焊接 [J]. 机电信息, 2019(05):35-39.

作者简介:

张艺潇 (1988-), 女, 汉族, 甘肃兰州人, 本科, 工程师, 主要研究方向: 压力容器检验检测。