

基于化工工艺条件的承压类特种设备检验

吴德广

辽宁省检验检测认证中心(辽宁省安全科学研究院)

[摘要]随着我国经济社会的快速发展,特种设备也在向高效、节能、环保等方向发展,但是伴随着设备使用的工艺复杂化,设备出现的问题也愈来愈多,材料的腐蚀等损伤问题随处可见,这使得检验检测人员对检验检测中的缺陷的定位有了更高的要求,利用化工工艺分析,在检测缺陷、提高检验和检测质量方面获得了巨大进步。在本文中,本人结合自己的工作经验,对化工工艺在特种设备检验中的应用进行了如下分析。

[关键词]化工工艺条件;承压类;特种设备;检验

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.988

一、承压类特种设备检验中存在的问题

1. 因为承压类特种设备的定期检验及年度检查,按定检要求,容器及管道的检验主要是宏观检验、壁厚测定及安全附件的检查,并根据需要辅以超声波、射线和其他无损检测手段。现场检验通常是对于设备生产工艺、生产工艺参数及生产工艺前提简单了解的情况下开展的,并不能断定设备敏感的受力位置、腐蚀破损状况,导致压力容器及管道的缺陷的检出率低,检验效率低。2. 定期检验承压设备,检验规则规定了比较典型的缺陷检验位置,但缺乏具体设备的针对性。使得检验人员机械的完全按检验比例,检验部位、试验方法,进行检验。这种检验从原则上没有问题,但不能结合使用条件以及工艺变化,有可能导致设备损伤机理的潜在变化没有被发现。

二、承压类特种设备检验中存在问题的分析

现场检验时,对于压力容器、管道的检验往往是有重点的,对于T型接头、筒体焊缝、支吊架、三通、接头、变径等处开展无损测试,检测材料的内部及表面缺陷,其缺陷检出率非常高。虽然这些检验位置具有代表性,但还是缺乏对具体设备的针对性,实际上我们需要根据详细的设备运行状况进行数据审查,以知晓现场设备的生产工艺、工艺流程前提(介质、环境温度、压力、流速、含量等等)。而后依据数据复核,分析工艺条件、腐蚀易发区,进行重点检查,提高检查效率和缺陷发现率。在役的压力容器及管道的腐蚀通常是局部腐蚀,局部腐蚀的出现具备随机性,但其分布还有一定基本规律。流动形式通常因受介质的吸水性、管道的材质及流动的具体位置的影响。其中,介质的吸水性通常是应由生产工艺前提决定的,因而,在集箱管路的现场检验中,可以依据生产工艺前提对于典型介质的损伤模式进行分析,找到检测的重点。

(一) 湿硫化氢腐蚀

过去十年来,湿H₂S中的应力腐蚀开裂(SCC)难题引发了工程界的广泛关注,特种设备检验机构也同样关注这一难题。在干燥的H₂S中出现应力腐蚀开裂的概率取决于一些敏感参数。一个参数就是材料的硬度和应力水平。另一个是穿透钢的氢含量。其影响方式:1. 材料通常是硬度(强度)越高,应力腐蚀敏感性越高。2. 在低合金钢的情况下,因为焊接接头残余应力不高,很难出现SCC,因此在碳素钢管道中并不需要焊接之后的热处理。对于前述生产工艺前提的剖析将有利于避免湿硫化氢腐蚀。虽然不需要焊接之后的热处理,但应当选用含硫及含磷量低的母材及焊接材料。焊接材料应当具备尽量高的硬度,焊接接头的吸水率应当受到限制。因而,一旦工作介质包括干燥的H₂S或者可能引发应力腐蚀的碳钢及低合金钢容器或者管道,一般应当选择有典型性的以下部位展开检验:一是容易积聚水分、湿气或腐蚀的、内壁四周的排放管道、容器和排放管周围的“死角”,包括外部支架等位置。二是在炼油厂、油田集输管线中各种塔顶式冷凝器的组成部分。第三种是高强度(高硬度)钢和低合金钢的焊接焊缝的热影响区。第四,炼钢过程中炉渣或其他内部不连续物含量高,钢材不干净的位置。

(二) 氯化物的腐蚀

氯化物引发的应力腐蚀(CISCC)是奥氏体材料在含氯离

子环境中的应力腐蚀。对于CISCC的敏感度依赖于氯离子的含量、环境温度及具体的生产工艺前提。生产工艺前提是:一源自液体中的氯盐,二源自生产工艺中的冷凝物,三源自外部给水。由于水的部分蒸发,水中的氯化物浓度,极可能高于临界浓度,所以在涉及蒸发的过程中必须注意防止CISCC。例如,绝缘层下的腐蚀(80-120℃)。在分析了上述过程后,防止氯化物和盐酸腐蚀的最好方法是:首先,避免用含有低浓度氯化物的水进行压力测试,如果要用,就要严格控制水中的氯离子含量不能超过50ppm,并尽快干燥;第二,使用正确的底层绝缘涂层;第三,在设计中消除氯化物的可能性。氧气在CISCC中发挥着促进作用。尽管氧气在CISCC中起着加速腐蚀的作用,但出于安全考虑,一般不考虑从设备和管道中去除氧气。

(三) 腐蚀疲劳

腐蚀疲劳的机理是疲劳和腐蚀的综合作用,腐蚀疲劳是在交变的载荷及腐蚀的共同作用之下产生的损伤,通常出现在压力循环的部件上,疲劳失效是一种很严重的失效,但也可以防止,通过剖析生产工艺前提应当尽量避免设备的循环应力、频繁启动及停止设备。因此当遇到可能发生腐蚀疲劳的特种设备,在检验过程中,一般对于以下部位进行重点检验:一是管路支吊架部位;二是风机、水泵的进出口部位。由于腐蚀疲劳裂纹前期很细小,加之疲劳裂纹检测措施还不够不完善,所以很难被发现。

(四) 高温与低温

在高温之下选用的压力容器及管道能出现变形、高温蠕变、材料使用性能变化。在低温之下使用时候,能导致低温脆性断裂等等。对于高低温容器和管道的检验,主要是通过对于高温过程的剖析,对于其材料金相、吸水率、材料成分展开剖析,一般在以下典型性设备上开展检验:1. 环境温度大于300~450℃的烟气管道;2. 环境温度低于450℃、外径大于159mm的蒸汽管道;3. 暴露在450~850℃温度下的奥氏体不锈钢容器和管道。通过对上述典型工艺损伤模式的分析,可以确定检验的重点,并进行目标定位,增加缺陷检出率。在现场检验过程中依据化工工艺条件的改变,选择适宜的检验办法、检验比例,以提升检验效率及缺陷检验率。

结束语

在承压类特种设备的检验中结合化学工艺分析,在一定程度上可以提高故障的检出率,为安全高效生产提供良好的保障。检验人员的素质和对化学过程及腐蚀在其中的作用的认识的逐步提高,在一定程度上有助于缺陷的识别及检出。因此在承压类特种设备的检验中要更加关注化学过程的状况及其变化。

参考文献:

- [1] 王守国. 无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用[J]. 检验检疫学刊, 2020, (3). 119-121.
- [2] 汪海涛. 无损检测技术在承压类特种设备检验中的运用分析[J]. 化工管理, 2020, (21). 175-176.
- [3] 陆世海. 基于化工工艺条件的承压类特种设备检验[J]. 百科论坛电子杂志, 2019, (3). 279.