

压力管道缺陷产生原因及检验质量提升分析

魏相辉 杨磊

(潍坊市特种设备检验研究院 山东 潍坊 261000)

摘要: 压力管道产生缺陷的原因与压力管道所处的设备运行环境相关,也与其内部流通的化工原料的化学属性相关。从一般的缺陷状态分析,其中,物理损伤对压力管道的影响似乎更加明显,但是从后期管道维护以及修整成本的角度分析,化学腐蚀问题的维护成本往往会更高。实际上,压力管道缺陷问题无法避免,其在时间和空间层面均具备一定的状态变化特征,在持续的运行和使用过程中,均会出现一定的应力疲劳或者化学腐蚀问题。但在这个过程中,可以应用有效的办法减缓压力管道缺陷的扩散趋势。基于此,本文首先分析了压力管道中引起缺陷问题的原因;其次,结合此类问题,对压力管道质量检验的办法进行了进一步的分析。

关键词: 压力管道; 缺陷原因; 检验质量; 提升方法

0 引言

在化工生产过程中,压力管道会在运行过程中预设一定的压力,这种压力并不会过大,其一方面需要考虑到压力管道内部化工原料的流通速率,另一方面需要考虑到压力管道自身的应力极限。一般而言,压力管道的材料本身具备一定的延展性,这种延展性不仅包括管道横向切面方向的延展性,也包括管道纵向切面方向的延展性,并且前者在缺陷表现中往往相对明显。在出现了压力管道缺陷问题时,其会直接影响压力管道横向切面方向的延展性,从而出现疲劳裂纹、腐蚀裂纹等。在这个过程中,工作人员除了需要明确压力管道缺陷的一般表现形式之外,还需要结合压力管道的运行环境以及实际的运行需求,对其缺陷表现形式进行预估,从而做好压力管道的质量检验和问题预防工作。

1 压力管道产生缺陷的原因分析

1.1 应力疲劳

应力疲劳问题属于物理层面的缺陷问题,其在一般的设备结构问题表现形式中属于相对简单的表现形式。但是,在压力管道的应力疲劳表现形式中,其作用原理往往相对复杂,这种复杂性不仅体现在压力管道应力疲劳的表现形式上,也体现在压力管道应力疲劳问题的作用原理上。从压力管道应力疲劳表现形式的角度分析,在压力管道的运行过程中,内部的压力会存在明显的变化,但是这种变化并不是周期性变化,压力变化曲线相对混乱。这就导致压力管道在这个过程中,会在不同的应力载荷作用下,出现交变载荷类型的应力疲劳问题。此间,压力管道内部的压应力可能并没有突破压力管道的应力上限,但是在这种应力反复变化的状态下,压力管道的组织结构会出现疲劳状态,从而失去结构组织层面的稳定性。另外,压力管道中流通的化学物质自身携带温度,但是这种温度并不会保持

在恒温状态,而是会呈现出相对复杂的温度变化曲线。此时,压力管道又会在这种热胀冷缩的应力变化过程中出现温度层面的应力疲劳,从而加剧了压力管道的不稳定运行状态。

1.2 化学腐蚀

化学腐蚀问题属于常规类型的压力管道缺陷问题,这种问题在压力管道的运行过程中不可避免,虽然可以及时涂装防护涂层,但是在周期性的化工生产流程中,依旧会出现化学腐蚀问题,此类问题初期只会出现在管道中的某一点,之后会出现区域性的扩展情况。实际上,压力管道化学腐蚀的作用原理往往非常复杂,其作用形式也相对较多。首先,压力管道会出现应力腐蚀裂纹,这种裂纹与应力疲劳裂纹不同,其主要的影响物质是管道中流通的化学物质,导致压力管道在运行过程中出现运输介质层面的裂缝问题;其次,晶间腐蚀以及局部腐蚀的问题在压力管道的运行过程中均会出现。晶间腐蚀问题属于特殊类型的管道腐蚀问题,其一般会出现在特定的反应物之间,其管道的材料与内部运输的化学物质之间需要产生相对特殊的化学反应。局部腐蚀属于扩散性腐蚀,其在压力管道的运行过程最为常见,并且这种化学腐蚀的扩散特点即为由点到面的扩展特点,初期的表现形式也会相对明显,对压力管道产生的损伤也会相对严重。

2 压力管道质量检验方法分析

2.1 压力管道磁粉检测

这种检测方法属于标记性检测方法的一种,其在不同的质量检测场景中的应用形式存在差异,磁粉本身的物理属性存在不同。在应用这种检测方法之前,工作人员需要保证压力管道内部及外部已经经过祛湿处理,否则,其管道中存留的水分子会对磁粉检测中的磁粉分布产生干扰,也会影响磁粉本身的磁力表现。之后,工作人员需要根据

压力管道的实际运行状态记录以及其他各类的管道压力监测指标,合理选择具体的磁粉监测形式。一般情况下,连续磁粉标记法在压力管道的缺陷监测过程中应用较为广泛。在应用磁粉监测方法时,工作人员应尽量选择已经经过了荧光标记的磁粉,并且需要在检测过程中避免过度调高检测亮度,以免对荧光标记的实际效果产生影响。从压力管道磁粉检测效果的角度分析,在磁粉的作用下,压力管道中的裂缝会被直接标记,并且借助荧光磁粉,实际标记的位置相对清晰。但是,需要注意的是,在磁粉标记的过程中,其一般会平均分布在压力管道裂缝的两侧,但是此时,其实际的标记厚度可能并不能够形成有效的标记结构,在轻微的振动影响下,标记效果可能会受到影响。为此,工作人员应尽量延长标记时间,这样才能提升压力管道磁粉检测的实际效果。

2.2 压力管道涡流检测

压力管道涡流检测方法基于电磁感应原理,在管道出现了裂缝时,裂缝两侧之间就会形成一定的作用空间,而此作用空间就会成为电磁感应中两线圈的实际距离,从而在两侧回路的作用下,出现电磁感应现象,此时,检测单元中就会出现恒定电流,借此,即可判断压力管道中是否存在裂缝以及裂缝的大小和位置。在应用压力管道涡流检测方法时,工作人员需要对涡流线圈绕组的结构形式进行针对性优化,包括线圈的匝数、电流表的位置以及相关传感器的布置形式等。需要注意的是,涡流检测的具体效果呈现形式以电压检测或者阻抗检测为主,但是在这个过程中,若想提升涡流检测的精度,除了需要消除压力管道检测端的静电影响之外,还应结合压力管道结构参数,对涡流检测的检测精度进行调试,促使其可以在不同的检测状态下,均可得到较为准确的检测结果。另外,这种管道涡流检测的方式属于一种无损检测方式,其对压力管道外表面出现的裂缝的检测精度较高,同时,也可对裂缝的位置进行标定。但这种检测方法也有其局限性,这种局限性与压力管道金属材料的导电特性相关,也与涡流定量检测的实际流程相关。

2.3 压力管道渗透检测

压力管道渗透检测方法在管道缺陷检测过程中应用广泛,其实际的应用方式也相对简单,并且可以同时检测压力管道的裂缝缺陷和化学腐蚀缺陷。在应用这种检测方法时,工作人员需要提前对压力管道的材质进行分析。一般情况下,压力管道的材料多为金属材料,包括结构钢材料、铝合金以及镁合金等。在压力管道的运行过程中,此类材料可能会与化学溶剂之间发生反应,从而出现化学腐蚀的情况,同时,对于压力管道中的非金属材料,其会在压力

管道中流通溶剂的压力作用和热力作用下出现裂缝问题,严重时可能会出现较为明显的开口形式。针对此类问题,在应用压力管道渗透检测方法时,工作人员需要应用荧光渗透缺陷检测方法,对压力管道的受检区域进行检测。此间,工作人员应对检测结果的分析形式和分析流程进行科学地规划。一般而言,如果裂纹本身相对明显,则在渗透标记之后,也可直接进行肉眼观察,但是,一些裂缝或者化学腐蚀的实际状态并不明显,此时,就需要借助荧光标记以及紫外线,进行空间结构类型的标记检测,这样才能观察到压力管道受检区域的腐蚀和裂纹状态。

3 压力管道检验质量提升措施分析

3.1 积极应用新型检验技术,注重检验细节

检验技术的应用形式存在差异,具体的应用情景也多有不同,这就要求工作人员在针对压力管道进行检验时,需要根据压力管道的运行状态和压力管道的结构组成形式以及组成材质等内容,合理选择具体的压力管道缺陷检验技术。在这个过程中,工作人员也需要积极积累与技术应用相关的经验,并结合实际的技术应用效果,落实检验技术的应用细节。更为关键的是,工作人员需要根据压力管道运行维护的具体要求,合理应用一些新型的检验技术。但是在应用此类新型的检验技术时,工作人员也需要关注此类技术的应用要求,包括荧光标记要求、静电消除要求以及持续性标记要求等。另外,工作人员也需要注重对技术应用成本进行分析,虽然一些技术的缺陷检测效果可能相对较好,但是此类技术的实际应用成本可能相对较高。此时,工作人员就要权衡成本与检测效果之间的关系,从而提升此类检测技术的实际应用效果。

3.2 注重缺陷检测的流程性管理,及时分享检测信息

这种缺陷检测的流程性管理过程不仅包括技术应用的流程性管理过程,也包括与信息填报、技术研讨等相关的流程性管理过程,其中,与预诊断信息填报相关的工作流程是重点。这是因为,在实际的压力管道缺陷检测过程中,需要对存在缺陷的位置进行初步定位,这是提升压力管道缺陷检测质量的关键。而这种初步定位工作的基础是前期的工况调查。在这个过程中,工作人员需要明确工况调查的重点内容,并以数据信息的形式记录此类重点调查内容。同时,在得到了相应的数据调查结果之后,则也需要对此类数据及时地进行分享,这样才能从数据层面为后续的检测技术的应用提供有效指导,进而切实提升压力管道缺陷检测工作的整体效率,这对降低技术应用成本而言也十分有利。

4 结语

总之,压力管道产生缺陷的原因会在不同的管道运行

状态下表现出不同的形式,工作人员在针对此类缺陷进行检测和分析时,需要对此类缺陷的形成原理进行积极主动地探究,这样才能选择合理的缺陷检测技术,并提升此类技术的实际应用效果。另外,现阶段,一些自动化的检测技术设备也得到了应用,但是此类设备在应用过程中往往会占用较大的空间。此时,工作人员则需要从检测空间的角度,分析此类检测设备的应用适应性,这样也可提升压力管道缺陷检测的实际质量。

参考文献:

- [1] 赵鹏,吴疆,徐江涛.某水电站压力管道高强钢开孔封焊试验及风险分析[J].小水电,2021(06):64-67.
[2] 林桥,张卓凡,肖超波,陈成,徐加初.基于Python语

言开发的压力容器与管道安全评定系统[J].石油和化工设备,2021,24(11):135-139.

[3] 韩霄.压力容器压力管道检验中裂纹问题的解决措施[J].化工管理,2021(31):109-110.

[4] 李向前.压力管道产生缺陷原因分析及检验质量的提升[J].中国设备工程,2021(17):161-162.

[5] 杜洪波.长输管道检验中合于使用评价标准应用分析[J].中国标准化,2021(16):235-237.

[6] 蔡勤,李继承,郭欣欣.基于瞬变电磁法的带包覆层管道缺陷检测仪器的研制[J].石油和化工设备,2021,24(08):100-103.

(上接第11页)

素也是可导致焊接质量不稳定,造成部分焊缝强度相对较差,存在缺陷,促使出现了焊缝开裂的情况。

3 改善方案

3.1 增大铝-铝环缝焊接面积

增大坡口虽然对改善拉应力作用不明显,但对增加铝-铝环缝的焊接面积,降低电流密度,降低环缝处的工作温度十分有意义,以避免电解槽严重偏流时,铝-铝环缝处温度较高造成的开裂现象。

3.2 增加铝钢焊附件

若坡口不易增大,在钢爪的2个耳朵处增加铝钢焊。增加铝钢焊可以有效的增大阳极导杆组的导电面积、补充阳极导杆组铝-铝焊缝处的抗拉强度、降低铝-铝环缝电流密度和工作温度,降低焊缝开裂的风险。

3.3 换极前打壳

虽然换极过程的阻力和拔力会对焊缝处产生相对较大的拉应力强度,仍远小于此位置99.7%纯铝焊缝的抗拉强度,不是焊缝开裂的主要因素,为了提高阳极导杆组的使用寿命和生产安全,建议在更换阳极前将阳极周边的面壳层破开。

3.4 严控焊接工艺操作细节与标准

严格按照焊接工艺操作规范规定的电流、电压进行操作,加强焊接温度控制,每焊1道测量1次,温度超过350℃时停焊;

铝导杆与钢爪横梁上端面应垂直,垂直度 $90^{\circ} \pm 1^{\circ}$,铝导杆中心线与爆炸焊块中心线偏差量小于3mm;

更换爆炸焊块时,清理爆炸焊块表面氧化物及杂质,要求及时焊接防止爆炸焊块表面氧化;

爆炸焊块与导杆裂纹补焊,要求去除焊缝原有焊肉长度大于裂纹长度20mm;

导杆焊接部位出现两条及两条以上焊缝裂纹或单条焊缝裂纹长度大于40mm或深度大于5mm时,整根阳极导杆与

爆炸焊块重新开坡口焊接;

焊脚尺寸不小于17mm,焊缝表面无凹坑、缺角及不饱满现象。

4 结语

综合分析,可获得以下5个结论:

常温下,铝-铝环缝焊接的强度完全可以满足需求,再通过增大坡口以图改善拉应力的意义已不明显;

但增大坡口的显著意义在于,增加铝-铝环缝的焊接面积,降低电流密度,降低环缝处的工作温度,以避免电解槽严重偏流时,铝-铝环缝处温度较高造成的开裂现象;

若坡口不易增大,在钢爪的2个耳朵处增加6道铝钢焊是有意义的,可以有效的增大导电面积、降低铝-铝环缝电流密度和工作温度,降低焊缝开裂的风险;

换极过程的阻力和拔力会对焊缝处产生相对较大的拉应力强度,但仍远远小于此位置99.7%纯铝焊缝的抗拉强度,所以该因素也不是焊缝开裂的主要因素,最直接因素应为焊缝温度以及合格稳定的焊接质量;

严格焊接工艺操作细节及标准,避免出现较为明显的焊接缺陷。

参考文献:

[1] 田应甫.大型预焙铝电解槽生产实践[M].长沙:中南工业大学出版社,2003(3).

[2] 党红建.铝电解预焙阳极新型导杆组的研究[J].数码设计,2017,6(07):49-51.

[3] 王涛.改进阳极导杆组焊接工艺提高导杆组的循环利用率[J].甘肃冶金,2012,34(03):120-121-124.

[4] 陈银邦.提高铝导杆焊接合格率[J].世界有色金属,2016(11):17-18.

作者简介:杨聪富(1985.09-),男,汉族,云南富源人,本科,机械工程师,研究方向:机电设备维修与管理。