

液化石油气储罐压力容器

定期检验中无损检测技术研究

孙国勇（华阳集团碳基合成材料咨询有限公司压力容器检验中心，山西 太原 030021）

摘要： 本文将从当前液化石油气的概况出发，阐述液化石油气储罐压力容器的运行特点与条件，分析液化石油气储罐压力容器的主要缺陷与方法选取，并对液化石油气储罐压力容器定检运用无损检测技术的有效策略进行探究。

关键词： 无损检测；定期检验；液化石油气

1 当前液化石油气的概况

液化石油气的特征是腐蚀性、膨胀受热习惯、易燃性、带电性、易爆性等。处于常温条件下，应以液态形式加压运输与存储液化石油气，其液体密度为水密度的二分之一左右，而气体密度则大于空气，从液相向气相进行变化，整体体积增加幅度为250倍，十分容易混合空气而产生爆炸混合物，并具有1%至10%的爆炸极限。在运输储存过程中，工作人员应根据我国相关规定，合理对液化石油气的储罐压力容器进行缺陷评定、缺陷修复、定期检验等多种工作，并及时找出液化石油气的储罐压力容器缺陷，制定并实施有效的处理举措，以此来让液化石油气储罐压力容器得以良好运行。

2 液化石油气储罐压力容器的运行特点与条件

从运行条件来看，液化石油气储罐压力容器的运行压力应不超过1.86MPa，工作温度介于-19℃至50℃的范围中，且充装系数为0.9。液化石油气是液化石油气储罐压力容器的运行介质。从运行特点来看，液化石油气储罐压力容器在工作中容易挥发，重于空气，有毒、有腐蚀性，具备气液两相的工作性质，需在中压、常温的情况下运行。从结构特点来看，液化石油气储罐压力容器通过卷焊钢板制作而成，可分成球形罐体、圆筒形罐体，通常会将多种不同的阀门、部件、附件设置于液化石油气储罐压力容器上，如紧急切断装置、温度计、压力表、放空管、其相关、液位计、安全阀、排污管、液相管等。

3 液化石油气储罐压力容器的主要缺陷与方法选取

3.1 液化石油气储罐压力容器的主要缺陷

一般来讲，液化石油气储罐压力容器的主要缺

陷有两种，分别是使用缺陷与制造缺陷。其中，制造缺陷存在以下几种情况。第一，液化石油气储罐压力容器的尺寸、形状缺乏连续性，液化石油气储罐压力容器的结构不够合理。第二，液化石油气储罐压力容器焊接接头内存在气孔、焊接不透彻、裂纹、夹渣、熔合不充分等情况。第三，液化石油气储罐压力容器焊接接头外存在咬边的情况。第四，附件质量和阀门质量不过关。

在使用液化石油气储罐压力容器时，温度荷载、检漏介质、内部介质、压力荷载、外部介质等多种因素都容易导致使用缺陷，具体来讲，液化石油气储罐压力容器的使用缺陷存在以下几种情况。第一，内部环境存在杂质，使液化石油气储罐压力容器焊缝出现应力开裂腐蚀的问题，比如 H_2S 。第二，内部环境的高流介质对液化石油气储罐压力容器进行磨损和冲击，发生交变应力的作用反应。第三，安装和制造液化石油气储罐压力容器过程中形成裂纹。第四，长时间对液化石油气储罐压力容器的罐装容量超量，使得液化石油气储罐压力容器超压，致使法兰垫片、储罐压力容器本体纷纷破裂。第五，液化石油气储罐压力容器存在氢鼓泡、氢鼓包等问题。

3.2 液化石油气储罐压力容器的检测方法选取

在检验液化石油气储罐压力容器时，可采取的方法包括理化检验、宏观检验和无损检测三种。其中，宏观检验指的是检测人员通过目测和工具相结合的方式检验液化石油气储罐压力容器，能够检查液化石油气储罐压力容器的几何尺寸、结构、外观，也可对其安全附件、紧固件展开检查，采用宏观检查能够大致把握液化石油气储罐压力容器基本情况，尤其是运行中形成的裂缝。理化检验则分

为硬度检测、金相检测、化学分析等,化学分析能够进行焊条和刚才的复验,使液化石油气储罐压力容器的使用介质环境得到确定,金相检测可对金属材料进行有效检测,判断液化石油气储罐压力容器的运行是否规范,其材质是否符合实用要求。

针对液化石油气储罐压力容器的各种缺陷,检测人员采用无损检测方法更为适合。运用无损检测时,受检测方法自身局限性的影响,无法对全部液化石油气储罐压力容器缺陷、工件完全适用。要想使检测结果更具准确性、可靠性,检测人员开展检测工作前应按照液化石油气储罐压力容器的尺寸、形状、结构、材质等方面,对容易遇到的缺陷性状、缺陷类型展开预估,明确液化石油气储罐压力容器检验的方向与具体部位,以确保检测经济性的前提下开展工作,这样一来,才能使自身运用的检测方法具有合理性和正确性。

4 液化石油气储罐压力容器定检运用无损检测技术的有效策略

采用无损检测技术,能够以液化石油气储罐压力容器不出现损坏、破坏情况为前提,借助液化石油气储罐压力容器缺陷、结构异常所产生的电、光、声、热、磁等多种变化,进行液化石油气储罐压力容器结构件、零部件、磁疗的表面缺陷探测与内部缺陷探测,同时进行缺陷的评价与判断。现阶段,压力容器行业普遍采用 TSGR0004 检测规程和 NB/T47013 无损检测标准。其中,无损检测标准主要有磁粉检测、渗透检测、超声检测、射线检测、涡流检测等常见检测技术,能够使液化石油气储罐压力容器得到有效的综合性检测。各个检测技术按照液化石油气储罐压力容器的制造工艺、材质和工况等方面,具有不同的应用优势与局限性。

4.1 运用磁粉检测技术检测

对于液化石油气储罐压力容器来讲,磁粉检测是主要的无损检测技术之一。检测部位不同,磁粉检测的内容也存在一定差异。第一,在前后封头、筒节的环向焊接接头的内部,应进行 20% 比例的磁粉检测。第二,在纵向焊接接头和筒节的内部、筒节之间环向焊接接头的内部,应进行高于 20% 比例的磁粉检测^[3]。第三,在氢鼓泡、氢鼓包等位置,应进行 100% 比例的磁粉检测。第四,进行主螺栓时,检测人员需要逐一清洗,明确其是否存在裂纹、损伤等问题,随后开展无损检测。在过渡位置和螺纹位置,螺栓若出现环向的裂纹,则检测人员应将其及时更换成新螺栓。液化石油气储

罐压力容器磁粉检测具有严格的要求,应根据 JB/T4730.4-2005I 级开展液化石油气储罐压力容器的磁粉检测。

4.2 运用渗透检测技术检测

在定期检测过程中,渗透检测技术是液化石油气储罐压力容器的又一无损检测技术。进行无损渗透检测时,检测人员应对液化石油气储罐压力容器内未接受磁粉检测的位置、筒体位置、封头位置、接管位置等部位展开 100% 程度的渗透。与此同时,液化石油气储罐压力容器渗透检测的要求十分严格,检测人员需参照 JB/T4730.5-2005I 级严格开展液化石油气储罐压力容器的渗透检测。

4.3 运用超声检测技术检测

通过超声检测技术检测液化石油气储罐压力容器时,检测人员应对如下位置开展检测工作。第一,使用液化石油气储罐压力容器的补焊位置。第二,在检验中焊缝外表面出现裂纹,经过分析认为其具有埋藏缺陷检查必要的位置。第三,棱角度、错边量大于液化石油气储罐压力容器制造要求和标准的焊缝位置。第四,使用液化石油气储罐压力容器时发生焊接接头泄露现象的位置、两端的延长位置。第五,液化石油气储罐压力容器受到交变载荷作用时,焊接接头及各个应力集中的位置。第六,如有必要,检测人员需借助声发射方式对缺陷活动性进行判断,上述位置都是抽查的重点位置,超声检测比例应超过 20%。与此同时,液化石油气储罐压力容器超声检测也具有严格的要求,应根据 JB/T4730.4-2005I 级开展液化石油气储罐压力容器的磁粉检测。

4.4 运用射线检测技术检测

射线检测技术主要借助具有均匀强度的射线,对液化石油气储罐压力容器进行照射,让照相胶片发生感光反应,进而对液化石油气储罐压力容器缺陷的分布情况、大小、类型展开检查,使液化石油气储罐压力容器质量等级得以确定。该检测技术的优点是具有较高灵敏性,可以使液化石油气储罐压力容器的体积缺陷得到灵活的检测,并且可以准确的定量和定性,不存在厚度下限的限制。同时,该无损检测技术会给检测人员的身体地带来一定损害,无法对管材与锻件适用。

4.5 运用涡流检测技术检测

在对液化石油气储罐压力容器进行无损检测时,涡流检测技术主要基于电磁感应原理,让导电容器元件中形成一个涡流,在涡流与液化石油气储

罐压力容器的缺陷、裂纹相接触时,将会迂回地经过,进而出现涡流紊乱分布的现象,此时,测量人员可对涡流变化量进行测量来完成检测。此检测技术的优点是对导电体工件适用,能够在不接触液化石油气储罐压力容器的前提下进行检测,且检测速度较快,大大节约检测时间。同时,该无损检测技术的成本较高、价格昂贵,不能对液化石油气储罐压力容器的缺陷类型进行准确判断,需要与其他无损检测方法结合使用。

5 无损检测的其他技术要求和保障措施

5.1 无损检测的技术要求

第一,应避免液化石油气的泄漏,预防爆炸性混合气体出现,液化石油气储罐压力容器检验时要分批依次进行,将待检储罐和在用储罐间的管道优秀奥隔绝,阀门需要挂上状态警示牌。尽可能对液化石油气储罐压力容器放置区域全面停产检查。比如,某企业雪山站液化石油气储罐压力容器检验时,事先试验在该站停开的情况下测量全市管网各末端的压力,结果符合要求,故决定停产检查,最大限度在满足液化石油气储罐压力容器检验安全的要求。第二,严禁用空气直接置换燃气。通过惰性气体置换燃气会产生较高的成本,置换操作、更换操作具有较高的要求,置换不彻底便会留下安全隐患。因此,可将水当成置换介质,并且在注水时配加约 0.2% (重量比) 的洗洁精以除去罐内残液,浸泡 2 天,效果很好。抽取废水后,用水蒸气或高压水枪冲洗罐体,再用排风机排罐内气体 24h,用精密专用测量仪器测量罐内液化石油气含量不超过 0.2% (体积比),氧气含量不小 18%,方可下人清理。必要时可用装在笼子里的小动物如鸽子或老鼠放入罐内试验 30min 无殊为宜,以确保安全。第三,检测人员进入储罐清理残渣时要戴呼吸器,进气端在储罐外,要系安全带,带另一端在罐外,外部设置专人监护,动态、实时地监测罐内气体浓度。全面清理储罐内残渣。完成清理后,残渣应运出液化石油气储罐压力容器放置区域并深埋。第四,一切火种都应杜绝。液化石油气储罐压力容器放置区域不得动火作业,若管道需焊接,则要在液化石油气储罐压力容器放置区域外非生产区进行,焊好后再进入液化石油气储罐压力容器放置区域进行联结。进入液化石油气储罐压力容器放置区域的工作人员,严禁携带火种,不可穿钉鞋、化纤工作服,在车辆上设置阻火器。仪器应对本质安全型进行选取,如水压机应配备上限设定装置,防止超压,且

液化石油气储罐压力容器放置区域操作工具要用防爆型。同时,开关需采用防爆开关,罐内使用的照明为 12V 安全灯,行灯为 36V 安全灯。

5.2 无损检测的技术保障措施

第一,应成立液化石油气储罐压力容器检验工作指挥部,合理地分工,确保各司其职。应将总工办作为策划组织单位,安装公司是安装施工单位,供气部是配合单位和置换单位。应详细地编制液化石油气储罐压力容器检验方案,方案的内容包括时间、内容、准备工作、进度计划、工作方法、安全应急措施。液化石油气储罐压力容器检验方案的编写既是对以往经验的总结,也是对本次液化石油气储罐压力容器检验的改进,把有关安全、质量、进度、成本等方面应最大限度地考虑充分,从而实施起来更加便利、有条不紊,防止发生失误。第二,开展方案审议与交底工作,组织与液化石油气储罐压力容器检验有关单位和部门参加讨论方案,讨论并更正不足之处,熟悉工作内容和各自职责范围,尤其是做到对安全心中有数,会议结束后出具会议纪要。置换方案需供气部认真、详细地编写,随后发送至总工办、安全部来审批,并且安装单位的动火作业前需要事先进行方案的报批。第三,对参加液化石油气储罐压力容器检验施工人员进行安全培训工作,在液化石油气储罐压力容器检验前召开现场教育会,把握储罐基本状况和液化石油气储罐压力容器检验的防范方法、危险因素,对液化石油气储罐压力容器放置区域十大防火禁令严格遵守,让所有安全制度、操作规程得到落实。做好液化石油气储罐压力容器放置区域管理工作,对警戒区进行全面设置,防止闲杂人员进入到无损检测区域。第四,正式开展无损检测前,应对所有检测人员进行岗前训话,完成检测后,应整理现场,将电源和气源切断。与此同时,做好液化石油气储罐压力容器检验过程的安全监督工作。对于容易产生安全隐患的关键工序,如储罐置换、动火作业中,需要委派专门的监护人员提供协助,安全部门则需要开展安全监督,在现场设置灭火器这类应急器材。

参考文献:

- [1] 谢腾腾,冯玉洁,邢玲,等.浮式生产储油卸油装置上液化石油气储罐支承结构强度校核[J].石油化工设备,2020,49(04):26-32.

作者简介:

孙国勇(1984-),男,汉族,山西吕梁人,本科,助理工程师,研究方向:压力容器定期检验。