

固定式真空绝热深冷容器的损伤模式及检验重点

孙颖

江苏省特种设备安全监督检验研究院扬州分院 江苏 扬州 225100

摘要: 随着工业的发展,各种液化气体被大量使用,低温液体容器的数量也急剧增多,该类容器的使用安全也越来越引起广泛的关注。作为一类特殊的压力容器,我们必须了解它的损伤模式,才能进行有针对性的检验,降低容器的潜在风险,从而为该类容器的安全运行提供强有力的保障。

关键词: 承压特种设备;真空绝热容器;检验

1 真空绝热容器常见的损伤失效模式

对于定期检验,我们首先要了解真空绝热容器的损伤失效模式,只有这样才能对容器进行针对性的检验,从而最大程度的降低检验风险。

1.1 真空绝热容器的定义

采用真空绝热材料,拥有温度均一性的是真空绝热容器。真空绝热容器包括罐体、增压管路、气相管路,采用真空绝热材料,拥有的温度均一性是真空绝热容器,并且所有样品温度都低于-180摄氏度,而低温绝热容器是指用于存储液氧、液氮、液氩、液化天然气等低温液体的压力容器。

1.2 真空绝热容器的特征

1.2.1 双层真空壳体。真空绝热容器由内层容器和外层真空壳体组成,两个壳体之间是真空隔离层。真空层可以阻止空气对容器内部的热传导,达到很好的绝热效果。

1.2.2 真空抽气。在两个壳体封装成型后,从壳体间隙抽出气体,造成真空状态。这个过程称为真空抽气,可以将壳体间的气体减少到残留量非常少的程度。

1.2.3 多层隔热结构。真空绝热容器的内壳与外壳之间通常还设置有多层屏蔽,如保温层、反射层等,这可以进一步提高容器的保温性能。

1.2.4 高密封性。真空绝热容器需要高度气密封装工艺将内外两个壳体封装在一起,否则无法实现真空保温效果。高密封技术是真空绝热的关键。

1.2.5 损耗极低。由于采用真空绝热技术,容器内外的能量交换损耗极低。保温时间可以长达24小时以上,这大大超过常规保温容器。

1.3 真空绝热容器的主要失效模式有以下几种

1.3.1 由于制造过程存在缺陷所造成的壳体断裂。常见的原因有:①母材有缺陷。制造的时候,如果对母

材不按要求进行复验,导致母材中的先天缺陷发现不了。②我们的低温容器,内胆用的大部分是奥氏体不锈钢,应用应变强化,可以节约材料,但是应变强化后,材料的低温韧性也降低了,因为应变过程中,增加了马氏体,我们知道马氏体硬而脆,韧性差,从而导致了应变强化后低温韧性下降,从而造成在充装液体的时候,发生低温脆断。③焊接接头有缺陷,在温差应力的作用下,发生断裂。

1.3.2 操作不当所导致的失效。一个是充装速度过快,未充分预冷,导致内筒体和管路温差过大,温差大,温差应力就大,温差应力到一定程度就可能造成壳体破裂或者管路拉断。另外一个操作不当是,不按设计要求的充装量进行充装,而是过量充装,充装量过大,液体稍微受热膨胀,就会导致容器压力急剧升高,甚至导致容器爆炸。

1.3.3 长期承受温差载荷所导致的疲劳开裂。内容器壳体和接管角焊缝,在温差应力作用下,发生疲劳断裂。液体渗入夹套,致使夹套脆断,真空度丧失。

1.3.4 由于夹套外壳或者夹套接管角焊缝存在缺陷所导致的真空度丧失。比如夹套外壳由于各种原因造成的损伤,导致真空度的丧失,由于夹套上的接管角焊缝存在微小气孔或者裂纹,导致真空度的丧失。

2 真空绝热容器检查的重点。

针对以上的失效模式,我们总结了以下检验重点。

2.1 资料审查

对于制造过程中产生的缺陷,我们在定检中无法复查,我们只能通过资料的审查,安全附件的审查,来最大限度的减少事故发生所造成的后果。审查用气单位的操作规程,审查设备管理员或者操作工是否能严格执行操作规程和流程。

2.2 真空度的测量

2.2.1 要熟悉常见的真空硅管。在测试的时候,要看下规管的型号,型号弄错,就会导致结果偏差。

2.2.2 使用真空度测试仪要注意的几个问题。先看看使用的真空度测试仪校验报告,看看使用的规管有没有校验,校验的量程是否够。在现场测量时,看规管是否生锈,若有锈,一定要将锈迹磨掉,否则测不出来。

2.3 重点检查状况

重点检查夹套表面状况,检查夹套接管角焊缝的表面质量。管路系统的角焊缝及对接焊缝检查:为什么要检查管路系统,①是因为作业指导书有明确要求。在出报告时,我们一定注意,在宏观检查的时候是否要把管路系统进行勾选。②是因为这些管路往往存在温差,存在温差就意味着存在应力,存在应力就意味着焊缝容易出现泄露、裂开等现象。③是因为这些管路与夹套的角焊缝,往往都异种钢焊接,存在电化学腐蚀,容易产生缺陷,所以我们检验时要将此列为重点。管路与内筒的角焊缝因为位置等原因无法检查,只能通过对安全附件的检查,来弥补因这个角焊缝泄露所造成的危害。管路角焊缝的检查,是确保容器真空度的重要方式,我们在检验中务必要重视角焊缝的检查。

2.4 绝热介质的沉降

我们可以通过敲击夹套听声音来判断是否存在沉降,还可以通过观察夹套上封头的结霜、冒汗情况来判断。如果只有上封头存在结霜、冒汗现象,这说明绝热介质很有可能出现了沉降。这是因为出现了沉降,导致上面封头没有了绝热介质,从而降低了上部封头的绝热性能,从而导致了结霜、冒汗。

2.5 安全附件及仪表的检查

2.5.1 安全阀:检查安全阀的铅封,校验吊牌,是否在有效期内,检查安全阀是否存在泄漏。

2.5.2 爆破片:①检查爆破片的更换日期,爆破片的更换日期最长不超过3年,以更换日期为准,让使用单位提供更换记录。②检查爆破片的安装方向是否正确。爆破片上标有介质流向的箭头,通过这个箭头我们直接可以判断爆破片的安装方向是否正确。

2.5.3 压力表:①要按要求进行计量。②量程要合适。③要有工作压力的红线。④选型要正确。比如,液氧储罐,要用禁油压力表。

3 典型检验案例介绍

根据固容规的要求,真空绝热容器的主要检验项目主要包括:资料审查、宏观检查、无损检测、真空度测量、安全附件的检查。

3.1 资料审查

资料审查主要包括:容器制造资料的审查,安全附件及仪表校验报告的审查,容器运行记录的检查,使用单位对压力容器管理制度是否健全等。

3.2 宏观检查

主要检查管路系统是否异常,检查容器外表面是否有结霜等现象。图1是现场检验利用望远镜对容器上部进行宏观检查,检查夹套外表面是否有冒汗、结霜、变形等现象。

3.3 无损检测。

无损检测主要包括异种钢焊接焊缝、经常进出液体的接管角焊缝、具有受热不均的接管角焊缝,这些都是容易发生裂纹地方,一旦这些地方出现裂纹,会导致真空度的丧失,引起重大的安全事故。图2是对接管角焊缝进行渗透检测。



图1

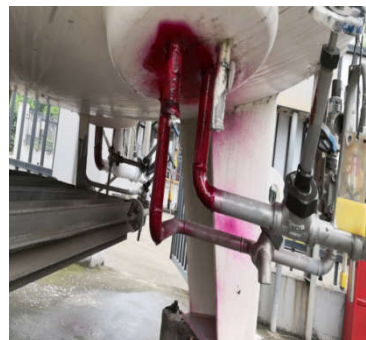


图2

3.4 真空度的测量

在测量真空度之前,我们必须先看真空度测试仪的校验报告,看看真空度测试仪的校验量程及校验所使用的硅管是否符合检验需要;其次要弄清楚设备的硅管型号,正确选择真空度测试仪上的硅管型号。在确认了以上准备工作后,才可以进行真空度的测试工作,否则真空度的测试可能不准确,造成偏差,甚至测不出数据。图3是对真空度测试仪校验报告的检查,图4是对容器硅管型号の確認。



图3

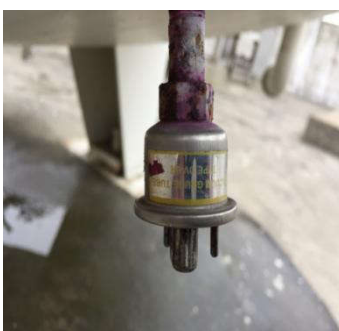


图4

3.5 安全附件及仪表的检查

主要检查安全阀、爆破片、液位计、压力表。检查这些部件的选型、安装是否正确，安全阀、压力表校验报告是否在有效期内。在这项检查中，我们着重要注意爆破片的安装方向，安装方向有误，爆破片的安全保护作用将大打折扣；液位计的接管是否被改动过，一旦改动，液位计显示将出现偏差。图5是液位计的检查，图6是爆破片的爆破方向和安装方向标志。



图5



图6

结束语

近年来真空绝热容器的事故时有发生，这要求我们不能放松对该类容器的检验工作。这就要求检验机构人员不但要做好检验工作，特别是针对该类容器的特殊性，制定具有针对性的方案，确保检验工作无死角。同时也要求使用单位严格做好该类容器的使用管理工作，按照设计参数进行充装，不过量充装，按时进行容器的定期检验工作，及时做好安全附件和仪表的管理工作。

参考文献

- [1]TSG21-2016固定式压力容器安全技术监察规程
- [2]GB/T30579-2014承压设备损伤模式识别
- [3]石鼎宇.基于失效模式的在役压力容器检验.电力设备,2018,33
- [4]姚晓静,赵路宁,韩伟,等.真空绝热压力容器定期检验评定方法研究.低温与特气,2014,32(3)
- [5]娄永生,林肯.低温绝热容器的定期检验与维护.中国设备工程,2018(10)
- [6]蒋吉林,陈海鹏.关于在用低温液体贮运容器夹层真空度的探讨.深冷技术,2002(1)
- [7]薛小龙,罗晓明,顾福明.国内外低温容器定期检验标准的比对分析.压力容器2008,25
- [8]黄柯.真空绝热压力容器失效因素与检验评定技术研究.化工管理,2018(35)