

压力容器与压力管道检验中的常见问题与解决方案

胡友静 胡友莹（东营市特种设备检验研究院，山东 东营 257091）

摘要：压力管道是工业管线中的一种承压设备，经常用来输送易燃易爆、强腐蚀性或有毒高压的介质，因此在生产工艺、材料结构、材料强度等方面都有很高的要求，如果这些指标不符合规范，就会引起火灾、爆炸等事故，造成生命和财产的损失。

关键词：压力容器；压力管道；检验；常见问题；解决方案

为了保证压力管道的安全，到目前为止，我国已颁布了一系列与压力管道检验相关的规程。通过对化工行业压力管道的现状和开展压力管道检测的实际意义进行分析，从建筑工程中常见的问题出发寻找解决办法，同时也对一些难点做了深入的讨论，突出了压力管道检测工作的责任制。为压力管道检测程序提供有效的意见。

1 压力管道在化工领域的现状

化学工业在我国国民经济中的作用日益突出，已成为国家支柱产业。然而化学工业也是一种高风险的行业，它的生产过程中包含了大量的易燃、易爆、高温高压等材料。在化工行业由于输送过程中经常采用有压力的管线来承担输送任务，而这种材料的特殊性又增加了其在建设过程中的复杂性。在压力管道中由于其所携带的物质具有很大的危险性，因此对工程质量的要求也越来越高。

随着社会和经济的快速发展，安全生产的重要性日益凸显，国家对压力管道的检验、监察工作也在不断地加强，从当前的情况来看这个行业还存在着一些突出的问题，特别是一些施工企业忽略了安全生产的规范性，在施工过程中没有注重人员和技术的安全保证。因此在压力管道中存在着大量的质量问题，同时不断出现的产品质量问题，也对国内压力管道检测工作者提出了新的要求。

2 压力管道检验的意义

随着国家经济的快速发展，对工业设备的需求将会持续增加，对建设所需的压力管的需求也随之增加。压力管道是一种特殊的承压设备，它在输送易燃易爆、高温高压等介质时，长期工作在苛刻的工作条件下，极易导致连接部位的密封和材料的稳定性受到影响。压力管道在使用年限的增长过程中，其存在的安全隐患会逐步累积并逐步显现，最终导致管道的破坏；严重者甚至会引发恶性事故。一条正在正常工作的高压蒸气管突然爆炸，将其分成三截并向外飞去，虽然没

有造成人员伤亡，但也导致了十几万元的经济损失。经过有关部门的调查，这起事故的直接原因是20多年前在管线施工中对焊接质量的疏忽，造成了整个压力管线的整体质量不高，有些部位还没有完全焊透，而且在长时间的使用中，焊缝也存在着气密性问题。并且由于长期使用中未按检查规范对压力管道进行检查，因此，对压力管道进行定期标准化检查，是防止管道发生故障、及时掌握其安全性的重要手段。减少各类意外的发生几率。

3 列举压力管道检验单位的责任

对压力管道进行检查时，可采用两种方式，一种是由各工业管线用户自行进行，另一种是由特种设备检查机构进行。这两种方法必须配合使用，以获得最佳的检测结果。分类来说，各类工业管线的运用，都有如下的工作内容。

3.1 按照规范做检验计划

在使用压力管道和开展施工项目之前，必须按照《压力管道定期检验规则—工业管道》TSG7005-2018的标准，制订详细的压力管道检测方案，并在相关标准和标准的框架下，安排专人按时对其进行检测和监督，并及时参加工程项目的检测。

3.2 不断提高检验人员的业务素养

各单位应主动开展定期或不定期的专业培训，或委托有资质的有关专业人员进行培训。其次要对质检人员进行培训，保证每一名质检人员都经过了培训，并在网上提交了一份质检人员的清单，然后在质检部门备案之后，再派检验员上岗工作。

3.3 按照检验计划明确各批次人员分工

工程中所用的压力管道的检查工作，可根据各自的实际情况自行安排。当工程压力管道验收合格后，工程方要根据前期制订的检测方案，对每批检测人员进行工作安排，保证每批检测人员都能清楚自己的检测目的。

3.4 落实检验标准

各特种设备检测机构要贯彻执行有关标准，制订出具体的检测方案，使用标准化的测试仪器，保证测试结果的可靠性。在役压力管道应 100% 进行在线检测，其中整体检测合格率应在 60% 以上，各单位检测任务完成时检测总合格率应达到 60%。

4 检测技术在压力管道检测中的应用

4.1 渗透检测技术

采用渗透探伤技术，可以对处于生产和停机过程中出现的裂纹进行检测。具体来说就是利用毛细管效应使得渗透液可以渗入到有缺陷的部位。然后采用显影剂逆渗透的原理，对压力管线的开孔进行了放大，使其表面出现了明显的开孔。采用渗透探测技术，可对压力管道、压力容器等进行表面探测。在一般的情况下可以采用渗透法来探测无多孔物质的开口缺陷，并且具有比较好的检测效果。然而由于所采用的渗透剂本身的特殊性，会对周围环境造成一定的污染，并对周围环境造成不同程度的损伤，因此，渗透测试技术在实际应用中仍有许多不足之处。

4.2 超声波检测技术

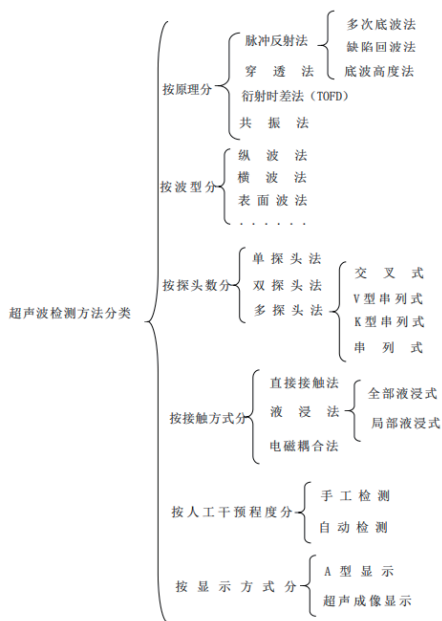


图 1 超声波检测分类图

超声检查的方法很多，每个人都有自己的特点，而且在手术过程中有很大的差别（如图 1 所示）。这种方法应用于压力容器、压力管道等，其原理是利用超声波在不同的介质中传播，产生不同的速度和波形在遇到障碍时产生反射；在此基础上，提出了一种新的方法，即可以对压力管道和压力容器进行有效的检测。超声探伤是一种新型的无损探伤方法，是一种新

型的无损探伤方法。这是由于超声波可以利用频率来探测压力管道和压力容器的内部，目前在容器内壁裂纹的探测中，大量采用超声探针（参见表 1），以便对锅炉内部结构和形状的裂纹进行有效的检测。将探测头插入到锅炉外径 20 毫米内，利用超声探针实现圆周方向的测量。超声波探伤工作要根据现场的反射状况来判断压力管道和压力容器的内部有无缺陷。所以目前超声探伤方法在压力管道和压力容器得到了广泛的应用。在高强度、高灵敏度、高自动化等方面，超声检测具有无可比拟的优越性。

表 1 5L64 超声波探头

参数	参数值
探头晶片数目	65
中心频率	5MHz
探头类型	线性

4.3 红外热波检测技术

红外热波探测是一种利用红外热波在被测对象的表面上产生的红外热波，将其转化为肉眼可见的光线，并将其进行成像。判断压力容器和压力管线有无质量问题。通过对压力管道和压力容器内部和外部结构进行红外热波辐照，可以及时获得被检测对象的相关信息，并对其有无缺陷进行判断。红外热波法是利用红外辐射的基本原理，通过对热波测温过程中的温度变化进行判断，从而判断出产品质量缺陷的存在与否。这种方法可以依据产品的质量缺陷状况、被测对象的结构和材质等因素，制定出不同的加热基准并利用电脑对其进行全过程控制。利用红外热成像技术，可以完成探测数据的采集和处理。其中有源探测就是为低温管线所进行的有关探测。在测试之前一定要对管路进行加热，如果设备本身存在质量问题，那么在加热之后它的热传导参数就会发生一系列的变化；利用红外线热波，可以判断出缺陷的位置、种类和程度。无源探测是指通过对压力管道和压力容器本身的温度进行一系列的探测，通过测定管道、容器的材料和当时的热传导参数，然后用红外线热波来探测，如果有质量缺陷的地方，其热传导系数就会比较高，从而可以对质量缺陷的位置和种类进行精确的判断。然而红外热波探测方法对环境温度有很高的要求，而且很容易受到温度的影响。在大温度差的情况下，采用红外热波探测方法是不合适的。例如，通过实验探测出不同缺陷的温度差，并与实测结果进行比较；红外热波探测精度测试（见表 2）。

表 2 缺陷参数识别与实际值对比

缺陷	表面温差 /℃	实际值 /mm	识别值 /mm	误差率 /%
1	101.8	1.1	0.97597	3.77
2	97.62	1.4	1.5211	1.87
3	58.33	1	1.9871	1.91

5 我国目前压力管道检验中的常见问题

5.1 所选的材料没有达到规范要求

由于对压力管道检测工作不够重视,或者认为检测会导致运行费用的增加,一些企业往往为了节约资金而不能向检测机构提供完整的待检原始数据。有些企业在开工时没有做好管线操作日志,在法兰和阀门、管件等部位随便选择管件,对管件的结构设计和选材工艺也不重视,导致了较大的安全隐患。

5.2 必须对附属设备进行安全性检查

附属设备的安全性检查,包括对安全阀和压力表等安全配件的检查。执行严厉的任务对的安全性检查,可以有效地了解配件的质量状况,比如:对元器件的损坏情况进行统计,看压力表的关键指标是否在合理的范围内。如此具有预见性的检测手段,使压力管道达到最大程度的预防性防护作用。但是,在国内对压力管道附属设备的安全检查往往不够重视,很多公司都忽略了对其进行检查,因此缺乏从源头上进行预防检查的手段。

5.3 强度及紧实度的测定

企业在开展实际工程时,要检查的管线数量很多,因此维修的时间很紧迫,而且由于输送的介质及检查标准各不相同,很难对每根管线进行细致的试压,这对今后的工程安全有很大的影响。

6 针对压力管道检验常见问题的解决方案

6.1 加大对管线材料劣化程度的检测

压力管道长期工作在高温高压等苛刻条件下,长期运行在超压、超温等因素的作用下,管线的金属材质必然出现损伤。因此,要对可能出现的损伤状况进行预测,并对压力管道进行定期的物理和化学检测,并对金属材质进行定期抽样化验。可开展的检测项目有:对试样进行金相分析,对冲击韧度,机械性能,硬度等进行现场检测;光谱,化学组成及其他的分析内容。在国家规定的条件下对管线的剩余使用寿命进行全面的评价,并对管线的材质老化程度进行评价。

6.2 加强对地下压力管线的检查

在国内,天然气等长距离输送管道一般采用地埋敷设方式,如果施工单位对其进行全面的检查,将会受到很大的阻力。尽管国内已有一套较为成熟的地下管道探测技术,该探测方法的原理简单、易于操作,

采用电磁法的地球物理探测原理能够探测到地下管道的异常状况,但是存在着一个明显的缺陷,那就是很容易出现错误。特别是在周围有干扰的环境下,探测精度达不到标准的要求。但是这种方法在测量过程中存在着较大的误差,因此它仅能为研究者提供一个大致参考资料。要使埋地压力管道的检测技术得到全面提升,就必须在社会和国家的共同努力下,加大投入进行研究,探索出一种新的检测方法,比如在世界范围内,已逐步成熟的声发射无损检测技术,微波信号无损检测技术,雷达信号无损检测技术等。

6.3 确保压力管线的维修和检验工作按照标准进行

压力管道建设单位有责任对压力管道进行定期的维修检查,制订标准化的日常维修措施,确保对每一条压力管道进行维修、巡视。在巡视过程中,如果发现有损坏的压力管道,应及时组织人员对其进行检修。对于长期运行的压力管道,需要每年进行一次全面的在线检测,特别是对公众区的压力管道,一定要注意它们的安全,在巡视和维修的时候,如果出现了故障或者安全隐患,不但要及时处理,还要及时处理。

6.4 对不符合要求的安全装置的定期修理和替换

要定期检查压力管道的安全附件,并对其进行登记,特别是安全阀、压力表,是安全附件的重要组成部分,在检查时如果发现压力、量程等参数不合理,或者出现了损坏,那么这个安全附件就会被判定为不合格的附件,要及时维修和更换。将不合格的安全部件全部换掉,重新检查压力管路,确保合格后才能正常工作。

7 总结

开展压力容器与压力管道检验中的常见问题与解决方案,近几年来压力管道安全事故呈上升趋势,施工企业的安全状况日趋严峻。因此,即便是短期没有发生过安全事故的公司,也不能放松对压力管道的检测。实践表明,加强对压力管道检测工作的重视,可以有效地防止其发生安全事故,希望通过这篇文章,能够为相关行业提供一定的指导。

参考文献:

- [1] 马立东,胡建启,范鹏军,杨娟莉,魏建伟,谷传超.试论压力容器压力管道检验中的裂纹问题[J].石油化工建设,2022,44(02):96-98.
- [2] 魏国庆.压力容器压力管道检验中裂纹问题的处理分析[J].中国新通信,2020,22(17):243-244.

作者简介:

胡友静(1982.07-),女,汉族,本科,工科学士学位,研究方向:特种设备检验检测、安全管理。