

氨制冷管道定期检验及新技术方法应用探究

——特种设备安全技术

杨 锋（广西壮族自治区特种设备检验研究院，广西 北海 536000）

摘 要：本文从结构、焊接、腐蚀等方面，梳理了氨制冷管道运维检查应关注的问题，给出了氨制冷管道制定运检方案的具体对策：准备相关的定检器具、绘制单线图等；探索了DR、红外线等智能监测的新工艺，结合实例管线情况，进行管线检测分析。

关键词：氨制冷管道；低温；管壁

0 引言

氨制冷剂的生产工艺体系完善，生产、取用十分便利，所需的制作成本较小。此产品多用于小规模制冷程序，具有无色、特殊气味、与氟利昂相比污染性较低、制冷性更强等特点。然而，近年内，氨泄漏问题逐渐成为安全生产关注的话题。氨制冷剂与人体皮肤接触后，会产生腐蚀作用。

1 氨制冷管道运维检查需关注的问题

1.1 结构问题

1.1.1 焊缝参数过小

在实践设计直管段区域的焊缝时，共有两个焊缝制作任务，需加强焊缝间隔控制。两组焊缝中线的间隔参数L，设计方法：当管线公称直径不小于150mm时，L应大于等于150mm；当管线工程直径不足150mm时，L应大于管径外径。在定检运维中，采取无损检测方法，查看焊缝间隔参数设计的规范性。如有间隔较小的情况，需及时修复处理。

1.1.2 穿墙操作不规范

装设氨制冷管线时，穿墙管线基本未设套管，更有甚者使用水泥进行固定。在管线运检期间，需侧重排查穿墙套管的情况。当发现未设套管问题时，需清除水泥，保持管线处于自由伸缩的状态。如有套管损坏问题，需及时更换完好的套管。

1.2 焊接接头问题

1.2.1 未完全焊透

焊接不到位的情况，在氨制冷管道质量检查中，是较为严重的资料问题。在2013年之前，完成装设的氨制冷管线，基本全部存在未完成焊透的情况。在压力管线安全检查的相关规范中，明确指出：20钢未完全焊接时，依照材料局部性能进行减薄评价。此种

要求说明：未完全焊透的部分，如果大于管道厚度的25%，在评价管道安全性时，给出的评级结果为“4级”。如果较多管线存在焊透不到位的问题，返修施工可能会产生较多成本，会引起部分管线失去运维价值。大部分氨制冷管线进行运检评级时，主要检查管道焊接情况。

1.2.2 使用填塞物

生产规范中，明确指出：如有焊件组对部分位置间隙较大的情况下，需将其调整至规范参数，不可向其中设置任何填塞物。

1.3 腐蚀问题

氨制冷程序中，要求氨液成分达到生产要求，以此降低管壁内侧出现严重腐蚀的可能性。管线外壁出现腐蚀的问题，较为多见。如果低温区域的管线，出现保温、防腐层受损问题，未能及时给出修复处理，将会出现管壁腐蚀现象。多数情况下，可采取外观检查方式，以此排查管壁防护层的质量情况。

1.4 仪表问题

安全阀、压力表两个设施，如果存在选型不当、超期未检等问题，将会降低对氨制冷管道的防护功能。在管线运维期间，需侧重查看仪表选型的合理性，准确把握仪表校验的时间，保证仪表、附件使用的规范性。

2 定检氨制冷管道的方法

2.1 准备定检器具

①检验施工使用脚手架的拼组、搭设质量，确保脚手架与地面间隔至少1.8m；②针对氨制冷管线的检查工作，比如“表面探伤”、“厚度测定”、“硬度测量”等，均应依照检验规范，逐一落实管线质检工作。有打磨需求的位置，应展现出金属光泽；③管道

检验工作,可采取射线检验方法。在管线生产之前的5h,从射线生产区域、生产时间、防护间隔等方面,给出详细的射线作业要求。办理检验所需的票证,获取射线检测的资格。管线生产方获取作业详细内容后,及时安排厂内人员撤出,远离射线检测作业的操作点。

2.2 绘制单线图

在标记方向时,依照统一的要求,给出标记结果,不可擅自更改标记。如图1所示,是标记方向的方法。

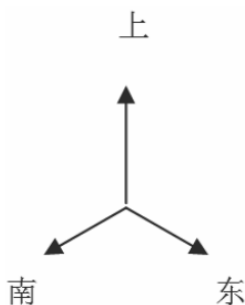


图1 标记方向的示意图

各组单线图,均需明确“起始”、“终末”两个位置。管线的各个组成,比如“焊口”、“弯头”等,均应显示在单线图之上。阀门标记符号指代不明时,需配合中文名称,一起标记。绘图期间,须规范测定管线外径参数,给出相应的测量结果。当一条管线有多个不同直径类型时,需逐一进行测量,进行标记。测定各管线长度,记录总长的测量结果,不可采取分段记录形式。首次测定管线质量时,需在单线图之上,规范标记各焊口的操作点位。

2.3 明确定检任务

2.3.1 硬度检查

需要进行硬度检测的管线,具体条件如下。①管线运行时间多于20年;②管线长时间处于低温环境中,并无材料证明管线的性能;③管线质量检验期间,检验人员认为管线材质欠佳。

2.3.2 密封性检查

在氨介质条件下,极易引起橡胶垫片发生质量变化问题,需要进行密封性检查,判断密封防护部件的质量。在管线密封性检查时,需查看密封垫片选型的合理性,保证密封垫片能够按期更换。多数情况下,不选用橡胶垫片,可选择前期浸泡处理的甘油。

2.3.3 外观检查

检查焊缝点位、外观质量时,需依照压力管线定检的相关要求,保证管线外观检查的规范性。管线、部件各个位置的外观检查工作,主要查看管线表面情况,比如“裂纹”、“划痕”、“形变”等。管线外

侧使用的色漆,需给出规范的色标,保证涂漆操作的规范性。外观检查的对照方法,如表2所示。

表2 管线外观检查依据

检查位置	制冷液体管	制冷吸气管	放空气器	其他管
检查标准	淡黄色	天酞蓝色	乳白色	大红色

需要检查的安全附件,具体包括:“压力表”、“爆破片”等。保证各类安全附件结构完整,铅封、校验各项操作均按期执行,检查各类附件安装位置的规范性。侧重检查各组安全附件的整体外观情况、检定操作的时间、检定结果等内容。

查看管线安装点位时,主要观察管线与其他设施、其他管线存在交叉、摩擦的情况。管道跨道设计时,离地高度不小于4m。在蒸发设备、压缩设备的间隔位置,设计了一组吸气管。此管线设计期间,依照 0.01° 至 0.005° 的氨制冷剂回流角度,采取逆坡上升的设计方法,防止蒸发器内部发生液体冲击问题,保持压缩机气缸的平稳性。在压缩机、蒸发器两个设备的间隔位置,采取顺坡方法设计管线。位于冷凝设备、蒸发设备之间,用于供液的管线,不可出现部分位置的弯曲情况,保障向上供液秩序。蒸发设备、压缩设备之间的管线,以吸气类型为主,严控出现弯曲管线的问题,确保向下供液质量。

制冷程序所安装的压力测定仪器,均应选择专用类型。此类仪器的高压参数不应小于1.5级,低压参数应高于2.5级,量程参数应高于设备运行运行压力的50%。

在泄压位置合理设计安全阀,保持安全泄口管线排口点,相比四周建筑,至少高出50m。合理设计“防雷”、“防雨”等器具,保证管线运行质量。

泄漏检查。主要查看法兰密封设置、阀门外观结构两个位置的质量情况。查看阀门规格的正确性,制冷程序不可选用铸铁、铜质两种类型的阀门。检查法兰类型,检查依据为“凸凹型”。制冷程序中用于人工操作的“手轮”,涂用黄色漆。在各类工况下,严禁“手轮”向下。

3 智能监测新技术

3.1 DR 数字成像

使用DR成像法,检测管线的质量缺陷情况。使用X射线获取管件的图片,进行结构检查,明确管件有缺陷的位置。设定“管线未设防护层”、“保温层防护”、“保湿层防护”三种情况,利用DR技术进行测定,对比DR成像、X射线两种技术的测定结果。如图2所示,是X射线测定结果。

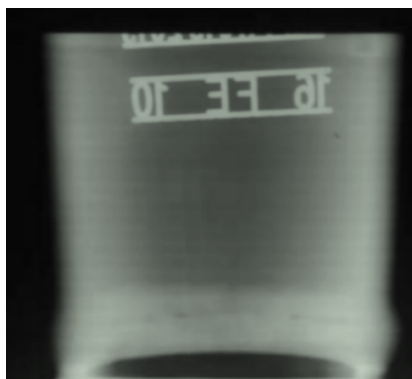


图2 X射线测定结果

如图3所示,是DR成像测定的结果。



图3 DR成像测定的结果

对比两种检测技术,成像结果相近,DR成像融合了数字显示方法,能够更直观地反馈检测结果。

3.2 红外线热成像

红外线成像设备检测期间,主要会获取物体传输的红外线信号,此信号为“热能”类型,对其进行信号处理,以电信号形式输出,获取热成像结果。此技术用于氨制冷管线测定工作,可选择“红外线成像仪”配合检测,旨在测定管线存在的跑冷问题。在跑冷点位极易发生腐蚀情况,可使用红外线技术,准确获取管道壁厚、发生腐蚀的点位。

3.3 脉冲涡流

脉冲涡流技术的检测理念,主要是借助涡流脉冲信号的削弱递减情况,借助特定方法,获取管线厚度的真实参数。在现场管线检查期间,可选择特定点位,标记后进行测定。如有信号衰减情况,再次选择定点,获取管壁厚度。此技术在实际检测中,获取的管壁参数,与实际情况的偏差量不超过5%。

3.4 检测实例分析

H单位主要从事乳液制品的销售,主要检验其冷库管线的情况。被测冷库规模为8a,管线型号有四种。管线材质选择“20号钢”,拟定管线受压参数是2.0MPa。

使用红外线成像设备,获取低温压力管线的检测图像。

①在第四类型的管线弯头位置,红外线检测发现有轻微程度的跑冷表现。使用DR技术进行复测时,未见缺陷问题;②使用红外线技术检查管道焊口处的质量时,发现焊透不到位的问题较为严重。使用DR复测后,确定焊口存在“未焊透”的质量问题;③利用涡流检测设备,测定冷库中设有保冷层的管壁厚度时,检查结果如表3所示。

表3 H单位冷库的管线检测情况

管线类型	一	二	三	四
管线直径/mm	219	159	108	89
管线壁厚/mm	8	7	4.5	4
材质	20#			
管壁厚度的检测位置	直管/弯头			
壁厚检测最小值/mm	7.58/7.12	6.78/6.21	4.23/4.01	3.85/3.48
壁厚复测最小值/mm	7.28/7.02	6.48/6.01	4.02/3.85	3.62/3.35

测定完成后,采取超声波进行壁厚复测,DR与超声波的两组壁厚测定结果,偏差率不超过5%。

结合实际管线检测应用发现:“红外线”、“DR”、“涡流”三种技术的联合使用,可相互印证氨制冷管线内部的质量情况,具体包括“弯头腐蚀”、“焊口焊透”、“壁厚”各类检测项目。多技术的联合使用,能够保持企业持续平稳地生产,无须拆除保冷装置,线上给出检测结果。一是,管线检测期间,使用红外线设备,在线获取管线各处的成像资料。由专业人员查看成像图,判断管线内部可能存在的质量问题。针对实际发生跑冷的管线点位,进行腐蚀检查,规范检查壁厚参数。二是,红外线检测完成,使用DR技术,再次确定有缺陷的位置。侧重查看管线焊缝情况,排查“未全面焊透”的问题。三是,使用涡流技术进行复测,侧重查看管壁厚度的变化。

4 结论

综上所述,氨制冷管线使用的介质具有一定危害性,需规范落实各项运检工作,有效控制管线运行的风险。结合H单位冷库管线的检测实践,认为DR、红外线等新型技术,可用于氨制冷管线的运维定检规划中,支持在线监测,可缩短检测用时,高效获取管线质量情况。

参考文献:

- [1] 陈敏,王肖逸,卢俊文,等.氨制冷压力管道检验难点及在线检验技术研究[J].管道技术与设备,2022(04):39-43.
- [2] 冯晓刚,惠进财,逢宗彬,等.氨制冷装置压力管道定期检验[J].石油和化工设备,2020,23(08):88-91+95.