

射线数字成像技术 (DR) 在低温绝热管道测厚上的应用

詹家立 (贵州省特种设备检验检测院, 贵州 贵阳 550000)

摘要: 本文主要讲述射线数字成像技术 (DR) 在低温绝热管道测厚上的应用, 利用 DR 技术可以在不停车、不排介质、不拆绝热层的情况下, 完成低温绝热管道壁厚测定。DR 技术的应用, 不仅为低温绝热管道定期检验的测厚提供了方便, 而且还为企业降低了按传统检测手段需要停车、修护绝热层带来的检验检测成本。

关键词: 射线数字成像技术 (DR); 低温绝热管道; 测厚

随着我国经济的快速发展, 各行各业对低温液化气体的需求越来越大, 液氧、液氮、液氩、液态二氧化碳、液化天然气等应用日趋广泛。机械工程方面, 低温液化气体广泛应用于材料的深冷处理、机械低温装配、气割和焊接的气源、低温车削、低温磨削、液氮冷模挤压、非金属材料冷加工等; 电子工业方面, 广泛用在半导体和集成电路生产、电真空器件的制造、光导纤维制造等; 低温气体还广泛用在航空航天、冶金、医疗等领域。近些年, 国家鼓励和发展新型清洁能源, 天然气在工业、交通等领域得到广泛应用, 城镇居民用气几乎普及了天然气, 省、县、乡都建成了大大小小的液化天然气储配站。随着低温气体的广泛应用, 用于低温气体储存和输配的低温液化气体储配站、充装站如雨后春笋, 呈现井喷式的发展。储配站、充装站内的特种设备主要有低温储罐和低温绝热管道, 国家规定这些设备需要定期进行检验检测, 确保其安全运行, 为企业用气安全、群众生命财产安全提供保障。本文主要讨论目前低温绝热管道定期检验时测厚项目中存在的问题, 针对这些问题应用射线数字成像技术 (DR) 提出了对策。

1 低温绝热管道定期检验测厚存在的问题

低温绝热管道是工业管道的一个种类, 是由管子、管件、组合装备采用焊接、法兰连接等方式组成、用于输送低温液化气体的管状密闭设备, 外面包覆一定厚度的绝热材料。低温绝热管道长期承受低温工况, 内部压力从 0.1MPa 到 40MPa 不等, 内部介质温度低, 介质具有易燃易爆的性质, 管道一旦发生事故, 往往会带来巨大经济损失和人员伤亡。为了保证低温绝热管道安全运行, 国家规定这些管道必须进行定期检验, 并出台了相应的检验标准和规范。

TSG D7005-2018《压力管道定期检验规则——工业管道》是国家市场监督管理总局颁布的、用于压力管道定期检验的技术规范, 是行业内采用的法定标准。TSG D7005-2018《压力管道定期检验规则——工业管道》规定, 壁厚测定是定期检验项目中的必检项目。测厚是为了检测管道在运行中的减薄率, 预判下一个检验周期内管道的减薄量, 确定管道的安全等级, 明确检验周期的时长。目前, 超声波测厚是低温绝热压力管道定期检验的常规手段, 其存在几个问题, 给检验带来一些困难。

①必须破除绝热层, 增加企业检验成本。采用超声波测厚仪进行测厚, 探头必须接触被测工件, 在检测中不可避免的要拆除测厚位置的绝热层。TSG D7005-2018《压力管道定期检验规则——工业管道》对压力管道定期检验测厚的最低比例进行了规定 (见表 1), 检一条低温绝热管道往往需要使用单位拆除大量的绝热层, 待定期检验结束

后又需要再将保温修复, 这就增加了企业定期检验的成本。特别是采用真空绝热形式的低温管道, 一旦破除绝热层, 维修的成本是十分昂贵的, 如果处理不好整条管子就会出现真空度不够, 绝热效果明显下降, 管道内的液化气体会迅速汽化致使管内压力急剧上升, 造成管道爆炸, 造成生产事故;

表 1 弯头 (弯管)、三通和异径管壁厚测定抽查比例

管道级别	GC1	GC2
弯头 (弯管)、三通和异径管	≥ 30%	≥ 20%

②绝热层破除后, 低温管道表面结冰, 超声波测厚无法进行。超声波测厚时探头必须接触管道且耦合良好才能进行测厚, 当管道结冰后, 超声波测厚仪探头无法直接接触管道表面, 无法耦合, 不能测出管道壁厚。低温, 还能造成测厚仪探头被冻坏;

③解决拆除绝热层造成的管道结冰问题, 唯一的解决办法只有停气, 抽空管内的低温液化气体。这样做就会造成用气企业和居民无气可用, 影响经济生产和社会稳定。

2 射线数字成像技术 (DR) 在低温绝热管道测厚上的应用和方法

2.1 应用

为了解决超声波测厚在低温绝热管道检验上存在的问题, 业内相关专家进行了长期的、大量的研究, 发现射线数字成像技术 (DR) 可以解决这些问题, 且具有超声波测厚仪不可比拟的优势。

①射线数字成像技术 (DR) 采用电子探测屏代替胶片, 感光灵敏度高, 不需要电子探测屏接触管道, 可以在不拆除绝热层的情况下直接检测。这不仅避免了管道结冰, 避免了停气, 还大大降低了使用单位的检验成本;

②测量数据稳定。超声波测厚的数据容易受操作人员手法、测厚仪探头尺寸、被测点曲率半径、探头耦合情况等因素影响, 同一个部位测厚数据重现性不稳定。射线数字成像技术, 一次成像后, 用计算机对测厚部位进行读数, 数值重复性十分稳定;

③简化管道检验步骤。采用传统的射线检测进行埋藏缺陷检测, 用超声波测厚仪进行管道壁厚测定, 埋藏缺陷检测和壁厚测定是两个单独的项目, 需要分别进行。采用射线数字成像技术, 一次性就可以完成埋藏缺陷检测和壁厚测定, 缩短了检测时间, 降低了劳动强度, 大大提高了检验效率。

2.2 方法及原理

厚度测量是对工件或设备的某个部位厚度差进行测量, 射线数字成像测厚方法有实验推导法、理论计算、直

接测量。

2.2.1 实验推导法

利用 NB/T47013.2-2015 规定的阶梯试块, 在与实际检测相同的透照条件下单独成像, 得到不同厚度对应的灰度值曲线, 从而得到在同一透照条件下的管道壁厚和灰度的关系 (见图 1)。通过测量管道透照成像后的待测点的灰度值, 在阶梯试块曲线中找到对应的厚度值, 此值即为待测点的管道厚度。

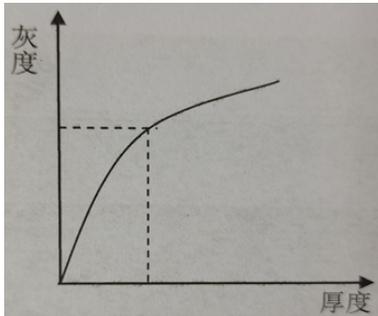


图 1

2.2.2 理论推导法

利用公式 1 和公式 2, 由已知厚度的两工件的灰度值来确定某一灰度的厚度。

$$C = \Delta T / \ln(G_1/G_2) \quad (\text{公式 1})$$

$$\Delta T = C \ln(GX/G) \quad (\text{公式 2})$$

式中: G_1 、 G_2 —已知厚度的两工件图像灰度值; GX —待测工件的灰度值; G —已知厚度的两工件其任意一灰度值, 其值为 G_1 或 G_2 。例如, 已知工件 1 的厚度 2mm, 透照图像灰度 G_1 为 41000; 工件 2 的厚度 6mm, 透照图像灰度 G_2 为 26000; 工件 3 透照后图像灰度 GX 为 33000, 求其厚度。利用公式 1, 求得 $C = -8.7820\text{mm}$, 利用公式 2 分别求得工件 3 与工件 1 和工件 2 的厚度差为 1.9026mm 和 -2.0937mm, 则分别得到工件 3 的厚度为 3.9026mm 和 3.9063mm, 误差十分小, 精度远高于超声波测厚。

2.2.3 直接测量

利用不同尺寸的小圆珠与被检管道同侧布置透照成像 (见图 2), 在图像上对小圆珠进行尺寸标定, 由圆珠尺寸得出尺寸标定因子, 直接得出管道的壁厚 (见图 3)。

(上接第 92 页) 及计算机技术的运用, 可以确保检测工作的稳定性^[4]。当前, 在药物分析、化学物质检测和食品检测等方面均有效应用了紫外可见分光光度计, 检测结果十分准确。从现阶段的食品检测情况来看, 借助此方式检测食品中包含的添加剂, 可以将西红柿中的色素含量、酸奶内的维生素 A 等检测出来。

2.4 离子色谱技术

新形势下, 食品检测技术得到了迅猛发展, 更加快捷以及高效的技术出现, 离子色谱检测技术就属于其中一种, 在运用这种检测技术时, 不容易受到外界的影响, 能够节省样本提纯环节, 结合高浓度基体对化学添加剂成分进行检测。同时, 离子色谱检测技术能够拓宽食品在检测方面的范围, 促进食品检测优势增强, 对不在液相色谱检测领域以及气相色谱检测领域中的极性有机物等进行检测, 与其他检测技术进行比较, 灵敏度更强, 所以可以更加高效地对食品中的化学添加剂成分进行定位。

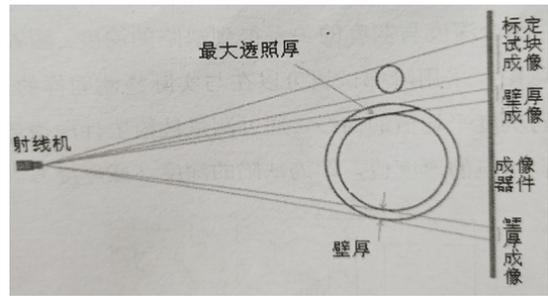


图 2

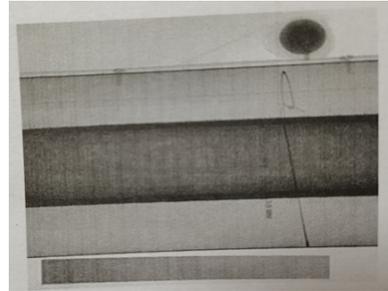


图 3

3 结语

随着数字技术的发展, 作为新兴检测技术的射线数字成像技术 (DR) 将越来越广泛的应用于特种设备检验检测中, 解决传统检测手段无法解决的问题。目前高温绝热管道的埋藏缺陷和壁厚测定只能停车降温、破除绝热层, 方能进行检验检测, 无法实现在线检测。射线数字成像技术 (DR) 在高温设备检测上的应用存在理论可行性, 需要业内加大研究力度。相信在未来, 数字射线检测技术将更广泛应用于检验检测中。

参考文献:

- [1] 梁丽红. 射线数字成像检测教材 [J]. 中国特种设备检验协会, 2018(4).
- [2] 毕龙生. 低温容器应用进展及前景 [J]. 真空与低温, 1999(5).
- [3] 詹家立. 低温绝热压力容器真空规管存在的问题及解决措施 [J]. 大科技, 2014(4).

作者简介:

詹家立 (1984-), 男, 工程师, 研究方向: 压力管道检验检测。

总而言之, 化学合成添加剂的应用有好的一面, 也有不好的一面, 只有合理使用才能避免食品变质, 确保食品味、香、色等的良好性, 如果违规添加, 既会对人体健康造成损害, 同时这种行为也是违法行为。为了使食品安全得到保障, 各种检测设备和技术的出现, 但仍需不断提升食品检测技术, 如此, 我们才能确保食品安全, 保护人类身体健康。

参考文献:

- [1] 池玉芬. 浅析食品添加剂对食品安全的影响 [J]. 现代食品, 2019(24):123-124+127.
- [2] 胡润知. 食品中化学添加剂的功能与风险控制研究 [J]. 食品安全导刊, 2019(24):54.
- [3] 张笑潭. 浅谈化学添加剂对食品安全的危害及检测方法 [J]. 食品安全导刊, 2019(09):124.
- [4] 吴文清. 浅谈食品添加剂对食品安全的影响 [J]. 现代食品, 2018(24):59-62.