

高压地下储气井及其定期检验技术分析

王鑫

(山西省检验检测中心 山西 太原 030012)

摘要: 近年来,随着天然气汽车的迅速发展,作为储存压缩天然气的新型设备,储气井也获得快速发展。本文主要介绍了储气井的结构,常见事故及原因,并着重通过定期检验的方式对其中用到的检测技术进行了阐述及分析,对以后的定期检验工作有重要的意义。

关键词: 储气井;失效模式;定期检验;腐蚀检测

0 引言

作为一种新型优质能源,天然气具有燃烧效率值高和清洁环保等优点,如果代替石油作为汽车燃料,可大幅降低有害气体的排放,对改善环境有重大意义。鉴于煤、石油等能源无法比拟的优点,天然气受重视程度越来越高,CNG 加气站的数量也与日俱增。与此同时,作为 CNG 加气站的主要新型储气设备,高压天然气储气井应运而生。

1 储气井结构

储气井系统结构(如图 1 所示)主要由井筒、井口装置、井底装置、排污管、固井水泥环、表层套管、扶正器等组成。井筒由套管通过接箍依靠气密封螺纹连接而成,井筒与井口装置及井底装置之间也都采用气密封螺纹连接,而非传统的焊接连接方式,井口装置上设计有进出气管和排污管。

相对于其它的储气设备,高压天然气储气井具有占地面积小,消防间距短,输出气体温度低,泄漏点少,后期运营费低等诸多优点。但是,由于掩埋于地下,储气井的套管容易受到地层土壤中的腐蚀介质侵害。同时,在运行中伴随着充放气的低周疲劳工况,也会使之承受交变载荷,造成疲劳失效。因此,储气井存在着腐蚀开裂、疲劳失效

及泄露等危险。为了加强储气井安全监察工作,保障其安全运行,质检总局先后下发了《关于加强地下储气井安全监察工作的通知》(质检办特[2008]637号)和《质检总局关于地下储气井安全监察有关事项的公告》(2014年第42号)。按照上述公告的要求,储气井参照Ⅲ类压力容器进行管理,进行定期检验。

2 储气井事故及常见失效模式。

2005 年 7 月 20 日,宜宾天池加油加气站储气井区一号井井底封头与储气井管联接口爆炸,导致该井 9 根套管冲出地面,其中 4 根断裂后倒向站侧停车场,5 根倒向加气区及其附近,造成 7 辆汽车和加气站顶棚毁坏,造成巨大经济损失,幸好并无人员伤亡,该站事故经分析是因钢管外表被严重腐蚀,导致强度下降所致。

设备的损伤模式是其材料、结构、介质、载荷以及使用环境相互耦合作用的结果。由于储气井位于地下,直接和土壤中有腐蚀性的介质接触,而且使用了螺纹连接结构,因此它的失效模式一般包括套管内壁腐蚀、外壁腐蚀、应力集中区域的应力腐蚀开裂、螺纹连接处和其他密封处泄露,以及长期承受交变载荷导致的疲劳失效等。

3 储气井定期检验技术

目前,国内在用地下储气井的材料采用 N80 或 P110 两种高强度钢,套管尺寸规格分别为 $\phi 177.8\text{mm} \times 10.36\text{mm}$ 和 $\phi 244.5\text{mm} \times 11.99\text{mm}$ 两种,最高工作压力为 25.0MPa,设计温度为 $-19 \sim 50^{\circ}\text{C}$,深度在 40 ~ 300m 之间,工作介质是车用压缩天然气。

储气井的检验一般包括资料审查、内外部宏观检验、安全附件检查、井筒壁厚的腐蚀检测。其中,资料审查又包括设计、制造、维修改造资料和运行记录等。必要时应进行强度校核和安全性分析,以及水压和气密性试验。待全部检验项目结束,储气井检验合格后方可进行水压试验,水压试验的压力为 1.5 倍的最高工作压力。

储气井井筒埋设于地面以下,井筒外壁任意位置均可能遭受到外界环境的腐蚀。为有效掌握井筒的腐蚀状态,定期检验过程中应对井筒壁厚进行 100% 全面积的扫查检测。因此,在上述检验项目中,储气井壁厚腐蚀情况的检测就变得至关重要。但是,由于储气井的结构和使用的特殊性,无法用常规方法进行检验,需要采用专用的测厚设备,可采用

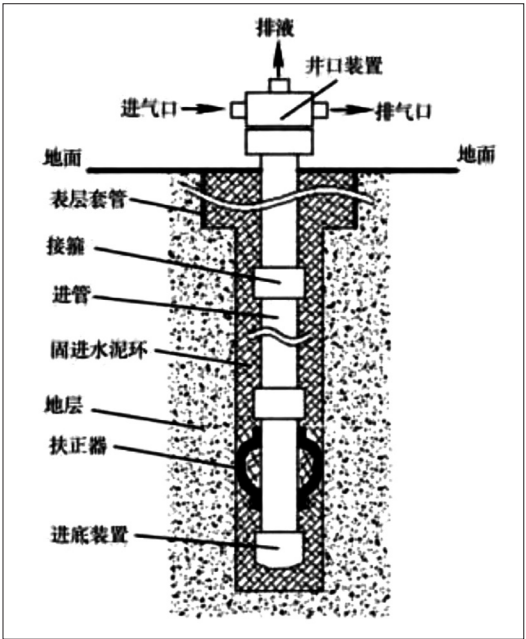


图 1 储气井结构图

南通友联公司设计制造的高压天然气储气井检测系统, 包含壁厚腐蚀检测、固井检测和视频监控三部分。

3.1 储气井井筒壁厚腐蚀检测技术

本设备利用水浸超声反射法检测原理测厚, 与超声波测厚原理相同, 采用了中心反射镜旋转工作方式, 通过管井中的水层耦合, 垂直入射至内管壁, 利用工件内管壁的一次水层波、工件一次和二次底面回波, 进行管井壁厚测量, 测量精度达到 0.05 mm, 最后可得到井筒检测点的深度、最小剩余壁厚和局部腐蚀区域显示 (A 扫和 C 扫), 如图 2a、图 2b 所示。

本次检测最薄点深度: 81.14m, 本次检测最薄点壁厚: 11.05mm。

3.2 声幅变密度固井测试技术

在储气井的井眼和井筒之间有一层水泥固井环, 可以保护套管免收或者减小地下腐蚀介质的侵害, 也会减小因温



图 2a 本次检测最薄点 A 扫描

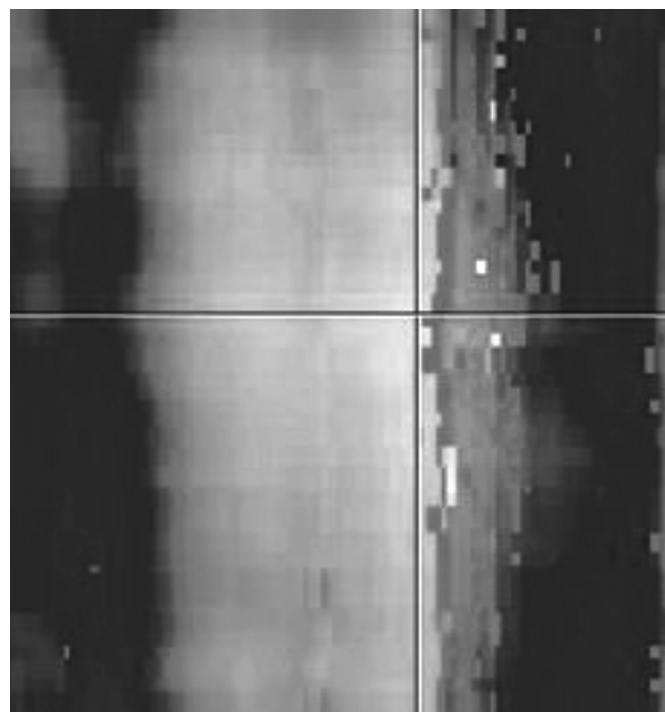


图 2b 本次检测最薄点附近 C 扫描成像

差、压力变化引起的套管伸缩, 降低疲劳破坏。同时, 水泥环与地层的摩擦力可大大抵消井筒断裂失效时的反冲力, 可见固井质量的好坏对储气井安全运行的影响很大。

声幅变密度测试方法是通过测量声波幅度的衰减来测量储气井固井质量的好坏, 声波幅度在没有建立保护层的地方达到最大值, 而在完全胶结成套管护层的地方达到最小值。当固井水泥和井筒胶结良好时, 它们之间的声阻抗差就小, 声耦合好, 井管波容易通过水泥环向外传播, 使井管波能量有较大衰减, 仪器上记录到的井管波能量就变得很小; 反之, 当固井水泥和井筒胶结质量太差, 它们之间的声阻抗差也较大, 声耦合不好, 井管波的能量很难向地层外传播, 井管波能量衰减较小, 记录到的井管波能量就很大, 因此利用声幅变密度固井测井设备上的曲线值就可以判断固井质量的好坏。

3.3 视频监控系统

在井筒壁厚腐蚀检测过程中, 测井仪上布置了水下摄像头, 保证全管壁无死角监控检测状况, 全程记录管内壁图像, 由此可以通过监控视频快速查看井筒内壁腐蚀和损伤情况, 从而使整个检验更为可控。

4 结语

作为一种新型储气设备, 经过十几年的发展, 储气井已在汽车加气站等领域得到了广泛应用, 特别是质检办特 [2008]637 号文件的发布, 加快推动了储气井的发展。为了保障储气井能够更加安全运行, 储气井检验检测技术的研究就变得更为重要, 因此, 在特种设备领域, 储气井检验检测技术和其有关法律标准体系的完善将成为未来的研究热点。

参考文献:

- [1] 陈建民, 周亚涛. 关于 CNG 加气站地下储气井的探讨 [J]. 科技向导, 2010 (5):79-125.
- [2] 饶映明, 罗贤成, 胡正新. 天然气汽车加气站的发展趋势 [J]. 上海煤气, 2012, (1):12-15.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局. 关于加强地下储气井安全监察工作的通知 (质检办特 [2008] 637 号) [Z]. 2008.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局. 关于地下储气井安全监察有关事项的公告 (2014 年第 42 号) [Z]. 2014.
- [5] 张梁, 邓雄等. CNG 储气井爆炸分析 [J]. 石油工程建设, 2009, 35(6): 1-4.
- [6] 丁春雄, 任毅. CNG 储气井失效型式与检验方法 [J]. 山东化工, 2013, 42 (12):110-112.
- [7] 王璟, 崔成哲, 惠楠, 杨庆瑞. 储气井定期检验技术及检测设备体系初探 [J]. 广州化工, 2014, 42(16):125-127.
- [8] 王天波, 刘正锋, 张宇晓, 等. 声幅一变密度测井定量评价固井质量的研究 [J]. 测井技术, 2002, (1):55-59+67.
- [9] 李邦宪, 陈祖志. 储气井监督检验 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.

作者简介: 王鑫 (1988.04-), 男, 汉族, 山西河曲人, 工学硕士, 工程师, 研究方向: 特种设备检验检测安全。