

CNG 地下储气井安全性分析 *

刘清友 何 霞 孟少辉

(“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室·西南石油学院)

刘清友等 .CNG 地下储气井安全性分析 .天然气工业 ,2005 ;25(1) ;138~140

摘 要 压缩天然气(CNG)汽车工业是一个新兴的产业,具有良好的经济效益和社会效益。而 CNG 地下储气井的安全性是保证 CNG 加气站正常运行的关键。针对目前国内用于 CNG 汽车的高压地下储气井结构简单、施工工艺不规范、缺乏安全设施等实际问题,提出了改进现有储气井结构、施工工艺和研发储气井安全系统的技术思路,为减少城市环境污染,进一步推广 CNG 汽车的应用提供了技术支持和安全保障。

主题词 储气井 压缩天然气 汽车 加气站 储存 安全性 研究

目前,国内车用压缩天然气的储存一般都采用储气瓶组或储气罐的地上储气方式。但由于近年来我国各地“站用瓶”和“车用瓶”爆炸事故时有发生,使得地面高压储气瓶罐暴露出了一定的安全隐患。如四川遂宁 CNG 充装站因钢瓶质量问题发生爆炸,将一钢瓶炸飞达 70 m 之远,并引起库内的 15 支钢瓶发生喷射燃烧,焰柱高达 20 m 以上,造成直接经济损失 18 万余元^[1]。鉴于 CNG 储存的现状,相关研究人员在总结国内外 10 多年来地面储存 CNG 经验教训的基础之上,借鉴天然气工业建设地下储气库的优点,从 20 世纪 90 年代初开始研制一种新型安全、经济的高压储气方式。20 世纪末,我国成功地研制开发出高压地下储存井的工艺与方法,并先后在四川、重庆、上海、新疆等地打了 50 多口井进行推广应用。现场应用表明,这种高压地下储气井具有安全性较强、储气量大、加气速度快、占地面积小、操作管理方便、维护检测工作量少、年平均经济消耗低等优点,并且已通过了四川省有关部门组织的技术鉴定^[2]。

一、CNG 地下储气井的安全性

CNG 地下储气井是深埋于地下用于储存 CNG 的容器,其深度一般为 80~200 m。目前国内储气

井结构形式一般如图 1 所示。先用 12 英寸(1 英寸 = 2.54 cm)钻头钻井 10 m 左右,下表面套管,第一

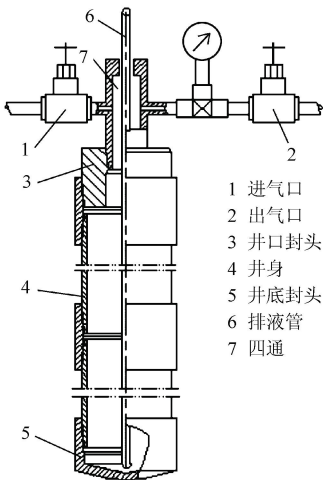


图 1 国内简单的地下储气井示意图

次固井;然后用 8 英寸钻头继续打井,下入优质防硫套管,然后将套管与井壁、井底间用水泥封固,安上井口装置;最后进行水压强度实验,合格后交井。由于储气井深埋于地下,不直接接触明火,杜绝了地面的安全隐患;并且还具有成本低,占地面积小,恒温,抗静电,建成工期短等特点。因此,现已成为国内 CNG 加气站的首选储气系统。

* 本文系四川省基础研究项目部分成果。

作者简介: 刘清友,1965 年出;现为西南石油学院教授、博士后、博士生导师、机电工程学院副院长、“岩石破碎学与钻头研究”四川省重点实验室主任;主要从事机械工程、石油工程的 CAD/CAM/CAE 及计算机仿真方面的教学科研工作。地址:(610500)四川省成都市新都区。电话:13880551889。E-mail: liuqy66@ yahoo .com .cn

但从目前国内储气井的结构、工艺、选材等方面来看,CNG 储气井是还存在着一定的安全隐患,主要体现在以下方面。

1. 结构简单

目前国内储气井结构如图 1 所示,一般由套管和上下封头等组成。储气井的井内没有安全阀,地面没有监测系统,虽然目前国内的储气井还没有发生重大安全事故。但随着使用年限的增长,由于元器件的磨损变形、锈蚀老化、密封失效以及意外事故等原因,就有可能引发储存介质泄漏。而目前的 CNG 地下储气井都建在人口密集的大城市,如果可燃气体泄露并聚集在周围环境中,一旦发生事故将导致众多的人员伤亡和巨大的财产损失。国外的储气井中一般都装有反应灵敏的安全阀组件,如图 2 所示,当地面发生火灾、地震或其他事故引起 CNG 的不正常泄漏时,能自动关闭储气井地下与地面的通道,避免造成更大的灾难。另外,除了在储气井里装有安全阀组件以外,在地面上还装有传感器来监测储气系统的安全可靠性。

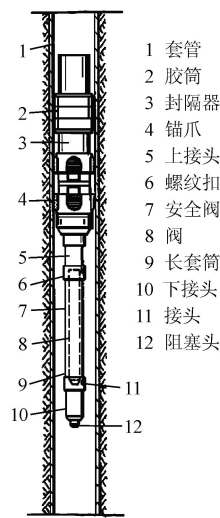


图 2 国外带有安全阀的地下储气井示意图

2. 施工质量缺乏保障措施

固井是油气钻井过程中的关键环节,其质量的好坏直接影响生产井的寿命和油气的产量。在油气田上,对固井工艺的质量要求很高,需按一定的标准执行,并且还有固井施工评价,即固井施工后根据不同的施工要求检查是否达到施工目的,其评价手段有水力测试、声波测井、核子测井等。

从储气井现场施工可以看出,储气井在固定套

管时,其水泥是不能循环的,其目的也只能达到固定套管的作用。如果此水泥层达不到质量要求,则地层的流体就可能通过水泥层接触套管,从而腐蚀套管。只要套管发生泄露,高压气体就会窜入地层,造成大量浪费。并且,由于存在的 CNG 压力高,储气井又不深。因此一旦高压 CNG 窜入地层,就会窜出地面,造成极大危害。

储气井完成后,有一些井做过简单的固井质量检查,即水压强度试验。但按工程技术要求,储气井还必须进行气密性实验和氮气吹扫置换作业,目前国内还没有一口井做过这方面的实验。所以,储气井在地下是否漏气还是一个未知数。

3. 材料选择缺乏科学依据

国内储气井结构如前所述,井体由分段井身、上下封头组合而成,各组合件采用套管丝扣连接,整体上属于螺纹连接的压力容器。储气井选材为 AP-IN80 钢级,查手册得其化学成分如表 1 所示。

表 1 储气井用 N80 钢级套管的化学成分表 %							
钢号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
28CrMo6	0.29	0.29	0.69	0.03	0.03	0.64	0.17
30Mo4	0.30	0.22	1.02	0.03	0.03	—	—

根据原劳动部压力容器安全监察规程规定,用于焊接结构的压力容器的低合金钢,其含碳量不应大于 0.25%,而从表 1 中可以看到,储气井所选用的两种 N80 级的低合金钢的含碳量都超过了 0.25%^[3]。一般来说,碳含量越高,延伸率越低,塑性越不好。如果材料缺乏足够的延塑性,即缺乏在局部应力作用下产生局部屈服而导致应力能趋于均匀化的再分布能力,亦即对应力集中极为敏感,则在各种原因所引起的局部高应力区必然就极易引起开裂而最终使压力容器失效。

二、改进措施

针对国内不少储气井结构简单、施工质量缺乏保障措施、材料选择缺乏科学依据的问题,提出以下改进措施。

(1) 考察国内安全阀的生产设计现状,设计出适合国内市场的地下储气井安全阀。当储气井系统出现 CNG 泄漏时,该阀能自动关闭储气井地下与地面的通道。

(2) CNG 地下储气井施工时,一般采取将水泥直接灌注下去的方式来固定井筒,故应研究合适的水泥配方,将水泥浆自下而上灌注。这样,水泥紧固层密度高、井筒与井壁一体性好,固定性和防腐性均佳,可有效提高井筒的使用强度和寿命;并且,还应在固井完成之后,对固井施工进行评价。这套评价标准和有效的定期检漏办法必须建立。

(3) 在选用低合金钢时应选用含碳量低于 0.25% 的钢材。

(4) CNG 地下储气井的地面没有监测系统,加气站工作人员仅靠“听、摸、看、闻”的方式来检测 CNG 是否泄漏,这样很不科学。因此,建议开发一套储气井安全系统,该系统能自动监控整个储气井系统,当发生 CNG 泄漏时能自动关闭地下储气井与地面的通道,设备出现故障时能自动记录、显示故障出现部位。

三、结束语

CNG 地下储气井具有占地面积小、运行费用低、操作维护简便等优点。但在储气井的结构、施工工艺及选材等方面还存在着一定的安全隐患,必须引起高度重视。虽然目前国内储气井还未发生事故,但加气站内的储气井一般都建在人口密集的城市,

如发生窜气、爆炸,其后果不堪设想。因此,笔者根据国内 CNG 地下储气井的现状,提出进一步提高 CNG 储气井的措施和主要技术思路,并开发出了一套保证储气井安全运行的配套技术,以促进天然气能源汽车的推广使用和城市大气质量的改善。

参 考 文 献

- 1 杨云伦. CNG 技术的发展前景及消防安全措施探讨. 消防科技, 1998; (2): 1
- 2 黄明珠, 程宗明. 储存车用 CNG 的最佳选择——地下储气井. 中国能源, 2002; (4): 34~35
- 3 舒聿彬. 压缩天然气加气站储存系统的大型化趋势. 天然气汽车, 1999; 12(4): 24
- 4 喻平仁. 川南地区地下储气库选址初步设想. 天然气工业, 2003; 23(2): 109~113
- 5 赵春林, 温庆和等. 枯竭气藏新钻储气库注采井完井工艺. 天然气工业, 2003; 23(2): 93~95
- 6 董德仁, 于成冰等. 枯竭油气藏储气库钻井技术. 天然气工业, 2004; 24(9): 148~152
- 7 李国韬, 刘飞等. 大张坨地下储气库注采工艺管柱配套技术. 天然气工业, 2004; 24(9): 156~158

(修改回稿日期 2004-11-30 编辑 居维清)