

# 美国埋地油罐渗漏监测技术介绍

宋贤生 杨春笋 韩其俊 薛高照

(中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院, 山东青岛 266071)

**摘要** 系统地介绍了美国环保局推荐的埋地油罐系统渗漏监测的7种方法, 其中的5种每月监测方法在1998年12月以后已经在美国强制实施, 了解和认识这些方法, 对于引进或自主研发先进的渗漏监测设施, 提升国内加油站渗漏监测技术和管理水平, 具有一定的借鉴作用。

**关键词** 埋地油罐 埋地管道 渗漏监测

美国环保局在EPA510-B-007《leak detection methods for petroleum underground storage tanks and piping》中, 列举了渗漏孔监测的第二防护层(secondary containment with interstitial monitoring)、自动计量系统(automatic tank gauging systems)、油气监测(vapor monitoring)、地下水监测(groundwater monitoring)、统计物料平衡(statistical inventory reconciliation)、储罐密封性检测和库存控制(tank tightness testing with inventory control)、人工计量(manual tank gauging)等7种方法实施埋地油罐和管道的渗漏监测。其中, 前5种属于月监测方法(monthly monitoring methods); 后2种属于临时监测方法(temporary methods)。

## 1 埋地油罐渗漏检测

### 1.1 渗漏孔监测的第二防护层(见图1)

该方法通常使用敷设防渗衬层、外墙的方法将埋地油罐和管道与环境土壤隔离, 或者直接在储罐内设夹层, 内层储油, 渗漏的油品流失后被积存在夹层中, 或者被限定在罐体周围, 不会扩大土壤和水体污染范围。罐体外围或者夹层内设置渗

漏监测设施, 如使用量油尺探测, 或者使用被安装在夹层内的油气或油品传感器连续监测。

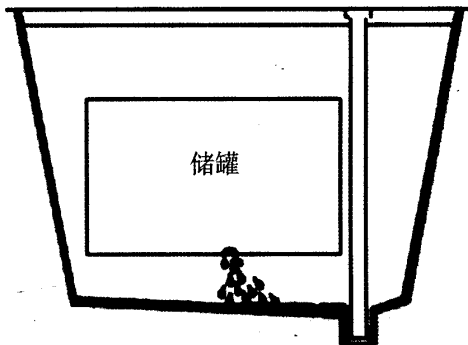


图1 渗漏孔监测的第二防护层

这种方法一般要满足下列使用要求: 防护衬层必须完全包覆储罐或者在储罐下方; 渗漏监测仪应至少每月检查一次; 夹层必须具备检测到渗漏的功能; 设置的抽排井系统应能够将渗漏油品引导至监测仪位置; 渗漏油品的流速不能超过 $10^{-6}$  cm/s。

### 1.2 储罐自动计量系统(ATGS)

该系统在储罐使用周期内应当每月测试一次, 它不间断地测量罐内储存油品的液位和温度

收稿日期: 2008-05-28

作者简介: 宋贤生, 硕士, 工程师, 注册安全工程师, 注册安全评价师, 毕业于安徽理工大学安全技术及工程专业, 2003年至今在中国石化安全工程研究院工作, 研究方向为风险评价及控制技术。

并被计算机分析和记录,在“库存模式”(inventory mode)下,该系统使用计量仪器测量油品存量和发油量。在“检测模式”(test mode)下至少每隔一小时测量油品的液位和温度,通过计算机对油品液位、温度、收油、发油等数据进行分析、对比。美国环保局对此系统的要求是必须能够检测到 0.9 L/h 的渗漏量。有些系统甚至可以检测到 0.5 L/h 的渗漏量。

因为罐底的积水可能会暂时掩盖储罐出现的渗漏,ATGS 可以检测到罐底的积水量。ATGS 系统还可以配备高/低液位报警、高水位报警和防盗报警功能。该系统的缺陷是因为它不是连续工作模式,在每月检测前的 6 h 应停止储罐的进油、发油操作。

### 1.3 油气监测和地下水监测(见图 2,图 3)

油气监测方法可以检测到埋地油罐及管道的渗漏。通过安装在观测井内的检测仪器,自动油气监测能够连续或者间断地收集、分析油气样本,并通过声光报警告知渗漏发生,也可以将收集到的油气样本送到专业实验室分析。

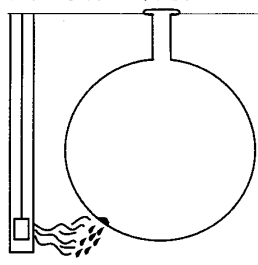


图 2 油气监测

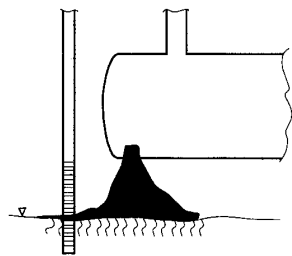


图 3 地下水监测

油气检测原件必须定期按照制造厂家的指导手册校准。观测井数量和位置非常重要,必须考虑土壤类型(比如渗透性大小)、地下水位等地理特征,这些一般都由专业厂家来完成。这种检测方法对难挥发的油品如柴油不适用,而且地下水位高、降水量大或存在其他油气来源的地方也不太适用。

地下水监测也是通过埋地油罐附近的检测井来完成,井的直径一般是 5~10 cm,并在井内固定安装检测仪元件,这样可以自动完成监测。人工检测可以通过汲水斗取水观察,或者将检测仪器探入井内自动分析是否存在油品。

地下水监测适用于地下水位不低于地下 6.0 m,观测井和罐周围土壤为沙、砂砾或其他松散土壤的环境。

### 1.4 统计物料平衡(SIR)

该方法通过专业的计算机软件分析一段时期内的库存、发油、计量数据判断储罐是否发生渗漏。它一般可以检测到 0.9 L/h 的渗漏量,如果要满足储罐严密性检测的要求,它还能够检测到 0.5 L/h 的渗漏量。该方法一般适用于有效容积不超过 80 m<sup>3</sup> 的储罐渗漏检测。

### 1.5 库存控制和储罐密封性检测(见图 4)

储罐密封性检测有多种方法,比如,“体积”方法是精确地检测罐内液位的变化,而且也要非常精确地测量罐内油品的温度,因为温度的变化会影响液位水平;但是如果使用“质量”方法就不需要这么精确地测量温度和液位了。也可以使用声学技术或者示踪剂来判断罐体是否出现漏孔。储罐密封性检测必须能够检测到 0.5 L/h 的渗漏量。这种方法一般适用于有效容积不超过 70 m<sup>3</sup> 的埋地储罐。

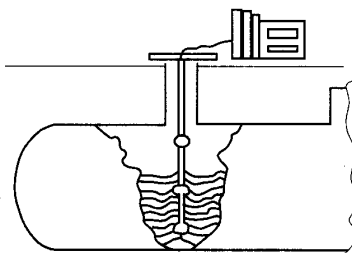


图 4 储罐密封性检测

美国环保局对这种方法使用的要求是:储罐密封性检测必须定期实施,1988 年 12 月以后的埋地储罐系统(UST systems)在安装 10 年以后,即从 1998 年开始,必须每 5 年进行一次储罐完整性检测。1988 年 12 月以前安装的埋地储罐系统,升级改造时设置了溢油和腐蚀保护措施的,在升级 10 年后,每 5 年作储罐密封性检测。对 1988 年 12 月以前安装且没有采取升级措施的埋地储罐系统,必须每年作一次密封性检测,到 1998 年 12 月

这类的储罐必须全部升级或者淘汰使用。在上述期限以后,埋地储罐必须配置每月检测的措施。

库存控制需要每天进行库存检查和计算,它是将油罐内检测到的存量和销售记录册上的存量作比较,如果两个数据悬殊,就证明储罐发生渗漏。美国环保局 EPA 出版了一本手册《Doing Inventory Right》专门讲述如何正确地检查库存。

这两种方法必须配套使用才能够满足联邦法规对渗漏监测的要求。而且在 1998 年以后埋地油罐必须设置每月监测措施。

### 1.6 人工计量

人工计量方法仅适用于  $9\text{ m}^3$  以下的储罐,  $4.5\text{ m}^3$  以下的储罐可以单独使用这种方法,  $4.5\sim 9\text{ m}^3$  储罐必须和储罐密封性检测配套使用。而且这种方法仅是针对油罐,对与埋地油罐连接的管道渗漏是不适用的。

美国环保局 EPA 出版了手册《Manual Tank Gauging》,成为如何正确进行人工计量和判断储罐渗漏的准则。人工计量方法可以单独使用,但也是一种临时方法,在 1998 年以后必须配备每月渗漏监测措施。

## 2 埋地管道渗漏检测

埋地管道有泵前吸油管道和泵后压力管道 2 部分构成。美国环保局规定如果同时满足以下 2 个条件时,埋地吸油管道可以不设置渗漏检测措施:①吸油管道有足够的倾斜度,停泵时油品能够回流至储罐;②管道上仅设置了 1 个止回阀,并且在尽量靠近油泵的位置。

如果不能同时满足以上 2 个条件时,可以选择以下措施的一种:①至少每 3 年一次的管道密封性检测,这种监测办法在 1.5 倍管道操作压力时应能够检测到  $0.5\text{ L/h}$  的渗漏量;②每月渗漏孔监测(monthly interstitial monitoring);③油气监测;④地下水监测;⑤统计物料平衡;⑥其他能够满足联邦法规要求的措施。

对于埋地压力管道应采取以下措施的一种:①自动渗漏检测,具备自动限流、自动切断、声光报警功能;②每年一次的管道密封性检测(line tightness test);③渗漏孔检测;④油气检测;⑤地下水检测;⑥统计物料平衡;⑦其他能够满足联邦法规要求的措施。

## 3 结论

美国环保局关于埋地油罐系统渗漏检测的技术共推荐了 7 种方法,并规定在 1998 年 12 月以后埋地油罐必须配置每月监测的措施。其检测手段的计算机软件和检测元件,经过几十年的发展已经日臻成熟,比如美国石油设备公司的神探 1 号和银河系统(galaxy)液位仪控制台和磁致伸缩探棒,这些系统不仅考虑了当前加油站信息管理系统(MIS)的进销库存管理功能,还可以实施埋地油罐的渗漏监测,这些先进的设备和技术对国内石化产品销售企业非常有吸引力。相比而言,我国在埋地油罐渗漏监测标准制定、先进检测设备的自主研发方面,仍有很多工作有待深入。

## 4 参考文献

- 1 Straight Talk On Tanks: Leak Detection Methods for Petroleum Underground Storage Tanks and Piping, United States Environmental Protection Agency, EPA 510-B-97-007, September 1997
- 2 Manual Tank Gauging for Small Underground Storage Tanks, United States Environmental Protection Agency, EPA 510-B-93-005, September 1997
- 3 Stand Test Procedure for Evaluating Leak Detection Methods: Liquid-phase Out-of-tank Product Detectors, EPA/530/UST-90/009 March 1990, Ken Wilcox Associate, Inc
- 4 Stand Test Procedure for Evaluating Leak Detection Methods: Pipeline Leak Detection Systems, EPA/530/UST-90/010 March 1990, Ken Wilcox Associate, Inc

### *Introduction of Underground Tank Systems Leakage Detection Technology Recommended by EPA*

Song Xiansheng, Yang Chunsun, Han Qijun  
and Xue Gaozhao

(SINOPEC Safety Engineering Institute, Shandong, Qingdao, 266071)

**Abstract:** The article briefly introduces seven methods used for underground tanks leakage detection recommended by EPA, five of these methods have been compulsively put in practice since December 1998. All of these can be helped bring in or develop independently advanced leakage detecting equipments for improving detecting technologies and management of domestic gas stations.

**Key words:** underground tank; underground pipeline; leakage detection 