

加油站在线监控系统简述与应用展望*

李智玮¹ 钱 华² 戴海夏² 李英杰² 史小春¹ 景盛翱² 程养学²

(1. 东华大学环境科学与工程学院; 2. 上海市环境科学研究院)

摘 要 加油站在线监控装置的正确安装应用是提高油气回收设备正常运行的重要保障,同时也是油气污染控制的有效保证。文章对目前世界上主要在线监控系统进行简述,对美国、德国、中国三国加油站在线监控系统进行分析比较,同时结合上海试点在线监控系统的应用情况和出现的问题,提出了对在线监控系统的应用展望。

关键词 加油站 挥发性有机化合物 污染 在线监控系统 应用

中图分类号: X924.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2011)01-0053-04

0 引 言

随着社会经济的发展和机动车数量的日益增多,加油站作为提供机动车动力燃料补充的设施,其数量也随之增多。加油站在储运销的过程中会因为汽油油品中轻质组分的挥(蒸)发引起空气污染,并造成油品的挥(蒸)发损耗,形成的挥发性有机化合物(VOCs)是形成光化学污染和臭氧生成的前体物质^[1]。鉴于 VOCs 对健康、环境、安全以及油品质量带来的负面影响^[2-5],研发加油站的油气回收处理技术正日益成为成品油行业流通领域污染减排的热点。

1 概 况

美国是世界上最先对加油站轻质挥发性有机物排放进行治理的国家,此后欧盟一些国家也开始跟进,但具体做法与美国有别,做得比较成功的是德国。其具体做法基本原理一致——密闭卸油和密闭加油,基于密闭的原则,加油站的所有设备(管线布置、储油罐、加油机、加油枪等)都必须进行相应改造。但实践证明,加油站安装油气回收设备,如不进行有效适时的监控,油气回收达不到预期效果。

美国加州空气资源委员会(简称 CARB)于 1999 年进行的加油站现场测试表明,油气回收系统有 90% 泄漏,整个加州地区有相当一部分加油站的油气回收系统处在低于认证效率的状况工作,系统的设备故障率为 4.8%~47.4%^[6]。1998 年德国进行了全面的应用情况检查,情况与美国相似,大部分设备偏离了正常工作状态^[7]。鉴于此,美国和德国都针对加油站先后制定了相应的法规——包括安装在线监控系统(in-station diagnostic-ISD 系统),全天候监控加油站油气回收设备的运行状况。美国加州环保署明

确要求,到 2010 年 9 月前,州内所有年销量在 60 万加仑(约 2300 t)以上的新建、改建以及正在运营中的加油站,都必须安装 ISD 系统;其中年销量在 180 万加仑(约 6800 t)以上的加油站,必须在 2009 年 9 月前完成 ISD 系统安装^[8]。

我国 GB 20952—2007《加油站大气污染物排放标准》中参照美国标准对在线监控系统有如下定义:在线监控系统是一套能够在线监控油气回收过程中油枪的气液比、地下管路系统的密闭性和管线的液阻这三项指标是否正常的系统,当系统发现异常时可提醒操作人员采取相应措施,并能记录、储存、处理和传输监控资料。

安装 ISD 系统可以实现对油气回收系统的及时监控,随时掌握加油站油气回收系统的运行状况,全程监控、及时报警、及时维护,从而在管理机制上保障油气回收系统的正常运行。此外,可以通过监控系统储存数据分析,及时发现和排除故障,确保加油站油气排放控制设施的有效运行。

发达国家加油站油气回收经验表明:安装油气回收设备可以控制油气排放,但是如果安装油气回收设备而没有监管,因设备腐蚀、老化、磨损、故障等原因造成运行效率低下等问题不能及时发现,油气回收设备就不能发挥应有的污染减排作用,不仅浪费财力,而且油气回收效果降低。加油站在线监控系统正是在此背景下开发和应用起来的。

我国北京、天津、河北的部分地区已于 2008 年全部完成油气回收的改造工作;上海、广州也于 2010 年陆续完成油气回收的改造工作。尽管 GB 20952—2007《加油站大气污染物排放标准》对安装在线监控装置有一定要求,但是由于时间紧迫、一次性投资较大,且我国在加油站在线监控方面没有任何经验可

* 基金项目支持:国家环保部公益性科研专项“加油站排放控制及管理措施研究”(200809003)

李智玮,东华大学在读环境工程硕士,研究方向为加油站污染防治。通信地址:上海徐汇区钦州路 508 号上海市环境科学研究院,200233

循,因此,在线监控系统未能在上述地区普遍实施,仅在北京进行了少量的安装,上海仅某石油企业安装了一台作为试点,而广州没有实施。

尽管国内对加油站 VOCs 污染的治理工作起步比发达国家晚,但是如果及时吸取国外的有益经验,将有助于我国的油气回收工作少走弯路。对目前世界上主要的在线监控系统进行论述,结合上海试点在线监控系统的应用实例,对在线监控系统应用发展进行展望。

2 美国、德国、中国加油站在线监控系统

在线监控系统一般由传感器、电测子系统、数据远程传输子系统、数据集中管理软件平台组成。由于各自技术不同,其相关组成也不一样。

目前,已经在中国推广的加油站在线监控系统主要是美国维德路特的 ISD 监控系统、德国 FAFNIR 公司的 VAPORIX 监控系统和中国机械科学研究总院开发的 RSS 监控系统。

2.1 美国加油站在线监控系统

美国于 70 年代开始加油站油气回收工作,企业开发在线监控系统较早。在美国,为加油站提供设备的企业都必须通过认证,目前,维德路特的 ISD 系统是唯一通过美国 CARB 认证的加油站在线监控设备。

美国维德路特公司的 ISD 监控系统由罗茨流量计、压力传感器、ISD 内存扩展卡和 ISD 接口模块等组成。流量计和压力传感器采集到的数据统一传输至加油机 TLS 控制台,并采集加油机油量脉冲信号,进行气液比(A/L)计算,罗茨流量计作为体积流量传感器,受到罐压和温度影响而产生的误差可进行流量补偿和统计分析。油气回收系统非正常工作状态时,在线监控系统会进行报警;若业主无视报警、或在一段时间内故障未及时排除,在线监控系统会采取相应的强制性锁定措施——加油机停止加油,迫使业主进行维修。

2.2 德国加油站在线监控系统

德国于 1998 年~2002 年开展了大量加油站油气回收监控系统的研究,2002 年开始实施,要求 2007 年底全部安装完成。在德国,加油站在线监控系统多数使用 FAFNIR 公司的 VAPORIX 系统。

VAPORIX 监控系统由 VAPORIX Flow (油气传感器)、VAPORIX Control (控制器)、VAPORIX Master(操作面板)组成,在线测量油气浓度、温度、流量及流速等参数,结合税控口油量脉冲信号,进行气(汽)液比(A/L 或 V/L)计算,并进行存储、报警、控制和打印输出。

VAPORIX 系统采用专用传感器,传感器测量温度、浓度和流量,可以进行资料修正计算,确定“质量流量”;此外,测量不同的油品时该液位仪不需要更换浮子。

VAPORIX 系统采用 ERS 公司的数据远程传输系统 EVR。该系统采用因特网(Internet)网络传输数据,可能会受到加油站条件和网络病毒干扰的限制。但 EVR 有一个集中监管网站系统,可以对运行中的内部系统进行监管。

由于 VAPORIX 系统采用因特网(Internet),多数加油站还不具备条件,如安装需增加成本。

2.3 中国机械科学研究总院 RSS 系统

RSS 系统可实时监控油气回收过程中的气(汽)液比(A/L 或 V/L),油气存储空间的压力与密闭性、加油站排放可燃气体浓度等技术指标。流量计采用罗茨流量计,测量精度 1%,测量范围 8~150 L/min;微差压压力传感器测量范围 ± 2000 Pa,精度 0.5%,精度高。系统采用基于 GPRS 的远程数据实时传输系统,不易受网络病毒干扰,适用于任何加油站。开发的集中监管平台,实现了实时数据的集中管理,提供了分类权限管理、资料安全控制、告警处理、数据统计与显示、报表及打印、故障模式分析等数据分析与管理等功能。

但该系统同上述两家监控系统相比,并没有大规模应用,未经过长期运行和考验,稳定性、可靠性未知。

2.4 三种在线自动监控系统的比较

为更好地比较以上三种在线监控装置的性能,从功能、监控模式、告警模式、传感器、通讯等方面对三种在线自动监控系统进行了比较,具体情况见表 1。

3 Fafnir 上海试点站应用实例

3.1 试点站概况

Fafnir 中国区代理与某石油企业合作,在上海某加油站做了在线监控系统的试点工作,加油站于 2010 年 5 月完成工程改造。

加油站有四台加油机,虽然加油机上有 6 把加油枪,但是 4 台加油机上都有 4 把枪两两互锁,当互锁枪中有一把枪加油时,另一把枪就不能加油,所以实际是一台加油机只有 4 枪可以同时运行。

每台加油机都安装两组流量传感器和数据控制器,每台控制器记录两把枪的数据。由于成本等原因,这套 FAFNIR VAPORIX 系统并没有安装压力传感器,所以对管线液阻和气密性不能监控。

3.2 记录数据分析及暴露问题

监控系统经过后台处理后输出的接口和数据见

表 1 美国、德国、中国加油站主要在线自动监控系统比较

系统	美国维德路特 ISD	德国 Fafnir-VAPORIX	北京机械总院 RSS 系统
功能	监控一级、二级油气回收系统；监控油气回收 A/L 比值、地下储罐压力。	监控二级油气回收系统；监控 A/L 比、无压力和泄漏率监控。	监控一级、二级油气回收系统；监控油气回收 A/L 比值、地下油罐压力；油气浓度监控。
监控模式	单机运行，本地分散检测，无远程功能；资料收集困难，无法实时监管，只能进行离线的故障分析。	本地监控，本地分散检测，无远程功能；资料收集困难，无法实时监管，只能进行离线的故障分析。	实时检测，本地查询，数据远程上传；实时监控，远程集中监管；在线故障分析。
告警模式	轻度告警：A/L 比轻度超标发出警告，7 d 连续警告即切断加油机电源。重度告警：A/L 比重度超标发出警告。	A/L 比超标告警后 7 d 关掉该加油机电源。	告警：A/L 比轻度超标发出警告。不必进行电源控制。管理中心告警；可以进行集中管理。
传感器	油气回收流量计，容积式腰轮流量计，测量回收油气体积流量，不易磨损；油罐压力传感器，差压传感器，测量地下油罐压力与测量泄漏，精度高。	测量回收油气的浓度、温度和流量三个探头传感器，质量流量计。模拟输出，数据处理复杂，监控模块必需放置在传感器附近。	可采用油气回收流量计和油气传感器。选择油气传感器成本低。油罐压力传感器，油气传感器，测量地下油罐压力与气液比，精度高。
与加油机通讯	与国内大部分加油机联通，可取得加油数据；一般两条枪采用一个流量计；一个加油站需多个控制器。	通过加油机油品流量表的脉冲信号取得加油量数据；一台加油机必须配备 2 台控制器。一个加油站需多个控制器。	通过加油机油品流量表的脉冲信号取得加油量数据；一台加油站只要一台检测与数据传输模块。

表 2。所列数据是四号机两把互锁枪记录在同一数据控制器中两天的数据。

◆ 两油枪互锁，虽然及时报警，但是不能判断到底哪一把枪出了问题，还是都出了问题，对后续人员分析和维修造成不便，这一现象说明系统安装规范与否对日后维修保障工作至关重要。

◆ 两把互锁枪自油气回收改造至 2010 年 6 月 27 日，已经出现 921 次气液比不合格。这一现象说明：该站油气回收改造后，加油枪出现故障的次数较多。该结果是经过后台系统处理后自动生成的，由于该系统根据德国法规设计，所以通过哪些数据来定义加油机故障，尚不清楚。

◆ 在 2010 年 6 月 27 日 8 点 46 分已出现故障，但是加油机并没有停止工作，直至 17 点 2 分才停止。究其原因，该站为了不影响销售业绩，在所有加油机的报警装置上均安装了手动开关进行操控，这一现象揭示：没有实行严格监管的加油站在线监控系统形同虚设，失去了安装的意义。

◆ 由于油气回收系统未能及时维修，所以在线监控系统中对故障仍然记录在案，但并不影响 6 月 28 日加油机继续加油。这一现象说明，加油站和油品销售企业在思想上认可安装在线监控系统的环境保护和节能减排意义，是保障油气回收设备正常工作的一个前提条件。

◆ 从接口看，系统可以得到多种参数，除油气回收效

率参数外，设备还能测定油气浓度，但是油气浓度的单位和工作条件参数等没有精度和最低流量技术参数，数据应用受到限制，数据只能作为参考。

4 加油站在线监控系统的应用及展望

按照 GB 20952—2007《加油站大气污染物排放标准》有关规定，卸油油气排放控制标准将于 2012 年 1 月 1 日在全国实施，储油、加油油气排放控制标准将于 2015 年 1 月 1 日在全国实施。随着油气回收在全国各地逐步开展，安装油气回收设备的加油站必将越来越多，如果仅通过常规的年检和抽检来监督加油站油气回收设备的运行，不但工作量大、有效性也值得探讨，所以以自动监控系统为主、抽检为辅的管理措施是今后环保部门监管的方向。就加油站安装自动监控系统后出现的问题提出下列对策。

◆ 加强舆论宣传，提高对油气回收意义的认识

宣传油气回收对我国节能减排、环境保护刻不容缓。按照 GB 20952—2007《加油站大气污染物排放标准》要求，当油气回收系统出现故障而不能达到应有的处理效果时，在线监控系统会报警并警告及时维修，甚至强制关闭加油机。但是实际情况是，加油站和销售企业并没有对油气回收和节能减排的重要意义有清晰地理解和认识，片面追求销量；因此，出现了在加油站在线监控系统上安装操控开关，人为切断系

表 2 某油品销售公司上海×试点站×号加油机在线监控系统监控数据

时间	日期	故障 计数	加油累积 次数	油气回收 率/%	平均油气 回收率/%	平均油气 温度/℃	油气浓度/ (mg/m ³)	油气流量/ (L/min)	燃油流量/ (L/min)
08:46:17	2010/6/27	921	24387	92	95.0	24.9	200	27.3	29.5
10:17:29	2010/6/27	921	24388	90	94.7	26.0	200	24.9	27.7
10:21:37	2010/6/27	921	24389	87	94.2	25.8	200	25.9	29.7
10:24:54	2010/6/27	921	24390	89	93.9	25.6	200	25.0	28.1
10:37:17	2010/6/27	921	24391	89	93.6	25.4	200	27.3	30.6
10:58:27	2010/6/27	921	24392	112	94.7	25.3	200	33.0	29.6
11:04:35	2010/6/27	921	24393	108	95.6	25.9	200	30.3	28.0
11:30:44	2010/6/27	921	24394	109	96.4	24.7	200	29.2	26.8
12:37:34	2010/6/27	921	24395	93	96.2	25.0	200	26.6	28.6
13:12:03	2010/6/27	921	24396	93	96.0	25.7	200	27.5	29.5
13:16:49	2010/6/27	921	24397	93	95.8	26.3	200	24.3	26.1
14:23:14	2010/6/27	921	24398	94	95.7	26.4	200	26.4	28.0
16:08:20	2010/6/27	921	24399	97	95.8	26.3	200	25.6	26.3
17:01:38	2010/6/27	921	24400	93	95.6	25.8	200	27.4	29.5
17:03:47	2010/6/27	921	24401	98	95.8	26.0	200	28.5	29.2
09:17:06	2010/6/28	922	24402	200	95.8	25.2	0	45.2	0
14:59:26	2010/6/28	922	24403	85	95.1	21.3	200	21.5	25.4
15:02:48	2010/6/28	923	24404	79	94.1	22.4	200	20.5	25.8

统强制关机功能,使出现故障的加油系统在失去监控的状态下仍带病作业,从而失去了安装在线监控装置的节能减排意义。

上述现象必须通过舆论宣传及有组织的教育和企业规范职业培训,提高加油站及成品油销售企业对油气回收意义的认识,在思想上树立节能减排意识,从而逐步纠正有悖环保道德的不良行为。

◆ 制定加油站在线监控设备的安装验收规范,确保在线监控系统正常运行

针对我国国情制定加油站在线监控设备的安装验收规范和相关的惩罚规定很有必要。目前的油气回收标准在制定过程中借鉴了西方发达国家的有益经验,但却忽略了国外监控设备必须经过规范认证后才能被使用的要求。鉴于此,我国需出台针对我国国情的油气回收在线监控设备的认证规范和标准,排除人为因素对监控装置正常运行产生的干扰,确保加油站在线监控系统正常运转。

◆ 对在线监控设备进行计量防爆认证

加油站油气回收监控系统需要安全、技术监督以及计量认证等职能部门进行有效的计量防爆认证和相应监督管理工作。通过计量认证、安全监督、日常监测,才能有效规范在线监控装置的使用,真正发挥在线监测系统的监控作用。

◆ 建立油气设备供应商与企业的良性互动机制
油气设备供应商应与加油站、油品销售企业建立

良性互动机制,当加油站在线监控系统报警后能及时得到维修,从而保证加油站各种设备时刻处于正常工作状态,确保其正常运行。

参 考 文 献

[1] 谢英奋.加油站的油气回收与安全环保[J].炼油技术与工程,2006,36(5):53-56.
[2] 李英杰,钱华.国内加油站油气排放控制现状及对策研究[J].上海环境科学集,2009,1:45-47.
[3] 马卫东.油气回收的必要性分析[J].安全、环境与健康,2001,1(5):4-5.
[4] 刘鹏.加油站进行油气回收的意义与方法[J].油库与加油站,2007,61(5):41-45.
[5] 陈家庆,朱玲.油气回收与排放控制技术[M].北京:中国石化出版社,2010,1:38-39.
[6] Cynthia L. Castronovo. Enhanced vapor recovery for gasoline dispensing facilities. 96th Conference on Environment in the Balance. Jun 22-26,2003:1-12.
[7] Judith O Zwicker, Bud Pratt, Chris Nagel. Continuous Pressure and Temperature Monitoring for Gasoline Storage Tanks. 96th Conference on Environment in the Balance, Jun 22-26,2003:1-18.
[8] Monitoring and Laboratory Division, California Environmental Protection Agency. Progress toward April 2009 Deadline for enhanced Vapor Recovery Phase II system[R].Staff Report, November 2008.

(收稿日期 2010-10-19)

(编辑 王 薇)