

加油站 VOCs 治理措施的研究

武文博

广东海洋大学 海洋资源与环境专业 2022 级 广东 湛江 524000

【摘要】：本文从加油站油气治理的研究出发，详细的分析了油气泄露的环节、每个环节的回收处理措施以及油气回收效率的影响因素，针对影响因素提出了具体的治理措施，最后从加油站的硬件、软件和管理上提出了全流程、精细化的管理措施和方案。

【关键词】：加油站；油气回收；泄露因素分析；治理措施

DOI:10.12417/3083-5526.25.03.024

截止到 2024 年年底，全国共有加油站约 11 万座，每年销售汽油约为 1.5 亿吨以上，虽然每一座油站甚至每一把油枪的油气挥发量很小，但是若将全国的加油站天长日久的累计计算的话总挥发量还是一个天文数字，所以对于加油站的 VOCs 治理研究成为环境保护的重中之重。加油站 VOCs 治理程序分为卸油、储存和加油三个环节的治理过程。《加油站大气污染物排放标准》（GB20952-2020）规定了加油站在汽油（包括含醇汽油）卸油、储存、加油过程中油气排放的控制要求、监测和监督管理要求。《汽车加油加气加氢站技术标准》（GB50156-2021）中第 6.3.1 汽油和柴油油罐车卸油必须采用密闭卸油方式，汽油油罐车应具有卸油油气回收系统。本文从卸油作业过程中的油气循环、加油站作业过程中的油气回收和储存过程中的油气处理进行详细分析，找出加油站作业全过程 VOCs 的影响因素及治理措施，从而达到环境保护的目的。

1 加油站作业各环节的油气泄露情况分析

1.1 卸油环节的油气回收（一次油气回收）

加油站卸油环节的油气回收比较简单，就是把油罐车的卸油口用卸油软管与油罐卸油口连接，再把油罐油气回收出口与油罐车的油气回收口连接，即汽油是从油罐车进入地下埋设的油罐内，油罐内的油气从油罐通过气管线进入油罐车内，油和是个封闭的循环过程。卸油环节的油气回收油罐和油罐车要具备如下 3 个条件：

（1）加油站卸油口要安装油气回收接口，且汽油卸油接口和油气回收接口要安装截流阀（或密封式快速接头）和帽盖。

（2）卸油接口和油气回收接口非卸油状态用盖帽盖上、打开盖帽检查截流阀门要关闭。

（3）卸油作业过程，卸油时连接专用油气回收软管，卸油管路阀门开启、关闭顺序要符合操作规程。



1.2 加油环节的油气回收（二次油气回收）

加油站加油环节的油气回收就是在加油站加油过程中，通过设置在加油机内的真空泵及带油气回收的双孔油枪将汽油蒸气抽吸回油罐内的过程。加油环节的油气回收需要满足以下 2 个条件：

（1）加油机配套的油枪应为带油气回收型加油枪，加油枪上带有完好的集气罩，加油时集气罩紧密贴在汽车油箱加油口。

（2）无论是分散式还是集中式真空泵，均需在加油机内保持铜管控制阀开启，检测口的球阀保持关闭状态。在加油时，真空泵应无声音、震动、发热等现象。



1.3 储存环节油气回收（三次油气回收或后处理）

储油环节的油气回收是设置一台油气回收装置，该装置与油罐内的油气相联通，当罐内油气压力升高到一定值时油气回收系统自动启动，将汽油蒸气转换成汽油再回到油罐内。若油罐密封性良好，则打开人孔井应无油气（气味和油气升腾或波动），油罐区通气管上的压力表应具有一定的正压压力；检查

密封性也可以现场检查油气排放管阀门开闭状态。

(1) 真空压力阀 (P/V 阀) - 属于呼吸阀, 连接储罐: 应常开 (2) 阻火器 (帽) - 单独在地下储罐排气管顶端使用时: 应常关 (3) 阻火器 (帽) - 在油气处理装置的排气管顶安装时: 应常开



2 油气回收效果影响因素分析

加油站一般通过检测三项指标来检测油气回收系统的完好性, 即气液比 (必测)、液阻和密闭性, 根据标准判断是否符合要求。

2.1 气液比检测的准确性

相对而言, 加油站的气液比并不是一个恒定不变的数值。它的不可控因素较多, 我们通常测出来的气液比数值是在特定的环境下使用特定的仪器进行测定得出的。没有绝对的准确性, 可能会因为回收泵的运行状况、检测人员的检测手法、检测设备的差异等原因出现不同的结果。影响气液比的因素有如下几点:

适配器的密封: 在《加油站大气污染物排放标准》(GB 20952-2020) 中, 检测用的适配器需要跟加油枪紧密贴合, 不能漏气。

(1) 可能会出现密封垫磨损的情况, 导致漏气, 部分气体未经过流量计, 导致测出的气液比偏低。(2) 可能会有一些检测人员操作不规范, 检测期间不扶加油枪, 因为枪的自重下坠, 枪跟适配器出现缝隙, 导致测出的气液比偏低。(3) 适配器需要将加油枪的吸气位置完全密封, 可能会有油枪没插到底或者贴合不紧, 存在漏气的情况, 导致测出来气液比偏低。

加油枪的流速: 在《加油站大气污染物排放标准 GB20952-2020》中, 需要以最大流速加入 15-20 升汽油, 测出气液比。所以在其他情况下, 气液比可能就不是这个数值了。

(1) 加油流速的影响: 不是以最大流速加注汽油, 以低流速加油, 测出的气液比有偏差。(2) 加油量的影响: 加注汽油低于 15 升, 可能测出的气液比有偏差, 理论上加油量越

接近 20 升气液比越稳定。

检测设备的差异: 目前市面上有很多不同类型的检测设备, 原理上都是检测加油枪端回收了多少气体, 与加油量相比, 计算出气液比。

(1) 不同厂家的检测设备使用的流量计不同, 精度的差异会对气液比的数值造成一定的影响。(2) 部分检测设备的测试数据会出现延迟滞后的情况, 加油结束后, 流量还在增加, 此种情况可能是测试仪运算较慢, 没有计算完。此时如果强制按结束, 会导致测得的气体量偏少, 气液比偏低。(3) 检测设备的管路阻力: 部分检测设备的气管较长、较细或变形等因素, 会对气液比造成影响, 测出的气液比偏低。尤其是加油机的油气回收泵使用时间较长后, 会出现磨损老化的情况, 在这种状况下, 管路的阻力影响较为明显; 检测设备测得的气液比结果可能与实际加油时在线监测的气液比数值偏差较大, 加油时阻力较小, 测得的气液比偏高。

环境因素: 气液比数值会受到环境的影响因素而出现波动, 比如温度、湿度、压力等因素。

2.2 检测油气回收密闭点位泄漏情况

加油站油罐区的卸油接口、油气回收接口、加油机、人孔井内大法兰等连接法兰、各种油气连接管道、各类阀等 (包括卸油时油气回收连接管的连接点) 都是泄露源。

2.3 油气回收处理装置的类型

目前, 油气回收系统的形式有很多种, 如冷凝式、吸附式、吸收式、膜式等, 但基本上没有一种形式能解决所有问题, 基本都是 2-3 种模式的复合设计。加油站常用的是冷凝加活性炭吸附 (或加膜式) 的复合形式。

3 加油站 VOCs 治理措施分析

3.1 卸油过程中的治理措施

3.1.1 截流阀的安装

卸油和油气回收接口应安装公称直径为 100mm 的截流阀 (或密封式快速接头) 和帽盖, 现有加油站已采取卸油油气排放控制措施但接口尺寸不符的可采用变径连接; 连接软管应采用公称直径为 100mm 的密封式快速接头与卸油车连接。

3.1.2 卸油时应保证卸油油气回收系统密闭

(1) 卸油前卸油软管和油气回收软管应与油品运输汽车罐车和埋地油罐紧密连接, 然后开启油气回收管路阀门, 再开启卸油管路阀门进行卸油作业。(2) 卸油后应先关闭与卸油软管及油气回收软管相关的阀门, 再断开卸油软管和油气回收软管。(3) 油气处理装置在卸油期间应保持正常运行状态。

(4) 密封式快速接头及手动球阀等部件应处于封闭状态, 人孔井内各种对接法兰处应保持平整, 连接可靠, 无明显油渍。

(5) 埋地油罐应采用电子式液位仪进行汽油密闭测量。

3.2 加油过程中的治理措施

3.2.1 加油枪和胶管

(1) 部分加油枪做工较为粗糙, 容易出现漏气问题, 加油枪内气路有杂质堵塞。(2) 胶管被压或者过度弯折后可能会出现气液比偏小或不稳定的情况, 回气管破损后会流入汽油, 导致气路堵塞。(3) 加油油气回收管路各个对接处应处于拧紧状态; 发现破损的加油枪封气罩应及时进行更换。(4) 加油时, 加油枪封气罩需贴合油箱口, 直至加油结束, 同时拧紧油箱盖。

3.2.2 气液比调节阀

(1) 需每日查看油气回收真空泵是否正常运转, 气液比应保持在 1.0-1.2 范围之间。(2) 气液比调节阀可能会有滤网, 容易被杂质堵塞, 部分气液比调节阀结构较为简单, 很容易出现漏气的现象, 电子气液比调节阀不开或者不稳定的情况, 受到长时间振动, 气液比调节阀会松动, 导致气液比数值变化。

3.2.3 油气回收铜管管路

铜管与加油机长时间摩擦, 出现破壁; 接头处因振动容易出现缝隙, 铜管低点低于总管线, 容易出现积液, 影响气液比; 铜管内有过滤网, 容易被杂质堵塞, 影响气液比。

3.2.4 油气回收泵

油气回收泵头有过滤网, 容易被杂质堵塞; 泵头使用时间过长, 出现磨损和老化, 吸力不足或不稳定, 容易受阻力影响; 油气回收泵不启动或者没有吸力, 导致气液比数值变化。

3.2.5 油罐内压力

油罐内压力高, 会影响油气回收, 可能会导致气液比偏低。

3.3 油气回收处理装置的管理措施

检查汽油储罐排气立管, 带有真空阀的排气立管阀门应处于开启状态, 其他阀门处于关闭状态; 油气处理装置排气口高度 $\geq 4\text{m}$, 应设置阻火器。

需每日检查油气处理装置是否正常使用; 查看油气处理装置控制面板, 当压力值超过设置的启动压力时能够正常运转 (油气处理装置启动运行的压力感应值宜设在 $+150\text{Pa}$, 停止运行的压力感应值宜设在 $0-50\text{Pa}$, 或根据加油站情况自行调整); 且运行记录连续未中断。

参考文献:

- [1] GB20952.加油站大气污染物排放标准.
- [2] GB5015.汽车加油加气加氢站技术标准.
- [3] 中华人民共和国大气污染防治法.
- [4] 广东省大气污染防治条例.
- [5] HJ1230.工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复技术指南.

油气处理装置回油管路应采用密闭方式连接地罐, 回油管路横向地下油罐的坡度不应小于 1%。

油气处理装置的油气排放浓度 1 小时平均浓度值应 $\leq 25\text{g/m}^3$ 。

3.4 在线监测系统设置

需每日查看各汽油加油枪气液比和油气回收系统压力的预警、报警数据, 发现数据异常情况后需及时进行处理。在线监测系统应按照相关标准要求设置参数, 至少储存 1 年数据, 不得存在故意断连, 逃避监管等行为。安装油气回收在线监测系统的加油站, 应每年至少校准检测 1 次, 并留存校准检测合格报告。

4 他管理措施建议

推广油气在线监测系统应用, 可直观实时反映相关设备运行状态, 发现异常便于及时处置。推广气液比检测仪及气体浓度检测仪使用, 鉴于当前加油系统油气检测的不确定性, 建议各个公司自行购买检测仪器, 定期进行油枪自检工作。委托合适的第三方专业检测单位。第三方能够及时掌握当地环保部门的工作重点和执行标准, 便于及时响应并消除各类环保隐患。

采用红外摄像方式检测油气回收系统密闭点位时, 不应有油气泄漏。所有油气回收系统密闭点位在正常状态下应保持密闭, 如人工量油口端盖、卸油口、油气回收口盖帽、集液罐管口、加油机油气回收管和阀门处、排放管压力/真空阀、与油气处理装置连接的管道连接法兰、阀门等部位以及在卸油过程中应与油品运输汽车罐车等卸油工具密闭连接的接口、管道等点位, 采用氢火焰离子化检测仪检测数值不得超过 $500\ \mu\text{mol/mol}$ (ppm)。

5 结论

加油站 VOCs 治理是个系统的治理过程, 必须做到全流程和全过程的每一个环节的综合治理, 既有硬件、软件和管理的要求, 也有卸油、加油和储存的管理要求; 既有操作规程和方案的要求, 也有现场和设备的作业程序要求等, 因此加油站 VOCs 治理要从设计、施工建设、日常设备设施维护管理、检验检测以及统计分析等加强管理, 避免管理上的缺陷和设备设施的跑冒滴漏等造成对加油站油气意外释放的危害, 真正提高 VOCs 治理的水平。