

附件

# 加油站地下水污染防治技术指南

(试行)

2017年3月

# 目 录

<b>第一章 总 则</b> .....	<b>5</b>
1.1 编制目的.....	5
1.2 适用范围.....	5
1.3 编制依据.....	5
1.4 术语与定义.....	7
1.5 指导原则.....	7
1.6 总体程序.....	8
1.7 组织编制单位.....	9
<b>第二章 加油站地下水污染预防和应急</b> .....	<b>10</b>
2.1 双层罐设置.....	10
2.2 防渗池设置.....	11
2.3 地下水日常监测.....	12
2.4 应急响应.....	13
<b>第三章 加油站地下水环境状况调查评估</b> .....	<b>13</b>
3.1 加油站地下水环境状况调查.....	13
3.2 采样和分析方法.....	17
3.3 加油站地下水污染模拟预测评估.....	20
3.4 加油站地下水健康风险评估.....	22
<b>第四章 加油站地下水污染控制与治理</b> .....	<b>24</b>
4.1 工作程序.....	24

4.2 控制和治理目标确定 .....	24
4.3 控制和治理技术筛选 .....	25
4.4 控制和治理方案确定 .....	28
4.5 控制和治理工程设计及实施 .....	28
4.6 控制和治理运行和监测 .....	28
4.7 控制和治理验收和终止 .....	28

# 加油站地下水污染防治技术指南

(试行)

## 第一章 总 则

### 1.1 编制目的

为贯彻落实《全国地下水污染防治规划（2011-2020年）》和《水污染防治行动计划》，推进我国地下水污染防治工作，增强加油站地下水污染防治的科学性、规范性和长效性，根据《环境保护法》《水污染防治法》《地下水质量标准》（GB/T 14848）及相关法律、法规、标准、文件，编制《加油站地下水污染防治技术指南（试行）》（以下简称《指南》）。

### 1.2 适用范围

《指南》适用于加油站的地下水污染预防、日常监测、环境状况调查、采样和分析、地下水污染模拟预测、地下水健康风险评估和污染控制与治理等工作。

### 1.3 编制依据

《环境保护法》

《水污染防治法》

《水污染防治行动计划》

《全国地下水污染防治规划（2011-2020年）》

《地下水质量标准》（GB/T 14848）

《地表水环境质量标准》(GB 3838)

《地下工程防水技术规范》(GB 50108)

《汽车加油加气站设计与施工规范》(GB 50156)

《双层罐渗漏检测系统》(GB/T 30040)

《石油化工防渗工程技术规范》(GB/T 50934)

《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1)

《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2)

《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3)

《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ/T 338)

《地下水水质标准》(DZ/T 0290)

《钢制常压储罐 第一部分：储存对水有污染的易燃和不易燃液体的埋地卧式圆筒形单层和双层储罐》(AQ 3020)

《埋地油罐防渗漏技术规范》(DB 11/588)

《石油化工设备和管道涂料防腐蚀技术规范》(SH 3022)

《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》(环发〔2012〕140号)

《地下水环境状况调查评价工作指南(试行)》(环办〔2014〕99号)

《地下水污染模拟预测评估工作指南(试行)》(环办〔2014〕99号)

《地下水污染健康风险评估工作指南(试行)》(环办〔2014〕99号)

《地下水污染修复(防控)工作指南(试行)》(环办〔2014〕99号)

当上述标准和文件被修订时，使用其最新版本。

## 1.4 术语与定义

加油站：具有储油设施，使用加油机为机动车加注汽油、柴油等车用燃油并可提供其他便利性服务的场所。

埋地油罐：罐顶低于周围 4m 范围内的地面，并采用直接覆土或罐池充沙方式埋设在地下的卧式油品储罐。

双层罐：由内、外罐罐壁构成具有双层间隙的储罐。

双层管道：由内、外管管壁形成的具有双层间隙的管道。

防渗池：埋地油罐外围专门设置能够起到二次防渗保护作用的池子。

加油站地下水环境调查：采用系统的调查方法，确定加油站及周边地下水环境是否被污染及污染程度和范围的过程。

加油站地下水健康风险评估：在环境调查基础上，分析加油站地下水中污染物对人群的主要暴露途径，评估污染物对人体健康的致癌风险或危害水平。

加油站地下水污染控制与治理：利用物理、化学或生物等工程或非工程措施与方法，固定、转移、吸收、降解或转化地下水中的污染物，使其含量降低到可接受的水平，或将有毒有害的污染物转化为无害物质的过程。

## 1.5 指导原则

(1) 针对性原则：针对加油站污染特征和潜在污染物特性，制定针对性的加油站地下水污染预防、调查、控制和治理的技术方法，为我国的加油站地下水环境管理提供依据。

(2) 规范性原则：采用程序化和系统化的方式规范加油站地下

水污染预防、污染调查、健康风险评估、控制和治理等过程，保证加油站地下水污染防治过程的科学性和客观性。

(3) 可操作性原则：综合考虑调查方法、时间和经费等因素，结合当前科技发展和专业技术水平，使加油站地下水污染防治过程切实可行，可满足加油站地下水污染防治的需要。

## 1.6 总体程序

《指南》总体工作程序包括加油站地下水污染预防、环境状况调查、模拟预测、健康风险评估、控制和治理等环节（总体工作程序见图 1-1）。

为了预防加油站地下水污染，加油站需设置双层罐或防渗池，同时开展地下水监测。当日常监测中发现加油站发生油品泄漏事故或者地下水中任一特征指标超标，需开展地下水环境调查，确定是否发生污染、污染程度和范围。

当地下水中加油站特征污染物的浓度超过《地下水质量标准》（GB/T 14848）或《地下水水质标准》（DZ/T 0290）中 III 类水标准，或者当检出未列入上述标准的特征污染物时，须开展地下水污染健康风险评估。当致癌风险或危害水平不可接受时，确定控制和治理目标，开展地下水污染控制和治理。

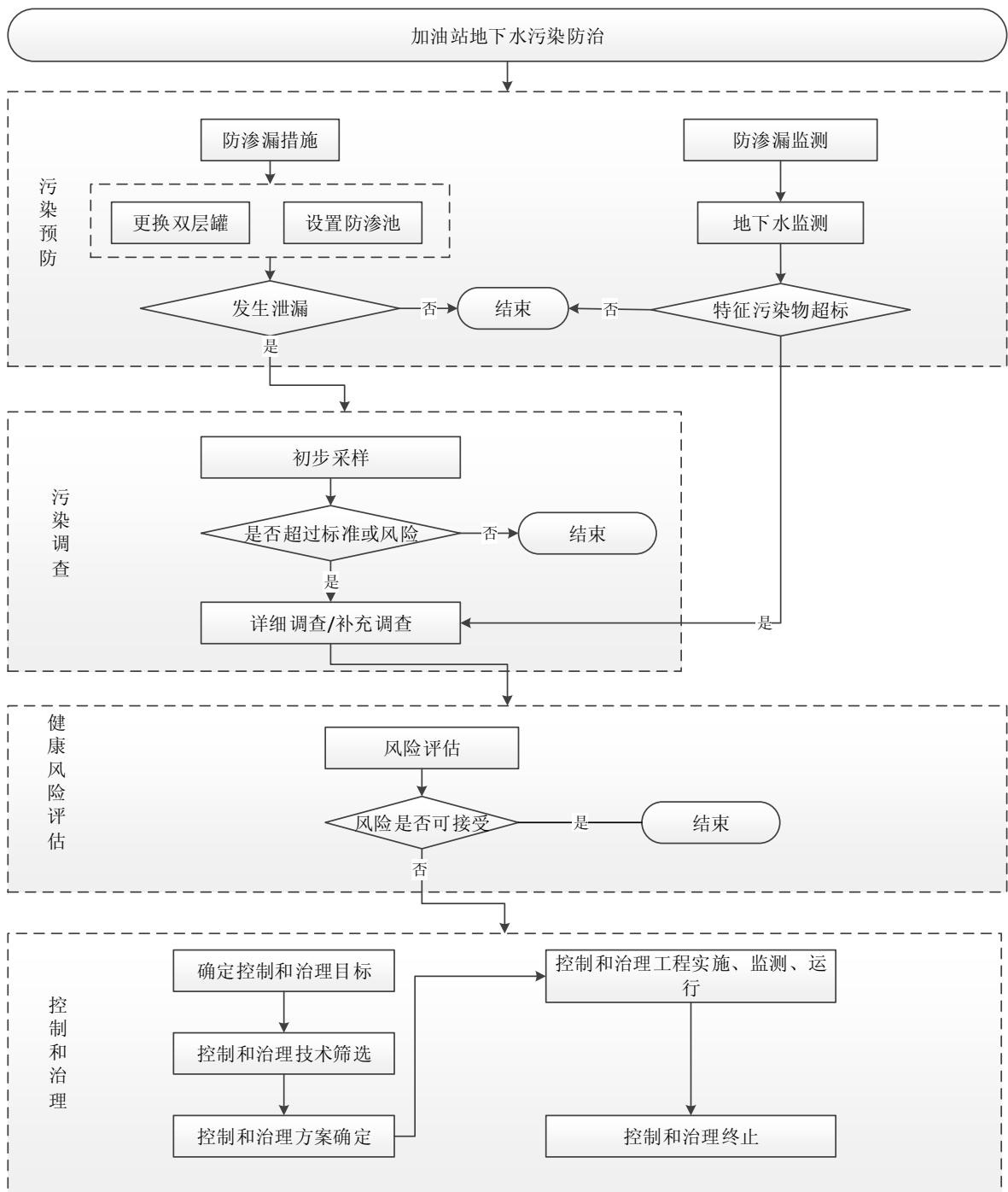


图 1-1 加油站地下水污染防治总体程序图

## 1.7 组织编制单位

本《指南》由环境保护部水环境管理司组织，环境保护部环境规划院、轻工业环境保护研究所、中国石油安全环保技术研究院、中节能大地环境修复有限公司等单位起草编制。



## 第二章 加油站地下水污染预防和应急

为防止加油站油品泄漏，污染土壤和地下水，加油站需要采取防渗漏和防渗漏检测措施。所有加油站的油罐需要更新为双层罐或者设置防渗池，双层罐和防渗池应符合《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB 50156）的要求，设置时可进行自行检查，检查内容见附录。加油站需要开展渗漏检测，设置常规地下水监测井，开展地下水常规监测。

### 2.1 双层罐设置

埋地油罐采用双层油罐时，可采用双层钢制油罐、双层玻璃纤维增强塑料油罐、内钢外玻璃纤维增强塑料双层油罐。既有加油站的埋地单层钢制油罐改造为双层油罐时，可采用玻璃纤维增强塑料等满足强度和防渗要求的材料进行衬里改造。

双层钢制油罐和内钢外玻璃纤维增强塑料双层油罐的内层罐的罐体结构设计，可按现行行业标准《钢制常压储罐 第一部分：储存对水有污染的易燃和不易燃液体的埋地卧式圆筒形单层和双层储罐》（AQ 3020）的有关规定执行，并应符合《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB 50156）的其他规定。

与土壤接触的钢制油罐外表面，其防腐设计应符合现行行业标准《石油化工设备和管道涂料防腐蚀技术规范》（SH 3022）的有关规定，且防腐等级不应低于加强级。

双层油罐系统的渗漏检测可参考《双层罐渗漏检测系统》（GB/T 30040）中的渗漏检测方法，在地下水饮用水水源地保护区和补给区优先采用压力和真空系统的渗漏检测方法。

## 2.2 防渗池设置

防渗池的设计应符合下列规定：

(1) 防渗池应采用防渗钢筋混凝土整体浇筑，并应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》(GB 50108)的有关规定。

(2) 防渗池应根据油罐的数量设置隔池。一个隔池内的油罐不应多于两座。

(3) 防渗池的池壁顶应高于池内罐顶标高，池底宜低于罐底设计标高 200mm，墙面与罐壁之间的间距不应小于 500mm。

(4) 防渗池的内表面应衬玻璃钢或其他材料防渗层。

(5) 防渗池内的空间，应采用中性沙回填。

(6) 防渗池的上部，应采取防止雨水、地表水和外部泄漏油品渗入池内的措施。

(7) 防渗池的各隔池内应设检测立管，检测立管的设置应符合下列规定：

1) 检测立管应采用耐油、耐腐蚀的管材制作，直径宜为 100mm，壁厚不应小于 4mm。

2) 检测立管的下端应置于防渗池的最低处，上部管口应高出罐区设计地面 200mm (油罐设置在车道下的除外)。

3) 检测立管与池内罐顶标高以下范围应为过滤管段。过滤管段应能允许池内任何层面的渗漏液体 (油或水) 进入检测管，并应能阻止泥沙侵入。

4) 检测立管周围应回填粒径为 10~30mm 的砾石。

5) 检测口应有防止雨水、油污、杂物侵入的保护盖和标识。

(8) 装有潜油泵的油罐人孔操作井、卸油口井、加油机底槽等可能发生油品渗漏的部位，也应采取相应的防渗措施。

采取防渗漏措施的加油站，其埋地加油管道应采用双层管道。具体设计要求应符合《汽车加油加气站设计与施工规范》(GB 50156)的规定。双层油罐、防渗池和管道系统的渗漏检测宜采用在线监测系统。采用液体传感器监测时，传感器的检测精度不应大于 3.5mm。其他设置要求可参见《汽车加油加气站设计与施工规范》(GB 50156)及《石油化工防渗工程技术规范》(GB/T 50934)。

### 2.3 地下水日常监测

(1) 处于地下水饮用水水源保护区和补给径流区的加油站，设两个地下水监测井；在保证安全和正常运营的条件下，地下水监测井尽量设置在加油站场地内，与埋地油罐的距离不应超过 30m。

(2) 处于地下水饮用水水源保护区和补给径流区外的加油站，可设一个地下水监测井；地下水监测井尽量设置在加油站内。

(3) 当现场只需布设一个地下水监测井时，地下水监测井应设在埋地油罐区地下水流向的下游，在保证安全的情况下，尽可能靠近埋地油罐。

(4) 当现场需要布设两个地下水监测井时，第二个地下水监测井宜设在埋地油罐区地下水流向的上游，作为背景监测井。在保证安全的情况下，尽可能靠近埋地油罐。

(5) 地下水监测井结构采用一孔成井工艺。设计需结合当地水文地质条件，并充分考虑区域 10 年内地下水位变幅，滤水管长度和设置位置应覆盖水位变幅。监测井设置的其他要求可参照《场地环

境监测技术导则》(HJ/T 25.2) 执行。

#### (6) 地下水监测指标及频率

1) 定性监测。可通过肉眼观察、使用测油膏、便携式气体监测仪等其他快速方法判定地下水监测井中是否存在油品污染, 定性监测每周一次。

2) 定量监测。若定性监测发现地下水存在油品污染, 立即启动定量监测; 若定性监测未发现问题, 则每季度监测 1 次, 具体监测指标见下表。

表 2-1 加油站地下水监测项目表

指标类型		指 标 名 称	指标数量
特征 指 标	挥发性有 机物	萘	1
		苯、甲苯、乙苯、邻二甲苯、间(对)二甲苯	5
		甲基叔丁基醚	1

## 2.4 应急响应

若发现油品泄漏, 需启动环境预警和开展应急响应。应急响应措施主要有泄漏加油站停运、油品阻隔和泄漏油品回收。在 1 天内向环境保护主管部门报告, 在 5 个工作日内提供泄漏加油站的初始环境报告, 包括责任人的名称和电话号码, 泄漏物的类型、体积和地下水污染物浓度, 采取应急响应措施。

## 第三章 加油站地下水环境状况调查评估

### 3.1 加油站地下水环境状况调查

加油站地下水环境状况调查分为第一阶段调查、第二阶段调查

和第三阶段调查。若加油站开展了地下水日常监测等地下水污染防治工作，发现地下水特征污染物超标或风险不可接受时，可直接启动第二阶段调查。具体工作程序见图 3-1。

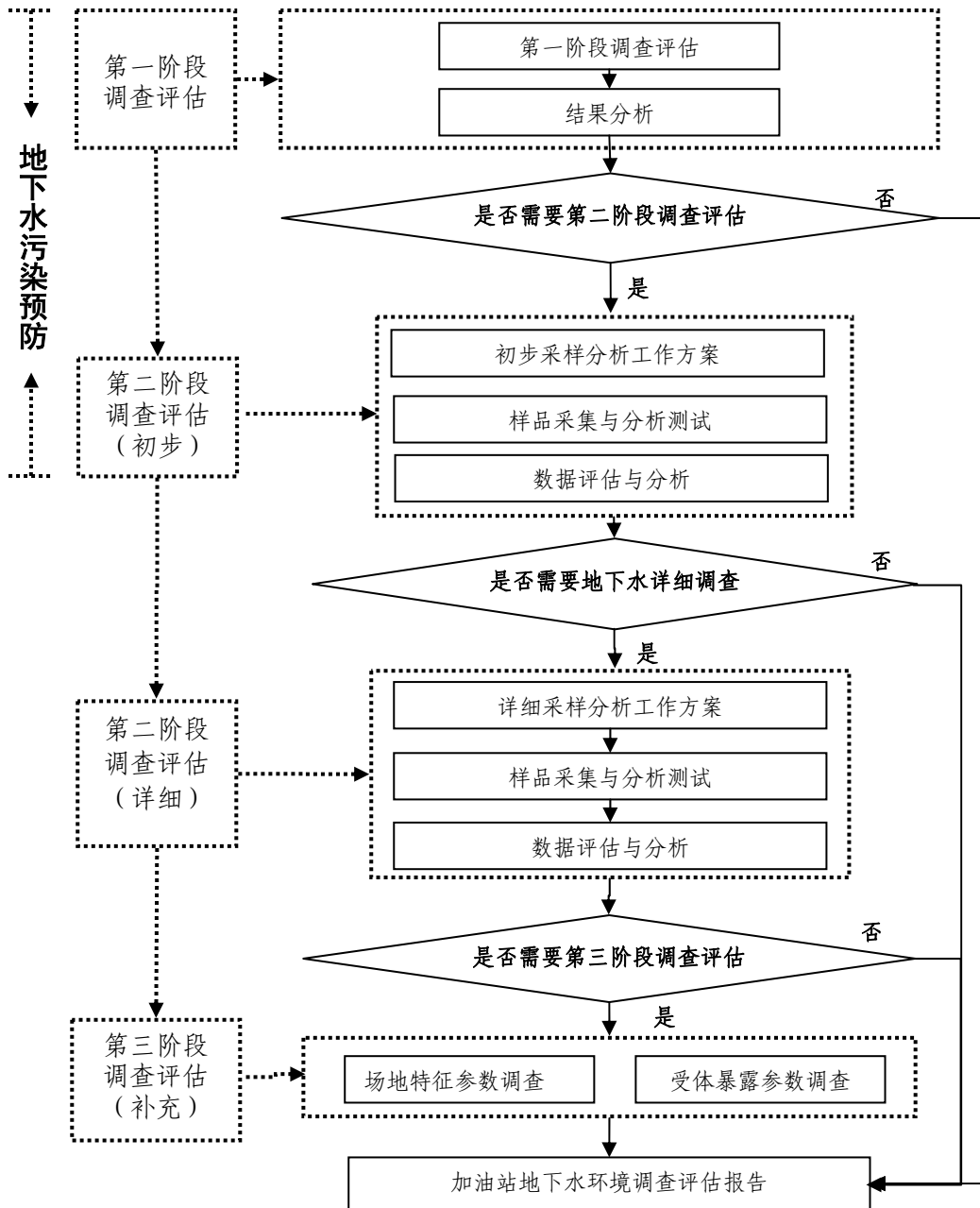


图 3-1 加油站地下水环境调查工作程序

### 3.1.1 第一阶段调查

第一阶段环境调查通过收集与调查对象相关的资料及现场勘

查，对可能的污染进行识别，分析和推断调查对象存在污染或潜在污染的可能性，确定收集资料的准确性，为下一阶段布设监测点位、采集样品提供科学指导。

#### 3.1.1.1 资料收集

资料收集主要包括调查对象周边的水文、地质等综合性或专项的调查报告、专著、论文及图表以及环境影响评价（验收）及批复文件，加油站基本情况和管理状况。具体包括：

**基本信息资料：**主要包括建站年份、加油机类型、油罐和输油管线结构（主要指单双层）、有无防渗池等二次保护措施、有无防腐蚀措施（如阴极保护、油漆等），及油罐数量、材质、容积和年均销售量等。

**加油站基本情况和管理状况：**主要包括渗（泄）漏监测或油罐及管线密闭性测试。包括储油罐和管线的密闭测试资料、相关油量进出平衡数据等；地下水监测记录（若加油站已建有监测井）等。

**地质、水文地质资料：**包括地形地貌类型与分区、地层岩性、地质构造，包气带物理特性、厚度与结构，地下水系统结构、岩性、厚度、相对隔水层的岩性、厚度与分布，地下水补给径流排泄条件、含水层特征、地下水埋深，地下水流向等资料。

**其他资料：**加油站平面布置图、地下管线图、地下水中加油站特征污染物数据、岩土工程勘察报告等。

#### 3.1.1.2 现场踏勘

通过对加油站的现场踏勘，对现场的水文地质条件、重要污染源、井、监测情况、管理状况以及土地利用等情况进行考察，现场

踏勘的范围由现场调查人员根据污染物可能迁移的距离来判定。具体应完成以下重要踏勘任务：

对现场的水文地质条件、污染源信息、井信息、环境管理状况进行考察，以确定是否与资料中提及的一致。

调查对象周边环境敏感目标情况，包括数量、类型、分布、影响、变更、保护措施及其效果等，明确位置、规模、所处环境功能区及保护内容。

调查对象地下水环境监测设备的状况，特别是置放条件、深度以及地下水水位。

观察现场地形及周边环境，以确定使用不同地球物理技术的条件适宜性。

进行现场踏勘时可搭配简易检测仪器（便携式气体检测仪、测爆器、油水界面计等），对场地进行现场检测。

### **3.1.1.3 人员访谈**

对场地内相关人员及邻近居民访谈，除确认所搜集资料的正确性及完整性外，还可了解场地是否曾发生泄漏污染事件及相关异常事件，作为评估潜在污染的参考。重点包括：场地内与环境污染相关异常操作情形（如罐车卸油溢满）；是否曾发生污染事故。

### **3.1.2 第二阶段调查**

若第一阶段环境调查表明调查对象内存在污染的可能，如已发生油品泄漏或地下水日常监测存在异常；以及由于资料缺失等原因造成无法排除是否存在污染时，应将其作为潜在污染调查对象进行第二阶段环境调查初步采样分析，初步确定污染物种类和浓度。具

体内容参照《地下水环境状况调查评价工作指南（试行）》第二章，该指南补充说明了加油站特有的检测指标。

### 3.1.3 第三阶段调查

第三阶段场地环境调查以补充采样和测试为主，获得满足风险评估及地下水控制和治理所需的参数。主要工作内容包括场地特征参数和受体暴露参数的调查，场地特征参数和受体暴露参数的内容和方法可参见《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1）。

## 3.2 采样和分析方法

### 3.2.1 地下水样品采集方法

加油站场地特征污染物大都属于轻质非水相液体（LNAPL），故地下水采样位置以尽量靠近含水层的上部为原则，见下图所示。建议采样位置在地下水水面1m内为宜。

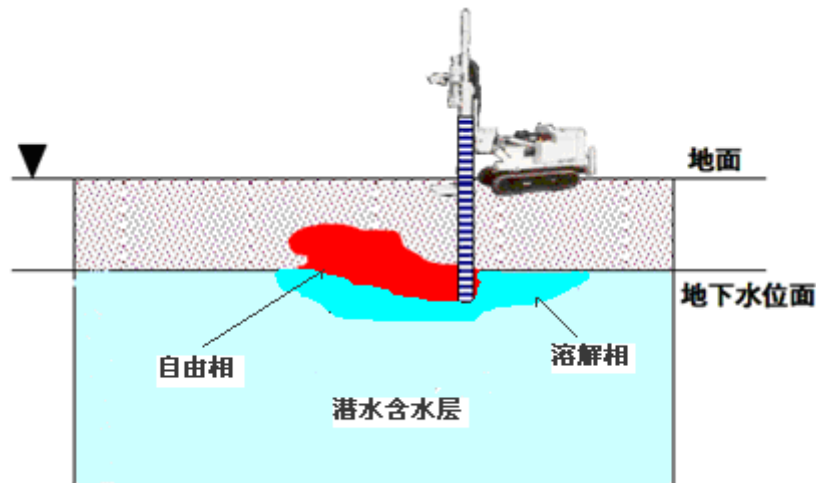


图 3-2 加油站场地地下水采样位置示意图

（1）采样前应先测量监测井洗井前的初始水位，并以清洁贝勒管汲取井内滞留水观察及照相。如发现有浮油或油花时，测量贝勒管或井内浮油厚度，井内浮油厚度可采用油水界面仪测量。依据井



盖密封状况、井盖是否累积油渍及井位置来分析是否为外界油品流入井中所致。

(2) 洗井应以低速进行，可采用放置水位计于井内水位面方式，由测量水位结果，掌握洗井速率与井内回水速率的相关性。

(3) 洗井后，应等水位回复至稳态后再次记录地下水水位，同时根据监测井建井的相关资料，确认滤水管位置。注意此时水位如高过滤水管顶端，应于采样纪录上特别标注。(注：如水位高过滤水管顶端，无法采得具有代表性的污染水样)。

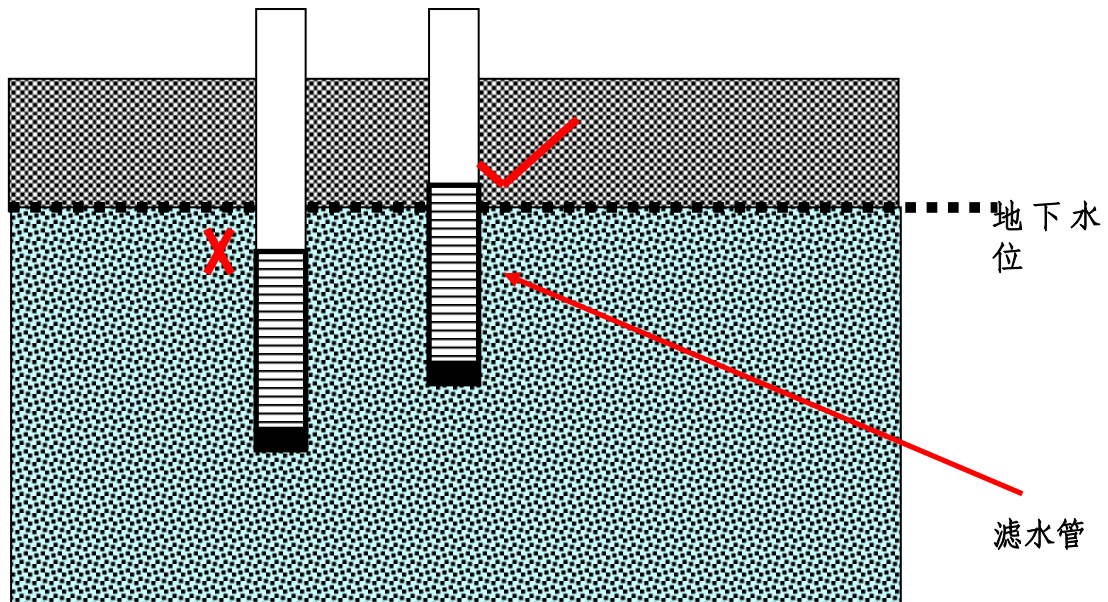


图 3-3 滤水管位置与地下水水位的关系示意图

(4) 洗井过程中应持续测量汲出水的温度、pH 值、导电度、溶解氧、氧化还原电位，同时观察汲出井水的颜色、气味是否异常及有无杂质存在。洗井完成的标准为洗井期间现场测量下列水质参数至少 5 次以上，直到最后连续 3 次符合各项参数的稳定标准为止，其标准为：连续三组检测读数满足如下要求  $\Delta \text{pH} \leq \pm 0.1$

单位， $\Delta$  特定电导率  $\leq \pm 3\%$ ， $\Delta$  温度  $\leq \pm 3\%$ ， $\Delta$  溶解氧浓度  $\leq \pm 10\%$ ， $\Delta$  氧化还原电位  $\leq \pm 10\text{mV}$ ， $\Delta$  浊度  $\leq \pm 10\%$ 。

(5) 采样作业应于洗井后待井内水体回复稳态后 2h 内进行。此外，为避免浊度干扰检测结果，建议宜测量采样时的浊度，并于采样纪录上标注，供日后分析数据使用。

(6) 对新设监测井进行地下水采样，由于完井时所采用的超量抽水方式将造成大量扰动。因此建议应于完井后一段时间（如 24h 后），再进行地下水采样。

(7) 由于加油站的特征污染物大都属于轻质非水相液体。因此，采样位置尽量靠近含水层上部。

(8) 如以气囊泵进行挥发性气体（加油站的特征污染物大都属于挥发性气体）采样，汲水速率应调降至 0.1 L/min 以下，以免因扰动造成挥发性气体逸散。如以贝勒管进行挥发性气体采样，采样过程需缓慢上升及下降，以免造成扰动。如用贝勒管采样，建议分装水样于棕色玻璃瓶中时，在考虑分装所需的足够体积后，先放流部分水样，所收集水样以位于贝勒管中段以上，尽量靠近液面为原则。

(9) 采样后应再次记录地下水位。

(10) 加油站地下水特征污染物样品保存方式见表 3-1。

表 3-1 特征污染物样品保存条件

序号	检测类	容器	注意事项	保存
1	苯系物、甲基叔丁醚和萘、总石油烃 (C <sub>6</sub> -C <sub>9</sub> )	棕色玻璃瓶 (40mL)	装样前加盐酸至 pH<2 而使其稳定，水样装满瓶子后不留空气，用聚四氟乙烯盖封口。	低温箱， $\leq 4^{\circ}\text{C}$
2	总石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	棕色玻璃瓶 (500mL)	水样装满瓶子，不留空气，用聚四氟乙烯盖封口。	低温箱， $\leq 4^{\circ}\text{C}$

### 3.2.2 地下水测定指标

表 3-2 加油站地下水调查监测项目表

指标类型		指标名称	指标数量
现场指标		pH、溶解氧、氧化还原电位、电导率、色、嗅和味、浑浊度	7
特征指标	挥发性有机物	萘	1
		苯、甲苯、乙苯、邻二甲苯、间（对）二甲苯	5
		甲基叔丁基醚	1
	总石油烃	总石油烃（TPH <sub>总</sub> ）、C <sub>6</sub> -C <sub>9</sub> 、C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	3
其他指标		铅、二氯乙烷	2

注 1.  $TPH_{总}=C_6-C_9+C_{10}-C_{40}$ ;

2. 建站时间为 2000 年前的加油站需要测定铅和二氯乙烷。

### 3.2.3 质量控制和保证

参见《地下水环境状况调查评价工作指南（试行）》中质量控制部分。

## 3.3 加油站地下水污染模拟预测评估

地下水污染模拟预测评估可为地下水健康风险评估提供动态暴露浓度，也可为地下水控制和治理目标确定和技术筛选提供基础。

### 3.3.1 地下水污染概念模型构建

为了构建加油站地下水概念模型，需要经过资料收集，主要污染识别，水文地质条件概化和污染状况概化几个步骤，具体内容参照《地下水污染模拟预测评估工作指南（试行）》第三章。

加油站及周边地下水中所关注的特征污染物见表 3-2。当（1）特征污染物的浓度超过《地下水质量标准》（GB/T 14848）或《地下水水质标准》（DZ/T 0290）III 类水标准；（2）特征污染物未列入

上述标准，但存在检出时，将其定义为模拟预测的主要污染物。用于加油站特征污染物的地下水污染物模型构建的特征参数见下表。

表 3-3 加油站部分特征污染物在不同介质中分配系数的参考取值

污染物	介 质	$K_d$ (ml/g)
苯	中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00017$ )	0.031
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00023$ )	0.079
	细砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00026$ )	0.051
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00028$ )	0.07
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.0006$ )	0.885
	中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00065$ )	0.15
	细砂，冰川湖积 ( $f_{oc}=0.00102$ )	1.8
	淤泥，湖积 ( $f_{oc}=0.00108$ )	0.092
萘	中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00017$ )	0.12
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00023$ )	0.648
	细砂，冰川湖积 ( $f_{oc}=0.00026$ )	0.28
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00028$ )	0.353
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.0006$ )	9.03
	中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00065$ )	2.01
	细砂，冰川湖积 ( $f_{oc}=0.00102$ )	21.8
	淤泥，湖积 ( $f_{oc}=0.00108$ )	1.57
甲苯	中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00017$ )	0.057
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00023$ )	0.157
	细砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00026$ )	0.072
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00026$ )	0.072
	细至中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.0006$ )	4.152
	中砂，冰川冲积 ( $f_{oc}=0.00065$ )	0.289
	细砂，冰川湖积 ( $f_{oc}=0.00102$ )	8.296
	淤泥，湖积 ( $f_{oc}=0.00108$ )	0.199

注： $f_{oc}$ ，有机碳含量；

$K_d$ ，固定相中浓度和流动相中浓度之比。

### 3.3.2 地下水模拟预测

地下水污染模拟预测旨在预测评估区地下水污染分布特征在时间和空间上的变化趋势，并确认可能的污染途径，推断污染扩散的范围，量化污染扩散的速率，衡量污染受体受影响程度等。具体内容参照《地下水污染模拟预测评估工作指南（试行）》第四章。

### 3.4 加油站地下水健康风险评估

加油站地下水健康风险评估工作流程包括风险评估准备、危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征和风险控制值计算等步骤。具体内容参照《地下水污染健康风险评估工作指南（试行）》。科学采用地下水污染静态和动态数据确定暴露浓度。根据地下水环境调查评价的结果，首先采用有代表性的地下水污染现状监测数据计算健康风险；利用地下水污染模拟预测的结果，补充地下水污染模拟预测数据为暴露浓度开展动态健康评估。加油站及周边地下水特征污染物的模型参考值见下表。

表 3-4 加油站地下水特征污染物的模型参考值 (1)

污染物	经口摄入致癌斜率因子	皮肤接触致癌斜率因子	呼吸吸入致癌斜率因子	经口摄入参考剂量	皮肤接触参考剂量	呼吸吸入参考剂量	参考剂量分配比例	皮肤吸收效率因子
	SF <sub>o</sub>	SF <sub>d</sub>	SF <sub>i</sub>	RfD <sub>o</sub>	RfD <sub>d</sub>	RfD <sub>i</sub>	RAF	ABS <sub>d</sub>
	1/(mg/kg/d)	1/(mg/kg/d)	1/(mg/kg/d)	mg/kg/d	mg/kg/d	mg/kg/d	-	-
苯	5.50E-02	5.50E-02	7.70E-03	4.00E-03	4.00E-03	8.00E-02	2.00E-01	1.00E-01
乙苯	-	-	-	1.00E-01	1.00E-01	2.86E-01	2.00E-01	1.00E-01
甲苯	-	-	-	8.00E-02	8.00E-02	1.43E+00	2.00E-01	1.00E-01
甲基叔丁基醚	1.80E-03	1.80E-03	9.10E-04	1.00E-02	1.00E-02	8.57E-01	2.00E-01	1.00E-01

表 3-4 加油站地下水特征污染物的模型参考值 (2)

污染物	空气中扩散系数	水中扩散系数	土壤有机碳-水分配系数	辛醇-水分配系数	半衰期 (一阶衰减)		衰减常数 (计算值)		传输因子
	D <sub>air</sub>	D <sub>wat</sub>	K <sub>oc</sub>	K <sub>ow</sub>	HL		λ		TF
	m <sup>2</sup> /s	m <sup>2</sup> /s	cm <sup>3</sup> /g	-	饱水带 d	包气带 d	饱水带 1/d	包气带 1/d	g/g
苯	8.80E-06	9.80E-10	6.61E+01	9.84E+01	7.20E+02	7.20E+02	9.63E-04	9.63E-04	5.00E-01
乙苯	7.50E-06	7.80E-10	2.04E+02	1.07E+03	2.28E+02	2.28E+02	3.04E-03	3.04E-03	5.00E-01
甲苯	8.70E-06	8.60E-10	1.40E+02	3.47E+02	2.80E+01	2.80E+01	2.48E-02	2.48E-02	5.00E-01
甲基叔丁基醚	7.92E-06	9.41E-09	1.41E+01	2.69E+01	3.60E+02	1.80E+02	1.93E-03	3.85E-03	5.00E-01

## 第四章 加油站地下水污染控制与治理

### 4.1 工作程序

地下水污染控制和治理工作程序包括地下水污染控制和治理目标确定、技术筛选及方案确定、工程设计及实施、运行及监测、验收和终止等环节。

### 4.2 控制和治理目标确定

#### 4.2.1 地下水饮用水水源保护区和准保护区

若加油站位于地下水饮用水水源保护区和准保护区，选择《地下水质量标准》(GB/T 14848)、《地下水水质标准》(DZ/T 0290)和国外相关标准等作为控制和治理目标值，见表 4-1。

表 4-1 地下水中主要污染物的控制和治理目标

指 标	标准 (mg/l)	备 注
苯	0.01	《地下水水质标准》
甲苯	0.7	《地下水水质标准》
乙苯	0.3	《地下水水质标准》
二甲苯	0.5	《地下水水质标准》
甲基叔丁基醚	0.02	《美国饮用水健康建议值》
萘	0.1	《地下水水质标准》
铅	0.05	《地下水质量标准》
二氯乙烷	0.03	《地下水水质标准》

注:建站时间为 2000 年前的加油站需要考虑铅和二氯乙烷的控制和治理目标。

#### 4.2.2 其他区域

(1) 具有农田灌溉、矿泉水等功能区域地下水，采用相关的标准(《农田灌溉水质标准》《饮用天然矿泉水标准》)制定控制和治理目标。地下水污染影响了地表或地下水环境功能，由水环境功能目标要求，

采用地下水污染模拟预测结果，计算地下水污染控制和治理目标。

(2) 不具有饮用、灌溉等地下水使用功能且不影响水环境功能的地下水污染区域，采用风险评估方法，确定基于风险的控制和治理目标。风险评估模型可采用《场地风险评估导则》和《地下水污染健康风险评估工作指南》中的模型。根据以上所确定的场地参数、污染物毒理学和暴露参数等，由污染物可接受风险水平推算地下水污染控制和治理目标。推荐单种污染物可接受的非致癌危害商为 1，可接受的致癌风险水平为  $10^{-6}$ 。

在制定控制和治理目标时，还需分析污染羽对环境敏感目标的影响，可利用地下水污染模拟预测评估建立和校准地下水污染羽动态模拟模型，模拟和预测地下水污染分布的时空变化，为控制和治理目标确定提供基础。

### **4.3 控制和治理技术筛选**

加油站地下水控制和治理技术筛选，需要结合加油站地下水污染特征分析，在场地地下水污染范围、污染程度和特征污染物、场地地质特征等多个因素基础上，确定适合于加油站地下水污染的控制和治理技术。

#### **4.3.1 初步筛选污染控制和治理技术**

具体的步骤为：

(1) 确认场地是否有浮油存在。若有浮油存在时，应先将浮油抽出处理后，再选择其他适当的技术进行控制和治理。

(2) 根据污染分布和浓度高低，确认污染治理范围，初步筛选地下水污染控制和治理技术。



地下水污染控制和治理技术包括空气注入法、原位地下水生物修复、抽出处理法、多相抽提和监测自然衰减等。考虑污染物浓度的高低，选择合适的控制和治理技术。一般而言，物理或化学的处理方式适合于高浓度污染的地下水早期处理，且控制和治理时间通常较快速；而生物处理方式则适合于后期低浓度污染的场地，控制和治理时间通常较久。加油站地下水污染的快速筛选控制和治理流程具体见下图。

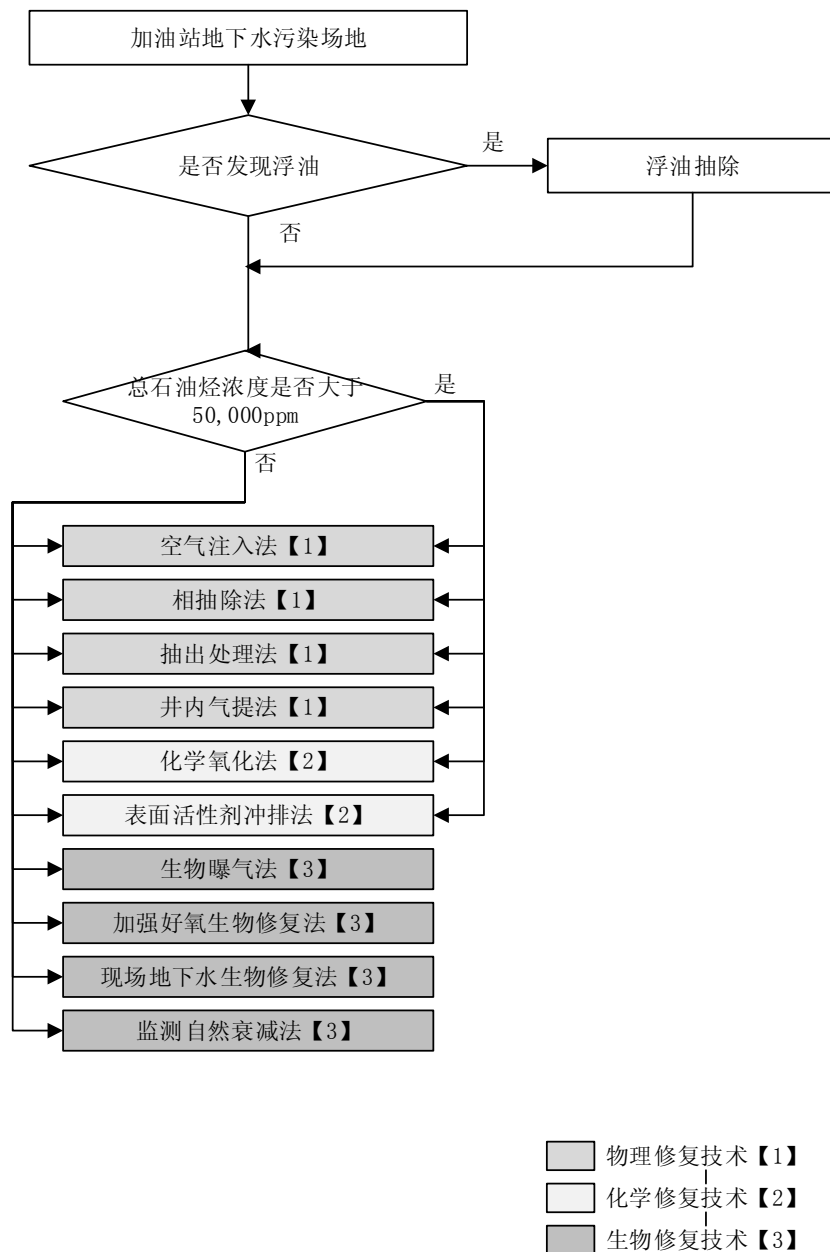


图 4-1 加油站地下水污染控制和治理技术快速筛选流程

(3) 结合场地特征环境，对控制和治理技术进行打分，选择 2~3 个技术进行可行性评估。

污染区域的污染特征、地下水特性、治理技术成熟度、技术可接受性、成本和周期等可参考下表。

表 4-2 不同控制和治理技术特性分析

治理技术	特性分析	费用
空气注入	污染物具有挥发性； 含水层渗透性高； 不存在浮油； 污染场地要远离地下室、排水管网、或者其他地下阻隔空间。	中等
生物曝气	要求含水层有高渗透性； 污染物具有生物降解特性； 在地下水中无浮油，污染物以可溶态存在； 污染场地要远离地下室、排水管网、或者其他地下阻隔空间。	中等
化学氧化法	要求含水层有高渗透性； 污染物可以被氧化还原； 要采取措施防止药剂同罐体或者其他设施发生作用； 可能产生有毒副产物，在后续监测中要进行评价。	中等
原位地下水生物修复	要求含水层有中等或高渗透性； 污染物能生物降解； 地下水中无浮油，污染物是可溶状态。	中等
抽出-处理	含水层介质对污染物的吸附能力低； 可用于产生水力阻隔。	高
多相抽提	地下水流速较慢； 适宜粘土/粉砂质的含水层。	高
监测自然衰减	治理不受时间限制； 场地需要评价自然衰减可行性，需要管理部门批准。	中等

#### 4.3.2 可行性研究

地下水污染控制和治理技术可行性评估可采用实验室小试、现场中试和模拟分析评估等方式。具体请参照《地下水污染修复（防控）工作指南（试行）》第五章。

#### 4.4 控制和治理方案确定

根据确定的控制和治理技术，制定地下水控制和治理路线，确定地下水控制和治理技术的工艺参数，估算污染场地地下水控制和治理的工程量，提出初步控制和治理方案。主要从技术指标、工程费用、二次污染防治措施等方面进行方案可行性比选，确定经济、实用、可行和安全环保的最优方案。参见《地下水污染修复（防控）工作指南（试行）》第五章。

#### 4.5 控制和治理工程设计及实施

根据确定的控制和治理方案，针对加油站污染场地进行控制和治理工程的初步设计、施工图设计、工程预算和工程设计检验等，并进行现场施工。工程开始后，现场工程师、投资方代表、监理工程师应参与场地控制和治理工程实施。具体内容可参见《地下水污染修复（防控）工作指南（试行）》第六章。

#### 4.6 控制和治理运行和监测

为确保控制和治理工程的有效性和目标可达性，应对地下水污染控制和治理工程运行情况进行维护。包括运行及维护方案编制、系统运行及维护和工程运行过程中的监测，具体内容可参见《地下水污染修复（防控）工作指南（试行）》第七章。

#### 4.7 控制和治理验收和终止

地下水污染控制和治理工程验收时，可采用逐个对比法或  $t$  检验的方法判断场地是否达到验收要求。具体内容可参见《地下水污染修复（防控）工作指南（试行）》第八章。地下水污染控制和治理验收后，需定期开展地下水跟踪监测，监测时间至少 2 年，每个季度监测 1 次。

## 附录 A

### 加油站基本信息表

1. 名称	2. 所在区县	3. 所在乡镇/街道	4. 具体地址
5. 占地面积 (m <sup>2</sup> )	6. 经度	7. 纬度	8. 建站时间
9. 运营时间	10. 是否营业中	11. 法定代表人	12. 法定代表人电话
	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
13. 加油站负责人	14. 负责人电话	15. 运营主体	16. 油品种类
17. 是否有防渗池	18. 是否曾发生泄漏事故	19. 改造时间	20. 是否处于水源保护区
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
21. 地下水观测井个数			

## 附录 B

### 加油站防渗漏改造主要工作清单

- 更换双层罐
- 工艺管道防渗
- 防渗池和观测管改造
- 防渗池和观测管建设

## 附录 C

### 资 料 清 单 表

施工单位资质	施工组织设计	施工日志	施工自检记录或报告
材料证明文件	油罐质量证明文件	相关检验报告	交工验收资料
是否有监理	工程监理单位资质	工程监理资料	地下水调查评估报告

## 附录 D

### 现场检查记录

#### (1) 埋地油罐防渗漏改造现场检查记录表

1) 建设单位是否组织设计、监理等有关专业人员，对拟用油罐的质量状况进行现场检验和评定：是否。

2) 埋地油罐是否采用专业厂家制作的合格产品：是否。

3) 埋地油罐类型：双层罐单层罐。

4) 埋地油罐壁厚是否小于 6mm：是否。

5) 埋地油罐装设的液位自动监测系统是否具有油罐渗漏的监测功能：是否。

6) 埋地油罐装设的液位自动监测系统是否具有高液位报警功能：是否。

7) 埋地油罐装设的液位自动监测系统的渗漏检测分辨率是否大于 0.8L/h：是否。

8) 埋地油罐装设的高液位报警系统的最高液位设定，是否满足报警 2min 后进油量不超过油罐的安全装油液位：是否。

9) 埋地油罐是否采取防止油罐上浮的措施：是否。

#### (2) 工艺管道防渗漏现场检查记录表

1) 埋地油罐的出油管道是否设防渗套管保护：是否。

注：当出油管道采用渗漏分辨率小于或等于 0.8 L/h 的压力监测系统时，可不设防渗套管保护。

2) 防渗套管是否采用耐油、耐腐蚀、耐老化和满足强度要求的非金属管材: 是否;

若采用钢质防渗套管, 壁厚是否不小于 5mm: 是否。

3) 防渗套管的端部是否严密封口: 是否。

4) 防渗套管的端部是否埋地: 是否。

5) 是否按国家标准 GB 50156 中有关油品管道的规定, 执行防渗套管的严密性检验: 是否。

6) 是否按国家标准 GB 50156 中有关油品管道的规定, 执行钢质防渗套管的外壁防腐: 是否。

7) 是否采用液体传感器, 进行工艺管道与防渗套管的二次保护空间的渗漏监测: 是否;

若采用液体传感器, 是否设置在各二次保护空间的最低处: 是否。

8) 是否由控制台对液体传感器进行在线分析和报警: 是否。

9) 若条件受限, 未采用液体传感器, 是否在防渗套管的最低点设置用于人工检漏的积液装置: 是否。

### (3) 防渗池改造现场检查记录表

1) 埋地油罐的防渗池是否按设计油罐座数分成若干隔池: 是否。

注: 每个隔池内的油罐座数不应多于两座。单罐容量大于等于 50m<sup>3</sup> 的油罐应每罐一个隔池。

2) 防渗池是否采用防渗混凝土浇筑为一体: 是否。

3) 防渗池的混凝土外墙、底板厚度、隔墙厚度, 以及墙面与罐



壁之间的间距是否符合技术规范：是否。

注：防渗池的混凝土外墙、底板厚度不应小于 250mm，隔墙厚度不应小于 200mm，墙面与罐壁之间的间距不应小于 500mm。

4) 防渗池的墙顶是否高于池内罐顶标高：是否。

5) 防渗池的池底是否低于罐底设计标高 200mm：是否。

6) 防渗池的内墙角（包括底角）是否采用圆滑过渡或 45° 斜角过渡：是否。

7) 防渗池的内表面是否做水泥砂浆抹面，并找平、压实、抹光：是否。

8) 防渗池的内表面是否按规范贴衬玻璃钢防渗层：是否。

9) 防渗池的底板及池内油罐基础是否可使油罐任何部位的泄漏引至观测管：是否。

10) 防渗池内的空间是否采用未受油品污染的中、粗砂回填：是否。

11) 防渗池上部是否有防止外部泄漏油品、雨水和地表水渗入池内的技术措施：是否。

#### **(4) 防渗池内的观测管改造现场检查记录表**

1) 防渗池的各隔池内是否均设观测管：是否。

2) 观测管管材是否耐油、耐腐蚀：是否。

3) 观测管的直径是否符合规范要求（直径 100~150mm）：是否。

4) 观测管的壁厚是否符合规范要求（不应小于 4mm）：是否。

5) 观测管是否铅垂设置：是否。

6) 观测管下端是否置于防渗池的底部: 是否。

7) 观测管上部观测口是否高出罐区设计地面 200mm (油罐设置在车道下的除外): 是否。

8) 观测管在池内罐顶标高以下范围内, 是否做成孔径为 10~12mm 均匀排布的过滤管段: 是否。

9) 观测管的过滤管段, 是否按规范设置环向孔: 是否。

注: 每层环向孔中心距宜为  $6d \sim 8d$ , 竖向相邻孔中心线的间距不应大于  $1d$  ( $d$  为环向孔的直径)。

10) 观测管的过滤管段是否外包 3~4 层 50~60 目尼龙网: 是否。

11) 观测管周围是否回填干净的粗砂或砾石: 是否。

12) 检测口是否有保护盖和标识: 是否。

抄 送：环境保护部环境规划院、华北环境保护督查中心、华南环境保护督查中心、西北环境保护督查中心、西南环境保护督查中心、东北环境保护督查中心、华东环境保护督查中心。