

Discussion on Key Issues in the Preliminary Investigation of Soil and Groundwater Contamination at Oil transportation Stations²

Lei Ren¹ Zhongqing Luan²

1. National Pipeline Network Group Co., Ltd. Safety and Environmental Protection Department, Beijing, 100013, China

2. China Petroleum EDI Safety & Environmental Protection Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266071, China

Abstract

The oil stations of long-distance pipeline enterprises are primarily responsible for the transfer, storage, and management of petroleum products. Once substances such as crude oil and refined oil enter the soil and groundwater environment, they pose significant threats to ecosystems and human health. Therefore, contaminated sites of oil stations must be subjected to control or remediation. The preliminary investigation of soil and groundwater contamination serves as the first step in risk management and remediation efforts, holding critical implications for subsequent detailed investigations, risk assessments, risk control, and remediation. Based on a series of national regulations, guidelines for investigation, and practical work experience, this paper takes the preliminary investigation of a contaminated site at an oil station as a case study. It analyzes the characteristics of soil and groundwater pollution in such sites, summarizes key issues to be addressed during monitoring and investigation processes, and provides references for future work in this field.

Keywords

Oil transfer stations, Soil and groundwater, Pollution status, Preliminary investigation

输油站场土壤地下水污染状况初步调查若干问题探讨

任磊¹ 栾忠庆²

1. 国家石油天然气管网集团有限公司安全环保部, 中国·北京 100013

2. 青岛中油华东院安全环保有限公司, 中国·山东 青岛 266071

摘 要

长输管道企业输油站场主要承担油品的转输、储存与管理工作, 其涉及的原油、成品油等一旦进入土壤和地下水环境, 会对生态系统和人类健康造成很大威胁, 因此对受污染的输油站库地块必须予以管控或修复治理。土壤和地下水污染状况初步调查是土壤地下水风险管控和修复工作的第一步, 对后续详细调查、风险评估、风险管控与修复工作有着重要意义。本文以国家发布的一系列调查规范、指南为依据, 结合实际工作经验, 以某输油站场污染地块开展的初步调查为例, 分析此类地块土壤和地下水污染特点, 总结说明输油站场地块在土壤和地下水调查监测过程中应当注意的问题, 为后续开展此类工作提供参考。

关键词

输油站场, 土壤和地下水, 污染状况, 初步调查

1 引言

近年来, 随着《中华人民共和国土壤污染防治法》^[1]的颁布实施, 土壤和地下水污染调查与治理问题受到空前重视, 特别是随后《建设用地土壤污染状况调查技术导则》系列文件的修订发布^[2], 为建设用地的调查监测、风险评估、风险管控与修复以及效果评估指明了方向, 为我们打赢“净

土保卫战”奠定了坚实基础。

长输管道企业输油站场主要承担油品的转输、储存与管理工作, 其中涉及的原油、成品油等物质, 如管理不慎, 可能会对土壤和地下水环境造成污染。土壤和地下水污染状况调查监测, 特别是初步采样分析调查阶段, 是其后详细调查、风险评估、风险管控与修复的基础, 调查工作的精准与否不仅关系到进一步调查的必要性, 还关系到详细调查工作方案的确定。国家出台的相关导则、指南只为污染状况调查工作提供了一般的指导原则、程序与技术要求, 结合输油站场自身土壤和地下水污染特点, 有针对性的提出此类地块调查监测指导规范显得十分重要, 本文结合前期调查案例,

【作者简介】任磊 (1975-), 男, 中国河南洛阳人, 博士, 高级工程师, 从事油气储运行业生态环境保护 and 低碳发展研究。

总结输油站场地块在土壤和地下水初步采样分析调查过程中应当注意的主要问题，为后续开展同类项目调查工作提供参考。

2 调查输油站场地块背景

2.1 地块基本情况

研究输油站场地块位于我国中部某省，地块面积 6.5

万 m²，自 2013 年 10 月投产，投产之前为丘陵荒地，该站是我国成品油“西油东输”大动脉的一个末站，负责接收管线来的汽、柴油并增压输送至地方油库。地块内主要装置设备区域包括储罐区、混油罐区、工艺区、废水处理区、危废贮存区等，地块外主要是林地，周边无敏感点。地块平面布置见图 1。

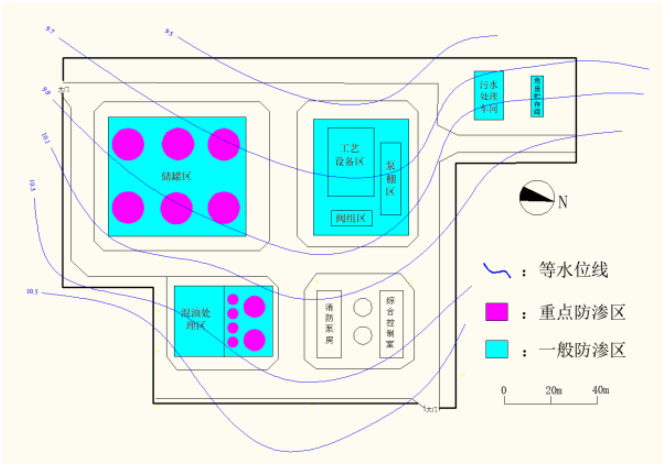


图 1 地块平面布置

2.2 输油站场地块土壤和地下水污染特点

统计分析输油站场地块土壤和地下水污染情况，总结出以下特点：

地块内重点场所和重点设施设备相对统一、单一，主要包括储罐区、工艺区、废水处理储存区、危废贮存区等，因此产生污染的区域位置相对固定。

地块内因设备的腐蚀老化、人员的误操作、管理不到位而造成的跑冒滴漏与风险事故是导致地块土壤和地下水污染的主要原因，特别是其中一些隐蔽性设施设备的渗漏，一旦发现往往已对土壤和地下水造成较大污染。

主要有毒有害物质是原油、汽油、柴油等油品，关注污染物主要是石油烃类，其次是苯系物（BTEX）和多环芳烃（PAH），另外还有甲基叔丁基醚（MTBE）。

输油站场地块分布区域广，各地块地层结构、水文地质条件、气候气象等情况差异较大，造成的污染状况区别较大。

（5）部分地块周边可能存在环境敏感保护目标，包括居民区、学校、医院以及饮用水水源保护区等，需要特别关注对敏感保护目标的影响。

3 第一阶段调查重点及注意问题

3.1 资料收集

资料收集时，除了按照规范要求获得调查地块所需的基本资料外，应特别要注意收集以下资料：

①地质勘察报告：通过收集分析输油站场地勘报告，可以帮助了解调查地块土壤类型及分层情况、地下水埋深及流向情况、基岩埋深情况等，为下一步的点位布设和钻探深

度提供信息支撑。②地块内防渗资料：根据国家相关法规要求，输油站场内应根据装置、单元的特点和所处的区域及部位进行重点、一般分区防渗，掌握地块内的防渗情况，有利于合理选择布点点位，避免破坏现有的防渗工程。③现有监测井建井资料：部分输油站场地块内建设了地下水监测井，收集现有监测井资料，对于掌握地下水埋深情况、核实以往检测数据的有效性、确定现有监测井是否可以利用具有重要意义。④以往土壤和地下水污染事故资料：收集以往泄漏或环境风险事故资料，包括事故原因、地点、影响范围、影响程度、采取的防控或修复措施等内容，有利于确定重点调查范围，有针对性地制定布点方案。⑤以往土壤和地下水监测资料：收集以往土壤和地下水监测方案与监测数据，掌握监测时间、监测因子、监测结果，对于确定调查方案中的关注污染物具有一定的指导意义。

实际工作中，通过收集、整理、分析收集的资料，得到调查输油站地块如下信息：1）调查输油站地块主要为粘土单层土体，分布于评估区丘陵表层，为第四系残坡积产物，岩性为棕红色、黄色含砾粘土，表层由于含腐殖质颜色为灰-灰褐色，地下水总体流向为西向东，地下水埋深为 9.5~10.5m。2）该地块生产储罐底部进行了重点防渗，其他生产区域进行了一般防渗，防渗情况见图 1；3）目前地块内有 4 口监测井，由于建井资料遗失，建井结构不明确，且例行监测结果显示水质无污染，此次调查中不再作为污染监测井利用；4）地块内在混油处曾发生过土壤和地下水污染事故，事故的主要原因是设备管材的质量不合格，经长时间的腐蚀老化造成油品的泄漏；5）地块现有土壤和地下水监测数据显示，监测

结果能够满足相关评价标准要求。

3.2 现场踏勘

现场踏勘时,除了重点查看地块内的重点设施与区域外,要特别留意查看能够布点与适合布点的区域、地面硬化及防渗区域,实际情况中一般不考虑将点位设置在防渗区域,以免对防渗层造成破坏;此外选择的布点点位要考虑钻探施工作业面问题,减少后期现场工作时的不确定性。

实例地块在现场踏勘时发现,地块内绝大部分地面已经硬化,未硬化的区域主要是绿化带,以及罐区、装置区四周铺设砾石的区域,地块内总体施工作业条件良好。

3.3 人员访谈

人员访谈时,除了通过访谈地块知情人补充信息考证相关资料外,还要特别注意了解周边公众对调查地块企业态度,掌握企业与周边居民、地方管理部门的关系,以便后期调查时及时采取合理的应对措施,保障调查工作的顺利进行。

实例地块在人员访谈中获知:1)地块入场施工需要办理完备的入场手续;2)地块混油区发生事故造成污染的大体范围,事故后采取过土壤置换及地下水抽出等治理措施加以应对,治理的效果总体良好;3)周边居民区距离地块较远,对地块的存在与内部的管理持支持态度。

4 第二阶段调查(初步采样分析)重点及关注问题

4.1 点位布设位置

结合调查地块实际情况,实际工作中采用专业判断布点法和分区布点法^{[3][4]}对调查地块进行点位的布设,至少在储罐区、混油区、工艺区、废水处理区和危险废物贮存区等区域布设点位,点位尽可能靠近重点区域或设施,以便最大可能捕捉到污染。

4.2 点位布设数量

根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告2017年第72号),对于地块面积 $>5000\text{m}^2$,土壤采样点位数不少于6个;同时参考《工业企业土壤和地下水自行监测技术指南(试行)》(HJ1209-2021),按照 6400m^2 设为一个监测单元,每个单元设1~2个土壤监测点,1个地下水监测点的要求酌情进行点位的布设。

综合以上要求,实例调查地块内共设置了8口地下水监测井,其中1口为地下水上游对照井,设置18个土壤监测点,其中1个为对照点。

布点情况详见图2。

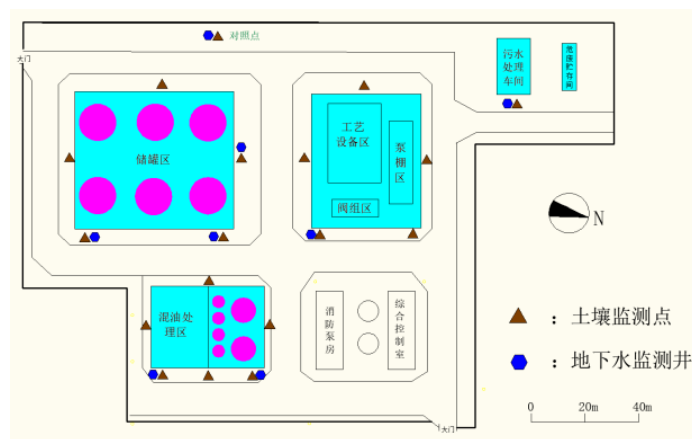


图2 初步调查布点情况

4.3 钻探采样深度

根据国家相关规范要求,结合输油站场油品泄漏污染特点与实践经验,确定输油站场地块钻探深度原则如下:土壤采样深度至少要超过对应的隐蔽设施设备底部与土壤接触面,一般至地下水埋深附近即可,地下水埋深较深(超过15m)或者无地下水的地块,初步调查一般钻至15m或者钻至基岩层即可。地下水取样重点应以采集地下水潜水层顶部水样为主。

实例中调查地块最大钻探深度11.5m,土壤采样表层除去砾石或植被后后取一个样,柱状样每2m至少采集一个土样,通过快筛检测或感官上判断存在污染的层位适当增加1个采样点;地下水采集表层水样。

4.4 监测因子

(1)土壤监测因子。土壤监测包括基本因子和关注污

染物,其中基本因子监测为GB 36600表1基本项目^[5],关注污染物包括石油烃($\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$)、石油烃($\text{C}_6\text{-C}_9$)、甲基叔丁基醚(MTBE);

(2)地下水监测因子。地下水监测指标为GB/T 14848表1常规指标^[6](微生物指标、放射性指标除外),关注污染物^[7]包括石油类、石油烃($\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$)、石油烃($\text{C}_6\text{-C}_9$)、甲基叔丁基醚(MTBE)、镍、乙苯、二甲苯(总量)、苯并[a]芘等。

5 调查结果及分析

5.1 评价标准的选取

调查输油站地块为建设用地,属于第二类用地,土壤评价标准选用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)的第二类用地筛选值。

根据地块所在区域属于地下水功能，地下水评价标准为《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）的Ⅲ类水质限值，石油类采用《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）中相关标准。对于国家标准没有的监测指标，依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）推导风险控制值，将其作为评价标准。

5.2 土壤调查结果

土壤调查结果表明，土壤中各检测因子检测值均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值，其中地下水超标

点同点位的土壤样品监测结果较大，但也低于 GB36600 中第二类用地筛选值。

5.3 地下水调查结果

地下水调查结果表明，地下水中苯、石油类出现了超标现象，见表 1，超标点位见图 3。

表 1 地下水超标情况统计结果

污染因子	超标的点位 /个	超标样品数 /个	筛选值 /(mg/L)	检出值 /(mg/L)
苯	1	1	0.01	未检出 ~0.094
石油类	2	2	0.05	未检出 ~1.08

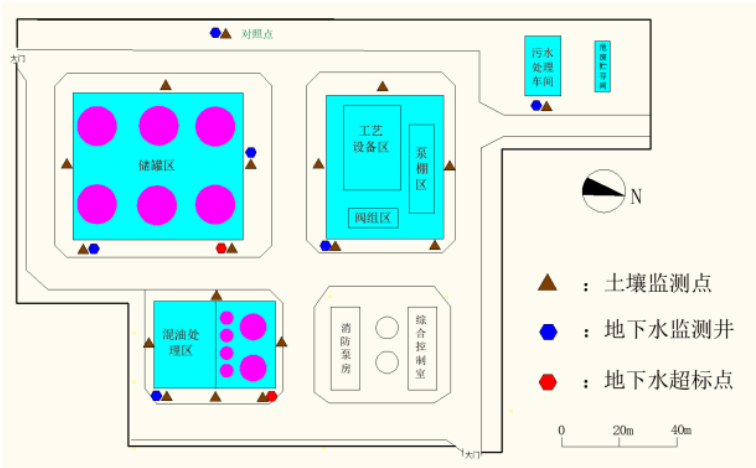


图 3 超标点分布情况

5.4 超标原因及分析

实例中调查地块地下水超标点位主要分布在混油区东北侧以及储罐区东北侧区域，如图 3 所示，超标因子为苯和石油类，均为特征污染物，这大概率与地块混油区历史上曾发生油品泄漏有关，尽管事故发生后曾采取土壤置换、地下水抽出等治理措施，但随着时间的推移，残存的污染物在土壤中进一步释出迁移至地下水中，形成目前的污染状况。

土壤检测结果均未超标，但在混油区附近部分点位土壤样品监测值较大，这一方面可能说明前期的治理工作取得一定的效果，绝大部分污染土壤已经清除；另一方面也可能说明治理工作并不彻底，此次调查未捕捉到最大污染点，土壤中残留的污染物随着时间的推移，逐步释出至地下水中，因此地块污染状况尚需进行进一步的调查。

6 结语

污染地块土壤和地下水初步调查是一项基础而又重要的工作，工作的成功与否，对后续详细调查、风险评估、风险管控与修复的成败起着决定性作用。输油站场地块在调查监测过程中，应以项目污染管控或修复的实际需要为导向，结合地块内重点区域与重点设备分布情况、历史污染情况、所在地区域环境特点（水文地质、气象、气候、周边环境等），因地制宜制定合理的布点调查方案，提高污染捕捉的准确

性。另外，建议在下一步的工作中，不断摸索、总结实际工作中的有益经验，持续补充完善输油站场地块污染状况调查监测相关规范，以使本行业调查监测工作满足日益提高的环保要求。

参考文献

[1] 全国人大常委会办公厅.中华人民共和国土壤污染防治法[M].北京：中国民主法制出版社，2018.

[2] 生态环境部.关于发布《建设用地土壤污染状况调查技术导则》等5项国家环境保护标准的公.[EB/OL].2019-12-6.https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk01/201912/t20191209_748356.html.

[3] 张萧汉.污染场地损害调查中土壤布点方法的探讨[J].农业与技术,2023,43(11):110-112.

[4] 蒋远辉,王钢,吴思惘.污染场地环境调查的土壤监测点位布设及检测质量提升研究[J].节能环保,2023,(05):25-27.

[5] 生态环境部.土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）:GB36600-2018[S].北京：生态环境部，2018.

[6] 生态环境部.地下水质量标准:GB/T14848-2017[S].北京：生态环境部,2017.

[7] 生态环境部.地下水环境监测技术规范:HJ164-2020[S].北京：生态环境部,2020.