

Research on the Pollution Situation and Distribution Law of Petroleum Hydrocarbons in Soil in a Site Survey in Guangzhou

Jie Chen

Radiation Environment Monitoring Center, Guangdong Provincial Bureau of Nuclear Industry Geology, Guangzhou, Guangdong, 510800, China

Abstract

This paper studies the site of industrial enterprises near the gas station and garage and the upstream of the nearby branch, and carries out site sampling and laboratory analysis of the soil in the plot, focusing on the distribution concentration and law of the characteristic pollutant petroleum hydrocarbon ($C_{10}-C_{40}$). A total of 20 soil sampling points are set up to monitor petroleum hydrocarbons ($C_{10}-C_{40}$). Using the discrete sampling method, each sampling unit area does not exceed 40m 40m, and the sampling depth is not less than 5m. The results showed that petroleum hydrocarbon ($C_{10}-C_{40}$) were monitored at 19 soil sampling sites, and their concentration met the risk screening value of type I land use. Petroleum hydrocarbon ($C_{10}-C_{40}$) in the site vertical distribution of soil presents different rules, studies show that petroleum hydrocarbon ($C_{10}-C_{40}$) is greatly affected by the interception of soil, the soil spatial heterogeneity and pollutant distribution error can reduce, which can be used as a better sampling method in the future.

Keywords

petroleum hydrocarbon; pollution in soil; distribution pattern

广州某场地调查中石油烃在土壤中污染情况及分布规律的研究

陈婕

广东省核工业地质局辐射环境监测中心, 中国·广东 广州 510800

摘要

本文以临近加油站和汽修厂、附近支涌上游有大量工业企业的场地为研究对象, 对地块内土壤进行了布点采样和实验室分析, 重点关注特征污染物石油烃 ($C_{10}-C_{40}$) 的分布浓度和规律。地块内共设置20个土壤采样点位监测石油烃 ($C_{10}-C_{40}$), 使用离散采样法, 每个采样单元面积不超过40m×40m进行布点, 采样深度不少于5m。结果表明: 其中19个土壤采样点位监测出石油烃 ($C_{10}-C_{40}$), 其浓度满足第一类用地风险筛选值。石油烃 ($C_{10}-C_{40}$) 在场地内土壤垂直分布呈现出不同的规律, 有研究表明石油烃 ($C_{10}-C_{40}$) 受土壤的截留影响很大, 土壤空间异质性及污染物分布误差问题可通过使用增量采样的方法来减少, 在未来这可作为污染场地调查更完善的采样方法补充。

关键词

石油烃; 土壤中污染情况; 分布规律

1 背景

石油被称为“工业的血液”, 伴随着我国近几十年来工业的极速发展, 大量的石油被开采、加工、运输和使用, 而随之造成了各种各样的石油污染场地。从2014年公布的《全国土壤污染状况调查公报》(环境保护部-国土资源部)数据中看出, 在地块中, 采油区土壤主要污染物为石油烃和多环芳烃; 化工类园区及周边土壤的主要污染物为多环芳烃。

【作者简介】陈婕(1990-), 女, 中国广东韶关人, 硕士, 工程师, 从事建设用地土壤污染场地调查、辐射类环境影响评价与验收(伴生矿、输变电、高速公路等)研究。

石油烃的污染源主要包括石油泄漏、油品储存和运输过程中的泄漏、废油处理不当等。这些污染源将大量的石油烃释放到土壤中, 导致土壤质量恶化, 影响土壤的物理、化学和生物性质。石油烃的污染会导致土壤结构的破坏, 使得土壤的透水性和通气性降低, 影响根系的正常呼吸和水分吸收。污染物还可能与土壤中的营养成分发生反应, 降低土壤的有效养分含量, 限制植物对必要营养元素的获取。对石油烃及多环芳烃污染土壤异位间接热脱附修复工艺研究, 采用异位间接热脱附余热回收利用系统, 利用热脱附设备余热对污染土壤进行预处理, 降低污染土壤含水率, 从而降低热脱附设备处理污染土壤能耗, 实现余热再利用, 提高了设备能源利用率, 达到降本增效目的。因此, 加强广州某场地调

查中石油烃在土壤中污染情况及分布规律的研究显得尤为重要。

2 调查案例

2.1 地块概况

本次研究的调查地块位于广州市，地块分为两个部分（分地块一和分地块二），总占地约 40000m²。地块主要分为建设用地和农用地；未来规划是二类居住用地（R2）。

地块历史上为农用地，包括耕地、园地和鱼塘。分地块一历史上有建棚养猪、经营过农家乐餐厅和鱼塘回填的情况；分地块二曾种植过果树，曾作为家具定制工厂和高速公路预制梁场、公路建材临时堆放场。地块西侧紧邻有汽车修理厂、约 5m 有加油站（1996 年至今）。

分地块 2 的东北角有支涌经过，支涌上游分布大量工业企业。历史上河道两边的工业企业废水排放，可能会随雅瑶支涌的河水进入地块，从而影响本地块。地块红线图如图 1 所示，支涌上游附近企业图如图 2 所示。



图 1 地块红线图

分地块一

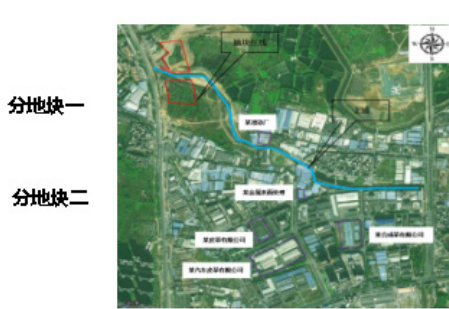


图 2 支涌上游附近企业图

分地块二

分地块一

分地块二

2.2 采样布点

结合上述基本情况，场地调查中需重点关注石油烃的区域为地块内和支涌周边曾经的工业企业及相关区域。

调查地块占地面积约为 40000m²，根据资料收集、人员访问、污染问题，主要在调查地块内工业区及相邻区域等重点关注区域布点采样，地块内存在农田，在扰动较少的区域按 100m×100m 进行布点，其他区域按每个采样单元面积不超过 40m×40m 进行布点。本次在场地调查中使用的采样方法为离散采样法，初步采样调查的采样深度不少于 5m。

布点图如图 3 所示

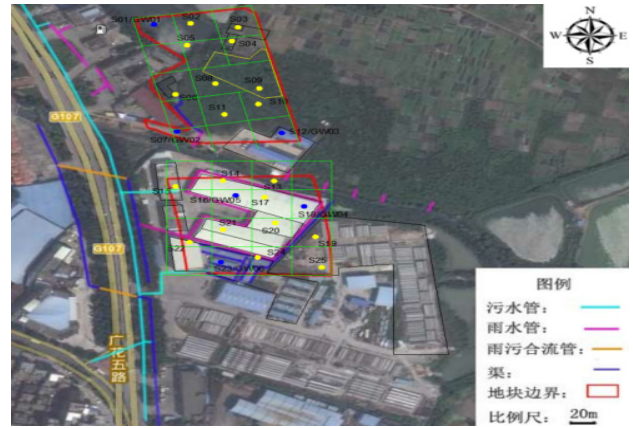


图 3 布点图

3 结果与讨论

3.1 检测结果

本次场地调查采的 20 个石油烃样品中，除了 S01 点位未检出石油烃以外，共有 19 个样品中检出有石油烃，石油烃（C₁₀-C₄₀）检出浓度范围为 < 6~267mg/kg，检测值满足 BG36600—2018《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》第一类用地风险筛选值，人体健康风险可接受。场地内的土壤主要以砂土、粘土、轻壤土为主。

从图中可以看出，随着土壤深度的增加，石油烃的浓度变化呈现出 4 种不一样的规律，大多数样品的石油烃浓度呈现先升高后降低的规律，但与其余 3 种规律占比相比差别不大。石油烃浓度随土壤深度增加的变化规律如图 4 所示。

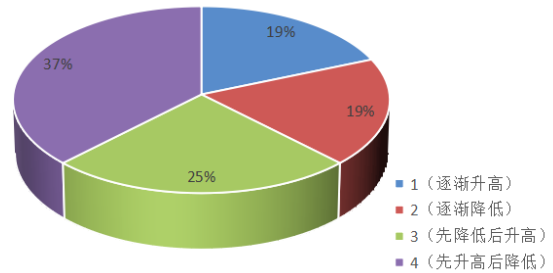


图 4 石油烃浓度随土壤深度增加的变化规律

3.2 分析与讨论

地块历史上为农用地，包括耕地、园地和鱼塘。场地内的企业起止时间接近，场地内无外来填土，土壤性质相近，但石油烃在土壤垂直分布的规律却不相同。桑玉全^[6]等研究表明石油烃受土壤的截留影响很大，石油烃在土壤中的分布影响因素如下：

①石油烃在土壤中的吸附受到土壤温度和液固比的影响。土壤对石油烃的吸附能力会随着温度的升高和液固比的增加而降低；当液固比 > 5 的时候，石油烃在土壤中的吸附趋于稳定。土壤的容重大小会影响石油烃污染物的溶出释

放,当土壤容重有变化时,不同土壤质地孔隙结构中的差异,会影响污染物的溶解释放。

②土壤中不同粒径的组分也会对石油烃内不同的组分造成不一样的吸附率,比如非特别容易被砂粒吸附,苯酚则特别容易被黏土吸附。地下水位变动带中土壤组成也会影响石油烃的吸附/解吸。有学者通过试验得出粉质粘土吸附石油烃的能力比粉砂强,而对石油烃的解吸能力比粉砂弱。

③石油烃内不同组分其自身的疏水性大小也会影响在土壤中的吸附强度,如有学者研究过土壤对三种石油烃污染物的吸附强度为:正十二烷>菲>苯酚。

④石油烃自身各物质的生物降解规律有异,这也会影响石油烃在土壤中的吸附率,比如,烷烃在土壤中的生物降解最强。而即使对于同种石油烃污染物的降解,土壤降解微生物的速率也会受到场地水位变动带的影响,低水位利于土壤中微生物起作用,高水位则不利于。

⑤场地周边地下水水位的变动及其伴随的毛细作用也会对石油烃污染物在土壤中的垂直分布产生明显的影响,水位变动容易使得水位变动带上面部分的石油烃污染物更加的富集,毛细作用加速石油烃污染物垂向迁移。有试验证明,石油烃污染物在包气带中的污染程度会大于含水介质。

4 结论与建议

4.1 结论

土壤是由形状和大小均不同的粒子通过胶结和凝聚作用一起而形成的。由于其自身的不均匀性质,土壤的理化特性在特定的尺度上会有明显的异质性(包括组成异质性和分布异质性)。石油烃污染物在场地中的分布因地而异,其在土壤当中的分布规律取决于:①石油烃污染物自身的组成成分及其比例、各自的物理和化学性质;②污染发生的方式和时间;③土壤类型;④场地水文及地质问题。

4.2 建议

采样为污染场地调查当中,最基础而重要的部分。采取样品可以准确反映出场地的污染水平是污染场地风险评估定量化的基础。朱凯旋等人认为,目前污染场地调查中

采取的离散采样方法在流动性差且异质性高的介质(比如土壤介质)存在较强的局限性,无法直接分析污染物的浓度,采用增量采样方法则可以获取更有代表性的场地污染水平数据。也有学者建议在石油烃污染的场地调查中可使用增量法来采样,与传统的离散采样方法比较后发现,增量采样法可减少因土壤空间异质性和污染物分布而产生的误差,其统计的结果更有代表性。实际上,近年来也有不少实际应用的例子实地证明增量采样法在场地调查中的效果,不同国家和地区也随之相应出台相关的法规标准。

离散采样方法存在样本量小,代表性差和不确定性,使得其在污染场地调查上存在不小的局限性;与之相对的增量采样法拥有大样本量、点位覆盖率高的优点。因此,建议将来我国可以有更完善的增量采样方法相关的法规标准出台,为污染场地调查作出更完善的采样方法补充。

参考文献

- [1] 陈捷.石油烃组分在土壤和地下水环境中的分布规律与迁移特征研究[D].华南理工大学,2018.
- [2] 曹云者,施烈焰,李丽和,等.石油烃污染场地环境风险评价与风险管理[J].生态毒理学报,2007,2(3):265-272.
- [3] 张利飞,刘昉,任玥,等.环保领域石油烃类标准体系存在的问题及建议[J].化学试剂,2017,39(12):1289-1295.
- [4] HJ1020—2019土壤和沉积物石油烃(C6-C9)的测定吹扫捕集/气相色谱法[S].
- [5] HJ1021-2019土壤和沉积物石油烃(C10-C40)的测定气相色谱法[S].
- [6] 桑玉全.石油类污染物在土壤中迁移变化规律研究[D].中国石油大学,2015.
- [7] 赵琪,苏小四,左恩德,等.某石油烃污染场地包气带介质及含水介质TPH污染特征[J].科技导报,2015,33(7):25-29.
- [8] 刘明遥.石油烃在包气带中迁移转化规律与数值模拟研究——以东北某石油污染场地为例[D].吉林大学,2014.
- [9] 林广宇.地下水位变动带石油烃污染物的迁移转化规律研究[D].吉林大学,2014.
- [10] 朱凯旋,张飞杰,周燕,等.污染场地调查中离散采样的局限性分析[J].环境科学研究,2021,34(6):1441-1448.