

浅谈污染地块的治理修复工程

李鹏

河北大美环境修复科技股份有限公司

[摘要]近十几年来,我国工业化进程发展很快,长久的化生产活动导致大量污染物进入土壤,土壤环境污染形势严峻。在政府及人民不断加大修复治理污染土壤的力度,编制相关污染土壤治理的法律法规及导则标准,在近几年时间里,污染土壤治理取得了显著成效。本文从一个修复案例出发,简要分析了有机物污染土壤及氨氮污染土壤修复治理技术,以供参考。

[关键词]有机物污染土壤;氨氮污染土壤;修复治理工程

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.2366

随着科技的发展,人类对核能的利用,矿产的开采,农业化肥的使用,都会造成土壤污染,进而危及人类健康。近几年来,治理土壤污染已成为人们关注的热点问题,通过对有机物及氨氮污染土壤的治理探讨,着重从物理、化学、生物三个修复层面进行比较,选择时间最短,治理效果最佳的修复方案作为污染地块的修复模式,为我国后期生态文明建设提供理论支撑。

一、地块概况

河北某化工地块,占地约153.5亩,主要分为生活区和生产办公区,其中生产办公区占地约140.5亩,生活区占地约13亩。公司始建于1968年,建厂之前为农田,1968年至1990年生产碳酸氢铵,1991年至2015年生产尿素,2008年开始联产甲醇。该场地于2015年停产至今,现规划作为建设住宅用地使用。从最初的地块调查到后期的地块修复结束,历时3年时间。从前期的地块污染状况调查报告和风险评估报告中可知,该地块土壤存在苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、游离氨5种污染物健康风险,需要进行修复,需修复深度11.5m。该场地地下水不需要进行修复。

二、生产历史

该地块在1968年至1990年生产碳酸氢铵,1991年至2015年生产尿素,2008年开始联产甲醇。2007年,该地块具备年产20万吨氨醇,20万吨尿素的生产能力。现有工艺以晋城无烟煤为原料,生产合成氨、甲醇、尿素。项目工艺采用固定层间歇制气技术造气、PDS复配栲胶脱硫、中低变换、PC脱碳,中压甲醇合成、醇烷化,高压氨合成,CO₂汽提法尿素生产工艺生产尿素。

三、地块土壤污染特征、风险评估结果及修复目标值及范围确定

(一) 地块土壤污染特征

1. 本地块两期采样土壤中共检出重金属类、挥发性有机物类、半挥发性有机物类、总石油烃类和多氯联苯类污染物33种,超过本场地土壤风险筛选评价标准的污染物共7种。其中,半挥发性有机污染物5种,分别为苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘;重金属污染物1种,为重金属镍;场地主要污染物为氨氮。

2. 本地块土壤已受到场地特征污染物和半挥发性有机污染物污染。其中,场地主要污染物主要为氨氮,半挥发性有机物主要为多环芳烃(苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘)。

(二) 风险评估结果

通过运用风险评估软件(HERA)对本地块污染土壤进行风险评估,其中苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽污染土壤致癌风险水平为1.32E-06~7.39E-06,致癌风险大于10⁻⁶,大于人体健康的可接受风险水平。茚并(1,2,3-cd)芘的致癌风险为5.66E-07,致癌风险小于10⁻⁶。游离氨的危害商风险水平为2.31E+00~3.83E+00,危害商大于1,超过了人体健康的可接受水平。镍的致癌风险为5.57E-07~7.27E-07,非致癌风险为6.21E-01~8.11E-01,致癌风险小于10⁻⁶,非致癌危害商小于1。且第四层以下土壤无健康风险。

因此,本场地超出可接受风险水平的污染物为苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽以及氨氮。

(三) 地块修复参数确定

1. 地块修复目标值确定

根据上述本场地土壤修复标准确定原则及本项目计算得到的场地土壤修复目标值,经与北京市“场地环境风险评价筛选值”、美国土壤风险筛选值及土壤中各种污染物分析检出限、游离氨与氨氮的比例关系等相关因素比较,最终确定本场地规划用地类型下土壤修复标准如表3-2所示。

表3-2 污染土壤修复目标值

序号	污染物	土壤修复目标值 (mg/kg)
1	苯并(a)芘	0.2
2	苯并(a)蒽	0.5
3	苯并(b)荧蒽	0.5
4	二苯并(a,h)蒽	0.05
5	氨氮	2744

2. 地块修复量确定

通过已经确定的修复目标值来划定修复范围及修复土方量。根据风险评估报告可知,修复污染土方量约4.7万方,其中含复合污染土壤(氨氮与多环芳烃复合污染土壤)约800方。

3. 修复模式

根据该地块前期土壤污染状况调查与风险评估工作成果,结合该场地的未来土地利用规划和建设方案通过土壤修复技术的可行性论证和修复方案的比选,该场地多环芳烃污染土壤采用化学氧化技术进行处理、浅层氨氮污染土壤采用常温解吸修复技术进行治理、深层氨氮污染土壤采用原位阻隔进行处置。复合污染土壤采用先常温解吸修复技术进行治理氨氮,再采用化学氧化技术进行处理多环芳烃。

四、项目实施

(一) 总体修复流程

该地块修复土壤为氨氮、多环芳烃污染土壤，全场地分4层进行修复，首先针对0-2米污染土壤进行修复，该层污染土壤为多环芳烃污染土壤、复合污染区域、氨氮污染区域，准备开挖机械及运输车辆。对场地标高及修复边界进行测量确认开挖范围，按顺序对0-2米各污染区域进行开挖，多环芳烃污染土壤运至化学氧化池进行处置；氨氮污染土壤运至常温解吸大棚进行处置；复合污染土壤先运至常温解吸大棚处置，完成后运至化学氧化池进行处置。在基坑开挖完毕后对基坑坑底及侧壁进行自检及修复效果监测，土壤修复完成后进行自检及修复效果；2-4.5米、4.5-6.5米污染土壤同0-2米污染土壤；6.5米以下污染土壤进行原位阻隔，采用1m回填黏土进行阻隔，阻隔完成后进行阻隔效果检测。

(二) 项目实施

项目实施包括前期的测量放线、污染土开挖、污染土场内运输、污染土壤处置、基坑检测、修复土检测、二次污染监测及环境监测。

1. 测量放线

污染土壤现场定位包括平面位置的定位以及立面标高的定位。根据某化工地块修复技术方案中拐点坐标，依据大地坐标，采样点平面坐标及高程采用GPS-RTK法施测。

2. 污染土开挖

(1) 马道设置

为便于运输车辆进入清挖区域，提高效率，需在清挖区域设置马道。为确保运输正常运行，马道坡度不宜大于10°，一般采用6°~8°（1:10~1:7之间）；马道面层需垫0.5米厚砖渣土，碾压至实；马道宽度应确保车辆正常行驶，双向车道，一般采用每车宽加2m的宽度，两侧放坡为1:0.75；坡道底端设平台，以便挖土机械及卡车回转。马道根据开挖区域与周边道路之间的距离选择内马道和外马道。马道在土方施工中是动态的，根据开挖面随时进行调整。

(2) 基坑排水设施设计

污染土壤施工现场基坑周围设置了挡土沿，基坑设置排水沟和集水池，集水池铺设了塑料布，并在现场准备了水泵，及时抽取降雨，防止地面径流造成二次污染。

(3) 开挖顺序

根据某化工场地污染土壤修复方案要求，该场地分为开挖和阻隔两部分。开挖需要分层分区域，共分3层；第一层为0-2米，第二层为2-4.5米；第三层为4.5-7.5米；阻隔部分为6.5米以下。

3. 污染土场内运输

(1) 运次和运量：本场地0-7.5m污染土壤均为场内运输，多环芳烃污染土壤直接运至化学氧化池进行处置，氨氮污染土壤直接运至常温解吸大棚进行处置，复合污染土壤先运至常温解吸大棚，处置合格后运至化学氧化池进行处置。

(2) 运输周期：所有污染土壤的运输，均结合清挖施工进度，与清挖工作同步进行。

(3) 线路设计：场内运输路线为单循环路线，沿用原厂区的道路设计。

4. 污染土处置

(1) 氨氮污染土壤处置

氨氮污染土壤在场地内常温解吸大棚内进行处置，使用翻抛机每隔2-3小时翻抛一次，每天进行氨气快速检测，根

据检测数值大致确定修复终点，对修复后土壤进行自检及修复效果取样检测，根据第三方检测数据结果确定修复终点，检测合格后的污染土壤对场地内需要回填的基坑进行回填或存放待检场。

(2) 多环芳烃污染土壤处置

多环芳烃污染土壤在化学氧化池内进行处置，向污染土壤注入10%硫酸亚铁溶液、6%双氧水，并采用勾机进行充分搅拌，充分搅拌后转移至待检场中养护待检，修复完成后合格土壤场内存放待开发过程回填。

(3) 复合污染土（氨氮和多环芳烃污染）壤处置

复合污染土壤采用先进常温解吸大棚处置氨氮污染，合格后再进氧化池内进行化学氧化处置多环芳烃污染。

5. 基坑及修复土检测

根据《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）和《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）要求，本地块污染土壤清挖效果自验收监测采用网格布点法布点，网格大小严于我国要求，为20m×20m；基坑侧壁的网格大小为边长20m×层高，按土层分布分层采集；验收监测采用网格布点法布点，为40m×40m；基坑侧壁的网格大小为边长40m×层高，按土层分布分层采集。修复土壤按500方一个样品送检。本地块基坑总共检测样品数量94个，修复土总共检测数量为77个，阻隔土壤质量监测总共14个，检测结果均满足验收要求。

6. 二次污染监测

在本场地修复过程中，场地运输采用的是原厂地的硬化道路，并且每日清扫收集处理，不会对土壤造成二次污染；氨氮在常温解吸大棚内进行修复，常温解吸大棚地面全部为硬化防渗地面，不会对土壤造成二次污染；氨氮和多环芳烃待检场也是硬化地面，且为露天存放，虽然有防尘、防雨措施，但为确保修复过程不会对修复场地造成二次污染，在本场地修复完成后，对氨氮和多环芳烃待检场进行了监测。采样点布点方法为网格布点法，网格大小为40m×40m。氨氮待检场监测指标为：氨氮；多环芳烃待检场监测指标为：苯并(a)芘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽。总共检测6个样品，检测数据均满足验收要求。说明该地块修复过程中无二次污染产生。

7. 环境监测

在修复过程中需要进行施工场地周边环境监测，包括大气环境监测、噪声监测、尾气检测、废水检测。检测结果需要均满足修复方案要求。

结语

综上所述，多数污染土壤的环境情况较为复杂，土壤中所含各类污染物之间在接触过程中时常引发土壤复合污染问题的出现，并不断产生新的变量因素。因此，修复单位应全面了解各项修复治理技术的应用优缺点与适用条件，结合土壤污染实际情况，合理土壤修复治理技术方案，科学开展土壤治理工作。同时，灵活运用联合修复技术，克服单一技术的缺陷不足。

参考文献

- [1] 《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）
- [2] 《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）