

氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并【a】蒽、苯并【a】芘、苯并【b】荧蒽、苯并【k】荧蒽、蒽、二苯并【a, h】蒽、茚并【1,2,3-cd】芘、萘、pH、锌、锰、总铬等指标。本次地下水检测共包括 pH 值、色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、总硬度、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、硫酸盐、氯化物、氟化物、氰化物、硝酸盐、砷、六价铬、铅、汞、硒、镉、铁、锰、铜、溶解性总固体、耗氧量、三氯甲烷、四氯化碳、氨氮、硫化物、钠、总大肠菌群、细菌总数、苯、甲苯、亚硝酸盐、碘化物、石油类、镍、铝、锌等指标。相关指标检测方法参考国内相关标准、USEPA 等相关检测标准，具体检测指标与方法见下表 4-5、表 4-6。

表 4-5 土壤分析方法及检出限

检测类别	序号	检测项目	检测标准（方法）	检测仪器	检出限
土壤	1	砷	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 2 部分：土壤中总砷的测定》GB/T 22105.2-2008	原子荧光光度计 PF31	0.01mg/kg
	2	镉	《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》GB/T 17141-1997	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	0.01mg/kg
	3	六价铬	《固体废物 六价铬的测定 碱消解火焰原子吸收分光光度法》HJ 687-2014	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	2mg/kg
	4	铜	《土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 17138-1997	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	1mg/kg
	5	铅	《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》GB/T 17141-1997	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	0.1mg/kg
	6	汞	《土壤质量 总汞的测定 冷原子吸收分光光度法》GB/T 17136-1997	冷原子吸收测汞仪 F732-VJ	0.005mg/kg
	7	镍	《土壤质量 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 17139-1997	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	5mg/kg
	8	四氯化碳	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	2.1μg/kg
	9	氯仿	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.5μg/kg

10	氯甲烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.0μg/kg
11	1,1-二氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.6μg/kg
12	1,2-二氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.3μg/kg
13	1,1-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.8μg/kg
14	顺-1,2-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.9μg/kg
15	反-1,2-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.9μg/kg
16	二氯甲烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	2.6μg/kg
17	1,2-二氯丙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.9μg/kg
18	1,1,1,2-四氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.0μg/kg
19	1,1,2,2-四氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.0μg/kg
20	四氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.8μg/kg
21	1,1,1-三氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.1μg/kg
22	1,1,2-三氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.4μg/kg
23	三氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.9μg/kg
24	1,2,3-三氯丙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.0μg/kg
25	氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.5μg/kg
26	苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.6μg/kg

27	氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.1μg/kg
28	1,2-二氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.0μg/kg
29	1,4-二氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.2μg/kg
30	乙苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.2μg/kg
31	苯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.6μg/kg
32	甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	2.0μg/kg
33	间二甲苯+对二甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	3.6μg/kg
34	邻二甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法》 HJ 642-2013	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	1.3μg/kg
35	硝基苯	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.09mg/kg
36	苯胺	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	/
37	2-氯酚	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.06mg/kg
38	苯并【a】蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.1mg/kg
39	苯并【a】芘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.1mg/kg
40	苯并【b】荧蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.2mg/kg
41	苯并【k】荧蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.1mg/kg
42	蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.1mg/kg
43	二苯并【a,h】蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.1mg/kg

44	茚并【1,2,3-cd】芘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.1mg/kg
45	萘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 7890B/M7-300EI	0.09mg/kg
46	pH	《土壤 pH 的测定》 玻璃电极法 NY/T 1377-2007	pH 计 PHS-3C	/
47	锌	《土壤质量 铜、锌的测定火焰原子吸收光度计法》GB/T 17138-1997	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	0.5mg/kg
48	锰	《土壤元素的近代分析方法》 石墨炉原子吸收法	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	/
49	总铬	土壤 总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2009	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	5mg/kg

表 4-6 地下水分析及检出限

地下水	1	色度	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 铂-钴标准比色法 GB/T 5750.4-2006	具塞比色管 50mL	5 度
	2	浑浊度	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 散射法 GB/T 5750.4-2006	浊度计 WGZ-2000	0.5NTU
	3	嗅和味	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 嗅气和尝味法 GB/T 5750.4-2006	锥形瓶 250mL	/
	4	肉眼可见物	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 直接观察法 GB/T 5750.4-2006	/	/
	5	pH 值	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 玻璃电极法 GB/T 5750.4-2006	pH 计 PHS-3C	/
	6	总硬度	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 乙二胺四乙酸二钠滴定法 GB/T 5750.4-2006	滴定管 25mL	1.0mg/L
	7	溶解性总固体	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 称量法 GB/T 5750.4-2006	电子分析天平 ES-E120B II	/
	8	挥发性酚类	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 4-氨基安替吡啉三氯甲烷萃取分光光度法 GB/T 5750.4-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.002mg/L

9	阴离子表面活性剂	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》亚甲蓝分光光度法 GB/T 5750.4-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.050mg/L
10	硫酸盐	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》铬酸钡分光光度法(热法)GB/T 5750.5-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	5.0mg/L
11	氯化物	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》硝酸银容量法 GB/T 5750.5-2006	滴定管 25mL	1.0mg/L
12	氟化物	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》离子选择电极法 GB/T 5750.5-2006	氟离子电极 PF-1-01	0.2mg/L
13	氰化物	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》异烟酸-吡唑酮分光光度法 GB/T 5750.5-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.002mg/L
14	硝酸盐	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》麝香草酚分光光度法 GB/T 5750.5-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.5mg/L
15	硫化物	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》N,N-二乙基对苯二胺分光光度法 GB/T 5750.5-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.02mg/L
16	氨氮	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》纳氏试剂分光光度法 GB/T 5750.5-2006	紫外可见分光光度计 TU1810	0.02mg/L
17	亚硝酸盐	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》重氮偶合分光光度法 GB/T 5750.5-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.001mg/L
18	耗氧量	《生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标》酸性高锰酸钾滴定法 GB/T 5750.7-2006	滴定管	0.05mg/L
19	菌落总数	《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》平皿计数法 GB/T 5750.12-2006	电热恒温培养箱 DHP-9162B	/
20	总大肠菌群	《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》滤膜法 GB/T 5750.12-2006	电热恒温培养箱 DHP-9162B	/
21	铝	《生活饮用水标准检验方法 金属指标无火焰原子吸收分光光度法》 GB/T 5750.6-2006	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	10μg/L
22	铜	《生活饮用水标准检验方法 金属指标》原子吸收分光光度法 GB/T 5750.6-2006	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	5μg/L

23	锌	《生活饮用水标准检验方法金属指标》原子吸收分光光度法 GB/T 5750.6-2006	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	0.05mg/L
24	砷	《生活饮用水标准检验方法金属指标》氢化物原子荧光法 GB/T 5750.6-2006	原子荧光光度计 PF31	1.0μg/L
25	硒	《生活饮用水标准检验方法金属指标》氢化物原子荧光法 GB/T 5750.6-2006	原子荧光光度计 PF31	0.4μg/L
26	汞	《生活饮用水标准检验方法金属指标》原子荧光法 GB/T 5750.6-2006	原子荧光光度计 PF31	0.1μg/L
27	镉	《生活饮用水标准检验方法金属指标》无火焰原子吸收分光光度法 GB/T 5750.6-2006	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	0.5μg/L
28	铬（六价）	《生活饮用水标准检验方法金属指标》二苯碳酰二肼分光光度法 GB/T 5750.6-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.004mg/L
29	镍	《生活饮用水标准检验方法金属指标》无火焰原子吸收分光光度法 GB/T 5750.6-2006	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	5μg/L
30	三氯甲烷	《生活饮用水标准检验方法消毒副产物指标》气相色谱法 GB/T 5750.10-2006	气相色谱仪 G5	0.6μg/L
31	四氯化碳	《生活饮用水标准检验方法有机物指标》气相色谱法 GB/T 5750.8-2006	气相色谱仪 G5	0.3μg/L
32	苯	《生活饮用水标准检验方法有机物指标》顶空-毛细管柱气相色谱法 GB/T 5750.8-2006	气相色谱仪 G5	0.7μg/L
33	甲苯	《生活饮用水标准检验方法有机物指标》顶空-毛细管柱气相色谱法 GB/T 5750.8-2006	气相色谱仪 G5	1μg/L
34	碘化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》硫酸铈催化分光光度法 GB/T 5750.5-2006	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	1μg/L
35	铁	《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》 GB 11911-1989	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	0.03mg/L
36	锰	《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》 GB 11911-1989	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	0.01mg/L

37	钠	《地下水水质检验方法 离子色谱法测定钾、钠、锂和铵》DZ/T 0064.28-1993	离子色谱仪 CIC-D100 型	0.05mg/L
38	石油类	《水质 石油类的测定 紫外分光光度法（试行）》HJ 970-2018	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.01mg/L
39	铅	《生活饮用水标准检验方法 金属指标》无火焰原子吸收分光光度法 GB/T 5750.6-2006	原子吸收分光光度计 TAS-990AFG	2.5μg/L

## 4.6 质量保证与质量控制

本项目质量控制管理分为现场采样及实验室分析的控制管理两部分。

### 4.6.1 现场采样质量控制

现场采样时详细填写现场观察的记录单，比如土层深度、土壤质地、气味，气象条件等，以便为分析工作提供依据。同时应防止采样过程中的交叉污染。钻进采样过程中，在两个钻孔之间的钻探设备应进行清洁，同一钻机不同深度采样时对钻探设备、取样装置进行清洗，与土壤接触的其他采样工具重复利用时也应清洗。

为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，在现场采样过程中设定现场质量控制样品，包括现场平行样、空白样。在采样过程中，平行样的数量主要遵循以下原则：选取样品总数的10%作为平行样；

本项目现场共土壤检测样品 49 个，设置平行样 5 个平行样，满足现场采样的质控要求。

本项目现场共检测地下水样品 3 个，设置平行样 1 个平行样，满足现场采样的质控要求。

### 4.6.2 采样中二次污染的控制

为避免采样过程中钻机的交叉污染，每个钻孔采样前需要对钻探设备进行清洁；同一钻孔在不同深度采样时，对钻探设备和取样装置也要进行清洗；与土壤接触的其他采样工具，在重复使用时也要进行清洗。具体情况如下：

(1) 采样过程中采样人员不应有影响采样质量的行为，不得在采样时、样品分装时及样品密封的现场吸烟，不得随意丢弃采样过程中产生的垃圾以及可能影响土壤及地下水环境质量的物品等。

(2) 采集土壤或土柱原状保留，待取样结束后统一回填。

(3) 每完成一个样品的采集应更换采样手套并清洁采样工具，采样人员佩戴的手套、口罩等统一收集，集中处理。

#### 4.6.3 实验室分析质量控制

实验室质量控制包括实验室内的质量控制（内部质量控制）和实验室间的质量控制（外部质量控制）。前者是实验室内部对分析质量进行控制的过程，后者是指由第三方或技术组织通过发放考核样品等方式对各实验室报出合格分析结果的综合能力、数据的可比性和系统误差做出评估的过程。

为确保样品分析质量，本项目土壤样品检测单位选择河南松筠检测技术有限公司，该公司已获得计量认证合格（CMA）资质。能够保证分析样品的准确性，仪器按照规定定期校正，在进行样品分析时能对各环节进行质量控制，随时检查和发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。样品测定过程中，按照 EPA 要求，每 20 个样品设置 1 个质量保护样（双样，任选一个样品进行同样的编号，进行同样的测定）。

本项目土壤样品共分三次进行现场样品采集，采样时间分别为 2018 年 12 月 3 日、2019 年 4 月 1 日、2019 年 7 月 30 日，共完成 13 个土壤采样点，另 2019 年 11 月 20 进行了补充采集。现场共计采集金属土壤样品 49 个，共计采集有机物土壤样品 45 个。

2018 年 12 月 3 日采样人员根据《土壤环境监测技术规范》（JT166-2004）要求，现场采集土壤点位 7 个，现场共采集 21 个金属土壤样品和 21 个有机物土壤样品，现场加采 3 个金属土壤样品和 3 个有机物土壤样品，实验室完成 21 个金属土壤样品和 21 个有机物土壤样品，并根据实验要求完成 10% 的平行样，平行样测定率 100%，合格率 100%；各检测因子完成 1 个密码标样，其中铬（六价）密码标样的浓度为 60.2mg/kg，实验室测量值为 60.0mg/kg，相对偏差为-0.33%，小于±10%，合格率 100%；铬（六价）和总铬各完成 1 个加标回收，样品编号为 T-K377-01-01-01 的铬（六价）样品测试浓度为 1.5mg/kg，对此样品采用了加标的质控措施，其加标量为 1.0mg/kg，加标后样品测试浓度为 2.36mg/kg，铬（六价）的加标回收率为 96.0%，样品编号为 T-K377-01-01-01 的总铬样品测试浓度为 44mg/kg，对此样品采用了加标的质控措施，其加标量为 38.4mg/kg，加标后样品测试浓度为 85mg/kg，总铬的加标回收率为 98.4%，满足实验检测要求。

2019 年 04 月 01 日采样人员根据《土壤环境监测技术规范》（JT166-2004）要求，现场采集土壤点位 4 个，现场共采集 12 个金属土壤样品和 12 个有机物土壤样品，现



场加采 2 个金属土壤样品和 2 个有机物土壤样品，实验室完成 12 个金属土壤样品和 12 个有机物土壤样品，并根据实验要求完成 10% 的平行样，平行样测定率 100%，合格率 100%；各检测因子完成 1 各密码标样，其中铬（六价）密码标样的浓度为 48.4mg/kg，实验室测量值为 48.0mg/kg，其相对偏差为-0.83%，小于 $\pm 10\%$ ，标样合格率 100%；铬（六价）和总铬各完成 1 个加标回收，样品编号为 K3770012019T006 的铬（六价）样品测试浓度为 2.1mg/kg，对此样品采用了加标的质控措施，其加标量为 2.0mg/kg，加标后样品浓度为 4.15mg/kg，铬（六价）的加标回收率为 102.5%，样品编号为 K3770012019T004 的总铬样品测试浓度为 60mg/kg，对此样品采用了加标的质控措施，其加标量为 35mg/kg，加标后样品浓度为 95.9mg/kg，总铬的加标回收率为 102.5%，满足实验检测要求。

2019 年 07 月 30 日采样人员根据《土壤环境监测技术规范》（JT166-2004）要求，现场采集土壤点位 2 个，现场共采集 12 个金属土壤样品和 12 个有机物土壤样品，现场加采 2 个金属土壤样品和 2 个有机物土壤样品，实验室完成 12 个金属土壤样品和 12 个有机物土壤样品，并根据实验要求完成 10% 的平行样，平行样测定率 100%，合格率 100%；各检测因子完成 1 各密码标样，铬（六价）密码标样的浓度为 90.3mg/kg，实验室测量值为 90.0mg/kg，其相对偏差为-0.33%，小于 $\pm 10\%$ ，标样合格率 100%；铬（六价）和总铬各完成 1 个加标回收，样品编号为 K3770062019T005 的铬（六价）样品测试浓度为 2.1mg/kg，对此样品采用了加标的质控措施，其加标量为 2.0mg/kg，加标后样品测试浓度为 4.02mg/kg，铬（六价）的加标回收率为 96.0%，样品编号为 K3770012019T008 的总铬样品测试浓度为 44mg/kg，对此样品采用了加标的质控措施，其加标量为 30.439mg/kg，加标后样品测试浓度为 75.2mg/kg，总铬的加标回收率为 102.5%，满足实验检测要求。

2019 年 11 月 20 日采样人员根据《土壤环境监测技术规范》（JT166-2004）要求，现场采集土壤点位 2 个，现场共采集 4 个重金属六价铬样品，现场加采 1 个重金属铬（六价）土壤样品，实验室完成 4 个重金属土壤样品，并根据实验要求完成 10% 的平行样，平行样测定率 100%，合格率 100%；完成 1 各密码标样，铬（六价）密码标样的浓度为 60.2mg/kg，实验室测量值为 59.7mg/kg，其相对偏差为-0.83%，小于 $\pm 10\%$ ，标样合格率 100%；铬（六价）完成 1 个加标回收，样品编号为 K377072019T001 的铬（六价）样品测试浓度为 1.9mg/kg，对此样品采用了加标的质控措施，其加标量为 1.09mg/kg，加标后样品测试浓度为 2.96mg/kg，铬（六价）的加标回收率为 98.0%，

满足实验检测要求。

本项目特征因子为铬（六价），土壤中铬（六价）检测方法主要依据《固体废物 六价铬的测定 碱消解火焰原子吸收分光光度法》（HJ 687-2014），采样过程中加采 10% 样品（4 个铬（六价）样品），实验室内完成 10%的平行样（4 个铬（六价）样品），完成采集样品 10%的加标回收测定。铬（六价）平行样相对偏差为 12.5%、16.8%和 13.7%，满足实验室质量控制标准要求（平行样相对偏差 $\leq$ 20%）。铬（六价）加标回收率为 96.0%、102.5%、96.0%和 98.0%，满足实验室质量控制标准要求。

第 1 次铬（六价）检测结果范围为 1.4~1.8mg/kg 之间，低于《固体废物 六价铬的测定 碱消解火焰原子吸收分光光度法》（HJ 687-2014）检出限（2mg/kg），根据复测检测结果显示铬（六价）检测结果范围为 1.7~2.9mg/kg 之间，铬（六价）2 次检测结果误差范围为 4.5~18.9%，铬（六价）2 次检测结果在误差允许范围之内，满足留样复测标准要求（相对偏差 $\leq$ 20%）。

根据检测结果显示，土壤中铬（六价）检测结果最大值为 2.9mg/kg，小于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）中第一类用地筛选值标准（铬（六价） $<$ 3.0mg/kg）。

## 第五章 结果和评价

### 5.1 分析检测结果

#### 5.1.1 样品统计信息

场地环境调查为初步调查，主要是按照污染场地的功能分区筛选场地内的特征污染物。初次调查共完成采样点 13 个，采集土壤样品 49 个，送检样品 49 个，检测砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并【a】蒽、苯并【a】芘、苯并【b】荧蒽、苯并【k】荧蒽、蒽、二苯并【a, h】蒽、茚并【1,2,3-cd】芘、萘、pH、锌、锰、总铬共计 49 项，实物工作量样品送检情况见表 5-1。

表 5-1 实物工作量及样品送检情况一览表

序号	项目	设计工作量		备注	
		单位	数量		
1	土样化验	砷	件	45	
		镉	件	45	
		铬（六价）	件	49	
		铜	件	45	
		铅	件	45	
		汞	件	45	
		镍	件	45	
		四氯化碳	件	45	
		氯仿	件	45	
		氯甲烷	件	45	
		1,1-二氯乙烷	件	45	
		1,2-二氯乙烷	件	45	
		1,1-二氯乙烯	件	45	
		顺-1,2-二氯乙烯	件	45	
		反-1,2-二氯乙烯	件	45	
		二氯甲烷	件	45	
		1,2-二氯丙烷	件	45	
		1,1,1,2-四氯乙烷	件	45	
		1,1,2,2-四氯乙烷	件	45	
		四氯乙烯	件	45	
		1,1,1-三氯乙烷	件	45	
		1,1,2-三氯乙烷	件	45	
		三氯乙烯	件	45	
1,2,3-三氯丙烷	件	45			

	氯乙烯	件	45	
	苯	件	45	
	氯苯	件	45	
	1,2-二氯苯	件	45	
	1,4-二氯苯	件	45	
	乙苯	件	45	
	苯乙烯	件	45	
	甲苯	件	45	
	间二甲苯+对二甲苯	件	45	
	邻二甲苯	件	45	
	硝基苯	件	45	
	苯胺	件	45	
	2-氯酚	件	45	
	苯并【a】蒽	件	45	
	苯并【a】芘	件	45	
	苯并【b】荧蒽	件	45	
	苯并【k】荧蒽	件	45	
	蒽	件	45	
	二苯并【a, h】蒽	件	45	
	茚并【1,2,3-cd】芘	件	45	
	萘	件	45	
	pH	件	45	
	锌	件	45	
	锰	件	45	
	总铬	件	45	

### 5.1.2 评价标准及方法

在进行土壤风险筛选标准的选择时，主要依据场地未来用途。场地风险评价筛选标准是场地风险初步筛查阶段场地是否需要进行评估的基本依据。

本次场地环境调查报告选取了《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）。《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）规定了城市建设用地根据保护对象暴露情况的不同划分为第一类用地和第二类用地，每一类用地根据暴露情况的不同分为筛选值和管控制值。该场地为第一类用地，本项目评价采用该标准中的第一类用地筛选值作为判断依据。具体标准值见表 5-2。

表 5-2 土壤筛选值一览表

序号	污染物	标准值 (mg/kg)	标准来源
1	砷	20	<u>《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）中第一类用地筛选值</u>
2	镉	20	
3	铬（六价）	3.0	
4	铜	2000	
5	铅	400	
6	汞	8	
7	镍	150	

8	四氯化碳	0.9	
9	氯仿	0.3	
10	氯甲烷	12	
11	1,1-二氯乙烷	3	
12	1,2-二氯乙烷	0.52	
13	1,1-二氯乙烯	12	
14	顺-1,2-二氯乙烯	66	
15	反-1,2-二氯乙烯	10	
16	二氯甲烷	94	
17	1,2-二氯丙烷	1	
18	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	
19	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	
20	四氯乙烯	11	
21	1,1,1-三氯乙烷	701	
22	1,1,2-三氯乙烷	0.6	
23	三氯乙烯	0.7	
24	1,2,3-三氯丙烷	0.05	
25	氯乙烯	0.12	
26	苯	1	
27	氯苯	68	
28	1,2-二氯苯	560	
29	1,4-二氯苯	5.6	
30	乙苯	7.2	
31	苯乙烯	1290	
32	甲苯	1200	
33	间二甲苯+对二甲苯	163	
34	邻二甲苯	222	
35	硝基苯	34	
36	苯胺	92	
37	2-氯酚	250	
38	苯并【a】蒽	5.5	
39	苯并【a】芘	0.55	
40	苯并【b】荧蒽	5.5	
41	苯并【k】荧蒽	55	
42	蒽	490	
43	二苯并【a, h】蒽	0.55	
44	茚并【1,2,3-cd】芘	5.5	
45	萘	25	
46	pH	/	
47	锌	/	
48	锰	/	/
49	总铬	/	

本项目地下水评价标准采用《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）三类标准进行评价，具体标准值见表 5-3。

表 5-3 地下水质量标准值一览表

序号	污染物	标准值	标准来源
1	pH 值	6.5≤pH≤8.5	《地下水质量标准》 (GB/T 14848-2017) 中 III类标准
2	色度（铂钴色度单位）	15	
3	浑浊度/NTU	3	
4	嗅和味	无	
5	肉眼可见物	无	
6	总硬度（mg/L）	450	
7	挥发酚类（mg/L）	0.002	
8	阴离子表面活性剂（mg/L）	0.3	
9	硫酸盐（mg/L）	250	
10	氯化物（mg/L）	250	
11	氟化物（mg/L）	1	
12	氰化物（mg/L）	0.05	
13	硝酸盐（mg/L）	20	
14	砷（mg/L）	0.01	
15	铬（六价）（mg/L）	0.05	
16	铅（mg/L）	0.01	
17	汞（mg/L）	0.001	
18	硒（mg/L）	0.01	
19	铝（mg/L）	0.2	
20	镉（mg/L）	0.005	
21	铁（mg/L）	0.3	
22	锰（mg/L）	0.1	
23	铜（mg/L）	1	
24	锌（mg/L）	1	
25	溶解性总固体（mg/L）	1000	
26	耗氧量（mg/L）	3	
27	三氯甲烷（μg/L）	60	
28	四氯化碳（μg/L）	2	
29	氨氮（mg/L）	0.5	
30	硫化物（mg/L）	0.02	
31	钠（mg/L）	200	
32	菌落总数（CFU/100mL）	100	
33	总大肠菌群（CFU/100mL）	3	
34	苯（μg/L）	10	
35	甲苯（μg/L）	700	
36	亚硝酸盐（mg/L）	1	
37	碘化物（mg/L）	0.08	

### 5.1.3 结果分析

根据本场地的检测报告（河南松筠检测字（2018）第 K377 号）、（河南松筠检测字（2018）第 K377-1 号）、（河南松筠检测字（2018）第 K377-6 号）、（河

南松筠检测字（2018）第 K377-7 号）检测数据可知，监测因子 49 项中，所有点位的砷、镉、锌、锰、pH、铜、铅、汞、镍、总铬有检出，部分点位的铬（六价）有检出，其余 38 项因子所有点位均未检出。地下水大部分因子均有检出。根据专家组要求，于 2019 年 11 月 20 日对 8#、9# 点位继续向下取样进行了检测，取样深度增加到 5m，3m~5m 深度范围内铬（六价）均为未检出。铬（六价）污染深度为 3m。

监测结果见表 5-4、5-5。

利用标准指数法计算监测结果与筛选值的关系。见表 5-6、5-7。