

附件 3

工业企业土壤污染隐患排查和整改指南

一、重点排查对象(可能涉及土壤污染的工业活动和设施)

(一) 散状液体存储

1、地下储罐

储罐的施工设计		储罐的日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	检测	事故管理	土壤污染可能性
不渗漏容器、带有泄漏检测的储罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽等	有	定期检测	有	可忽略
带有泄漏检测的双层罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽等	有	定期检测	有	可忽略
具有阴极保护系统的储罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽等	有	定期阴极保护	有	可能产生
无保护系统的双层罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽等	无	无	有	易产生污染
无保护系统的单层罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽等	无	无	无	极易产生污染

说明:

多数情况下,地下储罐位于混凝土容器中,可以最大限度降低土壤污染风险。

具有泄漏检测和阴极保护的双层罐组合，能最大程度实现对土壤的保护。

具有阴极保护特征和泄漏检测的储罐产生土壤污染的可能性较低。但应当定期检查系统，确保阴极保护有效。尽管有阴极保护系统，单层罐液容易泄漏导致土壤污染。在具有腐蚀性的土壤（如盐碱化或酸雨严重区域），阴极保护或另一种等效形式的腐蚀保护非常重要，否则容易造成泄漏风险导致土壤污染。

无保护系统的双层和单层地下储罐都极易产生土壤污染。

在进料口、出料口、基槽和排尽口等部位发生的渗漏容易造成土壤污染，对于罐体溢流的收集装置是土壤污染防治的必要保护设施，否则，罐体进料过量时液体溢流进入土壤导致污染。

2.地表储罐

储罐的施工设计		储罐的日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	检测	事故管理	土壤污染可能性
无泄漏措施的单层罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽等	无	无	有	极易产生污染
无泄漏措施的双层罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽、围堰等	有	无	有	易产生污染
有泄漏设施的储罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽、围堰等	无	无	完善	可能产生
有防渗和	进料口、出料口、	专门的	定期检	专业人员	可忽略

检测的储罐	法兰、排尽口、基槽、围堰等	储存管理	测	和设施	
不渗漏的密闭储罐	进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽、围堰等	专门的储存管理	定期检测	专业人员和设施	可忽略

说明：

多数情况下，地表储罐的泄漏容易识别和检查，地表储罐的泄漏预警系统对土壤污染防治起到更好的作用。

地表储罐预警系统主要检测罐体的泄露，检查侧重于罐体的下表面、进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽和围堰等部位的泄漏情况。

具有阴极保护特征和储罐预警系统的地表储罐产生土壤污染的可能性较低。

“控制溢流排放”可以将罐体中溢流出来的液体通过防漏或不渗漏导排系统引导到收集设施中，降低土壤污染可能性。否则，当地表罐体入料过满时，地上的双层罐也有可能导致土壤污染。

无渗漏措施和泄漏预警系统的单层罐和双层罐都易造成土壤污染。

3.离地的悬挂储罐（水平或垂直）

储罐的施工设计		储罐的日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	监测	事故管理	土壤污染可能性
有防渗的提升罐	防雨，进料口、出料口、法兰、排尽口、基槽	有	定期渗漏检测	专业人员和设施	可忽略

	等				
不渗漏的 密闭储罐	防雨, 进料口、 出料口、法兰、 排尽口、基槽 等	有	定期泄 漏检测	完善的管 理体 系	可忽略
无防渗及 溢流的提 升罐	进料口、出料 口、法兰、排 尽口、基槽等	无	无	无	易产生污染

说明:

提升罐需要设置防渗的液体收集设施, 当产生进料过满产生溢流时, 液体经收集后进入该设施, 否则, 单层罐和双层罐都存在土壤污染的可能性。

具有防渗及溢流收集设施的提升罐, 需要定期检测, 避免产生土壤污染。

4.水坑或渗坑

系统设计		日常运行管理方法			
施工/设计	重点	特殊运行维 护	监测	事故管理	土壤污染可能性
无防渗设施的 水坑或渗坑	废水	无或简单	无	无	极易产生污染
有简单防渗设 施水坑	废水	无或简单	定期检 测	无	易产生污染
不渗漏的密闭 收集设施	废水、 雨水	无或简单	定期检 测	无	可能产生
不渗漏的密闭 收集设施	雨水	有	定期检 测	管理完善	可忽略

说明:

工业生产活动中如果存在无防渗设施的水坑或渗坑, 极易

产生土壤污染。

开放式的液体储存装置也容易造成撒落或渗漏导致土壤污染。有完备管理措施和渗漏检测的密闭收集设施，土壤污染的可能性低。

(二) 散装液体的转运

1.装车与卸货

系统设计		日常管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	监测	事故管理	土壤污染可能性
无防渗设施的装卸平台	加油管	有	灌装软管里的检测装置	有	易产生污染
有防渗设施的装卸平台	加油管、基槽	有	罐体监测	有	可能产生
有防渗设施和收集容器的装卸平台	溢流收集装置	有	罐体监测	专业人员和设备	可忽略
密闭不渗漏的装卸平台	溢流收集装置	有	罐体监测	完善管理	可忽略
有溢流收集装置的液体抽吸点	溢流收集装置	有	有	专业人员和设备	可忽略
无渗漏和溢流收集装置的进、出料口	溢流收集装置	无	无	无	极易产生污染
密闭不渗漏的进、出料口	溢流收集装置	有	有	完善管理	可忽略

说明：

装卸平台如果没有设置防渗和溢流收集设施，容易造成土壤污染。

散装液体装卸需要有清晰的灌注和抽出说明，并且需要设计专门设施和措施以防止过度灌注。

在进料口、出料口、抽提管道连接处、阀门、法兰和排放口，如果没有设置溢流收集装置和防渗设施，易造成土壤污染。

2.管道运输

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	监测	事故管理	土壤污染可能性
无防渗设计的地下或提升管道	阀门、法兰	无	无	有	极易造成污染
无防渗设计	阀门、法兰	有	定期检测	有	可能产生
有防腐/阴极保护设计的管道	阀门、法兰	有	阴极保护监测	专业人员和设备	可能产生
有泄漏检测的双层或提升管道	阀门、法兰	有	定期泄漏监测	专业人员和设备	可忽略

说明：

定期检查一般能识别地上管道泄漏，否则管道若发生泄漏极易造成土壤污染。

地下管线需要有防腐、防渗或阴极检测等设计才能预防泄漏。与保护地下储存罐的方式相似，在具有腐蚀性的土壤（如盐碱化或酸雨严重区域），阴极保护或另一种等效形式的腐蚀保护非常重要，否则容易造成泄漏风险导致土壤污染。

无保护系统的地下管线都极易产生土壤污染，尤其对于管

道阀门、法兰等位置，液体泄漏直接进入土壤导致污染。

3.泵传输

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	监测	事故管理	土壤污染可能性
无防护设施泵	齿轮，泵轴	有	泵观测	无	极易造成污染
有防护设施的泵	齿轮，泵轴	无	泵观测	有	易造成污染
没有溢流收集设施的泵	齿轮，泵轴	有	泵观测	有	极易造成污染
无防护设施的普通泵	齿轮，泵轴	无	泵观测	完善管理	极易造成污染
有防护设施的普通泵	齿轮，泵轴	无	泵观测	完善管理	可能产生
有溢流收集和防渗设施的普通泵	溢流口	有	泵观测	专业人员和设备	可忽略

说明：

泵存放位置没有做任何防渗处理时，可能造成土壤污染。

因为泵经常连接到大的存储设备或加工厂，泵的故障以及阀门操作不当都可导致大量液体的逸出从而造成土壤污染。

4.开口桶的运输

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	监测	事故管理	土壤污染可能性
无防渗措施开口桶运输	溢流、撒落	无	无	无	极易造成污染

有防渗措施 开口桶运输	溢流、撒落	有	定期监测	有	易造成污染
不渗漏密闭 设施运输	溢流、撒落	有	定期监测	有	可忽略

说明：

使用开口桶转运危险物质或有毒有害物质，造成土壤污染的可能性极大，只有通过不渗漏的密闭设施才能降低土壤污染的风险。

对不符合防渗漏或公司化学品管理要求的活动，需对土壤风险污染进行排查。

（三）散装和包装材料的存储与运输

1. 散装商品的存储和运输

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	监督	事故管理	土壤污染可能性
无“防雨水、防渗漏和防流失”设备和措施	屋顶/覆盖物、地面、围挡	无	无	有	极易造成污染
“防雨水、防渗漏和防流失”有漏项	屋顶/覆盖物、地面、围挡	有	有	有	易造成污染
“防雨水、防渗漏和防流失”完善	屋顶/覆盖物、地面、围挡	完整维护	有	专业人员和设备	可忽略

说明：

如果屋顶能够保证散装商品不受雨水淋滤，避免雨水在散装货物存储设备附近自由流动，从而避免雨水淋滤导致污染物

进入土壤造成污染。

如果雨水可能渗入储存设施并造成污染物从散装货物中释放，需对土壤污染进行严格调查分析。

使用起重机抓斗、敞开式传送带或从车上直接倾倒等方式转移散装商品或原辅材料时，通常伴有溢流或扬撒导致土壤污染。

2. 固态物质的存储与运输

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	监督/监测	事故管理	土壤污染可能性
无包装或容器、或易碎包装	包装材质	无	有	无	极易造成污染
有包装，但无防护设施/容器	包装材质	有	有	完善管理	易造成污染
包装规范，有防护设施/容器	包装材质	有	有	专业人员和设施	可忽略

说明：

当包装受损时，包装的固体材料或粘性液体被释放并且长时间为采取措施，极易导致土壤污染。

使用特殊包装时，需通过设计防渗下垫面、监测和维护管理措施来防止泄漏，否则容易造成土壤污染。

3. 液体的存储与运输（圆桶、集装箱等）

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运	监督/监测	事故	土壤污染可能性

		行维护		管理	
开放容器、无防渗等措施	包装方式、转运方法	无	无	无	极易造成污染
开放容器，有防渗等措施	包装方式、转运方法	有	有	完善	易造成污染
密闭容器、有防渗等措施	包装方式、转运方法	有	有	完善	可能产生
有防护且不渗的密闭容器	包装方式、转运方法	有	定期监测	专业人员和设备	可忽略

说明：

使用开放容器或采集无任何防渗措施对液体进行储存、转运时，极易造成土壤污染。

地块内若有废弃液体容器堆放或容器清洗前后的排放时，极易造成土壤污染。

(四) 其它活动

1.公司污水处理与排放

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	检测	事故管理	土壤污染可能性
无防渗措施的地下水道	管道材料、连接口	无	无	无	极易造成污染
有防渗措施的地下水道	管道材料、连接口	无	无	有	易造成污染
防渗及其它防护措施齐全的地下水道	管道材料、连接口	规范	定期检测	专业人员和设施	可忽略
无防渗措施的地下水道	管道材料、	有	无	有	易造成污染

上管道	连接口				
有防渗及其它措施的地上管道	材料、接头	有	定期检测	专业人员和设施	可忽略
对污泥无防渗、收集和处置措施	污泥集容器，堆存	无	无	无	极易造成污染
对污泥有防渗收集，但无处置措施	污泥处置与去向	有	有	有	易造成污染
对污泥有防渗、收集和处置措施	污泥收集、处置与去向	规范	定期检测	专业人员与设施	可忽略

说明：

公司若存在地下水道，且维护和检测不及时，容易造成土壤污染。

若地下水道、污水收集等材料 and 运行维护不符合要求，容易造成土壤污染。

当公司有废水处理单独单元时，该单元被认为是管道和地下水道的集合，任何非规范性的设计、材料、设施和操作管理，都可能造成土壤污染。

2. 紧急收集装置

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	检查/监测	事故管理	土壤污染可能性
防护措施不全的地下收集装置	基槽、进料口和出料口	有	有	有	易造成污染
有防腐/阴极保护的地下收集装置	基槽、进料口和出料口	有	无	有	可能产生
有防腐/阴极保护的地下收集装置	基槽、进料口和出料口	有	定期监测	专业人员与设施	可忽略

有防护措施地上收集装置	基槽、进料口和出料口	有	无	有	可能产生
不渗漏的地上收集装置	基槽、进料口和出料口	有	定期检查	专业人员与设施	可忽略

说明：

紧急收集包括地下和地上收集装置，在紧急情况下使用。紧急收集装置需要防腐蚀和防渗漏，否则在收集装置充满时容易造成溢流导致土壤污染。

紧急收集装置罐体在大部分时间内是空的，罐体内部被腐蚀得更快，内部必须有专门的防腐涂层，同时外部需要阴极保护，否则会造成土壤污染。

3、车间存储

系统设计		日常运行管理			
施工/设计	重点	特殊运行维护	监督	事故管理	土壤污染可能性
无车间储存	收集点和堆放点	无	无	无	易产生污染
有车间存储、无防护设施	存储类型	无	无	无	易产生污染
有防护设施的车间存储	滴油盘、存储点	有	有	专业人员及设施	可忽略

说明：

车间内的存储包括各种原料和废料，例如化学废物、燃料、清洁剂、液压油、润滑油等。如果存储区域和设施没有防护设施，容易造成土壤污染。

车间内如果没有设计存储设置或区域，也容易造成土壤污染。

二、工业活动中可能造成土壤污染的物质

(一) 有机液体或乳液

- 1、醇；
- 2、醚；
- 3、酯；
- 4、有机酸；
- 5、芳烃；
- 6、酚；
- 7、多环芳烃（PAHs）；
- 8、氯化碳和氯化碳氟化合物；
- 9、农药（见农药说明），以及农药中活性物质成分；
- 10、溶剂，脱脂剂，脱漆剂和清洁剂，金属处理液；
- 11、清漆，油漆和油墨；
- 12、油（例如钻井油和切削油，轧制油，研磨油，润滑油，热油，杂酚油，食用油）；
- 13、木材防腐剂，杂酚油、葱油、萘；
- 14、液体燃料；

(二) 无机化合物，矿物和矿石

- 1、盐和水溶液，含有：

(1) 铬，钴，镍，铜，砷，钼，镉，锡，钡，汞，铅等重

金属或类金属；

(2) 无机酸；

(3) 氨，氟化物，氰化物，硫化物，溴化物，磷酸盐，硝酸盐；

2、电镀槽，酸洗槽；

3、无机木材防腐剂及其水溶液；

4、道路防结冰的盐；

5、硫；

6、铁矿石，铝土矿，钛铁矿，黄钾铁矾，磷酸盐矿石，智利硝石等；

7、固体燃料（煤等）。

(三) 加工和未加工的液态和糊状农产品

1、动物肥料，其它有机肥料和人工肥料；

2、青贮饲料。

(四) 有毒有害废物

1、国家危险废物名录中列举的内容

2、下面明确列出的物质

(1) 树脂和人造树脂；

(2) 污水污泥；

(3) 动物或屠宰废物；

(4) 来自农产品，食品，饮料和烟草工业的纸浆废物；

(5) 生物废物；

- (6) 混合生活垃圾;
- (7) 混合施工和拆除废物;
- (8) 废弃车辆, 废弃车辆及其未分类部件;
- (9) 碎纸机废物;
- (10) 飞灰;
- (11) 受污染的喷砂;
- (12) 钻井泥浆和钻孔废物;
- (13) 搪瓷污泥。

三、工业活动土壤污染排查

(一) 日常监管

为降低土壤污染风险, 对工业活动区域需开展特定的监管和检查。负责日常监管的人员须熟悉各种生产设施的运转和维护, 对设备泄漏能够正确应对, 能对防护材料、污染扩散和渗漏作出判断。

1、 监管内容

日常监管需结合生产工艺类型、防护措施和监管手段进行土壤污染的可能性评估。

(1) 散装液体存储

在储存散装液体时, 需匹配不可渗漏的溢流收集装置。各种储罐和溢流收集装置需安装在具有防渗功能的设施上。地下储罐为不可渗漏的容器或者有双重壁的储罐, 同时匹配有效的泄漏检测系统, 定期开展检查。液体燃料或废油的地下储存需遵守特定

管理条例。

（2）散装液体的运输

装卸点下方需设置不渗漏密闭设施，进料和出料管道出口不外露，溢流安全装置为不可渗容器。地上管线和下水道必须频繁检查。地下管道必须是双层的，并装备泄漏检测装置。地下管道需具备腐蚀保护和防渗保护，须遵守检查程序，并在发生事故时提供应急预案。应选择防泄漏的泵。若用管道运输液体，需设计在地表，匹配有效的检查程序。

（3）散装和包装物品的存储和运输

散装物品的储存设施必须有覆盖。转运散装物品应优先选择在封闭环境内进行。储存和转移包装好的液体，须在防渗设施上方进行，经常检查储存的包装并且立即清除任何泄漏。存储和运输液体包装须在液体存储设备上进行，包装必须适合存储。定期检查，若有任何泄漏须即刻清理。

（4）生产/处理

工业生产须使用防渗存储设施，防渗设施须安装在设备或活动的下方和周围，形成四周有凸起的围堰，并确保具有足够的容纳空间。释放出的污染物必须定期清理。还必须制定针对性的应急程序，发生意外事故时防止出现土壤污染。

（5）其他工业活动

车间的地面必须能防止液体渗透。设备和机器在使用时，具有不可渗漏的收集和防渗设施，或者安装在不可渗漏的地面上。

必须建立有效的设施和程序，以清除物质的溢流和泄漏。

2、 监管方式

(1) 日常巡查，建立巡查制度，定期检查容器、管道、泵及土壤保护控制设备，一般可以两天一次。

(2) 专项巡查，对特定生产项目、特定区域或特定材料进行专项巡查，识别泄漏、扬撒和溢漏的潜在风险。

(3) 指导和培训员工以正确方式使用、监督和检查设备，规范检查程序要求。明确相关保护措施检查要点，包括紧急措施使用、清理释放物质和事件报告的培训等。熟练的操作人员能降低生产活动特定监管区域的土壤污染风险。

(二) 目视检查

1、 土壤保护设施检查

对溢流收集和故障发生率较低的简单设施进行的检查，可由那些经验丰富的员工完成。对于开放防渗设施的目视检查，检查员需保持记录结果和行动日志。结果包含：

- (1) 检查设施类型和名称；
- (2) 检查地点；
- (3) 检查时间和频率；
- (4) 检查方法(视觉、抽样、测量等)；
- (5) 结果报告和记录方式；
- (6) 对违规行为采取的行动。

路面防渗：为了证明地面和路面满足防渗防漏的需求，需

要定期对其进行检查，检查包括接口结构、凸起边缘和破碎程度等。地面目视检查内容包括：

- (1) 地面或路面已经使用的时间；
- (2) 当前和预期用途；
- (3) 检查时观察到的液体渗漏情况；
- (4) 检查时地面的状况。

罐体防渗：地下储罐和管道设计需要包括底部密封保护措施的内容。底部密封层通常不能通过目测观察到，一般通过安装自动监测系统来检查。拟建造的新储罐和需要翻修的旧储罐必须符合通用标准和要求。对新建储罐和翻修储罐，最重要得原则是要在罐底下方额外加装密封装置，还要在罐底和密封装置之间再安装渗漏检测装置。

污水管道：现有混凝土下水道通常是不防渗的，须有一个完善的监测系统，以降低企业排污管道污染土壤的风险。

(三) 自动监测/泄漏检测

自动监测一般可以替代目视检查方式，例如地面以下装有液体的双层容器或管道，或地上容器，均可通过自动监测来实现监控。自动监测系统应被视为装置的一部分，泄漏检测与常规调查监测不同，泄漏检测是用于监控装置的泄漏情况，而常规调查监测侧重土壤和其它环境介质的调查。

自动监测系统是一种不可取代的持续渗漏检测方式，在观察到故障发生后，立即采取措施。渗漏检测旨在对物质渗入土

壤之前检测到，在不可能采取目视检查的情况下，渗漏检测就尤为必要，例如地下储罐和管道，或大型储罐下方的区域，目视检查都难以完成，需要加装自动监测才能在渗漏物质渗入土壤前检测到。

（四）工业活动的土壤污染调查

即使有完善的设施和措施，工业活动也有可能造成土壤污染，需要在工业活动开始前和终止后开展土壤调查。如果需要明确土壤污染风险是否可以忽略或需要采取进一步的修复治理活动，也需开展土壤污染调查和评估。

1、资料收集及案头研究

为确定是否存在土壤污染，需要首先开展充分的案头研究工作，确定工业活动布局，物质进入土壤的可能性以及如何迁移扩散，在此基础上研究调查策略(位置、深度)和进行土壤质量评估。

（1）工业活动和地块的基本信息

工业活动和地块的基本信息

类型	必需信息	附加信息
工业活动	<ul style="list-style-type: none">● 当前与以往工业活动地点、工艺和产品类型；● 以往土壤污染的性质与规模、涉及的工业活动及采用的土壤保护措施和设备；● 潜在土壤污染物清单。	<ul style="list-style-type: none">● 以前的土壤调查结果；● 区域水文地质状况；● 环境事故及投诉；

采样地点	<ul style="list-style-type: none"> ● 地上及地下基础设施（管线、缆线等）的位置； ● 地面铺装的位置与类型； ● 生产、储存、转运和维修等功能区。 	
------	--	--

(2) 生产活动使用物质的信息

生产活动使用物质基本信息

必需信息
<ul style="list-style-type: none"> ● 物质组成（如果该物质由多组分构成）； ● 可降解性与降解产物； ● 在水中的可溶性（或正辛醇-水分配系数）； ● 密度； ● 蒸汽压（挥发性的测量标准）。

污染物特性会影响其迁移扩散模式，其组分与可降解性也会影响其在土壤中的存在形式，例如在水中的可溶性以及挥发性决定了是否应对地下水和土壤空气加以监测。

如果工业活动排出的液体密度大于地下水密度，可能存在逆地下水流向的流动，一般来说当排出液体的密度与地下水密度之间的差异大于 2% 才会产生。

污染物流动性取决于土壤和物质本身的属性。有机物含量高的土壤倾向于吸收更多的污染物质，从而降低污染物的扩散速度。阻滞因数是对土壤污染物扩散速度减幅的度量。

污染物流动性分级与阻滞因数

污染物流动性	阻滞因数
流动性很强	1-10
流动性一般	10-100
没有流动性	> 100

按以下公式可计算出有机物的阻滞因数（另见[31]）。

$R = 1 + 1410 \times \% os \times S^{-0.67}$ 其中： $\% os$ ：是指以百分比表示的土壤中有有机物质含量

S ：是指以 mg/l 为单位表示的污染物在水中的可溶性

土壤中有有机物质含量值如果没有可用数据，可通过采集样品通过检测得到。下表所示为各类地块所对应的有机物质含量。化合物可溶性可在化学手册中找到。

有机物质含量区间与数值

地貌类别	有机物质含量	
	全局区间	数值
1.圩垸	5-20%	10%
2.溪谷	5-10%	7%
3.人造山	< 2%	1%
4.含有壤土/粘土/泥炭土的砂土	2-5%	3%
5.不含壤土/粘土/泥炭土的砂土	< 2%	1%
6.不饱和带大于 8 米的砂土区	< 2%	1%

无机化合物的流动性还取决于土壤的氧化还原电势、 pH 值和 CEC 值等，对无机化合物的阻滞因数必须视具体情况而定。

(3) 土壤和水文地质特征

污染物在土壤中的扩散速度受到土壤异质性影响，土壤中

污染物可能因此存在“优先通道”（首选路径），即使是在均一性较好的沙土中，仍可能存在首选路径。在初步调查阶段，就尽可能识别出现首选路径的情况，在确定采样点时需要对优选通道选择的不确定性加以考虑，要尽可能预测到地下水流可能发生的变化。

- 圩垸区：这一区域的特点是有灌排系统。地下水流移动速度在 0-5 米/年；

- 溪谷区：由于临近天然排水系统，会出现自然渗溢情形。地下水流速基本在 3-8 米/年；

- 为进行工业活动而人为堆积的沙山：在以前的地面上形成高达几米的密封层。地下水向下水平流动，流速为 5-10 米/年；

- 沙质土：由以前含有粘土和壤土的沙质覆盖层组成，会有地下水渗漏，横向移动速度在 5-15 米/年；

- 沙质土：覆盖层极薄或根本没有覆盖层，有渗漏现象，地下水流速高达 15-50 米/年；

- 不饱和带大于 8 米的砂土区，以至于扩散在这一区成为衡量基准。

2、潜在土壤污染分析

公司占地范围内所有生产活动区域，尤其是现有地面、破孔、排水系统等都可能是潜在污染区域。

(1) 点源

最大水平尺寸不超过 2.5 米的污染源，例如油泵、小型机械或储油罐。点源的中心位置可被视为潜在的污染物排放点。

(2) 线源

即线性污染源，例如管线、污水管道、排水沟、缝隙或传送带。在指定线源污染的测量点时，需要对管线和其中的接头、阀门或法兰等点源加以区分。尤其是那些“薄弱环节”可被视为潜在的污染物排放点。

(3) 面源

面积超过 5.25 平米的污染单元。开展一项或多项工业活动所依托的地面，这些活动互为联系形成面源。从土壤污染的角度来讲，所有发生于铺装路面上的活动均可成为污染物排放点。如果路面存在渗漏，上面提到的所有排水沟和污水管道都是潜在的污染物排放点。

3、采样与分析

土壤调查是确定生产活动是否造成污染的重要方法。土壤调查点位及监测频度取决于污染物潜在的扩散风险，结合工艺流程，通常可借助定期监测的方法来确定土壤污染风险水平。

(1) 采样介质选择

污染地块采样调查需针对介质类型来采集样品。地下水和土壤空气均质性较好，测量的置信度也高。土壤空气采样的主要优势在于早期阶段就可以检出，其劣势则在于测量只能针对挥发性物质进行。固态土壤的测量看似简单易行，但重复性差，

而且成本高。因为土壤存在异质性，真实情况描述与野外实际操作之间总是存在差异。

地下水和土壤空气均为流动相，污染物经对流、扩散和弥散等作用在土壤中传播。因此对这些介质采样，能快速确知污染的发生。在固态土壤采样时，异质性起到了至关重要的作用，即使测量点之间距离很短，各测量点上土壤样品的浓度之间仍会有较大差异。

1) 如果潜在污染源和平均地下水位之间的不饱和带小于 1 米，由于受到毛细上升作用的影响，不饱和带的实际尺寸会更小，这种情况首要推荐地下水采样。一般不推荐采集土壤空气。

2) 如果潜在污染源和平均地下水位之间的不饱和带大于 8 米，不推荐地下水采样，需对土壤空气监测挥发性污染物。

3) 当不饱和带的厚度在 1 到 8 米之间，土壤类型的选择就要视污染物挥发度而定。如果蒸汽压低于 $0.1 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ，将对地下水采样。如果蒸汽压在 273 K 条件下介于 100 N/m^2 和 $100 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ 之间，采样对象为土壤空气。如果挥发性更高，需对土壤空气和地下水都进行采样。

(2) 采样位置

采样位置选择必须切合潜在源的实际状况，并尽可能使采样地点接近该潜在源，并保证在污染下游有监测点位。在每一个点源至少设定一个采样点；对于线源和面源，采样点优先设置在产生风险的位置，例如进料口、出料口、基槽、法兰、油

泵、排水管线和排水沟等。

1) 地下水

如果初步调查已表明很有可能存在优先通道，如以前的沟渠、电缆管道或排水沟等，必须在污染物优先通道通过路径进行采样监测。

a. 采样位置

由采样点组成的采样线位置要切合现有基础设施，比如直接沿两栋建筑物之间的铺装路面。这样做在于确保采样线位置尽量接近水源。应将采样线延伸到地块水源的下游，而采样线的长度要与水源的尺寸相等。根据地下水流向，采样线必须安装在水源的一个或多个面，同时对以下情况加以区分：

b. 采样点之间的距离

各采样点之间的距离取决于采样点与水源之间的距离。原则上，与水源的距离越远，污染羽范围就越大，各采样点之间或与监测井之间的距离也就越大。作为指导性原则，采样点之间的距离一般等于采样点与水源之间的距离。但这一规则有两个例外情况：

- 接近水源或位于水源下方：若接近水源或位于水源下方（ < 5 米），则各采样点之间的距离保持在 5 米。

- 与水源的距离超过 10 米：如果与水源距离大于 10 米，监测井之间的距离将按比例缩短。与水源的最大距离不能超过 20 米。

2) 土壤空气

土壤空气污染由迁移扩散作用形成，由于蒸发和生物降解作用，土壤空气污染边缘地带将迅速发生稀释现象。监测点要优先置于点源下方位置，或与点源横向保持不到 1 米的距离。

(3) 样品采集与分析

采样工作必须由具备丰富经验的队伍来完成。样本处理与分析必须由 CMA 认可的实验室来实施。样本制备与分析取决于受到调查的物质，针对分析监测，需遵循我国已制定的标准和规范。

生产活动中涉及几种物质分开使用，那么对这几种物质都要分析检测。还要特别注意降解产物，对原化合物和降解产物都必须加以分析，如二氯乙烯和氯乙烯（三氯乙烯和四氯乙烯的降解产物）。

4、筛选标准的确定

筛选值是污染物浓度值可以比较的参考标准。筛选值必须尽可能低，这样土壤质量的任何变化才能被尽快查知，同时筛选值又必须区别于背景值。三大因素会影响到筛选值的确定：

- 检出限：只有当背景值低于检出限时，筛选值才能基于检出限。

- 采样与分析变异：尽管有标准化程序，实验室分析和采样过程中仍会出现变异。在确定筛选值并制定进一步行动决策时必须考虑这一点。

●背景值。

(1) 土壤和地下水的筛选值

土壤筛选值参考国家或地方推荐的相关标准，地下水筛选值根据功能参考地下水水质标准。当所测定的污染物无筛选值进行比对时，选择风险评估方法确定土壤和地下水的筛选标准

(2) 土壤空气的筛选值

土壤空气监测只针对挥发性污染物进行。挥发性污染物并不天然存在，因此土壤空气测量背景值为0，因此，筛选值等于检出限。在一些特例中，背景水平会升高，这就需要调查背景水平升高的原因，并确定在这种情况下需要使用什么样的筛选值。

5、土壤调查结果的阐释与评价

当土壤调查完成了测量工作，正确阐释与评估调查结果至关重要。必须明确是否需要采取行动，如果需要，则要确定将采取何种行动。

(1) 报告采样结果有以下要求：

- 1) 采样网络、点位数和监测因子；
- 2) 测量结果；
- 3) 对结果进行总结，与筛选值进行判断比较和评估；
- 4) 概述所采取的行动；
- 5) 列出整改建议，并概述旨在优化进一步调查或修复治理的措施。

如果测量值超出了筛选值，需要启动详细调查，追踪污染源，针对其污染原因和结果采取补救措施，就土壤修复等问题与主管部门达成进一步协议。