



T/CECS XXX: 202X

中国工程建设协会标准

生活垃圾填埋场地环境调查与风险评估标准

**Standard for investigation and risk assessment of
municipal solid waste landfill**

(征求意见稿)

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

生活垃圾填埋场地环境调查与风险评价标准

Standard for investigation and risk assessment of municipal
solid waste landfill

T/CECS XXX: 202X

主编单位：浙江大学

北京市勘察设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2023 年××月××日

中 国 计 划 出 版 社

2023 北 京

前言

根据中国工程建设标准化协会建标协字〔2021〕20号文的要求，标准编制组经广泛调查研究、认真总结实践经验，参考有关国内标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4. 基本情况调查与风险识别；5. 垃圾堆体调查；6. 填埋场处理设施与设备调查；7. 填埋场周边环境调查；8. 水文地质调查；9. 风险评价；10. 报告编制；11. 附录（A-H）；12. 条文说明。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，浙江大学负责日常管理，浙江大学软弱土与环境土工教育部重点实验室负责具体技术内容解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送浙江大学软弱土与环境土工教育部重点实验室（地址：浙江省杭州市余杭塘路866号浙江大学紫金港校区安中大楼A425室；邮编：310058）。

本标准主编单位：浙江大学

北京市勘察设计研究院有限公司

本标准参编单位：生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心

同济大学

华中科技大学

中节能大地（杭州）环境修复有限公司

上海市环境工程设计科学研究院

杭州市城乡建设设计院股份有限公司

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

中国市政工程西北设计研究院有限公司

广东省环境卫生协会

主要起草人员：

主要审查人员：

目 次

1 总则	1
2 术语与符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符号	4
3 基本规定	6
4 基本情况调查与风险识别	8
4.1 一般规定	8
4.2 资料收集与人员访谈	8
4.3 现场踏勘与抽样检测	9
4.4 风险识别	11
5 垃圾堆体调查	12
5.1 一般规定	12
5.2 现场测绘与勘察	13
5.3 室内测试与分析	15
6 填埋场处理设施与设备调查	17
6.1 一般规定	17
6.2 渗沥液收集与导排设施	17
6.3 渗沥液调节池	18
6.4 渗沥液处理厂	18
6.5 填埋气导排与利用设施	19
6.6 防渗与地下水导排设施	19
6.7 防洪与雨污分流设施	20
6.8 垂直阻隔墙	20
7 填埋场周边环境调查	21
7.1 一般规定	21
7.2 地下水环境调查	21
7.3 大气环境调查	24
7.4 地表水环境调查	26

7.5 土壤环境调查.....	26
8 水文地质调查	28
8.1 一般规定.....	28
8.3 非正规垃圾填埋场水文地质补充勘察.....	29
8.3 卫生填埋场水文地质补充勘察.....	30
9 风险评价	32
9.1 一般规定.....	32
9.2 堆体滑坡造成液气泄露风险评价.....	33
9.3 渗沥液渗漏扩散污染地下水风险评价.....	36
9.4 填埋气体集聚导致人员中毒风险评价.....	38
9.5 臭气扩散扰民风险评价.....	41
10 报告编制	44
10.1 一般规定.....	44
10.2 基本情况调查报告.....	44
10.3 专项调查报告.....	44
10.4 风险评价报告.....	45
附录 A 填埋场信息调查表.....	46
附录 B 垃圾固相降解稳定化归一指标计算过程及评估方法	50
附录 C 地下水污染物超标总倍数计算过程及评估方法	51
附录 D 填埋场地下水环境调查专题报告编制大纲	52
附录 E 填埋场地表水环境调查专题报告编制大纲.....	53
附录 F 填埋场地土壤环境调查专题报告编制大纲.....	54
附录 G 基本情况调查报告编制大纲	56
附录 H 专项调查报告编制大纲	58

Contents

1 General provisions	1
2 Terms and Symbols	2
2.1 Terms.....	2
2.2 Symbols.....	4
3 Basic requirements.....	6
4 Basic site investigation and risk identify	8
4.1 General requirements	<u>8</u>
4.2 Data collection and Personnel interview.....	<u>8</u>
4.3 Site survey and Sampling inspection	<u>9</u>
4.4 Risk identification	<u>11</u>
5 Lanfill area investigation.....	12
5.1 General requirements	<u>12</u>
5.2 Site mapping and surveying	<u>13</u>
5.3 Indoor test and analysis.....	<u>15</u>
6 Landfill treatment facilities investigation	17
6.1 General requirements	<u>17</u>
6.2 Leachate collection and drainage facilities	17
6.3 Leachate equalization basin	<u>18</u>
6.4 Leachate treatment plant	<u>18</u>
6.5 Landfill gas diffuser and utilization facilities	<u>19</u>
6.6 Leachate retention and groudwater management facilities.....	19
6.7 Flood control and rainwater and sewage shunting facilities	<u>20</u>
6.8 Vertical barrier	<u>20</u>
7 Landfill surrounding environment investigation	21
7.1 General requirements	<u>21</u>
7.2 Groundwater environment investigation.....	<u>21</u>
7.3 Atmospheric environment investigation	<u>24</u>
7.4 Suface water environment investigation.....	<u>26</u>
7.5 Soil environment investigation	<u>26</u>

8 Hydrogeological investigation.....	28
8.1 General requirements.....	28
8.2 Supplementary hydrogeological investigation of simple landfill	29
8.3 Supplementary hydrogeological investigation of sanitary landfill	30
9 Risk assessment	32
9.1 General requirements	32
9.2 Risk assessment of leachate and landfill gas leakage caused by landslides ..	33
9.3 Risk assessment of groundwater pollution caused by leachate leakage	36
9.4 Risk assessment of poisoning caused by landfill gas accumulation	38
9.5 Risk assessment of atmospheric pollution caused by landfill gas diffusion ..	41
10 Site investigation report	44
10.1 General requirements	44
10.2 Basic site investigation report.....	44
10.3 Specialized site investigation report	44
10.4 Risk assessment report.....	45
Appendix A Landfill preliminary site investigation table	46
Appendix B Calculation and assessment methods for Municipal Solid Waste degradation stablizaiothn normalized index	50
Appendix C Calculation and assessment methods for exceeded multiple of groudwater polutants.....	51
Appendix D Specialized site investigation report outline for groundwater environment investigation	52
<u>Appendix E Specialized site investigation report outline for suface water environment investigation.....</u>	53
<u>Appendix F Specialized site investigation report outline for soil environment investigation.....</u>	54
<u>Appendix G Preliminary site investigation report outline.....</u>	56
<u>Appendix H Specialized site investigation report outline</u>	58

1 总则

1.0.1 为规范生活垃圾填埋场现状调查与风险评价工作，满足填埋场灾害与二次污染防治工程的科学合理设计、安全施工及可持续维护的要求，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于生活垃圾填埋场运行、扩建、封场治理、开挖异位治理等阶段的现状调查与风险评价工作。

1.0.3 生活垃圾填埋场现状调查与风险评价除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.1 基本情况调查 Basic site investigation

采用资料收集、现场踏勘、人员访谈、抽样检测等调查方法获取填埋场基本情况信息，识别填埋场风险类型的过程。

2.1.2 专项调查 Specialized site investigation

在基本情况调查和风险识别基础上，根据填埋场风险类型，采用钻孔勘探、采样测试、原位测试、物探等方法对垃圾堆体、填埋场处理设施与设备、填埋场周边环境与水文地质条件进行调查，获取进行填埋场风险评价所需必要信息的过程。

2.1.3 渗流表征速度 Characterized seepage velocity of site

通过填埋堆体接触到的岩土层位渗透系数测试值与填埋场上游背景地下水水力坡度乘积表征的场地对流能力的数值，量纲与地下水流速相同。

2.1.4 钻孔剖面测井法 Borehole-profile logging method

通过地下水水质传感器在全滤管钻孔内原位测试地下水水质剖面，用于调查场地地下水污染羽空间分布特征。

2.1.5 水文地质条件 Hydrogeological condition

地下水的分布、埋藏、补给、径流和排泄条件，水质和水量及其形成的地质条件等的总称。

2.1.6 潜在危险因素 Potential risk factor

生活垃圾填埋场地内会导致环境风险发生的客体以及相关的因果条件。

2.1.7 场地环境脆弱性 Environmental vulnerability of site

场地环境系统在特定时空尺度相对于外界干扰所具有的敏感反应和自我恢复能力，是自然属性和人类干扰行为共同作用的结果。。

2.1.8 环境敏感目标 Environmentally sensitive element

生活垃圾填埋场周围可能受污染物影响的居民区、学校、医院、饮用水源保护区以及重要公共场所等。

2.1.9 环境风险评价 Environmental risk assessment

结合场地各要素进行风险评估，对生活垃圾填埋场堆体滑坡造成液气泄露、渗沥

液渗漏污染地下水、填埋气扩散污染大气和填埋气体集聚导致人员中毒的危害程度和范围进行评价。

2.1.10 液气泄漏风险 Environmental risk of leachate and landfill gas leakage caused by landslides

垃圾填埋场内的堆体，受堆载、降雨、地震、改建扩容等因素影响，发生整体地或者局部地顺坡向下滑动，同时导致积存于填埋堆体内的渗沥液和填埋气泄露，造成环境污染、人员伤亡与经济损失的风险。

2.1.11 渗沥液渗漏污染地下水环境风险 Environmental risk of groundwater pollution caused by leachate leakage

渗沥液及其携带的宏量和痕量污染物在击穿填埋场防污屏障后，向地下环境迁移并造成地下水土中的相关评价指标，如 COD、氨氮和重金属离子等污染物的浓度值超出我国地下水质量标准值，造成地下水环境污染的风险。

2.1.12 填埋气体集聚人员中毒环境风险 Environmental risk of poisoning caused by landfill gas accumulation

填埋气逸出后在气压差和浓度差的作用下在大气中扩散，易在地形低凹处或填埋库区附近建（构）筑物内的有限空间等位置集聚，空气中的甲烷、氨气有毒有害物质浓度超过人体接触限值，导致劳动者在没有特定防护情况下发生急性中毒甚至死亡的风险。

2.1.13 臭气扩散扰民环境风险 Environmental risk of atmospheric pollution caused by landfill gas diffusion

填埋堆体释放出的恶臭气体通过覆盖层释放进入大气，扩散到周边的区域，恶臭气体虽然浓度很低但是其中包含有多种有毒有害物质使人产生不快感和厌恶感，对人民正常生活与健康造成不利影响的危险。

2.2 符号

2.2.1 风险评价

R_1 ——堆体滑坡造成液气泄露风险指数；

R_2 ——渗沥液渗漏扩散污染地下水风险指数；

R_3 ——填埋气体集聚导致人员中毒风险指数；

R_4 ——填埋场臭气扩散扰民风险指数；

W_1 ——堆体滑坡造成液气泄露风险权重系数；

W_2 ——渗沥液渗漏扩散污染地下水风险权重系数；

W_3 ——填埋气体集聚导致人员中毒风险权重系数；

W_4 ——填埋场臭气扩散扰民风险权重系数。

2.2.2 堆体滑坡造成液气泄露风险评价

R_1 ——堆体滑坡造成液气泄露风险指数；

F_{1Hi} ——堆体滑坡潜在危险因子评价指标；

F_{1Vi} ——堆体滑坡场地环境脆弱性因子评价指标；

F_{1Si} ——堆体滑坡环境敏感目标评价指标；

w_{1Hi} ——堆体滑坡潜在危险因子权重系数；

w_{1Vi} ——堆体滑坡场地环境脆弱性因子权重系数；

w_{1Si} ——堆体滑坡环境敏感目标权重系数。

2.2.3 渗沥液渗漏扩散污染地下水风险评价

R_2 ——渗沥液渗漏污染地下水风险指数；

F_{2Hi} ——渗沥液渗漏潜在危险因子评价指标；

F_{2Vi} ——渗沥液渗漏场地环境脆弱性因子评价指标；

F_{2Si} ——渗沥液渗漏环境敏感目标评价指标；

w_{2Hi} ——渗沥液渗漏潜在危险因子权重系数；

w_{2Vi} ——渗沥液渗漏场地环境脆弱性因子权重系数；

w_{2Si} ——渗沥液渗漏环境敏感目标权重系数。

2.2.4 填埋气体集聚导致人员中毒风险评价

X_i ——第 i 个单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒风险指数；

F_{3Hi} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒潜在危险因子评价指标；

F_{3Vi} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒场地环境脆弱性因子评价指标；

F_{3Si} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒环境敏感目标评价指标；

w_{3Hi} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒潜在危险因子权重系数；

w_{3Vi} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒场地环境脆弱性因子权重系数；

w_{3Si} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒环境敏感目标权重系数。

R_3 ——填埋气体集聚导致人员中毒风险指数；

X_i ——第 i 个单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒风险指数；

N ——填埋场有限作业空间数量。

2.2.5 臭气扩散扰民风险评价

R_4 ——臭气扩散扰民风险指数；

F_{4Hi} ——臭气扩散扰民风险潜在危险因素类的评价指标分值；

F_{4Vi} ——臭气扩散扰民风险场地环境脆弱性类的评价指标分值；

F_{4Si} ——臭气扩散扰民风险环境敏感目标类的评价指标分值；

w_{4Hi} ——臭气扩散扰民风险潜在危险因素类的权重系数；

w_{4Vi} ——臭气扩散扰民风险场地环境脆弱性类的权重系数；

w_{4Si} ——臭气扩散扰民风险环境敏感目标类的权重系数。

3 基本规定

3.0.1 实施生活垃圾填埋场现状调查，宜先行开展基本情况调查与风险识别，调查完成后编制基本情况调查报告。

3.0.2 当填埋场被识别存在以下任一类型风险时，应进一步开展专项调查，调查工作宜符合以下规定：

1 当存在堆体滑坡造成液气泄漏风险时，专项调查工作应包括垃圾堆体调查、渗沥液收集与导排设施调查、填埋气导排与利用设施调查、防洪与雨污分流设施、填埋场周边环境调查等；

2 当存在渗沥液渗漏扩散污染地下水风险时，专项调查工作应包括垃圾堆体调查、渗沥液收集与导排设施调查、防渗与地下水导排设施调查、垂直阻隔墙调查（如有）、渗沥液调节池调查、渗沥液处理厂调查、填埋场周边环境调查、水文地质调查等；

3 当存在填埋气体集聚导致人员中毒风险时，专项调查工作应包括垃圾堆体调查、填埋气导排与利用设施调查、渗沥液调节池调查和渗沥液处理厂调查等；

4 当存在臭气扩散扰民风险时，专项调查工作应包括垃圾堆体调查、填埋气导排与利用设施调查、大气环境调查等。

3.0.3 对生活垃圾填埋场实施扩建、封场治理或开采治理时，应根据治理方式开展专项调查，专项调查内容宜符合以下规定：

1 当实施扩建时，专项调查工作应符合《生活垃圾填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的有关规定，宜开展垃圾堆体调查、填埋场处理设施与设备调查、地下水环境调查、水文地质调查等；

2 当实施封场治理时，专项调查工作应符合《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220 的有关规定，宜开展垃圾堆体调查、填埋场处理设施与设备调查、填埋场周边环境调查、水文地质调查等；

3 当实施开采治理时，专项调查工作应符合《生活垃圾填埋场生态修复技术标准》CJJ/T xxx 的有关规定，宜开展垃圾堆体调查、渗沥液调节池调查、渗沥液处理厂调查、地下水环境调查、土壤环境调查、水文地质调查等；

3.0.4 当专项调查完成后，应对填埋场风险进行定量评价，提出风险管控的措施与建议，并编制专项调查与风险评价报告。

3.0.5 当生活垃圾填埋场开挖遗留场地或周边场地作为建设用地时，除应按本标准开展现状调查与风险评价外，还应根据生态环境部门的相关标准进行场地污染状况调查和人体健康风险评估。

3.0.6 开展生活垃圾填埋现状调查和风险评价，应遵从科学性、层次性和符合实

际的原则，并应符合下述规定：

1 应充分收集填埋场的建设和运行资料，基于实际情况制定符合项目的实际需求、重点突出、科学合理、由简单到复杂逐层递进的调查方案；

2 所开展的实物工作，如勘察布孔、取样、现场测试和室内测试须具有针对性和代表性；

3 填埋气现场测试需要充分排除环境空气带来的测试误差；

4 开展调查过程中，尤其是实施现场实物工作时，应做好安全管理，避免出现人员伤亡中毒事故；

5 开展调查过程中，应做好环境管理，避免产生液气二次污染。

4 基本情况调查与风险识别

4.1 一般规定

4.1.1 填埋场基本情况调查应包括资料收集、人员访谈、现场踏勘、抽样检测、风险识别。

4.1.2 当填埋场实施扩建和封场治理时，资料收集的内容应符合《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 与《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220 的有关规定。

4.1.3 当填埋场实施堆体开采治理时，资料收集的内容应符合《生活垃圾填埋场生态修复技术标准》CJJ/T xxx 的有关规定。

4.1.4 人员访谈应对已收集资料中的疑问和未查明信息进行核实和补充完善，重点获取填埋场历史发生的风险事件信息。

4.1.5 现场踏勘应根据已收集资料信息，重点调查填埋堆体的失稳迹象、填埋设施的外观完整情况、周边环境敏感点的类型与保护措施、识别已发生或可能发生风险事件的重点关注区域。

4.1.6 当通过资料收集、人员访谈和现场踏勘获得的环境监测和记录信息不足，难以进行填埋场风险识别时，应对地下水、地表水、大气质量进行抽样检测。

4.1.7 风险识别应对资料收集、人员访谈、现场踏勘、抽样检测等工作获取的信息进行分析，识别填埋场的主要风险类型、影响程度及变化趋势，判断是否需要实施场地专项调查。

4.1.8 填埋场基本情况调查完成后宜编制调查报告，报告编制大纲应按照本标准第 10 章的规定执行。

4.2 资料收集与人员访谈

4.2.1 卫生填埋场的资料收集应符合本标准条文 4.1.2 和 4.1.3 的规定，并应侧重以下内容：

1 区域规划资料；

2 填埋场原场地勘察报告、可行性研究报告和环境影响评价报告；

3 填埋场设计资料，包括场底地基处理、防渗与地下水导排设施、渗沥液导排及处理设施、填埋气导排与利用设施、防洪与雨污分流设施、垂直阻隔墙、挡坝、渗沥液调节池与处理厂等工程的设计图纸和说明；

4 填埋场施工资料，包括施工质量报告与竣工验收资料；

5 填埋场运行管理资料，包括填埋量、填埋分区、填埋物类型、填埋垃圾成分、填埋作业记录、渗沥液与填埋气收集和处理记录、填埋堆体稳定安全监测记录、风险事件及应急处理记录等；

6 填埋场环境监测资料；

7 当地气候、气象条件，包括多年平均降雨量、年最大降雨量、月最大降雨量；

8 山谷型填埋场的汇水面积、地表径流和地下补给量、多年一遇洪峰流量；

9 填埋场所在区域活动断层、强透水地层和抗震设防烈度；

10 周边集中式饮用水源地保护区、水源开采情况和环境保护要求。

4.2.2 非正规填埋场的资料收集应侧重以下内容：

1 填埋场区域的地形地貌图、区域地质构造图；

2 填埋场邻近区域其它建设工程的岩土工程勘察报告；

3 填埋场邻近区域其它建设工程的环境影响评价报告；

4 填埋场开始运行以来的地下水、地表水、土壤、空气的环境监测资料；

5 周边集中式饮用水水源地等环境敏感点资料；

6 填埋场所在区域土地利用规划资料。

4.2.3 人员访谈的方式宜采取当面交流、电话交流、发放调查表等。

4.2.4 访谈对象宜为填埋场地现状和历史的知情人，包括当地政府管理部门相关人员、填埋场工作人员、周边居民等。

4.2.5 除了对已有资料进行考证和补充外，人员访谈应侧重以下内容：

1 填埋场自运行以来的历史风险事件发生时间、类型、位置、影响范围、采取的治理措施与效果；

2 周边水源地保护区的水质要求、保护措施和历史污染事件；

3 周边出现臭气扩散扰民问题的居民区或**工业区位置**、发生时间与影响程度

4.2.6 根据资料收集和人员访谈的调查结果，宜按照附录 A 的表 A.0.1 填写填埋场基本信息，并作为附件编入基本情况调查报告。

4.3 现场踏勘与抽样检测

4.3.1 现场踏勘应主要包括以下内容：

1 填埋堆体边坡是否存在变形失稳迹象，包括局部隆起、张裂缝、涌水、喷气等；

2 防渗膜露头及锚固处是否破损；

3 地下水导排设施排出水量及水体颜色；

4 渗沥液收集与导排设施排出水量及水体颜色；；

5 填埋气导排与利用的气量、设施泄漏情况与附近气味；

6 覆盖设施的类型与结构外观完整程度；

7 填埋堆体表面、库区建（构）筑物内和附近易发生气体积聚的区域位置、气味；

8 填埋库区与周边区域已有竖井和监测井的数量、位置、深度和类型；

9 填埋场周边区域地表水水体类型、分布和污染迹象；

10 周边区域环境敏感点类型、保护措施及其效果；

11 填埋场周边区域其它污染源的历史情况与现状。

4.3.2 抽样检测前应核查已有环境监测资料，判断污染物分布范围，确定抽样对象，制定抽样检测方案。

4.3.3 当通过资料收集、人员访谈、现场踏勘发现以下一种或多种情况时，应进行地下水的抽样检测：

1 地下水环境监测和记录资料不符合《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 和《生活垃圾卫生填埋场运行维护技术规程》CJJ 93 的相关规定；

2 有迹象表明发生渗沥液渗漏，如填埋场已有地下水监测井日常监测出现连续两次且单次两个及以上监测指标超标，或地下水排放口监测指标超标；

3 渗沥液收集、防渗与地下水导排设施出现破损或失效，或设计不符合现行规范要求。

4.3.4 当通过资料收集、人员访谈、现场踏勘发现以下一种或多种情况时，应进行地表水和土壤的抽样检测：

1 地表水环境监测和记录资料不符合《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 和《生活垃圾卫生填埋场运行维护技术规程》CJJ 93 的相关规定；

2 填埋库区及下游 1 km 内的地表水体受到渗沥液泄漏污染迹象时，如地表水排放口监测指标超标、或堆体滑坡导致渗沥液泄漏进入附近地表水体。

4.3.5 当通过资料收集、人员访谈、现场踏勘发现以下一种或多种情况时，应进行大气和填埋气的抽样检测：

1 大气与填埋气环境监测和记录资料不符合《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 和《生活垃圾卫生填埋场运行维护技术规程》CJJ 93 的相关规定；

2 存在臭气扩散扰民问题；

3 填埋气导排与利用设施出现明显破损或失效，或设计不符合现行规范要求。

4.3.6 地下水、地表水、大气的抽样检测应按照本标准第 7.2 节规定执行。

4.4 风险识别

4.4.1 生活垃圾填埋场风险类型应划分为失稳滑坡造成安全与液气泄漏风险、渗沥液渗漏扩散污染地下水风险、填埋气体集聚导致人员中毒风险、臭气扩散扰民风险四类。

4.4.2 根据资料收集、人员访谈、现场踏勘与抽样检测的结果，应按照附录 A 表 A.0.2 的规定填写填埋场风险识别清单，当满足一项或多项判定条件时，填埋场风险类型应识别为该项判定条件对应的风险。

5 垃圾堆体调查

5.1 一般规定

5.1.1 当填埋场实施扩建或封场治理时，垃圾堆体的调查应符合《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 与《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220 的有关规定，应包括下列调查内容：

- 1 垃圾堆体表面地形、厚度及体积；
- 2 填埋垃圾分层、降解稳定化程度、物理力学指标等；
- 3 渗沥液的液位、积存量、水质；
- 4 填埋气气压、产量及成分；
- 5 垃圾堆体的稳定性；
- 6 垃圾堆体的沉降；
- 7 扩建或封场治理工程需要的其他信息。

5.1.2 当填埋场实施堆体开采治理时，垃圾堆体调查应符合《生活垃圾填埋场生态修复技术标准》CJJ/T xxx 的有关规定，应包括下列调查内容：

- 1 垃圾堆体表面地形、厚度及体积；
- 2 填埋垃圾成分及理化性质、非生活垃圾填埋物分布及体量等；
- 3 渗沥液的液位、积存量、水质；
- 4 填埋气中甲烷、臭气等组分的含量；
- 5 垃圾堆体开挖边坡的稳定性；
- 6 堆体开采治理工程需要的其他信息。

5.1.3 垃圾堆体表面地形应通过现场测绘等方法进行调查。

5.1.4 垃圾堆体的厚度和分层，非生活垃圾填埋物分布及体量，渗沥液的液位和积存量，填埋气成分和气压应通过现场勘察等方法进行调查。

5.1.5 填埋垃圾的成分和理化特性、渗沥液水质等应通过取样测试等方法进行调查。

5.1.6 垃圾堆体的体积、垃圾堆体稳定性、开挖边坡稳定性、垃圾堆体沉降、填

埋气产量等应根据现场测绘与勘察、取样测试的结果，开展进一步的分析进行查明。

5.1.7 基本情况调查中已查明的条文 5.1.1 和条文 5.1.2 规定的内容不应在垃圾堆体调查工作中重复进行。

5.2 现场测绘与勘察

5.2.1 垃圾堆体表面地形的工程地质测绘比例尺不宜小于 1:1000，条件允许时宜采用无人机进行地形测绘。

5.2.2 当填埋场缺少场底地形图或运行管理资料时，在进行钻孔勘探前宜采用高密度电阻率法探测垃圾堆体边界。

5.2.3 垃圾堆体的勘察除应符合本规范的规定外，还应符合《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定。

5.2.4 垃圾堆体勘察中的勘探孔布置应符合以下规定：

- 1 当需要评估垃圾堆体的稳定性时，勘探线应以垂直边坡走向或平行主滑方向布置为主，每个边坡的勘探线不宜少于 3 条，每条勘探线不宜少于 2 个勘探孔；
- 2 当需要评估垃圾堆体的垃圾存量与沉降时，勘探孔应以网格布置为主；
- 3 勘探孔与勘探线的间距应根据垃圾堆体不同区域的填埋物层序复杂程度确定，宜不大于表 5.2.4 规定的限值。
- 4 当缺少填埋场场底地形图与运行管理资料时，宜根据高密度电阻率法探测结果与表 5.2.4 的规定布置勘探孔。
- 5 局部地形起伏大或填埋龄期跨度较大的区域应加密布设勘探点。

表 5.2.4 垃圾堆体调查中的勘探线和勘探点间距

垃圾堆体层序复杂程度等级	勘探线间距	勘探点间距
复杂	30m	15m~30m
中等复杂	60m	30m~60m
简单	不少于 3 条	不少于 6 个

- 注： 1 简单填层序：填埋物为单一种类的固体废弃物且成分相近，填埋过程中未采用低渗透性的中间覆土；
- 2 复杂垃圾层序：填埋物类型较多，除生活垃圾以外还填有污泥、建筑垃圾、焚烧炉渣与飞灰等固体废弃物，或填埋过程大量采用低渗透性的中间覆土；
- 3 中等复杂垃圾层序：除 1 和 2 以外的情况；

4 局部地形起伏大的区域勘探孔间距宜取较小值。

5.2.5 垃圾堆体调查的勘探孔深度应符合以下规定：

1 当填埋场需要实施封场治理时，对于场底有水平衬垫的垃圾堆体，勘探孔底部距离水平衬垫系统应不小于 5m；

2 当填埋场需要实施堆体开采治理时，勘探孔深度应不小于垃圾堆体的设计开挖深度；

3 当需要调查渗沥液渗漏扩散污染场底地下水土的情况时，该项调查宜与垃圾堆体调查结合实施，勘探孔深度应穿透垃圾堆体，直到目标地层。

5.2.6 勘探孔的施工应符合以下规定：

1 勘探孔直径宜不小于 100 mm，取填埋物试样直径宜不小于 90 mm；

2 对于含有建筑垃圾、焚烧炉渣和飞灰的垃圾堆体，宜采用钻探和重型动力触探相结合的方法；

3 当勘探孔深度穿透垃圾堆体、或勘探孔深度范围内存在焚烧炉渣和飞灰时，钻孔资料采集完毕后应进行封孔；

4 勘探时应采取措施避免发生爆炸或火灾事故。

5.2.7 填埋垃圾的取样应符合以下规定：

1 钻孔取样间距宜为 2 m~4 m，垃圾层序复杂时应取低值，当遇填埋物类型变化时应增加取样；

2 同一填埋垃圾层位的样品总质量宜不小于检测和分析需用量的 1.5 倍。

5.2.8 渗沥液液位的现场勘察应包括以下内容：

1 查明垃圾堆体中含水层和相对隔水层的埋藏条件，包括渗沥液主液位、渗沥液滞液位、流向及变化幅度；

2 当堆体内存在多层渗沥液液位时，宜在勘探孔打设过程中分层测量滞液位，并查明互相之间的补给关系。

5.2.9 渗沥液液位测试孔宜采用已打设的勘探孔进行改造，每 2000 m² 内宜不少于 1 个测试孔。

5.2.10 渗沥液取样应符合以下规定：

1 用采样设备提取渗沥液，应弃去前 3 次~5 次样品，有条件的宜采用便携式水指标测量仪测试渗沥液 pH 值、电导率、温度、色度、浊度等指标，当其达

到稳定状态后采样；

2 当堆体内存在多层渗沥液液位时，应进行分层采样；

3 每组渗沥液样品宜不少于 500 ml；

5.2.11 垃圾堆体内填埋气成分调查应符合以下规定：

1 垃圾堆体内的填埋气成分宜通过勘探孔或渗沥液液位测试孔进行采样测试或采用便携式设备原位检测，每 2500 m² 内宜布设不少于一个测试点；

2 测试指标宜包括甲烷、二氧化碳、一氧化碳、氨气、氧气、硫化氢等。

5.2.12 垃圾堆体内气压调查应符合下列规定：

1 宜将位于填埋龄期不超过 2 年垃圾层中的勘探孔改造为垃圾堆体内气压测试孔；

2 气压测试孔的井管宜采用 HDPE 管，宜在底部以上 2m 范围内开孔，井底安装孔压计，井头安装气压表。

5.3 室内测试与分析

5.3.1 填埋垃圾样品的室内测试应符合以下规定：

1 当需要分析填埋垃圾体积与存量时，测试指标宜包括密度、比重、质量含水率等；

2 当需要分析填埋垃圾降解稳定化程度，测试指标宜包括有机质含量、纤维素和木质素含量等；

3 当需要分析垃圾堆体边坡稳定时，测试指标宜包括抗剪强度；

4 当需要分析垃圾堆体沉降时，测试指标宜包括压缩性；

5 当填埋场需要实施堆体开采治理时，测试指标宜包括填埋垃圾成分、焚烧热值等。

6 测试方法应按照《生活垃圾土工试验技术规程》CJJ/T 204 与《生活垃圾填埋场降解治理的监测与检测》GB/T 23857 的有关规定。

5.3.2 渗沥液样品的测试指标与方法应按照《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 的有关规定，当需要查明渗沥液渗漏污染地下水土的最大扩散距离和深度时，宜补充测试氯离子浓度。

5.3.3 根据垃圾堆体调查的结果，室内计算分析应符合以下规定：

1 根据表面地形与场底地形等信息，填埋垃圾的体积与存量分析宜采用不规

则三角网法等方法；

2 垃圾堆体降解稳定化程度分析应按照本规范附录 B 的有关规定；

3 填埋气产量分析应符合《生活垃圾填埋场填埋气体收集处理及利用工程技术规范》CJJ 133 和《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的有关规定；

4 垃圾堆体与开挖边坡的稳定性分析应符合《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的有关规定；

5 垃圾堆体的沉降分析应符合《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的有关规定；

6 填埋场处理设施与设备调查

6.1 一般规定

6.1.1 渗沥液收集与导排设施调查应包含竖井、水平导排盲沟、渗沥液提升池或集液池、导排管道等设施的运行情况调查和安全隐患调查。

6.1.2 调节池调查应包含调节池的运行工艺情况调查和防渗性能情况调查。

6.1.3 渗沥液处理厂调查应包含渗沥液处理厂的工艺及运行情况调查和厂内池体防渗性能情况调查。

6.1.4 填埋气导排与利用设施调查应包含填埋气收集井、填埋气集输气主管和支管、填埋气利用设施的运行现状和安全隐患调查。

6.1.5 防参与地下水导排设施调查应包含场底水平衬垫、地下水导排管的运行现状和安全隐患调查以及地下水水质现状调查。

6.1.6 防洪与雨污分流设施调查应包含填埋库区汇水区面积调查以及截洪沟、填埋堆体表面覆盖用土工膜的运行现状调查。

6.1.7 垂直阻隔墙调查应包含垂直阻隔墙的运行现状调查。

6.2 渗沥液收集与导排设施

6.2.1 渗沥液收集与导排设施调查应查明以下内容：

1 竖井、水平导排盲沟与管道的渗沥液收集量；

2 水平导排盲沟、渗沥液提升池或集液池、渗沥液导排管道的导排能力、堵塞和破损情况。

6.2.2 宜采用现场踏勘和安装水表等方法对各个竖井、水平导排盲沟和管道的渗沥液收集量进行测试，评估导排能力。

6.2.3 对于渗沥液收集量较小的竖井、水平导排盲沟和管道，宜通过管道闭路电视内窥摄像技术调查堵塞与破损情况。

6.2.4 对于埋地部分的渗沥液收集与导排设施渗漏情况调查宜采用示踪剂检测法或管线周边钻孔取样检测分析法。

6.2.5 应调查渗沥液收集与导排设施分布沿线（如渗沥液提升池或集液池）有限空间内的有害气体积聚情况。

6.3 渗沥液调节池

6.3.1 调节池有效调蓄能力的调查，应包含下列内容：

- 1 调节池全年进出水量。
- 2 调节池雨季积水、旱季排水情况。

6.3.2 调节池的防渗性能调查应包含底膜渗漏情况调查和膜盖密闭性调查，应符合下列规定：

- 1 底膜渗漏情况调查可采用示踪剂检测法或池周边钻孔取样检测分析法。
- 2 膜盖密闭性调查可采用人工目视检查或甲烷排放热点探测法。
- 3 膜盖下填埋气体集聚和导排情况调查可采用原位快速检测的方法。

6.3.3 调节池积淤情况调查，宜按下列要求开展：

- 1 应收集调节池前期设计、建设和运行资料。
- 2 调节池内各区域分布污泥的顶面高程可采用不锈钢管触探法进行人工测量。
- 3 调节池内不同区域不同埋深的污泥可采用不锈钢圆锥形专用取样器取样。
- 4 应对调节池内污泥样品开展测试，测试指标宜包含含水率、有机质含量、基本力学特性等。

6.3.4 调节池调查过程中工作人员应严格遵守安全操作条例，并采取防爆燃与防人员中毒措施。

6.3.5 应调查调节池及邻近建构筑物有限空间内的有害气体积聚情况。

6.4 渗沥液处理厂

6.4.1 对渗沥液处理厂开展调查，须调查和掌握处理工艺、进出水量、进出水水质指标、各工艺段污染物去除率和出水指标等，根据调查结果提出运维优化建议或必要的技改建议。

6.4.2 渗沥液处理厂内池体渗漏情况调查，应符合下列规定：

- 1 地表以上部分的池体渗漏情况调查可采用人工目视检查，埋地部分的池体渗漏情况调查可采用示踪剂检测法或池周边钻孔取样检测分析法。
- 2 应定期监测加固后池体的渗漏情况变化。

6.4.3 应调查渗沥液处理厂内有限空间内的有害气体积聚情况。

6.5 填埋气导排与利用设施

6.5.1 填埋气导排与利用设施调查应查明以下内容：

- 1 填埋气收集竖井的填埋气抽排量；
- 2 集输气主管和支管道的导排能力和泄露情况；
- 3 填埋气利用方式与发电量；
- 4 集输气管道与填埋气利用设施附近的大气成分。

6.5.2 填埋气收集竖井、集输气主管与支管内的气体压力、流量、成分等指标宜通过原位快速检测的方法进行调查，评估填埋气收集量以及竖井、管道的集气能力和泄露情况。

6.5.3 填埋气利用设施类型和发电量的现状宜通过对现场工作人员访谈和现场踏勘的方式进行调查，并按照《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的规定评估填埋气收集率。

6.5.4 宜沿集输气管道，对竖井井口、管道附件、阀门、利用设施附近的空气成分采用便携式设备进行测试，评估是否存在填埋气体集聚导致人员中毒与爆燃风险。

6.6 防渗与地下水导排设施

6.6.1 防渗与地下水导排设施调查应查明以下内容：

- 1 场底水平衬垫的渗漏破损情况；
- 2 地下水导排量与水质；
- 3 地下水导排管道的淤堵和破损情况。

6.6.2 当填埋垃圾厚度不超过 3 m 时，宜采用《生活垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损探测技术规程》CJJ/T 214 中推荐的高密度电阻率法，圈定场底水平衬垫发生破损渗漏的范围。

6.6.3 宜按照《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 规定的调查方法查明地下水导排量以及地下水导排管道的淤堵和破损情况。

6.6.4 应在地下水导排管道出口处采水样，检测指标和方法应按照《生活垃圾卫

生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 中表 6 的规定执行。

6.7 防洪与雨污分流设施

6.7.1 防洪与雨污分流设施调查应查明以下内容：

- 1 填埋库区汇水区面积与截洪沟淤堵情况；
- 2 填埋堆体表面覆盖用土工膜的破损情况。

6.7.2 宜通过现场踏勘与无人机航测等方法查明填埋库区汇水区面积、截洪沟淤堵情况等，并应按照《防洪标准》GB50201、《城市防洪工程设计规范》CJJ 50 的规定对洪水流量和防洪系统能力进行校核验算。

6.7.3 宜按照《生活垃圾卫生填埋场防渗土工膜渗漏破损探测技术规程》CJJ/T 214 的规定选用合适的探测方法对覆盖土工膜的破损情况进行调查。

6.8 垂直阻隔墙

6.8.1 当填埋库区建有垂直阻隔墙时，应查明垂直阻隔墙的阻隔效果。

6.8.2 垂直阻隔墙的阻隔效果检测应符合以下规定：

- 1 地下水采样井应设置在垂直阻隔墙的库区外侧 3 m 内；
- 2 地下水水质检测指标和方法宜符合《地下水质量标准》GB/T 14848 的有关规定。

7 填埋场周边环境调查

7.1 一般规定

7.1.1 对拟实施封场或生态治理的填埋场的周边环境调查应根据基本情况调查阶段的问题识别与分析结果，查明以下内容，并应符合现行《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB51220等相关国家行业标准。

1 大气环境调查应查明填埋场周边大气环境质量现状，其与填埋气体排放之间的相关性，以及相关管理部门、委托单位明确关注的大气污染防治有关的信息；

2 地下水环境调查应查明填埋场及周边地下水环境质量现状、地下水污染羽的空间分布与扩散趋势，其与填埋场渗沥液污染源的关系，以及相关管理部门、委托单位明确关注的地下水污染防治有关的信息；

3 地表水环境调查应查明填埋场及周边区域中地表水体的环境质量现状与潜在污染源；

4 土壤环境调查应查明填埋场周边土壤环境质量现状及其与地表水和地下水污染之间的相关性。

7.1.2 对规划再利用的填埋场周边场地或填埋场开挖遗留场地的周边环境调查，宜根据场地的土地利用规划情况，按照相应现行《建设用地土壤污染状况调查技术导则》HJ 25.1、《建设用地土壤风险管控和修复监测技术导则》HJ 25.2等相关国家行业标准的有关规定开展场地调查。

7.1.3 对于已有周边环境专项调查或监测资料、或已有监测设施的填埋场，应充分利用相关资料和设施，缩减调查内容与工程成本，避免重复工作。

7.1.4 对周边环境调查结果显示存在地下水、大气、地表水或土壤环境污染风险的填埋场地，应根据场地土地规划情况，开展人体健康风险评估，确定风险接受水平。

7.2 地下水环境调查

7.2.1 地下水环境调查范围的划定宜按照以下规定：

1 宜考虑填埋场地水文地质条件的差异性，不同水文地质类型的填埋场的调查范围界限宜按表 7.3.1 确定，必要时可适当外延。

表 7.3.1 生活垃圾填埋场水文地质条件分类与地下水环境调查范围界限建议值

填埋场水文地质分类		地下水环境调查范围界限		
场地地形	地下径流类型	下游距库区 边界的最大 距离	两侧距库区 边界的最大 距离	上游距库区 边界的最大 距离
平原型 ($R_{r/d}=0$)	强径流型 ($K \times I \geq 2 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)	2000m	50m	50m
	弱径流型 ($5 \times 10^{-8} \text{cm/s} \leq K \times I < 2 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)	150m	150m	50m
	准滞流型 ($K \times I < 5 \times 10^{-8} \text{cm/s}$)	50m	50m	50m
阶地型 ($0 < R_{r/d} \leq 2$)	强径流型 ($K \times I \geq 5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)	1500m	50m	50m
	弱径流型 ($K \times I < 5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)	500m	500m	50m
山谷型 ($2 < R_{r/d}$)	强径流型 ($K \times I \geq 5 \times 10^{-4} \text{cm/s}$)	1500m	50m	50m
	弱径流型 ($K \times I < 5 \times 10^{-4} \text{cm/s}$)	300m	300m	50m

注： $R_{r/d}$ 为填埋堆体地表水汇水边界长度与其它边界长度之比值，这里的其它边界长度为填埋堆体的“排泄边界”与“水动力平衡边界”的长度之和； $K \times I$ 为填埋场地下径流类型，其中 K 为填埋堆体接触到的岩土层中单层厚度超过 1m 的层位渗透系数测试值的最大值， I 为填埋场上游背景地下水水力坡度。

2 对基本情况调查建议开展局部地下水环境专项调查的场地，宜采纳基本情况调查结果所建议的局部调查范围。

7.2.2 填埋场周边地下水环境调查点布设宜符合以下规定。

1 调查点的布设以填埋场红线范围内为主，重点关注垃圾堆体边界外侧邻区、渗沥液调节池、渗沥液处理设施、已知的透水地质构造等渗漏扩散风险较高的区域以及周边主要敏感点；

2 调查点的平面布设宜对渗漏扩散高风险区域选用表 7.3.2 中布点方法实施，渗漏扩散高风险区域的总体布点密度原则上不小于 1600 m^2 一个调查点；

表 7.3.2 填埋场周边调查点布设方法及适用条件

布点方法	适用条件
专业判断布点法	适用于潜在污染明确的场地
分区布点法	适用于污染分布不均匀，并获得污染分布情况的场地
系统布点法	适用于各类场地情况，特别是污染分布不明确或污染分布范围大的情况

3 平原型填埋场地下水调查点在水平方向上的布设应包含至少 1 个背景地下水调查点、不少于 4 个地下水污染扩散调查点、至少 1 个填埋区地下水导排调查点、以及至少一个调节池渗沥液调查点，在此基础上，填埋堆体四周至少分别布设 1 个地下水环境调查点；

4 阶地型与山谷型填埋场地下水调查点在水平方向上的布设应包含至少 1 个背景地下水调查点、不少于 5 个地下水污染扩散调查点、至少 1 个填埋区地下水导排调查点、以及至少一个调节池渗沥液调查点，填埋堆体下游至少布设 3 个地下水环境调查点，且该 3 个调查点间距宜不小于 30m，在此基础上，填埋堆体周边其他三方向至少布设 1 个地下水环境调查点，填埋堆体周边的山鞍部位宜布设地下水环境调查点；

5 调查点在竖向上重点布设在填埋堆体底部潜水含水层以及与之有水力联系的含水层中，兼顾堆体下伏潜水含水层顶以上填埋堆体所覆盖的两侧边坡中的所有含水层；

6 地下水环境调查宜充分利用已有的地下水井孔、地表泉点等既有地下水出露点；

7 若填埋场建成区面积较大、位于地下水水源补给区、或水文地质条件较复杂，宜可根据场地自然环境、地形特点、水文地质特征、污水渗漏规模、地下管线分布等因素适当调整调查点位置或调查深度，增加调查点数量。

7.2.3 地下水环境调查主要通过建设地下水监测井实现，地下水监测井的建设应符合以下规定：

1 调查区渗漏扩散高风险区的地下水环境调查点宜布设可用于分层取样的控制性地下水监测井；

2 控制性地下水监测井建设技术要求参照现行《地下水环境监测技术规范》HJ 164 有关规定；

3 其它地下水监测井可采用全滤管地下水监测井。

7.2.4 可采用钻孔剖面测井法原位调查技术，辅助地下水环境调查。

7.2.5 各地下水环境调查点地下水调查采样或原位测试不宜少于 3 次，有条件的地区地下水可在枯水期、平水期、丰水期对相同调查含水层位分别调查采样或原位测试。

7.2.6 地下水水质检测指标应符合以下规定：

1 基本情况调查阶段问题识别与分析结果显示生活垃圾渗沥液常见污染指标高锰酸钾指数、氨氮、溶解性总固体指标均未超过Ⅲ类地下水限值时，检测指

标包括 pH 值、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、氟、镉、铁、锰、铜、锌、粪大肠菌群；

2 基本情况调查阶段问题识别与分析结果显示生活垃圾渗沥液常见污染指标高锰酸钾指数、氨氮、溶解性总固体指标有超过Ⅲ类地下水限值时，检测指标应补充包括阴离子表面活性剂、六六六、滴滴涕、p,p'-DDT、六氯苯、三氯甲烷、二氯一溴甲烷、三溴甲烷、四氯化碳、氯乙烯、氯苯、苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、苯并（a）芘、总大肠菌群；

3 当混填有其他工业垃圾、污泥等填埋物，可根据有关行业标准针对性地增加地下水水质检测指标；

4 其他有需要的场地，可增测全氟化合物、抗生素等新污染物。

7.2.7 地下水水质评价应如下实施：

1 根据《地下水质量标准》GB/T 14848 的有关规定，评估地下水环境质量等级，分析填埋堆体对周边区域地下水的环境质量的影响现状；

2 采用污染指数法对地下水指标进行污染评价。

7.2.8 地下水环境调查完成后可根据相关管理部门或委托单位需要，编制填埋场地下水环境调查专题报告，报告编制大纲宜按照本标准第 10 章附录 D 执行。

7.3 大气环境调查

7.3.1 大气环境调查应包括无组织排放、固定污染源排放的大气污染物和恶臭敏感点的环境空气污染物。

7.3.2 大气污染监测采样点的布设应符合下列规定：

1 固定污染源的采样点宜布设在填埋场中输气主管道、引风设施、火炬、发电机组等排气口。固定污染源采用点布设、采样频率和采样方法应符合现行国家标准《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》GB/T 16157 的规定。

2 无组织气体释放源宜包括作业面区域、临时覆盖区域和终场覆盖区域。无组织污染源采样点的布设以及采样频率和采样方法应符合《大气污染物无组织排放监测技术导则》HJ/T 55 的规定。

3 恶臭敏感点应分布在填埋场厂界及周边人群聚集区，宜包括生活垃圾填埋场周围可能受污染物影响的住宅、学校、医院、行政办公区、商业区以及公共场

所等。恶臭敏感点的布设、采样频率和采样方法应符合《恶臭污染环境监测技术规范》HJ 905 的要求。

7.3.3 填埋库区表面的无组织污染物释放通量宜采用静态箱法测试，并应符合下列规定：

1 应设置不少于 6 个监测点。

2 当区域面积大于 5000m² 时，监测点数量宜根据下列公式确定：

$$n = \frac{16z}{5000} \quad (7.5.3)$$

式中：z——区域面积，m²；

n——监测点数量。

7.3.4 检测项目应包括甲烷、总悬浮颗粒物、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、氨、氮氧化物和二氧化硫等，并应符合现行国家标准《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 有关规定。

7.3.5 应监测并记录风速、风向、气压、气温、相对湿度等气象指标。

7.3.6 应根据现行国家标准《环境空气质量标准》GB 3095、《恶臭污染物排放标准》GB 14554 和《环境影响评价技术导则—大气环境》HJ 2.2 的有关规定，分析填埋场对周边区域大气环境的影响程度，并评价臭气等污染物扩散范围。

7.4 地表水环境调查

7.4.1 地表水环境调查点的布置宜符合以下规定：

- 1 宜布设在填埋场场界的地表水排放口；
- 2 宜布设在距填埋库区边界下游 1 km 范围内的湖、河、池塘、常年有水的水坑等区域；
- 3 对基本情况调查建议开展局部地表水环境专项调查的场地，宜采纳基本情况调查结果所建议的局部调查范围；
- 4 必要时调查点布设范围可适当外延。

7.4.2 地表水水质的检测采样至少 1 次，有条件的地区地表水取样可在枯水期、丰水期和平水期分别进行采样。

7.4.3 地表水水质检测项目原则上应参照地下水测试项目，且以 pH 值、色度、化学需氧量、五日生化需氧量、总氮、氨氮、总磷和氯化物为主。

7.4.4 地表水水质检测分析方法应符合现行国家标准《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 的有关规定。

7.4.5 应根据现行国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838 的有关规定，评估地表水环境质量等级，分析填埋堆体对周边区域地表水环境质量影响。

7.4.6 地表水环境调查完成后可根据相关管理部门或委托单位需要，编制填埋场地表水环境调查专题报告，报告编制大纲宜按照本标准第 10 章附录 E 执行。

7.5 土壤环境调查

7.5.1 填埋场周边土壤环境调查范围的划定宜按照以下规定：

- 1 宜与填埋场周边水体环境调查总范围一致；
- 2 对基本情况调查建议开展局部土壤环境专项调查的场地，宜采纳基本情况调查结果所建议的局部调查范围。

7.5.2 填埋场周边土壤调查点布设应能够查明填埋场周边调查评价范围内土壤的环境质量现状，并便于与地表水及地下水质量空间分布特征关联分析，宜符合以下规定：

- 1 土壤环境调查的重点关注区为基本情况调查判定具有地下水、地表水或土

壤环境污染问题的区块,这些区块的调查点在水平方向上的布设宜与地下水的调查点位方案一致,对没有土层或土壤调查点位,可取以该点位为圆心、面积为 1600m² 的圆形范围内的典型土层点位替代;

2 其他调查区块内的土壤环境调查点水平方向上的布设宜在土性、色泽特征一致的区块至少布设一个调查点,且宜充分共用地下水、地表水的调查点。

3 宜根据场地基本情况调查结果确定场地土壤的采样深度,最大深度应直至未受污染的土层深度或岩层上伏的污染土层底部为止;

4 表层土壤环境调查点竖向上布设在埋深 0.2 m-0.5 m 区间内;

5 重点关注区内下层土壤环境调查在所布设的勘探钻孔点位实施,埋深 0.5 m~6 m 土壤层内的采样间隔宜不超过 2 m,不同性质土层至少分别采集 1 个土壤样品。同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时,根据实际情况在该层位增加采样点。

7.5.3 填埋场土壤环境质量检测指标应符合以下规定:

1 应包括地下水测试指标中具有土壤污染物分析测试方法的指标;

2 宜包括有机质、氨氮、氯化物、硝酸盐、重金属以及挥发性有机物等污染物,挥发性有机物具体以苯系物,氯代烃、双酚 A 和邻苯二甲酸酯类为主;

3 对有特殊功能要求或土地利用规划的填埋场,土壤环境调查监测指标还应符合区域环境功能区划相关标准的有关规定。

7.5.4 采用污染指数法对填埋场地土壤超标指标进行污染评价。

7.6.5 土壤环境调查完成后可根据相关管理部门或委托单位需要,编制填埋场地土壤环境调查专题报告,报告编制大纲宜按照本标准第 10 章附录 F 执行。

8 水文地质调查

8.1 一般规定

8.1.1 填埋场水文地质调查包括水文地质资料收集、非正规垃圾填埋场水文地质补充勘察与卫生填埋场水文地质补充勘察,应达到《岩土工程勘察规范》GB50021中地下水勘察的有关规定。

8.1.2 水文地质调查应查明填埋场地水文地质条件及其对渗沥液污染物扩散的影响,具体应包括:

- 1 场地岩土层、地质构造及地形地貌特征
- 2 地下水的类型和赋存状态;
- 3 填埋堆体的下伏主要含水层与隔水层的埋藏条件、含水层的渗透性和富水性;
- 4 地下水稳定水位(水压)、流向及流速;
- 5 大气降水量、蒸发量、地表径流量、地下水的补给排泄条件及其变化对地下径流量和地下水位的影响;
- 6 大气降水、填埋堆体渗沥液、地表水、地下水之间的补径排关系及其变化对渗沥液渗漏与扩散的影响。

8.1.3 水文地质资料收集对象宜包括以下列表;若已有水文地质调查资料可满足本标准规定的 8.1.2 规定的分析评估需求,可直接在这些资料基础上开展分析评估:

- 1 地形、地貌信息及相关图件;
- 2 水文地质相关勘察资料;
- 3 当地降水量、蒸发量相关历史监测记录信息;
- 4 地表水系分布、河流与溪流的流量及其动态变化规律;
- 5 泉点、民井等地下水出露点的相关历史监测记录信息。

8.1.4 水文地质调查过程中,应充分利用既有地下水出露点,如监测井、泉点,避免重复工程施工。

8.1.5 对于存在明确水文地质专项调查需求的填埋场地,可按照本标准规定的水文地质重点勘察区的有关规定开展专项水文地质调查。

8.3 非正规垃圾填埋场水文地质补充勘察

8.2.1 非正规垃圾填埋场水文地质勘察范围宜包含填埋堆体底部无水平防渗系统区块与填埋库区周边环境,其中填埋库区周边环境宜与填埋场周边地下水环境调查范围一致,必要时可适当外延,原则上不超过填埋场所处的水文地质单元边界。

8.2.2 非正规垃圾填埋场水文地质勘察点的布置宜符合以下规定:

1 填埋库区内,勘察点总体平均间距 50 m~100 m,对下伏岩土层中可能存在地下水优势通道分布区、石灰岩分布区、复杂地质构造区等堆体渗沥液渗漏扩散高风险区,勘察点布点密度可适当加密;

2 填埋库区周边,重点勘察区为基本情况调查揭示的地下水优势通道分布区、石灰岩分布区、复杂地质构造区、堆体边界外侧邻区等对勘察区的环境质量潜在影响高的区域,重点勘察区中勘探点的总体布点密度原则上每 1600 m² 不少于一个勘察点;

3 填埋库区周边除重点勘察区之外的其它区域,勘察点总体平均间距 50 m~100 m,勘察点布置密度宜自重点勘察区向勘察范围边界趋于减小;

4 水文地质勘察点包含勘察区及周边的井孔、泉点等既有地下水出露点;

5 水文地质勘察点的布置与填埋库区调查点,地下水、下层土壤环境质量调查点的布置宜充分资源共用。

8.2.3 水文地质勘察主要通过水文地质勘探孔钻探与观测开展工作,水文地质勘探孔的建设宜符合以下规定:

1 涉及多层含水层的勘察区,宜在填埋堆体四周边界外针对每一层含水层均布设有水文地质勘探孔,重点针对堆体下伏潜水含水层以及与之有水力联系的含水层中布孔勘探,并开展水文地质试验;

2 勘察范围内各不同岩土层内、主要断层破碎带中均至少布设 1 个水文地质勘探孔;

3 平原弱径流型与平原准滞流型填埋场地宜在堆体四周邻区分别布设至少 3 个水文地质勘探孔,其他水文地质类型填埋场宜在堆体上游与下游分别布设至少 3 个水文地质勘探孔,用于测试分析堆体周边主要含水层中地下水流向、流速及水力坡度。

4 填埋堆体内的水文地质勘察孔宜与填埋库区勘察孔充分资源共用,且在钻孔施工及后期帷幕过程中,应防止堆体渗沥液通过水文地质勘察孔长时间段大量

地向下伏岩土层中渗漏。

8.2.4 可采用高密度电阻率法、瞬变电磁法、微动勘探法等地球物理勘探技术以及化学示踪试验辅助勘察渗沥液渗漏现状、地下水优势补给排泄通道分布现状、不同透水性岩土层空间分布等。

8.2.5 水文地质参数宜按照表 8.2.5 规定的方法测试。

表 8.2.5 水文地质参数测定方法

参数	测定方法
地下水水位（水压或水头）	钻孔、探井或测压管观测
地下水流向	几何法、地下水流向仪观测
地下水流速	指示剂法、充电法、地下水流速仪观测
渗透系数、导水系数	抽水试验、注水试验、压水试验、室内渗透试验
给水度、释水系数	单孔抽水试验、非稳定流抽水试验、地下水位长期观测、室内试验
越流系数、越流因数	多孔抽水试验
单位吸水率	注水试验、压水试验

8.2.6 宜结合水文地质勘察所获参数，对勘察区开展地下水水量平衡分析，按表 7.3.1 校核填埋场地水文地质类型，评估垃圾渗沥液渗漏后的运移扩散风险。

8.3 卫生填埋场水文地质补充勘察

8.3.1 卫生填埋场水文地质补充勘察着重查明因填埋场建设运营导致场地水文地质条件的变化、前期勘察未能查明或存疑的水文地质条件，具体有：

- 1 填埋库区外围中-上游因填埋堆体的堆填而导致的地下水位壅高现状、地下水流向流速分布现状；
- 2 填埋库区下游垃圾坝下伏及周边岩土层中的地下水流向流速分布现状；
- 3 填埋库区因填埋堆体形成，膜下水壅高，导致出现新的地下水优势补给与排泄通道，如原边坡非饱和带中的透水断层、岩溶洞隙；
- 4 勘察区内大气降水的有效入渗能力与分布现状。

8.3.2 卫生填埋场水文地质补充勘察范围为填埋库区周边区域，宜与填埋场地下水环境调查范围一致，必要时可适当外延，原则上不超过填埋场所处的水文地质单元边界。

8.3.3 卫生填埋场水文地质补充勘察点应符合以下规定：

- 1 在中-上游填埋库区建设前后地形地貌或地层结构发生显著变化的区块至

少布设 1 个水文地质补充勘察点，每 1600 m² 不少于一个勘察点；

2 在填埋库区下游垃圾坝邻区至少布设 3 个水文地质补充勘察点，每 1600 m² 不少于一个勘察点；

3 填埋库区边界外侧 50m 范围内存在新的地下水优势补给或排泄通道，存在前期未查明或存疑的水文地质条件的区块，每 1600 m² 不少于一个勘察点。

8.3.4 水文地质补充勘察主要通过水文地质勘探孔钻探与观测开展工作，水文地质勘探孔的建设宜符合以下规定：

1 填埋场建设前后地形地貌或地层结构发生显著变化的区块中至少布设 1 口水文地质勘探孔；

2 在填埋库区下游垃圾坝邻区至少布设 3 个水文地质补充勘探孔；

3 填埋库区边界外侧 50 m 范围内存在新的地下水优势补给或排泄通道，存在前期未查明或存疑的水文地质条件的区块，至少布设 1 个水文地质勘探孔。

8.3.5 可采用高密度电阻率法、瞬变电磁法、微动勘探法等地球物理勘探技术以及化学示踪试验辅助勘察场地新的地下水补给排泄通道、前期未查明的地下水补给排泄通道。

8.3.6 宜基于水文地质补充勘察所获参数，结合填埋场地历史水文地质勘察资料，开展地下水水量平衡分析，按表 7.3.1 校核填埋场地水文地质类型，评估勘察区由于填埋场的建设运营而产生的水文地质条件变化对场地渗沥液渗漏后的运移扩散风险的影响。

9 风险评价

9.1 一般规定

9.1.1 生活垃圾填埋场风险评价内容应包括失稳滑坡造成液气泄漏风险、渗沥液渗漏扩散污染地下水风险、填埋气体集聚导致人员中毒风险、臭气扩散扰民风险四种。

9.1.2 生活垃圾填埋场四种风险评价应符合以下规定：

- 1 风险评价过程应包括危险源辨识、传递途径评价及敏感目标受损体评价；
- 2 应根据基本情况调查和专项调查结果，确定潜在危险因子、确定场地环境脆弱性因子、环境敏感目标因子的评价指标分值；
- 3 根据各个评价指标打分结果，分别计算四种风险的风险指数 R ；
- 4 按照风险分级表和风险指数 R 分别对四种风险等级进行评价。

9.1.3 当风险评价指标有多种情况时，应按“最不利”情况考虑，即取最高分。
（每个风险单独考虑和评估，同时存在概率很低）堆体滑坡造成渗沥液泄漏既是安全也是污染风险填埋气体集聚导致人员中毒放在首位，臭气扩散，地下水污染，失稳滑坡（优先性）

9.1.4 应根据四种风险等级对生活垃圾填埋场的风险进行综合评价，并应符合以下规定：

- 1 根据式 9.1.1 计算生活垃圾填埋场的综合风险指数 R 。

$$R = R_1 W_1 + R_2 W_2 + R_3 W_3 + R_4 W_4 \quad (9.1.4)$$

其中： $W_1 = 0.4$ ； $W_2 = 0.3$ ； $W_3 = 0.2$ ； $W_4 = 0.1$

式中： R_1 ——堆体滑坡造成液气泄露风险指数；（术语和符号部分重复的可以删除）

R_2 ——渗沥液渗漏扩散污染地下水风险指数；

R_3 ——填埋气体集聚导致人员中毒风险指数；

R_4 ——填埋场臭气扩散扰民风险指数；

W_1 ——堆体滑坡造成液气泄露风险权重系数；

W_2 ——渗沥液渗漏扩散污染地下水风险权重系数；

W_3 ——填埋气体集聚导致人员中毒风险权重系数；

W_4 ——填埋场臭气扩散扰民风险权重系数。

- 2 应按计算得到的生活垃圾填埋场综合风险指数 R 按照表 9.1.1 进行风险分

级。

表 9.1.1 生活垃圾填埋场综合风险分级标准

风险等级划分	低	中等	高
风险评价综合指数	$R < 4.0$	$4.0 \leq R < 7.0$	$R \geq 7$

9.2 堆体滑坡造成液气泄露风险评价

9.2.1 生活垃圾填埋场堆体滑坡造成液气泄露风险评价应符合本标准第 9.1.2 条的规定, 应通过基本情况调查和专项调查结果, 获得生活垃圾填埋场潜在危险因子、场地环境脆弱性因子、环境敏感目标因子指标信息, 按照表 9.2.1 对各指标进行评估和打分。

表 9.2.1 堆体滑坡造成液气泄露风险评价指标打分表

一级指标	二级指标	指标等级	指标分值
潜在危险因子	24 小时内降雨量 Q(mm)	① $Q \geq 250$	10
		② $100 \leq Q < 250$	8
		③ $50 \leq Q < 100$	6
		④ $25 \leq Q < 50$	4
		⑤ $Q < 25$	2
	渗沥液液位	① 超警戒水位	10
		② 未超警戒水位	2
		③ 未知	4
	堆体体积 V ($\times m^3$)	① $V \geq 1200$	10
		② $500 \leq V \leq 1200$	6
		③ $200 \leq V \leq 500$	4
		④ $V < 200$	2
	堆体边坡高度 H (m)	① $H \geq 60$	10
		② $30 \leq H \leq 60$	6
		③ $H < 30$	4
	堆体边坡坡度	① $\geq 1:3$	10
		② $< 1:3$	4
	堆体内土工材料界面类型	① 光滑土工膜/GCL	10
		② 光滑土工膜/土工织物	9
		③ 光滑土工膜/黏土	8
		④ 土工织物/土工织物	7
		⑤ 土工织物/土工网	6
		⑥ 粗糙土工膜/土工织物	5
		⑦ 粗糙土工膜/GCL	4
		⑧ 粗糙土工膜/黏土	3
		⑨ 无界面	8
	地震烈度(级)	① IX - XII	10
		② V - IX	6
		③ $< V$	3
场地环境	下游阻拦条件	① 无支挡	10
		② 抗滑桩	6

脆弱性因子		③ 重力式挡土墙	4	
		④ 拦挡坝	3	
		⑤ 未知	4	
	地形地貌	① 山谷型填埋场	10	
		② 坡地型填埋场	7	
		③ 平原型填埋场	4	
	地表粗糙系数	① 光滑沥青、光滑混凝土	10	
		② 良好木材、水泥砂浆砖砌	9	
		③ 休耕土壤（无残留物）	6	
		④ 耕种土壤	剩余覆盖<20%	5
			剩余覆盖>20%	3
		⑤ 牧场（天然）	4	
		⑥ 草坪	平原短草	4
稠密杂草			2	
狗牙根			2	
⑦ 树林		轻型灌木	2	
	密实灌木	1		
环境敏感目标因子	下游人口数量 P（人）	① $P \geq 5000$	10	
		② $1000 \leq P < 5000$	7	
		③ $100 \leq P < 1000$	5	
		④ $P < 100$	4	
		⑤ 未知	4	
	下游重要工程	① 油气线路	10	
		② 输水线路	7	
		③ 输电线路	6	
		④ 通讯线路	4	
		⑤ 未知	4	
	下游建筑物	① 钢结构	10	
		② 钢混	8	
		③ 砖混	7	
		④ 砖木	4	
		⑤ 土木	3	
	下游交通设施	① 高速铁路	10	
		② 高速公路	9	
		③ 国家级公路	8	
		④ 城市路面轨道	7	
		⑤ 轻轨	6	
		⑥ 省级公路	5	
		⑦ 一般铁路	4	
		⑧ 地铁	3	
		⑨ 城市道路	3	
		⑩ 一般公路	2	
	下游地表水利用类型	① 水源保护区、食品加工、饮用水	10	
		② 农业灌溉用水	6	
		③ 工业用途或不利用	2	
		④ 未知	6	
	场地最近敏感点距离 D(m)	① $D < 100$	10	
		② $100 \leq D < 300$	7	
		③ $300 \leq D < 1000$	4	

		④ D≥1000	1
--	--	----------	---

9.2.2 根据各个评价指标打分结果，应根据式 9.2.2 计算堆体滑坡造成液气泄露风险的风险指数 R_1 ，各指标权重系数取值见表 9.2.2。

$$R_1 = \sum_{i=1}^n F_{Hi} w_{Hi} + \sum_{i=1}^m F_{Vi} w_{Vi} + \sum_{i=1}^r F_{Si} w_{Si} \tag{9.2.2}$$

$$\text{其中：} \sum_{i=1}^n w_{Hi} + \sum_{i=1}^m w_{Vi} + \sum_{i=1}^r w_{Si} = 100\%$$

式中： R_1 ——堆体滑坡造成液气泄露风险指数；

F_{Hi} ——堆体滑坡潜在危险因子评价指标；

F_{Vi} ——堆体滑坡场地环境脆弱性因子评价指标；

F_{Si} ——堆体滑坡环境敏感目标评价指标；

w_{Hi} ——堆体滑坡潜在危险因子权重系数；

w_{Vi} ——堆体滑坡场地环境脆弱性因子权重系数；

w_{Si} ——堆体滑坡环境敏感目标权重系数。

表 9.2.2 堆体滑坡造成液气泄露风险评价指标权重表

一级指标	指标权重	二级指标	指标权重	综合权重
潜在危险因子	0.33	24 小时内降雨量	0.13	0.04
		渗沥液液位	0.13	0.04
		堆体体积	0.12	0.04
		堆体边坡高度	0.12	0.04
		堆体边坡坡度	0.11	0.04
		堆体内土工材料界面类型	0.10	0.03
		地震烈度	0.29	0.10
场地环境脆弱性因子	0.33	下游阻拦条件	0.51	0.17
		地形地貌	0.27	0.09
		地表粗糙系数	0.22	0.07
环境敏感目标因子	0.34	下游人口数量	0.18	0.07
		下游重要工程	0.17	0.06
		下游建筑物	0.17	0.06
		下游交通设施	0.16	0.05
		下游地表水利用类型	0.16	0.05
		场地最近敏感点距离	0.16	0.05

9.2.3 应根据计算得到的堆体滑坡造成液气泄露风险的风险指数 R_1 按表 9.2.3 进行风险分级。

表 9.2.3 堆体滑坡造成液气泄露风险分级标准

风险等级划分	低	中等	高
风险评价综合指数	$R_1 < 3.0$	$3.0 \leq R_1 < 8.0$	$R_1 \geq 8$

9.3 渗沥液渗漏扩散污染地下水风险评价

9.3.1 生活垃圾填埋场渗沥液渗漏扩散污染地下水风险评价应符合本标准第 9.1.2 条的规定，应通过基本情况调查和专项调查结果，获得潜在危险因子、场地环境脆弱性因子和环境敏感目标因子相关指标，按照表 9.3.1 对各指标进行打分。

表 9.3.1 渗沥液渗漏扩散污染地下水风险评价指标打分表

一级指标	二级指标	指标等级	指标分值
潜在危险因子	防污衬垫上渗沥液液位 H (m)	① $H > 10$	10
		② $3 < H \leq 10$	7
		③ $0.3 < H \leq 3$	5
		④ $H \leq 0.3$	2
	场底防渗系统结构	① 无防渗系统	10
		② 单层防渗系统	3
		③ 复合防渗系统	1
		④ 双层防渗系统	2
		⑤ 双层复合防渗系统	0
	堆体降解稳定化程度 β_s^*	① $0 \leq \beta_s < 0.6$	10
		② $0.6 \leq \beta_s < 0.8$	5
		③ $0.8 \leq \beta_s \leq 1$	1
	渗沥液污染物种类	① 复合污染	10
		② COD、氨氮、重金属和有机污染物超标	7
		③ COD、氨氮和重金属超标	5
		④ COD 和氨氮超标	3
		⑤ 未超标	0
	地下水污染物超标总倍数*	① $E_{gw} \geq 100$	10
		② $50 \leq E_{gw} < 100$	5
		③ $10 \leq E_{gw} < 50$	4
		④ $1 \leq E_{gw} < 10$	3
场地环境脆弱性	地下水位于衬垫的距离 GD (m)	① $GD < 1$	10
		② $1 \leq GD < 3$	7
		③ $3 \leq GD < 10$	5
		④ $GD \geq 10$	3
	包气带介质	① 岩溶发育的灰岩	10
		② 玄武岩	9
		③ 砂砾石	8
		④ 砂砾石与粉土、黏土互层	6
		⑤ 层状砂岩、灰岩及页岩	6
		⑥ 砂岩/灰岩	6

		⑦ 变质岩/火成岩	4
		⑧ 粉砂/黏土/页岩	3
		⑨ 承压层	1
	含水层介质	① 岩溶发育的灰岩	10
		② 玄武岩	9
		③ 砂砾层	8
		④ 块状灰岩	6
		⑤ 块状砂岩	6
		⑥ 层状砂岩、灰岩及页岩	6
		⑦ 冰碛层	5
		⑧ 风化变质岩/火成岩	4
		⑨ 变质岩/火成岩	3
		⑩ 块状页岩	2
	含水层净补给量 N (mm)	① $N > 254$	10
		② $178 < N \leq 254$	9
		③ $102 < N \leq 178$	7
		④ $51 < N \leq 102$	4
		⑤ $N \leq 51$	2
	水文地质环境类型	① 平原强径流型	10
		② 平原弱径流型	7
		③ 平原准滞流型	3
		④ 阶地强径流型	7
		⑤ 阶地弱径流型	5
		⑥ 山谷强径流型	7
		⑦ 山谷弱径流型	5
环境敏感目标因子	人口数量 P(人)	① $P \geq 5000$	10
		② $1000 \leq P < 5000$	7
		③ $100 \leq P < 1000$	5
		④ $P < 100$	4
	地下水及邻近地表水利用类型	① 水源保护区、食品加工、饮用水	10
		② 农业灌溉用水	7
		③ 工业用水或不利用	4
	场地离最近敏感点距离 D_s (m)	① $D_s < 100$	10
		② $100 \leq D_s < 300$	7
		③ $300 \leq D_s < 1000$	5
		④ $D_s \geq 1000$	3

9.3.2 根据各个评价指标打分结果,应根据式 9.3.2 计算渗沥液渗漏扩散污染地下水风险的风险指数 R_2 , 各指标权重系数取值见表 9.3.2。

(9.3.2)

其中:

式中: R_2 ——渗沥液渗漏污染地下水风险指数;

F_{2Hi} ——渗沥液渗漏潜在危险因子评价指标分值;

F_{2Vi} ——渗沥液渗漏场地环境脆弱性因子评价指标分值;

F_{2Si} ——渗沥液渗漏环境敏感目标评价指标分值；

w_{2Hi} ——渗沥液渗漏潜在危险因子的权重系数；

w_{2Ii} ——渗沥液渗漏场地环境脆弱性因子权重系数；

w_{2Si} ——渗沥液渗漏环境敏感目标权重系数。

表 9.3.2 渗沥液渗漏扩散污染地下水风险评价指标权重表

一级指标	指标权重	二级指标	指标权重	综合权重
潜在危险因子	0.33	防污衬垫上渗沥液液位	0.46	0.15
		场底防渗系统结构	0.27	0.09
		堆体降解稳定化程度	0.14	0.05
		渗沥液污染物种类	0.08	0.03
		地下水污染物超标总倍数	0.05	0.02
场地环境脆弱性因子	0.33	地下水位与衬垫的距离	0.44	0.15
		包气带介质	0.27	0.09
		含水层介质	0.17	0.06
		含水层净补给量	0.07	0.02
		水文地质环境类型	0.05	0.02
环境敏感目标因子	0.34	人口数量	0.57	0.19
		地下水及邻近地表水利用类型	0.29	0.10
		场地最近敏感点距离	0.14	0.05

9.3.3 应按照计算得到的渗沥液渗漏扩散污染地下水风险的风险指数 R_2 和表 9.3.3 进行风险分级。

表 9.3.3 渗沥液渗漏扩散污染地下水风险分级标准

风险等级划分	低	中等	高
风险评价综合指数	$R_2 < 4.0$	$4.0 \leq R_2 < 7.0$	$R_2 \geq 7$

9.4 填埋气体集聚导致人员中毒风险评价

9.4.1 填埋气体集聚导致人员中毒风险评价应符合本标准第 9.1.2 条的规定，应根据基本情况调查和专项调查结果，获得生活垃圾填埋场潜在危险因子、场地环境脆弱性因子和环境敏感因子各指标信息，按照表 9.4.1 对各指标进行评估和打分。。

表 9.4.1 单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒风险评价指标打分表

一级指标	二级指标	指标等级	指标分值
潜在危险	毒性气体检出浓度 $N(\%PC-TWA)$	$N \geq 100$	10
		$50 \leq N < 100$	8
		$10 \leq N < 50$	4

因子		$N < 10$	1
	有限空间场所类型	无许可有限空间	10
		有许可有限空间	1
场地环境脆弱性因子	有限空间密闭性 (氧气体积分数 O (%))	$O \leq 14$	10
		$14 \leq O < 16$	5
		$16 \leq O < 19.5$	3
		$19.5 \leq O < 20.8$	1
	有限空间通风条件	低级通风	10
		中级通风	6
		高级通风	1
	有限空间大小 (空间可容纳人数 M (人))	$M=1$	10
		$M=2$	8
		$M=3$ 或 $M=4$	4
		$M \geq 5$	1
环境敏感目标因子	作业人数 L (人)	$L \geq 3$	10
		$L=2$	8
		$L=1$	5
		$L=0$	0
	作业时间 K (h)	$K \geq 6$	10
		$2 \leq K < 6$	8
		$1 \leq K < 2$	5
		$K < 1$	1

9.4.2 根据各个评价指标打分结果,应根据式 9.4.2 计算单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒风险指数 R_3^o , 各指标权重系数取值见表 9.4.2。

$$X_i = \sum_{i=1}^n F_{3Hi} w_{3Hi} + \sum_{i=1}^m F_{3Vi} w_{3Vi} + \sum_{i=1}^r F_{3Si} w_{3Si} \quad (9.4.2)$$

$$\text{其中: } \sum_{i=1}^n w_{3Hi} + \sum_{i=1}^m w_{3Vi} + \sum_{i=1}^r w_{3Si} = 100\%$$

式中: X_i ——第 i 个单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒风险指数;

F_{3Hi} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒潜在危险因子评价指标;

F_{3Vi} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒场地环境脆弱性因子评价指标;

F_{3Si} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒环境敏感目标评价指标;

w_{3Hi} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒潜在危险因子权重系数;

w_{3Vi} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒场地环境脆弱性因

子权重系数;

w_{3Si} ——单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒环境敏感目标权重系数。

表 9.4.2 单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒风险评价指标权重表

一级指标	指标权重	二级指标	指标权重	综合权重
潜在危险因子	0.33	毒性气体检出浓度	0.74	0.24
		有限空间场所类型	0.26	0.09
场地环境脆弱性因子	0.33	有限空间密闭性	0.64	0.21
		有限空间通风条件	0.21	0.07
		有限空间大小	0.15	0.05
环境敏感目标	0.34	作业人数	0.50	0.17
		作业时间	0.50	0.17

9.4.3 应通过基本情况调查和专项调查结果,依次对表 9.4.3 排查生活垃圾填埋场潜在有限作业空间,分别根据各个单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒风险指数 X_i ,应根据式(9.4.2)计算生活垃圾填埋场填埋气体集聚导致人员中毒风险指数 R_3 。

$$R_3 = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \tag{9.4.3}$$

式中: R_3 ——填埋气体集聚导致人员中毒风险指数;

X_i ——第 i 个单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒风险指数;

N ——填埋场有限作业空间数量。

表 9.4.3 生活垃圾填埋场有限作业空间

有限作业空间划分	地下排水井	地下检修井	地下阀门井	地下泵房	污水池	填埋库区局部低洼处	地下排污管道
单空间风险指数	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7

9.4.4 应根据计算得到的填埋气体集聚导致人员中毒风险指数 R_3 按照表 9.4.4 进行风险分级。

表 9.4.4 填埋气体集聚导致人员中毒风险分级标准

风险等级划分	低	中等	高
--------	---	----	---

风险评价综合指数	$R_3 < 4.0$	$4.0 \leq R_3 < 7.0$	$R_3 \geq 7$
----------	-------------	----------------------	--------------

9.5 臭气扩散扰民风险评价

9.5.1 生活垃圾填埋场臭气扩散扰民风险评价应符合本标准第 9.1.2 条的规定，应根据基本情况调查和专项调查结果，获得生活垃圾填埋场潜在危险因子、场地环境脆弱性因子和环境敏感因子各指标信息，按照表 9.5.1 对各指标进行评估和打分。

表 9.5.1 臭气扩散扰民风险评价指标打分表

一级指标	二级指标	指标等级		指标分值
潜在危险因子	填埋气收集设施运行状况(收集率 M (%))	$M < 20$		10
		$20 \leq M < 40$		8
		$40 \leq M < 80$		4
		$M \geq 80$		1
	顶层覆盖层类型	日覆盖	无覆盖	10
			土	7
			HDPE 膜	3
			LDPE 膜	3
			浸塑布	2
			防雨布	2
		临时覆盖	黏土	7
			LDPE 膜	3
			HDPE 膜	3
		封场覆盖	生态型土质覆盖	1
			绿化土层+排水层+防渗层+排气层	1
		土壤		7
		压实黏土		4
	填埋气产气速率 V (m^3/month)	$V \geq 100$		10
		$80 \leq V < 100$		8
		$60 \leq V < 80$		6
		$40 \leq V < 60$		4
		$V < 40$		2
场地环境脆弱性因子	区域风向类型	夏季主导下风向为居民区		10
		春季主导下风向为居民区		7
		秋季主导下风向为居民区		5
		东季主导下风向为居民区		3
		主导下风向为非居民区		1
	区域地形地貌	山谷型		10
		坡地型		6
		平原型		1
	区域气候类型 (24 小时降雨量 Q)	$Q \geq 250$		10
		$100 \leq Q < 250$		8
		$50 \leq Q < 100$		5

环境敏感目标	(mm))	$25 \leq Q < 50$	3
		$Q < 25$	1
	周边区域居民人口 R (人)	$R \geq 10000$	10
		$5000 \leq R < 10000$	8
		$1000 \leq R < 5000$	7
		$500 \leq R < 1000$	6
		$250 \leq R < 500$	5
		$125 \leq R < 250$	3
		$60 \leq R < 125$	2
		$30 \leq R < 60$	1
	场地最近敏感点距离 D (m)	$100 \leq D < 500$	10
		$500 \leq D < 1000$	8
		$1000 \leq D < 1500$	6
		$1500 \leq D < 22000$	4
		$2000 \leq D < 5000$	2
		$D \geq 5000$	1

9.5.2 根据各个评价指标打分结果，应根据式 9.5.2 计算臭气扩散扰民风险的风险指数 R_4 ，各指标权重系数取值见表 9.5.2。

$$R_4 = \sum_{i=1}^n F_{4Hi} w_{4Hi} + \sum_{i=1}^m F_{4Vi} w_{4Vi} + \sum_{i=1}^r F_{4Si} w_{4Si} \quad (9.5.2)$$

$$\text{其中: } \sum_{i=1}^n w_{4Hi} + \sum_{i=1}^m w_{4Vi} + \sum_{i=1}^r w_{4Si} = 100\%$$

式中： R_4 ——臭气扩散扰民风险指数；

F_{4Hi} ——臭气扩散扰民风险潜在危险因素类的评价指标分值；

F_{4Vi} ——臭气扩散扰民风险场地环境脆弱性类的评价指标分值；

F_{4Si} ——臭气扩散扰民风险环境敏感目标类的评价指标分值；

w_{4Hi} ——臭气扩散扰民风险潜在危险因素类的权重系数；

w_{4Vi} ——臭气扩散扰民风险场地环境脆弱性类的权重系数；

w_{4Si} ——臭气扩散扰民风险环境敏感目标类的权重系数。

表 9.5.2 风险评价指标权重表

一级指标	指标权重	二级指标	指标权重	综合权重
潜在危险因子	0.33	填埋气收集设施运行状况	0.55	0.18
		顶部覆盖层类型	0.27	0.09
		填埋气产气速率	0.18	0.06
场地环境脆弱性因子	0.33	区域风向类型	0.56	0.18
		区域地形地貌	0.24	0.08
		区域气候类型	0.20	0.07

环境敏感目标	0.34	周边区域居民人口	0.50	0.17
		场地最近敏感点距离	0.50	0.17

9.5.3 应根据计算得到的臭气扩散扰民风险指数 R_4 按照表 9.5.3 进行风险分级。

表 9.5.3 臭气扩散扰民风险分级标准

风险等级划分	低	中等	高
风险评价综合指数	$R_4 < 4.0$	$4.0 \leq R_4 < 7.0$	$R_4 \geq 7$

10 报告编制

10.1 一般规定

10.1.1 报告应全面、准确反映各类型生活垃圾填埋场场地调查及风险评估全部工作内容，尽量采用图、表、照片等形式展示关键信息。

10.1.2 根据生活垃圾填埋场类型和治理工况，编制报告的主要作用见表 10.1.2.

表 10.1.2 报告主要作用

类型	工况	作用
非正规 生活垃圾填埋场	运营/扩建	查明填埋堆体稳定现状、周边水文地质条件与环境污染情况，分析评估填埋场运行/扩建过程中的风险类型与等级
	原位封场	查明填埋堆体稳定现状、周边水文地质条件与环境污染情况、分析评估填埋场现状以及原位封场过程中存在的风险类型与等级
	异位开挖	查明填埋堆体稳定现状、周边水文地质条件与环境污染情况、分析评估异位开挖过程中存在的风险类型与等级
卫生 生活垃圾填埋场	运营/扩建	查明填埋堆体与设施现状、周边水文地质条件与环境污染情况，分析评估填埋场运行/扩建过程中的风险类型与等级
	原位封场	查明填埋堆体与设施现状、周边水文地质条件与环境污染情况，分析评估原位封场过程中存在的风险类型与等级
	异位开挖	查明填埋堆体稳定与设施现状、周边水文地质条件与环境污染情况，分析评估异位开挖过程中存在的风险类型与等级

10.2 基本情况调查报告

10.2.1 对基本情况调查过程和结果进行分析、总结和评价。形成基本情况调查编制大纲，报告大纲见附录 G。

10.2.2 调查结论应尽量明确堆体渗沥液液位情况、场地周边地下水超标情况、厂界及周边区域敏感点恶臭气体浓度及存在的清单问题。应提出是否需要开展专项调查或专项调查的建议。

10.3 专项调查报告

10.3.1 对专项调查过程和结果进行分析、总结和评价。内容应包括但不限于以下部分：专项调查方案、现场采样和实验室分析、水文地质与工程地质勘察分析、填埋库区调查与分析、填埋场周边环境质量调查与分析。形成专项调查编制大纲，

报告大纲见附录 H。

10.3.2 调查结论应明确场地水文地质及工程地质概况、填埋堆体污染源强、污染防治设施运行状况、填埋堆体周边环境状况,提出是否需要进行风险评价的建议。

10.4 风险评价报告

10.4.1 对风险评价的过程和结果进行分析、总结和评价。内容应包括但不限于以下部分:堆体滑坡造成液气泄露风险评价、渗沥液渗漏污染地下水土风险评价、填埋气扩散污染大气风险评价、填埋气扩散污染大气风险评价、生活垃圾填埋场风险总体评价。

10.4.2 评估结论应明确场地风险识别结果、场地滑坡造成液气泄露风险大小、渗沥液渗漏扩散污染地下水土风险大小、填埋气体集聚导致人员中毒风险大小、臭气扩散扰民风险大小和场地总体风险等级,针对不同类型风险及等级提出场地环境治理及修复建议。

附录 A 填埋场信息调查表

表 A.0.1 填埋场基本信息调查表

1 填埋场概况			
1.1 填埋场名称: _____			
1.2 填埋场场址: _____			
2 填埋场资料情况			
可行性研究报告: ☐ 有 / ☐ 无		环评报告: ☐ 有 / ☐ 无	
场地水文地质及工程地质勘察报告: ☐ 有 / ☐ 无		设计图纸和资料: ☐ 有 / ☐ 无	
施工图纸与竣工验收资料: ☐ 有 / ☐ 无		运行维护台账和管理月报: ☐ 有 / ☐ 无	
填埋场稳定安全监测资料: ☐ 有 / ☐ 无		填埋场环境监测资料: ☐ 有 / ☐ 无	
安全与环境污染事故记录与治理资料: ☐ 有 / ☐ 无		周边环境敏感点环评资料: ☐ 有 / ☐ 无	
3 填埋场场地概况			
填埋场分类: ☐ 简易填埋场 ☐ 卫生填埋场			
填埋场类型: ☐ 平原型 ☐ 山谷型 ☐ 坡地型 ☐ 海域围垦型			
填埋场占地面积 (m ²): _____		填埋场设计库容 (m ³): _____	
场地地下水径流类型: ☐ 强径流型 ☐ 弱径流型 ☐ 准滞流型			
填埋场基础层底部与地下水年最高水位的距离 (m): _____			
填埋区天然基础层厚度 (m): _____			
填埋区天然基础层饱和渗透系数 (cm/s): _____			
4 填埋场建设与运行概况			
是否封场: ☐ 已封场 ☐ 未封场		使用年限: _____年	
初始填埋时间: _____年_____月		结束填埋时间: _____年_____月	
填埋规模 (t/d) _____		填埋垃圾总量 (万 m ³): _____	
填埋场平均埋深 (地面下, m): _____		填埋平均高度 (地面上, m): _____	
渗沥液导排	收集与导排措施: ☐ 有 / ☐ 无	渗沥液处理	处理措施: ☐ 有 / ☐ 无
	导排方式: ☐ 竖井 / ☐ 盲沟		处理方式: ☐ 调节池 / ☐ 渗沥液处理站
	导排量 (m ³ /d): _____		处理量: (m ³ /d): _____
填埋气导排	导排措施: ☐ 有 / ☐ 无	填埋气利用	收集措施: ☐ 有 / ☐ 无
	导排方式: ☐ 竖井 / ☐ 盲沟 / ☐ 膜下管		处理方式: ☐ 焚烧 / ☐ 直排
	导排量 (m ³ /d): _____		处理量: (m ³ /d): _____
水平防渗	防渗措施: ☐ 有 / ☐ 无	垂直防渗	防渗措施: ☐ 有 / ☐ 无
	防渗方式: ☐ 粘土 / ☐ 土工膜		防渗方式: _____
防洪与雨污分流	库区汇水面积 (m ²): _____	垃圾压实情况: ☐ 无压实 / ☐ 有压实	
	是否有截洪沟: ☐ 有 / ☐ 无		
垃圾坝: ☐ 土石坝 ☐ 浆砌块石坝 ☐ 混凝土坝 ☐ 其它			
主要填埋垃圾种类: ☐ 生活垃圾 ☐ 建筑垃圾 ☐ 危险废物 ☐ 电子废物 ☐ 工业废物 ☐ 园林垃圾 ☐ 其它 (可多选)			
是否曾发生过安全与环境污染事故: ☐ 有 / ☐ 无			

安全与环境事故类型： ☐ 垃圾堆体失稳滑坡 ☐ 渗沥液溢出扩散 ☐ 渗沥液渗漏 ☐ 臭气扰民 ☐ 人员中毒与爆燃			
5 填埋场周边环境情况			
周 边 环 境 敏 感 点 类 型	a.地表水体(1 河 2 湖(塘) 3 水库 4 污水沟 5 其它)		
	b.居民区		
	c.自然保护区		
	d.耕作区		
	e.养殖区		
	f.水源地		
与敏感点的距离 (km)		敏感点地下水质量类别要求	
敏感点是否发生过地表水/地下水污染事故	☐ 有 / ☐ 无	敏感点是否发生过臭气扰民	☐ 有 / ☐ 无
周边环境是否有区域地下水监测井	☐ 有 / ☐ 无	区域地下水监测井	数量_____
			深度 (m) _____

表 A.0.2 填埋场风险识别清单

风险类型	序号	判定条件	简要描述	信息来源
1. 失稳滑坡造成安全与液气泄漏风险	1.1	垃圾堆体或垃圾坝的现状抗滑稳定最小安全系数不满足《生活垃圾填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的规定		
	1.2	垃圾堆体内的现状渗滤液液位不满足《生活垃圾填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的警戒液位要求		
	1.3	垃圾堆体或垃圾坝的变形不满足《生活垃圾填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的规定		
	1.4	填埋场历史上曾发生过失稳滑坡与渗沥液，且未得到有效治理		
	1.5	现场踏勘发现垃圾堆体或垃圾坝出现开裂、涌水、涌气等失稳迹象		
2. 渗沥液渗漏扩散污染地下水风险	2.1	填埋场防渗与地下水导排设施缺失或不满足《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB 50869 和《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准》GB/T 51403 的设计要求		
	2.2	填埋区天然基础层饱和渗透系数大于 1.0×10^{-5} cm/s，且厚度小于 2 m		
	2.2	填埋场现有地下水监测井日常监测出现连续两次且单次两个及以上监测指标超标		
	2.3	现场踏勘发现地下水导排管道出口处水样颜色浑浊有异味、或监测指标超标		
	2.4	周边饮用水水源地等环境敏感点处的地下水日常监测出现特征污染物超标		
3. 填埋气体集聚导致人员中毒风险	3.1	现场踏勘发现填埋气导排与利用设施、覆盖层出现明显破损，附近有明显恶臭气味		
	3.2	垃圾堆体表面，特别是低洼处的 2 m 以下高度范围内甲烷气体含量超过 5%		
	3.3	场内填埋气易于聚集的建（构）筑物内的甲烷气体含量超过 1.25%，或硫化氢、氨气等气体含量超过毒性气体检出浓度		
4. 臭气扩散扰民风险	4.1	覆盖层缺失或不满足《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220 的相关规定		

	4.2	填埋气导排与利用设施缺失或不满足《生活垃圾卫生填埋技术规范》GB 50869 和《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220 的相关规定		
	4.3	填埋库区边界与周边环境敏感点处的恶臭气体污染物浓度不满足《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的规定		
	4.4	近期发生臭气扰民事件投诉，且未采取治理措施或治理措施效果不佳		

注：1 简要描述处中应首先填写判定条件是否满足，当判定条件满足时，应对存在的安全问题或污染物超标情况进行简述；

2 信息来源处应填写获得信息的方法，如资料收集、人员访谈、现场踏勘、抽样检测。当信息来源为“资料收集”时，还应填写具体资料名称。

附录 B 垃圾固相降解稳定化归一指标计算过程及评估方法

B.0.1 垃圾固相降解稳定化归一指标 β_s 按下式计算：

$$\beta_s = 1 - (R_{C/L})/R_0 \quad (\text{B.0.1})$$

式中：

β_s ——固相降解稳定化归一指标；

$R_{C/L}$ ——不同填埋龄期垃圾的纤维素与木质素的比值；

R_0 ——新鲜垃圾的纤维素与木质素的比值。

高厨余含量填埋垃圾的降解稳定化阶段应按照表 C1 进行划分。

表 B.0.1 高厨余填埋垃圾降解稳定化程度划分

降解稳定化阶段	固相降解稳定化归一指标 β_s
快速降解阶段	0~0.6
慢速降解阶段	0.6~0.8
后稳定化阶段	0.8~1.0

附录 C 地下水污染物超标总倍数计算过程及评估方法

C.0.1 该指标是指在生活垃圾填埋场地下水样品中检出，且浓度超过《地下水质量标准》GB/T 14848 中的Ⅲ类水水质限值的污染物的超标倍数之和。

地下水污染物超标总倍数的计算公式如下：

(C.0.1)

式中：

E_{gw} ——地下水污染物超标总倍数；

n ——地下水中浓度超过筛选值的污染物种类数；

C_{gwi} ——浓度超过筛选值的第 i 种污染物在地块场地地下水中的浓度，取场地所有地下水样品测试数据中的最高值，mol/ml；

RS_{gwi} ——第 i 种地下水污染物的限值，mol/ml，参照《地下水质量标准》GB/T 14848 中的Ⅲ类水水质限值

附录 D 填埋场地下水环境调查专题报告编制大纲

D.0.1 填埋场地下水环境调查专题报告编制大纲：

1 前言

2 概述

2.1 调查目的和原则

2.2 调查范围

2.3 调查依据

2.4 调查方法

3 填埋场概况

3.1 区域环境概况

3.2 地下水污染敏感目标

3.3 填埋场现状和历史

3.4 填埋场土地利用规划

3.5 地下水环境问题

4 地下水环境调查方案

4.1 现场探测方法和程序

4.2 采样方案与程序

4.3 分析检测方案

4.4 质量保证和质量控制

5 填埋场地下水环境质量调查与分析

5.1 地下水水质指标测试结果

5.1 地下水水质指标分布特征

6 填埋场地下水环境评价

6.1 填埋场地下水环境质量评价

6.2 填埋场地下水污染评价

7 结论与建议

9.1 结论

9.2 地下水污染防治建议

8 附件

（地下水调查点平面布置图、地下水水质指标测试结果分布图、照片和法规文件等）

附录 E 填埋场地表水环境调查专题报告编制大纲

D.0.1 填埋场地表水环境调查专题报告编制大纲：

1 前言

2 概述

2.1 调查目的和原则

2.2 调查范围

2.3 调查依据

2.4 调查方法

3 填埋场概况

3.1 区域环境概况

3.2 地表水污染敏感目标

3.3 填埋场现状和历史

3.4 填埋场土地利用规划

3.5 地表水环境问题

4 地表水环境调查方案

4.1 现场探测方法和程序

4.2 采样方案与程序

4.3 分析检测方案

4.4 质量保证和质量控制

5 填埋场地表水环境质量调查与分析

- 5.1 地表水水质指标测试结果
- 5.1 地表水水质指标分布特征
- 6 填埋场地表水环境质量评价
- 7 结论与建议
 - 9.1 结论
 - 9.2 建议
- 8 附件

(地表水调查点平面布置图、地表水水质指标测试结果分布图、照片和法规文件等)

附录 F 填埋场地土壤环境调查专题报告编制大纲

D.0.1 填埋场地土壤环境调查专题报告编制大纲:

- 1 前言
- 2 概述
 - 2.1 调查目的和原则
 - 2.2 调查范围
 - 2.3 调查依据
 - 2.4 调查方法
- 3 填埋场概况
 - 3.1 区域环境概况
 - 3.2 土壤污染敏感目标
 - 3.3 填埋场现状和历史
 - 3.4 填埋场土地利用规划
 - 3.5 土壤环境问题
- 4 土壤环境调查方案
 - 4.1 现场探测方法和程序

- 4.2 采样方案与程序
- 4.3 分析检测方案
- 4.4 质量保证和质量控制
- 5 填埋场土壤环境质量调查与分析
 - 5.1 土壤指标测试结果
 - 5.1 土壤指标分布特征
- 6 填埋场土壤污染评价
- 7 结论与建议
 - 9.1 结论
 - 9.2 治理与修复建议
- 8 附件
 - (土壤调查点平面布置图、土壤指标测试结果分布图、照片和法规文件等)

附录 G 基本情况调查报告编制大纲

D.0.1 生活垃圾填埋场基本情况调查报告编制大纲：

1 前言

2 概述

2.1 调查目的和原则

2.2 调查范围

2.3 调查依据

2.4 调查方法

3 填埋场概况

3.1 区域环境概况

3.2 敏感目标

3.3 填埋场现状和历史

3.4 填埋场土地利用规划

4 水文地质与工程地质条件分析

4.1 水文地质条件

4.2 工程地质条件

5 填埋库区调查与分析

5.1 填埋堆体调查与分析

5.2 渗滤液收集与导排设施调查与分析

5.3 填埋气导排与利用设施调查与分析

5.4 防渗与地下水导排设施调查与分析

5.5 防洪与雨污分流设施调查与分析

6 填埋场周边环境质量调查与分析

6.1 地下水环境质量

6.2 地表水环境质量

6.3 土壤环境质量

6.4 大气环境质量

7 结论与建议

7.1 结论（含问题清单）

7.2 治理建议

8 附件

（地理位置图、平面布置图、周边关系图、照片和法规文件等）

附录 H 专项调查报告编制大纲

D.0.1 生活垃圾填埋场专项调查报告编制大纲：

1 前言

2 概述

2.1 调查目的和原则

2.2 调查范围

2.3 调查依据

2.4 调查方法

3 填埋场概况

3.1 区域环境概况

3.2 敏感目标

3.3 填埋场现状和历史

3.4 填埋场土地利用规划

3.5 基本情况调查总结

4 专项调查方案

4.1 补充资料的分析

4.2 现场探测方法和程序

4.3 采样方案与程序

4.4 分析检测方案

4.5 质量保证和质量控制

5 水文地质与工程地质勘察分析

5.1 水位地质条件

5.2 工程地质条件

6 填埋库区调查与分析

6.1 填埋堆体调查与分析

6.2 渗滤液收集与导排设施调查与分析

- 6.3 填埋气导排与利用设施调查与分析
- 6.4 防渗与地下水导排设施调查与分析
- 6.5 防洪与雨污分流设施调查与分析
- 6.6 垂直阻隔墙调查与分析
- 7 填埋场周边环境质量调查与分析
 - 7.1 地下水环境质量
 - 7.2 地表水环境质量
 - 7.3 土壤环境质量
 - 7.4 大气环境质量
- 8 填埋场风险评价
 - 8.1 堆体滑坡造成液气泄露风险评价
 - 8.2 渗沥液渗漏污染地下水土风险评价
 - 8.3 填埋气扩散污染大气风险评价
 - 8.4 生活垃圾填埋场风险总体评价
- 9 结论与建议
 - 9.1 结论（含问题清单）
 - 9.2 治理与修复建议
- 10 附件
（地理位置图、平面布置图、周边关系图、照片和法规文件等）

本标准（规范、规程）用词说明

1、为便于在执行本标准（规范、规程）条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2、条文中指明应按其它有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版适用于本标准。（顺序调整，5 字头放在前面）

- 1 《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB 16889
- 2 《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB 50869
- 3 《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772
- 4 《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准》GB/T 51403
- 5 《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220
- 6 《生活垃圾填埋场降解治理的监测与检测》GB/T 23857
- 7 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600
- 8 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 15618
- 9 《地表水环境质量标准》GB 3838
- 10 《环境空气质量标准》GB 3095
- 11 《地下水质量标准》GB/T 14848
- 12 《恶臭污染物排放标准》GB 14554
- 13 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 14 《防洪标准》GB 50201
- 15 《供水水文地质勘察规范》GB 50027
- 16 《土工试验方法》GB/T 50123
- 17 《生活垃圾填埋场填埋气体收集及利用工程规范》CJJ 133
- 18 《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176
- 19 《生活垃圾土工试验技术规程》CJJ/T 204
- 20 《生活垃圾卫生填埋场防渗土工膜渗漏破损探测技术规程》CJJ/T 214
- 21 《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181
- 22 《城市防洪工程设计规范》CJJ 50
- 23 《环境影响评价技术导则—大气环境》HJ 2.2
- 24 《生态环境健康风险评估技术指南 总纲》HJ 1111
- 25 《恶臭污染环境监测技术规范》HJ 905
- 26 《注水试验规程》YS5214
- 27 《压水试验规程》YS/T 5216

中华人民共和国国家标准

生活垃圾填埋场地环境调查与风险评价 标准

T/CECS XXX: 202X

条文说明

编制说明

《生活垃圾填埋场地环境调查与风险评价标准》，经住房和城乡建设部××××年××月××日以第××号公告批准发布。

为便于广大设计、施工、科研、院校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《生活垃圾填埋场地环境调查与风险评价标准》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄编制组浙江大学软弱土与环境土工教育部重点试验室（地址：浙江省杭州市余杭塘路 866 号浙江大学安中大楼 A425 室；邮政编码：310058）。

目 次

3 基本规定	66
4 基本情况调查与风险识别	68
4.1 一般规定.....	68
4.3 现场踏勘与抽样检测.....	68
4.4 风险识别.....	68
5 填埋库区调查	69
5.1 一般规定.....	69
5.2 现场测绘与勘察.....	70
5.3 室内测试与分析.....	70
6 填埋场处理设施与设备调查	71
6.1 一般规定.....	71
6.2 渗沥液收集与导排设施.....	71
6.3 渗沥液调节池.....	71
6.4 渗沥液处理厂.....	72
6.5 填埋气导排与利用设施.....	72
6.6 防渗与地下水导排设施.....	72
6.8 垂直阻隔墙.....	72
7 填埋场周边环境调查	74
7.2 地下水环境调查.....	74
7.3 地下水环境调查.....	74
7.4 土壤环境调查.....	78
7.5 大气环境调查.....	78
8 水文地质补充勘察	80
8.1 一般规定.....	80
8.2 非正规垃圾填埋场水文地质勘察.....	80
8.3 卫生填埋场水文地质补充勘察.....	80
9 环境风险评价	81
9.1 一般规定.....	81

9.2 堆体滑坡造成液气泄露环境风险评价.....	81
9.3 渗沥液渗漏扩散污染地下水环境风险评价.....	84
9.4 填埋气体集聚导致人员中毒环境风险评价.....	88
9.5 臭气扩散扰民环境风险评价.....	90
10 报告编制	92
10.1 一般规定.....	92
10.2 基本情况调查报告.....	92
10.3 专项调查报告.....	92

3 基本规定

3.0.1 本条做功能性规定，提出在何种情况开展场地基本情况调查。考虑到各地的财力和经费支持力度不同，本着确有必要、事实求是的原则设置启动场地调查的触发条件。当堆体坝体产生变形、涌水、涌气等不稳定迹象时，可能会产生失稳滑坡等安全事故，需要尽快开展场地调查；由于地下水监测井距离填埋库区有一定距离，当地下水监测井的日常监测数据出现超标时，说明填埋库区很有可能产生了渗漏并形成了地下水污染，因此需要启动场地调查，为避免数据的偶然性，根据经验，确定连续两次且单次两个及以上的监测指标出现超标方可启动。当地下水排放口出现超标，表明防渗系统可能出现渗漏，存在地下水污染风险，需要开展调查；当填埋气逸散量较高，收集率较低，在地形较低凹处或填埋库区附近的有限空间内，硫化氢等毒性气体易积聚，存在人员中毒风险，需要开展调查；当拟对填埋场实施扩建、增容，或实施封场或开挖筛分治理时，需要开展针对性场地调查；当填埋场在环保督查过程中发现问题时，需要开展场地调查。

3.0.2 本条做功能性规定，提出在何种情况开展环境风险评价。考虑到各地的财力和经费支持力度不同，本着确有必要、事实求是的原则设置启动环境风险评价的触发条件。生活垃圾填埋场的污染物以常规有机污染物为主，环境危害较小，当混入了危险废物等非合规的填埋物时，环境风险增加，需要开展风险评价；当坝体或堆体稳定性不满足《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ176的要求时，应开展环境风险评价；参考《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869的规定，填埋库区及敞开式渗沥液处理区距离居民区或人畜供水点的距离不小于500m，当地下水污染羽距离周边环境敏感点的距离小于500m时，应开展环境风险评价；当地下水超标较为严重时，需要开展环境风险评价；当调查结果表明填埋场工程地质条件和水文地质条件复杂不利时，不利于地下水污染控制，地下水污染的风险和影响范围往往较大，应开展环境风险评估；填埋场地形条件不利，或库区内、库区周边存在易引发硫化氢等有毒气体积聚，作业人员中毒风险较高时，需要开展环境风险评价；填埋气收集率较低时，大量的填埋气逸散易引发空气污染和臭气扰民问题，需要开展风险评价。

3.0.3~3.0.5 此三条为原则性规定，提出对在不同治理工况条件下（扩建、封场、或开挖异位处理）所需开展的场地调查和环境风险评价的重点工作内容。对以扩建增容为目标开展的调查，工作重点应放在地形测绘、剩余几何库容计算、堆体和坝体稳定评估、扩建增容方案的确定、运行建议以及跟踪安全和环境监测建议等方面；对非正规填埋场或出现渗漏的卫生填埋场，需要重点查明水文地质情况和水污染情况，以在扩建工程实施过程中同步实施地下水治理。以实施原位封场和生态修复为目标开展的场地调查，主要关注水文地质条件、地下水污染情况和程度、堆体和坝体稳定性、堆体沉降等方面，重点评估封场覆盖系统在封场后沉

降量大情况下的安全性，界定出实施封场覆盖的沉降速率限值，即当堆体最大沉降速率和后续沉降量实测或计算小于该限值时，再启动封场建设更加科学和安全；封场治理的同时，需要强化地下水污染治理和管控。对于以实施开挖筛分为目标的场地调查，应重点关注垃圾存量、存量垃圾的组分、渗沥液积存量、填埋气产生量、硫化氢等有害气体浓度和量，需要对筛上物、腐殖土和筛下物量进行评估，确定各类产物的去向；也需要特别关注开挖过程中的边坡稳定、人员安全和二次污染控制。

3.0.6 此条对实施场地调查中的一些关键问题、共性问题进行了梳理和规定，包括调查方案的制定要求和专家评审要求；开展勘察现场实物工作要求，勘察现场实物工作需要水文地质工程地质勘察、填埋场等专业的结合，充分借鉴各专业的经验，使得勘察布孔位置合理、针对性强，做法专业，所取得的结果具有代表性；应按相关标准和国家质量管理要求开展取样、样品储存、预处理和测试工作，以保障数据的可信度、科学性；另外，对开展场地调查和现场实物工作的安全和二次污染管控要求做了规定。

4 基本情况调查与风险识别

4.1 一般规定

4.1.1 卫生填埋场的基本情况调查应侧重（但不限于）于填埋物类型、填埋量与填埋龄期，填埋堆体内渗沥液液位，填埋堆体稳定性，防渗与地下水导排系统、渗沥液收集与导排系统、填埋气导排与利用系统的建设与运行现状，填埋场环境日常监测报告，周边环境敏感点类型与距离，环境污染事故记录等。

非正规填埋场的基本情况调查应侧重（但不限于）于填埋物类型、填埋量与填埋龄期，填埋场地的工程地质与水文地质条件，周边环境土壤、地下水与空气抽样检测记录，周边环境敏感点类型与距离，填埋场运行情况的人员访谈记录等。

4.3 现场踏勘与抽样检测

4.3.3 针对地下水抽样检测作出如下说明：

1 按照《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 第 8.1 节的规定，填埋场地下水监测系统的本底井宜设在填埋场地下水流向上游，距填埋堆体边界 30 m~50 m 处。在实际操作中应尽量寻找最大限度地靠近填埋场而又不受填埋场污染源影响、能较好地代表上游地下水环境质量状况的水井为宜。

2 地下水样品的检测指标与方法应按照《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 中 8.4 节的规定来执行。

4.4 风险识别

4.4.2 根据资料收集与现场踏勘获得信息，应按照《生活垃圾卫生填埋场岩土工程》CJJ 176 的规定对填埋堆体边坡和垃圾坝的稳定性现状进行初步评估。

5 填埋库区调查

5.1 一般规定

5.1.1 对于正在运行与需扩建的填埋场，填埋库区调查应侧重（但不限于）以下内容：（突出重点，尽量不用款）

1 填埋堆体外形，填埋垃圾类型、填埋量和工程特性；

2 渗沥液液位；

3 填埋堆体边坡与垃圾坝的稳定性；

4 卫生填埋场应查明渗沥液收集与导排设施、防渗与地下水导排设施、覆盖系统的运行现状和存在问题。

对于需要封场治理的填埋场，填埋库区调查应侧重（但不限于）以下内容：

1 填埋堆体外形，场底地形，填埋垃圾类型、填埋量、成分和层序，填埋垃圾的工程特性与降解稳定化程度；

2 渗沥液液位、水质、积存量与产量；

3 填埋气产量与填埋堆体内成分；

4 填埋堆体的沉降变形；

5 卫生填埋场应查明渗沥液收集与导排设施、填埋气导排与利用设施、防渗与地下水导排设施、雨污分流与防洪设施的运行现状和存在问题；

6 非正规填埋场应查明场底原状岩土层的污染情况、工程地质与水文地质条件。

对于需要开挖筛分治理的填埋场，填埋库区调查应侧重（但不限于）以下内容：

1 填埋堆体外形，填埋垃圾类型、填埋量、积存量、成分、层序与含水率；

2 渗沥液液位与积存量；

3 填埋气产量与填埋堆体内成分，填埋堆体表面、填埋库区建（构）筑物内、竖井与管道排放口附近的空气成分；

4 卫生填埋场应查明渗沥液收集与导排设施、防渗与地下水导排设施、雨污分流与防洪设施运行现状和存在问题；

5 非正规填埋场应查明场底原状岩土层的污染情况。

5.2 现场测绘与勘察

5.2.12 堆体内填埋气压监测井管宜采用 HDPE 管，宜在底部以上 2m 范围内开孔，井底安装孔压计，井头安装气压表。在对堆体内气压监测时，当气压表读数大于 0 kPa 时，孔压计读数即为填埋气压力。

5.3 室内测试与分析

5.3.1~5.3.3 对室内分析内容作出如下说明：

1 填埋垃圾积存量分析：宜根据堆体顶、底面地形数据，以及不同类型垃圾的埋深与分布范围，通过空间插值积分算得不同类别填埋垃圾的体积与质量；

2 填埋堆体降解稳定化程度分析：宜采用有机质含量与垃圾固相降解稳定化归一指标 β_s 来进行评估，该指标计算和评估方法应参照本标准附录 B 的规定执行；

3 填埋堆体不均匀沉降分析：应按照《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的规定分析填埋堆体的沉降速率，并对填埋堆体表面的建（构）筑物、管道等设施进行不均匀沉降验算；

4 填埋堆体稳定性与警戒水位分析：应按照《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的规定对填埋堆体边坡的整体稳定性、局部稳定性、以及对应的警戒水位进行验算；

5 渗沥液积存量与产量分析：应按照《生活垃圾卫生填埋场处理岩土工程技术标准》CJJ 176 的规定计算渗沥液的积存量与产量；

6 填埋气产量分析：应根据生活垃圾填埋量与组分，按照《生活垃圾填埋场填埋气体收集及利用工程规范》CJJ 133 的规定进行计算。

6 填埋场处理设施与设备调查

6.1 一般规定

6.1.1 渗沥液调节池的运行工艺情况调查主要包括调蓄能力调查和积淤情况调查；调节池防渗性能调查主要包括底膜渗漏情况调查和膜盖密闭性调查。通过调查梳理清楚调节池的使用情况，从而掌握填埋场渗沥液调蓄能力能否满足要求，保障填埋场渗沥液得到妥善处置。

6.1.2 渗沥液处理厂的运行工艺情况调查主要包括处理工艺调查、相关水量调查和相关水质指标调查；渗沥液处理厂内池体防渗性能情况调查主要包括池体结构渗漏情况调查。通过调查梳理清楚渗沥液处理厂的运行情况，从而掌握填埋场渗沥液处理能力能否满足要求，保障填埋场渗沥液得到妥善处置。

6.1.3 对于渗沥液调节池和处理厂而言，垃圾堆体至调节池之间的渗沥液导排管线以及调节池至渗沥液处理厂之间的渗沥液导排管线均为重要的附属设施，这些管线的渗沥液导排能力和运行情况将直接影响渗沥液调节池和处理厂的运行情况，因此需开展上述渗沥液导排管线的相关调查工作。

6.2 渗沥液收集与导排设施

6.2.3 管道闭路电视内窥检测技术可简称为 CCTV 检测技术，此方法于 90 年代中期引进国内,用于管道内部状况健康检测，它是目前用于管道状况检测最为先进和有效的手段。CCTV 检测技术包括摄像头、爬行器、灯光系统、可遥控操作的监视器控制系统。通过监视器控制系统可远程进行影像处理、控制摄像头的旋转和定位，对于管道内部的情况可以进行实时影像监视、记录、视频回放、图像抓拍及视频文件的刻录等操作，便于科学全面地了解管道的现状。为管道淤堵情况调查、破损点检测与定点修补等提供了经济、有效的检测方法。

6.3 渗沥液调节池

6.3.1 调节池有效调蓄能力的调查，主要开展调节池全年进出水量、雨季积水和旱季排水情况的调查，基于调查结果分析调节池有效调蓄能力能否满足要求。调节池有效调蓄能力应符合《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》（GB 50869）的有关规定。

6.3.2 调节池的防渗性能调查应包含底膜渗漏情况调查和膜盖密闭性调查，底膜渗漏情况调查可采用氟苯甲酸等示踪剂检测法或调节池周边钻孔取样检测分析法，判断底膜是否存在渗漏；膜盖密闭性调查可采用现场人工目视检查或激光甲烷检测仪等甲烷探测法，查明膜盖密闭性是否完好。

6.3.3 调节池积淤情况调查，应充分收集调节池前期设计、建设和运行资料，掌

握调节池设计容量和几何体型；利用调节池顶已有的检修孔或从膜盖重新开孔，开孔过程中应禁止产生明火，并采用人工下不锈钢管或铅锤等方法探测调节池内各区域分布污泥的顶面高程，基于调节池设计容量和体型以及池内分布污泥的高程，可初步测算调节池内积淤量；调节池内的污泥取样工作可采用带封口的不锈钢材质圆锥形专用取样器开展；应对调节池内不同区域不同埋深的污泥样品开展室内测试分析，掌握污泥样品的基本物理力学性质指标，以便为后续调节池清淤工作开展提供基础资料。

6.4 渗沥液处理厂

6.4.1 渗沥液处理厂的运行工艺较复杂，包含了渗沥液处理工艺、进出水量、进出水水质指标、各工艺段去除率和出水指标等，应根据运行工艺各细项的调查结果提出针对性的运维优化建议或必要的技改建议。

6.4.2 渗沥液处理厂内池体渗漏情况调查应包含露出地表部分和埋地部分的池体渗漏情况调查。其中，地表以上部分的池体渗漏情况调查可采用人工目视检查，埋地部分的池体渗漏情况调查可采用示踪剂检测法或钻孔取样检测分析法。若发现池体存在裂缝或漏点，可采用注浆方式对裂缝进行加固。加固完成后，应继续定期监测池体渗漏情况的变化，直至渗漏问题得到解决。

6.5 填埋气导排与利用设施

6.5.2 宜在填埋堆体表面布设的集输气主管与支管的侧壁上钻孔作为检测口，孔径宜不大于 20 mm，保证管道原有强度的同时，方便检测完毕后进行封堵。除了井口检测口，其余检测口应与管道附件、阀门和其它设施的距离在 1 m 以上。气体压力宜采用膜盒或电子压力表进行测试。气体流量宜采用风速仪进行测试。气体成分宜采用便携式设备原位测试，测试指标应至少包括甲烷、二氧化碳、氧气、硫化氢等指标。

6.5.4 本条文中采用便携式设备测试空气成分指标主要包括甲烷、硫化氢、氨、一氧化碳、二氧化碳，该项调查应重点关注按照本标准条文 5.4.2 调查发现的竖井井口和管道发生泄漏破损的位置，调查结果可用于评估和分析填埋气导排与利用设施附近是否存在填埋气体集聚导致的人员中毒与爆燃风险。

6.6 防渗与地下水导排设施

6.6.2 高密度电阻率法探测区域地形应比较平坦，并应根据水平衬垫的深度设计测线长度，测线宜沿水平衬垫的锚固沟布置，或根据场底地形平行于边坡坡向布置。应将高密度电阻率法测试与地下水水质取样检测结果综合分析，评估和确定场底水平衬垫的破损情况与发生渗沥液渗漏扩散的位置。

6.8 垂直阻隔墙

6.8.2 钻孔取芯宜采用柔性壁渗透仪测定渗透系数，具体测试方法参考美国 ASTM D5084。

7 填埋场周边环境调查

7.2 地下水环境调查

7.2.2 地下水监测采样至少 1 次，有条件的地区地下水可在枯水期、丰水期分别进行采样。考察地块的地表径流对地表水的影响时，可分别在降雨期和非降雨期进行采样。如需反映地块污染源对地表水的影响，可根据地表水流量分别在枯水期、丰水期和平水期进行采样。

7.2.5 基于地表水水质测试数据，按应实现的水域功能类别，选取相应类别标准，进行单因子评价，评价结果应说明水质达标情况，超标的应说明超标项目和超标倍数。基于地表水水质超标等级、超标倍数的空间分布特征，分析填埋堆体对周边区域地表水的环境影响现状。

7.3 地下水环境调查

7.3.1 本规范的填埋场地水文地质分类方案借鉴自詹良通等（2022）通过对我国 80 座生活垃圾填埋场地水文地质条件以及填埋场地下水污染状况的统计分析获得。该分类方案对应的填埋场地下水污染物迁移相关参量分布区间如表 1 所示。考虑到我国现存生活垃圾填埋场地中 D_r 大于 -10m 的案例数量占比大于 25%，且具有大范围地下水污染问题的场地大多数为 D_r 大于 -10m 的填埋场地，故本规范仅考虑基于填埋堆体补给边界长度/非补给边界长度与场地渗沥液渗漏表征速率两参量组合对生活垃圾填埋场地进行水文地质类型划分。本规范主要根据表 7.3.1 中统计所得的填埋场污染物主要扩散方向上渗沥液特征污染物的扩散距离界限值来确定填埋场地下水调查范围关于下游的界限；当特征污染物扩散距离小于 50m 时，填埋场地下水调查范围下游的界限取值 50m。山谷型与阶地型对应的强径流型填埋场地由于典型统计案例数量不足，通过建立批量相应典型水文地质模型，开展数值模拟分析，综合统计分析获得阶地-强径流型、阶地-弱径流型填埋场地下水调查范围下游的界限依次取值 1500m、500m，山谷-强径流型、山谷-弱径流型填埋场地下水调查范围下游的界限依次取值 1500m、300m。本规范填埋场上游地下水的调查范围界限值一般引用现行国家标准《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB16889 中 10.2.1 条给出的监测界限外边界值 50m。填埋场两侧调查范围界限值采用填埋场下游或上游调查范围界限值，取值原则是，当填埋场水文地质类型为强径流型，地下水污染物扩散范围一般偏大，故两侧调查范围采用下游调查界限值；当填埋场水文地质类型为弱径流型或准滞留型，地下水污染物扩散范围一般较小，故两侧调查范围采用上游调查界限值。

表 1 填埋场地水文地质分类及地下水污染物扩散统计表

填埋场水文地质分类			地下水污染物扩散统计结果	
背景地下水相对埋深 (Dr)	补给边界长度/其它边界长度 (Rr/d)	场地渗漏表征速度 (K×I)	污染物浓度负梯度	污染物扩散距离
≥-10m	平原型 (Rr/d=0)	强径流型 ($K \times I \geq 2 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)	$\leq 10 \text{mg}/(\text{L} \times \text{m})$	<2000m
		弱径流型 ($5 \times 10^{-8} \text{cm/s} \leq K \times I < 2 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)	$10-200 \text{mg}/(\text{L} \times \text{m})$	<150m
		准滞流型 ($K \times I < 5 \times 10^{-8} \text{cm/s}$)	$>200 \text{mg}/(\text{L} \times \text{m})$	<15m
	阶地型 ($0 < Rr/d \leq 2$)	强径流型 ($K \times I \geq 5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)	$\leq 10 \text{mg}/(\text{L} \times \text{m})$	/
		弱径流型 ($K \times I < 5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)	$>10 \text{mg}/(\text{L} \times \text{m})$	$\leq 300 \text{m}$
	山谷型 ($2 < Rr/d$)	强径流型 ($K \times I \geq 5 \times 10^{-4} \text{cm/s}$)	$\leq 10 \text{mg}/(\text{L} \times \text{m})$	/
		弱径流型 ($K \times I < 5 \times 10^{-4} \text{cm/s}$)	$>10 \text{mg}/(\text{L} \times \text{m})$	$\leq 300 \text{m}$
<-10m	\	\	$>200 \text{mg}/(\text{L} \times \text{m})$	<10m

表 1 中补给边界长度/其它边界长度(Rr/d)可通过分析填埋场地当前地形图,也可通过分析当前卫星遥感影像图或现场踏勘观测获得。条文中填埋区填埋堆体接触到的岩土层是指填埋库区与垃圾堆体或堆体下伏防渗系统直接接触的岩土层位,表中 K 与 I 可通过查阅、分析场地既有水文地质资料取值。

7.3.2 地下水污染羽的总体空间分布特征指地下水污染物浓度等值线的圈定的几何形态、污染羽的空间分布优势方位以及污染物浓度梯度分布特征等。

1 堆体边界外侧邻区一般指在调查范围内堆体边界往外 50m 区域; 渗漏扩散高风险区域的调查范围为渗漏扩散高风险点(区)边界往外 50 m 范围, 如调节池边界往外 50 m, 地质断层破碎带的主断面向两侧 50 m;

2 渗漏扩散高风险区域的总体布点密度原则上不小于 1600 m² 一个调查点, 这符合现行《建设用地土壤污染状况调查技术导则》HJ 25.1 有关规定; 表 7.3.2 中布点方法具体依据现行《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》HJ 25.2 有关规定实施;

3 背景地下水水质调查点宜布设在调查范围内上游边界或其邻近区;

4 根据詹良通等(2022)对我国典型生活垃圾填埋场地水文地质条件的分类研究, 平原型、阶地型及山谷型填埋场地水文地质条件存在统计意义上的规律性差异, 而我国一些生活垃圾填埋场地(如多数阶地型填埋场)堆体底部与下游同时发育有较大规模的土层与裂隙岩层, 即同时存在加大规模的孔隙水与岩体裂隙水, 故本规范按照这三类地貌差异而非孔隙水、岩体裂隙水差异来对地下水监测井的布点进行分类规定;

5 对岩性或土性不同、但在调查范围内存在显著地下水补径排联系的含水层位, 作为同一地下水调查取样层位处理; 调查范围内填埋堆体底部第一层含水层

厚度大于 30m 时，宜对这层的上部与深部地下水分别调查取样，否则，宜对这层之下的含水层上部地下水调查采样或原位测试。

7.3.3 控制性地下水监测井主要用于严格地下水分层取样，揭示调查区地下水污染羽的具体分布层位，并可用于对钻孔剖面测井法在调查场地的应用效果进行验证。其它地下水监测井的建设技术与控制性地下水监测井的区别在于：前者采用对最高地下水水位以下至沉淀管之上区段设置全段进水滤管的全滤管、且成孔内径不大于 10cm 的地下水监测井结构。由于用于分层取样的地下水监测井施工成本显著高于建设单个全滤管地下水监测井，场地施工可行性程度也低于建设单个全滤管地下水监测井，故本规范建议采取全滤管地下水监测井配套钻孔地下水环境质量原位勘测技术开展填埋场地地下水污染羽调查。

7.3.4 地下水监测井可采用时域反射技术对调查区土层内孔隙水污染现状进行原位测试；可采用钻孔剖面测井法开展填埋场地地下水污染羽原位调查。吴林波等（2021）提出了可用于生活垃圾填埋场地地下水污染羽调查的钻孔剖面测井法（图 1），通过原位测试内径不大于 10cm 的全滤管地下水监测井中的水体溶解性总固体浓度（TDS）（图 2），对没有地下水竖向扰流、地下水平均流量大于 $1 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ 的场地，地下水污染羽界限监测精度可控制在偏离真实界限约 50 cm 的范围内。钻孔剖面测井法所采用的电导率仪的电导率分辨率应不大于 $0.1 \mu \text{ S/cm}$ ，钻孔竖向数据点测试间距不大于 1 m。通过钻孔剖面测井法测得的场地各地下水监测井中的水质竖向剖面，可作为钻孔地下水分层取样送检的依据。

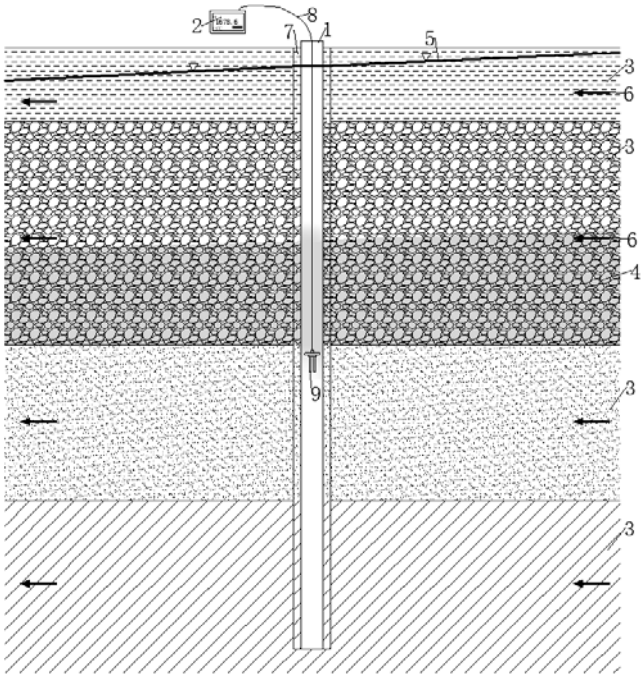


图 1 全滤管钻孔剖面测井法工作原理图

1—全滤管钻孔井管；2—电导率仪主机；3—透水性均匀层；4—地下水污染羽；5—地下水位；6—地下水流向；7—填充料；8—电缆；9—电导率仪传感器

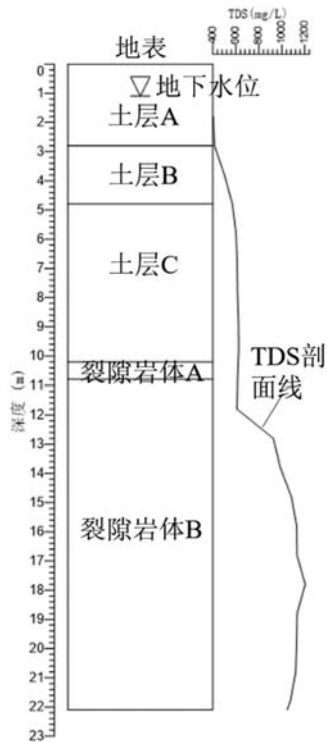


图 2 钻孔剖面测井法在生活垃圾填埋场地应用案例

7.3.5 地下水采样方法应符合现行《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 有关规定。

7.3.6 地下水水质测试分析方法应符合现行《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 有关规定；增测地下水抗生素等新污染物的需求可包含：

- 1 前期监测表现为超过Ⅲ类地下水限值；
- 2 相关管理部门或者委托单位要求调查测试的指标。

7.3.7 对地下水超标指标的污染指数法基于以下公式计算：

式中： P_{ki} 为第 k 个指标的污染指数； C_{ki} 为第 k 个样品第 i 个指标的测试结果； C_0 为第 i 个指标的对照值，主要为对照点测试结果； C_m 为所采用的水质评价标准值，该值一般为现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 的Ⅲ类标准值，未列入《地下水质量标准》GB/T 14848 的指标可参照现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749、国内其他相关标准或国际相关标准进行评价。

7.4 土壤环境调查

7.4.1 考虑填埋场地污水渗漏扩散导致产生填埋场周边主要的土壤污染的实际，也考虑填埋场地调查的工程管理、实践可操作性以及工程成本控制等方面，有必要将填埋场周边土壤调查范围设置为与填埋场周边地表水、地下水环境调查总范围一致。

7.4.2 填埋场地土壤环境调查监测指标包含挥发性有机污染物，表层 0~0.2 m 埋深的土壤层中的环境质量现状不能有效表征表层土壤层总现状。土壤采样的竖向埋深应扣除表层非土壤硬化层的厚度。下层土壤采样可充分利用调查区各类钻探施工所获的新鲜且未受二次污染的土芯样品。

7.4.3 若填埋场位于自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的地区，监测项目满足除以上规定指标外，还应符合区域环境功能区划相关标准的有关规定；若填埋场规划为建设用地，监测指标除满足以上规定指标外，还应符合《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB36600 表 1 规定的“建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）”，并参考表 2 规定的“建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（其它项目）”；若填埋场规划为农用地，监测指标除满足以上规定指标外，还应参考《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 15618 表 2 规定的“农用地土壤污染风险筛选值（其它项目）”。土壤氨氮、氯化物的测试宜根据现行《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》HJ 557 有关规定实施。

7.6.4 对土壤超标指标的污染指数法基于以下公式计算：

式中： P_{ki} 为第 k 个指标的污染指数； C_{ki} 为第 k 个样品第 i 个指标的测试结果； C_0 为第 i 个指标的对照值，主要为对照点测试结果； C_m 为所采用的水质评价标准值，该值根据调查区土地规划的属性，从现行国家标准《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB36600 或《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 15618 中取土壤污染筛选值，未列入《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB36600 或《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 15618 的指标可参照国内其他相关标准或国际相关标准进行评价。

7.5 大气环境调查

7.5.5 填埋气的组分主要成分是甲烷和二氧化碳，其中甲烷占 50%~60%，二氧化碳占 40%~50%。由于填埋场的甲烷与空气的混合，当甲烷在空气中的体积分数

处在 5%~15% 范围时，遇到明火会发生爆炸。爆炸产生的最大爆炸压力可达 720kPa。填埋气体产生速率在垃圾填埋后的 2 年内达到高峰，然后开始缓慢下降，在多数情况下可延续 20 年或更长时间。因此，在垃圾填埋场的运行过程中及封场后，均存在爆炸的可能，需要进行填埋气的安全监测。根据现行国家标准《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772，填埋气体安全性监测需监测空气中甲烷体积分数，其采样点应设置在以下地点：a) 填埋场上方 2m 以下高度范围内；b) 填埋气体导气管排放口；c) 场内填埋气体易于聚集的建（构）筑物内顶部。甲烷的体积分数不应大于 1.25%。

8 水文地质补充勘察

8.1 一般规定

8.1.1 我国多数地区因大气降水、上游来水差异存在显著的丰水期、枯水期季节性差异，动态变化特征包含调查区地下水补径排过程的季节性变化、地下水补径排过程对大气降雨的响应、以及地下水补径排过程对调查区内与地下水相关基础设施（如园区的抽水井、排水口）运营的响应。

8.2 非正规垃圾填埋场水文地质勘察

8.2.3 复杂地质构造区指岩土层构造变形程度高、可能存在多类多期次发育的地质构造共存的区域，堆体上游地表水体指堆体上游的水库、河流、池塘等可对下游垃圾填埋区形成显著地下水补给的水体。一点多用指一个勘察点可同时满足水文地质勘察、地下水环境质量调查、土壤环境质量调查等工程需求。

8.2.4 水文地质勘探孔成孔内径宜设置成 5cm-10cm，水文地质勘探孔建设过程中的勘探孔设计、施工、成井等内容，参照现行《地下水监测井建设规范》DZ/T 0270 有关规定实施；用于测试堆体外围地下水流向、流速及水力坡度的三口水文地质勘探孔的进水滤管均设置在目标含水层中，且平面分布呈锐角三角形，其中最小夹角不宜小于 40°，三口勘探孔的孔间距宜为 50 m-100 m。

8.2.5 含水层地下水水位连续监测的持续时间不宜短于一个水文年，期间地下水位的变化即为地下水位动态变化，监测频率宜不小于每 1-2 周一次。地形地貌测绘比例尺可选用 1:500-1:2000，场地地形地貌复杂时，比例尺可适当放大。

8.2.7 抽水试验可参照现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB50027 有关规定实施，注水试验宜参照现行行业标准《注水试验规程》YS5214 有关规定，压水试验宜参照现行行业标准《压水试验规程》YS/T 5216 有关规定。

8.2.9 细粒土层渗透系数、孔隙度等参量测试参照现行国家标准《土工试验方法》GB/T 50123 实施。

8.2.10 场地地下水水量平衡分析可参照现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB50027 有关规定实施，也可通过建立场地水文地质模型，开展数值模拟实施。

8.3 卫生填埋场水文地质补充勘察

8.3.8 场地地下水水量平衡分析可参照现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB50027 有关规定实施，也可通过建立场地水文地质模型，开展数值模拟实施。

9 环境风险评价

9.1 一般规定

9.1.2 此条对环境风险评价步骤进行说明。四种环境风险评价采用“源-途径-受体”风险三要素和层次分析法构建风险分级指标体系。四种环境风险评价为目标层，危险源辨识、传递途径评价与敏感目标受损体评价为准则层，风险评价结果为方案层。构建指标体系首先需要明确风险原因，危险源辨识表征识别诱发生活垃圾填埋场四种环境风险的危险源，传递途径评价表征危险源传递到受体的途径和过程的风险，敏感目标受损体评价指标表征危险源影响环境敏感目标的风险。最终建立四种环境风险评价的指标体系，采用层次分析法，建立成对比较矩阵，得到各指标权重值。根据现场调查结果对各指标进行打分，进而采用加权求和法计算得到风险指数，将风险指数与风险分级表比对，得到环境风险等级划分结果。

潜在危险因子指可能诱发生活垃圾填埋场环境风险的危险源指标；场地环境脆弱性因子指危险源传递所处的生活垃圾填埋场场地特征指标；环境敏感目标因子指生活垃圾危险源可能威胁到的环境敏感目标指标。生活垃圾填埋场地环境风险受到多种因素影响，本身堆体体积、液位、土工材料界面类型；所处地形及气候、所处位置地质及水文地质条件；场地周边居民数量、敏感水体等。这些因素从危险源、传递途径及敏感目标受损体影响场地受到威胁的难易程度，进行环境风险评估时应着重考虑这几个方面。

9.1.3 此条对环境风险评价指标打分中特殊情况进行说明。例如场地调查不便获取“堆体降解稳定化程度”指标，应按“未知”情况考虑，打“4”分；例如场地调查获取“场底防渗系统结构”指标，部分区域为“无防渗系统”，部分区域为“双层防渗系统”，则应按照“无防渗系统”情况考虑，打“10”分。

9.1.4 此条对环境风险综合评价等级划分进行说明。举例说明如下：

假设堆体滑坡造成液气泄露环境风险等级 R_1 为“6.15”、渗沥液渗漏扩散污染地下水环境风险等级 R_1 为“6.28”、填埋气体集聚导致人员中毒环境风险 R_1 等级为“8.08”、臭气扩散扰民环境风险 R_1 为“3.82”，则根据式 9.1.1 计算可得生活垃圾填埋场环境风险的综合 R 为 6.324，对应表 9.1.1 可知生活垃圾填埋场环境风险评价等级为“中等”。

9.2 堆体滑坡造成液气泄露环境风险评价

9.2.1 滑坡造成液气泄露环境风险评价指标选取及评价流程如图 3 所示。其中环境敏感目标中的“敏感点”指下游人口、下游重要工程、下游建筑物、下游交通

设施及地表水体。

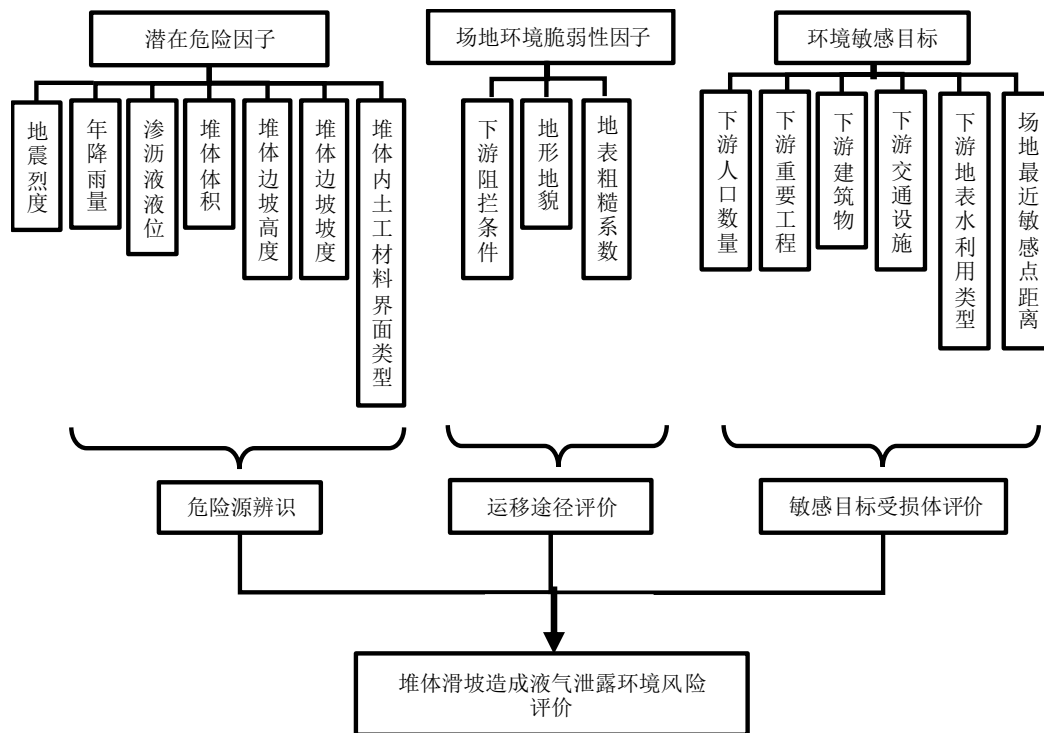


图 3 堆体滑坡造成液气泄露环境风险评价工作程序图

此条对堆体滑坡造成液气泄露环境风险评价指标分级依据及计算案例进行说明。

1 24 小时内降雨量 (Q) 参考《浙江省乡镇(街道)地质灾害风险调查评价技术要求(1:2000)》(试行)中表 10-降雨工况划分标准表;

2 渗沥液液位,该指标是指填埋场堆体主水位,在填埋场深部低渗透性垃圾层以上渗沥液长期累积、壅高所形成的浸润面。渗沥液液位中的警戒水位计算如下: h 表示垃圾堆体主水位与垃圾坝顶面的高差, H 表示垃圾堆体边坡最高处与垃圾坝顶面的高差, h/H 表示主水位的相对位置, h/H 达到 0.6 时即为警戒水位,其取值参考《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ176 中堆体主水位对填埋场安全系数的影响;

3 堆体体积的分类等级参考《生活垃圾填埋场环境风险等级划分技术规范》SZDB/Z224-2017 中的内因性指标评分表;

4 堆体边坡高度的分类等级参考《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ176 中垃圾堆体边坡工程安全等级;

5 堆体边坡坡度的分类等级参考《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ176 中垃圾堆体最大边坡坡度;

6 堆体内土工材料界面类型的分类等级参考《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ176-2012 中表 6-各种典型土工材料界面的抗剪强度指标取值范围；

7 地震烈度的分类等级依据《中国地震烈度表》（GB / T17742-2008 中地震烈度的震害程度和现象；

8 下游阻拦条件：根据工程经验，将下游阻拦条件分类为无支挡、抗滑桩、重力式挡土墙和拦挡坝；

9 地形地貌是指生活垃圾填埋场所在的的场址地形。指标分级依据参考《生活垃圾卫生填埋技术规范》（CJJ17-2004）中第 5.3.1 条；

10 地表粗糙系数，参考曼宁系数取值，出处：McCuen, R. et al. (1996), Hydrology, FHWA-SA-96-067, Federal Highway Administration, Washington, DC；

11 下游人口数量：是指场地及周边人口数量。指标分级依据参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中第 4.1 条表 2；

12 下游重要工程、下游建筑物、下游交通设施的分类等级参考地质灾害风险评价方法重点调查区承灾体易损性赋值建议表；

13 下游地表水利用类型是指生活垃圾填埋场及周边地表水利用方式。指标分级依据参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中第 4.1 条表 2；

14 场地最近敏感点距离环境敏感目标中的“敏感点”指下游人口、下游重要工程、下游建筑物、下游交通设施及地表水体。指标分级依据参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中第 2.2 条；

15 天子岭生活垃圾填埋场—堆体滑坡造成液气泄露环境风险算例评价算例：

指标类别	评价指标	评分值	权重系数	说明
	24 小时降雨量	8	0.04	杭州市记录的 24 小时最大降水量为 246.4mm（2013 年 10 月 7 日）
	渗沥液液位	10	0.04	“二埋场”主水位高度普遍较高，距堆体表面最近处理深仅 5.9 m；全场滞水位埋深平均约 8.3 ；超过警戒水位
	堆体体积	10	0.04	天子岭二埋场总库容为 2202 万 m ³
	堆体边坡高度	10	0.04	堆体高度约为 100m
	堆体边坡坡度	6	0.04	边坡坡度接近 1:3
	堆体内土工材料界面类型	1	0.03	库区防渗系统采用国际领先的垂直与水平相结合的综合防渗技术，垂直

				防渗为帷幕灌浆系统，水平防渗采用双层高密度聚乙烯(HDPE)土工膜和复合 GCL 膨润土复合防渗系统
	地震烈度	3	0.10	杭州市发生地震频率较低，且震级较小
场地环境脆弱性因子	下游阻拦条件	3	0.17	垃圾坝
	地形地貌	10	0.09	山谷型
	地表粗糙系数	10	0.07	地表多为光滑混凝土
环境敏感目标	下游人口数量	4	0.07	$100 \leq R < 1000$
	下游重要工程	4	0.06	未知
	下游建筑物	8	0.06	钢混
	下游交通设施	3	0.05	城市道路
	下游地表水利用类型	6	0.05	未知
	场地最近敏感点距离	10	0.05	场区内有聚集人群及建筑物
风险指数 R_1	$R_1=6.15$ ，堆体滑坡造成液气泄露环境风险等级为中等。			

9.3 渗沥液渗漏扩散污染地下水环境风险评价

9.3.1 渗沥液渗漏扩散污染地下水环境风险评价指标选取及评价流程如图 4 所示。

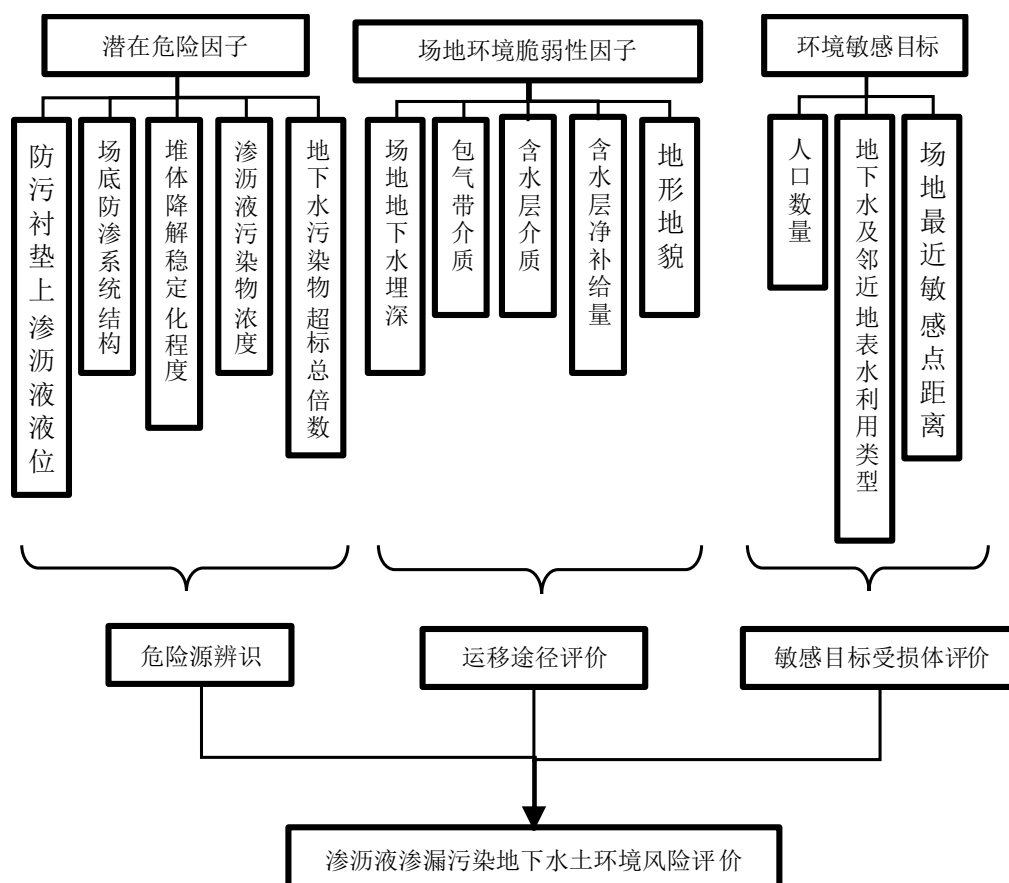


图 4 渗沥液渗漏扩散污染地下水环境风险评价工作程序图

对渗沥液渗漏扩散污染地下水环境风险评价指标分级依据及计算案例进行说明。

1 防污衬垫上渗沥液液位：该指标是指填埋场堆体主水位，在填埋场深部低渗透性垃圾层以上渗沥液长期累积、壅高所形成的浸润面。该指标关注防污衬垫上渗沥液液位是否超过相关规范规定液位小于 0.3m 要求及警戒水位。当液位超过相关规范规定 0.3m 且超过警戒水位时，按超过警戒水位进行打分。指标分级依据参考《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准》（[GB/T 51403-2021](#)）中第 4.1.4 条及《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》（CJJ176-2012）中第 4.5.2 条。

2 场底防渗系统结构：该指标是指在填埋库区和调节池底部及四周边坡上为构筑渗沥液防渗屏障所选用的各种材料组成的体系的结构类型，防渗系统结构可分为单层防渗系统结构和双层防渗系统结构。防渗系统结构分类方法以及该指标的分级依据参考《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准》（[GB/T 51403-2021](#)）中第 4.2.2 条。

3 堆体降解稳定化程度：是指填埋垃圾固相降解稳定化程度，采用固相降解稳定化归一指标表征填埋垃圾的生化降解程度，计算方法见附录 B。指标分级依据参考论文《填埋生活垃圾稳定化特征与开采性分析：以我国第一代卫生填埋场为例》及《生活垃圾填埋场现状调查指南》。

4 渗沥液污染物浓度：是指生活垃圾填埋场产生的渗沥液中水污染物质量浓度。该指标参考《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB 16889-2008）中的第 8.5 条表 2 规定限制判断渗沥液污染物浓度是否超标。

5 地下水污染物超标总倍数：地下水污染物超标总倍数是指在生活垃圾填埋场地下水样品中检出，且浓度超过《地下水质量标准》GB/T 14848 中的Ⅲ类水质限值的污染物的超标倍数之和，计算方法见附录 C。指标分级依据参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中第 4.1 条表 2。

6 地下水位与衬垫的距离：是指从地表到地下水潜水面的垂直深度，指标采取生活垃圾填埋场地下水年最高水位进行打分。指标分级依据参考《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准》（GB/T 51403-2021）中第 4.1.4 条及《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中第 4.1 条表 2。

7 包气带介质：是指地表面与地下面之间与大气相通的，含有气体的地带。指标分级依据参考 DRASIC 模型。指标分级依据参考用于地下水脆弱性评价的 DRASIC 模型及论文《基于熵权与 GIS 耦合的 DRASTIC 地下水脆弱性模糊优选评价》表 2。

8 含水层介质：是指土壤通气层以下的饱和层，其介质孔隙完全充满水分。指标分级依据参考用于地下水脆弱性评价的 DRASIC 模型。指标分级依据参考用于地下水脆弱性评价的 DRASIC 模型及论文《基于熵权与 GIS 耦合的 DRASTIC 地下水脆弱性模糊优选评价》表 2。

9 含水层净补给量：是指单位面积内从地表渗入到地下的水量。指标分级依据参考用于地下水脆弱性评价的 DRASIC 模型。指标分级依据参考用于地下水脆弱性评价的 DRASIC 模型及论文《基于熵权与 GIS 耦合的 DRASTIC 地下水脆弱性模糊优选评价》表 2。

10 水文地质环境类型：是指生活垃圾填埋场所在的场址地形。指标分级依据参考《生活垃圾卫生填埋技术规范》（CJJ17-2004）中第 5.3.1 条。

11 人口数量：是指场地及周边人口数量。指标分级依据参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中第 4.1 条表 2。

12 地下水及邻近地表水利用类型：是指生活垃圾填埋场及周边地下水和地表水利用方式。指标分级依据参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术

规定》中第 4.1 条表 2。

13 场地最近敏感点距离：是指生活垃圾填埋场离最近敏感点的距离，最近敏感点是指地块周边可能受污染物影响的幼儿园、学校、居民区、医院、食用农产品产地、地表水体、集中式饮用水水源地、饮用水井、自然保护区等环境敏感保护对象。指标分级依据参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规范》中第 2.2 条。

14 天子岭生活垃圾填埋场—渗沥液渗漏扩散污染地下水环境风险评价算例：

一级指标	二级指标	指标分值	指标权重	说明
潜在危险因子	防污衬垫上渗滤液液位	10	0.15	“二埋场”主水位高度普遍较高，距堆体表面最近处埋深仅 5.9 m；全场滞水位埋深平均约 8.3m；超过警戒水位
	场底防渗系统结构	2	0.09	库区防渗系统采用国际领先的垂直与水平相结合的综合防渗技术，垂直防渗为帷幕灌浆系统，水平防渗采用双层高密度聚乙烯(HDPE)土工膜和复合 GCL 膨润土复合防渗系统
	堆体降解稳定化程度* (β_s)	3	0.05	一、二期垃圾堆体主体 42 个试样和 863 试验区 31 个试样的降解稳定化归一指标 β 范围为 16.96%-98.58%，多数样品在 $0.8 \leq \beta_s \leq 1$ 范围内
	渗沥液污染物种类	10	0.03	“一埋场”CODCr 分布范围主要集中在 2500~10000 mg/L，“二埋场”CODCr 分布范围主要集中在 5000~30000 mg/L；“一埋场”BOD ₅ 分布范围主要集中在 500~1500 mg/L，“二埋场”BOD ₅ 分布范围主要集中在 500~15000 mg/L；“一埋场”氯化物分布范围主要集中在 3500~5500 mg/L，“二埋场”氯化物分布范围主要集中在 2500~6500 mg/L；“一埋场”TN 分布范围主要集中在 4000~5500 mg/L，“二埋场”TN 分布范围主要集中在 2500~6500 mg/L；“一埋场”氨氮分布范围主要集中在 3000~5000 mg/L，“二埋场”氨氮分布范围主要集中在 1500~6000 mg/L
	地下水污染物超标总倍数	10	0.02	超标污染物有氨氮、铁、锰、高锰酸盐指数、总大肠菌群、铅、砷等，超标总倍数 $E_{gw} \geq 100$
场地环境脆弱性因子	地下水位与衬垫的距离	7	0.15	该区域地下水主要分为第四系孔隙型潜水及基岩裂隙型承压水，水位情况为：0-7.17m
	包气带介质	6	0.09	园区内布置点位在深度方向主要有杂填土、粉质粘土、碎石土、全风化砂岩、强风化砂岩以及中风化砂岩等
	含水层介质	8	0.06	园区内布置点位在深度方向主要有杂填土、粉质粘土、碎石土、全风化砂岩、强风化砂岩以及中风化砂岩等
	含水层净补给量	4	0.02	未知
	水文地质环境类型	7	0.02	山谷—强径流型
环境敏感	人口数量	4	0.19	$100 \leq R < 1000$
	地下水及邻近地表	4	0.10	未知

目标因子	水利用类型			
	场地最近敏感点距离 (D_s)	10	0.05	场区内有聚集人群及建筑物
风险	$R_2=6.28$ 液渗漏污染地下水环境风险等级为中等			

9.4 填埋气体集聚导致人员中毒环境风险评价

9.4.1 生活垃圾填埋场填埋气体集聚导致人员中毒风险评价应首先评估有限作业空间场所数量。再对单个有限空间场所依次按危险源辨识，运移途径评价和敏感目标受损体评价三部分依次依照指标按生活垃圾填埋场实际调查情况打分评估。每个部分的总分为各指标的得分与相应权重的相乘的总和，单个人员中毒风险评估总分为三个组成部分与对应权重相乘的综合，生活垃圾填埋场人员中毒风险评估总分为场内全部有限作业空间场所风险评估总和再取平均值，依据平均值参考风险分级表评估人员中毒风险。单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒环境风险评价工作程序流程图如下：

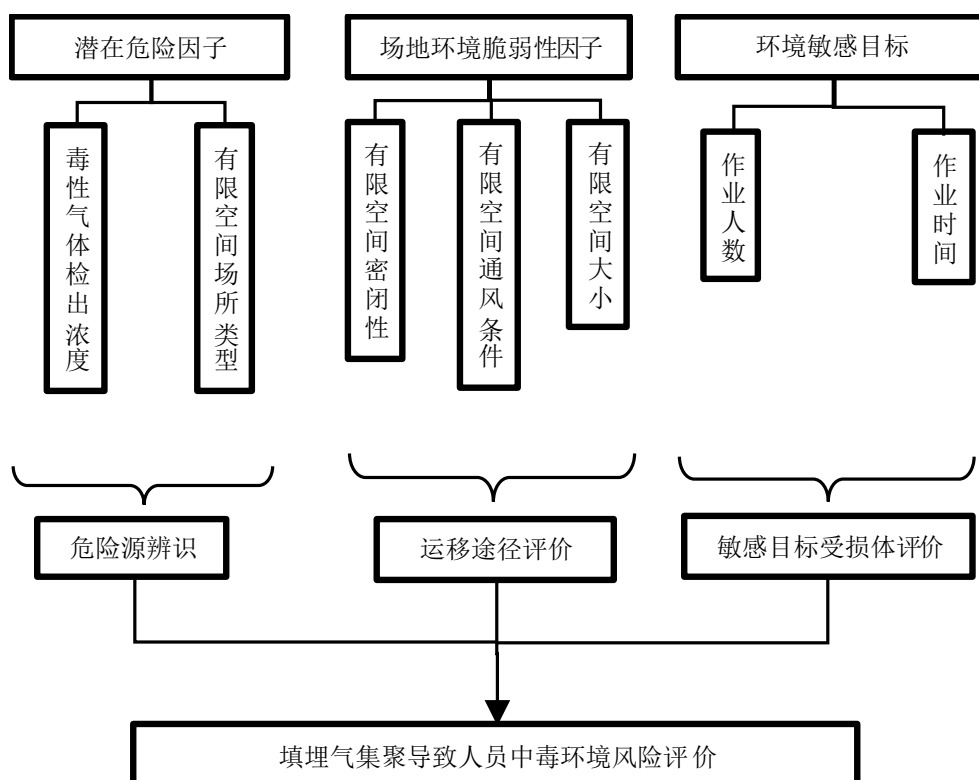


图 5 单个有限作业空间填埋气体集聚导致人员中毒环境风险评价工作程序图

对填埋气体集聚导致人员中毒环境风险评价指标分级依据进行说明。

1 毒性气体检出浓度：该指标是指单个有限作业空间中检测出的有毒气体体积分数。PC-TWA (Permissible Concentration-Time Weighted Average) 为时间加权

平均容许浓度。超限倍数为任何一次短时间(15 min)接触浓度均不应超过 PC-TWA 的倍数。其取值依据《工住场所有害因素职业接触限值 化学因素》(GBZ2.1-2007)。指标分级依据参考论文《有限空间作业动态风险评估模型研究与应用》1.2.3 节。

2 有限空间类型：该指标是指工作人员作业的有限空间分类。根据风险大小，可将有限空间分为两大类：无许可的有限空间和许可性有限空间。指标分级依据参考论文《有限空间的危害辨识与风险控制研究》。无许可的有限空间是指那些不存在任何可能造成人员死亡、重伤危险(与空气中有害物质有关)的场所。许可性有限空间指存在任何可能造成人员死亡、重伤危险(与空气中有害物质有关)的场所。

3 有限空间密闭性：该指标是指工作人员作业的有限空间密封性和通风情况，用空间中实测氧气体积分数进行评价分级。指标分级依据参考论文《有限空间作业动态风险评估模型研究与应用》1.2.3 节。

4 有限空间通风条件：该指标是指工作人员作业的有限空间通风等级。指标分级依据参考《爆炸性环境一场所分类爆炸性气体环境》。高级通风：实质上能够在释放源处瞬间降低其浓度，使其低于爆炸下限的浓度，区域范围甚至可忽略不计。中级通风：能够控制浓度，虽然释放源正在释放中，使得区域界限稳定，并且在释放源停止释放后，爆炸性气体环境持续存在时间不会过长。低级通风：在释放源释放过程中，不能控制其浓度，和/或在释放源停止释放后，也不能阻止爆炸性环境持续存在。

5 有限空间大小：该指标是指工作人员作业的有限空间可容纳的人数。指标分级依据参考论文《有限空间作业动态风险评估模型研究与应用》1.2.3 节。

6 作业人数：该指标是指工作人员作业的有限空间同时作业的人数。指标分级依据参考论文《有限空间作业动态风险评估模型研究与应用》1.2.3 节。

7 作业时间：该指标是指工作人员作业在有限空间作业的时长。指标分级依据参考论文《有限空间作业动态风险评估模型研究与应用》1.2.3 节。

8 天子岭生活垃圾填埋场填埋作业意外事故中毒风险评价算例：

指标类别	评价指标	评分值	权重系数	说明
潜在危险因子	毒性气体检出浓度 N(%PC-TWA)	10	0.24	5 名工人在进行垃圾填埋作业时疑似吸入大量沼气，呼吸困难
	有限空间场所类型	10	0.09	填埋气中有甲烷，吸入过量的甲烷具有中毒致死的风险
场地环境脆弱性因子	有限空间密闭性（氧气体积分数 O（%））	3	0.21	工人主要负责日常垃圾填埋，处于地面半开放环境，氧含量相对充足

	有限空间通风条件	10	0.07	天子岭填埋场属于山谷型填埋场，垃圾填埋工作面处于低洼处难以控制释放源浓度，属于低级通风条件
	有限空间大小 (空间可容纳人数 M (人))	1	0.05	工人填埋工作面位于地面上，属于开放空间，可容纳人数大于 5 人
环境敏感目标因子	作业人数 L (人)	10	0.17	现场有 5 名工人同时开展作业
	作业时间 K (h)	10	0.17	日常垃圾填埋属于长时间工作，大于 6 小时
单空间风险指数	$X_6 = 8.08$			
风险指数	$R_3 = 8.08$ ，填埋库区局部低洼处填埋气体集聚导致人员中毒风险等级高			

9.5 臭气扩散扰民环境风险评价

9.5.1 生活垃圾填埋场臭气扩散扰民环境风险评价工作程序流程图如下：

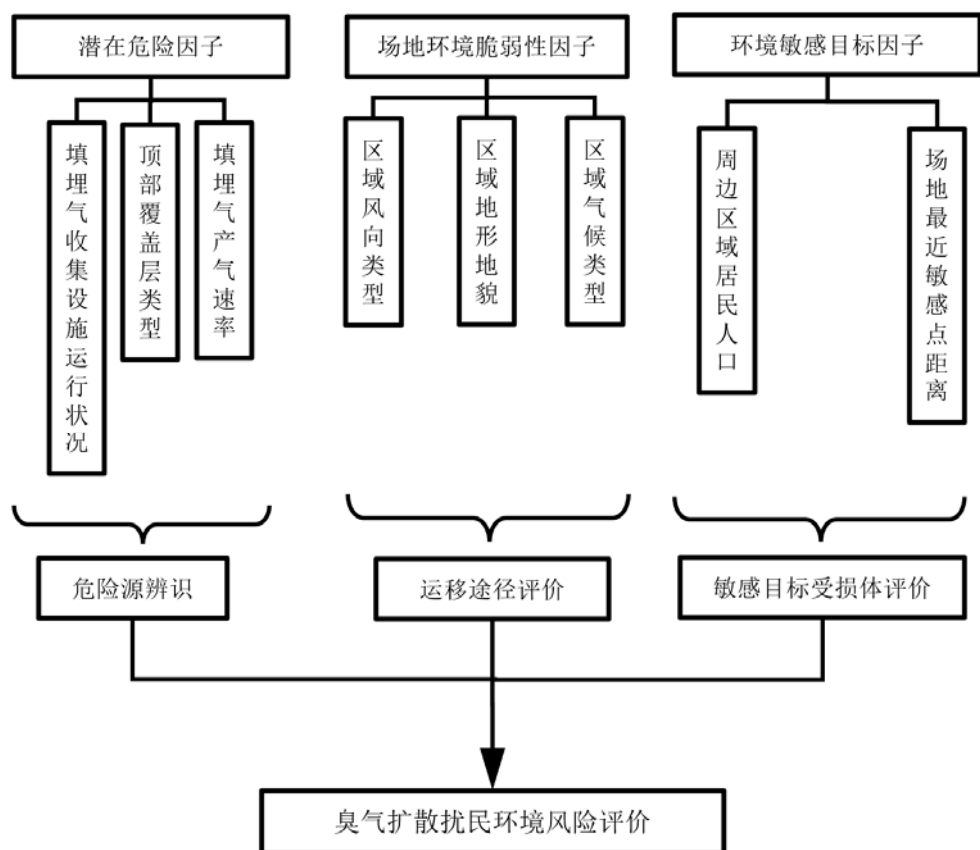


图 6 臭气扩散扰民环境风险评价工作程序流程图

对臭气扩散扰民环境风险评价指标分级依据进行说明。

1 填埋气收集设施运行状况：该指标是指填埋场的填埋气收集利用水平，用填埋气收集率衡量，即填埋气体抽气流量与填埋气体预测产生速率之比。指标分级依据参考《生活垃圾填埋场填埋气体收集处理及工程技术规范》（CJJ133）中第 7.4.1 条。

2 顶层覆盖层类型：该指标是指垃圾堆体终场覆盖类型，具有排气、防渗、排水和绿化等功能。指标分级依据参考《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》（GB51220-2017）中第 5 节和《生活垃圾卫生填埋场运行维护技术规程》（CJJ93-2011）中第 5.1 节。

3 填埋气产气速率：该指标是指填埋场单位时间的产气量。指标分级依据参考《生活垃圾卫生填埋处理岩土工程技术标准》（CJJ176-2016）中的附录 B。

4 区域风向类型：该指标是指填埋场所在区域夏季主导风向指向。指标分级依据参考《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》（GB51220-2017）中的第 3.2.1 条和论文《Calpuff 模型在生活垃圾填埋场臭气扩散模拟中的应用》中 2.1 节。。

5 区域地形地貌：该指标是指生活垃圾填埋场所在的场址地形。指标分级依据参考《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》（CJJ17-2004）中第 5.3.1 条。

6 区域气候类型：该指标是指生活垃圾填埋场所在的区域气候。24 小时最大降雨量指标分级依据《浙江省乡镇(街道)地质灾害风险调查评价技术要求(1：2000)》。

7 周边区域居民人口：该指标是指场地及周边人口数量。指标分级依据参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中第 4.1 条表 2。

8 场地最近敏感点距离：该指标是指生活垃圾填埋场周边最近居民区与填埋场之间的距离。指标分级参考依据《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》（GB51220-2017）中的第 3.4.3 条。

10 报告编制

10.1 一般规定

10.1.2 若场地只需要开展基本情况调查，报告可省略专项调查部分；开展专项调查的场地需设置专门章节阐述专项调查工作及结果。对于异位开挖治理场地，已无堆体时仍需针对历史堆体情况、污染防控措施进行概述，并在基本情况调查报告、周边环境报告及环境风险评估报告中体现历史堆填对环境的影响；若开挖未完成，需针对历史及现存堆体情况、污染防控措施进行概述，并在基本情况调查报告、周边环境报告及环境风险评估报告中体现历史及现存堆填对环境的影响。

10.2 基本情况调查报告

10.2.1 填埋场概况需描述基本情况调查内容及结果，需至少包含资料收集、现场踏勘、人员访谈、抽样检测及填埋场问题清单。

10.3 专项调查报告

10.3.2 应综合基本情况调查报告结果及专项调查结果，给出是否需要进行环境风险评价的建议。

