

# 团 体 标 准

T/GDSES XXXXX

## 固体废物填埋量勘查技术规范 Technical specification for investigation of solid waste landfilled quantity

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施



## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语与定义 .....	1
4 基本原则和工作程序 .....	2
5 前期准备 .....	5
6 现场勘探 .....	5
7 室内试验 .....	8
8 方量估算 .....	9
9 质量控制 .....	9
10 勘查成果 .....	10
附录 A（资料性）常见物探方法及适用性 .....	11
附录 B（资料性）固体废物填埋方量估算方法 .....	12
附录 C（资料性）现场勘探记录表 .....	15
附录 D（资料性）固体废物填埋量勘查报告参考大纲 .....	16
参 考 文 献 .....	18

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省环境科学学会提出并归口。

本文件起草单位：

本标准主要起草人：

本文件首次制定。

## 引 言

为贯彻落实《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《环境损害赔偿管理规定》以及《广东省固体废物污染环境防治条例》等法律法规，响应《关于深入推进生态环境损害赔偿制度改革若干具体问题的意见》等政策要求，规范和指导固体废物填埋量勘查工作，为相关后续工作提供依据，在现有技术成果及实践经验基础上，制定本文件。



# 固体废物填埋量勘查技术规范

## 1 范围

本文件规定了固体废物填埋量勘查过程中前期准备、现场勘探、室内试验、方量估算、质量控制、勘查成果及其他要求。

本文件适用于除放射性废物和医疗废物以外的固体废物填埋量勘查工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50021 岩土工程勘察规范  
GB 50026 工程测量标准  
GB/T 15555.12 固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法  
GB/T 50123 土工试验方法标准  
GB/T 50585 岩土工程勘察安全标准  
HJ 1222 固体废物 水分和干物质含量的测定 重量法  
HJ 298 危险废物鉴别技术规范  
HJ/T 164 地下水环境监测技术规范  
HJ/T 166 土壤环境监测技术规范  
HJ/T 20 工业固体废物采样制样技术规范  
DZ/T 0064（所有部分） 地下水水质分析方法  
DB42/T 2155 污染场地工程勘察技术规程

## 3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**填埋量勘查** landfill quantity investigation

指对地形、岩土分层及固体废物填埋情况等进行的实地调查活动，以查明固体废物填埋体积、质量、分布等情况的过程。

[来源：GB/T 9151，3.3，有修改]

### 3.2

**勘查区域** investigation area

为确定固体废物填埋的类型、范围，需要开展勘探、观察、测绘、试验的区域，包括固体废物填埋发生的区域和对照区域等。

[来源：GB/T 39791.1，3.3，有修改]

### 3.3

#### 钻探 drilling

通过钻机或专用工具，以机械或人力作动力，向地下钻孔以取得地层资料的勘查方法。

[来源：JGJ/T 87，2.0.2，有修改]

### 3.4

#### 坑探 trial pit

为揭露近地表被覆盖固体废物在地表挖掘深度不大于3m的坑。

[来源：SL/T 291.3，2.0.1，有修改]

### 3.5

#### 槽探 trenching

为揭露近地表覆盖固体废物在地表开挖的连续沟槽。

[来源：SL/T 291.3，2.0.2，有修改]

### 3.6

#### 井探 well exploration

为对固体废物深度进行勘查而开展的自地表向下开挖或机械施工形成的井。

[来源：SL/T 291.3，2.0.4，有修改]

### 3.7

#### 物探 geophysical exploration

地球物理探测的简称。利用固体废物与周边介质的物理性质差异，根据应用地球物理原理，选择适当的方法和相应的仪器设备，通过观测、分析和研究各种物理场的变化规律，探查固体废物的形态、空间分布或检测、测试其物理性质的间接勘查方法。

[来源：CJJ/T 7，2.1，有修改]

### 3.8

#### 危险源 hazard source

指固体废物勘查过程中因勘探作业造成管线破坏或诱发地质灾害、固体废物污染外溢等可能导致人员伤亡或疾病、物质财产损失、工作环境破坏这些情况组合的根源或状态因素。

[来源：GB/T 50585，2.1.2，有修改]

## 4 基本原则和工作程序

### 4.1 基本原则

#### 4.1.1 针对性



针对勘查区域潜在固体废物的填埋情况,进行地形、岩土分层及固体废物填埋数量和空间分布勘查,为勘查区域内的固体废物环境管理提供依据。

#### 4.1.2 规范性

采用程序化和系统化的方式规范固体废物填埋量勘查过程,保证勘查过程的科学性和客观性。

#### 4.1.3 可操作性

综合考虑勘查方法、时间和经费等因素,结合当前科技发展和专业技术水平,使勘查过程切实可行。

#### 4.1.4 中立性

勘查活动应当不受任何部门和个人因素的干扰。参与勘查工作的人员应当保持中立,不受委托方以及其他方面的干扰。

### 4.2 工作程序

固体废物填埋勘查可分为前期准备、现场勘探和成果分析与报告编制三个阶段,勘查的工作程序如图 1 所示。

#### 4.2.1 勘查启动

根据委托方提供的委托书或签订的合同,组织勘查团队启动勘查工作。勘查工作在委托方指定的区域内进行,具体勘查范围按以下方式确定:

- a) 委托方明确指定区域的,按其要求范围开展勘查工作;
- b) 委托方未明确指定区域,但根据前期准备工作能初步判定固体废物填埋区域的,可在初步判定填埋区域的基础上适当外扩一定范围;
- c) 委托方未明确指定区域,且根据前期准备工作不能判定固体废物填埋区域的,勘查单位可按相关技术要求合理确定勘查范围。

#### 4.2.2 前期准备

搜集分析与拟勘查区域内固体废物填埋相关的气象资料、水文地质资料、测试检测监测资料、历史影像资料、过程文件等资料,并进行现场踏勘和人员访谈等工作,了解固体废物的性质及其填埋的过程、地质环境条件,分析资料的可靠性和完整性,明确开展下一阶段勘查工作的主要内容。

#### 4.2.3 现场勘探

本阶段现场勘探工作通常可按照初步勘查与详细勘查两个阶段进行,初步勘查主要以物探、坑探、槽探以及少量钻探与分析为主,初步确定填埋的固体废物种类、平面分布范围和深度。详细勘查应在初步勘查基础上,有针对性的进行加密钻探,并根据需要开展原位测试、室内试验,详细查明每类固体废物填埋的空间分布及所处环境的工程地质和水文地质条件,提供计算固体废物填埋量所需的数据及相关结论建议。

初步勘查与详细勘查阶段应分别制定勘查工作计划、现场勘查、数据评估与分析等步骤。初步勘查和详细勘查均可根据实际情况分批次实施,逐步减少调查的不确定性。当判定固体废物前期资料可靠且固体废物填埋范围基本明确时,可合并勘查阶段,直接进行详细勘查。

#### 4.2.4 成果分析与报告编制

现场勘探工作结束后应进行固体废物填埋方量估算和不确定性分析,在对勘查过程和结果进行描述、分析、总结和评价的基础上,形成固体废物填埋量勘查报告。填埋方量估算方法见附录 B,固体废物填埋勘查报告编制参考大纲见附录 D。

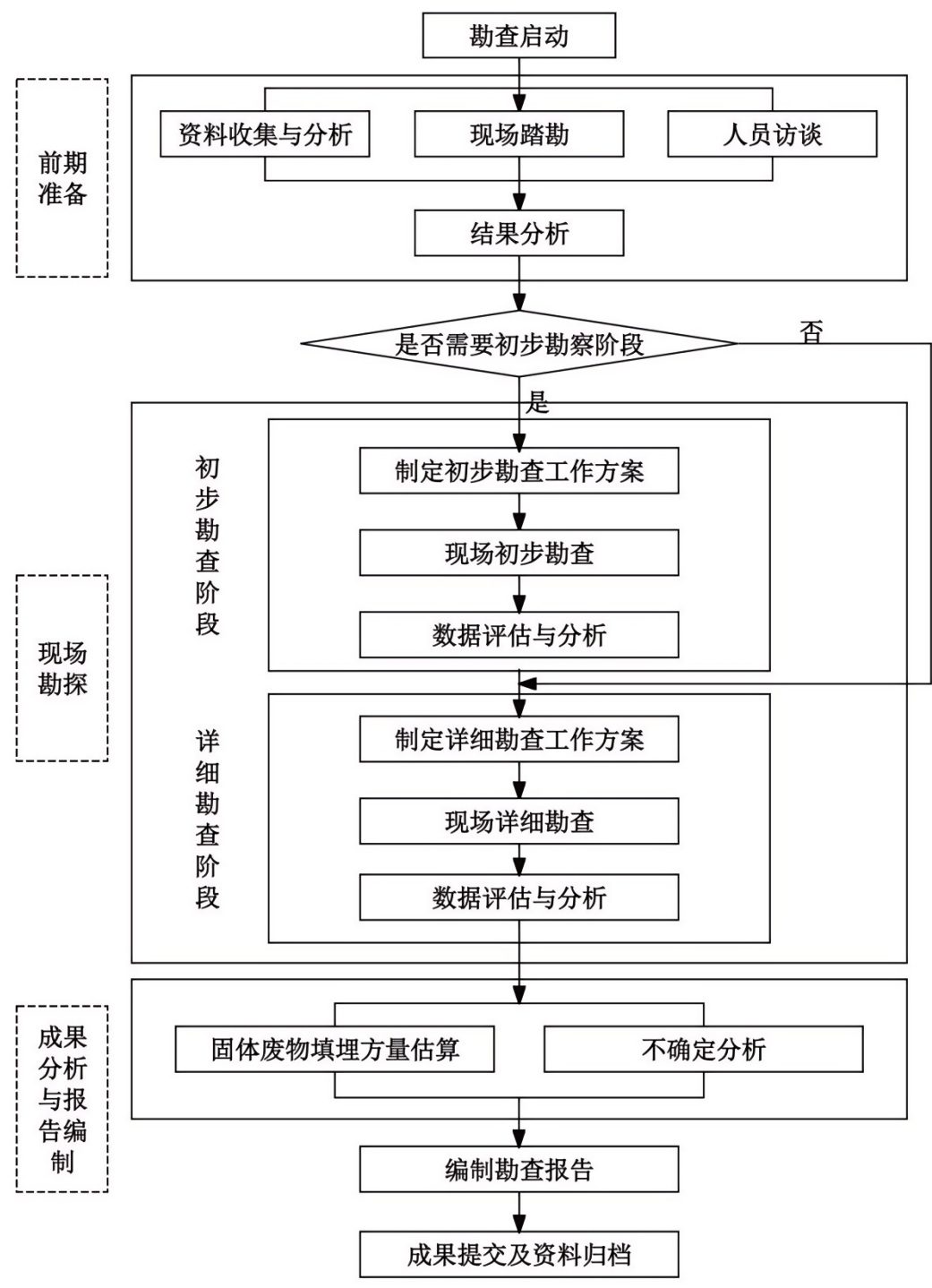


图 1 固体废物填埋量勘查工作程序

## 5 前期准备

### 5.1 资料收集与分析

资料搜集宜包括填埋区及邻近区域的下列资料：

- a) 当地气象、水文、地形地貌、地质构造等资料；
- b) 已有填埋区环境调查资料；
- c) 填埋区域的利用与变迁、污染事件及调查资料；
- d) 填埋区域地下建（构）筑物、管道、管线及其它敏感设施分布情况；
- e) 已知固体废物的种类及分布；
- f) 周边环境及敏感目标资料；
- g) 人类活动、生态环境等相关的自然和社会信息；
- h) 原始地形图与遥感影像等；
- i) 其他能反映填埋成因的资料。

勘查人员应根据专业知识和经验识别资料中的错误和不合理的信息，因资料缺失影响固体废物填埋状况分析时，应进行说明。

### 5.2 现场踏勘

现场踏勘应重点关注以下方面信息：

- a) 可通过现场实地观测、影像采集、现场记录、航拍等方式，初步识别与判断固体废物填埋的位置和范围等；
- b) 结合可采集到的固体废物样品外观形态、有效标识以及快速检测结果，对固体废物进行初步分类；
- c) 观察填埋区及周边区域地形地貌特征及环境，分析应用地球物理探测等辅助勘查技术的适用性和可行性；
- d) 观察填埋区域周边敏感目标分布情况，明确分布位置、规模、所处环境功能区及保护内容、地下水使用现状等情况。

### 5.3 人员访谈

人员访谈要点，应包括以下内容：

- a) 访谈内容。应包括资料收集和现场踏勘所涉及的疑问，以及信息补充和已有资料的考证；
- b) 访谈对象。受访者应为填埋区域现状或历史知情人，如：企业或填埋区域管理者，实际或潜在受影响人员，熟悉填埋历史情况的居民或信访投诉人，当地政府官员，环境保护行政主管部门人员等；
- c) 访谈方法。可采取当面交流、电话交流、电子或书面调查等方式进行，并应以电子、书面、音频或影像形式保存访谈内容；
- d) 内容整理。应对访谈内容进行系统梳理，并对照已有资料，对其中可疑处和不完善处进行核实和补充。

### 5.4 结果分析

在对资料收集、现场踏勘、人员访谈进行分析的基础上，应初步界定固体废物填埋的位置、种类、范围、深度和数量，并对下一阶段开展的现场勘探工作提出建议。

## 6 现场勘探

## 6.1 基本要求

6.1.1 在现场勘探工作开展前，应根据勘查任务和目的要求，制定勘查工作方案，包括勘查依据、勘查手段、勘查工作量布置、勘查技术要求、勘查进度要求、勘查成果形式等，并对勘查全过程的危险源进行辨识，摸查作业位置及其邻近区域的地下管线、地下建（构）筑物、架空电力线路及其它敏感设施情况，制定勘探作业安全保证措施。对职业健康安全进行策划与控制，并制定应急预案。

6.1.2 现场勘探可采用物探、槽探、坑探、井探、钻探、原位测试、测绘等方法。现场勘探应根据勘查阶段和固体废物的特性，结合现场条件、地层结构、填埋固体废物类型、采样及测试要求等选取适宜的方法。现场勘探工作应满足 GB/T 50585 相关要求。

6.1.3 固体废物可能含有害物质时，人员及设备防护应满足有害物质防护要求。

## 6.2 测绘

6.2.1 测绘工作主要是测定固体废物所在区域的地表形态，为后续判断固体废物空间分布提供基础数据。测绘工作应根据需要确定其范围，相关成果应满足 GB 50026 相关要求。

6.2.2 固体废物填埋区工程地质和水文地质测绘的范围，应包括已知填埋区域及其附近区域，应依据填埋历史的复杂程度沿填埋区域边缘外扩，测绘的比例尺和精度应符合下列要求：

- a) 测绘的比例尺宜为 1:500~1:5000；初步勘查可选用 1:2000~1:5000；详细勘查可选用 1:500~1:2000。当测绘范围内工程地质和环境水文地质条件复杂时，应选用大比例尺；
- b) 地质界线点的精度在图上不应低于 3mm。

6.2.3 测绘时可利用不同时期的遥感影像来追溯固体废物填埋的过程，并进行现场检验，检查应包括检查解译标志、检查解译结果、检查外推结果等。

## 6.3 初步勘查阶段

### 6.3.1 物探

#### 6.3.1.1 基本要求

物探工作应在综合分析固体废物类型、现场工程地质条件、地球物理特征及干扰源特征等因素的基础上，合理选择1种以上的有效物探方法，并结合钻探成果进行解译。物探范围应包含初步推断的固体废物填埋区并向外延伸一定距离。

#### 6.3.1.2 适用条件

物探方法的应用应具备下列条件：

- a) 被探测对象与其周围介质应存在明显的物理性质差异；
- b) 被探测对象具有一定规模，能产生可识别的地球物理异常；
- c) 目标异常场应能从干扰背景中有效分辨；
- d) 现场具备足够的施工空间，满足探测装置布设与作业要求。

6.3.1.3 物探作业前需编制详细方案，明确技术参数、安全措施等；物探仪器需定期校验校准，符合行业技术标准；操作严格遵循设备手册，数据采集、记录需真实完整，不得篡改或伪造原始数据。

6.3.1.4 工作前应检查物探设备和进行方法试验，选择对固体废物特征敏感的物探方法；物探方法和工作量的确定参照附录 A 执行。

6.3.1.5 工作应遵循“从已知到未知、从简单到复杂”的原则，依据测试异常特征判定固体废物的分布范围；存在区域背景干扰的，应进行背景场校正；当单一方法存在多解性时，应采用多种物探方法进行综合勘查。

6.3.1.6 物探测线应垂直或者大角度相交于初步推断的固体废物填埋区，测线长度应覆盖外延区。

6.3.1.7 测网线距在初步推断的固体废物填埋区范围内应不大于 10m，在外延区应不大于 20m，对于可能存在小规模的被探测对象应适当缩小测网的线距和点距。

6.3.1.8 物探数据处理和解释时应充分利用已有的勘查及其它相关资料。

6.3.1.9 物探成果应通过钻探等方式进行验证，每个典型的疑似固体废物填埋区应布置不少于 1 个验证孔，验证钻孔应钻进疑似固体废物填埋层以下不少于 5m。

## 6.3.2 钻探

### 6.3.2.1 点位布设基本原则

初步勘查阶段的钻孔布设应满足如下规定：

- a) 可根据原填埋区域使用功能和填埋固体废物的特征差异划分若干区域，区域应采用专业判断布点法或系统布点法布设采样点。专业判断布点法钻探点应尽可能布设在区域内的疑似固体废物填埋中心位置，说明判断布点的依据；系统布点法宜按正方形网格划分工作单元，原则上每个工作单元面积不超过 1600 m<sup>2</sup>，在每个工作单元中布设钻探点；
- b) 当填埋区域面积小于 5000m<sup>2</sup> 时，钻孔数应不少于 3 个；填埋区域面积大于 5000 m<sup>2</sup>，钻孔数应不少于 6 个；
- c) 物探线位上应布置钻孔供解译使用；
- d) 钻孔深度应钻至固体废物填埋层底界以下 3m~5m，若固体废物填埋层以下揭露明显的天然岩土层，孔深可减少至固体废物以下 1m~2m，若存在防渗漏措施的固体废物填埋区域，应控制钻孔深度，避免破坏已有防渗措施；当钻孔点兼具多种用途时，钻孔点深度应同时满足填埋量勘查和其他用途要求。

6.3.2.2 固体废物的取样应根据地层结构、岩土体类型、固体废物特征、采样质量要求，并结合具体的钻进方法与钻探工艺制定。

6.3.2.3 勘探工作应采取隔离、保护措施，避免污染扩散、交叉污染及二次污染。

6.3.2.4 勘探记录除应符合 GB 55017、GB 50021 的相关规定外，尚应记录固体废物颜色、气味、形态等感官鉴别情况，记录表见附录 C。

6.3.2.5 勘探完成后，应采用无污染、低渗透性材料及时回填封孔，勘探过程中钻取的固体废物应进行妥善收集与处理。

6.3.2.6 填埋区域处于水源地带、重要民用地带时，应满足地下水防渗隔渗要求，对填埋有剧毒的固体废物区域，其隔离措施应进行专门论证。

## 6.3.3 坑探、槽探和井探

针对埋藏较浅或范围较小的地段，可在现场采用坑探、槽探和井探通过直接挖出固体废物的方式配合钻探进行勘查，相关工作应符合下列规定：

- a) 采用坑探、井探或槽探的方法时，应采取相应的安全措施。探坑、探井深度不应大于 3m，探井深度不应超过地下水位，探槽挖掘深度不宜大于 5m；
- b) 固体废物填埋体埋藏较浅且位于地下水位以上时可通过坑探、井探或槽探进行固体废物密度的现场测试；
- c) 槽探与井探应记录探槽或探井位置，固体废物类型、组成、形态、气味、埋深和采样信息，上下岩土层类型、特性、埋深和采样等信息；
- d) 应保留相关影像资料。

## 6.4 详细勘查阶段

### 6.4.1 钻探

详细勘查阶段的钻孔布置应满足如下规定：

- a) 采用系统布点法对初步勘查阶段划定的固体废物填埋区域开展加密调查，原则上钻探点位每 400 m<sup>2</sup> (20m×20 m) 不少于 1 个；

- b) 初步勘查阶段揭示相邻两个钻孔的固体废物类型以及填埋深度差异明显的,两孔之间应加密布置钻孔;用于判定填埋固体废物边界附近的钻孔应适当加密;
- c) 揭露有固体废物的最外侧钻孔,可向外增设钻孔,外扩距离不宜大于 10 m,对于固体废物埋深较浅区域的边界也可通过槽探进行辅助验证;
- d) 物探成果异常点应加密布置钻孔;
- e) 钻孔深度应钻至固体废物填埋层底界以下 1m~2m;当钻孔点兼具多种用途时,钻孔点深度应同时满足其他用途要求。

#### 6.4.2 原位测试

6.4.2.1 对于通过钻探、坑探、槽探等方式揭露的地下填埋层,可采用以下现场物理测试方法划分天然岩土体和固体废物,并确定两者之间的边界:

- a) 便携式 pH/电导率测试仪。通过天然岩土体和固体废物之间的 pH 值或电导率差异进行划分;
- b) 电位法。通过天然岩土体和固体废物之间的氧化还原电位差异进行划分;
- c) 手持式 X 射线荧光光谱仪。通过重金属元素测定快速定位和识别固体废物;
- d) 便携式挥发性有机物测定仪、比长式检测管、电化学传感器或便携式傅里叶红外仪。通过测定挥发性有机物污染程度定位和识别固体废物;
- e) 可采用多功能静力触探探头同时测定土的电阻率、温度、比贯入阻力  $p$  (或锥头阻力  $q_e$ 、侧壁摩阻力  $f$ ) 等参数划分天然岩土体和固体废物。

6.4.2.2 对于现场勘探揭露的各类固体废物可进行现场称重试验,每类固体废物宜选取不少于 5 个样品放入特定量器中(体积不宜小于 1L),使用经计量检测机构检定的称具称量,将获取的样品质量数据除以量器体积,并把所得数据取平均值作为该填埋固体废物的现场密度。

### 7 室内试验

#### 7.1 一般规定

室内试验内容和项目可根据前期准备、固体废物填埋类型、勘查阶段、现场勘探技术、原位试验结果、治理与管理目标等综合确定,宜包括并不限于固体废物、岩土体的 pH 值、含水率、密度、容重、机械组成、渗透系数、有机质含量等物理力学性质指标等。

#### 7.2 样品采集

7.2.1 固体废物试样应进行详细记录与标识相关信息,并采集必要的影像信息。当采集地下水样时应记录地下水位埋深。

7.2.2 固体废物试样、岩土样的采集可采用槽探、井探和钻孔采样;采样应采取措施防止地层扰动。用于物理力学性质指标的采样应符合 GB 50021 相关规定。

7.2.3 存在挥发性有机物污染、易分解有机物污染、恶臭污染物的固体废物采样,应采用无扰动式的采样方法和工具,样品的采集应按照 HJ/T 20 及 HJ298 的要求进行。采样过程中应采取措施避免二次污染。

7.2.4 采样后应立即将样品装入容器并密封,以减少暴露时间。采样容器应满足密封、防腐蚀及防扰动要求,并符合 GB 50021 的相关规定。

7.2.5 地下水采样时应依据场地的水文地质条件,结合调查获取的固体废物特征,应以最低的采样频次获得最有代表性的样品,样品的采集应按照 HJ/T 164 的要求进行。

#### 7.3 样品保存与流转

固体废物、岩土和水质样品的保存与流转应按照 HJ/T 20、HJ298、HJ/T 166、HJ/T 164 等要求进行。

## 7.4 样品分析

固体废物、岩土和水质样品的分析方法应符合 GB 50021、GB/T 50123、GB/T 15555.12、HJ 1222、DZ/T 0064、DB42/T 2155 等现行标准的规定。

## 8 方量估算

固体废物填埋方量估算常见方法有地质块段法、断面法、方格网法等，各方法及适用条件见附录B。

### 8.1 不确定性分析

固体废物方量的估算受相关因素制约存在一定误差的可能性，勘查成果中应对这类不确定性进行分析：

- a) 固体废物堆填的形态、内部结构复杂多变，通常呈现不规则形态，边界模糊难辨；
- b) 固体废物的密度受气候、含水率、粒度、物理状态等因素的影响存在不确定性；
- c) 固体废物填埋量勘查时常受制于地形、现场条件，如在现状建（构）筑物中、高山峻岭、深部复杂地区等，勘查工作开展困难，数据获取受阻。

### 8.2 三维地质信息模型

固体废物勘查可结合需要，提供满足BIM数据格式要求的三维地质信息模型，并可视化展示填埋区域的固体废物分布等信息。

- a) 三维地质模型须具备填埋区岩土层分布及地层结构三维展示功能，可对模型进行旋转、缩放、隐藏、显示、剖切、开挖、漫游展示；
- b) 三维地质模型需包含地质体的岩性、时代等基本属性信息；
- c) 三维地质模型须具备查询功能，可通过输入关键字段进行筛选查询并展示对应的模型内容或模型部位；
- d) 地质建模系统一般要具备快速构建模型和实时更新功能，可通过新增钻孔提高局部或整体模型精度；
- e) 地质建模系统宜具备遥感影像、倾斜摄影等多源异构数据的集成功能，可实现地上地下一体化建模；
- f) 地质建模系统须具备数据的导出功能，可将地质模型导出为 `dac`、`obj`、`stl` 等通用的三维模型交换文件，并提供包含地质属性信息的 `xml` 文件。

## 9 质量控制

### 9.1 现场要求

9.1.1 钻进时回次进尺不得超过岩芯管长度，孔深进行复测，误差不超过 $\pm 0.1\text{m}$ 。

9.1.2 孔口位置与布点坐标符合，其实际误差需反映在土孔钻探现场记录单上，如遇特殊情况，需经委托单位或采样方案编制单位确认。

9.1.3 勘探记录应在作业过程中同时进行，记录内容可参照岩土描述和钻进两部分进行，勘探记录表格见附录 C。

### 9.2 资料整理

9.2.1 勘查中的原始资料，应进行整理、检查、分析，确认无误后方可使用。

9.2.2 原位测试和室内试验应保留前期准备和试验过程的数据和信息。试验操作、记录和计算的责任人应在测试、试验记录和成果中签字。

### 9.3 归档

对于勘查报告、原始记录、试验数据等关键材料要求实行电子档案与纸质档案双轨制归档，以此保障勘查资料的长期保存与可追溯性。

## 10 勘查成果

### 10.1 基本要求

固体废物填埋量勘查报告的成果应满足固体废物填埋量估算及后续处置的要求，并对固体废物填埋量估算过程进行不确定性分析。

固体废物填埋量勘查报告应做到内容齐全、资料完整、数据准确、图表清晰、分析评价合理、结果准确，勘查报告编制大纲见附录 D。

### 10.2 勘查报告编制

#### 10.2.1 报告内容

固体废物填埋量勘查报告宜包括下列内容：

- a) 项目概况、勘查区利用与规划；
- b) 勘查目的、任务技术要求和依据的技术标准；
- c) 勘查方案、工作量、工作方法和程序；
- d) 区域环境、水文、地质、气象；
- e) 固体废物填埋体形成历史与现状；
- f) 勘查区域周边环境、交通条件、地形地貌；
- g) 地下水埋藏、分布、水位与渗流场特征，水文地质参数；
- h) 勘查区域地层岩性、岩土性质及分布、岩土物理力学性质指标；
- i) 固体填埋量估算；
- j) 固体废物填埋估算过程不确定性分析。

#### 10.2.2 图表及附件

成果报告图表宜包括下列图表及附件：

- a) 勘探点主要数据一览表；
- b) 勘探点平面布置图；
- c) 工程(水文)地质图；
- d) 钻孔柱状图；
- e) 工程地质剖面图；
- f) 各类填埋固体废物分层范围分布图；
- g) 现场测试成果图表；
- h) 室内试验成果图表；
- i) 物探成果图表；
- j) 室内试验报告、影像资料等附件。



附 录 A  
(资料性)  
常见物探方法及适用性

表 A.1 给出了常见物探方法及适用性表。

表 A.1 常见物探方法及适用性表

物探方法类别	方法名称	适用性	适用条件	推荐布置方案
电（磁）法 勘探	电阻率法	●●●	适用于探测填埋体与天然土层电性差异明显的场地，如含金属、含水率差异大的固体废物。	剖面长度宜大于 6 倍最大探测深度；电极间距一般为 1 m~5m。
	自然电场法	●●○	适用于判断地下水流动方向及污染源分布。	测点间距 5m~10m，基线长度宜覆盖整个勘查区。
	激发极化法	●●○	对含金属离子、黏土矿物等极化体敏感，适用于识别含金属、黏土类填埋体。	极距一般为目标深度的 1~1.5 倍。
	电磁感应法	●●●	适用于快速扫描大面积区域，判断电性异常区域。	测线间距 10m~20m，测点间距 2m~5m。
	地质雷达法	●●●	适用于浅层（一般<10 m）精细探测，对塑料、有机物等介电常数差异明显的固体废物敏感。	天线频率根据探测深度选择；测线间距宜为 2m~5m。
地震勘探	地震折射波法	●●●	适用于划分覆盖层与基岩界面，判断填埋体底界。	检波器间距 1m~5m，炮间距为检波器间距的 3~5 倍。
	地震反射波法	●●○	适用于浅中深层填埋体探测，判断填埋体分布，分辨率较高。	宜采用多次覆盖观测系统，道间距 1m~3m。
	面波勘探（含微动）	●●○	适用于浅、中层填埋体范围识别。	道间距 1m~3m，偏移距根据目标深度调整。
重磁勘探	重力勘探	●○○	密度差异显著的大体积填埋体	测点间距常见范围为 5m~10m；若目标体埋深较大或背景变化平缓，间距可适当放。在异常区或重点区域，应加密测线和测点。
	磁法勘探	●●●	适用于探测含铁磁性物质的固体废物。	测点间距 1m~2m，宜在无强磁干扰时段进行。
其他方法	红外线辐射法	●○○	填埋体温度异常探测	—

注：●表示适用等级

附 录 B  
(资料性)  
固体废物填埋方量估算方法

参考地质学储量估算方法进行估算，常见方法有地质块段法、断面法、方格网法等，各方法计算原理及适用条件如表 B.1。

表 B.1 常见计算方法对比

计算方法	计算原理	适用条件
块段法	把调查体划分成不同的小块段，对每一个块段，可按算术平均法估算固体废物方量。	当存在多种固体废物时可通过划分区域进行计算。不同的划分方法会导致估算结果的不同，从而影响估算的准确性。
断面法	通过一系列断面(勘探线剖面或中段水平断面)把场地横切截为若干块段，就以这些断面图为基础，估算相邻两断面间的固体废物方量。	通常在规则条带状场地中计算精度较高，如道路等。
方格网法	将调查体划分成若干具有一定尺寸的方格并按开挖底面标高和顶面标高定出各开挖点挖填高度，分别求出各方格的填挖土方量的计算方法。	适用于固体废物种类单一，地形变化比较平缓的地形情况，计算结果精度较高。
三维地质建模法	通过软件建立三维地质模型，根据模型来估算方量	适用于范围较大、具有足够钻探或者物探成果的地段

**B.1 块段法**

按一定的条件或要求（如不同的地质条件、开挖技术条件、研究程度等），把整个填埋的固体废物划分为若干大小不等的部分（即块段），然后用算术平均法分别计算各部分的体积和质量。各部分质量的总和，即为整个固体废物填埋量。

- a) 计算块段的投影面积  $S$ ;
- b) 用算术平均法计算块段内固体废物的填埋平均厚度  $\bar{m}$ ,

$$\bar{m} = \sum_{i=1}^n m_i / n$$

$m_i$ 为第*i*块段内垂直于投影面的固体废物厚度。

- c) 各块段体积为  $V = S \times \bar{m}$
- d) 用算术平均法计算块段内固体废物的平均密度  $\bar{\rho}$ ,

$$\bar{\rho} = \sum_{i=1}^n \rho_i / n$$

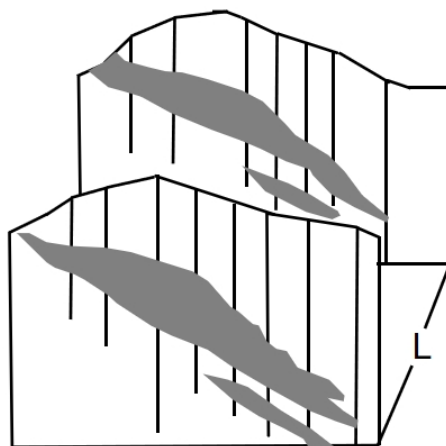
- c) 固体废物填埋量为各块段方量之和。

**B.2 断面法**

断面法是通过一系列平行或不平行的断面将固体废物分割成若干块段，通过计算每个断面的面积和间距，进行固体废物方量估算。

以钻探数据为原始计算数据，通常采用平行断面法计算。平行断面法将相邻两平行断面间的固体废物，作为基本计算单元，首先在两断面上分别测定固体废物面积，然后计算基本单元的体积和方量。体积分以下情况：

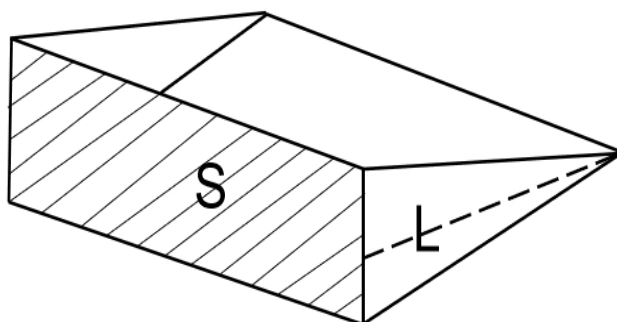
设两断面上固体废物面积为  $S_1$ 、 $S_2$ ，两断面间距为  $L$ ，则：



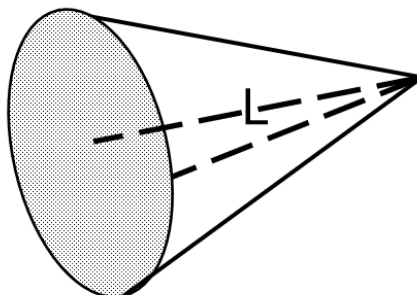
当  $S_1$  与  $S_2$  形状相似，且面积相对差  $\frac{|S_1 - S_2|}{S_1} < 40\%$  时，则  $V = \frac{L}{2} (S_1 + S_2)$

当两断面形态相似，但面积相对差大于 40% 时，则  $V = \frac{L}{3} (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$

当固体废物只受一个断面控制，呈层状、似层状、脉状、透镜状分布时，则呈楔形尖灭， $V = \frac{L}{2} S$

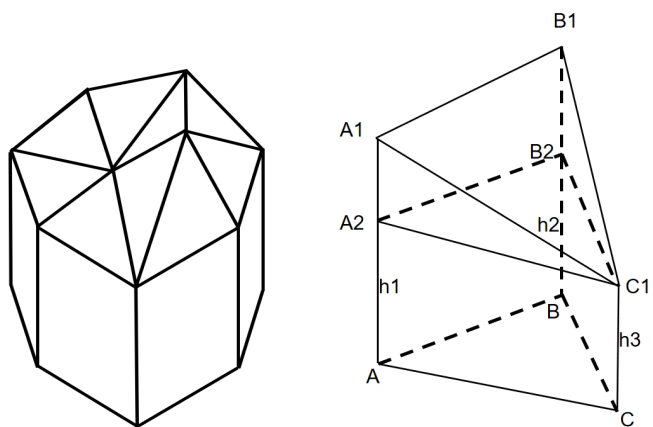


当固体废物只受一个断面控制，呈囊状、巢状等分布时，则呈锥形尖灭， $V = \frac{L}{3} S$



B.3 方格网法

方格网法是通过生成多边形方格网，将每个方格划分成多个三角锥，所有三角锥方量之和即为该方格的方量。根据给定高程确定零平面，固体废物方量计算采用全挖方计算模型。根据数学公式将每个不规则三角形的体积进行计算，以“-”表示挖方。统计体积为“-”的形体的体积总和，即为地块内的挖方数。



方格网模型

全挖计算模型

全挖的三棱柱ABC-A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>，可将三棱柱分为C<sub>1</sub>-A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>B<sub>2</sub>与A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>-ABC两部分进行计算获得。

$$V=\frac{1}{3}S_1(h_1+h_2+h_3)$$

式中，S<sub>1</sub>为三角形ABC的面积；h<sub>1</sub>、h<sub>2</sub>、h<sub>3</sub>为已知地面高程与给定设计高程之间的高差。



附 录 D  
(资料性)  
固体废物填埋量勘查报告参考大纲

固体废物填埋量勘查报告参考大纲如下：

正文

1.前言

1.1 工程概况

1.2 勘查工作概况

1.2.1 勘查背景

1.2.2 勘查工作依据

1.2.3 勘查目的与任务

1.2.4 勘查范围

1.2.5 技术路线

1.2.6 勘查工作方法及质量控制

1.2.7 勘查工作布设方案

1.2.8 完成工作量

2.勘查区域概况

2.1 勘查区域地理位置

2.2 自然地理条件

2.2.1地形地貌

2.2.2气候

2.3 勘查区域地质概况

2.3.1 地形地貌

2.3.2 区域地层

2.3.3 区域构造

2.3.4 水文地质条件

2.4 勘查区域利用历史和现状

2.5 勘查区域现场踏勘、人员访谈情况

3 勘查工作成果

3.1 填埋区边界勘查成果分析

3.2 物探工作成果分析

3.3 钻探工作成果分析

3.4 水文地质成果分析

3.5 取样和测试成果分析

3.6 方量估算

4 质量保证和质量控制

5 主要结论

6 不确定性分析

附件

1、土工试验报告

2、方量估算计算书

附图

1、各类填埋固体废物分层范围分布图

2、钻孔平面图

3、地质剖面图

4、物探成果图

5、钻孔柱状图

6、岩芯照片

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 9151 钻探工程术语
  - [2] GB/T 39791.1 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 1 部分：总纲
  - [3] JGJ/T 87 建筑工程地质勘探与取样技术规程
  - [4] SL/T 291.3 水利水电工程勘探规程 第 3 部分：坑探
  - [5] CJJ/T 7 城市工程地球物理探测标准
-