

---

UDC

中华人民共和国行业标准 **CJJ**

P

CJJxxx -201x

J-201x

---

**老生活垃圾填埋场生态修复技术标准**

**Technical Standard for Ecological Restoration of Old Municipal  
Solid Waste Sanitary Landfill Closure**

(征求意见稿)

201x-xx-x 发布

201x-xx-xx 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部发布

---

中华人民共和国行业标准  
老生活垃圾填埋场生态修复技术标准

**Technical Standard for Ecological Restoration of Old Municipal  
Solid Waste Landfill Closure**

(征求意见稿)

CJJxxx -201x

批准部门 中华人民共和国住房和城乡建设部  
施行日期 201x 年月日

中国 建筑 工业 出版 社

201x 北 京

---

中华人民共和国住房和城乡建设部  
公 告

第×××号

---

关于发布行业标准

《老生活垃圾填埋场生态修复技术标准》的公告

现批准《老生活垃圾填埋场生态修复技术标准》为行业标准，编号为 CJJxxx—201X，自 201X 年 X 月 X 日起实施。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

201X 年 X 月 X 日

---

## 前言

根据住房和城乡建设部《关于印发2012年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》（建标【2012】5号文）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见基础上，制定了本标准。

本标准的主要内容是：1. 总则；2. 基本规定；3. 填埋场场地调查；4. 原位好氧修复技术；5. 异位开采修复技术；6. 工程施工与验收。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由华中科技大学负责对技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送华中科技大学（地址：湖北省武汉市洪山区珞喻路1037号；邮政编码：430074）。

本标准主编单位：华中科技大学

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人：

---

# 目次

<b>1 总则</b> .....	<b>1</b>
<b>2 基本规定</b> .....	<b>1</b>
<b>3 填埋场场地调查</b> .....	<b>3</b>
3.1 一般规定 .....	3
3.2 场地初步调查 .....	3
3.3 场地环境调查 .....	4
<b>4 原位好氧修复技术</b> .....	<b>5</b>
4.1 一般规定 .....	5
4.2 原有设施利用与改造 .....	5
4.3 堆体整形与稳定性 .....	5
4.4 堆体覆盖 .....	6
4.5 地下水帷幕阻断工程 .....	7
4.6 渗沥液导排与处理工程 .....	8
4.7 通风抽气系统 .....	8
4.8 检测/监测与控制系统 .....	10
4.9 其他 .....	10
<b>5 异位开采修复技术</b> .....	<b>11</b>
5.1 一般规定 .....	11
5.2 好氧预处理 .....	11
5.3 垃圾堆体开采 .....	12
5.4 垃圾分选及筛分物利用与处置 .....	13
5.5 污染控制及安全防护 .....	13
<b>6 工程施工及验收</b> .....	<b>13</b>
本标准用词说明 .....	15
引用标准名录 .....	16

---

# Contents

<b>1 General provisions .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Basic requirements.....</b>	<b>1</b>
<b>3 Landfill status investigating .....</b>	<b>3</b>
3.1 General requirements.....	3
3.2 Preliminary investigating.....	4
3.3 Environment investigating.....	5
<b>4 In-situ aerobicremadiationtechnology.....</b>	<b>5</b>
4.1 General requirements.....	5
4.2 Utilization and improvement of existing facilities.....	5
4.3 Shaping and satbility of landfillpiles.....	5
4.4 Covering of landfillpiles.....	6
4.5 Curtain blocking of underground water project.....	7
4.6 Leachate drainage and treatment project.....	8
4.7 Ventilation system.....	8
4.8 Detection/monitoring and control system.....	9
4.9 Others.....	10
<b>5 Ectopic exploitation remadiation technology .....</b>	<b>11</b>
5.1 General requirements.....	11
5.2 Aerobic pre-treatment.....	11
5.3 Exploitation of landfill piles.....	12
5.4 Utilization and disposal of waste sorting and screening.....	13
5.5 Pollution control and safety protection.....	13
<b>6 Construction and acceptance of project .....</b>	<b>13</b>
<b>Explanation of wording in this code .....</b>	<b>15</b>
<b>List of quoted standards.....</b>	<b>16</b>

---

# 1 总则

**1.0.1** 依据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和我国存量垃圾治理有关政策，为了规范老生活垃圾填埋场（以下简称填埋场）生态修复工程设计、施工、运行和验收，使修复工程技术可靠、管理科学、环保达标、经济合理，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于已经造成显著环境污染的填埋场和需要场地再利用的填埋场的生态修复工程。

**1.0.3** 填埋场的生态修复工程的设计、施工、运行和验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 基本规定

**2.0.1** 终止作业的填埋场对生态环境造成污染或存在潜在污染风险时，应及时实施生态修复工程。填埋场进行生态修复前，应进行填埋场场地调查。

**2.0.2** 填埋场生态修复工程应根据填埋场场地调查情况，结合场地利用规划，通过技术经济比较，选择技术可行、经济合理，并满足安全、环保要求的方案。

**2.0.3** 填埋场生态修复总体技术方案可采用原位厌氧封场方式、原位好氧修复方式、异位开采修复方式。经过场地调查判断填埋场不同区域污染程度不同，或稳定化程度不同，或对不同填埋区域场地利用的要求不同时，可选择几种生态修复方式的组合方案。

**2.0.4** 采用原位厌氧封场修复技术时，封场工程的设计、施工和验收应符合《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB51220 的要求。

**2.0.5** 采用原位好氧修复技术时，填埋场修复后稳定化及可利用程度的判定宜符合《生活垃圾填埋场稳定化场地利用技术要求》GB25179 的要求。

**2.0.6** 采用异地开采修复技术时，开采后的填埋场库底场地应根据《场地环境调查技术导则》HJ 25.1 和《场地环境监测技术导则》HJ 25.2 进行场地调查。当存在污染时，应进行风险评估，确定需要修复的污染场地的修复应符合《污染场地土壤修复技术导则》HJ25.4 的要求。

---

**2.0.7** 填埋场生态修复工程中环境污染控制应符合现行国家标准《生活垃圾填埋污染控制标准》GB 16889 的要求。

**2.0.8** 填埋场的生态修复应不断总结设计与运行经验，采用节约能源、节约用地的新工艺、新技术、新材料和新设备。

**2.0.9** 老生活垃圾填埋场生态修复后应根据当地气候、植物生长特点、经济水平、土地利用方案、生态修复工艺等情况确定填埋场景观植被恢复方案。

**2.0.10** 填埋场生态修复后的场地未经场地稳定化鉴定、土地利用论证及有关部门论证前，不得开发利用。



---

## 3 填埋场场地调查

### 3.1 一般规定

3.1.1 填埋场场地调查可根据填埋场污染程度和场地利用程度，分为填埋场场地初步调查和场地环境调查二个工作阶段。

3.1.2 填埋场场地初步调查的工作内容应包括资料收集与分析、人员访谈、现场踏勘三个方面。

3.1.3 初步调查阶段的填埋场设施调查应包括（但不限于）填埋库区底部防渗系统、雨污分流系统、渗沥液导排及处理系统、填埋气体导排及处理利用系统等设施。

3.1.4 初步调查阶段的填埋物特性调查内容应包括（但不限于）垃圾堆体面积和高度及形状、填埋物组分、垃圾堆体内水位、垃圾堆体稳定性、垃圾总量、非生活垃圾填埋物情况等。

3.1.5 场地环境调查的工作内容应在场地初步调查和评估的基础上，对填埋场场地或周围区域土壤、地表水、地下水及空气质量进行采样分析，形成调查分析报告。

### 3.2 场地初步调查

3.2.1 填埋场生态修复工程项目的资料收集与分析应包括以下内容：规划资料；填埋场场地环境资料；工程设计与建设资料；运行管理记录；填埋场现状资料；环境监测资料；有关政府文件以及场地所在区域的自然和社会信息等。

3.2.2 人员访谈应包括资料收集和现场踏勘所涉及的疑问，以及信息的补充和已有资料的考证。可采取当面交流、电话交流、电子或书面调查表等方式进行。

3.2.3 现场踏勘主要包括以下内容：填埋场的现状和历史情况；填埋场设施完好和运行情况；周围区域的现状和历史情况；场区周围的地质、水文和地形的描述；填埋场安全性等。

3.2.4 填埋场堆体稳定性与填埋气体如存在隐患时，应进一步通过计算或采样分析以协助判断风险程度。

3.2.5 由于资料缺失无法获取填埋物特性等情况时，宜在场地初步调查的工作内容中增加相

---

应的采样分析及测量等工作。

**3.2.6** 由于资料缺失无法排除判断填埋场是否已造成环境污染，或拟采用原位好氧修复或开挖异地处置方式时，宜在场地初步调查的工作内容中增加场地环境调查的初步采样分析工作。

### 3.3 场地环境调查

**3.3.1** 场地环境调查的采样分析调查工作包括制定采样工作计划、现场采样、实验室分析测试、监测数据分析和污染评估等步骤。

**3.3.2** 采样工作计划的工作内容应包括核查已有信息、确定采样对象、制定采样方案、制定采样分析方案。

**3.3.3** 现场采样前应做好准备工作，并进行定位和探测，部分项目可采用便携式设备进行快速检测。

**3.3.4** 土壤调查类型包括垃圾场表层覆盖土、垃圾土、填埋场场底地表至地下 0.2m 的表层土壤、0.2~0.6m 的浅层土壤及 0.6m 至地下水的深层土壤。地下水位较深时，最大采样分析深度应直至未受污染的深度为止。

**3.3.5** 地下水监测对象主要为填埋场边界内的地下水或经填埋场地下径流到下游汇集区的浅层地下水。经论证有必要也可对深层地下水进行监测。

**3.3.6** 地表水应主要对填埋场边界内流经或汇集的地表水，汇水区下游的地表水进行监测。

**3.3.7** 环境空气监测应包括填埋场区域内空气和填埋场下风向主要环境敏感点的空气。

**3.3.8** 填埋场场地环境调查分析报告应包括调查内容分析、总结和评价，并给出结论和建议。调查分析报告的内容可参照《场地环境调查技术导则》HJ 25.1-2014 附录 A。

---

## 4 原位好氧修复技术

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 当老生活垃圾填埋场短期内有场地利用要求时，可采用原位好氧技术加快填埋堆体的稳定化，修复目标应不低于《生活垃圾填埋场稳定化场地利用技术要求》GB/T 25179 中规定的中度利用要求。

**4.1.2** 原位好氧修复技术的工程内容应包括（但不限于）原有设施利用与改造；垃圾堆体整形；堆体覆盖；地下水帷幕阻断与防渗膜修补工程（当地下水受到填埋场污染时）；渗沥液导排与处理工程（当原系统不完善时）；通气抽气系统、检测/监控与控制系统等，以及修复工程运行和维护等工艺单元。

**4.1.3** 当采用原位好氧修复和原位厌氧修复技术结合时，不同修复区域的边界处宜进行垂直阻断。

### 4.2 原有设施利用与改造

**4.2.1** 填埋场封场工程应优先利用填埋场原有设施或对原有设施进行改造。

**4.2.2** 填埋场无渗沥液导排设施或导排设施失效的，应设置或完善渗沥液导排系统。

**4.2.3** 利用原有渗沥液处理设施的，应根据修复时的渗沥液产生量及水质变化情况调整设施处理负荷和参数；需新建渗沥液处理设施的，其工艺选择、设计处理规模和参数应根据预测修复时渗沥液水质特点、产生量 and 水质确定。

**4.2.4** 填埋场防洪设施缺失的、受损的、或不符合防洪要求的，应设置、修缮或改造防洪设施。

### 4.3 堆体整形与稳定性

**4.3.1** 堆体整形设计应满足覆盖层的铺设要求，并宜与修复后生态景观建设与土地利用要求相结合。

**4.3.2** 堆体整形顶面坡度不宜小于 5%。边坡大于 10%时宜采用多级台阶，台阶间边坡坡度

不宜大于 1:3，台阶宽度不宜小于 2m。

**4.3.3** 填埋堆体的稳定性应考虑覆盖、堆体边坡及堆体沉降的稳定。应进行滑动稳定性分析，填埋堆体边坡的稳定性计算宜按照现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 中土坡计算方法的有关规定执行。

**4.3.4** 填埋场修复期间宜设置堆体沉降监测设备设施，对填埋堆体典型断面的沉降、边坡侧向变形情况，根据监测结果对滑移等危险征兆采取应急控制措施。填埋区周边存在滑坡风险的区域应实施或加强护坡工程。

## 4.4 堆体覆盖

**4.4.1** 堆体覆盖层应满足好氧修复系统设备的安装和修复运行的密闭性要求。

**4.4.2** 填埋场封场覆盖结构（图 4.4.2）各层应由下至上依次为：排气盲沟层、防渗层、排水层与植被层。填埋场覆盖应符合下列规定：

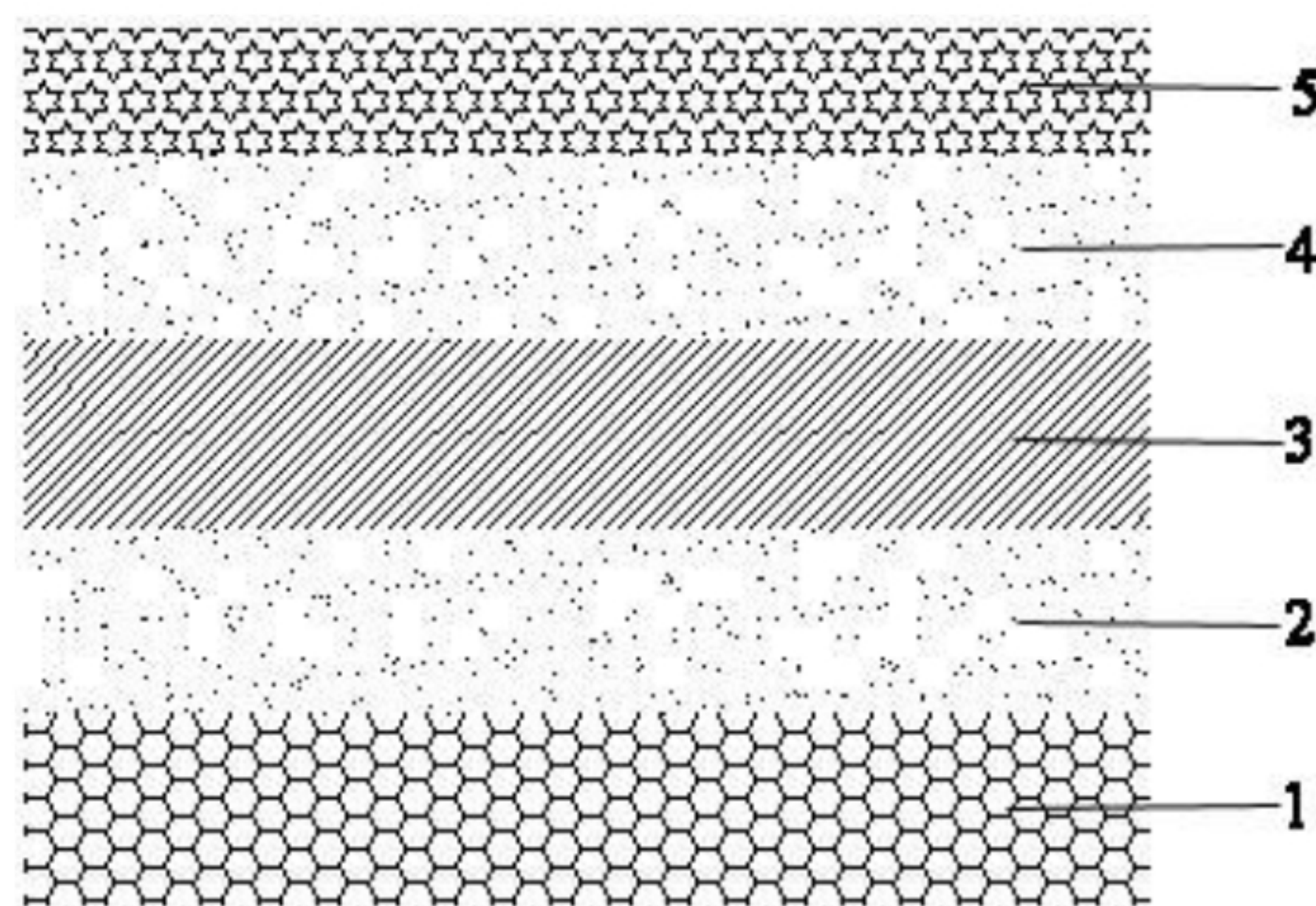


图 4.4.2 覆盖系统示意图

注：1-垃圾层；2-排气盲沟层；3-防渗层；4-排水层；5-植被层。

1 排气盲沟层宜采用粗粒或多孔材料，形成排气盲沟，边坡宜采用土工复合排水网，厚度不应小于 5mm；

2 防渗层宜采用黏土，黏土层的渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，厚度不应小于 30cm。当采用防渗膜时，宜采用高密度聚乙烯 HDPE 土工膜或线性低密度聚乙烯 LLDPE 土工膜，厚度不应小于 1mm，膜上和膜下应敷设非织造土工布，厚度不宜小于  $300 \text{g/m}^2$ ；

3 排水层宜采用粗粒或多孔材料，厚度不宜小于 30cm，边坡宜采用土工复合排水网，厚

---

度不应小于 5mm;

4 植被层应采用自然土加表层营养土, 厚度应根据种植植物的根系深浅确定, 营养土厚度不宜小于 15cm;

**4.4.3** 堆体封场顶面及边坡应设置表面雨水沟, 雨水沟的设计应符合下列规定:

- 1 垃圾堆体的沉降不影响雨水的有效排放。
- 2 应根据垃圾堆体上下游不同汇水量采用不同雨水沟断面积的设计, 雨水沟水流量及断面面积计算应符合防洪设计要求。
- 3 雨水沟应采用防不均匀沉降的结构或选择抗不均匀沉降的材料。
- 4 雨水沟的布置应能有效防止表面径流对覆盖土的冲刷。
- 5 堆体边坡之间的平台上应设置承接上游表面径流的雨水沟, 并应与下游雨水沟连接。
- 6 降雨量和降雨强度较大的地区, 垃圾堆体边坡应考虑排水和护坡相结合的方案。

## 4.5 地下水帷幕阻断工程

**4.5.1** 经场地调查存在填埋场渗沥液污染地下水的, 可采取地下水修复工程措施或防止进一步污染扩散的措施。

**4.5.2** 地下水污染控制技术可采用设置垂直防渗、堆体内渗沥液抽排、地下水收集与处理、防渗层修补等方式, 总体方案应在填埋场现状调查的基础上, 根据环境敏感性、经济条件、污染程度、场地条件等因素从上列方案中选择一种或多种组合的控制措施。

**4.5.3** 垂直防渗技术方案应根据垃圾堆体周边地下不透水层深度、不透水层上部各地质构造层特性以及垃圾堆体周边地面设施情况等因素经技术经济比较后确定。可采用高压旋喷注浆技术、深层搅拌法技术(水泥土加固法)、地下连续墙技术等。

**4.5.4** 防渗层修补方案应根据破损状况、垃圾深度、场底地质条件、经济合理性、技术可行性等情况经技术经济比较后确定。

---

## 4.6 渗沥液导排与处理工程

### 4.6.1 渗沥液（水）回灌系统的收集装置应符合以下要求：

- 1 渗沥液收集装置应包括渗沥液收集井、渗沥液提升装置及渗沥液输送管；
- 2 渗沥液收集井的数量和分布应根据填埋场渗沥液产生的特点进行布置，对于差异性不大的填埋场，可采取等间距布置渗沥液收集井；
- 3 渗沥液收集井的直径宜为 20~30cm，深度宜达到垃圾层底界以上 20cm；
- 4 渗沥液收集井内应设置垂直防腐套管，且套管直径宜为 10~15cm，套管中部以下具有圆孔或条孔；
- 5 渗沥液收集井内底部应设置渗沥液泵，并通过排水管将渗沥液输送到渗沥液储存池。

### 4.6.2 渗沥液（水）回灌系统的渗沥液储存池应符合以下要求：

- 1 原调节池完好时，可用作回灌渗沥液储存池；
- 2 渗沥液储存池应具有防渗、防腐、防臭设计；
- 3 渗沥液储存池应设置备用管路，用于渗沥液量不足时补充水源。

### 4.6.3 渗沥液（水）回灌系统的回灌装置应符合以下要求：

- 1 渗沥液回灌装置可采用渗沥液注入井注入、覆盖层下喷灌、渗水沟槽渗透等方式；
- 2 采用渗沥液注入井方式时，注入井与渗沥液收集井应进行相间布置。

4.6.4 渗沥液水位应控制在渗沥液导流层内。应监测填埋堆体内渗沥液水位，当出现高水位时，应采取有效措施降低水位。

4.6.5 渗沥液处理设施的设计、建设与运行应符合国家现行标准《生活垃圾渗沥液处理技术规范》CJJ150 的有关规定。

## 4.7 通风抽气系统

4.7.1 通风抽气系统的理论需氧量应根据现状调查的垃圾中可生物降解物含量经计算得出。

---

通风装置的注气量设计宜根据理论注气量、堆体密闭性和压实度、气体传输效果等因素综合确定。

**4.7.2 通风抽气系统的通风装置应符合以下要求：**

- 1 通风装置的注气井数量和分布应根据垃圾填埋场可降解垃圾分布特点进行布置；
- 2 分布特点差异不大的填埋场，可采取等间距布置注气井；
- 3 在设置注气井时应考虑垃圾堆体的压实度、气体传输效果等因素，注气井的影响半径宜分区域进行现场试验确定。

**4.7.3 注气井的设置应符合下列规定：**

- 1 注气井的直径宜为 20~30cm；
- 2 注气井的井深宜达到垃圾层底界以上 20~50cm；
- 3 注气井内应设置防腐套管，套管的直径可为 10~15cm，且套管中部以下应具有圆孔或条孔，保证空气能有效迁移；
- 4 套管和井壁间应填充导气性良好的沙砾，宜选用粒度均匀的沙砾，沙砾最小粒度应大于套管圆孔或条孔；
- 5 注气井井口处宜进行密封处理。

**4.7.4 通风抽气系统的抽气装置应符合以下要求：**

- 1 应根据填埋气体产生的量和好氧反应的进程，可选择自然抽取方式或强制抽取方式；
- 2 抽气系统宜通过抽气井将填埋堆体中气体引出，抽气井的结构可与注气井一致。

**4.7.5** 抽气系统应包括空气过滤装置，所有抽出气体均应经过空气过滤装置后排放，抽气初期的气体应进入填埋气体收集装置或焚烧装置。

**4.7.6** 抽气系统的输送管路上应设置冷凝液收集装置，收集填埋气体在输送过程中产生的冷凝水，收集后进入污水处理设施处理达标后回用或排放。

**4.7.7** 抽气井与注气井的布置宜保证气体的循环流动，可采用等间距的网格式布置方式。运行过程中，可采取抽气井、注气井功能对换的方式强化好氧反应效果。

---

## 4.8 检测/监测与控制系统

**4.8.1** 检测与监测系统的主要监测项目宜包括（但不限于）垃圾堆体温度和湿度；填埋气产量及主要气体成分（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CO、NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S 等）；渗沥液理化性质与成分；堆体沉降等。检测与监测项目的采样点应根据填埋场的实际情况合理布置，保证代表性和客观性。

**4.8.2** 堆体温度可使用温度检测井的温度传感器进行检测，可根据井深设置监测点，检测点的竖向间距宜为 4-8m。

**4.8.3** 堆体湿度可使用湿度监测井的湿度传感器进行检测，可根据井深设置检测点，检测点的竖向间距宜为 4-8m。

**4.8.4** 填埋气体成分可通过现场安装的气体分析仪或便携式气体分析仪进行监测，气体监测井宜与温度、湿度监测井合并设置，以节省工程量和投资。

**4.8.5** 渗沥液的理化性质与成分监测时，应在渗沥液收集井和渗沥液储存装置进行采样，并送实验室或专业分析监测机构检测。

**4.8.6** 堆体的沉降应符合国家现行标准《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ176 的有关规定。

**4.8.7** 控制系统应具备自动调节设备和设施工况的功能。控制系统的处理对象应包括监测系统的监测项目与气候条件。气候条件应包括环境温度、湿度等。

**4.8.8** 控制系统控制的主要设备、设施及工艺的参数应包括：渗沥液的注入量与注入速率、渗沥液的抽取量与抽取速率、渗沥液储存量、空气注入量与气压、空气抽取量与气压等。

## 4.9 其他

**4.9.1** 好氧修复技术的动力与辅助系统应包括交通运输、动力、维护、安全防护等。

**4.9.2** 安全防护措施应重点防止填埋气中的甲烷等易燃气体引起的爆炸等。

**4.9.3** 填埋场好氧修复运行前，应对重要的工艺参数进行现场调试后投入使用。



---

## 5 异位开采修复技术

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 填埋场规划为场地高度利用时，可采用异位开采修复技术。

**5.1.2** 异位开采修复技术的工程内容应包括（但不限于）开挖前的好氧预处理；渗沥液导排与处理工程（当垃圾堆体有渗沥液积存时）；地下水帷幕阻断工程（当地下水受到填埋场污染时）；垃圾堆体开采；开采的垃圾分选及筛上物处置与利用（需要时）等工艺单元。

**5.1.3** 异位开采修复技术的渗沥液导排与处理工程和地下水帷幕阻断工程的技术要求，可按照本标准第四章原位好氧修复技术的相应技术要求执行。

**5.1.4** 对于封场时间较短的填埋场，应先采用好氧技术对堆体进行预处理。对于堆体只有部分新鲜垃圾的填埋场，可采用局部好氧预处理的方式。好氧预处理系统工艺可按照本标准第四章原位好氧修复技术的要求执行。好氧预处理终止指标宜保证堆体中甲烷浓度低于 5%，臭气显著降低，含水率适应垃圾分选的特征值。

**5.1.5** 日开采量应根据填埋物总量、施工工期、作业条件等确定。筛分线数量应根据控制投资、运行成本、环境影响等因素计算确定。

### 5.2 好氧预处理

**5.2.1** 好氧预处理区域面积和深度应根据填埋物总量、开采单元尺寸、施工工期、作业条件等确定，其中注气和抽气的管材打入堆体的深度应大于开采深度 0.5~1m，以控制下层填埋物的恶臭和填埋气体影响。

**5.2.2** 注气管和抽气管的间距应通过现场调试确定，保证好氧预处理区域内填埋物处于好氧状态。

**5.2.3** 注气管和抽气管通过软管连接风机，由风机注入和排出气体，每运行 1~2 小时后宜将注气和抽气方向对换，防止处理单元内氧气浓度差形成局部厌氧环境。风机风量和管径应根据填埋物有机质含量、含水率、孔隙率等确定。

**5.2.4** 好氧预处理的时间宜为 7~10 日，处理过程中应对经滤料过滤后排出的气体成分进行监

---

测。通过监测结果调整运行参数。

### 5.3 垃圾堆体开采

**5.3.1** 垃圾堆体开采前，应根据现状调查得到的垃圾堆体面积、深度、垃圾成分特性等制定区域及单元开采计划。垃圾开采宜分单元开采，开采单元在开挖前应进行安全稳定监测，拟开采的单元填埋龄不宜低于 5 年。

**5.3.2** 垃圾堆体开采前，应勘察分析发生火灾、爆炸、垃圾堆体崩塌等安全事故的可能性和隐患点等，制定开采安全防范措施。

**5.3.3** 垃圾堆体中水位较高时，应做好降水、排水措施。

**5.3.4** 垃圾堆体开采深度较大时，应制定边坡加固方案，作业坑可按照 1:1 比例放坡。

**5.3.5** 垃圾堆体开采时应采取必要的除臭、降尘和卫生防疫措施。

**5.3.6** 垃圾堆体上实施机械开采作业时，应采用分层浅挖作业法，避免快速深挖；部分区域采用人工辅助开采时，开采人员应佩戴防毒面具。

**5.3.7** 开采过程中，对尚未开挖完的区域应及时采用 HDPE 膜或 LLDPE 膜进行覆盖。

**5.3.8** 开采单元的尺寸应根据开采规模、地形、堆体稳定情况以及施工设备等现场条件确定。

**5.3.9** 开挖作业坑宜按不大于 1:1 比例放坡，每当挖掘至一个单元深度时，可修建工作平台用于挖掘机械作业场地，持续挖掘直至库区底部。开挖过程中应实时监测堆体厚度，严禁损坏边坡与底部的防渗结构。

**5.3.10** 对于有筛分工序的开采，开采出含水率较高的填埋物宜堆放至专用物料堆放场风干或鼓风干燥，物料堆放场底部应设置渗沥液收集池，收集池容量需根据填埋物含水率、日输送量、日处理量等实际情况确定。堆放场应采取除臭措施防止恶臭影响。

**5.3.11** 填埋物在物料堆放场时，应符合下列规定：

- 1 填埋物渗出的渗沥液收集后送往渗沥液处理站处理或污水处理厂处理。
- 2 填埋物在堆放风干过程中，应定期进行灭蝇除臭等。
- 3 填埋物应定期进行翻堆或鼓风注气，加快水分的去除。

---

4 堆放场应具备覆盖条件，在降雨时及时覆盖填埋物。

## 5.4 垃圾分选及筛分物利用与处置

**5.4.1** 开挖出的填埋物可通过筛网设备及风选等辅助设备进行物料颗粒分离，可筛分为大于120mm的轻质筛上物、粒径小于等于20mm的含腐殖土筛下细颗粒、粒径大于20mm无机骨料。也可根据填埋物特性、筛分物出路和利用要求等进行多级筛分组合。

**5.4.2** 粒径小于20mm的筛下物，经适当处理后可用于园林绿化或山体恢复。

**5.4.3** 软塑料等轻质物料宜分类后送至打包机进行打包，供后续利用，或与编织物、纤维物、细碎塑料片等一起送至焚烧厂发电；橡胶、硬塑料等可回收物料宜进行分类回收。

**5.4.4** 粒径大于120mm的骨料宜破碎至60mm以下后，与粒径处于20mm至120mm之间的骨料一道进行卫生填埋处置，或固化后用于回填。

## 5.5 污染控制及安全防护

**5.5.1** 填埋物开挖造成的恶臭污染应得到有效控制，场区应设置固定式喷雾除臭系统或移动式高压喷雾风炮除臭系统，应采用不产生二次污染的除臭液。

**5.5.2** 恶臭监测宜采用设备监测和人工监测相结合的方式，监测设备宜设置在场区周边及距生产生活区较近的区域。现场恶臭浓度应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB14554的二级标准。

**5.5.3** 渗沥液处理应符合国家现行标准《生活垃圾渗沥液处理技术规范》CJJ150的有关规定。

**5.5.4** 开挖过程中应严格做好防火防爆措施，防止作业过程中产生火花等造成安全威胁。

**5.5.5** 对填埋堆体底部的土壤应进行污染监测，对污染的土壤应进行修复或换填处理。

## 6 工程施工及验收

**6.0.1** 生态修复工程施工前应根据设计文件、招标文件和各行政审批文件做好施工组织设计文件编制，准备施工设备及设施，合理安排施工场地。

---

**6.0.2** 生态修复施工组织设计应针对填埋场特点制定环境保护、水土保持和安全措施，并应制定施工过程中针对滑坡、火灾、爆炸等意外事件的应急措施和预案。

**6.0.3** 生态修复工程施工前，所有施工人员应接受施工安全培训，培训内容应包括垃圾堆体的安全开挖、填埋气体特性及扩散规律、填埋气体爆炸特性、斜坡压实安全操作、垃圾堆体打井安全操作等。

**6.0.4** 生态修复工程各项建筑、安装工程应按现行相关标准及设计要求进行施工。

**6.0.5** 生态修复工程施工变更应按设计单位的设计变更文件进行。

**6.0.6** 生态修复工程施工安装使用的材料应符合现行国家相关标准及设计要求；对国外引进的专用填埋设备与材料，应按供货商提供的设备技术规范、合同规定及商检文件执行，并应符合现行国家标准的相应要求。

**6.0.7** 生态修复工程验收除应按国家规定和相应专业现行验收标准执行外，还应符合下列规定：

- 1 地基处理应符合《生活垃圾卫生填埋处理技术规范 GB50869-2013》第 6 章的要求；
- 2 防渗工程与地下水导排应符合《生活垃圾卫生填埋处理技术规范 GB50869-2013》第 8 章的要求；
- 3 防洪与雨污分流系统应符合《生活垃圾卫生填埋处理技术规范 GB50869-2013》第 9 章的要求；
- 4 渗沥液收集与处理应符合《生活垃圾卫生填埋处理技术规范 GB50869-2013》第 10 章的要求；
- 5 填埋气体导排与利用应符合《生活垃圾卫生填埋处理技术规范 GB50869-2013》第 11 章的要求；
- 6 原位厌氧封场应符合《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB51220 的要求。
- 7 原位好氧修复技术应符合本标准第 4 章的要求；
- 8 异位开采修复技术应符合本标准第 4 章的要求。

---

## 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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

采用“宜”：表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

---

## 引用标准名录

《恶臭污染物排放标准》 GB14554

《生活垃圾填埋污染控制标准》 GB 16889

《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范 GB50869

《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》 GB51220

《生活垃圾渗沥液处理技术规范》 CJJ150

《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》 CJJ176

《场地环境调查技术导则》 HJ 25.1

《场地环境监测技术导则》 HJ 25.2

《污染场地土壤修复技术导则》 HJ25.4

中华人民共和国行业标准

老生活垃圾填埋场生态修复技术标准

(征求意见稿)

CJJ×××-201x

条 文 说 明

## 制定说明

《老生活垃圾填埋场生态修复技术标准》CJJ/T×××-201×经住房和城乡建设部 201×年××月××日以第×××号公告批准颁布。

本标准制订过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，总结了我国老生活垃圾填埋场生态修复的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过对国内不同老生活垃圾填埋场生态修复调研，归纳、统计分析了老生活垃圾填埋场生态修复技术要求和技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、院校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《老生活垃圾填埋场生态修复技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，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。



# 目次

<b>1 总则</b> .....	<b>1</b>
<b>2 基本规定</b> .....	<b>3</b>
<b>3 填埋场场地调查</b> .....	<b>7</b>
3.1 一般规定.....	7
3.2 场地初步调查.....	8
3.3 场地环境调查.....	10
<b>4 原位好氧修复技术</b> .....	<b>15</b>
4.1 一般规定.....	15
4.2 原有设施利用与改造.....	16
4.3 堆体整形与稳定性.....	17
4.4 堆体覆盖.....	19
4.5 地下水帷幕阻断工程.....	19
4.6 渗沥液导排与处理工程.....	21
4.7 通风抽气系统.....	23
4.8 检测/监测与控制系统.....	24
4.9 其他.....	26
<b>5 异位开采修复技术</b> .....	<b>27</b>
5.1 一般规定.....	27
5.2 好氧预处理.....	27
5.3 垃圾堆体开采.....	28
5.4 垃圾分选及筛分物利用与处置.....	30
5.5 污染控制及安全防护.....	31
<b>6 工程施工及验收</b> .....	<b>33</b>

# 1 总则

**1.0.1** 本条是关于制定本标准的依据和目的的规定。

条文中的“老生活垃圾填埋场”是指非规范设计未达到现行规范技术与环保要求而已经终止作业的非卫生填埋场，或虽然按照规范设计但仍存在环境污染及安全隐患而已经终止作业的老旧填埋场，也指未进行设计建设而堆积的存量垃圾。

条文中的“存量垃圾治理有关政策”是指《国务院批转住房城乡建设部等部门关于进一步加强城市生活垃圾处理工作意见的通知》（国发〔2011〕9号）、《国务院办公厅关于印发“十二五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划的通知》（国办发〔2012〕23号）和《住房城乡建设部、国家发展改革委、环境保护部关于开展存量生活垃圾治理工作的通知》（建城〔2012〕128号）。

条文中的“生态修复”是指对老生活垃圾填埋场进行原位或异位工程处理，使其达到对生态环境无污染或有效降低其环境危害并进行生态景观重建或场地再利用。

**1.0.2** 本条是关于本标准的适用范围的规定。

条文中的“已经造成显著环境污染的填埋场”是指填埋场终止作业后引起的臭味、填埋气体等污染，以及场址及周边区域内显著的地下水、土壤等污染的填埋场。此类填埋场需要经过生态修复消除污染影响或控制污染进一步扩散。

条文中的“需场地再利用的填埋场”是指需要对原场址进行不同程度土地开发利用的填埋场。此类填埋场需要经过生态修复以减轻或消除堆体沉降、填埋气体、渗沥液等妨碍土地安全利用的隐患。

**1.0.3** 本条是关于填埋场生态修复工程应符合有关标准的原则规定。

“国家现行有关标准”主要包括但不限于以下标准：

- (1) 《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869
- (2) 《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB16889
- (3) 《地下水质量标准》GB 14848
- (4) 《生活垃圾卫生填埋处理工程项目建设标准》建标 124
- (5) 《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB51220

- (6) 《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》CJJ 113
- (7) 《生活垃圾卫生填埋场填埋气体收集处理与利用技术规范》CJJ133
- (8) 《生活垃圾卫生填埋气体收集处理及利用工程运行维护技术规程》  
CJJ175
- (9) 《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176
- (10) 《展览会用地场地土壤环境质量评价标准（暂行）》HJ350
- (11) 《生活垃圾填埋场稳定化场地利用技术要求》GB/T 25179
- (12) 《生活垃圾填埋场降解治理的监测与检测》GB/T23857
- (13) 《生活垃圾填埋场无害化评价标准》CJJ/T107
- (14) 《生活垃圾填埋场环境监测技术标准》GB/T 18772

## 2 基本规定

**2.0.1** 本条是关于终止作业的填埋场进行生态修复和填埋场现状调查的原则性规定。

填埋场造成生态环境污染或存在潜在污染风险，及时进行生态修复可以控制污染扩散或消除污染隐患。由于填埋场存在地域、气候、地形地质情况、垃圾堆体状况、建设运行水平及污染程度等方面的差异性，需要对填埋场实际情况进行现状调查，从而制定适合的填埋场场地生态修复技术方案。

**2.0.2** 本条是关于填埋场生态修复选择技术方案的原则性规定。

条文中的“填埋场场地调查”情况主要指填埋场地污染特征、污染范围、污染程度等环境状况，以及填埋库区底部防渗系统、雨污分流系统、渗沥液导排及处理设施、填埋气体导排及处理利用设施、垃圾堆体面积和高度及形状、垃圾堆体内水位、垃圾堆体稳定性、垃圾总量、非生活垃圾填埋物情况等现状情况。

条文中的“场地利用”分低度利用、中度利用及高度利用三种方式，《生活垃圾填埋场稳定化场地利用技术要求》GB25179 对三种场地利用方式的不同程度要求及判断技术指标作了规定。

生态修复方案选择可以采用列表描述修复技术适用条件、主要技术指标、经济指标和技术应用的优缺点等方面进行比较分析，也可以采用权重打分的方法，经技术经济比选分析后确定。

**2.0.3** 本条是关于填埋场 3 种基本生态修复技术方案及组合方案的原则规定。

原位厌氧封场方式是通过堆体整形、采用不同功能材料覆盖，维持渗滤液和填埋气体导排处理，以厌氧状态缓慢使填埋堆体生态恢复的过程。

原位好氧修复方式是通过堆体整形、采用不同功能材料覆盖，维持渗滤液导排处理，通过向填埋堆体抽吸空气及回灌渗滤液等方式，以好氧状态快速使填埋堆体生态恢复的过程。

异位开采修复方式是指在有环境保护（臭味控制、渗滤液导排处理、扬尘控制等）和安全措施（防止填埋气体燃烧爆炸等）的条件下，对填埋堆体进行开挖或开挖后筛分，开挖出或筛分出的填埋物异地进行处理处置或利用的过程。

**2.0.4** 本条是关于填埋场原位厌氧封场修复工程应符合有关标准的规定。本规范对原位厌氧封场技术不再规定要求。

《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB51220-2017 的主要内容是：1) 总则；2) 基本规定；3) 填埋场现状调查；4) 总体设计；5) 覆盖工程；6) 地下水污染控制工程；7) 填埋气体导排、处理与利用工程；8) 渗沥液导排与处理工程；9) 防洪与雨水导排；10) 垃圾堆体绿化；11) 填埋场封场监测；12) 封场工程的施工与验收；13) 填埋场封场后维护与场地再利用。

**2.0.5** 本条是关于填埋场原位好氧修复工程修复效果应符合有关标准的原则规定。

根据 GB/T 25179 规定，按照利用方式，场地利用可分为低度利用、中度利用和高度利用三类。

(1) 低度利用：人与场地非长期接触，主要方式包括草地、林地、农地等。

(2) 中度利用：人与场地不定期接触，主要包括小公园、运动场、运动型公园、野生动物园、游乐场、高尔夫球场等。

(3) 高度利用：人与场地长期接触，主要包括学校、办公区、工业区、住宅区等。

应根据稳定化程度判断利用类型，填埋场稳定性特征包括：封场年限、填埋物有机质含量、地表水水质、填埋堆体中气体浓度、大气环境、堆体沉降和植被恢复等。填埋场稳定化场地利用宜按照 GB25179 中表 1 的规定判定。

**2.0.6** 本条是关于采用异地开采修复技术时，开采后的填埋场库底场地应根据有关标准进行进行场地调查、行风险评估以及污染场地的修复应符合有关标准的原则规定。

**2.0.7** 本条是关于填埋场生态修复工程中环境污染控制应符合有关标准的原则规定。

结合《生活垃圾填埋污染控制标准》GB 16889 的相关规定，填埋场生态修复工程中环境污染控制指标主要包括以下几方面：

(1) 水污染物处理及排放

生态修复工程需要考虑渗沥液的收集与处理，处理后排放标准应符合

GB16889 中表 2 或限值。在国土开发密度已经很高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特殊保护措施的地区，应执行《生活垃圾填埋污染控制标准》GB16889 中表 3 限值。

需要新设置水污染物排放口的，须按照《排污口规范化整治技术要求》（试行）建设，设置符合《环境保护图形标志 排放口(源)》GB/T15562.1 要求的污水排放口标志。

#### (2) 地下水污染控制

地下水监测指标为 pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸钾指数、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、粪大肠杆菌，不同质量类型地下水的质量标准执行《地下水质量标准》GB/T 14848 中的规定。

#### (3) 填埋气体

对填埋气体中甲烷浓度的监测可采用符合《便携式热催化甲烷检测报警仪》GB13486 要求或者具有相同效果的便携式甲烷测定器进行测定。对甲烷浓度的监督性监测应按照 HJ/T 38 中的甲烷的测定方法进行测定。

#### (4) 恶臭

恶臭污染物监测应按照《空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法》GB/T 14675 和《空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫的测定 气相色谱法》GB/T 14678 规定的方法进行测定。

**2.0.8** 本条是关于填埋场生态修复工程采用新技术应遵循的原则规定。

我国将好氧快速稳定技术作为生态修复工艺应用于填埋场的是武汉市金口垃圾填埋场。总体而言，我国的填埋场生态修复技术仍处于发展阶段，很多技术都是从国外移植而来，在引用、借鉴国外先进技术、工程经验时应考虑我国实际情况，选择符合我国垃圾特点、气候、地质条件并且适合当地经济状况的生态修复方案。所以本条规定在于鼓励采用新工艺、新技术、新材料和新设备。

**2.0.9** 本条是对生态修复后景观植被恢复方案确定原则的规定。

**2.0.10** 本条是关于填埋场生态修复后土地利用的规定。

根据《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869 第 13.2.7 规定：

(1) 填埋场封场后的土地利用应符合现行国家标准《生活垃圾填埋场稳定化场地利用技术要求》GB/T25179 的规定。

(2) 填埋场土地利用前应作出场地稳定化鉴定、土地利用论证及有关部门审定。

(3) 未经环境卫生、岩土、环保专业技术鉴定前，填埋场地严禁作为永久性封闭式建（构）筑物用地。

## 3 填埋场场地调查

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 分阶段进行调查可逐步降低调查中的不确定性，提高调查的效率、质量及节省资金和时间。对于封场工程，如场地初步调查可满足工程建设的基础资料要求，可不再进行采样分析的场地环境调查。

**3.1.2** 本条是关于填埋场场地初步调查主要方式的一般规定。

场地初步调查主要是了解填埋场设施情况、填埋物特性，初步环境污染状况等。

**3.1.3** 本条是关于填埋场设施调查主要内容的一般规定。

填埋场设施调查的目的除了为判断修复工程是否可利用或改造原有设施外，还包括对可能导致环境污染事件的填埋场设施风险源进行调查。如：

(1) 因填埋库区防渗衬层破损、地下水导排系统设置不合理等原因，导致渗沥液渗入地下水，引发地下水环境污染事件；

(2) 因填埋库区雨污分流及渗沥液导排不合理、渗沥液处理设施事故运行等等原因，导致渗沥液进入附近地表水，引发地表水环境污染事件；

(3) 因填埋气体收集和处理利用设施事故运行、恶臭污染控制措施不当等原因，导致含甲烷、H<sub>2</sub>S 等成分的气体超标排放，引发大气环境污染事件；

(4) 因导气管堵塞、防火防爆措施失效、违规动火作业等原因，导致填埋场发生火灾、爆炸，次生环境污染事件。

**3.1.4** 本条是关于填埋物特性调查主要内容的一般规定。

填埋物特性调查主要是获得生态修复所需的工程建设技术参数。

**3.1.5** 本条是关于填埋场采样分析调查主要内容的一般规定。

该阶段是以具体污染项目监测为主的污染证实阶段，获得生态修复所需的环境治理方面的技术参数，是对第一阶段污染物的情况以及由于资料缺失等原因形



成的无法排除的污染风险进行分析与验证。

根据初步调查证实的污染源，进一步详实场地内土壤和地下水污染调查信息，初步判断污染点位的影响范围和深度，制定监测工作计划、实施现场加密采样、记录加密采样过程中的钻孔信息、加密监测数据分析和评估等步骤，并形成调查分析报告。

## 3.2 场地初步调查

**3.2.1** 本条是关于资料收集内容的规定。

“规划资料”包括：城市总体规划、区域环境保护规划、城市环境卫生专业规划、土地利用规划等。

“场地环境资料”包括：场地水文、地质（结构条件、底部和侧向地层渗透条件等）、地形等资料，场地与自然保护区、水源地保护区、居民区等环境敏感区域的位置关系等。

“工程设计与建设资料”包括：地勘报告、可行性研究报告、环境影响评价报告、初步设计、施工图设计等设计资料，施工组织设计、施工质量报告及竣工验收等建设资料。

“运行管理记录”包括：填埋场进场垃圾记录、填埋物组分、填埋气体成分与产气量、渗沥液和填埋气体收集及处理记录、填埋作业记录、药剂及危险化学品储存与使用记录等。

“填埋场现状资料”包括：填埋场运行时间（年）和填埋总量、垃圾堆体地形以及周边公共设施、建（构）筑物等资料，埋物现状特性资料。

“环境监测资料”（包括场内自测和政府部门监督性监测）。

**3.2.2** 本条是关于人员访谈内容及方式的规定。

“人员访谈”的对象主要包括：填埋场运行管理机构、地方政府主管部门、环境保护行政主管部门、场区所在地或熟悉填埋场的第三方（如填埋场附近居民等）。

访谈结束后，应对访谈内容进行整理，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，作为调查报告的附件。

### **3.2.3 本条是关于现场踏勘相关内容的规定。**

现场踏勘的主要通过对异常排水、气味的辨识、摄影和照相、现场笔记等方式了解场地污染状况，也可使用现场快速测定仪器。

“填埋场的现状和历史情况”包括：填埋物类型、各区填埋年限及填埋顺序、填埋堆体厚度及库底水位、填埋场的运行情况及扩建情况、是否出现渗沥液渗漏事故、是否出现填埋气体横向迁移的情况等；

“填埋场设施完好和运行情况”重点了解填埋气体导排和处理利用设施、渗沥液导排与处理设施、雨污分流系统、封场覆盖系统等功能系统的完好性和运行情况。

“周围区域的现状和历史情况”包括：周围区域目前或过去土地利用的类型、附近地表水体、市政设施等。

“场区周围的地质、水文和地形的描述”包括：场地及周围的地质、水文地质与地形的观察与记录，并加以分析，以协助判断污染物迁移的风险。

“填埋场安全性”包括：填埋堆体稳定性、填埋气体的危险性等。

### **3.2.4 填埋场堆体稳定性可考虑下列问题：**

(1)对于边坡较陡、压实程度低的垃圾堆体宜进行稳定性分析和沉降计算，垃圾堆体稳定性分析和沉降计算应符合国家现行标准《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ176的有关规定。

(2)根据调查数据和资料分析垃圾填埋区域状况，绘制垃圾填埋区域地形图，分析垃圾堆体是否存在滑坡、崩塌等安全隐患，并在地形图上标明安全隐患的位置。

填埋气体的安全隐患可考虑下列问题：

(1)根据调查监测数据和资料分析填埋气体收集导排的状况；进行了气体迁移监测并监测的，应判断填埋气体迁移的距离和填埋气体迁移对建筑物的影响。

(2) 填埋场及其周边有地下封闭建(构)筑物时,应对已有填埋气体收集导排和处理(利用)系统的垃圾堆体进行检查,并确认有无漏气、火灾和爆炸等安全隐患;无场底人工防渗层且填埋区外 50m 以内有建筑物的填埋场,应在建(构)筑物与垃圾堆体之间设置气体监测井监测填埋气体地下迁移情况。气体监测井应设置在建(构)筑物与垃圾堆体之间距建(构)筑物基础 3m~5m 处,气体监测井数量宜为 3~5 个,井间距宜为 2m~3m。

(3) 气体迁移监测井可按下列要求设置和进行监测:

1) 气体迁移监测井应可监测不同深度的迁移气体;

2) 监测井深度不应小于建筑物地下室的深度,且不宜小于填埋垃圾深度的 80%;

3) 监测井钻孔直径不宜小于 150mm;

4) 集气管应设在地下水水位以上;

5) 气体监测井建成后将井口阀门关闭,24 小时后测试井内的甲烷气体浓度。测试后应将井口阀门打开,将井内气体全部释放,然后再将阀门关闭,等待下次测试。

6) 气体监测井内甲烷测试可采用便携式甲烷分析仪,测试前应先对仪器进行零点和量程标定。

7) 每个气体监测井检测次数不宜少于 10 次,检测频率可根据气体迁移量确定,宜为 2~3 天一次,并应根据气体监测井内甲烷的聚集速度调整检测频率。

**3.2.5** 本条是关于补充填埋物特性采样分析及测量工作的原则规定。

**3.2.6** 场地环境调查的初步采样可按照场地环境调查详细调查的采样方式简化进行。

### 3.3 场地环境调查

**3.3.1** 本条是关于填埋场场地环境调查主要方式的一般规定。

**3.3.2** 本条是关于采样工作计划的内容和流程的规定。

“核查已有信息”是对场地调查初步阶段收集到的填埋场相关各类信息进行核查，检查信息的来源，以确保信息的真实性和适用性。

“确定采样对象”是指根据填埋场实际确定相关采样分析对象，包括：底层及周边土壤、地下水、地表水、大气环境等。

“制定采样方案”包括：采样点的布设、样品数量、样品的采集方法、现场快速监测方法，样品收集、保存、运输和储存等要求。采样点布设可根据实际对象选择表 1 中的方法。

**表 1 布点方法及适用条件**

布点方法	适用条件
简单随机布点法	适用于污染分布均匀的场地
专业判断法	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

“制定采样分析方案”是指根据“采样对象”和“采样方案”确定各采样对象的污染物类型及需要分析的参数指标，并将各对象分析方案统筹规划形成总体采样分析方案。

**3.3.3** 本条是关于场地环境调查中现场采样的规定。

“准备工作”包括：定位仪器，现场探测设备，调查信息记录装备，土壤、地下水、大气等取样设备、样品保存装置和安全防护装备等。

“定位和探测”指通过卷尺、GPS 定位仪、经纬仪等确定采样点具体位置和

地面标高，通过探地雷达等探测填埋堆体内导管管线等设施，通过水位仪确定堆体内渗沥液水位和地下水水位等。

“便携式设备”通常包括有机物快速测定仪、重金属快速测定仪、生物气分析仪等分析对于不能现场检测或不具备现场测试条件的参数应严格按照采样方案收集、保存、运输和储存进行。

#### **3.3.4** 本条关于场地污染调查中土壤监测中土壤类型和监测深度的规定。

“表层覆盖土”是垃圾堆体形成后，覆盖于堆体表层用于防止恶臭、蚊蝇和减少雨水下渗的土层。

“垃圾土”是填埋物经过筛分后得到的灰土成分，通常有机质、无机盐等成分含量较高，可以间接反映渗沥液的部分特征。在采用开采利用技术的老填埋场，垃圾土的监测和分析结论可作为其后期处置和利用的依据。

“填埋场场底地表至地下 0.2m 的表层土壤”是场底土壤的表层。在采用天然黏土防渗层的填埋场是防渗层的组成部分，通常经过了渗沥液的长期侵蚀；在采用人工防渗层的填埋场是防渗层保护层，此部分土壤是否收到污染及污染程度可以反映填埋场防渗系统的完好性和破损程度。

“0.6m 至地下水的深层土壤”是用于分析地下水污染风险的土层。当地下水位较浅时，土壤采样深度应直至地下水深度；当地下水位较深时，采样深度应直至未受污染的深度为止。

土壤监测采样点的布设、样品数量、样品的采集方法、监测方法等要求按《土壤环境监测技术规范》HJ\T166-2006 执行。

#### **3.3.5** 本条是关于地下水监测对象和要求的规定。

在对填埋场进行地下水监测时，可遵循如下原则：

(1) 对填埋场及周边地下水水质进行检测时，检测取样点宜设置在填埋场地下水流向的下游。地下水检测取样可取自原有的地下水监测井，无地下水监测井的应新建地下水监测井。

(2) 对地下水的检测宜在旱季进行，检测次数不宜少于 3 次，两次之间的

时、间间隔宜为 10 天~15 天，并结合原有监测数据，对地下水水质数据进行分析。

(3) 地下水水质检测指标应能判断地下水是否被填埋场污染以及污染范围、程度、特征等。检测指标宜选择（但不限于）pH、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、氯化物、挥发性酚类、汞、铅、镉、铁、铜、粪大肠菌群等。

(4) 应根据《地下水质量标准》GB/T14848 和调查监测资料分析填埋场对地下水水质的影响。

### **3.3.6** 本条是关于地表水监测对象的规定。

(1) 应调查了解填埋场渗沥液处理设施排放口位置及数量、排放的水质等情况。

(2) 应对填埋场区域下游 1km 范围内的地表水水质进行调查性监测。被调查地表水应包括湖、河、鱼塘、常年有水的水坑等。

(3) 地表水水质监测项目应以 pH 值、色度、溶解氧、COD、BOD5、总氮、氨氮、总磷和氯化物为主。

(4) 应根据《地表水环境质量标准》GB3838 和调查监测资料分析填埋场对周围地表水水质的影响。

### **3.3.7** 本条是对老生活垃圾填埋场区域及附近环境空气监测范围的规定。

(1) 大气环境质量调查性监测点应设置在垃圾堆体上、填埋场周围环境敏感区域、垃圾堆体夏冬季节主导风向的下风向且距垃圾堆体边界 50m~100m 处等区域。

(2) 大气环境质量调查性监测可遵循如下原则：

1) 以总悬浮颗粒物（TSP）和臭气浓度为重点，同时记录风速、风向、气压、气温、相对湿度等气象条件。

2) 大气环境质量调查性监测宜分别选择在有利于污染物扩散和不利于污染物扩散的两种气象条件下进行。

3) 应根据《环境空气质量标准》GB3095 和调查监测资料分析填埋场对周围大气环境质量的影响。

**3.3.8** 本条是对场地环境调查分析报告内容的规定。

“调查内容分析、总结和评价”包括整理调查信息和检测结果，评估检测数据的质量，分析数据的有效性和充分性，并评价老生活垃圾填埋场的现状和污染控制重点。

“结论和建议”指通过对老生活垃圾填埋场的场地环境调查，给出适宜该场址的污染风险和需采取的措施，对填埋场生态修复技术方案给出建议。

## 4 原位好氧修复技术

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 原位好氧技术也称为好氧生物反应器技术，该技术在美国、意大利、德国、澳大利亚等国家都已经有了较多应用案例，尤其是美国，采用该技术治理垃圾填埋场的工程已超过 20 个。目前在该技术已经成功修复了世界各国的填埋场，通过这些案例验证了该技术能够有效加速垃圾稳定化进程。我国 2008 年首次从美国引进这一技术对北京石景山黑石头垃圾消纳场进行了生态修复，该场填埋深度为 5-20m，规模达到 14 万 m<sup>2</sup>，通气了 20 多个月之后，治理效果显著，反映出良好的效果。另一案例是武汉金口好氧修复工程，该工程的好氧区共占地 21.33 公顷，填埋的垃圾总量为 307.13 万 m<sup>3</sup>，深 14m，也取得了良好的效果。

原位好氧首先通过垂直防渗、水平防渗等方法形成填埋堆体的密闭，然后向填埋场中通气，同时辅以渗滤液回灌、添加营养物质等措施，使填埋场内含氧量、含水量、温度等因素适宜于微生物的生长，从而使填埋场内的垃圾快速好氧降解并生成稳定的水、无机物、CO<sub>2</sub>、腐殖质等产物，最后将以上反应产生的气体抽出来净化后排放。该技术在大大缩短填埋场中垃圾矿化所需时间的同时，还拥有使填埋堆体快速沉降稳定、避免甲烷的产生、减少垃圾渗滤液的产生量和减少其中污染物的含量等技术特点，最后可达到短期进行场地利用的目标。

条文中“稳定化”和“中度利用要求”的指标，国外主要包括有机质、生物可降解度、填埋场的沉降速率、碳排放量、渗滤液中的 BOD/COD、甲烷、温度、纤维素、木质素等。这些指标具有一定的实用性以及准确性，但它们的范围过广，若依次测定则会浪费大量人力物力。此外，国内外垃圾的组成不同，其他性质也有差异，因此，国内部分学者也提出了对好氧修复时的评价指标，但尚缺乏权威性结论。目前可执行的“稳定化”和“中度利用要求”指标，是《生活垃圾填埋场稳定化场地利用技术要求》GB 25179 规定的填埋场封场年限、填埋物有机质含量、地表水水质、填埋堆体中气体浓度、大气环境、堆体沉降和植被恢复等。

**4.1.2** 本条是对原位好氧修复技术主要工程内容的规定。



**4.1.3** 本条是对原位好氧修复和原位厌氧修复技术结合时的垂直阻断规定。

为了避免在好氧修复治理期间出现因不同修复区域间垃圾堆体内气液连通造成处理效果变差、能耗增大的情况，可采用了垂直阻断方式阻隔好氧修复区域与外界的影响。

目前，国内外建造垂直阻断进行垂直防渗处理方法较多，垂直防渗方法按材料分类可分为粘性土、土工膜、固化灰浆、水泥砂浆、混凝土、塑性硅、沥青混凝土、化学材料等防渗墙。以安装方法分类可分为灌浆法、深层搅拌法、造槽法。灌浆法又分为劈裂灌浆、帷幕灌浆等；深层搅拌桩法分为干、湿搅拌法等；造槽法分为冲击式钻机造槽法、抓斗挖槽、轮铣造槽、回转式造槽、射水法造槽、锯槽法造槽、多头钻式造槽、斗式造槽等。垃圾堆体中的垂直防渗处理方法需通过技术经济比较确定，如有条件宜通过试验确定垂直防渗处理方法。

## 4.2 原有设施利用与改造

**4.2.1** 原有设施应包括（但不限于）渗沥液导排和处理设施、防洪与雨污分流设施等。

**4.2.2** 填埋场无渗沥液导排设施的或导排设施失效的，应在垃圾堆体上设置渗沥液垂直导排井对渗沥液进行导排。

垃圾堆体上设置的渗沥液垂直导排井设计参考如下：

- (1) 渗沥液垂直导排井直径  $\Phi$  不宜小于 800mm；
- (2) 中心集水管宜采用高密度聚乙烯管材，直径不宜小于 200mm；
- (3) 垃圾层中集水管应为多孔管，开孔宜为条形孔，开孔率不宜小于 5%。

**4.2.3** 本条是对利用原有渗沥液处理设施或新建渗沥液处理设施的原则规定。

填埋场修复时期的渗沥液一般为中后期渗沥液及封场渗沥液的水质特点，可生化性较差，宜采用“预处理+物化处理”组合工艺。物化处理的处理对象主要是难生物降解有机物、溶解盐等，宜采用两级碟管式反渗透、蒸发、高级氧化（Fenton 试剂氧化法、臭氧氧化法）等。

**4.2.4** 要求对填埋场原有防洪设施进行评估校核，对校核后对填埋区外截洪沟进行洪峰流量校核时，汇水总面积应包括填埋堆体的表面面积。

### 4.3 堆体整形与稳定性

**4.3.1** (1) 堆体整形挖方作业时，要求采用斜面分层作业法。斜面分层自上而下作业，避免形成气体聚集的封闭或半封闭空间，也可避免陡坡发生滑坡事故；

(2) 堆体整形时要求分层压实垃圾以提高堆体抗剪强度，减少堆体的不均匀沉降，增加堆体稳定性，为覆盖系统提供稳定的工作面和支撑面。压实密度应大于  $800\text{kg}/\text{m}^3$ ；

(3) 堆体整形作业过程中，挖出的垃圾要求及时回填。垃圾堆体不均匀沉降造成的裂缝、沟坎、空洞等要求充填密实；

(4) 堆体整形与处理过程中，宜采用低渗透性的覆盖材料临时覆盖。

**4.3.2** 封场坡度包括“顶面坡度”与“边坡坡度”。顶面坡度的设置可以防止堆体顶部雨水聚集，边坡宜采用多级台阶进行封场，台阶高度宜按照填埋单元高度进行，考虑雨水导排，同时也对堆体边坡的稳定提出了要求。

堆体边坡处理要求如下：

(1) 边坡处理设计要求根据需要分别列出排水、坡面支护和深层加固等处理方法中常用的处理措施，并规定如何合理选用这些处理方法，组成符合工程实际的综合处理方案。规定可采用的具体处理措施时，要注意与土坡处理措施的异同。

(2) 边坡处理的开挖减载、排水、坡面支护和深层加固方法中，对于技术问题较复杂的某些处理措施，可参照土坡处理的要求进一步规定该措施的适用条件、要注意的问题和主要的计算内容。

(3) 边坡稳定分析要求从短期及长期稳定性两方面考虑，边坡稳定性通常与垃圾堆体的抗剪参数、坡高、坡角、重力密度及孔隙水应力等因素有关。

**4.3.3** 条文中“滑动稳定性分析”宜采用无限边坡分析方法。在进行覆盖稳定性

分析时，要求考虑其最不利条件下的稳定性。封场覆盖稳定性安全系数（稳定系数）在 1.25~1.5 为宜。

堆体边坡稳定分析应从短期及长期稳定性两方面考虑，边坡稳定性通常与垃圾的抗剪参数、坡高、坡角、重度及孔隙水应力等因素有关。

（1）堆体边坡稳定性计算方法选用原则

1) 堆体边坡滑动面呈圆弧形时，宜采用简化毕肖普(Simplified Bishop)法和摩根斯顿-普赖斯法(Morgenstern - Price)进行抗滑稳定计算；

2) 堆体边坡滑动面呈非圆弧形时，宜采用摩根斯顿-普赖斯法和不平衡推力传递法进行抗滑稳定计算。

3) 边坡稳定性验算时，其稳定性系数应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 中的表 5.3.1 规定的稳定安全系数的规定。

（2）堆体边坡工程安全等级

1) 堆体边坡工程安全等级按照边坡损坏后可能造成的破坏后果的严重性、边坡类型和坡高等因素分为三级。

2) 填埋堆体边坡工程安全等级可参考现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330-2002 表 3.2.1 中土质边坡的安全等级确定。

**4.3.4** (1) 填埋堆体沉降的监测内容应包括堆体表层沉降、堆体深层不同深度沉降。

(2) 堆体中的监测点宜采用 30~50m 的网格布置，在不稳定的局部区域宜增加监测点的密度。

(3) 沉降计算时监测点的选择应该沿几条选定的沉降线选择不同的监测点。

(4) 监测周期宜为每月一次，若遇恶劣天气或意外事件，宜适当缩短监测周期。

## 4.4 堆体覆盖

**4.4.1** 本条是对利用堆体覆盖层密闭性的原则规定。

堆体覆盖层是一种水平防渗的方法，密闭性除了避免通风短路而降低修复效果外，还要避免外界给填埋场好氧修复期间带来的不利影响及防止治理过程中场内的气态、液态污染物外排。

**4.4.2**(1)条文中的“排气盲沟层宜采用粗粒或多孔材料”，采用粒径为 25~50mm、导排性能好、抗腐蚀的粗粒多孔材料，渗透系数要求大于  $1 \times 10^{-2}$ cm/s。边坡排气层宜采用与粗粒或多孔材料等效的土工复合排水网。

(2) 条文中的“黏土层”在投入使用前要求进行平整压实。黏土层压实度不得小于 90%，黏土层平整度要求达到每平方米黏土层误差不得大于 2cm。在设计黏土层时要求考虑如沉降、干裂缝以及冻融循环等破坏因素。可用膨润土垫（GCL）代替黏土层，厚度要求大于 5mm，渗透系数要求小于  $1 \times 10^{-5}$ cm/s。

(3) 条文中的“排水层宜采用粗粒或多孔材料”，排水层渗透系数要求大于  $1 \times 10^{-2}$ cm/s，以保证足够的导水性能，保证施加于下层衬里的水头小于排水层厚度。边坡排水层要求采用土工复合排水网。设计排水层时，要求尽量减少降水在底部和低渗透水层接触的时间，从而减少降水到达填埋物的可能性。通过顶层渗入的降水可被截住并很快排出，并流到坡脚的排水沟中。

**4.4.3** 本条是对顶面及边坡设置表面雨水沟的具体内容规定。

## 4.5 地下水帷幕阻断工程

**4.5.1** 本条是对地下水修复工程的原则规定。

**4.5.2** 本条是对地下水污染控制几种技术选择的原则规定。

**4.5.3** (1) 垃圾堆体周边、垃圾堆体所在区域地下水流向的上游设置垂直防渗。

(2) 在垃圾堆体所在区域地下水流向的下游设置垂直防渗，并在垂直防渗设施内侧（靠垃圾堆体一侧）实施地下水抽排。

(3) 填埋场出现以下情况之一时, 宜在垃圾堆体周边或局部实施垂直防渗措施:

- 1) 填埋场周边存在填埋气体地下迁移现象, 且迁移影响范围内有建筑物。
- 2) 填埋场无场底防渗或防渗层破损较严重, 且填埋场下游地下水已受污染。
- 3) 填埋区地下水水位接近或超过场底防渗层, 且场底无地下水导排设施的。

(4) 垂直防渗技术应考虑下列要求:

1) 垂直防渗系统宜深入到渗透系数不大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$  的隔水层中; 嵌入深度原则上不宜小于 2m; 若相对不透水层较深, 可根据渗流分析, 并结合类似工程研究确定。

2) 当采用多排灌浆帷幕时, 灌浆的孔和排距应通过灌浆试验确定, 孔径可选用 2~3m, 排数可根据帷幕厚度确定。

3) 垂直防渗也可用于离水库、湖泊、江河等大型水域较近的填埋场, 防止雨季水域漫出对填埋场产生破坏及填埋场对水域的污染。

**4.5.4** 当检测到填埋场地下水(或膜下水)受到污染时, 应对场底防渗层进行破损检测, 有条件的可进行防渗层渗漏位置探测。当探测到填埋场场底防渗层渗漏位置时, 可实施防渗层修复。

土工膜渗漏检测和修补可参考以下要求:

(1) 探测方法包括水枪法、电火花法、双电极法和高密度电阻率法等四种。

(2) 渗漏破损探测前进行试验性探测和探测设备校准。根据校准的探测参数, 结合仪器的覆盖宽度确定探测的线、点间距。

(3) 渗漏破损孔洞修补完成后宜对 5m 半径范围内的防渗土工膜进行复测, 直至确认没有渗漏破损点为止。

(4) 探测到的防渗土工膜破损部分应进行修补, 修补完成后应恢复防渗系统; 破损修补和结构层恢复应符合国家现行标准《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》CJJ113 的要求。

(5) 恢复后应再进行该区域渗漏破损复测, 直到没有新的破损被发现。

(6) 防渗结构渗漏破损检测后宜进行评价，评价标准可参考表 2。

表 2 防渗结构渗漏破损检测评价表

等级	评价标准（以 10000m <sup>2</sup> 作为一个分区面积）
优秀	探测到破损孔洞总面积不大于 0.25cm <sup>2</sup> 的破损
良好	探测到破损孔洞总面积不大于 2.5cm <sup>2</sup> 的破损
一般	探测到破损孔洞总面积不大于 7.5cm <sup>2</sup> 的破损
差	探测到破损孔洞总面积大于 7.5cm <sup>2</sup> 的破损

## 4.6 渗沥液导排与处理工程

**4.6.1** 本条是对渗沥液收集装置技术要点的规定。

为了保证对垃圾渗沥液的收集效果，应根据场址的具体情况，采取经济技术可行的方案进行收集。在老生活垃圾填埋场已经建有渗沥液池、坑或其他渗沥液收集装置时，利用原有的设施。在老生活垃圾填埋场没有配置渗沥液收集系统，或只是简单的在场址高程较低处建有渗沥液池或坑的情况下，为保证好氧修复的正常运行，需建设渗沥液收集井。

**4.6.2** 本条是对渗沥液储存池技术要求的规定。

渗沥液收集井与输送泵、管道把收集的渗沥液送入渗沥液储存池，一般使用混凝土砌筑的池体存储渗沥液，可利用场区原渗沥液处理区废弃的调节池、稳定塘等改造后作为渗沥液储存池。渗沥液储存池应设置防臭设计，宜设置膜覆盖或盖板以达到防臭效果。对于渗沥液回灌量不足时，可通过备用管路输入补充水源。

**4.6.3** 本条是对渗沥液回灌装置技术要求的规定。

采用渗沥液注入井方式时，渗沥液收集井的结构和渗沥液收集井基本相同，区别在于渗沥液注入井的套管是中空的，套管顶部与渗沥液存储装置密封连通，带有压力的渗沥液由套管直接注入垃圾中。

覆盖层下喷灌操作简单，建设成本和运行成本均较低，但回灌效果一般。

采用渗水沟槽方式时，开挖深度应大于堆体表明覆盖厚度，渗水沟槽的影响宽度应能覆盖堆体表层。沟槽内铺设输送开孔管，通过压力输送均匀回灌。

#### 4.6.4 (1) 填埋堆体内渗沥液水位监测要求

1) 渗沥液水位监测内容包括渗沥液导排层水头、填埋堆体主水位及滞水位。

2) 渗沥液导排层水头监测宜在导排层埋设水平水位管，可采用剖面沉降仪与水位计联合测定。

3) 填埋堆体主水位及滞水位监测宜埋设竖向水位管采用水位计测量；当堆体内存在滞水位时，宜埋设分层竖向水位管，采用水位计测量主水位和滞水位。

4) 水平水位管布点宜在每个排水单元中的渗沥液收集主管附近和距离渗沥液收集管最远处各布置一个监测点。

5) 竖向水位管和分层竖向水位管布点要求沿垃圾堆体边坡走向分散布置监测点，平面间距 20m~40m，底部距离衬垫层不应小于 5m，总数不宜少于 2 个；分层竖向水位管底部宜埋至隔水层上方，各支管之间应密闭隔绝。

6) 填埋堆体水位监测频次宜为 1 次/月，遇暴雨等恶劣天气或其它紧急情况时，要求提高监测频次；渗沥液导排层水头监测频次宜为 1 次/月。

(2) 降低水位措施主要有以下几点：

1) 对于堆体边界高程以上的堆体内部积水宜设置水平导排盲沟自流导出；对于堆体边界高程以下的堆体积水可采用小口径竖井抽排。

2) ，导排竖井宜选择在堆体较稳定区域开挖，开挖后可采用 HDPE 花管作为导排管。导排竖井的平面间距可通过计算确定。

3) 导排竖井的穿管与封场覆盖要求密封衔接。封场防渗层为土工膜时，穿管与防渗膜边界宜采用弹性连接。

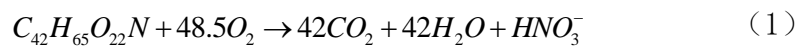
4) 垃圾堆体内水位长期控制措施可采用中间导排盲沟、集液井、导气石笼等。

**4.6.5** 本条是对渗沥液处理设施的设计、建设与运行应符合有关标准的规定。

## 4.7 通风抽气系统

**4.7.1** 本条是对气体系统注气量计算和确定方法的规定。

注气装置的注气量设计应确定理论需氧量，理论需氧量的计算可在确定可生物降解有机物量和含水率的前提下根据反应式 1 计算，进而通过计算得出的理论需氧量，确定理论注入空气量。



由于垃圾成分存在大量塑料等阻碍空气均匀扩散的成分，在压实作用下，堆体的气体传输影响半径往往较小，且往往也存在一定量的漏气问题，实际注入空气量通常大于理论空气量。实际注入空气量的确定应综合考虑理论空气量、堆体密闭性、堆体的压实度等因素后确定。

**4.7.2** 本条是对气体系统注气井布置和影响半径确定方法的规定。

注气井的影响范围应尽可能覆盖所有填埋区，在充分了解场区各区域的可降解垃圾量的分布特点后进行布置。由于垃圾压实密度的差异性，堆体中气体的传输效果也存在较大不确定性，在确定注气井影响半径前，宜选取典型代表区域，进行现场试验，并监测堆体中含氧浓度后确定。

**4.7.3** 本条是对气体系统注气井结构及钻井深度的规定。

注气井的深度应尽可能接近垃圾层底部，并且防止破坏底部防渗结构，设置 20~50cm 的安全距离为宜。随着堆体深度的加大，含氧量呈下降趋势，注气井深度在保证防渗结构安全的前提下加深，可强化堆体底部或中部的供氧效果，进而加快有机污染物好氧反应的进行。

“沙砾最小粒度应大于套管圆孔或条孔”是防止砂砾堵塞圆孔或条孔，造成导气不畅。在风机运行时，注气井内需要一定的气压使空气向周围扩散，井口处未密封时会因井内外气压差异造成漏气或气体传输短路，进而影响堆体供氧效果，注气井井口的密封可避免漏气或短路，保证注气井内气压和气体传输效果。



**4.7.4** 本条是对抽气系统抽气方式选择的规定。

“自然抽取方式”是通过抽气井，利用垃圾填埋堆体中气体和大气之间的压力差，使垃圾填埋气自然抽取。

“强制抽取方式”是通过引风机和抽气井，利用负压将垃圾填埋气抽取出来。填埋场中全部的抽气井、空气管道的高压引风机，构成了抽气装置。引风机、管道要按设计功率和压力进行匹配。

**4.7.5** 本条是对抽气系统抽气方式选择的规定。

垃圾堆体中抽出的气体通常含有一定量的有害气体成分，如氨气、硫化氢、甲硫醇等，需要空气过滤装置对其进行过滤后排放。在抽气系统运行初期，垃圾堆体内仍处于厌氧环境，抽出气体中会存在甲烷、硫化氢等成分，应进入收集装置进行分离提纯或进入焚烧装置焚烧后排放。

**4.7.6** 本条是对抽气系统冷凝液收集装置的规定。

垃圾堆体内温度通常高于环境温度，抽气系统抽出的气体进入输送管路中易形成冷凝液，应在输送管路上设置冷凝液收集装置，收集到的冷凝液含有一定量的有害成分，应送至污水处理设施处理。

**4.7.7** 本条是对抽气井和注气井平面布置和功能对换的规定。

抽气井、注气井运行一段时间后，功能对换可使堆体内供氧更均匀平衡，也可以使堆体内积存的反应产气及时排出。

## 4.8 检测/监测与控制系统

**4.8.1** 本条是对检测与监测系统的主要项目和采样点布置的规定。

**4.8.2** 本条是对检测系统中温度检测井设置的规定。

温度监测系统主要由温度传感器、温度记录器、远程传输装置等组成，可在线检测垃圾堆体的温度。在监测井中，根据井深设置检测点。温度由设置在温度监测井中的温度传感器进行测量。

**4.8.3** 本条是对检测系统中湿度监测井设置的规定。

湿度检测系统主要由湿度传感器、数据传感器、远程传输装置、垃圾气体/温湿度监测井等组成，示意图见图。湿度传感器的信号通过线路或无线方式传输到检测系统的记录器中。

**4.8.4** 本条是对填埋气体成分监测方法的规定。

现场气体分析仪通过安装在气体监测井中的采样器进行采样，经过分析后，将监测结果直接传输到监测记录器中。便携式气体分析仪的样品采集和分析是根据设定的时间间隔，在气体监测井中进行人工采样，仪器同时测量出样品的气体成分和浓度。

堆体内气体成分反映生化反应的环境和状态，可用于评估气体系统的运行情况，为调整运行参数配合堆体生化反应提供数据依据。

**4.8.5** 本条是对渗沥液性质和成分采样和监测要求的规定。

“渗沥液的理化性质和成分”应包括《生活垃圾填埋污染控制标准》GB16889表2中的参数指标。通过对渗沥液进行周期性监测可用于分析评价好氧快速稳定技术的应用效果。样品应送往场区实验室或专业分析监测机构进行检测。

**4.8.6** 本条是沉降监测的规定。

**4.8.7** 本条是对控制系统功能要求的规定。

控制系统由工艺过程监控计算机、通讯网络、可编程序逻辑控制器（PLC）及检测仪表组成。由可编程序控制器（PLC）及自动化仪表组成的检测控制站；再由通讯系统和监控计算机组成的集中管理系统。控制站与监控计算机之间由实时信息网进行数据交换与通讯。

**4.8.8** 本条是对控制系统控制的参数内容的规定。

控制系统为实时调节各项参数的重要工具，以监测和监控数据为依据，才能有效控制各项工艺参数使好氧反应处于高效状态。因此，对好氧反应产生影响的各项参数均应该可以通过控制系统进行调控。

## 4.9 其他

**4.9.1** 本条是对动力与辅助系统主要组成的规定。

**4.9.2** 本条是对安全防护措施工作重点的规定。

好氧反应的产物通常不包括甲烷等可燃气体，但由于垃圾堆体的不均匀特征，在堆体内部分区域仍可能积存一定浓度的甲烷，在好氧快速稳定技术运行过程中，应注重防爆安全防护，严格控制烟火等火源。

**4.9.3** 本条是关于填埋场好氧修复运行前需进行参数调试的规定。

由于我国地域辽阔，各地气候、经济水平、生活习惯差异较大，各地生活垃圾填埋场内填埋物成分存在明显差异。同时，各地填埋场的运行管理水平也不一，填埋堆体的压实度、含水率等均存在差异。在确定生态修复技术方案后，在启动生态修复工程前应选取典型区域对设备、管线等设施进行现场调试，以确定最佳运行状况，当生态修复工程拟采用的设施出现难以适应现场条件的情况时，应及时调整设计方案，使用适宜该场址的设计参数或运行参数。

## 5 异位开采修复技术

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 异位开采修复技术是通过将存量垃圾开挖，全量转运至异地处理，将垃圾污染源彻底消除的修复技术，修复后能使土地的利用价值得到最大化开发。

条文中的“高度利用”主要包括用于建设学校、办公区、工业区、住宅区等的用地。

**5.1.2** 本条是对异位开采修复技术主要工艺单元的规定。

**5.1.3** 本条是对异位开采修复技术中与原位好氧修复技术的同类工艺单元的规定。

**5.1.4** 本条是对异位开采修复技术中好氧预处理应用的技术要求和终止指标的规定。

对于可降解有机质含量较高的垃圾堆体，存在恶臭影响严重和含水率较高的问题，应用好氧预处理可使垃圾生物可降解度显著降低（有机质降低、腐熟度增加），空气的充分输入使堆体内环境变为好氧环境，微生物发生好氧反应消耗有机物和水分，含水率随着好氧反应的进行迅速下降，恶臭气体  $H_2S$  和  $NH_3$  等的生成在好氧环境下被抑制，恶臭问题会得到明显缓解，降低了后期开采过程中除臭工作量和工程费用，含水率的降低也有利于填埋物的筛分分选作业，残留的甲烷浓度也降低到安全范围。

**5.1.5** 本条是对日开采量和筛分线数量确定的原则规定。

### 5.2 好氧预处理

**5.2.1** 本条是对处理区面积和深度确定要求的規定。

好氧预处理的区域面积应根据填埋物的总量，计算工期，作业能力等综合考量后确定，并且区域面积应略大于开采单元的面积（四周应在计划开采区域外延伸  $1\sim 2m$ ），且注气和抽气的管材打入堆体深度应大于开采深度  $0.5\sim 1m$ ，为防止

未处理区域的恶臭和填埋气影响而预留缓冲区。

**5.2.2** 本条是对注气管和抽气管布置间距的设定要求的规定。

注气管和抽气管之间的气体传输效率受垃圾成分、压实度等影响，不同场址的埋物特征差异性较大，需要划定试验区域进行现场试验，以保证气体传输效率的前提下，设定管间间距。

**5.2.3** 本条是对好氧预处理系统运行方式的规定。

经过一段时间的运行后，堆体内氧气浓度梯度基本稳定，对换注气和抽气方向可使区域内的好氧反应强度更加平衡，也可将局部厌氧环境迅速转换为好氧环境。风机风量和管径应根据填埋场实际通过计算结合现场试验的方式确定。

**5.2.4** 本条是对好氧预处理系统运行方式的规定。

经过好氧预处理 7~10 天后，抽气管排出气体中甲烷含量应降至 5% 以下，对过滤后排出的气体成分进行监测，如甲烷含量超过 5%，应对运行参数（注气量和抽气量等）进行调整，强化处理区域的好氧反应。

## 5.3 垃圾堆体开采

**5.3.1** 本条是对垃圾开采前勘测和监测工作的规定。

开采前应对垃圾埋龄进行调查，对于埋龄 5 年及以上的开采单元，产气高峰已过，可降解有机质含量降低，具备开采的优良条件。对于埋龄低于 5 年的单元，厌氧反应尚处于活跃阶段，开采存在恶臭、蚊蝇、安全等方面的隐患，宜在开采前进行整体或局部好氧处理，开采过程中全过程控制二次污染。

**5.3.2** 本条是关于垃圾开采时安全防范措施的原则规定。

**5.3.3** 本条是对垃圾开采时降水的规定。具体措施可参考本标准 4.6.4 的条文说明。

**5.3.4** 开挖过程中，应制定边坡加固方案，防止开挖过程中堆体出现垮塌事故。

**5.3.5** 本条是对垃圾开采时除臭、降尘和卫生防疫措施的原则规定。

**5.3.6** 本条是对机械开采和人工辅助开采作业的规定。

**5.3.7** 在分单元开采的库区内，对于暂时未开挖的区域或裸露填埋物区域应及时进行膜覆盖，减轻恶臭、蚊蝇等环境污染，同时减少雨水渗入。

**5.3.8** 开采单元的尺寸应根据实际地形和地质情况，合理划定单元大小，并可在开采过程中，根据实际情况及时调整单元尺寸，已满足开采的实际需求。

可参考表 3 中尺寸作为开采单元尺寸。

**表 3 开采单元尺寸参照表**

开采规模(t/d)	开采单元尺寸 L×B×H (m×m×m)
1200 及以上	25×9×6
500~1200 (含 500)	20×7×5
200~500 (含 200)	14×6×4
200 以下	11×6×3

**5.3.9** 开挖过程中应控制挖掘产生的边坡坡度，并进行采取适当的固定措施，防止挖掘过程中出现坍塌或滑坡，按完成一个开挖单元后，宜优先选取同一高程的单元作为下一作业单元，尽量减少开挖过程形成的边坡高程差。

“工作平台”是挖掘机械在工作过程中使用的较稳定的作业平台，通常需要对基层进行多遍碾压，以保证挖掘作业过程的安全性。

开挖过程中应对已挖厚度和现状厚度实时监控，防止挖掘作业损坏防渗结构，造成渗沥液渗漏污染。机械开挖应在挖掘至约 0.5m 厚度时转换为人工开挖，待填埋物开挖运输完毕后合理处置防渗结构。

**5.3.10** 本条是填埋物干燥处理和渗沥液收集池设置要求的规定。

填埋物含水率较高时，分选效率较低，且恶臭影响较大，经过物料堆放场的风干或鼓风干燥处理后，可有效提高后期分选效率并减少恶臭影响。堆放场在使

用过程中应采取除臭措施，减少恶臭蚊蝇等影响。

填埋物在堆放过程中会产生渗沥液，堆放场底部的渗沥液收集池用于收集堆放过程中的渗出的渗沥液，收集到的渗沥液应及时转移至处理设施处理达标后排放。

**5.3.11** 本条是关于堆放场运行管理要求的规定。

## 5.4 垃圾分选及筛分物利用与处置

**5.4.1** 本条是关于开挖出的填埋物筛分分级的基本规定。

条文中的“多级筛分”可包括：预筛分、中级筛分、双级比重分选、筛上物综合精选、腐殖土精细筛分、双级比重分选、移动式比重分选系等。

预筛分的主要设备包括：预筛分机组、筛下皮带机、筛前皮带机、筛前导料板等。宜根据填埋物的实际成分、含水率、聚团情况等因素来选择运行参数，运行参数包括筛缝尺寸、振幅、频率、安装倾角等。预筛分的筛下物经磁选后进行中级筛分处理，筛上物经人工分选后，轻质部分进入筛上物综合精选系统处理。

中级筛分的主要设备包括：滚筒筛分机组、筛下皮带机、筛上皮带机等。宜根据填埋物的含水率、组分、腐殖土粘性、物料聚团情况、筛网堵孔情况等选择运行参数，运行参数包括筛孔尺寸、转速等。中级筛分的筛下物可经筛下皮带机输送至腐殖土精细筛分系统，筛上物可经筛上皮带机输送至双级比重分选系统进行后续处理。

腐殖土精细筛分的主要设备包括腐殖土精细筛、筛下皮带机、筛上皮带机等。应根据物料组分、含水率、粘性、物料输送量等条件设置适宜的运行参数。腐殖土精细筛分的筛下物可用于绿化或山体恢复，筛上物宜送至移动式比重分选机进行进一步处理。

双级比重分选的主要设备包括两级风选设施。运行参数包括风机转速、出风口尺寸、出发口位置、接力辊位置、接力辊转速等。双级比重分选的筛下物经磁选后送至移动式比重分选机进行进一步处理，筛上物送至综合精选系统进行后续处理。

筛上物综合精选系统的主要设备包括：筛上物综合精选机、给料链板机、筛下皮带机、筛上中皮带机、筛上请皮带机等。应根据物料组分、含水率、物料输送量等调整适宜的运行参数。筛下物可用于绿化或山体恢复，筛上轻质物送至打包机打包储存，筛上重质物需经人工分拣后用于回收、焚烧或回填。

移动式比重分选系统将物料分为轻质物和重质物。轻质物宜送至打包机打包，用于后续资源化利用；重质物主要为细骨料，可用于市政利用或回填。

**5.4.2** 本条是对筛下物用于营养土基本用途的规定。

腐殖土可降解有机质含量过高不利于后期植物生长，利用前应监测其可降解有机质含量，对于高于 20%的腐殖土应采取预处理措施进行处理，可采用机械生物预处理工艺。

**5.4.3** 本条是对轻质物料综合利用和能源应用的规定。

对于轻质物料的资源化利用技术方案选择应进行技术经济分析，综合考虑轻质物的比例和总量、后续无害化处理难度和经济效益等多方面因素。

**5.4.4** 本条是对粗、中粒径骨料最终处置或固化后用于回填土的规定。

## 5.5 污染控制及安全防护

**5.5.1** 本条是对填埋物开挖恶臭控制技术措施要求的规定。

臭味的浓度及扩散程度取决于温度、空气湿度、挖掘作业面、风向和风速四大因素，需要指定专门人员每日进行监测和控制。臭味的监测应采用仪器设备监测和人工监测相结合的方式进行，臭气监测仪主要设置在填埋场周边及距离居民区较近的区域，根据监测的结果决定是否对填埋场开挖作业面积、垃圾通风除臭强度进行调整、和决定是否开启固定式喷雾除臭系统和可移动式高压喷雾风炮除臭系统。

除臭液应不产生二次污染，除臭剂的用量宜通过现场试验确定，在保障除臭效果的同时，不宜使过量的除臭液增加填埋物含水率，进而影响后期分选效果。

**5.5.2** 本条是对恶臭监测方式和参照标准的规定。



臭味监测系统应至少包括：现场臭味监测仪、气象仪表（监测风速、风向、湿度、气压等）、数据处理及结果模拟终端系统。采用该系统可对臭气污染物的种类、浓度、扩散方向和趋势等进行实施的监控和模拟，并根据该结果对作业方式和各项除臭措施进行实时的调整。由于填埋气成分复杂、且人们对不同种臭气浓度的感受程度不易量化、应辅以人工监测臭气的方式以直观反映臭气对周边居民的影响状况。每日应安排专门人员通过鼻嗅来独立判断臭气强度级别，并与仪表监测结果进行综合考虑。

**5.5.3** 本条是对渗沥液处理的规定。

**5.5.4** 本条是对开挖过程中防火防爆安全要求的规定。

好氧预处理在 7~10 天之内可使垃圾堆体内的甲烷浓度从 45%降至 1%-2%左右，大大降低垃圾体挖掘过程中的爆炸及燃烧隐患。

**5.5.5** 本条是对开挖后库底和边坡污染监测和修复的规定。

对于无防渗系统或防渗系统已破损的垃圾填埋场，库底或边坡会出现局部或大范围的土壤污染问题，污染的土壤会存在有机质、氨氮、重金属等超标的问题，进行修复或换填处理后方可利用。

底部的土壤修复效果应符合《展览会用地土壤环境质量评价标准（暂行）》HJ/T 350-2007 的规定。

## 6 工程施工及验收

6.0.1 条文中“施工组织设计文件编制”的准备主要要求包括下列资料：

- (1) 基础文件：招标文件、设计图纸及说明、地勘报告和补遗资料；
- (2) 国家现行工程建设政策、法规及验收标准；
- (3) 施工现场调查资料；
- (4) 施工单位的资源状况及类似工程的施工及管理经验。

条文中“施工组织设计文件”的内容一般要求包括以下几部分：

### (1) 工程范围

- 1) 填埋库区：主要包括垃圾坝、场地平整、场内防渗系统及渗滤液和填埋气体导排系统等。
- 2) 管理区：主要包括综合楼及生产、生活配套房屋等。
- 3) 渗滤液处理区：主要包括调节池、渗滤液处理设施等。
- 4) 场外工程：主要包括永久性道路、临时道路、场外给水、供配电、排污管线和集污井等。

### (2) 主要技术组织措施

- 1) 要求配备有经验、专业齐全的项目经理和管理班子，加强与业主代表、主管部门、监理单位及相关部门的信息沟通，配备专人协调与施工中涉及的相关单位的关系。
- 2) 做好总体施工安排。施工人员和机械设备在接到工程中标通知书后开始集结，进入施工现场按施工组织设计要求做好施工前准备工作，筹建场地、办公生活区、临时砼拌合系统、水电供应系统等临时设施。
- 3) 积极配合业主，加强与当地有关部门的协调工作，建立良好的施工调度指挥系统，突出土石方工程、防渗工程等重要施工环节，始终保持适宜的、足量的施工机械、设备和作业人员，尽量创造条件安排多班制作业，动态协调施工进

度，灵活机动地组织施工，确保工期总目标的实现。

其中，填埋场修复建设工期的要求还与建设资金落实计划、施工条件等因素有关，在确定填埋场建设工期时，要求根据项目的实际条件，合理确定建设工期，防止建设工期拖延和增加工程投资。

条文中“准备施工设备及设施”的内容包括：

(1) 建筑材料准备：根据施工进度计划的需求，编制物资采购计划，做好取样工作，由试验室试配所需各类标号的混凝土(砂浆)配合比，确定抗渗混凝土掺加剂的种类、掺量；

(2) 土工材料及管道采购：根据工程要求，调查土工材料、管材厂家，编制土工材料、管材计划，做好施工准备；

(3) 建筑施工机具准备：按照施工机具需用量计划，组织施工机具进场；

(4) 生产工艺设备准备：按照生产工艺流程及工艺布置图要求，编制工艺设备需用量计划，组织设备进场；

条文中“合理安排施工场地”的内容包括：

(1) 施工现场控制网测量：根据给定永久性坐标和高程，进行施工场地控制网复测，设置场地临时性控制测量标桩，并做好保护；

(2) 建造临时设施：按照施工平面图及临时设施需用量计划，建造各项临时设施；

(3) 做好季节性施工准备：按照施工组织设计的要求，认真落实季节性施工的临时设施和技术组织措施；

(4) 做好施工前期调查，查明施工区域内的各种地下管线、电缆等分布情况；

施工准备阶段的工作还包括劳动组织准备和场外协调准备工作。

(1) 劳动组织准备一般包括：

1) 建立工地领导机构；

2) 组建精干的项目作业队;

3) 组织劳动力进场;

4) 做好职工入场教育培训工作。

(2) 场外协调准备工作一般包括:

1) 地方协调工作

及时与甲方代表、监理工程师、当地政府及交通部门取得联系, 协商外围事宜, 做好施工前准备工作。

2) 材料加工与订货工作

根据各项材料需用量计划, 同建材及加工单位取得联系, 签订供货协议, 保证按时供应。

**6.0.2** 本条是对施工组织设计中的环境保护、水土保持和安全措施, 以及应急措施和预案的原则规定。

**6.0.3** 本条是对施工前安全培训内容的规定。

**6.0.4** 生态修复工程施工要求遵循国家现行工程建设政策、法规和规范、施工和验收标准, 条文中所指的“现行相关标准”主要有:

(1) 《生活垃圾卫生填埋处理工程项目建设标准》建标 124

(2) 《生活垃圾填埋场封场工程项目建设标准》建标 140

(3) 《土方与爆破工程施工及验收规范》GBJ 201

(4) 《土方与爆破工程施工操作规程》YSJ401

(5) 《碾压式土石坝施工规范》DL/T 5129

(6) 《水工建筑物地下开挖工程施工技术规范》SDJ212

(7) 《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》DL/T 5389

(8) 《水工混凝土钢筋施工规范》DL/T 5169

- (9) 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB50202
- (10) 《砌体工程施工质量验收规范》 GB50203
- (11) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204
- (12) 《屋面工程技术规范》 GB50345
- (13) 《建筑地面工程施工质量验收规范》 GB50209
- (14) 《建筑装饰工程施工质量验收规范》 GB50210
- (15) 《粉煤灰石灰类道路基层施工及验收规范》 CJJ4
- (16) 《生活垃圾卫生填埋技术规范》 CJJ17
- (17) 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268
- (18) 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》 GB 50141
- (19) 《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》 GB50224
- (20) 《水泥混凝土路面施工及验收规范》 GBJ97
- (21) 《公路工程质量检验评定标准》 JTGF80/1
- (22) 《城市道路路基工程施工及验收规范》 CJJ44
- (23) 《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》 GB50236
- (24) 《给排水管道工程施工及验收规范》 GB50268
- (25) 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- (26) 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB50303
- (27) 《工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范》 HGJ229
- (28) 《工业自动化仪表工程施工及验收规范》 GB50093
- (29) 《自动化仪表安装工程的质量评定标准》 GBJ131
- (30) 《施工现场临时用安全技术规范》 JGJ46

- (31) 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- (32) 《混凝土面板堆石坝施工规范》 DL/T 5128
- (33) 《混凝土面板堆石坝接缝止水技术规范》 DL/T5115
- (34) 《压力钢管制造安装及验收规范》 DL5017
- (35) 《生活垃圾渗滤液碟管式反渗透处理设备》 CJ/T279
- (36) 《垃圾填埋场用线性低密度聚乙烯土工膜》 CJ/T276
- (37) 《垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜》 CJ/T234
- (38) 《垃圾填埋场压实机技术要求》 CJ/T301
- (39) 《垃圾分选机垃圾滚筒筛》 CJ/T5013.1
- (40) 《钠基膨润土防水毯》 JG/T193
- (41) 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- (42) 《建筑边坡工程技术规范》 GB50330
- (43) 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79
- (44) 《天然气净化装置设备与管道安装工程施工及验收规范》 SY/T 0460
- (45) 《锅炉安装工程施工及验收规范》 GB 50273
- (46) 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB 50231
- (47) 《城镇燃气输配工程施工及验收规范》 CJJ 33
- (48) 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- (49) 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- (50) 《工业金属管道工程施工及验收规范》 GB 50235
- (51) 《工业设备及管道绝热工程施工规范》 GB 50126

**6.0.5** 本条是关于填埋场工程施工变更应遵守的原则规定。

建设施工过程中，当发现设计有缺陷时，一般问题要求由建设单位、监理单位与设计单位三方协商解决，重大问题要求及时报请设计批准部门解决。

条文中“工程施工变更”是指在工程项目实施过程中，由于各种原因所引起的，按照合同约定的程序对部分工程在材料、工艺、功能、构造、尺寸、技术指标、工程数量及施工方法等方面做出的改变。变更内容包括工程量变更、工程项目的变更、进度计划变更、施工条件变更以及原招标文件和工程量清单中未包括的新增工程等。

**6.0.6** 条文中“材料应符合现行相关标准”所指的材料标准包括：《垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜》CJ/T 234；垃圾填埋场用线性低密度聚乙烯土工膜 CJ/T 276；《非织造复合土工膜》GB/T 17642；《土工合成材料应用技术规范》GB 50290；《钠基膨润土防水毯》JG/T 193 等。

条文中“使用的材料”主要包括膨润土垫（GCL），HDPE 膜、土工布和 HDPE 管材等材料。

填埋场所用其他材料与设备施工及验收可参考以下规定：

（1）电气设备，采用现行电力及电气建设施工及验收标准的规定。锅炉要求符合现行国家标准《工业锅炉安装工程施工及验收规范》GB50273 的有关规定；

（2）通用设备要求符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231 及相应各类设备安装工程施工及验收规范的有关规定；

（3）埋地气体管道施工要求符合国家现行标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ33 的有关规定；

（4）采暖与卫生设备的安装与验收要求符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的有关规定；

（5）通风与空调设备的安装与验收要求符合现行国家标准《通风与空调工程施工及验收规范》GB50243 的有关规定；

（6）管道工程、绝热工程要求分别符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235、现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工及验

收规范》GBJ126 的有关规定；

(7) 仪表与自动化控制装置按供货商提供的安装、调试、验收规定执行，并要求符合现行国家及行业有关规定；

(8) 电气装置要求符合现行国家有关电气装置安装工程施工及验收标准的有关规定。

**6.0.7** 对于条文中第 2 款：防渗工程的验收中，膨润土垫及 HDPE 膜验收检验的取样要求按连续生产同一牌号原料、同一配方、同一规格、同一工艺的产品，检验项目按膨润土毯及 HDPE 膜性能内容执行，配套的颗粒膨润土粉要求使用生产商推荐的并与膨润土毯中相同的钠基膨润土，并检查在运输过程中有无破损，断裂等现象，须验明产品标识。HDPE 膜焊接质量的好坏是防渗机能成败的枢纽，所以防渗工程要求由专业膜施工单位进行施工或膜焊接宜由出产厂家派专业技术职员到现场操纵，指导，培训，采用土工膜专用焊接设备进行，要求有 HDPE 膜焊接检查记录及焊接检测报告。

对于条文中第 5 款：渗沥液收集系统的施工操作要求符合设计要求，施工前要求对前项工程进行验收，合格后方可进行管网的安装施工，并在施工过程中根据工程顺序进行质量验收。

重要结构部位、隐蔽工程、地下管线，要求按工程设计要求和验收规范，及时进行中间验收。未经中间验收，不得作后续工程。

生态修复工程建设各个项目在验收前是否要安排试生产阶段，按各个行业的规定执行。对于国外引进技术或成套设备，要求按合同规定完成负荷调试、设备考核合格后，并按照签订的合同和国外提供的设计文件等资料进行竣工验收。除此之外设备材料的验收还需包括下列内容：

(1) 到货设备、材料要求在监理单位监督下开箱验收并作以下记录：

- 1) 箱号、箱数、包装情况；
- 2) 设备或材料名称、型号、规格、数量；
- 3) 装箱清单、技术文件、专用工具；



- 4) 设备、材料时效期限;
- 5) 产品合格证书。

(2) 检查的设备或材料符合供货合同规定的技术要求, 应无短缺、损伤、变形、锈蚀。

(3) 钢结构构件要求有焊缝检查记录及预装检查记录。

生态修复工程竣工验收程序可参考《建设项目(工程)竣工验收方法》的规定, 具体程序如下:

(1) 根据建设项目(工程)的规模大小和复杂程度, 整个建设项目(工程)的验收可分为初步验收和竣工验收两个阶段进行。规模较大、较复杂的建设项目(工程), 要先进行初验, 然后进行全部建设项目(工程)的竣工验收。规模较小、较简单的项目(工程), 可以一次进行全部项目(工程)的竣工验收;

(2) 建设项目(工程)在竣工验收之前, 由建设单位组织施工、设计及使用等有关单位进行初验。初验前由施工单位按照国家规定, 整理好文件、技术资料, 向建设单位提出交工报告。建设单位接到报告后, 要求及时组织相关单位初验;

(3) 建设项目(工程)全部完成, 经过各单项工程的验收, 符合设计要求, 并具备竣工图表、竣工决算、工程总结等必要文件资料, 由项目(工程)主管部门或建设单位向负责验收的单位提出竣工验收申请报告。

建设工程竣工验收前要求完成下列准备工作:

- (1) 制定竣工验收工作计划;
- (2) 认真复查单项工程验收投入运行的文件;
- (3) 全面评定工程质量和设备安装、运转情况; 对遗留问题提出处理意见;
- (4) 认真进行基本建设物资和财务清理工作, 编制竣工决算, 分析项目概预算执行情况, 对遗留财务问题提出处理意见;
- (5) 整理审查全部竣工验收资料, 包括开工报告, 项目批复文件; 各单项

工程、隐蔽工程、综合管线工程竣工图纸，工程变更记录；工程和设备技术文件及其他必须文件；基础检查记录，各设备、部件安装记录，设备缺损件清单及修复记录；仪表试验记录，安全阀调整试验记录；试运行记录等。

(6) 妥善处理、移交厂外工程手续；

(7) 编制竣工验收报告，并于竣工验收前一个月报请上级部门批准。

生态修复工程验收宜依据以下文件：

(1) 主管部门的批准文件；

(2) 批准的设计文件及设计修改；

(3) 变更文件；

(4) 设备供货合同及合同附件；

(5) 设备技术说明书和技术文件；

(6) 各种建筑和设备施工验收规范及其他文件。

生态修复工程基本符合竣工验收标准，只是零星土建工程和少数非主要设备未按设计规定的内容全部建成，但不影响正常生产时，亦可办理竣工验收手续。对剩余工程，要求按设计留足投资，限期完成。