

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 55012-2021

生活垃圾处理处置工程项目规范

Project code for engineering of treatment and disposal of
municipal solid wastes

2021-04-09 发布

2022-01-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

生活垃圾处理处置工程项目规范

Project code for engineering of treatment and disposal of
municipal solid wastes

GB 55012 - 2021

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 2 2 年 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2021 北 京

中华人民共和国国家标准
生活垃圾处理处置工程项目规范

Project code for engineering of treatment and disposal of
municipal solid wastes

GB 55012 - 2021

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本：850 毫米×1168 毫米 1/32 印张：3 字数：77 千字

2021 年 8 月第一版 2021 年 8 月第一次印刷

定价：**36.00** 元

统一书号：15112·37550

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社图书出版中心退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公告

2021年 第72号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《生活垃圾处理处置工程项目规范》的公告

现批准《生活垃圾处理处置工程项目规范》为国家标准，编号为 GB 55012-2021，自 2022 年 1 月 1 日起实施。本规范为强制性工程建设规范，全部条文必须严格执行。现行工程建设标准相关强制性条文、国家标准《环境卫生技术规范》GB 51260-2017 同时废止。现行工程建设标准中有关规定与本规范不一致的，以本规范的规定为准。

本规范在住房和城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑出版传媒有限公司出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2021年4月9日

废止的现行工程建设标准相关 强制性条文

1. 《生活垃圾渗沥液处理技术规范》CJJ 150 - 2010
第 5.5.2、6.2.2、6.2.3、6.3.1、6.4.8、6.4.9、8.1.5 条
2. 《生活垃圾卫生填埋场运行维护技术规程》CJJ 93 - 2011
第 3.1.6、3.3.4、3.3.7、3.3.8、3.3.11、5.1.18、5.3.1、
6.3.4、6.3.5、8.3.5、9.1.1、9.3.6、9.3.8、10.0.2、
11.0.1 条
3. 《生活垃圾堆肥处理厂运行维护技术规程》CJJ 86 - 2014
第 2.3.11、2.3.16 条
4. 《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》CJJ 90 - 2009
第 3.1.1、4.2.1、5.2.6、5.3.2、5.3.4、6.2.2、6.2.5、
6.5.2、7.3.2、7.6.6、10.2.5、10.3.4、10.4.5、10.5.1、
12.3.9、16.2.10 条
5. 《生活垃圾焚烧厂检修规程》CJJ 231 - 2015
第 4.2.3、4.2.4、4.2.7、6.1.1、6.3.3、6.3.4、6.3.5 条
6. 《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规程》CJJ 113 - 2007
第 3.1.4、3.1.5、3.1.9、3.4.1、3.5.2、3.6.1、5.3.8 条
7. 《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB 50869 - 2013
第 3.0.3、4.0.2、8.1.1、10.1.1、11.1.1、11.6.1、11.6.3、
11.6.4、15.0.5 条
8. 《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220 - 2017
第 8.0.3、11.3.3、12.1.8、13.4.3 条
9. 《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 - 2009
第 3.0.1、3.0.7、5.2.10、6.1.12、7.3.1、7.3.5、7.3.7、

- 8.6.2、9.2.4、9.4.3、9.4.5、9.5.1 条
10. 《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》CJJ 175 - 2012
第 3.3.2、3.3.3、3.3.5、3.3.7、4.3.1、4.3.3、4.3.4、4.3.6、5.1.2、6.1.5、6.2.8、8.3.1、8.3.3 条
11. 《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ 184 - 2012
第 3.0.1、3.0.2、7.5.5、7.5.6、9.0.5 条
12. 《粪便处理厂设计规范》CJJ 64 - 2009
第 4.0.2、8.0.1、11.0.6、11.0.7 条
13. 《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ 52 - 2014
第 3.0.4、3.0.5、7.5.5 条
14. 《粪便处理厂运行维护及安全规程》CJJ 30 - 2009
第 2.1.1、4.1.5、4.3.6、4.4.4 条
15. 《生活垃圾焚烧厂运行维护与安全技术标准》CJJ 128 - 2017
第 3.0.2、4.1.10、4.2.3、5.1.5、13.1.2、15.2.5、16.1.1 条
16. 《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 - 2012
第 6.4.1、6.5.5 条

前 言

为适应国际技术法规与技术标准通行规则，2016年以来，住房和城乡建设部陆续印发《深化工程建设标准化工作改革的意见》等文件，提出政府制定强制性标准、社会团体制定自愿采用性标准的长远目标，明确了逐步用全文强制性工程建设规范取代现行标准中分散的强制性条文的改革任务，逐步形成由法律、行政法规、部门规章中的技术性规定与全文强制性工程建设规范构成的“技术法规”体系。

关于规范种类。强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，分为工程项目类规范（简称项目规范）和通用技术类规范（简称通用规范）两种类型。项目规范以建设工程项目整体为对象，以项目的规模、布局、功能、性能和关键技术措施等五大要素为主要内容。通用规范以实现建设工程项目功能性能要求的各专业通用技术为对象，以勘察、设计、施工、维修、养护等通用技术要求为主要内容。在全文强制性工程建设规范体系中，项目规范为主干，通用规范是对各类项目共性的、通用的专业性关键技术措施的规定。

关于五大要素指标。强制性工程建设规范中各项要素是保障城乡基础设施建设体系化和效率提升的基本规定，是支撑城乡建设高质量发展的基本要求。项目的规模要求主要规定了建设工程项目应具备完整的生产或服务能力，应与经济社会发展水平相适应。项目的布局要求主要规定了产业布局、建设工程项目选址、总体设计、总平面布置以及与规模相协调的统筹性技术要求，应考虑供给能力合理分布，提高相关设施建设的整体水平。项目的功能要求主要规定项目构成和用途，明确项目的基本组成单元，是项目发挥预期作用的保障。项目的性能要求主要规定建设工程

项目建设水平或技术水平的高低程度，体现建设工程项目的适用性，明确项目质量、安全、节能、环保、宜居环境和可持续发展等方面应达到的基本水平。关键技术措施是实现建设项目功能、性能要求的基本技术规定，是落实城乡建设安全、绿色、韧性、智慧、宜居、公平、有效率等发展目标的基本保障。

关于规范实施。强制性工程建设规范具有强制约束力，是保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益和公众利益，以及促进能源资源节约利用、满足经济社会管理等方面的控制性底线要求，工程建设项目的勘察、设计、施工、验收、维修、养护、拆除等建设活动全过程中必须严格执行，其中，对于既有建筑改造项目（指不改变现有使用功能），当条件不具备、执行现行规范确有困难时，应不低于原建造时的标准。与强制性工程建设规范配套的推荐性工程建设标准是经过实践检验的、保障达到强制性规范要求的成熟技术措施，一般情况下也应当执行。在满足强制性工程建设规范规定的项目功能、性能要求和关键技术措施的前提下，可合理选用相关团体标准、企业标准，使项目功能、性能更加优化或达到更高水平。推荐性工程建设标准、团体标准、企业标准要与强制性工程建设规范协调配套，各项技术要求不得低于强制性工程建设规范的相关技术水平。

强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。现行工程建设地方标准中的强制性条文应及时修订，且不得低于强制性工程建设规范的规定。现行工程建设标准（包括强制性标准和推荐性标准）中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的，以强制性工程建设规范的规定为准。

目 次

1	总则	1
2	基本规定	2
2.1	规模与布局	2
2.2	建设要求	2
2.3	运行维护	5
3	生活垃圾焚烧厂	8
3.1	一般规定	8
3.2	接收及储存系统	8
3.3	焚烧系统	8
3.4	余热利用系统	9
3.5	烟气净化系统	10
3.6	灰渣处理系统	10
4	生活垃圾卫生填埋场	12
4.1	一般规定	12
4.2	地基处理与垃圾坝工程	12
4.3	防渗系统	12
4.4	地下水与地表水收集导排系统	13
4.5	渗沥液收集导排系统	13
4.6	填埋作业	13
4.7	封场覆盖及生态修复系统	14
4.8	填埋气导排处理与利用系统	14
4.9	安全与环境监测	15
5	厨余垃圾处理厂	16
5.1	一般规定	16
5.2	接收及储存系统	16

5.3	预处理及输送系统	16
5.4	厌氧消化、好氧堆肥与饲料化处理系统	17
5.5	沼气利用与制肥系统	19
5.6	残渣与沼渣处理系统	19
6	建筑垃圾处理工程.....	20
6.1	一般规定	20
6.2	转运调配	20
6.3	资源化利用.....	20
6.4	堆填	21
6.5	填埋处置	21
7	粪便处理厂.....	23
附:	起草说明	25

1 总 则

1.0.1 为在生活垃圾处理处置工程建设、运行维护过程中，实现生活垃圾的减量化、资源化、无害化，防止二次污染，保障人身和公共安全、保护环境，制定本规范。

1.0.2 生活垃圾处理处置工程项目必须执行本规范。

1.0.3 生活垃圾处理处置工程的建设、运行维护应遵循有效发挥服务功能、安全生产、保护环境和资源利用的原则，应采用适宜可靠的新技术、新工艺、新材料、新装备。

1.0.4 工程建设所采用的技术方法和措施是否符合本规范要求，由相关责任主体判定。其中，创新性的技术方法和措施，应进行论证并符合本规范中性能的要求。

2 基本规定

2.1 规模与布局

2.1.1 生活垃圾处理处置工程的规模，应根据服务范围内垃圾的现状产生量及其预测量，处理处置技术的可行性、经济性和可靠性等因素综合考虑确定。

2.1.2 生活垃圾处理处置工程设施设备的处理能力，应根据生活垃圾的产生量及性质波动、设备停机时间、备用设施等综合确定，确保服务范围内生活垃圾得到及时有效处理。

2.1.3 生活垃圾处理处置工程应与城乡功能结构相协调，满足城乡建设发展、环境卫生行业发展等需要。选址距居民居住区、人畜供水点等敏感目标的卫生防护距离，应通过环境影响评价确定，且不应设在下列地区：

- 1 生活饮用水水源保护区，供水远景规划区；
- 2 洪泛区和泄洪道；
- 3 尚未开采的地下蕴矿区和岩溶发育区；
- 4 自然保护区；
- 5 文物古迹区，考古学、历史学及生物学研究考察区。

2.1.4 实施生活垃圾分类收集的区域应实施分类运输和分类处理。

2.2 建设要求

2.2.1 生活垃圾处理处置工程应具备下列功能：

1 应在入口设置称重计量设施；计量设施应具有计量、记录、打印、数据处理、传输与存储功能，并应定期对计量设施进行鉴定；

- 2 关键设备或系统应设置备用，确保工程正常运行；

3 应根据生活垃圾处理处置工程的特点，配置适用、可靠、先进的自动化控制系统；

4 应以主要生产单元为主体进行布置，各项设施应按生活垃圾处理流程、功能分区合理布置，并应做到整体效果协调；

5 厂房的平面布置和空间布局应满足工艺设备的安装与维修的要求，应有利于减少垃圾运输和处理过程中的恶臭、粉尘、噪声、污水等对周围环境的影响，防止各设施间的交叉污染；

6 厂（场）区道路的设置，应满足交通运输和消防的需求，并应与厂区竖向设计、绿化及管线敷设相协调；

7 应分别设置人流和物流出入口，确保安全，并方便车辆的进出；

8 应具备应对突发公共卫生事件的功能。

2.2.2 应采取有效措施防止对土壤、水环境和大气环境的污染，保护好周边的环境。

2.2.3 生活垃圾处理处置工程设置的污水调节池应符合下列规定：

1 生活垃圾卫生填埋场渗沥液调节池容积不应小于 3 个月的渗沥液处理量；

2 生活垃圾焚烧厂、厨余垃圾处理厂等处理设施的渗沥液调节池容积不应小于 5d 的渗沥液处理量；

3 调节池应设计为 2 个或设置分格；

4 调节池应设置清淤设施或设备。

2.2.4 生活垃圾处理处置工程的污水处理系统应符合下列规定：

1 渗沥液处理设施应配置接收及储存系统、预处理系统、主处理系统、污泥和浓缩液处理系统、臭气处理系统等，确保正常运行；

2 渗沥液处理设施应设置渗沥液产生量和排出量计量装置，尾水排放应按照规定设置规范化排水口；

3 应根据渗沥液的进水水质、水量及排放要求等，选取生

物处理、生物处理+深度处理、物化处理等主处理工艺；

4 渗沥液处理中产生的污泥应进行脱水等预处理，具体指标应符合后续处理工艺要求；

5 纳滤和反渗透工艺产生的浓缩液应采用焚烧、蒸发或其他方式处理。

2.2.5 生活垃圾处理处置工程设置的臭气控制与收集系统应符合下列规定：

1 产生臭气的车间、构筑物、设备等应采取良好的密封措施，需要经常冲洗的地方应设置冲洗水收集设施；

2 生活垃圾处理处置工程的垃圾卸（受）料设施、卸料部位、贮槽（坑）、输送设备、分选设备、堆肥发酵仓（容器）、渗沥液调节池及敞开式渗沥液处理设施等部位（情况），应配置局部排风设施用于臭气收集和控制；

3 臭气收集管道应选择抗腐蚀的材料，拼接缝应采取密封措施，且不应设在管道底部；

4 臭气收集和控制用风机应设置备用，抽气风机应具有防腐性能；

5 用于收集可能含有可燃气体臭气的风机，应具有防爆性能。

2.2.6 生活垃圾处理处置工程的臭气处理系统应符合下列规定：

1 除臭设备的臭气处理能力应根据收集系统的最大风量和最大臭气污染物浓度确定；

2 封闭式生活垃圾处理处置工程应选择以集中通风除臭为主，除臭剂喷洒为辅的总体除臭方案；

3 集中通风除臭应根据臭气强度及臭源分布情况选择除臭方法；

4 除臭剂不应具有毒性、刺激性和腐蚀性，喷洒系统应有除臭剂流量调节功能；

5 除臭设施（设备）应具有较强的抗负荷冲击能力，且应便于操作和维护；

- 6 除臭系统主除臭设备的配置数量不应少于 2 台。
- 2.2.7 垃圾储坑、渗沥液调节池与生化池等构筑物应采取防渗、防腐等措施。
- 2.2.8 具有可燃气体产生或泄漏可能性的封闭建（构）筑物内，应设置可燃气体在线监测报警装置，并应与强制排风设备联动。
- 2.2.9 沼气产生、储存、输送等环节及相关区域的设备、设施应采取防爆措施。
- 2.2.10 生活垃圾处理处置工程应采取雨污分流措施，并应设置初期雨水储存池。
- 2.2.11 应配备员工便利设施和设备维修设施，并提供充足的照明。
- 2.2.12 设施系统和子系统应确保在发生故障时的待机能力，还应考虑备用水和电力的供应。
- 2.2.13 应配置对相关工艺流程进行采样的采样口及平台等设施，采样点的设置应确保采样安全，且不影响正常生产。
- 2.2.14 应设置化验室或委托有检测能力的单位，对生活垃圾物理和化学性质、工艺技术参数、二次污染控制指标等进行检测和分析。

2.3 运行维护

- 2.3.1 生活垃圾处理处置工程应制定与生活垃圾特性和工艺要求相适应的操作维护规程和事故应急预案。
- 2.3.2 生活垃圾处理处置工程应设置道路行车指示、安全标志、防火防爆及环境卫生设施设置标志。各检测点以及易燃易爆物、化学品、药品等储放点应设置醒目的安全标志。
- 2.3.3 厂房各作业区应合理分隔，应组织好人流和物流线路，避免交叉；竖向交通路线应顺畅、避免重复。
- 2.3.4 特种设备必须经相关部门检测合格，并应在许可的有效期内使用。

2.3.5 厌氧调试应注意沼气的生产安全，及时监测沼气的产生量，发现漏气现象及时排除。

2.3.6 皮带传动、链传动、联轴器等传动部件必须有防护罩，不得裸露运转。机罩安装应牢固、可靠。

2.3.7 工作人员进入垃圾储坑、焚烧锅炉、脱酸塔、脱氮塔、袋式除尘器、渗沥液收集池、调节池、生化池、厌氧反应器等受限空间或存在有毒有害气体场所进行检修时，应符合下列规定：

1 进入作业前必须采取事先通风、有害气体检测及佩戴个人防护用品等安全防护措施；

2 必须使用安全电压照明；

3 作业时应在外部设有监护人员，并应与进入的检修人员时刻保持联系；

4 进出人员应办理工作票，实行签进签出规定。

2.3.8 生活垃圾处理处置工程污水处理系统运行维护应符合下列规定：

1 水解酸化水力停留时间应为 2.5h~5.0h；pH 应为 6.5~7.5；

2 混凝沉淀预处理药剂的种类、投加量和投加方式应根据渗沥液混凝沉淀的工艺情况、实验结果等确定。

2.3.9 生活垃圾处理处置工程除臭系统运行维护应符合下列规定：

1 对于长期堆放和储存生活垃圾和渗沥液的设施或场所，在启动风机收集臭气前，应测试臭气中的甲烷浓度，当甲烷浓度超过 1.25% 时，应先进行通风，并应使甲烷浓度降低至 1.25% 以下后，再启动风机；

2 除臭系统计划长时间停用时，应对设备及系统管路进行清洗，并对各种传感器、探头及仪表采取保护措施；

3 除臭设备检修前必须停止运行，并应先排除内部气体，通入空气，确认安全后再进入设备内部检修，且进入设备内部检

修的人员应佩戴安全防护用品；

4 废弃的除臭塔填料应进行无害化处理和处置，不得随意堆放、污染环境。

3 生活垃圾焚烧厂

3.1 一般规定

3.1.1 焚烧厂应配置接收及储存系统、焚烧系统、余热利用系统、烟气净化系统、灰渣处理系统、污水处理系统、臭气处理系统以及配套设施等，确保正常运行。

3.1.2 焚烧厂应对卸料大厅、垃圾储坑、污水处理系统等区域臭气进行收集，经入炉燃烧或单独处理达标后排放。

3.1.3 焚烧厂必须设置自动控制系统，确保垃圾焚烧、烟气净化、余热利用、污水处理、消防等系统的安全、正常运行。自动控制系统应具有对过程控制参数和污染物排放指标数据储存 3 年以上的功能。

3.2 接收及储存系统

3.2.1 接收及储存系统应设置垃圾卸料间及平台、垃圾卸料门、垃圾储坑、垃圾抓斗起重机、渗沥液导排、臭气控制等设施。

3.2.2 垃圾储坑应符合下列规定：

- 1 卸料口处必须设置车挡和异常情况报警设施；
- 2 储存容量不应小于 5d 设计处理量；
- 3 应密闭，设置臭气控制与收集装置，保持负压状态；
- 4 底部应设置渗沥液导排收集设施，导排收集设施应采取防渗、防腐措施；
- 5 应设照明、火灾探测器、事故排烟、灭火器等装置。

3.3 焚烧系统

3.3.1 垃圾焚烧系统应设置垃圾进料装置、焚烧装置、出渣装置、燃烧空气装置、辅助燃烧装置及其他辅助装置。

- 3.3.2** 焚烧线年运行时间不应小于 8000h。
- 3.3.3** 焚烧炉应保证炉膛主控温度区的温度能达到 850℃ 以上，烟气在 850℃ 以上空间内的停留时间大于 2s。
- 3.3.4** 焚烧炉应配置助燃燃烧器和点火燃烧器，燃烧器应使用轻质燃料（轻柴油或燃气），助燃燃烧器和点火燃烧器最大总功率应满足无其他燃料燃烧的情况下将炉膛主控温度区温度独立加热至 850℃ 及以上。
- 3.3.5** 应在焚烧炉最上（后）二次风喷入口与炉膛主控温度区出口之间至少设置 2 个温度监测断面，两温度监测断面之间应满足最大烟气量下停留时间不小于 2s，每个断面至少设置 2 个温度监测点，实时监测炉膛主控温度区内的温度。
- 3.3.6** 焚烧炉启动时，炉膛应按规定的升温速率升温，在炉膛主控温度区温度达到 850℃ 之前不得投入垃圾。焚烧炉停炉时，炉膛应按规定的降温速率降温，在炉内垃圾燃尽之前，应通过助燃燃烧器维持炉膛主控温度区温度在 850℃ 以上。
- 3.3.7** 点火、助燃燃料、活性炭的储存及供应设施应配备防爆、防雷、防静电和消防设施。
- 3.3.8** 焚烧厂运行过程中，对电气、燃烧、热力、烟气净化等设备和系统的操作和检修应分别执行操作票和工作票制度。
- 3.3.9** 检修人员进入垃圾焚烧炉及余热锅炉炉膛、烟道内部进行检修时，应做好安全措施。

3.4 余热利用系统

- 3.4.1** 余热锅炉的额定出力应根据额定垃圾处理量、设计垃圾低位热值和余热锅炉设计热效率等因素确定。
- 3.4.2** 余热锅炉热力参数应根据热能利用方式、利用设备要求及锅炉安全运行要求确定。
- 3.4.3** 余热锅炉 A、B、C 级检修应符合下列规定：
- 1** A、B、C 级检修时，应进行余热锅炉受热面金属监督工作，应对水冷壁、过热器等管子检查并应抽样测厚，水冷壁管测

厚抽检率不得低于 20%；

2 A 级检修时，余热锅炉受热面应割管送检；

3 A 级检修时，应进行主蒸汽管道、受监压力管道监督检查工作。

3.4.4 当余热锅炉受热面检查发现有变形、鼓包、胀粗等情况时，受热管应立即更换；对因冲刷、磨损、高温腐蚀致使壁厚减薄量超过设计壁厚 30% 的受热管应更换。

3.4.5 利用垃圾热能发电时，应符合可再生能源电力的并网要求。利用垃圾热能供热时，应符合供热热源和热力管网的有关要求。

3.5 烟气净化系统

3.5.1 烟气净化系统应具有脱除酸性气体、粉尘、重金属、二噁英类和 NO_x 的功能。

3.5.2 每条焚烧线应配置独立的烟气在线监测系统，并应能满足全厂运行控制和环保监测的要求。在线监测点的布置、监测仪表的选择、数据处理及传输应确保监测数据真实可靠。在线监测系统终端显示的颗粒物、有害气体浓度等数据应为换算成标准状态下、氧含量在 11% 时的数据，并可显示瞬时值和排放标准要求的时间均值。

3.5.3 焚烧厂检修过程中，应对袋式除尘器滤袋、仓室等部位进行检查，并应符合下列规定：

- 1 应进行滤袋检漏试验、寿命评估；
- 2 应更换破损、脱落的滤袋；
- 3 应修复仓室泄漏点并应对仓室进行防腐维护；
- 4 滤袋的每次检查和更换应做好记录。

3.6 灰渣处理系统

3.6.1 生活垃圾焚烧炉渣和飞灰应单独收集，飞灰应密闭储存和运输。

3.6.2 生活垃圾焚烧炉渣应定期检测物理、化学性质，其中热灼减率应小于5%。生活垃圾焚烧飞灰应定期检测物理、化学性质、有害物质含量，确保各项指标符合相关要求后，方能进入后续处理环节。

4 生活垃圾卫生填埋场

4.1 一般规定

4.1.1 填埋场应配置垃圾坝防渗系统、地下水与地表水收集导排系统、渗沥液收集导排系统、填埋作业、封场覆盖及生态修复系统、填埋气导排处理与利用系统、安全与环境监测、污水处理系统、臭气控制与处理系统等。

4.1.2 填埋场用地面积和库容应满足工作年限不小于 10 年。

4.1.3 填埋场应设置围栏、大门等设施，防止自由进入现场非法倾倒、发生安全事故等。

4.2 地基处理与垃圾坝工程

4.2.1 填埋场的场底、四周边坡、垃圾堆体边坡必须满足整体及局部稳定性要求。

4.2.2 填埋场场底必须设置纵、横向坡度，排水坡度不应小于 2%。

4.2.3 填埋场场底坡度较大时，应在下游建垃圾坝，垃圾坝应能有效防止垃圾向下游的滑动，确保垃圾堆体的长期稳定。

4.3 防渗系统

4.3.1 填埋场必须具备防渗功能，防渗系统应符合下列规定：

1 应能有效地阻止渗沥液透过，以保护地下水和地表水不受污染，同时还应防止地下水进入填埋场；

2 应覆盖填埋场场底和四周边坡，形成完整的防渗屏障，并在填埋场运行期间及封场后维护期间内均应有效。

4.3.2 膜防渗层主要材料采用 HDPE 土工膜时，厚度不应小于 1.5mm。

4.3.3 防渗系统铺设和施工应符合下列规定：

1 HDPE 膜铺设过程中必须进行搭接宽度和焊缝质量控制，并按要求做好焊接和检验记录；

2 防渗系统工程施工完成后，在填埋垃圾前，应对防渗系统进行全面的渗漏检测，并确认合格方可投入使用。

4.4 地下水与地表水收集导排系统

4.4.1 当填埋库区地下水水位距防渗层底部小于 1m，或地下水对场底和边坡基础层稳定性产生影响时，必须设置有效的地下水收集导排系统。

4.4.2 填埋场应设置地下水监测设施。

4.4.3 填埋场防洪系统设计标准应按不小于 50 年一遇洪水水位设计，按 100 年一遇洪水水位校核。

4.4.4 填埋场防洪系统应根据地形设置截洪坝、截洪沟以及跌水和陡坡、集水池、提升泵站、穿坝涵管等设施。

4.5 渗沥液收集导排系统

4.5.1 填埋场必须设置有效的渗沥液收集导排系统，确保渗沥液顺利导排，防止渗沥液诱发堆体失稳滑坡和污染环境，渗沥液收集导排系统应符合下列规定：

1 应能及时有效地导排防渗层上的渗沥液，降低防渗层上的渗沥液水头；

2 应能及时有效导排垃圾堆体中渗沥液，确保垃圾堆体中液位低于安全警戒水位之下；

3 应具有防淤堵能力；

4 不应对防渗层造成破坏。

4.5.2 填埋场调节池应设置有效的防渗系统、覆盖系统及清淤设施，防渗等级不应低于填埋库区。

4.6 填埋作业

4.6.1 填埋场应采取综合防臭除臭措施，有效防止臭气对周边

环境的影响。

4.6.2 作业人员进行药物配备和喷洒作业应穿戴安全卫生防护用品，并应严格按照药物喷洒作业规程作业。

4.6.3 填埋作业过程中，应及时进行日覆盖与中间覆盖，保持雨污分流设施完好。

4.6.4 填埋垃圾未达到降解稳定化前，填埋库区及防火隔离带范围内严禁设置封闭式建（构）筑物。

4.6.5 填埋库区应按生产的火灾危险性分类中戊类防火区的要求配套消防设施。

4.6.6 生活垃圾焚烧飞灰经处理满足相关要求后，在生活垃圾填埋场中应单独分区填埋。

4.7 封场覆盖及生态修复系统

4.7.1 填埋场封场应设置长期有效的封顶覆盖系统，控制雨水入渗和填埋气无组织释放量。填埋场封场覆盖结构由下至上应依次包括排气层、防渗层、排水层与植被层。

4.7.2 填埋场封场后维护期间，全场应严禁烟火，并应对填埋气和渗沥液收集处理设施采取安全保护措施。

4.7.3 填埋场封场后，应及时对场地进行生态修复。

4.8 填埋气导排处理与利用系统

4.8.1 填埋场必须设置有效的填埋气导排设施，防止填埋气聚集、迁移引起的火灾和爆炸。

4.8.2 填埋气导排设施应随着垃圾填埋范围和高度的增加而及时增设，确保填埋气导排设施作用范围覆盖全部填埋垃圾，并应避免填埋作业损坏气体导排设施，保持填埋气导排设施的有效性。

4.8.3 设置填埋气主动导排设施的填埋场，必须设置火炬系统或填埋气利用设施。

4.8.4 填埋气火炬系统应具有点火、熄火保护功能，火炬的进

气管路上应设置与填埋气燃烧特性相匹配的阻火装置。

4.8.5 填埋气收集与利用系统应符合下列规定：

1 填埋气抽气设备前的进气管道上应设置氧含量监测报警设备，并与沼气收集控制系统连接。

2 输气管道不得穿过大断面管道或通道。

3 维修设备时，不得随意搭接临时电力线路；维修人员严禁穿戴化纤类工作服，在密闭室内严禁携带通信设备。

4 导气井井口氧气浓度超过 2% 时，应减少阀门开度。当查明存在进氧点时，应视情况关闭导气井阀门直至进氧故障排除。

5 预处理系统启动前必须进行氮气冲扫。

6 填埋气发电厂房及辅助厂房的电缆敷设，应采取阻燃、防火封堵措施。

4.9 安全与环境监测

4.9.1 应对填埋场垃圾堆体、垃圾坝及周边山体边坡的稳定安全进行监测，包括堆体中渗沥液液位、堆体位移、垃圾坝位移、周边山体边坡位移等。

4.9.2 应对垃圾填埋场周围地下水、地表水、大气、排放污水、场界噪声、苍蝇密度等进行定期监测。

5 厨余垃圾处理厂

5.1 一般规定

5.1.1 处理厂应配置接收及储存系统、预处理及输送系统、厌氧消化或好氧堆肥或饲料化系统、沼气利用系统或制肥系统、固渣与污泥处理系统、污水处理系统、臭气收集处理系统等，确保正常运行。

5.1.2 处理厂应对臭气进行收集，经处理达标后排放。

5.2 接收及储存系统

5.2.1 接收及储存系统应设置垃圾卸料间及平台、垃圾卸料门、垃圾储坑或料斗、输送设备、渗沥液导排、臭气控制等设施。

5.2.2 卸料间应封闭，卸料口、卸料斗应能关闭。

5.2.3 卸料间应设置地面和设备冲洗设施及冲洗水排放系统。

5.2.4 卸料场地和厂区道路表层应采用防腐耐磨的水泥混凝土、金刚砂、环氧树脂或等效材料，并应当天进行清理。

5.3 预处理及输送系统

5.3.1 预处理工艺应根据垃圾成分和主体工艺要求确定。预处理系统应配置分选、破碎处理等设备，分选后垃圾中不可降解杂物含量应符合后续设备运行要求。

5.3.2 预处理设备应具有防粘、防缠绕、耐腐蚀、耐负荷冲击等功能，易损部件应易于拆卸和更换，预处理设备的运行参数应可调节。

5.3.3 预处理及输送设备应设置渗沥液收集装置，且便于清洁。设备四周应留有维修需要的空间或通道。

5.3.4 预处理设备应采取防噪减振措施。

5.3.5 油脂分离工艺应根据厨余垃圾处理主体工艺的要求确定，分离出的油脂应进行有效处理或安全利用。

5.4 厌氧消化、好氧堆肥与饲料化处理系统

5.4.1 厌氧消化主工艺为湿式厌氧的，物料破碎粒度应小于10mm；主工艺为干式厌氧的，物料破碎粒度应小于25mm并应混合均匀。

5.4.2 厌氧消化工艺类型应根据垃圾的特性、当地条件经过技术经济比较后确定。

5.4.3 应对厌氧消化系统的物料温度进行控制。

5.4.4 厌氧消化反应器应符合下列规定：

1 应有良好的防渗、防腐、保温和密闭性，在室外布置的，还应具有耐老化、抗强风、雪等恶劣天气的性能；

2 结构应有利于物料的流动，避免产生滞流死角；

3 应具有良好的物料搅拌、匀化功能，防止物料在消化器中形成沉淀；

4 应有检修孔和观察窗；

5 应配置安全减压装置，安全减压装置应根据安全部门的规定定期检验。

5.4.5 厌氧消化产生的沼气，应设置发电、提纯等沼气利用设施或火炬系统，不得直接排入大气。

5.4.6 好氧堆肥处理工艺类型应根据原料组成、当地经济状况、产品要求和处理场地等条件确定。

5.4.7 好氧堆肥处理工艺应对垃圾进行水分调节、盐分调节、脱油、碳氮比调节等处理，物料粒径应控制在50mm以内。

5.4.8 好氧堆肥初级发酵设施设备应符合下列规定：

1 发酵仓数量及设计容积，应根据进料量和设计主发酵时间确定；

2 发酵仓应配置测试温度和氧浓度的装置，并应具有保温、

防渗和防腐措施及水分调节、渗沥液和臭气收集功能；

3 发酵车间应配置通风和除臭设施。

5.4.9 好氧堆肥初级发酵堆层各测试点温度均应达到 55℃ 以上，且持续时间不应少于 5d；或达到 65℃ 以上，持续时间不应少于 3d。

5.4.10 强制机械通风的静态堆肥工艺，好氧堆肥初级发酵，堆层高度不应超过 2.5m；当原料含水率较高时，堆层高度不应超过 2.0m。

5.4.11 好氧堆肥初级发酵的运行终止指标应符合下列规定：

1 耗氧速率上升至最大后逐步下降，与最大耗氧速率相比应下降 90% 并趋于稳定；

2 发酵产物卫生指标蛔虫卵死亡率不应低于 95%，粪大肠菌值不应低于 10^{-2} ，沙门氏菌不得检出。

5.4.12 好氧堆肥次级发酵工艺应符合下列规定：

1 当次级发酵在室内车间进行时，车间应具有良好的通风条件；

2 露天次级发酵的发酵区应具有雨水截流、收集和导排措施。

5.4.13 好氧堆肥次级发酵的终止指标应符合下列规定：

1 耗氧速率应小于 $0.1\% \text{O}_2/\text{min}$ ；

2 种子发芽指数不应小于 80%。

5.4.14 制备生化腐殖酸应符合下列规定：

1 制备生化腐殖酸时，应加入腐殖酸转化剂和碳源调整材料，控制碳氮比；

2 工艺过程使用的微生物菌剂应符合相关标准要求，且应具有遗传稳定性和环境安全性；

3 发酵完成后，应将物料中大于 5mm 的杂物筛除。

5.4.15 饲料化处理的餐厨垃圾在处理前应严格控制存放时间，应确保存放和处理过程中不发生霉变。餐厨垃圾在进入饲料化处理系统前，应对其进行检测，发生霉变的餐厨垃圾及过期变质食

品不得进入饲料化处理系统。

5.4.16 餐厨垃圾饲料化处理必须设置病原菌杀灭工艺。

5.4.17 对于含有动物蛋白成分的餐厨垃圾，其饲料化处理工艺应设置生物转化环节，不得生产反刍动物饲料。

5.4.18 加热去除餐厨垃圾水分时，加热温度应得到有效控制，避免产生焦化和生成有毒有害物质。

5.4.19 接触物料的设备停运后，应及时对残留的物料进行清理，防止残留物料霉变影响产品质量，便于设备再次启动。

5.5 沼气利用与制肥系统

5.5.1 湿式气柜、膜式气柜、带储气柜的厌氧消化反应器与厂内主要设施的防火间距应符合安全要求，干式气柜与厂内主要设施的防火间距应按湿式气柜的规定值增加 25%。

5.5.2 堆肥产品农用或林用时，主要指标应符合下列规定：

- 1 杂物含量不大于 3%；
- 2 粒度不大于 12mm；
- 3 蛔虫卵死亡率不低于 95%；
- 4 大肠菌值为 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ ；
- 5 水分为 25%~35%。

5.5.3 生化腐殖酸成品主要质量指标应符合下列规定：

- 1 有机质含量不低于 80%；
- 2 水分不大于 12%；
- 3 粪大肠菌群数不高于 100 个/g (mL)；
- 4 蛔虫卵死亡率不低于 95%。

5.6 残渣与沼渣处理系统

5.6.1 处理厂各工段分选出的残渣应按物质类别或最终出路分别存放。

5.6.2 处理厂残渣、沼渣、污泥经预处理后，最终应进行利用或无害化处置。

6 建筑垃圾处理工程

6.1 一般规定

- 6.1.1 建筑垃圾应按照工程渣土、工程泥浆、工程垃圾、拆除垃圾和装修垃圾等从源头分类收集、分类运输、分类处理处置。
- 6.1.2 工程渣土、工程泥浆、工程垃圾和拆除垃圾应优先就近利用。
- 6.1.3 建筑垃圾储存、卸料、上料及处理过程中应采取抑尘除尘、降噪措施。
- 6.1.4 建筑垃圾原料、产品储存堆场应确保堆体的稳定安全性。

6.2 转运调配

- 6.2.1 转运调配场应配置接收及储存系统、堆垛设备、粉尘控制系统、配套设施等。
- 6.2.2 进场建筑垃圾应根据工程渣土、工程泥浆、工程垃圾、拆除垃圾和装修垃圾及其细分分类堆放，并应设置标识。
- 6.2.3 转运调配场应合理设置开挖空间及进出口。
- 6.2.4 转运调配场应配备装载机、推土机等作业机械，配备机械数量应与作业需求相适应。

6.3 资源化利用

- 6.3.1 资源化利用厂应配置接收及储存系统、破碎系统、筛分系统、粉尘控制系统、噪声控制系统、配套设施等。
- 6.3.2 建筑垃圾应按成分进行资源化。
- 6.3.3 资源化利用应选用节能、高效的设备。
- 6.3.4 工程渣土应结合废弃矿坑（山）复垦工程、堆坡造景工程、路基回填工程等再利用。

6.3.5 工程泥浆应脱水处理后再利用，脱水处理产生余水应净化处理后排放。

6.4 堆 填

6.4.1 堆填场应配置垃圾坝、地下水与地表水收集导排系统、填埋作业、封场覆盖及生态修复系统、安全与环境监测等。

6.4.2 进行堆填处理的物料中废沥青、废旧管材、废旧木材、金属、橡（胶）塑（料）、竹木、纺织物等含量不应大于5%。

6.4.3 堆填前应清除基底的垃圾、淤泥、树根等杂物，抽除坑穴积水。

6.4.4 堆填前应验算地基承载力、堆体厚度和坡度，确保堆体稳定和安全。

6.4.5 堆填场地应设置有效的截排水措施，堆体应进行覆盖，防止雨水及地表水入侵，确保堆体稳定。

6.5 填 埋 处 置

6.5.1 填埋处置场应配置垃圾坝、防渗系统、地下水与地表水收集导排系统、渗沥液收集导排系统、填埋作业、封场覆盖及生态修复系统、填埋气导排处理与利用系统、安全与环境监测、污水处理系统、臭气控制与处理系统等。

6.5.2 工程泥浆和高含水率的工程渣土填埋处置前应进行预处理，处理后抗剪强度指标应满足堆填体边坡稳定安全控制要求。填埋作业应控制堆填速率，当堆填速率超过1m/月时，应对堆体和地基稳定性进行监测。

6.5.3 填埋库区地基应具有承载填埋体负荷的自然土层或经过地基处理的稳定土层，并进行承载力计算、最大堆高验算、地基沉降及不均匀沉降计算。

6.5.4 应对填埋堆体边坡、堆体沉降、封场覆盖进行稳定性分析，确保填埋堆体和封场覆盖层的安全稳定。

6.5.5 不同类别建筑垃圾应分区填埋，各区根据填料的抗剪强

度特性设置不同的堆填高度和坡度。

6.5.6 建筑垃圾填埋场地应设置有效地下水收集导排系统和环场截洪沟，堆体表面应采取防渗、排水及雨污分流措施，场地下游应设置泥沙沉淀池。

6.5.7 填埋结束后应对填埋场进行封场覆盖和生态修复。

7 粪便处理厂

7.0.1 粪便处理厂应配置接收及储存系统、处理系统、残渣处理系统、臭气处理系统等，确保正常运行。

7.0.2 粪便处理厂应设置粪便、固渣、污水的计量装置。

7.0.3 粪便处理厂应设置密闭的粪便接收口或池，并采用密闭对接方式卸粪。

7.0.4 粪便主处理系统前，应设置储存调节池或调节罐，并应符合下列规定：

- 1 应设置液位显示装置；
- 2 应设置循环泵、应急排放管线和清空管线。

7.0.5 固液分离机应符合下列规定：

- 1 固液分离机应能截留粪便中粒径在 15mm 以上的固体杂物，并应将栅滤后液体中的细砂高效分离和排出；
- 2 固液分离过程应在密闭的条件下进行。

7.0.6 脱水设备的选型应根据粪便的特性和脱水要求，经技术经济比较后选用。螺压式脱水设备应符合下列规定：

- 1 脱水机应低转速、全封闭、可连续地运行；
- 2 脱水机应有限制和调节泥层厚度的功能；
- 3 脱水机应备有单独的滤网自动冲洗系统，滤网应选用强度高度的不锈钢材料；
- 4 压榨螺杆的转速应可调节。

7.0.7 粪便处理过程中产生的固渣应进行焚烧、堆肥或填埋等处理。

中华人民共和国国家标准

生活垃圾处理处置工程项目规范

GB 55012 - 2021

起草说明

目 次

一、基本情况	27
二、本规范编制单位、起草人员及审查人员	29
三、术语	31
四、条文说明	35
1 总则	35
2 基本规定	36
3 生活垃圾焚烧厂	51
4 生活垃圾卫生填埋场	59
5 厨余垃圾处理厂	68
6 建筑垃圾处理工程	77
7 粪便处理厂	81

一、基本情况

按照《住房和城乡建设部关于印发 2019 年工程建设规范和标准编制及相关工作计划的通知》（建标函〔2019〕8号）要求，编制组在国家现行相关工程建设标准基础上，认真总结实践经验，参考了国外技术法规、国际标准和国外先进标准，并与国家法规政策相协调，经广泛调查研究和征求意见，编制了本规范。

本规范的主要内容是：1 编制目的、适用范围；2 共性的规模、布局、建设和运行维护要求等；3 生活垃圾焚烧厂，包括垃圾储坑、焚烧线年可利用时间、焚烧温度控制及监测、停留时间、炉渣热灼减率、烟气在线监测、飞灰及炉渣处理等要求；4 生活垃圾卫生填埋场，包括使用年限、场底坡度、膜防渗层厚度、防洪系统设计标准、调节池、填埋作业、封场覆盖、填埋气导排及利用、安全与环境监测等要求；5 厨余垃圾处理厂，包括卸料、预处理、物料粒径、发酵温度、持续时间、发酵终止指标、产品质量、残渣与沼渣处理等要求；6 建筑垃圾处理工程，包括分类收集-运输-处理处置、堆体稳定、雨污分流等要求；7 粪便处理厂，包括计量、储存调节池或调节罐、脱水设备、残渣处理等要求。

本规范中，规定规模、布局的条款是：第 2.1.1 条、第 2.1.2 条、第 2.1.3 条、第 2.2.1 条第 5 款、第 2.2.1 条第 6 款。

本规范中，规定共性的功能、性能的条款是：第 2.2 节全部条款、第 2.3.2 条。

本规范中，规定生活垃圾焚烧厂功能、性能的条款是：第 3.1.1 条、第 3.1.3 条、第 3.2 节全部条款、第 3.3.1 条、第 3.4.1 条、第 3.5.1 条。

本规范中，规定生活垃圾卫生填埋场功能、性能的条款是：

第 4.1.1 条、第 4.2.1 条、第 4.3.1 条、第 4.4.1 条、第 4.5.1 条、第 4.7.1 条。

本规范中，规定厨余垃圾处理厂功能、性能的条款是：第 5.1.1 条、第 5.2.1 条、第 5.3.1 条、第 5.4.1 条、第 5.4.2 条、第 5.4.6 条、第 5.4.15 条。

本规范中，规定建筑垃圾处理工程功能、性能的条款是：第 6.1.1 条、第 6.2.1 条、第 6.3.1 条、第 6.4.1 条、第 6.5.1 条。

本规范中，规定粪便处理厂功能、性能的条款是：第 7.1.1 条、第 7.2.1 条。

下列工程建设标准中强制性条文按本规范执行：

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB 50869 - 2013

《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》CJJ 113 - 2007

《生活垃圾渗沥液处理技术规范》CJJ 150 - 2010

《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 - 2012

《生活垃圾卫生填埋场运行维护技术规程》CJJ 93 - 2011

《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220 - 2017

《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 - 2009

《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》CJJ 175 - 2012

《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》CJJ 90 - 2009

《生活垃圾焚烧厂运行维护与安全技术标准》CJJ 128 - 2017

《生活垃圾焚烧厂检修规程》CJJ 231 - 2015

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ 52 - 2014

《生活垃圾堆肥处理厂运行维护技术规程》CJJ 86 - 2014

《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ 184 - 2012

《粪便处理厂设计规范》CJJ 64 - 2009

《粪便处理厂运行维护及安全技术规程》CJJ 30 - 2009

本规范由住房和城乡建设部负责管理和解释。

二、本规范编制单位、起草人员及审查人员

(一) 编制单位

上海市环境工程设计科学研究院有限公司

中国城市建设研究院有限公司

华中科技大学

中国城市环境卫生协会

重庆大学

上海环境集团股份有限公司

同济大学

北京高能时代环境技术股份有限公司

浙江大学

重庆市环卫集团有限公司

上海启菲特环保生物技术有限公司

上海睿优环保工程技术有限公司

浙能锦江环境有限公司

广东省环境卫生协会

上海易乐环保工程技术有限公司

江苏绿和环境科技有限公司

(二) 起草人员

余毅 安森 姚倩 吴冰思 郭祥信 陈朱琦

刘晶昊 彭绪亚 史昕龙 赵由才 刘勇 詹良通

张兴庆 莫小华 易菁 王武忠 陈善坤 薛锋

杨新海 邱婷婷 施庆燕 王敬民 刘涛 刘茹飞

陈海滨 王小铭 何晶晶 齐长青 兰吉武 何永全

莫予凡 张浩 杨韬 徐丽丽 宋周兵 施至理

(三) 审查人员

徐文龙 任连海 王克虹 赵爱华 吴文伟 方建华
金宜英 夏 明 史东晓

三、术 语

1 垃圾 waste

在人类生产、生活和为生产、生活提供服务过程中，产生的对使用者失去价值的废物，包括生活垃圾、建筑垃圾、粪便等固体废物。固体废物指人类在生存和发展中产生的固态或半固态的废物。

2 生活垃圾 municipal solid waste

在日常生活中或者为日常生活提供服务的活动中产生的固体废物，以及法律、行政法规规定视为生活垃圾的固体废物。包括厨余垃圾、可回收垃圾、有害垃圾、其他垃圾等。主要有剩饭剩菜、果皮、废纸、废塑料、废橡胶、废旧纺织物、废竹木、废金属、废玻璃、废陶瓷、废灯管、废家用化学品等。

3 建筑垃圾 construction and demolition waste

工程渣土、工程泥浆、工程垃圾、拆除垃圾和装修垃圾等的总称，指建设、施工单位新建、改建、扩建和拆除各类建筑物、构筑物、管网等以及居民装饰装修房屋过程中所产生的弃土、弃料及其他废弃物，但不包括经检验、鉴定为危险废物的建筑垃圾。

4 厨余垃圾 kitchen waste

易腐烂、含有机质的生活垃圾，包含餐厨垃圾、家庭厨余垃圾、其他厨余垃圾等，具有含水率高、易被微生物降解的特点。俗称“湿垃圾”。

5 餐厨垃圾 food waste

餐馆、饭店、单位食堂等集中就餐点的饮食剩余物以及食物加工过程产生的垃圾。

6 粪便 night soil; excreta

人类或动物排出的生理排泄物，一般环卫部门清运的粪便主要包括化粪池或蓄粪池中的粪（渣）等。

7 处理 treatment

采用焚烧或其他改变垃圾的物理、化学、生物特性的方法，减少已产生的垃圾数量、缩小垃圾体积、达到无害化的过程。

8 处置 disposal

将垃圾最终置于符合环境保护规定要求的填埋场的活动。通常也称为“最终处理”。

9 利用 use

是指从固体废物中提取物质作为原材料或者燃料的活动。

10 焚烧 incineration

在专用炉体内使垃圾完全燃烧，释放热量并达到无害化的过程。

11 卫生填埋 sanitary landfill

填埋场地具有防渗、雨污分流、填埋气导排及渗沥液收集处理等工程设施，并在运行中采取压实、覆盖、臭味控制等措施，对填埋气和渗沥液进行处理使排放达到相应环境标准要求的垃圾处置方法。

12 堆肥 compost

通过控制微生物生长条件，促进垃圾发酵并将产物加工成肥料或土壤改良剂，最终达到无害化的过程。

13 厌氧消化 anaerobic digestion

垃圾在无氧状态下，利用厌氧菌降解其中有机物质，产生沼气的过程。

14 减量化 reduction

在垃圾产生源头、收运和处理过程中减少垃圾的体积和重量的措施。

15 资源化 recovery; resourcelization

通过一定技术措施分拣回收垃圾中的可利用的物资或通过特定（物理、化学、生物）方法将垃圾通过转换、加工、回收进行

再利用的措施。

16 无害化 harmless treatment

采用适当技术与工程措施，使垃圾中的有害污染物（或在处理过程中产生的有害污染物）整体上可控，达到国家（行业）现行污染物排放标准和病原微生物控制要求的措施。

17 焚烧线 incineration line

为完成对垃圾的焚烧处理而配置的垃圾接收、焚烧、热交换、烟气净化、排渣出渣、飞灰收集处理、自动控制等全部设备和设施的总称。

18 填埋库区 landfill area; compartment

填埋场中用于填埋垃圾的区域。

19 填埋库容 landfill capacity

填埋库区可以填入的垃圾和功能性辅助材料所占用的体积，即封场堆体表层曲面与平整场底层曲面之间的体积。其中，填入的垃圾所占用的体积叫做有效库容。

20 防渗系统 anti-seepage system

在填埋库区和调节池底部及四周边坡上采用各种材料构筑的防渗屏障体系。

21 地下水收集导排系统 groundwater collection and drainage system

在填埋库区和渗沥液调节池防渗系统基础层下部，用于将地下水汇集和导出的设施体系。

22 填埋场封场 landfill site closure

填埋至设计终场标高或不再受纳垃圾而停止使用时，对采用不同功能材料，按规范进行封场并恢复生态的过程。

23 厌氧消化工艺 anaerobic digestion process

有机物质被厌氧菌在厌氧条件下分解产生氢气、乙酸或甲烷的过程。按照有机物质的固体含量，分为干式、半干式和湿式三种厌氧消化工艺。

24 转运调配 transfer and distribution

将物料集中在特定场所临时分类堆放，根据需要定向外运的过程。

25 回填 backfill

在低洼地块或地坪标高低于使用要求的地块，填入符合条件的土石方或建筑垃圾达到增加地坪标高的过程。

26 粪便处理 treatment of night soil

利用专业设施对粪便进行生物、物理或化学处理的过程。

27 粪渣 residue of night soil

粪便经分离、截留、发酵、絮凝脱水、去除上清液后沉淀于底部的固形物（沉渣）或浮盖于液面的固形物（浮渣）。

28 渗沥液 leachate

垃圾在堆放、转运和处理过程中，由于物理、生物、化学作用，同时在降水和其他外部来水的渗流作用下产生的含高浓度污染物的液体。也称“渗滤液”。

29 残渣 residue

垃圾在处理或利用过程中产生的对主处理工艺流程无用的固态残余物质。

30 沼渣 biogas residues

垃圾厌氧消化后，剩余的固态或半固态残余物。

31 灰渣 incineration residue; ash and slag

垃圾焚烧过程中产生的炉渣、对流受热面锅炉灰、烟气处理飞灰等的总称。

32 飞灰 fly ash

烟气净化系统捕集物和烟道及烟囱底部沉降的颗粒物。

33 炉渣 slag

生活垃圾焚烧后直接排出的残渣，以及锅炉受热面排出的灰渣。

四、条文说明

本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

1 总 则

1.0.1 垃圾处理处置设施是重要的城镇基础设施，设施的好坏直接影响到居民的身体健康和城镇环境，是社会经济发展中不可忽视的领域，为了保障垃圾处理处置工程设计、建设、运行维护过程中的人身和公共安全，保护环境，合理利用资源，需要对相关内容进行规定。

1.0.2 本规范是国家工程建设控制性底线要求，具有法规强制效力，必须严格遵守。在此基础上，国务院有关行政管理部门、各地省级行政管理部门可根据实际情况，补充、细化和提高本规范相关规定和要求。

1.0.3 垃圾处理处置设施功能是保障环境卫生系统正常运行、维护市容环境良好的前提；资源利用是垃圾管理和处理首先考虑的问题，也是有利于减少垃圾处理量、节约成本、提高垃圾无害化处理水平的重要手段；安全生产和保护环境是垃圾处理过程中需重点解决的问题，也是必须达到的目标。

1.0.4 工程建设强制性规范是以工程建设活动结果为导向的技术规定，突出了建设工程的规模、布局、功能、性能和关键技术措施，但是，规范中关键技术措施不能涵盖工程规划建设管理采用的全部技术方法和措施，仅仅是保障工程性能的“关键点”，很多关键技术措施具有“指令性”特点，即要求工程技术人员去“做什么”，规范要求的结果是要保障建设工程的性能，因此，能否达到规范中性能的要求，以及工程技术人员所采用的技术方法

和措施是否按照规范的要求去执行，需要进行全面的判定，其中，重点是能否保证工程性能符合规范的规定。

进行这种判定的主体应为工程建设的相关责任主体，这是我国现行法律法规的要求。《中华人民共和国建筑法》《建设工程质量管理条例》《民用建筑节能条例》等以及相关的法律法规，突出强调了工程监管、建设、规划、勘察、设计、施工、监理、检测、造价、咨询等各方主体的法律责任，既规定了首要责任，也确定了主体责任。在工程建设过程中，执行强制性工程建设规范是各方主体落实责任的必要条件，是基本的、底线的条件，有义务对工程规划建设管理采用的技术方法和措施是否符合本规范规定进行判定。

同时，为了支持创新，鼓励创新成果在建设工程中应用，当拟采用的新技术在工程建设强制性规范或推荐性标准中没有相关规定时，应当对拟采用的工程技术或措施进行论证，确保建设工程达到工程建设强制性规范规定的工程性能要求，确保建设工程质量和安全，并应满足国家对建设工程环境保护、卫生健康、社会经济管理、能源资源节约与合理利用等相关基本要求。

2 基本规定

2.1 规模与布局

2.1.1 规定了垃圾处理处置的工程规模。这里的工程规模指某城市或区域的垃圾处理能力，是焚烧、卫生填埋等所有设施能处理的垃圾量的总和。

2.1.2 规定了垃圾处理处置工程设施及设备的处理能力。不同于本规范第 2.1.1 条，是对具体的设施或设备来说的。比如焚烧厂的处理规模、焚烧炉的处理能力。本条规定是从项目设计运行层面来讲的。

2.1.3 规定了垃圾处理处置工程选址的原则。垃圾处理处置工程在运行过程中都可能会对周围环境产生一定的影响，如臭气、

粉尘、噪声等，并且在运行管理不善或自然灾害等因素的影响下会存在一定的生态污染风险和安全风险等。在选址过程中，这些影响都应考虑到。故垃圾处理处置工程的选址应远离水源地、居民活动区、河流、湖泊、机场、保护区等重要的、与人类生存密切相关的区域，将不利影响的风险降至最低。

本条中的“洪泛区”是指江河两岸、湖周边易受洪水淹没的区域。本条中的“泄洪道”是指水库建筑的防洪设备，建在水坝的一侧，当水库里的水位超过安全限度时，水就从泄洪道流出，防止水坝被毁坏。

2.1.4 规定了垃圾分类运输和分类处理的性能要求，是为满足生活垃圾分类功能的基本要求。垃圾分类收集的目的就是分类处理，以提高垃圾处理的无害化、资源化水平。由于垃圾分类收集是需要居民配合的一项工作，而居民的垃圾分类收集习惯需要长时间慢慢培养，因此垃圾分类收集要达到一个较高水平和较高普及率需要一个漫长的过程。基于这种情况，垃圾分类收集不一定等分类处理设施建成以后才实施，以避免分类处理设施建成后因分类收集率和分类收集水平跟不上而无法正常运行。在推行垃圾分类收集的初期，可采用临时的分类处理措施，以利于分类收集工作的开展，当垃圾分类收集率和分类收集水平达到一定水平后再建设正规的垃圾分类处理设施。临时分类处理措施包括填埋场内开辟独立厨余垃圾填埋单元、临时厨余垃圾好氧生物处理设施、与焚烧厂协同处理等。

2.2 建设要求

2.2.1 规定了垃圾处理处置工程的基本功能。

1 规定了称重计量设施的基本功能。本款中的“定期”是计量设施检定合格证中规定检定的日期，不得随意更改。通过对一些城市调查，有些地方是按照垃圾运输车吨位统计的，5t集装箱垃圾运输车实际装载量大都不超过4t，造成统计量与实际处理量差别较大。

2 规定了关键设备或系统的备用功能。本款所述“关键设备或系统的备用性”是指对发挥环境卫生设施基本功能起到决定性作用的设备或系统，应设置 2 套以上同样的设备或系统，或者留有余量。如一套设备或系统检修停运或出现故障，另一套设备或系统还能发挥一定的作用，确保处理设施能有效处理垃圾。对于非常关键的设备一般要设完全备用的设备，如汽轮发电机的循环冷却水泵、排风除臭风机、车间工位的新风风机等。对于一般性关键设备，可以选择 2 套以上的设备或系统分担全部工作负荷，当有设备检修或故障停运时，其他设备和系统还能承担部分工作负荷，不至于使工作全部停止。环境卫生设施通常担负着维护环境卫生的重任，有些关键设备和系统如没有备用性，一旦停运，就会给环境造成影响，因此制定本条。为了方便设计人员确定什么设备和系统应具备备用性，这里列出一些典型生活垃圾处理处置工程中需要具有备用性的关键设备和系统，详见表 1。

表 1 需要具有备用性的设备和系统

序号	典型环境卫生设施	需要具有备用性的设备和系统
1	生活垃圾收集站（点）	—
2	生活垃圾转运站	转运设备（包括压缩和非压缩设备）、转运车辆
3	垃圾分选设施	输送设备、主分选设备
4	有机垃圾好氧生物处理设施	主预处理设备、主发酵设备
5	有机垃圾厌氧生物处理设施	主预处理设备、厌氧消化罐、排料设备、沼气利用和处理设备（利用和处理可相互备用）
6	垃圾焚烧设施	进料设备、焚烧线关键设备、锅炉软化水设备、汽轮机循环冷却水泵等
7	环卫设施中的公共设施	通风（包括排风和供新风）风机、防排烟风机、消防水泵、集中除臭设备、污水处理主设备及系统、重要电气设备

3 规定了垃圾处理处置工程应具有自动化控制系统的功能。自动化控制是垃圾处理处置工程运行控制的重要手段。基于垃圾处理处置和环境保护的要求，工程应有较高的自动化水平。

4 规定了垃圾处理处置工程的总体布局。“主要生产单元”是指核心功能区，如生活垃圾焚烧厂焚烧车间、生活垃圾卫生填埋场填埋库区、厨余垃圾处理厂预处理车间、建筑垃圾处理厂（场）预处理车间、粪便处理厂脱水车间等。主要生产单元在垃圾处理处置工程中起主导作用，并与周围的设施如预处理设施、污水处理设施、臭气处理设施、原辅材料储存与进出料、道路交通组织等联系密切。因此，应以主要生产单元为主体进行布置，结合垃圾处理流程和现场实际情况布置辅助设施，确保相关设备稳定、可靠、高效运行。总体布置还应考虑建成后的立面和整体效果，并与周边环境相协调。

5 规定了垃圾处理处置工程总平面布置和空间布局的要求。垃圾处理处置工程建筑物体量大，形状复杂，通常会成为一个地段的突出性建筑。因而，建筑风格和整体色调应该与周围环境协调统一。厂房在生产运行时，要进行经常性的维护保养，一些设备部件也需要维修更换。因此，在厂房的设计布置时，应该考虑到设备的安装、拆换与维护的要求。垃圾的运输、堆放、处理、出渣及运输车进出通道都属于作业区，与地磅房及物流大门等处联系密切。中央控制室属于清洁区，与厂部办公楼及人流大门联系密切。清洁区与垃圾作业区要合理分隔，避免交叉，以改善操作人员的工作环境。

6 规定了厂（场）区通道设置基本原则。为满足物流运输和消防要求，厂内道路双向通行时，宽度不宜小于 7m；单向通行时，宽度不宜小于 4m。坡道中心圆曲线半径不宜小于 15m，纵坡不应大于 8%。圆曲线处道路的加宽应根据通行车型确定。道路路线的设计应综合考虑厂（场）区平、纵、横三方面的情况，做到平面顺延、纵坡均衡、横面合理，并要有利于建成后的维修和养护工作。

7 规定了垃圾处理处置工程总平面布置的要求。垃圾处理处置工程运输量较大，特别是在垃圾没有压缩的情况下，再加之目前部分区域存在垃圾运输车载重量小、装载率低、密闭性差、渗沥液滴漏等现象，因此在总体规划中，出入口应做到人流和物流分开。

8 垃圾处理处置工程主要是用于改善环境卫生的，如遇突发事件，垃圾处理容易引起公共卫生方面的问题，直接威胁居民的身体健康。因此本款要求环境卫生设施能够抵御自然灾害和突发事件，突发事件期间产生的垃圾能够及时收运及时处理处置。

2.2.2 规定了垃圾处理处置工程在环保方面的要求。环境卫生设施施工和运行过程中均会产生不同程度的二次污染，必须通过技术手段将二次污染降低到最低限度，使其尽量不对周边环境造成污染，不对居民健康产生损害。

垃圾处理处置工程以下区域是污水主要产生点：生活垃圾焚烧厂卸料区、垃圾储坑等区域，生活垃圾堆肥厂卸料区、垃圾储坑、预处理车间、发酵车间等区域，生活垃圾卫生填埋场填埋库区等区域，厨余垃圾处理厂卸料区、垃圾储坑、预处理车间等区域，建筑垃圾处理厂卸料区、垃圾储坑、预处理车间、成品车间、堆场、填埋库区等区域，粪便处理厂卸料区、预处理车间等区域。对上述区域产生的污水，应通过设置收集沟、管等设施，有效将污水进行收集，并在厂（场）内设置污水处理设施，将污水处理达到国家现行相关标准或环评批复要求后排放。

垃圾处理处置工程以下区域是臭气主要产生点：生活垃圾焚烧厂卸料区、垃圾储坑、污水处理区（调节池、浓缩液及污泥储存池、污泥脱水设施）等区域，生活垃圾卫生填埋场填埋库区、调节池、污水处理区等区域，厨余垃圾处理厂卸料区、垃圾储坑、预处理车间、污水处理区等区域，建筑垃圾处理厂污水处理区等区域，粪便处理厂卸料区、预处理车间等区域。对上述区域产生的臭气，应通过设置设备密闭罩、吸风口、收集管等设施，有效将臭气进行控制与收集，并在厂（场）内设置臭气处理设

施，将臭气处理达到国家现行相关标准或环评批复要求后排放。

垃圾处理处置工程以下区域是粉尘主要产生点：生活垃圾焚烧厂卸料区、飞灰和炉渣出料等区域，生活垃圾卫生填埋场（飞灰、炉渣灯）填埋库区等区域，厨余垃圾堆肥厂卸料区、肥料加工车间等区域，建筑垃圾处理厂卸料区、预处理车间、成品车间、堆场、填埋场等区域。对上述区域产生的粉尘，应通过设置密闭罩、收集管等设施，有效将粉尘进行控制和收集，并在厂（场）内设置粉尘处理设施，将粉尘处理达到国家现行相关标准或环评批复要求后排放。

垃圾处理处置工程以下区域是噪声主要产生点：生活垃圾焚烧厂卸料区、风机房、泵房等区域，生活垃圾卫生填埋场填埋库区作业区、污水处理风机房与泵房等区域，厨余垃圾处理厂卸料区、预处理车间、污水处理风机房与泵房等区域，建筑垃圾处理厂卸料区、预处理车间、制砖车间等区域，粪便处理厂卸料区、预处理车间等区域。对上述区域产生的噪声，应通过设置隔声罩、减振器、消声器、吸声墙等设施，有效控制噪声，符合国家现行相关标准或环评批复要求。垃圾处理处置工程残余物主要包括：生活垃圾焚烧厂飞灰、炉渣、污泥，生活垃圾卫生填埋场污水处理区污泥，厨余垃圾处理厂分选杂质、堆肥残渣、厌氧沼渣、污泥，建筑垃圾处理厂分选杂质、处理过程残渣，粪便处理厂分选杂质、处理过程粪渣、污泥等。对上述区域产生的残余物，应通过设置脱水、稳定化、固化等处理，最终进入焚烧厂或填埋场进行处置，或者进行建材、制砖等资源化利用（由于大多数烟气中的重金属和二噁英被吸附在粉尘和活性炭粉上而被布袋除尘器除掉进入飞灰中，因此飞灰被列入危险废物。飞灰是否得到无害化处理是评价垃圾焚烧厂无害化水平的关键因素之一），符合国家现行相关标准要求。

2.2.3 规定了污水调节池的建设要求。

2.2.4 规定了垃圾处理处置工程污水处理系统的功能及性能要求。

1 规定了渗沥液处理设施的主体工程内容，接收及储存系

统、预处理系统、主处理系统、污泥和浓缩液处理系统详见相关章节内容。

2 设置渗沥液产生量和排出量计量设施，主要是有利于主管部门对渗沥液处理设施的运行进行监管，检查渗沥液是否真正得到处理。另根据环境保护部《关于加强城镇污水处理厂污染减排核查核算工作的通知》（环办〔2008〕90号）的要求，各地方环保部门为统一管理核查污染排放数据，制订了排污口的建设和管理措施，渗沥液处理工程应根据当地环保部门要求设置排污口。

3 规定了渗沥液主处理工艺选择的原则。生物处理包括厌氧生物处理和膜生物反应器等；深度处理包括纳滤、反渗透、蒸发和浓缩等。

4 规定了污泥预处理工艺选择的原则。若进入垃圾填埋场填埋处理，其含水率不应大于60%、无侧限抗压强度 $\geq 50\text{kN/m}^2$ 、十字板抗剪强度 $\geq 25\text{kN/m}^2$ 、渗透系数为 $10^{-6}\text{cm/s}\sim 10^{-5}\text{cm/s}$ 。若进入焚烧厂焚烧处理，应符合焚烧厂入炉要求。

5 规定了浓缩液的处理措施。纳滤和反渗透工艺产生的浓缩液，COD通常在5000mg/L以上，氨氮浓度在100mg/L~1000mg/L，电导率为 $40000\mu\text{S/cm}\sim 50000\mu\text{S/cm}$ 。浓缩液直接回灌至垃圾填埋场，随着时间的积累可能导致垃圾填埋场含盐量增加，盐分有再次回到处理系统的风险。

2.2.5 规定了垃圾处理处置工程臭气控制与收集系统的功能及性能要求。

1 垃圾接收间、堆肥车间、焚烧厂垃圾储坑间、渗沥液调节池、生化池等车间，以及预处理和输送设备，由于垃圾、渗沥液大量集中，散发大量臭气，这些车间的门窗、屋顶的密封性，以及调节池、生化池等构筑物的密封性，设备的密封性都直接影响臭气控制效果；因此这些设施的建（构）筑物设计需要充分考虑屋顶与墙壁之间的密封，选择密封性好的门窗。对于垃圾车坡道、卸料大厅等容易抛撒渗沥液的地方，土建设计需要考虑设置

冲洗水排水沟和冲洗水收集池，以便将冲洗地面的水及时收集处理，避免散发臭气。

2 本款提出了配置局部机械排风设施进行臭气收集的部位和设备。对于一些臭气散发浓度大、散发面积较小的部位，如垃圾（粪便）卸料口（坑）、贮槽、堆肥发酵仓、垃圾输送带、敞开式筛分设备等，采用局部排风控制臭味是比较有效的方法。

3 发生凝结水后，溶于水中的酸性物质会腐蚀管道，因此管道要考虑防腐材料。管道底部有接缝，凝结水易使接缝处腐蚀，造成漏气。

4 臭气收集和关键设备是风机，风机如不设备用，当风机出现故障时臭气将不能得到控制。所收集的臭气中含有很多腐蚀性气体，因此用于臭气收集的风机应具有防腐蚀性能。

5 生活垃圾或其他有机垃圾可能长期堆放的空间（垃圾储坑、厌氧反应器、堆肥车间等）以及垃圾渗沥液储存池间等空间易发生厌氧反应而产生沼气，这些空间散发的臭气中含有甲烷等可燃气体，如达到爆炸下限浓度则遇火很容易爆炸。因此本款要求这种情况下的风机选择防爆型风机。

2.2.6 规定了垃圾处理处置工程臭气处理系统的功能及性能要求。

1 本款要求旨在使除臭设备在最大臭气强度和最大风量下也能达到良好的除臭效果。环卫设施的臭气主要是从生活垃圾和粪便等废弃物中散发出来的，臭气的主要成分是硫化氢、氨和有机硫化物，因此在除臭设备计算时采用这几种气体浓度作为计算参数是完全满足需要的。

2 封闭式垃圾处理处置工程（生活垃圾焚烧厂、厨余垃圾处理厂、建筑垃圾处理厂、粪便处理厂等）的臭源一般在车间内部，采用集中除臭可有效控制臭味的散发和消除臭味，在可以接受的成本下达到良好的除臭效果。

3 目前，针对集中排放的恶臭物质主要有 10 种除臭方法：

1) 吸附法：分为物理吸附法、浸渍吸附剂吸附法等。恶

臭废气的吸附剂以活性炭居多。由于吸附剂往往具有较高的吸附选择性，因而具有较高的分离效果，能脱除痕量物质，但吸附容量一般不高（约 40%，甚至更低）。一般活性炭脱臭多用于复合恶臭处理的末级净化。吸附法还常常与其他净化方法（吸收、冷凝、催化燃烧等）联合使用。该法的缺点是处理设备体积大，流程复杂，当废气中有胶粒物质或其他杂质时，吸附剂容易失效。

- 2) 吸收法：吸收法是利用物质溶解度的不同分离气态污染物的方法。吸收法净化气态污染物，是利用适当的除臭剂从废气中选择性地去除气态污染物以消除污染。这种方法高效、设备简单、一次性投资费用低，广泛应用于气态污染控制中。吸收净化的主要缺点是需对吸收后的液体进行处理，设备易受腐蚀。
- 3) 燃烧法：对于有毒、有害、不需回收的恶臭气体的处理，常用燃烧法。催化燃烧法是利用催化剂使有害气体在更低的温度下（ $300^{\circ}\text{C}\sim 450^{\circ}\text{C}$ ）氧化分解，从而节省燃料。该法适合处理流量大、污染物浓度低的废气；而且具有效率高、压降小、所需设备体积小、造价低、分解产物为无毒的二氧化碳和水，一般不产生氮氧化物的优点。缺点是催化剂价格高，且要求废气中不含导致催化剂失活的成分。
- 4) 冷凝法：通过降低饱和 VOCs 气体的温度，使 VOCs 恶臭气体冷凝后从气体中分离。冷凝法往往与吸附、燃烧和其他净化手段联合使用，以回收有价值的产品。
- 5) 膜分离法：根据膜构成的不同分为固膜分离和液膜分离 2 种。液膜分离技术可净化 H_2S 、 CO_2 等气体；固膜分离技术可用来回收氨，浓缩甲烷，从 C5 和 C5 以下烷烃中分离乙烯、丙烯等。该法节能，效率高，已成功应用于化工、医药、环境保护等领域。

- 6) 电化学氧化法：采用一种内装专利膜和 $\text{AgNO}_3\text{-HNO}_3$ 溶液的化学电池，在温度为 $50^\circ\text{C}\sim 100^\circ\text{C}$ 和常压的条件下进行氧化，在阳极，VOCs 恶臭气体转化为 CO_2 和 H_2O ；在阴极，生成亚硝酸，经处理后可循环使用。该法的典型特点是 VOCs 恶臭物质去除率高，可达 99% 以上，但运行费用较高，为燃烧法的 2 倍~3 倍。
- 7) 光催化降解法：其原理是在紫外线照射下光催化剂 TiO_2 被活化，使 H_2O 生成羟基 ($-\text{OH}$)，然后 $-\text{OH}$ 将 VOCs 恶臭污染物质氧化成 CO_2 和 H_2O 。该法对苯、乙苯、二甲苯的降解效果较好，由于受量子效率所限，难以处理浓度高、流量大的废气。
- 8) 等离子体分解法：低温等离子体内部富含电子、离子、自由基和激发态分子，其中高能电子与气体分子（原子）发生非弹性碰撞，将能量转换成基态分子（原子）的内能，发生激发、离解和电离等一系列过程，使气体处于活化状态。目前，非平衡等离子体的产生方法有很多种，如辉光放电法、电晕法、流光放电法、沿面放电法等，应用最广泛的是介质阻挡放电（又称无声放电）方法。与其他除臭方法相比，具有高效性、能耗低的优点。
- 9) 电晕法：在高能电子作用下产生氧化自由基 O 、 $-\text{OH}$ ；有机物分子受到高能电子碰撞被激发及原子键断裂形成小碎片基团， O 、 $-\text{OH}$ 与激发原子有机物分子破碎的分子基团、自由基等发生反应，最终降解为 CO 、 CO_2 、 H_2O 。1988 年以来，美国就开展了电晕法降解低浓度挥发性有机物的研究。研究表明，在通常温度和压力环境下，该法能达到较好的降解效果。
- 10) 生物法：利用微生物的新陈代谢过程对多种有机物和某些无机物进行生物降解，可以有效地去除工业废气中的污染物质。微生物除臭剂具有无毒、无害、无刺

激性气味的特点，使用后不会造成二次污染。其原理是利用优化选取自然界中含有的多种高浓度、高活性的有效微生物菌群，通过复合微生物菌群的综合作用，可对垃圾中的有机物、有害污染物、臭气等进行有效分解，达到除臭及无害化处理的效果。除含氯较多的有机物生物降解困难外，一般的气态污染物都可得到不同程度的降解。

由于垃圾处理处置工程散发的恶臭气体有多种，不同的恶臭气体具有不同的特性，去除方法也不同。因此要使最终除臭效果好，采用单一的除臭方法比较困难，需要采用多种除臭方式来去除不同种类的恶臭气体。另外，不同地点散发的臭气浓度也不同，在臭气收集系统设计时，可以将浓度高的臭气和浓度低的臭气分别单独收集，单独处理。这样既有利于节约除臭成本，又有利于提高除臭效果。

臭气主要成分包括 H_2S 、 NH_3 及 $VOCs$ 等。不同设施和场合的除臭方法组合方案可参考表 2 确定。

表 2 不同设施可采用的除臭方式

设施类型	散发的臭味气体主要成分	宜采用的除臭方式
与垃圾储存间隔离的卸料间	少量 H_2S 、 NH_3	生物过滤法 吸附法 除臭剂喷洒法
垃圾收集转运站、综合处理厂等设施的垃圾进料、输送设施	少量 H_2S 、 NH_3 及 $VOCs$	生物过滤法 吸附法 生物过滤法+吸附法 除臭剂喷洒法
厨余垃圾处理厂发酵设施	较多的 H_2S 、 NH_3 及少量 $VOCs$	洗涤法 生物洗涤法 洗涤法+生物过滤法 生物洗涤法+生物滴滤法+生物过滤法 生物洗涤法+吸附法 除臭剂喷洒法

续表 2

设施类型	散发的臭味气体主要成分	宜采用的除臭方式
垃圾焚烧厂垃圾储坑间	较多的 H ₂ S、NH ₃ 及少量 VOCs	洗涤法 生物洗涤法 洗涤法+生物过滤法 生物洗涤法（生物滴滤法）+生物过滤法 生物洗涤法+吸附法 除臭剂喷洒法 燃烧法
加盖的渗沥液调节池	较多的 H ₂ S、NH ₃ 及 VOCs	燃烧法

4 除臭剂喷洒后，其细小的雾滴会随空气飘散至比较远的地方，易被人吸入，因此本款要求除臭剂不能对人体有毒性。如果除臭剂有腐蚀性，也会影响设备和设施的寿命，造成经济损失，因此除臭剂也不能有腐蚀性。不同除臭剂、不同使用场合的喷洒液稀释倍数要求不同。在用于环卫设施除臭时，可以根据实际效果在喷洒液制作时调整除臭剂稀释倍数。

5 规定了除臭设备的性能要求。环卫设施的臭气散发强度变化较大，除臭设备在臭气强度负荷变大时应能够通过调节工艺参数来满足臭气排放指标。

6 要求除臭设备的配置数量不应少于 2 台，主要是考虑设备的备用性。如果只有 1 台设备，当设备检修或故障时，除臭就要完全停止，臭气就会污染环境。当配置 2 台除臭设备时，每台可按一半及以上的处理量进行设计，当一台设备检修时，另一台可适当超负荷运行，能保证一定的除臭效果。如经济上允许，可选择多台除臭设备，使设备备用性更好一些。

2.2.7 规定了垃圾储坑、渗沥液调节池与生化池的防渗、防腐性能。垃圾储坑、渗沥液调节池与生化池的内壁因垃圾及其产生的渗沥液中含有大量水分及腐蚀性介质，储存时会腐蚀池壁，可能导致池体渗漏，污染周边环境，所以在设计时，内壁应考虑耐

腐蚀、防渗水、防龟裂的问题。

2.2.8 规定了封闭建（构）筑物内对可燃气体的安全措施。生活垃圾处理处置工程中可燃气体大多是沼气。沼气属于易燃气体，车间内的气体输送管路和预处理及利用设备都存在漏气的可能性，气体泄漏在车间内就可能在车间内聚集，达到爆炸浓度范围即可能发生爆炸事故，因此车间内需要安装可燃气体在线检测报警装置，当检测到可燃气体浓度接近设定值时报警装置会报警，并同时打开排风机，将车间内含有可燃气体的空气排往室外。

2.2.9 沼气是可燃气体，其中主要成分甲烷在空气中的爆炸浓度是5%~25%，如果沼气泄漏到某个空间中极易引起爆炸。因此在可能有沼气泄漏的地方均要考虑防爆设计。防爆设计包括危险场所的划分、防爆等级的划分、防爆设备的选择等。

2.2.10 规定了垃圾处理处置工程雨污分流的措施。由于降雨初期，雨水溶解了空气中的大量酸性气体、汽车尾气、工厂废气等污染性气体，降落地面后，又由于冲刷屋面、沥青混凝土道路等，使得前期雨水中含有大量的污染物质，前期雨水的污染程度较高，甚至超出普通城市污水的污染程度。尤其是生活垃圾处理处置工程普遍存在跑冒滴漏问题，而且室外地坪、道路日常维护冲洗，大量污水进入雨水管网，初期雨水污染程度更严重，因此要求在厂（场）内设置储存池，并要求经污水处理系统处理达标后排放。

2.2.11 规定了垃圾处理处置设施满足运行维护需要的设施配制要求。

2.2.12 规定了设施系统和子系统的建设应考虑应急措施的要求。生活垃圾处理处置设施一旦发生故障，可能造成垃圾处理不完全、环保不达标的情况，因此要求设施在建设时，就要考虑到应急措施，备用设备、水、电等。

2.2.13 规定了垃圾处理处置设施采样口及平台的功能性能要求。采样点的设置应该使得人员可以安全地进行采样，而不会干扰正常的生产操作。

2.2.14 规定了对垃圾处理处置工程处理对象等进行检测和分析的要求。化验室应定期做下列检测、分析：

1 应定期对原水（自来水）、锅炉给水、锅水和蒸汽进行化验分析。分析的项目有悬浮物、硬度、碱度、pH、溶氧、含油量、溶解固形物（或氯化物）、磷酸盐、亚硫酸盐等。

2 垃圾分析的项目有：垃圾物理成分（包括垃圾含水量）、垃圾热值等。飞灰分析的项目有：固定碳、重金属。煤和油的分析项目有：水分、挥发分、固定碳、灰分、发热量、黏度等。

3 污水分析的项目有：BOD₅、COD_{cr}、HN₃-N、SS等。

2.3 运行维护

2.3.1 规定了垃圾处理处置工程应设置安全管理制度、操作维护规程和事故应急预案等安全方面具体措施。安全生产管理制度是一系列为了保障安全生产而制定的条文，它建立的目的是为了控制风险，将危害降到最小。同时，垃圾处理处置工程机械设备专业性较强，其使用、维护均应由受过专业训练的人员进行操作，严禁未经训练的人员操作、使用相关设备，管理上需要制定相关应急预案。

2.3.2 规定了垃圾处理处置工程运营过程中的安全保证技术措施，是垃圾处理处置工程运营阶段必须满足的基本要求。各项功能标志不清或缺少标志极易造成安全事故，而道路行车指示、安全标志、防火防爆及环境卫生设施设置标志可以有效避免意外人员伤亡、安全事故，并且提高运行管理效率。安全生产是生活垃圾处理处置工程运行管理中的重中之重，完善的标志系统可以有效保障运行安全。

2.3.3 规定了厂房内部人流物流组织的原则，是安全保证的技术措施。为保障人员安全，应尽可能实现人车分流，生产车辆单向行驶，并在生产区域划分出人员专用通道。

2.3.4 规定了特种设备使用的要求，是安全保证的技术措施。垃圾处理处置工程涉及的特种设备主要有锅炉、压力容器、压力

管道、电梯、起重机械、场（厂）内专用机动车辆等。所有特种设备均需按照《中华人民共和国特种设备安全法》的规定进行使用，并经检验合格后方可投入使用。

2.3.5 规定了沼气生产安全的要求。为保证厌氧调试时沼气的生产安全，可利用沼气在线监测设备实时采集数据，监控沼气产量，并及时预警，保障沼气工程安全。

2.3.6 规定了皮带传动、链传动、联轴器等传动部件须有机罩安全措施，防止工伤事故。机罩安装应牢固、可靠，以防振脱、碰落，这是安全生产的基本保障措施之一。

2.3.7 规定了垃圾处理处置工程运行维护的安全措施。本条是考虑到垃圾处理处置工程的特殊性，对垃圾储坑、焚烧锅炉、脱酸塔、脱氮塔、袋式除尘器、渗沥液收集池、调节池、生化池、厌氧反应器等受限空间或存在有毒有害气体场所进行检修作业的安全措施进行了明确要求。

2.3.8 规定了垃圾处理处置工程污水处理系统运行维护的技术措施。

1 规定了水解酸化技术作为预处理工艺的基本参数。

2 规定了混凝沉淀药剂选择原则。混凝沉淀法药剂的选择应考虑三个方面因素：药剂投加是否方便、处理效果是否可靠、经济是否合理。

湿投法包括重力投加法和压力投加法；湿投法需要有一套配制溶液及投加溶液的设备，包括溶药、搅拌、定量控制、投药等部分；干投法是将易于溶解的药剂经过破碎后直接投入渗沥液处理系统中，本工艺对药剂的粒度要求严格。

重力投加法需要建设高位溶液池，利用重力将药剂投加到渗沥液处理系统中。

压力投加法包括水射器法和加药泵法。水射器法利用高压水在水射器喷嘴处形成负压将药液吸入，并将药剂射入压力管道内。加药泵法是利用加药泵直接从溶液池吸取药液加入压力管线。

常用的药剂有硫酸铝、聚合氯化铝、硫酸亚铁、三氯化铁和聚丙烯酰胺（PAM）等药剂。

2.3.9 规定了垃圾处理处置工程除臭系统运行维护的技术措施。

1 长期堆放和储存垃圾和渗沥液的设施或场所，其中的有机物易发生厌氧反应，产生甲烷气体。如长期不通风，甲烷气体易在设施内聚集，浓度可能超过5%的爆炸下限。这时如果直接启动抽气风机，如风机不是防爆风机就容易发生爆炸事故。

2 除臭系统长时间停用需要对设备及管理进行清洗，对仪表、探头等进行保养、保护，以防系统损坏。

3 除臭设备内部容易积聚气体，涉及人身安全，所以要求在检修前应通入空气，确认安全后再进入设备内部检修，检修人员应配戴安全防护用品。

4 本款是对废旧填料无害化处理的基本规定。无害化处理方式有填埋、焚烧等。

3 生活垃圾焚烧厂

3.1 一般规定

3.1.1 规定了生活垃圾焚烧厂必须配置的设施，是焚烧厂正常运行的保证。接收及储存系统、焚烧系统、余热利用系统、烟气净化系统、灰渣处理系统、污水处理系统、臭气处理系统、配套设施等的具体要求详见相关节的内容。

3.1.2 焚烧厂卸料大厅、垃圾储坑、污水处理系统等区域易产生臭气，如不进行处理，臭气外逸，易对周边环境造成二次污染。垃圾储坑臭气浓度较高，在焚烧炉运行中可直接抽吸至焚烧炉燃烧处理，但在焚烧炉停炉检修或意外工况导致停炉时，则通过单独设置的除臭系统，把垃圾储坑内的臭气抽到除臭装置中，和卸料大厅及污水处理系统区域臭气一样，经单独处理后排放。

3.1.3 规定了生活垃圾焚烧厂自动控制系统的功能及性能。焚烧厂系统复杂、设备庞杂且关联度大，特别是带高压蒸汽锅炉的

垃圾焚烧发电厂，压力容器多、电压等级高、电气设备复杂，操作不当很容易引发安全和污染事故，因此利用精准、可靠的自动控制系统对全厂关键部位或环节进行控制，确保全厂的安全、正常、达标运行是非常必要的。要求对炉膛温度、锅炉出口氧含量、烟气净化耗材量、烟气排放指标等过程控制参数和污染物排放指标数据储存 3 年以上的功能是为了便于对焚烧厂运行状况的监管、考核和评价。

3.2 接收及储存系统

3.2.1 规定了垃圾接收及储存的系统构成。恶臭已经被列入世界七大环境公害之一而受到各国广泛的重视。为在垃圾焚烧厂建设和运营过程中避免恶臭对环境的影响，增加对除臭设施，特别是垃圾储坑除臭设施的规定。

3.2.2 规定了垃圾储坑的相关要求。

1 垃圾运输车辆卸料时，要在卸料门等处安装红绿灯等操作信号；设置防止车辆滑落进垃圾池的车挡及防止车辆撞到门侧墙、柱的安全岛等设施。

2 规定了垃圾储坑的容量。垃圾在储存过程中，会发生一系列物理、化学变化，并可能渗沥出部分垃圾水分。另外，由于垃圾来自不同行业和区域，应使垃圾在储存过程中尽量混合，使垃圾热值均匀，保证焚烧装置连续稳定运行等，结合考虑焚烧厂检修期较长时的垃圾储存问题，特对垃圾储坑容量进行了规定。

3 垃圾储坑内储存的垃圾是焚烧厂主要恶臭污染源之一。防止恶臭扩散的对策是抽取垃圾储坑内的气体作为焚烧炉助燃空气，使恶臭物质在高温条件下分解，同时实现垃圾储坑内处于负压状态。停炉时焚烧炉一次风停止供给，这时垃圾池储坑内不能确保负压状态，如垃圾储坑内有垃圾存在，则需要附加必要的通风除臭设施。

4 我国生活垃圾含水率普遍偏高，特别是南方城市更明显，且垃圾含水量具有随季节变化而变化的特征。垃圾渗沥液具有较

高的黏性，因此，要有可靠的渗沥液收集系统，在渗沥液收集系统的进口采取防堵塞措施。同时渗沥液具有腐蚀性，因此渗沥液收集、储存设施应采取防腐、防渗措施。

5 为防止垃圾焚烧炉内的火焰通过进料斗回燃到垃圾储坑内，以及垃圾储坑内意外着火，需要采取切实可行的防火措施。还需要加强对垃圾卸料过程的管理，严防火种进入垃圾储坑内；加强对垃圾储坑内垃圾的监视，一旦发现垃圾堆体自燃，应及时采取灭火措施。在垃圾储坑内设置必要的消防设施是很必要的。

3.3 焚烧系统

3.3.1 规定了焚烧系统的构成。

3.3.2 规定了垃圾焚烧线年运行时间。因焚烧装置每年需要进行维护、保养，还需要定期维修，故年运行时间应为累计运行时间。国外焚烧经验表明，当垃圾焚烧炉启动或停炉期间，烟气中的污染物含量明显高于正常运行期间的含量，特别是二噁英含量明显增加，因此，为达到年运行 8000h 的要求，应优先采用连续运行方式的焚烧厂。这也是基于环境保护的基本要求。

3.3.3 规定了焚烧炉的性能参数。焚烧炉炉膛主控温度区几何尺寸主要根据垃圾焚烧量和焚烧烟气量确定。当炉膛主控温度区几何尺寸一定时，焚烧热负荷越大，炉膛主控温度区温度越高，烟气量越大，烟气在炉膛主控温度区停留时间也越短，反之，焚烧热负荷越小，炉膛主控温度区温度越低，烟气量越小，烟气在炉膛主控温度区停留时间也越长。在焚烧炉设计时，需要考虑炉膛主控温度区几何尺寸、最大垃圾焚烧热负荷和最小垃圾焚烧热负荷三者的平衡，使焚烧炉在最大垃圾焚烧热负荷和最小垃圾焚烧热负荷时均能使炉膛主控温度区的温度达到 850℃ 以上，同时烟气在炉膛主控温度区的停留时间要大于 2s。只有这样才能保证在最大和最小垃圾焚烧热负荷下使垃圾焚烧烟气中的有害物有效分解，这是焚烧炉必须具备的功能。最小垃圾焚烧热负荷一般出现在垃圾热值低或垃圾量少时，这时如垃圾焚烧的热量不足以

使炉膛主控温度区温度达到 850℃以上，则应启动助燃系统，使炉膛主控温度区温度达到 850℃以上。

3.3.4 规定了助燃燃烧器和点火燃烧器的性能。助燃燃烧器和点火燃烧器是焚烧炉启动时必备的设备。由于焚烧炉启炉时烟气温度低、含水率高，后端的布袋除尘器无法投入工作，因此在启炉时烟气需要直接排放，为了不造成排烟污染，本条要求助燃燃烧器和点火燃烧器使用燃烧排放比较清洁的轻柴油或燃气。另外，为了避免垃圾燃烧的挥发性气体不经过 850℃以上高温分解而造成排烟污染，启炉时需要利用助燃燃烧器和点火燃烧器将炉膛主控温度区温度逐步加热到 850℃以上时才允许垃圾入炉。在垃圾入炉前需要完全依靠助燃燃烧器和点火燃烧器将炉膛主控温度区温度加热到 850℃。因此本条要求助燃燃烧器和点火燃烧器最大功率之和应足以将炉膛主控温度区温度独立加热至 850℃。

3.3.5 规定了温度监测的要求。炉膛主控温度区是保证烟气温度达到 850℃以上，且在 850℃以上停留时间达到 2s 的空间，只要两端的温度达到 850℃以上，一般情况下中间各点温度也能够保证达到 850℃以上。因此在炉膛主控温度区两端（一端是最上/最后二次风喷入口，另一端是从此喷入口计算最大烟气量下停留时间 2s 的断面）设置温度测点对于监测炉膛主控温度区内的温度是非常重要的。由于炉膛主控温度区空间较大，温度分布有可能不均匀，因此要求每个测温断面至少设 2 个测温点，以提高温度监测的准确性。

3.3.6 规定了焚烧炉启动和停炉工况时满足完全燃烧的措施要求。

焚烧炉启动和停炉过程燃烧工况和烟气净化系统工况不稳定，容易造成污染物超标，因此保持垃圾焚烧炉的连续运行避免频繁启停是非常重要的。在焚烧炉检修需要启停时需要严格按照启停炉操作规程进行，重点是炉膛温度的控制。

焚烧炉启炉时，为了保护炉内耐火材料和隔热材料，炉膛温度不能上升太快，只能缓慢升高。在炉膛主控温度区温度达到

850℃之前只能靠助燃燃烧器控制炉膛温度的上升。在炉膛主控温度区温度达到 850℃之前如果投进垃圾，则会造成垃圾燃烧不完全而使排放超标。同样，焚烧炉停炉时，炉膛温度也不能降得太快，只能缓慢降低。在炉内垃圾未烧完之前，只能靠助燃燃烧器维持炉膛主控温度区温度在 850℃以上，当炉内垃圾烧完后再利用助燃燃烧器控制炉膛温度缓慢下降。焚烧炉制造商提供的启炉和停炉的炉膛温度曲线给出了单位时间炉膛温度的变化幅度要求，按此曲线控制炉膛温度是可以有效保护炉膛内衬不损坏的。

3.3.7 规定了燃料储存、供应系统安全方面的要求。燃料是易燃易爆的物质，需要设置防爆、防雷、防静电和消防设施。活性炭粉是具有爆炸性的粉尘，在空气中活性炭颗粒浓度达到一定值遇火可引起爆炸。活性炭储藏室在活性炭粉卸料过程中存在粉粒散发的可能，因此本条要求活性炭储藏室有防爆措施。

3.3.8 操作票和工作票制度是保障垃圾焚烧线正常、安全运行所必须的，需要严格执行。焚烧厂的工作票和操作票制度是检修工作人身、设备安全的重要保证，在本条中进行了明确，要求必须执行。

3.3.9 本条主要是针对焚烧厂检修中典型且危险性大的焚烧炉、余热锅炉炉膛及烟道内部清灰打焦和检修作业的安全措施进行了规定，防止发生各类事故。因焚烧炉多敷设耐火材料，且多有结焦积灰情况，降温很慢，加之烟道布置有受热面且空间狭小，检修人员进入作业时危险性很大，须充分做好各项安全措施。清灰除焦人员应穿着防烫伤工作服和工作鞋，带防烫伤手套，戴上防护眼镜和口罩，配备必要的安全用具。此外焚烧厂垃圾焚烧炉及余热锅炉多为母管制布置，当垃圾焚烧炉及余热锅炉检修时，相邻的垃圾焚烧炉及余热锅炉可能仍在运行，存在高温高压蒸汽、燃油等误入的可能性，为此检修时，正在检修的设备、系统应与仍在运行的设备、系统严格隔离。应把该焚烧线的烟道、风道、燃油/燃气系统、炉排液压系统、受热面清灰系统等的动力电源、蒸汽、压缩空气及燃油/燃气等可靠隔断，电气设备停电，并悬

挂相关警示标识牌，必要时加装堵板，防止人员误开阀门、误动设备造成人身伤害。

3.4 余热利用系统

3.4.1 规定了焚烧炉额定出力确定的基本原则。本条中的“额定垃圾处理量”是指在额定工况下，焚烧炉的垃圾焚烧量；本条中的“设计垃圾低位热值”是指在设计时，为确定焚烧炉的额定处理能力所采用的垃圾低位热值；本条中的“余热锅炉设计热效率”是指余热锅炉输出的热量与输入的总热量之比。

3.4.2 规定了锅炉热力参数确定的原则。

3.4.3 生活垃圾成分复杂，焚烧时烟气中含有大量腐蚀性气体，对余热锅炉水冷壁、过热器等受热面造成严重腐蚀和冲刷；为防止焚烧厂频繁发生余热锅炉受热面泄漏，影响焚烧线的安全、稳定运行和环保达标排放，焚烧厂检修时应认真开展受热面管子的监督工作，对存在问题的受热面管子及时处理，保证垃圾焚烧炉及余热锅炉安全运行，为此规范编制组参考《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 - 2016 及《火力发电厂锅炉受热面管监督技术导则》DL/T 939 - 2016 相关条款，对焚烧厂分级检修时的相关金属监督项目、内容和检修要求进行了规定。本条中测厚抽检率不低于 20% 是参考《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 - 2016 第 7.2.1.1 条的规定制定的：“7.2.1.1 机组第一次 A 级检修或 B 级检修，应查阅管件及阀门的质保书、安装前检验记录，根据安装前对管件、阀壳的检验结果，重点检查缺陷相对严重、受力较大部位以及壁厚较薄的部位。检查项目包括外观、光谱、硬度、壁厚、椭圆度检验和无损探伤。若发现硬度异常，宜进行金相组织检查。对安装前检验正常的管件、阀壳，根据设备的运行工况，按大于等于管件、阀壳数量的 10% 进行以上项目检查，后次 A 级检修或 B 级检修的抽查部件为前次未检部件”，考虑到生活垃圾焚烧烟气成分复杂并含有大量酸性气体，对余热锅炉受热面会产生严重腐蚀，需要在检修中重点检查

和测量，将抽检率提高至 20%。焚烧厂检修分级应按检修规模和停用时间分为 A、B、C、D 四级，检修等级的划分及检修停用时间宜符合表 3 的规定。

表 3 焚烧厂检修等级及检修停用时间

检修等级	检修内容	主设备检修停用时间
A 级	对焚烧厂主设备和辅助设备进行全面的解体检查和修理，以保持、恢复或提高设备性能	15d~25d
B 级	重点对焚烧厂某些存在问题的主设备和辅助设备解体检查和修理	10d~18d
C 级	根据主设备及辅助设备磨损、老化的规律，有重点地对其进行检查、评估、修理、清扫	7d~15d
D 级	在焚烧厂主设备总体运行状况良好时，只对其附属系统和辅助设备集中性消缺	3d~6d

3.4.4 规定了余热锅炉受热管更换的原则。“壁厚减薄量超过设计壁厚 30%的受热管应更换”的规定是参考《火力发电厂锅炉受热面管监督技术导则》DL/T 939 - 2016 第 6.6.1 条，并考虑垃圾焚烧烟气成分复杂并含有大量酸性气体等因素制定的。

3.4.5 规定了焚烧厂垃圾热能发电及供热应符合的性能要求。

3.5 烟气净化系统

3.5.1 规定了烟气净化系统的基本功能。焚烧烟气是垃圾焚烧厂产生的主要污染物，烟气净化设施是垃圾焚烧厂的必备设施。由于垃圾焚烧烟气中的烟尘粒径很小，必须采用布袋除尘器这样的高效除尘器，才能使排烟的烟尘浓度有效达标。由于重金属、二噁等有害物大部分吸附在烟尘颗粒和活性炭颗粒上，因此高效的除尘，也是保证重金属、二噁英等有害物达标排放的有效手段。烟气中还含有 HCl、SO₂ 等酸性气体及氮氧化物气体，因此烟气净化系统还要有去除酸性气体和氮氧化物的功能。烟气中的颗粒物控制，一般可分为静电分离、过滤、离心沉降及湿法洗涤

等几种形式。常用的净化设备有静电除尘器和袋式除尘器等。由于飞灰粒径很小 ($d < 10\mu\text{m}$ 的颗粒物含量较高), 必须采用高效除尘器才能有效控制颗粒物的排放。袋式除尘器可捕集粒径大于 $0.1\mu\text{m}$ 的粒子。烟气中汞等重金属的气溶胶和二噁英类极易吸附在亚微米粒子上, 这样, 在捕集亚微米粒子的同时, 可将重金属气溶胶和二噁英类也一同除去。另外, 袋式除尘器中, 滤袋迎风面上有一层初滤层, 内含有尚未参加反应的氢氧化钙和尚未饱和的活性炭粉, 通过初滤时, 烟气中残余的氯化氢、硫氧化物、氟化氢、重金属和二噁英类再次得到净化。袋式除尘器在净化生活垃圾焚烧烟气方面有其独特的优越性, 但是袋式除尘器对烟气的温度、水分、烟气的腐蚀性较为敏感。不同的滤料有不同的使用范围, 应慎重选用, 以确保袋式除尘器能正常工作。

3.5.2 规定了烟气在线监测系统的功能及性能要求。烟气在线监测数据是焚烧线运行控制的重要数据, 也是政府监管的重要依据, 因此本条要求每条焚烧线都要安装烟气在线监测系统。在线监测内容、监测数据的真实性及数据的换算是在线监测系统必须做到的, 对于烟气排放的有效控制和监管是非常重要的。

3.5.3 规定了焚烧厂检修的具体措施要求。袋式除尘器滤袋是焚烧厂关键环保设施, 其捕捉的飞灰属于危险废弃物, 携带二噁英、重金属等有害物质, 滤袋的破损及除尘器的泄漏会造成烟尘、二噁英和重金属等污染物排放超标, 必须重点加强检修维护。

3.6 灰渣处理系统

3.6.1 规定了生活垃圾焚烧炉渣、飞灰储存和运输过程中保持密闭的性能要求, 以防止洒落、泄露, 对环境造成二次污染。

3.6.2 规定了炉渣和飞灰处理处置前应满足的性能要求。炉渣热灼减率小于 5% 是要求垃圾在焚烧炉内应得到充分燃烧。《危险废物污染防治技术政策》(环发〔2001〕199号) 第 9 条对飞灰的规定: 生活垃圾焚烧产生的飞灰必须单独收集, 不得与生活

垃圾、焚烧残渣等其他废物混合；不得与其他危险废物混合；不得在产生地长期储存；不得进行简易处置及排放。生活垃圾焚烧飞灰在产生地必须进行必要的固化和稳定化处理之后方可运输。生活垃圾焚烧飞灰须进行安全填埋处置。目前，飞灰处置的常用方法有：①经过适当处置后进入危险废物填埋场进行最终处置；②固化稳定化，水泥固化、沥青固化、熔融固化技术、化学药剂固化稳定化等，经过固化稳定化处理后的产物，如满足浸出毒性标准或者资源化利用标准，可以进入普通填埋场进行填埋处置或进行资源化利用；③将飞灰中的重金属提取，酸提取、碱提取、生物及生物制剂提取等，经过重金属提取后的飞灰和重金属可以分别进行资源化利用。

4 生活垃圾卫生填埋场

4.1 一般规定

4.1.1 规定了填埋场主体工程的构成内容。本条规定的目的主要是为避免主体工程漏项，配置不全，无法实现卫生填埋要求。

4.1.2 规定了填埋场用地面积和库容。满足工作年限不小于10年是为了充分利用土地资源，确保环卫设施用地，确保社会经济可持续发展，特殊情况不予考虑。

4.1.3 规定了保障填埋场安全的具体措施。

4.2 地基处理与垃圾坝工程

4.2.1 规定了填埋场稳定性的性能要求。防渗系统工程涉及大面积的土石方工程，不仅要保证垃圾填埋场基础整体结构稳定，还应保证垃圾填埋场不会出现滑坡、垮塌、倾覆等影响局部稳定性的情况。

4.2.2 规定了填埋库区库底坡度设计的基本要求。坡度的要求是为了确保填埋库区库底渗沥液收集系统能自重流导排。如受地下水埋深、土方平衡、平原型填埋场高差和整体设计的影响，可

适度降低导排管纵向的坡度要求，但要保证不小于 1% 的坡度。

4.2.3 规定了垃圾坝的设置要求。填埋区坡度较大时，垃圾向下的滑动力大，易发生滑坡事故，因此需在下游建设稳定性好的挡坝，防止垃圾的滑坡。

4.3 防渗系统

4.3.1 规定了填埋场防渗的功能及性能要求。填埋场进行防渗处理可以有效阻断渗沥液进入环境中，避免地表水与地下水的污染。此外，应防止地下水进入填埋场，地下水进入填埋场后一方面会大大增加渗沥液的产生量，增大渗沥液处理量和工程投资；另一方面，地下水的顶托作用会破坏填埋场底部防渗系统。因此，填埋场必须进行防渗处理，并且在地下水位较高的场区应设置地下水导排系统。防渗层设计应对防渗系统工程材料的物理性质、化学性质以及抗老化性质加以要求，具体指标要求应符合产品标准要求，并且确保防渗层在防渗区域覆盖完整，且在填埋场运行期间及封场后填埋垃圾降解稳定化期间内均有效。

4.3.2 规定了防渗膜层的性能要求。

4.3.3 规定了防渗系统铺设和施工的具体措施要求。HDPE 膜的搭接和焊接对防渗系统工程质量非常重要。施工过程中，监理必须全程监督 HDPE 膜的焊接和检验工作。焊接质量测试应该在现场环境下模拟进行，并且对所有焊缝均需要进行气密性检测。

4.4 地下水与地表水收集导排系统

4.4.1 规定了地下水收集导排系统的设置条件。在地下水水位较低、降雨少的地区，地下水对防渗系统不造成危害时，可不设地下水收集导排系统。

4.4.2 规定了地下水监测井设置的原则及要求。根据《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB 16889-2008，地下水水质监测井的布置应根据场地水文地质条件，以及时反映地下水水质变化为原

则，布设地下水监测系统：

1) 本底井，1眼，设在填埋场地下水流向上游30m~50m处。

2) 排水井，1眼，设在填埋场地下水主管出口处。

3) 污染扩散井，2眼，分别设在垂直填埋场地下水走向的两侧各30m~50m处。

4) 污染监视井，2眼，分别设在填埋场地下水流向下游30m、50m处。

4.4.3 规定了填埋场防洪水位的设计标准。

4.4.4 规定了填埋场防洪系统的主要设施。

填埋场防洪系统要求根据填埋场的降雨量、汇水面积、地形条件等因素选择适合的防洪设施，以有效地达到填埋场防洪目的。

不同类型填埋场截洪坝的设置原则：

1) 平原型填埋场根据地形、地质条件可在四周设置截洪坝。

2) 山谷型填埋场依据地形、地质条件可在库区上游和沿山坡设置截洪坝。

3) 坡地型填埋场根据地形、地质条件可在地表径流汇集处设置截洪坝。

本条中的“集水池”是指在雨水汇集处设置的用于收集雨水的构筑物。

本条中的“提升泵站”是指将库区雨水抽排至截洪沟或其他防洪系统构筑物的排水设施。

本条中的“穿坝涵管”是指上游雨水不能直接导排时设置的位于库底并穿过下游坝的设施，穿坝涵管设计流速的规定要求不大于10m/s。

4.5 渗沥液收集导排系统

4.5.1 规定了渗沥液收集导排系统的功能及性能要求。本条中的“有效的渗沥液收集导排系统”是指垃圾渗沥液产生后会在填

埋库区聚集，如果不能及时有效地导排，渗沥液水位升高会对堆体中的填埋物形成浸泡，影响垃圾堆体的稳定性与堆体稳定化进程，甚至会形成渗沥液外渗造成污染事故。渗沥液收集系统必须能够有效地收集堆体产生的渗沥液并将其导出库区。为了检查渗沥液收集系统是否有效，应监测堆体中渗沥液水位是否正常；为了检查渗沥液处理系统是否有效，应由环保部门或填埋场运行主管单位监测系统出水是否达标。

4.5.2 规定了填埋场调节池为满足功能而设置的部件组成。

本条中设置“防渗系统”是为了防止渗沥液污染周边环境。防渗系统要求不低于本规范第4.3节。

本条中设置“覆盖系统”是为了避免臭气外逸。覆盖系统包括液面浮盖膜、气体收集排放设施、重力压管以及周边锚固等。调节池覆盖膜宜采用厚度不小于1.5mm的HDPE膜；气体收集管宜采用环状带孔HDPE花管，可靠固定于池顶周边；重力压管内需要充填实物以增加膜表面重量。覆盖系统周边锚固要求与调节池防渗结构层的周边锚固沟相连接。

本条中设置“清淤设施”是为了保障调节池的有效容积，可根据调节池结构形式，选用合适的污泥清掏装置或设备。

4.6 填埋作业

4.6.1 规定了填埋场防臭除臭措施的性能要求。填埋场臭味是公众反映最多的问题。填埋场的臭源和发臭物质主要有填埋作业面、垃圾车辆、渗沥液、填埋气等，这些臭味源和发臭物质分布于填埋场的不同部位，给臭味控制带来很多困难。只有采取综合的臭味控制措施才能最大限度地控制臭味的散发。综合防臭除臭措施包括道路冲洗、填埋作业面控制、除臭剂喷洒、渗沥液池封闭、垃圾堆体覆盖、填埋气导排与处理等。

4.6.2 规定了填埋场作业人员安全防护和喷洒作业的要求。喷洒药物过程应与现场填埋作业人员保持20m以上距离，药物不得喷洒到人体和动物身上，并注意天气条件，如气温、风向等，

遇大风、暴雨等特殊天气时不宜进行消杀作业。

4.6.3 规定了填埋场日覆盖与中间覆盖的措施要求。保持填埋单元乃至场区雨污分流设施完好是实现雨污分流的前提与保证，尤其要求填埋作业要做好日覆盖和中间覆盖，防止雨水和地表水进入垃圾堆体形成渗沥液。

本条中的“日覆盖”是指每日作业完成后进行的覆盖，宜采用厚度不小于 0.5mm 的 HDPE 膜或线性低密度聚乙烯膜（LL-DPE）。膜的性能指标应符合现行行业标准《垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜》CJ/T 234 和《垃圾填埋场用线性低密度聚乙烯土工膜》CJ/T 276 的要求。

本条中的“中间覆盖”是指每一作业区完成阶段性高度后，暂时不在其上继续进行填埋时进行的覆盖，覆盖层厚度应根据覆盖材料确定，黏土覆盖层厚度宜大于 30cm，膜厚度不宜小于 0.75mm。

4.6.4 规定了填埋场未达到降解稳定化前的安全措施。填埋垃圾未达到降解稳定化前，由于垃圾中可生物降解成分仍未完全降解，垃圾堆体中仍然存在大量易燃易爆的填埋气。填埋库区内如有封闭式建（构）筑物，极易聚集填埋气并引发爆炸。另外，堆放易燃易爆物品，甚至将火种带入填埋库区，也可能引发爆炸，造成火灾。

4.6.5 规定了填埋场防火的基本要求。

本条中的“生产的火灾危险性分类”是指根据生产中使用或产生的物质性质及其数量等因素，将生产场区的火灾危险性分为甲、乙、丙、丁、戊类，填埋库区为生产的火灾危险性分类中的戊类防火区。填埋库区还要求在填埋场设置消防储水池或配备洒水车、储备灭火干粉剂和灭火沙土，配置填埋气监测及安全报警仪器，定期对场区进行甲烷浓度监测。

4.6.6 规定了生活垃圾焚烧飞灰处理处置的要求。生活垃圾焚烧飞灰经处理后满足下列要求，可以进入生活垃圾填埋场填埋处置。

- 1 含水率小于 30%。
- 2 二噁英含量（或等效毒性量）低于 $3\mu\text{g}/\text{kg}$ 。
- 3 按照现行行业标准《固体废物 浸出毒性浸出方法 醋酸缓冲溶液法》HJ/T 300 制备的浸出液中危害成分质量浓度低于规定的限值。

4.7 封场覆盖及生态修复系统

4.7.1 规定了填埋场封场系统的功能及性能要求。填埋场封顶覆盖系统应具备三个功能：一是控制雨水入渗，减少渗沥液产生量；二是控制填埋气无组织释放量，以利于填埋气收集，减少温室气体和有害气体释放量；三是植被种植，保持水土，实现生态修复绿。封顶覆盖系统结构包括含有土工膜或 GCL 的阻断型覆盖层和替代型土质覆盖层。覆盖系统设计时应根据当地气候条件验算雨水渗漏量、填埋气释放量和自身稳定性。北美地区 10 多年工程实践经验表明：替代型土质覆盖层在非湿润气候区是有效的，其经济性、耐久性和生态性优于含有土工膜或 GCL 的阻断型覆盖层。

1 排气层：堆体顶面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。

2 排水层：堆体顶面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；也可采用加筋土工网垫，规格不宜小于 $600\text{g}/\text{m}^2$ 。

3 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，厚度不宜小于 50cm，其中营养土厚度不宜小于 15cm。

4 防渗层应符合下列要求：

- 1) 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，膜上应敷设非织造土工布，规格不宜小于 $300\text{g}/\text{m}^2$ ；膜下应敷设保护层。

2) 采用黏土，黏土层的渗透系数不应大于 1.0×10^{-7} cm/s，厚度不应小于 30cm。

4.7.2 规定了填埋场封场后运行维护期间安全性能的要求。作为公共绿地或公园，是填埋场常用的场地利用方式，若对外开放，则会有大量人员进出，在垃圾堆体完全稳定之前，需要有渗沥液导排处理、填埋气导排处理或利用等设施。这些设施需要有专业人员进行管理维护，外人接触存在安全隐患，因此这些设施应该与开放区域隔离，防止社会人员靠近这些设施。

4.7.3 规定了填埋场封场后进行生态修复的要求。生态恢复所用的植物类型宜选择浅根系的灌木和草本植物，以保证封场防渗膜不受损害。植物类型还要求适合填埋场环境并与填埋场周边的植物类型相似。

4.8 填埋气导排处理与利用系统

4.8.1 规定了填埋气导排设施的功能和性能要求。填埋气含有可燃气体，若不及时导排，对填埋场的安全运行不利。因此本条的要求是出于填埋场的安全运行而设立的，也是填埋场必须具备的功能和能力。填埋气是含有甲烷等成分的易燃易爆气体，如不采取有效导排设施，大量填埋气会在垃圾堆体中聚集并随意迁移。填埋作业过程中，局部高浓度的填埋气可能造成作业人员窒息；如遇明火或闷烧垃圾，则更会有爆炸危险。填埋气也可能自然迁移至填埋场周边建筑，引发火灾或爆炸。因此填埋场必须设置有效的填埋气导排设施，将填埋气集中导排，降低填埋场火灾和爆炸风险；有条件则可加以利用或集中燃烧，亦可减少温室气体排放。

4.8.2 规定了填埋气导排设施的性能要求。填埋气导排设施设置的目的是及时将填埋堆体内的气体导出，避免因积聚造成安全隐患，因此需要覆盖全部填埋垃圾，并确保设施的有效。有些垃圾填埋场的填埋操作比较粗放，经常将填埋气导排设施损坏，有的甚至将填埋气导排设施全部埋没。本条旨在避免此类事情发

生，以确保填埋气导排的有效性。

4.8.3 规定了设置填埋气主动导排设施的填埋场应设置火炬系统或填埋气利用设施的性能要求。

4.8.4 规定了填埋气火炬系统的功能及性能要求。由于主动导排是将气体抽出，集中排放，如果不用火炬燃烧，则大量可燃气体排放会有安全隐患。燃气在点火和熄火时比较容易产生爆炸性混合气体，因此填埋气火炬应具有此类的安全保护措施，而阻火装置是防止回火的安全保护设备。

4.8.5 规定了填埋气收集和利用系统的功能及性能要求。

1 填埋气抽气设备前的进气管道上设置氧含量监测报警设备是为了防止过多的氧气被抽进管道与填埋气中的甲烷混合而产生爆炸隐患。

2 若输气管道穿过其他大断面管道或通道，当气体泄漏时，易聚集在大断面管道或通道内，形成爆炸气体。

3 主要是为保护工作人员人身安全。维修发电设备时，若确实需要临时动力线，必须在保证安全的前提下搭接，使用过程中需有专职电工在现场管理，使用完毕须立即拆除。化纤类工作服易燃，且燃烧后会融化，粘附在身体表面不易脱掉，会对身体造成严重的烧烫伤。填埋气体泄漏后，密闭空间中的甲烷浓度较大，使用手机等通信设施引起爆炸的可能性较大。

4 导气井中氧气浓度明显增加，超过 2%，说明导气井有空气吸入，需及时采取措施降低填埋气中氧气浓度，确保导气井抽气正常，避免发生事故。

5 用氮气对预处理系统进行冲扫，主要是为了置换预处理系统管道内的空气，防止空气与填埋气混合，形成爆炸气体。

6 填埋气发电厂为易燃、易爆场所，防火、阻火十分重要，除采取防火的相应措施外，对电缆敷设应采取阻燃、防火封堵，目前普遍采用的有防火包、防火堵料、涂料及隔火、阻火设施，这些措施和设施已在电力部门、电厂、变电站广泛使用，效果良好。

4.9 安全与环境监测

4.9.1 规定了填埋场安全监测的具体内容。

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他紧急情况时，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 填埋场堆体位移、垃圾坝位移、周边山体边坡位移监测包括表面水平位移和深层水平位移两部分。

——表面水平位移监测要求：

- 1) 表面水平位移应设置标志点，采用测量平面坐标的方法监测。
- 2) 监测点宜结合作业分区呈网格状布置，随垃圾堆体填埋高度发展逐步设置，平面间距宜为 30m~60m，在不稳定区域应适当加密。
- 3) 表面水平位移监测的警戒值宜为连续 2d 的位移速率超

过 10mm/d。

——深层水平位移监测要求：

- 1) 当渗沥液水位超过警戒水位或垃圾堆体出现失稳征兆时，应监测深层水平位移。
- 2) 垃圾堆体深层水平位移可通过在堆体中埋设测斜管，采用测斜仪测量。
- 3) 监测点宜沿垃圾堆体边坡倾向布置，间距宜为 30m~60m，总监测点数量不宜少于 2 个；当垃圾堆体出现失稳征兆时，应在失稳区域设置监测点，监测点数量可根据边坡的具体情况确定；测斜管的埋设深度应足够深，且应保证管底离衬垫系统不应小于 5m。

4.9.2 规定了填埋场环境监测的具体内容。环境监测是填埋场控制二次污染的重要手段，是填埋场运行必须做的工作。填埋过程监测与检测要求参考现行行业标准《生活垃圾卫生填埋场运行维护技术规程》CJJ 93 的规定，封场后相关监测与检测参考现行国家标准《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220 的规定。

5 厨余垃圾处理厂

5.1 一般规定

5.1.1 规定了厨余垃圾处理厂的主体工程内容。本条规定的目的主要是为避免多列主体工程或漏项。

5.1.2 规定了厨余垃圾处理厂臭气收集和处理的性能要求。

5.2 接收及储存系统

5.2.1 规定了接收及储存系统的功能。

5.2.2 规定了卸料间的性能要求。厨余垃圾卸料时会散发一些臭味，垃圾卸料口、卸料斗是臭味主要产生源，因此本条规定卸料口、卸料斗应封闭以防臭味散发至室外。

5.2.3 规定了卸料间应设置地面和设备冲洗设施及冲洗水排放系统的性能要求。厨余垃圾卸料时，不可避免会发生一些撒漏，如不及时冲洗，就容易使污物沾在地面上，因此需要有冲洗设施对卸料间地面进行及时冲洗，接受设备作业完毕也同样要及时清洗。

5.2.4 规定了卸料场地和厂区道路表层防腐耐磨性能。

5.3 预处理及输送系统

5.3.1 规定了预处理工艺的选择原则。因厨余垃圾杂质较多，需要预处理将杂质去除。另外根据不同的处理工艺，也需要将其中的水、油、盐分等物质去除。本条对分选后垃圾中不可降解杂物含量的规定，主要是为了保证垃圾处理工艺的可靠性和资源化产品的质量。如杂质过多，一方面影响物料的输送性能，另一方面也影响资源化产品的质量。

5.3.2 规定了预处理设施和设备的基本要求。

5.3.3 规定了预处理及输送设备的功能。

5.3.4 规定了预处理设备防噪减振的措施。

5.3.5 本条主要是指餐厨垃圾。餐厨垃圾含有较多的食用油脂，不同的餐厨垃圾处理工艺对油脂的要求不同。如油脂加工产品的市场较好，价格较高，且总量较大，则应尽可能将餐厨垃圾中的油脂分离出来单独加工。如油脂总量较小，单独加工不划算，就可以不做油脂分离。油脂的综合利用方式有多种，生产生物柴油、工业用油或用于化工原料，但不能生产食用油或食品加工油。

5.4 厌氧消化、好氧堆肥与饲料化处理系统

5.4.1 规定了厌氧消化物料破碎粒度的要求。厌氧消化要求物料流动性好，如果消化物料中颗粒粗大，则易发生沉淀而影响物料的流动性。另外颗粒粗大也影响厌氧消化速度和效果。

5.4.2 规定了厌氧消化工艺选择原则。在选择垃圾厌氧消化的

工艺时，需要根据实际条件选择最适宜的工艺类型。

5.4.3 规定了厌氧消化系统的物料温度控制的性能要求。厌氧消化是一个微生物的作用过程，温度作为影响微生物生命活动过程的重要因素，主要通过影响酶活性来影响微生物的生长速率和对基质的代谢速率。在厌氧消化应用的三个温度范围（常温 20℃~25℃，中温 30℃~40℃，高温 50℃~60℃）中，中温和高温消化是生化速率最高和产气率最大的区间。对于干式发酵工艺，含固率大于 20% 时，在 25℃ 下基本不产气，发酵停止，中温发酵速度也较慢，随着含固率（TS）的增加，中温发酵也慢慢停止，只有高温发酵还可以继续进行。

5.4.4 规定了厌氧消化器的基本性能要求。物料的搅拌是厌氧消化器的技术关键，搅拌可以使消化物质均一化，提高物料与细菌的接触，加速消化器底物的分解。与污水的厌氧消化相比，垃圾的含固率高，一部分沼气产生后滞留在消化物料中，通过搅拌可及时释放滞留的沼气。垃圾的干式消化虽然处理量大，高峰期产气速度也快，但是消化时间较长，良好的搅拌也是解决这一问题的有效措施之一。在干式厌氧消化处理系统中，搅拌是一个技术上的难点，这是因为高的含固率给搅拌装置的选择和动力的配置带来了困难。目前，在厌氧消化中主要的搅拌方式有机械搅拌、发酵液回流搅拌和沼气回流搅拌。

厌氧消化器的检修和安全减压装置是确保厌氧消化器稳定、安全运行的重要因素，因此本条对厌氧消化器的检修和安全减压装置提出了要求。

5.4.5 规定了沼气处理的具体措施。沼气是含有大量甲烷的可燃气体，甲烷既是温室气体，又是一种能源，如果沼气不进行利用而排向大气，既浪费了能源，又污染了环境。因此本条要求厌氧产生的沼气要加以利用。如量小不值得利用，也要将其燃烧后排放。

5.4.6 规定了好氧堆肥处理工艺选择原则。各堆肥工艺类型均有其适用条件。在选择堆肥工艺类型时，需要根据实际条件选择

最适宜的工艺类型。物料运动和通风方式是区分堆肥工艺的主要因素，反应器要根据具体的搅拌和通风方式进行设计与组合。

堆肥处理基本工艺流程可包括：预处理、初级发酵、中间处理、次级发酵和后处理等单元。根据原料性质、工艺运行特征、设备适用性能和堆肥产品等要求，可对上述单元进行重复、省略等组合。其中，初级发酵是堆肥处理厂的核心工序，其他工序可根据不同的工艺要求进行优化组合。组合的选择原则是配合初级发酵运行，提高堆肥处理综合效率，提高堆肥产品和可回收废品质量，降低建设和运行成本。工序组合需要考虑一定的灵活性，在必要情况下，能超越部分工序或调整工序顺序，但是，也要避免不必要的重复工序或设施设备。

5.4.7 本条主要是指餐厨垃圾。由于含水、盐、油等物质较多，因此餐厨垃圾直接好氧堆肥可行性较差。但在对餐厨垃圾中的水分、盐分等影响堆肥工艺和堆肥质量的物质进行适当调节后可以进行好氧堆肥。餐厨垃圾也可以混入其他有机废物堆肥物料中进行堆肥处理。

5.4.8 规定了好氧堆肥初级发酵设施设备的基本性能。发酵仓的停留时间必须保证物料的高温保持时间（4d~5d），再加上升温时间。因此，最短停留时间至少 6d~7d。对于回转滚筒式堆肥工艺，通常达不到此停留时间要求，可以通过监测其出料的无害化指标，并结合这种特定工艺在次级发酵初期的堆层温度，确定工艺是否可达到无害化要求。

堆肥处理过程中，排出的主要气体是水蒸气、CO₂、挥发性有机化合物（VOCs）和少量的 NH₃ 等，此外运行中由于各种原因，局部会因为出现厌氧状态而产生臭气。为防止气态二次污染，垃圾堆肥发酵仓必须设置臭气收集装置；同时，要有效收集可能产生的渗沥液。

5.4.9 规定了初级发酵过程的温度控制要求。处理过程中的温度曲线的记录可采用待处理材料中的永久性非侵入式直接温度监测和自动温度记录。通过在高温条件下维持一定的时间，可使物

料中的有机物降解，并达到杀灭病菌实现无害化的要求。由于静态通风堆肥规模较小，仓式堆肥温度空间分布较均匀，其维持天数可较短；而条垛式堆肥需要维持的天数较长。本条通过规定将55℃以上的维持时间延长至“不应少于5d”，并增加了“或达到65℃以上，持续时间不应少于3d”的规定，以适应不同工艺中缩短发酵周期同时保证无害化的需求。

5.4.10 规定了堆层高度的性能要求。本条根据堆肥通风机械的风压水平及目前的堆肥技术应用经验，对静态堆肥的堆层高度提出了指导性指标。

5.4.11 规定了如何判定初级发酵终止时间。考虑到堆肥处理厂采用两步发酵工艺的实际需要，因此本规范对初级发酵和次级发酵的终止时间要求分别作了规定，以满足不同工艺模式的需要。一步发酵工艺无明显的初级发酵和次级发酵分隔点，出仓产物即为次级发酵产物，因此可不必进行主发酵终止时间判别，而是直接以次级发酵终止指标作为整个一次性发酵的终止指标判别依据。

5.4.12 规定了好氧堆肥次级发酵工艺的性能要求。次级发酵是堆肥的熟化过程，生物降解过程平缓，对环境条件的要求不高；次级发酵设施和操作工艺，均应尽可能地简单，以节省处理成本。

5.4.13 规定了好氧堆肥次级发酵的终止指标。次级发酵的终止指标与堆肥处理的作用与产品的应用相统一。耗氧速率小并趋于稳定，是有机物稳定化的表现，反映了堆肥处理的作用；植物种子发芽指数大于80%，可以确保堆肥产物在施用过程中的植物相容性，是产物应用的最基本要求。

5.4.14 规定了餐厨垃圾制腐殖酸工艺的基本要求。

1 碳氮比宜控制在25:1~30:1。

2 菌种的遗传稳定性是保证微生物菌有效繁殖和发酵效果的重要因素，环境安全性是保证微生物菌使用安全的重要因素，本款要求所使用的微生物菌要同时具有遗传稳定性和环境安

全性。

3 本款是保证产品质量的基本规定。

5.4.15 餐厨垃圾易于腐烂变质，如果用餐厨垃圾制作饲料，餐厨垃圾应尽量减少存放时间，并及时处理，以防其发生霉变，产生黄曲霉毒素等有害物，影响饲料产品质量。

发生霉变的餐厨垃圾易产生黄曲霉，黄曲霉是一种常见霉菌，广泛存在于自然界，潮湿易发霉的植物和食品中都会存在。同时，一些发酵食品因为发酵过程本身就易产生黄曲霉毒素。一般状态下，黄曲霉本身毒性并不大，高温即可杀灭。但在黄曲霉达到一定浓度后，其产生的代谢物就会产生毒素，该毒素会破坏人体免疫系统，引起肝脏病变甚至致癌。黄曲霉毒素是霉菌的二级代谢产物，1993年就被世界卫生组织的癌症研究机构划定为1类致癌物。其中黄曲霉毒素B1毒性和致癌性最强，而黄曲霉毒素M1是黄曲霉毒素B1的代谢物。为防止黄曲霉毒素对饲料的污染，本条要求餐厨垃圾在进入饲料化处理系统前对其进行检测，对发生霉变的部分餐厨垃圾和过期食品采取其他处理措施，而不能用于制作饲料。

5.4.16 本条关系到饲料的安全性，病原菌是餐厨垃圾中的主要有害物，必须将病原菌杀灭以防饲料中的病原菌感染所饲喂的动物。

5.4.17 生物转化环节可使动物肉蛋白转化为菌体蛋白，降低动物源性风险。反刍动物食用动物蛋白制成的饲料的风险比非反刍动物高，为安全起见，本条要求餐厨垃圾不能生产反刍动物饲料。

5.4.18 餐厨垃圾中的有机物属于碳水化合物并伴有少量碳氢化合物，这些物质过热焦化后会产生有毒物质，将影响饲料的质量和安全性。

5.4.19 设备中残留的物料在设备停运后极易产生霉变，如不及时清理，等设备恢复生产时，设备较难启动，且霉变的残留物就会混进新的物料中，造成对新物料的污染。

5.5 沼气利用与制肥系统

5.5.1 湿式气柜、膜式气柜、带储气柜的厌氧消化反应器与厂内主要设施的防火间距应符合表 4 的规定。

表 4 站内建（构）筑物的火灾危险性、耐火等级和防火间距

设施内容	火灾危险性	耐火等级	储气罐总容积 ≤1000m ³ 的防火间距 (m)
预处理构筑物、污泥储存池、沼液储存池	戊类	三级	12
净化间、增压机房	甲类	二级	10
锅炉房	丁类	二级	15
发电机房、监控室、配电间	丁类	二级	12
化验室、维修间等辅助生产用房	戊类	二级	12
泵房	戊类	二级	10
秸秆粉碎间	乙类	二级	20
管理及生活设施用房	民用建筑	二级	18

生产中可燃物质的粉尘、纤维悬浮在空气中与空气混合，当达到一定浓度时，遇火源立即引起爆炸，粉碎间在粉碎秸秆过程中，空气中充满秸秆粉尘，遇明火后会引引起爆炸，所以粉碎间属于乙类生产厂房。

“湿式可燃气体储罐”与其他建（构）筑物之间的防火间距见表 5。

对于干式可燃气体储罐与建筑物、储罐、堆场的防火间距，当可燃气体的密度比空气大时，应在湿式可燃气体储罐与建筑物、储罐、堆场的防火间距的基础上增加 25%，据计算，沼气密度大小主要与 CH₄ 含量有关，本规范中沼气的定义是沼气的低位发热量不应小于 17MJ/m³，即对应 CH₄ 含量约 47%，在对沼气成分分析中，沼气含量大多集中在 47%~55% 的范围内，

而此时沼气的密度略大于空气。

干式气柜与厂内主要设施的防火间距应按上述湿式气柜的规定值增加 25% 考虑。

表 5 湿式可燃气体储罐与建筑物、储罐、堆场的防火间距 (m)

建筑类别		湿式可燃气体储罐的总容积 V (m^3)				
		$V < 1000$	$1000 \leq V < 10000$	$10000 \leq V < 50000$	$V > 50000$	
甲类仓库 明火或散发火花的地点 甲、乙、丙类液体储罐 可燃材料堆场 室外变、配电室		20	25	30	30	
民用建筑		18	20	25	30	
其他建筑	耐火等级	一、二级	12	15	20	25
		三级	15	20	25	30
		四级	20	25	30	35

5.5.2 规定了餐厨垃圾制作肥料农用或林用成品质量的基本要求，除本条中的主要指标外，尚有其他指标要求，具体要求详见表 6。

表 6 堆肥产品农用控制标准值

序号	项 目	标准限值 ^①
1	杂物 ^② (%)	≤ 3
2	粒度 (mm)	≤ 12
3	蛔虫卵死亡率 (%)	95~100
4	大肠菌值	$10^{-1} \sim 10^{-2}$
5	总镉 (以 Cd 计) (mg/kg)	≤ 3
6	总汞 (以 Hg 计) (mg/kg)	≤ 5
7	总铅 (以 Pb 计) (mg/kg)	≤ 100

续表 6

序号	项 目	标准限值 ^①
8	总铬 (以 Cr 计) (mg/kg)	≤300
9	总砷 (以 As 计) (mg/kg)	≤30
10	有机质 (以 C 计) (%)	≥10
11	总氮 (以 N 计) (%)	≥0.5
12	总磷 (以 P ₂ O ₅ 计) (%)	≥0.3
13	总钾 (以 K ₂ O 计) (%)	≥1.0
14	pH	6.5~8.5
15	水分 (%)	25~35

注：① 表中除 2、3、4 项外，其余各项均以干基计算。

② 杂物指塑料、玻璃、金属、橡胶等。

5.5.3 规定了餐厨垃圾制作生化腐殖酸成品质量的基本要求，除本条中的主要指标外，尚有其他指标要求，具体要求详见表 7。

表 7 生化腐殖酸成品质量规定

序号	项目	指标值
1	有机质含量 (%)	≥80.0
2	总腐殖酸 HA (d%)	≥45.0
3	游离腐殖酸 HA (d%)	≥40.0
4	pH	5.0~7.5
5	Na ⁺ 的质量分数 (%)	≤0.6
6	灰分 (%)	≤7.5
7	水分 (H ₂ O) 的质量分数 (%)	≤12.0
8	粪大肠菌群数 [个/g (mL)]	≤100
9	蛔虫卵死亡率 (%)	≥95
10	沙门氏菌	不得检出
11	黄曲霉毒素 (μg/kg)	≤50

5.6 残渣与沼渣处理系统

5.6.1 规定了残渣分类存放的要求，按物质类别可分为可燃物类、可回收利用类等；按最终出路可分为焚烧类、填埋类等。

5.6.2 经预处理后的残渣含水率高，不经处理，随意倾倒，会造成二次污染问题，本条是对预处理后的残渣需进一步处理或利用的规定。残渣处理的常用方法是先脱水、干化，若满足现行行业标准《有机肥料》NY/T 525 相关标准，可作为营养土外售；或焚烧；或填埋处置。

6 建筑垃圾处理工程

6.1 一般规定

6.1.1 本条对建筑垃圾的减量化提出具体要求，要求建筑垃圾从源头控制，分类收集、分类运输、分类处理处置。

源头控制即实现建筑垃圾的减量化。第一，要从工程设计、材料选用等源头上控制，和减少施工现场建筑垃圾的产生和排放数量；第二，要加强工程施工过程的组织和监管，保证施工质量，提高建筑物的耐久性，同时减少不必要的返工、维修、加固甚至重建工作；第三，对施工现场产生的废料尽可能直接在施工现场利用，减少转移的建筑垃圾量；第四，大力发展建筑工业化，扩大使用标准化的预制构配件，全面推广应用预拌混凝土和预拌砂浆等；最后，采用先进的施工工艺，倡导整体浇筑、整体脱模，以减少施工期间建筑垃圾的产生。

各城市应加强建筑垃圾源头分类，实行就地分类和非就地分类相结合的建筑垃圾分类方式。建筑垃圾产生单位在施工现场按不同产生源、组分、性质分别堆放，对能现场回收利用的建筑垃圾就地消化，对不可现场利用的垃圾运送到指定地点综合利用或处置，从源头增加对垃圾的回收利用率。在施工现场无法进行分类的，建筑垃圾产生单位应将建筑垃圾送至资源化利用场所，采

取成熟的技术工艺将建筑垃圾进行分类。

根据产生源，建筑垃圾可分为工程渣土、工程泥浆、工程垃圾、拆除垃圾和装修垃圾；根据组分特性，拆除垃圾和装修垃圾又可细分为砖瓦混凝土类、木类、塑料类、纸类、织物类、金属类、其他类等。

建筑垃圾分类收集、运输原则：产生源不同，应分开收集、运输；同源建筑垃圾，收集前宜根据组分分类，分开运输。

6.1.2 规定了建筑垃圾处理及利用的优先次序。

6.1.3 建筑垃圾卸车、预处理过程中易产生粉尘和噪声，因此防止扬尘和噪声的设施和措施是建筑垃圾处理厂必须考虑的。

建筑垃圾中含有细颗粒，为防止扬尘污染，原料储存堆场应采取防尘措施，干燥的建筑垃圾的再生处理过程会产生大量粉尘，在工艺设计中可采用对原料进行预湿，提高原料的含水率以降低粉尘的产生，若工艺设计中降尘措施有此项，则原料堆场部分需具备预湿能力；建筑垃圾卸料、上料及破碎、筛分等都是易产生扬尘的环节，需要重点控制粉尘，因此应采取抑尘、降尘及除尘措施。

噪声控制一方面要降低源头噪声强度，另一方面才是降噪。降噪可以是隔声或吸声，措施有多种，设备、车间采用隔声、吸声材料进行封闭，破碎设备下沉式设计，都是控制工作场所噪声的主要措施。合理设置绿化和围墙、合理布局建筑物是控制厂界噪声的主要措施，绿化景观也可隔声降噪，树种可选择滞尘、耐旱、耐涝、耐潮湿、易生长、易成活的树种。噪声控制指标参照现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 的相关规定。

6.1.4 建筑垃圾原料及产品储存堆场首先要保证堆体的安全稳定性，建筑垃圾堆放高度不宜过高，具体高度可根据地基承载力和边坡稳定性计算，并考虑机械的作业半径合理设置堆场进出口。

6.2 转运调配

- 6.2.1 规定了转运调配场为了满足设施完整性和有效性应具备的功能。
- 6.2.2 规定了转运调配场进厂垃圾分类堆放的要求。
- 6.2.3 规定了转运调配场开挖空间和进出口设置的安全要求。
- 6.2.4 规定了转运调配场装载设备的配置要求，装载机、推土机等作业机械数量应与作业需求相适应。

6.3 资源化利用

- 6.3.1 规定了资源化利用厂应配置接收及储存系统、破碎系统、筛分系统、粉尘控制系统、噪声控制系统、配套设施等，确保设施完整性和有效性，发挥应有功能。
- 6.3.2 建筑垃圾应按成分进行资源化，比如拆除垃圾和装修垃圾应按金属、木材、塑料、其他等分类收集、分类运输、分类处理处置。
- 6.3.3 “节能”是建筑垃圾资源化产业发展的环境要求；“高效”则是在满足环保的条件下，降低资源化的成本，提高资源化行业经济效益的需求。本条对建筑垃圾资源化处理工程的能耗提出要求，具体参考《建筑垃圾资源化利用行业规范条件（暂行）》（工业和信息化部 住房城乡建设部公告 2016 年第 71 号）及行业企业数据统计结果。
- 6.3.4 规定了工程渣土资源化利用的性能要求。
- 6.3.5 规定了工程泥浆资源化利用的措施要求。

6.4 堆 填

- 6.4.1 规定了堆填场应配置垃圾坝、地下水与地表水收集导排系统、填埋作业、封场覆盖及生态修复系统、安全与环境监测等，确保设施完整性和有效性。
- 6.4.2 规定了进场物料组分的要求。

6.4.3 规定了堆填前基底处理的要求。

当填方基底为积土或耕植土时，如设计无要求，可采用推土机或工程机械压实 5 遍~6 遍。

基底的压实系数不得小于 90%。

6.4.4 规定了确保堆体稳定和安全的性能要求。工程建设前要求结合地勘资料对地基进行承载力、堆体厚度及坡度、变形及稳定性计算，要求回填荷载应小于地基承载力。

6.4.5 规定了雨期作业的措施要求。本条中的“截排水措施”有：截洪坝、截洪沟、集水池、提升泵站、穿坝涵管等设施。本条中的“覆盖”主要指日覆盖和中间覆盖，日覆盖是指每日作业完成后进行的覆盖，宜采用厚度不小于 0.5mm 的 HDPE 膜或线性低密度聚乙烯膜 (LLDPE)；中间覆盖是指每一作业区完成阶段性高度后，暂时不在其上继续进行填埋时进行的覆盖，覆盖层厚度应根据覆盖材料确定，黏土覆盖层厚度宜大于 30cm，膜厚度不宜小于 0.75mm。

6.5 填埋处置

6.5.1 规定了填埋处置场应配置垃圾坝、防渗系统、地下水与地表水收集导排系统、渗沥液收集导排系统、填埋作业、封场覆盖及生态修复系统、填埋气导排处理与利用系统、安全与环境监测、污水处理系统、臭气控制与处理系统等，确保设施的完整性和有效性，在处置建筑垃圾残余物的同时，防止二次污染。

6.5.2 规定了工程渣土与泥浆进行填埋的基本条件要求。

6.5.3 规定了填埋库区地基应具有承载填埋体负荷，以及当不能满足要求时应进行地基处理的原则。库区的地基要保证填埋堆体的稳定。工程建设前要求结合地勘资料对填埋库区地基进行承载力计算、变形计算及稳定性计算，对不满足建设要求的地基要求进行相应的处理。

6.5.4 规定了对填埋堆体边坡、堆体沉降、封场覆盖进行稳定性分析的性能要求。

堆体沉降稳定宜根据沉降速率与封场年限来判断。堆体沉降量由沉降时间得到沉降速率，进而通过沉降速率与封场年限判断堆体的稳定性。填埋堆体沉降速率可作为填埋场场地稳定化利用类别的判定特征。填埋堆体沉降速率可根据沉降量与沉降历时计算。堆体沉降量可通过监测或通过主固结沉降与次固结沉降计算得到。

封场覆盖应进行滑动稳定性分析，确保封场覆盖层的安全稳定。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。

6.5.5 规定了建筑垃圾分区分质填埋的性能要求。不同类别的建筑垃圾压实度不同，为保证堆体的安全稳定，要求分区填埋，各区根据填料的抗剪强度特性设置不同的堆填高度和坡度。

6.5.6 规定了建筑垃圾填埋场水污染防治的具体措施要求。

6.5.7 规定了填埋场封场覆盖和生态修复的性能要求。填埋场封场覆盖是为了减少渗沥液产生量、提高堆体安全性、增加填埋场生态修复与开垦利用的速度。填埋场封场设计还要结合当地的地形状况和植被种类，使封场后的填埋场与周边环境绿化相协调。

7 粪便处理厂

7.0.1 规定了粪便处理厂的主要设施，接收及储存系统、处理系统、臭气处理系统、残渣处理系统等的具体要求，详见相关节的内容。

7.0.2 规定了粪便处理厂计量的功能要求。为了有效地进行运行管理和成本核算，应设置粪便、固渣、污水的计量装置，由于国内有关仪表和控制装置的特性不一定完全适合粪便处理厂运行管理的要求，因此本条只规定设置必要的计量装置，其他仪表不做要求。

7.0.3 规定了粪便接收口或池密闭的性能要求。卸粪过程中应

采用密闭对接的方式，以防止操作不当而导致遗洒，造成二次污染；接受口应采取密封措施。

7.0.4 规定了储存调节池或调节罐的性能要求。由于收集、运输的影响，进入粪便处理厂的粪便量是不连续的，而且粪便性状随来源不同其浓度变化很大。为确保处理系统量的连续性和成分的均匀性，作本条规定。

1 为掌握投入量和储存量，应设置液面计或其他计量装置；

2 本条规定设置循环泵、应急排放管线和清空管线的设计要求。设置循环泵的目的之一是可以减少储存调节池（调节罐）出流中的浮渣。

7.0.5 规定了固液分离机的性能要求。粪便通过接受池后，其中仍含有大量的固体杂物，为防止后续机械设备被缠绕，水泵、阀门被堵塞，可采用固液分离装置去除粪便中大部分的固体杂物和砂粒。

粪便固液分离机宜为一体化设备，由栅筐、旋转耙、清渣梳、螺旋传输器、排砂螺杆和螺旋压榨器以及驱动装置等主要部件组成。固液分离机应具有固液分离以及将分离出的固体进行压榨脱水等功能，即大块重物分拣、除砂、过滤、传输、压榨功能。

经调查，国内部分用于粪便处理的固液分离机的可靠技术参数如表 8 所示。

表 8 固液分离机技术参数

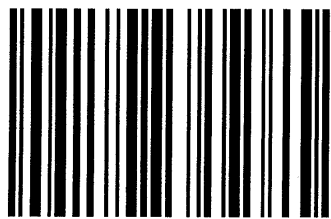
序号	项目	技术参数
1	工作环境	室内
2	环境温度 (°C)	0~38
3	介质	粪便
4	滤栅间隙 (mm)	10
5	栅筐直径 (mm)	780
6	螺杆直径 (mm)	≥273

续表 8

序号	项目	技术参数
7	压榨出料含固率 (%)	≥ 35
8	排砂出料含固率 (%)	≥ 20
9	工作制 (h/d)	8~16
10	供电电源	三相 380V, 50Hz

7.0.6 规定了螺压式脱水设备的基本性能要求。一般的脱水设备主要用于消化污泥的脱水。国内自 20 世纪 80 年代起,新建的城市污水处理厂(如天津、杭州、桂林、深圳、珠海、北京、邯郸、成都、青岛、济南、上海、武汉、厦门等)纷纷从国外(如法国、英国、日本、丹麦、奥地利、芬兰、德国等)引进真空过滤机、带式压滤机及离心脱水机。但这类脱水设备基本上没有在国内直接进行生粪渣污泥脱水处理的实践。当处理对象为生粪便时,应根据粪便的特性和脱水要求,经技术经济比较后选用。

7.0.7 规定了粪便处理过程中产生的固渣的处理处置措施。粪便处理过程中产生的污泥富集了较多的污染物,尤其是厌氧消化过程沉降的寄生虫卵,若不经进一步无害化卫生处理直接利用,势必造成危害。因此本条规定必须进行污泥处理与处置,不得直接用作农田肥料。



1 5 1 1 2 3 7 5 5 0



统一书号：15112·37550
定 价： 36.00 元