

附件三:

HJ-BAT-9

# 环境保护技术文件

## 村镇生活污染防治

### 最佳可行技术指南（试行）

**Guideline on Best Available Technologies of Pollution Prevention**

**and Control for Township-villages (on Trial)**

环境保护部 发布

## 前言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，防治环境污染，完善环保技术工作体系，制定本指南。

本指南可作为开展农村及村镇生活污染防治工作的参考技术资料。

本指南由环境保护部科技标准司提出并组织制订。

本指南起草单位包括：天津市环境保护科学研究院(中国环境保护产业协会水污染治理委员会)、天津工业大学、北京市环境保护科学研究院、中国城市建设设计研究院。

本指南 2013 年 7 月 17 日由环境保护部批准、发布。

本指南由环境保护部解释。

## 1 总则

### 1.1 适用范围

本指南适用于居住人口在 1 万人以下的乡镇、行政村、自然村的生活污染防治。包括生活污水、生活垃圾、人畜粪便和室内空气等污染防治。

农村畜禽养殖专业户畜禽养殖污染防治，可参照《畜禽养殖污染防治最佳可行技术指南》。

### 1.2 术语和定义

#### 1.2.1 村镇生活污染

指村镇居民生活或为生活提供服务的活动所产生的生活污水、生活垃圾、空气等环境污染，不包括为发展村镇经济而开展的工业生产活动（如村办企业、农产品加工、规模化畜禽养殖等）和卫生院医疗垃圾产生的污染。

#### 1.2.2 村镇生活污水

指村镇居民因日常生活排放的废弃水。其中，水冲式厕所产生的冲厕水，以及家庭圈养禽畜产生的圈舍粪尿冲洗水（即粪便污水），俗称为“黑水”；厨房炊事、洗衣和洗浴等排水，以及黑水经化粪池或沼气池处理后的上清液，俗称为“灰水”。

#### 1.2.3 村镇生活垃圾

指村镇居民因日常生活产生的废弃物和排泄物。包括：废弃的生活物品，厨房炊事产生的厨余垃圾，炉灶、锅炉产生的炉渣，人粪尿以及家庭圈养禽畜产生的畜禽粪便等。

#### 1.2.4 村镇室内空气污染

特指村镇居民住所的室内空气污染。

## 2 村镇生活污染源

### 2.1 村镇生活污水来源

村镇生活污水来源于村镇居民住所的厕所、卫生间、厨房和洗衣机等处的排水。

### 2.2 村镇生活垃圾来源

村镇生活垃圾来源于村镇居民日常生活废弃的物品、厨余垃圾、炊事及洗浴取暖产生的炉渣（灰烬），以及庭院种植产生的废弃秸秆、污水处理产生的污泥和家庭圈养禽畜产生的畜禽粪便。

## 2.3 村镇空气污染来源

村镇生活的空气污染主要为室内污染，来源于锅炉、炉灶、暖炕等燃烧燃料产生的含尘废气，以及炊事油烟等。使用氟、砷、硫含量高的煤炭，还会造成氟、砷、硫等氧化物的污染。

## 3 村镇生活环境污染控制

### 3.1 村镇生活污水污染控制

#### 3.1.1 村镇生活污水的污染负荷

##### 3.1.1.1 村镇生活污水水量的确定

村镇生活污水水量应进行实地测量，或按照表 1 中的参数估算。

表 1 村镇居民人均生活污水量（升/人·天）

类型	黑水	灰水		生活污水 (黑水、灰水的混合水)
		南方	北方	
村庄（人口≤5000 人）	20	45~110	35~80	80
村镇（人口 5000--10000 人）	30	85~160	70~125	100

##### 3.1.1.2 村镇生活污水水质的确定

污水水质应按实测值确定，无实测条件时可参考同类型污水水质资料或按照表 2 的参数估算。

表 2 村镇生活污水水质（mg/L）

指 标	黑 水	灰 水		生活污水 (黑水、灰水的混合水)
		南 方	北 方	
COD	1000~2000	150~250	200~350	205
NH <sub>3</sub> -N	120~180	7~25	10~40	50
TP	20~60	0.3~4	2~7	5.5

注：根据《全国饮用水源地基础数据调查源强系数》，参考太湖流域农村生活污染源调查数据，农村居民生活污水量排放系数取 80 升/人·日，化学需氧量排放系数取 16.4 克/人·日，氨氮取 4.0 克/人·日。人均 COD 排放量/人均用水量=平均浓度。

#### 3.1.2 村镇生活污水收集系统

##### 3.1.2.1 庭院污水单独收集系统

庭院污水收集系统是最基本的污水收集单元。通常人口在 5 人以下的家庭，污水量通常不大于 0.5m<sup>3</sup>/d。将厕所化粪池（上清液）和厨房、洗衣、洗浴等排放的污水统一收集，并排放至设在庭院内的污水处理设施。庭院收集系统可参见图 1。

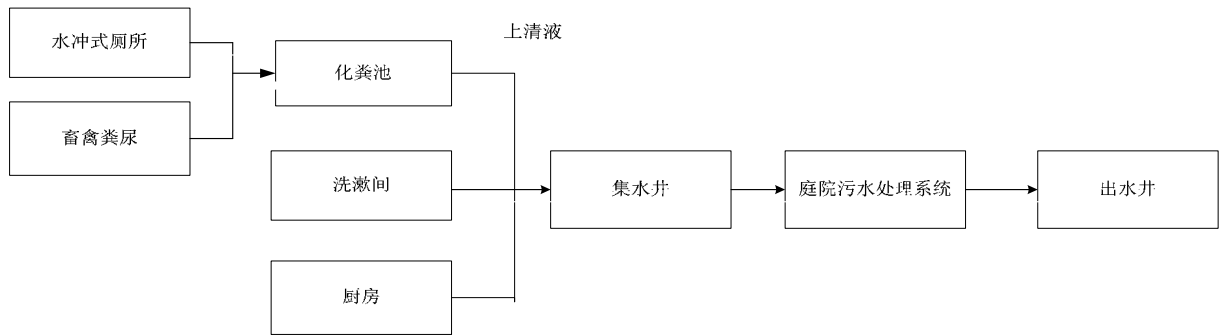


图1 庭院污水收集系统示意图

### 3.1.2.2 多户连片污水分散收集系统

为降低污水收集系统的建设投资，本着“因地制宜”的污水收集方针，将相互毗邻的农户，在庭院污水收集的基础上，根据村镇庭院的空间分布情况和地势坡度条件，将各户的污水用管道或沟渠成片收集。

多户连片污水分散收集意味着可实行多户连片污水的分散处理，多户连片的污水分散处理设施宜就地布置在村民聚居点或村落的附近。

多户连片污水收集系统收集的污水量通常宜在  $0.5 \text{ m}^3/\text{d}$  以上，服务人口通常宜在 5-50 人，服务家庭数宜在 2-10 户或根据农户地理地形位置在 10 户以上的一定范围内。

多户连片分散收集系统适用于布局分散的村镇中相对集中分布的聚居点或村落。具体示意于图 2。

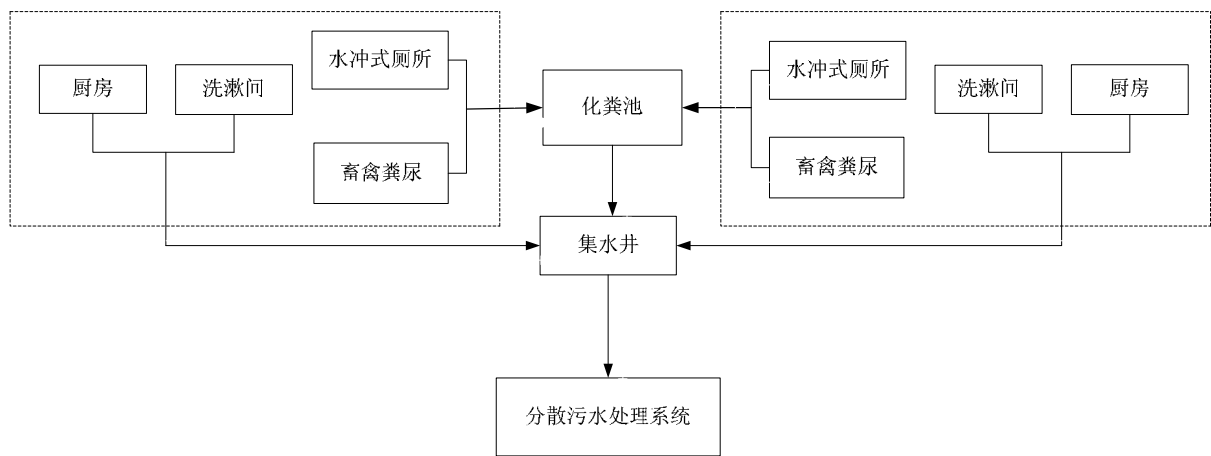


图2 多户连片污水收集系统示意图

### 3.1.2.3 污水集中收集系统

集中式污水收集系统是将全村污水进行集中收集后统一处理的污水收集类型，依据村庄或村镇的规模或居住人口数量，村庄污水集中收集规模通常为：服务人口 50~5000 人，服务家庭数 10~1000 户，污水收集量  $5\sim 500 \text{ m}^3/\text{d}$ ；村镇污水收集规模通常为：服务人口 5000~10000 人，服务家庭数 1000~5000 户，污水收集量  $500\sim 1000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

村镇建设集中式污水收集系统，宜在庭院收集的基础上，将农户的污水排至村镇公共排水系统进行收集，再排至污水集中处理系统进行处理。集中式污水收集系统宜在北方平原地区或非水网的南方平原

地区、村镇居民居住集中、人口相对密集的村镇采用。

村镇污水的集中收集与处理系统应因地制宜，灵活布置，审慎决策。应根据本地区自然地理情况，尽可能减少管网长度，简化污水收集系统，节省管网建设资金。

污水集中收集系统示意于图 3。

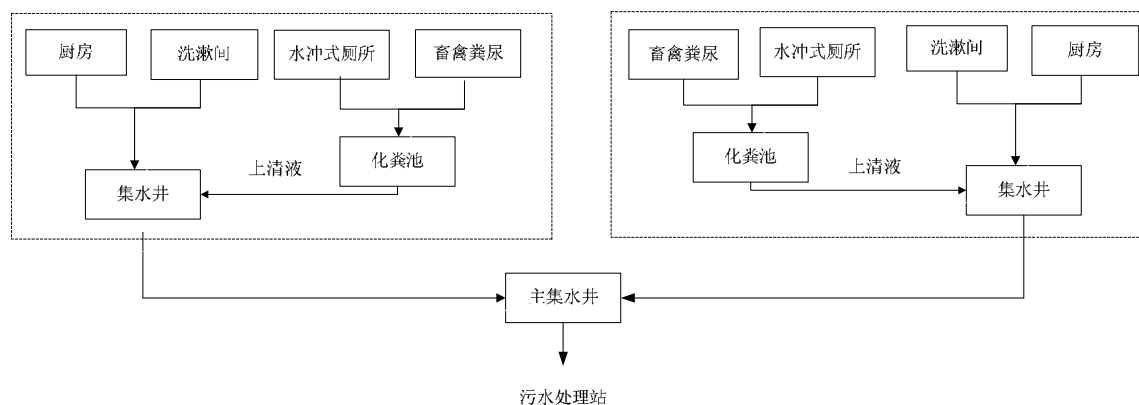


图 3 污水集中收集系统示意图

### 3.2 村镇生活垃圾收集与污染控制

#### 3.2.1 村镇生活垃圾的污染负荷

村镇生活垃圾产生量，通常应实测确定。如无实测资料，可参照《村镇规划标准》（GB50188-2007）中的参数确定，即人均垃圾产生量为 1~1.2kg/人·天。当实行分类收集时，不计可生物降解的有机垃圾和渣土、砖瓦等惰性垃圾，人均垃圾量实为 0.1~0.3kg/人·天。

村镇生活垃圾污染防治的重点应针对有机垃圾和惰性垃圾以外的固体废弃物。

#### 3.2.2 村镇生活垃圾收集系统

##### 3.2.2.1 建立“户、村、乡、县四位一体”的农村生活垃圾收集与处理处置系统

建立“户、村、乡、县四位一体”的农村生活垃圾收集与处理处置系统，即：实行户分拣，村收集、乡转运、县处理的农村生活垃圾收集与处理处置系统。

农村生活垃圾的污染防治应在村民及农户之间普及垃圾的分拣，农村生活垃圾应优先选择就地处理处置，避免垃圾的无谓运输，只将少量不适合就地处理处置的垃圾送往当地集中处理处置中心处置。

农村垃圾的就地处理和无害化处置，应优先选择填埋（惰性垃圾）方式和垃圾（有机垃圾）发酵堆肥的方式。

##### 3.2.2.2 农户的垃圾分类与分拣

农村生活垃圾的分类分拣，首先应由每户对自家垃圾进行分拣、分装。垃圾的分拣与分装应以下分类进行：

- (1) 可回收利用类垃圾，包括可出售的纸类、金属、塑料、玻璃等；

(2) 渣土、砖瓦等惰性垃圾，主要包括煤灰、砖、瓦、石、土、陶瓷等；

(3) 可生物降解的有机垃圾（可腐烂的垃圾），主要包括剩饭剩菜，蛋壳果皮，菜帮菜叶以及落叶、秸秆、野草、人畜粪便等；

(4) 家庭有毒有害垃圾，主要包括废电池、废日光灯管、废水银温度计、废弃电子产品、农药药瓶等；

(5) 其余垃圾，指前四类生活垃圾单独收集后的剩余垃圾，主要包括各类包装废弃物、废弃生活物品以及其他日用品消费后产生的垃圾。

### 3.2.2.3 村庄的垃圾收集系统

村庄应按以下要求设专人收集各家各户的垃圾：

(1) 监督以农户为单位对各类生活垃圾进行分类和分拣、分装；

(2) 将渣土、砖瓦等惰性垃圾集中运送到村庄指定地点就地填埋处置或应用于路面硬化；

(3) 将可生物降解的有机垃圾集中运送到村庄（或连片）设立的垃圾堆肥场进行堆肥还田处置；

(4) 将废品类可回收利用物资集中出售给物资回收部门；

(5) 将有毒有害垃圾和其他不可就地处置的生活垃圾集中转运到乡镇政府专门设定的生活垃圾集运站。

### 3.2.2.4 县、乡垃圾集中收集系统

县或乡级人民政府应根据本地区实际情况，应在确定合理收集半径的前提下，建立生活垃圾集中收集和处理处置系统，并明确本地区村镇生活垃圾集中收集和处理处置系统的布局和服务范围。

县（乡，或若干邻近的乡，或若干邻近的行政村）应建立生活垃圾集中收集服务机构，统一收集服务区域内各村庄（集居点）排放的垃圾；集中收集和处理处置的村镇生活垃圾种类应限于家庭有毒有害垃圾和其他不可就地处置的生活垃圾。

## 3.3 村镇室内空气污染防治

村庄和村镇的空气污染应重点针对村民居住环境的室内空气污染控制。室内空气污染防治的有效策略在于改革农村居民的燃料结构，废除落后的农户直燃柴灶，发展清洁能源和节能炉灶。包括：民用型煤、低污染燃煤炉、节柴灶、节能炕连灶，以及沼气、太阳能等新能源的使用。

## 4 村镇生活污染防治最佳可行技术

### 4.1 村镇生活污水污染防治最佳可行技术

#### 4.1.1 村镇生活污水污染防治最佳可行技术路线

4.1.1.1 村镇生活污水污染防治的主要任务包括污水的收集、处理与利用。村镇生活污水污染防治应优先考虑因地制宜地进行污水的收集、处理和利用，应积极实行污水的资源化利用，在村镇内削减污染负荷，并严格控制污染物向水体环境的排放。

4.1.1.2 为提高污水处理效率，有条件的地方应实行黑水与灰水的分离，分别收集并进行粪便处理；黑水

处理排出的上清液宜与厨房炊事、洗衣和洗浴等灰水混合成生活污水，经处理后可农业利用或达标排放。

4.1.1.3 生活污水的处理应优先选择适用于村庄和村镇的污水简易处理工艺；处理出水应以就地利用消纳为主，达到相应排放要求后可回用于农灌、绿化及其他用途。

4.1.1.4 没有条件实现黑水、灰水分离的村庄和村镇，对黑灰混合的生活污水处理应采用具有较高处理效率的污水处理标准技术，处理出水可根据水质和当地环境情况进行就地消纳、回用或排入水体。

4.1.1.5 居住分散的农户可采用庭院式污水处理系统进行就地收集、处理；居住相对集中的若干农户，可在庭院式污水收集系统基础上实行多户连片的污水收集、处理系统；人口密集的村镇、集镇、村庄，可在多户连片收集系统的基础上，建立污水集中收集、处理系统；生活污水处理系统的处理后出水可根据出水水质及当地环境情况进行农灌回用、就地利用消纳或排入环境水体。

#### 4.1.2 村镇生活污水污染防治最佳可行技术体系

4.1.2.1 本指南针对村镇生活污水污染防治提出了三类收集系统和三类（9种）生活污水污染防治最佳可行单元技术，不同收集系统与相对应的可供选用的生活污水污染防治最佳可行单元技术见图4。

4.1.2.2 根据地区污水处理排放的环境要求，可以仅选用某一生活污水污染防治最佳可行单元技术，也可对三类单元技术进行工艺组合，从而形成村镇生活污水污染防治最佳可行工艺组合技术。

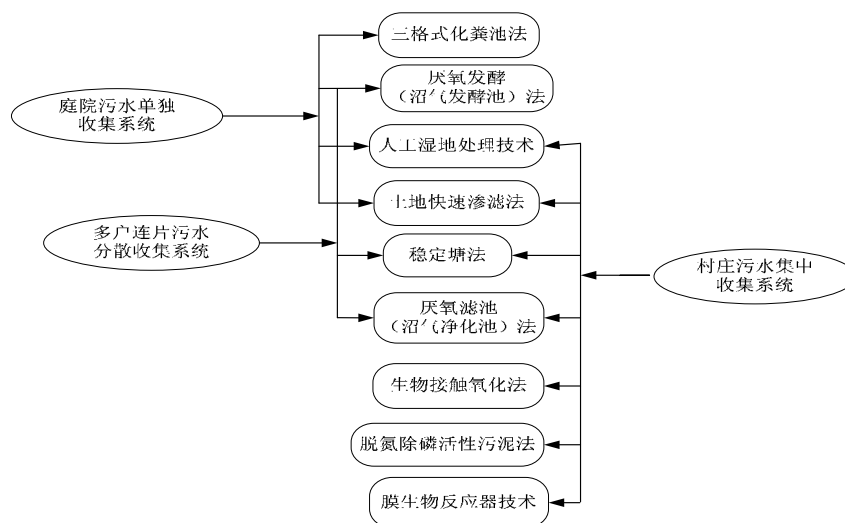


图4 不同收集系统可供选择的污水处理单元技术

#### 4.1.3 村镇生活污水污染防治最佳可行单元技术

##### 4.1.3.1 三格式化粪池法

###### (1) 技术说明

三格式化粪池是利用重力沉降和厌氧发酵原理，对粪便污染物进行沉淀、消解的污水处理设施。沉淀粪便通过厌氧消化，使有机物分解，易腐败的新鲜粪便转化为稳定的熟污泥。上清液作为化粪池的出水应进入灰水处理系统进一步处理。

三格式化粪池厌氧运行，不消耗动力。适用于水冲式厕所产生的高浓度粪便污水及家庭圈养禽畜产生的粪尿污水的预处理。



## (2) 最佳可行工艺参数

污水在三格式化粪池中的停留时间应根据污水量确定，水力停留时间（HRT）宜采用 12~24h。

污泥清掏周期应根据污水温度和当地气候条件确定，宜采用 3~12 个月。

化粪池有效深度不小于 1.3m，宽度不小于 0.75m，长度不小于 1.0m，圆形化粪池直径不小于 1.0m。

## (3) 污染物削减及排放

三格式化粪池对污染物的去除效率。COD：40%~50%，SS：60%~70%，动植物油：80%~90%，致病菌寄生虫卵：不小于 95%，TN：不大于 10%，TP：不大于 20%。

化粪池处理后出水仍然含有污染物质，不宜直接排入水体，须进入灰水处理系统进一步处理达到排放要求后方可排入环境水体，如符合农业用水标准可用于农业灌溉。

## (4) 二次污染及防治措施

在血吸虫病和其他传染病流行地区应进行粪便消毒处理。

## (5) 技术经济适用性

三格式化粪池投资成本为 500~800 元/户（个）。化粪池只需农户自行定期清掏，污泥可堆肥，日常运行管理不产生费用。

### 4.1.3.2 厌氧发酵（沼气发酵池）法

#### (1) 技术说明

厌氧发酵又称为沼气发酵，是指含有大量有机质的污水、污泥和粪便，在一定的温度和厌氧条件下，通过微生物的分解代谢，最终生成甲烷和二氧化碳等气体（沼气）的生物化学过程。

农村建设庭院独户沼气池或多户连片沼气发酵池可参照《沼气工程技术规范》(NY/T1220.1~5-2006) 设计和管理。沼气发酵池产生的沼液和沼渣收集后可作为肥料使用。

该技术适用于南方农村地区的人畜粪便及冲厕污水（黑水）的处理，当气温较低时可采取简易的保温措施（如覆盖稻草等），以保持厌氧发酵所需温度。

#### (2) 最佳可行工艺参数

沼气池池型宜采用圆筒形水压式沼气池，沼气池池墙、池底和水压间可采用混凝土结构，拱盖可采用无模拱法砖砌筑。

沼气池容积可根据家庭人口和饲养畜禽数量确定，独户沼气发酵池容积宜为 4~8m<sup>3</sup>，多户连片沼气发酵池容积应根据户数、服务人口和处理规模等情况确定。

沼气发酵池在自然温度下发酵运行时，平均产气率的设计参数可采用 0.15m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>·d，最大投料量的设计值以不大于发酵池有效容积的 90%为宜。

沼气池的主要技术参数如表 3 所示。

表 3 沼气发酵池主要技术参数

主要技术指标		设计与运行参数
产气压力	正常工作气压	≤800Pa 为宜
	池内最大气压	≤1200Pa 为宜
平均产气率（自然温度发酵）		0.15m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ·d
贮气池容积		昼夜产气量的 50%
最大投料量		≤发酵池有效池容的 90%
使用寿命		15~20 年

### (3) 污染物削减及排放

沼气发酵池对污染物的去除效率为 COD: 40%~50%; SS: 60%~70%; 致病菌寄生虫卵不小于 95%。

沼气发酵池作为黑水预处理技术，处理出水仍需进一步处理，直至达标排放。

### (4) 二次污染及防治措施

沼气发酵池的副产物沼液可收集并作为液肥直接还田利用，沼渣经脱水 and 好氧发酵等无害化处置后可作为有机肥还田利用。沼液、沼渣不能及时还田时应妥善储存，避免流失进入环境。

### (5) 技术经济适用性

沼气池投资成本为 250~350 元/m<sup>3</sup>（池容积）；运行费用低于 0.10 元/m<sup>3</sup>（发酵料液）。

#### 4.1.3.3 人工湿地处理技术

##### (1) 技术说明

人工湿地技术是模仿天然湿地生态自净效应的一类污水处理工程净化技术，将污水有控制地投配到土壤-植物-微生物构成的复合系统中，污水在该系统内沿一定方向流动过程中，在土壤和耐湿植物联合作用下使污水得到净化处理。

通常采用潜流式人工湿地处理污水，处理后出水可就地利用，如用于庭院浇洒、苗圃、果园或绿地灌溉。人工湿地建设施工方便，构筑物和处理设备配置少；运行费用低廉。选择合适的植物品种还可以美化环境，改善景观。

该技术具体内容参照《人工湿地污水处理工程技术规范（HJ 2005-2010）》执行。

##### (2) 最佳可行工艺参数

潜流式人工湿地的水力负荷为 3.3~8.2 cm/d，南方略高，北方略低；潜流湿地床层深度 0.6~1.0m；水力坡度 0.01~0.02，坡向出水一端；湿地床层自下而上各层填料的分布为：夯实粘土、防水土工膜、土壤、不同粒径和功能的砾石级配区、表层种植土。

##### (3) 污染物削减及排放

人工湿地处理灰水的污染物去除效率 COD: 40%~60%，SS: 80%~90%，BOD: 60%~80%，TN: 30%~40%，TP: 50%~70%。

处理后出水宜就地利用，如用于庭院浇洒、苗圃、果园或绿地灌溉。

##### (4) 二次污染及防治措施

湿地运行过程中产生的沉淀物、截留物以及剥落的生物膜，需要定期排出。人工湿地种植的植物衰

败后应及时收割。

#### (5) 技术经济适用性

人工湿地投资成本为 300~500 元/吨水，运行费用低于 0.1 元/吨水。该技术适用于有较大空闲土地或者坑洼的地区，进行灰水处理或二级生物处理出水的再处理；可应用于农村庭院污水处理系统、小型分散污水处理系统。人工湿地适用于实行黑水与灰水分离的灰水处理，且有土地可以利用、最高地下水位大于 1.0m 的地区，南、北方均适用。湿地应远离地表、地下水源保护区。

#### 4.1.3.4 土地快速渗滤法

##### (1) 技术说明

土地快速渗滤法是将污水有控制地投配到具有良好渗透性能的土地渗滤床，在污水向下渗滤的过程中，通过过滤、沉淀、氧化、还原以及生物氧化、硝化、反硝化等一系列作用，使污水得到净化。

##### (2) 最佳可行工艺参数

土地快速渗滤处理系统应根据应用场地的土质条件进行土壤颗粒组成、土壤有机质含量等调整，使土壤渗透系数达到 0.36~0.6m/d；淹水期与干化期比值应小于 1，寒冷地区冬季应采用较长的休灌期，淹水期与干化期比值，一般为 0.2~0.3；渗滤层深度 1.5~2m，渗滤池的深度或围堤的高度应比污水设计深度至少多出 30cm，以便有较大的调节余地；年水力负荷为 5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>年~120m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>年。

##### (3) 污染物削减及排放

土地快速渗滤系统对污染物的去除效率 COD：40%~55%，SS：不小于 90%，BOD：55%~75%，TN：40%~50%，NH<sub>3</sub>-N：40%~60%，TP：50%~60%。

该系统对环境影响较小，处理出水达到相关标准后可直接用于农田、苗圃、绿地灌溉。

##### (4) 二次污染及防治措施

该工艺不需投加药剂，主要通过生化作用处理污水，不造成二次污染。快速渗滤应因地制宜的采用防渗措施。在集中供水水源防护带、含水层露头地区、裂隙性岩层和溶岩地区，不得使用土地处理系统。

##### (5) 技术经济适用性

土地快速渗滤处理系统投资成本为 300~800 元/吨水，运行费用低于 0.1 元/吨水。

该系统基本不消耗动力，管理简便，操作简单。

该技术适合于有可供利用的渗透性能良好的砂土、沙质土壤或河滩等场地条件，地下水水位大于 1.5m 的地区，进行灰水处理或二级生物处理出水的再处理；可应用于农村庭院污水处理系统、小型分散污水处理系统和大型集中污水处理系统。

#### 4.1.3.5 稳定塘法

##### (1) 技术说明

稳定塘是经过人工修整，设置围堤和防渗层的池塘，主要依靠水生生物自然净化原理降解污水中有机污染物。

稳定塘可充分利用地形，构造简单，无需复杂的机械设备和装置，建设费用低；利用自然充氧，不需要消耗动力，运行费用低廉；产生污泥量少，能承受污水水量大范围的波动；处理出水可直接用于农

田、苗圃、绿地灌溉。

#### (2) 最佳可行工艺参数

稳定塘工艺调节池水力停留时间为 12~24h；水力停留时间为 4~10d；有效水深为 1.5~2.5m。

为改善稳定塘的处理效果，美化环境，应在稳定塘内种植水生植物。同时可在塘中放养鱼类、田螺等水生生物。在常规稳定塘的基础上，向塘内投加生物膜填料，或进行鼓风曝气，或设置前置厌氧塘，可以强化稳定塘的处理效率。

#### (3) 污染物削减及排放

稳定塘工艺对污染物的去除效率 COD: 50%~65%，SS: 50%~65%，BOD: 55%~75%，TN: 40%~50%，NH<sub>3</sub>-N: 30%~45%，TP: 30%~40%。

处理后出水 COD 不大于 100mg/L，SS 不大于 30mg/L，可直接回用于农田灌溉。

#### (4) 二次污染及防治措施

格栅截留物和调节池底泥应定期清理，注意及时打捞成熟、衰败的水生植物。

#### (5) 技术经济适用性

稳定塘系统投资成本为 200~300 元/吨水，运行费用低于 0.1 元/吨水。

该系统消耗动力少，管理简便，操作简单。

该技术适用于经济欠发达，对水污染防治要求不高的农村地区，用于处理污染负荷不高的灰水，或二级生物处理出水的再处理；尤其适用于有废弃坑塘、洼地的农村。由于气候条件对稳定塘运行效果有一定影响，因此本工艺更适合在南方地区应用。

### 4.1.3.6 厌氧滤池（沼气净化池）法

#### (1) 技术说明

污水厌氧滤池（沼气净化池）是一种装填滤料的厌氧反应器。厌氧微生物以生物膜的形式生长在滤料表面，污水通过淹没的滤料床，在生物膜的吸附、代谢和滤料的截留作用下，污水中有机污染物得以分解和去除。

#### (2) 最佳可行工艺参数

生活污水厌氧滤池（沼气净化池）的总水力停留时间为 1~2d；前处理区宜组合两级厌氧发酵池，池容占总有效池容的 50%~70%。后处理区应为折流式厌氧生物滤池，宜分为四格，均与大气相通，均安放半软性填料，或安装其他高效填料；填料体积宜为后处理区容积的 30%~70%；污水发酵池进水管最小设计坡度宜为 0.04，进出水液位差应根据填料形式确定，但不宜小于 60mm。后处理区厌氧滤池应设通风孔，孔径不宜小于 100mm。

为保证污水沼气净化池正常运行，要求冬季水温保持在 10~12℃ 以上。

#### (3) 污染物削减及排放

生活污水厌氧滤池（沼气净化池）对污染物的去除效率 COD: 75%~80%，SS: 70%~90%，BOD: 80%~90%，寄生虫卵去除量不小于 95 个/L。

#### (4) 二次污染及防治措施

厌氧滤池（沼气净化池）产生的污泥应定期清理。产生的沼气要及时处置，有条件的地区可以考虑沼气收集与利用。

#### （5）技术经济适用性

该系统建设投资为 1200~1500 元/吨水。运行费低于 0.20 元/吨污水。该技术适用于庭院污水处理系统、多户连片污水处理系统和小型集中处理系统的生活污水处理。也适用于普及水冲式厕所的地区，水冲式厕所产生的黑水可直接进入该处理系统；该系统无需曝气，除进水外基本不消耗动力，运行费用低，建设投资省，适宜在农村推广。处理后出水可直接用于农田、苗圃、绿地灌溉。

### 4.1.3.7 生物接触氧化法

#### （1）技术说明

生物接触氧化技术属生物膜法处理技术，由填料和曝气系统两部分组成。在填料表面形成生物膜，污染物通过微生物分解去除，出水经沉淀池固液分离后排出。

该技术动力消耗主要来自好氧池的充氧。出水可直接回用于农田灌溉，或排入水体。

该技术具体内容参照《生物接触氧化法污水处理工程技术规范（HJ 2009-2011）》执行。

#### （2）最佳可行工艺参数

污水在生物接触氧化池内的停留时间宜为 8~12h，填料宜采用立体弹性填料或组合填料，填料层高度宜为 2.5m~3.5m，填料的填充率宜在 50~70%之间，有效水深宜为 3~5m，超高不宜小于 0.5m。

出水采用堰式出水，出水堰的过堰负荷宜为 2.0~3.0L/s·m，池底应设排泥和放空设施。向池内通入的空气量应满足气水比 15:1~20:1。

#### （3）污染物削减及排放

生物接触氧化技术对污染物去除效率 COD: 80%~90%，SS: 70%~90%，BOD: 85~95%，TN: 30%~50%，NH<sub>3</sub>-N: 40%~60%，TP: 20%~40%。

生物接触氧化法抗冲击负荷能力强，当进水氮磷污染物含量较高时，可与厌氧滤池组合使用。

#### （4）二次污染及防治措施

生物接触氧化一体化污水处理装置排泥量较活性污泥法减少 50%~70%。剩余活性污泥须经妥善处置。曝气鼓风机应加强减噪抗震措施。

#### （5）技术经济适用性

该技术通常与厌氧滤池形成地埋式组合工艺，用于对出水水质要求较高的村、镇污水集中处理。

小型生物接触氧化污水处理一体化系统的投资成本为 2000~2500 元/吨水，运行费用为 0.3~0.4 元/吨水。

该技术具有普适性。若后续增加人工湿地、土地快速渗滤、或污水稳定塘等处理系统，则适用于环境敏感地区或对出水有更高环境要求地区的生活污水处理。

#### 4.1.3.8 脱氮除磷活性污泥法

##### (1) 技术说明

脱氮除磷活性污泥法具有多种不同工艺，各类活性污泥法均具有相当高的有机污染物去除效率，适合村镇使用的作为一体化装置的活性污泥法是序批式活性污泥法（SBR）、厌氧-缺氧-好氧活性污泥法（A<sup>2</sup>O）。

本技术具体技术内容参照《厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范（HJ 576-2010）》、《序批式活性污泥法污水处理工程技术规范（HJ 577-2010）》、《氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范（HJ 578-2010）》、《升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范（HJ 2013-2012）》执行。

##### (2) 最佳可行工艺参数

进水水温 12℃~35℃，进水 pH 值 6~9，营养组合比（五日生化需氧量: 氮: 磷）为 100:5:1，反应池 BOD<sub>5</sub> 污泥负荷 0.06~0.20kgBOD<sub>5</sub>/(kgMLVSS·d)或 0.04~0.13kgBOD<sub>5</sub>/(kgMLSS·d)，反应池混合液悬浮固体平均浓度 3.0~5.0kgMLSS/m<sup>3</sup>，TN 负荷率不高于 0.05kgTN/(kgMLSS·d)，缺氧水力停留时间占反应时间比例 20%，好氧水力停留时间占反应时间比例 80%，总水力停留时间 15~30h，需氧量 0.7~1.1kgO<sub>2</sub>/kgBOD<sub>5</sub>，活性污泥容积指数 70~140mL/g，充水比 0.30~0.35。

##### (3) 污染物削减及排放

脱氮除磷活性污泥法污水处理工艺的污染物去除率 COD: 80%~90%，BOD: 85%~95%，SS: 70%~90%。

脱氮除磷活性污泥法污水处理工艺的处理出水水质通常可以满足 COD: 不大于 60mg/L，BOD: 不大于 20mg/L，SS: 不大于 20mg/L，TN: 不大于 20mg/L，NH<sub>3</sub>-N: 不大于 8（15）mg/L（括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标），TP: 不大于 1mg/L。

##### (4) 二次污染及防治措施

剩余污泥应设置污泥池并定期清理，曝气鼓风机应加强减噪抗震措施。

##### (5) 技术经济适用性

该技术适用于经济较发达，对水污染防治要求较高的农村地区，对于出水排入敏感地区尤为适用。

在处理设施为构筑物形式时，投资成本约为 1200~2000 元/吨水，采用小型一体化设备形式时，投资成本约为 2000~2500 元/吨水。

本技术适用于生活污水除磷脱氮处理。

#### 4.1.3.9 膜生物反应器技术

##### (1) 技术说明

膜生物反应器污水处理工艺（MBR），是以分离膜（通常采用超滤膜）为过滤介质，将生物降解反应与膜分离技术相结合，在一个反应器内完成生物反应和固液分离过程。

该技术具有处理效率高、出水水质好、设备紧凑、占地面积少、抗冲击负荷能力强，剩余污泥减少 50%~70%，并可实现无人值守等优点。

该技术具体内容参照《膜生物法污水处理工程技术规范（HJ 2010-2011）》执行。

## (2) 最佳可行工艺参数

当调节池进水的动植物油含量大于 50mg/L, 矿物油大于 3mg/L 时, 应设置除油装置。污水好氧生化处理, 进水 BOD<sub>5</sub>/COD<sub>Cr</sub> 宜大于 0.3。膜生物反应池进水 pH 值宜为 6~9。污泥负荷 Fw 宜为 0.1~0.4 kg/kg.d; MLSS 宜为 3~10 g/L; 水力停留时间宜为 4~8h。

## (3) 污染物削减及排放

处理后出水水质可以满足污水排放 COD: 不大于 60mg/L, BOD: 不大于 20mg/L, SS: 不大于 20mg/L, TN: 不大于 20mg/L, NH<sub>3</sub>-N: 不大于 15mg/L, TP: 不大于 1mg/L 的要求。与厌氧滤池组合使用时, 出水水质可以满足 COD: 不大于 50mg/L, BOD: 不大于 10mg/L, SS: 不大于 10mg/L, TN: 不大于 15mg/L, NH<sub>3</sub>-N: 不大于 5 (8) mg/L (括号外数值为水温>12℃时的控制指标, 括号内数值为水温≤12℃时的控制指标), TP: 不大于 0.5mg/L 的要求。

## (4) 二次污染及防治措施

剩余污泥应设置污泥池并定期清理, 曝气鼓风机应加强减噪抗震措施。

## (5) 技术经济适用性

该技术适用于经济较发达、对水污染防治要求较高的地区, 对于出水去向水体为水源保护区、环境敏感区的地区尤为适用。

MBR 一体化装置的建设投资成本约为 2500~3000 元/吨水, 运行费用 0.6 元/吨水~1 元/吨水。

### 4.1.4 村镇生活污水污染防治最佳可行单元技术的设计运行参数

村镇生活污水污染防治最佳可行单元技术可分为: 庭院式黑水预处理技术 (三格式化粪池和沼气发酵池)、人工生态灰水处理技术 (人工湿地、土地快速渗滤、稳定塘) 和二级生物处理技术 (厌氧滤池、生物接触氧化法、脱氮除磷活性污泥法、膜生物反应器) 等三类。各类单元技术对于处理普通生活污水或其二级生物处理出水的具体性能和设计运行参数见表 4。

表 4 村镇生活污水污染防治最佳可行单元技术参数表

处理技术	主要技术指标	去除效率	适用范围
三格式化粪池	污水停留时间宜为 12~24h; 污泥清淘周期宜为 3~12 个月。化粪池有效深度不小于 1.3m, 宽度不小于 0.75m, 长度不小于 1.0m。	污染物去除效率 COD: 40%~50%, SS: 60%~70%, 动植物油: 80%~90%, 致病菌寄生虫卵: 不小于 95%。	农户庭院式污水处理系统黑水的预处理 (水冲式厕所产生的高浓度粪便污水及家庭圈养禽畜产生的粪尿污水)。
沼气发酵池	正常工作气压≤800Pa 为宜; 平均产气率 0.15m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .d; 贮气池容积昼夜产气量的 50%; 最大投料量沼气池池容的 90%。	污染物去除效率 COD: 40%~50%, SS: 60%~70%, 致病菌寄生虫卵: 不小于 95%。	农户庭院式污水处理系统 (气候温暖地区的黑水预处理)。
人工湿地	水力负荷 3.3-8.2 cm/d; 潜流湿地床层深度 0.6~1.0m; 水力坡度 0.01~0.02, 坡向出水一端。	污染物去除率 COD: 40%~60%; BOD: 60%~80%; SS: 80%~90%; TN: 30%~40%; TP: 50%~70%。	各种规模的污水收集和处理系统的灰水处理。可实行黑、灰水分离且有土地可以利用、最高地下水位大于 1.0m 的地区。
土地快	土壤渗透系数达到 0.36~0.6m/d;	污染物去除率 COD: 40%~	各种规模的污水收集和处理系统的

速渗滤	淹水期与干化期比值应小于1, 淹水期与干化期比值为0.2~0.3; 渗滤层深度1.5m~2m。	55%; BOD: 55%~75%; SS≥90%; TN: 40%~50%; NH <sub>3</sub> -N: 40%~60%; TP: 50%~60%。	灰水处理。有渗透性能良好的砂土、沙质土壤或河滩, 地下水水位大于1.5m的地区。
稳定塘	调节池水力停留时间为12~24h; 水力停留时间为4~10d; 有效水深为1.5~2.5m。	污染物去除率 COD: 50%~65%; BOD: 55%~75%; SS: 50%~65%; NH <sub>3</sub> -N: 30%~45%; TN: 40%~50%; TP: 30%~40%。	多户连片污水收集系统和集中式污水收集系统。经济欠发达, 环境要求不高的村镇地区, 拥有坑塘、洼地的村镇。
厌氧滤池	总水力停留时间2~3d; 前处理区池容占总有效池容的50%~70%。后处理区安放填料; 填料体积宜为后处理区容积的30%~70%。	污染物去除率 COD: 75%~80%; BOD: 80%~90%; SS: 70%~90%; 寄生虫卵≥95(个/L)。	多户连片污水收集系统和集中式污水收集系统。普及水冲式厕所的地区。
生物接触氧化法	污水停留时间宜为3~4h, 填料层高度宜为2.5~3.5m, 有效水深宜为3~5m, 向池内通入的空气量应满足气水比5:1~20:1。	污染物去除率 COD: 80%~90%, BOD: 85%~95%; SS: 70%~90%; 寄生虫卵≥95(个/L)。TN: 30%~50%, NH <sub>3</sub> -N: 40%~60%, TP: 20%~40%。	多户连片污水收集系统和集中式污水收集系统。处理出水水质要求较高的村、镇污水处理。
脱氮除磷活性污泥法	进水水温12~35℃, 进水pH值6~9, 营养组合比为100:5:1, 总水力停留时间15~30h, 需氧量0.7~1.1 kgO <sub>2</sub> /kgBOD <sub>5</sub> , 充水比0.30~0.35。	污染物去除率 COD: 80%~90%, BOD: 85%~95%, SS: 70%~90%。	多户连片污水收集系统和集中式污水收集系统。对于处理出水排入敏感地表水体的地区尤为适用。
膜生物反应器	进水pH值宜为6~9。污泥负荷Fw宜为0.1~0.4 kg/kg.d; MLSS宜为3~10 g/L; 水力停留时间宜为4~8h。	处理后排放浓度: BOD <sub>5</sub> 不高于20mg/L, COD <sub>Cr</sub> 不高于60mg/L, SS不高于20 mg/L, NH <sub>3</sub> -N不高于15mg/L, TN不高于20mg/L, TP不高于1mg/L。	多户连片污水收集系统和集中式污水收集系统。经济发达, 对处理出水要求较高, 排水去向为水源保护区和环境敏感区的地区尤为适用。

#### 4.1.5 村镇生活污水污染防治最佳可行单元技术的污水处理工艺组合

村镇生活污水处理最佳可行工艺技术见表5。

**表5 村镇生活污水污染防治最佳可行工艺组合技术**

序号	工艺组合技术	适用性与排放指标
1	三格式化粪池+人工湿地	农户庭院污水处理(污水排放 COD: 不大于100mg/L, BOD: 不大于30mg/L, SS: 不大于30mg/L, NH <sub>3</sub> -N: 不大于25(30)mg/L, TP: 不大于3mg/L)
2	三格式化粪池+土地快速渗滤	
3	沼气发酵池+人工湿地	
4	沼气发酵池+土地快速渗滤	
5	三格式化粪池+厌氧滤池+人工湿地	多户连片污水处理和村镇集中式污水处理(污水排放 COD: 不大于60mg/L, BOD: 不大于20mg/L, SS: 不大于20mg/L, TN: 不大于20mg/L, NH <sub>3</sub> -N: 不大于8(15)mg/L, TP: 不大于1mg/L)
6	三格式化粪池+厌氧滤池+土地快速渗滤	
7	三格式化粪池+厌氧滤池+稳定塘	



8	三格式化粪池+厌氧滤池+生物接触氧化	多户连片污水处理和村镇集中式污水处理（污水排放 COD：不大于 50mg/L，BOD：不大于 10mg/L，SS：不大于 10mg/L，TN：不大于 15mg/L，NH <sub>3</sub> -N：不大于 5（8）mg/L，TP：不大于 0.5mg/L。）
9	三格式化粪池+厌氧滤池+活性污泥法	
10	三格式化粪池+厌氧滤池+膜生物反应器	
11	三格式化粪池+厌氧滤池+生物接触氧化+人工湿地	多户连片污水处理和村镇集中式污水处理（污水排放 COD：不大于 30mg/L，BOD：不大于 5mg/L，SS：不大于 10mg/L，TN：不大于 10mg/L，NH <sub>3</sub> -N：不大于 5mg/L，TP：不大于 0.5mg/L。）
12	三格式化粪池+厌氧滤池+生物接触氧化+土地快速渗滤	
13	三格式化粪池+厌氧滤池+生物接触氧化+稳定塘	
14	三格式化粪池+脱氮除磷活性污泥法+人工湿地	
15	三格式化粪池+脱氮除磷活性污泥法+土地快速渗滤	
16	三格式化粪池+脱氮除磷活性污泥法+稳定塘	

#### 4.1.6 村镇生活污水污染治理设施运行注意事项

4.1.6.1 水处理设施的所有构筑物均应做好防渗处理，避免污染地下水。鼓励采用生活污水处理组合式一体化装置。

4.1.6.2 格栅截留物、沉砂池浮渣、沉渣、池体底泥宜定期清理，采用简易堆肥进行无害化处置后，可作为农田或林地用肥。注意控制人工湿地、稳定塘中植物的密度，控制水生植物生长，同时应及时打捞成熟、衰败的水生植物和捕捞鱼类。

4.1.6.3 人工湿地运行中必须注意避免堵塞。北方地区冬季需考虑对人工湿地、沼气净化池等采取保温措施，可采用秸秆覆盖的方式。为保证冬季的运行效果，宜适当延长污水水力停留时间。

4.1.6.4 土地渗滤处理设施，宜定期松土以防止土地渗滤床堵塞和板结。北方寒冷地区在冬季来临之前宜采取措施，使污水稳定、连续渗入。

4.1.6.5 厌氧发酵池宜保持较高的处理效率，每年应做大修维护，应定期检查气密性，应经常检查输气管道是否漏气和堵塞，并及时维修和更换。

### 4.2 村镇生活垃圾污染防治最佳可行技术

#### 4.2.1 村镇生活垃圾污染防治最佳可行技术路线

##### 4.2.1.1 村镇生活垃圾处理的技术原则

- (1) 在村镇居民和农户中普及垃圾分类；
- (2) 对无毒无害的生活垃圾坚持就地处置，使外运的生活垃圾量最小化；
- (3) 对无毒无害的生活垃圾有针对地采用低成本、低能耗的简易处理技术。

##### 4.2.1.2 村镇生活垃圾分类处理途径示意图

村镇生活垃圾的最佳可行处理处置途径可化规为两类，即：就地处理或资源化回收类和外运集中处理类。村镇生活垃圾分类处理与处置技术途径见图 5。

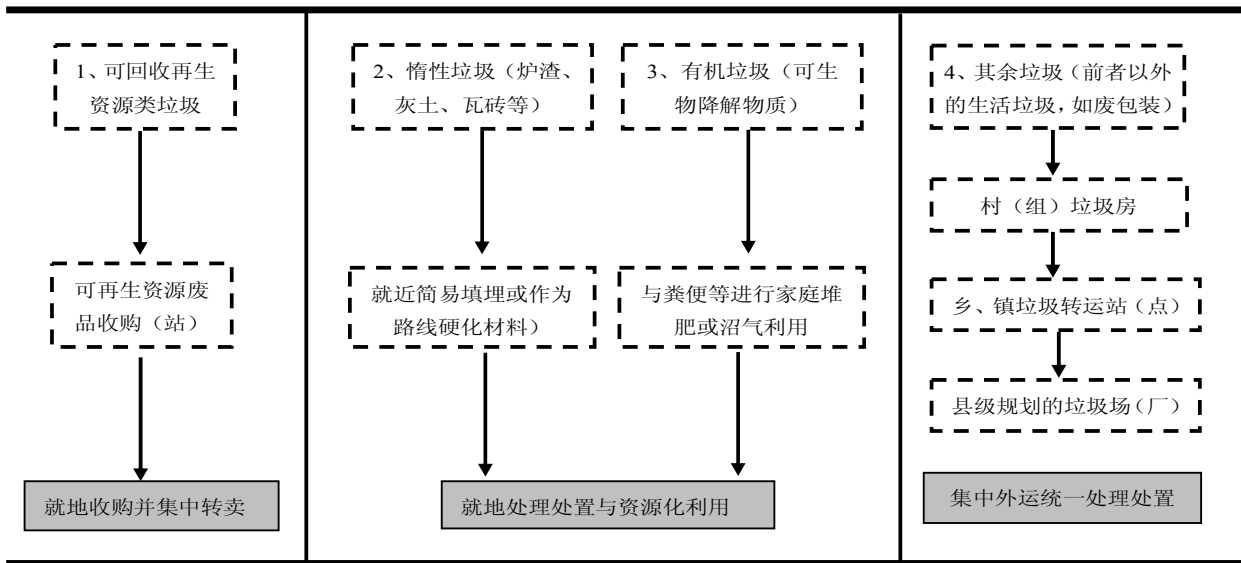


图5 村镇生活垃圾分类处理与处置的最佳可行技术途径

## 4.2.2 村镇生活垃圾污染防治最佳可行技术

### 4.2.2.1 分拣与分类收集技术

- (1) 应按照村镇生活垃圾分类，加强对村镇居民和农户实施垃圾分类的教育和管理。
- (2) 应向村民发放垃圾分拣包装物并在小区和村庄设置不同颜色的垃圾分类收集箱。
- (3) 村镇生活垃圾的收集应做好密封和防渗漏，不宜使用露天垃圾槽堆存垃圾，有毒有害垃圾应采取妥善的收集、存放场所或装置。

### 4.2.2.2 简易填埋技术

#### (1) 技术说明

简易填埋是针对村镇居民排放或废弃的炉渣、灰土和砖瓦等无毒无害的惰性垃圾，结合村镇生活垃圾处理实际需要，不考虑针对有机物腐败分解污染防治工程措施，进行堆存填埋的垃圾处理特别技术。

简易填埋处理可在县级垃圾处理规划指导下，由乡镇单位进行规划实施。

简易填埋垃圾不应混入包装类垃圾，如有混入，应严格控制在5%以下。

符合环境管理要求的惰性垃圾可以作为村庄道路硬化的材料直接加以利用。

#### (2) 最佳可行工艺参数

简易填埋处理场的最终处置目标，应结合造地进行林地复垦，实施植树造林。

简易填埋处理，可将垃圾堆高或填平低洼坑塘沟洞，垃圾堆高的高度或填平的深度控制 $\pm 10$ 米以内。

简易填埋处理一般采用自然防渗方式，应尽可能选择在土质抗渗透性强、土层厚、地下水位较深、远离居住和人口聚集区、地质较稳定的地方。

就地实施惰性垃圾简易填埋时，场址宜选在村庄主导风向下风向，应优先选用废弃坑地，应选择远离水源地和耕地的适合填埋的场所，如取水井周围，或河滩地等，不可设在村庄水源保护范围内。

#### (3) 二次环境污染控制

惰性垃圾的填埋处置，应因地制宜地使用天然的廉价防渗材料，采用简易防渗处理技术（如铺设粘土

层),防止对地下水和地表水的污染。

简易填埋场周围需设置简易的截洪、排水沟,防止雨水侵入。填埋作业时要坚持及时对垃圾覆土,并采取消毒、灭蝇措施。

#### (4) 技术经济适用性

该技术适用于不可腐烂垃圾,包括燃煤炉渣、建筑灰土、废弃砖瓦等惰性垃圾的处理。填埋的惰性垃圾中混入的少量有机垃圾经过1年左右基本腐熟,经筛拣后可以作为改良土壤使用。必要时,场地可循环使用。

除了人工成本外,简易填埋处置基本无须建设投资。但应设专人负责填埋场地的日常管理,维护场地使用规则,保持场地环境卫生。

### 4.2.2.3 庭院堆肥(开放式好氧堆肥)资源化利用技术

#### (1) 技术说明

庭院堆肥采用开放式好氧堆肥方法,可在庭院内圈围成1立方米左右的空间,用于堆放可腐烂的有机垃圾,围栏材料可就地取材(如荆条、木条、钢筋或其他材料)。

#### (2) 最佳可行工艺参数

简易式堆肥,堆高在1.5m左右,断面面积在1m<sup>2</sup>左右;堆肥时间一般2~3个月以上。堆肥场地可选择庭院内,用以消纳自家产生的有机垃圾和人畜粪便。堆肥装置底部可作防渗处理,再覆盖0.1m的碎石作导气层进行自然通风、供氧。

判断堆肥腐熟程度,可以根据其颜色、气味、秸秆硬度、堆肥浸出液、堆肥体积来判断。堆肥控制:碳氮比,20~30:1;腐化系数,为30%左右;堆肥的起始含水率,一般为50%~60%;密度为350kg/m<sup>3</sup>~650kg/m<sup>3</sup>;含氧量,保持在5%~15%之间比较适宜。腐熟后的堆肥可自然风干,3~4周后即可作为有机肥直接利用。

独户家庭的堆肥处理装置,可就地取材(如木条、树木枝桠、砖石、钢筋或其他材料),在庭院或田间围成1m<sup>3</sup>左右的空间,用于堆放可堆肥的有机垃圾。堆肥时间一般2个月以上。

#### (3) 消耗及污染物排放

有机垃圾集中堆肥过程中会产生恶臭,在庭院里进行家庭堆肥处理需要远离居室和水井,表面需用土覆盖,堆肥装置宜设在庭院角落;堆肥产生的渗滤液可用于堆肥拌料和就地利用于庭院种植施肥,堆垛应覆盖遮雨材料,防止雨水淋洗堆垛造成环境污染。

#### (4) 技术经济适用性

与集中、大型的好氧堆肥系统相比,庭院式堆肥具有简便实用、无费用和实现源头减量化等特点。

该技术适用于村镇独户家庭产生的可生物降解的有机垃圾(可腐烂的垃圾)的无害化处理和资源化利用。

### 4.2.2.4 好氧堆肥资源化利用技术

#### (1) 技术说明

好氧堆肥技术是利用微生物高温(不低于65℃)腐熟原理,将有机垃圾降解并转化为有机肥的过程,

包括开放式好氧堆肥法和密闭式好氧堆肥法。

开放式好氧堆肥法采用机械或人工方式把堆肥物料堆成长条形或圆形的堆垛，借助翻垛的自然复氧，经过较长时间（2~3个月）堆腐，最终形成有机肥料。

密闭式好氧堆肥法相对于开放式好氧堆肥法而言是一种快速堆肥技术，通过采取强制通风和（或）机械翻堆方式提供堆肥的好氧条件，依靠微生物的吸收、氧化、分解作用，将有机类垃圾分解为植物可利用态，实现有机物稳定化、无害化的过程。

#### （2）最佳可行工艺参数

在堆肥过程中，微生物对有机物的好氧分解是在堆料间隙中垃圾颗粒表面的一层液态膜中进行的。改善垃圾颗粒间隙生态微环境的主要方法是控制堆体的碳氮比、含水率、温度、孔隙率等；碳氮比：25~40；含水率：40%~55%；含氧量：16%~18%；温度：55℃~65℃；pH值：6.5~7.5。

通常一次发酵时间为7~15天，二次发酵时间为15~30天，整个堆肥周期为30~45天。有机物经过堆肥腐熟后，可进一步加工成有机肥或有机无机复混肥。

#### （3）能耗及污染物排放

密闭式垃圾堆肥的能源消耗主要是采用机械方式翻堆的设备油耗或电耗，包括维持好氧状态的风机、堆肥物料的粉碎搅拌及自动控制等设备运转所消耗的电力资源。

密闭式垃圾堆肥过程中会产生恶臭气体，包含硫氢化合物、氮氢化合物、甲烷、二氧化碳等，此外，还会产生少量垃圾渗滤液。

#### （4）技术经济适用性

开放式好氧堆肥资源化利用技术适用于农村生活有机垃圾规模化集中式快速堆肥，处理可腐烂的有机生活垃圾、人畜粪便以及村镇生活污水处理产生的污泥等。产生的堆肥产品是肥效较好的优质有机肥，可施于各种土壤和作物。

堆肥场建设投资省，除需配备必要的垃圾运送、堆肥工具以及日常管理设施外，只需平整一块土地作为堆场。运行成本低，运行费主要是用于收集、分拣人工费、运输车辆油耗及少量清洁用水等；维护费仅用于运输车辆、收集容器、堆肥设施的维护，堆肥过程中无水、电、药耗等。

垃圾堆熟后，有机质结构、颗粒大小、含水率等指标更适合农用，可以生产复混有机肥，即将堆肥产品烘干、粉碎后按一定比例与磷酸铵、氯化钾、过磷酸钙等混合造粒后成为优质缓释复合肥。

### 4.2.2.5 厌氧发酵产沼气资源化利用技术

#### （1）技术说明

厌氧发酵产沼气法生活垃圾处理处置技术，与沼气发酵池法处理粪尿污水相同（详见3.1.3.2），可对村庄单独收集的有机垃圾以及人畜禽粪便一并进行处理。

有机物质（如厨余垃圾、人畜家禽粪便、秸秆、杂草等）在一定的水分、温度和厌氧条件下，通过种类繁多、数量巨大、且功能不同的各类微生物的分解代谢，最终生成甲烷和二氧化碳等混合性气体（沼气）。

该技术具有过程可控、易操作、降解快、过程全封闭，回收利用率高等特点，人畜禽粪、作物秸秆、

杂草菜叶、有机污水等都可以作为沼气发酵原料。厌氧消化技术在消纳大量有机废物的同时，可获得高质量的沼气，可作为村镇新能源，实现生物质能的多层次循环利用。

### (2) 最佳可行工艺参数

厌氧发酵池污泥浓度介于 10gvss/L~30gvss/L 之间，原液 pH=6~8，发酵过程有机酸浓度不超过 3000mg/L 为佳（以乙酸计）。当池温在 20℃ 以上时，产气率可达 0.4m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>·d；当池温不低于 15℃ 时，不低于 0.15m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>·d。

### (3) 能耗及污染物排放

发酵的能源消耗主要用于维持厌氧反应温度和污泥泵、污水泵（进出料系统）、搅拌设备和沼气压缩机等设备的运转。人及畜禽粪便配合一定比例的秸秆等含碳有机物，通过厌氧消化产生沼气，同时副产沼液、沼渣；沼液可直接还田利用，沼渣应进行高温好氧堆肥利用。

### (4) 技术经济适用性

该技术适用于餐余、人畜禽粪、秸秆、生活污水污泥等有机垃圾的集中处置。当气温较低时可采取保温措施以达到厌氧发酵温度要求。

#### 4.2.2.6 生活垃圾集中处理处置技术

当具备集中运输条件，为了减少污染，应就近集中进行卫生填埋或焚烧处理。卫生填埋处理按照现行生活垃圾卫生填埋场有关标准执行，垃圾焚烧按照现行生活垃圾焚烧厂有关标准执行。

#### 4.2.2.7 村镇生活垃圾污染防治最佳可行技术一览表

村镇生活垃圾污染防治最佳可行技术见表 6。

**表 6 村镇生活垃圾污染防治最佳可行技术一览表**

最佳可行处置技术	技术参数	适用范围
简易填埋处置技术	场址应选在工程地质条件稳定的地区，应远离村庄，应特别注意避开地质灾害容易发生的地区；垃圾中不允许混入包装类垃圾，应严格控制在 5% 以下。	炉渣，建筑垃圾、灰土等惰性垃圾填埋。
简易（开放）式好氧堆肥资源化利用技术	堆肥腐熟程度根据其颜色、气味、秸秆硬度、堆肥浸出液、堆肥体积来判断。碳氮比：25：1；腐化系数，为 30% 左右；堆肥的起始含水率：50%~60%；含氧量：5%~15%；密度：350kg/m <sup>3</sup> ~650kg/m <sup>3</sup> 。	农村生活有机垃圾的村庄集中堆肥或单个农户的庭院堆肥。
密闭式高温好氧堆肥资源化利用技术	改善垃圾颗粒间隙生态微环境的主要方法是控制堆体的碳氮比、含水率、温度、孔隙率等；碳氮比：25~40；含水率：40%~55%；含氧量：16%~18%；温度：55℃~65℃；pH 值：6.5~7.5。通常一次发酵时间为 7~15 天，二次发酵时间为 15~30 天，整个堆肥周期为 30~45 天。	有机垃圾处理处置规模较大时的村镇集中式垃圾堆肥。
厌氧发酵产沼气资源化利用技术	污泥浓度介于 10gvss/L~30gvss/L 之间，原液 pH=6~8，发酵过程有机酸浓度不超过 3000mg/L 为佳（以乙酸计）。当池温在 20℃ 以上时，产气率可达 0.4m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ·d；当池温不低于 15℃ 时，不低于 0.15m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ·d。	人畜禽粪、秸秆、有机污水、污泥等有机垃圾的集中处置。

### 4.2.3 村镇生活垃圾污染治理设施运行注意事项

4.2.3.1 生活垃圾填埋场建设与管理，把握好场址选择、工程设计、二次污染防治等方面的技术关键。

4.2.3.2 加强对村民实施垃圾分类、分拣和筛选的技术培训和监督管理，控制分类垃圾的成分，建立专业化的生活垃圾分拣、分类和收集与转运的专业化队伍。

4.2.3.3 垃圾处理工艺过程中产生的渗滤液应优先循环利用，不能循环利用的渗滤液应统一收集处理，达标排放。工艺过程中产生的臭气应集中收集并进行除臭处理。

## 4.3 村镇生活大气污染防治最佳可行技术

### 4.3.1 村镇生活大气污染防治最佳可行技术路线

村镇生活大气污染防治的重点是减少室内空气污染，调整能源结构和改造用能设施则是减少室内空气污染的基本对策。

村镇能源结构调整应因地制宜地开发推广适合农村的清洁能源技术，包括：沼气、秸秆气等气体燃料和太阳能、微水电、风能等新能源。

改造用能设施应提高锅炉、炉灶、炕等燃烧设施设备的燃烧效率和热利用率，减少污染物产生并提高室内排烟效率，从而有效降低室内污染。

村镇生活大气污染防治途径及最佳技术组合如图 6 所示。

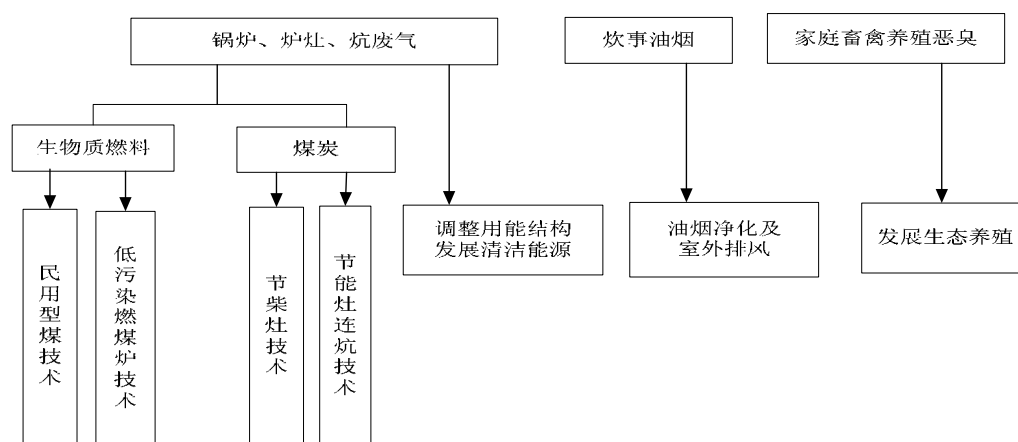


图 7 村镇生活大气污染防治最佳技术组合

### 4.3.2 村镇生活大气污染防治最佳可行技术

#### 4.3.2.1 型煤技术

民用型煤技术是将煤与一定比例的粘结剂（石灰、粘土等）、添加剂（包括固硫剂、固氟剂或固砷剂等）混合，加工成一定形状尺寸、并有一定理化性能的块状燃料。

燃用民用型煤安全系数高、高效洁净、使用方便，能有效减少污染、提高热效率，适用于以煤为主要燃料的农村。

#### 4.3.2.2 低污染燃煤炉技术

高效低污染燃煤炉技术是对煤炉的燃烧室、进风口、炉箅等内部结构进行合理改造，加添保温材料、

余热利用装置、抽风烟囱等，实现正、反烧和气化，减少煤炉在燃烧和传热过程中产生热量损失，提高热效率，减少空气污染物排放。

该技术具有节约能源，减少污染的作用，与型煤结合使用效果更好。适用于煤炭资源丰富、以煤为主要燃料的农村。

#### 4.3.2.3 节柴灶技术

节柴灶技术是根据薪柴燃烧和热量传递原理，将旧式柴灶的灶膛、锅壁与灶膛之间相对距离与吊火高度、烟道和通风等的设计进行优化改造，并增加保温措施和余热利用装置等，使炉灶结构更合理，以达到提高燃烧效率，减少污染的效果。节柴灶结构改进的基本措施有：加设烟囱或改进烟囱位置；增加炉篦，适当缩小灶门尺寸；合理设计燃烧室，适当降低吊火高度；增加拦火圈和回烟道，一般采用控制锅底和燃烧室上沿间的间隙（拦火间隙），使较多的烟气从灶门处较大的间隙进入回烟道。

该技术既省柴又省时间，并且使用方便，可在原柴灶的基础上进行改造，有施工简单，造价低等优点。适用于以秸秆、薪柴、牲畜粪便为主要生活燃料的农村地区，特别是比较贫困的农村。

#### 4.3.2.4 节能炕连灶技术

节能炕连灶一般由柴灶、炕墙、炕内垫土、炕内烟道（炕洞）、进烟口、出烟口和炕面组成，其中灶的部分设计要点与节柴灶相似。典型的节能炕连灶有高效架空炕连灶，是一种非落地式的炕型，改革了炉膛、锅壁与炕膛之间相对距离、吊火高度、烟道等炕内结构，增设保温措施，提高余热利用效率，扩大火炕的受热面和散热面。

节能炕连灶不仅热效率高、污染低，而且温度适宜、安全卫生、外型美观。适用于以生物质为主要燃料的北方寒冷农村地区。

### 4.3.3 村镇生活大气污染防治最佳可行技术参数表

村镇生活大气污染防治最佳可行技术及其设计运行参数见表 7。

**表 7 村镇生活大气污染防治最佳可行技术**

最佳可行技术	适用条件	技术参数	
		热效率	节能减排效果
民用型煤技术	以煤为主要燃料的农村	结合高效炉具，民用型煤与散煤相比，炊事炉热效率可达 35%~40%，水暖炉热效率可达 65%~70%	烟气黑度小于 1 级，节煤 20%~30%，烟尘排放量减少 50%~60%，二氧化硫排放可减少 40%~50%（加固硫剂），一氧化碳排放减少 70%~80%。
低污染燃煤炉技术	以煤为主要燃料的农村	结合民用型煤技术，炊事炉热效率可达 35%以上，水暖炉热效率在 65%以上	烟气黑度小于 1 级。污染物排放浓度较普通煤炉分别降低 SO <sub>2</sub> 40%以上、CO 70%左右、PM <sub>10</sub> 80%以上。
节柴灶技术	以薪柴、秸秆等生物质为主要燃料的农村	节柴灶热效率可达 35%~40%	较老式柴灶减少 CO、PM <sub>10</sub> 污染物排放 80%左右。
节能炕连灶技术	以薪柴、秸秆等生物质为主要燃料且需要取暖的农村	炕灶综合热效率达到 70%以上	节能炕连灶较老式柴炕省柴约 70%；减少 CO、PM <sub>10</sub> 等污染物排放达到 80%左右。

#### 4.3.4 村镇室内空气污染防治其他注意事项

4.3.4.1 民用燃煤锅炉、炉灶应使用符合环保要求的产品；

4.3.4.2 积极推广清洁能源的使用，鼓励发展先进生物质能利用技术，减少温室气体产生；

4.3.4.3 调整能源结构，应依靠当地可获得的能源资源，选择多元化的能源结构和用能模式；

4.3.4.4 村民居室应保持通风，尤其是炊事期间，减少炉灶废气及炊事油烟对人体健康的危害；

4.3.4.5 加强村庄绿化，减少风沙，保持环境卫生和良好的空气环境；

4.3.4.6 减少家庭散养畜禽，鼓励人畜分离、发展畜禽集中养殖，集中治理畜禽养殖污染。

#### 4.4 鼓励推广应用的村镇生活污染防治技术

##### 4.4.1 分集式生态厕所

分集式生态厕所是源分离技术中的一种，通过将粪尿与污水分离，实现将粪便与尿液分离，可以大大降低污水处理的难度，并利于粪便综合利用。粪尿分集式生态厕所在使用后只需用少量水冲刷，基本无污水排放，可避免对地表（地下）水体的污染。收集的粪便可集中进行堆肥处理，分别制成液肥和固体肥可农田利用。

该技术适用于有粪尿利用习惯的地区，特别是农户分散、污水不易集中处理的村庄；干旱缺水地区宜优先采用粪尿分集式生态厕所。

##### 4.4.2 兼氧膜生物反应器

兼氧（缺氧、好氧）膜生物反应器（MBR），把生物降解与膜分离相结合，以分离膜为过滤介质替代了传统的重力沉淀固液分离池，在一个反应器内完成生化反应和固液分离过程，从而改变了反应进程，提高了污泥龄和污泥浓度，水力停留时间不超过4小时，提高了反应效率和处理效果，减少了设施占地和污泥产生量。

该技术具有处理效率高、脱氮除磷效果好、出水水质好、池容小、设备紧凑、占地面积少、抗冲击负荷能力强，剩余污泥可大量减少并接近零排放，可实现无人操作等优点。

##### 4.4.3 兼氧生物膜反应池

兼氧（缺氧、好氧）生物膜反应器采用高效生物膜填料，可大幅度增加生物量，提高反应速率和污染物去除效率，可以改变反应进程，提高污泥龄和污泥浓度，水力停留时间不超过4小时，提高反应效率和处理效果，减少占地和污泥产生量。

该技术具有处理效率高、脱氮除磷效果好、出水水质好、池容小、设备紧凑、占地面积少、抗冲击负荷能力强，剩余污泥可大量减少，可实现无人操作等优点。

##### 4.4.4 有机垃圾干式厌氧消化技术

有机垃圾干式厌氧消化技术，又称为固体厌氧发酵工艺，主要针对含水率低的有机物，如农业垃圾或生活垃圾中有机物部分。厌氧消化(发酵)就是在特定的厌氧条件下，微生物将垃圾中的有机质进行分



解，其中一部分转化为甲烷和二氧化碳。在这个转化过程中，被分解的有机碳化物中的能量大部分转化贮存在甲烷中，有机质转化为较为稳定的腐殖质。主要特点是在厌氧消化工艺过程中，由于进料垃圾的含水率较低，消化物料的含固率在 20%~40%之间。干法反应器与湿法反应器对比，湿法反应器含固率低，可以应用不同的前处理工艺，清除掉塑料等杂质，同时分离出细玻璃、石子等杂质；但是湿法反应器容易造成挥发份的流失，导致产气率较低。同时湿法相对于干法内部能耗大，一般达到总产能的 50%，而干法内部能耗只占总产能的 20%~30%。

#### 4.4.5 生物质热解气化集中供气技术

生物质热解技术是生物质在缺氧或有限氧供给的条件下热降解为可燃气体、固体生物质炭和液体生物油三个组成部分的过程。热解法制气分为慢速热解、常规热解和闪速热解三种方式。目前达到在农村推广条件的是常规热解（也称为干馏）。该技术产气品质高，可满足国家人工制气的要求，一氧化碳含量一般小于 10%，燃气热值可达 15000~17000kJ/Nm<sup>3</sup>，燃气使用具有较高的安全性。燃气净化采用一体化四级净化系统，可有效清除燃气中的灰分、水分及焦油等物质，使燃气灰分及焦油含量达到标准要求（小于 10mg/m<sup>3</sup>），并将木焦油和木醋液分离成副产物，适合新型农村生物质气化站使用，易于运行维护。集中供气可有效减少农户室内空气污染，干净方便，适用于人口集中、经济条件较好且秸秆等生物质资源丰富的农村使用。

#### 4.4.6 户用低排放生物质能技术

户用高效低排放生物质能技术主要指户用生物质高效低排放炉。生物质燃料在炉膛里燃烧，并进行合理配风，伴有气化成分，也称之为准气化炉，这种炉具二次风作用非常明显，一是补氧，二是进一步加强烟气的扰动，使燃烧更加充分。户用高效低排放生物质炉热效率应达到：炊事炉大于 35%，炊事采暖炉大于 60%，采暖炉大于 65%；烟尘排放浓度小于 100mg/m<sup>3</sup>；SO<sub>2</sub> 排放浓度小于 30mg/m<sup>3</sup>；NO<sub>x</sub> 排放浓度小于 150mg/m<sup>3</sup>；CO 排放浓度小于 0.2%。具有火力好，结构简单，造价最低，容易操作等特点，适用于秸秆等生物质丰富的广大农村地区使用。

#### 4.4.7 生物质成型燃料技术

生物质成型燃料技术是将具有一定粒度的农林废弃物（锯屑、稻壳、树枝、秸秆等）干燥后在一定的压力作用下（加热或不加热），连续挤压制成棒状、粒状、块状等各种成型燃料的加工工艺，有些致密成型技术还需要加入添加剂或黏结剂。生物质成型燃料性能较普通生物质有较大改善，具有以下特点：燃料结构致密，孔隙率低，密度远大于原生物质，密度可达 1t/m<sup>3</sup> 左右，含水率在 20%以下；提高了燃烧效率，由秸秆直接燃烧的 10%~15%提高到 30%~40%；便于长期储存和长途运输，扩大了应用范围。

#### 4.4.8 新能源利用技术

适用于农村的新能源利用技术包括太阳能技术、风力发电技术和微水电技术等。目前我国农村使用的太阳能技术主要包括太阳能热水器、太阳灶及简易太阳房。风力发电技术主要用于解决电网覆盖不到的偏远农、牧区用电用能问题。微水电主要用于解决南方偏僻山区无电农民用电用能问题。

## 5 村镇生活污染防治技术应用中应注意的事项

5.1.1 根据村镇生活污染防治的发展趋势，探索乡镇和村镇及村庄的环境管理体制和环境污染治理运行管理机制。

5.1.2 可实行县（市）、乡镇、村庄一体化的环境污染治理设施专业化运行管理体制。县（市）环境保护行政主管部门对乡镇、村镇、村庄的环境保护设施进行统一监督管理，并根据当地村镇生活污染集中与分散治理的实际情况，建立环境保护设施运行监督管理制度，组建专业化的运行管理队伍，发展农村生活污染连片整治的监督管理技术。

5.1.3 有条件的地区宜引导和鼓励社会力量参与村镇的环境保护设施运行，逐步实现“服务专业化、运作市场化、管理物业化”。设施运行维护和管理的人员上岗前应经过专业技术培训。环境保护设施的运行管理，应建立健全人员培训、岗位责任、运行记录、运行监测报告等制度，制定设施运行操作规程和事故预防与应急措施。

5.1.4 应积极推进面向村镇居民的环保宣传教育，提高居民的环保意识，引导村镇居民依法、理性、有序、积极主动参与环境保护工作。