

ICS 13.020

CCS A 01 中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/ACEF 0**—20**

乡村人畜粪便资源化综合利用技术指南

Technical guidelines for the comprehensive utilization of human feces and livestock

manure in rural areas

（征求意见稿）

20XX-□□-□□发布

20XX-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

5 技术路线 2

6 源头减量 3

7 固体粪便资源化 3

8 液体粪便资源化 4

9 资源化利用 5

前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华环保联合会水环境治理专业委员会提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

乡村人畜粪便资源化综合利用技术指南

1 范围

本文件给出了乡村人畜粪便资源化综合利用的技术路线、源头减量、固体粪便资源化、液体粪便资源化和资源化利用。

本文件适用于乡村地区人居粪便和畜禽粪污的处理与资源化利用。

2 规范性引用文件

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

GB 3838	地表水环境质量标准
GB 5084	农田灌溉水质标准
GB 7959	粪便无害化卫生要求
GB/T 17419	含有机质叶面肥料
GB 18596	畜禽养殖业污染物排放标准
GB/T 18920	城市污水再生利用 城市杂用水水质
GB/T 25171	畜禽养殖环境与废弃物管理术语
GB/T 25246	畜禽粪肥还田技术规范
GB/T 26624	畜禽养殖污水贮存设施设计要求
GB/T 27622	畜禽粪便贮存设施设计要求
GB/T 36195	畜禽粪便无害化处理技术规范
GB 38400	肥料中有毒有害物质的限量要求
NY/T 525	有机肥料
NY/T 3442	畜禽粪便堆肥技术规范
NY/T 3877	畜禽粪便土地承载力测算方法

3 术语和定义

GB/T 25171 和 GB/T 36195 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

粪便无害化处理 sanitary treatment of feces

采用物理、化学或生物等方法对乡村人居粪便或畜禽粪污进行处理，使其达到相关卫

生要求的过程。

3.2

粪便资源化利用 excrement reclamation

对乡村人居粪便或畜禽粪污在无害化处理基础上进行利用，并发挥其价值的过程。

4 总则

- 4.1 乡村人居粪便和畜禽粪污的资源化利用宜遵循就地就近处置、源头控污减排的原则，重视分类收集和清洁生产，加强源头减量和过程控制。
- 4.2 乡村人居粪便和畜禽粪污的资源化利用宜以肥料化利用为主要方向，坚持农牧结合、种养平衡，因地制宜选择处理利用方式，避免对生态环境造成污染。
- 4.3 乡村人居粪便和畜禽粪污的资源化利用宜遵循安全可控、长效运维原则。收集、贮存和处理设施设备宜设置在场区主导风向的下风向或侧风向，并与生产区等区域保持符合卫生防疫要求的间距。

5 技术路线

5.1 技术路线

技术路线如图 1 所示。

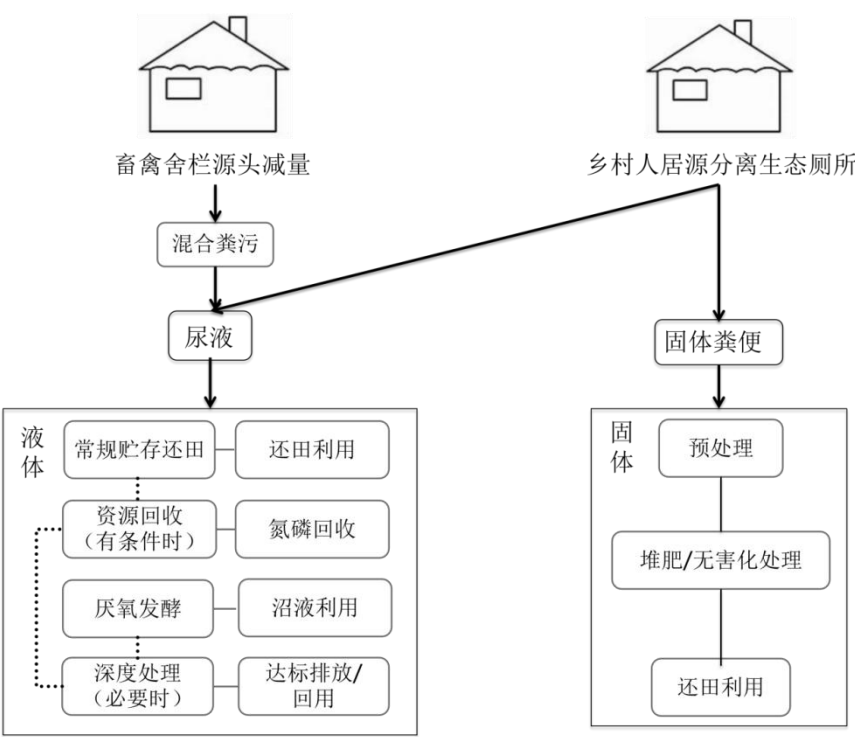


图 1 乡村人畜粪便资源化技术路线图

6 源头减量

6.1 人居源分离源头减量

6.1.1 在缺水、排污管网建设困难等适宜场景，乡村人居可采用源分离厕所进行源头减量，宜采用粪尿分离式便器，并可设置独立尿液收集设施。

6.1.2 采用粪尿分离式便器时，宜使用与后续处理工艺相容的可降解打包袋；如厕后应及时封闭打包袋，以减少异味扩散。

6.2 动物饲养源头减量

6.2.1 动物饲养阶段可通过优化日粮结构、精准控制氮磷供给，并选用经验证能够提高氮磷转化效率的功能性饲料添加剂，减少粪尿中氮磷排放。

6.2.2 可根据养殖类型、栏舍条件和粪污特性，采用干清粪、尿泡粪、垫料利用等清粪方式。

6.2.3 宜将明沟排污改为暗管收集，实施雨污分流；可通过控制冲洗用水量、优化饮水管理等方式实现节水和饮污分离。

6.2.4 栏舍内宜安装节水型饮水设备或采用防喷溅水嘴，可配套饮水漏水收集外排装置，减少饮水进入粪道或污水收集系统。

6.3 固液分离

6.3.1 动物养殖场宜根据粪污产生量、物料性质和运行管理条件设置粪污暂存设施，并可采用自然干化、沉降、贮存等简易处理方式。暂存设施的容积、结构以及防渗、防雨、防溢等建设要求宜符合 GB/T 26624 和 GB/T 27622。暂存粪污进入机械处理设备前宜充分搅拌，使物料均匀，并清除可能造成设备堵塞或损坏的大块杂物。

6.3.2 有条件的动物养殖场可采用机械固液分离。采用螺旋挤压式固液分离设备时，宜根据粪污含固率、黏度、处理规模和后续利用要求选择滤网孔径、设备处理能力和挤压压力。在进料含水率为 70%~75%的相应工程条件下，可参考采用 60 目滤网和 30 m³/h~40 m³/h 的设备处理能力，并通过调节进料流量和挤压压力保持连续稳定运行，避免堵塞和溢流。

6.3.3 固液分离后的固体部分含水率宜满足后续运输、堆肥或其他利用工艺要求。在采用 6.3.2 所述螺旋挤压式设备的相应工程条件下，固体部分含水率可控制在 65%以下，并可进入罐式好氧发酵、条垛式堆肥、槽式堆肥或其他适宜的无害化处理单元；液体部分宜纳入养殖场污水处理或资源化利用系统。

7 固体粪便资源化

7.1 预处理

7.1.1 固体堆（沤）肥及垫料生产可用于肉牛、羊、禽类粪便，以及生猪和奶牛粪污固液分离后固体部分的处理。具体处理方式宜根据原料特性、处理规模和产品利用方向确定。

7.1.2 乡村人居源分离厕所产生的固体粪便，宜采用堆肥等方式进行无害化处理。

7.1.3 粪便堆肥前宜检测含水率。原料含水率较高时，可添加秸秆、木屑、菇渣等干性辅料进行调理并充分混匀，使混合物料含水率控制在 60%左右。碳氮比宜根据原料特性、辅料组成和堆肥工艺进行调节，在相应工程条件下可参考 30：1～35：1。

7.2 固体堆肥

7.2.1 发酵工艺：可根据粪便种类、辅料组成、发酵温度和目标功能，选择适宜的芽孢杆菌、酵母菌、乳酸菌、丝状真菌等复合菌群。菌剂宜先与少量锯末或秸秆粉等辅料预混，再均匀加入堆体；可选用经堆肥适应性验证的嗜热耐热型复合微生物菌剂。

7.2.2 堆肥方式：可根据处理规模、场地条件和运行管理能力采用条垛式、槽式、反应器式或覆膜好氧堆肥工艺，并配套物料混合、输送、翻抛或曝气、温度监测和臭气控制设施。堆肥周期宜根据工艺类型、堆体温度变化及腐熟指标综合确定，并通过定期翻抛或强制通风保持氧气供应。

7.2.3 堆肥过程宜符合 NY/T 3442 的相关要求。堆肥产物加工形成有机肥料产品时，产品质量宜符合 NY/T 525 的相关要求。

7.2.4 可通过采用经适用性验证的复合微生物菌剂、经安全性和适用性验证的矿物或功能性调理材料以及干性辅料等方式，改善堆体结构并提升堆肥品质。调理材料使用前宜核查其重金属、放射性及其他生态环境安全风险。

8 液体粪便资源化

8.1 液体粪污贮存

8.1.1 宜配套输送、搅拌等设施设备，并采取防渗、防雨、防溢等措施。

8.1.2 贮存周期宜根据当地气候条件、粪污产生量、农林作物最大用肥间隔、设施有效容积、降雨量和安全余量综合确定。

8.1.3 有条件时可建设两个以上贮存池交替使用。

8.2 液体粪污资源回收

8.2.1 人居源分离厕所收集的尿液，以及畜禽养殖采用干清粪工艺时形成的液体粪污，可根据处理规模和资源化利用条件进行氮磷回收。氮磷资源回收可采用膜浓缩等技术；采用膜技术时，宜根据进水水质进行预处理并采取膜污染控制措施。浓缩液、膜清洗废液和资源回收后的剩余液体宜进行资源化利用或安全处理。

8.2.2 固液分离后的液体部分，在处理规模、运行管理、经济性和产品消纳条件具备时，可开展氮磷资源回收。

8.3 液体粪污厌氧发酵

8.3.1 采用受控厌氧发酵工艺对液体粪污进行无害化处理时，宜根据工艺要求设置密闭反应设施，并配套输送、搅拌、气体收集、安全利用或燃烧火炬等设施设备。配套贮存设施宜采用加盖、覆膜等方式减少臭气散逸和雨雪进入。

8.3.2 配套贮存设施建设宜参照 GB/T 26624；有条件的养殖场（户）可设置两个以上贮存设施交替使用。厌氧发酵设施的有效容积、运行负荷和安全措施宜根据粪污性质、处理规模和气体利用方式确定。

8.4 深度处理

8.4.1 液体粪污、厌氧发酵出液以及资源回收后的剩余液体需进一步处理时，宜根据进水水质、处理规模、出水用途和运行管理条件，采用生化处理、膜分离、消毒等组合工艺，实现污染物去除和无害化控制，并做好设施防渗、防溢及臭气控制。

8.4.2 采用曝气生物流化床（ABFT）工艺时，可选用 NC-5 ppi 型或性能相当的专用生物载体，通过微生物附着和固定化作用形成载体生物膜。载体外部好氧区的硝化微生物可将氨氮逐步氧化为亚硝酸盐和硝酸盐，载体内部缺氧区的反硝化微生物可利用污水中的有机物或其他还原性物质作为电子供体，将亚硝酸盐和硝酸盐还原为氮气，实现有机物与含氮污染物的协同去除。

8.4.3 ABFT 反应器可通过载体流态化、吸附和生物降解的协同作用，形成悬浮污泥与附着生物膜并存的复合生物反应系统。载体填充率宜根据反应器构型、载体特性、进水水质和运行负荷确定；在相应工程条件下，可参考占池体有效容积的 40%~60%。各级反应器可根据目标污染物培养适宜的优势菌群。在相应工程条件下，载体附着生物量可达到 10 g/L~18 g/L，有利于提高硝化菌和反硝化菌的持留量，并增强低温及负荷波动条件下的运行稳定性。

8.4.4 采用膜生物反应器（MBR）工艺时，可利用膜组件对混合液中的悬浮物、胶体和微生物进行截留，实现泥水分离，并可替代传统沉淀单元的固液分离功能。膜材质、孔径、运行通量和清洗方式宜根据进水水质、出水用途和运行维护条件确定；运行过程中宜加强膜污染控制，保持出水水质和系统运行稳定。

8.4.5 液体粪污及其处理产物用于还田或其他资源化利用前，宜完成无害化处理。人居粪便来源物料的无害化卫生指标宜符合 GB 7959 的相关要求；畜禽粪污来源物料的无害化处理宜符合 GB/T 36195 的相关要求。处理产物宜达到相应卫生、环境安全和利用要求。

8.4.6 处理后排入水体的，宜根据受纳水体水质标准要求，符合 GB 18596 的相关要求，且不宜排入 GB 3838 中 I、II 类水域和 III 类水域中划定的保护区。处理后排入农田灌溉渠道的，宜符合 GB 5084 的要求。处理后作为杂用水用途的，宜符合 GB/T 18920—2020 中城市杂用水水质要求。

9 资源化利用

9.1 制肥及还田要求

9.1.1 畜禽粪污制肥过程宜参照 GB/T 36195 和 NY/T 3442。加工形成有机肥料产品时，产品质量宜符合 NY/T 525 的相关要求。

9.1.2 加工形成肥料产品并进入市场或按肥料产品使用时，蛔虫卵、粪大肠杆菌、镉、汞、

砷、铅、铬、铊和缩二脲等指标宜符合 GB 38400 的相关要求。粪肥直接还田时，还宜结合土壤条件、作物需求、土地承载力和施用量控制环境风险。

9.1.3 经加工形成含有机质叶面肥料产品并用于叶面施用时，产品质量宜符合 GB/T 17419 及相关登记管理要求。

9.1.4 宜适时检测粪肥还田后的土壤水溶性盐含量，并根据土壤含盐量变化适当调整施用量和施用方式。

9.1.5 液体粪肥还田前，可根据减排目标、物料性质、施用方式、设备防腐条件和土壤适宜性进行酸化处理，并综合评估氨气、温室气体、药剂安全和土壤酸化风险。

9.2 土地承载力测算

9.2.1 畜禽粪肥消纳土地承载力可参照 NY/T 3877 进行测算，并综合分析土地承载力与粪肥消纳需求的匹配性。人居粪便来源物料用于农业利用时，还宜符合相应卫生和地方管理要求。

9.3 施用量测算

9.3.1 可根据粪肥消纳土地的供肥能力、作物目标产量、作物需肥量和需肥规律、粪肥养分含量以及粪肥替代化肥比例等测算粪肥施用量。

9.3.2 粪肥施用量宜以供给和需求的氮平衡为基础进行测算，如本底磷含量较高，宜以磷平衡为基础测算。

9.3.3 施用量计算方法及推荐施用量可参照 GB/T 25246。