

《乡村人畜粪便资源化综合利用技术指南》

（征求意见稿）

编制说明

《乡村人畜粪便资源化综合利用技术指南》编制组

二〇二六年七月

目 次

1. 工作简况.....	3
2 标准制定必要性、编制依据、编制原则.....	5
3 主要工作过程.....	7
4 国内外相关标准研究.....	7
5 同类工程现状调研.....	7
6 主要技术内容及说明.....	8
7 标准实施的环境效益与经济技术分析.....	23
8 标准实施建议.....	23
9 征求意见处理情况说明.....	24
10 技术审查工作情况说明.....	24

《乡村人畜粪便资源化综合利用技术指南》编制说明

1. 工作简况

1.1 任务来源

本任务来源于中华环保联合会。根据《中华人民共和国标准化法》关于团体标准制定和采用的有关规定，为推动乡村地区人居粪便和畜禽粪污的分类收集、无害化处理与资源化利用，开展《乡村人畜粪便资源化综合利用技术指南》团体标准编制工作。本标准着重构建源头减量、分类收集、固液处理、资源回收、无害化控制和资源化利用相衔接的技术框架，为不同规模和应用场景选择适宜处理路径提供参考。

1.2 协作单位

本标准由浙江大学、中煤科工集团杭州研究院有限公司负责主编，杭州萧山汇仁复合有机肥料有限公司、浙江明佳环保科技股份有限公司参与编制。各单位结合人居源分离、畜禽粪污处理、固体堆肥、养殖废水深度处理和资源化利用等方面的研究与工程实践，共同开展标准条款起草、技术资料整理和验证数据分析工作。

1.3 主要工作过程

1.3.1 成立标准制订编制组

2024年1月标准立项任务下达后，浙江大学、中煤科工集团杭州研究院有限公司牵头成立标准制订编制组（以下简称“编制组”）。编制组结合立项申请材料和项目编制计划，初步明确了标准的适用范围、主要内容和工作安排。

1.3.2 查询国内外相关标准和文献资料、编制大纲及草案

2024年2-4月，项目组围绕标准制订背景、相关标准与专利、适用范围与主要内容、拟开展工作以及已具备的基础与条件等进行前期梳理，检索、查询和收集了国内外相关标准和文献资料。针对人居源分离、畜禽粪污处理、固体堆肥、养殖废水深度处理和资源化利用等方面进行了初步总结，形成了团体标准技术路线和主要内容框架。

1.3.3 编制开题论证报告及标准草案

2024年4月-8月，编制组依据拟定的技术路线，针对动物饲养源头减量、复合微生物菌剂强化固体堆肥、液体粪污贮存与还田利用、资源回收、深度处理等进行了初步相关试验研究，并在此基础上编写了开题论证报告及标准草案，形成草案稿。

1.3.4 召开专家指导审查会

2024年9月19日，编制组邀请行业内相关专家对标准制定方向、主要内容和总体框架等进行了审查。标准主编人员汇报了标准前期编制情况、主要技术内容及待解决的问题，专家针对标准定位、技术路线和后续编制工作提出了可行性建议，并提出了标准草案相关

修改意见。会后编制组依据专家意见进行了草案稿修改，并形成了标准立项材料。立项申请材料提出，标准规定乡村地区人居与畜禽养殖排泄物资源化利用技术的术语、技术路线和处理技术等内容，并通过资料调研、实地考察、试验测试和专题研究等方式开展标准研制。

1.3.5 召开立项评审会

2024年10月17日，中华环保联合会组织召开了《乡村人畜排泄物资源化利用技术指南》团体标准立项评审会。专家组听取了标准编制组的汇报，经质询和讨论，通过了本项目的立项审查，并提出以下主要修改意见：

（1）标准名称中“排泄物”的表述范围较宽，建议统一使用“粪便”，并增加“综合利用”，突出乡村人居粪便和畜禽养殖粪便全过程资源化利用的标准定位；

（2）进一步明确标准适用范围和对象，分别梳理乡村人居源和畜禽养殖源粪便在收集方式、污染负荷、处理规模和利用方向等方面的差异，避免将两类粪便简单套用同一处理工艺；

（3）修改并细化技术路线图，按照“源头减量—分类收集—固液处理—资源回收—无害化—还田利用”的逻辑组织技术内容，并在图中分别体现人居源和动物源两条处理路径；

（4）完善标准总体结构，补充编制依据、编制原则、国内外相关标准研究和同类工程现状调研等内容，强化与现行粪便无害化、畜禽粪污处理、肥料质量、灌溉水质和再生水利用等标准的衔接；

（5）按照 GB/T 1.1—2020 的要求统一术语和条文表述，固体、液体处理对象宜统一使用“粪便”或“粪污”，减少“排泄物”等不同表述混用。

会后，编制组根据专家意见调整了标准名称和章节结构，重新梳理了适用范围、术语和总体原则，修改了技术路线图，并补充了相关标准研究和工程调研内容。

2024年10月18日，中华环保联合会发布团体标准立项公告，批准该项目立项。立项后，编制组根据评审意见和标准编制工作需要，持续开展了标准草案编制、相关标准和技术资料调研、试验验证及工程应用资料整理等工作。编制组围绕动物饲养源头减量、人居源分离、强化固体堆肥、液体粪污贮存、氮磷资源回收、污水深度处理、粪肥还田利用等方面进行了系统试验验证，并于2026年1月形成标准修订稿。

1.3.6 召开专家组讨论会

2026年3月12日，编制组邀请业内专家召开了针对标准修订稿的专家组讨论会。专家听取了标准编制汇报，经讨论，提出以下主要修改意见：

（1）补充源头减量内容，增加乡村人居粪尿源分离、尿液独立收集和粪便密闭收集等要求，并增加动物饲养阶段日粮结构优化、精准磷供给及功能性饲料添加剂等氮磷源头减量措施；

(2) 继续完善固体粪便资源化内容, 增加堆肥前含水率和碳氮比调节、辅料选择、复合微生物菌剂、翻堆曝气、温度监测、异味控制及温室气体减排等技术要求和验证说明;

(3) 完善液体粪污资源化内容, 补充液体粪污贮存、膜浓缩资源回收、受控厌氧发酵以及以 ABFT、MBR 为代表的深度处理技术, 明确资源回收后的剩余液体和厌氧发酵出液仍需根据排放、灌溉或回用去向进行后续处理和水质控制;

(4) 补充无害化处理和还田内容, 增加厌氧发酵、储存、酸化、硝化抑制剂、土地承载力及安全还田等要求, 明确与肥料质量、农田灌溉和再生水利用标准的衔接;

(5) 进一步明确固液分离的适用条件和实现方式。固液分离不作为所有场景的统一要求, 动物养殖场可根据粪污性质、处理规模和后续利用方向选择自然干化、沉降、贮存或机械分离等方式; 螺旋挤压设备的滤网孔径、处理能力和出料含水率等参数作为特定工程条件下的参考值, 不作为全国统一限值;

(6) 补充试验和工程验证说明, 增加源分离设备、饲料氮磷减排、堆肥异味和温室气体、膜处理与氮磷回收以及粪肥还田减排等图表和数据, 增强技术条款的可验证性和适用性。

讨论会后, 编制组根据专家修改意见对标准草案和编制说明进行了进一步修改和完善, 补充了相关技术内容和试验验证资料, 并对标准条文及格式进行了调整。

1.3.7 召开征求意见稿审查会

2026 年 7 月 22 日, 中华环保联合会组织召开水环境领域团体标准技术审查会, 对《乡村人畜粪便资源化综合利用技术指南》草案稿进行征求意见前技术审查。专家组对标准文本和编制说明进行了逐章审查, 提出以下主要修改意见:

(1) 进一步明确标准的技术指南属性, 规范标准中英文名称, 并按照指南类标准的要求统一“宜”“可”等推荐性条文表述;

(2) 进一步统一术语和处理对象的表述, 加强与 GB/T 25171、GB/T 36195 等相关标准的衔接, 准确区分“人居粪便”“畜禽粪污”及不同处理产物;

(3) 调整和完善总则及技术路线, 技术路线应与标准各章节相对应, 避免将不同适用条件下的处理方式表述为必须连续实施的串联工艺;

(4) 提高技术措施的工程适用性, 进一步明确固液分离等技术的适用条件, 对受原料性质、设备形式和区域条件影响较大的技术参数采用条件化、推荐性表述;

(5) 完善固体粪便和液体粪污处理相关内容, 细化固体堆肥、液体粪污贮存、资源回收、厌氧发酵以及 ABFT、MBR 等深度处理技术, 并进一步理顺无害化处理与资源化利用之间的关系;

(6) 进一步完善编制说明中的试验数据、工程验证和引用标准等内容, 明确相关工程参数的适用条件, 增强标准技术条款的依据性和可操作性。

会后，编制组按照专家意见对标准文本和编制说明进行了修改，统一了标准名称、术语及指南性条文表述，优化了技术路线，完善了源头减量、固液分离、固体粪便资源化、液体粪污资源化及资源化利用等内容，并补充了相关试验和工程验证依据。在此基础上，形成《乡村人畜粪便资源化综合利用技术指南》征求意见稿。

2 标准制定必要性、编制依据、编制原则

2.1 制定必要性和重要意义

乡村人居粪便和畜禽粪污在收集方式、污染负荷、处理规模、卫生风险和利用方向等方面存在较大差异，但均涉及病原微生物控制、污染减排、养分回收和安全利用。现行技术要求分散在厕所粪污、畜禽养殖污染防治、粪便无害化、堆肥、有机肥料、粪肥还田、灌溉水质和再生水利用等不同标准中，尚缺少覆盖“源头减量—分类收集—固液处理—资源回收—无害化控制—资源化利用”全过程的综合性技术指南。

制定本标准，有利于协调乡村人居粪便与畜禽粪污处理利用过程中的共性要求，同时保留两类物料在卫生控制、设施配置和利用方式方面的差异。标准可为分散农户、养殖场户、集中处理设施和种养结合基地选择适宜工艺提供参考，减少粪污长距离转运和末端处理压力，促进氮、磷及有机质循环利用，推动乡村人居环境改善和农业绿色发展。

2.2 编制依据

2.2.1 政策法律依据

《中华人民共和国标准化法》

2.2.2 技术依据

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

2.3 编制原则

1) 规范性原则

按照 GB/T 1.1—2020 的要求确定标准结构、条款层次和表述方式，保证章、条、图、表和术语使用规范统一。

2) 协调性原则

与现行国家标准、行业标准及相关污染物排放、肥料质量、灌溉水质和再生水利用要求相衔接，避免交叉矛盾。

3) 适用性原则

充分考虑乡村地区处理规模分散、原料类型多样、设施运维能力差异较大等特点，坚持因地制宜、就地就近和种养平衡。

4) 先进性原则

在保证技术成熟性和工程适用性的基础上，吸收人居源分离、精准饲喂、复合微生物菌剂堆肥、膜浓缩资源回收、受控厌氧发酵、ABFT 生物脱氮和 MBR 膜分离等研究与工程应用成果。对于仍处于探索阶段或受应用规模限制较大的技术，主要作为技术储备和验证材料，不在标准正文中设定为必选工艺。

3 国内外相关标准研究

编制组重点研究了国内现行的粪便无害化、畜禽粪污贮存与处理、堆肥、有机肥料、粪肥还田、土地承载力、灌溉水质和再生水利用等标准。现有标准对单项工艺、产品质量或末端利用分别作出了规定，为本标准确定无害化、肥料化、资源回收和水质控制要求提供了基础。国外相关技术资料主要作为堆肥、养分管理、源分离和再生利用等技术研究参考。

4 同类工程现状调研

4.1 人居源分离与密闭收集

调研和验证内容包括粪尿分离式便器、独立尿液收集、可降解袋密闭打包及撬装式人工辅助半自动套袋装置，重点考察分离效果、异味控制、袋体完整性和运行维护。

4.2 动物饲养源头减量

围绕奶牛日粮结构优化、精准磷供给和功能性饲料添加剂开展试验，评估饲料氮效率以及粪尿氮磷排放变化。

4.3 固体粪便堆肥

开展猪粪与秸秆、锯末、白玉菇基质、鸡场垫料及矿物调理材料等混配试验，考察原料含水率、碳氮比、物料通气性、菌剂强化、翻堆曝气、腐殖化以及异味和温室气体排放变化。玄武岩尾矿残渣作为项目试验采用的调理材料之一，其试验结果用于评价矿物调理材料的技术效果，不作为标准指定材料。

4.4 液体粪污贮存、资源回收与深度处理

围绕液体粪污贮存、源分离尿液及液体粪污养分回收、厌氧发酵和深度处理开展技术验证。资源回收试验包括超滤、纳滤和 DTRO 膜浓缩；深度处理主要考察 ABFT、MBR 及消毒等组合工艺对有机物、氨氮、总氮和总磷的去除效果，同时分析不同出水利用方向对水质控制的要求。

4.5 粪肥资源化利用与安全还田

通过厌氧发酵、贮存、酸化及硝化抑制剂等试验，考察粪肥还田过程中的病原控制、氨挥发和温室气体排放变化。调研同时覆盖土地承载力、作物需肥规律、粪肥施用量以及肥料产品质量等内容，为第 9 章资源化利用条款提供依据。

5 主要技术内容及说明

5.1 范围

本标准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等内容，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。范围确定时，既考虑了两类物料在收集方式、污染负荷、卫生风险和处理规模方面的差异，也兼顾其在无害化控制、养分回收和农业利用方面的共同需求。

5.2 规范性引用文件

本标准引用 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—2025《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》和 NY/T 3877《畜禽粪便土地承载力测算方法》。

5.3 术语和定义

本标准设置“粪便无害化处理”和“粪便资源化利用”两个术语。粪便无害化处理的定义以 GB/T 36195—2018 中的相关定义为基础，将适用对象扩展至乡村人居粪便和畜禽粪污；粪便资源化利用来源于 GB/T 25171—2023，并强调资源化利用以完成无害化处理为前提。

5.4 总则

本标准从处置原则、利用方向和设施运维三个层面提出总体要求。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；资源化利用以肥料化利用为主要方向，并结合农牧关系、土地消纳条件和区域环境特点选择处理方式。

在设施配置方面，标准强调安全可控和长效运维。收集、贮存及处理设施的选址和间距需要满足卫生防疫要求，同时兼顾主导风向、生产区布置和日常运行维护条件。上述原则为后续技术路线和各处理单元的选择提供总体依据。

5.5 技术路线

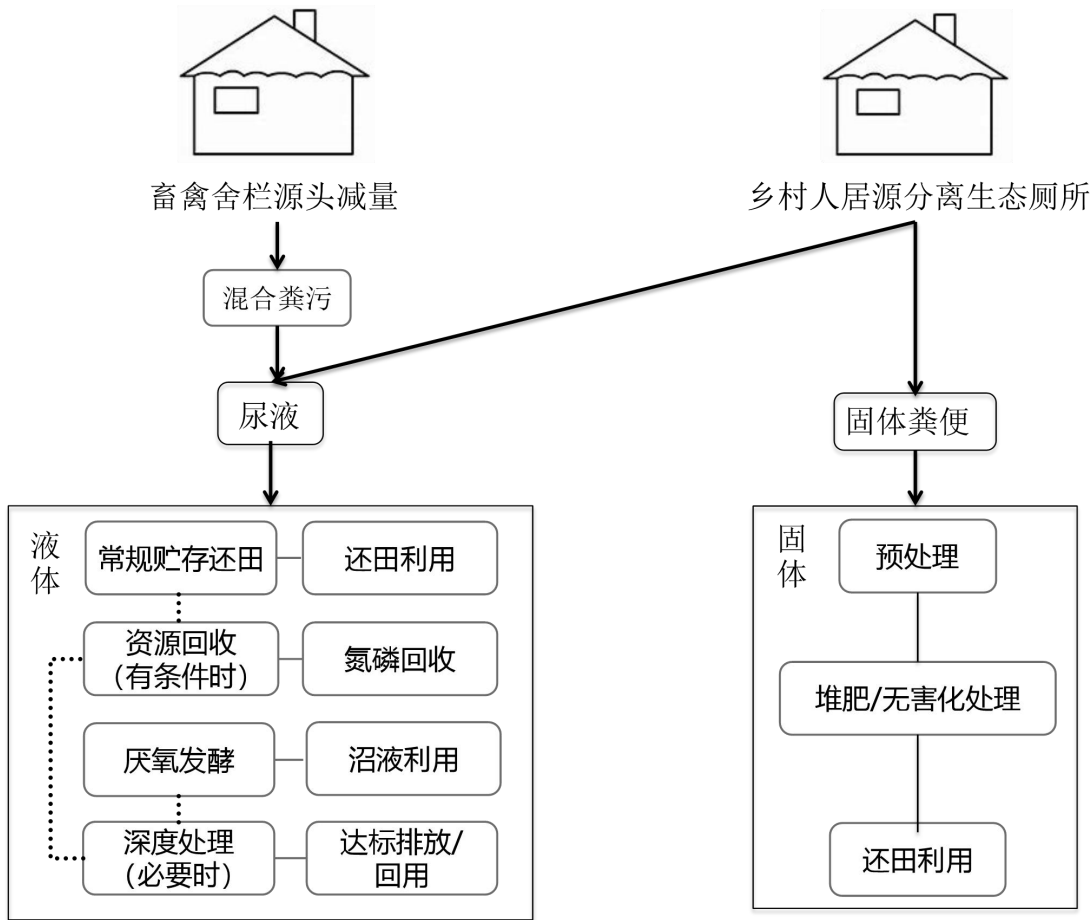


图 1 乡村人畜粪便资源化技术路线图

5.6 源头减量

5.6.1 人居源分离源头减量

标准提出，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，宜使用粪尿分离式便器，并可设置独立尿液收集设施。采用打包收集方式时，打包袋宜与后续处理工艺相容，如厕后及时封闭，以减少异味扩散。

本条主要说明人居粪便和尿液在源头分流、密闭收集及运行维护方面的要求。项目研发装置采用机械牵引和上下封口方式将固体粪便密闭打包，尿液经独立导流管进入储存容器，从而降低尿液进入打包袋造成的负荷增加、渗漏和频繁更换问题。

样机试验所采用的袋体材料、设备尺寸和包装规格属于特定装置参数，不作为标准的统一配置要求。运行中需要重点检查袋体完整性、牵引和封口机构、余量提示装置以及储

粪箱满载情况。固体粪便进入堆肥前，还应确认袋体材料与处理工艺的相容性；不具备共同处理条件时，可拆袋后处理。

可降解包装材料有助于降低传统塑料长期残留风险，但实际应用仍需核查其降解条件、机械强度和环境安全性。相关装置适用于缺水地区、海岛、旅游点以及排污管网建设困难的分散场景，不宜将单一设备方案直接推广至所有乡村厕所。

粪尿分离式坐便器设计方案优缺点对比如下表：

表 1 粪尿分离坐便器设计方案优缺点对比

方法	优点	缺点
传送带源分离	1.分离效率较高，能快速转移粪便； 2.除臭措施多样，换气扇、草木灰、面板等综合防臭； 3.利于粪便后续堆肥等资源化处理；	1.机械部件维护复杂，易沾染污垢； 2.初期成本高，设备及安装费用不低； 3.有异味泄漏风险，运行维护时可能散发臭气；
源分离分离器	1.粪尿源分离彻底，物理结构实现精准分离； 2.有除臭辅助手段，材料可减少臭气、作生物载体；	1.结构复杂，设计安装难度和成本增加； 2.除臭能力有限，相比水封等方式不足； 3.易堵塞，管道内材料可能造成堵塞；
撬装式集成设计，人工辅助半自动套袋打包	1.操作简便，踩动传动杆即可； 2.有智能更新提示，方便更换包装袋； 3.一定程度阻隔臭味散发；	1.依赖包装袋，供应和质量影响使用； 2.成本较高，包装袋采购及更换费用； 3.处理能力有限，大量粪便时可能堆积；

粪尿分离式坐便器使用撬装式集成设计，人工辅助半自动套袋打包操作简便，使用者仅需踩动传动杆，机械装置就能自动牵引包装袋，无需复杂操作步骤。当包装袋即将用完时，设备会自动报警提示更换，能及时提醒维护人员，保证设备持续正常运行，避免因包装袋耗尽而影响使用。卫生环保层面，此方法有效阻隔臭味，形成顶部和底部都封闭的垃圾包，能较好地将粪便封闭在袋内，减少臭味散发到周围环境中，改善厕所周边空气环境，降低对使用者和周边人群的嗅觉影响。此外，通常采用可降解材料制作包装袋，相比传统不可降解材质，在后续处理中不会造成长期的环境污染，减少塑料残留和环境风险。

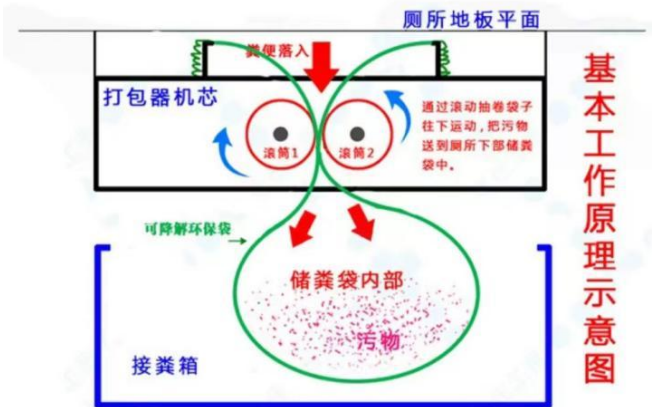


图 2 撬装式人工辅助半自动套袋打包工作原理

该装置能够形成“粪便袋装、尿液导流、密闭储存”的收集方式，适用于乡村地区、缺水山区、海岛、旅游点及排污管网建设困难区域等场景。

5.6.2 动物饲养源头减量

标准提出，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，减少粪尿中的氮磷排放。

本条用于规范动物饲养阶段氮、磷源头减量。畜禽粪尿中氮、磷排泄量与日粮营养水平、动物消化吸收效率、氮磷代谢酶活力及动物产品转化效率密切相关。通过优化日粮结构、精准控制磷供给，并添加经验证能够提高氮磷转化效率的功能性饲料添加剂，可在饲养端减少粪尿中未利用氮、磷进入后续贮存、处理和还田环节。

研究围绕奶牛氮磷高效吸收利用调控开展，研发了营养调节剂和新型饲料添加剂。结果显示，高质量日粮组在采食量均为 18.0 kg/d 的条件下，饲料氮效率达到 25.1%，高于低质量日粮组的 21.6%；尿氮和粪氮排放由 2.42 kg/d·头降至 2.27 kg/d·头。磷调控试验显示，日粮磷水平由 0.57%降至 0.37%时，粪磷和尿磷总量由 63.93 g/d 降至 44.72 g/d，降低约 30.1%，且未观察到产奶量、健康和繁殖性能的不利影响（表 2）。

表 2 通过日粮结构优化提升氮转化效率

Item	Treatment				P-value	
	High quality	Low quality	SEM	T	W	TxW
采食量, kg/d	18.0	18.0	0.18	0.64	<0.01	<0.01
能力矫正乳, kg/d	26.7 ^a	23.4 ^b	0.60	<0.01	<0.01	<0.01
乳蛋白, kg/d	0.77 ^a	0.65 ^b	0.019	<0.01	<0.01	<0.01
乳脂肪	4.21	4.19	0.077	0.987	<0.01	0.510
乳蛋白	3.30 ^a	3.10 ^b	0.055	0.047	<0.01	0.970
乳糖	4.89 ^a	4.70 ^b	0.026	<0.01	<0.01	0.375
饲料效率	1.31 ^a	1.16 ^b	0.025	<0.01	<0.01	<0.01
饲料氮效率, %	25.1 ^a	21.6 ^b	0.54	<0.01	<0.01	0.069
尿氮+粪氮, kg/d/cow	2.27	2.42	0.054	0.02	0.13	0.84

随着日粮磷水平由低磷组（LP）逐步提高至中磷组（MP）和高磷组（HP），奶牛磷摄入量、粪中磷、尿中磷及粪磷+尿磷排泄量均显著升高，且呈显著线性变化（ $P<0.01$ ）。其中，LP 组磷摄入量为 82.9 g/d，明显低于 MP 组 103 g/d 和 HP 组 127 g/d；粪磷+尿磷排泄量由 LP 组 44.72 g/d 升至 HP 组 63.93 g/d。相比 HP 组，LP 组粪磷+尿磷排泄量降低约 30.1%。同时，各处理组 N 摄入量差异不显著（ $P=0.12$ ），说明试验中磷排泄变化主要与日粮磷水平调整有关，而非氮摄入差异造成（表 3）。

表 3 通过日粮降磷减少磷素排放

Item	Dietary Treatment			S.E.M	P-value		
	LP	MP	HP		T	L	Q
P 摄入量, g/d	82.9 ^c	103 ^b	127 ^a	3.66	<0.01	<0.01	0.96
粪中磷, g/d	43.5 ^c	52.6 ^b	62.3 ^a	1.87	<0.01	<0.01	0.83
尿中磷, g/d	1.22 ^c	1.56 ^b	1.63 ^a	0.047	<0.01	<0.01	0.79
粪磷+尿磷, g/d	44.72 ^c	54.16 ^b	63.93 ^a	2.02	<0.01	<0.01	0.67
N 摄入量, kg/d	3.40	3.34	3.41	0.12	0.12	0.65	0.69
P/N 摄入量	0.0131 ^c	0.0162 ^b	0.0187 ^a	0.00049	<0.01	<0.01	0.78

研究结果说明，日粮结构优化、精准磷供给和适宜的功能性饲料添加剂能够在饲养端降低未被动物利用的氮、磷排放。由于相关效果受到畜种、生长阶段、日粮组成和饲养管理方式影响，标准正文不直接引用奶牛试验的具体参数，而是将其作为支持源头减量技术路径的试验依据。

5.6.3 固液分离

标准提出，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暂存设施，也可采用自然干化、沉降和贮存等简易处理方式。暂存设施的容积、结构及防渗、防雨、防溢要求分别与 GB/T 26624 和 GB/T 27622 相衔接。粪污进入机械处理设备前宜充分搅拌，并清除可能造成堵塞或设备损坏的大块杂物。

机械固液分离主要适用于具备一定处理规模、设备运维能力和后续消纳条件的养殖场。采用螺旋挤压式设备时，滤网孔径、处理能力和挤压压力需要根据粪污含固率、黏度、进料稳定性以及后续利用要求确定。项目工程条件下，进料含水率为 70%~75%时采用 60 目滤网，设备处理能力为 30 m³/h~40 m³/h，固体部分含水率可控制在 65%以下。

上述数据反映特定原料和设备条件下的运行效果，不作为不同地区、不同畜种和不同设备的统一限值。固液分离后的固体部分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；液体部分则进入养殖场污水处理或资源化利用系统。

5.7 固体粪便资源化

5.7.1 预处理

标准提出，固体堆（沤）肥及垫料生产可用于牛、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；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。堆肥前需检测物料含水率，原料水分偏高时，可添加秸秆、木屑、菇渣等干性

辅料调理并充分混匀，使混合物料含水率控制在 60%左右。碳氮比根据原料和工艺进行调整，在相应工程条件下可参考 30：1~35：1。验证结果表明，鸡场垫料处理的 NH₃ 和 H₂S 排放相对较低，秸秆处理对甲硫醚排放的控制效果较好。因此，辅料选择应综合考虑原料含水率、碳氮比、物料通气性及主要污染气体控制目标。表 4 汇总了现场试验各处理组使用到的物料比例。

表 4 各处理组物料占比情况

处理组	其他物料占比 (%)	猪粪占比 (%)
T1 (纯猪粪)	0	100
T2 (猪粪+鸡场垫料)	22	78
T3 (猪粪+白玉菇)	22	78
T4 (猪粪+锯末)	22	78
T5 (猪粪+秸秆)	22	78

辅料的选择需要达到减少异味气体排放的目的，异味气体排放主要包括氨气 (NH₃)、硫化氢 (H₂S) 和甲硫醚 (DMS) 等。堆肥处理异味气体的排放峰面积表 5 所示。图中可知氨气 (NH₃) T2 (添加鸡场垫料) 组别中峰面积值最小，为 519.19，表明其在整个堆肥过程中总排放量最低；硫化氢表现出相似的结论，在 T2 (添加鸡场垫料) 组中排放峰面积为最低值 1869，这表明对于氨气和硫化氢而言，添加鸡场垫料的减排效果更好。对于甲硫醚而言，T5 (添加秸秆) 峰值面积是最低的，为 2699.34，因此秸秆对甲硫醚具有较好的减排效果。

表 5 堆肥处理异味气体排放峰面积

堆肥处理	NH ₃ 峰面积	H ₂ S 峰面积	甲硫醚峰面积
T1	675.89	2823	7104.20
T2	519.18	1869	7951.20
T3	750.74	2499	8349.54
T4	806.46	2471	9086.49
T5	618.63	2231	2699.34

如图 3 所示，氨气排放浓度在堆肥第 15 天达到最大值，T5 (猪粪+秸秆) 组排放量最高，为 80 ppm，T2 (添加鸡场垫料) 组最低，约为 40 ppm。堆肥 15 天后，T1-T5 组的氨气排放量呈现出明显下降趋势，最低范围在 10-15 ppm 范围内波动。硫化氢 T1 (纯猪粪，空白组) 组在堆肥约三周后达到最大值，为 180 ppb，T2-T5 组硫化氢排放峰值在堆肥约两

周后，范围为 140-180 ppb 之间。对于甲硫醚而言，在堆肥约两周后，T1-T5 组排放量达到峰值，浓度范围为 500-600 ppb，之后呈现出逐渐下降的趋势。其中 T5（添加秸秆）组的甲硫醚排放量最低，基本处于 200 ppb 以下。

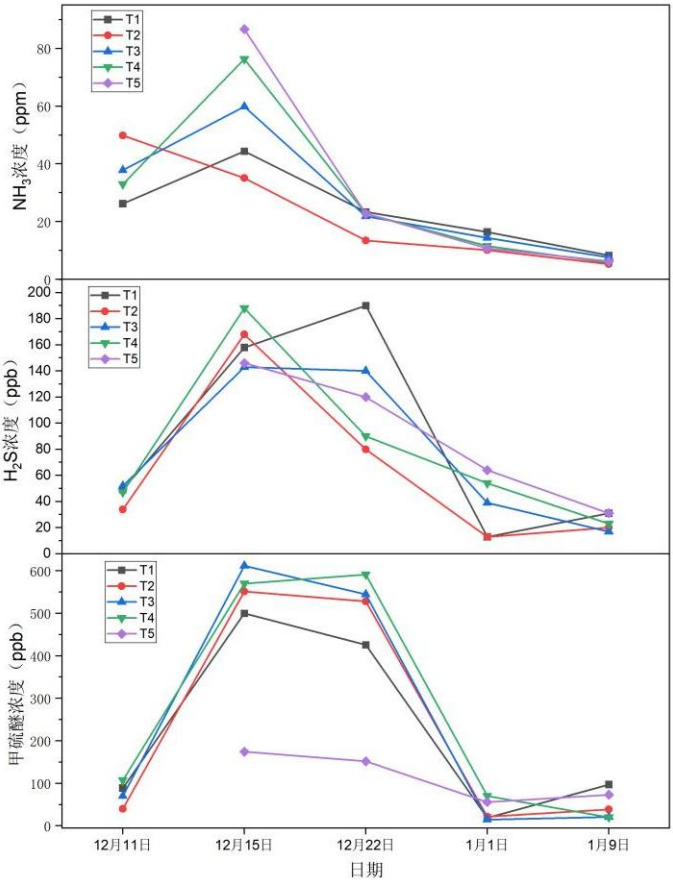


图 3 主要异味气体排放浓度

总之，不同辅料对各类异味气体的影响存在差异。辅料选择时宜同时考虑物料含水率、碳氮比、通气性、来源稳定性和环境安全性。标准正文因此采用原则性表达，不对鸡场垫料、秸秆或其他单一材料作统一推荐。

5.7.2 固体堆肥

1) 标准提出，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；需要强化高温发酵或特定污染物降解时，可选择经堆肥适应性验证的嗜热耐热型复合微生物菌剂。

菌剂应根据粪便种类、辅料组成、发酵温度和目标功能进行选择，宜优先采用经堆肥适应性验证的芽孢杆菌类耐热菌，并与酵母菌、乳酸菌或丝状真菌复配。投加前宜先与少量锯末或秸秆粉预混，再均匀加入全部物料。验证试验投加量为每 13 kg 混合物料加入 10 g 菌剂，折合约 0.08%。筛选的核心菌种可耐受 100 °C、30 min 处理；10 株耐热单菌对磺胺二甲嘧啶的 2 d 降解率为 3.84%~19.57%，由 *Bacillus cereus*、*Lysinibacillus fusiformis*、

Rummeliibacillus、Bacillus megaterium 和 Bacillus proteolyticus 组成的五菌复合菌剂，对磺胺二甲嘧啶的 5 d 降解率达到 88.5%，明显高于空白对照 34.9%；以牛粪堆肥为筛选来源、经含纤维素和半纤维素培养基连续富集 5 代获得的复合菌群经 20 d 模拟固态发酵后，黄腐酸含量比对照提高 20%。

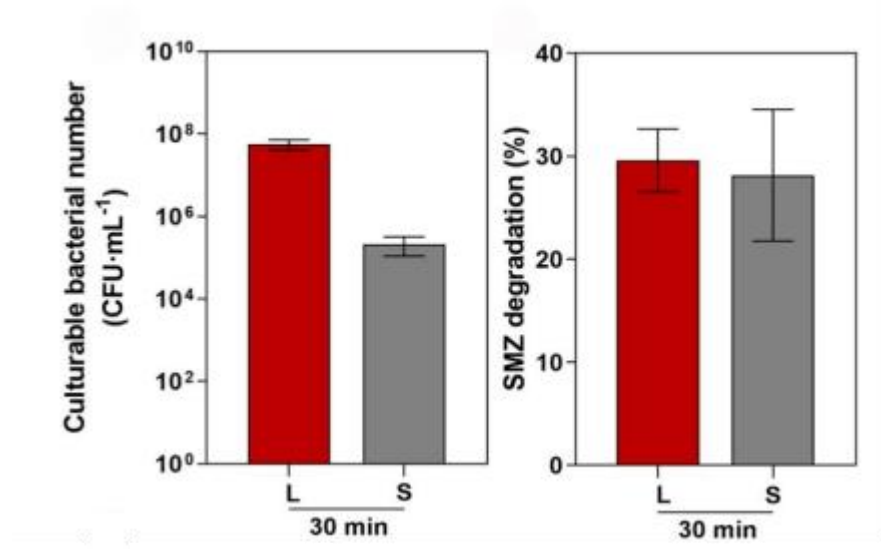


图 4 高温处理前后猪粪悬液中磺胺二甲嘧啶降解率和可培养细菌数量对比



图 5 R3 富集菌群筛选流程及其对黄腐酸形成的影响

高温堆肥过程中，嗜热耐热型微生物是推动有机物降解、堆体升温和腐熟的重要功能菌群。菌剂选择不宜仅依据菌种数量，而应结合粪便类型、辅料组成、发酵温度以及抗生素降解、腐殖化或促生防病等目标进行功能筛选。菌剂投加前宜与少量锯末、秸秆粉等辅料预混，再均匀加入堆体，避免局部菌剂浓度过高。

由图 4 可知，高温处理后猪粪悬液仍保留磺胺二甲嘧啶降解能力，并存在一定数量的耐高温可培养细菌。图 5 显示，R3 复合菌群经 20 d 固态发酵后使黄腐酸含量提高 20%，说明适宜的复合菌剂不仅能够促进污染物降解，还可提高有机质腐殖化程度。菌剂接种应与含水率、碳氮比、曝气和翻堆管理协同实施，不能以投加菌剂代替基本的堆肥过程控制。

2) 标准提出，堆肥方式可根据处理规模、场地条件和运行管理能力，选择条垛式、槽式、反应器式或覆膜好氧堆肥，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。堆肥周期不设置全国统一天数，而是根据工艺类型、堆体温度变化、腐熟程度

和无害化指标综合确定。堆肥过程宜符合 NY/T 3442 的相关要求，形成有机肥料产品时，产品质量还需符合 NY/T 525。

发酵过程中采用温度计 24 小时连续自动监测堆体的上、中、下三处的温度，所获取的温度数据自动记录在监测设备中，同时记录环境温度变化。由图 6 可知周期为 45 天的堆肥堆体温度变化情况。温度变化存在两个高峰期，分别在两次手动翻堆前后。堆体温度可反映出堆肥已达到腐熟条件。堆肥翻堆过程中应保证均匀性和彻底性，使得底部物料完全翻到上面。发酵堆体温度不再升高，堆体基本无臭味，颜色接近灰色时，一次发酵停止。

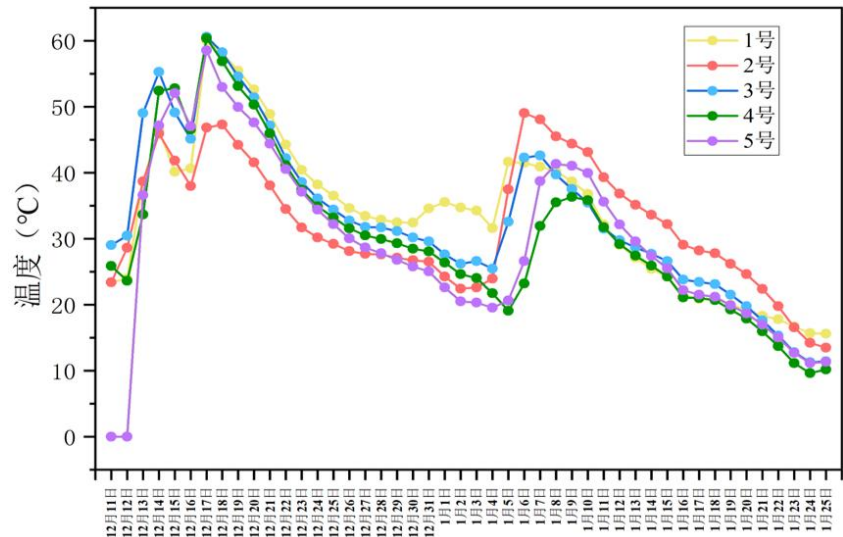


图 6 堆肥温度变化

3) 标准提出，可采用经适用性验证的复合微生物菌剂、安全合规的矿物或功能性调理材料以及干性辅料，改善堆体结构并提升堆肥品质。调理材料使用前需要核查重金属、放射性及其他生态环境安全风险，避免因原料来源和批次差异引入新的污染。

采用玄武岩尾矿残渣调理时，验证试验按混合物料质量的 10% 添加玄武岩尾矿残渣，将初始含水率控制在约 60%、碳氮比控制在 30:1~35:1，每 13 kg 混合物料加入 10 g 复合菌剂，并按 0.28 L/(kg·min) 的曝气强度曝气 10 min/d，发酵周期为 42 d，堆体 50 °C 以上持续 13 d。玄武岩处理的 CO₂ 累计排放量由 22049 g/m² 降至 19077 g/m²，降低约 13.5%；CH₄ 累计排放量由 94.5 g/m² 降至 71.4 g/m²，降低约 24.4%；腐殖化系数由 1.6 提高至 2.5，提高 56.3%。

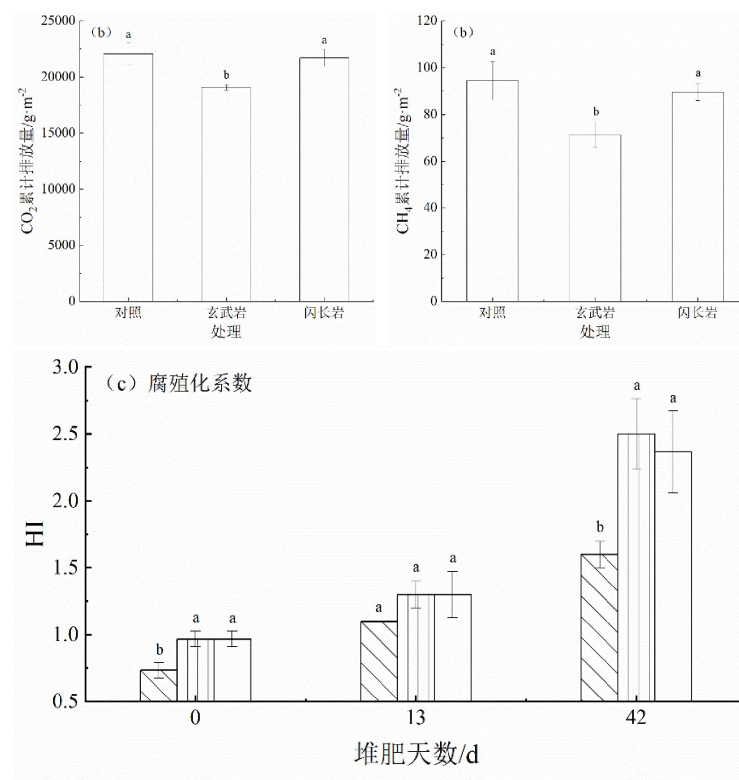


图7 不同尾矿调理处理的 CO₂ 和 CH₄ 累计排放和腐殖化系数变化

采用鸡场垫料、白玉菇基质、锯末或秸秆等辅料时，添加量宜为混合物料质量的 20%~40%；现场实际采用 22%，混合含水率 50%~60%，条垛高度 0.8 m~1.0 m，发酵 45 d，并在第 5 d 和第 22 d 翻堆。温度宜在堆体上、中、下布点，每 20 min 记录 1 次。不同辅料应按控制目标选用：白玉菇基质对 CO₂ 减排较好，秸秆对 CH₄、N₂O 及甲硫醚减排较好，鸡场垫料对 NH₃ 和 H₂S 减排较好。

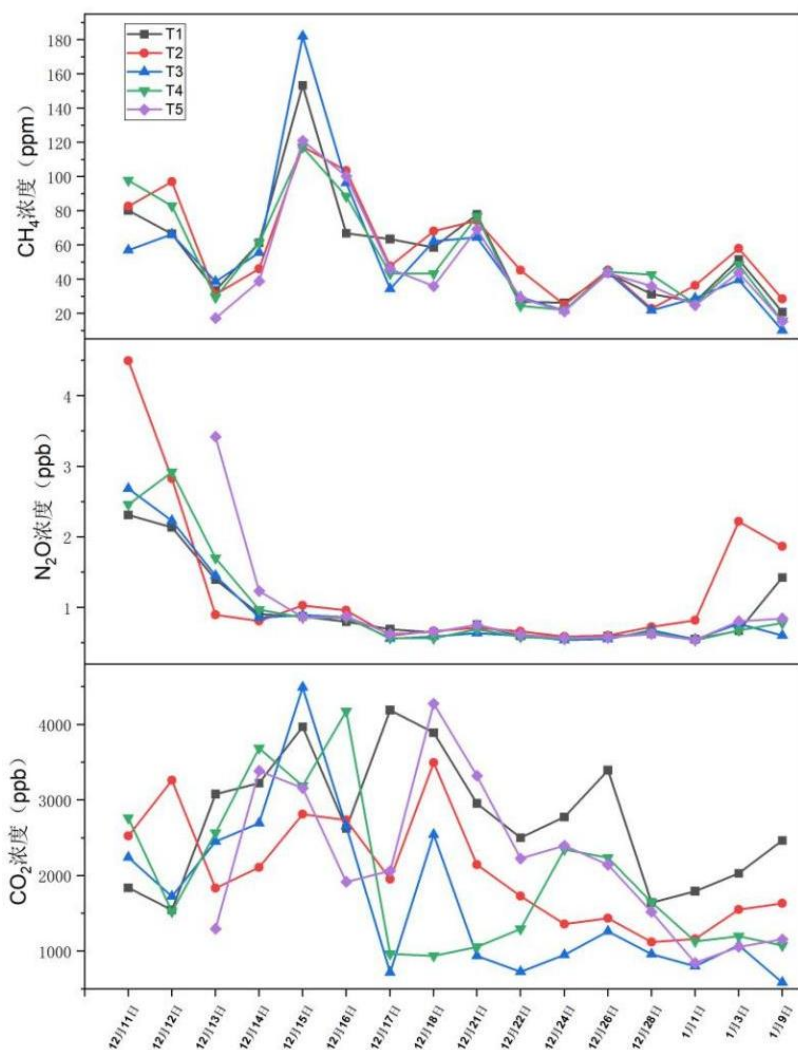


图 8 不同辅料处理猪粪堆肥的温室气体排放浓度

5.8 液体粪便资源化

5.8.1 液体粪污贮存

标准提出，液体粪污贮存设施宜配套输送和搅拌等设备，并采取防渗、防雨和防溢措施。有条件的养殖场户可设置两个以上贮存池交替使用，以便在检修、清理或用肥间隔期间进行调蓄。

贮存周期不采用全国统一月份，而是根据当地气候、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。该写法能够适应南北方气候、种植制度和清粪方式差异，也避免将 GB/T 26624 中的设施设计要求简单转化为固定贮存时间。

5.8.2 液体粪污资源回收

标准提出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开展氮磷回收。正文以膜浓缩作为可选技术路线，并要求根据进水水质设置预处理和膜污染控制措施。浓缩液、膜清洗废液以及资源回收后的剩余液体仍需进行资源化利用或安全处理。

本条用于规范源分离尿液和液体粪便中氮、磷等营养元素的资源回收。膜浓缩分离技术包括粪尿废水预处理—超滤—反渗透/DTRO 浓缩，以及源分离尿液 DTRO 膜浓缩等路线。粪尿废水经鸟粪石化学沉淀预处理后，浊度、电导率和氨氮分别降低 26.5%、51.5%和 88.1%，COD 降低 15.4%；20 nm 陶瓷膜超滤对浊度的去除率均大于 99%，出水浊度小于 2.0 NTU，可满足后续反渗透膜浓缩要求。

尿液膜浓缩试验表明，超滤—纳滤对纯尿液中氨氮和 COD 截留能力有限，其中出水氨氮降低 24%、COD 降低 34%，难以满足高效资源回收要求。采用高耐污高脱盐 DTRO 膜浓缩后，尿液膜通量随体积浓缩倍数升高由 0.36 LPM 下降至 2.5 倍浓缩时的 0.2 LPM，但不同浓缩倍数下脱盐率均大于 94%；DTRO 膜对尿液氨氮和有机质的截留率分别保持在约 98%和 99%以上，并可使浓缩液中 COD、氨氮和总磷含量显著提高。条件因素试验还表明，DTRO 膜对尿液中 COD 和 TP 去除率均可达到 99%，酸性条件下脱盐率和氨氮去除率提高，尿液初始 pH 从 9.5 降至 5 时，氨氮去除率由 76.1%提高至 99%。

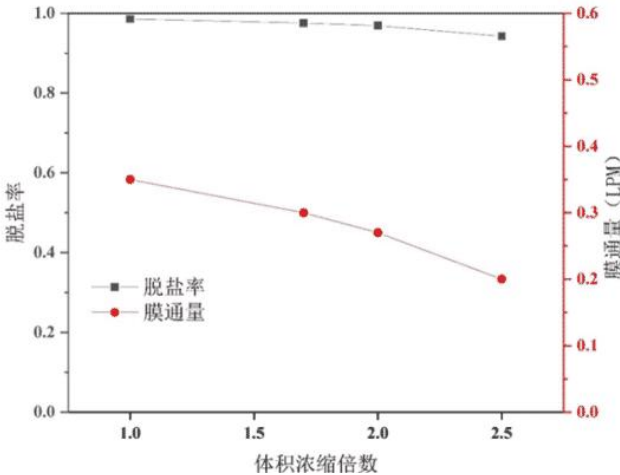


图 9 尿液碟管式反渗透膜 (DTRO) 浓缩通量和脱盐率

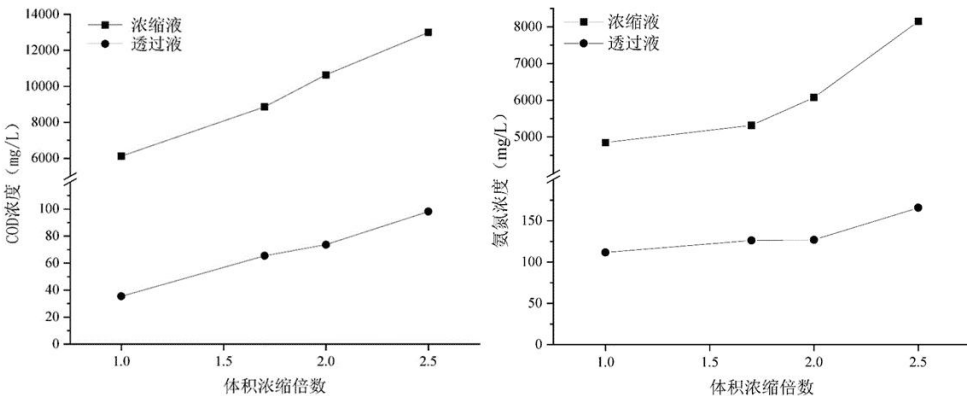


图 10 尿液碟管式反渗透膜 (DTRO) 浓缩过程 COD 和氨氮变化

此外，编制组开展了流动电极电容去离子技术的探索性试验，相关结果用于说明电化学养分回收的技术潜力，不构成标准对工程路线的指定。验证试验利用稻壳、猪粪等农业废弃物制备了多孔炭材料，构建了用于氮磷吸附的流动电极电容去离子技术（FCDI）。

结果表明，所构建的 FCDI 系统实现了超过 30 mg/g 的可逆氮磷分离和富集，并稳定循环超过 100 次；FCDI 技术处理实际猪粪水时，氨氮去除率接近 100%，磷去除率达到 74%，实现了良好的氮磷回收效果。

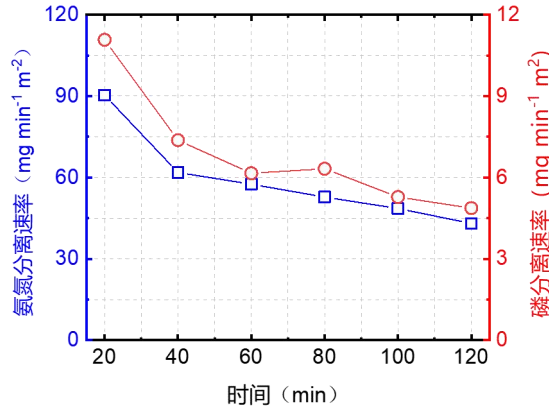


图 11 粪尿处理中对氮磷同步吸附分离速率性能

膜浓缩或其他资源回收过程并不等同于全部污染物去除。膜透过液、清洗废液及其他剩余液体中仍可能含有 COD、氨氮、盐分、悬浮物、病原微生物和残余氮磷，不能直接无控制排放。

因此，剩余液体需要结合后续去向继续处理。排入水体、进入农田灌溉渠道或作为杂用水回用时，应分别按照相应的排放、水质和环境管理要求进行控制。

5.8.3 液体粪污厌氧发酵

标准提出，采用受控厌氧发酵工艺处理液体粪污时，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。配套贮存设施可采用加盖或覆膜方式，减少臭气散逸和雨雪进入。

厌氧发酵设施的有效容积、运行负荷和安全措施受粪污性质、处理规模、环境温度以及气体利用方式影响。相应参数需要结合工程设计确定，不宜采用单一固定值。厌氧发酵出液可根据其卫生指标、养分含量和利用条件进入沼液利用或深度处理环节。

5.8.4 深度处理

标准提出，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，应结合进水水质、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。单一处理单元通常难以同时满足氮磷去除、病原控制、达标排放和分类回用要求，工程中需根据目标配置相应处理单元。

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。载体外部好氧区主要进行有机物降解和硝化反应，内部缺氧区可利用污水中的有机物或其他还原性物质进行反硝化，从而实现有机物和含氮污染物的协同去除。

ABFT 反应器形成悬浮污泥与附着生物膜并存的复合生物反应系统。载体填充率需要根据反应器构型、载体特性、进水水质和运行负荷确定；在项目工程条件下，填充率可参考池体有效容积的 40%~60%，载体附着生物量达到 10 g/L~18 g/L。较高的微生物持留量有利于硝化菌等生长速率较慢的菌群稳定生长，并可增强低温和负荷波动条件下的运行稳定性。

采用膜生物反应器（MBR）时，膜组件能够截留混合液中的悬浮物、胶体和微生物，实现泥水分离，并可承担传统沉淀单元的部分功能。膜材质、孔径、运行通量和清洗方式需依据进水水质、出水用途及运维能力选择，运行中应加强膜污染控制。

液体粪污及其处理产物用于还田或其他资源化利用前，需要达到相应无害化要求。人居粪便来源物料的卫生指标与 GB 7959 衔接，畜禽粪污来源物料的无害化处理要求与 GB/T 36195 衔接。

处理水排入水体时，应结合受纳水体功能和 GB 18596 等排放要求进行控制；进入农田灌溉渠道时，水质应符合 GB 5084。处理水用于冲厕、道路清扫、绿化等城市杂用时，则执行 GB/T 18920—2020 的相关要求。在该试验条件下，所监测的 COD、氨氮和总磷指标达到预期控制水平，处理水能否用于具体回用途径，仍需按照相应用途标准的全部水质指标和监测要求进行判定

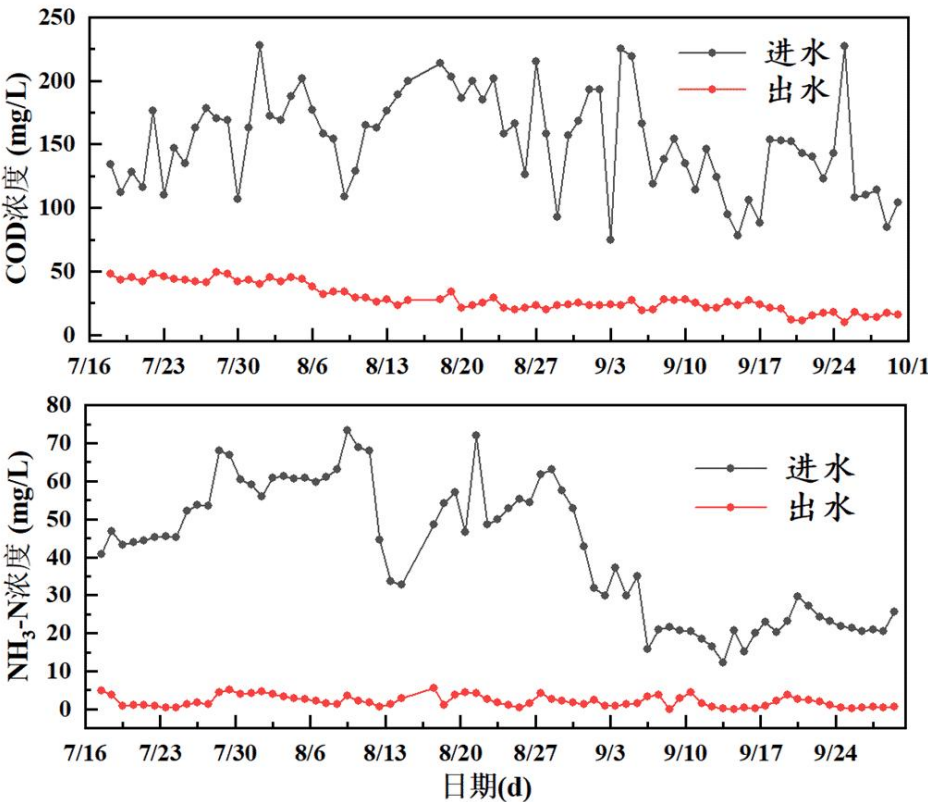


图 12 进出水 COD、NH₃-N 浓度变化曲线图

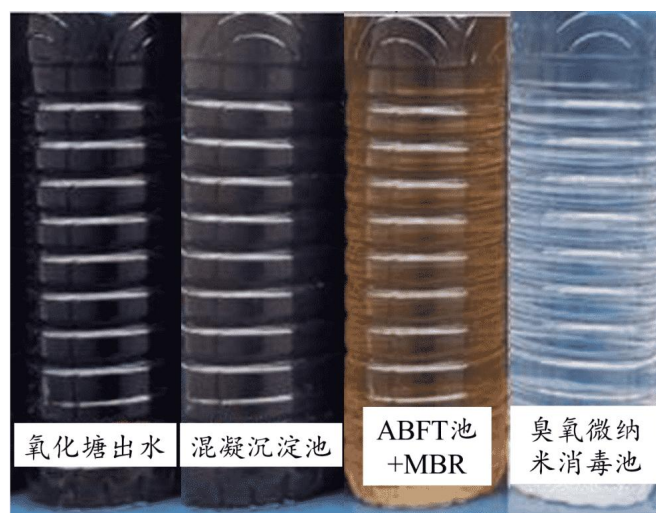


图 13 各工段出水效果图

5.9 资源化利用

5.9.1 制肥及还田要求

标准提出畜禽粪污制肥过程宜与 GB/T 36195 和 NY/T 3442 相衔接；加工形成有机肥料产品时，产品质量应符合 NY/T 525 的相关要求。肥料产品进入市场或按产品使用时，有毒有害物质限量需符合 GB 38400；形成含有机质叶面肥料产品并用于叶面施用，还需满足 GB/T 17419 及相关登记管理要求。粪肥直接还田不等同于肥料产品生产。直接还田时，需结合土壤条件、作物需肥规律、土地承载力和施用量控制环境风险，并根据还田后土壤水溶性盐含量变化调整施用方式。

项目还田试验所用猪粪液在施用前经过相应处理，并设置化肥、不同氮利用率猪粪液、酸化、硝化抑制剂及联合处理等试验组，用于比较不同施用方式对氨挥发和温室气体排放的影响。上述处理组及利用率属于试验设计，不作为标准统一规定的施用比例。

酸化的重要目标之一在于减排 NH_3 ， NH_3 的排放情况如图 15 所示。结果表明，酸化处理能够降低还田初期的氨挥发，但在部分条件下可能增加氧化亚氮排放。酸化与硝化抑制剂联合使用时，氨气和氧化亚氮排放表现出不同程度的协同控制效果。基于上述结果，标准没有继续规定统一的酸化 pH 范围，而是提出根据减排目标、物料性质、施用方式、设备防腐条件和土壤适宜性确定是否采用酸化处理，并综合评估氨气、温室气体、药剂安全和土壤酸化风险。

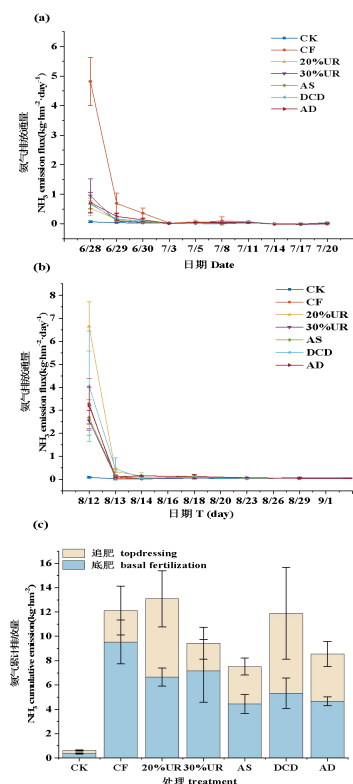


图 14 不同处理下 NH₃ 排放通量及 NH₃ 累计排放量：(a) 基肥时期的排放通量，(b) 追肥时期的排放通量，(c) 累计排放量

5.9.2 土地承载力测算

标准提出，畜禽粪肥消纳土地承载力可参照 NY/T 3877 进行测算，并综合分析粪肥产生量与可消纳土地之间的匹配关系。测算时需结合当地作物种类、种植制度、土壤供肥能力、养分利用率和环境风险，不能仅按土地面积进行简单判断。人居粪便来源物料用于农业利用时，还需满足相应卫生和地方管理要求。

5.9.3 施用量测算

标准提出，可根据消纳土地的供肥能力、作物目标产量、需肥量和需肥规律、粪肥养分含量以及粪肥替代化肥比例测算施用量。通常以氮素供需平衡为基础；当土壤本底磷含量较高或存在磷累积风险时，可按磷平衡进行校核。

施用量计算方法及推荐值参照 GB/T 25246—2025。具体工程仍需结合粪肥检测结果、土壤条件和作物生长情况进行动态调整，不直接采用项目试验中 20% 或 30% 的氮利用率作为固定参数

6 标准实施的环境效益与经济技术分析

标准实施后，可通过人居源分离、动物精准饲喂、分类收集和因地制宜的固液处理降低后续处理负荷；通过堆肥、液体养分回收、厌氧发酵、深度处理和安全还田，促进有机质及氮磷养分循环利用。项目试验表明，日粮磷水平调整可使试验奶牛的粪尿磷排放降低约 30.1%；以玄武岩尾矿残渣作为功能性调理材料的试验中，堆肥 CO₂ 和 CH₄ 累计排放分别

降低约 13.5%和 24.4%，腐殖化系数提高 56.3%。这些数据反映特定试验条件下的技术效果，不作为全国统一的性能指标。

ABFT、MBR 及消毒等组合工艺在项目工程中表现出较好的有机物和氨氮去除效果，为液体粪污深度处理提供了工程依据。本标准倡导就地就近处置和种养结合，可减少长距离运输、化肥投入和新水消耗，并通过有机肥料、浓缩养分产品、沼气和再生水等形成综合效益。实际经济性受处理规模、原料组成、设施利用率、能源消耗、运维水平和产品消纳条件影响，工程实施前宜开展技术经济比较。

7 标准实施建议

- (1) 根据乡村类型、粪污来源、处理规模、运维能力和消纳条件分类选择技术路线。分散农户优先采用简易、稳定和低维护的方式，规模养殖场及集中处理设施可根据需要配置机械分离、资源回收和深度处理单元。
- (2) 加强源头分类、贮存转运、固液分离、堆肥曝气、厌氧发酵、膜系统清洗、消毒和还田量控制等关键环节的运行管理，建立温度、水质、养分、设备运行和排放记录。
- (3) 处理产物进入市场、农田或其他利用途径前，应根据物料来源和最终用途分别满足无害化、肥料产品、农田灌溉、杂用水回用及污染物排放等要求。不同标准的适用对象和功能不应混用。
- (4) 加强基层管理人员和设施运行人员培训。可结合典型区域建设工程案例库，持续收集原料性质、运行参数、处理效果、经济成本和环境效益数据，为技术选择及后续修订提供依据。
- (5) 标准实施过程中应关注相关国家标准、行业标准和环境管理要求的更新，及时收集应用反馈。必要时结合技术成熟度、工程实践和区域差异组织复审与修订。

8 征求意见处理情况说明

本文件为 2026 稿，现阶段尚未形成完整的征求意见汇总和处理表。后续完成公开征求意见后，编制组将逐条研究反馈意见，并在本章补充意见来源、采纳情况及未采纳理由。

9 技术审查工作情况说明

本文件现处于编制完善阶段，技术审查会议情况尚待补充。标准进入技术审查程序后，编制组将根据审查意见修改标准文本和编制说明，并在本章记录会议时间、审查结论及主要修改内容。