

《旱改厕粪污处理与资源化利用工程建设技术指南》

团体标准编制说明

（征求意见稿）

《旱改厕粪污处理与资源化利用工程建设技术指南》编制组

2022年12月

项目名称：旱改厕粪污处理与资源化利用工程建设技术指南

本文件起草单位：山东舜天环境科技集团有限公司、明洋（山东）环境科技有限公司、山东建筑大学、生态环境部环境工程评估中心、山东正圣环保科技有限公司、山东省科学院生态研究所、山东舜天绿色循环产业研究院有限公司、威海格润环保科技有限公司、山东省城建设计院、山东京合生态农业科技有限公司、光大水务（济南）有限公司、山东省水利科学研究院、中科华鲁土壤修复工程有限公司、中建安装集团有限公司、山东丝路投资发展有限公司、中鼎世纪工程设计有限公司济南分公司、水发规划设计有限公司、新泰市自来水有限公司、山东建筑大学设计集团有限公司、济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司。

本文件主要起草人：韩延镇、刘文明、刘会、王永磊、栗静静、李敏、任景明、崔兆杰、王加宁、刘保森、高洪振、孙大朋、李伟、张威、袁秋云、林壮、王蒙、高志良、袁长祥、常海龙、徐培吉、王更堂、张新建、宋繁永、周方园、傅晓文、高铁岭、陈文娟、尹明山、金丽、何桂林、陈华东、唐兆国、聂荣飞、亓华、刘永剑、鞠玲、王珊、刘宝震、王磊、杨曦凯、安呈泰、杜红梅、李佳宁、陶荣凯、邵明睿、王永琪

目 录

1 任务来源	1
2 指南编制背景及必要性	1
3 农村旱改厕粪污资源化利用建设现状及问题	3
4 编制原则及依据	5
5 工作思路和技术路线	7
6 旱改厕粪污资源化利用与工程调研	10
7 指南主要技术内容	22
8 指南实施的社会、环境效益	26
9 指南实施建议	27

1 任务来源

农村粪污治理是实施农村人居环境整治行动、打好农业农村 污染治理攻坚战的重要任务。为保障旱改厕粪污资源化利用建设质量，有效提升旱改厕粪污资源化利用，十分有必要加强对旱改厕粪污处理与资源化利用建设的指导。党中央、国务院高度重视农村厕所粪污无害化处理与资源化利用工作。《农村人居环境整治提升五年行动方案（2021—2025 年）》指出，到2025年，农村卫生厕所普及率稳步提高，厕所粪污基本得到有效处理；积极推进农村厕所粪污资源化利用，统筹使用畜禽粪污资源化利用设施设备，逐步推动厕所粪污就地就农消纳、综合利用。

为落实党中央、国务院部署要求，规范资源化利用建设，提高各地农村旱改厕粪污处理与资源化利用水平，编制单位充分调研国内旱改厕粪污处理与资源化利用工艺及设备现状，编制本技术指南。为实现技术的推广、规范化应用，拟编制旱改厕粪污处理与资源化利用工程建设技术指南，为研究单位及企业提供技术应用上的引导与帮助。

计划项目名称为：旱改厕粪污处理与资源化利用工程建设技术指南。

2 指南编制背景及必要性

2.1 编制背景

近年的工程实践经验表明，农村粪污资源化利用工程照搬典型模式，不能有效、深度利用人粪尿中的碳源、氮源、转化型氨基酸等资源；对人粪尿中的不同物质不能采用取长补短的加工流程，造成原生质浪费。大多数农村粪污资源化利用项目发展不稳，最终导致停产停

工，严重制约了农村粪污资源化处理工程建设和当地环境保护事业的发展。

因此，研发经济可行且因地制宜的农村厕所粪污资源化利用技术，并应用于实际工程，成为必然的发展方向。

2.2 必要性

2.2.1 落实国家相关要求

2018年，为深入贯彻习近平总书记关于农村“厕所革命”的重要指示精神，中央农办、农业农村部、卫生健康委、住房城乡建设部、文化和旅游部、发展改革委、财政部、生态环境部联合发布了《推进农村“厕所革命”专项行动的指导意见》，要求“积极推动农村厕所粪污资源化利用，鼓励各地探索粪污肥料化、污水达标排放等经济实用技术模式”。2020年，农业农村部办公厅、国家卫生健康委办公厅、生态环境部办公厅联合印发《农村厕所粪污无害化处理与资源化利用指南》和《农村厕所粪污处理及资源化利用典型模式》，提出“农村厕所粪污治理是推进农村厕所革命的关键，重点是解决粪污无害化处理问题，在此基础上积极推进资源化利用”。2021年，《农村人居环境整治提升五年行动方案（2021—2025年）》明确要求，“积极推进农村厕所粪污资源化利用，统筹使用畜禽粪污资源化利用设施设备，逐步推动厕所粪污就地就农消纳、综合利用”。

2.2.2 好氧发酵制肥的可行性

在对目前国内外现有旱改厕粪污资源化利用技术进行广泛调研及多年技术研发的基础上，就目前农村粪污资源化利用技术存在原生质浪费、可靠性差、二次污染等问题。针对人粪尿中含有大量碳源、氮源、转化

型氨基酸等宝贵的生态农业资源，将固液分离出的细渣通过好氧发酵装置制取固态有机肥，并将分离出的液体复配功能性菌种制取功能性液态菌肥，开发基于好氧发酵制肥的农村厕所粪污处理资源化利用技术，通过对关键发酵参数、功能菌株投加量及投加周期的调控，实现达标制肥。本技术可高效回收粪污生态农业资源，无二次污染产生，环境效益好，综合成本低，应用前景非常广阔。

2.2.3 旱改厕粪污好氧发酵制有机肥料的针对性标准

自 2007 年以来，住房和城乡建设部陆续出台了《粪便处理厂设计规范》（CJJ64-2009），农业部出台了《畜禽粪污处理场建设标准》（NY/T 3023-2016）、《畜禽粪便堆肥技术规范》（NY/T 3442-2019）、《密集养殖区畜禽粪便收集站建设技术规范》（NY/T 3670-2020）等 6 项工程技术规范。重点对粪便处理的技术模式、工艺参数等进行规范。但在农村旱改厕粪污资源化利用工程建设等方面，尚缺乏相关规定。在实际应用中，其可操作性不强。因此，亟需制定符合我国农村旱改厕粪污资源化利用建设实际需要的相关技术指南，对农村粪污资源化利用设施的设计、施工、验收的全过程加强指导，帮助从业单位提升专业化、规范化水平。

本技术指南的编制可有针对性的为旱改厕粪污资源化利用——好氧发酵制肥工程提供规范性指导，最大限度避免和减少处置过程中的二次污染，避免浪费，实现我国农村旱改厕粪污资源化利用，保护环境，保障民众健康。

3 农村旱改厕粪污资源化利用建设现状及问题

3.1 建设现状

一是农村旱改厕已基本完成。据初步统计，截至 2022 年 8 月，全国农村旱厕改造率达到 83%。从行政村覆盖率看，天津、上海、浙江等 3 省(市)农村旱改厕率较高，均达到 80%以上。

二是农村旱改厕粪污资源化利用率低。现阶段粪污资源化利用未能与农业生产有机结合，无法做到就近消纳、综合利用。污水深度处理法未实现资源循环利用，仅去除了污染物，使养分物质浪费。农村厕所粪污处理与资源化利用模式不成熟，维护运行机制不健全，农村厕所粪污资源化利用率与精准化利用水平较低。

三是农村粪污资源化利用模式多样。农业农村部办公厅、国家卫生健康委办公厅、生态环境部办公厅联合印发《农村厕所粪污无害化处理与资源化利用指南》和《农村厕所粪污处理及资源化利用典型模式》，指导各地以就地就近处置、源头控污减排为原则，促进农村厕所粪污无害化处理与资源化利用；逐步探索市场化解决路径，推动粪污就地就近资源化利用；并结合当地组织管理、资金投入、技术模式、运行管护、主体参与等因素，合理借鉴厕所粪污处理及资源化利用模式。

3.2 建设常见问题

根据现场调研，目前农村旱改厕粪污资源化利用建设不规范主要涉及处理规模、粪污污染物、粪污处理设施、施工及验收四个方面。

3.2.1 处理规模与粪污污染物

(1) 处理规模：按户籍人口设计或选取与当地实际状况不符的粪污产量设计，导致设施规模不匹配。

(2) 粪污污染物：厨房用水、洗涤用水等其他生活污水排入三格式化粪池、双瓮式化粪池或沼气池等处理设施，实际粪污浓度偏低，

发酵效果下降，增大处理难度。干旱寒冷地区农村采用的旱厕类型较多，旱厕粪污与水冲厕所的粪污特性存在较大差异。

3.2.2 粪污处理设施

(1) 技术类型：厌氧、好氧等生物处理技术对用户的舒适度不够、环境条件限制，在应用时具有局限性，无法保证实现资源化处理；焚烧、热解和电解技术成本过高，处理过程中易对环境产生二次污染；污水的深度处理方法仅去除污染物，造成养分物质浪费，无法达到粪污资源化利用目的等。

(2) 工艺选择：多采用污水深度处理工艺，与资源化利用用途不匹配等。

3.2.3 施工及验收

(1) 工程施工：化粪池渗漏、破损、裸露、淤积等；构筑物地基下沉、塌陷、开裂、渗漏、水泥脱落、腐蚀损坏、歪斜等；设备质量不合格、出漏、处理效能不达标；防渗层破坏、撕裂，未浇筑底板下渗等。

(2) 工程验收：资料验收和隐蔽工程验收缺失；验收责任主体和职责划分不明确；在设施处理规模和粪污污染物不符合设计要求的情况下完成验收等。

4 编制原则及依据

4.1 编制原则

本指南的制定主要遵循以下原则：

- 1) 符合国家现有政策、法规、标准的要求；
- 2) 便于实现旱改厕粪污资源化、无害化处置，提高资源利用率，防止处置过程中产生二次污染；

3) 在广泛调查国内外旱改厕粪污相关处置技术、管理规范的基础上，与国内现有旱改厕粪污管理要求和技术水平相衔接，做到指南安全、适用、经济，具有可操作性。

4.2 编制依据

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

依据的国家法律法规及标准规范：

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国水污染防治法》

《中华人民共和国土壤污染防治法》

《关于生产性建设工程项目职业安全监察的暂行规定》

GB 7595 粪便无害化卫生要求

GB 12348 工业企业厂界噪声标准

GB 50014 室外排水设计标准

GB 50015 畜禽粪便还田技术规范

GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范

GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范

GBZ 1 工业企业设计卫生标准

GB/T 36195 畜禽粪便无害化处理技术规范

GB/T 38836 农村三格式户厕建设技术规范

GB/T 40201 农村生活污水处理设施运行效果评价技术要求

GB/T 51347 农村生活污水处理工程技术标准

CJJ64 粪便处理厂设计规范

5 工作思路和技术路线

5.1 总体思路

依据国家相关法律法规，参考国内外相关标准规范，遵循“问题导向，规范管理；科学通用，有机衔接；系统全面，突出重点；适用可行，兼顾前瞻”等原则，为解决技术模式选择不合理、设计规模不匹配、处理模式不合适、施工及验收不规范等问题，针对旱改厕粪污资源化处理设施的主要组成和工艺环节，加强对处理规模、粪污污染物实地调查、工艺选择、工程施工及验收的全过程指导，确保工程建设质量，提高设施建设的标准化、专业化和规范化水平。

《指南》拟重点解决如下问题：

一是针对处理规模不匹配的问题，明确农村粪污处理规模和粪污污染物实地调查方法，根据高峰月粪污产量、常住人口、水力负荷率等综合确定处理规模，在基本满足设施全年正常运转的情况下，减少投资浪费。

二是针对技术模式选择不合理的问题，根据处理规模、粪污污染物、经济水平、运维管理能力、制肥标准、设施规模等提出粪污资源化利用工艺选择。

三是针对施工及验收不规范问题，对施工关键环节提出技术要求，明确工程验收方式，将处理规模、粪污污染物、制肥标准纳入竣工环境保护验收内容，确保粪污资源化利用设施发挥实效。

5.2 基本原则

一是问题导向，规范管理。以解决农村粪污资源化利用设施建设突出问题为导向，结合农村旱改厕粪污污染物特征，对影响设施建设质量的关键环节进行技术指导，规范农村旱改厕粪污资源化利用设施建设与验收。

二是科学通用，有机衔接。参考国内外农村粪污资源化利用相关标准规范，综合考虑处理技术成熟度、农村经济承受能力及运维难易程度，选择国内常见技术类型，同时与农村生活污水（灰水）处理有效衔接，与农村人居环境整治要求保持协调一致。

三是系统全面，突出重点。从处理规模和粪污污染物、收运设施、处理设施、处理工艺、附属设施各环节，到工程施工、工程验收等提出全过程的技术要求，并重点针对处理规模和粪污污染物、粪污收运、粪污资源化处理和工程验收，提出技术和管理要求。

四是适用可行，兼顾前瞻。以符合我国农村经济水平和粪污资源化利用能力为前提，注重地区差异性，技术要点和管理措施切实可行，突出实用性，推动农村粪污的资源化利用。

5.3 技术路线

技术路线如图5.1所示。

5.4 主要工作过程

明洋（山东）环境科技有限公司、山东建筑大学于2019年1月开始了《旱改厕粪污处理与资源化利用工程建设技术指南》的编制工作，随即成立指南编制小组。编制组在各地各部门的大力支持下，开展了大量资料分析、现场调研、专家论证、意见征集等工作。编制工作主要从以下三个方面展

开：旱改厕粪污处理与资源化利用技术研究和相关文献调研；实地调研采用生物制肥方式资源化利用旱改厕粪污的设施运行情况及处置效果；研究制定编制方案并完成指南征求意见稿编制。具体工作过程如下：

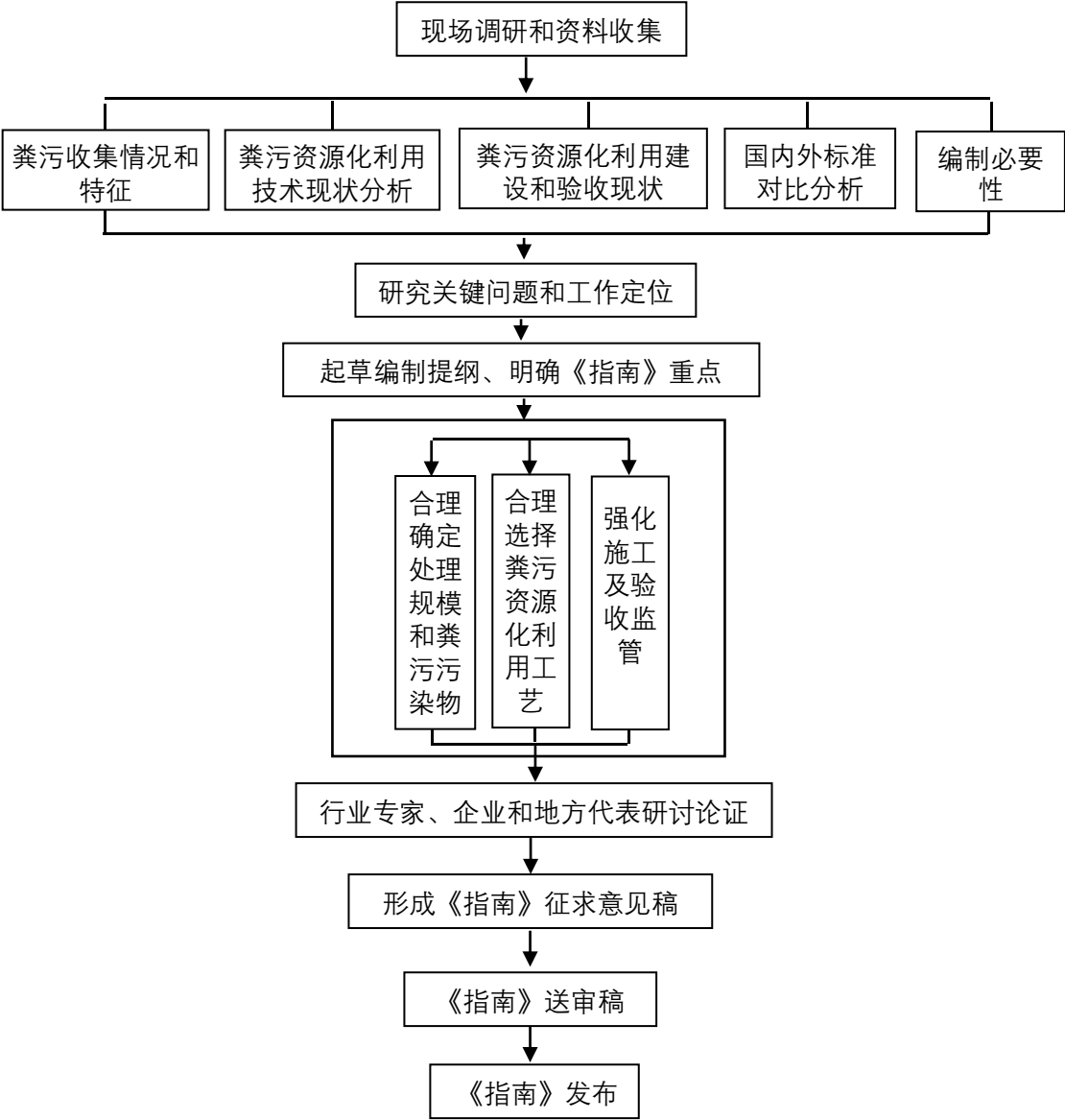


图 5.1 《指南》编制技术路线图

5.4.1 基础资料调研

查找国内外旱改厕粪污资源化利用技术，了解各技术特点及发展趋势；从旱改厕粪污污染物及科学实验等方面确定旱改厕粪污好氧发酵制肥的技术可行性；调查国内旱改厕粪污处理与资源化利用相关法律法规和标准规范，为下一步规范编制奠定理论基础。

5.4.2 实地调研

开展了旱改厕粪污好氧制肥方式资源化利用设施调研，了解旱改厕粪污好氧制肥预处理、好氧生物发酵生产固态有机肥、生物好氧发酵制液态菌肥、除臭系统等的情况，设备运营情况及存在问题。在实地调研的基础上，收集工程资料，总结归纳建设技术要点。



图 5.2 有机肥发酵设备

5.4.3 指南编制及评审

在前述工作的基础上，提出指南编制方案，开始技术指南初稿的编制。在编制过程中认真征求环境管理部门、设计院、科研机构以及从事旱改厕粪污处理单位的意见和建议，并予以采纳，经过反复论证、修改和完善，形成《旱改厕粪污处理与资源化利用工程建设技术指南》征求意见稿。

6 旱改厕粪污资源化利用与工程调研

6.1 旱改厕粪污来源

旱改厕粪污来源于农村旱厕改造后产生的人类粪便、尿液及冲洗水，以及从事农村公益事业、公共服务和民宿、餐饮等经营活动产生的厕所粪污。

人尿是食物经消化吸收参与新陈代谢后排出体外的废液，含有96~97%的水分，3%的水溶性有机物和无机盐类。其中尿素占1%~2%，无机盐中主要为氯化钠，约占1%左右，并含少量尿酸、氨基酸、磷酸盐、铵盐及微量元素等。人粪是食物经消化未被吸收利用排出体外的残渣，其中含70%~80%的水分，20%的有机物质和少量无机物质，其中，包括7.5%左右的死细菌；2.5%~5%的脂肪及脂肪酸；0.5~0.75%的蛋白质、氨基酸、多肽；2.5~5%的无机盐及7.5%的未消化的残存食物；同时还含有大量致病微生物及寄生虫卵，细菌作用产生的硫化氢、硫醇等物质形成臭味。

6.2 旱改厕粪污资源化利用国内外相关标准情况

6.2.1 国外旱改厕粪污资源化利用相关标准

2008年，澳大利亚发布《生活污水现场处理单元》（AS/NZS 1546-2008）中规定了厕所化粪池为主体的施工建设、技术工艺等方面的要求；2016年，欧盟发布《50PT小型废水处理系统》（EN12566:2016），针对民用50PT污水处理系统的预制化粪池、生活废水处理系统、预制现场组装化粪池、化粪池废水预处理系统和污水前处理装置等进行了规定。2018年，国际标准化组织发布《粪便污泥处理装置》（ISO IWA 28:2018(E)），对粪便污泥处理装置的适用范围、安全性指标以及工作性能指标进行了规定。

日本在农村粪污处理采用净化槽设施，用于分散型生活污水或者类似生活污水的处理(农村地区)。《净化槽法》规定了净化槽的制造、安装维护检修及清扫等方面的要求。针对净化槽的制造、施工、安装、

运维等出台了一系列标准和规则，形成了较为完善的标准化的质量管理体系。

6.2.2 国内旱改厕粪污资源化利用相关标准

我国农村旱改厕粪污治理工作起步较晚，以往主要参考农村污水处理工程技术标准、镇（乡）村排水工程技术规程。2007年以来，国家陆续出台了与粪污处理相关的技术指南、规范和标准等，但在实际应用中，可操作性和指导性不强。目前，缺乏农村旱改厕粪污资源化利用处理设施建设与验收的系统性标准。

1) 国家标准与指南

2012年，卫生部发布了《粪便无害化卫生要求》（GB7959-2012）对粪便无害化卫生要求限值和粪便处理卫生质量的监测检验方法做了具体规定。同年卫生部发布了《农村户厕卫生规范》（GB19379-2012），规定了农村户厕卫生要求及卫生评价方法。

2018年，中国标准化研究院发布了《农村生活污水处理导则》（GB/T 37071），对农村生活污水（含冲厕水）收集、处理、排放等相关标准进行了梳理，对污水处理全过程进行了标准索引，并推荐了满足不同排放标准的组合工艺。

2019年，住房和城乡建设部发布了《农村生活污水处理工程技术标准》（GB/T 51347-2019），该标准适用于新建、扩建和改建的生活污水处理工程以及分户的改厕与厕所污水处理工程。对设计水量水质、污水收集、处理技术、施工与验收等进行了详细规定，但该标准中未对粪污的资源化利用技术及建设进行规定。

2) 行业标准与指南

2009年，住房和城乡建设部发布了《粪便处理厂设计规范》（CJJ64-2009），对粪污处理厂址选择、处理工艺、处理设施、污泥处理与处置、除臭系统、辅助与公用设施等提出基本要求，进行规范。同年，住房和城乡建设部发布了《粪便处理厂运行维护及其安全技术规程》（CJJ30-2009），对粪便处理厂的运行管理、设施维护保养及安全防护等提出要求。

生态环境部(原环境保护部)印发的《村镇生活污染防治最佳可行技术指南》(HJ-BAT-9)、《农村生活污染控制技术规范》(HJ 574)，提出了黑水水质水量、收集系统，以及化粪池、沼气池、开放式堆肥、厌氧消化制沼气等农村生活污染控制技术要求，明确了技术参数和经济适用性等。

《镇(乡)村排水工程技术规程》(CJJ 124)等标准，对污水净化沼气池、化粪池等工程技术和装备等提出规范性要求，但并未有厕所粪污资源化利用相关的工程技术。

3) 地方标准与指南

截至目前，山西、重庆、河南等少数省份，针对农村粪污处理设施建设与验收发布了标准规范。2021年，山西省质量技术监督局发布了《农村粪污集中处理式户厕改造技术规范》(DB14/T 2352)，对农村粪污集中无害化处理式户厕的设计、施工、工程质量验收及运行期与维护等进行详细规定。2021年，重庆市市场监督管理局发布了《农村户用卫生厕所建设及粪污处理技术规程》（DB50/T1137），对农村户用卫生厕所的设计与建造、粪污处理技术等进行详细规定。2020年驻马店市市场监督管理局发布了《畜禽养殖场（小区）粪污处理设施建设指南》（DB4117/T 292），对畜禽养殖场（小区）粪污处

理设施选址要求、源头减量、过程控制、末端利用设施的建设要求等进行详细规定。

上述国家、行业和地方标准尽管侧重点和深度不同，但都为《指南》编制提供了重要参考。

6.3 本指南与国内外同类标准的对比与分析

《指南》针对处理规模与粪污污染物、粪污资源化利用、施工及验收等各环节，系统规定设施建设的一般性要求。《指南》充分借鉴浙江、山东等地较成熟的相关规定，对适用于全国的农村旱改厕粪污资源化利用设施建设及验收要求进行研究、总结和完善，突出以下三个方面的特点。

一是具有一定的创新性。提出抑制病原菌生长的全量化粪污制肥工艺及其运行参数，提出功能性菌剂的合理投加方式以及投加周期，制作有效微生物含量较高的液体有机肥。

二是指导性较强。加强旱改厕粪污资源化利用的统筹推进，根据农村地区旱改厕粪污特征、经济条件等因素，明确粪污收运范围和收入要求等，有效解决粪污资源化利用率低的问题。提出不同情境、不同要素下的工艺选择依据，进一步指导地方因地制宜选择适宜的处理工艺。

三是符合实际需求。针对农村旱改厕粪污资源化利用设施建设中常见问题，如处理规模偏大、粪污污染物差异、工艺选择不合理等，提出相应的解决措施，具有一定的针对性和可操作性。

6.4 旱改厕粪污处理技术

农村厕所粪污处理技术较多，包括厌氧发酵、好氧发酵、干化、焚烧等技术，以及热解、电解、深度处理等新技术。

(1) 厌氧发酵技术：厌氧发酵技术在粪污处理技术中相对成熟，在农村改厕工作中应用较广。该技术是在密闭环境下，利用厌氧消化菌将粪污转化为 CH_4 、 H_2O 、 CO_2 和有机物等。厌氧发酵过程可分为两个阶段：第一阶段是粪便分解、粪液分层和虫卵沉降；第二阶段为充分的厌氧发酵。粪污经过厌氧发酵后，病原菌被杀灭，产生的沼渣、沼液可以用作有机肥施入农田，产生的沼气可以用于照明、做饭、供暖等日常生活。

厌氧发酵技术的研究和应用时间最长，成熟度高，可实现就地处理，无额外污染负荷与嗅觉污染，资源化利用率高，可产出优质肥料和清洁能源。但其处理周期长，后期维护不便，受设施结构、建造质量、温度、外来物等影响因素较多。

(2) 好氧发酵技术：好氧发酵技术在我国农村应用较多，该技术是将粪便与生物填料或者基质混合后置于储粪池或发酵罐内，利用粪便自身携带的好氧微生物或者定期投放特殊高效菌种进行发酵，将其分解成 CO_2 、 H_2O 和小分子有机物，最终变成有机肥，反应过程中产生的高温可杀灭各种病原体、寄生虫。

好氧发酵技术成熟度略低于厌氧发酵技术，前者改变了农户的入厕习惯、耗能高、且需要外界干预，效果受填充基质的影响较大，但卫生效果好，处理周期短，安装方便，可产出有机肥。在处理效果的稳定性和产品质量的安全性方面好氧发酵技术还有待提高，后期使用维护管理不当易导致堆肥失败。

(3) 干化技术：干化技术即用强化加热或添加覆盖物的方法使粪污脱水，进行干燥堆肥。

干化技术成熟度中等，无环境污染，处理3个月以上可产出有机肥。其中粪尿分集式厕所使用维护较复杂，改变了入厕习惯，处理效果取决于后期使用维护程度，而太阳能厕所主要受外界条件的影响，处理效果不稳定。

（4）热处理技术：热处理是利用热化学转化原理将有机质分解为气体和残渣的过程，处理效果好、减量化程度高，但系统较复杂，存在能耗高、技术产品投入大以及对技术安全性要求高等问题，可在特殊环境下使用。目前，已有应用该技术的相应厕所产品，但其生产成本高昂，且使用过程中高温分解技术的安全性还有待于进一步验证。

（5）其他技术模式：目前针对污水处理研发的新技术有电解技术、深度处理法、超临界水氧化技术、湿式氧化技术等，作为农村生活污水的一部分，厕所粪污在处理过程中可以借鉴这些新技术。

电解技术是在电解条件下去除污染物并产生清洁水的处理方法。深度处理法是利用膜的选择性分离作用和有机物的特性，实现粪污与清洁水的分离和污染物降解，产生的清洁水可用于回冲厕所或施入农田。超临界水氧化技术可以使粪污在超临界水中被快速分解为 CO_2 ，产生清洁水，具有效率高、无嗅觉污染等优点，但需额外供能，成本高。湿式氧化技术是利用高温高压杀灭病原体，将有机物分解为小分子物质，但能耗较高且效果不稳定。新型技术虽提升了资源化、减量化的效果，但成本也大大增加。

6.5 旱改厕粪污全量资源化处理工艺

6.5.1 工艺流程

粪污经吸粪车运至粪污储存池，在储存池中添加生物除臭剂，以快速除臭、抑菌杀菌；经格栅除污机去除石块、塑料布、织物、金属、大纤维等杂质；经提升泵将粪污输送至固液分离机，分离出的粪液流入集水池由泵提升至絮凝沉淀池（或气浮机沉淀一体机），粪液中投入 PAC、PAM，去除粪液中的悬浮颗粒和大部分非溶解性 COD、色度、油分、氮和磷等富营养物质。

经预处理的粪水进入生物好氧发酵池，池中添加复合菌剂，池中曝气，粪水在池内停留时间为 5-10 天，减量 10%，10-15 天后，减量 30%以上。粪液通过多尔夫过滤及罐式陈化反应工艺吸附液体中的重金属及杂质。随后，抽取 50%的菌液作为活性菌液母液，添加功能菌、氨基酸和微量元素等物质生产液态微生物菌剂，制成农业种植需要的液体有机肥料，可直接用于农业种植领域，适合各类农作物，创造经济价值。另外 50%循环后继续与新的粪液发酵培养。

经预处理固液分离后的干物料含水率为 65%，为其添加辅料，并接种堆肥接种剂，通过“新型密闭式堆肥反应器生物堆肥技术”充分腐熟，再经过“有机肥料加工技术”生产固态有机肥，实现废弃物的无害化处理和资源化利用。

高温好氧快速堆肥化技术的原理是微生物发酵的过程，在这个过程中，有机物料在微生物的分解作用下，变成 CO₂ 和小分子的有机化合物（有机质），实现有机物料的降解，是稳定化过程。同时堆肥物料聚集大量的热使堆体温度达到 55℃ 以上，并且持续一段时间，对病原菌和杂草种子等有杀灭作用，实现堆肥的无害化。

密闭式堆肥反应器为单层圆筒形或矩形，发酵仓深度一般为 5.25m，通常物料从密闭式发酵的仓顶加入，螺旋出料机从下部出料，由仓底用高压离心机强制通风供氧，以维持仓内物料的好氧发酵，物料发酵周期约为 7~15 天。

6.5.2 技术优势

1) 适用范围广、处理效率高。本工艺对旱改厕粪污的处理是普适性的，对旱改厕粪污含水率没有限制，适用于各种旱改厕方式产生的粪污，提高了处理效率。

2) 制肥产品环境效益好。新型生物肥料减少了化肥的依赖，降低了二次污染，改善了人居环境、修复了自然生态、提高了农产品质量安全水平，实现了人和自然的和谐共生。

3) 处理成本低、经济效益高。以规模为 200 吨/天的旱改厕粪污处理站为例，年总成本为 1809.53 万元（含税），年收入约为 1967.00 万元，年均利润总额为 165.52 万元，年均所得税后利润 132.30 万元，具有较高经济效益。

4) 节能降耗。突出了碳中和、氮循环的理念，变废为宝，种养结合，本地消纳，节能降耗。

5) 可持续发展。可实现农牧废弃物各组分全量资源化和综合开发利用，有利于打造循环经济，实现可持续发展。

6.6 示例项目

6.6.1 项目简介

旱改厕粪污固液分离后的细渣通过好氧发酵装置制取固态有机肥、分离出的液体复配功能性菌种制取功能性液态微生物菌肥，充分实现对粪污进行“减量化、稳定化、无害化、全量化和资源化”五化处理。

6.6.2 预处理固液分离系统

粪便污水收集后经运输车至储存池，经过机械格栅过滤，通过泵将粪便污水提升至叠螺机，分理出的液体流入集水池由泵定量打入絮凝沉淀池（或气浮机沉淀一体机），去除污水中的细小悬浮颗粒，去除大部分非溶解性固体有机物。



图 6.1 预处理固液分离处理单元

6.6.3 生物处理系统

固液分离后的粪液进入生物发酵池，曝气持续时间约为 10 天左右。通过多尔夫过滤及罐式陈化反应工艺吸附液体中的重金属及杂质。反应釜搅拌罐加入氨基酸、生物酶等充分搅拌发酵，经过二次发酵的液体肥可直接用于农业种植领域，适合各类农作物。

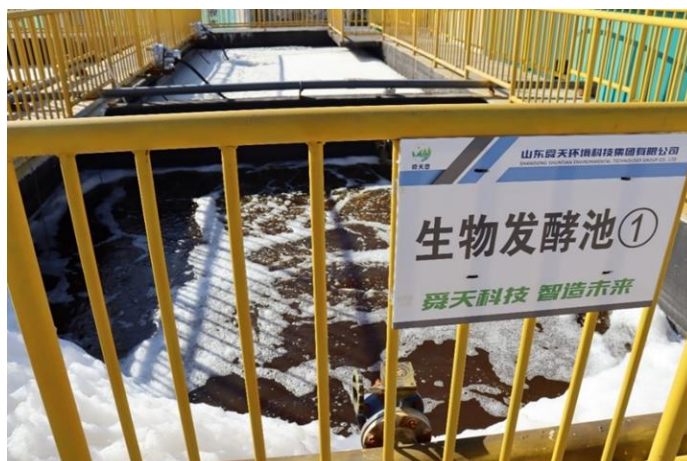


图 6.2 生物发酵处理单元

罐式好氧发酵工艺为单层圆筒形，发酵罐容积 90~240 立方，通常发酵罐采取物料从罐顶加入，螺旋出料机从下部出料，由罐底用高压离心机强制通风供氧，以维持罐内物料的好氧发酵。发酵周期约为 7~15 天。

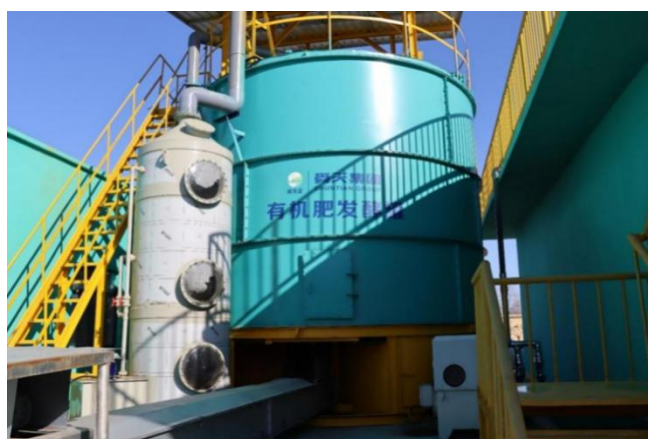


图 6.3 有机肥发酵罐处理单元

6.6.4 气体收集生物除臭技术

配备废气处理装置一套（功率 7.5kw，6000m³/h，风压 2kpa）。采用分散收集，集中处理的方法，利用气体除臭系统配合菌剂除臭后达标排放。

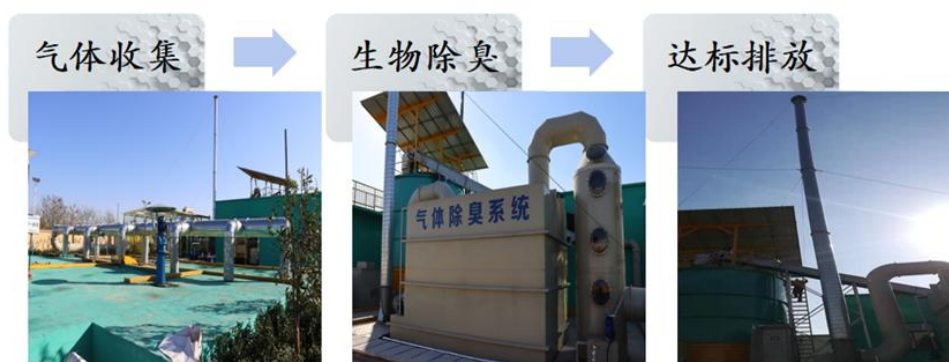


图 6.4 生物除臭处理单元

采用微生物除臭+喷淋+U 光氧+活性炭吸附相结合实现气味的完全处理后高空排放，运行过程中产生的异味经过生物除臭系统处理可达《恶臭污染物排放标准》（GB14554）国家标准。处理效果见下表。

表 6.1 废处理效果检测表

排气筒名称		污水池废气排气筒	
排气筒高度 (m)		12	
净化方式		除臭喷淋系统+光氧+活性炭吸附	
测点截面积 (m ²)		0.199	
监测时间		2020.04.20	
测点废气温度 (°C)		23	
标干废气 (m ³ /h)		6473	
测点废气流速 (m/s)		10.2	
监测项目	监测类别	监测结果	备注
氨	实测浓度 (mg/m ³)	0.61	— —
	排放速率 (kg/h)	4.1x10 ⁻³	— —
三甲胺	实测浓度 (mg/m ³)	未检出	— —
	排放速率 (kg/h)	— —	— —
硫化氢	实测浓度 (mg/m ³)	0.51	— —
	排放速率 (kg/h)	3.9x10 ⁻³	— —
二硫化碳	实测浓度 (mg/m ³)	0.18	— —
	排放速率 (kg/h)	1.1x10 ⁻³	— —
苯乙烯	实测浓度 (mg/m ³)	未检出	— —
	排放速率 (kg/h)	— —	— —
甲硫醇	实测浓度 (mg/m ³)	未检出	— —
	排放速率 (kg/h)	— —	— —
甲硫醚	实测浓度 (mg/m ³)	未检出	— —
	排放速率 (kg/h)	— —	— —
二甲二硫	实测浓度 (mg/m ³)	未检出	— —
	排放速率 (kg/h)	— —	— —
臭气浓度	无量纲	57	— —

6.6.5 无人值守智能运营系统

采用可编程技术实现自动化智能控制。粪污发酵系统采用PLC（可编程逻辑控制器）循环扫描实现自动化操作，二十四小时无人值守；粪污发酵装置实现全流程自动化及DCS 控制系统实现远程控制；全系统实现后台操作、远程控制及视频监控。



图 6.5 无人值守智能运营系统

7 指南主要技术内容

7.1 指南框架结构

《指南》共包括8章，即范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、处理规模与粪污污染物、粪污处理与资源化利用、施工与验收、运行管理环境保护与劳动安全卫生等。

7.2 指南适用范围

适用于行政村、自然村以及分散农户新建、改建和扩建的旱改厕粪污处理与资源化利用工程建设的技术依据。

7.3 术语与定义

(1) “旱改厕”粪污。参考《农村生活污水处理工程技术标准》(GB/T 51347)和《农村厕所粪污无害化处理与资源化利用指南》进行定义。

(2) “旱改厕”粪污资源化利用。参考《畜禽养殖（户）粪污处理设施建设技术指南》和《农村厕所粪污无害化处理与资源化利用指南》进行定义。

(3) 粪污资源化利用设施。参考《粪便处理厂设计规范》(CJJ 64-2009)和《畜禽养殖（户）粪污处理设施建设技术指南》进行定义，粪污资源化利用设施包括固液分离、固体好氧发酵、液体好氧发酵、过滤、曝气等设施。

(4) 除臭系统。参考《粪便处理厂设计规范》(CJJ 64-2009)和《室外排水设计标准》(GB 50014)进行定义，对粪污处理过程中产生的臭气进行收集处理的设施系统。

(5) 运行负荷率。参考《农村生活污水处理设施运行效果评价技术要求》(GB/T 40201)和《室外排水设计标准》(GB 50014)进行定义。

(6) 信息化管理平台。目前山东等部分经济条件较好地区已经建设农村粪污处理运维管理的信息化平台，《指南》根据这些地区情况，将信息化管理平台定义为“对农村粪污资源化利用设施进行运行维护、远程监控的管理平台”。

7.4 总体要求

(1) 对农村旱改厕粪污资源化利用提出要求。农村粪污资源化利用以县域为单元，统一规划、统一建设、统一运维、统一管理，可吸引

高水平、有实力的企业参与，提高设施建设的专业化、规模化和规范化水平。

(2) 对粪污资源化利用模式提出基本要求。目前，农村厕所粪污处理及资源化利用有九种粪污处理模式，宜选用零排放，零污染、低耗能，实现环境友好的全量资源化利用模式。

(3) 对粪污资源化利用技术的选取提出要求。农村旱改厕粪污不能简单套用农村生活污水处理技术，宜选择低成本、低能耗、易维护、高效率、工程和生态相结合的技术，产品满足制肥标准后，可满足农业用肥要求。

(4) 对参建单位资质提出基本要求。目前农村粪污资源化利用设施的设计、施工和运行维护工作相互独立，各段工作缺乏有效制约。为确保设施建设质量，要求设计、施工和监管等单位应具备相关资质。

7.5 条文说明

7.5.1 关于处理规模和粪污污染物

(1)处理规模。农村人口在春节等节假日流动较大，估算不准确导致设施设计规模与实际情况普遍不匹配。《指南》明确农村粪污处理规模和粪污污染物实地调查方法，通过选择典型村庄的代表性农户，采用粪污量核算和实地检测两节等节假日的粪污量，考虑不同地区农户生活习惯和黑水分离收集情况等，确定粪污收集量。考虑未来村庄发展趋势，为设施留有余量，以负荷率适当放大设计规模，基本能够满足设施全年正常运转。针对春节和旅游地区的人口波动大的地区，各地可根据需要采取相应的应急措施。

(2) 粪污污染物。根据广泛的文献查阅及实地调查，《指南》提出粪污污染物检测指标。农药成分复杂，不但对设施的运行造成冲击，而且会增加粪污资源化利用难度，造成二次污染。《指南》规定农药污染不得进入厂（站）处理的粪污内。环保部门应加强对农药的排放监管，其粪污污染物不得影响粪污资源化利用工程的运行和管理。

7.5.2 关于粪污处理

(1) 预处理单元。粪污分别制取液态生物肥、固态生物肥，预处理中设置固液分离机，进行粪污固、液分离，《指南》对分离后粪液处理提出相关规定。农村粪污量波动大，设置调节池可以调节粪污量、粪污污染物，保障后续处理单元正常运行。调节池的水力停留时间一般根据时流量变化和后续处理工艺抗负荷能力确定。《指南》对调节池提出相关规定。

(2) 生物好氧发酵制液态肥单元。停留时间是好氧发酵制肥效能的关键因素。《指南》对生物好氧发酵制液态肥技术的适用条件提出相关规定。

(3) 高温好氧发酵制固态肥单元。发酵温度、停留时间是好氧发酵制肥效能的关键因素。《指南》对高温好氧发酵制固态肥的适用条件提出相关规定。

(4) 处理模式选择。农村粪污资源化利用模式受粪污污染物、处理规模、经济条件和运维管理能力等因素影响。《指南》对不同情境、不同要素的模式选择提出相关规定，各地可根据实际情况进行选择。

(5) 辅助设施。考虑农村粪污资源化利用工程的管理维护人员技术水平较低，工程规模小，厂（站）自动控制水平应合理选择。《指南》对检测仪表和自动控制提出相关规定。

7.5.3 关于制肥标准

粪污制肥满足GB20287、NY884等相关标准后，经评估后可用于农田、林地、草地等，为构建农产品安全质量标准体系和现代农业标准化建设提供优质肥料资源，《指南》对粪污制液态生物肥标准、制固态生物肥标准提出了相关规定。

7.5.4 关于工程施工

为解决构筑物施工中塌陷、沉降、开裂、渗漏等问题，《指南》对构筑物工程施工提出相关规定。为解决发酵反应器安装中设备质量不合格、设备进出水短路、与管道连接处漏水等问题，《指南》对发酵反应器安装工程施工提出相关规定。

7.5.5 关于工程验收

竣工环境保护验收是设施实现功能的体现。《指南》在广泛调研的基础上，结合工程实践经验，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，提出工程建成后申请竣工环境保护验收的时间要求。综合考虑农村地区经济可承受能力和环境管理要求，各地可根据当地实际情况制定差异化的竣工环境保护验收监测要求。

8 指南实施的社会、环境效益

旱改厕固体粪污精制有机肥的减肥降药效果明显，作物长势优良，农产品产量和品质可明显提高。同时，生产的液态菌肥销售给当地的

水果、蔬菜种植户，降低生产成本，取得良好的种植效果。除增产增收外，新型生物肥料带来巨大的**社会效益**：

1) 为农牧废弃物全量资源化处理开辟了新的途径，具有全局性的示范和指导意义，是一次农牧废弃物处理行业的变革。

2) 减少了化肥的依赖，降低二次污染，修复自然生态、改善人居环境、提高农产品质量安全水平，实现了人和自然的和谐共生。

除社会效益外，农村粪污资源化利用工程还带来巨大的**环境效益**：

1) 工程主要突出了碳中和、氮循环的理念，变废为宝，种养结合，本地消纳，节能降耗。

2) 与当前农业倡导的“化肥农药零增长”，“果菜茶种植用有机肥替代化肥”的农业政策相吻合。保护土壤肥力永续不衰，维护农业土壤环境的健康发展。

3) 实现农牧废弃物各组分全量资源化和综合开发利用，有利于打造循环经济，实现可持续发展。

9 指南实施建议

9.1 与现行法律法规及其它相关标准的关系

本技术指南属于环境污染治理工程技术规范中的行业通用实用技术规范，是国家环境标准体系之环境工程技术规范的一个组成部分，应与环境污染治理方法类工程技术规范配套使用。本指南将为旱改厕粪污处理与资源化利用工程的建设提供技术依据。

9.2 实施本指南的管理措施及建议

建议各级环境保护部门及相关监督管理部门在环境影响评价、建设项目环境保护管理、旱改厕粪污处理经营许可证管理等各项工程中积极采用本技术指南内容，以加强对环境保护设施的监管。

鉴于本指南为首次制定，因此在实施过程中可采用先试行一段时间，根据反馈的问题和技术进步情况，进行进一步修订完善，力争最终形成适用、先进的行业污染治理规范，更好满足我国环境保护管理的要求。

此外，随着经济的发展和技术的进步，以及对环保技术研究的不断深入及实践经验的积累，根据实际需要，指南的内容应不断得到完善、拓展、深入和更新，以适应环境标准制修订的工作要求。

按照“环保+生态农业”的循环模式，运用先进的技术，将旱改厕粪污转化为可重新利用的资源和产品，从而实现粪污的再利用和资源化，推进农村的生态可持续发展，符合国家政策要求。因此，希望各级主管部门可以采取有效措施，积极推动本指南的制定工作，争取早日发布。