

附件三：

《农村环境连片整治技术指南》
编制说明
(征求意见稿)

《农村环境连片整治技术指南》编制组

2012年3月

目 次

1 任务来源	1
2 指南编制的必要性	1
2.1 立项需求分析	1
2.2 课题重要意义	1
3 指南编制的原则和技术依据	2
3.1 编制原则	2
3.2 编制依据	2
4 主要工作过程	3
4.1 课题与农村环境技术管理文件系统的逻辑关系	3
4.2 课题管理技术路线	3
4.3 课题编制技术路线	4
5 国内外研究进展	6
5.1 农村环境连片整治工作背景	6
5.2 农村环境技术管理研究现状	7
5.3 国内外农村环境保护技术研究现状	7
6 调研情况与技术案例介绍	12
6.1 调研情况	12
6.2 农村环境连片整治技术案例	12
7 主要技术内容及说明	20
7.1 总则	20
7.2 技术模式选取	20
7.3 建设内容	22
7.4 投资估算指标	24
8 技术指南实施建议	32

1 任务来源

农村“以奖促治”政策实施以来，围绕如何深化农村环保工作、提高治理成效开展了一系列科学研究工作。农村环境连片整治是在全面、系统分析我国农村环境问题特征和管理现状的基础上，提出的农村环境保护新思路、新举措、新方式，也是我国“十二五”期间农村环境综合整治的重点。为进一步加强农村环境连片整治的技术支撑，为农村环境连片整治技术工作提供参考，确保农村环境连片整治工作成效，环境保护部科技标准司、规划财务司、自然生态保护司提出编制农村环境连片整治技术指南的任务，并委托环境保护部环境规划院组织实施，中国环境科学研究院、中国科学院生态环境研究中心、北京国环清华环境工程设计研究院有限公司、天津市环境保护科学研究院配合编制工作。

2 指南编制的必要性

2.1 立项需求分析

2.1.1 推动农村环境连片整治工作的技术需求

农村环境连片整治是我国“十二五”农村环境保护工作的重点，更是新问题、新形势下，提出的农村环保创新性工作思路。目前针对该领域的设计标准、技术规范、技术方法体系尚未形成，也缺乏相应的方案设计和工程设计审查规范。尤其是工程技术、项目建设和投资指南严重缺失，致使目前农村环境管理仅局限于“有”或“没有”环境保护设施，对于治理的工艺和成效难以定量考核，更缺乏对技术合理性和先进性的评价，以及对污染治理工艺达标性和技术经济判断。上述情况导致了大量农村环境保护设施建成后，由于治理工艺缺陷和经济性较差，难以保证环保设施的正常运行，或者治理效果不明显，甚者造成中央专项资金的浪费。因此今后工作中，为了进一步推农村环境连片整治，必须解决“如何选取实用技术模式”、“如何规范项目建设内容和投资额度”、“如何提高项目技术质量”等问题，必须深入开展相关科学研究工作，为农村环境连片综合整治提供坚实的技术支撑。

2.1.2 完善农村环境技术管理体系的重要内容

农村环境保护工作受到了党中央国务院的高度重视。近几年在技术管理领域研究取得了长足的进展，涉及农村环境问题的各个层面和各种类型，各级环保部门陆续发布了一系列相关标准和技术规范。农村环境连片整治是我国探索农村环保道路的新举措和新思路，不同于传统意义上的单村治理。农村环境连片整治讲求连片推进、集中处理的原则，在选取技术模式、建设工程内容、确定工程规模以及资金投资核算方面存在一定差异，目前具有针对性的标准化研究较少，难以满足今后的技术需求。此外，当前的农村环境技术管理体系文件中，绝大部分是引导性的技术介绍，缺乏对具体工程建设和投资测算的规范性文件，急需从技术管理层面，结合农村环境连片整治需求，研究制定标准、规范、指南、导则等约束性文件，充实农村环境技术管理体系。

2.1.3 提高科学管理水平的必要手段

农村环境连片整治处于示范阶段，相关的管理机制、政策体系、科技能力、保障机制尚未得以完善，尤其是技术管理研究严重空缺，致使管理效率较低、项目实施成效不明显、资金使用效率不高等问题出现。因此，有必要开展针对性研究，为组织项目申报、严格项目审查、规范技术管理提供指导，为农村环境连片实用技术模式研究，及农村环境管理技术研究提供借鉴，不断规范技术管理，提高连片治理的技术含量和资金使用效率，推动农村环境连片整治的科学化管理。

2.2 课题重要意义

如何选取最佳技术模式、合理制定工程预算是农村环境连片综合整治的重要内容，本项目在当前农村环境综合整治工作的新思路、新方法基础上，开展创新性研究，为基层开展连片综合整治项目建设，规范项目资金预算，提高连片治理的技术含量和资金使用效率提高参考，夯实农村环境连片综合整治的工作基础，丰富农村环境技术管理体系。

(1) 工程建设层面：为项目的工艺技术、工程内容和规模提供技术支持；

- (2) 工程预算方面：为合理量化工程预算提供参考；
- (3) 工作管理方面：为基层环境主管部门组织项目申报提供参考，为省级环保部门开展项目审查提供依据，为国家规范项目管理、提高资金使用效率提供指导；
- (4) 科学研究方面：为农村环境连片实用技术模式研究及农村环境管理技术研究提供借鉴。

3 指南编制的原则和技术依据

3.1 编制原则

(1) 经济实用性。指南中涉及到的饮用水水源地环境保护技术、农村生活污水治理技术、农村生活垃圾分类收运和处理技术、畜禽养殖污染防治技术需要结合连片整治村庄的治理现状、经济状况、区域特征，并充分考虑技术的可得性、可操作性和管理成本，突出指南对于农村环境连片整治的实用性。

(2) 科学可行性。指南中农村环境保护工程领域的各种典型模式，需要通过大量调研、筛选和优化，保证工程技术参数、经济参数的科学性，以及对于农村环境工程治理和工程管理的简易化和可操作性。

(3) 区域差异化。指南需要综合考虑我国广大农村地区的自然地形、生活生产特征、经济基础等各个方面的差异，提出广泛适用的技术模式，优化各项参数。

(4) 前瞻指导性。指南需立足于当前农村环境保护技术发展现状，着眼未来，把握技术发展趋势和发展高度，提升技术的指导性。

3.2 编制依据

3.2.1 指导文件依据

农村环境连片整治是一项系统工程，技术指南的编制必须依托已有工作思路与工作重点，保证管理工作的一致性与连贯性。

■ 国务院办公厅转发环保总局等部门《关于加强农村环境保护工作意见》的通知（国办发〔2007〕63号）

■ 国务院办公厅转发环境保护部等部门《关于实行“以奖促治”加快解决突出的农村环境问题实施方案》的通知（国办发〔2009〕11号）

■ 关于深化“以奖促治”工作促进农村生态文明建设的指导意见（环发〔2010〕59号）

■ 关于印发《全国农村环境连片整治工作指南（试行）的通知》（环办〔2010〕178号）

■ 国务院关于加强环境保护重点工作的意见（国发〔2011〕35号）

■ 财政部环境保护部《关于加快推进农村环境连片整治示范工作的通知》（财办建〔2011〕5号）

3.2.2 技术文件依据

本指南的制定主要参考了以下技术文件，包括：

■ 《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2007）

■ 《饮用水水源地保护区标志技术要求》（HJ/T433-2008）

■ 《关于进一步加强分散式饮用水水源地保护工作的通知》（环办〔2010〕132号）

■ 《村庄整治技术规范》（GB 50445-2008）

■ 《农村生活污染防治技术政策》（环发〔2010〕20号）

■ 《农村生活污染控制技术规范》（HJ 574-2010）

■ 《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB 18596-2001）

■ 《畜禽养殖业污染防治技术规范》（HJ/T81-2001）

- 《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》(HJ 497—2009)
- 《畜禽养殖业污染防治技术政策》(环发[2010]151号)
- 《农业固体废物污染控制技术导则》(HJ 588-2010)

4 主要工作过程

4.1 课题逻辑思路

《农村环境连片整治技术指南》基于《农村饮用水水源地环境保护项目建设与投资技术指南》、《农村生活污水处理项目建设与投资技术指南》、《农村生活垃圾分类、收运和处理项目建设与投资技术指南》、《畜禽养殖污染防治项目建设与投资技术指南》研究成果基础上, 既与各课题存在众多共性, 又存在局部差异。本课题既是对其他课题成果的提炼、集成, 也是针对农村连片治理新思路、新需求、新理念提出的专项指南。在针对治理单元上, 本课题仅针对连片治理单元, 重点突破连片治理方式面临的工程技术难点, 其他课题针对传统意义上的农村环境问题。

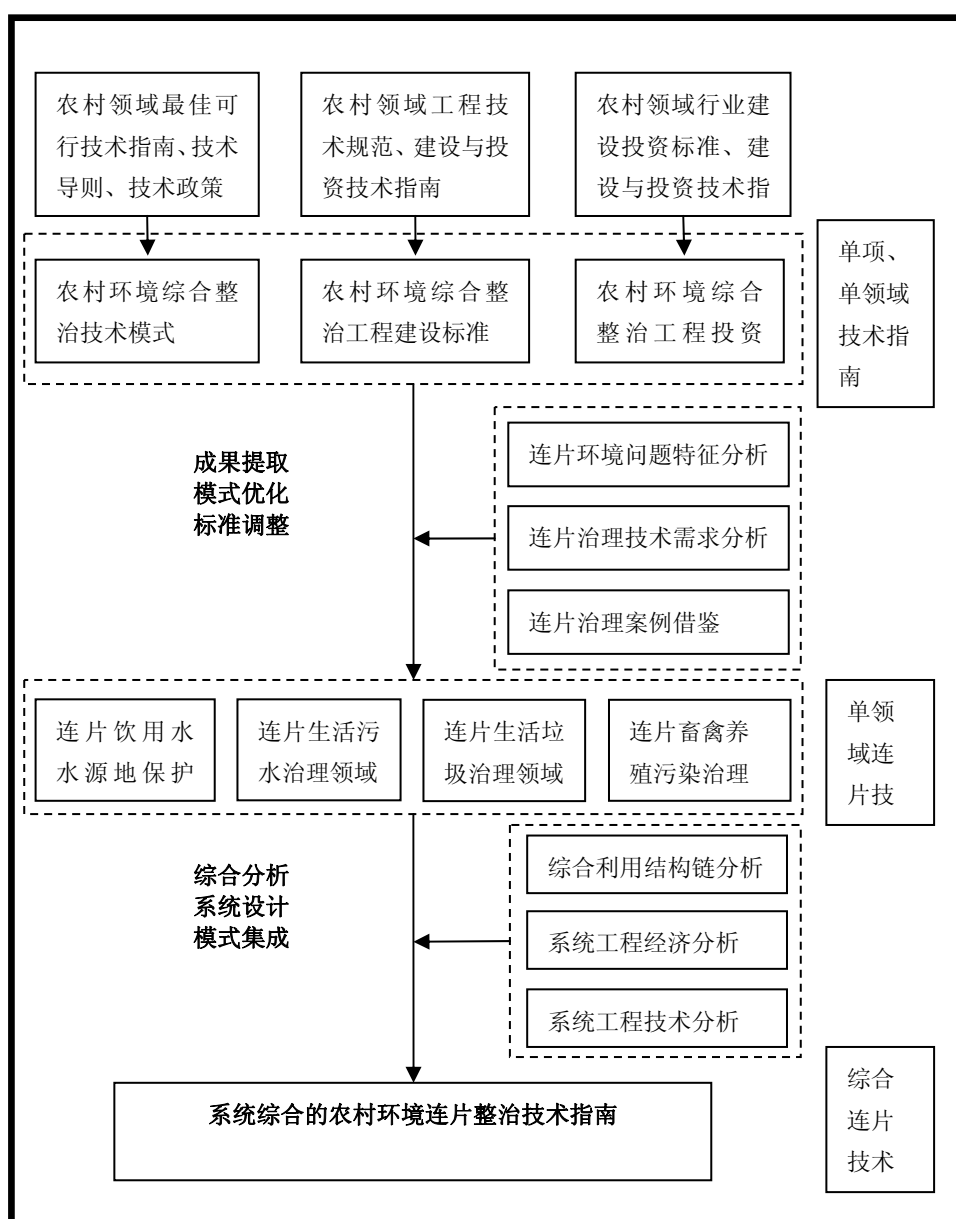


图1 课题设计思路图

4.2 课题管理技术路线

(1) 成立项目领导小组，强化项目管理。由环保部牵头，组成项目领导小组，负责项目统一管理。领导小组下设项目联合管理办公室，负责本项目实施过程中有关具体管理工作。

(2) 建立目标责任制度，保障项目质量。各专项课题负责人与承担单位、项目牵头单位签订目标责任书，将项目成果质量、执行计划明确。

(3) 建立有效协调制度，完善项目日常管理。在环境保护部科技司的领导下，各单位指定一名协调人成立协调组，统一加强协调与管理的工作，负责专题调研、会议、成果等日常协调、联络工作，推动资源、成果共享。

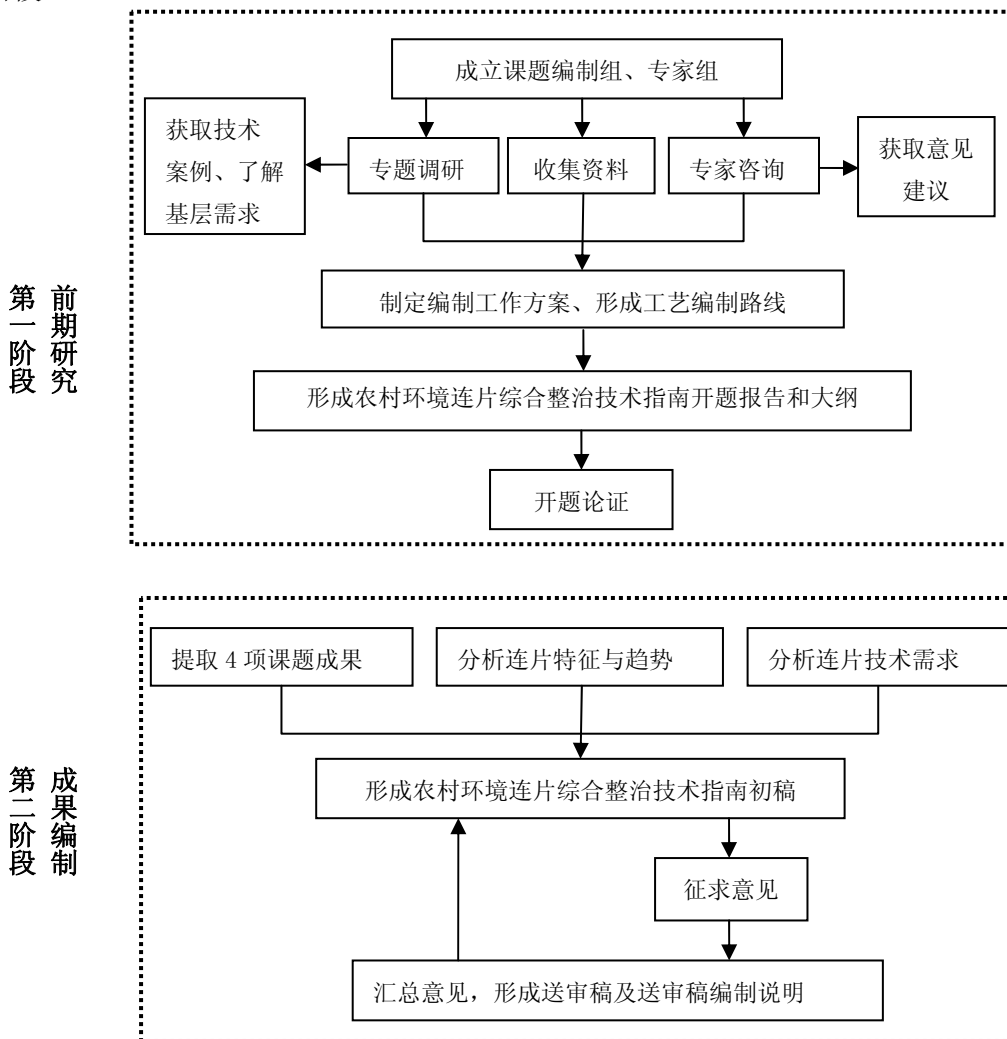
(4) 成立专家咨询组，确保项目实施科学严谨性。成立由相关学科领域权威专家组成的项目顾问组，负责项目的技术咨询、论证、评估和验收等工作，顾问组原则上不承担具体研究任务。

(5) 建立资源共享制度，加强成果交流。对相关文献、著作，以及研究领域内研究资源共享，加强日常交流。

4.3 课题编制技术路线

课题遵循科学、严谨的研究态度，针对研究任务与目标制定具体技术路线。基于其他各研究课题的成果，通过开展连片问题特征分析、技术需求分析和连片整治案例分析研究，完成对基础研究课题的成果提取、模式优化、标准调整，形成分别针对农村饮用水水源地环境保护、生活污水处理、生活垃圾处理和畜禽养殖污染防治的单领域村庄连片环境综合整治技术指南。

技术指南编制经历了 3 个主要阶段，分别是课题前期研究阶段、成果编制阶段、修改报批阶段。



第三阶段
修改报批

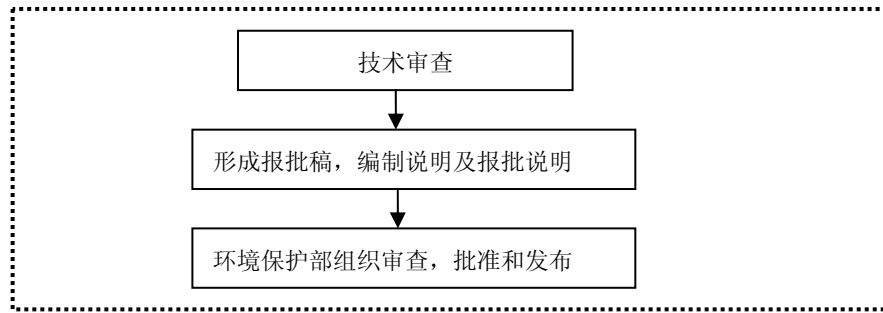


图2 技术指南编制技术路线图

4.4 课题主要工作过程

4.4.1 课题启动及工作方案编制

(1) 2011年1月,项目组组织召开项目组筹备暨项目启动会议。建立了以环境保护部环境规划院为主,北京国环清华环境工程设计研究院有限公司、中国环境科学研究院、中科院生态环境研究中心、天津市环境保护科学研究院为辅的多单位、多领域的指南编制项目组。同时就项目可行性、项目技术路线、技术难点要点进行了讨论。

(2) 2011年2月,项目组完成《农村环境连片整治技术指南编制工作方案》,理清了项目工作内容,明确了任务节点、各承担单位的任务,对下一步组织项目实施,提高项目执行效率具有重要意义。

4.4.2 课题调研阶段与实施方案编制

(1) 2011年3-4月,项目组集中编制了项目实施方案。环境保护部在北京组织召开了《农村环境连片整治技术指南》实施方案论证会,与会专家组听取了项目承担单位的汇报,一致认为该实施方案思路清晰,技术路线合理,内容较为全面,可以作为指南编制的基本依据,并一致同意该实施方案通过论证,建议进一步统筹各相关领域的技术内容,体现综合性和系统性,并按照实施方案开展下一步工作。

(2) 2011年3-5月,按照项目工作方案计划,开展专项调研。项目组选取东、中、西部,以及东北地区典型区域,组织开展了各项主题调研,分别前往浙江省湖州市5区县、宁夏自治区中卫市、湖北省武汉市、云南省大理市洱源县、新疆自治区乌鲁木齐市开展了典型区域实地调研。

(3) 2011年3-5月,大纲起草与编制。环境保护部环境规划院组织编制了《农村环境连片整治技术指南编制大纲(草案)》,并于2011年4月组织召开了大纲专家论证与交流会议,一致通过专家论证,并按照意见进行修改。

4.4.3 课题初稿编制

(1) 2011年6月,组织召开了第一次技术协调会议。依据《大纲》,技术组根据调研情况,按照任务分工要求,对饮用水水源地环境保护、农村生活污水处理、农村生活垃圾治理、畜禽养殖污染防治4个领域的连片治理技术指南的编制要求和注意事项,课题组内部进行了深入沟通。

(2) 2011年6月,组织召开了投资定额标准编制方法培训会。鉴于课题技术组对于技术经济指标测算方法、编制要求、核心内容等技术问题存在一定差距,因此课题组邀请相关部门业务专家对技术组进行了培训,为下一步保证课题实施进程、提高技术成果质量提供了有力的经验方法。

(3) 2011年7月,开展补充调研。针对初稿编制过程中发现的问题和需求,前往浙江省湖州市、宁夏自治区中卫市、湖南省长沙市进行补充调研,补充技术和经济参数相关资料。

(4) 2011年6-9月,组织编制技术指南初稿及编制说明。组织编制各单项领域的内容,举办集中修改会议,初步完成编制指南初稿。整理提炼研究成果,细化编制过程、编制技术路线、案例分析、参数说明等,初步形成编制说明初稿。

4.4.4 征求意见稿编制阶段

(1) 2011年10月,组织召开了农村环境技术指南类文件编制地方交流会议。邀请辽宁、浙江、安徽、山东、湖北、青海、宁夏负责农村环境综合整治项目申报和实施方案编制的技术人员座谈交流,针对各省实际情况和技术管理需求,对技术指南初稿提出具体意见。认真研究后对初稿进行了适当修改。

(2) 2011年11月,组织召开了第二次技术协调会议。协调课题组内各领域编写人员,针对治理模式的关键性控制因子,补充完善推荐技术模式。补充健全各项项目技术参数、经济参数,以及项目选址、建设技术要求。

(3) 2011年12月至今,修改完善指南及编制说明后,提交环境保护部审核批准。

5 国内外相关研究及工作概况

5.1 农村环境连片整治工作背景

5.1.1 农村环境污染问题严重

我国农村环境保护形势依然严峻,生活污染、农业面源污染相当严重,同时工业污染向农村转移速度加快。2009年第一次全国污染源普查动态更新数据显示,农业源主要污染物COD、总氮和总磷排放量分别达到1349.21万吨、275.08万吨和27.54万吨,占全国总排放量的48.4%、57.5%和65.6%。我国农药和化肥施用量每年为4700万吨和130万吨,而有效施用率仅为30%左右;畜禽粪便年产生量达27亿吨,80%的规模化畜禽养殖场未建设污染防治设施;每年产生90多亿吨生活污水、2.8亿吨生活垃圾,其中大部分未经处理随意排放;各类农作物秸秆年产生量达6.5亿吨,近20%未有效综合利用;每年地膜残留量高达45万吨。农村环境污染问题不仅危害到广大农民群众身体健康,也影响着社会稳定,制约着国家的可持续发展,已经成为维护国家环境安全的薄弱环节和农村经济社会发展的重要制约因素。

5.1.2 农村环境保护工作受到高度重视

近年来,农村环境保护工作得到党中央、国务院领导多次批示,要求加强农村环境保护工作,解决突出环境问题。第六次全国环境保护大会以后,各地区、各部门认真贯彻保护环境的基本国策,不断加大农村污染防治和生态保护力度。经过几年努力,农村环境保护体制机制不断完善,环境监管能力逐步提升,科技支撑能力显著加强,部分农村地区环境质量有所改善,农村环境保护工作取得积极进展。2007年,国务院办公厅转发了《关于加强农村环境保护工作的意见》,明确提出加强农村环保工作;2008年,全国农村环境保护工作电视电话会议胜利召开,提出了“以奖促治”和“以奖代补”的重大政策措施;2009年,国务院办公厅转发了环境保护部等部门《关于实行“以奖促治”加快解决突出的农村环境问题实施方案》(国办发[2009]11号);2010年,财政部、环保部与8省市签订农村环保连片整治示范协议;2011年,中央进一步加大了农村环境连片综合整治力度,将农村环境连片整治示范省扩大到17个。

5.1.3 农村“以奖促治”政策有效实施

自“以奖促治”政策实施以来,农村环境综合整治取得了明显成效,2008-2010年中央农村环保专项资金累计投入40亿元,带动地方资金投入80多亿元,支持了6600多个村镇开展了环境综合整治和生态示范建设,直接受益农民达2400多万人,一批群众反映强烈的突出环境问题得到解决,许多村庄的村容村貌明显改善。围绕“以奖促治”政策的实施,环境保护部积极探索开展了形式多样的举措,包括目标责任制考核制度、乡镇基层环境保护机构建设制度、连片整治试点示范工作、农业源污染减排核算试点工作,针对项目和资金管理,环境保护部陆续出台了《中央农村环保专项资金环境综合整治项目申报指南》、《中央农村环境保护专项资金管理暂行办法》、《中央农村环境保护专项资金环境综合整治项目管理暂行办法》等。为统筹安排全国农村环境综合整治工作,加快解决突出的农村环境问题,环境保护部着手组织编制《全国农村环境综合整治规划(2010-2015年)》。

5.1.4 农村环境连片整治顺利推进

从2010年起,环境保护部、财政部落实“抓点、带线、促面”的农村环保战略要求,组织开展农村环境连片整治示范工作,与辽宁、重庆、宁夏、湖北、湖南、福建、浙江、江苏等8省市签署了农村环境连片整治示范协议,确定2010-2012年共安排中央财政资金62

亿元支持 8 省市开展示范工作（其中 2010 年 20 亿元）。示范省市合理选择示范片区，精心设计实施方案，开展示范工作，2010 年共选取 24 个示范区域实施连片整治，涉及 181 个区县、4000 多个村庄、800 多万人。通过连片整治，不仅改善了村庄环境质量，也有力推动了饮用水水源地环境安全保障和重点流域污染防治。2011 年，环境保护部、财政部将山东、河南、安徽、山西、甘肃、青海、新疆、吉林、广西 9 个省(自治区)纳入第二批农村环境连片整治示范省，15 个省份投入资金 115 亿元以上，能带动地方投入资金不少于 120 亿元。各试点省积极探索农村环境连片整治新模式，在技术集成应用、运营模式优化、项目资金管理制度方面取得了积极进展，为进一步深化“以奖促治”政策提供了鲜活的案例。

5.2 农村环境技术管理研究现状

目前针对我国农村环境技术管理体系的研究较为零散，农村环境技术管理体系内部各要素、各环节间逻辑关联性不强，研究广度和深度不足，系统性、科学性较差，缺乏实践性和前瞻性，对农村环境管理的技术支撑力度明显不够，严重地影响了农村环境管理政策的实施和环保目标的实现。

5.2.1 农村环境技术管理文件编制进展

近几年，我国对农村环境保护科学研究的支持力度逐年加大，尤其在工程技术和规范化管理方面取得了一定成效，制订实施了一批相关技术文件，为完善农村环境保护技术管理体系奠定了一定科研基础。包括四个层次技术文件：第一层次是污染防治技术政策、污染防治最佳可行技术导则，包括《农村生活污染防治技术政策》、《农村生活污染最佳可行技术导则》、《畜禽养殖污染防治技术政策》、《畜禽养殖污染最佳可行技术导则》等；第二层次是环境污染防治工程、设施运营监督管理技术规范，包括《村庄整治技术规范》、《农村生活污染控制技术规范》、《畜禽养殖污染治理工程技术规范》、《畜禽养殖业污染防治技术规范》等；第三层次是环境工程技术标准类，《畜禽养殖业污染物排放标准》、《农田灌溉水质标准》、《粪便无害化卫生标准》等；第四层次是管理办法类：《中央农村环境保护专项资金环境综合整治项目管理暂行办法》、《中央农村环境保护专项资金管理暂行办法》、《中央农村环保专项资金环境综合整治项目申报指南（试行）》、《农村环境综合整治“以奖促治”项目环境成效评估办法（试行）》等。

5.2.2 农村环境保护工程经济研究进展

目前我国农村生活污水治理领域对工程造价研究较少，农村环境保护工程经济或工程造价标准较多参照城市市政污水、垃圾治理系统的投资标准，缺乏针对具体农村环境问题现状、经济实用技术工艺的工程造价标准研究。已有的工程经济研究重点围绕具体项目类型进行。如畜禽养殖污染防治项目建设工程经济研究主要集中于对沼气池的建设和补贴，以及有机肥的补贴方面，重点针对规模化养殖污染问题。目前住建部与发改委已着手研究编制农村大中型沼气工程的建设标准，农业部已针对沼气池开展了工程造价标准研究，农业部规定从 2009 年开始，国家进一步鼓励发展大中型沼气工程，并根据发酵容积大小和上限控制相结合的原则确定中央补助数额，对东部地区每户补助 1000 元，对中部地区每户补助 1200 元，对东北、西部地区每户补助 1500 元，对于具有新技术、新工艺的特殊项目，国家补助可适当提高。国家对每个乡村沼气服务网点的补助标准为，东部地区 0.8 万元，用于购置部分进出料设备；中部地区 1.5 万元，用于购置进出料设备；西部地区 1.9 万元，用于购置进出料设备、检测设备和维修工具。

5.3 国内外农村环境保护技术研究现状

5.3.1 国内外农村饮用水水源地环境保护现状

5.3.1.1 日本农村饮用水水源地环境保护进展

日本是岛屿国家，水资源十分丰富，近年来采取了一系列饮用水安全措施，加强了水资源保护力度，水质并未随着经济快速发展而下降，且人均用水量呈下降趋势。20 世纪初，日本自来水普及率不足 3%，导致各种怪病、流行病蔓延和婴儿死亡率居高不下。而上世纪六十年代，日本在经济复苏的同时也开始关注水资源保护与利用，有人对其饮用水追求的目标归纳为“放心和稳定”。

日本饮用水水源地环境保护工作归纳为以下几个特点：工程措施是保证稳定供水的根本性手段，法律建设是保障水质安全的坚强后盾，而必要的技术、行政与资金支持则是重要的保障。具体采取了“五种手段”：一是工程手段保供水，即加强自来水管网建设，全面普及自来水，为国民提供洁净的自来水，有效降低传染病的发生，并修建调水工程、确保供水稳定，开发新型水源、确保水源补充，建设城市供水调度中心、提高供水保证率；二是技术手段保水质，即通过各种科学技术手段，加强河流、湖泊水质的管理，确保水源地水质；制定严格的国家饮用水标准，新修订的自来水水质标准由原来的 46 项增加到 50 项；加强工业点源污染的防治，加大了对工厂污水处理设施的管理，污水处理达标率近乎百分之百，从根本上杜绝了污染源头；加强农村面源污染控制，农村生活、生产污水进行分槽处理，减少农业面源污染；三是行政手段促进协作，即“多龙管水”多级管水体制，根据用水目的不同分属不同的部门管理，各部门根据不同的职责进行水的规划、分配与管理。四是法律手段保安全，即建立综合防治体系确保饮水安全。日本在饮水安全方面完善了《河川法》、《爱知用水公团法》、《工业供水法》、《水道法》、《自来水法》等几十部国家及地方性的法律法规。五是应急手段保供水，即提倡互让，同舟共济确保季节生活用水。按照制定的各种有关供水法律，做好特大干旱或紧急事态下的饮水安全问题，倡导提供互让精神，并采取低压、减压、限时等供水措施，确保供水安全。

5.3.1.2 美国农村饮用水水源地保护现状

美国约有 11000 个农村社区饮用水供给系统，供给 16000 万人的饮用水。这些饮用水供给系统以湖泊、水库、河流为水源。政府决策部门深刻的认识到，有效的农村社区饮用水管理应该更加关注水源的质量和管理机制建设。

(1) 饮用水水源地保护区划与要求

美国水源地保护区划分：三级延伸保护区、二级严密保护区和一级集水区。三级保护区内必须阻止难降解或不能联合降解的放射性污染物和化学物质的进入。一切可能导致地下水污染或水质下降的活动都被严格禁止，包括禁止将冷却水、浓缩水和雨水排入该区域，未与公共排水系统相连的家庭和工厂不允许在该区域出现。任何违反法令的人都被处以高额罚款。二级保护区是取水口周围 100-200m 的区域。保护地下水卫生，最重要的是防止病原体污染。任何由人类持续干预而造成的地层破坏或移动行为都被严格禁止，包括建筑物建造或重建，开挖地表，有毒液体和垃圾的运输和存放。任何违法法令的人都被处以高额罚款，不管是故意还是无意的。一级保护区即隔离集水区，是指位于一连串的取水口周围，约 10m 宽的带状区域。在此区域内，除了由当地水务部门授权的对取水口的维护和修缮外，上游土壤层的任何利用和扰动以及所有放射性污染都被严格禁止。

(2) 饮用水水源地环境保护工程

饮用水水源、保护区都设立标志牌、警示牌，还在保护区周边的高速路、主干道上设立道路警示牌，提示司机或行人进入饮用水源保护区。

5.3.1.3 韩国农村饮用水水源地保护现状

韩国农村的水生疾病曾经十分普遍，在 20 世纪 60 年代开始在 1000 多个农村建设简易的管道供水系统，取得了极大成功，并于 1971 年将这套系统扩展到韩国的其他地区，但遇到了财政问题。借助于 1976 年开始执行的世界食物计划(WFP, World Food Programme)，到 1979 年完成了 8874 处管道系统，对象为至少 20 户和附近有较好水源的村庄；随后，WFP 又提供了第二批 1600 万美元的资助，大大提高了农村饮用水的自来水供应水平。到 20 世纪 90 年代，韩国农村地区 and 岛屿的自来水覆盖率仍仅有 30%。为此，从 1994 年韩国政府投入约 10 亿美元改善农业和渔业区的供水设施，从 1997 年投入约 4 亿美元改善岛屿的供水设施，投入 8 亿美元改善中小城市的供水设施，并实施了旨在消除自来水供应差别的中长期投资计划，使农村地区的自来水普及率达到了 70%。

5.3.1.4 中国农村饮用水水源地保护现状

(1) 我国农村饮水安全现状

农村供水设施普遍简陋、规模较小，以传统、落后的分散式供水为主，自来水普及率低，管理落后。根据水利部 2005 年 12 月编制的《全国农村集中式供水饮水安全现状调查评估报告》，截止到 2004 年底，集中式供水受益人口只占农村总人口的 38%，其中 200 人以上或日供水能力在 20 吨以上的集中式供水受益人口占农村总人口的 33%，日供水能力大于 200 吨的集中式供水受益人口仅占农村总人口的 13%；多数工程只有水源和管网，无净化设施和检测措施，有水处理设施的供水工程只占 8%左右；农村集中式供水中，多数为单村供水，承包给村民管理；许多供水工程还存在供水能力远大于实际用水量的规划设计问题；尚有 1 万多个乡镇无自来水。分散式供水人口占农村总人口的 62%，多数供水设施为户建、户管、户用的微小工程，其中，67%的分散式供水人口为浅井供水，3%为集雨，9%为引泉，21%直接取用河水、溪水、坑塘水、山泉水或到其他村拉水。

(2) 农村饮用水水源地环境管理研究现状

在水法律法规方面，我国也制定了“水法”“防洪法”“河道管理条例”“水污染防治法”“农村饮用水安全条例”等国家及地方性的法律法规。“十一五”以来，环境保护部颁布了《农村饮用水水源地环境保护指南（试行）》，旨在加强乡镇农村饮用水源地环境保护，对加强农村饮用水水源地周边环境保护和监测管理。水利部门围绕农村饮用水安全需求，投入大量资金实施了农村改水和饮水保障工程，于 2008 年总结出版了《新农村饮用水安全管理与饮水安全保障工程方案设计及防治水源污染、修复新技术应用手册》，重点围绕饮水安全与健康、农村饮用水水质卫生监测评价指标、水质安全评价、农村饮水安全工程建设标准、农村饮水工程水源选择及保护、农村饮水工程供水模式、农村饮水安全保障工程平原水库设计及施工、饮水安全保障机井工程的设计与施工、饮水安全保障工程供水管网的优化设计、饮水安全保障工程水窖的设计与施工、饮水安全保障工程设计实例、农村饮水安全工程管理研究、水源保护与污染控制长效机制、饮用水处理新技术、应急安全供水等方面，全面总结了国内外农村饮用水安全保障经验、技术，对于编制本指南具有重要的指导作用。

5.3.2 国内外农村生活污水治理技术研究现状

5.3.2.1 发达国家农村生活污水处理技术现状

国外一些地区在农村生活污水处理技术的研究和应用方面，积累了许多经验，小规模污水原位处理技术在国外应用十分广泛，从简单的化粪池到复杂的生物脱氮工艺，从自然水塘到钢筋混凝土水池等。

欧洲和北美小型生活污水处理设施大部分采用高效藻类塘，美国农村及零星分散建造的家庭住宅有 36%采用了地下土壤渗滤沟系统；俄罗斯在工艺流程、净化方法、构筑设施等方面做到了定型化和系列化，并编制了相应的技术规范；日本开发出地下土壤毛管渗滤沟工艺，能取得优于二级处理甚至达到三级处理的效果；日本政府从 1973 年开始进行“农村集落排水工程”建设，主要是集中处理农村生活排水，包括农村居民和农村行政事业单位的生活排水，农村生活污水处理系统主要采用生物膜处理和浮游生物处理，新型的膜分离技术槽、土壤地下渗滤处理系统在日本已被开发出来并得到实际应用；瑞典、芬兰、挪威和丹麦等国，约有 150 多万散居住户应用了地下土壤渗滤法处置生活污水；澳大利亚、以色列两国在充分利用地下土壤渗滤法有效处理生活污水的同时，还极力强调污水的资源化，澳大利亚科学和工业研究组织（Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization）的专家提出一种“过滤、土地处理与暗管排水相结合的污水再利用系统”，其目的主要是利用污水进行作物灌溉，通过灌溉土地处理后，再用地下暗管将其汇集和排出；德国从 2003 年起开始进行“分散市镇基础设施系统”项目研究，有关技术目前已基本成熟，该系统采用的办法是在没有接入排水网的偏远农村建造先进的膜生物反应器，平时把雨水和污水分开收集，然后通过膜生物反应器净化污水；韩国主要采用湿地污水处理系统。

5.3.2.2 中国农村生活污水处理技术现状

我国从 20 世纪 80 年代开始开展生活污水分散处理技术的研究工作，厌氧沼气池、人工湿地处理技术、地下土壤毛管渗滤法、稳定塘等得到应用，尤其在人工湿地、高效藻类塘、生态滤池等方面研究取得长足进展。我国在生态湿地处理农村污水方面开展了系统研究，目前研发了各种形式的人工湿地系统，同时也研究了垂直流、水平潜流、水平表面流湿地的结构、植物、微生物特征以及污水净化机制。实践证明，人工湿地在南方温度较高地区可以有

效净化农村生活污水，可以与污水处理厂常规工艺组合，有效削减氮磷营养物，为污水的再生利用提供新途径。我国农村主要采用稳定塘、土地处理系统、人工湿地等一批生态工程技术。土地处理系统有慢速渗滤、快速渗滤、地表漫流等形式，我国在“七五”期间对污水土地处理进行了深入的研究，并编写了污水土地处理手册。清华大学“九五”期间在滇池流域采用人工复合生态床处理农村生活污水，利用微生物的硝化/反硝化作用以及填料对磷的吸附/沉淀作用、水生植物的吸收作用，对营养物氮磷的去除取得了较好的效果。

另外，我国还研发了很多小型污水成套处理装置。这些成套处理装置的结构特点是体积小，所有的工艺设备都集中于一体，整个设备可以放于室内或埋入地下，设备运行不需要采暖，结构紧凑，易于安装调试。目前已建好并投入市场使用的成套污水处理装置有地理式综合污水处理设备、小型合并处理净化槽等，但是这些装置用于处理农村生活污水时在氮磷去除方面很难达到排放标准。

然而，许多农村水污染防治技术并没有得到大范围的推广和应用。首先，农村实情决定了生活污水所采用的技术必须是具有投资少、工艺简单、管理方便、无运行水电费用、处理后的外排污水对地表水环境影响小等特点，在人力、资金等方面不足条件下，导致部分农村水污染防治技术难以应用推广；第二，当前农村水污染防治技术模式研发过程中，缺乏针对不同区域特征性研究，导致农村水污染防治技术缺乏适用性；第三，农村水污染防治缺乏有效的经济政策和管理体制，导致当前农村水污染治理设施建成后无法正常运转。

5.3.3 国内外农村生活垃圾治理技术研究现状

我国农村地区在地形地貌、交通条件、经济承受能力等方面存在较大差异，生活垃圾治理尚停留在简易填埋、焚烧、简易沤肥的发展初期，技术模式多样化特征明显。技术管理标准体系不完善，投入和运行费用高，技术经济难以适应农村垃圾分散、有机质含量高等特点。当前，各科研院所的研究重点集中在两类：一类是参照城市生活垃圾集中式处理技术模式，以研究“村收集、乡镇运、县处理”的农村垃圾集中处理模式；一类是采用垃圾分类后就地处理与集中处置结合的综合利用模式。

5.3.3.1 农村生活垃圾处理处置模式研究

根据区域、地理和农村特点，在农村生活垃圾收集、转运和处置等方面进行了各种模式探索。目前，浙江、四川等农村生活垃圾处理实施以“户分类、村收集、镇运输、县处理”的模式，特别是经济较为发达的成都市将在“十二五”期间实现对建制镇的垃圾集中收集和处置。但是，对于经济条件较差地区，特别是经济落后的偏远乡村，实施难度很大。从目前情况看，30 km 以外乡镇垃圾收运成本较高，加之县级垃圾场收费较高，大多距离城市较远及经济不发达乡镇无力实施集中收运。由此，在农村生活垃圾处置中应该因地制宜，集中与分散处置同步开展。

5.3.3.2 农村生活垃圾收运模式研究

发达国家如德国、日本、美国的城乡一体化程度较高，农村收运处理起步较早，农村生活垃圾处理技术较为成熟，目前已经进入了从减少废物产生到对其进行再循环及处置全过程治理的新阶段，由单纯的处理向综合治理方向转变，从根本上改变了垃圾处理的内涵，注重源头减量和资源化利用，从而能够有效控制污染、回收资源，减少垃圾的处理量。但是，我国生活垃圾具有高含水率、高有机成分、高混合性、低热值的特点，而且农村基础设施不完善，国外发达国家的农村生活垃圾处理技术一般不能直接应用。

我国一些城市已经开始关注农村生活垃圾的处理问题，提出了城乡一体化垃圾管理模式，尤其是我国江苏、浙江、广东、河南等少数经济较为发达地区的农村垃圾收运系统有了较大的发展。但是，许多地方收运系统还未完全建立，已建成农村生活垃圾收运网络的地区也存在系统性、技术集成化程度不高的问题，不能适应当前城乡生活垃圾收运一体化的要求。

5.3.3.3 农村生活垃圾分选技术研究

国内研究团队针对生活垃圾的分选开发了梯度分选技术，采用 80mm 与 40mm 两孔径的筛子，能够满足将生活垃圾极大程度的分流，使生活垃圾中可资源化物质更加集中，为后续的高效率利用打下了坚实的基础。梯度分滚筒筛分技术使生活垃圾分选流程更紧凑，占地面积更小，集成化程度高，而且能够使滚筒筛制造费用大大降低。经这一梯度筛分，约一半的生活垃圾都集中到 <40mm 这一粒径范围内，采用生物处理生产生物肥。18%~24%的生活垃圾

集中到粒径为 40mm~80mm 这一粒径范围内,可堆腐物的含量达到 70%~80%可生物预处理后进行振动筛分,筛上物为纯度 85%以上的塑料,筛下物为基本腐熟的堆肥。13%~16%的生活垃圾集中到粒径>80mm 这一粒径内,可直接进行风选,可得到纯度达到 80%以上的塑料。

5.3.3.4 农村生活垃圾资源化利用技术研究

(1) 垃圾厌氧消化技术研究

国内研究团队针对餐厨垃圾开展了大量厌氧消化相关研究。对餐厨垃圾厌氧消化-产氢、产甲烷工艺进行优化调整,同时在中试条件下研究了餐厨垃圾厌氧消化产氢、产甲烷的效率,研究了大规模条件下餐厨垃圾两相厌氧消化产氢、产甲烷特性。但是农村地区由于垃圾收集搬运、资金等方面的限制,在使用和推广厌氧消化技术上目前有很大的难度。国内大中型沼气工程工艺技术以引进和转化欧洲成熟技术为主,经过近几年国内一些沼气工程公司对欧洲技术的引进和二次开发,初步证明 CSTR 工艺是未来的发展趋势,具有很好的市场推广前景。厌氧反应器作为当前沼气工程的一个重要组成部分,中国也已由传统的土木工程型转变为设备型,工程中设备和施工技术含量及投资的比例不断提高。厌氧工程除大型的构筑物采用钢筋混凝土外,其他大部分构筑物已采用钢结构,这为设备的标准化、自动化和成套化奠定了良好的基础。

(2) 垃圾堆肥技术研究

堆肥是农村生活垃圾资源化的重要手段。作物秸秆和养殖业粪便有机成分含量高、有害成分少、富含营养成分,适合于堆肥。在有氧条件下,依靠好氧微生物吸收、分解作用,将有机物转化为无机物和新细胞物质。我国农村生活垃圾处理总体上主要采取简易填埋等方法,农村生活垃圾生物腐熟原位处理技术规范还需要更进一步研究。

(3) 垃圾焚烧技术研究

焚烧处置的建设及运行成本较高,限制了其在我国农村地区的推广应用,并且在焚烧过程中,还会产生大量的燃烧副产物-焚烧烟气和飞灰,焚烧烟气和飞灰的再处理进一步增加了焚烧处理工艺的成本。可见,目前农村生活垃圾处理处置在我国较为可行的方式是填埋、沼气发酵、堆肥农用等,焚烧处理在现阶段只能在经济条件较好的一些农村试点应用。

5.3.4 国内外农村畜禽养殖污染治理技术研究现状

近年来,在引进、消化、吸收国外同类技术的基础上,针对我国具体国情和经济状况,已经初步形成能源环保、能源生态等模式的畜禽粪便利用技术,相应的配套设备、设施、产品技术研究也有了长足的发展。然而,畜禽粪便处理利用技术总体水平不高,仍然有待于进一步提升。

5.3.4.1 资源化利用技术

我国传统农户经济以“畜禽-肥-土地-粮”循环为主要的生产模式,我国一直将畜禽粪便作为提高土壤肥力的主要来源,使农业生产形成良好的生态平衡体系。过去采用的是填土、垫圈或传统堆肥化方式将畜禽粪便制成农家肥。伴随集约化养殖场的迅猛发展,对畜禽粪便肥料化技术成为研究的热点。堆肥化是处理各种有机废弃物的有效方法之一,是集处理和资源循环再利用于一体的生物方法。目前研究的技术模式集中于好氧发酵、厌氧发酵、快速干燥等,研究核心问题为调节畜禽粪便适当的碳氮比,控制适当的水分、温度、氧气、酸碱度等进行发酵。

5.3.4.2 能源化利用技术

畜禽粪便的厌氧消化处理是在厌氧细菌的作用下,有机物转化为价值很高的沼气和二氧化碳。该技术具有能耗低、占地少、负荷高等优点,是一种理想有效的处理粪便和资源回收利用的技术。该技术可以提供清洁能源沼气,解决中国广大农村能源压力,还能消除臭气、杀死致病菌和虫卵,在一定程度上解决大型畜牧养殖场粪便污染的问题。另外,还可以提供优质无害的肥料,其发酵原料或产物可以生产优质饲料,发酵液可作为农作物生长所需的营养添加剂。

5.3.4.3 干燥法处理技术

包括生物干燥、自然干燥、高温快速干燥、烘干膨化干燥、机械干燥等方法。生物干燥最早由美国科学家 Jewell (1984) 提出,其原理是利用堆肥化处理过程中微生物分解有机质产

生的能量，加速粪便中水分的散发，起到降低粪便水分的作用。高温快速干燥是利用电、石油或煤燃烧等产生高温进行干燥，需用干燥机械。畜禽粪便在短时间内(约数十秒钟)，受到高温的作用(温度>500℃)，水分可迅速降低到18%以下。其处理方法不受天气影响，能大批量生产，干燥速度快，可以达到去臭、灭菌杀虫卵、除杂草种子等效果。烘干膨化干燥是利用热效应和机械作用，使畜禽粪便达到除臭、彻底杀菌目的，但也存在一次性投资大、能耗多、处理时会产生臭气和产品成本高的缺点。机械干燥采用的是压榨机械或离心机械进行畜禽粪便脱水，同样存在成本高、仅能脱水而不能除臭、效益低等缺点。

5.3.4.4 低等动物处理法

利用低等动物(家蝇、蛆、蜗牛等)饲喂处理畜禽粪便等废弃物。采用封闭方式培养蝇蛆，立体套养蚯蚓、蜗牛，在分解大量废弃物的同时，也提供了优质的动物蛋白饲料(蝇蛆和蛆)及有机肥来达到处理畜禽粪便的目的。美国科学家已成功地在粪肥营养成分中培养出单细胞蛋白。这种处理方法经济、生态效益显著，缺点是前期畜禽粪便需进行脱水等处理，后期蝇蛆收集不易，饲喂蚯蚓、蜗牛的技术难度高，所需温度苛刻，难以全年生产，劳动力投入大，故尚未广泛应用。

6 调研情况与技术案例介绍

《指南》主要基于2010年第一批试点省份的农村环境连片治理经验，以及中国科学院生态环境研究中心、天津市环境保护科学研究院、中国环境科学研究院、北京国环清华环境工程设计研究院有限公司等专项科研对位对于饮用水水源地环境保护、农村生活垃圾、农村生活污水、畜禽养殖废弃物的治理技术研究和模式积累，经过技术比选、技术指标筛选、经济指标筛选，最终确定技术指南文件。

6.1 调研情况

按照《农村环境连片整治技术指南编制工作方案》设计，在制定本指南文本和编制说明的过程中，课题组组织开展了两次集中性的专题调研，专项研究组根据实际需求和任务节点要求独立开展专项调研，同时依托承担单位其他课题和工作开展了辅助调研。第一次集中性专题调研于2011年3月赴浙江省湖州市、宁夏自治区中卫市、湖南省长沙市、湖北省荆州市、重庆市，重点针对2011年连片试点省份的连片治理技术模式收集、技术案例收集，了解试点省份的典型经验做法和实际需求。第二次集中性专题调研于2011年7月，在完成初稿编制基础上，针对编制过程中的技术难点、核心问题赴浙江省湖州市、湖北省荆州市、宁夏自治区中卫市开展补充调研，重点补充完善《技术指南》中的工程技术参数和工程经济参数，以及收集整理编制说明的技术材料。此外，编制过程中还对全国东、中、西部，以及东北地区的非试点省份开展了典型区域调研。

6.2 农村环境连片整治技术案例

专栏1: 饮用水水源地环境保护技术案例——水质深层净化技术

1、适用条件

全程水处理技术不受气候、地貌等因素的制约，适用领域及区域十分广泛，并可根据用户用水需求量设计施工。既可以按行政村、镇集中处理，也可单户处理。这样既方便了用户，又防止地下水过度开采，保护了地下水资源。全程水处理系统设计处理能力在0.25~1000吨/小时。

2、技术原理

该技术主要是根据不同地域地下水的离子含量，以及浊度、SDI等指标，进行有针对性的处理。

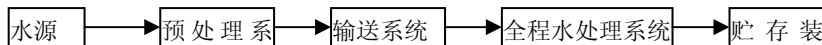


图3 工艺流程图

首先通过沉淀池或初滤罐将污水进行预处理，主要去除水中较大的悬浮物、颗粒物等；其次通过输送系统进入全程水处理系统，对水进行深层次净化，本系统包括：磁力除垢阻垢装置（有效去除水中超标的钙镁离子）；UF水质净化系统（有效去除水中的可溶性大分子有机物、热源、胶体、细菌、病毒等）；紫外线灭菌系统（彻底杀菌消毒）；最后将处理后的水采用水塔或水箱存放，通过管线输送到用水点。

3、设备构成及主要技术参数

整套设备包括：

- 1) 预处理系统（沉淀池、初滤罐、多介质过滤装置、活性炭过滤装置、软化装置、精密过滤装置（选用））；
- 2) 输送系统；

- 3) 全程水处理系统（磁力除垢阻垢装置、UF 水质净化装置、紫外灭菌装置）；
- 4) 贮水装置。

设备技术参数要求根据水处理量的大小而定。

4、设备运行使用效果分析

原水水质：水源为井水，主要不合格指标是色度、臭味、浊度、铁、锰、耗氧量（KMnO₄法）、总大肠菌群。检验依据：《生活饮用水标准检验法》（GB5750—85）、《生活饮用水卫生规范》（2001）。评价依据：生活饮用水水质标准（CJ3020—93（二级））、《生活饮用水卫生标准》（GB5749—85）。

预处理系统对水中较大的悬浮物、颗粒物等的去除：通过预处理系统的出水浊度小于 5NTU，满足后续系统供水要求。

磁力除垢阻垢装置对钙、镁、铁、锰等离子的去除：水和水中的离子、分子都是由带电的粒子组成的，当这些带电粒子通过装置中的交错磁场时，由于受到洛伦兹力的作用带电粒子的运动方向发生偏离，带正、负电荷的粒子的运动方向相反，使水溶性金属离子达到过饱和，从而结晶沉淀。经过该装置处理后的水硬度可降低至 100mg/L 以下。

UF 水质净化装置对悬浮物和微生物的去除：使用精度为 0.01~0.1 微米的超滤膜，对于造成水质浑浊的悬浮物具有很高的去除能力，产水浊度通常达到 0.2NTU 以下。由于微生物通常在 0.5 微米以上，因此对大肠杆菌等微生物具有 99.99% 以上的去除能力。对于铁、锰、铝等胶体具有 90~95% 以上的去除能力。

紫外线灭菌系统对细菌的杀灭：更彻底的杀菌消毒。

5、建设及运行成本核算

- 1) 投资成本：3500 元/t·h；
- 2) 占地面积：30 m²（按照日处理量 100 吨设计计算）；
- 3) 运行费用：平均运行成本 0.2 元/吨（按照日处理量 100 吨设计计算）；
- 4) 设备寿命：大于 30 年（耗材需定期更换）。

6、技术特点

- 1) 功效明显，特别适合农村及使用地下水的城乡结合地区；
- 2) 设备投资相对较少，运行成本低；
- 3) 占地面积小，施工方便；
- 4) 全程自动控制，操作简单，无需专人维护。

专栏 2：农村生活污水连片处理技术案例——人工湿地与稳定塘组合处理技术

1、适用条件

适用于亚热带季风区。村内有较完善的污水收集系统，如明渠、管沟等。

2、技术流程

1) 工艺流程图

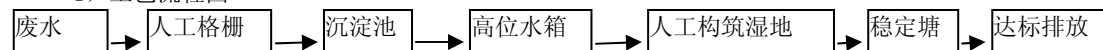


图 4 工艺流程图

经过人工湿地系统处理后的出水水质完全可以达到《污水综合排放标准》（GB8978—1996）中的一级标准，有些还可以达到地面水水质Ⅲ或Ⅳ类标准，处理后的水可以直接排入湖泊、水库或河流中。

2) 工艺简介

废水经收集系统进入处理站后首先进行预处理，污水中含有大量的大颗粒悬浮固体，经过格栅和沉淀后，可缓解进入后续人工湿地的负荷，减轻湿地床堵塞的风险性。出水泵入高位水箱，通过调节流量进入人工湿地系统，湿地系统由湿地与稳定塘组成。湿地具有独特的吸附、降解和排除水中污染物、悬浮物和营养物的功能，可使潜在的污染物转化为资源。

3、设施设备构成及主要工艺参数

1) 主要设施设备

①沉淀池。平面尺寸：2×10×3m；表面负荷：0.85m³/m²/d；处理水量：17m³/d（备注：可利用原有池塘进行改造）。

②人工湿地。数量：分两组；水流形式：潜流式；单组尺寸：7.5×12×0.8m；两组尺寸：15×12×0.8m；有效水深：0.6m；超高：0.2m；水力负荷：0.1m³/m²/d；处理水量：17m³/d；地坡：2%。

③生物稳定塘。作用：对人工湿地出水进行稳定处理，达到一级排放标准；数量：1 个；备注：利用原有池塘进行改造。

④人工格栅。处理水量：17m³/d；数量：1 台；材质：碳钢防腐，栅隙为 5mm。

⑤污水泵。流量：10m³/h；扬程：10m；功率：0.75kw；数量：2 台（1 用 1 备）；用途：用于沉淀池内废水提升至高位水箱。

⑥高位水箱。有效容积：5m³；数量：1 台；材质：碳钢防腐，含一套液位计。

⑦配水、集水系统数量：1 套；材质：UPVC 管。

2) 主要构筑物及设备去除效率

表 1 主要构筑物、设备去除率一览表

构筑物、设备名称	进水水质(mg/l)	出口水质(mg/l)	去除率
格栅、沉淀池	140	70	50%

人工构筑湿地	70	35	50%
生物稳定塘	35	20	43%

4、建设及运行维护成本

总投资合计 7.24 万元，其中工程土建费用 4.41 万元，设备材料 2.83 万元。人工格栅位置可利用村庄内明渠或管沟，沉淀池可利用村庄内现有池塘，污水处理站新增占地为人工湿地，面积约 180m²。吨水占地面积为 3m²，吨水直接投资费用在 525~800 元左右，处理成本 7.9 元/天。

5、技术优缺点

1) 优点

①可保持较高的水力负荷，耐污能力强，抗冲击性能好；②处理效果稳定可靠，对村镇生活污水的处理效果良好，COD 去除率>80%，总氮去除率>85%，总磷去除率>85%；③基建投资低，运行费用低；④运行操作简单，不需要复杂的自控系统；⑤适宜处理分散式、间歇排放的生活污水；⑥景观性强，具有生态服务功能。

2) 缺点

①人工湿地处理技术相对于其他处理技术，占地面积较大，土地费用在投资中占较大比例；②人工湿地脱氮除磷效率不稳定，湿地除磷效率会随着湿地基质吸附电位的饱和而降低；湿地中微生物的硝化和反硝化作用受湿地中溶解氧浓度及 C/N 比值的影响较大；③在北方极端寒冷时期，人工湿地处理效率会有所降低，出水水质会受到影响。

6、实际应用情况

目前，本实用技术推广应用于辽宁省各市农村地区。目前在建及运行的农村生活污水人工湿地处理工程已有 9 项，处理规模在 1.5~3 万 t/d，受益人数可达 150 万。已运行的人工湿地工程运行比较稳定，出水都能达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002) 一级 B 标准。此外，在江西省萍乡市南坑镇南坑村生活污水集中处理工程在进行进水调试。

专栏 3：农村生活污水连片处理技术案例——微动力厌氧好氧沼气处理技术

1、适用条件

适用于出水要求较高、经济实力较强的平原或半山坡农村地区。

对于住户集中、管网易于铺设的农村采用集中式微动力厌氧好氧处理模式，对于分散居住的农户或别墅区采用单户或联户的形式，使用玻璃钢微动力生活污水净化器。

2、技术流程

1) 工艺流程图

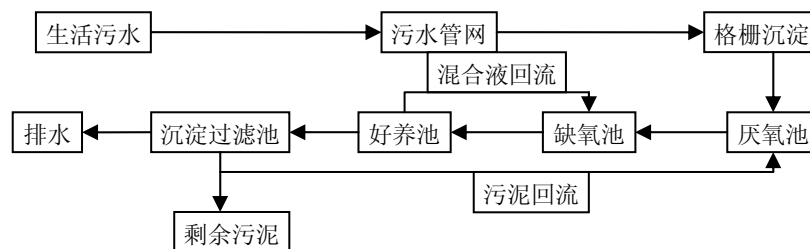


图 5 工艺流程图

2) 工艺简介

利用固着生长在填料上的厌氧、兼氧、好氧微生物膜实现对污水中有机的分解净化。为了强化污水处理的脱氮除磷效果，工艺在无动力厌氧处理的基础上，加上缺氧和好氧交替处理的工艺段。

3、主要技术参数

设计容积负荷率：厌氧池 0.2~0.4 kgCOD/m³·d；缺氧池 0.15~0.30 kgCOD/m³·d；好氧池 0.15 kgCOD/m³·d。

好氧池气水比为 16:1，混合液回流比为 4:1。

4、建设及运行维护成本

工艺运行设备采用时控器自控，可根据进水水质、水量自动调整曝气时间，平时一般不需手动操作管理。但需落实专人进行定期察看，当发现设备的运行异常、停转等情况时，能及时申报维修。维护人员可由村内的保洁人员兼任，经简单技术培训后即可胜任。

集中式微动力厌氧—好氧池的工程造价成本约 1200~1500 元/户（不包含管网敷设费用）。分散式微动力生活污水净化器的造价成本约 3000 元/户（注：农户户均人口按 3.5 人计）。

处理系统的日常运行费用包括两部分：风机、水泵的耗电费用及维护管理人工费用，约需 0.2~0.6 元/吨水，吨水的运行费用随系统规模的增大而减少。

5、技术优点

该技术对进水水质水量变化适应性强，耐冲击性能好，对氨氮污染物有较高的去除率，出水水质稳定，可达到国家《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 的一级排放标准。

6、实际应用情况

该处理技术已先后在浙江省杭州、湖州、衢州等地区的农村进行了推广利用，建立了示范工程十余

处，受益群众约 2 万余人。

专栏 4：农村生活垃圾连片治理技术案例——生活垃圾分类堆肥处理技术

1、适用条件

- 1) 气候条件：适用于岭南地区，特别是热带及亚热带地区。
- 2) 地貌条件：适用于农村居民点相对集中，交通较为便利的区域，对地形地貌没有特殊要求。
- 3) 处理规模：以村委会为单位，服务人口 2000~3000 人，处理规模为每天 400~600 公斤较为适宜。

2、处理原理

1) 农村生活垃圾以村委会为单位统一收集，源头分拣，将生活垃圾分拣为可回收废品（当地废品市场回收的品种）、惰性废物（无机物和不可回收的塑料、橡胶、玻璃）和可堆肥物 3 类，然后分别处理。

2) 充分利用我国岭南地区的气候条件，采用膜覆盖和翻堆通风堆肥方法把可堆肥物堆置成条垛状，进行高温堆肥处理；惰性废物填埋在村内低洼处，或运至附近城镇垃圾卫生填埋场处置；可回收废品售给当地废品回收站。

3、技术流程

本技术流程如下图所示。

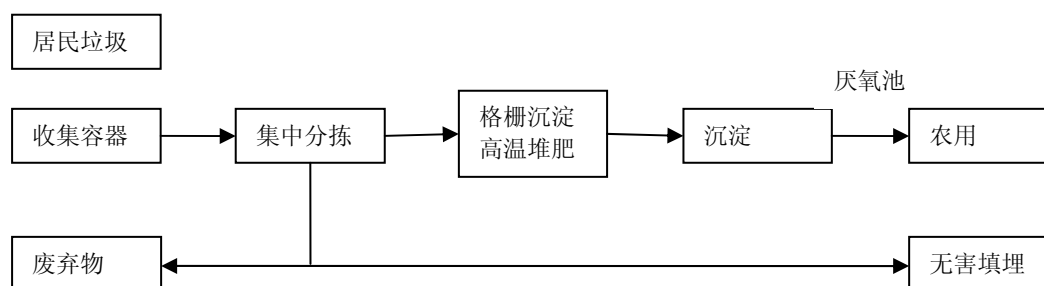


图 6 农村生活垃圾资源化处置技术流程

农村居民产生的生活垃圾采用可移动容器方式收集，运输至村垃圾处理站进行人工分拣分别处理，可回收废品售给当地废品回收站；惰性废物就地填埋或运至就近城镇垃圾卫生填埋场处置；可堆肥物在底部铺有 0.1m 厚碎石的堆肥场地，把可堆肥物堆置成条垛状，进行高温堆肥处理。

整个堆肥时间共六周，在前两周（14 天），每天翻堆 1 次，并进行通风供氧；后四周（28 天）每周翻堆一次。前两周不翻堆时，堆体始终以农用塑料膜覆盖保温，后四周，堆体不进行覆盖（降雨和夜晚除外），以充分利用自然通风供氧并干燥水分。

腐熟后的堆肥，采用孔径为 25×25 毫米的钢丝网筛，进行人工筛分，筛下物即为成品堆肥。筛上物可降解残渣作为堆肥的接种物循环处理，基本均能降解至符合筛分要求，不产生额外的废弃物。

4、设施设备构成及主要技术参数

1) 设施设备构成

以人口规模为 2000~3000 人的村委会为单位，生活垃圾处理规模为每天 400~600 公斤，配置生活垃圾资源化处置设施和设备。

2) 主要技术参数

堆肥场地人均占地 0.1~0.15m²，堆肥场地底部作防渗处理，再覆盖 0.1m 的碎石作导气用。

生活垃圾分拣类别：可回收废品、惰性废物（无机物，不可回收的塑料、橡胶、玻璃）和可堆肥物。

在堆肥过程中物料含水率和有机物含量持续下降，总氮含量在前 14 天下降明显，应与高温条件下氨有一定的挥发有关，14 天后稳定或略有上升，则说明在腐熟阶段，温度降低后，氨挥发受到限制，而有机物继续降解使物料总质量降低，可能相对增加了干物料中的氮含量。

因源头分拣，避免了有害垃圾的混入，重金属含量低于土壤环境质量标准的三级限值，远低于上述农用标准的限值。堆体样品的有机物、含水率和总氮随时间变化情况见表 1。

表 2 堆肥过程中堆肥物料组分变化情况

堆制时间	1 天	7 天	14 天	42 天
含水率	48%-62%	29%-52%	37%-46%	32%-38%
有机物含量（干样）	33%-49%	24%-43%	24%-33%	20%-29%
总氮含量（干样）	1.2%-2.9%	1.1-2.9%	1.0%-1.5%	1.4%-2.0%

5、建设及运行维护成本

1) 投资成本：投资随服务人口变化，服务人口规模为 3000 人的垃圾资源化处理和设施和设备人均投资约 100 元。

2) 占地面积：垃圾分拣及堆肥场地人均占地 0.1~0.2m²。

3) 运行维护费用：项目运行费主要用于收集、分拣工人工资、运输车辆油耗及少量冲洗地面、洗手用水等，人均运行费小于 1.5 元/月；维护费用仅用于运输车辆、收集容器、堆肥设施的维护，堆肥过程中无水、电、药耗等。

4) 使用寿命: 本垃圾资源化处置设施为永久性构筑物, 如果维护良好, 可长期使用。

6、技术优缺点

1) 技术优点

本技术以行政村为单元的生活垃圾处理完全可以达到现行国家的相关生活垃圾无害化处理标准要求; 处理过程不产生污水, 场内的臭气浓度达到恶臭控制要求。

结合岭南气候特征, 采用复合膜覆盖与翻堆配合, 实现保温与水分散发的平衡, 堆肥过程无机械电耗与全程无臭操作, 具有技术创新性。

操作简单, 运行成本低, 适用于农村的应用条件。以海南示范项目为例, 本技术的运行成本折算为每个村民的负担全年仅 18 元, 当地居民人均年收入约 4500 元, 此成本仅占千分之四左右, 完全在其可承受的范围内。

有显著的直接效益, 主要体现为处理农村生活垃圾控制其污染释放、分离利用农村垃圾中的废品、实现垃圾中有机物的还田, 以及实现农村生活垃圾无害化的环境、资源与卫生效益。

2) 技术缺点

垃圾处理规模不宜过大, 必须做到日产日清; 同时对操作人员的责任心要求较高, 操作人员必须严格按照操作规程操作, 否则在生活垃圾收集、运输和堆肥过程中可能造成二次污染。

技术应用必须得到当地农村居民的积极配合, 村民具有一定的垃圾处理费支付能力(处理费占村民收入的 3%以下)和意愿, 否则技术应用会遇到困难。

7、实际应用情况

本技术已在海南省琼海市龙江镇中洞村委会双举岭村进行 6 个月的现场技术试验, 充分验证了本技术的技术路线可行性, 试验过程中生活垃圾收集率大于 90%; 生活垃圾资源化利用率大于 60%; 生活垃圾堆肥高温(大于 55℃)时间达到 7 天以上; 借助海南气候条件国内首次实现膜覆盖保温和翻堆通风堆肥方法的全天候运转, 实现无机械电耗与全程无臭操作; 得到当地政府和村民的高度支持, 92%的村民原意支付 3~5 元/户·月的垃圾处理费。目前正在中洞村委会所辖 21 个自然村展开推广示范, 服务人口 3000 人, 至今已稳定运行 3 个多月。运行初步证实了该技术应用具有可行性, 运行效果完全达到要求, 已具备推广条件。

专栏 5: 畜禽养殖污染防治技术案例——固液分离有机肥生产技术

1、处理原理

首先通过固液分离, 将干粪生产有机肥, 污水和猪尿液通过沼气池发酵成沼气处理。

沼气发酵又称为厌氧消化、厌氧发酵和甲烷发酵, 是指有机物质(如人畜家禽粪便、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, 最终形成甲烷和二氧化碳等混合性气体(沼气)的复杂的生物化学过程。

生物有机肥生产技术是在畜禽粪便及其他有机物料中添加生物菌剂, 经两周左右生物发酵处理, 从而达到畜禽粪便彻底脱臭、腐熟、杀虫、灭菌的无害化、商品化处理目的。

2、技术流程

有机肥生产工艺流程图如下:

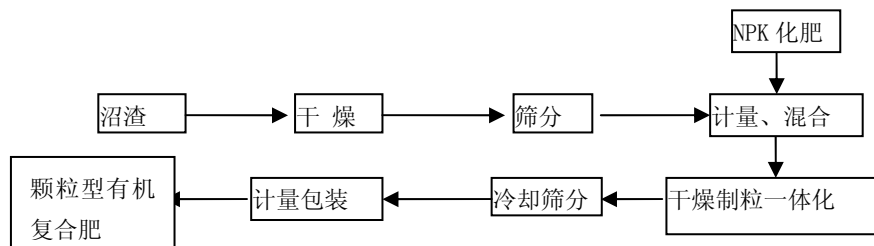


图 7 有机肥工艺流程图

3、设施设备构成及主要技术参数

1) 主要设备

钢筋混凝土格栅集水池、酸化水解池、调节计量池、发酵罐、沉淀池、沼液贮池、锅炉房、有机肥加工车间及仓库和原料仓库。

2) 主要技术参数

①沼气主要特性参数: CH_4 含量 60%, 热值约 25075KJ/m³, H_2S 0.3%。

②产品质量控制参数: 水分<20%; 有机物总量>40%; 总养分(N+P₂O₅+K₂O)>7%; 铝及其他化合物(以 pb 合计)<0.015%; 砷和其他化合物(以 As 合计)<0.015%。

4、建设及运行维护成本

1)项目总投资估算 400 万元, 其中建设投资 366.50 万元, 建安工程费 281.45 万元, 设备购置费 80.05 万元, 菌种培养驯化 5.00 万元, 其他费用 33.05 万元。

2)使用寿命: 仪器使用寿命为 5 年, 其他设备使用寿命为 10 年。

5、技术优缺点

该项目实施后可减少农业废弃物对环境的影响, 实现废物资源化, 将粪污转化成沼气、有机肥料或液

态肥。沼气用于生产和生活能源，沼渣可制作有机肥，替代化学肥料，生产绿色农产品，逐步走向能源替代和资源节约型道路。

6、实际应用情况

本项目在安徽省芜湖市南陵县众力生态科技养殖有限公司内使用效果显著，极大的减少猪场对环境的污染。同时还将附近农户和养殖场的畜禽排泄物等收集集中处理，进行沼气发电和有机肥制作，沼气年发电量 21.9 万千瓦时，受益用户 150 户。

专栏 6：畜禽养殖污染防治技术案例——太阳能中温厌氧发酵技术

1、处理原理

采用微生物发酵技术处理生物型废弃物（畜禽粪便、多汁秸秆、浮水植物、绿化垃圾、养殖污水），将其转化为生物能源和有机肥料，沼气净化生产管道燃气供居民生活用气，有机肥供农户用于农业生产，从而控制畜禽养殖有机废弃物对环境污染的防治，并实现其无害化和资源化的循环利用。

2、技术流程

养殖粪便等生物垃圾由提升斗输送至料仓，再定时定量地将原料由料仓送进高浓度厌氧发酵鼓发酵生产沼气，进而固液分离，固体部分进行固态好氧堆肥，后熟制作成固态有机肥上市销售。液体部分进入低浓度厌氧发酵鼓继续发酵产生沼气，发酵后产生的沼液调配分装成液体有机肥，出售给附近农户使用。高浓度和低浓度厌氧发酵产生的沼气脱硫脱水后存储于气柜，通过燃气管道送至附近村民家庭，做为生活燃料使用。

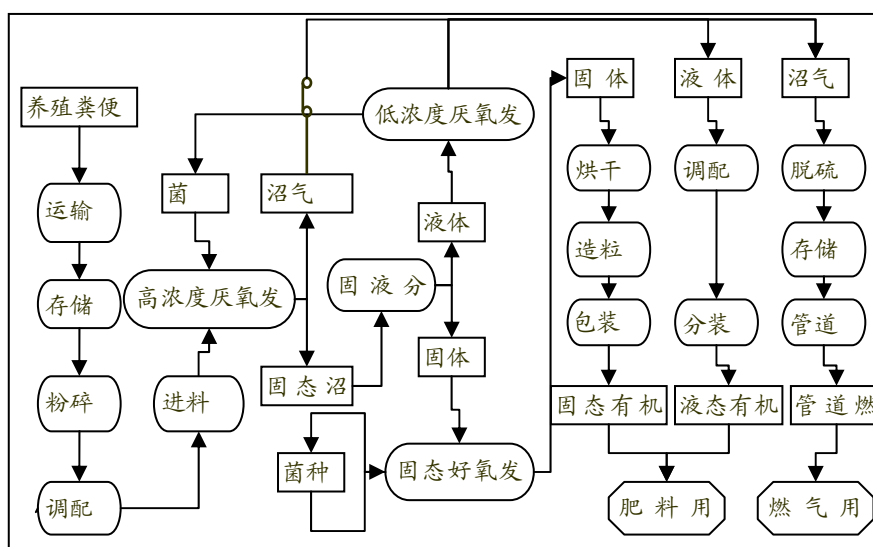


图 8 技术流程图

3、投资情况

沼气站占地面积约 2 亩，总投资 135~200 万元，其中土建约 20~45 万元，整体装备约 105~150 万元，燃气管道铺设约 15~35 万元；实际投资需要依据具体情况确定。

4、技术优点

和常规沼气发酵池相比，该套设备具有的优点主要为：

- 1) 中温发酵——全年供气：通过太阳能热循环系统的利用，保证整个发酵系统全年均能正常运行和稳定产气，从而实现全年正常供气，解决了常温发酵在冬春季因气温低不能正常产气的技术瓶颈。
- 2) 管道燃气——城市标准：当前在整个农业系统还没有相应的村落管道铺设和村落燃气供应的标准，项目参考执行城市燃气设计规范，确保村落管道的安全性和可行性。
- 3) 工业模式——长期稳定：整套装备的研制遵循标准化设计、工厂化生产、模块化制造、规范化安装的原则，从而保证了整套装备质量性能的可靠性，完整的装备说明书、运行管理手册和物业管理服务为其运行提高稳定支撑。

5、实际应用情况

设备已在云南省江川县、大理市、洱源县和蒙自县等地 13 座集中供气式太阳能中温沼气站的建设中得到了应用，主要用于处置畜禽粪便和村落污水，为 2000 多户农户提供了管道沼气。

6、典型案例

以江川县李忠村沼气站为应用实例。

①项目背景

项目建于江川县前卫镇后卫村委会李忠村，位于星云湖流域，年平均温度 18.8 度，年平均日照 2334 小时，年均降水 891.8mm，无霜期 337 天。居民 512 户 1643 人，耕地 618 亩，人均纯收入 4149 元，养殖以仔猪为主（3000~5000 头）。

②建设内容及规模

项目投资 196 万元建成太阳能中温沼气站，所产沼气供全村 405 户农户使用，供气覆盖率达 95%。

粪便处理：沼气站包括 100 m³ 高浓度厌氧发酵罐、100 m³ 低浓度厌氧发酵罐、100 m³ 调压储气罐、400

m²太阳能板、供气管道 12568m、燃气终端 405 户、64 m³液体调配池、30 m³原料调节池、45 m³堆肥棚。
 污水处理：3.15 m³沉砂井 4 个、收集管道 323 米、70 m³污水收集池、100m³好氧曝气罐、生态沟 160 米。

③效益分析

节能效益：年产沼气 8.21 万立方米，相当于 16.42 万度电或者 58.86 吨标准煤。

减排效益：年处理牲畜粪便 4635.5 吨，资源化利用总氮 21.83 吨、总磷 4.42 吨、COD143.27 吨、BOD113.40 吨。每年减少污染物排放 COD128.94 吨、BOD102.06 吨、总氮 19.65 吨、总磷 3.98 吨、SO₂ 0.79 吨、CO₂ 68.96 吨。

肥料效益：年产液体有机肥 2137.80 吨，精制有机肥 1158.87 吨，相当于尿素 47.35 吨、普钙 25.77 吨、硫酸钾 21.30 吨。

社会效益：养殖粪便得以清运处置，村落污水达标排放，卫生条件、自然景观和家居环境大幅改善，成为社会主义新农村建设的典范。

经济效益：年生产沼气 8.21 万方、产值 16.43 万元，液体有机肥 2137.80 吨、产值 19.81 万元，精制有机肥 1158 吨，产值 57.95 万元，合计产值 94.19 万元。

专栏 7：畜禽养殖污染防治技术案例——生物发酵床畜禽养殖技术

1、适用条件

1) 气候

适用于亚热带、暖温带、温带、寒温带等气候类型，可应用于我国大部分地区。

2) 地形地貌

该技术处理养殖场废弃物的过程基本上不受地形地貌条件限制。由于养殖场选址考虑到地形地貌因素，一般会选在空旷、空气流通性强的低山、丘陵、平坝为主的地形地貌区内，所以该技术也是适用这些地形地貌区。

3) 处理规模

该技术能适用于大、中、小各种规模的母猪、仔猪、肥猪养殖场。

4) 水源

由于传统生猪养殖需用水冲洗清洁栏舍，所以在干旱缺水地区栏舍冲洗用水成为制约养殖业发展的瓶颈。采用该技术后，不需用水冲洗栏舍，节约了水资源，解决了上述问题。

2、技术原理

1) 在改善内环境方面，将含有枯草菌和酵母菌微生态饲料添加剂按一定比例均匀拌入饲料喂养生猪，经特殊工艺加工的饲料添加剂进入生猪的肠道时，两种好氧菌（枯草菌和酵母菌）相互作用而产生代谢物质和淀粉酶、蛋白酶、纤维酶等，同时还耗去肠道内的氧气，给乳酸菌的繁殖创造了良好的生长环境。而其代谢物质本身不但具有抗生物功能，而且还是乳酸菌繁殖时很好的饵料，促成生猪肠道的乳酸菌（厌氧菌）大量繁殖，从而改善了生猪肠道的微生态平衡，增强抗病能力，提高对饲料的吸收率，大大减少生猪粪尿的臭味。

2) 在改善外环境方面，利用自然界的微生物资源，即自然界中多种有益微生物，通过选择、培养、检验、扩繁，形成有相当活力的微生物母种，再按一定比例将其与锯末、谷壳等辅助材料、活性剂等混合和发酵制成有机垫料。畜禽排泄出来的粪、尿被垫料掩埋，水分被发酵过程中产生的热蒸发，使畜禽粪、尿中的有机物质得到充分的分解和转化，达到无臭、无味、无害化的目的，是一种无污染、无排放、无臭气的环保畜禽养殖技术。

从内环境中改善了生猪肠道的微生态平衡，提高了饲料的吸收率，大大减少粪便的排放，在外环境上使畜禽粪、尿中的有机物质得到充分的分解和转化，达到无臭、无味、无害化的目的。总之，通过内外环境的共同作用达到无污染、无排放、无臭气的养殖效果。

3、设施设备构成

1) 垫料原料的选择

主料：通常这类原料的用量占到总物料的 80%以上，由一种或几种原料构成，常用的主料有锯末、谷壳、秸秆粉等。

辅料：主要用来调节物料 C/N、水分、pH、通透性的一些原料，由一种或几种原料组成，通常这类原料占整个物料的不超过 20%，常用的辅料有猪粪、米糠、麸皮等。

2) 垫料的制作

①垫料配方及用量

根据猪舍面积大小、垫料厚度，计算出所需要的谷壳、锯末、鲜猪粪、米糠以及发酵菌剂的使用数量，具体计算方法见下表：

表 3 垫料计算方法表

原 料	谷壳	锯末	鲜猪粪（公斤/立方米）	米糠（公斤/立方米）	发酵菌剂（公斤/立方米）
冬季	50%	50%	5	3.0	200-300
夏季	60%	40%	0	3.0	200-300

②垫料的制作过程

A、酵母糠的制作：将所需的米糠与适量的发酵菌剂逐级混合搅拌均匀备用。
B、原料混合：将谷壳、锯末各取 10% 备用，将其余按下图所示把谷壳和锯末倒入垫料场内，在上面倒入生猪粪及米糠和发酵菌剂混合物，用铲车等机械或人工充分混合搅拌均匀。

C、垫料堆积发酵：各原料在搅拌过程中需调节水分，一般 45% 比较合适，现场实践用手抓来判断，手抓成团，松手即散，指缝无水渗出，混合均匀堆积成梯形状后，用麻袋或编织袋覆盖周围保温。

D、垫料的铺设：垫料经发酵，温度达 60~70℃ 左右时，保持 3 天以上，彻底翻堆一次，等垫料温度下降到 50℃ 以下时，垫料摊开，气味清爽，没有粪臭味时即可摊开到每一个栏舍。高度根据不同季节、不同猪群而定。垫料在栏舍摊开铺平后，用预留的 10% 未经发酵的谷壳、锯末覆盖，厚度约 5~10cm，间隔 24 小时后才可进猪饲养。

3) 垫料质量标准

垫料是否符合要求，通常通过以下标准判断：①发酵堆体物料疏松，水分含量在 40% 左右；②发酵料散发曲香或清香味，无臭味或其它异味；③发酵结束时堆体温度下降到 40℃ 左右。

4) 其他注意事项

①调整水分要特别注意不要过量；②制作垫料时原材料的混合，以高效、均匀为原则；③堆积后表面应稍微按压，特别是在冬季里，周围应该使用通气性的东西如麻袋等覆盖，使它能够生温并保温；④所堆积的物料散开的时候，气味应很清爽，不能有恶臭的情况出现。

5) 发酵垫料日常维护

发酵床养护的目的主要是两方面：一是保持发酵床正常微生态平衡，使有益微生物菌落始终处于优势地位，抑制病原微生物的繁殖和病害发生，为猪生长发育提供健康环境；二是确保发酵床对猪粪的消化分解能力始终保持在较高的水平，同时为生猪的生长提供一个舒适的环境。发酵床养护主要涉及到垫料的通透性管理、水分调节、垫料补充、疏粪管理、补菌、垫料更新等多个环节。

4、主要技术参数

1) 圈舍要有良好的通风功能

采用该技术养猪模式，猪舍一般采用单列式，猪舍跨度为 8~13 米，立面式，猪舍屋檐高度 2.8~4 米。栏圈面积大小可根据猪场规模大小(即每批断乳猪转栏数量)而定，一般掌握在 40m² 以上，饲养密度 0.8~1.5 头/m²。

2) 采食台和饮水台

在猪舍一端设一饲喂台 (1.2~2.0m)，在猪舍适当位置安置饮水器，要保证猪饮水时所滴漏的水往栏舍外流，以防饮水潮湿垫料。

3) 垫料池的设计

垫料高度：保育猪 50~70cm；中大猪 70~100cm。

猪舍地面根据地下水位情况，可水泥固化，也可不用固化。

4) 要有便于机械设备进入垫料区的通道

圈舍建设时要留有挖掘机和猪进出圈舍垫料区的通道。在一栋圈舍内，垫料区一般都是一个整体垫料池，每间猪栏都是用活动铁栏杆根据猪群的大小来安装隔开的。当需要用挖掘机进入垫料区翻动垫料时，打开垫料池的机械通道隔栏，垫料上的活动铁栏杆应十分方便地拆卸开。

5、建设及运行维护成本

猪舍建设费用约为 180 元/m²，高标准猪舍建设费用约为 400 元/m²，旧猪舍改造费用约为 130 元/m²，垫料投资 70~100 元/m³，垫料一次投入可适用 2~3 年，具有投资省，易操作，运行和维护费用低的特点。

6、技术优缺点

1) 技术的优势十分明显，总体可归纳为以下几点：

①节省饲料、节省人力。在饲料中按一定比例加入的微生物菌剂，一般可以节省饲料 10% 左右，传统养猪工艺模式相比免除了传统的日常扫栏、清洗等繁重的日常工作，可节约劳动力 50% 左右。

②污染少、环境得到优化。无需每天清扫、冲洗猪栏，减少了废弃物、排泄物排出养猪场，大大减轻了养猪业对环境的污染。

③节约水和能源。此法只需提供猪的饮用水，不需要每天清除猪粪，可节水 90% 以上。生物发酵床自行发酵产热，猪舍冬季无须耗煤耗电加温，可节省大量的能源。

④提高了猪的抵抗力，改善了肉质。生物发酵床中的生物菌剂通过参与肠道的营养消化作用，保持肠道的 pH，并参与部分免疫作用，提高了猪对不利环境的抵抗力。猪饲养在垫料上，满足了猪只拱掘的生物学习性，运动量增加，猪生长发育健康，提高了猪肉品质。

⑤变废为宝。在发酵制作有机垫料时，锯末、稻壳、玉米秸秆等农业废弃物均可作为垫料原料加以利用。垫料在使用 2~3 年后，形成可直接用于果树、农作物的生物有机肥，达到循环利用效果。

2) 该技术在实际应用过程中也存在许多不足的地方，主要体现在以下几个方面：

①发酵床养猪法猪舍内不能使用化学消毒药品和抗生素类药物，如果使用，将杀灭和抑制微生物，或抑制其繁殖，降低微生物活性。一旦猪场发生细菌性或病毒性疾病时不易控制。

②发酵床是靠木屑、米糠等粉状物吸收猪的粪尿，而猪有拱食的习性，木屑、米糠等粉状物被吸入呼吸道，可能诱发发生呼吸道疾病。此外，由于发酵床垫料原料组成的原因，时间长了以后可能存在大量的霉菌毒素，猪因拱食的习性，可能采食霉菌毒素，引起机体免疫抑制，猪的抵抗力下降。

③夏季猪舍内温度过高，影响猪的生长发育。特别是在我国夏季炎热的南方地区问题更为严重，需

要采用有效的降温措施。

7、实际应用情况

该技术推广应用至湖南各市（州）、四川、广东、浙江、广西、湖北、江西、河南、内蒙古等地，全国共有 645 家大、中、小规模养殖场/户使用该项技术，生猪栏舍使用面积达 100 万平方米，使用该技术饲养的生猪达 80 余万头。95%以上的养殖场/户运行良好，达到预期效果。

8、典型实例

湖北省农科院畜牧兽医研究所良种繁育场

1) 总费用

材料费用总计 22886 元，合 76.3 元/m³。

2) 与传统养猪的效益分析对比

传统养猪每千头投入总成本为 48.34 万元，发酵舍养猪每千头投入总成本为 45.14 万元，发酵舍养猪每千头比传统养猪减少投入成本为 3.2 万元，每千头猪的经济总增益为 6.2 万元。

3) 垫料转化有机肥收益

扣除相同的猪肉收益后发酵舍养猪技术新增效益，养猪 3 年后垫料可直接作为优质有机肥使用，据市场调查每吨有机肥价格按 500 元计算，垫料收益为 27 万元，每千头猪增加效益为 3 万元。

7 主要技术内容及说明

本技术指南共包括 4 个章节，依次为总则、农村环境连片整治技术模式选取、农村环境连片整治项目建设内容、农村环境连片整治项目投资估算指标。对各部分主要内容说明如下：

7.1 总则

7.1.1 适用范围确定

本技术指南按照编制原则和目的，经过编制组研究和专家组方案比选后，将适用范围从“农村连片整治技术指导、连片整治项目资金方案规范、项目技术优化比选”调整为“本指南适用于农村环境连片整治项目”。此外鉴于与最佳可行性技术指南类文件的区别，本指南仅针对农村环境连片整治项目的“技术模式选取、工程建设、投资概算、工程运行维护管理”。

7.1.2 术语与定义解释

本指南为农村环境技术管理文件中的一项，其余 4 项为《农村饮用水源地环境保护项目建设与投资技术指南》、《农村生活污水处理项目建设与投资技术指南》、《农村生活垃圾分类、收运和处理项目建设与投资技术指南》、《畜禽养殖污染防治项目建设与投资技术指南》。按照简要明了的编制原则，该 4 项技术文件对领域内专用术语和定义已有描述，因此本指南仅对“农村环境连片整治”的概念予以说明。同时本指南基于已发布的农村环境保护领域最佳可行技术指南、技术导则、技术政策、工程技术规范、建设与投资技术指南等技术文件编制，因此涉及到的术语与定义均与上述几项技术文件保持一致，在指南中不予重复赘述。

7.1.3 规范性引用文件筛选

本指南编制过程中涉及到的概念、技术参数和经济参数参考了众多规范性文件，同时在编制过程中，不断调整、充实涉及到的引用文件，最终明确 9 项规范性引用文件，分别为《关于实行“以奖促治”加快解决突出的农村环境问题实施方案》（国办发[2009]11 号）、《全国农村环境连片整治工作指南（试行）》（环办[2010]178 号）、《村庄整治技术规范》（GB50445-2008）、《分散式饮用水水源地环境保护指南（试行）》（环办[2010]132 号）、《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2007）、《农村生活污染防治技术政策》（环发[2010]20 号）、《农村生活污染控制技术规范》（HJ 574-2010）、《畜禽养殖业污染防治技术规范》（HJ/T81-2001）、《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》（HJ 497-2009）。

7.2 技术模式选取

本指南分别针对农村环境保护的 4 个核心领域，即饮用水水源地环境保护、农村生活污水处理、农村生活垃圾治理、畜禽养殖废弃物综合利用，分别介绍如何因地制宜的选取技术模式。在编制过程中，编制组同步开展了专项调研和资料收集整理工作，储备了大量的全国农村环境连片整治的常规技术模式和技术案例。在此基础上，采用专家法确定了技术模式选取因子，提出了针对各类环境问题技术模式的关键性因子，以及如何根据关键因子选取适用技术模式。

表 4 农村环境连片整治技术模式选取关键因子表

项目类别	关键因子	
农村饮用水水源地环境保护项目	饮用水水源地类型	地表型：河流、湖泊、水库、水井、泉水、水窖、山溪、塘坝； 地下水源地：千层地下水、深层地下水、山涧泉水；
	供水人口数（万人）	集中式、分散式
农村生活污水处理项目	治理模式	集中治理、分散治理
	村庄集聚程度	密集、稀疏
	村庄人口规模	特大型村庄、中型村庄、小型村庄
	村庄人口居住密度	密集、稀疏
	区域地形条件	山地、丘陵、平原以及冻土地区
	区域气候	炎热、温暖、寒冷
	区域经济状况	发达、中等发达、欠发达
农村生活垃圾处理项目	治理模式	城乡一体化集中处理、分类收集资源化利用
	村庄集聚程度	密集、稀疏
	服务人口规模	特大型村庄、中型村庄、小型村庄
	村庄人口居住密度	密集、稀疏
	区域地形条件	山地、丘陵、平原，以及冻土地区
	区域经济状况	发达、中等发达、欠发达
	区域内垃圾处置方式	分类发电、分类堆肥、填埋、其他
管理模式	保洁员、第三方管理机构	
农村畜禽养殖污染治理项目	养殖规模	规模化养殖、分散养殖
	养殖单元	养殖场、养殖小区、散养户
	废弃物去向	配套土地消纳规模、产品出售

7.2.1 农村饮用水水源地环境保护项目

(1) 关于农村饮用水水源地环境保护工程现状。实地调研中发现，现阶段饮用水水源地环境保护工程重点针对隔离防护设施、截污构筑物。农村地区集中式饮用水水源地部分被纳入城市集中式饮用水水源地，已经开展了相关的环境保护工程，部分为分散式饮用水水源地，供水规模和服务人口较少，相应的环境保护工程建设滞后。

(2) 关于技术模式选取。综合考虑集中式与分散式饮用水水源地在保护区范围、服务人口等方面差异，指南分项提出了推荐的环境保护工程类型。对于供水人口大于 1000 人的集中式饮用水水源地，采用警示标志、隔离防护、生态拦截的全套治理模式；对于供水人口小于 1000 人的山溪、山涧泉水、坑塘等分散式饮用水水源地，适宜建设警示标志、隔离防护工程，并对取水口进行隔离保护。

(3) 关于污染防治模式选取。生态拦截工程应结合农业面源污染治理工程在，平原河网地区适宜采用生态沟渠与植被隔离带的组合模式，丘陵和山区适宜采用前置库模式。依据项目实际需求，参照《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ/T338-2007)、《分散式饮用水水源地环境保护指南（试行）》等国家规范性文件选取技术模式。

7.2.2 农村生活污水连片处理项目

(1) 农村生活污水连片治理技术模式选取需综合考虑村庄布局、人口规模、地形条件、现有排水管网情况等，结合新农村建设、村容村貌整治工程。

(2) 污水收集系统建设，需考虑以下因素：①污水排放量 $\leq 0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，服务人口在 5 人以下的山区或丘陵地区村庄适宜采用庭院收集系统；单户污水排放量 $\leq 10\text{m}^3/\text{d}$ ，服务人口 100 人以下，服务户数 2-20 户的地区适宜采用分散收集系统；地形坡度 $\leq 0.5\%$ ，污水排放量 $\leq 5000\text{m}^3/\text{d}$ ，服务人口 50000 人以上的平原地区宜采用集中收集系统。②人口分散、干旱半干旱地区、经济欠发达的地区，可采用边沟和自然沟渠输送；人口密集、经济发达、建有污水排放基础设施的地区，可采取合流制收集污水。③位于城市市政污水收集系统 10km 以内，经济状况相对较好的地区，可建设纳入市政污水处理系统的收集管网。④收集系统建设费用高于治污设施系统 1.5 倍的地区，原则上不宜建设集中收集管网。

(3) 关于污水处理设施建设，需考虑以下因素：①村庄布局紧凑、人口居住集中的平原地区，适宜建设污水处理厂（站）或大型人工湿地等集中处理设施，其中人口规模大于 5 万的地区，适宜建设采用活性污泥法、生物膜法等工艺的市政污水处理设施，人口规模小于

5 万的地区，宜建设人工湿地等处理设施。②布局分散且单村人口规模较大的地区，适宜在单村建设氧化塘、中型人工湿地等处理设施。③布局分散且单村人口规模较小的地区，适宜建设无（微）动力的庭院式小型湿地、污水净化池和小型净化槽等分散处理设施。土地资源充足的村庄，可建设土地快速渗滤处理设施。④丘陵或山区，宜依托自然地形，采用单户、联户和集中处理结合的技术模式，合理利用现有沟渠和排水系统。

7.2.3 农村生活垃圾连片治理项目

（1）关于农村生活垃圾连片治理技术模式选取的关键因子。项目建设需综合考虑村庄布局、人口规模、交通运输条件、终端处理设施位置等，优先采用垃圾分类治理模式，同时参照《农村生活污染防治技术政策》（环发〔2010〕20 号）、《农村生活污染控制技术规范》（HJ 574-2010）等规范性文件。

（2）关于设施共建共享方面。建有有机垃圾堆肥厂、垃圾焚烧发电厂的区域，适宜优先采用垃圾分类治理模式，配套建设分类收集、贮存和转运设施，进行资源化利用。农业秸秆产量较大、畜禽散养密集区域的连片治理村庄，适宜结合沼气工程、堆肥工程等农业生产废弃物处理工程，采用“有机垃圾资源化综合利用+垃圾转运处理”模式。

（3）关于垃圾分类资源化利用方面。道路交通欠发达、距离垃圾转运站或处理站距离较远（平原地区大于 20km，丘陵、山区大于 30km）、布局分散、经济相对发达的分散连片治理村庄，适宜采用生活垃圾分类资源化处理的技术模式，其中有机垃圾与秸秆、稻草等农业废物混合堆肥、汽化实现资源化利用，无法资源化利用的垃圾集中收集、清运，定期转运至垃圾处理设施进行无害化处理。

（4）关于垃圾城乡一体化管理模式方面。城镇化水平较高、经济较发达、人口规模大、交通便利的农村地区，适宜结合城镇生活垃圾处理设施建设，采用城乡生活垃圾一体化处理技术模式，在村镇建设生活垃圾分类、收集、运输系统。生活垃圾产生量较大时，还应建设区域性垃圾转运和压缩设施。

7.2.4 畜禽养殖污染连片防治项目

（1）关于畜禽养殖污染连片治理技术模式选取的关键因子。项目建设需综合考虑养殖品种、养殖规模、自然条件、排水去向等因素，充分整合现有沼气工程、堆肥设施，同时参照《畜禽养殖业污染防治技术政策》（环发〔2010〕151 号）、《畜禽养殖污染治理工程技术规范》（HJ 97-2009）、《农田灌溉水质标准》（GB 5084）、《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB18596-2001）等规范性文件。

（2）关于散养密集区的治理模式。养殖户生产相对密集区域或者养殖专业村，优先推进“养殖入园、养殖入区”集约化生态养殖模式，采用“厌氧处理+还田”、“堆肥+废水处理”和发酵床等技术模式，对粪便和废水集中处理。

（3）关于堆肥处理模式。养殖户生产相对分散或者路交通欠发达区域，畜禽粪便适宜采用小型堆肥设备处理模式，养殖废水适宜采用“沼气工程”治理模式，或者结合生活污水治理设施进行厌氧处理后进入农田。

（4）关于养殖小区的治理模式。土地（包括耕地、园地、林地、草地）消纳面积充足的畜禽养殖地区（1 亩土地生猪存栏量小于 5 头），依托各个养殖单元，采用资源化利用模式，对废弃物资源化、无害化处理后进入土地处理系统。土地（包括耕地、园地、林地、草地）消纳面积不足的畜禽养殖地区（1 亩土地生猪存栏量大于 5 头），适宜采用以有机肥产业化生产为核心的治理模式，建立畜禽粪便收集、运输网络 and 商业化有机肥生产企业。养殖户废水采用“化粪池+氧化塘（人工湿地）”的生态处理模式，养殖场（小区）采用“厌氧发酵”的达标处理模式。

（5）关于依托规模化养殖场的治理模式。区域内规模化养殖场、养殖散户并存的连片治理区域，适宜采用“养殖场带动农户治污的设施共享模式”，依托大规模畜禽养殖场（生猪存栏量 10000 头以上）治污设施，建立区域废弃物收集、运输系统，废弃物处理系统，以养殖场处理带动养殖户处理。

7.3 建设内容

本指南建设内容基于《农村饮用水源地环境保护项目建设与投资技术指南》、《农村生活

污水处理项目建设与投资技术指南》、《农村生活垃圾分类、收运和处理项目建设与投资技术指南》、《畜禽养殖污染防治项目建设与投资技术指南》中相关内容编制而成，工程建设内容和设施设备与该4项技术指南基本一致，但工程建设选址、建设内容、建设规模、技术要求等项内容都是基于农村环境连片整治技术需求、典型案例数据分析得出。因此在本章节重点论述工程建设选址、建设内容、建设规模、技术要求，对与前面4项涉及到的具体建设内容不加以赘述。

7.3.1 农村饮用水水源地环境保护项目

对2010年8个连片治理省份农村环境综合整治实施方案的分析结果发现，现阶段实施的连片整治工程基本上是基于单个项目的汇总，缺乏针对饮用水水源地区域特征的顶层设计思路，饮用水水源保护区环境保护工程的统一施工、管理、监督未能按照连片整治的技术路线执行。因此该章节重点从建设内容要求角度对工程技术提出了具体要求。主要参照《分散式饮用水水源地环境保护指南（试行）》（环办[2010]132号）、《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2007）和《饮用水水源地保护区标志技术要求》（HJ/T433-2008）。

7.3.2 农村生活污水连片处理项目

该章节在分析农村生活污水处理技术模式特征的基础上，分项提出采用集中连片处理方式和分散连片处理方式的建设内容。

（1）关于建设内容和规模。农村生活污水集中和分散处理模式采用的各种工艺，建设内容和规模主要参照《农村生活污水处项目建设与投资技术指南》。

（2）关于农村生活污水排放标准。目前我国仍未制定针对农村地区的专项生活污水排放标准，考虑到农村生活污水处理普遍采用人工湿地、氧化塘等组合处理工艺，因此参照执行《城市污水处理厂污染物排放标准》中二级以上标准。同时考虑到农村土壤、农田消纳系统，提出采用再生利用工艺的污水出水达到《城市再生用水标准》或《农业灌溉水质标准》。

（3）关于项目选址要求。在对湖南、辽宁、湖北等连片治理试点省份的项目实地调研中发现，部分污水处理项目尤其是采用人工湿地模式的项目，未能充分利用现有的污水塘、沟渠、水洼，因此提出了针对性的技术要求。

（4）关于排水体系建设要求。采用集中连片治理模式的项目，参考《建筑给水排水设计规范》和《城市污水处理工程项目建设标准》，结合集中治理区域的地形、人口、经济特点，提出了技术要求的内容。采用分散连片治理模式的项目，参照《人工湿地技术规范》和河南省、山东省分散处理技术案例，针对性提出管径、管材、检查井等方面的要求。

7.3.3 农村生活垃圾连片治理项目

（1）关于治理模式的技术导向。通过近几年调研和总结发现，当前我国农村生活垃圾连片整治主要采用两种模式：一种是基于单户或单村垃圾分类堆肥综合利用模式；一种是基于单村或多村的生活垃圾城乡一体化处理模式。前者主要应用于经济欠发达地区或耕地面积较大的农村地区，后者主要应用于经济较为发达或实现城乡一体化管理的地区，如浙江省温州市和广东省中山市的农村等。基于我国农村生活垃圾“减量化、资源化、无害化”的治理原则，本指南优先推行生活垃圾减量化、资源化的处理模式，参考《城市生活垃圾分类及其评价标准》（GB50015-2003），针对农村生活垃圾堆肥的最终处置特点，提出普遍适用的垃圾分类方式。

表5 垃圾分类收集方式与内容

分类方式	具体内容	
方式一	有机垃圾	纸、纤维、竹木、厨房菜渣、果皮、菜皮叶、剩饭菜、木头、废纸、菜皮
	无机垃圾	玻璃瓶，塑料，陶瓷，金属，灰土等主包装以及废家具、电器、厨具和废车辆中的废金属和废玻璃，还包括一部分燃料废渣和生活渣土
方式二	可回收垃圾	文字用纸、包装用纸和其他纸制品等；废容器塑料、包装塑料等塑料制品；各种类别的废金属物品；有色和无色废玻璃制品；旧纺织衣物和纺织制品
	厨余垃圾	剩菜、剩饭、菜叶、果皮、蛋壳、茶渣、骨、贝壳等，泛指家庭生活饮食中所需用的来源生料及成品（熟食）或残留物
	有害垃圾	废电池、废日光灯管、废水银温度计、过期药品等
	其他垃圾	除上述几类垃圾之外的砖瓦陶瓷、渣土等难以回收的废弃物

（2）关于以单户为治理单元的项目建设要求。调研中发现以农户为处理单位的项目与

农村生产系统、农业秸秆处理、畜禽粪便处理项目严重脱节，未能有效基于现有治理设施和农村生活、生产特点建设，因此本指南提出相应的技术要求。

(3) 关于以资源化利用设施为中心的项目建设要求。基于“资源化利用优先、项目投资经济可行”的原则，本指南按照现行的生活垃圾综合利用方式，提出基于垃圾发电厂、垃圾堆肥厂的项目建设要求。

(4) 关于垃圾转运站的建设要求。指南参照《生活垃圾转运站工程项目建设标准》(建标 117-2009) 关于转运站建设规模、地点、技术和经济指标的要求，综合考虑到农村地区人口规模较小、居住度密度较低的特点，综合调研相关信息提出垃圾转运站的各项主要参数。

7.3.4 畜禽养殖污染连片治理项目

(1) 关于项目工程的技术导向。在对浙江省南湖地区、湖南省长沙市、湖北省荆州市调研以及专家咨询中发现，畜禽养殖污染的原因是农牧脱离、养殖超载。因此本指南中提出开展工程项目建设的技术导向，统筹安排连片治理项目，保障工程的污染治理效益。

(2) 关于建设内容的技术要求。建设内容强调建设规模的系统性，主要参照《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》(HJ 497-2009)、《规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范》(NY/T1222-2006) 中相关要求编制。

7.4 投资估算指标

农村环境综合整治项目投资差异较大，难以设定既定的单位投资金额和投资总额，也难以设定工程经济参数固定的计算方法。因此本指南在咨询投资定额标准领域内专家，并充分论证后，采用设定阈值范围的方法给出各工程经济参数的参考值。

7.4.1 农村饮用水水源地环境保护项目

本指南基于大量项目实地调研和技术案例分析整理，测算出各类工程的基础建设费用、运行维护费用。

(1) 典型案例

本指南工程经济参数重点参考以下案例，对参数进行了分析调整，具体案例如下：

表 6 技术案例经济参数分析表

项目名称	建设项目	建设规模	投资总额(万元)
辽宁××10 村饮用水水源地保护工程	界桩	40 个	4.00
	围栏	1200 米	15.00
	警示牌	140 平方米	7.00
	防护带	5000 平方米	10.00
宁夏××6 村饮用水水源地保护工程	界桩	50 个	6.00
	围栏	1800 米	18.00
	警示牌	120 平方米	5.00
	生态沟渠	60 平方米	4.20
	防护林	1200 平方米	3.60
	宣传牌	10 个	2.80
湖北××15 村饮用水水源地保护工程	界碑	3 个	5.00
	界桩	80 个	8.00
	围栏	2500 米	21.00
	警示牌	220 平方米	6.00
	生态沟渠	100 平方米	6.00
浙江××18 村饮用水水源地保护工程	界桩	70 个	5.00
	围栏	1500 米	12.00
	警示牌	100 平方米	4.00
	生态沟渠	120 平方米	6.40
	防护林	1600 平方米	5.60
	宣传牌	15 个	4.80

(2) 参数分析

根据收集到的项目案例，提取相关工程经济参数，分析阈值范围，具体分析过程见下图：

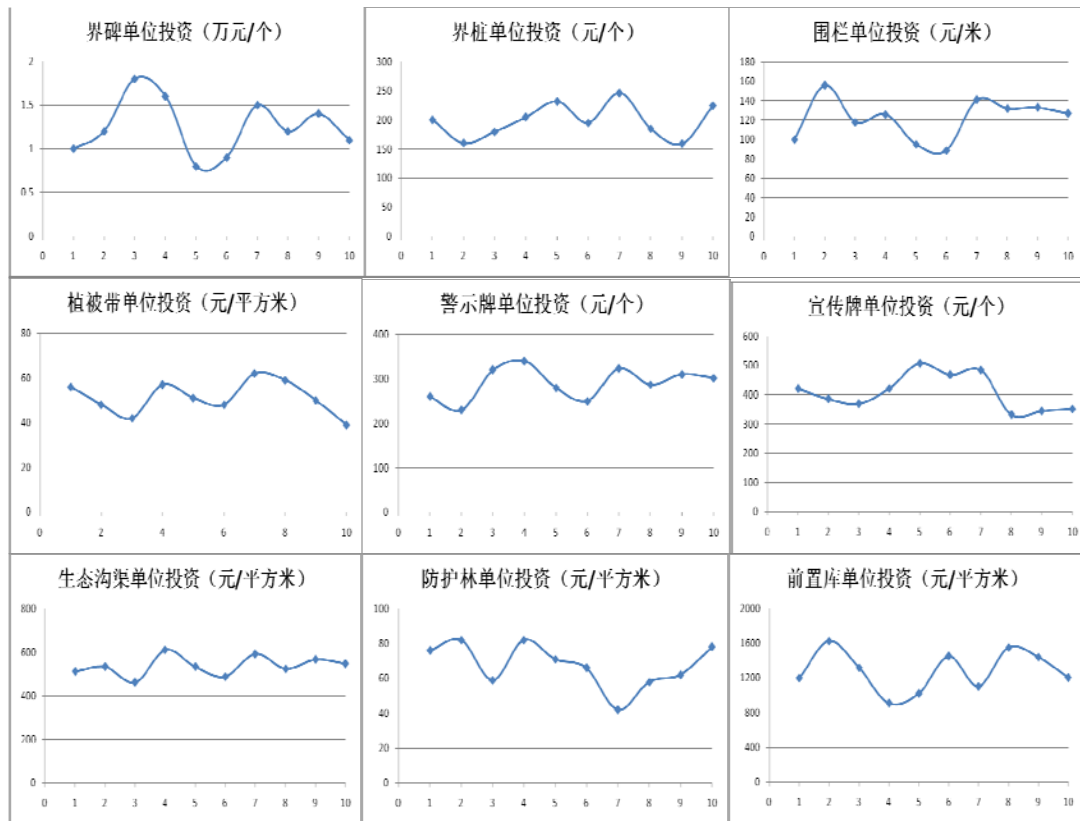


图9 各项经济参数分析图

经过数据分析，得出各类项目的单位投资定额参考值，具体阈值如下：

表7 农村饮用水水源地环境保护项目投资估算指标参数

工程类别	基础建设费用		运行维护费用
	材料费	人工费	
界碑	1-1.5 万元/个	2000-5000 元/个	300-600 元/（个·年）
界桩	100-200 元/个	10-20 元/个	100-200 元/（个·年）
围栏	100-200 元/米	1-5 元/米	30-50 元/（米·年）
警示牌	300-500 元/平方米	20-40 元/个	30-40 元/（个·年）
宣传牌	200-450 元/个	30-40 元/个	10-20 元/（个·年）
主体构筑物	2000 元/平方米	60-80 元/平方米	50-80 元/（平方米·年）
生态沟渠	500-900 元/平方米	40-50 元/平方米	1-15 元/（平方米·年）
防护林	50-100 元/平方米	200-500 元/平方米	20-35 元/（平方米·年）
植被带	30-60 元/平方米	1-3 元/平方米	40-100 元/（平方米·年）
前置库	800-1500 元/平方米	200-400 元/平方米	100-120 元/（平方米·年）

7.4.2 农村生活污水连片处理项目

7.4.2.1 典型案例

(1) 农村生活污水集中连片处理项目

该类项目的投资定额可按照市政污水处理厂同类项目测算，但污水管网单位建设费用相对较高。技术案例及分析如下：

参考案例：武汉市洪山区××村污水处理站工程

1、建设内容、规模与主要技术参数

1) 建设内容

本技术工艺分为厌氧池、接触氧化池、沉淀池、脱氮池、深度净化池和滤池，如果只需达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）的一级 A 标准可减少除磷池，达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）的一级 B 标准还可减少脱氮池、深度净化池和滤池。

2) 建设规模

××新村污水处理站于 2007 年 2 月建成通水，处理量 1000m³/d，占地面积 270 m²，总投资 120 万元，运行费用 0.23 元/m³，经武汉市洪山区环境保护监测站和湖北省环境保护监测站监测表明：处理后的出水各指标均稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）一级 A 标准。

3) 主要技术参数

出水主要指标：优于国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)的一级 A 标准，可以达到国家《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)的IV类水质标准。

处理吨水产生脱水污泥 0.00016m³。动力效率：4.8kg/kwh；曝气量设计 0.1m³/m²min，高效防堵塞穿孔曝气，“不饱和炭”比表面积>100m²/g，总孔体积 0.28mL/g，松散容重 335g/L，石墨状态密度 2250g/L；“脱氮材料”的脱氮率：0.08kg/m³d。

2、建设及运行维护成本

投资成本、占地面积、运行维护费用、使用寿命（以城镇污水处理达到以下标准计算）运行费用：0.07~0.3 元/m³，无人值守式运营管理模式，单组处理范围 10000m³/d 以下。

表 8 投资费用表

标准	项目	投资成本 (元/m ³)	占地面积 (m ² /吨)	运行维护费用 (元/m ³)	使用寿命 (年)
	《地表水环境质量标准》IV类	2000	≤0.8	0.07-0.3	>20
	《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A	1500	≤0.4	0.07-0.3	>20
	《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B	1200	≤0.2	0.07-0.3	>20

(2) 农村生活污水分散连片处理项目

实地调研与专家咨询过程中发现农村生活污水连片处理模式的资金投入差异较大，关键影响因子包括地形条件（山地、丘陵、平原）、管网材质、土地费用、技术工艺、人力成本，以及现有污水管网等。本指南在充分分析调研中技术案例参数的基础上，采用对比法确定基础设施建设费用、材料费用、人工费用等。

参考案例：长兴县××农村生活污水分散式厌氧沼气与潜流人工湿地组合处理技术

1、建设内容、规模与费用

- 1) 砌体结构，按污水处理量，1900 元/立方米；
- 2) 土工膜结构，按污水处理量，1300 元/立方米；
- 3) 建造费用和处理效果等方面都具有十分明显的综合优势。运行费用小于 0.10 元/立方米；
- 4) 运转正常情况下，无需专人值守，仅需参照园林化管理模式进行简单维护即可。突发事故情况下，需由工程技术专业人员进行维护；
- 5) 若干年后（视设计负荷及管理状况而定），需更换填料时，由工程技术专业人员进行更换。

2、治理效果

此技术可处理农户全部生活污水（包括人粪、尿），系统为封闭型地埋式，日常无异味产生，湿地植株还能美化周边环境；处理后污水出水可达国家《污水综合排放标准》(GB8978—1996)一级标准，氨氮去除率为 80%以上。

参考案例：浙江省建德市××村污水集中处理净化沼气池

项目位于山区，自然地形复杂，农户居住分散，全村有农户 124 户，总人口 485 人。为了提高生活污水处理效果，改善农村卫生环境，该村在 2003 年配置了生活污水集中处理净化沼气池，将各户初级处理后的生活污水，通过管网收集输送到厌氧净化沼气池，进行集中厌氧、兼氧和生物过滤等工艺流程处理，实现生活污水达标治理、资源化利用。

1、技术原理

联户式厌氧净化沼气技术处理生活污水，分“沉淀、厌氧、兼氧、过滤”四个功能区，主要技术流程如下图所示：

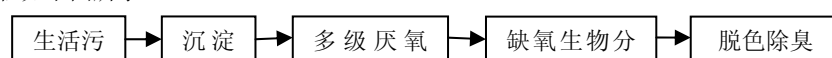


图 10 工艺流程图

2、建设及运行维护费用

净化池容积按人均日污水排放量 0.13~0.15t，容积 0.4~0.6 m³设计；生活污水在净化沼气池内停留时间为 3~4 天。集中厌氧净化沼气池内的不易分解污染物和污泥，由各镇乡环卫所保洁工统一清理，一般一年清掏一次，保证正常运行和安全使用。

生活污水联户式无动力厌氧净化沼气池，其池体土建工程和池内工艺材料及安装，平均造价为 850 元/立方米。该项技术采用上流式折流器和兼氧生物过滤器，不消耗动力能源，且污泥产生量少，清掏周期长，一年清掏一次，费用仅 300 元。该技术处理构筑物为地埋式，运行所需动力较少。

3、治理效果

工程对有机质的去除率高，运行稳定，经对 30 个净化沼气池处理出水进行检测，COD_{Cr} 平均值为 85mg/L，去除率达到 80%以上，其综合出水水质达到国家《污水综合排放标准》(GB8978—1996)中的二级以上标准。

参考案例：上海市崇明岛××村三格化粪池处理项目

1、项目简介

该村常年在户人口约 3 人/户，居民居住分散，河网密集。沿袭多年的生活习惯，平时洗涤用水（洗

衣、洗菜等)一般都采用井水(或河水),自来水用量较小。除卫浴废水进入已建的三格式化粪池以外,其它如洗涤废水和厨房废水等都是直接就近排放进入河道,导致部分河段水质变差,在断头浜甚至发生水体黑臭现象。2007年,该村全面推进“改厕”工作和标准化三格式化粪池的建造工作,同时该村正在积极创建生态村。

2、技术原理

在该村选择了5户农户进行“基于三格式化粪池的农村生活污水‘3+2’就地处理技术”的工程示范。示范项目于2007年初启动,在三格式化粪池旁划定适当的空地,确定集水井、强化预处理池和生物滤池的位置和开挖范围,根据设计尺寸开挖土方,用砖砌池体,同时做好池体的防渗处理,池体管道按设计安装到位。生物滤池由下至上分层填入砾石、瓜子片、沙,并在上层覆土20公分,种植美人蕉和旱伞草。用管道将厨房废水、洗涤废水等其它生活污水接入集水井,在水管接入处安装简易不锈钢或塑料隔渣网。

3、建设及运行维护成本

本技术方法投资小,三格式化粪池改造费用约为200元,强化预处理池建设费用约为450元,生物滤池建设费用约为900元。总建设费用约为1550元。实施所需要的土地面积较小,3~5口人的家庭实施该技术所占用地面积约2~3平方米。利用地理自然落差布水,系统运行无动力消耗,除了正常的约1年1次的三格式化粪池清理,运行中基本免维护。

三格式化粪池和强化预处理池的使用寿命在30年以上,生物滤池结构部分使用寿命也在30年以上,滤池基质填料使用寿命约5~10年,到期后需要更换,换基质填料成本约350元。

4、处理效果

经过1年期的运行、观测,“3+2”污水就地处理系统运行正常,隔油隔渣措施简便易行,生物滤池处理效果好,具备良好的庭院景观效果。水质监测结果表明,滤池出水达到国家一级B的排放标准。

结果表明本方法简单易行,生物滤池构成的植物系统一定程度上改善了庭院景观,污染物去除率高,污水处理率达到100%,COD去除率80%以上,TN去除率60%~80%,TP去除率45%~65%,具有很强的实用性。

7.4.2.2 参数分析

农村生活污水处理项目的工程经济投资参考《农村生活污水处理项目建设与投资技术指南(试行)(征求意见稿)编制说明》中相关内容。

7.4.3 农村生活垃圾连片治理项目

(1) 典型案例参数

该类模式收集系统设备费用较高,但管理及运行维护费用相对较低。全国东、中、西部典型区域案例的工程经济参数见下表。

表9 典型案例工程经济参数表

项目名称	单位投资额度(元)							
	户用垃圾筒(元/套)	公共垃圾筒(元/套)	收集车(元/辆)	堆肥站(元/座)	分拣站(元/座)	转运站(元/座)	转运车(元/辆)	运行费用(元/年)
北京市××镇垃圾分类综合利用示范项目	200	300	8000	65300	22000	150000	86000	62000
湖南省××9村垃圾分类利用项目	160	200	7200	82000	37000	174000	106000	57300
浙江省××15村垃圾分类处理项目	158	220	8600	59000	31000	149000	93000	72000
宁夏回族自治区××12村垃圾分类处理项目	164	188	7680	62000	29000	127000	99000	49000
湖北省××6村垃圾分类处理项目	194	285	8450	72000	24000	156000	107000	54000
江苏省××18村垃圾分类处理项目	168	204	7900	66000	30000	168000	120000	62000
河南省××10村垃圾分类处理项目	202	225	8200	74000	28000	192000	108000	71000

(2) 参数分析

生活垃圾箱、公共垃圾箱、垃圾收集车、垃圾分拣站、垃圾转运站、垃圾转运车的参数测算见下表。

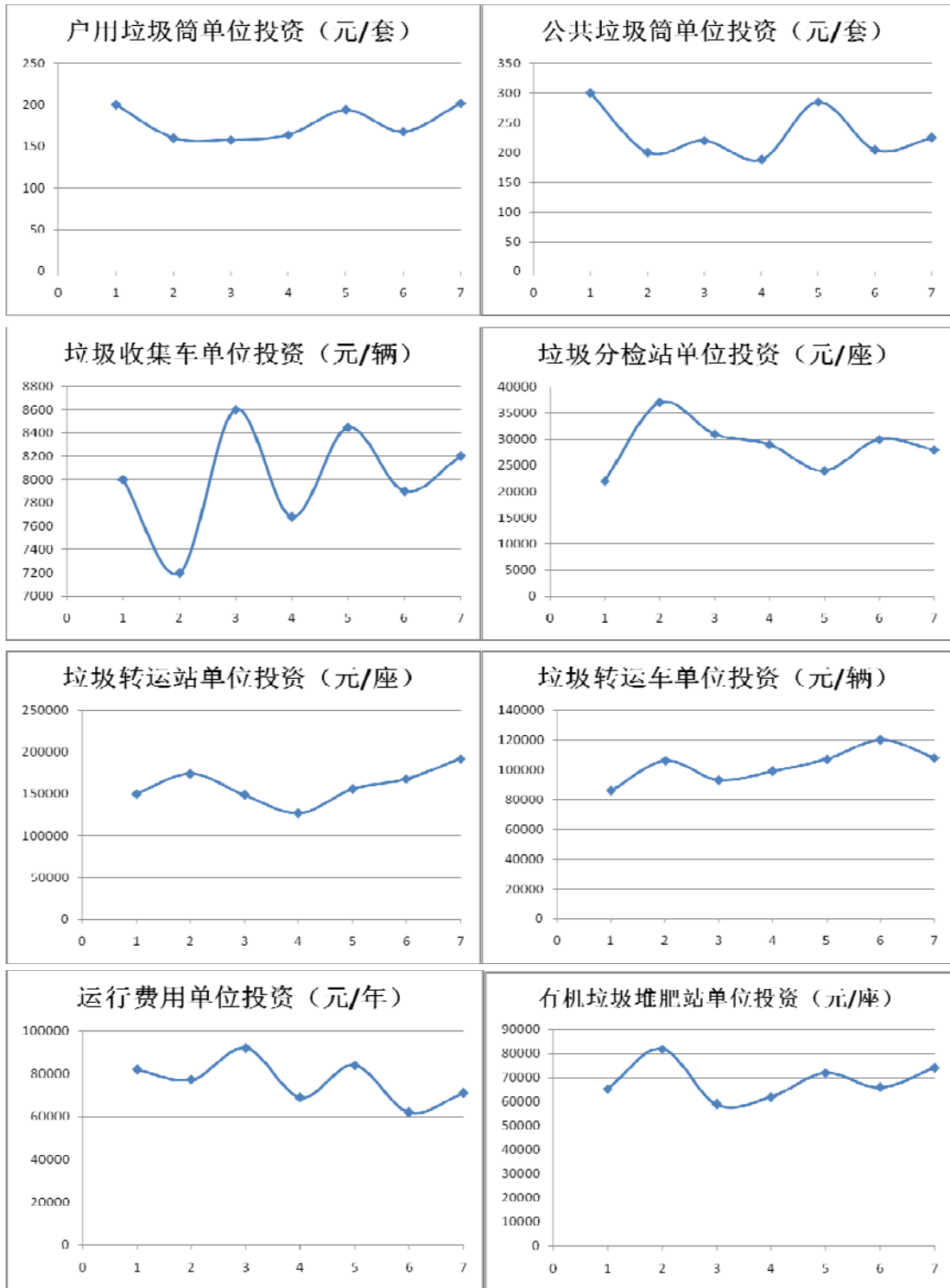


图 11 农村生活垃圾治理项目经济参数分析图

按照图表分析结果，确定采用农村生活垃圾分类资源化处理模式的工程经济参数，各项参数的阈值见下表：

(1) 农村生活垃圾收集系统

农村生活垃圾收集系统基本建设费用参照下表，不包括人员工资等费用，年运行维护费用约为基建费用 25%。

表 10 垃圾收集系统投资估算指标参数

工程	建设内容	容积(L)	基本建设费用参考基价			
			塑料桶	PVC 桶	铁桶	
垃圾常规收集系统工程	户用垃圾桶	60	60 元/个	80 元/个	150 元/个	
	公共场所垃圾桶	120	100 元/个	150 元/个	200 元/个	
	垃圾收集车	三轮手推车	300	1500 元/个		
		平板车	400	2500 元/个		
		电动车	300	4000 元/个		
垃圾收集池	3000	15000-20000 元/个				

(2) 农村生活垃圾转运系统

转运系统的资金投入主要用于转运站基础建设、相关设备选购和转运车辆购置，不包括征地费、景观等场外工程，也不包括能源动力费、车辆燃料费、修理维护费、人员工资等辅助性投资。压缩转运系统投资受转运站规模和仪器参数等影响较大。

表 11 垃圾常规转运系统投资估算指标参数

转运站	规模	运销量(t/d)	基本建设费用(万元)	运行维护费用(万元/年)
常规转运站	特大型	≥100	>50	>20
	大型	50-100	20-50	10-15
	中型	20-50	12-20	5-10
	小型	10-20	8-12	3-5
压缩转运站	特大型	≥300	>70	>18
	大型	100-300	30-70	13-18
	中型	60-100	18-30	7-13
	小型	30-60	10-18	4-7

(3) 农村生活垃圾处理处置系统

堆肥处理工程投资基价主要受堆肥方式的影响，其投资额度和运行费用见表 12，投资额度中不包含征地费和场外道路及外部工程投资估算费用。

表 12 生活垃圾堆肥工程投资估算指标参数

规模	日处理量(t/d)	基本建设投资估算指标(万元)		运行维护费用估算指标(万元/年)	
		静态堆肥	动态堆肥	静态堆肥	动态堆肥
I类	≥100	≥50	≥65	14-25	16-40
II类	50-100	30-50	40-65	8-14	10-16
III类	10-50	8-30	10-40	3-8	5-10
IV类	<10	<8	<10	<3	<5

7.4.4 畜禽养殖污染连片防治项目

7.4.4.1 参考案例

典型案例：云南省玉溪市江川县××村太阳能中温厌氧发酵项目

1、处理原理

采用微生物发酵技术处理生物型废弃物（畜禽粪便、多汁秸秆、浮水植物、绿化垃圾、养殖污水），将其转化为生物能源和有机肥料，沼气净化生产管道燃气供居民生活用气，有机肥供农户用于农业生产，从而控制畜禽养殖有机废弃物对环境污染的防治，并实现其无害化和资源化的循环利用。

2、建设内容及规模

粪便处理：沼气站包括 100 m³高浓度厌氧发酵罐、100 m³低浓度厌氧发酵罐、100 m³调压储气罐、400 m²太阳能板、供气管道 12568m、燃气终端 405 户、64 m³液体调配池、30 m³原料调节池、45 m³堆肥棚。

污水处理：3.15 m³沉砂井 4 个、收集管道 323 米、70 m³污水收集池、100m³好氧曝气罐、生态沟 160 米。

3、成本效益

项目投资：项目投资 196 万元建成太阳能中温沼气站，所产沼气供全村 405 户农户使用，供气覆盖率达 95%。

节能效益：年产沼气 8.21 万立方米，相当于 16.42 万度电或者 58.86 吨标准煤。

减排效益：年处理牲畜粪便 4635.5 吨，资源化利用总氮 21.83 吨、总磷 4.42 吨、COD143.27 吨、BOD113.40 吨。每年减少污染物排放 COD128.94 吨、BOD102.06 吨、总氮 19.65 吨、总磷 3.98 吨、SO₂ 0.79 吨、CO₂ 68.96 吨。

肥料效益：年产液体有机肥 2137.80 吨，精制有机肥 1158.87 吨，相当于尿素 47.35 吨、普钙 25.77 吨、硫酸钾 21.30 吨。

社会效益：养殖粪便得以清运处置，村落污水达标排放，卫生条件、自然景观和家居环境大幅改善，成为社会主义新农村建设的典范。

经济效益：年生产沼气 8.21 万方、产值 16.43 万元，液体有机肥 2137.80 吨、产值 19.81 万元，精制有机肥 1158 吨，产值 57.95 万元，合计产值 94.19 万元。

参考案例：铁岭宏福再生能源有限公司大型沼气工程项目

1、处理原理

畜禽养殖粪污进入综合预处理池，利用养殖场内污水稀释成含固率为 8~12% 的悬浮液，当养殖场内污水量不足时，补充新鲜水进行稀释，粪污经预处理满足厌氧反应器进料要求后通过进料泵和管道进入厌氧反应器，在厌氧反应器内，畜禽粪污在一定的水分、温度和厌氧条件下，被种类繁多、数量巨大，且功能不同的各厌氧菌、兼氧菌分解代谢，最终形成沼气（主要为甲烷和二氧化碳的混合气体），产生的沼气经净化后可直接用作燃气、养殖厂及周边农户采暖或炊用，或通过沼气发电机组发电自用或上网，沼液沼渣作为有机肥料还田，冬季对沼气发电机组余热进行回收，用于预处理池及厌氧反应器的保温和增温。

2、建设内容

工程建设地点位于铁岭清河杨木乡清河农业高新产业园，主要处理铁岭宏福肉类有限公司（4000 头肉牛）的畜禽养殖粪污，主体厌氧发酵罐容积 2000m³，粪污处理能力 2.8 万 t/a（其中粪便 1.5 万 t/a、尿及冲洗水 1.3 万 t/a），年削减 COD 500t、削减 NH₃-N 50t，年产沼气 60 万 m³，发电 90 万 kw.h。目前该工程运行良好，达到了设计要求

3、建设及运行维护成本

养殖规模 4000 头肉牛的大型养殖场，需配套建设主体发酵罐容积 2000m³ 的畜禽养殖粪污治理沼气工程，每天可处理粪便约 45t、尿及冲洗水 40t，工程总投资约 650 万元。工程主体设备使用寿命为 20 年，年运行费用约 15 万元，沼气发电及有机肥（沼液、沼渣）销售收入约 75 万元。

参考案例：北京市大兴区魏善庄镇赵庄子村畜禽粪污自动增温生产沼气工程项目

1、处理原理

技术采用目前国内外处理畜禽粪便污水最先进的“USR”技术，配套太阳能自动增温保温设施，因地制宜组合能源生态模式。畜禽粪便污水经过厌氧消化处理后，细菌病毒被杀死，产生的沼气做能源使用，产生的沼渣、沼液做优质有机肥，发展生态农业，实现物质循环使用，减少污染，并取得显著的经济效益，生态环境效益和社会效益，是发展农村经济，建设新农村的有效技术措施。

有机物（如人、畜禽粪便、秸秆、杂草等）在一定的水分、温度和厌氧条件下，通过多种微生物的分解代谢，将固体有机物分解成蛋白质、氨基酸、维生素、生长素、糖类分子量较小的水溶性物质，并产生甲烷和二氧化碳等混合气体，俗称沼气。沼气经过收集处理可做燃料，存留于发酵液中的可溶性物质和固态物质做沼肥。

2、建设内容

北京市大兴区魏善庄镇赵庄子村，总人口 588 人，农户 147 户，耕地面积 600 亩，规模化养殖场奶牛存栏量为 200 头。“沼气集中供气暨沼气发电试验工程”，USR 发酵器容积为 300 m³，日处理奶牛粪便污水 20 吨，可产生沼气 300m³/d，沼液 9.64m³/d，沼渣 0.36 吨/天。产生的沼气首先保障 147 户村民的生活炊事使用，剩余沼气一是供功率为 10KW 的沼气发电机组发电，发出的电供养殖场照明和挤奶用二是冬季烧沼气锅炉，为发酵料液加温。沼液、沼渣做农田有机肥。每年可获得 26 万余元的经济效益，具有显著的生态环境效益和社会效益。

3、建设及运行维护成本

建设发酵容积为 300~500m³ 的沼气工程，总投资 15~60 万元；占地面积 1~2.5 亩，运行维护费：6~10 万元/年；使用寿命 25 年以上。

7.4.4.2 参数分析

对案例中工程经济参数进行分析，分析表格及结果如下：

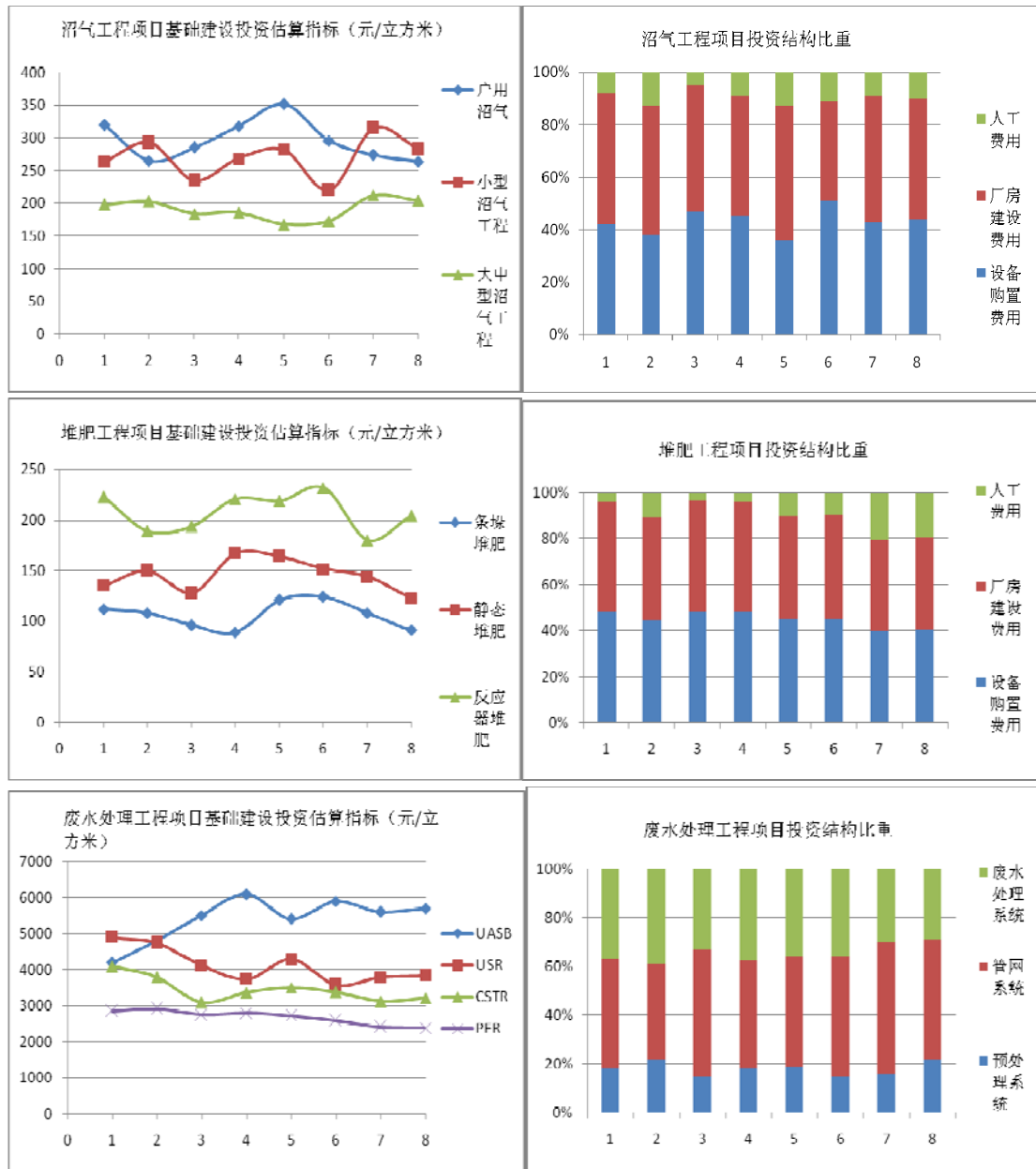


图 12 各项经济参数分析图

根据参数分析结果，确定工程经济参数，各项参数的阈值见下表：

(1) 沼气工程

沼气工程建设总投资概算见下表，其中设备购置、构筑物建设、人工费用的比例约为 40：50：10。

表 13 沼气工程投资估算指标参数

工程规模	处理规模 (立方米)	项目基础建设投资估算指标参数 (元/立方米)			
		总费用	设备购置费用	厂房建设费用	人工费用
户用沼气工程	3-10	250-350	100-150	120-180	20-30
小型沼气工程	50 以下	200-300	80-130	100-150	15-25
大中型沼气工程	50 以上	150-220	60-100	80-110	10-25

备注：项目基础建设投资中包括沼气、沼液、沼渣处理工程的投资费用。

(2) 堆肥工程

堆肥工程建设总投资见下表，不包括造粒设备、干燥设备费用。其中设备购置、构筑物

建设、人工费用的比例约为 60：30：10。

表 14 堆肥工程投资估算指标参数

堆肥方式	项目基础建设投资估算指标参数 (元/吨·年)			
	总费用	设备购置费用	厂房建设费用	人工费用
条垛堆肥	180-250	100-180	60-120	20-30
静态堆肥	140-220	90-150	60-100	15-20
反应器堆肥	100-150	60-100	40-80	10-20

(3) 废水处理工程

废水处理工程基础建设、运行管理维护投资估算指标参数见下表，其中预处理系统、管网系统、废水处理系统的单项投资费用的比例约为 20：40：40。

表 15 养殖废水处理项目基础建设投资估算指标参数

工艺	出水标准 (GB18918-2002)	项目基础建设投资估算指标参数 (元/立方米·天)			
		总费用	预处理系统	管网系统	废水处理系统
UASB	二级	4000-6000	500-1000	1500-3000	2000-3500
USR	二级	3000-5600	500-1000	1500-3000	2000-3000
CSTR	二级	3000-4800	500-1000	1500-3000	1500-3000
PFR	二级	2500-4500	500-1000	1500-3000	1200-3000

8 技术指南实施建议

本技术指南按照现有国家有关农村环境保护技术政策、标准、规范的要求和规定，在对各类农村环境连片整治技术案例进行分析总结的基础上，提出了连片整治技术指南，可作为农村饮用水水源地环境保护、农村生活污水连片治理、农村生活垃圾连片治理、畜禽养殖污染连片治理项目建设与投资的重要参考依据，是供各级环境保护部门、规划和设计单位以及有关用户使用的指导性技术文件，适用于指导和管理农村地区环境保护工程项目的设计、建设与管理。

本技术指南提出的各类工程建设和投资的技术内容及参数，应根据国内饮用水水源地保护、生活污水处理、生活垃圾治理、畜禽养殖废弃物治理等工程技术的发展适时修订，以更好地发挥其指导和规范作用。

各地区应结合自然条件、社会经济和生产生活习惯，审慎选择治理模式和技术参数。统筹安排、稳步推进治理设施建设，保障设施运行维护管理，提高设施治理能效。