附件3

《畜禽养殖废水新型污染物末端处置可行技术指南（试行）》

编制说明

上海市环境科学研究院

华东理工大学

2020年10月

目录

[一、工作概况 1](#_Toc54101349)

[（一）编制背景 1](#_Toc54101350)

[（二）起草单位 2](#_Toc54101351)

[（三）主要起草人 2](#_Toc54101352)

[二、指南编制的必要性和意义 2](#_Toc54101353)

[（一）指南编制必要性 2](#_Toc54101354)

[（二）指南编制意义 3](#_Toc54101355)

[三、主要起草过程 4](#_Toc54101356)

[（一）畜禽养殖业抗菌药物使用与管理现状调研 4](#_Toc54101357)

[（二）畜禽粪污及处理产品和环境中药物残留分析 5](#_Toc54101358)

[（三）畜禽养殖抗菌药物管理清单及使用规范提出 8](#_Toc54101359)

[（四）畜禽养殖废水处理技术研发与应用效果评价 9](#_Toc54101360)

[（五）畜禽养殖废水末端处置可行技术指南编制 10](#_Toc54101361)

[四、制定指南的原则和依据以及与现行标准规范的关系 11](#_Toc54101362)

[（一）制定指南的原则和依据 11](#_Toc54101363)

[（二）与现行标准规范的关系 13](#_Toc54101364)

[五、主要条款及经济性分析 13](#_Toc54101365)

[（一）主要条款 13](#_Toc54101366)

[（二）经济性分析 14](#_Toc54101367)

[六、专家意见落实情况 15](#_Toc54101368)

[七、作为推荐性或强制性标准的建议及其理由 15](#_Toc54101369)

[八、贯彻指南的措施建议 15](#_Toc54101370)

**一、工作概况**

**（一）编制背景**

近年来，随着养殖业规模化水平的不断提高，为预防和治疗养殖过程中出现的疾病、促进养殖品的生长与发育，抗菌药物被添加到兽药和饲料中，对提高饲养效益起到了积极作用。然而，不规范、过量使用抗菌药物的问题仍然存在，且部分抗菌药物及其代谢产物随着畜禽粪污还田和水产养殖水体排放进入水土环境，对生态环境造成不良影响，尤其在饮用水源地等环境敏感区域，可能对饮用水水质安全造成潜在风险。加强养殖业抗菌药物使用管理，对于控制农业面源污染、保障饮用水安全和人体健康、提供更多优质绿色农产品具有重要意义。

2015年4月，国务院发布了《水污染防治行动计划》（“水十条”）针对饮用水水源保护、畜禽养殖污染防治、新型污染物风险评价、生态健康养殖推进和环境激素类化学品污染严控等方面提出了具体的要求。2016年1月，《上海市水污染防治行动计划实施方案》（沪府发〔2015〕74 号）正式发布，提出了“加强养殖投入品管理，依法规范、合理使用抗生素等化学药品，开展专项整治”以及“监控评估水源地、水产品集中养殖区等重点区域风险，实施相关控制措施”的明确要求，在养殖业污染防治和新型污染物监管等方面确定了实施内容。《上海市都市现代绿色农业发展三年行动计划（2018-2020 年）》（沪府办发〔2018〕21 号）也制定了“引导养殖场减量使用抗菌药和无机微量元素，倡导使用酶制剂、抗菌肽、有机微量元素等绿色安全的投入品”以及“加强对畜禽粪尿中兽药和重金属含量的监测”的具体计划。

在此背景下，针对本市饮用水源保护区、准水源保护区及缓冲区内畜禽养殖新型污染物流失排放对风险，上海市环境科学研究院联合华东理工大学，依托上海市环保局重大科研课题“畜禽养殖业新型污染物污染现状与控制对策研究（沪环科[2016]第2号）”、上海市环保局重大科研课题“上海市饮用水源地抗生素、环境激素类等新型污染物环境风险调查评估与控制对策研究（沪环科[2016]第3号）”、国家科技重大专项“太浦河金泽水源地水质安全保障综合示范”（2017ZX07207）课题“金泽水源地养殖业抗生素和激素类新型污染物防控关键技术研究与示范（2017ZX07207002）”等项目支持，基于当前以还田利用为主的废水常规处理工艺，研究得出了畜禽养殖业抗生素类新型污染物排放特征、迁移规律及环境影响。在此基础上，编制组通过小试、中试及示范工程等一系列研究，提出了畜禽养殖废水新型污染物处理技术体系，并于2020年5月编制完成《畜禽养殖废水新型污染物末端处置可行技术指南（试行）》及其编制说明。

**（二）起草单位**

本指南由上海市生态环境局组织制定，起草单位有上海市环境科学研究院、华东理工大学。

**（三）主要起草人**

| **姓名** | **性别** | **单位** | **职务/职称** | **任务分工** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 沈根祥 | 男 | 上海市环境科学研究院 | 教授级高级工程师 | 总体负责 |
| 曹国民 | 男 | 华东理工大学 | 教授 | 处置工艺研发 |
| 钱晓雍 | 男 | 上海市环境科学研究院 | 高级工程师 | 技术指南编制 |
| 张心良 | 男 | 上海市环境科学研究院 | 高级工程师 | 示范应用评估 |
| 胡双庆 | 男 | 上海市环境科学研究院 | 高级工程师 | 去除效果监测 |
| 王振旗 | 男 | 上海市环境科学研究院 | 高级工程师 | 意见征求与指南修改 |
| 邱兆富 | 男 | 华东理工大学 | 副教授 | 小、中试试验 |
| 郭春霞 | 女 | 上海市环境科学研究院 | 高级工程师 | 政策调研与比对 |
| 张洪昌 | 男 | 上海市环境科学研究院 | 高级工程师 | 数据审核与复检 |

**二、指南编制的必要性和意义**

**（一）指南编制必要性**

当前，本市畜禽养殖场污染治理工作总体上采取了资源化处理利用的方针，即固体粪便直接还田利用或送肥料中心生产商品化有机肥料，污水除少数场采取纳管处理外，绝大部分场采取就近还田作为液肥利用。这种畜禽粪便资源化处理利用方式，不仅是一种最为经济有效的处理利用手段，而且还可促进生态农业和有机农业的发展，推进种植业与养殖业有机结合的农村生态循环经济，因此将在本市和国内今后畜禽养殖场污染治理工作中得到全面推广应用。

研究显示，抗菌药物进入动物体内后，约60~90%的药物会以原药或代谢产物形式通过排泄物进入环境，周边区域水体中也时有抗生素类新型污染物检出，对饮用水安全构成了潜在威胁，而我国供水厂的常规水处理工艺无法有效去除水中的抗生素。我国虽然已颁布实施了《畜禽粪便还田技术规范》（GB/T 25246-2010）、《畜禽养殖业污染防治技术规范》（HJ/T 81-2001）等技术规范，本市也出台了《畜禽粪便生态还田技术规范》（DB31/T 1137-2019），但均不涉及新型污染物防控相关内容。编制组对本市8家规模化畜禽场粪污还田的跟踪监测结果显示，经好氧堆粪，四环素、磺胺类等抗生素去除率均达90%以上；但厌氧处理（含沼气工程）后，抗生素去除率低（<30%），流失排放风险高。

因此，为贯彻落实《上海市水污染防治行动计划实施方案》（沪府发〔2015〕74号）和《上海市都市现代绿色农业发展三年行动计划（2018-2020年）》（沪府办发〔2018〕21号），最大限度地减少沼液还田利用过程中抗生素和激素类新型污染物流失排放造成的对环境污染隐患，迫切需要在本市过去畜禽粪污还田利用工作的基础上，借鉴国内外畜禽粪污还田利用成功经验，以高有机负荷低浓度抗生素含量的废水中抗生素高效选择性去除为目标，编制《畜禽养殖业废水新型污染物末端处置可行技术指南》。

**（二）指南编制意义**

1. 编制并发布《畜禽养殖废水新型污染物末端处置可行技术指南（试行）》，是完善本市畜禽养殖业粪污还田利用工作走向科学化、规范化和生态化的重要组成部分，有助于本市畜禽养殖业新型污染物污染风险防控，进而提升金泽水源地等水源保护区水质安全保障水平。

2. 开展畜禽养殖废水新型污染物末端处置，有助于健全畜禽养殖投入品减量使用制度，规范限量使用饲料添加剂，科学合理使用抗菌药物，对于控制农业面源污染、提供更多优质绿色农产品具有重要意义。

3. 本市畜禽养殖水平和污染治理水平走在全国前列，污染治理技术研究基础扎实，在近年来稳步推进长三角一体化示范区建设的背景下，率先开展畜禽养殖废水新型污染物末端处置，有助于推进农业绿色发展、加快农业现代化和促进农业可持续发展，可在长三角乃至全国起到科技引领作用，为国内其它类似地区畜禽养殖新型污染物防控工作提供参考借鉴。

**三、主要起草过程**

**（一）畜禽养殖业抗菌药物使用与管理现状调研**

编制组面上调研了我国畜禽养殖业药物投入品使用和管理现状，并结合上海市农业科学院、上海市动物疫病预防控制中心对上海市及周边近150余家规模化畜禽场生产过程中药物投入的监控结果，分析了目前本市乃至长三角地区畜禽养殖抗菌药物的使用类型、使用方式、管理现状等。

结果显示，金泽水源地周边及上游地区畜禽养殖业常用约40余种治疗用抗生素、10余种饲料用，无违禁药使用情况。猪场以氨基糖苷类、β-内酰胺类和磺胺类为主，单位体重使用量上高于禽类和奶牛，存在“冬春高、夏秋低”特征；奶牛场高峰期在夏秋季（8-10月），与高温潮湿易患乳房炎/关节炎等有关。不同类型养殖企业抗菌药物均存在交替使用情况，但规律各异。上海地区猪、奶牛、肉鸡和蛋鸡养殖过程中主要抗生素使用类型及用量分别见表1、表2、表3和表4所示。

**表1 生猪养殖过程中主要抗生素使用类型及用量**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **抗生素类型** | | **用量** | **单位** | **使用方式** | **适用品种** |
| 1 | 饲料用 | 硫酸粘杆菌素 | 2~20 | mg/kg | 饲料添加 | 仔猪 |
| 2 | 金霉素 | 25~75 | mg/kg | 饲料添加 |
| 3 | 杆菌肽锌 | 4~40 | mg/kg | 饲料添加 |
| 4 | 治疗用 | 新霉素 | 500~1000 | mg/kg | 饲料添加 |  |
| 5 | 林可霉素 | 44~77 | mg/kg | 饲料添加 |  |
| 6 | 替米考星 | 2000 | mg/kg | 饲料添加 |  |
| 7 | 青霉素 | 10000~20000 | 活性单位/kg体重 | 肌肉注射 |  |
| 8 | 链霉素 | 10000~20000 | 活性单位/kg体重 | 肌肉注射 |  |
| 9 | 庆大霉素 | 1500~2000 | 活性单位/kg体重 | 肌肉注射 |  |
| 10 | 阿莫西林 | 2~7 | mg/kg体重 | 肌肉注射 |  |
| 11 | 复方磺胺嘧啶预混剂 | 100~200 | mg/kg体重 | 饲料添加 |  |
| 12 | 诺弗沙星 | 0.5~10 | mg/kg体重 | 肌肉注射 |  |
| 13 | 卡那霉素 | 5~15 | mg/kg体重 | 肌肉注射 |  |

**表2 奶牛养殖过程中主要抗生素使用类型及用量**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **商品名称** | **使用方式** | **用途** | **有效抗生素成分** |
| 1 | 沃瑞特（头孢噻呋钠） | 肌肉注射 | 阴性乳房炎 | 头孢噻呋（Ceftiofur） |
| 2 | 惠可宁（硫酸头孢喹肟） | 肌肉注射 | 阴性乳房炎 | 头孢喹肟（Cefquinome） |
| 3 | 安倍宁（苄星氯唑西林） | 肌肉注射 | 干奶 | 氯唑西林（Cloxacillin） |
| 4 | 普鲁卡因青霉素 | 肌肉注射 | 乳房炎 | 普鲁卡因青霉素（Procaine benzylpenicillin） |
| 5 | 青霉素钾 | 肌肉注射 | 移胃开刀 | 苄星青霉素（Benzylpenicillin） |
| 6 | 速诺LC（阿莫西林） | 肌肉注射 | 阴性乳房炎 | 阿莫西林（Amoxicillin） |
| 7 | 硫酸庆大霉素 | 肌肉注射 | 乳房炎 | 庆大霉素（Gentamycin） |
| 8 | 齐利宁（利福昔明） | 乳房灌注 | 干奶 | 利福昔明（Rifaximin） |

**表3 蛋鸡养殖过程中主要抗生素使用类型及用量**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **抗生素类型** | | **用量** | **单位** | **使用方式** | **备注** |
| 1 | 饲料用 | 新霉素 | 100 | mg/kg | 饲料添加 | 短期 |
| 2 | 丁胺卡那 | 0.01~0.02% |  | 饮水添加 | 短期 |
| 3 | 治疗用 | 新霉素 | 100 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期5d |
| 4 | 丁胺卡那 | 100 | mg/kg | 饲料添加 | 产蛋期禁用 |
| 5 | 泰乐菌素 | 4~50 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期5d |
| 6 | 氟苯尼考 | 15~20 | mg/kg体重 | 肌肉注射 | 休药期30d |
| 7 | 恩拉霉素 | 1~10 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期7d |

**表4 肉鸡养殖过程中主要抗生素使用类型及用量**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **抗生素类型** | | **用量** | **单位** | **使用方式** | **备注** |
| 1 | 饲料用 | 盐霉素 | 50~70 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期5d |
| 2 | 维吉尼亚霉素 | 10~40 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期1d |
| 3 | 黄霉素 | 5 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期0d |
| 4 | 吉它霉素 | 5~11 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期0d |
| 5 | 地克珠利 | 1 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期5d |
| 6 | 治疗用 | 新霉素 | 100 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期5d |
| 7 | 吉它霉素 | 100~300 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期0d |
| 8 | 环丙沙星 | 300~600 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期5d |
| 9 | 尼卡巴嗪 | 1 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期5d |
| 10 | 氯苯胍 | 300~600 | mg/kg | 饲料添加 | 休药期5d |

**（二）畜禽粪污及处理产品和环境中药物残留分析**

编制组选取位于上海金山崇明等地及嘉善县和吴江区的10余家规模化畜禽场，调研了不同畜禽类型（猪、奶牛、蛋鸡、肉鸡）2015~2018年抗菌药物投入使用情况，并对畜禽粪污及处理产品和环境中药物残留情况进行分析。

1. 抗生素总体检出情况

在不考虑季节因素引发动物疾病进而影响用药的情况下，上述养殖场的鲜粪、粪肥产品（沼渣肥/有机肥/垫料肥）及还田农田耕作层（0~20cm）土壤中抗生素检出情况见表5所示。

**表5 畜禽养殖业抗生素检测情况**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **抗生素类型** | | **猪场** | | | **奶牛场** | | | **鸡场** | | |
| **鲜粪** | **固肥** | **土壤** | **鲜粪** | **固肥** | **土壤** | **鲜粪** | **固肥** | **土壤** |
| 磺胺类 | 磺胺甲氧哒嗪 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 磺胺间甲氧嘧啶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 磺胺对甲氧嘧啶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 磺胺嘧啶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 磺胺二甲基嘧啶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 磺胺二甲嘧啶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 大环内酯类 | 泰乐菌素 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 吉他霉素 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 替米考星 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 喹诺酮类 | 环丙沙星 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 达诺沙星 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 沙拉沙星 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 恩诺沙星 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 四环素类 | 强力霉素 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 盐酸土霉素 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 四环素 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 金霉素 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 酰胺醇类 | 氟苯尼考 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 林可胺类 | 甲砜霉素 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 林可霉素 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 种类合计 | | 17 | 16 | 5 | 2 | 2 | 1 | 5 | 7 | 1 |

注：“固肥”指养殖场将鲜粪通过好氧堆肥等形式转化为可直接用于还田的肥料，本研究对象仅为用于还田的终端粪肥产品。

从抗生素检出类型来看，猪场鲜粪中可检出磺胺对甲氧嘧啶、泰乐菌素、环丙沙星、氟苯尼考等17种抗生素，高于奶牛场的2种和鸡场的5种，尤其是磺胺类和大环内脂类药物使用类型多与奶牛和蛋/肉鸡养殖；各养殖场在鲜粪生产有机肥或其他粪肥产品过程中，生产工艺不尽相同，且因鲜粪含水量不同和实际肥料生产需要，各批次产品中辅料添加类型和比例亦会有所不同，受微生物降解、辅料添加等因素影响，抗生素转化机理复杂，仅从类型上看，三种类型养殖场鲜粪在生产为肥料后，抗生素类型减少程度不明显。针对还田土壤，三种养殖类型畜禽场配套农田土壤中抗生素均有检出。其中，猪场配套农田耕作层土壤中残留抗生素类型为5种，主要为喹诺酮类和大环内酯类难降解抗生素类型，奶牛场和鸡场配套农田可检测抗生素类型均为替米考星。

2. 抗生素迁移排放规律

（1）猪场

从猪场粪污还田利用流程可以看出，可检出的抗生素种类和含量呈现出明显的“鲜粪>有机肥>表层土壤”规律。猪粪中可检出磺胺对甲氧嘧啶、泰乐菌素、环丙沙星、氟苯尼考等17种抗生素，含量水平为0.003~17.820 mg/kg干基，主要为磺胺类、大环内酯类和四环素类，占全部抗生素检测总量的4.6~36.8%、28.8~86.0%和9.3~47.0%。

典型猪场固体粪固液分离后简易堆放处理，堆放周期约1~3个月，尽管磺胺类、四环素类、酰胺醇类等型抗生素含量大幅降低，个别种类甚至达到了100%去除，但大环内酯类抗生素降解规律不明显。在不考虑粪肥还田时间的情况下，仅在松江某猪场配套农田耕作层土壤中检测到了5种抗生素，分别为替米考星、环丙沙星、达诺沙星、沙拉沙星和恩诺沙星，含量水平为0.004~0.007 mg/kg干基，这与猪场粪肥施用习惯有较大关系。针对配套农田为水田的情况，本市养殖场通常将粪肥作为基肥还田，频次约2~3次/年，分别在每年2月份、5月份和12月份，而本次采样选择月份为12月份、4月份、8月份和10月份，其中冬季12月份采集样品与施肥期重叠，说明该类大环内酯类和喹诺酮类抗生素在农田土壤环境下自然降解周期较长，存在一定的流失风险。

从不同生产功能和管理水平角度分析，以生产仔猪为主的场抗生素等药物使用量大，特别在预防和控制仔猪呼吸道疾病方面，投放的四环素药物明显高于其他2家场；以肉猪生产为主、且管理水平低的场用药量大，致使鲜粪中可检出的抗生素含量和种类均较多，可检出6大类12种抗生素，春季鲜粪中磺胺间甲氧嘧啶和金霉素检出浓度高达13.7 mg/kg干基和17.8 mg/kg干基，导致施于农田的固肥中仍可检出0.032 mg/kg干基的磺胺间甲氧嘧啶。

（2）奶牛场

奶牛养殖场在固体粪“收集-堆肥-储存-农田”处理途径中，固体粪肥中可检出的抗生素仅有2大类3种，具体为替米考星、强力霉素和盐酸土霉素，种类明显少于猪场，与奶牛养殖过程中仅在发病时段使用抗生素而不在饲料中添加有关。

与猪场有所不同，奶牛场鲜粪中可检出抗生素的时段均在夏秋季节，原因是在夏秋季（8-10月），因高温潮湿，奶牛易患（阴性）乳房炎等疾病，往往需要投过肌肉注射等方式施药治疗，存在明显的用药高峰。从抗生素检出浓度来看，奶牛养殖过程由于抗生素投入类型少、使用量小，在粪污处理后的还田利用过程中，因检出浓度远低于猪场，因为奶牛养殖药物使用对环境的影响远低于生猪养殖。从抗生素检出类型来看，替米考星属大环内脂类抗生素，具有分子量大、难降解的特性，相较于其他在奶牛养殖过程中各类投入使用的抗生素，环境风险较高。

金山某奶牛场成品有机肥中可检出替米考星和强力霉素，含量分别为0.014 mg/kg干基和0.025mg/kg干基，配套设施大棚（火龙果）埋施有机肥3个月后，替米考星仍能检出，且含量高达0.190 mg/kg 干基，可能与高施肥水平（亩均用量9.5吨/年）有关。

（3）蛋/肉鸡场

鸡粪中共检出四大类5种抗生素，包括磺胺类（磺胺二甲基嘧啶）、大环内酯类（替米考星）、四环素类（强力霉素、盐酸土霉素）和酰胺醇类（氟苯尼考），种类多于奶牛场但少于猪场，土霉素最大检出浓度为4.720 mg/kg干基，替米考星、氟苯尼考等其他类型抗生素检测浓度均在1.000 mg/kg干基以下，含量远低于猪场。

松江某蛋鸡养殖过程中，鸡粪日产日清，有机肥为混合制作，用30%（干重）的砻糠作堆肥辅料，主要施用于周边葡萄园，在冬春季作为基肥施用。配套农田土壤耕作层中检出0.019 mg/kg干基的替米考星，说明替米考星自然降解周期长。

**（三）畜禽养殖抗菌药物管理清单及使用规范提出**

编制组通过畜禽养殖业抗菌药物使用与管理现状调研，以及畜禽粪污及处理产品和环境中药物残留分析，结合近三年畜禽和肉蛋奶产品中的药物残留检测情况，提出了畜禽养殖生产环节2种严格管理抗菌药物和17种重点管理抗菌药物及其管理对策建议。该研究成果已形成《关于加强本市养殖业抗菌药物使用管理的通知》（沪农委规〔2019〕14号），于2019年7月12日作为上海市农业农村委委员会规范性文件实施，旨在加强本市畜禽养殖环节抗菌药物源头管理，保障畜禽产品质量及生态环境安全，提升养殖业精细化、信息化管理水平。

《通知》规定了管理清单、采购规范、使用规范、废弃物处置规范等内容。其中管理清单详见表6所示。

**表6 本市畜禽养殖业抗生素类新型污染物排放清单**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **类型** | | **名称** |
| 严格管理 | 喹诺酮类 | 恩诺沙星 |
| 沙拉沙星 |
| 重点管理 | 磺胺类 | 磺胺二甲嘧啶 |
| 磺胺间甲氧嘧啶 |
| 磺胺嘧啶 |
| 头孢菌素类 | 头孢喹肟 |
| 头孢噻呋 |
| β-内酰胺类 | 青霉素 |
| 酰胺醇类 | 氟苯尼考 |
| 氨基糖苷类 | 庆大霉素 |
| 新霉素 |
| 大环内酯类 | 泰乐菌素 |
| 替米考星 |
| 喹诺酮类 | 达氟沙星 |
| 林可胺类 | 林可霉素 |
| 四环素类 | 金霉素 |
| 多西素 |
| 四环素 |
| 土霉素 |

**（四）畜禽养殖废水处理技术研发与应用效果评价**

针对畜禽废水还田利用潜在的抗生素残留风险，课题组通过实验室小试和现场好试验，以高有机负荷低浓度抗生素含量的废水中抗生素高效选择性去除为目标，以资源化利用畜禽养殖废水中营养物质为导向，研发了畜禽养殖废水抗生素类新型污染物控制关键技术，并选择在上海沁侬牧业科技有限公司庄臣养殖场和上海振华奶牛有限公司示范应用。

结果表明，通过在废水常规处理工艺基础上增加好氧生物处理单元，并投加硝化抑制剂或控制好氧污泥的泥龄抑制氨氮硝化，可去除60%以上抗生素类新型污染物，并能够有效抑制氨氮的硝化作用。为应对冬季低温环境下好氧生物处理过程抗生素降解效果差，以及疫病暴发期间兽药用量大而导致残留抗生素浓度偏高的问题，开发了O3氧化、柠檬酸助类Fenton氧化和UV/H2O2高级氧化等二级生化出水深度处理技术，保障了废水抗生素类新型污染物降解效果。

粪渣

施肥或灌溉

畜舍

废水

固液

分离机

调节池

厌氧池

好氧池

二沉池

臭氧

接触池

贮存池

格栅

粪便

堆肥

污泥

脱水机

泥饼

滤液

硝化

抑制剂

沼气

火炬

图1 畜禽养殖废水新型污染物处置工艺流程

经第三方（上海市农业科学研究院）监测评估，上述两个工程连续6个月稳定运行监测结果显示，奶牛场废水四环素类等14种抗生素去除率由30%以下上升至92.5%以上；COD平均去除率约为 93.7％、氨氮的平均去除(或硝化)率仅为12 .5％；猪场β-内酰胺类等26种抗生素去除率由30%以下上升至90%以上，表明工程上实现了保留出水氮磷养分和去除抗生素的双重目的。

**（五）畜禽养殖废水末端处置可行技术指南编制**

考虑到《畜禽养殖废水新型污染物末端处置可行技术指南（试行）》编制的迫切性，上海市环境科学研究院联合华东理工大学的技术人员成立标准起草工作小组，明确了工作指导思想，制定了工作原则，确定了起草组成员和任务分工，并确定由上海市环境科学研究院牵头负责标准制定的组织协调及标准文本的编制工作、由华东理工大学负责相关技术提出及可达性分析等方面的工作。

标准起草工作组首先是总结本市过去在畜禽养殖污染防治和新型污染物末端治理相关技术规范编制和试点应用的工作成果，并多方借鉴其他标准编制的经验，先后组织工作组成员讨论标准的编制内容。其次是通过多渠道收集国内外及本市畜禽养殖场污染治理和抗生素类新型污染物去除等方面的研究成果和文献资料，并讨论拟定适合当前以还田利用为主的废水常规处理工艺要求，以高有机负荷低浓度抗生素含量的废水中抗生素高效选择性去除为目标的畜禽养殖业抗生素新型污染物防控关键技术。再是将相关的技术要求与本市郊区试点应用情况进行比较验证，同时起草初稿，并向农业主管部门、高校、科研结构、郊区相关部门的专家进行广泛咨询。

在充分调研和分析总结的基础上，标准编制组起草了标准草稿，2020年5月形成征求意见稿，并提交至市生态环境局主管部门征求意见。根据意见征求结果，指南编制组对指南文本和编制说明进行了修改完善，2020年9月初形成初稿。

2020年10月15日，上海市生态环境局组织召开了专家论证会。根据专家评审意见，标准编制组对标准文本和编制说明进行了进一步修改完善，2020年10月底形成报批稿。

**四、制定指南的原则和依据以及与现行标准规范的关系**

**（一）制定指南的原则和依据**

**1. 制定指南的原则**

（1）协同控制原则

以高有机负荷低浓度抗生素含量的废水中抗生素高效选择性去除为目标，以资源化利用畜禽养殖废水中营养物质为导向，针对猪场废水常规还田处置模式（污水→沼气池→贮存池→还田）新型污染物去除效果差的问题，通过增加废水好氧生物处理模块，提高抗生素等新型污染物去除效果。

（2）资源化利用原则

减量化：畜禽养殖场要实行干湿分开、雨污分流，鼓励干清粪，禁止水冲粪，最大程度地减少末端污染物处理量。

无害化：新鲜固体粪便需进行沤制或好氧堆肥发酵处理，污水需进行厌氧发酵处理，其中的病原微生物和虫卵需达到无害化处理的要求；禁止直接将粪污倾倒入地表水体或其他环境中，畜禽粪污还田时不能超过规定的最大农田负荷量，避免造成面源污染和地下水污染。

资源化：固体粪便经处理后直接还田，或经发酵后制成沼气、沼渣进行还田利用，或制成商品化有机肥；污水处理后直接还田，或经发酵后制成沼气、沼液进行还田利用，或浓缩后制成商品液体有机肥。

（3）全过程污染防治原则

畜禽养殖场应针对固体粪便和污水的收集、处理、贮存、运输、利用的全过程，提出针对性污染防治要求，消除畜禽粪污资源化利用过程中新型污染物流失对环境的影响。

**2. 制定标准的依据**

（1）国家和地方法律法规

* 《中华人民共和国环境保护法》（2015）
* 《中华人民共和国水污染防治法》（2017）
* 《中华人民共和国固体废弃物污染环境防治法》（2016）
* 《畜禽规模养殖污染防治条例》（2014）
* 《上海市环境保护条例》（2016）
* 《上海市畜禽养殖管理办法》（2004）
* 《国务院办公厅关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》（国办发〔2017〕48号）

（2）国家和地方标准规范

* 《粪便无害化卫生要求》（GB7959-2012）
* 《畜禽养殖业污染物排放标准》（DB31/1098-2018）
* 《畜禽粪便还田技术规范》（GB/T 25246-2010）
* 《畜禽养殖污水贮存设施设计要求》（GB/T 26624-2011）
* 《畜禽粪便无害化处理技术规范》（NY/T 1168）
* 《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）
* 《室外排水设计规范》（GB 50014-2006）
* 《建筑结构可靠度设计统一标准》（GB 50068-2001）
* 《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB 50069-2016）
* 《民用建筑设计通则》（GB 50352-2005）
* 《畜禽粪污土地承载力测算技术指南》（农办牧〔2018〕1号）
* 《畜禽粪便生态还田技术规范》（DB31/T 1137-2019）
* 《农田灌溉水质标准》（GB 5084）
* 《畜禽养殖业污染物排放标准》（DB 31/1098）
* 《序批式活性污泥法污水处理工程技术规范》（HJ 577）
* 《升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范》（HJ 2013）
* 《厌氧颗粒污泥膨胀床反应器废水处理工程技术规范》（HJ 2023）
* 《完全混合式厌氧反应池废水处理工程技术规范》（HJ 2024）

**（二）与现行标准规范的关系**

我国颁布实施了《畜禽粪便还田技术规范》（GB/T 25246-2010）、《畜禽养殖业污染防治技术规范》（HJ/T 81-2001）、《畜禽粪污土地承载力测算技术指南》（农办牧〔2018〕1号）等技术规范，本市发布《畜禽养殖业污染物排放标准》（DB31/1098-2018）、《畜禽粪便生态还田技术规范》（DB31/T 1137-2019）等标准规范，重庆等地也发布了《农用沼液管道还田技术规程》（DB50/T 485-2012）、《江苏省畜禽粪污资源化利用种养结合技术规范》（试行）等技术规范。但上述技术规范均不涉及新型污染物防控相关内容，特别近年来刚建立起规范化的畜禽粪污还田利用技术体系，尚未考虑抗生素等新型污染物排放的控制对策。总之，我国在畜禽养殖业废水末端新型污染物排放标准及控制方面仍不完善。

因此，本指南的制定是在国家相关技术规范的总体性技术要求基础上，根据本市畜禽粪污资源化利用及其污染防治的需求，进一步提出畜禽废水抗生素和激素类新型污染物末端处置可行技术。

**五、主要条款及经济性分析**

**（一）主要条款**

《指南》针对本市饮用水源保护区、准水源保护区及缓冲区内采用粪污资源化利用模式的畜禽养殖场，提出了畜禽养殖业新型污染物末端处置技术原理、处置工艺、主要设施等，用于指导畜禽养殖场新建或改造废水抗生素和激素类新型污染物末端处置工程处理设施的设计、施工和验收，及建成后运行与管理，为发展健康养殖、促进生态循环重要提供技术支撑。《指南》共包括“适用范围”、“规范性引用文件”、“术语与定义”、“总体设计”、“处置工艺”和“运行与维护”六部分。

第一部分适用范围。明确用于本市饮用水源保护区、准水源保护区及缓冲区内采用粪污资源化利用模式的畜禽养殖场，其他区域采用粪污资源化利用模式的畜禽养殖场可参照执行。

第二部分规范性引用文件。列出了本指南引用到的相关文件。

第三部分术语与定义。强调了本指南涉及的新型污染物主要是指与畜禽养殖有关的抗生素和激素类物质。

第四部分总体设计。分一般规定、技术原理两部分内容，提出了畜禽养殖废水新型污染物处理工程的总体设计思路。

第五部分处置工艺。提出推荐的工艺流程、进水水质水量、常规处理设施、新增处理设施及主要运行参数推荐值。

第六部分运行与维护。阐述了废水处理系统的一般规定，并从新型污染物末端处理角度，阐述了固液分离机、厌氧生物处理、好氧生物处理、硝化抑制剂、臭氧接触池等处理单元的运行维护规定。

**（二）经济性分析**

**1. 投资成本分析**

示范工程1位于金山区亭林镇后岗村的上海沁侬牧业科技有限公司庄臣养殖场，年出栏生猪10000头，在原“固液分离+UASB厌氧发酵+还田”的污水处理工艺，通过新增以短泥龄AO工艺为核心的一体化低溶解氧生化处理反应器，建成了集“源头减量收集-高效发酵处理-液肥规范贮存-末端安全还田”于一体的粪污资源化利用工程，总投资180万元。示范工程处理能力为75m3/d，主体工程采用搪瓷拼装罐结构，池体半径5.7米，高度4.8米；设置两台变频罗茨风机（Q=5.52m3/min， N=11kw， H=5m），池体底部设微孔曝气盘（型号HD270，215组），控制DO浓度1.0mg/L～1.5mg/L之间。

示范工程2位于金山区吕巷镇和平村的上海振华奶牛养殖有限公司，奶牛常年存栏800头，基于粪污资源化利用新建项目，同步设计建造了抗生素类和激素类新型污染物污染减排示范工程，总投资541.7万元，占地面积3000 m2。示范工程采用抑硝化SBR工艺为好氧处理单元，设置调节池（200m3）、厌氧池（1400m3）、液肥储存池（6200m3）等核心处理单元，污水处理能力45~70吨/天（夏季高温时段产生量大），处理出水全部还田利用，配套农田1500余亩，约70%为设施大棚。

经第三方公司（上海厚贤科技咨询有限公司）评估，猪场示范工程基于原有减排工程（沼气工程模式），改扩建废水新型污染物处理模块，工程投资180万元，占减排项目（沼气工程）总成本的28.5%；奶牛场示范工程与粪污资源化利用项目同步建设，新建废水新型污染物去除模块的投资为81万元，仅占项目总成本的13.5%。

**2. 运行成本分析**

经第三方公司（上海环科淙达水务有限公司）评估，在2020年1月-6月期间，位于上海沁浓牧业科技有限公司庄臣养殖场的废水新型污染物减排示范工程1污水平均处理成本为8.07元/吨，位于上海振华奶牛养殖有限公司的废水新型污染物减排示范工程2水平均处理成本为6.48元/吨，综合成本增加约30%，直接成本仅为达标排放模式的40%。两个示范工程污水平均处理运行成本低于10元/吨，成本适中，易于推广。

**六、专家意见落实情况**

在本指南编制过程中，共征求了市生态环境局、市农业农村委及开展相关研究工作的高校和研究机构等单位的意见，共收到关于适用范围、术语定义、去除效果、水质水量、运行维护等方面的反馈意见20余条，均采纳并做了进一步修改完善。本指南制定过程无重大分歧意见。

**七、作为推荐性或强制性标准的建议及其理由**

建议市生态环境局以通知的形式，将《畜禽养殖废水新型污染物末端处置可行技术指南（试行）》印发给涉水源保护地的相关区生态环境局，作为推荐性技术指南实施。

《畜禽养殖废水新型污染物末端处置可行技术指南（试行）》的发布实施，有助于推进都市现代绿色农业发展，促进生态循环种养，保障饮用水安全，指导和规范畜禽养殖场新型污染物治理工作，可为本市今后全面实施畜禽养殖业新型污染物排放管理提供技术支撑。

**八、贯彻指南的措施建议**

建议本市各级环境保护部门联合农业生产主管部门，共同做好宣传培训、示范推广等工作，定期对本指南实施情况进行调查，掌握动态，并对实施效果进行跟踪评估，及时解决实施中的问题，不断修改完善，提升管理水平，提高指南的科学性、合理性、协调性和可操作性。