

---

# 北京生态修复学会团体标准

## 《尿液源分离排水与资源化技术指南》

### 编制说明

编制单位：北京林业大学、北京科技大学、清华大学、中车环境科技有限公司、深圳市绿水青山环境有限公司、中国科学院生态环境研究中心、天津大学、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、聊城开发区金淼生物科技有限公司、北京交通大学、中国矿业大学（北京）、南京师范大学、北京环丁公益基金会、北京环丁环保大数据研究院。

二〇二四年九月

## 一、工作简况

### （一）任务来源

团体标准《尿液源分离排水与资源化技术指南》项目由北京生态修复学会提出并归口，北京林业大学负责牵头起草。

### （二）起草单位和主要起草人

本标准起草单位：北京林业大学、北京科技大学、清华大学、中车环境科技有限公司、深圳市绿水青山环境有限公司、中国科学院生态环境研究中心、天津大学、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、聊城开发区金淼生物科技有限公司、北京交通大学、中国矿业大学（北京）、南京师范大学、北京环丁公益基金会、北京环丁环保大数据研究院。

本标准主要起草人：徐康宁、程世昆、张立秋、汪诚文、李继云、刘天赋、陈向阳、郑利兵、李旻、曲丹、洪喻、孙佩哲、刘元、王业、李新洋、李春全、杨朕、王坤、钟丽锦、王霜、马茗远、张钰莹、于立安、唐素贤（详见表1）。

表1 主要编制人员名单

姓名	性别	职务/职称	工作单位	主要负责工作
徐康宁	男	副教授	北京林业大学	总体负责
程世昆	男	副教授	北京科技大学	指南框架
张立秋	男	教授	北京林业大学	指南框架及审定
汪诚文	男	研究员	清华大学	指南框架及审定
李继云	男	博士	清华大学	尿液源分离排水技术
刘天赋	男	正高级工程师	中车产业投资有限公司	尿液资源化技术及案例

陈向阳	男	总经理	深圳绿水青山环境公司	尿液资源化技术及案例
郑利兵	男	副研究员	中国科学院生态环境研究中心	尿液资源化技术
李旻	男	正高级工程师	中车环境科技有限公司	尿液资源化技术
曲丹	女	教授	北京林业大学	尿液资源化技术
洪喻	女	教授	北京林业大学	尿液资源化技术
孙佩哲	男	教授	天津大学	尿液资源化技术
刘元	男	研究员	中国科学院重庆绿色智能技术研究院	尿液资源化技术
王业	男	总经理	聊城开发区金森生物科技有限公司	尿液资源化技术
李新洋	男	副教授	北京交通大学	尿液资源化技术
李春全	男	副教授	中国矿业大学（北京）	尿液资源化技术
杨朕	男	教授	南京师范大学	尿液资源化技术
王坤	男	秘书长	北京环丁公益基金会	尿液资源化技术
钟丽锦	女	研究员	北京环丁环保大数据研究院	尿液资源化技术
王霜	女	硕士研究生	北京林业大学	指南文稿汇总与整理
马茗远	男	硕士研究生	北京林业大学	指南文稿汇总与整理
张钰莹	女	硕士研究生	北京林业大学	指南文稿汇总与整理
于立安	男	博士	中国矿业大学（北京）	会议组织及评审
唐素贤	女	硕士研究生	北京林业大学	会议组织及格式修订

## 二、制订标准的必要性和意义

源分离排水，是指从源头上将生活污水进行分类收集的排水理念，根据水质特点，生活污水可以分为厕所污水（黑水 **Black water**）、粪便污水（褐水 **Brown water**）、尿液污水（黄水 **Yellow water**）、洗衣、洗浴、盥

---

洗等洗涤污水（灰水 Grey water）。虽然目前在工业废水处理领域也可以从源头上将工业生产过程中的各种废水进行分类收集，但是源分离通常还是指生活污水的源分离。

这一理念起源于 20 世纪 90 年代的欧洲，由瑞典、瑞士、德国等几个国家的给排水和污水处理领域的专家提出，最早可查的公开发表论文见刊于 1995 年。相比于目前主流的将各种生活污水混合排放的模式，源分离后的各种污水更容易实现资源化处理。厕所污水和粪便污水中有机物、氮、磷浓度高，尿液污水中氮、磷浓度高，并且它们水量相对较少，适合进行生物质能和营养元素的回收；洗涤污水则水量较大，污染程度较轻，适合进行污水再生利用。厕所废水中总氮、总磷占农村污水污染物负荷的 80% 以上，源分离能显著减少生活污水氮、磷含量，减少脱氮除磷的压力与水体污染的风险。因此，面对人口增长和经济发展导致的水污染问题和资源紧张问题，尿液分离式排水技术（简称尿液源分离）为改善水环境和资源回收提供了一种新的解决方案，源分离排水也被视为一种更可持续的、面向未来的生活污水处理模式。

尿液废水贡献了生活污水中约 80% 的氮和 50% 的磷，收集源分离尿液能降低污水处理脱氮除磷的压力，有助于水环境质量的改善。与此同时，我国是一个农业大国，磷、钾资源匮乏是我国社会和经济发展的一个严峻问题。磷矿世界探明储量仅可维持约 50~100 年的使用，而我国可经济开采的磷矿将在不到 20 年的时间内消耗殆尽。全球钾矿主要集中在少数几个国家，我国所需要的钾肥严重依赖进口，近五年钾肥进口率一直维持在 50%

---

的高位，预测表明 2025 年甚至会高达 70%，钾被中国矿业联合会列为我国最严重短缺的 9 种矿产资源之一。尿液富含氮磷钾，新鲜尿液主要含有尿素氮和少部分氨氮，水解尿液主要含有氨氮，无冲洗水的尿液氮含量约 5000~9000 mg/L；新鲜尿液和水解尿液中主要含有正磷酸盐磷，无冲洗水的尿液磷含量约 100~400 mg/L；新鲜尿液和水解尿液中含有钾离子，无冲洗水的尿液中钾含量约为 1200~2500 mg/L。一个成年人每年排放约 500 L 尿液，依靠尿液中的营养元素可以生产约 250 kg 谷物，刚好可以基本满足一个成年人一年的能量摄入需求。因此，尿液源分离及其资源化可以促进营养元素的闭合循环，对于我国控制污染物排放和支撑农业发展具有重大价值。

我国目前的厕所标准体系尚缺乏关于尿液源分离排水系统构建与资源化技术选择的参考依据和规范标准，为积极响应国家节能降污、资源循环等战略部署，本标准将对我国厕所标准体系进行有力补充，规范和指导尿液源分离与资源化利用工作，推广尿液源分离在我国的应用，削减氮磷污染，逐步改善水环境，促进社会可持续发展，为生态宜居乡村建设和乡村振兴战略实施提供技术解决方案和产业模式支撑。

可见，本标准正是响应国家政策，通过源分离排水技术产生源分离尿液进行资源化利用，达到了资源化处理与农业生产相结合的双重目的，具有明确的政策依据。

人员方面，本标准编写组由国内厕所领域知名专家和行业专家组成，汇集了 15 位高级职称起草人，15 人具有位博士学位，前期具备丰富的标

---

准编写经验。此外，编写组人员熟悉本领域的国内外科研动态，已参与编制 8 项国际/国家/行业/地方标准，主编了 2 项行业导则。

进度方面，编写组人员前期已经进行了大量的调研，形成了标准初稿，并且已经向国内外源分离、肥料、厕所、种植、环境等方面的专家进行咨询。

标准实施方面，北京林业大学和北京科技大学等申报单位已承接多个源分离厕所研发和尿液废水资源化利用项目，在生态厕所相关领域已授权国家发明专利 50 余项，参与了北京市、江苏省、河南省以及内蒙古自治区等多个农村厕所改造项目工作，参与编制了 10 余项相关标准，便于标准实施。

总之，本标准从政策、人员、进度、实施等方面可行性强，保障力度大。

### 三、主要起草工作过程

《指南》起草从 2023 年 10 月开始，由北京林业大学具体承担，过程分为三个阶段：

#### 第一阶段：成立项目组和制定计划

2023 年 8 月《指南》立项后，确定了主要起草单位，即北京林业大学、北京科技大学、清华大学、中车环境科技有限公司、深圳市绿水青山环境有限公司、中国科学院生态环境研究中心、天津大学、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、聊城开发区金淼生物科技有限公司、北京交通大学、中国矿业大学（北京）、南京师范大学、北京环丁公益基金会、北京环丁

---

环保大数据研究院，这些单位具有丰富的尿液源分离排水与资源化技术研究经验和专业技术人才。成立了由多位专业技术人员组成的《指南》起草小组，并在小组成立后，制定了详细的工作计划，明确了各个阶段的工作目标、时间节点以及负责人。

### 第二阶段：收集资料和前期调研

为做好《指南》的制订工作，重点研究和分析了以下相关标准、文件和资料：GB/T 17217 城市公共厕所卫生标准、GB/T 31436 节水型卫生洁具、GB 50015 建筑给水排水设计规范、GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范等。同时，为了充分合理反映源分离排水系统的可靠性以及尿液资源化利用技术的可行性，组织进行前期调研，开展了卫生器具和肥料相关产品情况调查。

经过资料整理和调研情况汇总，初步建立了《指南》大体框架和编写提纲。

### 第三阶段：标准起草及修改

工作小组以上述工作为基础，进一步分析团体标准制订工作的管理方法，研究国家、行业相关标准和技术资料，多次开展集中讨论，进一步修改完善标准内容。起草过程中，中国工程院院士、清华大学教授钱易提供了宝贵意见，尤其希望能够强调技术的适用性以及成本的可行性，在此表示由衷的感谢。

2024年9月，通过撰写、多次修改、补充、完善，完成《指南》初稿。

## 四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

---

## （一）制订原则

### 1. 科学性原则。

本《指南》在尊重科学、紧密结合实践、广泛征求意见及调查研究的基础上，紧贴尿液源分离建筑排水和资源化应用实际。尿液源分离建筑排水与资源化技术稳定可靠，具有较强的科学性、实用性。

### 2. 适用性原则。

本《指南》坚持从实际出发，充分考虑卫生器具生产现状和尿液资源化技术条件，为其提供技术支撑，在符合实用、经济的同时，确保源分离排水系统的可靠性和尿液资源化技术条件的可行性。

### 3. 规范性原则。

本《指南》编制的格式及用语，按照标准化、规范化文件的要求，尽量做到措辞准确，逻辑严谨。本《指南》依据国家有关技术标准和规程，严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求制订。

## （二）制定依据

为积极响应国家坚决打好污染防治攻坚战的战略部署，贯彻党的二十大精神，深入贯彻习近平生态文明思想，践行“绿水青山就是金山银山”理念，在认真研读《标准化法》、《团体标准管理规定》（国标委联〔2019〕1号）的基础上进行编制和修改。标准内容的选取、格式等严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的



要求编写，力求结构严谨，文字简洁易懂，逻辑清晰，引用文件规范、准确。

### （三）与现行法律、法规、标准的关系

本《指南》针对源分离尿液资源化的目标，基于国家政策进行制订，用于规范和指导尿液源分离排水与资源化利用工作，对推广尿液源分离排水技术、保障农作物安全生产和化肥减量化具有重大意义。该标准的制订符合法律、法规的要求，对我国法律法规起到支撑和细化作用。本《指南》与我国国家标准、行业标准协调一致、配套使用，相互支撑，同时对我国现行国家、行业标准以及相关地方标准起到补充作用。

## 五、主要条款的说明

### （一）主要参照标准及参考文献

#### 1、参照标准

本《指南》制订严格依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》要求进行。

本《指南》制订过程中参照的主要标准见表 2。

表 2 参照标准

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 17217	城市公共厕所卫生标准
2	GB/T 31436	节水型卫生洁具
3	GB 50015	建筑给水排水设计规范
4	GB 50268	给水排水管道工程施工及验收规范

#### 2、主要参考文献及资料

##### （1）GB 7959 粪便无害化卫生要求

- 
- (2) GB/T 25246 畜禽粪便还田技术规范
  - (3) GB/T 38353 农村公共厕所建设与管理规范
  - (4) GB 50318 城市排水工程规划规范
  - (5) GB 55020 建筑给水排水与节水通用规范
  - (6) CECS 316 室外真空排水系统工程技术规程
  - (7) HJ 1160 环境标志产品技术要求 无下水道卫生系统
  - (8) LB/T 071 可持续无下水道旅游厕所基本要求
  - (9) T/CECS 544 室内真空排水系统工程技术规程
  - (10) ISO 30500 Non-sewered sanitation systems—Prefabricated integrated treatment units—General safety and performance requirements for design and testing
  - (11) EN 12109 建筑物内的真空排水系统
  - (12) RISN-TG034 污水源分离排水系统工程技术导则
- (二) 尿液资源化技术成本与技术复杂性

尿液资源化技术种类繁多，主要可以归为两类，一是尿液腐熟后农用，二是尿液中氮、磷、钾资源的回收技术。其中，尿液中氮资源回收技术主要总结了铵吸附法和氨吹脱-吸收法，铵吸附法技术成熟、操作简单，但吸附剂对铵的吸附容量通常较低，导致吸附剂使用量比较大，直接农用会存在成本较高的问题，可以通过吸附剂优选、吸附剂再生或者使用本计划用于农田土壤改良的吸附剂；氨吹脱-吸收法在工业废水中应用较为成熟，氨回收效率高，回收后的氨水或铵盐溶液既可用作液态肥，也可用作化工原料，但运行成本通常较高，有免费的废热利用可以有效降低运行成本。尿

---

液中磷资源回收技术主要总结了吸附法和磷酸铵镁沉淀法，磷酸盐吸附法技术成熟、操作简单，但是，吸附剂成本通常较高，且需注意金属离子溶出对尿液尾水处理的影响；磷酸铵镁沉淀法技术成熟、操作简单，得到的磷酸铵镁为缓释肥料，不仅能用于尿液中磷的回收，也可同步回收氮和磷，但尿液中氨氮浓度较高，以氨氮为回收目标时，物料投加量大，成本明显升高，所以更适宜用于尿液中磷回收。尿液中钾资源回收技术总结了磷酸钾镁沉淀法，该方法与磷酸铵镁沉淀法类似，但是为了提高钾回收效果，需要同时投加溶解性镁盐和磷酸盐，溶解性磷酸盐的投加会导致技术成本升高。

### （三）尿液资源化产品的安全性

尿液可能含有细菌、病毒、寄生虫等微生物风险因子，也可能含有激素、药物残留、个人护理品等微污染物，在需要时可选择适宜的尿液有害成分去除技术。可选用的技术包括：紫外消毒技术、电化学消毒技术、紫外高级氧化微污染物去除技术、生物炭吸附-催化氧化微污染物去除技术等。

### （四）预期效果

由于缺乏尿液源分离排水与资源化利用相关的标准研究，我国卫生厕所的推广及尿液资源化利用受到限制，尿液肥料的安全性得不到保障，同时农业生产过程存在化学品投入过多、边际效益日益严重等技术“瓶颈”。本《指南》将弥补国内厕所领域的相关标准空白，指导尿液源分离排水与资源化利用工作，提高尿液资源化利用水平，从而大幅度削减化肥的使用，

---

具有显著的科学价值和经济效益。尿液肥料回用将形成物质与能量的良性循环，保障土地资源的可持续利用，提升耕地土壤质量，推动生态农业、循环农业建设，具有直接和间接的生态效益。

## 六、与国内外同类标准对比情况

对该类标准进行了标准检索和标准查新。查询范围包括国际标准、国际主要发达国家标准、国外主要协会标准、国家标准、行业标准、地方标准。查询结论为：无现行直接相关的标准。

该标准与我国现行法律、法规和国家、行业标准协调一致、配套使用，相互支撑。同时，对我国现行国家和行业标准起到补充作用。

## 七、作为强制性或推荐性标准的建议及理由

本《指南》建议为推荐性团体标准。将此《指南》作为尿液源分离排水与资源化技术参考，规范和引导尿液源分离与资源化工作，推广尿液源分离排水技术在我国的应用，削减氮磷污染，逐步改善水环境，促进社会可持续发展，为生态宜居乡村建设和乡村振兴战略实施提供技术解决方案和产业模式支撑。

## 八、实施标准的措施建议

标准发布后，在正式实施前应利用广播、电视、报刊、网络空间等宣传手段或采用其他方式，广泛宣传该指南；各级标准化主管部门委托标准化技术机构、标准化行业协会或类似社会组织开展宣贯培训班，使每一位从事尿液源分离排水和资源化技术推广工作的专业技术人员真正理解和掌握《指南》的技术要领，推动实施标准和使用。

---

内部讨论资料，严禁非授权使用