|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 13.060.30 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png XJBX |   Z 06 |

西安市计量标准检测认证协会团体标准

T/XJBX 0057—2025

污水深度处理与回用技术规程

Code of practice for advanced treatment and reuse of wastewater

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

西安市计量标准检测认证协会  发布

目次

[前言 III](#_Toc205629360)

[引言 V](#_Toc205629361)

[1 范围 1](#_Toc205629362)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc205629363)

[3 术语和定义 1](#_Toc205629364)

[4 总则 2](#_Toc205629365)

[5 回用水水质要求 3](#_Toc205629366)

[6 污水深度处理工艺与技术要求 3](#_Toc205629367)

[7 工程设计与施工要求 5](#_Toc205629368)

[8 运行管理与维护 6](#_Toc205629369)

[9 监测与数据管理 7](#_Toc205629370)

[10 水质达标评估与改进 8](#_Toc205629371)

[11 法规政策与合规管理 9](#_Toc205629372)

[12 公共参与与宣传教育 10](#_Toc205629373)

1. 前言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由西安市计量标准检测认证协会提出并归口。

本文件起草单位：潍坊市安丘生态环境监控中心。

本文件主要起草人：覃燕。

1. 引言

随着水资源短缺问题的日益突出和水环境保护要求的不断提高，污水处理已从单一的达标排放逐渐向资源化利用转变。污水深度处理与回用不仅能够进一步去除常规二级处理工艺难以有效削减的残余污染物，还能实现水资源的循环利用，对缓解供水压力、改善生态环境具有重要意义。

近年来，膜分离、活性炭吸附、臭氧氧化、紫外消毒等深度处理技术在国内外得到了广泛应用，并逐步形成了适用于不同水质条件和用途的成熟工艺体系。然而，不同区域的水质特征、用水需求、经济条件及排放去向差异较大，亟需制定统一的技术规程，对污水深度处理的设计、运行、监测、管理及安全等环节提出规范性要求。

本文件在总结国内外污水深度处理与回用实践经验的基础上，结合我国相关标准规范和工程案例，提出了适用于工业、市政、农业及景观等多种回用场景的技术路线与管理要求，旨在为设计单位、施工单位、运营管理机构及监管部门提供技术依据，推动污水回用工程的标准化、规范化和可持续发展。

污水深度处理与回用技术规程

* 1. 范围

本文件规定了污水深度处理与回用的基本原则、工艺技术要求、设计与施工规范、运行管理、监测与评价、回用水水质控制及安全保障措施。

本文件适用于城镇生活污水、工业废水经二级处理或相当处理后，为满足进一步水质提升及回用需求所进行的深度处理与回用工程，包括工业回用水、农业灌溉用水、市政杂用水、景观补水及生态补水等多种用途。

本文件不适用于放射性废水、含高浓度有毒有害污染物且无法通过常规深度处理技术达标的特殊废水的处理与回用。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB 3838—2002 地表水环境质量标准

GB 5084—2021 农田灌溉水质标准

GB 8978 污水综合排放标准

GB/T 5750—2023 生活饮用水标准检验方法

HJ 1147—2020 水质 pH值的测定 电极法

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

HJ/T 91-2002 地表水和污水监测技术规范

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

污水深度处理 advanced wastewater treatment

在常规二级处理基础上，采用物理、化学或生物等方法进一步去除污水中残余污染物，如营养盐、重金属、持久性有机物和微生物，使水质达到更高标准的处理过程。

回用水 reclaimed water

经处理达到特定水质标准后，重新用于工业、农业、市政、景观或生态等非饮用用途的水。

回用水水质标准 reclaimed water quality standard

针对不同回用用途，规定回用水在物理、化学、生物指标上的限值要求的技术标准。

深度处理工艺 advanced treatment process

为实现污水深度净化而采用的处理单元或工艺组合，如膜分离、活性炭吸附、臭氧氧化、紫外消毒等。

工业回用水 industrial reclaimed water

经深度处理后用于工业生产过程中的非直接接触饮用水用途的水，如冷却、冲洗、锅炉补水等。

农业灌溉回用水 agricultural irrigation reclaimed water

经深度处理后用于农田、园林、温室及牧草地灌溉的水。

市政杂用水 municipal miscellaneous reclaimed water

经深度处理后用于城市道路清洗、绿化浇灌、建筑施工等公共用途的水。

景观及生态补水 landscape and ecological replenishment water

经深度处理后补充至湖泊、河流、湿地等水体以改善景观效果或恢复生态功能的水。

* 1. 总则

污水深度处理与回用工程应遵循安全可靠、经济合理、节能环保、因地制宜的原则，在保障回用水水质达标的前提下，实现资源化利用与环境保护的双重目标。

工程建设应结合污水来源特性、处理水质目标、回用水用途及当地的气候、水文、地质等条件，合理选择深度处理工艺和回用方式，避免出现技术与用途不匹配的情况。

工程设计、施工、运行与管理应符合国家及地方相关标准和技术规范的要求，优先采用成熟可靠、运行维护方便且具有良好经济性的技术路线。

回用水水质应满足相应用途的水质标准，并通过全过程监控和动态管理确保稳定达标。对于高风险用途，应增加深度处理单元和安全保障措施，降低健康与环境风险。

在污水深度处理与回用工程的全生命周期中，应重视节能降耗与污染物削减，避免二次污染的产生，鼓励采用低能耗、高效率、可再生能源利用及废弃物资源化技术。

应加强管理信息化建设，利用自动化控制、在线监测、大数据分析等手段实现对处理过程、设备运行及水质状况的智能化管理与优化。

* 1. 回用水水质要求
     1. 一般规定

回用水水质应满足国家及地方现行相关标准的规定，并根据不同用途的特性确定相应的控制指标和限值。水质控制指标应包括物理、化学和生物三类，重点控制浊度、色度、pH、溶解性固体、营养盐、重金属、持久性有机物及病原微生物等。

* + 1. 工业回用水

应满足生产工艺对水质的特定要求。对于冷却循环水，应重点控制悬浮物、硬度及腐蚀性指标；对于锅炉补给水，应控制电导率、硅含量及硬度；对于洗涤、冲洗用水，应控制浊度和含油量。

* + 1. 农业灌溉回用水

应满足作物生长及土壤环境保护的要求，控制氨氮、总氮、总磷等营养盐指标以及重金属和有毒有害物质，防止对土壤造成盐渍化或重金属累积危害。

* + 1. 市政杂用水

包括道路冲洗、绿化浇灌、建筑施工等，应重点控制悬浮物、色度、气味及大肠杆菌群数，防止对公共环境及人体健康造成不良影响。

* + 1. 景观及生态补水

应满足水体景观效果及生态功能恢复的要求，控制悬浮物、色度、藻类营养物质含量及溶解氧水平，避免引发富营养化或水体异味等问题。

* + 1. 监测与达标判定

回用水水质应通过定期或连续监测进行评价，监测频次和项目应与用途及风险等级相匹配。水质达标判定应以连续监测结果或多个采样点的检测结果为依据，不得以一次检测达标替代长期稳定性要求。

* 1. 污水深度处理工艺与技术要求
     1. 总体要求

污水深度处理工艺的选择应基于水质特性、回用用途、水量变化、运行成本及可维护性综合确定。设计时应优先采用成熟可靠、运行稳定、资源消耗低、环境影响小的技术。对不同用途的回用水，应在工艺组合上做到“因水施策、因用定制”，避免采用单一工艺难以达标的情况。

在工程建设前，应进行水质水量监测与评估，确定目标水质，并通过小试或中试验证工艺的可行性。工艺运行过程中，应建立在线监控和手工检测相结合的质量控制体系，确保出水稳定达标。

* + 1. 膜分离技术

膜分离技术包括微滤（mf）、超滤（uf）、纳滤（nf）和反渗透（ro）等类型：

1. 微滤与超滤：适用于去除悬浮物、胶体和大分子有机物，可作为深度处理的预处理环节，运行压力一般为0.1～0.5mpa，产水浊度可低于0.1ntu；
2. 纳滤：可有效去除部分溶解性盐类、二价和多价离子及小分子有机物，运行压力一般为0.5～1.5mpa；
3. 反渗透：去除率高，可拦截绝大多数溶解性盐类、有机物和微生物，产水电导率可低于10μs/cm，但能耗和运行成本较高。

膜系统需定期清洗（cip），防止污染与结垢。膜组件应根据进水水质选择合适材料和结构，并在运行中控制跨膜压差不超过设计值。

* + 1. 吸附技术

吸附法主要依靠吸附剂（如粉末活性炭、颗粒活性炭、改性沸石、吸附树脂等）去除水中溶解性有机物、重金属离子及异味物质：

1. 活性炭吸附适用于去除色度、嗅味和部分难降解有机物，吸附饱和后需再生或更换；
2. 吸附树脂可选择性去除特定污染物，适合处理工业回用水中的有机溶剂或金属离子。

吸附工艺通常作为深度处理的补充单元，与过滤、膜分离等工艺联合使用可提高整体水质。

* + 1. 高级氧化技术

高级氧化工艺（aop）通过产生羟基自由基等高活性氧化剂，快速降解难降解有机污染物和部分微量有毒污染物。常用技术包括：

1. 臭氧氧化：可直接氧化有机物，也可与紫外、过氧化氢联用形成更强的氧化体系；
2. fenton及类fenton反应：利用铁离子和过氧化氢反应产生羟基自由基，适合处理高色度、高有机物废水；
3. 光催化氧化：在紫外光照射下利用催化剂（如tio₂）氧化分解污染物，适合低浓度有机污染物去除。

aop工艺需合理控制反应时间、ph、氧化剂投加量，避免副产物生成并控制运行成本。

* + 1. 消毒技术

消毒是深度处理与回用环节必不可少的安全保障措施，主要技术包括：

1. 紫外消毒：通过紫外线破坏微生物dna，瞬时杀灭细菌、病毒，优点是无化学残留，但无持续消毒作用；
2. 氯化消毒：包括液氯、次氯酸钠、二氧化氯等，具有持续杀菌能力，但可能生成消毒副产物（如三氯甲烷），需控制投加量；
3. 复合消毒：结合紫外与氯化，可兼顾快速杀菌和持续抑菌效果，适合对安全性要求较高的回用水用途。
   * 1. 多单元组合工艺设计原则

在实际工程中，应根据进水水质、目标出水水质及回用用途，将多种深度处理技术进行科学组合，以实现多污染物协同去除和运行成本最优化。不同用途的回用水推荐组合工艺见表1。

1. 工艺流程与用途

| 进水来源及特征 | 推荐工艺流程 | 主要用途 | 技术要点 |
| --- | --- | --- | --- |
| 城镇污水二级出水，浊度较低，含少量溶解性有机物 | ①超滤  ②活性炭吸附  ③紫外消毒 | 景观用水 | 去除悬浮物、改善色度与气味，保证微生物安全 |
| 城镇污水二级出水，电导率较高，工业对水质要求高 | ①超滤  ②纳滤/反渗透  ③紫外+氯消毒 | 高品质工业用水 | 深度脱盐，去除微量有机物，双重消毒保障 |
| 城镇污水二级出水，有色度、异味及微量有机污染物 | ①絮凝沉淀  ②超滤  ③臭氧氧化  ④活性炭吸附 | 高标准市政杂用水 | 去除色度、气味和难降解有机物 |
| 工业废水经二级处理，含重金属和特定有机物 | ①絮凝沉淀  ②超滤  ③吸附树脂/活性炭  ④反渗透 | 工业循环冷却水 | 去除特定污染物及盐类，防止结垢和腐蚀 |
| 城镇污水二级出水，含氮磷较高 | ①生物脱氮除磷  ②超滤  ③紫外消毒 | 农业灌溉用水 | 控制氮磷防止土壤和作物危害 |

* + 1. 特殊用途水质保障工艺

对于农业灌溉，应增加去除氨氮、总氮、总磷的生物脱氮除磷单元。

对于锅炉补水，应增加除盐、除硅、除硬处理。

对于高风险景观水，应增加藻类控制和防富营养化措施。

* 1. 工程设计与施工要求
     1. 设计依据与原则

设计应遵循国家及地方相关法律法规、标准规范，并结合本规程的技术要求，确保回用水水质稳定达标。设计单位应充分考虑水质、水量、用途、气候条件、能源条件及经济可行性，做到技术可行、经济合理、运行可靠。

设计应预留扩容与工艺升级空间，以应对未来水质标准提升或回用规模扩大需求。

* + 1. 工艺流程布置

工艺流程应根据水源水质特征及目标用途合理选择，并在厂区或设施平面布置中尽量缩短水流路径，减少能耗与水头损失。深度处理单元与前端处理设施应在工艺和水力上实现无缝衔接，避免出现水力冲击或水质波动。

当采用多级膜分离或高级氧化等高精度工艺时，应设置相应的预处理环节以延长核心单元的使用寿命。

* + 1. 设备选型与配置

设备选型应符合工艺技术要求及运行条件，优先选择节能、高效、维护方便且已在类似工程中有成熟应用的设备。

膜组件应根据原水水质选择合适的材质与孔径，并考虑抗污染能力。

吸附装置应具备便于更换与再生的结构。

臭氧发生器、紫外设备等应符合安全规范并配置在线强度监测与控制系统。

* + 1. 管道与输配系统

输配系统应合理分区，防止回用水与饮用水、原污水交叉污染。管材应具有耐腐蚀、耐压、耐化学药剂特性，管道内表面应光滑以减少水头损失。回用水输送系统应配备防倒流装置，并在关键节点设置在线监测点位。

* + 1. 自动化与监控系统布设

应建立集中监控系统，实现进水、各处理单元出水及最终回用水的在线监测和远程控制。主要监控参数包括流量、压力、浊度、余氯、电导率、ph值、温度及关键污染物指标。

应设置运行参数的报警与联锁保护功能，确保工艺运行的安全与稳定。

* + 1. 施工质量控制与验收

施工单位应严格按照设计文件及相关施工规范进行施工，关键工序应进行旁站监理和隐蔽工程验收。设备安装应符合制造厂技术要求和相关标准，并进行单机试运行和联动调试。

工程竣工验收应包括外观质量检查、功能性测试、试运行评价及出水水质检测，确保达到设计与规范要求后方可投入运行。

* 1. 运行管理与维护
     1. 运行管理制度

运行单位应建立完善的运行管理制度，明确岗位职责、操作规程、安全制度和应急预案。制度应覆盖工艺运行、设备维护、药剂管理、水质监测和数据记录等环节。应建立值班制度，确保处理设施连续稳定运行。

* + 1. 运行参数监控

各处理单元的运行参数应实时监控，并保持在设计范围内。

膜分离系统应监控跨膜压差、产水量、回收率和冲洗周期。

吸附系统应监控进出水水质、压差和吸附剂使用寿命。

高级氧化系统应监控氧化剂浓度、反应时间、pH值和温度。

消毒系统应监控消毒剂余量或紫外强度，确保杀菌效果。

出现异常参数应及时分析原因并采取调整措施。

* + 1. 设备维护与保养

应根据设备运行说明书和厂家建议制定维护计划，包括日常检查、定期保养和年度大修。

膜组件应定期进行化学清洗（CIP），防止污染与结垢。

活性炭应定期反洗并根据饱和程度更换或再生。

臭氧发生器应定期检查电极和气源系统，紫外灯管应按寿命更换。

维护记录应完整保存，便于追溯与优化运行。

* + 1. 药剂管理与储存

应合理采购、储存和使用化学药剂，建立药剂台账，记录采购批次、用量和库存。药剂存放应分区管理，防止交叉污染，并符合安全储存要求。危险化学品应设置防泄漏、防爆、防火等安全措施。

* + 1. 污泥与废弃物处理

深度处理过程中产生的污泥、废滤料、废膜元件等应按相关规定安全处置。污泥可采用浓缩、脱水、稳定化等方式处理，防止二次污染。废膜和废滤料应分类收集，并优先考虑资源化利用。

* + 1. 安全防护与应急预案

运行场所应配备必要的安全防护设施，包括防护服、防护眼镜、呼吸防护器具等。

应建立应急预案，针对停电、设备故障、药剂泄漏、出水水质超标等情况制定处置措施，并定期组织应急演练，提高应急处置能力。

* 1. 监测与数据管理
     1. 监测点位与采样布设

监测点位应覆盖进水、各深度处理单元出水、最终回用水出水及回用水输送管网关键节点。点位布设应能全面反映处理过程的水质变化，兼顾代表性和可操作性。

对于回用规模较大或用途较为敏感的系统，应在输配末端设置额外监测点，以便发现管网二次污染问题。

* + 1. 监测项目与频次

监测项目应根据回用用途、水质要求和风险等级确定，至少应包括浊度、色度、pH、溶解性总固体、电导率、氨氮、总氮、总磷、化学需氧量、生化需氧量、大肠杆菌群数等。

工业锅炉补水、景观水体补水等高风险用途应增加重金属、微量有机物、消毒副产物等专项监测。

监测频次可分为在线连续监测（关键指标）与人工定期监测（综合指标），人工检测频率不应低于每周一次，高风险用途应不少于每日一次。

* + 1. 数据采集与传输

应采用自动化监测系统采集关键运行数据，并配备远程传输功能，确保实时数据上传至监控中心或环境管理平台。对于人工监测数据，应在采样后24小时内录入信息系统，确保信息完整和可追溯。

* + 1. 数据质量控制

应建立监测设备定期校准制度，确保检测数据的准确性与一致性。采样与检测应遵循国家相关技术标准和操作规程，必要时引入第三方检测机构进行比对验证。

所有原始监测记录应完整保存，不得随意修改。数据异常应立即复核，并进行原因分析与整改。

* + 1. 数据分析与预警系统

应对监测数据进行趋势分析、波动分析和异常检测，发现潜在的水质风险及时发出预警。

建议建立基于大数据和人工智能的预测模型，对季节性变化、用水需求变化及突发事件进行预测分析，为运行调整和应急决策提供依据。

* 1. 水质达标评估与改进
     1. 评估原则

水质达标评估应遵循科学、客观、系统、可追溯的原则，以长期运行数据为依据，综合考量水质稳定性、达标率、波动幅度及水质对回用用途的适配性。评估不仅应关注最终出水，还应重视各关键处理单元的运行效果。

* + 1. 评估指标体系

评估指标应覆盖物理、化学、生物三类水质参数，以及运行管理指标：

1. 物理指标：浊度、色度、温度、悬浮物；
2. 化学指标：pH、溶解性总固体、电导率、氨氮、总氮、总磷、化学需氧量、重金属；
3. 生物指标：大肠杆菌群数、总大肠菌、病原微生物检测结果；
4. 运行管理指标：在线监测合格率、设备运行率、异常处理及时率。
   * 1. 达标判定方法

达标判定应以监测周期内所有监测数据为基础，计算达标率：

1. 当达标率≥95%且无重大超标事件时，可判定为“稳定达标”；
2. 当达标率在90%～95%之间，且超标值不超过限值10%时，可判定为“基本达标”，但需制定改进计划；
3. 当达标率＜90%或出现严重超标情况时，应判定为“不达标”，需立即启动整改措施。
   * 1. 问题诊断与改进措施

对评估发现的水质问题，应进行系统诊断，包括：

1. 分析进水水质波动对出水的影响；
2. 检查工艺运行参数与设计值偏差；
3. 检测设备性能与药剂投加准确性；
4. 排查管网二次污染。

改进措施可包括调整运行参数、优化药剂投加、增加预处理环节、提高消毒能力、更新或改造处理单元等。

* + 1. 持续改进机制

运行单位应建立“评估—改进—再评估”的闭环管理机制，将评估结果与人员绩效、设备维护计划、工艺优化方案相结合，推动水质持续提升。对于多次评估均稳定达标的工程，应总结经验并形成标准化运行模式；对于反复出现问题的，应引入第三方技术支持或改造方案。

* 1. 法规政策与合规管理
     1. 法律法规遵循

污水深度处理与回用的设计、建设、运行、管理等各环节，应符合国家及地方现行的环境保护、水资源管理、公共卫生、安全生产等法律法规及相关标准规范的要求。运行单位应定期梳理和更新适用的法律法规，并将其落实到内部管理制度和操作规程中。

* + 1. 排污许可管理

涉及排放行为的单位，应依法申请并取得排污许可证，严格按照许可中核定的排放种类、浓度、总量和时段等要求执行。对于需要回用的水量和水质，应在许可申请和审批中明确说明，并将回用设施纳入管理范围。

* + 1. 执法检查与整改

环境主管部门应定期或不定期开展执法检查，重点检查污水深度处理设施的运行状况、回用水水质、监测记录、台账管理等。发现违规行为或水质不达标的，应依法责令限期整改，并对拒不整改或造成严重后果的单位依法处罚。

* + 1. 信息公开与社会监督

运行单位应按照有关规定，及时公开回用水水质监测数据、运行情况和整改措施等信息，接受公众和社会组织的监督。对涉及公共健康和重大环境风险的突发事件，应第一时间向社会发布警示信息和应对措施。

* 1. 公共参与与宣传教育
     1. 公众参与机制

运行单位和主管部门应建立公众参与渠道，包括意见征集、公众听证、回用水水质公示、突发事件信息通报等，确保公众在污水深度处理与回用的管理中有知情权、参与权和监督权。对于涉及景观补水、生态补水等与公众接触较多的用途，应特别重视公众反馈，并将合理建议纳入改进计划。

* + 1. 环境教育与科普宣传

应定期组织环境保护宣传活动，通过展览、讲座、媒体报道、网络平台等多种形式，普及污水深度处理与回用的原理、益处和安全性，消除公众疑虑，提升节水与环保意识。学校和社区可结合课程与活动，将污水回用知识融入日常教育体系。

* + 1. 社会力量参与治理

鼓励环保社会组织、志愿者团队、科研院所参与水质监测、设施巡查、环境调研和宣传教育活动。运行单位可与社会组织签订合作协议，开展定期水质检测公示、公众开放日、技术研讨会等活动，形成政府、企业、公众三方协同治理格局。

* + 1. 激励与表彰机制

对在污水回用推广、污染物减排、水质提升等方面作出突出贡献的单位和个人，应通过通报表扬、资金支持、技术培训等方式予以鼓励，推动社会各界持续参与污水深度处理与回用事业。

