



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX/ISO 20761:2018

城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法

Water reuse in urban areas — Guidelines for water reuse safety evaluation —
Assessment parameters and methods

(ISO 20761:2018,IDT)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 水再利用安全 2

6 水再利用安全指标 2

7 城镇水再利用安全评价框架 3

8 城镇水再利用的水质指标选择 4

 8.1 概述 4

 8.2 环境与娱乐用途的评价指标选择 5

 8.3 市政杂用的评价指标选择 6

 8.4 其他用途的指标考虑因素 8

9 水再利用安全评价 9

 9.1 概述 9

 9.2 水质指标和标准的选择 9

 9.3 水质监测 10

 9.4 城镇水再利用的安全评价 10

附录 A（资料性） 部分国家水质标准及水再利用应用指南 12

附录 B（资料性） 特殊情况下的水再利用环境安全评价 16

参考文献 17

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。

本文件等同采用ISO 20761:2018《城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 将第4章缩略语中的“EECRW”更正为“EECWR”，以与附录B及英文全称保持一致；
- 删除了第4章缩略语中的“UV 紫外线”条目；
- 更新了资料性附录A中表A.1～表A.5的我国相关数据；
- 调整了参考文献的排列顺序。

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。

本文件由全国水再利用标准化技术委员会（SAC/TC618）提出并归口。

本文件起草单位：清华大学深圳国际研究生院、清华苏州环境创新研究院、浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）、中国标准化研究院、中国科学院生态环境研究中心、中铁建发展集团有限公司、宁波市水务环境集团股份有限公司、清华大学、江苏中电创新环境科技有限公司、上海世浦泰膜科技有限公司、中国建筑发展有限公司、中华环保联合会、北京工业大学、南京大学、四川大学、浙江工业职业技术学院、中国南水北调集团生态环保有限公司、江西省质量和标准化研究院、内蒙古农业大学。

本文件主要起草人：吴乾元、胡洪营、魏东斌、张玉博、温进化、张荣社、张徐祥、陈东旭、杨钻、田宇鸣、白海龙、王连峰、刘牡、白雪、李玮钰、王文龙、巫寅虎、陈卓、杜烨、蒋士龙、闫武昆、张莉、徐傲、虞静静、徐伟杰、茅彦彬、陈清、周学礼、董程、高尚、刘晓民、杨耀天。

引 言

GB/T XXXXX《城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法》是基于ISO 20761:2018，结合我国国情制定的。《城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法》（ISO 20761:2018）中评价了多种应用情景下的城镇水再利用系统的安全性，规定了城镇水再利用安全评价的框架与基本原则。本文件等同采用ISO 20761:2018，规定了我国城镇水再利用安全评价的具体指标选择通则（含健康安全、环境安全、设施安全及公众接受度等考虑因素）、安全评价框架及具体方法。

城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法

1 范围

本文件从水质角度给出了以城镇污水为水源的再生水利用的安全评价指标与方法。

本文件适用于相关人员对再生水利用系统的设计、管理和/或监督以及再生水利用项目的设计、运行和后评价。

本文件不适用于再生水饮用利用的安全评价。

2 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。

ISO 20670 水再利用 术语（Water reuse—Terminology）

3 术语和定义

ISO 20670界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

环境安全 environmental safety

再生水生产和利用过程引起的环境变化风险（特别是资源短缺和环境退化）在可接受的范围内。

注：包括再生水对土壤、地下水和地表水、大气，以及水生和陆生生物等的影响。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BOD₅: 五日生化需氧量（biochemical oxygen demand after 5 days）

COD: 化学需氧量（chemical oxygen demand）

CFU: 菌落形成单位（Colony forming unit）

DBPs: 消毒副产物（disinfection byproducts）

DO: 溶解氧（dissolved oxygen）

E.coli: 大肠埃希氏菌（Escherichia coli）

EECWR: 水再利用导致的场地环境浓度估算值（estimation of environmental concentration at a site induced by water reuse）

HPC: 异养菌平板计数（heterotrophic plate counts）

LC₅₀: 半致死浓度（estimated concentration that is expected to be lethal to 50 % of a group of organisms）

MPN: 最可能数（most probable number）

NOEC: 最大无影响浓度（no observed effect concentration）

NTU：散射浊度单位（nephelometric turbidity unit）
TSS：总悬浮固体（total suspended solids）
TDS：总溶解固体（total dissolved solids）
TN：总氮（total nitrogen）
TOC：总有机碳（total organic carbon）

5 水再利用安全

水再利用安全通常包括健康安全、环境安全与设施安全。

水再利用安全的基本要求是满足相关水质标准，并通过良好实践降低水质恶化风险。利用再生水时，需保护人体健康和环境，并防止管网输配系统、储存系统及终端用水设施的损坏。在评价色度和嗅味等水质感官指标时，公众接受度也应作为考虑准则之一。城镇水再利用安全性及公众接受度的相关因素见表1。

表1 城镇水再利用安全性和公众接受度相关因素

类别	相关因素
健康安全	公众和水再利用从业人员的健康风险
环境安全	对水生与陆生生物的影响对受纳土壤、地下水、地表水与大气的影
设施安全（如设备与管道等）	结垢、污堵与腐蚀对用户的不利影响（如衣物、车辆等） 工艺和设备运行相关的不利影响（不包括人工操作中的失误）
公众接受度	色度与嗅味

6 水再利用安全指标

根据当地水质标准、再生水水源特性、当地特点（气候、环境、职业）以及用途，选择适宜的评价指标用于安全性和公众接受度评价。所选水质指标可包括常规理化指标、感官指标、微生物指标、稳定性指标以及有毒有害化学物质等。水再利用安全性和公众接受度的相关水质指标见表2。

如已有研究佐证，可选用指示指标和替代指标进行监测，以代替特定水质指标。例如，在常规分析中，浊度、消毒剂残留量以及大肠埃希氏菌（*Escherichia coli*, *E.coli*）和异养菌平板计数（HPC）等细菌学指标，可用于验证储存系统和输配系统中的微生物安全性。

表2 水再利用安全性与公众接受度的相关水质指标^a

类别	水质指标	相关影响
常规理化指标	pH	影响消毒效率、混凝效果、金属溶解度、污染物毒性
	五日生化需氧量（BOD ₅ ）、化学需氧量（COD）或总有机碳（TOC）	表征有机污染程度，以及微生物生长和生物膜形成的潜力
	氨氮	对水生生物和植物具有毒性，易引起铜基合金的腐蚀
	总氮（TN）、硝酸盐或亚硝酸盐	促进藻类与细菌生长，引发地下水污染
	磷	促进藻类与细菌生长
	溶解氧（DO）	与嗅味、腐蚀、结垢及水生生物维持相关
	总溶解固体（TDS）、电导率	与管道及设备的腐蚀和结垢相关，影响植物水分利用与作物产量
	碱度、硬度	与管道及设备的腐蚀和结垢相关
	浊度或总悬浮固体（TSS）	影响消毒效率、再利用设备运行（如堵塞、污堵、嗅味产生）及公众接受度
	需氯量	通过需氯量调节氯消毒水平，防止或减少消毒副产物生成
	残余消毒剂（如余氯）	抑制微生物生长，对水生生物和植物具有毒性

感官指标	色度	影响公众接受度
	嗅味	影响公众接受度
微生物指标	指示菌（耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌或总大肠菌群等）	表征微生物健康风险的可能性，并影响公众接受度
	环境病原微生物 ^b	可造成潜在健康风险，例如嗜肺军团菌（ <i>Legionella pneumophila</i> ）可在冷却水环境中存活
稳定性指标	化学稳定性：特定离子（如Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ ）等 ^c	与管道及设备的腐蚀和结垢相关
	生物稳定性：异养菌平板计数（HPC）、藻类等 ^d	微生物生长影响过滤和消毒效率，诱发生物污垢，并造成感官和滋扰问题
有毒有害化学物质	特定金属（如Pb、Hg、Cd） ^c	对动植物具有毒性
	油类	对水生生物具有毒性
	表面活性剂	导致泡沫产生及对水生生物的毒性
^a 宜在水再利用安全评价中予以考虑。 ^b 根据再生水水源特征及用途选择性考虑。 ^c 根据再生水水源特征（如工业废水中的离子）及用途选择性考虑特定金属和离子 ^d 宜评价在长水力停留时间的输配、储存及使用过程中生物稳定性指标的变化。关于化学和生物稳定性的详细信息，见参考文献[17]和[18]。		

针对特定水质问题，可结合当地情况，将微生物、稳定性、有害化学物质和毒性等选择性水质指标纳入风险评价，例如再生水用于高暴露风险用途、涉及敏感人群、有流行病学证据，或存在设备和设施损坏风险等情况。可开展调查研究，为风险评价提供支持。

参考可选指标示例如下，仅供参考。

- a) 原污水中普遍检出的原生动物（如贾第鞭毛虫（*Giardia*）和隐孢子虫（*Cryptosporidium*））及蠕虫。可根据具体利用途径和监测能力，选取相关指标或指示微生物；
- b) 再生水中的可同化有机碳可促进微生物再生长，并可能导致冷却水和冷水系统等设施及配水管道发生生物污垢。可选取相关生物稳定性指标或替代指标；

注：本文件中，冷却水系统指用于带走工艺、设备或冷凝侧热量的水系统，包括循环冷却水系统、直流冷却水系统等，参见GB/T 50050—2017和GB/T 19923—2024；冷水系统指空调或制冷系统中用于供冷的循环水系统，参见GB/T 29044—2012。

- c) 再生水中可能检出消毒副产物（DBPs）等有毒有害化学物质，并对人体健康产生影响。可根据当地水质状况和技术条件选取相关指标；
- d) 对于栖息地改善和河流补给等环境用途，可考虑综合毒性。

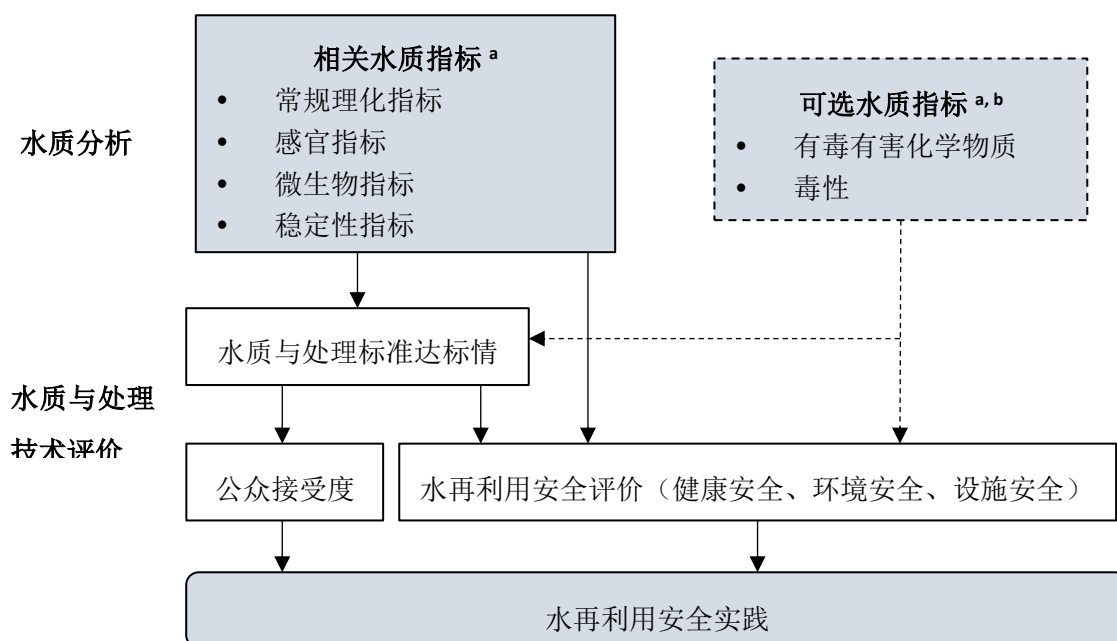
上述可选指标可根据对其潜在风险的关注程度予以考虑。对于每一指标类别，均可采用多种指示指标。还可根据当地具体情况进一步开展调查研究，以支持适宜指标的优化选择和评价。

7 城镇水再利用安全评价框架

水质宜满足预期用途要求，安全评价宜结合具体适用条件开展。此外，应围绕预期用途明确开展水再利用安全评价的需求，以确保评价决策的适宜性和可用性。水再利用安全评价可按照图1所示框架进行。建立水再利用安全评价框架时，宜考虑以下要点：

- a) 安全评价框架主要基于与水质标准以及最佳实践、经验反馈和检查结果的对比。安全评价取决于水质标准的达标情况，以及防止水质劣化的预防措施的有效性；
- b) 安全评价所采用的水质指标，宜结合再生水水源的水质特征、水再利用用途，以及使用者或人群可能存在的不同暴露途径和暴露方式进行选择；
- c) 开展安全评价时，宜考虑易感人群与高暴露风险的人群，包括儿童以及再生水从业人员，如消防队员、道路清洁和车辆清洗工人、再生水设施操作员等；

- d) 可通过设定水质指标，将经摄入、吸入和/或接触暴露于再生水所引起的急性和慢性健康影响风险控制在可接受水平；
- e) 对保护健康、环境和设施开展的安全评价，宜依据水质标准和风险评价指南开展，见 ISO 20426、参考文献[19]和[20]；
- f) 当污染物达到可检出水平，且可能发生生物累积、在环境中持久存在、在食物链中产生生物放大效应，或对人体及敏感物种产生慢性毒性时，可开展水再利用安全的长期评价。



注1：宜在城镇水再利用安全评价中考虑相关水质指标。针对特定水质问题，可根据具体情况，将可选水质指标纳入风险评价。

注2：可开展研究，选择并优化有毒有害化学物质和毒性等指标。

图1 水再利用安全评价框架

8 城镇水再利用的水质指标选择

8.1 概述

为确保安全性和公众接受度，所选水质指标宜与再生水水源特征相适应，并满足预期用途要求。

- a) 适应水源特征。再生水是由城镇污水处理厂出水或原污水经适当处理后获得的。集中式水再利用系统的详细信息见 ISO 20760-1 和 ISO 20760-2。其中，ISO 20760-1 主要规定集中式水再利用系统的设计原则，ISO 20760-2 主要规定集中式水再利用系统的管理要求。选择适宜的水质指标时，宜考虑不同进水类型（如市政污水、少量工业废水或雨水径流等）和不同处理技术类型。
- b) 满足预期用途。不同的再生水利用方式有不同的保护目标和暴露途径，宜根据具体案例分别确定。明确水再利用的保护目标和暴露途径后，再根据不同的保护目标选择水质指标，包括人类健康安全、环境安全、设施安全以及公众接受度。宜监控常规指标和与潜在风险相关的特定指标，并与当地水质标准进行比对。识别出特定场地风险时，可酌情采用可选指标进行评价。可开展研究，以应对健康与环境安全问题（如有毒有害化学物质的长期暴露风险）。

确定适当的水质指标监测点位十分重要。对于环境和娱乐用途、市政非饮用用途（如灌溉、道路高压保洁、冲刷、消防和施工），监测点通常设在再生水厂出水口，用于处理过程控制；必要时，也可设在用水点。对于某些特定的水再利用用途，部分水质指标（如微生物指标和余氯）的监测点位可设置在管网末梢、输配过程管道、处理系统出水口或最终再生水用户场所。涉及车辆清洗、冷却等其他再利用用途，监测点通常设在附加处理系统出水口。

8.2 环境与娱乐用途的评价指标选择

8.2.1 概述

环境用途主要包括将再生水用于湿地补给和维持，以及补充溪流、河流和湖泊水量，该类用途不与人体直接接触。娱乐用途包括可能发生人体非全身性接触的蓄水水体，如观鸟、垂钓和划船；公共水景构筑物，如喷泉、瀑布和人工造雪设施；以及游泳、沐浴和涉水等可能发生全身性接触的娱乐用水。

8.2.2 安全性与公众接受度方面的重要因素

与环境用途相比，娱乐用途的暴露风险更高，宜更加关注公众健康保护。对于喷泉、瀑布等应用场景，宜考虑吸入再生水形成的气溶胶和风吹飞沫所带来的暴露风险。环境和娱乐用途的安全性及公众接受度考虑因素见表3。

表3 环境和娱乐用途水再利用安全性和公众接受度的相关事项

类别	应考虑的事项	环境用途	娱乐用途
健康安全	通过吸入暴露		• ^a
	通过摄入暴露		• ^b
	通过皮肤途径暴露		•
环境安全	对水生生物具有毒性	•	•
	水体富营养化与藻华	•	•
	沉积物与土壤污染	•	•
	受纳水体污染	•	•
公众接受度	色度与臭味	•	•
注：“•”表示需关注该类别。			
^a 可指喷泉和瀑布产生的气溶胶和风吹飞沫。			
^b 在某些娱乐用途中可能发生意外摄入。			

8.2.3 相关水质指标

环境和娱乐用途安全评价及公众接受度所关注的水质指标示例见表4。以下水质指标宜根据用途、再生水供应的水体类型以及人类接触的可能性进行选择：

- a) 宜监测常规理化指标，以确保受纳水体的水质符合环境和娱乐用水标准；
- b) 可考虑浊度、色度和臭味等感官指标，以提高公众对再生水的接受度。受纳水体的臭味在很大程度上受藻类和细菌生长（与生物稳定性有关）、沉积物中有机物的含量和溶解氧的影响；
- c) 宜考虑监测指示菌等微生物指标，以降低潜在的健康风险，尤其在娱乐用途中。此外，可预先测定需氯量，用于调节消毒剂投加量，防止或减少消毒副产物的生成。在常规分析中，可通过监测再生水厂出水口的残余消毒剂和指示菌，保障娱乐利用的安全性；
- d) 宜控制磷、氮等营养盐含量，以维持适宜的营养水平。受纳水体中过量的营养盐可能导致富营养化或藻类的大量繁殖；
- e) 宜考虑监测水体的生物稳定性指标(如藻类)，以防止藻类在受纳水体中生长并降低潜在的健康和环境风险；

f) 基于生态系统保护考虑，宜考虑残余消毒剂(如余氯)和氨氮等指标。

表4 城镇水再利用环境和娱乐用途的安全性和公众接受度的相关水质指标示例^{a, b, c}

环境和娱乐用途再生水
——pH; ——五日生化需氧量（BOD ₅ ）、化学需氧量（COD）或总有机碳（TOC）; ——氨氮; ——总氮（TN）或硝酸盐; ——磷; ——浊度或总悬浮固体（TSS）; ——指示菌，如大肠埃希氏菌、耐热大肠菌群; ——残余消毒剂 ^d
注：本表格参照参考文献[21]、[22]与[23]以及GB/T 18921—2019。
^a 如无特殊要求，监测点位设在再生水处理设施出水口。 ^b 可根据具体风险识别情况，选择溶解氧、受纳水体中藻类相关的生物稳定性、特定金属、表面活性剂等指标，以及色度、臭味等指标。生物稳定性指标的监测点位可设在受纳水体。 ^c 对于娱乐用途的再生水，当存在明确风险或有流行病学证据时，可引入特定微生物指标，如病毒、原生动物等。 ^d 在长水力停留时间的管网系统和娱乐用途中，余氯对于控制生物稳定性和水环境污染，尤其是粪便污染具有重要作用。对于环境用途，可考虑脱氯处理以保护生态系统。

在部分敏感区域，可考虑增加综合毒性、有毒有害化学物质（如金属和可吸附有机卤化物）以及病原微生物等监测指标。

8.3 市政杂用的评价指标选择

8.3.1 概述

城镇地区常见的水再利用杂用场景包括景观灌溉、道路养护、冲厕、消防、建筑施工用水等。景观灌溉水再利用宜遵守ISO 16075-1、ISO 16075-2、ISO 16075-3和ISO 16075-4相关规定。道路养护与维护中的水再利用包括道路清扫及融雪作业。建筑项目中的水再利用包括土壤压实、灰尘抑制、混凝土清洗及混凝土搅拌。

8.3.2 安全性与公众接受度方面的重要因素

市政杂用的安全性与公众接受度考虑因素见表5。对于此类用途，宜重点考虑以下方面：

- a) 宜考虑人体通过直接接触或吸入途径产生的潜在暴露（如再生水产生的气溶胶和风吹飞沫），暴露途径和剂量取决于人类行为和水再利用方式和可接触性。与高压道路维护相比，采用低压道路维护可降低相关风险。此外，宜通过适当管理防止交叉连接污染引起的潜在风险。

注：高压道路维护通常指采用高压水射流或高压冲洗方式进行的道路清洗作业。参照GB/T 26148—2025，高压水射流清洗作业的压力不小于10 MPa。低压道路维护通常指洒水、喷洒、喷雾降尘、低压冲洗等道路清扫和维护方式，其水滴飞溅和气溶胶形成风险相对较低。

特别是对于景观灌溉，与微喷灌和滴灌系统相比，喷灌可能通过吸入途径增加人体对再生水的暴露。

- b) 环境安全宜综合考虑水质状况及水再利用项目的具体条件（包括水再利用能力与受纳水体容量），以及是否有可能排放到雨水管和小溪、池塘和河流的风险。尽管如此，与某些城镇用途中洗涤剂、盐类、融雪剂及其他化学品的面源排放风险相比，再生水相关生态风险通常明显较低。
- c) 宜考虑水再利用中的管道和设施（如冲洗装置）的结垢、污堵和腐蚀。

表5 水再用于道路高压清洗、公厕、室外消防、建筑项目的安全性与公众接受度的相关事项

类别	应考虑的事项	道路高压清洗	公厕	室外消防	建筑项目
健康安全 ^a	通过吸入暴露	•	•	•	•
	通过皮肤途径暴露			•	
环境安全	排放至雨水管道与受纳水体	• ^b		•	• ^b
设施安全	设备管道的结垢腐蚀		•	•	•
公众接受度	色度与臭味	•	•	•	•
注：“•”表示需关注该类别。					
^a 宜对作业人员实施适当的健康防护措施，如穿戴防护服、手套、口罩等，以防止接触。					
^b 风险并非来源于再生水本身，而是来源于融雪和建设工程中添加的化学品。					

8.3.3 相关水质指标

表6列出了市政杂用中用于安全评价及公众接受度评价的水质指标示例。宜根据再生水水源、水再利用设施和设备、水再利用特性、现场特定条件、终端用户和人类暴露可能性（包括暴露途径和剂量）选择合适的相关水质指标。

- 宜关注微生物指标，并采取相应保护措施，以保障人体健康，特别是接触再生水活动所涉及的微生物影响，包括使用者、作业人员和公众等。基于公众健康和接受度考虑，宜关注浊度/总悬浮固体（TSS）和微生物指标，包括大肠埃希氏菌（E.coli）等指示菌。可根据水质和配水系统停留时间，考虑异养菌平板计数（HPC）等生物稳定性指标，以防止细菌生长。宜监测余氯，以验证再生水微生物安全性，并在微生物控制和生态系统保护之间取得平衡。可预先测定需氯量，用于调节消毒剂投加量，防止或减少消毒副产物生成。对于某些特殊情况，可根据已证实的高健康风险接触人群（如婴幼儿、老年人及免疫功能低下者）考虑可选微生物指标。
- 宜考虑色度、臭味等感官指标，以提高公众接受度。市政杂用再生水通常应具有较好水质，不宜伴随或产生异味问题。在某些情况下，臭味可能由输配系统维护不足引起，宜针对相关问题采取措施。此外，对于公厕等部分用途，可有意向再生水中投加染色剂，以掩盖再生水残留色度，并有助于区分再生水和生活饮用水。
- 宜在安全评价中考虑与结垢、污堵和腐蚀相关的设施安全指标，包括浊度、特定阴离子和某些金属，如铁和锰。

在水再利用实践中，可采取以下方法来控制风险：

- 对于灌溉用途，宜采用多重屏障方法，参考 ISO 16075-1 与 ISO 16075-2；
- 对于高压道路维护，宜在无公众在场时段实施道路清洗，并采用自动化设备，以降低道路清洁过程中的风险；
- 对于公厕用途，宜采用消毒、保持余氯、使用消毒剂定期冲洗等措施，以降低风险；
- 对于消防用途，为降低再生水用于消防栓的风险，还建议采取以下措施：保持含余氯的循环水系统、避免误用再生水消防栓、采用颜色编码、设置供水管道的标识和标签、防止回流和交叉连接、预防系统泄漏与腐蚀，并定期使用再生水进行冲洗。

表6 灌溉、道路高压清洗、公厕、室外消防、建筑项目的安全性和公众接受度的相关水质指标示例^a

灌溉 ^b	道路高压清洗 ^c	公厕 ^d	室外消防 ^e	建筑项目 ^f
——pH； ——BOD ₅ ； ——TSS 或浊度； ——电导率或 TDS； ——余氯 ^g ；	——pH； ——浊度或 TSS； ——指示菌（部分情况）	——pH； ——浊度或 TSS； ——色度； ——臭味； ——余氯 ^g ；	——pH； ——浊度或 TSS； ——臭味； ——指示菌； ——余氯 ^g ；	——指示菌（部分情况）

——指示菌； ——臭味		——指示菌		
注：本表格参照参考文献[21]、[23]、[24]、[25]、[26]以及GB/T 18920—2020。				
^a 监测点位通常设在再生水处理设施出水口。 ^b 城镇灌溉用途的指标评价可按照 ISO 16075（所有部分）的相关规定进行。 ^c 对于道路高压清洗，可根据具体情况考虑色度、臭味和余氯等指标。 ^d 对于冲厕，可根据具体情况考虑 HPC 等指标，以反映在长水力停留时间下生物稳定性的变化。 ^e 对于室外消防，色度和特定微生物等指标可根据具体情况考虑。 ^f 对于建筑项目，其他指标可以根据具体情况考虑。 ^g 余氯的监测点位也可设置在管网系统末梢。				

8.4 其他用途的指标考虑因素

8.4.1 安全性与公众接受度方面的重要因素

城镇再生水通常也会被广泛应用于工业和商业用途。再生水处理出水口后通常由用户进行二次处理，这些再生水常用作循环冷却水、冷水补给、车辆清洗等。安全隐患包括健康安全和设施安全，其中公众接受度对车辆清洗环节尤为重要，宜给予重视。表7列出了冷却水、冷水（空调系统用水）和车辆清洗在安全性和公众接受度方面的考虑因素。

- a) 宜考虑风险人群的健康风险，如冷却水和冷水系统使用者、车辆清洗作业人员等。宜考虑并控制人体受冷却塔排放气溶胶产生的潜在暴露。宜注意防止生物生长，尤其是军团菌属（*Legionella* spp.）等。冷却塔的定期维护，包括除雾器清洗，也宜予以重视。与自动洗车相比，手工洗车中人体暴露于再生水的风险较高，宜给予更多关注。
- b) 在冷却水和冷水系统中，包括管道和设施，宜关注由盐度和二氧化硅引起的结垢和腐蚀问题。冷却水和冷水系统中，由生物生长引起的生物污垢也是重要问题。车辆清洗过程中，还宜关注使用再生水可能在车辆表面形成污斑的问题。

在某些情况下，再生水可用于其他潜在的用途，如锅炉补水和室内喷水灭火系统补水。对锅炉补水和室内自动喷水灭火系统补水的安全问题分析，宜根据具体地点、多种因素而异。

表7 用于车辆清洗、冷却水/冷水补给的水再利用的安全性及公众接受度考虑因素

类别	应考虑的事项	冷却水、空调冷水	车辆清洗
健康安全	通过吸入暴露	•	• ^a
	通过皮肤途径暴露		•
设施安全	结垢、污垢和腐蚀	•（管道与设备）	
	车辆上的污点		•
公众接受度	感官问题（色度、臭味等）		•
注：“•”表示需关注该类别。			
^a 在清洗区域未充分隔离或进行高压手动清洗的情况下。			

8.4.2 相关水质指标

表8为城镇水再利用于其他用途的安全评价和公众接受度的相关水质指标示例。宜根据再生水来源、冷却和空调系统管道和设备、车辆清洗设备以及人群接触再生水的情况，选择适合车辆清洗和冷却水/冷水补给的相关水质指标。对于此类用途，宜考虑以下方面：

- a) 基于公共健康考虑，宜关注微生物指标。消毒是应对微生物风险的主动措施。可监测残余消毒剂和大肠埃希氏菌（*E. coli*）等指示菌，以验证水再利用安全性。同时，宜注意将残余消毒剂浓度控制在可接受水平，避免对人体健康和环境造成不利影响。对于冷却水和冷水系统，还宜考虑异养菌平板计数（HPC）等生物稳定性指标，用于生物膜控制。

- b) 对于车辆清洗，宜采取保护措施（手套、口罩等）保障作业人员的健康，避免微生物对车辆清洗作业人员的健康风险，宜采用自动化设备以降低车辆清洗过程中的风险。
- c) 对于冷却水和冷水，宜考虑采用微生物（如军团菌等）或其相关指标（杀菌剂等）。建议在冷却塔维护清洁时添加杀菌剂，以防止军团菌的扩散与传播[27]。
- d) 根据水质、车辆清洗频率以及冷却水和冷水系统的浓缩周期，宜考虑与结垢和腐蚀问题相关的指标，包括浊度、总溶解固体以及化学稳定性指标（如阴离子、阳离子和金属）。对于冷却水和冷水，宜重点关注氨氮，因其可能促进微生物滋生，并可与金属（尤其是铜及铜合金）形成络合物从而诱发腐蚀。

表8 用于车辆清洗、冷却水/冷水补给的安全评价和公众接受度的相关水质指标示例

车辆清洗 ^{a, b}	冷却水/冷水补给 ^{a, c}
——pH; ——浊度或TSS; ——指示菌; ——残余消毒剂^d; ——色度与嗅味（部分情况）	——pH; ——BOD₅, COD或TOC; ——浊度或TSS; ——氨氮; ——TDS或电导率; ——指示菌; ——环境病原微生物; ——残余消毒剂^d; ——硬度
注：本表格参照参考文献[21]、[23]与[26]以及GB/T 18920—2020。 ^a 当识别出特定风险时，可根据具体情况考虑化学稳定性指标（如铁、锰、氯离子、硫酸根离子、碱度等）和生物稳定性指标（HPC等）。特定金属和阴离子的选择，宜结合当地设施和设备条件确定。对于管网末梢和用水点，特别是在水力停留时间较长的情况下，可考虑增加监测点位。 ^b 在识别出风险或存在流行病学证据的情况下，可考虑使用特定微生物指标（如高压手动清洗过程中涉及的病毒、原虫等）。 ^c 对军团菌及其指示指标的监测点位可设置在循环冷却塔或循环冷却水管道处。 ^d 也可在用水点考虑残余消毒剂。对于含铜管道的冷却水或冷水系统，现场使用部分杀菌剂时宜予以关注。	

对于冷却水和冷水，通常宜设置额外的处理单元，以控制无机物、有机物和细菌，防止发生结垢、腐蚀、生物生长、污堵和起泡。在工业区域内，宜避免风吹飞沫扩散至作业人员或公众可接触区域。此外，控制阻垢剂和杀菌剂的浓缩与添加周期对于确保设施安全至关重要。为保障健康安全和设施安全，还建议采用封闭式冷却水和冷水系统以限制场外蒸汽漂移，并进行定期清洗。

9 水再利用安全评价

9.1 概述

水再利用安全评价宜遵循以下三个步骤：水质指标和标准选择、监测以及安全评价。宜优化处理技术和工艺以提高可靠性，确保水质持续达标，见ISO 20468-1。采用成熟技术、规范操作流程以及降低使用过程中的接触风险，被公认为保障水再利用安全的有效措施。

9.2 水质指标和标准的选择

水质指标宜依据再生水的特定用途进行选择。宜明确操作再生水的人员、相关公众关注事项及设施条件，并综合考虑环境因素后根据具体情况从表1、表3、表5或表7中选择关键安全问题，根据水再利用具体条件从表2、表4、表6或表8中选择合适的水质指标。

完成水质指标选择后，对于水质指标的标准或参考值，从业人员可参考国家或所在地水质指南、关键限值，或与特定用途相关的指南。例如，再生水用于冷却水时，其水质宜符合冷却水相关标准。

对于部分重要指标，宜结合风险评价、公众接受度和现行实践选择参考值。

- a) 针对已识别的特定化学或微生物健康风险，可依据标准方法（参见 ISO 20426）进行定性风险评价，以确定相关指标。定量微生物风险评价仅适用于存在高风险及直接暴露情况，并且具备足够建模数据的情形。
- b) 可通过研究不同有机物含量条件下微生物生长特性及其相关的腐蚀与结垢程度，确定可用于风险控制的生物稳定性可接受水平。为确保设施安全，宜将分析结果与实际操作规范进行比对。

9.3 水质监测

水质监测可参考国际标准化组织（ISO）的相关标准方法（如ISO 16075-4）、国家或所在地标准监测方法。分析过程中宜注意再生水特性，如再生水成分组成和低浓度污染物。

监测频次宜根据用途、暴露可能性以及对人体健康和环境的潜在不利影响确定。风险较高时，监测频次宜相应提高。对于运行控制指标，宜采用每日或每周监测，以便及时采取纠正措施。对于非常规水质指标，每年或每半年监测通常可用于控制潜在不利影响。

通常情况下，水质监测点位设置在再生水处理设施出水口处。但在某些暴露风险较高或水质变化风险较高的城镇水再利用场景下，可在管网系统出水口、向终端用户输送的交付点、附加处理设施出水口和终端用户用水点处增设的水质监测点位。对于终端用户用水点，通常关注距离最远、水力停留时间最长的点位。同时终端用户为易受感染人群（儿童、老人、免疫缺陷人群）、高暴露风险人群、敏感生物（水涝植物和濒危物种）、重要设施（冷却塔）等也宜予以更多关注。对于高暴露终端用户用水点，在水再利用项目中，公众宣传和沟通可作为重要内容。质量控制和质量保证是监测方案各阶段的重要组成部分，可确保所采集数据可靠且质量良好。

对于日常监测和管理，建议采用水质指标的替代指标和指示指标。替代指标和/或指示指标去除效果较差，可能表明系统运行异常；而在正常运行条件下，可通过替代指标和/或指示指标的部分或完全去除情况反映处理效果。综合有机物指标可作为水质控制的替代指标。例如，在处理过程中，将紫外吸收和荧光强度的降低作为内分泌干扰物等有毒有害化学物质去除效率的替代指标，可用于反映其去除情况。浊度、余氯以及噬菌体等替代微生物指标，均可作为水质评价的替代指标。通过监测再生水中若干物理和生物类替代指标，可较合理地判断是否达到水质要求^[28]。

9.4 城镇水再利用的安全评价

9.4.1 概述

城镇水再利用的安全评价涵盖健康、环境和设施安全方面。

对于某些水质指标，包括常规水质监测、化学稳定性和感官指标，宜记录监测数据，并与标准指南中规定的目标标准、参考平均值和最大值进行比较。附录A列出了一些国家规定的水质限值，以供参考。宜采取额外措施并加强监测力度，以确保水再利用系统的正常运行。监测结果宜定期报告并进行复核评价。

9.4.2 健康安全评价

健康安全评价基于与水质标准的比较和良好操作规范的实施。可根据具体情况开展定性健康风险评估，参见ISO 20426或各国的健康风险评估指南。可针对通过摄入、吸入和皮肤接触等途径可能带来的潜在风险进行评价。

9.4.3 环境安全评价

城镇水再利用的环境安全评价包括对受纳环境（土壤、地下水和地表水）、空气、水生和陆生生物群的影响评价。

针对受纳水体与土壤的环境安全评价，可结合水再利用项目的具体背景进行。针对土壤、地下水及地表水，可开展定性风险评价，以应对再生水使用过程中可能引发的水体污染风险，评价时结合地下水与地表水的特征及敏感性进行分析。灌溉对地下水和地表水影响的简化评价方法可参考ISO 16075-1的附录C。

对于某些特殊情况，建议采用表2所列的相关指标进行环境安全评价，以评价城镇地区水再利用对水生及陆生生物群落的具体风险。根据不同的再生水应用情景，定性生态风险评价可作为简化方法使用。定量风险评价的相关信息见附录B。

附录 A

(资料性)

部分国家水质标准及水再利用应用指南

作为参考，表A.1～表A.5说明了目前在几个国家实施的不同水再利用（如环境和娱乐用途、景观灌溉、冲厕、道路维护和消防）的水质标准和指南。不同国家成功的水再利用案例研究，见参考文献[21]和[29]。

表A.1 不同国家环境用途水质标准及指南

指标	中国 ^a	西班牙 ^b	美国 ^c
pH	6.0-9.0	最低质量要求将根据具体情况确定	—
BOD ₅ （mg O ₂ /L）	≤10（6）		≤30
TSS（mg/L）	—		≤30
浊度（NTU）	≤10（5）		—
色度（度或哈森单位）	≤20		—
TN（mg N/L）	≤15（10）		—
NH ₃ -N（mg N/L）	≤5（3）		—
TP（mg P/L）	≤0.5（0.3）		—
粪大肠菌群（菌落形成单位，CFU/100毫升或最可能数，MPN/100毫升）	1000（3）		≤200（7天中间数） ≤800（最大值）
余氯（mg/L）	—	≥1.0（90分钟）	

^a 中国：表中限值适用于观赏性景观环境用水中的河道类及景观湿地环境用水，括号内限值适用于湖泊类和水景类，见 GB/T 18921—2019，该文献还列出了一些总体指标值，并给出了一些金属和有毒化学物质的具体值。

^b 西班牙：湿地补水，最小河流流量等，见参考文献[30]。

^c 美国：余氯≥1.0 mg/L（至少 90 分钟的最小实际模式接触时间，除非已证明较短接触时间可达到与本指南建议相当的指示微生物和病原体减少效果。在任何情况下，实际接触时间均不宜少于 30 分钟），见参考文献[23]。在美国，各州自行制定水再利用标准。表中数值为美国环保署（EPA）提出的建议性指导值。

表A.2 不同国家娱乐用途水质标准及指南

指标	中国 ^a	以色列 ^b	日本 ^c (非限制区域)	美国 ^d (限制区域)	美国 ^d (非限制区域)
pH	6.0-9.0	6.5-8.5	5.8-8.6	—	6.0-9.0
BOD ₅ (mg O ₂ /L)	≤10 (6)	<10	—	≤30	≤10
TSS (mg/L)	—	—	—	≤30	—
色度 (度或哈森单位)	≤20	—	≤10	—	—
浊度 (NTU或mg-kaolin/L)	≤10 (5) NTU	≤2 NTU (中间数), < 5 NTU (最大值)	<2 mg-kaolin/L	—	≤2 NTU
NH ₃ -N (mg N/L)	≤5 (3)	—	—	—	—
TN (mg N/L)	≤15 (10)	—	—	—	—
TP (mg P/L)	≤0.5 (0.3)	—	—	—	—
粪大肠菌群 (CFU/100 mL 或 MPN/100 mL)	≤1000个/L; 水景类≤3个/L	< 0 (中间数), <14 (最大值)	—	≤200 (7天中间数), ≤800 (最大值)	不应检出 (7天中间数), ≤14 (最大值)

大肠埃希氏菌 (CFU/100 mL 或 MPN/100 mL)	—	—	不应检出	—	—
余氯 (mg/L)	水景类: 0.05~ 0.1; 其他: —	> 1.0 (30 分 钟)	余氯 > 0.1 或结 合余氯 > 0.4	≥ 1.0 (90 分 钟)	≥ 1.0 (90 分 钟)
^a 中国: 表中限值适用于娱乐性景观环境用水中的河道类, 括号内限值适用于湖泊类和水景类, 见 GB/T 18921-2019, 该文献还列出了一些总体指标值, 并给出了一些金属和有毒化学物质的具体值。 ^b 以色列: 喷泉和瀑布, 见参考文献[30]。 ^c 日本: 见参考文献[32]。 ^d 美国: 余氯 ≥ 1.0 mg/L (至少 90 分钟的最小实际模式接触时间, 除非已证明较短接触时间可达到与本指南建议相当的指示微生物和病原体减少效果。在任何情况下, 实际接触时间均不宜少于 30 分钟), 见参考文献 [23]。在美国, 各州自行制定水再利用标准。表中数值为美国环保署 (EPA) 提出的建议性指导值。					

表A.3 不同国家景观灌溉用途水质标准及指南

指标	澳大利亚 ^a （非限制区域）	中国 ^b	以色列 ^c （非限制区域）	以色列 ^c （限制区域）	日本 ^d	葡萄牙 ^e （限制区域）	美国 ^f （限制区域）
pH	最低质量要求将根据具体情况确定	6.0–9.0	6.5–8.5	6.5–8.5	5.8–8.6	—	6.0–9.0
BOD ₅ （mg O ₂ /L）		≤20	≤10	≤10	—	—	≤30
TSS（mg/L）		—	—	—	—	—	≤30
色度（度或哈森单位）		≤30	—	—	≤40	—	—
浊度（NTU或mg-kaolin/L）		≤ 5 NTU（非限制性区域），10 NTU（限制性区域）	≤ 2 NTU（中间数），≤5 NTU（最大值）	≤ 5 NTU（中间数），≤10 NTU（最大值）	≤ 2 mg-kaolin/L	—	—
NH ₃ -N（mg N/L）		≤20	—	—	—	—	—
粪大肠菌群（CFU/100 mL或MPN/100 mL）		≤ 200（非限制性区域），≤ 1000（限制性区域）	≤0（中间数），≤14（最大值）	≤10（中间数），≤40（最大值）	—	—	—
大肠埃希氏菌（CFU/100mL或MPN/100mL）		—	—	—	—	≤ 200（30 m ≤ d < 60 m），200 < 大肠埃希氏菌 ≤ 1000（60 m ≤ d < 80 m），大于 1000（d ≥ 80 m） ^g	≤ 200（7天中间数），≤800（最大值）
总大肠菌群（CFU/100mL或MPN/100mL）		—	—	—	≤ 1000（临时）	—	—
TDS（mg/L）		≤1000	—	—	—	—	—
余氯（mg/L）	—	> 1.0（30分钟）	> 1.0（30分钟）	—	—	≥ 1.0（90分钟）	
^a 澳大利亚：见参考文献[19]和[20]。							

^b 中国：见 GB/T 25499—2010，其中还列举了部分总体指标数值。
^c 以色列：见参考文献[31]。
^d 日本：见参考文献[32]。
^e 葡萄牙：见参考文献[34]。
^f 美国：余氯 ≥ 1.0 mg/L（至少 90 分钟的最小实际模式接触时间，除非已证明较短接触时间可达到与本指南建议相当的指示微生物和病原体减少效果。在任何情况下，实际接触时间均不宜少于 30 分钟），见参考文献[23]。在美国，各州自行制定水再利用标准。表中数值为美国环保署（EPA）提出的建议性指导值。
^g “d”表示住宅与灌溉区域边界的最小距离。

表A.4 不同国家冲厕用途水质标准及指南

指标	澳大利亚 ^a	加拿大 ^b	中国 ^c	以色列 ^d	日本 ^e	西班牙 ^f	美国 ^g
pH		—	6.0–9.0	6.5–8.5	5.8–8.6	—	6.0–9.0
BOD ₅ (mg O ₂ /L)		≤ 10 （中间数）， ≤ 20 （最大值）	≤ 10	≤ 10	—	—	≤ 10
TSS (mg/L)		≤ 10 （中间数）， ≤ 20 （最大值）	—	—	—	≤ 10	—
色度（铂钴色度单位）		—	≤ 15	—	—	—	—
浊度（NTU或mg-kaolin/L）		≤ 2 NTU（中间数）， ≤ 5 NTU（最大值）	≤ 5 NTU	≤ 2 NTU（中间数）， ≤ 5 NTU（最大值）	≤ 2 mg-kaolin/L	≤ 2 NTU	≤ 2 NTU
NH ₃ -N (mg N/L)		—	≤ 5	—	—	—	—
粪大肠菌群（CFU/100 mL或MPN/100 mL）	最低质量要求将根据具体情况确定	不应检出（中间数）， ≤ 200 （最大值）	—	≤ 0 （中间数）， ≤ 14 （最大值）	—	—	不应检出（中间数）， ≤ 14 （最大值）
大肠埃希氏菌（CFU/100 mL或MPN/100mL）		不应检出（中间数）， ≤ 200 （最大值）	不应检出	—	不应检出	不应检出	—
总大肠菌群（CFU/L）		—	—	—	—	—	—
TDS (mg/L)		—	≤ 1000	—	—	—	—
余氯 (mg/L)		≥ 0.5	≥ 1.0 （30分钟）， ≥ 0.2 （用水点）	> 1 （30分钟）	自由余氯 > 0.1 或结合余氯 > 0.4	—	≥ 1.0 （90分钟）

^a 澳大利亚：见参考文献[19]和[33]。^b 加拿大：见参考文献[24]。^c 中国：见 GB/T 18920—2020，其中还列举了部分总体指标数值。^d 以色列：见参考文献[31]。^e 日本：见参考文献[32]。^f 西班牙：见参考文献[30]。只有在使用点之前的每个部分都明确标示为双回路的情况下，才会给予授权。^g 美国：余氯 ≥ 1.0 mg/L（至少 90 分钟的最小实际模式接触时间，除非已证明较短接触时间可达到与本指南建议相当的指示微生物和病原体减少效果。在任何情况下，实际接触时间均不宜少于 30 分钟），见参考文献[23]。在美国，各州自行制定水再利用标准。表中数值为美国环保署（EPA）提出的建议性指导值。

表A.5 不同国家道路维护与消防灭火用途水质标准及指南

指标	澳大利亚 ^a	中国 ^b	日本 ^c	西班牙 ^d	美国 ^e
pH	最低质量要求将根据具体情况确定	6.0-9.0	5.8-8.6	—	6.0-9.0
BOD ₅ (mg O ₂ /L)		≤10	—	—	≤10
TSS (mg/L)		—	—	≤20	—
色度 (铂钴色度单位)		≤30	—	—	—
浊度 (NTU或mg-kaolin/L)		≤10 NTU	≤2 mg-kaolin/L	≤10 NTU	≤2 NTU
NH ₃ -N (mg N/L)		≤10	—	—	—
粪大肠菌群 (CFU/100mL 或 MPN/100mL)		—	—	—	不应检出 (中间数), ≤14 (最大值)
大肠埃希氏菌 (CFU/100 mL 或 MPN/100 mL)		不应检出	不应检出	≤200	—
总大肠菌群 (CFU/L)		—	—	—	—
^a 澳大利亚: 见参考文献[19]。 ^b 中国: 见 GB/T 18920—2020, 其中还列举了部分总体指标数值。 ^c 日本: 见参考文献[32]。 ^d 西班牙: 城市用途, 质量 1.2 级服务。如果存在水雾化的风险, 应遵守公共卫生当局根据具体情况规定的使用条件。否则, 此类用途将不予批准, 见参考文献[30]。 ^e 美国: 见参考文献[23]。在美国, 各州自行制定水再利用标准。表中数值为美国环保署 (EPA) 提出的建议性指导值。					

附录 B

(资料性)

特殊情况下的水再利用环境安全评价

对于当地具有代表性受保护物种和/或生态脆弱环境等特殊情况，水再利用宜作为一种可选方案予以考虑。在此情况下，当定性分析表明存在高风险且研究数据充足时，可在研究项目中开展定量风险评价。生态风险评价包括以下几个步骤：问题界定、风险分析（暴露表征和环境效应表征）以及风险表征[16][34]，具体如下：

- a) 在问题界定阶段，受体和评价终点的选择宜取决于水再利用方式、当地代表性受保护物种，以及当地环境和地质条件；
- b) 在暴露表征阶段，建议估算由水再利用导致的场地环境浓度值（EECWR）。当缺乏再生水中相关化学物质的 EECWR 数据时，可采用经再生水中污染物浓度调整后的数据，用于评价潜在风险；
- c) 在环境效应表征阶段，宜选取最大无影响浓度（NOEC）和半致死浓度（LC50）等指标。上述指标都是基于现有的毒理学数据，在毒性试验中，可考虑当地代表性受保护物种（包括珍贵、敏感和稀有物种）。

对于毒性指标的环境安全评价，当未经浓缩的再生水样品中检出明显水生毒性时，可推断存在潜在不安全状况。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18920—2020 城市污水再生利用 城市杂用水水质
- [2] GB/T 18921—2019 城市污水再生利用 景观环境用水水质
- [3] GB/T 19923—2024 城市污水再生利用 工业用水水质
- [4] GB/T 25499—2010 城市污水再生利用 绿地灌溉水质
- [5] GB/T 26148—2025 高压水射流清洗作业安全规范
- [6] GB/T 29044—2012 采暖空调系统水质
- [7] GB/T 50050—2017 工业循环冷却水处理设计规范
- [8] ISO 16075-1 Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects—Part 1: The basis of a reuse project for irrigation
- [9] ISO 16075-2 Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects—Part 2: Development of the project
- [10] ISO 16075-3 Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects—Part 3: Components of a reuse project for irrigation
- [11] ISO 16075-4 Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects—Part 4: Monitoring
- [12] ISO 20426 Risk and performance evaluation of water reuse systems—Guidelines for health risk assessment and management for water reuse
- [13] ISO 20468-1 Guidelines for performance evaluation of treatment technologies for water reuse systems—Part 1: General
- [14] ISO 20670 Water reuse—Vocabulary
- [15] ISO 20760-1 Water reuse in urban areas—Guidelines for centralized water reuse system—Part 1: design principle of a centralized water reuse system
- [16] ISO 20760-2 Water reuse in urban areas—Guidelines for centralized water reuse system—Part 2: Management of a centralized water reuse system
- [17] HU H.Y., HUANG J.J., SUN Y., WU Q.Y. Water quality research methodology, 2015, Science Press China, Beijing, China
- [18] RITTMANN B.E., & SNOEYINK V.L. Achieving biologically stable drinking water. J. Am. Water Works Assoc. 1984, 76 pp. 106-114
- [19] Natural resource management ministerial council, environment protection and heritage council, and Australian health minister's conference. Australian guidelines for water recycling: managing health and environmental risks (Phase 1). Canberra, Australia, 2006. Available from: <http://wwwrecycledwater.com.au/index.php?id=16>
- [20] EPA/630/R-95/002F. Guidelines for ecological risk assessment, 1998, United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., USA
- [21] ASANO T., BURTON F.L., LEVERENZ H.L., TSUCHIHASHI R., TCHOBANOGLIOUS G. Water reuse issues, technologies, and applications, 2007, McGraw-Hill Companies, New York, USA
- [22] H129-15/2012E. Guidelines for Canadian recreational water quality, 2012, Water, Air and Climate Change Bureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Canada

- [23] EPA/600/R-12/618. Guidelines for water reuse, 2012, United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., USA
- [24] H128-1/10-602E. Canadian Guidelines for domestic reclaimed water for use in toilet flushing and urinal flushing, 2010, Health Canada, Ottawa, Canada
- [25] DWE 08-092. Interim NSW guidelines for management of private recycled water schemes, 2008, Department of Water and Energy, New South Wales, Sydney, Australia
- [26] 62-610. Reuse of reclaimed water and land application, 1996, Florida Administrative Code, Florida, USA
- [27] World Health Organization. Legionella and the prevention of legionellosis, 2007, WHO Press, Geneva Switzerland
- [28] Wateruse Association. Development of indicators and surrogates for chemical contaminant removal during wastewater treatment and reclamation. 2008, Alexandria, VA. Available from: <https://watereuse.org/watereuse-research/03-14-development-of-indicators-and-surrogate-for-chemical-contaminant/>
- [29] LAZAROVA V., ASANO T., BAHRI A., ANDERSON J. Milestones in water reuse: the best success stories, 2013, IWA Publishing, London, UK
- [30] Royal Decree 1620/2007. Spanish regulations for water reuse, 2007, Spanish Association for Sustainable Water Reuse, Madrid, Spain
- [31] Rules for reclaimed water reuse in the city, for recreation and in the industry, 2003, Rules of the Ministry of Health of Israel, Israel
- [32] Technical guideline standards for treated wastewater reuse in Japan, 2005, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Tokyo, Japan
- [33] Australian guidelines for water recycling: managing health and environmental risks (Phase 1), 2006, Natural Resource management Ministerial Council, Canberra, Australia
- [34] NP 4434. Norma portuguesa sobre reutilização de Águas residuais urbanas tratadas na Rega, 2006, Instituto Portugues da Qualidade, IPQ, Caparica
- [35] EPA/540/R-97/006. Ecological risk assessment guidance for superfund: Process for designing and conducting ecological risk assessments – interim final, 1997, United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., USA
-

《城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法》（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况，包括任务来源、制定背景、起草过程等

（一）编写目的及任务来源

水资源短缺和水环境污染是我国城镇化进程中长期面临的重要问题。我国水资源时空分布不均，人均水资源量仅为世界平均水平四分之一左右，部分地区工程性缺水、资源性缺水和水质性缺水问题并存，城镇生产生活用水、生态环境用水和产业发展用水之间的矛盾仍较突出。在此背景下，推进城镇水再利用，是缓解水资源供需矛盾、提高水资源利用效率、改善水生态环境质量的重要举措。

城镇再生水作为稳定可靠的非常规水源，可广泛用于工业冷却、市政杂用、绿化灌溉、道路清洗、景观环境补水等领域，对减少新鲜水取用量、降低污水排放负荷、缓解地下水超采和远距离调水压力具有重要作用。再生水经过适宜处理后回用于城镇不同场景，不仅能够实现污水资源化利用，还能够推动城市水系统由“取水—用水—排水”的单向模式向循环利用模式转变，符合我国“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，也契合“减量化、资源化、再利用”的循环经济发展理念。

近年来，中国政府高度重视再生水利用工作，将其视为构建

节水型社会和实现绿色低碳发展的核心抓手。国家相继出台了《关于推进污水资源化利用的指导意见》、《“十四五”节水型社会建设规划》等一系列政策文件，明确提出要显著提升城镇污水资源化利用水平。再生水作为“第二水源”，在工业冷却、景观环境、市政杂用等领域的广泛应用，不仅能有效缓解缺水地区的用水压力，减少对地下水和远距离调水的依赖，更能通过深度处理显著削减入河污染物总量，实现经济效益与生态环境效益的双赢。城镇水再利用的系统推进，正成为落实水资源刚性约束制度、保障国家水安全的重要战略支撑。

本标准编制的目的与意义。一是完善我国城镇水再利用安全评价标准体系。当前，我国城镇再生水利用已形成一定工程基础，但针对不同再利用用途的安全评价指标、评价方法和适用条件仍需进一步规范。通过等同采用 ISO 20761:2018，可引入国际上关于城镇水再利用安全评价的通用技术框架，明确评价指标、评价方法和评价关注点，为我国城镇水再利用项目的规划、设计、运行、监管和评估提供标准依据；二是提升再生水利用的安全保障水平。城镇再生水利用涉及人体健康、生态环境、设施运行和公众接受度等多方面因素。本标准可为水再利用项目的规划者、管理者、技术顾问、设计者、处理系统运营商、第三方评价机构、相关主管部门以及水处理技术制造商等提供安全评价方法，有助于其科学识别再生水利用过程中的潜在风险，合理判断再生水水质

与最终用途之间的适配性，提高再生水利用的安全性、可靠性和可监管性；三是促进再生水资源高效利用和城市可持续发展。推进城镇水再利用，有利于减少常规水资源消耗，降低污水直排对水环境造成的影响，提高城市水资源循环利用水平。本标准的制定和实施，将有助于推动再生水在市政、工业、生态环境等领域安全、规范、稳定利用，促进水资源节约集约利用，支撑节水型城市和节水型社会建设；四是推动我国标准与国际标准接轨。

ISO 20761:2018 是城镇水再利用安全评价领域的重要国际标准，内容涵盖评价指标与方法，可为再生水安全利用提供系统化技术指导。将该国际标准等同转化为我国国家标准，有助于吸收国际先进经验，提升我国城镇水再利用标准的国际一致性和适用性，促进相关技术、工程实践和管理要求与国际接轨。

综上，制定《城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法》，有效弥补了我国在该领域标准体系的不足，为城镇水再利用的安全评价提供科学、实用的技术指导，对于推动污水资源化利用和促进城市绿色可持续发展具有重要意义。

本标准是由全国水再利用标准化技术委员会（SAC/TC618）提出并归口，列入了国家标准化管理委员会 2025 年第十一批推荐性国家标准计划，项目编号为 20256287-T-469。由清华大学深圳国际研究生院、清华苏州环境创新研究院等负责组织有关单位的专家共同转化起草。

标准立项信息如下：

项目编号：20256287-T-469

项目名称：城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法

制、修订：制定

主管部门：国家标准委

归口单位：全国水再利用标准化技术委员会（SAC/TC618）

起草单位：清华大学深圳国际研究生院、清华苏州环境创新研究院、浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）、中国标准化研究院、中国科学院生态环境研究中心、中铁建发展集团有限公司、宁波市水务环境集团股份有限公司、清华大学、江苏中电创新环境科技有限公司、上海世浦泰膜科技有限公司、中国建筑发展有限公司、中华环保联合会、北京工业大学、南京大学、四川大学、浙江工业职业技术学院、中国南水北调集团生态环保有限公司、江西省质量和标准化研究院、内蒙古农业大学等。

（二）城镇水再利用安全评价现状

1. 城镇水再利用发展现状

随着我国城镇化进程持续推进，城市用水需求不断增长，水资源短缺与水环境污染问题日益突出。推进城镇水再利用，

已成为缓解城市水资源供需矛盾、提高水资源利用效率、改善水生态环境质量的重要途径。城镇再生水作为稳定可靠的非常规水源，可广泛应用于工业冷却、市政杂用、绿化灌溉、道路清洗、景观环境补水、车辆清洗、消防、建筑施工等领域，在减少新鲜水取用量、降低污水排放负荷、缓解地下水超采和远距离调水压力等方面发挥了积极作用。

近年来，我国相继出台《关于推进污水资源化利用的指导意见》《“十四五”节水型社会建设规划》《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》等政策文件，对提高城镇污水资源化利用水平、拓展再生水利用领域、完善再生水利用标准体系提出了明确要求。随着再生水利用规模不断扩大，应用场景由传统的市政杂用、绿化灌溉逐步拓展至工业、生态环境、城市景观和公共服务等领域，对再生水安全利用和风险控制提出了更高要求。

目前，我国已发布一批与城镇再生水利用相关的水质标准和技术导则，如《城市污水再生利用 城市杂用水水质》《城市污水再生利用 景观环境用水水质》《城市污水再生利用 工业用水水质》《水回用导则 再生水分级》《水回用导则 再生水厂水质管理》等，为再生水不同用途的水质控制和管理提供了技术依据。但从再生水安全评价角度看，现有标准更多侧重于

具体用途的水质限值、处理工艺或运行管理要求，针对不同用途下健康安全、环境安全、设施安全及公众接受度的系统性评价方法仍需进一步完善。

2. 城镇水再利用安全评价的主要影响因素

城镇水再利用安全评价涉及水源水质、处理工艺、再生水用途、暴露途径、受纳环境、设施条件和公众接受度等多方面因素。不同再利用用途的风险特征和评价重点存在明显差异，因此安全评价不宜仅以单一水质指标或统一限值进行判断，而应结合具体场景开展综合分析。

（1）水源水质及处理工艺影响再生水安全性

城镇再生水通常来源于市政污水处理厂出水或经适当处理的原污水，水源中可能含有有机物、营养盐、盐类、微生物、有毒有害化学物质及消毒副产物等。处理工艺的稳定性、消毒效果、深度处理能力以及储存和输配过程中的水质变化，都会影响再生水最终使用安全。

（2）再利用用途决定评价重点

用于景观环境补水、娱乐性用水时，宜重点关注人体接触、气溶胶吸入、富营养化、藻类生长和公众感官接受度等问题；用于道路清洗、冲厕、消防、建筑施工等市政非饮用用途时，宜重点关注直接接触、吸入暴露、交叉连接、设施腐蚀和

运行安全等问题；用于冷却水、冷冻水补给和车辆清洗等用途时，宜重点关注微生物滋生、军团菌风险、结垢、污堵、腐蚀以及车辆表面污斑等问题。

（3）暴露途径和敏感人群影响风险水平

再生水在使用过程中可能通过摄入、吸入和皮肤接触等途径对人体产生影响。儿童、老年人、免疫功能较弱人群，以及道路清洁人员、车辆清洗人员、消防人员、再生水设施运行人员等高暴露人群，均可能面临较高风险。因此，在安全评价中需结合使用方式、暴露频次、暴露剂量和人群特征进行综合判断。

（4）环境受体和设施条件影响评价结果

再生水排入或补给地表水体、湿地、土壤、地下水等环境受体时，可能对水生生物、陆生生物、受纳水体水质、土壤盐分和地下水环境产生影响。同时，再生水中的盐类、硬度、氨氮、悬浮物、微生物及腐蚀性成分，可能导致输配管网、储存设施、冷却系统和终端用水设备出现结垢、污堵、腐蚀和生物膜滋生等问题。

3. 现有城镇水再利用安全管理要求

我国现行再生水利用相关标准已从不同角度对再生水利用提出了要求。城市杂用水、景观环境用水、工业用水等水质标

准，分别规定了不同用途下的基本水质指标和限值要求；水回用导则系列标准则从再生水厂水质管理、再生水分级、处理工艺评价和利用效益评价等方面提供了技术指导。这些标准为城镇水再利用安全管理奠定了良好基础。

但是，随着再生水利用场景不断拓展，单纯依靠用途水质标准已难以完全满足安全评价和风险管理需求。不同地区在水源构成、处理工艺、环境条件、公众接触方式和管理能力方面存在差异，再生水利用过程中的潜在风险也具有明显的场景特征。因此，需要在现有水质标准基础上，进一步建立面向安全评价的指标选择方法和评价框架，明确不同用途下应重点关注的健康安全、环境安全、设施安全及公众接受度要求。

本文件等同采用 ISO 20761:2018，重点从水质角度提出城镇水再利用安全评价的评价指标与方法，可与我国现行再生水水质标准、处理工艺评价标准和水质管理标准形成衔接，为再生水项目的规划、设计、运行、监测、评价和监管提供补充性技术支撑。

4. 现有安全评价技术应用与存在问题

目前，在城镇再生水工程实践中，安全评价主要依托水质监测、处理工艺控制、消毒效果验证、运行巡检和用途适配性判断等方式开展。常用评价指标包括 pH、BOD₅、COD、TOC、

TSS、浊度、氨氮、总氮、总磷、余氯、色度、气味、指示菌、异养菌平板计数以及部分有毒有害化学物质等。在部分高风险或特殊用途场景下，也会结合病原微生物、消毒副产物、稳定性指标、毒性指标和设施腐蚀结垢指标开展补充评价。

总体来看，我国城镇水再利用安全管理已具备一定标准基础和工程经验，但仍存在以下问题：一是不同用途下安全评价指标选择不够系统，健康安全、环境安全、设施安全和公众接受度之间的衔接不足；二是部分项目重视出水水质达标，但对输配、储存和终端使用过程中的水质变化关注不足；三是针对高暴露人群、敏感环境受体和特殊用途场景的风险识别和评价方法仍需完善；四是指示指标、替代指标和补充指标的选取缺乏统一指导，不利于不同项目之间评价结果的比较和应用。

（三）标准编制过程

1. 预研阶段

2025 年 9 月—12 月，清华大学深圳国际研究生院、清华苏州环境创新研究院等通过资料梳理分析、调研等方式开展相关研究论证，成立编制组，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》要求，起草标准草案，并开展标准立项准备工作。

2. 立项阶段

2025 年 12 月，国家标准化管理委员会标准项目立项申请通过，项目编号为 20256287-T-469。

3. 标准启动阶段

2026 年 5 月 11 日，由清华大学深圳国际研究生院牵头，在北京召开了标准编制组成立会议暨第一次工作会议（启动会）。全国水再利用标准化技术委员会（SAC/TC 618）归口管理，来自清华大学深圳国际研究生院、清华苏州环境创新研究院、浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）、中国标准化研究院、中国科学院生态环境研究中心、中铁建发展集团有限公司、宁波市水务环境集团股份有限公司、清华大学、江苏中电创新环境科技有限公司、上海世浦泰膜科技有限公司、中国建筑发展有限公司、中华环保联合会、北京工业大学、南京大学、四川大学、浙江工业职业技术学院、中国南水北调集团生态环保有限公司、江西省质量和标准化研究院、内蒙古农业大学等单位的专家和代表参加会议。

会议明确了标准转化的总体思路、核心技术指标及编制原则，确定标准编写需严格遵循 GB/T 1.1—2020 和 GB/T 1.2—2020 的相关要求。会议审议并通过了起草组组成方案及人员分工，确定了标准各章节的牵头起草单位和配合单位，明确了草案稿、征求意见稿、送审稿、报批稿的关键时间节点和协作机

制。会议决议正式启动《城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法》国家标准的制定工作，要求起草组严格按照分工开展工作，及时反馈工作进展。

4. 标准起草阶段

2026 年 1 月—6 月，编制组完成了对 ISO 20761:2018 英文原版的全文翻译工作。2026 年 4 月—5 月，编制组重点对术语统一、句式转换、技术内容准确性等方面进行了把关。2026 年 5 月中旬至 6 月初，各章节负责单位按大纲起草内容，企业单位提交典型工程案例及数据，牵头单位整合完成标准《草案稿》和《编制说明》（初稿）。

2026 年 5 月 19 日，以线上形式召开标准专家咨询会，编制组成员代表、全国水再利用标准化技术委员会（SAC/TC 618）专家和再生水、市政给排水、标准化等领域相关专家参加，针对标准条款和核心技术内容讨论。

5. 标准专家咨询阶段

2026 年 6 月 3 日，编制组以线上形式召开标准专家咨询会。来自清华大学深圳国际研究生院、清华苏州环境创新研究院、浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）、中国标准化研究院、中国科学院生态环境研究中心、中铁建发展集团有限公司、宁波市水务环境集团股份有限公司、清华大

学、江苏中电创新环境科技有限公司、上海世浦泰膜科技有限公司、中国建筑发展有限公司、中华环保联合会、北京工业大学、南京大学、四川大学、浙江工业职业技术学院、中国南水北调集团生态环保有限公司、江西省质量和标准化研究院、内蒙古农业大学等单位的专家参加会议。

与会专家听取了编制组对标准编制情况的汇报，逐条审议了标准草案文本，围绕标准适用范围、评价指标体系、评价框架、用途分类方法及文本表述等内容征求专家意见。专家咨询会形成以下主要意见：（1）标准内容符合 GB/T 1.1—2020 和 GB/T 1.2—2020 的相关要求；（2）建议进一步完善标准文本翻译工作，结合我国实际情况对标准文本进行合理、必要的修改；（3）要求起草组根据专家意见对标准进行修改和完善，尽快完成标准征求意见稿及编制说明的起草工作。编制组根据专家意见对标准草案进行了逐条修改和完善。

（四）主要起草人员、起草单位及其所做的工作

标准主要起草人：吴乾元、胡洪营、魏东斌、张玉博、温进化、张荣社、张徐祥、陈东旭、杨钻、田宇鸣、白海龙、王连峰、刘牡、白雪、李玮钰、王文龙、巫寅虎、陈卓、杜烨、蒋士龙、闫武昆、张莉、徐傲、虞静静、徐伟杰、茅彦彬、陈清、周学礼、董程、高尚、刘晓民、杨耀天等。

主要起草单位：清华大学深圳国际研究生院、清华苏州环境创新研究院、浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）、中国标准化研究院、中国科学院生态环境研究中心、中铁建发展集团有限公司、宁波市水务环境集团股份有限公司、清华大学、江苏中电创新环境科技有限公司、上海世浦泰膜科技有限公司、中国建筑发展有限公司、中华环保联合会、北京工业大学、南京大学、四川大学、浙江工业职业技术学院、中国南水北调集团生态环保有限公司、江西省质量和标准化研究院、内蒙古农业大学等。

本标准各主要起草单位立足自身专业领域与业务优势，各司其职、协同配合、聚力推进，共同完成标准编制全流程各项工作任务，各单位具体工作如下：

序号	起草单位	单位类型	负责章节	核心职责
1	清华大学深圳国际研究生院	科研机构	前言；第 1 章 “范围”；第 2 章 “规范性引用文件”；全文统稿与质量审核	统筹协调起草组各项工作，制定起草工作计划，组织召开起草工作会议；牵头完成标准总体框架搭建、国际标准内容转化及全文整合；负责标准范围、适用对象和规范性引用文件的撰写与审核；负责意见征集、汇总处理及标准修改完善工作；牵头编制标准编制说明、意见汇总处理表等相关材料；对接主管单位和技术委员会，汇报工作进展，协调解决起草过程中的重大问题；负责标准报批相关材料的整理、报送工作；对标准全文进行统稿、定稿和质量审核。
2	清华苏州环境创新研究院	科研机构	第 6 章 “水再利用安全指标”；第 7 章 “城镇水再利用安全评价框架”；表 2；图 1	协助牵头单位开展国际标准内容转化工作；参与标准全文专业翻译、语言润色与表述规范化；负责第 6 章水再利用安全指标的撰写与论证，重点梳理常规理化指标、感官指标、微生物指标、稳定性指标以及有毒有害化学物质等内容；负责表 2 “水再利用安全性与公众接受度的相关水质指标”的整理与完善；负责第 7 章城镇水再利用安全评价框架的编写，绘制并完善图 1 “水再利用安全评价框架”；参与标准技术指标适用性分析和全文协调性审核。
3	浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）	科研机构	第 8.2 节 “环境与娱乐用途的评价指标选择”中环境用途、受纳水体、湿地补给、河流湖泊补水等内容	提供水环境、水生态、河湖湿地补水及受纳水体管理等方面的技术支撑；参与第 8.2 节环境与娱乐用途评价指标选择的编写与论证，重点支撑湿地补给、溪流河流湖泊补水、受纳水体污染、富营养化、藻华及水生生态风险等内容；协助完善表 3、表 4 中与环境用途相关的水质指标、环境安全因素及公众接受度因素；参与附录 A 中环境用途相关水质标准和指南信息的比对与校核。

序号	起草单位	单位类型	负责章节	核心职责
4	中国标准化研究院	科研机构	第3章“术语和定义”；第4章“缩略语”；参考文献；标准文本规范性审核	协助牵头单位开展标准总体框架搭建及国际标准内容转化；负责标准全文专业翻译、语言润色与表述规范化；负责第3章术语和定义的编写、审核与规范化表达；负责第4章缩略语的编写与审核，重点校核 BOD ₅ 、COD、CFU、DBPs、DO、E. coli、EECWR、HPC、LC ₅₀ 、NOEC、TSS、TDS、TN、TOC 等缩略语；负责参考文献中 ISO 标准、国际指南、国内外标准及相关技术文件的整理、校核和格式统一；负责全文标准化表达、结构格式和 GB/T 1.1—2020 符合性审核。
5	中国科学院生态环境研究中心	科研机构	附录 A “部分国家水质标准及水再利用应用指南”；附录 B “特殊情况下的水再利用环境安全评价”；第 9.4.3 节“环境安全评价”	负责国内外水再利用相关水质标准、应用指南、环境风险评价资料和生态安全评价方法的收集、比对与整理；负责附录 A 中不同国家环境用途、娱乐用途、景观灌溉、冲厕、道路维护和消防等用途水质标准及指南信息的整理与审核；负责附录 B 中特殊情况下水再利用环境安全评价内容的编写与技术校核；参与第 9.4.3 节环境安全评价的技术论证，重点支撑受纳环境、水生和陆生生物、生态脆弱环境、受保护物种及定性、定量生态风险评价等内容。
6	中铁建发展集团有限公司	企业	第 8.3 节“市政杂用的评价指标选择”中道路养护、道路高压清洗、消防和建筑项目等工程应用内容	提供交通、市政基础设施、道路清洗、消防用水和建筑施工用水等工程应用资料；参与第 8.3 节市政杂用评价指标选择的编写与工程适用性论证；重点支撑道路高压清洗、低压道路维护、道路清扫、融雪作业、建筑施工、土壤压实、灰尘抑制、混凝土清洗及混凝土搅拌等场景的内容编写；协助完善表 5、表 6 中道路清洗、室外消防和建筑项目相关的健康安全、环境安全、设施安全及公众接受度因素；协助开展意见征集工作，反馈相关单位意见。

序号	起草单位	单位类型	负责章节	核心职责
7	宁波市水务环境集团有限公司	企业	第 8.2 节“环境与娱乐用途的评价指标选择”（含 8.2.1、8.2.2、8.2.3、表 3、表 4）	提供城镇再生水利用、水务运营、景观环境补水、河湖补水和公共水景等工程实践资料；负责第 8.2 节环境与娱乐用途评价指标选择的撰写与工程适用性论证；负责表 3“环境和娱乐用途水再利用安全性和公众接受度的相关事项”和表 4“城镇水再利用环境和娱乐用途的安全性和公众接受度的相关水质指标示例”的工程案例支撑与适用性分析；参与环境用途和娱乐用途下人体暴露、气溶胶吸入、意外摄入、皮肤接触、受纳水体污染、富营养化和公众感官接受度等内容的论证；协助开展意见征集工作，反馈相关单位意见。
8	清华大学	科研机构	第 5 章“水再利用安全”（健康安全、环境安全、设施安全、公众接受度；表 1）	协助牵头单位完成标准总体框架搭建、国际标准内容转化及全文整合；具体负责第 5 章水再利用安全的撰写与技术论证，明确水再利用安全通常包括健康安全、环境安全和设施安全，并需考虑公众接受度；负责表 1“城镇水再利用安全性和公众接受度相关因素”的内容梳理与审核；参与健康风险、环境影响、设施结垢污堵腐蚀、色度嗅味等公众接受度因素的技术论证；参与标准文本修改完善、意见汇总处理和全文质量审核。
9	江苏中电创新环境科技有限公司	企业	第 8.3 节“市政杂用的评价指标选择”（含 8.3.1、8.3.2、8.3.3、表 5、表 6）	提供城镇水再利用安全评价相关工程案例和实践资料；负责第 8.3 节市政杂用评价指标选择的撰写与工程适用性论证；负责第 8.3.1 节概述的工程案例支撑，明确城镇地区常见市政杂用水场景；负责第 8.3.2 节中健康安全、环境安全、设施安全和公众接受度因素的分析；负责第 8.3.3 节相关水质指标的工程适用性论证，参与表 5、表 6 中灌溉、道路高压清洗、冲厕、室外消防、建筑项目等用途的指标选择、监测点位、安全评价方法和风险控制措施论证。

序号	起草单位	单位类型	负责章节	核心职责
10	上海世浦泰膜科技有限公司	企业	第 8.4 节“其他用途的指标考虑因素”中膜处理、深度处理及附加处理系统相关内容；表 7、表 8	提供膜处理、深度处理、附加处理系统及再生水出水水质稳定性相关工程实践资料；参与第 8.4 节其他用途指标考虑因素的技术论证，重点支撑车辆清洗、冷却水补给、冷水补给等用途下的处理工艺适用性、附加处理系统出水口监测、设施安全和运行可靠性等内容；参与表 7、表 8 中相关用途的水质指标、设施安全因素、公众接受度因素和监测要求论证；协助开展意见征集工作，反馈相关单位意见。
11	中国建筑发展有限公司	企业	第 8.3 节“市政杂用的评价指标选择”中建筑项目、施工用水、室外消防及设施安全相关内容	提供建筑工程、市政配套、施工用水、消防系统和再生水在建筑场景应用中的工程资料；参与第 8.3 节中建筑项目、室外消防、冲厕及施工用水等场景的内容编写和适用性论证；重点支撑建筑项目用水中的土壤压实、灰尘抑制、混凝土清洗、混凝土搅拌，以及再生水管道标识、防止回流、防止交叉连接、系统泄漏与腐蚀防控等内容；协助完善表 5、表 6 中建筑项目和消防用途的健康安全、设施安全和公众接受度相关指标。
12	中华环保联合会	社会组织	第 5 章“水再利用安全”中公众接受度相关内容；第 7 章“城镇水再利用安全评价框架”；标准实施与意见征集相关内容	参与公众接受度、环境安全和水再利用安全实践相关内容论证；协助从行业推广、公众沟通、社会参与和标准实施角度对标准条款的适用性进行审核；参与第 7 章安全评价框架中公众接受度和水再利用安全实践相关内容完善；协助开展意见征集、行业反馈汇总及标准宣传应用建议研究。

序号	起草单位	单位类型	负责章节	核心职责
13	北京工业大学	科研机构	第 9.4 节“城镇水再利用的安全评价”（含 9.4.1 概述、9.4.2 健康安全评价、9.4.3 环境安全评价）	参与标准技术内容适用性分析；协助开展与现行再生水利用标准、水质标准和风险评价指南的协调性比对；负责第 9.4 节城镇水再利用安全评价的撰写与技术论证；负责第 9.4.1 节概述的编写，明确常规水质监测、化学稳定性和感官指标等监测数据应与标准、指南、参考平均值和最大值进行比较；负责第 9.4.2 节健康安全评价的编写，支撑摄入、吸入和皮肤接触等途径下的健康风险评价；参与第 9.4.3 节环境安全评价的编写和标准文本修改完善。
14	南京大学	科研机构	第 9.1 节“概述”；第 9.2 节“水质指标和标准的选择”；第 9.3 节“水质监测”	参与国际标准转化过程中的工程适用性分析和技术指标论证；负责第 9.1 节概述的撰写，明确水再利用安全评价宜包括水质指标和标准选择、监测以及安全评价三个步骤；负责第 9.2 节水质指标和标准的选择的编写，明确应根据再生水特定用途、操作人员、公众关注事项、设施条件和环境因素选择安全问题和水质指标；负责第 9.3 节水质监测的编写，明确监测方法、监测频次、监测点位、替代指标和指示指标等内容；协助开展意见征集工作，反馈相关单位意见。
15	四川大学	科研机构	第 8.1 节“概述”；第 8 章“城镇水再利用的水质指标选择”通用原则	协助标准全文专业翻译、语言润色与表述规范化工作；参与标准技术指标的论证及试验验证工作；负责第 8.1 节概述的撰写与论证，明确水质指标选择应与再生水水源特征相适应，并满足预期用途要求；参与水源特征、不同进水类型、不同处理技术类型、保护目标、暴露途径、监测点位和可选指标等内容的论证；协助完成标准编制说明中相关内容的撰写和修改完善。

序号	起草单位	单位类型	负责章节	核心职责
16	浙江工业职业技术学院	高等院校	第8章“城镇水再利用的水质指标选择”、第9章“水再利用安全评价”及附录的工程适用性论证与文本校核	协助起草组开展标准技术指标的论证、工程应用调研与试验验证工作；重点围绕第8章各应用场景，如环境与娱乐用途、市政杂用、其他用途等，开展工程适用性分析；参与第9章水质指标和标准选择、水质监测、安全评价方法的可操作性论证；协助对附录A、附录B中国内外相关标准、指南数据的收集、比对与校核；参与标准文本的专业语言润色与质量把关，协助反馈及处理征求意见。
17	中国南水北调集团生态环保有限公司	企业	第9.4.3节“环境安全评价”；附录B“特殊情况下的水再利用环境安全评价”；生态环境风险控制相关内容	提供大型调水工程、生态补水、水环境治理和生态保护相关工程实践资料；参与第9.4.3节环境安全评价的技术论证，重点支撑再生水对土壤、地下水、地表水、空气、水生和陆生生物群的影响评价；参与附录B中特殊情况下水再利用环境安全评价内容的编写与审核，协助论证受保护物种、生态脆弱环境、场地环境浓度估算、暴露表征、环境效应表征和风险表征等内容；协助提出生态环境风险控制和工程管理建议。
18	江西省质量和标准化研究院	科研机构	标准文本规范性审查；前言；参考文献；附录A、附录B格式校核；编制说明相关材料	参与标准文本规范性审查和标准化技术支撑工作；协助开展标准与GB/T 1.1—2020、GB/T 1.2—2020等标准化文件编写要求的符合性审核；参与前言、参考文献、附录A和附录B的格式校核与表述规范化；协助起草组开展标准文本一致性检查、术语表述统一、图表编号和引用关系校核；参与编制说明、意见汇总处理表等相关材料的审核完善；协助开展征求意见、意见整理和报批材料质量把关工作。

序号	起草单位	单位类型	负责章节	核心职责
19	内蒙古农业大学	科研机构	第 8.3 节中景观灌溉、绿地灌溉、土壤环境和植物生长相关内容；第 9.4.3 节环境安全评价相关内容；附录 A 中景观灌溉用途标准比对	提供再生水灌溉、绿地灌溉、土壤环境、植物生长、盐分累积、营养盐迁移和农业生态风险评价方面的技术支撑；参与第 8.3 节市政杂用中景观灌溉相关内容编写，支撑 ISO 16075 系列标准、灌溉用途水质指标和多重屏障风险控制措施的适用性分析；协助完善电导率/TDS、pH、BOD5、TSS/浊度、余氯、指示菌、臭味等灌溉用途指标论证；参与第 9.4.3 节中土壤、地下水、植物和陆生生态风险评价；协助附录 A 中景观灌溉用途国内外标准及指南比对。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

（一）国家标准编制依据与原则

依据：主要依据《中华人民共和国水法》《中华人民共和国水污染防治法》《节约用水条例》《国家节水行动方案》《关于推进污水资源化利用的指导意见》《“十四五”节水型社会建设规划》《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》等法律法规及政策文件，同时参考 ISO 20761:2018《Water reuse in urban areas — Guidelines for water reuse safety evaluation — Assessment parameters and methods》国际标准。

原则：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。本标准应具

有科学性、先进性、系统性和可行性，同时标准要具有普适性、操作性、规范性。

(二) 主要内容说明

1. 范围

本文件从水质角度给出了以城镇污水为水源的再生水利用的安全评价指标与方法,适用于相关人员对再生水利用系统的设计、管理和/或监督以及再生水利用项目的设计、运行和后评价;不适用于再生水饮用利用的安全评价。

2. 规范性引用文件

本文件引用了多领域核心标准,构建了完整的技术支撑体系:

水回用基础导则类标准: **GB/T 41016**《水回用导则 再生水厂水质管理》、**GB/T 41017**《水回用导则 污水再生处理技术与工艺评价方法》、**GB/T 41018**《水回用导则 再生水分级》、**GB/T 42247**《水回用导则 再生水利用效益评价》等标准,为本文件中再生水水质管理、再生处理工艺适用性评价、再生水分级管理和综合利用评价等内容提供基础依据,有助于保持本文件与我国现有水回用标准体系的协调一致。

再生水用途水质类标准: **GB/T 19923**《城市污水再生利用 工业用水水质》、**GB/T 18920**《城市污水再生利用 城市杂用水水质》、**GB/T 18921**《城市污水再生利用 景观环境用水水质》、**GB/T 19772**《城市污水再生利用 地下水回灌水质》等标准,分

别规定了工业用水、城市杂用水、景观环境用水和地下水回灌等典型用途的再生水水质要求，可为本文件开展不同用途再生水安全评价、用途适配性判断和风险控制提供技术支撑。

工程设计与系统安全类标准：GB 50013《室外给水设计标准》等标准，对城镇给水系统、输配水工程及相关设施设计提出了基础要求，可为本文件中涉及再生水系统与城镇供水、配水及管道系统衔接时的设施安全、运行安全和风险防控提供参考依据。

3. 术语和定义

本章节明确了“环境安全”这一术语的定义。“环境安全”是指再生水生产和利用过程引起的环境变化风险（特别是资源短缺和环境退化）在可接受的范围内，包括再生水对土壤、地下水和地表水、大气，以及水生和陆生生物等受纳环境的影响。

本文件还列出了相关缩略语，包括 BOD₅、COD、CFU、DBPs、DO、E.coli、HPC、LC₅₀、NOEC、TSS、TDS、TN、TOC 等，为后续水质指标选择、监测和安全评价提供术语基础。

4. 基本要求

本标准从水质角度出发，结合再生水不同用途下的暴露途径、风险特征和保护目标，为城镇非饮用水再利用项目的设计、运行、管理、监督和后评价提供技术依据。

第 4 章明确了水再利用安全的基本内涵。水再利用安全通常包括健康安全、环境安全和设施安全，同时还需考虑公众接受度。

其中，健康安全主要关注公众和相关作业人员的健康风险；环境安全主要关注再生水对土壤、地下水、地表水、大气以及水生和陆生生物的影响；设施安全主要关注配水系统、储存系统和终端用水设施可能出现的结垢、污堵、腐蚀等问题；公众接受度主要关注色度、气味等感官因素。

第5章提出了水再利用安全参数的选择要求。标准将相关水质指标分为常规理化指标、感官指标、微生物指标、稳定性指标以及有毒有害化学物质等类别。指标选择宜结合当地水质标准、再生水水源特征、气候环境条件、职业暴露情景和最终用途综合确定。必要时，可采用具有代表性的指示指标或替代指标，用于日常监测和安全性验证。

第6章构建了城镇水再利用安全评价框架。安全评价宜围绕预期用途开展，综合考虑再生水水源特征、处理工艺、实际用途、暴露途径、暴露方式及使用人群等因素，并结合水质标准符合性、最佳实践、运行经验和检查结果进行判断。对于儿童、作业人员、消防人员、道路清洁人员、车辆清洗人员等易感人群或高暴露风险人群，宜在评价中予以重点关注。

第7章规定了不同用途下水质指标选择的考虑因素。对于环境和娱乐用途，宜重点关注人体接触、气溶胶吸入、富营养化、受纳水体污染和公众感官接受度等问题；对于市政非饮用用途，宜关注直接接触、吸入暴露、交叉连接、排入雨水管网或受纳水

体以及设施结垢、污堵和腐蚀等问题；对于冷却水、冷冻水补给和车辆清洗等其他用途，宜重点关注微生物滋生、军团菌风险、气溶胶暴露、系统腐蚀结垢及感官问题。

第 8 章规定了水再利用安全评价的基本步骤，包括水质指标和标准选择、水质监测以及安全评价。水质指标和标准宜根据再生水用途、暴露风险、设施条件和环境因素确定；监测频次宜根据用途、暴露可能性及潜在风险水平确定；安全评价宜结合监测结果、标准限值、参考值和运行管理情况开展，并根据评价结果提出必要的改进措施。相关技术内容与标准草案中“水再利用安全”“水再利用安全参数”“安全评价框架”“水质指标选择”和“水再利用安全评价”等章节相对应。

5. 水再利用安全和公众接受度考虑因素

本文件提出水再利用安全通常包括健康安全、环境安全和设施安全。城镇水再利用安全评价除关注人体健康和环境保护外，还宜关注配水系统、储存系统及终端用水设施的材料和资产退化风险；在评价色度、气味等感官指标时，公众接受度也宜作为重要考虑因素。

本文件通过表 1 给出了城镇水再利用安全性和公众接受度的主要考虑因素，包括健康安全：公众和再生水作业人员的健康风险；环境安全：对水生和陆生生物、土壤、地下水、地表水及大气的影响；设施安全：设施结垢、污堵、腐蚀，以及对用户财

产、工艺和设备运行的不利影响；公众接受度：色度、气味等感官因素。

6. 水质指标及可选指标

本文件提出了用于表征水再利用安全性和公众接受度的相关水质指标，主要包括常规理化指标，如 pH、BOD₅、COD、TOC、氨氮、总氮、磷、DO、TDS、浊度、TSS、需氯量和残余消毒剂等；感官指标，如色度和气味；微生物指标，如指示菌、环境病原体等；稳定性指标，包括化学稳定性和生物稳定性指标；有毒有害化学物质，如特定金属、油与油脂、表面活性剂等。针对特定水质问题，可结合当地情况，将微生物、稳定性、有毒有害化学物质和毒性等可选水质指标纳入风险评价。

7. 安全评价框架

本文件建立了城镇水再利用安全评价框架。该框架以水质分析和水质处理评价为基础，结合相关水质指标、可选指标、公众接受度和处理标准符合性，开展健康安全、环境安全和设施安全评价，并为安全水再利用实践提供依据。

建立评价框架时，宜综合考虑水质标准、最佳实践、经验反馈、检查结果、再生水水源特征、用途、暴露途径、易感人群和高暴露人群等因素。

8. 城镇水再利用水质指标选择

本文件规定水质指标选择主要遵循两个原则：

(1) 适应水源特征

再生水通常由市政污水处理厂出水或原污水经适当处理后获得。选择水质指标时，宜考虑不同进水类型，如市政污水、少量工业废水或雨水径流等，以及不同处理技术类型。

(2) 满足预期用途

不同再生水利用方式具有不同保护目标和暴露途径。确定保护目标和暴露途径后，可根据人体健康安全、环境安全、设施安全和公众接受度等目标选择相应水质指标。识别出场地特定风险时，可根据具体情况采用可选指标。

本文件还提出了不同用途下的指标考虑因素，包括：环境和娱乐用途，如湿地补水、河流湖泊补水、喷泉、瀑布、游泳、涉水等；市政非饮用用途，如景观灌溉、道路保洁、冲厕、消防、施工用水等；城镇其他用途，如冷却水、冷水、车辆清洗、锅炉补给水和室内自动喷水灭火系统用水等。

不同用途宜根据再生水水源、处理工艺、终端用途、人体暴露可能性、受纳环境特征和设施安全需求选择相应水质指标。

9. 风险控制措施

本文件针对典型城镇水再利用用途提出了风险控制方法。例如，灌溉用途宜采用多重屏障方法；高压道路保洁宜在公众不在场时段进行并采用自动化设备；冲厕用途宜采取消毒、保持余氯循环、避免配水系统死端和定期冲洗等措施；消防用途宜采取颜

色标识、管道标签、防止回流和交叉连接、防止系统泄漏和腐蚀等措施。

10. 水质监测和安全评价

本文件提出水质监测可参考 ISO 标准方法、国家或地方标准监测方法。监测频次宜根据用途、暴露可能性以及对人体健康和环境的潜在影响确定。监测点位通常设在再生水处理设施出水口，必要时也可设置在配水系统出口、交付点、附加处理设施出水口或终端用户用水点。

安全评价包括健康安全评价、环境安全评价和设施安全评价。健康安全评价主要基于水质标准比对和良好操作规范；环境安全评价主要关注对土壤、地下水、地表水、大气及水生和陆生生物的影响；设施安全评价主要关注结垢、污堵、腐蚀和设备运行风险。

11. 资料性附录

本文件还设置资料性附录，为标准实施提供参考支撑：

附录 A 汇集部分国家水质标准及水再利用应用指南信息，可为不同用途下评价指标和参考值选择提供比较依据；附录 B 提供极端情况下水再利用环境安全评价信息，说明在敏感受纳环境或特定保护目标下开展定性、定量生态风险评价的思路和方法。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

本标准对再生水生产与利用企业、设计单位、行业管理部门等组织开展城镇水再利用的规划、设计、建设及安全评价运行管理等活动具有重要指导意义，经济效益、社会效益和生态效益显著。

经济效益方面：本文件的实施有助于提高城镇再生水利用的安全性和规范化水平，促进再生水在工业冷却、市政杂用、绿化灌溉、道路清洗、景观环境补水等领域的合理利用，减少新鲜水取用量，降低用水成本和污水处理排放压力。通过建立科学的安全评价指标与方法，可帮助项目建设单位、运营单位和管理部門合理选择处理工艺、优化监测方案、降低运行风险，从而提高再生水利用工程的运行效率和经济效益。

社会效益方面：本文件为城镇水再利用安全评价提供统一、规范的技术依据，有助于提升再生水利用项目的规划设计水平和运行管理水平，增强主管部门、运营单位、第三方评价机构及公众对再生水安全利用的认知。通过明确再生水不同用途下的健康安全、环境安全和设施安全评价要求，可降低再生水利用过程中的潜在风险，提升公众对再生水利用的接受度，促进再生水利用行业健康有序发展。

生态效益方面：本文件的实施有助于推动污水资源化利用，减少城镇污水直接排放，降低污染物进入自然水体的风险，改善水生态环境质量。通过扩大再生水在市政、工业和生态环境等领域

域的安全利用，可缓解区域水资源短缺压力，减少对地下水和常规水源的依赖，促进水资源循环利用和节约集约利用。同时，本文件有助于推动城市水系统由单向消耗模式向循环利用模式转变，对建设节水型社会、改善生态环境和促进城市绿色可持续发展具有积极意义。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

本文件等同采用 ISO 20761:2018 《Water reuse in urban areas — Guidelines for water reuse safety evaluation — Assessment parameters and methods》（城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法）。该国际标准是专门针对城镇水再利用安全评价的标准文件，从水质角度规定了城镇非饮用水再利用安全评价和公众接受度评价的相关参数与方法，可用于再生水利用系统或项目的设计、管理、监督、运行和后评价。

目前国际上针对城镇水再利用安全评价的系统性标准文件相对有限。本标准的技术内容与 ISO 20761:2018 保持一致。在转化过程中，对部分术语、缩略语、附录数据和参考文献顺序进行了最小限度的编辑性调整，以适配我国城镇水再利用相关标准体系和实际应用情况，增强标准在我国再生水利用项目规划、设计、运行、监测、评价和监管中的适用性。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者

采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本文件等同采用 ISO 20761:2018，合规采用该国际标准。做了最小限度的编辑性改动：

第 4 章“缩略语”部分：将“EECRW”更正为“EECWR”，以与附录 B 及英文全称保持一致；删除“UV 紫外线”条目，使缩略语内容与标准正文实际使用情况保持一致；

更新资料性附录 A 中表 A.1～表 A.5 的我国相关数据，使其更符合我国城镇水再利用领域相关标准、水质要求及应用指南情况；

调整参考文献的排列顺序，并对文中涉及的 ISO 标准、国际指南、国内相关标准及技术文件信息进行校核和规范化处理，以提高标准文本的准确性、一致性和适用性。

本文件已等同采用相关国际标准，不存在未采用国际标准的情况。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与本文件密切相关的法律、法规及政策文件主要有《中华人民共和国水法》《中华人民共和国水污染防治法》《节约用水条例》《国家节水行动方案》《关于推进污水资源化利用的指导意见》《“十四五”节水型社会建设规划》《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》等。

本标准引用和参考的国内标准包括：

GB 50013—2018《室外给水设计标准》

GB/T 18920—2020《城市污水再生利用 城市杂用水水质》

GB/T 18921—2019《城市污水再生利用 景观环境用水水质》

GB/T 19923—2024《城市污水再生利用 工业用水水质》

GB/T 19772《城市污水再生利用 地下水回灌水质》

GB/T 25499—2010《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》

GB/T 41016《水回用导则 再生水厂水质管理》

GB/T 41017《水回用导则 污水再生处理技术与工艺评价方法》

GB/T 41018《水回用导则 再生水分级》

GB/T 42247《水回用导则 再生水利用效益评价》

GB/T 50050—2017《工业循环冷却水处理设计规范》

本标准与有关的现行法律、法规和强制性国家标准无交叉、无矛盾、无冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准遵循各方参与原则，制定时充分吸收了有关领域专家的意见，无重大分歧意见。

八、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准的制定与实施，可为再生水运营企业、工程设计单位、第三方评价机构及行业管理部门规范开展城镇水再利用的规划、

设计、建设与安全评价管理提供科学指导与关键依据。建议标准发布后，针对标准的使用者进行培训和宣传。

本标准为新制定标准，不涉及对现行标准的废止或替代。建议标准发布后三个月实施。

九、其他应说明的事项

本文件等同采用 ISO 20761:2018 《Water reuse in urban areas — Guidelines for water reuse safety evaluation — Assessment parameters and methods》（城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法）。做了最小限度的编辑性改动：

第 4 章“缩略语”部分：将“EECRW”更正为“EECWR”，以与附录 B 及英文全称保持一致；删除“UV 紫外线”条目，使缩略语内容与标准正文实际使用情况保持一致；

更新资料性附录 A 中表 A.1～表 A.5 的我国相关数据，使其更符合我国城镇水再利用领域相关标准、水质要求及应用指南情况；

调整参考文献的排列顺序，并对文中涉及的 ISO 标准、国际指南、国内相关标准及技术文件信息进行校核和规范化处理，以提高标准文本的准确性和一致性。

《城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价指标与方法》

国家标准起草组

2026 年 7 月

国家标准《城镇水再利用 水再利用安全评价指南 评价
指标与方法》（征求意见稿）

意 见 反 馈 表

姓名		电话		E-mail	
单位 (盖章)		通信 地址		邮编	
章条号	修改建议	修改理由 (请详细说明修改的依据)			

(篇幅不足，可续页)
请于 2026 年 8 月 31 日前返回 liwy24@mails.tsinghua.edu.cn。