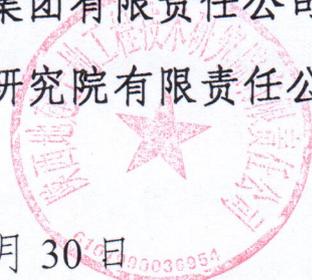


《城市景观河道人工湿地工程技术规程》
(征求意见稿)

编制说明

陕西省土地工程建设集团有限责任公司
陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司

2023年11月30日



目 录

一、工作简况.....	1
(一) 任务来源	2
(二) 主要工作过程	2
(三) 主要起草人	3
二、标准编制原则和确定主要内容的论据.....	4
(一) 编制原则	4
(二) 确定主要内容的论据	5
三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果	12
(一) 试验分析	13
(二) 综述报告	13
(三) 技术经济论证及预期的经济效果	14
四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的 对比(或与测试的国外样品、样机的有关数据对比)	14
五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系.....	15
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	15
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议.....	15
八、贯彻标准的要求和措施建议.....	15
九、废止现行有关标准的建议.....	15
十、其他应予说明的事项.....	15

城市景观河道人工湿地工程建设规程

编制说明

一、工作简况

城市河道作为城市的重要基础设施，既是城市防洪排涝和引水抗旱的通道，又是城市景观和市民休闲的要素，由于城市经济发展迅速，城市车辆尾气、垃圾、大气降物形成的污染物也较多，这些污染物被暴雨径流冲刷进入河道。各种点源、面源污染源侵入河道后，造成河水溶解氧过低缺少水生动、植物生存的环境，使水体逐渐失去自净能力，导致河道水质恶化，严重影响了人居环境和城市景观。随着我国城市化进程的加快，要让城市居民有一个美好的生活环境，加强城市生态系统建设成为当务之急，其中河道综合治理将是城市生态系统建设的重要组成部分。2020年4月23日，习近平总书记在陕西考察时也着重强调：“要牢固树立绿水青山就是金山银山的理念，统筹山水林田湖草系统治理，优化国土空间开发格局，调整区域产业布局，发展清洁生产，推进绿色发展，打好蓝天、碧水、净土保卫战”。

传统的水利工程忽视了河流的生态功能，渠化、硬化导致河道自净能力降低、生态系统破坏。因此，河道治理中要引入生态工程的理念，将生态工程与水利工程建设相结合，满足人类社会需求的同时，兼河流生态系统健康与可持续性发展。相较于传统的河道水环境治理，人工湿地注重水生态、水景观和水文化的建设。在满足防洪、排涝、引水等功能的同时，兼顾河道在环境、生态、景观、休闲旅游等方面的综合作用，创造安静、优美、白然的环境，促进地区经济发展与环境相协调。人工湿地与景观元素相结合的应用模式将成为城市景观河道生态治理的一种趋势。

（一）任务来源及起草单位

然而结合我省地理、人文等因素，尚未具有通过人工湿地，耦合河道治理与城市景观建设的相关技术及标准，在生活污水处理、河流和湖泊等自然水体的生态修复、工业废水的处理、农业生产中养殖废水等的处理、垃圾渗滤液的处理的同时，提升城市景观。为合理治理河道，科学进行水处理与城市景观河道湿地建设与应用，特制订《城市景观河道人工湿地工程技术规程》。以期为我省城市景观河道湿地项目设计、施工及验收提供标准。

根据陕西省市场监督管理局《关于征集 2022 年陕西省地方标准制修订计划项目的函》（陕市监函〔2021〕1319 号）精神，《城市景观河道人工湿地工程建设规程》被列入 2022 年地方标准制修订计划，正式下达编制任务，项目编号 SDBXM027-2022。

起草单位：陕西省土地工程建设集团有限责任公司、陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司。

（二）主要工作过程

准备阶段：2022 年 1 月，《城市景观河道人工湿地工程建设规程》申报了 2022 年陕西省地方标准制修订工作计划，2022 年 5 月获得陕西省市场监督管理局批准立项，项目编号 SDBXM027-2022。

启动阶段：根据 2022 年 5 月 18 日《陕西省市场监督管理局关于下达 2022 年第一批地方标准计划的函》（陕市监函〔2022〕380 号）。起草单位高度重视，立即组成由全部起草人和学术委员会专家组成的文件起草工作组，以自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室为依托，配备良好的办公环境和软硬件设施。2022 年 6 月，召开研讨会制定起草文件大纲，正式启动标准文件的制定工作。

调研起草阶段：2022 年 7 月-12 月，开展了前期调研和既有数据

资料整理工作。通过陕西省土地工程建设集团有限责任公司与陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司沟通调研，制定了详细的编制实施方案。明确了本标准的应用范围和对象，对城市景观河道人工湿地工程建设的设计要求、监测方法、维护与管理等方面进行了总结归纳。2022年12月，编制形成了《城市景观河道人工湿地工程建设规程》（草案）。

（三）主要起草人

本标准主要起草人共计 名，具体如下（表 1）：

表 1 标准起草人主要情况

序号	姓名	职称	工作单位	主要工作
1	韩霖昌	研究员	陕西省土地工程建设集团	负责人/ 主编人
2	李娟	正高级工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
3	张海欧	高级工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
4	王健	工程师	陕西省土地工程建设集团	编写人
5	杨晨曦	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
6	郭振	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
7	邱宇洁	高级工程师	陕西省土地工程建设集团	编写人
8	李静思	/	/	编写人
9	周航	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
10	卢垟杰	工程师	陕西省土地工程建设集团	试验人员
11	张玉梁	工程师	陕西省土地工程建设集团	试验人员
12	陈娅苗	高级工程师	陕西省土地工程建设集团	试验人员
13	孙小梅	高级工程师	陕西地建土地工程技术研究院	试验人员
14	李劲彬	高级工程师	陕西地建土地工程技术研究院	试验人员

15	张亚波	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
----	-----	-----	---------------	-----

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

(一) 编制原则

本标准编制依据《中华人民共和国标准法》和《地方标准管理办法》的规定进行编制，标准格式和结构语句依据 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》的规定进行编排。标准编制遵循“科学性、适宜性、系统性、规范性”原则。

本标准从城市景观河道人工湿地工程建设的设计要求、监测方法、维护与管理等方面进行了规定。

1. 科学性原则

标准规范编制过程中，各项内容、程序应符合相关法律、法规，以及国家标准和相关行业标准，贯彻落实国家政策，合理开发土地资源以及保护土地资源的原则，各项指标参数的确定皆有相应的科学依据作为支撑。

2. 适宜性原则

城市景观河道人工湿地工程建设遵循适宜性原则，制定切实可行政策和技术规范。从城市景观河道人工湿地的实际情况出发，以技术可行、操作方便、后期管护有保障为出发点，适当考虑生产、建设和科学技术发展的需要，合理确定城市景观河道人工湿地工程建设标准。

3. 系统性原则

城市景观河道人工湿地工程建设不能仅就河道治理与城市景观建设为目的，更要综合考虑河道在环境、生态、景观、休闲旅游等方面的综合作用，水、地、生态等统一规划，综合整治，才能达到耦合

河道治理与城市景观建设的目的。不同工程项目的制定应体现综合、协调、统一的原则。

4. 规范性原则

标准的制定必须具有规范性，作为面向行业或者区域大众的规范，术语和语句必须按照相应的规范进行书写和编制，不可含糊不清、模棱两可。

(二) 确定主要内容的论据

1. 背景

石川河，属渭河支流，发源于陕西省铜川市焦坪北山和耀县瑶曲镇的北山，自西北向东南走向，流经铜川市王益区、耀州区、渭南市富平县、西安市阎良区、临潼区，最后于西安市临潼区的交口镇流入渭河，河流长度 137 公里，集水面积 4478 平方公里。因盛产细沙、鹅卵石，为石头之川，故称石川河。石川河流经富平县境内河段全长 36.4 公里，流域面积达 132.4 平方公里。

为了建设绿色富平，和谐富平，构建美丽富平滨河城市景观带，2013 年 7 月 19 日陕西省土地工程建设集团与富平县人民政府签订富平县石川河（城区段）综合整治 BT 投融资建设合同，2016 年 8 月，双方签订二期投融资建设合同，为石川河迎来了难得的历史发展机遇。石川河二期工程也于 2018 年建设完成，人工湖水源为富平县南二环污城乡污水。处理厂处理后的出水虽然水质能够达标，但依然含有一定浓度的氮、磷等污染物，直接排放会对周边生态环境造成一定影响。美丽的“柿饼之乡”富平县就坐落于石川河北岸，如果当地城镇和农村污水处理厂所排出水直接汇入其中，将会影响石川河水质。而如果将污水处理厂所排出水经过特定的人工湿地进行净化，就可进一步降低出水的氮、磷等污染物含量。因此，研究提出针对城乡污水处

理厂出水净化的人工湿地设计方案，并通过实际工程验证净化效果，是十分必要的。

湿地建成于 2019 年 5 月，前三个月，向湿地进石川河河水培养湿地植物以及促进微生物生长，湿地于 2019 年 8 月开始正式运行。采用水泵将高污染的皂河水通过粗筛抽至提升水池，在其中停留 4 小时，之后通过重力作用，经沉淀的污水通过 PVC 管流入湿地中，进水为连续流，每天平均进水量为 $200\text{m}^3/\text{d}$ ，平均水力负荷为 $0.2\text{m}^3/\text{d}$ ，水力停留时间为 1.25 天。

2. 人工湿地对污水的净化原理

人工湿地是人为设计与建设的一种构造，其利用一些建筑材料和污泥，顺应水体的自然流动，并借助当地的生态条件搭建一个以水为中心的水陆循环生态系统，因为囊括了多种动植物及微生物，能够实现对污染物的富集和净化。由此可见，作为小型的生态系统，人工湿地能够利用其中的基质、植物与微生物等对污水进行净化，具体的净化机制包括物理、化学和生物等方面。其中，物理作用是沉降、吸附、过滤等，化学作用是化学沉淀、离子交换、氧化还原等，生物作用表现在植物吸收、微生物分解及各类动物的作用等。

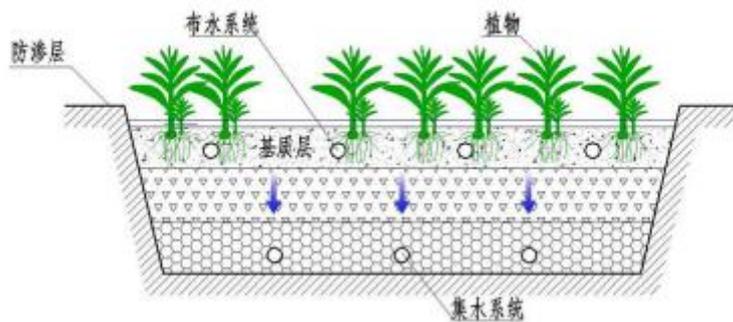


图 1 人工湿地示意图

2.1 基质的污水净化作用

人工湿地中会布置一些基质，包括砂砾、活性炭等传统基质，也

包括沸石、陶粒等新型材料基质。基质对污水的净化作用主要体现在两个方面。一方面,基质本身对部分污染物具有吸附与促沉降的作用;另一方面,基质可作为微生物群落的载体,能够滋养很多细菌与真菌等,有利于降解污染物。

2.2 植物的污水净化作用

植物对污水的净化作用主要体现在 3 个方面。第一,部分有机污染物质(包括酚类、石油类、芳烃类、多环芳烃类、硝基苯类等)对植物来说是营养成分,因此,植物可通过发达的根系和茎叶对这些有机物质乃至部分金属(包括铁、锰等)元素进行吸收。第二,植物可通过光合作用给湿地系统带来丰富的氧气,从而为其他生物(包括好氧微生物)提供适宜的生存环境,而且植物的根系表面也易滋生多种微生物,因此,植物能够为净化污水提供条件。第三,植物发达的根系和茎叶在水中蔓延,能够降低水流速度,有利于延长污水在生态系统中的滞留时间,使其中的污染物质有足够的时间被净化。

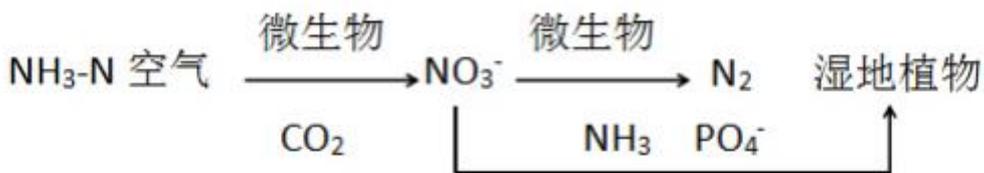


图 2 微生物菌种作用原理图

2.3 水生动物的污水净化作用

河湖中的污染物先被细菌和真菌作为营养物质摄取,其中的有机污染物被分解为无机物;而细菌、真菌又可被原生动物吞食,其分解污染物时产生的无机物(如氮、磷等)作为营养盐类被藻类吸收;水中的浮游动物、鱼、虾、蜗牛、鸭等恰恰以藻类为食,可抑制藻类的过度繁殖,不致产生二次污染。同时,湿地生态系统食物链中蚌、螺、草食性浮游动物和鱼类等还可直接吸收营养盐类物质,有效控制藻类

生长。

2.4 微生物的污水净化作用

微生物是包括细菌、病毒、真菌及一些小型原生生物、显微藻类等在内的一大类生物群体，其个体微小，必须借助于显微镜等设备才能被看见。在以水为主体的人工湿地中，基质、植物等通过与外部环境的相互作用可滋生出多种多样的好氧与厌氧微生物。微生物可分解多种污染物，如反硝化杆菌、萤气极毛杆菌等可将硝酸类物质或铵最终分解为氮气，解磷巨大芽孢杆菌可将含磷物质转化成磷酸盐，沟戈登氏菌可吸收和富集金属离子等。此外，部分微生物还有去除毒性的作用。此类微生物通过转化、降解、矿化、聚合等反应，可改变污染物的分子结构，从而降低或去除其毒性。例如，黄杆菌属细菌、假单胞菌等可将有机磷农药马拉硫磷水解为含有一酸或二酸的物质。

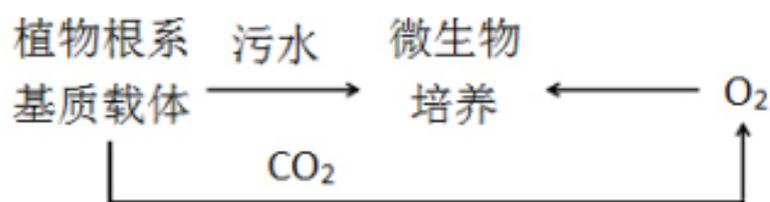


图 3 人工湿地植物作用原理图

3. 城市景观河道人工湿地设计要求

3.1 总则

城市景观河道人工湿地设计应遵循生态保护优先的原则，依据河道生态状况、地形地貌、河道走势，湿地规模及需求，分区块进行湿地生态建设或修复。城市景观河道人工湿地应满足水质净化指标、水系沟通、防洪、排涝等要求，并与区域水功能区、生态景观相协调。城市景观河道人工湿地形态应与河流方向一致，利用地形变化以及水面宽窄、曲直变化等来影响和控制水流线路和速度。

城市景观河道人工湿地生态需水计算方法应提出最低和适宜的生态水位和生态基流要求。城市景观河道人工湿地湿生植物和水生植物应以本土植物为主，不得采用入侵性植物物种。

城市景观河道人工湿地工程应遵循下列原则：

- a) 应设置独立的功能性湿地区；
- b) 城市景观河道人工湿地宜布置在河道滩地相对较高的区域；
- c) 城市景观河道人工湿地内给水系统应相对独立；
- d) 选择当地优势水质净化能力强的作物，并制定专项维护方案；
- e) 宜采取适当保温措施，保障湿地生物在低温季节正常生长，确保冬季湿地净化效果；
- f) 应提出生态需水过程和需水总量的要求，确保动植物生长所需水量。

3.2 城市景观河道人工湿地防洪排涝标准

城市景观河道人工湿地工程可根据湿地工程的重要性、遭遇行洪时水毁损失程度可分区块按河道主槽行洪排涝流量或水位确定保护标准。大、中、小型湿地工程的排涝保护标准一般可按5年、3年、2年一遇农田排涝标准设计，耐淹水深和耐淹历时等参数可按当地或邻近类似地区排水试验资料，或调查资料分析确定。其中专为河道湿地工程配置的渠系及其构筑物应满足湿地输水、排涝等规模要求，设计标准宜采用湿地排涝保护标准。穿堤建筑物或在堤上修建的湿地配水渠系建筑物，其级别应不低于所在堤防工程级别。

3.2 城市景观河道人工湿地池布置

城市景观河道人工基质湿地布置成处理能力较强的垂直流湿地。垂直流湿地应按照配水主干渠道(供水管道划分成区片(或块、段)，再

按照配水支渠道(管)划分成若干个湿地单元，每个湿地单元中的湿地池个数不宜超过4个。

城市景观河道人工湿地池沿水流方向宜呈长方形布置，长宽比可取3:1~10:1，以保证水流流态均匀稳定，无流漩涡；有条件时可通过物理模型或数学模型模拟分析池内流速、流态状况，优化确定湿地池纵横向布置等。

城市景观河道人工湿地水深宜为0.4~1.6 m，我省城市景观河道人工湿地水深，可参照表2设计。水力坡度宜小于0.5~1%。考虑底栖动物越冬水深要求，局部水深可控制在1.5~2.0 m。对潜流湿地人工基质的厚度还应考虑植物根系的影响深度。

4. 实验研究

人工湿地对城镇污水净化效果。自2019年9月至2021年3月，分别在不同时间段对石川河人工湿地进出水进行采样检测，主要检测指标有 COD_{Cr} 、氨氮、和总磷。

4.1 对氨氮的去除效果

由表2可知，人工湿地进水氨氮质量浓度在0.17~0.80 mg/L，均值为0.39 mg/L，出水氨氮质量浓度在0.06~0.58 mg/L，均值为0.25 mg/L，平均去除率达33.66%，去除效果较为明显。以时间节点为参考，人工湿地整体上夏季对氨氮的去除率高于冬季。分析认为，这与不同季节人工湿地中植物与微生物的活性不同有直接的关系，夏季温度高，植物与微生物活性高，因此对氨氮的去除效果也更好。

表2 石川河人工湿地氨氮去除效果

采样时间	进水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度 (mg/L)	出水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度 (mg/L)	去除率/%
------	--	--	-------

2019.09	0.25	0.20	20.00
2019.10	0.48	0.22	54.37
2019.11	0.23	0.19	17.39
2019.12	0.51	0.34	33.33
2020.01	0.26	0.21	19.23
2020.02	0.40	0.35	12.50
2020.04	0.37	0.30	18.92
2020.05	0.67	0.31	53.73
2020.06	0.20	0.11	45.00
2020.07	0.23	0.09	60.87
2020.09	0.17	0.06	64.71
2020.10	0.22	0.19	13.64
2020.11	0.31	0.22	29.03
2021.01	0.80	0.42	47.50
2021.03	0.68	0.58	14.71
均值	0.39	0.25	33.66

4.2 对 COD_{Cr} 的去除效果

由表 3 可知，进水 COD_{Cr} 质量浓度在 20~32 mg/L，均值为 24.92 mg/L，出水 COD_{Cr} 质量浓度在 15~24 mg/L，均值为 20.00 mg/L，平均去除率为 19.31%。污水经污水处理厂生物单元处理后，大部分易被生物降解的有机物被去除，而尾水湿地工程的生态塘可实现对有机物的进一步去除，主要体现在生态塘可利用藻菌共生系统分解部分有机物，同时沉水植物区可进一步去除前端区域残留的部分 COD_{Cr}。

表 3 石川河人工湿地 COD_{Cr} 去除效

采样时间	进水 COD _{Cr} 浓度 /(mg/L)	出水 COD _{Cr} 浓度 /(mg/L)	去除率/%
2019.09	25	20	20.00

2019.10	23	19	17.39
2019.11	27	23	14.81
2019.12	29	24	17.24
2020.01	24	20	16.67
2020.02	28	22	21.43
2020.03	23	16	30.43
2020.04	22	20	9.09
2020.06	32	21	34.38
2020.07	20	15	25.00
2020.09	28	23	17.86
2020.10	23	18	21.74
2020.11	20	19	5.00
均值	24.92	20.00	19.31

4.3 对总磷的去除效果

由表 4 可知，人工湿地进水总磷质量浓度在 0.04~0.21 mg/L，均值为 0.10 mg/L，出水总磷质量浓度在 0.04~0.10 mg/L，均值为 0.06 mg/L，平均去除率为 34.72%，去除效果显著。同时可得出，在进水总磷浓度较高时，该尾水净化湿地除磷效果较为明显，而进水总磷浓度较低时（如为 0.04 mg/L），去除效果则不明显。

表 4 石川河人工湿地总磷去除效果

采样时间	进水 TP 浓度 /(mg/L)	出水 TP 浓度 /(mg/L)	去除率/%
2019.09	0.13	0.05	57.73
2019.10	0.21	0.10	52.38
2019.11	0.14	0.07	50.00
2019.12	0.15	0.07	53.33
2020.02	0.09	0.08	11.11

2020.03	0.08	0.04	50.00
2020.04	0.04	0.04	0.00
2020.05	0.04	0.04	0.00
2020.06	0.11	0.08	27.27
2020.07	0.10	0.04	60.00
2020.08	0.11	0.04	63.34
2020.09	0.09	0.04	55.56
2020.10	0.10	0.08	20.00
2020.11	0.11	0.05	54.55
2021.01	0.04	0.04	0.00
2021.03	0.05	0.05	0.00
均值	0.10	0.06	34.72

三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

(一) 主要试验(或验证)的分析

应用《城市景观河道人工湿地工程建设规程》核心技术，已成功在陕西地区进行了广泛应用。通过在富平县石川河、城固滨江新城开展城市景观河道人工湿地建设技术研究及工程应用，为本标准制定提供了理论依据、数据支撑、技术支持及工程经验，目前该技术已成功在陕西渭南市富平县完成石川河整治工程，显著提高了该区域自然水体的生态修复，利用该技术可有效利用人工湿地治理污水，同时兼顾了河道在环境、生态、景观、休闲旅游等方面的综合作用，社会、经济和生态效益显著，具有巨大的推广前景。

(二) 综述报告

《城市景观河道人工湿地工程建设规程》可为陕西省治理河道，科学进行水处理与城市景观河道湿地建设与应用提供技术指导，技术规程在生活污水处理、河流和湖泊等自然水体的生态修复、工业废水

的处理、农业生产中养殖废水等的处理、垃圾渗滤液的处理的同时，提升城市景观。利用该技术可有效利用人工湿地治理污水，同时兼顾了河道在环境、生态、景观、休闲旅游等方面的综合作用。

应用规程通过建设，可耦合河道治理与城市景观建设，实现区域土壤脱盐排盐，实现地区经济发展与环境相协调，

规程的应用为陕西省治理水污染、修复生态环境提供技术支撑，为推进绿色发展，打好“蓝天、碧水、净土保卫战”做出贡献。

（三）技术经济论证及预期的经济效果

人工湿地工程建设可以改善城市水环境，提高水质，减少水污染和水资源浪费，保护生态环境，促进城市可持续发展。人工湿地工程建设需要投入一定的资金，但可以通过多种途径获得经济效益，包括提高土地利用效率、增加旅游收入、减少治理成本等。采用本模式具有以下优点：

（1）提高土地利用效率：人工湿地工程可以将城市空地转化为水资源，提高土地利用效率，增加城市绿化面积，改善城市景观。

（2）增加旅游收入：人工湿地工程可以成为城市的旅游景点，吸引游客，增加旅游收入。

（3）减少治理成本：人工湿地工程可以减少城市水环境治理成本，降低城市运营成本。

（4）促进城市可持续发展：人工湿地工程可以改善城市生态环境，提高城市可持续发展水平，增强城市竞争力。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比（或与测试的国外样品、样机的有关数据对比）

经过前期充分的调研和广泛收集资料，目前并未发现对城市景观河道人工湿地工程建设规程的国际标准。

本标准在基本理念与核心技术方法等方面与相关类型河道整治技术规程有互通性，同时满足促进景观建设和生态持续健康发展需求。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

目前我国无城市景观河道人工湿地工程建设技术的相关国家标准或行业标准。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大意见分歧意见。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

八、贯彻标准的要求和措施建议

本文件发布后，建议标准管理机构面向自然资源管理部门、相关科研事业单位、专业评估机构等做好宣传，委托起草单位为使用单位做好培训，指导工作。

九、废止现行有关标准的建议

本文件是新标准，无现行有关标准废止。

十、其他应予说明的事项

无。