

RISN-TG006-2009

人工湿地污水处理技术导则

Technical guidelines for wastewater treatment of
constructed wetlands

住房和城乡建设部标准定额研究所 编

中国建筑工业出版社

人工湿地污水处理技术导则

Technical guidelines for wastewater treatment of
constructed wetlands

RISN - TG 006 - 2009

住房和城乡建设部标准定额研究所 编

中国建筑工业出版社

2009 北 京

人工湿地污水处理技术导则

Technical guidelines for wastewater treatment of
constructed wetlands

RISN - TG 006 - 2009

住房和城乡建设部标准定额研究所 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：5 $\frac{1}{8}$ 字数：160 千字

2009 年 3 月第一版 2009 年 3 月第一次印刷

印数：1—3000 册 定价：**18.00 元**

统一书号：15112·17225

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

《人工湿地污水处理技术导则》 编写委员名单

主任委员：李子富 李 铮

副主任委员：雷丽英 尹澄清 周 律 张 健

宋存义 汪俊三

委 员：雷志洪 吴振斌 陈求稳 施卫明

钱大益 田景宏 王焕升 黄朝君

高晓谊 李祎飞 李 涛

制图校改：崔爱军（北京中元工程设计顾问公司）

《人工湿地污水处理技术导则》 参编单位名单

北京科技大学

中国科学院生态环境研究中心

清华大学

万若(北京)环境工程技术有限公司

环保部华南环境科学所

深圳市环境科学研究所

中国科学院水生生物研究所

中国科学院南京土壤研究所

北京市环境保护科学研究院

前 言

工程建设标准是在建设领域实行科学管理、强化政府宏观调控的基础和手段，对规范建设市场各方主体行为、确保建设工程安全 and 质量、促进建设工程技术进步、提高建设工程经济效益与社会效益等具有重要作用。

近年来，随着我国社会主义市场经济体制的建立和不断完善，以及加入世界贸易组织的实际需要，作为工程建设标准化的直接成果，已发布数千项工程建设标准，基本覆盖了工程建设各领域、各环节，规范并指导着建设活动各方的技术行为和管理行为。但同时，由于建设领域科学技术迅速发展、建设经验的不断积累、建设活动的复杂性以及标准制定条件的限制，现行标准还不能及时并全面地为建设活动各方尤其是广大工程技术与管理人员提供指导。

我所作为建设部工程建设标准化研究与组织机构，在长期标准化研究与管理经验的基础上，结合工程建设标准化改革实践，组织国内外相关领域的权威机构和人员，通过严谨的研究与编制程序，为推进建设科技新成果的实际应用，促进工程建设标准的准确实施，引导建设技术发展方向，拓展工程建设标准化外衍成果，将陆续推出各专业领域的系列《技术导则》，以作为指导广大工程技术与管理人员建设实践活动的重要参考。

《人工湿地污水处理技术导则》是该系列《技术导则》之一，编号 RISN-TG006-2009，内容主要包括各种类型人工湿地污水处理系统的技术要求、启动和运行、管理和故障处理等。随着技

术的进步和时间的推移，本导则还将不断得到补充和完善。

《人工湿地污水处理技术导则》及其内容均不能作为使用者规避或免除相关义务与责任的依据。

住房和城乡建设部标准定额研究所

2009 年 1 月

目 录

第一部分 人工湿地污水处理技术导则	1
1 总则	2
2 术语、符号和代号	4
2.1 术语	4
2.2 符号	6
2.3 代号	7
3 设计要求	8
3.1 基本规定	8
3.2 具体设计技术要求	9
4 调试运行和工程验收	34
4.1 调试运行	34
4.2 工程验收	35
5 运行管理和故障处理措施	36
5.1 日常运行管理事项	36
5.2 特殊控制	37
5.3 系统监测	38
5.4 故障处理	38
5.5 冬季管理	39
第二部分 相关标准规范	41
《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918 - 2002	42
《污水稳定塘设计规范》CJJ/T 54 - 93	55
《污水再生利用工程设计规范》GB 50335 - 2002	65
《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68 - 2007	79

第三部分	人工湿地污水处理技术及实例·····	127
专题一	人工湿地污水处理技术及其发展·····	128
专题二	人工湿地污水处理工程实例简介·····	147
专题三	垂直流型人工湿地施工和运行维护管理介绍·····	156
参考文献	·····	177

第一部分

人工湿地污水处理技术导则

1 总 则

1.0.1 本导则旨在为设计、施工和管理人员提供人工湿地污水处理系统的有关设计、施工和运行管理的基本原则和要求。

【1.0.1 解析】 人工湿地污水处理技术是生态工程技术的一种，它遵循自然生态系统的物质循环和能量利用原理，构建处理装置使污水净化。在设计人工湿地时，要根据当地情况，如气候、土壤、来水水质、接受水体环境容量和水质等要求，进行因地制宜，因时制宜的考虑。本导则所提供的基本原则与要求对于人工湿地污水处理系统的设计、施工和运行管理具有普遍性的指导意义。导则的直接服务对象是设计人员、施工人员和管理人员，并且同时为工程监理和建设方提供了相应的依据。

1.0.2 本导则适用于人工湿地污水处理系统的设计、施工和运行管理。污水系统包括生活污水、污水处理厂二级出水或具有类似性质的污水。

【1.0.2 解析】 人工湿地具有广泛的应用领域，既可以处理生活污水，也可以用于生活污水和工业废水的深度处理，并且在景观水体补水净化、景观水体自身循环净化、雨洪污水处理和面源污染控制等方面有很好的应用前景。依据本导则，可以处理的污水包括生活污水、污水处理厂二级出水、或者具有类似性质的污水。本导则不适用于其他类型污水的处理。

1.0.3 人工湿地污水处理系统的设计、施工和运行管理除应符合本导则的要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【1.0.3 解析】 人工湿地是污水处理方法的一种，有关污水处

理的相关要求，本导则不进行详细说明。涉及预处理(包括一级处理与强化预处理)及后处理的相关工艺，请参考相应的设计规范，施工过程中的各建筑要求等请参照相关的建筑规范。

2 术语、符号和代号

2.1 术 语

2.1.1 人工湿地 constructed wetlands

指通过模拟天然湿地的结构与功能，选择一定的地理位置与地形，根据人们的需要，人为设计与建造的湿地。导则中讲述的人工湿地为人工湿地污水处理系统——主要通过填料、植物和微生物的协同作用对污水进行净化。

【2.1.1 解析】 人工湿地的概念有广义和狭义之分。广义的人工湿地是指人类为满足生产、生活、防灾、污水处理等目的人工修建的湿地(如塘坝、鱼塘、水景、稻田、水库、潜流湿地等)。它们以人类利益为主要目标，以社会服务为主要功能，不仅可以用于污水处理，还可以用于营造景观、恢复自然湿地等，因此可称之为“功能性人工湿地”。其中，主要用于实现水质改善功能的人工湿地，可以称为水净化人工湿地。它可以分为水生植物系统(包括浮水植物系统、沉水植物系统、挺水植物系统)和湿生(耐湿)植物系统。

本导则所指的人工湿地是狭义的人工湿地，即人工湿地污水处理系统。人工湿地污水处理系统是人工建造的、可控制的和工程化的湿地系统，其设计和建造是通过对湿地自然生态系统中的物理、化学和生物作用的优化组合来进行污水处理。人工湿地对污水的净化是填料、植物和微生物共同作用的结果。

2.1.2 表面流型人工湿地 free water surface constructed wetlands

指水面在固体介质表面以上，污水从池体进水端水平流向出水端的人工湿地。

【2.1.2 解析】 表面流型人工湿地因其在固体介质上方有可自由流动的水体而得名，此类湿地通过植物、介质表面微生物的共同作用达到净化污水的目的。表面流型人工湿地的固体介质一般采用自然介质，如土壤，较少或不用人工填料。由于存在自由水面，表面流型人工湿地容易滋生蚊蝇。同时，由于在污水处理中应用较少，所以在导则中不对该类型人工湿地进行详细说明。如需详细了解，可参考《污水稳定塘设计规范》CJJ/T 54-93。

2.1.3 水平潜流型人工湿地 subsurface horizontal flow constructed wetlands

指水面在填料表面以下，污水从池体进水端水平流向出水端的人工湿地。

【2.1.3 解析】 水平潜流型人工湿地因污水从一端水平流过填料而得名。与表面流型人工湿地相比，水平潜流型人工湿地的水力负荷和污染负荷较大，对 BOD_5 、 COD_{Cr} 、SS、重金属等污染指标的去除效果较好，且很少有恶臭和孳生蚊蝇现象。

2.1.4 垂直流型人工湿地 vertical flow constructed wetlands

指污水垂直通过池体中滤料层的人工湿地。分单向垂直流型人工湿地(One way vertical flow constructed wetlands)和复合垂直流型人工湿地(Integrated vertical flow constructed wetlands)两种。单向垂直流型人工湿地一般采用间歇进水运行方式，复合垂直流型人工湿地一般采用连续进水运行方式。

【2.1.4 解析】 单向垂直流型人工湿地有两种形式，分别是下行垂直流型人工湿地和上行垂直流型人工湿地，目前普遍采用的是下行垂直流型人工湿地。间歇运行是单向垂直流型人工湿地特有的运行方式，池体处于不饱和状态，氧可以通过大气扩散和植物传输进入人工湿地系统。该系统的硝化能力高于水平潜流型人工

湿地，可用于处理氨氮含量较高的污水。

复合垂直流型人工湿地由两个底部相连的池体组成，污水从一个池体垂直向下(或向上)流入另一个池体中后垂直向上(或向下)流出。在复合垂直流型人工湿地中，通过延长污水的流动路线，增加了污水的停留时间，从而提高了人工湿地对污染物的去除能力。该类型人工湿地一般采用连续运行方式，具有较高的污染负荷。由于复合垂直流型人工湿地目前仍处于试验研究阶段，本导则不对其进行详细说明。

2.1.5 组合式人工湿地 combined constructed wetlands

由多个同类型或不同类型的人工湿地池体构成的污水处理系统。

【2.1.5 解析】 组合式人工湿地并不是人工湿地的某一种特定类型，而是指根据污水处理的需要通过组合几个人工湿地池体形成的污水处理系统，分为并联式、串联式、混合式。组合方式需要根据实际情况进行确定，本导则不对其进行详细说明。

2.2 符 号

A ——水平潜流型人工湿地进水区的断面面积

A_{pe} ——人口当量表面积

d_{10} ——填料颗粒的有效直径，指能使 10% 的填料颗粒通过的筛孔直径

d_{60} ——填料颗粒的有效直径，指能使 60% 的填料颗粒通过的筛孔直径

ΔH ——水平潜流型人工湿地的进水水位与出水水位之差

K_y ——人工湿地运行时的填料渗透系数

L ——水平潜流型人工湿地沿流向的有效长度

Q_d ——日平均污水流量

U ——填料颗粒的不均匀系数

2.3 代 号

- BOD₅——五日生化需氧量
- COD_{Cr}——重铬酸钾氧化化学需氧量
- HRT——水力停留时间
- SS——悬浮固体
- TSS——总悬浮固体
- CW——人工湿地(Constructed Wetlands 的缩写)
- FWS-CW——表面流型人工湿地
(Free Water Surface Constructed Wetlands 的缩写)
- SHF-CW——水平潜流型人工湿地
(Subsurface Horizontal Flow Constructed Wetlands 的缩写)
- VF-CW——垂直流型人工湿地
(Vertical Flow Constructed Wetlands 的缩写)
- OVF-CW——单向垂直流型人工湿地
(One-way Vertical Flow Constructed Wetlands 的缩写)
- IV-CW——复合垂直流型人工湿地
(Integrated Vertical Flow Constructed Wetlands 的缩写)
- C-CW——组合式人工湿地
(Combined Constructed Wetlands 的缩写)

3 设计要求

3.1 基本规定

3.1.1 应在分析污水特征、区域环境、出水水质要求的基础上，选择人工湿地的类型，并应进行人工湿地的设计。人工湿地的设计应主要包括面积设计、集配水系统设计、填料的选择设置、植物种的选择、防渗设计、通气设计、一级处理系统设计。

【3.1.1 解析】 床体的面积设计是指通过水力负荷、有机污染负荷等参数确定床体的表面积、断面积等。集配水系统设计包括出水构筑物设计和集配水管道设计。人工湿地工艺的具体设计要求参见本导则第 3.2 节。

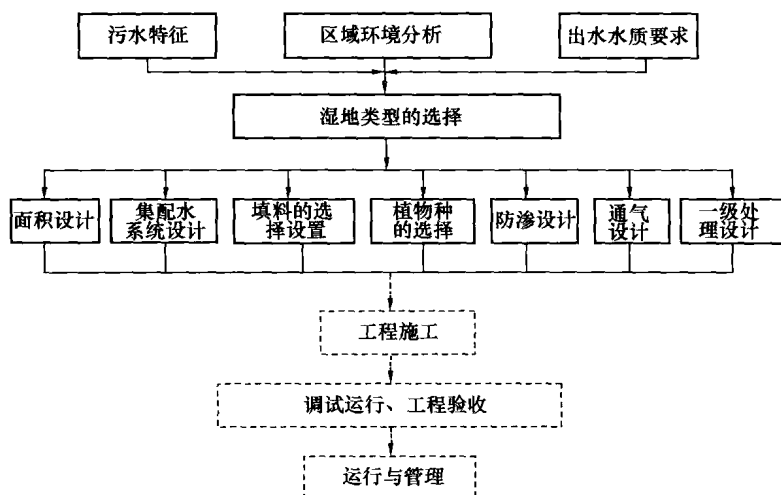


图 3.1.2 人工湿地的设计程序

3.1.2 人工湿地的设计程序可采用图 3.1.2 的流程进行。

【3.1.2 解析】 图 3.1.2 中虚框部分的内容不是本章讨论的重点，将会在本导则第 4 章和第 5 章进行详细介绍。

3.1.3 采用人工湿地污水处理系统的电气设备和检测仪器应建有相应的配套设施。

【3.1.3 解析】 人工湿地污水处理系统的电气控制柜等设备需要安置在专用的控制室或者设有安全保护罩，备用设备需要存放在专门的储藏室。

3.2 具体设计技术要求

3.2.1 水平潜流型人工湿地的面积设计应满足下列要求：

1 当占地面积不受限制时，生活污水或具有类似性质的污水经过一级处理后，可直接采用水平潜流型人工湿地进行处理。湿地的表面积设计必须考虑最大污染负荷和水力负荷，可按人口当量表面积、 COD_{Cr} 负荷、水力负荷进行计算，应取三种设计计算结果中的最大值。占地面积不受限制的水平潜流型人工湿地的主要设计参数宜符合表 3.2.1-1 的规定，出水 COD_{Cr} 应满足现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918 - 2002 中二级及以上标准的水平潜流型人工湿地的主要设计参数值。水平潜流型人工湿地结构简图如图 3.2.1 所示。

表 3.2.1-1 占地面积不受限制的水平潜流型人工湿地的主要设计参数

人口当量表面积 A_{pe}	$\geq 5\text{m}^2/\text{人}$
单床最小表面积	$\geq 20\text{m}^2$
COD_{Cr} 表面负荷	$\leq 16\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
最大日流量时的水力负荷	$\leq 40\text{mm}/\text{d}$ 或者 $\leq 40\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$

2 当占地面积受限制，生活污水或具有类似性质的污水经