

团体标准

T/CAQI XXX-2024

城市再生水河道补水深度处理 技术规范

Technical code for advanced treatment of urban reclaimed water

(征求意见稿)

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国质量检验协会 发布

目 次

前言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	4
4 总体要求.....	5
5 市政再生水河道补水深度处理流程.....	7
6 市政再生水河道补水厂站深度处理技术.....	8
7 再生水入河深度处理技术.....	14
8 消毒	16
9 辅助工程.....	17
10 监测与管理.....	17

前言

本文件按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件起草单位：南京信息工程大学、青岛中质脱盐质量检测有限公司等。

本文件起草人：

本文件为首次发布。

城市再生水河道补水深度处理技术规范

1 范围

为规范城市再生水作为河道补水重要水源的深度处理技术工程设计、安装与调试、运行维护、监测管理、安全生产等工作，保证工程质量，制定本标准。

本规范适用于城市再生水作为河道补水水源的再生水处理厂新建、扩建或改建工程的设计、安装与调试、运行维护、安全生产。河道补水工程的设计、安装与调试、运行维护、监测管理。

再生水处理厂及河道补水工程与调试、运行维护、安全生产，除应执行本标准外，尚应符合国家和各现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

CJ/T 299 水处理用人工陶粒填料
CJ/T 43 水处理用滤料
GB/T 3838 地表水环境质量标准
GB/T 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
GB/T 18921 城市污水再生利用景观环境用水水质
GB/T 50335 污水再生利用工程设计规范
GB/T 18920 城市污水再生利用城市杂用水水质
GB/T 41018 水回用导则再生水分级
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 50335 再生水利用工程审计规范
GB/T 4482 水处理剂氯化铁
GB/T 50013 室外给水设计标准
GB/T 50030 氧气站设计规范
GB/T 19837 城市给排水紫外线消毒设备
GB/T 28233 次氯酸钠发生器安全与卫生标准
GB/T 26366 二氧化氯消毒剂卫生标准
GB/T 28235 紫外线空气消毒器安全与卫生标准
GB/T 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准
GB/T 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
HJ 2005 人工湿地污水处理工程技术规范

HJ 353 水污染源在线监测系统（COD_{Cr}、NH₃-N 等）安装技术规范

JBT 10193 活性炭吸附罐技术条件

T/CSES 42 水回用指南再生水中药品和个人护理品类微量污染物处理技术

YS/T 3016 臭氧氧化工艺用反应器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 再生水 reclamation wastewater

对污水采用物理、化学、生物等方法进行净化，使水质达到利用要求。

3.2 高效沉淀池 high-efficiency sedimentation tank

采用机械混凝、斜管（板）沉淀、污泥回流，并具有较高表面水力负荷的沉淀池。

3.3 连续过滤砂滤池 active dynasand filter

连续清洗滤料、连续过滤，可实现絮凝、澄清、过滤功能的上向流过滤装置。

3.4 曝气生物滤池 biological filter

在有氧或缺氧条件下，完成有机物氧化、硝化、反硝化及物理过滤的过滤装置。

3.5 膜分离技术 membrane separation technology

再生水中大粒径分子的污染物在通过微滤膜（MF）、超滤膜（UF）、纳滤膜（NF）、反渗透膜（RO）等膜时，实现再生水中污染和水分离的技术。

3.6 表面流人工湿地 free water surface constructed wetland

再生水以水平流方式从首端流至末端，且内部不设置填料的人工湿地。

3.7 水平潜流人工湿地 horizontal subsurface flow constructed wetland

再生水以水平流方式从首端流至末端，且内部设置填料的人工湿地。

3.8 垂直流人工湿地 vertical flow constructed wetland

再生水以垂直流方式从顶部（或底部）流至底部（或顶部），且内部设置填料的人工湿地。

3.9 水力负荷 hydraulic loading rate

人工湿地处理区单位时间单位面积所接受的污水量。

3.10 孔隙率 porosity

人工湿地、曝气生物滤或反硝化滤池中，处水所占的有效容积与总容积之比。水平潜流和垂直流人工湿地的有效容积为人工湿地处理区填料堆积体积与填料净体积之差。

3.11 水力停留时间 hydraulic retention time

再生水在各处理单元中的平均停留时间，也就是再生水中的污染物与微生物作用的平均反应时间，一般用 h 表示。

3.12 反硝化滤池 denitrifying filter

滤料厚度大于 1.8 m ，滤料厚度与滤料粒径之比大于 600 且再生水中硝酸盐氮发生反硝化作用的滤池。

3.13 反冲洗强度 backwashing water (gas) intensity

反硝化滤池、曝气生物滤池或砂滤池进行反冲洗时，单位面积、单位时间内反冲洗用水（气）量，一般以 $\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 表示。

3.14 水头损失 head loss

水通过灌（渠）、设备、构筑物等引起的能耗，一般以 m 表示。

3.15 消毒 disinfect

杀死病原微生物，但不一定能杀死细菌芽孢的方法。

3.16 空床停留时间 empty bed retention time

在假设没有添装滤床的情况下，水流通过滤床所占空间需要的时间，一般以 min 表示。

3.17 莫氏硬度 Moh's hardness

表示矿物硬度的一种标准，又称摩氏硬度，用刻痕法将棱锥形金刚钻针刻划所测试矿物的表面，并测量划痕的深度，该划痕的深度就是莫氏硬度，以符号 HM 表示。也用于表示其它物料的硬度。

3.18 滤料比重 specific gravity of filter material

也称滤料相对密度，是滤料的密度与在标准大气压， 3.98°C 时纯水下的密度（ 999.972 kg/m^3 ）的比值。

3.19 紫外线穿透率 UV transmittance; UVT

波长为 253.7 nm 的紫外线在通过 1 cm 比色皿水样后的紫外线强度与通过前的紫外线强度之比。

3.20 生态浮岛 ecological floating island

一种针对富氧化水质，利用生态学原理，降解水中氮磷、有机物等污染物的人工浮岛。

4 总体要求

4.1 设计原则

4.1.1 生态优先原则

再生水河道补水的深度处理技术应与受纳河道生态、水质、河道功能相协调，以满足河道生态要求为优先原则。再生水河道补水，须考虑河道的生物多样性和水质变化。

4.1.2 因地制宜原则

应结合河道再生水需水量及季节变化调节量为基础，合理设计再生水处理厂的选址、再生水回用水量。根据已建再生水处理厂和河道的实际情况，因地制宜设计“再生水厂深度处理-河道原位深度处理”相结合的方法。

4.1.3 功能互补原则

再生水处理厂出水水质异常时，及时采取措施，避免影响下游人工湿地水质净化工程等工程措施运行

4.1.4 功能导向原则

根据河道功能的不同，合理设置再生水河道补水的水质要求、消毒方式、监测方法与频次，以满足生态、生活、景观、娱乐相协调的要求。

4.1.5 经济可行原则

结合河道功能和河道生态需求，合理设计再生水深度处理工艺，不得过高设置排放标准或过度选择处理工艺，增加深度处理成本。

4.2 技术评选原则

4.2.1 技术先进性、经济合理性与生产可行性相结合

技术先进性就是技术创新性。经济合理性包括保证用户在使用技术成果过程中的经济合理：能够为生产企业带来生产经营的经济效益。生产可行性是指能够预计到推广应用的可能性。

4.2.2 当前需要和长远需要相结合

对技术开发的课题选择与成果评价时，不仅要考虑到当前本企业发展生产、提高技术水平、提高经济效益的作用，还要有长远观点，考虑到今后对本企业较长时间的影响。

4.2.3 局部利益与整体利益相结合

包括两个含义：①在处理局部效益同整体效益的关系时，原则上局部效益要服从整体效益。②要求局部与整体之间实现最佳配合。

4.3 工作流程

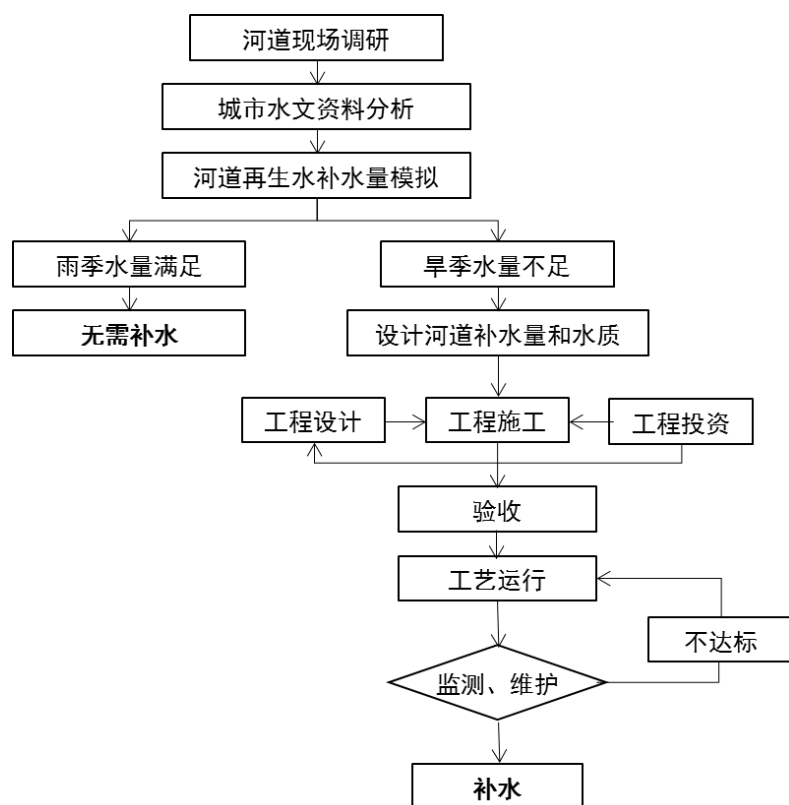
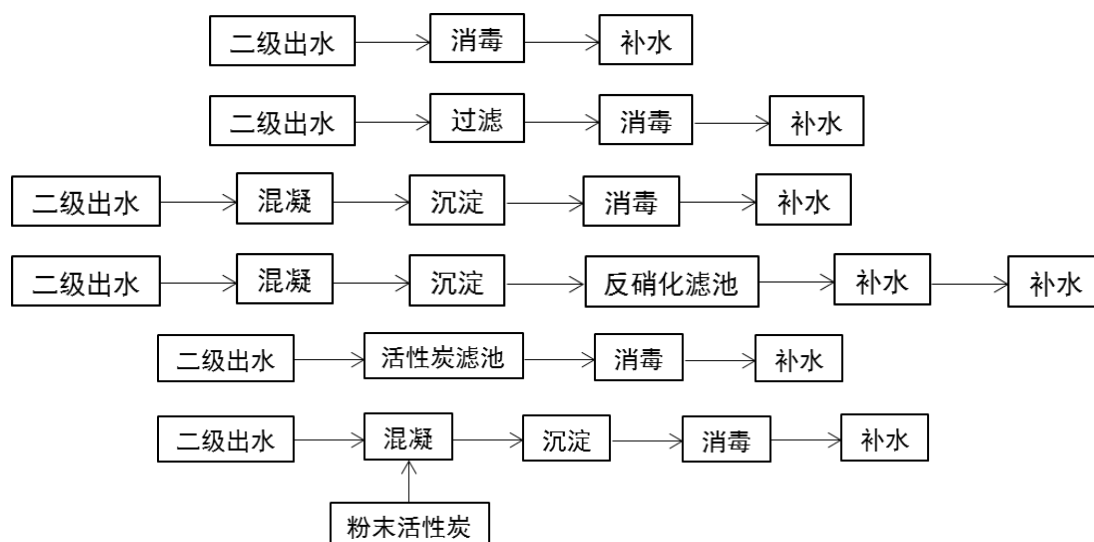


图 1 城市再生水河道补水深度处理流程

5 市政再生水河道补水深度处理流程

5.1 市政再生水河道补水深度处理工艺，宜选用下列基本工艺：



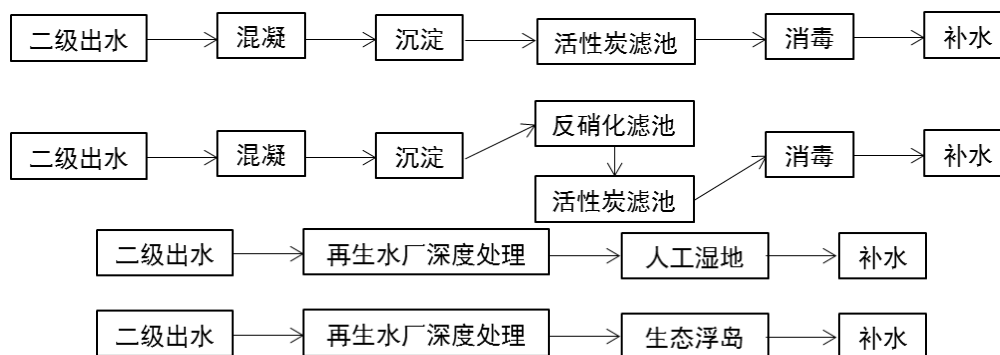


图 2 市政再生水河道补水深度处理工艺

6 市政再生水河道补水厂站深度处理技术

6.1 再生水沉淀池混凝除磷工艺

6.1.1 一般规定

6.1.1.1 沉淀池混凝除磷工艺依靠混凝原理，主要为了去除二级出水中的磷，沉淀池混凝除磷应合理控制 pH，有条件时应设置 pH 自动控制仪，并与加药泵耦合。

6.1.1.2 沉淀池混凝除磷后续应设置沉淀池、气浮池或滤池等，当采用接触过滤时，应直接连接滤池。

6.1.1.3 沉淀池混凝除磷工艺中药剂混合设备的选择，应根据污水处理厂二级出水水量（或需要补充的河道再生水水量）、pH 值、水温等条件综合分析后决定，常用的混合设备有管式混合器、机械混合器、水泵混合器。

6.1.1.4 反应池类型的选择应根据二级出水水质（或需要补充的河道再生水水量）、设计生产能力、处理后水质要求，结合考虑水温变化、进水水质水量均匀程度一级是否连续运转等因素，结合当地条件通过技术经济比较决定。

6.1.1.5 混凝剂和助凝剂调配及投加方式、加药间及药剂仓库设计应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB50013 的有关规定。药剂仓库的固定储备量可按最大投药量的 7~15d 用量确定。

6.1.1.6 再生水沉淀池混凝除磷工艺出水设计要求以河道水质要求为依据，若无特殊水质要求，以当地污水处理厂综合排放标准或国家污水综合排放标准为依据。

6.1.2 混凝剂选择

6.1.2.1 沉淀池混凝除磷工艺所选择混凝剂主要为铁盐（三氯化铁 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、硫酸亚铁 $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、聚合氯化铁）或铝盐（硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 、明矾 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、聚合氯化铝）。

6.1.2.2 铝盐混凝剂中硫酸铝质量应符合 HG2227 要求，使用前应验证 Al_2O_3 的有效成分；铁盐

混凝剂中 FeCl_3 的质量应符合 GB4482 要求，使用前应验证铁含量（以 Fe_2O_3 计）。

6.1.3 混凝剂投配

6.1.3.1 混凝剂投配方法宜采用液体投加方式，混凝剂的溶解和稀释方式应按投加量大小、混凝剂性质确定，宜采用机械搅拌方式，搅拌转速一般为 $10\sim 15\text{ r/min}$ ，也可采用水力或压缩空气等方式。

6.1.3.2 混凝剂调制的溶解池、溶液池需进行防腐处理。一般内壁涂衬环氧玻璃钢、辉绿岩、耐酸胶泥贴瓷砖或聚氯乙烯板；当所用药剂腐蚀性不太强时，亦可采用耐酸水泥砂浆。

6.1.3.3 混凝剂投加方式宜选择计量泵投加，并应设自动控制装置。

6.1.4 混凝反应

6.1.4.1 混合方式可采用管式混合器混合、水泵混合和机械混合。

6.1.4.2 管式混合器混合适用于原水水量稳定、不含纤维类物质，水泵有富余水头情况；水泵混合适用于原水泥沙含量少、悬浮物浓度低，水泵离反应设备近的情况；机械混合适用于原水成分复杂、水质水量多变的情况，混合池可与絮凝反应池合建。

6.1.4.3 混合设备应采用快速混合方式，混合时间一般为 $10\sim 30\text{ s}$ ，搅拌速度梯度一般为 $500\sim 1000\text{ s}^{-1}$ 。

6.1.4.4 机械絮凝池的絮凝时间应为 $15\sim 25\text{ min}$ ；搅拌机的转速应通过计算确定，并应可调，桨板边缘处的线速度应自第一级的 0.5 m/s 逐渐降至末级的 0.2 m/s 。絮凝池前段宜设除沫设施，后端宜设排泥设施。

6.1.4.5 隔板絮凝池的絮凝时间应为 $20\sim 30\text{ min}$ ；起端廊道流速应为 $0.5\sim 0.6\text{ m/s}$ ，逐渐降至末端的 $0.2\sim 0.3\text{ m/s}$ 。折板絮凝池的絮凝时间应为 $15\sim 25\text{ min}$ ；前段流速应为 $0.25\sim 0.35\text{ m/s}$ ，中段流速应为 $0.15\sim 0.25\text{ m/s}$ ，末段流速应为 $0.10\sim 0.15\text{ m/s}$ 。栅条（网格）絮凝池的絮凝时间应为 $15\sim 25\text{ min}$ ；前段流速应为： $0.14\sim 0.12\text{ m/s}$ ，过栅（过网）流速应为 $0.30\sim 0.25\text{ m/s}$ ，中段流速应为 $0.14\sim 0.12\text{ m/s}$ ，过栅（过网）流速应为 $0.25\sim 0.22\text{ m/s}$ ，末段流速应为 $0.14\sim 0.10\text{ m/s}$ ，末段应安放栅条（网格）。

6.1.4.6 混合设施与反应池连接管道管内流速宜采用 $0.8\sim 1.0\text{ m/s}$ 。

6.1.5 沉淀池沉淀

6.1.5.1 沉淀池用以去除再生水高效沉淀池混凝除磷工艺后的大颗粒絮凝体，沉淀池选择课选择评流式沉淀池、侧留式斜板沉淀池或升流式斜管沉淀池。

6.1.5.2 平流沉淀池停留时间应为 $2.0\sim 4.0\text{ h}$ ，水平流速可采用 $4.0\sim 12\text{ mm/s}$ ，池的长深比不宜小于 $10:1$ ，长宽比不宜小于 $4:1$ ，有效水深宜为 $3.0\sim 3.5\text{ m}$ 。可采用重力穿孔管排泥或机械排泥。

6.1.5.3 升流式斜管沉淀池的表面水力负荷应为 $4.0\sim 7.0\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，斜管长度宜为 $800\sim 1000\text{ mm}$ ，倾角宜采用 60° ，上部清水区高度宜大于 1.0 m ，底部配水区高度宜大于 1.5 m 。

6.1.5.4 侧向流斜板沉淀池的表面水力负荷宜为 $5.0\sim 9.0\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，斜板板距宜采用 $50\sim 100\text{ mm}$ ，单层斜板板长不宜大于 1.0 m ，倾角宜采用 60° 。斜管（板）沉淀池可采用穿孔管排泥或机械排泥。

6.1.5.5 沉淀池表面水力负荷宜为 $10\sim 20\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，若采用磁混凝沉淀池，其表面水力负荷宜为 $15\sim 40\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ；污泥回流量宜占进水量的 3~8%。

6.1.6 磁混凝

6.1.6.1 絮凝搅拌设备

由于混合絮凝池中的磁粉保有量较大，混合液的整体密度较大，需要较大的搅拌功率。搅拌桨叶需要采用较为特殊的流线型设计，保障含有磁粉的絮凝团处于悬浮状态而不被打散。一般情况下一、二级混凝池搅拌速度控制在 $200\sim 300\text{ r/min}$ ，三、四级搅拌速度控制在 $80/\text{min}$ 左右，控制转速跟磁粉保有量有关，可采用手动调频电机控制。

6.1.6.2 中心传动刮泥设备

含有磁粉的污泥沉淀速度大幅度提高，沉淀区底部为磁粉、混凝剂、助凝剂以及污水中的悬浮物和胶体形成的混合物，粘度高、密度大。底部刮板需要具有独特的布置形式和倾斜角度，保障污泥全部刮到泥斗中。由于底部污泥与常规混凝沉淀差别较大以及刮板设计的特殊性，需要配套较大功率的旋转电机，对旋转部件的扭矩和挠度提出了更高的要求。

6.1.6.3 高剪机

磁混凝澄清工艺产生的化学污泥中含有大量的磁粉，化学污泥首先进入高剪机（高速剪切解絮机）将混凝絮体打碎，通过特殊的流道设计和高速旋转设备产生高强度剪切力，使磁粉与絮体分离，然后通过磁分离机实现磁粉的回收和循环利用。一般情况下高剪机采用阿基米德螺旋线刀盘结构，剪切刀盘和破碎轮均为高强耐磨合金材质，具有剪切和破碎离散双重作用，确保磁泥剪碎离散充分。性能良好的剪切机具有低转速、低噪音、寿命长、剪切碎泥能力强的特点。

6.1.6.4 磁分离机

磁分离机是实现磁粉高效回收的关键设备，水处理行业常用转鼓式永磁分离器，磁源多为由铁基、镍基、钴基以及稀有金属基的铁磁质制备而成，产生的磁场强度为 $500\sim 5000\text{ Gs}$ 。磁分离机由固定的磁性和转动的非磁性圆筒构成，含有磁粉的化学污泥经过高剪机解絮后进入分离器，固定磁极将磁粉吸出并附着在滚筒表面，通过滚筒旋转实现与非磁性物质的分离。磁粉回收率是衡量磁混凝澄清工艺优劣的关键指标，形成的磁场强度及其衰减率是影响磁分离机性能的核心技术。

6.2 再生水深度脱氮工艺

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 再生水深度脱氮工艺设计应根据再生水出厂（或污水处理厂）排放标准和受纳河道水质要求进行工艺设计。

6.2.1.2 再生水深度脱氮一般去除再生水中的氨氮（ NH_4^+-N ）和总氮（TN），其排放标准以河道水质要求为依据，若无特殊水质要求，以当地污水处理厂综合排放标准或国家污水综合排放标准为

依据。

6.2.1.3 再生水深度脱氮优先采用生物方法，可采用化学处理方法进行脱氮，但不得采用化学掩蔽等方法对污水中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 进行掩蔽。

6.2.2 曝气生物滤池

6.2.2.1 曝气生物滤池为深度处理再生水中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ，根据二级出水水质特征和受纳水体水质要求合理设置单极曝气生物滤池或多级曝气生物滤池。也可与反硝化生物滤池组合串联去除再生水中的 TN。

6.2.2.2 每级曝气生物滤池不应少于两格，每格不宜大于 100 m^2 ，一般可选用矩形或圆形。

6.2.2.3 曝气生物滤池前宜进行预处理，宜设置精细格栅，格栅间隙小于 2.0 mm 。

6.2.2.4 滤料可采用塑料、陶粒、火山岩制成品，粒径 $3\sim 6\text{ mm}$ ；滤料填装高度宜结合占地面积、风机选型和滤料层压力、污染物负荷等条件综合考虑，滤池内滤料厚度 $2\sim 5\text{ m}$ （陶粒滤料宜为 $2.5\sim 4.5\text{ m}$ ；轻质滤料宜为 $2.0\sim 4.0\text{ m}$ ）。其中，生物陶粒应符合 CJ/T 299 标准要求。

6.2.2.5 清水区高度根据滤料性质和反冲洗滤料膨胀率确定，陶粒滤料宜为 $1.0\sim 1.5\text{ m}$ ，轻质滤料宜为 $0.6\sim 1.0\text{ m}$ 。

6.2.2.6 曝气生物滤池宜采用滤头布水布气系统，曝气生物滤池滤速宜为 $6\sim 12\text{ m/h}$ ；曝气系统宜采用单孔膜空气扩散器或穿孔管，曝气管超高宜为 $1.5\sim 2.0\text{ m}$ 。

6.2.2.7 出水系统可采用多槽出水或单边出水，反冲洗排水与出水槽宜分开布置。

6.2.2.8 再生水进行硝化作用的表面负荷宜选择 $3.0\sim 12.0\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，硝化负荷 $0.6\sim 1.0\text{ KgNH}_4^+\text{-N}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ，空床停留时间宜取 $30\sim 45\text{ min}$ 。

6.2.2.9 反冲洗宜采用气-水联合反冲洗，依次按照气洗、气-水联合洗、清水洗方式进行，气洗时间宜为 $3\sim 5\text{ min}$ ，气-水联合洗时间宜为 $4\sim 6\text{ min}$ ，单独清水洗时间宜为 $8\sim 10\text{ min}$ ；气洗强度宜为 $12\sim 16\text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，水冲洗强度宜为 $4\sim 6\text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

6.2.3 反硝化滤池

6.2.3.1 曝气生物滤池为深度处理再生水中硝酸盐氮 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)，进水悬浮物 (SS) 小于 40 mg/L 、总磷 (TP) 浓度应小于 $1.3\sim 1.5\text{ mg/L}$ 、硝酸盐氮浓度小于 25 mg/L 时应采用反硝化滤池。根据二级出水水质特征和受纳水体水质要求合理设置系统参数。

6.2.3.2 再生水对氮磷均有要求时，在进入反硝化滤池前，宜先对进水 TP 进行去除，宜使用高密度沉淀池或混凝工艺去除，除磷设计应满足 GB/T 50335 要求。

6.2.3.3 反硝化砂滤池滤料高度宜为 $1.8\sim 2.5\text{ m}$ ，滤池不得少于 4 格，单格面积不宜超过 120 m^2 ，一般宜选用矩形；重力滤池长宽一般为 $1:1\sim 1:6$ ；滤料层表面以上最小水深不得低于 1.2 m 。

6.2.3.4 反硝化砂滤池滤料宜采用天然海砂、优质粗石英砂滤料，满足 CJ/T 43 要求；均匀系数不大于 1.4，莫氏硬度 $6\sim 7$ ，滤料比重不小于 2.6 g/cm^3 。

6.2.3.5 承托层宜采用天然卵石，密度大于 2.5 g/cm^3 ，粒径分布为 $3.2\sim 38 \text{ mm}$ ，按照 5 层级配方式分布，每层厚度为 $70\sim 100 \text{ mm}$ ，总厚度宜为 $350\sim 500 \text{ mm}$ 。

6.2.3.6 反硝化滤池宜采用滤砖布水布气系统；反硝化滤池冲洗前水头损失可采用 $2.0\sim 2.4 \text{ m}$ 。

6.2.3.7 水力停留时间应不小于 15 min ，平均滤速宜取 $4.5\sim 8 \text{ m/h}$ ，峰值滤速及强制滤速宜小于 10 m/h ， 12°C 反硝化容积负荷可采用 $0.3\sim 1.6 (\text{kgNO}_3^--\text{N})/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 。滤料有效容积宜按冬季平均水温设计，并按最低水温时的污水处理厂平均流量校核。

6.2.3.8 反冲洗宜采用气-水联合反冲洗，反洗周期宜为 24 h 。依次按照气洗、气-水联合洗、清水洗方式进行，气洗时间宜为 $3\sim 5 \text{ min}$ ，气-水联合洗时间宜为 $10\sim 20 \text{ min}$ ，单独清水洗时间宜为 $8\sim 10 \text{ min}$ ；气洗强度宜为 $90\sim 110 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，水冲洗强度宜为 $14\sim 16 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

6.2.3.9 反硝化补充碳源宜采用甲醇、乙酸钠、乙酸等，碳源储量宜按照 $3\sim 10 \text{ d}$ 储存，碳源投配量按照碳源与 NO_3^--N 质量比，依次为：甲醇 $2.5\sim 3.45$ 、乙酸钠 $5\sim 7$ 、乙酸 $4.5\sim 6.5$ 。

6.3 再生水深度过滤工艺

6.3.1 连续过滤砂滤池

6.3.1.1 滤池宜采用单层均质级配石英砂滤料，滤料厚度宜采用 $2000\sim 2500 \text{ mm}$ ，粒径宜为 $0.8\sim 1.2 \text{ mm}$ ，不均匀系数宜小于 1.5 。滤速宜为 $8\sim 12 \text{ m/h}$ 。

6.3.1.2 反冲洗采用连续气提，气水比宜为 $1:5$ ；反冲洗用水量宜为 $3\sim 7\%$ 。

6.3.1.3 滤池系统水头损失宜采用 $0.5\sim 1.0 \text{ m}$ 。

6.3.1.4 滤池前应设有杂质截留过滤器。宜采取防止生物生长堵塞滤池的措施

6.3.2 膜分离（微滤、超滤）

6.3.2.1 膜分离前应设置预处理设施，宜投加抑菌剂。

6.3.2.2 微滤膜孔径宜选用 $1\sim 0.2 \mu\text{m}$ ，超滤膜孔径宜选用 $0.01\sim 0.10 \mu\text{m}$ 。

6.3.2.3 微滤、超滤系统可根据再生水的悬浮物含量选择错流或死端过滤方式。

6.3.2.4 微滤膜、超滤膜处理工艺主要设计参数宜通过试验或参照相似工程的运行经验确定。

6.4 再生水微量有机污染物深度去除工艺

6.4.1 一般规定

6.4.1.1 再生水微量有机污染物的处理方法一般包含活性炭吸附、氧化和膜过滤三类，以及它们之间的组合工艺。

6.4.1.2 再生水微量有机污染物的深度去除宜置于深度脱氮除磷末端，或消毒前端。

6.4.1.3 使用吸附、氧化或膜过滤工艺，需要满足工艺的进水水质条件，必要时需要增加预处理单元。

6.4.2 活性炭吸附技术

6.4.2.1 活性炭可选择粉末活性炭或颗粒活性炭，粉末活性炭可与混凝工艺结合，颗粒活性炭可置于反硝化滤池后端或消毒工艺前端。

6.4.2.2 活性炭吸附接触时间、水力负荷与再生周期等设计参数宜通过试验确定。一般，投加量宜为 10~30 mg/L，接触时间宜为 15~30 min。

6.4.2.3 应选择具有吸附性能好、中孔发达、机械强度高、化学性能稳定、再生后性能恢复好等特点的活性炭。

6.2.3.4 活性炭吸附池设计可参照 JB/T 10193 规定设计。

6.2.3.5 活性炭使用周期，应以目标去除物接近超标时为再生的控制条件，具体吸附饱和时间根据实验测定，活性炭应定期取炭样检测。

6.4.3 臭氧氧化技术

6.4.3.1 臭氧投量宜大于 3 mg/L（宜控制 0.35~1.5 mg/mg DOC），接触时间宜为 10~30 min，接触池应加盖密封，并应设置呼吸阀及安全阀。

6.4.3.2 臭氧氧化系统中应设置臭氧尾气消除装置。

6.4.3.3 所有与臭氧气体或溶解有臭氧的水体接触的材料应耐臭氧腐蚀。

6.4.3.4 氧源及臭氧发生装置系统、臭氧接触池的设计应符合 GB 50013 和 YS/T 3016 的有关规定。臭氧接触池的个数或能够单独排空的分格数不宜少于 2 个，接触池设计水深宜采用 4~6 m，布气区格的水深与水平长度之比宜大于 4。

6.4.3.5 制氧机供氧装置应设有备用液氧储罐，其备用液氧的储存量应满足制氧设备停运维护或故障检修时的氧气供应量，不宜少于 2 d 的用量。

6.4.3.6 臭氧氧化工艺中臭氧投加量较大或再生水规模较大时，臭氧尾气的利用应通过技术经济分析确定。

6.4.4 紫外-过氧化氢技术

6.4.3.1 紫外过氧化氢技术要求进水（二级出水）紫外线穿透率宜大于 30%。

6.4.3.2 低压紫外灯波长 253.7 nm，中压紫外灯线灯波长 200~400 nm，有效剂量大于等于 25 mJ/cm²。

6.4.3.3 过氧化氢投加量宜为 5~30 mg/L。

6.4.3.4 紫外线消毒设备可参照 GB/T 19837 设计，紫外灯管寿命为一年，注意悬浮物在紫外灯管上的富集。

6.4.5 膜分离（纳滤、反渗透）

6.4.5.1 纳滤、反渗透应设置保安过滤器，加药及清洗装置应有流量、压力、温度等监控措施。

6.4.5.2 纳滤、反渗透装置水回收率应根据进水水质、膜元件的特性及配置经计算后确定，并应符合下列规定：

- 1) 纳滤装置水回收率宜为 85~90%;
- 2) 一级两段反渗透装置水回收率宜为 60~80%;

6.4.5.3 纳滤、反渗透装置设计应符合下列规定:

- 1) 给水泵宜采取变频控制或出口设置电动慢开门等装置, 采用不锈钢材质;
- 2) 纳滤、反渗透保安过滤器滤芯孔径不应大于 5 mm, 采用不锈钢材质;

3) 纳滤、反渗透产水宜设置产水箱, 产水箱的容积应与后续处理水量相匹配, 宜按 15~30 min 总产水量确定; 后续处理采用电除盐工艺时, 宜按 5~15 min 总产水量确定。

6.4.5.4 冲洗水泵流量不宜小于单套纳滤、反渗透装置的产水流量, 冲洗水压力不宜小于 0.3 MPa。

7 再生水入河深度处理技术

7.1 一般规定

7.1.1 根据已建或新建再生水处理厂和河道的实际情况, 因地制宜设计“再生水厂深度处理-河道原位深度处理”相结合的方法。

7.1.2 再生水入河深度处理技术是对再生水厂深度处理工艺的补充, 不宜代替再生水处理厂深度处理工艺。

7.1.3 再生水入河深度处理技术应当具有应对再生水处理厂出水水质突变的处理能力, 经过入河深度处理工艺, 再生水仍满足河道水质要求或国家地方标准。可根据需求设置应急处理工艺。

7.1.4 再生水入河深度处理技术宜采用生物处理工艺(人工湿地、生态浮岛或仿生水草等)或物理截留技术, 推荐使用组合工艺(植物-微生物联合、物理截留-微生物联合等), 不宜采用化学手段进行处理。

7.1.5 再生水入河深度处理技术宜与景观生态结合, 应根据实际情况(气候、温度)选择适宜的处理工艺。

7.2 人工湿地

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 人工湿地污水处理工程的景观建设应遵循和谐、自然、均衡的原则, 综合考虑人工湿地轮廓与不同类型人工湿地搭配、植物配置、水体景观设计、周围辅助设施建设等, 人工湿地设计时应充分利用原有地形。

7.2.1.2 人工湿地出水利用前, 消毒措施应符合 GB 50335 的规定, 人工湿地的设计进水 SS 值不宜超过 100 mg/L

7.2.1.3 宜根据进水水质特征、出水水质要求和实际用地条件, 选择表面流人工湿地、水平潜流人工湿地或垂直流人工湿地工艺。

7.2.1.4 工湿地设计应包括池体设计、布水集水系统设计、防渗设计、填料类型选择和植物种类选择。

7.2.1.5 人工湿地污水处理系统可由单一或多个类型的人工湿地组成，根据实际情况，可采用并联式、串联式或组合式。

7.2.1.6 人工湿地的有效面积应分别按污染物负荷和水力负荷进行计算，并取两者中的大值。

7.2.1.7 人工湿地工艺设置和植物选择应考虑季节性，宜选用抗逆能力强、根系发达、生物量较大、观赏价值高、适生性较强的植物，以当地物种为首选。人工湿地植物种植的时间宜选择植物地下繁殖体萌芽前，宜为 3、4 月份或越冬期。

7.2.1.8 人工湿地处理区宜选用比表面积大、机械强度高、稳定性好、取材方便、价格低廉的填料。清水渗透系数宜为 10^{-2} ~ 10^{-1} m/s，渗透系数设计值宜为清水试验测定值的 10%。

7.2.2 表面流人工湿地

7.2.2.1 表面流人工湿地宜设置进水区、处理区和出水区。

7.2.2.2 表面流人工湿地单池长度宜为 20~50 m，单池长宽比宜为 3:1~5:1，水深宜取 30~60 cm，底坡宜为 0.1~0.5%。

7.2.2.3 表面流人工湿地的设计水力负荷宜小于等于 $0.1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，TP 表面负荷 $0.2\sim0.6 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，TN 表面负荷 $1.0\sim10 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，COD 表面负荷小于等于 $20 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 表面负荷 $0.1\sim5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，水力停留时间 3~6 d。

7.2.3 水平流人工湿地

7.2.3.1 水平潜流人工湿地应设置进水区、处理区和出水区，自上而下宜为覆盖层、填料层和防渗层。

7.2.3.2 进水区和出水区宜放置粒径为 40~80 mm 的卵石和砾石，长度宜为 0.5 m，宜分布于整个湿地床宽；处理区填料粒径宜为 4~30 mm；覆盖层厚度应大于 20 cm，材料宜选用土壤；填料层厚度宜为 50~100 cm。

7.2.3.3 水平潜流人工湿地的长宽比宜为 3:1~4:1，长度宜小于 50 m，水力坡度宜为 0.5~1.0%。

7.2.3.4 水平潜流人工湿地的设计水力负荷宜小于等于 $0.2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，TP 表面负荷 $0.2\sim0.6 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，TN 表面负荷 $1.0\sim10 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，COD 表面负荷小于等于 $40 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 表面负荷 $0.1\sim5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，水力停留时间 2~5 d。

7.2.4 垂直流人工湿地

7.2.4.1 垂直流人工湿地自上而下宜为覆盖层、填料层、过渡层、排水层和防渗层，垂直流人工湿地最大深度不宜大于 2 m。

7.2.4.2 覆盖层放置粒径为 8~16 mm 砾石，厚度宜 10~20 cm；填料层放置粒径为 2~6 mm 粗砂或砾石，厚度宜 60~90 cm；过渡层放置粒径为 5~10 mm 砾石，厚度宜 10~20 cm，排水层放置粒径为 15~30 mm 砾石，厚度宜 20~30 cm。

7.2.4.3 垂直流人工湿地配水和集水系统均宜采用穿孔管，配水支管长不宜大于 6 m、间距不宜大于 2 m，孔口间距宜按人工湿地宽度的 10% 计，不宜大于 1 m。集水支管和配水支管宜间隔、交错布置，集水支管进水孔径宜为 2~3 cm，且不应大于排水层材料的最大粒径。

7.2.4.4 垂直流人工湿地应设通气管，通气管应与集水管相连，其管口至少应高出覆盖层顶面 300mm。

7.2.3.5 垂直流人工湿地的设计水力负荷宜小于等于 $0.3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，TP 表面负荷 $0.2 \sim 0.6 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，TN 表面负荷 $1.0 \sim 10 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，COD 表面负荷小于等于 $60 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 表面负荷 $0.1 \sim 5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，水力停留时间 2~5 d。

7.3 生态浮岛

7.3.1 植物宜选择美人蕉、旱伞草、香蒲、菖蒲、千屈菜、黄菖蒲、粉绿狐尾藻等

7.3.2 浮元宜选用抗氧化防 UV 的 PE 材料制备而成的板状浮体，附体内设置 6~12 个采集篮，每个采集篮种植植物 3~6 株。

7.3.3 生态浮岛设置组数以当地气候和实验数据为依据。

8 消毒

8.1 一般规定

8.1.1 再生水应进行消毒处理，消毒剂可采用氯消毒、二氧化氯消毒、紫外线消毒、臭氧消毒，推荐采用紫外线与氯消毒或臭氧与氯消毒的组合方法。

8.1.2 消毒后出厂水的微生物指标、消毒剂余量及其他水质指标应符合 GB/T 18921 要求。

8.1.3 对作为河道补水的再生水需要保证出水口足够游离余氯，避免管道内细菌滋生。

8.2 次氯酸钠消毒

8.2.1 次氯酸钠的投加应根据水质、水量变化进行变量投加，连续对水进行消毒，与水接触时间应大于 30 min。

8.2.2 采用次氯酸钠发生器现场制备的，次氯酸钠发生器的安装应符合 GB/T 28233 要求。

8.3 二氧化氯消毒

8.3.1 二氧化氯的投加应根据水质、水量变化进行变量投加，连续对水进行消毒，与水接触时间应大于 30 min。

8.3.2 宜采用二氧化氯发生器进行现场制备、原料要求应符合 GB/T 26366 的相关要求。

8.3.3 二氧化氯消毒液应采用射流器投加方式，且射流器的射流效果应根据管径与压力进行调整。

8.4 紫外消毒

8.4.1 紫外线生物验证剂量应不小于 $80 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ ，紫外线透射率 T 254 不小于 65%，出水应达到 GB/T 18920 中规定的微生物学指标要求，所选用紫外线消毒器应符合 GB/T 28235 的相关要求。

8.4.2 紫外消毒进水水质的浑浊度 ≤ 5 NTU，总含铁量 ≤ 0.3 mg/L，色度 ≤ 15 度，水温 ≥ 5 °C，总大肠菌群 ≤ 1000 个/L，细菌菌落总数 ≤ 2000 CFU/mL。

8.4.3 紫外线消毒设备可参照 GB/T 19837 设计，紫外灯管寿命为一年，注意悬浮物在紫外灯管上的富集。

9 辅助工程

9.1 再生水输配管道

9.1.1 再生水管道系统宜采用高密度聚乙烯缠绕结构壁管，严禁与饮用水管道系统、自备水源供水系统连接，河道补水点应配置“再生水不得饮用”的耐久标识。

9.1.2 再生水输配水管网中所有组件和附属设施的显著位置应配置“再生水”耐久标识，再生水管道明装时应采用识别色，并配置“再生水管道”耐久标识，埋地再生水管道应在管道上方设置耐久标识带。

9.1.3 再生水调蓄池的排空管道、溢流管道严禁直接与下水道连通。

9.2 再生水处理、输配电气仪表

9.2.1 再生水处理、输配电气仪表安装应符合 GB/T 50150 和 GB/T 50169 要求。

9.2.2 应设置可燃气体、有毒有害气体检测器。加氯消毒设施必须设置漏氯监测报警和安全处置系统。

9.2.3 再生水处理厂出厂管道起端、配水管网中的特征点宜设置测流、测压装置，并宜设置遥测、遥信、遥控系统。

10 监测与管理

10.1 监测

10.1.1 再生水处理厂主要处理单元应设置符合生产运行要求和监管部门规定的水质监测设备。再生水处理厂进出水口与主要处理单元以及用户用水点应设置水样取样装置。

10.1.2 再生水处理厂进水口、出水口应设置水质、水量在线监测及预警系统。

10.1.3 取样方法、监测指标及监测方法应符合 GB/T 18921 中的相关要求。再生水河道补水宜定期监测生物毒性、余氯、河道水质变化。

10.1.4 宜采用在线取样及监测方式，在线监测系统的安装应符合 HJ 353 的相关要求。

10.2 管理与维护

10.2.1 相关管理人员和技术人员应熟悉工艺和设施、设备运行要求和技术指标，并制定相应的应急预案，以确保出水达标。

10.2.2 实时调整测试人员的工作内容，增加对水质情况的摸查，以便及时进行问题诊断和运管措施的调整。

10.2.3 运行管理人员和操作人员应按要求巡视检查构筑物、设备、电器和仪表的运行情况，按时做好运行记录，并确保数据的有效性。

10.2.4 操作人员发现运行不正常时，应及时处理或通知维修部门。设备维修人员应熟悉本厂的设备性能和维修维护周期和方法，建好设备台账并定期将本厂设备状况汇报运行管理部门备案。

10.2.5 加强设备管理，实施计划保养，维修及时响应，备用设备充足。设备和仪表完好率应控制在 95% 以上。需要清洗的仪表应至少一周清洗一次，一月至少校准次，并进行化验分析比对，确保仪表的良性运行。

10.3 评价与验收工程

10.3.1 工程验收

工程验收业务流程由施工班组自检验收环节、项目部竣工自验收环节、公司抽检验收环节三部分组成。

10.3.1.1 施工班组自检验收

主要是指工程施工过程中施工班组为了控制工程质量而对各个关键性工艺环节进行的自检验收、各项隐蔽工程掩盖前的自检验收等。具体要求为施工班组在当天工程段完成后，工作票结束后进行自查，并且在自查结果中应包含该工程段的负责人、工程段范围，以便建立质量追溯卡和工程进度、工程量的统计机制。

10.3.1.2 项目部竣工自验收

是指所有工程项目安装调试完毕后进行的验收，是全面考核建设工作，检查工程是否符合设计要求和工程质量的重要环节，它是施工全过程的最后一道程序，也是工程项目管理的最后一项工作。

10.3.1.3 公司抽检验收

主要在项目部提交竣工自检评估报告和工程竣工资料，对项目部竣工工程进行抽检验收。抽检验收按照规定抽检比例进行，抽检过程中对于不合格项，按照质量稽查标准进行处理，并将缺陷项整改要求通知到项目。

10.3.2 工程评价

工程验收评分标准体系主要由工程等级评分，缺陷类型定义，缺陷分值定义，验收设备工时，缺陷关键项等五部分的综合评价指标来确定。其中，工程等级评分自定义满足多少评分以内为优、良、一般、合格；缺陷类型定义为紧急、重要、一般三种缺陷类型；缺陷分值定义按照不同缺陷类型对所添加缺陷设定缺陷分值；验收设备工时即设备验收花费时间，按照不同设备类型定义不同的工时，可将设备数量与设备类型工时相乘得到该类验收设备工时；缺陷关键项在缺陷项中自定义缺陷是否关键项，如果设定该缺陷项为关键项时，无论验收得分多高都将判定不合格，既“一票否决制”。

对于具体工程项目，总分设定为 100 分。采用验收违章扣分制计算该工程项目的最终得分。

评分实现结果： $100 \text{ (分子/分母)} \times 100$ ，将结果和工程等级评分进行比对，落在哪一区域即为该项工程最终的等级。（分母组成部分：查询自检验收设备数量，累加每个验收设备工时；分子组成部分：查询自检、自验、抽验所有设备缺陷项，缺陷项中若存在紧急缺陷将工程等级设置为不合格，既“一票否决制”。上述条件若都没有满足时，将不同类型的分值设备，再将各个类型分值总合相加作为分子部分）。

10.4 信息与档案

10.4.1 管理原则

10.4.1.1 遵守法律法规：建设工程档案信息化管理应遵守国家相关法律法规，确保档案管理的合法合规。

10.4.1.2 严格保密：建设工程档案包含大量敏感信息，必须严格保密，防止泄露。

10.4.1.3 完整性：建设工程档案应完整反映工程全过程，不得改、遗漏。

10.4.1.4 安全性：建设工程档案信息化管理应确保档案信息的安全，防止丢失和损坏。

10.4.1.5 可用性：建设工程档案信息应便于查询、检索，保证档案信息的可用性。

10.4.2 档案管理流程

10.4.2.1 建设工程档案的整理

建设单位应将建设工程档案按照工程全过程进行整理，包括设计阶段、施工阶段、竣工验收阶段等。

10.4.2.2 建设工程档案的归档

建设单位应将整理好的建设工程档案按照规定归档，建立档案库，分类存放各个阶段的档案。

10.4.2.3 建设工程档案的管理

建设单位应定期对建设工程档案进行管理，进行档案的维护、更新和修复，保证档案信息的完整性和可用性。

10.4.2.4 建设工程档案的电子化

建设单位应将建设工程档案进行电子化处理，建立电子档案库，并进行备份和归档，确保档案信息的安全性。

10.4.2.5 建设工程档案的查询

建设单位应建立档案信息查询系统，方便相关人员查询和检索建设工程档案信息。