

UDC



中华人民共和国国家标准

GB 50335-2016

城镇污水再生利用工程设计规范

Code for design of municipal wastewater
reclamation and reuse

2016-08-18 发布

2017-04-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 联合发布



中华人民共和国国家标准
城镇污水再生利用工程设计规范

Code for design of municipal wastewater
reclamation and reuse

GB 50335-2016

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2017年4月1日

中国建筑工业出版社

2016 北京

中华人民共和国国家标准
城镇污水再生利用工程设计规范
Code for design of municipal wastewater
reclamation and reuse
GB 50335 - 2016

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：2 1/4 字数：72千字

2017年2月第一版 2017年2月第一次印刷

定价：14.00元

统一书号：15112·28925

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>

中华人民共和国住房和城乡建设部

公 告

第 1251 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《城镇污水再生利用工程设计规范》的公告

现批准《城镇污水再生利用工程设计规范》为国家标准，编号为 GB 50335 - 2016，自 2017 年 4 月 1 日起实施。其中，第 4.1.5、7.1.2、7.1.3、7.1.4、7.1.5、7.1.6、7.2.4 条为强制性条文，必须严格执行。原《污水再生利用工程设计规范》GB 50335 - 2002 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2016 年 8 月 18 日

前　　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2011〕17号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了本规范。

本规范的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 水源、水质和水量；5. 再生水厂；6. 输配水；7. 安全防护和监测控制。

本规范修订的主要技术内容是：1. 补充了基本规定一章；2. 完善了水源、水质和水量设计要求；3. 增加了高效沉淀池、滤布滤池、纤维束滤池、曝气生物滤池、膜生物反应器、超滤、反渗透、臭氧氧化、人工湿地单元处理技术和输配水系统设计等方面的内容。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国市政工程东北设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国市政工程东北设计研究总院有限公司（地址：长春市工农大路618号，邮编：130021）。

本规范主编单位：中国市政工程东北设计研究总院有限公司

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

本规范参编单位：中国城市建设研究院有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

中国市政工程华北设计研究总院有限公司

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

中国市政工程西南设计研究总院有限公司

中国市政工程西北设计研究院有限公司

天津市市政工程设计研究院有限公司

本规范主要起草人员：周 彤 张 杰 吕士健 张 辰
张富国 厉彦松 支霞辉 杭世珺
李 艺 李成江 李树苑 罗万申
孔令勇 赵乐军 吴晓光 方先金
马小蕾 王蔚蔚 聂福胜 闫 钰
刘海燕 郭 晓 姜云海 陈立学
王立军 陈树勤 沈昌明 王国英
卜义惠 董艳红

本规范主要审查人员：王洪臣 唐建国 杨向平 赵利君
郑兴灿 胡洪营 傅金祥 祁佩时
刘达克 李殿海 吉春红

目 次

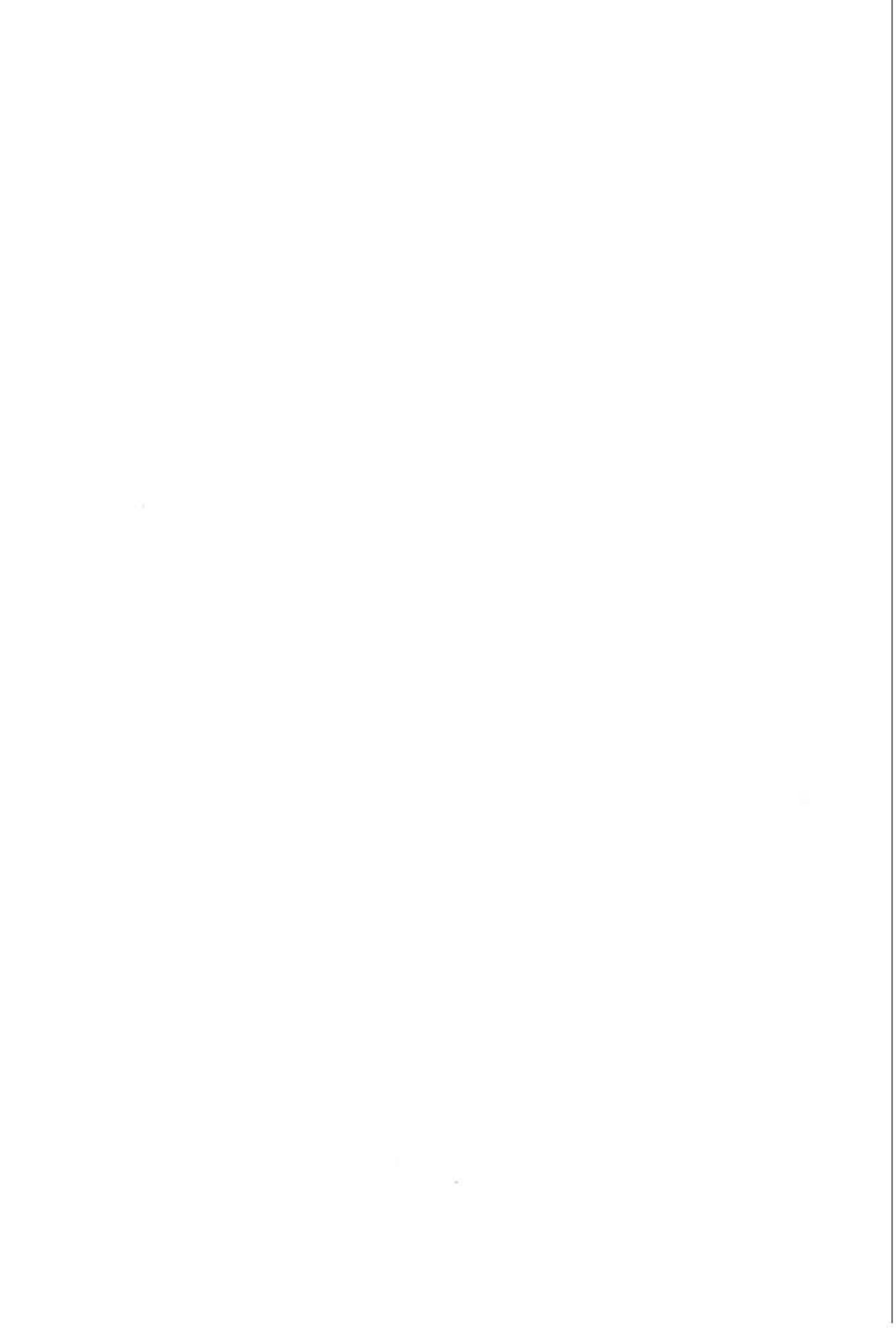
| | |
|-----------------------|----|
| 1 总则 | 1 |
| 2 术语 | 2 |
| 3 基本规定 | 3 |
| 4 水源、水质和水量 | 5 |
| 4.1 水源 | 5 |
| 4.2 水质 | 5 |
| 4.3 设计水量 | 6 |
| 5 再生水厂 | 8 |
| 5.1 一般规定 | 8 |
| 5.2 工艺流程 | 9 |
| 5.3 混凝 | 10 |
| 5.4 沉淀（澄清、气浮） | 11 |
| 5.5 化学除磷 | 12 |
| 5.6 介质过滤 | 12 |
| 5.7 曝气生物滤池 | 14 |
| 5.8 膜生物反应器 | 16 |
| 5.9 人工湿地 | 17 |
| 5.10 膜分离 | 17 |
| 5.11 臭氧氧化、活性炭吸附 | 18 |
| 5.12 消毒 | 20 |
| 6 输配水 | 21 |
| 6.1 一般规定 | 21 |
| 6.2 输配水管道 | 22 |
| 6.3 附属设施 | 22 |
| 7 安全防护和监测控制 | 24 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 7.1 安全防护 | 24 |
| 7.2 监测控制 | 24 |
| 附录 A 再生水管道与其他管线及建(构)筑物之间的最小水平净距 | 26 |
| 附录 B 再生水管道与其他管线最小垂直净距 | 27 |
| 本规范用词说明 | 28 |
| 引用标准名录 | 29 |
| 附：条文说明 | 31 |

Contents

| | | |
|------|---|----|
| 1 | General Provisions | 1 |
| 2 | Terms | 2 |
| 3 | Basic Requirements | 3 |
| 4 | Water Source, Water Quality and Water Flow | 5 |
| 4.1 | Water Source | 5 |
| 4.2 | Reclaimed Water Quality | 5 |
| 4.3 | Design Water Flow | 6 |
| 5 | Water Reclamation Plant | 8 |
| 5.1 | General Requirements | 8 |
| 5.2 | Treatment Process | 9 |
| 5.3 | Mixing and Coagulation | 10 |
| 5.4 | Sedimentation (Clarification and Flotation) | 11 |
| 5.5 | Phosphorous Removal by Chemical Addition | 12 |
| 5.6 | Media Filtration | 12 |
| 5.7 | Biological Filter | 14 |
| 5.8 | Membrane Bioreactor | 16 |
| 5.9 | Artificial Wetland | 17 |
| 5.10 | Membrane Filtration | 17 |
| 5.11 | Ozone Oxidation and Activated Carbon Absorption | 18 |
| 5.12 | Disinfection | 20 |
| 6 | Water Transmission and Distribution | 21 |
| 6.1 | General Requirements | 21 |
| 6.2 | Water Transmission Pipe and Network | 22 |
| 6.3 | Ancillary Facilities | 22 |
| 7 | Safety Protection and Monitoring Control | 24 |

| | |
|--|----|
| 7.1 Safety Protection | 24 |
| 7.2 Monitoring Control | 24 |
| Appendix A The Minimum Horizontal Distance between Reclaimed Water Pipeline and Other Pipeline or the Building (Structure) | 26 |
| Appendix B The Minimum Vertical Distance between Reclaimed Water Pipeline and Other Pipeline | 27 |
| Explanation of Wording in This Code | 28 |
| List of Quoted Standards | 29 |
| Addition: Explanation of Provisions | 31 |



1 总 则

1.0.1 为使污水再生利用工程设计符合充分利用城镇污水资源、削减水污染负荷、提高水资源的综合利用效率，推动资源节约型和环境友好型社会建设的要求，做到安全可靠、技术先进、经济实用，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于以景观环境用水、工业用水水源、城市杂用水、绿地灌溉用水、农田灌溉用水和地下水回灌用水等为污水再生利用途径的新建、扩建和改建的污水再生利用工程设计。

1.0.3 污水再生利用工程设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 污水再生 wastewater reclamation

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的过程。

2.0.2 城镇再生水厂 water reclamation plant

以达到一定要求的城镇污水处理厂二级处理出水为水源，将其净化处理，达到使用要求的水处理厂。

2.0.3 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。

2.0.4 介质过滤 media filtration

水流通过粒状滤料、滤布、纤维束滤料以去除悬浮固体的过程。

2.0.5 滤布滤池 cloth media filter

利用一定孔径的滤布过滤以去除悬浮固体的过滤装置。

2.0.6 纤维束滤池 fiber bundle filter

采用纤维束滤料的过滤装置，分为长纤维束滤池和短纤维束滤池。

2.0.7 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。

2.0.8 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。

2.0.9 膜生物反应器 membrane bioreactor (MBR)

生物反应与膜过滤相结合，利用膜过滤替代常规重力沉淀与过滤的污水处理构筑物。

3 基本规定

- 3.0.1** 污水再生利用工程设计应符合城镇总体规划、给水排水和污水再生利用等相关专项规划。近期设计年限宜采用5年~10年，远期设计年限宜采用10年~20年。
- 3.0.2** 应结合城镇水资源综合保护与开发，处理好城镇供水水源建设与开发利用污水资源的关系、污水处理排放与再生利用的关系，使城镇污水经过处理达到一定水质标准后得到充分利用。
- 3.0.3** 确定再生水利用途径时，宜优先选择用水量大、水质要求相对不高、技术可行、经济和社会效益显著的用户。
- 3.0.4** 应根据再生水水源、用户分布、水质水量要求及利用便利性，合理确定污水再生利用工程的建设规模、水质标准、处理工艺和输配水方式。
- 3.0.5** 污水再生利用工程的设计应以水质达标、水量稳定、标识明确、供水安全为目标。
- 3.0.6** 再生水用户可根据城镇污水再生利用专项规划并通过调查确定。
- 3.0.7** 工程设计方案应通过综合技术经济比较，选择技术先进可靠、经济合理、因地制宜的方案。污水再生处理工艺设计宜通过试验或借鉴已建工程的运行经验进行。
- 3.0.8** 应根据污水再生利用水源及用户位置，合理选择再生水厂厂址。
- 3.0.9** 再生水厂选址在现有污水处理厂内时，应充分利用现有生产及附属设施。再生水厂与污水处理厂合并建设时，附属设施及附属设备应统一规划建设及配备。独立建设的再生水厂应根据再生水的水质目标以及处理工艺，合理设置附属设施及附属设备。

3.0.10 污水再生利用工程中构筑物的设计使用年限应大于 50 年，管道及专用设备的设计使用年限宜按材质和产品更新周期经技术经济比较后确定。构筑物设计应满足抗震、抗浮、防渗、防腐、防冻等要求。

3.0.11 再生水厂产生的污泥及浓缩废液应进行处理处置。

3.0.12 再生水厂应按国家现行有关标准的规定设置安全、防爆、消防、防噪、抗震、卫生等设施。

3.0.13 应结合工程近期、远期规划，综合确定输配水管网的设计水量、水压和水质保障措施。个别要求更高的用户，可自行增建相应设施。

3.0.14 可能产生水锤危害的供水泵站及输配水管线，应采取水锤防护措施。

3.0.15 配水干管宜布置成环状管网。枝状管道末端应设置排水阀（井），并应考虑排水出路。

3.0.16 再生水供水配套设施及运营管理措施应根据再生水用水途径要求确定。

3.0.17 再生水厂供电系统设计应满足用户对供水可靠性要求，不宜低于二级负荷。

3.0.18 对用水可靠性要求高的用户，应提出备用水源要求。

4 水源、水质和水量

4.1 水源

4.1.1 再生水水源的水量、水质应满足再生水生产与供给的可靠性、稳定性和安全性要求，且不应对后续再生利用过程产生危害。

4.1.2 以城镇污水作为再生水水源时，其设计水质应根据污水收集区域现状水质和预期水质变化情况确定，并应符合现行国家标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 的有关规定。

4.1.3 以污水处理厂出水作为再生水水源时，其设计水质可按污水处理厂的实际运行出水水质及原设计出水水质综合分析确定。

4.1.4 再生水水源水宜通过排水管道、暗渠收集输送，不得二次污染。

4.1.5 严禁以放射性废水、重金属及有毒有害物质超标的污水作为再生水水源。

4.2 水质

4.2.1 污水再生利用用途分类应符合现行国家标准《城市污水再生利用 分类》GB/T 18919 的有关规定，不同用水途径的再生水水质，应符合下列规定：

1 再生水用作农田灌溉用水的水质标准，应符合现行国家标准《城市污水再生利用 农田灌溉用水水质》GB 20922 的有关规定。

2 再生水用作工业用水水源的水质标准，应符合现行国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923 的有关

规定。当再生水作为冷却用水、洗涤用水直接使用时，应达到现行国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923 的有关规定。当再生水作为锅炉补给水时，应进行软化、除盐等处理。当再生水作为工艺与产品用水时，应通过试验或根据相关行业水质指标，确定直接使用或补充处理后再用。

3 再生水用作城市杂用水的水质标准，应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 的有关规定。

4 再生水用作景观环境用水的水质标准，应符合现行国家标准《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921 的有关规定。

5 再生水用作地下水回灌用水的水质标准，应符合现行国家标准《城市污水再生利用 地下水回灌水质》GB/T 19772 的有关规定。

6 再生水用作绿地灌溉用水的水质标准，应符合现行国家标准《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T 25499 的有关规定。

4.2.2 当再生水同时用于多种用途时，水质可按最高水质标准要求确定或分质供水；也可按用水量最大用户的水质标准要求确定。个别水质要求更高的用户，可自行补充处理达到其水质要求。

4.3 设计水量

4.3.1 设计供水量应由再生水利用水量、管网漏损水量、未预见水量等组成。设计规模应按最高日供水量确定。

4.3.2 当水源为污水处理厂出水时，最大设计规模应为污水处理厂出水量扣除再生水厂各种不可回收的自用水量，且不宜超过污水处理厂规模的 80%。

4.3.3 工业企业再生水用水量宜根据企业的具体情况确定。对于已经建成投产的工业企业，宜通过用户调查方法确定；对于建

设期的工业企业，可依据其设计文件中的用水量确定；对于处在规划阶段的拟建企业，可按同类规模企业的再生水用水量情况确定。

4.3.4 农田灌溉用水量可按行业管理部门制定的用水量指标及灌溉面积确定。

4.3.5 景观环境用水应按不同类别用水量确定。当无设计资料时，可按下列方法确定：

1 娱乐性、观赏性景观环境用水量可按水体容量除以换水周期确定。

2 其他环境用水量可按维护生态环境平衡，满足植被用水、水生生物用水等需要，加上非汛期最大月水面蒸发量和水体渗透量之和确定。

4.3.6 道路、广场的浇洒用水可按 $2.0\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 3.0\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 确定。

4.3.7 绿化浇灌用水定额应根据气候条件、植物种类、土壤理化性状、浇灌方式和管理制度等因素确定。当无相关资料时，绿化浇灌用水可按 $1.0\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 3.0\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 确定。

4.3.8 冲厕用水量应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定确定。

4.3.9 其他用途的用水量可根据水量调查结果或按其他同类工程再生水用水量确定。

4.3.10 城镇再生水配水管网的漏损水量宜按再生水利用水量的 $10\% \sim 12\%$ 确定。

4.3.11 未预见用水量可按再生水利用水量与配水管网的漏损水量之和的 $8\% \sim 12\%$ 确定。

4.3.12 再生水厂自用水量应按再生水厂生产工艺需要计算确定。

4.3.13 再生水厂供水的日变化系数和时变化系数，应根据用水途径通过调研分析确定。

5 再生水厂

5.1 一般规定

5.1.1 再生水厂厂址、厂区总体布置、竖向设计等设计要求应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 和《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

5.1.2 污水二级处理与深度处理设施同时建设时，二级处理工艺设计应同时考虑处理出水的达标排放和再生水生产对水质净化程度的要求，应强化氮、磷营养物处理程度，不宜在深度处理中专门脱氮，二级处理构筑物的设计应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

5.1.3 深度处理工艺的选择及主要构筑物的组成，应根据再生水水源的水质、水量和再生水用户的使用要求等因素，按相似条件下再生水厂的运行经验，结合当地条件，通过技术经济比较确定。

5.1.4 深度处理工艺构筑物的设计水量应按最高日供水量加再生水厂自用水量确定。

5.1.5 选择曝气生物滤池或膜生物反应器时，应充分发挥其生物处理与过滤相结合的功能。

5.1.6 再生水处理应设置消毒设施。

5.1.7 各处理构筑物的个（格）数不应少于 2 个（格），并应按并联设计。当任一构筑物或设备进行检修、清洗或停止工作时，应能满足供水要求。

5.1.8 供水泵站内工作泵不应少于 2 台，并应设置备用泵。当供水量和水压变化大时，供水泵站宜采用机组调速等调控措施。

5.1.9 再生水厂内除生活用水和有特定使用要求的情况外，其他自用水应采用再生水。

5.1.10 再生水厂应设有溢流和事故排放设施。

5.1.11 化验室设置应按现行行业标准《城镇供水与污水处理化验室技术规范》CJJ/T 182 的有关规定执行。

5.1.12 水量调蓄构筑物的设置，应符合下列规定：

1 再生水厂的清水池有效容积应根据产水、供水和用水变化曲线、自用水量等确定，并应满足消毒接触时间的要求。当管网中无调节构筑物时，在缺乏资料情况下，可按再生水厂最高日供水量的 10%~20% 确定。

2 当供水区域较大，且有合适的位置及地形，可在再生水厂外建高位水池或调节水池泵站，其调节容积应根据用水区域供需情况确定。

3 再生水用于景观环境用水、农田灌溉用水时，可利用当地水系（体）的调蓄功能。

5.2 工艺流程

5.2.1 在既有污水处理设施基础上升级改造时，可选择增建深度处理设施的工艺流程，新建再生水厂时应统筹考虑污水二级处理和深度处理有机结合的工艺流程。

5.2.2 依据不同的再生水水源及供水水质要求，污水再生处理可采用下列工艺流程：

1 二级处理出水——介质过滤——消毒；

2 二级处理出水——微絮凝——介质过滤——消毒；

3 二级处理出水——混凝——沉淀（澄清、气浮）——介质过滤——消毒；

4 二级处理出水——混凝——沉淀（澄清、气浮）——膜分离——消毒；

5 污水——二级处理（或预处理）——曝气生物滤池——消毒；

6 污水——预处理——膜生物反应器——消毒；

7 深度处理出水（或二级处理出水）——人工湿地——

消毒。

5.2.3 当上述工艺流程尚不能满足用户水质要求时，可再增加一种或几种其他深度处理单元，其他深度处理单元包括臭氧氧化、活性炭吸附、臭氧—活性炭、高级氧化等。各单元的处理效率、出水水质宜通过试验或按国内外已建成的工程实例确定。

5.3 混凝

5.3.1 混凝剂和助凝剂品种选择及其用量，应结合所选用的污水再生处理工艺流程，根据原水混凝沉淀试验结果或参照相似条件下的再生水厂运行经验，经综合比较确定。混凝剂和助凝剂调配及投加方式，加药间及药剂仓库设计要求应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定。药剂仓库的固定储备量可按最大投药量的 7d~15d 用量确定。

5.3.2 投药混合可采用机械混合、水力混合或其他混合方式。混合时间宜为 30s~60s，投药混合设施中平均速度梯度值宜大于 500s^{-1} ~ 1000s^{-1} 。

5.3.3 絮凝池设计参数应符合下列规定：

1 隔板絮凝池的絮凝时间应为 20min~30min；起端廊道流速应为 0.5m/s~0.6m/s，逐渐降至末端的 0.2m/s~0.3m/s。

2 折板絮凝池的絮凝时间应为 15min~25min；前段流速应为 0.25m/s~0.35m/s，中段流速应为 0.15m/s~0.25m/s，末段流速应为 0.10m/s~0.15m/s。

3 栅条（网格）絮凝池的絮凝时间应为 15min~25min；前段流速应为 0.14m/s~0.12m/s，过栅（过网）流速应为 0.30m/s~0.25m/s，中段流速应为 0.14m/s~0.12m/s，过栅（过网）流速应为 0.25m/s~0.22m/s，末段流速应为 0.14m/s~0.10m/s，末段应安放栅条（网格）。

4 机械絮凝池的絮凝时间应为 15min~25min；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 0.5m/s 逐渐降至末级的 0.2m/s。絮凝池前端宜设除沫设施，

后端宜设排泥设施。

5.4 沉淀（澄清、气浮）

5.4.1 平流沉淀池停留时间应为 2.0h~4.0h，水平流速可采用 4.0mm/s~12.0mm/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 3.0m~3.5m。可采用重力穿孔管排泥或机械排泥。

5.4.2 升流式斜管沉淀池的表面水力负荷应为 $4.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $7.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，斜管长度宜为 800mm~1000mm，倾角宜采用 60°，上部清水区高度宜大于 1.0m，底部配水区高度宜大于 1.5m。侧向流斜板沉淀池的表面水力负荷宜为 $5.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $9.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，斜板板距宜采用 50mm~100mm，单层斜板板长不宜大于 1.0m，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。

5.4.3 高效沉淀池表面水力负荷宜为 $10\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $20\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；混合时间宜为 0.5min~1.0min，絮凝时间宜为 8min~15min，污泥回流量宜占进水量的 3%~6%；斜管长宜采用 1000mm~1500mm，倾角宜采用 60°。

5.4.4 机械搅拌澄清池的表面水力负荷应为 $2.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $3.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，水在池中的停留时间宜为 1.5h~2.0h，机械搅拌内循环倍数宜为 3 倍~5 倍，并宜设调整叶轮转速和开启度的装置。

5.4.5 加压溶气气浮池设计参数，宜通过试验确定。无试验资料时，宜符合下列要求：

1 接触室的上升流速可采用 10mm/s~20mm/s，分离室的向下流速可采用 1.5mm/s~2.0mm/s，分离室表面水力负荷宜为 $5.4\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $7.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。气浮池的单格宽度不宜超过 10m；池长不宜超过 15m；有效水深宜采用 2.0m~3.0m。

2 溶气罐位置宜靠近气浮池，溶气压力可采用 0.2MPa~0.4MPa，溶气水回流比为 10%。

3 采用高效浅层气浮的气浮池水力负荷宜为 $5.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $6.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，水深不宜小于 0.6m，溶气压力可采用 0.35MPa~0.40MPa，溶气水回流比可采用 15%~30%。

4 气浮池应设置排泥、排渣设施。

5.5 化学除磷

5.5.1 化学除磷设计应符合下列规定：

1 可选用前置沉淀工艺、同步沉淀工艺或后沉淀工艺。

2 药剂可采用铁盐、铝盐或石灰。

3 采用铝盐或铁盐絮凝剂时，其投加量与污水中总磷的摩尔比宜通过试验确定。当无试验数据时，可采用 1.5~3.0。

4 石灰作为絮凝剂时，宜投加铁盐助凝剂。石灰用量与铁盐用量宜通过试验确定。

5.5.2 化学除磷工艺产生的化学污泥量宜通过试验或参照类似工程运行数据确定，化学污泥宜与生物污泥一并处置。

5.5.3 化学除磷絮凝剂投加系统应满足计量准确、耐腐蚀及不堵塞等要求。

5.6 介质过滤

5.6.1 石英砂滤料滤池、无烟煤和石英砂双层滤料滤池的设计应符合下列规定：

1 滤池的进水 SS 宜小于 20mg/L。

2 均匀级配石英砂滤料滤池（V型滤池），滤料有效粒径 (d_{10}) 宜为 0.9mm~1.3mm，不均匀系数 (K_{80}) 宜为 1.4~1.6，厚度宜采用 1000mm~1300mm。滤速宜为 5m/h~8m/h。应设气水冲洗和表面扫洗辅助系统，表面扫洗强度宜为 $2\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ~ $3\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ；单独气冲强度宜为 $13\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ~ $17\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，历时 2min~4min；气水联合冲洗时气冲强度宜为 $13\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ~ $17\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，水冲强度宜为 $2\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ~ $3\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，历时 3min~4min；单独水冲强度宜为 $4\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ~ $6\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，历时

3min~4min。

3 无烟煤和石英砂双层滤料滤池，无烟煤滤料有效粒径(d_{10})宜为0.85mm，不均匀系数(K_{80})宜小于2.0，厚度宜采用300mm~400mm；石英砂滤料有效粒径(d_{10})宜为0.55mm，厚度宜采用400mm~500mm；滤速宜为5m/h~10m/h。宜采用先气冲洗后水冲洗方式，气冲强度宜为 $15L/(m^2 \cdot s) \sim 20L/(m^2 \cdot s)$ ，历时1min~3min；水冲强度宜为 $6.5L/(m^2 \cdot s) \sim 10L/(m^2 \cdot s)$ ，历时5min~6min。

4 单层细砂滤料滤池，石英砂滤料有效粒径(d_{10})宜为0.55mm，不均匀系数(K_{80})宜小于2.0，厚度宜采用700mm~1200mm，滤速宜为4m/h~6m/h。宜采用先气冲洗后水冲洗方式，气冲强度宜为 $15L/(m^2 \cdot s) \sim 20L/(m^2 \cdot s)$ ，历时1min~3min；水冲强度宜为 $8L/(m^2 \cdot s) \sim 10L/(m^2 \cdot s)$ ，历时5min~7min。

5 滤池的工作周期宜用12h~36h。

6 滤池系统水头损失宜采用2.0m~3.0m。

7 滤池宜设有冲洗滤池表面污垢和泡沫的冲洗水管。

8 滤池宜采取临时性加氯等措施。

5.6.2 滤布滤池的设计应符合下列规定：

1 滤池的进水SS宜小于20mg/L。

2 可采用聚酯编织针毡滤布或合成纤维绒毛滤布，最小孔径宜为 $10\mu m$ ，表面浸没度宜为100%；滤盘直径宜为0.9m~3.0m；滤速宜采用8m/h~10m/h或通过试验确定；滤盘反洗转速宜为0.5r/min~1.0r/min，反冲洗水量宜为处理水量的1.0%，反冲洗泵扬程宜为7m~15m。

3 冲洗前水头损失宜为0.2m~0.4m。

4 滤池宜设斗形池底，可采用重力排泥。

5.6.3 长纤维束滤池的设计应符合下列规定：

1 进水SS宜小于20mg/L。

2 滤料厚度宜为1.0m~1.2m，滤速宜为15m/h~20m/h。宜

采用气水反冲洗方式，气冲强度宜为 $50L/(m^2 \cdot s) \sim 70L/(m^2 \cdot s)$ ，水冲强度宜为 $7L/(m^2 \cdot s) \sim 9L/(m^2 \cdot s)$ ；反洗周期宜为 8h~24h。

3 水头损失宜为 1.5m~2.0m。

4 宜在滤池内设置纤维密度调节装置。

5.6.4 短纤维束滤池的设计应符合下列规定：

1 进水 SS 宜小于 20mg/L。

2 滤料厚度宜为 1.6m~1.8m，滤速宜为 15m/h~20m/h。

宜采用气水反冲洗方式，气冲强度宜为 $28L/(m^2 \cdot s) \sim 32L/(m^2 \cdot s)$ ，水冲强度宜为 $5L/(m^2 \cdot s) \sim 6L/(m^2 \cdot s)$ ，反洗周期宜为 8h~24h。

3 水头损失宜为 2.0m~2.5m。

4 宜在滤池内设置滤料拦截装置。

5.6.5 连续过滤砂滤池的设计应符合下列规定：

1 滤池的进水 SS 宜小于 20mg/L。

2 滤池宜采用单层均质级配石英砂滤料，滤料厚度宜采用 2000mm~2500mm，粒径宜为 0.8mm~1.2mm，不均匀系数宜小于 1.5。滤速宜为 8m/h~12m/h。连续气提反冲洗，气水比宜为 1:5；反冲洗用水量宜为 3%~7%。

3 滤池系统水头损失宜采用 0.5m~1.0m。

4 滤池前应设有杂质截留过滤器。

5 宜采取防止生物生长堵塞滤池的措施。

5.7 曝气生物滤池

5.7.1 根据工艺需要，曝气生物滤池可采用碳氧化曝气生物滤池、硝化曝气生物滤池或反硝化生物滤池的单级布置形式，也可采用组合串联的多级布置形式。

5.7.2 曝气生物滤池前宜设置精细格栅或沉淀池等预处理设施，精细格栅间隙应为 1.0mm~2.0mm；滤池进水 SS 宜小于 60mg/L。

5.7.3 重质滤料曝气生物滤池宜选用天然火山岩滤料或人工烧结黏土陶粒，宜按单层均质滤料配置。重质滤料厚度宜为2.5m~4.5m，轻质滤料厚度宜为2.0m~4.0m。硝化、碳氧化滤池滤料粒径宜为3mm~5mm，反硝化滤池宜为4mm~6mm。底部卵石垫层厚度宜为300mm~350mm，粒径宜为8mm~32mm。重质滤料滤池单格面积不宜大于100m²。

5.7.4 碳氧化曝气生物滤池及硝化曝气生物滤池应设空气供给系统，池内供气可采用单孔膜曝气器或穿孔管，供气量应根据需氧量计算确定。曝气风机和反冲洗风机出口处应设置放空装置。曝气生物滤池多格并联运行时，供氧鼓风机应采取一对一或一对二布置形式。

5.7.5 曝气生物滤池应采用气水联合反冲洗，按气洗、气水联合洗、清水漂洗依次进行。气洗时间宜为3min~5min；气水联合冲洗时间宜为4min~6min；单独水漂洗时间宜为8min~10min。空气冲洗强度宜为10L/(m²·s)~15L/(m²·s)，水反洗强度宜为4L/(m²·s)~6L/(m²·s)。滤池的反冲洗周期宜为24h~72h。

5.7.6 滤池进出水液位差宜为1.8m~2.3m。

5.7.7 当出水总磷浓度达不到要求时，应辅以化学除磷。

5.7.8 当采用硝化、反硝化生物脱氮工艺时，污水中的五日生化需氧量与总凯氏氮之比应大于4。当污水中碳源不足时可外加碳源。外加碳源投加量（以COD_{cr}计）可按所需去除的硝态氮浓度的3倍~5倍计算。具备条件时，应选用利于生物降解的当地廉价碳源。

5.7.9 曝气生物滤池的容积负荷宜根据试验资料确定。无试验数据时，其五日生化需氧量容积负荷宜为3kg/(m³·d)~6kg/(m³·d)，硝化容积负荷（以NH₃-N计）宜为0.3kg/(m³·d)~0.8kg/(m³·d)。反硝化生物滤池容积负荷（以NO₃-N计）宜为0.8kg/(m³·d)~4.0kg/(m³·d)，滤速宜为6.0m³/(m²·h)~12.0m³/(m²·h)，空床水力停留时间宜为20min~30min。

5.8 膜生物反应器

5.8.1 膜生物反应器类型应根据污水性质、浓度和水量选择淹没式或外置式。应设置膜在线清洗或离线清洗系统，并应根据膜的运行状况确定清洗和反洗程序。

5.8.2 膜生物反应器前端应设置沉砂池及间隙不大于1mm的精细格栅或格网等预处理构筑物。当进水水质和水量变化时应设置调节设施；当进水中动植物油含量大于50mg/L、矿物油大于3mg/L时，应设置除油装置。

5.8.3 膜组件可采用抽吸水泵负压出水，也可利用静水压力自流出水，出水流量应稳定。膜和膜组件应耐污染和耐腐蚀，并应采取防冻、防风、防晒措施。膜组件与池壁之间的距离不应小于300mm，且顶部应位于正常运行时的最低水位以下400mm；膜组件下部曝气管与池底净距不应小于300mm。曝气系统的风量应同时满足生物处理需氧量和减缓膜组件污染的要求，并应保证布气均匀。应合理设计池内水流循环通道。

5.8.4 浸没式膜生物反应器的生物反应池污泥负荷、污泥浓度等设计参数宜通过试验确定。当无试验数据时，污泥负荷宜采用 $0.05\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d}) \sim 0.15\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$ ；污泥浓度(MLSS)宜采用6g/L~8g/L，污泥龄宜大于15d；总水力停留时间宜为8h~15h，其中好氧段宜为5h~8h，缺氧段宜为2h~5h，厌氧段宜为1h~2h。

5.8.5 浸没式膜生物反应器膜组件可采用帘式、柱式中空纤维膜或板框式平板膜；膜的孔径宜为 $0.01\mu\text{m} \sim 0.40\mu\text{m}$ 。正常设计水温20℃条件下，膜通量宜采用 $10\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 20\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，膜总有效面积应增加10%~20%的富余量；跨膜压差宜小于0.05MPa。生物反应池气水比宜为4:1~10:1，膜池气水比宜为7:1~15:1。

5.8.6 外置式膜生物反应器的生物反应池容积、水力停留时间、污泥负荷、曝气系统等设计参数可按浸没式反应池设计。

5.8.7 外置式膜生物反应器膜系统过滤方式宜为错流式过滤，正常运行回收率宜为 85%~90%，回流浓水宜为 10%~15%，膜面流速宜为 3m/s~5m/s，膜通量宜为 $30\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $80\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。膜组件可采用管式膜或中空纤维膜封装组成管式膜，膜的孔径宜为 $0.03\mu\text{m}$ ~ $0.50\mu\text{m}$ ，应设置反冲洗和化学清洗系统。管式膜的进水压力宜为 0.2MPa ~ 0.4MPa ，由中空纤维膜封装的管式膜的进水压力宜为 0.1MPa ~ 0.2MPa 。膜池应设置至生物反应池好氧段的回流装置，回流比宜为 300%~600%。

5.9 人工湿地

5.9.1 采用人工湿地工艺提高再生水供水水质时，主要设计参数应通过试验或按相似条件下人工湿地的运行经验确定，无上述资料时，可按现行行业标准《污水自然处理工程技术规程》CJJ/T 54 的有关规定确定。

5.9.2 人工湿地选种的植物应根据不同地域及气候条件确定。

5.9.3 宜就地取材选择人工湿地基质填料，并按过滤和透水要求确定合适的级配。

5.9.4 应在人工湿地底部和侧面进行防渗处理。

5.10 膜分离

5.10.1 污水再生处理采用微滤或超滤处理工艺时，应符合下列规定：

1 进水宜为污水二级处理出水，膜分离前应设置预处理设施，宜投加抑菌剂。

2 微滤膜孔径宜选用 $0.1\mu\text{m}$ ~ $0.2\mu\text{m}$ ，超滤膜孔径宜选用 $0.01\mu\text{m}$ ~ $0.10\mu\text{m}$ 。

3 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。无试验数据时，正常设计水温 20°C 条件下，浸没式膜处理工艺的膜通量宜采用 $30\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $45\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，压力式膜处理工艺的膜通量宜采用 $35\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ~ $50\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

$\text{h}) \sim 55\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 跨膜压差宜采用 $0.05\text{MPa} \sim 0.06\text{MPa}$, 水回收率不应小于 90%。

4 当膜分离系统设置自动气水反冲系统时, 宜用污水二级处理出水辅助表面冲洗。也可根据膜材料, 采用其他冲洗措施。

5 膜分离系统应设置运行及膜完整性的在线自动测试与控制系统。应通过在线监测跨膜压力、水质等运行参数, 自动控制反冲洗和化学清洗。反冲洗水应回流至污水二级处理系统中进行处理; 应妥善处理与处置化学清洗废液。

6 当有除磷要求时, 宜在膜分离系统前采取化学除磷措施, 应使铝盐或铁盐絮凝剂充分与水融合反应, 不得堵塞保安过滤器及污染滤膜。

5.10.2 当采用反渗透技术时, 应符合下列规定:

1 反渗透系统应采用超滤或微滤等预处理设施, 并应配置保安过滤器、氧化性物质消除器、阻垢剂及非氧化性杀菌剂投加等装置。

2 应根据水质要求选择反渗透装置组合形式。当采用一级两段式组合工艺流程时, 水回收率不宜小于 70%, 脱盐率不宜小于 95%, 膜通量宜为 $10\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 22\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 出水 pH 值应根据供水水质标准进行中和调整。

3 反渗透装置的清洗系统可根据实际情况选择分段清洗或不分段清洗的方式。清洗系统中, 微孔过滤器孔径不宜大于 $5\mu\text{m}$ 。

4 反渗透系统应设置止回阀、电动慢开阀等有效的高压保护装置, 管路材质应耐腐蚀、易清垢; 系统中应设置取样阀门、流量控制阀门及不合格水排放阀门。

5 清洗废液及浓缩液应进行处理与处置。

5.11 臭氧氧化、活性炭吸附

5.11.1 去除水中色度、嗅味及有毒有害及难降解有机物, 可采用臭氧氧化技术, 设计参数宜通过试验确定, 无试验资料时, 应

符合下列规定：

1 臭氧投量宜大于 3mg/L，接触时间宜为 5min~10min，接触池应加盖密封，并应设置呼吸阀及安全阀。

2 臭氧化系统中应设置臭氧尾气消除装置。

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。

4 可根据当地情况采用不同氧源的发生器。氧源及臭氧发生装置系统、臭氧接触池的设计应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定。

5 臭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。

5.11.2 选用活性炭吸附工艺时，应符合下列规定：

1 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。

2 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。

3 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，并应定期取炭样检测。

4 无试验资料时，活性炭吸附池的设计参数宜符合下列规定：

1) 空池接触时间不宜小于 10min；

2) 炭层厚度宜为 1.0m~2.5m；

3) 滤速宜为 7m/h~10m/h；

4) 水头损失宜为 0.4m~1.0m。

5 活性炭吸附池经常性冲洗强度宜为 $11L/(m^2 \cdot s)$ ~ $13L/(m^2 \cdot s)$ ，冲洗历时宜为 10min~15min，冲洗周期宜为 3d~5d，冲洗膨胀率宜为 15%~20%；除经常性冲洗外，还应定期采用大流量冲洗，冲洗强度宜为 $15L/(m^2 \cdot s)$ ~ $18L/(m^2 \cdot s)$ ，冲洗历时宜为 8min~12min，冲洗膨胀率宜为 25%~35%。为提高冲洗效果，可采用气水联合冲洗或增加表面冲洗方式。冲洗水可

用滤池出水或炭吸附池出水。

5.12 消毒

5.12.1 再生水应进行消毒处理。消毒方法可采用氯消毒、二氧化氯消毒、紫外线消毒、臭氧消毒，也可采用紫外线与氯消毒或臭氧与氯消毒的组合方法。

5.12.2 消毒剂的设计投加量应根据试验资料或类似运行经验确定。无试验数据时，常规氯投加量宜采用 $6\text{mg/L} \sim 15\text{mg/L}$ ，二氧化氯投加量宜采用 $4\text{mg/L} \sim 10\text{mg/L}$ ，与再生水的接触时间不应小于 30min，出厂水及管网末端水余氯含量应符合有关标准要求；紫外线消毒剂量宜采用 $24\text{mJ/cm}^2 \sim 30\text{mJ/cm}^2$ ，接触时间宜为 5s~30s；臭氧消毒投加量宜采用 $8\text{mg/L} \sim 15\text{mg/L}$ ，接触时间宜为 10min~20min。

5.12.3 消毒设施和有关构筑物的设计，应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 及《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

6 输配水

6.1 一般规定

6.1.1 再生水输配水管道平面和竖向布置，应按城镇相关专项规划确定，并应符合现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 的有关规定。

6.1.2 再生水管道水力计算、管道敷设及附属设施设置的要求等，应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定。

6.1.3 输配水管道管材的选择应根据水量、水压、外部荷载、地质情况、施工维护等条件，经技术经济比较确定。可采用塑料管、钢管及球墨铸铁管等，采用钢管及球墨铸铁管时应进行管道防腐。

6.1.4 管道不应穿过毒物污染及腐蚀性地段，不能避开时，应采取有效防护措施。

6.1.5 管道的埋设深度应根据竖向布置、管材性能、冻土深度、外部荷载、抗浮要求及与其他管道交叉等因素确定。露天管道应有调节伸缩设施及保证管道整体稳定的措施，严寒及寒冷地区应采取防冻措施。

6.1.6 再生水管道与建（构）筑物、铁路以及其他工程管道之间的最小水平净距，应按本规范附录 A 的规定确定。

6.1.7 再生水管道与其他管线交叉时的最小垂直净距，应按本规范附录 B 的规定确定。

6.1.8 当再生水管道敷设在给水管道上面时，除应满足本规范附录 B 规定的最小垂直净距外，尚应符合下列规定：

- 1** 接口不应重叠；
- 2** 再生水管道应加设套管；

- 3 套管内径应大于再生水管道外径 100mm;
- 4 套管伸出交叉管的长度每端不得小于 3m;
- 5 套管的两端应采用防水材料封闭。

6.1.9 管道穿越河堤、铁路、高速公路和其他高等级路面的设计应按国家现行相关标准的规定执行。

6.1.10 管道试验要求应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

6.1.11 管网供水区域较大、距离再生水厂较远时，可设置管网运行管理站点。

6.2 输配水管道

6.2.1 再生水输水管道设计水量应根据用途、有无调蓄设施等确定，并应符合下列规定：

1 城镇污水处理厂至再生水厂的原水输水干管设计流量应按再生水厂设计供水量加上自用水量确定。

2 对于向特定用户供水的专用输水干管，当用户无调节设施时，设计流量应按用户最高日最高时用水量确定；当用户设置调节设施时，设计流量应按用户用水曲线、调节设施容量等因素确定。

6.2.2 再生水配水管网应按最高日最高时供水量及设计水压进行计算，并应按下列工况进行校核：

- 1 最不利管段发生故障时的事故用水量和设计水压要求；
- 2 最大转输时流量和水压的要求。

6.2.3 应根据再生水用水途径，合理确定管网服务压力。不同用户的服务压力要求差别大时，采用分压供水方式宜通过技术经济比较确定。

6.3 附 属 设 施

6.3.1 输配水管道中宜设置阀门、排气阀、泄水阀、测压、测流等装置。

6.3.2 再生水管道阀门设置应符合下列规定：

1 主干管上任意两个相邻阀门之间不宜超过 3 条配水管，且阀门设置间距宜为 1km~2km。

2 主干管变径处设置阀门时，宜设置在小口径管道上。

3 干管与配水管的连接处，阀门宜在配水管起端设置。

4 输配水管道的起点、终点、分叉点及穿越河道、铁路、公路处，应根据工程的具体情况和有关部门的规定设置阀门。

5 输配水管道的阀门设置应方便事故检修隔断及放空排水的需要。

6.3.3 输配水管道的隆起点及平直段每 1000m 应设置排气阀。

6.3.4 输配水管道低洼处及阀门间管段低处，宜根据工程的需要设置泄（排）水阀井。

6.3.5 再生水管道向景观水体、循环冷却水集水池等淹没出流配水时，应设置防止倒流装置。

7 安全防护和监测控制

7.1 安全防护

- 7.1.1 再生水厂与各用户之间应设置通信系统。
- 7.1.2 再生水处理构筑物上面的通道，应设置安全防护栏杆，地面应有防滑措施。
- 7.1.3 再生水管道系统严禁与饮用水管道系统、自备水源供水系统连接。
- 7.1.4 再生水管道取水接口和取水龙头处应配置“再生水不得饮用”的耐久标识。
- 7.1.5 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志带。
- 7.1.6 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。

7.2 监测控制

- 7.2.1 再生水厂应设自动检测与控制系统，输配水管道宜设自动检测与控制系统。
- 7.2.2 再生水水源收集系统中的工业废水接入口，宜设置水质监测点和控制闸门。
- 7.2.3 再生水厂进水口、出水口应设置水质、水量在线监测及预警系统。
- 7.2.4 加氯消毒设施必须设置漏氯监测报警和安全处置系统。
- 7.2.5 再生水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。

7.2.6 再生水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。

7.2.7 再生水厂出厂管道起端、配水管网中的特征点，以及各用户进户管道上宜设置测流、测压装置，并宜设置遥测、遥信、遥控系统。

附录 A 再生水管道与其他管线及建（构）筑物之间的最小水平净距

表 A 再生水管道与其他管线及建（构）筑物之间的最小水平净距（m）

| 序号 | 建（构）筑物或管线名称 | 最小水平净距（m） | |
|----|-------------|---|--------------------|
| | | $D \leq 200\text{mm}$ | $D > 200\text{mm}$ |
| 1 | 建筑物 | 1.0 | 3.0 |
| 2 | 围墙或者篱笆 | 1.0 | 1.0 |
| 3 | 给水管线 | 1.0 | 1.5 |
| 4 | 污水、雨水管线 | 1.0 | 1.5 |
| 5 | 燃气管线 | 中、低压 $P \leq 0.4\text{MPa}$ | 0.5 |
| | | 次高压 $0.4\text{MPa} < P \leq 0.8\text{MPa}$ | 1.0 |
| | | $0.8\text{MPa} < P \leq 1.6\text{MPa}$ | 1.5 |
| 6 | 热力管线（直埋或管沟） | 1.5 | |
| 7 | 电力管线（直埋或排管） | 0.5 | |
| 8 | 通信管线（直埋或管道） | 1.0 | |
| 9 | 乔木 | 1.5 | |
| 10 | 灌木 | 1.5 | |
| 11 | 地上杆柱 | 通信照明及 10kV 以下 | 0.5 |
| | | 高压铁塔基础边 | 3.0 |
| 12 | 城镇道路侧石边缘 | 1.5 | |
| 13 | 铁路堤坡脚 | 5.0 | |
| 14 | 地道箱体 | 5.0 | |
| 15 | 河道堤坡脚 | 6.0 | |

附录 B 再生水管道与其他 管线最小垂直净距

表 B 再生水管道与其他管线最小垂直净距 (m)

| 序号 | 管线名称 | | 最小垂直净距 (m) |
|----|--------------|---------------|------------|
| 1 | 再生水管道 | | 0.15 |
| 2 | 给水管线 | | 0.40 |
| 3 | 污水、雨水管线 | | 0.40 |
| 4 | 热力管线 | | 0.15 |
| 5 | 燃气管线 | | 0.15 |
| 6 | 电信管线 | 直埋 | 0.50 |
| | | 管沟 | 0.15 |
| 7 | 电力管线（直埋或者管沟） | | 0.15 |
| 8 | 沟渠（基础底） | | 0.50 |
| 9 | 涵洞（基础底） | | 0.15 |
| 10 | 铁路（轨底） | | 1.00 |
| 11 | 河道及管渠 | 一至五级航道底设计高程以下 | 2.00 |
| | | 其他河道河底设计高程以下 | 1.00 |
| | | 灌渠渠底设计高程以下 | 0.50 |

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1** 《室外给水设计规范》GB 50013
- 2** 《室外排水设计规范》GB 50014
- 3** 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 4** 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 5** 《城市工程管线综合规划规范》GB 50289
- 6** 《城市污水再生利用 分类》GB/T 18919
- 7** 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920
- 8** 《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921
- 9** 《城市污水再生利用 地下水回灌水质》GB/T 19772
- 10** 《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923
- 11** 《城市污水再生利用 农田灌溉用水水质》GB 20922
- 12** 《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T 25499
- 13** 《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962
- 14** 《污水自然处理工程技术规程》CJJ/T 54
- 15** 《城镇供水与污水处理化验室技术规范》CJJ/T 182



中华人民共和国国家标准

城镇污水再生利用工程设计规范

GB 50335 - 2016

条文说明

修 订 说 明

《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335-2016，经住房和城乡建设部2016年8月18日以第1251号公告批准、发布。

本规范是在《污水再生利用工程设计规范》GB 50335-2002的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国市政工程东北设计研究和上海市政工程设计研究院，参编单位是建设部城市建设研究院、北京市市政工程设计研究总院、中国市政工程华北设计研究院、中国石化北京设计院、国家电力公司热工研究院，主要起草人员是周彤、张杰、陈树勤、姜云海、卜义惠、厉彦松、洪嘉年、朱广汉、吕士健、杭世琨、方先金、陈立、范洁、林雪芸、杨宝红、齐芳菲、陈立学。

本规范修订过程中，编制组对我国污水再生利用实际工程进行了调查研究，对实践经验进行了总结，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，对方案选择、水质水量、污水再生处理工艺流程及单元工艺、再生水输配、安全防护和监测控制等方面的设计要求分别做了规定。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《城镇污水再生利用工程设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的一、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

| | |
|----------------------|----|
| 1 总则..... | 34 |
| 3 基本规定..... | 36 |
| 4 水源、水质和水量..... | 41 |
| 4.1 水源 | 41 |
| 4.2 水质 | 41 |
| 4.3 设计水量 | 53 |
| 5 再生水厂..... | 57 |
| 5.1 一般规定 | 57 |
| 5.2 工艺流程 | 58 |
| 5.3 混凝 | 60 |
| 5.4 沉淀（澄清、气浮） | 60 |
| 5.5 化学除磷 | 61 |
| 5.6 介质过滤 | 62 |
| 5.7 曝气生物滤池 | 63 |
| 5.8 膜生物反应器 | 63 |
| 5.9 人工湿地 | 64 |
| 5.10 膜分离 | 64 |
| 5.11 臭氧化、活性炭吸附 | 68 |
| 5.12 消毒 | 69 |
| 6 输配水..... | 73 |
| 6.1 一般规定 | 73 |
| 6.2 输配水管道..... | 73 |
| 6.3 附属设施 | 74 |
| 7 安全防护和监测控制..... | 76 |
| 7.1 安全防护 | 76 |
| 7.2 监测控制 | 76 |

1 总 则

1.0.1 我国政府高度重视城镇污水处理与再生利用基础设施建设，将其作为提升基本公共服务、改善水环境质量的重大环保民生工程，是建设资源节约型、环境友好型社会的重要工作任务。“十一五”期间，地方各级人民政府积极落实国家部署，不断加大污水处理设施建设力度。截至 2010 年底，我国城镇污水处理设施能力已达到 1.25 亿 m^3/d ，设市城市污水处理率已达 77.5%。同时污水再生利用也得到快速发展，工程建设规模迅速扩大。“十二五”期间，全国污水再生利用设施规划建设规模达 2676 万 m^3/d ，全部建成后，我国城镇污水再生利用设施总规模接近 4000 万 m^3/d ，其中设市城市超过 3000 万 m^3/d ，可以有效缓解城市用水供需矛盾。本规范 2002 年版已经颁布实施十余年，对推动污水再生利用事业起到了积极作用。近年来，污水再生利用技术得到迅猛发展，为总结我国十多年来污水再生利用技术成果，满足新形势下城镇污水再生利用工程建设需要，为工程设计提供技术支撑，故对本规范 2002 年版进行全面修订。

1.0.2 依据国家现行的城市污水再生利用水质系列标准，确定了本规范的适用范围。目前，污水再生利用的最大途径是城镇景观环境用水，用于保护、修复或建设给定区域的生态环境，包括城镇河湖景观水体补水、绿地灌溉用水和环境卫生清洁等用水；污水再生利用市场化方向的主要途径是工农业生产用水，其中，工业用水中约 80% 是水质要求不高的冷却用水，以再生水替代用自来水作冷却用水，在技术上和工程上都易于实现，可缓解城镇供水紧张状况，农田灌溉在我国有悠久历史，其再生水利用有经验也有教训，仍需不断进行科学总结。随着城镇污水再生利用技术不断提高，污水再生利用途径也会逐步扩大。

1.0.3 污水再生处理技术包括给水处理和污水处理的绝大部分技术内容，但处理对象及目标既有联系又有区别。本规范规定的未尽事宜，应按现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 和《室外给水设计规范》GB 50013 等有关标准执行。再生水用于工业冷却用水的有关技术要求，应按现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 的有关规定执行；再生水用于建筑物或小区使用的有关技术要求，应按现行国家标准《建筑中水设计规范》GB 50336 的有关规定执行。

3 基本规定

3.0.1 污水再生利用工程设计应以城镇总体规划、给水排水和污水再生利用等专项规划为主要依据，统一规划，分期实施。根据用水途径不同，因地制宜，以集中利用、就近利用为主，必要时采用优质优用、分质供水系统，注重提高建设实效。一般情况下，设计规划年限采用城镇总体规划和给水排水等专项规划的年限。再生水厂近期设计年限采用 5 年～10 年、远期设计年限采用 10 年～20 年比较合适，再生水输配水管网设计中要体现再生水利用工程建设的可持续性，要以远期规划年限校核设计输配水主干管线。

3.0.2 强调城镇污水经处理达到一定标准后，应作为城镇的一种合法水源予以积极开发利用，将再生水与天然水资源统一进行管理和调配。在解决城镇缺水问题时，应充分考虑污水再生利用。污水再生利用方案未得到充分论证之前，不能盲目舍近求远兴建远距离调水工程。水资源优化配置的顺序应是：利用本地天然水、再生水、雨水、境外引水、淡化海水。

3.0.3 本条为《城市污水再生利用技术政策》（建科〔2006〕100 号）关于选择再生水用水途径的原则。城镇景观环境用水要优先利用再生水；工业用水和城市杂用水要积极利用再生水；农业用水要充分利用符合要求的城镇污水二级处理厂的出水。

3.0.4 要在用户分布、水质水量调查、输配水管线路由踏勘等工作基础上，经充分论证确定再生利用工程规模、系统布局、处理标准及处理工艺方案。

3.0.5 再生水处理及利用系统的设计及运行，除应保证安全生产、安全供水外，还应采取防止误饮等安全用水措施。

3.0.6 再生水用户的调查确定可分为三个阶段。

1 调查阶段：主要工作是收集现状资料，确定可供再生利用的全部污水以及使用再生水的全部潜在用户。这一阶段需要和当地供水部门调查确定主要潜在用户情况，与供水部门和潜在用户建立密切的工作联系非常重要。潜在用户比较关心再生利用工程的供水量、水质、可靠性、政府对使用再生水的政策，以及有无能力支付管线连接费或增加处理设施所需费用。

2 筛选阶段：按用水量大小、水质要求、经济上的考虑对上阶段被确认的潜在用户分类排队，筛选出若干个候选用户。

3 确定用户阶段：这个阶段应研究各个用户的输水线路和蓄水要求，确定对这些用户输送再生水所需的费用估算；对不同的筹资方案进行比较，确定用户使用成本；比较每个用户使用新鲜水和再生水的成本。

3.0.7 污水再生利用工程的方案设计是设计过程中的基础性工作。方案设计要详实可靠，特别要把落实用户工作做好，为工程审批决策提供充分依据。

污水再生利用工程方案设计应包括下列内容：

1 确定再生水水源；确定再生利用工程用户、工程规模和水质标准；

2 确定再生水厂的厂址、处理工艺方案、输配水管线布置及管材管径优化选择；

3 确定用户配套设施；

4 进行工程投资估算、经济分析和风险评价等。

具备条件时，污水再生处理工艺及设计参数宜通过试验确定。不具备条件的，应充分借鉴已建工程的运行经验。

3.0.8 关于再生水厂选址的原则要求。

《城市污水再生利用技术政策》（建科〔2006〕100号）规定：城市污水再生利用系统，应因地制宜，灵活应用。集中型系统通常以城市污水处理厂出水或符合排入城市下水道水质标准的污水为水源，集中处理，再生水通过输配管网输送到不同的用水场所或用户管网。城镇污水处理厂的邻近区域，用水量大或水质

要求相近的用水，可以采用集中型再生水系统，如景观环境用水、工业用水及城市杂用水。就地（小区）型系统是在相对独立或较为分散的居住小区、开发区、度假区或其他公共设施组团中，以符合排入城市下水道水质标准的污水为水源，就地建立再生水处理设施，再生水就近就地利用。

再生水生产设施可通过对已建成的污水厂进行改扩建，以及增加深度处理单元来实现；也可在新建污水处理厂中一并建设污水再生利用设施；或独立建设再生水厂。

3.0.9 本条规定了再生水厂附属设施和附属设备的设置原则。强调再生水厂选址在现有污水处理厂内时，在充分利用现有供电、中心控制、污泥处理、除臭、化验、办公等生产及附属设施基础上，按实际需要合理设置。目前国内大多再生水厂与污水处理厂合建，独立建设的较少，对于再生水厂与污水处理厂同时合并建设的应统一考虑配套设施及设备设置，并应统一规划建设。独立建设的再生水厂，由于再生水水质标准不同以及原水水质的差别，再生水处理工艺也会存在较大差别，要根据具体情况尤其是水质监测项目的需要，合理配置相关的附属设施和附属设备。

3.0.10 关于对污水再生利用工程中构筑物、管道及专用设备的设计使用年限的规定，以及对构筑物设计应满足抗震、抗浮、防渗、防腐、防冻等要求的规定。

3.0.11 应本着减量化、稳定化和无害化的原则，对再生水厂产生的污泥和浓缩废液进行妥善处理处置。《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策（试行）》（建城〔2009〕23号）规定：城镇污水处理厂新建、改建和扩建时，污泥处理处置设施应与污水处理设施同时规划、同时建设、同时投入运行；污泥处理处置应统一规划，合理布局，污泥处理处置设施宜相对集中设置，鼓励将若干城镇污水处理厂的污泥集中处理处置。因此，在城镇建有污泥集中处理处置设施时，再生水厂产生的污泥可委托集中处理处置；不具备上述条件的，再生水厂与污水处理厂合建或污水处理厂升级改造与再生水厂一并建设时，产生的污泥应统

一处理处置，污泥浓缩、消化及脱水废液应回流至污水处理系统处理；再生水厂的污泥处理处置设施单独设置时，应进行充分论证。

3.0.12 再生水厂的安全设施设计应符合现行行业标准《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60、《城镇再生水厂运行、维护及安全技术规程》CJJ/T 247 的有关规定。建筑物、厂房（仓库）、车库的消防水量及水压确定、消防给水系统组成、室内外消火栓设置，以及建筑灭火器配置、内部装修设计、建筑及结构材料防火要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974、《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。各类工作场所、厂界噪声限值及噪声控制设计应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。建（构）筑物抗震设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定。

3.0.15 配水管网干管布置成环状对于提高供水安全性、保障供水水质具有非常重要的意义。对于暂不具备设置环状管网的地区，为避免管网末梢再生水较长时间滞留、恶化水质，应设置排水阀（井）。对于处于枝状管网服务范围内且对供水安全要求高的再生水用户，应结合用户要求，提出提高供水安全性的具体措施，如设置调蓄池、另设备用水源等。

3.0.16 再生水供水配套设施及管理措施按照不同用水途径确定，有的需要在再生水供水系统中设置，有的需要用户自行设置。例如，再生水用于工业冷却用水时，一般需要进行水质稳定处理、菌藻处理和进一步改善水质的其他特殊处理，其处理程度和药剂的选择，由用户通过试验或参照相似条件下循环冷却水的运行经验确定；用于城市杂用水和景观环境用水时，应进行水质水量监测、补充消毒、用水设施维护等工作。在工程设计中，根据再生水用户需要提出用水管理要求，再生水用水设施应和再生

处理设施同时施工，同时投产。

3.0.17 工业用水水源的再生水厂供电系统应保障正常生产及供水。

3.0.18 为使工程规模达到经济合理，很可能高峰时再生水需水量大于供水量，此时用户可用新鲜水补足。有时再生水不能满足用户水质要求，或发生设备事故停水时，仍需用户用新鲜水补足。

4 水源、水质和水量

4.1 水源

4.1.1 再生水水源应保证对后续再生利用工程不产生危害，从系统上保障再生水水质安全。

4.1.2 城镇污水，包括生活污水、工业废水和合流制管道截留的雨水，一般情况下可作为再生水水源。但生物处理和常规深度处理难以去除的氯化物、色度、高浓度氨氮、总溶解固体等，都会影响污水再生处理及利用，排污单位应做好内部处理，达到有关标准后才能进入市政排水系统。

4.1.3 为使污水二级处理厂出水的水源水质确定更加合理，应调查分析污水处理厂实际运行进出水水质、原设计出水水质，以及水质可能变化情况，综合分析确定。

4.1.4 再生水水源水的收集及输送不宜采用明渠，以防止雨水、泥沙混入等二次污染及水温过度散失。

4.1.5 放射性废水、重金属及有毒有害物质超标的污水不但对生物处理系统有影响，且经常规的生物处理及深度处理达不到相关水质标准，因此严禁作为再生水水源。

4.2 水质

4.2.1 我国现行城市污水再生利用分类及水质标准体系，是城市污水再生利用工程设计的基本标准。《城市污水再生利用 分类》GB/T 18919-2002 规定的城市污水再生利用分类见表 1。

再生水的水质标准由基本控制项目和选择控制项目组成，两种项目都应执行。基本控制项目为再生水的卫生安全等级与综合性水质要求，包括粪大肠菌群、SS、 BOD_5 、 COD_{cr} 、pH 值、感官性状指标等。选择控制项目是按用水途径确定的特定水质要

求，包括影响用水功能与用水环境质量的各种化学指标和毒理指标。不同用途水质的国家现行标准分列如下：

表1 城市污水再生利用类别

| 序号 | 分类 | 范 围 | 示 例 |
|----|------------|-----------|---|
| 1 | 农、林、牧、渔业用水 | 农田灌溉 | 种籽与育种、粮食与饲料作物、经济作物 |
| | | 造林育苗 | 种籽、苗木、苗圃、观赏植物 |
| | | 畜牧养殖 | 畜牧、家畜、家禽 |
| | | 水产养殖 | 淡水养殖 |
| 2 | 城市杂用水 | 城市绿化 | 公共绿地、住宅小区绿化 |
| | | 冲厕 | 厕所便器冲洗 |
| | | 道路清扫 | 城市道路的冲洗及喷洒 |
| | | 车辆冲洗 | 各种车辆冲洗 |
| | | 建筑施工 | 施工场地清扫、浇洒、灰尘抑制、混凝土制备与养护、施工中的混凝土构件和建筑物冲洗 |
| | | 消防 | 消火栓、消防水炮 |
| 3 | 工业用水 | 冷却用水 | 直流式、循环式 |
| | | 洗涤用水 | 冲渣、冲灰、消烟除尘、清洗 |
| | | 锅炉用水 | 中压、低压锅炉 |
| | | 工艺用水 | 溶料、水浴、蒸煮、漂洗、水力开采、水力输送、增湿、稀释、搅拌、选矿、油田回注 |
| | | 产品用水 | 浆料、化工制剂、涂料 |
| 4 | 环境用水 | 娱乐性景观环境用水 | 娱乐性景观河道、景观湖泊及水景 |
| | | 观赏性景观环境用水 | 观赏性景观河道、景观湖泊及水景 |
| | | 湿地环境用水 | 恢复自然湿地、营造人工湿地 |
| 5 | 补充水源水 | 补充地表水 | 河流、湖泊 |
| | | 补充地下水 | 水源补给、防止海水入侵、防止地面沉降 |

1 农田灌溉用水水质。国家标准《城市污水再生利用 农田灌溉用水水质》GB 20922 - 2007 规定的农田灌溉用基本控制项目及水质指标最大限值见表 2，选择控制项目及水质指标最大限值见表 3。我国利用污水灌溉历史悠久，但使用未经处理的污水灌溉会造成土壤板结、农作物受污染等问题，污水经一定程度处理后灌溉，才能保证农业生产安全和卫生安全。

表 2 再生水用于农田灌溉用水基本控制项目及水质指标最大限值 (mg/L)

| 序号 | 基本控制项目 | 灌溉作物类型 | | | | | |
|----|---------------------------|----------------------------|--------------|------------|-------|--|--|
| | | 纤维作物 | 旱地谷物 油料作物 | 水田谷物 | 露地蔬菜 | | |
| 1 | 生化需氧量 (BOD ₅) | 100 | 80 | 60 | 40 | | |
| 2 | 化学需氧量 (CODcr) | 200 | 180 | 150 | 100 | | |
| 3 | 悬浮物 (SS) | 100 | 90 | 80 | 60 | | |
| 4 | 溶解氧 (DO) | | | ≥ 0.5 | | | |
| 5 | pH 值 (无量纲) | 5.5~8.5 | | | | | |
| 6 | 溶解性总固体 (TDS) | 非盐碱地地区 1000, 盐碱地地区 2000 | | 1000 | | | |
| 7 | 氯化物 | 350 | | | | | |
| 8 | 硫化物 | 1.0 | | | | | |
| 9 | 余氯 | 1.5 | | 1.0 | | | |
| 10 | 石油类 | 10 | | 5.0 | 1.0 | | |
| 11 | 挥发酚 | 1.0 | | | | | |
| 12 | 阴离子表面活性剂 (LAS) | 8.0 | | 5.0 | | | |
| 13 | 汞 | 0.001 | | | | | |
| 14 | 镉 | 0.01 | | | | | |
| 15 | 砷 | 0.1 | | 0.05 | | | |
| 16 | 铬 (六价) | 0.1 | | | | | |
| 17 | 铅 | 0.2 | | | | | |
| 18 | 粪大肠菌群数 (个/L) | 40000 | | | 20000 | | |
| 19 | 蛔虫卵数 (个/L) | 2 | | | | | |

**表 3 再生水用于农田灌溉用水选择控制项目及
水质指标最大限值 (mg/L)**

| 序号 | 选择控制项目 | 限值 | 序号 | 选择控制项目 | 限值 |
|----|--------|-------|----|--------|-----|
| 1 | 铍 | 0.002 | 10 | 锌 | 2.0 |
| 2 | 钴 | 1.0 | 11 | 硼 | 1.0 |
| 3 | 铜 | 1.0 | 12 | 钒 | 0.1 |
| 4 | 氟化物 | 2.0 | 13 | 氟化物 | 0.5 |
| 5 | 铁 | 1.5 | 14 | 三氯乙醛 | 0.5 |
| 6 | 锰 | 0.3 | 15 | 丙烯醛 | 0.5 |
| 7 | 钼 | 0.5 | 16 | 甲醛 | 1.0 |
| 8 | 镍 | 0.1 | 17 | 苯 | 2.5 |
| 9 | 硒 | 0.02 | — | — | — |

2 再生水用作工业用水水源的水质标准。国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923-2005 规定工业用水水源的水质标准见表 4，以城镇污水为水源的再生水用作工业用水水源时，除应满足表 4 中各项指标外，其化学毒理指标还应符合现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918 中的“一类污染物”和“选择控制项目”各项指标限值的规定；再生水作为冷却用水、洗涤用水时，一般达到表 4 所列中的控制指标后可以直接使用，必要时也可对再生水进行补充处理或与新鲜水混合使用；再生水作为锅炉补给水水源时，达到表 4 中所列的控制指标后尚不能直接补给锅炉，应根据锅炉工况，对水源水再进行软化、除盐等处理，直至满足相应工况的锅炉水质标准；再生水作为工艺与产品用水水源时，达到表 4 中所列的控制指标后，尚应根据不同生产工艺或不同产品的具体情况，通过再生水利用试验或者相似经验证明可行时，工业用户可直接使用，当表 4 中所列水质不能满足供水水质指标要求时，又无再生利用经验可借鉴时，则需对再生水作补充处理试验，直至达到相关工艺与产品的供水水质指标要求。

用水量最大的冷却水水质控制指标，是经过国家科技攻关及大量调研工作后确定的，经过多年实践检验，证明该控制指标是合适的，在保证生产安全情况下，有较好的经济适用性。循环冷却系统补充水与锅炉用水、工艺用水相比较，水质要求不高。污水厂二级出水再经过简单深度处理即可满足水质要求。用户可根据水质状况进行循环水系统处理，个别水质要求高的用户，也可针对个别指标作补充处理。再生水用于工业上生产工艺用水，目前很难制定出众多行业共同使用再生水的水质标准。因为各行业生产工艺条件相差悬殊，用水水质要求不同，水质标准会差异很大。鼓励各行业自行编制本行业使用再生水水质标准。再生水用于锅炉用水，对硬度和含盐量要求很高，需增加软化或除盐处理，常采用膜技术与离子交换。再生水用于锅炉用水的进炉标准，需与以天然水作为水源的水质标准相一致。

表4 再生水用作工业用水水源的水质标准

| 序号 | 控制项目 | 冷却用水 | | 洗涤用水 | 锅炉补给水 | 工艺与产品用水 |
|----|---------------------------------|---------|--------------|---------|---------|---------|
| | | 直流冷却水 | 敞开式循环冷却系统补充水 | | | |
| 1 | pH值 | 6.5~9.0 | 6.5~8.5 | 6.5~9.0 | 6.5~8.5 | 6.5~8.5 |
| 2 | 悬浮物(SS)(mg/L) | ≤30 | — | ≤30 | — | — |
| 3 | 浊度(NTU) | — | ≤5 | — | ≤5 | ≤5 |
| 4 | 色度(度) | ≤30 | ≤30 | ≤30 | ≤30 | ≤30 |
| 5 | 生化需氧量 BOD ₅ (mg/L) | ≤30 | ≤10 | ≤30 | ≤10 | ≤10 |
| 6 | 化学需氧量 CODcr(mg/L) | — | ≤60 | — | ≤60 | ≤60 |
| 7 | 铁(mg/L) | — | ≤0.3 | ≤0.3 | ≤0.3 | ≤0.3 |
| 8 | 锰(mg/L) | — | ≤0.1 | ≤0.1 | ≤0.1 | ≤0.1 |
| 9 | 氯离子(mg/L) | ≤250 | ≤250 | ≤250 | ≤250 | ≤250 |
| 10 | 二氧化硅(SiO ₂) | ≤50 | ≤50 | — | ≤30 | ≤30 |
| 11 | 总硬度(以 CaCO ₃ 计 mg/L) | ≤450 | ≤450 | ≤450 | ≤450 | ≤450 |

续表 4

| 序号 | 控制项目 | 冷却用水 | | 洗涤 用水 | 锅炉 补给水 | 工艺与 产品用水 |
|----|-------------------------------|-------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 直流 冷却水 | 敞开式循 环冷却系 统补充水 | | | |
| 12 | 总碱度(以 CaCO_3 计 mg/L) | ≤ 350 | ≤ 350 | ≤ 350 | ≤ 350 | ≤ 350 |
| 13 | 硫酸盐(mg/L) | ≤ 600 | ≤ 250 | ≤ 250 | ≤ 250 | ≤ 250 |
| 14 | 氨氮(以 N 计 mg/L) | — | ≤ 10 | — | ≤ 10 | ≤ 10 |
| 15 | 总磷(以 P 计 mg/L) | — | ≤ 1 | — | ≤ 1 | ≤ 1 |
| 16 | 溶解性总固体(mg/L) | ≤ 1000 | ≤ 1000 | ≤ 1000 | ≤ 1000 | ≤ 1000 |
| 17 | 石油类(mg/L) | — | ≤ 1 | — | ≤ 1 | ≤ 1 |
| 18 | 阴离子表面活性剂(mg/L) | — | ≤ 0.5 | — | ≤ 0.5 | ≤ 0.5 |
| 19 | 余氯(mg/L) | ≥ 0.05 | ≥ 0.05 | ≥ 0.05 | ≥ 0.05 | ≥ 0.05 |
| 20 | 粪大肠菌群(个/L) | ≤ 2000 | ≤ 2000 | ≤ 2000 | ≤ 2000 | ≤ 2000 |

注：1 当敞开式循环冷却水系统换热器为铜质时，循环冷却系统中循环水的氨氮指标应小于 1mg/L。

2 余氯指加氯消毒时管末梢值。

3 再生水用作城市杂用水水质标准。国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 - 2002 规定的城市杂用水水质标准见表 5。混凝土拌合用水还应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

表 5 再生水用作城市杂用水水质标准

| 序号 | 指标 | 项目 | 冲厕 | 道路清 扫消防 | 城市 绿化 | 车辆 冲洗 | 建筑 施工 |
|----|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|----------|
| | | | | | | | |
| 1 | pH 值 | | | | 6.0~9.0 | | |
| 2 | 色度(度) | | | | ≤ 30 | | |
| 3 | 嗅 | | | | 无不快感 | | |
| 4 | 浊度(NTU) | ≤ 5 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≤ 5 | ≤ 20 | |
| 5 | 溶解性总固体(mg/L) | ≤ 1500 | ≤ 1500 | ≤ 1000 | ≤ 1000 | — | |

续表 5

| 序号 | 指标 | 项目 | 冲厕 | 道路清扫消防 | 城市绿化 | 车辆冲洗 | 建筑施工 |
|----|------------------------------------|------|----------------------------|--------|------|------|------|
| 6 | 五日生化需氧量 (BOD ₅) (mg/L) | ≤10 | ≤15 | ≤20 | ≤10 | ≤15 | |
| 7 | 氨氮 (mg/L) | ≤10 | ≤10 | ≤20 | ≤10 | ≤20 | |
| 8 | 阴离子表面活性剂 (mg/L) | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤0.5 | ≤1.0 | |
| 9 | 铁 (mg/L) | ≤0.3 | — | — | ≤0.3 | — | |
| 10 | 锰 (mg/L) | ≤0.1 | — | — | ≤0.1 | — | |
| 11 | 溶解氧 (mg/L) | | | ≥1.0 | | | |
| 12 | 总余氯 (mg/L) | | 接触 30min 后 ≥1.0, 管网末端 ≥0.2 | | | | |
| 13 | 总大肠菌群 (个/L) | | | ≤3 | | | |

随着城镇建设的发展，城市杂用水，如冲厕、道路清扫、消防、城市绿化、车辆冲洗和建筑施工用水等也逐渐增多，再生水能够很好地满足这方面需要。

4 再生水用作景观环境用水标准。国家标准《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921-2002 规定的景观环境用水水质基本控制项目指标见表 6，选择控制项目指标见表 7。景观环境用水是城镇再生水利用主要用途之一。景观水体需要严格控制污染物对水体美学价值的影响，再生处理工艺应考虑去除氮磷等营养物质，防止水体发生黑臭，满足卫生要求。

表 6 再生水用作景观环境用水基本控制项目指标 (mg/L)

| 序号 | 项目 | 观赏性景观环境用水 | | | 娱乐性景观环境用水 | | |
|----|-----------------------------|-----------------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | | 河道类 | 湖泊类 | 水景类 | 河道类 | 湖泊类 | 水景类 |
| 1 | 基本要求 | 无漂浮物，无令人不愉快的嗅和味 | | | | | |
| 2 | pH 值 | 6~9 | | | | | |
| 3 | 五日生化需氧量 (BOD ₅) | ≤10 | ≤6 | | ≤6 | | |
| 4 | 悬浮物 (SS) | ≤20 | ≤10 | | — | | |
| 5 | 浊度 (NTU) | — | | | ≤5.0 | | |

续表 6

| 序号 | 项目 | 观赏性景观环境用水 | | | 娱乐性景观环境用水 | | |
|----|------------|--------------|-------------|------------|------------|-----|-----|
| | | 河道类 | 湖泊类 | 水景类 | 河道类 | 湖泊类 | 水景类 |
| 6 | 溶解氧 | ≥ 1.5 | | | ≥ 2.0 | | |
| 7 | 总磷(以P计) | ≤ 1.0 | ≤ 0.5 | ≤ 1.0 | ≤ 0.5 | | |
| 8 | 总氮 | ≤ 15 | | | | | |
| 9 | 氨氮(以N计) | ≤ 5 | | | | | |
| 10 | 粪大肠菌群(个/L) | ≤ 10000 | ≤ 2000 | ≤ 500 | 不得检出 | | |
| 11 | 余氯 | ≥ 0.05 | | | | | |
| 12 | 色度(度) | ≤ 30 | | | | | |
| 13 | 石油类 | ≤ 1.0 | | | | | |
| 14 | 阴离子表面活性剂 | ≤ 0.5 | | | | | |

- 注：1 对于需要通过管道输送再生水的非现场回用情况必须加氯消毒；而对于现场回用情况不限制消毒方式。
- 2 若使用未经过除磷脱氮的再生水作为景观环境用水，鼓励使用本标准的各方在回用地点积极探索通过人工培养具有观赏价值水生植物的方法，使景观水体的氮磷满足表中的要求，使再生水中的水生植物有经济合理的出路。
- 3 氯接触时间不应低于30min的余氯。对于非加氯消毒方式无此项要求。

表7 再生水用作景观环境用水选择控制项目
最高允许排放浓度(以日均值计)(mg/L)

| 序号 | 选择控制项目 | 标准值 | 序号 | 选择控制项目 | 标准值 |
|----|--------|-------|----|--------|---------|
| 1 | 总汞 | 0.01 | 10 | 总银 | 0.1 |
| 2 | 烷基汞 | 不得检出 | 11 | 总铜 | 1.0 |
| 3 | 总镉 | 0.05 | 12 | 总锌 | 2.0 |
| 4 | 总铬 | 1.5 | 13 | 总锰 | 2.0 |
| 5 | 六价铬 | 0.5 | 14 | 总硒 | 0.1 |
| 6 | 总砷 | 0.5 | 15 | 苯并(a)芘 | 0.00003 |
| 7 | 总铅 | 0.5 | 16 | 挥发酚 | 0.1 |
| 8 | 总镍 | 0.5 | 17 | 总氰化物 | 0.5 |
| 9 | 总铍 | 0.001 | 18 | 硫化物 | 1.0 |

续表 7

| 序号 | 选择控制项目 | 标准值 | 序号 | 选择控制项目 | 标准值 |
|----|--------------|------|----|----------------------|-----|
| 19 | 甲醛 | 1.0 | 35 | 对-二甲苯 | 0.4 |
| 20 | 苯胺类 | 0.5 | 36 | 间-二甲苯 | 0.4 |
| 21 | 硝基苯类 | 2.0 | 37 | 乙苯 | 0.1 |
| 22 | 有机磷农药(以 P 计) | 0.5 | 38 | 氯苯 | 0.3 |
| 23 | 马拉硫磷 | 1.0 | 39 | 对-二氯苯 | 0.4 |
| 24 | 乐果 | 0.5 | 40 | 邻-二氯苯 | 1.0 |
| 25 | 对硫磷 | 0.05 | 41 | 对硝基氯苯 | 0.5 |
| 26 | 甲基对硫磷 | 0.2 | 42 | 2,4-二硝基氯苯 | 0.5 |
| 27 | 五氯酚 | 0.5 | 43 | 苯酚 | 0.3 |
| 28 | 三氯甲烷 | 0.3 | 44 | 间-甲酚 | 0.1 |
| 29 | 四氯化碳 | 0.03 | 45 | 2,4-二氯酚 | 0.6 |
| 30 | 三氯乙烯 | 0.3 | 46 | 2,4,6-三氯酚 | 0.6 |
| 31 | 四氯乙烯 | 0.1 | 47 | 邻苯二甲酸二丁酯 | 0.1 |
| 32 | 苯 | 0.1 | 48 | 邻苯二甲酸二辛酯 | 0.1 |
| 33 | 甲苯 | 0.1 | 49 | 丙烯腈 | 2.0 |
| 34 | 邻-二甲苯 | 0.4 | 50 | 可吸附有机卤化物 (以 Cl 计) | 1.0 |

5 地下水回灌水质。国家标准《城市污水再生利用 地下水回灌水质》GB/T 19772 - 2005 规定的地下水回灌基本控制项目及限值见表 8, 选择控制项目及限值见表 9。

表 8 城市污水再生水地下水回灌基本控制项目及限值

| 序号 | 基本控制项目 | 单位 | 地表回灌 | 井灌 |
|----|--------------------------|------|---------|---------|
| 1 | 色度 | 稀释倍数 | 30 | 15 |
| 2 | 浊度 | NTU | 10 | 5 |
| 3 | pH 值 | — | 6.5~8.5 | 6.5~8.5 |
| 4 | 总硬度(以 CaCO_3 计) | mg/L | 450 | 450 |

续表 8

| 序号 | 基本控制项目 | 单位 | 地表回灌 | 井灌 |
|----|--------------------|------|------|-------|
| 5 | 溶解性总固体 | mg/L | 1000 | 1000 |
| 6 | 硫酸盐 | mg/L | 250 | 250 |
| 7 | 氯化物 | mg/L | 250 | 250 |
| 8 | 挥发酚类(以苯酚计) | mg/L | 0.5 | 0.002 |
| 9 | 阴离子表面活性剂 | mg/L | 0.3 | 0.3 |
| 10 | 化学需氧量(COD) | mg/L | 40 | 15 |
| 11 | 五日生化需氧量(BOD_5) | mg/L | 10 | 4 |
| 12 | 硝酸盐(以 N 计) | mg/L | 15 | 15 |
| 13 | 亚硝酸盐(以 N 计) | mg/L | 0.02 | 0.02 |
| 14 | 氨氮(以 N 计) | mg/L | 1.0 | 0.2 |
| 15 | 总磷(以 P 计) | mg/L | 1.0 | 1.0 |
| 16 | 动植物油 | mg/L | 0.5 | 0.05 |
| 17 | 石油类 | mg/L | 0.5 | 0.05 |
| 18 | 氟化物 | mg/L | 0.05 | 0.05 |
| 19 | 硫化物 | mg/L | 0.2 | 0.2 |
| 20 | 氯化物 | mg/L | 1.0 | 1.0 |
| 21 | 粪大肠菌群数 | 个/L | 1000 | 3 |

注:地表回灌时,表层黏性土厚度不宜小于1m,若小于1m按井灌要求执行。

表 9 城市污水再生水地下水回灌选择控制项目及限值

| 序号 | 选择控制项目 | 限值 | 序号 | 选择控制项目 | 限值 |
|----|--------|-------|----|--------|--------|
| 1 | 汞 | 0.001 | 8 | 总铍 | 0.0002 |
| 2 | 烷基汞 | 不得检出 | 9 | 总银 | 0.05 |
| 3 | 总镉 | 0.01 | 10 | 总铜 | 1.0 |
| 4 | 六价铬 | 0.05 | 11 | 总锌 | 1.0 |
| 5 | 总砷 | 0.05 | 12 | 总锰 | 0.1 |
| 6 | 总铅 | 0.05 | 13 | 总硒 | 0.01 |
| 7 | 总镍 | 0.05 | 14 | 总铁 | 0.3 |

续表 9

| 序号 | 选择控制项目 | 限值 | 序号 | 选择控制项目 | 限值 |
|----|---------|---------|----|-----------------|--------|
| 15 | 总钡 | 1.0 | 35 | 1,2-二氯苯 | 1.0 |
| 16 | 苯并芘 | 0.00001 | 36 | 硝基氯苯 | 0.05 |
| 17 | 甲醛 | 0.9 | 37 | 2,4-二硝基氯苯 | 0.5 |
| 18 | 苯胺 | 0.1 | 38 | 2,4-二氯苯酚 | 0.093 |
| 19 | 硝基苯 | 0.017 | 39 | 2,4,6-三氯苯酚 | 0.2 |
| 20 | 马拉硫磷 | 0.05 | 40 | 邻苯二甲酸二丁酯 | 0.003 |
| 21 | 乐果 | 0.08 | 41 | 邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 | 0.008 |
| 22 | 对硫磷 | 0.003 | 42 | 丙烯腈 | 0.1 |
| 23 | 甲基对硫磷 | 0.002 | 43 | 滴滴涕 | 0.001 |
| 24 | 五氯酚 | 0.009 | 44 | 六六六 | 0.005 |
| 25 | 三氯甲烷 | 0.06 | 45 | 六氯苯 | 0.05 |
| 26 | 四氯化碳 | 0.002 | 46 | 七氯 | 0.0004 |
| 27 | 三氯乙烯 | 0.07 | 47 | 林丹 | 0.002 |
| 28 | 四氯乙烯 | 0.04 | 48 | 三氯乙醛 | 0.01 |
| 29 | 苯 | 0.01 | 49 | 丙烯醛 | 0.1 |
| 30 | 甲苯 | 0.7 | 50 | 硼 | 0.5 |
| 31 | 二甲苯 | 0.5 | 51 | 总 α 放射性 | 0.1 |
| 32 | 乙苯 | 0.3 | 52 | 总 β 放射性 | 1 |
| 33 | 氯苯 | 0.3 | | | |
| 34 | 1,4-二氯苯 | 0.3 | | | |

注：1 除 51、52 项的单位为 Bq/L 外，其他项目的单位均为 mg/L。

2 二甲苯：指对-二甲苯、间-二甲苯、邻-二甲苯。

3 硝基氯苯：指对-硝基氯苯、间-硝基氯苯、邻-硝基氯苯。

6 绿地灌溉水质。国家标准《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T 25499-2010 规定的绿地灌溉水质基本控制项目及限值见表 10，选择控制项目及限值见表 11。

表 10 城市污水再生利用于绿地灌溉水质基本控制项目及限值

| 序号 | 控制项目 | 单位 | 限值 |
|----|--------------------------|------|----------------------------|
| 1 | 浊度 | NTU | ≤5(非限制性绿地), ≤10(限制性绿地) |
| 2 | 嗅 | — | 无不快感 |
| 3 | 色度 | 度 | ≤30 |
| 4 | pH 值 | — | 6.0~9.0 |
| 5 | 溶解性总固体(TDS) | mg/L | ≤1000 |
| 6 | 生化需氧量(BOD ₅) | mg/L | ≤20 |
| 7 | 总余氯 | mg/L | 0.2≤管网末端值≤0.5 |
| 8 | 氯化物 | mg/L | ≤250 |
| 9 | 阴离子表面活性剂 | mg/L | ≤1.0 |
| 10 | 氨氮 | mg/L | ≤20 |
| 11 | 粪大肠菌群 | 个/L | ≤200(非限制性绿地), ≤1000(限制性绿地) |
| 12 | 蛔虫卵数 | 个/L | ≤1(非限制性绿地), ≤2(限制性绿地) |

注：粪大肠菌群的限值为每周连续 7d 测试样品的中间值。

表 11 城市污水再生利用于绿地灌溉水质选择控制项目及限值

| 序号 | 选择控制项目 | 限值 |
|----|-----------|--------|
| 1 | 钠吸收率(SAR) | ≤9 |
| 2 | 镉 | ≤0.01 |
| 3 | 砷 | ≤0.05 |
| 4 | 汞 | ≤0.001 |
| 5 | 铬(六价) | ≤0.1 |
| 6 | 铅 | ≤0.2 |
| 7 | 铍 | ≤0.002 |
| 8 | 钴 | ≤1.0 |
| 9 | 铜 | ≤0.5 |
| 10 | 氟化物 | ≤2.0 |
| 11 | 锰 | ≤0.3 |
| 12 | 钼 | ≤0.5 |

续表 11

| 序号 | 选择控制项目 | 限值 |
|----|--------|-------|
| 13 | 镍 | ≤0.05 |
| 14 | 硒 | ≤0.02 |
| 15 | 锌 | ≤1.0 |
| 16 | 硼 | ≤1.0 |
| 17 | 钒 | ≤0.1 |
| 18 | 铁 | ≤1.5 |
| 19 | 氰化物 | ≤0.5 |
| 20 | 三氯乙醛 | ≤0.5 |
| 21 | 甲醛 | ≤1.0 |
| 22 | 苯 | ≤2.5 |

注：1 除第一项外，其他项目的单位为 mg/L。

2 $SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$ ，式中钠、钙、镁离子浓度单位均以 mmol/L 表示。

4.2.2 关于再生水同时用于多种用途时的供水水质确定原则。以用水量最大用户的水质确定城镇再生水厂的处理工艺流程通常是合理的。对于水质水量有特殊要求的用水大户，在可行的条件下，可考虑采用专线分质的供水方案，也可在用户内部再作相应补充处理。水质要求低于设计标准的，如水量不大，使用较高标准的再生水效果会更好，且费用又增加不多，水量大时也可采用分质供水。

4.3 设计水量

4.3.1 现行国家标准《城市污水再生利用 分类》GB/T 18919 中规定了城市污水再生利用按用途分为农、林、牧、渔业用水；城市杂用水；工业用水；环境用水；补充水源水五类。每项污水再生利用工程的供水用户可能组成不同，应因地制宜确定其供水用户及供水量。

4.3.2 当水源为污水处理厂出水时，再生水厂设计规模的确定原则。因采用处理工艺不同，再生水厂自用水量差别较大，设计规模及成本测算水量除应考虑水源水量及用户水量的季节变化外，还应考虑不可回收自用水量的影响。为保证供水安全，考虑污水厂运行的不稳定性，规定再生水厂规模要小于污水处理厂规模。

4.3.3 由于工业产品结构和工艺性质不同，各类工业企业再生水用水量差异较大，对于已经建成的工业企业，最好通过用户调查的方法确定再生水用水量。目前热电厂是再生水的主要用户之一，部分热电厂的规模和冷却水用水量列于表 12，供预测热电厂冷却用再生水水量时参考。

表 12 部分热电厂规模和冷却水用水量

| 热电厂名称 | 电厂规模 | 循环冷却水补水量 | 资料来源 |
|----------|---------------------|-----------------------------|------|
| 天津杨柳青热电厂 | 2×300MW 抽汽供热燃煤机组 | 平均用水量 1020t/h，最大用水量 1200t/h | 设计文件 |
| 天津东北郊热电厂 | 4×300MW 燃煤发电供热机组 | 30000m ³ /d | 设计文件 |
| 山东潍坊电厂 | 2×670MW 超临界燃煤纯凝汽式机组 | 2784t/h | 设计文件 |

4.3.4 农田灌溉用水量大、面广，用水指标与气候、土壤条件关系较大，需要从实践中积累更多经验数据。参考用水指标为：水作类 800m³/(亩·年)，旱作类 300m³/(亩·年)，蔬菜类 200m³/(亩·年)~500m³/(亩·年)。

4.3.5 随着生态城镇建设的不断推进，各地建设了不少景观湖、景观河道，不少居住小区也建设了景观水系，这些景观水体应尽量采用再生水作为补水水源。但目前景观水体补水量缺乏统一的计算方法。根据部分再生水用于景观环境的工程经验，提出了景观水体补水量的计算方法。

4.3.6 依据现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 规定道路、广场浇洒的用水定额。

4.3.7 依据现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 规定绿化浇灌的用水定额。

4.3.8 冲厕用水定额、停车库地面冲洗水定额按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 与《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 的有关规定选取。

4.3.9 其他用途的用水量指标尚无标准可依，需根据水量调查或者参考其他已建工程同类再生水用水量确定。

4.3.10 参照现行行业标准《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92 确定城镇再生水配水管网的漏损水量。

4.3.11 再生水利用仍属于推广普及阶段，在水量预测中不可预见因素多，水量预测难度较大。本条参照现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定确定不可预见水量比例。

4.3.12 由于采用工艺不同，再生水厂自用水量差别较大，需根据不同工艺生产需要以及厂内水回用率计算确定自用水量。

根据现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定，给水厂自用水率按设计水量的 5%~10% 确定，以及《室外排水设计规范》GB 50014-2006（2011 年版）第 6.9.20 条条文说明中提出曝气生物滤池反冲洗水量为进水水量的 8% 左右，因此，对采用混凝、沉淀、过滤+消毒工艺，曝气生物滤池工艺的再生水厂，无试验资料时，自用水率可按再生水厂设计供水量的 8%~12% 确定。

采用膜处理技术时，可按各单元技术耗水量计算再生水厂的自用水率。微滤单元的水回收率在 93%~95% 左右，反冲洗水量、制备清洗药剂水量按产水量的 8%~10% 考虑，所以微滤单元的自用水量按微滤产水量的 10%~15% 考虑。超滤单元的水回收率在 88%~92% 左右，反冲洗水量、制备清洗药剂水量按产水量的 8%~10% 考虑，所以超滤单元的自用水量按超滤产水量的 18%~22% 考虑。反渗透的水回收率按 70%~75% 考虑，

反冲洗水量、制备清洗药剂水量按产水量的 8%~10% 考虑，所以反渗透单元的自用水量按反渗透产水量的 40%~45% 考虑。

4.3.13 鉴于再生水利用的不同用途其供水变化差距较大，日变化系数和时变化系数需综合分析确定。

5 再生水厂

5.1 一般规定

5.1.1 再生水厂厂址、厂区总体布置、竖向设计等设计要求与净水厂、污水处理厂设计要求基本相同，应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 和《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

5.1.2 提出再生水处理对污水二级处理的要求。污水二级处理主要是生物处理，氮磷等营养物质宜用生物法去除，不宜采用物化法居多的深度处理工艺去除。

5.1.3 深度处理工艺的选择是再生利用工程设计的核心，应在试验或可靠资料基础上慎重进行选择，设计标准过高，会使投资增大，运行费用偏高，增加供水成本和用户负担；设计标准过低，会使再生水水质不能达标，影响用户使用。

5.1.4 不同的再生水处理工艺其自用水量差别较大，应注意自用水量对水处理构筑物的设计水量影响。

5.1.5 曝气生物滤池和膜生物反应器近年应用较多，出水基本可达到一级 A 标准要求，可视其为二级处理也可视其为深度处理构筑物，曝气生物滤池也可单独放置在二级处理之后，作深度处理使用。

5.1.6 再生水的卫生安全十分重要，消毒单元不能省略。

5.1.7 规定处理构筑物的个（格）数及布置的原则。

5.1.8 再生水厂供水泵站水泵工作台数需根据供水量大小、供水量预期变化情况确定，为方便调节，工作泵不得少于 2 台，备用泵数量应按有关规定确定。当再生水用户分类多，需水量时变化系数会较大，再生水厂供水泵站可设置变频调速等调节装置，以适应包括投产初期在内的用水量变化情况。

5.1.9 再生水厂厂内符合水质要求的生产及杂用水应率先使用再生水。

5.1.10 关于再生水厂设置溢流和事故排放设施的要求。在现有污水处理厂内增建再生水厂时，溢流和事故排放管道可在利用现有设施基础上统一考虑。

5.1.11 再生水厂与污水处理厂同时合并建设时，按照现行行业标准《城镇供水与污水处理化验室技术规范》CJJ/T 182 的规定，合理确定化验室等级、检测能力，一并配置化验设施。在现有污水处理厂增建再生水处理设施时，应充分利用现有污水处理厂化验设施。独立建设再生水厂时，参照上述技术规范并考虑当地污水处理厂等化验设施配置状况，合理确定化验室等级、检测能力，配置相应化验设施。

5.1.12 关于水量调蓄构筑物的设置要求。

1 再生水厂的清水池调节容积计算除考虑产水、供水和用水变化因素外，应注意深度处理工艺自用水水量较大的影响。

2 供水区域较大，供水距离远，当地有合适的位置及适宜的地形可建调节构筑物时，为节省配水能耗，应经技术经济比较，确定是否建设调节构筑物（高位水池或调节水池泵站）。

3 景观环境用水、农田灌溉用水季节性强，用水量变化大，可充分利用当地的景观水系、水池或水库等既有设施的调蓄功能。

5.2 工艺流程

5.2.1 全国许多现有污水处理厂面临升级改造任务，往往增建深度处理工艺以达到一级 A 或再生水水质标准；而对于新建污水处理及再生水厂来说，可直接按水质标准要求确定处理工艺方案，综合考虑污水二级处理和深度处理关系，甚至污水处理厂名称也可改为再生水厂。现有污水处理厂升级改造成再生水厂与新建再生水厂所确定的处理工艺方案或单体构筑物相比，设计参数会有所不同。

5.2.2 按照污水再生利用用途分类及水质标准要求，结合国内外工程建设实例，提出了供选用的再生处理工艺流程。

1 污水二级处理加介质过滤、消毒工艺，可提高二级处理出水悬浮物的处理效果，水质可满足城镇绿地灌溉用水要求。污水二级处理加消毒处理，出水可以用于农田灌溉用水，水田谷物、露地蔬菜灌溉用水宜选择二级处理加消毒工艺，纤维作物、旱地作物灌溉用水可选择一级强化处理、消毒工艺。

2、3 污水二级处理加混凝、沉淀、介质过滤、消毒工艺，以及二级处理加微絮凝、介质过滤、消毒工艺，是国内外许多工程的常用再生工艺，可进一步强化对悬浮物、总磷及有机污染物的去除效果。城市杂用水、工业冷却和洗涤用水水源宜选择此类工艺。

4 近年来膜分离技术应用增多，膜工艺能够高效地去除悬浮物及胶体物质，具有占地小的特点，但运行成本较高。锅炉补给水宜选择超滤、反渗透，或离子交换工艺进行补充处理。工业工艺与产品用水宜根据试验或参照相关行业水质指标，可以直接使用达到水源标准的再生水，或补充处理后利用，补充处理宜选择超滤、反渗透、（臭氧）、消毒工艺。具有超滤、反渗透、臭氧、消毒等单元的处理工艺出水可作为地下水回灌用水水源。

5 曝气生物滤池近年应用较多，可在已建污水厂做升级改造的深度处理单元使用，也可在新建污水厂做主体工艺单元使用。污水二级处理加曝气生物滤池、消毒工艺，可强化对有机污染物、悬浮物及总磷总氮的去除效果，出水可满足部分工业用水水源的水质要求。

6 膜生物反应器有较好的出水水质，近年也得到较多应用。膜生物反应器出水可满足大部分再生水用水途径的水质要求。

7 人工湿地可作为进一步净化设施提高水质，满足再生利用水质或排放水体的水质标准要求。

上述基本处理工艺流程可满足当前大多数再生水用户的水质要求。

5.2.3 随着再生水利用范围的扩大，优质再生水将是今后发展方向，深度处理技术特别是膜技术的迅速发展展示了污水再生利用的广阔前景，补给给水水源也将变为现实，污水再生处理的工艺流程也会随之不断发展。各单元的处理效率、出水水质与水源水质、再生工艺设计参数等有关，可参照国内外已建成的工程实例确定。

5.3 混凝

5.3.1 关于混凝剂、助混凝剂品种选择及其用量确定，混凝剂、助混凝剂调配及投加方式，以及加药间及药剂仓库设计的原则规定。再生水厂与污水处理厂同时合并建设时，加药间、药剂仓库宜统一合建。

5.3.3 参照现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 及部分再生利用工程实际运行数据，规定了四种絮凝构筑物的设计参数。

5.4 沉淀（澄清、气浮）

5.4.3 高效沉淀池的主要控制参数为表面水力负荷，其数值范围是根据各地工程实例的设计和运行参数确定的，在水温适宜时可选用上限值。

5.4.5 关于气浮池的设计参数的规定。

1 常规加压溶气气浮池的设计参数是按照现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 确定的。

2 为减小因管道过长而造成压力的损失，溶气罐宜接近气浮池。按国内试验及生产运行情况，规定溶气压力一般可采用 $0.2\text{ MPa} \sim 0.4\text{ MPa}$ 。回流比应根据悬浮物浓度和颗粒大小以及气泡粘附絮粒的难易程度决定。溶气水回流比宜采用 10%。

3 高效浅层气浮用均衡消能装置，取代了传统的释放器，此装置还运用了“浅池理论”及“零速原理”进行设计，水力停留时间仅需 $4\text{ min} \sim 5\text{ min}$ ，强制布水，对水体扰动小。其设计参

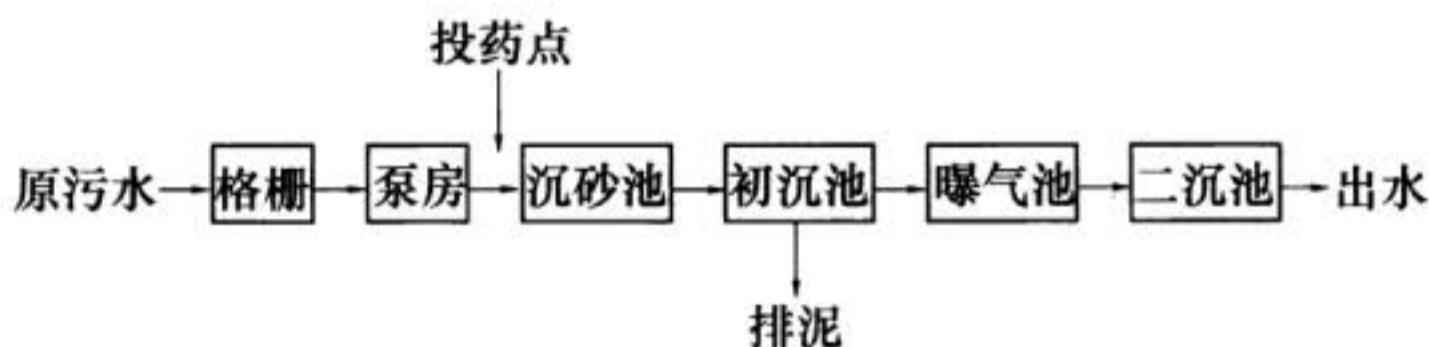
数是根据有关试验及工程实例确定的。由于浅层气浮的停留时间较短，因此回流比较常规气浮的大，一般在30%以下。

4 关于气浮池排渣设备的规定。

5.5 化学除磷

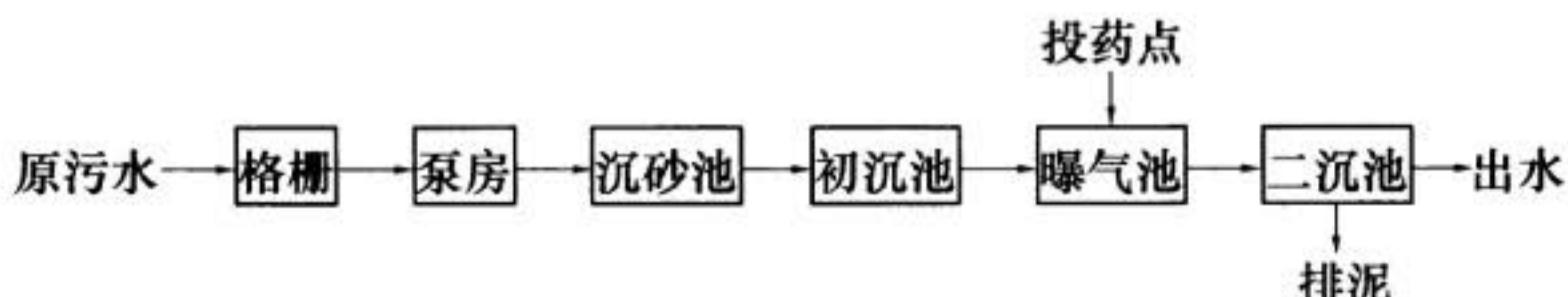
5.5.1 当再生水水质对总磷的指标要求严格，采用生物除磷工艺仍不能达到要求时，应考虑增加化学除磷措施。化学除磷是指向污水中投加无机金属盐药剂，与污水中溶解性磷酸盐混合后形成非溶解性颗粒状物质，从污水中去除磷的方法。

1 化学除磷工艺分为前置沉淀工艺、同步沉淀工艺和后沉淀工艺。前置沉淀工艺将药剂加在生物处理前的沉砂池中，或加在初沉池的进水渠中，形成的化学污泥在初沉池中与污水中的污泥一同排除。前置沉淀工艺常用药剂为铁盐或铝盐，其流程如下：

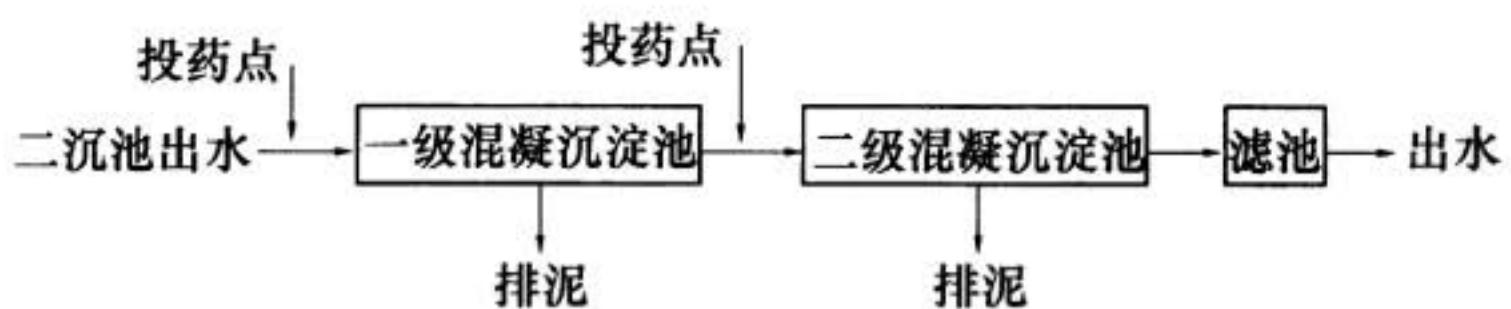


前置沉淀工艺适用于现有污水厂需增加除磷措施的改建工程。

同步沉淀工艺将药剂投加在曝气池进水、出水或二沉池的进水中，形成的化学污泥同剩余生物污泥一起排除。其流程如下：



后沉淀工艺药剂投加在二沉池出水后另建的混凝设施中，形成单独的处理系统，其流程如下：



2 化学除磷投加的絮凝剂品种及投加量依据水中总磷、碱度等水质参数确定。常用的铁盐絮凝剂有硫酸亚铁、氯化硫酸铁和三氯化铁；常用铝盐絮凝剂有硫酸铝、氯化铝和聚合氯化铝。当采用石灰作为絮凝剂，宜采用铁盐作为助凝剂。当后续采用紫外消毒时，不宜选用铁盐絮凝剂。

5.6 介 质 过 滤

5.6.1 粒状滤料滤池是再生水处理常用的过滤构筑物，凡在给水处理工艺中采用的石英砂单层滤料、石英砂和无烟煤双层滤料滤池，在污水再生利用的深度处理上也可采用，但设计参数应有所区别，宜通过试验或参考类似工程确定，滤池采取临时性加氯为了防止生物生长堵塞滤池。条款中规定的粒状滤料滤池设计参数是参照已建工程实例确定的。

5.6.2 滤布滤池利用一定孔径的滤布过滤去除总悬浮固体。滤布滤池技术为表面过滤技术，冲洗能耗低，约为常规滤池气水反冲能耗的 $1/3$ ；过滤水头小；占地面积小，维护使用简便。对 SS 的去除率可达 50% 以上。但当处理水中 SS 过高或其黏附性较强时，滤布易发生污染和堵塞。

5.6.3、5.6.4 纤维束滤池是利用纤维束替代传统的砂滤料，国内已有诸多工程采用。特点是滤速高，可达到砂滤池的 2 倍，因而占地面积小，并有较高的去除污染物能力。条款中规定的设计参数是参照已建工程实例给出的。

5.6.5 连续过滤砂滤池可实现絮凝、澄清、过滤功能。原水加絮凝剂后经进水管、布水器均匀分配后上向逆流，通过絮凝及滤料层截留作用去除水中的杂质，滤液通过排放口排除。滤池底部

含过滤杂质的滤砂，依靠空气提升泵提升至顶部的洗砂器，通过紊流作用使脏颗粒从活性砂中分离出来，杂质通过清洗水出口排出，清洗后的滤砂回落到砂床上层。石英砂滤料呈自上而下的运动，水与砂呈逆向流状态，增强了絮凝及截留效果。

5.7 曝气生物滤池

5.7.1 曝气生物滤池适用于有机污染物及氨氮的去除；不曝气的反硝化生物滤池，适用于总氮的去除。曝气生物滤池在生物脱氮方面具有一定的特殊性质。

5.7.2 为防止曝气生物滤池堵塞，宜设置细格栅或沉淀池等预处理设施。现有污水处理已设置的预处理设施不满足要求时，应改造或增设；新建再生水厂时，应一并设置符合要求的预处理设施。碳氧化曝气生物滤池的进水 SS 宜小于 60mg/L，二级处理后的硝化、反硝化曝气生物滤池的进水 SS 宜小于 20mg/L。

5.7.8 补加碳源量除取决于反硝化进水的碳氮比、所需去除的硝态氮浓度外，还应考虑水温、溶解氧、亚硝酸盐等因素的影响。为降低运行费用，条件具备时可选用例如酒业废水、食品加工废水、糖蜜废水等廉价碳源。

5.7.9 曝气生物滤池硝化容积负荷和反硝化生物滤池容积负荷，根据待处理水的污染物指标酌情选取，最好通过试验验证和调整。水温对硝化和反硝化均有明显影响，水中碱度对硝化过程亦有明显影响。曝气生物滤池氨氮去除率可达 90% 以上，反硝化滤池硝态氮去除率主要取决于碳源投加量，一般为 50%~90%。

5.8 膜生物反应器

5.8.1 膜生物反应器适用于以城镇污水为水源的污水再生处理。新建工程的生物处理应按同时除磷、脱氮设计。膜生物反应器占地面积较小，容积负荷高，出水水质总体上优于常规生物处理技术，可克服传统活性污泥法的污泥流失和膨胀问题。膜生物反应器工艺对运行管理要求较高。

5.8.2 为降低对膜组件的污染影响,满足膜过滤精度要求,应设置必要预处理设施。膜生物反应器进水水质要求为: COD_{cr}≤500mg/L; BOD₅≤300mg/L; SS≤150mg/L; 氨氮≤50mg/L; 动植物油(*n*-Hex)≤50mg/L且矿物油(*n*-Hex)≤3mg/L; pH值6~9; 水温宜在15℃~35℃之间。

5.9 人工湿地

5.9.1 自然条件允许时,可采用人工湿地或自然湿地工艺对深度处理单元出水或二级处理出水进一步处理,提高再生水供水水质。工程化的人工湿地系统去除污染物的范围较为广泛,包括有机物、氮、磷、悬浮物、微量元素、病原体等,其净化机理十分复杂,综合了物理、化学和生物的多种作用,由发达的植物根系及填料表面生长的生物膜的净化作用、填料床体的截留及植物对营养物质的吸收作用,实现对水的净化。

5.9.2 人工湿地宜选用耐污能力强、根系发达、去污效果好,并具有一定经济价值和景观效果的本土植物。

5.9.3 宜根据机械强度、孔隙率及比表面积、稳定性等因素,就地就近选择基质填料,并按使用功能要求确定合适的级配。

5.9.4 人工湿地底部和侧面可采用黏土层等进行防渗处理,防渗层的渗透系数不应大于10⁻⁸m/s。

5.10 膜分离

5.10.1 微(超)滤是较常规介质过滤更高效的分离工艺,已在国内外许多污水再生利用工程中得到了应用。污水再生利用工程可根据水源水质、用户水质要求及建设用地等因素,选用微滤或超滤处理工艺。微(超)膜具有整齐均匀的多孔结构,在压差作用下,大于滤膜孔径的物质被截留分离,具有高效去除悬浮物和胶体物质的能力,出水浊度一般小于0.5NTU,考虑到多因素影响,设计出水浊度可取0.5NTU~2.0NTU。

1 微(超)膜过滤系统对进水中的悬浊物虽有较好的适应

性，但为了保证系统更加高效运行，延长膜的使用寿命，进水宜为符合相关标准要求的二级处理出水，并应设置粗滤（一般孔径为 $500\text{ }\mu\text{m}$ ）或混凝、沉淀等预处理装置。投加少量抑菌剂（如氯氨等）是为了抑制管路及膜组件内微生物的过分生长。

2 由于微生物中一些细菌大小只有 $0.5\mu\text{m}$ ，为提高对细菌类的去除效果，应选择孔径不大于 $0.2\mu\text{m}$ 的微（超）滤膜。

3 微（超）滤膜的通量与膜材料及水温密切相关，宜通过试验或参照相似工程的运行经验确定。浸没式一般采用负压抽吸方式出水，产生的跨膜压差小，膜通量取值较低，优点是运行成本较压力式低 $20\% \sim 50\%$ ；压力式跨膜压差大，膜通量取值高些，相同处理规模具有使用膜面积少、节省投资的优点。

4 采用空气反冲是指压缩空气由滤膜内向外将附着在滤膜上的杂质和沉积物冲洗掉，然后用二级处理出水进行滤膜表面辅助冲洗。这种反冲方式能够在短时间内有效地去除滤膜内外的杂质和沉积物，并能够再生滤膜表层的过滤功能，延长微滤膜使用寿命，具有低耗能和反冲不需使用滤后水的特点。

5 膜分离系统的膜完整性自动测试装置，只需要较少的测试设备就可以在线监测到滤膜的破损情况，预知故障的发生，监测结果准确，从而能够保证处理出水的水质。系统的跨膜压力是指滤膜前后的压力差，实际工程中可以通过设定的跨膜压力来启动反冲系统，当跨膜压力达到设定值时，自动进行化学清洗。需定期进行离线化学清洗，膜组件更换周期约为3年~5年。超滤膜运行参数见表13。

表 13 浸没式超滤膜运行参数

| 跨膜压差 (kPa) | 反冲周期 (min) | 反洗时间 (min) | 曝气强度 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$] | 水冲强度 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$] | 维护性 化学清洗 (d) | 恢复性 化学清洗 (d) |
|---------------|---------------|---------------|--|--|--------------------|--------------------|
| 20~65 | 20~40 | 2~3 | 40~80 | 0.05~0.09 | 7~15 | ≤ 90 |

反冲水不能直接排放，需要回流至污水处理系统前端，与污

水一并进行处理。化学清洗废液应经达标处理后排放或将废液外运集中处理，不得回用。

6 在有除磷要求时，可在系统前采用化学除磷措施，通过投加化学絮凝剂来形成不溶性磷酸盐沉淀物去除。

5.10.2 反渗透出水水质好，有机质和无机盐含量远低于其他处理技术的出水，适用于对溶解性无机盐类和有机物含量有特殊要求的再生水生产。

1 为了提高反渗透系统效率和对反渗透膜进行有效的保护，选择适宜的预处理工艺，减少污堵、结垢和膜降解，实现系统产水量、脱盐率、回收率和运行费用的最优化，提高膜的使用寿命。水源水为城镇污水处理厂出水时，有发生微生物和胶体两方面高度污染的可能性，所需预处理包括氯消毒、絮凝/助凝、沉淀、介质过滤、微滤/超滤、脱氯、加酸或加阻垢剂等，保证进水污染指数（SDI）小于 3。

反渗透膜进水前设置保安过滤装置，对反渗透膜起到保护作用，通过保安过滤装置的运行状态也可间接反映出反渗透系统进水是否达到要求，为运行管理提供方便。一般采用孔径为 $5\mu\text{m}$ 的聚丙烯滤芯作为反渗透进水的保安过滤装置。

反渗透进水前采取消毒杀菌的方式防止微生物在膜元件及管道内滋生而造成的膜污染，常用的杀菌剂有 Cl_2 、 NaOCl 等。应注意的是，当使用上述氧化性的杀菌方式时，由于氧化性物质会造成膜的氧化，破坏膜结构，因此在反渗透膜进水前应设置有效的氧化性物质消除装置，通常采用活性炭吸附或投加 NaHSO_3 的方法来脱除氧化性物质。

为防止碳酸盐垢、硫酸盐垢以及氟化钙垢等造成膜污堵，反渗透膜进水前应投加阻垢剂。对于阻垢剂的种类和投加量应根据对原水的水质分析和实验确定。

2 根据进水水质、要求的水质确定反渗透装置组合形式，通常采用一级或二级组合的形式。一级是指通过一次反渗透就达到脱盐要求的流程，典型的流程为一级一段式、一级两段式。一

级一段式，回收水率低，通常用于海水淡化；一级两段式的第二段进水为第一段的浓水，回收水率高，两段的产水汇集为系统的产水，第二段的浓水排放。二级组合式的第二级进水为第一级的产水，第二级产水为系统的产水，第一级的浓水排放，第二级的浓水返回第一级的进水中，从而提高了回收水率，该流程通常用于一级反渗透达不到最终产水水质要求的场合。

3 反渗透系统采用分段清洗的方式便于根据各段污染特点进行有针对性的清洗操作，清洗效果较不分段清洗方式好。但分段清洗系统较为复杂，管路较多，投资较不分段清洗高，可根据投资和现场布置情况等因素综合考虑后确定。由于有些清洗药剂杂质含量较多，在清洗系统中应设置微孔过滤器，可以有效防止在清洗过程中对膜的污染。一般情况下反渗透膜每年需进行2次~6次化学清洗，3年~5年需更换膜组件。

4 反渗透系统的运行压力很高，一般都在1.5MPa以上，需要设置有效的高压保护装置。可在高压泵的出口管路上设置止回阀、电动慢开阀。同时也可在自控系统的设计中采取控制阀门启闭时间、超高压报警等措施进行对系统的保护。

反渗透系统中高压力管路通常采用不锈钢材料，对于含盐量较高的水通常采用SS316L不锈钢或双相不锈钢，对于一般的苦咸水常采用SS304不锈钢。低压管路如产水管路可选用ABS、PVC-U、PVDF等材料，大管径可采用不锈钢管或钢衬胶管。在高压泵出口和浓水排放处设置流量控制阀，以调节组件进水流量和浓水排放流量，控制系统的回收率。在产水侧设置排放阀用于排放系统运行初期或出现异常情况时的不合格水，以免污染后续处理设施。在采用复合膜的反渗透系统中，如产生背压则会对膜元件造成严重的结构损害，要采取有效地防止产水背压的保护措施，一般可采用在产水管路上设置止回阀或压力爆破膜等措施。

在膜组件的进水、浓水和产水处设置取样阀，以监测装置、组件的性能和运行状态。

5 反渗透浓缩液中无机盐和有机质含量高，应妥善处理处置。

5.11 臭氧氧化、活性炭吸附

5.11.1 臭氧氧化技术较适用于城镇污水二级处理出水的深度处理，可综合改善水质，并强化病原微生物的去除，对色度、臭味以及含不饱和键的有毒有害有机物去除效果显著。臭氧氧化设计参数由于水质及目标的不同，投加量差异较大，一般宜通过试验确定臭氧投加量和接触时间。无试验资料时，也可参照本规范的规定取值。

1 关于臭氧投加量和接触时间的规定。根据国内工程实践，一般臭氧作为脱色剂或除味时，投加量在 5mg/L 以上，臭氧的接触时间一般不宜小于 5min。当需进一步氧化去除难以生物降解的有机物时，宜加大臭氧投加量和延长接触时间。

2 从臭氧接触池排气管排出的气体仍含有一定的残余臭氧，这些气体被称为臭氧尾气。由于空气中一定浓度的臭氧对人的机体有害。人在臭氧含量百万分之一的空气中长期停留，会引起易怒、感觉疲劳和头痛等不良症状。而在更高的浓度下，除这些症状外，还会增加恶心、鼻子出血和眼黏膜发炎，经常受臭氧的毒害会导致严重的疾病。出于对人体健康安全的考虑，提出了此项规定。通常情况下，经尾气消除装置处理后，要求排入环境空气中的气体所含臭氧的浓度小于 0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。

3 由于臭氧的氧化性极强，对许多材料具有强腐蚀性，因此要求臭氧处理设施中臭氧发生装置、臭氧气体输送管道、臭氧接触池以及臭氧尾气消除装置中所有可能与臭氧接触的材料能够耐受臭氧的腐蚀，以保证臭氧净水设施的长期安全运行和减少维护工作。

4 臭氧氧化工艺中的臭氧制备的氧气气源、臭氧发生装置以及臭氧接触池的设计与给水处理中的臭氧净水没有本质差别，因此，除本规范已经规定的相关内容外，其他应符合现行国家标准

《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定。

5 臭氧氧化的运行成本较高，臭氧制备中使用的氧气仅有10%左右产生臭氧，大部分成为尾气排放，一般每公斤臭氧的电耗在8kWh左右。臭氧投加浓度较大或水处理规模较大时，应进行尾气利用的技术经济分析，方案可行且经济合理的应充分利用，以降低水处理系统的处理成本。

5.11.2 污水处理厂二级出水经深度处理后，出水中的某些有机污染物指标仍不能满足再生利用水质要求时，可增设活性炭吸附工艺。

1 因活性炭去除有机物有一定选择性，其适用范围有一定限制。当选用粒状活性炭吸附工艺时，宜针对待处理水水质、再生利用水质要求、去除污染物的种类及含量等，通过活性炭滤柱试验确定工艺设计参数。

2 用于水处理的活性炭，其炭的规格、吸附特征、物理性能等均应符合相关颗粒活性炭标准的要求。

3 当活性炭使用一段时间后，其出水不能满足水质要求时，可从活性炭滤池的表层、中层、底层分层取炭样，测碘值和亚甲蓝值，验证炭是否失效。失效炭指标见表14。

表 14 失效炭指标

| 测定项目 | 表层 | 中层 | 底层 |
|---------------|------|------|------|
| 碘吸附值 (mg/L) | ≤600 | ≤610 | ≤620 |
| 亚甲蓝吸附值 (mg/L) | ≤85 | — | ≤90 |

活性炭吸附能力失效后，为了降低运行成本，一般需将失效的活性炭进行再生后继续使用。我国目前再生活性炭常用两种方法，一种是直接电加热，另一种是高温加热。活性炭再生处理可在现场进行，也可返回厂家集中再生处理。

5.12 消毒

5.12.1 为了保证用水安全，消毒是必须的。要保证消毒剂的货

源充足和一定量的储备。消毒与给水处理不同的是投加量大。

氯消毒（液氯、次氯酸钠或次氯酸钙等）方法技术成熟、成本低，具有广谱的微生物灭活效果，余氯具有持续杀菌作用。在保证消毒效果的同时应防止消毒副产物对水环境的影响。二氧化氯的强氧化性，具有优良的广谱微生物灭活效果和氧化作用。紫外线消毒系利用低压或中压紫外线灯灭活水中各类病原微生物，不使用化学药品，具有广谱的微生物灭活效果，接触时间短，基本不产生消毒副产物。在条件许可的情况下推荐采用臭氧、紫外线消毒技术，或臭氧、紫外线与氯的联合消毒方式，提高病原性原虫灭活效果，降低消毒副产物生成量。

5.12.2 不同用途的再生水对消毒效果要求差别也较大，消毒剂的设计投加量应根据试验确定。国家标准《室外排水设计规范》GB 50014—2006（2014年版）规定，无试验资料时，二级处理出水的加氯量可采用6mg/L~15mg/L，再生水厂的加氯量按卫生学指标和余氯量确定。不同用水途径和要求的臭氧消毒投加剂量参考值见表15、表16。

表 15 再生水厂臭氧消毒投加剂量参考值

| 污水类型 | 初始粪大肠菌群数 (MPN/100mL) | 臭氧消毒剂量(mg/L) | | | |
|-----------|-------------------------|------------------------|-----|-------|-------|
| | | 粪大肠菌群数出水目标数(MPN/100mL) | | | |
| | | 1000 | 200 | 23 | ≤2.2 |
| 活性污泥法出水 | $10^5 \sim 10^6$ | 3~5 | 5~7 | 12~16 | 20~30 |
| 活性污泥法过滤出水 | $10^4 \sim 10^6$ | 3~5 | 5~7 | 10~14 | 16~24 |
| 硝化出水 | $10^4 \sim 10^6$ | 2~5 | 4~6 | 8~10 | 16~20 |
| 硝化出水过滤后 | $10^4 \sim 10^6$ | 2~4 | 5~8 | 5~7 | 10~16 |
| 微滤出水 | $10 \sim 10^3$ | — | 2~3 | 3~5 | 6~8 |
| 反渗透出水 | 0 | — | — | — | 1~2 |

**表 16 再生水厂臭氧消毒投加剂量试验值
(北京多座再生水厂现场试验结果)**

| 用途 | 粪大肠菌群要求 | 文献报道投加量 | 试验投加量 |
|---------------|--------------------|-------------|----------|
| 城市杂用 | ≤3CFU/L | 暂无相关数据 | >15mg/L |
| 工业回用 | ≤2000CFU/L | 3mg/L~5mg/L | ≥3.6mg/L |
| 观赏性景观 环境用水 | 河道类 ≤10000CFU/L | 2mg/L~4mg/L | ≥1.8mg/L |
| | 湖泊类 ≤2000CFU/L | 3mg/L~5mg/L | ≥3.6mg/L |
| | 水景类 ≤500CFU/L | 5mg/L~7mg/L | ≥9.5mg/L |
| 娱乐性景 观环境用水 | 河道类 不得检出 | 暂无相关数据 | |
| | 湖泊类 水景类 | | |
| | 一级 A ≤1000CFU/L | 5mg/L~8mg/L | ≥7.0mg/L |

《室外排水设计规范》GB 50014-2006(2014年版)规定,再生水的紫外线消毒剂量可为24mJ/cm²~30mJ/cm²。影响紫外线消毒的主要因素有透射率、悬浮物浓度和浊度,因此结合现行行业标准《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60的有关规定,紫外线消毒进水透射率应大于30%,悬浮物不大于10mg/L,浊度不大于5NTU。当进水水质不满足以上要求时,宜优化或增设预处理工艺,水中带色金属离子等均会影响紫外线在水中的穿透率,其中三价铁离子对紫外线摩尔吸收系数最大,因此不宜使用铁盐作为混凝沉淀药剂。污水中常见物质对紫外线的吸收特性见表17。

表 17 污水中常见物质对紫外线的吸收特性

| 物质 | 摩尔吸收系数 (M ⁻¹ cm ⁻¹) | 最小影响浓度 (mg/L) |
|---|--|---------------|
| O ₃ | 3250 | 0.071 |
| Fe ³⁺ | 4716 | 0.057 |
| MnO ₄ ⁻ | 657 | 0.91 |
| S ₂ O ₃ ²⁻ | 201 | 2.7 |

续表 17

| 物质 | 摩尔吸收系数 ($M^{-1}cm^{-1}$) | 最小影响浓度 (mg/L) |
|------------------------|----------------------------|---------------|
| ClO^- | 29.5 | 8.4 |
| H_2O_2 | 18.7 | 8.7 |
| Fe^{2+} | 28 | 9.6 |
| SO_3^{2-} | 16.5 | 23 |
| Zn^{2+} | 1.7 | 187 |

6 输 配 水

6.1 一 般 规 定

6.1.1 再生水管线的平面位置和竖向位置一般由城镇总体规划及给排水、道路等专项规划确定，并按现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 的有关规定进行管线综合设计。

6.1.6 参照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 及《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定，提出再生水管道与其他管线及建（构）筑物之间的最小水平净距，实际执行中受现场条件等因素难以满足上述要求时，可根据实际情况采取安全措施后减小最小水平净距。

6.1.7 参照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 及《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定，提出再生水管道与其他管线及建（构）筑物之间的最小垂直净距，实际执行中受现场条件等因素难以满足上述要求时，应根据实际情况采取安全措施，减小最小垂直净距。

6.1.9 关于管道穿越河堤、铁路、高速公路和其他高等级路面的设计原则要求。相关的国家现行标准有《防洪标准》GB 50201、《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1、《公路桥涵设计通用规范》JTG D60。

6.1.11 管网供水区域较大、距离再生水厂较远时，为方便管理人员及时进行供水调配、管网检修维护等工作，可设置维护管理站点。

6.2 输配水管道

6.2.1 关于再生水输水干管设计流量的规定。

再生水输水干管主要包括：从城镇污水处理厂至再生水厂的原水输水干管、向特定用户供水的专用输水干管两类。

由于再生水厂的制水工艺和净水厂不同，再生水厂采用“混凝、沉淀+微滤膜过滤+部分反渗透”的处理工艺，再生水厂自用水量所占比例较大，在原水输水干管设计中应考虑再生水厂自用水量。

6.2.2 配水管网负责向用户提供满足水量和水压要求的再生水，除按最高日最高时的水量及控制点的设计水压进行管网计算之外，还应采用最不利管段发生故障时的事故用水量和设计水压、最大转输时的流量和水压进行校核，如结果不能满足要求，则需要调整某些管段的管径。

6.2.3 用户最小服务水头保证管道的流出水头使用要求。再生水用于浇洒道路和绿地时，国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015—2003（2009年版）第3.1.14条规定，洒水栓最低工作压力（0.05~0.10）MPa；国家标准《城市绿地设计规范》GB 50420—2007第8.1.4条规定，绿化灌溉给水管网从地面算起最小服务水压应为0.10MPa。再生水用于景观水体补水时，受水点处最小服务水头可取0.05MPa。再生水回用于民用建筑、公用建筑内部冲洗厕所用水时的供水水压，按直接供水的建筑层数计算确定。当不同用户的服务压力要求差别较大时，宜根据至各用户的输配水距离、高程差、水量，通过技术经济比较确定是否需要采用分压输配水方式。

6.3 附 属 设 施

6.3.2 再生水管道故障时为方便检修，确定设置阀门的位置及数量。

6.3.3 避免再生水输配水管道集气，影响输配水能力，确定排气阀设置的位置及数量，长输管道还应结合水锤防护计算确定。

6.3.4 为方便管道冲洗、检修泄空，结合当地排水条件合理设置泄（排）水阀井，泄水阀规格宜按表18选用。

表 18 泄水阀规格表

| | | | |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 再生水管管径 | $\leq DN400$ | $DN500$ | $DN600 \sim DN700$ |
| 泄水阀规格 | $DN100$ | $DN150$ | $DN200 \sim DN250$ |
| 再生水管管径 | $DN800 \sim DN900$ | $DN1000$ | $\geq DN1200$ |
| 泄水阀规格 | $DN250 \sim DN300$ | $DN300 \sim DN400$ | $DN400 \sim DN500$ |

6.3.5 防止再生水管道压力不足时产生倒流，应在淹没出流管道上设置防倒流装置。

7 安全防护和监测控制

7.1 安全防护

- 7.1.1 为便于在停电事故、进水量减少，或水质波动等情况时采取应急措施，要保证供水部门和用户之间畅通的通信联系。
- 7.1.2 为防止操作维护管理人员坠落、滑跌，应在敞口及临边水处理构筑物上面的通道设置符合安全要求的扶手栏杆，并采用防滑地面或采取其他防滑措施。
- 7.1.3 严禁再生水管道与给水管道、自备水源供水系统连接的规定，防止污染生活饮用水系统。
- 7.1.4 为防范误饮、混接误用再生水，在绿化、景观环境等再生水管道取水接口和取水龙头处，应配置“再生水不得饮用”的耐久警示标识。使用维护期间，应定期巡视标识是否遗落和损坏等现象。
- 7.1.5 为防止误接、误用，对再生水输配管网中所有的组件、附属设施以及埋地管道应明确标识的规定。
- 7.1.6 为防止下水道排水不畅时，引起污水倒灌，再生水清水池的排空管道、溢流管道严禁与下水道直接连通。

7.2 监测控制

- 7.2.1 再生水厂及输配水管道设置自动化监测与控制系统，有利于保证再生水生产及利用系统的安全可靠运行和提高管理水平。
- 7.2.2 对再生水水源收集系统中的工业废水接入口水质检测及设置事故控制闸门作出规定。
- 7.2.3 在再生水厂进出水口设置水质、水量在线监测及预警系统，便于再生水厂运行调节控制。水质、水量出现较大波动时，

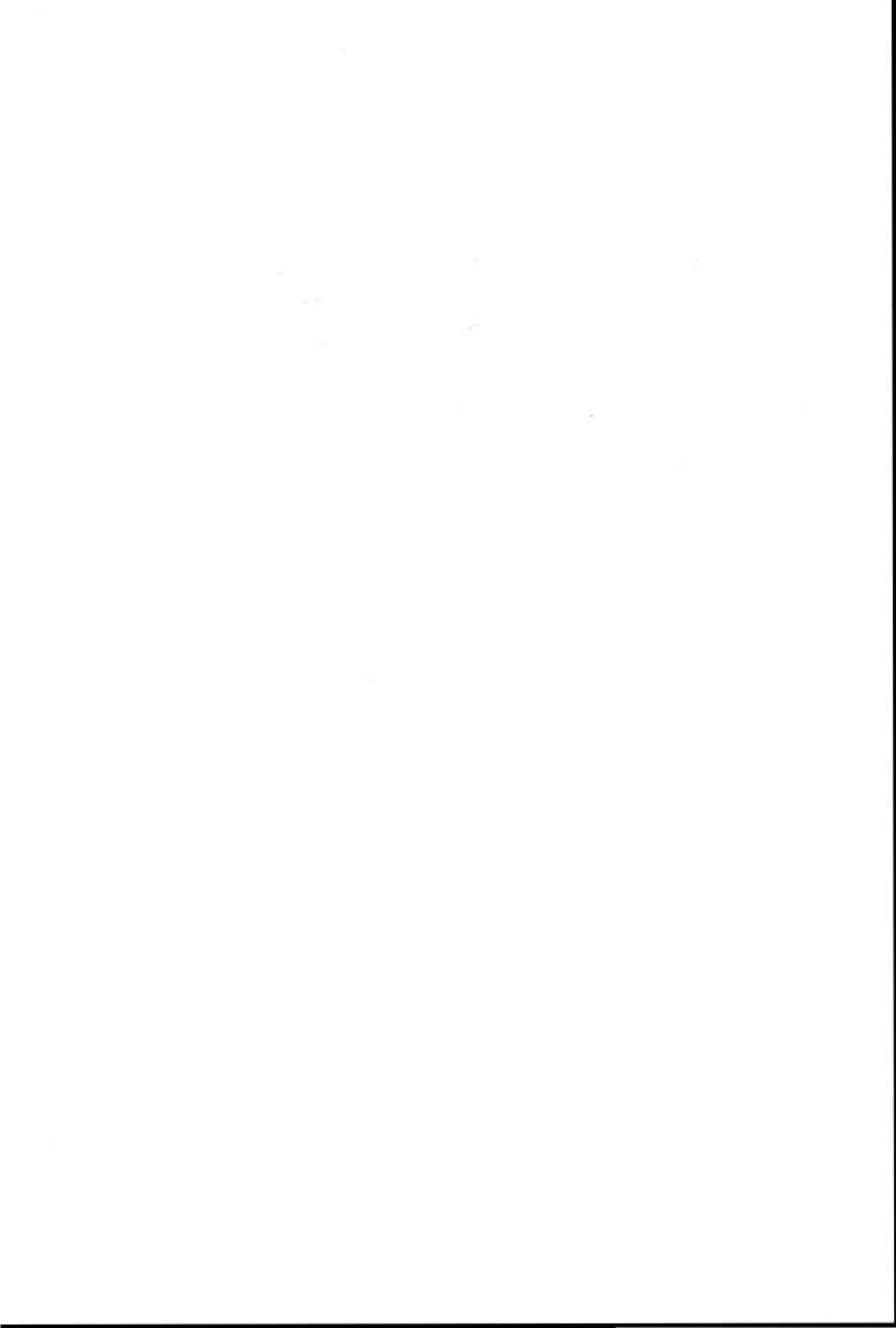
通过预警提示，便于采取应急对策。

7.2.4 关于加氯消毒系统设置监测、报警和安全控制系统的规定。液氯加氯系统的设计必须执行现行国家标准《氯气安全规程》GB 11984 的有关规定。

7.2.5 为满足再生水厂生产工艺过程控制及环境保护等监管部门的要求，应设置必要的水质检测仪表，对沉淀池（澄清、气浮）、滤池、曝气生物滤池、膜分离装置等主要处理单元运行及出厂水水质进行监测。

7.2.6 再生水厂进出口、主要处理单元以及用户用水点设置水样取样点，方便化验人员定期采集水样。

7.2.7 关于再生水厂出厂管道、配水管网中的特征点及用户进户管道上的测流和测压点、遥测、遥信、遥控等设置内容的规定。







1 5 1 1 2 2 8 9 2 5

统一书号：15112 · 28925
定 价： 14.00 元