中华人民共和国电子行业标准

SJ/ XXXX—20xx

|  |
| --- |
|  |

电子工业超纯水用再生水处理

工程技术规范

**Technical Specification of Recycled Water Treatment Engineering for Ultrapure Water in the Electronics Industry**

|  |
| --- |
| **征求意见稿** |
|  |

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

|  |
| --- |
| ICS xx.xxx  Z xx  备案号： |

**SJ**

中华人民共和国工业和信息化部发布

**前言**

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2023 年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2023〕291号）的要求，由中国电子系统工程第二建设有限公司会同有关单位，共同编制《电子工业超纯水用再生水处理工程技术规范》。

在规范编制过程中，编制组经过广泛调查研究,认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，广泛征求了国内有关单位与专家意见，最后经审查定稿。

本规范共分8章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、再生水厂、安全防护和监测控制、施工与验收、运行、维护及管理等。

本规范由工业和信息化部负责管理，由工业和信息化部电子工业标准化研究院电子工程标准定额站负责日常管理，由中国电子系统工程第二建设有限公司负责具体技术内容的解释。如有意见或建议，请寄送中国电子系统工程第二建设有限公司（地址：江苏省无锡市新吴区具区路88号，邮编：214142）。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

**主编单位：**中国电子系统工程第二建设有限公司

**参编单位：**中国电子技术标准化研究院

江苏中电创新环境科技有限公司

清华大学

清华大学深圳国际研究生院

河海大学

武汉京东方光电科技有限公司

江苏卓胜微电子股份有限公司

上海集成电路装备材料产业创新中心有限公司

安徽华鑫微纳集成电路有限公司

西安蓝晓科技新材料股份有限公司

沃顿科技股份有限公司

佛山柯维光电股份有限公司

中冶京诚工程技术有限公司

**本标准主要起草人：**吴建华 王奇勋 熊江磊 蒋士龙

罗嘉豪 于 红 景晓晖 杜宝强

田宇鸣 周 伟 胡洪营 巫寅虎

吴乾元 王文龙 冯 骞 郭宇彬

茅帅龙 李小刚 张友照 张 力

金 焱 何志明 付志敏 梁思懿

**主要审查人：**

目 次

[1 总 则 1](#_Toc6879)

[2 术 语 2](#_Toc6206)

[2.1 术语 2](#_Toc10224)

[2.2 缩略语 2](#_Toc23258)

[3 基本规定 4](#_Toc28616)

[4 水源、水质和水量 5](#_Toc27881)

[4.1 水源 5](#_Toc13048)

[4.2 水质 5](#_Toc5354)

[4.3 设计水量 5](#_Toc19814)

[5 再生水厂 6](#_Toc22762)

[5.1 一般规定 6](#_Toc26538)

[5.2 工艺流程 6](#_Toc30450)

[5.3 预处理 6](#_Toc26671)

[5.4 反渗透 6](#_Toc551)

[5.5 离子交换 7](#_Toc19044)

[5.6 高级氧化 7](#_Toc20907)

[5.7 消毒 8](#_Toc29836)

[6 安全防护和监测控制 10](#_Toc6076)

[6.1 二次污染控制措施 10](#_Toc10469)

[6.2 安全防护 10](#_Toc27308)

[6.3 监测控制 10](#_Toc21828)

[7 施工与验收 11](#_Toc5790)

[7.1 施工 11](#_Toc23644)

[7.2 验收 11](#_Toc1585)

[8 运行、维护及管理 12](#_Toc3640)

[本标准用词说明 13](#_Toc16766)

[引用标准名录 14](#_Toc29124)

# 总 则

1.0.1 为规范电子工业超纯水用再生水处理工程的设计，确保其安全适用、技术先进、经济合理、节能环保，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改扩建的电子工业超纯水用再生水处理系统工程的设计、施工、验收、运行和维护活动。

1.0.3 本规范适用于以城镇污水处理厂达到现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918一级A标准，或电子工业污水集中处理设施达到《电子工业水污染物排放标准》GB39731直接排放标准的出水为水源，经进一步处理后满足电子工业超纯水用再生水标准的项目。

1.0.4 电子工业超纯水用再生水处理工程的设计，除应遵守本规范的规定外，还应遵循国家现行相关标准的规定。

# 术 语

## 术语

**2.1.1电子工业electronicsindustry**

电子工业指电子专用材料、电子元件、印制电路板、半导体器件、显示器件及光电子器件电子终端产品等六类电子产品制造业。

**2.1.2 再生水 reclaimed water**

污水经处理后，水质达到利用要求的水。

**2.1.3电子工业超纯水 ultrapure water for electronic industry**

电子和半导体工艺过程中所用的高纯水。

**2.1.4 离子交换 ion exchange**

采用离子交换树脂去除水中某些盐类离子的方法。

**2.1.5 高级氧化 advanced oxidation processes (AOPs)**

通过产生羟基自由基来对污水中不能被普通氧化剂氧化的污染物进行氧化降解的过程。

**2.1.6 双波长低压高强紫外线灯 dual wavelength low pressure high output ultraviolet lamp**

放电同事产生185nm和254nm波长的紫外线辐射的低压高强紫外先灯，其185nm波长的辐射效率大于0.1%。简称双波长灯。

**2.1.7 小分子有机物 low molecule weight organics**

通常指分子量低于350Da，无法被反渗透膜有效拦截的有机物。

## 缩略语

UPW ultrapure water 超纯水

TOC total organic carbon 总有机碳

TDS total dissolved solids 总溶解性固体物质

SS suspended solids 悬浮固体

B boron 硼

# 基本规定

3.0.1 再生水处理工程设计应符合所在地电子工业发展、城镇给水排水和污水再生利用等相关专项规划。设计年限宜采用5年~10年。

3.0.2 应根据再生水水源、用户位置、水质水量要求及利用便利性，合理确定再生水处理工程的建设规模、水质标准、处理工艺和输配水方式。

3.0.3 再生水处理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。

3.0.4 再生水用户可根据自行申报，或根据所在地再生水利用专项规划调查确定。

3.0.5 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。

# 水源、水质和水量

## 水源

4.1.1 再生水处理工程设计前期应对来源水水量、水质进行详细调查和分析论证，确保满足再生水生产与供给的可靠性、稳定性和安全性要求。

4.1.2 再生水处理工程水源应采用城镇污水处理厂达到现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918规定的一级A标准的出水，或采用电子工业污水集中处理设施达到《电子工业水污染物排放标准》GB39731直接排放标准的出水。

4.1.3 除了满足4.1.2规定的水质要求外，还应对水源进行硬度、电导率、TOC、硼、TDS、氟、总硅、尿素、总三卤甲烷等指标进行检测、记录和分析。

## 水质

4.2.1 再生水水质应满足现行国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923的有关规定。

4.2.2 作为电子工业超纯水用再生水，水质还应符合相关超纯水制备标准或根据再生水回用企业具体用水要求。

4.2.3 当再生水有多个用户且水质要求不一致时，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。

## 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 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 用水量宜根据再生水用水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。

# 再生水厂

## 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 再生水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。

5.1.3 再生水处理工艺构筑物、设备及化验室设置要求应按现行国家标准《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335的有关规定执行。

## 工艺流程

5.2.1 在既有处理设施基础上升级改造时，可选择适宜增建处理设施的工艺流程，新建再生水厂时应统筹考虑上游水源与再生水厂工艺的有机结合。

5.2.2 依据不同的再生水水源及供水水质要求，再生水处理工程可采用下列工艺流程：

1. 来源水-预处理-反渗透-高级氧化-消毒；
2. 来源水-预处理-反渗透-离子交换-消毒；
3. 来源水-预处理-反渗透-高级氧化-离子交换-消毒；
4. 来源水-预处理-反渗透-离子交换-高级氧化-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它处理单元，其他深度处理单元包括二级反渗透、其它形式的氧化工艺等。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。

5.2.4 各处理单元出水处宜设置独立的在线检测系统，出水水质合格时可进入下一单元继续处理，出水水质不合格时返回上一单元继续处理。

## 预处理

5.3.1 在水源满足4.1.2要求的基础上，为防止水质过于恶劣，需对电导率、TOC、硼、TDS、氟、总硅、尿素、总三卤甲烷等含量过高的来源水进行预处理。

5.3.2 针对不同来源水水质，预处理单元可选择一种或多种，包括化学混凝、化学软化、生物处理等。

5.3.3 预处理深度根据来源水水质、出水要求、工艺流程综合分析确定。

## 反渗透

5.4.1 采用反渗透技术去除水中悬浮物、微生物、溶解性盐及有机物，设计参数宜通过试验确定。

5.4.2 反渗透系统宜根据再生水水源的特性、回用对象对水质的要求，合理选择配置，包括进水前处理装置、反渗透装置、清洗系统等。关于反渗透系统的设置可参照《膜分离法污水处理工程技术规范》HJ 579的规定，并满足以下要求：

1. 预处理应满足反渗透进水要求。预处理措施可采用超滤或微滤，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. 反渗透单元进水pH宜为2~10，运行温度宜为5℃~45℃，当pH 值大于10时，运行温度应小于35℃；
3. 反渗透系统宜保证连续稳定的供水量，系统能力宜预留20%~30%；
4. 应根据水质要求选择反渗透装置组合形式，膜通量宜为10 L/(m•h)~22 L/(m•h)，水回收率不宜小于70%，脱盐率不宜小于95%，小分子有机物截留率不宜小于30%，B脱除率不宜小于40%，SiO2脱除率不宜小于90%，出水pH值应根据后续处理单元的进水要求进行中和调整；
5. 反渗透装置宜有流量、压力和温度等控制措施，反渗透的高压泵进口宜设进水低压保护开关，出口宜设电动慢开阀门和出水高压保护开关，当多台反渗透装置的产水并联进入一条产水总管时，每台装置的产水管宜设止回阀；
6. 反渗透装置进水、产水和浓水均宜计量，各段进出口均宜设压力表，进水宜设监测电导率、pH值、温度、余氯或氧化还原电位的仪表，产水宜设电导监测仪表；
7. 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 μm。清洗废液及浓缩液应进行处理与处置。

## 离子交换

5.5.1 去除水中硼元素，宜采用离子交换工艺，根据前序处理单元产水水质，离子树脂为可选配单元。

5.5.2 离子交换单元宜根据再生水水源特性、回用对象对水质的要求，合理选择工艺单元设置位置，离子交换单元前端宜设置反渗透装置，除硼树脂单元还应配备再生单元。设计参数宜通过试验确定，无试验资料时，应符合以下要求：

1. 离子交换单元运行温度宜为15℃~25℃，最高工作温度不宜超过60℃，不应超过100℃；
2. 离子交换单元宜选用大孔结构螯合树脂，功能基团宜为N-甲基葡萄糖胺。
3. 除硼树脂总交换容量宜大于0.8 meq/mL，树脂填充高度宜大于800mm，运行流速宜为10 BV/h~60 BV/h；
4. 离子交换单元的罐体宜根据水质特性选用金属材质如碳钢、不锈钢，内衬防腐材质宜选用天然硬质橡胶，衬胶厚度宜为5 mm，衬胶厚度可根据项目情况调整至3 mm。
5. 离子交换再生宜参考以下步骤：使用质量浓度为2%~4%的盐酸溶液进行洗脱，洗脱液用量宜为50 g/L~100 g/L树脂，使用质量浓度为3%~5%的氢氧化钠溶液进行再生，再生药剂用量宜为20 g/L~40 g/L树脂。洗脱液应进行处理与处置。

## 高级氧化

5.6.1 去除水中小分子有机物，如尿素等，采用高级氧化工艺，根据前序处理单元产水水质，高级氧化为可选配单元。

5.6.2 高级氧化工艺可选择紫外线高级氧化、卤素含氧酸根氧化，当再生水水质要求较高时，宜优先选用紫外线高级氧化法，降低外加物质的引入。

5.6.3若采用紫外线高级氧化法，紫外线高级氧化单元宜根据再生水水源的特性、回用对象对水质的要求，合理选择配置，包括紫外线灯、反应器和氧化剂，应配置紫外线反应器、氧化剂投加、TOC检测等装置。关于紫外线高级氧化单元的设置要求：

1. 紫外线高级氧化单元进水pH宜为6~8；
2. 紫外线反应器宜保证连续稳定的供水量，受占地面积限制，停留时间应小于3min，根据进水流量要求选择合适的反应器；
3. 对小分子有机物的去除率不宜低于35%；
4. 紫外灯宜选用低压高强，兼顾反应器体积和效能的紫外灯，9000 h使用时间内254 nm光维持率不低于80%，灯管功率不低于150 w，254 nm输出效率最小值应不低于23%，反应器内最小光照强度不低于9000 μw/cm2。如选用双波长紫外线灯，除了应保证254 nm输出效率外，185 nm输出效率最小值应不低于4%；
5. 氧化剂宜选用双氧水、臭氧、次氯酸钠或过硫酸盐等，投加有效浓度为1 mg/L~50 mg/L，并根据进水TOC和小分子有机物实际浓度调整加药量。出水pH值应根据供水水质标准进行中和调整，如有需要可加入还原剂如亚硫酸氢钠等降低产水氧化性；
6. 紫外线高级氧化单元宜有流量、压强、温度、功率等控制措施，紫外线反应器内宜设高温高压保护开关；
7. 紫外线高级氧化单元进水和产水均宜计量，各段进出口均宜设TOC监测仪表，反应器内宜设温度传感器、压力传感器、光强强度计，出水管路上宜设置pH计和电导率仪；
8. 紫外线高级氧化单元宜设置自动清洗装置，外套管结垢系数应不低于80%，如选用双波长紫外线灯，清洗装置应满足双波长紫外线灯要求。

5.6.4 若采用卤素含氧酸根氧化法，卤素含氧酸根氧化单元宜根据再生水水源的特性、回用对象对水质的要求，合理配置氧化剂投加、TOC检测等装置。关于卤素含氧酸根氧化单元的设置要求：

1. 卤素含氧酸根氧化单元进水pH宜为6~8；
2. 卤素含氧酸根氧化单元宜保证连续稳定的供水量，停留时间应大于4 h，反应温度宜为23℃~25℃；
3. 对小分子有机物的去除率不宜低于35%；
4. 氧化剂宜选用次溴酸钠和次氯酸钠等，投加有效浓度为1mg/L~50 mg/L，并根据进水TOC和小分子有机物实际浓度调整加药量。出水pH值应根据供水水质标准进行中和调整，如有需要可加入还原剂如亚硫酸氢钠等降低产水氧化性；
5. 卤素含氧酸根氧化单元进水和产水均宜计量，各段进出口均宜设电导率和TOC监测仪表。

## 消毒

5.7.1 为了保证用水安全，消毒是必须的，应保证消毒剂的货源充足和一定量的储备。

5.7.2 消毒方式可以选择氯消毒、二氧化氯消毒、紫外线消毒、臭氧消毒等。对于本规范的再生水，宜优先选择紫外线消毒技术，降低消毒副产物生成量，减少对超纯水制备环节的影响。

5.7.3 消毒剂的设计投加量应根据试验确定，无试验资料时，可参照现行国家标准《城镇污水再生利用工程设计规范》GB50335的规定，并达到再生水水质要求。

# 安全防护和监测控制

## 二次污染控制措施

6.1.1 再生水水质要求较高，水源收集、处理及再生水输送过程中均应采取有效防护措施避免二次污染。

6.1.2 再生水水源水宜通过排水管道、暗渠输送，不得二次污染。

6.1.3 再生水厂离子交换系统产生的再生废液、反渗透系统产生的清洗废液，处理与处置应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》 GB 50014 中的有关规定。

6.1.4 再生水厂应设置除臭装置处理预处理设施产生的恶臭气体。恶臭气体排放浓度应符合 现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB14554中的有关规定。

6.1.5 再生水厂应采取隔声、消声、绿化等降低噪声的措施，厂界噪声应达到现行国家标准《工业企业厂界噪声标准》GB12348中的有关规定。设备间、鼓风机房等机械设备的噪声和振动控制的设计应符合《动力机器基础设计标准》GB 50040和《工业企业噪声控制设计》GBJ 87 的有关规定。

6.1.6 再生水厂应设置雨水溢流口、排洪沟渠等排洪设施，应设置超越管、溢流井等分流设施。

6.1.7再生水宜通过输配水管道输送，不得二次污染。输配水管道及附属设施的设计、施工应按现行国家标准《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335的有关规定执行。

## 安全防护

6.2.1 再生水厂与各用户之间应设置通信系统。

6.2.2 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。

6.2.3 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。

6.2.4 再生水管道取水接口和取水龙头应配置“再生水不得饮用”的耐久标识。

6.2.5 再生水输配水官网中所有组件和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。

6.2.6 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。

## 监测控制

6.3.1 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。

6.3.2 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。

6.3.3 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。

6.3.4 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。

6.3.5 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宜设置测流、测压装置，并宜设置遥测、遥信、遥控系统。

# 施工与验收

## 施工

7.1.1 构筑物的施工应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141的有关规定。

7.1.2 管道的施工应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的有关规定。

7.1.3 设备的施工可按现行国家标准《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221的有关规定执行。

## 验收

7.2.1 构筑物验收功能性试验可按现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141的有关规定执行。

7.2.2 管道功能性试验可按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定执行。

7.2.3设备验收可按现行国家标准《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334的有关规定执行。

7.2.4 验收项目应包括设施处理前后的水质水量指标。

# 运行、维护及管理

8.0.1 再生水厂应建立健全运行、维护及管理资料的记录和保存制度。

8.0.2 应定期对水处理构筑物及相关设备进行保养、检查和清扫。

8.0.3 应定期检查和维护排水管道、管道接口和转弯处。

8.0.4 应定期根据水质水量特征调整运行参数。

8.0.5 运行管理人员应具备相应的专业技能，熟悉相关设施、设备的技术性能和运行要求，并应定期对运行和维护人员进行培训。

# 本标准用词说明

1 为了在执行本标准条文时区别对待，对规范严格程度不同的用词说明如下：

1）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”；

2）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”；

3）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918

《电子工业水污染物排放标准》GB39731

《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923

《室外排水设计规范》GB 50014

《建筑给水排水设计规范》GB 50015

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268

《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB50334

《城镇污水再生利用工程设计规范》GB50335

《建筑设计防火规范》GB 50016

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268

《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221

《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334

《恶臭污染物排放标准》GB14554

《工业企业厂界噪声标准》GB12348

《动力机器基础设计标准》GB 50040

《工业企业噪声控制设计》GBJ 87

《膜分离法污水处理工程技术规范》HJ 579