

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/CSES XXXX—XXXX

再生水利用 电子级水水源

Guidelines for water reuse - Electronic Grade Ultrapure Water Source

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国环境科学学会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 用途分类	3
5 水质控制项目及其限值	4
6 再生水处理	5
7 安全与风险控制	5
8 取样与监测	5
附 录 A （资料性） 电子级水制备流程及处理环节和处理技术	7
附 录 B （资料性） 再生水高级处理技术选择	8
参 考 文 献	1

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由清华大学提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：清华大学、江苏中电创新环境科技有限公司、清华大学深圳国际研究生院、中国电子系统工程第二建设有限公司、长江存储科技有限责任公司、武汉京东方光电科技有限公司。

本文件主要起草人：

引 言

电子和半导体工业属于高耗水行业，需使用大量的电子级水。随着我国电子和半导体工业自主化快速发展，电子级水的需求将大幅增加，传统水资源越来越难以满足快速增长的电子级水需求。随着再生水处理技术发展，再生水用途不断拓展，越来越多地用于电子级水水源。但是再生水作为水源的水质标准缺乏，再生水生产和利用单位缺乏科学指导和规范。

本文件是再生水利用系列团体标准的一则，其他标准包括：《再生水利用 水中病毒富集方法指南》、《再生水利用 吸入暴露毒性评价》和《再生水利用 效益评价指南》等。

再生水利用 电子级水水源

1 范围

本文件规定了用于电子级水水源的再生水用途分类及水质、处理、安全和监测要求。
本文件适用于作为电子级水水源的再生水，再生水水源包括：城镇污水处理厂出水和企业内循环水。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5750.4 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标

GB/T 5750.12 生活饮用水标准检验方法 微生物指标

GB/T 6276.1 工业用碳酸氢铵 总碱度的测定 容量法

GB/T 6920 水质 pH 值的测定 玻璃电极法

GB/T 7477 水质 钙和镁总量的测定 EDTA滴定法

GB/T 7478 水质 铵的测定 蒸馏和滴定法

GB/T 11446.6 电子级水中二氧化硅的分光光度测试方法

GB/T 11446.7 电子级水中痕量阴离子的离子色谱测试方法

GB/T 11446.8 电子级水中总有机碳的测试方法

GB/T 11901 水质 悬浮物的测定 重量法

GB/T 13200 水质 浊度的测定 比浊法

GB/T 18204.2 公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物

GB/T 41016 水回用导则 再生水分级

HJ 620 水质 挥发性卤代烃的测定 顶空气相色谱法

HJ 776 水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

JJG 376 电导率仪检定规程

ASTM D5127-13(2018) Standard Guide for Ultra-Pure Water Used in the Electronics and Semiconductor Industries

ITRS (2015) International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) 2015

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 再生水 reclaimed water

污水经处理后，达到一定水质要求，满足某种使用功能，可以安全、有益使用的水。

[来源：GB/T 41017-2021]

3.2 再生水厂

以污水或达到排放标准GB 8978或GB 18918的污水处理厂出水为水源，生产和供给再生水的企业和单位。

[来源：GB/T 41016-2021]

3.3 再生水处理

以生产再生水为目的，对达到排放标准的污水厂出水进一步净化的过程。

[来源：T/CSES 07-2020]

3.4 常规水源 conventional water source

用于制备生产用水的传统水源，包括自来水、工业自来水、地下水和地表水。

3.5 电子工业

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、电子中断产品等电子产品制造业。

[来源：GB 39731-2020]

3.6 电子级水 electronic grade water

电子和半导体工艺过程中所用的高纯水。

[来源：GB/T 11446.1-2013]

3.7 电导率 conductivity

度量水溶液导电的能力，等于电阻率的倒数，其单位为 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 或 S/cm 。

[来源：GB 50685-2011]

3.8 全硅

水中可溶性硅和以二氧化硅胶体状态存在的硅的总量。

[来源：GB/T 11446.6-2013]

3.9 总有机碳 total organic carbon; TOC

水中以各种有机物形式存在的碳的总量。包括易被一般强氧化剂氧化的有机物和需用特殊方法氧化的有机物。

[来源：GB/T 11446.8-2013]

3.10 反渗透 reverse osmosis

在高于渗透压差的压力作用下，溶剂（如水）通过半透膜进入膜的低压侧，而溶液中的其他组分（如盐）被阻挡在膜的高压侧并随浓溶液排出，从而达到有效分离的过程。

[来源：GB/T 20103-2006]

3.11 高级处理 advanced treatment

为满足用户特定要求，在三级处理的基础上，进一步强化无机离子、微量有毒有害污染物和一般溶解性有机污染物去除的水质净化过程。

[来源：GB/T 41018-2021]

3.12 E-1 电子级水 Type E-1 electronic grade water

用于0.5至1.0 μm 线宽电子和半导体工艺的电子级水。

[来源：ASTM D5127-13 (2018)]

3.13 E-1.1 电子级水 Type E-1.1 electronic grade water

用于0.25至0.35 μm 线宽电子和半导体工艺的电子级水。

[来源：ASTM D5127-13 (2018)]

3.14 E-1.2 电子级水 Type E-1.2 electronic grade water

用于0.09至0.18 μm 线宽电子和半导体工艺的电子级水。

[来源：ASTM D5127-13 (2018)]

3.15 E-1.3 电子级水 Type E-1.3 electronic grade water

用于0.032至0.065 μm 线宽电子和半导体工艺的电子级水。

[来源: ASTM D5127-13 (2018)]

3.16 E-2 电子级水 Type E-2 electronic grade water

用于1.0至5.0 μm 线宽电子和半导体工艺的电子级水。

[来源: ASTM D5127-13 (2018)]

3.17 E-3 电子级水 Type E-3 electronic grade water

用于大于5.0 μm 线宽电子和半导体工艺的电子级水。

[来源: ASTM D5127-13 (2018)]

3.18 E-4 电子级水 Type E-4 electronic grade water

用于电子和半导体工艺中的电镀溶液制备及其他过程。

[来源: ASTM D5127-13 (2018)]

4 用途分类

4.1 根据水质, 将再生水分为 EWS-1、EWS-2 和 EWS-3 三类, 各类再生水的用途见表 1。

4.2 水质达到相关要求时, 再生水可用于相应的电子级水水源。EWS-1 再生水也可用于 EWS-2 和 EWS-3 再生水对应的电子级水水源。EWS-2 再生水也可用于 EWS-3 再生水对应的电子级水水源。

表1 再生水分类

分类	用途
EWS-1	0.007 至 0.028 μm 线宽电子和半导体工艺的电子级水水源。该电子级水水质应符合《ITRS 2015》的规定。 ¹
	E-1.3 电子级水水源。E-1.3 电子级水水质应符合《ASTM D5127-13(2018)》的规定。 ²
	E-1.2 电子级水水源。E-1.2 电子级水水质应符合《ASTM D 5127-13(2018)》规定。 ²
EWS-2	E-1.1 电子级水水源。E-1.1 电子级水水质应符合《ASTM D 5127-13(2018)》规定。 ²
	E-1 电子级水水源。E-1 电子级水水质应符合《ASTM D 5127-13(2018)》规定。 ²
EWS-3	E-2 电子级水水源。E-2 电子级水水质应符合《ASTM D 5127-13(2018)》规定。 ²
	E-3 电子级水水源。E-3 电子级水水质应符合《ASTM D 5127-13(2018)》规定。 ²

E-4 电子级水水源。E-4 电子级水水质应符合《ASTM D 5127-13(2018)》规定。 ²
液晶面板工艺的电子级水水源。该电子级水水质应符合液晶面板工艺要求。 ³

注1：《ITRS 2015》的全称为《International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) 2015》，由半导体工业协会（Semiconductor Industry Association）发布，规定了0.007至0.028 μm 线宽电子和半导体工艺电子级水的水质。

注2：《ASTM D5127-13(2018)》的全称为《ASTM D5127-13(2018) Standard Guide for Ultra-Pure Water Used in the Electronics and Semiconductor Industries》，由美国材料与试验协会（American Society for Testing and Materials）发布，规定了0.032 μm 及以上线宽电子和半导体工艺电子级水的水质。

注3：液晶面板工艺的电子级水水质可参照相同线宽的电子与半导体工艺的电子级水水质。

5 水质控制项目及其限值

5.1 根据电子级水水质的要求，将再生水的水质控制项目分为基本水质控制项目和参考水质控制项目。再生水基本水质控制项目及其限值见表 2，再生水参考水质控制项目及其限值见表 3。

表2 基本水质控制项目及其限值

序号	项目	EWS-1	EWS-2	EWS-3
1	总有机碳 (mg/L)	<0.5	<1.0	<2.0
4	尿素 ($\mu\text{g/L}$)	<10	<15	<40
5	总三卤甲烷 ($\mu\text{g/L}$)	<20	<20	<80
2	硼 (mg/L)	<0.1	<0.3	
3	总硅 (mg/L)	<3	<10	
6	电导率 ($\mu\text{S/cm}$)	<250		
7	总溶解性固体 (mg/L)	<150		
8	氟离子 (mg/L)	<0.5		

表3 参考水质控制项目及其限值

序号	项目 ¹	再生水参考水质指标
1	pH	6.0-8.5
2	浊度 (NTU)	<0.3
3	悬浮颗粒物 (mg/L)	<1.0
4	总硬度 (以 CaCO_3 计) (mg/L)	<50
5	氨氮 (mg/L)	<0.5
6	亚硝酸氮 (mg/L)	<0.1
7	硝酸盐氮 (mg/L)	<10
8	磷酸根 (以 P 计) (mg/L)	<0.5

9	氯离子 (mg/L)	<20
10	硫酸根 (mg/L)	<45
11	碱度 (以 CaCO ₃ 计) (mg/L)	<30
12	菌落总数 (MPN/mL 或 CFU/mL) ¹	<100

注1：再生水厂出水 and 末梢水中消毒剂限值、消毒剂余量均应符合《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）的规定。

6 再生水处理

6.1 再生水应经过反渗透处理，符合 GB/T 41018 规定的 A1 级要求。

6.2 再生水经过滤、离子交换树脂、反渗透、脱气膜、紫外线氧化等技术处理，制备成电子级水。电子级水的制备流程、处理环节与技术示例见附录 A。

6.3 再生水符合表 2 水质要求，但不符合表 3 水质要求时，应对再生水进行高级处理，或将再生水与常规水源混合。高级处理技术选择见附录 B。高级处理或混合后的再生水应同时符合表 2 和表 3 水质要求。

6.4 电子级水的水质限值低于表 1 所列电子级水的水质要求时，应对再生水进行高级处理，降低基本水质控制项目和参考水质控制项目的浓度。高级处理技术选择见附录 B。

7 安全与风险控制

7.1 应将再生水补充进入电子级水制备系统的取水池。

7.2 应设置备用的电子级水水源，应监测取水池的再生水水量和水质，保障电子级水制备的稳定性和可靠性。

7.3 应在再生水管道和用水点的显著位置设置“再生水”和“禁止饮用”标识及说明。

7.4 应制定措施管控再生水利用过程中的生产风险。

7.5 应制定全过程的水质异常和突发事件应对措施。

8 取样与监测

8.1 取样

再生水水质监测取样点宜设在再生水厂供水管道末端或电子级水水源补水点。水样应为 24h 混合样，至少每 2h 取样一次，以日均值计。

8.2 监测频率

应在线监测电导率、总有机碳、二氧化硅，应每周监测氟离子、尿素、硼和总三卤甲烷 1 次。

8.3 监测分析方法

水质控制项目的监测分析方法见表 4，或按照国家认定的替代方法或等效方法执行。

表4 水质监测方法

序号	监测项目	监测方法	依据
1	总有机碳	氧化和红外线分析方法	GB/T 11446.8
2	尿素	分光光度法	GB/T 18204.2
3	总三卤甲烷	气相色谱法	HJ 620
4	硼	电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 776
5	全硅	分光光度法	GB/T 11446.6
6	电导率	便携式电导率仪法	JJG 376
7	总溶解性固体	重量法	GB/T 5750.4
8	氟离子	离子色谱法	GB/T 11446.7
9	pH	玻璃电极法	GB/T 6920
10	浊度	比浊法	GB/T 13200
11	悬浮颗粒物	重量法	GB/T 11901
12	总硬度	乙二胺四乙酸二钠滴定法	GB/T 7477
13	氨氮	蒸馏和滴定法	GB/T 7478
14	亚硝酸氮	离子色谱法	GB/T 11446.7
15	硝酸盐氮	离子色谱法	GB/T 11446.7
16	磷酸根	离子色谱法	GB/T 11446.7
17	氯离子	离子色谱法	GB/T 11446.7
18	硫酸盐	离子色谱法	GB/T 11446.7
19	总碱度	容量法	GB/T 6276.1
20	菌落总数	平板计数法	GB/T 5750.12

附录 A

(资料性)

电子级水制备流程及处理环节和处理技术

A.1 电子级水的制备流程



A.2 再生水作为水源时电子级水的制备环节与技术示例

再生水用途	制备环节	处理技术
EWS-1	预处理	热交换、多介质过滤、酸化脱碳、活性炭过滤
	精处理	两级反渗透处理、阴离子树脂交换、阴阳离子树脂混床交换、紫外线氧化、阴阳离子抛光树脂混床交换、脱气
	抛光处理	紫外线氧化、热交换、阴阳离子抛光树脂混床交换、脱气、超滤
EWS-2	预处理	热交换、多介质过滤、酸化脱碳、活性炭过滤、小分子有机物去除装置
	精处理	两级反渗透处理、阴离子树脂交换、阴阳离子树脂混床交换、紫外线氧化、阴阳离子抛光树脂混床交换、脱气
	抛光处理	紫外线氧化、热交换、阴阳离子抛光树脂混床交换、脱气、超滤
EWS-3	预处理	热交换、多介质过滤、酸化脱碳、活性炭过滤
	精处理	两级反渗透处理、阴离子树脂交换、阴阳离子树脂混床交换、紫外线氧化、阴阳离子抛光树脂混床交换

附 录 B
(资料性)
再生水高级处理技术选择

B.1 再生水高级处理技术选择

处理技术	总有机碳	尿素	总三卤甲烷	硼	全硅	总溶解性固体	氟离子
紫外线氧化	●	●	●				
臭氧氧化	●	●	●				
活性炭吸附	●	●	●				
超滤/反渗透	●	●	●	●	●	●	●
离子交换	●			●		●	●
注：●可选择							

参 考 文 献

- GB/T 11446.1-2013 电子级水
- GB/T 11446.6-2013 电子级水中二氧化硅的分光光度测试方法
- GB/T 11446.8-2013 电子级水中总有机碳的测试方法
- GB/T 20103-2006 膜分离技术 术语
- GB 39731-2020 电子工业水污染物排放标准
- GB/T 41016-2021 水回用导则 再生水厂水质管理
- GB/T 41017-2021 水回用导则 污水再生处理技术与工艺评价方法
- GB/T 41018-2021 水回用导则 再生水分级
- GB 50685-2011 电子工业纯水系统设计规范
- T/CSES 07-2020 水回用指南 再生水分级与标识
- ASTM D5127-13 (2018) Standard Guide for Ultra-Pure Water Used in the Electronics and Semiconductor Industries
-