



T/CECS xxx-202x

中国工程建设标准化协会标准

电子级水中空纤维疏水膜应用技术规程

Application technical regulation of hydrophobic hollow fiber membrane contactors in
electronic-grade water

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

XXX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

电子级水中空纤维疏水膜应用技术规程

Application technical regulation of hydrophobic hollow fiber membrane

contactors in electronic-grade water

T/CECS xxx—202x

主编单位：世源科技工程有限公司

亚太建设科技信息研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月XX日

中国XX出版社

202X年 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会发布的《关于印发<2022年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2022]40号）文件要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制订了本规程。

本标准共分6章，主要内容包括总则、术语、工艺设计、安装、调试与验收、运行维护与安全防护。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利。本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由世源科技工程有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送世源科技工程有限公司（地址：北京市海淀区西四环北路160号，邮政编码：100142）。

主编单位：世源科技工程有限公司

亚太建设科技信息研究院有限公司

参编单位：上海同菁环境工程设备有限公司

中建生态环境集团有限公司

杭州科百特过滤器材有限公司

舒万诺材料技术（广州）有限公司（原 3M Healthcare）

中国电子系统工程第四建设有限公司

紫纯科技（上海）有限公司

主要起草人： ××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

主要审查人： ××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××

目 次

前 言	1
1 总 则	3
2 术 语	4
3 工 艺 设 计	6
3.1 一般规定	6
3.2 工艺需求	7
3.3 脱除二氧化碳系统	8
3.4 脱除氧气系统	8
3.5 加氮机能水系统	9
3.6 加氢机能水系统	10
3.7 加二氧化碳机能水系统	11
3.8 系统参数控制	11
4 安 装	13
4.1 一般要求	13
4.2 脱气膜安装	13
4.3 电气系统	15
4.4 控制系统	15
5 调 试 与 验 收	16
5.1 一般要求	16
5.2 脱气膜水路调试	16
5.3 脱气膜气路调试	16
5.4 系统联动调试	18
5.5 验收	18
6 运行维护与安全防护	19
6.1 运行维护	19
6.2 安全防护	20
用词说明	21
引用标准名录	22
附：条文说明	23

Contents

Preface	错误！未定义书签。
1 General provisions	错误！未定义书签。
2 Term	错误！未定义书签。
3 Process Design	错误！未定义书签。
3.1 General requirements	错误！未定义书签。
3.2 Process Requirements	错误！未定义书签。
3.3 CO ₂ Removal System	错误！未定义书签。
3.4 O ₂ Removal System	错误！未定义书签。
3.5 Nitrogen-Enriched Functional Water System	错误！未定义书签。
3.6 Hydrogen-rich Functional Water System	错误！未定义书签。
3.7 Carbonated Functional Water System	错误！未定义书签。
3.8 System Parameter Control	错误！未定义书签。
4 Installation	错误！未定义书签。
4.1 General requirements	错误！未定义书签。
4.2 Degassing Membrane Installation	错误！未定义书签。
4.3 Electrical System	错误！未定义书签。
4.4 Control System	错误！未定义书签。
5 Commissioning and Acceptance	错误！未定义书签。
5.1 General requirements	错误！未定义书签。
5.2 Degassing Membrane Water Circuit Commissioning	错误！未定义书签。
5.3 Degassing Membrane Gas Circuit Commissionin	错误！未定义书签。
5.4 System Integration Commissioning	错误！未定义书签。
5.5 Acceptance	错误！未定义书签。
6 Operation Maintenance and Safety Protection	错误！未定义书签。
6.1 Operation and Maintenance	错误！未定义书签。
6.2 Safety Protection	错误！未定义书签。
Explanation of wording	18

T/CECS

List of quoted standards	19
Addition: Explanation of provisions	20

1 总 则

1.0.1 电子级水对水中的溶解性气体含量提出了要求，本规程以去除或溶入溶解性气体为目标，对应用中空纤维疏水膜的工艺设计、质量控制、安装、调试、验收、运行维护与安全防护等进行统一规范，有利于提高设计水平、质量控制和运行效果、提高中空纤维疏水膜在电子级水处理领域中的应用，为行业的发展提供技术指导和支持。

条文说明：随着电子和半导体工艺的技术发展，其工艺制程中所用的超纯水对溶解性气体含量提出了新的要求。国家标准《电子级水》GB/T 11446.1 中的技术指标暂未对溶解性气体提出具体要求，在实际工程中主要参考美国材料标准 ASTM D5127《Standard Guide for Ultra-Pure Water Used in the Electronics and Semiconductor Industries》或工艺制程的要求。部分工艺制程对超纯水中的溶解氧提出了严格的要求，超纯水中溶解氧对工艺制程影响较大，诸如会造成产品的金属层、硅片表面氧化，增加电阻，影响电路性能；与光刻胶发生反应，造成光刻胶性能劣化；加剧电化学腐蚀影响导线电阻，形成微气泡影响产品良率。故而电子级水有对溶解性气体去除的要求。

1.0.2 本规程适用于通过中空纤维疏水膜去除水中溶解性气体或向电子级水中注入气体的系统。

条文说明：电子级水主要通过中空纤维疏水膜去除水中的二氧化碳和氧气。部分工艺制程还需要在电子级水中溶入氢气、氮气、臭氧、氨气等气体，来提升工艺生产效率。

1.0.3 电子级水中空纤维疏水膜在工程应用中，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 疏水膜 hydrophobic membrane

由疏水性材料制成的具有分离功能的膜。

[来源: GB/T 37215, 3.2]

2.0.2 气体通量 gas flux

按规定温度、压力下, 在单位时间透过单位膜面积的气体体积总量。

[来源: GB/T 37215, 3.5, 有修改]

批注: 原定义为, 按规定温度、压力下, 在单位时间透过单位膜面积的氮气体积总量。

2.0.3 电子级水 electronic grade water

电子和半导体工艺过程中所用的超纯水。

[来源: GB/T 11446.1, 3.1, 有修改]

2.0.4 中空纤维膜 hollow fiber membrane

外型为纤维状、空心的具有自支撑作用的膜。

[来源: GB/T 20103, 2.1.28]

2.0.5 中空纤维膜组件 hollow fiber module

由中空纤维膜元件安装在壳体中而构成的膜组件。

[来源: GB/T 20103, 2.2.6]

2.0.6 中空纤维疏水膜 hollow fiber hydrophobic membrane

由疏水性材料制成的具有分离功能的中空纤维膜。用于去除水中溶解性气体或向水中注入气体。简称脱气膜。

2.0.7 气体膜分离 membrane gas separation

在一定压力驱动下, 利用不同气体分子在膜内渗透速率上的差异, 使渗透速率相对快的分子在渗透气侧富集, 而渗透速率相对慢的分子在渗余气侧富集, 从而实现不同气体在膜两侧富集分离的过程。

[来源: GB/T 20103, 6.2.5]

2.0.8 渗透气化 pervaporation, PV (缩写)

利用液体混合物中组分在致密膜中的溶解度与扩散速率的不同或通过分子筛膜而实现的相变分离过程。

[来源: GB/T 20103, 6.2.7]

2.0.9 溶解氧 dissolved oxygen

溶解氧指溶解在水中的分子态氧，通常记作 **DO**，用每升水中氧的毫克数和饱和百分率表示。溶解氧的饱和含量与空气中氧的分压、大气压、水温和水质有密切的关系。

[来源：HJ 506，3]

3 工 艺 设 计

3.1 一般规定

3.1.1 脱气膜系统有四种常规的操作方式。即吹扫模式、真空模式、真空和吹扫组合模式、风机抽吸模式。

条文说明：脱气膜的工作原理是利用亨利定律和气体扩散原理，通过中空纤维疏水膜的选择性渗透，在分压差驱动下，去除或溶入气体。脱气膜操作模式的选择，应考虑适用场景，并应进行技术经济分析。例如真空模式适用于大水量低精度需求，真空和吹扫组合模式适用于 ppb 级超纯水脱氧。

3.1.2 脱气膜的防护应符合下列规定：

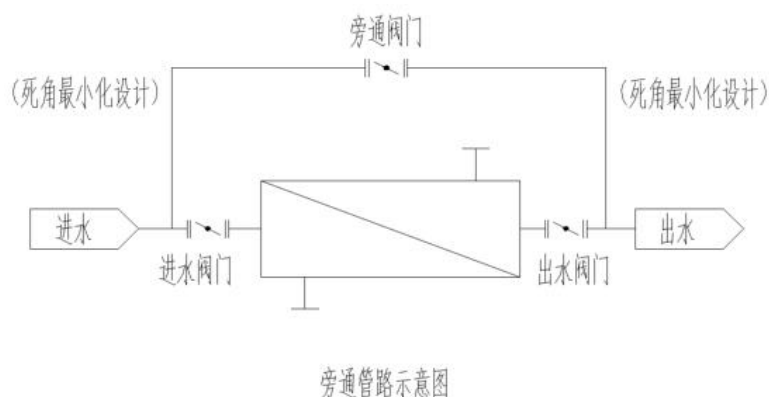
1 脱气膜外壳侧（壳程）的液体压力应始终超过内腔侧（管程）的气体压力。

2 脱气膜壳程、管程的流体（液体和气体）工作压力均不得超过膜组件设计最大设计压力，跨膜压差不得超过膜组件设计最大跨膜压差；

条文说明：跨膜压差，Trans-membrane Pressure，简称 TMP，即膜丝内外两侧压力差。跨膜压差被定义为驱动水透过膜所需的压力差，为进水压力和过滤压力的差值。

3 当系统使用双氧水或臭氧等氧化性物质消毒时，应将脱气膜进行隔离，避免脱气膜受氧化。

条文说明：脱气膜应避免受到氧化，在系统设计时应采取相应的隔离措施。例如，在抛光系统中，脱气膜应设计旁通管路，在消毒时关闭脱气膜进出水阀门，隔离脱气膜。消毒液从脱气膜旁通管路流过。示意图如下。



4 脱气膜不宜设置在紧挨紫外线灯的下流，防止脱气膜氧化。

条文说明：如果无法避免将脱气膜设置在紫外线灯的下流，至少应该保证水在紫外灯和脱气膜之间的流动时间足够。

5 脱气膜进水宜去除水中的强氧化性的气体或液体。

条文说明：强氧化性的气体或液体可导致脱气膜加速氧化。

6 脱气膜应避免接触表面活性剂和有机溶剂。

条文说明：使用聚丙烯材质的脱气膜时，应避免接触表面活性剂和表面张力低的有机溶剂（如醇类、酮类），表面活性剂和表面张力低的有机溶剂会使脱气膜疏水性下降甚至亲水，影响脱气膜使用性能。如果脱气膜受到表面活性剂和表面张力低的有机溶剂污染，需要对脱气膜进行清洁和干燥，方可重新投入使用。如果经过清洁和干燥后不能恢复到预期性能，则应考虑弃用。

3.2 工艺需求

3.2.1 脱气膜进水水质要求可参考表 1。

表 1 脱气膜进水水质要求

序号	进水水质指标	单位	水质指标建议范围
1	浊度	NTU	<0.5
2	胶体（污泥淤积指数）	SDI	<3
3	悬浮物	ppm(mg/l)	<5
4	粒径	微米（ μm ）	<5（一般颗粒）
			<1（活性炭颗粒）
5	总有机碳	ppm	≤ 10
6	pH		0.5~14
7	胶体态硅	ppm	<10
8	表面活性剂	ppm	0
9	硬度 朗格利尔指数	ppm	≤ 10
		LSI	≤ 0

条文说明：规定浊度<0.5 NTU，悬浮物<5 ppm，目的在于防止脱气膜表面颗粒污染。规定SDI<3，胶体态硅<10 ppm，目的在于避免胶体堵塞脱气膜膜孔。规定总有机碳<10 ppm，目的在于避免有机物污染，影响脱气膜的气相扩散效率。规定表面活性剂为0 ppm，目的在于保障脱气膜的疏水特性。规定硬度 ≤ 10 ppm，且LSI ≤ 0 ，目的在于防止脱气膜结垢。

3.2.2 脱气膜吹扫气体品质要求可参考表 2。

表 2 脱气膜吹扫气体品质要求

序号	脱气膜用途	建议操作模式	处理水平	吹扫气体品质
1	脱氧	吹扫 真空和吹扫组合	溶解氧< 1 ppb	$\geq 99.999\% \text{ N}_2$
2	脱氧		溶解氧 < 10 ppb	$\geq 99.99\% \text{ N}_2$
3	脱氧		溶解氧 10~100 ppb	$\geq 99.9\% \text{ N}_2$
4	脱氧	真空	溶解氧 500~1000 ppb	无吹扫气体
5	脱二氧化碳	吹扫 风机抽吸 真空和吹扫组合	二氧化碳 ≤ 2 ppm	无油压缩空气 1~3 微米过滤
6	脱二氧化碳		二氧化碳 ≤ 2 ppm	大气，1~3 微米过滤
7	脱二氧化碳		二氧化碳 ≤ 1 ppm	大气/无油压缩空气，1~3 微

				米过滤
8	溶解气体	吹扫 真空和吹扫组合	氮气 ≥ 3 ppm	$\geq 99.999\%$ N ₂
9	溶解气体		氢气 ≥ 1.2 ppm	$\geq 99.999\%$ H ₂
10	溶解气体		二氧化碳溶入后的电导率 2~5us/cm	$\geq 99.999\%$ CO ₂

条文说明：使用压缩干燥空气，应确保其无油无气溶胶。电子和半导体工厂的无油压缩空气系统制备端通常设置 0.01 微米的过滤器，可以满足脱气膜对压缩空气的需求，但为防止输送气体管道内残留物的影响，在电子级水的脱氧应用和溶解气体应用的脱气膜吹扫进气管路，通常设置 0.2 微米的绝对过滤器。

3.3 脱除二氧化碳系统

3.3.1 吹扫模式应符合下列规定：

- 1 当需要将溶解的二氧化碳脱除至 2~5 ppm 时，可采用压缩空气吹扫模式实现。
- 2 吹扫用空气中的油含量不应超过 0.01 mg/m³。
- 3 水温 and 空气温度不宜高于 35℃。

条文说明：在反渗透工艺段（RO）与电除盐工艺段（EDI）之间脱除二氧化碳时，为了维持较高的 EDI 产水电阻率，宜采用氮气吹扫模式。在高温环境下，空气里的氧气可能会导致中空纤维膜出现一定程度的损坏，增加被氧化的风险。

3.3.2 风机抽吸模式应符合下列规定：

- 1 当需要将溶解的二氧化碳脱除至 2~5 ppm 时，可采用风机抽吸模式实现。
- 2 气体出口管路宜安装疏水装置收集凝结水。

条文说明：风机抽吸模式应避免气路管道距离过长，尽量减少使用弯头和其他引起压力损失的管件。设置疏水装置收集凝结水，主要是防止风机运行受到影响。

3.3.3 真空和吹扫组合模式应符合下列规定：

- 1 当需要将溶解的二氧化碳脱除至 <1 ppm 时，宜采用真空和吹扫组合模式。
- 2 吹扫用气体，除了空气外，也可采用压缩空气或氮气。
- 3 真空度区间为，水温 <20℃ 时，绝对压力 50~150 毫米汞柱。

3.4 脱除氧气系统

3.4.1 吹扫模式应符合下列规定：

- 1 当需要将溶解氧脱除至 ≥ 100 ppb 时，可采用吹扫模式。
- 2 吹扫用氮气品质要求见表 2。
- 3 水温和氮气温度的不宜高于 35℃。

3.4.2 真空模式应符合下列规定：

1 当需要将溶解氧脱除至 500~1000 ppb 时,可采用真空模式。

2 真空模式下,最低真空度应高于工作温度下水的饱和蒸汽压 20 毫米汞柱以上。

条文说明:真空模式通常用于总溶解气体去除,或者脱除气泡的应用场合。适用于溶解氧指标要求不是很苛刻,但是处理水量很大的工况。最低真空度要求高于绝对压力 20 毫米汞柱,主要是防止产生过多水蒸气,避免增加真空泵负荷。

3.4.3 真空和吹扫组合模式应符合下列规定:

1 当需要将溶解氧脱除至<100 ppb 时,可采用真空和吹扫组合模式。

2 吹扫用氮气品质要求见表 2。

3 吹扫用气体,不宜采用二氧化碳气体。

4 真空度区间为,水温<20℃时,绝对压力 50~150 毫米汞柱。

条文说明:采用二氧化碳气体进行吹扫,会增加离子交换装置的工作负担或恶化电阻率指标。

3.4.4 两级脱氧应符合下列规定:

1 当终端供水溶解氧指标要求为≤10 ppb 时,宜采用两级脱氧的工艺流程。

条文说明:终端供水溶解氧指标≤10 ppb 时,采用两级脱氧的工艺流程,并非硬性规定。可根据溶氧指标要求、系统渗气因素、脱气膜的匹配,以及技术经济分析等多种因素,综合考虑采用适合的工艺流程。例如,在某些工程项目中,对于终端供水溶解氧指标≤10 ppb 的要求,采用一级脱氧工艺,虽然在正常的渗气程度下溶解氧有所升高,但是系统可以稳定的达到≤10 ppb 的要求。

2 设计两级脱氧时,应考虑系统渗气因素,合理匹配一级脱氧系统和二级脱氧系统的性能指标。

条文说明:系统选型设计时,需要充分考虑系统渗气对控制指标的影响。

3 用于超纯水抛光段的脱气膜,其接触液体材质应与终端供水指标相匹配。

条文说明:常用的脱气膜膜壳材质有不锈钢、FRP、PVC、PP 等。用于超纯水系统时,会在膜壳内内衬 PP、PVDF 材质的内衬层,抛光段的脱气膜应根据终端供水的颗粒指标、TOC 指标等选用匹配的接触液体的材质。

3.5 加氮机能水系统

3.5.1 吹扫模式应符合下列规定:

- 1 二级脱氧后直接增加一级脱气膜来进行加氮，可采用吹扫模式。

条文说明：对于不饱和浓度溶氮，可以采用质量流量计控制的吹扫操作模式。

- 2 吹扫用氮气品质要求见表 2。

- 3 水温和氮气温度不宜高于 35℃。

3.5.2 真空和吹扫组合模式应符合下列规定：

- 1 二级脱氧后再增加一级脱气膜来进行加氮。可采用真空和吹扫组合操作模式。

条文说明：对于氮封水箱后进行溶氮机能水制备，使用真空和氮气吹扫组合操作，通过真空泵和氮气源来控制氮气侧压力来达到要求的浓度，通过设定氮气真空度，调整出水溶氮浓度；

- 2 吹扫用氮气品质要求见表 2。

条文说明：为了满足某些特定工艺机台的使用要求，需要向超纯水中添加氮气，用来满足机台特定的机能，比如提高一些超声波机台对于一些纳米级颗粒的清洗效率，加氮的超纯水又称为加氮机能水。

加氮机能水是生产工艺常用的机能水，通常经过二级脱氧后，超纯水中溶氧小于 5ppb，溶氮小于 3ppm，而机台要求溶氮达到 7ppm 甚至更高到饱和溶氮甚至过饱和溶氮。而溶氮，可以简单的通过在二级脱氧后再增加一级脱气膜来进行加氮。加氮机能水可以很好的配合超声波工艺，产生小的气穴，提高对一些纳米级颗粒的去除率。

3.6 加氢机能水系统

3.6.1 真空模式脱氮应符合下列规定：

- 1 加氢机能水系统宜置于脱氧系统后，分两步进行。首先采用真空操作模式脱气膜去除高纯水中的氮气，然后再用吹扫操作模式脱气膜将氢气溶入高纯水中。

- 2 真空模式脱氮，宜将氮气浓度脱除到 4ppm 以下。

条文说明：采用真空操作模式脱气膜去除高纯水中的氮气时，至少高于工作温度下水的饱和蒸汽压 20 毫米汞柱以上的绝对压力。

3.6.2 吹扫模式加氢应符合下列规定：

- 1 吹扫模式加氢步骤，采用吹扫操作模式脱气膜将氢气溶入高纯水中，溶氢浓度宜 ≥ 1.2 ppm。

- 2 吹扫用氢气品质要求见表 2。

- 3 水温和氢气温度不宜高于 35℃。

条文说明：为了满足某些微电子行业机台的使用要求，需要向超纯水中添加氢气，用来满足机台特定的机能，比如提高一些超声波机台对于一些纳米级颗粒的清洗效率，或者利用氢气的还原性作为氧化抑制剂，加氢的超纯水又称为加氢机能水。

3.7 加二氧化碳机能水系统

3.7.1 吹扫模式加二氧化碳应符合下列规定：

- 1 吹扫模式加二氧化碳采用吹扫操作模式将二氧化碳气体溶入高纯水中，溶二氧化碳浓度宜 ≥ 5 ppm 或电导率 2~5us/cm。
- 2 吹扫用二氧化碳气体品质要求见表 2。
- 3 水温和二氧化碳气体温度不宜高于 35℃。

条文说明：为了满足某些特定半导体机台的使用要求，需要向超纯水中添加二氧化碳气体，用来满足机台特定的机能，比如用于超临界清洗，比如提高超纯水电导，有利于提高 CMP 后清洗效率，或者添加二氧化碳改变水 pH 值等，加二氧化碳的超纯水又称为加二氧化碳机能水。

3.8 系统参数控制

3.8.1 脱除二氧化碳系统中，出水中的二氧化碳指标要求，应满足下游设备及流程对二氧化碳指标的限值要求。

条文说明：根据实际工程经验，出水中二氧化碳指标通常要求低于 5ppm。

3.8.2 脱氧系统中，出水中溶解氧的指标要求，应满足生产制程所需的水质要求。

条文说明：纯水制备系统的规模和供水水质直接影响纯水系统的投资大小，应根据生产需要合理确定。有关于电子工业纯水水质指标，不同电子产品、不同生产制程和不同公司都会提出不同的要求，目前国际比较通用的标准是美国材料试验学会 (ASTM) 的标准 ASTM D5127。该标准主要是针对不同线宽的集成电路生产，有较大参考价值。国内的标准《电子级水》GB/T 11446.1，其中未明确规定溶解氧指标要求。因此，在确定出水中溶解氧指标要求时，应以工艺制程的水质要求为主，并可参考 ASTM D5127。

表 3 电子学和半导体工业用超纯水标准指南 ASTM D5127-2013 (2018) 中溶解氧指标

参数	Type E-1	Type E-1.1	Type E-1.2	Type E-1.3	Type E-2	Type E-3	Type E-4
线宽 (μm)	1.0~0.5	0.35~0.25	0.18~0.09	0.065~0.032	5.0~1.0	>5.0	—
溶解氧 ($\mu g/L$)	25	10	3	10	—	—	—

3.8.3 机能水系统中，溶解气体浓度的指标要求，应按照用户的水质要求，并满足生产制程的需要。

4 安 装

4.1 一般要求

4.1.1 脱气膜的安装应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231。

4.1.2 与脱气膜相关的电气装置的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB 50168、《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》GB 50170、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的有关规定。

4.1.3 与脱气膜相关的管道安装应符合现行国家标准《电子工业纯水系统安装与验收规范》GB 51035 和《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定。

4.1.4 设备、材料进场前必须经过验收，合格后方可使用。

4.1.5 脱气膜干膜长期储存时温度宜低于 49℃，相对湿度宜低于 60%。

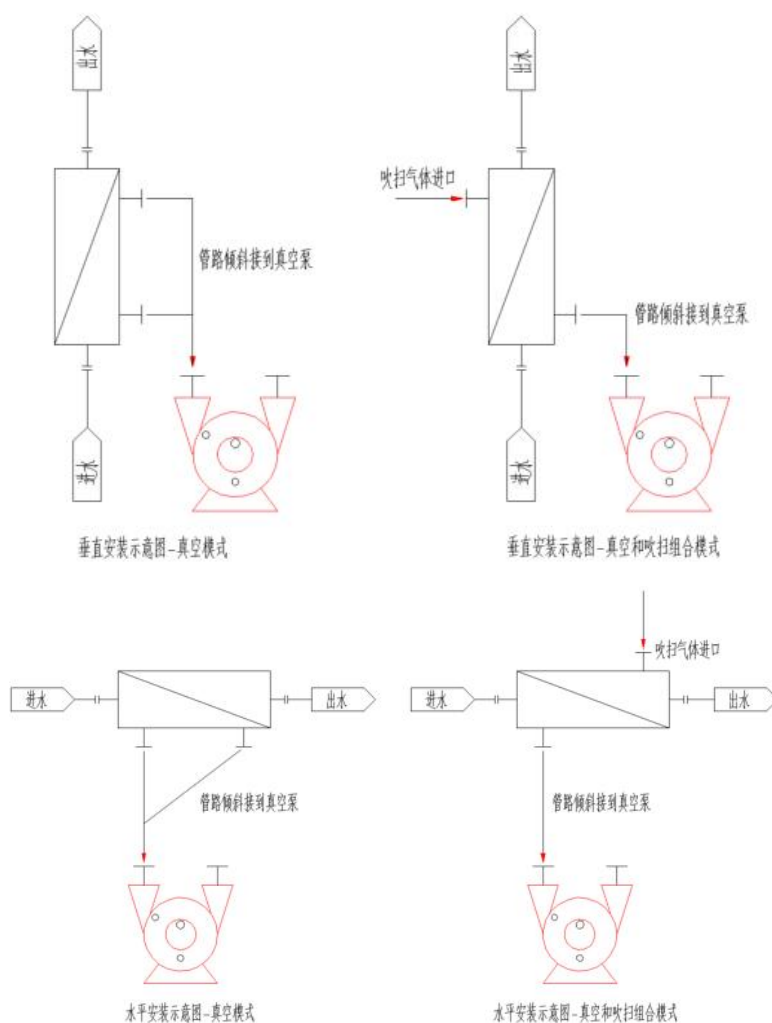
条文说明：长期储存在高温高湿环境中，影响脱气膜的使用寿命。

4.2 脱气膜安装

4.2.1 脱气膜的安装方向应符合以下要求：

- 1 脱气膜宜采用垂直方向安装。
- 2 脱气膜采用间歇方式运行时，应采用垂直方向安装。
- 3 脱气膜垂直安装时，底部气体端口的位置应高于真空泵的吸入端口。

条文说明：脱气膜垂直方向安装，气液逆流可提升传质效率（15-20%），水从下到上流动，气体从上到下流动，垂直安装有助于保持清除脱气膜内腔中的冷凝水。脱气膜连续运行时，也可以使用水平安装，水平安装需保证脱气膜间距均匀，以防止水流短路。。水平安装采用真空操作模式时，气体端口应朝下，气体端口高于真空泵入口的位置。水平安装采用真空扫气组合操作模式，尤其是对于大型脱气膜机组，进气端口宜朝上，真空端口宜朝下，便于安装和更换。底部气体端口高于真空泵的吸入端口，可使冷凝水经重力流排放到真空泵。应避免倾斜安装，倾斜安装将导致气泡滞留。垂直安装、水平安装示意图如下。



4.2.2 脱气膜安装前应对其基础进行校对，基础中心线的平面位移、基础标高的偏差最大允许值为 $\pm 5\text{mm}$ 。

4.2.3 脱气膜应采用基座进行固定，基础上表面的水平度最大允许值为 $\pm 3\text{mm}$ 。

4.2.4 脱气膜的抽真空管路不宜采用螺纹连接，抽真空总管应留有向下的坡度便于冷凝水流向最低点的真空泵。

4.2.5 应预留检修、维护所需的空间。

4.2.6 脱气膜不应承担与其连接的管道重量。

4.2.7 应在脱气膜安装完成后，再安装配套管路。

条文说明：应避免脱气膜受力过大造成损坏。如遇剧烈震动的场合，需设减震装置。

4.2.8 脱气膜的吹扫管路应安装气体过滤装置并设置相应的减压、气体切断阀门以及流量和压力监测仪表。抽真空管路应安装抽真空仪表。

4.2.9 脱气膜的抽真空管路、溶氧仪表检测管路宜采用不锈钢材质。

4.2.10 对于加氢系统的加氢、抽真空、排气管路、溶氢仪表取样管路宜采用不锈钢材质，并设置氢气泄漏、防爆、接地等相应的安全防护设施。

条文说明：氢气的爆炸极限（4.0%-75.6%），应按相关规范的要求采取相应的安全防护措施。例如，应具有良好的自然通风，并应设置事故排风装置、设置气体泄漏报警装置、设置事故排风装置联锁、设置导除静电的接地设施等。

4.2.11 吹扫管路不宜使用螺纹连接，氮气吹扫管路需确保气密性。

4.3 电气系统

4.3.1 真空泵及其他与脱气膜相关的电气设备应通过引线组件和端子盒接地，端子盒与接地线应紧固到安装支架上。对于加氢系统电气、仪表系统应设置相应的防爆防护措施。

4.3.2 控制面板应与控制盒柜体接地，电缆的自由端应在邻近输入点的端子接地。

4.3.3 电气柜的安装高度应与地面有一定距离。

4.3.4 操作面板的安装高度应保证操作便利。

4.4 控制系统

4.4.1 控制设备应安装在光照充足、通风良好、操作维修方便的地方。

4.4.2 控制设备不应安装在潮湿、有腐蚀性、有振动影响及有电磁干扰的地方。

4.4.3 控制设备的安装位置应与管道保持一定距离。

5 调 试 与 验 收

5.1 一般要求

5.1.1 调试应具备下列条件：

- 1 技术文件、装箱清单、随机资料及专用工具齐全；
- 2 场地的通风、供电、供水和排水正常；
- 3 调试应由专业技术人员负责，应按照设计文件的要求、调试方案书和生产商的使用说明书进行。

5.1.2 调试应包括脱气膜调试、与脱气膜相关的机械设备、电气及控制系统调试和系统联动调试。

5.1.3 脱气膜通水前，应确保连接管道清洗干净，避免较大颗粒的杂质损坏膜丝。

条文说明：诸如焊渣等较大颗粒的杂质一旦被冲入脱气膜，会对膜丝造成不可逆的损伤，影响脱气膜整体性能。

5.2 脱气膜水路调试

5.2.1 操作过程中，进气/真空端口都应打开。进气侧（管程）的压力不应大于水侧（壳程）的压力。

条文说明：这些端口为脱气膜提供了安全排气口，可以避免压力累积。

5.2.2 进水压力和通过脱气膜的水流量不应超过产品限值。

5.2.3 调整系统上的相应阀门，将水流量和入口压力调整到所需水平。

5.3 脱气膜气路调试

5.3.1 吹扫模式气路调试应符合下列规定：

- 1 应从最低的气路接口抽真空，确保排水能顺畅自流。
- 2 吹扫模式调试应按下列步骤进行：
 - 1) 关闭出水阀，缓慢开启进水阀，使壳程充满水。
 - 2) 确认气体吹扫管路气体过滤器工作正常。
 - 3) 将气体管路吹扫干净后，连接气体吹扫管路与脱气膜。

条文说明：调试前需确保气体管道中无杂质，以防吹扫管路中的杂质堵塞脱气膜。

- 4) 调整进气调节阀，将初始吹扫气压力设置为 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 压力。
- 5) 调整进气量，设置产品推荐的总扫气流量。
- 6) 缓慢开启出水阀。

条文说明：如果系统关闭期间气体侧发生水蒸气冷凝，建议用吹扫气吹扫或在系统重新启动期间以高流速的空气吹扫持续约 5-30 分钟。在吹扫过程中，应关闭进水口和出水口，以防止吹扫气体通过进出水口逸出。吹扫将清除管腔侧的所有冷凝液体，并使系统实现预期性能。液体压力应始终超过脱气膜内的气体压力，但低于最大允许容器压力。如果气体压力高于液体压力，气体将进入液体侧，尤其当液体停止流动，液体压力低于气压时，容易出现上述情况。

5.3.2 风机抽吸模式气路调试应符合下列规定：

- 1 进气路宜设置 1~3 微米的过滤器。
- 2 风机抽吸模式调试应按下列步骤进行：
 - 1) 关闭出水阀，缓慢开启进水阀，使壳程充满水；
 - 2) 启动鼓风机；
 - 3) 调整抽吸气量及抽吸压力；
 - 4) 缓慢开启出水阀。

5.3.3 真空模式气路调试应符合下列规定：

- 1 应从最低的气路接口抽真空，确保排水顺畅自流。
- 2 真空模式调试应按下列步骤进行：
 - 1) 打开真空主管上的阀；
 - 2) 关闭出水阀，缓慢开启进水阀，向壳侧注水；
 - 3) 打开真空泵，查看抽吸的真空度；
 - 4) 缓慢开启出水口阀门。

5.3.4 真空和吹扫组合模式气路调试应符合下列规定：

- 1 应从最低的气路接口抽真空，确保排水顺畅自流。。
- 2 真空和吹扫组合模式调试应按下列步骤进行：
 - 1) 打开真空主管上的阀；
 - 2) 关闭出水阀，缓慢开启进水阀，向壳侧注水；
 - 3) 打开真空泵，查看抽吸的真空度；
 - 4) 调节进气调节阀，将吹扫气供应压力调节至 1 kg/cm^2 ；
 - 5) 调整吹扫进气流量调节阀门，根据吹扫进气流量计读数，设置扫气流量；

- 6) 缓慢开启出水口阀门。

5.4 系统联动调试

5.4.1 系统联机调试应符合下列条件：

- 1 对设备启停进行测试，启停应迅速；
- 2 对真空泵进行检查，真空度应符合要求，真空泵换热器应工作正常，升温应正常，冷却系统应正常工作；
- 3 对真空泵的真空泵保护进行检测，故障停机报警应正常，有备用真空泵的系统需能自动切换至备用真空泵，以免停机时影响出水水质。
- 4 通讯功能与上位机联网应符合数据收发要求。

5.4.2 系统联动调试前应打开脱气膜装置前后管路上的阀门，确认脱气膜装置与其前后相关联的其它水处理设备联动运行正常。

5.4.3 启动系统，观察 CO₂、溶解氧、溶解气体浓度等数值的变化情况，根据系统的设计指标及时调整系统的运行参数。

5.4.4 系统调试需连续运行 24h 后，仪表参数显示正常，系统信号反馈应正常，系统关联的设备连锁控制正常、设备自动运行切换正常。。

5.5 验收

5.5.1 系统验收应符合现行国家标准《电子工业纯水系统安装与验收规范》GB 51035、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的相关规定。

5.5.2 系统竣工验收应包括下列文件：

- 1 批准的设计文件、设计变更文件和竣工文件；
- 2 完整的安装、调试和试运行记录；
- 3 试运行期间运行参数及连续监测报告；
- 4 仪表的校验记录；
- 5 其他相关技术资料。

5.5.3 系统验收后，建设单位应将有关设计、安装和验收的文件组卷归档。

6 运行维护与安全防护

6.1 运行维护

6.1.1 运行维护应为专业人员，熟悉系统的运行要求，严格按操作规程的要求进行操作。

6.1.2 应建立安全操作规程，并标示于醒目位置。

6.1.3 操作人员应定期巡视系统，填写报表和交接班记录，发现异常情况应及时上报。

6.1.4 应制定系统维护、维修计划并建立设备维护、维修档案，详实记录设备及备件的运行寿命及更换周期、设备故障原因、故障现象、处理措施和验收结果。

6.1.5 应对设备、电气元件和仪表进行日常维护和检查、校验，包括检查记录、设备维护记录、保养记录、仪表校验记录等。

6.1.6 当系统出现故障不能正常运行时应及时向维保单位进行故障报修，非专业人员严禁开启及维修系统。

6.1.7 脱气膜的停机维护保养应符合下列规定：

1 当脱气膜停机时间在三天以内，应对脱气膜内的水泄压，并使水流停止，使脱气膜保持充满水的状态。停机期间，气流或真空应继续保持。当气流或真空无法保持时，应在停机期间关闭所有脱气膜的阀门；

2 当脱气膜停机时间超过三天，应采用惰性气体或保护液进行保护。

条文说明：惰性气体可以选择高纯氮气。保护液可以选择干净的过滤水（ $<5\mu\text{m}$ 绝对值，98.9%）去离子水或 RO 水，可以使用稀碱液（ $\text{pH } 11.5 - 13$ ）NaOH 或 KOH 溶液来防止生物生长。也可以选择未经催化的 1% 偏亚硫酸氢钠（SMBs）溶液。定期监测并保持保护液的 pH 值。如果选择将脱气膜从系统中拆除后进行保存，应在 $35-40^\circ\text{C}$ 的环境下用惰性气体吹干脱气膜，一般吹扫 48 小时以上，或者室温下吹扫 72 小时以上。吹干后应密封脱气膜的各个接口，将脱气膜保存于避光、干燥、通风、室温的环境中，注意避免震动，防止磕碰。

6.1.8 与脱气膜相关的电气与控制系统的运行维护应符合下列规定：

1 控制柜应散热充分，进风口过滤棉应定期清理，控制柜外表面应干净，无冷凝水，外部电缆接线应整洁、完整，接地应可靠；

2 应定时观察在线仪表、HMI 或上位机的设备的运行状态及参数，确认设备处于正常运行状态。

3 应随时查看设备报警及故障记录，分析故障产生的原因并进行有效的处理。

4 控制柜应由专业电气人员进行维护和操作。控制柜内存在高电压风险，应先断开电源再打开柜门，并及时挂上安全锁，再进行操作；

5 故障排查需专业人员在说明书的指导下进行。

6.1.9 记录脱气膜的日常运行数据，关注脱气膜性能变化，做好维护保养工作。

6.2 安全防护

6.2.1 应建立安全规章制度，制定安全隐患问题清单，制定事故应急预案。

6.2.2 应加强安全教育，组织模拟事故发生时采取的紧急处置措施，演练组织救援设施、设备调配和人员疏散演习。

6.2.3 设备检查、维护和维修时应关闭脱气膜相关设备的电源，并在配电柜上明确警示。

6.2.4 为防止窒息风险，脱气膜的气液分离装置的排气，应按规范和设计要求，将排气管接至室外排放，调试时和运行时应避免氮气或二氧化碳排入室内引起人员窒息，导致安全事故。在进行气路检修时需关闭吹扫气体管路及抽气管路，避免引起事故及人员伤害。在进行水路检修时，避免带压操作。

6.2.5 为了降低与火灾和爆炸相关的风险，将氢气引入脱气膜生产含氢机能水时，应采取必要的防爆、防火措施。

条文说明：含氢机能水系统维护时需氮气吹扫置换，降低与火灾和爆炸相关的风险。设有氢气等可燃气体的气体纯化间或气体入口室，应设有良好的自然通风设施，以确保一旦氢气等泄漏时及时排放，避免在室内积累。当房间内泄漏气体达到规定浓度时，气体泄漏报警装置报警并启动事故排风装置。工程实践证明，自然通风、事故排风均为可靠的、行之有效的安全技术措施。

6.2.6 应为电力系统建立安全和保护程序。

用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，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”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《低压配电设计规范》GB 50054

《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093

《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》GB 50168

《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》GB50170

《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施及验收规范》GB 50171

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231

《工业金属管道工程施工规范》GB 50235

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《电子工业纯水系统设计规范》GB 50685

《电子工业纯水系统安装与验收规范》GB 51035

《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208

《电子级水》GB/T 11446.1

《膜分离技术术语》GB/T 20103

《膜蒸馏用中空纤维疏水膜》GB/T 37215

中国工程建设标准化协会标准

电子级水中空纤维疏水膜应用技术规程

Application technical regulation of hydrophobic hollow fiber membrane

contactors in electronic-grade water

T/CECS xxx—202x

条文说明

制定说明

本规程《电子级水中空纤维疏水膜应用技术规程》制定过程中，编制组进行了中空纤维疏水膜（俗称脱气膜）的工艺设计研究，对我国高端半导体工厂超纯水系统中现阶段所应用的脱气膜的市场应用进行分析，为适用于解决当前电子级水（电子和半导体工艺过程中所用的高纯水）制备中，中空纤维疏水膜（俗称脱气膜）应用的设计、施工、调试、运行、验收、水质控制及智能化建设等过程管理中存在的问题，进行了调研研究。本规程旨在制定与我国电子工业高纯水制造产业需求相符合的通过中空纤维疏水膜去除水中溶解性气体或向电子级水中注入气体的工程技术标准。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程《电子级水中空纤维疏水膜应用技术规程》时能正确理解和执行条款规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1 总 则	错误！未定义书签。
2 术 语	错误！未定义书签。
3 工 艺 设 计	错误！未定义书签。
3.1 一般规定	错误！未定义书签。
3.2 工艺需求	错误！未定义书签。
3.3 脱除二氧化碳系统	错误！未定义书签。
3.4 脱除氧气系统	错误！未定义书签。
3.5 加氮机能水系统	错误！未定义书签。
3.6 加氢机能水系统	错误！未定义书签。
3.7 加二氧化碳机能水系统	错误！未定义书签。
3.8 系统参数控制	错误！未定义书签。
4 安 装	错误！未定义书签。
4.1 一般要求	错误！未定义书签。
4.2 脱气膜安装	错误！未定义书签。
4.3 电气系统	错误！未定义书签。
4.4 控制系统	错误！未定义书签。
5 调 试 与 验 收	错误！未定义书签。
5.1 一般要求	错误！未定义书签。
5.2 脱气膜水路调试	错误！未定义书签。
5.3 脱气膜气路调试	错误！未定义书签。
5.4 系统联动调试	错误！未定义书签。
5.5 验收	错误！未定义书签。
6 运行维护与安全防护	错误！未定义书签。
6.1 运行维护	错误！未定义书签。
6.2 安全防护	错误！未定义书签。

