

ICS

CCS

团 体 标 准

T/CMES XXXX—202X

代替 T/CMES XXXX—201X

超洁净隔膜阀

Ultraclean diaphragm valves

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目次

前言.....IV

引言.....V

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 阀结构.....3

 4.1 结构形式.....3

 4.2 连接型式与尺寸.....4

5 技术要求.....5

 5.1 正常工作条件.....6

 5.2 材料要求.....6

 5.3 制造与加工要求.....6

 5.4 设计要求.....7

 5.5 外观与本体标识要求.....7

 5.6 阀门短期性能要求.....9

 5.7 阀门长期性能要求.....9

 5.8 阀门疲劳性能要求.....10

 5.9 阀门耐压性能要求.....10

6 洁净度要求.....11

 6.1 离子污染限值.....11

 6.2 金属污染限值.....11

 6.3 总有机碳（TOC）污染限值.....12

 6.4 颗粒物含量限值.....12

7 离子含量、金属含量及总有机碳检测方法.....13

 7.1 检测环境.....13

 7.2 检测设备.....13

 7.3 材料和仪器.....13

8 检验规则.....15

8.1 检验分类..... 15

8.2 出厂检验..... 15

8.3 可靠性试验..... 15

9 标志、包装、运输和贮存..... 15

9.1 标志..... 15

9.2 包装..... 16

9.3 运输..... 16

9.4 贮存..... 16

附 录 A （资料性附录） 污染物检测报告..... 17

表 A.1 污染物检测报告..... 17

参考文献..... 19

图 1 气动截止式隔膜阀..... 3

图 2 气动柱塞式隔膜阀..... 4

图 3 手动堰式隔膜阀..... 4

图 4 入珠式连接结构图..... 5

图 5 扩口式连接结构图..... 5

图 6 焊接式连接结构图..... 5

表 A.1 污染物检测报告..... 17

表 1 工艺要求..... 6

表 2 接液表面粗糙度要求..... 6

表 3 外观分级判定标准..... 8

表 4 阀门试验程序..... 9

表 5 长期性能试验条件..... 9

表 6 疲劳性能试验..... 10

表 7 耐压测试条件..... 11

表 8 表面提取离子污染物限值..... 11

表 9 表面提取金属污染物限值..... 11

表 10 表面提取 TOC 污染物限值..... 12

表 11 静态冲洗颗粒物含量限值..... 13

表 12 清洁程序..... 13

表 13 静态浸泡试验流程..... 14

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。

本文件由中国机械工程学会提出并归口。

本文件起草单位：XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX、XXXXXXXXXXXXXXXX。

本文件主要起草人：XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX、XXXXX。

本文件首次制定。

中国机械工程学会标准征求意见稿

引 言

随着半导体产业向高精度、高集成度方向快速发展，超纯水、高纯电子化学品等关键介质的输送对阀门的洁净度、密封性、耐腐蚀性提出了极高要求。超洁净隔膜阀作为半导体生产环节中介质输送的核心控制部件，其性能直接影响半导体产品的质量和稳定性。

目前，国内超洁净隔膜阀产品缺乏统一的技术规范和检测标准，不同制造商的产品在材料选用、制造工艺、洁净度指标等方面差异较大，导致产品兼容性、互换性差，难以满足半导体行业的高端应用需求。

为规范超洁净隔膜阀的技术要求、检测方法、检验规则及包装运输要求，保障产品质量的一致性和可靠性，填补国内相关标准空白，促进半导体装备产业链的标准化、规范化发展，特制定本文件。

本文件的制定参考了 SEMI 相关行业标准，结合国内半导体行业的实际应用场景，明确了超洁净隔膜阀的核心技术指标和检测要求，具有较强的实用性和可操作性。

超洁净隔膜阀

1 范围

本文件规定了超洁净聚合物隔膜阀的结构型式、型号与基本参数、技术要求、洁净度要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于公称通径 DN8~DN40 (1/4 英寸~1-1/2 英寸) 的超洁净聚合物隔膜阀。

本文件适用的阀门主要用于半导体、泛半导体行业超纯水、高纯电子化学品（硫酸、盐酸、硝酸、氢氟酸、磷酸等）的流体输送与通断控制。

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 193-2003 普通螺纹 直径与螺距系列

GB/T 6111-2003 流体输送用热塑性塑料管材耐内压试验方法

GB/T 11446.1 电子级水

GB/T 11446.8 电子级水中有机碳的测试方法

GB/T 11446.9 电子级水中微粒的仪器测试方法

GB/T 25915.1 洁净室及相关受控环境第 1 部分：按粒子浓度划分空气洁净度等级

GB/T 27726—2011 热塑性塑料阀门压力试验方法及要求

GB/T 34672 化学试剂 离子色谱法测定通则

GB/T 39486 化学试剂 电感耦合等离子体质谱分析方法通则

ISO 68 通用螺纹—基本轮廓和设计轮廓-米制螺纹

SEMI F4-1000 气动阀门规范

SEMI F40 化学试验用液体化学分布部件的制备规程

SEMI F57-0622 用于超纯水和液体化学分配系统的高纯度聚合物材料和组件规范

SEMI F104-0520 超纯水及液体化学分配系统中组分颗粒贡献评估试验方法

ASME B 1.1 统一英制螺纹(UN 和 UNR 螺纹表)

JJG 821 总有机碳分析仪

3 术语和定义

GB/T 3505、GB/T 11446.9 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

聚合物 polymer

由相同的、简单的结构单元通过共价键重复连接而成的高分子量化合物。

3.2

过流部件 wet components

设备或系统运行时与输送介质接触的零部件。

3.3

接液表面 wet surface

过流部件上与输送介质直接接触的表面，又称过流表面。

3.4

超纯水 ultrapure water (UPW)

经净化处理，所有指标均符合 GB/T11446.1 中 EW-1 规定的水。

3.5

离子含量 ion content

使用超纯水对部件浸泡后，测得的部件表面析出离子的含量。

3.6

总有机碳含量 total organic carbon content (TOC)

使用超纯水对部件浸泡后，测得的部件表面析出的总有机碳含量。

3.7

超纯 PFA ultra high purity polyfluoroalkoxy

静态浸泡条件（85℃±5℃，168h）下，表面可提取阴离子污染指标不大于 100μg/m²，氟离子不大于 20000μg/m²，金属污染指标小于 10μg/m²，硼不大于 30μg/m²，钡不大于 15μg/m²，TOC 污染指标不大于 40000μg/m² 的可熔性聚四氟乙烯材料。

3.8

超纯硝酸 (HNO₃) ultrapure nitric acid

质量百分比 70.0%~71.0%，粒径不小于 0.5 μm 的颗粒物不大于 10 个/mL，金属含量不大于 1 μg/L 的硝酸。

3.9

超纯盐酸 (HCl) ultrapure hydrochloric acid

质量百分比 35.0%~37.0%，粒径不小于 0.5μm 的颗粒物不大于 10 个/mL，金属含量不大于 1μg/L 的盐酸。

3.10

过程空白 process blank

没有加入过流部件，执行静态浸泡试验，由超纯水和容器引入的空白值。注：过程空白的检测结果不应超过规定限值的 10%。

3.11

超纯异丙醇 (IPA) ultrapure isopropyl alcohol

质量百分比不小于 99.99%, 粒径不小于 $0.5\mu\text{m}$ 的颗粒物不大于 10 个/mL, 金属含量不大于 $1\mu\text{g/L}$ 的异丙醇。

3.12

公称压力 nominal pressure (PN)

阀门在 20°C 使用时, 允许的最大持续工作压力, 单位为 bar, 代号 PN。

3.13

超纯氮气 UHP Nitrogen

双原子分子, 相对分子质量为 28.01 的惰性气体, 常温常压下无色无味, 所有指标均符合 GB/T 8979-2025 中高纯氮或超纯氮的规定。

4 阀结构

4.1 结构形式

4.1.1 本文件规定的超洁净隔膜阀结构包括截止式、堰式、柱塞式三种结构形式, 驱动方式分为气动驱动和手动驱动两种。

4.1.2 典型结构示意图如下:

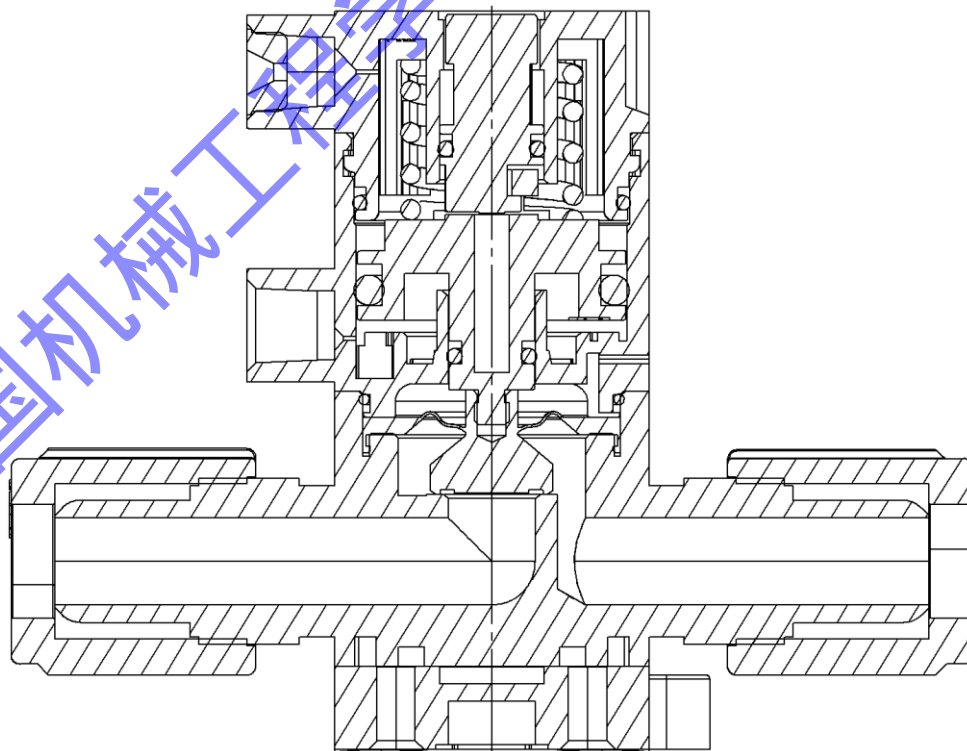


图 1 气动截止式隔膜阀

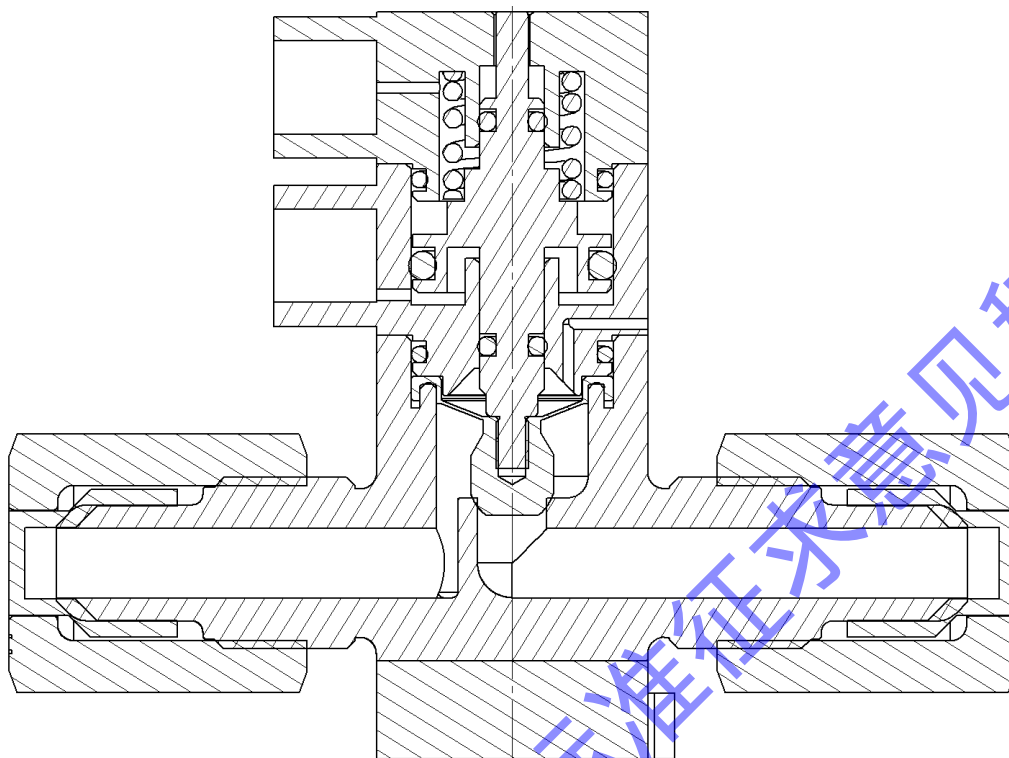


图 2 气动柱塞式隔膜阀

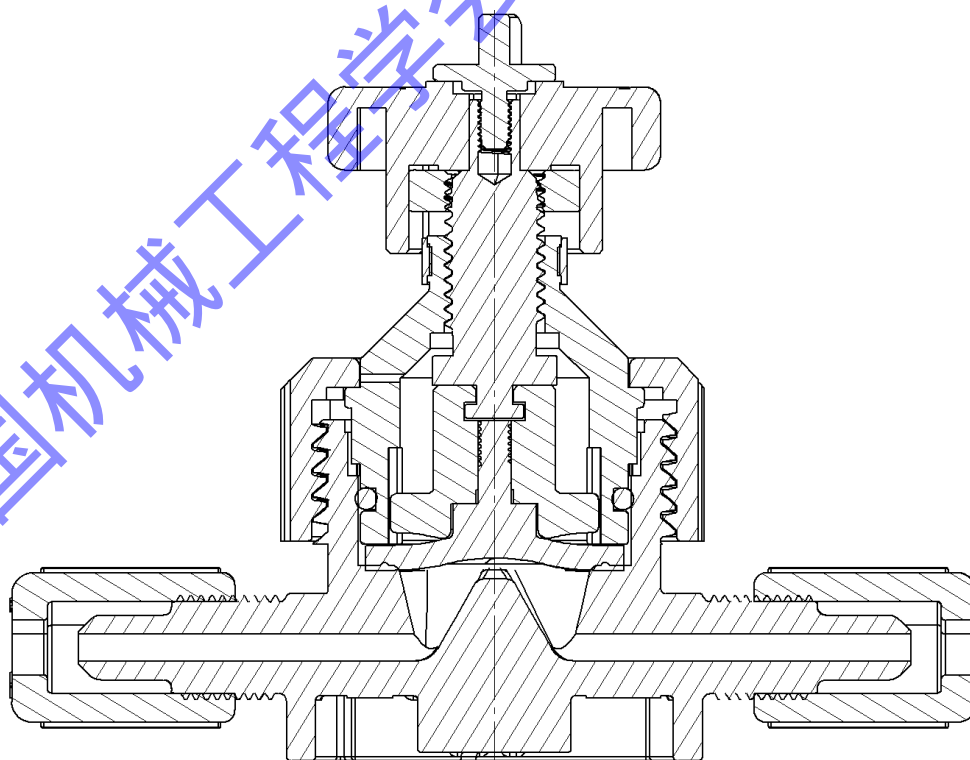


图 3 手动堰式隔膜阀

4.2 连接型式与尺寸

4.2.1 阀门的连接型式分为入珠式、扩口式和焊接式三种，结构示意图如下：

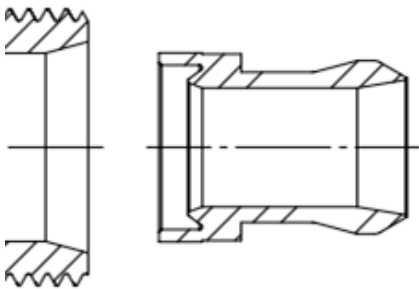


图 4 入珠式连接结构图

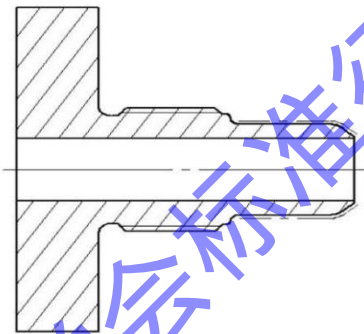


图 5 扩口式连接结构图

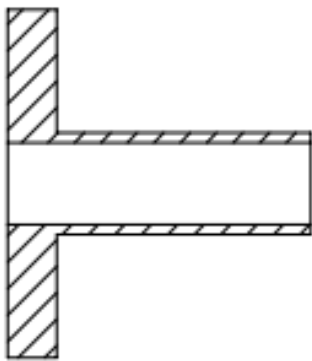


图 6 焊接式连接结构图

- 4.2.2 制造商应根据产品设计要求明确标识连接型式，补充对应公称通径的连接尺寸，保证连接的可靠性、密封性和互换性。
- 4.2.3 连接结构的设计应满足本文件 5.3 制造要求和第 6 章洁净度要求，确保在额定工作条件下无泄漏、无松动。

5 技术要求

5.1 正常工作条件

阀门应在以下工作环境中长期正常运行：

- a) 工作环境温度：5-60℃；
- b) 工作介质温度：5-80℃；
- c) 适用介质：超纯硫酸、超纯盐酸、超纯硝酸、超纯氢氟酸、超纯磷酸、超纯水等化学溶液。

5.2 材料要求

5.2.1 过流部件材质应选用化学惰性优异、溶出物极低的超洁净聚合物，优先选用超纯 PFA、超纯 PTFE，材料性能应符合 SEMI F57-0622 的相关规定，污染物析出指标应符合本文件第 6 章的要求。

5.2.2 原材料可采用板料、棒料、粉粒料，PTFE 材料的物理性能应符合 QB/T 5257-2018 的相关规定，所有材料表面污染物析出的技术指标应符合本文件第 6 章的规定。

5.2.3 动态密封、静态密封用气体腔密封圈，应选用耐腐蚀性优异、气密性良好的氟橡胶（FKM）或全氟醚橡胶（FFKM），材料性能应符合 GB/T 30308-2013 的相关规定。

5.3 制造与加工要求

5.3.1 洁净生产环境要求

阀门过流部件的成型制造、整阀组装、清洗、包装等工序，应在对应洁净等级的无尘车间内完成，具体要求见表 1。

表1 工艺要求

工序名称	洁净等级要求（符合 GB/T 25915.1）	管控要求
机加工成型	ISO8级及以上	专机单一材料生产，不可使用冷却液
模具注塑成型	ISO7级及以上	专机单一材料生产
清洗	ISO6级及以上	使用超纯水清洗
质检	ISO5级及以上	无油污或非接触式测量
测试	ISO5级及以上	超纯氮气
组装包装	ISO5级及以上	需使用超纯氮气吹扫

注：洁净度等级定义参见GB/T 25915.1。

5.3.2 表面粗糙度要求

5.3.2.1 阀门非接液表面粗糙度 Ra 值应≤1.6μm。

5.3.2.2 阀门与介质接触的接液表面、机加工成型接液表面粗糙度应符合表 2 的规定。

表2 接液表面粗糙度要求

成型工艺	指标Ra（μm）
------	----------

表 2 接液表面粗糙度要求 (续)

模具注塑成型	≤0.35
机加工成型	≤0.6

5.3.3 机加清洗工艺要求

过流部件及整阀清洗应采用超纯水清洗工艺，最终清洗后用超纯氮气吹干，清洗后部件不得有残留污染物、水渍，洁净度应符合本文件第 6 章的要求。

5.4 设计要求

5.4.1 螺纹要求

螺纹紧固件盖板、壳体、外壳接口及外部安装支架中使用的螺纹紧固件，其螺纹规格和公差应符合 ASME B 1.1、ISO 68 或 GB/T 193-2003 标准。

5.4.2 泄漏孔设计

5.4.2.1 阀门应在适当位置设置泄漏孔，用于外漏泄漏检测。

5.4.2.2 DN10（3/8 英寸）及以上阀门的执行器与阀体之间除泄漏孔以外，均需以橡胶密封件达到密封，使得阀门外漏漏液或气缸串气仅能通过泄漏孔，便于失效分析。

5.4.3 执行器设计

5.4.3.1 气动阀门执行器应当对常开以及常闭的非用气接口进行封堵，用于避免接错控制气源。

5.4.3.2 DN10（3/8 英寸）及以上阀门的执行器顶端，应预留附件安装位置，用于安装流量调节器、位置开关等附件。

5.4.3.3 执行器内部及紧固件应做防腐处理，可耐受半导体车间强酸强碱化学品挥发腐蚀。

5.4.4 状态指示设计

DN10（3/8 英寸）及以上的气动阀门和手动阀门，均应设置阀门启闭状态目视指示结构，可直观显示阀门实时开关状态。

5.4.5 隔膜设计

隔膜应采用一体化成型工艺，厚度均匀，无气泡、无杂质，具备优异的耐化学品性能和抗疲劳性能，适配阀门 200 万次启闭循环的使用寿命要求。

5.5 外观与本体标识要求

5.5.1 外观要求

5.5.1.1 通用要求

本条款为产品外观通用检验要求，所有判定均建立在产品符合设计图纸要求、不影响使用性能与密封性能的前提下；若客户或产品图纸有专项外观质量要求，优先执行专项要求。外观检验的基础条件应符合以下规定：

- a) 检验环境：采用自然光或标准光源，避免强光、阴影干扰检验结果；

- b) 人员要求：检验人员裸眼视力或矫正视力不低于 1.0；
- c) 检验操作：眼睛距待检产品表面 30cm~50cm，视线与待检面夹角呈 45°~90°，对于高光、镜面类接液表面，需变换多个观察角度，避免漏检反射性划痕。

5.5.1.2 外观面等级划分

- 按产品表面的功能属性与洁净要求，将阀门外观面划分为 A、B、C 三个等级，分级定义如下：
- a) A 级面：产品直接接触输送介质的接液表面，包括阀腔内壁、隔膜接液面、流道内表面等；
 - b) B 级面：产品用于连接、密封的功能性表面，包括阀门进出口连接端、螺纹配合面、接头密封面等；
 - c) C 级面：产品不接触介质、无关键功能要求的外表面，包括阀体外壳、执行器外表面、紧固件外露表面等。

5.5.1.3 外观分级判定标准

表3 外观分级判定标准

缺陷分类	缺陷描述	检验工具	A 级面判定标准	B 级面判定标准	C 级面判定标准
脏污	表面附着的油污、水渍、胶渍等外来污染物	目视	不允许	不允许	不允许
开裂	材料局部断裂、分层形成的缺陷	目视	不允许	不允许	不允许
气泡	材料内部未填充形成的空腔、间隙类缺陷	目视	不允许	不允许	不允许
修饰不良	毛边、余料、过切导致的缺口等加工缺陷	目视	不允许	非重复位置发生，单个缺陷尺寸≤0.2mm×5mm，可视外表面缺陷总数≤2个	非重复位置发生，单个缺陷尺寸≤0.2mm×5mm，可视外表面缺陷总数≤3个
杂质	成型 / 加工过程中嵌入的黑点、异物等杂质	目视 / 菲林尺	不允许	单个杂质最大尺寸≤0.2mm，，可视外表面缺陷总数≤2个	单个杂质最大尺寸≤0.2mm，可视外表面缺陷总数≤3 个
表面缺陷	划痕、凹坑、凸点、色差等表面异常	目视 / 菲林尺	不允许	非重复位置发生，单个缺陷尺寸≤0.2mm×5mm，可视外表面缺陷总数≤2个	非重复位置发生，单个缺陷尺寸≤0.2mm×5mm，可视外表面缺陷总数≤3个

5.5.1.4 包装外观要求

阀门洁净内包装、外包装应完好无破损、无开封痕迹，无二次污染，包装标识清晰完整。

5.5.2 本体标识要求

阀门表面应清晰标注以下信息：

- a) 产品型号；
- b) 尺寸规格；
- c) 物料编码；
- d) 介质流向（进出口方向）；
- e) 公称压力或工作压力；
- f) 控制形式（常开，常闭）；
- g) 质量追溯编码（生产批号或序列号）；
- h) 气动阀门应标明驱动气压范围，手动阀门应标明开关方向指示。

5.6 阀门短期性能要求

短期性能试验属于出厂检验项目，采用气泡测试法试验阀门的内泄漏（阀座密封处）、外泄漏（阀体与执行器连接处等）性能。测试条件与验收标准应符合表 4 规定。

表4 阀门试验程序

实验类型	实验条件	合格标准
外泄漏	通入552kpa（80psig）超纯氮气	1/32” 内径英寸管末端浸入超纯水中深度约 2cm，每分钟产生的气泡为零
内泄漏	通入552kpa（80psig）超纯氮气至阀门出口	1/32” 内径英寸管末端浸入超纯水中深度约 2cm，每分钟产生的气泡小于四个

5.7 阀门长期性能要求

阀门长期性能试验属于可靠性试验项目，用于验证塑料阀门在长期承压状态下的设计可靠性和结构完整性。试验条件需符合本文件 5.7.1 的要求，试验方法与结果判定参照 GB/T 27726-2011 的相关规定执行。

5.7.1 试验条件

阀门长期性能试验的条件应符合表 5 的规定。

表5 长期性能试验条件

试验内容	最少测试时间/h	试验压力/bar	温度/℃	试验介质/内部	试验介质/外部
长期性能试验	1000	PN	22±2	超纯水	GB/T25915.1 规定的ISO5级及以上无尘室

5.8 阀门疲劳性能要求

阀门疲劳性能试验属于可靠性试验项目，用于验证阀门在反复启闭操作下的使用寿命和整体可靠性。试验方法需按照本文件 5.8.1~5.8.3 的要求执行。

5.8.1 试验条件

阀门疲劳测试的条件应符合表 6 的规定。

表6 疲劳性能试验

试验内容	最少测试循环次数/万	试验压力/bar	温度/℃	试验介质/内部	试验介质/外部	试验内容
疲劳测试	200	PN	22±2	超纯水	GB/T25915.1 规定的 ISO5 级及以上无尘室	疲劳测试
疲劳测试	200	PN	22±2	超纯水	GB/T25915.1 规定的 ISO5 级及以上无尘室	疲劳测试

5.8.2 试验步骤

- a) 选取经出厂检验合格的阀门样品，将其接入测试管路，确保连接处密封可靠，试验装置不得对阀门产生额外的安装应力或扭矩；
- b) 将测试设备设置为试验压力，以规定频率进行启闭操作，通入介质，开始测试。每次循环包括阀门完全开启和完全关闭两个状态，试验过程中定期检查压力稳定性及阀门状态；
- c) 每完成一定次数（如 50 万次）循环后，暂停试验，按 5.6 的规定进行中间密封性能检测，记录泄漏量变化；
- d) 达到表 8 规定的最少测试循环次数（200 万次）后，再次按 5.6 的规定进行最终密封性能检测。

5.8.3 结果判定

同时满足以下条件，则判定为合格。

- a) 试验过程中阀门各零件无可见的结构损坏（如膜片破裂、变形、穿孔等）；
- b) 试验完成后，按 5.6 规定进行的密封性能检测结果符合表 6 的允许压降要求；
- c) 无目视可见的介质泄漏现象。

5.9 阀门耐压性能要求

阀门耐压性能试验属于可靠性试验项目，用于验证阀门承压部件的结构强度和密封完整性。试验条件应符合本文件 5.9.1 的规定，试验步骤与结果判定参照 GB/T 27726-2011 的相关规定执行。

5.9.1 试验条件

阀门耐压测试的条件应符合表 7 的规定。

表7 耐压测试条件

试验内容	最短测试时间/h	试验压力/ bar	温度/℃	试验介质/内部	试验介质/外部
耐压测试	1	1.5×PN	22±2	超纯水	GB/T25915.1 规定的 ISO5 级及以上无尘室

6 洁净度要求

本章所有污染物指标，均采用 85℃±5℃超纯水静态浸泡 168h 的测试条件，测试结果应扣除过程空白值，过程空白值不得超过对应指标限值的 10%。

6.1 离子污染限值

离子污染物含量采用离子色谱仪检测，测试方法符合 GB/T 34672 的规定，表面提取离子污染物限值应符合表 8 的规定。

表8 表面提取离子污染物限值

检测项目	PTFE 零部件限值 (μg/m ²)	PFA 零部件限值 (μg/m ²)
铵离子 (NH ₄ ⁺)	≤ 100	≤ 100
溴离子 (Br ⁻)	≤ 100	≤ 100
氯离子 (Cl ⁻)	≤ 100	≤ 100
氟离子 (F ⁻)	≤ 20000	≤ 20000
硝酸根离子 (NO ₃ ⁻)	≤ 100	≤ 100
亚硝酸根离子 (NO ₂ ⁻)	≤ 100	≤ 100
磷酸根离子 (PO ₄ ³⁻)	≤ 100	≤ 100
硫酸根 (SO ₄ ²⁻)	≤ 100	≤ 100

注：测试重复性不应超过20%，重现性不应超过30%，方法检出限不应大于指标限值的10%。

6.2 金属污染限值

金属污染物含量采用电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）检测，测试方法符合 GB/T 39486 的规定，表面提取金属污染物限值应符合表 9 的规定。

表9 表面提取金属污染物限值

检测项目	PTFE 零部件限值 (μg/m ²)	PFA 零部件限值 (μg/m ²)
铝 (Al)	≤ 5	≤ 2
砷 (As)	≤ 2	≤ 1
锑 (Sb)	≤ 2	≤ 1

钡 (Ba)	≤ 15	≤ 1
硼 (B)	≤ 30	≤ 10

表 9 表面提取金属污染物限值(续)

镉 (Cd)	≤ 2	≤ 1
钙 (Ca)	≤ 10	≤ 2
铬 (Cr)	≤ 1	≤ 0.5
铜 (Cu)	≤ 10	≤ 1
铁 (Fe)	≤ 5	≤ 2
铅 (Pb)	≤ 1	≤ 0.5
锂 (Li)	≤ 2	≤ 1
镁 (Mg)	≤ 2	≤ 1
锰 (Mn)	≤ 5	≤ 1
镍 (Ni)	≤ 1	≤ 0.5
钾 (K)	≤ 10	≤ 1
钠 (Na)	≤ 10	≤ 2
锶 (Sr)	≤ 0.5	≤ 0.5
钛 (Ti)	≤ 2	≤ 1
锡 (Sn)	≤ 2	≤ 1
钒 (V)	≤ 2	≤ 1
锌 (Zn)	≤ 5	≤ 1

注：测试重复性不应超过20%，重现性不应超过30%，方法检出限不应大于指标限值的10%。

6.3 总有机碳（TOC）污染限值

TOC 含量采用总有机碳分析仪检测，测试方法符合 GB/T 11446.8、JJG 821 的规定，表面提取 TOC 污染物限值应符合表 10 的规定。

表10 表面提取 TOC 污染物限值

检测项目	PTFE 零部件限值 (μg/m²)	PFA 零部件限值 (μg/m²)
TOC	≤ 40000	≤ 20000

注：测试重复性不应超过20%，重现性不应超过30%，方法检出限不应大于指标限值的10%。

6.4 颗粒物含量限值

颗粒物含量采用静态冲洗法检测，测试方法符合 SEMI F104-0520、GB/T 11446.9 的规定，静态冲洗后颗粒物含量限值应符合表 11 的规定。

表11 静态冲洗颗粒物含量限值

流道内径范围（mm）	流道内径范围（英寸）	测试流速（mL/min）	达到每升液体中，新增≥0.05μm颗粒数≤10 个时，所对应的最大测试容积（单位：升）
3-4	1/8"	300	500
6-7	1/4"	600	500
9-10	3/8"	900	1000
12-13	1/2"	1200	1000
19-20	3/4"	1800	2500
25-26	1"	2400	2500
32	1-1/4"	3000	5000
40	1-1/2"	3000	5000

7 离子含量、金属含量及总有机碳检测方法

7.1 检测环境

检测应在 GB/T25915.1 规定的 ISO5 级及以上，温度为 22℃±2℃及相对湿度 55%±5%的洁净环境下进行。

7.2 检测设备

离子含量、金属含量、总有机碳含量检测设备应分别采用离子色谱仪、电感耦合等离子质谱仪、总有机碳分析仪。

7.3 材料和仪器

7.3.1 容器清洁

浸泡用容器、盖子、移液器具均应按表 12 的程序进行清洁，确保器具本身不引入污染。

表12 清洁程序

1. 用超纯异丙醇(IPA)震荡清洗容器 2min，清空容器。用新超纯异丙醇(IPA)灌满容器，浸泡 30min。
2. 用超纯水震荡清洗容器 2min。
3. 用超纯硝酸:超纯水=1:1 的硝酸溶液灌满容器，浸泡 2 至 4h。
4. 用超纯水震荡清洗容器 2min。
5. 用超纯盐酸:超纯水=1:1 的盐酸溶液灌满容器，浸泡 2 至 4h。
6. 用超纯水震荡清洗容器 2min，干燥后待用。

7.3.2 空白试验

与样品浸泡同步，空白容器按完全相同的流程进行浸泡和检测，空白检测结果不得超过对应指标限值的 10%，否则应重新清洁容器并开展试验。

7.3.3 浸泡原则

零部件或整阀进行浸泡试验前不应进行酸洗，否则无法反映生产厂家当前的制造能力。

7.3.4 浸泡流程

按 7.3.1 的规定完成容器清洁和空白试验，按表 13 的规定进行零部件或整阀浸泡试验，浸泡液为 85℃±5℃的超纯水，浸泡时间 168h。

表13 静态浸泡试验流程

序号	零部件浸泡流程	整阀接液面整体浸泡流程
1	准备样品容器和1个空白对照容器，容器清洁符合7.3.1的规定	准备样品阀门、空白容器和洁净密封端盖，容器和端盖清洁符合7.3.1的规定
2	用超纯水装满容器，震荡清洗2min后排空，重复10次	用超纯水装满容器，端盖放入容器中，震荡清洗2min后排空，重复10次
3	将待测零部件放入样品容器，加入浸泡液至完全浸没；空白容器加入同温同体积超纯水，密封后置于85℃±5℃恒温环境，浸泡168h	待测阀门处于常开状态，一端用洁净端盖封堵，另一端缓慢注入浸泡液至满，用端盖密封；空白容器注入同温同体积超纯水，密封后与样品组同条件浸泡168h。为了使管道的暴露表面积与流体体积之比最大化，并使端盖的表面积最小，建议管道表面积与端盖表面积之比为10或更大。确定比率的等式为4L/D，其中L是管道的长度，D是直径
4	浸泡期间，每天密封搅拌1次，持续10s，不得开启容器、不得接触浸泡液	浸泡期间，每天密封搅拌1次，持续10s，不得开启容器、不得接触浸泡液
5	浸泡结束后，直接取样检测，转移过程不得引入二次污染	浸泡结束后，直接取样检测，转移过程不得引入二次污染

7.3.5 检测方法

离子含量应使用离子色谱仪检测，测试步骤和方法应按 GB/T34672 执行，表面提取离子污染技术指标应符合本文件 6.1 的要求。

金属含量应使用电感耦合等离子体质谱仪检测，测试步骤和方法应按 GB/T39486 执行，表面提取金属污染技术指标应符合本文件 6.2 的要求。

总有机碳含量应使用总有机碳分析仪检测，测试设备应符合 JJG821 的规定，测试步骤和方法应

按 GB/T11446.8 执行，表面提取 TOC 污染技术指标应符合本文件 6.3 的要求。

7.3.6 安全注意事项

检测过程中会涉及到危险材料、操作和设备，本标准中不规定相关的安全注意事项，用户需制定适当的安全措施以保证人员和设备安全。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验应分为出厂检验和可靠性试验。

8.2 出厂检验

每台产品均应进行出厂检验，合格方可出厂。

检验项目应包括下列内容：

- a) 外观检查；
- b) 内泄漏检测；
- c) 外泄漏检测。

8.3 可靠性试验

8.3.1 有下列情况之一时，应进行可靠性试验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正式生产后，结构、材料、工艺等的改变，可能影响产品性能时；
- c) 批量生产的产品，每年检查时；
- d) 停产 1 年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次检验结果有较大差异时。

8.3.2 可靠性试验项目应包括下列内容：

- a) 过流部件金属污染测试；
- b) 耐压试验；
- c) 压力流量特性试验；
- d) 离子含量、金属含量及总有机碳检测。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 产品本体标志

应符合本文件 5.5.2 的规定，标识清晰、牢固、不易磨损，可永久追溯。

9.1.2 外包装标志

外包装箱表面应清晰标注以下内容：

- a) 产品名称、型号、规格；

- b) 生产厂家名称、地址、联系方式;
- c) 产品数量、批号、生产日期;
- d) 洁净包装有效期;
- e) 防潮、防雨、防冲击、向上等储运图示标志;
- f) 本标准编号。

9.2 包装

9.2.1 产品洁净包装应在洁净车间完成,并应符合本文件 5.5 的规定。洁净包装的产品宜通过洁净车间的转运工具移至常规车间装箱,过程不得破坏包装袋。产品外包装要求可参照 GB/T29845 执行。

9.3 运输

9.3.1 运输过程中,应采取防雨、防撞击、防跌落、防破损等防护措施。

9.3.2 产品装卸过程中应轻拿轻放,严禁抛掷、翻滚。

9.4 贮存

9.4.1 产品应在包装完好的状态下,贮存于通风、干燥、无腐蚀性气体、无易燃易爆物品的室内库房。

9.4.2 贮存期间不得随意拆卸产品包装,严禁破坏洁净内包装。

附 录 A
(资料性附录)
污染物检测报告

部件名称: _____

检测机构: _____

部件材质: _____

报告日期: _____年____月____日

部件代号: _____

检验人员 (签名): _____

制 造 商: _____

表 A.1 污染物检测报告

序号	检测项目	PTFE技术指标	PFA技术指标	报告检出限	实测值
1	离子污染物	μg/m ²			
	铵离子 (NH ₄ ⁺)	≤ 100	≤ 100		
	溴离子 (Br ⁻)	≤ 100	≤ 100		
	氯离子 (Cl ⁻)	≤ 100	≤ 100		
	氟离子 (F ⁻)	≤ 20000	≤ 20000		
	硝酸根离子 (NO ₃ ⁻)	≤ 100	≤ 100		
	亚硝酸根离子 (NO ₂ ⁻)	≤ 100	≤ 100		
	磷酸根离子 (PO ₄ ³⁻)	≤ 100	≤ 100		
	硫酸根 (SO ₄ ²⁻)	≤ 100	≤ 100		
2	金属污染物	μg/m ²			
	铝 (Al)	≤ 5	≤ 2		
	砷 (As)	≤ 2	≤ 1		
	锑 (Sb)	≤ 2	≤ 1		
	钡 (Ba)	≤ 15	≤ 1		
	硼 (B)	≤ 30	≤ 10		
	镉 (Cd)	≤ 2	≤ 1		

	钙 (Ca)	≤ 10	≤ 2		
	铬 (Cr)	≤ 1	≤ 0.5		
	铜 (Cu)	≤ 10	≤ 1		
	铁 (Fe)	≤ 5	≤ 2		
	铅 (Pb)	≤ 1	≤ 0.5		
	锂 (Li)	≤ 2	≤ 1		
	镁 (Mg)	≤ 2	≤ 1		
	锰 (Mn)	≤ 5	≤ 1		
	镍 (Ni)	≤ 1	≤ 0.5		
	钾 (K)	≤ 10	≤ 1		
	钠 (Na)	≤ 10	≤ 2		
	锶 (Sr)	≤ 0.5	≤ 0.5		
	钛 (Ti)	≤ 2	≤ 1		
	锡 (Sn)	≤ 2	≤ 1		
	钒 (V)	≤ 2	≤ 1		
	锌 (Zn)	≤ 5	≤ 1		
3	TOC污染物	$\mu\text{g}/\text{m}^2$			
	TOC	≤ 40000	≤ 20000		

参考文献

[1] GB EEEE XXXXXXXXXX XX XXX
XXXX XXXXXXXXXXXXX。

[2] GB FFFF—2014 XXXXXXXXXX XX
XXXXXXXXXXXX。

中国机械工程学会标准征求意见稿