

ICS
CCS

团 体 标 准

T/CMES XXXX—2026

超洁净液体超声流量传感器

Ultraclean Ultrasonic Flow Sensor for Liquid

2026-XX-XX 发布

2026-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。

中国机械工程学会标准征求意见稿

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
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 传感器结构、型号及参数	2
4.1 传感器结构	2
4.2 型号	3
4.3 性能参数	5
5 基本规定	5
5.1 一般规定	5
5.2 应用环境	5
5.3 关键部件	6
5.4 生产制造	6
6 技术要求	7
6.1 过流部件洁净度	7
6.2 耐压性能	7
6.3 流量检测范围与精度	7
6.4 介质声速兼容性	7
6.5 电磁兼容性能	8
7 试验方法	8
7.1 过流部件洁净度试验	8
7.2 耐压性能试验	8
7.3 流量检测范围与精度试验	8
7.4 介质声速兼容性试验	8
7.5 电磁兼容性能试验	8
8 检验规则	8
8.1 检验分类	8
8.2 型式试验	8

8.3 出厂检验	9
9 标志、包装、运输和贮存	9
9.1 标志	9
9.2 包装	9
9.3 运输	9
9.4 贮存	9
附录 A（资料性）超洁净液体超声流量传感器性能参数表	10
附录 B（资料性）超洁净液体超声流量传感器数据表	11
参考文献	13

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：浙江启尔机电技术有限公司、浙江大学流体动力基础件与机电系统全国重点实验室、山东国创微纳制造研究院有限公司、北京北方华创微电子装备有限公司、华海清科股份有限公司、盛美半导体设备（上海）股份有限公司、上海至纯系统集成科技有限公司、创微电子（常州）有限公司、吉姆西半导体科技（无锡）有限公司、大连理工大学、上海理工大学。

本文件主要起草人：付婧媛、刘成卫、胡亮、苏芮、付新、张钧凯、高志坚、赵楠楠、朱海山、陈诗颖、曹永友、许振杰、吴均、古智扬、庄海云、李松松、董志刚、申慧敏。

中国机械工程学会标准制修订

超洁净液体超声流量传感器

1 范围

本文件规定了超洁净液体超声流量传感器的结构、型号及参数、基本规定、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等要求。

本文件适用于超洁净液体超声流量传感器。

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 3505 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数

GB/T 9254.1 信息技术设备 无线电骚扰特性 限值和测量方法 第 1 部分：通用要求

GB/T 14536.1 电自动控制器 第 1 部分：通用要求

GB/T 15560 流体输送用塑料管材液压瞬时爆破和耐压试验方法

GB/T 17626 电磁兼容 试验和测量技术（所有部分）

GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第 1 部分：通用要求

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 29845 半导体制造设备的最终装配、包装、运输、拆包及安放导则

GB/T 35138 封闭管道中流体流量的测量：渡越时间法液体超声流量计

JJG 1030 超声波流量计检定规程

HG/T 4173 超纯 PFA 板衬衬里填料塔

QB/T 5257 聚四氟乙烯（PTFE）板材

T/CHPSA YY005 T/CMES 24021 半导体超纯聚合物过流部件污染物检测及表面粗糙度技术要求

EN IEC 60730-2-15 自动电气控制设备 第 2-15 部分：自动电气空气流量、水流量和水位传感控制设备的特殊要求

3 术语和定义

GB/T 35138、T/CHPSA YY005 T/CMES 24021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超洁净液体超声流量传感器 ultraclean liquid flow controller

可应用于半导体制程的液体流量检测装置（以下简称“传感器”）。其特征为：采用渡越时间法对流量进行检测，所用超声波换能器件与介质无接触，且所有过流部件均采用超洁净材料制成。

注：“超洁净”系指传感器过流部件污染物指标应符合 T/CHPSA YY005 T/CMES 24021 的规定。

3.2

透射式超声换能器 transmission-mode ultrasonic transducer

基于多层介质声波透射理论设计并封装，安装于测量管外部，通过耦合方式将超声波传递进液体介质，具备非侵入、无污染特点的超声换能器。

3.3

超洁净测量管 ultraclean measurement tube

用于安装透射式超声换能器，供介质流通及超声波传播，以实现流量检测的超洁净管段。

3.4

输出周期 output cycle

传感器完成一次流量检测，并更新对外输出结果所需的时间。

4 传感器结构、型号及参数

4.1 传感器结构

超洁净液体超声流量传感器遵循无污染的核心设计原则，由测量管模块、变送器模块、以及信号延长线缆 3 部分组成，其原理示意图 1。

- 1) **测量管模块：**由非接触式压电换能器、超洁净 PFA 测量管、抗干扰信号线缆构成。换能器通过管壁耦合进流道，不与介质接触，杜绝污染；测量管采用半导体级 PFA 材料制造，内壁光洁无死角，其入口和出口管段可呈任意角度布置，一般布局为 Z 型（180°）或 U 型（0°），如图 2 所示。
- 2) **变送器模块：**由变送器电路板和外壳组成，经信号延长线缆连接至测量管模块；其中电路板以微处理器为核心，包含超声信号处理、流量计算与输出等功能，传感器接口可设计为单通道或者多通道，多通道变送器结构及连接方式如图 3 所示；变送器外壳由丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）等工程塑料制造，提供保护和安装作用。
- 3) **信号延长线缆：**用于连接测量管模块和变送器模块。

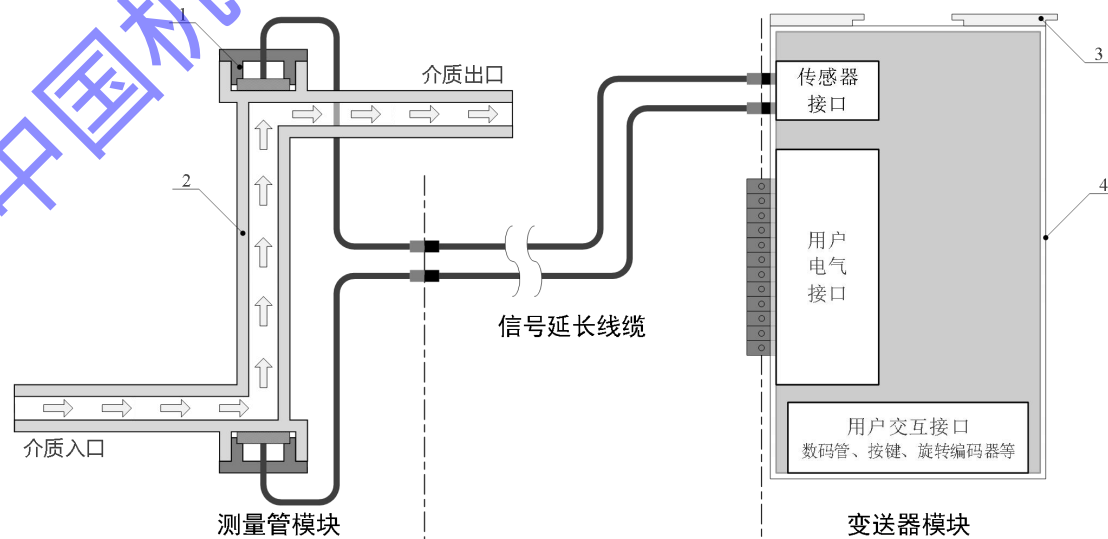


图 1 超洁净液体超声流量传感器 原理示意图

标引序号说明：

1——透射式超声换能器；2——超洁净测量管；3——导轨卡扣；4——变送器外壳

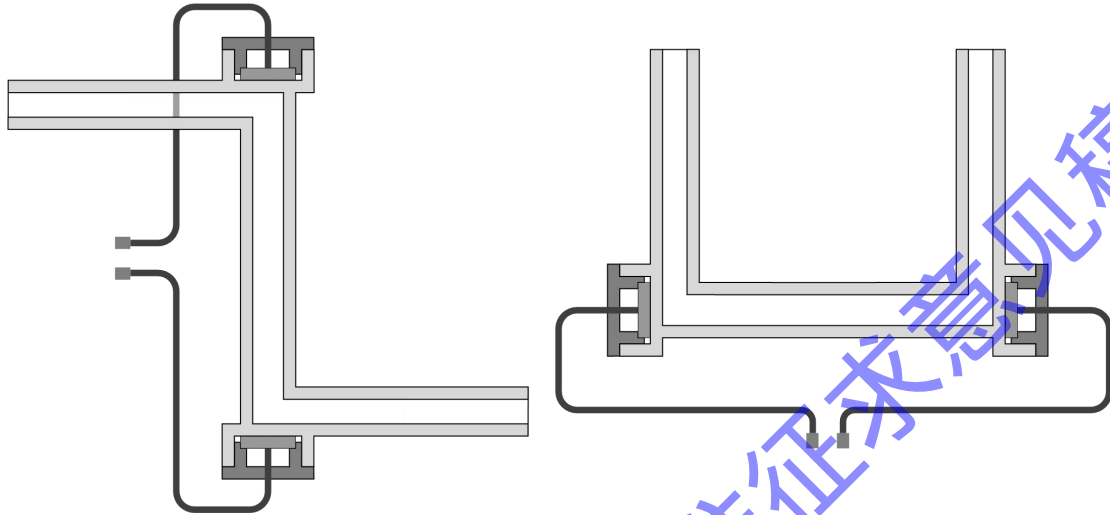


图 2 测量管的两种结构示意图（左：Z 型结构，右：U 型结构）

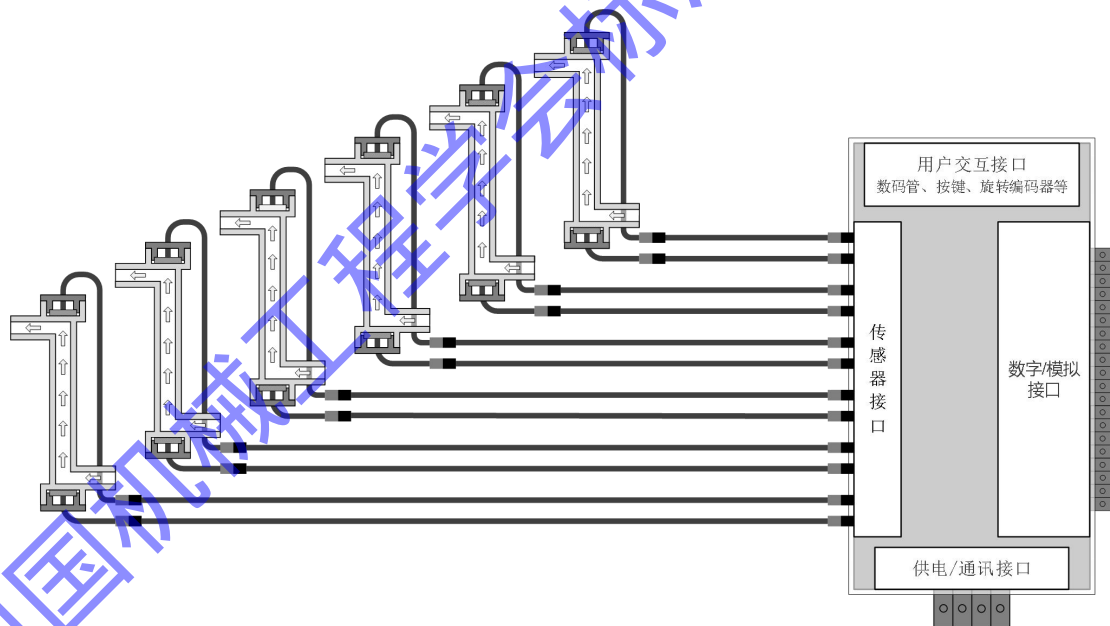


图 3 多通道变送器结构及其与测量管模块的连接示意图

4.2 型号

传感器的测量管模块和变送器模块采用独立的型号表示方法。

4.2.1 测量管模块型号

测量管模块型号表示见图 4。

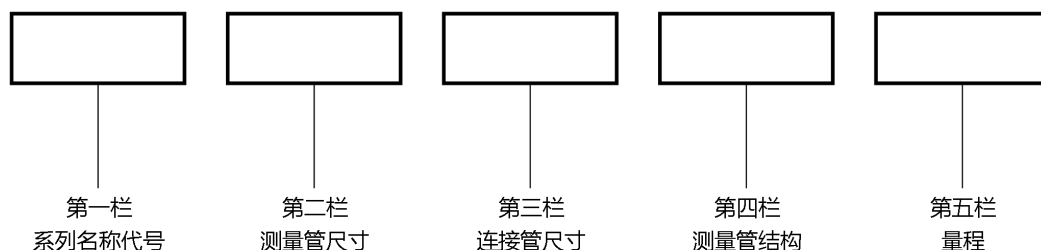


图 4 测量管模块型号表示

测量管模块的型号由产品系列名称代号、测量管尺寸、连接管尺寸、测量管结构、量程范围五部分组成。

示例：

测量管模块名称代号为 UF，测量管尺寸为内径 4 mm、连接管尺寸为 3/8 英寸，测量管结构为 U 型，量程范围为 0~2.5 Lpm，表示为：UF 040 3 U (0~2.5 Lpm)。

注：以上测量管模块型号可自行规定，型号第一栏到第五栏信息如下：

第一栏：表示产品系列名称代号，生产商自行规定。

第二栏：数字表示测量管内径，025 表示 2.5 mm 内径，040 表示 4 mm 内径，060 表示 6 mm 内径，100 表示 10 mm 内径，150 表示 15 mm 内径，200 表示 20 mm 内径。

第三栏：数字表示连接管尺寸，2 表示 1/4 英寸，3 表示 3/8 英寸，无此项表示默认尺寸，默认尺寸可参考表 1。

第四栏：字母表示测量管结构，U 表示 U 型结构，Z 表示 Z 型结构。

第五栏：表示量程，无此项表示默认量程，用户可在默认量程范围内指定量程进行定制，不同规格测量管的默认量程可参考表 2。

表 1 不同规格测量管默认连接管尺寸

测量管规格	025	040	060	100	150	200
默认连接管尺寸	1/4"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"

表 2 不同规格测量管默认量程

测量管规格	025	040-2	040-3	060	100	150	200
默认量程(Lpm)	0~0.8	0~2	0~3	0~8	0~20	0~50	0~80

4.2.2 变送器模块型号

变送器模块型号表示见图 5。

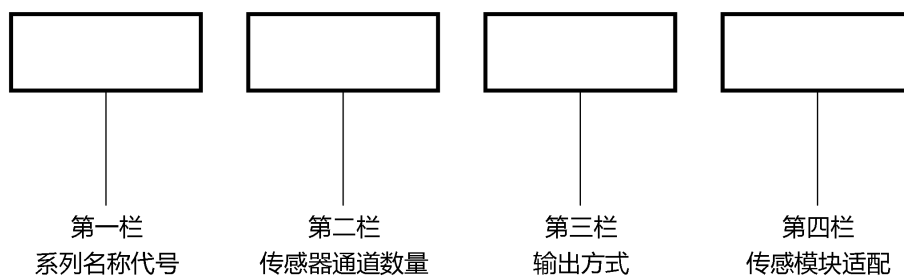


图 5 变送器模块型号表示

示例：

变送器模块名称代号为 FC，传感器通道数量为 1，输出方式为脉冲输出和 RS-485 输出，测量管模块适配 UF-040，表示为：FC 1C 1 _。

注：以上变送器模块型号可自行规定，型号第一栏到第四栏信息如下：

第一栏：表示产品系列名称代号，生产商自行规定。

第二栏：数字+字母 C 表示传感器通道数量，1C 表示单通道，6C 表示 6 通道。

第三栏：数字表示输出方式，1 表示仅脉冲输出和 RS-485 输出，无此项表示有脉冲输出、RS-485 输出、模拟量输出。

第四栏：字母表示测量管模块适配，E 表示仅适配 UF-025，无此项表示适配 UF-025 之外的测量管模块。

4.3 性能参数

传感器主要性能参数包括：量程范围、测量精度等，详细参数参见附录 A。

5 基本规定

5.1 一般规定

5.1.1

传感器应符合本文件规定，并按经规定程序批准的图样和技术条件制造，用户有要求时，应按双方协议执行。

5.1.2

传感器整体设计使用寿命不低于 5 年。

5.1.3

传感器应具备故障指示、流量校准、在线升级功能。

5.1.4

传感器整体设计应紧凑轻便，其中变送器模块设计应满足电磁兼容要求。

5.1.5

超洁净液体超声流量传感器数据见附录 B。

5.2 应用环境

传感器应用环境应符合表 3 的规定。

表 3 应用环境

使用场景	室内
测量管模块工作环境温度	0 ~ 60℃
变送器模块工作环境温度	0 ~ 50℃

变送器模块工作相对湿度	30% ~ 85% (无凝水)
电源电压波动	±10%
测量/控制介质	液体介质
流体声速范围	1000 ~ 2200 m/s
使用流体温度范围	10 ~ 90 °C

5.3 关键部件

5.3.1

过流部件表面粗糙度 Ra, 可根据加工方式按 T/CHPSA YY005 T/CMES 24021 中表 5 确定, 表面粗糙度检测可参照 GB/T 3505 执行。

5.3.2

超纯 PFA 材料可包括板料和棒料等型材, 超纯 PFA 材料物理性能可参照 HG/T 4173 执行, 材料污染物技术指标应符合 T/CHPSA YY005 T/CMES 24021 的规定。

5.3.3

超洁净测量管: 宜采用超纯 PFA 材料加工, 应采用无死角、无积液设计; 具备超声换能器安装和隔离结构, 且接触面应平整且垂直于内壁; 管段可根据设计分为两段或三段结构, 各段宜采用注塑或机加工方式制造, 进出口宜采用标准管段, 各部分采用热熔方式焊接为成品; 测量管应贴有标签, 标签内容包括介质流动方向、测量管模块型号、量程范围、修正参数 (用于多通道变送器时) 等。

5.3.4

超声换能器: 应以压电陶瓷为核心, 采用密封结构安装于超洁净测量管设计位置处, 通过超声耦合剂与测量管接触, 所用超声耦合剂应不产生挥发性污染物; 超声换能器应通过线缆引出, 出线位置应采用密封结构, 所用线缆及接头应与信号延长线缆匹配, 且该接头应具备防水防腐蚀功能; 线缆接头位置应贴有标签, 指示所连接的超声换能器是入口端或出口端, 标识宜采用“IN”和“OUT”。

5.3.5

信号延长线缆: 宜采同轴信号线, 线缆一端需安装能够与测量管模块相连的接头, 另一端安装能够与变送器模块相连的接头, 接头应满足防水防腐要求; 线缆两端均应贴有标签, 指示所连接的超声换能器是入口端或出口端。

5.3.6

变送器: 外壳应贴有标签, 在传感器接口指示信号线缆的入口或出口标识, 在用户接口指示各接线端子的引脚定义; 变送器的接插件应具备防呆设计; 外壳应具备导轨卡扣结构, 以便安装; 变送器应采用高速微处理器和算法设计, 保障单通道输出周期不超过 10ms, 多通道输出周期不超过通道数×10ms。

5.4 生产制造

5.4.1

生产环境：传感器的装配和测试应在符合 GB/T 25915.1 规定的 ISO 7 级以上的洁净室内进行，清洗和包装应在符合 GB/T 25915.1 规定的 ISO 6 级以上的洁净室内进行。

5.4.2

返修要求：零部件装配发现质量缺陷，返修作业应在生产环境完成。

5.4.3

过流部件清洗：装配完成通过测试后应按清洗工艺要求进行清洗，按检验文件要求进行检验，检验合格后方可进入包装环节。

5.4.4

入库前包装：测试合格的传感器应转入洁净包装工序，包装前，传感器内部的超纯水应排尽，并用洁净干燥空气或洁净氮气吹干，表面应清洁，装入洁净包装袋后应进行真空热封，洁净包装宜采用双层包装袋包装。包装程序可参照 GB/T 29845 执行。

6 技术要求

6.1 过流部件洁净度

传感器过流部件应符合 T/CHPSA YY005 T/CMES 24021 中污染物技术指标的规定。

6.2 耐压性能

耐压 ≥ 0.5 MPa。

6.3 流量检测范围与精度

根据超声流量检测原理，传感器可在检测范围内设定一个分界流量 q_t ，当流量大于 q_t 时，检测精度不低于 JJG 1030 所规定的 1 级精度，当流量小于 q_t 时，可设置一个更大的误差。

对于本文所描述的测量管模块结构， q_t 宜设置于流速等于 1 m/s 时所对应的流量，对于常见的测量管模块型号，流量检测范围和基于分界流量的精度要求可参考表 4。

表 4 不同型号测量管对应的流量检测范围和精度

型号		UF-025	UF-040-2	UF-040-3	UF-060	UF-100	UF-150	UF-200
流速 <1 m/s	量程/Lpm	0-0.29	0-0.8	0-0.8	0-1.7	0-4.7	0-10.6	0-18.8
	精度	± 0.0029	± 0.008	± 0.008	± 0.017	± 0.047	± 0.106	± 0.188
流速 ≥ 1 m/s	量程/Lpm	0.29-1.0	0.8-2	0.8-3	1.7-8	4.7-20	10.6-50	18.8-80
	精度	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$

6.4 介质声速兼容性

对于声速在 1000 ~ 2200 m/s 范围内的介质，传感器在经过校准后，能够达到 6.3 节所要求的流量检测精度。

6.5 电磁兼容性能

传感器的变送器模块电磁兼容性能应满足标准：GB/T 9254.1、GB/T 14536.1 以及 EN IEC 60730-2-15。

7 试验方法

7.1 过流部件洁净度试验

传感器过流部件金属污染物析出测试步骤和方法应按 T/CHPSA YY005 T/CMES 24021 中 6.2 的规定执行。

7.2 耐压性能试验

根据 GB/T 15560 的要求执行。

7.3 流量检测范围与精度试验

根据 JJG 1030 的要求执行。

7.4 介质声速兼容性试验

在 1000 ~ 1400 m/s, 1400 ~ 1700 m/s, 1700 ~ 2200 m/s 三个声速区间内, 各自选择不少于一种声速对应的介质, 根据本文 7.3 节, 对传感器的流量检测精度进行试验。

7.5 电磁兼容性能试验

根据 GB/T 9254.1、GB/T 14536.1 以及 EN IEC 60730-2-15:2019 的要求进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

8.1.1

检验应分为型式试验和出厂检验。

8.1.2

型式试验及出厂检验应在符合 GB/T 25915.1 规定的 ISO 6 级及以上的洁净室, 且在经标定符合规定的试验台上进行, 环境温度宜为 22 °C±2 °C, 环境相对湿度应满足表 3 应用环境需求, 介质宜采用符合 T/CHPSA YY005 T/CMES 24021 规定的超纯水。

8.2 型式试验

8.2.1

凡属下列情况之一者, 应进行型式试验:

- 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、工艺等有较大改变, 可能影响产品性能时;
- c) 批量生产的产品, 每 1 年进行一次;

- d) 停产 1 年以上，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式试验结果有较大差异时。

8.2.2

型式试验项目为本文件 6.1 ~ 6.5 的全部技术要求。

8.3 出厂检验

8.3.1

每台传感器均应进行出厂检验，合格后方可出厂。

8.3.2

出厂检验项目应包括：

- a) 变送器基础功能测试；
- b) 流量检测精度；
- c) 外观检查：包括产品外观、标签、接头、包装。

8.3.3

检验项目全部符合检验规定，应判定为合格。不符合规定的项目，应返修后复验，复验符合规定，应判定出厂检验合格；复验仍有不符合规定的项目，应判定出厂检验不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

产品外壳应贴有标签，产品标签内容应包括产品型号、核心性能参数、产品序列号、生产日期、制造商等信息。

9.2 包装

洁净包装全程在符合 GB/T 25915.1 规定的 ISO 6 级以上洁净室内完成，采用 2 层洁净包装方式。洁净包装完成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/T 29845 执行。

注：包装箱内除放置合格的传感器外，应包括电源插接件、安装卡扣、接线端子、同轴线缆、产品说明书、检验报告、合格证；打包材料：PE 保鲜自封袋、气泡袋、飞机盒；随机附件可独立包装，包装应符合零件的规定。

9.3 运输

运输时，应采取防雨、防撞击、防跌落、防破损等防护措施。

9.4 贮存

不安装的传感器，应包装完好，应在通风干燥的环境中贮存。

附录 A

(资料性)

超洁净液体超声流量传感器性能参数表

表 5 典型性能参数表

指标 \ 类型		UF-025	UF-040-2	UF-040-3	UF-060	UF-100	UF-150	UF-200
流量范围/Lpm		0-0.8	0-2	0-3	0-8	0-20	0-50	0-80
接管尺寸		1/4"	1/4"	3/8"	3/8"	1/2"	3/4"	1"
测量管直径/mm		2.5	4	4	6	10	15	20
精度 流速<1m/s	量程/Lpm	0-0.29	0-0.8	0-0.8	0-1.7	0-4.7	0-10.6	0-18.8
	精度	±0.0029	±0.008	±0.008	±0.017	±0.047	±0.106	±0.188
	重复性	<0.0014	<0.004	<0.004	<0.009	<0.024	<0.053	<0.094
精度 流速≥1m/s	量程/Lpm	0.29-1.0	0.8-2	0.8-3	1.7-8	4.7-20	10.6-50	18.8-80
	精度	±1%	±1%	±1%	±1%	±1%	±1%	±1%
	重复性	<0.5%	<0.5%	<0.5%	<0.5%	<0.5%	<0.5%	<0.5%

附录 B

(资料性)

超洁净液体超声流量传感器数据表

B.1 超洁净液体超声流量传感器数据表（表 B.1）的用途

B.1.1 超洁净液体超声流量传感器数据见表 B.1

表 B.1 超洁净液体超声流量传感器数据表

数据单		表单号	
		表单日期	
适用于：询价/报价/合同		传感器制造厂：	
订货单位：		测量管模块型号：	变送器模块型号：
使用单位：		测量管模块需要量：共 台；	其中：运转 台；备用 台
使用地点：		变送器模块需要量：共 台；	其中：运转 台；备用 台
传感器用途：			
A 工况条件			
A1	▲	介质名称：	
A2	▲	介质工作温度：正常： ℃；最高： ℃。	
A3	▲	介质声速：（在 ℃） m/s	
A4	▲	介质黏度：（在 ℃） mm ² /s	
A5	▲	工作流量： Lpm	
A6	▲	入口压力：正常： bar；最低 bar；最高 bar。	
A7	▲	输出方式： 脉冲输出/模拟电流/RS-485 通信	
A8	▲	测量管环境温度：正常： ℃；最高： ℃。	
A9	▲	变送器环境温度：正常： ℃；最高： ℃。	
B 性能			
B1		量程范围	
B2		流量检测精度	
C 材料			
C1		测量管	

T/CMES XXX—202X

B. 1. 2 供买方询价、订货和订立合同用。

B. 1. 3 供卖方作产品报价和制造用。

B. 2 数据表填写

B. 2. 1 有▲符号的栏应由买方填写。买方需要的资料，在该栏内作√符号，指定卖方给予填写，其余栏由卖方按需要填写。

B. 2. 2 空白栏填写补充内容或修改内容。

B. 2. 3 数据单可采用下列填写方式：

- a) 填入内容，包括行号 A1-A6、A8-A9；
- b) 选择：把需要的留下，不需要的划去，如行号 A7。

中国机械工程学会标准征求意见稿

参考文献

- [1] GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件。
- [2] GB/T 39714.2 聚四氟乙烯（PTFE）半成品 第2部分：试样制备和性能测试。
- [3] GB/T 50472 电子工业洁净厂房设计规范。
- [4] ISO 14644-1 Classification of Air Cleanness。

中国机械工程学会标准征求意见稿