

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/SDSCCE

山东化学化工学会团体标准

T/SDSCCE XXXX—XXXX

微通道反应系统操作规范

Operation specification for microchannel response system

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

山东化学化工学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 设备要求	2
5 设施 环境要求	3
6 安全防护	3
7 操作规范	3
8 管理要求	5

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。

本文件由山东化学化工学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

微通道反应系统操作规范

1 范围

本标准规定了微通道反应系统的设备、安全防护、基本操作和管理等要求。
本标准适用于多通道液-液物料的微通道反应。

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 2811 头部防护安全帽
- GB 2893 安全色
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB 4064 电气设备安全设计导则
- GB 5083 生产设备安全卫生设计总则
- GB/T 7144 气瓶颜色标志
- GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 11651 个体防护装备选用规范
- GB/T 13306 标牌
- GB 13495 消防安全标志 第1部分：标志
- GB/T 13869 用电安全导则
- GB 15258 化学品安全标签编写规定
- GB 15630 消防安全标志设置要求
- GB/T 16483 化学品安全技术说明书内容和项目顺序
- GB 19517 国家电气设备安全技术规范
- GB 29510 个体防护装备配备基本要求
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50160 石油化工企业设计防火标准
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
- GBZ 2.2 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素
- GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识
- GBZ/T 298 工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则
- AQ/T 3048 化工企业劳动防护用品选用及配备
- HG/T 20275 化工设备工程施工及验收规范
- HG/T 20675 化工企业静电接地设计规程
- SH/T 3097 石油化工静电接地设计规范
- SHS 01005 工业管道维护检修规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微通道反应器

是一种借助于特殊微加工技术制造的带有通道、筛孔及沟槽等结构，尺寸在10到1000微米之间的微型化工反应设备。

3.2

反应模块

反应物料混合、反应、换热的反应区域。

3.3

换热系统

指冷热两流体间所进行的热量传递，是传热过程的若干部分相互联系、相互作用，形成的具有某些功能的整体。

3.4

持液量

在微通道反应器中反应模块通道所容纳介质的体积。

3.5

DCS 控制系统

集散控制系统简称 DCS，是以微处理器为基础，采用控制功能分散、显示操作集中、兼顾分而自治和综合协调的设计原则的仪表控制系统。

3.6

保护接地

为了反应装置、电气等设备安全，将系统、装置或设备的一点或多点接地。

4 设备要求

4.1 设备采购

- 4.1.1 设备材质、构造和操作方式的选择应考虑物料性质、工艺条件、安全操作和环境要求。
- 4.1.2 设备应选用具有生产资质的生产商，设备说明书应符合 GB/T 9969 的相关规定，参见附录 A。
- 4.1.3 设备安全性能应符合 GB 5083 和 GB/T 4064 的相关规定。
- 4.1.4 设备危险警示标志应符合 GB 2893 和 GB 2894 的相关规定。
- 4.1.5 设备标志牌应符合 GB/T 13306 的相关规定。

4.2 设备安装 调试 维护

- 4.2.1 设备应根据制造商的安装指南进行安装，或由制造商授权的人员进行安装。
- 4.2.2 设备安装应符合“设备说明书”和 HG/T 20275 中“设备安装通用规定”的相关要求。
- 4.2.3 设备安装应符合 GB 50169 和 GB/T 13869 的要求进行单独保护接地。
- 4.2.4 设备安装应符合 HG/T 20675 和 SH/T 3097 静电接地的范围、方式等要求进行静电接地。
- 4.2.5 设备安装环境应符合下列条件：
 - a) 设备不能在阳光下长期暴晒；
 - b) 设备安装需留出操作检修空间和安全通道；
 - c) 设备周围相对湿度宜控制在 45%~80%；
 - d) 设备周围不能长期有明显的振动源和高频设备作业，如冲床、刨床、空压机、电焊机等，防止设备与周围环境产生共振干扰和损坏控制器。
- 4.2.6 设备安装完毕，应进行电路调试、常温压力调试和升温压力调试，检查线路连接和安装泄露情况。
- 4.2.7 设备应进行日常保养和定期维护，设备及管道维护、保养、检修应符合“设备说明书”和 SHS 01005

《工业管道维护检修规程》中相关要求。

4.2.8 安装、维护之后,必须进行试车检查,保证其正常运行。

4.2.9 所有维护工作应有具备资质人员根据设备说明书和设备操作规程进行。

5 设施 环境要求

5.1 工作场所建筑设施应符合 GB 50016、GB 50140 的相关规定,区域规划要合理布局,应保留足够用于操作、清洗、拆卸和维护的空间,防火要求应符合 GB 50160 相关规定。

5.2 电源要求:380V,50Hz 三相电和 220V,50Hz 两相电。

5.3 工作场所环境、职业健康安全应符合下列条件:

- a) 工作场所所有有害因素限值应符合 GBZ 2.1 和 GBZ 2.2 的有关规定;
- b) 工作场所职业健康风险评估应符合 GBZ/T 298 的相关要求;
- c) 工作场所液废、固废、有毒有害和腐蚀性气体必须满足环保法和职业健康安全要求;
- d) 工作场所必须配备安全有效的通风、排风装置。

6 安全防护

6.1 工作场所应在出入口处、操作区域和危险设备等位置设置醒目的提醒标识。

6.2 配套的电气设备防护及安全操作应符合 GB 19517 和 GB/T 13869 中的规定。

6.3 工作场所应保持道路畅通,危险区域应设置安全防护装置。选择安全防护装置的型式应考虑涉及机械危险、其它非机械危险和人员进入危险区的需要。

6.4 工作场所应配置安全防护紧急处理装置,如烟雾报警器、紧急洗眼器和喷淋装置等安全防护措施。

6.5 工作场所应设置相应的安全警示标志,包括:安全色应符合 GB 2893、安全标志应符合 GB 2894、职业病危害警示标识应符合 GBZ 158、消防标志应符合 GB 13495 和 GB 15630、气瓶标志应符合 GB/T 7144 和工业管道标志应符合 GB 7231 的相关规定。

6.6 操作人员在进入工作场所前必须穿戴劳动防护用品,配备的劳动防护用品应符合 GB/T 29510、AQ/T 3048、GB 2811 和 GB/T 11651 的相关规定。

6.7 设备使用单位应根据工作场所风险因素,制定职业健康指南和安全风险应急预案。

6.8 工作场所应保障在紧急情况和意外灾难发生时,各项安全措施及时有效,保证人员的人身安全、身体健康和安全逃离。

6.9 设备故障(或维修保养)必须停机关闭电源开关,并在设备和电源开关处悬挂安全防护标识牌,标明设备状态和严禁操作等。

7 操作规范

7.1 物料

7.1.1 合规合法采购的化学品物料,应有明确的产品标签,标签应符合 GB 15258 中相关规定。

7.1.2 化学品供应商应按照 GB/T 16483 中相关规定提供 MSDS。

7.1.3 固体物料在溶剂中应全部溶解,机械杂质或不溶性固体颗粒应 $\leq 50\mu\text{m}$,固含量应 $\leq 0.1\%$ 。

7.1.4 液相物料在工艺温度下粘度应 $\leq 100\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

7.2 管路

7.2.1 每条进料管路应包含:

- a) 泵前并行过滤器(一备一用);
- b) 三泵头隔膜泵;
- c) 差压变送器;
- d) 脉动阻尼器;
- e) 质量流量计;
- f) 单向阀;
- g) 压力传感器;

h) 超压泄放装置。

以上装置按照一定顺序依次排布。

7.2.2 清洗（吹扫）管路：主管路与排污（泄压）管路连通，通过阀门阻断。从清洗到排污管路，由高位到低位依次排布。

7.3 反应装置

7.3.1 反应装置使用压力严格控制在设备要求范围内，反应装置至少包含一个压力监测点。

7.3.2 每组反应模块至少包含一个温度监测点。

7.3.3 反应模块应根据工艺要求采用串联、并联或串并联混合连接等方式排列。

7.4 控制系统

采用 DCS（或 PLC）模块实现微反应系统的自动控制。

7.5 设备操作

7.5.1 检查和准备工作

运行设备前应做好一下检查和准备工作：

- a) 检查电气各开关、阀门、仪表是否处于正常待机状态；
- b) 打开总电源开关，设备启动进入系统控制主界面，检查系统是否正常，若产生报警信号，必须采取相应措施消除设备故障，方可进行设备操作；
- c) 氮气瓶是否就位，氮气量是否满足要求；
- d) 清洗液是否充足；
- e) 所有排泄通道出口的接液装置是否就位；
- f) 所有清洗管路冲洗阀门和氮气吹扫阀门是否处于关闭状态；
- g) 原料罐内原料是否充足；
- h) 取样管路取样阀门是否处于关闭状态；
- i) 各路排污、低点排凝、高位排气阀门是否处于关闭状态；
- j) 换热设备是否满足生产需求。

7.5.2 参数设置

各参数设置如下：

- a) 泵组流量设置：泵流量设定值、泵流量上下限报警值、泵流量上下限停机值；
- b) 压力设置：压力上限报警值、压力上限停机值；差压变送器差压值上限报警值、上限停机值；
- c) 反应区温度设置：温度设定值、温度上下限报警值、温度上下限停机值。

7.5.3 设备启动

完成参数设置和开车前准备工作后，应开启各路物料进料阀门。点击“启动”，运行设备。

7.5.4 中控取样

设备正常启动后，应待温度、压力、流速等工艺参数在设置范围内运行稳定后，必须经过三倍停留时间，方可在取样口进行中控取样。

- a) 常压工况操作：应依次打开一级阀、二级阀，进行取样三次，每次取样约 50mL。
- b) 带压工况操作：应先开一级阀，再关闭一级阀，打开二级阀，排出管道内高压液体，重复三次操作之后，进行取样三次，每次取样约 50mL。

取样检测合格，物料可进入下道工序；否则，重新调整工艺参数，直至符合要求。

7.5.5 正常停车

生产结束（或物料输送完毕），进行如下操作后方可停止设备：

- a) 先停止进料系统；

- b) 降温：设置控温设备温度，将设备温度恢复至室温；
- c) 泄压：缓慢卸掉反应器压力；
- d) 设备清洗：开启清洗系统管道阀门，继续保持原流速清洗，待设备清洗干净后，关闭清洗系统；
- e) 打开所有排污阀门，待整个系统残留液排干净后，关闭所有排污阀；
- f) 氮气吹扫，吹扫的废液收集在清洗液接收罐集中处理；
- g) 清洗、吹扫结束，关闭控制系统和设备，关闭所有阀门，停车。

7.5.6 紧急停车

7.5.6.1 停电导致的紧急停车

紧急停电：控制系统及控温设备自动停止运行，应立即关闭所有物料进料阀门，打开排污阀门，将管路及反应模块内的物料用氮气吹出，避免物料不流动在反应模块内凝结。吹扫结束，开启备用供电系统按正常停车处理。

7.5.6.2 堵塞导致紧急停车

堵塞情况导致的紧急停车：

- a) 过滤器堵塞：运行过程中，如过滤器堵塞，流速突然下降，差压变送器报警，反应器压力下降，应立即切换至备用过滤器，关闭已堵塞过滤器阀门。过滤器堵塞故障排除后安装回原处（或安装新的过滤器）以备用。
- b) 反应模块堵塞：微通道运行过程中，系统压力超出设定值，控制系统发出报警，应立刻关闭物料进料阀门，开启清洗溶剂阀门进行清洗。冲洗过程中观察压力变化，若压力继续升高，应立刻调小进料泵流量（或关闭），保持压力不超过设定压力上限。若压力超过设定上限，应立即停止进料泵，全部打开排泄阀门泄压。至系统压力回落至设定范围内关闭排泄阀门，再以小流速对设备进行清洗。直至反应模块疏通，压力恢复正常。

7.5.6.3 设备运行异常

设备运行如有异常震动或噪音，应立即按正常停车顺序进行停机维修。

8 管理要求

8.1 人员

- 8.1.1 操作人员必须经过专业培训，考试合格后方可进行设备操作。
- 8.1.2 从事特殊作业人员必须获得相关资质后方可从事相关工作。
- 8.1.3 人员的健康状况应与岗位要求相适应，定期进行健康检查，检查结果应符合所从事工作岗位要求。
- 8.1.4 操作人员应熟知生产过程中各种介质的物理和化学性质，了解它们相互之间可能引起的物理化学反应，以便在发生意外时，能及时准确处理。
- 8.1.5 操作人员必须清楚所从事的工作可能发生的危险，包括：
 - a) 危险源的种类、性质和造成危害的严重程度；
 - b) 采取的防护措施和紧急情况下的的应急处置和措施。
- 8.1.6 从业人员要不定期进行安全培训，培训内容要与当前和预期的工作相适应。

8.2 管理制度

- 8.2.1 设备使用单位为了规范内部管理，使各项工作有章可循，应制定相应的管理制度，包括：
 - a) 培训管理制度；
 - b) 采购管理制度；
 - c) 质量管理制度；
 - d) 操作管理制度；
 - e) 设备管理制度；

- f) 安全管理制度；
- g) 职业病危害预防与防治管理制度；
- h) 危险化学品管理制度；
- i) 应急管理制度；
- j) 废弃物处理管理制度；
- k) 文件、记录管理制度。

8.2.2 制定的管理制度要从企业实际出发，应遵循合法性、适用性、科学性、必要性、合理性和完整性等原则。