

ICS 13.060.30

CCS Z 05

团 体 标 准

T/ACEF 0**—20**

工业高盐水管式膜软化除硅装置 技术导则

Technical guidelines for industrial high brine tubular membrane softening
device for silicon removal

(征求意见稿)

2022-□□-□□发布

2022-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
5 试验方法	5
6 检验规则	5
7 标志、包装、运输和储存	6
8 运行与维护	7
附录 A（资料性）	9
附录 B（资料性）	11

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。

本文件由北京郎新明环保科技有限公司提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：南京丹恒科技有限公司、北京郎新明环保科技有限公司、华北电力大学。

本文件参编单位：*****

本文件主要起草人：朱建初、袁维乾、王欢、丁玄玄。

工业高盐水管式膜软化除硅装置技术导则

1 范围

本文件规定了工业高盐水管式膜软化除硅装置的技术要求和试验方法等内容。

本文件适用于电力、化工、钢铁及煤炭开采与加工利用等工业领域的高盐水管式膜软化除硅装置设计。

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。

GB50755	钢结构工程施工规范
GB50093	自动化仪表工程施工及质量验收规范
HG20520	玻璃钢/聚氯乙烯（FRP/PVC）复合管道设计规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

反冲洗 **back washing**

用清水或过滤液对过滤介质或膜进行反向冲洗的过程。

3.2

冲洗 **washing**

用清水或过滤液对过滤介质或膜进行冲洗的过程。

3.3

软化 **soften**

除掉大部分或全部钙、镁离子的过程。

3.4

除硅 **silica removal**

除掉水中大部分或全部总硅的过程。

4 总体要求

4.1 一般规定

4.1.1 装置基本组成

a) 管式膜软化除硅装置宜由反应装置、管式膜过滤装置、冲洗/反洗装置、化学清洗装置、产水调节装置等构成。

b) 根据原水水质的变化，在反应装置中设置相应的加药装置。

c) 根据具体水质、水量，选择相应管式膜元件的数量和规格。

d) 冲洗/反洗装置由反洗水泵、产水池、加药装置等设备构成。

e) 化学清洗装置由化学清洗箱、化学清洗泵等设备构成。

f) 产水调节装置由加酸装置、加碱装置、加还原剂装置、PH计、ORP计等设备构成。

g) 管式膜软化除硅工艺规范流程如图1所示。

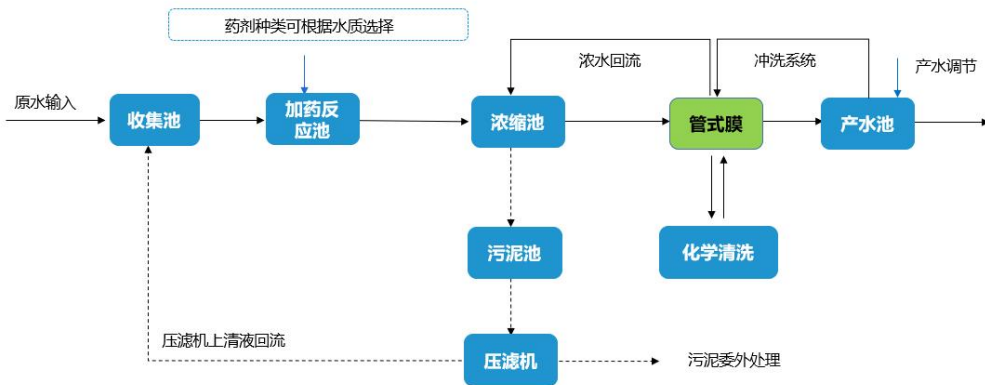


图1 管式膜软化除硅工艺规范流程图

4.1.2 膜元件选择

a) 应充分考虑原水水源、水质特点和膜元件设计导则，选择合理的管式膜类型。

b) 当含油量超过 50mg/L 时，应选用陶瓷膜元件。

c) 在选择管式膜类型时，应做污染物粒径分析，根据粒径选择适合的膜孔径。

d) 膜元件进水中悬浮物固体占原水的重量百分比应大于 5%。

e) 膜元件的耐反洗压力不宜小于 1.5bar。

f) 应充分考虑使用过程中原水水质对膜通量的影响，避免在使用期间因通量较低造成的产水量不足。

g) 应根据现场中试试验数据或参考膜元件设计导则，经过合理计算选择设计通量，并合理进行膜元件的排列组合

h) 选择膜元件时, 应考虑项目地点环境温度, 根据温度选择适合的膜型号或者数量, 或者采取措施, 规避温度对膜的影响, 避免环境温度对膜产水量造成较大影响。

4.1.3 膜架

- a) 应采用钢结构, 其制造应符合 GB50755。
- b) 膜架内部管道、阀门、仪表设置应固定牢靠。
- c) 阀门材质宜选择 PVC 材质或者金属衬塑。
- d) 产水口应设置透明管或者取样点。

4.1.4 反应装置

- a) 应根据原水水量、水质选择适合大小的反应装置, 使原水在反应装置中有充足的与药剂反应的时间。
- b) 应避免原水的偏流。
- c) 根据水质特点, 配置合适的药剂投加设备, 并配有功率足够的搅拌设备, 使药剂与水进行充分混合。

4.1.5 冲洗/反洗装置

- a) 管式膜软化除硅装置的反洗装置由反洗由反洗泵、产水池及相关仪表组成。
- b) 反洗泵规格满足对应管式膜装置的需求, 反洗泵设置变频器。宜择泵曲线比较平滑的泵。
- c) 管式膜软化除硅装置的冲洗装置由冲洗泵、流量计、冲洗管道等组成, 冲洗泵规格满足对应管式膜装置的需求。
- d) 若只有 1 套管式膜软化除硅装置时, 反洗泵和冲洗泵可以合并设置, 并设置变频器。

4.1.6 化学清洗装置

- a) 化学清洗装置由清洗水箱、清洗泵、清洗管道等组成。
- b) 根据膜元件的污堵类型和特性选择合适的清洗介质。
- c) 清洗泵性能应符合膜元件和清洗介质的要求。

4.1.7 产水调节装置

a) 产水调节装置由加酸装置、加碱装置、加次氯酸钠装置、PH 计、ORP 计等组成。

- b) 根据管式膜装置后端工艺设备的进水要求, 选择合适的加药装置。

4.1.8 仪表配置

a) 应在管式膜软化除硅装置的进水管、产水管设置流量计; 宜在管式膜软化除硅装置的进水端、产水端、浓水端设置压力变送器。

b) 宜在管式膜软化除硅装置的进水池、产水池设置液位计和低位保护；应在管式膜软化除硅装置的反应装置和产水池中设置 PH 计和 ORP 计。

c) 应管式膜软化除硅装置的进水池设置温度计。

d) 应管式膜软化除硅装置的产水母管设置浊度计。

e) 仪表安装符合 GB50093 要求。

4.2 控制

4.2.1 程序

a) 宜分为运行或待机状态，根据进水池和产水池液位自动控制。

b) 根据水质特点或者试验数据确定反洗周期，系统达到设定时间自动反冲洗，反洗过程由冲洗装置自动完成。

4.2.2 电控

a) 电控宜采用集中控制方式，纳入全厂系统进行集中监控。

b) 就地设置电气箱，应有远程、就地两种控制方式。

4.3 制造

4.3.1 外观

a) 设备结构紧凑、外观整齐、美观。不应有破损、粘污、老化、变色、开裂的迹象。

b) 衬胶或有表面涂覆层的部件，其胶层、涂覆层与主体金属表面应贴合紧密、牢固。

4.3.2 安装

a) 管道安装应符合安装工艺要求，管道、管件的连接应符合 HG20520 的规定。

b) 取样口固定牢靠，布置紧凑整齐，取样台排水通畅，避免水样溅出。

c) 自动、手动阀门设置铭牌，阀门名称、编号、检验日期标记清楚。

d) 根据管道中介质的流向、性质，做相应标识。

4.3.3 仪器仪表

a) 安装应满足安装条件，信号线做抗干扰处理，并固定。

b) 取样管应布置美观、可靠固定。

c) 相应管路的布置应便于观察、维护、检修。

d) 仪表盘应有可靠的接地，内部布线应美观整齐，带有端子标识管。

4.4 水压、负载

管式膜软化除硅装置装配完成后，将管道冲洗干净进行水压试验，水压和负载试验时以水为介质，加压至设计压力的 1.2 倍，观察管阀件连接处有无漏水。

5 试验方法

5.1 外观检验

采用目测的方法检查设备外观，管阀件安装、箱体、设备、撬架是否符合 HG20520、GB50755 要求。

5.2 性能检测

产水水质、水量检测，管式膜软化除硅装置连续运行 72 小时，期间产水水质、水量达到设计要求。

5.3 水压试验

以清水为介质，将装置加压至设计压力的 1.2 倍，保压不少于 30min，无渗漏现象。

5.4 负载试验

5.4.1 装置安装完毕后，应进行负载试验。

5.4.2 将清水用进水泵打入管式膜装置，调节进水泵频率，将压力升至设计值 1.2 倍，检查设备部件是否有漏水，负载试验应不低于 30min。

5.4.3 负载试验可以在项目现场进行。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为出厂检验、型式检验和性能检验

6.2 出厂检验

6.2.1 装置按 100%的比例进行检验，经厂质量检验部门检验合格并签发合格证后方可出厂。

6.2.2 出厂检验项目按 5.3,5.4 规定进行。

6.3 型式检验

6.3.1 当有下列情况之一时应开展型式检验

- a) 新装置投运初期；

- b) 正常生产过程中，按周期进行检验；
- c) 结构、材料、工艺有较大改变，可能影响设备性能时；
- d) 停产 1 年以上，恢复生产；
- e) 装置故障修复完毕；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

6.3.2 型式检验的样品宜为出厂检验的合格品，随机抽取 5%且不少于 2 台。

6.4 性能检验前，应完成管式膜软化除硅装置的运行调试。

6.5 检验结束后需出具检验报告，检测合格的设备签发合格证。

7 标志、包装、运输和储存

7.1 标志

7.1.1 产品铭牌应设置在装置的明显部位，并标明如下项目：

- a) 产品名称、型号、规格；
- b) 商标；
- c) 制造厂名称、地址；
- d) 装置的废水处理量；
- e) 产品执行标准编号；

7.1.2 装置的标牌应符合 GB/T13306 的规定

7.2 包装

7.2.1 包装前清理装置本体，对外管道接口进行包装保护。

7.2.2 包装应符合 GB/T13384 的规定。

7.2.3 装置随机附件如下：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 产品出厂检验单；
- d) 必要的备品备件和专用工具。

7.3 运输

管式膜软化除硅装置的运输不应受到剧烈的撞击、颠簸和重压。若是长距离运输，应把膜元

件拆下做好防护后单独运输。

7.4 储存

7.4.1 装置应放在通风、干燥、无腐蚀性的场所。

7.4.2 装置应注意防冻。

8 运行与维护

8.1 系统运行

8.1.1 在操作运行系统任何设备及阀门，操作人员应完全了解操作之后出现的现象和后果，并确认是否实际情况与预期相符；

8.1.2 切勿在水泵运行的情况下调整系统配置，例如实施化学清洗。

8.1.3 切勿在有故障的情况下启动系统，除非充分了解此故障，并能确保该故障不会导致放流水超标；

8.1.4 阀门动作需缓慢，带压情况下快速关闭和开启可能导致严重的水锤，甚至可能导致阀门、配管或组件的损坏。

8.2 反应装置运行与维护

8.2.1 提升泵运行时，与提升泵联动的加药泵应同步运行。

8.2.2 仪表按照具体品牌要求定期校准。

8.2.3 定期分析进水水质，做相应加药量调整。

8.2.4 定期标定加药量，防止加药管路堵塞造成加药不畅。

8.3 管式膜软化除硅装置运行与维护

8.3.1 定时记录管式膜软化除硅装置运行工况，包括但不限于进水污泥浓度、进水量、进水温度、产水量、产水浊度、进水压力、浓水压力、产水压力、产水量。

8.3.2 管式膜软化除硅装置产水外观应为清澈状态，操作人员应取滤过水水样并定期分析，取样计划由操作人员确定。

8.3.3 操作人员需要定期排放浓缩槽内的部分污泥以维持过滤系统内悬浮固体浓度恒定在一定范围内，具体浓度根据污泥的性质和膜厂家要求决定。

8.4 管式膜软化除硅装置的系统停机及系统保护

8.4.1 如果系统停机在 15 分钟至 48 小时以内，膜组件应以清水冲洗。不要让膜组件内充满废水存放，因为可能会导致膜的污堵。

8.4.2 如停机时间超过 48 小时，应采取日常所用的清洗措施对膜组件进行化学清洗。

8.5 管式膜软化除硅装置化学清洗

8.5.1 准备工作

a) 化学清洗操作一般应在系统待机或废水排放量较少时进行。通常管式膜系统前面的废水槽应至少容纳一个清洗周期的峰值流量，为化学清洗或其他维护提供足够的时间。

b) 清洗之前应停止向管式膜软化除硅装置进水，管式膜软化除硅装置运行直到收集池到达低液位，可接纳清洗之前管式膜软化除硅装置清洗时的来水。

c) 化学清洗水槽内应灌满相应的清洗药液。

d) 用产水作为冲洗水时，应确保产水池有足够的水用来做化学清洗前后的冲洗。

8.5.2 化学清洗步骤

a) 系统停机；

b) 管式膜软化除硅装置排空；

c) 系统清洗；

d) 药剂排空或回收；

e) 清水冲洗；

f) 系统排空；

g) 完成清洗。

8.5.3 注意事项

a) 当涉及化学清洗操作时，始终穿戴护目镜面罩，戴橡胶手套和，穿耐化学品的工作裙和靴子。避免化学品飞溅到衣服上面。

b) 切勿将水加入高浓度酸溶液或直接将强酸与强碱直接混合。

c) 切勿将漂白水与酸溶液直接混合。

附录 A

(资料性)

中天合创门克庆煤矿矿井水深度处理项目概况

A.1 项目背景

中天合创能源有限责任公司成立于 2007 年 10 月，是集煤炭、化工和电力生产为一体的大型煤炭深加工企业，中天合创能源有限责任公司门克庆煤矿位于内蒙古自治区鄂尔多斯市乌审旗境内，行政区划隶属乌审旗图克镇管辖。中天合创门克庆煤矿矿井水深度处理项目通过合理利用地下水资源，即可减轻矿井水外排对周边土壤、地下水等环境的影响，又可提高门克庆煤矿矿井涌水回收利用率，改善和优化煤化工基地的水资源利用结构，缓解项目所在区水资源供需矛盾，更好地保护了水环境。

A.2 工艺概述

主要工艺分为预处理工艺处理量为 600m³/h，深度处理工艺处理量为 2000 m³/h。预处理系统工艺为调节预沉池+迷宫净水器；深度处理系统工艺分为三个工艺段（脱盐+二次浓缩+蒸发结晶）其中脱盐工艺为陶瓷超滤+反渗透（RO1）；二次浓缩段工艺为高密软化池+多介质过滤器+弱酸阳离子交换器+浓盐水反渗透（RO2）+高浓盐水反渗透（RO3）；蒸发结晶段工艺是脱碳塔+除硅管式膜+MVR 蒸发浓缩+硫酸钠 MVR 蒸发结晶+冷冻结晶+氯化钠双效蒸发结晶+杂盐结晶干化。

A.3 进水水质

系统运行期间，RO3 浓水水质数据见表 A.1：

表 A.1 RO₃ 浓水水质数据表：

序号	水质指标（mg/L）	数值
1	TDS	98674
2	COD	363
3	钠	32796
4	钾	411
5	钙	6
6	镁	6
7	氯	5765

8	硫酸根	57599
9	碳酸氢根	80
10	硅	117

A.4 管式膜系统规格

门克庆煤矿矿井废水零排放系统管式膜软化除硅装置的设计水量为：三级 RO 浓水 140m³/h，采用化学药剂+管式微滤工艺，管式膜系统分为 3 套，每套可单独运行或清洗，互不干涉，每套中使用了 32 支膜组件，系统内共计使用了 61 芯膜组件为 96 支，管式膜软化除硅装置管式膜组件规格如表 A.2 所示：

表 A.2 管式膜软化除硅装置管式膜组件规格表：

水源	水量 (m ³ /h)	膜组件数量	膜组件规格
RO3 浓水	140	96	型号 TUF-61, 0.05 微米过滤孔径, 1 英寸膜管, 61 芯装, 过滤面积 4.25m ² /支, PVC 膜壳, PE 支撑层, PVDF 膜层。

A.5 运行情况

A.5.1 整个系统在 2021 年 8 月投运，系统各项性能已达到或优于设计指标。

A.5.2 向反应装置添加偏铝酸钠、聚合氯化铝，最终管式膜出水中硅含量稳定低于 15mg/l，浊度低于 1NTU。

A.5.3 化学清洗周期 7-10 天。

A.6 总结

A.6.1 用管式膜软化除硅装置处理高盐含硅废水是完全可行的。

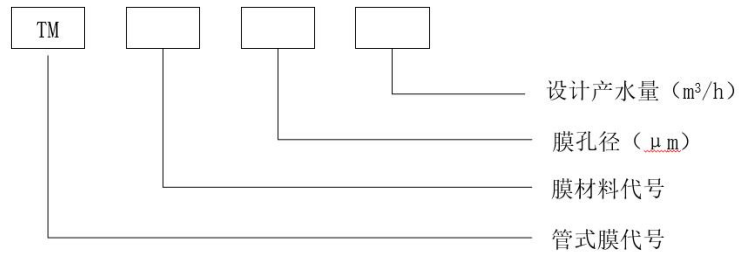
A.6.2 管式膜软化除硅装置可不经澄清直接用膜做固液分离，保障了出水水质，避免了高盐废水难以重力澄清的特点。

附录 B

(资料性)

装置分类与型号

B.1 装置的型号按下列规则命名



B.2 示例

TM-PVDF-005-20

表示工业高盐水管式膜软化除硅装置膜组件采用 PVDF 膜材质，膜孔径为 $0.05\ \mu\text{m}$ ，装置产水量为 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。

B.3 膜材料代号应符合表 B.1 的规定

表 B.1 膜材料代号表

膜材料	代号
聚偏氟乙烯	PVDF
聚丙烯	PP
聚乙烯	PE
陶瓷	CM
聚酰胺	PA