

SIEMENS

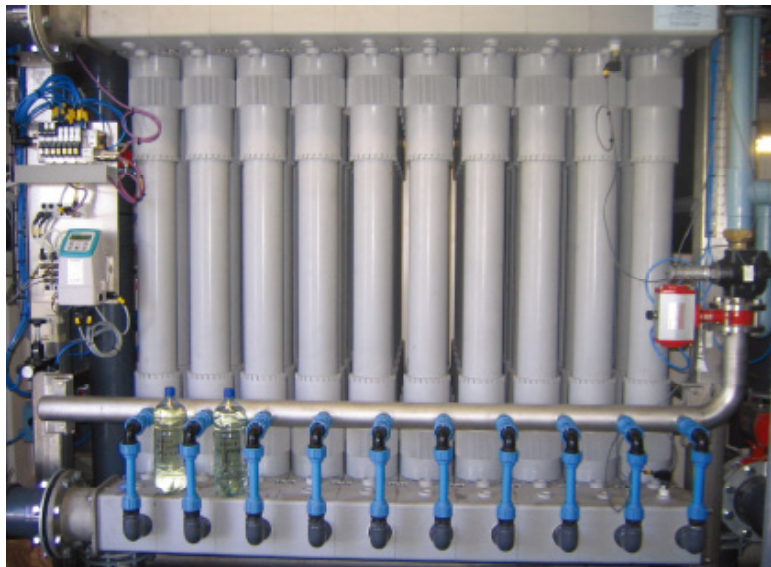
SIEMENS

西门子 MEMCOR® CP 压力式 超滤系统及工艺介绍

www.siemens.com/water



西门子MEMCOR® CP 压力式超滤系统及工艺介绍



02 概述

典型的系统组成

03 进水系统

03 产品水系统

04 压缩空气系统

04 风机系统

04 反洗废液处理系统

04 清洗系统

05 清洗废液处理系统

05 热水系统

05 仪器仪表及控制系统

05 膜组件维护设备

MEMCOR® CP膜系统的运行工艺介绍

06 停机

06 启动

06 过滤

07 备用

07 反洗

07 维护性清洗 (MW)

08 化学清洗 (CIP)

09 完整性测试

西门子MEMCOR® CP 压力式超滤系统及工艺介绍

概述

概述

在膜过滤和膜制造方面,Memcor 凭借其无与伦比的研发经验,持续地开发出技术领先的膜过滤系统,行销世界各地。

MEMCOR® CP 低压膜过滤装置是一种预先组装好、并经过工厂测试的只需就地安装的设备。MEMCOR® CP 低压膜过滤系统则是一种可根据明确的项目要求而进行工程设计、灵活组装的系统。这些装置不仅能提供高质、高效、可靠地给水过滤,而且占地面积小、运行经济。

MEMCOR® CP 低压膜过滤系统典型的部件包括:

- 中空纤维膜过滤元件: 典型的是 L20V 型 PVDF 均相不对称超滤膜 —— 其他类型的膜也能提供;
- 膜外壳: 是铸模成型的尼龙组件, 组装起来后就成为膜过滤元件的压力外壳;
- 膜堆: 是由一排或多排相互联结的膜壳组装而成, 带有给水、产品水和空气的工艺接口;
- 复合端盖: 是铸模成型的尼龙组件, 可允许成排的膜壳轻松地接入。复合端盖在大型膜堆上非常典型 (见右图 1 所示)。
- 给水泵: 是从水源抽取给水, 送入膜堆的动力。但在更大的装置上或给水带压时, 则可能不需要给水泵;
- 阀门、仪器仪表和控制系统;
- 框架或滑架, 用于安装核心设备。

每一个中空纤维膜过滤组件内含有数千根膜纤维, 纤维外环绕塑料筛网加以保护, 上下两端用聚亚胺脂封装。封头允许产品水通过所有膜纤维的中空内腔, 到达膜堆上下的复合端盖, 引导出来。带进气口的复合端盖装配在每排膜壳的底部, 可将低压工艺空气送入每支过滤元件的底部, 反洗时可用于擦洗膜纤维丝的外表面。每支过滤膜元件都是可操作的过滤单元, 可轻松地 从装置上拆卸下来, 便于维修或更换。

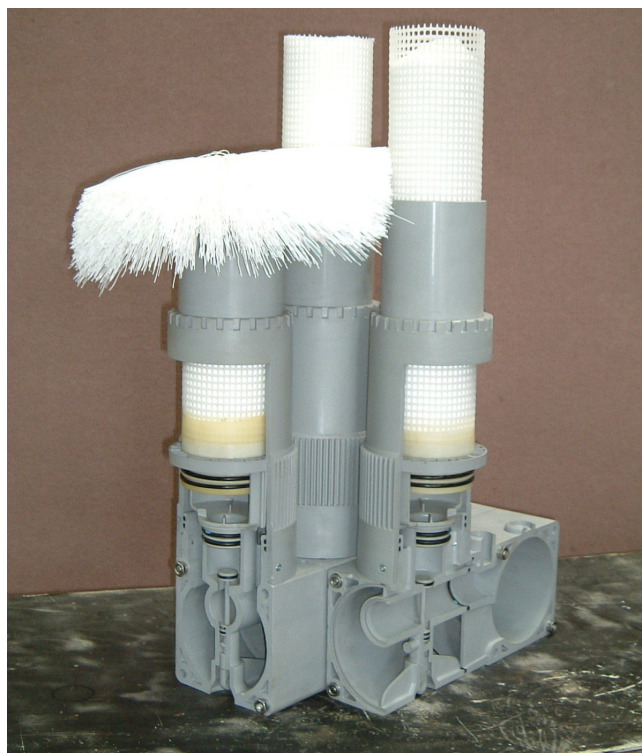


图 1: 照片是带剖面的演示模型, 展示了 Memcor 低压中空纤维膜组件、外壳、产品水截止阀及其他部件的细节。

MEMCOR® CP 低压膜过滤装置是膜系统所必备的核心设备。膜装置一旦安装就位,其外部设备就可通过适当的端口与之相联接。图 2 所示是一个典型的低压膜过滤系统的组成结构图。系统的每一部分将在后续章节加以说明。

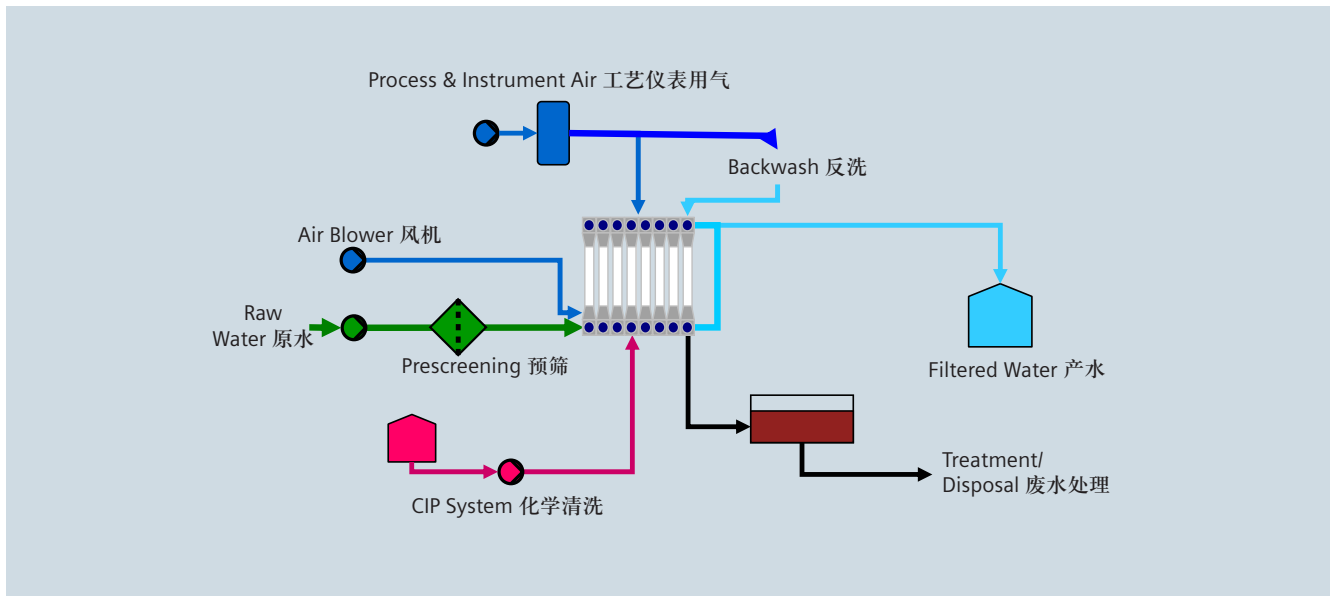


图 2: 典型的 MEMCOR® CP 低压膜过滤系统的组成结构图

进水系统

原水进入膜装置前必须通过筛分去除大的固体。膜装置的进水系统通常包括诸如投加絮凝剂、pH 调节等原水预处理措施。

典型的做法是,将原水先贮存在给水箱中,而后用泵、或者通过重力作用,将原水送入膜装置。给水箱的液位可用液位开关或者液位变送器进行监控。

典型的进水水质要求包括给水温度大于 0°C(不结冰)小于 40°C,浊度小于 150NTU(尽管短期来讲可能处理更高的浊度),pH 5.5-8.5 之间。其他的有关膜或应用的限制要求也可能适用。进一步的细节请咨询西门子公司。

产品水系统

产品水的流量可以通过给水泵的变频驱动、或者通过产水管道路上的调节阀或柔性流量孔板来加以控制。

MEMCOR® CP 低压膜过滤装置的产品水通常送到就地的产品水箱或者直接送到给水管道。膜系统可行的最高产水压力典型地不能超过 50kPa(5 米水头)。

反洗时,产品水在短时间内反向透过膜丝,将固体从膜组件内冲洗出去。但是,为实现反洗目的,MEMCOR® CP 装置在设计时只采用膜装置内产水侧的存水,而不需要提供外部贮存的产品水。

西门子MEMCOR® CP 压力式超滤系统及工艺介绍

典型的系统组成

压缩空气系统

气动阀的操作、膜堆在不同工艺阶段的排空或加压都需要使用干净、干燥的压缩空气。进入膜组件的工艺空气必须无油。

西门子推荐使用优质压缩空气过滤器，典型的是弹筒式过滤/冷凝器。在大型系统上，推荐使用冷冻空气干燥器。空气润滑油器不一定需要。空气接收贮罐应配备自动排污阀，以便去除凝结水。

在小型 MEMCOR® CP 低压膜装置（典型的是不超过十二支组件的系统）上，也可能用压缩空气源为反洗曝气工艺供气。超过十二支膜的系统，采用单独的风机作为曝气来源，可能更经济。

风机系统

反洗工艺中，通过膜堆底部的连接系统将低压空气送入膜堆，并分配到所有膜壳内，使空气流过每个膜组件的纤维束。这就是反洗工艺的曝气步骤。

风机系统不仅要求能够达到所需的空气流量，而且输送压力要达到能将水从空气复合端头中置换出来，以便空气能顺利进入膜组件底部（典型的风机出口压力要求是 20-25kPa）。输送管线的压力损失也应考虑在内，所以风机放置应尽可能接近膜过滤装置。

典型地，用于反洗目的的空气都是由一台或多台风机提供的（典型的是回转式无油容积鼓风机）。通常当安装了多台风机时，每台风机应该做到能为单次反洗提供足够的空气流量。而且，每次反洗后，下次使用下一台风机，如此轮流使用。

风机系统应该配备必要的空气入口过滤器及出口安全阀。有的系统甚至采用变速驱动装置以便调节风机流量，减少运行成本。为了防止憋压，风机出口也可能需要配备安全阀。

反洗废液处理系统

当反洗程序的过滤液反洗和曝气步骤执行完后，从膜组件内松动下来的固体需要从装置的进水侧排放掉。这种“高固体”的反洗废水可通过重力作用或者低压空气的辅助作用排放到装置近旁的低位水槽中。排放工序应该越短越好，因为排放时间越长，系统离线停机、不能生产制水的时间就越长。

根据就地的要求，反洗废水通常在排放前或回收前需要进行进一步处理。

清洗系统

在使用清洗设备之前，操作人员应该配备必要的安全设备，并得到相应的使用培训。具体包括诸如防护服、围裙、手套、面罩等个人防护设备。化学品处理区域还应包括洗眼器、安全淋浴器等设施。所有化学品的材料安全数据表应放在就近位置，方便查阅。

大多数的 MEMCOR® CP 低压膜过滤系统都配备了单独的清洗箱，当系统进入清洗环节时，用于贮存循环的清洗溶液。

在小型系统上，清洗过程中，清洗用的浓药品可能通过操作人员手动计量并加入清洗箱中。

在大型系统上，清洗系统典型地包括药品贮罐、每种药品的输送泵，以实现浓药液的自动投加。贮罐容积及泵的规格取决于每种药品输送量的多少。每台泵应该具有标定方式或流量测量仪器，以确保准确地控制清洗液浓度。如果清洗液浓度太低，清洗可能没有效果；如果清洗液浓度太高，既造成药品浪费，又可能损坏设备。

清洗系统也可能包括专门的药品卸载区域，也可能是专门为运输设备到药品贮罐设立的药品输送区。

清洗过程中，药品输送泵从贮罐抽取需要的药品量，注入膜装置的水中，并由给水泵打循环。

有的系统在产品水管道上配备了相应的仪器，可以监测循环清洗液的浓度，检查药品浓度是否在所需的范围内。

多数的 MEMCOR® CP 低压膜过滤装置所用的清洗方法一般只使用清洗液一次。这可以防止重复使用清洗液引起的污染物在清洗液中的累积。

清洗废液处理系统

MEMCOR® CP 低压膜过滤系统结束清洗后，典型的做法是把用过的清洗液从装置及清洗箱中排放到废液处理系统。很多情况下，清洗废液处理系统就是收集反洗废水的同一个系统。有的系统则要求单独的清洗废液处理系统。

典型的清洗废液处理系统是在进一步处理或排放前中和清洗废液。因此，可能有必要增加化学药品贮罐和输送设备。为了控制和监测中和工艺，通常也需要配备适当的仪器。

热水系统

人们发现清洗液加热后可以提高 MEMCOR® CP 低压膜系统的清洗效率。

当清洗液温度可能远低于 20°C 时，推荐采用热水系统。热水系统通常是一个带有电加热的热水箱，既可贮存、又可加热清水，用于膜过滤装置的清洗工艺。清洗箱和管道的隔热保温层可以减少这些系统的能量消耗。

其他加热方法包括清洗箱内的浸没式电加热器，或者清洗液循环时对隔热循环管道采用在线跟踪加热。

热水系统使用的水，可以是膜系统本身的产品水、自来水，或者如果可能的话，使用反渗透的产品水。

热水系统应该配备适当的仪器、仪表及控制系统，调节加热，防止高温水与膜过滤组件接触（与膜组件接触的水温决不能超过 40°C）。

仪器仪表及控制系统

标准的 MEMCOR® CP 低压膜过滤装置配有压力表，典型地还包括诸如流量、液位、温度传感器等其他仪表，用于监控膜装置的运行。

可编程控制器（PLC）可以控制膜过滤系统的所有功能，并能作为典型的外部系统提供有限的控制。控制盘和 / 或操作员界面为操作人员提供了监测、控制系统的平台。

膜过滤装置的 PLC 和操作员界面（如果配备了）通常安装了标准的操作软件，并在工厂测试时为装置设定好了配置。设备一旦安装就位，可以对系统的配置设定进行进一步的调试。

标准的系统软件通过对工艺进行检查确认，可以确保膜过滤装置运行在推荐的指针范围内。如果装置运行超出正常范围，典型地会产生报警；如果装置运行严重超出极限，则会产生停机报警，将系统停机，减少损坏系统膜组件的风险。详细的故障排除指南可帮助操作员准确查明系统问题所在。

西门子还开发了专门的 MEMLOG® 数据记录器，可以配备在其生产的任何一台膜过滤装置上。MEMLOG® 数据记录器可以按照标准格式，用西门子的 MEMANLY® 软件，对就地或远程设备，快速而轻松地采集运行数据。MEMANLY® 可以对运行数据进行分析处理，并显示出来，以便评估装置的状况和运行性能，进一步确认系统内机械组件的运行情况。

膜组件维护设备

MEMCOR® CP 低压膜过滤装置配备了内置的完整性检测程序。该程序可以手动启动，也可以自动启动。如果系统检测到完整性发生了损失，那么单独的膜壳可以一次一个从膜堆里卸下来，并允许膜壳内部的中空纤维膜组件拆下来进一步检查和测试。

西门子能够提供膜组件维护所必要的标准工具，包括气动膜组件拆除工具（典型地用于大型系统）、专用扳手及其他便于从膜堆拆卸组件的设备。

从膜堆拆下来的过滤组件也可以一次一支在西门子提供的测试容器上进行完整性测试。如果必要的话，测试容器可以允许膜组件再次使用之前进行修补。

有关推荐的膜组件维护设备（诸如标准工具、测试容器、钉补套装等）的详情，请咨询西门子公司。

西门子MEMCOR® CP 压力式超滤系统及工艺介绍

MEMCOR® CP膜系统的运行工艺介绍

MEMCOR® CP 低压膜过滤装置自动运行，生产高质量的产品水；同时浓水除去固体后可以进一步回用或排放。装置的主要运行状态或程序描述如下。

停机

停机是装置的正常失电状态，也是装置停运、报警清除后进入的状态。在停机状态时，装置可随时启动。

启动

当装置从停机开始启动时，给水应先准备就绪；而后启动给水泵，将筛网预处理的给水送入膜堆的底部。一旦膜堆的给水侧满水，膜堆顶部的给水出口阀将关闭。膜堆升压，进一步促使膜组件的产品水侧和产品水管道满水。在大型 MEMCOR® CP 装置上，可用产水侧复合端盖高液位开关监测膜堆产水侧液位。

过滤

一旦启动程序完成，装置满水，给水泵会继续运行，促使水穿过中空纤维膜丝，并按照工作所需的流量产水。产水流速通常用装置上的流量计测量。

在大型装置上，系统过滤状况可以通过控制系统加以监测。控制系统用仪器仪表计算透膜压差（TMP，达到设定流量时，所需的透过膜层的压力差）和流动阻力。基于这些计算，系统程序会自动触发反洗和清洗请求。

在小型装置上，仪器仪表和控制可以加以简化。反洗和清洗程序通常基于时间控制或者操作员的监控。

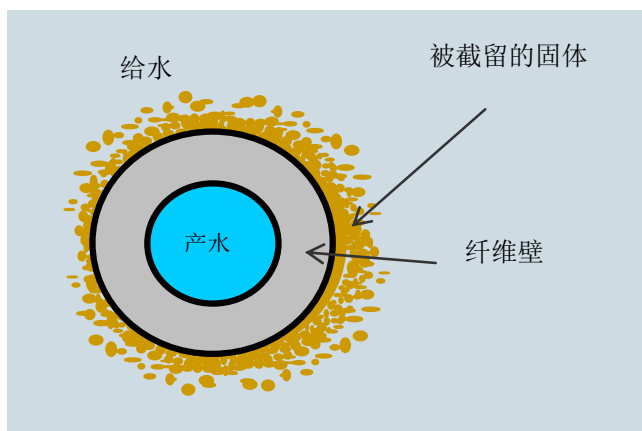


图 3: 单一中空纤维膜丝的过滤断面图

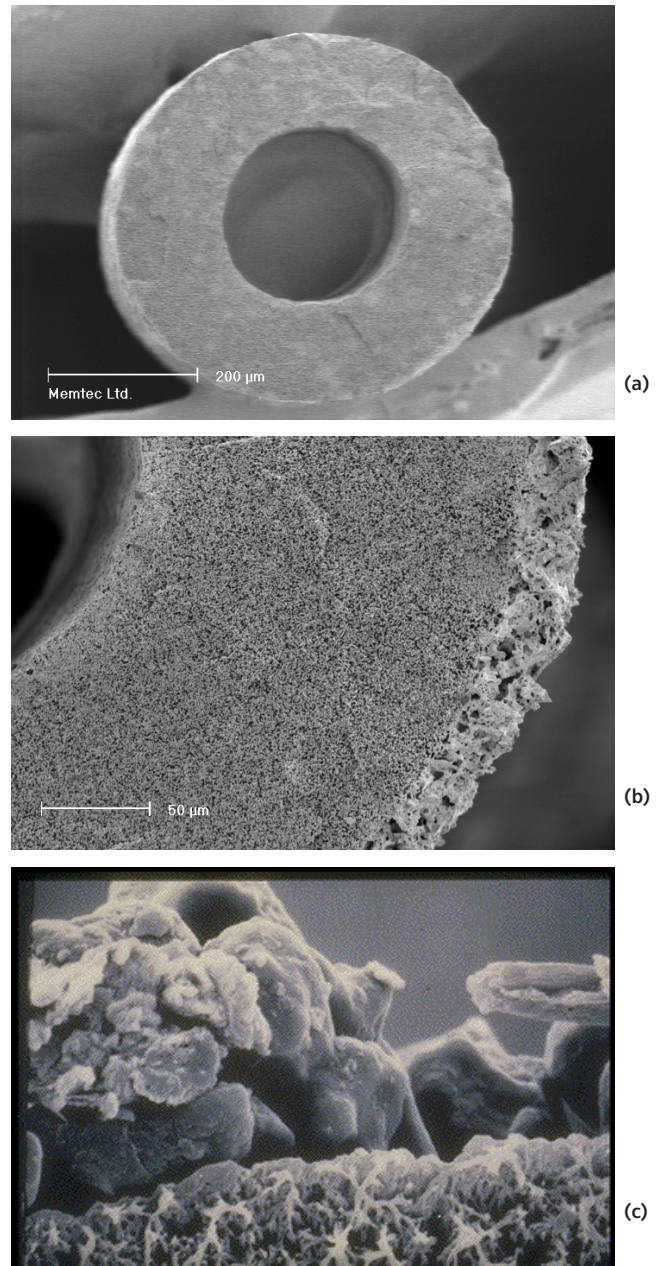


图 4: MEMCOR® 中空纤维膜的典型电子显微照片：(a) 放大 200 倍的膜丝断面图，(b) 带有可见外污染层的膜断面特写，(c) 膜和污染层之间的放大界面。

备用

如果给水没有了，或者产水箱液位高，装置将可设置自动进入备用状态。在备用状态，装置等待提供给水或产水箱液位降低。一旦条件具备，备用装置通常可以直接返回过滤状态，而无需运行启动程序。

反洗

当给水通过膜的皮层时，会在膜面上累积形成滤饼，从而增加水流阻力。MEMCOR® CP 低压膜装置高效运行的关键是其专利反洗工艺。该工艺采用低压空气曝气擦洗，并轻柔搅动中空纤维膜丝，同时结合短时的产水反洗，将截留的固体从膜纤维束上去除。液体反洗的废水接下来排放到反洗废水处理系统。装置的进水侧和产水侧接下来按照与启动类似的方法重新满水，装置重新转入运行制水。

在大型 MEMCOR® CP 装置上，在底部复合端盖上可以配备低液位开关，用于监测膜堆进水侧的液位。这个方法可用于确认反洗步骤的排空是否进行彻底，及满水是否正确执行。

控制系统典型地每过 20-60 分钟（时间长短取决于进水水质）会启动自动反洗程序。反洗过程需要大约两分半钟进行完成。

维护性清洗 (MW)

MEMCOR® CP 装置的反洗工艺能非常高效地保持膜组件的清洁。但是，取决于原水质量，少量无机和有机残余污染物会在膜面上堆积起来，随时间推移逐渐增加水流阻力。

通过 MEMCOR® 短时间的维护性清洗工艺（也叫 MW 工艺）可以有效减小污染物在膜面上堆积的速率。在该工艺中，低浓度的清洗溶液和膜组件进行短时间的接触。这样可以减少水流的透膜阻力，降低运行能耗，大大延长化学清洗的周期。

维护性清洗 (MW) 通常是在系统运行设定时间或者设定个数的反洗周期后自动启动。维护性清洗和漂洗典型地需要不到 30min 的离线时间，而后，装置重新投入运行。

西门子MEMCOR® CP 压力式超滤系统及工艺介绍

MEMCOR® CP膜系统的运行工艺介绍

化学清洗 (CIP)

当污染物在膜组件上的堆积量导致流动阻力大到不可接受时，需要进行化学清洗。化学清洗工艺允许系统不用拆装设备就进行清洗。

配备标准的 PVDF (polyvinylidene fluoride) 膜组件 (通常是 L20V) 的 MEMCOR® CP 装置，可用次氯酸钠溶液作为第一清洗方案，酸洗作为第二清洗方案。根据所用酸的不同，可在酸洗期间添加诸如 EDTA(螯合剂) 等添加剂。

清洗周期通常采用第一清洗方案作为清洗的第一环节。在用第一方案清洗几次后，控制系统通常会用第二清洗方案转入第二环节。而后，紧接着又立即转入第一方案的清洗。这就是双重化学清洗模式。

根据系统配置的设备 and 就地要求，CIP 化学清洗程序可以手动或自动启动。

典型的 CIP 化学清洗周期可按照下列步序进行：

第 1 步 反洗

膜系统会先进行反洗，除去剩余固体，将清洗效率最大化。这个初步反洗周期在装置放空时结束。

第 2 步 清水注入和浓的清洗药品添加

膜系统接着会注满来自清洗箱的清洗水。使用的清洗水比较典型的是本系统的产品水，根据现场或者工艺要求，也可能使用其他水源，诸如市政供水或反渗透的产水等。

清洗水接着在系统内通过给水泵循环起来，同时向清洗水中加入清洗药品。在清洗期间，根据膜类型和清洗阶段的不同，可能需要加入一种或者多种药品。清洗药品的加入要持续到达到目标清洗浓度。

第 3 步 清洗液循环

清洗溶液按照设定时间循环，以确保清洗液与系统的每一部分充分接触，尤其是膜组件及产水侧管道系统。

第 4 步 清洗液浸泡

循环停止后，接下来让装置在清洗液中浸泡一段时间。

第 5 步 重复循环和浸泡

在某些系统中，为了增强清洗效果，上述两步可能需要重复数次（典型地 4 次）。

第 6 步 清洗废液排放

用过的清洗液接下来先排放到清洗液贮存罐，而后送到废液处理箱，进一步处理或排放。

第 7 步 反洗漂洗

装置接下来进行 1 至多次反洗，将系统内的清洗废液漂洗掉。取决于就地要求和系统配置，反洗漂洗废液可以因地制宜地直接送到反洗废水处理系统或者清洗废液处理系统。

第 8 步 正洗漂洗

完成反洗漂洗后，装置接下来进入正洗漂洗，时间预先设定。这时，产水排放管上的仪表（如果配备了）可以监测产水水质，确保系统重新投运之前，产水水质能满足现场要求。

第 9 步 返回制水

清洗结束后，装置可以返回正常制水模式。取决于系统配备的设备和就地要求，返回制水模式可以设置成自动操作或者手动操作。如果系统要求手动重启，则清洗结束后装置进入停机模式。如果系统要求自动重启，则清洗结束后装置进入启动和制水模式，恢复过滤。

当第二清洗方案作为双重清洗模式的第一阶段，进行完成后，清洗周期这时会重启，进入第一清洗方案。

整个清洗周期大概需要进行两个半小时。清洗期间，双模式清洗典型地要进行两次。

完整性测试

完整性测试主要用于检测膜过滤皮层的完整性，确保产水水质始终如一，使 MEMCOR® CP 低压膜过滤装置的投运率达到最大化。

所有 MEMCOR® CP 装置都配置了内置的完整性测试程序，称为压力衰减试验。该程序通常设置为当系统运行设定周期后自动启动。压力衰减试验期间，系统需要保持离线大约 5min，而后自动返回制水模式。

进行压力衰减试验时，常用空气将膜组件内残存的产水排放掉。系统的产水侧则先用低压空气加压到约 100 kPa，而后关掉气源，通过自动控制系统（如果系统配置了合适的仪器仪表的话）监测产水侧气压衰减的速率。试验过程中，系统的完整性和所测得的气压衰减速率是紧密相关的。

如果测量得到的压力衰减速率比正常值大，可进一步用声纳试验检查任何不完整有缺陷的位置。声纳试验是手动的，主要采用 MEMCOR® 声纳分析仪过滤并放大膜装置内气泡的声音，从而帮助定位有问题的膜组件、泄漏的密封 / 阀门 / 管道及配件等。如果必要，每支被怀疑泄漏的膜组件均可用膜壳上下两端配置的产水隔离阀单独隔离。完整性提高之后，系统可重新投入运行。含有损坏或泄漏元件的组件运行一段时间后，可在方便时卸下来检查，并进一步测试。

MEMCOR® CP 装置的压力衰减试验具有如下重要特征：

- 该试验对 LRV(对数去除值) > 4 的颗粒去除率仍然非常敏感；
- 该试验能评价实际的过滤效果，这对控制耐氯的病原体十分重要；
- 该试验与进水水质（包括给水颗粒数量或浊度等）无关；
- 该试验提供了一种比产水颗粒计数法更灵敏的完整性监测方法。该试验与颗粒计数法相结合，则可为系统提供冗余测试；
- 该试验的高效率和准确性大大减少了运行人员的干预需要，使膜寿命达到最大化。

西门子（中国）有限公司
水处理技术部
北京市朝阳区望京中环南路7号
邮政编码：100102
电话：010-6476 6326
传真：010-6476 4715

MEMCOR® 是西门子的注册商标

© 澳大利亚Memcor有限公司 2012

该手册中提供的信息仅为一般性描述或性能特征，产品在实际应用中可能与该描述略有不同，因产品的进一步研发引起的变化亦会导致与手册中描述之差异。所有有关产品性能特征之承诺仅以合同条款中明确约定为准。