

## SP3

### 德国沃奇新型滤料

**产品概述：**德国沃奇新型滤料，是德国沃奇公司最新开发的水处理滤料，主要包括 Katalox Light 系列（用于过滤砂，沉积物和固体悬浮物等，可以高效去除铁，锰，硫化氢等，有效的降低砷，锌，铜，铅，镭，铀，放射性核素以及其他重金属等），Catch 系列（广泛用于去除砷/钡/硼/铬（六价）/铜/氰化物/钴/氟/铅/钼/汞/硝酸盐/镍/硒/锡），SP3 系列（广泛用于软化水），以及 Ferrolox 系列（用于除磷），拥有 NSF 认证，广泛用于饮用水，锅炉水，废水等各个行业，详情请参考各个系列分类，或联系我司。



**设备分类：**沃奇催化防垢滤料

**设备型号：**SP3

**设备功能：**催化阻垢

**应用行业：**饮用水，锅炉水等

**备注：**无

**产品详情：**

BEST BOILER TECHNOLOGIES

"Best" 意味着可以最有效的保护健康和环境。

"Boiler" FILTERSORB SP3 系统已经在世界各地成功的安装和使用，包括成千上万的换热器，热水 锅炉，蒸汽锅炉或者蒸汽蒸馏设备。

第一	FILTERSORB SP3 可以减少或者完全控制腐蚀。并且现有的铁锈等沉积物也可以被溶解
----	---

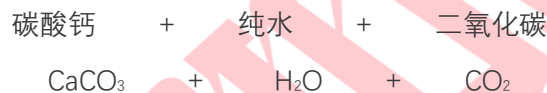
第二	FILTERSORB SP3 减少水垢和排污量。如果使用得当，它可以清除锅炉内的污垢，然后这些污垢可以被冲洗排出。
第三	FILTERSORB SP3 阻止或者减少在热交换过程中结构。

“Technologies”包括 Nucleation Assisted Crystallization (NAC) 核辅助结晶技术，SP3 是在此基础上设计，安装，建造，维护，运营和服役的。这是一种绿色环保技术，它无需使用盐，磁铁，电力或者模板设备。NAC 是沃奇水处理的标志。

## 2.1 FILTERSORB SP3 概述

### 2.1.1 定义

(S) CALE 水垢 (P) PREVENTION 预防 (3)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  SOLUBLE 可溶性转变暂时性硬水成为:



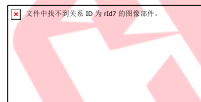
SP3 是一种不需要再生和任何化学药剂就可以改变防垢效率的材料。它参与反应并且把硬度转变为无效的和无害的晶体。

### 2.1.2 Nucleation Assisted Crystallization (NAC) 核辅助结晶技术

NAC (核辅助结晶) 是不同于其他的水结晶的结晶工艺。是一种固态和水或者气/溶液反应。

反应发生在 SP3 涂了钙和陶瓷球的玻璃状表面上。反应物被吸附在催化剂 SP3 碎玻璃状表面的“活性位点”上。这些反应物通过物理吸附，非常“微弱”的附着在 SP3 表面。当反应物的浓度升高到彼此非常接近时，就会削弱反应物内部原始的分子键，伴随着“卓有成效”的碰撞的巨大成功离子在瞬间被分开。

碳酸氢根离子以  $\text{HCO}_3^-$  表示



不溶的碳酸钙，纯水和  $\text{CO}_2$  气体，并且在 SP3 表面与碳酸根  $\text{CO}_3^{2-}$  离子作为集体，获得两个质子形成  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+}$

这些物质可以从 SP3 表面分离下来，在这个公式中  $\text{CO}_2$  作为超饱和  $\text{CO}_2$  与 Ca 开始核结晶过程，并最终形成晶体。

### 2.1.3 FILTERSORB SP3 功能

附着于催化剂 SP3 玻璃状表面的反应物  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (化学吸附/物理吸附) 必须足够强大以能够尽快的分离反应物离子，但是又足够处理所有的离子，并且这些产物可以从 SP3 表面“脱离”，它被称之为脱附过程。

Nucleation 成核现象

Adsorption 吸附

Assisted 辅助

Desorption 脱附

Crystallization 结晶

in one process 在同一过程中

在 SP3 Nucleation Assisted Crystallization "(NAC)过程中会使用价格昂贵的陶瓷微球。催化剂表面的玻璃状涂层是非常特殊的，但是它却保证了可以提供最大的表面积，因此它拥有最高的反应效率。这也就意味着 SP3 催化剂必须具备物理支持，可以通过分布着耐高温的陶瓷微球的玻璃状表面来实现。工业上所有其他的有用材料都需扩展，并且在催化剂表面的活性位点都非常少。这大大降低了反应效率。

举例：板辅助结晶材料（TAC）扩展到原来尺寸的两倍才会释放活性位点去反应。

#### 2.1.4 FILTERSORB SP3 中毒

活性位点：因为在离子水平，Ca<sup>2+</sup>结晶方面可能会有微小的瑕疵，因此并不是介质的所有表面都是有效的。对于任何的催化剂表面，他们都期望有一个裂面，因为他们比那些粗糙扩展的有更高的效率。

关键：在任何情况下都要尽量避免 SP3 催化剂中毒。

∅ 高铜和高含量的铁可能会造成这些影响，因为它们会附着在 SP3 表面的活性位点上。它大大降低了 SP3 的效率，特别是在高效的 SP3 催化剂位点上的 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 杂质更强，将会和反应物离子产生巨大的竞争。

∅ 硫化氢类会毒害 SP3 介质，所以要防止水里面含硫。

∅ 商业系统最好 3 年更换一次。

## 2.2 设计基础

### 2.2.1 基于科学事实

首先科学是基于如下对于世界的描述：

通过可以测量的事实，【数据】，以及可以试验的构想去说明硬水是如何工作的。

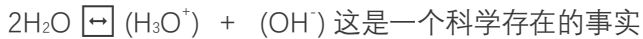
事实	硬水
【数据】	碳酸钙 CaCO <sub>3</sub>

并且设定钙和镁的化合物都用 M 表示 = 金属钙和镁都位于第二列（元素周期表），有相识的性质”  
可以试验说明

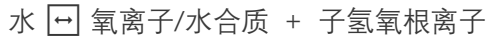
O	氧化物	CaO=氧化钙 MgO=氧化镁
OH	氢氧化物	Ca(OH) <sub>2</sub> =氢氧化钙 Mg(OH) <sub>2</sub> =氢氧化镁
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	碳酸氢根	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> =碳酸氢钙 Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> =碳酸氢镁
CO <sub>3</sub>	碳酸根	CaCO <sub>3</sub> =碳酸钙

		MgCO <sub>3</sub> =碳酸镁
--	--	------------------------

H<sub>2</sub>O 是一种中性的氧化物，因为它的 PH 是 7,理论上，氧/水合质子离浓度与氢氧根离子浓度相当



对于一个非常光滑的表面吸附强度是非常重要的，并且 SP3 拥有一个玻璃状的表面。



在这个反应中，水实际上是同时作为酸和碱存在的，一个水分子酸提供一个质子给另一个水分子，使得该水分子变成一个氧鎓离子（水合质子），同时另一个水分子（碱）同时获得一个质子！

因此，水是一种两性氧化物：它既是反应中质子的提供者，同时也是质子的接受者。

现在，碳酸氢根离子 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 可以作为一种碳酸根离子同时既是酸又是碱或者说既是碱又是酸，这种现象称之为两性。

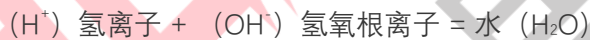
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 作为一种碱，接受来自酸的一个质子。



HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 作为一种酸释放一个质子给氢氧根离子碱基。

### 2.2.2 科学公理

1. 水的化学行为，在自然规律作用下



2. 每一个水垢发生的背后都有一个原因和影响的关系

可能有人会问，这些水垢来自哪里？

引起水垢的根本原因是什么？

原因

水 + 二氧化碳 + 钙 + 镁 + 氧化剂 + 氢氧根 + 碳酸氢根，造成的水的硬度被称作为暂时硬度。



暂时硬度的存在是一个科学事实。

### 2.2.3 试验证明

SP3 处理提供了一种可以试验的说明，这种说明可以被测试验证

钙镁化合物的溶解性以及他们的反应

溶剂:	测试中溶解物质的液体。
溶质:	测试中溶解在溶液瓶中的物质。
溶液:	溶质溶解在测试水溶剂中的结果。
	溶质 + 溶剂 = 澄清溶液
溶解度:	测试粉（溶质）溶解的最大程度

可溶性:	材料或者测试粉将溶解在水中
不溶性:	不溶解, 不会溶解在 SP3 水中, 例如硫酸钙 CaSO <sub>4</sub> 和硫酸镁 MgSO <sub>4</sub>

注解: CO<sub>2</sub>(aq.)溶液有时候被称作为碳酸 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 但是这并不是真的存在的!



饱和:	意思是说物质在饱和溶液中的溶解达到最大值, 不能再溶解 <ul style="list-style-type: none"> <li>√ 硫酸钙饱和水溶液将不会再溶解测试粉</li> <li>√ 钙和镁的氧化物或者氢氧化物溶解在 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>水溶液中直至得到饱和 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></li> </ul>
-----	--

这些是导致水垢和碱性溶液的主要原因

碳酸钙和碳酸镁都不溶于水, 但是他们实际上溶于酸。

水的 PH 不变, 并且水的碱度也不变。

## 2.3 使用方法

### 2.3.1 FILTERSORB SP3 工作机制

注意要点:

! SP3 滤料作为防垢介质的目标只是暂时水硬度 (仅仅是碳酸氢盐而已!), 但这是结垢的主要原因。

! SP3 不会对永久硬度起作用 (如: 硫酸盐, 氯化物, 硅酸盐, 磷酸盐等)

! SP 3 可以替代离子交换树脂, 但其本身不是离子交换树脂。

! SP3 不交换给水的任何离子。

! 预防结垢的基本原则: SP3 的唯一功能是通过将造成水的暂时硬度的钙和镁的碳酸氢盐转换为亚微米的晶体 (碳酸钙和碳酸镁), 防止形成任何水垢, 从而以中和碳酸氢盐水的硬度。

与离子交换树脂的功能对比:

	FILTERSORB SP3	离子交换树脂
主要成分	改性陶瓷珠	树脂
功能	辅助成核结晶	钠离子交换
基本反应	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{SP3} = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{IER} = 2\text{NaHCO}_3$
再生	无需再生	应用一段时间后必须再生
钙和镁的碳酸氢盐发生	钙和镁的碳酸氢盐被转换为钙和镁的碳酸盐亚微米晶体, 悬浮在水中	离子交换树脂用钠取代了钙和镁。因此钙和镁从水中去除, 取而代之的是碳酸氢钠。

了什么变化?		
--------	--	--

注意:

1. 软化水: 通过用钠置换水中的钙和镁, 从而使得碳酸氢钠溶解于处理后的水中。

2. 是否 FILTERSORB SP3“软化”了硬水?

没有。它不会软化硬水。它限制水的硬度以使其不形成水垢。

3. TDS (溶解总固体) 是否发生了改变?

没有。因为在 SP3 处理前后, 钙和镁的浓度仍然相同, 因此 TDS 没有改变。

### 2.3.2 确定 SP3 使用量

1. 确定 FILTERSORB SP3 的体积 (L)

要求输入参数:

A. 水的硬度 (以 mg/L 或者 ppm 计)

B. 流量

对于他们的单位选择以及正确的取值是非常重要的。(详见具体计算)

SP3 量的计算近似于直线函数, 3L SP3 可以处理 1m<sup>3</sup>/h 的流量, 可以处理高达 417.95ppm (mg/L) 的临时硬度。417.95ppm 的值来自于标准 25°dH (德国水的硬度单位)。

2. 对于给定 SP3 的量, 来确定流量

相反的, 对于处理所用的量的 SP3 介质也可以确定处理流量

要求输入参数:

A. 水的硬度 (以 mg/L 或者 ppm 计)

B. FILTERSORB SP3 的体积

### 2.3.3 设置压力容器或者测试柱

压力容器 (或测试柱) 的体积应该最小是 SP3 介质体积的 5-7 倍, 去制做 SP3 的浮动床, 这样 SP3 介质可以在流量的冲击下自由移动。

流动方向: FILTERSORB SP3 必须是逆流设置。

### 2.3.4 测试程序和性能测定

l 如果它是地下水或地表水, 则需要预处理系统;

l 根据每次测定, 必须保持流量稳定;

l 系统必须是逆流工作;

l 必须保持进水最高 40°C;

测试时间: 强烈建议运行这个测试两天, 每天间隔几小时。

原因: SP3 介质球有玻璃一样的涂层。这个球在吸附一定量的水后会膨胀, 表面的玻璃涂层会产生裂纹。这些裂纹增加了性能, 因为他们充当成核位点的快速结晶过程。因此, 建议运行这些水两天, 以使这些材料可以充分的发挥出最佳性能。

#### 2.3.4 FILTERSORB SP3 处理水测试

由于 FILTERSORB SP3 的工作机制与传统的离子交换树脂有很大不同, 人们却总是想用相同的测试来确定水的硬度含量。

这里有一个关键点要注意 (很多人把他们 SP3 处理后的水进行常规测试, 因此无法看到任何硬度的变化)

##### 1. 传统的离子交换

对于常规的离子交换树脂, 硬度改变是  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{IER} = 2\text{NaHCO}_3$   
硬度测试方法对传统的离子交换处理水进行性能测试时, 它测试的是硬水中阳离子钙镁的含量。他给与否定, 因为钙镁离子被钠离子取代了。

##### 2. FILTERSORB SP3

现在要考虑 SP3 的工作机制, 这个工作机制是:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{SP3} = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

$\text{CaCO}_3$  是不形成水垢的亚微米形式。很明显, 钙和镁仍然在处理后的水中, 保持和处理前相同的量 (TDS 不发生变化, 没有离子交换)。因此, 那些为离子交换树脂设计的硬度测试对于 SP3 将给出否定的结果。

然而, 这里有一些简单的现象, 可以通过视觉来直观的判断出 SP3 的性能。

##### A. 视觉判断

$\text{CO}_2$ : 如公式中所展示的, 水的硬度的架构被打开, 转换为亚微米晶体, 纯水和二氧化碳:

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{SP3} = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ , 当硬水流经 SP3 时, 处理后的水中有大量的二氧化碳气泡冒出 (可以通过肉眼观察到)。

##### B. 肥皂水测试

一个简单的肥皂水测试, 可以用来观察 SP3 性能, 并且可以和软水做对比。肥皂很难在硬水中形成泡沫, 这是一种传统的对软化水检测的基本方式。现在可以用相同的方式对 SP3 处理水进行测试。

##### C. FILTERSORB SP3 形成碳酸钙晶体

I 所形成的亚微米晶体颗粒仍然悬浮在处理后的水中, 但不会在疏水管道中形成水垢等, 因为晶体是电中性的, 在其表面不会形成任何强烈的化学键结合。

I 亚微米碳酸钙  $\text{CaCO}_3$  晶体是非常稳定的, 可以作为人体必需的矿物质被直接消耗掉, 并且他们对环境是有益的。

I 所形成的的晶体对于温度的变化也是非常稳定的, 直到温度达到  $360^\circ\text{C}$  之前都会以稳定的碳酸钙晶体形式存在, 超过  $360^\circ\text{C}$  之后才会分解为方解石形式。

I 亚微米碳酸钙  $\text{CaCO}_3$  晶体用肉眼看不到。

I 该晶体可以被过滤器表面过滤掉，在其表面可以观察到类似的针状晶体（文石类型）成增长模式（在我们的实验室中，按照在 SP3 后面的 20um 的过滤器上可以观察到）。这类似于生物矿化过程，如同珊瑚礁的形成。

I 亚微米碳酸钙  $\text{CaCO}_3$  晶体溶于酸。

D. 其他自制的测试

其他自己设计的可以观测到其形象的测试。

### 2.3.5 FILTERSORB SP3 应用技术参数

FILTERSORB SP3 特性		操作参数与水中杂质	
外观	白色颗粒	工作温度	3-90°C
组成	改性陶瓷聚合物	PH	6.5 - 9.5
密度 (g/L)	0.80	最大硬度	1400 ppm
粒度 (mm)	0.55 - 0.75	最大盐度	35000ppm
体积变化	最大 60%	最大铁含量	0.5ppm*
含水量	10 - 25%	最大锰含量	0.05ppm
		最大游离氯	3ppm
		最大铜含量	1.3ppm
		油脂	无要求
		硫化氢	无要求
		磷酸盐	无要求

\* FILTERSORB SP3 也可以高效率的从水中去除铁。请与我们联系。

**注意：** 请不要在含有不安全的微生物，或者不明水质水中使用，或者未充分消毒后使用。系统必须按照制造商的说明进行安装维护。按照条件，需要对泥沙，铁，硫化氢，锰和铜等进行预处理。在一些用铜管道安装的新系统，请在用水 6 周后使用。

**特别提示：** FILTERSORB SP3 对铁，铜，锰，铅，锌等有很好的吸附能力，因此，在含有高含量的这类污染物的水中，FILTERSORB SP3 球可能改变颜色，或者缩短使用寿命。研究表明，介质球发生颜色变化也可能是聚乙烯的罐子导致的。其他的任何变化，请与我们联系，以便于分析处理。

### 2.4 SP3 与离子交换的对比分析

综合对比 FILTERSORB SP3 与离子交换树脂，有如下结论：单

	FILTERSORB SP3	离子交换树脂
--	----------------	--------



主要成分	改性陶瓷珠	树脂
功能	辅助成核结晶	钠离子交换
基本反应	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{SP3} = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{IER} = 2\text{NaHCO}_3$
再生	无需再生	应用一段时间后必须再生
使用量	300-350BV/H (使用量极小)	10-30BV/H
运行成本	无	消耗 NaCl 再生
设备腐蚀	不腐蚀设备	碳酸氢钠可能腐蚀设备
设备体积	小	大
废水量	无废水产生	再生与冲洗过程中产生废水
钠盐	不增加锅炉水中钠盐	增加锅炉水中钠含量
钙和镁的碳酸氢盐发生了什么变化?	钙和镁的碳酸氢盐被转换为钙和镁的碳酸盐亚微米晶体, 悬浮在水中	离子交换树脂用钠取代了钙和镁。因此钙和镁从水中去除, 取而代之的是碳酸氢钠。

## 案例:

### 柳泉矿泉水厂矿泉水软化除垢项目

业主公司: 河北固安华油采四联营柳泉矿泉水厂  
 工程公司: 业主自建  
 行业: 矿泉水行业  
 地区: 河北  
 需求: 无盐软化  
 产品: SP3  
 时间: 2016年10月

### 艾欧史密斯无盐软水项目

业主公司: 艾欧史密斯(中国)环境电器有限公司  
 工程公司: 业主自建  
 行业: 电器行业  
 地区: 江苏  
 需求: 无盐软化  
 产品: SP3  
 时间: 2017年10月

如需了解更多产品技术相关问题, 可咨询公司技术顾问, 欢迎技术交流!