

## 成膜胺

### 水-汽循环的腐蚀预防和防护

成膜胺（FFA）是对现有水化学处理的补充，可减缓腐蚀蔓延到蒸汽发生器（SG）中。此外，成膜胺可以成为后续大修保养程序优化的可行措施之一。

### 挑战

世界上大多数运行核电站都超过25年了，尤其是长时间的翻新工作，必然导致停机大修工期增加。由于核电厂所具有的特性（材料概念、水-蒸汽循环设计），改善水化学的范围非常有限。特别是腐蚀产物、杂质和硬化物质（主要是硅酸盐）具有形成硬质泥渣的高风险。

### 解决方案

我们获得专利并经现场验证的成膜胺(FFA)涂敷工艺有效地保护了整个水蒸汽循环免受腐蚀。

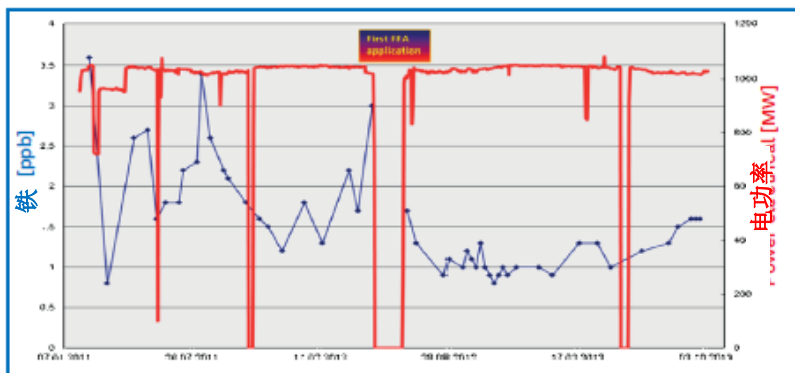
成膜胺对两相流区域内的水力空化特性以及来自/通向水-蒸汽循环内表面的热量和质量传递都有积极影响。

成膜胺处理在满功率运行期间进行施工，作为对现有二次侧水化学的补充措施，但有时限制，其主要目标是：

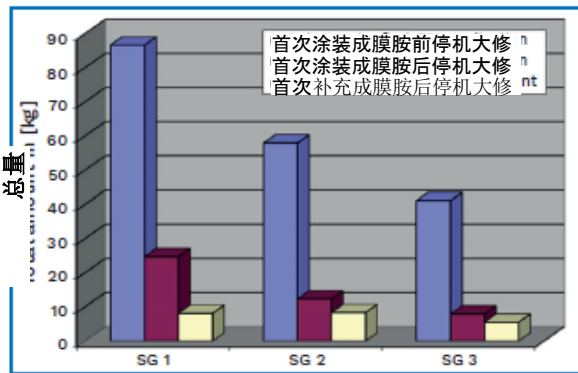
- 在所有运行模式下，尽量减少腐蚀产物进入蒸汽发生器。
- 减少长时间停机大修期间的湿/干保养工作。

### 客户获益

- 减少了保养工作量，停机大修前的性能优化了大修进度
- 系统保养后废水无环境危害
- 适用于满功率运行，对成膜胺进入水-蒸汽循环情况进行受控和限时检查
- 使二次系统中的杂质变松动并清除掉
- 显著减少杂质进入和减小颗粒尺寸
- 重启后保护作用仍继续存在
- 在停机大修和后续循环期间，最大限度地减少有害处理剂联氨的消耗
- 优化重水堆翻新项目保养策略
- 优化长时间停机时（更换给水管路和更换蒸汽发生器）保养策略



减少进入蒸汽发生器的铁



大修期间从蒸汽发生器中清理出的淤泥量

您的业绩  
就是我们每天的承诺

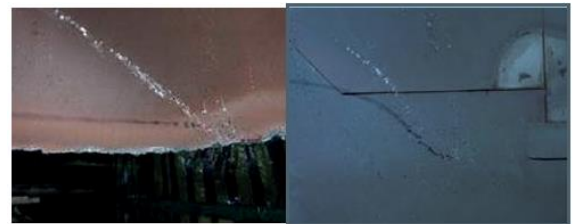
:

## 技术信息

- 环氧基粘合剂
- 适用于满功率运行
- 在不影响电厂运行和业绩的情况下，作为对适当pH策略的补充
- 与电厂材料和现有氧化物保护层兼容
- 系统保养后废水无环境危害
- 粘附的非可湿膜降低了腐蚀速率
- 保护作用在机组重启后继续发挥
- 在大修期间和随后的燃料循环中，最大限度地减少有害处理剂联氨的消耗量
- 二次系统杂质的松动和清除
- 在过渡相显著减少给水中铁的进入。
- 正常功率运行期间铁浓度低 ( $\leq 2\mu\text{g/kg}$ )
- 已在压水堆(PWR)和重水堆(PHWR)中取得成功操作经验
- 在全球已有十次成膜胺应用(包括重水堆)



目视检查和水滴测试：冷凝器地板和受保护的氧化层



重水堆的目视检查和水滴试验：切断给水管线（毛边）、汽水分离器内部（焊接区域）

## 应用案例

### Almaraz 1号机组和2号机组 (压水堆, 西班牙), 2011年以来

大修期间注重防腐，大修后表面保护持续有效

- 整个水-蒸汽循环的内表面清洁（去除杂质和松动的腐蚀产物）
- 湿蒸汽区域的表面防护

### Embalse (重水堆, 阿根廷), 2015年

主要为了翻新计划而长时间停堆--干保养

### Borssele (压水堆, 荷兰), 2017年

主要为了大修期间短期防腐，减少联氨--湿保养

联系方式: : ZZ-FRA-CHINA-IBC@framatom.com  
[www.framatome.com](http://www.framatome.com)

除非事先书面同意，否则禁止对本文件和/或其内容进行全部或部分复制、更改、传输给第三方或出版。  
本文件及其包含的任何信息不得用于除提供该文件时规定用途之外的任何其他用途。如有侵权和/或违反上述义务，将对侵权和/或违反者采取法律和纪律措施。

framato**me**