

## 泵叶轮和搅拌器叶轮修复方案

德国 Duchtig 循环泵是脱硫领域 最好的泵，在国内使用厂家 已有几十家。凭借碳化硅陶瓷叶轮赢得了很多客户的青睐，使用寿命长达5年。德国 Duchtig 的售后服务部同样为国内电厂修复叶轮 ，采用的也是碳化硅陶瓷技术，质保 1年，经久耐用。

### - SICCast 修复工艺简介

#### 1 DUCHTING PUMPEN 公司简介

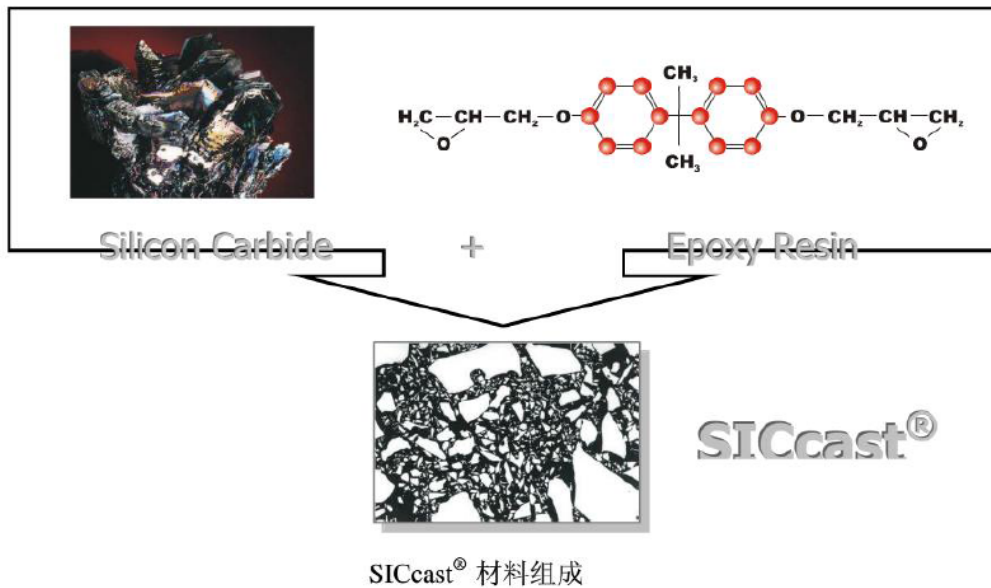
SICCast 矿物浇铸公司是 DUCHTING 公司（德国）名下的公司。DUCHTING 公司（德国）成立于 1938 年，是世界上最著名的循环泵 生产商之一。DUCHTING PUMPEN 公司总部设在德国的 Witten，在 50 多个国家建立了销售和服务网点。其浆液循环泵被广泛地应用在 FGD、采矿业、化工业和脱盐工业等。

在上个世纪八十年代，欧洲广泛建设FGD工程。DUCHTING公司在此期间扮演了非常重要的角色，为欧洲的电厂提供了大量循环泵。DUCHTING 公司研究开发的 SICcast®（碳化硅与环氧树脂混合浇铸材料），是一种非常特殊的，具有耐磨、耐腐蚀性能的材料，最适宜应用在 FGD 这种工况苛刻的条件下，同时减少了维护费用。正是因为这项超乎寻常的创新技术，使我们的产品吸引了世界范围内的广泛关注，并获得了巨大的成功。

#### 2 SiCcast® 浇铸陶瓷简介

在高温状态下，以  $SiO_2$  存在形式的 Si 和碳结合形成 SiC，其相对金刚石硬度为 9.7（金刚石硬度 10）。由于颗粒大小不一，故有很高的密度。环氧树脂（EP）具有很强的耐化学腐蚀性，是很好的粘结剂。Duchtig 的碳化硅浇注泵是这样形成的：碳化硅（SiC）在真空状态下和环氧树脂（EP）粘结剂按照一定的比例进行均匀的搅拌，然后在模具箱里进行浇铸，经两次热处理形成。第一次经高温热处理，第二次经加热固化。这样产生的非金属材料具有如下优点：卓越的耐磨损性、耐腐蚀性，坚硬性（像金刚石一样），具有热稳定性（ $<155^{\circ}C$ ），抗磁性、吸音性和减振性。

SiCcast 热浇铸陶瓷为 Duchtig 的专利设计，所以其他设备厂家无法进行设计生产。



## SICcast® 材料组成 叶轮 SICcast 修复方案

### 1 泵叶轮磨损原因分析

吸收塔浆液中含有大量氯离子，而泵的叶轮大都是金属叶轮，这对叶轮的化学腐蚀起了强烈的作用。再加上物理磨损，大大减缓了叶轮的使用寿命。而 SICcast 陶瓷工艺修复的叶轮，在叶轮表面形成了厚厚的陶瓷隔离层，有效地抑制了化学腐蚀和物理磨损。

其实，SICcast 陶瓷工艺的叶轮属于世界第一工艺泵厂家德国 DUCHTING PUMPEN 公司的专利，任何模仿都是侵权行为。目前，很多工厂硬性模仿 DUCHTING PUMPEN 公司的技术，采用 SI02 陶瓷技术，但此种技术无法抑制浆液中氯离子的腐蚀，从而达不到技术要求。下面是三种腐蚀状况的详细解释。化学腐蚀：

首先是因为浆液呈酸性，容易和叶轮上的金属材料发生化学反应，形成化学腐蚀。其次，在叶轮表面形成的电位差导致的电子转移，发生的氧化反应，直接破坏金属物理磨损：

由于浆液中带有大量的石灰石和石膏等颗粒物质，在泵的吸入口直接对泵叶轮形成冲击和破坏。

气蚀：

由于泵的设计问题（如泵选型过小，叶轮转速过快等）导致泵吸力不足，在入口处形成气泡，冲击叶轮。

### 2 泵叶轮修复工序

1) 车削加工时轮精配合面。

目的是去掉磨蚀的表面,进而使后续涂抹的 SIC 材料的厚度能超过至少 3mm。



在车削时,叶轮精配合面上也切削了几条凹槽,以加强材料粘附性能。



2) 焊接不锈钢网版, 钻孔, 并进行表面打毛处理。考虑到叶片边缘处磨损较严重, 我们会将时轮边缘磨掉的地方用不锈钢网板进行焊接。然后用万向钻床在叶片上打若干孔洞, 目的是使陶瓷材料能在叶片的两面通过空洞贯通, 起到类似”钢筋+混凝土”的加固作用。





3) 丙酮清洗和喷砂处理。

丙酮清洗主要是除去叶轮表面的油污或者其它有机杂质；喷砂精度为 SA2.5, 喷砂后的粗糙度需达到  $10\mu\text{m}$ – $50\mu\text{m}$ ，而喷砂的目的主要是除去筛网和叶轮表面的铁锈或其它已被腐蚀的杂质。这样做主要是为了增强下一步涂抹的 SiCcast 热浇铸陶瓷材料的附着性



Qingdao Yuke New Material Technology CO:LTD

#### 4) 开始涂抹 SICcast 材料

在叶轮表面涂上 310mm SIConit Extra 陶瓷防护层，磨损比较严重的部位 5-10mm，磨损不太严重的部位 3-5mm。叶轮精配合斜锥面需放 35mm 加工余量。



5) 把叶轮放进烘箱，在 60℃ 温度下进行热处理，时间约 26 个小时，以去除 SIConit 陶瓷材料内部应力。

6) 用钻石刀具对叶轮精配合面进行切削处理，使其恢复原始尺寸。在立式车床上用钻石车刀对叶轮精配合斜锥面进行加工，切除多余陶瓷材料，使精配合面在修复后光滑平整并尽量接近原有尺寸。



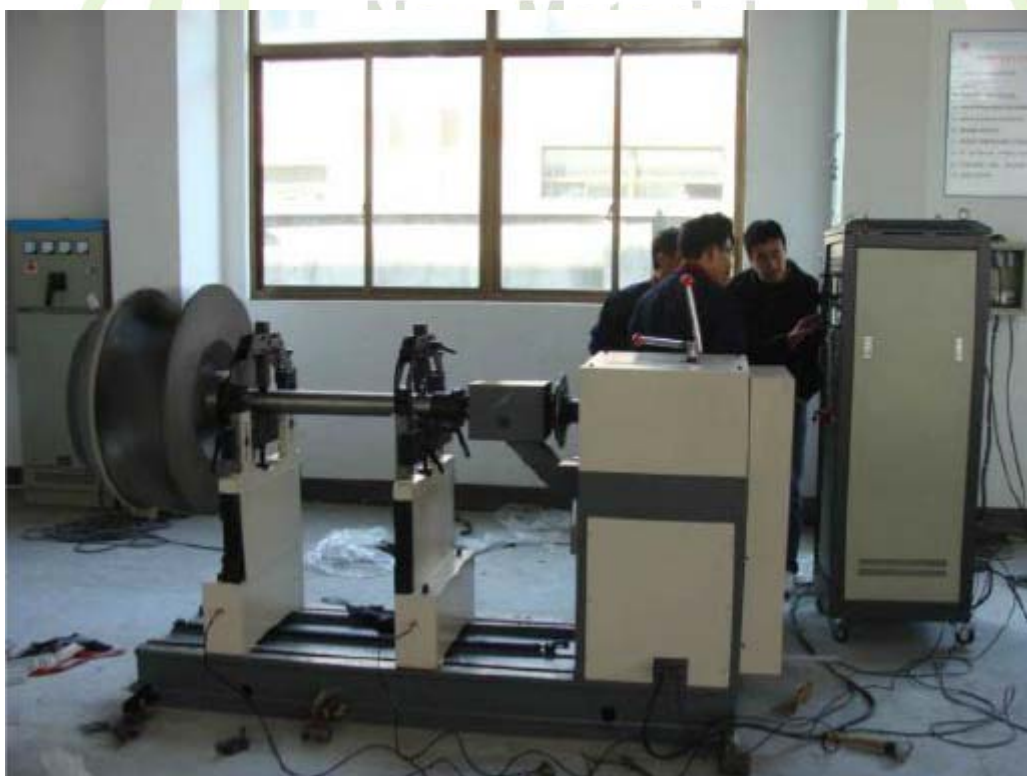
7) 在叶轮涂上 SIConitF 细颗粒表面防护层。

在叶轮表面涂 SIConitF 细颗粒表面防护材料，保证泵的表面光滑度，提高泵运行效率。





8) 对叶轮做动平衡处理，精度等级 G6.3。对叶轮进行动平衡实验，消除运行后振动的风险，从而保证机械密封的密封性。



## 三 搅拌器叶轮 SiCcast 修复方案

### 1 吸收塔侧进式搅拌器磨损原因分析

造成叶轮磨损的原因有两个，一个是化学腐蚀，二是物理磨损。Sharpe 叶轮材质能有效抵挡化学腐蚀和部分物理磨损，但叶型设计很难抵挡了端部涡流产生的冲击磨损，缩短了叶轮使用寿命。

对于脱硫吸收塔的搅拌器来说，由于介质的氯离子浓度大约在 20000 - 40000ppm 之间，化学腐蚀冲击相对机械磨损冲击来说不是太强烈，Sharpe 叶轮材质采用的是 SAF2507 的双相不锈钢，能满足防腐的性能要求。但是对于搅拌器叶片来说，材料的选择主要考虑的是抗磨损的性能，Sharpe 采用浇铸的双相不锈钢作为叶片材料，双相不锈钢中的铁素体的存在，使得材料的硬度得到了很大的提高，从而提高了抗磨损的性能。同时由于浇铸的工艺进一步的提高了材料的表面硬度，使得叶片有了很好的抗磨损表现，其抗磨性大大优于 1.45290

然而其采用的 propeller 的叶型设计，无法抑制了端部涡流产生的冲击磨损，缩短了叶轮的使用寿命，8000 小时就会造成如下的磨损状况。



我们针对这种磨损状况，采取 SiCcast 热浇铸陶瓷修复工艺，SiCcast 热浇铸陶瓷材料在抗磨损抗腐蚀方面可与原来的双相不锈钢材料媲美，但由于搅拌器叶轮的 propeller 的叶型设计是造成磨损的主因，所以不要寄希望只换材料就能大幅度延长使用寿命。

### 2 搅拌器叶轮修复工序



1) 对叶轮磨损处用不锈钢网进行焊接，一些部位打孔处理，以加强材料粘附性能。



2) 用丙酮清洗叶轮，并喷砂处理，喷砂精度等级 SA2.5，丙酮清洗主要是除去叶轮表面的油污或其它有机杂质；而喷砂主要是除去筛网和叶轮表面的铁锈或其它已被腐蚀的杂质。这样做主要是为了增强下一步涂抹的 SiCcast 热浇铸陶瓷材料的附着性能。

3) 开始涂抹 SiCcast 陶瓷材料





4) 对叶轮表面进行打磨处理，并涂上 SIConit F 表面防护材料。



5) 最终进行静平衡测试，搅拌器时轮转速较低（一般低于 200rpm），仅需做静平衡测试。